

2000人注规交流群432529468。欢迎学习交流，仅限注规考试

全国注册城市规划师执业资格考试参考用书之二

城市规划相关知识

(2011年版)

全国城市规划执业制度管理委员会

中国计划出版社

2000人注规交流群432529468。欢迎学习交流，仅限注规考试

图书在版编目 (CIP) 数据

城市规划相关知识: 2011 年版 / 全国城市规划执业制度管理委员会编. —北京: 中国计划出版社, 2011. 6
全国注册城市规划师执业资格考试参考用书
ISBN 978-7-80242-637-5

I. ①城… II. ①全… III. ①城市规划—中国—建筑师—资格考试—自学参考资料 IV. ①TU984. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 086032 号

全国注册城市规划师执业资格考试参考用书之二

城市规划相关知识

(2011 年版)

全国城市规划执业制度管理委员会



中国计划出版社出版发行

(地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码: 100038 电话: 63906433 63906381)

世界知识印刷厂印刷

787 × 1092 毫米 1/16 32.75 印张 807 千字

2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—5000 册



ISBN 978-7-80242-637-5

定价: 72.00 元

全国注册城市规划师执业资格 考试参考用书

修编组组长：吕斌

审定组组长：王祖毅

修编组成员：

《城市规划原理》组长：涂英时

(以下按姓氏笔画排序) 文国玮 邓琪 孙施文 何苓 张广汉 张京祥
张晓昕 张播 陈珺 周雄 胡毅 赵文凯
蔡震

《城市规划相关知识》组长：吕斌

(以下按姓氏笔画排序) 冯健 刘宇 李迪华 杨明松 邹哲 孟晚晨
洪昌富 秦国栋 曹广忠 曾坚 曾鹏

《城市规划管理与法规》组长：任致远

(以下按姓氏笔画排序) 刘运琦 张播 赵洪才 耿毓修 曹昌智

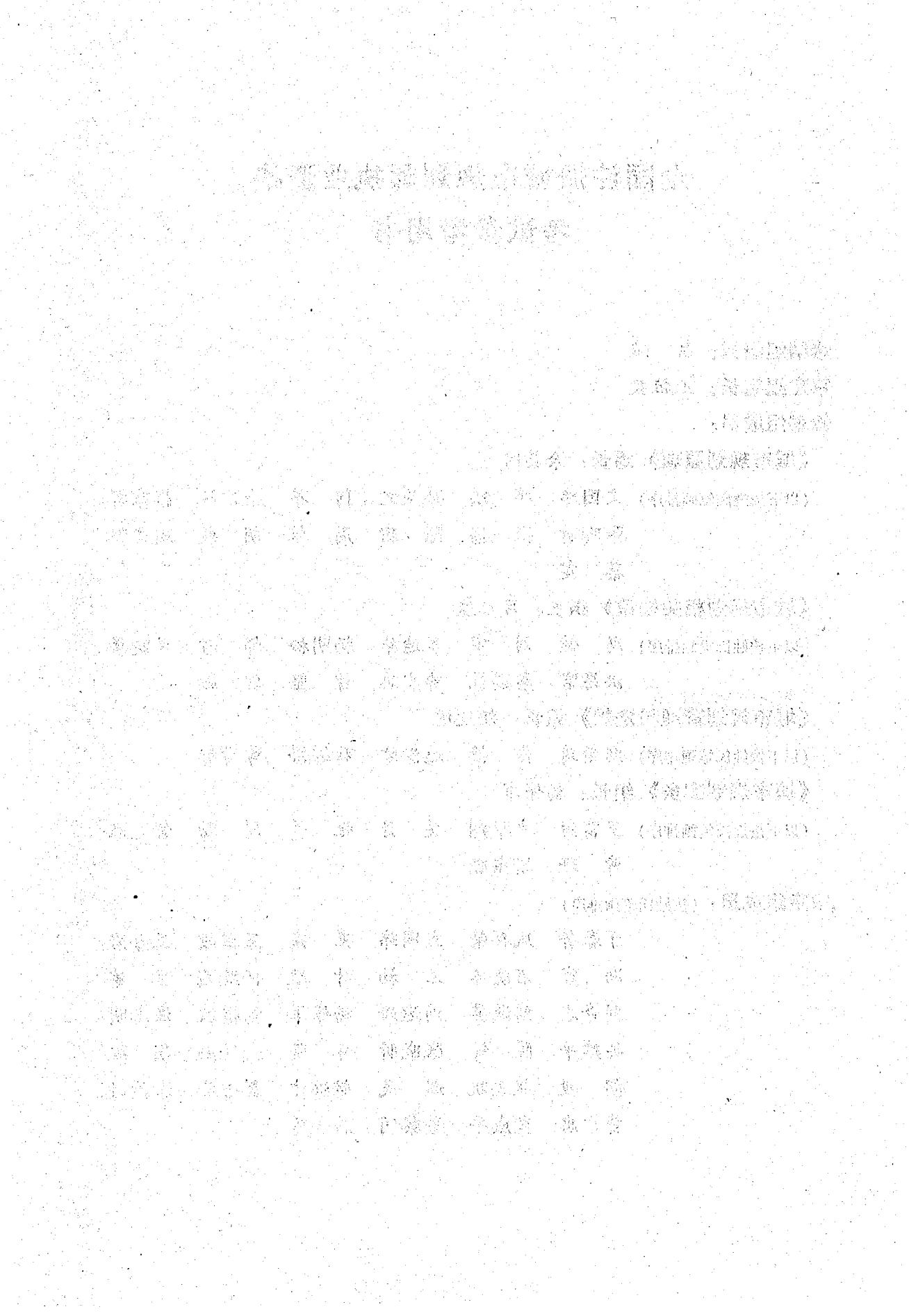
《城市规划实务》组长：杨保军

(以下按姓氏笔画排序) 王富海 卢华翔 关丹 张菁 周劲 贺旺
曹珊 靳东晓

审定组成员：(按姓氏笔画排序)

于春普	凤存荣	文国玮	王东	王祖毅	王磐岩
冯容	石晓冬	石楠	叶斌	任致远	吕斌
刘奇志	刘淑英	刘运琦	杨保军	杨惜敏	汪志明
吴建平	陈锋	张晓昕	林坚	武廷海	胡纹
胡毅	赵文凯	赵民	赵洪才	夏士义	涂英时
曹广忠	龚威平	董黎明	潘一玲		

2000人新规交流群432529468。欢迎学习交流，仅限新规考试



前　　言

自原人事部、建设部于1999年颁布《注册城市规划师职业资格制度暂行规定》以来，我们已举行了十一次全国统一的注册城市规划师执业资格考试。这些年来，随着我国经济社会的快速发展，城乡规划和建设也发生了深刻的变化。2008年，《城乡规划法》开始施行，这对于提高城乡规划的科学性、严肃性，加强城乡规划监管，协调城乡合理布局，保护和改善人居环境，促进我国经济社会全面协调可持续发展具有重要意义。为使城市规划执业制度适应新形势的要求，并方便参加考试人员复习以及相关人员学习，我们组织专家对2008年出版的《全国注册城市规划师执业资格考试参考用书》（试用版），进行了修订。这次修订主要是依据《城乡规划法》，以新的考试大纲为基准，删除重复和繁琐，弥补疏漏和不足，修正错误和不准确的内容，使之更为完善。修订后的考试参考用书定名为《全国注册城市规划师执业资格考试参考用书》（2011年版），并正式出版。

由于城乡规划工作涉及面广，相关书籍修订的工作量较大，难免还有错漏之处，敬请读者指正。

借此，对参加本书修订和审定工作的专家及为此付出努力并作出贡献的有关单位，特别是住房和城乡建设部执业资格注册中心一并表示衷心的感谢。

孙安军
住房和城乡建设部城乡规划司司长

恭喜恭喜！截止 2018 年 1 月 9 日 22:00, 2017 年经纬学员反馈通过 407 人，其中一次性通过四科人数 133 人，尚未反馈人数约 120 人，经纬培训群按最不利原则，通过率 57.1%，预计全国通过率 12-15%，约占全国通过人数的五分之一。

目前知道实务最高分 78 分，法规 86 分，原理 81，相关 87！

真题集、教材、空白试卷等考试书籍购买及培训班报名，请登入：
经纬助考网：www.jingweizk.com (京 ICP 备 16017220 号，清华大学清华园)
淘宝官网：<http://shop116022826.taobao.com>
同济大学国匠城论坛经纬教育专版：<http://bbs.caup.net/thread-htm-fid-433-page-1.html>

经纬注规交流 QQ 群：432529468，与 2000 考友一起交流，有老师答疑解惑

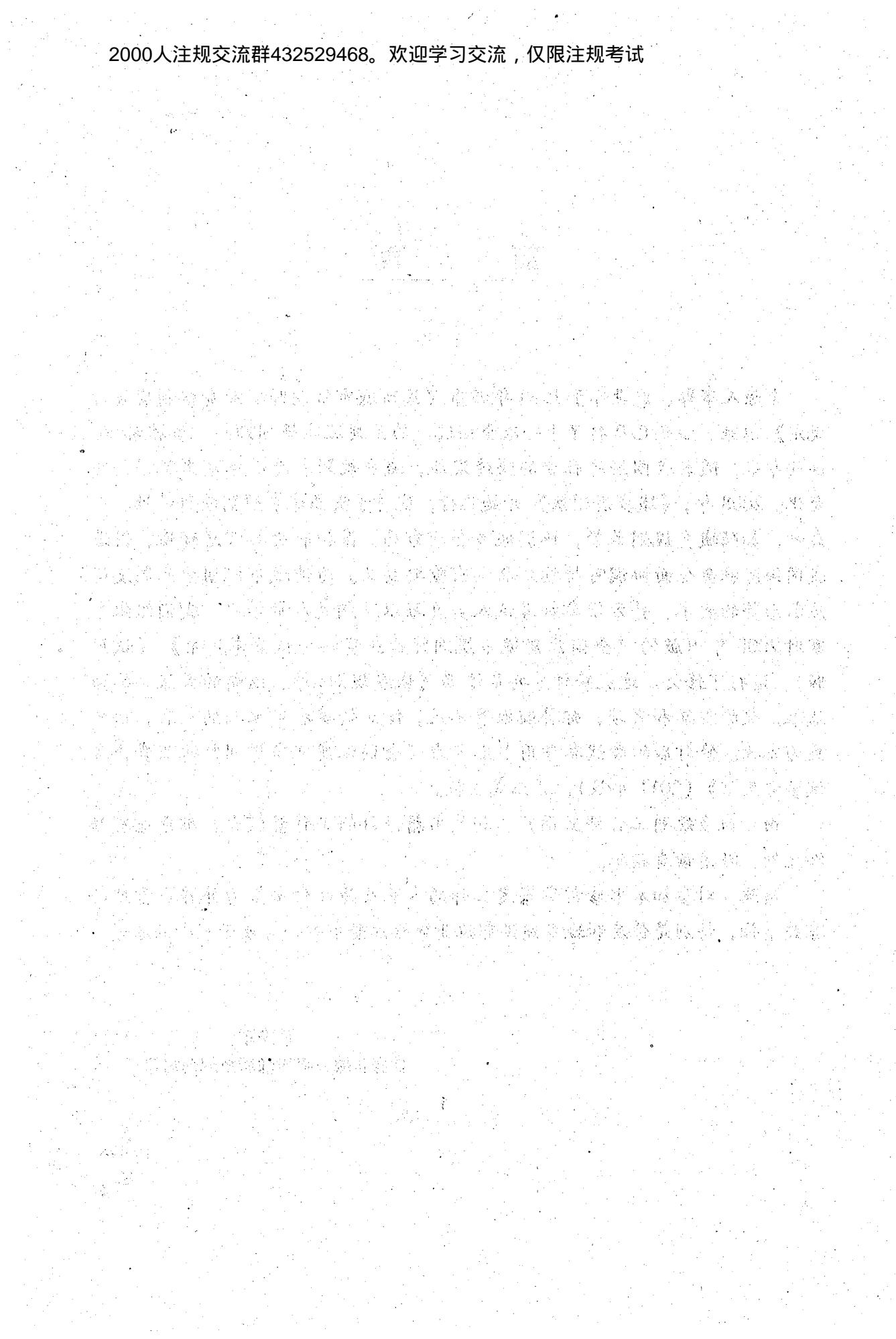


如您购买本册书籍，可凭订单号加入经纬真题讲解答疑 QQ 群：530663056。我们将在线及时回答您对注规考试的疑惑，并提供考试技巧和真题答疑直播课程。

咨询 QQ : 3120151324 ; 3253673864,

咨询电话 : 18511508542

2000人注规交流群432529468。欢迎学习交流，仅限注规考试



目 录

第一篇 建 筑 学

第一章 建筑史基本知识	(1)
第一节 中国古代建筑的基本知识	(1)
第二节 外国建筑史的基本知识	(18)
第二章 各类建筑的功能组合	(45)
第一节 公共建筑	(45)
第二节 住宅建筑	(50)
第三节 工业建筑	(57)
第三章 建筑场地条件分析及设计要求	(60)
第一节 场地选择的基本原则与分析方法	(60)
第二节 场地的空间组织与总平面设计要点	(66)
第四章 建筑技术的基本知识	(73)
第一节 建筑结构的基本知识	(73)
第二节 建筑材料与构造的基本知识	(79)
第五章 建筑美学的基本知识	(97)
第一节 色彩的基本知识	(97)
第二节 城市建筑色彩的表现与规划	(100)
第三节 建筑美学理论的基本知识	(104)
第六章 建筑项目策划与设计阶段	(108)
第一节 设计前期与建筑策划	(108)
第二节 建筑设计阶段	(113)

第二篇 城市道路交通工程

第一章 城市道路规划设计	(117)
第一节 城市道路规划设计	(117)
第二节 城市道路横断面规划设计	(120)

2 城市规划相关知识

第三节 城市道路平面规划设计	(124)
第四节 城市道路交叉口规划设计	(126)
第五节 城市道路纵断面设计	(134)
第六节 城市道路交通管理设施规划设计	(135)
第二章 城市停车设施的规划设计	(140)
第一节 机动车停车设施设计	(140)
第二节 自行车停车设施设计	(144)
第三章 城市交通枢纽规划设计	(145)
第一节 城市交通枢纽设施的分类与特点	(145)
第二节 城市交通枢纽规划设计	(145)
第三节 城市广场规划设计	(147)
第四章 城市轨道交通	(150)
第一节 城市轨道交通的分类和技术特性	(150)
第二节 城市轨道交通线网规划	(157)

第三篇 城市市政公用设施

第一章 城市供水工程规划	(167)
第一节 城市供水系统	(167)
第二节 城市供水工程规划的主要内容	(168)
第三节 城市用水量预测	(168)
第四节 水资源供需平衡分析	(169)
第五节 城市供水工程规划	(172)
第六节 水源保护	(176)
第二章 城市排水工程规划	(177)
第一节 城市排水系统	(177)
第二节 城市排水工程规划的主要内容	(178)
第三节 城市排水体制	(179)
第四节 雨水工程规划	(180)
第五节 污水工程规划	(184)
第三章 城市供电工程规划	(189)
第一节 城市供电系统	(189)
第二节 城市供电工程规划的主要任务和主要内容	(190)
第三节 供电工程规划	(191)

第四节 电力设施保护	(199)
第四章 城市燃气工程规划	(202)
第一节 城市燃气种类及燃气系统	(202)
第二节 城市燃气工程规划的主要任务和主要内容	(203)
第三节 燃气工程规划	(203)
第五章 城市供热工程规划	(214)
第一节 城市供热系统	(214)
第二节 供热工程规划的主要任务和主要内容	(215)
第三节 供热工程规划	(216)
第六章 城市通信工程规划	(224)
第一节 城市通信系统	(224)
第二节 城市通信工程规划的主要任务和主要内容	(227)
第三节 城市通信工程规划	(228)
第四节 城市通信管道综合与协调	(235)
第五节 城市通信设施保护	(239)
第七章 城市环境卫生设施规划	(242)
第一节 城市环境卫生设施规划的主要任务与内容	(242)
第二节 城市固体废物收集与处理	(242)
第三节 城市环境卫生公共设施规划	(246)
第四节 环境卫生工程设施规划	(247)
第八章 城市防灾规划	(249)
第一节 城市防灾规划的主要任务与内容	(249)
第二节 城市消防规划	(249)
第三节 城市防洪排涝规划	(253)
第四节 抗震防灾规划	(257)
第五节 人防规划	(260)
第六节 地质灾害防治	(260)
第九章 城市工程管线综合规划	(262)
第一节 城市工程管线分类与特征	(262)
第二节 城市工程管线综合布置的原则	(263)
第三节 城市工程管线综合术语与技术规定	(265)

4 城市规划相关知识

第十章 城市用地竖向规划	(267)
第一节 城市用地竖向工程规划的原则与内容	(267)
第二节 城市用地竖向工程规划方法	(268)
第三节 城市用地竖向工程规划的技术规定	(268)

第四篇 信息技术在城市规划中的应用

第一章 信息技术基础	(271)
第一节 信息系统	(271)
第二节 数据库管理系统	(272)
第三节 网络技术	(273)
第二章 地理信息系统及其应用	(275)
第一节 地理信息系统	(275)
第二节 地理信息系统在城市规划中的应用	(276)
第三章 遥感技术及其应用	(283)
第一节 遥感影像的获取	(283)
第二节 常用遥感图像	(284)
第三节 图像解译的主要依据	(287)
第四节 图像校正与信息提取的常用方法	(288)
第五节 遥感信息在城市规划中的典型用途举例	(288)
第六节 遥感技术的发展和应用局限性	(289)
第四章 CAD 与图形/图像处理技术	(291)
第一节 CAD 与图形、图像处理技术在城市规划中的一般应用	(291)
第二节 CAD 与图形、图像处理技术对规划业务的影响	(292)
第五章 网络技术以及信息技术的综合应用	(293)
第一节 网络技术的综合应用	(293)
第二节 信息技术的综合应用	(293)
第六章 城市规划信息化	(295)

第五篇 城市经济学

第一章 城市经济学的相关知识	(297)
第一节 城市经济学的形成背景与发展历程	(297)
第二节 城市经济学的学科性质及特征	(298)

第三节 城市经济学的研究内容	(299)
第四节 学习城市经济学须具备的基本经济学知识	(300)
第二章 城市规模与城市经济增长	(305)
第一节 城市规模与最佳规模	(305)
第二节 城市经济增长及其调控	(308)
第三节 城市产业发展与产业结构	(311)
第三章 城市土地市场与城市空间结构	(314)
第一节 竞标租金与价格空间变化	(315)
第二节 替代效应与土地利用强度	(316)
第三节 城市空间规模与城市蔓延	(318)
第四节 城市土地制度与空间规划	(321)
第五节 城市住房市场与住房政策	(323)
第四章 城市交通经济与政策	(327)
第一节 城市交通供求的时间不均衡及其调控	(327)
第二节 城市交通供求的空间不均衡及其调控	(328)
第三节 城市交通个人成本与社会成本的错位及其调控	(329)
第四节 城市交通时间成本特征及效率提高途径	(330)
第五节 公共交通的合理性	(332)

第五章 城市公共财政与公共品供给	(334)
第一节 税收效率与土地税	(334)
第二节 公共品概念与公共品供给	(336)
第三节 城市政府规模与运作效率	(338)

第六篇 城市地理学

第一章 城市地理学的基本知识	(343)
第一节 城市地理学的学科概况	(343)
第二节 城市地理与城市规划的关系	(345)
第二章 城市形成和发展的地理条件	(347)
第一节 城市空间分布的地理特征	(347)
第二节 地理条件的影响作用	(348)
第三章 城镇化的基本原理	(352)
第一节 城镇化的基本理论	(352)

6 城市规划相关知识

第二节 世界城镇化概况	(356)
第四章 城镇地域空间的演化规律	(362)
第一节 城市地域空间类型	(362)
第二节 城市密集地区的空间结构与演化特征	(363)
第五章 区域城镇体系的基本理论	(366)
第一节 城镇体系的概念	(366)
第二节 城镇体系的组织结构	(366)
第三节 城市经济区	(374)
第六章 城市地理学的研究方法	(378)
第一节 城市发展条件综合评价	(378)
第二节 人口发展与城镇化水平预测	(379)

第七篇 城市社会学

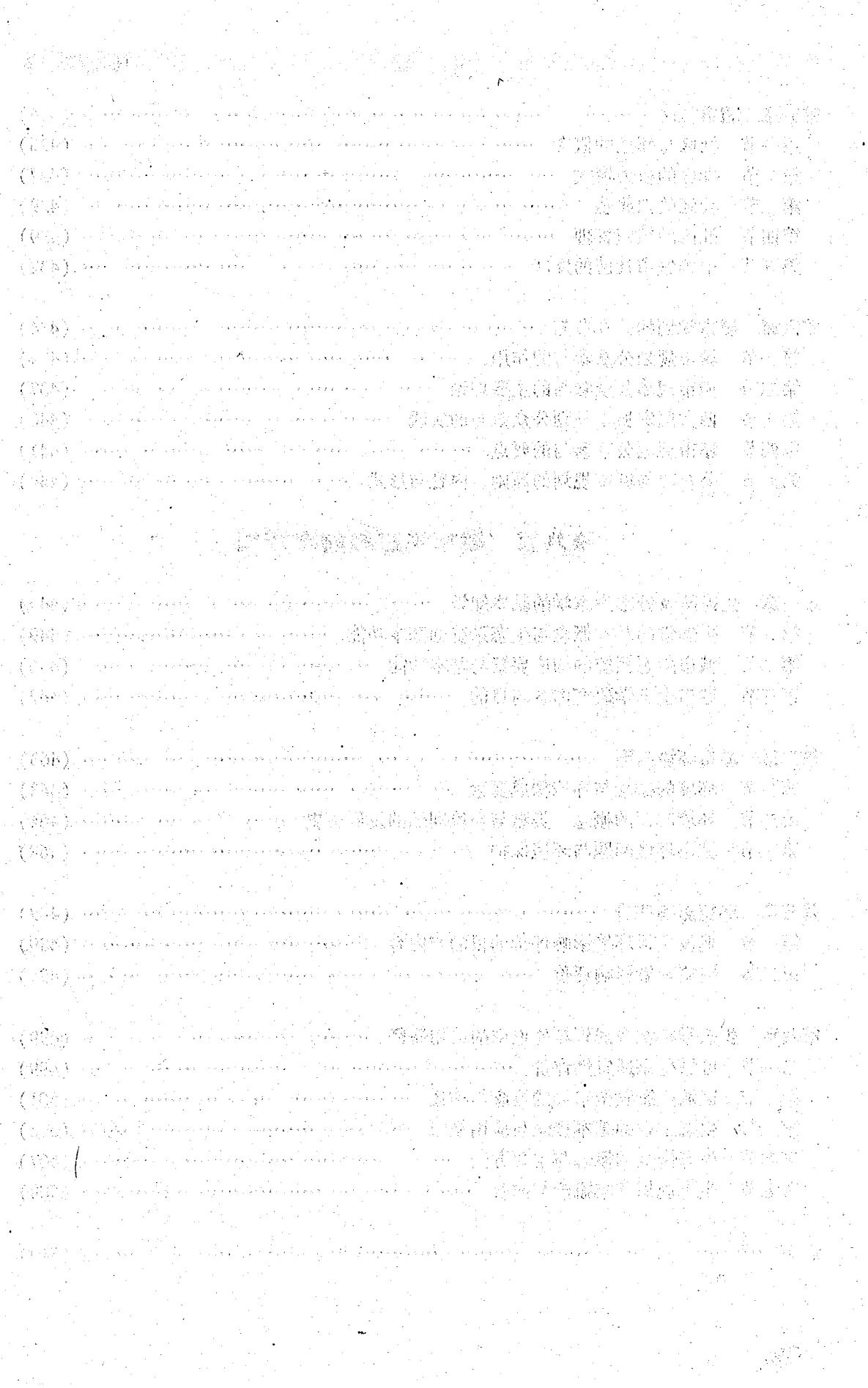
第一章 基本概念与主要理论	(387)
第一节 社会学与城市社会学	(387)
第二节 城市社会学的研究对象与研究内容	(388)
第三节 城市社会学与城市规划的关系	(388)
第四节 城市社会学的主要理论	(389)
第二章 城市社会学的调查与研究方法	(393)
第一节 城市社会调查研究方法	(393)
第二节 资料、数据的种类、收集与处理	(393)
第三节 问卷调查方法	(396)
第四节 访谈、深度访谈与质性研究方法	(399)
第五节 研究逻辑与分析程序	(401)
第三章 城市人口结构与人口问题	(403)
第一节 城市人口结构	(403)
第二节 城市人口的社会问题	(408)
第四章 城市社会阶层与社会空间结构	(414)
第一节 城市社会阶层	(414)
第二节 城市社会空间结构	(418)

第五章 城市社区	(426)
第一节 社区与邻里的概念	(426)
第二节 社区的权力模式	(427)
第三节 社区的归属感	(429)
第四节 社区的组织管理	(430)
第五节 中国城市社区的发展	(432)
第六章 城市规划的公众参与	(434)
第一节 城市规划公众参与的作用	(434)
第二节 城市规划公众参与的主要理论	(437)
第三节 西方国家城市规划公众参与的实践	(440)
第四节 城市规划公众参与的要点	(441)
第五节 公众参与城市规划的原则、内容与形式	(444)

第八篇 城市生态与城市环境

第一章 生态学及城市生态学的基本知识	(449)
第一节 生态学的基本概念与生态系统的基本功能	(449)
第二节 城市生态系统的构成要素与基本功能	(456)
第三节 城市生态学研究内容与目的	(462)
第二章 城市环境问题	(463)
第一节 环境的概念与环境构成要素	(463)
第二节 环境问题的概念、类型与环境问题的发展历史	(464)
第三节 城市环境问题与环境保护	(468)
第三章 环境影响评价	(489)
第一节 建设项目环境影响评价的目的与内容	(489)
第二节 战略环境影响评价	(494)
第四章 生态学在城乡规划与建设中的应用途径	(499)
第一节 区域生态适宜性评价	(499)
第二节 区域生态安全格局的概念与构建	(501)
第三节 生态工程的基本概念与应用领域	(506)
第四节 生态恢复的概念与主要方法	(507)
第五节 生态规划基本概念与内容	(508)
后记	(510)

2000人注规交流群432529468。欢迎学习交流，仅限注规考试



第一篇 建 筑 学

第一章 建筑史基本知识

第一节 中国古代建筑的基本知识

中国古代建筑是中国传统文化的重要组成部分，是延续数千年的独特体系。从都城的规划建设，到建筑的设计施工，乃至于装修装饰，都有完整的理论与方法，在世界上独树一帜，有着卓越的成就。它不仅是珍贵的历史文化遗产，还可以为当今的建设提供可贵的借鉴。

一、中国古代建筑的基本特征

中国古代建筑单体构成简洁，建筑群组合方式多样，建筑类型丰富，与环境结合紧密。主要的建筑类型有居住建筑、宫殿建筑、礼制建筑、宗教建筑、园林建筑等。其基本特征主要包括：

1. 木构架体系

中国古代建筑运用了木构架体系，包括抬梁式、穿斗式、井干式三种形式。参见图1-1-1、1-1-2。

木构架体系可分为承重的梁柱结构部分，即大木作；以及仅为分隔空间或装饰之用的非承重部分，即小木作。大木作包括梁、檩、枋、椽、柱等，小木作则是门、窗、隔扇、屏风以及其他非结构部件。参见图1-1-3。

北宋李诫所著《营造法式》和清工部颁布的《工程做法则例》，是我国古代最著名的两部建筑著作，其中规定了建筑的模数制（宋代用“材”，清代用“斗口”为标准）和构件的定型化。

斗拱是我国木构架建筑特有的结构构件，由方形的斗、升和矩形的栱、斜的昂组成。在结构上挑出承重，并将屋面的大面积荷载经斗拱传递到柱上。斗拱有一定的装饰作用，又是屋顶梁架与柱子间在结构与外观上的过渡构件。此外，还作为封建社会中森严的等级制度的象征和重要建筑模数。到了明清时期，斗拱尺寸变小，受力作用减少，逐渐演变为装饰性构件（图1-1-4）。

2 城市规划相关知识

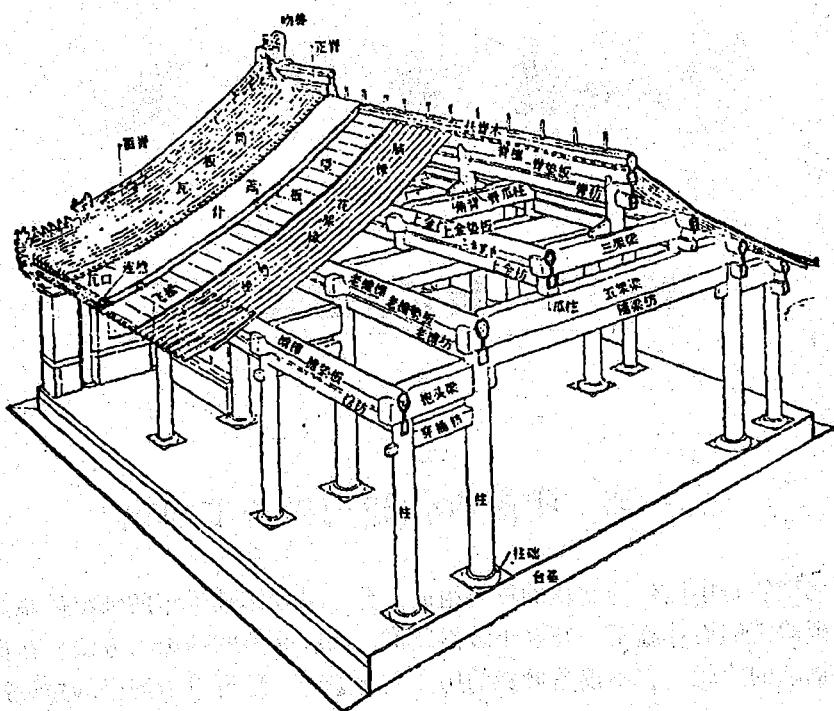


图 1-1-1 清官式建筑木构架（叠梁式、抬梁式）

资料来源：《注册建筑师考试辅导教材》编委会. 一级注册建筑师考试辅导教材 第一分册 设计前期
场地与建筑设计 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2005：155.

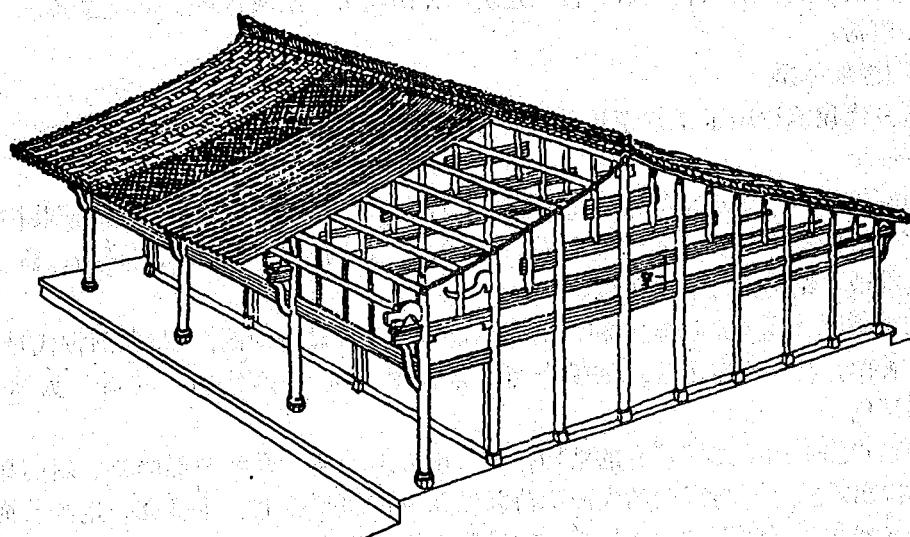


图 1-1-2 穿斗式木构架

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004：156.

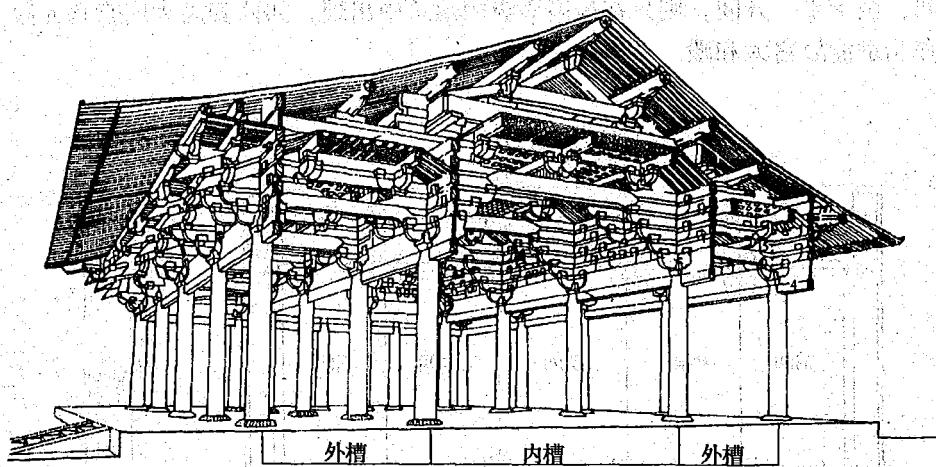


图 1-1-3 五台山佛光寺东大殿梁架示意图

资料来源：《注册建筑师考试辅导教材》编委会. 一级注册建筑师考试辅导教材 第一分册 设计前期
场地与建筑设计 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2005：152.

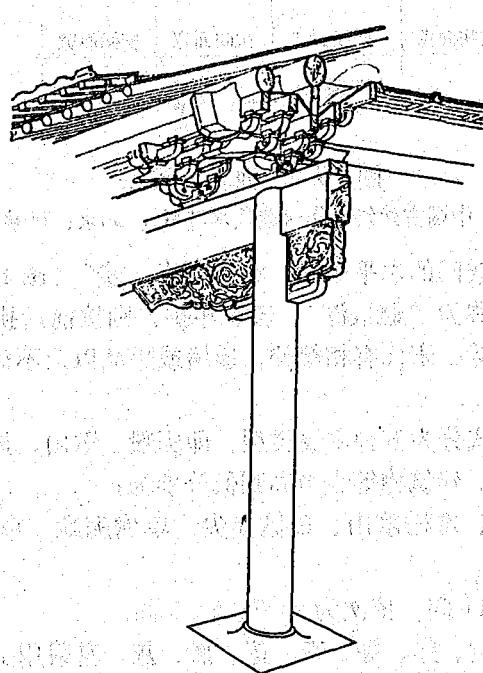


图 1-1-4 清式五踩单翘单昂斗拱

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004：194.

2. 平面布置以“间”和“步”为单位

我国木构建筑正面两檐柱间的水平距离称为“开间”（又叫面阔），各开间宽度的总和称为“通面阔”（图 1-1-5）。建筑的开间在汉以前有奇数也有偶数的，汉以后用十一以

4. 城市规划相关知识

下的奇数间，民间建筑常用三、五开间，宫殿、庙宇、官署多用五、七开间，十分隆重的用九开间，至于十一开间，则只在最高等级的建筑中出现，如西安唐大明宫含元殿、麟德殿遗址和北京清故宫太和殿。

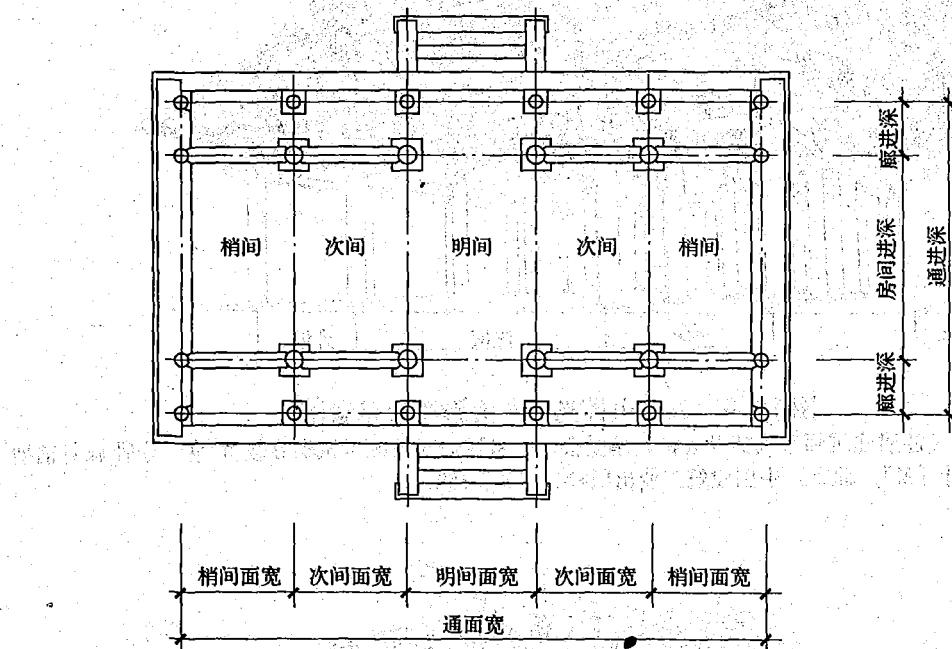


图 1-1-5 面宽与进深

资料来源：马炳坚. 中国古建筑木作营造技术 [M]. 北京：科学出版社，1997：3.

屋架上的檩与檩中心线间的水平距离，清代称为“步”（图 1-1-6）。各步距离的总和或侧面各开间宽度的总和称为“通进深”。若有斗拱，则按前后挑檐檩中心线间的水平距离计算。清代各步距离相等，宋代有相等的，递增或递减以及不规则排列的。

3. 建筑物等级

中国古建筑的屋顶形式分为五种主要类型，即庑殿、歇山、披尖、悬山及硬山，按重要性可设重檐（图 1-1-7）。建筑物等级由高到低分别为：

①屋顶：重檐、庑殿、重檐歇山、重檐攒尖、单檐庑殿、单檐歇山、单檐攒尖、悬山、硬山。

②开间：清代最高为 11 间，依次为 9、7、5、3 间。

③色彩：由高到低为黄、赤、绿、青、蓝、黑、灰，宫殿用金、黄、赤色。民舍只可用黑、灰、白色为墙面及屋顶色调。

4. 院落式布局

用单体建筑围合成院落，建筑群以中轴线为基准由若干院落组合，利用单体的体量大小和在院中所居的位置来区别尊卑内外，符合中国封建社会的宗法观念。中国的宫殿、衙署、住宅都属院落式（图 1-1-8）。另外，院落式平房比单幢的高层木阁楼在防救火灾方面大为有利。

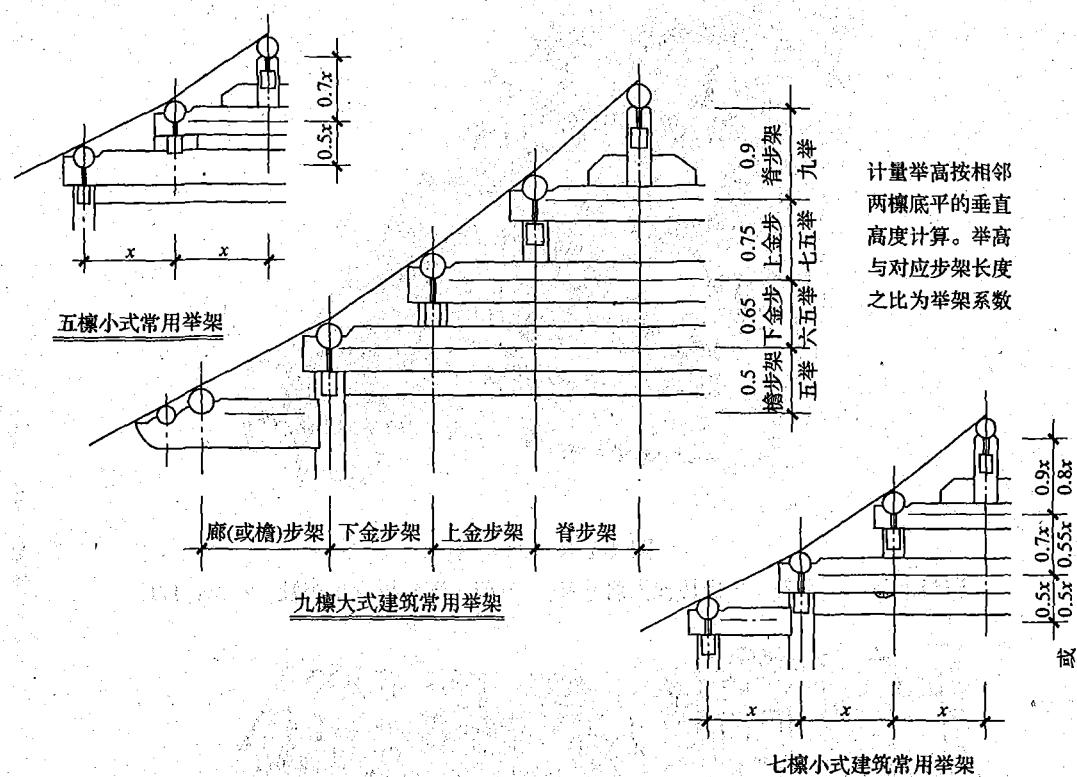


图 1-1-6 步架与举架

资料来源：马炳坚. 中国古建筑木作营造技术 [M]. 北京：科学出版社，1997：7.

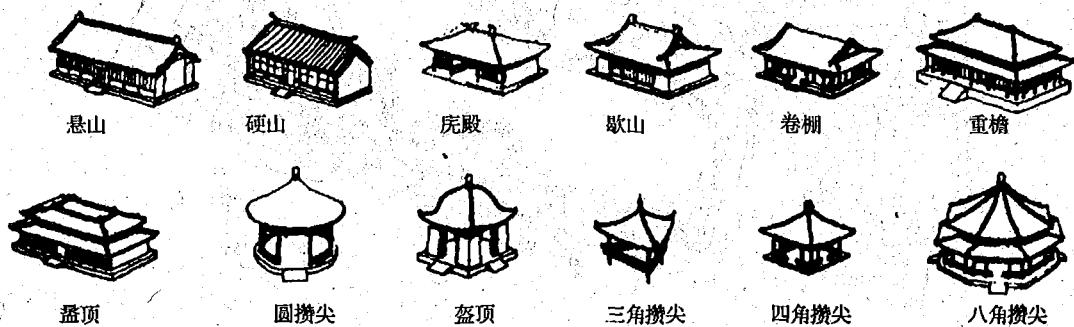


图 1-1-7 中国古建筑的屋顶形式

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：41.

5. 山水式园林

中国园林园景构图采用曲折的自由布局，因借自然，模仿自然，与中国的山水画、山水诗文有共同的意境。这种方式与欧洲大陆的古典园林惯用的几何规则式构图，树木修剪成几何形体，人工造作的气氛，大异其趣。强调“虽由人作，宛自天开”（图 1-1-9）。

6 城市规划相关知识

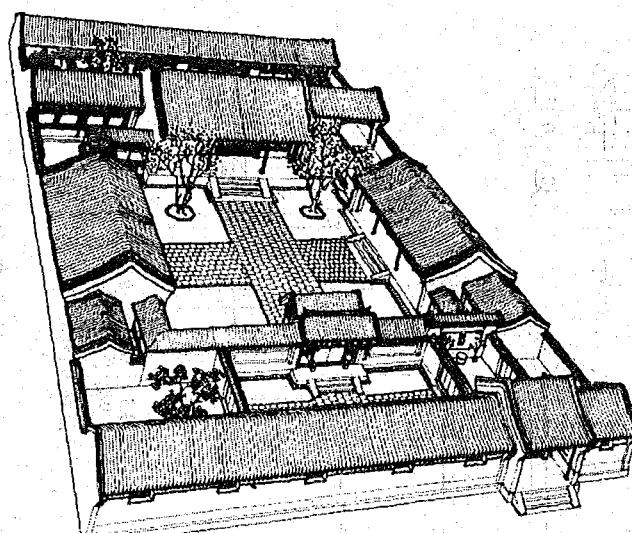


图 1-1-8 四合院

资料来源：顾音海. 中国历代家居 [M]. 杭州：浙江摄影出版社，2006：111.

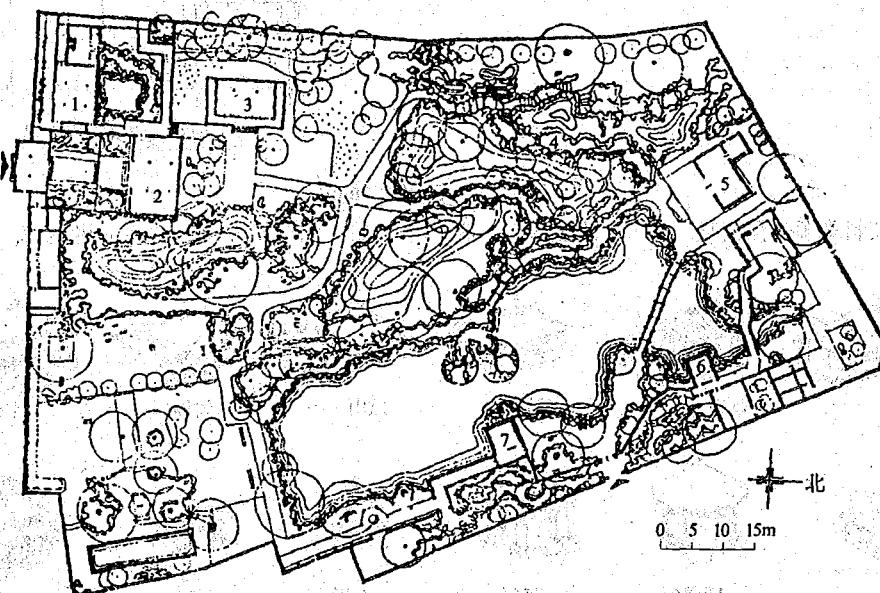


图 1-1-9 江苏无锡寄畅园平面

1—秉礼堂；2—双孝祠；3—含贞斋；4—八音洞；5—环翠楼址；6—涵碧亭；7—知鱼槛

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004：148.

二、中国古建筑常识提要

1. 宫殿

目前，我国已知最早的宫殿遗址是河南偃师二里头商代宫殿遗址。在形制方面，周制为三朝五门：外朝——决定国家大事，治朝——王视事之朝，内朝——办理皇族内部事务、宴会。

在汉代首开“东西堂制”，即大朝居中，两侧为常朝。晋、南北朝（北周除外）均行东西堂制。隋及以后均行三朝纵列之周制。

隋、唐出现了三朝五门：承天门、太极门、朱明门、两仪门、甘露门。其中，外朝承天门、中朝太极殿、内朝两仪殿。

此外，唐代宫殿雄伟，尺度大。例如，大明宫主殿含元殿建于龙首原上，前有长达75m的龙尾道。麟德殿面积达5000余平方米，约为清太和殿的三倍（图1-1-10）。

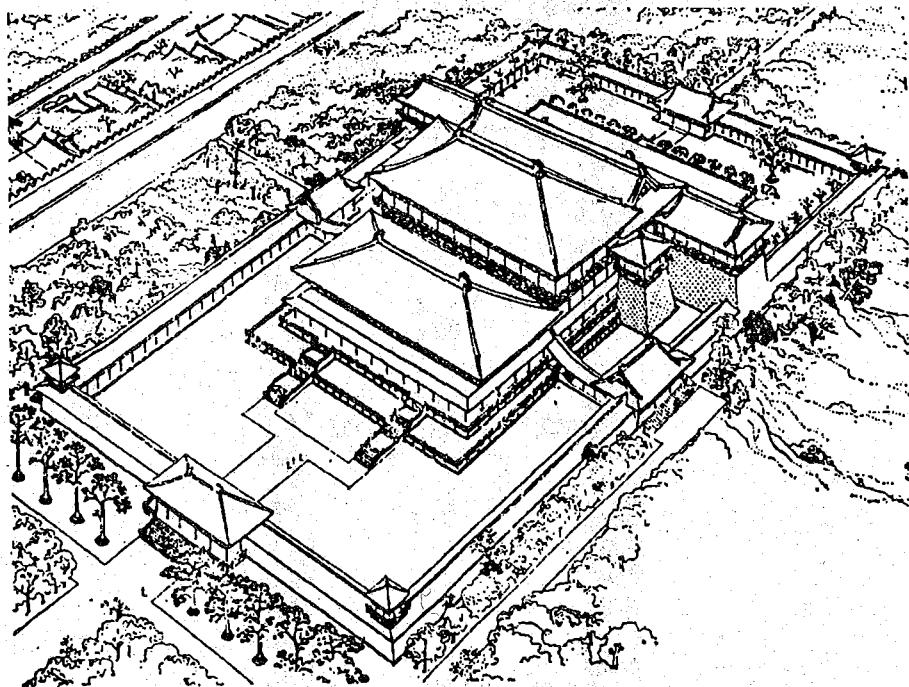


图1-1-10 唐长安大明宫麟德殿复原想象图

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004：60.

宋代宫殿创造性发展是御街千步廊制度。另一特点是使用工字形殿。元代宫殿喜用工字形殿。受游牧生活、喇嘛教及西亚建筑影响，用多种色彩的琉璃，金、红色装饰，挂毡毯毛皮帷幕。

北京故宫是我国至今保存最为完好的宫殿建筑，建于明永乐年间，其平面为中轴对称，纵深布局，三朝五门，前朝后寝。三朝是指连在须弥座上的太和殿、中和殿、保和殿；五门是指从正阳门到太和门之间的大清门、天安门、端门、午门、太和门（图1-1-11）。

2. 坛庙

所谓坛庙，主要指的就是天坛、社稷坛、太庙，还有其他一些祭祀建筑。帝王亲自参加的最重要的祭祀有三处：天地、社稷、宗庙。除了帝王的宗庙，各级官吏也设家庙，后通称为祠堂。另外，还有一类祭祀建筑，即孔庙。

坛是祭祀天、地、日、月、桑、农等自然物的建筑；庙则是祭祀帝王祖先的建筑。在中国古代祭祀中，有大祭、中祭和望祭之分。大祭：皇帝亲自祭祀。中祭：皇帝派大臣代祭。望祭：不设庙，只朝所祭方向遥祭。

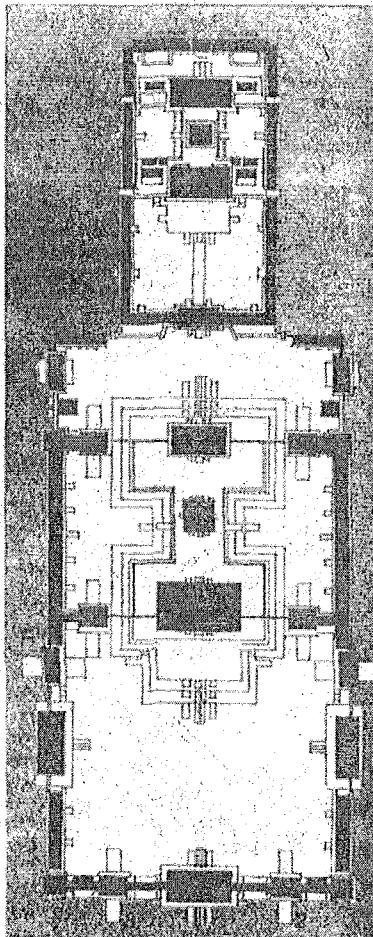


图 1-1-11 故宫平面图

资料来源：李允鉞. 华夏意匠 [M]. 天津：天津大学出版社，2005：92.

中国古代建筑天坛是世界上最大的祭天建筑群。它建于明初，有二重垣，北圆南方，象征天圆地方。外垣西侧一组建筑为神乐署、牺牲所；垣内有三组建筑为斋宫、祭坛、祈年殿。

孔庙有其独特的形制，如泮池、“万仞宫墙”照壁、棂星门、“金声玉振”牌坊、大成殿等。全国基本上是同一模式，所不同的是尺度与地方手法。曲阜孔庙：主殿大成殿，为重檐歇山九间殿，黄琉璃瓦，同保和殿规制。

山西太原的晋祠是宋代建筑的代表，属于园林式祠庙。圣母殿建于北宋，正面朝东，面阔七间，进深六间（实际是殿身面阔五间、进深四间加副阶周匝）。重檐九脊殿顶。平面中减去殿身的前檐柱，使前廊深达二间；内柱也仅有前金柱，是减柱构造的典型实例（图 1-1-12）。内部屋架为彻上明造，由于檐柱有侧脚及升起，正脊及屋面都有明显的升起，因此形成柔和的曲线，体现了宋代醇和秀丽的风格。

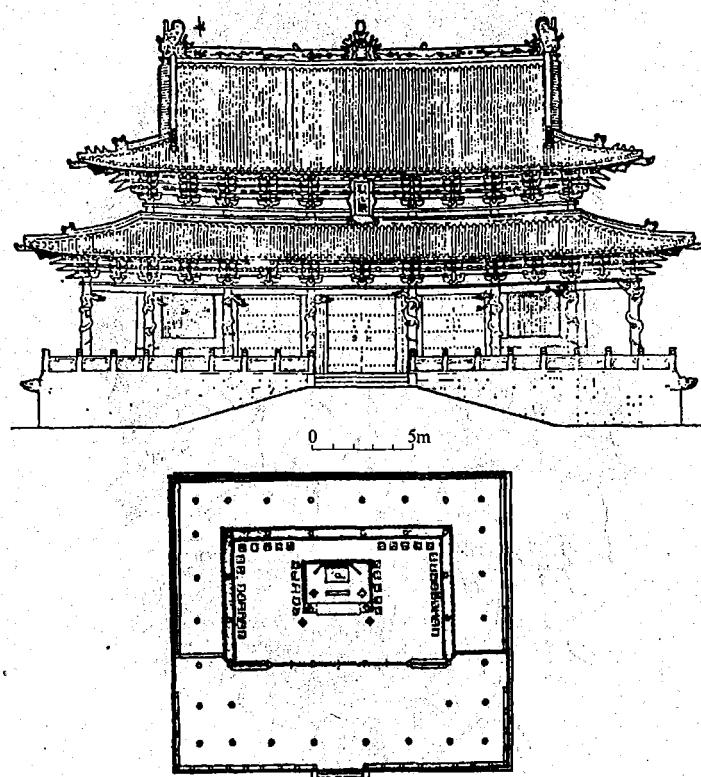


图 1-1-12 晋祠圣母殿平面与立面图

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004：101.

3. 陵墓

陵墓分地下和地上两部分。地下主要是安置棺柩的墓室；开始（约从商到汉）用木椁室，随后出现砖石结构墓室，东汉以后成为主流。这种地下砖石构筑物，发展到后来，规模宏大，结构严密，真正成为“地下宫殿”。地面部分，则是环绕陵体而形成的一套布置，其作用是给人以严肃、纪念的气氛，是为影响后人而设的。从地形选择到入口、神道、祭祀场所、陵体，从建筑到绿化，长期积累了不少经验，对于创作纪念性建筑或严肃静穆环境，具有很好的参考价值。

陵墓建筑反映了人间建筑的布局和设计。秦、汉、唐和北宋的帝后陵都有明显的轴线。陵丘居中，绕以围墙，四面辟门；而唐与北宋诸陵在每个陵的轴线上建享殿、门阙、神道和石象生等。在唐宋陵墓的基础上发展起来的明朝各陵，采用公共神道与牌坊、碑亭以及方城明楼和宝顶相结合的处理方法。清朝的皇陵基本上承袭了明朝的布局和形制。（图 1-1-13）。

4. 宗教建筑

在我国历史上曾出现过多种宗教，最具影响的是佛教、道教和伊斯兰教。其中，又以佛教的历史长、传播广，不但留下了丰富的建筑和艺术遗产，并且对我国古代文化的发展，也带来深远的影响。

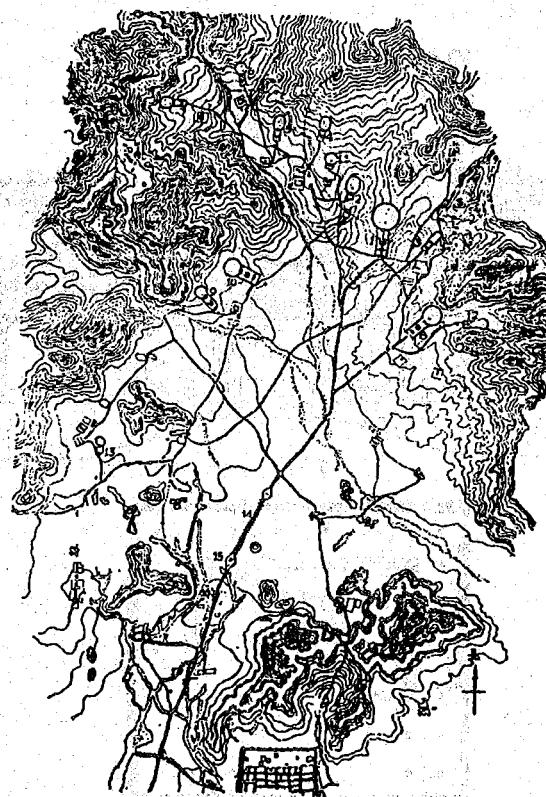


图 1-1-13 明十三陵总平面

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004：86.

佛教建筑分为汉传佛教建筑、藏传佛教建筑和南传佛教建筑三大类。汉传佛教建筑由塔、殿和廊院组成，其布局的演变由以塔为主，到前殿后塔，再到塔殿并列、塔另设别院或山门前，最后变成塔可有可无。

佛教在两晋、南北朝时曾有很大发展，并建造了大量的寺院、石窟和佛塔。我国现存著名石窟，如云冈石窟、龙门石窟、天龙山石窟、敦煌石窟等，都肇始于这一时期。其建筑与艺术的造诣也都达到很高水平。

道教思想对我国古代文化也有相当大的影响，道观布局和形式大体仍遵循我国传统的宫殿、坛庙体制，即以殿堂、楼阁为主，中轴对称、纵深布局。目前保存较完整的道观，以元代中期的山西永济县永乐宫为代表。

伊斯兰教约唐代自西亚传入我国。由于伊斯兰教的教义与仪典的要求，清真寺必须朝向圣地麦加，必设高耸的召唤信徒使用的邦克楼以及净身的浴室。不置偶像，仅设圣龛。结构常用砖石拱券或穹隆。一切装饰纹样唯用古兰经或植物、几何形图案。遗留至今的代表作是元代重建的福建泉州清净寺以及明初西安华觉巷清真寺。

（1）寺庙宫观实例

1) 唐代建筑典型——山西五台山佛光寺大殿。佛光寺大殿建于唐大中十一年（857年），为现存我国最大的唐代木结构建筑。其面阔七间，进深八架椽，单檐四阿顶（庑殿顶）。平面为“金厢斗底槽”，内外柱等高，柱子与梁架由斗拱过渡连接，檐柱有侧脚及

升起。屋顶举折平缓，正脊有升起曲线，斗拱尺度大（高2m多），出檐深远（达4m）。它是唐代雄健有力、平整开朗的建筑风格的代表作。其大殿之室内梁架结构为明椽、草椽两套构架（图1-1-14）。

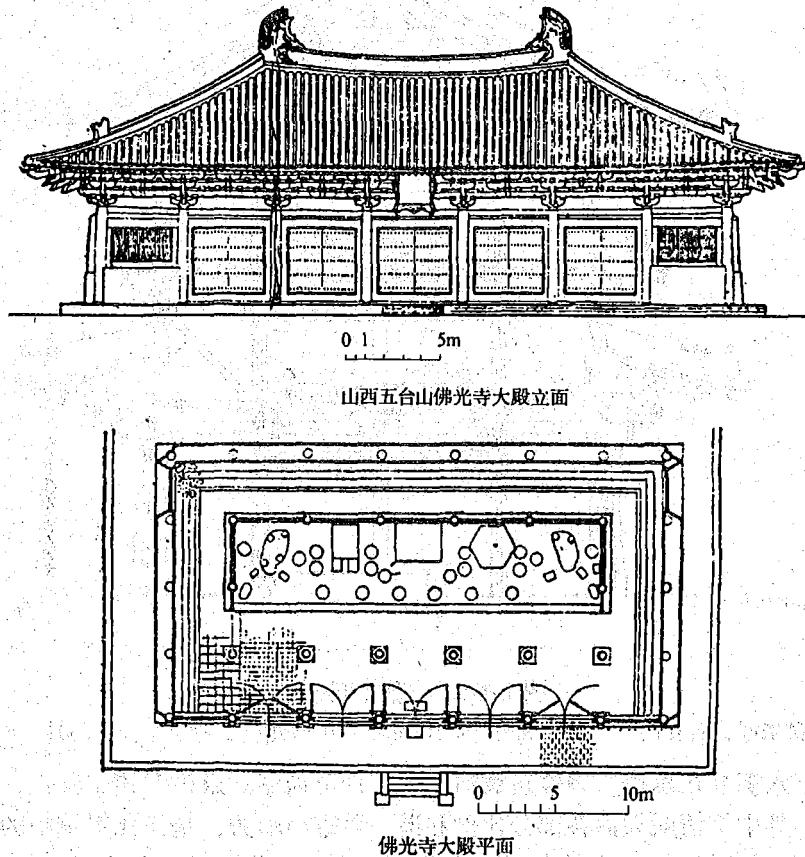


图1-1-14 佛光寺大殿立面与平面

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004：91.

2) 辽代建筑的代表——天津蓟县独乐寺。其山门为单檐四阿顶，屋架举高平缓。平面有中柱一列，为“分心槽”式样。柱的收分少，但有显著侧脚。此门屋檐伸出深远，斗拱雄大，台基极矮，形成稳健的气氛，是比例精致、结构清晰有力的成功之作。

观音阁位于山门以北，其外观两层，内部实为三层，中间有一夹层。屋顶为九脊殿式样，阁中供现存最高的泥塑16m的观音像。内部为空井式结构，以佛像为中心，四周列柱两排，柱上置斗拱，斗拱上架设梁枋，其上再立木柱，斗拱和梁枋将内部划分成三层，从跑马廊上可观塑像。在夹层结构中，为了增强抗震能力，在平行四边形的梁柱结构中加了斜撑，增加了结构的刚度，历经了地震的考验而安然无恙。

观音阁的屋架为明椽、草椽两部分，中央观音像上部用八角形藻井，其他部位为平闌天花，观音阁斗拱巨大有力，有着明确的受力作用，出檐深远。上檐柱自内收进，使得阁体具有明显的收分，在外观上形成稳定感。总之，观音阁是辽代雄健有力的建筑风格的代表作之一，也是我国现有最古老的楼阁建筑（图1-1-15）。

3) 元代建筑的代表——山西芮城永乐宫

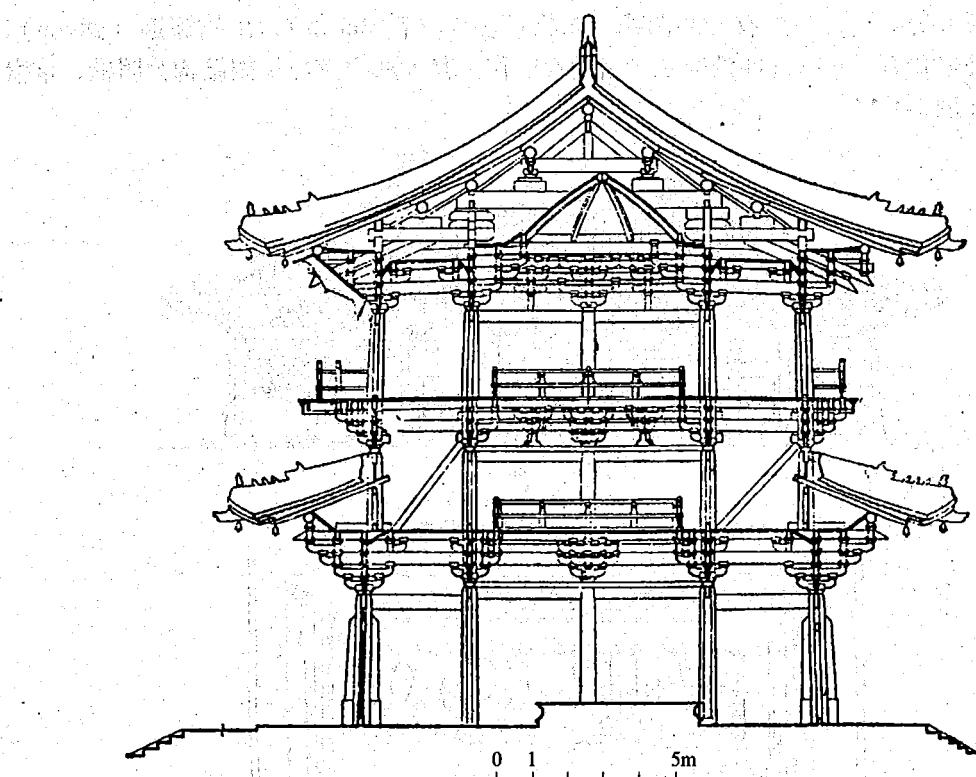


图 1-1-15 观音阁剖面

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004：96.

原址位于永济县永乐镇，因修筑黄河工程，迁至芮城。永乐宫建于元代，是元代道教建筑的典型。其中三清殿立面各部分比例和谐，稳重而清秀，是元代建筑中的精品。而三大殿内部壁画，构图宏伟、题材丰富、线条流畅生动，代表了元代在壁画方面的卓越成就，是我国古代艺术中的瑰宝。

(2) 塔

塔是佛教建筑，通常由塔座、塔身、塔刹三部分组成。塔地基中（地宫）埋藏佛舍利，是佛徒膜拜的对象。在类型上大致可分为：楼阁式塔、密檐式塔、单层塔、喇嘛塔和金刚宝座塔等几种。

楼阁式塔是印度塔与中国传统楼阁建筑相结合的产物。首先见于东汉末年，南北朝时成为塔的主流，宋之前全部为木构，宋之后用砖木混合结构，著名实例为辽应县佛宫寺木塔（图1-1-16）。

密檐式塔底层较高，上施密檐5—15层（一般为7—13层，用单数），多不可上人，一般采用砖、石建造，辽、金是其盛期。建于北魏的登封嵩岳寺塔是中国现存年代最早的密檐砖塔。

喇嘛塔是藏传佛教塔，典型实例为妙应寺白塔。

金刚宝座塔是在高台上建造的塔，如北京正觉寺金刚宝座塔。

5. 园林

中国园林的历史悠久，大约从公元前11世纪的奴隶社会末期直到19世纪末叶封建社

会解体为止，在三千余年漫长、不间断的发展过程中形成了世界上独树一帜的风景式园林体系。

(1) 中国古典园林的分类

按照园林基址的选择和开发方式的不同，中国古典园林可分为人工山水园和天然山水园两大类型。

按照园林的隶属关系来加以分类，中国古典园林也可以归纳为若干个类型。其中的主要类型有三个：皇家园林、私家园林、寺观园林。

(2) 中国古典园林的分期

1) 生成期：殷、周、秦、汉。以规模宏大的贵族宫苑和皇家宫廷园林为主流。

2) 转折期：魏、晋、南北朝。佛教、道教流行，使得寺观园林兴盛，形成造园活动从生成到全盛的转折，初步确立中国园林的美学思想，奠定山水式园林的基础。

3) 全盛期：隋、唐。中央集权逐渐健全完善。思想基础上，形成以儒家为主导，儒、释、道互补共尊的体系，中国园林所具有的风格特征基本形成。

4) 成熟时期：两宋到清初。城市商业经济空前繁荣，市民文化兴起，园林的发展由盛年期升华为富于创造进取精神的成熟时期。

5) 成熟后期：清中叶到清末。封建社会盛极而衰逐渐趋于解体，园林的发展，一方面继承前一时期的成熟传统而更趋于精致，另一方面丧失前一时期的积极创新精神，暴露出某些衰颓倾向。

(3) 中国古代哲学思想对园林的影响

中国古典园林作为封建文化形态之一，必然要接受其他封建文化形态的影响，其中哲学是一切自然知识和社会知识的终极概括，也是文化的核心。它影响、浸润于园林，成为园林创作的主导思想、造园实践的理论基础。

1) 人与自然共生的思想。人与自然共生的思想早在先秦时就与儒家的君子比德思想、道家的神仙思想共同决定了中国园林的风景式园林的发展方向，其主导作用一直贯穿以后的各个历史时期。可以说，人与自然的和谐共生乃是中国古典园林美学的核心。

2) 从“宏大規模”到“以小观大”追求“壶中之天地”。汉、唐离宫别苑的宏大規模及其登高远眺开阔视野的追求，南北朝、隋唐的别墅、山居与大自然环境的完美契合，它们的营园主旨均着眼于仿佛与宇宙齐一的大空间，从而进行以大观小的细节审视。到两宋时，人们心目中的宇宙世界缩小了，对园林的空间意识更偏重于壶中之天地、容须弥于

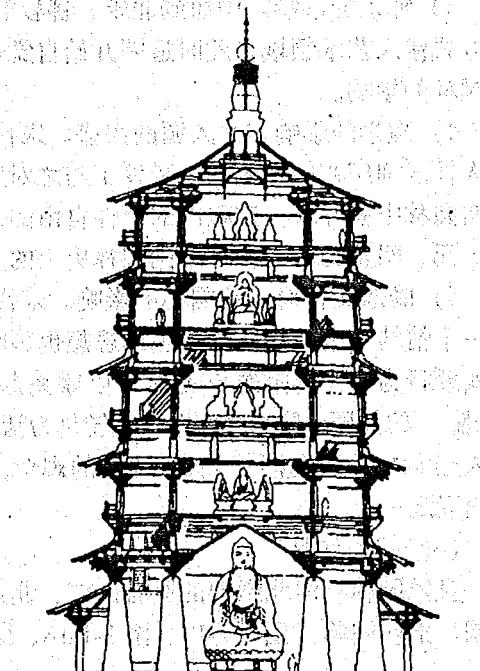


图 1-1-16 山西应县佛宫寺释迦塔

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004：105.

14 城市规划相关知识

芥子。营园的主旨亦相应地转化为以小观大，如宅园的小而精的趋向和咫尺山林的表现，以及景区的过多划分、空间变化趣味的着力追求等。

3) 禅宗的影响。中唐到北宋，佛教的禅宗逐渐兴起，禅宗讲究顿悟和内心自省的思维方式渗入艺术领域，此时造园开始自觉追求意境的表现，促成了寺观园林更多地受到文人园林的影响。

4) 理学的影响与文人园的兴盛。宋代兴起的新儒学——理学，讲究纲常伦纪，这种对人性的压抑在知识阶层中激发了与之对立的追求个性解放的逆反心理，使得文人士大夫转向园林中去寻求一定程度的个性自由的满足。适应于这种心态的文人园林风格遂得以发展。元、明直到清初，是中国园林史上的文人园林极盛时期。

5) 隐逸文化对私家园林的影响。宋代以前，“仕”与“隐”的矛盾一直是知识分子的一个情结，由此而衍生的隐逸思想也影响到造园活动。两晋南北朝，通过“归田园居”的实践行为，使得隐逸与园林得以联系起来，促进了此后的别墅园林的大发展。唐代，“中隐”的倡导把隐逸由实践行为转化为精神享受，它与园林的关系就更密切了。当时，在文人士大夫圈子里盛行“隐于园”的观念，则是促成私家园林大发展和文人园林兴起的主要因素之一。

(4) 代表作品

皇家园林有河北承德的避暑山庄、北京的颐和园；私家园林有无锡的寄畅园、苏州的留园、拙政园等（图 1-1-17、图 1-1-18、图 1-1-19）。



图 1-1-17 避暑山庄总平面

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004：140.

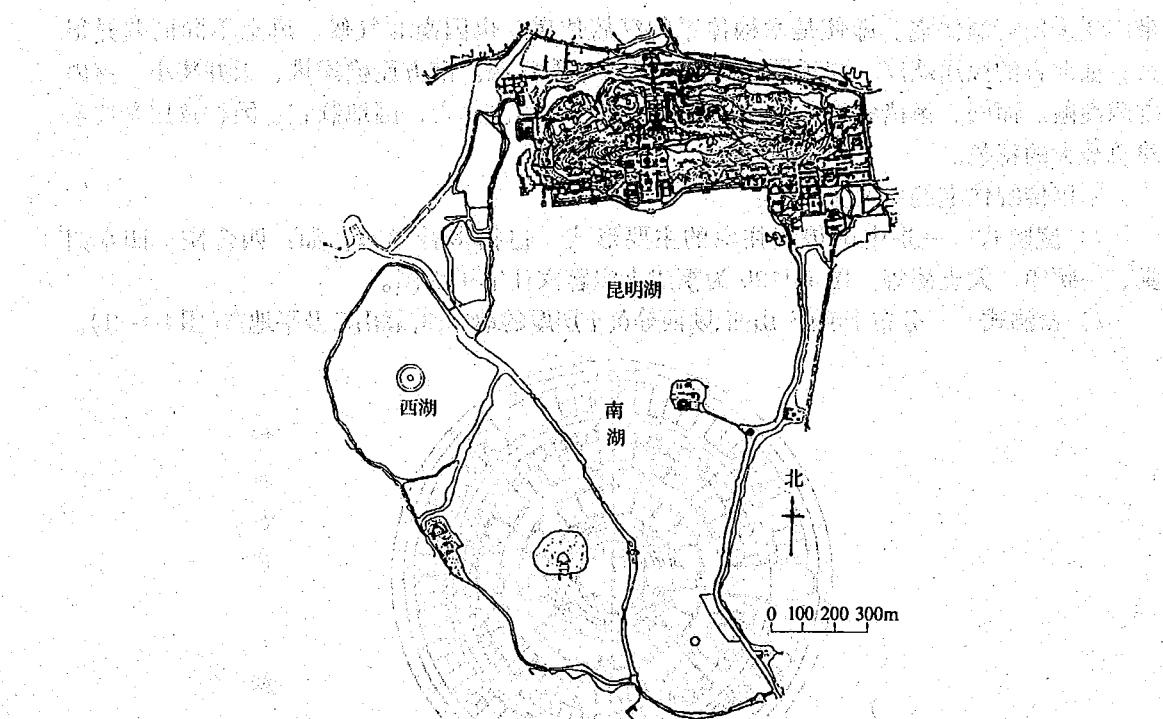


图 1-1-18 颐和园总平面

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004：142.

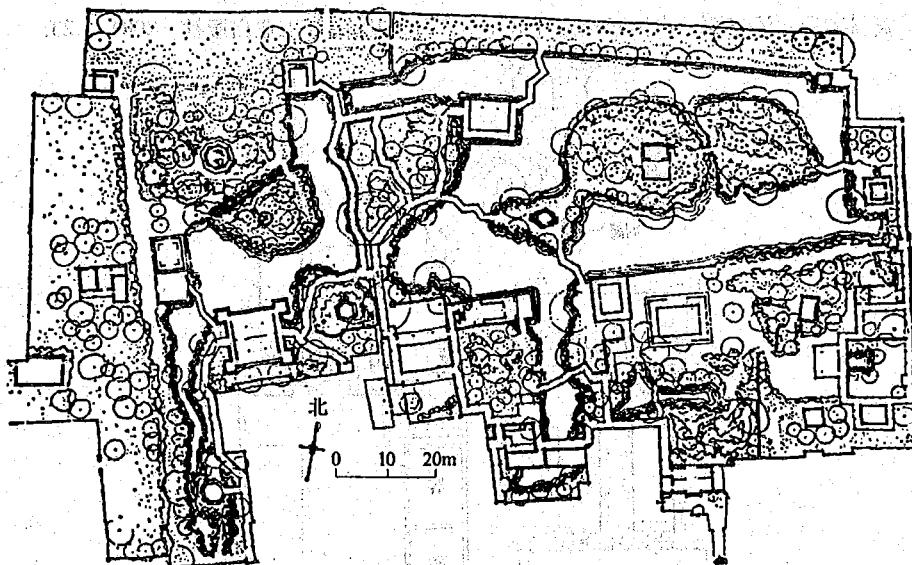


图 1-1-19 拙政园平面

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004：152.

6. 住宅

因不同的地域、气候和生活方式，在我国境内产生了多种多样的各民族住宅建筑样式。在西南至今仍使用于阑式民居；内蒙及西北少数民族则使用帐篷式住房；黄土高原地

带广泛采用窑洞住宅。即使是木构体系的汉族住房，也因南北气候、风土不同而差异很大，如北方的民居墙厚、屋顶厚、院落宽敞、争取日照。南方屋檐深挑、天井狭小，室内空间高敞。而闽、粤诸省往往强调风向而不强调日照。总之，因地制宜、因材致用是住宅建筑最大的特色。

中国传统住宅的主要类型有：

1) 庭院式——是中国传统住宅的主要形式，包括多种形态，如：四合院、四水归堂、一颗印、大土楼等。图 1-1-20 为福建永定客家住宅平面图。

2) 窑洞式——分布于河南、山西、陕西等黄土层厚的地域，有靠山窑及平地窑(图 1-1-21)。

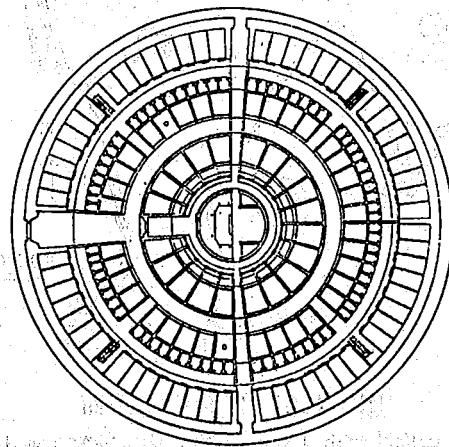


图 1-1-20 福建永定客家住宅

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004；123.

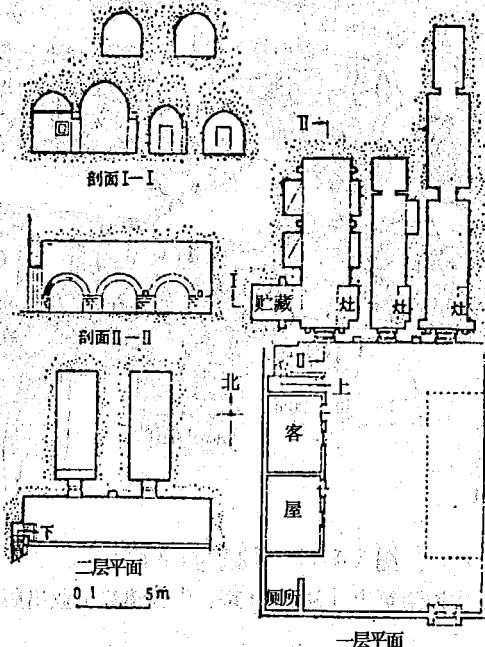


图 1-1-21 河南巩县窑洞住宅

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004；127.

- 3) 蒙古包——分布于内蒙古、新疆、青海等地，是牧民移动式房屋（图 1-1-22）。
- 4) 碉房——藏族的住房（图 1-1-23）。

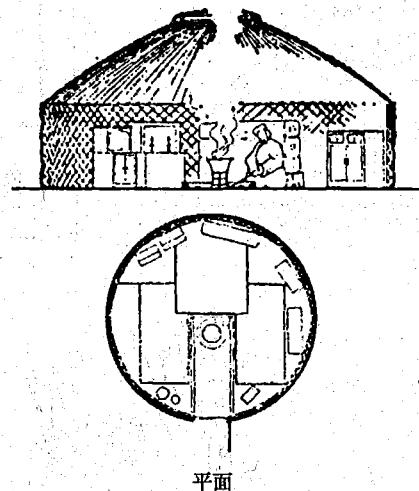


图 1-1-22 蒙古包

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004：128.

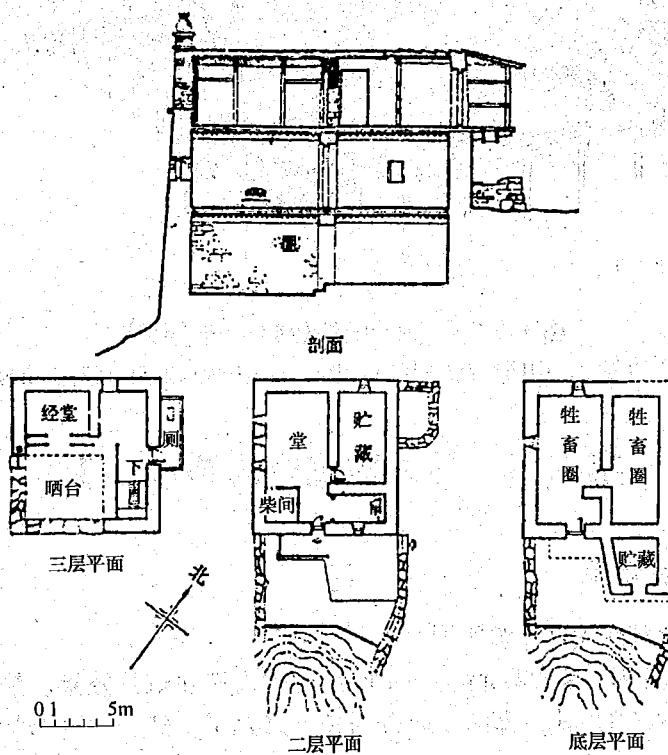


图 1-1-23 四川阿坝马尔康住宅

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004：130.

- 5) 干栏——分布于西南少数民族地区，住宅生活层架空，以利防潮、防虫蛇野兽的木构房屋，如广西壮族的麻栏，云南傣族的竹楼等（图 1-1-24）。

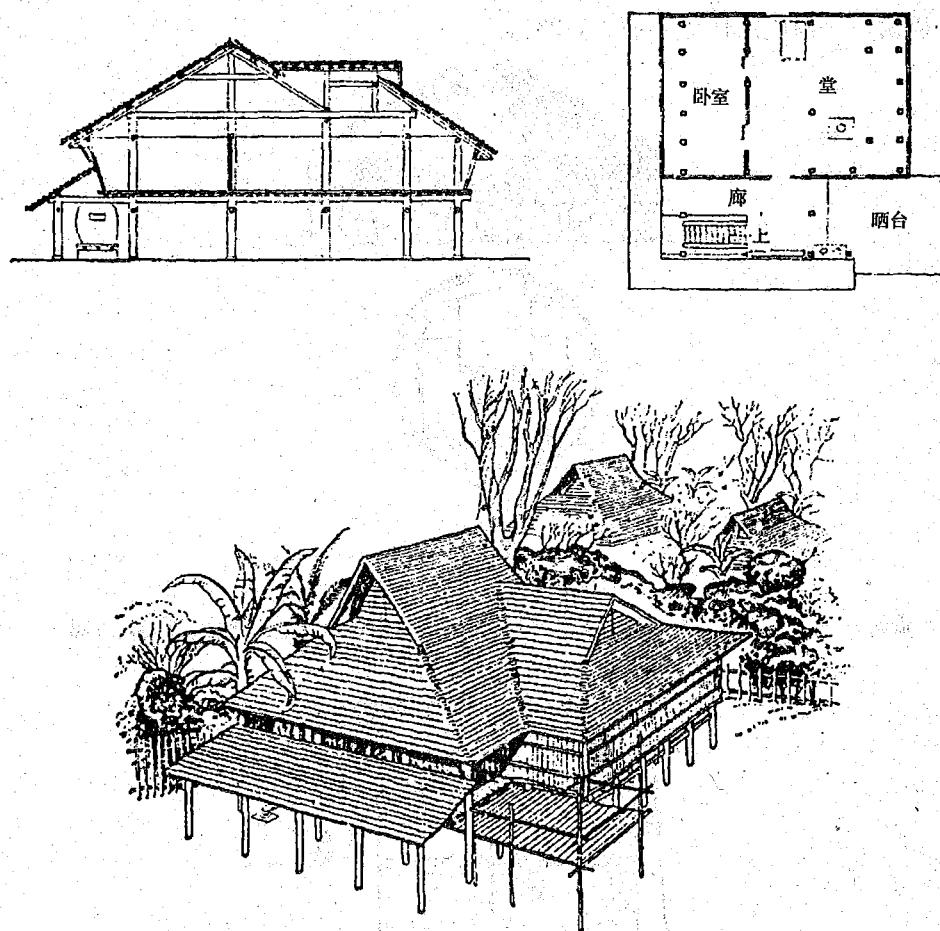


图 1-1-24 西双版纳傣族干阑式住宅

资料来源：潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004：131.

第二节 外国建筑史的基本知识

一、古代埃及建筑

1. 历史分期及其代表性建筑类型

古王国时期（前 27—前 22 世纪）。本时期的代表性建筑是陵墓。最初是仿照住宅的“马斯塔巴”（MASTAB）式，即略有收分的长方形台子。经多层阶梯状金字塔逐渐演化为方锥体式的金字塔陵墓。多层金字塔以在萨卡拉的昭塞尔（Zoser）金字塔为代表。在墓群的祭祀厅堂及附属建筑上仍有木构痕迹。方锥形金字塔以在吉萨的三大金字塔：库夫（Khufu）、哈夫拉（khafra）、孟卡乌拉（Menkaura）为代表，金字塔墓主要由临河处的下庙、神道、上庙（祭祀厅堂）及方锥形塔基组成。哈夫拉金字塔前有著名的狮身人面像。图 1-1-25 为吉萨金字塔群总平面。

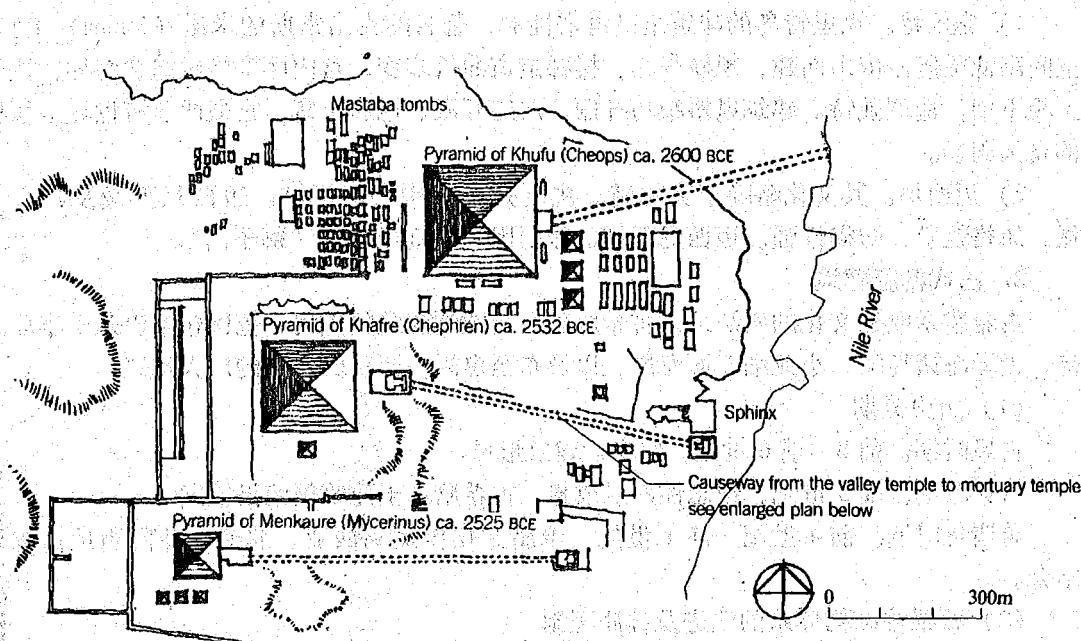


图 1-1-25 吉萨金字塔群总平面

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. *A Global History of Architecture* [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 41.

中王国时期（前21—前18世纪）。首都迁到上埃及的底比斯，在深窄峡谷的峭壁上开凿出石窟陵墓——加曼都赫特普三世墓。此时祭祀厅堂成为陵墓建筑的主体，加强了内部空间的作用，在严整的中轴线上按纵深系列布局，整个悬崖被组织到陵墓的外部形象中。

新王国时期（前17—前11世纪）。形成适应专制制度的宗教，太阳神庙代替陵墓成为主要建筑类型。著名的太阳神庙，如卡纳克——卢克索的阿蒙（Amon）神庙。其布局沿轴线依次排列高大的牌楼门、柱廊院、多柱厅等神殿、密室和僧侣用房等。庙宇的两个艺术重点：一是牌楼门及其门前的神道及广场，是举行群众性宗教仪式处，力求富丽堂皇而隆重以适应戏剧性的宗教仪式；一是多柱厅神殿内少数人膜拜皇帝之所，力求幽暗而威严以适应仪典的神秘性。神庙的建筑艺术重点已从外部形象转到了内部空间，从雄伟阔大而概括的纪念性转到内部空间的神秘性与压抑感。

2. 风格特点

高超的石材加工制作技术创造出巨大体量，简洁几何形体，纵深空间布局；追求雄伟、庄严、神秘、震撼人心的艺术效果。

二、古代希腊建筑

1. 古代爱琴海地区建筑

公元前三千年出现于爱琴海岛屿、希腊半岛和小亚细亚西海岸地区，以克里特岛和希腊半岛的迈锡尼为中心，又称克里特—迈锡尼文化。

1) 克里特。克里特岛的建筑全是世俗性的，著名的克诺索斯的米诺（Minos）王宫。空间高低错落。依山而建，规模很大，楼梯走道曲折多变；宫内厅堂柱廊组合多样，柱子上粗下细，造型独特。建筑风格精巧纤丽、房屋开敞、色彩丰富。宫殿西北有世界上最早的露天剧场。

2) 迈西尼。其文化略晚于克里特，主要是城市中心的卫城。迈西尼卫城及泰伦卫城。风格粗犷，防御性强。迈西尼卫城的城门因其雕刻得名为“狮子门”。

2. 古代希腊建筑

古希腊是欧洲文化的发源地，古希腊建筑是欧洲建筑的先河，范围包括巴尔干半岛南部、爱琴海诸岛屿、小亚细亚西海岸，以及东至黑海，西至西西里的广大地区。

(1) 历史分期

古风时期。前8—前6世纪，纪念性建筑形成。

古典时期。前5世纪，纪念性建筑成熟，古希腊本土建筑繁荣昌盛期。

希腊化时期。前4世纪—前1世纪，希腊文化传播到西亚、北非，并同当地传统相结合。

(2) 石梁柱结构体系的演进及神庙型制

早期的建筑是木构架结构，利用陶器进行保护，促进了建筑构件形式的定型化和规格化，并形成稳定的檐部形式。以后用石材代替柱子、檐部，从木构过渡到石梁柱结构。型制脱胎于贵族宫殿的正厅以狭面为正面并形成三角形山墙。为保护墙面而形成了柱廊。

庙宇只有一间圣堂、平面为长方形，以其窄端为正面。布局型制有端墙列柱式，端柱式，围柱式（包括双重围柱式、假围柱式）等（图1-1-26）。

(3) 古希腊柱式

古希腊庙宇除屋架外，全部用石材建造。柱子、额枋和檐部的艺术处理基本上决定了庙宇的外貌。希腊建筑在长期的推敲改进中主要集中在这些构件的形式、比例及其相互组合上，这套做法稳定后即形成不同的柱式（Order）。

盛期的两大主要柱式，各有自己强烈的特色。

多立克（Doric）柱式。起始于意大利、西西里一带，后在希腊各地庙宇中使用。特点是其比例较粗壮，开间较小，柱头为简洁的倒圆锥台，柱身有尖棱角的凹槽，柱身收分、卷杀较明显，没有柱础，直接立在台基上，檐部较厚重，线脚较少，多为直面。总体上，力求刚劲、质朴有力、和谐，具有男性性格（图1-1-27）。

爱奥尼克（Ionic）柱式。产生于小亚细亚地区，特点是其比例较细长、开间较宽，柱头有精巧如圆形涡卷、柱身带有小圆面的凹槽，柱础为复杂组合而有弹性，柱身收分不明显，檐部较薄，使用多种复合线脚。总体上风格秀美、华丽，具有女性的体态与性格（图1-1-28）。

晚期成熟的科林斯（Corinthian）柱式。柱头由毛茛叶组成，宛如一个花篮，其柱身、柱础与整体比例与爱奥尼柱式相似。

所谓古典柱式包括古希腊的三柱式和后来古罗马发展的塔司干柱式和组合柱式，共称古典五柱式（图1-1-29）。

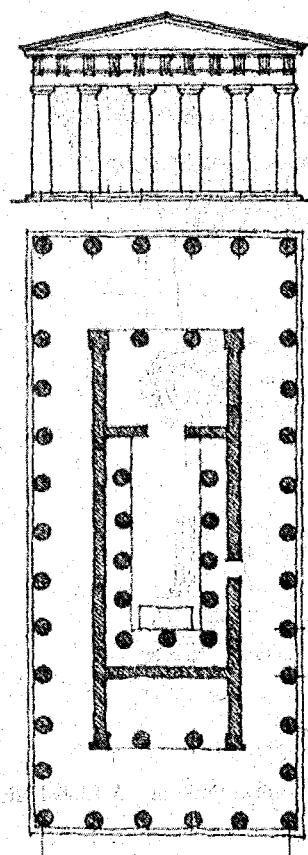


图 1-1-26 希腊神庙典型平面与山墙立面

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. A Global History of Architecture [M]. John Wiley& Sons, Inc, 2005: 118.

(4) 美学思想与风格特征

古希腊建筑中反映出平民的人本主义世界观，体现着严谨的理性精神，追求一般的理想的美。其美学观受到初步发展起来的理性思维的影响，认为“美是由度量和秩序所组成的”。

建筑风格特征为庄重、典雅、精致、有性格、有活力，“表现明朗和愉快的情绪……如灿烂的、阳光照耀的白昼”。

(5) 典型实例

古典盛期为代表，雅典卫城及其主要建筑。山门、胜利神庙、帕提农神庙、伊瑞克提翁庙，以及雅典娜雕像。群体布局体现了对立统一的构图原则，根据祭祀庆典活动的路线，布局自由活泼，建筑物安排顺应地势，照顾山上、山下观赏，综合运用多立克和爱奥尼克两种柱式。（图 1-1-30、1-1-31）

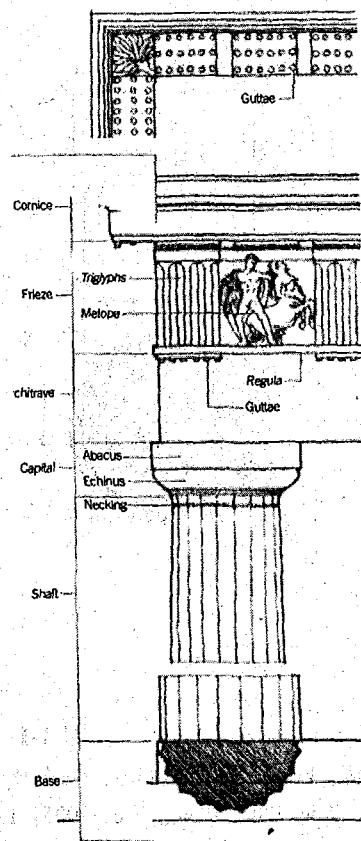


图 1-1-27 多立克柱式

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. A Global History of Architecture [M]. John Wiley& Sons, Inc, 2005: 119.

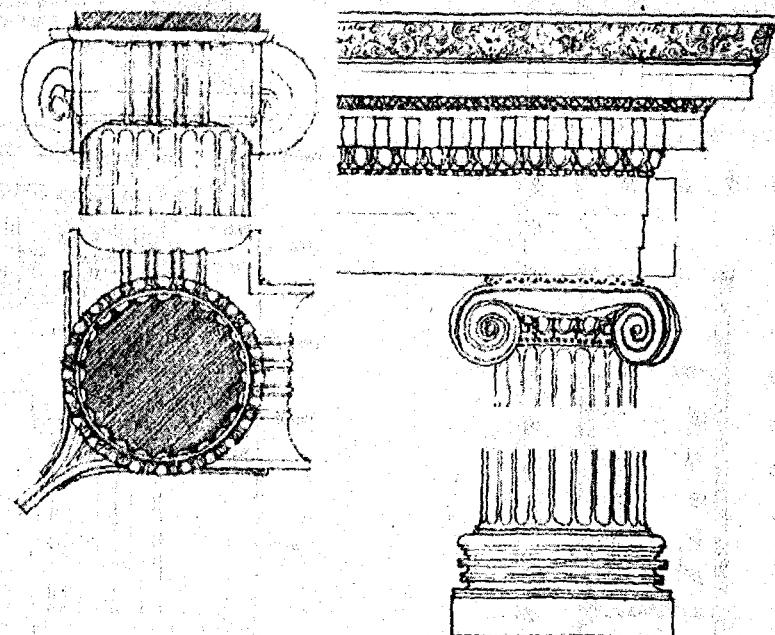


图 1-1-28 爱奥尼克柱式

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. A Global History of Architecture [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 124.

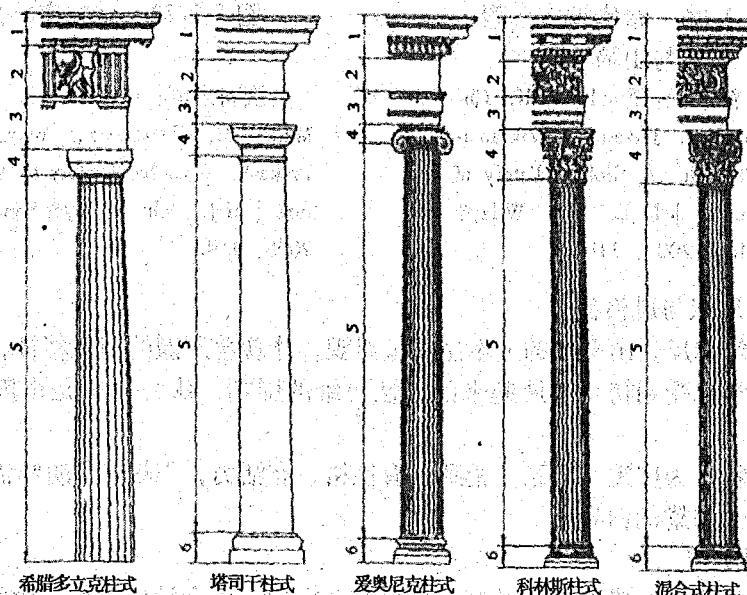


图 1-1-29 欧洲古典五柱式

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：50.

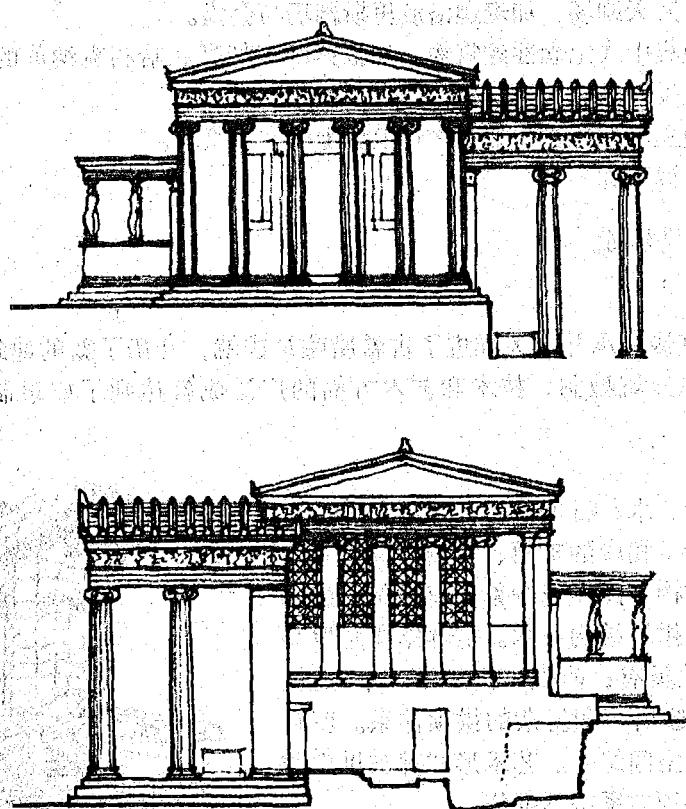


图 1-1-30 伊瑞克提翁庙立面

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. A Global History of Architecture [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 127.

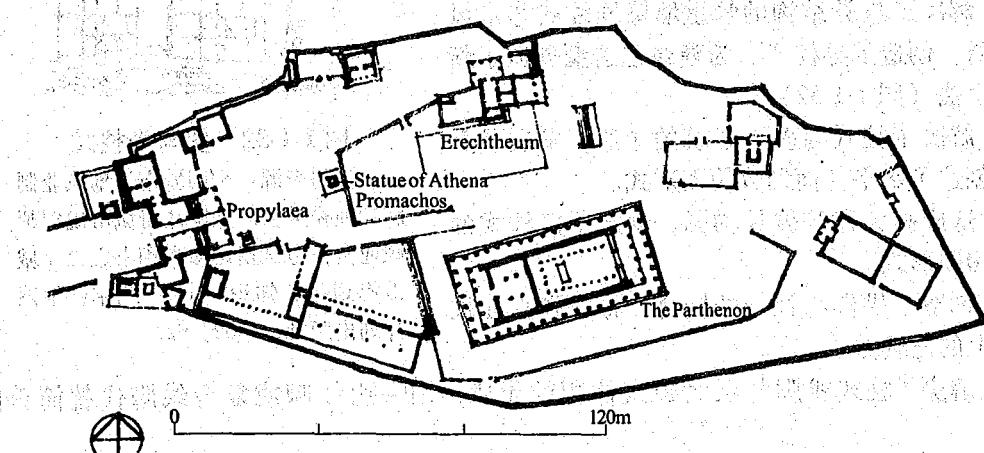


图 1-1-31 卫城总平面

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. A Global History of Architecture [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 128.

会堂与半圆形露天剧场：加麦迦洛波里斯剧场与会堂。

希腊晚期出现集中式纪念性建筑物。如雅典的奖杯亭和哈利克纳苏的莫索列姆陵墓。出现了集中式向上发展的多层次构图新手法。

祭坛发展为独立的建筑物，如帕格玛卫城上的宙斯祭坛。

城市广场普遍设敞廊。

三、古代罗马建筑

1. 建筑成就

古罗马建筑直接继承并大大推进了古希腊建筑成就，开拓了新的建筑领域，丰富了建筑艺术手法，在建筑型制、技术和艺术方面的广泛成就达到了奴隶制时代建筑的最高峰。

2. 建筑技术

建筑材料除砖、木、石外使用了火山灰制的天然混凝土，并发明了相应的支模、混凝土浇灌及大理石饰面技术。结构方面在伊特鲁里亚和希腊的基础上发展了梁柱与拱券结构技术。拱券结构是罗马最大成就之一。种类有：简拱、交叉拱、十字拱、穹隆（半球）。创造出一套复杂的拱顶体系。罗马建筑的布局方式、空间组合、艺术形式都与拱券结构技术、复杂的拱顶体系密不可分。

3. 建筑艺术

1) 继承古希腊柱式并发展为五种柱式：塔司干柱式、罗马多立克柱式、罗马爱奥尼克柱式、科林斯柱式、混合柱式。

2) 解决了拱券结构的笨重墙墩同柱式艺术风格的矛盾，创造了券柱式。为建筑艺造型创造了新的构图手法（图 1-1-32）。

3) 解决了柱式与多层建筑的矛盾，发展了叠柱式，创造了水平立面划分构图形式。

4) 适应高大建筑体量构图，创造了巨柱式的垂直式构图形式。

5) 创造了拱券与柱列的结合，将券脚立在柱式檐部上的连续券。

6) 解决了柱式线脚与巨大建筑体积的矛盾，用一组线脚或复合线脚代替简单的线脚。

4. 建筑空间创造

利用穹窿、简拱、交叉拱、十字拱和拱券平衡技术，创造出拱券平衡技术，创造出拱券覆盖的单一空间，单向纵深空间，序列式组合空间等多种建筑空间形式。

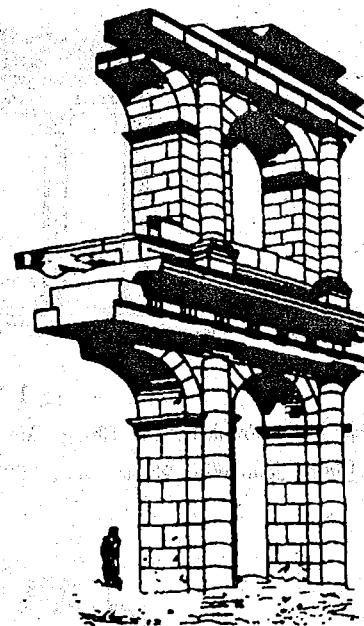


图 1-1-32 罗马券柱式

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二·城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：52.

5. 重要建筑类型

神庙。万神庙又叫潘泰翁（Pantheon）是单一空间、集中式构图建筑的代表，也是罗马穹顶技术的最高代表。其平面与剖面内径都是 43.3m，顶部有直径 8.9m 的圆洞（图 1-1-33）。

军事纪念物。凯旋门：为炫耀侵略战争胜利而建，第度（Titus）凯旋门为单拱门，塞维鲁斯（Severus）和君士坦丁（Constantine）为三拱门凯旋门。纪功柱：歌颂皇帝战功的纪念物，如图拉真纪功柱。

剧场。在希腊半圆形露天剧场基础上，对剧场的功能、结构和艺术形式都有很大提高。如罗马的马采鲁斯（Marcellus）剧场。

罗马大斗兽场（Colosseum）。在功能、结构和形式上三者和谐统一，是现代体育建筑的原型（图 1-1-34）。

公共浴场。卡拉卡拉（Caracalla）浴场、戴克利提乌姆（Diocletium）浴场。内部空间流转贯通丰富多变，开创了内部空间序列的艺术手法。

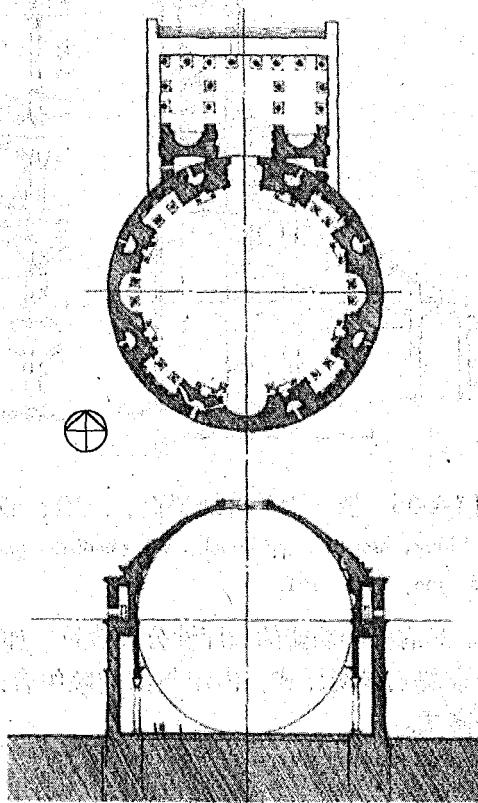


图 1-1-33 罗马万神庙平面、剖面

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. A Global History of Architecture [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 192.

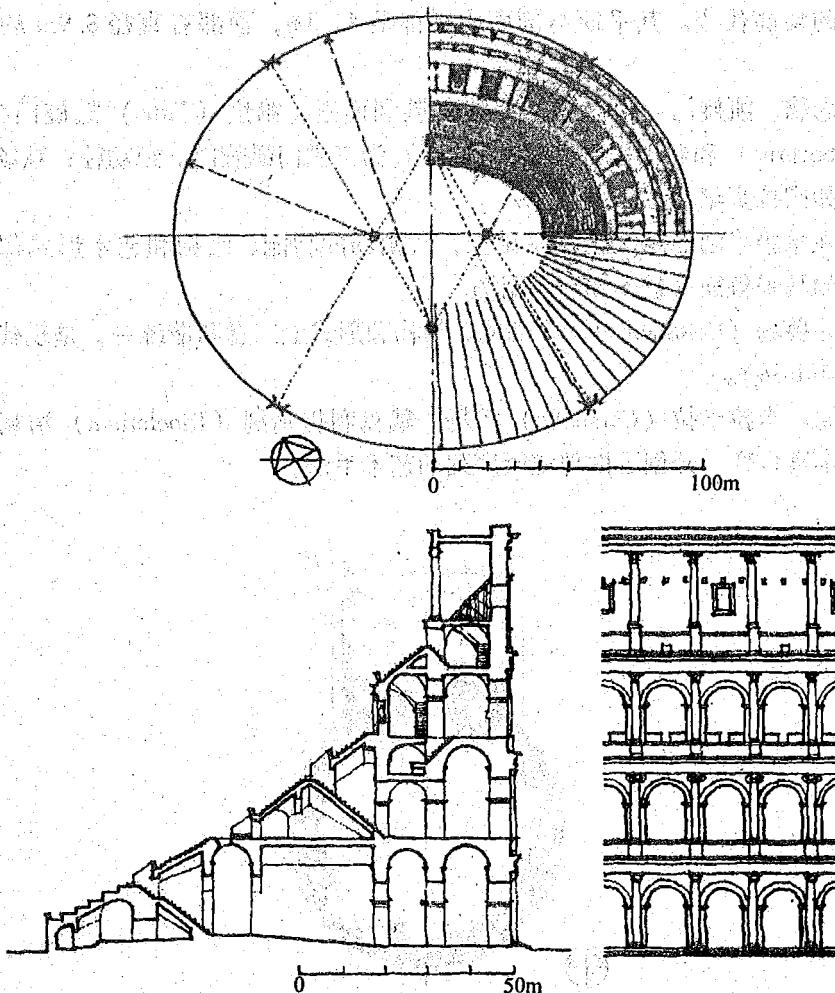


图 1-1-34 罗马大斗兽场平面、立面、剖面

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. *A Global History of Architecture* [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 161.

巴西利卡（Basilica）。具有多种功能的大厅性公共建筑，如图拉真巴西利卡。

居住建筑。一类是四合院式或明厅式，内层与围柱院组合式，如庞贝城中的潘萨府邸；另一类是城市中的公寓式。

宫殿。罗马的阿德良离宫，斯巴拉多的戴克利提乌姆宫。

6. 城市广场

共和时期的广场是城市的社会、政治、经济活动中心，周围各类公建、庙宇等自发性建造，形成开放式广场，代表性广场为罗马的罗曼奴姆广场（Forum of Romanum）。帝国时期的广场以一个庙宇为主体，形成封闭性广场，轴线对称，有的呈多层次纵深布局，如罗马的图拉真广场（Forum of Trajan）（图 1-1-35）。

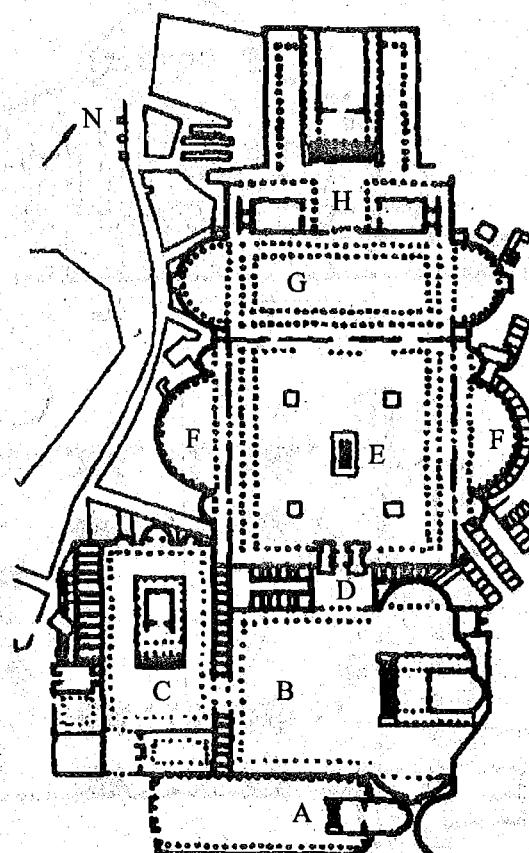


图 1-1-35 图拉真广场

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会·全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：52.

7. 建筑师与建筑著作

维特鲁威（Vitruvius）的《建筑十书》是现存欧洲古代最完备的建筑专著，书中提出了“坚固、适用、美观”的建筑原则，奠定了欧洲建筑科学的基本体系。

四、拜占庭建筑

公元330年罗马皇帝迁都于帝国东部的拜占庭，又名君士坦丁堡。公元395年罗马帝国分裂为东西两部分。东罗马帝国又称拜占庭帝国，也是东正教的中心。

拜占庭帝国存在于330—1453年，4—6世纪为建筑繁荣期。

拜占庭的建筑成就在于发展了古罗马的穹顶结构和集中式型制，创造了穹顶支在四个或更多的独立柱上的结构方法和穹顶统率下的集中式型制建筑，以及彩色镶嵌和粉画装饰艺术；在结构上，拜占庭建筑采用帆拱、鼓座、穹顶相结合的做法。其代表实例为君士坦丁堡的圣索菲亚（Santa Sophia）大教堂（图1-1-36）。

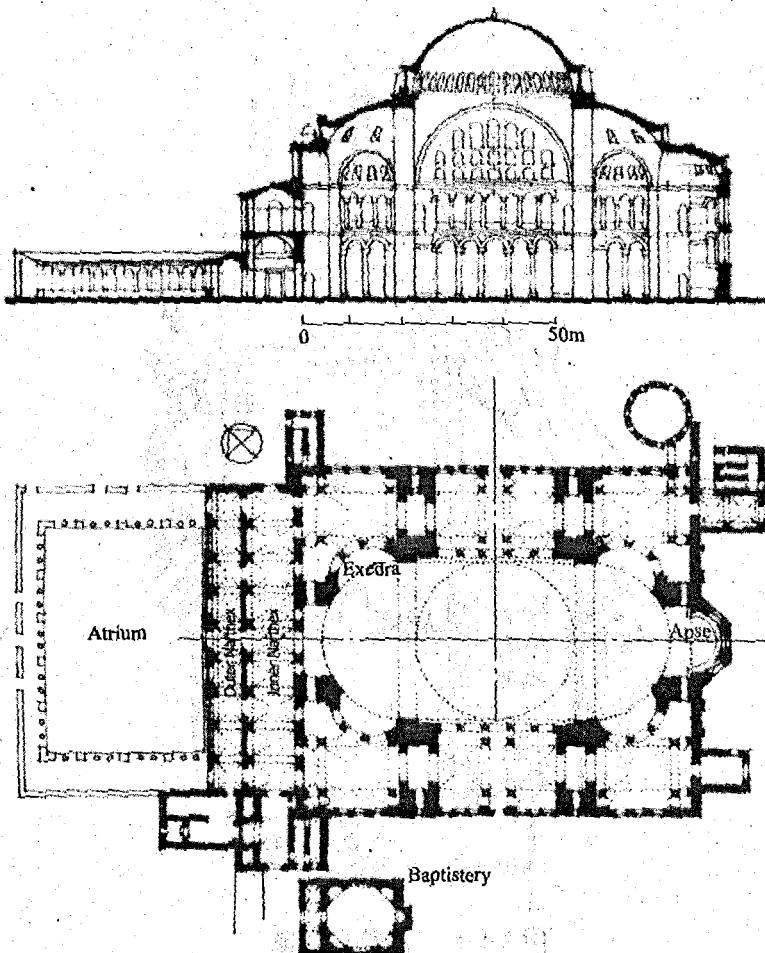


图 1-1-36 圣索菲亚大教堂剖面与平面

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. *A Global History of Architecture* [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 265.

五、罗马风建筑和哥特式建筑

1. 罗马风（Romanesque）建筑

10—12世纪欧洲基督教地区的一种建筑风格，又叫罗曼建筑。

造型特征：承袭早期基督教建筑，平面仍为拉丁十字，西面有一、二座钟楼。为减轻建筑形体的封闭沉重感，除钟塔、采光塔、圣坛和小礼拜室等形成变化的体量轮廓外，采用古罗马建筑的一些传统做法如半圆拱、十字拱等或简化的柱式和装饰。其墙体巨大而厚实，墙面除留出扶壁外，在檐下、腰线用连续小券，门窗洞口用同心多层次小圆券，窗口窄小、朴素的中厅与华丽的圣坛形成对比，中厅与侧廊有较大的空间变化，内部空间阴暗，有神秘气氛。

实例：比萨主教堂、德国乌尔姆斯主教堂、法国昂古莱姆主教堂（图 1-1-37）。

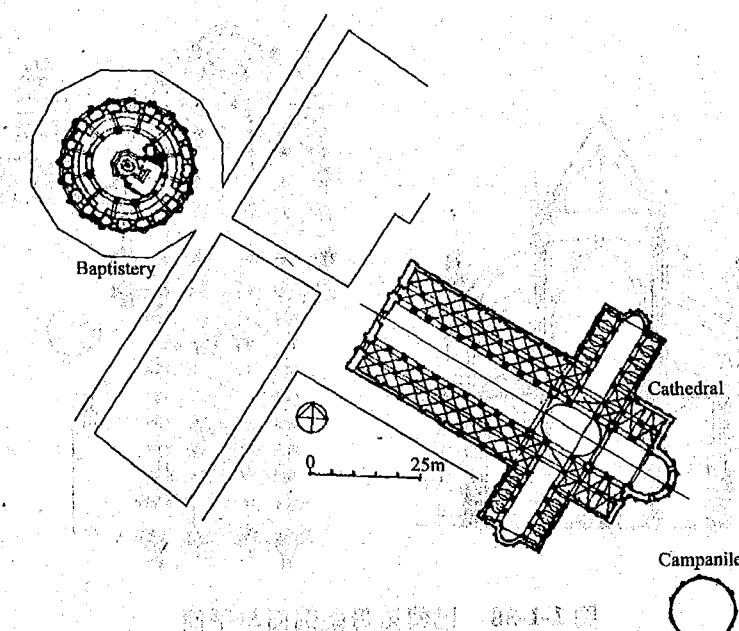


图 1-1-37 比萨主教堂平面

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. *A Global History of Architecture* [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 367.

2. 哥特式（Gothic）建筑

11世纪下半叶起源于法国，12—15世纪流行于欧洲的一种建筑风格。

1) 结构特点。框架式骨架券作拱顶承重构件，其余填充围护部分减薄，使拱顶减轻；独立的飞扶壁在中厅十字拱的起脚处抵住其侧推力，和骨架券共同组成框架式结构，侧廊拱顶高度降低，使中厅高侧窗加大；使用二圆心的尖拱、尖券、侧推力减小，使不同跨度拱可一样高。

2) 内部特点。中厅一般不宽但很长，两侧支柱的间距不大，形成自人口导向祭坛的强烈动势。中厅高度很高，两侧束柱柱头弱化消退，垂直线控制室内划分，尖尖的拱券在拱顶相交，如同自地下生长出来的挺拔枝干，形成很强的向上升腾的动势。两个动势体现对神的崇敬和对天国向往的暗示。

3) 外部特点。典型构图是山墙被两个钟塔和中厅垂直划分为三部分，山墙上的栏杆、门洞上的雕像带等把三部分联为整体；三座多层次线脚的“透视门”之上的中央是巨大的“玫瑰窗”。外部的扶壁、塔、墙面都是向上的垂直划分，所有局部和细节的顶部为尖顶，整个外形充满着向天空的升腾感。

4) 装饰特点。内部近似框架式结构，几乎没有墙面可做壁画或雕塑。祭坛是装饰的重点。两柱间的大窗做成彩色玻璃窗，极富装饰效果。

5) 外部力求削弱重量感，一切局部和细节都减小断面，凹凸大，用山花、龛、小尖塔等装饰外墙。

5) 代表性建筑。

法国：巴黎圣母院（Notre Dame）（图 1-1-38）。

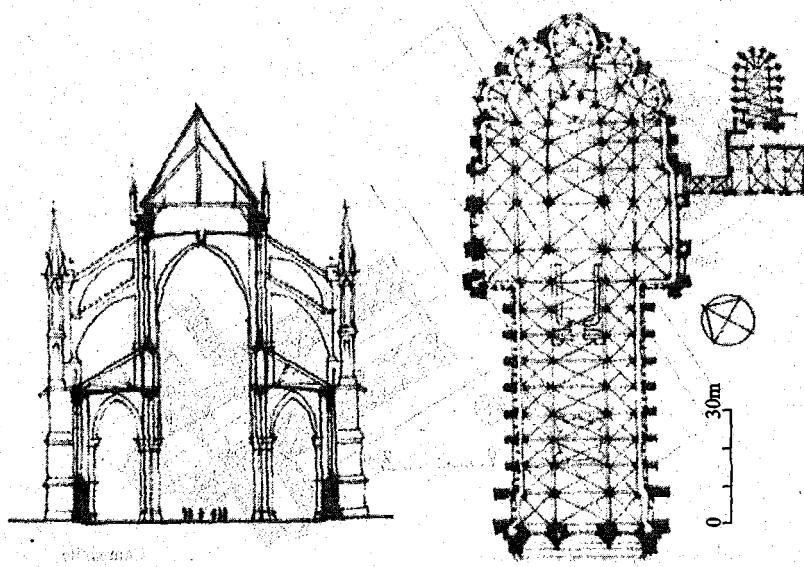


图 1-1-38 巴黎圣母院剖面与平面

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzónbek, Vikramaditya Prakash. A Global History of Architecture [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 400.

英国：索尔兹伯里（Salisbury）主教堂。

德国：科隆（Cologne）主教堂。

意大利：米兰大教堂，比萨主教堂。

六、文艺复兴建筑与巴洛克建筑

1. 年代

文艺复兴有广义与狭义的划分。以 15 世纪意大利文艺复兴为起点，广义的指直到 18 世纪末近 400 年都为文艺复兴时期；狭义的指到 17 世纪结束的意大利文艺复兴，后来传至欧洲各国地区形成各自特点的文艺复兴建筑。

2. 风格特征

抛弃中世纪哥特建筑风格，认为哥特式建筑是基督教神权统治的象征。采用古代希腊、罗马柱式构图要素。认为古典柱式构图体现和谐与理性，同人体美有相通之处，符合文艺复兴运动的人文主义观念。

3. 意大利文艺复兴建筑

1) 早期（15 世纪），以佛罗伦萨为中心。

意大利文艺复兴建筑的第一个作品：佛罗伦萨主教堂大穹顶，设计者是早期文艺复兴的奠基人，伯鲁乃列斯基（Brunelleschi）（图 1-1-39）。

府邸建筑。美狄奇——吕卡尔第（Ricardi）——早期文艺复兴府邸的典型作品，建筑师弥开罗佐（Michelozzo）。

教堂建筑。巴齐礼拜堂（Pazzi），其内部与外部都由柱式控制，力求轻快和雅洁，伯鲁乃列斯基设计。

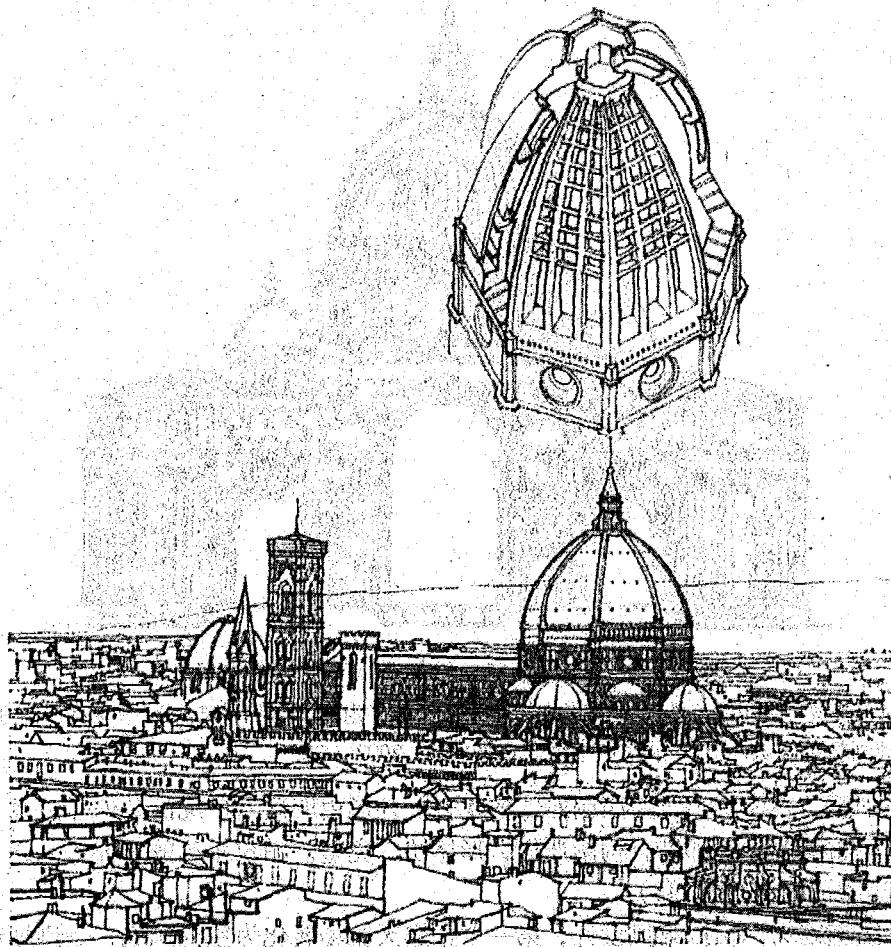


图 1-1-39 佛罗伦萨主教堂大穹顶

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. A Global History of Architecture [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 445.

2) 盛期（15世纪末—16世纪上半叶），以罗马为中心。

坦比哀多（Tempietto），纪念性风格的典型代表。伯拉孟特（Bramante）设计。构图完整，体积感强，穹顶统率整体的集中式型制，是当时有重大创新的建筑，对后世建筑影响很大。

罗马的圣彼得大教堂是意大利文艺复兴的纪念碑。初始选中了伯拉孟特的方案为希腊十字式。后经拉斐尔、帕鲁奇、小桑迦洛等的修改，最终由米开朗基罗主持。教堂的修建过程反映了进步力量与反动宗教力量的斗争（图 1-1-40）。

圣马可图书馆。券柱式控制立面，体形简洁明快。珊索维诺（Sausovino）设计。

3) 晚期（16世纪上半叶），以维晋寨为中心。

维晋寨的巴西利卡。晚期文艺复兴重要建筑师帕拉第奥（Palladio）的重要作品之一。其立面构图处理是柱式构图的重要创造，名为“帕拉第奥母题”。

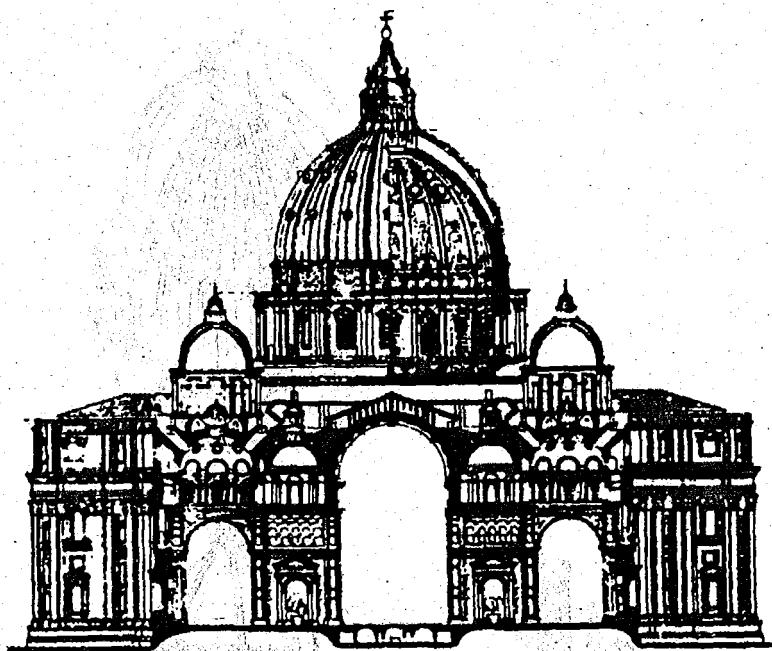


图 1-1-40 圣彼得大教堂

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：56.

圆厅别墅。晚期文艺复兴庄园府邸的代表。外形由明确而单纯的几何体组成，依纵横两轴线对称布置，比例和谐，构图严谨，形体统一完整。帕拉第奥的重要作品之一，对后世创作产生影响（图 1-1-41）。

奥林匹克剧场。帕拉第奥设计，第一个把露天剧场转化为室内剧场，为剧场型制的发展开辟了道路。

4) 建筑成就。

世俗建筑类型增加，造型设计出现灵活多样的处理方法，有许多创新。

建筑技术。梁柱系统与拱券技术混合应用，墙体砌筑技术多样，穹顶采用内外壳和肋骨建造，施工技术提高。

5) 城市广场。

恢复了古典的传统，克服了中世纪广场的封闭、狭隘，注意广场建筑群的完整性。

罗马的市政广场。文艺复兴时期较早按轴线对称布局的梯形广场，米开朗基罗设计。

威尼斯的圣马可广场。文艺复兴时期最终完成，由大小两个梯形组合而成，被誉为“欧洲最漂亮的客厅”。

6) 建筑理论。

1485 年出版的《论建筑》（阿尔伯蒂）是意大利文艺复兴时期最重要的建筑理论著作，影响很大。此外，《建筑四书》（帕拉第奥）、《五种柱式规范》（维尼奥拉）等书以后成为欧洲的建筑教科书。

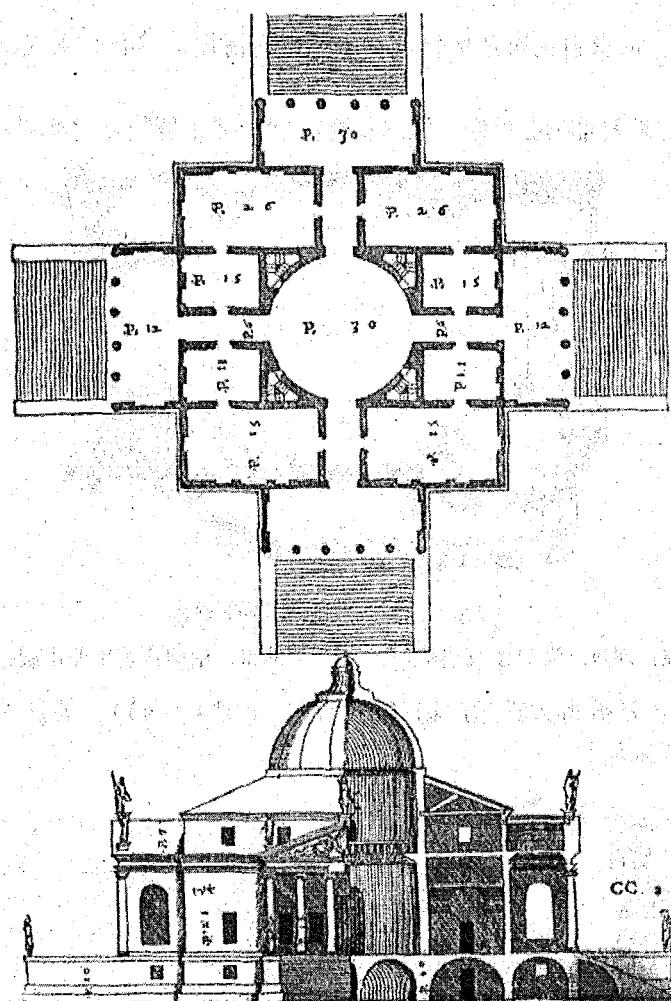


图 1-1-41 圆厅别墅平面、立面、剖面

资料来源：傅朝卿. 西洋建筑发展史话——从古典到新古典的西洋建筑变迁 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2005：328.

4. 巴洛克建筑

17世纪至18世纪在意大利文艺复兴建筑基础上发展起来的一种建筑和装饰风格。直至19、20世纪在欧洲各国都有它的影响。以天主教堂为代表的巴洛克建筑十分复杂。它形式上是文艺复兴的支流与变形，但其思想出发点与人文主义截然不同，它反映天主教的思想意识和奢侈的欲望，包含着矛盾的倾向，它敢于破旧立新，创造出不少富有生命力的新形式和新手法，被长期广泛地流传；但它又有非理性的、反常的、违反建筑艺术的一些基本法则，一些形式主义的倾向曾起着消极的作用。所以，对它的评价褒贬不一。

风格特征：

- 1) 追求新奇。建筑处理手法打破古典形式，建筑外形自由，有时不顾结构逻辑，采用非理性组合，以取得反常效果。
- 2) 追求建筑形体和空间的动态，常用穿插的曲面和椭圆形空间。
- 3) 喜好富丽的装饰，强烈的色彩，打破建筑与雕刻绘画的界限，使其相互渗透。

4) 趋向自然, 追求自由奔放的格调, 表达世俗情趣, 具有欢乐气氛。

代表性实例:

1) 教堂建筑: 罗马耶稣会教堂 (维尼奥拉), 罗马圣卡罗教堂 (波罗米尼) (图 1-1-42)。

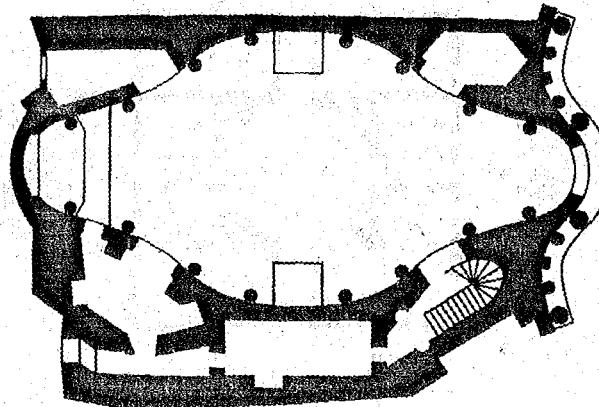


图 1-1-42 圣卡罗教堂平面

资料来源: 刘丹. 世界建筑艺术之旅 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.

2) 城市广场: 圣彼得大教堂广场 (伯尼尼) (图 1-1-43), 波波罗广场 (封丹纳), 纳沃那广场 (波罗米尼)。

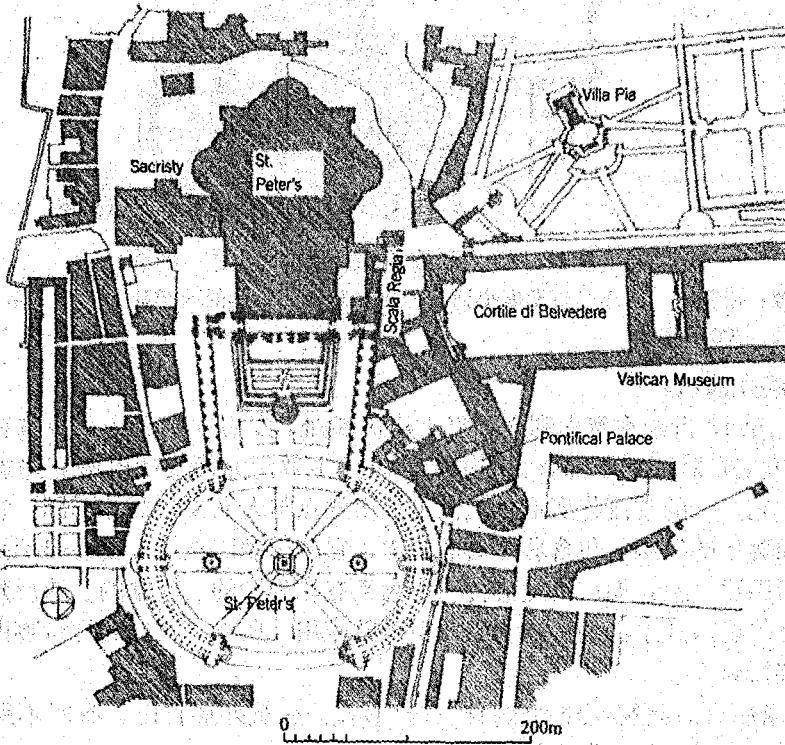


图 1-1-43 圣彼得大教堂广场平面

资料来源: Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzombek, Vikramaditya Prakash. A Global History of Architecture [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 534.

七、法国古典主义建筑与洛可可风格

1. 古典主义建筑的概念

广义的指意大利文艺复兴建筑、巴洛克建筑和古典复兴建筑等采用古典柱式的建筑风格。狭义的指运用纯正的古典柱式的建筑，主要是法国古典主义及其他地区受其影响的建筑，即指17世纪法国国王路易十三、十四专制王权时期的建筑。

2. 古典主义建筑的哲学基础——唯理论

认为客观世界是可以认识的，理性是方法论的唯一依据，不承认感觉经验的真实性；几何学和数学是适用于一切知识领域的理性方法。君主制与等级制是理性的体现。

3. 风格特征

推崇古典柱式，排斥民族传统与地方特色。在建筑平面布局、立面造型中以古典柱式为构图基础，强调轴线对称，注意比例，讲求主从关系，突出中心与规则的几何形体。运用三段式构图手法，追求外形端庄与雄伟完整统一和稳定感。而内部空间与装饰上常有巴洛克特征。

4. 代表建筑

1) 卢浮宫东立面（勒伏、勒勃亨、彼洛），典型的古典主义建筑作品，体现了古典主义的各项原则。（图1-1-44）

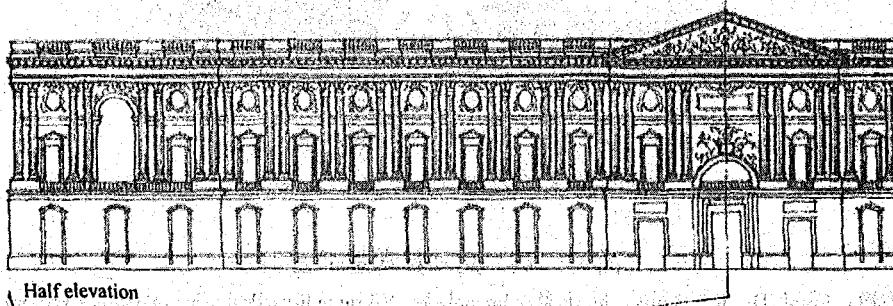


图1-1-44 卢浮宫东立面

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. A Global History of Architecture [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005; 548.

2) 凡尔赛宫（孟莎），法国绝对君权最重要的纪念碑，其总体布局对欧洲的城市规划很有影响，是法国17—18世纪艺术和技术的集中体现者。（图1-1-45）

5. 洛可可风格

18世纪20年代产生于法国的一种建筑装饰风格。

1) 风格特点：主要表现在室内装饰上，应用明快鲜艳的色彩，纤巧的装饰，家具精致而偏于繁琐，具有妖媚柔靡的贵族气味和浓厚的脂粉气。

2) 装饰特点：细腻柔媚，常用不对称手法，喜用弧线和S形线，爱用自然物做装饰题材，有时流于矫揉造作。色彩喜用鲜艳的浅色调的嫩绿、粉红等，线脚多用金色，反映了法国路易十五时代贵族生活趣味。

3) 实例：巴黎苏俾士（Soubise）府邸客厅，设计者是洛可可装饰名家勃夫杭（Bofrand）。

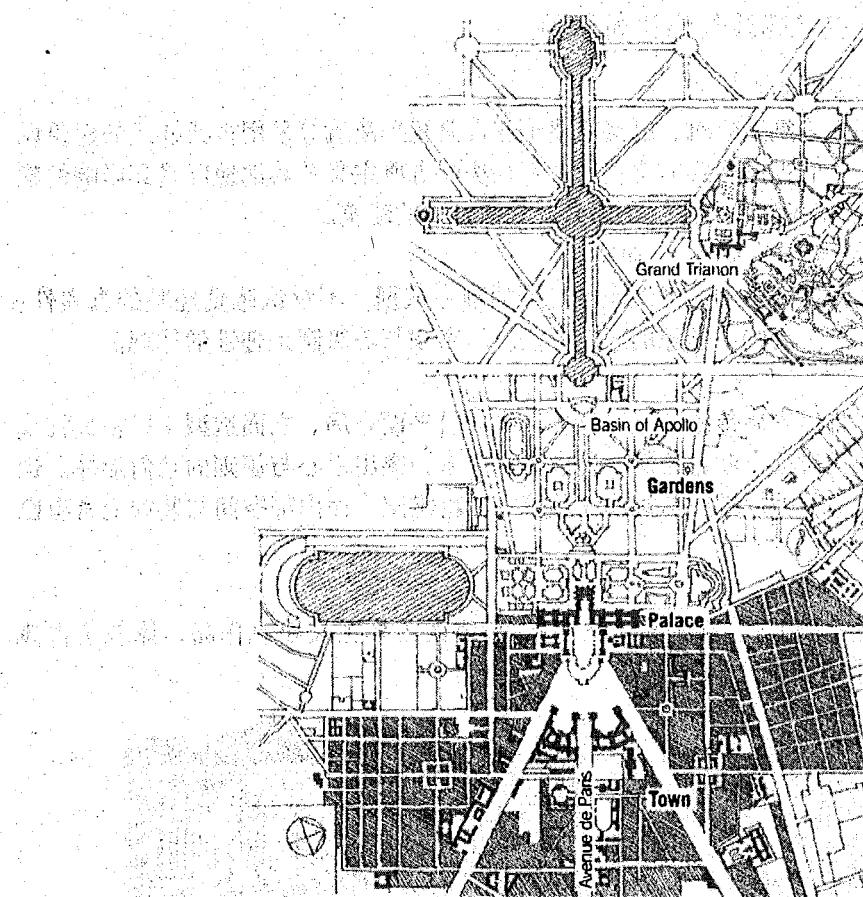


图 1-1-45 凡尔赛宫总平面

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. A Global History of Architecture [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 549.

4) 本时期法国广场特点：由封闭性的单一空间变为较开敞的组合式广场，如南锡广场群，由长圆形的王室广场、长方形的路易十五广场和狭长的跑马广场组成，是半开敞半封闭式，形体多样，既统一又变化，既收又放。巴黎的协和广场，开放式广场，成为巴黎主轴线上的重要枢纽。

八、19世纪末复古思潮及工业革命影响

1. 复古思潮

法国巴黎万神庙：罗马复兴代表建筑。德国柏林宫廷剧院：希腊复兴代表建筑。

美国国会大厦白宫：罗马复兴实例（图 1-1-46）。英国国会大厦：哥特复兴实例。巴黎歌剧院：折中主义代表建筑。

2. 新材料、新技术、新类型

在资本主义初期，由于工业大生产的发展，促使建筑科学有了很大的进步。新的建筑材料、新的结构技术、新的设备、新的施工方法的出现，为近代建筑的发展开辟了广阔的

前途。正是应用了这些新的技术可能性，突破了传统建筑高度与跨度的局限，建筑在平面与空间的设计上可以比过去自由得多，同时必然影响到建筑形式的变化。

代表建筑：1851年伦敦“水晶宫”，开辟了建筑形式新纪元，被喻为第一座现代建筑（图1-1-47）。

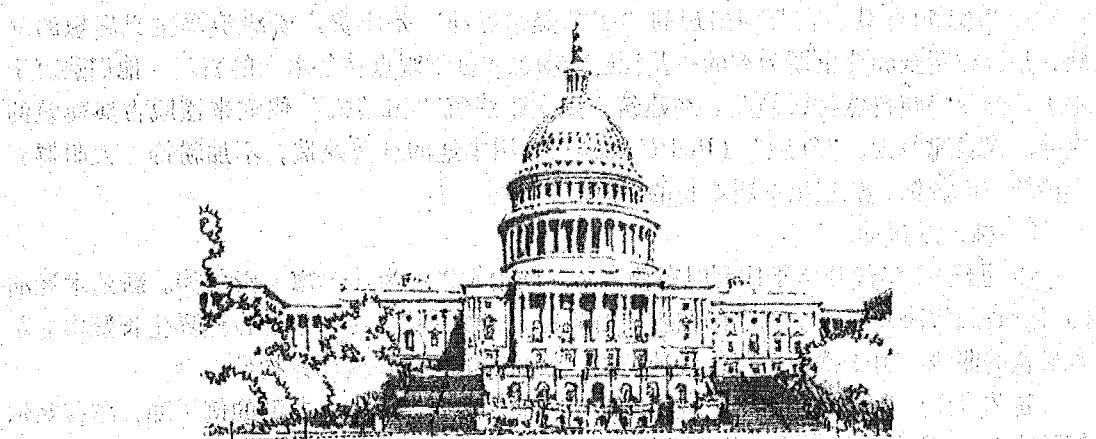


图1-1-46 美国国会大厦

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. *A Global History of Architecture* [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 612.

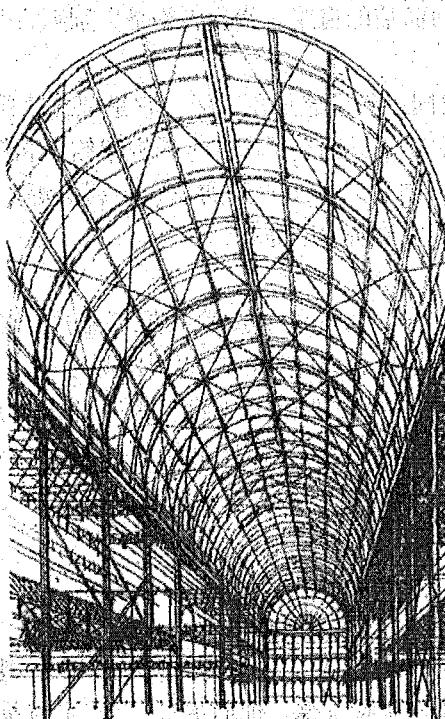


图1-1-47 水晶宫内景

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. *A Global History of Architecture* [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 632.

九、新建筑运动初期

1. 工艺美术运动

19世纪50年代，在英国出现的“工艺美术运动”是小资产阶级浪漫主义思想的反映，是以拉斯金和莫里斯为首的一些社会活动家的哲学观点在艺术上的表现。他们热衷于手工艺的效果与自然材料的美。在建筑上则主张建筑“田园式”住宅来摆脱古典建筑的羁绊。代表建筑为，“红屋”（Red House），它用本地的红砖建造，不加粉饰，大胆摒弃了传统贴面装饰，表现出材料本身的质感。

2. 新艺术运动

19世纪80年代开始于比利时布鲁塞尔，创始人之一为凡·德·费尔德。新艺术运动的目的是想解决建筑和工艺品的艺术风格问题。它的装饰主题是模仿自然界生长繁盛的草木形状的曲线，由于铁便于制作各种曲线，因此装饰中大量应用铁构件。

新艺术派的建筑特征主要表现在室内，外形一般比较简洁。典型的例子如，布鲁塞尔都灵路12号住宅、德国魏玛艺术学校等。

3. 维也纳分离派

维也纳分离派声称要和过去的传统决裂。1898年维也纳间的分离派展览馆就是一例。他们主张造型简洁与集中装饰，但和新艺术运动的不同是装饰主题用直线和大片墙面以及简单的立方体，使建筑走向简洁的道路。代表人物是奥别列去和霍夫曼。

4. 美国芝加哥学派

19世纪70年代，在美国兴起了芝加哥学派，它是现代建筑在美国的奠基者。芝加哥学派在工程技术上的重要贡献是，创造了高层金属框架结构和箱形基础。在建筑造型上趋向简洁与创造独特的风格。创始人是工程师詹尼、沙利文等。代表建筑有第一劳埃德大厦、芝加哥家庭保险公司、瑞莱斯大厦等。

5. 德意志制造联盟

德国在1907年由企业家、艺术家、技术人员等组成了全国性的“德意志制造联盟”，它的目的在于提高工业制品的质量以求达到国际水平。建筑师们认为，建筑必须和工业结合。代表人物彼得·贝伦斯以工业建筑为基地来发展真正符合功能与结构特征的建筑。代表建筑为彼得·贝伦斯为德国通用电气公司设计的透平机制造车间与机械车间。

十、一战后新建筑流派

1. 风格派与构成派

1917年荷兰一些青年艺术家组成了一个名为风格派的造型艺术团体，它的代表人物为荷兰青年艺术家蒙德里安、里特维德。他们主张：“艺术就是基本几何形象的组合和构图。”俄国青年艺术家塔特林、马来维奇把抽象几何形体组成空间当作绘画和雕刻的内容，作品因而很像工程结构，称为构成派，代表建筑是塔特林设计的第三国际纪念碑（图1-1-48）。

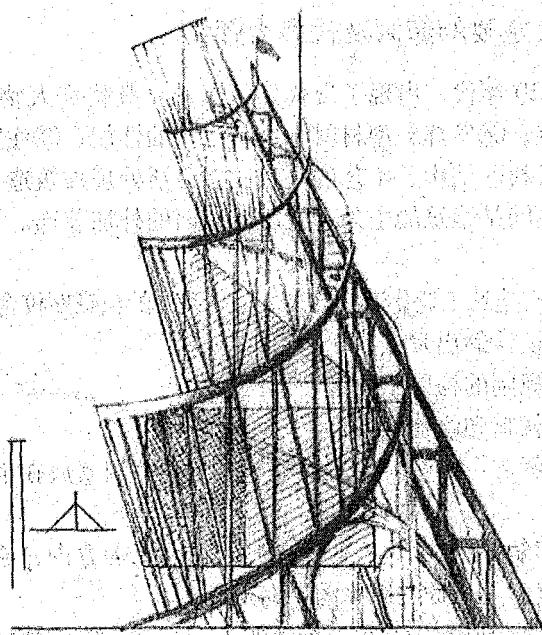


图 1-1-48 第三国际纪念碑

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. *A Global History of Architecture* [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 680.

2. 表现派

20世纪初在德国、奥地利首先产生了表现主义绘画、音乐和戏剧。表现主义者认为艺术的任务在于表现个人的主观感受和体验。在建筑上常采用奇特、夸张的建筑体形来表达某种思想情绪，象征时代精神，代表建筑是门德尔松设计的波茨坦市爱因斯坦天文台（图 1-1-49）。

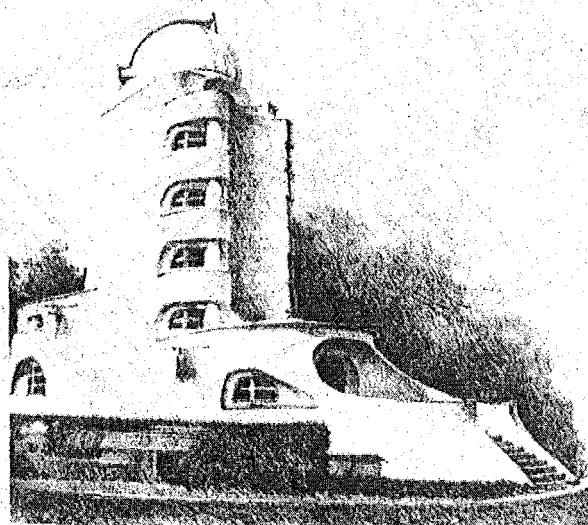


图 1-1-49 爱因斯坦天文台

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. *A Global History of Architecture* [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 673.

十一、现代主义主要的流派及代表大师

一战后的20世纪20年代，出现了现代建筑运动，其代表人物建筑主张的共同特点：

- ①设计以功能为出发点；②发挥新型材料和建筑结构的性能；③注重建筑的经济性；④强调建筑形式与功能、材料、结构、工艺的一致性，灵活处理建筑造型，突破传统的建筑构图格式；⑤认为建筑空间是建筑的主角；⑥反对表面的外加装饰。

1. 格罗皮乌斯

建筑师中最早主张走建筑工业化道路的人之一。设计的包豪斯校舍反映了新建筑的特点：

- 1) 以功能为建筑设计的出发点；
- 2) 采用灵活的不规则的构图手法；
- 3) 发挥现代建筑材料和结构的特点；
- 4) 造价低廉。格罗皮乌斯明显地把功能因素和经济因素放在最重要的位置上。

2. 勒·柯布西耶

出版了《走向新建筑》一书，主张建筑工业化生产的方向；在平面设计时要由内到外，功能第一，在建筑形式上赞美简单的几何形体。

他的早期作品萨伏伊别墅体现了“新建筑五点”原则：①底层架空；②屋顶花园；③自由平面；④横向长窗；⑤自由立面。

勒·柯布西耶中期作品马赛公寓是“粗野主义”的代表建筑；晚期作品朗香教堂则具有浪漫主义的思想倾向。柯布西耶在城市规划方面，在研究现代建筑的实用问题方面，在运用新材料结构特别是运用钢筋混凝土方面，在建筑体形和空间处理方面，都有独创之处（图1-1-50）。

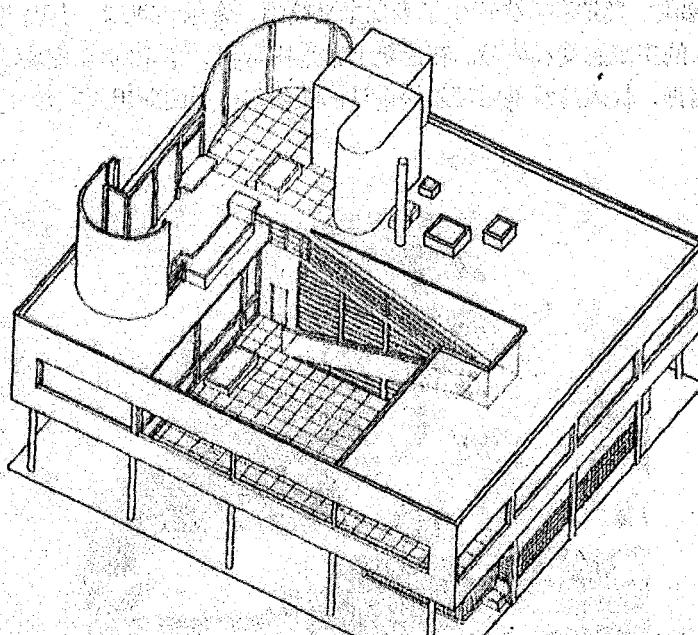


图 1-1-50 萨伏伊别墅

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. A Global History of Architecture [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 685.

3. 密斯·凡·德·罗

主张建筑应满足时代的现实主义和功能主义的需要，应实现建筑工业化生产。他一生中对现代建筑的最卓著贡献在于，探索钢框架结构和玻璃这两种手段在建筑设计中应用的可能性，提出“少就是多”、“流动空间”等主张。代表建筑：西格拉姆大厦、巴塞罗那博览会德国馆（图 1-1-51）。

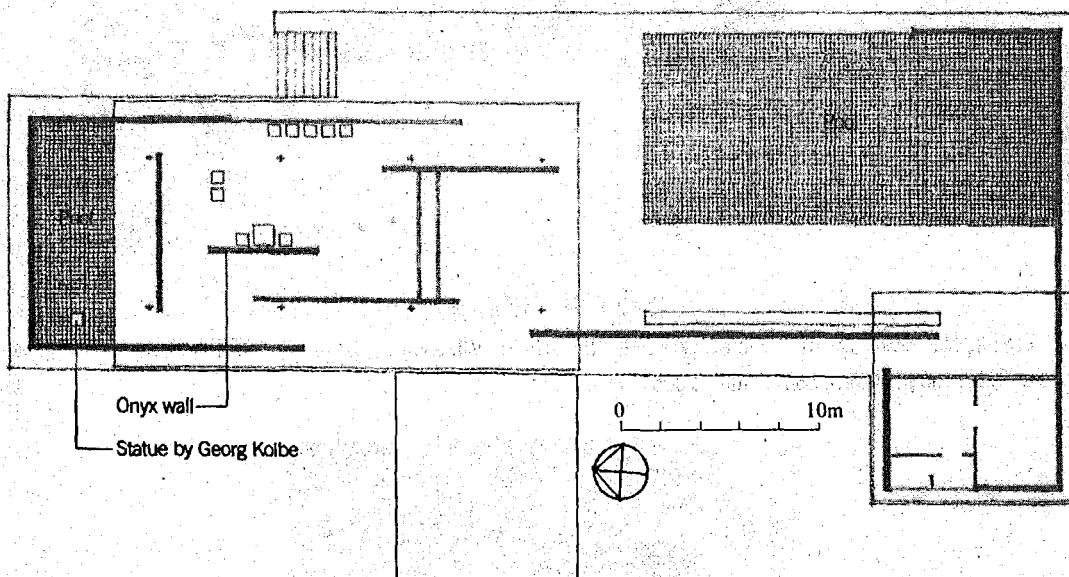


图 1-1-51 巴塞罗那博览会德国馆平面

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. A Global History of Architecture [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 697.

4. 赖特

创建了有机建筑，他主张将建筑与自然环境紧密结合，应从自然中获得启示，创造灵活多样的建筑空间，打破工业化的局限性。代表建筑：流水别墅、古根汉姆博物馆以及大量草原住宅（图 1-1-52）。

十二、二战后建筑的主要思潮

1. 对“理性主义”的充实与提高

讲究功能与技术合理，注意结合环境与服务对象的生活需要。代表人物：格罗皮乌斯、柯布西耶。代表建筑：TAC 事务所设计的哈佛大学研究生中心楼。

2. 讲求技术精美的倾向

以纯净、透明与施工精确的钢和玻璃方盒子作为这一倾向代表。代表人物：密斯·凡·德·罗、小沙里宁。代表建筑：西格拉姆大厦。

3. “粗野主义”倾向

毛糙的混凝土，沉重的构件和它们的直接组合。代表人物：柯布西耶、史密森夫妇、前川国男等。代表建筑：马赛公寓、昌迪加尔行政中心（图 1-1-53）。

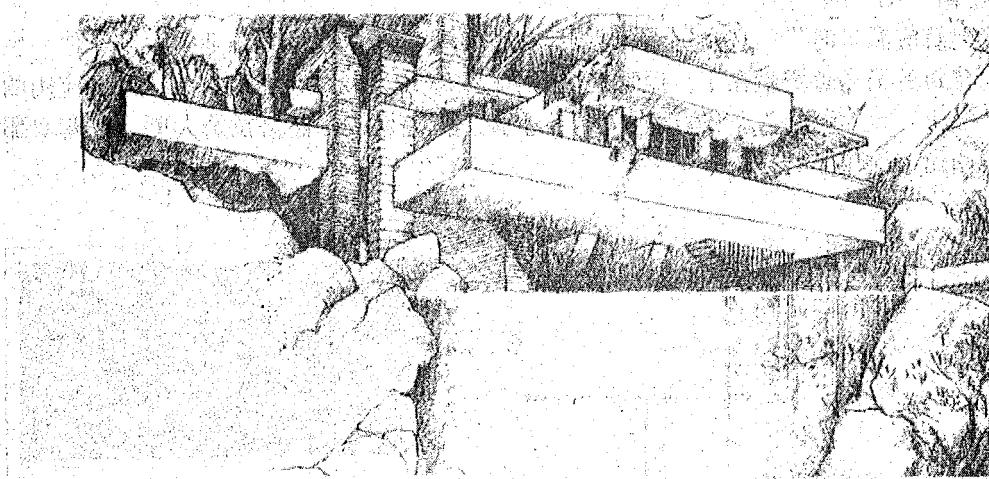


图 1-1-52 流水别墅

资料来源：Frank D. K. Ching, Mark M. Jarzonbek, Vikramaditya Prakash. A Global History of Architecture [M]. John Wiley&Sons, Inc, 2005: 710.

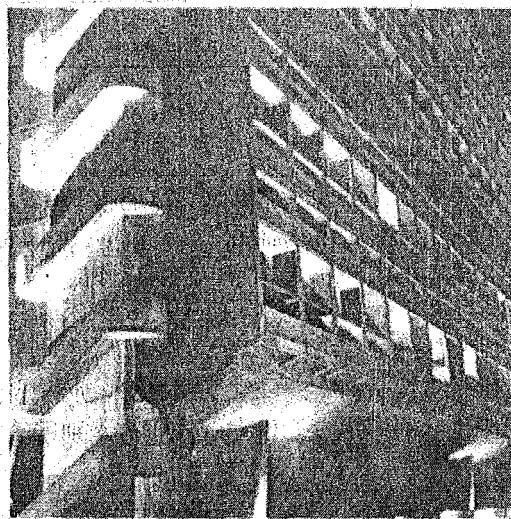


图 1-1-53 马赛公寓

资料来源：(瑞士) W. 博奥席耶·勒·柯布西耶全集 第五卷·1946—1952 [M]. 牛燕芳, 程超译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005: 190.

4. “典雅主义”倾向

运用传统的美学法则来使现代的材料和结构产生规整、端庄与典雅的庄严感。代表人物：约翰逊、斯东、雅马萨奇。代表建筑：谢尔屯艺术纪念馆。

5. 注重“高度工业技术”倾向

主张用最新材料和各种化学制品来制造体量轻、用料少、能够快速灵活地装配、拆卸和改建的结构与房屋；强调系统与参数设计；流行采用玻璃幕墙。代表人物：皮阿诺、罗杰斯。代表建筑：巴黎蓬皮杜艺术中心。

6. 讲究“人情化”与“地方性”的倾向

肯定建筑除了满足生活功能之外，还应满足心理感情需要。代表人物：阿尔瓦·阿尔托。代表建筑：珊纳特赛罗镇中心的主楼。

7. 讲求“个性”与象征的倾向

主张使每一房屋与每一场地都具有不同于他人的个性与特征，在建筑形式上变化多端。大致有三种手段：运用几何形构图，运用抽象的象征，运用具体的象征。代表人物：路易斯·康、小沙里宁。代表建筑：朗香教堂、TWA（美国环球航空公司）候机楼、悉尼歌剧院（图 1-1-54）。



图 1-1-54 纽约 TWA 候机楼

资料来源：Jonathan Glancey. 20th Architecture [M]. London: Phaidon Press Limited, 1998: 104.

8. 后现代主义

后现代主义（Post - Modernism，简称 PM 派）又称之为历史主义，是当代西方建筑思潮的一个新流派。

它起源于 60 年代中期的美国，活跃于七八十年代。这种思潮是出自对现代主义建筑的厌恶，它们认为战后的建筑太贫乏、太单调、思想僵化、缺乏艺术感染力，因此必须从理论上根本予以革新。

PM 派注重地方传统，强调借鉴历史，同时对装饰感兴趣，认为只有从历史样式中去寻求灵感，抱有怀古情调，结合当地环境，才能使建筑为群众所喜闻乐见。他们把建筑只看作是面的组合，是片断构件的编织，而不是追求某种抽象形体。在他们的作品中往往可以看到建筑造型表现各部件或平面片断的拼凑，有意夸张结合的裂缝（图 1-1-55）。

罗伯特·文丘里（Robert Venturi）在 1966 年写了一本书，名叫《建筑的复杂性和矛盾性》。他说：“建筑师再也不能被正统的现代建筑的那种清教徒式的语言吓唬住了。我赞成混杂的因素而不赞成‘纯粹的’；赞成折中的而不赞成‘洁净的’；赞成牵强附会而不赞成直截了当；赞成含混的暧昧的而不赞成直接的和明确的；我主张

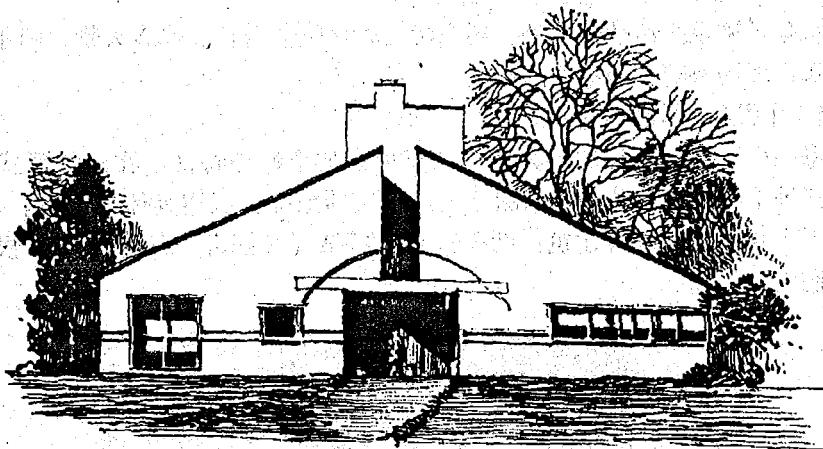


图 1-1-55 文丘里设计的母亲之家

资料来源：刘先觉. 现代建筑理论——建筑结合人文科学自然科学与技术科学的新成就 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，1999：21.

凌乱的活力而不强求统一。我同意不根据前提的推理并赞成二元论。……我认为用意简明不如意义的丰富。既要含蓄的功能也要明确的功能。我喜欢两者兼顾超过非此即彼……”

文丘里还针对密斯“少就是多”(Less is More)的名言，提出了他相反的论点。他认为“密斯优美的展览馆对建筑具有很高的价值和深刻的涵义，但它选择的内容和表达的语言，虽强而有力，仍不免有其局限”。

真正对后现代主义建筑理论进行系统阐述的是美国建筑评论家查尔斯·詹克斯(Charles Jencks)。1977年他在《后现代建筑的语言》一书中提出，PM派只限于用在那些设计上是怀古的，空间含混的，受色彩强烈影响的、混杂的和不纯的建筑物上。他不同意把那些稀奇古怪的建筑都算作后现代主义。

詹克斯为了使PM派有更明确的概念，归纳出六方面的表现形式：

- 1) 从历史主义到新折中主义。倾向于借鉴历史遗产并赋予新意，以作为建筑艺术设计的准则，这是PM派的起点。比较著名的例子如1978年在维也纳建的奥地利旅行社等。
- 2) 从直接复古到变形装饰。主要表现为在古代建筑风格的基础上进行装饰变形，以产生对传统的联想，又能表现时代感。
- 3) 新乡土派。强调表现建筑的乡土特色，有当地居民的生活气息。这种倾向在芬兰、英国、日本较为流行。
- 4) 个性化+都市化=文脉主义。文脉主义是语言学中的术语，说明承上启下的含义，在这里是指单体建筑要反映特定的时空观，要与环境有机结合，考虑传统的沿袭性，并且各个建筑既要符合社会需要，又有自己独特的个性。
- 5) 隐喻和玄学，意为用象征主义的手法暗示建筑的内容或表达某种建筑意义。
- 6) 后现代空间，是采用复杂的、含混的空间组合，它没有明确的界限，内外空间互相渗透，以表现层叠、省略与惊奇的效果。

第二章 各类建筑的功能组合

按建筑的实质性质来分，分为两大类，即生产性建筑与非生产性建筑。其中生产性建筑包括工业建筑和农业建筑，非生产性建筑包括居住建筑和公共建筑。应试考生应熟悉公共建筑与居住建筑各种不同类型的设计要点，并了解工业建筑的总平面设计要求。

第一节 公共建筑

在公共建筑设计中，功能分析与组织的核心问题是建筑的空间组合、功能分区及人流集散。

一、公共建筑的空间组织

各种性质与类型的公共建筑一般都是由主要使用部分、交通联系部分、次要使用部分这三类功能与空间组合而成。

以学校教学楼为例，教室、实验室、教师备课室、行政办公室是主要使用部分；厕所、仓库、贮藏室等是次要使用部分；而走廊、门、厅、楼梯等则是交通联系部分。公共建筑空间组成都可以概括为主、次要使用空间及交通联系空间这三大空间。三大空间以不同的方式组合，就形成了不同的设计方案。

二、公共建筑的交通组织

通常将过道、过厅、门厅、出入口、楼梯、电梯、自动扶梯、坡道等称之为建筑的交通联系空间。交通联系空间的形式、大小和位置，服从于建筑空间处理和功能关系的需要。一般交通联系空间要有适宜的高度、宽度和形状，流线宜简单明确，不宜迂回曲折，同时要起到导向人流的作用。此外交通联系空间应有良好的采光和满足防火的要求。建筑的交通联系部分，可分为水平交通、垂直交通和枢纽交通三种空间形式。

1. 水平交通空间

水平交通空间即指联系同一标高上的各部分的交通空间，有些还附带等候、休息、观赏等功能要求，有三种形式：

单纯的交通联系空间，主要是供人流集散时使用，如：旅馆、办公建筑等。主要作为交通联系但兼有其他功能的过道、廊道，如：医院建筑等。

各种功能综合使用的过道、通廊等，如展览馆、陈列馆建筑等。

公共建筑通道的宽度和长度，取决于功能的需要、防火要求及空间感受等。应根据建筑物的耐火等级和过道中行人数的多少，进行防火要求最小宽度的校核；单股人流的通行

宽度为 550—600mm；走道的宽度还与走道两侧门窗位置、开启方向有关。

2. 垂直交通空间

垂直交通空间是联系不同标高空间必不可少的部分，常用的有楼梯、电梯、坡道、自动扶梯等形式。

1) 楼梯。按使用性质分为主要楼梯、次要楼梯、辅助楼梯、防火楼梯。包括直跑、双跑、三跑、旋转、剪刀楼梯等形式；由梯段、平台、栏杆三部分组成。

2) 坡道。在有些建筑中为便于车辆上下（多层车库、医院），或作为人流疏散快速、安全（火车站），往往设坡道。一般坡道的坡度为 8%—15%，常用坡道坡度为 10%—12%，供残疾人使用的坡道坡度为 12%。注意坡面应加防滑设施。

3) 电梯。用于高层建筑及有特殊要求的多层建筑中。在 8 层左右的多层建筑中，电梯与楼梯同等重要，二者要靠近布置；当住宅建筑 8 层以上、公共建筑 24m 以上时，电梯就成为主要交通工具。以电梯为主要垂直交通的建筑物内，每个服务区的电梯不宜少于 2 台；单侧排列的电梯不应超过 4 台，双侧排列的电梯不应超过 8 台。

4) 自动扶梯。自动扶梯具有连续不断运送人流的特点。坡度一般为 30%，单股人流使用的自动扶梯通常宽 810mm，每小时运送人数约 5000—8000 人。有单向布置、交叉布置、转向布置等形式。

3. 交通转换空间

在公共建筑中，考虑到人流集散，方向的转换，水平和垂直交通空间的衔接等，需要设置门厅、过厅等空间，起到交通枢纽和空间过渡作用。

三、公共建筑的功能分区

功能分区是进行建筑空间组织时必须考虑的问题，特别是当功能关系与房间组成比较复杂时，更需要将空间按不同的功能要求进行分类，并根据它们之间的密切程度加以区分，并找出它们之间的相互联系，达到分区明确又联系方便的目的。在进行功能分区时，应从空间的“主”与“次”、“闹”与“静”、“内”与“外”等的关系加以分析，使各部分空间都能得到合理安排。

1. 空间的“主”与“次”

建筑物各类组合空间，由于其性质的不同必然有主次之分。在进行空间组合时，这种主次关系必然地反映在位置、朝向、交通、通风、采光以及建筑空间构图等方面。功能分区的主次关系，还应与具体的使用顺序相结合，如行政办公的传达室、医院的挂号室等，在空间性质上虽然属于次要空间，但从功能分区上看却要安排在主要的位置上。此外，分析空间的主次关系时，次要空间的安排也很重要，只有在次要空间也有妥善配置的前提下，主要空间才能充分发挥作用。

2. 空间的“闹”与“静”

公共建筑中存在着使用功能上的“闹”与“静”。在组合空间时，按“闹”与“静”进行功能分区，以便其既分割、互不干扰，又有适当的联系。如旅馆建筑中，客房部分应布置在比较安静的位置上，而公共使用部分则应布置在临近道路及距出入口较近的位置上。

3. 空间联系的“内”与“外”

公共建筑的各种使用空间中，有的对外联系功能居主导地位，有的对内关系密切一些。所以，在进行功能分区时，应具体分析空间的内外关系，将对外联系较强的空间，尽量布置在出入口等交通枢纽的附近；与内部联系性较强的空间，力争布置在比较隐蔽的部位，并使其靠近内部交通的区域。

四、公共建筑的流线组织

公共建筑是人们进行社会生活的场所，因其性质及规模的不同，不同建筑存在着不同的人流特点，合理地解决好人流疏散问题是公共建筑功能组织的重要工作。

1. 人流组织方式

一般公共建筑反映在人流组织上，可归纳为平面和立体的两种方式。

1) 平面组织方式。适用于中小型公共建筑人流组织，特点是人流简单、使用方便（图 1-2-1）。

2) 立体组织方式。适用于功能要求比较复杂，仅靠平面组织不能完全解决人流集散的公共建筑，如大型交通建筑、商业建筑等，常把不同性质的人流，从立体关系中错开（图 1-2-2）。

公共建筑空间中的人流组织问题，实际上是人流活动的顺序问题。它涉及建筑空间是否满足了使用要求，是否紧凑合理、空间利用是否经济有效的问题。因此，人流组织中的顺序关系不能忽视，应根据具体建筑的不同使用要求，进行深入的分析和合理的组织。

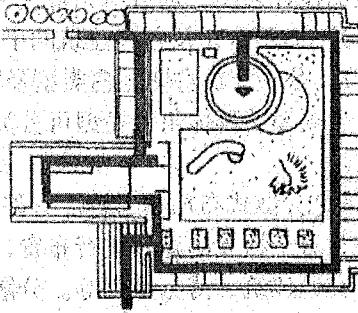


图 1-2-1 人流平面组织方式

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会、全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二《城市规划相关知识》[M]. 北京：中国计划出版社，2002：2.

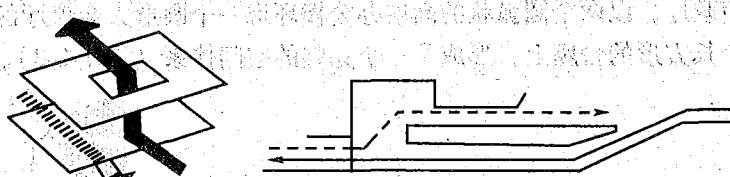


图 1-2-2 人流立体组织方式

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会、全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二《城市规划相关知识》[M]. 北京：中国计划出版社，2002：2.

2. 人流疏散

人流疏散问题，是公共建筑人流组织中的又一问题，尤其对人流大而集中的公共建筑来说更加突出。

人流疏散大体上可以分为正常和紧急两种情况。一般正常情况下的人流疏散，有连续的（如医院、商店、旅馆等）和集中的（如剧院、体育馆等），有的公共建筑则属于两者兼有（如学校教学楼、展览馆等）。此外，在紧急情况下，不论哪种类型的公共建筑，都

会变成集中而紧急的疏散性质。因而在考虑公共建筑人流疏散时，都应把正常与紧急情况下的人流疏散问题考虑进去。

五、公共建筑的群体组织

公共建筑群体组合，主要指把若干幢单体建筑组织成为一个完整统一的建筑群。

1. 公共建筑群体组合的三个要点

1) 要从建筑群的使用性质出发，着重分析功能关系，加以合理分区，运用道路、广场等交通联系手段加以组织，使总体布局联系方便、紧凑合理。

2) 在群体建筑造型处理上，需要结合周围环境特点，运用各种形式美的规律，按照一定的设计意图，创造出完整统一的室外空间组合。

3) 运用绿化及各种建筑的手段丰富群体空间，取得多样化的室外空间效果。

2. 公共建筑群体组合类型及特点

公共建筑群体组合类型可分为两种形式：即分散布局的群体组合和中心式布局的群体组合。

1) 分散式布局的组合。有许多公共建筑，因其使用性质或其他特殊要求，往往可以划分为若干独立的建筑进行布置，使之成为一个完整的室外空间组合体系，如某些医疗建筑、交通建筑、博览建筑等。分散式布局的特点是功能分区明确，减少不同功能间的相互干扰，有利于适应不规则地形，可增加建筑的层次感，有利于争取良好的朝向与自然通风。分散式布局又可分为对称式和非对称式两种形式。在大多数公共建筑群体组合过程中往往是两种形式综合运用，以取得更加完整而丰富的群体效果。

2) 中心式布局的群体组合。把某些性质上比较接近的公共建筑集中在一起，组成各种形式的组群或中心，如居住区中心的公共建筑、商业服务中心、体育中心、展览中心、市政中心等。各类公共活动中心由于功能性质不同，反映在群体组织中必然各具特色，只有抓住其功能特点及主要矛盾，才能既保证功能的合理性，又能使之具有鲜明的个性。如加拿大多伦多市政厅，以两个圆弧状的高层办公楼环抱一个圆形大会议厅的形式组成建筑群，并置于一个长方形的台座上，形成了一个完整的空间体系（图1-2-3）。

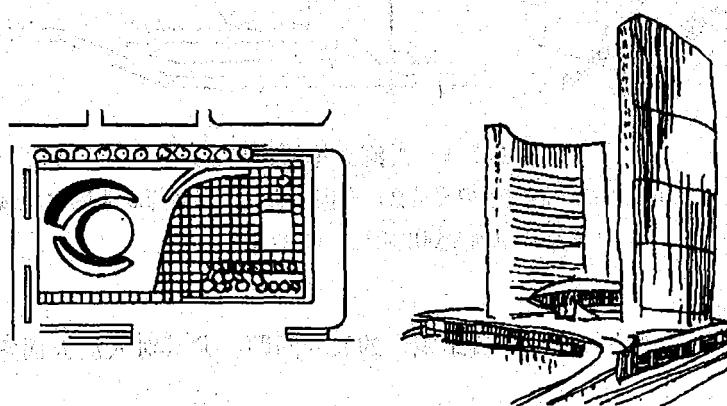


图1-2-3 加拿大多伦多市政厅

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：3.

六、公共建筑的防灾要求

城市建筑综合防灾对保护人民生命财产、保障社会发展具有重要意义。建筑设计应针对我国城市易发并致灾的地震、火、风、洪水、地质破坏五大灾种，因地制宜地进行防灾设计，采用先进技术，在满足各类建（构）筑物使用功能的同时，提高其综合防灾能力。

1. 防灾原则

- 1) 城市建筑综合防灾应遵循“预防为主，防治结合”的总方针，提高城市各类建（构）筑物和基础设施的综合抗灾能力。
- 2) 我国城市的防洪任务是，今后 15 年内，重点防洪城市的防洪标准达到 200 年一遇，占城市总数 5%；非农业人口在 150 万—50 万之间的重要城市，防洪标准为 200—100 年一遇；非农业人口在 50 万—20 万之间的中等城市，防洪标准为 100 年一遇；非农业人口在 20 万以下的，防洪标准为 50 年一遇。

3) 考虑台风和寒潮及雷暴大风作用，按《建筑结构荷载规范》规定的以 50 年为重现期的标准设防；对于重要的生命线工程设施，设防标准应提高到 100 年一遇。

4) 现阶段我国地震区的城市建（构）筑物均应按照《中国地震烈度区划图（1990）》划定的基本烈度和“建筑抗震设防等级分类”所规定的建（构）筑物重要性等级来确定其抗震设防烈度，以此为依据进行设计和施工。建筑抗震设防以 50 年为基准期，做到在多遇地震烈度下（超越概率为 63%）不坏，保证正常使用；在基本烈度下（超越概率 10%）可修，即有破坏但维修恢复后可正常使用；罕遇地震烈度下（超越概率为 2%—3%）不倒，即有严重破坏但不倒塌，达到减少人员伤亡和财产损失的目的。今后 15 年内，应逐步采用更为科学的地震动分区方法和以建筑功能为目标的设防标准。

2. 技术措施

1) 提高建筑物综合防御地震、火、风、洪水和地质破坏灾害的能力，根据当地不同灾种的风险程度和建（构）筑物重要性等级提出合理的设防标准。

2) 在建筑规划和选址阶段应充分掌握灾害的背景资料和风险程度，采取相对对策；在设计和建设阶段应严格执行标准规范，加强防灾质量控制；制订和执行灾后鉴定、评估和恢复重建的技术措施。

3) 对多、高层建筑，应采用行之有效的抗震、抗风结构体系，严格执行标准规范；同时应积极研究隔震减振、消能和控制振动技术，结构和非结构构件的抗震、抗风技术，逐步推广应用。加强建（构）筑物的震害预测研究。

4) 建筑设计与施工应严格执行防火标准规范，高层建筑和大型公共建筑尤应注重防火安全设计。

5) 重视城市地下空间建筑的规划和防灾设计，尤其注重防火、防水、防震，要切实考虑灾害发生时进行紧急救援和疏散避难的设施建设。

6) 村镇建筑要因地制宜，采用合理、经济的建筑材料和结构形式，要有利防灾，便于灾后自救和恢复重建。

7) 充分利用电子计算机和地理信息技术对建（构）筑物进行综合防灾管理，将防灾管理提高到动态的、网络化和智能化的先进水平。

第二节 住宅建筑

住宅的功能分析要从家庭生活“行为单元”的分析入手。住宅的组成规律主要是由行为单元组成室，由室组成户。根据家庭生活行为单元的不同，可以将户分为居住、辅助、交通、其他四大部分。按空间使用功能来分，一套住宅可包括居室（起居室、卧室）、厨房、卫生间、门厅或过道、贮藏间、阳台等（图 1-2-4）。

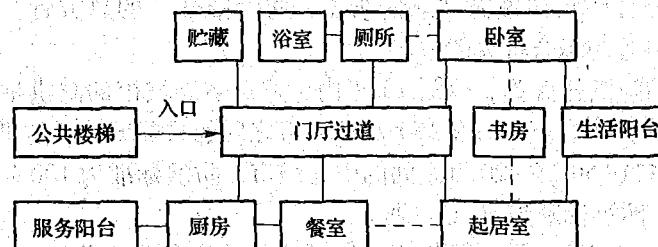


图 1-2-4 住宅功能空间的组合关系

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：4.

根据住宅基本平面类型可将住宅建筑分为独立式住宅、联立（并列）式住宅、联排式住宅、单元式住宅、外廊式住宅、内廊式住宅、跃层式住宅等。

按照层数的不同，可将住宅建筑分为四类：低层住宅：1—3 层；多层住宅：4—6 层；中高层住宅：7—9 层；高层住宅：10—30 层。

一、住宅建筑的类型

1. 按国家现行《住宅建筑设计规范》中的相关规定，住宅类型分为四类

低层住宅：1—3 层；多层住宅：4—6 层；中高层住宅：7—9 层；高层住宅：10—30 层。

（1）低层住宅：1—3 层

1) 基本特点。①能适应面积较大、标准较高的住宅，也能适应面积较小、标准较低的住宅。因而既可以有独立式、联立（并列）式和联排式，也可以有单元式等平面布置类型。平面布置紧凑，上下交通联系方便。②一般组织有院落，使室内外空间互相流通，扩大了生活空间，便于绿化，能创造更好的居住环境。③对基地要求不高，建筑结构简单，可因地制宜，就地取材，住户可以自己动手建造。④占地面积大，道路、管网以及其他市政设施投资较高。

2) 平面组合形式及其特点。

独院式（独立式）：建筑四面临空，平面组合灵活，采光通风好，干扰少，院子组织和使用方便，但占地面积大，建筑墙体多，市政设施投资较高。

双联式（联立式）：将两个独院式住宅拼联在一起。每户三面临空，平面组合较灵活，采光通风好，比独立式住宅节约一面山墙和一侧院子，能减少市政设施的投资。

联排式：将独院式住宅拼联至 3 户以上。一般拼联不宜过多，否则交通迂回，干扰较

大，通风也有影响；拼联也不宜过少，否则对节约用地不利。

(2) 多层住宅：4—6层

1) 基本特点。①从平面组合来说，多层住宅必须借助于公共楼梯（规范规定住宅6层以下不设电梯）以解决垂直交通，有时还需设置公共走廊解决水平交通。②与低层住宅和高层住宅相比，多层住宅比低层住宅节省用地，造价比高层住宅低，适合于目前一般的生活水平。③多层住宅不及低层住宅与室外联系方便，虽不需高层住宅所必需的电梯，上面几层的垂直交通仍会使住户感到不便。因此，从高标准的要求来看，四层以下的住宅可不设电梯，四层以上的多层住宅也应该设置电梯。

2) 设计要点。

①符合城市规划的要求。主要居室应满足规定的日照标准；单栋住宅的长度大于160m时应设4m宽、4m高的消防车通道，大于80m时应在建筑物底层设人行通道。

套型恰当。应具有组成不同户型的灵活性，满足居住者的实际需要。可组成单一户型和多户型的单元，单一户型的单元其户型比一般在组合体或居住小区内平衡；多户型的单元则增加了在单元内平衡户室比的可能性。单元中户型选择要使户室比的平衡灵活方便，并便于单元内的组合。

方便舒适。平面功能合理，能满足各户的日照、采光、通风、隔声、隔热、防寒等要求，并保证每户至少有1间居室布置在良好朝向。

交通便捷。避免公共交通对住户的干扰，进户门的位置便于组织户内平面。经济合理。合理组织并减少户内交通面积，充分利用空间。结构与构造方案合理，管线布置尽量集中，采取各种措施节约土地。

同时，要达到造型美观。立面要符合新颖美观，造型丰富多样的要求，以及满足包括消防、抗震等其他技术规范的要求。

②单元划分与组合。多层住宅常以一种或数种单元—标准段拼接成长短不一、体型多样的组合体。单元划分可大可小，一般以数户围绕1个楼梯间来划分单元。将单元拼接成单元组合体要注意满足建筑规模及规划要求，适应基地特点。单元组合方式有：平直组合、错位组合、转角组合、多向组合等。

③交通组织。以垂直交通的楼梯间为枢纽，必要时以水平的公共走廊来组织各户。楼梯和走廊组织交通以及进入各户的方式不同，可以形成各种平面类型的住宅。

一般有三种交通组织方式：围绕楼梯间组织各户人口；以廊来组织各户人口；以梯廊间层（即隔层设廊，再由小梯通至另一层）组织各户人口。

楼梯服务户数的多少对适用、舒适、经济都有一定影响，应合理确定。

④采光通风。一般一户能有相对或相邻的两个朝向时有利于争取日照和组织通风，1户只有1个朝向则通风较难组织，利用平面形状的变化或设天井可增加户外临空面，利于采光通风。

⑤辅助设施。

位置要恰当。厨房、卫生间最好能直接采光、通风，可将厨房、卫生间布置于朝向和采光较差的部位。

面积要紧凑。应根据户内各种生活活动合理确定各类空间的使用面积，并减少无法使用的面积（如过宽的走道等）。

设备管线要集中。套与套之间的厨房、卫生间相邻布置较为有利，管道共用，比较经济。

3) 平面类型及其特点。

基本平面类型包括：单元式、外廊式、内廊式、跃层式以及点式等形式。

① 单元式（梯间式）：

每个单元设置1个楼梯，每个单元可安排2—4户，由楼梯平台直接进入分户门。

一梯2户：每套有两个朝向，便于组织通风，套间干扰少，较宜组织户内交通，单元面宽较窄，拼接灵活，适用情况较广。

一梯3户：楼梯使用率较高，每套都能有好朝向，但中间一套常是单朝向，通风较难组织。

一梯4户：楼梯使用率高，每套都有可能争取到好朝向，一般将少室户布置在中间，多室户布置在两侧。

② 外廊式。

长外廊：便于各户并列组合，一梯可服务多户，每户有良好的朝向、采光和通风条件。但户内交通穿套较多，公共外廊会对户内产生视线及噪声干扰，在寒冷地区不易保温防寒，对小面积套型比较合适。

短外廊：以一梯4户居多，具有长外廊的某些优点而又较为安静，布置多室户的数量增多，提高了套型比的灵活性。

③ 内廊式。

长内廊：内廊两侧布置各户，楼梯服务户数多，使用率大大提高，且节约用地。

但各户均为单朝向，内廊较暗，套间干扰也大，套内不能组织穿堂风。

短内廊：也称内廊单元式，它保留了长内廊的一些优点，较安静。

跃层式：进入各户后，再由户内小楼梯进入另一层。节省公共交通面积，增加户数又减少干扰，每户可争取两个朝向，采光、通风较好。一般在每户面积大、居室多时较适宜。

④ 点式（集中式）。

数户围绕一个楼梯布置，单元四面临空，每户皆可采光、通风，分户灵活，每户有可能获得两个朝向而有转角通风。外形处理也较为自由，可丰富建筑群的艺术效果。建筑占地少，便于在小块用地上插建。但节能、经济性比条式住宅差。

4) 平面布局的变化。

楼梯形式：除一般的双跑、单跑和三跑楼梯外，还有外突楼梯、内楼梯、单跑横向楼梯和直跑楼梯等。

平面形式：包括平面形状的局部变化，单元拼接形成的平面体形变化等。

(3) 高层住宅：10—30层。

1) 基本特点：可提高容积率，节约城市用地。可节省市政建设投资。可以获得较多的空间用以布置公共活动场地和绿化，丰富城市景观。用钢量较大，一般为多层住宅的3—4倍。对居民生理和心理会产生一定的不利影响。

2) 平面类型。

单元组合式：单元内以电梯、楼梯为核心组合布置。常见形式有矩形、T形、十字

形、Y形等。

长廊式：有内长廊、外长廊和内外廊式。内长廊式较少采用；外长廊式特点基本与同类多层住宅相似，为挡风雨一般外廊封闭；内外廊式兼有前两者的特点。

塔式：与多层点式住宅特点类似。一般每层布置4—8户。该形式目前采用较多。

跃廊式：每隔1、2层设有公共走廊，电梯利用率提高，节约交通面积，对每户面积较大、居室多的户型较为有利。

3) 垂直交通。

高层住宅的垂直交通以电梯为主、以楼梯为辅进行组织。12层以上住宅每栋楼设置电梯应不少于2部。

楼梯应布置在电梯附近，但楼梯又应有一定的独立性。单独作为疏散用楼梯可设在远离电梯的尽端。

电梯不宜紧邻居室，尤其不应紧靠卧室。必须考虑对电梯井的隔声处理。

4) 消防疏散。

消防能力与建筑层数和高度的关系：防火云梯高度多在30—50m之间，我国目前高层住宅的高度即是参考这一情况决定的。高层住宅与周围建筑的间距是根据其高度和耐火等级而定的。

防火措施：提高耐火极限，将建筑物分为几个防火区，消除起火因素，安装火灾报警器。

安全疏散楼梯和消防电梯的布置：长廊式高层住宅一般应有2部以上的电梯用以解决居民的疏散。有关安全疏散楼梯和消防电梯的布置以及安全疏散等应遵照现行国家标准的有关规定执行。

5) 符合城市规划的要求。与多层住宅相似。

2. 按分布区位不同分三类

(1) 严寒地区的住宅

主要解决防寒问题，包括采暖与保温两方面，有效措施是加大建筑的进深，缩短外墙长度。朝向应争取南向。利用东向、西向，避免北向。

1) **基本特点。**在寒冷地区，住宅设计的主要矛盾是建筑的防寒问题。建筑防寒包括采暖与保温两个方面，要使室内具有合乎卫生标准的室温就必须采暖，但如何使建筑的热损耗的控制能取得经济、合理的效果并不单纯是建筑围护结构的热工学问题，建筑设计方案的优劣对防寒的功能也起很大的作用。

2) **住宅设计中的保温。**从设计上解决建筑保温问题，最有效的措施是加大建筑的进深，缩短外墙长度，尽量减少每户所占的外墙面积。

3) **住宅的朝向与形式。**寒冷地区的住宅朝向应争取南向，充分利用东、西向，尽可能避免北向。东西向住宅可以采取短内廊式，或在东西向内楼梯的平面组合基础上将辅助房间全部集中在单元的内部，设置小天井，加大建筑进深等方式。

(2) 炎热地区的住宅

应尽量减少阳光辐射及厨房的热量，组织夏季主导风入室，自然通风，获得较开敞与透过的平面组合体形；朝向依次为南向、南偏东向、南偏西、东向、北向，尽量避免西向。

1) 基本特点

为使居民在夏季温度、相对湿度较大、没有空调的情况下获得较适宜的感受，设计时要考虑尽量减少阳光辐射及厨房炉灶产生的热量对室内温度的影响，组织自然通风，获得较为开敞与通透的平面组合体形。

2) 建筑朝向的选择

炎热地区住宅朝向的选择十分重要，应综合考虑阳光照射和夏季主导风向，注意减少东西向阳光对建筑物的直接照射，并能有夏季主导风入室。

3) 住宅建筑处理方式

① 遮阳隔热。

遮阳：按照不同的使用要求，可以分为水平式遮阳、垂直式遮阳、综合式遮阳、挡板式遮阳。按照材料构造的不同，可分为固定式遮阳、活动式遮阳、简易式遮阳。从节约考虑，除标准较高的住宅设计可以考虑专用遮阳设施外，一般应尽量结合其他建筑构件和细部处理，如檐口、阳台、外廊、窗楣板、窗扇、通花、墙体凹凸以及绿化等作为遮阳设施。

隔热：通常可分为采用减少东西向墙体、通过采用具有较好隔热性能的建筑材料和隔热构造提高墙体和屋顶的隔热性能、利用绿化隔热降温等措施。

② 自然通风。可以通过有效地组织室内穿堂风、建筑构件导风、建筑群组织通风等几个方面的措施来取得较好的效果。

③ 平面组合。从综合角度来看，各种住宅类型各有利弊，平面组合应以减少室外热源对室内的影响和室内热源本身的影响为原则。

(3) 坡地住宅

应结合地形、等高线布置，综合考虑朝向、通风、地质条件。平面组合有错叠、跌落、掉层、错层几种形式。

1) 基本要求。坡地住宅应结合地形布置，同时也要综合考虑朝向、通风、地质等条件。

2) 建筑与等高线的关系。一栋住宅建筑与地形的关系主要有三种不同方式：建筑与等高线平行，建筑与等高线垂直，建筑与等高线斜交。在设计中要区别对待。

3) 坡地住宅单元的垂直组合。由于单元内部或单元之间组合方式的不同，可以有错叠、跌落、掉层、错层等几种形式。

4) 临街坡地住宅的建筑处理。常有以下几种处理方式：掉层、吊脚、天桥、凸出楼梯间、连廊、室外梯道等。

二、住宅建筑设计要点

1. 套内空间

1) 每套住宅应设卧室、起居室（厅）、厨房和卫生间等基本空间。

2) 套内空间数量和低限面积应符合表 1-2-1 的规定。

3) 厨房应按炊事操作流程布置炉灶、洗涤池、案台、排油烟机等的位置。厨房地面应有防水构造措施。

4) 卫生间不应直接布置在下层住户的卧室、起居室（厅）和厨房的上层，卫生间地面应有防水构造和便于洁具更换的措施。

表 1-2-1 套内空间数量和低限面积

空间名称	数 量	低限面积 (m ²)
起居室（厅）	1	12
双人卧室	1	10
单人卧室		6
厨房	1	4
兼起居卧室		12
卫生间	1	3
餐室（厅）		6
书房		6

5) 每套住宅应按使用功能，在卫生间布置便器、洗浴器、洗面器等的位置；布置便器的卫生间的门不应直接开在厨房内。

6) 套内通往各个基本空间的通道净宽不应小于该基本空间的门洞口宽度，门洞口高度不应小于2.00m。各部位门洞口宽度应符合表1-2-2的规定。

表 1-2-2 各部位门洞口最小宽度

部位名称	洞口最小宽度 (m)	部位名称	洞口最小宽度 (m)
户（套）门	0.90	厨房门	0.80
起居室（厅）	0.90	卫生间门	0.70
卧室门	0.90	阳台门	0.70

7) 外窗窗台距楼面、地面的净高低于0.90m时，应有防护设施。六层及六层以下住宅的阳台栏杆净高不应低于1.05m，七层及七层以上住宅的阳台栏杆净高不应低于1.10m。防护栏杆的垂直杆件间净距不应大于0.11m。

8) 卧室、起居室（厅）的室内净高不应低于2.40m；局部净高不应低于2.10m，且其面积不应大于室内使用面积的1/3。利用坡屋顶内空间作卧室、起居室（厅）时，其1/2面积的室内净高不应低于2.10m。

9) 阳台地面构造应有防水措施，阳台放置花盆处应采取防坠落措施。

2. 公共部分

1) 走廊和公共部位通道的净宽不应小于1.20m，局部净高不应低于2.10m。

2) 外廊、内天井及上人屋面等临空处栏杆净高，六层及六层以下不应低于1.05m；七层及七层以上不应低于1.10m。栏杆应防止儿童攀登，垂直杆件间净空不应大于0.11m。

3) 楼梯梯段净宽不应小于1.10m。六层及六层以下住宅，一边设有栏杆的梯段净宽不应小于1m。楼梯踏步宽度不应小于0.26m，踏步高度不应大于0.175m。扶手高度不应小于0.90m。楼梯水平段栏杆长度大于0.50m时，其扶手高度不应小于1.05m。楼梯栏杆

垂直杆件间净空不应大于0.11m。楼梯井净宽大于0.11m时，必须采取防止儿童攀滑的措施。

4) 住宅与附建公用房的出入口应分开布置。住宅的公共出入口位于阳台、外廊及开敞楼梯平台的下部时，应采取设置雨罩等防止物体坠落伤人的安全措施。

5) 七层以及七层以上的住宅或住户人口层楼面距室外设计地面的高度超过16m以上的住宅必须设置电梯。

6) 住宅屋面应采取有效防水措施，严禁有渗漏。密封材料嵌缝必须密实、连续、饱满、黏结牢固，无气泡、开裂、脱落等缺陷。

3. 无障碍要求

1) 七层及七层以上的住宅，应对以下部位进行无障碍设计：建筑入口；人口平台；公共走道；候梯厅；无障碍住房。

2) 建筑入口及人口平台的无障碍设计应符合以下规定：

建筑入口设台阶时，应设轮椅坡道和扶手；

坡道的高度和水平长度应符合表1-2-3的规定；

表1-2-3 坡道高度和水平长度表

坡 度	1:20	1:16	1:12	1:10	1:8
最大高度(m)	1.50	1.00	0.75	0.60	0.35
水平长度(m)	30.00	16.00	9.00	6.00	2.80

建筑入口的门不应采用力度大的弹簧门；在旋转门一侧应另设残疾人使用的门；供轮椅通行的门净宽不应小于0.80m；

供轮椅通行的推拉门和平开门，在门把手一侧的墙面，应留有不小于0.5m的墙面宽度；

供轮椅通行的门扇，应安装视线观察玻璃、横执把手和关门拉手，在门扇的下方应安装高0.35m的护门板；

门槛高度及内外地面高差不应大于15mm，并应以斜面过渡。

3) 七层及七层以上住宅建筑入口平台宽度不应小于2.0m。

4) 供轮椅通行的走道和通路宽度不应小于1.20m。

4. 地下室

1) 住宅不应成套布置在地下室。当布置在半地下室时，必须对采光、通风、日照、防潮、排水及安全防护采取措施。

2) 住宅地下机动车库应符合以下规定：

库内坡道严禁将宽的单车道兼作双向车道；库内不应设置修理车位，并不应设有使用或存放易燃、易爆物品的房间。

3) 住宅地下自行车库净高不应低于2m。

4) 住宅地下室应采取有效防水措施，严禁有渗漏。

5. 公共卫生设施

1) 住宅中设有管理人员室时，应设管理人员使用的卫生间。

2) 住宅设垃圾管道时，应符合下列要求：垃圾管道不得紧邻卧室、起居室（厅）布置；垃圾管道的开口应有密闭装置；垃圾管道顶部应设通出屋面的通风帽，底部应设封闭的垃圾间；垃圾管道应有防止堵塞、污染和便于清洁的措施。

第三节 工业建筑

一、工业建筑总平面设计中的功能组织

1. 工业建筑总平面设计要点

从本质上讲，工业建筑总平面设计与其他类型的建筑总平面设计没有原则的区别，即要将人、建筑、环境相互矛盾、相互约束的关系在一个多维的状态下协调起来，其差别在于：

1) 简单流线与复杂流线的差别。民用建筑主要以人流为主组织建筑空间，工厂中人流与物流、人与机之间运行在同一空间之内，形成相互交织的网络，为物流所提供的空间远远大于为人提供的空间。

2) 简单环境影响与复杂环境影响的差别。工业建筑中常有废水、废气、烟尘、噪声、射线及工业垃圾等特殊的环境影响问题。

3) 单一尺度与多尺度的差别。民用建筑以人为尺度单位，而工厂建（构）筑物的体量决定于生产净空的需求，常常与人的尺度相差悬殊，其形态又受工艺的制约，不同工艺的工业建筑，其形态往往有明显的不同。

4) 多学科、多工种密切配合。工业建筑设计中的技术性要求很强。

2. 总平面设计中的功能单元

一座现代工厂，它可能是城市社会系统中的重要子系统——产业系统中的一个组成部分，而其内部又可能是由若干部门组成，诸如生产部门、后勤部门、动力部门等等，每一个部门又是由若干生产性车间组合而成。总而言之，可以将一座现代工厂分成若干个层次，就任一层次而言，构成该层次专门化的功能单位称为功能单元。现代工厂一般都包含众多的功能单元，应采用恰当的组织方法把它们按一定的秩序组织起来，形成功能健全、系统完整的有机体。

1) 工厂中的功能单元一般都有如下几方面的个体特征：①物料输入输出特征；②能源输入输出特征；③人员出入特征；④信息输入输出特征。

2) 组成专业化工厂的功能单元时常分为：①生产单元：直接从事产品的加工装配；②辅助生产单元：设备维修、工具制作、水处理、废料处理等；③仓储单元：物料暂时性的存放；④动力单元：主要用作能量转换，如锅炉房、变电间、煤气发生站、干燥车间、空气压缩车间等；⑤管理单元：办公室、实验楼等；⑥生活单元：宿舍、食堂、浴室、活动室等。

一个单元只能产生一个或部分的功能。一般情况下，凡是由两种以上功能单元构成的建筑物或构筑物，都存在一定的功能与结构关系。工厂总平面设计的根本目的就是要把各个功能单元组织起来，形成全厂的功能结构，使工厂能正常运转起来，并实现安全、高效。

3. 功能单元组织的依据

功能单元的组织应在理性分析的基础上，根据生产中的功能关系，全面考虑，综合解决，使各功能单元之间互相匹配。其原则为：

(1) 依据功能单元前后工艺流程要求

生产任何一个产品都有特定的生产加工程序，即生产工艺流程。此流程贯穿整个生产过程的始终，构成生产作业的总链条，即全厂的物料输入输出的总的轨道，各个生产技术上的功能单元则是这一链条上的各个环节，这些环节在总的链条的带动下连续生产。随着现代工业生产的连续性、联动性、效率和自动控制程度的提高，连续作业的要求也越来越高。为保证产品的质量、数量，必须使整个流程达到流线短捷、环节最少、避免逆行、避免交叉的要求。

由生产工艺确定的流程，虽然决定了各功能单元配置的连续性、顺序性，但在比较复杂的生产过程中还可能出现几条生产线路系统，而且辅助设施、动力设施单元还会形成与生产直接联系的副线，这就使功能单元配置不大可能完全顺着生产流线按部就班地布置。另外，流程组织也会受外界因素的影响与制约（如铁路进线、道路走向、高压电路进线、供水方向、城镇方位等）而产生一系列的矛盾，需采取不同的工艺布置方案加以解决，形成不同的总平面布置方案。

全厂性的生产流程的组织与布置有三种基本类型：纵向生产线路布置——沿厂区或车间纵轴方向布置；横向生产线路布置——垂直于厂区或车间纵轴方向布置；环状生产线路布置。

(2) 依据物料与人员流动特点，合理确定道路断面与其他技术要求

凡是工厂就必然有运输作业，从原料到产品，从燃料到废物清除，从一个功能单元到另一个功能单元，都需要通过各种各样运输方式来传递、输送。一般道路运输系统中的技术要求（中型轻工业厂房）如下：

1) 通道宽度。

主要出入运输道路 7m 左右；

车间与车间有一定数量物流及人流运输的次要道路 4.5—6m；

功能单元之间，人流物流较少的辅助道路，以及消防车道等 3—4.5m；

连接建、构筑物出入口与主、次、辅助道路的车间行道 3—4m；

人行道一般 1.0—1.5m。

2) 最小转弯半径：

单车 9m；

带拖车 12m；

电瓶车 5m。

3) 交叉口视距大于等于 20m。

4) 道路与建筑物、构筑物之间的最小距离：

距无出入口的车间 1.5m，距有出入口的车间 3m；

有汽车引道 6m（单车道），距围墙 1.5m；

距有出入门洞的围墙 6m，距围墙照明杆 2m；

距乔木 1m，距灌木 0.5m。

(3) 依据功能单元相连最小损耗的原则

动力单元设置及各种工程管线设置应靠近最大动力车间即负荷中心地段，使各工程管线最为短捷。

(4) 依据功能单元的环境要求

- 1) 根据功能单元散发有害物的危害程度加以分区，集中管理，以降低发生危害的可能性；
- 2) 利用自然条件（风向、水流方向、地形），合理布置，以减少有害物对环境的影响；
- 3) 设置防护距离，减轻危害程度；
- 4) 采取其他防护设施，如绿化等；
- 5) 依据功能单元发展的可能与需求。

二、工业建筑及总平面设计中的场地要求

- 1) 适应物料加工流程，运距短捷，尽量一线多用；
- 2) 与竖向设计、管线、绿化、环境布置协调，符合有关技术标准；
- 3) 满足生产、安全、卫生、防火等特殊要求，特别是有危险品的工厂，不能使危险品通过安全保护区；
- 4) 主要货运路线与主要人流线路应尽量避免交叉；
- 5) 力求缩减道路敷设面积，节约投资与土地。

第三章 建筑场地条件分析及设计要求

第一节 场地选择的基本原则与分析方法

建筑师根据项目建议书的内容及业主的建设意图，着手进行收集、组织、整理、分析必需的设计基础资料，了解规划、土地、市政及环保有关部门的要求，从技术、经济、社会、文化、环境保护等几个方面，综合地对场地开发做出比较和评价。可进行多场地选择论证，选出投资省、建设快、运营成本低，并能很好地贯彻国家建设的各项方针政策，具有最佳经济效益、环境效益和社会效益的建设场地。

一、场地选择的基本原则

1) 建设项目要符合所在地域、城市、乡镇的总体规划。我国的城乡规划法明确规定：“城市规划内的土地利用和各项建设必须符合城市规划。城市规划区内的建设工程的选址和布局必须符合城市规划。”在城市总体规划中已经确定了城市的发展方向，对城市中各项建设的布局和环境地貌进行了全面的安排，对城市用地有明确的功能分区规定。

2) 要节约用地，不占良田及经济效益高的土地，并符合国家现行土地管理、环境保护、水土保持等法规的有关规定。

3) 要有利于保护环境与景观，首先要执行当地环保部门的规定和要求；若生产建筑会产生振动、噪声、粉尘、有害气体、有毒物质，以及易燃易爆品，其贮运对环境会产生不良影响，则要严守规定。修路、建厂应尽量远离风景游览区和自然保护区。为维持生态平衡，不污染水源、河流、湖泊，应有利于废气、废渣、废水的三废处理，并符合现行环境保护法的有关规定。

二、场地选择的基本要求

1. 资源

建设项目应尽可能充分利用自然资源条件，如：矿藏、森林、生物、土壤、地面上、下水资源等。还包括人工筑造、考古发现的历史遗迹和历代园林景观等人文资源。

2. 场地面积

含建筑基底面积、广场道路和停车场面积、露天堆放场地面积，以及绿化面积等。不同类别用地所占面积应根据国家用地标准指标，经计算确定，同时应考虑施工使用场地，并应根据施工的规模、进程做出相应的安排，或用临建用地代替。区域地形图宜为1:5000（比例尺），场址地形图选1:500—1:1000（比例尺）。

3. 地界与地貌条件

场地边界外形应因地制宜、尽可能简单，做到既合理又经济。地貌要利于建筑布置，道路短捷顺畅，地形宜场地排水。一般自然地形不宜小于0.3%。平坡（0.3%—5%）场地较理想；缓坡（5%—10%）场地要错落；中坡（10%—25%）场地要台地，填挖土方量要大；陡坡（25%—100%）场地不宜建设。适宜建设的场地均应考虑竖向规划，以减少土石方工程量。注意分析不同地貌的小气候特点和利用日照。

在项目用地选择和总体布局上，需了解各项建设用地适用坡度（表1-3-1）。

表1-3-1 城市各项建筑用地使用坡度

项 目	坡 度	项 目	坡 度
工业	0.30%—2.00%	铁路站场	0—0.25%
居住建筑	0.30%—10.00%	机场用地	0.50%—1.00%

注：工业如以垂直运输组织生产或车间作台阶式布置时，坡度可增大。

4. 气象条件

气象条件因场地选择地域的不同，而有较大差异变化。气象资料各地均有数据可查。包括：

- 1) 气温：历年逐月最高、最低及平均气温，极端气温，最大、最小相对湿度和绝对湿度；严寒日期数，冻土深度，采暖与不采暖的确定；气温日差、年差，最热月份13:00平均温度和相对湿度。
- 2) 降水量：历年逐月、逐日平均、最大，以及最小降雨量；一次暴雨持续时间及最大雨量；初、终雪日期，积雪日期，深度，密度。
- 3) 风：历年各风向频率（全年、夏季、冬季）、静风频率、风玫瑰图。历年的年、季、月平均及最大风速、风力。风对场地有多方面影响。风暴、自然通风及局部环流在工程设计中均应予以考虑。
- 4) 云雾及日照：年、月、日均数。可决定日照标准、间距、朝向、遮阳及热工工程计算。与气象有关的风沙、雷击资料也要搜集，以免对场地产生不良影响。

5. 水文地质条件

河流、水库、湖泊及滨海的水位；五十年、百年及常年洪水淹没范围；沿岸特征，冲积断面，流量，流速方向，水温，含沙等地面水资料情况；深水井、泉水的水量、水位变化，水的物理、化学和生物的性能、成分分析等。地下水影响着建筑基础深度及地基处理设计的质量与安全。

6. 工程地质条件

场地所处区域的地质构造，地层成因、形成年代等；对建筑指定性和适宜性评价；场地地震基本烈度；历史地震资料，震速、震源和断裂构造；场址处土岩类别、性质、承载力、有无不良滑坡、沉陷地质现象及人为破坏或修筑古墓等设计基础资料。应避免于九度地震区、泥石流、流沙、溶洞、三级湿陷黄土、一级膨胀土、古井、古墓、坑穴、采空区，以及有开采价值的矿藏区和承载力低于0.1MPa的场地作开发项目。

7. 交通运输条件

公路、铁路和水运、空运便利的地区。由于开发建设的直接经济效益高，宜于作为建

设场地。道路系统要服从地段市政交通规划的基本要求。

8. 给水排水条件

靠近水源，保证供水的可靠性。水质、水量、水温要符合要求。城市管网布局、管径、标高、压力保证及补救措施。污水系统现状与新建连接点管道埋深、管径、坡度和排入允许水量；粪便污水的处理方式。污水净化环保要达标。雨水应考虑如何排除。

9. 能源供应条件

- 1) 热力供给与可能，热源及热媒参数、热量、管网、价格。
- 2) 煤气可能与供应量、压力、发热量、网络及价格。
- 3) 供电电源位置、距离，供电量、电源回路、输电线路进入场地的设计、分工。电计价方式与供电部门的供电文件、协议。

10. 电信需求条件

电话、电视、电传、网络各种信号需要量，与场地附近设置设施的供给、可能性和敷线方式、截面调改等应与有关部门达成协议。

11. 安全保护条件

建设项目场地与相邻环境的间距应满足安全、卫生、视觉、环保各项规定。符合人防、防水、电源要求。避免于洪泛地段、通信微波走廊、高压输电通廊与地下工程管道区域内建建筑。

12. 景观与环境

对场地项目应作好协调工作。对于场地上的文物古迹及自然景观，应按当地文物部门的要求采取相应的保护措施，动、植物自然保护区不能破坏。为此，应把握环境与建筑的整体效果，既应有合理的建筑功能，又应有先进的建筑技术。无论是工业还是民用建筑都应该创造优雅、得当而理想的环境。并能同相邻环境的建筑群体，在科技、信息、公用设施方面达成协作与综合利用的目的。

13. 施工条件

了解当地及外来建材供应、产量、价格，当地施工技术力量、水平，机械起重能力数量，以及施工期水、电、劳动力供应条件。

上述场址选择所要求考虑的区域地质、交通运输、自然条件、基础设施、环境现状、环境保护等内容实际就是组织、收集、整理项目必需的设计基础资料的过程。通过调查与分析，选择基础条件比较好的场地。整个论证在设计实施过程以及行业决策研究中是必不可少的基础资料。对于不同类型、性质的建筑，应在此基础上，针对项目的具体要求，作场址选择分析。

三、公共建筑的场址选址要求

1. 旅馆

- 1) 基地选择应符合当地城市规划要求等基本条件。
- 2) 与车站、码头、航空港及各种交通路线联系方便。
- 3) 建造于城市中的各类旅馆应考虑使用原有的市政设施，以缩短建筑周期。
- 4) 历史文化名城、休养、疗养、观光、运动等旅馆应与风景区、海滨及周围的环境相协调，应符合国家和地方的有关管理条例和保护规划的要求。

5) 基地应至少一面临接城市道路，其长度应满足基地内组织各功能区的出入口，如客货运输车路线、防火疏散及环境卫生等要求。

2. 剧场

1) 应与城镇规划协调，合理布点。重要剧场应选在城市重要位置，形成的建筑群应对城市面貌有较大影响。

2) 剧场基地选择应采取与剧场的类型和所在区域居民的文化素养、艺术情趣相适应的原则。

3) 儿童剧场应设于位置适中、公共交通便利、比较安静的区域。

4) 基地至少有一面临接城市道路，临街长度不小于基地周长的 $1/6$ ，剧场前面应当有不小于 $0.2m^2/\text{座}$ 的集散广场。剧场临接道路宽度应不小于剧场安全出口宽度的总和。如800座以下，不小于8m；800—1200座，不小于12m；1200座以上，不小于15m，以保证剧场观众的疏散不致造成城市交通阻滞。

5) 剧场与其他建筑毗邻修建时，剧场前面若不能保证观众疏散总宽及足够的集散广场，应在剧场后面或侧面另辟疏散口，连接的疏散小巷宽度不小于3.5m。

6) 剧场与其他类型建筑合建时，应保证专有的疏散通道，室外广场应包含有剧场的集散广场。

7) 剧场基地应设置停车场，或由城市规划统一设置。

3. 电影院

1) 应结合城镇交通、商业网点、文化设施综合考虑，以方便群众，增加社会、经济和环境效益。

2) 基地应临接城镇道路、广场或空地，应按观众厅座位数总容量所定规模确定每座 $0.2m^2$ 集散空地。

4. 文化馆

1) 省、市群众艺术馆，区、县文化馆宜有独立的建筑基地，并应符合文化产业和城市规划的布点要求。

2) 文化馆基地应选设在位置适中、交通便利、环境优美、适度绿化、远离污染源、便于群众活动的地段。

3) 乡镇文化站、居住区、小区文化站应位于所在地区的公共建筑中心或靠近公共绿地。

5. 档案馆

1) 馆址应远离有易燃、易爆物的场所，不设在有污染、腐蚀气体单位的下风向，避免架空高压输电线穿过。

2) 应选择地势较高、场地干燥、排水通畅、空气流通和环境安静的地段，并留有适当的扩建余地。

3) 应建在交通便利，且城市公用设施比较完备的地区。除特殊需要外，一般不宜远离市区。为保持馆区环境安静，减少干扰，也不宜建在城市的闹市区。

4) 确需在城区建馆时，应选择安全可靠和交通方便的地区。不应设在有发生沉陷、滑坡、泥石流可能的地段和埋有矿藏的场地上面。为避免噪声和交通的干扰，也不宜紧邻铁路及交通繁忙的公路附近修建。

6. 博物馆

- 1) 博物馆选址宜地点适中、交通便利、城市公用设施完备，并应具有适当的用于博物馆自身发展的扩建用地。
- 2) 不应选择在环境污染的区域内，应远离易燃、易爆物。
- 3) 场地干燥，排水通畅，通风良好。

7. 展览馆

- 1) 基地的位置、规模应符合城市规划要求。
- 2) 应位于城市社会活动的中心地区或城市近郊、利于人流集散的地方。
- 3) 交通便捷且与航空港、港口或火车站有良好的联系。
- 4) 大型展览馆宜与江湖水泊、公园绿地结合。充分利用周围现有的公共服务设施和旅馆、文化娱乐场所等。
- 5) 基地须具备齐全的市政配套设施（包括水、电、煤气等）。
- 6) 利用荒废建筑改造或扩建也是馆址选择的途径之一。

8. 百货商店

- 1) 大中型商店建筑基地宜选择在城市商业地区或主要道路的适宜位置。
- 2) 大中型商店建筑应不小于 1/4 的周边总长度和建筑物不少于 2 个出入口与一边城市道路相邻接；基地内应设净宽度不小于 4m 的运输消防道路。
- 3) 设相应的集散场地及停车场。

9. 银行

银行是经营货币信用的机构，其建筑一般遍布于城市各区段中心或交通方便的便民位置。

10. 办公楼

- 1) 办公楼的基地应选在交通方便的地段，应避开产生粉尘、煤烟、散发有害物质的场所和贮存有易爆、易燃品等地段。
- 2) 城市办公楼基地应符合城市规划布局，选在市政设施比较完善的地段，并且避开车站、码头等人流集中或噪声大的地段。
- 3) 工业企业的办公楼，可在企业基地内选择合适的地段建造，但应符合卫生和环境保护等条件的有关规定。

11. 高校校址

- 1) 应有适宜的人文环境和自然生态环境。
- 2) 良好的自然条件。
- 3) 充足的土地面积与合宜的地貌形状。
- 4) 有利的基础设施。

12. 中小学

- 1) 符合当地城市规划要求，一般在居住区内设置，考虑学校的服务半径及学校的分布情况。
- 2) 根据当地人口密度、人口发展趋势和学龄儿童比例选定校址。
- 3) 地面易于排水，能充分利用地形，避免大量填挖土方。山区应注意排洪，要有具备设置运动场的平坦地段。
- 4) 有足够的水源、电源和排除污水的可能。

- 5) 学校布点应注意学生上、下学安全，避免学生穿行主要干道和铁路。
- 6) 应有安静、卫生的环境。
- 7) 有充足的阳光和良好的通风条件。
- 8) 避免交通和工业噪声干扰。
- 9) 避免工业生产和生活中所产生的化学污染，并避免各种生物污染。
- 10) 避免电磁波等物理污染源。
- 11) 避免学生发育中影响身心健康的精神污染（闹市、娱乐场所、精神病院和医院太平间等）。
- 12) 不应毗邻危及师生安全的危险品库、工业单位。
- 13) 校园内不允许有架空高压线通过。

13. 托儿所、幼儿园

- 1) 4个班以上应有独立基地，并符合居民区、小区、住宅组团的规划布点。
- 2) 应远离污染源，满足有关卫生防护标准要求。
- 3) 方便家长接送，避免交通干扰。
- 4) 日照充足，地面干燥，排水通畅，环境优美或接近城市绿化地带。
- 5) 能为建筑功能分区、出入口、室外游戏场地的布置提供必要条件。

14. 综合医院

- 1) 综合医院选址应符合当地城镇规划和医疗卫生网点的布局要求。
- 2) 交通方便，宜面临两条城市道路。
- 3) 便于利用城市基础设施。
- 4) 环境安静，远离污染源。
- 5) 地形力求规整，以解决多功能分区和多出入口的合理布局。
- 6) 远离易燃、易爆物品的生产和贮存区，并远离高压线路及其设施。
- 7) 不应邻近少年儿童活动密集的场所。

15. 电台、电视台

- 1) 宜设置在交通比较方便的城市中心附近，临近城市干道和次干道。
- 2) 应尽可能考虑环境比较安静，场地四周的地上和地下没有强振动源和强噪声源，空中没有飞机航道通过，并尽可能远离高压架空输电线和高频发生器。
- 3) 电台、电视台和广播电视中心场址的选择必须考虑与其发射台（塔）进行节目传送有方便（空中和地下）的技术通路。
- 4) 有足够的发展用地。

16. 停车库

- 1) 车库进出车辆频繁，库址宜选在道路通畅、交通方便的地方，但须避免直接建在城市交通干道旁和主要道路交叉口处。
- 2) 多层车库是消防重点部门之一，并有噪声干扰，须按现行防火规范与其周围建筑保持一定的消防距离和卫生间距，尤其不宜靠近医院、学校、住宅建筑。

17. 停车场

按城市总体规划均匀布置在各个区域性线网的中心处。在旧城区、交通复杂的商业中心、城市主要交通枢纽的附近，应优先安排地面停车场用地。若不能满足停车数量，可使

用地下停车场。

18. 汽车客运站

- 1) 与城市交通系统联系密切，车辆流向合理、出入方便。
- 2) 地点适中，方便旅客集散和换乘。
- 3) 远近期结合，近期建设有足够场地，并有发展余地。
- 4) 有必要的水源、电源、消防、疏散及排污等条件。
- 5) 站址不应选择在低洼和水地段，有山洪断层、滑坡、流沙的地段及沼泽地区。

公共建筑除上述 18 类外，还有城市公交车站、场、厂，城市公厕，城市垃圾转运站以及体育场、馆、所等。

四、居住住宅场地的选址要求

- 1) 选择环境条件优越地段布置住宅，其布局应技术经济指标合理，用地节约紧凑。住宅群体组合还应注意功能方面的要求：如日照、通风、密度、朝向、间距、防噪声、环境幽静条件等，以达到居住方便、安全、利于管理的要求。
- 2) 在 I、II、III、IV 类建筑气候区，主要应利于住宅冬季的日照、防寒、保温与防风沙，在 III、IV 建筑气候区，还应考虑住宅夏季防热和组织自然通风、导风入室的要求。
- 3) 在丘陵和山区，除考虑住宅布置与主导风向的关系外，尚应重视因地形变化而产生的地方风对建筑防寒、保温或自然通风的影响。
- 4) 居住建筑技术经济的基本概念。

$$\text{容积率} = \text{总建筑面积 (m}^2\text{)} / \text{基地总用地面积 (m}^2\text{)}$$

$$\text{人口毛密度 (人}/\text{hm}^2\text{)} = \text{总居住人口数 (人) } / \text{居住用地总面积 (hm}^2\text{)}$$

$$\text{人口净密度 (人}/\text{hm}^2\text{)} = \text{总居住人口数 (人) } / \text{住宅用地总面积 (hm}^2\text{)}$$

$$\text{住宅建筑套密度 (毛) } = \text{住宅建筑套数 } / \text{居住用地总面积 (套}/\text{hm}^2\text{)}$$

$$\text{住宅建筑套密度 (净) } = \text{住宅建筑套数 } / \text{住宅用地总面积 (套}/\text{hm}^2\text{)}$$

$$\text{住宅面积毛密度 } = \text{住宅建筑面积 } / \text{居住用地总面积 (m}^2/\text{hm}^2\text{)}$$

$$\text{住宅面积净密度 } = \text{住宅建筑面积 } / \text{住宅用地总面积 (m}^2/\text{hm}^2\text{)}$$

$$\text{住宅建筑净密度 } = \text{住宅建筑基底面积 } / \text{住宅用地总面积 (\%)}$$

$$\text{建筑密度 } = \text{各类建筑基底面积 } / \text{居住用地总面积 (\%)}$$

改建拆建比、每公顷土地开发测算费及单元综合测算投资经济技术指标，均用于初步可行性规划研究。

第二节 场地的空间组织与总平面设计要点

场地设计具有很强的综合性，与设计对象的性质、规模、使用功能、场地自然条件、地理特征及城市规划要求等因素紧密相关，它密切联系着建筑、工程、景观及城市规划等学科，既是配置建筑物并完善其外部空间的艺术，又包括其间必不可少的道路交通、绿化配置等专业技术与竖向设计、管线综合等工程手段。因此，场地设计知识是一门综合性较强的学科。

一、场地总平面设计基本内容

建筑选址，是根据建筑性质，结合区域内的条件，选择比较合理的基地位置。确定建筑基地位置后，建筑总平面布置应加强选址的合理性，避免与选址的合理因素产生矛盾。

建筑总平面布置，是结合特定性质的建筑物进行的一项综合性的场地设计任务。根据基地建设项目的性质、规模、组成内容和使用要求，因地制宜地结合当地的自然条件、环境关系，根据城市规划要求、有关规范和规定，合理安排建筑位置以及建筑之间的关系和建筑与基地周围的关系，组织合理交通线路，进行竖向、绿化、工程管线和环境保护等综合设计，使其满足使用功能或生产工艺要求。这个任务称为建筑总平面布置。

对建筑布局、通路、总平面布置应有必要的说明和设计图纸。说明的内容主要应阐述总平面布置的依据、原则、功能分区、交通组织、街景空间组织、环境美化设计、建筑小品和绿化布置等。^①

一般在项目建设之初，由规划部门提供的建筑项目选址意见书上划定城市道路中心线、城市道路红线、绿化控制线、用地界限、建筑控制线等控制线（图 1-3-1）。

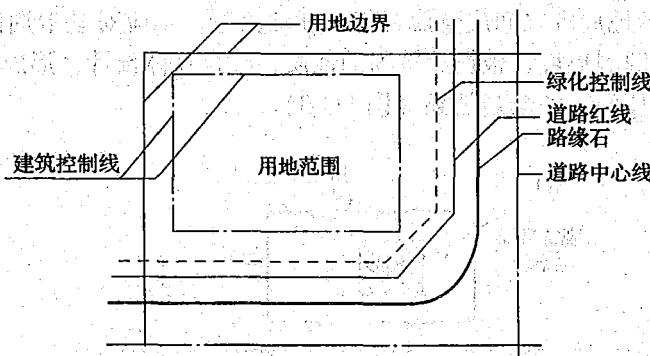


图 1-3-1 场地范围及界限示意

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：15.

1. 总平面设计包括的内容

- 1) 地形和地物测量坐标网、坐标值；场地施工坐标网、坐标值；场地四周测量坐标和施工坐标。
- 2) 建筑物、构筑物（人防工程、地下车库、油库、贮水池等隐蔽工程以虚线表示）的位置，其中主要建筑物、构筑物的坐标（或相互关系尺寸）、名称（或编号）、层数、室内设计标高。
- 3) 拆废旧建筑的范围边界，相邻建筑物的名称和层数。
- 4) 道路、铁路和排水沟的主要坐标（或相互关系尺寸）。
- 5) 绿化及景观设施布置。
- 6) 风玫瑰及指北针。

^① 同寒. 建筑学场地设计（精装版）[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2006：290.

7) 主要技术经济指标和工程量表。同时要说明尺寸单位、比例、测绘单位、日期、高程系统名称、场地施工坐标网与测量坐标网的关系、补充图例及其他必要的说明。

2. 建筑总平面布置应注意的问题

1) 建筑物的位置安排，非特殊情况下，应避免造成基地面积零碎，以致无法从容安排其他设施。当然建筑物性质不同，会有不同的场地特殊要求（图 1-3-2）。

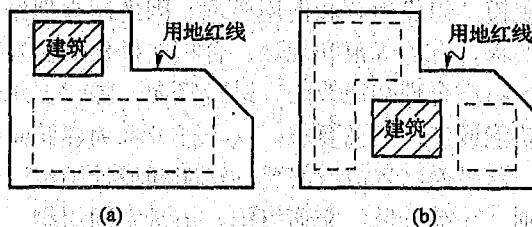


图 1-3-2 建筑物的位置安排

(a) 形成完整场地 (b) 建筑居中

资料来源：闫寒. 建筑学场地设计（精装版）[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2006：290.

2) 建筑物与基地周围之间应形成良好的互动关系，不应对基地周围环境产生不良效果。建筑物应结合四周环境，根据建筑物的性质，结合具体设计，形成良好的景观。建筑位置安排应避免破坏原来的景观效果（图 1-3-3）。

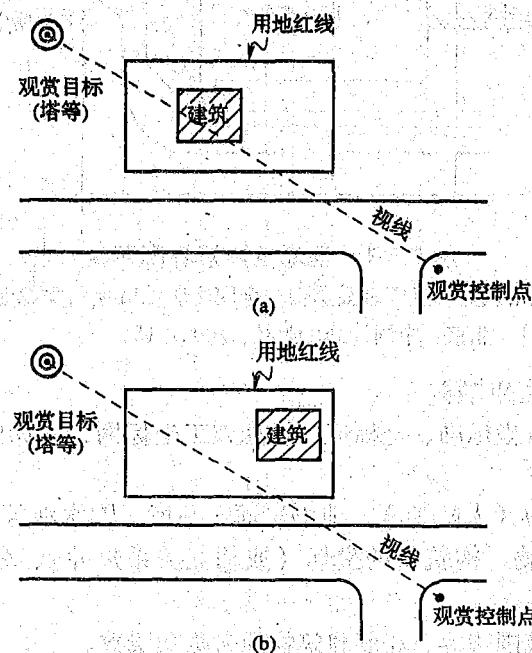


图 1-3-3 建筑物与基地周围之间的关系

资料来源：闫寒. 建筑学场地设计（精装版）[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2006：290.

3) 建筑物之间关系应合理、有序；建筑物之间的间距，应满足防火规范要求、日照标准要求（对居住建筑）、建筑用房天然采光要求等。

4) 建筑物形成的建筑环境，应组织好建筑与环境的自然通风；防止和减少环境噪声干扰；与污染源之间应有卫生隔离，并应符合有关卫生标准的保护间距。避免破坏环境，应符合环境保护法有关规定。

同时在道路、竖向设计、绿化、管线综合等方面，应合理且符合法规规定。总平面布置是离不开建筑单体设计的。如果设计者对单体建筑形体、尺寸没有经验，就谈不上总体布局有无实现的可能。所以，在总平面布置的同时，其单体设计也应同时开始，总体、单体交替进行比较。^①

二、总平面的功能分区与交通组织

1. 交通组织

它是建设工程项目各组成功能部分之间有机联系的骨架。交通组织要清晰，符合使用规律，交通流线要避免干扰和冲突，符合交通运输方式自身的技术要求，如宽度坡度、回转半径等。有关道路设计要符合规范。

交通流量的安排。将出入口设在交通流量大、靠近外部主要交通道路口部附近，使之线路短捷。大量人、车、货流运行的线路，应不影响其他区段的正常活动。人口避免设于高差大的地形路段。避免垂直交通不便。

车行系统。避免过境或外部车导入；注意不要与人行系统交叉重叠；在集中人流活动地，禁止车流行驶；非机动车宜有专线。

大量人流集散的地段和建筑。通过步行道或广场组织人流交通，如火车站、展览馆的人流活动有一定规律，可将人口和出口分开，人流按一定方向疏导。在商业、影剧院、文体场馆的集中时间长短不一，应考虑最大人流的出入口宽度、广场和停车场面积。交通干道车流要专线顺畅，以缩短人流出入的滞留时间。

场地交通组织是场地各种交通设施综合设计的结果。机动车有火车、汽车、电车多种运输方式；城市或场地内有公共汽车、集装箱车、卡车、轿车、摩托车、电瓶车、自行车等多种交通工具。在交通组织综合作业时，要考虑不同运输方式的车流衔接，不同的交通运输工具应有不同的交通线路，并应按其不同的交通流量规律进行交通组织安排。

场地交通组织还有一个不可忽略的问题，是合理功能分区流线确定下的各个项目或总项目，在安排它的车、货、人流的入口和出口时，定位要准确、清晰、安全，上下有序、洁污分道，以利总图的整体交通环节不受阻。

2. 对外交通联系与出入口设置

场地出入口对外交通要便捷，减少对城市主、次干道的干扰。应按《民用建筑设计通则》，或执行《全国民用建筑工程设计技术措施》的规定。对车流量较大的基地，其道路出口与城市道路连接有要求：出口距城市道路交叉红线大于 80m；距次干道不小于 70m；出口距人行道、地铁出入口大于 30m；距公交站台大于 15m；距花园、学校、残疾人建筑大于 20m。当场地路坡较大时，应设缓冲段，再衔接城市干道。另外，对影剧院、会展、商业密集建筑基地，除执行地方规划条例和专项建筑设计规范外，还要求该场地至少一面临城市干道，且有足够的疏散宽度（约大于用地周长 1/6）；其场地要有 2 个以上

^① 同寒. 建筑学场地设计（精装版）[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2006：290—291.

70 城市规划相关知识

不同方向的出口通向城市；其主入口避免直对城市干道，且要有足够的集散场地、绿化面积和停车场面积等。

三、建筑的组合布局

它涉及建筑体型、朝向、间距、布置方式、空间组合，以及与所在地段的地形、道路、管线的协调配合。

1. 建筑的体型与用地的关系

建筑功能决定建筑的基本体型，只有充分考虑场地条件，才能产生出与环境相融合的建筑群体。因地段地貌、河湖、绿化的状况、地下水位、承载力大小，而决定不同体型建筑的格局，如采用分散式或集中式等，不能一味地追求建筑造型和布局。

2. 建筑朝向

我国幅员辽阔，纬度、气候等差别大，对北纬 45° 以北亚寒带、寒带，主要争取冬季大量日照，为争取日照效果，用东西朝向。北纬 40° 一带，要大量朝阳面，避免西北季风。南北向建筑冬暖夏凉，常被选用。建筑朝向夏季主导风向，避免冬季寒风，利用自然通风效应。场地复杂的地貌会给日照、通风带来建筑设计上的难度，要根据实际条件，从全局角度出发，不能单纯追求朝向，要顾求整体。

3. 建筑间距

两建筑相邻外墙间距离，应考虑防火、日照、防噪、卫生、通风、视线等要求。防火有消防规范，日照有地域规定标准；其他参照有关规定。

4. 布置方式

建筑群体的布置方式可以选择集中式、分散式或集中分散结合式。无论选择何种形式，均取决于场地的地貌及环境条件。

5. 建筑群体的艺术处理

建筑群的整体造型与格局可统一中有变化、主从分明。平面布局可规律严整，也可自由活泼，以表达建筑鲜明的性格。建筑群体空间应富于节奏、韵律和变化，以使之效果清新、个性突出；设计中应掌握好比例和尺度、色彩和材质，以及建筑风格的处理等问题。

6. 人的心理对场地设计的影响

主要指常人对环境、空间产生的行为或心理活动，如开阔与狭窄，通透与私密，特别应注意避免建筑空间阴暗死角的产生。

四、竖向设计

场地竖向设计就是将建设场地的自然地形加以改造平整，进行竖向布置，使改造后的设计地面能满足建设项目的使用要求。一般来说，根据建设项目的使用要求，结合用地的地形特点和施工技术条件，研究建筑物、构筑物、道路等相互之间的标高关系，充分利用地形，少开土石方量，经济、合理地确定建筑物、道路等的竖向位置。

1. 设计地面的形式

改造后能满足使用要求的地形地面称为设计地形或设计地面。设计地面按其整平连接形式可分为三种：

- 1) 平坡式。将用地处理成一个或几个坡向的整平面，坡度和标高没有剧烈的变化。

2) 台阶式。由两个标高差较大的不同整平面相连接而成，在连接处一般设置挡土墙或护坡等构筑物。

3) 混合式。即平坡和台阶混合使用，如根据使用要求和地表特点，把建设用地分为几个大的区域，每个大的区域用平坡式改造地形，而坡面相接处用台阶连接。

选择设计地面连接形式，要综合考虑以下因素：自然地形的坡度大小；建筑物的使用要求及运输联系；场地面积大小；土石方工程量多少等。一般情况下，自然地形坡度小于3%，应选用平坡式；自然地形坡度大于8%时，采用台阶式。但当场地长度超过500m时，虽然自然地形坡度小于3%，也可采用台阶式。

2. 设计标高确定

(1) 设计标高确定的主要因素

1) 用地不被水淹，雨水能顺利排出。在山区要特别注意防洪、排洪问题。在江河附近，设计标高应高出设计洪水位0.5m以上，而设计洪水位视建设项目的性质、规模、使用年限确定。

2) 考虑地下水位、地质条件影响。地下水位很高的地段不宜挖方；地下水位低的地段，可考虑适当挖方，以获得较高地耐力，减少基础埋深。

3) 考虑交通联系的可能性。应当考虑场地内外道路、铁路连接的可能性，场地内建筑物、构筑物之间相互运输联系的可能性。

4) 减少土石方工程量。地形起伏变化不大的地方，应使设计标高尽量接近自然地形标高；在地形起伏变化较大地区，应充分利用地形，避免大填大挖。

(2) 设计标高确定的一般要求

1) 室内、外高差。当建筑物有进车道时，室内外高差一般为0.15m；当无进车道时，一般室内地坪比室外地面高出0.45—0.60m，允许在0.3—0.9m的范围内变动。

2) 建筑物与道路。当建筑物无进车道时，地面排水坡度最好在1%—3%之间，允许在0.5%—6%之间变动；当建筑物设进车道时，坡度为0.4%—3%，机动车通行最大坡度为8%。道路中心标高一般比建筑室内地坪低0.25—0.30m以上；同时，道路原则上不设平坡部分，其最小纵度为0.3%，以利于建筑物之间的雨水排至道路，然后沿着路缘石排水槽排入雨水口（图1-3-4）。

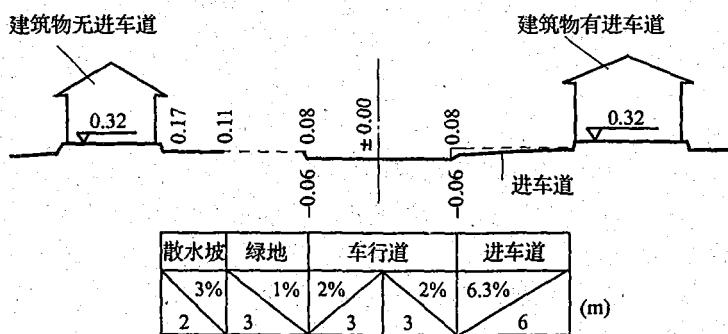


图1-3-4 道路与建筑物标高布置示意

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：18.

五、场地排水

1. 场地排水

场地排水一般有两种形式：

1) 暗管排水。多用于建筑物、构筑物较集中的场地；运输线路及地下管线较多，面积较大、地势平坦的地段；大部分屋面为内落水；道路低于建筑物标高，并利用路面雨水口排水的情况。

2) 明沟排水。多用于建筑物、构筑物比较分散的场地，断面尺寸按汇水面积大小而定，如汇水面积不大，可采用（图 1-3-5）所示三种断面尺寸。明沟排水坡度为 0.3%—0.5%，特殊困难地段可为 0.1%。

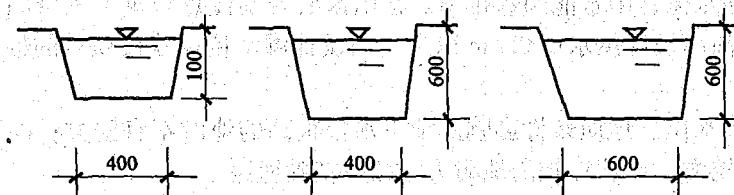


图 1-3-5 明沟的三种断面尺寸

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：19.

2. 场地排水坡度

为了方便排水，场地最小坡度为 0.3%，最大坡度不大于 8%。

第四章 建筑技术的基本知识

第一节 建筑结构的基本知识

一、低层、多层建筑结构选型

根据建筑结构的基本概念，如何将四大结构材料构成的各种类型的受力构件适当地组合起来，用以抵抗各类荷载的作用，以期构成一个安全、经济、完整的建筑结构体系，这就是结构选型的问题。

低层、多层建筑常用的结构形式有砖混、框架、排架等。

1. 砖混结构

砖混结构是使用得最早、最广泛的一种建筑结构形式。这种结构能做到就地取材，因地制宜，适宜于一般民用建筑，如住宅、宿舍、办公楼、学校、商店、食堂、仓库等以及各种中小型工业建筑。

不同使用要求的混合结构，由于房间布局和大小的不同，它们在建筑平面和剖面上可能是多种多样的。但是，从结构的承重体系来看，大体分为三种：纵向承重体系、横向承重体系和内框架承重体系。

(1) 纵向承重体系 (图 1-4-1)

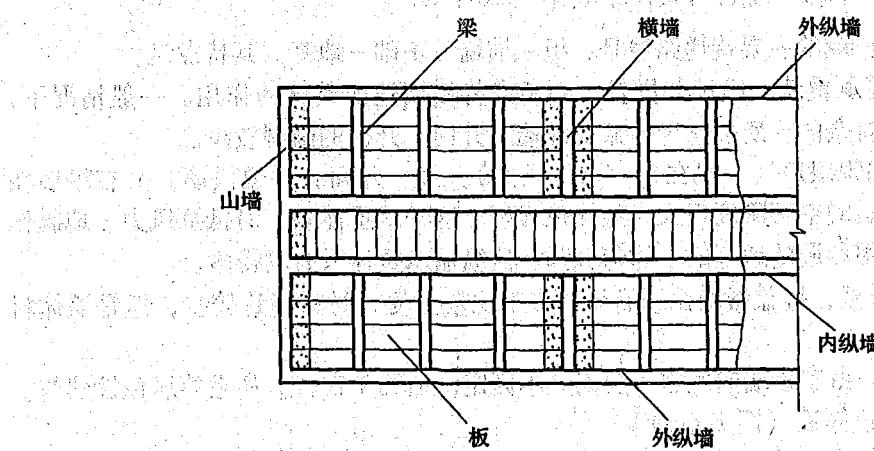


图 1-4-1 纵向承重体系

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：26.

纵向承重体系荷载的主要传递路线是：板 - 梁 - 纵墙 - 基础 - 地基。其特点如下：

1) 纵墙是主要承重墙，横墙的设置主要为了满足房屋空间刚度和整体性的要求，它的间距可以比较长。这种承重体系房间的空间较大，有利于使用上的灵活布置。

2) 由于纵墙承受的荷载较大，因此纵墙上开门、开窗的大小和位置都要受到一定限制。

3) 这种承重体系，相对于横向承重体系，楼盖的材料用量较多，墙体的材料用量较少。

纵向承重体系适用于使用上要求有较大空间的房屋，或隔断墙位置可能变化的房间，如教学楼、实验楼、办公楼、图书馆、食堂、工业厂房等。

(2) 横向承重体系（图 1-4-2）

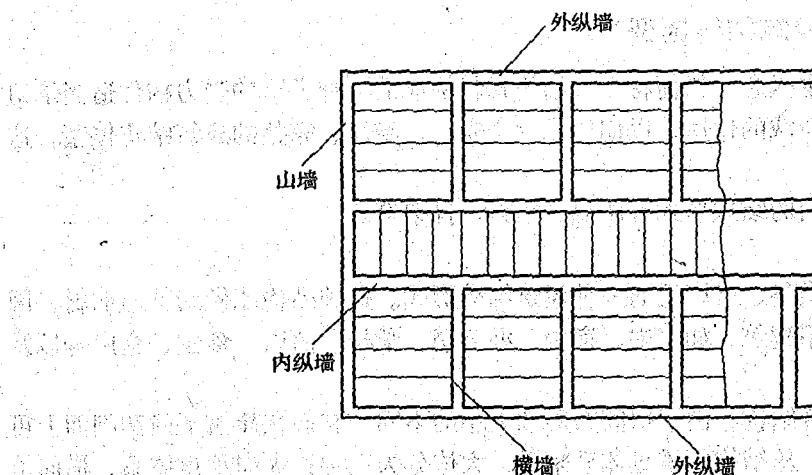


图 1-4-2 横向承重体系

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：27.

横向承重体系荷载的主要传递路线是：板 - 横墙 - 基础 - 地基。其特点是：

1) 横墙是主要承重墙，纵墙起围护、隔断和将横墙连成整体的作用。一般情况下，纵墙的承载能力是有余的，所以这种体系对纵墙上开门、开窗的限制较少。

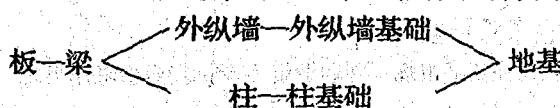
2) 由于横墙间距很短（一般在 3—4.5m 之间），每一开间有一道横墙，又有纵墙在纵向拉结，因此房屋的空间刚度很大，整体性很好。这种承重体系，对抵抗风力、地震作用等水平荷载的作用和调整地基的不均匀沉降，比纵墙承重体系有利得多。

3) 这种承重体系，楼盖做法比较简单、施工比较方便，材料用量较少，但是墙体材料用量相对较多。

横向承重体系，由于横墙间距密，房间大小固定，适用于宿舍、住宅等居住性建筑。

(3) 内框架承重体系（图 1-4-3）

内框架承重体系的外墙和框架柱都是主要承重构件。其荷载的主要传递路线是：



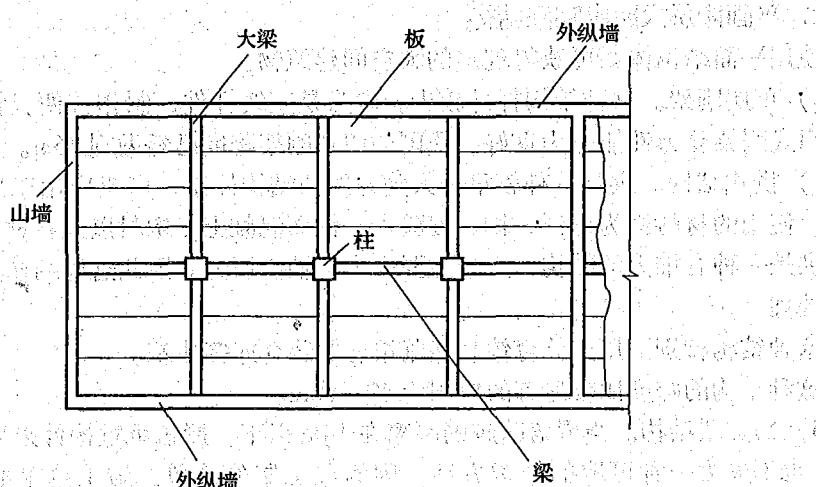


图 1-4-3 内框架承重体系

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：27.

其特点是：

- 1) 墙和柱都是主要承重构件，由于取消了承重内墙由柱代替，在使用上可以有较大的空间，而不增加梁的跨度。
- 2) 在受力性能上有以下缺点：由于横墙较少，房屋的空间刚度较差；由于柱基础和墙基础的形式不一，沉降量不易一致，以及钢筋混凝土柱和砖墙的压缩性不同，结构容易产生不均匀变形，使构件中产生较大的内应力。
- 3) 由于柱和墙的材料不同，施工方法不同，给施工工序的搭接带来一定麻烦。

内框架承重体系多用于教学楼、旅馆、商店、多层工业厂房等建筑。在设计砖混结构时，必须根据生产使用要求、地质条件、抗震烈度、材料、施工等条件，本着安全可靠、技术先进、经济合理的原则对几种可能布置的承重体系进行综合比较，最后确定选用哪种承重体系。

2. 框架结构

钢筋混凝土框架结构在多层建筑和工业建筑中应用非常广泛。框架结构能形成较大的室内空间，房间分隔灵活，便于使用；工艺布置灵活性大，便于设备布置；该结构抗震性能优越，具有较好的结构延性等优点。

框架结构的体系是由楼板、梁、柱及基础4种承重构件组成。由主梁、柱与基础构成平面框架，它是主要承重结构，各平面框架再由连系梁连系起来，形成一个空间结构体系，墙体不起承重作用。

二、大跨度建筑结构选型

所谓大跨度建筑，都是相对而言，随着科学技术的进步，大跨度的尺度在不断地拓展。

1. 平面体系大跨度空间结构

使用平面结构体系可获得理想的大空间建筑物。

1) 单层刚架。这种结构杆件较少, 因为是直线杆件, 制作方便, 特别是横梁为折线形的门式刚架受力性能更为良好。我国的门式刚架跨度已经做到 76m。

2) 拱式结构。拱是一种较早为人类开发的结构体系, 广泛应用于房屋建筑与桥梁工程中。使用的材料极为广泛: 钢、混凝土、钢筋混凝土、木材以及石材。

拱是一种有推力的结构, 它的主要内力是轴向压力。因此这种结构应特别注意拱脚基础的处理。

这种结构特别适用于体育馆、展览馆、散装仓库等建筑。

这种结构的跨度比较适宜的应用为 40—60m。

3) 简支梁结构。当屋盖跨越的距离在 18m 以下, 屋盖承重构件采用屋面大梁(简支梁), 也不失为一种可取的结构方案, 因为施工制作简单, 施工技术要求不高, 适应性强, 但跨越的距离受约束。

4) 屋架(即排架结构的主要构件)。屋架是较大跨度建筑的屋盖中常用的结构形式。我国的预应力混凝土屋架的跨度已达 60m 以上, 而钢屋架的跨度已做到 70m 以上。不过我国使用量最大的预应力混凝土屋架跨度为 24—36m。

屋架的受力特点为节点荷载, 所有杆件只受拉力和压力。因为屋架是由杆件组成的结构体系, 在节点荷载作用下, 杆件只产生轴向力。

以上四种结构, 均为平面受力体系, 即结构所受的荷载以及由荷载而引起的内力均作用在由构件轴线所构成的平面内。这种平面结构体系, 为人们所常用而熟悉, 受力明确, 传力简便可靠, 分析理论经典而成熟。但这种结构有一个很大的弱点, 就是侧向刚度差。欲想获得在使用上最低限度的侧向刚度, 必须另行设置支撑体系或连系梁, 相对来说较不经济。

2. 空间结构体系

空间结构体系包含网架、薄壳、折板、悬索等结构形式。

(1) 网架结构

网架是一种新型结构, 由许多杆件按照一定规律组成的网状结构。具有各向受力的性能不同于一般平面桁架的受力状态, 是高次超静定空间结构。

它具有如下优点: 由于各杆件间互相起着支撑作用, 具有整体性强, 稳定性好, 空间刚度大, 抗震性能好的优点。在节点荷载作用下, 网架的杆件主要承受轴力, 能充分发挥材料的强度, 达到节约材料的目的。同时由于杆件类型划一, 适合工厂化生产, 可地面拼装、整体吊装。

(2) 薄壳

薄壳常用于屋盖结构, 特别适用于较大跨度的建筑物, 如展览馆、俱乐部、机库、仓库等。壳体的种类很多, 形式丰富多彩, 适用于多种平面。这为创作多种形式的建筑物提供了良好的结构条件。薄壳结构的曲面通常以其中一面为准, 其平分壳板厚度的曲面称之为中面。

薄壳结构的曲面形式:

1) 旋转曲面(如图 1-4-4)。

由一平面曲线作母线绕其平面内的轴旋转而形成的曲面称为旋转曲面。如球形曲面、旋转抛物面、椭球面; 旋转双曲面。

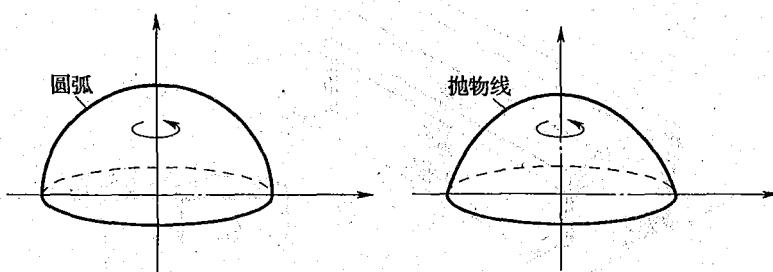


图 1-4-4 旋转曲面

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：29.

2) 平移曲面（见图 1-4-5）。

由一竖向曲母线沿另一竖向曲导线平移所形成的曲面称平移曲面。在工程中常见的椭圆抛物面双曲扁壳就是平移曲面。

3) 直纹曲面（见图 1-4-6）。

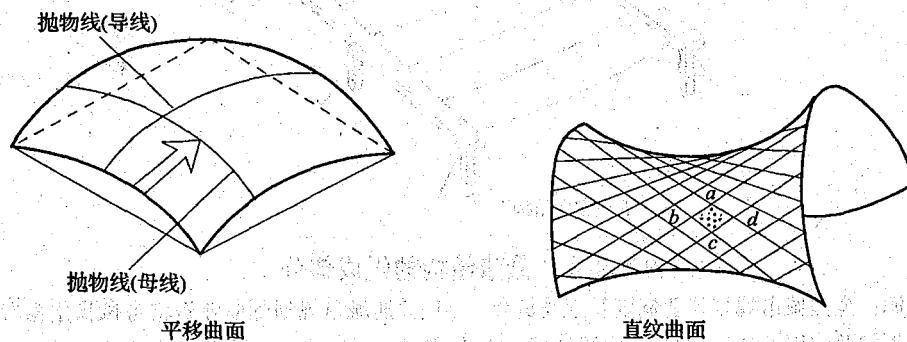


图 1-4-5 平移曲面

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：30.

一段直线的两端各沿 2 条固定曲线移动形成的曲面叫直纹曲面。扭壳、抛物面壳、筒壳、柱状面壳等均是直纹曲面。

(3) 折板

折板结构是一种类似于筒壳的薄壁空间体系。它也是由边梁、横隔以及薄板组成。空间工作原理也类似筒壳（如图 1-4-7）。目前我国施工的折板跨度已达 27m。

(4) 悬索

随着工业生产的发展以及大型公共建筑要求的空间越来越大，采用前面已提到的各种结构形式已很难满足这一要求，即使可以达到要求，但可能由于因其材料用量大，结构复杂，施工困难，造价很高，会造成极不合理的现象。悬索屋盖结构就是为了解决这一问题，适应大跨度需要而产生并发展起来的一种结构形式。

图 1-4-6 直纹曲面

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：30.

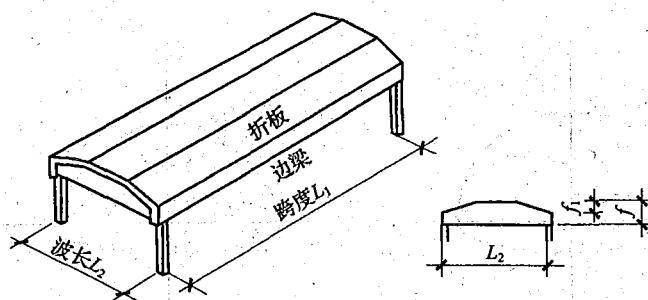


图 1-4-7 折板的组成

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：30.

悬索结构由索网、边缘构件、下部支承结构组成，如图 1-4-8 所示。

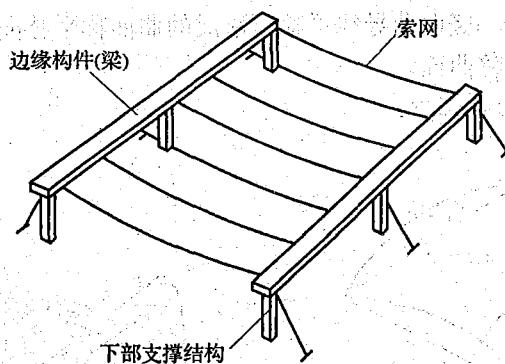


图 1-4-8 悬索结构的组成部分

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：31.

假定索是绝对柔性的，任一截面均不能承受弯矩，而只承受拉力。悬索只能单向受力，承受与其垂度方向一致的作用力。

三、高层建筑结构

高层建筑的结构特点如下：

1. 高度高

顾名思义，高层建筑的特征在于“高”。对高度大于等于 24m 的房屋，用传统的砌体结构承重已不适宜，风荷载及地震作用产生的水平力已成为结构设计的重要因素。“高规”对高度的上限并未作出明确的规定，只是提出最大的适用高度限制，对筒体结构为 180m，建议宜将高层建筑大致划分为：一般高层建筑 24—50m；较高高层建筑 50—100m；超高层建筑 100—200m；特殊高层建筑 2000m 以上。

2. 荷载大

由于高层建筑高度大、层数多，竖向荷载很大。100m 左右高的建筑，底部单柱竖向轴力往往达 10000—30000kN。地震作用产生的水平力、风荷载产生的水平力，不单数值大，而且作用高度高，使建筑底部产生很大的弯矩与倾覆力矩。

3. 技术要求高

高层建筑体形高耸与荷载大带来的问题是多方面的。例如：需要采用轻质材料，特别是轻质的新型墙体材料以减轻自重；需要采用高强度的结构材料，如钢结构、型钢混凝土结构。在混凝土结构中，受力较大的部位（如底部各层的柱），可采用C40、C50级的混凝土甚至采用更高强度的混凝土。采用各类抗侧力、抗侧向拉移性能优良的结构体系。在结构计算上，除计算理论复杂之外，构件的轴向变形研究、动力特性研究以及结构延性、构造连接等都较一般建筑结构有特殊要求。

第二节 建筑材料与构造的基本知识

一、建筑材料

建筑材料是指在建筑工程中所应用的各种材料的总称，它所包含的门类、品种极多，就其应用的广泛性及重要性来说，通常将水泥、钢材及木材称为一般建筑工程的三大材料。建筑材料费用通常占建筑总造价的50%左右。

1. 建筑材料的分类

2. 按材料的化学组分分类

按材料的化学组成，可分为有机材料和无机材料两大类以及这两类的复合材料（见表1-4-1）。

表1-4-1 建筑材料的分类

分 类	实 例	
无机材料	天然石材	毛石、料石、石板、碎石、卵石、砂
	烧土制品	黏土砖、黏土瓦、陶器、炻器、瓷器
	玻璃及熔融制品	玻璃、玻璃棉、矿棉、铸石
	胶凝材料	石膏、石灰、菱苦土、水玻璃、各种水泥
	砂浆及混凝土	砌筑砂浆、抹面砂浆 普通混凝土、轻骨料混凝土
	硅酸盐制品	灰砂砖、硅酸盐砌块
有机材料	金属材料	黑色金属 有色金属
	植物物质材料	木材、竹材
	沥青材料	石油沥青、煤沥青
复合材料	合成高分子材料	塑料、合成橡胶、胶黏剂、有机涂料
	金属—非金属	钢纤混凝土、钢筋混凝土
	无机非金属—有机	玻纤增强塑料、聚合物混凝土、沥青混凝土
	金属—有机	PVC涂层钢板、轻质金属夹芯板

3. 按材料在建筑物中的功能分类

- 1) 建筑结构材料。在建筑中承受各种荷载，起骨架作用。这类材料质量的好坏直接影响结构安全，因此，其力学性能以及耐久性能，应特别予以重视。
- 2) 围护和隔绝材料。在建筑物中起围护和隔绝作用，以便形成建筑空间，防止风雨的侵袭。这类材料应具有隔热、隔声、防水、保温等功能，且对建筑空间的舒适程度和建筑物的营运能耗有决定性影响。
- 3) 装饰材料。用于建筑物室内外的装潢和修饰，其作用在于满足房屋建筑的使用功能和美观要求，同时保护主体结构在室内外各种环境因素作用下的稳定性和耐久性。
- 4) 其他功能材料。包括耐高温、抗强腐蚀、太阳能转换等特种功能材料，它们多用于特种工业厂房和民用建筑。

一种材料往往具有多种功能，例如混凝土是典型的结构材料，但装饰混凝土（露骨料混凝土、彩色混凝土等）则具有很好的装饰效果，而加气混凝土又是很好的绝热材料。

4. 建筑材料的基本性质

(1) 力学性质

- 1) 强度。材料在经受外力作用时抵抗破坏的能力，称为材料的强度。根据外力施加方向的不同，材料强度又可分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度和抗剪强度等。
- 2) 材料的弹性、塑性、脆性与韧性。材料在承受外力作用的过程中，必然产生变形，如撤除外力的作用后，材料几何形状恢复原状，则材料的这种性能称为弹性。若材料的几何形状只能部分恢复，而残留一部分不能恢复的变形，该残留部分的变形称为塑性变形。

材料受力时，在无明显变形的情况下突然破坏，这种现象称为脆性破坏。具有这种破坏特性的材料，称为脆性材料，如玻璃、陶瓷等。

在冲击、振动荷载的作用下，材料在破坏过程中吸收能量的性质称为韧性，吸收的能量越多韧性越好。

(2) 建筑材料的基本物理参数

- 1) 密度。材料在绝对密实状态下单位体积内所具有的质量称为密度 (g/cm^3)。
- 2) 表观密度。材料在自然状态下（包含内部孔隙）单位体积所具有的质量，称为表观密度 (g/cm^3 或 kg/cm^3)。
- 3) 堆积密度。散粒状材料在自然堆积状态下单位体积的质量，称为堆积密度 (g/cm^3 或 kg/cm^3)。
- 4) 孔隙率。材料中孔隙体积占材料总体积的百分率。材料中孔隙的大小，以及大小孔隙的级配是各不相同的，而且孔隙结构形态也各不相同，有的与外界相连通，称开口孔隙；有的与外界隔绝，称封闭孔隙。孔隙率是反映材料细观结构的重要参数，是影响材料强度的重要因素。除此之外，孔隙率与孔隙结构形态还与材料表观密度、吸水、抗渗、抗冻、干湿变形以及吸声、绝热等性能密切相关。因此，孔隙率虽然不是工程设计和施工中直接应用的参数，但却是了解和预估材料性能的重要依据。
- 5) 空隙率。散粒状材料在自然堆积状态下，颗粒之间空隙体积占总体积的百分率，称为空隙率。
- 6) 吸水率。材料由干燥状态变为饱水状态所增加的质量（所吸入水的）与材料干重

量之比的百分率，称为材料的吸水率。

7) 含水率。材料内部所包含水分的质量占材料干质量的百分率，称为材料的含水率。

(3) 建筑材料的耐久性

建筑材料在使用过程中经受各种常规破坏因素的作用而能保持其使用性能的能力，称为建筑材料的耐久性。建筑材料在使用中逐渐变质和衰退直至失效，有其内部因素，也有外部因素。其内部因素有材料本身各种组分和结构的不稳定、各组分热膨胀的不一致，所造成的热应力、内部孔隙、各组分界面上化学生物的膨胀等；其外部因素有使用中所处的环境和条件，诸如日光曝晒，大气、水、化学介质的侵蚀，温度湿度变化，冻融循环，机械摩擦，荷载的反复作用，虫菌的寄生等。这些内外因素，可归结为机械的、物理的、化学的、物理化学的及生物的作用。在实际工程中，这些因素往往同时综合作用于材料，使材料逐渐失效。

(4) 材料的性质与材料的内部组成结构之间的关系

材料的性质除与试验条件（如测定材料强度时试件形状、尺寸、表面状况、含水状况及试验时的温、湿度与加载速度等）有关外，主要是与材料本身的组成及结构有关。

材料的组成包括化学组成及矿物组成等。化学组成是指构成材料的化学元素及化合物的种类与数量；矿物组成则是指构成材料的矿物的种类（如硅酸盐水泥熟料中的硅酸三钙、铝酸三钙等矿物）和数量。材料的组成不仅影响材料的化学性质，也是决定材料物理、力学性质的重要因素。

材料的结构包括微观结构（如晶体、玻璃体及胶体等）、细观结构（如钢材中的铁素体、渗碳体等基本组织）以及宏观结构（如孔隙率、孔隙特征、层理、纹理等）。材料的结构是决定材料性质的极其重要的因素。

原子晶体：中性原子以共价键结合而成的晶体，如石英。离子晶体：正负离子以离子键结合而成的晶体，如 NaCl 分子晶体。以范德华力即分子间力结合而成的晶体，如有机化合物。金属晶体：以金属阳离子为晶格，由金属阳离子与自由电子间的金属键结合而成的晶体，如钢铁。

晶体具有一定的几何外形、各向异性、有固定熔点和化学稳定性等特点，但金属材料如钢材却是各向同性的，因为钢材由众多细小晶粒组成，而晶粒是杂乱排布而成（晶格随机取向）的缘故。

玻璃体特点是各向同性、导热性较低、无固定熔点，其化学活性较高。例如，高炉炼铁熔融状态的矿渣，经缓慢冷却后即得慢冷矿渣（重矿渣），为化学稳定性材料；但熔融物若经急冷，则质点来不及按一定规则排列，便凝固成固体，即为粒化高炉矿渣，磨细后能与水在石灰存在的条件下起水化硬化作用，因此可作为活性混合材料使用。

胶体是由胶粒（粒径 10^{-9} — 10^{-7} m 固体粒子）分散在连续介质中而成。胶体具有良好的吸附力与较强的黏结力；胶体脱水，胶粒凝聚，即成凝胶；凝胶完全脱水即为干凝胶，具有固体性质。如硅酸盐水泥完全水化后，水化硅酸钙凝胶约占 70%，其胶凝能力强，且强度较高（凝胶粒子间存在范德华力与化学结合键）。材料的宏观结构，如孔隙率与孔隙特征，对材料的强度、吸水性及绝热性等都有密切的关系。

5. 主要建筑材料

(1) 气硬性无机胶凝材料

胶凝材料能将散粒材料或物体黏结成为整体，并具有所需的强度。胶凝材料按成分分为有机胶凝材料和无机胶凝材料两大类，前者以天然或合成的有机高分子化合物为基本成分，如沥青、树脂等；后者则以无机化合物为主要的成分。无机胶凝材料按硬化条件不同，也可分为气硬性胶凝材料与水硬性胶凝材料两类。气硬性胶凝材料只能在空气中硬化，也只能在空气中继续保持或发展其强度，如建筑石膏、石灰、水玻璃、菱苦土等。水硬性胶凝材料则不仅能在空气中，而且能更好地在水中硬化，保持并发展其强度，如各种水泥。气硬性胶凝材料一般只适用于地上干燥环境，而水硬性胶凝材料则可在地上、地下或水中使用。

1) 石灰。包括生石灰(块灰)、磨细生石灰粉与消石灰粉等。生产石灰的原料是以 CaCO_3 为主要成分的石灰石等。石灰石经煅烧分解，即得生石灰(CaO)。

在使用时，需将生石灰加水消解成熟石灰 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 。该过程特点是放热量大与体积急剧膨胀(体积可增大1—2.5倍)。过火石灰熟化慢，为消除过火石灰的危害(使抹灰层表面开裂或隆起)，必须将石灰浆在贮存坑中放置两周以上的时间(称为“陈伏”)，方可使用。袋石灰(消石灰粉)使用前也需“陈伏”。

石灰的应用：①配制石灰砂浆、石灰乳。石灰砂浆可用于砌筑、抹面，石灰乳可用作涂料。②配制石灰土、三合土。石灰土(石灰+黏土)和三合土(石灰+黏土+砂石或炉渣、碎砖等填料)，分层夯实，强度及耐水性均较高，可用作砖基础的垫层等；石灰宜用消石灰粉或磨细生石灰，灰土中石灰用量一般为灰土总重的6%—12%。③生产灰砂砖、炭化石灰板。灰砂砖的制作：将磨细生石灰或消石灰粉与天然砂配合拌匀，加水搅拌，再经陈伏、加压成型和压蒸处理而成。炭化石灰板是将磨细生石灰、纤维状填料(如玻璃纤维)或轻质骨料(如矿渣)搅拌成型，然后以 CO_2 进行人工碳化制成的一种轻质板材。

另外，石灰还可用来配制无熟料水泥及生产多种硅酸盐制品等。

2) 建筑石膏。生产建筑石膏的主要原料是天然二水石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (又称软石膏或生石膏)。二水石膏经煅烧、磨细可得 β 型半水石膏，即建筑石膏(熟石膏)。

建筑石膏加水后，溶解、水化还原为二水石膏。随着浆体中的自由水分因水化和蒸发而逐渐减少，浆体变稠失去可塑性(凝结)，其后，随着二水石膏胶粒凝聚成晶核并逐渐长大，相互交错和共生，使浆体产生强度，并不断增长，直至完全干燥。在建筑石膏的凝结硬化过程中，称浆体开始失去流动性为初凝，称完全失去可塑性为终凝。

建筑石膏的性质：①凝结硬化快。建筑石膏的凝结，一般初凝时间只有3—5min，终凝时间只有20—30min。在室内自然干燥条件下，达到完全硬化的时间约需一星期。②硬化后体积微膨胀(约1%)，因此，硬化产物外形饱满，不出现裂纹。③硬化后孔隙率大(可达50%—60%)，因此其强度较低(与水泥比较)，表观密度较小，导热性较低，吸声性较强，吸湿性较强。④耐水性与抗冻性较差。建筑石膏硬化后晶体在水中有一定的溶解度，因此耐水性差，软化系数低。吸水后受冻，将因孔隙中水分结冰而崩裂，因此抗冻性差。⑤硬化后尺寸稳定。最大吸水率时，伸缩率约为千分之一。⑥硬化后抗火性好。制品本身为不燃材料，同时在遇火灾时，二水石膏中的结晶水蒸发，吸收热量，并在表面形

成水蒸气幕和脱水物隔离层，并且无有害气体产生。但制品的使用温度最好不超过65℃，以免水分蒸发影响强度。

建筑石膏的应用：室内抹灰、粉刷；生产各种石膏板与多孔石膏制品；制作模型或雕塑；制作吸声板、顶棚、墙面的装饰板；作装饰涂料的填料、人造大理石等。

3) 水玻璃（俗称泡花碱）。水玻璃为能溶于水的碱金属硅酸盐，建筑上常用硅酸钠($\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$)与硅酸钾($\text{K}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$)等，其中n为 SiO_2 与 Na_2O （或 K_2O ）之间的摩尔比，称为水玻璃的模数，模数大则水玻璃的勃度大，但较难溶于水，较易分解、硬化。常用水玻璃模数为2.0—3.5。

水玻璃有良好的黏结能力，硬化时析出的硅酸凝胶有堵塞毛细孔隙而防止水渗透的作用，可涂刷于黏土砖及混凝土等制品表面（石膏制品除外，因反应生成硫酸钠，在制品孔隙中结晶，体积显著膨胀而导致破坏），以提高其表层密实度与抗风化能力。水玻璃硬化后具有良好的耐酸（氢氟酸除外）、耐火性，可用来配制耐酸、耐热砂浆与混凝土。水玻璃也可作为化学注浆材料用来加固地基（模数为2.5—3的液体水玻璃与氯化钙溶液轮流压入地层中）、配制建筑涂料及防水剂（与水泥浆调和，用来堵漏等，但不宜调配水泥防水砂浆或防水混凝土用作屋面或地面的防水层，因其凝结过速）等。

硬化后的水玻璃耐碱性差，另外，为提高其耐水性，常采用中等浓度的酸对已硬化的水玻璃进行酸洗处理，使水玻璃转变为硅酸凝胶。

4) 菱苦土。菱苦土是一种白色或浅黄色的粉末，其主要成分为氧化镁。制备菱苦土料浆时不用水拌和（因凝结慢，硬化后强度低），而用氯化镁、硫酸镁及氯化铁等盐的溶液拌和，其中以氯化镁溶液最好，称为氯氧镁水泥，硬化后强度可达40—60MPa，但吸湿性大，耐水性差。

菱苦土与植物纤维能很好黏结，且碱性较弱，不会腐蚀植物纤维（但会腐蚀普通玻璃纤维），建筑工程中常用来制造木屑板、木丝板和菱苦土木屑地面等。制作菱苦土地面可掺适量磨细碎砖或粉煤灰等活性混合材料，以提高地面的耐水性，也可掺加耐碱矿物颜料将地面着色，气温低将使菱苦土硬化速度降低，也不得浇水养护。菱苦土地面保温性好，无噪声、不起灰、弹性良好、防火、耐磨，宜用于纺织车间及民用建筑等，但不适用于经常受潮、遇水和遭受酸类侵蚀的地方。

（2）水泥

水泥属于水硬性胶凝材料，品种很多，按其用途和性能可分为通用水泥、专用水泥与特种水泥三大类。用于一般建筑工程的水泥为通用水泥，如硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥等；适应专门用途的水泥称为专用水泥，如道路水泥、砌筑水泥、大坝水泥等；具有比较突出的某种性能的水泥称为特种水泥，如快硬硅酸盐水泥、膨胀水泥等。按主要水硬性物质名称，水泥又可分为硅酸盐水泥、铝酸盐水泥、硫铝酸盐水泥等，建筑工程常用的主要是一般硅酸盐水泥。

1) 硅酸盐水泥。由硅酸盐水泥熟料、0%—5%石灰石或粒化高炉炉渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，称为硅酸盐水泥（即国外通称的波特兰水泥）。在生产水泥时，需加入水泥质量3%左右的石膏，其目的是延缓水泥的凝结，便于施工。

硅酸盐水泥熟料是以适当成分的生料（由石灰质原料与薪土质原料等配成）烧至部分熔融，所得以硅酸钙为主要成分的产物。熟料的主要矿物组成有硅酸三钙、硅酸二钙、

铝酸三钙与铁铝酸四钙，其中硅酸钙占绝大部分。若调整熟料中各矿物组成之间的比例，水泥的性质即发生相应的变化。如提高硅酸三钙、铝酸三钙含量，硅酸盐水泥凝结硬化快，早期强度高。

水泥加水拌和后，成为具有可塑性的水泥浆，水泥颗粒水化，随着水化反应的进行，水泥浆逐渐变稠失去可塑性，但尚未具有强度，这一过程称为“凝结”。随后产生明显的强度并逐渐发展而成为坚硬的水泥石，这一过程称为“硬化”。凝结和硬化是人为划分的，实际上是一个连续的复杂的物理化学变化过程。水泥的水化、凝结、硬化，除了与水泥矿物组成有关外，还与水泥的细度、拌和水量、温度、湿度、养护时间及石膏掺量等有关。

硅酸盐水泥的技术性质：国家标准 GB 175—1999 规定，硅酸盐水泥有不溶物、氧化镁、 SO_3 、烧失量、细度、凝结时间、安定性、强度和碱含量等九项技术要求。其中影响水泥性质的主要指标有细度、凝结时间、安定性与强度等四项。

①细度。水泥的细度是指水泥的粗细程度。水泥颗粒愈细，与水起反应的表面积愈大，因而水泥颗粒细，水化迅速且完全，早期强度及后期强度均较高，但在空气中的硬化收缩较大，成本也较高。若水泥颗粒过粗，则不利于水泥活性的发挥。

②凝结时间。水泥的凝结时间分初凝时间与终凝时间，初凝时间为自加水起至水泥净浆开始失去可塑性所需的时间；终凝时间为自加水起至水泥净浆完全失去可塑性并开始产生强度所需的时间。水泥的凝结时间以标准稠度的水泥净浆，用凝结时间测定仪测定。

③体积安定性。水泥的体积安定性是反映水泥加水硬化后体积变化均匀性的物理指标。体积安定性不良，是指水泥硬化后，产生不均匀的体积变化。使用体积安定性不良的水泥，会使构件产生膨胀性裂缝，降低建筑物质量，甚至引起严重事故，因此体积安定性不良的水泥，在工程中应严禁使用。水泥体积安定性不良的主要原因是熟料中所含的游离氧化钙或游离氧化镁过多，或水泥粉磨时掺入的石膏过量。

④强度。水泥的强度是表征水泥质量的重要指标。国家规定，水泥与中国 ISO 标准砂以 1:3（质量比）比例混合，加入规定量的水，按规定的方法制成 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 的试件，在标准温度 ($20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$) 的水中养护，分别测定其 3d 与 28d 的抗压强度与抗折强度。

⑤硅酸盐水泥石的侵蚀与防止。硅酸盐水泥加水硬化而成的水泥石，在通常使用条件下，有较好的耐久性，但在某些侵蚀性液体或气体（统称侵蚀介质）的作用下，水泥石会逐渐遭受侵蚀，引起强度降低，甚至破坏，这种现象称为水泥石的侵蚀。

2) 掺混合材料的硅酸盐水泥。掺混合材料的硅酸盐水泥包括普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥及复合硅酸盐水泥。

在生产水泥时，掺入一定量的混合材料，目的是改善水泥的性能、调节水泥的强度等级、增加水泥品种、提高产量、节约水泥熟料、降低成本。

混合材料为天然的或人工的矿物材料，按其性能不同，可分为活性混合材料与非活性混合材料两大类。常用的活性混合材料有符合 GB/T 203—94 的粒化高炉矿渣、符合 GB/T 2847—2005 的火山灰质混合材料（如火山灰、浮石、硅藻土、烧黏土、煅烧的煤矸石、煤渣等）及符合 GB/T 1596—2005 的粉煤灰等。非活性混合材料常用的有活性指标低于标准要求的粒化高炉矿渣、火山灰质混合材料与粉煤灰、磨细石英砂、石灰石粉、黏

土、磨细的块状高炉矿渣及炉灰等。

①普通硅酸盐水泥。普通硅酸盐水泥简称普通水泥。是由硅酸盐水泥熟料、6%—15%混合材料、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料。

普通水泥中混合材料掺量少，因此，其性能与硅酸盐水泥相近。与硅酸盐水泥性能相比，硬化稍慢，早期强度稍低，水化热稍小，抗冻性与耐磨性也稍差。在应用范围方面，与硅酸盐水泥也相同，广泛用于各种混凝土或钢筋混凝土工程。由于普通水泥与硅酸盐水泥水化放热量大，且大部分在早期放出，对于大型基础、水坝、桥墩等厚大体积混凝土构筑物，因水化热积聚在内部不易散发，内部温度可达50—60℃以上，内外温度差所引起的应力，可使混凝土产生裂缝，因此，大体积混凝土工程不宜选用这两种水泥。

②三种掺加混合材料较多的硅酸盐水泥。

A. 矿渣硅酸盐水泥（简称矿渣水泥）。由硅酸盐水泥熟料和粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料称为矿渣硅酸盐水泥。水泥中粒化高炉矿渣掺加量按质量百分比计为20%—70%。允许用石灰石、窑灰、粉煤灰和火山灰质混合材料中的一种代替矿渣，代替数量不得超过水泥质量的8%，替代后水泥中粒化高炉矿渣量不得少于20%。

B. 火山灰质硅酸盐水泥（简称火山灰水泥）。由硅酸盐水泥熟料和火山灰质混合材料、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料称为火山灰质硅酸盐水泥。水泥中火山灰质混合材料掺加量按质量百分比计为20%—50%。

C. 粉煤灰硅酸盐水泥（简称粉煤灰水泥）。由硅酸盐水泥熟料和粉煤灰、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料称为粉煤灰硅酸盐水泥。水泥中火山灰质混合材料掺加量按质量百分比计为20%—40%。

这三种水泥的性质与硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥相比，其共同特点是：①早期强度较低，后期强度增长较快；②环境温、湿度对水泥凝结硬化的影响较大，故适于采用蒸汽养护；③水化热较低，放热速度慢；④抗软水及硫酸盐侵蚀的能力较强；⑤抗冻性、抗炭化性与耐磨性较差。

以上三种水泥与硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥性质上差异的原因，在于这三种水泥中活性混合材料的掺加量较大，熟料矿物的含量相对减少的缘故。由于所掺入的主要混合材料的性能不同，这三种水泥又具有各自的特性，例如矿渣水泥的耐热性较强，干缩性较大，保水性较差；火山灰水泥保水性好，抗渗性好，硬化干缩更显著；粉煤灰水泥干缩性小，因而抗裂性好；另外粉煤灰水泥流动性较好，因而配制的混凝土拌合物和易性好。这三种水泥的技术要求基本与普通水泥相同。

3) 高铝水泥的矿物组成与水化产物。高铝水泥的主要矿物组成为铝酸一钙，其含量约占70%，还有二铝酸一钙以及少量的硅酸二钙和其他铝酸盐。铝酸一钙(CA)具有很高的水硬活性，凝结不快，但硬化迅速，是高铝水泥强度的主要来源，由于CA是高铝水泥的主要矿物，因此，高铝水泥的水化过程，主要是CA的水化过程。

铝酸盐水泥具有如下特性：

①长期强度有降低的趋势，强度降低可能是由于晶体转化造成，因此，高铝水泥不宜用于长期承重的结构及处在高温高湿环境的工程中。在一般的混凝土工程中应禁止使用。

②早期强度增长快，1天的强度可达最高强度的80%以上，故宜用于紧急抢修工程及

要求早期强度高的特殊工程。

③水化热大，且放热速度快，一天内即可放出水化热总量的70%—80%，因此，高铝水泥适用于冬季施工的混凝土工程，不宜用于大体积混凝土工程。

④施工温度一般不得超过25℃。因此，高铝水泥不适用于高温季节施工，也不适合采用蒸汽养护。

⑤耐热性较高。

⑥抗硫酸盐侵蚀性强、耐酸性好，但抗碱性极差，不得用于接触碱性溶液的工程。

⑦高铝水泥与硅酸盐水泥或石灰相混不但产生闪凝，而且由于生成高碱性的水化铝酸钙，会使混凝土开裂，甚至破坏。因此，施工时除不得与石灰和硅酸盐水泥混合外，也不得与尚未硬化的硅酸盐水泥接触使用。

(3) 混凝土

混凝土是由胶凝材料、粗细骨料和水按适当比例配制，再经硬化而成的人工石材。目前使用最多的是以水泥为胶凝材料的混凝土，称为水泥混凝土。按其表观密度，一般可分为重混凝土、普通混凝土和轻混凝土三类。在建筑工程中应用最广泛、用量最大的是普通水泥混凝土，由水泥、砂、石和水组成，成型方便，与钢筋有牢固的黏结力（在钢筋混凝土结构中，钢筋承受拉力，混凝土承受压力，两者膨胀系数大致相同），硬化后抗压强度高、耐久性好，组成材料中砂、石及水占80%以上，成本较低且可就地取材。混凝土主要缺点是抗拉强度低，受拉时变形能力小、易开裂，另外，自重较大。

一般对混凝土质量的基本要求是：具有符合设计要求的强度；具有与施工条件相适应的施工和易性；具有与工程环境相适应的耐久性。

普通混凝土原材料为水泥、水、细骨料（砂）及粗骨料（石子），必要时还可加入各种外加剂及矿物掺合料。在混凝土中，砂与石子主要起骨架作用，称为骨料，还可起到减小混凝土因水泥硬化产生的收缩作用。水泥与水形成水泥浆，包裹在骨料表面并填充在骨料空隙中，在硬化前（称为混凝土拌合物），水泥浆起润滑作用，赋予拌合物一定的流动性，便于施工，水泥浆硬化后，则将骨料胶结成一个坚实的的整体（胶结作用）。

(4) 建筑砂浆

建筑砂浆由胶凝材料、细骨料、水等材料配制而成。主要用于砌筑砖石结构或建筑物的内外表面的抹面等。

1) 抹面砂浆。抹面砂浆用来涂抹建筑物或构筑物的表面，其主要技术要求是工作性与黏结力。

普通抹面砂浆对建筑物表面起保护作用，提高其耐久性。

通常分为两层或三层进行施工，各层要求（如组成材料、工作性、黏结力等）不同。

底层抹灰主要起与基层的黏结作用，用于砖墙的底层抹灰，多用石灰砂浆；有防水、防潮要求的用水泥砂浆；板条墙及顶棚的底层多用麻刀石灰砂浆；混凝土墙、梁、柱、顶板等底层抹灰多用混合砂浆。

中层抹灰主要为了找平，多用混合砂浆或石灰砂浆。

面层抹灰主要起装饰作用，多用细砂配制的混合砂浆，麻刀石灰砂浆或纸筋石灰砂浆。在容易碰撞或潮湿部位应采用水泥砂浆，如墙裙、地面、窗台及水井等处可用1:2.5水泥砂浆。

2) 防水砂浆。防水砂浆具有防水、抗渗的作用,砂浆防水层又叫刚性防水层。适用于不受振动和具有一定刚度的混凝土或砖石砌体工程。

防水砂浆可以用普通水泥砂浆制作,也可以在水泥砂浆中掺入防水剂提高砂浆的抗渗性。常用的防水剂有氯化物金属盐类防水剂、硅酸钠类防水剂(如二矾、三矾等多种,凝固快)以及金属皂类防水剂等。

3) 水玻璃装饰砂浆。用于室内外装饰。砂浆的面层应选用具有一定颜色的胶凝材料和骨料。其中,常用的胶凝材料有普通水泥、火山灰质水泥、矿渣水泥与白水泥等,并且在它们中掺入耐碱矿物质颜料,当然,也可直接使用彩色水泥。而骨料则常采用带颜色的细石渣或碎粒(如大理石、陶瓷、花岗石或玻璃等)。

在选材的同时,使用外墙面装饰砂浆时还需实行一些特殊的工艺操作,如喷涂、弹涂、辊压、拉毛(在砂浆尚未凝结时,用抹刀拍拉表面,产生凹凸不平的形状)、水刷石(用5mm左右的石渣拌制砂浆作面层,在初凝时,用水喷刷表面使碎石渣露而不落)、干粘石(在水泥浆表面上黏结粒径小于5mm的彩色小石渣或彩色玻璃碎粒,要求黏结不落)、划痕(表面上压出砖形再刷涂料)。

还有几种常用的表层装饰处理,如水磨石(以普通水泥、白水泥或彩色水泥,拌按设计色彩选定的大理石碎渣,硬化后喷水磨平抛光而成)、斩假石(与水刷石类似,差别在于水泥硬化后用刀斧将表面剁毛,使石渣露而不落)。

上述选材及工艺可生成不同图案,不同色彩,且具有岩面视觉效果。

4) 其他品种砂浆。主要指具有某种特殊性能的砂浆,如绝热、吸声、耐酸、防辐射、膨胀、自流平等。根据不同要求,选用相应的材料,并配以适合的工艺操作而成。

(5) 墙体材料与屋面材料

我国目前用于墙体的材料有砖、砌块及板材。用于屋面的材料有各种材质的瓦及一些板材。为了节约能源、保护环境,国务院会同住房与城乡建设部、国家建材局等部门,自20世纪90年代以来不断推出加快墙体材料革新和推广节能建筑的举措,规定在框架结构建筑等工程中限制使用实心黏土砖,推广应用空心砖、多孔砖及其他新型墙体材料,逐步淘汰实心黏土砖。

1) 烧结类墙体材料。此类墙体材料通过高温焙烧制成。

①烧结普通砖。为无孔洞或孔洞率小于15%的实心砖。包括烧结黏土砖、烧结页岩砖、烧结煤矸石砖及烧结粉煤灰砖,依次用N、Y、M及F符号表示。根据GB/T 5101—2003规定:抗风化性能合格的砖,根据尺寸偏差、外观质量、泛霜及石灰爆裂分为优等品(A)、一等品(B)和合格品(C)三个产品等级。优等品可用于清水墙和装饰墙建筑,一等品和合格品可用于混水墙建筑。

砖既具有一定的强度,又因其多孔而具有一定的保温隔热性能,因此大量用作墙体、柱、拱、烟囱、沟道及基础材料。但其中的实心黏土砖属墙体材料革新中的淘汰产品,正在被多孔砖、空心砖或空心砌块等新型墙体材料所取代。废砖破碎后可作混凝土骨料或碎砖三合土。

②烧结空心砖和空心砌块。也是以黏土、页岩、煤矸石等为主要原料,主要用于建筑物非承重部位。孔洞率一般在35%以上,孔大而少,孔洞平行于大面和条面,与砂浆的接合面上有深度为1mm以上的凹线槽。

2) 非烧结类墙体材料。

①蒸养(压)砖。以石灰和含硅材料(砂、粉煤灰、煤研石、炉渣和页岩等)加水拌和,经压制成型、蒸汽养护或蒸压养护而成。有灰砂砖(又称蒸压灰砂砖)、粉煤灰砖、炉渣砖(又名煤渣砖)等。

②砌块。按形态砌块可分为实心和空心两种;按规格大小可分为大型、中型和小型砌块;按原材料可分为混凝土砌块和硅酸盐砌块。

混凝土小型空心砌块原材料为水泥、砂、石或轻骨料、加水经搅拌、成型、养护而成。混凝土小型空心砌块主规格尺寸为 $390\text{mm} \times 190\text{mm} \times 190\text{mm}$,其他规格主要是在长度、厚度上的变化,分为承重与非承重两类。按其外观质量和尺寸偏差分为优等品(A)、一等品(B)及合格品(C)。

小型空心砖块可用于低、中层建筑的墙体,使用灵活,砌筑方便。砌筑时一般不宜浇水,采用反砌(即砌块底面朝上)。在寒冷地区,砌块还应有一定的保温性能。粉煤灰硅酸盐中型砌块(简称粉煤灰砌块)原材料为粉煤灰、石灰、石膏及骨料,经成型、蒸汽养护而成。为密实砌块。

蒸压加气混凝土砌块原材料为含钙材料、含硅材料及加气剂。加气混凝土砌块质轻、绝热性能好、隔声性能及耐火性好。除作墙体材料外,还可用于屋面保温。不得用于建筑物基础和处于浸水、高湿和有化学侵蚀的环境(如强酸、强碱或高浓度二氧化碳)中,也不能用于承重制品表面温度高于 80°C 的建筑部位。

③墙板。

石膏板:有纸面石膏板、装饰石膏板、石膏空心条板等。其中,纸面石膏板又有普通纸面石膏板、耐水和耐火纸面石膏板三种。

纤维增强水泥平板(TK板):原材料为低碱水泥、中碱玻璃纤维和短石棉,加水经成型、蒸养而成。质轻、强度高、防火性好、防潮性能好、不易变形、加工性能好。

碳化石灰板:以磨细生石灰、纤维状填料或轻质骨料为主要原料,经人工炭化制成。多制成空心板。适用于非承重内隔墙、顶棚等。

GRC空心轻质墙板:以低碱水泥、抗碱玻纤网格布、膨胀珍珠岩为主要原料,加入起泡剂和防水剂等,经成型、脱水、养护而成。GRC板质轻、强度高,隔热、隔声性能好,不燃,加工方便。主要用于内隔墙。

混凝土空心墙板:原料有钢绞线、42.58早强水泥、砂石骨料等。使用时配以泡沫聚苯乙烯保温层、外饰面及防水层等。可用作承重及非承重墙板、楼板、屋面板、阳台板等。

钢丝网水泥夹芯板:是以钢丝制成不同的三维空间结构,内有发泡聚苯乙烯或岩棉等为保温芯材的轻质复合墙板。这类板材的名称很多,如泰柏板、钢丝网架夹芯板、GY板、舒乐合板、三维板、3D板、万力板等。

其他轻质复合墙板还有由外层与芯材组成的板材,外层为各种高强度轻质薄板,如彩色镀锌钢板、铝合金板、不锈钢板、高压水泥板、木质装饰板及塑料装饰板等,芯材为轻质绝热材料如阻燃型发泡聚苯乙烯、发泡聚氨酯、岩棉及玻璃棉等。

3) 屋面材料。

①黏土瓦。以黏土为主要原料,经成型、焙烧而成。黏土瓦按颜色分为红瓦和青瓦。

两种；按用途分为平瓦和脊瓦两种，平瓦用于屋面，脊瓦用于屋脊。

②小青瓦（土瓦、蝴蝶瓦、和合瓦、水青瓦）。小青瓦以黏土制坯焙烧而成。习惯以其每块重量作为规格和品质的标准。

③琉璃瓦。琉璃瓦是在素烧的瓦坯表面涂以琉璃釉料后再经烧制而成的制品。这种瓦表面光滑，质地紧密，色彩美丽，耐久性好，但成本较高。琉璃瓦的型号，根据《清式营造则例》规定，共分“二样”、“三样”、“四样”、“五样”、“六样”、“七样”、“八样”、“九样”八种，还有“套活”和“号活”两种，型号一般常用“五样”、“六样”、“七样”三种型号。品种有筒瓦、板瓦等，还有“脊”、“吻”等配件。

④混凝土平瓦。标准尺寸有 $400\text{mm} \times 240\text{mm}$ 和 $385\text{mm} \times 235\text{mm}$ 两种。混凝土平瓦耐久性好、成本低，生产时可加入耐碱颜料制成彩色瓦，自重大。

⑤石棉水泥瓦。以水泥与温石棉为原料。分为大波瓦、中波瓦、小波瓦和脊瓦四种。单张面积大，质轻，防火性、防腐性、耐热耐寒性均较好。但石棉对人体健康有害，用耐碱玻璃纤维和有机纤维则较好。

其他屋面材料还有聚氯乙烯波纹瓦（亦称塑料瓦楞板）、钢丝网水泥大波瓦、玻璃钢波形瓦、铝合金波纹瓦、沥青瓦及木质纤维波形瓦等。

二、建筑构造

1. 建筑构造研究的对象

房屋建筑是由若干个大小不等的室内空间组合而成的，而空间的形成往往又要借助于一片片实体的围合。这一片片实体，称之为建筑构（配）件。建筑构造是研究建筑物中各建筑构件的组成原理和方案的学科。各个相关建筑构件之间相互连接的方式和方法也属建筑构造研究的内容。

建筑构造是一门综合性技术知识，它涉及建筑功能、工程技术、建筑经济等许多方面的问题。

2. 建筑物的组成构件

组成建筑物的基本构件是指房屋中具有独立使用功能的组成部分，通称为建筑构（配）件。一个建筑构件又往往由若干层次所组成，各层发挥一种作用，其中有的直接为使用功能服务，有的则起支撑骨架作用或支承面层工作，例如楼面和屋顶构件的组成层次（见图 1-4-9、1-4-10）。

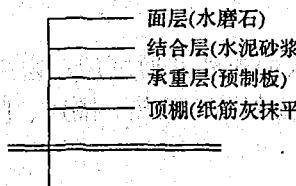


图 1-4-9 楼面的构造层次

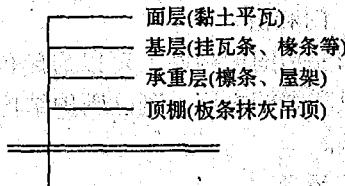


图 1-4-10 斜屋顶的构造层次

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会、全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二《城市规划相关知识》[M]，北京：中国计划出版社，2002：34。

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会、全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二《城市规划相关知识》[M]，北京：中国计划出版社，2002：34。

上图中的承重层一般由结构设计确定，又称结构构件。结构构件往往是建筑构件的主要组成内容。在多层民用建筑中，房屋是由竖向（基础、墙体、门、窗等）建筑构件、水平（屋顶、楼面、地面等）建筑构件及解决上下层交通联系用的楼梯所组成，统称为“八大构件”。阳台、雨篷、烟囱等构件属于楼面、墙体等基本建筑构件的特殊形式（如图 1-4-11）。

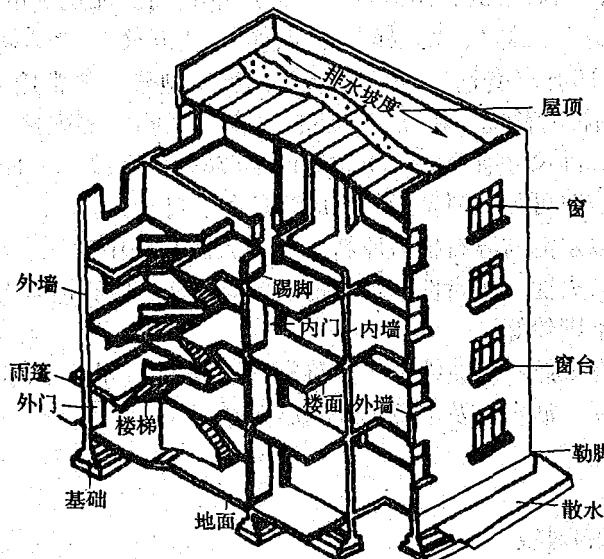


图 1-4-11 建筑构件

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：34.

八大构件的作用如下：

(1) 基础

基础是建筑物的最下部分并埋于地下的扩大构件。它承受建筑物的全部荷载，连同其自身重量传递给地基。

(2) 墙体

墙是建筑物的竖向围护构件，外墙起着抵御自然界各种因素对室内侵袭的作用；内墙起着分隔室内空间的作用。在砖混结构中，墙体又是竖向承重构件，它承受着屋顶、楼面等传来的荷载，连同墙体自重一起传给基础。

(3) 门和窗

门和窗是围护构件上可以启闭的部分。门主要是供人们内外交通之用；窗主要是采光、通风和观望之用。既是围护结构的组成部分，亦应考虑保温、隔热、隔声、防火等方面的要求。

(4) 屋顶

屋顶是建筑物最上部的水平承重构件，同时也起着抵御大自然侵袭的围护作用，因此屋顶又是重要的围护构件。

(5) 楼面

楼面是建筑物分隔上下层空间的水平承重构件。它既是上层空间的地，又是下层空间

的顶，两个方面都要做好处理。尤其是浴厕、厨房等用水房间的楼面处理，更要符合防水、防火等方面的要求。

(6) 地面

地面是建筑物中分隔空间与土层的水平构件。实铺地面必须防潮，空铺地面则类似于楼面而无顶棚。

(7) 楼梯

楼梯是楼房建筑中解决竖向交通的建筑构件。它由一个或若干个连续的楼梯段和平台组合，以连通不同标高的平面。

3. 一般建筑构造的原理与方法

(1) 防水构造

侵入房间的水须予以防止，水的来源有地下水、天落水及用水房间（厨房、卫生间及厕所等）的溢水，因而方法也有所不同。

1) 地下室防水构造。当设计最高地下水位高于地下室地面，即地下室的外墙和地坪浸在水下时，必须考虑地下室防水。有时地下室底板虽略高于设计地下水位，但地基有形成滞水可能性（如黏土）时，也可考虑采用防水构造或其他措施，目前常采用材料防水和混凝土自防水两种。材料防水是在外墙和底板表面敷设防水材料，借材料的高效防水特性阻止水的渗入，常用卷材、涂料和防水水泥砂浆等（如图 1-4-12 所示）。

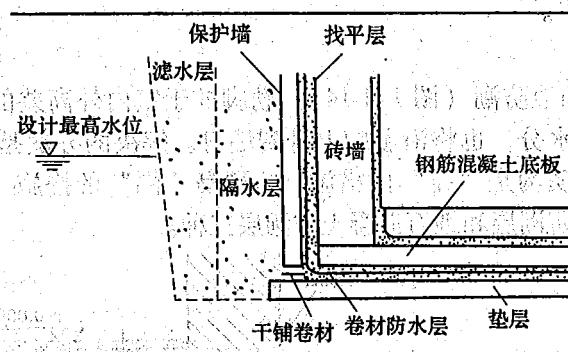
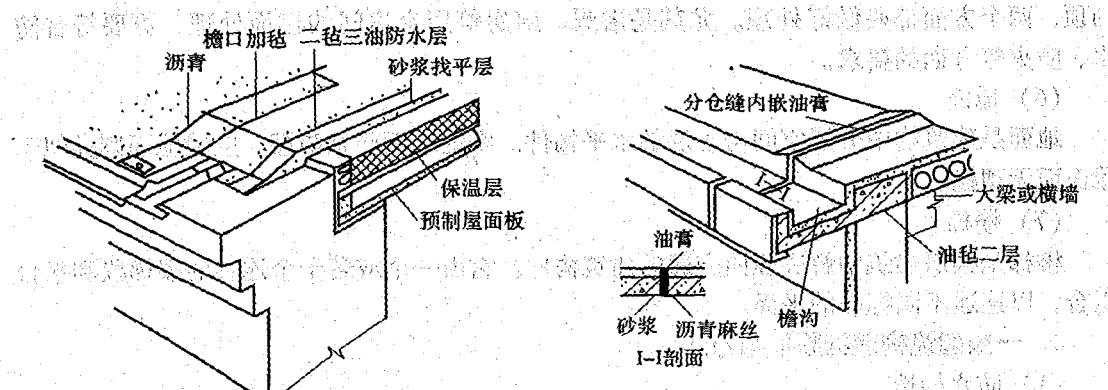


图 1-4-12 地下室卷材防水构造

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：35.

2) 屋顶防水构造。为了排除天落水，屋面必须设置坡度。坡度大则排水快，对屋面的防水要求可降低；反之则要求高。根据排水坡的坡度大小不同可分为平屋顶与斜屋顶两大类，一般公认坡面升高与其投影长度之比 $i < 1:10$ 时为平屋顶， $i > 1:10$ 时称为斜屋顶。屋顶防水构造可分为卷材防水屋面和刚性防水屋面，各构造层次及其作用与基理原理如图 1-4-13。

① 保护层。一般采用 3—6mm 粒径的粗砂粘贴作为保护层，上人屋顶可铺 30mm 厚水泥板或大阶砖。保护层的作用有三：其一是浅色反射隔热，油毡防水层的表面呈黑色，最易吸热，在太阳辐射下，其夏季表面综合温度可达 60—80℃，常致沥青流淌，油毡老化。保护层可减少吸热，使太阳辐射温度明显下降，从而达到隔热与延迟老化的作用。其二是有利于防止暴风雨对油毡防水层的冲刷。其三是以其重量压住油毡的边角，防止起翘。



油毡防水屋面构造示意图 | 刚性防水屋面构造示意图

图 1-4-13 屋面防水构造

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：36.

②找平层。水泥砂浆找平层一般采用1:2—3 水泥砂浆抹20mm厚作为钢筋混凝土屋面板上的平整表面，以便于防水层的铺贴粘牢。

③冷底子油涂刷。起促进油毡防水层与水泥砂浆找平层的结合及加强黏结力的作用，因此可以称为“结合层”。

(2) 防潮构造

1) 勒脚与底层实铺地防潮（图 1-4-14）。勒脚处于室内外高差的位置，易受雨水侵蚀，墙基础吸收土中的水分，也将沿勒脚上升到墙身。解决的办法是“排”与“隔”相结合。室外的散水坡或明沟是“排”的措施，防潮是“隔”的措施。根据材料不同，有油毡防潮层、防水砂浆防潮层和细石混凝土防潮层三种。

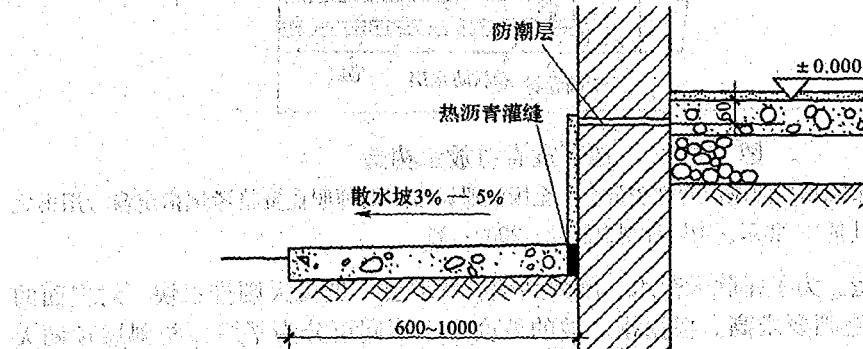


图 1-4-14 勒脚与底层实铺地防潮构造

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：37.

2) 地面回潮的防止。我国南方湿热地区在春末夏初之际，空气相对湿度上升，其值可达80%甚至90%以上。当雨天转晴时，气温上升快而地表温度上升迟缓，其值常低于露点温度，于是空气中的水汽便在地表凝结。为了防止回潮现象的产生，对症下药的途径是当气温回升时，使地表温度也能随之迅速提高到露点温度以上，从而避免凝结水的产生。

3) 地下室的防潮。当地下水的最高水位在地下室地面标高以下约1m时，地下水不能直接侵入室内，墙和地坪仅受土层中潮气影响；当地下水最高水位高于地下室地坪时，则应采用地下室防水构造；高出最高水位0.5—1.0m以上的地下室外墙部分需做防潮处理（图1-4-15）。

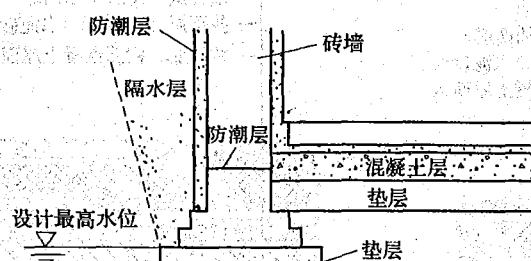


图 1-4-15 地下室防潮构造

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：37.

（3）保温构造

我国广大的北方地区和青藏高原的冬季十分寒冷且持续时间也很长，其最冷月平均气温一般为-10—-30℃，而室内采暖的气温要求为16—20℃，厂房为10—15℃，室内外温差达10℃之多。室内外温差的存在，必然导致室内的热量通过围护结构向外散发，为此房屋的围护结构应当具有一定的保温性能。

为了提高墙体的保温性能，常采取以下措施：①增加墙体厚度；②选择导热系数小的墙体材料制作复合墙，常将保温材料放在靠低温一侧，或在墙体中部设封闭的空气间层或带有铝箔的空气间层（图1-4-16）。

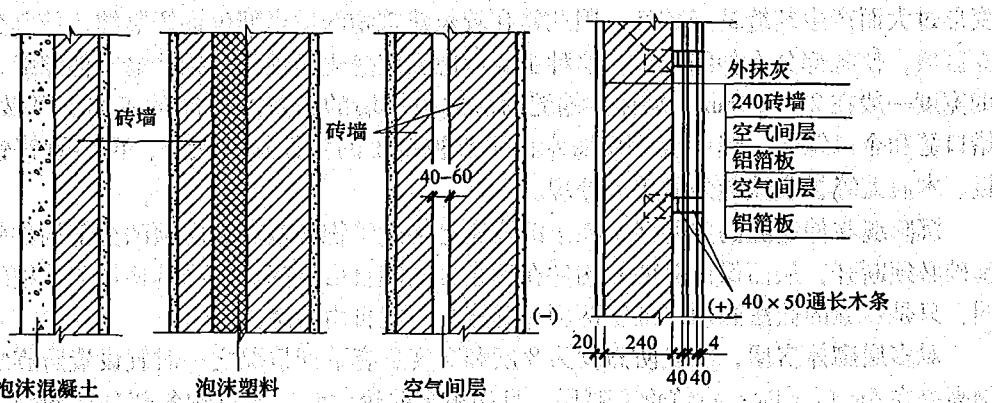


图 1-4-16 墙体保温构造

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：38.

平屋顶保温层有两种位置：①将保温层放在结构层之上，防水层之下，成为封闭的保温层，称为内置式保温层；②将保温层放在防水层之上，称为外置式保温层（图1-4-17）。

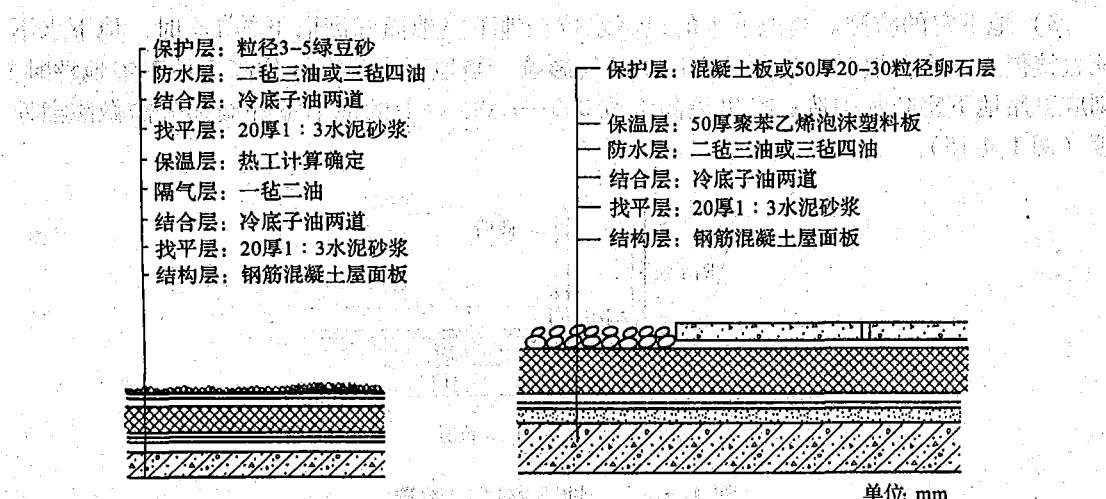


图 1-4-17 内置式和外置式保温层

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京：中国计划出版社，2002：38.

(4) 隔热构造

南方地区的夏季太阳辐射热十分强烈，据测试 24h 的太阳辐射热总量，东西墙是南向墙的 2 倍以上，屋面是南向接的 3.5 倍左右，因而对东向、西向和顶层房间应采用构造措施隔热。隔热的主要手段为：①采用浅色光洁的外饰面；②采用遮阳 - 通风构造；③合理利用封闭空气间层；④绿化植被隔热。

(5) 变形缝构造

变形缝可分为伸缩缝、沉降缝和防震缝三种。当建筑物长度超过一定限度时，会因其变形过大而产生裂缝甚至破坏，因此常在较长建筑物的适当部位设置竖缝，使其分离成独立区段，使各部分有伸缩余地，这种主要考虑温度变化而预留的构造缝叫伸缩缝，伸缩缝的宽度一般在 20—30mm。墙体伸缩缝的形式根据墙的布置及墙厚的不同，可做成平缝、错口缝和企口缝等，缝中应采用防水而不易被挤出的弹性材料填塞，可用镀锌铁皮、铝板、木质盖缝板或盖缝条做盖缝处理。

沉降缝与伸缩缝的主要区别在于沉降缝是将建筑物从基础到屋顶的全部构件断开，即基础必须断开，从而保证缝两侧构件在垂直方向能自由沉降。沉降缝构造与伸缩缝基本相同，只是盖缝的做法必须保证缝两侧在垂直方向能自由沉降。

对多层砌体房屋，在设防烈度为 8 度和 9 度且有下列情况之一时宜设置防震缝：建筑物高差在 6m 以上时；建筑物有错层，且楼板高差较大时；建筑物各部分结构刚度质量截然不同时。防震缝应将建筑物的墙体、楼地面、屋顶等构件全部断开，缝两侧均应设置墙体或柱。

三、建筑节能

1. 民用建筑节能的定义

根据《民用建筑节能管理规定》，民用建筑节能，是指民用建筑在规划、设计、建造

和使用过程中，通过采用新型墙体材料，执行建筑节能标准，加强建筑物用能设备的运行管理，合理设计建筑围护结构的热工性能，提高采暖、制冷、照明、通风、给排水和通道系统的运行效率，以及利用可再生能源，在保证建筑物使用功能和室内热环境质量的前提下，降低建筑能源消耗，合理、有效地利用能源的活动。

2. 建筑节能技术和产品的分类

随着民用建筑节能的科学和技术开发，各种类型的节能型的建筑、结构、材料、用能设备和附属设施及相应的施工工艺、应用技术和管理技术，在建筑设计中被广泛应用。具体来说，建筑节能技术和产品主要包括以下几大类：

- 1) 新型节能墙体和屋面的保温、隔热技术与材料；
- 2) 节能门窗的保温隔热和密闭技术；
- 3) 集中供热和热、电、冷联产联供技术；
- 4) 供热采暖系统温度调控和分户热量计量技术与装置；
- 5) 太阳能、地热等可再生能源应用技术及设备；
- 6) 建筑照明节能技术与产品；
- 7) 空调制冷节能技术与产品；
- 8) 其他节能技术和节能管理技术。

3. 绿色建筑

建筑活动是人类对自然资源、环境影响最大的活动之一。我国正处于经济快速发展阶段，年建筑量世界排名第一，资源消耗总量逐年迅速增长。因此，必须牢固树立和认真落实科学发展观，坚持可持续发展理念，大力开展绿色建筑。

(1) 绿色建筑的定义

绿色建筑指的是在建筑的全寿命周期内，最大限度地节约资源（节能、节地、节水、节材）、保护环境和减少污染，为人们提供健康、适用和高效的使用空间，与自然和谐共生的建筑。

建筑从最初的规划设计到随后的施工、运营及最终的拆除，形成一个全寿命周期。关注建筑的全寿命周期，意味着不仅在规划设计阶段充分考虑并利用环境因素，而且确保施工过程中对环境的影响最低，运营阶段能为人们提供健康、舒适、低耗、无害的活动空间，拆除后又对环境危害降到最低。绿色建筑要求在建筑全寿命周期内，最大限度地节能、节地、节水、节材与保护环境，同时满足建筑功能。这几者有时是彼此矛盾的，如片面追求小区景观而过多地用水，为达到节能单项指标而过多地消耗材料，这些都是不符合绿色建筑要求的；而降低建筑的功能要求、降低适用性，虽然消耗资源少，也不是绿色建筑所提倡的。节能、节地、节水、节材、保护环境五者之间的矛盾必须放在建筑全寿命周期内统筹考虑与正确处理，同时还应重视信息技术、智能技术和绿色建筑的新技术、新产品、新材料与新工艺的应用。

(2) 绿色建筑的基本要求

发展绿色建筑，建设节约型社会，必须倡导城乡统筹、循环经济的理念，全社会参与，挖掘建筑节能、节地、节水、节材的潜力。注重经济性，从建筑的全寿命周期核算效益和成本，顺应市场需求及地方经济状况，提倡朴实简约，反对浮华铺张，实现经济效益、社会效益和环境效益的统一。

绿色建筑是在全寿命周期内兼顾资源节约与环境保护的建筑，而单项技术的过度采用虽可提高某一方面的性能，但很可能造成新的浪费，为此，需从建筑全寿命周期的各个阶段综合评估建筑规模、建筑技术与投资之间的互相影响，以节约资源和保护环境为主要目标，综合考虑安全、耐久、经济、美观等因素，比较、确定最优的技术、材料和设备。

绿色建筑的建设应对规划、设计、施工与竣工阶段进行过程控制。各责任方应按本标准评价指标的要求，制定目标、明确责任、进行过程控制，并最终形成规划、设计、施工与竣工阶段的过程控制报告。申请评价方应按绿色建筑评价机构的要求，提交评价所需的过程控制基础资料。绿色建筑评价机构对基础资料进行分析，并结合项目现场勘察情况，提出评价报告。

(3) 绿色建筑的评价和等级划分

绿色建筑评价指标体系是按定义对绿色建筑性能的一种完整的表述，它可用于评价已建成的建筑物与按定义的绿色建筑相比在性能上的差异。

绿色建筑评价指标体系由节地与室外环境、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料资源利用、室内环境质量和运营管理六类指标组成。目前我国绿色建筑评价所需基础数据较为缺乏，例如我国各种建筑材料生产过程中的能源消耗数据、C_q排放量，各种不同植被和树种的二氧化碳固定量等缺少相应的数据库，这就使得定量评价的标准难以科学地确定。因此，目前尚不成熟或无条件定量化的条款暂不纳入，随着有关的基础性研究工作的深入，再逐渐改进评价的内容。

每类指标包括控制项、一般项与优选项。控制项为绿色建筑的必备条件；一般项和优选项为划分绿色建筑等级的可选条件，其中优选项是难度大、综合性强、绿色度较高的可选项。

第五章 建筑美学的基本知识

第一节 色彩的基本知识

色彩是一种视觉感受。客观世界通过人的视觉器官形成信息，使人们对它产生认识。现代科学的研究资料表明，正常人从外界接受的信息，百分之九十以上是由视觉器官输入大脑的。来自外界的一切视觉形象，如物体的形状、空间、位置以及它们的界限和区别都是由色彩和明暗关系来反映。因此，色彩在人们的社会活动中具有十分重要的意义。

建筑色彩学特别强调理论与实践的结合，立足于实用。建筑色彩学应用范围很广，例如建筑材料、建筑装饰、建筑室内外环境、建筑小品、道路交通标志、夜景照明等等。建筑室内外环境的色彩设计是色彩学的具体应用，其目的在于构筑一个良好的建筑环境。

不论从哪一个时代来看，人们的生产、生活均离不开建筑，而建筑又离不开色彩，色彩是人们生活中不可缺少的要素之一。建筑的色彩千变万化，丰富多彩。人们在第一眼看到建筑时便会感受到建筑的色彩，对心理产生重要影响，人们在自己的生活环境也多用色彩来表达自己对美的感受。建筑色彩是建筑艺术的重要组成部分，可以说，建筑色彩设计成功与否直接影响着建筑设计的艺术效果。

一、色彩三原色

原色，又称为基色，即用以调配其他色彩的基本色。原色的色纯度最高，最纯净、最鲜艳。可以调配出绝大多数色彩，而其他颜色不能调配出三原色。三原色分为两类，一类是色光三原色，另一类是色料三原色。

1. 色光三原色

色光中存在三种最基本的色光，它们的颜色分别为红色、绿色和蓝色。这三种色光既是白光分解后得到的主要色光，又是混合色光的主要成分，并且能与人眼视网膜细胞的光谱相应区间相匹配，符合人眼的视觉生理效应。这三种色光以不同比例混合，几乎可以得到自然界中的一切色光，混合色域最大；而且这三种色光具有独立性，其中一种原色不能由另外的原色光混合而成，由此，我们称红、绿、蓝为色光三原色。为了统一认识，1931年国际照明委员会（CIE）规定了三原色的波长 $\lambda R = 700.0\text{nm}$, $\lambda G = 546.1\text{nm}$, $\lambda B = 435.8\text{nm}$ 。在色彩学研究中，为了便于定性分析，常将白光看成是由红、绿、蓝三原色等量相加而合成的。

2. 色料三原色

在光的照耀下，各种物体都具有不同的颜色。其中很多物体的颜色是经过色料的涂、染而具有的。凡是涂染后能够使无色的物体呈色、有色物体改变颜色的物质，均称为色料。色料可以是有机物质，也可以是无机物质。

从色料混合实验中，人们发现，能透过（或反射）光谱较宽波长范围的色料青、品红、黄三色，能匹配出更多的色彩。而这三色料本身，却不能用其余两种原色料混合而成。因此，我们称青、品红、黄三色为色料的三原色。

需要说明的是，有时会将色料三原色称为红、黄、蓝，而这里的红是指品红（洋红），而蓝是指青色（湖蓝）。

二、色彩三要素

所有色彩都是由可见光谱中不同波长的光波组成，当光照射到物体上时，一部分被吸收、一部分被反射，反射的光色即人眼所见到的物体表面的色彩。

人们通过视觉辨别色彩时，每一个色彩都可由色相、彩度及明度三个属性组合而成，通常将色彩三属性以空间的三个方向的坐标表示各种不同的色彩。

1. 色相

是各种色彩的不同相貌。它通常与光谱色中一定波长的色光反射有关，习惯上以红橙黄绿蓝紫标准 6 色或根据不同的研究体系以更多些的 10 色、12 色、24 色甚至 100 色的连续色环来表示。

但色环上的色都是没有杂色的艳色，在生活中，尤其在建筑设计应用上，更多地会出现一些并非色环上那样单纯的色彩，于是色相种类就变得非常繁杂，人们常不得不以一些自然存在的事物来类比命名，如枣红、桃红、橘黄、土黄、石绿、草绿、天蓝、孔雀蓝以及驼色、肉色、茄花色、铁锈色、琥珀色，还有银灰、月白、煤黑等；对一些难以直接命名的则常在标准色前加以深浅、明暗、粉灰甚至偏×的×色，带×的×色等等来约略地称呼，以求区别，这是广义的色相。

2. 明度

指色彩的明暗程度。一般有两重含义，一是指不同色相会有不同明度，如标准色中黄色最亮，明度最高，紫最低；二是指同一颜色在受光后由于向背的不同，或者是加黑加白调色后的明暗深浅变化，如红色的暗红、深红、浅红、粉红等。中国画将墨分五色——浅墨、淡墨、墨、浓墨、焦墨，素描中的五个调子——高光、明部、中间色、暗部、反光等是无彩色黑白色阶的明度变化，道理一个样，只是色彩世界里，这种明度变化更显丰富罢了。

3. 彩度

又叫纯度、艳度，也就是色彩纯净和鲜艳的程度。三棱镜折射出的光色，即色环上的色，没有一丝杂色的混入，其彩度最高，若混入白色或黑色，彩度就下降了，至于数色相混，其变为间色和复色的过程，彩度也是递减的，它们若再混以黑白，彩度当然更低。

彩度高低，与色相、明度一样，无褒贬之分，只看应用场合的需要。建筑色彩应用中，大面积的墙面等处，多半会以低彩度、高明度的姿态出现，以避免高彩度色彩的过于刺激夺目，但装饰性特别是广告宣传性的色彩追求就恰恰相反，要的正是视觉刺激，高彩

度色应用就屡见不鲜了。

三、客观环境中影响色彩变化的因素

1. 固有色

固有色即物体的本色——一般可理解为日光下所显示的颜色。人们在长期生活经验中，对色彩因受光而起的变化，常常“视而不见”，有把色彩抽象化、概念化的认识趋势。例如说到红旗就是一片红，森林就是一片绿，儿童画则是最典型的。其实在外晃条件（主要是光）改变时，物体表面色彩决不是一成不变的，深浅固有不同，同时，正如成语“万紫千红”所表明，一个大的色彩品类中，色相也可以千差万别。同是绿叶树，雪松、冬青、香樟、黄杨、梧桐、侧柏……绿得很不一样，而且即使是同一种树，春夏秋冬也在变。所以，认识固有色需要细致的观察、比较，分析色彩三要素形成的色偏，一定要摒除概念化的认识障碍，这也是准确应用色彩的一个基本出发点。

2. 光源色

不同光源具有不同的光色，在其照射下，会使固有色发生相应的改变。如白炽灯偏橙、荧光灯偏青、高压钠灯偏黄、高压汞灯偏紫、电弧光偏青紫、月光偏蓝灰，只有日光近乎白光，能较忠实地反映“固有色”，但即便日光，早晚、阴晴也有不同，清晨偏红紫，黄昏偏橙黄，阴天偏蓝。只是人们仍常常会以概念上的固有色去看待，忽视了光源色的染色效应。但在色彩设计上，这种忽视却会造成一定的失败：白天看去很明丽的淡紫色窗帘，在夜间白炽灯光的照射下，变成灰蒙蒙很不干净的土色；健康的肤色在汞灯下一个看去都显出青灰的病容。此类光源色带来的消极色彩影响，对于和光源色关系密切的室内设计等来说，尤其值得注意。

3. 环境色

环境色又称为“条件色”，是指物体由于周边环境反光的影响，而发生的色彩细微变化。如竹林中的白房子，白色会泛绿；穿红毛衣的少女，面颊下頰附近会泛红等等。环境色是一种间接光色影响，它比起主光源来要微弱得多，所以多半只会对对象的阴面起作用，而在受光处则不能显现。另外，环境色的显色与作用对象的质地有较大关系，一般越光洁细腻，色彩明度越高者，受环境色影响越大；而质地粗糙，固有色较深暗者，影响甚微。尽管环境色对未受训练的眼睛来说，很易被忽视，但仍是色彩现象的一种客观存在，在若干因素积累的情况下，仍会显示出积极或消极的结果。

4. 空间色

色彩对象随着距离的变远发生色彩改变的现象称为“空间色”。这可以说是一种色彩的透视变化，其基本规律是：距离变远，物体固有色深者变浅淡，亮者变灰暗，同时色相会偏冷偏青。最明显的实例是看远山，不论黄土高坡、红泥梯田或绿色植被，都被笼罩在一层青蓝色中，明部略带暖意，而阴面则距离越远越偏蓝，天气晴好时尤甚。究其原因，仍是大气中微尘对光的折射，除了使远处物像清晰度降低外，还因其折射蓝光，所以，造成这种偏蓝的染色现象。空间色对城市大空间环境的色彩影响和空间感的显现，有较明显的意义。至于建筑绘画等利用空间色来强调建筑环境的空间层次，更是不可或缺的。

第二节 城市建筑色彩的表现与规划

一、建筑色彩的应用历史

色彩应用于环境创造有着悠久的历史，原始人蛰居洞穴时，就已经开始了使用色彩装饰环境的艺术活动。

1. 中国古代的建筑色彩

我国古代建筑，无论是单体建筑的色彩运用还是群体建筑的色彩组合搭配，都是非常成功的，形成了一套独具特色的色彩系统，其特色之一便是彩画的大量使用而使建筑色彩鲜明华丽。据宋《营造法式》卷三十四记载，彩画的种类分五彩、青绿、朱白三大类。朱白色系配上灰瓦很可能就是唐朝建筑的主色；北宋绿色琉璃瓦大量生产后，唐代以赤白装饰衬以灰色的做法就显得单调而不相称，因此建筑外观开始趋向华丽，梁枋斗拱也随之变为宋朝流行的青绿系统，使檐下更为森肃清冷，整个建筑外观更加明确生动；明清宫殿黄绿瓦面，青绿梁枋，朱红墙柱，白色栏杆的风格，更成为中国古代木构建筑在一般人心目中的典型色彩特征。这种大面积使用朱、青、黄、白、金等原色的方法，效果强烈鲜明，在对比中寻求谐调统一，正是明清官式建筑用色的成功之处。

2. 西方古代的建筑色彩

在西方，色彩最早也曾作为神权与皇权的象征应用于建筑环境之中；例如希腊罗马时期，崇高的英雄主义之美是人们的审美理想，建筑造型拙朴完美，建筑色彩强烈华丽，多采用明快的对比色以表达欢乐的情绪。伊瑞克仙神庙中，爱奥尼克柱头的盘蜗被涂上红色再加金边，与蓝色的圆鼓形成对比。到罗马时期，维特鲁威在《建筑十书》中记载，当时的建筑材料已使用了砖、石灰、混凝土、木材、金属材料和大理石等古材，因此建筑的色彩也更加丰富。

中世纪欧洲的拜占庭，罗马风及哥特建筑则更多注重形式。与古典时期相比，色彩显得阴暗、沉重。

15世纪以后的欧洲文艺复兴时期，建筑的色彩也由灰暗的色调转为明朗。但是对理性的过分强调，使文艺复兴后期的建筑风格趋于僵化。被称为“畸形珍珠”的巴洛克风格，是对这种僵化形式的突破，在色彩的使用上，表现为用色大胆，对比强烈。

二、城市色彩的概念

城市色彩是指城市的外部空间中各种视觉事物所具有的色彩，它是一个广泛、综合的概念，分为人工装饰色彩和自然色彩两类，包括建筑、道路、标牌、广告、服饰、绿地、河流等城市内人文景观和自然景观的色彩，它们触及人们的活动空间，深刻影响着人们的视觉感受。狭义的建筑学上的城市色彩仅指城市内建筑物、构筑物的色彩，但城市景观由多种元素组成，并非单一的建筑物，因此它的内涵应拓展到更广的范围，从而避免城市景观色彩塑造中的片面性。

三、色彩在城市建筑中所起的作用

1. 物理功能

色彩具有一定的物理性能，不同的色彩对太阳辐射的吸收是不同的，热吸收系数（取值介于0—1）也就不同，因此会产生不同的物理效能。最明显的例子是，在炎热的夏季，人们总爱穿浅淡色的服装，感觉凉爽些；而在寒冷的冬季，则偏爱穿红色、橙色等暖色调的衣服。同样，对于装有全空调的楼宇而言，其外粉刷色彩宜选用浅淡色调，具有节能省电的功效。日本已将浅色作为墙体外隔热的一种主要色调。还有墙面的色彩若选择不当，墙面温度高，使外墙产生伸缩变形应力，有时会使外墙面粉刷脱落，而影响美观。另外，不同色彩对光的反射系数也不同，黄、白色等反射系数最高，浅蓝、淡绿等浅淡色彩次之，紫、黑色反射系数最小，因此在建筑外墙上采用高反射系数的色彩可以增加环境的亮度。

2. 装饰作用

色彩在城市建筑中的首要功能就是装饰。形形色色的城市建筑经过色彩的装点，与地面、植物、天空等背景融合在一起，构成了丰富多彩的城市环境，徜徉其中，人们的眼睛由于接触到多姿多彩的不同景致而使身心得到愉悦，城市建筑也由于丰富色彩的加盟而魅力独具。

通过色彩的装饰，建筑可以很好地融入周围环境，也可以从周围环境中“跳”出来，充分显示个性。

3. 标识作用

色彩在装饰城市建筑的同时，也在不同的建筑之间和同一建筑的不同组成部分之间起着重要的区分标识作用，增加了建筑的可识别性。

譬如勒·柯布西埃设计的马塞公寓，在不同单元之间的隔墙上涂抹了各种鲜艳的颜色，这些高饱和度的红、黄、蓝等原色为每个独立的居住单元抹上了个性化的色彩，同时形成了明显的标识作用，使居住者在楼外可以凭借不同的颜色方便地找到自己的居住单元。

4. 情感作用

色彩的情感作用是从人们的生理、心理特点及需要出发，赋予城市建筑的一种抽象意义。

譬如城市中的居住建筑，目前大多采用高明度、低彩度、偏暖的颜色，这样的颜色能给人带来温暖、明亮、轻松、愉悦的视觉心理感受；而办公建筑为了体现理智、冷静、高效率的工作气氛，往往采用中性或偏冷的颜色，如白色、淡蓝、浅灰、灰绿等。所以，色彩的情感作用来自于对它的联想与象征，表1-5-1列出了几种主要色相的联想与象征意义，从中可以大致看出色彩普遍意义上的情感特征。

表1-5-1 色彩的联想与象征意义

色相	联 想	象 征
红	血液、太阳、火焰、心脏	热情、危险、喜庆、爆发、反抗
橙	橘子、橙子、晚霞、秋叶	快乐、温情、炽热、明朗、积极

续表 1-5-1

色相	联 想	象 征
黄	香蕉、黄金、菊花、提醒信号	明快、光明、注意、不安、野心
绿	树叶、植物、公园、安全信号	和平、理想、成长、希望、安全
蓝	海洋、天空、湖泊、远山	沉静、凉爽、忧郁、理性、自由
紫	葡萄、茄子、紫菜、紫罗兰	高贵、神秘、优雅、嫉妒、病态
白	白雪、白云、白纸、医院	纯洁、朴素、虔诚、神圣、虚无
黑	头发、墨水、夜晚、木炭	死亡、恐怖、邪恶、严肃、孤独

5. 文化意义

色彩不仅具有本身的特性，还是一种文化信息的传递媒介，它含有人们附加在其上的内涵，在一定程度上代表了城市、国家的文化。色彩表达了宗教、等级、方位等观念，如希腊神殿的色彩实际上就是希腊人宗教观念的反映，他们用红色象征火，青色象征大地，绿色象征水，紫色象征空气。我国魏晋朝时期，金色在佛教建筑上是必要的色彩，通过色彩表现着他们的宗教信仰。随着阶级的产生，环境色彩也成为阶级、等级的表征，并制度化，如西周奴隶主用色来“明贵贱、辨等级”，规定“正色”为青、赤、黄、白、黑五色，“非正色”有淡赤、紫、绿、绀、硫黄等，其等级低于正色。自唐代开始，黄色成为皇室特用的色彩，皇宫寺院用黄、红色调，绿、青、蓝等为王府官宦之色，民舍只能用黑、灰、白等色，利用色彩来维护统治阶级的利益。周代阴阳五行理论中，以五种颜色代表方位：青绿色象征青龙，表示东方；以朱色象征朱雀，指南方；白色象征白虎，表示西方；黑色象征玄武，表示北方；黄色象征龙，指中央，这种方位思想一直延续到清末。另外，色彩也反映了当时社会的主流文化，如宋代喜用稳而单纯、清淡高雅的色调，是受了以儒家的理性主义和禅宗哲理作基础的宋代社会思想影响所致；在现代社会中，银色代表着一种高科技文化。同时，色彩也是民族文化的体现，从色彩可以看出各民族文化的差异。

四、城市色彩的构成元素

1. 建筑色彩

建筑是城市景观中的主体部分，因而建筑色彩相应地是城市色彩的主角，它的色彩处理得当与否直接影响了城市色彩的美。建筑色彩包括居住建筑色彩、商业建筑色彩、办公建筑色彩、娱乐建筑色彩、教育建筑色彩等，这些不同功能的建筑，其色彩的选择也不同，各种建筑外部常用色彩的一般范围见表 1-5-2。

表 1-5-2 建筑物墙面适宜色彩

类 别	色彩属性		
	色 相	明 度	彩 度
居住建筑	红、橙、黄、黄绿、绿、蓝绿	6—9	1—3
办公建筑	黄绿、绿、蓝绿	7—9	1—2

续表 1-5-2

类 别	色彩 属性		
	色 相	明 度	彩 度
教育建筑	橙、黄绿、绿、蓝绿	6—8	1—2
医疗建筑	黄绿、绿、白	7—8	1—1.5
娱乐建筑	红、橙、黄	6—9	2—3
商业建筑	红、橙、黄、黄绿、绿	7—9	2—3
产业建筑	黄绿、绿、蓝绿、蓝	6—9	1—2
交通建筑	橙、黄、蓝	7—9	1—3

除此之外，建筑色彩的选择，还要充分利用色彩的共性、对比性、序列性、主次性等特性使建筑色彩富有变化、各具特色。如藏式民居的檐部是藏族喜爱的酱红色，墙身为乳白色，门、窗的边饰是黑色，建筑色彩对比强烈而富有变化。另外，建筑屋顶色彩是最易忽视的地方，其实屋顶的色彩能为城市色彩填补空白，丰富美化城市的鸟瞰景观，避免登高望远时城市景观呈单一的、暗淡的灰色从而增强城市的吸引力。

2. 街道色彩

道路是城市的景观廊道，具有步移景异的动态景观序列，是展示城市魅力的通道。美观的道路色彩令行人精神倍增、身心舒畅，尤其在一些商业步行街上，用与沿街建筑协调的彩色地砖铺步行路面，会成为一道多彩的风景线。对于高速公路，色彩管理也相当重要，科学调配色彩，可以给驾驶员良好的心理影响，减少交通事故。地下街道也是值得关注的，合理科学的色彩选择可以减少地下环境阴暗冷淡的感觉。广场是城市空间的节点，是城市市民社会生活的集聚中心，良好的色彩效果将使市民更乐于逗留玩耍，为城市创造一个公众认可并接受的空间。如纽约下沉式的洛克菲勒广场，周围饰以深红色的大理石墙面，其前设置金色的雕塑，后面有白色的喷泉间隔，使金色形象突出成为广场的视觉焦点，广场中间是用膳的彩色帐篷，整个广场形成充满韵律的色彩空间，具有强烈的精神感染力。

3. 环境色彩

城市内的标牌、指示牌、站牌、电话亭、广告、雕塑、招牌、坐椅、灯柱、果皮箱等辅助设施的色彩，具有传达信息的功能，同时也是创造丰富城市色彩的良好素材，西欧各国的街头饰物如电话亭、候车亭、灯柱等都经过精心设计和慎重处理，色彩丰富，艺术性强，再加上丰富多彩的雕塑、喷泉，形成一条条优美的景观带。虽然这类小品不是城市景观的主体，但若处理不当不仅损害城市形象，更为重要的是会造成市民识别上的障碍，不利于有效传递信息。如危险部位、信号装置应该规定专用色，色彩搭配要醒目，以提醒人们注意。总之，环境小品的色彩设计要寻求功能与美观的统一。

4. 植物色彩

植物是具有生命的活体，不同的植物具有不同的色彩，而且也会随着其生长阶段和

季节的变化而改变它们的色彩，是城市景观创造动态色彩的最佳选择。如树木的叶子有绿、浅绿、深绿的演变，还有由绿转黄、由绿转红。植物的花卉更是色彩纷呈，红的、白的、粉红的、黄的、淡紫的、黑的等等，姹紫嫣红。将各种植物与花卉合理搭配，可利用它们的色相、明度、彩度组成节奏、韵律，并随着四季的变化会产生不同的效果。

5. 灯光色彩

夜间灯光照明，也是环境景观中不可或缺的构成要素之一。灯光在夜晚除提供照明功能之外，还通过对城市建筑物、构筑物、城市小品、草坪、树木及水体的照映，构建了千姿百态的光彩世界，集实用与美学功能于一体。夜间的色彩主要通过人工灯光的形式表达出来，以黑色夜空作为背景，其色彩感比昼间强烈，因而能营造出丰富变幻的环境氛围。如北京天安门广场灯光照明光辉明亮，丰富而有层次，并以暖色调为主，勾勒出一幅宏伟壮丽、欣欣向荣、和谐完整的景象。而王府井、东、西单大街和前门大街等，作为商业街则灯光色彩斑斓，用闪烁的霓虹灯、五光十色的招牌、广告和橱窗照明，渲染出一种热闹气氛和繁荣景象。还有美国拉斯维加斯那梦幻般的灯光照明奇境，以及巴黎、香港、上海等城市的夜景都是世界各地游客钟爱的景观。

第三节 建筑美学理论的基本知识

建筑美学除了与基本美学存在着具体与普遍的关系之外，它与其他的具体美学分支，也有着千丝万缕的关系。

首先，建筑美学是一门实用美学。按我国美学家的分类，建筑美学属于科学美学中的实用美学部分，与它相伴行的有文艺美学、社会美学、科技美学、装饰美学、教育美学等。

其次，由于建筑学是一门技术性很强的学科，建筑是技术与艺术的结晶，因此，无论审美观念、价值体系、艺术方法，还是评判标准，建筑美学与技术美学均有密不可分的关系。

一、建筑美学的定义

“建筑美学”的概念经常出现在建筑理论文章中，但对其精确的定义及研究内容，学术界却一直众说纷纭，莫衷一是。本书将建筑美学定义为：“建筑美学是研究建筑及其环境美的本质及其规律，分析建筑相关要素之间的审美关系，以研究建筑审美经验为中心内容，并且探索建筑艺术实践方法的一门学科。”

二、建筑形式美法则

建筑的形式美法则也是传统的建筑美学观念中的重要内容。人们认为，一个建筑给人们以美或不美的感受，在人们心理上，情绪上产生某种反应，存在着某种规律。建筑形式美法则就表述了这种规律。建筑物是由各种构成要素如墙、门、窗，台基、屋顶等组成的。这些构成要素具有一定的形状，大小、色彩和质感，而形状（及其大小）又可抽象为点、线、面、体（及其度量），建筑形式美法则就表述了这些点、线、面、体以及色彩和质感

的普遍组合规律。建筑形式美法则可以归纳为以下几方面：

1. 对比与微差

建筑要素之间存在着差异，对比是显著的差异，微差则是细微的差异。就形式美而言，两者都不可少。对比可以借相互烘托陪衬求得变化，微差则借彼此之间的协调和连续性以求得调和。没有对比会产生单调，而过分强调对比以致失掉了连续性又会造成杂乱。只有把这两者巧妙地结合起来，才能达到既有变化又谐调一致。对比在建筑构图中主要体现在不同度量，不同形状，不同方向、不同色彩和不同质感之间。

2. 比例与尺度

协调的比例可以引起人们的美感。古希腊的毕达哥拉斯学派认为万物最基本的元素是数，数的原则统摄着宇宙中心的一切现象。这个学派运用这种观点研究美学问题：在音乐、建筑、雕刻和造型艺术中，探求什么样的数量比例关系能产生美的效果。著名的“黄金分割”就是这个学派提出来的。在建筑中，无论是组合要素本身，各组合要素之间以及某一组合要素与整体之间，无不保持着某种确定的数的制约关系，这种制约关系中的任何一处，如果越出和谐所允许的限度，就会导致整体比例失调。

3. 均衡与稳定

处于地球重力场内的一切物体只有在重心最低和左右均衡的时候，才有稳定的感觉。如下大上小的山，左右对称的人等。人眼习惯于均衡的组合。通过建筑的实践使人认识到，均衡而稳定的建筑不仅实际上是安全的，而且在感觉上也是舒服的。均衡的方式包括对称均衡、不对称均衡和动态均衡。

同均衡相联系的是稳定。如果说均衡着重处理建筑构图中各要素左右或前后之间的轻重关系的话，那么稳定则着重考虑建筑整体上下之间的轻重关系。西方古典建筑几乎总是把下大上小、下重上轻、下实上虚奉为求得稳定的金科玉律。随着工程技术的进步，现代建筑师则不受这些约束，创造出许多同上述原则相对立的新的建筑形式。

4. 韵律与节奏

自然界中的许多事物或现象，往往由于有秩序地变化或有规律地重复出现而激起人们的美感，这种美通常称为韵律美。表现在建筑中的韵律可分为连续韵律、渐变韵律、起伏韵律和交错韵律。

5. 重复与再现

在建筑中，往往可以借某一母题的重复或再现来增强整体的统一性。随着建筑工业化和标准化水平的提高，这种手法已得到愈来愈广泛的运用。一般说来，重复或再现总是同对比和变化结合在一起，这样才能获得良好的效果。

6. 渗透与层次

现代建筑运动以来，随着技术的进步和新材料的不断出现，特别是框架结构取代砖石结构，为自由灵活地分隔空间创造了条件。这样，各部分空间互相连通，贯穿、渗透，呈现出极其丰富的层次变化。所谓“流动空间”正是对这种空间所作的形象的概括。中国古典园林中的借景就是一种空间的渗透。“借”是把彼处的景物引到此处来，以获得层次丰富的景观效果。“庭院深深深几许”就是描述中国古典庭园所独具的幽深境界。近年来国外一些公共建筑，更加注意空间的渗透，不仅考虑到同一层内若干空间的相互渗透，而且通过楼梯、夹层的处理，造成上下多层空间的相互穿插渗透，以

丰富层次变化。

三、当代建筑美学观念和流派

当代建筑美学的特点主要反映为流派上的多元和审美观念上的拓展，它既包括古典与传统主义的美学观念，也包括反形式美学、地域性建筑美学、高技术建筑美学以及解构建筑美学等内容。特别是近年来信息技术的进步和可持续发展观念的形成，在建筑创作上出现了信息建筑和生态建筑等新的形式。与此同时，相应的信息建筑美学和生态建筑美学等新的建筑美学观念也随之产生。

1. 反形式美学

所谓“反形式美学”，就是有意违反形式美规律的美学。该美学以有意违背古典的形式美学为主要特征，如古典美学追求和谐统一，反形式美学则提倡冲突破碎；前者努力塑造“建筑美”，后者极力表现“丑陋、怪异”；前者要求艺术的清晰明确，后者则标榜折中模糊；前者追求理性，后者表现为反理性与非理性。如果说，现代建筑美学强调的是主体和客体、功能与形式、合目的性与合逻辑性的契合与统一；那么，反形式美学恰恰表现为主体和客体、功能与形式、合目的性与合逻辑性的冲突与离异。如果说，前者追求的是“增一分太长，减一分太短”的美学意境的话，后者则表现出对现存美学法则的颠倒。

在创作手段上，它常通过拓展美的对立面要素，采用冲突、对抗、滑稽、幽默等方法与手段来提高艺术“表现力”。在人类审美意识和艺术的发展史中，尽管“丑、怪、滑稽”等审美要素早就存在，但它一直处于从属、陪衬和被压抑地位。而在当代复杂的社会条件刺激下，它终于在一些艺术中崭露头角，并以颠覆的手法，取代“美”、“崇高”等美学要素的地位，成为艺术表现的主角与重点。

从艺术性格看，“反形式美学”表现出弘扬个性、滑稽与幽默等特征。

2. 地域性建筑美学

地域性建筑美学，是当代建筑美学的重要组成部分。它主要关注地域性建筑艺术特征、地域主义的美学思潮、审美价值标准、设计手段及其发展与演变等内容。地域性就是指某一地区的自然地理环境、经济地理环境和社会文化环境方面所表现出来的特性，是某一地区有别于其他地区的特点。地域性是一个空间概念，也是一个时间概念；是自然地理上的概念，也是人文地理上的概念。

在空间概念上，它包括地形、地质、地貌、山岳、河流、海洋、湖泊以及气候环境和动植物分布等要素。

建筑与地域的空间特性有密切的联系，不同的地域因其地理纬度、海拔高度、气温和气压、温差和湿度以及地形、地势、潮汐、水流等影响因素不同，使建筑形式有很大的区别。

地域性建筑作为人类适应自然环境的产物，根据不同的气候条件，创造出舒适宜人的室内外环境。通过千百年的探索，人类创造了适应气候的热带雨林、温带、高寒、荒漠、极地等不同气候下的建筑及其文化。

在时间概念上，地域性包括历史演变、文化变迁、民族衰亡发展、传统与现代等运动变化。如果说，自然地理多与空间条件相关，那么，人文地理多与时间状况相关。实际上，地域性是这两者互动的结果。适应性、连续性、大众性是地域性建筑文化的一个重要

特点。

从上可见，建筑的地域性包括两方面的内容：既包含地域自然环境的特殊性与一贯性，同时又带有特定地区文化意识形态的特殊性与一贯性。因此，可以说，地域性是“整个社区及其全部历史作用的产物”。^①

3. 高技建筑美学

高技术建筑美学，是随着 20 世纪科技的发展，在建筑领域呈现的一种美学思潮。它是在早期技术美学基础上进一步发展的结果。表现为推崇技术表现，极力体现技术进步，认为技术可以创造美好的未来，表现出技术乐观主义的审美倾向，它融汇人文精神，并运用复杂和灵活的技术手法，突破标准化的设计，充分展现现代材料和技术的魅力。

4. 解构建筑美学

解构主义（Deconstruction）是 20 世纪 60 年代后期起源于法国的一种哲学思想。它是对结构主义的传承与反叛基础上发展起来，具有强烈的反叛品格。其价值取向深植于后工业社会现实和科学主义的异化的土壤中。它以反思文本为视点，对西方两千多年来“逻各斯中心主义”^② 的理论与实践提出了质疑。在文学中，它从摧毁二元对立与源本定值基础出发，强调文本、阅读、批评的多元本并立的动态；以双重阅读、颠倒、增补、替代为策略，消解作家主体作品本体决定论，以求从时空物我的流转中发现新质，寻找解“构”中产生的力量之源。

20 世纪 70 年代，西方建筑师把解构主义理论引入建筑领域，用解构主义哲学观念，向古典主义、现代主义和后现代主义提出质疑。1988 年，菲利普·约翰逊等人在现代艺术博物馆举办了一次所谓解构主义建筑的七人作品展，该展览得到人们的认可，其设计思维方法，受到建筑师的广泛关注。

实际上，解构建筑并无统一的做法，在现实中，建筑师对解构主义有不同的理解，并按自己的方法进行探索。

例如，李伯斯金是当初解构建筑七人展中的一名建筑师。他认为，解构主义是通过建筑对话，用抽象语言表达历史的不连续性。他的柏林博物馆扩建工程——犹太分馆，通过曲折的路线、倾斜的地面、不规则、破碎状的墙面洞口，表达了犹太人的苦难历程；用解构主义建筑语言，表达了他对建筑艺术的理解。

库哈斯、哈迪德、盖瑞（F. Gehry）等的思想渊源与俄国早期构成主义有很大关系，因而被称为新构成主义者。他们探索了非均衡与不和谐的美学，试图否定结构的稳定性，以及利用冲突和破碎表现，交叉、叠置和碰撞的艺术语法体系，来实现建筑生成和转化。尽管这些建筑所产生的形式呈某种无秩序状态，但是其内部的逻辑及思辨的过程是清晰一致的。典型的例子如哈迪德在 1983 年为香港所作的顶峰俱乐部（The Peak Club）方案，就是将建筑解体，并利用反构成美学原则进行重构的结果。因此，解构主义不仅与现代主义有血缘关系，而且也是构成主义的新发展。建筑评论家 C. 詹克斯将解构建筑划分到新现代主义阵营中。日本建筑师范原一男，因提倡“混沌”和“无秩序”理论被视为新现代主义建筑师。

^① 引自“Contemporary Vernacular”（林少伟等编着）前言，作者查尔斯·柯立亚。

^② 逻各斯：希腊文 Logos 的音译，作为哲学术语，意为理性、理念、绝对精神。

第六章 建筑项目策划与设计阶段

第一节 设计前期与建筑策划

一、我国基本建设的程序

一个建设项目从建设前期工作到建设、投产，要经历几个循序渐进的阶段，每个阶段都有自身的工作内容。根据我国现行规定，一般大中型项目的建设包括以下七项内容：

- 1) 根据国民经济和社会发展长远规划，结合行业和所在地区发展规划的要求，提出项目建议书；
- 2) 在勘察、试验、调查研究及详细技术经济论证的基础上编制可行性研究报告；
- 3) 根据项目的咨询评估情况，对建设项目进行决策；
- 4) 根据可行性研究报告编制设计文件；
- 5) 初步设计经批准后，做好施工前的各项准备工作；
- 6) 组织施工，并根据工程进度，作好生产准备；
- 7) 项目按批准的设计内容建成，经投料试车验收合格后，正式投产，交付生产使用。

二、关于设计前期工作

设计前期工作的形成。在国际建筑市场中，建筑师基本是受雇于业主，为业主或协同业主作建筑项目开发起动工作，即拟订粗线条有实用价值和控制性强的设计文件，含评估、立项、概算及规划等工作。

一个建设项目提出开发的设想阶段，即投资前阶段又称设计前期工作阶段。这个阶段包括提出项目建议书；批准可行性研究报告；最终投资决策，做出项目评估报告等三项内容，达到最终建筑立项目标。

设计前期工作除完成建筑立项外，还要对即将进行的委托设计和具体施工提供一份按国家有关各项政策编制的可靠性高、各项指标完善、远近分期明确的文件。这个设计前期工作文件，首先要有较实际的可行性。前期工作的目的是建筑策划，它要体现出较高的政策性、较周密的技术性、较实际的经济性，以达到较准确地控制后期建筑开发阶段实施进程的目的。设计前期工作的优劣主要决定于建筑师从事设计和管理工作经验的积累。从宏观的建筑实践中，得到微观的建筑感知，来完成前期工作。建筑师的建筑感知在建筑开发中，是取之不尽，用之不竭的精神和技术资源，还能预见到成果的发展和规模。所以，建筑师建筑感知的博洽和预见性是建筑开发和投资经营成败的关键。

1. 项目建议书

它是建设项目发展周期中的最初阶段，提出一个轮廓设想，从宏观上考察项目建设的必要性，其主要作用是国家选择建设项目的依据。涉外项目建议书一经国家批准即为工程立项，而随后开展可行性研究，并可对外展开工作。项目建议书的内容有以下六条：

- 1) 建设项目提出依据和缘由，背景材料，拟建地点的长远规划，行业及地区规划资料；
- 2) 拟建规模和建设地点初步设想论证；
- 3) 资源情况、建设条件可行性及协作可靠性；
- 4) 投资估算和资金筹措设想；
- 5) 设计、施工项目进程安排；
- 6) 经济效果和社会效益的分析与初估。

2. 可行性研究报告

它是指建设项目决策前，通过对项目有关的工程、技术、经济等方面条件和情况进行调查、研究、分析，对可能的建设方案和技术方案进行比较论证和预测建成后的经济效益等。为达到技术上的先进性和适用性、经济上的盈利合理性、建设的可能和可行性，业主委托有资格的设计院或咨询公司编制可行性研究报告。作为项目决策后设计任务、银行贷款、合同、订货、审查及向规划部门申请建设执照的依据和附件，其编制必须在国家有关规划建设政策、法规指导下完成。同时，还要有相应项目建设请示批复、环境测试、市场调查、自然、社会、经济方面的有关资料等作依据。可行性研究报告的内容有十条：

- 1) 总论项目建设的必要性和依据；
- 2) 需求预测和建设规模；
- 3) 资源、原材料、燃料及公用设施情况；
- 4) 建设条件和场址方案；
- 5) 设计方案；
- 6) 环境保护；
- 7) 企业组织、劳动定员和人员培训估算；
- 8) 实施进度建设；
- 9) 投资估算和资金筹措；
- 10) 社会及经济效果分析。

3. 项目评估报告

它要对拟建项目的可行性研究报告提出意见，对最终决策项目投资是否可行进行认可，确定最佳投资方案。项目评估报告和决策内容有四项：

- 1) 全面审核报告中反映的各项情况是否确定；
- 2) 分析报告中各项指标是否正确；
- 3) 从企业、国家和社会三方面，综合分析和判断工程项目的经济和社会效益；
- 4) 分析和判断报告的可靠性、真实性和客观性，对项目做出取舍的结论性意见和建议；最终投资限额规定的决策，按项目隶属关系，分别由省、自治区、直辖市，乃至国家

发展改革委员会、国务院有审批权限的各级部门决策。

三、建筑策划的概念与相关因素

根据项目建议书及设计基础资料，提出项目构成及总体构想，包括空间要求、空间尺度、空间组合、使用方式、环境保护、结构造型、设备系统、建筑面积、工程投资、建筑周期的一个完整实施工程计划等，为进一步实现设计提供依据。此设计前期策划是国外建筑师正常业务中的前半部分工作。方案、初设、施工图及配合施工之前的工作是建筑师的正常建筑设计业务。而国外建筑师的正常业务后半部分包括参与招标，合同、施工管理及至验收工程后期竣工资料服务等工作。三者合一为完整的建筑策划概念。建筑策划前期工作至关重要，直接影响、控制未来建筑开发的宏观效益。在前期建筑策划中应考虑以下相关因素（图 1-6-1）。

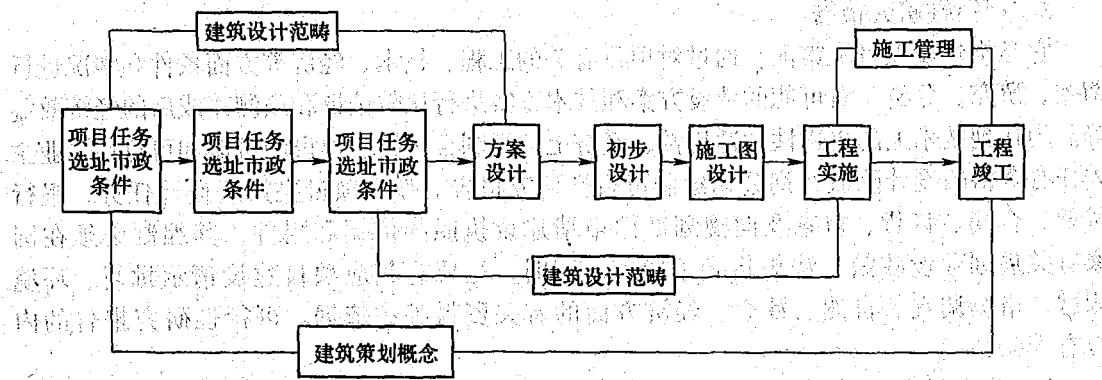


图 1-6-1 建筑策划相关因素

1. 选址与建筑场地的相关因素

- 1) 场地的地理位置、平面图、高程图、城市规划或现状图，是否利于三通一平。
- 2) 场地的自然状况，地质构造、地貌特征、现有植被、生态环境等对建筑分区的影响。
- 3) 场地的气候条件、水质、水文、日照、冻融、雨水，洪水十年、五十年以至百年的记载，对水库、电厂、机场、公路、铁路及特殊构筑物的建筑形式及功能的影响。
- 4) 相邻的建筑、构筑物、地下管网、设备、设施的分布情况及相关关系。
- 5) 场地现有的水、电路状况，远、近期规划和展望。
- 6) 场地人文环境，人流的密度、成分、预计发展。
- 7) 场地的经济价值，土地的利用率，开发使用前景、地价。
- 8) 场地使用中将遇到的法律、法规、契约手续、地界划分，以及使用权等问题。

2. 建筑功能的相关因素

- 1) 人的行为因素，不同的民族、相异的生活方式和宗教信仰，历史、现状的人文文化对建筑功能和形式的要求。
- 2) 根据建筑所属的不同功能类型，满足其各自特殊的功能要求。
- 3) 建筑空间因素。从规章制度和规划要求的角度，确定建筑群体是高层还是低层空

间。从群体中确定单体的空间关系，从单体的空间中确定因功能需要具体使用空间的细部及组合。

3. 建筑造价的相关因素

- 1) 建筑场地购置费用。
- 2) 建筑设计费用，含前期、设计、后期及配合等费用。
- 3) 建筑施工费用，选定施工方法，新技术花费，确定施工周期。
- 4) 建筑施工监理费用。
- 5) 不可预见费用：动迁、水、电、暖、环保、人防、消防、事故障碍和可能发生的开销。

4. 建筑法规的相关因素

- 1) 各项建设法规的约束。
- 2) 建筑规范的要求。
- 3) 地区、民族、传统、信念的要求。

四、建筑策划的内容

上述四大相关因素为建筑策划选定场地，为前期工作中的立意，对后期建筑设计以至施工有准确的控制作用，是后期建筑实施的指导纲领。分析如下：

1. 总体布置

- 1) 场地功能分区。任何一块被选定的建筑用地均应受周围建筑或环境的制约，比如日照、通风、噪声、地质构造。作为一个群体有主次之分，作为单体更有主立面、主人口的要求。着手一块建筑用地设计，首先应做分区布置。如医院：处理门诊、病房和辅助医疗三者的主次和依赖关系，洁污分流，避免内外交叉。有隐蔽、隔离绿化、花园、广场、道路分工。考虑声音、视线干扰，动静分区，设备能源核心布局，权衡利弊，抓住功能分区、远近期发展结合这个矛盾。
- 2) 交通组织。建筑分区确定，路网是分区的分隔，内部道路短捷方便、坡弯合理，形成通畅环路。要满足一定数量的停车位。对外道路衔接出口应符合城市交通管理要求。
- 3) 确定主要入口。人流、车流、货流、职工、后勤、自行车、垃圾出口、分流明确，前后有别、洁污不混。
- 4) 争取绿化用地面积。人们渴求安静祥和的自然环境，而开发商则极力追求建筑容积率，以达到最大限度地获得投资回报的目的。这就是要求总图建筑师统筹考虑，提出合理方案。在高密度建筑区利用占天不占地的手法，在控高允许的情况下，搞绿化生态建筑、屋顶花园、阳台等立体绿化以弥补绿化损失。但现代城市绿化系数不应小于20%，或满足当地规划指定指标。

5) 朝向与节能。朝南向阳、朝北背光，良好通风，合理维护墙顶建材选择，要依建筑性质、功能的要求而确定。

- 6) 消防要求。消防通道、建筑主体临空要求，建筑长度、宽度、高度限制，建筑院落尺寸，多层、高层建筑差别，消防栓数量、间距，消防水池容积等。
- 7) 地下管网。包括给水、排水、雨水、煤气、供热、供电、电信等，摸清容量、路

由、位置，地下暗涵、沟渠、人防通道构筑物等。总图布置在摸清情况的前提下，应尽量避开和予以合理利用，以减少投入。

8) 处理好人文景观。建筑是历史、人文的再现，作为一座新建筑应处理好与接邻的旧建筑，在形式和技术上的沟通和对话。让历史和人文变迁成为一个整体，表述新旧时代经济、技术的变迁与发展。

2. 建筑设计考虑

1) 建筑环境和建筑功能。建筑功能要满足人的行为要求，但人的活动规律受到环境的直接和间接影响。一个好的建筑立意，应从环境入手，充分做到人、功能与环境的统一。如群体建筑中，学校不适宜放在商业区，商业区不宜远离城市。

2) 建筑技术与其对平面的影响。翻开建筑的历史，从原始的土石木结构发展到今天的混凝土、钢结构建筑，现代施工技术有了长足的发展。建筑由小到大，由低到高，跨越到地面上、地面上下、水上、水下建筑。随着信息时代快速发展变化的建筑平面也不应该过分超前，超越国情实力去设计。

3) 空间组合制约立面。建筑是三维空间，满足人们对功能的要求的同时，又产生建筑立面。主体立面形象使建筑物具有一定得精神功能，立面形式的形成离不开民族、地方信仰习俗的因素，建筑的立面设计应以建筑技术、材料及经济实力来取舍。

4) 剖面设计。建筑三度空间中，除了人的功能活动所需要的空间设计之外，包含多专业设计，如结构、设备、电气、室内装修，乃至建筑的夜景照明设计、空中微波、航道限定设计等。

3. 结构选型

建筑结构体系的选择。要从项目的地上结构、地下结构及特殊功能结构要求出发，寻求在适用、合理的基础上可行性和投资经济性均较好的形式。注意地基处理方案。单层、多层可因地选材，或以钢筋混凝土结构为主，大跨度可选钢结构但要做好防火处理。地下结构要与地下建筑基础结合做好防水处理，勿忘抗震设防的考虑。

4. 设备选择

1) 供电设备。供电现状、变电所的位置，变压器容量、性能如何，变电前电压，变压后的供电参数，原变配电若不足，如何增容和可行方案，远近期结合的供电设备增加及变配电建筑定位等。

2) 供水。水源、水质、水量、自备井或城市供水系统和泵、水箱设置。

3) 排水。现状排水网、管径、埋深、流量、流向、结合并位置，可否直排。如无市政条件要新增市政管网。粪便及污染水要经处理达标排出。处理好雨水网系统。

4) 供热管网。供暖热源，是集中锅炉房，还是热网，供热热媒参数，是否有余量供新建建筑使用。有足够量，做系统平衡。无热源要选锅炉建厂房修外网，注意减少污染源和节约能源；高低层不同供热压力要求也不相同。

5) 空调系统。根据所要求的空调面积、冷负荷量，选择集中或分散空调系统。冷媒不用氟利昂，应用溴化锂以减少污染和防止设备噪声超标。

5. 建筑面积计算

6. 建筑工程造价的估算

1) 环境投资。国土有偿使用费；地方市政配套费（四源费等）；动迁费以至小环境配套项目补偿费等。

2) 建筑投资费。按实际建筑直接费、人工费、各种调增费、施工管理费、临时设施费、劳保基金、贷款差价、税金乃至地方规定。

3) 设备投资。建设项目涉及电梯、空调、强弱电、消防设备费用实际数字。

4) 设计费率。不同性质工业、民用建筑按行业收费，外资及中外合资要取较高收费标准。

7. 建筑周期

建筑周期是经建筑策划选定场地后，在前期设计工作立意的基础上，在已知的初步方案条件下，考虑主观与客观未知变化因素，由建筑师组织制定的实施工程纲领，即安排工程从始至终的进度表。包括前期工作—设计招标—建筑设计—施工招标—施工组织—配套装修—试运验收—工程决算。建筑师靠实践经验将整个工程操作计划按时间进度顺序排定，争取达到工程预期目标。

第三章 建筑设计阶段

一、编制建筑工程设计文件的依据

- 1) 项目批准文件；
- 2) 城市规划；
- 3) 工程建设强制性标准；
- 4) 国家规定的建设工程勘察、设计深度要求。

铁路、交通、水利等专业建设工程，还应当以专业规划的要求为依据。

编制建设工程勘察文件，应当真实、准确，满足建设工程规划、选址、设计、岩土治理和施工的需要。

设计文件编制必须遵守的要求，一是贯彻国家有关工程建设的政策和法令；二是符合国家现行的建筑工程设计标准；三是符合国家现行设计规范和制图标准；四是遵守设计工作程序；五是设计文件内容完整，符合深度要求，文字、图纸准确、清晰；保证设计质量。

二、设计工作程序

根据建设部（2003）84号文件《建筑工程设计文件编制深度的规定》，大中城市建筑设计为三个阶段，即方案阶段、初步设计阶段和施工图阶段。小型和技术简单的城市建筑，可以方案设计阶段代替初步设计阶段，对技术复杂而又缺乏经验的项目，需增加技术设计阶段。

1. 前期准备

研究设计依据，收集原始资料，现场勘查及调查研究。包括：

- 1) 可行性研究报告。

- 2) 规划局核定的用地位置、界限、核发的《建设用地规划许可证》。
- 3) 有关的政策、法令、规范、标准。
- 4) 气象资料、地质条件、地理环境。
- 5) 市政设施供应情况。
- 6) 建设单位的使用要求及所提供的设计要求。
- 7) 设计合同。

2. 方案设计

方案设计阶段的深度应符合建设部(2003)84号文件《建筑工程设计文件编制深度的规定》。建设部(1995)230号文件中关于建筑方案设计文件编制深度的规定已作废。

编制方案设计文件，应当满足编制初步设计文件和控制概算的需要。

3. 初步设计

初步设计要以业主及有关主管部门的方案批准为依据。初步设计的深度要符合建设部(2003)84号文件《建筑工程设计文件编制深度的规定》的要求，建设部(1992)102号文已作废。由于该文件内容繁多，此处从略，但总的原则是：编制的初步设计文件，应当满足编制施工招标文件、主要设备材料订货和编制施工图设计文件的需要。

4. 编制施工图设计文件

施工图设计文件的深度要符合上述文件的规定。施工图设计应当满足设备材料采购、非标准设备制作和施工的需要，并注明建设工程合理使用年限。

设计文件中选用的材料、构配件、设备，应当注明其规格、型号、性能等技术指标，其质量要求必须符合国家规定的标准。

除有特殊要求的建筑材料、专用设备和工艺生产线外，设计单位不得指定生产厂、供应商。

三、有关修改设计文件方面的规定

建设单位、施工单位、监理单位不得修改建设工程勘察、设计文件；确需修改建设工程勘察、设计文件的，应当由原建设工程勘察、设计单位修改。经原建设工程勘察、设计单位书面同意，建设单位也可以委托其他具有相应资质的建设工程勘察、设计单位修改。修改单位对修改的勘察设计、文件中的修改部分承担相应责任。

施工单位、监理单位发现建设工程勘察、设计文件不符合工程建设强制性标准、合同约定的质量要求的，应当报告建设单位，建设单位有权要求建设工程勘察、设计单位对建设工程勘察、设计文件进行补充、修改。

建设工程勘察、设计文件内容需要作重大修改的，建设单位应当报经原审批机关批准后，方可修改。

四、采用的新技术、新材料的规定

建设工程勘察、设计文件中规定采用的新技术、新材料可能影响建设工程质量和安全，又没有国家技术标准的，应当由国家认可的检测机构进行试验、论证，出具检测报告，并经国务院有关部门或者省、自治区、直辖市人民政府有关部门组织的建设工程技术专家委员会审定后，方可使用。

参考文献

- [1] 潘谷西. 中国建筑史 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.
- [2] 潘谷西. 外国建筑史 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001.
- [3] 天津大学. 公共建筑设计原理 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001.
- [4] 周维权. 中国古典园林史 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [5] 《全国城市规划执业制度管理委员会》. 全国注册城市规划师职业资格考试指定参考用书之二 城市规划相关知识 [M]. 北京: 中国计划出版社, 2002.
- [6] 王翠萍, 王宇新. 全国注册城市规划师执业资格考试辅导教材 第二分册 [M]. 2 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [7] 《注册建筑师考试辅导教材》编委会. 一级注册建筑师考试辅导教材 第一分册 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [8] 《注册建筑师考试辅导教材》编委会. 一级注册建筑师考试辅导教材 第三分册 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [9] 《注册建筑师考试辅导教材》编委会. 一级注册建筑师考试辅导教材 第四分册 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [10] 《注册建筑师考试辅导教材》编委会. 一级注册建筑师考试辅导教材 第五分册 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [11] 刘先觉. 现代建筑理论——建筑结合人文科学自然科学与技术科学的新成就 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999.
- [12] 彭一刚. 建筑空间组合论 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1983.
- [13] 樊振和. 建筑构造原理与设计 [M]. 天津: 天津大学出版社, 2004.
- [14] 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378—2006.
- [15] 《住宅建筑规范》GB 50386—2005.
- [16] 《民用建筑节能管理规定》.
- [17] 《城市建筑综合防灾技术政策》.
- [18] 闫寒. 建筑学场地设计 (精装版) [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [19] 魏民. 城市环境中的色彩设计 [J]. 天津城市建设学院学报, 1997, 9: 80—84.
- [20] 邓清华. 城市色彩探析 [J]. 现代城市研究, 2002, 4: 51—55.
- [21] 焦燕. 城市建筑色彩的表现与规划 [J]. 城市规划, 2001, 3: 61—64.
- [22] 张为诚, 沐小虎. 建筑色彩设计 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2000.

在那以后，我开始对《诗经》产生浓厚的兴趣。我常常在课余时间阅读《诗经》，并尝试着自己创作一些诗作。我开始意识到，《诗经》不仅仅是一本古籍，它还蕴含着丰富的文化内涵和历史价值。通过学习《诗经》，我不仅提高了自己的文学素养，还增强了对祖国传统文化的热爱和自豪感。

随着时间的推移，我对《诗经》的研究兴趣越来越浓厚。我开始阅读更多的《诗经》研究著作，如《诗经学史话》、《诗经与周易》等。这些书籍让我对《诗经》有了更深入的理解。我开始尝试着将《诗经》中的经典语句翻译成现代汉语，以便让更多的人能够理解其深意。同时，我也开始尝试着将《诗经》中的思想融入到自己的创作中，从而更好地表达自己的情感和思想。

在学习《诗经》的过程中，我遇到了许多困难。首先，由于《诗经》是古代文献，其语言风格与现代汉语有很大的差异，因此在理解上存在一定的困难。其次，由于《诗经》的内容非常丰富，涉及的历史背景、社会文化等方面的知识也非常广泛，因此在学习过程中需要花费大量的时间和精力。但是，尽管如此，我仍然坚持学习《诗经》，因为我相信，只有真正地理解了《诗经》，才能更好地传承和发展我们的传统文化。

通过学习《诗经》，我不仅提高了自己的文学素养，还增强了对祖国传统文化的热爱和自豪感。我相信，只要我们能够认真地学习和研究《诗经》，就一定能够更好地传承和发展我们的传统文化，让它们在现代社会焕发出新的光彩。

第二篇 城市道路交通工程

第一章 城市道路规划设计

第一节 城市道路规划设计

一、道路规划设计的基本内容

城市道路规划设计一般包括：路线设计、交叉口设计、道路附属设施设计、路面设计和交通管理设施设计五个部分。其中道路选线、道路横断面组合、道路交叉口选型等都是属于城市总体规划和详细规划的重要内容。

二、城市道路规划设计的原则

- 1) 城市道路的规划设计必须在城市规划，特别是在土地利用规划和道路系统规划的指导下进行，必要时可以提出修改规划道路的走向、横断面形式、道路红线等建议，经规划主管部门批准后进行设计。
- 2) 在经济、合理的前提下，要充分考虑道路建设的远近结合、分期实施，尽量避免不符合规划的临时性建设。
- 3) 要满足一定时期内交通发展的需求。
- 4) 综合考虑道路的平面线形、纵断面线形、横断面组合、道路交叉口、各种道路交通附属设施和路面类型，满足行人及各种车辆行驶的技术要求。
- 5) 设计时应同时兼顾道路两侧的城市用地、建筑和各种工程管线设施的高程及功能要求，与周围环境协调，创造好的道路景观，并有利于整体的土地开发。
- 6) 合理使用各项技术标准，在可能的条件下尽可能采用较高的线形技术标准，除特殊情况外，应避免采用极限标准。

三、净空与限界

人和车辆在城市道路上通行要占有一定的通行断面，称为净空。为了保证交通的畅通，避免发生安全事故，要求街道和道路构筑物为行人和车辆的通行提供一定的限制性空间，称为限界，净空加上安全距离即构成限界。

- 1) 行人净空：

净高要求 2.2m；

净宽要求 0.75—1.0m。

2) 自行车净空：

净高要求 2.2m；

净宽要求 1.0m。

3) 机动车净空：

小汽车的净空要求为 1.6m，公共汽车为 3.0m，大货车（载货）为 4.0m；

小汽车的净宽要求为 2.0m，公共汽车为 2.6m，大货车为 3.0m。

4) 道路桥洞通行限界：

行人和自行车高度限界为 2.5m，考虑其他非机动车通行及在非机动车桥洞内雨天通行公共汽车，其高度限界为 3.5m。

汽车高度限界为 4.5m，超高汽车禁止在桥（洞）下通行。

5) 铁路通行限界：

高度限界：

内燃机车为 5.5 m，

电力机车为 6.55m（时速小于 160 公里）、

7.50m（时速在 160 公里到 200 公里之间，客货混行）；

高速列车为 7.25m；

通行双层集装箱时为 7.96m；

宽度限界：4.88m。

6) 桥下通航净空限界：

桥下通航净空限界主要取决于航道等级（见表 2-1-1），并依此决定桥面的高程：

表 2-1-1 航道等级及净空限界

航道等级		一	二	三	四	五	六
通航船只吨位 (t)		3000	2000	1000	500	300	50—100
净跨 (m)	天然及渠化河流	70	70	60	44	32—38.5 (40)	20 (28—30)
	人工运河	50	50	40	28—30	25 (28)	13 (25)
净高 (m)		12.5	11	10	7—8	4.5—5.5	3.5—4.5

四、车辆视距与视距限界

1. 行车视距

机动车辆行驶时，为了保证交通安全，驾驶人员必须保持的最短视线距离称为行车视距。行车视距与机动车制动效率、行车速度和驾驶人员所采取的措施有关。行车视距一般包括停车视距、会车视距、错车视距和超车视距等。城市道路规划设计中以停车视距和会车视距两种较为重要。

(1) 停车视距

机动车辆在行进过程中，突然遇到前方路上有行人或路面障碍物，不能绕越，必须及时在障碍物前停车，其保证安全的最短距离称为停车视距（见表 2-1-2）。停车视距由驾驶人员反应时间内车辆行驶的距离、车辆制动距离和车辆在障碍物前面停止的安全距离组成。

表 2-1-2 停车视距

计算行车速度 (km/h)	120	100	80	70	60	50	40	30	20
停车视距 (m)	210	160	115	95	75	60	45	30	20

(2) 会车视距

两辆机动车在一条车行道上对向行驶，保证安全的最短视线距离称为会车视距（此时驾驶人员视点高度离路面 1.2m）。一般根据实际经验，会车视距常按 2 倍的停车视距计算。

2. 视距限界

车辆在道路上行驶时，要求道路及道路两旁提供一定的视距空间以保证行车安全，称为视距限界。主要有三种：

(1) 平面弯道视距限界

车辆在平曲线路段上行驶时，曲线内侧的边坡、建筑物、树木或其他障碍物可能会阻挡驾驶人员的视线，影响行车安全。为此，按照车辆行驶轨迹及保证行车安全所需的停车视距，画出驾驶人员所应保证的视线，弯道上诸条视线组合成行车应保证的视线空间，诸视线的包络线即为弯道的视距限界（如图 2-1-1 所示），并由此决定弯道内侧的道路红线位置。

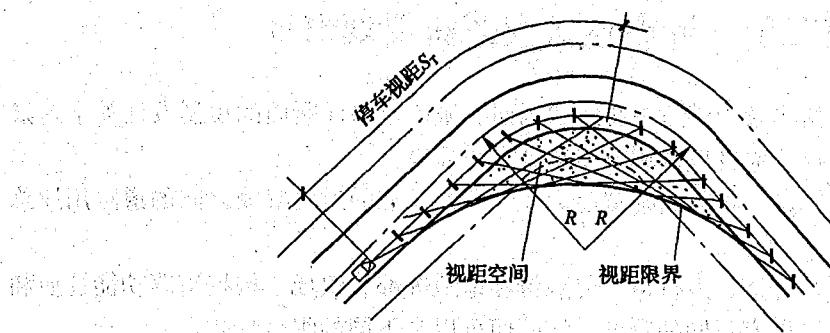


图 2-1-1 平面弯道视距限界

资料来源：文国玮. 城市交通与道路系统规划 [M]. 新版. 北京：清华大学出版社，2007：188.

设计时要求在限界内必须清除高于 1.2m 的障碍物，包括高于 1.2m 的灌木和乔木。如果因障碍物难以清除，则应限制行车速度并设置警告标志以保证安全。

(2) 纵向视距限界

车辆翻越坡顶时，与对面驶来的车辆应保证必要的安全视距，约等于两车的停车视距之和。通常用设置竖曲线的方法来保证，并以竖曲线半径来表示纵向视距限界（图 2-1-2），该竖曲线半径即为凸形竖曲线的最小半径。

(3) 交叉口视距限界

为了保证交叉口的行车安全，需要让驾驶人员在进入交叉口前的一段距离内，看清驶来交会的车辆，以便能及时采取措施，避免两车交会时发生碰撞。因此，在保证两条相交道路上直行车辆都有安全的停车视距的前提下，还必须保证驾驶人员的视线不受遮挡，由两车的停车视距和视线组成了交叉口视距空间和限界，又称视距三角形（图 2-1-3），常依此作为确定交叉口红线位置的条件之一。同样要求在视距三角形限界范围内清除高于 1.2m 的障碍物。按最不利的情况，考虑最靠右的一条直行车道与相交道路最靠中间的直行车道的组合确定视距三角形的位置。

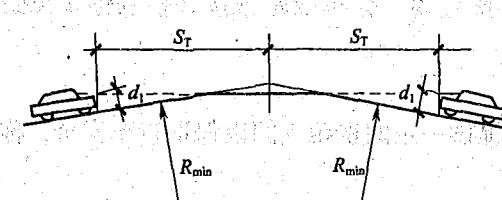


图 2-1-2 纵向视距限界

资料来源：文国玮. 城市交通与道路系统规划 [M]. 新版. 北京：清华大学出版社，2007：189.

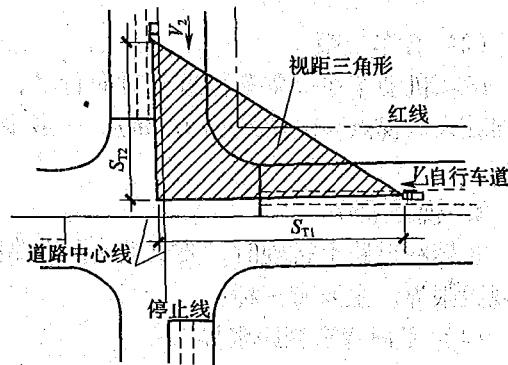


图 2-1-3 交叉口的视距限界

资料来源：文国玮. 城市交通与道路系统规划 [M]. 新版. 北京：清华大学出版社，2007：189.

第二节 城市道路横断面规划设计

城市道路横断面是指垂直于道路中心线的剖面。城市道路横断面的规划设计关系到城市道路交通的安全、便捷、通畅以及城市街道景观与环境。

道路横断面的规划宽度，称为路幅宽度。通常即是规划的道路红线之间的道路用地总宽度。

城市道路横断面由车行道、人行道、分隔带和绿地等部分组成。根据道路功能性质和红线宽度不同，各部分可以有不同的宽度，横断面可以有不同的组合形式。

横断面规划设计的主要任务是在满足交通、环境、公用设施管线敷设以及消防、排水、抗震等要求的前提下，经济合理地确定横断面各组成部分的宽度、位置排列与高差。

一、机动车道设计

不同类型的机动车在不同的行驶状态下有不同的净空要求。机动车道的规划设计要根据不同的交通组织确定机动车道的具体尺寸。

1. 车道宽度

机动车道的宽度取决于通行车辆的车身宽度和车辆行驶过程中横向的必要安全距离。

根据一般经验，城市道路机动车横向安全距离可取 1.0—1.4m。

一般城市主干路小型车车道宽度选用 3.5m，大型车车道或混合行驶车道选用 3.75m，支路车道最窄不宜小于 3.0m。由于我国城市道路上行驶的大型客车和载重汽车所占比例较大，为了确保安全，常选用较宽的车道宽度。

2. 一条车道的通行能力

城市道路一条车道的小汽车理论通行能力为每车道 1800 辆/h。受交叉口影响，城市道路上常为间断车流，通行能力受到交叉口控制。

由于影响通行能力的因素繁多，一般推荐的一条车道的平均最大通行能力如表 2-1-3 所示。

表 2-1-3 一条车道的平均最大通行能力

车辆类型	小汽车	载重汽车	公共汽（电）车	混合交通
每小时最大通行车辆数	500—1000	300—600	50—100	400

多条机动车道上的车辆从一个车道转入另一个车道（超车、转弯、绕越、停车等）时，会影响另一车道的通行能力。因此，靠近中线的车道通行能力最大，右侧同向车道通行能力将依次有所折减，最右侧车道的通行能力最小。假定最靠中线的一条车道为 1，则同侧右方向第二条车道通行能力的折减系数为 0.80—0.89，第三条车道的折减系数为 0.65—0.78，第四条为 0.50—0.65。

3. 机动车车行道宽度的确定

1) 机动车车行道的宽度是各机动车车道宽度的总和。由于一般道路车行道是对称布置的，通常以规划确定的单向高峰小时交通量除以一条车道的通行能力，来确定单向所需机动车车道数，乘以 2 为双向所需机动车道数，再分别套用各种车型的车道宽度相加，即得到机动车车行道的宽度。

2) 确定机动车车行道宽度应注意的问题。

① 车道宽度的相互调剂和搭配：同发达国家和地区的城市相比，我国有些城市道路上的交通量并不算大，但车型繁杂，各种车辆混合行驶。因此，各条车道的通行能力在未达到饱和以前，车道是可以相互调剂的。此外，根据车辆的实际行驶条件还应充分考虑利用机动车道的有效宽度。在选用车道时，可以采用相互搭配的办法。如 3.5m 的车道和 3.75m 的车道及 3.0m 的车道在计算时可以酌量搭配，机械地采用某一车道宽度的倍数的做法并不经济、合理。

根据各地城市道路建设的经验，双车道多用 7—8m；四车道多用 14—15m。

② 城市道路两个方向的机动车车道数一般不宜超过 4—6 条，车道过多会引起行车紊乱，行人过路不便和驾驶人员操作的紧张。从实际通行能力的效果来看，采用过多的车道是不经济、不合理的。因此，如果一条道路的交通量很大，与其修筑超过 6 条以上的车道，不如改善交通集散点的布局或开辟平行的交通线路来分散交通为好。理论分析证明：当机动车与非机动车分隔行驶时，双向 4 条机动车道是比较经济、合理的。

③ 技术规范规定两块板道路的单向机动车车道数不得少于 2 条，四块板道路的单向机动车车道数至少为 2 条。一般行驶公共交通车辆的一块板次干路，其停靠站附近单向车行

道的最小宽度应能停靠一辆公共汽车，同时通行一辆大型汽车，再考虑适当的自行车道宽度即可。

机动车车行道宽度为缘石至缘石之间的距离，包括两侧路缘带宽度和中心线双黄线（或分隔带）宽度。

二、非机动车道设计

我国目前城市道路上非机动车辆还占相当大的比例。随着城乡社会经济的发展和人民生活水平的提高，自行车在短途出行中仍将起着重要的作用。因此，城市道路非机动车道通常按自行车道进行设计，以其他非机动车进行校核。

1. 非机动车道宽度的确定

(1) 自行车道

自行车道设计应根据规划确定的自行车设计交通量和每条自行车带设计通行能力来计算自行车车带数，自行车车道宽度即为所有自行车带宽度之和。

一般推荐，1条自行车带的宽度为1.5m，2条自行车带的宽度为2.5m，3条自行车带的宽度为3.5m，依此类推。

城市中自行车交通的高峰时段一般都和机动车的高峰时段错开，因此在自行车交通量大而机动车交通量相对较小的个别路段上，可以考虑自行车在高峰时段适当占用机动车道，或者组织高峰时段可变换车道，从而体现道路空间的经济、合理使用。

(2) 其他非机动车道

非机动车道要考虑最宽的车辆有超车的条件。如保证1辆三轮车和1辆大板车并行时，其宽度最小为4.5—5.0m，同时也能满足1辆板车靠边停放，1辆三轮车行驶及1辆自行车超车的要求。非机动车道的基本宽度可推荐为5.0m（或4.5m）、6.0m（或5.5m）、7.0m（或6.5m）。如考虑将来可能改为行驶机动车辆，则以6.0—7.0m为妥。

2. 自行车道的通行能力

路面标线划分机动车道与非机动车道时，规范推荐1条自行车带的路段通行能力为800—1000辆/h。自行车道的通行能力为所有自行车带通行能力之和。

3. 非机动车道在横断面上的布置

我国大多数城市的道路都将非机动车道布置在人行道旁边的车行道上，和机动车道之间没有明显的物理隔离（有的只用画线分隔），而这种车道又常兼作公共汽车（或电车）的停靠站。这样必然会造成相互之间的干扰，不仅影响正常的交通，也很不安全。因此，在交通量较大时，最好采用分隔带将自行车道与机动车道分开。

三、人行道设计及绿化布置

1. 人行道宽度的确定

人行道是城市道路的重要组成部分。人行道的主要功能是为满足步行交通的需要，同时也用来布置绿化和道路附属设施（如杆管线、邮筒、清洁箱、电话亭及交通标志等），有时还作为拓宽车行道的备用地。

人行道宽度的设计应首先满足人流通畅的要求，其次为绿化种植和城市管线的敷设提供良好的条件，还要适当地照顾与路幅其他部分宽度的协调问题。人行道宽度的确定应作

如下考虑：

(1) 步行交通需要的宽度

计算时，第一步先确定一个步行者所占用的地帶（即一条人行带）的宽度，第二步确定一条人行带的通行能力，规范规定的人行带宽度和最大通行能力如表 2-1-4 所示，第三步估算发展远景的高峰小时人流量，并以此求得人行带的条数，最后得以确定步行者所需的总宽度。从无障碍通行的概念出发，人行道应该适应各类行人的要求，特别要注意行走不便的人和残疾人等的要求。

表 2-1-4 人行带宽度和最大通行能力表

所在地点	宽度 (m)	最大通行能力 (人/h)
城市道路上	0.75	1800
车站码头、人行天桥和地道	0.90	1400

(2) 绿化和地下管线布置的要求

城市道路人行道也是绿化组合布置的空间。道路绿化有多种布置方式，其总宽度一般占道路总宽度的 15%—30% 为宜。埋设电力、电信、给水等管线所需的宽度在规范中均有规定。地下管线的布置要求及其所占的宽度已成为一些城市确定人行道宽度的主要依据，以对步行和绿化的组合布置做校核。

2. 道路绿化

道路绿化是城市道路不可缺少的组成部分，也是城市绿化系统的重要组成部分。由于绿化对于城市的公共卫生、交通安全、文化生活、治安防火以及市容等方面都有重要意义，因此城市道路规划设计应考虑道路绿化的布置。

道路绿化应在保证交通安全的条件下进行设计，无论选择种植位置、种植形式、种植规模等均应遵守这项原则。如果绿化布置不当，树枝侵入道路限界或在视距三角形范围内种植高度超过 1.2m 的植物，都会遮挡驾驶人员的视线，从而影响交通安全。

道路绿化布置的主要内容包括：行道树、灌木丛（绿篱）、草地和花坛等。道路绿化应根据城市性质和特色、道路功能、自然条件以及环境条件等，因地制宜地进行布置，不能片面地追求形式。在生活性道路上可布置有花、草、灌木的街心花园和路边公园；在宽度大于 40m 的滨河路或主干路上，当交通条件许可时，可考虑沿道路两侧或一侧成行种树，布置成有一定宽度的林荫道。一般可在靠车行道一侧布置草地、花丛、灌木和矮乔木等；而靠人行道一侧则可布置遮阴的乔木。

行道树的最小布置宽度应以保证树种生长的需要为准，一般为 1.5m，相当于树穴的直径或边长。道路的分隔带兼作公共汽车停靠站台或供行人过路临时驻足之用时，一般为 4.5—6m（相当于种植 2—3 排树）。

四、城市道路横断面形式的选择与组合

城市道路横断面的选择与组合主要取决于道路的性质、等级和功能要求，同时还要综合考虑环境和工程设施等方面的要求。其基本原则如下：

1. 符合城市道路系统对道路的规划要求

首先要从规划部门获得城市道路网规划关于道路系统、道路等级、道路性质、红线宽

度、断面形式、两侧建筑物等资料和信息，并向有关单位收集和调查现状和远期的交通流量与流向、车辆种类、地下管线等资料，综合考虑快速与常速、交通性与生活性、混行与分行的功能要求和交通流在断面上的组织，确定横断面各组成部分的基本结构和形式。

2. 满足交通畅通和安全的要求

道路横断面设计首先要满足道路上通行各类交通的流量及其发展的需求。既要考虑现代化城市道路机动车的快速发展，又要考虑目前我国城市道路非机动车和行人流量都很大的实际情况，对机动车专用系统的发展、机动车非机动车的分离和分流、非机动车车道的设置、混行道路向机动车和非机动车专用道过渡的可能、人行安全的考虑、公共汽车港湾式停靠站的设置、交叉口的拓宽等都应加以综合分析与研究。

3. 充分考虑道路绿化的布置

城市道路绿化能起到环境保护、交通安全和美化城市的作用。道路绿化可以结合分隔带和人行道进行布置，不但可以营造绿化环境，又可以隔离不同类型交通的相互干扰，也可作为横断面其他组成部分的发展备用地。

4. 满足各种工程管线布置的要求

要综合考虑各种工程管线及构筑物间的配合和合理安排，避免沿路地上、地下管线，各种构筑物以及人防工程等的相互干扰，还要为它们提供发展的余地和维修的方便。设计中还要考虑道路路拱的形式和横坡，并结合城市排水系统解决道路雨水的排除问题。

5. 要与沿路建筑和公用设施的布置要求相协调

如商业区道路两侧大多是商店、餐饮类建筑，这样的道路，一般就不宜采用有各种隔离带的横断面形式。

6. 对现有道路改建应采用工程措施与交通组织管理措施相结合的办法

道路改建除采取增辟车行道、展宽道路等措施外，还可以通过临近各条道路相互调节，采取机动车与非机动车分行、单向行驶等措施，以提高道路通行能力和保证交通安全。

7. 注意节省建设投资，集约和节约城市用地

第三节 城市道路平面规划设计

城市道路平面设计是在城市道路系统规划的基础上，根据规划确定的道路走向、横断面类型、红线宽度等，具体确定道路的平面位置，选定合适的平面线形及各种设施的平面布置。道路的平面设计与纵断面和横断面设计有着密切的关系，设计时要通盘考虑。

道路平面设计的主要内容是依据城市道路系统规划、详细规划及城市用地现状（地形、地质水文条件和现状地物以及临街建筑布局等），确定道路中心线的具体位置，选定合理的平曲线，论证设置必要的超高、加宽和缓和路段；进行必要的行车安全视距验算；按照道路标准横断面和道路两旁的地形、用地、建筑、管线要求，详细布置道路红线范围内道路各组成部分，包括道路排水设施（雨水进水口等）、公共交通停靠站等其他设施和交通标志标线的布置；确定与两侧用地联系的各路口、相交道路交叉口、桥涵等的具体位置和设计标准、选型、控制尺寸等。

一、道路平曲线

为了适应车辆从一条折线段平顺进入另一折线段，需要设置道路平面曲线（简称平曲线），并妥善选择道路曲线段线形。道路平曲线一般采用圆曲线，其几何要素如图 2-1-4 所示。平曲线半径与各几何要素间的关系可查表求得。

1. 平曲线最小半径

机动车辆在平曲线上做圆周运动时受水平方向离心力的作用，促使车辆向曲线外侧滑移和倾覆。平曲线最小半径是指保证机动车辆以设计车速安全行驶时圆曲线的最小半径。

考虑车辆抗倾覆的平曲线最小半径为：

$$R = \frac{V^2}{127(\varphi - i)}$$

式中 V ——设计车速；

φ ——路面横向摩擦系数；

i ——道路横坡。

考虑车辆抗侧滑的平曲线最小半径为 $R = \frac{V^2}{127(\mu - i)}$

式中 μ ——横向力系数。

平曲线最小半径主要取决于道路的设计车速。不同等级的道路规定有不同的设计车速，因此不同等级道路的最小半径也各不相同。

平曲线最小半径的确定，必须综合考虑机动车辆在曲线上行驶的稳定性、乘客的舒适程度、车辆燃料消耗和轮胎磨损等各方面的因素。

上述两种计算公式相比较，保证车辆横向滑移稳定性的公式更为安全，因此，常采用抗侧滑公式的计算作为确定平曲线半径的依据。

2. 超高

当受地形、地物等条件限制而不允许设置平曲线最小半径时，可以将道路外侧抬高，使道路横坡呈单向内侧倾斜，成为超高。当一条道路的设计车速 V 与横向力系数 μ 选定后，超高横坡的大小将取决于曲线半径的大小。按《城市道路设计规范》规定，平曲线半径小于不设超高最小半径时，在平曲线范围内应设置超高。

市区内城市道路大多车速不高，为有利于建筑布置及其他市政设施修建的要求，一般均不设超高。但城市快速路、山城道路和郊区道路应根据规范的要求考虑设置超高。

3. 平曲线半径的选择

在道路定线过程中，道路平曲线半径应根据城市道路的等级和地形、地物条件综合选定。各级道路的平曲线原则上应尽量采用较大的半径，以提高道路的使用质量、驾驶人员的安全性和舒适性。一般情况下，道路的平曲线半径应大于或等于《城市道路设计规范》不设超高的最小半径的规定。在地形复杂或山区的城市，通过比较，如采用不设超高的半

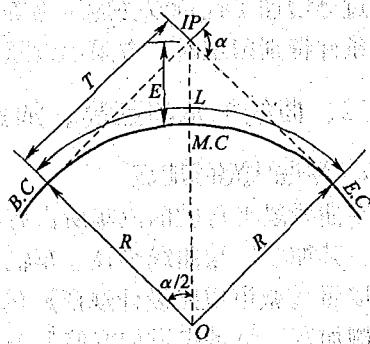


图 2-1-4 平曲线要素

资料来源：文国玮. 城市交通与道路系统规划 [M]. 新版. 北京：清华大学出版社，2007：203.

径会过分增加工程量或受建筑物等其他条件限制时，可采用设超高推荐半径值。当地形、地物条件特别困难时，方采用设超高最小半径值。

二、曲线加宽与超高、加宽缓和段

1. 平曲线路面加宽

在曲线段上行驶的汽车所占有的行驶宽度比直线段宽，所以曲线段的车行道往往需要加宽，其加宽值与曲线半径、车辆几何尺寸、车速要求等有关。

按照《城市道路设计规范》的规定，道路平曲线半径小于或等于250m时，应在平曲线内侧加宽，每条车道加宽值见表2-1-5。

表2-1-5 平曲线每条车道的加宽值（m）

平曲线半径（m）	200—250	150—200	100—150	60—100	50—60	40—50	30—40	20—30	15—20
小型汽车	0.28	0.30	0.32	0.35	0.39	0.40	0.45	0.60	0.70
普通汽车	0.40	0.45	0.60	0.70	0.90	1.00	1.30	1.80	2.40
铰接车	0.45	0.55	0.75	0.95	1.25	1.50	1.90	2.80	3.50

2. 超高、加宽缓和段

超高缓和段是由直线段上的双向坡横断面过渡到具有完全超高的单向坡横断面的路段。超高缓和段的长度不宜过短，否则车辆行驶时会发生侧向摆动，行车不十分稳定。一般情况下，超高缓和段长度最好不小于15—20m。

加宽缓和段是在平曲线的两端，从直线上的正常宽度逐渐增加到曲线上的全加宽的路段。当曲线加宽与超高同时设置时，加宽缓和段长度应与超高缓和段长度相等，内侧增加宽度，外侧增加超高。如曲线不设超高而只有加宽，则可采用不小于10m的加宽缓和段长度。

第四节 城市道路交叉口规划设计

城市道路交叉口是城市道路系统的重要组成部分，是城市道路上各类交通汇合、转换、通过的地点，也是管理、组织道路各类交通的控制点。交叉口设计必须服从并依据城市道路系统的功能要求和城市交通管理的要求，结合相交道路的路段设计，具体确定交叉口形式、平面布置、交通组织方式和竖向高程。

一、交叉口设计概述

1. 交叉口交通组织方式

交叉口的通行能力和行车安全在很大程度上取决于交叉口的交通组织与管理。交叉口交通组织方式有四种：

- 1) 无交通管制：适合于交通量很小的次要道路交叉口。
- 2) 采用渠化交通：即在道路上施画各种交通管理标线及设置交通岛，用以组织不同类型、不同方向车流分道行驶，互不干扰地通过交叉口。适用于交通量较小的次要交叉口、交通组织复杂的异形交叉口和城市边缘地区的道路交叉口。在交通量比较大的交叉

口，配合信号灯组织渠化交通，有利于交叉口的交通秩序，增大交叉口的通行能力。

3) 实施交通指挥（信号灯控制或交通警察指挥）：常用于一般平面十字交叉口。

4) 设置立体交叉：适用于快速、有连续交通要求的大交通量交叉口。

2. 交叉口设计的基本要求和内容

交叉口设计的主要要求是确保行人和车辆安全，使车流和人流受到最小的阻碍，使交叉口的通行能力能适应各道路的交通量要求。另外，还要考虑与地下管线、绿化、照明、排水及交叉口建筑的配合和协调等。一般平面交叉口的具体设计内容如下：

- 1) 正确选择交叉口形式，设计交叉口各组成部分的几何尺寸（包括交叉口转弯半径、交叉口车道数和宽度等）；
- 2) 确定视距三角形和交叉口红线的位置；
- 3) 合理组织交叉口交通管制，设置必要的交通设施，布置交通岛、人行横道等；
- 4) 进行交叉口竖向设计，妥善布置排水设施。

3. 交叉口的基本类型及其特点

交叉口按竖向位置可分为平面交叉与立体交叉两大基本类型。

(1) 平面交叉口

平面交叉口可按相交道路连接的形式分为下列几种：

- 1) 十字交叉口：两条道路以近于直角（ 75° — 105° ）相交（图 2-1-5a）；
- 2) X 形交叉：两条道路成锐角（ $<75^{\circ}$ ）或钝角（ $>105^{\circ}$ ）斜向交叉（图 2-1-5b）；
- 3) 丁字形（T 形）交叉口：一条尽头道路与另一条道路以近于直角（ 75° — 105° ）相交（图 2-1-5c）；
- 4) Y 形交叉口：3 条道路呈钝角（ $>105^{\circ}$ ）相交（图 2-1-5d）；
- 5) 多路交叉口：5 条或 5 条以上的道路在同一地点交汇（图 2-1-5e）；
- 6) 环形交叉口：车辆沿环道按逆时针方向绕中心岛环行通过交叉口。

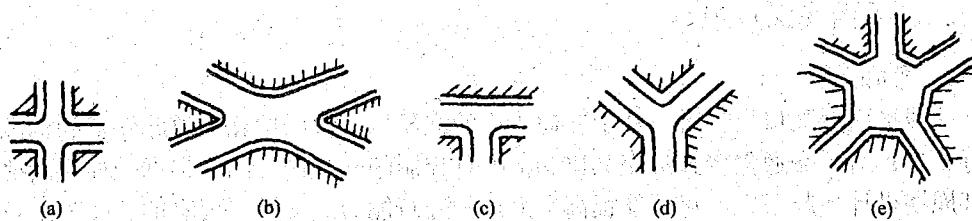


图 2-1-5 平面交叉口的类型

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 城市规划相关知识 [M]. 中国计划出版社, 2002: 81.

(2) 立体交叉

立体交叉可分为分离式立交和互通式立交两大类。

1) 分离式立交：道路相交而不相通，交通分离。主要有铁路与城市道路的立交，快速道路与地方性道路（次干路、支路、自行车专用路、步行路）的立交。

2) 互通式立交：可以实现相交道路上的交通在立交上互相转换。又分为非定向立交（包括直通式、环形、菱形、梨形、苜蓿叶式等形式）和定向立交（有定向匝道）两类。

4. 交叉口自行车交通组织及自行车道布置

在交叉口对自行车进行合理的交通组织，是维护交叉口交通秩序，提高交叉口通行能

力的重要保证。

自行车交通的组织有以下几种方法：

- 1) 设置自行车右转专用车道：要求交叉口较宽，可缓解交叉口的交通拥挤，有利于交通安全。
- 2) 设置左转弯候车区：绿灯时左转自行车行驶至左转弯候车区，待另一方向的绿灯亮时再前进。这样可消除左转自行车对机动车的干扰。
- 3) 停车线提前法：将自行车停车线设置在机动车停车线前面，绿灯亮时自行车率先进入交叉口，可避免同机动车相互拥挤。
- 4) 两次绿灯法：自行车交通信号的绿灯先亮，让自行车群先行进入交叉口，然后再亮机动车交通信号的绿灯。其优点是缓和交叉口内的交通拥挤，缺点是延长了交通信号周期时间。
- 5) 设置自行车横道：在主干路上设置自行车横道（或与人行横道合设），提示驾驶人员注意横向自行车通过道路（图 2-1-6）。自行车横道适用于支路与干路的平面交叉口，也适用于一些有大量自行车出入的建筑物出入口与干路的交叉处。

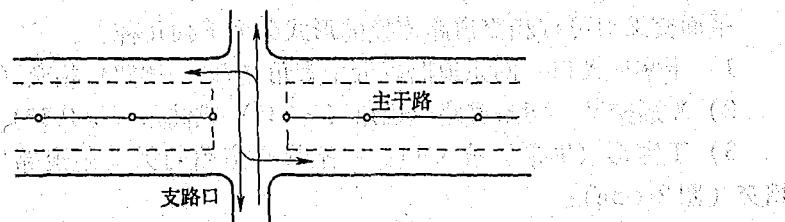


图 2-1-6 自行车横道

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 城市规划相关知识 [M]. 中国计划出版社, 2002: 81.

二、平面交叉口设计

1. 平面布置

一般平面交叉口设计时，对于交通量小的交叉口，可以按相交道路各自的标准横断面进行布置；对于交通量较大的交叉口和信号灯控制的交叉口，则应根据交通量的要求和信号灯周期设计一起考虑，尽可能提高交叉口的通行能力。交叉口要素的布置如下：

(1) 交叉口转角半径

一般城市道路交叉口转角处的路缘石常按圆曲线布置，快速路为适应速度变化和大型车辆通行，可采用三心圆复曲线等其他曲线布置。交叉口转角半径依据道路等级、性质由表 2-1-6 选定。

表 2-1-6 交叉口转角半径

道路类型	主干路	次干路	支路	单位出入口
交叉口设计车速 (km/h)	25—30	20—25	15—20	5—15
转角半径 (m)	15—25	8—10	5—8	3—5

注：机动车专用道选高值，设有非机动车道时选低值；不同等级道路相交时选用低一级值。

(2) 人行横道

人行横道的设置应与行人流向一致，并尽量与车行道垂直，使行人横过车行道的距离最短，以缩短行人横过车行道的时间；人行横道应尽量靠近交叉口，以缩小交叉区域，减少车辆通过交叉口的时间。

人行横道的宽度取决于单位时间内过路行人的数量及行人过路时信号放行的时间，规范规定最小宽度为4m，通常选用经验宽度4—10m。规范规定机动车车道数大于等于6条或人行横道大于30m时，应在道路中央设置安全岛（最小宽度为1m）。当行车密度很大或车速很高，行人过路受到极大威胁时，可考虑设置立体人行过街设施——人行地道或天桥。

(3) 停止线

停止线设在人行横道线外侧面1—2m处。

2. 交叉口拓宽

通常在相同条件下，交叉口通行能力要低于路段通行能力。当道路进出口车道数不能适应要求通过的交通量时，就需要对交叉路口进行拓宽，在进口段分别按左转、直行、右转行车方向增设车行道，在出口段也相应进行拓宽（图2-1-7）。

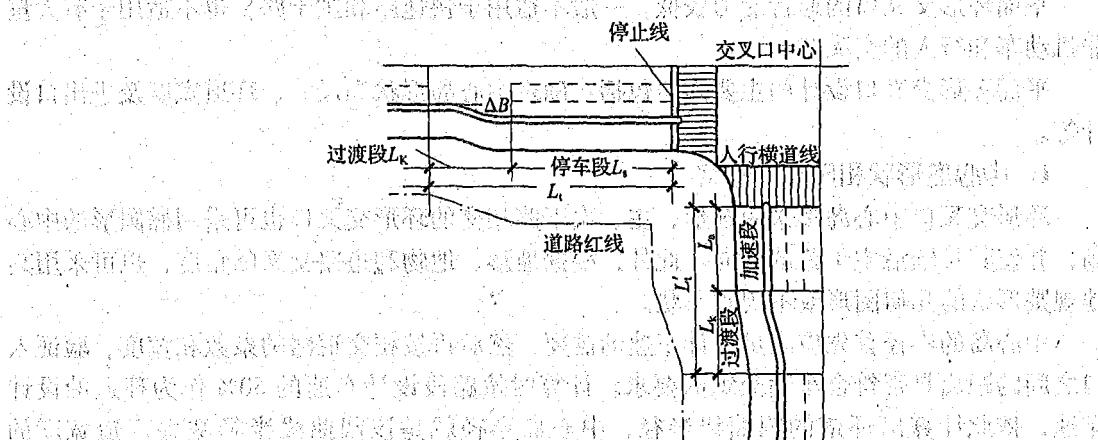


图 2-1-7 交叉口拓宽

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 城市规划相关知识 [M]. 中国计划出版社, 2002: 83.

一般建议高峰小时一个信号周期进入交叉口的左转车辆大于3—4辆时，应增辟左转专用车道。进入交叉口右转车辆大于4辆时，应增设右转专用车道。增设车道的宽度，可比路段车道宽度缩窄0.25—0.5m。交叉口拓宽长度可分进口道和出口道两种情况确定：

1) 进口道拓宽长度主要根据一个信号周期内红灯和黄灯时间所停候的车辆数决定，应使右转车能从停候的最后一辆直行车（或直左车）后面驶入拓宽车道。

2) 出口道拓宽长度根据右转车辆进入相交干路以后，需要加速并入直行车道前所需的加速车道的长度而决定。

3. 平面交叉口的改善

历史上形成的城市道路中的一些交叉口，或者由于交叉形状不合理，或者由于与交通流量流向不适应，而影响了交叉口的通行效率和行车安全，需要进行改善。除了渠化、拓

宽路口、组织环形交叉和立体交叉外，改善的方法主要有以下几种：

- 1) 错口交叉改善为十字交叉；
- 2) 斜角交叉改善为正交交叉；
- 3) 多路交叉改善为十字交叉；
- 4) 合并次要道路，再与主要道路相交。

三、环形交叉口设计

平面环形交叉口又称环交、转盘，就是在交叉口中央设置中心岛，车辆环绕中心岛做逆时针单向行驶，连续不断地通过交叉口。这样，所有直行和左、右转弯车辆均能在交叉口沿同一方向顺序前进，相对于红绿灯管制来说避免了周期性的交通阻滞，并且消灭了交叉口上的冲突点，仅存在车辆进出路口的交织点，从而提高了行车安全和交叉口通行的连续性。同时，环形交叉口还有美化城市的作用。

平面环形交叉口适用于多条道路交汇的交叉口、左转交通量较大的交叉口和畸形交叉口。但是，相交道路不可过多，且道路交角宜大致相同，以便满足交织的要求。对于规划拟修建立体交叉的交叉口，可在近期采用平面环形交叉作为过渡。

平面环形交叉口的通行能力较低，一般不适用于快速路和主干路，也不适用于有大量非机动车和行人的交叉口。

平面环形交叉口设计的主要内容包括：确定中心岛形状和尺寸、环道宽度及进出口设计等。

1. 中心岛形状和尺寸的确定

环形交叉口中心岛多采用圆形，主、次干路相交的环形交叉口也可采用椭圆形的中心岛，并使其长轴沿主干路的方向。此外，根据地形、地物和道路交叉的角度，也可采用其他规则形状的几何图形或不规则形状。

中心岛的半径首先应满足设计车速的需要，然后再按相交道路的条数和宽度，验证人口之间的距离是否符合车辆交织的要求。计算时按路段设计车速的50%作为环道的设计车速，依此计算出环道的圆曲线半径，中心岛半径就是该圆曲线半径减去环道宽度的一半。

2. 环道的交织要求

环形交叉是以交织方式来完成直行同右转车辆进出路口的行驶，中心岛的尺寸不仅要满足车辆以一定速度绕岛行驶所需曲线半径的要求，同时还必须满足车辆进出交叉口在车道上互相交换车道位置所需的交织距离要求。交织距离主要受车辆在环道上行驶的速度和转换车道时间的制约，为便于计算可近似取相邻路口进口机动车道中心线在环道中线上相交的两交点间的距离作为交织段长度；若设有导向岛时，则可按导向岛端部延长线与环道中线的交点来标定（图2-1-8）。规范规定环形交叉口最小交织长度和中心岛最小半径如表2-1-7所示。

车辆沿最短距离方向行驶交织时的交角为交织角，常以右转车道与中心岛之间车辆行车轨迹直线夹角表示。其大小取决于环道宽度和交织距离，交织角越小越安全。一般在交织距离已有保证的条件下，交织角大多能满足交通安全的要求，一般交织角在20°—30°之间为宜。

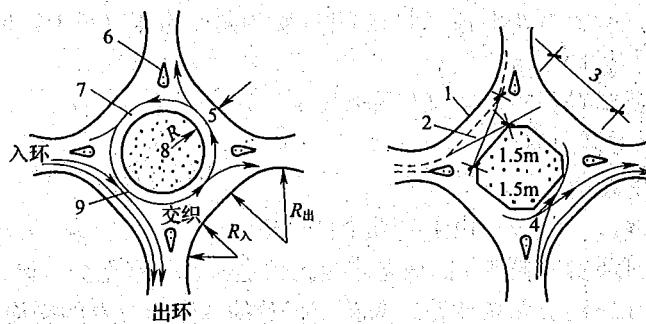


图 2-1-8 环形交叉口交织段、交织角及车流组织

1—右转车道；2—交织车道；3—交织段长度；4—交织角；5—环道宽；
6—方向岛；7—环行；8—中心岛；9—右转

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 城市规划相关知识 [M]. 中国计划出版社. 2002.: 84.

表 2-1-7 环形交叉最小交织长度和中心岛最小半径

环道计算行车速度 (km/h)	35	30	25	20
横向力系数 (μ)	0.18	0.18	0.16	0.14
中心岛最小半径 (m)	50	35	25	20
最小交织长度 (m)	40—45	35—40	30	25

注：1. 中心岛最小半径按路面横坡为 $i=0.015$ 计算；
2. 路面横坡度、横向力系数值与表列数值不一致时，另行计算。

3. 环道宽度的确定

环道即环绕中心岛的车行道，其宽度需要根据环道上的行车要求确定。环道上一般布置 3 条机动车道，1 条车道绕行，1 条车道交织，1 条作为右转车道；同时还应设置一条专用的非机动车道。车道过多会造成行车的混乱，反而有碍安全。一般环道宽度选择 18m 左右比较适当，即相当于 3 条机动车道和 1 条非机动车道，再加上弯道加宽值。

环道车行道可根据交通流的情况布置为机动车与非机动车混合行驶或分道行驶。分道行驶时分隔带宽度应大于等于 1m。

中心岛上一般不宜布置人行道，避免过街行人穿越环道。环道外侧布置人行道，宽度宜大于交汇道路中最宽的人行道。环道最外侧缘石不宜设计成反向曲线（环道特别大时，不受此限制）。环道纵坡不宜大于 2%，横坡宜采用两面坡，避免绕岛及进出岛车辆在反超高路段上行驶。中心岛上的绿化应注意不要影响绕行车辆的视距。

四、立体交叉设计

1. 立体交叉设置原则

立体交叉设置的主要目的是为了保证道路交通的快速性和连续性，减少或避免低速的车辆、行人对快速车辆正常行驶的干扰，提高交叉路口的通行能力。

设置立体交叉的条件：

- 1) 快速道路（速度 $\geq 80\text{km/h}$ 的城市快速路、高速公路）与其他道路相交；

- 2) 主干路交叉口高峰小时流量超过 6000 辆当量小汽车 (PCU) 时;
- 3) 城市干路与铁路干线交叉;
- 4) 其他安全等特殊要求的交叉口和桥头;
- 5) 具有用地和高差条件。

2. 立体交叉的组成

城市立体交叉 (图 2-1-9) 由下列几个部分组成:

- 1) 跨线桥 (或下穿式隧道): 是立体交叉的主体, 一座立交可以由多座桥组成;
- 2) 匝道: 是连接相交两条道路, 为转弯行驶的车流而设置的交换车道;
- 3) 加速道: 为匝道上的车辆加速驶入快速车道而设置的车道;
- 4) 减速道: 为快速车道上的车辆减速驶入匝道而设置的车道;
- 5) 集散道: 为车辆进出快速道路而设置的车道, 常由加速道和减速道相连而组成。

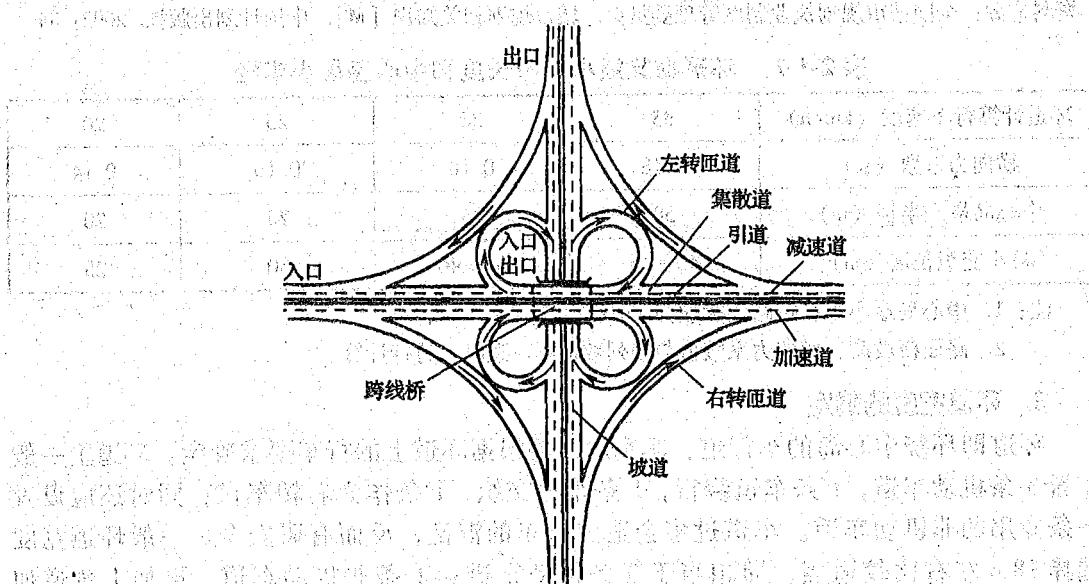


图 2-1-9 苜蓿叶式立体交叉的组成

资料来源: 全国城市规划执业制度管理委员会. 城市规划相关知识 [M]. 中国计划出版社, 2002: 85.

3. 分离式立体交叉

分离式立体交叉主要用于铁路干线与城市干路的交叉和城市快速路 (或高速公路) 与城市一般道路的交叉。

分离式立体交叉主要需满足净空和视距的要求以及排水的要求。这些要求同样适用于互通式立体交叉。

4. 互通式立交的基本要求

(1) 互通式立交的间距

互通式立交间距的确定主要依据交通流密度, 在城市中主要决定于城市干路网的间距。同时, 立交间距还必须满足车辆在内侧车道和外侧车道之间交织一次的要求和及时观察交通标志的要求。两座互通式立交相邻出入口之间的间距称为互通式立交的净距, 互通式立交最小净距的规定见表 2-1-8。

表 2-1-8 互通式立交最小净距值

干路设计车速 (km/h)	80	60	50	40
互通式立交最小净距值 (m)	1000	900	800	700

一般有快速路网的城市，市区互通式立交中心间距应大于或等于主干路间距，约为1.0—1.5km左右，郊区可适当加大。

合理选择立交间距是非常重要的。立交间距过大，会降低快速道路使用的方便程度和效率，并相应增大每座立交的交通负担；立交间距过小则会降低快速路的通行能力，影响快速道路上的车速和安全，并将增加造价。

(2) 相交道路的上下位置

- 1) 一般等级高、速度快的道路宜布置在下面，等级低、速度慢的道路宜布置在上面；
- 2) 在地形条件受限制时，可按现状标高考虑，高的道路在上面，低的道路在下面；高架道路在上面，地面道路在下面。

(3) 车道布置

道路主线机动车行驶车道双向不少于4条，中间设中央分隔带，两旁设置两条集散道或停车道。快速路上不设置自行车道，一般道路上布置自行车道时，自行车道宽每侧6—8m。

匝道机非混行时，常取单向7m，双向12—14m宽；机非分行时，机动车道单向7m，双向10.5m，自行车道8m。

(4) 设计车速

立交直行车道的设计车速应采用主线设计车速，非定向匝道的设计车速取主线设计车速的50%—60%，定向匝道设计车速取主线设计车速的70%左右，也可取接近主线的设计车速。

(5) 人行道和人行过街立交净空

立体交叉设置的人行道每侧3—5m宽，地下人行过街通道宽4—6m，净高2.3—2.6m。

(6) 立体交叉各种车道的纵坡如表 2-1-9 所示。

表 2-1-9 立体交叉纵坡要求

部 位	跨线桥、引道			匝道			回头弯道内侧边缘	
	机动车道	自行车道	混行	机动车道	自行车道	混行	机动车道	混行
最小纵坡 (%)	0.2							
最大纵坡 (%)	3.5	2.5	2.5	4.0	2.5	2.5	2.5	2.5

(7) 变速车道（加速道和减速道）

变速车道有两种形式：

- 1) 平行式：即变速车道与主线车道平行，容易识别，但行车状态欠佳，用于直行方向交通量较大时。
- 2) 直接式：即变速车道与主线车道以较小夹角斜接，线形平顺，行车状态好，用于

直行方向交通量较小时。直接式变速车道过渡段长度由变速车道外缘线斜率计算得出，其驶出端外缘线斜率为 $1/15—1/20$ ，驶入端外缘线斜率为 $1/30$ 。

第五节 城市道路纵断面设计

一、城市道路纵断面设计的基本内容和要求

城市道路的纵断面是指沿道路中心线方向的剖面，道路纵坡是指道路中心线的纵向坡度。

城市道路纵断面设计的基本内容是：根据城市竖向规划的控制标高，按照道路的等级、沿线地形地物、工程地质、水文、管线等条件，确定道路中心线的竖向高程、纵向坡度起伏关系和立体交叉、桥涵等构筑物的控制标高，设置竖曲线，有时还需要确定道路排水设施的坡度、标高。

道路纵断面设计要求道路线形尽可能平顺，土方尽可能平衡，道路与两侧街坊衔接良好和排水良好。

二、道路纵坡的确定

道路纵坡主要取决于自然地形、道路两旁地物、道路构筑物净空限界要求、车辆性能和道路等级等。

城市道路机动车道的最大纵坡决定于道路的设计车速。其推荐值与限制值可查阅规范。对于平原城市，机动车道路的最大纵坡宜控制在5%以下。

城市道路非机动车道的最大纵坡，按自行车的行驶能力控制在2.5%以下为宜。

等级高的道路设计车速高，需要尽量采用平缓的纵坡；等级低的道路设计车速低，对纵坡的要求就不很严格。另外，道路路面抗滑性能好的，纵坡可大一些；路面抗滑性能差的，纵坡宜小一些。

除上述各因素外，城市道路为了便于行人和沿路建筑的处理，以及地下管线的埋设等要求，也都不宜把道路纵坡定得过大。

城市道路最小纵坡主要取决于道路排水和地下管道的埋设要求，也与雨量大小、路面种类有关。一般希望道路最小纵坡控制在0.3%以上，纵坡小于0.2%时，应设置锯齿形街沟解决排水问题。

三、竖曲线

在道路纵坡转折点设置竖曲线将相邻的直线坡段平滑地连接起来，以使行车比较平稳，避免车辆颠簸，并满足驾驶人员的视线要求。道路竖曲线也常采用圆曲线，圆形竖曲线（以凸形为例）各曲线要素如图2-1-10所示，其要素及其相互关系可查表得。

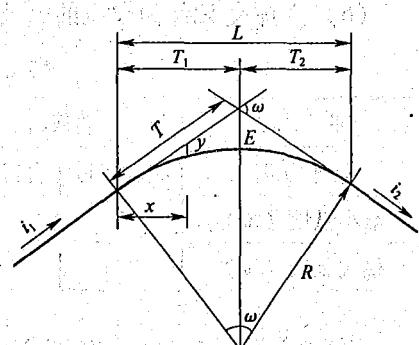


图2-1-10 凸形竖曲线要素

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 城市规划相关知识[M]. 中国计划出版社，2002：88.

竖曲线分为凸形与凹形两种。凸形竖曲线的设置主要满足视线视距的要求，凹形竖曲线的设置主要满足车辆行驶平稳（离心力）的要求。城市道路竖曲线设置时，应尽量选择大半径的竖曲线。一般当城市干路相邻坡段的坡度差小于0.5%或外距小于5cm时，可以不设置竖曲线。

规范规定了凸形竖曲线和凹形竖曲线的最小半径限制值，可以查表得到。

城市道路设计时一般希望将平曲线与竖曲线分开设置。如果确实需要重合设置时，通常要求将竖曲线在平曲线内设置，而不应有交叉现象。为了保持平面和纵断面的线形平顺，一般取凸形竖曲线的半径为平曲线半径的10—20倍。应避免将小半径的竖曲线设在长的直线段上。

第六节 城市道路交通管理设施规划设计

城市道路交通管理是城市交通系统的重要组成部分。现代化的道路交通建设，只有具备了科学的管理与控制条件，才能获得最好的交通安全性、最少的交通延误、最高的运输效率、最大的通行能力、最低的运营费用，从而取得更好的运输经济效益、社会效益和环境效益。

为了让城市道路交通保持畅通，防止交通事故的发生，需要根据具体的道路交通状况对交通实施管理，用于此目的的设施称为交通管理设施，包括交通信号机、道路标志、道路交通标线等。

一、交通信号机

在城市中，我们几乎随处可见道路交叉口的交通信号机。有关道路交通信号机，我国有不少相关的标准可以参照。一般而言，交通信号机可以分为三类：单控、线控和面控。

1) 单控：即单点交叉口交通信号控制，也可称为“点控制”。它以单个交叉口为控制对象，是交通信号灯控制的最基本形式。

2) 线控：也称“线控制”，即干路交通信号协调控制系统，就是把一条主要干路上的一连串相邻的交通信号灯联动起来，进行协调控制，以提高整条干路的通行能力。

3) 面控：也称“面控制”，即区域交通信号控制系统。它把整个区域中所有信号交叉口作为协调控制的对象。线控通常是面控的一种简化形式。协调控制交通接点的信号，对提高城市道路的通行能力十分有效。

二、道路标志

道路交通标志是道路重要的组成部分。它主要以自己特有的形状、符号、图案、颜色和文字向交通参与者传递特定信息。按照我国《道路交通标志和标线》GB 5768—1999 规定，道路交通标志分为警告标志、禁令标志、指示标志、指路标志、旅游区标志、道路施工安全标志和辅助标志7类共255种。

我国交通标志的形状主要有三角形、倒三角形、圆形、正方形、长方形、菱形、五角箭头形和八角形8种，另有长方形的道路编号和六边形的里程牌。

1) 警告标志：警告标志是警告车辆、行人交通行为的标志。其形状为等边三角形，

顶角朝上，颜色为黄底黑边、黑图案。

2) 禁令标志：禁令标志是禁止或限制车辆、行人交通行为的标志。其形状为圆形，禁止驶入标志和停车让行标志是红底、白杠或白字，解除限速和超车禁令标志是白色、黑圈、黑图案，会车让路标志是白底、红圈、红黑两色图案。

3) 指示标志：指示标志是指示车辆、行人行进的标志。其形状为圆形和矩形，其颜色为蓝底、白图案。

4) 指路标志：指路标志是传递道路方向、地点、距离信息的标志，除地点识别标志外均为矩形。指路标志除里程牌、百米桩、公路界碑外，一般道路为蓝底、白图案，高速公路为绿底、白图案。

5) 旅游区标志：旅游区标志为方形或长方形，底色为棕色，文字或图案为白色。

6) 道路施工安全标志：道路施工安全标志种类较多，主要为长方形蓝底、白字的标志，此外还有黄黑相间的路栏、红白相间的锥形交通标志。道路施工安全标志由于只在施工期间、施工路段内设置，因此很容易被忽视。为了保障施工期间道路使用者的安全、便利，应该站在道路使用者的立场上设置必要的道路施工安全标志。

7) 辅助标志：辅助标志是设置在主标志下，起辅助说明作用的标志，不能单独设立和使用，其形状为矩形。辅助标志的颜色为白底、黑字或黑图案、黑边框。

三、道路交通标线

道路交通标线是由白色或黄色的线条、符号、箭头、文字、凸起路标和路边轮廓标志等所组成，常敷设或喷涂于路面及构筑物上，起引导交通和保障交通安全的作用，具有强制性、服务性和诱导性，属于交通管理设施，是道路法规的组成部分之一。我国《城市交通标志和标线》GB 5768—1999 规定了 72 种道路交通标线，分为指示标线、禁止标线和警告标线 3 类。

1. 道路交通标线的功能和特性

(1) 功能

作为道路交通标线，其基本的功能包括：

- 1) 分离不同的道路使用对象，如重型车、小汽车、自行车和行人等；
- 2) 规定不同的交通走向，如分离车流、定义交叉路口、指示道路的出入口等；
- 3) 向道路使用者提供信息，如速度限制、道路标记、方向指示等；
- 4) 强化道路规范以保障安全。

(2) 特性

道路交通标线应具有以下特征：

- 1) 应具有良好的昼夜(白天和夜间)可视性；
- 2) 应有良好的防滑性；
- 3) 应和路面黏结良好，并具有充分的耐久性；
- 4) 可随时开放交通；
- 5) 对路面不能太过于凸起；
- 6) 不能造成路面裂隙，从而导致路基破坏；
- 7) 不能含有害物质，等等。

2. 道路交通标线的分类

《城市交通标志和标线》GB 5768—1999 中把道路交通标线分为指示标线、禁止标线、警告标线 3 大类共 72 种，并对各种标线加注附图附以详细文字解释。道路交通标线主要包括：导向箭头、路面文字标记、禁止标线、纵向禁止标线、横向禁止标线、禁止超车标线、中心黄色虚实线、禁止变换车道线、停车让行线、减速让行线、非机动车禁驶区标线、导流线、中心圈、网状线、专用车道线、警告标线、纵向警告标线、横向警告标线、车行道宽度渐变段标线、接近障碍物标线、接近铁路平交道口标线和减速标线等。

四、交通控制

交通控制是控制与诱导交通，促进交通安全、畅通的一种管理手段，它包括静态交通控制和动态交通控制。动态交通控制包括交通信号和可变标志，这里所谓“动态”，是指交通信号和可变标志可以根据交通状况随时间变化而言。

1. 平面交叉口的交通控制

平面交叉口的交通控制一般采用如下几种形式：

(1) 交通信号灯法

红色——禁止信号；

绿色——通行信号；

黄灯——警告信号。

(2) 多路停车法

在交叉口所有引道入口的右侧（右侧通行的国家和地区）设立停车标志。

(3) 二路停车法

在次要道路进入交叉口的引道上设立停车标志。

(4) 让路标志法

在进入交叉路口的引道上设立让路标志，车辆进入交叉口前必须放慢车速，然后伺机通过。

(5) 不设管制

对于交通量很小的交叉口，可以不设管制标志。

为了对交叉口交通实行有效的控制，应该针对不同类型的交叉口及其交通状况选用不同的交叉口控制类型。

2. 控制类型的选择

(1) 按照道路分类性质选择

对道路按主干路、次干路和支路的分类，交叉口按交叉道路的类型选择交通控制类型，见表 2-1-10。

表 2-1-10 不同交叉口的交通控制类型

序号	交叉口类型	建议交通控制类型
1	主干路与主干路	交通信号灯
2	主干路与次干路	交通信号灯、多路停车或二路停车

续表 2-1-10

序号	交叉口类型	建议交通控制类型
3	主干路与支路	二路停车
4	次干路与次干路	交通信号灯、多路停车、二路停车或让路
5	次干路与支路	二路停车或让路
6	支路与支路	二路停车、让路或不设管制

(2) 按交通量大小选择

也可按进入交叉口的交通量大小来选择交通控制类型，见表 2-1-11：

表 2-1-11 不同交通量情况下的交叉口交通控制类型

项 目	交通控制类型				
	不设管制	让路	三路停车	多路停车	交通信号灯
交 通 量	主要道路 (pcu/h)			300	600
	次要道路 (pcu/h)			200	200
	合计 (pcu/h)	100	100—300	250	500
	合计 (pcu/d)	≤1000	≤3000	≥3000	6000

(3) 其他因素

当自行车和行人流量特别大时，可安装定时的行人过街信号。如果主、次干路车流量在高峰时段特别集中，间隙特别小时，则应考虑安装感应式自动控制信号，以便在交通量高峰时段能自动调整红绿灯间隙。

五、智能交通系统概述

1. 智能交通系统的概念

智能交通系统（ITS）是指将先进的信息处理技术、数据通信技术、电子控制技术以及计算机处理技术等综合运用于城市交通领域，通过对有关交通信息的实时采集、传输和处理，借助各种先进的技术和设备对交通状况进行处理，从而使道路变得“聪明”起来，使车辆变得具有“头脑”，通过人、车、路的密切配合，达到和谐的统一。

智能交通系统由交通系统和智能系统两个部分组成，两者密不可分。

2. 智能交通系统的特点

(1) 智能化

1) 具有智能化的信息系统是通过对交通信息的及时采集、传输和分析，为出行者提供道路信息、驾驶信息及目的地信息等相关的出行信息，并根据出行者的目的地结合实际的交通和路况信息为出行者提供最合适的出行线路，从而可以大大提高道路的使用率及道路网络的通行能力，同时，也能使交通更为合理化，达到整体调节效果。

2) 智能化的车辆系统是应用全球定位系统（GPS）为汽车进行定位和跟踪，使车辆

具有自动引导和定位功能，并为车辆安装智能驾驶系统，使车辆具有大量的传感器和控制器，实现车与车之间行驶距离的自动控制，并具有对疲劳驾驶实行警告和对危险车辆的警报，从而大大降低交通事故的发生率。

3) 智能化的道路系统是指不停车自动收费、交通事故自动探测、智能停车的引导等系统，不仅提高了道路的使用率及安全性，同时也提高了城市道路的管理水平，达到提高道路系统运营效率的目的。

4) 智能化的交通控制系统是指通过对道路交通信息的应用，可以根据实际的交通状况及时对交通控制系统进行调节，使交通控制系统能适应各种交通条件下的控制要求。智能化交通系统不仅能实现社会经济对交通系统的要求，而且还将促进社会经济的发展，提高各种资源的利用率，减少交通对环境的负面影响。

(2) 信息化

智能化交通系统比传统的交通系统具有更高的信息服务要求。

1) 各个子系统的智能化主要是通过对各种交通信息的采集、利用和处理来实现的。而把各个交通子系统整合起来，还需要依靠高度发达的交通信息服务系统来完成。

2) 智能化交通子系统通过信息技术来实现交通运输与整个社会经济系统之间有效的衔接。

(3) 整体化

智能化的交通系统与传统的交通系统相比，智能交通系统在建设过程中对整体性的要求更高。这种整体性主要体现在以下几个方面：

1) 智能交通系统建设要求很大的投入，这不仅要求政府部门的直接参与，同时也需要企业、个人和研究人员的共同参与，必须明确各参与者所处的地位和扮演的角色以及相互间的关系，这是建设智能交通系统的重要前提。

2) 智能交通系统涉及众多行业，需要整个社会的共同参与，是一项功能复杂而又巨大的系统工程，需要在参与的不同行业之间进行协调，这是建设智能交通系统的基础。

3) 该系统还涉及众多不同的研究领域，包括交通工程、计算机工程、通信工程、信息工程以及控制工程等众多研究成果，所以是一个综合性的系统工程，不仅需要在规划和设计阶段而且还需要在建设、评估阶段进行相互协调。

综上所述，不难看出，智能交通系统是对传统交通运输系统的一场革命。智能交通系统不仅对原先分散的各种交通运输子系统实现了有效的整合，大大提高了交通系统的管理水平、控制能力并提高了交通网络的通行能力、减轻了城市交通对环境的负面影响，而且发展了交通行业的组织形式、管理水平，改革了交通运输的观念，因此，智能交通系统是交通领域一项划时代的革命。

第二章 城市停车设施的规划设计

第一节 机动车停车设施设计

一、概述

1. 机动车车型分类

机动车停车设施标准车型及净空尺度要求如表 2-2-1 所示。

表 2-2-1 停车设施标准车型及净空要求 (m)

车型	总长	总宽	总高	车辆安全净距					净高
				纵向净距	横向净距	车尾间距	构筑物纵距	构筑物横距	
微型汽车	3.2	1.6	1.8	2.0	0.6	1.0	0.5	0.6	2.2
小型汽车	5.0	1.8	1.6	2.0	0.6	1.0	0.5	0.6	2.2
中型汽车	8.7	2.5	4.0	2.4	1.0	1.5	0.5	1.0	2.8
普通汽车	12.0	2.5	4.0	2.4	1.0	1.5	0.5	1.0	3.4
铰接汽车	18.0	2.5	4.0	2.4	1.0	1.5	0.5	1.0	4.2

注：微型汽车包括微型客货车、机动三轮车；中型汽车包括中型客车、旅行车和 4 吨以下货车。

2. 设计原则

- 按照城市规划确定的规模、用地、与城市道路连接方式等要求，以及停车设施的性质进行总体布置；
- 停车设施出入口不得设在交叉口、人行横道、公共交通停靠站及桥隧引道处，一般宜设置在次干路上，如需要在主干路上设置出入口，则应远离主干路交叉口并用专用通道与主干路相连；
- 停车设施的交通流线组织应尽可能遵循“单向右行”的原则，避免车流相互交叉，并应配备醒目的指路标志；
- 停车设施设计必须综合考虑路面结构、绿化、照明、排水及必要的附属设施的设计。

3. 车辆停发方式

- 前进停车、后退发车（图 2-2-1a）：停车迅速，发车费时，不易迅速疏散，常用于斜向停车和要求尽快停车就位的停车场；

2) 后退停车、前进发车(图2-2-1b): 停车较慢, 发车迅速, 是最常见的停车方式, 平均占地面积较少, 常用于垂直停车和要求尽快发车的停车场;

3) 前进停车、前进发车(图2-2-1c): 车辆停发均能方便迅速, 但占地面积较大, 常用于公共汽车和大型货车停车场。

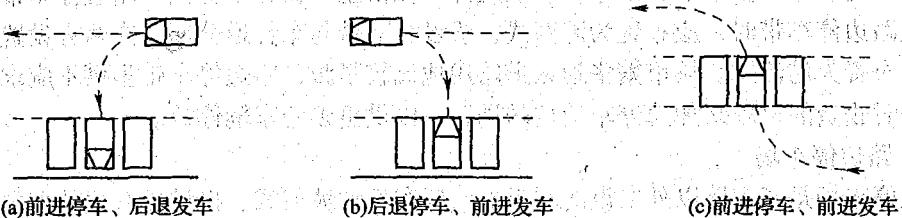


图 2-2-1 车辆停发方式

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 城市规划相关知识 [M]. 中国计划出版社, 2002: 90.

4. 车辆停放方式

按车身纵方向与通道的夹角关系, 有平行式、垂直式和斜放式(又分为与通道成 30° 、 45° 、 60° 停放)三种。各种停车方式的技术数据可查表得到。

1) 平行停车方式(图2-2-2a): 车辆停放时车身方向与通道平行, 是路边停车带或狭长地段停车的常用方式。其特点是停车带和通道的宽度最小, 车辆驶出方便迅速, 能适应同时停放不同车型的车辆, 但单位停车面积最大。

2) 垂直停车方式(图2-2-2b): 车辆停放时车身方向与通道垂直, 是最常用的停车方式。其特点是通道较宽, 单位长度内停放的车辆最多, 占用停车道宽度最大, 但用地紧凑且进出方便。

3) 斜向停车方式(图2-2-2c): 车辆停放时车身方向与通道成锐角斜向停放, 也是常用的停车方式。其特点是停车道宽度随车长和停放角度有所不同, 车辆出入方便, 且出入时占用车行道宽度最小, 有利于迅速停放与疏散。

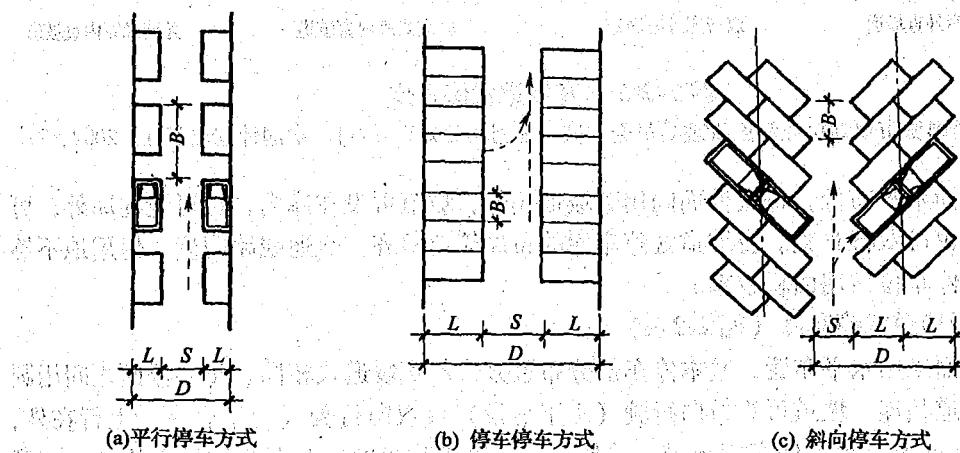


图 2-2-2 车辆停放方式

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 城市规划相关知识 [M]. 中国计划出版社, 2002: 90.

5. 城市公共停车设施类型

城市公共停车设施可分为路边停车带和路外停车场（库）两大类：

（1）路边停车带

路边停车带是按规划在车行道旁沿路缘石边设置的供临时停车的公共停车设施。车辆停放没有一定规律，多系短时停车，随到随开。城市主干路旁不应设置路边停车带；次干路旁设置路边停车带时，应布置为港湾式，或设分隔带与车行道分离；支路旁设置路边停车带也宜布置为港湾式。城市繁华地区道路用地比较紧张，路边停车带多供不应求，所以多采用计时收费的措施来加速停车泊位的周转，以供更多的车辆停放。

（2）路边停车场

路边停车场是指道路以外专设的露天地面停车场和坡道式、机械提升式的多层、地下停车库。

停车设施的停车面积规划指标是按当量小汽车进行估算的。露天地面停车场为 $25-30m^2/\text{停车位}$ ，路边停车带为 $16-20m^2/\text{停车位}$ ，室内停车库为 $30-35m^2/\text{停车位}$ 。

二、机动车停车库设计

机动车停车库可分为坡道式停车库和机械停车库两大类。多层车库的进出口应分开设置，并设置有限速，禁止任意停车、鸣笛等日夜显示的交通标志和照明、消防以及排除有害气体的设施。

常用的坡道式停车库分为四种类型：

1. 直坡道式停车库（图2-2-3）

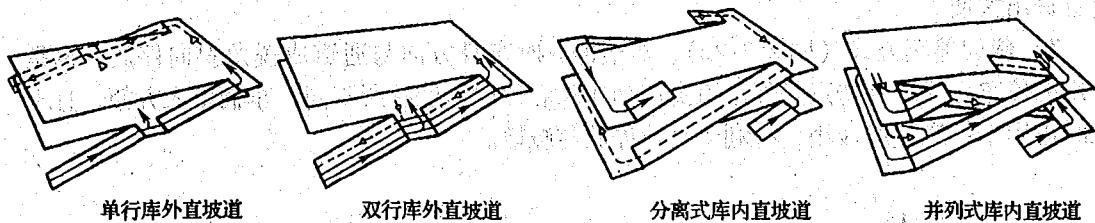


图 2-2-3 直坡道式停车库

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 城市规划相关知识 [M]. 中国计划出版社, 2002: 91.

停车楼面水平布置，每层楼面间用直坡道相连，坡道可设在库内，也可设在库外；可单行布置，也可双行布置。直坡道式停车库的布局简单整齐，交通线路明确，但用地不够经济，单位停车位占用面积较多。

2. 螺旋坡道式停车库（图2-2-4）

停车楼面采用水平布置，基本停车部分布置方式与直坡道式相同，每层楼面之间用圆形螺旋式坡道相连，坡道可为单向行驶（上下分设）或双向行驶（上下合一，上行在外，下行在里）。螺旋坡道式停车库布局简单整齐，交通线路明确，上下行坡道干扰少，速度较快，但螺旋式坡道造价较高，用地稍比直行坡道节省，单位停车面积较多，是常用的一种停车库类型。

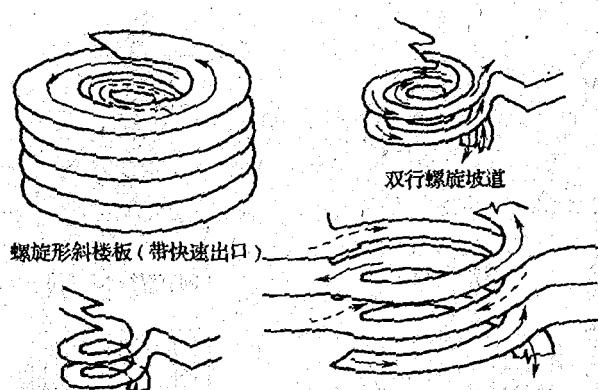


图 2-2-4 螺旋坡道式停车库

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 城市规划相关知识 [M]. 中国计划出版社, 2002: 91.

3. 错层式（半坡道式）停车库（图 2-2-5）

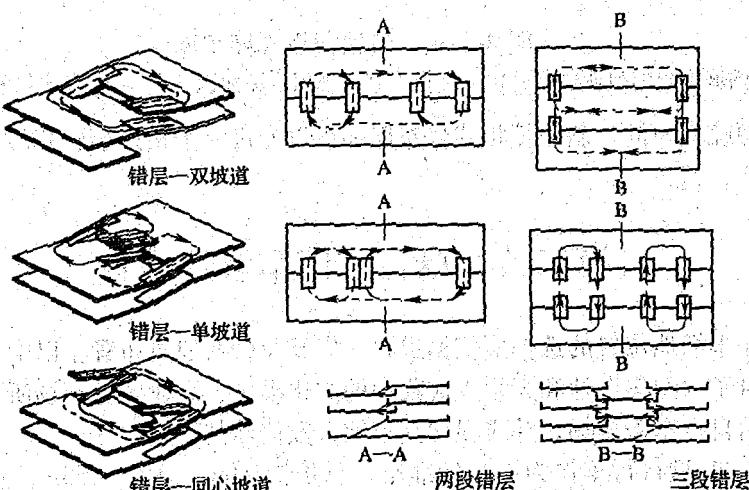


图 2-2-5 错层式（半坡道式）停车库

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 城市规划相关知识 [M]. 中国计划出版社, 2002: 92.

错层式是由直坡道式发展而形成的，停车楼面分为错开半层的两段或三段楼面，楼面之间用短坡道相连，因而大大缩短了坡道长度，坡度也可适当加大。错层式停车库用地较节省，单位停车面积较少，但交通路线对部分停车位的进出有干扰，建筑外立面呈错层形式。

4. 斜楼板式停车库（图 2-2-6）

停车楼板呈缓坡板倾斜状布置，利用通道的倾斜作为楼层转换的坡道，因而无需再设置专用的坡道，所以用地最为节省，单位停车面积最少。但由于坡道和通道合一，交通线路较长，对停车位的进出普遍存在干扰。斜坡楼板式停车库是常用的停车库类型，建筑外立面呈倾斜状，具有停车库的建筑个性。

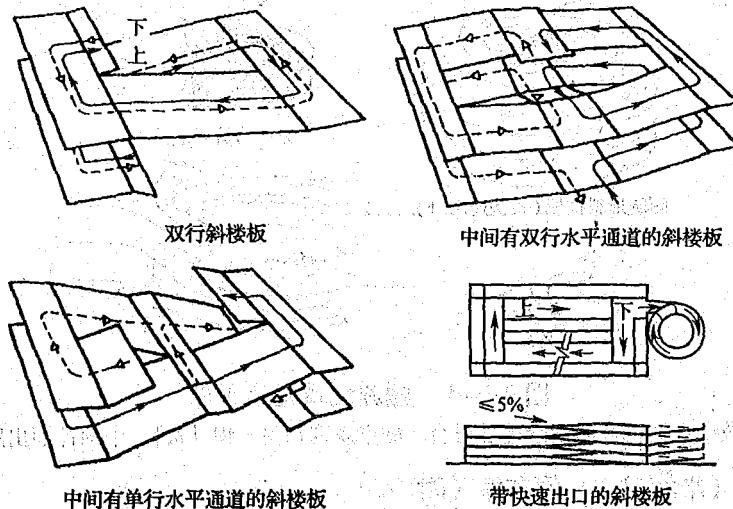


图 2-2-6 斜坡楼板式停车库

资料来源：全国城市规划执业制度管理委员会. 城市规划相关知识 [M]. 中国计划出版社, 2002: 92.

为了缩短疏散时间，斜坡楼板式停车库还可以专设一个快速旋转式坡道出口，以方便驶出。

第二节 自行车停车设施设计

自行车停车场位置的选择应依据道路、广场及公共建筑布置，以中、小型分散就近设置为主。对于大型集会地和大量人流集中的文化娱乐、商业贸易等场所，应在其四周设置固定的专用自行车停车场，并应根据其容纳人数估计其存放率。

规范采用 28 型自行车作为设计标准车，总长 1.93m，总宽 0.60m，总高 2.25m（指人骑在车上，自地面至头顶的高度）。自行车的停放有垂直式和斜放式两种，其平面布置可根据场地条件，采用单排和双排两种布置方式，近年来还出现了自行车立体存放设施。自行车停车的技术参数可查表得到。

第三章 城市交通枢纽规划设计

城市中与道路密切相关的设施很多，比如城市广场、客运枢纽、货运枢纽（物流中心）、停车场、公共加油站等。这些设施规划的好坏直接影响着道路交通功能的发挥。

枢纽是客流货流集散、交通方式转换、各种车辆汇集的场所，它不仅是实现各种交通方式紧密衔接的关键环节，同时对带动地区开发和商业发展有着极其重要的意义。

第一节 城市交通枢纽设施的分类与特点

城市交通枢纽可以分为城市客运交通枢纽和货运交通枢纽（物流中心）两大类。

城市客运交通枢纽又包括对外客运枢纽、城市中心的客运枢纽、组团级客运枢纽、其他地段或特定公交设施的换乘枢纽等等，其中对外客运枢纽是实现城市内外交通紧密衔接的关键，通过高效的换乘，实现港口、铁路客站、长途汽车站、机场与城市交通方便地衔接。城市客运交通枢纽则是城市内多条轨道交通线路或者公交干线汇集的场所，不仅轨道与地面公交的乘客可以实现轻松的换乘，而且小汽车乘客也可以通过“停车+换乘”的方式实现与公共交通的转换。

物流中心，则是重新调配货物流程的场所，经过合理的调配，提高货物运输的效率和效益。

第二节 城市交通枢纽规划设计

城市交通枢纽的规划设计，包括枢纽的总体布局和规划设计两个层面的内容。

枢纽的总体布局，属于长期的发展规划，它对综合交通枢纽的建设、运营和管理起到宏观指导的作用。换乘枢纽的总体布局，要适应社会经济发展的战略目标，符合城市总体规划的用地布局，满足交通运输需求。

枢纽的规划设计则是对总体布局确定的交通枢纽具体的功能、运作流程、相关的硬件设备和配套设施、组织管理系统进行详细设计的过程。

一、城市客运交通枢纽规划设计

城市客运交通枢纽承载着多种交通方式于一身，但又不是简单的排列和叠加，既要在有限的场地内解决各种车辆的流线组织，以及与外部各种交通系统和周边道路的衔接问题，更要通过枢纽的规划和建设，改善该地区的整体交通环境。因此，就要首先在枢纽总体布局的指导下，对城市整体交通规划和客流预测进行深入而又长期的动态分析。这是城

市客运枢纽规划设计的基本依据。

城市客运交通枢纽是城市人流的集散中心。如何以最短的路程、最少的时间、最方便的方式、最佳的环境质量、最多样的选择途径来满足大量人流的换乘需求，是城市客运枢纽规划设计的关键。

在城市中，客运枢纽应按需要分级、分规模地设置。一般情况下，城市客运交通枢纽可以分为以下三个等级：

1. 市级客运枢纽

与城市对外客运交通枢纽（港口、铁路客站、长途汽车站、机场等）结合布置的换乘枢纽，以及设置在城市中心附近的多条轨道交通线路或者公交干线换乘的枢纽等。

在对外客运交通枢纽中，主要的交通方式包括：对外客运交通、轨道线和公交干线、小汽车、自行车和步行等。

在城市中心附近的客运交通枢纽中，主要的交通方式包括轨道交通线路、公交线路、小汽车、自行车和步行等。

2. 组团级客运枢纽

各组团中心或主要客流集中地设置的市级公交干线与组团级普通公交线路衔接换乘的枢纽。其主要交通方式包括：公交干线、普通公交线路、小汽车、自行车和步行等。

3. 其他地段或特定公交设施的换乘枢纽

包括城市中心交通限控区换乘设施、市区公交线路与郊区公交线路衔接换乘枢纽及为大型公共设施（如体育中心、游览中心、购物中心等）服务的换乘枢纽。

城市客运交通枢纽规划设计的主要内容包括：

- 1) 依据城市客运交通枢纽总体布局，进一步确定枢纽的具体选址与功能定位；
- 2) 枢纽的客流预测及各种交通方式之间的换乘客流量预测；
- 3) 枢纽内部和外部的平面布置与空间设计；
- 4) 内部流线设计；
- 5) 外部交通组织。

二、物流中心规划设计

城市物流中心是城市货运集散中心，承担着城市货物的集中、分理、称重、简单加工、仓储及交通工具的停放、维护保养、加油、调度等功能，在城市货物运输及中转中起着重要的作用。

作为在综合运输和物流网络中起重要作用的物流节点，物流中心的功能、作用可归结为如下几点：

(1) 衔接功能

物流中心主要通过转换运输方式衔接不同的运输手段；通过加工衔接干线运输和物流配送；通过存储衔接不同时间的供应物流和需求物流；通过集装箱、托盘等集装箱处理衔接整个“门到门”的运输，使之成为一体。

(2) 信息功能

作为物流节点，物流中心也是整个物流系统或节点相接物流的信息传递、收集、处理、发送的集中地，这种信息作用是复杂物流单元能连接成有机整体的重要保证。

(3) 管理功能

物流中心大多是集管理、指挥、调度、信息、衔接及货物处理为一体的物流综合设施，整个物流系统运转的有序化和正常化，整个物流系统的效率和水平取决于包括物流中心在内的物流节点的管理职能实现的情况。

如果在合理的地点建立物流中心，加之以有效的管理，可以减少货运交通流量，降低物流成本，节约能源，减少污染，缓解城市交通的压力。

物流中心规划设计的主要内容包括：

- 1) 物流中心的选址和功能定位；
- 2) 物流中心规模的确定与运量预测；
- 3) 物流中心的平面设计与空间设计；
- 4) 物流中心的内部交通组织；
- 5) 物流中心的外部交通组织。

第三节 城市广场规划设计

城市广场按照其性质、用途及其在路网中的地位可以分为公共活动广场、集散广场、交通广场、纪念性广场与商业广场等几类。城市中的广场有时兼有多种功能。

公共活动广场主要提供居民文化休憩活动；集散广场则包括了机场、港口码头、铁路车站与长途汽车站等交通枢纽的站前广场，以及大型体育场馆、展览馆、博物馆、公园、大型影剧院等的门前广场；交通广场包括桥头广场、环形交通广场等；纪念性广场是以纪念性建筑物为主体形成的公共活动空间；商业广场是以人行活动为主，结合商业建筑的布置而设置的人流活动区域。

在上述所有的城市广场中，从交通规划设计的角度来看，站前广场最具典型性。站前广场是综合了轨道交通（包括火车、地铁、轻轨等）、公交车、长途汽车、出租车、私人小汽车及自行车等多种交通方式并在换乘枢纽前供各种车辆停靠以及乘客利用的空间，实现了多种交通方式之间客货流的转换与流动。此外，站前广场还兼有防灾（紧急避难）、环境景观等多种功能。

一、站前广场的特点

站前广场具有交通繁忙、人流车流的连续性和脉冲性以及服务对象极为广泛的特点。站前广场承担的功能不只是换乘枢纽的作用，有的还承担着某些商业功能，并且还是体现城市面貌的窗口。正是由于多种功能的交织，一旦考虑疏漏，往往会导致不合理的规划设计。

二、站前广场交通

站前广场的功能是多方面的，但最主要的是其交通功能。站前广场设置的目的就是有机地连接各种交通方式，顺利而又高效地实现人流和物流在多种交通方式中的转换和流动。在规划和设计站前广场时，应充分考虑如下原则：

- 1) 公交优先的原则：即以最少的车辆交通量集散最大的客流的原则。大量的人流

集散需要大容量的公交枢纽，因此要为旅客优先选择公交通换提供最大的便利性。在布局上要做到公交枢纽应尽量靠近出站口，公交线路配置要完善，力争设置通往各个主要方向的公交车，同时合理配置出租车。机动车（包括私家车）停车场可以在较远的地方设置。

2) 人车分离、减少冲突的原则：采取各种措施尽量排除人流、车流的干扰，增强交通的便捷性和流动性。行人流线要简单、明确，要完善诱导（标识）系统，将不同交通方式之间的冲突降到最低，要协调好广场周边道路与内部道路的关系，同时还要协调好与广场周围商业设施的关系。

三、站前广场规划设计

要将这些原则落实到具体的规划设计过程中，则主要体现在以下几个方面：

1. 静态交通组织

站前广场的静态交通组织中最主要的就是各类停车场地的规划布局。停车场地布局是否合理关系到整个站前广场的交通秩序。一般而言，站前广场静态交通设施的布设，应从方便大多数乘客的角度出发，公交站点（或轨道交通车站）应离站房最近，其次是出租车停车场，最后才是社会车辆停车场。

(1) 公交站点布置

目前大多数城市站前广场的公交站点都设在外围地区，小城市的站前广场，因其配置的公交线路不多，都采用路边港湾式停靠站，但是，大、中城市的站前广场因其庞大的公交线网，需要把公交站点布置在广场的内部，以充分体现换乘的便捷性。

在有轨道交通的大城市和特大城市，一般都把轨道交通的车站设置在站前广场的地下（或高架位置），以实现旅客的无缝换乘。

(2) 社会车辆停车场布置

社会车辆停车场的泊位容量不仅要满足城市规划中大型公共建筑物的配建指标，更应该满足实际接送旅客的需要。考虑到实际情况，社会车辆停车场可以修建在广场的地下，而且可以是多层。这样，广场的人、车拥挤状况会得到明显改善。

(3) 出租车停车场布置

出租车在站前广场的布置形式可考虑采用停车场与接送站台相结合的方式。小型火车站没必要设置出租车专用停车场，甚至还可以采用接、送客站点合并的方式，而流量特别大或者站前用地比较宽余的火车站一般都把出租车停车场、接客区和送客区分开来设置。

(4) 自行车停车场布置

考虑到我国大多数城市的实际情况，在站前广场按需要配置相应的大型自行车停车场是非常必须的，自行车停车场一般设置在站前广场外围的左右两侧，停车位数量应根据实际调查确定。

(5) 长途汽车站布置

为了方便公铁联运，国内的城市在站前广场的外围基本上都配置了长途汽车站，长途汽车站作为枢纽内的一种换乘方式应该放在整个站前广场中来考虑，其停车位的多少可以根据实际需要来定。

2. 动态交通组织与管理

站前动态交通的组织除了应该配合停车场地的设计，还应该协调好站前广场和周围集散道路的关系。为此，动态交通组织的重点为：排除过境交通，简化交通流线，实现人、车分离。

（1）行人组织

1) 人行空间。广场上的行人应该有明确的通行空间。由人行道砖铺砌的地面应该连续，跨越道路时应设置人行横道。广场上的行人流线应尽量直接、简单。

2) 诱导系统。广场上应设置完备齐全的标志牌，引导行人通向指定的目的地。

3) 无障碍人行系统。新建的或者改造的广场应该设置齐全的无障碍行人通道，盲道的设置不应忽视。

（2）车辆组织

1) 控制过境车辆通过站前广场。作为交通枢纽，车站周围道路上的交通量肯定都比较大，所以，要想完全阻止过境车辆通过广场前的道路几乎是不可能的，但是可以禁止货车进入站前广场，有特殊需要的货车应持有许可证才能进入。

2) 社会车辆组织与管理。由于接送客的车辆来自城市的四面八方，每条相连的道路都可能有交通需求，因此，原则上不对这些相连的道路作限制。但是，对于那些连接道路很多、交通压力特别大的广场，就有必要对某些入口进行限制，比如采用单行交通，甚至可以封闭入口，将道路改为步行街。

3) 出租车组织与管理。对于交通压力比较大的站前广场，针对出租车可以考虑采用如下措施，包括：站前道路出租车单行、某一条或者数条连接道路禁止出租车通行、严格禁止出租车在路边上、下客等。

4) 长途汽车行车路线组织。长途汽车因其对外运输的特殊性质以及便于管理的特点，进出广场的路线完全可以固定在某一条或者几条道路上，避开拥挤的入口，减少广场内的冲突点。

3. 景观功能设计

站前广场的交通枢纽功能是第一位的，但作为一个城市广场，它也是城市形象的缩影，更是城市环境质量和景观特色再现的空间环境。

站前广场景观设计必须首先和交通枢纽功能结合起来综合考虑。另外，必须注意的是，站前广场毕竟不是休闲场所，它所承担的是旅客的中转功能，旅客逗留的时间不会长，但是却需要一个很好的服务。因此，景观设计要给旅客一个开阔的感觉，做到舒适方便、功能完善。最后，站前广场的景观设计应该与城市的整体环境相协调，体现城市的风貌和特色。

第四章 城市轨道交通

第一节 城市轨道交通的分类和技术特性

一、城市轨道交通的定义

采用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统，统称为城市轨道交通。城市轨道交通的定义包含了两个层面的含义：

- 1) 它是城市公共客运交通系统组成部分。城市客运交通可分为个体交通和公共交通。自行车、摩托车、小汽车等属于个体客运交通方式；公共汽车、公共电车、城市轨道交通等属于公共交通方式。城市轨道交通是城市公共交通的类型之一。
- 2) 采用专用的轨道导向运行。构成城市轨道交通的各个类别有一个共同的特点，就是由专用的“轨道”来导向。这种轨道包括我们很熟悉的钢轮钢轨，也包括其他形式的“轨道”。

二、城市轨道交通的分类

目前，世界上城市轨道交通的种类很多，各国对城市轨道交通的分类方法也不一致，同一轨道交通类型也存在不同的称谓。归纳起来主要可以从以下几个方面进行分类：

- 1) 运营范围；
- 2) 运输能力；
- 3) 路权；
- 4) 敷设方式；
- 5) 支撑和导向方式；
- 6) 牵引方式。

1. 按运营范围分类

城市轨道交通按照在城市不同区域的运营范围划分，主要可以分为以下两类：

- 1) 市区轨道交通：服务范围以城区为主的成市轨道交通系统，如地铁、轻轨一般都属于此类。
- 2) 市域轨道交通：服务范围覆盖城市市域范围的轨道交通系统。这类系统在各国的名称不尽相同，如法国巴黎的 RER 线（Regional express railway）、德国的 S - Bahn（Stadt Bahn）、美国的区域快速轨道交通（Regional rapid rail transit）等。

除了上述两类以外，还有一类轨道交通系统，主要服务于城市市域和邻近地区，服务区域涉及两个或多个行政区。这类轨道交通有些主要服务于大城市郊区，习惯称为市郊铁

路 (Suburban railway)；有些则主要服务于大城市周围的卫星城与中心城之间，也称为通勤铁路 (Commuter railway)。这一类轨道交通在技术特性上接近于铁路或城市轨道交通。因此，可以把这一类的轨道交通中与铁路系统在技术特性上基本一致的划归到铁路范畴，与城市轨道交通在技术特性上基本一致的划归到市域轨道交通范畴。

2. 按运输能力分类

运输能力是指城市轨道交通系统单位时间内单向输送能力，通常以单向小时断面运输量表示。

我国现行的《城市轨道交通工程项目规范》建标 104—2008 和《城市公共交通分类标准》CJJ/T 114—2007 把城市轨道交通按系统运输能力划分为高运量、大运量、中运量和低运量四个量级。

1) 高运量系统：单向运输能力为 4.5 万—7 万人次/小时。

2) 大运量系统：单向运输能力为 2.5 万—5 万人次/小时。

3) 中运量系统：单向运输能力为 1 万—3 万人次/小时。

4) 低运量系统：单向运输能力小于 1 万人次/小时。

对于不同运能等级的城市轨道交通系统，需要在线路的路权、敷设方式、车辆选型和编组、信号等机电设备配置等方面与之匹配。

3. 按路权分类

城市轨道交通的路权可分为三种类型：

1) 全封闭系统：与其他交通方式完全隔离，不受其他交通方式的干扰，具有独立路权，地铁就属于此类。

2) 不封闭系统：也称开放式系统，不实行物理上的封闭，轨道交通与路面交通混合行驶，在交叉口遵循道路交通信号或享有一定的优先权，有轨电车就属于此类。

3) 部分封闭系统：一般在线路区间采用物理措施与其他交通方式隔离，在全部交叉口或部分交叉口与其他交通方式混行，在交叉口设置城市轨道交通优先信号，轻轨系统中就有此类。

4. 按敷设方式分类

城市轨道交通按照线路的敷设方式可以划分为以下三类：

1) 地下线：线路在地下隧道内设置。最早的城市轨道交通系统的线路是设置在地下 (Underground) 的，所以称为地下铁道 (the Underground)，简称地铁。

2) 地面线：线路设置在地面上。

3) 高架线：线路设置在高架桥上。

在城市轨道交通的实际工程项目中，同一条线路可能会同时存在不同的敷设方式，也可能只有一种敷设方式。如北京地铁 13 号线，就存在地下、地面和高架三种敷设方式；北京地铁 2 号线则为地下线。

5. 按支撑和导向方式分类

城市轨道交通按照支撑和导向方式可以划分为钢轮钢轨系统、胶轮导轨系统和磁浮系统三类：

1) 钢轮钢轨系统：导向轮与支承轮合一。车辆为电力牵引的钢轮走行系统，轨道采用钢轨为车辆支承和导向，能敷设在地面、隧道、高架桥上，承载能力大，适用范围广。

如北京地铁的1号线、2号线等。

2) 胶轮导轨系统：导向轮与支承轮分设，线路一般设置在高架桥上。胶轮导轨系统的走行轮为胶轮，走行在桥梁面上，起支承作用；导向轮也是胶轮，依靠导向板或导向槽对车辆起导向和稳定作用。如重庆的跨座式单轨系统、首都机场T3航站楼的“捷运”系统。

3) 磁浮系统：无接触的电磁悬浮（支撑）、导向。磁浮系统与传统的钢轮钢轨系统有着本质的区别，是一种新兴的客运系统。磁浮系统按速度划分，可分为高速磁浮与中低速磁浮两类。

6. 按牵引方式分类

城市轨道交通按照牵引方式可分为旋转电机牵引系统和直线电机牵引系统两类。

1) 旋转电机牵引系统：采用旋转电机作为车辆的驱动力，利用轮轨之间的黏着力（摩擦力）驱动车辆行驶。

2) 直线电机牵引系统：采用直线电机作为车辆的驱动力，利用磁场的作用，驱动车辆运行，属于非黏着驱动系统。

直线电机可以认为是旋转电机在结构上的一种变形，可以看作是一台旋转电机沿其径向剖开，然后拉平演变而成。直线电机改变了传统电机的旋转运动方式，直线电机的“定子”固定安装在车辆的下部，“转子”部分展开铺设于走行轨之间。“定子”和“转子”之间保持一定的间隙，通过交流电时，由于磁场的作用，驱动车辆运行。直线电机牵引系统不再依靠轮轨之间的摩擦力驱动，与旋转电机牵引系统相比，具有较大的爬坡能力。

三、城市轨道交通系统的技术特征

虽然城市轨道交通可从专业技术角度按照运营范围、运输能力、路权、敷设方式、支撑和导向方式、牵引（驱动）方式等多个方面进行比较细致的分类，但这对于不熟悉城市轨道交通专业的决策者和使用者来说，不容易理解和交流。此外，由于各种原因，有些名称在不同的国家有不同的含义。下面根据我国城市轨道交通分类，对各个类别的城市轨道交通的主要特性简述如下。

1. 地铁系统

采用全封闭线路、专用轨道、专用信号、独立运营的大运量城市轨道交通系统。单向高峰小时客运能力在2.5万人次以上，线路通常设在地下的隧道内，有时也延伸到地面或设在高架桥上。地铁系统的主要特点归纳如下：

- 1) 主要服务于市区，一般适用于特大城市的骨干线路。
- 2) 单向运输能力在2.5万人次/小时以上。按照客运能力划分，又可分为高运量地铁和大运量地铁。高运量地铁的单向运输能力为4.5万—7万人次/小时；大运量地铁的单向运输能力为2.5万—5万人次/小时。
- 3) 采用全封闭线路，独立专用路权。一般设置在地下隧道内，条件允许时，有时也在地面或高架桥上设置。
- 4) 采用钢轮钢轨支撑和导向，旋转电机或直线电机牵引。我国内地采用旋转电机牵引的地铁车辆有A型车和B型车两种；采用直线电机牵引的地铁车辆有LB型车一种。

2. 轻轨系统

轻轨是采用全封闭或部分封闭的线路、专用的轨道，以独立运营为主的中运量城市轨

道交通系统。在部分封闭线路的平交路口采用“轻轨列车优先通过”的信号，单向高峰小时最大客运能力在1万—3万人次，线路一般设在地面上、高架桥上或地下的隧道内。

轻轨系统是城市轨道交通中最难定义的系统之一。一般认为，轻轨系统是在传统的有轨电车系统基础上，利用现代技术进行改造后形成的轨道交通系统，英文名称为 Light rail transit (LRT)。我国现行的《城市公共交通分类标准》CJJ/T 114—2007 中的轻轨系统是指采用钢轮钢轨体系的中运量系统，主要技术特征如下：

- 1) 主要服务于市区，一般适用于特大城市的辅助线路或大城市的骨干线路。
- 2) 单向运输能力一般为1万—3万人次/小时。
- 3) 采用全封闭线路或部分封闭线路，基本为独立路权。一般设置在地面或高架桥上，有时也设置在地下隧道内。
- 4) 采用钢轮钢轨支撑和导向，旋转电机或直线电机牵引。我国内地采用旋转电机牵引的轻轨车辆为C型车，采用直线电机牵引的地铁车辆为LC型车。

部分封闭型的轻轨交通线路敷设更加灵活，设置专用道的比例很高，基本实现路权专用。全线设独立信号系统，统一指挥列车运行；在横向通过城市道路的平面交叉处，如道路交通量较大，可设置立体交叉；如道路交通流量较小，可设置平交道口，并增加道口防护信号，使轻轨列车按设定的条件优先通过。

全封闭型的轻轨交通线路，全线随地形条件敷设，有地面、高架、地下，空间位置选择十分灵活，与所有道路交叉口全部立交，完全实现路权专用。全线设独立信号系统，统一指挥列车运行。此类线路与地铁系统的差异较小，二者之间没有清晰的界限，有时也被称为轻量级地铁。

3. 单轨系统

单轨系统是一种车辆与特制的轨道梁组合成一体运行的中低运量胶轮—导轨系统。轨道梁不仅是车辆的承重结构，同时也是车辆运行的导向轨道。单轨系统的类型主要有两种，一种是车辆骑跨在轨道梁上运行，称为跨座式单轨系统；一种是车辆悬挂在轨道梁上运行，称为悬挂式单轨系统。胶轮—导轨系统中，无论是哪种车型，其相同的特点是车辆分设走行轮和导向轮。单轨系统的主要技术特征如下：

- 1) 单轨主要适用于：
 - 城市道路高差较大，道路半径小，线路地形条件较差的地区；
 - 旧城改造已基本完成，而该地区的城市道路又比较窄；
 - 大量客流集散点的接驳线路；
 - 市郊居民区与市区之间的联络线；
 - 旅游区域内景点之间的联络线，旅游观光线路等。
- 2) 单向运输能力在1万—3万人次/小时。车辆因采用胶轮，车轮的承载能力受到限制，橡胶轮的轴载仅是钢轮的40%—50%，载客能力低。
- 3) 采用全封闭线路，与其他交通方式完全隔离，独立路权。单轨以高架结构为主，一般使用道路上部空间设高架桥，土地占用较少，轨道梁宽度窄，占用空间小。胶轮的黏着性能好，有利在大坡道，小半径曲线上运行，可以适应急转弯及大坡度，对复杂地形有较好的适应性，选线容易。
- 4) 车体在走行轨上面（跨座式）或下面（悬挂式），通过主轮支承，水平导向轮起

导向和稳定作用，车辆分设走行轮，导向轮，并采用胶轮，受力分散，走行噪声低。主要采用旋转电机牵引，目前也出现了由直线电机牵引的单轨系统（莫斯科单轨系统）。

4. 有轨电车

有轨电车是一种低运量的城市轨道交通，轨道主要铺设在城市道路路面上，车辆与其他地面交通混合运行，根据道路条件，又可分为两种情况：

1) 混合车道、全开放型的路面有轨电车。路面有轨电车是低运量、低速度、短运距、无专用信号、无专用隔离道路权，采用钢轮钢轨体系的城市轨道交通系统。轨道全部敷设在路面、与路面平齐，该轨道虽然由有轨电车专用，但无专用路权，因此其他车辆可进其道而行驶，故被称为混合道，车辆运行可能受到一定干扰。无专用信号系统，列车运行随城市路口交通信号管制行驶，属地面城市公共交通层次的运行管理系统。旅行速度与城市公共汽车运行速度相当。

2) 局部隔离、新型有轨电车。这是在路面有轨电车基础上发展起来的新型有轨电车，车辆新颖，性能改进，对轨道结构进行改良。有条件的地段，可在局部路段封闭隔离，实现局部路权专用，但占全线比例较小。在横向通过城市道路的平面交叉处，仍设置平交道口，但采用优先通行信号，旅行速度略有提高，约为15—18km/h。

5. 磁浮系统

利用电导磁力悬浮技术使列车上浮，车辆不需要设车轮、车轴、齿轮传动机构等，列车运行方式为悬浮状态，采用直线电机驱动行驶，主要在高架桥上运行，特殊地段也可在地面或地下隧道中运行。

目前，磁浮系统主要有两种基本类型，一种是高速磁悬浮系统，另一种是中低速磁悬浮系统。

高速磁浮线路最小半径不宜小于350m；线路坡度不大于100‰；最高行车速度不大于500km/h。高速磁浮系统由于行车速度很高，通常用于城市之间远程客运。

中低速磁浮线路半径不小于50m；线路坡度不大于70‰；最高行车速度不大于100km/h。中低速磁浮系统由于行车速度相对较低，对于城市区域内站间距大于1km的中、短程客运交通线路较为适宜。中低速磁浮磁悬浮系统的主要特征包括：

- 1) 曲线和道岔性能与单轨等新交通系统相近。
- 2) 噪声小，轨道的维护费用少。
- 3) 车辆载荷平均分布、车身较轻，桥梁等构造建筑的费用相应减少。
- 4) 车辆费用较高。
- 5) 属于中运量系统，我国《城市公共交通分类标准》CJJ/T 114—2007中，中低速磁浮系统的运输能力为1.5万—3.0万人次/小时。

磁浮系统在世界上还处于新兴技术发展阶段，在城市轨道交通领域的应用经验，还有待不断总结。

6. 自动导向轨道系统

自动导向轨道系统属于胶轮—导轨系统，一般用在高架线上为多。走行轮为胶轮，走行在桥梁面上，起支承作用；导向轮也是胶轮，依靠导向板或导向槽对车辆起导向和稳定作用。为了控制车辆轴重，保证胶轮运行安全，故采用小车辆、短列车，自动导向，具有代表性的有日本的AGT（Automatic guideway transit）系统。

按照专用导向轨的位置, AGT 系统可以分为三种形式, 一是轨道中央引导方式; 二是侧向引导方式, 三是中央引导和侧向引导方式的混合。AGT 系统的特点是:

- 1) 车辆小型化, 重量轻, 高架桥可采用薄型结构梁, 降低建设成本。
- 2) 可实现无人驾驶, 但载客量小, 初期成本较高。
- 3) 适于在大坡度线路上运行。
- 4) 噪声低。
- 5) 轮胎走行部分的路面的耐磨性和可维修性问题有待研究解决。

7. 市域快速轨道系统

市域快速轨道系统是相对于市区轨道交通而言, 从运营范围的角度划分的。市域快速轨道系统适用于城市区域内重大经济区之间中长距离的客运交通, 如法国巴黎的 RER 线、德国的 S - Bahn、美国的区域快速轨道交通等。

市域快速轨道系统主要在地面或高架桥上运行, 必要时也可设置在地下隧道内。市域快速轨道系统的制式并没有特别的限定, 可以根据线路的功能定位、沿线的土地利用规划、自然条件、环境保护等综合确定。

市域快速轨道系统可以采用钢轮钢轨系统, 也可以采用磁浮系统; 可以采用地铁或轻轨车辆, 也可以根据速度或运营的要求采用专用车辆。

8. 我国城市轨道交通的分类

我国现行的《城市公共交通分类标准》CJJ/T 114—2007 将城市轨道交通划分为 7 种类型, 详见表 2-4-1。

表 2-4-1 我国城市轨道交通分类

分类名称及代码			主要指标及特征		
大类	中类	小类	车辆和线路条件	客运能力 (N) 平均运行速度 (v)	备注
城市 轨道 交通 GJ ₂	地铁系统 GJ ₂₁	A 型车辆 GJ ₂₁₁	车长: 22.0m 车宽: 3.0m 定员: 310 人 线路半径: ≥300m 线路坡度: ≤35‰	N: 4.5 万—7.0 万人/次/h v: ≥35km/h	高运量 适用于地下、地面或高架
		B 型车辆 GJ ₂₁₂	车长: 19m 车宽: 2.8m 定员: 230—245 人 线路半径: ≥250m 线路坡度: ≤35‰	N: 2.5 万—5.0 万人/次/h v: ≥35km/h	大运量 适用于地下、地面或高架
		L _B 型车辆 GJ ₂₁₃	车长: 16.8 m 车宽: 2.8m 定员: 215—240 人 线路半径: ≥100m 线路坡度: ≤60‰	N: 2.5 万—4.0 万人/次/h v: ≥35km/h	大运量 适用于地下、地面或高架

续表 2-4-1

分类名称及代码			主要指标及特征		
大类	中类	小类	车辆和线路条件	客运能力 (N) 平均运行速度 (v)	备注
城市轨道交通 GJ ₂	轻轨系统 GJ ₂₂	C型车辆 GJ ₂₂₁	车长: 18.9—30.4m 车宽: 2.6m 定员: 200—315人 线路半径: ≥50m 线路坡度: ≤60‰	N: 1.0 万—3.0 万人/次/h v: 25—35km/h	中运量 适用于高架、地面或地下
		L _c 型车辆 GJ ₂₂₂	车长: 16.5m 车宽: 2.5—2.6m 定员: 150人 线路半径: ≥60m 线路坡度: ≤60‰	N: 1.0 万—3.0 万人/次/h v: 25—35km/h	中运量 适用于高架、地面或地下
	单轨系统 GJ ₂₃	跨座式单轨车辆 GJ ₂₃₁	车长: 15m 车宽: 3.0m 定员: 150—170人 线路半径: ≥50m 线路坡度: ≤60‰	N: 1.0 万—3.0 万人/次/h v: 30—35km/h	中运量 适用于高架
		悬挂式单轨车辆 GJ ₂₃₂	车长: 15m 车宽: 2.6m 定员: 80—100人 线路半径: ≥50m 线路坡度: ≤60‰	N: 0.8 万—1.25 万人/次/h v: ≥20km/h	中运量 适用于高架
有轨电车 GJ ₂₄	单厢或铰接式有轨电车 (含 D型车) GJ ₂₄₁	车长: 12.5—28m 车宽: ≤2.6m 定员: 110—260人 线路半径: ≥30m 线路坡度: ≤60‰	N: 0.6 万—1.0 万人/次/h v: 15 万—25km/h	低运量 适用于地面(独立路权)、街面混行或高架	
	导轨式胶轮电车 GJ ₂₄₂	—	—	—	—

续表 2-4-1

分类名称及代码			主要指标及特征		
大类	中类	小类	车辆和线路条件	客运能力 (N) 平均运行速度 (v)	备注
城市 轨道 交通 GJ ₂	磁浮系统 GJ ₂₅	中低速 磁浮 车辆 GJ ₂₅₁	车长: 12—15m 车宽: 2.6—3.0m 定员: 80—120人 线路半径: ≥50m 线路坡度: ≤70‰	N: 1.5 万—3.0 万人 次/h 最 高 运 行 速 度: 100km/h	中运量 主要适用于高架
		高速磁浮 车辆 GJ ₂₅₂	车长: 端车 27 m, 中车 24.8 m 车宽: 3.7 m 定员: 端车 120 人, 中车 144 人 线路半径: ≥350m 线路坡度: ≤100‰	N: 1.0 万—2.5 万人 次/h 最 高 运 行 速 度: 500km/h	中运量 主要适用于郊区 高架
	自动导向 轨道系统 GJ ₂₆	胶轮特制 车辆 GJ ₂₆₁	车长: 7.6m—8.6m 车宽: ≤3m 定员: 70—90 人 线路半径: ≥30m 线路坡度: ≤60‰	N: 1.0 万—3.0 万人 次/h v: ≥25 km/h	中运量 主要适用于高架 或地下
	市域快速 轨道系统 GJ ₂₇	地铁车辆 或专用 车辆 GJ ₂₇₁	线路半径: ≥500m 线路坡度: ≤30‰	最高运行速度: 120— 160km/h	适用于市域内 中、长距离客运交 通

第二节 城市轨道交通线网规划

一、城市轨道交通线网规划概述

1. 线网规划的任务和主要内容

城市轨道交通是需要巨额投资的公益型基础设施，城市轨道交通线网规划直接影响着城市的总体布局和交通运输网络。城市总体规划在编制过程中对城市轨道交通发展提出要求，城市轨道交通线网规划在编制过程中需要及时反馈意见和信息。城市轨道交通线网规划的主要内容需要纳入城市总体规划，二者的编制工作不应割裂开来。一般而言，城市轨道交通线网规划应与城市总体规划同步编制。

城市轨道交通线网规划的主要任务是研究确定城市轨道交通发展目标和功能定位；确

定城市轨道交通线网的规划布局；提出城市轨道交通设施用地的规划控制要求。城市轨道交通线网规划的主要内容一般包括：

- 1) 城市和城市交通现状；
- 2) 交通需求预测；
- 3) 城市轨道交通建设的必要性；
- 4) 城市轨道交通发展目标与功能定位；
- 5) 线网方案与评价；
- 6) 车辆基地、主变电站等主要设施的布局与规模；
- 7) 运营组织规划；
- 8) 资源共享研究；
- 9) 用地控制规划。

2. 线网规划的范围和期限

城市轨道交通线网规划的规划范围应与城市总体规划的规划范围一致，城市规划区为规划编制的重点。

在市域范围内，应结合市域城镇发展特征，研究在市域规划建设城市轨道交通系统的必要性和线网规划方案；城市规划区也是城市社会经济活动、城市人口及就业分布最为集中的地区，是最符合城市轨道交通运输特征的地区，是线网规划编制的重点范围。

城市轨道交通线网规划的年限应与城市总体规划的年限一致，同时应对远景城市轨道交通线网布局提出设想。

在城市总体规划的规划期限内，城市总体规划提出的城市发展规模、空间布局、土地利用以及各项建设的综合部署是具有确定性和法定性的，以城市总体规划为依据确定的城市轨道交通线网规划方案是基本稳定的。城市总体规划对远景年发展仅作出预测性安排，城市发展规模、空间布局、土地利用等具有不确定性，远景城市轨道交通线网规划布局也应具有较大的弹性。

3. 线网规划的基本原则

线网规划的基本原则如下：

1) 线网规划要符合城市总体规划、城市综合交通规划的发展目标和要求，应坚持节约和集约利用资源，保护生态环境，支持以城市公共交通为导向的城市土地开发策略，落实国家优先发展城市公共交通的政策，促进城市和交通可持续发展。

2) 线网规划属于宏观规划层次，规划的视角强调宏观性、多策略的适应性和适度的超前性；应与区域客运交通系统规划相协调，与有关的专项规划相适应；应注意从使用者的角度决策功能配置。

3) 线网规划要体现稳定性和灵活性。稳定性是指在城市中心区和其他重要建成区的线网规划要稳定，规划远期（对应城市总体规划远期）要相对稳定；灵活性指在城市中心区或其他重要建成区以外地区的线网规划要为发展变化留有余地，远景的线网规划方案应具有灵活性。

4) 线路走向要符合城市主客流方向，连接主要客流集散点、交通枢纽、文化商贸中心、经济技术开发区、居民小区、工业区和行政中心等，注重提高整个城市综合交通路网的运营效率。各轨道交通线之间，轨道交通与地面公交、铁路客运站、公路客运站等交通

枢纽应建立良好的换乘关系。

- 5) 线路敷设应结合城市地形、道路、环境和景观需要合理布置；车站应设置在主要客流集散点和线网的交汇点，最大限度地方便乘客乘车和换乘。
- 6) 线网规划要注重工程实施性。城市轨道交通技术复杂、专业要求很高，线网规划能否实施存在较大的专业技术制约和风险，而线网可实施性水平直接决定了线网规划的生命力。

4. 线网规划的技术流程

规划的技术流程是规划的基本程序，它体现了规划工作各个阶段的逻辑关系、研究内容、技术方法和成果。

城市轨道交通线网规划一般可分背景研究、线网方案研究和实施性规划三个阶段。

1) 背景研究阶段。背景研究就是对线网规划的前提条件、影响因素等进行分析研究。主要包括城市自然、人文、政策、规划等。重点是通过对城市和城市交通现状及发展特征的分析，论证选择城市轨道交通方式的必要性，提出土地利用与城市轨道交通协调发展模式、城市轨道交通的发展目标和功能定位。

2) 线网方案研究阶段。线网方案是城市轨道交通线网规划编制的核心工作内容之一，主要任务是划分城市轨道交通线网的功能层次，确定城市轨道交通线网的合理规模和规划布局。

城市轨道交通线网方案应根据城市交通需求的特征划分功能层次；综合考虑城市经济社会发展、城市规模、城市交通需求、城市轨道交通发展目标和功能定位等多方面因素，分析确定线网的合理规模；在分析城市空间布局、客运交通走廊和重要交通枢纽的基础上提出预选方案；在城市轨道交通交通需求预测的基础上，对线网预选方案进行综合性评价，最终得出推荐方案。

3) 实施性规划阶段。规划的可实施性研究是城市轨道交通线网规划可行性的保障。城市轨道交通专业性很强，规划线网是否可行受到很多工程、经济、技术条件的限制。本阶段主要针对影响线网可行性的几个主要专项——车辆基地、线路走向和敷设方式、主要车站分布、换乘站分布和形式、联络线分布以及运营组织——进行研究。这一阶段与线网方案研究阶段是一个循环的过程。

具体到某一个城市的线网规划，技术流程会有所不同。

二、线网规划布局

1. 主要任务和内容

线网方案阶段的主要任务是确定城市轨道交通线网的规划布局方案。在线网规模分析的基础上，通过分析城市土地利用、客运交通走廊和重要交通枢纽以及城市空间结构、城市用地布局提出线网规划方案。主要内容如下：

- 1) 确定各条线路的大致走向和起讫点位置，提出线网密度等技术指标；
- 2) 确定换乘车站的规划布局，明确各换乘车站的功能定位；
- 3) 处理好城市轨道交通线路之间的换乘关系，以及城市轨道交通与其他交通方式的衔接关系；
- 4) 在充分考虑城市规划和环境保护等方面要求的基础上，根据沿线地形、道路交通

和两侧土地利用的条件，提出各条线路的敷设方式；

5) 根据城市与交通发展要求，在交通需求预测的基础上，提出城市轨道交通分期建设时序；

按照城市轨道交通分期建设时序和车辆基地规划等要求，确定线网中联络线的分布。

2. 影响线网方案的主要因素

规划城市轨道交通线网时，首先要考虑沿主要客流走廊布线，便捷地运送客流是城市轨道交通建设最直接的目的。其次，确保轨道交通能够建成和正常运营。线路设置必须满足地形、地质等自然条件和人文地理条件的要求。第三，充分考虑轨道交通系统中客流的特点，尽可能减少乘客的出行时间，节省运营成本，提高运输效率。

1) 与客流有关的影响因素主要有：城市性质及地位；城市人口、土地利用的规模和布局形态；城市对外交通枢纽和公共客流集散点等。

2) 与建设相关的主要因素有：城市自然、人文地理条件；城市经济状况；轨道交通的敷设方式等。

3) 与运营有关的影响因素主要有：线网结构；线路的起终点及换乘站的选址等。

3. 线网的基本形态及其特征

线网方案阶段的重要工作就是在一定的条件下确定线网的形态以及各条线路的走向。目前，线网方案编制的基本方法主要有两种——“枢纽锚固”和“走廊锚固”。

“枢纽锚固”方法是先确定主要换乘枢纽和主要客流集散点，然后结合主要客流走廊布设线路。“走廊锚固”方法是先通过交通需求分析找出客流走廊，沿客流走廊布线，再结合客流集散点、换乘枢纽的分布等加以调整。前者是先有点后有线，后者是先有线后有点。实际的线网方案编制工作比较复杂，通常是两种方法的混合使用。

1) 线路的布置方式。线路是线网的基本组成要素，按照线路在线网中的布置方式，城市轨道交通线网可以分为分离式和联合式两种基本类型。

分离式线网：线网中各条线路独立运营，不同线路上的列车不能互通运营，乘客需要通过线路交叉点处的换乘车站换乘才能乘坐另一条线路上的列车。

联合式线网：相交线路之间可以贯通运营，线网可以实现类似于铁路网的联运，乘客可以直接到达另一条线路上的目的地车站。

分离式线网与联合式线网相比有着明显的优势。分离式线网有着更高的运输效率，在分离式线上，列车能够更高密度的快速运行；缺点是线网的换乘次数和距离均较大。而联合式线网的最大好处就是各线上的列车可以共线运营，类似于公共电汽车在道路上的运营方式。

世界上大多数城市的轨道交通线网都是按照分离式修建的，也有少数是联合式的，如纽约和柏林。也有部分城市，如马德里，将这两者结合起来，即在主要线路方向上是相互分离的，其他线路之间实现互联系的，试图兼具上述两种线网的优点。

我国已经建设城市轨道交通的城市，如北京、上海、广州等，都是分离式线网。

2) 线网的基本形态。城市轨道交通最基本的线网形态有网格式、无环放射式和有环放射式三种。

①**网格式线网。**网格式线网中的各条轨道交通线路纵横交叉，形成方格网，呈格栅或棋盘状。线网中的线路走向比较单一，基本线路多为平行或十字交叉。如大阪、墨西哥城

的地铁网就是这种类型。

网格式线网的线路分布比较均匀，换乘站较多，纵横相间的线路换乘比较方便，线网的连通性较好。缺点是线路走向比较单一，对角线方向的出行绕行距离较大，中心区与郊区之间的出行常需要换乘；平行换乘比较麻烦，一般需要换乘2次或者2次以上。

网格式线网能够在连个主要方向上形成很大的客运能力，从而引导城市沿着这两个方向均匀的向外发展。在同样的线网规模下，网格式线网所覆盖的区域范围比无环和有环放射式要小。

在线网的覆盖范围内，网格式线网的分布相对均匀，各地块上的可达性差异不大，这种差异较小的可达性难以造成城市土地利用密度的较大差异，由此产生的城市结构趋于均匀分布。这种线网结构适合于城市用地比较平坦、人口分布比较均匀的城市。目前，在世界上已有城市轨道交通线网的城市中是不多见的。

②无环放射式线网。无环放射式线网是由若干条穿过市中心的直径线或从市中心发出的放射线构成。

这种类型的线网极大地方便“向心”交通，使城市各个区域至中心点的距离最短，线网中心区域的可达性最好，有利于城市中心区客流的集散，保持城市中心区的活力。

由于线路之间都互相交叉，以此两条线之间大多都可以实现直接换乘。由于没有环形线，圆周方向缺少直接的轨道交通联系，城市中心区外围之间的出行需要通过市中心中转，绕行距离长，或者通过其他交通方式来实现，这种交通的不便程度随着城市规模的扩大而扩大。

当三条以上轨道交通线路在同一点交汇时，一般将这一点的交叉改在城市中心区一定范围内多点交叉，形成X形、三角形交汇，这样既有利于换乘站的设计、施工和运营管理，也有利于乘客的换乘和集散，还有利于扩大城市中心区的范围，提高服务水平。

放射式线网的线路走向较多，而且指向或穿越城市中心区，这种线网结构使得城市中心区与郊区的联系变得方便，大大提高城市中心区的可达性。从而导致城市中心区的密度不断增加，促使中心区的扩大。

从城市中心区伸向郊区的放射式轨道交通线路不仅能有效地将郊区居民出行引向城市中心区，而且还能够促进轨道交通沿线土地开发密度的提高，于是，在市郊的放射式轨道交通线路会引导城市形成一条条高密度的带状交通走廊，在城市中形成若干带状发展轴，在轴线之间布置绿地，通过轴线引导城市居住功能和其他功能的发展。

这种结构有利于城市形成一个强大的城市中心，促使城市土地的密集开发，引导城市向单中心结构发展。这有利于节约土地资源，防止城市向其周围“摊大饼”式的蔓延。但是，当城市规模较大时，这种结构具有很明显的缺点：

- 加剧城市中心区的交通拥挤；
- 增大居民的平均出行距离；
- 城市中心区过分密集，环境恶化，反过来抑制城市中心区的发展；
- 郊区与郊区之间交通联系不畅。

因此，这种无环放射式线网结构适合于明显的单中心城市、城市规模中等、郊区周边方向客流量不大的城市。

- ③有环放射式线网。有环放射式线网由穿越城市中心区的径向线和环绕市区的环线共

同构成。在一些轨道交通线网规模不大的城市，环线一般只有一条；而在一些轨道交通线网规模较大的城市，会出现两条以上的环线。

有环放射式线网是在无环放射式线网的基础上加上环线形成的，是对无环放射式线网的改进，因此，既具有无环放射式线网的优点，又克服了其交通联系不便的缺点。与无环放射式线网一样，这种线网在城市中心区交汇成一点是不利的。

在有环放射式线网中，环线设置位置的不同，其与放射线配合所起的作用也不相同。环绕在 CBD 周围的环线，除了一般的轨道交通线的功能以外，还可以截住进入 CBD 区域的过境客流，并将其引到不同的径向线上，如莫斯科的地铁环线；环绕城市中心区的环线，除了提供城市边缘区域之间的联系之外，还可以引导城市形态的发展，如东京的山手线。这类环线一般布置在城市中心区的外围，并穿越城市建成区，环线与径向线之间的交叉形成立交交通枢纽，并很容易形成城市副中心，如东京山手线上的新宿就是一例。

有环放射式线网中主要的线路是径向线，它能够保证城市边缘区与中心区之间的便捷联系，也有利于中心区客流的快速集散，因此，这种结构有利于维持强大的城市中心区。由于有了环线，这种结构能够使城市各边缘区之间便捷的联系，同时又方便不同方向线路之间的换乘，减少城市中心区的换乘客流，减少过境客流对城市中心区的干扰和压力，这种结构适用于具有强大城市中心区的特大城市。

4. 线路走向和车站布局

(1) 线路走向的选择

城市轨道交通的主要功能是为乘客服务，其线路走向的选择最基本的原则是沿主客流的方向布置，同时应考虑有效的利用土地、节约投资、方便乘客使用等。城市轨道交通的线路走向选择主要考虑以下几个方面：

- 1) 线路应根据在线网中功能定位和客流预测分析，沿主客流方向选择，并通过大客流集散点，便于乘客直达目的地，减少换乘。
- 2) 线路应考虑全日客流量、通勤客流规模，宜有大型客流点的支撑。车站应服务于重要客流集散点，起讫点车站应与其他交通枢纽相配合。
- 3) 线路起、终点不要设在市区内大客流断面位置。
- 4) 超长线路一般以最长交路运行 1h 为目标，旅行速度达到最高运行速度的 45%—50% 为宜。
- 5) 对设置支线的运行线路，支线长度不宜过长，宜选在客流断面较小的地段。
- 6) 当采用全封闭方式时，在城市中心区宜采用地下线，但应注意对地面建筑、地下资源和文物的保护；在城市中心区外围，且道路宽阔地段，宜选择高架线。有条件地段也可采用地面线。
- 7) 在线路长大陡坡地段，不宜与平面小半径曲线重叠。
- 8) 充分考虑停车场和车辆基地的位置和联络线。

(2) 车站布局

车站的布局主要考虑以下几个方面：

- 1) 车站应布设在主要客流集散点和各种交通枢纽点上，其位置应有利乘客集散，并与其他交通换乘方便。
- 2) 高架车站应控制造型和体量，中运量轨道交通的车站长度不宜超过 100m。站厅落

地的高架车站宜设置站前广场，有利于周边环境和交通衔接相协调。

3) 车站间距应根据线路功能、沿线用地规划确定。在全封闭线路上，市中心区的车站间距不宜小于1km，市区外围的车站间距宜为2km左右。在超长线路上，应适当加大车站间距。

4) 当线路经过铁路客运车站时，应设站换乘。

三、车辆基地的规划布局和规模

车辆基地是承担车辆停放、整备、运用、检修以及各种运营设备保养维修的重要基地。线网的车辆基地需要统一规划，明确任务分工，合理布局和配置，鼓励实施多线共用，大型检修设施集中管理使用，实现车辆及设备检修保养的集约化、规模化、社会化和规范化，实现网络资源共享。

车辆基地规划的主要内容应包括车辆基地的类型、分工、布局及规模等。车辆基地的规划主要考虑以下几个方面：

- 1) 坚持资源共享的原则，严格控制车辆基地建设规模，节约使用土地。
- 2) 依据线网方案，综合分析各条线路的客流特性、运营模式及选用车辆技术条件，确定车辆运用检修模式和线路设备维修方式，划分车辆基地的类型。
- 3) 根据各条线路的客流特征，从运营角度研究确定车辆基地的功能与定位，明确任务分工。
- 4) 根据线路特征、用地条件和沿线土地利用规划，从整个线网角度对车辆基地统一布局，研究确定车辆基地的大致位置。
- 5) 车辆基地的规模应根据远期服务范围内的运营线路长度和行车密度要求，按照车辆技术参数、列车编组和配属的数量、车辆检修周期、检修作业时间等计算确定，并结合其功能定位、运营要求和承担的任务范围等综合确定。

车辆基地面积大、占地多，在城市市区范围内，其选址比较困难，车辆基地又是建设城市轨道交通线路的必备条件，其用地必须进行规划控制并落实。否则，不但会造成建设时的拆迁困难，造价飙升，拖延工期，还可能影响线路的起终点和合理运营规模，线网也难以稳定。

《城市轨道交通工程项目设计标准》建标104—2008规定，车辆基地的用地宜按表2-4-2控制。

表 2-4-2 车辆基地占地面积指标表 (m²/车)

车型	A、B	L
车辆基地（厂架修，设备维修）	1000	900
车辆段（定修级）	900	750
停车场	600	500

注：表中数值用于实施后的用地，作为规划用地还应适当留有余地。

四、用地控制规划

在线网规划阶段，用地控制规划的主要任务是对城市轨道交通设施用地提出规划控制

原则与要求，通过预留与控制设施用地，为城市轨道交通建设提供用地条件。

在线网规划阶段，用地控制规划的内容深度难以满足城市规划管理工作所需的内容深度要求，在城市轨道交通线网规划编制完成后，还需要编制城市轨道交通设施用地的专项控制性规划，城市轨道交通各类建设用地应在城市土地利用控制性详细规划中落实。

用地控制规划内容一般包括：线路、车站、车辆基地、联络线及城市轨道交通相关设施等用地控制规划。其主要内容和要求如下：

1) 确定各条线路的具体走向方案，提出线路走廊用地的控制原则和控制范围的指标要求。《城市轨道交通工程项目设计标准》建标104—2008规定，轨道交通规划控制保护地界不应小于表2-4-3的规定。

表2-4-3 控制保护地界最小宽度标准

线路地段	控制保护地界计算基线	规划控制保护地界
建成线路地段	地下车站和隧道结构外侧，每侧宽度	50m
	高架车站和区间桥梁结构外侧，每侧宽度	30m
	出入口、通风亭、变电站等建筑物外边线的外侧，每侧宽度	10m
规划线路地段	以城市道路规划红线中线为基线，每侧宽度	60m
	规划有多条轨道交通线路平行通过或线路偏离道路以外地段	专项研究

影响城市轨道交通线路走廊用地控制范围的主要因素有：地下线产生的震动对周围环境的影响，地上线产生的噪声对周围环境的影响；区间线路、车站建筑与城市其他建筑间的安全防护距离；工程实施对预留施工场地的要求，等等。

2) 车站用地控制规划应综合考虑车站性质、功能定位、周边土地利用规划以及道路交通系统规划等情况。规划年限内规划建设的车站用地控制规划需综合考虑城市轨道交通线路之间及轨道交通与其他交通方式之间的换乘需要，初步提出车站用地控制规模与范围；其他车站可提出用地控制的原则性要求。

城市轨道交通车站布局方案是车站用地控制规划基本前提。在城市轨道交通线网规划编制阶段，规划年限内规划建设的城市轨道交通线路之间的换乘车站位置是基本确定的，远期年规划的城市轨道交通线路存在一定的不确定性，形成的换乘车站也存在一定的不确定性，在规划阶段不易确定，一般在工程可行性研究和设计阶段确定。

3) 车辆基地用地控制规划应依据车辆基地规划确定规划用地的规模，落实规划用地的位置和范围。出入段（场）线用地控制规划应确定出入段（场）线的大致走向方案，提出线路走廊用地的控制原则和控制范围的指标要求。

在线网规划阶段，城市轨道交通车辆制式、车辆基地分工类型及联络线设置方案等尚有不确定的因素，按照线网方案提出的车辆基地规模，仅作为规划控制用地依据，线网各线路车辆基地用地规模需经专项控制性规划加以落实。

出入段线要求在车站接轨，接轨站宜选在终点站或有条件的折返站。对出入段线的走廊用地提出规划控制要求，可参考线路走廊用地的控制指标，研究确定出入段线走廊用地的控制指标。

4) 联络线用地控制规划应根据轨道交通线网联络线的分布，提出联络线走廊用地的

控制原则和控制范围的指标要求。控制走廊宽度地下线可按线路中心线两侧各 25m 控制；地面线可按线路中心线两侧各 30m 控制。

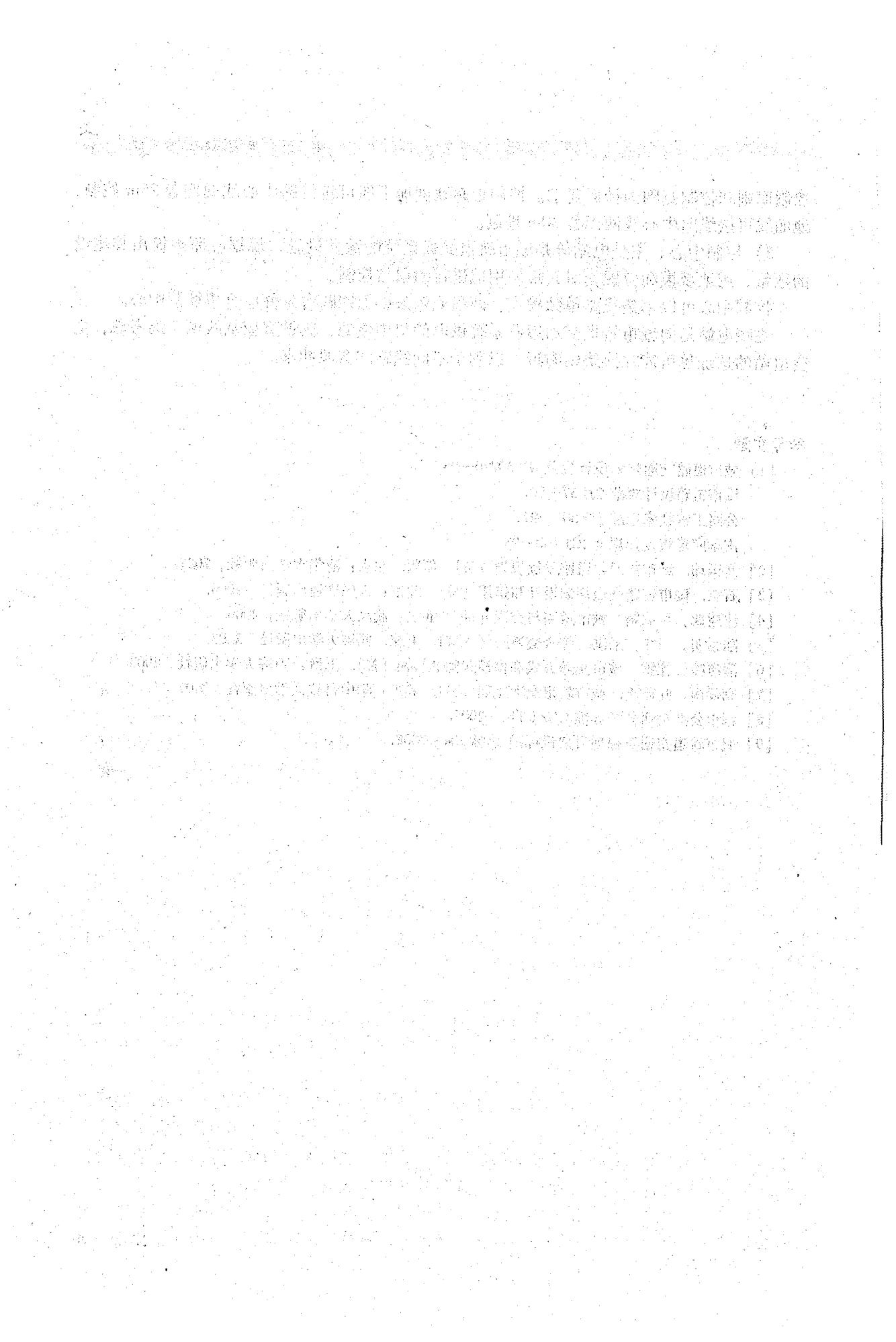
5) 控制中心、主变电站等是城市轨道交通系统的重要设施，规划应原则提出其建设的数量、用地规模和位置，对其规划用地进行预留与控制。

控制中心可以单条线路单独建设，两条或两条以上线路有条件应合建控制中心。

主变电站是向城市轨道交通运营系统供电的集中电源，其设置应从线网全局考虑，主变电站的选址尽可能在换乘站附近，以利于不同线路间资源共享。

参考文献

- [1] 城市道路交通规划设计规范 GB 50220—95.
- 城市道路设计规范 CJJ 37—90.
- 公路工程技术标准 JTJ 001—97.
- 汽车库建筑设计规范 JGJ 100—98.
- [2] 文国玮. 城市交通与道路系统规划 [M]. 新版. 北京：清华大学出版社，2007.
- [3] 石京. 城市道路交通规划设计与运用 [M]. 北京：人民交通出版社，2006.
- [4] 沈建武，吴瑞麟. 城市道路与交通 [M]. 武汉：武汉大学出版社，2006.
- [5] 陆锡明，王祥，朱洪. 综合交通规划 [M]. 上海：同济大学出版社，2003.
- [6] 潘海啸，杜雷. 城市交通方式和多模式间的转换 [M]. 上海：同济大学出版社，2003.
- [7] 顾保南，叶霞飞. 城市轨道交通工程 [M]. 武汉：华中科技大学出版社，2007.
- [8] 城市公共交通分类标准 CJJ/T 114—2007.
- [9] 城市轨道交通工程项目建设标准 建标 104—2008.



第三篇 城市市政公用设施

第一章 城市供水工程规划

第一节 城市供水系统

一、城市供水方式

城市供水方式有两种。一是由城市市政部门集中建设的供水设施，向服务区范围的各类用户供水，这种供水方式形成的供水系统即通常所说的公共供水系统，或自来水系统。二是企事业单位、居民用户自建供水设施，自行解决用水问题，这种供水方式即通常所说的自备水源。城市建设初期，依靠自备水源供水是主要的供水方式。随着城市的发展，公共供水系统逐渐取代自备水源，成为主要的供水方式。1990—2004年，我国设市城市公共供水系统供水比例由56.8%提高到了79.6%，但由于城市用水类型多样，水质标准不同，对大多数城市来说，自备水源仍将长期存在。

二、城市公共供水系统构成

城市公共供水系统大致可分为三个部分：取水工程、净水工程和输配水工程。

取水工程的任务是从天然水源获取符合一定水量、水质的原水，分为地表水取水工程和地下水取水工程。地表水取水构筑物通常由集水井和泵站组成。在城市供水系统中，取水泵站也称为一级泵房。常见的地下水取水构筑物有管井、大口井、渗渠等。

净水工程的任务是对原水进行净化处理，以满足用户对水质的要求。常规净水工程主要由沉淀池、过滤池、清水池、泵站组成。在城市供水系统中，净水厂内的泵站也称二级泵房。

输配水工程是输水工程和配水工程的统称。输水工程的任务是通过管（渠）将原水从取水点输送到净水厂，或通过管道将经过净化的水厂出水输送到配水管网，如果输水距离较长，中间还可能设置加压泵站。配水工程的任务是通过管道、加压泵站、水塔、高位水池等配水设施将满足一定水压要求的水量分配到用户。

多数城市水源和净水厂往往都不止一个，形成多水源供水系统。地形高差变化大、呈组团式布局的城市，配水系统往往分成多个分区，形成本区配水系统。此外，根据用户对

水质要求的不同，还可形成分质供水系统。

第二节 城市供水工程规划的主要内容

城市供水工程规划分为总体规划、详细规划中的供水专业规划和城市供水专项规划三种类型。其中，总体规划和详细规划中的供水专业规划属于法定规划，其规划内容和深度有明确的要求。城市供水专项规划属于非法定规划，规划内容和深度没有明确要求，往往根据城市的需要而定。

一、总体规划阶段

总体规划阶段，供水工程规划的主要内容是：①预测城市用水量；②进行水资源供需平衡分析；③确定城市自来水厂布局和供水能力；④布置输水管（渠）、配水干管和其他配水设施；⑤划定城市水源保护区范围，提出水源保护措施。

二、详细规划阶段

详细规划阶段，供水工程规划的主要内容是：①计算规划区用水量；②落实总体规划确定的供水设施位置和用地；③布置配水管网，确定管径以及管道的平面和竖向位置；④确定规划区其他配水设施位置、配水能力、用地面积或用地标准。

三、城市供水专项规划

编制城市供水专项规划的目的是落实和深化总体规划的相关内容，规划范围和规划期限一般与总体规划一致。规划内容一般都比总体规划中的供水专业规划丰富，规划深度在其他条件具备的情况下还可能达到详细规划的深度。例如，在有的城市供水专项规划中，根据水资源条件研究了净水工艺，进行了配水管网平差计算，确定了配水管网管径、水厂出厂水压和其他配水设施位置、供水能力，估算了工程投资。

第三节 城市用水量预测

一、用水分类

不同部门有不同的用水分类。水利部门在水资源公报中，将用水分为农业用水、工业用水、生活用水和生态用水四大类。

城市规划中的用水分类，按照现行《城市给水工程规划规范》GB 50282—98 分为两部分，第一部分是公共供水系统提供的用水，第二部分为城市自备水源、河湖环境用水、航道用水、农业灌溉和养殖及畜牧业用水、农村居民和乡镇企业用水等。编制城市供水工程规划，进行用水量预测时主要考虑第一部分用水和第二部分用水中的自备水源，通常将其分为生活用水、工业用水和其他用水三大类，其中生活用水包括居民生活用水和公共设施用水，其他用水包括道路浇洒、绿化用水以及管网漏损、水厂自用水等。

二、城市用水量预测

城市用水量预测，目的是要大致估算规划期末城市用水需求，以便进行水资源供需平衡分析，确定城市供水系统的供水能力。

1. 预测方法

城市用水量预测方法很多，在城市规划中要根据规划层次、资料状况选择适宜的预测方法。常见的预测方法有人均综合用水指标法、单位用地指标法、年递增率法、分类加和法等。其中，**人均综合用水指标法、单位用地指标法、年递增率法适用于城市总体规划；分类加和法既可用于总体规划，也可用于详细规划，但分类用水量计算方法有所不同。**

2. 规划用水量指标

各种预测方法，关键是合理确定预测指标，包括**人均综合用水量、单位用地用水量、用水年递增率，以及在分类加和法预测中涉及的工业用水、生活用水、各类建筑单位面积用水等指标。**

编制城市规划，要贯彻落实国家的节水政策，根据城市历年用水量、用水结构变化情况，分析现状用水效率和节水潜力，结合规划期内社会经济发展、产业结构调整、用地开发强度等因素，因地制宜地确定预测指标。

现行《城市给水工程规划规范》GB 50282—98 中给出了**人均综合用水量、人均生活用水量、单位建设用地综合用水量、单位居住用地用水量、单位公共设施用地用水量、单位工业用地用水量、其他用地用水量等指标**。从多年的规划实践看，规范中的多数指标大大高于实际需求，规划中只可参考，不能盲目照搬。

例如，全国设市城市**人均综合用水量从 1991 年的 690 升/日（平均日，下同）持续下降，到 2004 年下降到 443 升/日，其中公共供水系统人均综合用水量从 1991 年的 388 升/日下降到 2004 年的 352 升/日。**

3. 城市用水量

城市用水量有平均日用水量、最高日用水量、年用水量三种表达形式。**城市供水工程规划中，城市供水设施应该按最高日用水量配置**。因此，无论采用哪种方法预测城市用水量，最终都要明确城市的最高日用水量。

水资源供需平衡分析，一般采用年用水量。规划期末城市年用水量等于平均日用水量乘以一年的天数，平均日用水量等于最高日用水量除以日变化系数。

第四节 水资源供需平衡分析

一、供水条件

一个地区的供水条件包括**水资源总量、可利用量、可供水量和水质**。

1. 水资源总量

水资源总量是指一年中通过降水和其他方式产生的地表径流量和地下径流量。不同年份，由于降水量差异，水资源总量也会产生相应变化。描述某一地区水资源量时，一般采用多年平均值。而在供水工程中，为了满足不同用户的可靠性要求，需要分析计算不同保

证率情况下的水资源量。通常要考虑 50%、75%、95% 三种保证率，分别代表平水年、枯水年和特枯年。保证率越高，相应的水资源总量越小。

2. 水资源可利用量和可供水量

维护生态环境的良性循环是水资源的一项重要功能，水资源可利用量就是在考虑生态环境用水后人类可以从天然径流中开发利用的水量，包括地表水资源可利用量和浅层地下水可开采量。

由于天然径流量时空变化和用水量时空变化不可能完全一致，为了满足人类的用水需求，需要兴建一定的水利工程，包括蓄水工程、引水工程和提水工程等。可供水量是在需水量预测和水利工程规划的基础上，将工程设计供水能力与来水、用水过程相结合，通过水量调节计算而确定的供水量，既不是工程的最大供水量，也有别于现状的实际供水量。

与水资源总量相同，水资源可利用量和可供水量也有保证率的含义，同样是保证率越高，相应的可利用量和可供水量越小。

3. 水质

水资源有多种功能，包括供水、发电、航运、水产养殖、景观和生态等。不同的功能对水质有不同的要求。

(1) 地表水水质

按照《地表水环境质量标准》GB 3838—2002，地表水分五类。五类地表水的适用功能分别是：

I 类：主要适用于源头水、国家自然保护区；

II 类：主要适用于集中式生活饮用水地表水源地一级保护区、珍稀水生生物栖息地、鱼虾类产卵场、仔稚幼鱼的索饵场等；

III类：主要适用于集中式生活饮用水地表水源地二级保护区、鱼虾类越冬场、洄游通道、水产养殖区等渔业水域及游泳区；

IV类：主要适用于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区；

V类：主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。

(2) 地下水水质

按照《地下水水质标准》GB/T 14848—93，地下水也分五类，五类地下水适用功能分别是：

I类和II类：适用于各种用途；

III类：主要适用于集中式生活饮用水水源及工、农业用水；

IV类：适用于农业和部分工业用水，适当处理后可作生活饮用水；

V类：不宜饮用，其他用水可根据使用目的选用。

二、水资源供需平衡分析

一定区域的水资源评价和供需平衡，涉及降水、径流、用水组成、用水过程、水质要求、供水工程供水能力等一系列复杂问题，是一项专业性很强的工作，需要专业部门进行专门研究。

编制城市供水工程规划，要了解城市所在地区不同保证率情况下的水资源总量、水质及其空间分布，了解各类供水工程的供水能力和一定保证率情况下可以向城市提供的水

量，进行城市供水的供需平衡分析。

如果可供水量小于城市用水量，要进一步分析缺水原因，提出对策措施，这项工作在水资源供需平衡中称为二次平衡，最终目的是要确保可供水量大于或等于用水量。

三、解决水资源供需矛盾的措施

就缺水而言，主要有三种基本类型：一是资源型缺水，即水资源可利用量小于用水需求，这种情况主要发生在北方地区和南方没有大江大河通过的沿海地区；二是水质型缺水，即水资源可利用量大于用水需求，但水体受到污染，不符合城市用水的水质要求，这种情况主要发生在水资源丰富、人口稠密的南方地区；而在资源型缺水地区，水污染问题往往也比较严重；三是工程性缺水，即供水工程的供水能力有限，不能满足城市的用水需求，这种情况在改革开放初期比较普遍，现在已大为缓解。

1. 资源型缺水

针对资源型缺水，可以采取的对策措施有节水和非传统水资源的利用。

(1) 节水

最近十多年，全国城市用水总量在不断增加，而人均综合用水量在持续下降，主要原因是工业用水效率有较大提高，但各城市工业用水效率差距还比较大，与国际先进水平差距更大，在工业节水方面还有较大潜力。

此外，在输配水过程中的管网漏损现象和用水过程中的浪费现象还比较严重。以管网漏损为例，2005年全国城市平均管网漏损率高达18%，从控制管网漏损率方面，节水也有一定潜力。

编制城市规划，要研究城市的用水构成、用水效率和节水潜力，通过调整产业结构，限制高耗水工业发展，推广使用先进的节水技术、工艺和节水器具，加强输配水管网建设改造等措施，提高用水效率，减少用水量。

(2) 非传统水资源利用

非传统水资源是指江河水系和浅层地下含水层中的淡水资源之外的水资源，包括雨水、污水、微咸水、海水等。城市用水由于用户不同，对水质的要求也不同。一些水质要求不高的用水，例如工业冷却、浇洒道路、绿化、洗车、冲厕等，完全可以将这些非传统资源经过适当处理进行利用。

此外，水资源置换近年来在解决城市缺水方面也收到了明显的效果。在我国的用水组成中，农业灌溉用水一直是最大的用水户，并且越是干旱年份，需水量越大。农业灌溉中用水效率低、浪费严重的问题普遍存在。推广先进的节水灌溉技术尽管有良好的经济效益，但投资渠道不畅，进展缓慢。一些缺水城市，由政府、企业投入资金进行农业节水改造，节约的水量归城市使用，在一定程度缓解了水资源紧张局面。

2. 水质型缺水

针对水质型缺水，可以采取的措施有治理水污染和改进水厂净水工艺。

(1) 水污染治理

相对于某一水质标准，水体是可以容纳一定污染物的，这就是通常所说的水体的环境容量。水污染本质上是水体承担的污染物超出了自身的环境容量。防治水体污染，根本措施是将污染物控制在环境容量范围内。在城镇密集地区，用水量高度集中，相应地，污水

排放量也高度集中，必须建立完善的污水收集处理系统，提高污水处理率和处理深度，从总量上控制排入水体的污染物。事实上，水污染治理，水环境保护不但可以解决水质型缺水问题，而且可以改善人居环境，提高城市质量，具有巨大的综合效益。

(2) 改进净水工艺

水污染在成因上有所谓的点源污染、面源污染和内源污染，在空间上从上游到下游往往涉及多个行政区，治理难度非常大。从1990年代中期开始的三河三湖（淮河、海河、辽河、太湖、巢湖、滇池）治理，目前成效仍不显著。对于经过治理在短时间内水环境仍难以恢复的地区，改进水厂净水工艺是一项具有现实意义的措施，包括在水厂常规处理前增加预处理，或在常规处理后增加深度处理等工艺。实践证明，这些措施对于提高水厂出水水质都起到了良好的作用。

第五节 城市供水工程规划

一、城市供水的基本要求

1. 水量

城市用水的特点，一是用水过程连续，几乎每时每刻都有用水需求；二是用水量不断变化，通常用时变化系数、日变化系数来反映用水量的变化情况。城市供水必须满足用水过程的连续性和用水量不断变化的要求。

2. 水质

按照《城市供水水质标准》CJ/T 206—2005的规定，我国城市供水水质，必须符合下列要求：①水中不得含有致病微生物；②水中所含化学物质和放射性物质不得危害人体健康；③水的感官性状良好。这些要求具体由93个检测项目的控制指标控制。

3. 水压

城市配水管网应当具有足够的水压，以满足生产、生活和消防要求。《城市给水规划工程规划规范》GB 50282—98规定，城市配水管网的供水水压宜满足用户接管点处服务水头28m的要求，相当于将水送至6层建筑物的最小水头。

二、水源选择

城市水源要考虑水量、水质和水源保护等多种因素，在综合分析、多方案对比的基础上选择。在水量方面，应满足规划期内城市用水量需求，保证率应达到90%以上。在水质方面，要符合现行《地表水环境质量标准》和《地下水水质标准》的规定，尽量选用优于Ⅲ类的地表水和地下水。在水源保护方面，要考虑城市现状和发展，将城市水源选择在便于保护的地段。

三、水厂规划

1. 城市公共供水系统供水能力

进行水厂规划，首先要确定公共供水系统供水能力。有自备水源的城市，要研究自备水源的数量、空间分布、供水水源、供水能力和水质标准，结合城市空间布局和水源选

择，确定规划期内保留、新增、停用的自备水源，并根据保留和新增的自备水源供水能力确定公共供水系统供水能力。

2. 水厂建设

水厂建设有两方面的内容，一是现状水厂的利用，二是新建水厂的布局。

(1) 现状水厂的利用

现状水厂如何利用，应当在掌握其数量、空间分布、水源条件、供水能力、净水工艺、出水水质、占地面积、建成时间等情况的基础上，经综合分析确定。对于建成时间不长、水源条件良好、净水工艺先进、出水符合城市供水水质标准的现状水厂应尽量保留，具备扩建条件的还可进行扩建。

就近以地表水为水源的城市，水源污染是比较普遍的现象，如何应对水源污染，也是现状水厂利用中要考虑的重要问题。对于运行时间已接近或超过设计使用年限、设备陈旧的小水厂，可以考虑废弃，另行选址建设新水厂。运行时间不长、水厂服务范围内配水管网已经基本形成的大中型水厂，如果附近有良好的水源，可以考虑将取水口移到水源条件好的地段。如果附近没有良好的水源，可考虑在水厂内部增加预处理或深度处理工艺。

(2) 新建水厂布局

规划期内，城市供水能力应该大于或等于最高日用水量。在城市公共供水系统中，如果保留和扩建的现状水厂供水能力不能满足规划期内的用水需求，就必须考虑新水厂建设，确定新建水厂的数量、位置、水源、供水能力和用地面积。新建水厂布局，需要考虑的因素有：

- 1) 水源条件，新建水厂应有可靠的水源保障；
- 2) 建设条件，新建水厂厂址应有良好的工程地质、交通和供电等条件；
- 3) 安全条件，新建水厂必须远离化学危险品生产储存设施；
- 4) 配水条件，新建水厂应该尽可能与现状水厂形成布局合理、便于配水的多水源供水系统。

水厂建设用地与水源类型、净水工艺和规模有关。表 3-1-1 是不同规模的地表水厂和地下水厂建设用地控制指标，其中地表水厂为常规净水工艺，地下水厂为消毒工艺。在地表水厂增加预处理或深度处理工艺，在地下水厂增加特殊水质处理工艺时，都要增加相应用地。

表 3-1-1 水厂建设用地控制指标

建设规模 ($10^4 \text{m}^3/\text{d}$)	地表水厂 ($\text{m}^2 \cdot \text{d}/\text{m}^3$)	地下水厂 ($\text{m}^2 \cdot \text{d}/\text{m}^3$)
5—10	0.7—0.5	0.4—0.3
10—30	0.5—0.3	0.3—0.2

四、输配水管网规划

1. 输水管线

城市饮用水源至净水厂之间的输水管线应当采用管道或暗渠，当采用明渠时，应采取保护水质和防止水量流失的措施。净水厂远离城市配水区时，净水厂至配水区之间必须采

用管道输水。

输水管线的线路走向，应从安全、经济、建设条件多方面考虑进行优选。水源至净水厂的输水管线，输水量应包括净水厂的供水量和水厂自用水量。地表水厂的自用水量一般占供水量的5%—10%。

当城市为单水源供水系统时，输水管线应设两条，每条输水管线的输水能力应达到整个输水工程设计流量的70%。

当输水线路较长或地形不利时，中途还可能需要设置泵站。

2. 配水管网

(1) 配水管分类

城市配水管道，根据其承担的主要任务和管径大小，通常分为干管、支管和接户管三类。干管主要承担水量转输作用，同时也为沿线用户供水，管径一般在200mm以上。支管的作用是把干管输送来的水分配给接户管和消火栓，因此也称分配管，管径要满足消防用水需求，大城市一般在150—200mm之间，中小城市在100—150mm之间。接户管是连接支管和用户的管道，管径视用户用水量多少而定。

(2) 管网形式

城市配水管网有枝状管网和环状管网两种基本形式。枝状管网管道呈树状从水厂向供水区延伸，管径逐渐变小。这种管网形式管道总长度较短，可以节省投资，但当管线某处发生故障需要停水检修时，其后的管线均要断水，安全可靠性差，一般在城市建设初期采用这种形式。

环状管网相邻管道之间相互连接呈封闭环状，任一处管线发生故障，可通过闸阀将故障管段与其他管段分隔，不影响其余管线的供水。这种管网形式管道总长度较长，投资要高于枝状管网，但供水安全性大大提高，是大中城市配水管网的普遍形式。

配水管网的两种基本形式，在同一城市往往同时存在。城市中心地区的干、支管一般布置成环状，城市边缘地区和接户管一般布置成枝状。

3. 其他配水设施

为了保证配水管网的水压和高峰时段流量，除管道外，城市配水管网还可能需要增加其他配水设施，如水塔、高位水池、加压泵站等。

(1) 水塔和高位水池

水塔和高位水池都是起调节作用的配水设施。用水量变化较大的城市，在配水管网内设置一定容积的调节设施，可以使净水厂二级泵房供水量和供水压力（也称水厂出厂压力）比较均匀。当用水量小于二级泵房供水量时，管网压力增大，多余水量可自动进入调节设施；而在用水量大于二级泵房供水量时，管网压力降低，调节设施开始向管网供水，既可以补充水量，也可以提高管网压力。在用地起伏较大的城市，可利用地形建设高位水池，用地起伏不大的城市，可用水塔作为调节设施。

(2) 加压泵站

加压泵站是在配水管网中起增压作用的配水设施。供水范围或地形高差较大的城市，通过提高水厂出厂压力满足配水管网最不利点水压要求，将使某些地段管网水压很高，既不经济也不安全。因此，水厂出厂压力要控制在适度范围，靠出厂压力不能满足配水压力要求的地段，通过建设加压泵站解决。不同规模的加压泵站用地控制指标见表3-1-2。

表 3-1-2 加压泵站建设用地控制指标

建设规模 ($10^4 \text{m}^3/\text{d}$)	用地标准 ($\text{m}^2 \cdot \text{d}/\text{m}^3$)
5—10	0.25—0.20
10—30	0.20—0.10

五、管网水力计算

管网水力计算的目的是确定各管段的管径，校核几种工况下的管网压力，包括事故状态和有消防用水时。在管材一定的情况下，管径与设计流量和流速有关，而流速又与压力有关。因此，确定管径是一个综合分析比较的过程，而不是简单的数学运算。

1. 设计流量

配水管网的设计流量应该按城市最高日最高时用水量计算。城市最高日用水量等于平均日用水量乘以日变化系数，最高时用水量等于平均每小时用水量乘以时变化系数。

城市用水日变化系数随城市规模增大而减少，小城市在1.4—1.8之间，中等城市在1.3—1.5之间，大城市在1.2—1.4之间，特大城市在1.1—1.3之间。时变化系数受作息制度、生活方式、工业生产班次等多种因素影响，大致在1.3—2.5之间，设计时应分析当地的用水过程特征，合理确定时变化系数。

2. 设计流速

在流量一定的情况下，流速的选择是关键。流速越小，管径越大，管网工程投资也越高。反之，流速越大，管径可以减小，管网投资可以降低，但将增加水头损失，从而增加水厂出厂压力，使日常的动力费提高。因此，设计流速要考虑管网造价和运行费，理论上有关经济流速之说，即按照这种流速设计的管网，其管网工程投资和日常运行费之和最小。

影响经济流速的因素很多，如管材价格、施工条件、电价、投资偿还年限等，我国各地均有根据当地技术经济指标计算的各种管径对应的经济流速资料。几种常用管径经济流速的控制范围大致是：

管径在100—350mm时，流速控制在0.5—1.1m/s之间；

管径在350—600mm时，流速控制在1.1—1.6m/s之间；

管径在600—1000mm时，流速控制在1.6—2.1m/s之间。

3. 管径计算

管网中各管段管径计算方法随管网形式而变。枝状管网是根据设计流量和合理的流速从末端向起端（水厂或泵站）逐段计算。环状管网计算比较复杂，往往要经过反复多次的试算，现已有专门的计算机程序。在城市配水管网中，有消火栓的管段管径必须保证消防用水流量和压力。为简化计算，配水管网的管径计算通常只限于干管。

4. 管网校核

在按最高日最高时用水量计算出管网管径后，还应进行几种特定工况的校核，包括事故时和消防时。事故校核的目的是检验当某一管段（通常是干管）发生故障时，其余管网是否能正常运行。消防校核的目的是检验某一处或几处（通常选择最不利点）发生火灾时，着火点的流量和压力是否满足消防供水要求。

第六节 水源保护

一、水源保护区

城市净水厂的净水工艺是根据原水水质设计，水厂建成后，其净水工艺很难在短时间调整。城市水源一旦受到污染，将直接影响城市供水质量。因此，在确定城市水源后，必须划定水源保护区，对城市水源进行严格保护，其中地表水源保护区包括水域和水域周边一定的陆域。城市水源保护区通常分为一级保护区和二级保护区。保护区范围依据水污染防治法及其实施细则由相关的人民政府划定。

二、水源保护要求

1. 地表水源保护

在地表水源一级保护区内应执行下列规定：

- 1) 禁止向水体排放污水；
- 2) 禁止从事旅游、游泳和其他可能污染水体的活动；
- 3) 禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；
- 4) 保护区内现有排污口应限期拆除或限期治理。

在地表水源二级保护区内应执行下列规定：

- 1) 禁止新建、扩建向水体排放污染物的建设项目，改建项目必须削减污染物排放量；
- 2) 禁止超过国家或地方规定的污染物排放标准排放污染物；
- 3) 禁止设立装卸垃圾、油类及其他有毒有害物品的码头。

2. 地下水源保护

在地下水水源保护区内应执行下列规定：

- 1) 禁止利用污水灌溉；
- 2) 禁止利用含有毒污染物的污泥作肥料；
- 3) 禁止使用剧毒或高残留农药；
- 4) 禁止利用储水层孔隙、裂隙、溶洞及废弃矿坑储存石油、放射性物质、有毒化学品、农药等。

第二章 城市排水工程规划

第一节 城市排水系统

城市排水的对象是雨水和污水。对雨水和污水采用不同的排放方式所形成的排水系统，称为排水体制。**排水体制分为合流制和分流制两大类。**

一、合流制排水系统

合流制排水系统是指雨水和污水统一由一套管道排放的排水系统，这种排水管称为合流管。根据污水最终的排放方式又分为直排式合流制和截流式合流制。

1. 直排式合流制

在直排式合流制排水系统中，污水和雨水一样不经任何处理直接就近分散排放。这种排水系统没有污水处理设施，雨水和污水都就近排放，工程投资较少，但是如果排放的污染物超过水体的环境容量，将对城市水环境造成污染，一般在城市建设初期采用，目前在大中城市已很少见。

2. 截流式合流制

截流式合流制是在直排式合流制基础上，沿排放口附近新建一条污水管渠，将污水截留到污水处理厂处理或输送到下游排放，雨水通过附属的溢流井仍排入原来的水体。新建的污水管在合流制排水系统中称为截流管。在没有降雨的情况下，截流管内只有污水，这部分污水也称旱流污水。在有降雨的情况下，截流管内既有污水也有雨水，这种雨污混合水也称混合污水。同样，通过溢流井排出的也是混合污水，只是污水比例随降雨量增大而减小。

由于初期雨水也含有大量污染物，有时污染物含量甚至高于污水，截流管的设计，其排水能力除满足污水外，还要考虑截流一定的初期雨水。截流初期雨水量的大小用截流倍数体现。截流倍数等于截流的初期雨水量与旱流污水量之比。

截流式合流制是直排式合流制的改进形式，在无雨天可以将全部污水截流到污水处理厂处理或输送到下游排放，大大减轻城市水环境压力，且工程量相对较小。而在有降雨的情况下，当降雨量较小时，旱流污水和污染物浓度较高的初期雨水全部通过截流管截走，有利于城市水环境保护；当降雨量和污水量超过截流管的截流能力，多余部分的混合污水将从溢流井排入水体，仍然对城市水环境有影响。

二、分流制排水系统

分流制排水系统，是指雨水和污水单独收集、处理和排放的排水系统。根据雨水系统

的完整程度，分流制排水系统又分为完全分流制和不完全分流制。

1. 完全分流制

在完全分流制排水系统中，雨水和污水形成相互独立、系统完整的排水系统。雨水和比较清洁的工业废水由雨水管渠收集，就近排放；污水通过污水管道收集，输送到污水处理厂处理或下游排放。这种排水系统需要建设两套完整的排水管道，并且污水不能不加处理就近分散排放，对保护城市水环境比较有利，但排水管渠工程量大于截流式合流制，一般在城市水环境要求较高，有一定经济实力的城市采用。

2. 不完全分流制

不完全分流制排水系统，是指只有完整的污水设施而没有完整的雨水设施的排水系统。采用不完全分流制有三种情况。

一是早期的城市建设，为了节省工程投资，往往先建污水管道，雨水通过路面或零星的道路边沟排放。随着城市规模的扩大，建设标准的提高，雨水和污水系统逐步完善。

二是降水量很小的城市，如我国的内蒙、新疆、青海的部分城市，由于降水量很小，地面渗透能力很强，没有必要建设雨水系统。在这些地区，为了利用宝贵的雨水资源，绿化用地设计标高一般都低于道路标高，降雨时，路面雨水很快就汇入路边绿地。

三是地形起伏变化较大的城市。这类城市由于地形起伏变化较大，往往有比较多的天然水系，汇水面积不大的短距离的雨水可通过路面排入附近水系，但汇水面积大的雨水仍需通过排水管渠排放。

第二节 城市排水工程规划的主要内容

城市排水工程规划分为总体规划、详细规划中的专业规划和城市排水专项规划三种类型。

一、总体规划阶段

总体规划阶段，城市排水工程规划的主要内容是：①确定排水体制；②提出雨水、污水利用原则；③划分排水分区；④确定雨水系统设计标准；⑤布置雨水干管（渠）和其他雨水设施；⑥估算污水量，确定污水处理率和处理深度；⑦确定污水处理厂布局，布置污水干管和其他污水设施。

二、详细规划阶段

详细规划阶段，城市排水工程规划的主要内容是：①落实总体规划确定的排水干管位置和其他排水设施用地，并在管径、管底标高方面与周边排水管道相衔接；②布置规划区内雨水、污水支管和其他排水设施；③确定规划区雨水、污水支管管径和控制点标高。

三、城市排水专项规划

城市排水专项规划属于非法定规划，规划内容视规划编制目的而定，没有明确的要求。按规划编制目的大致有以下几种类型：

一是落实和深化总体规划，为编制详细规划阶段的排水专业规划创造必要的条件。排

水管道基本都是自流管道，排水能力不但与管径有关，而且与坡度有关，而管道坡度又受道路标高控制。要比较准确地计算排水管网的管径，确定各控制点管底标高，必须在一个完整的排水分区从上游到下游逐段计算。总体规划阶段，由于不要求定道路标高，因此也没有条件确定排水管道管径和管底标高。而在详细规划阶段，如果规划范围不是一个完整的排水分区，排水管网的管径、控制点标高更难确定。为了解决这一矛盾，有的城市在总体规划完成后，对总体规划的排水专业规划进行了深化。其规划范围和期限一般与总体规划一致，规划内容除包含总体规划中排水专业规划内容外，还需进行管网水力计算，确定管网管径、控制点管底标高、排水泵站位置及规模等。为了进行管网水力计算，至少需要道路专业的配合。因此，这类城市排水专项规划往往要与道路专项规划同步编制，通过道路专项规划，在一个完整的排水分区确定道路断面形式、路面设计标高等排水专项规划必须具备的规划条件。

二是为了治理城市水环境，对原有直排式合流制排水系统进行改造。规划范围仅限于现状建成区，规划期限一般为5年左右的近期规划，规划内容主要集中在污水收集和处理。现状排水系统的改造方式有按截流式合流制改造，也有按分流制改造。从工程实践看，将直排式合流制改造成截流式合流制比较容易实施，也容易在短期内见效。

三是为解决城市局部地段排水困难而进行的排水系统改造规划。规划范围仅限于排水困难地段，规划期限一般也是近期规划，规划内容主要集中在问题分析和改造方案优化方面。

第三节 城市排水体制

不同的排水体制，在工程投资、施工建设、运行管理、环境影响方面有较大的差别。选择城市排水体制，要综合考虑城市排水现状、经济水平和环境要求，进行深入细致的分析论证。

当前，我国多数江河流域水体已经受到污染，有的水体已经失去使用功能，加剧了水资源供需矛盾。居民生活水平的提高，交通量的增加，也不允许地下管网仅建设不同步而反复开挖道路。因此，城市排水体制原则上不能采用直排式合流制，也不宜采用雨、污水管网不同步建设的不完全分流制，只能在截流式合流制和分流制之间选择。下面是这两种排水体制在工程投资、施工建设、运行管理、环境影响方面的比较。

(1) 工程投资

在工程投资方面，截流式合流制的泵站、污水处理厂投资较分流制大，而排水管渠投资较分流制小，综合两项投资，整个排水系统的投资一般是截流式合流制低于分流制，主要是大大减少了管道工程量。

(2) 施工建设

在施工建设方面，合流制排水系统管线单一，减少了与其他地下管线、构筑物的交叉，施工较分流制简单。尤其在地基条件差，地面以下存在比较厚的淤泥层或粉细砂层的平原地区，增加一套管网，将大大增加施工难度。

(3) 运行管理

在运行管理方面，截流式合流制比分流制复杂，主要是晴天和雨天的污水量和污染物

浓度、成分变化较大，加大了污水处理厂运行管理的难度。

(4) 环境影响

在环境影响方面，合流制系统雨水和污水共用一套管网，污水产生的气味会通过雨水口散发到空气中，对大气环境有一定影响。而在水环境保护方面，截流式合流制与分流制各有利弊。截流式合流制能够将污染物浓度较高的初期雨水截入污水处理厂处理，是保护水环境有利的一面，但降雨量超过截流管道截流能力后，多余部分将以混合污水的形式进入水环境，是对水环境保护不利的一面。至于是初期雨水影响大还是混合污水影响大，要根据城市的降雨特征、水环境容量作具体分析，不能一概而论。

实践证明，新建分流制排水系统比较容易，而将原有合流制系统改造成分流制系统十分困难。这是因为要在合流制系统基础上完成分流制改造，必须将污水管网从接户管到干、支管道全部改造，不但工程投资大，而且影响面广，短期内难以实现。

因此，《城市排水工程规划规范》GB 50318—2000 规定，新建城市、扩建新区、新开发区或旧城改造地区的排水体制应采用分流制。同时也规定，合流制排水体制适用于特殊的城市，且应采用截流式合流制。这里所说的特殊城市包括以下几种类型：①降雨量稀少；②排水区内有水量充沛的水体，降雨时混合污水对水体的污染在允许范围；③街道狭窄，没有条件安排更多的管道。

总之，城市排水体制应在综合分析的基础上因地制宜地选择。现有直排式合流制改造方案应十分慎重，如果按分流制改造，必须确保污水管道从接户管到干支管形成完整的系统，任何一个环节没有改造到位，都会影响改造效果。

第四节 雨水工程规划

一、雨水排放方式

城市雨水排放有自排和强排两种方式。自排，即雨水依靠重力从城市排水系统自流排入江河湖海，是城市雨水排放的主要方式。强排，即雨水通过排水管渠自流收集，在排水出口附近依靠泵站抽排到江河湖海，是解决城市低洼区排水的方式之一。

所谓低洼区，是指天然地面高程低于一定频率洪水位（或沿海地区潮水位，下同），在洪水期间雨水不能自流排出的区域。解决低洼区排水，除了采用强排方式外，填方和调蓄也是比较常用的措施。填方，就是通过人工方式提高天然地面高程，使雨水在一定的设计标准内能够自排。调蓄，就是利用城市内部的湖、塘等水体，将暴雨期间暂时不能排出的雨水先排入这些水体，待洪水位下降后再排出。

在制定低洼区排水方案时，要根据城市的自然条件进行技术经济比较。一般而言，强排适用于土方来源比较困难，天然地面高程与一定频率洪水位高差较大，又没有足够水体可用于调蓄的城市。填方适用于土方来源充足、价格低廉，天然地面高程与一定频率洪水位高差不大的城市。调蓄适用于洪水期间高水位持续时间不长、建成区内有较多的水面可以利用的城市。这三种措施可能单独采用一种，也可能同时采用多种。例如，在采用强排方式时，通常都需要考虑一定的调蓄容量，以便泵站平稳运行，降低泵站规模。如果低洼区地下水位很高，雨水即使采用强排方式，从地下管线的建设和维护角度考虑，也需要适

当填方。

二、排水分区划分

规模较大的城市，排水去向可能不止一处，地形起伏较大的城市，可能存在一定的低洼区，划分雨水分区，目的是合理组织排水系统，使城市雨水能够便捷安全地排出，减少工程投资，降低积水风险。

影响城市雨水系统最主要的因素是当地的自然条件。编制城市雨水工程规划，首先要认真分析城市地形、水系、气象、水文等自然条件，掌握城市地形变化，当地暴雨特征，天然水系的汇水面积、排洪能力和特征水位等。划分排水分区应遵循如下两条基本原则：

一是充分利用地形和水系，以最短的距离靠重力流将雨水排入附近水系。在雨水受纳水体水位变幅不大，排水出口建设比较简便的情况下，雨水宜分散排放。在受纳水体水位变幅较大，排水出口建设比较困难（例如需要穿越堤防，设置闸门等）的情况下，雨水宜适度集中排放。

二是高水高排，低水低排，避免将地势较高、易于排水的地段与低洼区划分在同一排水分区。存在低洼区的城市，无论采用填方、调蓄，还是采用强排措施，如果将地势较高的地段与低洼区划分在同一排水分区，都将增加低洼区排水负担。

三、雨水系统

城市雨水系统由雨水口、雨水管渠、检查井、排水出口等排水设施组成。采用截流式合流制排水系统的城市，还要设置溢流井。采用强排方式的排水分区或地面高程较低的立交桥下，还要设置雨水泵站。规划阶段，雨水系统主要是进行雨水管渠和雨水泵站的布置。但为了做好雨水管渠和泵站布置，也需要了解一些其他排水设施的作用和基本要求。

1. 雨水管渠布置

雨水管渠一般沿道路布置。在确定管渠走向时，要充分利用地形和水系。在地势较高、地形坡度较大的排水分区，雨水应当以最短的距离分散排入附近水系。在地势低平的排水分区，天然水系往往比较密集，当排水出口建设比较简单，雨水管渠也应按就近、分散排放雨水的原则布置；当排水出口需要穿越城市干路、铁路、防洪堤等设施，构造比较复杂，雨水宜适度集中排放。

在道路宽度小于40m的路段，雨水管渠一般采用单侧布置；道路宽度大于40m的路段，雨水管渠可考虑双侧布置。

2. 雨水泵站布置

雨水泵站是投资大、利用率不高的排水设施。在地势低平的排水分区，若采用强排方式，雨水泵站应综合考虑分区内地形、水系分布、控制设施等情况，优化布置，避免重复抽排。

当排水分区内部水系出口处建有控制闸时，可以利用内部水系作调蓄水体，雨水泵站集中布置在控制闸附近；当排水分区内部水系出口处无控制闸时，雨水泵站通常布置在雨水管渠出口附近，为了减少泵站数量，雨水管渠出口应尽量集中。立交桥下的雨水泵站一般布置在路面最低点附近。雨水泵站建设用地控制指标见表3-2-1。

表 3-2-1 雨水泵站建设用地控制指标

排水能力 (L/s)	用地指标 ($m^2 \cdot s/L$)
1000—5000	0.8—1.1
5000—10000	0.6—0.8
10000—20000	0.5—0.7
20000 以上	0.4—0.6

3. 其他雨水设施

(1) 雨水口

雨水口的作用是收集地面雨水，在道路上、街区内等布置有雨水管渠的地方都需要设置雨水口。雨水口在平面上要保持适度的间距，布置在道路上的雨水口间距一般为 30—80m；在竖向上要布置在便于汇水的低点。

雨水口通过连接管与雨水管渠连接。连接管最小管径为 200mm，坡度一般为 0.01，长度不宜超过 25m，接在同一连接管上的雨水口一般不宜超过 3 个。

(2) 检查井

检查井是为雨水管渠的检查和清通预留的排水构筑物。在管渠交汇、转弯、管渠尺寸或坡度改变、跌水等处通常都要设置检查井。在管渠直线段上相隔一定距离也应设置检查井。管渠直线段上，管径小于 500mm 时，检查井最大间距为 50m，管径大于 1500mm 时，检查井最大间距为 120m。

(3) 溢流井

溢流井是截流式合流制排水系统中的排水构筑物之一，其作用是使降雨期间超过截流干管排水能力的混合污水就近溢入受纳水体。溢流井通常布置在便于混合污水排出的位置。

(4) 排水出口

雨水排水出口是雨水系统的最末端，其形式有淹没式和非淹没式两种。淹没式是指排水出口顶高低于受纳水体常水位，非淹没式是指排水出口底高高于受纳水体常水位。

四、水力计算

雨水系统水力计算的目的是确定一定设计重现期的雨水管渠管径（断面）、坡度、埋深和雨水泵站设计流量。在计算中，雨水管道和暗渠按满流状况考虑。具体的据算公式、参数可参考有关的专业书籍。水力计算中要注意下列重要设计参数或计算条件的选择。

1. 设计重现期

雨水系统设计重现期也叫设计标准。在雨水系统规划设计中，设计重现期高，发生积水的概率就低，但工程投资相应增加。因此，设计重现期应当根据排水区域的重要性、地形和气象特点等因素确定。《城市排水工程规划规范》GB 50318—2000 规定，重要干道、重要地区或短期积水能引起严重后果的地区，重现期宜采用 3—5 年，其他地区重现期宜采用 1—3 年，特别重要地区和次要地区或排水条件好的地区重现期可酌情增减。

2. 径流系数

径流系数是指径流量与降雨量的比值，是影响雨水流量进而影响雨水工程工程量的重

要因素，其值随汇水区地面情况而变。建筑物屋面、混凝土和沥青路面等不透水材料覆盖的地面，径流系数最大，一般为0.9；公园绿地等透水面积较多的地面，径流系数最小，一般为0.15；其他类型的地面径流系数介于这两者之间。由于影响径流系数的因素很多，要精确地确定比较困难，在规划设计中通常采用综合径流系数。不透水面积较多的地段，综合径流系数一般取0.4—0.8，透水面积较多的地段，综合径流系数一般取0.3—0.6。通过增加透水面积，可以有效地降低径流系数，在规划中应当积极倡导，例如在人行道、停车场、广场等处采用透水性良好的材料铺装。

3. 雨水管渠断面形式

雨水管渠包括管道、暗渠和明渠。这里所称的明渠，是指专门排除城市雨水的排水渠道，不包括城市内的天然水系。

管道都是施工前预制的，其优点是施工比较方便，进度也快，但在相同排水能力的情况下，工程投资高于暗渠，并且预制管径一般小于2000mm。因此，在排水流量不大的路段多采用管道。由于管道预制基本都在当地进行，规格有限，水力计算前应了解当地管道规格，避免不切实际地选用一些当地没有的管道。

暗渠都是现场建造，常用的建筑材料有砖、石、混凝土块、钢筋混凝土块和钢筋混凝土，常用的断面形式有矩形和拱形。其优点是建造暗渠的材料多样，可根据当地情况灵活选择，工程投资一般低于相同排水能力的管道，并且断面面积可根据需要在较大范围内变化，缺点是施工不如管道方便，进度较慢。因此，通常只有在当地管径最大的管道不能满足排水要求的情况下采用。

明渠是工程投资最低的雨水管渠，但采用明渠将增加桥涵费用，管理不善还容易淤积，影响环境卫生，目前在有比较适宜的地面坡度、排水条件良好的城市已很少采用。而在地形非常平坦，天然水系又比较稀少的情况下，采用管道或暗渠，要保证一定的坡度，可能会使下游段埋深很深，甚至排水出口低于受纳水体基底。在这种情况下，可适当布置一些明渠。为了形成良好的景观，最好配套建设一些控制设施，使明渠内经常保持有一定水量。

4. 其他设计参数或计算条件

在水力计算中，还需要考虑雨水管渠的连接方式、流速、坡度、埋深等设计参数或计算条件。

(1) 管渠连接方式

不同管径或断面的雨水管渠，其连接方式有管顶平接和管底平接两种。为了防止上游管段雍水，**雨水管渠原则上应采用管顶平接方式**。

(2) 设计流速

设计流速既要考虑防止淤积，又要考虑防止冲刷，针对不同的管材，有最小流速和最大流速控制。雨水管道在满流时的最小流速应大于或等于0.75m/s，最大流速应小于或等于5m/s。

(3) 埋深

雨水管渠埋深是指管渠内底至地面的深度，而管渠外顶至地面的深度成为覆土厚度。在水力计算中，针对不同情况有最小埋深（或覆土）、最大埋深的控制要求。

雨水管渠最小埋深需要综合考虑地面荷载、上下游管道的衔接以及其他地下管线的建

设等因素。为了防止地面荷载的破坏，在机动车道上，管渠覆土厚度一般不小于0.7m。考虑上下游管道的衔接，雨水管渠最小埋深应确保服务区内上游管段能自流接入。在与其他地下管线有交叉的管段，雨水管渠最小埋深（或覆土）应考虑到其他地下管线的建设空间。

管渠最大埋深，在自排方式下不要受河道底高程控制，管渠底标高不得低于河道基底标高。如果新建管渠要接入现状管渠，新建管渠底标高不得低于现状管渠底标高。采取强排的排水分区，为了减少工程投资，也应尽量降低管渠埋深。

第五节 污水工程规划

一、污水量估算

估算污水量，目的是根据污水量大小、受纳水体环境容量确定污水处理率和处理深度。不同的排水系统，污水量估算方法有所不同。

1. 分流制系统

分流制系统，污水量由用水量产生，这类污水称为旱流污水。一个城市的旱流污水量往往与用水量有比较稳定的比例关系，这种比例关系称为污水排放系数。估算城市污水量，应当详细了解历年用水量和污水排放量，分析现状污水排放系数。在此基础上，确定规划期内污水排放系数，用规划期末平均日用水量乘以污水排放系数即得规划期末旱流污水量。在缺乏污水排放量统计资料的城市，可按如下污水排放系数进行估算：生活污水排放系数0.8—0.9；工业废水排放系数0.7—0.9；城市污水量排放系数0.7—0.8。

2. 截流式合流制系统

截流式合流制系统污水量除了旱流污水外，还有一定的初期雨水进入污水系统，污水量为旱流污水与初期雨水之和。旱流污水量的估算与分流制系统相同。初期雨水量根据截流倍数估算，即旱流污水量乘以截流倍数。

一个城市，如果两种排水体制并存，可根据截流式合流制面积，按单位面积平均旱流污水量和截流倍数估算初期雨水量。

二、污水处理厂布局

污水处理厂布局形式，主要应考虑污水出路。污水的最终出路大体有三种。一是直接排放到水体或土壤；二是处理后排放到水体或土壤；三是将污水作为一种水资源，经处理后再利用，这种经处理后再利用的水资源习惯上称为再生水，有的城市也叫中水。

污水不经处理直接排放，是城市建设初期的普遍方式，目前各地水环境都出现不同程度污染，已经不允许采取这种方式。经过处理后排放，可以使水的循环系统变得比较简单，适用于天然水资源比较丰富的城市。将污水作为一种水资源，经处理后再利用，虽然水循环系统变得比较复杂，但在天然水资源紧缺的城市，既可以缓解水资源供需矛盾，又有利水环境保护，是一种经济合理的选择。

如果不考虑污水再利用，污水处理厂可按传统的布局原则，适度集中地布置在城市下游。具体的布局方案，应该从污水系统投资（包括管网、泵站和污水处理厂）、占地、运

行管理、水环境保护等方面进行多方案综合比较。

如果污水需要再利用，污水处理厂宜适度分散，尽量布置在大的用户附近。具体的布局方案同样要进行多方案综合比较。目前，再生水用户主要集中在工业、市政杂用（包括洗车、浇洒道路、浇灌绿地）和景观等方面。有的城市还进行了建筑中水系统试点，将再生水用于居民住宅和公共设施冲厕。这种方式可以扩大污水利用范围，但需要在建筑内增加一套供水系统，并且出于安全、卫生方面的疑虑，现阶段不少居民还难以接受。

无论采用适度集中还是适度分散的布局形式，在确定污水处理厂位置时，还应该注意满足污水处理厂选址的基本要求，包括：①便于污水收集；②便于污水处理厂出水排放以及事故排放；③有足够的卫生防护距离；④交通、供电方便。

污水处理厂布局方案确定后，应当根据地形、水系、排水体制和城市用地布局等因素划分每个污水处理厂的服务分区。

三、污水处理率及处理深度

分析研究污水处理率和处理深度，目的是确定污水处理厂规模和处理工艺。污水处理是一项公益性事业，每个城市的污水处理率和处理深度首先要符合国家的产业技术政策。例如，2000年原建设部、国家环保总局、科技部联合发布的《城市污水处理及污染防治技术政策》中要求，2010年全国设市城市和建制镇的污水平均处理率不低于50%，设市城市的污水处理率不低于60%，重点城市的污水处理率不低于70%。设市城市和重点流域及水资源保护区的建制镇，必须建设二级污水处理设施，可分期分批实施。受纳水体为封闭或半封闭水体时，为防治富营养化，城市污水应进行二级强化处理，增强除磷脱氮的效果。

同时，要与当地水环境保护目标相协调。要根据城市污水排放量、各种处理深度的污染物去除率、受纳水体环境容量等因素，分析判断最终进入水环境的污染物是否在允许范围。如果在污水处理率和处理深度满足国家产业技术政策的情况下，最终进入水环境的污染物仍超过环境容量，表明水环境保护目标还难以实现，则应该提高污水处理率和处理深度。

污水处理深度分为一级处理、二级处理和深度处理几种。一级处理以沉淀工艺为主体，主要去除悬浮物，去除率约40%—55%。二级处理以生物处理为主体，主要污染物去除率进一步提高，悬浮物去除率约60%—90%，五日生化好氧量去除率约65%—95%。深度处理是对污水二级处理后的出水进一步处理，主要去除二级处理不能有效去除的污染物，其工艺根据需要进一步去除的污染物种类而定。污水处理厂建设用地控制指标见表3-2-2。

表 3-2-2 污水处理厂建设用地控制指标

处理能力 (万 m ³ /d)	一级处理 (m ² ·d/m ³)	二级处理 (m ² ·d/m ³)	深度处理 (m ² ·d/m ³)
1—5	0.55—0.45	1.20—0.85	1.60—1.20
5—10	0.45—0.40	0.85—0.70	1.20—0.95
10—20	0.40—0.30	0.70—0.60	0.95—0.80
20—50	0.30—0.20	0.60—0.50	0.80—0.65
50—100		0.50—0.40	

四、污水收集系统

城市污水收集系统包括室内污水管道和设备、室外污水管道、检查井和污水泵站等。规划阶段，污水收集系统主要进行室外污水管道和污水泵站布置。

在分流制系统内，污水管道基本都是沿道路布置，通常布置在污水量较多的道路一侧，即单侧布置。当道路宽度大于40时，可考虑双侧布置。污水管道走向要根据污水处理厂位置、服务分区和地形确定。

在合流制系统内，污水管道由合流管和截流管组成。合流管主要考虑的是便于雨水排放。合流制系统的污水管道重点是根据污水处理厂位置、服务分区和合流管道雨水出口位置布置截流管道。截流管道一般都是沿河流岸边道路或绿化带布置。

污水泵站在污水收集系统中主要起提升污水作用。当污水管道埋深超过当地地下管线允许埋深时，就需要考虑设置污水泵站，具体位置应通过污水管网水力计算确定。污水泵站建设用地控制指标见表3-2-3。

表3-2-3 污水泵站建设用地控制指标

泵站提升能力(L/s)	用地指标(m ² ·s/L)
100—300	7.0—4.0
300—600	6.0—3.0
600—1000	5.0—2.5
1000—2000	4.0—2.0
2000以上	3.0—1.5

目前，多数城市污水收集系统主要收集生活污水和一般性工业废水，排放量大、含特殊成分的工业废水往往由企业自行处理，就近排放。工业废水自行处理，可以根据废水中污染物成分有针对性地选择处理工艺，去除一些特殊成分，但在企业数量多、分布散的情况下很难监管，违规超标排放的现象时有发生。在一些城市，工业废水成为水环境的主要污染源。另外，按照现行的污水排放标准，即使达标排放，在一些废水排放量大、环境容量小的地区，仍然难以实现水环境保护目标。因此，在编制城市污水系统规划时，要重视工业废水的处理状况，逐步将工业废水纳入城市污水处理系统集中处理。但含特殊成分的工业废水，在进入城市污水系统前应自行去除特殊成分，水质达到《污水排入城市下水道水质标准》CJ 3082—1999。

五、水力计算

污水收集系统水力计算的目的是确定污水管道管径、坡度、埋深和污水泵站位置、设计流量。具体的据算公式、参数可参考有关的专业书籍。水力计算中要注意下列重要设计参数或计算条件的选择。

1. 污水设计流量

由于用水量不断变化，相应地，污水量也在不断变化。这种变化程度在污水系统中用变化系数表示，有日变化系数、时变化系数和总变化系数。各种变化系数的含义及其相互

关系是：

$$\text{日变化系数 } K_d = \text{最高日污水量} / \text{平均日污水量}$$

$$\text{时变化系数 } K_h = \text{最高日最高时污水量} / \text{最高日平均时污水量}$$

$$\text{总变化系数 } K_z = K_d \cdot K_h$$

污水管道水力计算中，**污水设计流量**是指最高日最高时流量。从各种变化系数的含义及其相互关系可以看出，污水设计流量等于平均日平均时污水量与总变化系数的乘积。研究表明，污水总变化系数随平均日污水流量增大而减小。生活污水总变化系数见表3-2-4。

表 3-2-4 生活污水总变化系数

污水平均日流量 (L/s)	总变化系数 (K_z)
5	2.3
15	2.0
40	1.8
70	1.7
100	1.6
200	1.5
500	1.4
≥ 1000	1.3

在规划阶段，各计算管段的平均日平均时流量在无更准确资料的情况下，可以采用面积平均法求得。

2. 设计充满度

与雨水管渠水力计算不同，污水管道水力计算按非满流考虑。非满流的状态用充满度表示，其值等于污水在管道中的水深与管径的比值。在计算时，设计充满度应当小于或等于设计规范中规定的最大设计充满度。不同管径的最大设计充满度是：

管径为 200—300mm，最大设计充满度 0.6；

管径为 350—450mm，最大设计充满度 0.7；

管径为 500—900mm，最大设计充满度 0.75；

管径大于或等于 1000mm，最大设计充满度 0.8。

3. 其他设计参数或计算条件

(1) 设计流速

污水管道最小设计流速为 0.6m/s；非金属管道最大设计流速为 5m/s；金属管道最大设计流速为 10m/s。

(2) 最小管径

起始端的污水管道，由于设计流量较小，如果采用按照设计流量计算的管径，往往管径很小，容易发生淤积和堵塞，也不便于维护，最小管径不小于 200mm，相应的最小设计坡度为 0.004。

(3) 最小埋深和最大埋深

污水管最小埋深需要考虑的因素与雨水管渠一样。最大埋深则与地基条件和施工技术有关，各地差别较大，在水力计算中要注意了解当地的条件和建设经验，不可盲目照搬其他城市的经验。例如，在南方一些城市，由于地表以下存在大厚度的淤泥、粉细砂土，埋深达到5m就非常困难；而在北方一些城市，埋深达到10m以上也比较常见。

第三章 城市供电工程规划

第一节 城市供电系统

一、城市电源

城市电源可分为城市发电厂和接受市域外电力系统电能的电源变电所（站）两类。

发电厂有火力发电厂、水力发电厂、风力发电厂、太阳能发电厂、地热发电厂和原子能发电厂等。目前，我国作为城市电源的发电厂以火电厂、水电厂为主，并正在发展核电厂。

城市供电电源的选择，应遵守国家能源政策，综合研究所在地区的能源资源状况和可开发利用条件，进行统筹规划，经济合理地确定城市供电电源；以系统受电或以水电供电力主的城市，应规划建设适当容量的火电厂，作为城市保安、补充电源，以保证城市用电需要；有足够的稳定热负荷的城市，电源建设宜与热源建设相结合，贯彻以热定电的原则，规划建设适当容量的热电联产火电厂。

二、送电网

送电网包括与城网有关的 220kV 送电线路和 220kV 变电所（站）。送电网是电力系统的组成部分，又是城网的电源。送电网的结线方式应根据《电力系统技术导则》有关受端系统的要求和电源点的地理位置分布情况而确定。

一般至少应有两个向城网直接供电的电源点 [220kV 变电所（站）或地区发电厂]，大城市应实现多电源供电方式。当送电网中任一条送电线路，或一台主变压器，或地区发电厂内一台最大机组因计划检修或事故时，应能保持向所有用户正常供电。220kV 变电所（站）一般有两回电源进线、两台主变压器。若只有一回路电源和一台主变压器的，应在低压侧加强与外来电源的联络。

城网电源点布置应尽量接近负荷中心。在地区负荷密集，用电容量很大，供电可靠性要求高的大城市中，如通信干扰及环境保护符合要求，并经过技术经济比较认为合理后，应采用高压深入市区的供电方式。

三、配电网

1. 高压配电网

高压配电网包括 110、63、35kV 的线路和变电所（站），应能接受电源点的全部容量，并能满足供应 110、63、35kV 变电所（站）的全部负荷。

为了提高城网供电可靠性，不影响电力系统安全稳定，高压配电网的网络应采用诸如以下方式的结线：环网布置，开环运行；双回或多回路布置，但其受端分裂运行并可带T接的单电源辐射方式等。

35—110kV变电所（站）的具体布点，除应根据各分区的规划负荷密度确定外，还应结合变电所（站）的用地、进出线走廊、运输通道等情况确定。

2. 中、低压配电网

中、低压配电网包括10kV线路配电所、开闭所和380/220V线路，其中，低压配电网的规划设计中应包括路灯照明的改进和发展部分。

中压配电网的规划设计应有较大的适应性，中压配电网主干线的导线截面宜按远期规划负荷密度一次选定，争取在二十年内保持不变。当负荷密度增加到一定程度时，可插入新的35—110kV变电所（站），使网络结构基本不变。中压配电网中每一线路和每配电所都应有明确的供电范围，一般不应交错重叠。

当35—110kV变电所（站）的10kV出线受走廊条件限制，或中压配电网运行操作有需要时，可以建设10kV开闭所。

第二节 城市供电工程规划的主要任务和主要内容

一、主要任务

结合城市和区域电力资源状况，合理确定规划期内的城市用电量、用电负荷，进行城市电源规划；确定城市输、配电设施的规模、容量以及电压等级；科学布局变电所（站）等变配电设施和输配电网；指定各类供电设施和电力线路的保护措施。

二、主要内容

1. 城市总体规划阶段

- 1) 预测城市规划目标年的用电负荷水平；
- 2) 预测市域和市区（或市中心区）规划用电负荷；
- 3) 电力平衡；
- 4) 确定城市供电电源种类和布局；
- 5) 确定城网供电电压等级和层次；
- 6) 确定城网中的主网布局及其变电所（站）容量、数量；
- 7) 确定35kV及以上高压送、配电线路走向及其防护范围；
- 8) 提出城市规划区内的重大电力设施近期建设项目及进度安排；
- 9) 绘制市域和市区（或市中心区）电力总体规划图；
- 10) 编写电力总体规划说明书。

2. 城市详细规划阶段

- 1) 确定详细规划区中各类建筑的规划用电指标，并进行负荷预测；
- 2) 确定详细规划区供电电源的容量、数量及其位置、用地；
- 3) 布置详细规划区内中压配电网或中、高压配电网，确定其变电所（站）、开关站

的容量、数量、结构型式及位置、用地；

- 4) 绘制电力控制性详细规划图；
- 5) 编写电力控制性详细规划说明书。

第三节 供电工程规划

一、负荷预测

1. 负荷分类

城市用电负荷分类按城市全社会用电分类，城市用电负荷宜分为下列八类：农、林、牧、副、渔、水利业用电，工业用电，地质普查和勘探业用电，建筑业用电，交通运输、邮电通信业用电，商业、公共饮食、物资供销和金融业用电，其他事业用电，城乡居民生活用电。

也可分为以下四类：第一产业用电，第二产业用电，第三产业用电，城乡居民生活用电。

按城市用电负荷分布特点，可分为一般负荷（均布负荷）和点负荷两类。

在城市规划中通常与城市建设用地分类和建筑分类相对应进行用电负荷分类。

2. 预测方法

(1) 预测方法选择

负荷预测可采用两种基本方法。一种方法是从电量预测入手，然后转化为负荷；另一种方法是从计算市内分区现有负荷密度入手，然后再推算城网的总负荷。两种方法可以互相校核。

城市电力总体规划阶段负荷预测方法，宜选用电力弹性系数法、回归分析法、增长率法、人均用电指标法、横向比较法、负荷密度法、单耗法等。

城市电力详细规划阶段的负荷预测方法宜选用：①一般负荷宜选用单位建筑面积负荷指标法等；②点负荷宜选用单耗法，或由有关专业部门、设计单位提供负荷、电量资料。

(2) 电量预测的常用方法

1) 单耗法。根据产品（或产值）用电单耗和产品数量（或产值）来推算电量，是预测有单耗指标的工业和部分农业用电量的一种直接有效的方法。对工业区较适合，适用于近、中期规划。单耗法计算公式如下：

$$A_n = \sum W_i O_i$$

式中 A_n —— 年用电量；

O_i —— 某种产品（或产值）的产量；

W_i —— 某种产品（或产值）的用电单耗， $kW \cdot h/\text{相同实用单位(万元)}$ 。

2) 综合用电水平法。根据单位消耗电量来推算各分类用户的用电量。城市生活用电可按每户或每人的平均用电量来推算，工业和非工业等分类用户的用电量可按每单位设备容量的平均用电量推算，现在和历史的综合用电水平可通过资料分析和典型调查取得，将来各目标年的人口、户数、设备装接容量的预测值，可通过城市规划部门和用户的资料信息或用外推法测算，各目标年的综合用电水平还可以参照国内外同类型城市的数据或用外

推法测算。综合用电水平法适用于分区负荷中的一般负荷和点负荷预测，但预测期以近、中期较为合适。

以人口或面积计算时，公式如下：

$$A_n = s \cdot d$$

式中 A_n ——年用电量；

s ——计算范围内人口或建筑面积（用地面积）；

d ——用电水平指标。

3) 外推法。运用历年的历史资料数据加以延伸，由此推测未来各年的用电量，外推法有回归分析法和平均增长率法等。回归分析法是用时间、人口、工农业产值等相关因素作为自变量，电量作为因变量，根据历史规律用数理统计方法求出适当的数学模型，据以预测电量。平均增长率法是以时间为自变量，电量为因变量，根据历史规律和未来国民经济发展规划估算出今后的电量平均增长率。电量平均增长率可以是一个数值（直线函数），也可以是一段时期一个数值（折线函数）。

4) 弹性系数法。电力弹性系数是地区总用电量平均年增长率与工农业总产值平均年增长率的比值，即： $E = Y/X$ 。

城网的电力弹性系数应根据地区工业结构、用电性质，并对历史资料及各类用电量发展趋势加以分析后慎重确定。弹性系数法一般只用于校核中期或远期的规划预测值。

以上四种及其他方法可以同时应用并相互进行补充校核，然后确定规划期间城网的总用电量预测值。

(3) 负荷预测的方法

城网最大负荷的预测值可用年供电量的预测值除以年综合最大负荷利用小时数求得。年供电量的预测值等于年用电量与地区线路损失电量预测值之和。年综合最大负荷利用小时数平均日负荷率、月不平衡负荷率和季不平衡负荷率三者的连乘积再乘以 8760 而求得，也可将每月典型的日负荷曲线相加求出年平均日负荷率，再乘以 8760 而求得。分区负荷和分电压等级负荷可以城网最大负荷的预测值乘以负荷分散系数，再分配到各分区和各电压等级，得出全地区的负荷分布情况。也可以各分区和各电压等级各自的电量分别除以各自的最大负荷利用小时求得。

负荷密度法适用于市区内分散的用电负荷预测，负荷密度按市区内分面积以每平方公里的平均负荷千瓦数表示。市区内少数集中用电的大用户必要时可视作点负荷单独计算。采用负荷密度法应首先调查市区的现有负荷，分别计算现有负荷密度值。必要时可将分区再分为若干小区进行计算后加以合成。然后根据城市功能区和大用户的用电规划以及市政生活用电水平等并参考国内外城市用电规划资料，估计规划期内各分区可能达到的负荷密度预测值。从各分区的负荷密度汇总计算市区内负荷预测值时应同时考虑分区域的负荷分散系数和单独计算的大用户用电预测值。

3. 规划用电指标

规范规定的规划用电指标包括：规划人均综合用电量指标、规划人均居民生活用电量指标、规划单位建设用地负荷指标和规划单位建筑面积负荷指标四部分。

城市总体规划阶段，当采用人均用电指标法或横向比较法预测或校核某城市的城市总用电量（不含市辖市、县）时，其规划人均综合用电量指标的选取，应根据所在城市的

性质、人口规模、地理位置、社会经济发展、国内生产总值、产业结构，地区动力资源和能源消费结构、电力供应条件、居民生活水平及节能措施等因素，以该城市的人均综合用电量现状水平为基础，进行综合研究分析、比较后，因地制宜选定。参见表 3-3-1、表 3-3-2。

表 3-3-1 单项建设用地负荷密度指标

用 地 符 号	类 别 名 称	负 荷 密 度 (kW/ha)
CI	商业用地	400—700
R31	商住用地	150—350
R	居住用地	150—250
G/IC	政府社团用地	200—400
M	工业用地	200—300
W	仓储用地	20
T	对外交通用地	15
S	道路广场用地	15
C7	旅游度假用地	15
G	绿 地	10
E	其他用地	150

表 3-3-2 规划单位建筑面积用电负荷指标

大 类	小 类	用 电 指 标 (W/m ²)
居住建筑用地	多层普通住宅	(2—3) kW/户
	多层中级住宅	(3—5) kW/户
	高层高级住宅	(5—8) kW/户
	别 墅	(7—10) kW/户
公共建筑用地	高级宾馆、饭店及 40 层以上高层写字楼	120—160
	中档宾馆及 40 层以下 15 层以上写字楼	100—140
	普通宾馆及 15 层以下写字楼	70—100
	科技馆、影剧院、医院等大型公建	60—100
	银 行	60—100
	大型商场	80—120
	一 般 商 场	25—50
	行政办公 楼	40—60
	科 研、设计单 位	20—60

续表 3-3-2

大类	小类	用电指标 (W/m ²)
公共建筑用地	中、小学、幼儿园、托儿所等	20—50
	体育馆	70—100
	停车场（地下及室内）建筑	15—40
工业建筑用地	工业标准厂房	45—80
仓储建筑用地	一般仓库	2—6
	冷藏仓库	8—15
其他建筑用地		12—18

二、电源规划

1. 电源种类

城市电源由城市发电厂直接提供，或由外地发电厂经高压长途输送至变电所（站），接入城市电网。变电所（站）除变换电压外，还起到集中电力和分配电力的作用，并控制电力流向和调整电压。

城市电源通常分为城市发电厂和区域变电所（站）两种基本类型。

发电厂有火力发电厂、水力发电厂、风力发电厂、太阳能发电厂、地热发电厂和原子能发电厂等。目前，我国作为城市电源的发电厂以火电厂、水电厂为主，并正在发展核电厂。

2. 电力平衡

预测的负荷水平和分布情况，应与电力系统规划中城网安排的电源容量进行电力平衡（包括有功与无功功率）。

通过电力平衡应与上级规划部门共同确定：

- 1) 由电力系统供给的电源容量和必要的备用容量；
- 2) 电源点（包括地区发电厂、热电厂、用户自备电厂以及其他电源）的位置、结线方式及电力潮流；
- 3) 地区发电厂、热电厂、用户自备厂接入城网的电压等级、接入方法和供电范围（根据机组容量通过经济技术论证确定）；
- 4) 电源点和有关线路以及相应的配套工程的建设年限、规模及进度。

电力平衡应分阶段分区进行。

3. 电源布局

（1）火力发电厂选址要求

- 1) 符合城市总体规划要求。
- 2) 应尽量利用劣地或非耕地，或安排在《城市用地分类与规划建设用地标准》规定的三类工业用地内。
- 3) 应尽量靠近负荷中心。
- 4) 经济合理，以便缩短热管道的距离，燃油电厂一般布置在炼油厂附近。

- 5) 电厂铁路专用线选线要尽量减少对国家干线通过能力的影响。
- 6) 电厂生产用水量大，包括汽轮机凝汽用水、发电机和油的冷却用水，除灰用水等。大型电厂首先应考虑靠近水源，直流供水。但是在取水高度超过20m时，采用直流供水不经济。
- 7) 燃煤发电厂应有足够的贮灰场，贮灰场的容量要能容纳电厂10年的贮灰量。贮灰场址应尽量利用荒、滩地或山谷。

- 8) 电厂选址应在城市环境容量允许条件下，满足环保要求。
- 9) 厂址选择应充分考虑出线条件，留有适当的出线走廊宽度。
- 10) 电厂厂址应满足地质、防震、防洪等要求。厂址标高应高于百年一遇的水位。如厂址标高低于洪水位时，其防洪堤堤顶高应超过百年一遇的洪水位0.5—1.0m。

(2) 核电厂选址要求

- 1) 靠近负荷中心，以减少输电费用。
- 2) 厂址要求在人口密度较低的地方，以核电厂为中心，半径1km内为隔离区，在隔离区外围，人口密度也要适当。在外围种植作物也要有所选择，不能在其周围建设化工炼油厂、水厂、医院和学校等。
- 3) 核电厂比同等容量的矿物燃料电厂需要更多的蓄水。
- 4) 选择足够的场地，留有发展余地。
- 5) 地形要求平坦，尽量减少土石方。
- 6) 厂址不能选在地质条件不良的地带，以免发生地震时地基不稳定。
- 7) 要求有良好的公路、铁路或水上交通条件，以便运输发电厂设备和建筑材料。
- 8) 应考虑防洪、防泄、环境保护等要求。

(3) 区域变电所(站)的选址要求

- 1) 变电所(站)(站)接近负荷中心或网络中心。
- 2) 便于各级电压线路的引入和引出，架空线走廊与所(站)址同时决定。
- 3) 变电所(站)建设地点工程地质条件良好，地耐力较高，地质构造稳定。避开断层，滑坡、塌陷区、溶洞等地带，避开有岩石和易发生滚石的场所。如所址选在有矿藏的地区，应征得有关部门同意。
- 4) 所址地势高而平坦，不宜设于低洼地段，以免洪水淹没或涝渍影响。山区变电所(站)的防洪设施应满足泄洪要求。
- 5) 110—500kV变电所(站)的所址标高宜在百年一遇的高水位之上，35kV变电所(站)的所址标高宜在50年一遇的高水位处。
- 6) 所址尽量不设在空气污秽地区，否则应采取防污措施或设在污染的上风侧。
- 7) 具有生产和生活用水的可靠水源。
- 8) 应考虑对邻近设施的影响。参见供电设施与线路保护。

三、电网规划

1. 电压等级

电压等级对城网的标准电压应符合国家电压标准。电力线路电压等级有：500kV、330kV、220kV、110kV、66kV、35kV、10kV、380V/220V等八类。通常城市一次送电电

压为220kV，二次送电电压为110kV，中压配电电压为10kV，低压配电电压为380/220V。

城市电网应简化电压等级、减少变压层次，优化网络结构；大、中城市的城市电网电压等级宜为4—5级，四个变压层次；小城市宜为3—4级，三个变压层次。

城市电网中的最高一级电压，应根据城市电网远期的规划负荷量和城市电网与地区电力系统的连接方式确定。

对现有城市电网存在的非标准电压等级，应采取限制发展、合理利用、逐步改造的原则。

2. 供电可靠性

城网应有较高的供电安全可靠性（以下简称供电可靠性），特别要防止大面积停电事故，提高供电可靠性，相应地需要加强电网结构，增加投资，提高电能成本；应根据城市的规模和性质不同，从两者的平衡来决定供电可靠性的水平。

采用年平均供电可用率作为城网供电可靠性的计算指标，高压配电网中市区电网的年平均供电可用率应争取达到99.9%以上，即每户年平均停电小时数在9小时以下；10kV电压城网中市区的每平均供电可用率最低应争取到99.5%，即每户年平均停电小时不超过44小时。大城市的主要市区10kV电压城网的年平均可用率应逐步达到99.9%以上。

3. 容载比

容载比是反映电网供电能力的重要技术经济指标之一。

变电容载比是电网内同一电压等级的主变压器总容量（ $kV \cdot A$ ）与对应的供电总负荷（ kW ）之比，计算时应将地区发电厂的主变压器容量及其所供负荷，用户专用变电所（站）的主变压器容量及其所供负荷分别扣除。

各地区电网规划设计中应根据现在的统计资料和电网结构形式确定合理的容载比；容载比过大将使电网建设投资增大，电能成本增加；容载比过小将使电网适应性差，调度不灵，甚至发生“卡脖子”现象。一般220kV变电所（站）可取1.8—2.0，35—110kV变电所（站）可取2.2—2.5。

变电容载比估算公式为：

$$R = K_1 \cdot K_4 / K_2 \cdot K_3$$

式中 R ——容载比（ $kV \cdot A/kW$ ）；

K_1 ——负荷分散系数；

K_2 ——平均功率系数；

K_3 ——变压器运行率；

K_4 ——储备系数。

4. 变电所（站）

（1）城市变电所（站）规划选址

- 1) 符合城市总体规划用地布局要求；
- 2) 靠近负荷中心；
- 3) 便于进出线；
- 4) 交通运输方便；
- 5) 应考虑对周围环境和邻近工程设施的影响和协调，如：军事设施、通信电台、电

信局、飞机场、领（导）航台、国家重点风景旅游区等，必要时，应取得有关协议或书面文件；

- 6) 宜避开易燃、易爆区和大气严重污秽区及严重盐雾区；
- 7) 应满足防洪标准要求：220—500kV 变电所（站）的所址标高，宜高于洪水频率为 1% 的高水位；35—110kV 变电所（站）的所址标高，宜高于洪水频率为 2% 的高水位；
- 8) 应满足抗震要求：35—500kV 变电所（站）抗震要求，应符合国家现行标准《220—500kV 变电所（站）设计规程》和《35—110kV 变电所（站）设计规范》中的有关规定；
- 9) 应有良好的地质条件，避开断层、滑坡、塌陷区、溶洞地带、山区风口和易发生滚石场所等不良地质构造。

(2) 城市变电所（站）的结构型式选择

- 1) 布设在市区边缘或郊区、县的变电所（站），可采用布置紧凑、占地较少的全户式或半户式结构；
- 2) 市区内规划新建的变电所（站），宜采用户内式或半户式结构；
- 3) 市中心地区规划新建的变电所（站），宜采用户内式结构；
- 4) 在大、中城市的超高层公共建筑群区、中心商务区及繁华金融、商贸街区规划新建的变电所（站），宜采用小型户内式结构；
- 5) 变电所（站）可与其他建筑物混合建设，或建设地下变电所（站）。

(3) 城市变电所（站）规划用地面积控制指标

城市变电所（站）的用地面积（不含生活区用地），应按变电所（站）最终规模规划预留；规划新建的 35—500kV 变电所（站）用地面积的预留，可根据表 3-3-3 和表 3-3-4 的规定，结合所在城市的实际用地条件，因地制宜选定。

表 3-3-3 35—110kV 变电所（站）规划用地面积控制指标

序号	变压等级 (kV) 一次电压/二次电压	主变压器容量 [MVA/台(组)]	变电所（站）结构型式及用地面积 (m ²)		
			全户外式 用地面积	半户外式 用地面积	户内式 用地面积
1	110 (66) /10	20—63/2—3	3500—5500	1500—3000	800—1500
2	35/10	5.6—31.5/2—3	2000—3500	1000—2000	500—1000

表 3-3-4 220—500kV 变电所（站）规划用地面积控制指标

序号	变压等级 (kV) 一次电压/二次电压	主变压器容量 [MVA/台(组)]	变电所（站） 结构型式	用地面积 (m ²)
1	500/220	750/2	户外式	90000—110000
2	330/220 及 330/110	90—240/2	户外式	45000—55000
3	330/110 及 330/10	90—240/2	户外式	40000—47000

续表 3-3-4

序号	变压等级 (kV) 一次电压/二次电压	主变压器容量 [MVA/台(组)]	变电所(站) 结构型式	用地面积 (m ²)
4	220/110 (66, 35) 及 220/10	90—180/2—3	户外式	12000—30000
5	220/110 (66, 35)	90—180/2—3	户外式	8000—20000
6	220/110 (66, 35)	90—180/2—3	半户外式	5000—8000
7	220/110 (66, 35)	90—180/2—3	户内式	2000—4500

(4) 城市变电所(站)合理供电半径

城市变电所(站)合理供电半径应符合表 3-3-5 规定。

表 3-3-5 变电所(站)合理供电半径

变电的电压等级 (kV)	变电所(站) 二次侧电压 (kV)	合理供电半径 (km)
500	220	200—300
330	220、110	100—200
220	110、66、35、10	50—100
110	10	15—50
66	10	5—15
35	10	5—10
10		0.25—8

5. 电力线路

电力线路分为架空线路和地下电缆线路两类。

(1) 城市架空电力线路的规划

应根据城市地形、地貌特点和城市道路网规划，沿道路、河渠、绿化带架设。路径做到短捷、顺直，减少同道路、河流、铁路等的交叉，避免跨越建筑物；

35kV 及以上高压架空电力线路应规划专用通道，并应加以保护；

规划新建的 66kV 及以上高压架空电力线路，不应穿越市中心地区或重要风景旅游区；

宜避开空气严重污秽区或有爆炸危险品的建筑物、堆场、仓库，否则应采取防护措施；

市区内单杆单回水平排列或单杆多回垂直排列的 35—500kV 高压架空电力线路的规划走廊宽度，应根据所在城市的地理位置、地形、地貌、水文、地质、气象等条件及当地用地条件，结合表 3-3-6 的规定，合理选定。

表 3-3-6 市区 35—500kV 高压（单杆单回水平排列或单杆多回垂直排列）架空电力线路规划走廊宽度

线路电压等级 (kV)	高压线走廊宽度 (m)
500	60—75
330	35—45
220	30—40
66, 110	15—25
35	15—20

(2) 电力电缆线路的规划

1) 市区送电线路和高、中压配电线路有下列情况的地段应采用电缆线路：

- ①架空线路走廊在技术上难以解决时；
- ②狭窄街道、繁华市区高层建筑地区及市容环境有特殊要求时；
- ③重点风景旅游地区的某些地段；
- ④对架空线严重腐蚀的特殊地段。

2) 低压配电线路有下列情况的地段应采用电缆线路：

- ①负荷密度较高的市中心区；
- ②建筑面积较大的新建居民楼群、高层住宅区；
- ③不宜通过架空线的主要街道或重要地区；
- ④其他经技术经济比较，采用电缆线路比较合适时；

⑤对不适于低压架空线路通过，而地下障碍较多，入地又很困难的地段，可采用具有防辐射性能的架空塑料绝缘电缆。

3) 电缆敷设方式应根据电压等级，最终数量，施工条件及初期投资等因素确定，可按不同情况采取以下敷设方式：

- ①同一路段上的各级电压电缆线路，宜同沟敷设；
- ②当同一路径电缆根数不多，且不超过 6 根时，在城市人行道下、公园绿地、建筑物的边沿地带或城市郊区等不易经常开挖的地段，宜采用直埋敷设方式；
- ③在地下水位较高的地方和不宜直埋且无机动荷载的人行道等处，当同路径敷设电缆根数不多时，可采用浅槽敷设方式；当电缆根数较多或需要分期敷设而开挖不便时，宜采用电缆沟敷设方式；
- ④地下电缆与公路、铁路、城市道路交叉处，或地下电缆需通过小型建筑物及广场区段，当电缆根数较多，且为 6—20 根时，宜采用排管敷设方式；
- ⑤变电所（站）出线端及重要市区街道电缆条数多或多种电压等级电缆平行的地段，经技术经济比较合理时，可采用电缆隧道敷设方式；
- ⑥下敷设安装方式须根据具体工程特殊设计。

第四节 电力设施保护

一、核电厂安全防护

核电厂非居民区周围应设置限制区，限制区的半径（以反应堆为中心）一般不得小

于 5km。

核电厂周围应设置应急计划区。应急计划区半径（以核反应堆为中心）为 10km。应急计划区内不应有 10 万人以上的城镇。并不宜有人口密度超过 10000 人/km² 的人口聚集区。

二、城市架空电力线路的安全保护

由于厂矿、城市等人口密集地区因建筑物土地使用价值等各种因素的不同要求，架空电力线路保护区分为一般地区和人口密集地区两种保护区，并有线路对不同地表物的净空距离等安全保护要求。

（1）一般地区的保护

各种架空电力线路通过一般地区的边导线外侧延伸距离不应少于表 3-3-7 所列数值。架空电力线路的线路杆塔档距应符合表 3-3-8 的规定。

表 3-3-7 边导线外侧延伸距离

线路电压 (kV)	1—10	35—110	154—330	500
边导线外侧延伸距离 (m)	5	10	15	20

表 3-3-8 架空电力线路的线路杆塔档距

线路电压等级	市 区	郊 区
110kV 以上	200—300m	300m
35kV	100—200m	200m
10kV	40—50m	50—100m
3kV 以下	40—50m	40—60m
10kV 接户线		<40m
1kV 以下接户线		<25m

（2）人口密集地区的保护

架空电力线路与各种建构建筑物的安全距离应遵循《电力线路防护规程》、《电力设施保护条例》的规定。在厂矿、城镇等人口密集地区，架空电力线路边导线与建筑物之间的安全距离（在导线最大计算风偏情况下）不应小于表 3-3-9 规定值。

表 3-3-9 边导线与建筑物之间的最小水平距离

线路电压 (kV)	<1	1—10	35	110	220	500
安全距离 (m)	1.0	1.5	3.0	4.0	5.0	8.5

架空电力线路导线与地面最小垂直距离（在最大计算导线弧垂情况下）应符合表 3-3-10 规定。

表 3-3-10 架空电力线路导线与地面最小垂直距离

线路经过地区	线路电压 (kV)				
	<1	1—10	35—110	220	500
居民区	6.0	6.5	7.0	7.5	14
非居民区	5.0	5.0	6.0	6.5	11
交通困难地区	4.0	4.5	5.0	5.5	8.5

注：居民区：指工业企业地区、港口、码头、火车站、城镇、集镇等人口密集地区。

非居民区：指居民区以外的地区，虽然时常有人、车辆或农业机械到达，但房屋稀少的地区。

交通困难地区：指车辆、农业机械不能到达的地区。

架空电力线路与街道行道树（考虑自然生长高度）之间最小垂直距离应符合表3-3-11的规定。

表 3-3-11 架空电力线路与街道行道树之间最小垂直距离

线路电压 (kV)	<1	1—10	35—110	220	500
最小垂直距离 (m)	1.0	1.5	3.0	3.5	7.0

架空电力线路导线与建筑物之间垂直距离（在导线最大计算弧垂情况下）不应小于表3-3-12规定值。

表 3-3-12 架空电力线路导线与建筑物之间垂直距离

线路电压 (kV)	1—10	35	110	220	500
垂直距离 (m)	3.0	4.0	5.0	6.0	9.0

任何单位或个人不得在距架空电力线路杆塔、拉线基础外缘的下列范围内进行取土、打桩、钻探、开挖或倾倒酸、碱、盐及其他有害化学物品的活动：

- 1) 35kV 及以下电力线路杆塔、拉线周围 5m 的区域；
- 2) 66kV 及以上电力线路杆塔、拉线周围 10m 的区域。

三、电力电缆的敷设与保护

地下电力电缆保护区的宽度为地下电力电缆线路地面标桩两侧各 0.75m 所形成两平行线内区域。

江河电缆保护区的宽度为：①敷设于二级及以上航道时，为线路两侧各 100m 所形成的两平行线内的水域；②敷设于三级及以下航道时，为线路两侧各 50m 所形成的两平行线内的水域。

海底电缆保护区一般为线路两侧各（2 海里）3.7km 所形成的两平行线内的区域，若在港区内，则为线路两侧各 100m 所形成的两平行线内的区域。

第四章 城市燃气工程规划

第一节 城市燃气种类及燃气系统

一、燃气种类

燃气按来源分类，可分为天然气、人工煤气、液化石油气和生物气四大类。一般在城市系统中，采用前三种类型燃气，生物气适宜在村镇等居民点选择。

1. 天然气

天然气一般分为四种：从气井开采出来的气田气称纯天然气；伴随石油一起开采出来的石油气，也称石油伴生气；含石油轻质馏分的凝析气田气；从井下煤层抽出的煤层气。天然气热值范围在 $34.8\text{--}36\text{ MJ/Nm}^3$ 。

2. 人工燃气

人工燃气分有固体燃料干馏煤气、固体燃料气化煤气、油制气，高炉煤气，热值范围在 $3.8\text{--}20.9\text{ MJ/Nm}^3$ 。

3. 液化石油气

液化石油气是开采和炼制石油过程中，作为副产品而获得的一部分碳氢化合物，气态热值范围在 $92.1\text{--}121.4\text{ MJ/Nm}^3$ ，液态热值范围在 $45.2\text{--}46.1\text{ MJ/Nm}^3$ 。

4. 生物气

各种有机物质在隔绝空气条件下发酵、并在微生物的作用下产生的可燃气体，也叫沼气，热值约为 20.9 MJ/Nm^3 。

二、城市燃气系统

城市燃气系统包括气源、输配系统、用户系统。依据城市气源不同，城市输配系统也不同。

天然气供气系统通过长输管线将天然气输送至天然气门站，通过调压系统，进入城市输配系统。

人工煤气厂一般离城市较近，大部分直接进入城市输配系统。

液化天然气均采用汽车或火车运输至小区气化站，直接减压输送至用户管道系统。

液化石油气也采用瓶装送至用户。

部分城市采用由多种气源通过混气站混合后送入城市输配系统。

第二节 城市燃气工程规划的主要任务和主要内容

一、主要任务

结合城市和区域燃气资源状况，选择城市燃气气源，合理确定规划各个时期的气化率、管道普及率及各种燃气的用量，进行城市燃气气源规划；确定各种供气设施的规模、容量；选择并确定城市燃气管网系统；科学布置气源厂、气化站等产、供气设施和输配气管道；制定燃气管道的保护措施。

二、主要内容

1. 城市总体规划阶段

- 1) 现状城市燃气系统和用气情况分析；
- 2) 选择城市气源种类，确定气源结构和供气规模；
- 3) 确定城市气化率，预测城市燃气负荷；
- 4) 确定气源厂、储配站、调压站等主要工程设施的规模、数量、用地及位置；
- 5) 确定输配系统的供气方式、管线压力级制、调峰方式；
- 6) 布局输气干管和城市输配系统；
- 7) 确定区域调压站、储配站的规模、用地及位置；
- 8) 提出近期燃气设施建设项目建设项目安排。

2. 城市详细规划阶段

- 1) 现状燃气系统和用气情况分析，上一层次规划要求及外围供气设施；
- 2) 计算燃气用量；
- 3) 落实上一层次规划的燃气设施；
- 4) 规划布局燃气输配设施，确定其位置、容量和用地；
- 5) 规划布局燃气输配管网；
- 6) 计算燃气管网管径。

第三节 燃气工程规划

城市燃气负荷预测与计算是城市燃气系统工程规划的首要任务，其主要内容有：确定城市燃气种类，选择供气对象和确定供应标准并预测和计算燃气负荷。

一、用气量预测

1. 用户类型

城市燃气负荷根据用户性质不同可分为民用燃气负荷和工业燃气负荷两大类，民用燃气负荷又可分为居民生活用气负荷与公建用气负荷、采暖通风和空调用气负荷、燃气汽车用气负荷和未预见用气量。

未预见用气量中主要包括两部分：一部分是管网的漏损量，另一部分是因发展过程中

出现没有预见到的新情况而超出了原计算的设计供气量。

2. 预测方法

总体规划阶段燃气总负荷的预测依据分项相加法和比例估算法。

(1) 分项相加法

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$$

式中 Q ——燃气总用量；

Q_1 — Q_n ——各类燃气负荷。

(2) 比例估算法

$$Q = Q_s/P$$

式中 Q ——燃气总用量；

Q_s ——居民生活用气量；

P ——居民生活用气占总用气量的比例。

3. 用气量

(1) 居民生活用气负荷和公共建筑用气负荷

居民生活用气负荷和公共建筑用气负荷一般采用居民耗热指标和用气不均匀系数进行预测，居民耗热指标受当地生活习惯、气候条件影响。表 3-4-1 为我国部分城市居民生活用气量指标。

表 3-4-1 城市居民生活用气量指标 [MJ/人·年]

城市地区	有集中采暖的用户	无集中采暖的用户
东北地区	2303—1721 (55—65)	1884—2303 (45—55)
华东、中南地区		2093—22305 (50—55)
北京	2721—3140 (65—75)	2512—2931 (60—20)

注：1. 本表系指一户装有一个煤气表的居民用户在住宅内做饭和热水的用气量。不适用于瓶装液化石油气居民用户。
 2. “采暖”系指非燃气采暖。
 3. 燃气热值按低热值计算。

(2) 居民生活年用气量按下式计算：

$$Q = N \cdot g \cdot q / H_l$$

式中 Q ——居民生活年用气量 ($10^4 \text{m}^3/\text{年}$)；

N ——预测地区规划人口 (万人)；

g ——城市气化率 (%)；

q ——居民耗热指标 (MJ/人·年)；

H_l ——燃气低热值 (MJ/Nm³)。

(3) 采暖用气量

对于用燃气进行采暖的城市和地区，依据采暖的热指标计算燃气用量，采暖耗热可依据供热工程规划确定。

$$Q = C / 10^4 H_l$$

式中 Q ——采暖年用气量 ($10^4 \text{m}^3/\text{年}$)；

C ——采暖耗热量 (MJ/年);

H_L ——燃气低热值 (MJ/Nm³)。

(4) 工业企业用气量

工业企业用气量可采用工业用气定额或历史上其他燃料的耗热量预测。

由于规划工业企业燃气用气量很难准确预测,因此,实际规划工作中,采用比例估算法预测总用气量较为常见。通过未来民用用气负荷占总用气量的比例预测总用气量。

(5) 燃气计算用气量

根据燃气的年用气量指标可以估算出城市燃气用量。燃气的日用气量与小时用气量是确定燃气气源、输配设施和管网管径的主要依据。因此,燃气用量的预测与计算的主要任务是预测计算燃气的日用量与小时用量。

居民生活与公建用气量在日用气量与小时用气量的计算中,经常采用的是不均匀系数法。

详细规划阶段燃气负荷的计算大多采用不均匀系数法。

$$Q_j = \frac{Q_y}{365 \times 24} \times K_m K_d K_h$$

式中 Q_j ——燃气的计算流量 (m³/h);

Q_y ——燃气的年用气量 (m³/a);

K_m ——月高峰系数; $K_m = 1.1—1.3$;

K_d ——日高峰系数; $K_d = 1.05—1.2$;

K_h ——时高峰系数; $K_h = 2.2—3.20$ 。

二、气源规划

1. 气源选择

气源选择是指向城市提供燃气种类选择。在选择供气气源时,需依据国家天然气供应规划,分析可以向城市供应的各类燃气来源,特别是挖掘城市范围内各工矿企业的尾气。对在规划期内可以稳定供应的燃气来源作为城市主气源。在城市存在多种燃气气源联合供气的情况下,应考虑城市各种燃气互换性或确定合理的混配燃气方案。

(1) 气源种类选择原则

1) 应遵照国家能源政策和燃气发展方针,结合各地区燃料资源的情况,选择技术上可靠、经济上合理的气源。

2) 应根据城市的地质、水文、气象等自然条件和水、电、热的供给情况,选择合适的气源。

3) 应合理利用现有气源,并争取利用各工矿企业的余气。

4) 应根据城市的规模和负荷的分布情况,合理确定气源的数量和主次分布,保证供气的可靠性。

5) 在城市选择多种气源联合供气时,应考虑各种燃气间的互换性,或确定合理的混配燃气方案。

6) 选择气源时,还必须考虑气源厂之间和气源厂与其他工业企业之间的协作关系。

(2) 气源工程的规划布局

应结合城市的人口和城市的空间布局考虑。一般情况下,市区人口在 80 万人以下,

气源厂宜集中，即建一个气源；市区人口在80万人以上，可以考虑建两个气源厂；个别特大城市可考虑建三个气源厂；若一个城市为组团结构，而且各组团相对独立，气源设施就必须分散布置；若两个城市相距很近，也可采用一套燃气设施。

2. 气源设施规模确定

气源设施是指天然气门站、煤气制气厂、液化石油气站等设施。

(1) 天然气门站

天然气门站是长输管线终点配气站，也是城市接收站，具有净化、调压、储存功能。

天然气门站规模依据区域天然气规划确定。

(2) 人工煤气制气厂

在国内大多数城市中，人工煤气制气厂仍然是主气源。

人工煤气制气厂有炼焦制气厂、直立炉制气厂、水煤气厂等，生产调节能力较差，规模宜按一般月平均日的燃气负荷确定：

$$Q = \frac{Q_a}{365}$$

式中 Q ——制气厂生产能力 (m^3/d)；

Q_a ——城市所用气量 (m^3)。

(3) 液化石油气气源规模的确定

液化石油气气源包括储配站、储存站、灌瓶站、气化站和混气站等。其规模主要指站内液化石油气储存容量。

液化石油气储配站的规模储存容积可按下式计算：

$$V = \frac{nK_m Q_a}{365\rho\varphi}$$

式中 V ——总储存容积 (m^3)；

n ——储存天数 (d)；

ρ ——最高工作温度下液化石油气密度 (kg/m^3)；

φ ——最高工作温度下贮罐允许充装率，一般取90%；

K_m ——月高峰系数；

$Q_a/365$ ——液化气年平均日用量 (kg/d)。

目前，我国各城市液化石油气储存天数多在35—60d，规划时应根据具体情况确定。对于液化石油气气化站和混气站，当其直接由液化石油气生产厂供气时，其贮罐设计容量应根据供气规模、运输方式和运距等因素确定；由液化石油气供应基地供气时，其贮罐设计容量可按计算月平均日用气量的2—3倍计算。

规划液化石油气供应站的用地见表3-4-2。

表3-4-2 液化石油气供应站主要技术指标及用地

供应规模 (t/a)	供应户数 (户)	日供应量 (t/d)	占地面积 (hm^2)	储罐总容积 (m^3)
1000	5000—5500	3	1.0	200
5000	25000—27000	13	1.4	800
10000	50000—55000	28	1.5	1600—2000

液化石油气混气站的用地根据混气规模不同一般为 $3500\text{--}7000\text{m}^2$ ，布局气化站、混气站时，除满足自身用地外，主要还应考虑与站外建筑的防火间距（如表3-4-3）。

表3-4-3 混气站规模及占地

混气能力 ($10^4\text{m}^3/\text{d}$)	占地面积 (m^2)
4.1	3500
6	5400
7.4	7000

液化石油气气化站的用地根据规模不同一般为 $1000\text{--}3000\text{m}^2$ （如表3-4-4）。

表3-4-4 液化石油气气化站规模及占地

规模（户数）	占地面积 (m^2)
450	400
1400	1500
6000	2500

3. 气源设施用地选址

（1）天然气门站站址的选择

1) 门站与民用建筑之间的防火间距，不应小于 25.0m ，距重要的公共建筑不宜小于 50m ；

2) 门站站址应具有适宜的地形、工程地质、供电、给排水和通信等条件；

3) 门站站址宜靠近城镇用气负荷中心地区，与城市景观协调；

4) 门站站址应结合长输管线位置确定；

5) 门站的控制用地一般为 $1000\text{--}5000\text{m}^2$ 。

（2）煤气制气厂选址

1) 厂址选择应合乎城市总体发展的需要，不影响近远期的建设。

2) 厂址应具有方便、经济的交通运输条件。

3) 厂址应具有满足生产、生活和发展所必需的水源和电源。

4) 厂址宜靠近生产关系密切的工厂，并为运输、公用设施、三废处理等方面的合作创造有利的条件。

5) 厂址应有良好的工程地质条件和较低的地下水位。地基承载力一般不宜低于 $10\text{t}/\text{m}^2$ ，地下水位宜在建筑物基础底面以下。

6) 厂址不应设在受洪水、内涝威胁的地带。气源厂的防洪标准应视其规模等条件综合分析确定。位于平原地区的气源厂，当场地标高不能满足防洪，而采取垫高场或修筑防洪堤坝时，应进行充分的技术经济论证。

7) 厂址必须具有避开高压输电线路的安全空隙间隔地带，并应取得当地消防及电业部门的同意。

8) 在机场、电台、通信设施、名胜古迹和风景区等附近选厂时，应考虑机场净空

区、电台和通信设施防护区、名胜古迹等无污染间隔区的特殊要求，并取得有关部门的同意。

9) 气源厂应根据城市发展规划预留发展用地。分期建设的气源厂，不仅要留有主体工程发展用地，还要留有相应的辅助工程发展用地。

(3) 液化石油气供应基地的选址

1) 液化石油气储配站属于甲类火灾危险性企业。站址应选择在城市边缘，与服务站之间的平均距离不宜超过10km。

2) 站址应选择在所在地区全年最小频率风向的上风侧。

3) 与相邻建筑物应遵守有关规范所规定的安全防火距离。

4) 站址应是地势平坦、开阔、不易积存液化石油气的地段，并避开地震带、地基沉陷和雷击等地区。不应选在受洪水威胁的地方。

5) 具有良好的市政设施条件，运输方便。

6) 应远离名胜古迹、游览地区和油库、桥梁、铁路枢纽站、飞机场、导航站等重要设施。

7) 在罐区一侧应尽量留有扩建的余地。

(4) 液化石油气气化站与混气站的布置原则

1) 液化石油气气化站与混气站的站址应靠近负荷区。作为机动气源的混气站可与气源厂、城市煤气储配站合设。

2) 站址应与站外建筑物保持规范所规定的防火间距要求。

3) 站址应处在地势平坦、开阔、不易积存液化石油气的地段，同时应避开地震带、地基沉陷、废气矿井和雷区等地区。

三、输配系统规划

城市输配系统指从气源到用户间的所有的输送和分配储存设施与管网的总称，包括管网、储配站、调压站、液化石油气瓶装供应站等。

1. 压力级制

城市燃气输配管道的压力可分为四级，具体见表3-4-5。

表3-4-5 城市燃气输配管压力分级

名 称	压 力 (MPa)	
高压燃气管道	A	$2.5 < P \leq 4.0$
	B	$1.6 < P \leq 2.5$
次高压燃气管道	A	$0.8 < P \leq 1.6$
	B	$0.4 < P \leq 0.8$
中压燃气管道	A	$0.2 < P \leq 0.4$
	B	$0.01 \leq P \leq 0.2$
低压燃气管道	$P < 0.01$	

2. 长输管线

天然气和人工燃气可通过长距离管线输送至城市或其他用气地区。长输管线一般采用钢管。天然气长输管线的压力可分为3级，一级： $P \leq 1.6$ (MPa)，二级： $1.6 < P < 4.0$ (MPa)，三级： $P \geq 4.0$ (MPa)。

长输管线线路选择的原则为：

线路尽量通过开阔地带和地势平坦地区，力求取直，转折角不应小于120°。线路避免穿越矿藏区、风景名胜区、历史保护区、需要灌溉的种植园。选择有利地形，避免不良工矿地质阶段。

(1) 输气管网

城市燃气管网按布局方式分，有环状管网和枝状管网系统。环状管网系统可靠性高。城市燃气管网按不同的压力级制分类，分为一级管网系统、二级管网系统、三级管网系统和混合管网系统等四类。

1) 一级管网系统。只有一个压力级制的城市燃气管网系统称为一级管网系统。低压一级管网系统供气安全可靠，节省电能和维护费用，但管道一次投资费用高，燃烧效率低，只适用于供气范围为2—3km的较小的城市和地区。中压一级管网系统管道投资节省，燃烧效率高，但供气安全性差，易发生漏气事故，适用于新城区或安全距离可以保证的地区。

2) 二级管网系统。具有中压和低压两个压力级制的城市地下管网系统称为二级管网系统。供气安全性高，安全距离易保证，但增加管道长度，投资费用高。其中天然气中压B二级管网适用于城市中街道狭窄、房屋密集的地区。

3) 三级管网系统。具有高、中、低三个压力级制的城市地下管网系统称为三级管网系统。其供气可靠性高，管网中还可储存一定数量的燃气，但系统复杂，投资大。

4) 混合管网系统。在一个城市管网系统中，一、二、三级管网系统同时存在两种以上的称为混合管网系统。

后两个系统适用于情况复杂的大、中城市。

燃气管网系统的分类如表3-4-6所示。

表3-4-6 燃气管网系统的分类

类别	图式	优点	缺点	适用范围
一级管网系统	A	节省电能，降低成本 系统简单，供气比较安全，维护管理费低	管径较大，一次投资费用较高 管网起、终点压差大，厨房卫生条件较差	用气量较小，供气范围为2—3km的城镇和地区
	B	减少管道长度节省投资。 提高灶具燃烧效率。	安装水平要求较高 相对低压供气安全较差	新城区和安全距离可以保证的地区

续表 3-4-6

类 别	图式	优 点	缺 点	适用范围
二级管网系统	C	供气安全 安全距离容易保证 节省钢材	投资较大 增加管道长度，占用城市用地	街道狭窄，房屋密集的地区
	D	输气干管直径较小，节省投资 用气低峰时，可以用于调峰	安全距离较高 采用钢管，折旧费用高	街道宽阔、建筑物密度较小的大、中城市
三级管网系统	E	供气较安全可靠，用气低峰时，可以用于调峰	系统复杂，维护管理不便 投资大 经二级调压，部分压力损失。造成管径增大	特大城市
混合管网系统	F	投资较省 管道总长度较短 供气安全可靠		介于一、二级之间
多级管网系统	G	供气可靠 可利用外环高压储气调峰	系统复杂，维护管理不便 投资大	以天然气为主要气源的大城市

(2) 城市燃气管网形制的选择

在选择输配管网的形制时，主要考虑管网形制本身的优、缺点和城市的综合条件等。

1) 供气可靠性。供气可靠性取决于管网系统的干线布局，环状管网的可靠性大于枝状管网。

2) 供气的安全性。管网的压力高、低影响到管网的安全性，尤其是庭院管网的压力不宜过高。

3) 供气适用性。供气适用性主要由用户至调压器之间管道的长度决定，用户至调压设备远近不同会导致用户压力的不同，中压一级管网的供气能够保证大多数用户压力相同，有较好的供气适用性。

4) 供气的经济性。供气经济性取决于管网长度、管径大小、管材费用、寿命以及管网的维护管理费用。

5) 气源的类型。对天然气气源和加压气化气源，可以采用中压 A 或中压 B 一级管

网以节省投资。对人工常压制气气源，尽可能采用中压 B 一级或中、低压二级管网系统。

- 6) 城市的规模。小城市可以采用一、二级混合系统，其输气压力可以低些。
- 7) 市政和住宅的条件。街道宽阔、新居住区较多的地区，可选用一级管网系统。
- 8) 城市的自然条件。对于南方河流水域很多的城市，一级系统的穿、跨越工程量将比二级系统多，如何选用，应进行技术经济比较后确定。
- 9) 城市的发展规划。对于新发展地区选用一级管网系统，采用较高的设计压力。近期工程的管网系统，可以降低压力运行，远期负荷提高时，可将运行压力提高，即可满足需要。

3. 城市燃气管网的布置

(1) 城市燃气管网布置的一般原则

- 1) 应结合城市总体规划和有关专业规划进行。在调查了解城市各种地下设施的现状和规划基础上，才能布置燃气管网。
- 2) 管网规划布线应贯彻远近结合，以近期为主的方针，提出分期建设的安排，以便于设计阶段开展工作。
- 3) 应尽量靠近用户，以保证用最短的线路长度，达到同样的供气效果。
- 4) 应减少穿、跨越河流、水域、铁路等工程，以减少投资。
- 5) 为确保供气可靠，一般各级管网应沿路布置。
- 6) 燃气管网应避免与高压电缆平行敷设，否则，感应电场对管道会造成严重腐蚀。

(2) 高压、中压 A 管网管网布线原则

- 1) 为保证应有的安全距离，高压、中压 A 管网宜布置在城市的边缘或规划道路上，高压管网应避开居民点。
- 2) 对高压、中压 A 管道直接供气的大用户，应尽量缩短用户支管的长度。
- 3) 连接气源厂（或配气站）与城市环网的枝状干管，一般应考虑双线，可近期敷设一条，远期再敷设一条。
- 4) 长输高压管线一般不得连接用气量很小的用户。

(3) 中压管网管网布线原则

- 1) 中压管网是城区的输气干线，网路较密，为避免施工安装和检修过程中影响交通，一般宜将中压管道敷设在市内非繁华的干道上。
- 2) 应尽量靠近调压站，以减少调压站支管长度，提高供气可靠性。
- 3) 连接气源厂（或配气站）与城市环网的支管宜采用双线布置。
- 4) 中压环线的边长一般为 2—3km。

(4) 低压管网管网布线原则

低压管网是城市的配气管网，基本上遍布城市的大街小巷，布置低压管网时主要考虑网路的密度。低压燃气干网网络的边长以 300m 左右为宜，具体布局情况应根据用户分布状况决定。

4. 燃气储配站

为平衡燃气负荷的日不均匀性和小时不均匀性，满足各类用户的用气需要，必须在城市燃气输配系统中设置储配站。

燃气储配站主要有三个功能：①储存必要的燃气量，以调峰；②使多种燃气混合，达到适合的热值等燃气质量指标；③将燃气加压，保证输配管网内适当的压力。

对于供气规模较小的城市，燃气储配站一般设一座即可，并可与气源厂合设。储配站站址选择还应符合防火规范的要求，并应远离居民稠密区、大型公共建筑、重要物资仓库以及通信和交通枢纽等重要设施；并有较好的交通、煤电、供水和供热条件；储配站应少占农田、节约用地并应注意与城市景观等协调；储配站的用地一般与罐容和储罐的类型有关，占地 $0.6\text{--}4.8\text{hm}^2$ 。

5. 调压站

(1) 燃气输配管压力

城市燃气有多种压力级制，各种压力级制间的转换必须通过调压站来实现。调压站是燃气输配管网中稳压与调压的重要设施，其主要功能是按运行要求将上一级输气压力降至下一级压力。当系统负荷发生变化时，通过流量调节，将压力稳定在设计要求的范围内。

(2) 燃气调压站分类

1) 调压站按性质分为区域调压站、用户调压站和专用调压站。

区域调压站是指连接压力不同的城市输配管网的调压站；

用户调压站主要指与中压或低管网连接，直接向居民用户供气的调压站；

专用调压站指与较高压力管网连接，向用气量较大的工业企业和大型公共建筑供气的调压站。

2) 调压站还可按调节压力范围分为高-中压调压站、高-低压调压站和中-低压调压站。按建筑形式分为地上调压站、地下调压站和箱式调压站。调压站自身占地面积很小，只有十几平方米，箱式调压器甚至可以安装在建筑外墙上，但对一般地上调压站和地下调压站来说，应满足一定的安全防护距离要求。

(3) 调压站布置原则

1) 调压站供气半径以 0.5km 为宜，当用户分布较散或供气区域狭长时，可考虑适当加大供气半径。

2) 调压站应尽量布置在负荷中心。

3) 调压站应避开人流量大的地区，并尽量减少对景观环境的影响。

4) 调压站布局时应保证必要的防护距离。

6. 液化石油气瓶装供应站

在条件允许时，液化石油气应尽量实行区域管道供应，输配方式为液化石油气供应基地一站（或混气站）一用户。但在条件不允许的情况下（如居民密集的城市旧区），只能采用液化气的瓶装供应方式，此时需要设置液化石油气的瓶装供应站。瓶装供应站的主要功能是储存一定数量的空瓶与实瓶，为用户提供换瓶服务。瓶装供应站主要为居民用户和小型公建服务，供气规模以 $5000\text{--}7000$ 户为宜，一般不超过 10000 户。当供应站较多时，几个供应站中可设一管理所（中心站）。

供应站的实瓶储存量一般按计算月平均日销售量的 1.5 倍计；空瓶储存量按计算月平均日销售量的 1 倍计；供应站的液化石油气总储量一般不超过 10m^3 。

瓶装供应站的站址选址有以下要求：

- 1) 瓶装供应站的站址应选择在供应区域的中心, 以便于居民换气。供应半径一般不宜超过 0.5—1.0km。瓶装供应站的瓶库与站外建、构筑物的防火间距应符合规范要求。
- 2) 有便于运瓶汽车出入的道路。液化石油气瓶装供应站的用地面积一般在 500—600m²。而管理所(中心站) 面积略大, 约为 600—700m²。

第五章 城市供热工程规划

第一节 城市供热系统

一、城市供热分类

1. 集中供热

城市集中供热，也称区域供热，是城市的某个或几个区域，利用集中供热热源向工业企业、民用建筑等供应热能的一种供热方式。

城市供热系统依据热媒和用户有不同形式：

依据热媒不同，分为蒸汽供热系统和热水供热系统；

依据用户不同，分为工业企业供热和民用供热系统；

依据热源不同，分为热电厂供热系统和集中锅炉房供热系统。

城市集中供热是城市重要的基础设施，是节约能源、减少大气环境污染的重要措施。

2. 分散供热

分散供热是指小到一家一户，大不过三、四幢楼就有一个热源供热的供热方式。划分集中供热和分散供热并没有一个严格的界限，国内不同地区的标准也不相同，一般以单台锅炉不小于 $10t/h$ 或供热面积不小于 $10^5 m^2$ 为界。当以燃烧煤等传统能源时，集中供热方式具有燃烧效率高，燃烧烟气便于集中除尘净化等优点，能够较大的取得节约能源，保护大气环境的作用。

随着经济和社会的发展，近年来我国采暖地区城市通过新建、改建热电厂和集中锅炉房（区域锅炉房）不断扩大城市集中供热采暖面积，逐步改变原来单位自建锅炉房、小型分散燃煤锅炉、居民自用小火炉等分散采暖的落后局面，降低了城市冬季采暖造成的大气污染，节约了大量能源。南方部分城市也开始出现利用热电厂和集中锅炉房向工业区提供采暖和工业用蒸汽和热水，一些大型公共建筑利用小锅炉和直燃机组进行吸收式制冷。随着城市能源结构的改变，特别是天然气、电力等洁净能源的不断普及推广，开始出现利用小型组合式燃气锅炉、独立分户式壁挂燃气炉、分户式集中空调等先进的分散采暖方式。

二、城市集中供热系统

城市集中供热系统包括热源、供热管网、用户以及热转换设施组成。

1. 热源

将天然或人造的能源形态转化为符合供热要求的热能装置，称为热源，是城市供热系

系统的起始点。城市地区热源依据供热形式区分为集中供热系统热源和分散热源。

目前，采用以蒸汽和热水作为热媒的热源在城市集中供热系统较为常见。集中供热系统热源有热电厂、集中锅炉房、低温核能供热站、热泵、工业余热、地热、太阳能和垃圾焚化厂；分散热源有专用锅炉、分户采暖炉等。在实际建设中最广泛应用的热源形式基本上为集中锅炉房和热电厂。热电厂是联合生产电能和热能的发电厂，高品位热能发电，降为低品位热后用来供热，热能利用效率高，设备利用时间较长，一般可全年利用，是发展城市集中供热，节约能源的最有效热源型式。但其建设投资大，建设时间长。

集中锅炉房虽然热效率低于热电厂的热能利用率，但其燃煤锅炉的热效率一般也可达到80%以上，比分散小锅炉50%—60%的热效率高得多。集中锅炉房相对投资规模小，建设周期短，一般能达到当年建设，当年投产，厂址选择比较灵活。

在城市供热发展建设中，热电厂和集中锅炉房应该并重发展，优先利用工业余热、地热等热源。

2. 供热管网

城市供热管网又称为热网，是指由热源向热用户输送和分配供热介质的管线系统。供热管网主要由热源至热力站（在三联供系统中是冷暖站）和热力站（制冷站）至用户之间的管道、管道附件（分段阀、补偿器、放气阀、排水阀等）和管道支座组成。管网系统要保证可靠地供给各类用户具有正常压力、温度和足够数量的供热和供冷介质（蒸汽、热水或冷水），满足用户的需要。

3. 供热分区

依据城市不同热源的供应范围，划分为多个供热分区，目前为提高城市供热系统的保证率，也采用各供热分区联网的形式。各供热分区应保证有两个以上的热源，主热源和调峰热源，有利于城市热源分期建设，也可以保证满足平时和高峰时的供热负荷。

4. 热转换设施

城市集中供热系统用户较多，其对热媒的要求各不相同，各种用热设备的位置与距热源距离也各不相同，所以热源供给的热介质很难适应所有用户的要求。为解决这一问题，往往在热源与用户之间，设置一些热转换设施，将热源提供的热能转换为适当工况的热介质供应用户，这些设施包括热力站和制冷站。

5. 热用户

热用户是指由供暖、生活及生产用热系统与设备组成的热用户系统。

第二节 供热工程规划的主要任务和主要内容

一、主要任务

根据当地气候、生活与生产需求，确定城市集中供热标准、供热方式；合理确定城市供热量和负荷，并进行城市热源规划，确定城市热电厂、集中锅炉房等供热设施的数量和容量；合理布局各种供热设施和供热管网。

二、主要内容

1. 城市总体规划阶段

- 1) 现状调查，包括热源、供热用户、供热管网、现状用热指标以及未来工业用热用户；
- 2) 选定各种建筑物的采暖面积热指标，确定集中供热范围，预测城市热负荷；
- 3) 划分供热分区，确定各供热分区的热负荷；
- 4) 选择供热方式，确定热源的种类、供热能力、供热参数，确定供热设施的分布、数量、规模、位置和用地面积；
- 5) 布局城市集中供热干线管网；
- 6) 各种热能转换设施（热力站等）的布置；
- 7) 计算城市供热干管的管径；
- 8) 提出近期供热设施建设项目安排。

2. 城市详细规划阶段

- 1) 分析供热现状，了解规划区内可利用的热源；
- 2) 计算规划范围内热负荷；
- 3) 落实上一层次规划确定的供热设施；
- 4) 确定本规划区的锅炉房、热力站等供热设施数量、供热能力、位置及用地面积；
- 5) 布局供热管网；
- 6) 计算供热管道管径，确定管道位置。

第三节 供热工程规划

一、热负荷预测

1. 热负荷种类

热负荷一般分为室温调节、生活热水、生产用热三大类。

在计算与预测热负荷时，一般按上述分类法分类计算与预测。生活热水和生产用热为常年性热负荷，其用量在全日中变化很大，而在全年中变化相当稳定；室温调节包括采暖、通风、空气调节，属于季节性热负荷，其用量在全日中是稳定的，全年变化却很大。

根据性质，热负荷可以分为民用和工业用热负荷两大类。在规划设计阶段民用热负荷主要为采暖热负荷，特别是冬季的采暖热负荷。

2. 城市供热对象选择

城市供热对象选择应满足“先小后大”、“先集中后分散”的原则，即先满足居民家庭、中小型公共建筑和小型企业用热，先选择布局较集中的用户作为供热对象，以达到系统在经济方面的合理性。

3. 热负荷预测方法

一般有两种方法，即概算指标法与计算法。

(1) 概算指标法

在城市总热负荷预测没有详细准确资料时，可采用概算指标法来估算供热系统热负

荷。在规划中最常用的就是这种方法。

对于工业生产热负荷，在规划中估算的难度很大时，一般可根据工业门类，采用一些经验数据进行预测。

(2) 计算法

当建筑物的结构形式、尺寸和位置等资料为已知时，热负荷可以根据采暖通风设计数据来确定。这种方法比较精确，可用于计算或预测较小范围内有确定资料地区的热负荷。供热总负荷一般体现为功率，单位一般取兆瓦 (MW)。

4. 热负荷分类计算

实际规划中，一般按采暖通风热负荷、生产热负荷、生活热水负荷、空调冷负荷分类计算与预测。

(1) 采暖通风热负荷

在室外采暖计算温度下，每小时需要补充的热量称为采暖热负荷，通常以瓦 (W) 为单位。对于住宅建筑，所属热负荷就相当于围护层的热损失。采用计算公式如下：

$$Q = \sum KF(T_u - T_w)a$$

式中 K ——围护结构面积 (m^2)；

F ——围护结构的传热系数 ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)；

T_u ——室内计算温度 ($^\circ C$)；

T_w ——采暖室外计算温度 ($^\circ C$)；

a ——围护结构的温度差修正系数。

在规划中一般采用指标概算法。

采暖热负荷等于采暖热指标和采暖建筑面积之积。

采暖热指标是每平方米建筑面积的采暖热负荷，往往随地域气候状况和建筑结构形式的变化而变化，因此应依据各个地区的采暖热指标进行采暖热负荷估算。

采暖热负荷可以采用各类建筑采暖热指标综合平均值计算，也可以按不同建筑的采暖热指标分别计算各类建筑的采暖热负荷后总和。

$$Q = q \cdot A \cdot 10^{-3}$$

式中 Q ——采暖热负荷 (MW)；

q ——采暖热指标 (W/m^2)；

A ——采暖建筑面积 (m^2)。

目前供热指标依据不同地区，有较大差异，表 3-5-1 是民用建筑供热面积热指标概算值。

在推荐荐值中，已包括了热网损失在内 (约 5%)。居住区包括住宅与公建，采暖综合指标建议取值为 $60—67 W/m^2$ 。

表 3-5-1 民用建筑供暖面积热指标概算值

建筑物类型	单位面积热指标 (W/m^2)	建筑物类型	单位面积热指标 (W/m^2)
住宅	58—64	商店	64—87
办公楼、学校	58—81	单层住宅	81—105

续表 3-5-1

建筑物类型	单位面积热指标 (W/m ²)	建筑物类型	单位面积热指标 (W/m ²)
医院、幼儿园	64—81	食堂、餐厅	116—140
旅馆	58—70	影剧院	93—116
图书馆	47—76	大礼堂、体育馆	116—163

注：总建筑面积大，外围护结构热工性能好，窗户面积小，可采用表中较小的数值，反之采用表中较大的数。

为了在室内创造出良好的空气环境，使空气具有一定的清洁度和湿度，必须对生产建筑、公共建筑和居住建筑进行通风空调，或者为了排除有害气体和灰层，需要从室外送进新鲜空气，加热新鲜空气所消耗的热量，称为通风热负荷。通风热负荷等于加热系数（一般取0.3—0.5）与采暖热负荷之积。

(2) 生活热水热负荷的计算

生活热水负荷计算，主要涉及水温和热水用水标准两个重要参数。

一般情况下，生活热水的使用温度为40—60℃，采用的生活热水计算水温为65℃。不同的热工分区中，采用的水温计算温度也不尽相同。我国主要有五个热工分区：第一分区包括东北三省、内蒙古、河北、山西和陕西北部；第二分区包括北京、天津、河北、山东、山西、陕西大部、甘肃宁夏南部、河南北部、江苏北部；第三分区包括上海、浙江、江西、安徽、江苏大部、福建北部、湖南东部、湖北东部和河南南部；第四分区包括广东、广西、台湾、福建和云南南部；第五分区包括云贵州大部、湖南湖北西部、陕西甘肃秦岭以南部分。

使用生活热水的各类建筑热水用水标准如表3-5-2所示。

表 3-5-2 生活热水用水标准

建筑类型		用水量	建筑类型		用水量
住宅（卫浴俱全）		75—100L/人·d	旅馆	有公共洗室和浴室	550—60L/床·d
		35—50L/人·d		客房有卫生间	120—150L/床·d
宿舍	有洗浴设施	25—30L/人·d	医院	高标准	2200L/床·d
				一般标准	120L/床·d

(3) 空调冷负荷的计算

空调冷负荷一般可采用指标概算法进行估算，空调冷负荷等于冷负荷指标（一般为70—90W/m²）与修正系数β、建筑面积之积。对于不同的建筑，修正系数β取值不同，详见表3-5-3。

表 3-5-3 修正系数值统计表

建筑类型	旅馆	住宅	办公楼	商店	体育馆	影剧院	医院
修正系数值 β	1	1	1.2	0.5	1.5	1.2—1.6	0.8—1.0

注：当建筑面积小于5000m²时，取上限；建筑面积大于10000m²时，取下限。

(4) 生产工艺热负荷的计算

对规划的工业企业，可以采用设计热负荷资料或根据相同企业的实际热负荷资料进行估算。

(5) 供热总负荷的计算

供热的总负荷，是将上述各类负荷的计算结果相加，进行适当的校核处理后得出的数据。必须注意的是，供热总负荷中的采暖通风热负荷与空调冷负荷实际上是一类负荷，在相加时应取两者中较大的一个进行计算。总负荷中采暖通风热负荷乘以集中供热普及率后为集中供热系统的采暖通风热负荷。

二、热源规划

1. 热源选择原则

城市热源选择应依据城市具体情况，进行技术经济比较后确定。

热电厂实行热电联产，能源利用率高，产热量大，但热电厂适合有较为稳定的常年工业生产热负荷以及供电不足的地区，同时，在采暖时间长的地区效益也比采暖时间短的地区更为明显。

区域锅炉房与热电厂相比，投资小，建设周期短；与工业和民用锅炉相比，供热面积大、效率高，可有效地节能和保护环境。区域锅炉房可作为中小城市的主热源，也可作为大城市的区域主热源和调峰热源。

在城市有条件的地区，可选择热泵、工业余热，地热和垃圾焚化厂等作为城市某个地区或小区的热源。

2. 热源布局原则

(1) 热电厂规划

热电厂是指用热力原动机驱动发电机的可实现热电联产的发电厂。

热电厂选址原则：

1) 热电厂的厂址应符合城市总体规划的要求，并应征得规划部门和电力、水利、消防等有关主管部门的同意。

2) 热电厂应尽量靠近热负荷中心。热电厂蒸气的输送距离一般为3—4km，如果热电厂远离热用户，压降和温降过大，就会降低供热质量，而且供热管网的造价较高。

3) 热电厂要有方便的交通条件。铁路专用线是必不可少的，但应尽量缩短铁路专用线的长度。

4) 热电厂要有良好的供水条件和可靠的供水保证率。对于抽气式热电厂来说，供水条件对厂址选择往往有决定性影响。

5) 热电厂要有妥善解决排灰的条件。处理灰渣的办法一般有两种：一是在热电厂附近寻找可以堆放大量灰渣（一般10—15年的排灰量）的场地，如深坑、低洼荒地等。二是将灰渣综合利用，就是利用热电厂的灰、渣做砖、砌块等建筑材料。热电厂要有足够的场地作为周转的事故备用灰场。

6) 热电厂要有方便的出线条件。大型热电厂一般都有十几回输电线路和几条大口径供热干管引出，特别是供热干管所占的用地较宽，一般一条管线要占3—5m的宽度，因此，需留出足够的出线走廊宽度。

7) 热电厂要有一定的防护距离。热电厂运行时，将排出飞灰、二氧化硫、氧化氮等有害物质。为了减轻热电厂对城市人口稠密区环境的影响，厂址距人口稠密区的距离应符合环保部门的有关规定和要求。同时，为了减少热电厂对厂区附近居民区的影响，厂区附近应留出一定宽度的卫生防护带。

8) 热电厂的厂址应占用荒地、次地和低产田，不占或少占良田。

9) 热电厂的厂址应避开滑坡、溶洞、塌方、断裂带、淤泥等不良地质的地段。

(2) 供热锅炉房规划

集中锅炉房作为热源显得较为灵活，适用面较广。集中锅炉房布置原则：

1) 近热负荷比较集中的地区。

2) 便于引出管道，并使室外管道的布置在技术、经济上合理。

3) 便于燃料贮运和灰渣排除，并宜使人流和煤、灰车流分开。

4) 有利于自然通风与采光。

5) 位于地质条件较好的地区。

6) 有利于减少烟尘和有害气体对居民住宅区和主要环境保护区的影响。全年运行的锅炉房宜位于居住区和主要环境保护区的全年最小频率风向的上风向；季节性运行的锅炉房宜位于该季节盛行风向的下风向。

7) 锅炉房位置应根据远期规划在扩建端留有余地。

不同规模热水锅炉房、蒸汽锅炉房的用地面积分别参见表 3-5-4、表 3-5-5。

表 3-5-4 不同规模热水锅炉房的用地面积参考表

锅炉房总容量 (MW)	用地面积 (hm^2)
5.8—11.6	0.3—0.5
11.6—35	0.6—1.0
35—58	1.1—1.5
58—116	1.6—2.5
116—232	2.6—3.5
232—350	4—5

表 3-5-5 不同规模蒸汽锅炉房的用地面积参考表

锅炉房额定蒸汽出力 (t/h)	锅炉房内是否有汽水换热站	用地面积 (hm^2)
10—20	无	0.25—0.45
	有	0.3—0.5
20—60	无	0.5—0.8
	有	0.6—1.0
60—100	无	0.8—1.2
	有	0.9—1.4

三、供热管网规划

1. 城市供热管网的形制

供热管网可根据不同原理进行分类。根据热源与管网之间的关系，热网可分为区域式和统一式两类。根据输送介质的不同，热网可分为蒸汽管网、热水管网和混合式管网三种。按平面布置类型，热网可分为枝状管网和环状管网。根据用户对介质的使用情况，热网可分为开式和闭式两种。

从热源到热力点（或制冷站）间的管网，称之为一级管网；而从热力点（制冷站）至用户间的管网，称为二级管网。一般说来，对于一级管网，往往采用闭式、双管或多管制的蒸汽管网；而对于二级管网，则要根据用户的要求确定。

2. 城市供热管网布置

（1）供热管网的平面布置原则

1) 主要干管应该靠近大型用户和热负荷集中的地区，避免长距离穿越没有热负荷的地段。

2) 供热管道要尽量避开主要交通干道和繁华的街道，以免给施工和运行管理带来困难。

3) 供热管道通常敷设在道路的一边，或者是敷设在人行道下面，在敷设引入管时，则不可避免地要横穿干道，但要减少敷设这种横穿街道的引入管，应尽可能使相邻的建筑物的供热管道相互连接。对于有很厚的混凝土层的现代新式路面，应采用在街坊内敷设管线的方法。

4) 供热管道穿越河流或大型渠道时，可随桥架设或单独设置管桥，也可采用虹吸管由河底（或渠底）通过。具体采用何种方式应与城市规划等部门协商并根据市容、经济等条件统一考虑后确定。

（2）供热管网的竖向布置原则

1) 一般地沟管线敷设深度最好浅一些，以减少土方工程量。为了避免地沟盖受汽车等动荷重的直接压力，地沟的埋深自地面到沟盖顶面不少于0.5—1.0m，特殊情况下，如地下水位高或其他地下管线相交情况极其复杂时，允许采用较小的埋设深度，但不少于0.3m。

2) 热力管道埋设在绿化地带时，埋深应大于0.3m。热力管道土建结构顶面至铁路路轨基底间最小净距离应大于1.0m；与电车路基为0.75m；与公路路面基础为0.7m；跨越有永久性路面的公路时，热力管道应敷设在通行或半通行的地沟中。

3) 热力管道与其他地下设备相交时，应在不同的水平面上互相通过。

4) 在地上热力管道与街道或铁路交叉时，管道与地面之间应保留足够的距离，此距离根据通行不同交通工具所需高度来确定。

5) 地下敷设必须注意地下水位，沟底的标高应高于近30年来最高地下水位0.2m，在没有准确地下水位资料时，应高于已知最高地下水位0.5m以上；否则地沟要进行防水处理。

6) 热力管道和电缆之间的最小净距为0.5m，电缆地带的土壤受热的附加温度在任何季节都不大于100℃，如果热力管道有专门的保温层，则可减少净距。

3. 城市供热管网敷设

供热管网的敷设方式有架空敷设和地下敷设两类。

(1) 架空敷设

架空敷设是将供热管道设在地面上的独立支架或带绷梁的桁架及建筑物的墙壁上。架空敷设不受地下水位的影响，运行时维修检查方便。同时，只有支承结构基础的土方工程，施工土方量小。因此，它是一种比较经济的敷设方式。其缺点是占地面积较大、管道热损失大、在某些场合不够美观。

架空敷设方式一般适用于地下水位较高，年降雨量较大，地质土为湿陷性黄土或腐蚀性土壤，或地下敷设时需进行大量土石方工程的地区。在市区范围内，架空敷设多用于工厂区内部或对市容要求不同的地段。在厂区内，架空管道应尽量利用建筑物的外墙或其他永久性的构筑物。在地震活动区，采用独立支架或地沟敷设方式比较可靠。

(2) 地下敷设

在城市中，由于市容或其他地面的要求不能采用架空敷设时，或在厂区架空敷设困难时，就需要采用地下敷设。

地下敷设分为有沟和无沟两种敷设方式。有沟敷设又分为通行地沟、半通行地沟和不通行地沟三种。

1) 通行地沟。在通行地沟中，要保证运行人员能经常对管道进行维护。因此，地沟的净高不应低于1.8m，通道宽度不应小于0.7m，沟内应有照明设施；同时还要设置自然通风或机械通风，以保证沟内温度不超过40℃。

由于通行地沟的造价比较高，一般不采用这种敷设方式。但在重要干线，与公路、铁路交叉，不准断绝交通的繁华路口，不允许开挖路面检修的地段或管道数目较多时，才局部采用这种敷设方式。

2) 半通行地沟。半通行地沟的断面尺寸是依据运行人员能弯腰走路，能进行一般的维修工作的要求定出的。一般半通行地沟的净高为1.4m，通道宽为0.5—0.7m。由于运行人员工作条件太差，一般很少采用半通行地沟，只是在城市中穿越街道时适当地采用。

3) 不通行地沟。不通行地沟是有沟敷设中广泛采用的一种敷设方式。地沟断面尺寸只满足施工的需要就可以了。

4) 无沟敷设。无沟敷设是将供热管道直接埋设在地下。由于保温结构与土壤直接接触，它同时起保温和承重两个作用。因此，无沟敷设对于保温结构既要求有较低的导热系数和防水性能，又要求有较高的耐压强度。采用无沟敷设能减少土方工程，还能节约建造地沟的材料和工时，所以它是最经济的一种敷设方式。

四、其他城市供热设施规划

1. 热力站

(1) 热力站的作用与类型

热力站是供热管网和热用户的连接场所，热力站将热媒加以调节和转换，向不同用户分配热量。

热力站根据功能的不同，可分为换热站与热力分配站；根据热网介质的不同，可分为水水换热的热力站和汽水换热的热力站；根据服务对象的不同，可分为工业热力站和民用

热力站；根据热力站的位置与服务范围，分为用户热力站、集中热力站和区域性热力站。

(2) 热力站的设置

根据热力站规模大小和种类不同，分别采用单设或附设方式布置。只向少量用户供热的热力站，多采用附设方式，设于建筑物地沟入口处或其底层和地下室。集中热力站服务范围较大，多为单独设置，但也有设于用户建筑物内部的。区域性热力站设置于大型供热网的供热干线与分支干线的连接点处，一般为单独设置。

热力站是小区域的热源，因此，它的位置最好应位于热负荷中心，而对工业热力站来说，则应尽量利用原有锅炉房的用地。热力站若同时供应生活热水，则建筑面积还要增加 50m^2 左右。对于居民区来说，一个小区一般设置一个热力站。热力站建筑面积参见表3-5-6。

表 3-5-6 热力站建筑面积参考表

用户采暖面积（万 m^2 ）	热力站建筑面积（ m^2 ）
2.0—5.0	160
5.1—10.0	200
10.1—15.0	240
15.1—20.0	280
20.1—35.0	320

2. 制冷站

制冷站通过制冷设备将热能转化为低温水等介质供应用户。

制冷站可以使用高温热水或蒸汽作为加热源，也可使用煤气或油燃烧加热，也可用电驱动实现制冷。

根据有关论证，冷暖站的供热（冷）面积宜在 10^5m^2 范围之内。

3. 中继加压泵站

中继加压泵站一般设置在大型供热管网和供热地区地形高差悬殊的地区。对城市原有供热管网改造，也经常需要设置中继加压泵站。中继加压泵站需独立设置。中继泵站占地面积可按表3-5-7估算。

表 3-5-7 中继泵站占地面积估算表

中继泵站后的供热建筑面积（ 10^4m^2 ）	10	20	50	100
占地面積（ m^2 ）	200—250	300—350	400—500	500—600

第六章 城市通信工程规划

第一节 城市通信系统

一、通信种类

通信业务内容包括邮政通信和电信通信。

将用户的信息资料（包括固体、液体和气体的）由人工方式进行传输的行为称为邮政。邮政通信传送的主要是实物信息，如信函、包裹、汇款、报刊发行等，处理手续上分为收寄、分拣、封发、运输、投递等。其业务除了一些内部作业逐渐采用机械化和自动化的分拣传输外，大量的工作全靠人工进行传递。

电信通信是利用无线电、有线电、光等电磁系统传递符号、文字、图像或语言等信息的通信方式，被誉为国家的神经系统。电信是用电来传送信息的，而不是原物，收到的是信息的复制品。按业务分为电话、电报、传真、数据传输等。按通信方式可分为有线和无线两类。

二、城市通信系统

1. 邮政系统

将用户的信息资料（包括固体、液体和气体的）由人工方式进行传输的行为称为邮政。

2. 电信系统

(1) 电信系统的基本组成

电信网由电话局（交换中心）及用户线构成。电话网一般有全互联网、格状网、星形网及部分互联网四种结构。各市话局之间的线路称为中继线路，用于市话局之间的接续中继呼叫的交换局称为汇接局。

电信系统指在城镇区域内外的电信部门（局）与微波站、卫星及卫星地面站，电信局与中转设备，电信局与用户集中设备，电信局与用户终端设施以有线和无线的形式进行信息传输的系统。

按设备组成要素，电信系统可分发送设备系统、传输设备系统、接收设备系统三个子系统。

发送设备系统：即把需要传送的信息（文字、语音等）变成电信号的设备。

传输设备系统：即传输电信号的线路或电路系统。

传输系统的方式包括有线传输、无线传输和卫星传输。有线传输主要是通过光缆、电

缆实现通信传输的工程，其中对称电缆容量只有 60 路，用于短距离传送。同轴电缆可开通 480—1800 路，用于本地长途网中的各种路由。而光缆则因其容量大（为同轴电缆容量的数十倍以上）、不受电磁干扰、投资比同轴电缆省 20% 而备受青睐。无线通信传输主要通过微波站接力的方式进行传递，可装 1800—2700 多门载波电话，是全国自动长途电信网的基础。一般每 100—150km 设一枢纽站，50—70km 设一中间站，用于长途干线网。

卫星通信依托天上的通信卫星和地面收发站传递信息。目前我国已建成 37 座大型卫星地面站，覆盖了全国主要城市，可同时提供 65300 多条数字电路的数字卫星通信网已基本完成。开通亚太地区 22 个国家近 31 亿人口的、中心设在北京的个人卫星移动通信（APMT）系统，通信容量达 16000 条，可提供双向语音通信、传真及其他 GSM 数字移动电话网相同的增值业务。

公用移动通信系统是典型的移动通信方式，使用范围广，用户数量多，由移动台、基地站、移动控制台及自动交换中心等组成，并由自动交换中心接入市话汇接局进入公共电话网，是一种无线和有线传输的结合。大中城市多实行小区制，每区设一个基地台。

接收设备系统：把经过传输线路传送给来的电信号复制成原来信息的设备。

（2）电信系统的分类

1) 按业务可将电信系统分为电话系统和电传系统。

电话系统：把用户的声音以电信号或数字电信号传输的行为称为电话。其中，按通信方式分为模拟电话通信方式和数字电话通信方式，按传输媒质可分为有线电话和无线电话。

电传系统：将用户的图文资料以电码信息或直接转换为电信号的传输称为电传。其中，电报是用户文字资料以电码信息的方式以无线形式进行传输的；电话传真是把用户图文资料利用普通电话网络以有线的形式进行传输的。

2) 按电信系统的局制可将电信系统分为单局制和多局制。单局制适用于业务量少、用户少的小城镇。多局制适用于服务量大、业务量大的城市或中继站。

电信通信网可分为：市话通信网、长途通信网、农用话网。

长途通信网的结构形式分为直达式、汇接式和混接式三种。直达式，即对固定的对象使用，无中间环节，传递最迅速、可靠，但费用较高，线路复杂；汇接式（辐射式），以长话为中心进行转接；混接式，是直达式和汇接式的混合形式。对于高级别传递用直达式，而对于其他传递则用汇接式。

按混接式线图将电信信号分为四个等级，一级为省际电信网，二级为省内的电信网，三级为县际电信网，四级为县内范围的电信网。

与此对应，我国将电信线路分为四级：一级线路即长途通信中的干线网路，为省中心以上的线路；二级线路是省中心以下县级中心以上之间的线路；三级线路是县中心以下的线路；四级线路为乡级之间的线路，主要为农用线路。

3) 按系统构成可将电信系统按分为通信系统和通信网。

①通信系统：是指由完成通信全过程的各相关功能实体有机组合而成的体系。通信系统一般由发端、信道和收端等几大部分组成。

通信系统按信源分为电报通信、电话通信、数据通信、图集通信、多媒体通信等类型。电报通信是指将发端的符号、表格、图形、图像等书面消息由电报机转换成书面消息

的通信方式。电话通信是指通过电话的方式传递语音的通信方式，是目前全球范围引用最广的电信业务。数据通信是指为满足计算机间的数据、表格、图形等的相互传递，将计算机技术与通信网络相结合而形成的通信形式。图像通信是指专门用于传递图像信息或同时携带语音信息的通信方式。多媒体通信是指以多媒体信息有机组合进行传输，给信息以视觉、听觉感受的新型通信方式。

通信系统按信道可分为有线通信系统和无线通信系统两大类。有线通信系统是利用电磁波在导体中的导引传播进行通信的通信系统。无线通信系统是指借助电磁波在自由空间的传播、散射进行通信的通信系统。

通信系统按传输信号类型可分为模拟通信系统和数字通信系统。模拟通信系统是传输模拟信号的通信系统。数字通信系统是传递数字信号的通信系统。

②通信网：众多的通信系统按一定的拓扑结构和组织结构组成一个完整体系，称为通信网。通信网由用户终端设备、交换设备、传输链路组成。

用户终端设备是通信网通信的汇点和终点，亦称原始消息和发射信号间的交换。交换设备是组织、构建交换型通信网的核心，基本功能是完成介入接点信号和汇集转接续和分配。传输链路是连接办理交换结点，实现信号传输的通路。常由传输媒质（有线通道或无线通道）附加一定的传输设备（如放大器、均衡器等）构成。通信网的分类如表3-6-1所示。

表3-6-1 电信通信网分类

特征属性	分 类	
服务范围	电话网	长话网/本地网
	非话网	广域网/城域网/局域网
开放业务	电话网/移动网/电报网/传真网/数据网/综合业务	
服务对象	公用网/专用网	
信号类型	模拟网/数字网	
传统媒质	有线网/无线网	
处理方式	交换网/广播网	

本地网是指局部地区的电话网，长途网系指承载本地网间长途电话业务的网络。

非话网主要指包括计算机通信网以内的数据通信网。

局域网是指一个房间或几个相邻房间或一幢楼内的网络。

城域网是指直径在50—100km范围内或一个城市中进行通话的网络。

广域网是指一个国家或几个相邻国家或全球通信的网络。

公用网是由国家通信主管部门或经过国家有关机构认可的机构建设并管理的面向全社会开放的通信网。

专用网是指由某一专用部门或单位专用并管理的通信网。

模拟网是传输模拟信号的网络。

数字网是传输数字信号的网络。

有线通信网是借助固体媒质进行信号传输的通信网。无线通信网是借助电磁波在自由

空间的传播进行信号传输的通信网。

交换网是指由交换结点和传输链路构成的具有信号分配、交换的通信网。^④

广播网无交换功能，所有终端共享传输链路，即一点发送信号后，网络上任一点均可收到此信号。

3. 移动通信系统

移动电话网络的结构按覆盖范围可分为三区制，其分区技术指标如下：

(1) 大区制移动通信系统

服务区内只设一个基站，其本身承担的用户不太，几十户到几百户。覆盖半径达30—60km，使用频率为450MHz。

(2) 中区制移动通信系统

把整个服务区划分为若干个中区，每个中区设一个基站，为中区内移动用户提供服务。覆盖半径达15—30km，可服务用户1000—10000户。

(3) 小区制移动通信系统

把每个中区划分为若干小区，每个小区设一个基站，为该小区内移动用户提供服务。覆盖半径为1.5—15km，小区制的基站发射功率一般不大于20W。最大容量为100万户，使用频率为900MHz。每个基站都与无线中心控制局或交换局相连。

4. 广播电视系统

广播电视系统是广播系统和电视系统的合称。

广播分为有线广播和无线广播。有线广播是指企事业单位内部或某一建筑物（群）自成体系的独立有线广播，无线广播主要是指国家、政府等机构对外传输信息的电台。

广播系统按其规模大小分类，可分为：国际广播系统、省级和省内广播系统、市级广播系统、乡镇级有线广播系统。

电视系统为可视信息传输系统。从传输媒介分，可分为有线电视系统和无线电视系统。电视系统工作原理是通过电视台或发射台把实物的影像变成电信号，以电磁波的形式或通过线路传输其信号，达到电视机后，电视机把接收到的电信号再还原成影像映在荧光屏上。

有线电视系统均设有公用天线，所以亦称为共用天线电视系统（简称CATV系统）。

共用天线电视系统是许多用户电视机共用一组室外天线的设备，共享设备之间采用大量的同轴电缆作为信号传输线，因而，CATV系统又叫电缆电视系统或有线电视。

CATV系统的工作原理是，由公共天线接收电视台的电视信号，经调整放大后由专用部件将信号合理地分配给各用户电视机。其优点是：电视信号强烈，信息完整，电视图像清晰，不受地形条件和气象条件的影响，且利于各种信息传递工作，可形成功能完善的电视服务网络。

第二节 城市通信工程规划的主要任务和主要内容

一、主要任务

结合城市通信实况和发展趋势，确定规划期内城市通信的发展目标，预测通信需求；合理确定邮政、电信、广播电视等各种通信设施的规模、容量；科学布局各类通信设施和

通信线路；制定通信设施综合利用对策与措施，以及通信设施的保护措施。

二、主要内容

1. 城市总体规划阶段

- 1) 依据城市经济社会发展目标、城市性质与规模及通信有关基础资料，宏观预测城市近期和远期通信需求量，预测与确定城市近、远期电话普及率和装机容量，研究确定邮政、移动通信、广播、电视等发展目标和规模；
- 2) 依据市域城镇体系布局、城市总体布局，提出城市通信规划的原则及其主要技术措施；
- 3) 确定城市电信局数量、规模、位置及用地面积；拟定市话网的主干路规划和管道规划；
- 4) 研究和确定近、远期邮政、电话局所的分区范围、局所规模和局所址；
- 5) 研究和确定近、远期广播及电视台、站的规模和选址，拟定有线广播、有线电视网的主干路规划和管道规划；
- 6) 划分无线电收发信区，制定相应主要保护措施；
- 7) 研究和确定城市微波通道，制定相应的控制保护措施；
- 8) 提出近期电信设施建设项目安排。

2. 城市详细规划阶段

- 1) 分析研究城市通信规划、通信系统现状，规划区通信设施现状；
- 2) 预测规划区各类通信需求量；
- 3) 落实总体规划在规划区内布置的通信设施；
- 4) 确定规划区通信管道和其他通信设施布置方案；
- 5) 划定规划范围内电台、微波站、卫星通信设施控制保护界线；
- 6) 提出近期建设项目。

第三节 城市通信工程规划

一、邮政规划

1. 邮政规划内容

邮政通信网是邮政支局所及其他设施和各级邮件处理中心，邮政支局所是基本服务网点，通过邮路相互连接所组成的传递邮件的网络系统。

涉及城市总体规划用地布局的邮政设施主要是邮政处理中心，邮政局，邮件转运站。在城市详细规划阶段，应考虑详细规划范围邮政支局所的分布位置、规模等，并落实涉及的总体规划中上述设置的位置与规模。

2. 邮政局所

(1) 邮政局所设置标准及用地控制

邮政局是城市邮政部门的行政机关，较多在城市中心区设置。邮政支局按《城市邮电支局所工程暂行技术规定》，不同等级规定建筑面积如表 3-6-2。

表 3-6-2 邮政支局所建筑面积 (m^2)

等 级	邮 政 支 局	邮 政 所
一	2010—2250	218—254
二	1700	215—239
三	1330	141—165

注：建筑标准中包括邮政营业、投递、发行等生产和生活辅助用房面积。

邮政支局结合城市规划用地密度和容积率等要求控制，邮政所营业所可考虑配建。

城市邮政局所设置标准见表 3-6-3。邮政支局面积要求见表 3-6-4。

表 3-6-3 城市邮政局所设置标准

省会级 城市 邮政局	邮政业务 (万元/ km^2)	<0.1	0.10—0.50	05.0—2.50	2.50—6.50	6.50—12.5	12.5—18.5	18.5—28.5	>28.5
	平均服务 半径 (km)	4.15	4.15—2.40	2.40—1.39	1.39—1.00	1.00—0.80	0.80—0.70	0.70—0.60	0.60
一类 地级市 支局	邮政业务 总量密度 (万元/ km^2)	<0.08	0.08—0.30	0.30—0.90	0.90—3.00	3.00—10.00	10.00—23.0	23.0—33.0	>33.0
	平均服务 半径 (km)	4.59	4.59—3.03	3.03—2.16	2.16—1.48	1.48—10.2	1.02—0.79	0.79—0.70	>0.70
二类 地级市 支局	邮政业务 总量密度 (万元/ km^2)	<0.03	0.03—0.10	0.10—0.40	0.40—1.60	1.60—6.10	6.10—13.10	13.10—20.6	>20.6
	平均服务 半径 (km)	4.70	4.70—3.31	3.31—2.21	2.21—1.48	1.48—1.00	1.00—0.80	0.80—0.70	0.70
城市 邮政所	人口密度 (万人/ km^2)	800—2500		2500—5000		5000—10000		10000—20000	
	服务半径 (km)	3.0—1.5		1.5—1.1		1.1—0.7		0.7—0.6	

表 3-6-4 邮政支局面积要求 (m^2)

项 目	一等局 (业务收入 1000 万元以上)	二等局 (业务收入 500 万—1000 万元)	三等局 (业务收入 100 万—500 万元)
建筑 面积	邮电支局 2580	1990	1520
	邮电营业支局 1980	1540	1200

续表 3-6-4

项 目		一等局 (业务收入 1000 万元以上)	二等局 (业务收入 500 万—1000 万元)	三等局 (业务收入 100 万—500 万元)
用地 面积	邮电支局	3700—4500	2800—3300	2170—2500
	邮电营业支局	2800—3300	2170—2500	1700—2000

邮政局所设置要便于群众用邮，要根据人口的密集程度和地理条件所确定的不同的服务人口数、服务半径、业务收入三项基本要素来确定。我国邮政主管部门制定的城市邮政服务网点设置的参考标准如表 3-6-5 所示。

表 3-6-5 邮政服务网点设计参考值

城市人口密度 (万人/km ²)	服务半径 (km)	城市人口密度 (万人/km ²)	服务半径 (km)
> 2.5	0.5	0.5—1.0	0.81—1
2.0—2.5	0.51—0.6	0.1—0.5	1.01—2
1.5—2.0	0.61—0.7	0.05—0.1	2.01—3
1.0—1.5	0.71—0.8	—	—

按此参考标准，根据人口密度采用不同的服务半径，计算应设局所数。

(2) 邮政局所选址原则

1) 邮政局所选址原则。

①局址应设在闹市区、居民集聚区、文化游览区、公共活动场所、大型工矿企业、大专院校所在地。车站、机场、港口以及宾馆内应设邮电业务设施。

②局址应交通便利，运输邮件车辆易于出入。

③局址应有较平坦地形，地质条件良好。

④符合城市规划要求。

2) 邮件处理中心选址。邮件处理中心即邮件与封发中心，也是邮政枢纽。邮政通信枢纽局址除遵循通信局所一般选址原则外，优先考虑在客运火车站附近选址，局址应有方便接发火车邮件的邮运通道，有方便出入枢纽的汽车通道；如果主要靠公路和水路运输时，可在长途汽车站或港口码头附近选址。

3. 邮政服务网点

邮政支局、所是基本服务网点，其他邮政设施是邮政支局、所功能的补充和延伸，服务范围的扩大，是邮政通信网必不可少的物质基础。

(1) 报刊亭

报刊亭是邮政部门在城市合适地点设置的专门出售报刊的简易设施，是报刊零售的重要组成部分。报刊亭设置应符合《邮亭、报刊亭、报刊门市部工程设计规范》YD 2073—94 的规定。其等级与面积见表 3-6-6。

表 3-6-6 报刊亭设施等级面积表

项 目	一类亭 (m ²)	二类亭 (m ²)	三类亭 (m ²)
报刊亭	15	12	8

(2) 邮亭

主要设置在繁华地段定点办理邮政业务的简易设施，大多为过往用户提供方便的服务。在尚不具备设置邮政局所服务网点，且有一定邮政业务市场的条件下，可采用邮亭这种设施。邮亭设施面积见表 3-6-7。

表 3-6-7 邮亭设施面积表

项 目	单人亭	双人亭
面积标准 (m ²)	8	12

二、电信工程规划

1. 用户预测

(1) 固定电话需求量的预测

1) 简易市话需求量相关预测，即寻找城市电信增长与国内生产总值增长的关系。预测公式为

$$y_t = y_0(1 + \alpha)^t$$

式中 y_t ——规划期期末的城市电话需求量；

y_0 ——规划期开始时的城市电话量；

α ——市话变化增长量与国内生产总值增长的比值，一般采用调查值，无资料时，可取 1.5；

t ——预测年数。

2) 国际推荐预测方法。公式为

$$y = 1.675x^{1.1456} \times 10^{-4}$$

式中 y ——电话普及率 (门/百人)；

x ——人均国民生产总值 (美元)。

3) 根据我国规定的发展目标进行预测。

交换装机容量 = (1.2—1.5) [目前所需电话容量 + (10—20) 年后的远期发展总容量]

中继线数量是通信部门总体规划的内容，为了路由规划方便，暂按装机容量的 20%—30% 计算。

4) 单项指标套算法。

① 总体规划阶段。总体规划阶段可用指标进行套算：每户住宅按 1 部电话计算；非住宅电话占总住宅电话的 1/3；电信局设备装机率规划近期为 50%，中期为 80%，远期为 85%；端局最终电话达 4 万—6 万门，电话站最终期电话容量 1 万—2 万门。

② 详细规划阶段。详细规划阶段主要是通过市话的服务面积来套算需求量。每部电话的服务面积如表 3-6-8 所示。

表 3-6-8 每部电话的服务面积

用地类别	面积指标 (m ²)	用地类别	面积指标 (m ²)
办公	20—25	商业	30—40
多层住宅	60—80	幼托	80—95
高层住宅	80—100	医院	100—120
仓库	150—200	学校	90—110
旅馆	35—45	文化	110—130

其中，小区内每 50—100 户必须至少设置 2 部公话（来话去话各一部），电话配线间（室内）一处，使用面积不小于 6m²。

5) 电话增长率预测法。公式为

$$y_t = P_t R_t$$

式中 y_t ——规划年的话机总量；

P_t ——预测年的话机普及率；

R_t ——预测年人口总数；

t ——预测年。

根据国家人口增长确定不同阶段的人口增长率，预测人口 R_t 。根据全国及地区电信发展目标，城市经济发展特点来确定电话总量的增长率，最后得到电话普及率等发展目标。

(2) 移动电话需求量及普及率预测

1) 用移动电话占市话的百分比来预测，一般而言，移动电话与市话之间存在一定的比率。参考国外移动电话的发展比例，我国城市移动电话可按下式预测：

$$\text{移动电话用户数} = \text{固定电话实装数} \times (0.7—1.0)$$

2) 弹性系数预测法。移动电话发展与经济发展关系极为密切。根据二者的关系，移动电话量按以下公式计算：

$$y_t = y_0 (1 + \alpha k)^t$$

式中 y_t ——预测年的移动电话量；

y_0 ——基准年的移动电话量；

k ——经济发展平均增长速度；

α ——弹性系数，由历史数据中移动电话的增长率除以经济发展的增长率；

t ——预测年数。

3) 移动电话普及率法。我国城乡移动电话普及率应根据自身的水平和条件，参照国内外同等水平城市的情况，自行确定。

2. 电信局所

(1) 局所选址原则

1) 接近计算的线路网中心；

2) 避开靠近 110kV 以上变电站和线路的地点，避免强电对弱电干扰；

3) 便于进局电缆两路进线和电缆管道的敷设；

- 4) 兼营业服务点的局所和单局制局所一般宜在城市中心选址；
- 5) 单局制，通常将电信局所设在区域中心或靠近中心处或用户交换中心处；
- 6) 多局制，则将电信局所设在各个中心位置。

(2) 电信局所的规划分区

电信局楼的分类一般分为综合电信枢纽楼、一般电信局楼和综合电信楼三种；局所规划趋向少局所，大容量，多模块；电话局所分区界线应结合自然地物线划分，交换区域的形状尽可能呈矩形，最好接近正方形。

综合电信枢纽楼，一般安装长途干线传输设备。设置长途交换机房、长途网管中心、长途计费中心等。

一般电信局楼，主要安装本地普通传输设备，电话交换端局、电话基站设备等。

综合电信楼，除具有一般电信局楼的功能外，还应考虑安装本地重要的传输设备、移动电话交换设备等。

(3) 电信局所的规模

特大城市、大城市：较多采用 20 万—30 万门，可有多个枢纽局；

中等城市：20 万门以下，一般 1—2 个枢纽局；

小城市：一般 10 万门以下，1 个枢纽局。

(4) 局所预留用地

局所预留用地面积，在参照有关规定和统计调查的基础上，分析多个实例计算得出，供规划参考（表 3-6-9）。

表 3-6-9 电信局所规划参考技术指标

局所容量	2 万门	3 万门	4 万门	5 万门	6 万门	8 万门	10 万门
占地面积 (m ²)	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
机房建筑面积 (m ²)	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
附属建筑面积 (m ²)	400	500	600	700	800	1000	1200
服务半径 (km)	0.5—1.0	1.0—1.5	1.5—2.0	2.0—2.5	2.0—2.5	2.5—3.0	3.0—3.5
服务人口规模 (万人)	2.8—3.1	4.3—4.6	5.7—6.2	7.1—7.7	8.6—9.2	11.4—12.3	14.3—15.4
出局管道孔数	36 孔	40 孔	48 孔	30 孔 × 2	36 孔 × 2	48 孔 × 2	48 孔 × 2
投资总额 (万元)	5000	6000	7000	7500	8000	9000	10000

注：1. 10 万门以上技术指标在 10 万门基础上酌情考虑。

2. 出局管道在 6 个以上多局制下需酌情增加孔数。

3. 电信管道

(1) 城市有线通信线路规划

城市有线通信线路按使用功能分为长话、市话、郊区电话、有线电视、有线广播、计算机信息网络等，按通信线路材料来分主要有电缆、光缆、金属线等三种。通信线路按敷设方式有架空敷设和地面敷设（地面埋入）两种。

线路是各类电话局之间、电话局与用户之间的联系纽带，是电话通信系统最重要的环节。合理确定线路路由和线路容量是电话线路规划的两个重要因素。线路应优先采用通信

光缆以及同轴电缆等高容量线路，以提高其安全性和可靠性。线路敷设的最理想方式是管道埋设，其次是直埋。经济条件较差的城市，近期可以采用架空线路敷设，远期也应逐步过渡到地下埋设。在一般情况下，线路应尽量直达、便捷，避免拐弯。

电信管道是结合电信网的远期发展规划要求而建设的，具有通信效率高、安全可靠以及维护管理方便的特点。

在城市市区内，通信线路应采用管道埋设方式。当现有管道不能利用或暂时不具备建筑管道的条件或费用较高时，可采用架空敷设作为过渡措施。

(2) 电缆管道的设置

- 1) 一般在人行道或非机动车道下，不允许在机动车道下；
 - 2) 线路平行于道路中心线；
 - 3) 埋深在0.8—1.2m，确因条件限制无法满足时，可适当减小；
 - 4) 应埋在冰冻层以下，且在地下水位以上。
- 管道敷设应有一定坡度，一般为3‰—4‰，但不得小于2.5‰，以利于排水。

(3) 电缆直埋的设置

直埋电缆、光缆路由要求与管道线路路由相同，埋深应为0.7—0.9m，并应加覆盖物保护，设置标志。直埋电缆、光缆穿过电车轨道或铁路轨道时，应设置于水泥管或钢管等保护管内，其埋深不宜低于管道埋深的要求。

(4) 架空电话线路的设置

架空电话线路不应与电力线路、广播明线线路合杆架设。如果必须与1—10kV电力线合杆时，电力线与电信电缆之间的距离不应小于2.5m；与1kV电力线合杆时，电力线与电信电缆之间的距离不应小于1.5m。

一般情况下，市话线路的杆距为35—40m，郊区杆距为45—50m。

4. 其他电信设施

(1) 微波站址规划

1) 广播、电视微波站必须根据城市经济、政治、文化中心的分布，重要电视发射台（转播台）和人口密集区域位置而确定，以达到最大的有效人口覆盖率；

2) 微波站应设在电视发射台（转播台）旁或人口密集的待建台地区，以保障主要发射台信号源；

- 3) 选择地质条件较好、地势较高的稳固地形，作为站址；
- 4) 站址通信方向近处应较开阔、无阻挡以及无反射电波的显著物体；
- 5) 站址能避免本系统干扰（如同渡道、越站和汇接分支干扰）和外系统干扰（如雷达、地球站，有关广播电视频道和无线通信干扰）；
- 6) 在山区应避开风口和背阳的阴冷地点设站；
- 7) 偏僻地区的中间站，应考虑交通、供电、水源、通信和生活等基本条件。渺无人烟和自然环境特殊困难的地段，应设无人站。

(2) 微波线路路由规划

- 1) 根据线路用途、技术性能和经济要求，作多方案分析比较，选出效益高、可靠性好、投资少的两三条路由，再作具体计算分析；
- 2) 微波路由走向应呈折线形，各站路径夹角宜为钝角，以防同频越路干扰。

(3) 微波天线位置和高度

微波天线塔的位置和高度，必须满足线路设计参数对天线位置和高度的要求。在传输方向的近场区内，天线口面边的锥体张角 20° ，前方净空距离为天线口面直径的 10 倍范围内，应无树木、房屋和其他障碍物。

三、广播电视规划

1. 广播电视台站

省、市级广播电视中心建设规模见表 3-6-10。

表 3-6-10 广播、电视中心建设规模分类

规模级别	项目	一类	二类
省级电视中心	建筑面积 (m^2)	14000	19000
	占地面积 (ha)	3—4	4—5
市广播、电视中心	建筑面积 (m^2)	6000	8000
	占地面积 (ha)	1.2—1.5	1.6—2

2. 广播电视线路

广播电视线路应结合城市电信网路由规划考虑，广播电视线路敷设可与通信电缆敷设同管道，也可与架空通信电缆同杆架设敷设。

有线电视、广播线路路由上有通信光缆，且技术经济条件许可，经与通信部门商议同意，利用光缆一部分作有线电视、有线广播线路；

电视电缆、广播电缆线路路由上如有通信管道，可利用管道敷设电视电缆、广播电缆，但不宜和通信电缆共管孔敷设；

电视电缆、广播电缆线路路由上如有电力、仪表管线等综合隧道，可利用隧道敷设电视电缆、广播电缆。

第四节 城市通信管道综合与协调

一、通信运营多元化与市政管位稀缺

1. 多元化通信格局

我国电信改革与世界电信发展的潮流一样，都是逐步放松电信管制，特别是邮政、电信分营后，在遵循政企分开、破除垄断、鼓励竞争、促进发展和公开、公平、公正的原则下，经过多次改革和重组，到 2007 年底已逐步形成了中国移动、中国电信、中国网通、中国联通、中国卫通、中国铁通等多个国家级主导运营商平等竞争的局面。加入 WTO 后，我国政府承诺，将进一步开放电信市场，电信运营商还有进一步增加的可能，多种电信网络以及采用分层管理的各地有线电视网、种类多样的信息化专网共同形成多元化通信的格局。而每类通信线路又包括长途线路、中继线路、接入网中主干层和接入层线路，从而决定通信管道的复杂性和多样性。

通信管道已成为城市所有通信线路在地下敷设的公共通道，与给排水管道、电力和燃气管道一样，是一种城市基础设施，也受城市道路地下空间有限等因素的制约。

2. 通信管道对各运营商而言是不对等的被垄断的紧缺资源

由于历史原因，我国过去几十年形成的地下通信管道，在电信改革之后，其权属均自动划转给当地主导运营商：北方十省的管道资源属于中国网通，其他各省的管道资源属于中国电信。近几年，各地城市没有管道资源的运营商通过各种方式建设了部分管道，部分城市也组建专业的管道公司，也建设了部分管道，但与主导运营商相比，不论是数量还是覆盖范围均存在较大差距，远未形成全程全网的可用管道资源平台，管道成为被垄断的紧缺的地下资源；特别是在建成区，情况更是如此。一方面，有限的地下空间因多路由管道显得十分拥挤；另一方面，现有的管道资源也未得到合理利用。在电信竞争加剧的情况下，被垄断的公共资源容易成为制约竞争对手的工具。

3. 需公共政策引导，尚未形成各运营商平等使用管道的机制

正是由于通信多元化的独特背景，以及由历史原因形成的现状管道资源被垄断的情况，使得通信基础设施管理更需要对各运营商都公平合理的公共政策和法规来引导和规范。如为避免建成区大规模重复开挖道路，需出台相关法规强制已有管道资源的运营商开放管道资源；又如，为保护已有管道资源的所有者的投资权益，需制定合理的租借管道价格和搭建管道的成本价格；又如，为避免不同运营商以各种不同理由反复开挖道路，需制定公共政策或法规，组建建设管道的操作平台，引导管道集约建设和使用。上述各项政策和法规，不仅在国家、信产部层面的政策和法规缺乏，而且省、市层面的政策或法规也缺乏，绝大部分城市的运营商分散建设自有管道资源。由于平等、合理使用管道的机制尚未建立，分散、重复建设管道的现象十分普遍，国家电信改革的总目标——促进各运营商公平竞争也很难实现。

二、国内外常见管道建设及管理模式

1. 国外管道建设及管理模式

(1) 分散建设

据不完全统计，大多数国家的绝大多数城市以分散建设为主。国外运营商已基本实行私有化、公司化，管道均以运营商为实体从事通信管道建设，管道建设以分散建设为主；且《电信法》颁布较早（在2003年左右重新修订），法规执行情况较好，已有资源的运营商均按《电信法》出租、出售管道或网络元素（即传输介质）。分散建设的管道由对应产权拥有单位进行管理维护。

(2) 统一建设

据目前掌握的资料来看，新加坡是严格执行各种基础设施统一建设的国家（城市）。新加坡国内的各项基础设施（包括通信管道）均由淡马锡投资建设，运营商需使用管道时均租借其管道资源。另外，许多欧美国家大城市的中心城区均统一建设市政基础设施共用沟，其通信线路均敷设其中。统一建设的管道由对应产权拥有单位进行管理维护。

2. 国内管道建设及管理模式

(1) 统一建设和统一管理

1) 早期的统一出资、统一建设和统一管理。在电信改革之前，邮电局是通信设施统

建单位，也是城市政府管理通信设施的唯一职能部门。与通信机楼一样，通信管道一直由各城市邮电局在同一管沟、同一井位进行集中建设，管道及通信线路也由邮电局实施统一维护，通信设施是一个完整整体。在电信改革之后，此部分管道转化为各城市的主导运营商所有，即北方十省为中国网通所有、其他省为中国电信所有。因通过被垄断的管道资源制约竞争对手的业务发展，其效益远大于出租管道的经济收益，因此，此种方式建设的管道基本不出租或出售给其他运营商，其维护也由主导运营商维护。

2) 与道路配套建设的深圳模式。深圳经济特区成立之初，市政府就决定由城市政府（各个政府职能部门）统一建设城市各类基础设施管道，即在道路建设的同时，也配套建设给排水、电力、通信、燃气管道，建设完成后移交给各职能部门免费使用和维护管理。但是，在管道无法满足需求时，扩建管道一般由主导运营商根据需求扩建。管道维护由市政府委托主导运营商进行统一维护。

3) 新统一出资、统一建设和统一管理。在2000—2005年期间，为避免与2002年颁布《电信条例》中将通信管道列为网络基础元素冲突，国内大城市和特大城市（如北京、上海、深圳等）政府组建专业信息管道公司，由管道公司出资统一建设满足各运营商对管道需求；同时还预留各类通信专网需求的管道（大城市的各类通信专网需求量较大）。在建设管道时，新建管道按新建道路的要求建设，而在现状道路扩建管道时，由于与当地主导运营商无法协调，一般新建管道需沿现状管道路由另建一条管道路由。管道建设后只租赁给各运营商（目前尚无出售管道的规定），管道维护也由管道公司统一维护。

(2) 分散建设和分散管理

1) 按《电信法》建设的香港模式。香港管理通信设施的做法与欧美国家一样，依照《电信法》进行管理，管道也是各运营商各自分散建设。香港的道路及人行道一般较窄（约3m左右），通信管道在道路两侧敷设的情况较多，道路的一侧同时建有2—3条管道的情况也较常见，管道之间的间距约为0.3—0.5m。这种情况与国内强制性技术规范严重冲突。

2) 多元化的分散建设模式。自1998—2000年电信行业实质改革以来，电信行业的竞争加剧，抢占市场已成为关系到各运营商存亡的头等大事，而基础设施改革未配套进行，通过已掌握的基础设施来制约竞争对手的发展成为主导运营商首选。由于主导运营商以高价出租管道（如广东电信出台出租1大孔，租赁20年的价格约为128万元，约为建设1大孔管道成本的20倍），或根本不出租管道，新成立的新运营商或没有管道资源的运营商只能通过反复开挖道路来缓慢地开拓市场。在2000—2003年期间，各运营商分散管道的行为达到高峰，也因此出现了许多以盈利为主而分散建设管道的公司。

这种方式广泛存在于城市政府未足够重视通信管道公共资源重要性的中小城市之中（部分城市因组建专业管道公司而得到初步控制）。在建设管道时，一般以各运营商为单位，由各运营商出资、单独申请、各自建设、各自管理。由于各运营商的需求不一样、财务状况不一样，从而出现道路反复开挖、人行道因通信管道而两侧不对称等现象。

三、管道建设发展趋势

1. 几类建设方式的利弊

从对上述各类目前主流建设方式的介绍可以看出，各类建设方式各有利弊，其对比情况见表3-6-11。

表 3-6-11 几类通信管道建设方式利弊比较表

建设方式	优 点	缺 点
统建统管	<ul style="list-style-type: none"> ①能兼顾各种需求； ②新建道路的管道能满足技术规范要求； ③与目前地下构筑物无产权的政策衔接较好 	<ul style="list-style-type: none"> ①前期投资较大，统建单位的财务状况至少在 5 年内较差； ②扩建管道无法满足建设管道的技术要求； ③维护线路的要求较高； ④与电信条例中各运营商有建设管道的权利冲突
统建分管	<ul style="list-style-type: none"> ①能充分利用运营商的资金，统建单位的财务状况较好； ②新建道路的管道能满足技术规范要求； ③与电信条例中各运营商有建设管道的权利一致 	<ul style="list-style-type: none"> ①未考虑分散管道需求以及暂时无能力建设管道的需求； ②大部分城市的扩建管道无法满足建设管道的技术要求； ③与目前地下构筑物无产权的政策冲突
分建分管	<ul style="list-style-type: none"> ①管理、维护比较简单； ②与电信条例中各运营商有建设管道的权利一致 	<ul style="list-style-type: none"> ①浪费城市地下空间，造成道路反复开挖； ②新建和扩建管道均无法满足管道建设的技术要求； ③不能满足分散管道需求以及暂时无能力建设管道的需求； ④与目前地下构筑物无产权的政策冲突

2. 管道建设及管理的发展趋势

管道集中建设是主流趋势。根据《城市综合管线规划规范》要求，通信管道在城市道路中只有一条管位，也就是说，无论是新建管道，还是扩建管道，管道均必须集中建设。另外，根据《工程建设标准强制性条文》之城乡规划部分的要求，通信管道与其他管线的净距要求大于或等于 1.0m；由于城市道路的人行道一般只有 3—5m 宽，通信管道也只有统一建设，才能满足上述要求。

管道集约使用是发展趋势。由于通信管道是所有通信线路在地下敷设的公共通道，管道需满足所有使用单位的需求。而各使用管道单位的建设网络时间、需求量的大小、投资渠道等均不相同，即使是分散出资且统一建设方式，也需制定公共的管理政策（如租借管道的价格、使用管道程序），在赋予没有管道资源单位公平使用管道机会的同时，也保护拥有管道资源单位的合法权益，引导各单位互通有无、集约使用而提高管道的使用率，降低社会成本。

收取管道费用时实施差异化管理政策。在通信管道的使用单位中，既有收取经营费用的电信企业，如中国移动、中国电信、中国网通、中国铁通等；也有仅收取“收视维护费”的有线电视运营单位，收取的费用较低；也有完全不收费的党政机关、交通监控、军队等单位的信息化专网，单位之间的基础差别比较大。因此，在管理通信管道时，收取

共建管道、租借管道的费用时，因根据租借单位的性质实施差异化管理。对于只收取少量维护费用的有线电视网络和完全不以盈利为目的的行政事业单位，只能收取建设管道的成本费用。

第五节 城市通信设施保护

一、城市无线通信设施

收、发信场宜布置在交通方便、地形较平坦的台地，周围环境应无干扰影响。**收、发信场一般选择在大、中城市两侧的远郊区，并使通信主向避开市区。**

新划分的无线电收、发信区距居民集中区边缘 10km 左右，距工业区边缘 11km 左右。

新建的各类长、中、短波无线电台、卫星地面站以及其他大、中、型固定台站，都应建在无线电收发信区内。只有功率小和对通信环境要求不高的小型电台，经批准后方可设在缓冲区和居民集中区。设在居民集中区的发信机最大发射功率不得超过 150W。

发信台技术区边缘距输电线、架空通信线的距离应满足表 3-6-12 要求。

表 3-6-12 发信台技术区边缘距输电线、架空通信线的最小距离 (m)

天线名称	距架空通信线 (m)	距 1kV 以下输电线 (m)	距 1kV 以上输电线 (m)
长、中波天线发射功率在 150kW 以下	不小于 500	按电业部门规定允许天线设备进行维护工作的距离	按电业部门规定允许天线设备进行维护工作的距离
长、中波天线发射功率在 150kW 以上	1000	按电业部门规定允许天线设备进行维护工作的距离	按电业部门规定允许天线设备进行维护工作的距离
短波天线的发射主向	不小于 300	按电业部门规定允许天线设备进行维护工作的距离	不小于 300
短波天线的其他方向	50	按电业部门规定允许天线设备进行维护工作的距离	50
短波弱向天线	200	按电业部门规定允许天线设备进行维护工作的距离	200

各种干扰源与收信台技术边缘之间的距离应满足表 3-6-13 要求，新建 60kV 以上的高压输电线路时，要避免穿越无线电收发信区。

表 3-6-13 各种干扰源与收信台技术边缘之间的最小距离 (km)

干扰源名称	最小距离	
设有感应加热高频设备的工厂	8kW 以上	2.0
	10kW 以上	4.0 以上

续表 3-6-13

干扰源名称		最小距离
设有介质加热高频设备的工厂	1kW	1.0
	2kW 以上	1.5 以上
装有高频设备的医院	电疗器械	1.0
	手术器械	2.0
工业企业、拖拉机站、大型汽车停车场、汽车修理厂、有 X 光设备的医院		2.0—3.0
电气化铁路和电车道		2.0
汽车行驶繁忙的公路		1.0
接收方向的架空通信线		1.0
非接收方向的架空通信线		0.2
高压输电线（在一切方向）35kV 以下		1.0
高压输电线（在一切方向）60kV		1.2
高压输电线（在一切方向）220kV		2.0
高压输电线（在一切方向）500kV		3.0
高压变电站（一次电压 220—500kV）		2.0—3.0

二、通信地埋管道敷设的要求

通信地埋管道位置应在道路红线范围内，尽可能敷设在人行道或非机动车道下。管道埋深不宜小于 0.8m，不宜超过 1.2m，应有 3‰—4‰的坡度（表 3-6-14）。

表 3-6-14 路面至管顶的最小深度 (m)

管道类别	人行道下	车行道下	与电车轨道交叉 (从轨道底部算起)	与铁道交叉 (从轨道底部算起)
水泥管、石棉水泥管、塑料管	0.5	0.7	1.0	1.5
钢管	0.2	0.4	0.7	1.2

三、广播、电视设施

广播、电视中心台（站）建设应选择地势平坦，土质坚实的地段，距重要军事设施、机场、大型桥梁等的距离不小于 5km，无线场地边缘距主干铁路不小于 1km，距电力设施见表 3-6-15。

表 3-6-15 架空电力线路和变电站对电视转播台无线电干扰的防护间距标准 (m)

频段	架空电力线			变电站		
	110kV	220—330kV	500kV	110kV	220—330kV	500kV
VHF (I)	300	400	500	1000	1300	1800
VHF (II)	150	250	350	1000	1300	1800

架空电力线路经过电视转播台附近时，应尽量从电视转播台非主要接收方向一侧通过。

城市电视塔的规划与建设应利用地理环境，建设在公园内的山上或旅游景区内的高处。

第七章 城市环境卫生设施规划

第一节 城市环境卫生设施规划的主要任务与内容

一、城市环境卫生设施规划的主要任务

根据城市发展目标和城市布局，确定城市环境卫生配置标准和垃圾集运、处理方式；合理确定环境卫生设施的类型、数量、规模和布局；制定环境卫生设施的隔离与防护措施；提出垃圾回收利用对策与措施。

二、城市环境卫生设施规划的主要内容

1. 城市总体规划（含分区规划）中的主要内容

- 1) 测算城市固体废弃物产量，分析其组成和发展趋势，提出污染控制目标；
- 2) 确定城市固体废弃物的收运方案；
- 3) 选择城市固体废物处理和处置方法；
- 4) 布局各类环境卫生设施，确定服务范围、设置规模、设置标准、运作方式、用地标准等；
- 5) 进行可能的技术经济方案比较。

2. 城市详细规划中的主要内容

- 1) 估算规划范围内固体废物产量；
- 2) 提出规划区的环境卫生控制要求；
- 3) 确定垃圾收运方式；
- 4) 布局废物箱、垃圾箱、垃圾收集点、垃圾转运点、公厕、环卫管理机构等，确定其位置、服务半径、用地、防护隔离措施等。

第二节 城市固体废物收集与处理

一、城市固体废物种类与特点

1. 城市生活垃圾

指人们生活中所产生的固体废物，主要有居民生活垃圾、商业垃圾和清扫垃圾，另外还有粪便和污水厂污泥。城市生活垃圾中除了易腐烂的有机物和炉灰、灰土外，各种废品基本上可以回收利用。

2. 城市建筑垃圾

指城市建设工地上拆建和新建过程中产生的固体废弃物，主要有砖瓦块、渣土、碎石、混凝土块、废管道等。

3. 一般工业固体废物

指工业生产过程中和工业加工过程中产生的废渣、粉尘、碎屑、污泥等，主要有尾矿、煤矸石、粉煤灰、炉渣、冶炼废油、化工废物、废品、工业废物等。一般工业固体废物对环境产生的毒害比较小，基本上可以综合利用。

4. 危险固体废物

指具有腐蚀性、急性毒性、浸出毒性及反应性、传染性、放射性等一种以上危害特性的固体废物，主要来源于冶炼、化工、制药等行业，以及医院、科研机构等。

二、城市固体废物量预测

1. 城市生活垃圾产生量

城市生活垃圾产生量预测一般有人均指标法和增长率法，规划时可以用两种方法结合历史数据进行校核。

(1) 人均指标法

据统计，目前我国城市人均生活垃圾产量为0.6—1.2kg左右。这个值的变化幅度较大，主要受城市具体条件影响。比如市政公用设施齐备的大城市的产生量低，而中、小城市的产生量高；南方地区的产生量比北方地区的低。比较世界发达国家城市生活垃圾的产生量情况，我国城市生活垃圾的规划人均指标以0.9—1.4kg为宜。由人均指标乘以规划的人口数则可得到城市生活垃圾总量。

(2) 增长率法

根据基准年数据和年增长率预测规划年的城市生活垃圾总量，见下式：

$$W_t = W_0(1+i)^t$$

式中 W_t ——规划年城市生活垃圾产量；

W_0 ——基准年城市生活垃圾产量；

i ——年增长率；

t ——测年限。

该种方法要求根据历史数据和城市发展的可能性，确定合理的增长率。它综合了人口增长、建成区的扩展、经济发展状况和燃气化进程等有关因素，但忽略了突变因素。

2. 工业固体废物产生量

工业固体废物的产生量与城市的产业性质与产生结构、生产管理水平等有关系。其预测方法主要有：

(1) 单位产品法

即根据各行业的统计数据，得出每单位原料或产品的废物产生量。规划时，若明确了工业性质和计划产量，则可预测出产生的工业固体废物。

(2) 万元产值法

根据规划的工业产值乘以每万元的工业固体废物产生系数，则得废物产生量。参照我国部分城市规划指标，可选用0.04—0.1t/万元的指标。当然最好先根据历年数据进行

推算。

三、城市生活垃圾收集与运输

1. 生活垃圾的收集

垃圾收集方法从源头上有混合收集和分类收集两种。

垃圾收集过程通常有以下几种方式：

(1) 垃圾箱(桶)收集

这是最常用的方式。垃圾箱置于居民小区楼栋旁、街道、广场等范围内，用户自行就近向其中倾倒垃圾。采用不同标志的垃圾箱可以实现垃圾的分类收集。

(2) 垃圾管道收集

在多层或高层建筑物内设置垂直的管道，每层设倒口，底层垃圾间里设垃圾容器。这种方式不必使居民下楼倾倒垃圾，比较方便。但常因设计和管理上的问题，产生管道堵塞、臭气、蚊蝇孳生等现象。

(3) 袋装化上门收集

在垃圾箱收集方式中也有不少城市要求垃圾袋装化后才能进入垃圾箱。垃圾袋装可以避免清运过程中垃圾的散失，减少垃圾箱周围臭气和蚊蝇孳生。垃圾袋装化上门收集是指居民将袋装的垃圾放至固定地点（通常在单元入口旁，不必跑到较远的地方），由环卫人员定时将垃圾取走，送至垃圾站或垃圾压缩站，压缩后，集装运走。

(4) 垃圾气动系统收集

它利用压缩空气或真空动力，通过敷设在住宅区和城市道路下的输送管道，把垃圾传送至集中点。这种方式主要用于高层公寓楼房和现代住宅密集区，具有自动化程度高、方便卫生的优点，大大节省了劳动力和运输费用，但一次性投资很高。目前在欧美和日本都有使用，长的达15km，短的只限于居住区，只有1—2km，我国目前还没有城市使用。

2. 生活垃圾的运输

垃圾清运实现机械化，有专用车辆、船只等，应保证清运机械通达垃圾收集点。采用分类收集方式时，选用的车辆应有利于分类清运。清运车辆的配置数量根据垃圾产量、车辆载重、收运次数、车辆的完好率等确定。根据经验，一般大、中型（2t以上）环卫车辆可按每5000人一辆估算。

垃圾转运站按功能可分为单一性和综合性转运站。单一功能转运站只起到更换车型转运垃圾的作用。综合性转运站，可具备压缩包、分选分类、破碎等一种或几种功能。

规划除了按要求布置收集点外，还应使清运路线合理，以有效地发挥人力、物力作用。路线设计应考虑使收集车辆在收集区域内行程距离最小，主要应做到以下几点：

- 1) 收集路线的出发点尽可能接近停放车辆场。垃圾产量大和交通拥挤地区的收集点要在开始工作时清运，而离处置场或中转站近的收集点应最后收集；

- 2) 线路的开始与结束应邻近城市主要道路，便于出入，并尽可能利用地形和自然疆界作为线路疆界；

- 3) 在陡峭地区，应空车上坡，下坡收集，以利于节省燃料，减少车辆损耗；

- 4) 线路应使每日清运的垃圾量、运输路程、花费时间尽可能相同。

四、城市固体废物处理和处置技术概述

集中废物处置是解决固体废物的最终宗旨，固体废物资源化是指从固体废物中回收有用物质和能源，以减少资源消耗，保护环境，这是利于城市可持续发展的。固体废物处理的总原则应优先考虑减量化、资源化，尽量回收利用无法回收利用的固体废物或其他处理方式产生的残留物进行最终无害化处理。固体废物处理和处置有下列几种基本方法。

1. 自然堆存

把垃圾倾卸在地面上或水体内，如弃置在荒地洼地或海洋中，不加防护措施，使之自然腐化发酵。这种方式是城市发展初期通常采用的方式，对环境污染极大，现在已被许多国家禁用，我国部分城市还在使用。不过这种方式对于不溶或极难溶、不飞散、不腐烂变质、不产生毒害、不散发臭味的粒状和块状废物，如废石、炉渣、尾矿、部分建筑垃圾等，还是可以使用的。

2. 土地填埋

将固体废物填入确定的谷地、平地或废矿坑等，然后用机械压实后覆土，使其发生物理、化学、生物等变化，分解有机物质，达到减容化和无害化得目的。土地填埋其实也是一种最终处理方法，主要分两类，即卫生土地填埋，主要用于生活垃圾；安全土地填埋，适于工业固体废物，特别是有害物，比卫生土地填埋建造要求严格。

3. 堆肥

在有控制的条件下，利用微生物将固体废物中的有机物分解，使之转化成为稳定的腐殖质的有机肥料，这一过程可以消灭垃圾中的病菌和寄生虫卵。堆肥是一种无害化和资源化得过程。固体废物经过堆肥，体积可以减至原有体积的 50%—70%。堆肥可以处理生活垃圾、粪便、污水污泥、农林废物、食品加工废物等。堆肥的优点是投资较低，无害化程度较高，产品可以使用肥料。不足之处是占地较大，卫生条件差，运行费用较高，在堆肥前需要分选掉不能分解的物质（如石块、金属、玻璃、塑料等），并且有些有害成分不宜分选如重金属。

4. 焚烧

通过高温燃烧，使可燃固体废物氧化分解，转换成惰性残渣，焚烧可以灭菌消毒，回收能量。焚烧可以达到减化、无害化和资源化的目的。焚烧可以处理城市生活垃圾、工业固体废物、污泥、危险固体废物等。焚烧处理的优点是：能迅速而大幅度地减少容积，体积可以减少 85%—95%，质量减少 70%—80%；可以有效地消除有害病菌和有害物质；所产生的能力可以供热、发电；另外焚烧法占地面积小，选址灵活。焚烧法的不足之处是投资和运行管理费用高，管理操作要求高；所产生的废气处理不当，容易造成二次污染；对固体废物有一定的热值要求。

5. 热解

在放氧气的情况下，固体废物的有机物受热分解，转化为液体燃料或气体燃料，并残留少量惰性固体。热解减容量达到 60%—80%，污染小，并能充分回收资源，适于城市生活垃圾、污泥、工业废物、人畜粪便等，但其处理量小，投资运行费用高，工程应用尚处在起步阶段。热解是一种有前途的固体废物处理方式。

6. 一般工业固体废物处理利用

工业固体废物种类繁多，应根据每一类的特点考虑处理方法，尽可能地综合利用，化废为宝。工业固体废物具有巨大的资源潜力，应该作为二次资源综合利用。

7. 危险废物的处理与处置

危险废物处理宜通过改变物理、化学性质，达到减少或消除危险废物对环境的有害影响。常用的方法有减少体积（如沉淀、干燥、分离），有害成分固化（将其包容在密实的惰性物质中，使之稳定），化学处理（利用化学反应，改变其化学性质），焚烧去毒，生物处理等。常用的处置手段有安全土地填埋、焚化、投海、地下或深井处置。我国目前的危险废物基本暂时贮存，只有几个城市在建危险废物填埋场。另外有近10%左右的危险废物排到环境中，对环境影响极大。我国要求对城市医院垃圾集中焚烧。

8. 固体废物最终处置

无论用什么办法处理固体废物，总有残留的物质，所以固体废物最终处置的目的就是通过种种手段，使之与生物圈隔离，减少对环境的污染。通常用的方法有海洋倾倒、海洋焚烧、深井灌注、土地填埋、工程库贮存等。

其他的处理处置方法有用垃圾饲养蚯蚓、以垃圾作燃料等。

第三节 城市环境卫生公共设施规划

一、公共厕所

公共厕所是市民反映敏感的环境卫生设施，其数量多少，布局的合理与否，建造标准的高低，直接反映城市的现代程度和环境卫生面貌。

公共厕所的密度、间距、建筑面积、用地面积根据用地类型确定：

居住用地：密度3—5座/ km^2 ，间距500—800m，建筑面积30—60 $\text{m}^2/\text{座}$ ，独立式公共厕所用地面积60—100 $\text{m}^2/\text{座}$ 。旧城区宜取密度高限，新区宜取密度的中、低限。

公共设施用地：密度4—11座/ km^2 ，间距300—500m，建筑面积50—120 $\text{m}^2/\text{座}$ ，独立式公共厕所用地面积80—170 $\text{m}^2/\text{座}$ 。人流密集区域取高限密度、下限间距，人流稀疏区域取低限密度、上限间距。

工业和仓储用地：密度1—2座/ km^2 ，间距800—1000m，建筑面积30 $\text{m}^2/\text{座}$ ，独立式公共厕所用地面积60 $\text{m}^2/\text{座}$ 。

在城市的下列范围应设置公共厕所：商业区、市场、客运交通枢纽、体育文化场馆、游乐场所、广场、大型社会停车场、公园及风景名胜区等人流集散场所。

二、废物箱

废物箱主要用于行人放置生活垃圾，布置在道路两侧以及各类交通客运设施、公共设施、广场、社会停车场等出入口附近。

设置在道路两侧的废物箱，其间距按道路功能划分；

商业、金融业街道：50—100m；

主干路、次干路、有辅路的快速路：100—200m；

支路、有人行道的快速路：200—400m。

三、生活垃圾收集点

生活垃圾收集点主要供居民放置生活垃圾。在生活垃圾收集点可放置垃圾容器或建造垃圾容器间。

垃圾容器指储存垃圾的垃圾箱（桶），位置要固定，并符合方便居民、不影响市容观瞻、有利于垃圾分类和机械化清除的要求。

垃圾容器间指储存垃圾容器的建筑物，可以独立设置，也可以附设于主体建筑。垃圾容器间应设通向污水管道的排水沟，地面应易于清洗。

生活垃圾收集点的服务半径一般不应超过70m。在新建住宅区，未设垃圾管道的多层住宅，一般每4幢建筑设一个垃圾收集点。

第四节 环境卫生工程设施规划

一、生活垃圾转运站

生活垃圾转运站选址应尽量靠近服务区域中心或垃圾产生量最多且交通方便的地方，不宜设在公共设施集中区域和靠近人流、车流集中地区。

生活垃圾转运站服务半径与收运方式有关，采用非机动车方式收运，服务半径宜为0.4—1.0km；采用小型机动车收运，服务半径宜为2—4km；采用大、中型机动车收运，可根据实际情况确定服务范围。

生活垃圾转运站用地面积、与相邻建筑的间距、周边绿化隔离带宽度根据转运量确定，见表3-7-1。

表3-7-1 生活垃圾转运站用地面积与相邻建筑的间距、绿化隔离带宽度

转运量(t/d)	用地面积(m ²)	与相邻建筑间距(m)	绿化隔离带宽度(m)
>450	>8000	>30	≥15
150—450	2500—10000	≥15	≥8
50—150	800—3000	≥10	≥5
<50	200—1000	≥8	≥3

二、垃圾码头

临近江河、湖泊、海洋和大型水面的城市，当水运条件优于陆路运输条件，可设置以水上转运为主的垃圾码头。

垃圾码头应设置在人流活动较少及距居住区、商业区和客运码头等人流密集区较远的地方，不应设置在城市中心区域和旅游观光区。

垃圾码头要有供卸料、停泊、调档等使用的岸线，还应有一定的陆上作业用地和绿化

隔离带等。垃圾码头综合用地按每米岸线配备不小于 $15—20\text{m}^2$ 的陆上作业场地，周边还应设置宽度不小于 5m 的绿化隔离带。垃圾码头应有防尘、防臭、防垃圾散落入河（海）的设施。有条件的码头，应预留改造集装专业码头的用地。

三、生活垃圾及卫生填埋场

生活垃圾卫生填埋场原则上应在城市建成区外选址建设，使用年限不应小于 10 年。场地应具有良好的地质条件，便于运输和取土，人口密度低，并且土地及地下水利用价值不高。不得在水源保护区内建设垃圾填埋场。

生活垃圾填埋场距大、中城市规划建成区应大于 5km，距小城市规划建成区应大于 2km，距居民点应大于 0.5km。场地内应设置宽度不小于 20m 的绿化隔离带且沿周边设置，场地四周宜设置宽度不小于 100 米的防护绿地或生态绿地。

四、生活垃圾焚烧厂

当生活垃圾热值大于 5000kJ/kg 且卫生填埋场选址困难时，可建设垃圾焚烧厂。

生活垃圾焚烧厂宜布置在城市规划建成区以外或边缘，综合用地指标采用 $50—100\text{m}^2/\text{t} \cdot \text{d}$ ，并不小于 1hm^2 ，厂区周边绿化隔离带宽度不小于 10m 并沿周边设置。

五、生活垃圾堆肥厂

生活垃圾中可生物降解的有机物含量大于 40% 时，可采用堆肥处理方式。

生活垃圾堆肥厂应布置在城市规划建成区以外，综合用地指标采用 $85—300\text{m}^2/\text{t} \cdot \text{d}$ ，厂区周边绿化隔离带宽度不小于 10m 并沿周边设置。

第八章 城市防灾规划

第一节 城市防灾规划的主要任务与内容

一、主要任务

城市面对的防灾问题多种多样，在城市规划中，考虑的防灾类型有防洪、抗震、消防、人防和防地质灾害，主要任务是根据城市自然条件和城市地位，确定防灾目标或标准；提出防灾对策措施；布置防灾设施。

二、主要内容

城市防灾规划分为总体规划中的防灾专业规划和城市防灾专项规划两种类型。其中，总体规划中的防灾专业规划属于法定规划，规划内容和深度有明确的要求。在详细规划阶段，虽然不必编制防灾专业规划，但总体规划阶段的一些防灾规划内容，应该在详细规划中落实。城市防灾专项规划属于非法定规划，规划内容和深度没有明确要求，往往根据城市的需要而定。

1. 总体规划阶段

总体规划阶段，防灾规划的主要内容是：①确定防洪和抗震设防标准；②提出防灾对策措施；③布置防灾设施；④提出防灾设施规划建设标准。

2. 详细规划阶段

详细规划阶段，需要在规划中落实的防灾内容有：①总体规划布置的防灾设施位置、用地；②按照防灾要求合理布置建筑、道路，合理配置防灾基础设施。

3. 城市防灾专项规划

编制城市防灾专项规划的目的是落实和深化总体规划的相关内容，规划范围和规划期限一般与总体规划一致。规划内容一般都比总体规划中的防灾专业规划丰富，规划深度在其他条件具备的情况下还可能达到详细规划的深度。例如，在城市防洪、抗震防灾、消防等专项规划中，通常都要进行灾害风险分析评估；要考虑防灾专业队伍建设必要的器材装备配置。

第二节 城市消防规划

一、消防安全布局

消防安全布局涉及危险化学物品生产、储存设施布局，危险化学物品运输，建筑物耐

火等级，避难场地规划等，目的是通过合理的城市布局和设施建设，降低火灾风险，减少火灾损失。

1. 危险化学物品设施布局

危险化学物品设施应符合下列要求：

- 1) 控制城市规划建设用地范围内各类危险化学物品的总量和密度；
- 2) 重大危险化学物品生产、储存设施应布置在城市规划建设用地边缘的独立安全地带，不得布置在常年主导风向的上风向、城市水系的上游或其他可能危及城市公共安全的地段；
- 3) 在城市规划建设用地范围内不得设置一级加油站和大型天然气加气站，液化石油气加气站和加油加气混合站，不得设置流动站；
- 4) 高压输气管道和输油管道不得穿越城市中心区、公共建筑密集区和其他人口密集区；
- 5) 布置在城市规划建设用地范围内的危险化学物品，应与相邻用地保持必要的安全距离；
- 6) 现有严重影响城市公共安全的危险化学物品生产、储存设施，应纳入近期建设规划，有计划、有步骤地采取搬迁、改变生产性质、改变使用功能等措施，消除安全隐患，在规划实施完成前，应采取临时性的安全控制措施。

2. 危险化学物品运输

在城市规划建设用地范围内运输危险化学物品，应设置固定的运输线路，限定运输时间。

3. 建筑物耐火等级

建筑物耐火能力分为四级，耐火能力最强的为一级，最差的为四级。为了降低火灾风险，新建各类建筑的耐火等级应以一级和二级为主，控制耐火等级为三级的建筑，严格限制耐火等级为四级的建筑；现有耐火等级为三级及三级以下的危旧建筑密集区，应纳入城市近期改造规划，采取措施减少火灾隐患。

4. 避难场地

为了便于火灾或其他灾害发生时的疏散避难，城市规划建设用地范围内，应按照城市综合防灾的要求，设置避难场地。避难场地要根据不同的功能合理布置。作为应急的临时避难场地，在火灾、地震和其他突发性灾害发生时具有十分重要的防灾作用，面积按疏散人口配置，人均面积 $2m^2$ 以上，服务半径在500m左右为宜。适宜作防灾避难疏散的场地为：具有安全保障，不会发生次生灾害的广场、运动场、公园、绿地等开敞空间。

二、城市消防站规划

1. 城市消防站分类

城市消防站有多种分类。按照消防站责任区的地域类型，城市消防站分为陆上消防站、水上消防站和航空消防站。

陆上消防站按照扑救火灾的类型分为普通消防站和特勤消防站，其中普通消防站负担一般性火灾扑救，特勤消防站除一般性火灾扑救外，还要承担高层建筑火灾扑救和危险化学物品事故处置的任务。

普通消防站按照规模大小分为一级普通消防站和二级普通消防站。

除了城市消防站外，大中型企事业单位还应该按照相关法律法规建立专职消防队。为了统一消防指挥调度，还应设置消防指挥中心，统一指挥调度城市消防站、专职消防队力量。

2. 城市消防站设置

城市消防站设置应符合下列要求：

- 1) 所有城市都应设置一级普通消防站，在现状建成区内设置一级普通消防站确有困难的区域可设置二级普通消防站；
- 2) 中等及中等以上城市、经济发达的县级市和经济发达且有特勤需要的城镇应设置特勤消防站；
- 3) 城市规划区内的河流、湖泊、海洋等，有水上消防需要的水域，应结合港口、码头设置水上消防站，水上消防站应有陆上基地；
- 4) 特大城市、大城市宜设置航空消防站，航空消防站也应有陆上基地。

3. 消防辖区

陆上消防普通消防站、兼有责任区消防任务的特勤消防站和水上消防站均有一定的辖区范围。辖区划分的基本原则是：陆上消防站在接到火警后，按正常行车速度5min内可以到达辖区边缘；水上消防站在接到火警后，按正常行船速度30min可以到达辖区边缘。

按照上述原则，普通消防站和兼有辖区消防任务的特勤消防站，在城区内辖区面积不大于 7km^2 ，在郊区辖区面积不大于 15km^2 ；水上消防站至辖区水域边缘距离不大于30km。

消防站辖区划分，要结合地形、水系、城市道路网结构，不宜跨越大的河流、城市快速路、铁路干线和高速公路。

4. 消防站选址要求

(1) 陆上消防站

陆上消防站选址应符合下列要求：

- 1) 布置在辖区适中位置便于车辆迅速出动的主、次干路临街地段，距道路交叉口不宜小于30m；
- 2) 主体建筑距医院、学校、幼儿园、托儿所、影剧院、商场等人员较多的公共建筑的主要疏散出口不小于50m；
- 3) 若辖区内有危险化学品设施，消防站应布置在常年主导风向的上风或侧风处，距危险化学品设施不小于200m；
- 4) 距道路红线不小于15m。

(2) 水上消防站

水上消防站选址应符合下列要求：

- 1) 宜布置在城市港口、码头等设施的上游，不应布置在河道转弯处及电站、大坝附近；
- 2) 若辖区水域或沿岸有危险化学品设施，消防站应布置在上游处，消防站陆上基地距危险化学品设施不小于200m；
- 3) 消防站趸船和陆上基地之间的距离不大于500m，且没有铁路、城市主干路、快速路和高速公路分隔。

(3) 航空消防站

航空消防站一般结合民用机场布局和建设，其陆上基地宜独立建设，若陆上基地设置在机场建筑内，应有独立的功能分区。

5. 用地标准

地上消防站建设用地标准为：一级普通消防站 $3300\text{--}4800\text{m}^2$ ，二级普通消防站 $2000\text{--}3200\text{m}^2$ ，特勤消防站 $4900\text{--}6300\text{m}^2$ 。

水上消防站应有不小于 100m 的岸线供消防艇靠泊，其地上基地建设用地标准与一级普通消防站相同。

三、消防基础设施规划

消防基础设施主要包括消防通信、消防供水和消防车通道。

1. 消防通信

现代化的消防通信是城市消防综合能力的主要标志之一。消防通信要充分利用有线和无线多种通信手段，并与计算机网络技术结合，建立适应城市消防安全的通信系统。

2. 消防供水

城市消防供水水源主要有城市公共供水系统、自然水体和消防水池等。

公共供水系统是消防供水的主要水源；自然水体和消防水池是消防水源的重要补充。为了应对重大灾害和突发事件，防止因公共供水系统遭受破坏而影响消防灭火，每个消防辖区内至少应有一个消防水池或自然水体取水点。

在公共供水系统规划设计中，供水管网宜布置成环状，并配置消防取水所需的消火栓和消防水鹤，供水水量和水压要满足消防供水要求。

消火栓应沿道路设置，间距不大于 120m ，服务半径不大于 150m 。当道路宽度大于 60m 时，消火栓宜双侧布置。消火栓距路缘不大于 2m ，距建（构）筑物外墙不小于 5m 。在寒冷地区，消火栓应有防冻措施。在寒冷地区对消火栓采取防冻措施有困难的，应设置消防水鹤。消防水鹤服务半径不宜大于 1000m 。配置有消火栓或消防水鹤的供水管网，管径不应小于 150mm ，管网水压不应低于 0.15MPa 。

利用自然水体作为消防水源的区域，水体沿线适当位置应设置取水码头，并有消防车道连接。

在下列地区必须设置消防水池：①无消火栓或消防水鹤的城市区域；②无消防车道的城市区域；③消防供水不足的大面积棚户区和其他耐火等级低的建筑密集区、历史文化街区、文物保护单位等。

3. 消防车通道

消防车道由城市各级道路、居住区和企事业单位内部道路、建筑物之间的消防通道、与自然水体取水点和消防水池连接的道路等组成。

消防车通道布置应符合下列规定：

- 1) 按中心线计消防车通道间距不宜超过 160m ；
- 2) 当建筑物沿街部分长度超过 150m 或总长度超过 220m 时，应设置穿过建筑物的消防车通道；
- 3) 高层建筑宜设环形消防车道，或沿两长边设消防车道；

- 4) 超过 3000 个座位的体育馆、超过 2000 个座位的会堂、占地面积大于 $3000m^2$ 的展览馆等公共建筑，宜设置环形消防车通道；
- 5) 尽端式消防车道的回车场面积应大于 $12m \times 12m$ ；
- 6) 消防车通道净宽和净空高度应大于 4m。

第三节 城市防洪排涝规划

一、防洪排涝标准

1. 防洪标准

洪水的大小表现为洪峰流量的大小和相应水位高低。同一流域、同一城市的每一次洪水，由于成因不同，形成的洪峰流量和水位大不相同。在防洪工程中，洪水的这种变化和设防标准用洪水的发生频率或重现期来表示。

洪水发生频率和重现期是互为倒数关系，例如 100 年一遇的洪水，其频率为 1%。洪水频率是依靠历史洪水资料，采用统计分析方法进行分析计算，反映的只是洪水发生的概率，而不是必然结果。例如 100 年一遇的洪水，并不表示在 100 年中必然发生一次或必然只发生一次。

除了用频率或重现期表示防洪标准外，有的城市还用某一特定洪水作为防洪标准，例如某一年的最大洪水或历史最大洪水。

城市防洪标准，要根据保护区重要程度和人口规模确定，见表 3-8-1。

表 3-8-1 城市防洪标准

重要程度	城市人口 (万人)	防洪标准(重现期 年)		
		河洪、海潮	山洪	泥石流
特别重要城市	≥ 150	≥ 200	100—50	>100
重要城市	150—50	200—100	50—20	100—50
中等城市	50—20	100—50	20—10	50—20
一般城镇	≤ 20	50—20	10—5	20

此外，交通设施、电力设施等也规定了明确的防洪标准，见表 3-8-2、表 3-8-3、表 3-8-4 和表 3-8-5。

表 3-8-2 江河港口防洪标准

重要程度	防洪标准(重现期 年)	
	平原河流	山区河流
特别重要和重要城市的主要港区，受淹后损失巨大	100—50	50—20
中等城市的主要港区，受淹后损失较大	50—20	20—10
一般城镇的主要港区，受淹后损失较小	20—10	10—5

表 3-8-3 海港防洪标准

年吞吐量(万吨)	防洪标准(重现期 年)
>1000	200—100
1000—100	100—50
100	50—20

表 3-8-4 民用机场防洪标准

重要程度	防洪标准(重现期 年)
特别重要航线机场	200—100
重要航线机场	100—50
一般航线机场	50—20

表 3-8-5 火电厂防洪标准

装机容量(万千瓦)	防洪标准(重现期 年)
≥300	≥100
300—120	100
120—25	100—50
≤25	50

应当注意的是，如果城市分为几个独立的防护分区，应根据各防护分区的重要程度和人口规模确定防洪标准。城市内的交通、电力等设施，如果规定的防洪标准低于城市防洪标准，按此标准建成后应不影响城市防洪安全，否则应将防洪标准提高到与城市防洪标准同一水平；如果规定的防洪标准高于城市防洪标准，可单独进行设防。

2. 排涝标准

在降雨期间，雨水不能及时排出，形成较长时间的积水，称为内涝。城市内涝主要发生在地形低平，城市地面高程与常遇洪水位之间高差较小的地区，例如河流的中下游地区和沿海地区。与其他防灾工程类似，城市排涝工程同样难以做到也没有必要做到在任何情况下都能确保不发生内涝，需要在规划设计中确定一个适宜的排涝标准。

排涝标准由降雨历时、重现期和雨水排除时间三个因素构成。其中降雨历时和重现期反映的是降雨量的大小，与自然条件有关；排除时间是指设计雨量在多长时间内完全排除，与排涝工程的能力有关。在重现期一定的情况下，降雨历时越长，降雨量越大；在降雨历时和重现期一定的情况下，排除时间越短，要求的排涝设施能力越强。

目前，我国还没有正式颁布城市排涝标准，在工程规划设计中主要是参考农业部门的农田排涝标准。根据城市特点，城市排涝标准中的降雨历时一般不超过24h，降雨重现期

一般不低于 20 年一遇，雨水排除时间一般不长于降雨历时。在确定城市排涝标准时，要根据受涝区的重要性、受涝后损失大小和技术经济条件，合理选择降雨历时、重现期和雨水排除时间。

二、防洪排涝措施

在规划阶段，城市防洪排涝需要考虑的对策措施包括防洪安全布局、防洪排涝工程措施和非工程措施三方面。

1. 防洪安全布局

防洪安全布局，是指在城市规划中，根据不同地段洪涝灾害的风险差异，通过合理的城市建设用地选择和用地布局来提高城市防洪排涝安全度，其综合效益往往不亚于工程措施。防洪安全布局的基本原则是：

- 1) 城市建设用地应避开洪涝、泥石流灾害高风险区。所谓洪涝、泥石流灾害高风险区，是指洪涝、泥石流发生频率和量级大的区域。在这些区域采取工程措施进行防御，工程投资大，一旦发生超过工程防御能力的灾害，将造成巨大的损失。因此，城市建设用地必须避开这些区域。
- 2) 城市建设用地应根据洪涝风险差异，合理布局。城市建设用地类型多样，不同用地的重要性、人员聚集程度不同，受灾后的损失和影响程度也不同。通过合理的用地布局，将城市中心区、居住区、重要的工业仓储区、重要的基础设施和公共设施布置在洪涝风险相对较小的地段，而将生态湿地、公园绿地、广场、运动场等重要设施少，便于人员疏散的用地布置在洪涝风险相对较高的地段，既能够减少灾害损失，也体现了尊重自然规律的现代治水新理念，必须在城市用地布局中高度重视。
- 3) 在城市建设中，应当根据防洪排涝需要，为行洪和雨水调蓄留出足够的用地。江河沿岸城市，上游汇水面积内的洪水需要有足够的行洪通道，在城市用地布局中河道两岸必须留出用地，不能毫无控制地挤占行洪空间。平原河网城市，天然状态下通常水面占有较高比例，这些水面对于调蓄雨水具有重要作用，在城市建设中应当尽量加以保留。

2. 防洪排涝工程措施

防洪排涝工程措施可分为挡洪、泄洪、蓄滞洪、排涝等四类。挡洪工程主要包括堤防、防洪闸等，其功能是将洪水挡在防洪保护区外。泄洪工程主要包括现有河道整治、新建排洪河道和截洪沟等，其功能是增强河道排洪能力，将洪水引导到下游安全区域。蓄滞洪工程主要包括分蓄洪区、调洪水库等，其功能是暂时将洪水存蓄，削减下游洪峰流量。排涝工程主要是排涝泵站，其功能是通过动力强排低洼区积水。

洪水致灾的形式与城市的地形地貌有关，在城市规划中，应当根据城市的地形地貌和洪灾形式，合理确定工程措施。

山区和丘陵地区的城市，地形和洪水位变化较大，防洪工程重点是河道整治和山洪防治，应加强河道护岸工程和山洪疏导，防止河岸坍塌和山洪对城市的危害。根据建设条件，在城市上游建设具有防洪功能的水库，对于削减洪峰流量，降低洪水位可发挥重要作用，也是常见的防洪工程措施。

平原地区的城市，城市建设用地往往低于一定频率的洪水位，防洪工程重点是阻止洪

水进入城市内部，应加强堤防建设，配置必要的控制设施。如果在现状建成区内建设条件受限，单靠防洪堤不能满足行洪要求，可考虑在城市上游设置一定的分蓄洪区，将超过河道行洪能力的那部分洪水暂时蓄存；或在城市上游新建分洪道，从分洪道将超出原有河道行洪能力的洪水排向下游。

当城市建设用地低于常遇洪水位，例如多年平均洪水位、5年一遇洪水位等，在汛期城市排水往往比较困难，在建设堤防的同时，还应当建设排涝工程。

3. 非工程措施

防洪非工程措施包括行洪通道管理、蓄滞洪区管理、洪水预警预报、超标洪水应急措施、洪涝灾害保险、防洪排涝设施保护和防洪法规建设等。其中，行洪通道管理、蓄滞洪区管理、超标洪水应急措施和防洪排涝设施保护，是在城市规划中需要考虑的非工程措施。

(1) 行洪通道管理

行洪通道是否畅通、断面是否满足行洪需要，关系到洪水能否安全下泄。在城市规划中，规划确定的行洪通道及两侧一定陆域应划入城市蓝线进行保护和控制，在用地空间管制中应属于限制建设用地。严禁在行洪通道内从事影响河势稳定、危害护岸安全、妨碍行洪的一切活动。

(2) 蓄滞洪区管理

蓄滞洪区是分洪区、蓄洪区和滞洪区的统称。由于多数蓄滞洪区并不是每年都要利用，因此管理更为重要，也更为复杂。我国历次流域防洪规划划定的蓄滞洪区，许多都因管理不善，区内人口没有得到有效控制，需要分蓄洪时决策相当困难。在城市规划中，蓄滞洪区应作为限制建设区进行规划控制，限制人口和经济向蓄滞洪区集中。

(3) 超标洪水应急措施

超标洪水应急措施包括防洪工程的应急抢险、重要物资和人员转移。由于防洪工程的设防标准不可能无限度地提高，一旦洪水超过设防标准，工程就可能遭到破坏，严重威胁保护区安全。发生超标洪水时，一方面要严密监控防洪工程的变化，及时抢险，另一方面要及时组织重要物资和人员转移。在城市规划中，要根据洪水危险性，提出超标洪水发生时重要物资和人员转移的方向和场地。

(4) 防洪排涝设施保护

城市防洪排涝设施主要有防洪堤、截洪沟、排涝泵站等，是城市重要的基础设施，在城市规划中，应当将其划入城市黄线范围，按城市黄线管理办法进行控制和管理。

三、防洪排涝设施规划

在城市规划中，常见的防洪排涝工程设施有防洪堤、截洪沟、排涝泵站等。

1. 防洪堤

防洪堤规划，需要确定堤防的走向、堤型、堤距和堤顶标高。

防洪堤走向根据河流走向、保护区范围和工程地质条件确定，应与洪水主流线大致平行，尽可能避开软弱地基和强透水地基。

防洪堤的堤型主要受建设条件和水流流速影响。在城郊地区，为了节省工程造价，一般采用土堤；流速大，风浪冲击力强的堤段，可采用石堤或土石混合堤。在城市建成区，

为了节省用地，减少拆迁量，一般采用钢筋混凝土或浆砌石防洪墙。

堤距，即河流两岸堤防的间距，也受建设条件控制，同时将影响堤顶标高。在现状建成区内建设堤防，若河流两岸建筑密集，要扩大堤距往往非常困难。而堤距过小，要保证行洪要求，必然要提高堤顶标高，影响城市景观。因此，防洪堤的堤距，应综合考虑行洪需要、建设条件和景观要求，进行多方案比选。

堤顶标高由设计洪水位和设计洪水位以上超高组成。设计洪水位根据防洪标准、相应洪峰流量、河道断面分析计算。设计洪水位以上超高包括风浪爬高和安全超高，风浪爬高根据风力资料分析计算，安全超高根据堤防级别选取。在城市建成区内，可采用在堤顶设置防浪墙的方式降低堤顶标高，但堤顶标高不应低于设计洪水位加0.5m。

2. 截洪沟

兴建截洪沟的目的是阻止山洪进入市区，减轻市区排水负担，适宜于沿江地面标高低于一定洪水位，市区全部或部分雨水需要强排的城市。截洪沟应在地势较高的地段，基本平行于等高线布置。

应当注意的是，并不是城市周围的所有山洪都必须通过截洪沟截到市区以外。如果城市地形变化较大，周围山洪可以通过原有水系从市区自流排出，保持原来的排水系统可能更安全，因为山洪从城市周围长距离输送，同样会有较大的风险。

3. 排涝泵站

排涝泵站是城市排涝系统中的主要工程设施，其布局方案应根据排水分区、雨水管渠布置、城市水系格局等因素确定。排涝泵站规模（即排水能力）根据排涝标准、服务面积和排水分区内调蓄水体调蓄能力确定。

排涝泵站是投资较大，维护费用较高的工程设施，为了降低泵站规模，排水分区内的自然水体应尽量保留，以增加调蓄能力；城市公园、广场、停车场、人行道等应尽量建设成透水性良好的地面，以减少地面径流；城市周边雨水应尽量控制，以减轻城市排水压力。

第四节 抗震防灾规划

一、地震强度与灾害形式

地震是一种破坏力很大的自然灾害。我国地处世界最强大的环太平洋地震带与欧亚地震带之间，构造复杂，地震活动频繁，是世界大陆地震最多的国家。衡量地震的大小有两个指标。一是地震震级，是反映地震过程中释放能量大小的指标，释放能量越多，震级越高，强度越大。到目前为止，世界上记录到的最大地震震级为8.9级。二是地震烈度，是反映地震对地面和建筑物造成破坏的指标，烈度越高，破坏力越大。地震烈度与地质条件、距震源的距离、震源深度等多种因素有关。同一次地震，主震震级只有一个，而烈度在空间上呈现明显差异。

根据历史地震资料，我国在20世纪50年代、70年代、90年代先后三次编制了全国地震烈度区划图，作为各地进行地震设防的基本烈度。2001年，为了满足工程设计的需要，编制了全国地震动参数区划图（包括地震动峰值加速度、地震动反应谱特征周期两项参数）。地震基本烈度与地震动峰值加速度的对应关系见表3-8-6。

表 3-8-6 地震基本烈度与地震动峰值加速度对应关系

地震基本烈度	地震动峰值加速度 (g)
≤ VI	≤ 0.05
VI	0.05
VII	0.10
VIII	0.15
VIII	0.20
VIII	0.30
≥ IX	≥ 0.40

1990 年代的地震烈度区划图中的烈度和 2001 年地震动参数区划图中的参数，其风险水平都是：在 50 年期限内，一般场地土条件下，可能遭遇超越概率为 10%，即达到和超过图上烈度值或参数的概率为 10%。

强烈地震不但会造成建筑物损毁、人员伤亡、财产损失，而且可能引发火灾、水灾、地质灾害、爆炸、有毒物体泄漏、瘟疫等，造成次生灾害。历史上有的地震，次生灾害甚至比地震直接造成的灾害严重。

二、城市抗震设防标准和目标

我国城市抗震防灾的设防区为地震基本烈度六度及六度以上的地区（相应的地震动峰值加速度 $\geq 0.05\text{ g}$ ）。一般建设工程应按照基本烈度进行设防。重大建设工程和可能发生严重次生灾害的建设工程，必须进行地震安全性评价，并根据地震安全性评价结果确定抗震设防标准。

城市抗震防灾规划目标是：①当遭受多遇地震（即地震烈度低于基本烈度）时，城市一般功能正常；②当遭受相当于抗震设防烈度的地震时，城市一般功能及生命线系统基本正常，重要工矿企业能正常或者很快恢复生产；③当遭受罕遇地震（即地震烈度高于基本烈度）时，城市功能不瘫痪，要害系统和生命线工程不遭受破坏，不发生严重的次生灾害。

三、抗震防灾规划措施

在规划阶段，抗震防灾措施主要有城市用地布局、建筑物抗震设防、抗震防灾基础设施建设和次生灾害防止。

1. 城市用地布局

如上所述，地震烈度不但与空间距离、震源深度有关，而且与地质条件有关。在城市规划区范围内，不同地段的地质构造、地形地貌、工程地质条件、水文地质条件总会存在一定差别，发生地震时造成的破坏也存在差别。编制城市规划，首先要认真分析研究城市的自然条件，尽量选择对抗震有利的地段进行城市建设，避免将城市建设用地选择在地震危险地段，重要建筑尽量避开对抗震不利的地段。容易发生次生灾害的危险化学物品生产、储存设施必须布置在独立的安全地带。

对抗震有利的地段包括：坚硬土或开阔、平坦、密实、均匀的中硬土。

地震危险地段包括：地震时可能发生滑坡、崩塌、地陷、地裂、泥石流的地段；活动型断裂带附近，地震时可能发生地表错位的部位。

对地震不利的地段包括：软弱土、液化土、河岸和边坡边缘；平面上成因、岩性、状态明显不均匀的土层，如故河道、断层破碎带、暗埋的湖塘沟谷、填方较厚的地基等。

2. 建筑物抗震设防

根据地震区划，我国有 32% 的国土、45% 的城市地震基本烈度为Ⅶ度及Ⅷ度以上，不可能做到完全避开地震高烈度区。因此，做好工程抗震设防是地震设防区城市抗震防灾工作必须采取的工程措施。

抗震设防包括新建建筑的设防和原有未采取设防措施建筑的抗震加固。编制城市规划，不但要对新建建筑提出设防要求，而且还必须对原有建筑进行详细的调查分析，对未采取设防措施的建筑提出加固、改造计划。

3. 抗震防灾基础设施建设

抗震防灾基础设施包括避震疏散场地、疏散通道和生命线工程。

(1) 避震疏散场地

地震是一种突发性强的灾害，强烈地震可能造成大量建筑物损毁和人员伤亡，恢复重建工作将持续较长时间。避震疏散场地按功能可分为两大类：

一是在临震前用于临时性紧急避难，这类疏散场地要尽量靠近人员密集区。参考国外经验，这类疏散场地的疏散半径在 500m 左右为宜，人均面积 2m²。可利用广场、学校操场、小区绿地等空旷地。

二是用于破坏性地震发生后人员安置，这类疏散场地应当具有较大的容纳空间，配置或易于连接水、电、通信等基本生活设施，疏散半径可在 1km 以上。可利用不会发生次生灾害的市、区级公共绿地、体育场等开阔空间。

(2) 避震疏散通道

避震疏散通道与疏散场地相连，应考虑两侧建筑物垮塌堆积后仍有足够的可通行宽度。

(3) 生命线工程

生命线工程是指地震发生后，保障紧急救援所需的交通、通信、消防、医疗救护设施和维持居民基本生活所需的供水、供电、燃气、供热、食品供应等设施。要从站点和系统布局、抗震设防、应急措施等方面加强抗震能力。

4. 次生灾害防止

次生灾害是地震过程中常见的灾害，有时次生灾害造成的人员伤亡和财产损失甚至比地震直接灾害更严重，例如 1923 年日本关西 8.2 级大地震，死亡人员中 90% 以上是被地震引发的火灾烧死。当今城市，社会经济发生了很大变化，地震次生灾害源更加复杂多样。例如城市上游的水库垮塌造成水灾；大型易燃易爆物品生产储存设施破坏造成火灾爆炸；有毒有害气体、液体泄漏造成人员中毒和环境污染；放射性物质泄漏造成核伤害和核污染；震后疫情传播造成大范围瘟疫。

编制抗震防灾规划，应十分重视次生灾害的防止，有关设施首先要合理布局，降低次生灾害风险，同时要加强抗震设防，提高抗震能力；此外，还应制定应急处置预案，有效

处置可能发生的次生灾害。

第五节 人防规划

一、建设标准

我国城市人防工程规模是按照战时留城人口人均 1.5m^2 计算。一般说来，战时留城人口约占城市总人口的30%—40%。

在居住区规划时，按照有关标准，在成片居住区内应按建筑面积的2%设置防空工程，或按地面建筑总投资的6%左右安排。居住区防空地下室战时用途应以居民掩蔽为主，规模较大的居住区，防空地下室应尽量配套齐全。

二、防空工程设施布局要求

1. 防空工程设施布局

- 1) 避开易遭到袭击的军事目标，如军事基地、机场、码头等；
- 2) 避开易燃易爆品生产储存设施，控制距离应大于50m；
- 3) 避开有害液体和有毒重气体储罐，距离应大于100m；
- 4) 人员掩蔽所距人员工作生活地点不宜大于200m。

2. 指挥通信设施布局

- 1) 尽可能避开火车站、机场、码头、电厂、广播电台等重要目标；
- 2) 充分利用地形、地物、地质条件，提高工程防护能力；
- 3) 城市指挥通信宜靠近政府所在地建设，便于战时转入地下指挥，街道指挥所宜结合小区建设。

3. 医疗救护设施

医疗救护设施包括急救医院和救护站，应按人防分区配置。

第六节 地质灾害防治

地质灾害的种类，目前还没有明确统一的分类。城市规划中常见的地质灾害主要有滑坡、崩塌、地面沉降、地面塌陷，有时也把泥石流归为地质灾害。

地质灾害评价是编制城市总体规划的重要基础资料。在地质灾害评价中，按易发程度进行分区，分为地质灾害高易发区、中易发区和低易发区三种大的分区。每一种分区根据差异性大小还可分若干亚区。

地质灾害评价结果，作为重要的因素，参与城市建设用地评价，将城市建设用地分为适宜建设用地、基本适宜建设用地和不适宜建设用地三大类。每一大类还可根据差异性大小进一步划分。

滑坡、崩塌、地面塌陷、泥石流等地质灾害，突发性很强，规模和影响范围较大的这类地质灾害，原则上应避让，将其划入不适宜建设用地。

地面沉降，成因多种多样，例如地壳运动、地下矿藏开采、地下水开采等，都可能发

生地面沉降。在用地评价时，首先要分析成因，根据成因、影响范围、危害大小、预防难度程度进行用地适宜性划分。由地壳运动产生的地面沉降属于大范围的地质现象，不可能也没有必要防治。由地下矿藏开采产生的地面沉降，范围一般不大，在沉降过程中还可能发生突发性地面塌陷，治理难度很大，一般应避让，待沉降稳定后方可利用。由地下水开采造成的地面沉降，是完全可以控制也必须控制的一种地面沉降，如果不加以控制，可能会造成严重的环境地质问题。在规划中，要科学合理地开采地下水，做到采补平衡，对于目前地面沉降已经比较严重的地区，可通过人工回灌补充地下水。

第九章 城市工程管线综合规划

第一节 城市工程管线分类与特征

城市工程管线种类多而复杂，根据不同性能和用途、不同的输送方式、敷设方式、弯曲程度等有不同的分类。

一、城市工程管线性能和用途分类

- 1) 给水管道：包括工业给水、生活给水、消防给水等管道。
- 2) 排水沟管：包括工业污水（废水）、生活污水、雨水、降低地下水等管道和明沟。
- 3) 电力线路：包括高压输电、高低压配电、生产用电、电车用电等线路。
- 4) 电信线路：包括市内电话、长途电话、电报、有线广播、有线电视等线路。
- 5) 热力管道：包括蒸汽、热水等管道。
- 6) 可燃或助燃气体管道：包括煤气、乙炔气、氧气等管道。
- 7) 空气管道：包括新鲜空气、压缩空气等管道。
- 8) 灰渣管道：包括排泥、排灰、排渣、排尾矿等管道。
- 9) 城市垃圾输送管道。
- 10) 液体燃料管道：包括石头、酒精等管道。
- 11) 工业生产专用管道：主要是工业生产上用地管道，如氯气管道，以及化工专用的管道等。
- 12) 铁路：包括铁路线路、专用线、地下铁路、轻轨铁路和站场以及桥涵等。
- 13) 道路：包括城市道路（街道）、公路、桥梁、涵洞等。
- 14) 地下人防线路：如防空洞、地下建筑等。

二、按工程管线输送方式分类

- 1) 压力管线：指管道内流体介质有外部施加力使其流动的工程管线，通过一定的加压设备将流体介质由管道系统输送给终端用户。给水、煤气、灰渣管道系为压力输送。
- 2) 重力自流管线：指管道内流动着的介质由重力作用沿其设置的方向流动的工程管线。这类管线有时还需要中途提升设备将流体介质引向终端。污水、雨水管道系为重力自流输送。

三、按工程管线敷设方式分类

- 1) 架空线：指通过地面支撑设施在空中布线的工程管线。如架空电力线、架空电话

线等。

2) 地铺管线：指在地面铺设明沟或盖板明沟的工程管线，如雨水沟渠、地面各种轨道等。

3) 地埋管线：指在地面以下有一定覆土深度的工程管线，根据覆土深度不同，地下管线还可以分为深埋和浅埋两类。划分深埋和浅埋的主要决定于：①有水的管道和含有水分的管道在寒冷的情况下是否怕冰冻；②土壤冰冻的深度。所谓深埋，是指管道的覆土深度大于1.5m者，如我国北方的土壤冰冻线较深，给水、排水、煤气（煤气有湿煤气和干煤气，这里指的是含水分的湿煤气）等管道属于深埋一类。由于土壤冰冻深度随着各地的气候不同而变化，如我国南方冬季土壤不冰冻，或者冰冻深度只有十几厘米，给水管道的最小覆土深度就可以小于1.5m。因此，深埋和浅埋不能作为地下管线固定的分类方法。

四、按工程管线弯曲程度分类

1) 可弯曲管线：指通过某些加工措施易将其弯曲的工程管线。如电信电缆、电力电缆、自来水管道等。

2) 不易弯曲管线：指通过加工措施不易将其弯曲的工程管线或强行弯曲会损坏的工程管线。如电力管道、电信管道、污水管道等。

工程管线的分类方法很多，通常根据工程管线不同用途和性能来划分，各种分类方法反映了管线的特性，是进行工程管线综合时管线避让的依据之一。

五、城市工程管线综合的主要对象

按性能和用途分类的14种管线并不是每个城市都会遇到的，也并不是全部是城市工程管线综合的研究对象。如某些工业生产特殊需要的管线（石油管道、酒精管道等）就很少需要在厂外敷设。又如铁路、道路等广义角度的工程管线，除影响其他工程管线的走向以外，很少与之发生水平和垂直的矛盾。道路是城市工程管线的载体，道路走向是多数工程管线走向的依据和坡向的依据。

城市工程管线综合规划中常见的工程管线主要有六种：给水管道、排水（雨水、污水等）沟管、电力线路、电信线路、热力管道、燃气管道等。城市开发中常提到的“七通一平”中“七通”即指上述六种管道和道路贯通。七通的顺利实现，也正是城市工程管线综合工作的目标之一。

六种常见管道是城市工程管线综合的主要研究对象，这些工程管线的设计通常是由各自独立的专业设计单位承担的。城市工程管线综合规划与设计工作首先就是收集各专业包括道路现状和规划设计资料，其综合性、复杂性可见一斑。

第二节 城市工程管线综合布置的原则

一、城市工程管线综合布置原则

1) 城市各种管线的位置采用统一的城市坐标系统及标高系统，局部地区（如厂区、住宅小区）内部的管线定位也可以采用自己定出的坐标系统，但区界、管线进出口则应

与城市主干管线的坐标一致。如存在几个坐标系统，必须加以换算，取得统一。

- 2) 管线综合布置应与平面布置、竖向设计和绿化布置统一进行，应使管线之间、管线与建(构)筑物之间在平面上及竖向上相互协调，紧凑合理，有利市容。
 - 3) 管线敷设方式应根据管线内介质的性质、地形、生产安全、交通运输、施工检修等因素，经技术经济比较后择优确定。
 - 4) 管道内的介质具有毒性、可燃、易燃、易爆性质时，严禁穿越与其无关的建筑物、构筑物、生产装置及贮藏区。
 - 5) 管线带的布置应与道路或建筑红线平行。同一管线不宜自道路一侧转到另一侧。
 - 6) 必须在满足生产、安全、检修的条件下节约用地。当技术经济比较合理时，应共架、共沟布置。
 - 7) 应减少管线与铁路、道路及其他干管的交叉。当管线与铁路或道路交叉时应为正交。在困难情况下，其交叉角不宜小于45°。
 - 8) 在山区，管线敷设应充分利用地形，并应避免山洪、泥石流及其他不良地质的伤害。
 - 9) 当规划区分期建设时，管线布置应全面规划，近期集中，近远期结合。近期管线穿越远期用地时，不得影响远期用地的使用。
 - 10) 管线综合布置时，干管应布置在用户较多的一侧或将管线分类布置在道路两侧。
 - 11) 充分利用现状管线。改建、扩建工程中的管线综合布置，不应妨碍现有管线的正常使用。当管线间距不能满足规范规定时，在采取有效措施后，可适当减少。
 - 12) 工程管线与建筑物、构筑物之间以及工程管线之间水平距离应符合规范规定。当受道路宽度、断面以及现状工程管线位置等因素限制难以满足要求时，可重新调整规划道路断面或宽度；在同一条城市干路上敷设同一类别管线较多时，宜采用专项管沟敷设、规划建设某些类别工程管线统一敷设的综合沟管等。
- 在交通运输十分繁忙和管线设施繁多的快车道、主干路以及配合兴建地下铁路、立体交叉等工程地段、不允许随时挖掘路面的地段、广场或交叉口处，道路下需同时敷设两种以上管道以及多回路电力电缆的情况下，道路与铁路或河流的交叉处，开挖后难以修复的路面下、某些特殊建筑物下，应将工程管线采用综合管沟集中敷设。
- 13) 敷设管道干线的综合管沟应在车行道下，其覆土深度必须根据道路施工和停车荷载的要求、综合管沟的结构强度以及当地的冰冻深度等确定。敷设支管的综合管沟，应在人行道下，其埋设深度可较浅。
- 埋深大于建筑物基础的工程管线与建筑物之间最小水平距离，按下列公式计算：
- $$L = \frac{H - h}{\tan \phi} + l + \frac{B}{2}$$
- 式中 L ——管道中心与建筑物的距离 (m)；
 H ——管道槽深 (m)；
 h ——建筑物基础砌置深度 (m)；
 ϕ ——土壤内摩擦角 (°)；
 l ——建筑基础扩大部分长度 (m)；

B ——深槽底宽 (m)。

此式仅适用于一般性土壤，对特殊性土壤(如大孔湿陷性土等)则不能使用此式。

14) 电信线路与供电线路通常不合杆架设。在特殊情况下，征得有关部门同意，采取相应措施后(如电线线路采用电缆或皮线等)，可合杆架设。同一性质的线路应尽可能合杆，如高低压供电线等。

高压输电线路与电信线路平行架设时，要考虑干扰的影响。

15) 综合布置管线时，管线之间或管线与建筑物、构筑物之间的水平距离，除了要满足技术、卫生、安全等要求外，还须符合国防的有关规定。

二、城市地下工程管线避让原则

- 1) 压力管让自流管；
- 2) 管径小的让管径大的；
- 3) 易弯曲的让不易弯曲的；
- 4) 临时性的让永久性的；
- 5) 工程量小的让工程量大的；
- 6) 新建的让现有的；
- 7) 检修次数少的、方便的，让检修次数多的、不方便的。

三、城市工程管线共沟敷设原则

- 1) 热力管不应与电力、通信电缆和压力管道共沟；
- 2) 排水管道应布置在沟底，当沟内有腐蚀性介质管道时，排水管道应位于其上面；
- 3) 腐蚀性介质管道的标高应低于沟内其他管线；
- 4) 火灾危险性属于甲、乙、丙类的液体，液化石油气，可燃气体，毒性气体和液体以及腐蚀性介质管道，不应共沟敷设，并严禁与消防水管共沟敷设；
- 5) 凡有可能产生互相影响的管线，不应共沟敷设。

第三节 城市工程管线综合术语与技术规定

一、综合术语

- 1) 管线水平净距：指平行方向敷设的相邻两管线外表面之间的水平距离。
- 2) 管线垂直净距：指两条管线上下交叉敷设时，从上面管道外壁最低点到下面管道外壁最高点之间的垂直距离。
- 3) 管线埋设深度：指地面到管道底(内壁)的距离，即地面标高减去管底标高。
- 4) 管线覆土深度：指地面到管道顶(外壁)的距离。
- 5) 同一类别管线：指相同专业，且同一使用功能工程管线。
- 6) 不同类别管线：指具有不同使用功能的专用管沟。
- 7) 专项管沟：指敷设同一类别工程管线的专用管沟。
- 8) 综合管沟：指不同类别工程管线的专用管沟。

二、技术规定

地下工程管线最小水平净距，地下工程管线交叉时最小垂直净距，地下工程管线最小覆土深度，架空工程管线及与建筑物等最小水平净距，架空工程管线交叉时最小垂直净距等技术规定可以查阅《城市工程管线综合规划规范》GB 50289—98。

第十章 城市用地竖向规划

第一节 城市用地竖向工程规划的原则与内容

一、城市用地竖向工程规划原则

- 1) 城市用地竖向工程规划为城市各项用地的控制高程规划，是城市规划的重要组成部分。进行城市用地竖向工程规划应遵循以下原则：城市用地竖向工程规划应对城市用地的控制高程进行综合考虑、统筹安排，使各项用地在平面与空间避免相互冲突。解决用地与建筑、道路交通、地面排水、工程管线敷设以及建设的近期与远期、局部与整体的矛盾，以达到工程合理、造价经济、空间丰富、景观优美的效果。
- 2) 城市用地竖向工程规划应遵循安全、适用、经济、美观的方针，注意相互协调；从实际出发，因地制宜，充分利用地形地质条件，合理改造地形，满足城市各项建设用地的使用要求；减少土（石）方及防护工程量；重视保护城市生态环境，增强城市景观效果。
- 3) 城市用地竖向工程规划应充分发挥土地潜力，节约用地，保护耕地。
- 4) 城市用地竖向工程规划应注意新技术、新方法的运用。

二、城市用地竖向工程规划内容与深度

城市用地竖向工程规划分为城市总体规划阶段、分区规划阶段及详细规划阶段。工作内容与具体做法要与该阶段的工作深度、收集资料、所要综合解决的问题相适应。

城市用地竖向工程规划依据城市规划的阶段划分为两个阶段四个层次：

(1) 总体规划阶段的内容与深度

配合城市用地选择与总图布局方案，作好用地地形地貌分析，充分利用与适应、改造地形，确定主要控制点规划标高。

分析规划用地的地形、坡度，评价建设用地条件，确定城市规划建设用地；

分析规划用地的分水线、汇水线、地面坡向，确定防洪排涝及排水方式；

确定防洪（潮、浪）堤顶及堤内地面最低控制标高；

确定无洪水危害内江河湖海岸最低的控制标高；

根据排洪、通航的需要，确定大桥、港口、码头等的控制标高；

确定城市主干路与公路、铁路交叉口点的控制标高；

分析城市雨水主干路进入江、河的可行性，确定道路及控制标高；

选择城市主要景观控制点，确定主要观景点的控制标高。

(2) 分区规划阶段的内容与深度

分区规划的用地竖向工程规划，除有上述总体规划的用地竖向工程规划的内容外，尚

应包括下列内容：

确定主、干路范围的地块排水走向；

确定主干路交叉点、转折点控制标高、道路的长度和坡度等技术要素；

补充总体规划的用地竖向规划中缺少的其他控制标高；

(3) 控制性详细规划阶段的内容与深度

确定主、次、支三级道路范围的全部地块的排水方向；

确定主、次、支三级道路交叉点、转折点的标高和它们的坡度、长度等技术数据；

初定用地地块或街坊用地的规划控制标高；

补充与调整其他用地控制标高。

(4) 修建性详细规划阶段的内容与深度

落实防洪、排涝工程设施的位置、规模及控制标高；

确定建筑室外地坪规划控制标高；

进一步分析、核实各级道路标高等技术数据；落实街区内外联系道路（宽3.5m以上）的控制标高，保证通车道及步行道的可行性；

结合建筑物布置、道路交通、工程管线敷设，进行街区其他用地的竖向规划，确定各项用地标高；

确定挡土墙、护坡等室外防护工程的类型、位置、规模、估算土（石）方及防护工程量，进行土（石）方平衡。

第二节 城市用地竖向工程规划方法

城市用地竖向工程规划的设计方法，一般采用高程箭头法、纵横断面法、设计等高线法等。

1. 高程箭头法

根据竖向工程规划原则，确定出区内各种建筑物、构筑物的地面标高，道路交叉点、变坡点的标高，以及区内地形控制点的标高，将这些点的标高注在区竖向工程规划图上，并以箭头表示各类用地的排水方向。

2. 纵横断面法

在规划区平面图上根据需要的精度绘出方格网，然后在方格网的每一交点上注明原地面标高和设计地面标高。沿方格网长轴方向者称为纵断面，沿短轴方向者称为横断面。该法多用于地形比较复杂地区的规划。

3. 设计等高线法

设计等高线法多用于地形变化不太复杂的丘陵地区的规划。能较完整地将任何一块规划用地或一条道路与原来的自然地貌作比较并反映填挖方情况，易于调整。

第三节 城市用地竖向工程规划的技术规定

一、城市用地台地划分

1. 地面规划形式

根据城市用地的性质、功能、结合自然地形，可将地面规划为平坡、台阶、混合三种

形式。一般平原或河滩用地规划为平坡式，山区规划为台阶式，而丘陵则随其起伏规划成平坡与台阶相间的混合式，河岸用地有时为了客货运输和美化景观规划为台阶式或低矮台阶与植被组成平坡式。当地面坡度超过8%时，地表水冲刷加剧，人们步行感觉不便，且一般单排建筑占地顺坡方向差达1.5m左右时，以规划为台阶式较好。

2. 台地规划原则

台地划分及台阶的高度、宽度、长度与用地的使用性质、建筑物使用要求、地形关系不可分割，而高度、宽度又相互影响。合理划分台地、确定台地的高度、宽度、长度是山区、丘陵以至部分平原地区竖向规划的关键。

台地的长边宜平行于等高线布置，台地高度宜在1.5—3.0m或以其倍数递增，是为了与防护工程、挡土墙的经济高度、建筑物立面景观及垂直绿化要求相适应。

在多层居住或一般公共建筑用地中，一排建筑的宽度约需要20m，每增加一排建筑应增加一个建筑进深与间距，依次来确定台地的宽度。

台地高度、宽度、长度应结合地形，满足使用要求，应能满足建筑物自身长度、宽度与日照、通风、道路交通、管线敷设、绿化、防护、施工操作、维修、消防等的需要。

二、城市用地竖向工程设施的技术规定

城市用地竖向规划采用台阶式时，对可能发生的塌方、滑坡常用挡土墙及护坡保护，对洪（潮）、风沙、泥石流等以防洪（潮、风）堤及拦砂（石、泥石流）坝防护。有时还应与上游的径流和下游的引水工程规划结合安排，才能起到可靠的防护作用。

为了保护城市环境，保证城市台阶式用地的土（石）稳定，要求台地间设置护坡或挡土墙。同时，在高差大于1.5m的挡土墙或护坡顶要加设防护栏。街区与道路交接处用地的防护，应统一规划设计、施工，以避免因实施先后造成安全事故和浪费。

1. 护坡

护坡分为草皮土质护坡和砌筑型护坡两种。砌筑型护坡指干砌石、浆砌石或混凝土护坡，城市中护坡多属此类，其坡比值为0.5—1.0。草皮土质护坡的坡比值应小于或等于0.5。为了提高城市的环境质量，对护坡的坡比值要求适当减少。

2. 挡土墙

对于用地条件受限制或地质不良地段，可采用挡土墙。在建筑物密集、用地紧张区域及有装卸作业要求的台阶应采用挡土墙。人口密度大、土壤工程地质条件差、降雨量多的地区，不能采用草皮土质护坡，必须采用挡土墙。

挡土墙适宜的经济高度为1.5—3.0m，一般不宜超过6.0m；超过6.0m时宜退台处理，退台宽度不能小于1.0m；在条件许可时，挡土墙宜以1.5m左右高度退台。退台宽度内可形成种植带，使挡土墙形成垂直绿化界面，提高城市环境质量。

参考文献

- [1] 中国城市规划设计研究院，沈阳市城市规划设计研究院. 城市规划资料集第11分册（工程规划）[M]. 北京：中国建筑工业出版社.

270 城市规划相关知识

- [2] 城市电网规划与改造 [M]. 2 版. 北京: 中国电力出版社.
- [3] 刘兴昌. 市政工程规划 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [4] 马永源, 马力. 电信规划方法 [M]. 北京: 北京邮电大学出版社.
- [5] 李善化, 康慧, 等. 集中供热设计手册 [M]. 北京: 中国电力出版社.
- [6] 戴慎志. 城市工程系统规划 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [7] 邓渊. 煤气规划设计手册 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992.
- [8] 曾志诚. 城市冷、暖、汽三联供手册 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995.
- [9] 城镇燃气设计规范 GB 50028—93. 2002 年版. 北京: 中国计划出版社.
- [10] 原油和天然气工程设计防火规范 GB 50183—93. 北京: 中国计划出版社.
- [11] 城市热力网设计规范 CJJ 34—2002 (J216—2002). 北京: 中国建筑工业出版社.
- [12] 输气管道工程设计规范 GB 50251—94. 北京: 中国计划出版社.
- [13] 锅炉房设计规范 GB 50041—92. 北京: 中国计划出版社.
- [14] 城市电力规划规范 GB 50293—1999. 北京: 中国建筑工业出版社.
- [15] 城市环境卫生设施规划规范 GB 50337—2003. 北京: 中国建筑工业出版社.
- [16] 城市工程管线综合规划规范 GB 50289—98. 北京: 中国建筑工业出版社.
- [17] 城市城市用地竖向规划规范 CJJ 80—99. 北京: 中国建筑工业出版社.
- [18] 城市污水处理工程项目建设标准. 北京: 中国计划出版社, 2001.

第四篇 信息技术在城市规划中的应用

第一章 信息技术基础

第一节 信息 系统

信息系统是具有数据采集、管理、分析和表达数据能力的系统，它能够为单一的或有组织的决策过程提供有用的信息。在计算机时代，信息系统都部分或全部由计算机系统支持，人们常常使用计算机收集数据并将数据处理成信息，计算机的使用导致了一场信息革命。目前，计算机已经渗透到各个领域。一个基于计算机的信息系统包括计算机硬件、软件、数据和用户四大要素。

- 1) 计算机硬件包括各类计算机处理及终端设备，它帮助人们在非常短的时间内处理大量数据、存储信息和快速获得帮助。
- 2) 软件是支持数据信息的采集、存储加工、再现和回答用户问题的计算机程序系统，它接受有效数据，并正确地处理数据；在一定的时间内提供适用的、正确的信息；并存储信息为将来所用。
- 3) 数据是系统分析与处理的对象，构成系统的应用基础。

4) 用户是信息系统所服务的对象。由于信息系统并不是完全自动化的，在系统中总是包含一些人的复杂因素，人的作用是输入数据、使用信息和操作信息系统，建立信息系统也需要人的参与。

从对数据进行加工的方式角度划分，常见的信息系统主要有以下四种：

- 1) 事务处理系统主要用以支持操作层人员的日常活动，它主要负责处理日常事务，一个典型的事务处理系统是商场的 POS 机系统。
- 2) 管理信息系统（Management information system, MIS）需要包含组织中的事务处理系统，并提供了内部综合形式的数据，以及外部组织的一般范围和大范围的数据，典型的 MIS 是单位的人事关系系统。
- 3) 决策支持系统（Decision support system, DSS）能从管理信息系统中获得信息，帮助管理者制定好的决策。该系统是一组处理数据和进行推测的分析程序，用以支持管理者制定决策。它是基于计算机的交互式的信息系统，由分析决策模型、管理信息系统中的信息、决策者的推测三者相组合达到好的决策效果。
- 4) 人工智能和专家系统。专家系统（Expert system, ES）是能模仿人工决策处理过程的基于计算机的信息系统。专家系统扩大了计算机的应用范围，使其从传统的资料处理

领域发展到智能推理上来。MIS 能提供信息帮助制定决策，DSS 能帮助改善决策的质量，只有专家系统能应用智能推理制作决策并解释决策理由。

第二节 数据库管理系统

目前，最典型、最常用的储存、管理属性数据的技术是采用关系模型的数据库。数据库可存储大量数据，并包括对数据进行有效管理的软件。所谓关系模型，就是用一系列的表来描述、储存复杂的客观事物。关系数据库的表由行和列组成，每一行代表一条记录，每一列代表一种属性（常称字段），以图 4-1-1 中的多学生表为例，该表有 3 列，每一列代表学生的一种属性，每一条记录和一位同学相对应。

表 4-1-1 学生信息表一

姓名	年龄	性别
Carola	20	女
Maxwell	21	男
Churchill	18	男

关系型数据库管理软件对表有建立、删除、修改等功能外，还可增加、减少列，添加、删除行等等。对关系表最简单的查询功能有：①通用的集合操作，如并、交、差运算等；②去除关系表的某些部分的操作，包括选择和投影，前者去除某些元组，后者则用于除去某些属性；③两个关系表的合并，包括各种方式的连接运算。对于单个数据表而言，最为常用的是选择和投影操作。投影是指按需要选择列，也就是对一个复杂的表可以暂时排除不需要的字段。如在学生表中选出姓名、性别两列，其他列暂时不要，其结果是对列作了简化的表。选择则是按某种条件，对表中的行进行选择，也就是对一个很长的表可以暂时排除不符合需要的记录。如在学生表中选出男同学对应的表，其结果是对行作了简化的表。

比较复杂的查询是表和表之间的连接。它可以将多个表内的数据按照某种规则连接起来。例如表 4-1-2 反映了学生的成绩。如果按照学生信息将表 4-1-1 和表 4-1-2 连接，结果如表 4-1-3 所示。因此，复杂的连接查询可以一次实现多个表的连接查询。

表 4-1-2 学生信息表二

姓名	语文	数学
Johnson	A	A
Maxwell	B	A
Carola	C	C
Churchill	C	B

表 4-1-3 表一和表二的连接运算结果

姓名	年龄	性别	语文	数学
Maxwell	21	男	B	A
Carola	20	女	C	C
Churchill	18	男	C	B

投影、选择、连接是关系数据库的基本查询功能，这三种功能可以相互组合起来发挥作用，实现对多个表的查询。关系数据库的查询结果在逻辑上也是表，但为了表达的直观性，应用软件可对查询结果作适当的修饰。

第三节 网络技术

计算机网络，通俗地讲，就是由多台计算机（或其他计算机网络设备）通过传输介质和软件物理（或逻辑）连接在一起组成的。总的来说计算机网络的组成基本上包括：计算机、网络操作系统、传输介质（可以是有形的，也可以是无形的，如无线网络的传输介质就是电波）以及相应的应用软件四部分。

从地理范围上，可以把各种网络类型划分为局域网、城域网、广域网和互联网四种。目前，在各个企事业单位，我们所能看到的局域网主要是以双绞线为代表传输介质的以太网。以太网是应用最为广泛的局域网，包括标准以太网（10Mbps）、快速以太网（100Mbps）、千兆以太网（1000Mbps）和10G以太网等。无线局域网目前也得到了较快的普及，它与传统的局域网主要不同之处就是传输介质不同，传统局域网都是通过有形的传输介质进行连接的，如同轴电缆、双绞线和光纤等，而无线局域网则是采用电波作为传输介质的。它摆脱了有形传输介质的束缚，只要在网络的覆盖范围内，可以在任何一个地方与服务器及其他工作站连接，而不需要重新铺设电缆。

互联网（internet）是“连接网络的网络”，可以是任何分离的集合，这些网络以一组通用的协议相连，形成逻辑上的单一网络。而因特网（Internet，注意“I”大写）是世界上最大的计算机互联网，是成千上万条信息资源的总称。它起源于美国，前身是美国国防部高级研究计划局（ARPA）主持研制的 ARPAnet。Internet 采用 TCP/IP 协议（传输控制协议/网间协议）组作为基础通信协议，不专门为某个个人或组织所拥有及控制，人人都可以参与。

在因特网中，通过 IP 地址标识一台计算机，通常 IP 地址的形式如 162. 105. 19. 100。由于数字型标识对使用网络的人来说有不便记忆的缺点，因而提出了字符型的域名（Domain name）标识。一个域名形如 pku. edu. cn。域名采用树状结构组织，最右侧的段为顶级域名，通常表示国家，如 cn 表示中国。

Internet 能为用户提供的服务项目很多，主要包括电子邮件（Email）、远程登录（Telnet）、文件传输（FTP）以及信息查询服务，例如用户查询服务（Finger）、文档查询服务（Archie）、专题讨论（Usenet news）、查询服务（Gopher）、广域信息服务（WAIS）和万维网（WWW）。其中，万维网是因特网上最主要的服务。WWW 将全球信息资源通过关键字方式建立链接，使信息不仅可按线性方式搜索，而且可按交叉方式访问。在一个文档中选中某关键字，即可进入与该关键字链接的另一个文档，它可能与前一个文档在同一台计算机上，也可能在 Internet 的其他主机上。在 WWW 中，采用超文本标注语言 HTML（Hyper text markup language）来书写支持跳转的文档，用于操纵 HTML 和其他 WWW 文档的协议被称为超文本传输协议（HTTP）。而基于 HTTP 访问 WWW 资源的软件称为浏览器（Browser），目前主要用的浏览器有 Internet Explorer、FireFox 等。目前，WWW 的发展已经超越了原先的静态页面阶段，而支持动态的查询检索、办公业务等应用。这称为

B/S（浏览器/服务器）应用模式，其最大优点就是可以在任何地方进行操作而不用安装任何专门的软件。只要有一台能上网的电脑就能使用，客户端零维护。图 4-1-1 表示了两个 B/S 应用系统，图 4-1-1（a）为论文查询系统（<http://dlib.edu.cnki.net/>），图 4-1-1（b）为地理信息的查询检索应用（<http://ditu.google.cn>）。

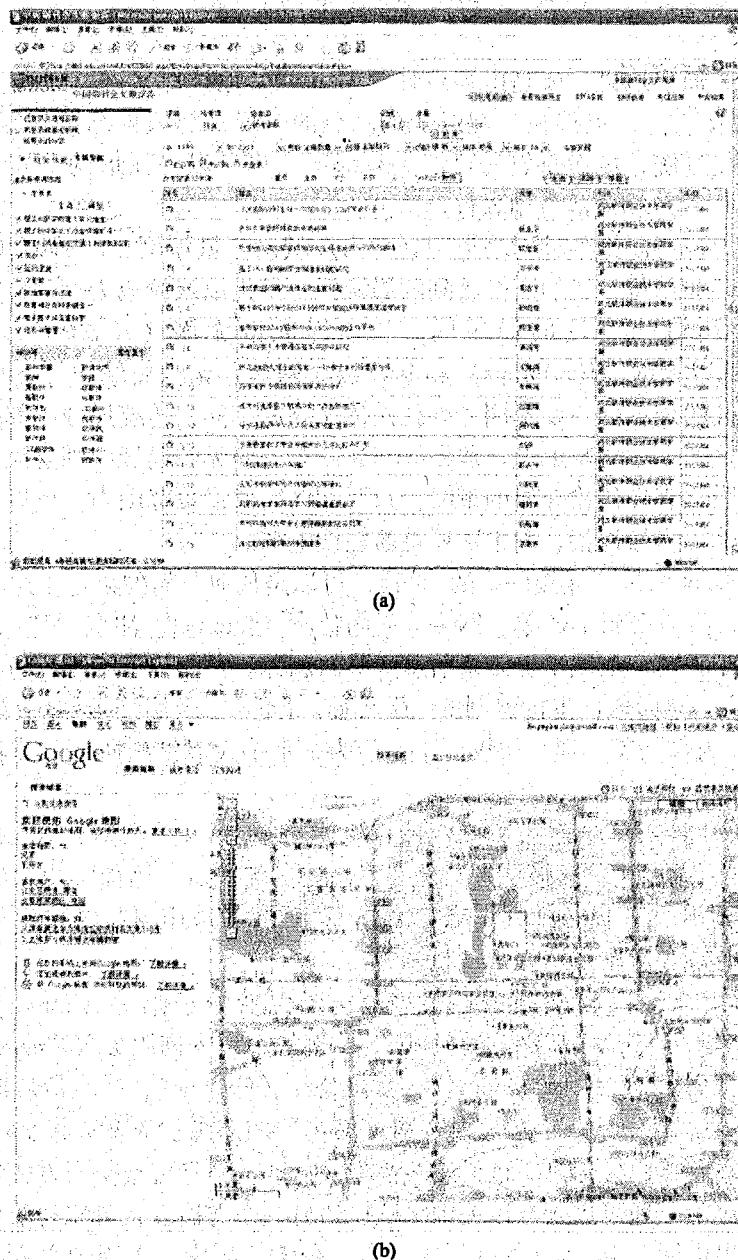


图 4-1-1 B/S 应用系统

第二章 地理信息系统及其应用

第一节 地理信息系统

地理信息系统 (Geographic information system, 简称 GIS) 是一种以计算机为基础、处理地理空间信息的综合技术，它的应用已深入到和地理空间有关的各个领域。从技术角度，GIS 由①信息获取与数据输入；②数据储存与管理；③数据查询与分析；④成果表达与输出等四部分组成。图 4-2-1 表示了地理信息系统的功能构成。

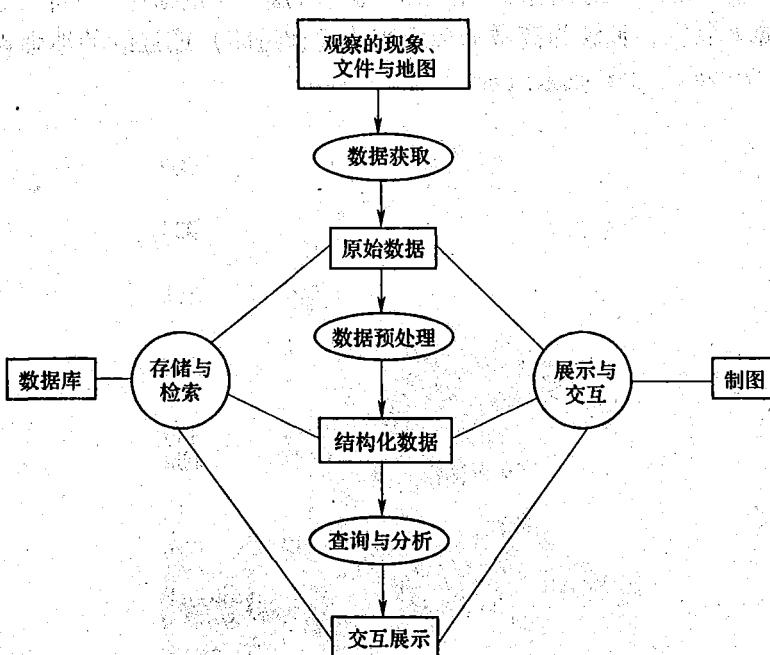


图 4-2-1 地理信息系统的功能构成

地理信息系统最基本的功能是将分散收集到的各种空间、属性信息输入到计算机中，建立起有相互联系的数据库，提供空间查询、空间分析以及表达的功能，为规划、管理、决策服务。当外界情况变化时，只要及时更新局部数据，就可维持数据库的有效性和现势性，数据库的规模、内容可逐步扩大、充实（也可缩减），查询、分析、表达功能也可逐步增加。

在现实生活中，以 GIS 为核心、多种技术相结合的实用信息系统也常被称为 GIS，这类以 GIS 为基础的应用系统均有明确的应用对象，由硬件、软件、数据、人员、管理五个

要素组成。历史的经验证明，要使 GIS 在规划、管理、决策中发挥作用，单有处理空间信息的计算机系统（即硬件、软件）是不够的，应用目标的选择、数据的获取与更新、人员的配备和培训、组织机构的调整、管理制度的建立和完善往往对 GIS 能否发挥出实际的效果起到重要的甚至决定性作用。

第二节 地理信息系统在城市规划中的应用

一、空间数据和属性数据

地理信息系统将所处理的数据分为两大类：第一类是关于事物空间位置的数据，一般用图形、图像表示，称空间数据，也称地图数据、图形数据、图像数据。第二类是和空间位置有关，反映事物某些特性的数据，一般用数值、文字表示，也可用其他媒体表示（如示意性的图形或图像、声音、动画等），称属性数据，也称文字数据、非空间数据。

在地理信息系统中，为了表达和管理现实世界，需要对其进行抽象。该抽象过程通常包括两个步骤，首先根据描述对象对现实世界进行分层，每层描述了一个专题；然后对于每层而言，根据其特征，抽象为离散的地理实体（如道路）或连续的地理现象（如土地利用）。图 4-2-2 表示了上述抽象过程。

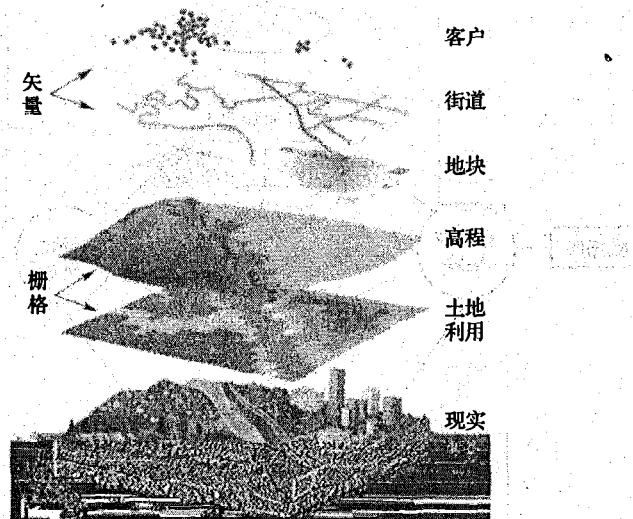


图 4-2-2 空间数据的抽象过程

空间数据对地理实体最基本的表示方法是点、线、面和三维体。所谓点是该事物有确切的位置，但大小、长度可忽略不计，如客户分布、环保监测站、交通分析用的道路交叉口。所谓线是该事物的面积可以忽略不计，但长度、走向很重要，如街道、地下管线。所谓面是该事物具有封闭的边界、确定的面积，一般为不规则的多边形，如行政区域、房屋基底、规划地块。此外，在城市规划等信息系统中，需要表现建筑物的三维模型，以达到更好的模拟效果（图 4-2-3）。在通常的地理信息系统实现中，将点、线、面等实体以文件方式储存在计算机中，通常称为空间数据。

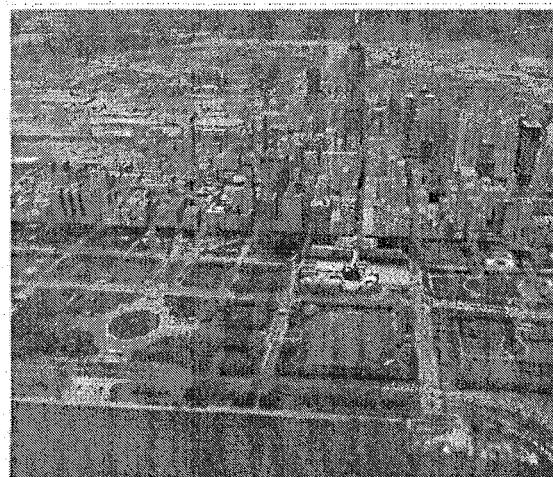


图 4-2-3 城市建筑的三维表达

除了空间数据，GIS 还要管理相应的属性数据，以支持各种查询分析。典型的属性数据如环保监测站的各种监测资料，道路交叉口的交通流量，道路路段的通行能力、路面质量，地下管线的用途、管径、埋深，行政区的常住人口、人均收入，房屋的产权人、质量、层数等等。它们通常存放于关系数据库管理系统中，并基于一个唯一标识码与相应几何体进行连接（图 4-2-4）。随着对象关系数据库管理系统的成熟，目前将空间数据和属性数据集成管理是一个技术趋势，许多商用数据管理系统，如 Oracle Spatial，对此也提供了支持。

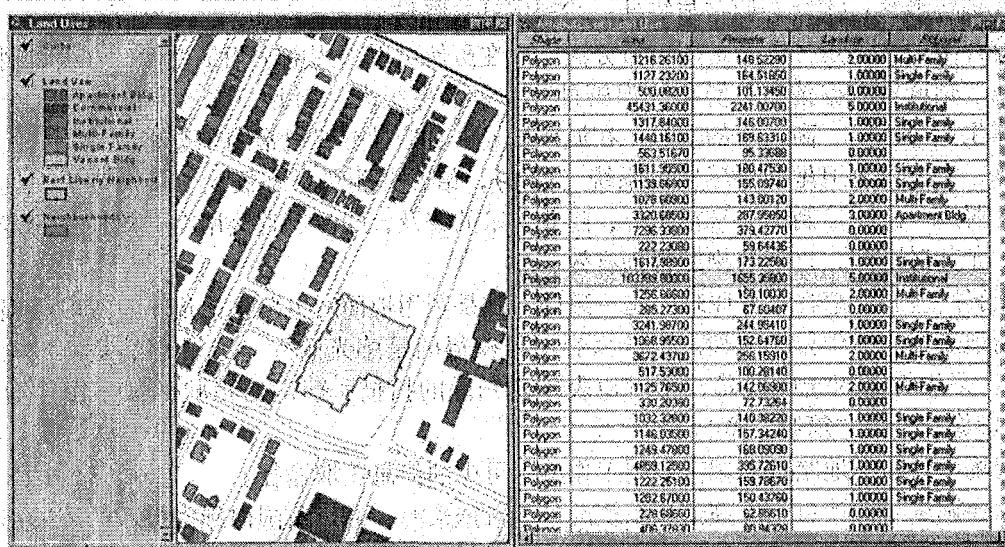


图 4-2-4 空间数据和属性数据的连接

空间上连续分布的现象可以抽象为三维表面。所谓三维表面是该事物在一定地理范围内边界比较模糊，在空间上可能是逐渐或连续变化的，突变只是个别的，如不规则的地形表面、大气中的二氧化硫含量等。在地理信息系统中，三维表面一般以离散点、不规则三角网、等值线、格网等方式表示（图 4-2-5）。

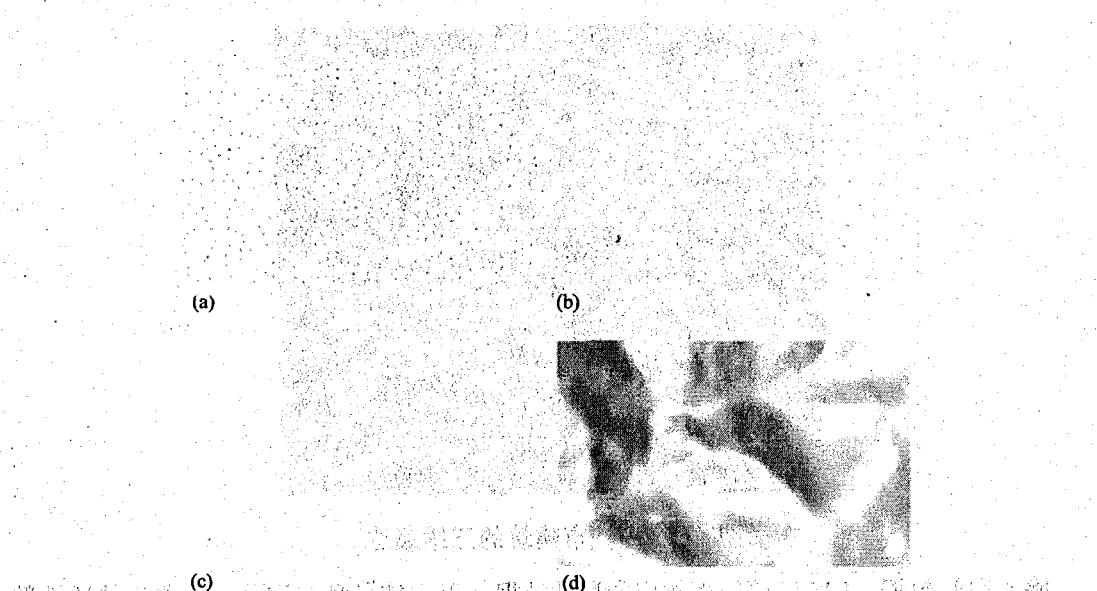


图 4-2-5 三维表面的几种表示方式

(a) 离散点 (b) 三角网 (c) 等值线 (d) 规则格网

二、数据来源与输入

1. 信息来源与数据输入方法

地理信息系统原始信息的获取途径主要有五种：①野外实地测量；②摄影测量与遥感；③现场考察；④社会调查与统计；⑤利用已有资料。

野外实地测量是传统的地图测量方法，现在虽然可以采用电子测量仪器，直接将测到的距离、角度等数据传入计算机，但野外工作量仍然很大。因此，这种方法特别适合局部、零星、小范围、高精度的测量。在城市规划中，这种方式通常用来进行竣工测量。

基于专用人造卫星的全球定位系统（GPS），给野外测量带来极大方便。过去，这项技术主要用于测绘控制网的坐标定位，随着技术的普及，GPS 也直接用在一般地物的定位测量，尤其对野外、移动的物体特别有效。

摄影测量和遥感在技术原理上是一致的，都是利用地面对电磁波的反射、吸收、辐射来判断地表物体的位置和属性。传统摄影测量获得的是感光照片（最常用的是航空摄影照片）。采用特殊的光电设备，可对地表作多光谱的扫描，获得栅格状的数字图像数据（也称影像，详见本篇第三章）。

现场考察和实地踏勘是城市规划工作必不可少的信息获取途径。

社会调查与统计也是地理信息系统的重要数据来源，但目前国内绝大多数的统计资料缺乏确切的地理定位，给 GIS 在人文、社会领域的应用带来诸多不便。

随着社会各领域逐渐向信息化迈进，现有的、历史的资料将成为实用地理信息系统的主要信息来源，这一趋势在发达国家已经显现。因此，GIS 应用项目所需的信息并非都要从头收集，而是尽量利用已有的或外单位提供的数据。

2. 数据输入

在将资料输入计算机之前，往往需要分类和编码，如果分类不合理，编码不唯一、不

稳定，就会给数据的充分利用、长期共享带来麻烦。

属性数据输入计算机的方法和非 GIS 的信息系统没有差异，一般是键盘输入，特殊情况下可以扫描输入、语音输入、汉字手写输入等。

空间信息输入计算机的途径是多种多样的。野外实地测量的信息转为矢量地图，目前比较实用而先进的办法是由测绘专业人员用光电测量仪器，再加特殊软件来实现。摄影测量或遥感图像的原始信息是像片或栅格数据，从中获取矢量信息，由经过专门训练的技术人员利用专门的光学设备或专门的软件加计算机图形工作站完成。

目前，规划行业经常需要将纸质地图输入计算机，常用方法为手工数字化仪输入和扫描仪输入。手工数字化仪输入的优点是可以和地图的分类、取舍结合起来，直接获得矢量图形，缺点是手工劳动时间长。此方法对原图需作较大取舍的情况很适合。

扫描输入速度快，精度高，但会带入原图上的污迹、杂点，一般不能自动分类、自动取舍。未经分类的扫描图只能用作背景显示，不能对它查询、分析。如果要将线划纸质地图扫描后再复原成矢量图，就要借助软件来处理。目前，半自动、半手工，边分类、边取舍、边矢量化的处理方法是比较实用的。当然，要进行查询、分析，必须合理分类、编码，并输入属性数据。例如，为了输入地形图中的等高线，通常采用扫描数字化方式进行录入。

随着测绘业务、城市规划业务以及相邻行业业务的数字化，手工绘图越来越少，纸质地图将仅仅作为数字地图的绘制成果而出现。因此，把数字地图打印到纸上再输入计算机的机会也将越来越少。对不符合应用要求的、已经数字化的地图进行转换、分类、取舍、编辑、编码、增加属性将上升为空间数据输入的重要工作。

3. 数据质量

人们往往以为，计算机储存的数据其质量肯定是可靠的，但事实远非如此。任何实用性的 GIS 均有数据质量问题，数据的质量问题或数据的误差主要有如下五种：

- 1) 位置精度。测量工作存在误差是必然的，在很多情况下，不可能为了提高精度而增加很多工作量，投入很多设备。
- 2) 属性精度。属性数据在调查、登记、分类、编码过程中往往因疏忽而产生误差。
- 3) 逻辑上的一致性。从调查至输入计算机的过程中，往往存在数据分类不严密、数据定义模棱两可、多种解释或多重定义的问题，会给应用带来麻烦。
- 4) 完整性。基础资料在地理空间上不能全覆盖，不同的历史资料在时间上无法同步，调查的内容有缺项等，也是常见的数据质量问题。
- 5) 人为因素。为了某种利益或保密上的原因，需要人为地制造缺陷、增加误差。

三、地理信息的查询、分析与表达

- 1) 地理信息的表达。专题地图是 GIS 表达空间、属性信息最主要的方式，也是用户获得查询、分析结果的主要途径。所谓专题地图，顾名思义，就是将专门的信息以地图的形式表达出来，它和通用地图的差别是相对的。城市规划中除工程设计图外，常用的现状图、规划图尤其是分析图大都可算作专题地图。利用 GIS 软件，点、线、面的符号可以自行设计，绘图时可按要素的属性来控制符号的表达；可以将要素的多重属性作简单统计后变为圆饼图、直方图、趋势线绘到地图上，制成统计地图；可以将要素的属性以文字形式

注记到地图上。虽然，CAD 也用于地图绘制，但在专题地图的表达上，GIS 比一般的 CAD 灵活性大。当然，GIS 对图形、属性数据输入、建库的要求较高。专题地图可在屏幕上快速显示，也可添上图例、标题、说明、统计报表、文字注记、比例尺、指北针、图框、辅助线和背景图案等打印成正式图纸（图 4-2-6）。三维表面可以三维透视的形式显示或绘制。统计报表是属性数据的主要表达方式，和非 GIS 的信息系统一致。

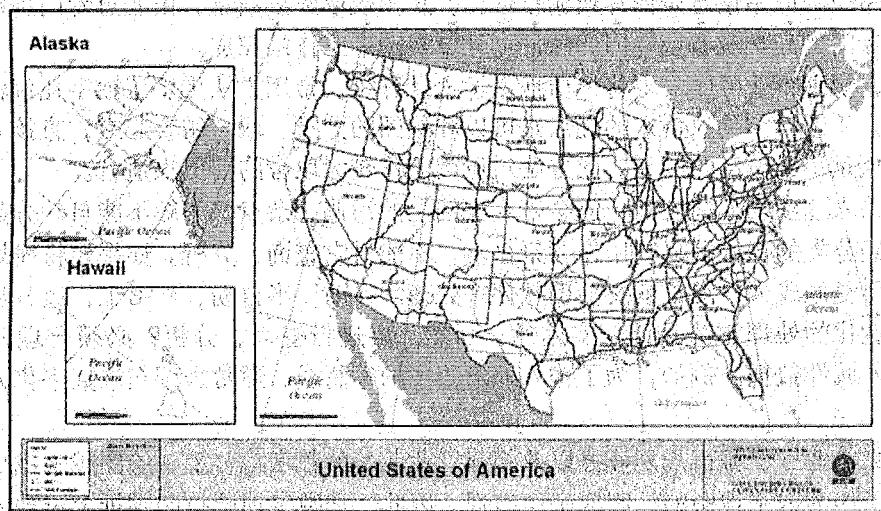


图 4-2-6 GIS 制图输出

2) 空间要素分类。根据属性对空间要素分类是 GIS 最基本的分析功能，据此可产生人口密度图、土地使用图、建筑类型图、环境质量评价图、交通流量图等等，而且可以灵活地调整分类方法。

3) 空间查询。GIS 软件一般均允许用户在所显示的地图上用鼠标选择要素后立刻显示要素的属性信息，某些多媒体的信息，如文本、图像、动画、声音等也可作为要素的属性查询。可以在属性表中进行查询、选择后，立刻显示和属性相对应的图形要素。当用户选择或查询到某些要素后，可以进一步查出在空间上与它们相交的其他要素是什么，这些要素的属性如何。例如，可查出某地块中包括哪些建筑物，某条规划道路穿过哪些现状地块及其属性等。

4) 几何量算。GIS 软件可以自动计算不规则曲线的长度，不规则多边形的周长、面积，不规则地形的设计填挖方等等。

5) 属性查询。由于一般 GIS 的属性数据是按表状存储的，关系型数据库的查询功能也对 GIS 的属性有效；由于多数 GIS 软件具有属性查询功能，因此在查询属性纪录的同时，可同时将对应的空间要素以某种形式表达出来。

6) 叠合。栅格和栅格的叠合是最简单的叠合（Overlay），在叠合的同时还可加入栅格之间的算术运算，这种方法常用于社会、经济指标的分析，资源、环境指标的评价。例如，可根据过去十年中每年土地价格在空间上的变化分析其规律、趋势、分布。

矢量和矢量的叠合是在不同的矢量数据“层”之间进行的几何合并、交错计算（如图 4-2-7 所示）。矢量叠合主要有三类：

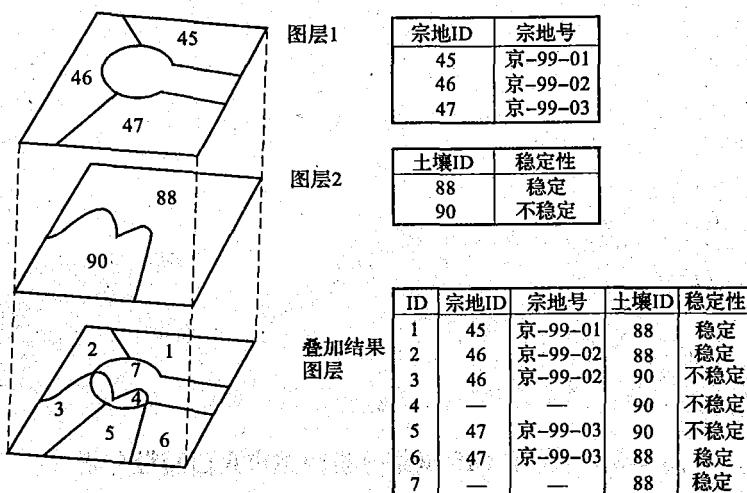


图 4-2-7 面和面的叠合示意

①点和面的叠合，可用于公共服务设施和服务区域之间的关系分析，如分析各居住区内中、小学的情况。

②线和面的叠合。可计算道路网的密度，分析管线穿越地块的问题。

③面和面的叠合。可分析和规划地块有关的动迁人口、拆除的建筑物；评价土地使用的适宜性等。

7) 邻近分析。产生离开某些要素一定距离的邻近区是GIS的常用分析功能（英语称Buffer，直译为缓冲区）。例如：产生点状设施的服务半径包络区、道路中心线两侧等距边缘包络区、历史性保护建筑的等距影响范围，等等。在此基础上，利用多边形和多边形的叠合功能，将影响范围或服务范围多边形和人口统计多边形相叠合，可以获得不同服务半径或影响范围内大致的居住人口（图4-2-8）。

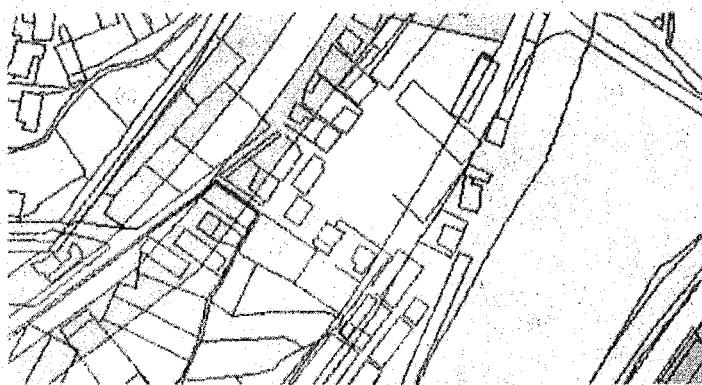


图 4-2-8 利用缓冲区分析计算道路拓宽影响的建筑

8) 网络分析。估计交通的时间、成本，选择运输的路径，计算网络状公共设施的供需负荷，寻找最近的服务设施，产生在一定交通条件下的服务范围，沿着交通线路、市政管线分配点状供应设施的资源等，是GIS典型的网络分析功能。危机状况下人口的疏散（图4-2-9）也是网络分析的应用之一。



图 4-2-9 基于 GIS 网络分析的城市人口疏散分析

9) 棚格分析。比较常用的棚格功能有：坡度、坡向、日照强度 [图 4-2-10 (a)] 的分析，地形的任意断面图生成，可视性检验，工程填挖方计算，根据点状样本产生距离图 [图 4-2-10 (b)]、密度图 [图 4-2-10 (c)] 等。比较复杂的格网分析有模拟资源在一定空间范围内的扩散等。前述的棚格和棚格的叠合分析也是格网分析的一种。此外，基于一些专业模型计算得到相应专题信息，如大气污染的空间扩散，也通常采用棚格的途径实现 [图 4-2-10 (d)]。

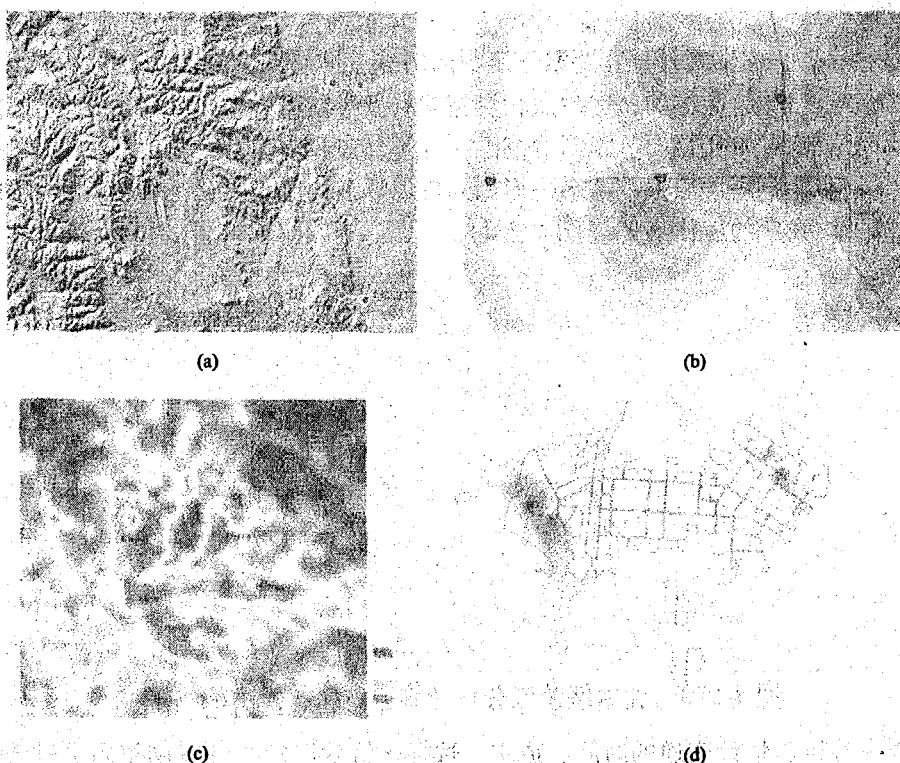


图 4-2-10 几种栅格分析

(a) 基于 DEM 计算日照强度 (b) 计算空间距离分布

(c) 根据遥感分类结果计算人工建筑物的密度 (d) 计算大气污染物扩散

第三章 遥感技术及其应用

第一节 遥感影像的获取

自然界的地表物体具有自身的电磁辐射规律，不同地物对不同电磁波具有不同的反射、发射、吸收的能力，被称为地物的光谱（波谱）特征。遥感（Remote sensing），通常是指通过某种传感器装置，在不与研究对象直接接触的情况下，获得其特征信息，并对这些信息进行提取、加工、表达和应用的一门科学技术。作为一个术语，遥感出现于1962年，而遥感技术在世界范围内迅速的发展和广泛的使用，是在1972年美国第一颗陆地卫星（Landsat - 1）成功发射并获取了大量的卫星图像之后。近年来，随着地理信息系统技术的发展，遥感技术与之紧密结合，发展更加迅猛。

遥感技术的基础，是通过观测电磁波，从而判读和分析地表的目标以及现象，其中利用了地物的电磁波特性，即一切物体，由于其种类及环境条件不同，因而具有反射或辐射不同波长电磁波的特性，所以遥感也可以说是一种利用物体反射或辐射电磁波的固有特性，通过观测电磁波，识别物体以及物体存在环境条件的技术。遥感的电磁辐射源主要是太阳的可见光和红外线，有时也利用微波雷达或地物自身的红外线。

在遥感技术中，探测、记录电磁波的仪器称传感器，而搭载这些遥感器的移动体叫做遥感平台（Platform），包括飞机、人造卫星等，甚至地面观测车也属于遥感平台。通常称用机载平台的为航空遥感（Aerial remote sensing），而用星载平台的称为航天遥感。航空遥感的灵活性大、针对性强、信息的几何分辨率高。航天遥感的通用性强，卫星可以长期在太空飞行，在较短周期内对相同地物反复观察（一日数次或隔数十日一次）。

经传感器获取的信息一般是图像信息，也称遥感影像。影像获取的方式主要有两种：摄影或扫描。摄影成像的传感器是特殊的照相机，像片几何分辨率较高。扫描成像的传感器是专用的扫描仪器，扫描成像的光谱分辨率较高，获得的结果是栅格状的数据，可以直接由计算机处理。如果要用计算机来处理像片，则要对像片做扫描，如果要靠人工来判读数字图像，则要将图像数据显示在屏幕上或打印在纸上。

由于大气对电磁波具有吸收、散射、反射的作用，影响到传感器对地物观察的透明度，因此应根据应用的要求，选择合适的电磁波波长范围，减轻大气的干扰，这种经选择的波长范围称“大气窗口”。

光谱范围和分辨率、图像覆盖范围和几何分辨率、时相是遥感影像的主要技术指标。光谱范围就是接收、记录到的电磁波波长的最大范围，光谱分辨率是指影像图上能区别开

的最小波长范围。图像覆盖范围是图像覆盖的地表空间范围，图像的几何分辨率是指影像图上能分辨出的最小地物尺寸。时相是遥感信息成像的具体时间。

第二节 常用遥感图像

1. 彩红外航空像片

彩色红外航空摄影像片是城市遥感最常用的信息，这种像片在摄影时滤去可见光中的蓝光，同时对近红外线进行增强，因成像后地物的色彩和人的肉眼直接观察到的不一样（如植被是红色），故也称假彩色（或伪彩色）航空像片。这种像片比一般可见光（真彩色或黑白）航空像片的色彩饱和度高，对比度强，清晰度好，尤其对植被、水体的分辨能力高。

2. 微波雷达图像

微波可穿透云层，能分辨地物的含水量、植物长势、洪水淹没范围等情况，具有全天候的特点。在雷达遥感数据方面，加拿大 RadarSat - 1 和 RadarSat - 2 卫星数据被广为应用，其中 RadarSat - 1 卫星是加拿大于 1995 年 11 月发射的，它具有 7 种模式、25 种波束，不同入射角，因而具有多种分辨率、不同幅宽和多种信息特征，适用于全球环境和土地利用、自然资源监测等。RadarSat - 2 是 RadarSat - 1 的后续卫星。在目前的土地利用遥感监测工作中，主要使用 Radarsat - 2 在超精细分辨率模式下获取的 SAR 图像。该成像模式可提供成像宽度为 20km，分辨率为 3m 的 SAR 图像。欧洲空间局 2002 年发射的 ENVISAT - 1 卫星的 ASAR（先进合成孔径雷达）数据在全球得到广泛应用，最高分辨率可达 10m。COSMO - SkyMed 是意大利航天局和国防部共同研发的全球第一颗分辨率高达 1m 的雷达卫星星座，于 2008 年底发射完成，它有三种工作模式，分别为扫描模式、条带模式和聚束模式。

3. MSS 和 TM 图像

MSS 和 TM 图像均由美国的陆地卫星（Landsat）提供。其中，早期传感器为 MSS，不同波长的扫描通道有 4 个，几何分辨率为 $79m \times 79m$ ，对同一地物重复成像的周期为 18d（单星）。TM 图像技术指标比 MSS 有明显提高，不同波长的扫描通道有 7 个，除热红外通道的地表几何分辨率为 $120m \times 120m$ 外，其余通道的地表几何分辨率为 $30m \times 30m$ ，对同一地物重复成像的周期也是 18d（单星）。陆地卫星 7 于 1999 年发射升空，它与以前的 Landsat 系列卫星保持了在数据上的延续性，并且增加了分辨率为 15m 的全色波段。图 4-3-1 为广州市附近的 TM 遥感影像。

4. SPOT5 卫星数据

SPOT5 卫星搭载有两个高分辨率几何装置，像以前的卫星一样，每个探测器都能偏转一定的角度，使得 SPOT - 5 号卫星能在每五天内重访同一地点。增强后的星上处理能力使得 SPOT - 5 号卫星能同时获取 120km 宽的全色和多光谱影像，而 SPOT - 4 号卫星相应的只有 60km。其出色的星上存储能力使得数据的存储、记录、回放等等都得到了最优化处理。

高分辨率立体成像装置用两个相机沿轨道成像，一个向前，一个向后，实时获取立体图像。较之 SPOT 系统前几颗卫星的旁向立体成像模式即轨道间立体成像而言，SPOT5 号

卫星几乎能在同一时刻以同一辐射条件获取立体像对，避免了像对间由于获取时间不同而存在的辐射差，大大提高了获取的成功率。在制图、虚拟现实等许多领域能得到广泛的应用。

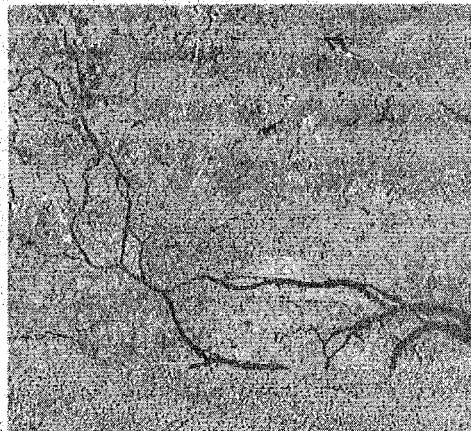


图 4.3-1 广州附近的 TM 影像

5. 气象卫星图像

目前较常用的有中国自己发射的风云系列气象卫星和美国气象卫星（NOAA）的图像。气象卫星可一日数次对同一地点扫描，可用它观察城市热岛的变化情况。中国的风云系列气象卫星分极地轨道（太阳同步）卫星系统和地球静止轨道（地球同步）卫星系统两种，目前 FY - 1 和 FY - 2 系列卫星以及 FY - 3A 星已经发射成功，分辨率由公里级提高到了百米。美国 NOAA 极轨卫星从 1970 年 12 月第一颗发射以来，近 40 年连续发射了 18 颗，第五代（NOAA - 15—18）传感器采用改进型甚高分辨率辐射仪（AVHRR/3），和先进 TIROS 业务垂直探测器（ATOVS），包括高分辨率红外辐射探测仪（HIRS - 3）、先进的微波探测装置 A 型（AMSU - A）和先进的微波探测装置 B 型（AMSU - B），其中 AVHRR/3 的星下点分辨率可达 1.1km。2006 年 7 月欧空局发射的世界上最复杂的地球观测卫星——大型环两极轨道的气象执行卫星（MetOps），这颗卫星将会提供空前准确的数据，其中包括温度、湿度、风速、海洋风向、臭氧和痕量气体，为全球天气预测和气候监测，准确地对天气情况进行预测并可以预防频发的恶劣天气情况。

6. 高空间分辨率卫星影像

随着遥感技术的发展，高空间分辨率卫星影像逐渐得到广泛应用，它以较低的成本提供了城市监测更为详尽的信息。其中 IKONOS 卫星于 1999 发射成功，是世界上第一颗提供高分辨率卫星影像的商业遥感卫星。产品分辨率为全色 1m；多光谱 4m。随后，Quick-Bird 卫星（图 4.3-2）于 2001 年 10 月由美国 DigitalGlobe 公司发射，全色波段分辨率为 0.61m（星下点），多光谱为 2.44m（星下点）。另外，2006 年 4 月发射的以色列 EROS - B 卫星，其地面分辨率也能够达到 0.7m（全色）。商业对地成像卫星 GeoEye - 1 是在 2008 年 9 月由世界上规模最大的商业卫星遥感公司美国 GeoEye 成功发射的，其全色分辨率可达 0.41m，多光谱分辨率 1.65m，被认为是市场上最具竞争力、最有发展前景的遥感卫星。

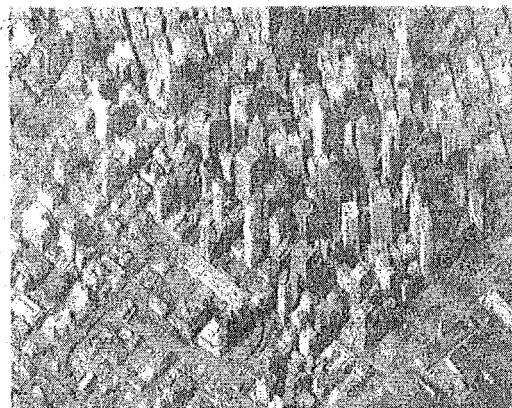


图 4-3-2 旧金山中心城区的高分辨率遥感影像 (QuickBird)

7. 高光谱遥感卫星影像

高光谱遥感是高光谱分辨率遥感 (Hyper-spectral Remote Sensing) 的简称。它是在电磁波谱的可见光、近红外、中红外和热红外波段范围内，获取许多非常窄的光谱连续的影像数据的技术。其成像光谱仪可以收集到上百个非常窄的光谱波段信息。高光谱卫星遥感影像是利用高光谱遥感技术获得的卫星影像，其光谱分辨率高于百分之一波长达到纳米 (nm) 数量级，光谱通道数多达数十甚至数百。1999 年美国地球观测计划 (EOS) 的 Terra 综合平台上的中分辨率成像光谱仪 (MODIS)、号称新千年计划第一星的 EO-1，欧洲环境卫星 (ENVISAT) 上的 MERIS，以及欧洲的 CHRIS 卫星相继升空，宣告了航天高光谱时代的来临。EO-1 卫星内装高光谱成像仪 (HYPERION)，共有 220 个波段 (0.4—2.5 μm 范围内)，30m 地面分辨率，用于地物波谱测量和成像、海洋水色要素测量以及大气水汽/气溶胶/云参数测量等。

8. LiDAR 数据

激光雷达 (Light detection and ranging, LiDAR) 是一种通过位置、距离、角度等观测数据直接获取对象表面点三维坐标，实现地表信息提取和三维场景重建的对地观测技术。由于 LiDAR 数据具有高的空间分辨率和垂直分辨率，在城市变化监测中发挥了重要作用。图 4-3-3 为纽约下曼哈顿地区的 LiDAR 数据。

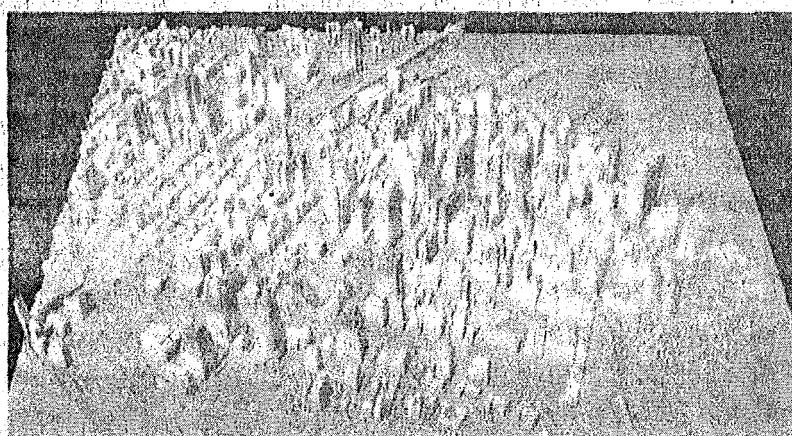


图 4-3-3 纽约下曼哈顿地区的 LiDAR 数据

9. 中巴地球资源卫星和北京一号小卫星

中国与巴西合作的 CBERS - 1 和 CBERS - 2 分别于 1999 年和 2003 年发射成功。CBERS - 2 搭载了 19.5m 的中分辨率多光谱 CCD 相机和 258m 的宽视场成像仪 (WFI)。2007 年 9 月，中巴地球资源卫星 02B 星发射成功，除继续保留原有 19.5m 的中分辨率多光谱 CCD 相机外，还首次搭载了一台自主研制的高分辨率 HR 相机，地面分辨率高达 2.36m (图 4-3-4)。



图 4-3-4 同一地点不同分辨率卫星图像对比

北京一号是一颗具有中高分辨率双遥感器的对地观测小卫星，卫星重量 166.4kg、轨道高度 686km、中分辨率遥感器为 32m 多光谱，幅宽 600km，高分辨率遥感器为 4m 全色，幅宽 24km。北京一号卫星于 2005 年 10 月发射，其遥感影像数据已经广泛应用于各个领域。

第三节 图像解译的主要依据

获得遥感图像后可以进一步辨认地物的空间分布、有关属性，这就是判读、解译。图像解译的主要依据有：

- 1) 波谱特征。建筑物、道路、水体、植被、裸地在影像图上的表现往往有明显的差异，如：同是建筑，屋顶是沥青砂的和一般水泥的、瓦片的明显不同；同是道路，沥青路面和水泥路面、土路面也明显不同；污水排放口的水体和附近的无污染水往往也可分辨出

来。在彩色红外像片上，植被的颜色是红的，极易和周围物体相区别。

2) 物理特征。不同的地表物质、地物表面的粗糙程度、含水量、遥感成像时的光照条件、大气环境、地形起伏等等，都会造成影像图的色调差异，为图像解译提供依据。

3) 几何特征。地物的形状、大小、阴影、纹理以及相互之间的位置关系，是图像解译的重要依据。例如，对有经验的规划人员，建筑群的范围、建成区和非建成区的界线、郊区农田和市内绿地等等，均可在影像图上依据几何特征比较容易地判读出来。又例如，利用建筑物立面的成像，可以数出建筑的层数，利用阳光的阴影，可估计建筑物的大致高度等。

第四节 图像校正与信息提取的常用方法

1. 几何校正

因飞行器姿态的变化、观测角度的限制、成像过程的种种干扰以及传感器自身投影方式的局限，造成遥感图像的几何坐标往往和实际应用有很大差异，需要进行几何坐标的校正。例如，城市规划常常使用正射航空影像图，这是经过几何校正（正射投影校正）的图像，可以在图上量算距离。

2. 辐射校正

受大气环境、传感器性能、投影方式、成像过程等因素的影响，会造成同一景图像上电磁辐射水平的不均匀或局部失真，同一时相的相邻图像之间也会有辐射水平的差异，同一观察范围但不同时相的图像之间更会有辐射水平的差异。辐射差异带来图像色调的差异，往往需要校正后才能正常使用。

3. 图像增强

为了某种应用上的需要，用光学或数学的方法，使某类地物在图像上的信息得到增强，当然，另外一些信息则被减弱。

4. 对比分析

同一景图像中不同波段的信息，相同地物范围内不同时相的图像都可进行对比分析。

5. 统计分析

对图像单元的亮度、色彩及其分布进行统计分析。

6. 图像分类

借助计算机或目视的方法对图像单元或图像中的地物进行分类。

第五节 遥感信息在城市规划中的典型用途举例

1. 地形测绘

用航空摄影图像测绘地形比计算机的应用历史更长。目前，1:2000 至 1:50000 的地形测绘广泛利用航空影像实现，更小比例的地形测绘可利用卫星影像。因高层建筑的遮挡，1:500 或 1:1000 的地形测绘，若用航空摄影方法，在大城市的建成区有较大局限。

2. 城市规划现状用地调查与更新

在编制城市规划的过程中，利用遥感手段制作城市规划用地现状图具有多、快、好、省的特点。经实际操作证明，利用0.61m分辨率的卫星遥感影像，可以分辨出绝大多数类型的城市建设用地。在规划的执行过程中，也可以利用卫星遥感影像及时发现变化，掌握各类用地的变化是否符合城市规划。

3. 绿化、植被调查

城市绿化覆盖率、绿地率、植物的生长状态通过影像判读往往比实地调查更有效。

4. 环境调查

利用遥感信息可以调查大气污染、水体污染的分布情况或扩散状况，还可调查城市“热岛”、固体废弃物的分布。

5. 交通调查

在影像图上可以统计某一瞬间的车辆、行人的分布，进而估计交通流量。将两个间隔时间很短、同一地景的图像进行对比，可以测出车辆、行人的运动速度和停车状况。

6. 景观调查

对从不同角度产生的、同一地物范围的影像，可用光学立体镜直接、立体地观察地面景观。采用计算机图像处理技术，可以将上述影像图转换成三维立体的数字高程模型，用于大范围的城市景观调查。

7. 人口估算

在大比例航空像片上，可以观察到住宅的立面，从而累计住宅单元数，再利用人口和住房的有关统计资料，估算出人口在空间上的大致分布。

8. 城市规划动态监测

根据不同时相的遥感影像进行对比，发现变化，将变化与规划对比，判断其是否符合城市规划。在基层城市规划行政主管部门，可以依此发现非法建设与非法用地，上级城市规划行政主管部门则可以据此判断变化是否符合已经批复的城市规划，并发现是否存在行政主体违法的现象。

第六节 遥感技术的发展和应用局限性

目前，卫星遥感技术正在不断地向多光谱、高分辨率的方向发展，新一代的商用卫星影像，对地表的分辨率已经达到0.5m甚至更高，可以用它制作1:10000甚至更大比例的基础地形图。

航空影像也在向扫描、数字成像的方向发展，从而使大比例的航空影像从信息获取到信息处理均利用计算机完成，大大缩短调查、解译、判读的周期，并降低成本。

当然，遥感也有其自身的不足，主要表现为：

1) 图像判读、解译后获得的往往是对地物的大致估计，或间接信息，会和实际情况有出入。

2) 在很多情况下用计算机判读、解译比用熟练的人工误差大，但全靠人工，解译工作量很大、周期较长。

3) 城市规划中需要地物的社会属性，但靠遥感只能间接获取，主要还得靠实地调查。

解决。

4) 遥感信息的获取、解译技术还比较复杂,成本还比较高,需要多种专业人员的配合才能实现。有的城市花了钱,进行了遥感调查,但相关技术人员配合不全,或规划人员参与不够,未能发挥充分的作用。

第四章 CAD 与图形/图像处理技术

第一节 CAD 与图形、图像处理技术 在城市规划中的一般应用

计算机辅助设计 (Computer aided design, 简称 CAD)，是指利用电子计算机系统具备的图形功能来帮助设计人员进行设计，它可以提高设计工作的自动化程度，缩短设计时间。CAD 系统主要具有以下功能：

- 1) 交互式图形输入、编辑与生成。它帮助设计人员交互式输入与绘制二维与三维图形，并可以对图形进行编辑修改。目前，规划编制和管理业务已普遍采用计算机输入设计图形和文字，以人机交互方式编辑修改设计图，建立室外场地、背景物和建筑物的三维设计模型，产生透视图、渲染图。
- 2) CAD 数据储存与管理。设计图和描述设计产品的其他数据可以在 CAD 数据库中储存、管理，计算机能够快速检索设计图和描述设计产品数据。
- 3) 图形计算与分析。CAD 可以对产品的不同样式、尺寸、结构等设计参数进行计算，对设计产品进行评估分析，从各种可能方案中选择最佳方案。
- 4) 可视化表现与景观仿真。可以利用 CAD 软件，产生二维与三维设计图。进一步利用计算机图形、图像处理技术，将多种图形、图像、文字资料综合到一起，进行编辑，使设计成果的表现效果更加丰富、吸引人（图 4-4-1）。还可按某种预定的视角、方位、运动路径产生连续的渲染图，给观察者以动画的感觉。景观仿真比动画更进一步，观察者可以自己选择视角、方位、运动路径，即刻产生三维景观，戴上立体眼镜，配上操纵杆，使景观的模拟更有亲临其境的感觉。

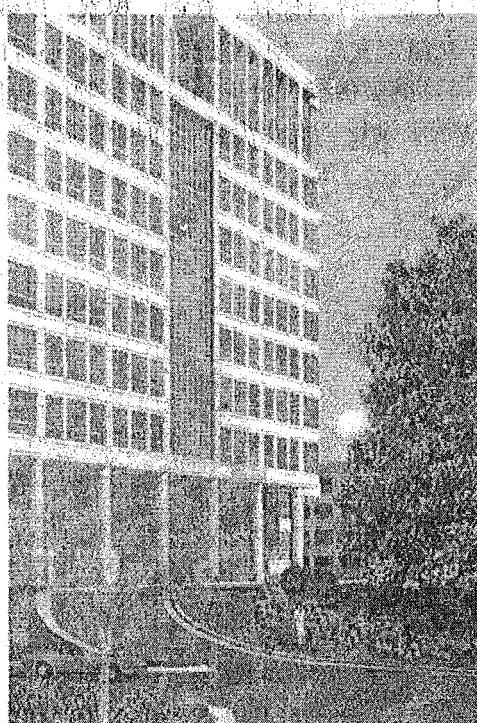


图 4-4-1 利用 CAD 软件在
城市规划中设计三维表现

第二节 CAD 与图形、图像处理技术对规划业务的影响

计算机辅助设计技术的发展受到计算机图形、图像处理、数据库、人机交互等项技术的影响，现在已广泛应用于城市规划的日常业务。计算机辅助设计和图形、图像处理技术对规划业务的影响主要反映在以下六方面：

- 1) 提高修改、编辑设计成果的效率。虽然方案草图还以徒手画最方便，简单的成果图用熟练手工绘制也可很快完成，但对稍有复杂程度、需要反复编辑、多次修改的设计成果，和手工相比，采用 CAD 技术提高的效率是很显著的。
- 2) 使规划设计成果、建设项目申请与审批的成果更精确、更详细。定坐标、注距离、量长度、算面积、平衡土方等工作用手工完成和用 CAD 相比，后者的精确性、详细程度明显好于前者（这些工作也可借助 GIS 来完成）。当然，上述成果的精度受到地形测绘信息准确性的制约。
- 3) 减少差错和疏漏。以数字为媒体的设计，往往可以自动避免某些差错、疏漏，也可利用计算机程序来检查设计成果中的某些逻辑差错，并提醒用户改正。
- 4) 使设计成果的表达更加直观、丰富。计算机的渲染、动画、景观仿真技术使得到的图形、图像具有特殊的表现力，给人以直观甚至是身临其境的感受，虚拟现实技术还可使一般用户交互式地、动态地体会景观。虽然手绘效果图、实体模型还会长期存在，但通常难以实现计算机所达到的效果。
- 5) 便于资料保存、查询、积累。以数字为媒体的设计资料的保存介质比纸介质体积小、存储密度高，便于查找、积累，还可以通过计算机网络向外发布。
- 6) 突破传统设计上的某些局限。某些具有特殊造型的建筑物、道路、场地可利用 CAD 技术设计、表达出来，而用传统手工方法很难做到。

第五章 网络技术以及信息技术的综合应用

第一节 网络技术的综合应用

网络通信技术和计算机相结合，是人类走向信息社会的重要标志，它对城市规划业务的影响也将是深刻的，它在城市规划中的典型作用至少有如下几方面：

1. 信息发布和公众讨论

规划机构可以对内或对外发布信息，同时提供查询的功能和界面。除了可将批准的规划、法规、办事程序在网上公布外，可通过网络展示方案、法律草案，让公众随时查询，并利用网络开展讨论。规划管理机构还可将建设申请项目为何批准、为何不批准在网上展示，接受公众监督。

2. 数据共享

不同的部门、机构以及公众之间可以共享信息，如规划部门可以将土地管理部门的地籍图和自己的规划设计图进行对比。由于没有必要事先将所有地籍数据都传递到规划部门，因此，土地管理部门对地籍数据的更新可以立即被规划部门使用，这就简化了信息管理，提高了工作效率。当然地形图的使用也可采取这种方式。同样，建筑设计单位可以利用网络下载项目的规划设计条件，而不必派人到规划局的办公地点领取纸质文件。

3. 处理功能共享

计算机的程序也可通过网络实时传递，连接在网络上的计算机往往只需安装简单的软件，就可通过网络实时下载（或上传）程序，实现某种特定的处理。

4. 设备资源共享

依靠网络，大量的计算机用户可以只配简单的、低档的计算机，而将复杂的处理由功能强、性能高的网络服务器完成。许多输入、输出设备也可利用网络共享。

5. 分散而协同地工作

在网络的基础上，规划工作将越来越多地以数字为媒体，许多面对面的工作方式可由文件传递、信息发布、数据共享、视频会议等途径代替。建设单位可以远程报建，规划管理人员可以远程批案，规划编制单位可以远程汇报方案等。

网络技术还不完善。例如，受设备初期投入成本的影响，远距离通信的绝对成本还比较高；互联网的信息保密性、安全性还不够可靠，容易受到非正常用户的侵犯，如所谓的“黑客”，往往是计算机网络的恶作剧者，可给网络造成信息泄漏、功能瘫痪等问题。

第二节 信息技术的综合应用

在信息技术应用日益广泛的今天，信息技术应用水平的高低已经成为评估规划设计单

位资质及规划行政主管部门管理水平的重要依据。综合运用信息技术，已经成为城市规划编制、城市规划管理和城市规划监测等各项工作所必不可少的内容。

在城市规划编制的过程中，规划设计人员往往运用 GIS 软件分析所在地区的实际情况，然后再利用 CAD 软件进行规划设计；规划管理人员往往利用经过二次开发的 GIS 软件进行行政审批等管理工作。规划监测人员则会利用 GIS 软件分析不同时相的遥感影像，及时发现违法用地与违法建设。

1. CAD 和 GIS 结合

CAD 适合设计过程的计算机处理，而 GIS 适合对客观事物的查询、分析，但二者在图形、图像处理上有许多相似、共同之处，因此有一些 CAD 软件也具备空间查询、分析的功能，有些 GIS 软件则提供适合编辑设计图的功能。CAD 和 GIS 之间的相互取长补短可以减少不同软件产品之间的数据转换，有利于减轻用户在购买软件和培训以及技术维护上的负担。

2. 遥感和 GIS 结合

GIS 的栅格空间数据主要来自遥感，遥感图像在完成了基本的处理和解译之后，应成为 GIS 的基础数据，用于更深层次的查询、分析和表达。

3. 互联网络和 CAD、GIS、遥感的结合

- 1) Internet 和 CAD 相结合，将使远程协同设计得到发展。
- 2) Internet 和 GIS 相结合，使空间信息的查询以及简单的分析远程化、社会化、大众化，将大大促进空间信息的共享和利用。目前，具有常用查询功能的、基于 Internet 的 GIS 已在各行各业得到了应用。
- 3) Internet 和遥感相结合，使遥感图像的共享程度提高，应用更加广泛。

要利用互联网实现 CAD、GIS 和遥感的复杂处理，尚有一定难度，主要原因是有相关的软件技术还不成熟，远程网络的传输速度还不够快，传输成本比较高。但技术瓶颈会逐步解决。

第六章 城市规划信息化

信息技术进入我国城市规划领域的近二十年间，为城市规划提供了现代化的技术支撑，逐步成为城市规划编制和管理过程中不可或缺的辅助手段，极大地提高了城市规划水平和效率，并在人类社会城市规划进程中为城市规划的龙头作用体现提供了强大的科技平台。目前，全国已经有 200 多个城市建立了城市空间信息基础设施系统。近千个城市规划设计院采用了 GIS、CAD、虚拟现实技术和数据库技术等手段，初步实现了规划基础数据管理数字化、规划设计网络化、方案展示虚拟化，整体提高了规划设计行业在基础数据管理、规划方案设计、规划成果展现等方面的能力与规范化水平。

通常，城市规划信息化包括以下几个方面的信息化，即基础设施信息化、规划计划信息化、规划管理信息化、规划监管信息化、规划参与信息化和业务联动信息化。从实现层面讲，城市规划信息系统涉及以下方面技术内容：

1. 辅助设计

辅助设计是城市规划信息化最为基础性的工作，在 CAD 软件以及 GIS 分析功能的支撑下，进行城市规划设计工作。随着网络技术的发展，可以进行远程协同设计。

2. 图文一体化管理和办公自动化

在城市规划工作中，既产生大量空间数据，也产生大量文本信息。需要将不同的数据源产生的图形和文本信息更好地结合在一起，并且通过一种良好的用户界面提供给业务人员。目前，办公自动化作为一种有效的行政审批辅助手段得到了各级政府的重视，图文一体化管理与办公自动化相结合，可以大大提高城市规划工作的效率。

3. 决策支持

在信息系统的支持下，我们可以对不同规划方案进行分析计算，从而比较评估方案的优劣。例如一个交通规划是否能够满足居民出行的需要，应该如何设置相应的公共交通以方便居民出行等。由于在实践中难以真正实施其中某些候选方案，因此，我们需要通过信息系统对其进行模拟和评估。

4. 多源信息的整合与数据服务

在城市规划信息化过程中，涉及海量的空间数据库，包括规划图件、基础图件、遥感影像、非结构化文档等。我们需要建立信息资源目录，实现多元信息的集成化管理，并提供地理空间信息在线网络服务，即城市空间数据的拥有部门，按照一定的协议或规则，通过城市宽带网络，向其他部门提供实时在线的地理信息服务，用户本身并不需要存储或管理这些空间数据，而是在需要的时候再进行调用。通过城市规划多源信息的整合与数据服务，避免数据的重复建设，降低政府信息化成本。

5. 基于 Internet 的公众参与

城市在规划项目审批前期咨询和规划方案成果社会参与阶段，可以在 Internet 的支持下，构建基于地理信息系统、卫星和航空遥感、计算机辅助设计和虚拟现实技术的规划成果咨询与评议信息系统，为前期咨询专家和后期公众参与提供可视化、数量化、网络化和图文一体化的交互式信息平台，为我国城市规划决策民主化、人性化奠定技术基础。

目前，我国的城市规划信息化还存在着如标准化程度不高，数据共享不足的缺点。城市规划信息化的未来发展有以下趋势：

1. 技术应用法制化

根据我国政府电子政务的总体指导思想，城市规划信息化应该取得一定的法律地位，应注意将城市信息化纳入法律法规体系，以保持规划信息化的法律地位、驱动力和生命力。

2. 规划信息标准化

在空间信息标准的基础上，考虑城市规划的业务特点，定义相关数据标准和业务标准，为信息和技术共享清除障碍。

3. 基础数据共享化

城市规划与其他城市管理部门，如土地管理、建设管理、市政管理等，存在着密切的联系。在这些部门的信息化过程中实现基础数据共享，有助于避免数据重复建设，降低成本。

4. 技术应用集成化和智能化

信息技术的发展日新月异，城市规划信息化需要不断集成信息技术发展的最新成果，如全球定位系统、工作流技术等，以提高信息应用水平。此外，在信息化过程，需要集成各种智能分析模型，如基于 Agent 的模型、元胞自动机模型等等，对城市规划进行科学的量化评估，使城市规划充分考虑各方面因素，尽可能满足不同组织的需求。

参考文献

- [1] J. J. Parsons, D. Oja. 计算机文化 [M]. 吕云翔, 张少宇, 曹蕾, 等, 译. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [2] 邬伦, 刘瑜, 张晶, 等. 地理信息系统——原理、方法和应用. 北京: 科学出版社, 2001.
- [3] P. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire et al. 地理信息系统与科学 [M]. 张晶, 刘瑜, 张洁, 等, 译. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [4] P. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire et al., Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Applications and Management: 2nd Edition, New York: Wiley, 1999.
- [5] 梅安新, 彭望碌, 秦其明等. 遥感导论 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [6] 日本遥感研究会. 遥感精解 [M]. 刘勇卫, 贺雪鸿, 译. 北京: 测绘出版社, 1993.

第五篇 城市经济学

城市是现代社会中高度集聚的社会经济实体，是社会财富的重要生产地。其内部的居住和各项经济社会活动的空间安排与组织是一个高度复杂的动态系统。在这个系统之中起主要作用的力量有两个，一个是市场的力量，一个是政府的力量。在这两个力量的交互作用之下，城市形成了各种不同的空间结构，并处于不停息地运行与演变之中。经济学的基本理论研究市场的运行规律，城市经济学研究在市场的作用下城市各项经济活动的空间安排和空间结构的形成。城市规划代表政府的力量，通过对城市土地用途的分配来对城市中的各项社会经济活动进行空间安排和引导。规划和市场在某些时候、某些方面会形成合力，主导城市的发展；但在另一些时候、另一些方面也会相互博弈，试图把城市社会经济活动引向不同的方向。规划师若不了解市场的运行机制与空间规律，就可能使规划与市场产生不必要的矛盾，结果不仅是规划在实施中会受到市场的阻力，难以达到规划制定的目标，而且可能会降低城市的运作效率和各项资源的利用效率。所以，规划师应该懂得市场，知道如何通过规划去引导和调控市场。城市经济学就是一门可以帮助规划师认识城市当中市场力量的作用机制与规律的学科。

第一章 城市经济学的相关知识

城市经济学是经济学各分支学科中与城市规划关系最密切的一门学科。之所以这样说一是因为它以城市经济问题为研究对象，对城市中经济活动的运行机制及其与政府政策的相互作用关系进行分析和解读，有助于规划师认识市场经济的特点和把握规划政策对市场的引导。二是城市经济学建立起了一套有关城市空间区位选择和空间结构形成的理论，给出了城市中各种经济因素在空间上的相互作用关系，这对于以城市空间布局为核心任务的城市规划来说是非常有帮助的。第一章首先介绍与城市经济学有关的基本知识，以及学习城市经济学需要具备的一些经济学知识。

第一节 城市经济学的形成背景与发展历程

世界范围内高速的城市化是城市经济学诞生的历史背景。18世纪英国的工业革命引

发了人类社会一个新的发展过程，这个发展过程从产业的角度看是工业化的过程，从地域空间的角度看就是城市化的过程。工业化和城市化是同一个发展过程的两个不同侧面。之所以这样说，是因为现代工业的出现极大地改变了人类的生产方式。传统农业使用大量的土地、大量的劳动力和少量的资本（工具）进行生产，具有空间上的高度分散性。现代工业则使用很少的土地、一定量的劳动力和大量的资本进行生产，具有高度的空间集聚性。工业生产的空间集聚又导致了为其服务的其他产业向其靠拢，于是形成了现代城市。在过去二百多年间，伴随着工业化进程从西欧到北美，并向世界其他地区的迅速扩展，城市化也在世界范围内高速发展。至今已有近一半的世界人口居住在城市之中，近70%的人类财富在城市中创造出来，所以城市已经成为人类经济活动的中心。

城市的发展也同其他的社会经济现象一样具有两面性。一方面它以极大的集聚经济效益推动了经济的发展，创造出了巨大的物质财富，大幅度地提高了人们的生活水平。另一方面，城市中也出现了大量的新问题，如高度的拥挤、严重的污染、大量的贫民窟和高犯罪率等，即所谓“城市病”。由于城市的规划、管理和建设决策需要有科学的理论做指导，各种城市问题的解决需要有科学的方法做手段，于是，作为一个相对独立而又突出的社会实体，城市就成为各科学领域的一个重要研究对象，相继出现了一系列以城市为研究中心的新的分支学科，如城市社会学、城市地理学、城市生态学等。而城市经济学也是在这样的大背景下诞生的。

城市经济学的历史可以追溯到20世纪20年代经济学家对城市土地问题的研究，但其发展成为一门独立的分支学科则是在1960年代之后。一般认为，美国学者威尔伯·汤普逊（Wilbur R. Thompson）1965年出版的《城市经济学导论》一书是学科独立的标志。而1960年代阿隆索（Alonso）、穆斯（Muth）和缪尔斯（Mills）三位学者提出的城市土地和住房理论为城市经济学奠定了坚实的理论基础（Alonso, 1960; Mills, 1967; Muth, 1969）。

第二节 城市经济学的学科性质及特征

城市经济学首先是经济学的一门分支学科，它运用经济学基础理论揭示出的经济运行原理来分析城市经济问题和城市政策，其理论基础主要包括了微观经济学、宏观经济学和公共经济学。由于经济学研究的核心问题是市场中的资源配置问题，所以城市经济学也是以城市中最稀缺的资源——土地资源的分配问题开始着手，论证了经济活动在空间上如何配置可以使土地资源得到最高效率的利用。并以此为基础，扩展到对劳动及资本利用效率的研究。

城市经济学又是经济学中具有独特特征的一门分支学科，其特征表现在对经济活动空间关系的分析。在经济学的其他分支学科中，空间问题都被忽略了，只有城市经济学成功地将空间变量带入了理论模型，用于说明经济活动的空间分布特征和空间结构的形成。城市经济学将这一原理运用于城市中各种用地的分析，尤其是居住用地的分析，建立起城市空间结构理论。由于这种分析是基于对土地市场的分析，所以城市经济学的前身又被看作是土地经济学。

城市经济学还是一门应用性经济学，它针对众多的城市问题进行经济的剖析，找出问题形成的经济原因，并对解决问题的政策方案进行经济评价，以找出效率最高的解决问题途径。如城市低收入人口的住房问题、城市失业问题、城市交通拥堵问题、城市环境污染

问题等等。这些研究成果为医治“城市病”提供了基本思路。

第三节 城市经济学的研究内容

城市经济学的研究涉及三种经济关系，需要加以明确，即市场经济关系、公共经济关系和外部效应关系。市场经济关系是指众多的消费者和企业在市场交易中建立起来的经济关系。人类社会的主要经济活动是生产和消费，生产又是因为有消费的需要而产生出来的。进行生产的单位称之为厂商，包括了所有为社会提供产品与服务的经济单位；进行消费的是每一个人，统称为公众。生产者要进行生产需要各种生产要素，主要是资本、劳动与土地。而生产要素是掌握在公众手中的，有的人拥有资金，有的人拥有土地，大部分人都拥有劳动能力。公众可以把自己拥有的生产要素拿到要素市场上出售，这样可以挣得收入，然后用所得收入到产品市场上购买所需要的消费品；而生产者在要素市场上购买生产要素，然后进行生产，生产出来的产品再拿到产品市场上出售。这样就构成了社会经济运行的基本框架（见图 5-1-1），图中外圈的箭头代表着货币的流动方向，货币从厂商手里通过要素市场到了公众的手里，然后又通过产品市场回到厂商的手里；内圈的箭头代表产品和要素的流动方向，产品从厂商手里经过市场到达公众的手里，生产要素则由公众手里经过要素市场到达厂商手里。厂商和公众之间通过两个市场连接起来，生产要素和产品在两个市场中进行了分配（曼昆，2006）。城市经济学就着重研究市场经济关系如何导致出各种不同的空间结果。对于城市来说，因为其经济具有高度的开放性，生产要素（除土地外）和产品都可以在城市内外流动，所以其市场经济关系既有内部的关系，也有外部的关系，分析中有时要加以区分，如城市经济中对基本部门和非基本部门的划分。

公共经济关系是指政府与社会之间的经济关系。有些产品与服务大家都需要，但市场不能够有效地提供，如城市中的供水、道路、消防、交通管理等，这就只能由政府来提供。而政府提供这些产品与服务也需要资金的投入，政府的钱是通过税收从居民和企业的手中拿来的，这种政府和社会成员之间的经济关系称之为公共经济关系（见图 5-1-2）。对于城市来说，内部的公共经济关系是城市政府与城市居民和企业之间的经济关系；而外部的公共经济关系是指城市政府与其上级政府之间的财政关系，如上级政府对城市政府的财政转移、建设项目资助等。城市中有众多的经济活动需要政府来参与，也有众多的城市问题需要政府通过政策来解决，所以建立良好的公共经济关系、提高公共资源的利用效率是城市经济学的关注之一。

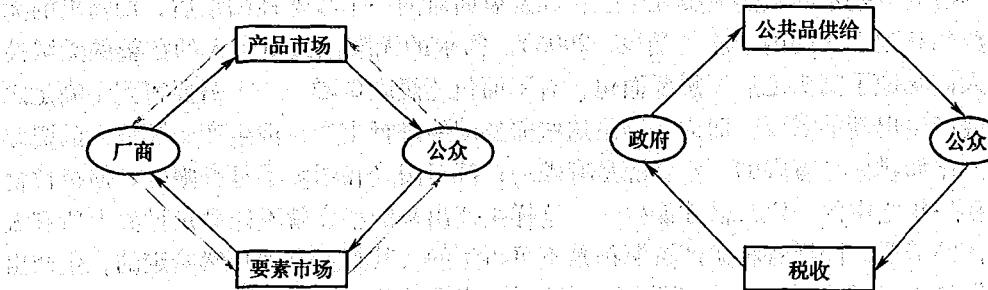


图 5-1-1 市场经济关系图

图 5-1-2 公共经济关系图

外部效应关系是指由于外部效应的存在使得经济活动主体之间发生的经济关系。当一种经济活动对其他的人或经济单位产生了影响，而这种影响又不能在市场中加以消除时，就发生了“外部效应”（也称外部性）。外部效应有正负之分，正的外部效应是指某项经济活动使其他人受益，而受益者无需支付任何代价。例如某单位投资改善其周围环境，不仅自己单位受益，其周围的邻居也随之受益；但没有一种市场机制使受益的邻居为此支付报酬，这就是外部正效应。负的外部效应是指某项经济活动使其他人受损，而受损者无法得到任何补偿。城市中环境污染问题就是典型的外部负效应。某些工厂由于“三废”排放不合标准，污染了空气或水体，在获得生产性收益的同时损害了其他人的生存环境和健康，但没有一种市场机制使得污染企业给受害者以补偿（曼昆，2006）。由于城市中集聚了大量的人口和经济单位，每个经济单位在进行经济活动时都可能给其他的单位或个人造成影响，所以城市中存在着大量的外部效应。由于外部效应会造成资源利用效率的低下，城市经济学就研究外部效应如何造成了效率的损失，造成了多大的效率损失，以及政府应该制定什么样的政策来消除外部效应。

城市经济学的具体研究内容大体上可以分为基础理论和城市问题分析两部分。基础理论包括宏观的城市化和城市经济增长理论、微观的城市内部空间结构理论和城市公共经济理论。其中城市内部空间结构理论是城市经济学的核心理论，以土地市场中的资源配置机制推导出了城市经济活动的空间分布规律，对大家熟知的城市空间现象给出了理论的解释。城市问题分析主要针对“城市病”，如城市失业、城市交通拥堵、城市贫困及城市犯罪等问题，通过经济分析找出问题的成因，并探讨解决问题的政策途径。本书根据城市规划的需要主要介绍城市规模与城市经济增长、城市土地市场与城市空间结构、城市交通经济与政策、城市公共财政与公共品供给四个部分。

第四节 学习城市经济学须具备的基本经济学知识

由于城市经济学是经济学的一个分支学科，它是以经济学的基础理论——微观经济学作为基本的分析工具，所以学习城市经济学必须要具备一些微观经济学的基本知识。经济学的另一套基础理论——宏观经济学，在城市经济学中应用不多，只是在城市经济增长的研究中有所涉及。所以本节只介绍微观经济学中与城市经济学有关的基本概念和基本原理。

一、经济学研究的基本问题

经济学研究的基本问题是人类社会生存和发展面对的一个根本性的矛盾，即需求的无限性和资源的有限性之间的矛盾（曼昆，2006）。需求的无限性是由于人的欲望的无限性造成的，人们吃饱了窝头之后还想要面包，有了面包还想吃蛋糕，一个需要得到了满足之后很快就会产生出新的需要。而为了满足这些需要就要进行生产，但生产中要投入的资源是有限的。比如耕地是有限的；水资源是有限的；甚至阳光和温度都是有限的，使得粮食作物只能在一年之中的一定月份才能生长；这样生产出来的粮食就不能满足世界上所有人的各种各样的需要。同样各种矿产资源都是不可再生的，其总量是大自然给定的，生产出来的产品更是难以满足所有人的需要。面对这样一个需求的无限性和资源的有限性之间的矛盾，人类社会就面临着一个基本的资源分配问题，即有限的资源如何在无限的需求当中

进行分配。这里有两个层次的分配问题，一是有限的资源如何在不同产品的生产中间进行分配；二是生产出来的有限产品如何在消费者中间进行分配。如前边例子中耕地是有限的，那么有限的耕地多少用来种玉米、多少用来种水稻、多少用来种小麦呢？生产出来的产品又如何分配，给谁吃窝头？给谁吃米饭？给谁吃蛋糕呢？就现代社会来说，人类选择了两种资源分配的方式，即市场的分配方式和计划的分配方式。市场的分配办法是让有需求的人（不管是生产者还是消费者）之间展开竞争，然后把资源或产品分配给出价最高的人来使用。出价最高意味着可以使这项资源得到最高效率的利用，当然效率高并不能保证资源分配的公平性。计划的分配方式是由少数人（一般是政府）来根据社会各方面的需要进行分配，这样的分配方式可以很好地实现社会的公平，但效率往往较低。在实际当中，大部分国家都同时采用以上两种分配方式，只是二者在经济中的相对重要性不同。美英等国是以市场的分配方式为主，而在中国以及北欧一些国家，政府的计划分配仍发挥着重要的作用。

微观经济学研究的是市场的分配方式，论证了为什么市场分配机制可以使资源得到最高效率的利用。宏观经济学和公共经济学说明了为什么只有市场是不够的，为什么我们还需要政府。这后一个问题将在相关章节中来论述，这里先讲述经济学对市场运行机制的分析。微观经济学的基本分析框架就是前边已经给出的市场经济关系图（图 5-1-1），通过要素市场和产品市场进行资源和产品的分配，并通过两个市场把生产和消费这两种基本经济活动联系起来。从经济活动的主体——公众和厂商的经济决策行为出发，经济学家推导出了市场的运行机制。

二、效用最大化与利润最大化

公众是消费活动的主体，消费什么、消费多少，是公众要进行的经济决策。厂商是生产活动的主体，生产什么、如何生产是厂商要进行的经济决策。这些消费决策和生产决策遵循的原则是什么呢？经济学家认为这个原则就是经济利益的最大化。这就是经济学的一个基本假设——“经济人”的假设，所谓“经济人”就是追求经济利益最大化的人。公众和厂商都希望通过理性的决策和市场交易来最大限度地增加自身的利益。如果把这种双方追求的经济利益具体化的话，就有了效用最大化和利润最大化的表述。

效用最大化是消费者（公众）追求的目标，或称消费者的决策原则。效用是消费者在进行消费时所能得到的快乐和满足，这是个人的感觉。对于同一件商品，不同的人消费时感觉会不一样，效用也就不一样。即使对同一个人来说，不同的情况下消费同一件商品的效用也会是不同的。就一个馒头来说，肚子饿时吃和肚子不饿时吃，感受就不一样，效用也就不一样。而人们为了得到效用，愿意花钱来购买商品，这样一件商品对某个消费者的效用就决定了这个消费者对这件商品愿意支付的价格。从另一方面来说，市场中有众多的商品，都能给人们带来不同程度的效用。但一个人的收入是有限的，不可能把所有能给他带来效用的商品都买下来。一个“经济人”就会精心选择一组商品的组合，使得通过花费其有限的收入给自己带来最大的效用。这就是消费者追求的效用最大化。

对于生产者（厂商）来说，其进行经济活动的收入表现为利润，所以利润最大化就成为厂商的追求目标。而利润是其产品的销售收人减去生产成本之后的余额。销售收人是其生产的产品产量与产品价格的乘积，在给定的成本之下，产量越高，利润越大；价格越

高，利润也越大。

$\text{利润} = \text{销售收入} - \text{成本} = (\text{产量} \times \text{价格}) - (\text{资本成本} + \text{劳动成本} + \text{土地成本})$

而生产成本是各项投入要素的用量与价格的乘积之和；主要的生产要素是资本、劳动与土地；所以总成本就是生产中使用的资本数量与价格的乘积，加上劳动的使用量与价格的乘积，再加上土地的使用量与价格的乘积。要素的投入量与生产技术有关，各种要素的投入量之间有一定的可替代性，而要素价格是在要素市场上决定的，所以厂商要得到最大利润，就要尽量采用低价要素，在技术允许的范围内找到可使总成本最低的要素组合。

三、边际概念的意义与运用

消费者的效用最大化和生产者的利润最大化如何实现？这就要用到“边际”的概念来解释。边际的概念是微观经济学中一个关键性的概念，贯穿了微观经济学理论体系的始终。在商品市场上，消费者每多购买一单位的商品，都会给他带来新的效用，这新增加的一单位商品带来的效用就称为“边际效用”。而这个“边际效用”会随着购买量的增加而减小，称为“边际效用递减律”。试想如果饿肚子的时候吃包子，第一个包子是最香的，第二个也挺香，吃第三个的时候已经不那么饿了，所以第三个就不觉得像前两个那么香了。每多吃一个包子带来的享受感就是“边际效用”，随着吃进去的包子数量的增加，新增加的那个包子带来的享受感会下降，就是“边际效用递减律”（曼昆，2006）。考虑到消费者的收入是有限的，而他需要的商品是多种多样的，要使有限的收入给自己带来最大的效用就要使花在每一种商品上的最后一块钱带来的效用都相等。因为如果各种商品的边际效用不等的话，就应该把钱花在边际效用高的商品上。比如若某个人的收入都用来购买吃的和穿的，当吃的比穿的边际效用高时，他就应该买更多吃的；但随着吃的购买量的增加，边际效用会下降，当达到与穿的边际效用相等时，购买量就不应该再增加了。如果再购买吃的，边际效用就会低于穿的了，就不如去买穿的。所以可使效用最大化的收入分配是由各种商品边际效用相等的点决定的。图 5-1-3 中画出了吃和穿的边际效用曲线，横轴代表花在吃和穿上的收入，从左向右代表吃的支出递增，从右向左代表穿的支出递增；纵轴代表吃和穿的边际效用。由于边际效用递减律的作用，随着支出的增加，边际效用曲线都是下行的。在两者相等的点决定了总收入的分配。

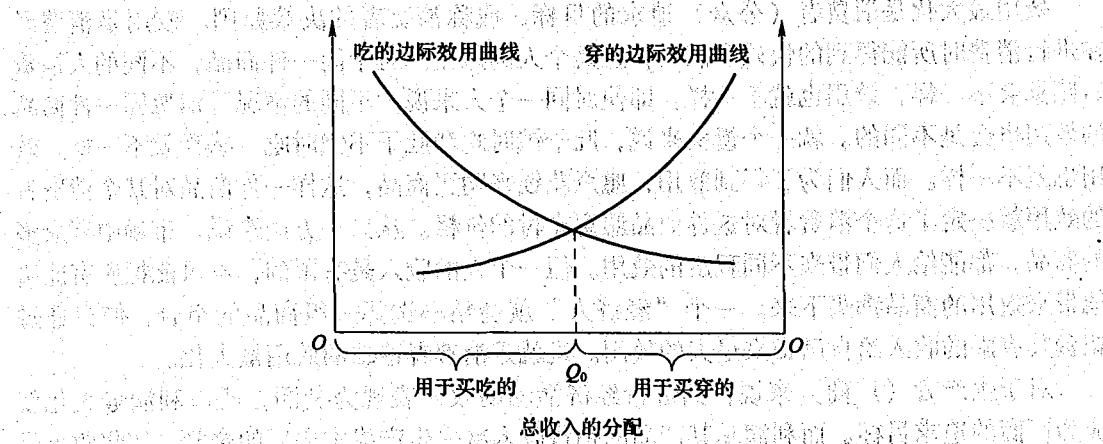


图 5-1-3 边际效用与收入分配

借鉴上述理论，生产理论也用边际的概念来讨论生产者对生产要素的购买决策。生产中每增加一单位的某种要素投入，就会带来产出的增加，这个产出的增加量称为“边际产出”。若保持其他要素的投入量不变而只增加一种要素的投入量，则随着投入量的增加边际产出会下降，称为“边际产出递减律”（曼昆，2006）。当生产者面对着给定的总成本时，只有使产出最大化才能使利润最大化，而最大化的产出发生在各种投入要素边际产出相等的时候。比如生产中只使用土地和资本两种生产要素，若资本的边际产出高，就应该增加资本的投入量。而随着资本投入量的增加，其边际产出递减，当减到与土地的边际产出相等时，其投入量就不应再增加了。这是若再增加资本的投入量，边际产出就低于土地了，不如增加土地的投入。所以，可使利润最大化的总成本分配是由各种要素边际产出相等的点决定的（见图 5-1-4）。当然这样做的前提是生产技术允许各种投入要素之间进行相互替代。与图 5-1-3 类似，图 5-1-4 中的横轴从左至右代表用于资本的支出，从右至左代表用于土地的支出；纵轴代表两种要素的边际产出。由于边际产出递减律的作用，两条曲线都是下行的，在两者相交的地方，边际产出相等，决定了总成本的分配。

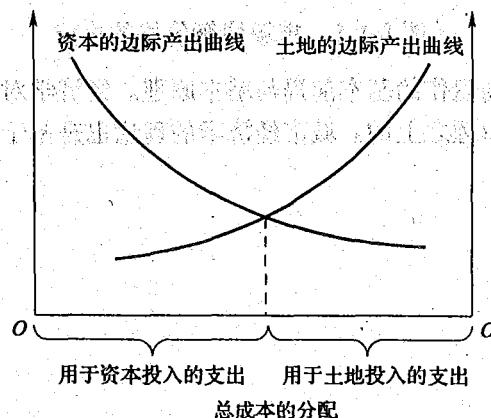


图 5-1-4 边际产出与总成本分配

四、供求曲线与市场均衡

市场中的商品或要素的价格是如何决定的呢？市场中的卖方提供了对商品或要素的供给，买方构成了对商品或要素的需求，而市场价格是在供需双方的博弈中形成的。以商品市场为例，卖方希望以高价卖出，但如果价格太高，买的人就少，卖方就无法把产品都卖出去，只好降低价格；而买方希望以低价买进，但如果价格太低，卖方就不愿意卖，买方就有人买不到需要的商品，就会提高价格。只有当供求相等时，价格才会稳定下来，而这个稳定的价格被称为市场的均衡价格（曼昆，2006）。

为了说明市场中价格的决定，经济学家给市场中的供给和需求做出了严格的定义。在保持其他市场条件都不变的情况下，供给是指在特定的时间内，在每一个价格下，生产者愿意而且能够提供给市场的某种商品的数量；需求是指在特定的时间内，在每一个价格下，消费者对某种商品愿意而且能够购买的数量。这里的“在每一价格下”意味着供给和需求都是随价格的变化而变化的，为了追求利润最大化，供给将随价格的上升而增加；而为了追求效用最大化，需求则随价格的上升而减少。把这两种关系用曲线图画出来的

话，就会有一条上升的供给曲线和一条下降的需求曲线，在两条线的交点上供求相等，决定了均衡价格 P_0 和均衡交易量 Q_0 （见图 5-1-5）。经济学的理论还证明了在完善的市场条件下，当产品市场和要素市场都实现了均衡时，生产者就都实现了利润最大化，消费者也都实现了效用最大化，社会的资源利用效率就达到了最高。

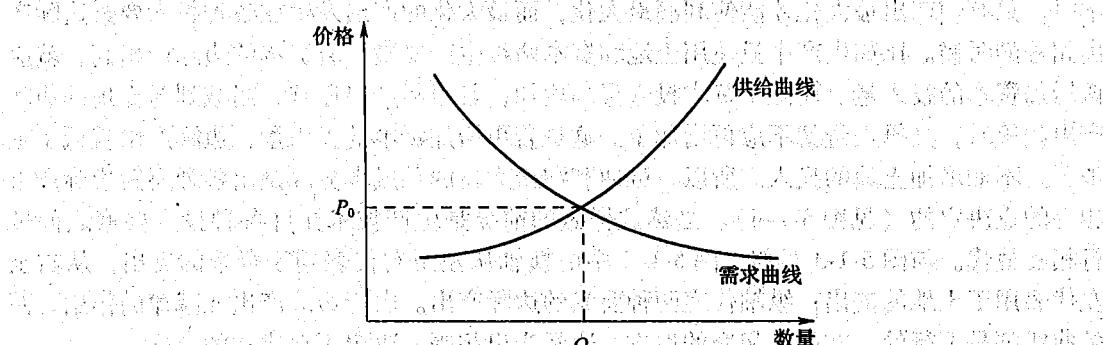


图 5-1-5 市场均衡价格的决定

以上内容说明了市场运作的基本前提与基本原理。经济学对人类经济活动的分析都是建立在这几个最基本的原理之上的。城市经济学的理论也是基于这些原理而建立起来的。

第二章 城市规模与城市经济增长

众所周知，城市规模和城市经济发展的预测是城市规划中的基础性工作。问题是城市是否有最佳规模？城市经济发展受到哪些因素的影响？哪些产业主导或左右着城市的发展？本章用经济学的原理对城市规模、城市经济增长和城市产业结构问题加以分析。

从宏观上放眼望去，世界上或一个国家内有大大小小很多不同的城市，而这种空间景观的形成，是无数的人和企业在进行各种经济活动时的区位选择决策造成的。所以本章所进行的宏观的城市经济分析都是建立在居民或企业一些共有的行为特征基础上的。

第一节 城市规模与最佳规模

城市有大小的不同，而衡量大小可以有众多的不同指标。城市经济学中最常见的城市规模衡量指标有就业规模（代表其经济规模）、人口规模和用地规模。就业规模和人口规模之间的差距，由一个“带眷系数”所决定，即每个就业人口抚养的非就业人口数。经济分析中一般把“带眷系数”简单地看作一个不变的常量，这样就业规模就可以等同于人口规模。而用地规模在一定程度上是由人口规模决定的，但这两个规模间的关系不是一个系数所能表示的，还有其他的因素在起作用，这是下一章要讨论的问题。

城市的人口规模是如何决定的？这是与城市的形成直接相关的问题。要回答这个问题首先要回答为什么经济活动会在空间上集聚而形成城市。经济学中有三个基本的原理可用来解释城市的形成，即生产要素组合原理、规模经济原理和集聚经济原理：

生产要素组合原理用不同的经济活动中使用的生产要素组合不同来说明其空间特征。基本的生产要素是土地、劳动和资本，不同产业的生产活动使用不同的要素组合结构。就农业和工业两大产业的比较来看，传统农业生产需要大量的土地投入、大量的劳动和一定量的资本，由于其土地投入量大，劳动和资本就分散在大范围的土地之上，所以空间上是分散的。即使是现代农业，需要的劳动力很少而资本量很大，但仍需要大量的土地，空间上还是分散的。而工业生产只需要相对很少的土地、一定量的劳动和大量的资本，劳动和资本都集中在很小的土地面积上，所以空间上是集中的。正是因为工业生产的这种要素组合特征，使得工业化带来了城市的大发展。所以我们说现代经济的发展从产业的角度看是工业化的过程，从地域空间的角度看就是城市化的过程，工业化和城市化是同一个发展过程的两个不同的侧面。

规模经济原理是说某些生产活动，主要是指工业生产活动，具有规模越大成本越低的特点。这里的规模是指单个企业的规模。随着企业规模的扩大，其内部的生产组织可以趋于合理化，从而提高效率、降低成本。如汽车组装业达到年产30万辆的规模才能取得最

好的效益，而低于此规模的企业平均成本都较高。但规模经济并不是说规模越大越好，它有一个最佳规模，而最佳规模是由技术水平决定的。比如钢铁工业，使用平炉炼钢时300万吨就是最佳规模；改成转炉炼钢后600万吨才到达最高效益。规模经济作用的结果就是出现了一些大型企业，规模大到一个企业就可以形成一个城市，如一些钢铁城、汽车城等。

集聚经济原理是指经济活动在空间上相互靠近可以提高效益。这里又分为两种情况：一种称为地方化经济，是指同一行业的企业在空间上集聚可以带来技术和信息交流的便利，可以共享同一个劳动市场，可以吸引与之配套或为之服务的相关产业围绕其发展，从而降低成本，提高效益。第二种称之为城市化经济，是指不同行业的企业或经济单位在空间上集中，可以共同分担基础设施的投资，可以共享文化教育设施，可以从多样化的劳动市场中获得所需的不同技能的劳动力，从而提高效益（Isard, 1960）。对于第三产业来说，很多服务活动需要面对面的进行，所以空间的接近是必要的条件。只有集聚了一定的人口规模，服务业才能发展起来。在实际中我们可以看到，城市规模越大，服务业的规模也越大。这也是属于城市化经济。

由于有以上这些原因，所以经济活动在空间上集聚而形成了城市。这些原因我们就称之为城市形成的“集聚力”。可以想象，如果只有集聚力，城市会越来越大，最后所有的经济活动都会集中到一个城市中。但实际情况并不是这样，因为还有一些相反的力量在起作用，就是所谓的“分散力”，即促使经济活动分散的力量。这样的力量主要包括城市规模大了之后造成的拥挤和污染使得经济活动成本上升，集聚带来的城市地价上升也推动成本上升，还有大城市内部交通成本的增加以及产品外部运输成本的增加，这些因素都会推动经济活动向外疏散。当集聚力和分散力达到平衡时，城市规模就稳定下来，这个规模经济学称之为均衡规模。

在不同的城市中起作用的集聚力和分散力的性质及大小都会有所不同。集聚力主要与产业结构有关，不同产业的规模经济和地方化经济效益不同，形成的规模就不同。如钢铁联合企业在规模经济的作用下可以形成中型或大型城市，我国的鞍山、马鞍山就属于这一类；而轻型工业在地方化经济的作用下可以形成专业化的小城市或小城镇，浙江的许多靠产业集群形成的专业镇（如大唐袜业、乐清低压电器）就是这种情况。城市主要产业集聚起来的人口规模、人口的收入水平及消费偏好又影响到服务业的规模和性质，从而形成各具特色、规模不同的城市。在中国，各级政府的行政功能也是很强的集聚力量，会吸引众多的不同行业的企业围绕其布局，发展为综合性的大城市。由于各城市的产业特色不同，其带来的污染、拥挤、地价和交通成本等分散的力量也不同。分散力一般是伴随着城市规模的增大而增大，最后和集聚的力达到平衡，形成了各不相同的均衡规模，这使得我们在空间上可以看到大大小小不同规模、不同性质的城市。

那么均衡规模是不是最佳规模呢？这里我们所说的“最佳”是指经济效率最高。从经济学的理论上来说，“最佳”是在边际成本等于边际收益的规模上实现的。对于企业来说，当其最后增加一单位产出所消耗的成本（边际成本）等于其带来的收益（边际收益）时，就实现了利润最大化，这时的产出规模就是最佳规模。如果我们把城市当作一个大企业来看待，其边际成本就是最后增加的一个人（或企业）所带来的城市运行成本的增量；而其边际收益就是最后增加的这个人（或企业）给城市带来的收益的增量；当二者相等

时，城市的规模就是最佳规模。而城市的均衡规模按照我们前边所说是集聚力和分散力达到平衡时的规模。均衡意味着在这个规模上不会再有企业或个人想迁入这个城市，也不会有企业或个人想离开这个城市。由于城市中的企业和个人在进行经济活动时都是付出平均成本并获得平均收益的，所以均衡规模是平均成本等于平均收益的规模。

在图 5-2-1 中，我们画出了城市的边际成本 (MC)、边际收益 (MR)、平均成本 (AC) 和平均收益 (AR) 四条曲线，可以帮助我们理解城市最佳规模与均衡规模之间的关系。图中四条曲线的形状和相互关系是经济学中给出的，这里就不再加以论证。图中边际成本与边际收益相等的点对应的城市规模为 N_1 ，是最佳城市规模；而平均成本与平均收益相等的点对应的城市规模为 N_2 ，是城市的均衡规模。城市的规模不会在最佳规模上稳定下来，因为过了 N_1 规模之后，平均收益仍然高于平均成本，就还会有企业或个人愿意迁入进来，直到达到了 N_2 的规模。而过了 N_2 规模之后，再进来的企业或个人负担的平均成本高于其得到的平均收益，经济上是不合算的，就不会有人愿意进来了，城市规模也就稳定下来了。由此可见城市的均衡规模是大于最佳规模的。造成两个规模不相等的重要原因之一是城市中有大量的外部效应存在。在大城市中，每增加一个新的企业都会带来污染和拥挤程度的上升（边际成本）。但由于外部性的存在，这个增加的成本是由城市的全体居民和企业承担了，新来的企业负担的成本和大家是一样的（平均成本），这就造成边际成本大于平均成本，进而是均衡规模大于最佳规模。学者们常说的城市规模过大主要指的就是这种不合理的情况。

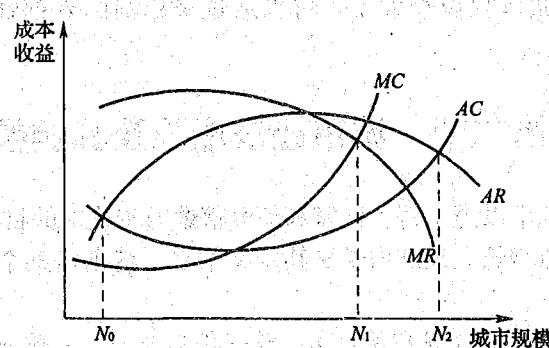


图 5-2-1 最佳规模与均衡规模

既然市场的运作结果不能使城市的发展在规模上实现最佳，就有理由让政府通过政策来进行干预。而采取什么样的规模控制政策，获得的社会和经济效果是不一样的。例如我们在计划经济时期采用的行政控制办法，进入城市的企业和个人要经过政府有关部门的批准。这样虽然我们可以把城市规模控制在较小的规模上，但由于此时城市内部的平均收益仍大于平均成本，已经在城市中的企业和个人是受益者，而想进来又进不来的企业和个人成为利益的受损者。这就有了一个社会公平问题，大家都是共和国的公民，让谁进来，不让谁进来呢？这也会成为政府腐败行为产生的温床，因为想进来的企业和个人会试图去政府的主管部门走后门。一个更好的政策手段是通过政府的财政手段来调控城市规模。由于外部性是造成均衡规模与最佳规模不相等的重要原因，外部性也造成资源利用效率的低下，政府就可以通过对负的外部性征税（如污染税、拥挤税），对正的外部性给予补贴。

(如节能补贴、减排补贴)，从而使平均成本向边际成本靠近，也就会使城市的均衡规模向最佳规模靠近。

在图 5-2-1 中还有一个规模点需要加以说明，就是 N_0 所代表的另一个平均成本等于平均收益的规模。这个规模可以看作是城市的最小规模。在这一点的左侧，平均成本高于平均收益，企业或个人是亏损的，所以不会愿意进入这个城市。但这时边际成本是低于边际收益的，也就是说从城市整体上来说扩大规模在经济上是合理的，这时就需要有政府政策的扶持，给进入小城市的企业或个人以优惠或补贴。等城市的规模超过了 N_0 的规模，平均收益大于平均成本，城市就有了对企业和个人的吸引力，也就是有了自我增长的能力，就不需要政府再扶持了。

以上对城市规模的讨论都是基于理论的分析，实际中城市的最小规模、最佳规模和均衡规模都是难以准确计算出来的，因为城市整体的边际成本、边际收益、平均成本、平均收益是难以精确测量的，只能用一些统计模型加以估算。但理论还是告诉我们一些有用的东西，一是不存在一个普遍适用的最佳规模，因为作用于各个城市的集聚力和分散力的性质和大小是不同的，形成的四条成本和收益曲线的位置就是不同的；所以对于不同的城市来说，其均衡规模和最佳规模都是不同的，规模的研究必须针对特定的城市来进行；二是城市的最佳规模和均衡规模都是随时间而变化的，因为作用于城市的集聚力和分散力是不断变化的；比如城市建设了更多的基础设施，改进了内部的交通系统，就会使运行成本下降，即分散的力量减小，从而使城市的均衡规模和最佳规模随之增大。三是如果我们觉得某个城市规模过大了，可以通过采用消除外部性的政策来使城市的均衡规模向最佳规模靠近。

第二节 城市经济增长及其调控

经济增长是每个城市以至于每个国家和地区都致力于追求的目标，而且都希望自己的经济能够持续、稳定地增长。经济增长从其定义来看，就是指某个经济体总产出的增加，由增长率来衡量：

$$\text{经济增长率} = (\text{当年总产出} - \text{前一年总产出}) \div \text{前一年总产出}$$

总产出的规模一般用 GDP 来衡量，称为国内生产总值，即在所辖土地上、在一年时间内生产出的产品和服务的总价值量。它代表着这一经济体在一年内创造出的新的社会财富的总量，即经济学家经常比喻的经济大蛋糕。经济增长就意味着把这个蛋糕一年比一年做得更大，这样每个人分到的一份就会更大，也就意味着生活水平的提高。如果再考虑到我们的人口每年也在增加，新增的人口都要参与分蛋糕。那么经济增长率至少不能低于人口的增长率，才能保证人们的生活水平不降低。而只有当经济增长率高于人口的增长率时，生活水平才能够提高。中国改革开放以来，经济保持了年均 9.4% 的增长率，远高于 1.2% 的人口增长率，使得人民的生活水平有了很大的提高。

经济的增长，即产出规模的扩大，可以通过两种途径来实现：一是增加各种生产要素的投入量，从而扩大生产规模，带来相应的产出规模的扩大；二是通过提高生产要素的利用效率，在不增加要素投入量的情况下增加产出。前一种途径称为“外延式”增长；后一种途径则称为“内涵式”增长。生产中需要投入的生产要素一般概括为资本、劳动

和土地三大要素。资本有两种形式，即金融资本和实物资本。金融资本表现为货币和其他金融工具，如储蓄、票据、证券等，具有很好的流动性，像是经济系统中的血液，通过各种金融机构连接起来的金融系统把经济发展所需要的动力输送到需要的地方和企业。实物资本是指经过生产过程创造出来又投入到生产过程中去的物质实体，如机器、厂房和各种原材料。金融资本要转化成实物资本才能进入生产过程，进而带来产出的增长。劳动是指人的劳动能力，是生产过程的主导因素，任何生产过程都是由人来组织和操作的。土地则是指作为自然生成物的陆地空间，它既蕴含有人类生产活动需要的各种自然资源，如石油、铁矿、水、土壤等等，也作为生产活动的载体，因为任何生产活动都需要在地面上占据一定的空间。在这三项生产要素中，资本和劳动是可再生的，资本可以通过积累不断地增加，劳动也可以通过人口的增长而增长。只有土地是不可再生的，是地球在亿万年的沧海桑田变化中形成的，不能通过人类的劳动而创造出来。从这三项要素的空间流动性来看，资本当以金融资本的形式存在时，具有最好的流动性。在通信网络高度发达的今天，几十亿上百亿的资金可以在几秒钟之内从地球的一边流到另一边；但物质形式的资本流动性就较差，如厂房建成后就不具有流动性，机器设备虽然可以进行空间的搬运，但因为运输和安装成本高，流动性也较差。劳动具有一定的流动性，因为人可以进行空间迁移；但人的空间迁移是有成本的，也有体制的障碍（如不能随便跨国迁移），所以流动性有一定的限度。而土地是不具有任何流动性的。三项生产要素的不同性质产生了对经济增长不同的影响。

外延式的增长需要增加资本、劳动和土地三项生产要素的投入。资本投入与城市经济增长的关系非常密切，因为城市产业是以工业和服务业为主，工业生产需要大量的资本投入，服务业也需要相当的资本投入。对于现代城市来说，资本投入的增加一是来自于城市内部的储蓄，二是来自于外部资本的流入。城市经济是一个开放的系统，有资本的流入和流出，流入量减掉流出量是净流入量。如果单看资本与经济增长的关系，则有经济的增长率等于资本增长率与资本产出比之比，即：

$$\text{经济增长率} = \text{资本增长率} \div \text{资本产出比}$$

$$\text{资本增长率} = \text{储蓄率} + \text{资本净流入增长率}$$

这里的资本产出比是指每增加一单位产出需要增加的资本量，即资本总投入量与总产量之比，它与生产中采用的技术有关；而资本增长率等于储蓄率加上资本净流入增长率（范家骥等，1992）。这两个等式告诉我们，在技术水平不变的情况下，资本增长率就决定了经济增长率。而在城市内部储蓄有限的情况下，外来资本的流入成为经济增长的关键。这就是为什么我国各城市竞相招商引资的根本原因。

当资本投入增加时，劳动的投入也会增加。但对劳动投入的考虑除了满足经济增长的需要外，还有充分就业的问题。对社会中的大多数人来说，就业是他们最主要的收入来源，所以让每一个具有劳动能力的人都有一个就业岗位是一个重要的社会目标。当人口处在增长阶段时，劳动力也在增长，保证充分就业就要使经济的增长率等于人口的增长率。结合上面的经济增长率公式，就是要有：

$$\text{人口增长率} = \text{经济增长率} = \text{资本增长率} \div \text{资本产出比}$$

这一等式关系在经济中如何实现呢？前提是劳动与资本可以相互替代，比如为了得到同样的产出，既可以使用简单的机器和较多的劳动来实现；也可以使用自动化的机器和较少的

劳动来实现。这样生产者就可以根据资本和劳动的相对价格来搭配两种要素的使用量。生产中使用的资本量与劳动量之比，是每单位劳动占用的资本量，称为资本劳动比。当人口增长率相对于资本增长率较高时，劳动力的供给增长快，劳动的价格会随之下降，生产者就会更多地雇佣工人以替代资本，即资本劳动比下降；反之当人口增长率低于资本增长率时，劳动的价格上升，生产者就会用资本来替代劳动，资本劳动比上升。而资本劳动比的变化又改变了上式中的资本产出比，从而不管人口增长率和资本增长率怎样变动都能使上式保持相等，也就实现了充分就业的经济增长（范家骥等，1992）。在我国的城市化过程中，大量的农村人口流入城市，形成了充足的劳动力供给，促进了劳动密集型产业的发展。而城市的产业政策如果过分向资本密集型和技术密集型产业倾斜，能够吸收的劳动力就较少，会带来就业方面的巨大压力。

土地投入的增加是经济增长理论中考虑很少的一个问题，因为从宏观上来说，一个经济体的土地总量是固定的，不可能增长。对于城市来说，当其行政边界划定了之后，其土地的总量就给定了，不能随经济的增长而增加，只能从一种用途转向另一种用途，如从农业用地转为工业用地或居住用地。但如果我们仅看城市建设用地的话，用地面积的确是随着经济的增长而在增加。而建设用地的增长也是规划师最关心的问题。在我国的现实中，许多城市为了招商引资，大量开发建设用地，以低地价作为优惠条件，来吸引投资从而换得经济增长。从理论上来说，土地和资本之间也存在着资本和劳动之间那样的替代关系。如果土地相对于资本更便宜，生产者就会用土地替代资本，表现在生产用建筑容积率较低；而如果土地较昂贵，生产者就会用资本替代土地，表现为高容积率。城市经济学中用“资本密度”来代替容积率，定义为单位土地面积上的资本投入量。资本密度越高，表现为建筑的高度越高。城市中心区寸土寸金，也就有着大量的摩天大楼。对于整个城市的建设用地来说，其增长率就与资本的增长率有了下面的关系：

$$\text{建设用地增长率} = \text{资本增长率} \div \text{资本密度}$$

再把前面的经济增长率与资本增长率的关系式带进来，我们就有了建设用地增长与经济增长的关系式：

$$\text{经济增长率} = \text{建设用地增长率} \times \text{资本密度} \div \text{资本产出比}$$

从这一式中可以看出，当资本密度和资本产出比不变时，建设用地增长与经济增长保持同步。但如果用地增长过快，则会发生土地对资本的替代，表现为资本密度的下降，同时也是土地利用效率的下降。我国许多城市中大量开发建设用地，然后以低地价出售，就既带来了经济的增长，也同时造成了土地利用效率的降低。所以，通过大幅度增加土地供给来提高经济增长率是以土地利用效率的降低为代价的。由于在我国的城市中，土地供给是由城市政府掌握的，经济增长又是政府追求的首要目标，所以城市开发区中普遍存在着土地利用效率低下的问题。认识经济增长和土地利用效率之间的相互关系可以为政府调控经济和土地利用提供依据。

以上是对“外延式”经济增长的讨论，我们给出了经济增长和三项生产要素投入之间的关系。在经济增长的过程中，三项生产要素可以同比例地增长，也可以不同比例地增长，取决于三项要素间的相对丰裕程度和技术允许的替代关系。对于城市来说，经济增长所需要的资本与劳动要素如果自己拥有的不够用，还可以从外部引进来。唯有土地这项生产要素既不具有流动性，也不具有可再生性，所以它是三项生产要素中最为稀缺的要素。

在城市规划中，对未来城市建设用地的总量安排既要考虑到未来经济增长的需要，也要考虑城市建设用地增长潜力的大小。对于增长潜力较小的城市，应尽量通过提高资本密度来实现经济增长，尤其是当前我国城市都面临着耕地保护、生态保护等涉及城市长远利益的资源保护问题，提高土地利用效率是实现可持续增长的根本出路。

从可持续性的角度来说，资本是可再生性的，可以通过积累不断地增加其规模。资本的增加来自于每年我们的总产出中留作用于再生产的部分，这就是国民经济的积累率。只要总产出在增长，资本就随之而增长，是三项要素中最具有持续性的。劳动也是可再生性的资源，其增长与人口的增长相关。但根据人口学的研究，随着生活水平的提高，人们生育的意愿会下降，从而会降低人口增长率，最终不可避免地使社会人口老龄化。这意味着以劳动投入的增加来获得经济的增长将是不具有长期可持续性的。土地是三项生产要素中唯一不具有可再生性的。土地对经济增长的贡献不仅仅在于作为一种经济活动的承载物，更重要的是其中蕴藏的各种矿产资源和能源，是各种生产活动的基本原材料和能量来源。而这些资源的不可再生性使其越用越少，价格越来越高，终有一天会让经济无法承受而崩溃，这就是从 20 世纪 70 年代以来学者们讨论的“增长的极限”。由于外延式的增长有以上种种限制，难以具有长期的可持续性，就需要考虑其他的增长方式。

“内涵式”的经济增长是在不增加要素投入量的情况下提高总产出，对经济的长期可持续发展就具有更重要的意义。实现内涵式的增长方式有两条途径，一是依靠技术进步，提高资源的利用效率；如锅炉的改进提高了煤炭的转化率，增加了电力的产出。二是提高生产者的技能，通过提高生产者的生产效率来提高总产出；如企业对员工进行培训，从而在不增加人员的情况下完成更多的任务。实现内涵式的经济增长也需要投入，但其需要的只是资本的投入，而资本是可再生性的，这就使其具有很好的可持续性。资本可以同时投向内涵式增长的两条途径，投入技术研究与开发或投入教育与培训。20 世纪后半叶以来世界上的“知识经济”、“创新经济”、“高新技术产业”的发展趋势都是为了克服外延式增长的不可持续性而向内涵式增长转变的结果。我们国家在改革开放的初期，最短缺的生产要素是资本，而最富裕的生产要素是劳动力，所以我们大力引进外资，利用国内的廉价劳动力发展起了劳动密集型的产业，把产品大量出口到发达国家。经过三十年的高速发展之后，我们现在的要素结构已经发生了很大的变化。资本经过多年积累已经不再稀缺，我们已经开始向国外输出资本；劳动力的潜力已经开发得差不多了，劳动的价格在上升；土地和各项自然资源越来越紧张，对经济增长的限制不断强化。所以，未来经济的持续增长必须要依靠于内涵式的途径。

第三节 城市产业发展与产业结构

前面对城市经济增长的讨论是从供给的角度进行的，不管是外延式还是内涵式的增长都扩大了经济体的产出规模，也就是生产出了更多的产品与服务，增加了市场中的供给。现在要讨论的是这些生产出来的产品与服务能不能在市场中卖出去，以实现其价值。如果市场中没有相应的需求，则这种经济增长也是不可持续的。对于城市经济来说，基本的市场需求可分为两部分，即内部的需求与外部的需求。内部的需求是指城市内部的人口消费需求和生产过程中对中间产品和服务的需求，这种需求的规模与城市的人口规模和产业规

模是正相关的，即城市规模越大，内部市场需求规模越大。但若与外部市场规模比较起来，内部市场终归是有限的。城市之外有区域，区域之外有国家，国家之外还有世界，在经济日益全球化的今天，整个世界都可以是某个城市的外部市场，所以外部市场的需求潜力是巨大的。这样学者们在进行城市经济增长分析时，就把城市的产业划分为两个大的部门，一个是基本部门，其产品是输出到外部市场上上去的；一个是非基本部门（也称服务部门），其产品是销售在城市内部市场中的。非基本部门既为城市居民的生活提供所需的商品与服务，也为基本部门提供所需的中间产品与服务（周一星，2003）。由于这两个部门所依靠的市场规模有很大的区别，对城市经济增长的重要性也就有了区别。基本部门有巨大的外部市场可以开发，其扩大生产规模潜力就很大，于是成为城市经济增长的主导部门；城市经济增长的快与慢，就看基本部门增长的快与慢。而非基本部门面对的城市内部市场是有限的，它的增长一方面取决于城市人口的增长，另一方面则取决于基本部门的增长。

具体到一个城市之中，基本部门和非基本部门如何划分呢？一个城市中可以有几万甚至几十万个经济单位，一一区分是要花费大量时间的。何况即使在一个经济单位中，如一个工厂中，它的产品可能是一部分销售在内部市场上，一部分出口，而这个出口的比例又是随年份而变化的。为了分析的方便，学者们找了一个简单但又不失合理性的方法，称为“区位熵”方法，即对城市中所有的行业进行区位熵的计算，然后找出区位熵大于1的行业，这些行业就组成了城市的基本部门，其余的行业则属于非基本部门。区位熵的计算公式如下：

$$\text{某行业区位熵} = (\text{该行业就业人数} \div \text{城市总就业人数}) \div (\text{全国该行业就业人数} \div \text{全国总就业人数})$$

区位熵的计算既可以使用上面公式中的就业人数，也可以用行业的产值数据来计算。至于行业的分类，可以采用城市统计年鉴中对第二产业和第三产业的标准分类，如第二产业被划分为采掘业、机械制造业、纺织业等30多个行业，第三产业也有交通运输、批发零售、公共管理等十几个行业（周一星，2003）。

由于基本部门是城市的对外出口部门，它就代表着该城市在国家或世界经济中承担的主要功能。城市规划要保证城市主要功能的正常发挥，就要在空间布局中对基本部门的选址要求给予充分的考虑。基本部门的选址要求与其行业特点有关，从大的行业分类来说，可以分为工业和服务业。工业又可以按其生产特点分为采掘业、重化工业、轻型工业和高新技术产业几大类；服务业可以大致分为生产者服务业、交通服务业、行政管理业和旅游业。这些基本部门的选址要求在下面分别加以概述。而非基本部门因为是以城市内部市场为主，其空间布局可以根据城市内部的人口分布和基本部门的空间布局来安排。

采掘业的选址是由资源的地理分布所决定的，其生产地一般要沿着矿脉的走向来分布，所以具有空间分散的特征；而其职工与家属的居住和后勤服务需要在空间上相对集中，以便降低成本，取得一定的集聚效益；所以矿业城市往往形成多中心组团式的空间结构。重化工业具有规模经济效益，一个企业就可以达到相当大的规模，形成一个大型工业区，如钢铁联合企业、石化企业；而其众多的职工及其家属又可以形成一个集中的生活居住区，并带动相应服务业的发展；重化工业因为原材料和产品的运输量大，所以需要方便的陆路或水路对外交通，铁路和港口是重要的布局条件；其生产过程中水、气、渣的排污

量也大，需要在布局中充分加以考虑，以减少其对城市的影响；大量职工在固定时间上下班形成的人流交通也需要在规划布局中加以合理安排。轻型工业一般以中小型企业为主，劳动力比较密集，污染相对较轻，可以与居住区和生活性服务业穿插布局，以减少上下班的通勤交通量；但其作为基础部门还是有较大的对外运输量，布局中要考虑减少对外货物运输对城市内部交通的影响。高新技术产业的产品都具有较高的附加值，其运输往往采用空运，所以大型空港是其布局的重要条件；高新技术产业还有频繁的对外技术与信息交流，先进的通信基础设施也是必不可少的；高新技术产业中有大量的从事研发的高级人才，他们需要高级的生活服务配套设施和良好的居住环境，往往形成城市中的高档社区。

生产者服务业是指为各种生产活动提供服务的行业，包括了金融、保险、法律、会计、广告、咨询等各种服务业。这些服务业的特点是需要大量面对面的活动，其收益也高，可以支付较高的地价，所以往往在空间上高度集聚，形成了城市的中心商务区（CBD）；其从业人员大多属于中、高收入阶层，需要有高等级的生活服务配套设施和良好的居住环境。交通服务业往往是交通枢纽城市的基本部门，主要承担区域交通的连接、转运功能，其基本设施的布局要从区域交通系统的空间组织来考虑；从所在城市的角度来说，主要是要处理好外部过境交通和城市内部交通的关系，减少空间上的互相干扰，并为物流业的发展留出足够的用地。行政管理业是高级别政府所在城市的基本部门，如首都和省会，其中央和省级行政部门的管理范围超出了城市的范围；行政管理业会吸引大量的外来办事人员，布局上要求有便利的对内对外交通连接；为了外来人员在各部门之间办事的方便，集中布局是比较好的选择；这类部门还具有政治的敏感性，需要在安全方面给予一定的考虑。旅游业现在已经成为许多城市的基本部门，但它在行业分类中还没有被单独列出来，因为它与交通运输、住宿餐饮、批发零售等多个部门有关；旅游业为基本部门的城市空间布局要围绕着主要的旅游景点来安排，内部交通和对外交通要有很好的衔接，方便人流的进出；同时配备相应的住宿、餐饮、购物、娱乐等设施；并要避免外来人流对城市内部生活空间的过多干扰。

许多大城市都是综合性的城市，具有多种功能，也就是其基本部门具有多个行业。这类城市的规划就具有较高的难度，需要规划师在其主要功能的空间安排上进行综合平衡，既要考虑基本部门各行业的布局特点，又要考虑各行业相互间的影响，以寻求外部效应最小、城市运行效率最高的空间结构。

第三章 城市土地市场与城市空间结构

土地是城市中所有经济活动的承载物。由于它的不可流动性，土地又是城市中最稀缺的一项资源。围绕着这种最稀缺资源的分配问题，城市经济学建立起了它的核心理论，即城市土地市场的空间价格与空间均衡理论，成为城市空间问题分析的基础。

城市经济学的理论渊源可以追溯到将近二百年前德国农业经济学家冯·杜能（Johann H. von Thünen）的农业区位理论。杜能的农业区位论说明了围绕着一个中心城市，农业生产的分布呈现同心圆的状况，由内向外生产的集约度递减，表现为不同的农作物和不同的生产方式由内向外有规律的空间分布。农业生产的集约度是指单位土地面积上投入的资本和劳动的数量。集约度由中心向外递减的原因是因为存在着两种替代关系：一是交通成本与地租的替代关系，距离中心城市越远，交通运输的成本越高，导致生产者能够支付的地租越低。二是随着地租的下降，生产者又会用土地来替代资本和劳动，从而导致了生产集约度的下降。城市经济学把杜能理论揭示出的基本原理应用于城市空间结构的研究，继承并发展了这一理论。城市经济学对杜能理论的继承表现在其理论采用了杜能的单中心模型，即讨论围绕着一个给定的中心，经济活动如何分布；而作用于经济活动空间分布的机制又沿用了杜能提出的两种替代关系。但城市经济学并不是简单地把杜能的理论搬进了城市，而是从两个重要的方面发展了杜能的理论。一方面是在研究生产用地的同时着重研究了居住用地的空间选择和区位决定，因为城市中居住用地是面积最大的用地类型。另一方面在居住用地的分析中又讨论了住户的居住面积在空间中的变化，而杜能的理论并没有讨论农场的占地面积及其空间变化。从理论分析的严密性来看，城市经济学也大大超过了杜能理论。杜能的农业区位论在1826年发表时，微观经济学的理论还处在萌芽状态，在将近一个世纪之后微观经济学才形成了较完整的系统。而城市经济学理论在1960年代初提出时，微观经济学的理论体系已经很成熟了。所以，城市经济学是基于微观经济学对完全竞争市场的分析框架，从利润最大化和效用最大化出发，通过严密的逻辑演绎建立起了城市土地市场和住房市场的均衡模型。

如果联系第一章介绍的市场经济关系的框图，土地市场属于要素市场，厂商不论进行什么样的生产活动，都需要占用土地，形成了对土地的需求；而土地的供给是由拥有土地的公众提供给市场的（中国的特殊情况在第四节中讨论）。住房市场属于产品市场，不论什么样的公众，都需要有个地方居住，构成了对住房的需求；而住房的供给由生产住房的厂商来提供。尽管土地和住房分别属于要素市场和产品市场，但因为住房的生产需要大量的土地投入，所以这两个市场又是紧密联系在一起的。城市经济学分析了在这两个市场上价格的形成机制，价格的空间变化，以及由价格变化导致的住房面积、资本密度和人口密度的空间变化。

第一节 竞标租金与价格空间变化

不论是在土地市场还是在住房市场中，“价高者得”是一个基本的分配原则。也就是说，土地的所有者会把土地给出价最高的厂商来使用，房屋的建造者也是把房屋卖（或租）给出价最高的居民来使用。所以，“价格”是一个决定性的因素。在理论分析中，“价格”是指租用价格，即通常所说的“租金”。租用价格（ R ）和购买价格（ P ）之间有一个基本关系，即：

$$P = \sum_{t=0}^n \frac{R}{(1+i)^t}$$

购买价格等于多年租用价格贴现之后的“和”（奥沙利文，2002）。式中的 i 是贴现率（利率）， t 代表年份； n 代表一共使用多少年。对于住房来说， n 可按住房的寿命年份计算；而对于土地来说， n 可以是无穷大，因为土地可以无限期地使用下去。在理论的分析中，为了简便，“价格”都是指“租用价格”，即地租和房租。

先来看土地市场的情况。市场上的卖方很简单，他们只是把土地租给出价最高的厂商来使用。而这里的关键是需要使用土地的厂商如何决定他们的“出价”。这个“出价”被称为“竞标租金”，是厂商对单位面积土地的投标价格，它与土地的区位相关。因为厂商要支付把产品从生产地送到市场的运输成本，在不同的区位上，厂商支付的运输成本不同。在生产成本和利润不变的情况下，运输成本越高，厂商能够支付的土地租金就越低，即“竞标租金”越低。假设城市的中心是商品市场（即单中心模型），所有的厂商都要把产品运到市中心去销售。那么在距市中心越远的区位上，运输成本越高，竞标租金就越低，表现在图中就是一条下行的线（见图 5-3-1），其斜率由单位距离的交通成本所决定。图中的 R 代表某个厂商的竞标租金， O 是市中心， d 代表距市中心的距离。在 d_0 的区位上，厂商能够支付的地租为 R_0 ，到了 d_1 的区位上，厂商能够支付的地租下降到 R_1 。由于城市中有众多的厂商，每个厂商生产的产品是不同的，所以他们的生产成本不同，运输成本也不同，对同一区位的土地的竞标租金就也不同。表现在图中，就是有多条不同的竞标租金线（见图 5-3-2）。图中的 A 、 B 、 C 、 D 代表四个不同的厂商，各自有一条竞标租金线。根据“价高者得”的原则，每一块的土地都分配给出价最高的厂商来使用，于是 A 厂商得到 $O-d_1$ 的土地， B 厂商得到 d_1-d_2 的土地， C 厂商得到 d_2-d_3 的土地， D 厂商得到 d_3-d_4 的土地。这样市场中的实际地租随距离而变化的曲线，就是各厂商竞标租金的外缘线（图中的粗线），称为市场租金梯度线，也就是通常所说的地价曲线，它从城市中心向外呈下降的趋势（奥沙利文，2002）。

住房市场上的情况是类似的。在城市中的每一个区位上，住房都被出租给出价最高的住户来居住。而住户的出价与其收入、消费偏好和通勤成本有关。单中心模型假设城市中心区是唯一的就业中心，所有的居民都到中心去上班。这样居住地距中心越远，上班的交通费用就越大，其可用于支付房租的收入就越少，他的竞标租金就越低。于是同生产者一样，居民的竞标租金线也是从中心向外下行的线。由于城市中有众多的居民，每个人的收入不同，消费偏好不同，所以竞标租金线的位置也不同，即在同一区位上能够支付的租金不同。市场就把每一个区位上的住房都分配给出价最高的居民来使用，于是在所有竞标租金线的外缘形成了市场的房租梯度曲线，它也是一条由中心向外下降的曲线。

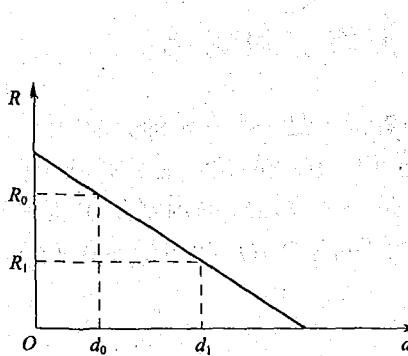


图 5-3-1 厂商的竞标租金线

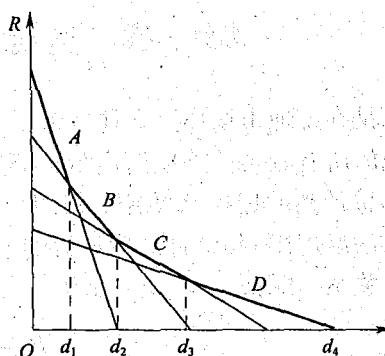


图 5-3-2 市场租金梯度线的形成

这里表述的原理是很清楚的。在土地市场上，地租随距离的下降是由于运输成本随距离的上升造成的；而在住房市场上，房租随距离的下降是由于通勤的交通成本随距离的上升造成的；这也就是前面介绍的杜能理论中的第一种替代关系。虽然理论的证明是用单中心的模型推导出来的，但这里揭示出来的原理同样可以用于多中心的情况。如果城市有多个就业中心，围绕着每一个中心都会形成下行的房租曲线，曲线交汇的地方构成各中心吸引范围的分界（见图 5-3-3）。图中的 O_0 和 O_1 是两个就业中心， R_0 和 R_1 是各自的房租曲线，两条线交汇于 d_0 。在 O_0 上班的居民会住在 d_0 的左边，因为如果再远，他们能够支付的房租就低于在 O_1 上班的居民，从而租不到房子；同样的原因使得在 O_1 上班的居民住在 d_0 的右边。对于土地市场中的厂商来说，中心也可能不止一个。如果厂商的产品要销售到城市之外去，“中心”就可能是城市对外交通的出口，如火车站、高速公路出口、港口、机场等。所以城市中往往可以看到围绕着这些对外出口形成产业的集聚，同时也会形成向外下降的地租曲线。当代城市，尤其是大城市，往往有多个中心，其地租曲线也就比较复杂，是多条地租曲线叠加出来的。但围绕着最主要的中心，还是可以看到地租由内向外递减的趋势。

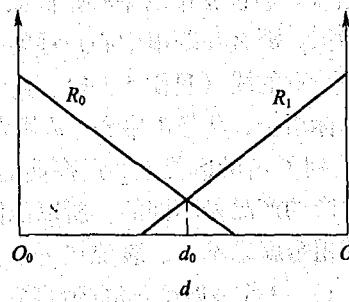


图 5-3-3 城市中心区吸引范围的划分

第二节 替代效应与土地利用强度

在上面单中心模型的基础上，还可以证明住房面积、资本密度和人口密度的空间变化。在大都市中，我们可以看到摩天大楼都位于城市的中心区，即 CBD；而花园别墅则是在郊区；也就是说，从中心区向外，人口密度、建筑高度是下降的，而家庭住房面积是增加的，也就是土地利用强度从中心区向外递减。城市经济学对这种常见的现象给出了理论上的解释。

对于居民来说，我们假设其收入是给定的，而这些收入要花费在三个方面，一是每天

通勤的交通费用，二是住房的费用，三是其他所有的生活品（包括了衣食和日用品）的费用。交通费用与居住地到就业中心（假设为城市中心区）的距离相关，距离越远，费用越高；而住房费用是单位面积的房租与住房面积的乘积，如前所述，房租与距离成反方向变化，距离越远，房租越低。至于其他所有生活品的支出，应等于每一种生活品的价格乘以消费量的加和，为了分析的简便，一般假设其有一个综合价格，且与区位无关，即是指不管居民住在哪里，支付的其他生活品价格都是一样的。居民如何决定购买住房和商品的数量呢？根据前边介绍的微观经济学基本知识，消费者会按照效用最大化的原则进行决策。前边讲解消费者把有限的收入在私人品和公共品两种商品之间进行分配的时候，实际上是把商品的边际效用转化成了货币的边际效用。前者是消费一单位商品带来的效用，而后者则是花费一单位货币购买的商品带来的效用。这样我们就可以看出货币的边际效用是与价格相关的，价格越高，单位货币买到的量就越少，效用也就越低。如果商品的价格下降，货币的边际效用就会上升，这表现在曲线图上（见图 5-3-4）就是边际效用曲线的上移。假设在区位 d_0 ，某消费者的收入减去通勤费用后剩下 Y_0 ，用于住房和商品之间分配如图中所示，在 Y' 点；如果在比区位 d_0 更远的一点 d_1 ，通勤费用会上升，收入减去通勤费用后剩下的是 Y_1 ，也在住房和商品之间分配。但 d_1 点的房租比较低，使得住房的边际效用曲线上移到 MU' ，这样效用最大化的收入分配左移到 Y'' ，即这个消费者会购买更多的住房，同时减少其他生活品的购买量。这就是住房和商品之间的替代，意味着从中心区向外，居民的住房面积是上升的。

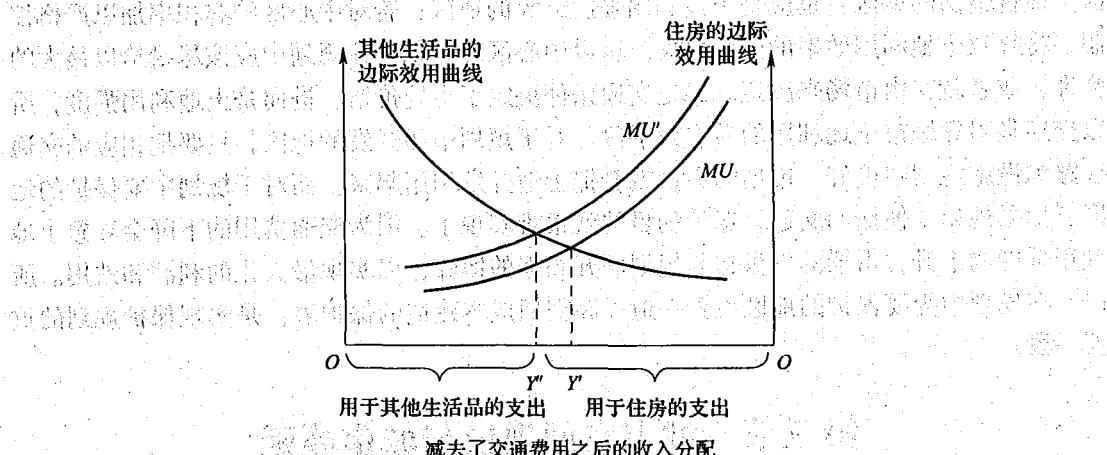


图 5-3-4 住房与其他生活品的替代

类似的分析也可以用来证明资本密度从中心区向外的下降。对于建筑的生产者来说，土地和资本是最重要的两项投入，单位土地上投入的资本量称为资本密度，类似于规划中常用的容积率概念，即资本密度越高，建筑的高度就越高。在给定总成本的情况下，追求利润最大化的厂商要根据资本和土地的货币边际产出决定二者的投入量。距中心区越远，土地的价格越低，单位货币能够购买的数量越多，其边际产出也就越高。设在 d_0 区位上土地的货币边际产出曲线为 MP ；在距中心更远一些的 d_1 区位上曲线上移到 MP' ，利润最大化的总成本分配则从 C' 移到了 C'' ，即生产者会增加土地的投入，同时减少资本的

投入（见图 5-3-5）。这就是土地与资本之间的替代，这种替代导致了资本密度的下降，从景观上看就是建筑的高度越来越低。

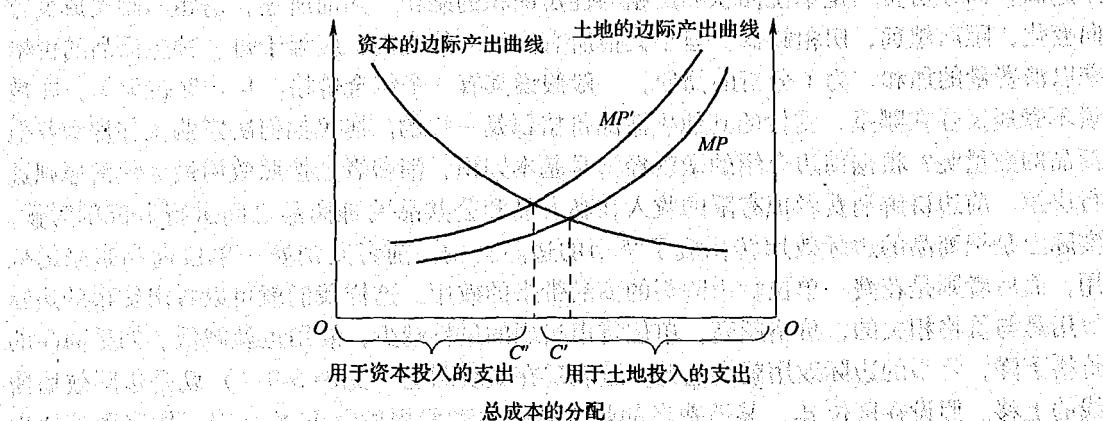


图 5-3-5 土地与资本的替代

把以上两种分析结合起来，从中心区向外，单个居民（或家庭）的住房面积会增加，而单位土地上的住房面积（即资本密度）会下降，那么人口密度（单位土地面积上的人口）就一定是下降的了。而资本与人口两种密度的下降又意味着土地利用强度的下降。

综合本节与上一节给出的原理，有两点对于城市规划来说是很重要的。一是城市中心区是地价最高的地区，也应是土地利用强度最大的地区；若对中心区的容积率加以严格控制，将导致土地利用效率的巨大损失。所以中心区的容积率在规划中应该尽量给以最大的弹性，或者就交由市场来决定。二是交通条件决定了土地价格，进而是土地利用强度，所以交通是引导城市土地利用的最有效手段。对于规划中要开发的地区，只要把相应的交通线路和设施规划建设好，市场的力量就会把土地开发利用起来。而对于规划中要保护的地区，如果规划了便捷的交通，保护的目的就很难实现了。因为交通费用的下降会导致土地利用强度的上升，市场的力量将与规划展开顽强的博弈，以实现最大化的利润和效用。所以，在规划中为要保护的地区设置一道以高交通成本建造的保护墙，是实现保护规划的重要手段。

第三节 城市空间规模与城市蔓延

在前边对地价和房价的分析中，我们讨论的都是市场如何把土地和住房分配给每一个生产者和消费者。这里我们要上升到一个更宏观的层次，来看看市场如何在不同的土地使用用途之间分配土地资源，并导致了怎样的城市空间结构和空间规模。

如果考虑到城市中有多种多样的经济活动，每一种经济活动都需要土地，而每一种经济活动能支付的地价是不同的，这样就有了土地在各种不同的使用用途之间分配的问题。这里的分配原则与在使用者之间分配的原则并没有不同，仍然是“价高者得”。这就要看在每一个区位上哪一种使用用途可以支付最高的租金。利用前边提出的“竞标租金曲线”的概念，可以很容易地说明市场对土地在各种使用用途之间的分配。以一种最简单的情况

来说，假设城市中有三种土地使用用途，商务用地、居住用地和工业用地，每一种用地由自身的经济活动特点决定了一条竞标租金曲线。商务活动需要大量进行面对面的交易，对区位的可达性要求很高，愿意支付最高的租金以获得最大的便捷度，所以它的竞标租金曲线最陡峭（见图 5-3-6）；居民为了节省每天上下班的交通成本，愿意靠近中心区居住，但能够支付的地租不如商务用地，所以其竞标租金曲线比较平缓一些；工业企业要把产品运到市中心去销售，所以也趋向于中心区位，但不像商务用地和居住用地那样迫切，所以竞标租金曲线的斜率更平缓些。这样在三条竞标租金曲线相交的点上，决定了城市土地资源的分配方案。靠近中心的土地 $O - d_1$ ，商务活动的出价最高，就分配给商务活动来使用； $d_1 - d_2$ 的土地，居住出价最高，就被开发成居住用地； $d_2 - d_3$ 的土地，工业的出价高于前两者，就被工业占用了。如果这个城市在各个方向上的交通条件都一样，就形成了同心圆状的空间结构（奥沙利文，2002）。需要说明的是，工业生产由于需要从城市外部运进原材料和向外输出产品，所以在区位选择上也要考虑尽量靠近城市的对外交通出口。在以铁路运输为主的时代，由于车站大多位于市中心，与中心区市场一起形成对工业企业的吸引力，所以工业用地的投标租金曲线会超过居住用地，从而占据中间的一个环带。在现代的高速公路运输时代，由于高速路都位于城市的边缘，所以中心区对工业的吸引力下降，其投标租金线往往更平缓，把中间的环带让位给居住用地。在以上原理作用下形成的城市空间结构，是土地利用效率最高的空间结构，因为在每一个区位上土地都得到了最高的收益。这个简单的单中心模型给出了城市空间结构形成的基本原理，即各种土地用途的竞标租金曲线的位置及其相互关系决定了每一用途在城市中的位置及其相互间的关系。实际的城市当中，空间结构并不是这么简单的，因为土地的使用用途有很多种，每一种用途的中心又不都是与城市的地理中心相重合，导致实际的空间结构更复杂。但这里给出的基本原理可以帮助我们理解城市空间结构的形成机制，并在规划中利用这一机制有效地组织城市的土地利用。

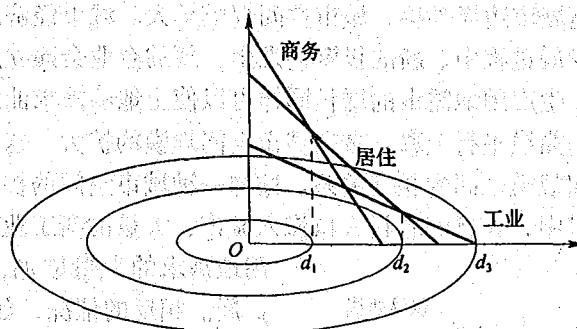


图 5-3-6 城市空间结构

在以上分析基础上，我们再上升一个宏观的层次，来看看市场在城市用地和农业用地之间如何分配土地资源。前边讲到城市中各种土地用途竞标租金曲线的外缘线，构成了城市地租梯度曲线。为了图示的方便，我们把它划成一条下行的直线（见图 5-3-7 中的 A 线）。农业也有它的竞标租金曲线 B，因为农业用地单位面积上的收益远远低于城市用地，所以它能支付的地租也远远低于城市用地，这使得农业用地的竞标租金曲线相当平缓，所以理论分析中常常把它划成一条水平的线。这样从图中我们就可以看到，在 d_0 点的左边，

城市地租高于农业地租，土地就被开发成城市建设用地；在 d_0 点的右边，农业地租高于城市地租，土地就保持为农业使用。这样城市的边界就清楚地显示出来了，城市地租曲线与农业地租曲线的交点 d_0 就是城市的空间边界，边界以内的土地面积就是城市的空间规模。

知道了城市边界是如何决定的，就可以来讨论城市的空间扩展了。从理论上来说，有两种情况可以导致城市空间规模的扩展，一种情况是城市地租曲线平行地上移，如从图中的 A 线上移到 C 线，意味着在每一个区位上可支付的地租都上升了，这样其与农业地租曲线的交点会向外移至 d_1 点，成为新的城市边界。还有一种情况是城市地租曲线的斜率发生变化，变得更平缓了，即图中的 D 线，这也会导致两条地租曲线的交点外移至 d_1 ，使城市空间规模扩大。城市经济学讨论了导致这两种变化的因素和机制，可以帮助我们认识城市空间发展的基本规律。

第一种情况的发生是由城市的人口增长和经济的发展带来的。如果城市的人口在增长，每一个新增的人口都需要有地方住，就会形成对居住用地的新的需求，使得居住用地总需求增长。根据前边介绍的市场供求关系和市场均衡原理，当居住用地的需求上升时，需求曲线会发生向上的移动（见图 5-3-8），从 D_0 移动到 D_1 ，从而市场均衡被打破，引起价格上升，最后在新的需求曲线与原来的供给曲线的交点形成新的均衡价格，均衡点由 E_0 移动到 E_1 ，均衡价格由 P_0 上升到 P_1 ，均衡交易量也由 Q_0 增加到 Q_1 （为了简便把供求曲线都划成了直线）。均衡价格的上升意味着在城市中每一个区位上土地价格都上升了，即城市地租曲线发生了平行的上移（图 5-3-7 中的 C 线）。而上移必然带来与农业地租曲线交点的外移，即是城市边界外移，城市空间规模扩大。城市经济的发展也会带来同样的结果。在城市发展过程中，新的投资会发生，新的企业会建立起来，从而形成对城市生产用地的新需求。生产用地需求的增长同样可以使土地的需求曲线上移，使均衡价格上涨，进而使城市地租曲线平行上移，带来城市空间规模的扩大。这里就给出了城市人口规模、经济规模和空间规模之间的相互关系。这样一种城市空间的扩展，往往发生在高速的城市化和工业化过程中，大量的农村人口流入城市，大量的新工业建立起来，带来了城市

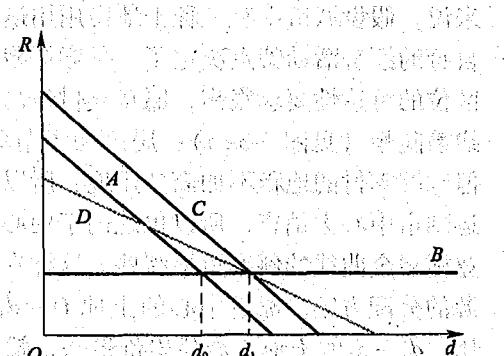


图 5-3-7 城市边界的形成与变化

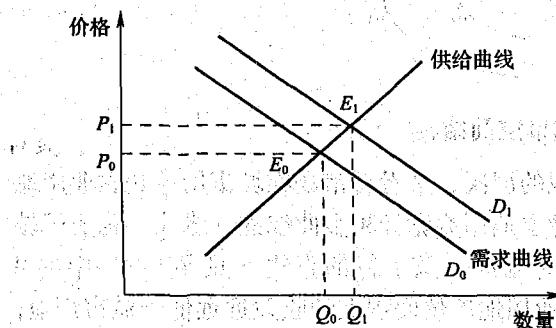


图 5-3-8 需求增加带来的价格上升

用地需求的大量增加，城市边界就不断向外扩展。相反的情况，如果城市人口规模下降，城市经济规模萎缩，将导致居住用地和生产用地需求下降，从而需求曲线下移，均衡价格下降，进而是空间规模的收缩。这种情况一般发生在矿业城市在资源开采完了之后，矿场关闭，人口流出，城市走向衰亡。

第二种城市空间扩展情况的发生，可以由两个因素引起。一是城市交通的改善带来的交通成本下降。前边谈到的住户和生产者

的竞标租金曲线，其斜率都是由单位距离的交通成本决定的。当城市内部交通改善带来交通成本的普遍下降时，每一种经济活动的竞标租金曲线斜率都会变小，从而引起城市地租曲线斜率的变小，即曲线更平缓了。从图 5-3-7 中的 D 线可以看到，相对于原来的地租曲线（A 线），靠近市中心的地租下降了，而外围的地租上升了，从而使城市用地的竞标能力在边缘地区超过了农业用地，导致了城市边界扩展，空间规模扩大。二是城市居民收入的上升。当居民收入上升时，他们会消费更多的商品，也会选择更大的住房。根据房价曲线我们知道，离中心区越远，房价越低，所以对大房子的需要使得人们向外迁移，而收入的上升也使得人们可以支付由于外迁带来的通勤交通成本的上升。这样的行为就导致了接近中心区房价的下降和外围地区房价的上升，即价格曲线发生了扭转，变得更平缓了，房价的变化又导致了相应的地价曲线发生同样的变化，结果就是城市边界的外移和城市空间规模的扩大。这里谈到的地租曲线斜率变化导致的城市空间扩展，就是郊区化的现象，也称为城市蔓延，多发生在西方的大城市中，尤其是美国。美国在第二次世界大战后经济高速发展，收入水平普遍提高，私家车普及化，花园洋房成为中产阶级的典型住宅，导致了高度的郊区化，即城市大规模向外蔓延，成为后来城市增长管理（Urban Growth management）及城市精明增长（Smart growth）等理念提出的起因。而中国目前城市空间规模的扩大主要还是高速的城市化进程带来的，即前边所讲的第一种情况。

第四节 城市土地制度与空间规划

上面几节谈的都是城市中土地市场如何运作并导致了什么样的结果。而市场的正常运作是需要有制度来保证的。一般来说，市场的形成和运转需要具备三个条件：一是明晰的产权。市场中各种各样的交易，本质上都是产权的买卖，即使是一个面包，卖方卖的和买方买的也是它的所有权；所以一切要在市场中进行交易的资源或商品，首先必须要有明确的产权归属，这样所有者才能将其拿到市场中去做交易。二是完善的规则。市场交易就跟足球赛一样，要有游戏规则，大家都必须遵守，市场才能正常运转；规则是以法律或规章的形式规定下来并公布的，如合同法、企业法、价格法等等。三是监督机制。制定了的规则是不是得到了遵守，要有人来监督；对于违反了规则的单位或个人，要有惩罚的机制。这样才能保证市场的正常运作，而执行监督责任的一般是政府的相应机构。以上这三个市场存在的条件，都是通过制度来实现的。土地制度就为土地市场的形成和运转提供了基本条件。中国土地制度的总体架构是由《中华人民共和国土地管理法》规定下来的，这里要介绍的是最具中国特色的两种制度：土地产权制度和土地用途管制制度。

一个国家土地制度的首要内容就是对土地产权的规定。一般的土地产权包括了公共所有权和私人所有权，这两者的比例在各国是不同的，如加拿大的土地 90% 为公有，只有 10% 是私有的；美国公有与私有土地的比例为 40% : 60% (M. 歌德伯戈等, 1990)。这里的公有，也不完全是国有，各级政府都可能拥有一些土地，是所辖政区所有居民的共同财产。中国的土地制度比较特殊，新中国成立之后消灭了土地私有制，建立起土地公有制。所以按照宪法的规定，现在中国的土地所有权有两种，城市土地归国家所有，农村土地由农民集体所有（中华人民共和国宪法, 1982）。这样一种对土地所有权的制度安排，在计划经济时期是没有问题的，而在改革开放要建立土地市场时，问题就出来了。如果把

公有的土地卖给企业和个人，就会出现土地的私有化。如果要保证土地的公有性质不变，企业和个人就不能得到任何土地产权，也就无法进行土地的交易，土地市场也就无从谈起。解开这一症结的办法就是把所有权分解。所有权其实是一个多项权利的集合体，其中重要的权利包括占有权、使用权、收益权和处置权。把使用权分离出来，加上部分的收益权和处置权，就可以进入市场交易了，这就是城市土地市场中土地使用权的出让和转让。鉴于城市土地是国有的，所以土地一级市场中的卖方是城市政府，城市政府代表国家把土地使用权有偿出让给企业或开发公司。因为作为卖方的政府只有一个，而作为买方的企业或公司有多个，所以土地一级市场是典型的完全垄断市场。而由于掌控着一级市场上的土地供给，城市政府就具有调控城市空间发展的能力，这就比其他土地私有制国家的城市政府多了一个有力的调控手段。在一级市场中获得了土地使用权的企业，可以自己使用土地，也可以依照使用权转让合同的规定再次进行使用权的转让，这就要进入土地的二级市场。在二级市场当中，卖方是土地的使用者，买方也是土地的使用者，所以二级市场是土地使用者之间的使用权交易市场。在一级市场中获得土地使用权的还有房地产开发公司，他们得到土地之后并不是为了自己使用，而是将其开发成住房或商业用房，然后再卖给使用者。开发商和使用者之间的交易市场，称为房地产二级市场。而三级房地产市场则是使用者和使用者之间的市场，买卖的是旧房，即二手房市场。由于土地市场中出售的是使用权，这就需要设定一个使用年限，现在国家的基本规定是居住用地 70 年，工商业用地 50 年。到年限后或政府将土地收回，或再续签土地使用权转让协议，居住用地也可能自动续期（相关办法正在制定中）。这就是中国城市土地市场的基本产权状况，也是中国土地制度的基础。关于土地产权还要说明的是，根据中国现行的土地制度，农村集体所有的土地不能进入市场，不管是所有权还是使用权，都不能进行交易。而城市政府可以在城市建设需要土地的时候，把农村集体所有的土地征为国有，然后再将其使用权在一级市场中有偿出让。

中国土地制度的另一个特点，是土地用途管制制度。在中国的土地管理制度中，权属管理是基础，而用途管理是核心。国家进行土地用途管制的重要手段是空间规划，具体说就是土地利用总体规划和城乡规划。政府通过土地利用总体规划和城乡规划对全部土地的使用用途进行规定，并通过用地审批制度保障其落实。按照国家土地管理法的规定，土地利用总体规划有从全国到省、市、县、乡五个层次，覆盖了全部国土（中华人民共和国土地管理法，1989）。规划的核心是对各项农业用地和建设用地做出安排，而根本的目的是保护耕地。城乡规划法规定了设市城市和建制镇的建成区及未来发展区必须要进行总体规划和详细规划，而总体规划的核心内容是发展布局、功能分区和用地布局，也就是建设用地的用途规划。所以，不论是土地利用总体规划还是城市规划，其核心都是对土地使用用途的分配方案，城市的土地资源就在规划师的手中进行了第一次分配。使用用途的分配完成了之后，土地才交由市场进行第二次分配，而第二次分配是把各种用途的土地分配给具体的使用者。为什么需要用规划的手段来分配土地资源呢？因为市场不是万能的，市场解决不了的问题必须要由政府来解决，而规划是政府纠正市场失灵的一个手段。通过规划，政府要达到三个目的：一是保护社会的整体利益和长远利益。市场中的个人和企业追求的都是自身利益的最大化，而这种追求有时会伤害到社会的整体利益和长远利益，比如把大量的耕地开发为建设用地，在水源区和生态敏感区进行开发等；通过规划对土地用途

的安排，政府可以把涉及社会整体利益和长远利益的土地保护起来。二是安排社会基础设施和公用设施的用地。城市中有大量的基础设施和公共服务设施不能由市场有效地提供，必须要由政府来建设，而这些设施都要占用土地资源，并需要在空间上加以合理安排，这就需要通过规划来完成。三是要减小市场的外部效应。前边解释过外部效应是在经济活动过程中发生的又不能在市场中消除的相互影响，这种相互影响会降低资源的利用效率，如环境污染。通过规划对各种经济活动的合理空间安排可以减小外部效应，从而提高资源利用效率，如规划中把污染企业安排在城市的下风下水处，可以减少对城市居民健康的影响。所以，通过土地用途管制制度，政府可以平衡个体与整体、短期与长期以及个体与个体之间的利益关系。

第五节 城市住房市场与住房政策

住房同其他商品一样，是由生产者投入资本、劳动和土地生产出来，然后通过产品市场的交易到达消费者手中的。但住房又是一件很特殊的商品，具有其他消费品所没有的一些属性，从而使其交易市场也具有自身的特性。这里我们从住房的特性出发，来说明住房市场的特性，以及政府住房政策对市场的影响和城市规划中应注意的问题。

住房的价格差异：对于同一类的商品来说，价格的差异往往是由于其质量和功能属性的不同造成的，如各种各样的汽车，由于发动机功率不同、车内空间大小不同、能耗不同、造型不同等等属性的不同，使其具有了不同的价格。而对于住房来说，除了其本身性质和功能（如面积大小、楼层高低、设备配备等）会影响其价格外，还有很多外在的条件也会影响其价格。最主要的外在条件有三种：一是区位，即住房与其他一些设施的空间关系，如距就业地点、公交车站、学校、医院、购物中心的距离等。二是环境质量，即住房周围的大气质量、水体质量、噪声状况、公共卫生及自然景观等。三是社区特性，即邻里中其他住户的一些特征，如种族、收入、职业、家庭结构等。区位条件会造成房价围绕着某些地点向外递减，就像单中心的理论模型中证明的围绕着就业中心房价向外递减一样，围绕着轨道交通车站、重点学校、大型购物中心等也会出现房价的空间递减，这是交通成本的不同使然。而环境质量对房价的影响主要是外部性问题，围绕着具有正的外部效应的地点，如公园绿地，房价会向外递减；而在一些具有负的外部性的地点周围，如垃圾处理厂、高速公路沿线等，会出现房价的向外递增。所以，城市规划对各种经济活动和各种公共设施的空间安排会对城市房价的空间差异造成很大的影响，如何使各项设施的通达性和正的外部性达到最大而负的外部性小，是规划中应注意的问题。

买房与租房：住房是一件生活必需品，每一个人都需要有一个地方住。但在所有的生活必需品中，住房是最昂贵的一件必需品。住房的生产需要投入大量的资本、劳动和土地，成本很高，所以其价格也很高。住房又是一件具有耐久性的商品，生产出来之后，只要加以适当的维护，就可以使用很多年。这两个人性结合起来使得住房市场分解为两个交易产品不同的市场，即存量市场和流量市场。住房的建筑本身和其脚下的土地构成了住房的存量，进行存量交易的市场就称为存量市场，即一般意义上的房地产市场。而住房流量是指房屋为我们提供的服务，如为我们遮风挡雨和提供各种生活设施。如果我们买不起存量，我们可以按时段来购买住房流量，这就形成了房屋的租赁市场，所以租房市场上交易

的是住房流量。一个城市中住房市场以哪一个市场为主，既与其人口结构有关，也与政府的住房政策有关。人口处于高速增长时期、外来人口和流动人口多的城市，租房市场就比较兴旺；政府若对居民购房给予税收减免或财政支持，就会使自有住房成为居住的主体，从而买房市场成为主导的市场。但任何一个城市都应有两个市场同时存在，以使不同阶层、不同经济状况的居民都能找到适当的住所。对于城市规划来说，应当关注的是租房住户和自有房住户对公共服务和设施不同的需求。一般来说，租房者比较年轻，单身或双人家庭占多数，经济实力还不强，所以需要方便的公共交通和生活设施，靠近年轻人的娱乐场所和体育设施等。而自有住房住户一般年龄较大，家庭中会有孩子，所以对教育、文化、医疗设施需要较多。城市规划中若能根据城市住房的特点以及不同住户在城市中的区位来配备相应的公共设施，而不是按照统一的标准进行安排，就会提高公共资源的利用效率。

新房与旧房：如果单看存量市场的话，还可以进一步分为新房市场（二级市场）和旧房市场（三级市场）。在新房市场中，开发商是卖方而使用者是买方；旧房市场则是使用者之间的市场。这两个市场的存在也是由住房的耐久性和昂贵性决定的。在生命的不同阶段，人们对住房的需求是不同的。年轻刚成家时收入低，家庭人口也少，不需要很大的房子，且对社会活动的参与度高，需要靠近文化娱乐设施；人到中年，孩子多了，收入也高了，则需要大房子，周围还要有孩子的户外活动空间；到了退休之后，孩子也都自立了，家庭人口减少，不需要很大的住房了，但需要靠近老年人的服务设施如医院等。由于住房具有耐久性，可以使用很多年，当现有住房不能满足新的需求时，就需要有一个市场将其转让出去，以便其他的人可以继续使用。三级市场也是中、低收入家庭获得住房的重要渠道。住房作为一件商品也与其他商品一样，使用的时间越长价值就越低，因为随着建筑本身和其中设备的老化，能为住户提供的服务流量是逐渐减少的。所以，在同等的其他条件下，老房子总是比新房子要便宜，从而给收入较低的居民提供了一个购房的机会。这样在住房市场中就会出现一个“滤下”的过程，即高收入的人购买新房，腾出来的旧房卖给中等收入的人，而中等收入的人腾出的旧房又卖给低收入的人，这样各个阶层人们的住房就都得到了改善。可见两级市场是相互联系、相互影响的。我国在住房改革的过程中，二级市场得到了很大的发展，但三级市场由于制度建设的滞后没有得到良好的发展，难以形成一个有效的“滤下”过程，造成了二级市场过度拥挤，房价过高，中低收入家庭难以承受，成为一个社会问题。所以，三级市场的建设是一个迫切需要解决的问题。

私房与公房：由于住房价格的昂贵性，社会中总会有一些家庭靠自己的收入无力购买，不管是买房还是租房，他们都支付不起。但作为一件生活必需品，人人都需要有个地方住，社会不能看着一部分成员流落街头。这就需要政府来帮助他们。所以，为低收入的居民提供住房帮助是政府社会福利政策中一项重要的内容。这方面的政策主要有两类，一是基于市场的解决方案，一是完全依靠政府的解决方案。基于市场的政策方案包括政府为开发商建造低成本住房提供低息贷款，为中、低收入家庭购房提供无息贷款，或直接给低收入家庭发放住房补贴。这些政策都是要使居民在政府的帮助下，能够在市场中解决住房问题。完全依靠政府的解决方案就是由政府出资来建造房屋，然后以成本价或低于成本的价格出售或出租给需要帮助的家庭，这就是公屋政策。国情的不同使得政府侧重于不同的政策方案。美国比较相信市场的功能，所以政府愿意采用基于市场的解决方案。新加坡则

靠公屋政策解决了全国 86% 人口的住房问题，香港也有 50% 的人口居住在政府提供的公屋中。公屋因为是政府来建，所以需要在城市规划中作出安排，不仅仅是用地的空间安排，还包括公共服务设施的安排。因为是为中、低收入的家庭提供的住房，所以要考虑这些家庭的消费特点。比如能够承受的房价较低，建筑密度就应高一些；没有私家车，就需要方便的公共交通；教育和医疗都依赖于公共部门，所以要配备公立学校和公立医院等等。

消费与投资：住房的一个重要特性是其生产过程中要有大量的土地投入，而且投入的土地最后成为住房的一个组成部分，一起进入市场卖给消费者。这样购房者购买的不仅是建筑本身，也同时购买了其下的土地，所以住房一般被称为房地产。如果把时间因素考虑进来，建筑与土地的价值变化方向恰恰是相反的。建筑越用越旧，也就越来越贬值；而土地由于其在城市中的总量是不变的（由城市的边界所圈定），而当城市的人口在增长、经济活动规模在扩大时，根据前边给出的原理，城市的地价会上升。如果地价的上升速度大于房屋的贬值速度，那么房地产的总价值就会上升，这意味着房地产可以作为一项投资品，现在购买以便在将来获得较高的投资回报。尤其是在通货膨胀时期，购买房地产成为一个货币保值增值的有效手段，从而带来市场中对住房需求的上升。当住房作为投资品时，有两种情况：一是长期投资，作为养老保险的一部分，年轻时多买一套房，退休后再把房子卖出去，用卖房的钱来养老；一是短期投资，买下来后等房价涨到一定程度就卖出去，以获得短期的投资收益。这后一种投资行为就是常说的投机行为，如果市场中的投机者多了，市场中就会出现泡沫，造成市场的动荡。前边我们曾给出过一个房租和房价的关系式，房价是住房在其寿命年限中各年房租的贴现之和。这是一个理论上的房价。房租代表了住房能够提供给我们的服务的价格，住房在其寿命年限（即其一生）中能提供的服务总量的价格就是住房存量的总价值。市场中的房价如果高于这一价格，就有泡沫的存在，因为你多支付的那一部分价格得不到任何实在的住房服务。实际房价与理论值的差异越大，泡沫就越大。而泡沫是靠人们对房价上涨的预期来支撑的，一旦预期发生转变，投机者开始大量出售手中的住房，泡沫就破了，其结果会造成大量的资源浪费。我们国家在 1990 年代中期沿海地区房地产泡沫破裂后留下的大量烂尾楼就是一个沉痛的教训。所以，政府必须要有政策对房地产市场进行调控。我们国家城市的一级房地产市场由政府垄断，是调控市场的有力工具。但由于我国对于住房还没有征收房地产税，使得住房的保有成本很低，这是不利于控制房地产投机的因素。

住房体制与政策：我国的城市住房体制在经济体制改革的过程中经历了根本性的改变，至今仍处在深化改革和建设的过程中。住房体制改革的核心是住房由“实物分配”转为“货币分配”，即住房消费被计人工资，消费者可以拿工资到市场上去自行购买住房。随着住房市场的建立，高收入的群体得以通过市场渠道解决住房问题。但仍有大量的中低收入和低收入人口难以支付市场中的房价，必须由政府帮助解决住房问题。目前中国城市中已形成了两大住房供给主渠道，一是市场中的商品房，二是政府提供的社会保障住房。后者又是由两部分构成，用于保障中低收入居民的经济适用房和用于保障低收入居民的廉租房。社会保障住房的建设和分配都由地方政府主导。经济适用房在建设中可获得地价、税收等方面的减免，以降低开发成本；房价也由政府决定，以出售的方式分配给愿意购买的中低收入家庭。廉租房则由政府主持建设后以出租的方式分配给低收入的家庭来居

住。根据我国目前城镇人口的收入结构，可以通过市场购买商品房的人口大约在 30%—40%。也就是说，还有 60%—70% 的人口要通过社会保障体系来解决住房问题，这其中又有 10%—20% 属于低收入人口，需要廉租房。可见住房社会保障的任务是十分艰巨的。我国的城乡规划法已将中低收入居民住房建设列为近期建设规划的重点内容。由于这部分居民收入较低，无力支付较高的交通费用，规划中应该为其提供良好的公共交通与就业中心连接，并配备必要的公共服务设施。

第四章 城市交通经济与政策

城市交通是城市经济学研究较多的一个领域，因为交通拥堵是大城市的通病，社会各方面都希望能找出解决问题的办法。经济学家运用经济学的基本原理来分析城市交通，找出交通拥堵的经济原因，并提出相应的解决办法。城市交通是一个比较特殊的领域，特殊在它生产的产品是“位移”，即人或物空间位置的移动；尤其是当需要移动位置的是人时，买方（消费者）也要参加到生产过程中去，这使得交通生产活动的成本分析比一般的产品更复杂。城市中的各种经济、社会、文化活动都会产生对交通的需求，而且不仅仅是量的需求，还有速度的需求。根据移动的主体可以分为客运的需求和货运的需求；根据移动的空间范围还可以分为城市内部的交通需求和对外交通的需求。本章主要分析城市内部的客运交通问题，因为客运交通是城市交通拥堵的主要矛盾。城市的交通供给由两方面构成，一是通道系统，由道路、轨道、通航河道等组成，是一个地上、地下、陆地、水面相互连接的网络系统。二是运输工具，即各种车辆和船舶，用于装载人或物在通道中运行。通道系统属于城市的基础设施，一般由政府统一规划、建设和管理。运输工具既有政府提供的，也有市场提供的，还有消费者私人拥有的。交通拥堵从供求关系来说，是一种需求大于供给即供不应求的状况，而其形成的原因有多种，所以解决的办法也不同。下面就主要的原因给出经济的分析。

第一节 城市交通供求的时间不均衡及其调控

大城市中的交通拥堵有一个明显的特征，就是存在着两个拥堵的高峰时段，即早高峰和晚高峰，发生在早晨的上班时间和晚上的下班时间。这是由于城市交通需求的波动性和供给的固定性之间的矛盾造成的。在一天 24 小时的时间范围内，城市交通的供给（通道系统和运输工具）总量基本上是不变的，而需求具有很大的变化。早晨上班的时段是一个需求的高峰；过了这个高峰的中午前后，需求下降；到了下班时间，又是一个高峰；而入夜后需求逐渐下降到低谷。这样不变的供给和波动的需求之间就出现了时间上的不均衡（见图 5-4-1）。在上下班的需求高峰时段，需求大于供给，出现供不应求；在需求的低谷时段，需求小于供给，出现供过于求。在供不应求时，发生交通拥堵，会影响城市经济活动的效率，造成经济的损失；而在供过于求时，通道系统和运输工具都会出现闲置，也是一种资源的浪费。所以，城市交通供求的时间不均衡会带来经济效率的损失，是我们要想办法解决的问题。但依靠增加供给并不能合理地解决问题。从图中可以知道，如果我们增加供给，即修建更多的道路，购买更多的运输工具，会使供给曲线上移，则供不应求的程度和持续时间都会减少。当供给增加到图中的虚线位置时，高峰时段供求正好平衡，交通

拥堵问题就完全解决了。但我们也应该看到，在这种情况下一天之中的大部分时段都是供过于求，资源的闲置浪费严重，经济上也是不合理的。所以，为了不至于造成过于严重的资源浪费，城市必须要承受一定时间、一定程度的交通拥堵。

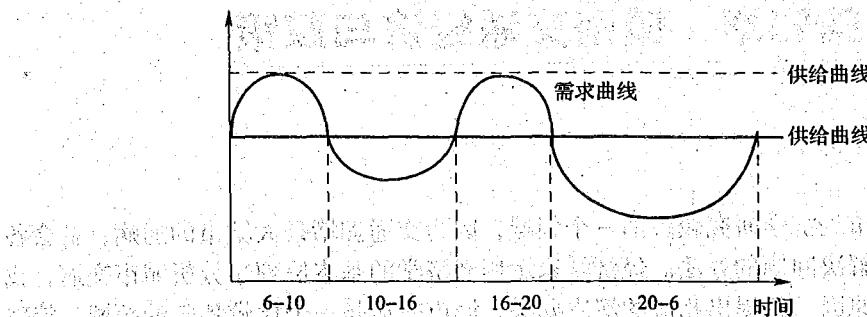


图 5-4-1 城市交通供求的时间不均衡

要减少由于交通供求的时间不均衡带来的问题，基本思路是想办法减少需求的时间波动性。而需求的时间波动性是由于人们的出行在时间上过于集中带来的，所以要想办法减少出行的时间集中度。办法之一是用价格来调节。当高峰小时的出行价格上升时，能避开高峰时段的人们就会尽量避开高峰时段出行。如美国城市中经常采用的高峰时段地铁票价高于其他时段、高速公路的收费也高于其他时段，这会起到分流一部分人流的效果。因为需求是具有价格弹性的，在图 5-4-2 中 P_0 的价格下，需求是 Q_0 ，距给定的供给差距较大；但当价格上升到 P_1 时，需求下降到 Q_1 ，供求的不均衡程度就减小了。但由于大部分人的上班时间具有刚性，所以需求曲线的弹性较小，靠价格调整到供求完全平衡是困难的。所以，调整上班时间是另一个解决问题的思路。如果让各个企业尽量制定错开的上班时间，或弹性的上班时间，交通的需求曲线就会更平缓，交通拥堵的情况也就会在更大的程度上得到缓解。但要彻底解决供求时间不均衡带来的交通拥堵是不大可能的，所以大城市在高峰时段一定会有交通拥堵。

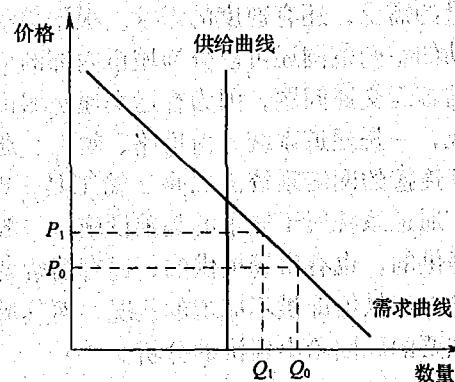


图 5-4-2 价格对供求不均衡的调节

即使是在高峰时段，城市中也不是所有的道路都拥堵。有些道路拥堵得比较厉害，处于供不应求的状况；有些道路还达不到设计流量，处于供过于求的状况；所以城市交通在空间上也具有供求的不均衡性。这种空间的供求不均衡往往是集中的需求和分散的供给之间的矛盾造成的。道路在城市中是网状分布的，密度是相对比较均匀的；如城市规划中主干道的间距是 800—1200m，次干道的间距是 300—500m。但高峰时段

第二节 城市交通供求的空间不均衡及其调控

即使是在高峰时段，城市中也不是所有的道路都拥堵。有些道路拥堵得比较厉害，处于供不应求的状况；有些道路还达不到设计流量，处于供过于求的状况；所以城市交通在空间上也具有供求的不均衡性。这种空间的供求不均衡往往是集中的需求和分散的供给之间的矛盾造成的。道路在城市中是网状分布的，密度是相对比较均匀的；如城市规划中主干道的间距是 800—1200m，次干道的间距是 300—500m。但高峰时段

的人流和车流在空间上的分布是不均匀的，会集中于某些路段和某些方向上，因而造成了交通在空间上供不应求和供过于求的同时存在。需求在空间上的集中与城市土地利用格局有密切的关系。交通拥堵的高发地段，往往是围绕着城市的就业中心，大量的人流在上班时间流入，而在下班时间流出。所以，居住和就业的空间结构对交通的空间供求格局有很大的影响。

在城市规划领域，从霍华德的“田园城市”开始（霍华德，金经元译，2000），就逐渐形成了居住和就业空间平衡的规划理念；20世纪发达国家的城市郊区化带来的交通拥堵问题更是使得一些地方政府把居住—就业平衡作为一种政策目标（SCAG，1989）。但居住—就业空间平衡只有在小城市可以实现，事实上小城市也没有交通拥堵问题；而在大城市，居住和就业在空间上总是会出现某种程度的分离。这是因为居住和就业是两种性质完全不同的经济活动，各自对区位条件的选择是不同的。城市中的就业岗位大致可以分为第二和第三产业。第二产业，即一般所说的工业，其生产活动往往具有负的外部效应，如空气、水或噪声污染，所以不能够与居住区混在一起。工业生产也需要一些特殊的基础设施，如对外运输通道，电力热力管网，污水垃圾处理等，集中建设会节省成本。还有很多企业之间具有生产上的投入产出联系，相互靠近可以节省运输成本。所以，形成集中的工业区既是企业的理性选择，也是社会的要求。城市的第三产业可以分为两大类，一类是生产者服务业，一类是消费者服务业。前者为企业服务，主要是金融、保险、法律服务、会计服务、广告等行业，因为这些经济活动需要大量面对面的谈判协商，所以空间上都选择在城市的中心商务区（CBD），往往形成城市最大的就业中心。后者主要是零售、餐饮生活服务业，直接为居民提供服务，一般与居住区结合较紧密，空间上比较分散。由于城市中大部分产业具有空间集聚的要求，所以会形成集中的就业中心，从而与居住出现空间分离。而城市居民对居住地的选择也要考虑多种因素，接近就业地点只是考虑的因素之一（Levine，1998），一般还希望有一个安静、清洁、优美的环境，孩子们安全的活动空间，以及教育、文化和体育设施等。由于区位要求的不同，大城市中居住与就业必然会在空间上一定程度地分离。而这种分离又带来了对城市交通需求空间上的不均衡，形成围绕就业中心周期性的交通拥堵。

城市交通空间的不均衡也可以有一定的办法来加以缓解，从增加供给的方面来说，可以在主要的就业中心和主要的居住中心之间建设大运量的公共交通，如地铁或快速公交系统（BRT）；或者对就业中心周边的道路实行方向的调控，上班时间多数车道分配给流入车流，下班时间多数车道分配给流出车流（这是美国都市区中经常采用的办法）。从调控需求的方面来说，可以采用价格的杠杆，如新加坡和伦敦采用的办法，对进入拥堵区的车辆收费，这样可以分流一部分需求。但由于经济活动空间分布的不均匀，城市交通供求的空间不均衡也是会长期存在的，这是大城市为了取得集聚效益必须承担的成本之一。

第三节 城市交通个人成本与社会成本的错位及其调控

城市交通拥堵的另一个原因是个人成本和社会成本的错位，这里讨论的是私家车的使用问题。对于开私家车上下班的人来说，除了要付出货币的成本（汽油和车辆磨损等），

还要付出时间的成本。当遇到交通拥堵时，时间成本是上升的。但因为城市的道路是大家共同使用的，所以个人所承担的只是平均成本；而边际成本，即道路上每增加一辆车带来的总的时间成本的增加却是由道路上所有的车辆共同承担的。例如在某段5公里长的道路上，设计容量是50辆车，设计的速度是每小时60公里，即5分钟可以通过这段路。这就是说如果在这段路上行驶的车辆不超过50辆，则每辆车都可以花费5分钟走完这段路。但是如果第51辆车驶上了这段路，由于超过了设计容量，拥挤开始出现，所有车的速度都会减慢。假设这时要通过这段路需要5分半钟，即时间成本增加了30秒。这里的5分半钟是平均成本，是每辆车都要付出的成本。而50辆车各增加的30秒成本加起来是25分钟，这是由第51辆车的进入带来的边际成本。但由于第51辆车也是花费5分半钟通过这段路，他个人没有承担他所造成的全部成本（25分钟），而只是承担了其中的一小部分（30秒），他就不会在乎这点成本，从而毫无顾忌地行驶上路。同样的原因，还会有第52辆车、第53辆车……驶上道路，这就造成了对道路的过度使用，也就是使得道路过度拥挤。

从曲线图上把这其中的关系看得更清楚一些（见图5-4-3）。在设计的交通容量 Q_0 之内，没有交通拥堵，边际成本与平均成本是相等的，且二者都不会随交通流量的增加而增加。而超过了设计容量之后，边际成本和平均成本都开始上升，且边际成本上升的比平均成本要快。当驾车者支付的是平均成本时，需求曲线与平均成本曲线的交点 E_0 是均衡点，决定了均衡流量 Q_1 ，即道路中实际存在的流量。由于 Q_1 大于 Q_0 ，所以这时存在着交通拥堵。如果由驾车者个人来承担边际成本，均衡点就会移到需求曲线与边际成本曲线相交的点 E_1 ，均衡流量就会下降到 Q_2 ，意味着拥堵状况会缓和一些（奥沙利文，2002）。所以， Q_1 和 Q_2 之间的流量（或拥堵）是由于个人没有支付边际成本造成的。知道了这个原因，我们就可以想办法用政策来解决这个问题。由于时间成本难以通过政策来调整，就只能用货币成本来调控。常用的方法包括对拥堵路段收费，如对进入城市中心区的车辆收费，从而把驾车者的成本由平均成本提高到边际成本；或是通过征收汽油税的办法，提高所有驾车者的出行成本，来使得他们减少自驾车出行。前一种办法对缓解拥堵地段的交通状况效果较好，但实施成本较高，因为要设置多个收费站点，配备人员，还可能由于缴费带来驾车者额外的时间成本。后一种办法实施成本较低，但因为是普遍征税，只能从总量上减少出行，对于特定拥堵地段的调控效果不明显。所以在实际中还没有找到最有效的办法来解决个人成本和社会成本错位带来的拥堵问题。从这一点来说，大城市中还不可避免地会有交通拥堵问题存在。

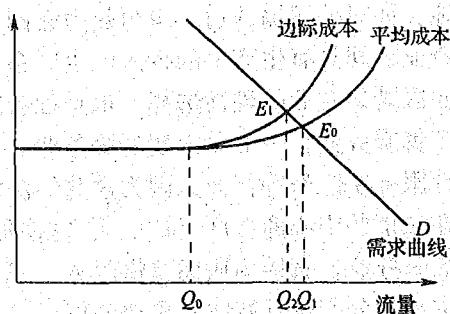


图5-4-3 交通拥堵的成本分析

第四节 城市交通时间成本特征及效率提高途径

这里再把出行者支付的交通成本做进一步分析，并把人们对出行成本的支付决策考虑

进来，以找出提高城市交通效率的途径。前边已经提到，人们在城市中出行时要支付两种成本，货币成本和时间成本。货币成本表现为乘坐公共交通或出租车时支付的车费，或自驾车支付的汽油费及车辆磨损费等；时间成本是人们在路途上花费的时间。货币和时间都是人们手里掌握的资源，是可以给人们带来效用的。货币可用于购买各种商品，通过商品的消费人们得到效用。而货币实际上又是通过时间得到的，当人们把时间用于工作时就可以挣得货币。所以，经济学家为了衡量时间的价值，常常把“小时工资”作为一小时时间的价值。时间还可以通过另一个途径为人们带来效用，这就是把时间用于休闲，而休闲活动（包括睡觉）本身会给人带来效用。由于货币和时间都可以带来效用，所以人们在做出行的支付决策时就会追求效用最大化。

效用最大化可以通过货币和时间的相互替代来实现。时间是“上帝”给的，“上帝”是公平的，给每个人每天都是24小时。但当我们用“小时工资”来衡量时间的价值时，时间的价值对于每个人就是不同的了。因为工资是市场决定的，市场是追求效率的，所以人们的“小时工资”差异会很大，从几元钱到几百甚至几千元不等。这样人们出行时即使同样花费了一个小时在路上，付出的时间是相同的，但付出的时间成本差别就很大了。所以人们在出行时会对货币的支出和时间的支出做出权衡，以使自己的效用最大化。工资高的人时间值钱，他会愿意用支付较多的货币成本来节省时间；而工资低的人时间不那么值钱，货币还可以用于购买其他的商品，所以他愿意多花些时间来节省货币。这样时间成本和货币成本之间就有了一种替代关系。从另一方面来说，各种交通方式需要人们支付的时间成本和货币成本也是不同的。比如公共交通一般货币成本低但时间成本高，而出租车的货币成本高但时间成本低，人们在出行时会根据这种替代关系来选择交通方式。举例来说，某人要到距家里较远的地方去开一个会，如果他乘坐公交，时间成本是一小时，车费是5元；如果要乘出租车，时间成本是30分钟，而车费是25元。这时他就会考虑一下，30分钟的时间值不值20元钱，如果觉得值，他就会乘出租车；如果觉得不值，他就会乘公交。在这个决策过程中，人们还会把时间的休闲价值也考虑进来，用支付货币节省下来的时间不一定用于工作，也可能是用于休闲，如果休闲比需要支付的货币更有价值的话。这样通过时间和货币的替代，人们可以找到效用最大化的出行方式。

因为时间的价值对每个人是不一样的，所以每个人的选择会是不一样的。如果我们的交通系统可以提供众多的选择，使得每一个人都能实现他的最优选择，即实现效用最大化，那么整个交通系统的效率就达到最高了。但实际当中，由于交通方式的有限性，并不是每一个人的每一次出行都能找到效用最大化的方式，所以经济效率的损失是不可避免的。比如一辆公共汽车中有几十个人，从一站到另一站大家花费的时间都一样，但付出的时间成本是不同的。时间成本高的人愿意多付点钱来使车子走得快一点，而时间成本低的人愿意选择慢一点如果可以少付些钱的话。但由于公共汽车是共同消费，所以不可能使每一个人都达到最佳，也就是有资源的浪费。道路系统的使用也具有同样的问题。高峰时间道路拥挤，大家都走得很慢。某一个公司总裁的时间可能一小时值上万元，他可能愿意多付钱以使他的车子能够先开过去。但由于道路是共同消费的，不能通过一个收费系统来给出价高的人优先使用权，这样社会总成本就增加了。所以，共同消费降低了实现最优化的可能性，只能通过尽可能地提供多种交通

方式、多种道路系统来加以改善，如大公共、小公共、出租车和私家车并用，收费的高速路与不收费的辅路并行，这样尽量使每一个人更接近于他的最优选择，城市交通的效率也就提高了。

第五节 公共交通的合理性

本节从供给方面的成本分析来比较不同的交通方式，从而对公共交通的合理性加以论证。一般来说，随着客流量的增加，交通工具运行的平均成本是下降的。一辆车里如果只有一个乘客，全部成本就由一个人承担，这时的成本（初始成本）很高；若有两个乘客，同样的行程需要增加的成本（即边际成本）很低，而总成本由两个人分担，平均成本就下降了。所以，随着乘客的增加，平均成本是降低的。但不同的交通方式初始成本不同，平均成本下降的速度也不同，这与交通工具的容量有关。以小汽车、公共汽车和地铁来比较，小汽车的容量小，最多只能坐5个人，所以平均成本下降的幅度有限；但因其体积和功率小，初始成本较低。公共汽车可以同时装载几十人，容量较大，随着客流的增加平均成本下降得快；但由于车辆的体积和功率大，初始成本较高。地铁可以同时搭乘几百人，容量更大，随客流增加平均成本下降得更快；但其初始成本也更高（奥沙利文，2002）。如果我们把这三种交通方式的平均成本与客流量的关系表示在图中（见图5-4-4），我们就可以找出不同客流量下成本最低的交通方式。当客流量较少时，在图中 Q_0 的客流量以下，小汽车是成本最低的交通方式；客流量在 Q_0 和 Q_1 之间时，公共汽车是成本最低的交通方式；而当客流量超过了 Q_1 之后，地铁就成为成本最低的交通方式。所以城市越大，公共交通的优越性就会越加显示出来。

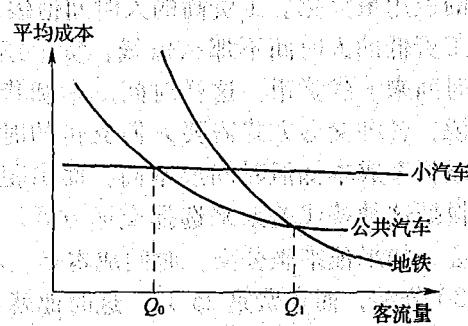


图 5-4-4 不同交通方式的成本差异

但公共交通面对着一个大家都知道的难题，就是大部分的公共交通都是亏损的。为什么具有低成本优势的公共交通会亏损呢？甚至在许多大城市中也是如此。这里的主要原因是我们在前边谈到的交通需求的时间波动性，为了在高峰时段不至于过度的拥挤，就需要配备较多的车辆，而过了高峰时段就会有较多的车辆闲置，提高了平均成本。一般来说，高峰时段早晨三小时，下午三小时，只占一天时间的四分之一；而其余四分之三时间中都会有车辆的闲置，就造成了高成本。这样尽管供给规模越大平均成本越低，但规模越大亏损也越大。在图5-4-5中，需求曲线D在纵轴上的坐标代表了消费者为了得到公共交通服务而愿意支付的价格，平均成本曲线AC是一条U形线，在纵轴上的坐标是平均成本，横轴代表供给和需求规模，供求总是相等的。由图中可以看出，需求曲线D在曲线AC的下方，意味着在任何一个供给规模下，消费者愿意支付的价格都低于平均成本，而二者之差（ $AC - P$ ）就是亏损额，也就是说规模越大，亏损越大。在 Q_0 的总规模下，每个乘客带来的亏损额是 M_0 ；到了 Q_1 的总规模，人均亏损上升到 M_1 （奥沙利文，2002）。但与其他交通方式相比，公共交通的成本还是最低的。而且公共交通还有一些正的外部效应没有在收

益中反映出来，如公共交通提高了道路的利用率，使大家的时间成本都下降了；公共交通节省了能源，减少了空气污染；公共交通还可以节省停车场的占地，提高城市土地的利用效率。把这些外部效应考虑进去之后，就有理由让政府给公共交通以补贴，即把社会收益的一部分转移到公共交通的供给中来。

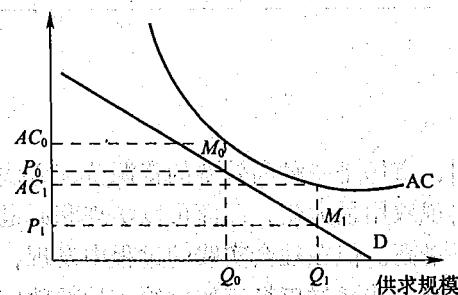


图 5-4-5 公共交通的成本分析

第五章 城市公共财政与公共品供给

微观经济学的理论证明，市场是一种高效率的资源分配方法，通过市场中那只看不见的手的运作，消费者可以实现效用最大化，厂商可以实现利润最大化，从而使得社会的资源利用效率整体上也达到了最高。但在社会实践的过程中发现，市场并不是万能的，市场也有失灵的地方，比如公共品无法通过市场有效供给，外部效应造成资源利用效率低下等等。于是在市场之外我们还需要有政府——一种由社会推举的并由社会赋予了权力的机构，来解决市场无法解决的问题。这样在社会中就形成了两大部门：民营部门和公共部门。前者以市场为中心来运作，进行生产、消费和分配等经济活动；后者以政府为中心来运作，参与到经济的生产和分配活动中来。由于两大部门的活动都要使用社会资源，于是就有了资源如何在两大部门之间分配的问题，实际上也就是政府与市场如何分工的问题。由于经济学关注的是效率问题，对两部门分工的研究也就侧重于效率的标准。本章要准备讨论的问题是：一、公共部门在获取社会资源时如何把对市场效率的影响减到最小？二、什么样的产品与服务应该由政府来提供？如何确定供给规模？三、如何设立政府机构可以提高资源的利用效率？

第一节 税收效率与土地税

公共部门获取社会资源的主要途径是税收。既然社会需要有一个政府，而政府的存在和行使其功能都需要有钱，于是社会就赋予了政府收税的权力，使政府有一个稳定的收入来源。但征什么税，如何征，都会影响到资源利用的效率，所以要仔细地加以研究。为了说明税收对经济效率的影响，首先要了解两个经济学的基本概念，就是“消费者剩余”和“生产者剩余”。第一章中介绍效用的概念时讲到，同一件商品对不同的人可以带来不同的效用，这样不同的人愿意为这件商品支付的价格就是不同的。但市场中商品的价格是由总需求和总供给的均衡点决定的，并不能针对每一个消费者的效用水平来定价，所以有一部分人就会以低于其效用水平的价格获得商品，这里商品带来的效用和支付的价格之差被称为消费者剩余。举例来说，当一个人肚子很饿时，他愿意为一个面包付5元钱（代表面包的效用），但面包的市场价格是3元，这样他就节省了2元钱，这2元的节省就是消费者剩余。一般来说，理智的消费者不会购买价格高于效用的商品。类似地对于生产者来说，在能够回收成本的价格下他就愿意把产品卖出去，而不同的厂商生产成本不同，愿意接受的价格也不同。这样市场均衡价格就可能高于一部分厂商愿意接受的价格，高出的这一部分就称为生产者剩余。比如某厂商生产面包的成本是2元，所以2元是他能接受的最低价格，但面包的市场价格是3元，于是他就有了1元的生产者剩余。经济学家把消费

者剩余和生产者剩余看作是社会的总福利，市场运作的结果是使两种剩余最大化，即社会福利最大化（曼昆，2006）。

现在来分析政府税收对市场效率的影响。以产品市场为例（见图 5-5-1），在政府征税之前，供给和需求的均衡点是 E_0 ，均衡价格是 P_0 ，均衡交易量是 Q_0 。在 E_0 和 P_0 连线上方的三角形阴影区是消费者剩余总量，下边的阴影区是生产者剩余总量，二者之和是社会总福利。如果政府对卖方征税（如销售税），相当于生产成本上升了，生产规模（即供给规模）就会下降，从 S 降到 S' ，与需求曲线交于新的均衡点 E_1 。这时的均衡价格（也是买方支付的价格）为 P_1 ，而卖方收到的价格为 P_2 ，二者之差 ($P_1 - P_2$) 是政府对单位产品征收的税。这时的均衡交易量也发生了变化，从 Q_0 下降到 Q_1 。社会总福利则被分为三部分， P_1 到 E_1 之上的三角形阴影区是消费者得到的剩余， P_2 到 E_2 之下的三角形阴影区是生产者得到的剩余，中间的长方形 $P_1E_1E_2P_2$ 是政府得到的总税收。比较税收之前和之后的社会总福利， $E_0E_1E_2$ 构成的小三角形代表的福利消失了，这就是税收带来的社会福利损失，也是税收对市场效率带来的影响，被经济学家称为税收的“无谓损失”（曼昆，2006）。所以，在选择税种时要尽量选择那些“无谓损失”小的税，以减少社会福利的损失。

而学者们发现对土地征税可以避免这种“无谓损失”。因为土地是一种自然生成物，不能通过人类的劳动生产出来，所以其总量是给定不变的，称为供给无弹性。对于城市来说，当行政边界划定了之后，其土地总量就给定了，不管地价发生什么样的变化，其总供给量都不会变。从图 5-5-2 中可以看到，其供给曲线就是一条垂直的线。而且因为土地是自然生成物，其供给是没有生产成本的，所以不论在什么价格下卖出去，价格就是卖方的剩余。这样在图中买方的剩余为 P_0 至 E_0 之上的三角形阴影区，卖方的剩余为其下的方形阴影区。政府如果对土地征税，卖方可以尝试把价格提高到 P_1 ，但需求马上会降到 Q_1 ，市场出现供过于求，会使价格下降，直到价格重新回到 P_0 ，交易量也恢复到 Q_0 ，市场才达到均衡。也就是说卖方不能通过提高价格来把税收的一部分转嫁给消费者，所以卖方只能自己来承担税收，即两条红线之间的长方形面积。结果就是卖方的剩余下降，下降的部分被转化为政府的税收。而这里因为均衡时的市场交易量没有变化，所以社会总福利也没有变化，即没有任何“无谓损失”（奥沙利文，2002）。这就是为什么经济学家认为征收土地税是最好的选择，可以在为政府获得财政收入的同时不影响市场的效率。

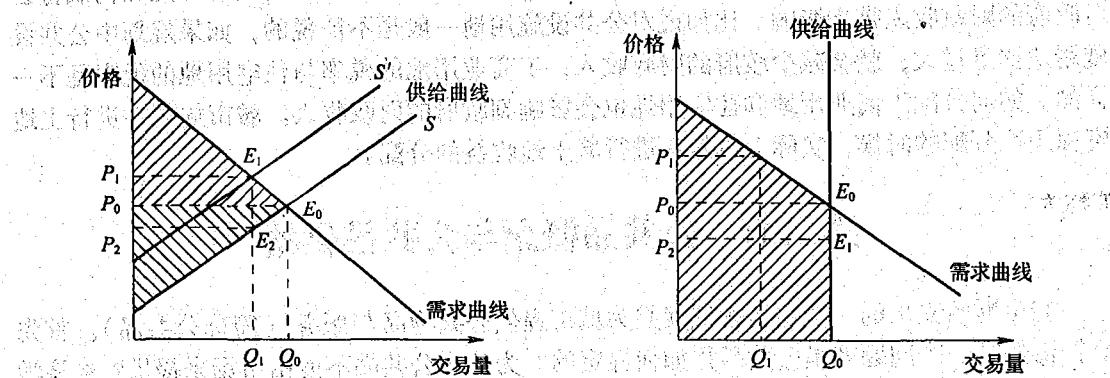


图 5-5-1 税收的无谓损失

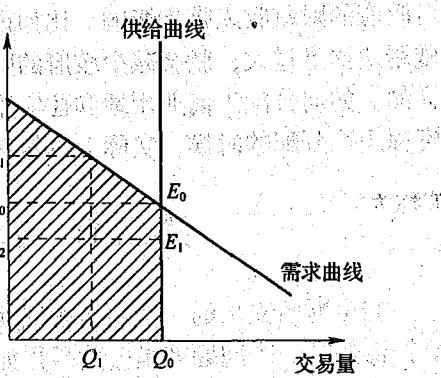


图 5-5-2 土地税的效果

关于土地税，还有一个非常著名的理论，就是19世纪的美国政治经济学家亨利·乔治提出的“单一土地税”理论。乔治看到土地是一种非常特殊的生产要素，无论价格如何上涨，供给量也不会提高，即后来的经济学家所称的“供给无弹性”。但对土地的需求必然会随着人口的增长而增长，因为每一个人都需要一块生存的空间。结果就是无论是否对土地进行了投入、无论使用土地的效率是高还是低，土地所有者都会变得越来越富有。这不仅会造成土地利用效率的损失，也带来了社会的不公平。比如在城市中，人口增长和经济发展会带来对土地的更多需求，引起土地价格的上升；政府投资改善城市的基础设施，也会带来土地价格的上升。这样土地所有者即使是把土地闲置在那里，收益也会不断增加。而土地价值上升的这部分并不是由土地所有者的劳动或投入带来的，所以由土地所有者得到这部分价值就是一种社会的不公平。乔治提出的解决办法就是征收土地税，把不是由于个人的劳动创造的土地价值以税收的形式收到政府手中来，用于公共支出。这样既可以实现社会公平，也可以减少土地闲置，提高土地的利用效率，是一种可以同时达到公平与效率两个目标的方法（George, 1879）。而且乔治认为只要征收土地税一项税收就可以为政府提供足够的财政收入了，所以来被称为“单一税”理论。尽管乔治当时没有想到税收会带来土地价格的下降，使得政府能得到的财政收入小于预期。但他提出的理论还是广泛地为学者和社会所接受，成为地方政府税收系统设计的主要依据之一。

由于在城市中土地主要是一种承载物，与建设其上的建筑物形成了一个共同体，一般称为不动产（或房地产）；价格也是二者合一的，难以区分出地价和房价，所以征税只能对房和地一起征。目前世界上大部分国家都征收房地产税，一般有两种形式，一是静态的税，即对作为个人或企业拥有的房地产征税；二是动态的税，即在房地产转手时征收，称为房地产增值税。在西方国家，房地产税是地方政府的主要税收来源（奥沙利文，2002）。而在我国，目前还只是对企业的生产经营性房地产征税，对占有了城市土地最大面积的住宅是不征税的。随着税收体制改革的深化，统一的房地产税正在设计之中。房地产税的征收将会使地方政府从已经开发的存量土地中获得稳定的财政收入，从而减少大量开发土地的冲动，使城市的空间发展更紧凑。房地产税还可以抑制城市房地产市场中的投机行为，使更多的居民可以通过市场解决住房问题。房地产税还可以成为地方政府调控城市发展的有力工具，通过在城市中不同区域实行差别税率或减免税政策来有目的地引导土地开发、土地利用和历史遗产保护。对于城市规划来说，各种城市用地的分配和构成将会对政府的财政收入带来影响。比如说对公共设施用地一般是不征税的，如果规划中公共设施用地比重过大，就会减少政府的财政收入；工商业用地的税率与住宅用地的税率是不一样的，如何分配工商业用地和住宅用地也会影响到政府的财政收入。城市规划在进行土地资源用途分配的时候，实际上也是在进行着土地收益的分配。

第二节 公共品概念与公共品供给

城市财政支出的一个主要领域就是为城市提供公共物品与服务（简称公共品）。首先要搞清楚的一个问题就是公共品是如何界定的？为什么公共品不能由市场来提供？经济学用两个标准来对社会消费的物品进行分类，以确定每一类物品是由市场来提供，还是由政府来提供。第一个标准叫做竞争性，是看一个物品在消费时各个消费者之间在消费量上是

不是相互影响。比如一个面包两个人吃，甲多吃一口，乙就要少吃一口，这就是具有竞争性的物品。又如一段城市道路，每一个通过的人对道路的消费量都是相同的，不会因为某个人的使用而使其他人的消费量减少，这就是不具有竞争性的物品。第二个标准叫排他性，是看一个物品在消费的过程中是不是可以很容易地把某些人排除在外。还是拿上面的两个例子来说明，花了钱买面包的人就可以消费面包，没有花钱买的人就被排除在面包的消费之外，这就是具有排他性；而城市道路的使用就很难把某些人排除在外，因为没有简单的办法来限制某些人的使用，这就是不具有排他性。根据是否具有竞争性和排他性，经济学家就把所有的物品分成了四种类型（见表 5-5-1），第一种是既具有竞争性又具有排他性的物品，像食品、服装等大部分消费品，属于个人消费品，称之为私人物品；这类物品可以由市场来有效地提供，厂商通过市场把产品卖给消费者，同时回收了其生产成本。第二种是不具有竞争性但具有排他性的产品，如城市供水管网、电网等设施，由于当整个城市统一建设一套系统时成本最低，且具有很好的排他性，被称为“自然垄断”商品。这类商品如果由市场来提供，其垄断性会给厂商带来垄断利润，造成社会的不公平和资源利用的低效率，所以这类商品要由政府来提供。第三种是具有竞争性但不具有排他性的物品，如河湖中的水资源和拥挤的城市道路，大家都可以消费，但一个人的消费又会影响到其他人消费量，即竞争性带来外部效应，这类物品被称为共有资源。由于共有资源消费的外部效应会带来资源的过度消费，所以必须要由政府来管理，对外部效应加以纠正。第四种是既不具有竞争性也不具有排他性的物品，如不拥挤的城市道路、街头绿地等，属于社会共同消费的物品，称为公共品，这是对公共品的一个狭义定义；这类物品因为不具有排他性，就会有“白搭车”的现象，即消费了这类物品但不愿意付费，使得生产者很难回收其成本，市场就无法提供这类产品，只能由政府来提供（曼昆，2006）。由此可见，在四类物品中有三类要由政府来参与供给和管理。在实际当中，人们往往把这些由政府参与供给和管理的物品统称为公共品，这是对公共品的一个广义定义。

表 5-5-1 社会消费物品的分类

	竞争性	非竞争性
排他性	私人物品：如面包	自然垄断物品：如供水管网
非排他性	共有资源：水资源	公共品：如不拥挤的城市道路

这样就可以把城市居民消费的物品简单地归为私人品和公共品两大类，私人品由市场来提供，公共品由政府来提供，而二者之间具有一个相互替代的关系。如果公共品的供给规模很大，居民就可以享受到很好的公共设施和服务，但他们也要为此交很多的税，相应消费的私人品就会减少。而如果居民不愿意多缴税，他们享受的私人品会较多，但公共品就很少。由于私人品和公共品都可以给居民带来效用，而且两种物品都具有边际效用递减的性质，那么居民收入在二者之间的分配就应该遵循效用最大化的原则，即在二者的边际效用相等的点上决定总收入的分配。图 5-5-3 中横轴的长度代表城市居民的总收入，在私人品的边际效用曲线和公共品的边际效用曲线相交的点 Q_0 决定了总收入的分配， Q_0 左边的收入用于私人品的消费， Q_0 右边的收入交给政府，成为政府的总税收，也就是公共品的支出规模（即供给规模）。

以上只是从理论上说明了公共品供给规模的决定。在实际当中，公共品的供给规模是每年通过政府的预算决定的，而政府的预算是由代表全体居民的机构（在西方是议会，在中国是人民代表大会）来审议通过的。政府财政的基本原则是收支平衡，所以每年的支出预算是按照预测的收入规模来确定的。政府税收的税种和税率是具有稳定性的，不能经常变动，但因为经济是发展的，所以税收收入是增长的。比如我国的主要税种是企业增值税和营业税，随着企业生产和经营规模的扩大，政府的税收就会增加，这样政府提供的公共品规模也会随之而增加。进一步分析的话，政府的公共品支出可以分为两部分，一部分是维持现有公共品供给规模的支出，比如城市供水、供电、公共交通、教育等的正常运转所需的支出；一部分是建设新的设施（即扩大供给规模）需要的支出。有的设施一次性投资较大，如高速公路或污水处理厂等，这时由于政府财政无法一下子拿出那么多的钱来，政府就会从银行贷款，在以后的年份里逐步归还。当然政府的贷款规模一定要和其偿还能力相适应，否则将给城市居民造成负担，因为政府的所有支出最终都是由城市居民承担的。

基于城市公共财政的这样一种性质，城市规划中在安排公共品的供给规模时就要考虑到政府财政的能力。城市规划，尤其是近期规划应该有相应的预算，让公众知道实现规划需要付出的成本是多少，这样在人大审议和通过规划时就可以和政府的财政预算联系起来，既可以保证规划的公共品供给规模在财政可承受的范围内，又使规划的实施通过财政预算得以落实。这是我们的城市规划应努力的一个方向。

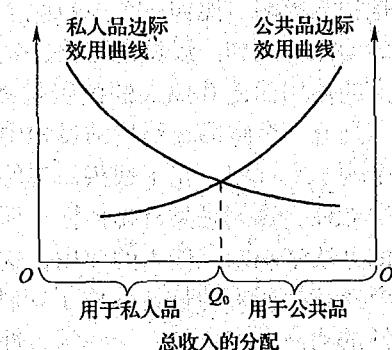


图 5-5-3 公共品规模的决定

第三节 城市政府规模与运作效率

根据公共财政的性质，政府通过财政收入和支出参与了社会资源的分配，那么就有了一个公共部门对社会资源的利用效率问题。通过怎么样的一个政府机构设置会提高资源的利用效率呢？经济学家提出了“用手投票”和“用脚投票”的理论来说明这个问题。在西方的政治体制之下，城市公共品的供给规模是由全体居民投票决定的。而公共品的供给规模决定了财政支出的规模并进一步决定了财政收入的规模。所以居民在考虑公共品的供给规模时也就同时考虑到了他们要为这些公共品支付的费用（即缴纳的税收）。下面用一个简单的例子来说明“用手投票”和“用脚投票”的经济效率差异。假设在一个城市中有三个居民，A、B 和 C。城市中需要有一个公园，而公园是一种公共品，公园的规模就要由三个人共同来决定，建造公园的费用则通过缴税由三个人来共同承担。由于三个人的年龄和兴趣爱好都不同，对公园的需求也就不同，于是就有了三条不同的边际效用曲线（见图 5-5-4）。边际效用是指公园的规模每扩大一单位给消费者带来的效用的增量。居民 A 很年轻，整天忙于上网游戏，很少有时间去公园，所以边际效用曲线最低 (R_A)；居民 B 喜欢公园，但每天工作繁忙，享受公园的时间也有限，边际效用曲线比 A 高一些 (R_B)；居民 C 已经退休，每天早锻炼、晚散步都在公园里，所以边际效用曲线最高 (R_C)。

(R_c)。把三人的边际效用曲线叠加起来，就得到了城市总体的边际效用曲线(R)。而建造公园的边际成本(规模每扩大一单位需要增加的成本)假设为600元，在纵轴600元的高度上就可以画出边际成本线(C)。按照经济学边际成本等于边际效用决定最佳规模的原理，公园的最佳规模应在 Q^* 点上。而边际成本要三个人来分担，最简单的分担办法就是平均分配，每人付200元，这就是所谓的人头税。但按照每人支付200元的边际成本，A想要的规模是 Q_A (个人边际成本等于边际收益)，B想要的规模是 Q_B ，而C想要的规模是 Q_C 。三个人投票决定公园规模的话，如果在 Q_A 和 Q_B 之间选择， Q_A 会有一票(居民A的票)，而 Q_B 会得两票(居民B和居民C)；若在 Q_B 和 Q_C 之间选择的话， Q_B 会得两票(居民A和居民B)， Q_C 只有一票(居民C)。所以投票的结果将是中间规模 Q_B 胜出。但如果我们从经济效率的角度来看的话，这个规模既不是总体最佳(Q^*)，也没有使多数人实现个体的最佳，只使得少数人(居民B)实现了最佳，所以这个结果实在不是一个好的结果。这就是说，“用手投票”不能实现经济效率的最大化(奥沙利文，2002)。

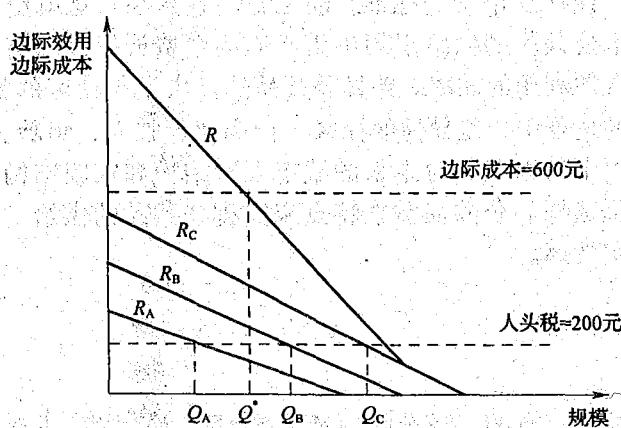


图 5-5-4 公园的边际效用曲线与最佳规模

那么如何来提高公共品供给的经济效率呢？如果我们有三个城市(即三个地方政府)，每个城市都有一个居民A、一个居民B和一个居民C。他们可以在三个城市间自由迁移，假设这种迁移成本很低，可以忽略不计。这样三个A会迁移到一个城市，三个B到一个城市，三个C到一个城市。在第一个城市中，三个A对公园的边际效用曲线是一样的(见图5-5-5)，三个人选择的规模就是一样的(Q_A)，而且总体最佳的规模正好对应着个体最佳的规模，于是经济效率就达到了最高。同样在第二个城市，三个B在 Q_B 的规模上实现了最佳；在第三个城市，三个C在 Q_C 的规模上实现了最佳(Tiebout, 1956)。于是我们发现，“用脚投票”可以实现比“用手投票”更高的

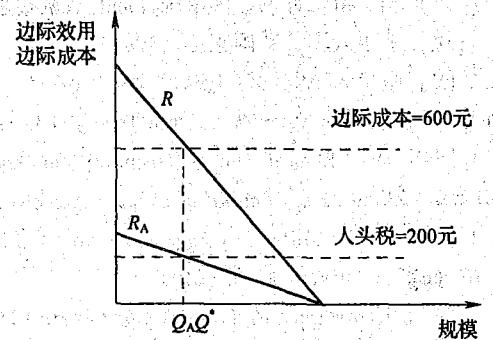


图 5-5-5 居民 A 的城市公园最佳规模

经济效率。也就是说，如果我们有很多个地方政府，每个地方政府都提供各具特色的公共品，这样给那些对公共品具有不同需求的居民选择的可能，我们就可以提高公共品供给中的经济效率。这就像是形成了一个产品有差异的市场一样，消费者可以根据自己的偏好来选择购买哪一家的产品。

上述理论有几个假设前提，即公共品不具有规模经济和外部性，而税收是按人头来收的，即每个人缴纳的税收一样。如果假设前提不成立，结论也就会有问题。比如若公共品具有很大的规模经济，由很多小政府分散提供就会成本很高，不如由一个大政府来提供。

基于用脚投票的理论，西方国家往往倾向于保留较多的地方政府，比如在纽约大都市区，有个83个地方政府；在华盛顿特区都市区有113个地方政府；而在芝加哥都市区有460个地方政府（Stansel, 2005）。我们国家的政治体制不同，城市发展大了之后，城市政府往往倾向于把周围原有的地方政府都归并进来，于是有了县改区、市改区。而区只是市政府的下属机构，没有独立的财政，所以整个城市只有一个政府，所有公共品都是统一供给，往往全市统一标准，缺乏空间差异性。这就给城市规划提出了一个课题，如何在城市公共品的供给规划中为不同的消费群体提供有差异的产品，以节省财政资金，提高资源利用的效率。差异公共品的提供是与社区的特点联系在一起的，在中国住房市场化的过程中，差异性的社区（如职业、收入、年龄、家庭结构等差异）正在形成。城市规划中可以通过对未来的城市人口结构和家庭结构的预测，以及不同社会群体的居住区位选择和公共品需求特点来安排公共品的供给，在满足公众需求的同时提高资源的利用效率。

参考文献

- [1] 曼昆. 经济学原理（微观经济学分册）[M]. 梁小民. 译，北京：北京大学出版社，2006.
- [2] (美) 阿瑟·奥沙利文. 城市经济学(英文版)[M]. 北京：中信出版社，2002.
- [3] 孟晓晨. 西方城市经济学—理论与方法 [M]. 北京：北京大学出版社，1992.
- [4] 范家骥，高天虹. 西方经济学 [M]. 北京：中国经济出版社，1992.
- [5] 埃比尼泽·霍华德. 明日的田园城市 [M]. 金经元，译. 北京：商务印书馆，2000.
- [6] M. 歌德伯戈，P. 钦洛依. 城市土地经济学 [M]. 北京：中国人民大学出版社，1990.
- [7] 北京市统计局，国家统计局北京调查总队. 北京市居民时间利用情况调查报告 [R]. 2009.
- [8] 中华人民共和国宪法 (1982).
- [9] 中华人民共和国土地管理法 (1998).
- [10] Charles Tiebout. A Pure Theory of Local Expenditures, *Journal of Political Economy*, LXIV 1956.
- [11] Dean Stansel. Local Decentralization and Local Economic Growth: A Cross – sectional Examination of US Metropolitan Area, *Journal of Urban Economics* 57 (2005) 55—72.
- [12] E. S. Mills. An Aggregative Model of Resource Allocation in a Metropolitan Area, *American Economic Review*, 57 (1967), 197—210.
- [13] Henry George, *Progress and Poverty* 1879, New York: Robert Schalkenbach Foundation, 1979.
- [14] Jonathan Levine. Rethinking Accessibility and Jobs – Housing Balance, *Journal of the American Planning Association*, Vol. 64. 1998, 133—149.

- [15] Richard Muth. *Cities and Housing*, Chicago: University of Chicago Press, 1969.
- [16] Southern California Association of Governments (SCAG). *Growth Management Plan*, Los Angeles 1989.
- [17] William Alonso. A Theory of the Urban Land Market, *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, 6 (1960).
- [18] Wilbur R. Thompson. *A Preface to Urban Economics*, Baltimore: the Johns Hopkins Press, 1965.
- [19] Walter Isard. *Introduction to Regional Science*, Englewood Cliffs: Prentice - Hall, Inc. 1960.

2000人注规交流群432529468。欢迎学习交流，仅限注册考试

1. 项目概况：某市拟建一座跨河桥梁，桥梁总长为1500m，其中主跨为300m的预应力混凝土连续箱梁桥，两岸引桥各为300m，两岸接线总长为900m。桥梁设计荷载为公路-I级，车速60km/h，桥梁净空高度为5.5m，通航净空高度为12m。桥梁采用双幅设计，每幅宽12.5m，中间设3.0m宽的中央分隔带。桥梁上部结构采用预应力混凝土箱梁，下部结构采用桩基础和扩大基础，桥面铺装采用沥青混凝土。桥梁施工采用挂篮现浇施工方法。

2. 施工方案：桥梁施工采用挂篮现浇施工方法，施工流程如下：

- ① 地基处理：对桥梁桩基进行钻孔灌注桩施工，桩径为1.2m，桩长30m，桩端进入持力层；对桥梁承台、墩柱等下部结构进行施工，满足挂篮施工要求。
- ② 挂篮制作与安装：在两岸引桥处设置挂篮，挂篮采用H型钢制作，悬臂长度为15m，挂篮重量约15t，通过钢丝绳与墩柱连接，确保挂篮稳定。
- ③ 混凝土浇筑：挂篮现浇施工，每片箱梁分段浇筑，每段浇筑量约150m³，浇筑时采用泵送混凝土，振捣密实，确保混凝土质量。
- ④ 钢筋绑扎：在挂篮上进行钢筋绑扎，确保钢筋位置准确，满足设计要求。
- ⑤ 模板安装：在挂篮上安装模板，确保模板平整，满足施工要求。
- ⑥ 支架与脚手架：在两岸引桥处设置支架与脚手架，确保施工安全。
- ⑦ 施工进度：桥梁施工周期约18个月，其中桩基施工3个月，下部结构施工3个月，挂篮制作与安装1个月，混凝土浇筑10个月，模板安装与拆除1个月，支架与脚手架施工1个月。

3. 施工难点及解决措施：

- ① 地质条件复杂：桥梁桩基穿越砂层、粉土层、硬塑黄土层、中风化页岩层，地质条件复杂，施工难度大。解决措施：采用长螺旋钻孔机施工，保证成孔质量，同时加强地质勘探，及时调整施工方案。
- ② 桥梁净空高度限制：桥梁净空高度仅为5.5m，施工空间有限。解决措施：优化施工方案，合理安排施工进度，确保施工安全。
- ③ 桥面铺装施工：桥梁上部结构施工完成后，需要进行桥面铺装施工，施工难度大。解决措施：采用机械化施工，提高施工效率，确保施工质量。

第六篇 城市地理学

第一章 城市地理学的基本知识

第一节 城市地理学的学科概况

一、研究对象和主要任务

1. 研究对象

城市是一个有多种属性的地域实体，是多种人文要素和自然要素的综合体。城市地理学是以城市为研究对象的学科之一，侧重于城镇区域的地理学研究。

城市是有一定人口规模，并以非农产业活动为主的人口集聚地，是一种特殊的聚落类型。城市是人类发展到一定历史阶段的产物，城市的形成、发展和兴起受自然、经济、社会和人口等多方面因素的影响。不同历史时期，不同的地区，不同的经济社会发展水平和发展速度，不同的人口分布和迁移特点，都对城市的性质、规模、空间组织形式和发展速度等产生影响。

城市是一种特殊的地理区域。它在地球表面占据着一部分土地，虽然面积不大，但人口和经济要素高度密集。作为人类活动的中心，城市同周围广大区域保持着密切的联系，具有控制、调整和服务等机能。

从地理空间上看，城市内部有各种构成要素的演变与组合的过程与形式。从区域角度来看，城市是地区的经济、政治或文化的中心，每个城市都有自己的影响区域（腹地或集散区）。由于城市规模不同，影响范围有大有小，各城市影响区之间也可能有叠加或交错，但每个城市都在其影响区域内具有焦点或核心作用。

城市具有综合性和区域性的特点，也具有典型的历史属性。一方面，城市被认为是人类文明的代表，是经济、社会、科学、文化的中心和焦点。另一方面，城市也集中了整个社会生活、整个时代所具有的各种矛盾。城市是一个复杂的动态的开放系统，这个系统不仅包括生产、消费、流通等空间现象，也包括造成空间现象的非空间过程。为了揭示城市系统的空间现象，必须深入研究形成这种空间现象的社会、文化和思想意识形态等非空间因素。

城市地理学所要研究的对象就是这样一种城市。城市地理学是研究在不同地理环境下，城市形成发展、分布组合和空间结构变化规律的科学，是众多研究城市的学科群的重

要组成部分。

2. 主要任务

一般来讲，城市地理学研究的主要任务是研究基于地理因素的城市发展现象，从地理空间的角度揭示世界各国、各地区城市发展变化的空间组织规律性和预测区域城镇发展的未来趋势。揭示和掌握世界各国、各地区城市地理现象的一般规律，是重要的科学的研究和理论探索的内容；而根据区域城镇发展的空间规律并结合各国各地区的实际情况来预测城镇发展变化，可以为指导城镇发展提供科学依据，具有重要的实践意义。

就我国来说，改革开放以来城乡经济发展迅速，城镇化进程快速推进，区域和城市经济社会发展为我国城市地理学研究提出了许多重大的学术实践命题。比如，城镇化进程的调控，城市合理布局与城乡统筹协调，农业劳动力转移的合理有序引导，区域城市职能分工与发展协调，城市职能的更替和功能空间优化重组等问题。我国城市地理学的迫切任务，就是从我国国情出发，从城市发展的布局和空间协调方面研究发现经济社会建设中不断出现的矛盾和问题并探讨发展对策，为国家和部门决策提供依据，以充分合理地发挥城市的区域中心作用和有效推进城乡协调发展。

欧美地区城镇化起步较早，在二战以前，城镇化和城市快速发展的重点地区主要集中于欧美地区，有些国家已经完成了城镇化过程。因此，城市地理学现有的主要理论和模式，主要是在研究西方城市，特别是欧美城市发展的基础上建立起来的。二战以后，世界城镇化和城市发展的重心逐步向发展中国家转移。由于城镇化进程所处的世界经济格局、发展阶段和各国国情的不同，基于对西方国家城镇化进程研究的城镇化理论与模式并不能完全适用于发展中国家现阶段的城镇化实践。我国城镇化的快速推进和城市快速发展深受国际城市地理届学者的关注，有中国特色的城镇化发展模式已经成为对世界城市地理理论一个重要的补充。因此，无论是就城市地理学研究的理论任务而言还是就经济社会发展的实践需要而言，在借鉴城市地理学现有理论的基础上，广泛深入地开展对中国城镇化和城市发展的研究，都是重要的学科任务。

二、主要研究内容

1. 重点研究方向

城市地理学是研究城市形成发展和空间组织演化规律的学科。城市地理学研究的核心问题是城市的空间组织演化问题。城市地理学涉及的内容十分广泛，但从研究视角和研究问题的空间层面上来看，有两个突出的重点研究方向：一方面从区域的视角研究区域城市系统的空间组织演化；另一方面针对城市个体本身，研究城市内部组成部分的空间组织演化。

2. 主要研究内容

以上述两个重点研究方向为核心，城市地理学的研究内容可以概括为四个基本的研究领域，即：

- 1) 城市形成和发展条件研究。结合对城市发展规律特点和主要影响因素分析，对影响城市形成、发展和布局的地理条件进行研究和综合评价。如城市所在区域及城市自身的地理位置和区位条件、自然条件和自然资源、城市和区域的经济社会及历史基础和发展条件等。

2) 区域城市空间组织研究。或称区域城市体系研究,是将区域内相互联系的城镇群体放在区域城乡结构发展演变的整体背景下,研究各个城市之间的分工协作和空间组织规律。主要包括区域城镇化研究、区域城市体系组织结构关系研究。其中,城镇化研究对象是区域城市空间组织结构的发展演变,区域城乡结构关系及其变动轨迹和趋势;区域城镇体系研究主要包括区域城镇体系内城镇的职能分工、规模等级和空间组织结构三大主要内容。

3) 城市内部空间组织研究。又称城市空间结构研究,是将城市作为一个“面”,研究城市内部各组成部分的空间组织关系和演化规律。通过对城市内部的地域空间(各类用地的空间格局)、社会空间、经济空间等的研究,进而研究整个城市空间结构的理论模型。

4) 城市发展的支撑系统研究。主要研究区域城市赖以发展和依托的区域发展生态环境背景、资源支撑条件和为城市之间和城乡之间经济社会联系提供基本保障的区域基础设施和公共服务设施。

5) 城市问题和对策研究。主要研究城市发展中存在的问题,如生态环境问题、交通问题、住宅问题、内城问题和社会分化、贫困等问题的具体表现形式、形成原因、对社会经济发展的影响,以及解决问题的对策。

第二节 城市地理与城市规划的关系

一、城市地理学的学科性质

按照我国现行学科体系划分,城市地理学属地理学的范畴,属于人文地理学的一个分支,是地理学学科体系中的三级学科。城市地理学研究的对象是城市,而城市是人和人类社会经济活动的集聚地。虽然城市的发展受自然环境的影响,同时又影响自然环境,因而有些地理学者从事城市与自然环境之间关系的研究,但是,城市的主体毕竟是人及其活动;城市中现象、规律及其作用机制虽然也受自然规律的影响,但更主要的还是受社会经济规律所支配。因此,城市地理学的学科性质与传统地理学有较大的差异。在我国的学科体系中,地理学属自然科学,而城市地理学具有明显的社会科学的一些属性特征,常常被认为是自然科学中的社会科学。正是由于城市地理学研究对象的这种特点,在一些发达国家,在学科分类上,明确地把城市地理学划归为社会科学。

二、城市地理学与城市规划的关系

城市地理学与城市规划是相互独立的学科,两门学科在学科性质和研究方向上存在着根本的区别。城市地理学是研究城市地域状态和分布规律的一门地理科学;而城市规划是以促进城乡经济社会全面协调可持续发展为根本任务、促进土地科学使用为基础、促进人居环境根本改善为目的,涵盖城乡居民点的空间布局规划。两者都以城市为研究对象,但是侧重点和研究方向根本不同。城市地理学研究区域城乡结构的发展演变,从地理的角度研究单个城市的形成发展,研究一定区域范围内的城市体系的结构关系及城市体系的产生、发展、演变的规律,理论性较强。城市规划中的城镇体系规划的主要目的是从区域整

体出发，统筹考虑城镇与乡村的协调发展，引导各类城镇的合理布局和协调发展；统筹安排和合理布局区域基础设施，避免重复建设，实现基础设施的区域共享和有效利用；限制不符合区域整体利益和长远利益的开发活动，保护资源，保护环境。城市总体规划是一定时期内城市发展目标、发展规模、土地利用、空间布局以及各项建设的综合部署和实施措施，是引导和调控城市建设，保护和管理城市空间资源的重要依据和手段。

城市地理学和城市规划关系密切。城市地理学为城市规划提供理论指导，应用于城市规划的实践。反之，城市规划为城市地理学提供研究课题、研究素材和实践验证，促进城市地理学理论不断充实完善。但是这种理论与应用的关系不是完全对应的，城市地理学除应用于城市规划以外还应用于其他领域如国土规划、区域规划等，也具备较强的直接解决问题的能力。城市规划除需要城市地理学的知识外，还需要其他许多领域的相关知识。因此，城市地理学和城市规划之间是非完全对应的理论和应用关系。

城市地理学理论的主要应用领域是城市规划、区域规划，以及各种形式的城市和区域发展对策研究。在城市规划中，城市地理学主要在总体规划中发挥作用，包括分析城市的发展条件，明确城市的性质、分工和发展方向，制定各类用地和重点建设项目的布局方案等。在区域规划和区域城镇体系规划中，城市地理学着重解决区域中各城镇的职能分工、规模等级和空间布局组织以及城市发展与区域资源环境协调等问题，以城市为中心，把区域中的点、线、面组织成一个有机的整体。随着城市与区域联系的加强和城乡协调发展理论的强化，区域城镇体系规划在内容上作为以城镇为重点的区域规划，成为城市总体规划和区域规划相衔接的重要规划层面，城镇体系规划这部分工作在实践中日益受到重视。

第二章 城市形成和发展的地理条件

第一节 城市空间分布的地理特征

一、城市空间分布概况

从宏观背景来看，大的区域内部地理条件存在明显的差异。不同的区域对分布于其间的城市的形成和发展提供了特定的区域基础和发展环境，进而导致了城市分布的空间差异。

总体上，从世界或大洲以及从多数国家的情况来看，城市的空间分布具有典型的不均匀性，即城市在地域空间上的分布不属于均衡分布，也不属于随机分布，呈典型的集聚分布的特征。虽然人类活动的范围日益扩大、地球上不受人类活动影响的自然环境几乎已不复存在，但世界的城市尤其是大城市的主要分布却明显集中在中纬度地带（图6-2-1）。

许多国家的城市也具有不均衡分布的特点，如中国的城市分布具有明显的东密西疏的整体性空间特征。

二、城市空间分布的地理特征

城市在空间上的不均衡分布实际上体现了明显的地理特征。世界大城市分布向中纬度集中，实际上是城市趋向于分布在气温适中的地区的表现。有些在低纬度地区分布的城市，也体现了城市分布对地理条件的要求，这些地区的城市虽然在低纬度，但呈现为两种主要区位类型：一种是坐落在海拔较高的气候凉爽的高原或山间盆地，如波哥达、拉巴斯、亚的斯亚贝巴等，虽处于低纬度，但由于小气候的影响，不像一般的热带气候那样的酷热；另一类型则分布在低纬度地带有能够接受海洋调节的滨海低地，如新加坡、雅加达、利马等，气候也相对凉爽。而地处高纬度的城市的所在地则多受惠于大西洋暖流特殊条件的影响而相对温暖。

大多数城市的分布，既要求气温适中，又要求有适度的降水。因此，从大的区域范围来看，干旱半干旱地区的城市密度一般会明显小于湿润半湿润地区。

除气温和降水等地理条件对城市分布有直接影响外，地形条件也是一个与城市分布有密切关系的地理影响因素。世界大城市有80%以上分布在海拔不足200米的滨海、滨湖或沿河的平原地带，其中又以位于海拔100米以下的居多。中国的设市城市分布也明显具有向沿海低海拔地区集中的特征。

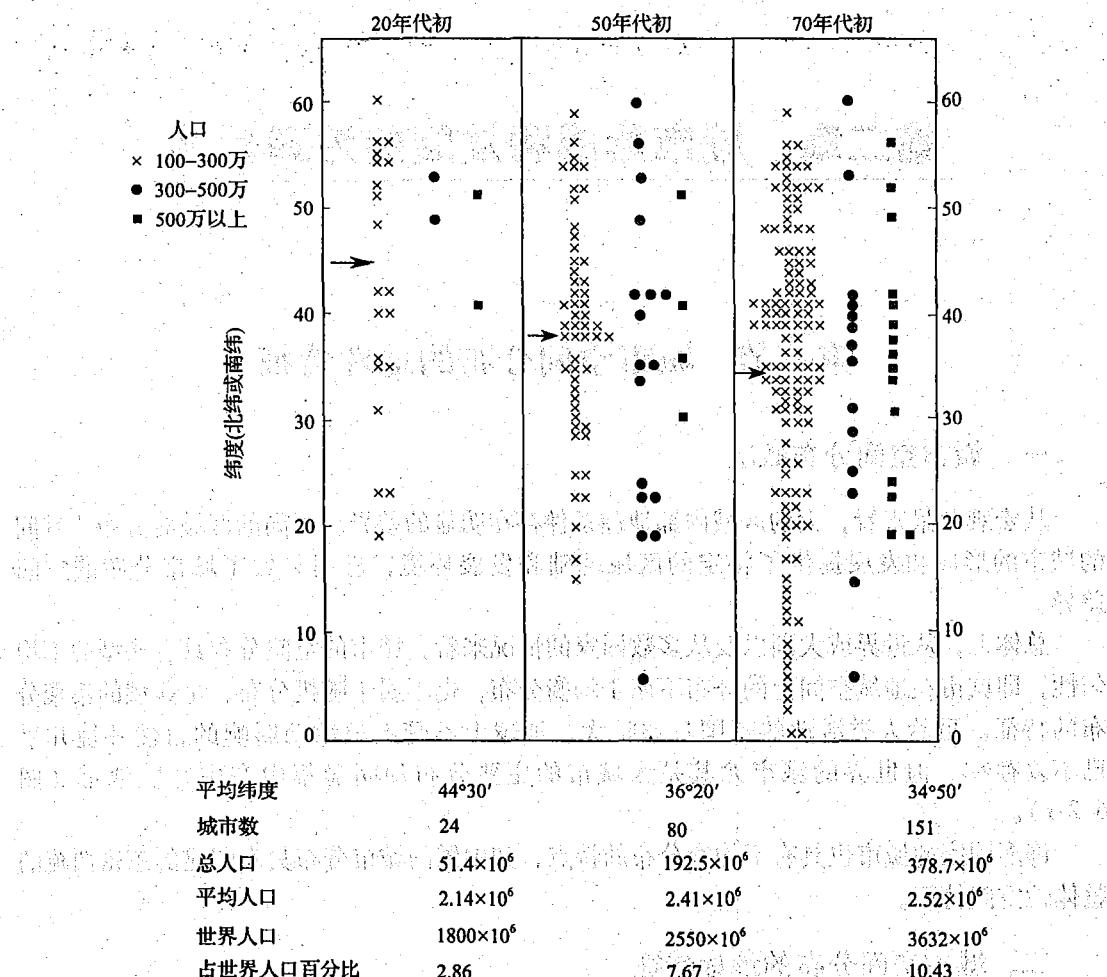


图 6-2-1 世界百万级城市的纬度分布（1920—1970 年）

资料来源：Bourne J S and Simmons J W, 1978.

第三节 地理条件的影响作用

一、影响城市形成和发展的根本要素与基本要素

1. 影响城市形成和发展的根本要素

城市是经济社会发展到一定阶段的产物，也就是说，只有当社会生产力发展到一定水平时，相应的经济社会需求和服务职能才会出现，进而提供相应服务和具有相应职能的城市也才可能形成和发展。作为一种聚落形式，城市也像其他聚落形式一样，其形成和发展的基本条件有赖于生产力水平的发展，城市形成和发展的大的历史阶段，完全受人类社会发展的历史阶段所制约。在人类历史上，农牧业分离之后开始出现人类定居形式的聚落；当手工业与农业分离之后，才具备了作为非农产业集聚地的城市出现的可能；在商业从农

业和手工业分离之后，城市开始逐步具备较完善的职能和结构并广泛分布；工业革命则促进了生产力的大发展，也相应促进了城市形成和发展速度的加快。因此，从这个意义上讲，影响城市形成和发展的根本要素是社会生产力发展水平和社会生产方式。

因此，总的来讲，城市的产生、形成和发展是具有其历史发展过程的，而决定其不断变化发展的根本要素是一定历史发展阶段社会政治经济发展形势对其提出的要求，这是城市发展的普遍性规律。

2. 影响和制约城市发展的基本要素

城市的形成和发展除了受生产力水平和社会生产方式这一根本因素影响之外，还会受到其他一些基本因素的影响。在同一历史阶段内，城市的兴衰会受到所在区域或国家整个社会、政治、经济兴衰的影响。社会、政治和经济的发展需要以及区域发展的政策导向等，都会对城市的发展产生促进或约束作用。

影响和制约城市发展的基本要素，可以概括为两大方面。①城市发展自身的具体条件：包括城市的地理位置（自然的和经济的）；城市发展的历史基础（一旦形成了城市，其本身也就构成了一个条件）；城市的建设条件（用地、水源、交通等），以及城市自身（邻近的周围）的资源条件，等等。这实际上就是城市发展的地理条件。②城市发展的区域经济基础：任何城市，除其自身所具有的条件外，还拥有其所借以存在和发展的一系列区域经济基础。从城市的主要职能——经济职能上看，城市是一个拥有不同地域范围、不同规模大小的经济中心。城市作为空间上的经济中心，自然有其相应的一定的地域经济范围。

二、地理条件的影响作用

在上述前提下，处在同一发展阶段的不同地区，城市分布和形成、发展的状况也有差异，地理条件在塑造这种差异方面起到了很大的作用。

1. 城市与区域的关系

城市与区域，既是地域空间的概念，又是客观存在的实体。城市与区域之间属于典型的相互联系、相互制约的辩证关系。中心与区域是互为依存的关系，没有一定的区域形不成像样的中心，同样，没有一定的中心也构不成统一的区域。

地理条件对城市形成和发展的影响作用在于，区域地理条件是城市形成发展的基础和背景，不同的区域条件为那里的城市发展提供了不同的舞台，形成了城市分布的宏观差异。主要体现在城市与区域自然条件的关系、城市与区域经济地理条件的关系两个方面。

城市与区域自然地理条件表现为城市的形成和发展需要适合城市生活和生产的基本地理条件，如暖湿气候、适合建设的地质和地形条件、充足的水源、能源和其他生活生产资源条件等。

城市与区域经济地理条件的关系，主要表现为城市是区域的中心，对区域具有辐射带动作用，而区域是城市发展的腹地和支撑，区域是城市生产的原料供应地和产品市场。城市是一定地域范围的中心。城市有许多职能，从大的方面可分为经济、政治、文化等职能，在经济职能中又可分为工业、交通运输、外贸、商业、金融、旅游等职能，对工业职能还可以进一步按部门和行业细分。每一个城市都可以以其中的某一项或者若干项职能在不同的地域范围发挥其中心作用。城市只有为区域提供服务才能够具有形成和发展的动力。

和保障。区域的经济资源、经济发展基础和交通等基础设施是城市发展的根本性支撑条件和动力保障。

城市的性质和主要发展方向，取决于城市在全国或区内劳动地域分工中的地位和作用，以及城市内部合理的经济结构。区域的发展条件、资源状况、发展基础、经济结构和经济联系、区域内部城镇之间的职能分工格局等各种因素，对城市的职能具有十分重要的影响作用。而区域城镇化和人口集聚的发展趋势、区域产业空间布局形式、周边不同人口规模的城市的引力作用等，则对城市规模的发展具有重要的影响作用。

2. 城市的地理位置与城市发展

城市与区域地理条件的关系可以集中表现在城市与区域地理要素的相对空间关系方面，即地理位置对城市的形成和发展具有重要的影响作用。

城市的地理位置是城市及其外部的自然、经济、政治等客观事物在空间上相结合的特点，有利的结合即有利的城市地理位置，必然促进城市的发展。城市地理位置的特殊性，往往决定了城市职能性质的特殊性和规模的特殊性。矿业城市邻近大的矿体，大的工商贸易港口城市如武汉、广州、上海、天津等则滨临江河湖海；城市腹地的大小、条件，城市与腹地间的通达性决定了上海的发展规模比天津、广州、武汉要大。

城市地理位置是绝对个性化的特点。地球表面充其量只有某些方面地理位置相似的城市，而没有地理位置完全相同的城市。这是因为自然、经济、政治地理要素包括的内容异常丰富；城市与这些要素的空间组合关系又千变万化；各种要素本身在历史上又在不断地变化之中，尤其是人文要素变化更加频繁；即使是变动相对较小的自然条件，对城市发生的作用在过去、现在和将来也不断有所变化。

从不同的角度来看，城市的地理位置有不同的类型，不同类型的地理位置对城市的形成和发展都具有影响作用。

1) 从不同的空间尺度来看，城市具有大、中、小位置。大位置是城市对较大范围的事物的相对关系，而小位置是城市对其所在城址及附近事物的相对关系。有时可以从大小位置之间分出一种中位置。以上海为例，大位置的特点是位于我国南北海岸线的中点以及长江的出口处。对内它是广阔富饶的长江流域以至更大地域的门户，对外它是我国大陆向东最接近太平洋世界贸易要道的城市。中位置的特点是其位于长江三角洲的东南端和太湖流域的下游，整个长江三角洲平原，特别是太湖流域作为上海的直接腹地，为上海城市的形成和繁荣奠定了区域基础。黄浦江和吴淞江相汇的特点则是上海形成与发展的小小位置因素。

2) 从城市及其腹地之间的相对位置关系来区分，有中心、重心位置和邻接、门户位置之分。

如果城市位于某一区域的中央，则城市与各个方向的联系距离都比较近。这种有利的中心位置既便于四面八方的交通线向中心会聚，也有利于从中心向外开辟新的交通线，因而促使城市的发展。如马德里对于西班牙，柏林对于德国等，是首都位于国家中心的例子。太原之与山西、贵阳之与贵州、广州之与广东，都是省会城市位于省域中心的例子。当一个地理区内人口分布和开发条件差异较大时，如果按不均匀性进行加权，中心位置就会发生变形，就会有一个偏向于优势区域的重心位置。在这里形成的中心城市也具有和中心位置一样的总联系距离最短的效果。如西安、杭州、南昌、乌鲁木齐等省会城市均不在

各省的中心位置，却都接近于省域的重心位置。

与中心位置相对的是邻接位置，即城市区位追求邻接于决定其发展的区域，不必要或不可能在本区域的中央。渔港城市要求邻近渔场；矿业城市要求邻接矿区；耗能工业要求接近廉价电源地等。一种特殊的邻接位置可叫门户位置或出入口位置。当一个地理区的对外联系集中在某一方向上时，这个区域的中心城市常常不在本区中央，而明显偏于主要联系方向一端。河口港是最典型的门户位置。位于闽江口的福州就是在能控制福建省整个闽江流域商品集散的地理基础上发展成省会城市的。

中心位置利于区域内部的联系和管理，门户位置则利于区域与外部的联系，各有优势。两者的优势不能兼得时，则可能出现并立的或一正一副的双中心局面。

3) 作为区域的中心，城市与外部的各种交通联系是必不可少的。因此，从城市与交通线的位置关系来看，多种重要的区位类型都对城市的形成和发展具有重要的作用。

河运是早期城市形成的主要因素。从中国城市发展史来看，大部分城市都是沿江湖河海交通要道发育壮大起来的。就沿河城市论，可以分成六种区位类型：航运端点、梯级中转点、河流交汇点、河曲位置、过河点位置（渡口）、河口。

随着航运技术的发展，船型不断加大，吃水不断加深，河口港城市向下游出海口方向推移是带有普遍性的规律。到近现代，这种趋势更加明显，在我国如广州向黄浦、天津向塘沽、福州向马尾、宁波向镇海和北仑、上海向宝山都是典型的例子。至于海港城市的区位，除了河口港类型外，还有位于海湾（如青岛、大连）、岛屿（如香港、厦门）、陆连岛（如澳门）、陆岬（如开普敦、直布罗陀）等其他位置类型。

铁路是现代快速、大运量运输的主要方式。铁路的修筑可以促使沿线城市的诞生和兴盛。城市与铁路的关系也有不同类型。若有几条铁路线在城市衔接或交汇，则城市在铁路网中处于枢纽位置。一般来说，这里通达性好，城市腹地范围比较广大，地理位置比较重要，有利于城市发展。铁路枢纽城市按它们在路网中的地位和作用，还有主要枢纽、一般枢纽、次要枢纽和专业性枢纽的区别。若城市有两个方向的铁路对外联系，称为通过位置。城市只有一个方向的铁路对外联系，则为端点位置，不少港口城市（如烟台、厦门）和矿业城市（如东营、枣庄、茂名）属于这种类型。城市被干线铁路联结还是被支线铁路联结，其城市地理位置的意义也不一样。

铁路、公路、内河、海运、空运等多种交通方式之间在一个城市的组合状况和联运条件，又构成城市间交通地理位置的复杂差异。

第三章 城镇化的基本原理

第一节 城镇化的基本理论

一、城镇化的概念

1. 城镇化的定义

城镇化，或称城市化（Urbanization），是当今世界上重要的社会、经济现象之一，是区域发展过程中涉及经济、社会、生态、环境等多个方面的综合过程。城镇化概念具有内涵的广泛性和过程的复杂性的特征。城镇化是城市对农村影响的传播过程、全社会人口接受城市文化的过程、人口集中的过程（包括集中点的增加和每个集中点的扩大），也是城镇人口占全社会人口比例提高的过程。

从城镇化过程中最核心的经济和人口结构变动来看，城镇化的实质含义是，人类进入工业社会时代，社会经济的发展开始了农业活动的比重逐渐下降、非农产业活动的比重逐步上升的过程。与这种经济结构的变动相适应，出现了乡村人口的比重逐渐降低，城镇人口的比重稳步上升、居民点的物质面貌和人们的生活方式逐渐向城镇性状转化或强化的过程。

作为区域内部一种结构变动的过程，不同时期区域城镇化的程度一般用“城镇化水平”或“城镇化率”来表示。由于城镇化过程所包含的内容繁杂，很难把这一过程中的各个要素指标都标度出来。为了认识和研究的需要，一般用区域内城镇实体地域的人口数占总人口的百分比来表示区域城镇化水平。

2. 城镇化现象的空间类型

现代城镇化在短短的几十年间出现了纷繁复杂的情况和规模宏大的局面，除了依据时间背景划分之外，如从城镇化现象的空间系列去观察，可以发现许多种不同的表现形式。

（1）向心型城镇化与离心型城镇化

以大城市为中心来考察城镇化现象，即会发现存在着向心与离心两种类型的城镇化。城市中的商业服务设施以及政府部门、企事业单位的总部、银行、报社等脑力劳动机关，都有不断向城市中心集聚的特性，这就是向心型城镇化，也称集中型城镇化。向城市中心集聚的这些部门，或者是决策部门（如政府机关、公司总部、银行等），或者需要与服务对象进行直接交流（如文化、体育、娱乐设施等），或者需要以稠密的人流作为经营对象（如商店、酒楼等）。这些部门的职能特点，要求它们向城市中心运动，密集布置。

与上述部门相反，有些城市设施和部门则自城市中心向外缘移动扩散，这被称之为离心型城镇化，也称扩散型城镇化。这些具有离心倾向的部门有的需要宽敞用地，如大型企

业，自来水厂等；有的需要防止灾害和污染，如煤气厂、垃圾处理厂等；有的需要安静环境，如精神病院、传染病院等；有的具有特殊使命，需要离开市区，如兵营、监狱、火葬场等。向心型城镇化促使城市中心土地利用密度升高，向立体发展，形成中心商业服务区。离心型城镇化导致城市外围农村地域变质、城市平面扩大。

在大城市发展到一定阶段，会出现一些离心方向的扩散现象。郊区化和逆城市化都属于离心性的城镇化现象。

(2) 外延型城镇化与飞地型城镇化

按照城市扩展形式的不同，还可分出外延型和飞地型两种类型的城镇化。如果城市的向外扩展，一直保持与建成区接壤，连续渐次地向外推进，这种扩展方式称之为外延型城镇化。如果在推进过程中，出现了空间上与建成区断开，职能上与中心城市保持联系的城市扩展方式，则称为飞地型城镇化。

外延型城镇化是最为常见的一种城镇化类型，在大中小各级城市的边缘地带都可以看到这种外延现象，这一正在进行外延型城镇化的边缘地带被称之为城乡结合部。

飞地型城镇化一般要在大城市的环境下才会出现。因为大城市的人口、用地规模已十分庞大，各类城市问题较多，如果继续采取外延型的发展方式，将使各种矛盾更为尖锐。在此情况下，通常采取跳出中心城市现有边界，到条件适宜的地理位置上去发展，用以分散中心城市的压力，有的则形成大城市郊区的卫星城镇。在一些发展中国家，为了改变经济过分集中于沿海地区和发展内地经济的目的，将首都搬迁到内地，或在内地开辟增长中心，从广义上讲，这也是飞地型城镇化的一种表现形式。

二、城镇化曲线

世界各国各地区城镇化过程的开始时间、发展速度和目前已经达到的水平并不相同甚至差异悬殊。但多数国家的城镇化过程具有相似之处，表现出了城镇化过程的规律性特征。

诺瑟姆 (Ray M. Northam, 1975) 把一个国家或地区的城镇人口占总人口比重的变化过程概括为一条稍微被拉平的“S”形曲线，并把整个城镇化过程分成三个阶段：城镇化水平较低、发展缓慢的初期阶段，人口向城镇迅速集聚、城镇化水平快速提高的中期加速阶段和进入高度城镇化以后城镇人口比重提高速度趋缓甚至停滞的后期阶段（图 6-3-1）。

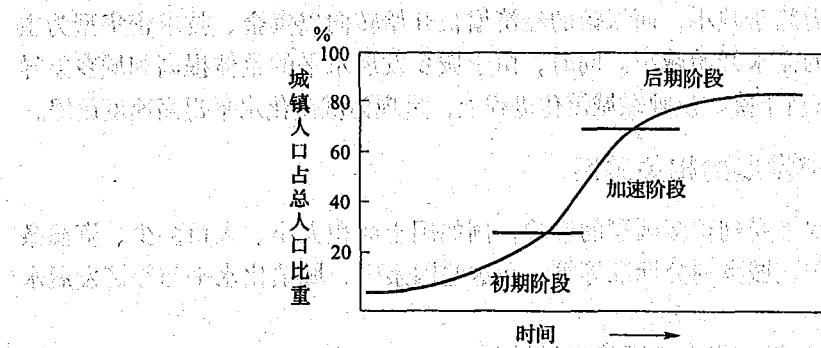


图 6-3-1 城镇化过程曲线

资料来源：Northam, R. M., 1975: 66.

虽然找不到哪一个国家的城镇化过程完全符合这样一条平滑的过程曲线，也不能期望任何国家的城镇化过程随着时间的推移会留下一条与此相同的轨迹，但这种概括和抽象无疑符合城镇化的基本原理，符合一般正常发展过程的实际，体现了区域城镇化发展过程的规律。这一关于城镇化过程曲线的理论概括和认识有助于我们理解现实的城镇化地域差异和预测区域城镇化的未来走向。

城镇化过程曲线所反映的阶段性特征不是孤立的，而是与导致城镇化发展的经济社会结构变化的阶段性分不开的。福拉斯蒂埃（J. Fourastié）把人类文明分为三个时期，即以第一产业或农业为基础的文明，以第二产业或工业为基础的文明和以第三产业或服务业为基础的文明。与城镇化过程相对应的第二时期被看作是第一和第三阶段之间的过渡。其间，第一产业的比重稳步下降；第二产业的比重先上升，达到高峰之后又趋于下降；第三产业的比重稳步上升。按照三个产业地位的消长关系又可以把第二个时期细分为起飞、发展和完成三个阶段。值得注意的是第三产业的发展过程也是S形曲线。此外，人口的增长过程从高出生高死亡的原始人口再生产阶段到高出生率低死亡率的高增长的传统人口再生产阶段和低出生低死亡的现代人口再生产阶段，也具备三个阶段的特点。其中第二阶段又可分为出生率稳定、死亡率迅速下降的前增长阶段和死亡率稳定、出生率下降的后增长阶段。总人口增长过程也近似于S形曲线。

以人口从乡村向城镇迁移为特征的城镇化过程与上述经济和人口增长过程的阶段性特点具有密切关系。人口从乡村向城镇的转移可以用城镇的拉力和乡村的推力作为动因来解释。初期阶段，国民经济中农业占很大比重，乡村人口占绝对优势，农业生产水平较低，人口增长还不是太迅速，乡村地区的人地矛盾不突出。现代工业规模较小，城市发展还处在缓慢积累的阶段。这时城镇的拉力和农村的推力都缓慢释放，城镇化水平缓慢提高。

第二阶段，随着工业化基础的逐步建立，经济实力有所增长，各项建设的规模和速度明显超过前一阶段，城镇需要大量劳动力。同时农业劳动生产率提高，由于死亡率下降导致农村人口增长加快，农村推力也加大。这一时期人口从乡村向城镇的转移速度明显加快，反映在城镇化进程上，呈现为城镇化水平提高速度加快，城镇人口比重从百分之三四十较快提高而达到百分之六七十。

此后，城镇化进程又步入一个相对缓慢的后期阶段。这一时期，全社会的人口增长进入低出生、低死亡、低自然增长的现代人口再生产阶段。在经历了前一时期的快速转移之后，乡村地区的人口压力趋于减小，而城镇的经济增长开始转向以资金、技术密集型为主的生产方式，对劳动力的需求开始减小。同时，由于城乡发展水平的整体提高和城乡差异的缩小，城镇的引力也有所下降。反映在城镇化进程上，呈现为城镇化水平提高速度放缓。

三、城镇化与经济发展的相关关系

一个国家的城镇化水平受到很多因素的影响，例如国土面积大小、人口多少、资源条件、历史基础、经济结构、城乡划分标准等等。在这些因素中，城镇化水平与经济发展水平之间的关系最为密切。

1. 区域城镇化水平与经济发展水平的相关关系

诺瑟姆早在1975年就注意到了城镇化水平与经济发展水平之间的正相关关系，指出二者之间是一种粗略的线性关系，即经济发展水平越高，城镇化水平也越高。后来一些学

者利用多个国家数据进行定量分析，验证了城镇化水平与经济发展水平之间的正相关关系^①，进一步发现二者之间并不是简单的线性正相关关系，而是呈对数相关关系（图6-3-2）^②。

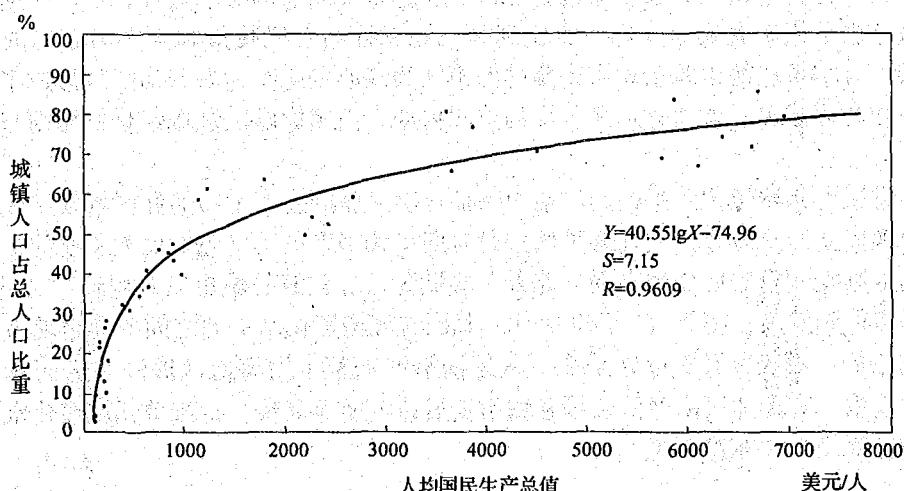


图 6-3-2 40 个国家组的城镇化水平与人均国民生产总值关系曲线

资料来源：周一星，1982。

关于城镇化水平与经济发展水平之间的对数相关关系的规律性的揭示，在理论上很好地解释了城镇化过程的阶段性特征，因为对数曲线关系表明城镇化水平的提高和经济水平的增长在不同的阶段有不同的数量对照关系。在工业化的前期，人均经济产出增加一定数量，需要相应提高的城镇人口比重相当大。在经济水平很低的情况下，实际的城镇化速度是慢的，但越往后，人均经济产出增长相同的数量，相应需要提高的城镇人口比重趋于减少，直至后期阶段，经济发展的同时，城镇化水平的提高很慢而趋于稳定。另一方面，这一规律性相关关系实际上还为预测国家或区域城镇化水平建立了一种可行的模式，即通过二者的数量相关关系，可以预测经济发展到一定水平时的城镇化水平。同时，这一模式在调控城镇化步伐与保持经济发展协调中也是重要的理论依据，有重要的参考价值。

区域城镇化水平与经济发展水平之间密切的相关关系表明，城镇化进程的推进要符合区域经济发展水平提高的需要，否则将违背规律、出现不协调的现象和问题。据此，从城镇化进程与经济社会发展之间是否同步的角度，可以考察城镇化的发展效果，可以有积极性城镇化与消极性城镇化两种类型。

与经济发展同步的城镇化称之为积极型城镇化（又称健康的城镇化）。反之，先于经济发展水平的城镇化，称为假城镇化或过度城镇化，这种城镇化往往会导致人口过多涌进城市，城市基础设施不堪重负，城市就业不充分等一系列问题；滞后于经济发展水平需要的城镇化则为低度城镇化，往往会导致城市产业发展不协调，城市服务能力不足，乡村劳动力得不到充分转移等一系列问题。过度城镇化和低度城镇化都属于为消极型城镇化

① Moomaw Ronald L, and Ali M Shatter, 1996; 高佩义, 2004.

② 周一星, 1982; 许学强、朱剑如, 1988; Henderson J. V., 2000.

(又称病态城镇化)。具体而言，积极的城镇化应该是符合经济社会发展需要，城镇化过程中经济的非农化、人口的城镇化和城镇基础设施同步推进、相互协调的城镇化。

2. 区域发展政策与城镇化格局的空间差异

区域城镇化水平的提高除了受整体经济发展水平等因素的影响之外，一定时期内区域之间城镇化水平相对关系的变化还会受到区域经济社会发展政策和生产力布局的直接影响。例如，日本采取的以若干城市密集的都市圈为核心的生产力布局形式就形成了都市圈地区城市和产业密集、城镇化水平很高的空间格局，而美国的区域城镇化格局则与此完全不同。

我国省域单元城镇化水平格局的空间特征也明显受到生产力布局和区域发展政策的影响。新中国成立后至改革开放前较长的一段时期里我国采取了优先发展重工业的策略，在空间布局上则是侧重于向内地布局，北方一些资源条件较好的城市以及内地“三线地区”等一些城市得到发展，在20世纪80年代，我国省域城镇化水平的空间差异呈现为“北高南低”的格局。而改革开放以来采取了从东南沿海向整个沿海地区展开并进而向全国展开的开放政策，东部地区的经济发展和城市发展速度明显加快，省域单元城镇化水平的空间格局逐步演变为“东高西低”^①。

第二节 世界城镇化概况

一、城镇化轨迹与总体格局

关于世界城镇化的起始时间，一直有两种观点：一种认为自从城市出现就开始了城镇化进程；另一种观点则认为城镇化始于工业革命。事实是，在工业革命之前，城镇人口占总人口的比重的提高速度是非常缓慢的，在很长的历史时期里，城市没有成为主宰世界和各个国家经济社会发展的主要形式。就我们现在经常讨论的现代意义上的城镇化而言，多是指工业革命之后机器大工业的兴起推动世界经济快速发展进而带动了城镇化水平提高的过程。

工业革命以来，以英国等西方国家为发端，世界范围内逐步开始了城市快速发展、城镇化快速推进的过程。据估计，1800年世界城市人口为2930万，城镇化水平仅为3%；1850年城镇人口增至8080万人，城镇化水平上升至6.4%；1900年城镇人口增至2.44亿人，城镇化水平为13.4%；1950年城镇人口又增至7.34亿人，城镇化水平上升到29.2%；到目前，全世界超过一半的人口居住在城市。这一时期，城市在整个经济社会发展领域的地位日益突出，城市逐渐成为经济社会发展的主体，全世界的城镇化进程呈现了前所未有的速度。

工业化带动城镇化，是近代城镇化快速推进和城市快速发展中的一个重要特点。

18世纪中叶开始的工业革命，使世界城市发展进入一个新的历史时期。在工业革命的浪潮中，城市发展速度之快、城市面貌变化之巨，超过了以往任何时期。工业革命结束了城市中工场手工业的生产形式，代之以机器大工业的生产形式，使城市中经济活动的社

^① 参见陈洋等，2007.

会化、生产的专业化向着更广的范围和更细的分工发展。工厂企业为寻求协作利益和增强竞争能力，在地域上出现了相对集中的倾向。这种倾向直接影响近代城市内部的扩展形式和城市的区域分布格局。

在区域范围内，随着资本、工厂、人口向城市的迅速聚集，某些地理条件优越的地区人口分布逐步集中，工业区特别是在煤田和沿海地区，如英国的兰开夏地区，德国的鲁尔地区，美国的大西洋和五大湖沿岸，都在工业革命中形成了城市密集地区，导致城市快速发展过程中出现了空间分布不平衡的现象。

工业革命直接促进了区域城镇化水平的提高。在工业革命推动下，19世纪英国的城镇化进程十分迅速，从1801年到1851年的半个世纪里，英国城镇人口比例由26%增至45%，到1900年上升到75%，成为世界上第一个高度城镇化的国家。19世纪起，法、德、美、荷兰、比利时等国也相继开始工业革命，城镇化的进程在西方国家全面铺开。

在进行工业革命的同时，英、法、葡、德、美等国开始向海外实行殖民主义扩张，不断向落后的亚非大陆施行殖民和掠夺。亚洲、非洲众多的沿海城市被殖民主义者选为侵略的桥头堡，而内地的部分区域中心被选为掠夺基地。这些城市在殖民主义刺激下，开始畸形繁荣起来。如非洲的阿克拉、布拉柴维尔、金沙萨、内罗毕、拉各斯等，南亚的卡拉奇、孟买、加尔各答、科伦坡等，东南亚的新加坡、雅加达、曼谷、西贡（今胡志明市）、马尼拉等，我国的香港、上海、天津、大连、青岛等城市，在这一过程中城市规模逐步扩大。由于这些城市的兴起，亚非广大国家也开始近代城镇化的进程，一元的封建城市体系向封建城市与近代城市并存的二元结构转化。这是近代世界城镇化的又一特点。

随着工业革命后资本的扩张和世界各地的经济社会发展，世界政治经济体系开始建立起来，世界城市体系也逐步形成。由于西方国家在世界政治经济体系中的中心地位，使它们的城市在世界城市体系中也处于垄断中心的地位。1900年，伦敦、巴黎、纽约、柏林、阿姆斯特丹是国际商业、金融的中心，也是政治经济决策的重要中心。但是，由于各资本主义国家间的相互竞争和发展的不平衡性，使它们首位城市的发展有所不同，并进一步影响世界最大城市的规模分布变化。

二、当代世界的城镇化

20世纪上半期，快速城镇化仅仅是先进工业国家的发展现象，城镇化并未在世界范围内铺开。第二次世界大战后，城镇化开始形成世界规模。这是因为从20世纪50年代到70年代初期，资本主义国家的经济增长较快，而殖民地半殖民地国家取得政治独立以后，经济上也有一定发展，这一切都大大加快了世界城镇化的进程。

当代世界城镇化有以下四个特点。

（1）城镇化进程大大加速，发展中国家逐渐成为城镇化的主体

1950年，世界城镇化水平为29.2%，1980年上升到39.6%，增加10.4个百分点。近年来，城镇化水平提到迅速，在世界范围内，居住在城市中的人口已逐步超过居住在乡村中的人口。联合国预测，到2030年，世界60%以上的人口将生活在城市，其中发展中国家的城市人口将从2000年的19亿增加到39亿。联合国估计，到2015年，全球将有358个人口超过一百万的城市，而其中153个将在亚洲地区。在人口超过一千万的27个城市中，亚洲就有15个。参见表6-3-1。

表 6-3-1 世界城镇化的发展趋势（1950—2030）

地区 年份	世界		发达国家		发展中国家	
	城市人口/ (百万人)	城市化水平/ (%)	城市人口/ (百万人)	城市化水平/ (%)	城市人口/ (百万人)	城市化水平/ (%)
1950	732.7	29.1	426.7	52.5	306.1	17.9
1960	992.8	32.9	536.2	58.6	456.6	21.7
1970	1329.5	36.0	652.3	64.7	677.2	25.2
1980	1736.8	39.2	749.1	69.2	987.8	29.6
1990	2273.2	43.2	825.2	71.8	1448.0	35.2
2000	2856.9	47.1	882.5	73.9	1974.5	40.5
2010	3505.3	51.3	928.6	76.1	2576.7	45.9
2020	4215.4	55.9	974.2	78.7	3241.2	51.4
2030	4944.7	60.8	1014.8	81.7	3929.9	57.1

资料来源：联合国经社理事会人口部《世界城市化展望》（2003 年修正版），转引自许学强等，2009。

如果把世界分为发达国家和发展中国家两大部分，那么发达国家的人口城镇化水平早在 1950 年就已超过 50% 达到 52.5%，而同期发展中国家的城镇化水平仅 17.9%。发达国家在 1950—1980 年间的城镇化速度仍较快，30 年中上升 16.4 个百分点。但 1980 年以后的城镇化速度开始减缓，预计到 2000—2030 年只增加 7.8 个百分点，这表明发达国家以人口集中为特点的城镇化已进入后期阶级。发展中国家的城镇化水平在前 30 年中只增加 12.2 个百分点，低于发达国家的速度，但此后的速度开始明显加快。2000 年，发展中国家的城镇化水平为 40.5%，仍比发达国家滞后 33.4 个百分点。但随着发展中国家城镇化的快速推进，预计到 2030 年，发展中国家城市人口总数将是发达国家城市人口总数的 3.9 倍，发展中国家的城镇化水平将达到 57.1%，与发达国家的差距将缩小为 24.6 个百分点。这表明，发展中国家的城镇化已构成当今世界城镇化的主体。参见表 6-3-2。

表 6-3-2 世界一些发达国家城镇化水平的历史演进 单位：%

国家 年份	1920	1950	1960	1965	1970	1975	1980	2000
英国	79.3	77.9	78.6	80.2	81.6	84.4	88.3	89.1
法国	46.7	55.4	62.3	66.2	70.4	73.7	78.3	82.5
美国	63.4	70.9	76.4	78.4	81.5	86.8	90.1	94.7
日本	28.0	45.8	53.9	58.0	64.5	69.6	74.3	77.9
德国	63.4	70.9	76.4	78.4	80.0	83.8	86.4	81.2

资料来源：世界资源研究所，2002。

(2) 大城市快速发展趋势明显，大都市带得以形成和快速发展

当代城镇化的一个重要特征是，大城市快速发展趋势明显，其后果不仅使人口和财富进一步向大城市集中，大城市数量急剧增加，而且出现了超级城市（Supercity）、巨城市（Megacity）、城市集聚区（City Agglomeration）和大都市带（Megalopolis）等新的城市空间组织形式。

1920 年，50 万人口以上的大城市的人口占世界总人口的比例仅为 5%，1960 年上升为 12%，1980 年达 17%。50 万人口以上的大城市的人口占世界城市人口比重，1960 年为 30% 左右，1980 年上升为 40%—50%。其中，同类比例在中等收入国家为 48%，在高收入石油出口国家为 53%，在市场经济工业国家则为 55%，只有非市场经济工业国低于 40%。

在大城市中，百万人口以上的特大城市的发展尤为引人注目，其中 400 万人口以上城市又称之为超级城市。1900 年，全世界百万人口的特大城市仅 13 个；1950 年增为 71 个；1960 年达 114 个，其中 62 个在发达国家，52 个在发展中国家，居住在特大城市中的人口占城市总人口的比例达到 29.5%。1960 年以后，世界的特大城市有了进一步发展（表 6-3-3、表 6-3-4）。

表 6-3-3 世界特大城市的发展趋势（1960—2000）

年份	特大城市数量（个）			特大城市人口占城市总人口（%）		
	世界	发达国家	发展中国家	世界	发达国家	发展中国家
1960	114	62	52	29.5	30.4	28.4
1980	222	103	119	34.0	33.4	34.6
2000	408	129	279	40.8	34.0	44.2

资料来源：许学强等，1997。

表 6-3-4 世界 400 万人口以上城市的发展（1960—2000）

年份	400 万人口以上城市数量（个）			400 万人口以上城市占城市总人口（%）		
	世界	发达国家	发展中国家	世界	发达国家	发展中国家
1960	19	10	9	13.4	14.2	12.5
1980	35	13	22	15.8	14.1	17.2
2000	66	16	50	19.9	13.4	23.2

资料来源：许学强等，1997。

(3) 郊区化、逆城镇化现象的出现

第二次世界大战以后，若干发达国家已完成人口城镇化进程，从乡村到城市的向心人口迁移逐渐退居次要地位，一个全新的城乡人口流动的逆过程开始出现，人口的主要流向是城市中上阶层人口移居市郊或外围地带，这就是所谓的郊区化。

郊区化的出现可追溯到 20 世纪 30 年代的经济危机时期。20 世纪 50 年代后，由于特大城市人口激增，市区地价不断上涨，加上生活水平改善，人们追求低密度的独立住宅，汽车的广泛使用，交通网络设施的现代化等原因，郊区城镇化进程加速。20 世纪 70 年代

初，美国费城、底特律、克利夫兰、波士顿、巴尔的摩、华盛顿诸城，新建住宅的 80% 分布在郊区。巴黎 60 年代后期共有 320 万个居住单元，其中 200 万个位于郊区。

以住宅郊区化为先导，引发了市区各类职能部门纷纷郊区化的连锁反应。首先迁往郊区的有商业服务部门。在商业服务部门之后外迁的，是事务部门。各类事务机构历来是西方国家特大城市中心区的一个重要职能部门。由于事务部门需要同各方面的人打交道，使事务部门的向心性比商业部门还要强烈。但自 20 世纪 70 年代后，由于城市中心地价太高，上涨速度太快，迫使某些事务部门向郊区搬迁。另外，现代电子通信技术的发展，已经部分地取代了事务机关面对面直接接洽的业务，使事务部门有可能脱离闹市区，进入郊区。

在商业服务部门外迁的同时，工厂也向郊区迁移。现代工业越来越多地采用流水线作业，使占地面积增加，从而导致生产成本中的土地成本上升，加上环境保护的压力，迫使工厂向郊区迁移。此外，卡车运输和公路系统的现代化，也为工厂在郊区集聚提供了便利条件。

随着改革开放以来我国城市用地制度改革、城市经济体制背景的变化和城市经济社会快速发展，我国一些大城市如北京、沈阳、上海、广州、大连等，也出现了郊区化现象。郊区化成为新时期中国城市发展新动向之一^①。

20 世纪 70 年代以来，一些大都市区人口外迁出现了新的动向，不仅中心市区人口继续外迁，郊区人口也向外迁移，出现了人口负增长。这就是说，整个大都市区出现了人口负增长，人们迁向离城市更远的农村和小城镇，国外学者将这一过程称之为逆城镇化（Counter-Urbanization）。逆城镇化首先出现在英国。1961—1971 年间，大伦敦人口减少 0.8%，6 个大都市人口减少 1%；1971—1981 年间，又分别减少了 10.1% 和 5.4%。在此期间，新城人口分别增加 28.5% 和 21.2%，退休和度假城市人口增加 9% 和 2.7%。美国出现逆城镇化的时间稍晚。20 世纪 70 年代，有 9 个标准大都市统计区的人口出现下降，表明它们进入逆城镇化时期，其中大多为东北部的老城市，如纽约、费城、底特律、匹兹堡、巴尔的摩等。面对经济结构老化，人口减少，美国东北部一些城市在 20 世纪 80 年代积极调整产业结构，发展高科技产业和第三产业，积极开发市中心衰落区，以吸引年轻的专业人员回城居住，加上国内外移民的影响，1980—1984 年间，就有纽约、波士顿、费城、芝加哥等 7 个城市在市域内实现人口增长，出现了所谓再城镇化（Reurbanization）。与此类似，英国大伦敦的人口在连续 30 多年下降后，于 1985 年起开始微弱增长，也出现了再城镇化现象。^②

（4）发展中国家的城镇化仍以人口从乡村向城市迁移为主

当代发展中国家城镇化的特点，仍然以农村人口向城市迁移为主。由于城乡二元结构和城乡经济社会发展水平的差异所造成的农村“推力”和城市“吸力”，以及随着乡村地区人口增长和生产力水平提高所产生的农村的“推力”加大，导致大量农村富余劳动力进城，希望寻找工作机会和较佳的生活条件。这些大量从农村迁往城市的劳动力，从现阶段就业和居住形式上看，正规部门就业与非正规部门就业相结合，短期居住与长期居住形

^① 据顾朝林、胡秀红，1998。

^② 参见周一星，1995。

式并存，出现了大量季节性迁移和城乡“两栖”等不完全的人口乡村—城镇迁移现象，形成了不完全的城镇化形式。多样化的人口乡村—城镇迁移共同推进了发展中国家的城镇化进程。

在发展中国家，一些特大城市也出现了人口和产业郊区化的现象，甚至个别城市出现了人口和产业从中心城市向大都市区以外地区迁移现象，但就人口迁移的总体状况而言，人口从乡村到城镇的迁移无疑是发展中国家城镇化的主要形式。

(5) 经济全球化与世界城市体系

近几十年来的经济全球化为一些具有全球影响的大城市的发展提供了一个全新的社会经济背景，一些城市的对外经济联系不再仅限于区域内部和国家内部。随着城市国际性的提高，许多城市开始有了频繁的国际联系，成为在全球经济格局中具有某种职能的跨国影响的世界城市。随着生产要素国际流动的加强、跨国公司的壮大、信息革命的发生和国际分工的深化，国与国之间经济分工协作关系的日益密切，从而导致了经济的全球化。

城市是经济活动的主要载体，经济的全球化已使世界各国及各国内部的城市之间的联系加强，新的国际分工使不同国家城镇化的性质发生变化，城市职能分工更明确，新技术革命使城市的区位因素发生变化。就全球范围来讲，城市变革的具体表现形式就是城市体系的形成，从而使传统的国家、区域和地方城市体系都直接或间接地从属于或受制于世界城市体系。而随着经济全球化的深化，世界城市体系正日趋完善，各国传统的城市体系将最终完全纳入世界城市体系之中。^①

许多学者关于世界城市的研究表明，具有全球经济影响的城市呈现出了职能的分工和等级性特点。在区域性中心城市这一等级之上，形成了世界城市体系的几个主要层次，包括：①全球城市，为范围非常大的全球性领土服务，如伦敦、巴黎、纽约、东京；②亚全球城市，在某些专业化服务（银行业务、时装、文化、媒体）中发挥全球性服务功能，如欧洲的“商业首都”米兰、巴塞罗那，以及发达大国的一些主要城市等；③有较高国际性的大量具体进行生产和装配的城市，如大多数发展中国家的大城市。^②

世界城市体系除具有明显的等级层次性外，其内部结构还存在着支配与从属关系，包括三种主要区域：①核心区，即进入后工业化社会的区域，包括世界城市体系中第一层次的全部城市和一部分第二层次的城市；②半边缘区，即新型工业化地区和部分老工业化地区，包括部分第二层次的城市和部分第三层次的城市，其经济仍然依附于核心区的资本、技术和知识，在将市场扩展至边缘区中扮演主要角色；③边缘区，即仍然贫穷落后，以农业为主的地区，包括大多数第三层次的城市。当然，由于城市职能、城市之间关系和空间经济支配因素的变化，世界城市体系中的各城市的地位也会发生相对变化。^③

^① 参见阎小培，1995。

^② 参见彼得·霍尔，2002。

^③ 参见阎小培，1995。

第四章 城镇地域空间的演化规律

第一节 城市地域空间类型

城市地理学从空间的角度研究城市的演变规律，要综合考虑城乡的发展，但城市地域无疑是城市地理学直接关注的对象。研究城镇化和城市发展的一个首要前提是对于城市地域进行明确的界定。大城市、中等城市、小城市、镇、村是一种从大到小的居民点体系，对城镇地域的界定实质上是各国按照各自的标准区别城乡之后人为划分的结果。

城镇区别于乡村居民点的基本特点是比较明确的：①城镇是以非农业人口为主的居民点，在职业构成上不同于乡村；②城镇一般聚居有较多的人口，在规模上区别于乡村；③城镇有比乡村更高的人口密度和建筑密度；④城镇具有更为完善的基础设施和公共设施，在物质构成上不同于乡村；⑤城镇一般是工业、商业、交通、文教的集中地，是一定地域的政治、经济、文化的中心，在职能上区别于乡村。从理论上讲，在明确了城乡划分标准之后，城市地域便可以进行辨别了。在城市的发展过程中，城市地域有三种类型，即实体地域、行政地域和功能地域。但各国关于城乡划分的具体实施标准不一致。

一、实体地域

城市建成区反映了城市作为人口和各种非农产业活动高度密集的地域而区别于乡村，是实际景观上的城市。这是城市研究中最基本的城市地域概念。也是城市规划分析城市发展现状所要面对的城市地域概念和城市规划所要明确的城市地域概念。

城市实体地域的边界是明确的，但这一概念的城市地域处在相对频繁的变动过程之中，随着城市的发展，城市实体地域的边界不断向外拓展。在这种情况下，取得关于城市实体地域历年的系列数据统计资料十分困难。更重要的是，城市与周边地区有着密切的社会和经济联系，这种联系常常超出实体地域的范围。经济社会越发达，城市与所在区域之间的联系越频繁，城乡之间的界线也越模糊。这就要求研究者还要从其他城市地域概念入手来研究城市的发展变动。

二、行政地域

城市的行政地域是指按照行政区划，城市行使行政管辖权的区域范围。这是一个界线清晰并且相对稳定的地域范围，也是便于统计和获得历年连续数据统计资料的城市地域。但值得注意的是，这一地域概念所对应的城市地域范围多数情况下与城市的实体地域范围并不一致，城市行政地域范围的统计资料既不能用来表征城市实体地域范围的发展状况，

也不能用来表征包括与城市有密切经济社会联系的周边地区在内的地域范围的特征。

我国在新中国成立后一度实行“切块设市”、“切块设镇”的做法，当时的城市行政地域概念与城市实体地域概念比较接近，城市行政地域概念的统计指标对于揭示城市特征是有效的。但后来随着县改区、县改市、乡改镇做法的推广，城市行政地域与实体地域范围之间已经不具有稳定的比例关系^①（图 6-4-1）。

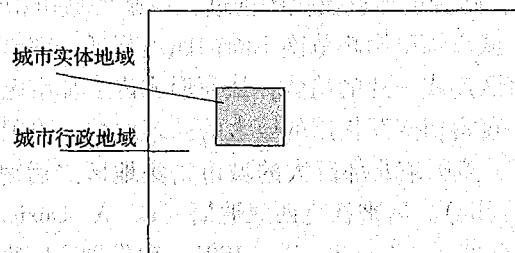


图 6-4-1 我国城市实体地域与行政地域面积相对关系示意图

三、功能地域

与城市实体地域和行政地域都可以在现实中找到明确的界线不同，城市功能地域的范围考虑了核心区和与核心区具有密切经济社会联系的周边地区，在空间上包括了中心城市和外部与中心城市保持密切联系、非农业活动比重较高的地区（一般以县为基本单元）。城市功能地域一般比实体地域要大，包括了连续的建成区外缘以外的一些城镇和城郊，也可能包括一部分乡村地域。

美国的都市区概念与城市功能地域概念大致相当。由于功能地域外围地区以县为基本单元，所涉及的行政地域范围相对稳定，相关的资料容易收集和统计，所以适用较为广泛。类似的概念在加拿大、英国、澳大利亚和瑞典都有所应用，虽然具体命名不同，但含义是相似的。

第二节 城市密集地区的空间结构与演化特征

一、都市区

都市区不是行政建制单元，而是城市功能上的一种统计单元，是城市功能地域的概念。从空间上看，都市区是一个大的人口核心以及与这个核心具有高度的经济社会一体化的邻接社区的组合，一般由县作为构造单元。

美国在 1910 年提出了大都市地区（Metropolitan District）的概念，1949 年定义了具体的统计标准用于国情普查，称作标准大都市区（SMA），1959 年改称标准大都市统计区（SMSA），一直用到 1980 年。1983 年开始实行新标准并改称大都市统计区（MSA）。按照大都市统计区的概念，每个大都市统计区包括人口核心区（城市）所坐落的县即中心县

^① 2006 年我国大陆地区城市行政地域总面积为 611997 平方公里，而建成区面积仅为 26180 平方公里，前者是后者的 23.4 倍，二者相差 58.6 万平方公里。据中国城市统计年鉴 2007。

(Central County) 和外围县 (Outlying County) 两部分组成。

由此可以看出，都市区在空间形态上包括作为其核心的城市建成区以及外围的与城市保持密切联系的城乡一体化程度较高的外围乡村地区两部分。

二、大都市带

20世纪50年代以来，随着世界城镇化的推进，在某些城市密集地区，由于中心城市集聚与扩散作用的加强，城市辐射影响范围不断向四周蔓延，都市区范围扩大，城乡一体化程度提高，出现了都市区连成一片的趋势，从而形成许多都市区连成一体，在经济、社会、文化等各方面活动存在密切交互作用的巨大的城市地域。法国地理学家戈特曼 (Jean Gottmann, 1957) 在考察了美国东北部巨大的城市密集地区之后对这一现象进行了总结，称之为大都市带 (Megalopolis)。后来杜克西阿迪斯 (C. A. Doxiadis, 1970) 对这类现象的发展趋势给予了推断，麦吉 (McGee T. G., 1991) 对发展中国家的这一现象予以关注。

戈特曼 (Jean Gottmann, 1989) 认为当时世界上有6个大都市带：①美国东北部大西洋沿岸大都市带；②日本东海道太平洋沿岸大都市带；③欧洲西北部大都市带；④美国五大湖沿岸大都市带；⑤英格兰大都市带；⑥中国长江三角洲大都市带。正在形成的大都市带有：①美国西部沿岸大都市带，以洛杉矶为中心，向南到圣迭戈，向北一直延伸到圣弗朗西斯科一带，故称之为 San-San；②巴西南部沿海大都市带，大体从圣保罗到里约热内卢一带；③意大利北部波河平原大都市带。并指出，已经形成及正在形成的大都市带具有一些共同特征：①都具有良好的地理位置和自然条件。②政治经济上的中枢作用，世界上的大都市带，都是国家或洲际大陆，乃至全世界的政治经济中心，对国家和地区政治经济起着中枢的支配作用；③带状的空间结构。

周一星 (1991) 在分析国外大都市带发展现象的基础上，研究了国内主要是沿海地区若干地区都市区的演变方向，将此类现象称之为都市连绵区 (Metropolitan interlocking region)，并且指出了成都市连绵区的必要条件。

三、我国的城镇密集地区

我国幅员辽阔，由于地理条件、区位特点、历史基础等多方面的差异性，我国城市的分布具有明显的不均衡特征。有些地区城市分布稀疏，而有些地区城市分布则相对密集。在我国东部沿海地区，有些地区的城市分布和发展符合戈特曼提出的大都市带的发展特点或发展条件，也引起了城市地理学界的关注。这类城市密集区如珠江三角洲、长江三角洲、福建沿海、山东半岛、京津唐地区和辽中南半岛地区，

除这些地区外，我国还有一些城市分布相对密集的地区，这些地区的区域和城市发展基础也较好，近年来发展迅速，在区域或国家经济社会发展中也具有不可忽视的重要地位。如中原地区、长江中游、川渝、关中等几大城镇密集区。

事实上，这类城市分布相对密集的地区，城市在一定的地域范围内集聚成为城市群体，这种城市群地区在我国现阶段的区域经济社会发展和推进城镇化进程中具有重要地位并将继续发挥重要的作用。国家“十一五”规划在强调城镇化战略时，对城市群地区的发展提出了明确的部署和要求：

要把城市群作为推进城镇化的主体形态，逐步形成以沿海及京广京哈线为纵轴，长江

及陇海线为横轴，若干城市群为主体，其他城市和小城镇点状分布，永久耕地和生态功能区相间隔，高效协调可持续的城镇化空间格局。

已形成城市群发展格局的京津冀、长江三角洲和珠江三角洲等区域，要继续发挥带动和辐射作用，加强城市群内各城市的分工协作和优势互补，增强城市群的整体竞争力。

具备城市群发展条件的区域，要加强统筹规划，以特大城市和大城市为龙头，发挥中心城市作用，形成若干用地少、就业多、要素集聚能力强、人口分布合理的新城市群。

第五章 区域城镇体系的基本理论

第一节 城镇体系的概念

一、基本概念

城镇体系（Urban System）也称为城市体系或城市系统，指的是在一个相对完整的区域或国家中，由不同职能分工，不同等级规模，联系密切，互相依存的城镇的集合。它以一个区域内的城镇群体为研究对象，而不是把一座城市当作一个区域系统来研究。

从城镇体系的个性特征来看，它既不是简单的机械系统或自然系统，也不是严格的经济系统或政治系统，而是兼有自然、经济、政治、文化等多种层面的社会系统。社会系统的开放性特点，使城镇体系很容易受到来自外部的、难以预料的复杂影响，因此，就系统的变化状态而论，它具有不断发展变化的特征。作为社会系统的另一个特点，城镇体系不能像自然系统那样，通过某种已知的变化可以得到明确的决定性的结果。城镇体系的演变，虽然有总的规律性趋势可循，但对每个具体变动的反馈都存在着很大程度的不确定性。

二、系统性特征

城镇体系具有所有“系统”的共同特征：

整体性：城镇体系是由城镇、联系通道和联系流、联系区域等多个要素按一定规律组合而成的有机整体。其中某一个组成要素的变化，例如，某一城镇的兴起或衰落，某一条新交通线的开拓，某一区域资源开发环境的改善或恶化，都可能通过交互作用和反馈，影响城镇体系。

等级性或层次性：系统由逐级子系统组成。城镇体系的各组成要素按其作用大小可以分成许多等级，如全国性的城镇体系由大区级、省区级体系组成，再下面还有地区级或地方级的体系。这就要求制订某一级城镇体系规划时要考虑到上下级体系之间的衔接。

动态性：城镇体系不仅作为状态而存在，也随着时间而发生阶段性变动。这就要求城镇体系规划也要不断地修正、补充，以适应变化了的实际。

第二节 城镇体系的组织结构

一、职能分工与协作

1. 城市的基本—非基本理论

城市的基本—非基本理论是考察城市职能和进行职能分类的理论基础。该理论认为，

一个城市的全部经济活动，按其服务对象来分，可分成两部分：一部分是为本城市的服务的，另一部分是为本城市以外的服务的。为外地服务的部分，是从城市以外为城市创造收入的部分，它是城市得以存在和发展的经济基础，这一部分活动称为城市的基本活动部分，它是导致城市发展的主要动力。基本部分的服务对象都在城市以外，细分又有两种类型。一种是离心型的基本活动，另一种是向心型的基本活动。虽然基本部分是城市发展的主导力量，但不言而喻，基本和非基本两部分是相互依存的，城市的非基本部分为城市自身的生存和运转提供基本的保障。城市的非基本部分应该和基本部分保持必要的比例，当比例不协调时，就会使城市这架复杂的机器运转不正常。

城市经济活动的基本部分与非基本部分的比例关系叫做基本/非基本比率（简称B/N）。例如，一个城市的钢铁工业，其产品的80%供给外地，20%在本城市消费，则钢铁工业部门在本市的B/N比是1:0.25。也可以按该部门产品从外地和从本地获得的收入来求取B/N。更多情况下是折合成劳动力来表示B/N。如果城市各经济部门把从业人员划分成基本和非基本两部分，即可得到整个城市的B/N。常用的计算B/N比的方法主要有普查法、残差法、区位商法、正常城市法和最小需要量法等。

城市B/N在不同城市之间有很大差异。影响城市基本非基本比的因素主要有以下几点：

首先是随着城市人口规模的增大，非基本部分的比例有相对增加的趋势。城市越大，城市内部各种经济活动之间的依存关系越密切，城市内的交换量越多；城市居民对各种消费和服务的要求也越高；城市也越有可能建立较为齐全的为生产和生活服务的各种行业和设施。而小城市一般只有很小一部分的生产和服务是维持本身需要的，基本活动部分比重较高。

在规模相似的城市，B/N也会有差异。专业化程度高的城市B/N大，而地方性的中心一般B/N小。差不多规模的城市，如果一个是位于大城市附近的中小城镇或卫星城，另一个是远离大城市的独立城市，则前者因依附于母城，可以从母城取得本身需要的大量服务，非基本部分就可能较小；而后者必须建立自己较完整的服务系统，非基本部分就较大。

老城市在长期的发展历史中，已经完善和健全了城市生产和生活的体系，B/N可能较小，而新城市则可能还来不及完善内部的服务系统，B/N可能较大。

2. 城市职能分类

城市职能指某城市在一定地域内的经济社会发展中所发挥的作用和承担的分工。城市的政治、经济、文化等各个领域的活动是由基本、非基本两部分组成的。这两部分活动的发展常常互相交织在一起，但主动和主导的因素一般来说总是前者。城市职能概念的着眼点就是城市的基本活动部分。有人把城市对内、对外进行的各种生产和服务活动都归入城市职能范畴，这是不够严密的。

按照城市职能的相似性和差异性，对许多城市进行的分类就是城市职能分类。类别的多少与考虑城市各个职能的精细程度有关。类别控制在适当的数量，就必然要对城市职能加以概括，抓住主要的特征，而舍弃某些细节。

在认识城市的基本、非基本部门和基本、非基本部分之后，可以对城市的职能进行认识和分类。城市职能分类是针对城市基本部分而言的。

对城市职能进行分类的基本原理是测算出城市基本部分即对外服务部分的各项专业职能及其强度与规模，通过与区域内其他城市对比，恰当地把各个城市按照职能的类型、强度和规模分成类，以利于认识城市在区域发展中所承担的职能。这是认识城市分工的基础，也是通过规划协调城镇体系内部的分工关系、协调城镇体系发展、为城市寻求合理发展方向的认识基础和理论依据。

城市职能分类的方法主要有一般描述法、描述统计法、统计分析法、经济基础研究法、多变量分析法等。

3. 城市职能与城市性质

城市性质和城市职能是既有联系又有区别的概念。联系在于城市性质是城市主要职能的概括，指城市在一定地区、国家以致更大范围内的政治、经济与社会发展中所处的地位和所担负的主要职能。确定城市性质一定要进行城市职能分析。

城市性质并不等同于城市职能。城市职能可能有好几个，职能强度和影响的范围各不相同，而城市性质关注的是最主要、最本质的职能。

为了科学地制订城市的规划性质，有必要在理论上赋予城市职能和城市性质的概念一个时间尺度，以区别城市历史上的职能和性质、城市现状的职能和性质、城市规划的职能和性质。在实践中要避免如下一些倾向：

- 1) 既要避免把现状城市职能原封不动地照搬到规划的城市性质上，又要避免脱离现状城市职能完全理想化地确定城市性质。
- 2) 城市性质的确定一要跳出就城市论城市的狭隘观念，在方法论上一定要眼睛向外，运用区域分析方法、城市间对比的方法、城市经济结构分析的方法。
- 3) 城市性质对主要职能的概括深度要根据使用场合的不同而区别对待，用于区域规划和城市规划时，表达不宜过泛，以便于指导实践，城市性质所代表的城市地域要明确。

二、区域城镇体系空间结构理论

1. 中心地理论

中心地理论（Central place theory）是由德国城市地理学家克里斯塔勒和德国经济学家廖什分别于1933年和1940年提出的，20世纪50年代起开始流行于英语国家，之后传播到其他国家，被认为是20世纪人文地理学最重要的贡献之一。

（1）理论模型

克氏中心地理论的假设条件的基本特征是每一点均有接受一个中心地的同等机会，一点与其他任一点的相对通达性只与距离成正比，而不管方向如何，均有一个统一的交通面。后来，克氏又引入新古典经济学的假设条件，即生产者和消费者都属于经济行为合理的人的概念。

从“均质平原和经济人”假设条件出发，克里斯塔勒推导了在理想地表上的聚落分布模式：各级供应点必须达到最低数量以使商人的利润最大化；一个地区的所有人口都应得到每一种货物的提供或服务。为达到这一条件，同级中心地按有规则的等边三角形网排列；每个中心地拥有六边形的市场区。

克里斯塔勒认为，有三个条件或原则支配中心地体系的形成，它们是市场原则、交通

原则和行政原则。在不同的原则支配下，中心地网络呈现不同的结构，而且中心地和市场区大小的等级顺序有着严格的规定，即按照所谓 K 值排列成有规则的、严密的系列。

1) 市场原则。按照市场原则，即 $K=3$ 的系统，低一级市场区的数量总是高一级市场区数量的 3 倍。由于每个中心地包括了低级中心地的所有职能，即一级中心地同时也是二级乃至更低级的中心地，所以，一级中心地所属的 3 个二级市场区内，只需在原有的一个一级中心地之外再增加两个二级中心地即可满足 3 个二级市场区的需要。在 9 个三级市场区内，因已有了一个一级中心地、两个二级中心地，因此只增加了六个三级中心地。这样，在 $K=3$ 的系统内，不同规模中心地出现的等级序列是：1, 2, 6, 18……

2) 交通原则。在交通原则支配下的六边形网络的方向被改变。高级市场区的边界仍然通过 6 个次一级中心地，但次级中心地位于高级中心地市场区边界的中点，这样它的腹地分属两个较高级中心地的腹地内。而对较高级的中心地来说，除包含一个次级中心地的完整市场区外，还包括 6 个次级中心地的市场区的一半，即包括 4 个次级市场区，由此形成 $K=4$ 的系统。在这个系统内，市场区数量的等级序列是：1, 4, 16, 64……

次级市场区的数量以 4 倍的速度递增。与 $K=3$ 的系统类似，由于高级中心地也起低级中心地的功能，在 $K=4$ 的系统内，中心地数量的等级序列是：1, 3, 12, 48……

3) 行政原则。按行政原则组织的 $K=7$ 的系统中，六边形的规模被扩大，以便使周围 6 个次级中心地完全处于高级中心地的管辖之下。根据行政原则形成的中心地体系，每七个低级中心地有一个高级中心地，任何等级的中心地数目为较高等级的 7 倍（最高等级除外），即：1, 6, 42, 294……

市场区的等级序列则是：1, 7, 49, 343……

图 6-5-1 显示了克里斯塔勒中心地理论的三种体系。

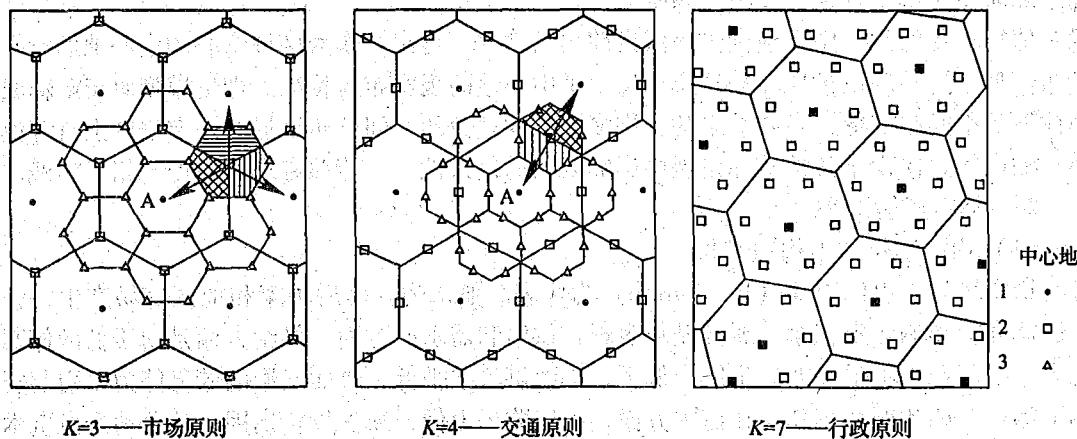


图 6-5-1 克里斯塔勒中心地理论的三种体系 (K)

克里斯塔勒认为，在开放、便于通行的地区，市场经济的原则可能是主要的；在山间盆地地区，客观上与外界隔绝，行政管理更为重要；年轻的国家与新开发的地区，交通线对移民来讲是“先锋性”的工作，交通原则占优势。克里斯塔勒得出结论：在三个原则共同作用下，一个地区或国家，应当形成如下的城市等级体系：A 级城市 1 个，B 级城市 2 个，C 级城市 6 至 12 个，D 级城市 42 至 54 个，E 级城市 118 个。

(2) 廖什景观

1940年，德国经济学家奥古斯特·廖什在与克里斯塔勒的工作毫无联系的情况下，利用数学推导和经济学理论，得出了一个与克里斯塔勒学说完全相同的区位模型——六边形。与克里斯塔勒的工作相比，廖什更多的是从企业区位的理论出发，通过逻辑推理方法，提出了自己的生产区位经济景观，即通常称为的廖什景观（L'schian Landscape）。

克里斯塔勒和廖什两人的学说均建立在假设的理想平原之上（后者假设的因素更多一些），因而都得出市场区的最佳形式是六边形。但是，最后形成的中心地模式不同。其原因在于：克里斯塔勒遵循“利润最大化”原则，从最高级货物的最大销售距离的顺序开始，由上至下地建立起他的中心地体系；而廖什则遵循“超额利润最低化”原则，从最低级货物的最小必需销售距离的顺序开始，由下至上地建立起他的中心地体系。一般认为，克里斯塔勒的模式，解释第三产业的区位比较合适。因为职能的聚集是服务业的重要特征，这能使人们的购物或取得服务比较方便。而廖什的模式，解释第二产业的区位比较恰当，因为第二产业各企业彼此相对独立，其区位易受市场、交通、原材料、燃料等区位因素的影响。

后来的大量研究在基本肯定中心地理论作出的贡献的同时，围绕该理论人们也有很多不同的看法，大致说来，有以下的几个方面：尽管假设在建立中心地理论过程中是必不可少的，但某些假设或条件不符合客观情况，从而损害了该理论的现实性；中心地理论仅较适用于单纯农业区，而不适用于城市密集区；克氏的中心地学说忽视了制造业发展对城市发展的作用；中心地理论强调了城市间的等级联系，而忽视了那些并非同一个子系统（处于不同区域）中的第二级或更低级中心地之间的横向联系，也忽视了同一个子系统中同级中心地之间的横向联系。在中心地模式中，仅仅假设功能上的相互依赖性存在于分级水平之间，而不是存在于整体的系统之内。

值得注意的是，中心地理论在假设前提条件之下得出了作为区域中心的中心地的空间分布模型。这种理论推导和理论模型反映了中心地的现实布局特征。理论模型对于解释城镇体系的空间组织形式是有效果的，许多地方的城镇的空间分布格局在一定程度上有理论模型的影子，但由于各地实际发展中影响因素的复杂性，不能照搬理论模型来指导实践。

2. 核心与边缘理论

(1) 均衡增长与不均衡增长

均衡增长论以纳克斯（R. Nurkse）为代表。他认为，落后国家和地区容易产生一种恶性循环，影响资本积累。恶性循环表现在供给和需求两方面。供给方面是由于低的储蓄能力，引起资本不足，造成生产力低下，导致供给水平低，进而又影响储蓄能力，引起资本不足……如此循环不断。在需求方面，由于购买力低，缺乏投资诱因，部分地造成资本不足，造成生产力低下，导致收入少，购买力低……如此循环不息。

为了打破这种贫困的恶性循环，纳克斯主张均衡发展的策略。他认为，落后国家和地区维持各部门均衡发展，可以避免供给方面的困难，避免恶性循环的发生。如工农协调，社会基础设施配套，支持和鼓励多部门的发展，诱发许多关联性生产，使各产业间互相购买彼此的产品和劳务，并且在空间上建立许多据点，凭借便捷的交通联系，将其发展效果波及邻近地区，导致国家在空间上呈现活跃的景象。同样，纳克斯认为，多部门平衡投资，可以使各部门互为顾客，依靠提高劳动生产率，进而提高收入、提高购买力，

使国内需求扩大，诱发投资，扩大生产。因而，他认为，平衡增长是提高增长速度的工具。

不均衡增长以赫希曼（A. O. Hirschman）为代表。他不同意仅靠增加资本就可打破恶性循环的说法。他认为，管理人才的培养和开发策略的制定与资本同等重要。有些落后国家之所以落后，不是因为缺乏资源、生产因素和资本，而是因为富者奢侈浪费，加上错误的投资策略。他认为，对不发达国家来说，多部门的齐头并进，多元发展，是不现实的，因为这些国家缺乏资金。最现实的办法是在各部门之间，保持某种比例的不均衡增长。不均衡就有压力，压力本身推动发展。在不均衡的发展过程中需要政府干预，支持发展某些私人资本不愿意投资的薄弱部门。如果政府在不均衡发展过程中不能做到不断地产生诱发性的决策及行动去克服不断出现的在供求上的比例失调，那么，这个政府就无力采取一系列的均衡增长所要求的主动性的决策。

不发达国家的资金有限，如将有限的资金均匀分配于各个发展据点和发展部门，这样不仅效果小，而且还会互相抵消。因此，应该集中有限的资金，投入重点地区和主导部门，通过横向水平关联效应，吸引相同产业的发展和集中；通过前向关联效应，利用主导部门的产品发展再加工的企业；通过后向关联效应诱发原材料生产，扩大经济效果。为了此策略的成功，就必须认真选择重点地区和主导部门。

(2) 增长极理论

增长极理论首先由法国经济学家佩鲁（F. Perroux）于1950年提出，后经赫希曼、布德维尔（J. Boudeville）、汉森（M. Hansen）等学者进一步发展。该理论认为，经济发展并非均衡地发生在地理空间上，而是以不同的强度在空间上呈点状分布，并按各种传播途径，对整个区域经济发展产生不同的影响，这些点就是具有成长以及空间聚集意义的增长极。

根据佩鲁的观点，增长极是否存在决定于有无发动型工业。所谓发动型工业就是能带动城市和区域经济发展的工业部门。一组发动型工业聚集在地理空间上的某一地区，则该地区透过极化（Polarization）和扩散（Spread）过程，形成增长极，以获得最高的经济效益和快速的经济发展。

佩鲁含糊地提到增长极的空间集聚，但没有重视增长极的空间度量。后来赫希曼首先将空间度量引进到增长极的概念中。他指出，经济发展不会同时出现在每一地区，但是，一旦经济在某一地区得到发展，产生了主导工业（Master industry）或发动型工业时，则该地区就必然产生一种强大的力量使经济发展进一步集中在该地区，该地区必然成为一种核心区域（Core region），而每一核心区均有一影响区（Zone of influence）。约翰·弗里德曼（John Friedmann）称这种影响区为边缘区（Peripheral region）。

许多学者认为，核心与边缘的关系是一种控制和依赖的关系。初期是核心区的主要机构对边缘的组织有实质性控制，是有组织的依赖。然后是依赖的强化，核心区通过控制效应、咨询效应、心理效应、现代化效应、关联效应以及生产效应等强化对边缘的控制。第三是边缘获得效果的阶段，革新由核心区传播到边缘，核心与边缘间的交易、咨询、知识等交流增加，促进边缘发展。随着扩散作用加强，边缘进一步发展，可能形成较高层次的核心，甚至可能取代核心区。

核心与边缘间有前向联系和后向联系，前者主要是核心向更高层次核心的联系和从边

缘区得到原料等。后者是核心向边缘提供商品、信息、技术等。通过两种联系，发展核心，带动边缘。

(3) 核心—边缘模式

以核心和边缘作为基本的结构要素，核心区是社会地域组织的一个次系统，能产生和吸引大量的革新；边缘区是另一个次系统，与核心区相互依存，其发展方向主要取决于核心区。核心区与边缘区共同组成一个完整的空间系统。

这个模式经过高度的提炼概括而显得很简单。但实际上，一个国家有多个核心和由依赖关系的类型所决定的边缘网络。核心和边缘间的控制依赖关系是模式的基础，是内部（空间的）发展变化的根源。由于在边缘区可出现城市型聚落，在核心区也会有农村型聚落，因此，边缘区也可能变成城镇化地区，不过并没有改变其对核心区的依赖地位。

一个空间系统发展的动力是核心区产生大量革新，这些革新从核心向外扩散，影响边缘区的经济活动、社会文化结构、权力组织和聚落类型。因此，连续不断地产生的革新，通过成功的结构转换而作用于整个空间系统，促进国家发展。

三、城市规模的等级体系

区域内城市的规模分布是有规律的，呈现为城镇的等级层次性和等级体系。城市规模分布理论是和用什么方法、指标来衡量城市规模结构或规模分布特点联系在一起的，下面介绍几种主要的理论和方法。

1. 城市金字塔

把一个国家或区域中许多大小不等的城市，按规模大小分成等级，就有一种普遍存在的规律性现象，即城市规模越大的等级，城市的数量越少，而规模越小的城市等级，城市数量越多。把这种城市数量随着规模等级而变动的关系用图表示出来，形成城市等级规模金字塔。金字塔的基础是大量的小城市，塔的顶端是一个或少数几个大城市。不同规模等级城市数量之间的关系可以用每一规模等级城市数与其上一规模等级城市数相除的商（K值）来表示。

城市金字塔只是给我们提供了一种分析城市规模分布的简便方法。只要注意采用同样的等级划分标准，对不同国家、不同省区或不同时段的城市规模等级体系进行对比分析，还是很有效的，能够从中发现它们的特点、变化趋势和存在问题。

对照 1980 年和 1990 年我国 10 万人以上城市的城市金字塔（图 6-5-2），可以发现：①20 世纪六七十年代我国市镇建制工作一度停顿，1980 年代以来恢复了正常，小城市数量增加非常快；②小城市因人口增长较快，小城市向中等城市的晋级很明显；③50—100 万规模级的城市向特大城市的晋升也很明显，相对来说，20—50 万城市向 50—100 万的递补较慢；④我国最大城市上海，人口一度下降—徘徊—低速增长的过程已经扭转，在 1980 年代上海人口增长速度逐渐接近北京，非农业人口突破了 700 万大关。需要强调的是上述“头轻脚重”状的金字塔形结构，是专指城市数量随规模等级而变化的一般规律。不同规模级的城市人口数量结构虽然也可以用类似的方法来分析，但并不存在随规模等级而呈“头轻脚重”的递变规律。

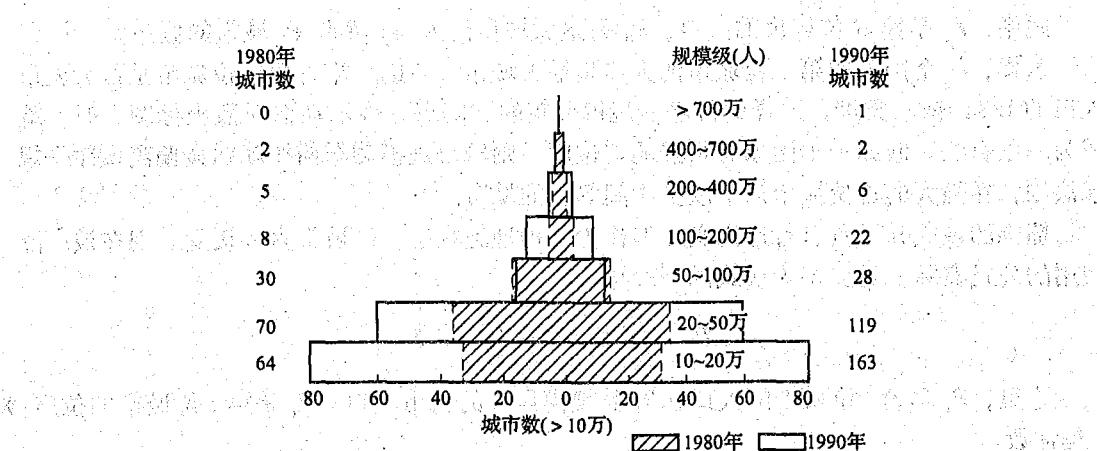


图 6-5-2 中国 1980 年和 1990 年的城市金字塔

资料来源：周一星，1995：261。

2. 城市首位律 (Law of the primate city)

这是马克·杰斐逊 (M. Jefferson) 早在 1939 年对国家城市规模分布规律的一种概括。他提出这一法则是基于观察到一种普遍存在的现象，即一个国家的“首位城市”总要比这个国家的第二位城市（更不用说其他城市）大得异乎寻常。不仅如此，这个城市还体现了整个国家和民族的智能和情感，在国家中发挥着异常突出的影响。杰斐逊分析了 51 个国家（其中 6 个国家为两个不同时段）的情况，列出了每个国家前三位城市的规模和比例关系，发现其中有 28 个国家的最大城市是第二位城市人口的两倍以上。有 18 个国家大于第二位城市三倍以上。杰斐逊认为这种现象已经构成了一种规律性的关系，并把这种在规模上与第二位城市保持巨大差距，吸引了全国城市人口的很大部分，在国家政治、经济、社会、文化生活中占据明显优势的城市定义为首位城市 (Primate City)。

杰斐逊的观察和发现对现代城市地理学做出了巨大的贡献。首位城市的概念已经被普遍使用，一国最大城市与第二位城市人口的比值，即首位度，已成为衡量城市规模分布状况的一种常用指标，首位度大的城市规模分布，就叫首位分布。

首位度一定程度上代表了城市体系中的城市人口在最大城市的集中程度，但仅仅用这个指标来衡量城镇体系中城市规模的分布状况难免以偏概全。

3. 位序—规模法则 (Rank – size rule)

位序—规模法则从城市的规模和城市规模位序的关系来考察一个城市体系的规模分布。

最早是 1913 年奥尔巴克 (F. Auerbach) 发现五个欧洲国家和美国的城市人口资料符合下式的关系：

$$P_i R_i = K$$

式中， P_i 是一国城市按人口规模从大到小排序后第 i 位城市的人口数； R_i 是第 i 位城市的位序； K 是常数。

1949 年捷夫 (G. K. Zipf) 提出在经济发达国家里，一体化的城市体系的城市规模分布可用简单的公式表达：

$$P_i = \frac{P_1}{R_i}$$

式中， P_i 是第 R 位城市的人口； P_1 是最大城市的人口； R 是 P_i 城市的位序。

这样，一个国家的第二位城市的人口是最大城市人口的一半，第三位城市是最大城市人口的 $1/3$ ，依次类推。这样的位序—规模分布的图解点，表示在双对数坐标图上时，就成为一条直线。假如一个国家有很强的首位度，则城市规模分布曲线就明显偏离位序—规模法则，在强大的首位城市以下缺少中间等级的城市。

捷夫的模式并不具有普遍意义，但作为一种理想状态，已被很多人接受。现在被广泛使用的公式实际上是罗特卡模式的一般化：

$$P_i = \frac{P_1}{R_i^q} \text{ 或 } P_i = P_1 \cdot R_i^{-q}$$

这里， P_i 是第 i 位城市的人口； P_1 是规模最大的城市人口； R_i 是第 i 位城市的位序； q 是常数。

捷夫模式是 $q=1$ 时的特例。

在应用位序—规模分布模式分析具体问题时，必须注意可以有两种截距，一种是 $\lg P_i = \lg P_1 - q \lg R_i$ 情况下，截距 $\lg P_1$ 是最大城市的人口数的对数值，是已知的；另一种是 $\lg P_i = a - q \lg R_i$ 情况下， a 是待求的系数，代表的是回归在误差平方和最小条件下，最大城市的理论值。这两种不同的截距所得到的回归方程是不同的。采用前者时，所得方程的相关系数会低于后者，采用后者时，第一大城市的理论值可能大大偏离实际值，究竟用哪一种，应根据不同目的慎重选择。

到底是首位分布好还是位序—规模分布好，是一个争论不休的问题。尽管不少学者对国家城市规模分布有过大量的研究，但是缺乏共同性的发现，原因就是这些研究在样本、研究方案设计、度量和分析技术等方面都缺乏可比性。至少在目前把城市规模分布归为首位分布与位序—规模分布两大类的前提框架下，不能一概而论地说首位度大一定不合理，首位度小就一定合理。人们还没有真正理解城市规模分布形成的机制。

在实际规划工作中，要结合区域城镇化和城镇体系的发展阶段、发展基础和发展条件来具体分析区域城镇体系的规模等级结构，不能简单地以首位分布或者位序—规模分布模式来指导实践。

第三节 城市经济区

一、城市经济影响区与城市经济区的概念

1. 城市经济影响区

城市作为区域的中心，对外部提供产品和服务是城市的职能，也是城市发展的动力和保障。因此，城市在某种意义上而言都是区域的中心，只是城市影响区域的大小不一样。大城市有大规模和高强度的服务职能以及广阔的影响范围，广域的腹地里面的各种资源、技术、人力要素和市场需求也为城市提供了发展动力，而小城市的职能强度和职能规模相对较小，经济影响范围也比较小。城市的经济影响区就是城市的经济活动所能够影响到的区域。

值得注意的是，在城市的经济影响区里，城市的影响作用强度不是均质的，一般符合

随距离衰减的规律。此外，不同的城市职能所能够影响到的范围也不一致，一般所说的城市经济影响范围是指城市的综合影响范围。同时，区域中的某一点可能不止受到一个城市的影响，而受到多个城市的辐射和影响。

2. 城市经济区

城市经济区是以中心城市或城市密集区为依托，在城市与其腹地之间经济联系的基础上形成的，具有对内、对外经济联系同向性特征的枢纽区。城市经济区既是客观存在的地域单元，又是国民经济空间结构的基本组成部分，是以城市为核心对空间经济的组织形式。

根据这一定义，城市经济区由以下四个要素构成：

(1) 中心城市

中心城市是指在政治经济、文教科技、商业服务、交通运输、金融信息等方面都具有吸引力和辐射力的，具有一定规模的综合性城市。它们都是在长期的历史过程中逐渐形成的，一般都有优越的交通地理位置。中心城市是城市经济区的核心，也是城市经济区形成的第一要素。城市规模和职能是决定中心城市在区域中支配地位的主要因素。由于中心城市在规模尺度和职能等级上有级别高低之分，它们的影响范围也有相应不同级别的。地方性的、区域性的或全国性的城市经济区的中心城市可以是尺度不同的城市地域单元，顺序依次是单个城市、都市区、城市密集区或都市连绵区等。

(2) 腹地

腹地是一个城市的吸引力和辐射力对城市周围地区的社会经济联系起着主导作用的地域。类似的概念还有影响范围 (Sphere of influence)、补充区 (Ergänzungsgebiet or complementary region)、城市场 (Urban field) 或附属区 (Tributary region) 等。城市腹地的形成，是区域内同级城市空间相互作用力量平衡的结果。对城市的每一种职能都可以分别划出城市的影响范围。确定城市综合性影响范围，需要根据不同情况，选择一个指标体系，分别确定影响范围，然后再归纳成一个综合的影响范围。作为城市经济区要素之一的腹地，是中心城市各项职能综合作用的影响范围，是一种复合型腹地 (Composite hinterland)。腹地一方面接受城市的吸引和辐射，一方面又为中心城市提供农产品和劳动力等发展所必需的物资。发达的中心城市可以带动腹地的发展，腹地又对中心城市的发展起到促进作用。

(3) 经济联系

城市与腹地之间的经济联系是城市经济区形成的主要动力，也是城市经济区构成的主要内容，中心城市、腹地范围和空间通道都是经济联系的表现形式。经济联系方向和程度的变化，又影响到城市经济区的发展变动。人流、货物流、信息流和资金流是城市与区域间相互作用的主要形式。人是各种经济、社会联系的承担者，城市与区域间人口迁移流和客流联系是社会经济联系的综合表现；货物流的产生既受经济发展水平高低的影响，也受自然资源分布和地域间产业分工的明显作用；信息时代的来临使信息交流在社会经济联系中的地位提高，跨地域的信件或长途电话等信息流，不仅反映了地域间经济上的联系，也反映社会、政治等多方面的联系；跨地域的资金流动，如银行的联行业务量，则反映了地域间物资流和非物资流的综合经济联系。总之，各种形式的要素流动把城市和区域连接为密不可分的地域单元。

(4) 空间通道

空间通道是城市经济区形成的支撑系统，城市与腹地之间各种形式的经济联系，必须依托一定的空间通道网才能得以实现。空间通道网与经济联系之间存在着相互制约、相互促进的关系。一方面，空间通道网的分布状况和通达程度，影响和制约着城市与腹地之间经济联系的方向和程度；另一方面，城市与腹地之间经济联系的拓展，又可以促进空间通道网的建设。随着交通、通信技术的不断发展，连接城市与腹地之间的空间通道不仅包括公路、铁路、水路、航空、管道、电话电路等传统的交通通信方式，还包括新兴的信息传递通道——信息高速公路。就我国目前的发展阶段来看，交通网的建设，尤其是铁路干线网和高等级快速公路网的分布，影响着跨地域经济联系的主要方向。

二、城市经济区组织的原则

1. 中心城市原则

城市与区域之间相互影响、互为依托的关系决定了城市与区域在经济发展和各种经济要素联系中是一个密切相关的、具有一体化趋势的整体。中心城市之所以成为中心城市，就是因为城市在一定的区域范围内具有重要的影响作用。这种影响作用直接作用于城市影响范围内的发展方向和发展特征，表明了中心城市在经济区形成中的决定作用。

因此，处于支配地位的中心城市是城市经济区组织的首要原则。中心城市依托一个特定的区域而存在；而在不同尺度的区域单元中，中心城市的地域单元尺度也是不同的。

2. 联系方向原则

对我国跨地域空间经济联系的分析表明，现实世界中的空间经济联系呈现一种复杂的格局，所有区域或城市单元之间都存在着或强或弱的联系，把全国组成一个有机的整体；但是，在这种纵横交织的联系格局中，各地域单元的主要联系方向又有一定的规律可循，并且表现出明显的区域性。因此，主要联系方向原则是在中心城市与腹地间建立联系的主要依据。这一原则不仅体现在国家内部区域之间的经济联系中，也体现在对外经济联系中。经济区内的各地域单元应该有相同或相近的主要对外经济联系方向，表现为主要贸易伙伴和外资来源方向的接近；由于货物交流仍是对外经济联系的主要内容，各地区还应该具有相同的主要出海方向。

3. 腹地原则

腹地原则强调了经济区范围与中心城市吸引范围的一致性，也是用实证的方法进行城市经济区组织的主要依据。在下文中我们将利用各种流量指标，在确定各级中心的不同类型腹地（外向型腹地和内向型腹地）的基础上，进行城市经济区组织。

当然，经济区的范围也不能与中心城市腹地范围完全一致，城市腹地范围主要是对城市影响现状的分析和界定，城市经济区则具有一定的规划意义，强调根据现状联系，对国家、区域经济地域的组织。而且中心城市在不同职能上的影响范围可能会有明显差异，不同城市的影响范围还可能互相重叠。因此，在城市经济区具体组织中，应该灵活运用腹地原则，对腹地范围进行综合评价。

4. 可达性原则

可达性是区域之间进行人口、物资、信息流动的可能性，是空间相互作用发生的基本条件之一。区域之间的相互作用与可达性呈正相关关系，可达性越好，相互作用越强，反

之，则空间相互作用越弱。在我国市场化改革进程中，随着市场化区域关系的逐渐建立，地方保护等行政壁垒在区际联系中的障碍在不断削减，交通通信条件成为影响空间可达性的主导因素。

5. 过渡带原则

因为城市吸引范围理论上的断裂点在现实世界中并不存在，所以很难用一条明确的界线来表示城市影响范围的边界。加上城市与区域之间的各种经济要素联系受到多种因素的影响，各种要素和发展背景的变化决定了城市影响边界具有一定的动态性。基于这种事实，城市经济区界线划分，要视研究目的而定。组织型的经济区划，将直接为宏观经济决策服务，应该有明确的界限；而认识型经济区，其研究目的是为了最大程度上反映客观经济联系的实际，以进行合理的空间组织，经济区界线不妨是一条过渡带。

6. 兼顾行政区单元完整性的原则

对城市影响区的分析和界定是城市经济区组织的依据，通过合理组织城市经济区则是发挥中心城市作用、更好地带动区域发展和促进城乡协调则是城市经济区组织的目的。由于不同历史发展阶段多种要素的影响，城市经济影响区和城市所在区域的行政区的界线可能并不一致，这是城市与区域经济联系在特定阶段的客观情况，也是认识城市与区域关系、揭示发展中的特点与问题的基础。在组织城市经济区时，除了要充分考虑城市经济影响区的范围界线外，还要从统筹城乡和区域发展和便于组织实施的角度，兼顾一定级别的行政区划单元的完整性。

第六章 城市地理学的研究方法

第一节 城市发展条件综合评价

一、城市发展条件评价的原则

在城镇体系规划或者区域规划中，常常需要对许多城镇的发展条件进行评价，分出优劣等级，为未来的城镇体系格局和人口规模的预测提供部分依据。在针对某一发展阶段的某一区域时，就可以把生产方式和宏观区域条件看作是接近一致的，把重点只放在那些影响城镇发展的较微观的地理条件的评价上。

城镇发展条件的评价实际上是对影响城镇发展的各种因素的状况进行综合评价，是指导城市发展与空间布局的基础，对于城镇准确全面地认识自身位置也有重要参考价值。城镇发展条件评价应遵循以下主要原则：

首先，城市发展条件是一个相对的概念，比较之下才有意义，因此应选取有比较意义的指标，在比较的背景下赋值，以得到具有比较意义的结论，指导区域城市发展和布局。

其次，指标体系应在重点反映城市所在经济区或行政区域整体特征的同时，兼顾城市建设的发展条件。区域是城市发展的基础，城市的发展则是区域发展的引擎，也是区域发展水平的集中体现。

再者，指标体系应涵盖包括区域经济、社会、人口、交通等影响城市发展的各因素，对其进行综合评价。

最后，发展条件评价应有动态的眼光，指标赋值时不仅应考察城乡的现状特征，也将规划中可能对城市发展起重大作用的变动纳入评价。

图 6-6-1 示出了城市发展条件综合评价步骤。

二、常用评价方法

1. 定性方法

对城市发展条件的评价常见的有定性和定量方法两种。定性方法一般适用于研究对象较少、城市之间发展条件影响因素相对简单的城市，或者定量指标数据难以获得的地区的城市。定性分析一般通过综合描述和归纳城市的发展基础、发展条件、主要影响因素及其变动和区域发展背景等方面的特点，通过对比的方法，将所研究城市的综合发展条件加以排序和描述，从而为城市体系规划提供依据。

2. 定量方法

由于影响城市发展的地理条件很多，完全用定性分析方法已经不能满足于十几个甚至

几十个城市的比较，所以，当面对城市较多的时候，必须结合定量分析进行评价。对于定量分析指标体系的建立，要在充分考虑所研究区域城市体系和发展的具体情况的基础上完成。一般来说，定量分析评价的指标选择要从城市及其腹地的要素禀赋、经济发展水平和社会发展水平三个方面来考虑，并结合三个方面对当地城市发展影响程度的不同给予不同的权重。权重的确定可以通过专家打分法来实现。

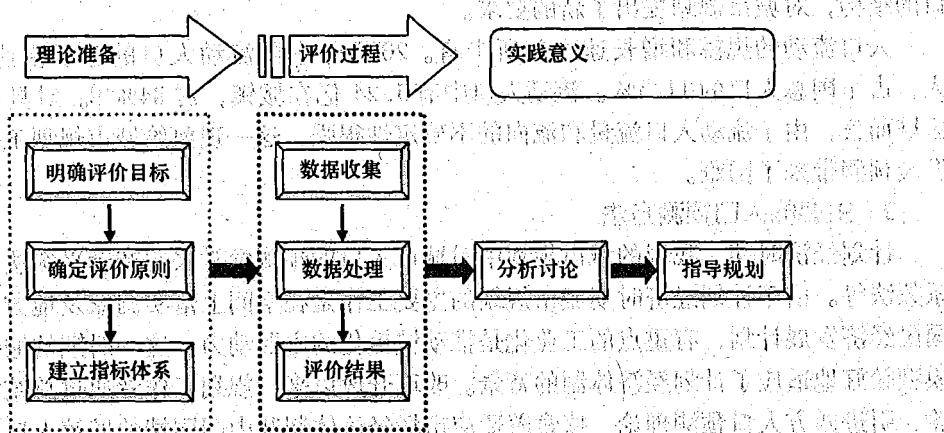


图 6-6-1 城市发展条件综合评价步骤

在确定主要因素的基础上，对每个因素进一步选取数个影响因子，分配因素权重。而后选择相应指标，在资料可获取的条件下，将各影响因子进行量化，建立城市发展条件评价指标体系。通过计算获得各个城市的发展条件得分。

评价步骤可以总结如下：①建立城市发展条件影响因素和综合评价的指标体系，并通过咨询专家意见，对各因子赋予权重；②整理统计数据和部分指标的量化分值，得到各项指标的原始数据；③运用适当方法对原始数据进行无量纲化处理，将绝对量转化为相对量，使得特定指标下城市之间具有可比性的同时，评价指标的得分之间也具有理论上的可比性；④对无量纲化处理的结果按因子权重进行加总，得到各城市发展条件的综合评价得分。

在计算得到城市发展条件得分之后，要结合城市和区域特点对得分状况进行综合分析，从定性分析确定要素指标到定量计算，再结合定量计算结果进行定性研究，对定量结果进行校核和修正，在充分分析的基础上得到城市发展条件的最终评价结果。

第二节 人口发展与城镇化水平预测

一、人口分析与预测

1. 人口分析和预测是城市规划工作的基础

人是城市中最活跃、最核心的要素，满足人的不断增长的物质、文化、生活、环境的需求是城市规划的出发点和归宿，也是科学发展观的要求。城市规划的核心任务就是以人的社会经济活动为基础，合理配置空间资源，有序安排城市的各项建设，协调城市不同利

益主体之间的关系，制定公共政策，维护公众利益。

2. 流动人口已成为我国城镇人口增长的主体

目前我国处于人口低出生率、低死亡率的发展阶段，机械增长取代自然增长，成为城镇人口增长的主要动力。广义的机械增长包括户籍人口的迁移和流动人口的增加。随着城镇化进程的加速，城市中的机械增长主要是流动人口，即暂住人口的增加，改变了城镇人口的结构，对城市规划提出了新的要求。

人口流动的规模和增长速度前所未有。2005年中国流动人口的总规模达到1.47亿人，占全国总人口的11.3%。流动人口中有1.24亿在城镇，占84%^①。对具体的城市和区域而言，由于流动人口流量和流向的不确定性很强，这一现象给城市规划工作中的人口发展预测带来了困难。

3. 主要的人口预测方法

计划经济时期，我国的城市规划中对城市人口的预测常常采用劳动平衡法、职工带眷系数法等。由于计划经济时期城市规划的主要工作是在空间上落实国家及地方政府指定的国民经济发展计划，有重点的工业化是推动城镇化的主要动力。这一时期的城镇人口预测模型较好地适应了计划经济体制的背景。改革开放以来，规划工作者通过总结实际工作经验，引进西方人口预测理论，探索着适应市场经济体制和中国国情的城镇人口预测方法。

（1）适用于大中城市规模预测的数学模型

大中城市人口规模较大，经济与产业结构相对稳定，在区域城镇体系中的地位一般不会发生大的变化，因此时间序列模型、增长率法等数学模型在大中城市人口规模预测时较常采用，也具有较好的效果。

1) 回归模型。通过选用某种适当的函数，通过城市历史人口数据建立回归模型，并假设未来人口发展仍延续模型中所构建的关系，用以预测未来城市人口的规模。回归预测方法计算简单，便于应用，结论也有相当的可信度。

2) 增长率法。一般来说，一个城市在政治经济比较稳定的时期，城市机械人口增长也是比较稳定的，此时城市人口的增长是由前一年人口加上自然增长人口和机械增长人口。当人口自然增长率和机械增长率稳定时，城镇人口年均增长率恒定，即可依据基期人口规模预测规划期的人口规模。可将规划期划分为若干个发展阶段，根据不同阶段影响人口发展因素的变化，分别确定增长率，逐段向前进推预测。

3) 分项预测法。该方法将城市人口划分为自然增长人口、机械增长人口、暂住人口，然后采用增长率法对三部分人口分别进行预测，最后综合出规划期末人口数。其中暂住人口预测常采用户籍人口比重法或区域分配法加以确定。

（2）适用于小城镇规模预测的定性分析模型

小城镇规模较小，在受到近邻大中城市经济与产业辐射后，城镇规模易发生大幅度的变化，回归、增长率等数学模型难以应用。因此，在小城镇人口规模预测过程中，常采用定性分析方法从区域层面估测小城镇的人口规模。

1) 区域人口分配法。从区域角度出发，综合考虑城镇在区域中的地位、性质、职能，根据上一层次规划中确定的城镇人口规模，对下一层次城市人口规模进行分配和

^① 据2005年我国1%人口抽样调查数据计算。

平衡。

- 2) 类比法。通过选择发展条件、现状规模和性质相似的城市进行对比分析；从已知的城市人口规模来推算其他城市的人口规模。
- 3) 区位法。根据首位度、中心地理论、断裂点等理论模型，确定未来城市人口规模。该方法适用于城镇体系发育比较完善、等级系列比较完整的地域中的城市。

二、区域城镇化水平预测方法

1. 综合增长法

该方法是利用历年城市人口的年均增长量数据，通过复利公式，计算预测规划期限可能达到的发展水平。数学表达式为：

$$Y_t = Y_0 (1 + R)^t$$

式中 Y_t —— t 年的城市人口预测值；

Y_0 ——某年的城市人口数；

R ——城市人口年均增长率；

T ——年限；

t ——时间变量。 $(t = 1, 2, 3 \dots, n)$ 。

并通过相同方法预测区域人口，计算出城镇化水平。

2. 时间趋势外推法

又称时间相关回归法，采用历年城市人口（或城镇化水平）和时间数据进行回归分析，建立回归公式，并将预测期限的年份数值代入，从而预测发展水平。当根据实际资料建立回归模型后，还必须检验回归方程的相关系数和标准差，以确定其可靠度。

根据实际增长曲线的不同，所采用的回归公式有线性回归法、指数回归法、对数回归法和生长曲线法等。其中，以生长曲线法最为复杂，也最为完善。生长曲线又称逻辑斯蒂曲线，来源于诺瑟姆对城镇化过程曲线的研究，又称诺瑟姆曲线。回归公式为：

$$Y_t = \frac{1}{1 + e^{a-bt}} \quad (a, b > 0)$$

式中 Y_t ——第 t 年的预测值；

a, b ——参数；

t ——时间变量。 $(t = 1, 2, 3 \dots, n)$ 。

3. 相关分析和回归分析法

这一预测法的理论基础是世界各国城镇化水平与国民经济发展水平之间存在密切的相关性。1982 年，周一星在对世界 137 个国家和地区的城镇化水平及人均国民生产总值进行回归分析后，得到一个一元回归方程式，揭示了二者之间的对数曲线正相关关系^①。

具体预测时，可以采用该区域的历史数据进行回归建立模型，参照该区域未来经济发展态势相应预测出城镇化水平，也可以用横向数据的回归结果作为参照。

采用国民经济发展水平来预测城镇化水平，无疑考虑得更全面一些。但正如作者所指出的，回归分析所揭示的只是一般规律，各国国情不同，经济发展水平所对应的城镇化水

^① 参见周一星，1982。

平有很大差异，预测的结果需要根据中国的国情进行校正。因此，这一方法只能预测未来城镇化水平的大致趋势。另外，采用人均国民生产总值这一指标也存在着技术性问题，因为这一指标通常用美元作单位，由此牵涉到物价水平、汇率变动等问题。

4. 联合国法

联合国法是联合国用来预测世界各国的城镇化水平时常用的一种方法。它的关键数据是根据已知的两个代表年份的城镇人口和乡村人口，求取两个年份之间的城乡人口增长率差，假设城乡人口增长率差在预测期保持不变，则外推可求得预测期末的城镇人口占总人口比重。联合国法的优点是它符合正常城镇化过程的S型曲线原理。具体计算方法如下：

$$URGD = \ln \frac{PU(2)/1 - PU(1)/1}{PU(2) - PU(1)} / n$$

式中 $URGD$ ——城乡人口增长率差；

$PU(1)$ ——前一次代表年份的城镇人口比重；

$PU(2)$ ——后一次代表年份的城镇人口比重；

n ——两个代表年份间的年数。

然后利用下公式预测某年的城镇人口比重：

$$\frac{PU(t)}{1 - PU(t)} = \left(\frac{PU(1)}{1 - PU(1)} \right) \times e^{URGD \times t}$$

式中 $PU(t)$ —— t 年的城镇人口比重；

t ——距离前一次代表年的年数。

三、城市吸引范围分析

划分结节区域，确定城市吸引区的边界，是研究城市间、城市与区域相互作用中的一个重要内容。很明显，它也是城市体系、城市经济区研究中的一项基础工作。如果不能确定城市吸引区的范围，城市空间分布体系规划等工作就无从做起。

主要方法有经验的方法和理论的方法两类。

1. 经验的方法

其中经验的方法经常是通过线上的调查即调查交通线上各点的车流资料，找到两个城市之间车流量最小的地方即为两城市吸引范围的分界点；通过面上调查的方法，即通过访问消费者，了解居民购物或出行行为的指向来确定城市的吸引范围；通过点上的调查即调查城市的商业、服务业等各种企业顾客来源来确定吸引范围。在调查的基础上找出城市间吸引范围的分界点，把各点用平滑曲线连接起来即可得到城市的吸引范围。

这类方法的关键，一是合理确定同级别的中心城市，二是要建立合理的调查指标体系。

2. 理论的方法

(1) 断裂点公式

赖利 (W. J. Reilly, 1931) 年根据牛顿力学中万有引力的理论，提出了“零售引力规律”，其公式为：

$$\frac{T_a}{T_b} = \frac{P_a}{P_b} \left(\frac{d_b}{d_a} \right)^2$$

式中， T_a 和 T_b 为从一个中间城市被吸引到 a 城和 b 城的贸易额； d_a 和 d_b 为 a 城和 b 城到那个中间城市的距离； P_a 和 P_b 为 a 城和 b 城的人口。

根据这个规律，一个城市对周围地区的吸引力，与它的规模成正比，与离它的距离成反比。

康弗斯（P. D. Converse）发展了赖利的理论，于1949年提出“断裂点”（Breaking-Point）概念。两个城市间的分界点（即断裂点）可以用下列公式求出：

$$d_A = \frac{d_{AB}}{1 + \sqrt{P_b/P_a}}$$

式中， d_A 为从断裂点到 A 城的距离； d_{AB} 为 A 和 B 两个城市间的距离； P_b 为较小城市 B 城的人口； P_a 为较大城市 A 城的人口。按照这一公式， A 城由于规模较大，其吸引区也较大，因而将断裂点推向更靠近 B 城的地方。

断裂点公式在实际运用中有着相当大的局限性，因为城市人口规模不完全反映城市的实际吸引力。根据本地区的具体情况，选择出若干有代表性的指标来确定城市吸引区的边界将更符合这个城市的实际情况。

确定城市质量一般用人口规模，有时也用其他指标。如艾萨德（W. Isard）就认为，在探讨大城市的移民问题时，城市的就业机会和收入水平在反映城市的吸引力方面更具代表性。又如，考虑市场问题时，城市的零售总额比人口规模更多地反映出城市对产品的需求量。更好的方法是，选取若干个相互独立又能反映城市实力的指标，采用数学统计的方法构造出一个指数，用这个指数来表示城市的质量。

式中的距离，一般用km表示。但随着各种现代化运输工具的发展，传统的距离概念正受到挑战。在交通便捷的地方，空间上的距离被“缩短”了，因此也可以用时间、运输成本等特殊距离单位来衡量两地间的距离。

（2）潜力模型

根据断裂点公式模式，能计算一对城市间预期的相互作用量。如果我们计算一个城市与城市空间分布体系内所有城市（包括它自身）的相互作用量时，那么，只需要应用引力模式分别求出这个城市与其他每一城市的相互作用量，然后再求和，就可以得到。总结成公式形式如下：

$$\sum_{j=1}^n I_{ij} = \sum \frac{P_i P_j}{D_{ij}^b} + \frac{P_i P_i}{D_{ii}^b}$$

上述公式即为潜力模式的公式。式中的符号与引力模式中的符号意义相同。 D_{ij} 有时采用 i 城与离它最近城市之间距离的一半，也可以用 i 城面积的平均半径。

将上述公式两边同除以 P_i ，得到下式：

$$\sum_{j=1}^n \frac{I_{ij}}{P_i} = \sum \frac{P_j}{D_{ij}^b} + \frac{1}{D_{ii}^b}$$

这一公式意味着 i 城的相互作用总量表现为每人或每单位质量的相互作用量。

以上公式中如采用城市人口作质量单位，计算出的潜力称为人口潜力，它表达了 i 城与城市系统内所有其他城市相互作用可能性的强度。如果对城市系统内每一个城市分别计算出其潜力，根据计算结果可以画出潜力等值线，从而绘出等人口潜力面。总的的趋势是，它与人口密度的分布大致相同。但人口潜力分布是在经济空间中反映了人的相互作用，因

而对经济活动的区位决策更为重要。

潜力模式中的质量，可以用其他变量代替。如哈里斯就曾用零售额求得等市场潜力面，用制造业的就业人数求得制造业的潜力面。借助于这些分析，可以更有效地指导以消费为指向的企业布局和制造工业布局。

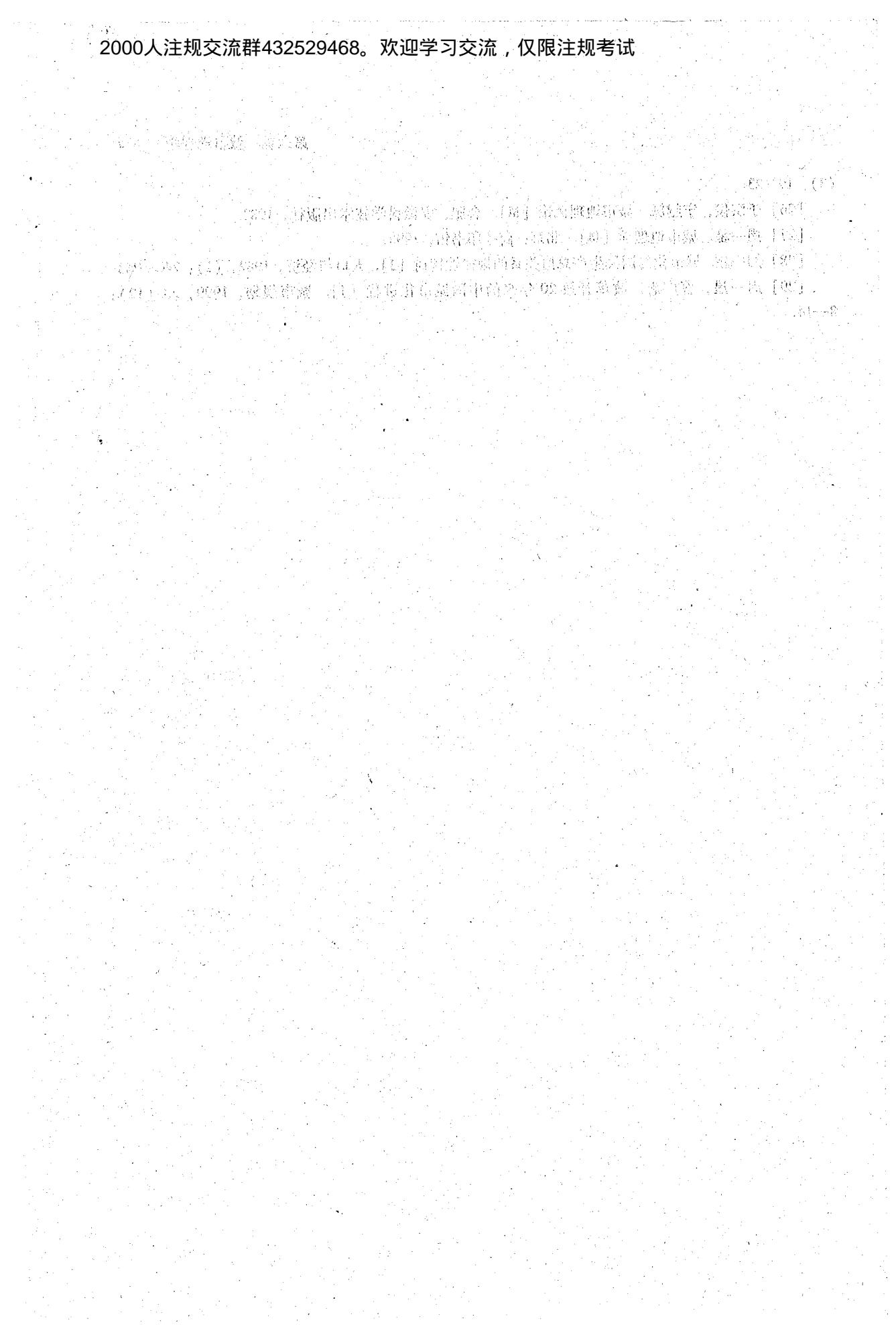
参考文献

- [1] Bourne L. S. and Simmons J. W. Systems of cities [M], New York: Oxford University Press, 1978: 481.
- [2] Henderson J V. The effects of urban concentration on economic growth [J]. NBER Working Paper, 2000, No. 7503.
- [3] Moomaw Ronald L, Ali M Shatter. Urbanization and economic development: A bias toward large cities. [J] Journal of Urban Economics, 1996, 4 (1): 13—37.
- [4] Northam R M. Urban Geography. New York: John Wiley & Sons, 1975: 66.
- [5] Zhou Yixing, The metropolitan interlocking region in China, in N. Ginsburg et al. (Ed.), Extended Metropolis: settlement transition in Asia [M], Honolulu: University of Hawaii Press, 1991: 89—111.
- [6] 彼得·霍尔, 长江范例 [J]. 王士兰, 王之光译. 城市规划, 2002, 26 (12): 6—17.
- [7] 蔡建明. 中国城市化发展动力及发展战略研究 [J]. 地理科学进展, 1997, 16 (2): 9—14.
- [8] 陈洋, 李郁, 许学强. 改革开放以来中国城市化的时空演变及其影响因素分析 [J]. 地理科学, 2007, 27 (2): 142—148.
- [9] 崔功豪, 马润潮. 中国自上而下城市化及其机制 [J]. 地理学报, 1999, 54 (2): 106—114.
- [10] 高佩义. 中外城市化比较研究 [M]. 增订版. 天津: 南开大学出版社, 2004.
- [11] 顾朝林, 胡秀红. 新时期的中国城市发展新动向 [J]. 城市问题, 1998, (3): 26—28.
- [12] 胡序威. 城镇发展的区域研究 [J]. 经济地理, 1984, 4 (1): 28—32.
- [13] 胡序威, 周一星, 顾朝林. 中国沿海城镇密集地区空间集聚与扩散研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2000: 336.
- [14] 刘盛和, 蒋芳, 张擎. 我国城市化发展的区域差异及协调发展对策 [J]. 人口研究, 2007, 31 (3): 8—19.
- [15] 宁越敏. 新城市化进程——90年代中国城市化动力机制和特点探讨 [J]. 地理学报, 1998, 53 (5): 170—178.
- [16] 沈建法. 1982年以来中国省级区域城市化水平趋势 [J]. 地理学报, 2005, 60 (4): 607—614.
- [17] 世界资源研究所. 世界资源(2000—2001) [M]. 伦敦: 牛津大学出版社, 2002.
- [18] 宋家泰. 城市—区域与城市区域调查研究——城市发展的区域经济基础调查研究 [J]. 地理学报, 1980, 35 (4): 277—287.
- [19] 许学强, 胡华颖, 张军. 我国城镇分布及其演变的几个特征 [J]. 经济地理, 1983, (3): 205—212.
- [20] 许学强, 叶嘉安. 我国城市化的省际差异 [J]. 地理学报, 1986, 41 (1): 8—22.
- [21] 许学强, 周一星, 宁越敏. 城市地理学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1997.
- [22] 许学强, 周一星, 宁越敏. 城市地理学 [M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [23] 许学强, 朱剑如. 现代城市地理学 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998.
- [24] 阎小培. 经济全球化与世界城市体系的形成 [J]. 城市, 1995 (2): 20—23.
- [25] 阎小培, 王玲. 改革开放以来我国城市空间分布发展变化研究 [J]. 人文地理, 1996, 11

(3): 19—23.

- [26] 于洪俊, 宁越敏. 城市地理概论 [M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1983.
- [27] 周一星. 城市地理学 [M]. 北京: 商务印书馆, 1995.
- [28] 周一星. 城市化与国民生产总值关系的规律性探讨 [J]. 人口与经济, 1982, (1): 246—253.
- [29] 周一星, 曹广忠. 改革开放 20 年来的中国城市化进程 [J]. 城市规划, 1999, 23 (12): 8—14.

2000人注册交流群432529468。欢迎学习交流，仅限注册考试。



第七篇 城市社会学

第一章 基本概念与主要理论

第一节 社会学与城市社会学

一、社会学

“社会学”一词来源于拉丁文“社会”和希腊文“言论、学说”的结合，简而言之，是关于“社会”的科学。社会学创立于19世纪30年代，一般认为孔德是社会学的创始人。社会学研究社会结构和人类行为，有着不同于其他社会科学的独特研究方式。社会学重视对社会结构、社会过程和社会调控的研究^①。它具有描述功能（社会是怎样的）、解释功能（社会为什么会这样）、预测功能（社会将怎样）和规范的功能（社会应该怎样），这些功能也是社会学的社会作用^②。西方学者认为，社会学的最终目标是发展出一种完善的科学知识体系，以解释和预测社会事件^③，这实际上是从社会功能的角度来定义社会学。一般认为，社会学的学科特点包括综合性、整体性、现实性和实证性^④。社会学的研究对象是“活”的社会有机体，是现实的、具体的、作为整体的社会，换言之，社会学的研究对象是整体的现实社会的结构和运行过程，强调构成社会的各种要素、各个部分的结构关系以及这种结构关系的运动变化过程^⑤。

二、城市社会学

城市社会学是社会学的一门重要分支学科。

城市社会学起源于19世纪的欧洲，当时工业革命带来城市化的迅速发展，引发了一系列的城市问题，使得以研究这些与城市居民生活息息相关的社会问题的城市社会学得以产生和发展。早期的城市社会学研究阶段是19世纪初至20世纪初，代表人物主要有腾尼

^① 陈成文. 社会学 [M]. 长沙：湖南师范大学出版社，2005：9—10.

^② 刘杰，徐祥运. 社会学概论 [M]. 大连：东北财经大学出版社，2005：12—13.

^③ 戴维·波普诺. 城市社会学 [M]. 李强，等，译. 北京：中国人民大学出版社，1999：4.

^④ 赵连文，张玉玲. 社会学论纲 [M]. 郑州：河南大学出版社，2006：15—17.

^⑤ 赵绍成，黄宗凯. 社会学 [M]. 成都：西南交通大学出版社，2006：3.

斯、涂尔干、西美尔和韦伯等欧洲社会学家，他们把城市纳入社会学研究范畴，运用社会学的理论和方法对城市进行考察，提出了一些城市社会学思想，强调从社会结构和社会心理等不同角度探讨城市的本质。城市社会学的系统研究起源于美国，芝加哥大学是城市社会学的发源地，以帕克为首的芝加哥学派把人类对城市的理论研究提高到了学科化的水平，经过芝加哥学派对城市理论的发展，城市社会学完成了创立阶段^①。后来，城市社会学又出现了人类生态学派、社区学派、结构功能学派、政治经济学派、马克思主义学派、新韦伯主义学派等，城市社会学不断获得发展。城市社会学在 20 世纪初传入中国，并在 80 年代以后得到快速发展。

第二节 城市社会学的研究对象与研究内容

一、城市社会学的研究对象

简单地讲，城市社会学是以城市社会作为研究对象的一门社会学分支学科。就具体的研究对象而言，有多种说法，可谓众说纷纭。有学者总结了有关城市社会学研究对象的各种说法，大概包括以下几种观点^②：①城市社会学的研究对象是城市生态系统，这种观点以芝加哥学派为代表，强调研究城市系统内部各要素之间的联系以及城市与周围环境之间相互制约、相互影响的关系；②城市社会学的研究对象是城市社会问题，如城市人口膨胀、就业困难、住房拥挤、交通紧张、污染严重等，研究这些问题产生的原因、表现及解决方法；③城市社会学的研究对象是城市化，研究城市化的时空进程、表现形式、内容和动力机制；④城市社会学的研究对象是城市生活方式，研究城市生活方式的特点、起源与变迁以及传播和扩散；⑤城市社会学的研究对象是城市社会关系，主要研究城市生活中发生的人与人之间的关系，包括城市经济生活、政治生活、文化生活以及各种群体生活中形成的人与人之间的关系。

二、城市社会学的研究内容

就研究内容而言，城市社会学主要是对城市社会的起源和发展、城市区位的生态分布、城市社区的结构与功能、城市居民的生活方式和心理状态、城市化以及城市社会的组织、管理和规划等城市社会的不同层面进行理论研究和经验研究^③。城市生态学、城市社区、城市社会问题、城市政策、城市规划和城市化等都是城市社会学的传统研究领域^④。

第三节 城市社会学与城市规划的关系

社会学界的学者往往把城市规划作为城市社会学的重要研究内容之一，城市规划界的

^① 向德平，章友德，城市社会学 [M]. 北京：高等教育出版社，2005：6—13.

^② 向德平，城市社会学 [M]. 武汉：武汉大学出版社，2002：1—3.

^③ 许英，城市社会学 [M]. 济南：齐鲁书社，2002：1.

^④ 康少邦，张宁，城市社会学 [M]. 杭州：浙江人民出版社，1986：2.

学者则倾向于把城市社会学作为与城市规划关系密切的、规划师有必要了解和熟悉的重要相关学科之一。

客观地讲，城市规划与城市社会学关系密切。主要表现在以下几个方面：首先，城市规划与城市社会学的研究对象和研究载体有共同性，都是城市，这样势必导致一些城市现象和问题成为两个学科共同关注的问题，如对城市化的关注、对城市人口结构的关注、对城市社会阶层分化的关注以及对城市交通和环境等问题的关注等，使得城市规划和城市社会学有较多的共同语言，它们实际上都可视为城市学的分支学科，亲缘关系较近；其次，每一个时代的每一个阶段，都会有新的社会问题出现，一个合格的城市规划必须要反映出这些新的社会问题及其空间表现，并在规划中提出适宜的解决方案，规划师要有“规划当随时代”的意识，因此，规划师有必要了解一些城市社会学的基本原理和分析方法并在规划中加以运用，及时地关注新的社会问题；第三，在城市规划实践中，“理念”非常重要，如果没有一定的理念、思想和分析思路，一个规划就缺乏“灵魂”，城市社会学经过百年发展，产生了很多的理论和学派，这些理论在当时都是最先进的理念，即使今天看来，对于扩展认识城市的角度也不无裨益，规划师适当地了解和掌握一些城市社会学的理论和基本知识，会丰富其规划思路。

第四节 城市社会学的主要理论

一、芝加哥学派与古典城市生态学理论

芝加哥大学在美国建立了第一个社会学系，先后聘用了文森特、托马斯、帕克、伯吉斯等人，形成了强大的学术研究团队。20世纪20年代以后，在帕克的努力下，芝加哥大学社会学系形成了以研究城市问题为中心的社会学研究群体，著名的“芝加哥学派”就是指以帕克为代表的芝加哥大学社会学研究群体。芝加哥学派的突出特点是把城市作为研究重点，他们的贡献在于对新兴的芝加哥城市的社会问题展开实证研究，开创了美国社会学经验研究的传统^①。

帕克是芝加哥学派的代表人物，他对社会问题极感兴趣，他对城市研究最重要的贡献是创立了“人类生态学”理论。1926年，他撰写了《城市：都市环境中人的行为研究建议》，被认为是芝加哥学派形成的标志。帕克认为城市分析是一个生物的过程，他把城市看作是一个有机体，城市过程就像生物为生存而适应或改变环境的生态过程一样，生态过程的核心是对有限资源的“竞争”，竞争导致各种支配形式，并促成高度复杂的劳动分工，从而形成各种特定的组织形式。他还认为城市分析是一个空间改变和重组的过程，是一个文化的过程。城市在从中心向外扩张的过程中，分化成不同的自然区域，这个过程包括人口的集中与扩散，功能的中心化与去中心化，分异、侵入和接替等。

伯吉斯是芝加哥学派的另一位重要学者，他的主要贡献是对社会发展与现代城市空间扩张的内在关系作了开创性的分析。伯吉斯曾提出著名的“同心圆”模型（在第四章将有详细介绍），用于描述20世纪20年代芝加哥的社会空间结构。其核心思想是城市的持

^① 彭华民，杨心恒，关信平，等. 社会学概论 [M]. 北京：高等教育出版社，2006：27—28.

续发展源于人口压力，它引发了中心集聚化与贸易分散化的双重过程；空间资源的竞争将新的活动吸引到城市中心，但也将其他活动驱赶到边缘地带，城市发展就是那些在城市中心地段竞争中的失败者重新定位于边缘地段的过程。城市发展依据竞争进行分配；竞争的结果导致空间与功能的区分，城市最终成为以高度集中的中央商务区为中心，并为其他四个功能不同的区域如居住、通勤等同心环带所环绕的同心圆结构^①。

沃思是帕克的学生，也是芝加哥学派的代表人物之一。他分析和总结了以前城市社会学家的理论和观点，研究了社会学积累的大量描述城市现象的材料，建构了系统的城市社会学理论。1938年，沃思发表了《作为生活方式的城市性》的论文，把城市特有的生活方式叫做“城市性”，认为人口规模、人口密度和人口异质性三个因素及其相互关系导致城市性的发展。

二、马克思主义学派和城市空间的政治经济学理论

二次世界大战以后，城市社会学在理论取向和概念系统方面发生重大转变，针对古典城市生态学忽视政治和经济制度作用的缺点，城市研究中开始引入社会变量，如针对阶级、种族、性别等进行分析，并运用全球化的视角进行观察，这些新思想源自马克思的传统^②，实际上是把城市政治经济学引入城市社会学。

法国马克思主义学者列斐弗尔是城市空间政治经济学理论分析的创始人。列斐弗尔对城市的理论思考包括：他将已有的城市理论和城市实践批判为意识形态，意识形态的作用正是要确保对被压迫和被剥削的认同；已有的城市理论及其所支持的城市规划是把城市空间当作一种纯粹的科学对象，是一种技术统治论，忽视了塑造城市空间的社会关系、经济结构和不同团体间的政治对抗；城市空间是政治的，是资本主义的产物，应该考虑一种在资本主义社会里空间被生产以及生产过程中矛盾是如何产生的理论。

哈维是马克思主义学派中另一位产生重要影响的学者。哈维是一个马克思主义学者，认为只有马克思主义才能建构起对资本主义城市过程这一复杂而丰富的对象进行科学而全面的认识。他认为城市过程具有辩证特征：一方面，时间和空间塑造城市过程，另一方面，城市过程也在形塑城市空间和时间。哈维运用马克思主义的资本范畴，将城市看成是资本积聚和循环的空间结点，基于资本主义生产本质，资本积聚、资本流通、资本循环和资本增值也是城市过程的动力学原则，在资本的城市化过程中，资本是如何按照自己的意图来生产和形塑城市——这个人造环境的以及资本城市化使得城市空间的生产负载上了资本主义生产的矛盾是哈维城市理论的重要主题。哈维还认为伴随资本城市化的是社会关系的城市化，以及围绕城市而展开的各种阶级斗争。

城市空间政治经济学理论反映了二战后西方城市社会变化的现实，强调要将城市空间置于资本主义生产方式下来考察，强调城市空间在资本积累和资本循环以及资本主义生存中的功能和作用，注意分析世界政治经济因素对城市社会变迁的影响，以及将城市空间过程与社会过程结合起来分析^③，对于城市社会学理论的发展做出了重要贡献。

^① 向德平，章友德. 城市社会学 [M]. 北京：高等教育出版社，2005：50—55.

^② 向德平，章友德. 城市社会学 [M]. 北京：高等教育出版社，2005：55.

^③ 蔡禾，张应祥. 城市社会学 [M]. 理论与视野，广州：中山大学出版社，2003：168—175.

三、韦伯学派和新韦伯主义城市理论

韦伯学派关注城市资源分配不平等、社会冲突与权力分配等问题，其重要的概念包括^①：①强调社会结构中的个人行为，认为个人行为在社会结构中是相对自主的；②社会行为理论，认为人的社会行为可以分为感性行为、传统行为和理性行为；③阶级理论，认为社会分层包括三类，即阶级、社会地位和权力，提出“财产阶级（Property Class）”和“后致阶级（Acquisition Class）”的概念，将对社会不公平的讨论从传统上着眼于工作岗位或劳动力市场所衍生出的不平等，扩展到住房和城市资源分配问题上。

20世纪70年代以后，在芝加哥学派城市理论与韦伯社会学的重要概念及方法的基础上，以分析和解释与城市空间客体相对应的社会现象为目标，把城市视作一个“社会—空间”系统的新韦伯主义得以崛起。新韦伯主义城市理论主要包括两个方面：即雷克斯和墨尔的住房阶级理论和帕尔的城市经理人理论。

住房阶级理论将城市视作一个空间结构与社会结构合二为一的特殊体。其理论的前提假设是城市在某种程度上拥有一个趋于一致的地位—价值判断系统，人们对稀缺的住房资源进行争夺并由此可能产生冲突。个人获取稀缺的住房资源主要是通过市场竞争机制和科层制的分配机制两种途径。住房阶级理论将城市居民分为五种类型：①通过现金购买方式拥有属于自己的住房并住在最令人满意的地区；②通过信用贷款方式拥有属于自己的住房并住在最令人满意的地区；③住在政府兴建的公共住房里的居民；④通过抵押贷款等方式拥有属于自己的住房，却住在不太令人满意的地区；⑤租住私人住房，住在不太令人满意的地区。在稀缺和普遍期望的住房分配过程中，处在不同的住房等级序列中的不同群体不可避免地会发生斗争和冲突，为获得稀缺住房资源而展开的斗争被视作另一种形式的阶级斗争。住房阶级理论将住房研究与主流社会学关注的资源分配不平等和阶级斗争的传统紧密结合起来，试图说明城市的空间结构和社会组织是如何通过住房分配体系联系在一起的^②。

城市资源的分配并非完全取决于自由市场，部分资源是通过政府的科层制架构去分配的。换言之，城市资源的不平等分配模式并不是由空间或区位决定的，而是那些在社会系统中占据重要位置的个体的行为后果。各种守门人（Gate keepers）或城市经理人（Urban managers）决定着不同类型的城市稀缺资源在不同人群中的分配。经过对理论的不断完善，帕尔把城市经理人发展为一个“参与变量”，扮演着协调私人部门利益与社会需要、中央政府政策与地方民众要求之间关系的角色。帕尔还指出应将对城市经理人的研究与国家角色及职能的转变联系起来，在城市研究中发现国家。

四、全球化与信息化城市理论

全球化（Globalization），即经济全球化，最早由美国经济学家拉维特于1985年在《市场全球化》一文中提出，来形容前20年间国际经济的巨大变化，即商品、服务、资本和技术在世界生产、消费和投资领域中的扩散。另一位学者麦格鲁形象地形容“全

^① 顾朝林，城市社会学 [M]. 南京：东南大学出版社，2002：165—171.

^② 蔡禾，张应祥，城市社会学：理论与视野 [M]. 广州：中山大学出版社，2003：192—198.

球化”为“发生在地球某一地方的事件、活动、决定等，会给遥远的另一地方的个人与社群带来重大的影响”。无可置疑的是，在经济力量和技术力量的共同推动下，世界的城市正在被塑造成一个可以共同分享的社会空间。

在全球经济转型以及空间重组的条件下，新的国际劳动地域分工正在形成，不同城市在占据不同位置的同时，其发展也在渐趋全球化。城市的发展也带来了社会空间的破碎化，城市的分裂化和城市社会的不平等发展。全球经济和城市空间重组的过程中，对不同社会群体也产生了不同的影响：部分资本家可通过经济转型而扩大本地或海外投资，专业及技术人员能从经济重组中获取更高的工资；非技术工人、家庭主妇等会因经济转型而失业，或转向一些低收入、不稳定的工种；居住在城市中心的低收入家庭也会因空间重组或绅士化而丧失家园，而居于偏远新区的低收入住户的需求也会被主流社会所遗忘^①。

以互联技术为代表的信息技术革命正在拉开信息时代的序幕，信息化城市的崛起成为必然。卡斯泰尔认为^②，在这个过程中，城市会失去原来的城区概念，突破原有的物理空间，向郊区拓展，由信息网络构成的流动空间正逐渐取代原有的城市空间。在流动空间中，新的产业和新的服务型经济根据信息部门带来的动力运行，然后通过信息交流系统来重新整合，新的专业管理阶层控制了城市、乡村和世界之间相互联系的专用空间，生产和消费、劳动和资本、管理和信息之间发生着新的联系，创造出新的全球经济。

① 顾朝林，城市社会学，南京：东南大学出版社，2002：190—193。

② 曼纽尔·卡斯泰尔，信息化城市，南京：江苏人民出版社，2001：1—10。

第二章 城市社会学的调查与研究方法

第一节 城市社会调查研究方法

首先有必要理清“社会研究”的概念。对社会研究概念论述比较权威的学者有美国的肯尼斯·D·贝利、日本的福武直以及中国的费孝通和风笑天等。

美国社会学家贝利认为，社会研究就是搜集那些有助于我们回答社会各方面的问题，从而使用我们得以了解社会的资料^①。日本社会学家福武直则认为，社会研究就是实证地抓获社会现象的一种方法，具有通过直接实地调查收集所谓实在的数据并由此进行分析的特色^②。我国著名社会学家费孝通先生认为，社会研究就是运用科学的方法，有步骤地去考察社会各种现象，收集必要的社会资料并进而分析各种因素及其相互关系，以达到掌握社会实情、解决社会问题和推动社会进行的目的^③。另一位中国社会学者风笑天认为，社会研究是一种由社会学家、社会科学家以及其他一些寻求有关社会世界中各种问题的答案的人们所从事的一种研究类型^④。邹农俭总结了各种有关社会研究方法的概念，提出社会研究就是在一定的理论指导下，运用具体的方法，了解社会事实的发生和发展，弄清社会现象的变化，揭示社会要素之间的内在联系，从而达到正确认识和解释社会现象，有利于把握社会现象变化的目的^⑤。

实际上，城市社会研究，就是以城市作为研究对象，按照社会科学的逻辑，通过一定的方式、方法和途径，获取有关城市相关专题的基本信息、基础资料和数据，进而把握城市现象的内在规律，揭示城市问题，并获得合理的解释。城市社会的调查和研究方法，就是在上述过程中获取资料、数据和开展调查的方式和途径。

第二节 资料、数据的种类、收集与处理

一、资料、数据采集的重要性

应该对在城市规划和城市社会问题分析中数据的采集和使用引起足够重视。与 20 世

^① 邓肯·D·贝利. 现代社会研究方法 [M]. 上海: 上海人民出版社, 1986: 3.

^② 福武直, 松原治郎. 社会调查方法 [M]. 长沙: 湖南大学出版社, 1986: 4.

^③ 费孝通. 社会学概论 [M]. 天津: 天津人民出版社, 1984: 367.

^④ 风笑天. 社会学研究方法 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2001: 2.

^⑤ 邹农俭. 社会研究方法通用教程 [M]. 北京: 中国审计出版社, 中国社会出版社, 2002: 2.

纪六七十年代“计量革命”冲击社会科学研究时期的学科崇尚不同的是，近年来国际城市研究的重点已不在于寻求普适性的理论，即使追求理论也是在特定地点适用的理论^①，在这种背景下，对城市实证研究深度的要求比过去有所提高，普遍要求使用大量的第一手数据。国际上“强化实证研究”的学术规范对数据的要求，实际上代表了城市社会调查方法发展的一般趋势，即强调数据采集和实证调查的深度。

二、采集资料、数据的种类

城市规划中社会调查所用到的相关数据、资料的种类大体上包括：统计数据、相关材料、问卷调查数据和访谈资料。问卷调查和访谈方法将在第三节和第四节予以详细介绍，在此重点介绍统计数据和相关材料的获取和使用方法。

各种统计数据是城市规划和城市社会分析中用处最多的基础数据种类。从20世纪80年代中期开始，中国地方统计部门每年都会编辑或出版一本反映前一年度本地各种社会经济发展状况的统计年鉴，1980年代早期和中期也会有本地的社会经济统计资料，可以和后来的统计年鉴上的数据相衔接。在实地调查中，要尽量收集全上述具有历史连续性的、完整的统计数据，以备在研究分析中使用。在1999年，各地城市政府都编辑或出版了建国50年以来的本地统计数据集（以“某地50年”命名），汇集了新中国成立以来直至20世纪90年代的数据，这样可以在一定程度上弥补统计年鉴中所缺失的80年代以前的有关本地的各种统计数据。

除了统计年鉴和建国50年的统计数据以外，还有各种普查资料，也十分有用。截至目前，中国总共进行过5次人口普查，即1953年的第一次、1964年的第二次、1982年的第三次、1990年的第四次和2000年的第五次人口普查。目前来看，对城市规划和城市社会分析用处最多的是第三次、第四次和第五次人口普查资料。近些年，基本上是在两次人口普查中间的年份，会开展一次人口抽样调查，如1995年和2005年各地都开展了人口1%抽样调查，但值得强调的是，人口抽样调查数据对本市总体有代表性，对于区及其以下空间单元则没有代表性。除了人口普查之外，中国还多次进行过农业、工业、商业普查、基本单位普查和经济普查。比较常用是，1996年的工业普查资料、1998年的商业普查资料、1996年的第一次基本单位普查资料、2001年的第二次基本单位普查资料、2004年的全国经济普查资料。如果要研究城市内部空间结构，或反映各种社会要素在城市内部的空间分布，还需要获取街区（街道、乡、镇）一级行政地域单元的数据，而这些数据往往没有出版，需要从相关部门直接获取。必要时，应尽量获取电子版的数据，以避免重新录入数据及录入过程中可能出现的失误。

公安系统（地方公安局）也是获取统计数据的一个重要部门，需要重点调查。主要是获取有关户籍人口统计、非农业人口和暂住人口统计方面的信息。重点调查两个表，一个是“户籍人口统计报表（人口及其变动情况）”，另一个是“暂住人口统计报表”。前一个表可获得的有关户籍人口的信息包括：人口总量（分性别）、非农业人口、出生人数（或出生率）、死亡人数（或死亡率）、迁入人数（分为省内迁入和省外迁入）、迁出人数

^① 马润潮. 人文主义与后现代化主义之兴起及西方新区域地理学之发展[J]. 地理学报, 1999, 54(4): 365—372.

(分为迁往省内和迁往省外)。后一个表可获得的有关暂住人口的信息包括：暂住人口总量、分性别数量、按暂住时间分类(1月以下, 1—12个月, 1年以上)、来自地区(省内、省外、港澳台、国外)、居住处所(旅店、居民家中、单位内部、工地现场、租赁房屋)、暂住目的(务工、务农、经商、服务、因公出差、借读培训、治病疗养、保姆、投靠亲友、探亲访友、旅游观光)。

与被调查城市有关的相关材料的获取对于了解城市和以后的分析研究工作来讲十分重要。从20世纪80年代开始, 各地城市每年都会编辑或出版地方年鉴, 年鉴会对本市上一年度的基本情况、各区的基本情况以及行政区划变动情况等有详细的介绍, 对于了解被调查城市十分重要。另外, 各地的地方志办公室会编辑本地的地方志及人口志、交通志、环境志等各种专业志。在实地调查时, 应尽量获取最新版及旧版的地方志和各种专业志。另外, 被调查城市的政府工作报告, 政府的相关文件, 相关会议的论文集, 社会经济发展五年规划(如“十五”规划、“十一五”规划), 新版和旧版的城市总体规划等都是需要搜集的资料, 它们对于以后的分析研究工作会起到非常重要的作用。地方报纸的系统查阅也会获取有关被调查城市的很多信息, 甚至能获得针对某些社会专题(如流动人口、城镇化)等的初步分析结论, 也会有利于以后的分析研究。

由于城市规划强调对空间的调控, 基于城市规划的社会分析往往需要强调与空间的关系, 需要强调从城市社会空间的角度去分析问题。因此, 在实地调查期间, 应该设法获取城市分街区(街道、乡、镇)的地图。为了利用历史数据并探讨城市的时空演变特点, 还有必要搞清楚相关时段中城市的行政区划变动情况, 尤其是地名的变化情况、街区管辖范围的变动情况, 并依之对城市分街区地图进行调整, 进而获取历史时期的城市分街区地图。各地的民政局一般会下设地名办公室, 负责行政区划调整及地名变动, 是需要重点调查的部门。地方年鉴上也会公布当年本地的行政区划调整情况, 可以作为参考。

三、数据的使用与处理

与中国城市规划社会分析有关的统计数据处理主要是人口统计数据的使用, 这样的数据主要来自两大系统, 一个是以户籍所在地为基准的统计系统, 一个是以居住所在地为基准的统计系统, 首先要搞清楚它们之间的区别, 才能明确数据的具体用途。

公安系统所统计的户籍人口, 就是以户口所在地为基准进行统计的, 与实际人口之间有一些偏差, 因为它包括了户在人不在的情况, 尽管如此, 户籍人口仍然是被广泛接受的反映城市人口的重要数据。公安系统所统计的暂住人口, 是在到公安机关领取暂住证的流动人口数量的基础上, 再加上公安机关所获取的其他有关暂住人口的信息, 最后由公安机关汇总后的数据, 与实际的流动人口数量往往偏差较大(广东情况特殊, 其暂住人口与实际流动人口偏差少, 因为其信息来自出租屋普查)。尽管如此, 公安系统所统计的暂住人口的数据, 如性别分类、暂住时间分类、来自地区、居住处所和暂住目的, 可以反映流动人口的一般特征, 因此仍然是有用的。

普查人口, 是按照居住所在地进行统计的, 因此, 它反映的是城市的居住人口状况。地方(城市)每年度《统计年鉴》上的人口数量(包括户籍人口数量和暂住人口数量), 多数年份(在非普查年份)是沿袭公安系统所上报的户籍人口和暂住人口数据, 在普查年份及其附近年份, 一般会给出普查人口数据。

实际上，由于普查人口数据所反映的面较广、信息也比较全面，对城市社会分析更加有用。普查人口的数据处理也相对复杂，首先要学会如何从普查人口中分出“常住户籍人口”和“外来人口”，才可进行分门别类的分析，这里不妨以此为例进行简单介绍^①。

中国的普查人口一般按居住地和户口登记地的关系，将人口分为五类。三普（1982年）和四普（1990年）人口就按照上述关系被分为以下五类：①常住本县、市，户口在本县市；②常住本县、市一年以上，户口在外县、市；③入住本县、市不满一年，离开户口登记地一年以上；④入住本县、市，户口待定；和⑤原住本县、市，现在国外工作或学习，暂无户口。一般把类型①作为常住户籍人口，把类型②、③、④之和作为外来人口。

五普（2000年）人口更复杂一些，主要是停留时间标准由三普、四普的“1年”变为“半年”，统计的空间尺度由“县、市”变为“乡、镇、街道”。五普按居住地和户口登记地的关系被分为如下五类：①居住本乡、镇、街道，户口在本乡、镇、街道；②居住本乡、镇、街道半年以上，户口在外乡、镇、街道；③在本乡、镇、街道居住不满半年，离开户口登记地半年以上；④居住本乡、镇、街道，户口待定；和⑤原住本乡、镇、街道，现在国外工作或学习，暂无户口。

这样，类型①比实际的常住户籍人口偏小；类型②、③、④之和则比实际外来人口偏大，因包括了人户分离的人口（即市、县内迁移），它们仍是本市的常住户籍人口。在第五次人口普查中，②和③作为“迁移人口”，按户口登记地分为八类：①本县（市）其他乡；②本县（市）其他镇；③本县（市）其他街道；④本市区其他乡；⑤本市区其他镇；⑥本市区其他街道；⑦本省其他县（市）、市区；⑧省外。对于非直辖市城市而言，迁移人口的前6类+户口登记类型的①，为常住户籍人口；迁移人口的7、8类+户口登记类型的④，为外来人口。对于直辖市城市而言，迁移人口的前7类+户口登记类型的①，为常住户籍人口；迁移人口的第8类+户口登记类型的④，为外来人口。

第三节 问卷调查方法

一、调查问卷的设计

问卷调查就是把要研究的内容变成一系列的问题，通过发放和回收一定数量的调查问卷，收集被调查者对相关问题的回答和看法，进而对被调查者的回答进行统计并总结出一般特征或进行定量分析，从而获得研究问题的答案。

问卷调查的第一步是要设计调查问卷。调查问卷的主要内容可包括两大部分：一是关于被调查者基本属性特征的调查；二是针对研究问题内容的调查。

被调查者的基本属性一般包括被调查者的年龄、性别、籍贯、学历、所从事的职业、收入情况，必要时还可调查其居住地或就业地等方面的信息。这些基本属性特征都可能在一定程度上影响被调查者对具体问题的答案，因此，有必要调查清楚，以便于将来对问卷的把握和分析。

^① 冯健，周一星. 1990年代北京市人口空间分布的最新变化 [J]. 城市规划, 2003, 27 (5): 55—63; 冯健. 转型期中国城市内部空间重构 [M]. 北京: 科学出版社, 2004: 64.

针对研究问题的调查是问卷设计内容的核心。可以把所要研究的内容分成几个大的方面，每一方面涉及若干问题。问卷罗列的问题应足以满足本次研究的需要。绝大多数情况下，应该采取“选择题”的形式进行调查，即在每一问题后，给出若干答案以供被调查者选择。这种调查方式实际上是一种封闭式调查，这样做好处是把研究问题答案标准化了，便于问卷的统计和分析。实际上，任何调查都应围绕研究者的研究需要，要有针对性和目的性，而不能“漫无边际”，这样就要求研究者对调查工作有一定的调控和引导，以选择题的方式进行调查正体现了这种调控，保证了调查工作的高效率。如果问题是多项选择，一定要求被调查者将所填答案的多项按重要程度由重到轻进行排序。对少数问题，也可以采取填空式方法进行调查，即所谓的开放式调查，不受固定答案的约束而让被调查者自由填写，这样的问题不能进行统计分析，但可作为典型案例，成为研究分析中的有效补充材料。有时还需要被调查者绘图，如针对居民感知地图的调查就需要在问卷中留出足够空间让居民描绘其印象中的城市空间。

问卷调查工作的一大忌是在调查了相当多的样本以后，发现问卷设计得不好或相关问题有遗漏或有的问题答案选项设计不合理而重新设计问卷，从而导致同一项调查中使用了两种问卷。这样会给将来问卷的统计带来麻烦。因此，问卷一经确定最好不要改变，如果确要改变，那么就使用改变后的问卷重新开始调查。要避免上述情况的发生，就要做到在设计问卷之前对研究目标、研究框架和研究内容十分熟悉，要根据比较成熟的研究目标和研究框架来设计问卷。

问卷的设计要讲究技巧，尤其是要讲究心理学技巧。问卷的整体篇幅不宜太长，以3页以内为好，时间长度最好不要超过半小时（20分钟以内或更短的时间以内为好），否则被调查者容易中途退出或敷衍了事，难以保证调查问卷的填写质量。一般而言，被调查者的心灵特征是在开始填写问卷时兴趣最浓，随着时间的持续和问题的增多，被调查者的兴趣会有所减小。因此，在设计问卷时，应该考虑到把最重要的研究问题设计到问卷的靠前位置，保证被调查者在兴趣最浓时填写。另外，个人属性，尤其是收入、职业等，由于涉及个人的秘密，被调查者往往在心理上有一定的畏难情绪，因此，在设计问卷时应尽量把个人属性方面的内容放到问卷的最后，以免一开始就把被调查者吓倒。在问卷的开始，应有一段文字介绍调查的目的，并强调是为研究使用，问卷不必署名也不存在泄密的问题，让被调查者在心理上彻底放松。

二、问卷的发放与回收

问卷的发放有当面发放、邮寄发放、电话调查等方式，由于后两种回收率和成功率较低，一般应采取当面发放调查的方式。

为了使问卷更有代表性，请注意调查样本的抽样问题。

所谓抽样，即是按照随机的原则从研究总体中抽取一部分单位进行研究，以便依据所获得的数据对研究总体的数量特征做出科学的统计推断，从而达到认识全部研究对象的目的的一种统计方法。理论上讲，在抽样调查中，抽取哪些单位，不抽取哪些单位，是遵循随机原则的，应完全排除调查者主观意识的作用。但是在实际的抽样调查中，有的调查者也采用非随机抽样，即不完全按照或不按照随机原则抽取样本单位，非随机抽样包括三种类型：①随意抽样，即抽取样本没有标准和原则，完全是随意的；②判断抽样，即调查者

根据经验和对总体的了解，从总体中抽取有代表性的、典型的单位作为样本；③分层配比抽样，即根据总体的结构特征将总体所有单位按某种标志（如性别、年龄、职业等）分成若干层次，按照各层次单位数占总体单位数的比例在各层中抽取样本^①。总体上看，非随机抽样中的第三种方法更为科学，也比较常用。

严格意义上的随机抽样和大样本量的调查，往往需要动用大量的人力和财力资源，更多的时候需要政府部门出面组织，才能保证调查的顺利进行。如第五次人口普查中的“长表”调查，就是典型的动用全国各地方、各层次政府的力量完成的严格的随机抽样调查。一般而言，为城市规划或一项城市社会问题研究而做的问卷调查，出于人力、物力和财力的限制，往往做不到严格的随机抽样。但是，考虑到研究目标相对明确，研究者对被调查者的情况或所研究的社会专题比较熟悉，可以根据实际情况采用分层配比抽样的方法，更多的时候也按照被调查者的居住地或工作地进行配比分层，更具有可操作性。

为了保证问卷的填写质量，在被调查者填写问卷的过程中，问卷的发放人员或研究人员最好全程陪同监督，当被调查者遇到不明确的问题时及时地给予解释，对被调查者给予适当的引导和鼓励，尽量要求填写的问卷不要出现问题回答空缺，以保证问卷的最终质量。遇到不认识字或文化程度不高的被调查者，问卷发放人员或研究人员可以逐一读出和解释问卷的问题，请被调查者口头回答，并代其填写到问卷上，也是十分可行的办法。在问卷填写完成和回收以后，根据需要，可以对被调查者进行简单的访谈和就相关问题征求详细意见并作记录，为研究的开展积累更多的信息。

三、问卷的处理及数据库建设

对回收的问卷进行编号，以备在数据库建设过程中出现差错时复查，也便于数据校对和将来的查询。

对回收来的问卷进行浏览性的通读和检阅。挑出那些多处空缺、填写不认真、填写质量不合格和明显存在问题的问卷，要尽最大可能地辨认并挑出有明显虚报情节、矛盾情节的问卷，上述问卷都被视作“无效问卷”并予以剔除。剔除无效问卷后的其他回收问卷称为“有效问卷”。

计算问卷的回收率和有效率。回收率，即回收来的问卷数量占总发放问卷数量的比重。有效率，即有效率问卷数量占所有回收问卷数量的比重。这是两个反映调查问卷回收情况和有效情况的最常用的指标。

把带有编码的有效问卷逐一输入 Excel 或其他相关软件，建立数据库。

四、问卷数据的使用

根据研究需要，对所建立的数据库进行有效的使用和开发。

如果是要做针对选项答案的一般的百分比分析，可以在 Excel 软件中用“筛选”的功能进行统计，根据统计出的符合条件的样本数量来计算其百分比。如果是相对复杂的统计分析，需要用 SPSS 等软件进行辅助分析。

基于所建设的数据库，还可以分成若干子数据库，进而做一些变量间的交叉分析。最

^① 郭星华, 谭国清. 问卷调查技术与实例 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1997: 100—105.

常见的是分析被调查者基本属性和某项问题的关系，如分析被调查者的收入特征和某项行为之间的关系。这时，可以以收入为基准对数据库的样本进行重新排序，同一收入的样本单独设立一个数据库，这样原来的一个大数据库就可以根据收入分级而被分为多个数据库，分别统计出每个收入数据库在该行为上的特征，然后再进行综合比较，就可以实现变量之间交叉研究的目标。

第四节 访谈、深度访谈与质性研究方法

一、部门访谈

在城市规划和城市社会专题研究调查中，除了要到城市的各个相关部门去索取资料和数据以外，部门的访谈也十分重要。

部门访谈的调查方式，一般要由牵头部门陪同或开具介绍信。^①部门访谈的主要程序包括：介绍本研究的背景及此行重点要了解的问题；请其负责人或相关业务人员介绍大体情况并回答重要问题；课题组其他成员提问或讨论；最后尽可能地索要或购买文字材料及相关的资料；留下并索要联系方式。

与城市规划社会专题相关的需要访谈的部门，一般有规划局、规划院、统计局（城调队、商调队、资料室、服务中心）、环保局（污控处、研究室）、经委（工业处）、计委、建委（开发办）、五普办、测绘院、房管局（拆迁办）、土地局、各区县的民政局（地名办）、公安局及重要的派出所和档案馆等。具体调查部门可根据研究任务的需要而定。

部门访谈的意义主要在于以下几个方面：①通过对部门领导或相关业务人员的访谈，听取他们对本业务部门所负责领域的相关情况的介绍，增强在短期内对相关情况的了解和掌握，尤其是宏观的把握，十分必要。②为资料、数据的获取做必要的铺垫，一般而言，开门见山地向相关部门索取数据、资料，容易招致对方的反感，也不容易成功获取所需的全部资料，先通过访谈和对方建立良好的关系，最后再提出需要什么样的数据、资料，对方容易接受，成功的几率更大。③访谈是一种互动关系，除了要求对方介绍情况以外，还应对一些难以把握的问题以及关键的问题征求对方的看法，可以达到“集思广益”之效果。④由于部门的业务人员对相关情况十分熟悉，有的在长期实践中已形成一定的看法或初步的解决方案，在这种情况下，倾听他们的看法，将其中合理的成分吸纳到将来研究中来就十分难得，而且，这种深入的部门访谈还可起到激发研究者的研究灵感和思路的作用。⑤部门访谈比较高的境界是通过互动建立了超越本研究以外的关系。如，有时会遇到有见识、高水平的地方领导，他们在访谈的过程中还会就相关问题征求调查人员的意见，把访谈当作一次学习和获取信息的难得的机会，这样就摆脱了被调查对象的被动局面，形成良好的互动气氛。再如，通过访谈和沟通，甚至和被调查部门的领导和相关人员建立了良好的个人关系，有的还建立了今后的初步合作意向，这些都超越了针对单项研究和调查任务本身的要求，是部门访谈的较高境界。

部门访谈有很多技巧，需要在实践中体会。

部门访谈最忌讳的是“冷场”，调查人员在访谈之前一定要做一些准备，如尽可能多地从其他渠道了解要调查事项的一些情况以便于形成良好互动，对要了解的关键问题心中

有数并对访谈过程进行引导，甚至可以提前准备好一些要问的问题。在访谈结束时，尽量留下对方的联系方式，并告诉对方将来在研究过程中遇到问题还有可能再次调查或电话请教。

总之，在访谈过程中一定要建立良好的关系，形成良好的气氛，要让被调查者感到调查人员本身就是这个方面的专家。在研究过程中，遇到一些新的问题，而又不太可能重赴被调查城市，可以适当地采取电话采访的手段来解决问题。

二、质性研究方法与深度访谈

质性研究（Qualitative research），也有人称之为“质的研究”，是以研究者本人作为研究工具，在自然情境下采用多种资料收集方法对社会现象进行整体性探究，使用归纳法分析资料和形成理论，通过与研究对象互动对其行为和意义建构获得解释性理解的一种活动^①。质性研究是西方社会科学界运用比较广泛的一种调查和研究方法。

在西方，自20世纪60年代以后，质性研究受到现象学和阐释学的进一步影响，研究者越来越意识到，自己与被研究者之间是一种“主体间性”的关系。研究者的自我意识不仅可以包容被研究的对象世界，而且可以创造一个社会世界。研究不仅仅是一种意义的表现，而且是一种意义的创造。研究不再只是对一个固定不变的“客观事实”的了解，而是一个研究双方彼此互动、相互构成、共同理解的过程。这种理解不仅仅涉及研究者在认知层面上“了解”对方，而且需要研究者通过自己亲身体验去“理解”对方，并通过“语言”这一具有人类共同性的中介，将研究结果“解释”出来，只有当研究者进入对方所关切的问题域时，“意义”才可能向研究者展现^②。质性有很复杂的程序^③：研究者在正式到实地进行质性研究之前需要做的准备工作包括研究课题的设计、研究对象的抽样、研究者个人因素对研究的影响、研究者与被研究者之间的关系对研究的作用以及研究者进入现场的方式；质性研究的资料收集方法也相对多样，最常用的是深度访谈、观察和实物分析，这些方法分别要解决的问题包括了解被研究者的所思所想、所作所为，并解释研究者所看到的物品的意义；质性研究的资料分析过程要强调研究者从资料中发掘意义并理解被研究者，通过研究者文化客位的解释来获得被研究者主位的意义，实现理论构建；另外，质性研究的质量、效度、信度、推论和伦理道德等都有其独到的检测手段和评价标准。

如前所述，在城市规划和城市社会学调查中，访谈法是比较常用的一种调查方法，但深度访谈法与一般的部门访谈法还有所不同。实际上，深度访谈方法也是质性研究中最重要的一种方法。深度访谈是一种研究性交谈，是研究者通过有目的提问的方式，从被研究者那里收集、建构第一手资料并作为观点证据的研究方法^④。质性研究中的深度访谈方

^① 陈向明. 社会科学中的定性研究方法 [J]. 中国社会科学, 1996, (6): 93—102; 陈向明. 质的研究方法与社会科学研究, 北京: 教育科学出版社, 2000: 12.

^② 约瑟夫·A. 马克斯威尔. 质的研究设计: 一种互动的取向 [M]. 朱光明, 译. 重庆: 重庆大学出版社, 2007: 4.

^③ 陈向明. 质的研究方法与社会科学研究 [M]. 北京: 教育科学出版社, 2000: 61—376.

^④ 陈向明. 质的研究方法与社会科学研究 [M]. 北京: 教育科学出版社, 2000: 165—180.

法，在西方的城市社会研究中已得到广泛应用^①，而且我们注意到，运用这种方法研究中国城市社会现象的论文曾经在西方很多著名的英文杂志上得以发表。与部门访谈法的调查对象不同的是，质性研究中的深度访谈法的调查对象多数针对的是被调查的个人。在开展深度访谈之前，要求调查者对该项研究已有充分的准备和把握，已形成比较成熟、详细的研究提纲和调查计划。访谈的内容尽量根据详细的研究提纲来定，要为研究提纲服务，以解决提纲中的所有问题为目标。当然，在访谈的过程中，可能还会有新的、有趣的发现，这些新的发现应该被及时地给予重视，并吸收到研究计划中来，研究者应根据实际情况增加新的访谈内容并对原有研究计划作一些调整。很多时候，这些新的发现和新出现的情况可能会成为研究的新的突破口。深度访谈的关键要领是要在与被调查者的“谈话”和互动中，形成和构建研究者的理论，这些理论以最初的被调查者为原型，经过研究人员有针对性的扩展性调查而逐渐成熟、定型。理论以被调查者的言行为证据。研究人员应根据对被调查者的深度访谈，尽量以概念模型的方法把理论的过程、原理以及相关的类型和机制等直观地还原出来。

第五节 研究逻辑与分析程序

完成一项城市社会学分析研究工作，需要一定的步骤，有一个完整的过程。一般而言，一项完整的分析研究工作包括以下六个步骤：

首先是选题。选题非常重要。选题要新颖，要有趣，才能吸引读者。当然，很多时候是根据面临的研究任务、大课题的需要或新出现的社会问题、新的政策形势等来做选题，其优点是任务明确，缺点是相对固定、限制性较大，实际上相当于“命题作文”。更多的时候，是出于研究兴趣来做选题。在这种情况下，要注意发掘和抓住灵感，可以先读类似选题的文献，进一步丰富最初的想法和灵感，进而形成成熟的选题。选题要易于操作，不要空泛，不要求大，要量力而行，最好能“小题大做”。

其次是收集和阅读相关文献。通过检索大量的国内外相关文献，了解别人做了什么、发现了什么，还存在什么不足。进而明确哪些方面需要进一步做工作，需要进一步创新。阅读文献的意义相当于“站在别人的肩膀上”前进，在避免重复工作的同时，也能保持一个高的起点。要注意学习已有文献的研究方法，要取长补短，保持创新的头脑。还要能指出别人的研究有哪些不足，给自己未来的研究一个基本的定位，即自己的研究要解决这些不足中的全部或一部分。

再次是确定研究框架和提纲。主要是论文或该项研究从哪几个方面来解决问题，每一个方面的内部着眼点又是什么，每一个方面又从哪几个小的方面来加以阐释。各大块内容之间以及每块内容的各个小的方面之间要讲究逻辑关系，不能杂乱无章。研究分析要有侧重点。在开展调查之前，研究提纲要尽量考虑成熟。在开展调查的过程中，根据新的情况和新发现的问题，还可以对原有提纲做进一步的调整，但这种调整一般都是微调，因为原有提纲已相对成熟。

^① Kitchin R. and Tate N. J. *Conducting research into Human Geography: Theory, methodology and practice*. Pearson Education, 2000.

第四是确定调查、研究方法和技术路线。主要是考虑完成本研究的数据支撑是什么，用什么样的调查方法获取数据和资料，采用什么技术手段来分析数据。理清楚各种相关的调查和分析方法与研究框架中的每一步骤之间存在什么样的关系。

第五是开展系统的调查。根据上一步所确定的调查方法开展调查。如果是开展问卷调查，应事先确定发放适宜的问卷数量。如果使用深度访谈法来开展调查，经常会遇到访谈多少样本的问题。深度访谈法不同于问卷调查法，一般不受样本量的左右，而是强调访谈的“深度”。但按一般经验而言，成功地完成一项研究，开展数30—50个样本的访谈是必需的。随着访谈样本的增加，会发现不再有新的情况出现，而是对以往样本反映情况和特征的重复，那么就意味着，本项研究所需要的访谈样本量已经够了。

第六是最后的成文。在以上步骤的基础上，完成研究的成文工作。成文要注意使用科学的语言，尽量避免口语化和文学化色彩，要注意研究论文与政府报告、规划文本等的区别。语言要凝练、到位。段落之间以及段落内部的表达都应该讲究一定的逻辑关系。

第三章 城市人口结构与人口问题

第一节 城市人口结构

一、人口结构的概念

人口结构，又称人口构成，是指一个国家、区域或城市内部各类人口之间的数量关系，最典型的人口结构包括人口的性别结构、年龄结构、素质结构等。人口结构如果存在问题，将影响到劳动力的供给、社会的负担程度、文化水平和发展潜力，甚至会引发一系列的社会问题。

二、人口性别结构

1. 人口性别结构的概念

城市人口的性别结构，即城市内男性和女性人口的组成状况，一般用性别比表示。

2. 性别比指标

人口性别比一般以女性人口为 100 时相应的男性人口数来定义，其计算公式如下：

$$SR = \frac{POPM}{POPF} \times 100$$

式中， SR 代表性别比， $POPM$ 代表男性人口数量， $POPF$ 代表女性人口数量。

在城市研究中，一般会从城市总人口性别比、出生婴儿性别比、各年龄组人口性别比、流动人口和在业人口的性别比等方面来分析城市人口的性别比特征，其中，最常用的指标是城市总人口的性别比。

性别比大于 100，则说明男性人口多于女性人口，性别比越大，男性的比重越大。正常情况下，人口的性别比在 92—106 之间。

3. 人口性别结构的问题

性别比过高或过低都是不正常的。城市人口性别结构最常出现的问题是性别比偏高，即男性人口过多。

不合理的性别比会引发一系列的社会问题，也能够反映出该城市或地区发展的一些问题。

首先，较高的总人口性别比会导致适婚年龄段的男性婚姻困难，造成所谓的“婚姻挤压”现象，不仅影响本地区发展还会影响其他地区的发展。

当男女性别比差距较大的这代人进入婚嫁期时，同一年龄组的人口中就有一部分男青年面临婚姻困难，于是这部分男青年就可能到下一年龄组的女青年中寻找配偶，如此循环

下去，会形成男性初婚年龄推迟、女性初婚年龄提前、夫妻年龄差异扩大的现象，产生“婚姻挤压”现象。婚姻挤压现象可以说是不合理的性别结构引发的最典型的社会问题。

在台湾，性别比偏高就曾引起婚姻挤压问题^①。1949年前后从中国大陆迁往台湾的人口由于以军事人员为主，使迁移人口具备性别比极高的特点，如在102.5万迁台人口中，男性为80.6万，女性为21.9万，性别比高达368。另外，迁移人口中青壮年人口占很大比重。造成1949年前后19—38岁年龄组人口的剧烈变动，总量增加了70多万人（其中有60万男性人口），使部分年龄组人口性别比高达150以上。1969年首次把军队在营人口数纳入人口统计范围之内，当年的总人口性别比高达111.40。当时台湾人口性别结构失衡的社会后果主要表现在婚姻方面，它对几乎所有适婚年龄段的男性婚姻状况造成“挤压”，很多人甚至终身找不到配偶，在一定程度上影响了社会稳定和经济发展。

性别比偏高除了会造成婚姻的纵向挤压（即年龄挤压）以外，还可能导致婚姻市场的地域挤压。婚姻市场的地域挤压一般会有三种模式：一是“城—乡梯度挤压”模式，即城市男性到农村寻找配偶；二是“城—城挤压”模式，即生活在综合条件较好的城市（或城镇）的男性到条件较差的城市（或城镇）择偶，或大中城市的男性到中小城市寻找配偶；三是“乡—乡挤压”模式，即条件较好的农村男性到条件较差的农村娶妻。这三种模式的最终挤压目标都是农村，受挤压最严重的是农村，尤其是边远地区、条件较差的农村^②。

其次，较高的出生人口性别比反映了区域不同程度的“重男轻女”的陋习。

正常情况下，婴儿出生性别比在105左右，这也是对男性死亡率高于女性的一种生物机制的平衡^③。据悉，中国出生人口性别比在20世纪五六十年代时约为105，1982年第三次人口普查时为108.5，1987年为110.9，1990年第四次人口普查时为111.4，1995年为115.6，2000年第五次人口普查时为119.9，总体趋势是20世纪80年代以来不断上升，近年已大大超出正常水平。出生人口性别比的不断升高与B超技术的发明和使用密切相关，因为很多女胎被流产。出生婴儿性别比的差异反映了不同程度的“重男轻女”的陋习和“传宗接代”等传统文化观念的影响，尤其是在经济落后地区更是如此。在少数经济发达地区和城市，如广东、北京、厦门与海口等，出生性别比也很高，说明未必地区经济越落后出生性别比越高，因为出生性别比还受文化等其他因素的影响。

另外，人口迁移或流动会导致人口性别比发生变化。

人口迁移多以青壮年男性为主，他们的带眷系数较小，往往会导致迁出地性别比下降和迁入地性别比上升。尤其是在开发性、拓荒性的移民初期，性别比常常极高，如1924年在大连登岸的移民性别比高达1252.4，其后两年也分别达到836.7和486.5。全国第五次人口普查结果表明，1995—2000年间全国务工经商、工作调动、分配录用三种迁移原因的迁移人口性别比分别达到132.36、209.98、141.52，均远远超过总人口的平均性别比。

^① 胡峻岭，叶文振. 台湾人口性别结构的形成及发展变化 [J]. 南京人口管理干部学院学报, 2004, 20 (3): 22—25.

^② 李建民，原新，王金营. 持续的挑战：21世纪中国人口形势、问题与对策 [M]. 北京：科学出版社，2000：144—145.

^③ 张善余. 中国人口地理 [M]. 北京：科学出版社，2003：112.

比，对有关迁入、迁出地区的性别比亦构成一定影响^①。

对某一城市而言，流动人口分为流出人口和流入人口两种情况。据上海 1997 年流动人口调查，上海的流入人口往往流动时间较短、不迁户口，而且大多为劳动力输出，因此基本上不携带家属，限于有强劳动力者较多，特别是青壮年男性人口较多，而女性往往依附性较强，总是希望男性先去探路开拓，有了把握或安置以后她们才随其前往。流出人口也表现出类似特征，1988 年、1993 年和 1997 年上海流出人口性别比分别为 209.33、172.98 和 135.20，性别比可谓相当高，有趣的是，随着改革开放的不断深入，流出人口中女性的比重在逐年增加，说明女性参与社会、参与工作和经济建设的能力不断加强^②。无论是流出人口的迁出还是流入人口的加入，其非正常的性别比都会对本地人口的性别结构造成影响。

三、人口年龄结构

1. 人口年龄结构的概念

人口的年龄结构是指在某一时间某一个地区或城市中各不同年龄段人口数量的比例关系，常用各个年龄组人口在其总人口中所占的比重加以表示。

人口年龄分组有多种方法。最常见的包括：

一岁年龄组，即从 0 岁开始，统计每一岁上的人口数量及其比重。

常见年龄组，按 5 岁或 10 岁为组距对人口进行分组，如 0—4 岁、5—9 岁、10—14 岁组。

主要年龄组，0—14 岁为幼年组，15—64 岁为成年组，65 岁以上为老年组（国际通用标准，国内亦有按 60 岁以上人口为老年组的标准）。

特殊年龄组，根据特殊需要对人口年龄进行分组，如 0 岁为婴儿组，1—6 岁为学龄前儿童组，男 18—60 岁、女 18—55 岁为劳动年龄组，女 15—49 岁为育龄妇女人口。

2. 人口年龄结构金字塔

按照一定要求所绘制的人口结构图，其形状类似金字塔形。绘制要求包括：纵坐标按五岁年龄组或一岁年龄组区分人口；横坐标表示各年龄组人口的数量或比例，横坐标向左右两个方向伸展，一个方向代表男性人口，另一个方向代表女性人口。从形状上来判断，人口年龄结构金字塔大致分为三种类型，即山形（年轻型）、钟形（成年型）、瓮坛形（老年型）。

图 7-3-1 为我国某县人口的年龄结构金字塔，它反映了不同时期该县人口的年龄构成特点，2000 年人口已基本具备老龄化特征。

3. 人口老龄化的指标

当前，中国无论是全国还是各地区，人口年龄结构最突出的问题便是人口的老龄化趋势。

衡量人口老龄化程度或人口老化程度有很多指标，较常用的包括：老龄人口比重、高龄人口比重、老少比、少年儿童比重、年龄中位数、少年儿童抚养比和老年人口抚养比。

^① 张善余. 中国人口地理 [M]. 北京：科学出版社，2003：115.

^② 张声华，乐伟中，徐长乐，等. 上海流动人口的现状与展望 [M]. 上海：华东师范大学出版社，1998：122—123.

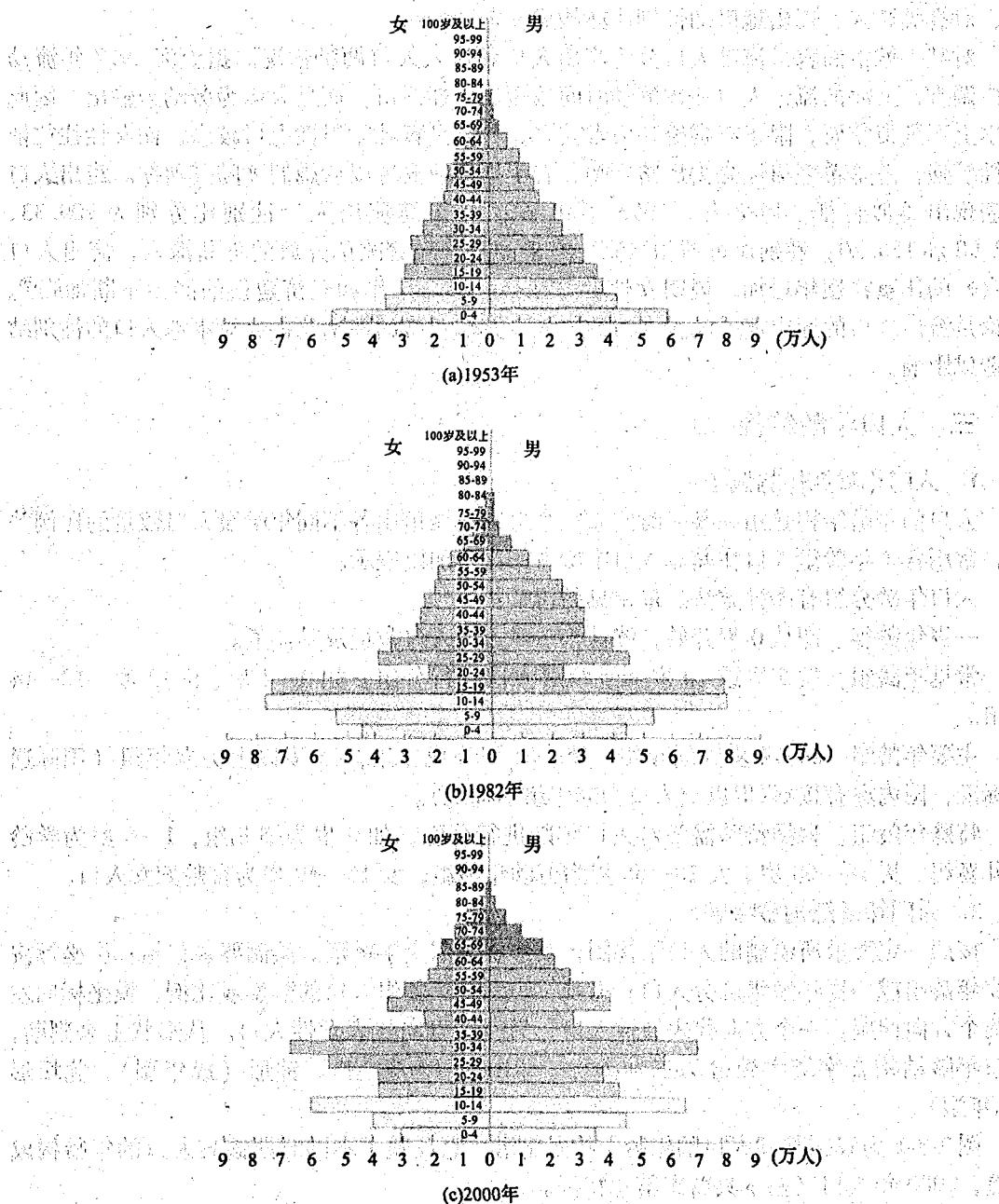


图 7.3.1 某县人口的年龄结构金字塔发展示意图

老龄人口比重，即 65 岁以上人口数量占本地总人口数量的比重。按照国际标准，65 岁以上人口比重超过 7% 就意味着进入老年社会（若按 60 岁以上人口比重来衡量，则要超过 10%）。高龄人口比重，也可用来反映人口老化特征，包括 80 岁以上人口数量占 65 岁以上人口数量的比重和 80 岁以上人口数量占总人口数量的比重两种算法。

老少比，即老年人口数量与少年儿童人口数量（0—14 岁）之比。老少比大于 30%

即可认为符合老年社会标准。

少年儿童比重，即0—14岁人口数量占总人口数量的比重。这一比重小于30%，即可认为是老年社会。

年龄中位数，又称“中位年龄”，指的是将全体人口按年龄从小到大的顺序排列，把人口分隔成两个相等部分的那个年龄值就是年龄中位数，是反映人口年龄状况的综合指标。人口的年龄中位数表示的是50%人口的年龄界限，由此可大致反映人口年龄结构的“年青”或“年老”程度。其计算公式如下：

$$M_d = X_{md} + \frac{\frac{P}{2} - \sum_{i=1}^{md-1} P_i}{P_{md}} \times n$$

式中， M_d 为人口的年龄中位数； X_{md} 为年龄中位数所在年龄组的下限年龄值； P 为总人口数； P_{md} 为年龄中位数所在年龄组人口数； P_i 为第*i*年龄组人口数；*i*为年龄组序号；*n*为年龄组组距。

少年儿童抚养比，也称少年儿童抚养系数，即少年儿童人口（0—14岁）与劳动年龄人口（15—64岁）之比。用以度量劳动力对少年儿童的负担程度，以百分数表示，表明全社会每100名劳动年龄人口所负担少年儿童人口的数目。

老年人口抚养比，也称老年人口抚养系数，即老年人口（65岁以上）与劳动年龄人口（15—64岁）之比。用以度量劳动力对老年人口的负担程度，以百分比表示，表明每100名劳动年龄人口所负担老年人口的数目。

四、人口素质结构

1. 人口素质结构的概念

人口素质，又称为人口质量。

人口素质结构则是在一个区域或城市内，各种素质的人口在“质”和“量”上的组合关系。人口学对人口素质的定义为人本身具有的认识、改造世界的条件和能力，或在一定的历史条件下，人口的结构和组合状态所展现的各种社会功能和影响力。广义的人口素质或人口质量包括人口的身体素质、科学文化素质和思想素质（三分法），也有人认为只包括身体素质和科学文化素质（两分法）。狭义的人口素质指居民的科学文化素质。

2. 人口素质结构的指标

衡量人口素质的指标较多，常用的包括有PQLI、ASHA、HDI三种指数形式。

PQLI指数即人口素质指数，其计算公式为：

$$PQLI = \frac{\frac{229 - PSBD}{2.22} + \frac{LE - 38}{0.39} + 100 \times \frac{PLM}{TM}}{3}$$

式中， $PSBD$ 代表每千名婴儿实际死亡数量； LE 代表实际平均预期寿命； PLM 代表15岁以上人口中的识字人口数量； TM 代表15岁以上总人口数量。

ASHA指数由美国社会卫生组织提出，用来反映社会经济发展水平在满足人民基本需要方面所取得的成就。其计算方法如下：

$$ASHA = \frac{ER \times LI \times (\frac{AAL}{70} \times 100\%) \times PGNPID}{PB \times BMR}$$

式中， ER 代表就业率； LI 代表识字率； AAL 代表平均预期寿命； $PGNPID$ 代表人均国民生产总值增长率； PB 代表人口出生率； BMR 代表婴儿死亡率。

HDI 指数，即人类发展指数，是联合国开发计划署提出的，用来测定发展中国家摆脱贫困状态程度的一个综合指标，也可以反映人口素质。该指数选择预期寿命、成人识字率和按购买力平价计算的实际人均 GDP 三个指标来进行综合评价，其计算公式为：

$$HDI = 1 - \left(\sum_{i=1}^3 I_{ij} \right) / 3$$

式中， $I_{ij} = \frac{MAX_i - X_{ij}}{MAX_i - MIN_j}$ ，即将三个指标指数化（无量纲化），每个指数均以该国该项指标的极差为分母，以该项指标的最大值与该国该项指标的实际值之差为分子。这个指标的计算虽然不难操作，但用于衡量人口素质也的确有其不全面的地方^①。

3. 城市规划中的人口素质结构

在城市规划中，人口素质一般指的是狭义的“人口素质”概念，即居民的科学文化素质，一般用居民的文化教育水平来衡量。在中国的人口普查数据中，一般都会对 6 岁及以上人口的各种学历水平进行了统计，如第五次人口普查中就对未上过学、扫盲班、小学、初中、高中、中专、大学专科、大学本科，研究生及以上的各种学历人口进行了统计，另外还有专门的针对总人口中的文盲、半文盲人口的统计。文盲、半文盲人口和大学以上学历人口实际上反映了一个城市或地区人口素质结构的两个极端，前者与失业人口密切相关，后者与本城市或地区高新技术产业的发展息息相关。中等教育学历水平的人口则反映了一般意义上的义务教育的普及水平，与职业技术教育关系较大。

第二节 城市人口的社会问题

一、人口老龄化问题

从人口普查资料来看，中国老年人口的规模在不断增加。2000 年中国 60 岁及以上老年人已近 1.3 亿，65 岁及以上老年人口达 8827 万，2000 年 60 岁、65 岁、80 岁及以上老年人口分别是 1990 年的 1.34 倍、1.40 倍、1.56 倍^②。2000 年，中国 65 岁以上人口占总人口比重为 7.0%，2006 年的这一数字为 9.2%。按照国际通行标准，中国已经进入老年型社会。

20 世纪 60 年代以后，中国 60 岁以上的老年人口增长速度大大加快，80 年代以来 80 岁以上高龄人口的增长速度尤为突出。和世界其他国家相比，中国老年人口增长速度非常快，在从 1980 年到 1999 年间不到 20 年的时间里，中国人口年龄结构就基本完成了从成年型向老年型的转变，而英国完成这一过程大约用了 80 年。中国老龄化程度已高于世界平均水平，在今后较长时期内，中国 60 岁以上人口还将继续以年均约 3.2 个百分点的较快速度增长。有关专家预计，到 21 世纪中叶，中国老年人口将达到 4 亿，约占人口比重

^① 刘渝琳，赵钰. 我国人口素质衡量的指数改进及因素分析 [J]. 探索，2007，(1): 101—105.

^② 王琳. 中国老年人口状况的国际比较分析 [J]. 西北人口，2004，(1): 49—52.

的 26.5%。

有学者总结，与发达国家相比，中国的老龄化存在四个显著特点：一是“少子老龄化”，即老龄化的迅速发展起因于宏观层面上的少年儿童人口绝对规模和相对规模的迅速下降，和微观层面上家庭子女数量的减少和家庭规模小型化；二是“轻负老龄化”，老龄化伴随着总人口负担比的迅速下降，在老年人口比例达到 15% 以前，我国总人口负担比大大低于发达国家的平均水平，在老龄化程度超过 15% 以后，我国的“轻负担老龄化”的优势将会消失，并且将转变为“重负老龄化”；三是“长寿老龄化”，即在相同的老龄化水平上，我国人口的平均预期寿命要高于发达国家；四是“快速老龄化”，我国人口老龄化水平从 5% 增加到 10% 需要 34 年时间，比发达国家平均值少 23 年，从 10% 增加到 20% 的速度最快，只需要 21 年，比发达国家平均少用一半以上的时间^①。

在老龄人群中，80 岁以上的老人又称为高龄人群。由于高龄人群在医疗保健和日常生活料理上对家庭和社会的依赖性更大，高龄化人群的比重过大会导致其他人群负担较重，因此高龄化系数常用来表示高龄化趋势的发展水平和本地社会所面临的高龄化压力。

人口老龄化给经济、社会发展带来一系列深刻影响。

一是人口老龄化加大了老年抚养比，被抚养人口的增加必将加重劳动人口的负担。35 年前，中国儿童人口与老年人口的比例是 6:1，而往后的 35 年，老年人口将是儿童人口的两倍。目前，中国一对夫妇赡养四位老人的现象已经比较普遍，再加上抚养子女，劳动年龄人口的负担越来越重。人口年龄结构预测也表明，1990 年中国每 100 个劳动年龄人口抚养 13.74 个老年人，2000 年抚养 15.60 人，2025 年抚养 29.46 人，2050 年抚养 48.49 人。总抚养比也相应上升，从 2025 年的 59.5% 上升到 2050 年的 76.8%^②。二是人口老龄化使用于老年社会保障的费用大量增加，给地方政府带来沉重的负担。老龄人口的增加使得政府用于离退休职工养老金和福利费的财政支出增加，1982 年到 2000 年的 18 年间，全国离休、退休、退职费增长了 37.4 倍，而在东部沿海地区，则要远远超出全国的平均水平。随着老年人口高龄化和家庭小型化的发展，老年人的医疗和护理问题日益突出，迫切要求社区提供良好的照料服务。三是伴随人口老龄化而产生的劳动力年龄结构的老龄化，将对地区经济增长和劳动生产率提高产生消极影响，老龄化对储蓄、投资、消费、产业结构、劳动力市场的调整等也产生较大影响。四是人口老龄化使地区现有的产业结构面临调整。由于老年人口在物质和精神文化需求方面的特殊性，地区经济发展必须根据其老龄化程度，考虑到老龄产业，增加老年人所需要的社会服务业，改造不适应老龄人口的住宅、社区和环境，发展老年人衣、食、住、行、用、文等各种消费品。

二、流动人口问题

20 世纪 80 年代末 90 年代初，我国开始出现大规模的地域性人口流动^③，据悉，1982 年我国流动人口为 3000 万；1985 年为 4000 万，1988 年为 7000 万，1994 年为 8000 万，

^① 李建民，原新，王金营. 持续的挑战：21 世纪中国人口形势、问题与对策 [M]. 北京：科学出版社，2000：123—125.

^② 《人口研究》编辑部. 21 世纪的中国老龄问题：我们该如何应对？[J]. 人口研究，2000，(5)：16—29.

^③ 陆建华. 中国社会问题报告 [M]. 北京：石油工业出版社，2002：204.

410 城市规划相关知识

1997 年突破了 1 亿大关，2005 年超过 1.3 亿，2010 年将接近 1.6 亿^①。按第五次人口普查数据，2000 年全国的迁移人口超过 1.25 亿，其中省内迁移人口为 9146 万，跨省迁移人口为 3314 万。在省内迁移人口中，52% 为农村到城市的移民；在跨省迁移人口中，78% 为农村到城市的移民^②。中国巨大的城乡人口流动潮已引起全社会的普遍关注。

流动人口对迁入城市产生了巨大的影响。

首先是对流入城市的发展和建设的正面效应，主要包括：为流入城市的建设提供了大量的剩余劳动力、对流入城市的建设和环境保持等功不可没，尤其是许多流动人口从事着城市居民不愿做的脏、累工种，城市中的环卫工人、建筑工人、家政服务人员等多数系外来人口；流动人口加快了信息和文化的交流，促进了流入城市旅游业的发展等；流动人口促进了城乡物资交流，活跃了市场，方便了城市居民的生活。

除了正面效应以外，流动人口本身具有独特的人口学特征，大量流动人口的加入实际上对流入城市的社会结构产生了影响。另外，在消耗基础设施、计划生育、违法犯罪等方面，流动还带来了明显的负面效应，需要在城市管理与规划、建设等方面给予正确处理。具体如下：

首先，流动人口独特的人口学特征对流入城市产生影响。从性别特点上看，流动人口总体上以男性为主，因而性别比较高，但是在不同的行业中有不同的表现，在个别行业中女性数量可能还多于男性。从长期发展趋势来看，女性的流动人口在逐渐增多。较高性别比的流动人口的加入，无疑会对流入城市的人口性别结构产生影响。如在武汉，除了在服务业、保姆业、投靠亲友、探亲访友等方面，流动人口的性别比小于 100 以外，在其他行业如务工、务农、经商、因公出差、借读培训、治病疗养、旅游观光等，性别比都大于 100。尤其是在因公出差方面，流动人口的性别比多年都高达 200 以上；在务工方面，流动人口的性别比也都在 200—300 之间，经商也接近 200。

从年龄结构上看，流动人口以青壮年为主，流动人口的加入在一定程度上延缓了流入城市的老龄化步伐。由于青壮年身体素质相对较好，思想观念开放，容易接受新事物，而且适应能力较强，有些农村流出人口抱着“闯世界、见世面”的精神，再加上其家庭、子女负担轻，因此流动人口以青壮年为主。如北京 2003 年的调查表明，北京市流动人口中 15—39 岁的人口占了约八成^③。在南京，流动人口年龄集中在 15—34 岁之间，这部分人口约占七成^④。由于流动人口多数情况下属于出卖劳力，在流入城市主要从事建筑安装运输、企事业单位雇工、经商服务、农副产品加工、收旧拾荒以及城市人不愿意从事的苦、脏、累等职业，都需要有良好的身体条件和较强的体力，青壮年在这些方面都具有优势。

在文化水平方面，流动人口的总体文化水平偏低，流动人口的加入在一定程度上降低了流入城市总体的文化水平。如 2003 年在北京市 6 岁及以上流动人口中，受过大专及以上教育的占 11%，受过高中教育的占 16%，初中及以下文化水平者占 73%。

^① 《小城镇建设》编辑部. 城镇化和流动人口发展综述 [J]. 小城镇建设, 2001, (11): 24.

^② 蔡昉等. 中国人口与劳动问题报告 (2003): 转轨中的城市贫困问题 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2003; 180.

^③ 北京市统计局. 北京市 2003 年外来人口动态监测调查公报, 2004.

^④ 冯健, 周一星, 程茂吉. 南京市流动人口研究 [J]. 城市规划, 2001, 25 (1): 16—22.

其次，流动人口对流入城市基础设施的使用产生了较大影响。近些年大量增加的流动人口与流入城市的常住户籍人口争地、争水、争电、争热力、争交通等情况的存在，加剧了流入城市基础设施的负担，形成了对城市建设的巨大压力。在城市交通方面，流动人口的出行方式与城市市民有一定的反差，对城市交通产生一定的影响。流动人口同样增大了对城市供水、供电、通信、文卫、旅游等基础设施方面的压力。

再次，流动人口对流入城市的计划生育和违法犯罪的影响。在外来人口过多的地区，其计划生育和违法犯罪都将成为问题，这是流动人口给流入城市带来的最突出的社会问题。在计划生育方面，一些流动人口借外出流动之机，逃避计划生育管理，偷生、漏生、躲生、计划外生育，加重了流入城市的人口压力^①。流动人口的计划生育问题是与其育龄妇女所占比重较大和文化素质普遍偏低的状况紧密相关的。如在南京流动人口中育龄妇女占流动人口总量的 36%，其中初中以下文化水平者占 79%。流动人口较大的流动性，对流动人口中超生者处罚力度不够，流出地和流入地的计划生育部门在为流动人口采取节育措施、办证、查验证、提供孕检等方面存在重视不够、责任心不强和把关不严等问题，以及相关部门配合不得力等，都是导致流动人口计划生育工作难以开展的重要因素。另据北京的调查，外来人口中已婚育龄妇女的避孕率比常住户籍人口低 20 个百分点，外来流动人口超生的现象比较严重。另外，在违法犯罪方面，流动人口的犯罪率较高，给流入城市的社会治安造成很大问题。如在 20 世纪 90 年代末，南京刑事案件抓获的违法犯罪分子中，外来人口占 25%，有的地区竟高达 50%。再如，广东很多城市犯罪率居高不下的状况与其流动人口数量巨大有密切的关系。所以，在流动人口聚居的地方，往往是违法犯罪行为频繁发生之地。

三、人口失业问题

失业问题引起政府和社会普遍关注是 20 世纪 80 年代以后的事情，尤其是 90 年代以后，控制失业率被作为国民经济和社会发展计划的主要宏观调控目标之一。1994 年以后国家统计部门开始公开发布城镇登记失业率和城镇登记失业者人数^②。

失业目前成为困扰我国各地的共同难题。由于人口规模结构、经济基础、产业结构等方面的不同，各地失业问题的程度、特征和趋势具有一定的差异性。城镇登记失业率反映的是城镇登记失业人员与城镇单位就业人员（扣除使用的农村劳动力、聘用的离退休人员、港澳台及外方人员）、城镇单位中的不在岗职工、城镇私营业主、个体户主、城镇私营企业和个体就业人员、城镇登记失业人员之和的比。值得指出的是，各地区城镇登记失业人员只能反映城镇失业人口的一部分，而且是一小部分。据有关研究估计，城镇登记失业人口数占总失业人口的比例只有 20%—30%，还有大量的失业人口没有被纳入统计范围，如下岗人员、已经以各种方式进入城镇但没有就业岗位的农民等。

现阶段，造成我国城镇人口失业的原因主要有以下几种：一是结构性失业，即由于产业结构调整，部分产业出现下滑与衰退现象，造成原从业人员大量失业；二是摩擦性失业，即频繁地更换工作所造成的间歇性失业，是市场经济模式下人力资源配置过程中必然

^① 赵雅. 流动人口计划生育的调查与研究 [J]. 人口研究, 1998, 22(3): 44—50.

^② 陆建华. 中国社会问题报告 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2002: 1.

存在的现象；三是贫困性失业，即由于地区经济发展活力不足，创造的就业岗位有限，无法满足就业需求，导致一部分人因找不着工作而失业。

东北地区的城市主要是由于产业结构调整和国有企业改革而导致的结构性失业。在经济结构的重大调整过程中，东北像其他国家走向后工业化过程中老工业基地的命运一样，随着传统工业、夕阳工业的衰落，大量的工人需要转业。加上东北存在就业观念的桎梏，东北地区一时成为中国失业最严重的地区。在东北老工业基地，国有企业下岗职工的比例远远高于全国平均水平，下岗再就业的压力也远远大于其他地区。近年，东北地区产业的结构性矛盾更加明显，老工业基地的结构性失业痕迹更为清晰，经济结构不合理所引发的就业问题更加突出。东北老工业基地过去所形成的产业结构表现出倚重资源指向型的特点，在旧的市场分工体系中多处于提供原材料的地位。这类行业利润较低，随着市场需求变化以及一些资源的枯竭，结构调整是必然趋势^①。许多传统产业被淘汰，如煤炭、森工、冶金等产业普遍陷于困境，这些产业的工人大量下岗。实际上，在国有企业改革以前，计划体制已经产生了大量的隐性失业人员，只不过他们受到体制的“保护”，没有“显化”出来，而1990年代体制的改革则使弊端暴露、矛盾激化，失业人口“蜂拥而来”，可以说这是长期计划经济体制造成的一系列问题的积淀。

上海等经济发达地区失业率高则兼有结构性失业和摩擦性失业的原因。上海等经济发达地区的结构性失业更多的是由于高技术产业的迅速发展与工人技能的提升不相配套而引起的。上海的就业结构在20世纪90年代发生了很大变化。据统计，从1990年至2000年，上海市工业就业人口的比例从52.77%下降到39.41%，下降了13个百分点，而第三产业的就业人口比例从29.33%上升到42.67%，上升了13个百分点。随着上海产业结构的战略性调整，20世纪90年代以高新技术及信息化为特征的经济增长方式导致了产业增长就业弹性的迅速下滑甚至负增长以及失业率的上升^②。劳动力素质结构调整跟不上产业结构调整步伐是上海失业问题产生的最根本原因。上海近年来按照“三、二、一”的产业结构调整思路，不断推动产业的升级换代，幅度较大，使得一些行业减员较多。减员的行业大多属于劳动密集型行业，其原有职工文化程度较低、技能单一、年龄偏大，加之长期以来企业不注重职工培训，因此这些职工中有许多无法按照其他行业特别是一些新兴高科技行业的素质要求重新就业，从而成为结构性失业人员^③。上海经济已进入新的增长阶段，已实现了从粗放型、外延式增长方式到依赖创新、信息化及注重增长质量为特征的内涵式增长方式的转变。上海劳动力需求与供给的结构性矛盾也日益突出，出现了普通劳动力过剩与高科技人才短缺共存的局面并且还将持续一定的时间，现在上海在信息技术人才、金融保险人才（尤其是熟悉国际惯例的金融保险专业人才）、外贸专业人才等方面的缺口都很大^④。实际上，不仅上海如此，在北京、深圳、广州等经济发达地区，都存在结构性失业与相关人才短缺共存的局面：即在专业金融人员、商务人员、计算机技术人员以及生物化学等新兴产业的高技能劳动者方面存在“求大于供”的现象，同时大量的纺织、

^① 孙艳霜. 东北老工业基地增加就业难题求解 [J]. 长白学刊, 2003, (5): 81—83.

^② 刘乃全, 孙海鸣. 上海产业结构、人口、就业的互动关系研究 [J]. 财经研究, 2003, 29 (1): 55—62.

^③ 李和平. 上海失业问题的动因及调控取向 [J]. 上海统计, 1998, (9): 7—8.

^④ 刘乃全, 孙海鸣. 上海产业结构、人口、就业的互动关系研究 [J]. 财经研究, 2003, 29 (1): 55—62.

机电等行业中的非高技能劳动者由于需求下降而面临失业。另一方面，在经济发达地区，存在就业机会的多样性，居民的就业要求也相对较高且有不断提高之势，当居民对当前工作条件不满时容易更换工作，由此而造成的间歇性失业的情况较多。上海等经济较发达地区主动失业下岗的比例较高，而传统老工业基地和西部欠发达地区被动失业下岗的比例则较高。

西藏、宁夏等西部欠发达地区城市的失业率较高则主要是贫困性失业造成的。这些地区产业体系有待完善，工业和第三产业发育不足直接影响了其对劳动力的吸纳能力。

就业压力增大、失业问题突出已经成为中国很多城市不容忽视的问题，尤其是近年来随着我国城市化、工业化、现代化进程的不断推进，一些新的、深层次的失业问题又暴露出来。例如，越来越多的第一产业从业人员会转移到二产、三产中来，一方面加剧了就业岗位的需求，另一方面也提高了失业率，因为一产从业人员没有被纳入失业统计范围。

社会分层是社会学的一个重要概念，指社会成员在社会中所处的地位、权利、义务和责任的相对稳定的状态。社会分层是社会结构的重要组成部分，反映了社会成员在社会中的地位和权力的不平等。

第四章 城市社会阶层与社会空间结构

第一节 城市社会阶层

一、城市社会分层

“分层”原为地质学家分析地质结构时使用的名词，是指地质构造的不同层面。后来，社会学家也发现人类社会存在着不平等现象，人与人之间、集团与集团之间，也像地层构造那样分成高低有序的若干等级层次，因而借用地质学上的概念来分析社会结构，形成了“社会分层（Social Stratification）”这一社会学概念^①。

社会分层是指建立在法律或规则和结构基础上的、已经制度化的比较持久稳定的社会不平等体系，即当社会不平等已经形成为结构或制度化以后，才会出现社会分层，当制度化以后，社会不平等就会在社会活动中不断地被生产出来。社会分层是结构化、制度化了的社会不平等^②。实际上，社会分层就是按照一定的标准将人们区分为高低不同的等级序列。

卡尔·马克思和马克斯·韦伯提供了有关社会分层的最基本的理论模式和分析框架，前者是阶级理论，后者是多元社会分层理论。

马克思的阶级理论，揭示了私有制下社会不平等的根源。其核心内容包括：阶级的产生，即阶级是私有制的产物；划分阶级的标准，即对生产资料的占有关系以及在生产方式中所起的作用与领取社会财富的方式、数量；阶级的内部关系，即阶级内部利益的一致性和共同的阶级意识；阶级与阶层，阶级内部的各个阶层在利益、价值观和政治倾向上有所不同；私有制社会中各阶级之间的关系，存在经济剥削与政治压迫，存在阶级冲突和阶级斗争；阶级的消灭，随着生产力的发展，公有制的建立，阶级最终走向消亡。基于马克思的阶级理论框架而发展起来的新马克思主义阶级论，对社会不平等研究做出了重要贡献。如新马克思主义最重要的代表人物E·O·赖特认为^③，阶级不能轻易地定义为某种职业分类，而是一种控制投资、决策制定、他人的工作和自己工作的社会关系，应该将马克思的阶级结构概念发展为一种令人满意的操作化形式，并利用这种操作化定义对当前西方国家社会阶级结构的特征进行描述。

德国社会学家韦伯对社会分层理论的阐述最为著名。韦伯提出划分社会层次结构的三重标准，即财富（经济标准）、威望（社会标准）和权力（政治标准）。韦伯认为，财富

① <http://baike.baidu.com/view/183606.htm>.

② <http://mlb.fjut.edu.cn/ReadNews.asp?NewsID=90>.

③ Wright E. O., Hachen D., Costello C. and Sprague J., The American Class Structure. American Sociological Review, 1982, 47: 709—726.

指社会成员在经济市场中的生活机遇，这就是个人用其经济收入来交换商品与劳务的能力，即把收入作为划分社会阶级、阶层结构的经济标准。社会标准指个人在他所处的社会环境中所获得的声誉与尊敬。在西方社会分层理论中，常常按照这个标准把社会成员划分成不同的社会身份群体。所谓社会身份群体是指那些有着相同或相似的生活方式，并能从他人那里得到等量的身份尊敬的人所组成的群体。政治标准是指权力。韦伯认为，权力就是“处于社会关系之中的行动者即使在遇到反对的情况下也能实现自己的意志的可能性”。权力不仅取决于个人或群体对于生产资料的所有关系，也取决于个人或群体在科层制度中的地位。以上三条标准既互相联系，又可以独立作为划分社会层次的标准^①。

二、城市社会阶层分异的动力

对城市社会阶层分异动力的研究已形成多种观点，概括起来主要包括以下几个方面：

(1) 收入差异与贫富分化

收入差距是导致贫富分化和社会分层最直接的原因，由经济状况上的贫富差距而导致生活方式的变化和社会生活状况的差异。就中国的情况而论，改革开放以后，允许一部分人、一部分地区先富起来的政策实现以后，各地区各级政府都出台了许多旨在鼓励一部分人率先致富的具体措施，居民在收入上的差距逐渐加大。另外，上述措施再加上个体、私营经济的发展，二元社会体制的作用以及社会控制的弱化等，共同促成了当今中国的贫富分化。实际上，居民之间的贫富差距加大不仅是生产力发展和生产关系变革的结果，也是政治、文化变革的结果，它带来了社会生活方式的变化和社会结构的变化，导致了社会阶层结构的调整，导致新富裕阶层和贫困阶层的出现和发展，导致了城乡居民生活方式同构型特征的解体^②。

(2) 职业的分化

这种动力可以追溯到所谓的“社会职业论”。早在 19 世纪末，美国人威廉·亨特已根据职业把工人分为四个阶级，即有产阶级、办事员阶级、熟练工人阶级和劳动阶级。后来，艾尔巴·爱德华对上述分类做了改进，认为可分为六种职业类别，即专业人员，有产者、经理、官员、农民、批发商和零售商，办事员及其他有关人员，熟练工人和工头，半熟练工人（制造业的半熟练工人），粗工（农业工人、建筑工人、其他壮工、服务业工人）。社会职业论实际上反映了西方国家进入资本垄断阶段后职业与行业的部分分离和脑力劳动者大幅度增长的现实，为中产阶级理论提供了基础^③。戴维斯和莫尔认为，职业地位的差异是普遍存在的，其原因在于一些职业在功能上比另一些职业更重要，更需要有特殊才能和技术者去承担。为了使人们愿意接受这种特殊才能和技术的培训，这些功能重要的职业就必须具有足以吸引人的特点或特殊利益。这些利益包括：职业的取酬、舒适性、消遣性、自我尊重性、自我扩张性等^④。职业的功能导致职业地位和职业声望的差异，进而导致社会阶层的差异。

① <http://baike.baidu.com/view/183606.htm>

② 唐忠新. 贫富分化的社会学研究 [M]. 天津: 天津人民出版社, 1998: 3—7.

③ 顾朝林. 城市社会学 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2002: 75.

④ 李强. 社会分层与贫富差别 [M]. 福州: 鹰江出版社, 2000: 165.

(3) 分割的劳动力市场

在经验的层面上，分割劳动力市场理论与传统理论的争论主要集中在以下方面^①：①关于贫困的持续，贫困依然存在；②收入不平等的持续；③教育和培训计划的失败；④雇主采用教育和培训标准来制定非理性和歧视性的雇佣政策；⑤劳动力市场中的歧视；⑥失业的水平、趋势和结构；⑦垄断性的角色、联合和“被保护”的劳动力市场的其他根源；⑧工人的疏离。工作竞争、二元劳动力市场都是分割劳动力市场理论的重要组成部分。二元劳动力市场，指劳动力市场可以被分为两个部门，即初级市场和次级市场，它们之间很少发生人员流动^②。初级市场提供的工作具有的特征包括：高工资，良好的工作环境和提升机会，就业的稳定性，工作规则的处理是公平的、有适当程序的。次级市场的工作收入低，工作环境差，几乎没有提升机会，就业不稳定，工人和监督者之间的关系过分人格化，具有严酷、专断的工作纪律。这样，工作的好坏直接导致了社会的分层。

(4) 权利的作用和精英的产生

在经济领域的再分配过程中，权力机制发挥了相当大的作用，产生了上层的社会精英阶层，他们通过对资源的控制权和支配权，实现对资源的占有。随着社会的发展，对这些权力精英阶层的演化方向有不同的看法^③。一种是所谓的“市场转型精英再生论”，认为市场经济转型导致了以再分配经济为基础的精英地位的衰落，产生了新的分层机制和新的精英阶层，而这一阶层的成员并非来自旧体制下的精英。另一种则是所谓的“权力持续精英循环论”，认为再分配经济体制下形成的分层机制具有延续性，昔日的精英在市场转型中将继续处于优势阶层地位。

三、中国城市社会结构特征

中国社会科学院社会学研究所曾对当代中国社会结构开展了较为系统的研究，现对其研究的主要结论进行介绍^④。

改革开放以来，中国社会已经发生了深刻的变化，经济体制转轨和现代化进程的推进也促使中国社会阶层结构发生结构性的改变。对现阶段中国社会阶层结构进行分析需要新的视角，对生产资料的占有并不是划分阶层的唯一标准。应以职业分类为基础，以组织资源、经济资源和文化资源（以下简称“三种资源”）的占有状况为标准划分社会阶层。按照这种思路，中国社会阶层的基本结构由五个社会经济等级和十个社会阶层组成。

五大社会经济等级主要包括：①高层领导干部、大企业经理人员、高级专业人员及大私营企业主；②中低层领导干部、大企业中层管理人员、中小企业经理人员、中级专业技术人员及中等企业主；③初级专业技术人员、小企业主、办事人员、个体工商户、中高级技工、农业经营大户；④个体劳动者、一般商业服务业人员、工人、农民；⑤生活处于贫困状态并缺乏就业保障的工人、农民和无业、失业、半失业者。十大社会阶层具体包括：

^① Cain G. G., The challenge of segmented labor market theories to orthodox theory: a survey, *Journal of Economic literature*, 1976, 14: 1215—1257.

^② Kalleberg A. L. and Sorensen A. B., The sociology of labor markets, *Ann. Rev. Sociol.*, 1979, 5: 351—379.

^③ 刘祖云, 胡蓉. 权力资源与社会分层: 一项对中国中部城市的社会分层研究 [J]. 江苏社会科学, 2006, (6): 166—173.

^④ 陆学艺. 当代中国社会阶层研究报告 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2002: 3—26.

①国家与社会管理者阶层，指在党政、事业和社会团体机关单位中行使实际的行政管理职权的领导干部，拥有组织资源；②经理人员阶层，指大中型企业中非业主身份的高中层管理人员，拥有文化资源或组织资源；③私营企业主阶层，指具有一定数量的私人资本或固定资产并进行投资以获取利润的人，拥有经济资源；④专业技术人员阶层，指在各种经济成分的机构（包括国家机关、党群组织、全民企事业单位、集体企事业单位和各类非公有制经济企业）中专门从事各种专业性工作和科学技术工作的人员，拥有文化资源；⑤办事人员阶层，指协助部门负责人处理日常行政事务的专职办公人员，拥有少量文化资源或组织资源；⑥个体工商户阶层，指拥有较少量私人资本（包括不动产）并投入生产、流通、服务业等经营活动或金融债券市场而且以此为生的人，拥有少量经济资源；⑦商业服务业员工阶层，指在商业和服务业中从事非专业性的、非体力的和体力的工作人员，拥有少量的三种资源；⑧产业工人阶层，指在第二产业中从事体力、半体力劳动的生产工人、建筑业工人及相关人员，拥有很少量的三种资源；⑨农业劳动者阶层，指承包集体所有的耕地，以农林牧渔业为唯一或主要的职业，并以农林牧渔业为唯一收入来源或主要收入来源的人员，拥有很少量的三种资源；⑩城乡无业、失业、半失业者阶层，指无固定职业的劳动年龄人群（排除在校学生），基本没有三种资源。

四、中国城市社会结构问题

由社会分层发展所引致的最大问题就是贫富差距与社会稳定的问题。

随着经济改革，大量的失业人员、下岗（或放长假）人员、困难企业的部分在岗职工以及部分退休职工成为目前中国城市贫困阶层的主要成员，他们占城市全部低收入者的近九成。在社会保障制度不完善、国有集体企业效益难以迅速提高的情况下，城市贫困阶层中的许多新成员甚至缺乏必需的收入保障，而且大多数难以享受原先曾是免费的医疗等服务和各种其他社会福利。尽管当前中国的社会保障制度在不断进步，但无疑其完善还需要很长的时间过程。尤其是在很多商品，特别是食品等日常生活必需品的价格逐渐上升和就业不足的双重格局下，城市贫困阶层的生活条件更加艰难。这些问题的解决需要进一步完善城市最低生活保障线制度、需要改革和健全社会保障体制，也需要扩大生产性就业和完善劳动力市场^①。

市场经济发展的一个产物就是城市新富裕阶层的出现和中产阶层的成长。所谓的城市新富裕阶层是指收入或家庭资产普遍高于城市小康阶层的那一部分家庭或个人；中产阶层是指收入水平在社会收入层次分布中处于中间位置、社会地位在社会权力分布的层次中也处于中间位置、受教育水平较高的非体力劳动者^②。从社会结构形态上来看，两极社会是一个“哑铃形”的社会结构，而中产阶级的社会是一个菱形的社会结构。两极社会更多地意味着社会冲突和社会对抗的发生，特别是社会底层对上层社会的敌视和反抗^③。对于未来的中国社会结构，更多的人认为中产阶层会不断壮大，从而逐渐消除两极社会的不良影响。

① 李强. 社会分层与贫富差别 [M]. 福州: 鹭江出版社, 2000: 272—293.

② 顾朝林. 城市社会学 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2002: 86—103.

③ 孙立平, 李强, 沈原. 中国社会结构转型的近中期趋势与潜在危机 [M]. //李培林, 李强, 孙立平. 中国社会分层, 北京: 社会科学文献出版社, 2004: 42—75.

第二节 城市社会空间结构

一、城市社会空间结构的概念

城市社会空间结构 (Urban social spatial structure)，简单地说就是城市社会结构在空间上的投影。

对于城市空间关注是很多学科共同的特点，如建筑学、地理学、经济学和社会学，但它们的侧重点有所不同。建筑学主要强调实体空间；经济学实际上偏重于解释城市空间格局形成的经济机制；地理学和社会学主要强调土地利用结构，以及人的行为、经济和社会活动在空间上的表现^①。相对而言，地理学和社会学关注的城市空间，更接近“城市社会空间结构”的概念。

城市社会空间结构的分析，实际上是一种微观分析视角的反映，即把城市看作一个面，研究城市内部各社会组成部分及其相互间的关系。西方学者保恩 (Bourne) 曾从系统论的角度对城市空间结构作出界定，他的城市空间结构概念实际上就是我们所理解的城市社会空间结构的概念。他首先对“城市形态”与“城市相互作用”这两个概念进行定义，在此基础上，对城市社会空间结构给出了定义。他认为城市形态是城市地域内个体城市要素（如建筑、土地利用、社会群体、经济活动、公众机构等）的空间形式和安排；城市相互作用是一套根本的相互关系、联接和流，它们将个体土地利用、群体和活动的形式和行为，整合成一个子系统的有机体；城市（社会）空间结构则以一套组织规则，连接城市形态和子系统内部的行为和相互作用，并将这些子系统连接成一个城市系统^②。也有学者在论述城市社会空间结构的概念时，强调它与土地利用的关系，并指出它反映了城市运行的方式，既把人和活动集聚到一起，又把他们挑选出来，分门别类地安置在不同的邻里和功能区^③。甚至还有学者强调其作为主流社会结构的有形标志，明确反映了政治和公共政策关系^④。

要把握好城市社会空间结构的概念，有必要把握住其基本构成要素和本质特征。城市社会空间结构的基本要素包括人，以及人所从事的经济活动和社会活动在空间上的表现；其本质特征是它作为一种综合性的空间形式而存在。因此，城市社会空间结构可定义为，在一定的经济、社会背景和基本发展动力下，综合了人口变化、经济职能的分布变化以及社会空间类型等要素而形成的复合性城市地域形式^⑤。

① 冯健，周一星. 中国城市内部空间结构研究的进展与展望 [J]. 地理科学进展, 2003, 22 (3): 304—315.

② Bourne L. S., *Internal Structure of the City: Reading on Urban Form, Growth and Policy*, Oxford: Oxford University Press, 1982.

③ Knox P. L. and Marston S. A., *Places and Regions in Global Context: Human Geography*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998.

④ Yeh A. G. O. and Wu F. L., *Internal structure of Chinese cities in the midst of economic reform*, *Urban Geography*, 1995, 16: 521—554.

⑤ 冯健. 西方城市内部结构研究及其启示 [J]. 城市规划, 2005, 29 (8): 41—50.

二、城市社会空间：隔离、分异与空间极化

隔离（Segregation）的基本含义包括：①分开的行动或过程，或分开的状态；②把个人或集团从更大集团或社会中分离开，如通过强行或自愿地居住在限定地区，通过为社会交往设置障碍，分隔教育设施和通过其他歧视性手段，把一个阶层、阶级或少数民族隔离孤立起来；③个人或单位离开更大的集团或社团，而在共同特点的基础上互相结合的倾向。隔离更多地用以形容社会极化现象的空间结果，如经济隔离、社会隔离、种族隔离、居住隔离等^①。城市社会学中的隔离，通常是为了给空间的最截然分明的社会划分形式定性。

城市社会隔离表现在城市生活中最明显的是居住隔离。居住隔离指的是城市居民由于种族、宗教、职业、生活习惯、文化水准或财富差异等关系，特征相似的群体或集团集居于某一特定地区，不相似的群体或集团之间则彼此分开，从而产生隔离作用，有的甚至彼此产生歧视或敌对态度。各种不同层次的集居区，在其内部有着趋向一致的价值观念，常为同质的住宅社区；各类集居区之间则差异较大，并有着自身发展的独特性^②。对于两个或两个以上的团体或社会群体而言，居住隔离必须要满足居住空间上的隔断和团体的主体互不接触这两个条件。而对于一个特定的团体或社会群体而言，其居住分布区是由两个或两个以上有一定空间距离的地区组成，在中间地区没有该团体居住^③。

分异（Differentiation）的基本含义包括：①由一个到许多，由简单到复杂，或由同类到异类的发展过程；②指社会组织、社会文化或其他任何部分变得更为复杂的过程，这种变化与由特定的社会功能、个人能力和特权、社会集团的分化以及政治和宗教的作用密切相关，同时它也可指这种过程的结果^④。与空间有关的分异现象是城市社会空间分异，它是指城市社会要素在空间上明显的不均衡分布的现象^⑤。城市社会空间分异就像国家和大洲地域分化一样，它提供了一个全面的、具有基本效用的描述性假设，并依据特征鲜明和表现相对均质的要求对城市内部区域进行定义^⑥。西方学者特别强调对差异和不平等以及基于它们的城市空间结构模式的研究，认为它们能够展示充满了隔离、交叠和极化作用纷繁复杂的城市景观。城市的贫困阶层和富裕阶层在空间上的分化就是城市社会的“空间极化”现象，城市空间极化也是城市社会空间分异研究的一项重要内容。

三、城市社会空间结构模式

城市社会学者，尤其是城市社会地理学者，喜欢用各种各样的城市社会空间结构模式（或模型）来分析问题。实际上，模型是一种抽象的、理想而简单的概括，它用于减少现实世界的复杂性而突出实际状况或过程最重要的要素和特征；因此，通过对模型内容的批判性思考、对其限制性的假设及其未包括内容的讨论，模型作为有助于理解城市土地利用

① 吴启焰. 大城市居住空间分异研究的理论与实践 [M]. 北京: 科学出版社, 2001: 30—31.

② 黄怡. 住宅产业化进程中的居住隔离: 以上海为例 [J]. 现代城市研究, 2001, (4): 40.

③ 黄怡. 城市社会分层与居住隔离 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2006: 26.

④ 吴启焰. 大城市居住空间分异研究的理论与实践 [M]. 北京: 科学出版社, 2001: 31.

⑤ 冯健. 正视北京的社会空间分异趋势 [M]. 北京规划建设, 2005 (2): 176—179.

⑥ Knox P. and Pinch S., *Urban Social Geography: an Introduction (Fourth edition)*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 2000.

结构和变化的方式，被广泛地应用于城市社会学^①。而最早在城市地理学中使用的模型，是由芝加哥学派在 20 世纪 20 年代引进的。

1925 年，伯吉斯根据芝加哥的土地利用结构提炼了著名的同心圆模型。在图 7-4-1 中，环带 I 代表中央商务区（CBD），是城市商业、社会和文化生活的焦点。这里土地价格最高，仅那些利润足够高以支付所需土地租金的活动才分布在此区。此区的核心是闹市区商业地带，分布有最大的、等级最高的商场；这里也分布有金融机构办公室、市民组织及政治组织的总部、剧院及电影院、最为昂贵的宾馆。这里每天有最大数量的人口进出，因此分布有主要的交通终点站。在中心区的外环是批发商业地区，分布有仓库、轻工业或市场；CBD 也保留了比较小的、分散的居住用地。环带 II 是离中央商务区最近的过渡地带。早期在此居住有许多商人，随着城市增长，工业由内城转移到此处，居住环境遂遭到破坏。此带内部边缘是工业用地，而其外环则由不断减少的邻里构成；一度盛行的独户住宅（Town house）已转变为平房、备有家具的出租房甚至小的工业。这里的居民差别较大，既有老居民也有第一代迁居户，既有游民也有罪犯，这里的犯罪率及精神疾病比例全市最高。较多的流动人口是本区的特征。当人们经济富裕时，他们倾向于向环带 III 迁移，而留下那些年老的、孤立无助的人在此居住。环带 III 是独立的工人居住地带。本区人口由工厂和商店工人构成，他们有足够的经济承受力以逃离环带 II，但其到达工作点的途径仍需便宜且容易获取。本区焦点是工厂，其人口构成工人阶级的主体。本区有各种年龄群体的居民。环带 IV 是较好的住宅区分布地带。分布有私人住宅和公寓群，是中产阶级的家园；辅助性的商业中心得以发展。环带 V 是通勤地带，与 CBD 之间的通勤时间在 30—60 分钟，这里是郊区单身家庭宿舍的集中分布地带。在上述五个地带以外，还有周围的农业地带以及城市的宽广腹地。

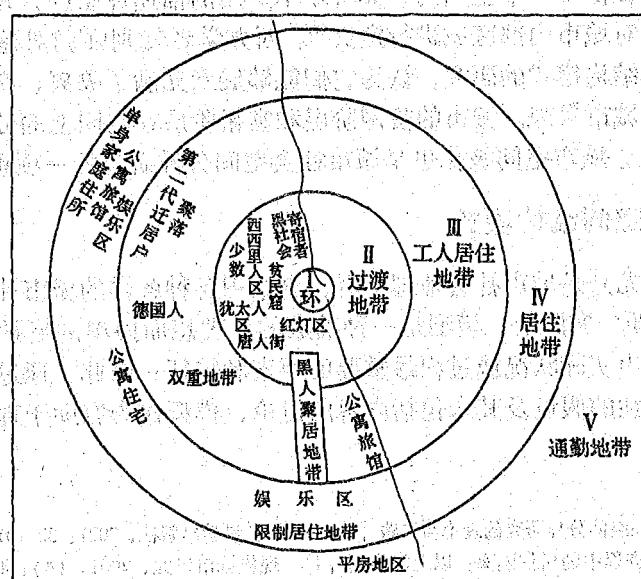


图 7-4-1 伯吉斯的芝加哥城市土地利用的同心圆模型

^① Pacione M., Models of urban land use structure in cities of the developed world. *Geography*, 2001, 86: 97—119.

在伯吉斯的同心圆模型中，大量的外来移民最初进城时居住在求职及生活便利的中央商务区；随着人口压力的增大，房租上升、居住环境恶化，市中心区的人口便纷纷向外迁移；低收入住户向较高级的住宅地带入侵而较高级的住户则向外迁移并入侵一个更高级的住宅地带，迁居就像波浪一样向外传开，这就是著名的人口迁居的侵入—演替理论。后来的学者们指出^①，伯吉斯模型仅适用于 20 世纪 20 年代芝加哥的社会空间结构，当时的背景是由于国外不同种族移民的到来而使城市人口急剧增长；它是一个理想模型，产生这种模型结构有许多前提，它并不普遍适用；尽管如此，由于模型中许多土地利用地带的要素在今天仍然存在，因此它受到世人推崇。

霍伊特（Hoyt）对美国 142 个城市的居住结构进行了分析，根据城市土地租金的分布，归纳出城市空间结构的扇形特征（见图 7-4-2）。此模型的前提是，围绕着城市中心，混合性的土地利用得到发展，而且随着城市的扩展，每类用地以扇形的方式向外扩展。高租金的居住区沿着交通线发展，或向能躲避洪水的高地发展，或向空旷地区发展，或沿着无工业的湖滨、河岸发展。低租金的居住区则被限制在荒废的、最令人不满的居住环境中发展。中等状况的居住区位于高租金区的两边。根据霍伊特的理论，随着时间推移，扇形也会长增长和变化，外表的变化均发生在扇形以内；无论是从地理上还是从社会性质上看，整个扇形都会随时间而变化，如高级居住区会向外围迁移而较差的居住区会留在城市中心附近。

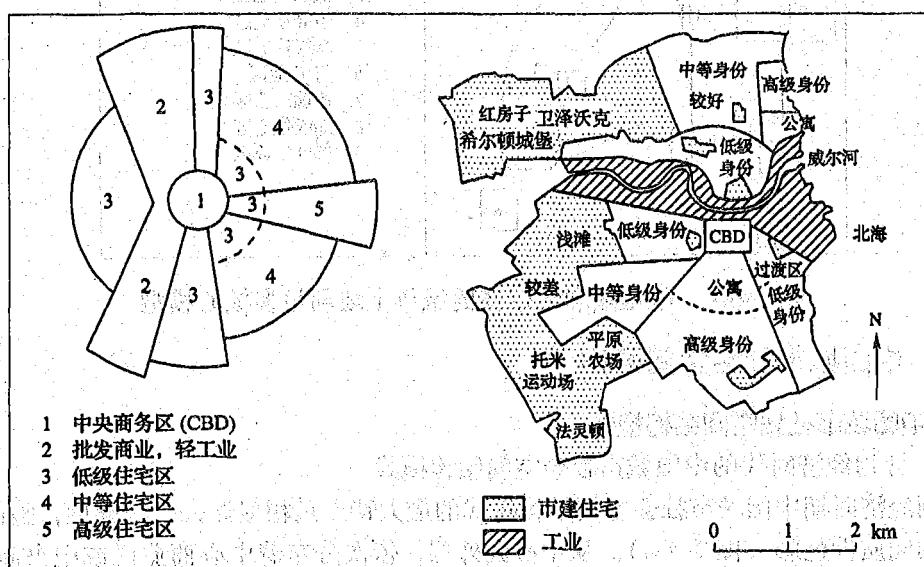


图 7-4-2 霍伊特的森德兰城市土地利用的扇形模型

人口迁移的过滤理论便来自霍伊特的扇形模型。城市结构的形成随高级居住区的发展而展开，因现有的住房日渐陈旧或衰落，高级阶层为维持其地位而购买新建的高级住宅，在高级阶层向外迁移的过程中，留下的房子被低级阶层的住户所占据，结果住房向低级阶层住户过滤，而居民向高级居住区过滤。霍伊特模型的缺点在于过分强调地带的经济特征而忽视其他的诸如种族类型等重要的因素。但它因增加了方向的概念而被认为是同心圆模

^① Pacione M., *Urban Geography: A global perspective*. London and New York: Routledge, 2000.

型的延伸和发展。

1945年，哈里斯（Harris）和乌尔曼（Ullman）观察到多数大城市的生长并非围绕单一的CBD，而是综合了多个中心的作用，因之提出城市土地利用结构的多核心模型（见图7-4-3）。城市多核心结构的区位及其生长决定于以下几个控制性的要素：首先，某些活动要求专业化的工厂，并需要集聚在其附近，如工业要求交通设施，因此常布局在离铁路、主要公路及港口附近；其次，活动相似的群体因联合经营的节约而受益，从而导致专业带和金融区的出现；第三，一些活动由于外部的负面效应而相互抵制，如高级住宅区与工业区的分离；最后，一些活动可能因位于CBD或与CBD邻近而受益，但又支付不起那里昂贵的租金，必须选择其他的区位，仓库和食品批发便是这类活动的典型。多核心模型的价值在于其对城市生长多核心本质的清晰认识。由于工业、文化和社会经济价值对不同城市有不同的影响，因此哈里斯和乌尔曼认为城市土地利用难以预知，他们还认为城市土地利用模式决定于地方的情况，而且会因不同的地方而不同。从这一点上看，多核心模型与现实更为接近。

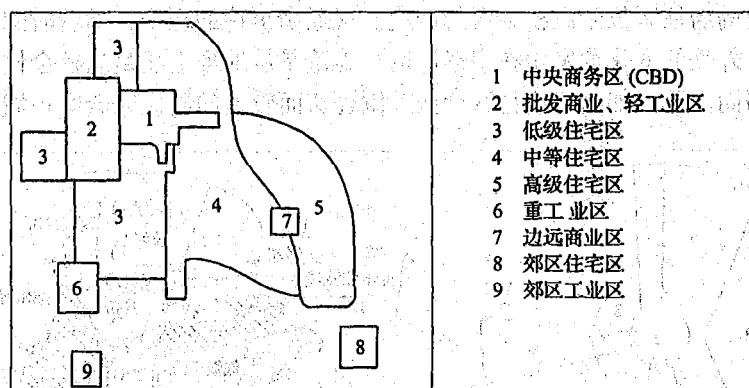


图 7-4-3 哈里斯和乌尔曼的城市土地利用多核心模型

四、中国城市社会空间结构

1. 中国城市社会空间结构模式

(1) 计划经济时代的中国城市社会空间结构模式

计划经济时期中国城市社会空间结构模式的最大特点是相似性大于差异性，整体上带有一定的同质性色彩（图7-4-4）。从中心到外围，依次分布着中心商业区或中央商务区、城市中心区、近郊区内沿、近郊区外缘、都市区内沿、都市区外缘等圈层地域。

在城市中心附近是中心商业区或中央商务区（CBD）。这里往往是城市商业、社会和文化生活的焦点，分布有全市规模最大、等级最高的商场，金融中心机构，以及标志性的广场、建筑，昂贵的宾馆等。在一些工商业城市，改革开放前便已形成中央商务区（如上海）或中央商务区的雏形（如天津、广州和重庆等）；在中国绝大多数的城市，这里只能算作是中心商业区，是以零售贸易为主的全市最大规模的商业中心，有些具备一定的CBD功能。

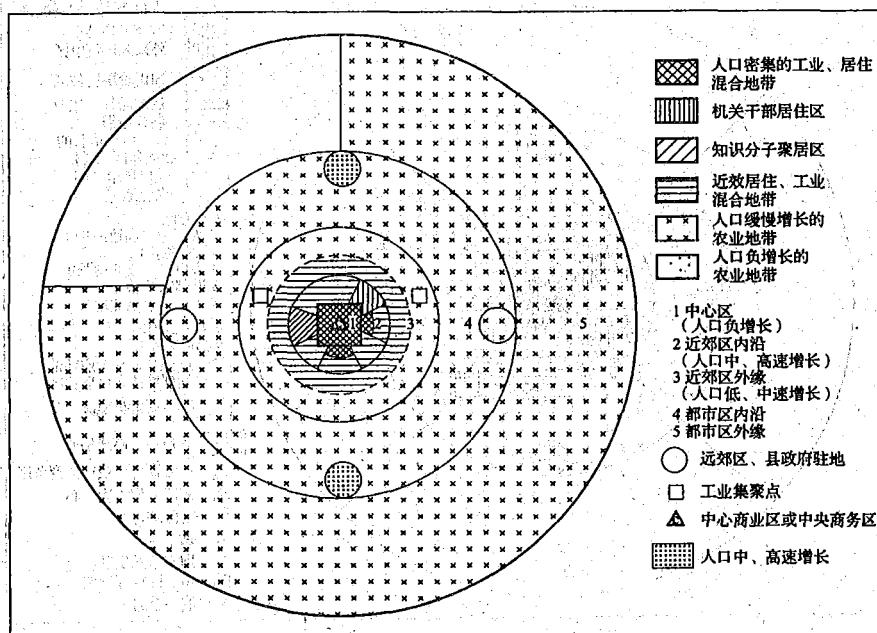


图 7-4-4 20世纪80年代（计划经济后期）中国大城市内部空间结构模式

资料来源：冯健. 转型期中国城市内部空间重构 [M]. 北京：科学出版社，2004：236；冯健，刘玉. 转型期中国城市内部空间重构：特征、机制与模式 [J]. 地理科学进展，2007，26（4）：93—106。

城市中心区是全市人口密度最大的地段。中心区的居住比较拥挤。在建国后至20世纪80年代以前，即计划经济的早期，中心区的人口处于集聚增长状态，而在1980年代（计划经济的后期），居民不断外迁致使中心区人口呈现负增长状态，出现了居住郊区化的现象，这一阶段的郊区化多是因为旧城改造，居民被迫搬迁，多数是被动式的；大量的城市工业分布于此，工人居住特点明显，是综合的工业、居住混合地带。在近郊区内沿，紧临中心区的局部地段具有与中心区类似的性质，即属于人口密集的工业、居住混合地带；一些机关单位集中建设职工住宅，使部分地段形成典型的机关干部居住区；大学的集中发展形成了知识分子聚居区；多数地段的工业较为发达，企业单位在工作地附近组织职工居住区，导致居住、工业的混合功能；作为中心区外迁人口和城市外来人口的主要接收地，近郊区内沿人口呈现中、高速增长的特点。在近郊外缘，靠近近郊区内沿的地带仍是工业集中分布的地区，形成工人居住区；工业的规模发展及集中布局形成一些工业集聚点（如在北京），在一些城市形成了初步的工业区（如在杭州）；大部分地域为农业地带；近郊外缘人口呈现缓慢增长的特点。都市区的内沿和外缘均为农业地域；位于都市区内沿的部分远郊区、县政府驻地人口表现出快速增长的特点；都市区外缘局部地段人口呈现负增长；都市区绝大部分地段的人口都处于缓慢增长状态。

（2）市场转型时期中国城市内部空间结构模式

市场转型时期中国城市内部空间结构模式（20世纪90年代末）则复杂得多，差异性大于相似性，带有多中心结构的特点，整体上表现出明显的异质性特征（图7-4-5）。

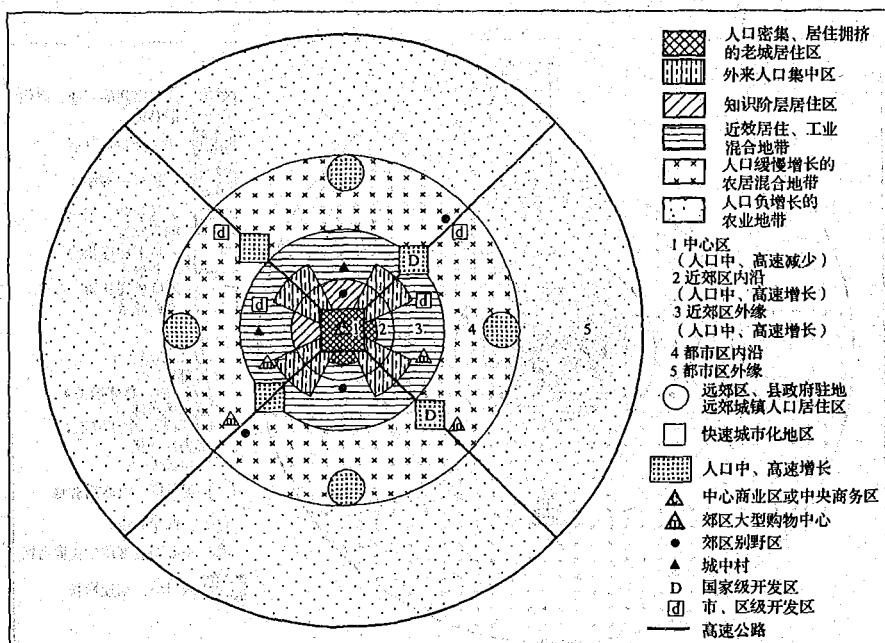


图 7-4-5 20世纪 90 年代（市场转型时期）中国大城市内部空间结构模式

资料来源：冯健. 转型期中国城市内部空间重构 [M]. 北京：科学出版社，2004，236.；冯健，刘玉. 转型期中国城市内部空间重构：特征、机制与模式 [J]. 地理科学进展，2007，26（4）：93—106.

最中心仍然是中心商业区或中央商务区。20世纪 90 年代，在原有中心商业区或中央商务区雏形的基础上，一些城市的 CBD 获得了发展，个别城市还建设了新的 CBD，如：在上海，由于外滩的 CBD 在发展空间上受到限制，90 年代以后在浦东陆家嘴形成新的 CBD；在广州，1980 年代中后期以来，CBD 已发展成 3 个区块。与以往不同的是，随着郊区大型超市和购物中心的兴起与发展，城市中心商业区的零售商业功能受到挑战。

在中心区，20世纪 90 年代有更多的居民外迁，人口以更大的速度实现负增长，但中心区仍然是人口密集、居住拥挤的居住区；工业企业的外迁与布局调整使中心区的工业大量减少，有些城市（如杭州）1990 年代末中心区工业已所剩无几，有些城市（如北京）不断加大城区企业外迁力度，工业布局获得重大调整，总之中心区的功能得到较大改变。在近郊区，除了内沿以外，外缘人口也表现出中、高速增长特点；外来人口大量增长和集中分布，并成为一个新的社会区类型，一般分布在紧靠老城区外围的近郊地带；在近郊区内沿，形成明显的知识阶层居住区（在北京它和少数民族聚居区在一起）；随着居住郊区化发展，作为配套设施的大型超市和区域性购物中心在近郊区大量兴起，在一定程度上分担了城市中心商业区的零售业功能，促进了商业郊区化的发展；1990 年代，大量崛起的各类开发区，出于用地、交通等原因的考虑，主要分布在近郊区（尤其是外缘），近郊区外缘成为中心区和近郊区内沿外迁企业的主要接收地，1990 年代的居住、工业混合地带已经扩展到整个近郊区外缘。

在近郊区以及都市区的交通便利之处，出现了别墅区，它们是富裕人口集聚的地带。1990 年代以来，大城市的郊区建设了大量经济适用房，是一般工薪阶层集中居住的地带。

在一些大城市的郊区，也出现了贫困人口集中居住的“贫民窟”，如一些老的废弃的村庄由于流动人口的集聚正成为新的贫民窟^①。在快速城市化的背景下，城市的空间扩张对郊区的村庄产生了影响，形成了大量的城中村，这些城中村的农民面临着拆迁、失地与就业的多重难题。

随着交通设施改善，都市区内沿的交通便利之处以及靠近城区的地区亦是各类开发区以及大型购物中心布局的重要地域；在都市区内沿，远郊区、县政府驻地街区在1990年代获得飞速发展，突出地表现在其人口的快速增长上，作为远郊城镇人口居住区，它们已成为一种突出的社会区类型；1990年代，还形成了一些快速城市化发展地区（多是工业基础较好的街区或国家级开发区位居的街区），其人口亦有快速增长特征；除了上述极点以外，在广大都市区内沿的农居混合地带，人口均处于缓慢增长状态。在广大都市区外缘的农业地带，人口普遍呈现负增长特点。

总之，改革开放以来，中国城市社会空间演化正遵循一条定律，即中国城市正经历着从计划经济时期的同质性社会空间结构向市场经济时期的异质性社会空间结构的转变。

2. 中国城市社会空间结构动力

改革开放以后，中国城市社会空间结构的形成和发展，既有来自经济层面的动力，也有来自社会、政府和居民个体层面的动力。

在经济层次上，地方和外来资金投入提供了城市社会空间结构发展的经济保证。在投资推动下，旧城改造得以进行，旧城改造本身导致了城市景观重塑和城市空间改造，同时它又与工业郊区化、交通设施建设等交织在一起。交通设施建设不仅推动了工业郊区化发展，而且还推动了城市空间扩展。郊区住宅建设，一方面推动了城市空间扩展；另一方面与城郊购物中心及大型超市发展形成互动：居住区发展需要配备区域购物中心，以满足居民生活需要；购物等设施的完善，又吸引了更多居民来此居住。上述诸方面，其本身又直接地改造着城市空间，它们是在地方与外来资金的保证下，以及城市规划的调控下进行的。从国家经济体制变革的角度，市场机制的建立与完善促使城市土地有偿使用制度发展，进而推动了城市工业郊区化以进行土地“退二进三”式的功能置换。

在政策及政府行为的层次上，城市规划除了调控城市经济空间建设外，它本身就是针对城市空间发展的一项政府调控，直接参与城市空间塑造；政府相关的空间政策亦作用于城市空间重构，20世纪90年代开发区的发展是政府作用的典型体现，其本身就是一项城市发展政策，受城市规划调控，它明显地塑造着20世纪90年代以后新的城市空间结构。

市场经济体制的确立与完善，推动了城市住房制度改革，居民收入增长和收入差距加大，以及职业类型的多样化发展。它们都作用于城市社会空间的重构：收入增长与差距加大促使社会贫富分化及社会极化；职业类型多样化带来了职业分化，它们给城市社会空间形成与演化打下烙印，社会空间类型也要经受住房制度改革的冲击。转型期社会空间结构的形成与发展还体现出流动人口的集聚和少数民族聚居的特征，实际上，它们是一种典型的政府干预结果——户籍管理制度逐渐松动的表现。户籍制度改革使大城市流动人口急剧增长，流动人口的空间集聚表现出集中于近郊区的空间偏好，进而形成典型的社会空间类型。

^① 冯健. 正视北京的社会空间分异趋势 [J]. 北京规划建设, 2005, (2): 176—179.

第五章 城市社区

第一节 社区与邻里的概念

一、邻里的概念

邻里（Neighborhood）是一种在地缘关系的基础上，结合了友好交往和亲缘关系而形成的共同生活的典型的初级社会群体^①。在传统的乡村社会里，邻里承担了生产上互相帮助、生活上互相守望、促进儿童社会化、协助进行社会控制以及交流思想和联络感情等许多重要的社会功能^②。西方学者把“邻里谱系”分为五种类型^③：

- 1) 独裁邻里：有明确名称但没有准确边界的一般地域体。
- 2) 物理邻里：有清晰边界的更加明确的环境。
- 3) 均质邻里：在环境特征和自然特征上十分明确并具有内部均质性。
- 4) 功能邻里：由于特殊的活动类型（比如学习或工作）而联合的地区。
- 5) 社区邻里：那些包含参与主要社会互动的近亲团体邻里。

很显然，在上述邻里谱系中，前四种类型的共同特征是：包含了人口学特征、经济特征和社会特征方面广泛相似的人们的地域，但它们不是社会互动的基础。而第五种类型实际上就是“社区”，“邻里”和“社区”的一个最大的区别就在于有没有形成“社会互动”。

二、社区的概念与特征

社区（Community）概念的缘起可以追溯到19世纪末德国社会学家腾尼斯的著作《礼俗社会和法理社会》，他最早提出“社区”的概念。20世纪30年代，我国著名社会学家费孝通先生首次将“Community”的概念引入中国并译成“社区”。

腾尼斯（1887）认为，在所有的文化系统中都存在着人类联系的两种基本形式：一种是礼俗社会，它与早期社会形式有关，其中的基本组织单元是家庭或宗亲，其社会关系以深厚、连续、内聚以及完满为特征；另一种是法理社会，它被看作是城市化和工业化的产物，导致了建立在角色逐渐分化的个人之间理性、效率及契约约束基础上的社会和经济联系。上述观点虽然不能直接导致“社区”概念，但社区应当依照它们而定义。

经过数十年的发展，西方社会学界对社区的研究逐渐增多，对社区这一概念的定义也

① 许英. 城市社会学 [M]. 济南：齐鲁书社，2002：196.

② 北京大学社会学系社会学理论教研室. 社会学教程 [M]. 北京：北京大学出版社，1987：108.

③ 保罗·诺克斯，史蒂文·平奇. 城市社会地理学 [M]. 柴彦威，等，译. 北京：商务印书馆，2005：

多不胜数。早在 1955 年，西方学者希勒里就收集了西方社会科学中对“社区”的 90 多种定义，他对这些定义进行总结和概括，发现普遍认同的要素包括 3 个方面，即：①地区；②共同纽带；和③社会互动。这三个方面实际上是社区概念最重要的特征。

社区的概念可以概括为：存在于以相互依赖为基础的具有一定程度社会内聚力的地区，指代与社会组织特定方面有关的内部相关条件的集合，它具有三大构成要素，即地区、共同纽带和社会互动。

在社区的三个特征中，“地区”代表了社区的“物质尺度”，它是一个有明确边界的地理区域；“社会互动”代表了社区的“社会尺度”，即在该区域内生活的居民在一定程度上进行的沟通和互动，这也是社区不同于邻里的地方。当然，针对不同类型的社区，这种互动有强弱之分，如针对高档别墅区的社会互动就比较弱，居民间的社会联系相对较少，居民广泛参与的社区活动也少，而针对一般工薪阶层住区的社会互动就比较强，各种社区活动较多，而且居民间的社会联系相对丰富；“共同纽带”代表了社区的“心理尺度”，也就是居民对社区心理上的依赖，即心理的认同和归属感。社区的“物质尺度”和另外两个尺度（即“心理尺度”和“社会尺度”）之间往往会影响、相互作用，甚至是相互依赖，如一定地理区域的居民在文化习俗、心理认知上有共同的特点，而在文化习俗上类似的人群更倾向于居住在同一区域。

第二节 社区的权力模式

西方研究城市社区权力的学者主要分为精英论和多元论两大阵营^①。

一、精英论

持精英论的学者认为，城市社区的政治权力掌握在少数社会名流手中，地方的重大政治方案通常由这些精英起决定作用，而地方的各级官员将配合这些精英实现少数人的意志。精英论主要包括以下观点：①上层少数人构成单一的“权力精英”；②该权力精英阶层统治地方社区的生活；③政治与民间领导人物是该阶层的执行者；④该阶层与下层人民存在社会冲突；⑤地方精英与国家精英之间存在着千丝万缕的联系。

精英论的研究方法主要包括亨特的“声望”分析和米尔斯的“职位”分析。

亨特是最早研究社区权力的学者。他认为研究地域社区中权力的中心任务是找出主要的“领袖”或者地方“权力掮客”，他设计了“声望”法来识别这些社区领袖。

“声望”法的分析程序是先列出有声望的人，然后询问社区中了解该社区的居民或对地方政治熟悉的专家的看法，把列入表中的人物按顺序排列并进行适当的增加或删减，通过这种方法把表中的人物数量由 175 人缩小到 40 人。接着，他对这 40 人进行访谈，请他们指出其中被认为此区中最有领袖地位的人；最后，他又从中得到了一个中选率最高的 12 人名单。他发现这 12 人是 40 人权力精英的核心。

^① 本部分内容在以下文献基础上汇编而成：夏建中. 国外社会学关于城市社区权力的界定 [J]. 江海学刊, 2001 (5): 42—45; 许英. 城市社会学 [M]. 济南: 齐鲁书社, 2002: 206—212; 蔡禾, 张应祥. 城市社会学: 理论与视野 [M]. 广州: 中山大学出版社, 2003: 81—88.

亨特指出，这些精英人士大多相互认识、经常来往、互相磋商社区事务，从而结成密切的权势群体。他们以不同的方式行使自己的权力，一些人在公共团体供职，在社会上引人注目、声名显赫；另一些人则通过他人行使权力，其活动和影响一般不为常人所知。

米尔斯的“职位”分析方法也很有代表性，与“声望”分析法的视角明显不同。米尔斯在其著作《权力精英》中提出，包括主要的经济、政治、社会和军事群体领袖的统治阶级，控制着对于他们作为一个阶级来讲所有重要事物的国家决策过程。他首先找出主要的政治、经济、军事、社会联盟或机构，然后分析这些群体的成员、凝聚力和影响。最重要的是分析那些社区领袖（不仅仅是财富方面的领袖）与其所属阶级其他成员共享的成员关系。这种研究方法试图提供一幅由富有的统治阶级和在国家、地方决策过程中握有大权、占据高位的个人组成的全家福。

二、多元论

多元论认为，社区政治权力分散在多个团体或个人的集合体中，各个群体都有自己的权力中心，地方官员有其独立地位，选民投票控制政治家，故选民也拥有权力。

多元论的代表人物戴尔不同意声望法，他认为任何人拥有权力资源而若不用的话就不能算是权力，权力不仅仅是声望，还要有行动的实权。

戴尔提出社会政治资源的概念，认为在现实中，社区只有平等的信仰，而没有政治资源的平等。多元权力结构运转的原因在于资源分配与实际利用的不平等性。一些人可以长期而熟练地使用其资源，另一些人则不能。年龄、公共兴趣等是影响利用政治资源的变量。尽管政治资源的占有利用不平等，但民主与政治平等的信仰起到了对权力领袖的限制作用。

戴尔提出用决策法考察在重大城市政策上参与实际决策的人。如他以纽黑文市为研究对象，在城市建设、政治任命、公共教育政策三个对政府来讲最主要的领域的决策进行了分析。结果表明，政治权力是很分散的，每个团体都有一定的权力，都有其特定专属领域里的发言权。在某个领域影响公共政策的领袖联盟并不与其他领域中的领袖重叠。他认为美国城市社区内不存在单一的权力结构，而是存在着多头民主。全民代议制经过演变已成为一种被称为“多头政治”的政治体制，形成一种多元化的权力分布，这种体制主要表现在：当选官员做出的政府决策受到控制；自由、公正、自愿的选举；普遍的选举权；普遍的被选举权；政见表达自由；信息获取自由；和政治结社自由。在多头政治中，个人之间政治权力的强度差异趋于减小，权力领域收缩但范围则会扩展，权力分配更加广泛。

在 20 世纪 60 年代至 80 年代，精英论和多元论一直存在激烈的争论，80 年代以后则逐渐缓和。主要是因为：一方面，应用于整个社会而不是地方社区的新马克思主义复兴，采用更为宏观的研究视角，淡化了微观层次的争论；另一方面，在社区权力研究中，开始出现了综合两种对立方法的尝试，认为它们之间没有矛盾，那些用声望法得到的有权力而用决策法分析却无权力的人，是因为在某些事件上他们不愿意使用其权力，或因为他们在幕后指使，操纵权力。时至今日，城市社区研究中这两种观点依然存在，研究者的学科背景影响到其所采用的方法，一般而言，政治学者倾向于采用多元论，社会学者倾向于采用精英论。

第三节 社区的归属感

一、社区归属感的概念

城市社区的归属感是城市居民对本社区的认同、喜爱、依恋的心理感觉。形成社区的最重要条件不是一群人共同居住在一定地域，而是人们之间的互动以及在此基础上而形成的一系列强度和数量的心理关系^①。

二、社区归属感的影响因素

心理学者认为^②，一般而言，影响居民社区归属感的原因可能会涉及以下五个方面的因素：①居民对社区生活条件的满意程度，社区满意感在很大程度上将决定社区成员的心理归属感，而对社区生活条件的评估将导致不同程度的社会满足感；②居民的社区认同程度，居民越喜爱和越依恋某社区则越愿把自己看成是该社区的成员；③居民在社区内的社会关系，在社区内的同事、朋友、亲戚越多，社区归属感越强；④在社区内的居住年限，当然是年限越长，社区的归属感就越强；⑤居民对社区活动的参与，无论正式活动还是非正式活动，参与都有助于增强归属感。

西方国家研究城市社区的学者证实，居民自身的社会经济地位、在社区内居住时间的长短、社会关系的好坏、对社区活动的参与程度等都是影响社区归属感的重要因素。中国的情况可能会有所不同，有学者以北京某社区为实证地区，进行了调查并开展定量分析^③。其调查和研究结果发现：城市居民的综合社区满意度与其社区归属感之间高度正相关，城市居民的综合社区满意度指标可以在很大程度上反映出其社区归属感的整体状况；城市居民的社区归属感建立在其社区生活满足感的基础上，但又高于这种满足感，因为社区归属感不仅来自于他们在当前社区生活中的现实满意度，还很大程度上来自于他们对社区未来的预期满意度；社区质量和社区进步是形成人们社区满意的根本原因，也是增强人们社区归属感的最终力量。总之，城市居民的社区归属感直接来自于他们从社区日常生活中所感受到的满足感，这对其社区归属感的形成起着决定性的作用。

社区归属感实际上是一种心理感受，也是社区居民之间彼此熟悉、共享场所并达到惬意生活的心理状态，它代表了社区内部居民生活的和谐程度，其重要内容是社会互动交往，特别是那些日常性、自发性、公共性或公益性的户外社会互动活动。城市社区的归属感与社区环境和公共空间关系密切。社区居民的互动性活动主要是在户外的公共空间进行，居民通过公共空间互相熟识，基于公共空间的公共生活能够拉近居民之间的距离并产生一定的凝聚力。良好的公共空间是加强社区归属感的良好依托，社区的建设不仅要创造一种新的环境，而且要建立一种新的关系，一种人与人、人与社会、人与自然相互之间的平衡协调关系，即社区不仅要满足人的生理需要，还要为人的精神需要，创造高质量的心

^① 许英. 城市社会学 [M]. 济南：齐鲁书社，2002：212—213.

^② 周晓红. 现代社会心理学 [M]. 上海：上海人民出版社，1997：500—515.

^③ 单菁菁. 从社区归属感看中国城市社区建设 [J]. 中国社会科学院研究生院学报，2006（6）：125—131.

理环境和社会环境，为居民创造充满归属感的高质量的社区环境^①。

三、现代社会中的社区归属感

有学者认为，现代社会的发展，尤其是现代化水平的不断提高会削弱社区的归属感，而对于现代城市社区的归属感状态特征的揭示和评价会在一定程度上回应这一理论问题。我国学者曾对武汉 504 户居民的社区归属感进行过调查^②。调查结果表明，一半以上的居民表现出对社区较强的依恋心理，认可社区的亲切感，对社区环境以及社区其他成员评价较高，有较好的满意度。这在一定程度上可以说明多数现代城市居民的社区归属感较强。与此同时，也有不少居民的社区归属感较弱，他们或是不太满意社区环境，或是对社区其他居民的评价较低，也有的认为社区没有亲切感，当然这些结论也可能受到其他变量的影响，例如年龄、受教育程度、居住年限等。

随着信息时代尤其是互联网时代的到来，城市社区的空间区位开始变得相对次要，而心理的归属变得愈发重要^③。实际上，技术变革和社区宽带网络的发展所带来的虚拟社区的出现和网络上的社会互动形式，已经在一定程度上改变了传统社区的形态。目前，很多社区利用宽带网络建立自己的虚拟社区，如 BBS、网上自由论坛等，使社区内的居民能够更好地进行交流，对社区内的事务发表自己的看法，更加积极地参与到社区建设中来。在这种社区网络中，每个人都只是一个代码、一个符号，没有在现实社会交往中的顾虑，也没有人与人的差别，只要愿意就可以自由而积极地对社区的事务提出自己的看法，这种双向的交流和互动、积极的参与状态，正是网络社区的优势，有助于提高社区居民的公众参与，也有助于培养社区居民的归属感，在这样的社区里，居民能更加积极地参与社区建设，是社区真正的建设者和主人^④。除了社区所建设的网络社区以外，虚拟社区在现代社会中得到了广泛的应用，如在新闻传播、体育世界、网络商店、企业园区、文学天地、心理咨询、求医问药、计算机互联网络、免费软件、情感话题、网络学院、金融证券、人才招聘、军事天地等栏目下，进入虚拟社区的社会成员都可以自由地获取所需要的服务，进行个人间的人际互动，因此虚拟社区实质上是由有共同需要的社会成员组成，依托互联网站进行人际互动的一种非地域性的社会形态^⑤。

第四节 社区的组织管理

一、社区组织管理的概念

社区的组织管理，就是依照一定的组织形式，采取特定方式，对社区的社会生活进行有效管理，为社区居民提供相关服务，以实现社区的正常运转。

① 刘丹，贺金红. 社区归属感的营造：公共空间的重要作用 [J]. 住宅科技，2001（10）：32—35.

② 苗艳梅. 城市居民的社区归属感：对武汉市 504 户居民的调查分析 [J]. 青年研究，2001（1）：36—41.

③ 许英. 城市社会学 [M]. 济南：齐鲁书社，2002：214.

④ 刘中元，华晨. 社区宽带网络对城市社区影响预测 [J]. 规划师，2001，17（6）：99—101.

⑤ 彭华民，杨心恒，关信平，等. 社会学概论 [M]. 北京：高等教育出版社，2006：183.

二、社区组织管理体系的特点

在 20 世纪 50 年代，联合国在发达国家倡导社区发展工作，尤其是 70 年代以后，很多西方发达国家都在实践社区组织管理方面积累了经验。

总体而言，西方发达国家已形成了比较完备的城市社区组织管理体系，它们一般都具有以下共同特点^①：

一是组织管理机构健全，权限职责清晰。如美国的社区是城市的基层行政单位，社区内建有社区委员会、社区顾问团等组织机构，而且在城市宪章中对各种社区组织机构的组成及权限都做了明确规定，尽管社区委员会是半官方组织但具有法律保证。实际上，欧美各国政府在促进社区发展和管理上，基本采取了“政府负责规划、指导，给以资助，社区组织负责具体实施”的运作模式。政府每年要制定社区发展的总体规划并出台相应政策，把社区拟办的事情公布于众，征求居民意见并加以修改，政府每年还拨出资金专门用于社区发展和管理。

二是非政府非营利组织在社区发展中具有重要作用。社区发展的各项服务性工作一般是由非政府非营利性组织具体操作实施，当公众遇到社会问题时不去找政府而是去找非政府非营利组织。与此同时，政府把主要精力放在制定法律法规和依法管理上，并产生了高效率的管理体系。

三是社区志愿者组织的作用举足轻重。社区志愿者组织是由社会各界志愿者组成的服务团体，它利用组织内部的知识、技能、体能或财富，通过各种服务性的行动去实现和体现对社会事业的服务与奉献，或实施和完成对有困难的社会群体及个人的服务与保障。

三、社区组织管理与民主和服务的关系

关于社区组织，西方学者有一种代表性的观点，认为社区组织是公民社会的民主基础，特别是参与式民主的主要动力和有力的组织形式，它可以弥补西方国家代表制民主的许多不足。以美国为例，社区组织的领袖一般由社区居民选举产生，其领导机构是理事会。这些理事的任期一般是一年，理事会通常每年开会 5—12 次，甚至更多。绝大多数日常活动的运作组织是执行委员会，它们至少一个月活动一次。此外，根据社区需要处理的事务重点不同，社区理事会还下设各种事务委员会，其成员主要是由不属理事会和执行委员会的居民组成。美国城市社区的工作相当广泛，如日间看护、财产税、老年人、社区环境美化、房地产事务、交通、青年、图书馆、防火、环境教育、就业、食品服务、狗的特殊工作组、健康照顾以及社会服务、立法、城市服务和预算、设施、暑假文化艺术、儿童门诊所、简讯、产业保留、侵蚀和洪水控制等。由于是完全自治的组织，所以资金的筹集极其重要。一般来讲，社区组织都非常注意筹款来源的多样性，因为资助来源渠道的多少与组织能够保持独立性的程度直接相关，资助来源的多样性可以使这些组织保持自己的独立性^②。

另外，社区服务也是社区组织管理的一个重要方面。社区服务，就是一个社区为满足

^① 林竹. 国外社区组织管理模式及特点 [J]. 求知, 2001, (5): 43—44.

^② 夏建中. 美国城市的社区组织一瞥 [J]. 唯实, 2004, (1): 52—54.

其成员物质和精神生活需要而进行的社会性福利服务活动。除了自发性的和志愿性的服务活动以外，也包括有组织、有系统的服务体系。一般是在政府指导下，依托一定的基层社区，通过相应的机构、团体和志愿人员有组织地实施。用服务设施和服务项目来提高社区生活质量，增进公共福利的社会性福利事业，其服务对象既要面向全体社区成员，又要重点帮助那些老弱病残等需要特殊照顾的社区成员。社区服务不是仅由少数人参与的、为其他人提供服务的社会活动，而是以社区全体居民的参与为基础，把自助与互助结合起来的社会公益活动。社区居民的积极参与，其自助与互助精神的发扬，是社区服务生命力的源泉^①。

第五节 中国城市社区的发展

一、中国城市社区组织的演变

建国以后，中国城市社区组织经历一个复杂的演变历程^②：①在20世纪50年代，中国城市社区表现出“社区和单位齐头并进”的特征，法定社区从区一级延伸到街道一级，城市社区的控制力大大加强，单位制度从党政军机关扩展到所有国营和集体性质的基层企事业法人，单位社会逐步形成；②在20世纪六七十年代，城市社区的演变一方面表现出“社区单位化”的特征，即主流社会成员从属于单位，居民委员会在社会生活中影响很小，且附属于政府，另一方面，还表现出“单位社区化”的特征，即单位集中建设本单位职工的居住区，单位社会进入全盛时期，法定社区沦落到边缘地位；③在20世纪的八九十年代及以后，城市社区发展演变的主要特征是，城市中的单位社会逐渐萎缩、瘫痪乃至濒于解体，社区组织则重振旗鼓，开始回归主导地位，住房制度改革对传统社区格局造成巨大冲击，促使社区向“非单位化”方向发展。

中国传统的“单位社区”可谓源远流长，影响深远。因为，计划经济体制下，单位是承担社会生活的重要组织，“企业办社会”是社区发展的指导思想。由于长期强调“先生产、后生活”的方针，居住建设资金从属于工业建设、基本建设投资中的开支，形成了极具特点的“单位社区”，即社区隶属于某一单位，自设各类服务设施，也有些社区由几个单位共同筹建，同一职业的成员居住在同一楼或几幢楼中。这类社区的居民职业构成比较明晰，居住用地与生产用地有明显的界线和隔离带，生活环境质量较好，但社区气氛淡薄。因为生活角色与生产角色相重合，虽然邻里之间比较熟悉，但互动意愿不强，社区活动多被组织活动替代。此类社区随着建设历史的延长，社区成员的工作单位可能发生变化，第二代居民可能在其他单位工作却继续使用原来的住宅，因此会形成与社区其他成员较大的隔膜^③。市场转型所带来的一个较大的变化是城市单位制度结构与体制的转化，从而促使中国城市社区的发展变化。随着市场经济的深化发展，越来越多的单位开始改变企业办社会、学校办社会、机关办社会的状况，开始弱化单位行为的非专业性目标，也开始

^① 顾朝林. 城市社会学 [M]. 南京：东南大学出版社，2002：70—71.

^② 许英. 城市社会学 [M]. 济南：齐鲁书社，2002：220—221.

^③ 吴缚龙. 中国城市社区的类型及其特质 [J]. 城市问题，1992（5）：24—27.

弱化职工对单位的过分依附性。越来越多的上级单位在市场面前，由于失去了集中管理、占有、分配经济和社会资源的权力，开始对下级单位“断奶”。这就必然导致广大职工从“单位人”向“社会人”的转变，导致下级单位不再倾向于成为上级单位的一个组成部分，这也就意味着单位对职工，上级单位对下级单位的社会整合作用逐步弱化，这样，本来由原单位承担的一部分社会整合功能逐步向城市社区内转移^①。

二、中国城市社区组织管理的创新

近年，在中国城市发展起来的社区居民自治形式是中国城市社区组织管理体制的重大创新。所谓社区居民自治，是指在一定的时空范围内居民采取集体行动自主表达、维护权利的制度安排和过程，凡是与居民权利有关的各类活动都应该纳入居民民主参与和民主监督之中。具体而言，社区自治的涵义包括：①社区自治的主体是居民；②社区自治的核心是居民权利表达与实现的法制化、民主化、程序化；③社区自治的对象包括与居民权利有关的所有活动和所有事务。社区自治不仅仅局限于社区自治组织作用的领域，而是包含社区范围内所有与公民权利相关的组织以及个体所作用的领域，它意味着社区自治运行系统是一个权利与权力之间的多元交叉网络，在居民、政府组织、社区组织、社会中介组织、企业等节点之间形成纵横交错的互动网络，换言之，社区居民自治是一种权利与权力的生态链^②。社区居民自治的意义主要在于以下三个方面^③：①社区居民自治有利于扩大公民的政治参与，加强基层民主建设；②社区居民自治是一种管理成本较低的体制创新，过去所倡导的政府导向型社区管理模式，其成本较高，要求有充足的财力支撑，如著名的“上海模式”，就有其财力支撑（上海街道所属企业收入达100多亿元，政府从城区土地增值中受益较多），而自治导向的社区将政府管理与社会管理分开，社区承接政府和市场都难以承接的社会事务，专事非政府非营利性的社会事务管理；③社区居民自治也是社区建设的要求，完全依赖于政府的管理会导致需求信号不灵，而完全依赖于市场的管理会存在人们在社会安全、精神文化、社会交往、生态环境和社会参与需求方面的信号盲点，只有自治组织能够及时、准确地反映和表达社会需求。

^① 张鸿雁,殷京生.当代中国城市社区社会结构变迁论[J].东南大学学报(哲学社会科学版),2000,2(4):32—41.

^② 陈伟东.中国城市社区自治：一条中国化道路——演变历程、轨迹、问题及对策[J].北京行政学院学报,2004(1):63—68.

^③ 徐勇.论城市社区建设中的社区居民自治[J].华中师范大学学报,2001(3):5—13.

第六章 城市规划的公众参与

第一节 城市规划公众参与的作用

一、公众参与使城市规划有效应对利益主体的多元化

在社会主义计划经济体制下，城市土地的有偿使用制度尚未建立，土地采用无偿划拨的方式投入使用，城市建设方式基本上为统一建设，城市发展动力、城市规划方式基本上表现为国家和政府的计划，城市各阶层和各利益集团的利益隐含在共同利益之后，城市规划从编制到实施面对的矛盾和冲突都相对较少。

在中国实现向市场经济体制的转轨以后，情况发生了巨大变化。

首先，转型期中国的城市建设与城市规划日益成为人们关注的热点，市场机制要求出现新的机制来配置资源和协调各方利益。尽管与计划经济相比，市场可以更有效地配置资源，但是市场运行只有在实现公平交易、维护各市场主体利益的基础上才能对资源配置起基础性作用。市场经济体制的构筑过程是利益关系不断调整的过程，在城市规划与建设中，处理日趋复杂的社会关系，需要引入公众参与制度、采用社会化的公共管理方式，以鼓励利益各方参与规划和通过相互磋商和妥协妥善解决问题，公众广泛参与涉及切身利益的城市规划，能够促使政府与其他社会主体相互协调、不同利益团体相互平衡，规范市场秩序，维护社会稳定，从而使规划成为政府实施城市建设的有效手段^①。

其次，当前的城市规划必须面对经济全球化、信息一体化的宏观背景，以及“以人为本”的规划理念，需要引入公众参与机制来体现城市规划的“人文关怀”。经济全球化和信息一体化在全球范围内引发了空前的城市空间重构和各种利益主体及其利益关系和秩序的大幅度调整。面对市场经济、经济全球化和信息经济，城市规划整合各类社会资源的手段与方法日益更新，经济结构战略性目标的调整丰富了城市规划的功能定位，城市居民生活水平的提高也要求规划工作更多地体现“以人为本”的城市规划理念^②。以人为本的关键环节就是要尊重全球经济规律，充分体现各方利益。随着城市利益主体的多元化，城市规划工作必须引入公众参与机制才能做到统筹兼顾。

二、公众参与能够有效体现城市规划的民主化和法制化

“规划民主”是城市规划内在的需要，城市规划的社会实践特点决定了城市规划民主

① 刘明，曹吴清. 公众参与城市规划的问题与对策 [J]. 福建政法管理干部学院学报，2005 (1): 47—50.

② 张建一. 城市规划与公众参与 [J]. 城乡建设，2003 (1): 36—37.

化的必要性。城市规划是公共行为，其目标是维护公共利益，协调社会各阶层占有城市空间的矛盾，防止个体决策与行动的弊端，如：空间利用的外部不经济、不适当的景观、“免费搭乘”、损害或侵占其他成员的土地使用机会、土地使用上的不经济、基础设施和服务设施供应不足、劣势弱势人群的物质环境条件恶劣等。城市规划的实施与管理有赖于规划的民主化，民主化有利于规划的实施，缺乏民主化的规划会加剧社会矛盾，产生城市空间的分化等不良后果。在现代城市规划实践中，民主常以公众参与的组织制度或表现形式出现^①。

公共参与对城市规划民主化的作用可从以下方面进行理解：

首先，基于城市规划民主化的公众参与是民主政治的需要和核心问题。发达国家的城市强调民主政治和对个人权利的尊重。即使在日本这样一个民主政治尚不成熟的国家，城市规划一直被政治家们作为地方自治的代表性政策加以对待。在1992年日本城市规划法修改过程中，最引人注目的修改意见是“把城市规划的决定权交给地方”和“让城市规划真正反映居民的意见”^②。城市规划工作涉及城市社会、经济、环境及空间发展等多方面政策的制定，对每一位市民的生活和工作都有影响，市民参与城市规划工作既是对自身合法权益的保护，又是个人民主权利的最佳体现，因而政府在城市规划工作中吸收公众参与是最直接和最容易实施的民主政治形式^③。

其次，公众参与可以保障公民的基本权利，是实现民主决策的保障。我国传统的城市规划偏重于行政管理，在这种模式中，公众参与的效果完全取决于掌握城市命运的主政者的个人偏好和综合素质，城市规划方案能否反映公众意见，或在多大程度上反映公众意见，公众本身无法知晓，更无法监督，加上公众层次参差不齐，没有整合成为团体力量，影响规划的能力有限，实践中的公众参与形式多于内容，宪法赋予公众的知情权、参与权和监督权难以得到体现。相比之下，发达国家把公众的知情权、参与权和监督权作为规划合法性前提的做法值得我们借鉴^④。因此，从这种意义上讲，在城市规划中，重视公众参与，可以保障公民行使其基本权利。

在民主社会中，城市规划在任务下达、规划编制、规划决策、规划管理等过程中注重城市规划的社会功效，以民主的组织制度与方式进行实践活动。公众参与是城市规划实践过程吸取公众意见的常用方法，是规划民主的重要形式。公众参与只有从民主的角度，赋予民主的属性，才能从初级形式走向深层次的城市规划民主^⑤。实际上，公众参与是实现城市规划民主决策的保障。实现城市规划的民主化，有赖于从规划编制到规划管理全过程的改革，必须提高在规划编制、评审、决策和实施的全过程中公众参与的程度。

第三，民主的成熟度会影响城市规划公众参与的效果，公众参与的热情取决于民主的成熟度。民主的发展是经济基础和上层建筑协调发展的结果。一方面，经济的发展特别是财产权保障能使民众具有独立于行政组织之外的独立人格，使其意见表达不受某个政体或利益集团的影响；另一方面，上层建筑的发展特别是法制的健全能营造出一种开放的、尊

^① 聂康才，周学红. 城市规划民主与公众参与 [J]. 城市问题，2005 (4): 17—19.

^② 刘强，刘武君. 规制放松与现代城市法——日本城市规划法研究（之四）[J]. 国外城市，1994，(1): 40—44.

^③ 陈锦富. 公众参与的城市规划制度探讨 [J]. 武汉城市建设学院学报，1999，16 (3): 15—18.

^④ 刘明，曹吴清. 公众参与城市规划的问题与对策 [J]. 福建政法管理干部学院学报，2005 (1): 47—50.

^⑤ 聂康才，周学红. 城市规划民主与公众参与 [J]. 城市问题，2005 (4): 17—19.

重民意的环境，赋予公众以知情权、参与权和管理权。只有具备这两方面的条件时，公众的参与热情才会提高，效果才会好^①。另外，城市规划民主的实施也与城市居民的知识结构和文化水平密切相关。在中国，多数城市市民受教育水平偏低、参与意识薄弱的状况，也是导致少数人最终对城市规划起决定作用和城市规划民主程度发育较慢的重要原因^②。

另外，重视城市规划的公众参与也能进一步体现城市规划的法制化。在西方国家，公众参与是城市规划法不可或缺的重要内容。如：在英国，公众参与作为法定制度，英国的立法甚至认为，公众参与是英国规划法规体系的“骨架”；在加拿大，公众参与城市规划的全过程被视为规划合法的不可或缺的因素；在德国的城市规划中，公众对规划的直接参与也以法的形式被固定下来；美国也十分重视公众参与，公众参与被认为是规划成败的关键。公众参与城市规划是依法行政的必然要求，而依法治国必然要求依法行政。所谓依法行政就是要求行政机关和各级政府依法办事，既要保护公民的合法权益，同时也要防止公民权利的滥用，以维护社会秩序和增进公共利益。城市规划作为各级政府行政权力在城市管理中的运用和体现，必须体现公众的意志，维护公众的利益，接受公众的监督，而接受公众监督的最好形式就是允许公众参与^③。

三、公众参与将导致城市规划的社会化

传统的城市规划基于专业的技术领域，而强调城市规划的公众参与则必然会导致城市规划的社会化，即由专业技术领域而转向了社会政治领域。相关研究表明，西方公众参与城市规划的理论基础、思想基础和早期实践，包括戴维多夫（Davidoff）的“规划的选择理论”、“倡导性规划”概念，联合国世界环境会议1973年宣言，英国公众参与规划委员会的“人民与规划”报告，以及美国社区改造中心等机构的规划实践，均是强调城市规划的社会性，把公众参与作为城市市民的一项基本权利，真正全面和完整的公众参与则要求公众能真正参与到规划的决策过程之中^④。

现代城市规划的社会化过程是对规划工作进行深入广泛的宣传、发动公众积极参与的过程；是各种利益冲撞、融合、协调的过程；是政府各部门相互协作、共同贯彻实施的过程；是公众达成广泛认同、拥护实施的过程。因而社会化过程也就是整合各种力量，提高规划质量，形成集体意志，提高规划可实施性的过程，只有经过这样的社会化过程，才能克服各种阻力，保证规划的贯彻实施^⑤。在我国，随着社会主义市场经济的逐步建立和发展，在城市规划和建设中，社会关系将日益复杂化，城市规划和建设的行为主体也日趋多元化。这些行为主体之间的价值选择、利益取向互不相同，有时甚至互有矛盾，这就需要通过法律来加以规范和调整。同时，公众通过参与涉及城乡居民日常生活和切身利益的城市规划编制和实施的全过程，也可以对行政权实施有效的监督和制约，从而增加规划编制的透明度和合法性，减少社会矛盾的发生，防止社会矛盾的激化^⑥。在当前我国城市规划

^① 陈美云. 城市规划与公众参与 [J]. 中外房地产导报, 2003 (17).

^② 刘明, 曹吴清. 公众参与城市规划的问题与对策 [J]. 福建政法管理干部学院学报, 2005 (1): 47—50.

^③ 郭建, 孙惠莲. 城市规划中公众参与的法学思考 [J]. 城市规划, 2004, 28 (1): 65—68.

^④ 孙施文. 城市规划中的公众参与 [J]. 国外城市规划, 2002 (2): 1, 14.

^⑤ 唐文跃. 城市规划的社会化与公众参与 [J]. 城市规划, 2002, 26 (9): 25—27.

^⑥ 郭建, 孙惠莲. 城市规划中公众参与的法学思考 [J]. 城市规划, 2004, 28 (1): 65—68.

所面临的复杂社会关系中，四类行为利益主体尤其要引起注意，它们是地方政府、开发商、社会公众和城市规划师，因为目前城市规划上产生的问题多数都体现在上述各方面之间利益的冲突。为了实现健康城市化的目标，引导城市规划向着良性方向发展，需要从我国的国情出发通过相应的利益政策调整和机制创新，构建有利于协调各社会主体之间利益关系的城市规划机制^①。

四、公众参与可以保障城市空间实现利益的最大化

城市规划的核心职能之一是有效配置空间资源和协调各方的空间利益，因此，很多城市问题社会矛盾的焦点最终归结为空间上的利益。

经济主体多元化、投资渠道多样化和建设决策与实施主体的分散错位，使得围绕空间利益的各种关系错综复杂，政府在规划、投资和建设等方面做出的任何一项落实在空间上的抉择或调整往往处于冲突的焦点，因为空间资源的有限和短缺约束了城市空间的建设和管理决策^②。客观地衡量或评价一项规划举措的得失成败，往往不在于其是否满足了使某一方利益主体甚至是城市统治机构的利益达到最大化的要求，而在于在综合平衡的基础上是否达到空间上的利益最大化，这实际上是各方利益结合的最大化程度。

如果要做到空间上利益的最大化，必须重视城市规划的公众参与。国内外城市建设的历史经验教训反复证明，规划失误是无法弥补的，尤其是对于中国这样一个正处于城市化快速发展时期的国家而言，要避免或减少城市建设失误，最重要的是规划的科学合理性，要保证市民对城市规划有知情权、发言权和监督权。实际上，公众参与是实现城市公共空间利益最大化的保证，因为人类文化需求的多样性决定了城市公共空间设计方法的多途径，同时也决定了城市公共空间性质的多重性^③。要做到规划的“以人为本”，必须考虑各方利益主体的生存环境特点和实际需求，并在规划中得以体现。当前，中国要提高市民的城市意识、规划意识、参政意识和主人翁意识，使市民更了解城市建设、关心城市建设、支持城市建设、直接投身和参与城市建设。公众参与城市规划要从“听取意见”为中心的比较形式化的做法转向在规划过程中“交换意见”的做法^④。政府和市民要在各种场合协调一致地以多种方式规划和建设城市，才能实现空间利益的最大化。

第二节 城市规划公众参与的主要理论

西方城市规划的公众参与有深厚的理论基础^⑤。

^① 吴可人，华晨. 城市规划中四类利益主体剖析 [J]. 城市规划, 2005, 29 (11): 80—85.

^② 顾新. 在“规划控制”与“市场运作”的博弈中走向成熟—深圳市地下空间利用立法与管理实践探析 [J]. 现代城市研究, 2005 (6): 17—22.

^③ 俞剑光, 宋燕伟. 公众参与: 实现城市公共空间利益最大化 [J]. 北京规划建设, 2005 (6): 26—27.

^④ 俞剑光, 宋燕伟. 公众参与: 实现城市公共空间利益最大化, 北京规划建设, 2005 (6): 26—27.

^⑤ 本部分内容系在以下文献基础上汇编而成: 闵忠荣, 丁小兰, 郑林. 城市规划中的公众参与—以南昌为例 [J]. 城市问题, 2002 (6): 40—43; 孙施文, 殷悦. 西方城市规划中公众参与的理论基础及其发展 [J]. 国外城市规划, 2004, 19 (1): 15—21; 梁鹤年. 公众(市民)参与: 北美的经验与教训 [J]. 城市规划, 1999, 23 (5): 49—53; Arnstein S. R., A ladder of citizen participation, *Journal of the American Institute of Planner*, 1969, Vol. 35: 216—224.

西方的公众参与经历了物质形态建设规划、数理模型规划和社会发展规划几个阶段。规划工作的视点逐渐由宏观转向微观，由鸟瞰的专家角度转向市民的角度，由理论性、专业性和集中的权力转向自然、具体，由下至上的探索。

在形态建设规划阶段，公众参与仅仅是限于了解和聆听，规划部门根据公众提出的意见对规划加以修改，经采纳后付诸实施。在数理模型阶段，由于公众很难理解复杂而抽象的数学模型，公众参与仅限于学术机构和研究机构的“精英层次”。

在社会发展规划阶段。1962年，戴维多夫（Davidoff）和瑞纳（Reiner）发表了“规划的选择理论”（A Choice theory of planning），从多元主义出发来建构城市规划中公众参与的理论基础。他们认为，规划的整个过程都充满着选择，而任何选择的做出都是以一定的价值判断为基础的，规划师不应以自己认为是正确的或错误的这样的判断来决定社会的选择，因为这是规划师的价值观的作用，而不是社会大众的判断。规划师并不能担当这样的职责，而且这样做也不具有合法性。因此，规划的终极目标应当是扩展选择和选择的机会，而不是相反。

以此理论为基础，戴维多夫又提出“倡导性规划”（Advocacy planning）。他认为，从社会政治学角度来看，规划师应该正视社会价值的分歧，并选择与社会底层人士相同的价值观：一方面规划师要成为他们的政治倡导者，另一方面又为他们提供规划的技术知识。实际上，就是希望城市规划能够将城市社会各方面的要求、价值判断和愿望结合在一起，在不同群体之间进行充分的协商，为今后各自的活动进行预先协调，最后通过一定的法律程序形成规范他们今后活动的“契约”。这样，城市规划既成为各类群体意志的表达，又是他们必须遵守的规章。从此以后，城市规划更加注重社会科学、价值观念及判断，人和人性的关系成为城市规划中考虑的重点。城市规划也更注重政治科学，规划决策往往是在政治层面上做出的，实施时也需要各个政府部门的合作。城市发展也不仅被视为是物质建设和经济发展，更重要的是公众参与和政策的制订和实施，是制度和立法。

1965年，戴维多夫又发表了《倡导规划与多元社会（Advocacy and Ursism in Planning）》一文，认为在多元化的社会，规划没有一个完整的、明确的公众利益，只有不同的“特别利益”。规划工作者要自己明白，并要公开表白，究竟他为哪一个利益作规划，并要为受规划所影响的其他人发言。

1969年，安斯汀（Arnstein）发表了《市民参与的梯子（A Ladder of Citizen Participation）》一文，被视为公众参与的最佳指导文章。在该文中，她把参与梯子分为八级，归纳为三类（图7-6-1）。梯子最下的一段叫“不是参与的参与（Nonparticipation）”，有两级。最底的是“操纵（Manipulation）”：邀请活跃的市民代言人作无实权的顾问，或把同路人安排到市民代表的团体中。其上一级是“治疗”（Therapy）：不求改善导致市民不满的各种社会与经济因素，而要求改变市民对政府的反应。梯子中段是“象征性参与”，共三级。先是“通知”（Information）：向市民报告既成事实。再上是咨询（Consultation）：民意调查、公共聆听等。更上是“安抚”（Placation）：设市民委员会，但是只有参议的权力，没有决策的权力。梯子最上是“实权的参与”，共三级，先是“伙伴关系”（Partnership）：市民与市政府分享权力和职责。再高是“代理权”（Delegated power）：市民可代政府行使批准权。最高是“市民控制”（Citizen control）：市民直接管理、规划和批准。

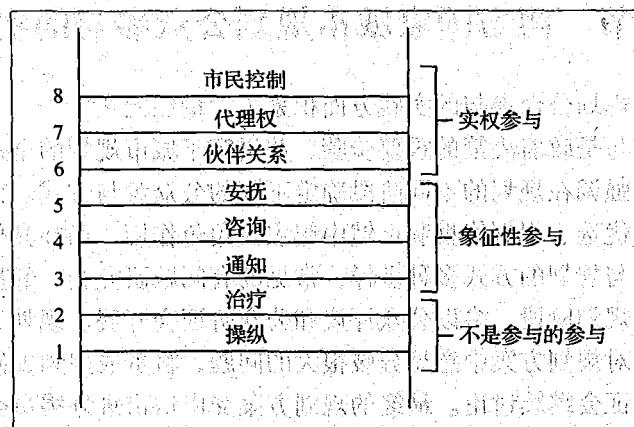


图 7-6-1 安斯汀的市民参与阶梯

资料来源：Amstein S. R., A ladder of citizen participation, *Journal of the American Institute of Planner*, 1969, 35: 216—224.

受西方后现代主义社会思潮的影响，文化的多元性和多元论也影响到城市规划公众参与理论的发展。如罗斯（Rawls）认为在多元社会中，各类团体与个体之间的平等是保证社会有序运作的关键。1989，福雷斯特（Forester）提出一个把实践与权力、理性与组织、竞争与调停、干预与实践等概念结合在一起的理论框架，他认为，规划师的日常工作基本上是沟通性的工作，但在组织和结构层次方面同时也是历史的和政治经济的。因此，在一个充满利益竞争和在地位、资源等方面存在着严重不平等的社会中，规划想要引导未来的行动，就必然地处在权力运作的过程中，规划也只有在权力运作的过程中才能发挥作用。因此，规划师也并非是在价值中立的状态中进行工作。在一个民主的社会中，各种受到影响的利益者都会发出自己的声音，提出自己的要求；规划师也是在一定的政治制度内开展工作，也就要受到制度的限制，并对政治问题产生作用；最基本的技术手段的运用（如人口预测等）也会得到某些人的支持而遭到另一些人的反对，因此他们也需要在其中进行取舍；即使是最实际的信息，在不同的背景中、在不同的制度环境里都会表示不同的含义，对规划的任何考虑都需要面对这样的政治现实。

1998 年，珊德科克（Sandercock）指出，强调多元主义就会在城市和城市规划中发生本质性的改变，也就是要用更为规范型的、更开放的、更民主的、更灵活的和更负责任的方式来对待文化上的差异性。她认为，为了对多元文化的城市和社会的多样性和平等性进行规划，就需要使用更加广泛的规划语言，这些经过扩展的规划语言包括在三部分内容之中，即记忆的城市、欲望的城市和精神的城市。而且在此基础上需要倡导多元性的认识论，其中包括除了科学和技术知识之外的至少六种认知方式，也就是：通过对话认知；通过体验认知；通过获得特殊的和具体的地方知识而认知；通过学会阅读象征的、视觉的和其他非语言迹象的方式来认知；通过沉思默想来认知；通过行动来认知，也就是只有通过做的过程、通过参与的过程才能获得真正的理解。一个好的规划师应当对这些认知方法有充分的掌握，不偏好或偏废其中的任何一个，而且要知道在什么时候在什么状况下使用哪一种方法，这些方式都不能与背景相分离。

第三节 西方国家城市规划公众参与的实践

西方国家在城市规划公众参与的实践方面积累了大量经验^①。

在美国，公众参与是政府决策的重要步骤，并贯穿于城市规划的全过程。规划师的联络作用得到重视，并强调在规划的不同阶段确定不同的公众参与方式。市民在社区价值评价、目标确定、方案优选、规划修批和反馈中起主要角色作用，而在其他阶段起促进或支持作用。美国公众参与规划的方式多种多样，常见的有问题研究会、邻里规划会议等，而在市民起主要角色的规划阶段，多以公众评议和公众听证会开展。规划方案在公众听证会进行公众意见听证，对规划方案中意见分歧很大的问题，将责成规划编制部门对其进行修改，并留交下一次听证会继续讨论。最终的规划方案交由城市规划委员会、城市议会规划委员会审阅表明态度，再由议会全会对其审查表决，规划方案需获2/3以上的赞成票方能通过。在审查审批阶段，亦同时伴有公众会议。通过公众参与城市规划，社会问题的解决变得更加容易，也增强了市民的社区感和凝聚力。对政府而言，通过与市民的接触和交流，提高了行政效率，使公众得到了快速、高效的服务。

在德国，城市规划首先要由有编制决定，通过各种形式，如报纸、宣传册、居民大会等，将规划的目标、必要性等宣布给公众。然后编制者和与规划相关的公众代表共同编制几种规划草案。市民通过各种形式参与规划草案的讨论，如公告、传单、各种展览会等。根据公众意见，规划部门将这些草案合并成一个方案。在确定方案以后，进行公众展示，进入公众参与的第二阶段，并邀请相关人士进行评论。规划部门对收集的意见和建议做进一步的调查和审评，之后纳入到规划方案中，如果涉及的内容修改变动很大，则要重新进行第二阶段的公众参与。最终确定的方案成果，要连同对市民和公共机构团体参与的意见处理书上报上一级管理机构审批，并公布审批结果。德国城市建设中的公众参与具有牢固的法律基础、广泛的社会基础和有效的制度保障，因此得到了切实有效的贯彻执行。

在英国，《城乡规划法案》制定了公众参与的法定程序。在编制结构规划的过程中，郡规划局必须将规划目标展示给公众讨论，在完成规划草案的六周内进行公众评价，依据公众意见进行修改补充，同时将公众参与和修订规划的过程编成附录，上报给中央环境事务大臣审批。环境事务大臣在规划审批中，必须进行公众审查，并与地方规划局和相关人员进行协商，才能做出最终决策。地方规划也有严格的公众参与约束。在规划执行过程中，个人或部门可以对地方规划当局的不合理行为进行规划起诉，由规划监察人员或中央环境事务大臣在调查核实的基础上进行裁决，并引入公众参与机制，召开非正式听审和地方审查会。裁决结果受到最高法院的约束，法院有权对不公平的规划起诉案件进行重新裁决。

^① 本部分内容系在以下文献基础上汇编而成：陈忠诚，曹荣林，朱兴平.国外城市规划公众参与及借鉴[J].城市问题，2003（5）：72—75，39；田莉.美国公众参与城市规划对我国的启示[J].城市管理，2003（2）：27—30；殷成志.德国城市建设中的公众参与[J].城市问题，2005（4）：90—94；梁鹤年.公众（市民）参与：北美的经验与教训[J].城市规划，1999，23（5）：49—53.

在加拿大城市规划中，鼓励少数民族和青年人参与到规划当中，并组织志愿人员参与城市规划过程。温哥华的做法非常典型。在收集设想阶段，规划人员将收集每一类活动小组市民对城市未来的设想并用图形和形象模型表现出来。在讨论设想阶段，进一步收集公众意见并分类确定出规划的主题和可能的选择。在做出选择阶段，编写并发放“做出选择”实用小册子，给出每个主题的多种选择和选择后果，得到市民反馈资料，再将市民们对未来的各种选择整理成不同方向，通过展示不同方向的未来发展结果，让市民选择其中一种。在送交议会表决阶段，规划小组根据所定未来方向确定一种建议草案，且公布于市民，市民可以对其提出观点，最后修改的建议草案交由市议会审批表决。

第四节 城市规划公众参与的要点

一、重视城市管理治和协调思路的运用

城市管理治（Urban governance），是西方城市规划和城市管理领域的重要课题。我国在这方面的研究刚刚起步，对“管治”思想的运用已逐渐引起重视。城市管理治既可视为一种比城市管理更高级的“管理”措施，在某种程度上它实际上是一种理念，这种理念在西方城市规划和管理中得到广泛运用。公众参与是城市管理治最为重要的内容之一。从这个角度来讲，要真正做到公众有效地参与城市规划，重视城市管理治的思想和理念是一个基础。

西方发达国家的城市管理治基本上涉及城市地区不同机构层（地方政府、市民社会和私营部门）关系的性质、质量和目标的总和，这些关系又分解为正式的和非正式的结构和规则等诸多方面。换言之，城市管理治涉及中央、地方和非政府组织多层次的权力协调，其中政府、公司、社团、个人行为对资本、土地、劳动力、技术、信息、知识等生产要素控制、分配、流通的影响都是其研究内容^①。城市管理治的研究方法一般通过系统的流态、系统机制和系统目标进行，将经济、社会、生态等可持续发展，资本、土地、劳动力、技术、信息、知识等生产要素综合包融在内^②。

城市管理治是一种地域空间管治概念，城市规划及管理以“空间资源管治”为核心。城市管理治的本质在于：①用“机构学派”的理论建立地域空间管理的框架，提高政府的运行效益；②有效地发挥非政府组织参与城市和区域管理的作用，以提高空间规划的基础性和可操作性。城市管理治的研究内容包括：①探究在全球经济背景下，各级政府所应扮演的角色，以争取发展策略的主动权；②研究如何适应经济、社会发展的新特征，使非政府组织在公共服务中担任更为重要的角色；③重新界定当地有关正式、非正式部门的权力和职能，以及相应产生的许多新权力中心的运作^③。也有学者对城市管理治提出相对狭义的定

① Brenner N., Globalization as reterritorialisation: the re-scaling of urban governance in the European union. *Urban Studies*, 1999, 36 (3): 431—451.

② 顾朝林. 发展中国家城市管理治研究及其对我国的启发 [J]. 城市规划, 2001, 25 (9): 13—20.

③ 张京祥, 庄林德. 管治及城市与区域管治: 一种新制度性规划理念 [J]. 城市规划, 2000, 24 (6): 36—39.

义，认为城市管治包括两方面的含义^①：①依法进行城市管理，对各种违反城市规划和管理的现象加强执法力度，这是现代社会的一个基本要求；②处理城市内外、城市内部各个利益集团之间的权利与责任的调整，处理它们之间超越于市场经济领域之外的关系，对现行合法不合理社会经济关系进行调整，建立城市体系运行的新框架，这是更高层次的城市管治。城市管治研究的核心是要协调和改进在现行法律和市场规划下合法的关系，使这种关系更趋合理，是对各种社会经济关系的一种调整。

城市管治的核心思想之一是运用“协调”的思路来解决问题。

城市规划与管理中的协调思路，要求摒弃行政级别差异的观念，各级政府领导、非政府组织代表和市民代表平等地坐在一起，通过讨论、协商或谈判的方式，以谋求多方利益最大化为目标，民主而实际地解决问题。在传统的上、下级地方政府之间“控制”、“服从”的思路下，涉及低级行政单元利益、市民利益和高级行政单元利益的协调时，低级行政单元和市民往往出于对“局部利益服从整体利益”、“个人利益服从集体利益”这一结果的担心而回避协商，更不可能出现“谈判”；同级政府之间也常常抱着“超越管辖范围便没有权力”的观念而对双方的协调不感兴趣或至少抱着不积极的态度；在传统的政府主导区域事务的观念下，非政府组织和市民没有地位，其意见也得不到重视。“协调”就是要改变这种局面，正视各方的利益，不以权力和社会地位的高低论短长，公平地讨论利益分配，平等地探讨区域发展问题^②。

二、强调市民社会的作用

西方国家的城市规划和管理，一般都强调政权与“市民社会”之间的关系，即约束者与被约束者之间的关系，执法者和守法者之间的关系。“市民社会”（Civil society）领域包括人际关系，家庭、种族、性别、地方的关系，不是以经济和阶级利益而是以其他多样化方式定义的利益集团关系，法律是国家权力机构和市民社会之间的仲裁者^③。尽管各个国家、地区政体差别、文化差异和经济发展状况不同可能导致具体的管治模式的差异，但是管治为市民及各种利益集团带来实际利益却是共同之处。管治是政府与市民社会、公共部门与私营机构的互动过程，注重地方当局协同私人利益集团实现集体目标的过程，并由政治、经济和社会价值体系共同塑造。因此，在很大程度上，市民社会参与城市规划和管理使城市自身活力得到重新体现，大大提高了城市竞争力^④。

公众参与，是公众对影响市民生活政治过程的密切参与，即人们介入到决策和权力之中。发达国家和发展中国家扩大政治参与的潮流始于20世纪70年代末期，并且已经成

^① 沈建法. 城市政治经济学与城市管治 [J]. 城市规划, 2000, 24 (11): 8—11, 64; 石楠, 姚鑫. 中国城市管治研究回顾和展望 [M]. //顾朝林, 沈建法, 姚鑫, 石楠. 城市管治——概念、理论、方法、实证, 南京: 东南大学出版社, 2003: 10—23.

^② 刘玉, 冯健. 区域公共政策 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2005: 260—261.

^③ Hudson R, Producing Places, New York and London: The Guilford Press, 2001; Urry J, The Anatomy of Capitalist Societies: the Economy, Civil Society and the State, London: Macmillan, 1981. 转引自: 胡燕, 陈振光. 中国城市政府与市民社会的互动: 以广州洛溪桥收费风波为例 [M]. //顾朝林, 沈建法, 姚鑫, 石楠. 城市管治——概念、理论、方法、实证, 南京: 东南大学出版社, 2003: 196—201.

^④ 陈福军. 城市管理、城市治理与城市经营的语义关系. <http://www.ccbn.com/list.asp?unid=235>.

为这一时代各级政府的中心问题，联合国开发计划署曾把市民社会参与的缺乏列为十个最严重的问题之一^①。城市规划中之所以强调市民社会和公众参与，实际上与城市为了突出地方自治与民众的自我管理而对中央政府在地方管理过程中方式进行反省的状况分不开的^②。通过市民社会的参与，有助于形成完善的监督机制，减少政府决策的失误，使政府更好地服务于社会^③。与此同时，通过政府与市民社会之间的合作和互动，建立起一种伙伴关系，对政府来讲，可以使运作成本最低化，可以达到借力发力、调动所有的社会资源为自己服务的效果^④。

印度的班加罗尔公共事务中心就以确定和推进市民的积极性、提高公众的责任和参与水平为使命。类似组织的出现实际上是市民对于潜在威胁的一种反应，这些组织的目的是要改变市民对信息缺乏和误解的状况，使市民问题成为关注的焦点并拥有更多的权力。通过市民组织，市民得到的信息不断地增加，他们正在成为自己利益的发言人，并且要求有更多参与决策制定过程的途径，也迫使发展当局开放有关公众责任的职能并使其更为有效^⑤。印度的加尔各答城市自治委员会也把“接近市民”作为目标，通过解决许多日常生活中的问题，比如地方性道路、路灯、下水道和邻里公园等，来拉近市民与选举代表的距离^⑥。

三、发挥各种非政府组织的作用并重视保障其利益

西方现代的城市规划中，强调政府没有必要垄断一切合法的权力，除政府之外，各种非政府组织、非正式机构应该在社会经济的管理和规划中发挥积极作用。非政府组织参与规划实际上是公众参与城市规划的一个重要组成部分。

全球化进程引起了国家、区域和城市系统权利关系的重组。在新自由政体下的西方国家，全球化进程尤其提高了民间团体的地位，以集体行动共同参与地方、区域、国家甚至全球事务。这些新的权力关系导致中央、各级政府和各种利益集团决策关系的重构，这些关系具有灵活性和非正式性，并涉及与形形色色利益相关的个人和群体，包括政府、经济组织和民间团体，他们经常参与不同层次（譬如地方的，城市的，区域的，国家级的）的决策过程，在这种政府—私人伙伴关系的架构中，私人部分常起着支配作用^⑦。

传统的城市规划和管理面临两个背景：一个是“政府的失灵”，在一些领域，单靠政府传统的“自上而下式”的单线管理和决策解决不了问题，甚至政府在面对一些跨越其管理权限的公共问题时无能为力，必须要和各种非政府的机构对话、协调、联手，

^① Peter Marcotullio, Pooya Alaeidini. 亚太地区城市环境政策构架 [J]. 张杨, 译. 国外城市规划, 2003, 18 (6): 43—51.

^② 杨凯源. 城市管理、城市管理与城市经营的比较 [J]. 经济师, 2002 (5): 59—60, 65.

^③ 易晓峰, 甄峰. 城市开发中的城市管理研究——以汕头市南区开发为例 [J]. 城市规划汇刊, 2001 (1): 22—25.

^④ 仇保兴. 城市经营、管治和城市规划的变革 [J]. 城市规划, 2004, 28 (2): 8—22.

^⑤ Rolee Aranya. 在全球经济环境转变中土地利用决策的分化：印度班加罗尔的实例 [J]. 杜濂芳, 译. 国外城市规划, 2003, 18 (2): 10—15.

^⑥ 顾朝林. 发展中国家城市管理研究及其对我国的启发 [J]. 城市规划, 2001, 25 (9): 13—20.

^⑦ 约翰·弗里德曼. 论西方民主政体下的管治 [J]. 城市管理, 2003 (1): 4—6.

实现社会的互动，问题才能有效地得以解决；另一个是“市场的失灵”，即使在市场经济里的社会里，市场也不是万能的，很多问题需要政府的“行政手段”和市场的“自发调节手段”相结合才能得以解决，而市场的力量往往涉及大量的非正式机构和私营机构。

从某种意义上讲，现代的城市规划要重视多种集团的对话、协调、合作，达到最大程度地动员和利用相关资源，要能够弥补市场交换和政府自上而下调控两个方面的不足，达到较好的效果。在西方国家，非政府组织的作用已经由论坛走向实践，由于其灵活、机动和平衡的良好管理功效逐渐被市民接受，成为大都市发展和规划的新兴力量，起着越来越重要的作用。如在纽约，发挥公众和以公众为基础的基层社区的作用，使大都市管理程序通过整合不同的社区和团体及公众的利益，协调大都市建设与管理的现实矛盾，取得了较好成效^①。

从另一个角度来看，政府也面临着是否顺应时代所赋予的角色，积极而主动地调整自身的定位，重新界定当地有关正式与非正式部门的权力和职能，以及如何运作所产生的许多新权力中心，以争取发展策略的主动权^②。实际上，目前世界上很多国家或地区，针对城市规划和管理中非政府组织作用的发挥，已经形成制度，或采取相应的措施（如成立相关机构）来实现政府和非政府组织的结合。在美国，许多地区为了调动利益相关者的参与，将具体措施制度化，如关于公共舆论、听证会，以及议员和政府官员走访市民的规定等。其中，听证会是一种应用广泛也最为有效的参与形式。在需要做决策时，把各利益相关者和专家召集起来，让各方阐明做或不做的理由，最后通过表决做出决定。这样，在决策过程可以广泛吸收各方面意见，协调各方面利益，提高决策的科学水平和减少失误，也提高了决策的透明度，有利于社会监督。

第五节 公众参与城市规划的原则、内容与形式

一、公众参与城市规划的原则

中国城市规划公众参与的开展既要借鉴西方发达国家的经验，又要密切结合中国的国情，逐步制定公众参与的原则与程序。从目前来看，我国公众参与城市规划应遵循以下原则^③：

公正原则。要求行政机关在实施行政执法行为过程中平等地对待各方当事人，排除各种可能造成不平等或者偏见的因素。程序公正是实体公正的保证，它不仅有助于实体公正的实现，而且使公众确信行政执法行为是公正的，从而自觉履行行政法所规定的义务。

公开原则。公开原则是实现公民对行政执法行为行使“知”的权利。行政机关要通

① 卢为民，刘君德，黄丽.世界大都市组织与管理的新模式、新思维和新趋势 [J].城市问题，2001 (6): 71—73.

② 杨凯源.城市管理、城市管治与城市经营的比较 [J].经济师，2002 (5): 59—60, 65.

③ 孟丹，陈建新.论公众参与城市规划 [J].科技进步与对策，2003 (5): 46—48.

过一定的方式和途径，让公众了解规划编制、审批决策、实施管理各个阶段的状况，公开和透明是公众参与的前提条件。这样可以提高公民对行政执法机关和执法人员的信任度，也有利于监督行政执法过程。

参与原则。是让公众实现“为”的权利。要在相关组织机构的安排下，通过决策、管理权力的下放和立法来加以保障，要在城市规划中引入听证制度。要提高参与人员的主动性和参与的广度。

效率原则。在保证公民权益的前提下，应尽量简单、快速、低成本地作出行政执法行为，以提高效率。可以根据规划的不同性质和阶段，采取正常的或简易的程序。

二、公众参与城市规划的内容

公众参与城市规划的内容包括以下几个方面^①：

公众参与的目标控制。事前确定参与方案应达到的目的和效果、表现方式的选择，如针对市民采用看得见、摸得着的模型方案等；确定参与的专家代表和利益代表，使参与具有较强的针对性。

公众参与的过程控制。主要是对参与活动进行合理而有效的组织，包括事前动员，媒体宣传，活动的组织和引导，资料、表格的发放，参与方案的讲解、解释，意见的收集，方案设计者的跟踪参与等。

公众参与的结果控制。主要指对反馈信息进行分析、消化、吸收、利用，对不合理意见进行解释，对收集到的意见进行回馈，在活动结束后进行总结，充分体现对参与者意见的尊重。

三、公众参与城市规划的形式

公众参与城市规划的形式主要包括城市规划展览系统，规划方案听证会、研讨会，规划过程中的民意调查，规划成果网上咨询等几个方面^②：

城市规划展览系统。将规划公开展示是开展规划咨询、实行规划民主监督的最有效途径之一。规划工作者通过模型、效果图、电视专题片、实景照片等和通俗易懂的形式，广泛征求社会各界意见，加大宣传力度，让人们更多地了解、关心和支持城市规划工作，实现民主监督。

规划听证制度。对每一项规划方案，都要举办由地方规划主管部门领导、规划设计专家、地方政府领导及市民代表参加的规划动员会、规划座谈会、规划方案汇报会、规划评审会以及规划研讨会等，对规划涉及的城市社会效益、经济效益、环境效益及规划可行性等进行广泛的论证，尽可能使领导、专家和群众达成共识，使规划编制、审批管理及实施管理从一开始就结合在一起。

规划编制过程的民意调查。民意调查即把规划方案在相关社区公开展示一段时间，广泛征求意见，形成详实的调查报告，其目的是为了使规划目标与实际需求相适应。在此过程中，协调平衡各种利益关系，对规划进行适当范围的调整、补充和修改，将规划实施过

① 孟丹，陈建新. 论公众参与城市规划 [J]. 科技进步与对策, 2003 (5): 46—48.

② 孟丹，陈建新. 论公众参与城市规划 [J]. 科技进步与对策, 2003 (5): 46—48.

程中可能的矛盾尽量消解在规划编制的过程中，做到规划与市民意愿的有机统一，为规划实施做好准备。

参考文献

- [1] 北京大学社会学系社会学理论教研室. 社会学教程 [M]. 北京: 北京大学出版社, 1987.
- [2] 蔡昉, 等. 中国人口与劳动问题报告(2003): 转轨中的城市贫困问题 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2003.
- [3] 蔡禾, 张京祥. 城市社会学: 理论与视野 [M]. 广州: 中山大学出版社, 2003.
- [4] 陈向明. 质的研究方法与社会科学研究 [M]. 北京: 教育科学出版社, 2000.
- [5] 陈志诚, 曹荣林, 朱兴平. 国外城市规划公众参与及借鉴 [J]. 城市问题, 2003 (5): 72—75, 39.
- [6] 冯健. 转型期中国城市内部空间重构 [M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [7] 顾朝林. 城市社会学 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2002.
- [8] 顾朝林, 沈建法, 姚鑫, 石楠. 城市管治——概念、理论、方法、实证 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2003.
- [9] 郭建, 孙惠莲. 城市规划中公众参与的法学思考 [J]. 城市规划, 2004, 28 (1): 65—68.
- [10] 郭星华, 谭国清. 问卷调查技术与实例 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1997.
- [11] 康少邦, 张宁. 城市社会学 [M]. 杭州: 浙江人民出版社, 1986.
- [12] 梁鹤年. 公众(市民)参与: 北美的经验与教训 [J]. 城市规划, 1999, 23 (5): 49—53.
- [13] 刘玉, 冯健. 区域公共政策 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2005.
- [14] 陆建华. 中国社会问题报告 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2002.
- [15] 陆学艺. 当代中国社会阶层研究报告 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2002.
- [16] 孟丹, 陈建新. 论公众参与城市规划 [J]. 科技进步与对策, 2003 (5): 46—48.
- [17] 闵忠荣, 丁小兰, 郑林. 城市规划中的公众参与——以南昌为例 [J]. 城市问题, 2002 (6): 40—43.
- [18] 聂康才, 周学红. 城市规划民主与公众参与 [J]. 城市问题, 2005 (4): 17—19.
- [19] 彭华民, 杨心恒, 关信平, 等. 社会学概论 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [20] 沈建法. 城市政治经济学与城市管治 [J]. 城市规划, 2000, 24 (11): 8—11, 64.
- [21] 李培林, 李强, 孙立平. 中国社会分层 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2004.
- [22] 孙施文. 城市规划中的公众参与 [J]. 国外城市规划, 2002 (2): 1, 14.
- [23] 孙施文, 殷悦. 西方城市规划中公众参与的理论基础及其发展 [J]. 国外城市规划, 2004, 19 (1): 15—21.
- [24] 唐文跃. 城市规划的社会化与公众参与 [J]. 城市规划, 2002, 26 (9): 25—27.
- [25] 田莉. 美国公众参与城市规划对我国的启示 [J]. 城市管理, 2003 (2): 27—30.
- [26] 吴可人, 华晨. 城市规划中四类利益主体剖析 [J]. 城市规划, 2005, 29 (11): 80—85.
- [27] 向德平. 城市社会学 [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2002.
- [28] 向德平, 章友德. 城市社会学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [29] 许英. 城市社会学 [M]. 济南: 齐鲁书社, 2002.
- [30] 易晓峰, 甄峰. 城市开发中的城市管治研究——以汕头市南区开发为例 [J]. 城市规划汇刊, 2001 (1): 22—25.
- [31] 殷成志. 德国城市建设中的公众参与 [J]. 城市问题, 2005 (4): 90—94.

- [32] 俞剑光, 宋燕伟. 公众参与: 实现城市公共空间利益最大化 [J]. 北京规划建设, 2005 (6): 26—27.
- [33] 张建一. 城市规划与公众参与 [J]. 城乡建设, 2003 (1): 36—37.
- [34] 张京祥, 庄林德. 管治及城市与区域管治: 一种新制度性规划理念 [J]. 城市规划, 2000, 24 (6): 36—39.
- [35] 赵连文, 张玉玲. 社会学论纲 [M]. 郑州: 河南大学出版社, 2006.
- [36] 赵绍成, 黄宗凯. 社会学 [M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2006.

2000人注册交流群432529468。欢迎学习交流，仅限注册考试。

（四）在组织、领导或者参加恐怖活动组织，或者为恐怖活动组织、恐怖活动人员提供经费、物资、技术、劳务、场所、信息等支持、协助、便利，或者参与实施上述行为的，处五年以上十年以下有期徒刑，并处罚金；情节特别严重的，处十年以上有期徒刑或者无期徒刑，并处罚金或者没收财产。

犯前款罪，同时构成其他犯罪的，依照处罚较重的规定定罪处罚。

犯前两款罪，有下列情形之一的，处十年以上有期徒刑、无期徒刑或者死刑，并处罚金或者没收财产：

- （一）造成死亡的；
- （二）造成重伤三人以上或者轻伤十人以上的；
- （三）造成直接经济损失一百万元以上的；
- （四）造成政治、社会影响恶劣的；
- （五）其他特别严重的情节的。

犯组织、领导、参加恐怖组织罪并实施杀人、爆炸、绑架等犯罪的，依照数罪并罚的规定处罚。

第八篇 城市生态与城市环境

第一章 生态学及城市生态学的基本知识

第一节 生态学的基本概念与生态系统的基本功能

一、生态学的概念

生态学（Ecology）由德国生物学家赫克尔（Ernst Heinrich Haeckel）于1869年首次提出。生态学研究的基本对象是两个方面的关系，其一为生物之间的关系，其二为生物与环境之间的关系。据此，生态学可以简洁地表述为：是研究生物之间、生物与环境之间的相互关系的科学。

二、主要生态因子及其功能

任何一种生物都不可能脱离特定的生活环境，也称生境，生境指的是在一定时间内对生命有机体生活、生长发育、繁殖以及对有机体存活数量有影响的空间条件的总和。这里不仅包括对生命有机体有影响的自然条件，也包括生物种内和种间的相互影响。生物存在尽管有各种各样的条件，但归根到底不外乎是物质和能量两个方面。组成生境的因素称生态因子。生态因子影响了动物、植物、微生物的生长、发育和分布，影响了群落的特征。生态因子主要有两方面因素所组成。

生态系统的成分，不论是陆地还是水域，或大或小，都可概括为非生物和生物两大部分；生物环境又可分为生产者、消费者和分解者三种成分（表8-1-1），其中非生物环境是地球生命的支撑系统，而生物部分则是生态系统的功能基础。

表8-1-1 生生态系统的组成

生 态 系 统	I. 非生物因子	1. 非生物环境 (生命支持系统)	能源：太阳能、其他能源
			气候：光照、温度、降水、风等
			基质和介质：岩石、土壤、水、空气等
			物质代谢原料 CO_2 、 H_2O 、 O_2 、 N_2 等
			无机盐（矿物质原料）
			腐殖质、脂肪、蛋白质、碳水化合物等

续表 8-1-1

生态系统	II. 生物因子	2. 生产者	绿色植物、光合细菌、化能细菌等
		3. 消费者（动物）	食草动物：一级消费者 一级食肉动物：二级消费者 二级食肉动物：三级消费者 杂食动物：杂食消费者 腐食动物：腐食消费者
		4. 分解者（还原者）	微生物（细菌、真菌等）

三、生物与生物之间的相互关系

1. 种群

(1) 种群的基本概念

种群指在一定时空中同种个体的总和，也就是在特定的时间和一定的空间中生活和繁殖的同种个体所组成的群体。种群是物种存在的基本单位，是生物群落的基本组成单位和生态系统研究的基础。

(2) 个体与种群的区别

种群虽然是由同种个体组成的，但并不等于个体的简单相加。个体与种群各自具有既相互联系又互为区别的特征。个体生物的特征主要为：出生、生长、发育、衰老及死亡等；而种群特征则表现为：出生率、死亡率、年龄结构、性别比、社群关系和数量变化等。生物个体的特性是每一个体皆具备的，而种群的特性则是个体水平及层次上不具有、只有在组成种群以后才出现的新的特征。种群具有完整性和统一性，反映了生物作为一个整体所具有的特征。

2. 群落

(1) 群落的基本概念

生物群落简称群落，指一定时间内居住在一定空间范围内的生物种群的集合。它包括植物、动物和微生物等各个物种的种群，共同组成生态系统中有生命的部分。

(2) 群落的一些特点

1) 群落内的各种生物不是偶然散布的、孤立的，相互之间存在物质循环和能量转移的复杂联系，群落具有一定的组成和营养结构。

2) 在随时间变化的过程中，生物群落经常改变其外貌，并具有一定的顺序状态，即具有发展和演变的动态特征。

3) 群落的特征不是其组成物种的特征的简单总和。

4) 群落是生态学研究对象中的一个高级层次。它是一个新的整体，是一个新的复合体，具有个体和种群层次所不能包括的特征和规律。

5) 在一个群落中，物种是多样的，生物个体的数量是大量的。

(3) 群落的类型

群落可简单地分植物群落、动物群落和微生物群落三大类，也可分为陆生生物群落与水域生物群落两种。

四、生态系统与生态系统基本功能

1. 生态系统

生态系统一词由英国植物学家坦斯利（A. G. Tansley）于1935年提出。

生态系统指包括特定地段中的全部生物和物理环境的统一体。具体说：生态系统是一定空间内生物和非生物成分通过物质的循环、能量的流动和信息的交换而相互作用、相互依存所构成的一个生态学功能单位。

地球上无数大大小小的生态系统，大至整个生物圈、整个海洋、整个大陆；小到一片森林、一片草地、一个小池塘，都可以看成是一个生态系统。生态系统的边界有的是比较明确的，有的则是模糊、人为的，其大小和空间范围通常根据人们的研究对象、研究内容、研究目的或地理条件等因素确定。

生态系统概念的提出，为研究生物与环境的关系提供了新的观点、基础及角度，对生态学的研究已成为生态学的一个最活跃的领域。

2. 生态系统的基本功能

生态系统的基本功能是由生态系统的生命物质——生物群落来实现的。

(1) 生物生产

生态系统中的生物生产包括初级生产和次级生产两个过程。

生态系统的初级生产是指生产者（主要是绿色植物）把太阳能转为化学能的过程，其能量主要来自太阳辐射能，生产结果是太阳能转变成化学能，简单无机物（主要是水和二氧化碳）转变为复杂有机物。初级生产实质上是一个能量的转化和物质的积累过程，是绿色植物的光合作用过程。

生态系统的次级生产是指消费者（主要是动物）和分解者（微生物）利用初级生产物质进行同化作用建造自身和繁衍后代的过程。

(2) 能量流动

能量指物质做功的能力。生态系统的能量流动是指能量通过食物链和食物网在系统内的传递和耗散过程。生态系统的能量流动过程包括四个方面，其一为能量形式的转变（由太阳能转变为化学能）；其二为能量的转移（能量由植物转移到动物与微生物身上）。其三为能量的利用，即能量提供了各类生物成长、繁衍之需；其四为能量的耗散，即生物的呼吸及排泄皆耗去了总能量的一部分（如生物的呼吸所消耗的能量是生物初级生产量的50%左右）。生态系统生物成员之间最重要、最本质的联系是通过营养关系即食物关系实现的。

生态系统能量流动具有如下特点：

- 1) 生产者（绿色植物）对太阳能的利用率很低，只有0.14%；
- 2) 能量只能朝单一方向流动，是不可逆的。其流动方向为：太阳能——绿色植物——食草动物——食肉动物——微生物；
- 3) 流动中能量逐渐减少，每经过一个营养级都有能量以热的形式散失掉；
- 4) 各级消费者之间能量的利用率不高，在4.5%—17%之间，平均约10%。即每一

个营养级上的消费者，最多只能把上一个营养级所提供的食物能量中的 10% 转化为自身可利用的能量（亦即能量转化率为 10%），这即是著名的“十分之一定律”，由美国生态学家林德曼（R. L. Lindeman）于 1942 年提出。

（3）物质循环

生态系统中的物质主要指生物维持生命活动正常进行所必需的各种营养元素。包括近 30 种化学元素，其中主要是碳、氢、氧、氮和磷五种，它们构成全部原生质的 97% 以上。这些营养物质存在于大气、水域及土壤中。

物质通过食物链各营养级传递和转化，完成生态系统的物质流动。

生态系统中各种营养物质经过分解者分解成可被生产者利用的形式归还环境中被重复利用，从而周而复始地循环，这个过程叫物质循环（Material cycle）。

生态系统物质循环具有三个层次：

1) 生物个体层次的物质循环，在这个层次上生物个体吸收营养物质建造自身，经过代谢活动（生物从外界取得生存必需的物质，并使这些物质变成生物体本身的物质，同时把体内产生的废物排出体外。这种新物质代替旧物质的过程叫做新陈代谢，简称代谢）又把物质排出体外，经过分解者的作用归还于环境。

2) 生态系统层次（生态系统内）的物质循环。在初级生产者的代谢基础上，通过各级消费者和分解者把营养物质归还环境之中，又称为生物小循环或营养物质循环。这一循环是在一个具体范围内进行的（某一生态系统内），物质循环流速快、周期短。

生物所需要的营养物质的循环是在生态系统的四个基本成分之间进行的。生产者使无机物转变为有机物，分解者则把复杂有机物分解为生产者可重新利用的简单无机物。水和空气起介质作用，固体物只有溶于水中才能被生产者吸收利用。一些气态物和水分则需借助空气由气孔等处进入生物体。

生态系统中营养物质再循环主要有以下几条途径：

①物质由动物排泄返回环境（动物生存期间所排出的物质要比死亡之后经微生物分解后排的物质数量多好几倍）。

②物质通过微生物分解有机物碎屑返回环境。

③通过在植物根系中的真菌，直接从植物残体中吸收营养物质而重新返回到植物体。

④风化和侵蚀过程加上水循环携带营养元素进入生态系统。

⑤动、植物尸体或粪便不需任何微生物分解也能释放营养元素。

⑥人类利用化石燃料生产化肥，用海水制淡水及对金属的利用。

以上六条途径中，前五条是在自然状态下进行的，而第六条则是在人为状态下进行的，且其作用在加强，对生物圈的影响也越来越大。

3) 生物圈层次的物质循环（生物地球化学循环）。这一层次的物质循环是营养物质在各生态系统之间的输入与输出，以及它们在大气圈、水圈和土壤圈之间的交换。“生物地球化学循环”又称“生物地球化学循环”。

①生态系统物质循环的类型。在生物地球化学循环层次上，根据物质参与循环时的形式，可将循环分为气相循环、液相循环和固相循环三种。

②生态系统能量流动与物质循环的关系：

A. 生态系统中生命成分的生存和繁衍，既需能量，也须从环境中得到生命所需的营

养物质。

B. 物质是能量的载体，能量是物质运动的动力。没有物质，能量就会自由散失，不可能沿着食物链传递。

C. 生态系统的能量流和物质流紧密结合，共同运行，维持着生态系统的生长发育和进化演替，对生态系统而言，两者缺一不可。

(4) 传递信息

一般将生态系统的信息传递分为物理信息、化学信息、营养信息与行为信息。信息流与物质流、能量流相比有其自身的特点：物质流是循环的，能量流是单向的，不可逆的；而信息流却是有来有往的、双向运行的，既有从输入到输出的信息传递，又有从输出到输入的信息反馈。

人类社会的信息化给人类生活方式带来了巨大改变，信息可以代替一部分物质和能量，从而给城市结构和形态带来新的冲击和机会。

五、生态系统服务及其意义

1. 生态系统服务的概念

地球生态系统给人类社会、经济和文化生活提供了方方面面必不可少的物质资源和良好的生存条件。这些由自然系统的生境、物种、生物学状态、性质和生态过程所生产的物质及其所维持的良好生存环境对人类福利的惠益称为生态系统服务（Ecosystem service）。

生态系统服务指人类从生态系统获得的所有惠益（表 8-1-2），具体包括四个方面，即：供给服务，指由生态系统生产的或提供的服务，如提供食物、纤维、淡水、遗传资源和生物化学物品；调节服务，指由生态系统过程的调节功能所得到的益惠，包括如调节大气质量、调节气候、减轻侵蚀、净化水、调节疾病、调节病虫害、授粉作用和调节自然灾害等；文化服务，指由生态系统获取的非物质惠益，具体包括如精神和宗教价值、知识系统、教育价值、灵感、审美价值、社会联系、地方感、休闲和生态旅游；以及，支持服务，生态系统为提供其他服务（供给服务、调节服务和文化服务）而必需的一种服务功能，例如生产生物量、生产大气氧气、形成和保持土壤、养分循环、水循环以及提供栖息地。

表 8-1-2 生态系统服务项目一览表

序号	生态系统服务	生态系统功能	举 例
1	气体调节	大气化学成分调节	CO_2/O_2 平衡、 O_2 防紫外线、 SO_x 水平
2	气候调节	全球温度、降水及其他由生物媒介的全球及地区性气候调节	温室气体调节，影响云形成的 DMS 产物
3	干扰调节	生态系统对环境波动的容量、衰减和综合反应	风暴防止、洪水控制、干旱恢复等生境对主要受植被结构控制的环境变化的反应
4	水调节	水文流动调节	为农业、工业和运输提供水
5	水供应	水的贮存和保持	向集水区、水库和含水岩层供水
6	控制侵蚀和保持沉积物	生态系统内的土壤保持	防止土壤被风、水侵蚀，把淤泥保存在湖泊和湿地中

续表 8-1-2

序号	生态系统服务	生态系统功能	举 例
7	土壤形成	土壤形成过程	岩石风化和有机质积累
8	养分循环	养分的贮存、内循环和获取	固氮、N（氮）、P（磷）和其他元素及养分循环
9	废物处理	易流失养分的再获取，过多或外来养分、化合物的去除或降解	废物处理、污染控制、解除毒性
10	传粉	有花植物配子的运动	提供传粉者以便植物种群繁殖
11	生物防治	生物种群的营养动力学控制	关键捕食者控制被食者种群，顶位捕食者使食草动物减少
12	避难所	为常居和迁徙种群提供生境	育雏地、迁徙动物栖息地、当地收获物种栖息地或越冬场所
13	食物生产	总初级生产中可用为食物的部分	通过渔、猎、采集和农耕收获的鱼、鸟兽、作物、坚果、水果等
14	原材料	总初级生产中可用为原材料的部分	木材、燃料和饲料产品
15	基因资源	独一无二的生物材料和产品的来源	医药、材料科学产品；用于农作物抗病和抗虫的基因，家养物种（宠物和植物栽培品种）
16	休闲娱乐	提供休闲旅游活动机会	生态旅游、钓鱼运动及其他户外游乐活动
17	文化	提供非商业性服务的机会	生态系统的美学、艺术、教育、精神及科学价值

2. 自然生态系统服务性能的四条基本原则

- 1) 生态系统服务性能是客观的存在。在人类出现之前，自然系统就存在。在人类出现之后，自然生态系统服务性能就与人类的利益相联系。
- 2) 系统服务性能与生态过程密不可分地结合在一起，它们都是自然生态系统的属性。
- 3) 自然作为进化的整体，是生产服务性功能的源泉。
- 4) 自然生态系统是多种性能的转换。自然生态系统在进化的过程中，产生了越来越丰富的内在功能。个体、种群的功能是与它在生物群落共同体相联系的。

生态系统服务具有十分重要的意义，人类的生存依赖于生态系统服务（图 8-1-1）。离开了生态系统这种生命支持系统的服务，人类的生存就会受到威胁，全球经济的运行将会停滞。

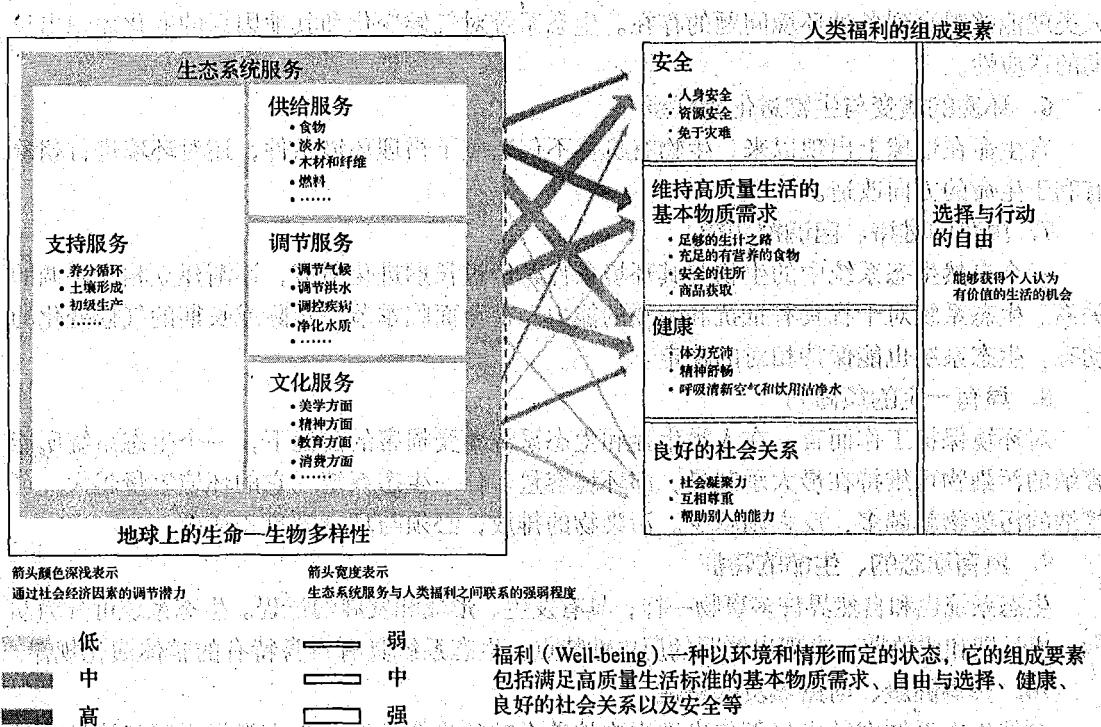


图 8-1-1 生态系统服务对人类的贡献 (MA, 2005)

六、生态系统的特征

1. 以生物为主体，具有完整性特征

生态系统通常与一定空间范围相联系，以生物为主体，生物多样性与生命支持系统的物理状况有关。一般而言，一个具有复杂垂直结构的环境能维持多个物种。一个森林生态系统比草原生态系统包含了更多的物种。

2. 复杂、有序的级秩系统

由于自然界中生物的多样性和相互关系的复杂性，决定了生态系统是一个极为复杂的、多要素、多变量构成的级秩系统 (Hierarchical system)。较高的层级系统以大尺度、大基粒、低频率和缓慢速度为特征，它们被更次系统、更缓慢作用所控制。

3. 开放的、远离平衡态的热力学系统

任何一个自然生态系统都是开放的。有输入和输出，而输入的变化总会引起输出的变化。生态系统变得更大更复杂时，就需要更多的可用能量去维持，经历着从混沌到有序，到新的混沌，再到新的有序的发展过程。

4. 具有明确功能和功益服务性能

生态系统不是生物分类学单元，而是个功能单元。生态系统内部生物与生物之间，生物与环境之间不断进行着复杂而有规律的物质交换和能量流动。这些过程周而复始地进行着，对生态系统起着深刻的影响，同时创造了生态系统服务。

5. 受环境深刻的影响

环境的变化和波动形成了环境压力。当环境压力增加到可在生态系统水平上显现时，

人类就能够观察到各种环境问题的存在。生态系统对气候变化和其他因素的变化表现出长期的适应性。

6. 环境的演变与生物进化相联系

自生命在地球上出现以来，生物有机体不仅适应了物理环境条件，还对环境进行朝着有利于生命的方向改造。

7. 具有自维持、自调控功能

一个自然生态系统中的生物与其环境条件是经过长期进化适应，逐渐建立相互协调的关系。生态系统对干扰具有抵抗和恢复的能力，甚至面临季节、年际或长期的气候变化的动态，生态系统也能保持相对的稳定。

8. 具有一定的荷载力

对环境保护工作而言，在人类生存和生态系统不受损害的前提下，一个生态系统所能容纳的污染物可维持在最大承载量，即环境容量。任一生态系统，它的环境容量越大，可接纳的污染物就越多，反之则越少。污染物的排放，必须与环境容量相适应。

9. 具有动态的、生命的特征

生态系统也和自然界许多事物一样，具有发生、形成和发展的过程。生态系统可分为幼期、成长期和成熟期，表现出鲜明的历史性特点，生态系统具有自身特有的整体演化规律。

10. 具有健康、可持续发展特性

自然生态系统在数十亿万年发展中支持着全球的生命系统，为人类提供了经济发展的物质基础和良好的生存环境。然而长期以来掠夺式的开采方式给生态系统健康造成极大的威胁。可持续发展观要求人们转变思想，对生态系统加强管理；保持生态系统健康和可持续发展特性，在时间空间上实现全面发展。

第二节 城市生态系统的构成要素与基本功能

一、城市生态系统基本结构及其相互关系

1. 城市生态系统的基本结构

城市生态系统具有等级特征，它可以分成若干个相互联系和制约的子系统，每一个一级子系统又可以分为若干个次一级系统；这样续分下去，最终每个次级系统可以分为若干不同的组分（Component）。各个亚系统还可以进一步续分为不同的子系统，彼此互为环境。城市生态学主要研究不同层次内各个子系统之间或者组分间相互作用的复杂关系。一般将城市生态系统分为社会、经济、自然三个一级子系统（亚系统）。

自然生态亚系统是基础，经济生态亚系统是命脉，社会生态亚系统是主导。它们之间相互作用，导致了城市复合体的矛盾运动。

1) 社会生态亚系统以人口为中心，包括基本人口、服务人口、抚养人口、流动人口等以满足城市居民的就业、居住、交通、供应、文娱、医疗、教育及生活环境等需求为目

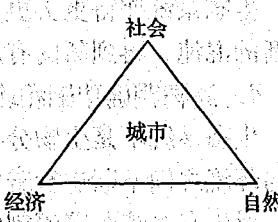


图 8-1-2 城市生态系统的基本结构

的，为经济系统提供劳力和智力。它以高密度的人口和高强度的生活消费为特征。

2) 经济生态亚系统以资源（包括能源、物资、信息等）为核心，由工业、农业、建筑、交通、贸易、金融、信息、科教等系统所组成。它以物资从分散向集中的高密度运转，能量从低质向高质的高强度聚集，信息从低序向高序的连续积累为特征。

3) 自然生态亚系统，以生物结构和物理结构为主线，包括植物、动物、微生物、人工设施（房屋、道路、管线等）和自然地理环境（土地、水域、大气、气候景观等）。它以生物与环境的共存、城市活动的支持、容纳、缓冲及净化为特征。

2. 城市生态系统的构成

城市生态系统是由城市人类及其生存环境两大部分组成的统一整体。城市是一个复杂的巨系统，不同学科对构成城市生态系统的基本要素和组分理解是一致的，但对其内部的相互作用关系仍有不同见解（图 8-1-3）。城市人类是由不同的人口结构、劳力结构和智力结构的城市居民所组成的；城市人类生存环境是由自然环境（大气、水、土壤等）、生物环境（除人类外的动物、植物、微生物）和经济、社会文化环境以及技术物质环境（建筑物、道路、公共设施等）组成的。

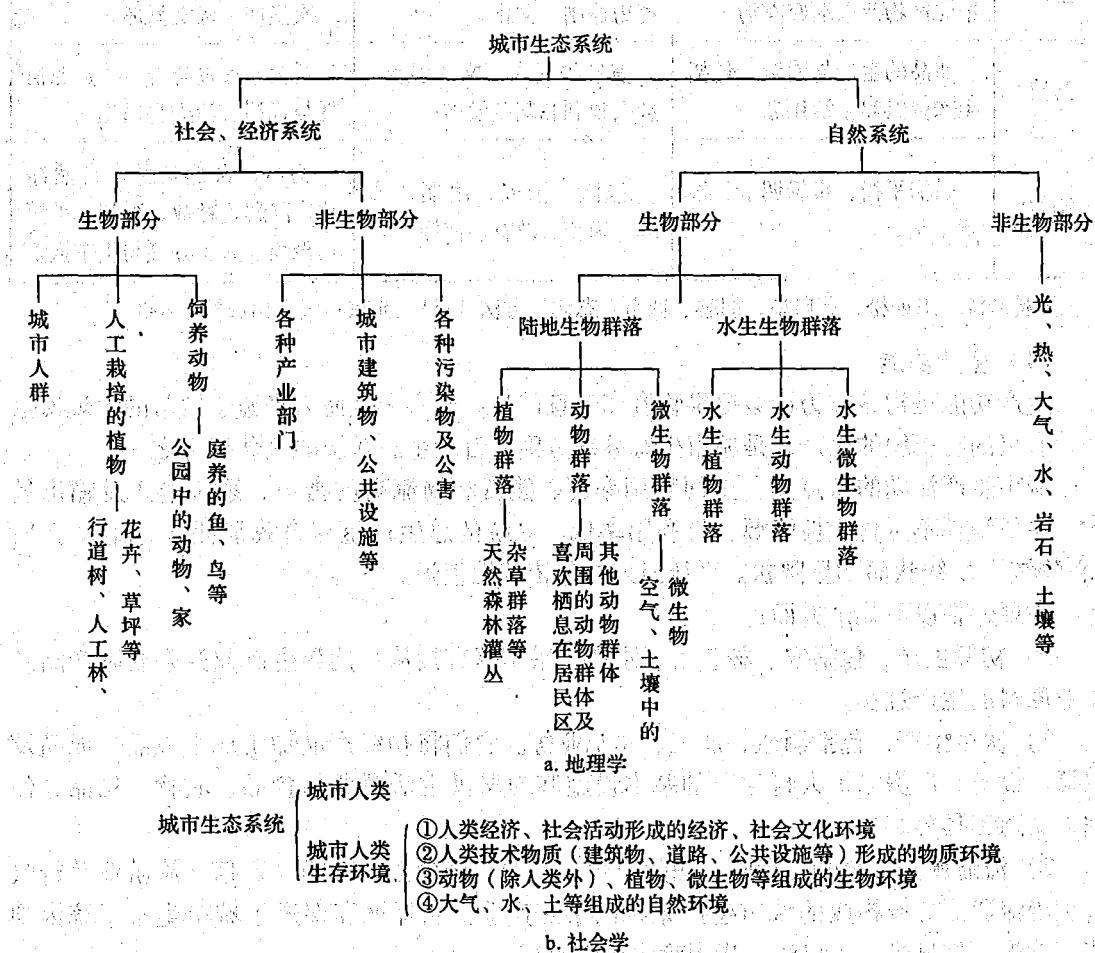


图 8-1-3 城市生态系统的构成

资料来源：金嵒等，1992。

二、城市生态系统功能

1. 城市生态系统基本功能

城市生态系统的功能即是城市生态系统在满足城市居民的生产、生活、游憩、交通活动中所发挥的作用。城市生态系统的结构及其特征决定了城市生态系统的基本功能，和自然生态系统类似，城市生态系统也具有生产功能、能量流动功能、物质循环功能和信息传递等功能。由于城市生产包括经济生产和生物生产，经济生产囊括了城市的主要社会过程，因此城市生态系统的基本功能要比自然生态系统复杂得多。

一般将城市生态系统的功能概括为生产、生活（消费）和调节三个方面，此外，城市生态系统对区域环境具有主导作用（表8-1-3）。

表8-1-3 城市生态系统的功能

功能内容	经济生态亚系统	社会生态亚系统	自然生态亚系统
生产	物质与精神原料和产品，中间产物及末端废弃物	人文资源，包括劳动力、智力体制、文化	光合作用、化学能合成、第二次生产、水文循环
消费	商品的生产与消费，包括生产资料和生活用品	信息的共享、文化教育、社会福利和基础设施	诱捕、捕食与寄生、资源消耗与代谢、污染与退化
调节	供需平衡，市场调节，银行干预	保险、治安、法制、伦理、道德、教育、信仰	竞争、自然选择、自然净化、降解、释放、溶解、扩散与聚集、人工处理与生态恢复

资料来源：王如松，周启星，胡聘、城市生态调控方法 [M]. 北京：气象出版社，2000.

（1）生产功能

生产功能是指城市为社会提供物资和信息产品。城市之生命力来源于城市的大规模生产，有目的有组织的生产，是城市生态系统有别于自然生态系统的显著标志之一。

城市生产活动的特点是：空间利用率高、能流和物流高度密集、系统输入及输出量大、主要消耗不可再生性能源，且利用率低、系统的总生产量与自我消耗量之比大于1、“食物链”呈线状而不呈网状。系统对外界的依赖性很强。

主要包括以下几个方面：

1) 初级生产：包括农、林、畜、水产、采矿等直接从自然界生产或开采农副产品及工业原料的生产过程。

2) 次级生产：包括制造、加工、建筑业等。它们将初级产品加工成半成品、成品及机器、设备、厂房等扩大再生产的基本设施和为居民生活服务的食品、衣物、用品、住宅、交通工具等。

3) 流通服务：金融、保险、医疗卫生、商业、服务业、交通、通信、旅游业及行政管理等流通服务业构成的城市生产系统的第三产业。它保证和促进了城市生态系统内物流、能流和信息流、人口流、货币流的正常运行。

4) 信息生产：科技、文化、艺术、教育、新闻、出版等部门为城市生产信息、培训人才等，这是城市区别于动物社会的最大特征之一，也是城市区别于乡村生产的主要

部分。

(2) 生活功能

生活(消费)功能指城市具有利用域内外环境所提供的自然资源及其他资源,生产出各类“产品”(包括各类物质性及精神性产品),为市民提供方便的生活条件和舒适的憩息环境的能力。

城市是人类最集中的地方,因而作为人的不断发展的需求最终都能反应到城市之生活功能上。随着社会的进步和时代的变迁,城市居民的生活需求也在逐渐演变:从基本的物质、能量和空间需求,到更丰富的精神、信息和时间需求;从崇尚多样性的人工环境到追求大自然的田园风光。

城市的生活功能应能满足城市居民以下几方面的需求:

1) 基本需求:进行所必需的基本生活条件,包括基本的食物、淡水、衣着、日常生活用品,燃料、动力、供应等消耗性物品及基本的住房、交通和医疗卫生条件。

2) 发展需求:在基本物质生活条件得到满足的前提下,为了社会的持续发展及个性的充分发挥,人们需要更加丰富多彩的生活环境,追求从繁重的体力和脑力劳动中解放出来,需要与外面建立广泛的社会联系。

①生活消费品从维持基本生活需求向高品质和多样化之发展趋势。

②日益增长的文化、信息和精神追求。人们选择城市生活无不是为城市里绚丽多彩的精神生活、信息条件所吸引。

③家务劳动的社会化。包括提供多种如教育、文化在内的精神服务逐渐深入到社会生活的各个方面。

④闲暇增加。随着生产的自动化、劳动次序的提高、服务业的发展、交通的改善,人们的闲暇时间在逐渐地增加,为城市居民生活安排提出了更高的要求。

⑤活动空间的扩展。随着人们环境意识的唤醒,交通工具的改善,人们已越来越不能满足于城市狭小的生活空间。随着人们回归自然的生态意识的觉醒。人们的物质需求从人工产品转向自然产品,能量需求从矿物能转向自然能,信息需求还要求多样性和天然性;生活节奏变得有张有弛,生活空间从城市向城郊更大的空间发展。

3) 自我实现的需求。城市为具有多种技能的人提供了生活舞台,为他们实现生活理想的目标提供了各种条件。自我实现的需求对城市的生态建设提出更高的要求,城市不光生态功能健康,而且能为城市居民提供健康的心理环境。

(3) 还原功能

还原(调节)功能指城市具备的消除和缓冲自身发展带来的不良影响的能力以及在自然界发生不良变化时能尽快恢复原状,即保证城市自然资源的永续利用和社会、经济、环境的协调发展的能力。具体包括以下几个方面:

1) 自然净化功能。污染物在进入水体、大气、土壤后,或者在绿色植物的作用下,污染物的浓度有自然降低的现象,成为自然净化功能。根据介质不同,可以分为水体自净化功能、大气自净化功能、土地的自净能力和绿色植物自净化功能。

发挥城市还原功能必须特别注意几方面的问题:①无论是空气、水体、土壤、绿色植物都有一定的自净能力限制,超过一定限度,对城市生态系统就会带来各种风险;②许多人工合成的有机化合物,如DDT、工程塑料等持久性有机物,在环境中残留的时间非常

长，正给人类和全球环境造成长远的影响。

2) 城市还原功能的人工调节。由于城市人工干扰的范围十分大，城市的自然净化功能脆弱而且有限，必须进行人工的调节，一般包括以下途径：①综合治理城市水体、大气和土壤环境污染；②建设城乡一体化的城市绿地与开放空间系统；③改善城市周围区域的环境质量；④保护乡土植被和乡土生物多样性。

(4) 区域主导功能

区域主导功能指城市是区域经济集聚增长的结果，同时又引导着区域经济的发展和环境质量得好坏。具体包括：城市的经济主导功能、城市的政治主导功能、城市的社会文化主导功能、环境主导功能。

2. 城市生态系统的基本功能的实现途径

城市生态系统的基本功能通过能量流和物质循环来实现。

(1) 城市生态系统的能量流动

城市生态系统中原生能源一般皆需从城市外调入。原生能源可以直接成为有用能源，也可以通过次生能源转化过程成为有用能源，完成其在城市中的最终用途。次生能源也可以直接被城市利用（图 8-1-4）。进入城市生态系统的能量最终都以热的形式散失。

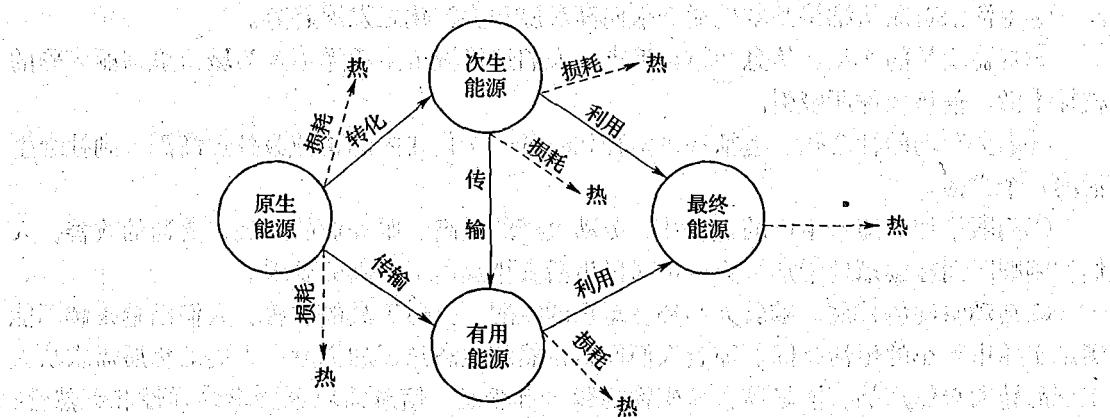


图 8-1-4 城市生态系统能量流动基本过程

城市生态系统能量流动具有以下特征：

- 1) 在能量使用上，能量来源不仅仅局限于生物能源，还包括大量的非生物能源，能量流动和交换同时存在于生物与生物，生物与人类，生物、人类与非生物（如人类所制造的各种机械设备等），以及非生物与非生物之间。随着城市的发展，它的能量、物资供应地区越来越大，从城市所在的邻近地区到整个国家，直至世界各地。
- 2) 在传递方式上，城市生态系统的能量流动方式要比自然生态系统多。自然生态系统主要通过食物网传递能量，而城市生态系统通过农业部门、采掘部门、能源生产部门、运输部门等传递能量。
- 3) 在能量流运行机制上，自然生产系统的能量流动是自发的，而城市生态系统能量流动以人工为主，如一次能源转换成二次能源、有用能源等皆依靠人工。
- 4) 在能量生产和消费活动过程中，除造成热污染外，还有一部分物质以“三废”形式排入环境，使城市环境遭受污染。

5) 能量利用方式多为一次性，可以通过设计能量多级利用方式提高利用效率。

6) 除部分能量是由辐射传输外(热损耗)，其余的能量都是由各类物质携带。

(2) 城市生态系统的物质循环

城市生态系统中物质循环是指各项资源、产品、货物、人口、资金等在城市各个区域、各个系统、各个部分之间以及城市与外部之间的反复作用过程。

城市生态系统物质循环具有以下特征：

1) 城市生态系统所需物质对外界有依赖性。绝大多数城市都缺乏维持城市的各种物质，皆需从城市外部输入城市生产、生活活动所需的各类物质，离开了外部输入的物质，城市将立即陷入困境。

2) 城市生态系统物质既有输入又有输出。城市生态系统在输入大量物质以满足城市生产和生活的需求的同时，也输出大量的物质，包括产品及各类“废弃物”。

3) 生产性物质远远大于生活性物质。这是由于城市的最基本的特点是经济集聚(生产集聚)，城市首先是一个生产集聚的区域所决定的。

4) 城市生态系统的物质流缺乏循环。城市生态系统中分解者的作用微乎其微(因城市生态系统是高度人工化的生态系统)，数量也很少，再加上物质循环中产生的废物数量巨大，故城市生态系统中废物难以分解、还原，物质被反复利用，周而复始地循环(利用)的比例相当小。

5) 物质循环在人为干预状态下进行。与自然生态系统的物质循环主要在自然状态下进行不同，城市生态系统的物质循环皆在人为状态下进行。人们为了增加产品种类，提高生产效率，满足物质享受，使得城市生态系统的物质循环受到了很大影响。

6) 物质循环过程中产生大量废物。由于科学技术的限制以及人们认识的局限，城市生态系统物质利用的不彻底性导致了物质循环的不彻底，物质循环的不彻底又导致了物质循环过程中产生大量废物。

(3) 城市“节能降耗”的生态学机理

理解城市生态系统的能量流动和物质循环特点，以及能量流动和物质循环的耦合关系，通过多级利用能量、循环利用物质，配合节能适用技术，能够有效降低城市生产和生活活动的能量和物质消耗。

三、城市生态系统的基本特征

1. 城市是以人为主体的生态系统

城市中人口密集，供自然界生物生存的绿地面积很小，绿色植物和动物在城市生态系统中仅仅作为环境的一部分。

2. 城市是具有人工化环境的生态系统

人工化环境改变了城市的下垫面特征，形成“城市热岛”，并使城市的小气候发生改变：城市中的自然，如山体、河流、湖泊和沼泽等也都受到人类建设活动的严重影响，形态和功能都发生了巨大变化。

3. 城市是流量大、容量大、密度高、运转快的开放系统

城市是一个需要输入大量粮食、水、燃料、原料，同时输出大量产品和废物的开放系统，其物质和能量的“输入-转化-输出”运转效率很高。

4. 城市是依赖性很强、独创性很差的生态系统

生态系统所具有的自然调节而保持平衡功能在城市生态系统中显得很弱。城市需要不断的人为干预来维持系统的平衡。

5. 对城市生态系统的研究必须与人文社会科学相结合

由于城市生态系统是以人为主体的人工生态系统，包括人的社会活动、经济活动在内的“城市系统”才是人们真正需要广加研究的对象。社会学、经济学的观点、方法必然同时被生态学家所利用来解释城市复杂的结构、功能和过程。

第三节 城市生态学研究内容与目的

一、城市生态学研究对象

城市生态学研究的对象是城市生态系统，即人类活动密集的城市。

二、城市生态学研究内容

探讨城市（城市生态系统）的结构、功能和调节控制的生态学机理和方法，并将其应用到城市规划、管理和建设中去，探讨城市环境、经济的持续发展和居民的生活质量的提高的对策。

1. 研究城市生态系统。包括：

- 1) 研究城市生态系统的主体——城市人口与城市环境的相互关系；
- 2) 研究城市生态学要素或环境要素的特点；
- 3) 研究城市物质代谢与能量流动过程与城市环境质量的相互关系；
- 4) 研究城市除人以外的生命有机体（包括动物、植物和微生物）的状况，及其与人类的相互关系；
- 5) 从区域角度研究城市生态系统与其他生态系统（如农田、河流、森林和海洋）的相互关系；
- 6) 从全球的角度研究城市化对整个地球生命支持系统的影响。

2. 研究城市居民生存的环境质量。包括：

- 1) 衡量城市人类生存环境质量的生态学指标；
- 2) 改善城市居民生存环境质量的途径以及城市及其居民的生态责任。

3. 将生态学的知识应用于城市研究、城市规划建设与管理。包括：

- 1) 按照生态学原理开展城市综合研究，探讨城市环境问题的生态学本质；
- 2) 按照生态学的要求编制城市规划、建设与管理的有关规范、文件；
- 3) 开展生态规划研究与实践。

三、城市生态学研究的目的

城市生态学研究目的是为城市持续发展和居民生活质量的改善提出对策，努力促进城乡人与自然关系的和谐发展。

第二章 城市环境问题

第一节 环境的概念与环境构成要素

一、环境的概念与构成要素

1. 环境的概念

城市生态学和环境科学研究的环境是以人为中心的，其含义是地球生命支持系统，是地球人类生存条件或要素的总和。

2. 环境的构成要素

根据影响人群生活生产活动的因素，环境的构成包括自然环境和社会环境两部分。

(1) 自然环境

自然环境是人们赖以生存和发展的必要物质条件，是人们周围各种自然因素的总和。自然环境的构成是：①物质，包括空气、水、土壤、动植物等；②能量，包括气温、阳光、引力、磁力等；③自然现象，包括地壳运动、太阳稳定性、大气流动、水循环等。

(2) 社会环境

社会环境是在自然环境的基础上，人类通过长期有意识的社会劳动，加工和改造了的自然物质，创造的物质生产体系，积累的物质文化等所形成的环境体系。社会环境一方面是人类精神文明和物质文明发展的标志，另一方面又随着人类文明的演进而不断丰富和发展，所以也有人把社会环境称为文化-社会环境。社会环境按所包含的要素性质分为：①物理社会环境，包括建筑物、道路、工厂等；②生物社会环境，包括驯化、驯养的植物和动物；③心理社会环境，包括人的行为、风俗习惯、法律和语言等。

二、城市环境的概念与构成要素

1. 城市环境的概念

城市环境是指影响城市人类活动的各种自然的或人工的外部条件。狭义的城市环境主要指物理环境，包括地形、地质、土壤、水文、气候、植被、动物、微生物等自然环境及房屋、道路、管线、基础设施、不同类型的土地利用、废气、废水、废渣、噪声等人工环境。广义的城市环境除了物理环境外还包括人口分布及动态、服务设施、娱乐设施、社会生活等社会环境；资源、市场条件、就业、收入水平、经济基础、技术条件等经济环境以及风景、风貌、建筑特色、文物古迹等美学环境。

2. 城市环境的构成要素

城市自然环境是构成城市环境的基础，它为城市这一物质实体提供了一定的空间区域，是城市赖以存在的地域条件；城市人工环境是实现城市各种功能所必需的物质基础设施。没有城市人工环境，城市与其他人类聚居区域或聚居形式的差别将无法体现，城市本身的运行也将受到抑制；城市的社会环境体现了城市这一区别于乡村及其他聚居形式的人类聚居区域在满足人类在城市中各类活动方面所提供的条件；城市的经济环境是城市生产功能的集中体现，反映了城市经济发展的条件和潜力；城市景观环境（美学环境）则是城市形象、城市气质和韵味的外在表现和反映。

第二节 环境问题的概念、类型与环境问题的发展历史

一、环境问题的概念

环境问题是指全球环境或区域环境中出现的不利于人类生存和发展的各种现象。

人类生活在环境之中，其生产和生活不可避免地对环境产生影响，这些影响有些是积极的，对环境起着改善和美化的作用；有些是消极的，对环境起着恶化和破坏的作用。另一方面，自然环境也从某些方面，如严酷的环境和自然灾害，限制和破坏人类的生产和生活。上述人类与环境之间的消极影响就构成了各种环境问题。具体地说，环境问题是由于人类活动影响周围环境，环境又反作用于人类，产生危害人体健康、破坏自然资源和生态平衡、影响人类生活、生产等。

狭义的环境问题是指环境污染。广义的环境问题既包括环境污染问题，又包括各种自然资源的破坏、枯竭、短缺，以及人类定居和城市发展所引起的种种环境问题。

二、环境问题的类型

环境问题大致可分为两类：原生环境问题和次生环境问题。

由自然力引起的为原生环境问题，也称第一环境问题，如火山喷发、地震、洪涝、干旱、滑坡等引起的环境问题。

由于人类的生产和生活活动引起生态系统破坏和环境污染，反过来又危及人类自身的生存和发展的现象，为次生环境问题，也叫第二环境问题。次生环境问题包括生态破坏、环境污染和资源浪费等方面。

生态破坏是指人类活动直接作用于自然生态系统，造成生态系统的生产能力显著减少和结构显著改变，从而引起的环境问题，如过度放牧引起草原退化，滥采滥捕使珍稀物种灭绝和生态系统生产力下降，植被破坏引起水土流失等。

环境污染则指人类活动的副产品和废弃物进入物理环境后，对生态系统产生的一系列干扰和侵害，由此引起环境质量恶化，并反过来影响人类自身的生存环境质量。环境污染不仅包括物质造成的直接污染，如工业“三废”和生活“三废”，也包括由物质的物理性质和运动性质引起的污染，如热污染、噪声污染、电磁污染和放射性污染。

由环境污染还会衍生出许多环境效应，例如二氧化硫造成的大气污染，除了使大气环境质量下降，还会造成酸雨。

三、环境问题的发展简史

地球在演化中形成了地质层，包括地形、土壤、矿产等。地球的外层形成了大气层，包括水、气、光温等。当生命在地球上出现后又形成了生物层。生物层和地质层、大气层共同构成地球生态系统。人类出现后，人与自然的关系演化过程就是环境问题的发展历史，可大致可以分为以下三个阶段：

1. 生态环境的早期破坏

此阶段从人类出现开始直到产业革命。原始社会和农业社会，人类生产与生活活动依赖自然，人类对自然的改造被限制在一定范围，环境问题主要表现为第一环境问题和生态破坏。人类社会需要更多的资源来扩大物质生产规模，便开始出现烧荒、垦荒、兴修水利工程等改造活动，引起严重的水土流失、土壤盐渍化或沼泽化等问题。这个阶段人类的环境影响是局地的和区域性的。

2. 近代城市环境问题

此阶段从工业革命开始到 20 世纪 80 年代发现南极上空的臭氧洞为止。人类进入工业社会，科技技术的发展，人类的经济状况、生活方式和思维方式发生了革命性变化。大规模的机械化工业生产和农业现代化，人类通过技术手段开发和利用地球矿产资源，改造和控制自然，创造了辉煌的工业文明。工业化社会的特点是高度城市化。这一阶段的环境问题跟工业和城市同步发展。由于人口和工业密集，煤和油等化石能源的普遍使用，伴随着大规模土地开发造成的生态破坏与土地退化，空气污染、水污染、工业和生活固体废弃物污染、汽车尾气污染、噪声污染、温室效应和“热岛”效应等是这个阶段环境问题的主要表现形式。土地退化和环境污染是这个阶段的显著特征，环境问题及其影响范围是跨区域的。

3. 当代环境问题阶段

从 1984 年英国科学家发现、1985 年美国科学家证实南极上空出现的“臭氧洞”开始，人类环境问题发展到当代环境问题阶段。这一阶段环境问题的特征是，在全球范围内出现了不利于人类生存和发展的征兆，主要包括酸雨、臭氧层破坏、全球变暖、生物多样性减少、海平面上升、海洋污染、荒漠化和水资源短缺等全球性环境问题。发展中国家的城市环境问题和生态破坏严重，贫困化日趋严重。全球环境问题的出现，表明生物圈这一生命支持系统对人类社会的支撑已接近它的极限。

四、影响全球可持续发展的环境问题

1. 全球气候变暖

自然大气的成分中温室气体，水蒸气、二氧化碳、臭氧等，吸收地面长波辐射，并反射回地面，从而减少向外层空间的能量净排放，从而起到给大气层和地球表层保温的作用。温室气体是地球生命存在的基础。由于人类活动，生物体和矿物燃料的燃烧直接增加大气中二氧化碳的浓度，砍伐森林和垦荒活动破坏了原始植被，从而间接增加二氧化碳在空气中浓度，导致大气中的二氧化碳浓度上升，进而引起全球气候变暖。全球气候变暖将可能导致严峻的人类生存危机：

- 1) 海平面上升。全世界大约有 $1/3$ 的人生活在沿海岸线 60km 范围内，这里经济发

达、城市密集。全球气候变暖导致海洋水体膨胀和两极冰雪融化，如果 2050 年全球平均气温上升 1.5—4℃，海平面上升 50—100cm，那么全球沿海地区，特别是那些经济发达、人口稠密的河口和沿海低地可能会遭受淹没和海水入侵，海滩和海岸遭受侵蚀、土地恶化、海水倒灌、港口受损等。

2) 加剧洪涝、干旱和其他气候灾害。根据联合国环境规划署和科学家们的预测，如果地球的气温平均增高 3℃，那么，由于海洋的蒸发量增大，气流速度加快，产生热带风暴的能量将比现在大 50%。全球气候变暖，将使极端气候事件出现频率和强度增加，从而导致更加严峻的气象灾害和滑坡泥石流的次生地质灾害，将对农业和林业产生巨大影响，从而影响人类生存。

3) 影响生态系统和人类身体健康。全球气候变暖引起的水温变化导致珊瑚消亡，使海洋生态系统受到巨大冲击。全球气候变暖将威胁到人类身体健康，酷暑突降导致突发死亡人数上升，并且加剧传染病在人类、动物和植物中蔓延。

2. 臭氧层破坏和损耗

大气当中的臭氧含量近一亿分之一，但在平流层中相对集中，它是保护地球生物的天然屏障。它阻挡了太阳紫外辐射中对生物有害的射线，透过臭氧层的部分紫外线恰好足够替人类消灭有害的微生物。20 世纪 80 年代以来，科学家发现并证实，臭氧层遭到破坏的状况日益严重。其危害包括：

1) 威胁包括人类在内的地球生命安全。大气臭氧层遭到严重破坏，强大紫外线不仅可长驱直射地球表面，而且还能穿透 2m 厚的冰层及水体，人类和其他生物将暴露在包括高能紫外线在内的各种辐射中，轻则损伤人体的免疫系统，诱发 20 余种疾病，重则毁灭地球上的一切生物。

2) 破坏生态系统。臭氧层破坏，紫外线增加，将对自然生态系统的物种生存与繁衍造成危害，从而破坏生态系统；将破坏农业生态系统，导致农作物（特别是水稻、小麦等）减产，威胁人类食物安全。

3. 生物多样性减少

生物多样性是指地球上各种形式的生物资源，它包括数以百万种计的植物、动物、微生物和它们拥有的基因以及这些生物与其生存环境组成的错综复杂的生态系统。生物多样性是地球生命经过几十亿年发展进化的结果，是人类赖以生存和持续发展的物质基础。科学研究表明，受人类活动的影响，地球巨大生物多样性正以地质化石纪录未曾有过的速度灭绝。

生物多样性减少的主要原因包括：

- 1) 大面积森林受到砍伐、火烧、农垦、草地过度放牧和垦殖，导致生态环境的大量丧失，保留下来的生态环境也支离破碎，对野生物种生存造成巨大影响。
- 2) 对生物物种的强度捕猎和采集等过度利用活动，使野生物种难以正常繁殖。
- 3) 外来物种的大量引进和侵入，大大改变了原有的生态系统，使原有物种受到威胁。
- 4) 无控制的旅游、科考、登山、攀岩使一些尚未受到人类影响的自然生态系统受到破坏。
- 5) 全球变暖导致气候在比较短的时间内发生较大的变化，自然生态系统将无法适

应，而使一些物种灭绝。

4. 淡水资源危机和海洋环境破坏

水与阳光、空气并列生命的三大要素。由于世界人口的剧增和人类社会的过度消耗，人类正面临着严重的水危机。水危机包括水资源缺乏、水污染、湿地河水生态系统破坏、水生生物多样性破坏。地球上水的总贮量约有 $13.9 \times 10^8 \text{ km}^3$ ，其中约 97% 为海洋咸水，不能直接为人类利用。剩余淡水的总量仅为 $0.36 \times 10^8 \text{ km}^3$ ，而且这不足地球总水量 3% 的淡水中，有 77.2% 是以冰川和冰帽形式存在于极地和高山上，也难以被人类直接利用；22.4% 为地下水和土壤水，其中 2/3 的地下水深埋在地下深处；江河、湖泊等地面水的总量大约只有 $23 \times 10^4 \text{ km}^3$ ，占淡水总量的 0.36%。因此，只有约 20% 的淡水是人类易于利用的，而能直接取用的河、湖淡水仅占淡水总量的 0.3%。

中国是一个干旱缺水严重的国家。淡水资源总量为 $28000 \times 10^8 \text{ km}^3$ ，占全球水资源的 6%，仅次于巴西、俄罗斯和加拿大，居世界第四位；但人均只有 2200 m^3 ，仅为世界平均水平的 1/4、美国的 1/5，在世界上名列 121 位，是全球 13 个人均水资源最贫乏的国家之一。全国 600 多座城市中，已有 400 多个城市存在供水不足问题，其中比较严重的缺水城市达 110 个，全国城市缺水总量为 $60 \times 10^8 \text{ km}^3$ 。据监测，目前全国多数城市地下水受到一定程度的点状和面状污染，且有逐年加重的趋势。

海洋生态系统破坏是人类面临巨大危机之一。海洋生物资源过度利用、海洋污染是海洋生态系统破坏的主要原因。海洋污染物依其来源、性质和毒性，可分为以下几类：①石油及其产品。②金属和酸、碱，包括铬、锰、铁、铜、锌、银、镉、锑、汞、铅等金属，磷、砷等非金属，以及酸和碱等，它们直接危害海洋生物的生存和影响其利用价值。③农药，主要由径流带入海洋，对海洋生物有危害。④放射性物质，主要来自核爆炸、核工业或核舰艇的排污。⑤有机废液和生活污水，由径流带入海洋，极严重的可形成赤潮。⑥热污染和固体废物，主要包括工业冷却水和工程残土、垃圾及疏浚泥等。

5. 土地荒漠化

联合国环境规划署曾三次系统评估了全球荒漠化状况。荒漠化是指在干旱、半干旱和某些湿润半湿润地区，由于气候变化和人类活动等因素所造成土地退化，它使土地生物和经济生产潜力减少，甚至基本消失。

土地荒漠化是自然因素和人为活动综合作用的结果。自然因素主要指异常的气候条件，特别是严重的干旱气候造成植被退化、风蚀加快，引起荒漠化；人为活动主要指过度放牧、滥砍滥伐、过度开垦等，植被破坏，使地表裸露、加快风蚀和雨蚀。人类活动是造成近代土地沙化的主要原因。

6. 森林破坏

森林是陆地生态的主体，在维持全球生态平衡、调节气候、保持水土、减少洪涝、在维系人类在地球上可持续生存发展中的作用十分巨大。森林减少的原因是，砍伐树木、开垦林地；采集薪材；大规模放牧。

森林减少的危害包括，绿洲沦为荒漠；水土大量流失；干旱缺水严重；洪涝灾害频发；温室效应加剧；物种纷纷灭绝。

7. 酸雨污染

在完全没有污染的大气环境里，雨和雪是呈酸性的，因为自然界的副产物二氧化碳和

大气中的水发生化学反应，产生了稀碳酸的缘故，这种正常的雨水的 pH 值为 5.6，因此，国际上将酸性强于正常雨水的降水称为酸雨。酸雨中的主要成分是硫酸和硝酸；主要来源是化石燃料燃烧后抛出的二氧化碳和氮氧化物。

酸雨的危害包括：损害生物和自然生态系统；腐蚀建筑材料和金属结构；对人体健康的影响；间接加剧“温室效应”。

五、环境问题的成因

环境问题的成因主要是：

- 1) 人类自身发展膨胀：人类自身的发展达到了一个关键时期，在生物圈中，人口数量与力量（主要指所掌握的科技力量）的增长速度和水平超过了历史上任何一个时代。
- 2) 人类活动过程规模巨大：当代许多人为过程的规模达到了可以和自然过程相匹敌的程度。例如大气圈中二氧化碳的浓度增加和臭氧层的破坏；大规模土壤侵蚀与沙漠化；以及大规模物种灭绝等。
- 3) 生物地球化学循环过程变化效应：深埋地下的各种矿物被采掘出来，散布在世界各地，而且人工合成了自然界并不存在的物质，在自然环境中难以降解，带来长期的环境负效应。
- 4) 人类影响的自然过程不可逆改变或者恢复缓慢：在人类大规模干预环境的行动中，有一些可能导致某些自然过程不可逆的改变，或者恢复需要相当长的时间。

第三节 城市环境问题与环境保护

一、城市环境容量

城市环境容量是指环境对于城市规模及人的活动提出的限度，具体地说，即：城市所在地域的环境，在一定的时间、空间范围内，在一定的经济水平和安全卫生要求下，在满足城市生产、生活等各种活动正常进行的前提下，通过城市的自然条件、现状条件、经济条件、社会文化历史条件等的共同作用，对城市建设发展规模以及人们在城市中各项活动的强度提出的容许限度。城市环境容量的影响因素包括城市自然条件、城市要素条件（工业、仓库、生活居住、公共建筑、城市基础设施、郊区供应等）、经济技术条件等。

城市环境容量包括城市人口容量、自然环境容量、城市用地容量以及城市工业容量、交通容量、建筑容量等。

1. 城市人口容量

城市人口容量为：在特定的时期内城市这一特定的空间区域所能相对持续容纳的具有一定生态环境质量和社会环境质量水平及具有一定活动强度的城市人口数量。

城市人口容量概念包含以下三个方面的内涵。其一：它是在特定的空间范畴内（城市），在特定的社会生产力发展水平下所能容纳的人口规模；其二，这一人口规模必须是具有一定生态环境质量和社会生活水平条件下的人口数量；其三，城市的生态环境质量和生活环境不仅应满足一定人口规模的动态需求（这些人口在城市中的各项活动），同时还应具有相对的时间延续性。

2. 城市自然环境容量

城市自然环境容量包括大气环境容量、水环境容量、土壤环境容量等，尤以前二者更为重要。

(1) 大气环境容量

指在满足大气环境目标值（即能维持生态平衡及不超过人体健康阈值）的条件下，某区域大气环境所能容纳污染物的最大能力，或所允许排放的污染物的总量。其大小取决于该区域内大气环境的自净能力以及自净介质的总量。超过了容量的阈值，大气环境就不能发挥其正常的功能或用途，生态的良性循环及人群健康及物质财产将受到损害。研究大气环境容量可为制定区域大气环境标准控制、治理大气污染对策提供重要的依据。

(2) 水环境容量

水环境容量指在满足城市居民安全卫生使用城市水资源的前提下，城市区域水环境所能容纳的最大的污染物质的负荷量。水环境容量与水体的自净能力和水质标准有密切关系。

在城市这一特定区域内，水环境容量还表现在城市所拥有的水资源储量（应考虑最不利条件，如枯水季节）所能满足某一城市规模所需的用水量，其中包括生活用水、工业用水和农田水利用水等。

(3) 土壤环境容量

指土壤对污染物质的承受能力或负荷量。当进入土壤的污染物质低于土壤容量时，土壤的净化过程成为主导方面，土壤质量能够得到保证；当进入土壤的污染物质超过土壤容量时，污染过程将成为主导方面，土壤受到污染。土壤环境容量取决于污染物的性质和土壤净化能力的大小，一般包括绝对容量和年容量两个方面。土壤环境容量主要应用于环境质量控制和在农业上进行污水灌溉的依据。

二、城市环境影响因素

城市环境由城市物理环境（自然、人工环境）、社会环境、经济环境以及美学环境组成。因此，完整全面地讨论城市环境及其质量的影响因素，应该从影响城市环境各个组成部分的众多因素入手。在这些因素中，兼具综合特征的因素如城市化、城市功能与结构、城市产业结构、人口等对城市环境皆有不同程度的影响。然而从根本意义上说，地形、地质、土壤、水文、气候等自然地理因素对城市环境的影响具有更为基础的意义。

1. 影响大气环境的因素

(1) 地理因素

空气流动总是受下垫面的影响，即与地形、地貌、海陆位置、城镇分布等地理因素有密切关系，在小范围引起空气温度、气压、风向、风速、湍流的变化，从而对大气污染物的扩散产生间接的影响。

1) 地形的影响。污染物质从污染源排出后，因其所处地理环境不同，危害程度也就有差异。地面是一个凹凸不平的粗糙曲面，当气流沿地表通过时，必然要同各种地形地物发生摩擦作用，使风向风速同时发生变化，其影响程度与各障碍物的体量、形态、高低有密切关系。在一定的地域内，山脉、河流、沟谷的走向，对主导风向具有较大的影响，气流沿着山脉、河谷流动。

地形、山脉的阻滞作用，对风速也有很大影响，尤其是封闭的山谷盆地，因四周群山的屏障影响，往往静风、小风频率占很大比重。

2) 局地气流的影响。地形和地貌的差异，造成地表热力性质的不均匀性，往往形成局部气流，其水平范围一般在几公里至几十公里，局部气流对当地的大气污染起显著的作用。最常见的局地气流有海陆风（水陆风）、山谷风、逆温、热岛效应等。

高层建筑，体形大的建筑物和构筑物，都能造成气流在小范围内产生涡流，阻碍污染物质迅速排走扩散，而停滞在某一地段内，加深污染。一般规律是建筑物背风区风速下降，在局部地区产生涡流，不利于气体扩散。

通常把城市近地面温度比郊区高的现象称为“热岛效应”。“热岛”的形成原因主要有三方面：其一，大量的生产、生活燃烧放热；其二，城市建成区大部分被建筑物和道路等被硬质材料所覆盖，植物覆盖低，从而吸热多而蒸发散热少；其三，空气中经常存在大量的污染物，它们对地面长波辐射吸收和反射能力较强。这些均是造成城市温度高于周围乡村的重要条件，其温差夜间更为明显，最大可达8℃。

城市热岛效应对大气污染物的影响，主要表现为由于热岛效应引起了城乡间的局地环流，使四周的空气向中心辐合，尤其在夜间易导致污染物浓度的增大。

(2) 气象因素

同一大气污染源，以同样排放量作用于环境，在不同的时间里环境所受的影响及污染是不同的。这就是说，大气污染的形成和危害，不仅取决于污染物的排放量和离排放源的距离，而且还取决于周围大气对污染物的扩散能力。由此可见，气象条件是影响大气污染的主要因素之一。主要考虑风和湍流、温度层结、逆温、不同温度层结下的烟型等气象因素。

(3) 其他因素

1) 污染物的性质和成分。大气污染物通常是由各种废气和微小的固体颗粒组成的，它们的化学成分不同，所造成的污染危害也不同。不同的成分在大气中进行的化学反应和清除过程也不一样。对固体颗粒而言，由于颗粒大小的级别不同，它们在大气中的沉降速度和清除过程也各异，从而影响着扩散过程中浓度的分布。

2) 污染源的几何形态和排放方式。由于不同类别、不同性质的污染源有不同的几何形态和排放方式，因而污染物进入大气的初始状态就不一样，其后的状况和计算污染物浓度的公式也就不同。

3) 污染源的强度和高度。

①源强的影响。源强是指污染物的排放速率。通常瞬时点源的源强以一次施放总量表示（如kg），连续点源以单位时间施放量表示（如kg/h），连续线源则以单位时间、单位长度的施放量表示（如kg/h·km）等。因为源强与污染物的浓度是成正比的，所以要研究空气污染问题，必须摸清源强的规律。

为了摸清这一规律，就必须对工厂的生产量、工艺过程、净化设备等有一定的了解。此外，除了烟囱排放外，各生产环节常有跑、冒、滴、漏等现象存在，对于这类无组织的排放也要做相应的调查和考虑。

②源高的影响。源高对地面污染物的浓度有很大影响。地面源污染物浓度随距离的增加而减少。但对于高架源来说，情况就比较复杂了，就烟羽中心轴线而言，仍然是浓度随

距离的增加而减小；但就地面浓度而言，则将出现离烟囱很近处，浓度很低，随着距离的增加浓度逐渐增加至一个最大值，过后又逐渐减小，如图 8-2-1。

2. 影响水体环境的因素

(1) 水体自净作用

水体自净作用指污染物进入水体后，经物理、化学和生物学作用使污染浓度逐渐下降，水体理化性质及生物特征恢复至污染物进入前的状态的过程。各类水体都有一定的自净能力，自净过程与水文条件、微生物种类和数量及水温、复氧状况、污物性质及浓度有关。人们利用水体自净能力进行污水处理。

(2) 水体稀释作用

水体稀释作用是水体发挥自净作用的重要因素。水体的稀释作用与废水和水体的流量以及两者混合的程度有密切关系。污水进入水体后，并不能马上与全部水体混合。影响混合的因素很多，其中主要的有：①河流流量与污水流量的比值；②废水排放口的分布形式（集中还是分散）；③河流的水文条件，包括河流的流速、流量以及河水的紊流运动等。

(3) 水体中氧的消耗与溶解

污水进入水体后，污水中的有机物在微生物的作用下进行氧化分解，需消耗一定数量的氧。沉积在水底的淤泥分解时，也要从水中吸取氧。晚上光合作用停止，水生植物的呼吸也需要溶解氧。水体的自净作用与水体中氧的含量密切相关。

(4) 水中的微生物

在水中微生物摄取污水中的有机物作养料的过程中，将有机物的一部分变成微生物本身的细胞，并提供合成细胞的维持生命的能量，一部分有机物则变成废物排出。当水中溶解氧很充足时，一部分有机物就可以通过微生物的作用变成水和二氧化碳以及无机盐类排出。如果水中的氧气不足，将产生嫌气分解。嫌气性微生物不断分解污水的有机物，提供本身合成细胞维持生命的能量，排出含有臭味的硫化氢和氨等。因此，它受存在于水中的微生物的数量和种类的影响。如果水中存在对微生物有害的有毒物质，则微生物的活动受到阻碍，水体自净能力降低。

3. 影响土壤环境的因素

影响土壤环境有土壤的性质、土壤环境背景值、土壤自净作用的强弱、土壤污染的类型及强度、土壤酸碱性、土壤质地、土壤结构等因素。以下择要述之。

(1) 土壤环境背景值

土壤环境背景值指在自然状况或相对不受直接污染情况下土壤中化学元素的正常含量。一般应在远离污染源的地方采集样品，测定化学元素含量，并运用数理统计等方法检验分析结果，然后取分析数据的平均值或数值范围作为背景值。土壤环境背景值研究是环境科学的一项基础性工作，是环境质量评价和预测污染物在环境中迁移转化机理，以及土壤环境标准制定的主要依据，对于地方病的环境病因研究，也具有重要参考价值。土壤环境背景值一定程度上反映了土壤环境的质量。一般在某一地区，如土壤环境背景值比较稳定，则可相当程度上表明这一地区的环境质量较为稳定；反之亦如此。同时，土壤背景值

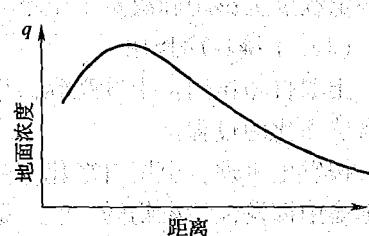


图 8-2-1 高架源地面轴线浓度分布示意图

也一定程度上影响和决定了土壤环境的当前质量和一定时期内的质量变化趋势。

(2) 土壤自净作用

土壤自净作用指土壤受到污染后，在物理、化学、生物的作用下，逐步消除污染物达到自然净化的过程。

按发生机理，土壤自净化可分为三种类型：①物理净化，包括挥发、扩散、淋洗等，如土壤中挥发性污染物酚、氰、汞等，可因挥发作用而使其含量逐渐降低。②化学净化，包括氧化还原、化合和分解、吸附、凝聚、交换、络合等，如某些有机污染物经氧化还原作用最终生成二氧化碳和水；铜、铅、锌、镉、汞等重金属离子与土壤中硫离子化合，生成难溶的硫化物沉淀；土壤中的黏土矿物、腐殖质胶体对重金属离子的吸附、凝聚及代换作用等。③生物净化，主要是土壤中各种微生物对有机污染物的分解作用。

按其组成，土壤自净作用主要有如下几方面组成：①绿色植物根系的吸收、转化、降解和生物合成作用；②土壤中细菌、真菌和放线菌等微生物区系的降解、转化和生物固氮作用；③土壤中有机无机胶体及其复合体的吸收、络合和沉淀作用；④土壤的离子交换作用、土壤的机械阻留和气体扩散作用。土壤微生物在土壤净化中起重要作用，土壤微生物使土壤对农药进行最彻底的净化。

(3) 土壤酸碱性

土壤酸碱性亦称“土壤反应”，是土壤酸度和土壤碱度的总称。主要决定于土壤溶液中氢离子的浓度，通常以 pH 值表示。土壤学上以 pH 值 6.5—7.5 的土壤为中性土壤，pH 值 6.5 以下为酸性土壤，pH 值 7.5 以上的为碱性土壤。土壤酸碱度与土壤中的重金属化合物的溶解状况密切相关。

三、城市环境污染

1. 城市环境污染的类型及特点

城市环境污染是指由人类的活动所引起的环境质量下降而有害于人类及其他生物的正常生存和发展的现象。城市环境污染从不同角度、不同方面有多种分类。按环境要素，可分为大气污染、水体污染和土壤污染等；按污染物的性质，可分为生物污染、化学污染和物理污染；按污染形态，可分为废气污染、废水污染、固体污染，以及噪声污染、辐射污染等；按污染产生的原因，可分为生产污染和生活污染，生产污染又可分为工业污染、农业污染、交通污染等；按污染物的分布范围，又可分为全球性污染、区域性污染、局部性污染等。

以下从环境要素和污染物的形态角度，介绍城市环境污染有关问题。

(1) 废气污染

废气指在矿物燃料燃烧、工业生产、垃圾和工业废物燃烧以及汽车行驶过程中排出的气体。废气中含有的污染物种类很多，其物理和化学性质非常复杂，毒性也不尽相同。燃料燃烧排出的废气中含有二氧化硫、氮氧化物、碳氧化物、碳氢化合物和烟尘等。工业生产因其所用原料和工艺不同而排放出各种不同的有毒气体和固体物质（粉尘），含有化学组分如重金属、盐类、放射性物质、病原体、有机化合物等。汽车排出的尾气含有氮氧化物和碳氢化合物。废气污染大气环境，是当前世界最普遍最严重的环境问题之一。

废气污染对人体有着严重的不利影响（见表 8-2-1）。

表 8-2-1 废气污染对人体的影响

污染物	对人体的影响
烟雾	视程缩短、导致交通事故、慢性支气管炎
飞尘	血液中毒、尘肺、肺感染
二氧化硫	刺激眼角膜和呼吸道黏膜，引起咳嗽、声哑、胸痛、支气管炎、哮喘甚至死亡
二氧化氮	刺激鼻腔和咽喉，引起胸部紧缩、呼吸促迫、失眠、肺水肿、昏迷甚至死亡
一氧化碳	头晕、头痛、恶心、四肢无力，还可以引起心肌损伤、损害中枢神经、严重时导致死亡
氟化氢	刺激黏膜、幼儿发生斑状齿、成人骨骼硬化
硫化氢	刺激黏膜、导致眼炎或呼吸道炎、头晕、头痛、恶心、肺水肿
氯气	刺激呼吸器官、导致气管炎、量大时引起中毒性肺水肿
氨	刺激眼、鼻、咽喉黏膜
气溶胶	引起呼吸器官疾病
苯并芘	致癌
臭氧	刺激眼、咽喉，呼吸机能减退
铅尘	铅中毒症、妨碍红血球的发育、儿童记忆力低下

1) 二氧化硫。二氧化硫为无色有刺激性的气体，对环境起酸化作用，是大气污染的主要污染物（一次污染物）之一。城市、工业区大气中的二氧化硫主要来源于含硫的矿物燃料或含硫金属矿的冶炼排放废气。

2) 氮氧化物。氮的氧化物的总称。通常所称的氮氧化物主要指 NO 和 NO₂两种成分的混合物，用 NO_x表示。NO 和 NO₂是大气中常见的重要污染物，其主要污染源为燃料燃烧时，空气中的氧和氮在高温下生成的产物。燃煤或燃油的工业锅炉以及机动车辆排出的废气中含有大量氮氧化物。其他工业生产，如硝酸和硝酸化合物生产，化学工业的硝化过程，火药和氮肥的生产等都有 NO_x的排放。

3) 碳氧化物。

①一氧化碳。化学式 CO，是无色、无臭、无味、无刺激性的气体，有剧毒。大气中主要来源是含碳燃料的不完全燃烧。工业锅炉和民用炉灶排出的烟气中约含有 3% 左右，汽车废气中含量约为 3%—13%。其他如炼焦、煤气生产等工业过程中也会产生一定量的 CO。污染大气中约有 80% CO 是由汽车排放的，在交通量大的城市空气中 CO 的浓度可高达 40—115ppm。

②二氧化碳。二氧化碳俗称“碳酸气”。化学式 CO₂。是无色、无臭、有酸味的气体。大气中二氧化碳的来源有：①人和动物的呼吸，人类呼出气中含 4% 左右；②生活和生产中燃料（煤、石油等）的燃烧；③土壤、矿井和活火山的逸出；④有机物的发酵、分解和腐败过程。大气中的二氧化碳大部分被绿色植物在光合作用中吸收利用。

4) 飘尘和降尘。

①飘尘。亦称“可吸入颗粒物”或“可吸人尘”。指粒径小于 $10\mu\text{m}$ （微米）的悬浮颗粒物。包括煤烟、烟气和雾及二次颗粒物如硫酸盐、硝酸盐微粒等。其中相当大一部分比细菌（ $0.75\mu\text{m}$ ）还小。粒径在 0.1 — $1.0\mu\text{m}$ 之间的悬浮微粒很难沉降，可以数年甚至几十年在大气中飘浮。飘尘能吸附致癌性很强的苯比芘等碳氢化合物，在无风或风速很大、逆温等不利于稀释、扩散的气象条件下，又能在大气中聚集，使大气污染程度增大，从而大大增强其危害。

②降尘。亦称“落尘”。空气中直径大于 $10\mu\text{m}$ 的固体颗粒物。降尘的自然沉降速率一般在 1cm/s 以上，大到每秒几十厘米。成分复杂，随来源不同，其性质有很大差异。来源主要有地面扬尘、燃料燃烧、工业烟尘、火山灰等。降尘离开发生源后，很快降落到地表，随着离源距离的增加，降尘量迅速减小。

5) 光化学烟雾。光化学烟雾是一次污染物和二次污染物的混合物所形成的空气污染现象。大量汽车排气和少量工业废气中的氮氧化物和碳氢化合物，在一定的气象条件下发生。一般最易发生在大气相对湿度较低、微风、日照强、气温为 24 — 32°C 的夏季晴天，并有近地逆温的天气。是一种循环过程，白天生成，傍晚消失。20世纪40年代在美国洛杉矶最早出现。光化学烟雾成分复杂，对动植物和材料有害的是 O_3 ，和甲醛、丙烯醛等二次污染物。也称“次生污染物”（次生污染物指一次污染物在物理、化学因素或生物作用下发生变化，或与环境中的其他物质发生反应所形成的物化特征与一次污染物不同的新污染物。通常比一次污染物对环境和人体的危害更为严重）。光化学烟雾使大气能见度降低，对人体有很大的刺激和毒害作用。

(2) 废水污染

废水指人类在生产活动和生活活动过程中排出的使用过的水。包括从住宅、商业建筑物、公共设施和工矿企业排出的液体以及用水输送的废物与可能出现的地下水、地表水和雨水的混合物。废水中的污染物对人体有程度不等的危害（表8-2-2）。

表8-2-2 废水主要污染物对人体的危害

污染物	对人体健康的危害
汞	食用被汞污染的水产品，产生甲基汞中毒，头晕，肢体末梢麻木，记忆力减退，神经错乱，甚至死亡，还导致胎儿畸形
铅	食用含铅食物，会影响酶及正铁血红素合成，影响神经系统，铅在骨骼及肾脏中积累，有潜在的长期影响
镉	进入骨骼造成骨疼痛，骨骼软化萎缩，易发生病理性骨折，最后饮食不进，于疼痛中死亡
砷	影响细胞新陈代谢，造成神经系统病变；急性砷中毒主要表现为急性胃肠炎症状
铬	铬进入体内后，分布于肝、肾中，出现肝炎和肾炎病症
氰化物	饮用含氰水后，引起中毒，导致神经衰弱、头痛、头晕、乏力、耳鸣、震颤、呼吸困难甚至死亡
多环芳烃	长期处于高浓度的多环芳烃环境中，会致癌

续表 8-2-2

污染物	对人体健康的危害
酚类	引起头痛、头晕、耳鸣，严重时口唇发紫，皮肤湿冷，体温下降，肌肉痉挛、尿量减少、呼吸衰竭
可分解有机物	这类污染物为病菌提供生存条件，进而影响人体健康
致病菌	引起传染病，如霍乱、痢疾、肝炎、细菌性食物中毒
亚硝酸盐	引起婴儿血液系统疾病等
氟化物	超过 1 毫克/升，发生齿斑、骨骼变形
放射性物质	经常与放射性物质接触会引起疾病，甚至会遗传给后代
多氯联苯	损伤皮肤、破坏肝脏
油类	使水体失去饮用价值

废水污染类型及主要特点如下：

1) 生活污水。生活污水是居民日常生活所产生的污水，是浑浊、深色、具恶臭的水，微呈碱性，一般不含毒物，所含固体物质约占总重量的 0.1%—0.2%，所含有机杂质约占 60%，在其全部悬浮物中有机成分几乎占总量的 3/4 以上。生活污水极适宜于各种微生物的繁殖，含有大量的细菌、病原菌和寄生虫卵。生活污水的水量水质明显具有昼夜、季节周期性变化的特点。

2) 工业废水。工业废水指工矿企业（包括乡镇企业）生产过程排出的废水。是生产污水和生产废水的总称。工业废水的水量、水质随不同的工业及其生产过程而有很大的差别。

生产污水专指工矿企业生产中所排出的污染较严重、须经处理后方可排放的工业废水。成分复杂，多半具有较大的危害性，各种生产污水的水质和水量相差很大。对一种生产污水，往往以其中含量较多或毒性较强的某一种成分来命名，如含酚、含油、酸碱、含氰、含砷、含铬、含汞、含镉、含铅等污水。

生产废水又称“清净废水”。指工矿企业排出的比较清洁的不经处理即可排放的工业废水。典型的生产废水是冷却水。生产废水（特别是冷却水）是循环利用工业废水中应首先考虑的。

废水中的污染物质及主要特点如下：

1) 有机物质的污染。有机污染指有机化合物引起的环境污染。有机化合物分为天然的和人工合成的两大类。

前者主要是生物代谢物和生物化学过程的产物，如黄曲霉素、油脂、蛋白质等；后者为合成的农药、洗涤剂、塑料等。

水体中的有机污染物分为挥发性和非挥发性的两大类，挥发性有机污染物只占有机污染物的 10%—20%，其余大量为非挥发性有机污染物，包括腐殖质、多糖类、蛋白质和多肽类。这些既来源于天然物质又来源于人为污染；还包括工业化学品、表面活性剂、药品和农药等人造有机物。

2) 无机物质的污染。对环境造成污染的无机物质有：各种元素的氧化物、硫化物、卤化物、酸、碱、盐类等。水体 pH 值小于 5 或大于 9 时，大部分水生生物不能生存。

3) 有毒物质的污染。当废水中含有大量的毒物如氰化物、砷、酚类，以及汞、镉和铜等重金属离子时，就会出现毒害生物的作用，将水体中的细菌和动植物杀死。由于细菌被毒物杀死，就必然抑制水体的自净作用。

4) “富营养化”污染。由于水体中氮、磷、钾、碳增多，使藻类大量繁殖，耗去水中溶解氧，从而影响鱼类的生存，这就是所谓的“富营养化”污染。造纸、皮革、肉类加工、炼油等工业废水，生活污水以及农田施用肥料，使水体中氮、磷、钾、碳等营养物增加。含磷洗涤剂的广泛应用，使生活污水中含磷量增加。

5) 油类污染物。油类污染主要为石油污染，指在石油的开采、炼制、贮运和使用过程中，原油及各种石油制品进入环境而形成的污染物。为海洋环境中最常见的有机污染物，也存在于陆上石油工业地区及附近的大气、水体和土壤中。在河口和近海水域，近年来这种污染十分突出。

6) 热污染。热污染指人类活动危害热环境的现象。水体热污染是煤矿、油田、电厂等大型能源转换企业排出的废水造成江河、湖泊局部水温升高，影响水生生物生态平衡。

7) 含色、臭、味的废水。色度高的废水，除影响水体外观外，如直接用于工业生产，还会使制成品产生色泽，影响产品质量。有些废水排出时无色，但进入水体后与其他溶解物进行反应可生成颜色，如含有铁离子的废水，遇到含丹宁废水时，即可出现黑色等等。水体中含有硫化氢和酚类化合物时会使水质发臭，水生生物受这种有臭味废水的影响，也带有臭味，这不仅使鱼贝类的质量下降，甚至无法食用。

8) 病原微生物污染。生活污水、医院污水以及生物制品、制革、屠宰等工业废水，含各种病菌、病毒、寄生虫等病原微生物，进入水体后，会传播各种疾病。如医院排出的污水中含有大量的病原体。结核病医院污水，每升可检出几十万至几百万个结核杆菌。医院污水还含有消毒剂、药剂、试剂等化学物质；利用放射性同位素医疗手段的医院污水还含有放射性物质。未经处理的医院污水用来灌溉农田，也会造成各种危害，如使周围地区环境污浊，蚊蝇大量繁殖，疾病流行。

(3) 土壤污染

进入到土壤中的有害物质过多，超过土壤的自净能力，就是会造成土壤污染。土壤污染物主要通过固体废物向土壤表面堆放和倾倒，废水向土壤中渗透，大气中的污染物通过降尘或随雨水降落到土壤中等途径进入土壤。土壤污染物种类多，大致可分为无机污染物和有机污染物两大类。无机污染物主要包括酸、碱、重金属（铜、汞、铬、镉、镍、铅等），盐类，放射性元素铯、锶的化合物，含砷、硒、氟的化合物等。有机污染物主要包括有机农药、酚类、氰化物、石油、合成洗涤剂以及由城市污水、污泥及厩肥带来的有害微生物等。土壤污染物会引起土壤的组成、结构和功能发生变化，微生物活动受到抑制，从而妨碍土壤正常功能。积累在土壤中的有害物质，还可以通过“土壤→植物→人（动物）”，或通过“土壤→水→人（动物）”间接被人和动物吸收，危害人和动物。

(4) 固体废物污染

固体废物指在人类生产和消费过程中被丢弃的固体和泥状物质。包括从废水、废气中分离出来的固体颗粒。按化学性质，可分为有机废物和无机废物；按危害状况，可分为有

害废物和一般废物；按来源，可分为矿业固体废物、工业固体废物、城市垃圾、农业废弃物和放射性固体废物。固体废物侵占土地并对环境造成多方面影响，如侵蚀土壤、破坏土壤结构、散发恶臭、污染大气、污染地下水和地表水等。

1) 工业有害固体废物。指能对人们的健康或对环境造成现实或潜在危害的工业固体废物。可分为：有毒的、易燃的、有腐蚀性的、能传播疾病的、有较强的化学反应的。具体有如下类型：

①有色金属渣。指有色金属矿物在冶炼过程中产生的废渣，包括赤泥、铜渣、铅渣、锌渣、镍渣等。有的含有铅、砷、镉、汞等有害物质。

②粉煤灰。煤燃烧所产生的烟气中的细灰。其化学成分与燃煤成分、煤粉粒度、锅炉型式、燃烧情况及收集方式有关，一般含有二氧化硅、三氧化二铝、三氧化二铁、氧化钙、氧化镁、三氧化硫等。每燃用1t煤约产生250—300kg粉煤灰。

③电石渣。制取乙炔过程中排出的浅灰色细粒渣。每生产1t聚氯乙烯，产生电石渣2t多，数量大，含碱量高，又含有硫、砷等有害物质。

④铬渣。生产金属铬和铬盐过程中产生的工业废渣。铬渣如露天堆放，渗出的六价铬离子有剧毒，可污染环境，危害人畜健康。因此，铬渣的堆存必须采取铺地防渗和设棚罩措施。常对铬渣进行高温处理，消除其毒性。

⑤化工废渣。化工废渣种类繁多，以塑料废渣、石油废渣为主，酸碱废渣次之。化工废渣中有毒物质最多，对环境污染最为严重。

2) 城市垃圾。城市垃圾是城市居民的生活垃圾、商业垃圾、市政维护和管理中产生的垃圾，不包括工业固体废物。随着工业发展，人口集中，城市规模不断扩大，许多国家的城市垃圾数量剧增。垃圾的产量与组成受城市规模、类型、地区气候、季节、环保条件、生活水平等各种因素的影响，有机成分多于无机成分，其中废纸、废塑料、废纤维的比重增长较快。

城市垃圾成分非常复杂，其中有的有机物会变质腐烂，发生恶臭，招引和孳生苍蝇，繁殖老鼠；有的疾病患者用过的废弃物，乃至排泄物，如果任意堆放，病原微生物就会随着雨水渗入地下，污染地下水；有的飘尘飞扬，污染大气，造成传染病的传染和流行。

3) 污泥。污泥是城市污水和工业污水处理过程中所产生的沉淀物。按性质，可分为有机污泥和无机污泥两类，一般将有机污泥称为污泥，将无机污泥称作沉渣。

有机污泥其主要特性是有机物含量高、易腐化发臭、颗粒较细、比重较小、含水率高而不易脱水、属胶状结构的亲水性物质、易用管渠输送。这些污泥中含有大量的污染物，如果处理不妥当，仍旧会对环境造成二次污染。

(5) 噪声污染

就城市噪声而言，主要有交通噪声、工业噪声、建筑施工噪声、社会生活噪声等。

1) 交通噪声。交通噪声是现代城市中重要的公害之一，交通噪声日益成为城市的主要噪声，约占城市噪声源的40%。机动车辆在运行时发出的噪声是交通噪声中的主要类型。其主要噪声源为驱动系统（进气、排气、燃烧、机械、冷却风扇等）和运行系统（轮胎、传动齿轮等）。汽车轮胎的花纹、喇叭和路面的材料都对噪声大小有影响。

2) 工业噪声。工厂的机器在运转时产生的噪声。按其噪声源特性可分为：①气流噪声。②机械噪声。各类工业使用的机器设备和生产工艺不同，造成的噪声种类和污染程度

也不同。

3) 建筑施工噪声。建筑施工现场大量使用各种不同性能的动力机械时产生的噪声。建筑施工噪声源是多种多样的，且经常变换。这种噪声具有突发性、冲击性、不连续性等特点，也特别容易引起人们的烦恼。

4) 社会生活噪声。商业、娱乐、体育、游行、庆祝、宣传等活动产生的噪声。

(6) 电磁辐射污染

20世纪80年代以来，美国和欧洲流行病学的大量研究结果表明电磁辐射与某些疾病之间存在联系，公众对于电磁辐射可能造成的健康危险开始高度关注。电磁辐射已经成为一种我国城市新的污染源，并逐渐从大城市向中小城市及农村扩展。1997年我国发布了《电磁辐射环境保护管理办法》，正式对电磁辐射活动进行管理。

(7) 光污染

光污染是包括白亮污染、人工白昼污染和彩光污染。光污染正在威胁着人们的健康。据测定，白色的粉刷墙面反射系数为69%—80%，镜面玻璃的反射系数达82%—90%，比绿色草地、森林、深色或毛面砖石装修的建筑物的反射系数大10倍左右，大大超过了人体所能承受的范围，从而成为新污染源之一。建筑物的钢化玻璃、釉面砖墙、铝合金板、磨光花岗岩、大理石和高级涂料等装饰反射的强光，会伤害人的眼睛，引起视力下降，增加白内障的发病率。长时间受光污染，还会造成人心理恐慌和生理机能失调。光污染还会改变城市植物和动物生活节律，误导飞行的鸟类，从而对城市动植物的生存造成危害。

(8) 放射性污染

随着放射性物质和射线装置广泛应用于民用用途，放射性泄漏事故近几年时有发生，依法加强对放射性物质生产、销售、使用、贮存、处置和射线装置的场所管理已经成为城市规划和环境保护不能忽视的重要工作。

2. 城市主要污染源

城市污染源指城市内产生污染物（包括废水、废气、废渣、噪声等）的设备、装置、场所和单位。根据分布特点可分为固定性和移动性两类污染源；根据排放方式可分为脉冲式及持续式污染源以及点源和面源；根据产生部门可分为工业污染源、交通污染源、农业污染源和生活污染源。工业污染源在生产工艺流程中排放出大量未被充分利用的物质能量或不被人们所需要的有害副产品，造成污染。其中，化工、冶金、电力、机械、造纸、纺织、制革、建材等行业的污染常容易引起严重的环境问题。交通污染源以能源燃烧的尾气、运输过程中有害物质的泄漏及运行噪声为主。农业污染源以过量施用化肥、农药，使用农业废弃物及使用城市废水灌溉而造成对作物、土壤、空气、水体及农产品的污染。生活污染，指生活垃圾、生活污水及由于生活用煤所造成的污染。城市各类污染具有各自的性质和特点，对城市环境具有不同的影响。控制城市污染源，是改善城市环境质量的根本。

四、城市环境保护

城市环境保护的基本内容包括城市生态环境保护和城市环境综合整治。

城市生态环境保护包括对城市中及城乡结合部的自然生态系统，如河流、湖泊、湿地、山体和森林，以及生物多样性的保护等。实际上是保护城市以及城郊生态系统，使其更好地为人类服务。

城市环境污染具有多源、复杂、综合的特征，因此对其治理也必须采取多种手段及综合的措施。城市环境综合整治一般包括城市环境宏观分析、影响城市环境质量因素分析及制定城市环境综合整治措施三个方面。

1. 城市大气污染综合整治

(1) 概述

大气污染综合整治是综合运用各种防治方法控制区域大气污染的措施。地区性污染和广域污染是由多种污染源造成的，并受该地区的地形、气象、绿化面积、能源结构、工业结构、工业布局、建筑布局、交通管理、人口密度等多种自然因素和社会因素的综合影响。大气污染物不可能集中起来进行统一处理，因此只靠单项措施解决不了区域性的大气污染问题。实践证明，在一个特定区域内，把大气环境看作一个整体，统一规划能源结构、工业发展、城市建设布局等，综合运用各种防治污染的技术措施，合理利用环境的自净能力，才有可能有效地控制大气污染。主要措施概括起来有：①减少或防治污染物的排放，改革能源结构，采用无污染和低污染能源，对燃料进行预处理以减少燃烧时产生的污染物，改进燃烧装置和燃烧技术，以提高燃烧效率和降低有害气体排放量，节约能源和开展资源综合利用，加强企业管理，减少事故性排放，及时清理、处置废渣，减少地面粉尘。②治理排放的主要污染物。③发展植物净化。④利用大气环境的自净能力。例如，以不同地区、不同高度的大气层的空气动力学和热力学的变化规律为依据，合理确定烟囱高度，使排放的大气污染物能在大气中迅速稀释扩散。

(2) 城市大气污染综合整治宏观分析

大气污染综合整治宏观分析就是在制定大气污染综合整治对策时，根据城市大气污染及大气环境特征，从城市生态系统出发，对影响大气质量的多种因素进行系统的综合分析。从宏观上确定大气污染综合整治的方向和重点，为具体制定大气污染综合整治措施提供依据。

1) 影响城市大气质量的因素分析。城市大气质量受到多种因素的影响。在进行系统分析时，可参考大气污染源调查及评价，大气污染预测等有关内容。综合因素分析如图8-2-2所示。

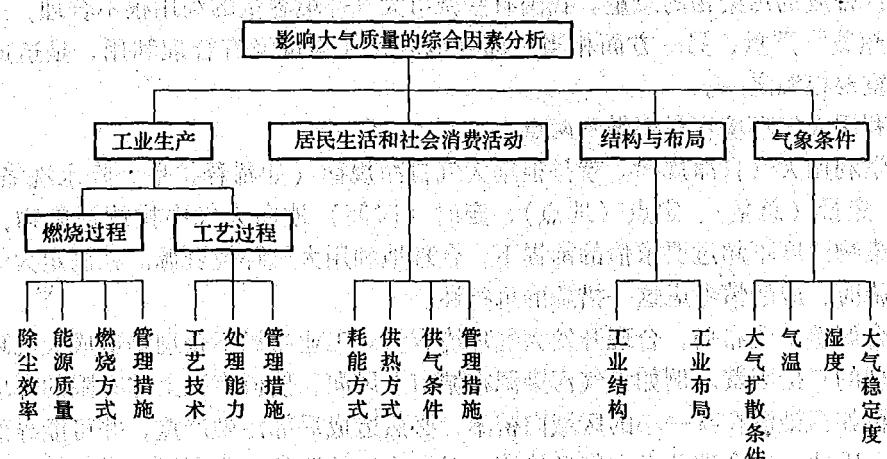


图 8-2-2 影响空气质量的综合因素分析

影响因素的分析最好能做到定量。其步骤如下：

①先进行类比调查，查清本市的各有关因素指标与本省、全国平均水平的差距，或与有关指标、原设计能力的差距。如调查除尘效率、能源结构、净化、回收设施处理能力、型煤普及率、热化和气化率等与全省、全国平均水平的差距等。

②计算各因素指标达到全省、全国平均水平，或原设计能力时，所能相应增加的污染物削减量。

③计算和分析各因素指标在平均控制水平下的污染物削减量比值，从而确定主要的影响因素；或计算各因素指标在本市条件下所应达到的水平下的污染物的削减量比值，从而确定主要的影响因素。

2) 确定大气污染综合整治的方向和重点。通过对大气质量影响因素的综合分析，可以明确影响大气质量的主要因素和目前在控制大气污染方面的薄弱环节。在此基础上，就可以根据加强薄弱环节，控制环境敏感因素的原则，确定城市大气污染综合整治的方向和重点。如果影响大气质量主要是居民生活和社会消费活动（主要是面源）以及工业生产燃烧过程的除尘效率低，那么今后大气污染综合整治的方向和重点就应该从普及型煤、集中供热，煤气化、强化管理，提高除尘效率等方面考虑。如果影响大气质量的重点是气象因素和生产工艺过程，那么今后大气污染综合整治的方向和重点就应该从如何结合工业布局调整，合理利用大气自净能力和加强工艺技术改造，提高处理设施运行能力，强化工业尾气治理和管理等方面考虑。

通过对大气污染综合整治方向和重点的宏观分析，可以避免制定大气污染综合整治措施中面面俱到，没有重点或抓不住重点的弊病。

(3) 城市大气污染综合整治措施

大气污染综合整治措施的内容非常丰富。由于各城市大气污染的特征以及大气污染综合整治的方向和重点不尽相同，因此，措施的确定具有区域性，很难找到适合于一切情况的通用措施。这里仅简要介绍我国城市大气污染综合防治的一般措施。

1) 合理利用大气环境容量。大气环境容量指在满足大气环境目标值（即能维持生态平衡及不超过人体健康阈值）的条件下，某区域大气环境所能容纳污染物的最大能力，或所能允许排放的污染物的总量。我国有些城市大气环境容量的利用很不合理，一方面局部地区“超载”严重；另一方面相当一部分地区大气容量没有合理利用，是造成城市大气污染的重要根源之一。

合理利用大气环境容量要做到两点：

①科学利用大气自净规律。就是根据大气自净规律（如稀释扩散、降水洗涤、氧化、还原等），定量（总量）、定点（地点）、定时（时间）地向大气中排放污染物，在保证大气中污染物浓度不超过要求值的前提下，合理地利用大气环境资源。在制定大气污染综合整治措施时，应酌情考虑这一措施的可行性。

②结合调整工业布局，合理开发大气环境容量。工业布局不合理是造成大气环境容量使用不合理的直接因素。例如大气污染源在城市上风向，使得市区上空有限的环境容量过度使用；再如污染源在某一小的区域内密集，必然造成局部污染严重，并可能导致污染事故的发生。因此，在合理开发大气环境容量时，应该从调整工业布局入手。

2) 以集中控制为主，降低污染物排放量。多年的实验证明，集中控制是防治大气污

染，改善城市大气环境质量的最有效的措施。所谓集中控制，就是从城市的整体着眼，采取宏观调控和综合防治措施。如：调整工业结构、改变能源结构、普及型煤、集中加工和处理燃料、采取优质煤（或燃料）供民用的能源政策、煤气化、强化污染源治理、降低污染物排放、发展植物净化、集中供热、建立烟尘控制区以及发展无污染少污染的新能源（太阳能、风能、地热）等等。

对局部污染物，如：工业生产过程排放的污染物，工业粉尘、制酸及氮肥生产排放的 SO_2 、 NO_x 、HF 以及汽车尾气等，则要因地制宜采取分散防治措施。

2. 城市水污染综合整治

（1）概述

城市水污染综合整治是综合运用各种方法防治水体污染的措施。20世纪60年代以前，水污染的防治措施基本上是在废水排放口或工厂设备出口截住废水进行处理后排入水体。随着城市污水特别是各种工业废水的增长，由于经济、技术和能源上的限制，单一的人工处理污水方法已不能从根本上解决污染问题，60年代以来发展了水污染的综合防治。它是人工处理和自然净化、无害化处理和综合利用、工业循环用水和区域循环用水、无废水生产工艺等措施的综合运用。主要措施有：①减少废水和污染物排放量。包括节约用水、规定用水定额、重复利用废水、废水处理后再利用、发展不用水或少用水的工艺、制定物料定额、提高物料的回收利用率、采用无废少废技术改革工艺等。②发展区域性水污染防治系统。包括制定区域性水质管理规划，合理利用自然净化能力，实行排放污染物的总量控制，污水经处理后用于灌溉农田和回用于工业，建立污水库，进行污水的有控制稀释排放等。③综合考虑水资源规划、水体用途、经济投资和自然净化能力，运用系统工程，对水污染控制进行系统优化。

（2）城市水污染综合整治宏观分析

水污染综合整治宏观分析就是在制定水污染综合整治对策时，对城市取水、用水、排水及水的再利用等各个环节进行系统的综合分析，根据城市的性质、特征和水文地质条件，从宏观上确定城市水污染综合整治的方向和重点，从而为具体制定水污染综合整治措施提供依据。

1) 水污染综合整治主要相关因素。主要相关因素分析如图 8-2-3 所示。

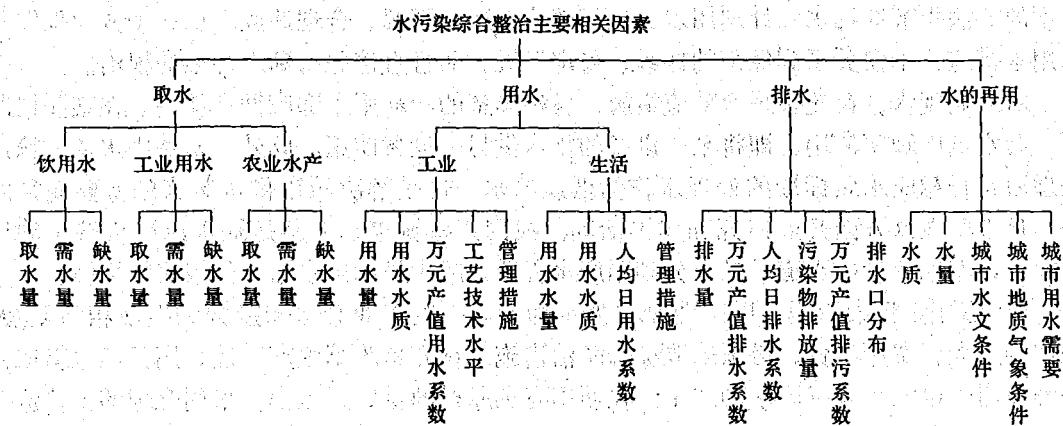


图 8-2-3 水污染综合整治主要相关因素

主要相关因素的定量分析方法可参照大气污染综合整治宏观分析的有关内容。

2) 确定水污染综合整治的方向和重点。通过主要相关因素的分析，明确水环境的主要问题和管理的薄弱环节，从宏观上确定水污染综合整治的方向和重点。确定时要考虑以下两点：

①城市水资源供需情况及矛盾所在。我国大部分城市一方面水资源缺乏，另一方面水污染和水资源浪费又相当严重。针对这种情况，在制定水污染综合整治措施时，应该充分考虑水资源的合理利用和计划利用，解决目前存在的供需矛盾（或指出解决矛盾的方向和重点）。例如，供需矛盾中水质差是主要问题时，应在规划中重点考虑如何提高水质等问题。若供需矛盾中属水量不足，则应从用水的各个环节入手。一方面节约用水，计划用水；另一方面采取废水回用，废水资源化等。

②城市工业废水和生活污水的取向分析。城市工业废水和生活污水的取向问题是水污染综合整治的核心问题。在考虑工业废水和生活污水的取向时，应分析以下几个方面的问题：一是废水资源化的可行性；二是厂内处理与污水集中处理的关系。对一些特殊污染物，如难降解有机物和重金属应以厂内处理为主；而对大多数能降解和适宜集中处理的污染物，应该以集中处理为主。从改善区域环境质量和节省投资来看，集中处理是污水处理的发展方向，但也不可忽视厂内分散处理的作用。

(3) 城市水污染综合整治措施

水污染综合整治措施的内容非常丰富，这里仅介绍几种主要的措施。

1) 合理利用水环境容量。水体遭受污染的原因有两点：一是因为水体纳污负荷分配不合理；二是因为负荷超过水体的自净能力（环境容量）。在水环境综合整治中，应该针对这两方面原因，分别采取对策。首先要结合调整工业布局和下水管网建设，调整污染负荷的分布。其次要科学利用水环境容量，在保证水体目标功能的前提下，利用水环境容量消除水污染。水污染自净除了利用水体本身的稀释净化作用外，还可利用水生植物的净化作用（如人工养殖凤尾莲等）、土壤对污染物的净化作用（如污灌，土地处理系统等）等。因此，在评价和应用水环境容量时，要考虑到这些相关因素，做到科学利用。但要注意：①不能超越容量；②要注意与区域下游地区的关系。

2) 节约用水，计划用水，大力提倡和加强废水回用。综合防治水污染的最有效、最合理的方法是节约用水和计划用水，全面节流、适当开源、合理调度，从各个方面采取节约用水措施，不仅关系到经济的持续、稳定发展，而且直接关系到水污染的根治。

对工业废水，首先要采取节流措施，各种设备的冷却用水都应循环使用。在某些情况下，废水可以顺序使用，即将某一设备的排水供另一设备使用。此外，发展中水道，输送处理后符合相应水质标准的处理水作为低质给水，也是解决城市供水紧张的重要途径之一，日本已在这方面开展研究和建设活动。我国某些城市，尤其是缺水或严重缺水的城市，有计划地建设中水道，是充分利用废水资源，解决长期供水紧张的战略性措施。

3) 强化水污染治理。以工业废水处理为例。一些工业废水的成分和性质相当复杂，处理难度大，费用昂贵，必须采取综合防治措施。首先是改革生产工艺，用无毒原料取代有毒原料，以杜绝有毒废水的产生。在使用有毒原料的生产过程中，采用合理的工艺流程和设备，保证设备的妥善运行，消除逸漏、以减少有毒原料的耗用量和流失量。重金属废水、放射性废水、无机有毒废水和难以生物降解的有机有毒废水，应尽可能与其他废水分

流，并就地进行单独处理，要尽量采用封闭循环系统。流量大的无毒废水，如冷却水，最好在厂内经过简单处理后回用，以节省水资源消耗量，并减轻下水道和污水处理厂负荷。性质类似城市污水的工业废水可排入城市污水混合处理。

4) 排水系统的合理规划。建设城市排水管网系统，必须结合本地区的自然条件和社会条件，综合考虑地区各分片的污水收集方式。对采用分流制还是合流制，或两种体制适当结合的混合制，包括排放口位置的选择，近期建设和远期规划的结合，以及管径、坡降、管网附属构筑物、工程量、运行维护费等等，做出技术经济比较，以制定合理的排水系统规划。对于城市原有管道系统的扩建或改建，也需要结合已有设施，统一安排。

5) 建设流域污染综合防治工程。许多湖泊、河流、水库和近海海域受到严重的污染，不仅恶化了水环境卫生条件，而且破坏了水资源，因此，从20世纪60年代起，流域污染综合防治工程便开始发展起来。这种防治工程根据城市和工矿区沿水系分布情况，分段(河川)或分区(湖、海)调查研究它们各自的自净能力和自净规律，确定它们的污染负荷，从而确定它们对污染物的去除程度，以修建相应的处理设施。这些设施包括大规模的区域性联合污水处理厂，以及在一些自净能力小或污染超负荷的区段修建调节水库或污水库，以增加枯水期的水流量或用以贮存污水。也可修建曝气设施，增加水体溶解氧的自净能力，或者引附近水系的水进行稀释。水系统区域内的工业用水要采取措施压缩用水量，实行循环用水，减少排污量。

6) 去除饮用水的污染。在水源被城市污水、工业废水以及大气沉降、降水、农业废水等挟带的多种多样污染物污染的情况下，传统的城市给水处理工艺，已不能满足饮用水的水质要求，需采用更加有效的处理方法，以保证市民的健康。

7) 加强雨洪水利用与管理。雨洪水是城市重要的水资源，加强雨洪水的利用管理，不仅能够缓解水资源危机，而且能够改善面源污染状况，补充地下水，降低洪峰和延迟洪峰时间，从而大大降低洪水风险，帮助恢复因为水源原因退化的湿地。雨洪水利用的具体措施包括，城市自然排水系统、雨水花园、生物净化池、绿色街道、可渗透铺装、雨水收集、屋顶花园、乡土植物、雨洪水再利用和管理等。

8) 综合整治、整体优化。水污染综合整治的发展方向，是按功能水域实行总量控制，优化排污口分布，合理分配污染负荷，实施排污许可证制度，定期进行定量考核。如不能一步到位，可以定出规划分步实施。要达到上述要求，必须做到技术措施与管理措施相结合；集中控制与分散治理相结合，各种方案合理组合，运用优化技术进行整体优化。

3. 城市固体废物综合整治

(1) 固体废物处理概况

目前，我国固体废物的产生量、堆存量增长很快，固体废物的污染已成为许多城市环境污染的主要因素之一。

所谓固体废物只是相对而言的，即在特定过程或在某一方面没有使用价值，但并非在一切过程或一切方面都没有使用价值。某一过程的废物往往成为另一过程的原料，所以有人形容固体废物是“放错地点的原料”。

固体废物可分为一般工业固体废物、有毒有害固体废物、城市垃圾及农业固体废物。这里重点讨论前三类固体废物的综合整治问题。

固体废物来源广且成分复杂，而防治技术又较落后，是城市环境污染综合整治的一个

难点。在研究编制环境规划时，首先应考虑减少产生量，然后尽可能综合利用、资源化，暂无利用可能的进行处理和处置。

(2) 一般工业固体废物综合整治措施

工业废物是多种多样的，有金属、非金属，又有无机物和有机物等。经过一定的工艺处理，工业废物可成为工业原料或能源，较废水、废气易于实现再生资源化。目前，各种工业废物已制成多种产品，如水泥、混凝土骨料、砖瓦、纤维、铸石等建筑材料；提取铁、铝、铜、铅、锌等金属和钒、铀、锗、钼、钛等稀有金属；制造肥料、土壤改良剂等。此外，还可以用于处理污水、矿山灭火，以及用作化工填料等。

通过合理的工业生产链，可以促进工业废渣的资源化，使一个企业的废渣成为另一个企业的原料。作为整个工业体系，就必然较大地提高资源的利用率和转化率，达到在生产过程中消除污染，这是防治污染的积极办法。

由于固体废物的成分复杂，产生量大、处理难，一般投资很大，所以作为固体废物综合整治的重点就是综合利用，发展企业间的横向联系，促进固体废物重新进入生产循环系统。例如煤矸石可以作为生产硅酸盐水泥的原料（俗称“矸石水泥”）；在工业上，也可替代部分煤使用。

又如粉煤灰也可作为水泥生产的原料，目前已被广泛应用。此外，粉煤灰还可经加工处理制成铸石产品和渣棉等。

总之，工业固体废物的综合利用前景是广阔的，作为固体废物综合整治应把重点放在综合利用上，对凡有条件综合利用的，要尽量综合利用；对目前没有条件综合利用的，要处理处置、存放，待条件成熟时再作为原料重新利用。

此外，应对以废渣为原料进行加工生产的企业给予优惠政策，制定固体废物管理办法。目前国家已颁布了以废渣为原料进行生产的企业的经济优惠政策，在制定固体废物综合整治措施时，可结合国家的政策，根据城市的具体特点制定实施细则，大力提倡综合利用。

(3) 有毒有害固体废物的处理与处置

有毒有害固体废物主要采取下列处理措施。包括：

1) 焚化法。废渣中有害物质的毒性如果是由物质的分子结构，而不是由所含元素造成的，这种废渣，一般可采用焚化法分解其分子结构，如有机物经焚化转化为二氧化碳、水和灰分，以及少量含硫、氮、磷和卤素的化合物等。这种方法效果好，占地少，对环境影响小；但是设备的操作较为复杂，费用大，还必须处理剩余的有害灰分。

2) 化学处理法。应用最普遍的是：①酸碱中和法。为了避免过量，可采用弱酸或弱碱，就地中和。②氧化还原处理法。③沉淀化学处理法。利用沉淀作用，形成溶解度低的水合氧化物和硫化物等，减少毒性。④化学固定。常能使有害物质形成溶解度较低的物质。固定剂有水泥、沥青、硅酸盐、离子交换树脂、土壤黏合剂以及硫磺泡沫材料等。

3) 生物处理法。对各种有机物常采用生物降解法，包括：活性污泥法、滴沥池法、气化池法、氧化塘法和土地处理法等。

此外，有毒有害固体废物的处理与处置，还可以采用安全存放方法，主要是掩埋法。掩埋有害废物，必须做到安全填埋。预先要进行地质和水文调查，选定合适的场地，保证不发生滤沥、渗漏等现象，并对被处理的有害废物的数量、种类、存放位置等做出详细记

录，避免引起各种成分间的化学反应。对淋出液要进行监测。安全填埋的场地最好选在干旱或半干旱地区。

(4) 城市垃圾的综合整治

城市垃圾综合整治的主要目标是“无害化、减量化和资源化”，一般包括如下步骤：

1) 制定城市垃圾的收集和输送计划。

①垃圾的清扫。计划安排的垃圾清扫量应该不少于垃圾产生量，包括安排的人力、物力、设备、投资和运行费用等。

②垃圾的收集。垃圾收集要强调分类收集，这是使废物变成再生资源、再循环利用的关键，也可减少垃圾运输、处理处置的工作量。垃圾分类收集应与垃圾分类处理相结合，并根据处理方式进行垃圾分类收集。垃圾收集的容量应该与清扫量相协调，并应选择适当的垃圾收集容器。

③垃圾的运输。根据垃圾的清运率目标，安排垃圾运输工具、运输投资和运行费用。收集、运输垃圾的车辆车厢必须密闭，装载过程机械化，条件好的还要求装载工具有简单的压缩设备，以减少装载体积、增大运输能力。

2) 制订城市垃圾的处理计划。垃圾分类处理是垃圾生态化的必经之路。根据分类收集的垃圾分别选择综合利用、堆肥、填埋和焚烧等处理方法。应首先选择综合利用方法，以回收再生或循环使用垃圾中的有用资源。

①综合利用。城市垃圾的回收及综合利用日益受到重视。1970年美国修订了原来的《固体废物处理法》，公布《资源回收法》，通过法律鼓励和支持回收利用技术的研究。日本、西欧等资源比较贫乏的国家也在开始注意回收利用。日本早在1971就制定了《废弃物处理清扫法》，1992年制定《资源回收法》，1994年制定《资源回收再生法》；德国1996年年底颁布了《循环经济垃圾法》。

城市垃圾综合利用包括分选、回收、转化三个过程：一是城市垃圾的分选。将混在一起的城市垃圾分离其组成成分，是回收利用所必需的预处理工序。目前主要采用手工分选的方法，效率低、成本高，严重影响回收利用的开展。因此，自动化、机械化的分选技术成为能否大规模经济地发展回收利用的关键问题。目前正研究和发展的机械化和自动化分选方法，主要依据废物的物理性质（形状、大小、比重、颜色、磁性、导电性、电磁辐射吸收和放射性等）的差别。二是城市垃圾的回收。将城市垃圾中的废纸、废玻璃、废金属回收，从废物中分离出来的有机物，经过物理加工成为再利用的制品。纸及纸制品废物在城市垃圾中占有相当高的比重，可回收用于制造纸浆，生产质量较低的纸和纸制品。三是城市垃圾的转化。通过化学、生物化学方法，可将废物转化为有用物质，这是一种正在发展的新的回收利用途径。转化分化学转化和生物化学转化。化学转化包括热解、水解、加氢、氧化等。生物化学转化是通过微生物作用将废物转化为有用物质。有机废物经过需氧消化可制成类似腐殖质的肥料，亦即所说的堆肥处理。

②垃圾卫生填埋。填埋处理垃圾是较广泛采用的一种方法。可利用废矿坑、黏土废坑、洼地、峡谷等，所以投资和处理成本均较低。但是，无计划和无管理的填埋，填埋场所恶臭冲天，鼠、蝇孳生繁殖，传染疾病，严重危害周围环境。卫生填埋的基本操作是在经过选址论证的填埋场所，首先对地表进行必要的防渗处理，然后铺上一层城市垃圾并压实后，铺上一层土，然后逐次填铺城市垃圾和土，如此形成夹层结构。夹层结构可以克服

露天填地造成的恶臭和鼠蝇孳生问题，大大改善周围环境。同时，可有计划地将废矿坑、黏土坑等经过卫生填地，改造成公园、绿地、牧场、农田或作建筑用地。

卫生填埋存在两个问题，一是沥滤作用，二是填埋地层中的废物经生物分解会产生大量气体（沼气）。控制沥滤的方法是设置渗滤液收集和处理系统。防止大量分解气体积聚的方法是设置排气口使分解气体及时逸入大气。有条件的应回收发电、供热或作为车辆燃料等。

卫生填埋涉及地质、水文、卫生、工程等许多方面，需要慎重对待，才能收到既处理了城市垃圾，又不会污染水和空气的效果。

③垃圾灰化（焚烧）。灰化是将城市垃圾在高温下燃烧，使可燃废物转变为二氧化碳和水。灰化后残灰仅为废物原体积的5%以下，从而大大减少了固体废物量。

垃圾灰化过程中产生的热能应回收发电或供热。为了减少二噁英的产生，垃圾应在焚烧炉内充分燃烧。应采用先进、可靠的技术和设备，严格控制垃圾焚烧的烟气排放，严格按照《生活垃圾焚烧污染控制标准》等有关要求，对烟气、污水、炉渣、飞灰、臭气和噪声等进行控制和处理，防止焚烧过程对环境的污染。

4. 城市噪声污染综合整治

（1）概述

1997年3月1日正式实施的《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，遵循把环境噪声污染防治从单纯的点源治理转变为整体的区域防治的原则，在城市规划和建设布局上提出明确的噪声污染防治要求；对工业设备和产品提出噪声控制要求，并将交通噪声污染防治作为重点；要求公安和环保等部门发挥作用，加强对饮食服务、娱乐场所等社会生活噪声的控制。

噪声污染综合防治是采用综合方法控制噪声污染，以取得人们所要求的声学环境的措施。影响噪声污染的因素主要是噪声源（运转的机械设备和运输工具等）、传声途径和接受者三个部分。控制噪声源的措施有两类：①通过改进设备结构，提高部件加工精度和装配质量，采用合理的操作方法等来降低声源的噪声发射功率；②采用吸声、隔声、减振、隔振等措施以及安装消声器等来控制声源的噪声辐射。传声途径的控制措施主要有：①增加声源离接受者的距离；②控制噪声的传播方向（或发射方向）；③建立隔声屏障或利用天然屏障；④应用吸声材料或吸声结构，使声能转变为热能；⑤在城市建设中采用合理的防噪声规划。

（2）区域环境噪声控制措施

1) 制定噪声控制小区建设计划，逐步扩大噪声控制小区覆盖率。根据控制噪声，保障居民身体健康和正常休息的原则，噪声控制小区应优先选择城市的居民区、混合区。对于以下几种情况分别考虑：

①人口密度低、工业生产点与住宅房犬牙交错的现象严重、厂群矛盾激烈、治理难度很大的街道、地区，暂时不宜选做控制小区。

②人口密度适中、开发建设基本定型的工商业与居民住宅混合区，有一定的工厂企业或厂群矛盾户，治理有难度，但经过强化管理，基本上可以达到要求的地区，根据噪声控制小区目标要求，可作为备选区域。

③人口密度高、主要以居住为主的区域，应优先考虑建设噪声控制小区。依据上述原

则，并结合噪声控制小区建设的投资，确定控制小区建设的先后顺序。根据噪声控制小区目标要求，确定规划小区建设项目。

2) 规定工厂和建筑工地与其他区域的边界噪声值，超标的要限期治理。对严重扰民的噪声源，必须治理。可分别采用隔声、吸声、减振、消声等技术，无法治理的要转产或搬迁。

① 厂内可以通过合理调整布局解决噪声问题。如对噪声大、离居民区很近的噪声源，可迁至厂区适当位置，减少对居民区的干扰。

② 工厂与居民区之间应留有一定间隔，应用间隔的绿化来防噪。从长远规划考虑，应限制工业区中的居住区的发展，并应制定逐步将居民迁出工业区的计划。

短期内，必须在居民区四周设置绿化隔离林带，根据噪声防治的要求，选择绿化树种、绿化带宽度。

(3) 交通噪声综合整治措施

交通噪声综合整治措施应该由环保局会同城市规划部门、房屋开发部门、公安交通大队、车辆管理所、城市园林部门等共同制定，所确定的措施应明确对噪声控制目标的贡献大小和措施所需的资金，在优化的基础上进行决策。

目前，我国交通噪声防治的措施可参考图 8-2-4。

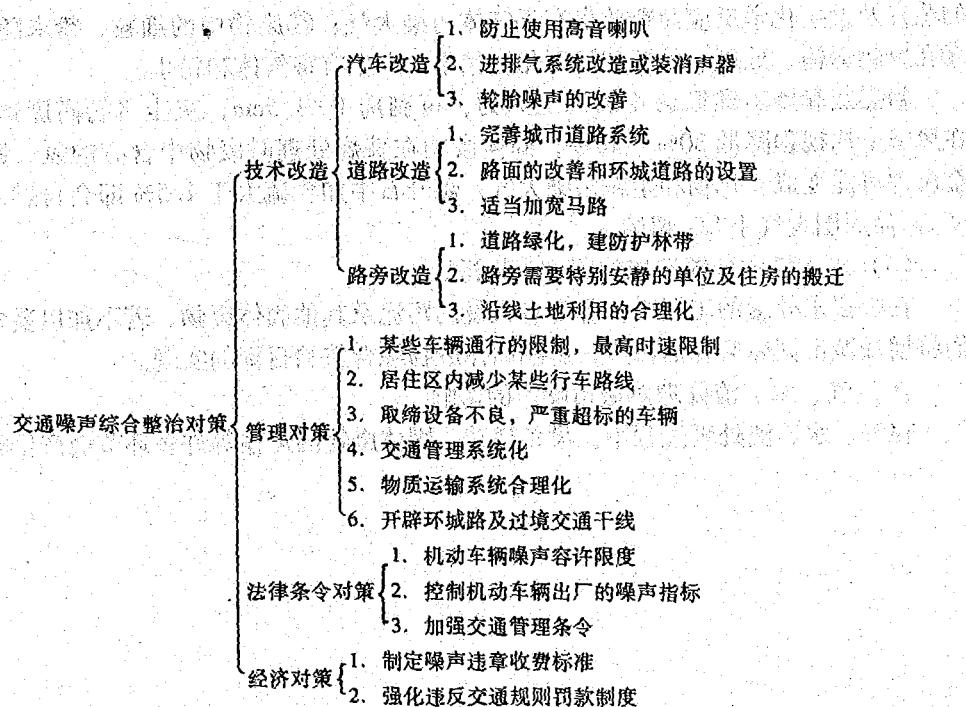


图 8-2-4 交通噪声综合整治对策图

5. 城市环境污染综合整治整体分析

在考虑大气、水环境、固体废物、噪声等污染综合防治时，应综合考虑它们之间的相互影响，从总体上进行分析。

(1) 大气降水对城市地面水的污染

我国酸雨污染比较严重，酸雨污染已开始北移，很多湖泊、水库、江河因受酸雨污染，水体 pH 值下降，直接影响水生生态系统和水质质量，在水污染综合整治措施中，应考虑大气降雨对水质的影响。

(2) 大气污染治理工程对水体的污染

在一些大气污染治理工程中，有很多技术客观上会产生水污染，如果在考虑方案时只强调大气污染物削减目标的实现，而忽视水污染的后处理问题（这些污染物被吸收以后处理往往比较困难），就势必影响水质目标的实现。

(3) 固体废物的处理处置对地下水、地表水的污染

在固体废物的处理处置中，经常采用露天堆存和掩埋等方法，这些方法为实现固体废弃物的综合整治目标提供了基本的保证。但固体废物的堆存和掩埋对地下水和地表水存在着潜在的污染，这种潜在的污染主要通过固体废物的溶出物来实现。固体废物的溶出物比较复杂，一般含有无毒有机、有毒有机物、“三致”物、重金属（汞、镉、砷、锌、铬、铜等），渗出物对水质一旦造成影响，就很难治理，所以预防是唯一的，也是最为积极的措施。

(4) 固体废物的堆存对大气污染的影响

固体废物一般通过以下途径使大气受到污染：①在适宜的温度下，由废物中有害成分的蒸发及发生化学反应而释放出有害气体污染大气；②废物中的细粒、粉末随风力扬散；③在废物运输、处理、处置和资源化过程中，产生有害气体和粉尘。

粉煤灰和尾矿堆场遇 4 级以上风力，可剥离 1—1.5cm，灰尘飞扬高度达 20—40m，在风季平均视程降低 30%—40%；固体废物在焚烧处理时废物中含有的氯、氮、硫及重金属都可能变成氧化物和尘粒污染大气；煤矸石中如含硫大于 1.5% 即会自燃，散发大量 SO₂，使周围大气中 SO₂ 超标。

(5) 水污染的处置造成的固体废物污染

在很多水处理的工程中，都含有大量的污泥及其他固体废物，若不加以妥善处理，它们将增加城市固体废物的污染，影响固体废物综合整治目标的实现。

(6) 气、水、渣处理对城市噪声的影响

在气、水、渣处理过程中，设备运转、固体废物的运输等许多环节会产生噪声污染。

第三章 环境影响评价

我国环境影响评价的发展经历了从引入、规范到拓展五个阶段。表 8-3-1 列出了各阶段的重要事件。经过 30 多年的发展，我国的环境影响评价制度体系已初步形成。

表 8-3-1 我国环境影响评价的发展阶段

时 期		事 件
1	引入和确立阶段（1972—1978 年）	颁布《中华人民共和国环境保护法（试行）》
2	规范和建设阶段（1979—1989 年）	各项环境保护法律、法规出台，引入战略环境评价
3	强化和完善阶段（1990—1998 年）	颁布《建设项目环境保护管理条例》
4	提高阶段（1999—2002 年）	
5	拓展阶段（2003 年至今）	《中华人民共和国环境影响评价法》执行

第一节 建设项目环境影响评价的目的与内容

一、建设项目环境影响评价目的

建设项目环境影响评价又称“环境影响分析”，是在一项人类活动未开始之前对它将来在各个不同时期所可能产生的环境影响（环境质量变化）进行的预测与评估。由美国首先提出，并在 1969 年《国家环境政策法》中定为一项制度。中国 1979 年颁布的《中华人民共和国环境保护法（试行）》规定，在进行新建、改建和扩建工程时，必须提出对环境影响的报告书。

建设项目环境影响评价的目的，从宏观上理解是：对建设项目从环境影响角度进行可行性研究，提出控制其对环境的污染，减少其对环境有害影响的最佳实施方案，保证建设项目投产运营后既能达到环境保护的各项要求，也为安全、稳定的生产打好基础，为建设项目的全面规划、合理布局、防治污染和其他公害提供科学依据。

从较具体的角度看，建设项目的环境影响评价要服务于三个目的：一是明确开发建设者的环境责任；二是对建设项目的环保工程设计提出具体要求和提供科学依据；三是为环保行政管理部门实行对建设项目的环境管理提供科学依据和具有约束力的文件。这些评价目的或功能都集中地反映和体现在环保措施中。

二、建设项目环境影响评价的内容

按评价要素可以分为大气环境影响评级、水环境影响评价、土壤环境影响评价、生态环境影响评价、人群健康影响评价等。

根据开发建设活动的不同可以分为单个建设项目环境影响评价、区域开发建设环境影响评价、发展规划环境影响评价（战略环境影响评价）。

对建设项目环境保护进行分类管理，是世界各国和国际性组织普遍采用的法则。我国根据建设项目对环境的影响程度，对建设项目的环境保护实施分类管理：

- 1) 建设项目对环境可能造成重大影响的，应当编制环境影响报告书，对建设项目产生的污染和对环境的影响进行全面、详细的评价。
- 2) 建设项目对环境可能造成轻度影响的，应当编制环境影响报告表，对建设项目产生的污染和对环境的影响进行分析或专项评价。
- 3) 建设项目对环境影响很小，不需要进行环境影响评价的，应当填报环境影响登记表。

三、建设项目环境影响特征与环境影响评价注意事项

1. 建设项目对环境影响的特征

在对建设项目的性质、规模和所在地区的自然环境、社会环境进行一般性调查分析的基础上，找出其主要环境影响因素，对这些主要影响因素进行比较深入的分析研究，以作出评价结论。如火电厂主要是二氧化硫和煤灰对环境的影响；造纸厂主要是废水对环境的影响；矿山开发主要是对水环境和自然生态的影响，等等。

从一般意义而言，建设项目对环境的影响，有如下几种情况：

- (1) 对环境有不利影响，但可以采取措施补救；
- (2) 对环境有不利影响，虽可采取人工控制措施，但投资大，或需长期努力才可见效果；
- (3) 对环境的影响，目前尚不大清楚或不能下结论的。

2. 建设项目环境影响评价注意事项

(1) 加强建设项目多方案论证

系统工程学认为：只有多方案论证才能找到最优。埃及阿斯旺水坝建成后，之所以存在各种问题，一个重要原因是在规划中，仅提出一个方案，没有选择余地与优化基础。建设项目的环境影响评价应考虑和包括对替代方案和多方案的评估，这是预防或减少建设项目对环境影响的重要措施之一。

(2) 重视建设项目的工作问题

建设项目采取不同的技术路线和技术工艺，将极大地制约建设项目对环境的影响程度。在无严格的环境影响评价时，建设项目的工作选择的余地较大；反之，较严格的环境影响评价将较大幅度地决定建设项目的工种选择。因此，要预防或减少建设项目对环境的影响，其重要方面之一即是重视建设项目的工种问题。

(3) 重视环境预测评价

建设项目的预测评价是环境影响评价的核心。建设项目，特别是一些大型项目，往往

带有长期性和永久性的特点。一旦建成，就很难改变。因此，环境影响评价不能只着眼于眼前，更重要的是要着眼于长远。不仅要重视建设项目短时间的影响，更要重视建设项目对环境的累积和长远影响。只有对建设项目的长期环境影响有恰当的预测评价，才可能有正确的环境决策。

(4) 避免环境影响评价的滞后性

一般决策者往往在环境影响评估之前先进行技术和财政能力方面的研究，而不把环境影响评估作为整个计划设计的一部分来加以考虑，只是在计划定案以后，再作环境影响评估分析。由此造成了环境影响评估在决策时的滞后性，极大地影响着最佳方案的选择。因此，要预防或减少建设项目对环境的影响，应强调将建设项目的“技术—财政—环境影响评价”同步进行。

(5) 加强建设项目环境保护措施的科学性和可行性

建设项目环境保护措施的科学性是指所提措施应满足环境功能保护的客观需求；可行性则是指在现有技术和经济水平上可能实施的保护措施和所能达到的保护水平。环境影响评价者应加强生态环境的研究，努力提高评价的科学性，使所提措施能经得起时间和实践的考验，并用科学的研究成果去提高人们的认识，克服认识上的障碍；同时寻求费用省、效果好的措施，使所提措施做到科学性和可行性的有机结合，有利于真正落实和实施。

四、建设项目环境影响舒缓措施

建设项目环境保护措施须从建设项目所处地域的环境特点及其保护要求和开发建设工程项目的特点两个方面考虑。

1. 基于环境特点及其保护要求的舒缓措施

主要包括四个方面，即保护、恢复、补偿和建设。

(1) 保护

在开发建设活动前和活动中注意保护生态环境的原质原貌，尽量减少干扰与破坏，即贯彻“预防为主”的思想和政策。有些类型的生态环境一经破坏就不能再恢复，实行预防性保护几乎是唯一的措施。例如：许多被列为特别保护目标者，大都具有此类性质。如海滨的沙滩浴场、一些重要湿地、珊瑚礁、红树林、原始森林、固沙植被、泉源头、地质遗址等。预防性保护是应予优先考虑的生态环保措施。

(2) 恢复

开发建设活动虽对生态环境造成一定影响，但可通过事后努力而使生态系统的结构或环境功能得到修复。生态环境的恢复主要是指恢复其生态环境功能。例如：破坏土地的复垦、堆渣场的事后覆盖与绿化、工厂以绿化植被替代原来的农田或草原等，都是最常见的恢复措施。

(3) 补偿

这是一种重建生态系统以补偿因开发建设活动损失的环境功能的措施。补偿有就地补偿和异地补偿两种形式。就地补偿类似于恢复，但建立的新生态系统与原生态系统没有一致性。异地补偿则是在开发建设活动发生地无法补偿损失的生态环境功能时，在项目发生地之外实施补偿措施，如在区域内或流域内的适宜地点或其他规划的生态建设工程中。补偿中最重要的是植被补偿，因为它是整个生态环境功能所依赖的基础。植被补偿可按照生

物质生产等当量的原理确定具体的补偿量。补偿措施的确定应考虑流域或区域生态环境功能保护的要求和优先次序，考虑建设项目的最大依赖和需求。补偿措施体现了社会群体平等使用和保护环境的权利，也体现生态环境保护的特殊性要求。

(4) 建设

在生态环境已经相当恶劣的地区，为保证建设项目的可持续发展和促进区域的可持续发展，建设项目的环境保护不仅应保护、恢复、补偿直接受其影响的生态系统及其环境功能，而且需要采取改善区域生态环境、建设具有更高环境功能的生态系统的措施。例如：沙漠或绿洲边缘的开发建设项目、水土流失或地质灾害严重的山区、受台风影响严重的滨海地带及其他生态环境脆弱带实施的开发建设项目，都需为解决当地最大的生态环境问题进行有关的生态建设。

2. 基于工程建设特点的舒缓措施

主要包括替代方案、生产技术改革、环境保护工程措施和加强管理几个方面。其中，在设计期、项目建设期、生产运营期和工程结束期（死亡期）又都有不同的考虑。

(1) 替代方案

从保护生态环境出发，开发建设项目的替代方案主要有场址或线路走向的替代、施工方式的替代、工艺技术替代、环境保护措施的替代等。替代方案的确定是一个不断进行科学论证、优化、选择的过程，最终目的是使选择的方案具有环境损失最小、费用最少、生态功能最大的特性。前述的生态环境保护、恢复、补偿和建设措施，都可以结合建设项目的工程特点有两种或多种替代方案。

(2) 生产技术改革

采用清洁和高效的生产技术是从工程本身来减少污染和减少环境影响或破坏的根本性措施。环境影响评价中的技术先进性论证，特别要注意对生态资源的使用效率和使用方式的论证。例如：造纸工业不仅仅是造纸废水污染江河湖海导致水生生态系统恶化问题，还有原料采集所造成的生态环境影响问题。

(3) 环境保护工程措施

人类进行的建设活动不管采用怎样清洁或高效的技术，都不可能完全消除环境污染和生态影响，因而必须发展专门的环保技术和产业来减少这种影响。对环境保护而言，工程措施可分为一般工程性措施和生态工程措施两类。前者主要是防治污染和解决污染导致的生态效应问题；后者则是专为防止和解决生态环境问题或进行生态环境建设而采取的措施，包括生物性的和工程性的措施在内。例如：为防止泥石流和滑坡而建造的人工构筑物，为防止地面下沉实行的人工回灌，为防止盐渍化和水涝而采取的排涝工程，是工程性的措施；为防风或保持水土、防止水土流失或沙漠化而植树造林、种草，退耕还牧、退田还湖等，都属于生物性工程。

(4) 管理措施

建设项目的环境管理主要包括建设期和生产运营期两个时段，有时还包括项目死亡期，如矿山闭矿、工厂报废、废物堆场复垦等。管理措施的设计也同样须考虑：工程建设的特点和环境的特点与保护要求。管理措施的内容包括环境状态的监测和长期观察，为此需配备必要的设备和专业人才；需认识污染的生态效应和生态环境的动态变化，为此需有必要的研究；需要必要的法规和制度，为此需在环评中提出有关建议；还需要有必要的机

构和明确责权。

3. 体现环境特点的措施和体现工程特点的措施的组合关系

在编制建设项目环境保护措施时，从上述四项体现环境特点的措施和四项体现工程特点的措施出发，可纵横列表得出16个措施方向，再考虑工程建设的几个时段（设计期、施工期、营运期、关闭废弃期），措施编制方向可达几十个。从这几十个可能的措施中，经过科学的筛选和技术经济论证，可以得出一组比较适用、可行的环境保护措施。

五、建设项目环境影响评价的程序与基本方法

1. 环境影响评价的工作流程与方法

环境影响评价是分析预测人为活动造成环境质量变化的一种科学方法和技术手段。这种科学方法和技术手段在我国已经作为一项制度强制规定为建设项目开发活动必须开展的一项工作。环境影响评价必须按法律程序和技术规范来进行。

根据《环境影响评价技术导则总纲》的要求，环境影响评价工作大体可以分为三个阶段（图8-3-1）。第一阶段为准备阶段：主要工作为研究有关文件，进行初步的工程分析和环境现状调查，筛选重点评价项目，确定各单项环境影响评价的工作等级，编制评价工作大纲。第二阶段为正式阶段，其主要工作为进一步做工程分析和环境现状调查，并进行环境影响预测和评价环境影响。第三阶段为报告书编制阶段，其重要工作为汇总、分析第二阶段工作所得到的各种资料、数据，得出结论，完成环境影响报告书的编制。

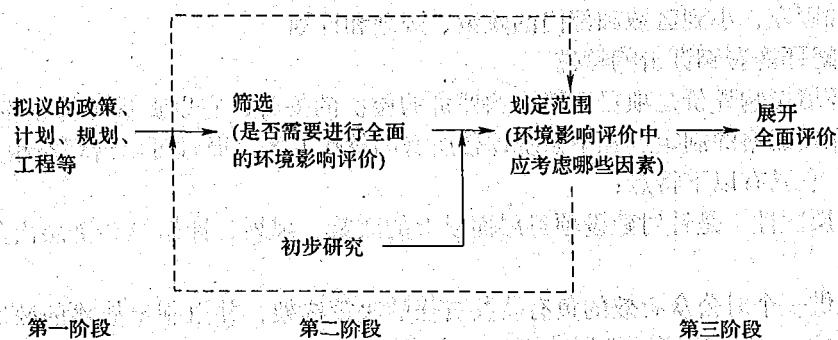


图 8-3-1 环境影响评价工作流程

2. 公众参与环境影响评价

在环境影响评价过程中，国家鼓励有关单位、专家和公众以适当的方式参与环境影响评价，除规定需要保密的情形外，对环境可能造成重大影响的，应当编制环境影响报告书的建设项目，建设单位应当在报批建设项目环境影响报告书之前，举行论证会、听证会或采取其他形式，征求有关单位、专家和公众的意见，特别是征求项目所在地有关单位和居民的意见。建设单位报批的环境影响报告书应当附有对有关单位、专家和公众的意见采纳或不采纳的说明。

1) 参与方式：由建设单位以举行听证会、论证会或者其他的形式（如召开座谈会、发调查函）等形式。信息公告发布的形式有：①在建设项目所在地的公共媒体上发布公告；②公共免费发放包含有关公告信息的印刷品；③其他便利公众知情的信息公告方式。

2) 公示的时间及内容：国家环保总局（环境保护部）2006年2月14日颁发了《环境影响评价公众参与暂行办法》，对公众参与的形式和内容作了具体的规定，特别是对环境信息公开（即公示）的内容和形式做了详细的规定。建设项目环境影响评价文件在环评单位接受项目、审批前、环保主管部门受理环评文件后，均需进行公示。

第二节 战略环境影响评价

一、战略环境影响评价的目标与内容

1. 战略环境影响评价的概念

战略环境影响评价（Strategic environmental assessment，简称“SEA”）是英国学者N. Lee. C. Wood 和 F. Walsh 等人根据可持续发展战略的思想提出的，指对政策、规划、计划（简称3P，即所谓的战略）及其替代方案的环境影响进行系统的和综合的评价过程，它是在战略层次上及早协调环境与发展关系的一种决策和规划手段。SEA 是对规划环境影响评价、区域环境影响评价、环境累积评价、总体环境评价等概念的概括。

2. 战略环境影响评价的目的

SEA 的目的是，通过对战略引发的社会经济活动所产生的环境影响进行分析评价，提出相应的环境保护对策或修正战略、调整建议，以避免或降低由于决策失误带来的环境影响，从而促进社会、经济、环境的协调，全面推进社会可持续发展。SEA 中的战略可以是大到全球和国家，小到区域和部门的政策、规划和计划。

3. 战略环境影响评价的特性

战略环境影响评价是项目环境影响评价的层次的提升，它以促进可持续发展为目标，不仅能确保在战略的制定过程中系统评估所有的替代方案，而且可以给利益相关方充分的参与机会。它具有以下特点：

- 1) 高层次性，是针对建设项目层面以上的政策、规划、计划等各个层次的环境影响评价。
- 2) 提供一个对公众有效的负有公共责任的决策框架，并由制定战略的政府部门组织环境影响评价，从而提高环境影响评价的客观性。
- 3) 在决策过程中，综合考虑环境和发展，并通过跨部门合作，实现在不同目标之间的磋商和权衡。
- 4) 在决策有较大弹性的早期阶段，充分考虑所有的替代选择和利益相关方意见。
- 5) 通过在战略决策过程中，全面考虑环境问题和影响，避免在项目层次上的重复评价，从而节省时间和资金。
- 6) 是贯彻可持续性和预防性原则的一种可操作的方法。

战略环境影响评价建立了一个新的协调环境与发展关系的工作框架，把环境影响评价应用到以前没有涉及的更高级别的战略中去，使各个层次的环境影响评价在其中有效地进行，但它并不是要取代，实际上也不能取代项目环境影响评价。

二、战略环境影响评价的程序

战略环境影响评价根据评价的范围、内容，工作程序差别非常大，一般仍可以参照建

设项目环境影响评价，工作程序进行。参见表 8-3-2。

表 8-3-2 战略环境影响评价工作程序

步 骤	工作内容概述
筛选	明确进行战略环境影响评价的必要性 各参与方应结合政策、规划和计划的编制过程对 SEA 的程序和内容达成共识
选定范围	确定和决策制定相关的所有问题，包括所有直接的、间接的、次要的及积累和复合的影响因素
影响评价	依据可靠的和能够获取的基准数据 预测的方法取决于评价内容、选择的指数和具体细节的类型和层次 从长远角度进行评价，它包括未来社会、经济、空间发展和它们的环境影响 结合经验，通过敏感性分析，减少一些不确定性，在确定不同评估标准的基础上，发展备选方案，提出决策建议，准备环境行动方案和监测计划 《评价报告》应该包括执行概述、决策制定框架、环境基准、战略目标、战略概述、备选方案分析、预测的环境影响描述、环境保护措施、咨询和利益相关方参与情况报告、分析不确定性、环境行动方案和监测计划
审核	审核提供的结果是否得到了决策者的考虑，结果应该向公众公布
结合到战略制定过程中	战略可以在反复操作的基础上得到发展。每次操作都是在对上一次操作的综合影响评价基础上的改进。影响评价结果应该输入到战略制定过程中，它不仅明显地受到 SEA 的影响，而且受到社会、经济和决策过程的影响 在规划和评价的开始过程，应澄清不同评价参数和指数之间的联系，协调评价范围和制定预警预测方案 建议战略的影响应同备选方案、特殊战略进行比较 使用多种标准的分析或货币的估价评估备选方案 如果潜在的具有环境优势的方案在决策过程中被拒绝，应该给以辩护
决策、实施和监测	应该对决策、实施和监测给以足够的重视 为监测战略决策或实施的有关机构制定框架，指出具体的目标和环境影响 提供环境规划指导 制定适当的调整机制，或者采取适当的纠正行动减少不期望的负面影响
咨询和利益相关方参与	受影响群体的咨询和参与应在战略性环评的全过程中，特别是在划定范围阶段和检查战略环评报告的阶段

三、规划环境影响评价

2003 年 9 月 1 日开始实施的《中华人民共和国环境影响评价法》中确定了战略环境影响评价在国家宏观决策中的地位。该法明确要求对土地利用规划，区域、流域、海域开发规划和工业、农业、畜牧业、林业、能源、水利、交通、城市建设、旅游、自然资源开发等十类专项规划进行环境影响评价，这是对我国环境影响评价制度的重大完善。

1. 规划环境影响评价的作用

1) 规划环境影响评价注重分析规划中对环境资源的需求，并根据环境资源对规划实施过程中的实际支撑能力提出相应措施。影响我国可持续发展的战略资源有能源、淡水、耕地、矿产和生物五项，这些资源在我国大多非常紧缺。我国人均耕地资源大约是美国的 $1/10$ ，加拿大的 $1/30$ ，人均淡水资源是世界平均水平的 $1/4$ ，京津塘地区更是世界平均水平的 $1/16$ 。如果有限的资源再遭受污染和破坏，国家可持续发展就会受到严峻挑战。必须通过规划环境影响评价综合分析环境资源对经济社会发展的承载能力，设定开发强度的限制，提出切实可行的应对措施。

2) 规划环境影响评价提倡开发活动全过程中的循环经济理念。传统的生产力布局注重资源条件、市场条件、运输条件和劳动力条件，而忽视生态与环境条件。通过规划环境影响评价，就可以更全面、更绿色地设计产业结构，延长产业链条，缩短产业之间的链接缝隙，尽量使产业上下游结合起来，将上游产业的“废物”变成下游产业的原料。“吃干榨尽”，使物质最大限度地转化为财富和价值。

3) 规划环境影响评价是保证规划与环境政策、法规的协调性的基础。长期僵化的计划经济体制，导致条块和部门分割，地方和部门闭门造车，使得各种规划之间矛盾重叠。通过规划环境影响评价能够搭建一个平台，即是将社会、环境和经济作为一个整体综合性地考虑，强调各个地区和各部发展规划的协调性、公平性和均衡性，从而减少不同部门和地区在资源环境方面的矛盾和冲突，打破行业垄断和行政区划，对资源总量与环境容量进行优化配置，使资源分布和生态功能区域的划分更加科学有机地结合。

4) 规划环境影响评价考虑规划区域内的环境累积影响。在项目环境影响评价中，即使每个建设项目环境影响能够做到达标排放，但大环境中的污染总量仍是递增的，这些“达标的”、“微小”的影响叠加起来就会突破环境容量，影响到整体的环境质量。如汽车尾气排放标准不断提高，但随着汽车总量的增长，城市大气质量得不到改善。通过规划环境影响评价，能够设定整个区域的环境容量，限定区域内的排污总量，将区域经济发展规模控制在生态环境容量许可的范围内。

5) 规划环境影响评价可以提升公共政策制定的前瞻性和公平性。许多规划的实施，由于资源的枯竭与环境的破坏，可能会带来一系列社会问题，而这些社会问题解决不当又会导致新的环境污染和生态破坏，如开发移民所涉及的社会和环境问题。

6) 规划环境影响评价能综合考虑间接连带性的环境影响。如我国的电力供应紧张，电力发展规划环境影响评价中就必须综合考虑到火电、水电和核电的环境影响，同时还要考虑到在采掘、运输环节的环境影响；全国高速公路网规划了815万公里国道线，道路系统的完善，必然会刺激汽车制造和石油开发，也必然会带来更多的资源环境问题，这些间接的环境影响应当通过规划环境影响评价预先提出综合性建议。

7) 规划环境影响评价能促进政务公开和公众参与。规划环境影响评价比项目环境影响评价能为公众提供范围更广、层次更高的平台，使公众能及早了解涉及其切身利益的发展规划，并参与意见，保障其知情权和发言权。规划环境影响评价对协调政府、企业、公众的环境权益具有非常积极的意义，可以有效推进政府决策的民主化与科学化。

2. 区域环境影响评价

规划环境影响评价中，与城乡规划工作联系最密切的是区域环境影响评价。

(1) 区域环境影响评价的内容

- 1) 区域开发活动环境影响预测与评价。在分析所有区域开发活动的基础上，预测与评价开发活动对区内外大气、水、噪声、社会及生态等环境要素的影响，为制定区域开发活动的环境保护措施，防治环境污染提供依据。
- 2) 开发区域选址合理性分析。开发区选址合理性分析主要从开发区的性质或发展方向出发，分析其与所在地区或与城市总体发展规划的要求是否一致。
- 3) 开发区域总体布局合理性分析。开发区的总体布局合理性分析主要是从开发区的各种功能对环境的影响及其对环境的不同质量要求出发，结合开发区的社会、经济和自然环境条件，分析开发区的各种功能安排或功能分区的合理性。
- 4) 开发区域规模与区域环境承载力分析。通过分析开发区的经济、社会和自然环境特征，特别是分析开发区自然、社会环境因素中的限制因子，进而分析开发区环境对开发活动强度和规模的可承受能力。

5) 区域开发土地利用与生态适宜度分析。根据区域土地的不同生态、社会和自然环境因素对不同土地利用的固有适宜性，分析开发区内各类土地利用安排的合理性。

6) 拟定开发区域环境管理体系规划。开发区环境管理体系规划是开发区环境保护工作的制度保证，内容包括：开发区环境管理方针；开发区环境管理机构的设置；开发区环境管理规划方案；开发区环境监控系统的规划等。

(2) 区域环境影响评价的应用

1) 区域环境承载力分析。区域环境承载力是指在一定时期和一定区域范围内，在维持区域环境系统结构不发生质的改变、区域环境功能不朝恶性方向转变的条件下，区域环境系统所能承受的人类各种社会经济活动的能力。

区域环境承载力最终表征为区域所能承受的社会经济规模和人口数量。采用一定的分析方法，可以给出区域环境对社会经济和人口的限制，从而为区域开发规划提供决策依据。

环境承载力的指标体系应该从环境系统与社会经济系统的物质、能量和信息的交换上入手。一般分为三类：①自然资源供给类指标，如水资源、土地资源、生物资源等；②社会条件支持类指标，如经济实力、公用设施、交通条件等；③污染承受能力类指标，如污染物的迁移、扩散和转化能力，区域绿化状况等。

指标体系建立以后，采用量化研究方法，如专家打分法、模加和法、灰色系统分析法、专家系统方法等，计算和分析区域环境承载力。

2) 区域土地利用的生态适宜度分析。土地利用生态适宜度是对开发区土地利用方式和开发强度进行分析，从生态合理性角度论证开发规划的合理程度。

土地利用生态适宜度分析的常用方法是：首先选择能够准确描述该种用途的生态因子并对其进行评价；其次对所选生态因子进行单因子分级评分，对于能够量化的数值类评价因子，可以根据上下限采用内插法进行评分；对于不能量化的等级类评价因子，可以采用专家打分法进行评价。

3) 环境容量估算和污染物排放总量控制。环境容量分析是进行污染物总量控制的前提。污染物排放总量控制包括大气污染物排放总量控制和水污染物排放总量控制。

污染物排放总量控制方案包含两重要求：一是污染物总量的确定要合理，即所确定的

排污总量应充分考虑区域的环境容量、区域内社会经济现状以及污染防治技术水平，确保为区域可持续发展留有充分余地；二是排污分配要合理，即要通过优化，将所确定的排污控制总量合理分配在区域内各个污染源上。一般而言，总量控制分为容量总量控制、目标总量控制和指令性总量控制三种。

第四章 生态学在城乡规划与建设中的应用途径

生态学是人类为解决目前所面临的环境问题的指导性科学，是城乡可持续发展的理论基础。生态学正通过以下五个方面全面渗透进今天人类生活方方面面，并影响城乡规划建设：①生态学成为一种价值观，成为人们健康生活准则的一部分；②生态学是连接自然科学和社会科学的桥梁，通过生态学可以将城市规划工作者所需要的跨学科知识融会贯通；③生态学应用追求建立具有人类和生态价值的持久性生态系统，与城市规划追求的社会、经济和环境协调发展的目标是一致的；④城市研究的深入必须借助于生态学，才能实现对城市社会——经济——自然复合生态系统性质的全面把握；⑤衡量城市建设的质量和居民生活质量的指标生态化。

生态学的理论和方法，通过与相关学科尤其是工程技术学科的合作，可以有力地提高城乡规划与建设的水平。生态适宜性评价、区域生态安全格局、生态工程、生态恢复和生态的城市规划是生态学在城乡规划与建设领域应用的主要途径。

第一节 区域生态适宜性评价

一、生态适宜性的概念

生态适宜性是指区域土地的生态现状及开发利用条件，或是指区域或特定空间的生态环境条件的最适生态利用方向，或指在规划区内确定的土地利用方式对生态因素的影响程度（生态因素对给定的土地利用方式的适宜状况、程度）。它是土地开发利用适宜程度的依据。

二、区域生态适宜性评价的内容

生态适宜性评价是以规划范围内生态类型为评价单元，根据区域资源与生态环境特征、发展需求与资源利用要求、现有代表性的生态特性，从规划对象尺度的独特性、抗干扰性、生物多样性、空间地理单元的空间效应、观赏性以及和谐性分析规划范围内在的资源质量以及与相邻空间地理单元的关系，确定范围内生态类型对资源开发的适宜性和限制性，进而划分适宜性等级。

三、区域生态适宜性评价方法

1. 形态分析法

形态分析法是最早使用的方法，以景观类型划分为基础的，由四步组成：

第一，根据对分析对象的实地调查或有关资料，按地形、植被、土壤等地理要素特征将规划区域划分为不同的同质单元或景观类型；

第二，根据资源利用要求，制定资源利用的适宜评估表，定性描述每一个景观或校区的潜力与限制；

第三，分析每一个景观或小区对特定土地利用的适宜性等级；

第四，根据规划目标将不同土地利用的适宜性图叠合为综合适宜性图。

形态分析法较为直观，但存在明显的缺点：一是其景观类型或小区的划分及适宜性的评价需要较高的专业修养和经验；二是适宜性分析没有一个完整的体系，主要取决于规划者的主观判断。这些不足，使形态分析法的应用受到一定的限制。

2. 因素地图叠加法

因素地图叠加法，也称 McHarg 适宜性分析法，基本步骤如下：

第一，确定规划目标及所涉及的因子，建立规划方案及措施与环境因子的关系表；

第二，调查每个生态因子在区域内分布状况，建立生态目录，并根据对其目标的适宜性进行分级，然后用不同的颜色将各因子的适宜性分级分别绘制在不同的地图上，形成单因子生态适宜性评价图；

第三，根据需要将各单要素图进行叠加得到符合图，即综合适宜性图。

因素重叠法的优点是形象、直观，可以将社会、环境等因素进行综合，但该方法也存在一些明显缺陷。最主要的缺点是该方法将各个因素的作用没有区别对待，这与实际情况是差异较大，而实际上各个因素的作用是不尽相同的。另外，所选择的各个因素之间有可能存在相关性很强的一对或几对因子，将它们进行叠加不但会造成重复计算，而且会产生错误的结果。

3. 线性与非线性因子组合法

(1) 线性组合法

与因素叠置法相似，不同之处：一是用适宜度量值代替颜色或符号来表示适宜性等级，二是每个因素视其重要性大小而给予不同的权重值。将每个因素的适宜性等级值乘以权重，得到该因素的适宜性值。最后综合各因素的适宜性空间分布特征，即可得到综合适宜性值及空间分布。

(2) 非线性组合法

在某些情况下，环境资源因素之间具有明确的关系，可运用非线性数学模型进行表达。在进行生态适宜性分析时，用这些模型进行空间模拟，然后按一定准则划分适宜性等级。

4. 逻辑规划组合法

该方法是针对分析因子之间存在的复杂关系，运用逻辑规划建立适宜性分析准则，并以此为基础进行判别分析适宜性的方法。主要过程包括：确定规划方案及参与评价的资源环境因素；对评价的资源环境因素按评价目标和要求进行等级划分；制定综合的适宜性评价规则；根据评价规则确定综合适宜性。

5. 生态位适宜度模型

根据区域发展对资源的需求，确定发展的资源需求生态位，再与现实条件进行匹配，分析其适宜性。

四、区域生态适宜性评价应用

区域生态适宜性评价主要应用于高速公路选线、土地利用、森林开发、流域开发、城市与区域发展等领域的生态规划工作。

第二节 区域生态安全格局的概念与构建

一、区域生态安全格局的概念与意义

1. 区域生态安全格局的概念

区域生态安全格局 (Security pattern, 简称 SP) 以景观生态学理论和方法为基础, 基于区域的景观过程和格局的关系, 通过景观过程的分析和模拟, 来判别对这些过程的健康与安全具有关键意义的景观格局 (俞孔坚, 1997)。

区域生态安全格局途径把景观过程 (包括城市的扩张、物种的空间运动、水和风的流动、灾害过程的扩散等) 作为通过克服空间阻力来实现景观控制和覆盖的过程。要有效地实现控制和覆盖, 必须占领具有战略意义的关键性的景观元素、空间位置和联系。这种关键性元素、战略位置和联系所形成的格局就是区域生态安全格局, 他们对维护和控制生态过程或其他水平过程具有异常重要的意义。根据景观过程之动态和趋势, 判别和设计区域生态安全格局。不同安全水平上的安全格局为城乡建设决策者的景观改变提供了辩护策略。这些区域生态安全格局构成区域和城市的生态基础设施或潜在的生态基础设施。

2. 区域生态安全格局途径是景观生态学的延伸

斑块 (Patch)、廊道 (Corridor) 和基质 (Matrix) 是景观生态学用来解释景观结构的基本模式, 普遍适用于各类景观, 包括荒漠、森林、农业区、草原、郊区和建成区景观。景观中任意一点或是落在某一斑块内, 或是落在廊道内, 或是落在作为背景的基质内。这一模式为比较和判别景观结构、分析景观结构与功能的关系、提出改变途径, 提供了一种简明和可操作的形式语言。这种语言和城乡规划师及决策者所运用的语言尤其有共通之处, 因而景观生态学的理论与观察结果很快可以在规划中被应用, 这也是为什么景观生态规划能迅速在欧美规划设计领域内获得共鸣的原因之一。运用这一基本语言, 景观生态学探讨地球表面的景观是怎样由斑块、廊道和基质所构成的, 如何来定量、定性地描述这些基本景观元素的形状、大小、数目和空间关系, 以及这些空间属性对景观中的过程或生态流有什么影响。如方形斑块和圆形斑块分别对物种多样性和物种构成有什么不同影响, 大斑块和小斑块各有什么生态学意义上的利弊, 弯曲的或是直线的、连续的或是间断的廊道对物种运动和物质流动有什么不同影响; 不同的基质纹理 (细密或粗散) 对动物的运动和干扰的空间扩散有什么影响等等。围绕这一系列问题的观察和分析, 景观生态学得出了一些关于景观结构与功能关系的一般性原理, 为景观规划和改变提供了依据。这些基本原理体现在对景观元素空间属性及由景观元素所构成的空间格局的设计上, 它们包括:

- 1) 关于斑块的原理, 即关于斑块尺度、斑块数目、斑块形状和关于斑块位置与景观生态过程的关系原理;
- 2) 关于廊道的原理, 即关于廊道的连续性、数目、构成、宽度与景观过程的关系

原理；

- 3) 关于景观基质的基本原理，即关于景观的异质性、质地的粗细与景观阻力和生态过程的关系原理；
- 4) 景观生态规划总体格局原理，包括不可替代格局，“集聚间有离析”（Aggregate – with – outliers）的最优的景观格局等。

景观生态学的基本原理在很大程度上是通过对生物运动的观察得出的，但它们具有关于运动和流动与景观格局关系的一般性意义，也适用于各种类型的景观。

景观生态学提供的一些基本的景观改变和管理措施被认为是有利于生物保护的，包括核心栖息地的保护、缓冲区、廊道的建立和栖息地的恢复等。但以往的研究并没有解决如何定义缓冲区，如何设廊道或在何处引入栖息地斑块，才能最有效地影响生态过程等问题。这些问题对自然保护区的管理和规划以及更大范围内的景观或区域生态规划都具有战略意义。区域生态安全格局途径正试图解决类似的问题，求解如何在有限的国土面积上，以尽可能少的用地、最佳的格局、最有效地维护景观中各种过程的健康和安全。更具体的出发点包括：

- 1) 在土地极其紧张的情况下如何更有效地协调各种土地利用之间的关系，如城市发展用地、农业用地及生物保护用地之间的合理格局。
- 2) 如何在各种空间尺度上优化防护林体系和绿道系统，使之具有高效的综合功能，包括物种的空间运动和生物多样性的持续及灾害过程的控制。如何在现有城市基质中引入绿色斑块和自然生态系统，以便最大限度地改善城市的生态环境，如减轻热岛效应，改善空气质量等。
- 3) 如何在城市发展中形成一种有效的战略性的城市生态灾害（如洪水和海潮）控制格局。
- 4) 如何使现有各类孤立分布的自然保护地通过尽可能少的投入而形成最优的整体空间格局，以保障物种的空间迁徙和保护生物多样性。
- 5) 如何在最关键的部位引入或改变某种景观斑块，便可大大改善城乡景观的某些生态和人文过程，如通过尽量少的土地，建立城市或城郊连续而高效的游憩网络、连续而完整的遗产廊道网络、视觉廊道的控制。

区域生态安全格局途径正是这些现实问题的解决方案与景观生态学的理论研究之间的一座桥梁，也就是城乡物质空间规划与景观生态学之间的桥梁。

3. 区域生态安全格局的特征

从 19 世纪末的手工地图叠加技术，到 20 世纪 60 年代中期开始的地理信息系统和空间分析技术的应用，区域生态安全格局途径正是在对上述景观生态规划发展的认识基础上，提出的一条旨在解决中国城市化进程中土地生态安全危机的一条途径。并借助地理信息系统和空间分析技术的发展，来实现景观中关键性元素和空间联系的判别。

- 1) 区域生态安全格局强调在各种过程中存在一系列界限和层次，但不承认最终边界的存在，认为这些界限和层次都不是顶级的和绝对的，既不是维护某一个最大化的效益，也不是维护某一个终极的界限，而是一种阶梯状的，不均匀的格局。所谓的过程包括，自然过程，如风、洪水和物质的流动；生物过程，如物种的空间运动；和人文过程，如城市扩张，遗产保护、游憩和视觉体验。由于景观过程的这些属性，为确定不同的景观安全水

平和相应的区域生态安全格局提供了依据。

2) 多层次的区域生态安全格局,有助于更有效地谐调不同性质的土地利用之间的关系,并为不同土地利用之间的空间“交易”提供依据。某些生态过程的区域生态安全格局也可作为控制突发性灾害,如洪水、火灾等的战略性空间格局。区域生态安全格局理论与方法对解决如何在有限的国土面积上以最经济和高效的景观格局,维护生态过程的健康与安全、控制灾害性过程、实现人居环境的可持续性,特别是恢复和重建中国大地上的城乡景观生态系统或有效地阻止生态环境的恶化有潜在的理论和实践意义。

二、区域生态安全格局的构建

1. 区域生态安全格局构建模式

(1) 第一步, 景观表述

包括对现状景观的表述和对景观改变方案的表述。对于现状景观分别在三种尺度上进行表述,可以采用三种基本模式:①垂直分层法,即“千层饼”模式;②水平的空间关系表达,包括景观生态学的“基质——斑块——廊道”模式,或点线面的方式;③环境体验模式,包括可见度和视觉感知的点、线、面模式,以及中国传统景观体验模式。

(2) 第二步, 景观过程分析

分别对与规划区关系最为紧密的自然、生物和人文三类过程进行分析,目的是通过这些过程,建立防止或促进这些过程的景观安全格局。这三种过程本质上讲都属于生态系统的服务功能。

(3) 第三步, 景观评价

评价现状景观的生态服务功能如何以及景观格局之于景观过程的适宜性:包括对自然过程和生物过程的利害作用,对人文过程如市民游憩和日常行为的价值。根据不同的景观过程,将采用不同的景观评价模型和方法,包括通常采用的生态环境评价方法、景观的美学评价方法、社会经济效益评价方法等。

(4) 第四步, 景观改变

提出为改善景观过程的健康和安全性,应如何对景观进行规划和改造。包括在高、中、低三种不同安全水平上,判别对景观过程具有战略意义的景观元素和空间位置关系,形成三种不同安全水平的景观安全格局,构建区域生态基础设施(Ecological infrastructure,简称“EI”)。

生态基础设施是维护生命土地的安全和健康的空间格局,是城市和居民获得持续的自然服务的基本保障,是城市扩张和土地开发利用不可突破的刚性限制。生态基础设施是一种空间结构(景观格局),实际操作中可以对应于《城乡规划法》所规定的禁止建设区和限制建设区基于生态保护目的的部分。生态基础设施的范围确定除了考虑生态因素,通常还与乡土景观、乡土文化遗产保护巧妙结合,并相互融合成为一个整体。生态基础设施的全部或者部分,在全部时间或者规定的时间内,允许不会危及生态系统和生态过程完整性的人类活动,如游憩、环境科学普及教育等活动的进入。

(5) 第五步, 影响评估

对上述景观改变方案,或多个生态基础设施方案,进行生态服务功能的综合的影响评估,评估其对上述各种自然过程、生物过程和人文过程的意义是积极的还是消极的?有多

大程度？对多解方案，还应比较各个不同方案之间的差异，以便决策者进行选择。这些评估可以用各种模型或实际观测来实现。

(6) 第六步：景观决策

基于上述多种景观改变方案和评估结果，决策者可以选择合适的实施方案，并将其作为城市或区域发展规划和城市设计的刚性控制条件。通过蓝线、绿线、紫线等划定为不建设区，并通过法律法规的形式，落实下来。

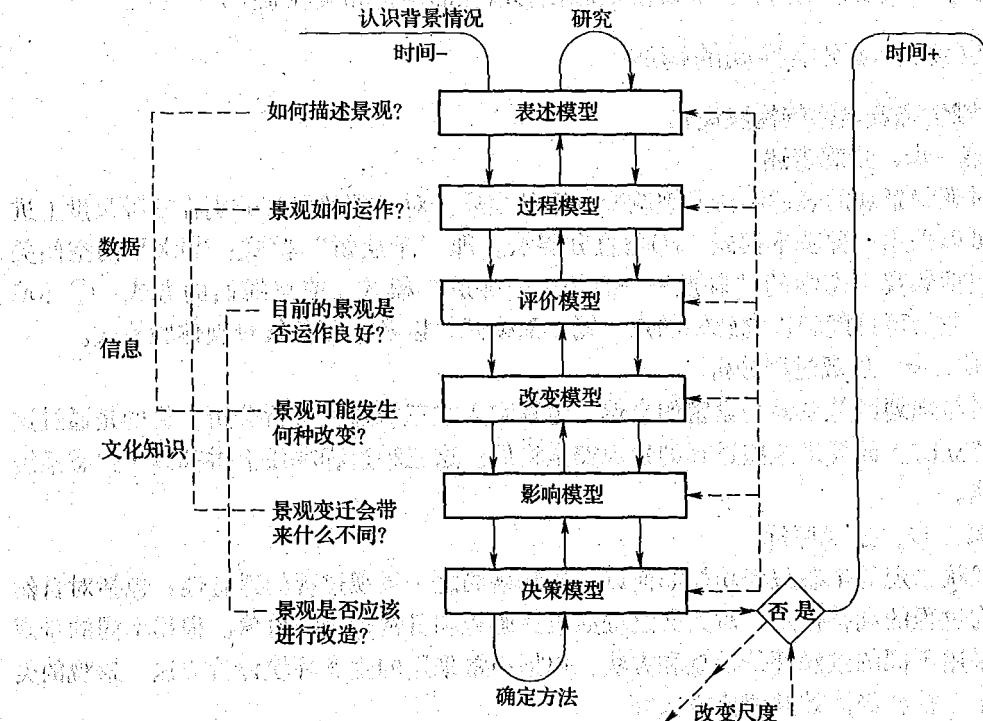


图 8-4-1 卡尔·斯坦尼兹提出的景观规划“六步骤”模型

资料来源：俞孔坚，李迪华，2003。

2. 区域生态安全格局构建途径

区域生态安全格局构建对应于城市总体规划和城镇体系规划阶段，并作为城市总体规划和城镇体系规划的主要依据。主要内容是在区域尺度上（ 100km^2 以上），通过景观过程的分析和景观安全格局的判别，综合自然、生物和人文过程的安全格局建立区域生态基础设施。强调空间的整体格局，明确景观元素和结构与各种景观过程的关系。形态上呈现为由基质、廊道和斑块所构成的完整的景观格局，它们在整体上维护着多种过程的安全和健康，为城市提供可持续的生态服务，包括免受洪涝灾害、保障多样化的生物和生命过程、可持续的遗产保护和游憩体验以及良好的视觉体验。

在描述和评价区域与景观尺度的主要景观生态过程的基础上，研究景观格局的优化设计，总目标是针对各个过程，建立生态安全格局，提供多个安全水平上的景观改变方案，建立综合的生态基础设施，保障生态服务功能的安全和健康。总体上讲，针对某一过程的景观安全格局的确定分为三大步骤：

第一，确定源：即过程的源，如生物的栖息地作为生物物种扩散和动物活动过程的源，河流作为洪水过程的源，文化遗产地作为乡土文化景观保护和体验的源，游步道和观景点作为视觉感知过程的源。这一部分的内容主要通过资源现状分布和土地适宜性分析来确定。

第二，空间联系：确定以源为核心的、源以外的、对维护景观过程的安全和健康以及完整性起关键作用的区域和空间联系，包括缓冲区、连接廊道、战略点等。这一部分主要通过空间分析来确定。

第三，编制规划导则：制定保障实现景观安全格局和建立生态基础设施的具体的定量、定性原则。

3. 区域综合生态安全格局的构建

综合叠加各类安全格局，建立综合的区域生态安全格局和生态基础设施。它们共同为区域生态服务功能的健康和安全提供保障。由于各种过程的安全格局都因安全水平的不同而有差异，它们综合叠加后形成的整体生态基础设施也会有多种对应于不同安全标准的空间结构，是一组介乎于最高（当所有过程的安全格局都是最高安全标准时）与最低标准（所有过程的安全格局都是最低安全标准时）之间的多解。参见表 8-4-1、图 8-4-2。

表 8-4-1 区域生态安全格局等级、构成及控制途径

区域生态安全格局等级	整体生态安全格局网络构架	区域生态基础设施基质	区域生态基础设施廊道	区域生态基础设施斑块
高级安全格局	• 生态基础设施总体控制导则说明	• 生态基质范围、面积与功能 • 控制导则	• 生态基础设施廊道范围、面积、功能等级分类 • 分类控制导则	• 生态基础设施斑块范围、面积与功能等级分类 • 分类控制导则
中级安全格局	• 生态基础设施总体控制基本原则			
低级安全格局				

资料来源：俞孔坚，李迪华，等。“反规划”途径 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2003.

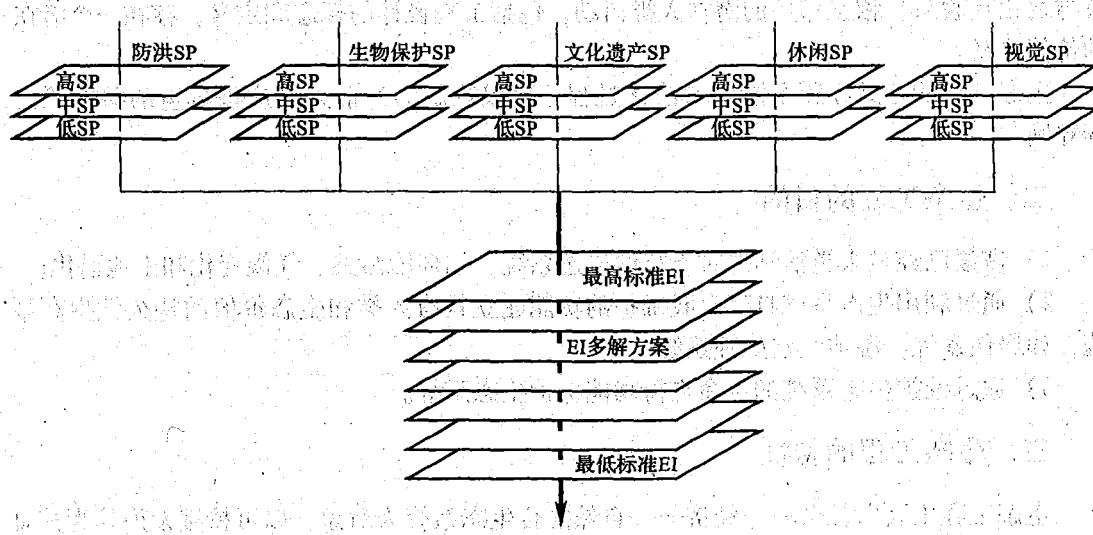


图 8-4-2 各类单因子安全格局的综合叠加举例

资料来源：俞孔坚，李迪华. 2003.

第三节 生态工程的基本概念与应用领域

一、生态工程的概念

1957年美国生态学家H. T. Odum应用“Ecological”（中文可以理解为“生态化的”）这一新术语来表达生态系统的自我设计过程，后来正式提出了“生态工程”（Ecological engineering）这一概念，将其定义为“人类运用少量辅助能而对以自然能为主的系统进行的环境控制”。

1979年，我国生态学家马世俊提出了“整体、协调、循环、再生”为核心的生态工程基本概念。1987年马世俊又将其进一步修订为“生态工程是利用生态系统中物种共生与物质循环再生原理及结构与功能协调原则，结合结构最优化方法设计的分层多级利用物质的生产工艺系统。生态工程的目标就是在促进自然界良性循环的前提下，充分发挥物质的生产潜力，防治环境污染，达到经济效益与生态效益同步发展”。

Mitsch 和 Jorgensen (1989) 将生态工程定义为“为了人类社会及其自然环境二者利益而对两者进行的设计”。1993年又将这一定义修订为“为了两者共同的利益而对人类社会及其自然环境加以综合的、可持续的生态系统设计”。

1996年，在北京召开的国际生态工大会上，把生态工程定义为“是人类认识和改造世界的一种系统方法，将社会经济与其自然环境综合在一起，并达到两方面效益的相统一的可持续生态系统的规划、设计与管理的系统科学方法与组合技术手段”，“生态工程师生态科学的合理扩展，必须以生态学原理为基础，与生态和社会文化条件相结合，实施系统评价、规划、设计、建设与管理，实现生态系统内部的功能优化、结构和谐、过程高效，促进系统的可持续发展”。

生态工程实践是基于生态学理论的，是一个宽泛的概念，包括所有类型的生态系统以及与之相互联系、相互作用的潜在人类活动，包括工程设计的概念和定义，存在一个潜在的价值体系。

生态工程的定义经历了清晰的演化过程，可以理解为当前人类应该尊重的共同“工程守则”。

二、生态工程的目的

- 1) 恢复已经被人类活动严重干扰的生态系统，如环境污染、气候变化和土地退化；
- 2) 通过利用生态系统具有自我维护的功能建立具有人类和生态价值的持久性生态系统，如居住系统，湿地污水处理系统；
- 3) 通过维护生态系统的生命支持功能保护生态系统。

三、生态工程的特征

生态工程主要以社会——经济——自然复合生态系统为对象，以可持续发展作为其总目标，是可持续发展的重要手段。主要具有以下特征：

- 1) 是多目标的，能够导致资源的合理利用与生态保护；

- 2) 是综合效益的，经济效益、生态效益和社会效益协调发展；
- 3) 具有完整性、协调性、循环与自主的特性；
- 4) 具有多学科相结合的特征，并能够检验生态学是否有用；
- 5) 具有鲜明的伦理学特征，体现人类对自然的关怀而做出的精明选择。

四、生态工程的主要应用领域

生态工程宽泛的定义，反映出生态工程包含的许多内涵，可将其应用到许多不同领域，主要应用在以下四个方面：

- 1) 设计各种生态系统，来代替人工系统或能源密集型系统，从而满足人类需要，如产业生态系统（Industrial ecosystem）、农业生态系统和人工污水湿地处理系统、生态建筑与生态城镇建设、生态交通、绿色化学工程、清洁能源开发等。
- 2) 恢复受损生态系统，缓解对资源的过度开发，如土地复垦、退化土地生态恢复、废弃地生态恢复、城乡河流治理工程、土壤污染治理和水系综合治理等。
- 3) 管理、利用和保护自然资源，如林业资源开发、生物多样性保护和湿地保护等；
- 4) 将人类社会和生态系统紧密结合起来，进行城市环境综合治理，如固体有机废弃物的综合利用，城乡生活垃圾处理系统、生态复合肥料开发和城乡绿地系统建设等。

第四节 生态恢复的概念与主要方法

一、生态恢复的概念

国际上对生态恢复的定义尚存在不同的理解。

美国自然资源委员会认为，使一个生态系统回复到较接近其受干扰前的状态，即为生态恢复。国际恢复生态学会先后提出三个定义：生态恢复是修复被人类损坏的原生生态系统的多样性的动态过程（1994年）；生态恢复是维持生态系统健康及更新的过程（1995年）；生态恢复是研究生态完整性的恢复和管理过程的科学，生态完整性包括生物多样性、生态过程和结构、区域及历史情况、可持续的社会实践等广泛的范围（1995年）。

美国生态学会从生态系统角度出发给出了关于生态恢复的定义，即人们有目的地把一个地方改建成定义明确的、固有的、历史上的生态系统的过过程，这一过程的目的是竭力效仿那种特定生态系统的结构、功能、生物多样性及其变迁过程。

中国的自然条件多样，面临的生态问题也复杂多样，因此对生态恢复的理解因此比较宽泛，包括任何对生态系统（即土地）的重建、改良、改进、修补、更新、再植过程，这些过程应该是符合生态系统的基本法则或者要求的，属于生态工程范畴。

二、生态恢复特征

- 1) 强调受损的生态系统要回复到具有生态学意义的理想状态。生态恢复并不完全是自然的生态系统次生演替，人类可以有目的地对受损生态系统进行干预。
- 2) 强调生态完整性恢复。生态恢复并不是物种的简单恢复，而是对系统的结构、功能、生物多样性和持续性进行全面的恢复。

3) 强调应用生态学过程的重要性。演替是生态系统的基本过程和特征，生态恢复本质上是生物物种和生物量的重建，以及生态系统基本功能恢复的过程。

三、生态恢复的主要应用领域

生态恢复可以应用于自然或者人为影响下的生态破坏、被污染土地的治理，包括灾后重建、棕地恢复、湿地保护、城市绿地建设等。

第五节 生态规划基本概念与内容

一、生态规划的概念

1. 生态规划的概念

不同学科领域和不同学者对生态规划理解不完全一致，理解这些差异对理解生态规划内涵非常必要：

1) 城市研究学者芒福德 (L. Mumford) 等对生态规划的定义为：综合协调某一地区可能或潜在的自然流、经济流和社会流，以为该地区居民的最适生活奠定适宜的自然基础。

2) 现代生态规划奠基人麦克哈格 (I. McHarg) 认为：生态规划是在没有识别有害的情况下，或多数无害条件下，对土地的某种可能用途，确定其最适宜的地区，符合此种标准的地区便认定为本身适宜于所考虑的土地利用，利用生态学理论而制定的符合生态学要求的土地利用规划称为生态规划。

3) 生态学者认为生态规划的实质是运用生态学原理去综合地、长远地评价、规划和协调人与自然资源开发、利用和转化的关系，提高生态经济效益，促进社会经济的持续发展。生态规划关心的是在发展过程及资源开发中如何协调人与自然环境的关系，是人的自然观的直接体现。

2. 广义和狭义生态规划概念

生态规划有广义和狭义之分。狭义的生态规划类似于环境规划，它关注的是生态环境的质量，包括城市环境（水、气、声、渣）质量和城市自然资源，从属于城市规划和区域规划。

广义的生态规划指利用生态学的原理，对区域的社会、经济和自然环境进行综合性的规划；它关注的是相互关系，包括景观（生态系统复合体）内部各要素之间的关系，以及景观与外部空间的关系；生态规划的目的是调控人地关系，实现资源的有效利用、人类经济社会的持续增长和生态系统的良性循环。由于生态规划的研究对象是土地及其土地上的一切空间、物体和过程，因此生态规划又被称为“人类生态规划”、“大地生态规划”或“景观生态规划”。

随着人们对规划理解的深入，生态规划的概念正在逐渐地朝着广义的方向发展，从这个意义上理解生态规划——一切规划都应该是生态规划。

二、进行生态城市规划的必要性

现代生态规划理论创始人麦克哈格总结了需要进行生态规划的若干理由，包括：①知

识的碎裂化或者分割；②自然过程影响人类的健康和安全；③已有的规划在应对环境问题的挑战方面存在不足；④环境问题在公共政策中的出现；⑤生态规划即人类生态规划，包括相关的物理的、生物的和社会的科学数据和公理的支持；⑥确定规划的适应性；⑦是人类面向未来保持乐观的理由。

三、生态城市规划的主要应用领域

经过不断发展，生态规划已经不再局限于传统的土地利用规划或者为城市规划提供参考依据，而是广泛地应用到不同领域，包括设计社会、经济、人口、资源和环境等诸多问题的解决方案。规划对象从国家、区域、城市、农村到保护地，既包含空间的规划，也包括对体制的设计与调控、政策的制定与评估、行为的调控等。

四、生态的城市规划原则

联合国人与生物圈计划（MAB）报告早在1984年就提出了生态的城市规划五项原则，亦即城市生态规划应该关注的主要问题，应用到今天中国城乡规划仍然非常合适：①生态保护战略，包括自然保护，动、植物区系及资源保护和污染防治；②生态基础设施（自然景观和腹地对城市的持久支持能力）；③居民的生活标准；④文化历史的保护；⑤将自然融入城市。

后记

全国注册城市规划师执业资格考试参考用书之二《城市规划相关知识》是按照《全国城市规划师执业资格考试大纲》（2008年修订版）的要求于2009年7月完成修编的，总体上是对《城市规划相关知识》（2002年版）的充实和完善，并根据《城乡规划法》增补和调整了相关内容。吕斌教授全面指导了本书的修编工作。本书第一篇由曾坚、曾鹏负责修编；第二篇由邹哲、秦国栋负责修编；第三篇由杨明松、洪昌富负责修编，朱思诚、李雅琳参编；第四篇由刘宇负责修编；第五篇由孟晓晨负责修编；第六篇由曹广忠负责修编；第七篇由冯健负责修编；第八篇由李迪华负责修编。

本版《城市规划相关知识》自2009年8月由中国计划出版社出版发行以来，因试用只经历了一次注册城市规划师年考，为了更广泛地收集读者经试用反馈的意见，全国注册城市规划师执业资格考试参考用书修编组和审定组决定本册参考用书继续使用。敬请读者在参阅中指正，今后将根据使用中发现的问题再作补充完善。

在此，谨向参加编写工作的各位专家及其所在单位给予的支持与合作深表谢意。

住房和城乡建设部执业资格注册中心
全国城市规划执业制度管理委员会办公室
2011年6月