

2022中国城市 地下空间发展蓝皮书

中国工程院战略咨询中心
中国岩石力学与工程学会地下空间分会
中国城市规划学会

二〇二三年七月

内容提要

城市地下空间是城市未来发展的重要增长极，其发展态势与中国的城镇化进程显著相关。中国城市地下空间发展以科技创新为动力，以产业发展为导向，以城市高质量发展为宗旨，助力实现人民对美好生活的向往。

本书基于 2021 年中国城市地下空间发展的基础数据，构建了城市地下空间评价指标体系，全景式展示了中国城市地下空间发展格局与产业发展的最新成就，在不同维度和层面上揭示了地下空间与城市现代化发展的内在关系，为中国城市高质量发展提供参考。

目录

第一章 发展纵览.....	1
1 中国新型城镇化背景下的地下空间发展格局.....	2
2 2021 年中国城市地下空间建设水平	3
3 区域层面地下空间发展综评.....	4
第二章 城市评价.....	5
1 城市地下空间发展综合实力评价	6
2 城市地下空间建设发展评价	10
第三章 政策法规.....	16
1 政策法规概述.....	17
2 类型与颁布主体.....	18
3 主题类型.....	18
第四章 行业与市场.....	19
1 地下空间行业与产业分类.....	20
2 轨道交通行业与市场.....	21
3 地下空间规划服务市场.....	24

第五章 科研与交流.....	27
1 科研支撑.....	28
2 科研成果.....	30
3 学术交流.....	31
4 热点预测.....	32
第六章 灾害与事故.....	33
1 地下空间灾害与事故的界定.....	34
2 总体概况.....	34
3 类型分析.....	35
关于数据来源、选取以及使用采用的说明.....	36
主要指标解释.....	37
附录一：2021 年部分城市地下空间建设评价指标展示	38
附录二：2021 年中国城市地下空间发展大事记	42



发展纵览

1 中国新型城镇化背景下的地下空间发展格局

2021 年是第十四个五年规划的开局之年，中国深入推进以人为核心的新型城镇化战略，踏上全面建设社会主义现代化国家的新征程。2021 年，轨道交通为主导的地下交通稳步发展，城市交通立体化、网络化程度不断提升；地下综合体持续建设，普惠便捷的公共服务供给不断完善；地下防空防灾设施配置不断优化，城市韧性与防灾减灾能力不断增强。地下空间已成为支撑城市可持续、高质量稳定发展不可或缺的一部分。

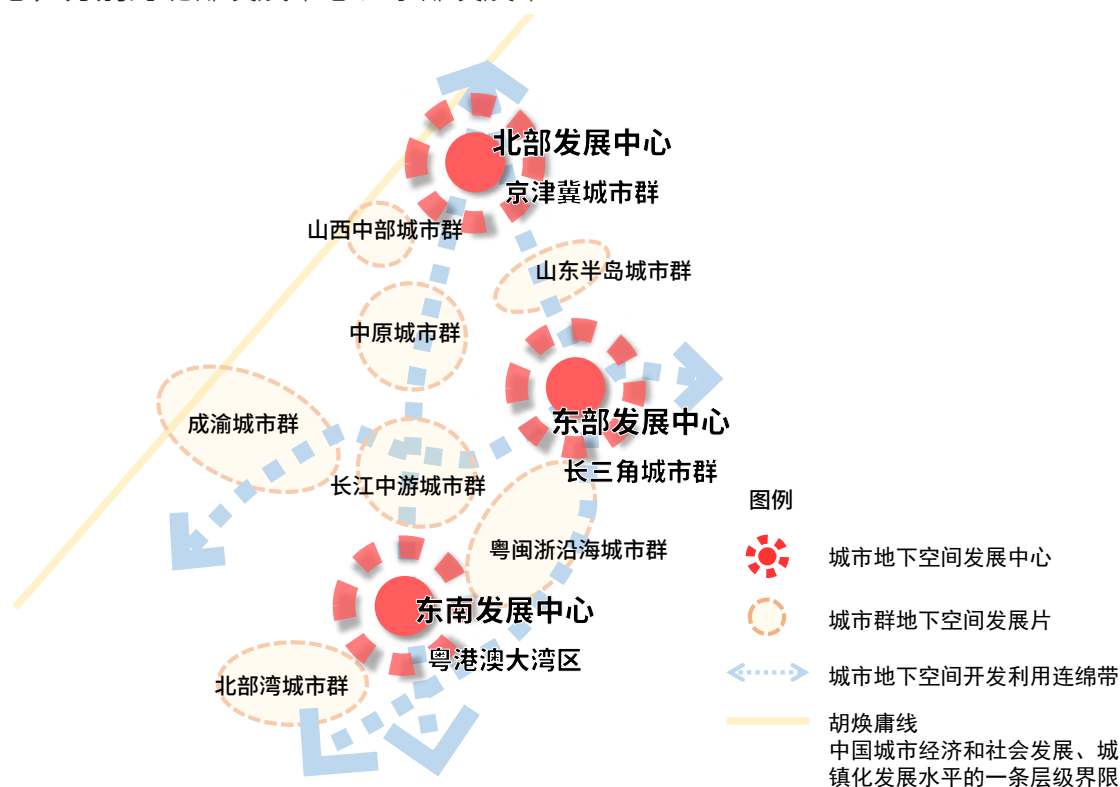
以空间分布的集聚程度来衡量，截至 2021 年底，中国城市地下空间仍延续“三带三心多片”的总体发展格局。

其中，“三带”是指中国三条城市地下空间开发利用连绵带，分别为东部沿海带、长江经济带和京广线连绵带。

“三心”是指中国三个城市地下空间发展中心，分别为北部发展中心、东部发展中

心与东南发展中心。区内地下空间开发利用整体水平领先全国，其中北部发展中心为京津冀城市群，地下空间发展以人防政策要求建设逐步向市场需求主导过渡；东部发展中心为长三角城市群，东南发展中心为粤港澳大湾区，两者地下空间发展均以市场力量为主导。

“多片”是指以各级中心城市为核心，不同规模城市群为主体，呈多元分布的地下空间集中发展片区，分别为成渝城市群、中原城市群、山东半岛城市群、长江中游城市群、粤闽浙沿海城市群、北部湾城市群、山西中部城市群。片区的典型特征是区内城市群承载人口和经济的能力明显增强，各城市通过政府引导和市场力量共同作用推动地下空间快速发展，地下空间法治管理水平加快提升，地下空间建设量相对其他区域增长更快，城市群中心城市的地下空间发展较领先。



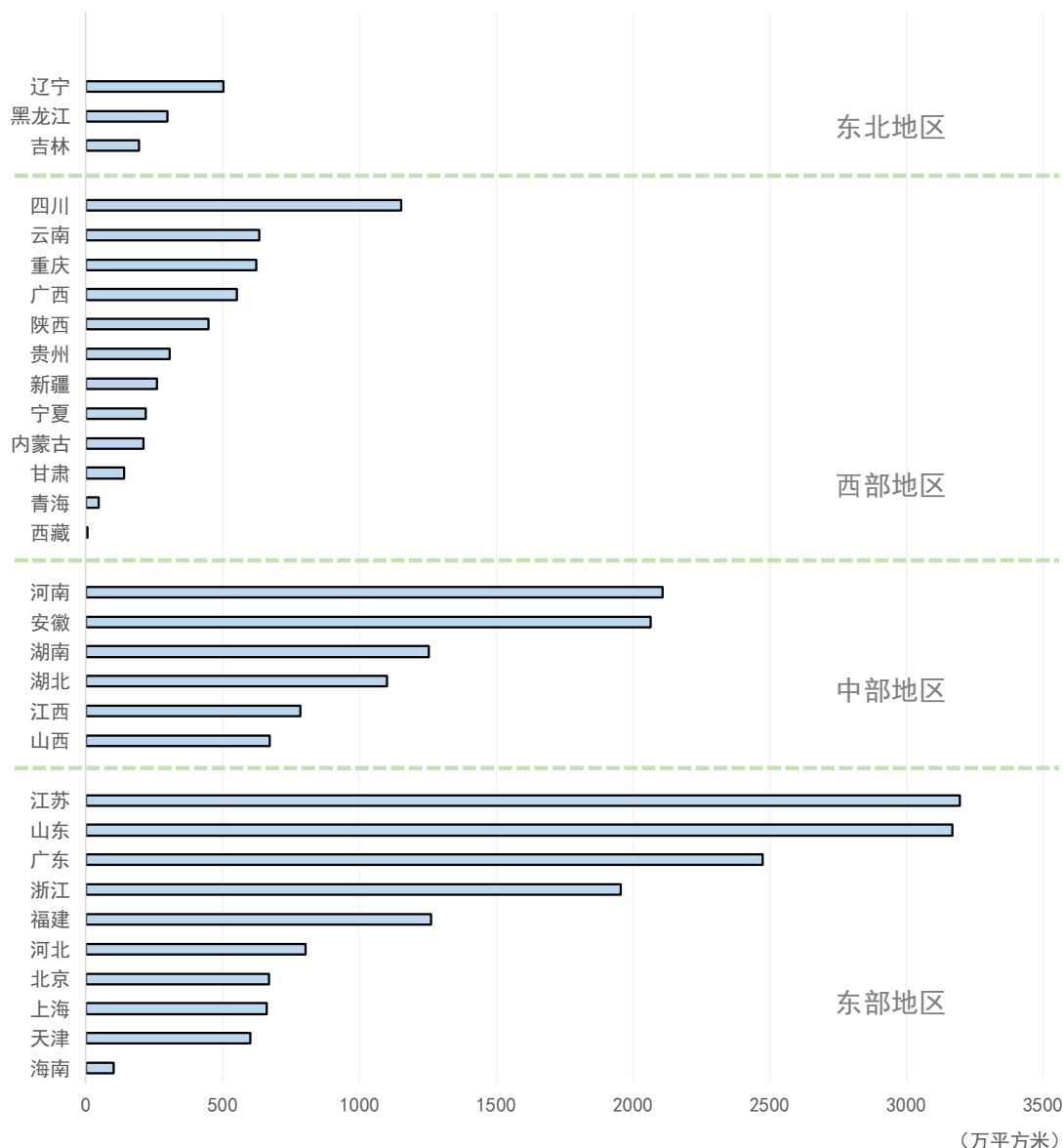
2021 年中国城市地下空间发展格局

注：城市群划分依据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》

2 2021 年中国城市地下空间建设水平

截至 2021 年底，中国^①城市地下空间累计建设 27 亿平方米。

2021 年，中国城市地下空间新增建筑面积（含轨道交通、综合管廊等）约 2.83 亿平方米，同比增长 9.3%；约占同期城市建（构）筑物竣工面积的 21.8%，而长三角城市群以及珠三角城市群约占 24%。



2021年各省区市新增地下空间建筑面积比较

数据来源：各地自然资源局、发展改革委、住房和城乡建设局、国防动员办公室，部分根据国家统计局及各地 2022 年统计年鉴、2021 年国民经济和社会发展统计公报的数据计算

注：东部、中部、西部和东北地区划分方法依据国家统计局《东西中部和东北地区划分方法》（2011）

① 本书中除明确注明，各项统计数据均未包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾省。

3 区域层面地下空间发展综评

依据国家统计局关于东、中、西部和东北地区的划分，以 2021 年为重点研究对象，分区域进行地下空间发展综合评价，以便深入剖析全国地下空间发展的区域特征，便于掌握全国地下空间发展的实时动态。

（1）东部地区——始终是中国城市地下空间发展核心

东部地区汇集了中国重要的社会资源、科创力量和资本市场，地下空间行业多元发展，供需市场最大，地下空间专有技术与装备的创新较为频繁，始终是中国城市地下空间发展核心。

2021 年，山东半岛城市群、海峡西岸城市群地下空间建设水平与国内其他地区相比发展较快，政策完善度加快提升，成为城市群地下空间发展片。

（2）中部地区——地下空间与新型城镇化同步推进

2021 年，中部地区深化落实地下空间高质量发展，与城镇化进程同步推进。

武汉、郑州、合肥、长沙等中部地区省会城市仍是区域地下空间发展领头羊。湖北省在地下空间政策法规的颁布数量与主题类型完善度方面居中部地区之首。安徽省近年来地下空间建设增速较快，但地下空间总体发展水平仍有待提高。

（3）西部地区——地下空间发展势头较好

2021 年，成渝城市群地下空间发展片保持较好的发展势头，是西部地下空间领军地带；以宁夏、云南、新疆为代表的省级行政区，地下空间发展水平提升较快；关中平原城市群整体发展缓慢。

（4）东北地区——地下空间发展相对平稳

2021 年，辽宁省地下空间新增面积同比有所增加，黑龙江、吉林并无显著变化。

贰

城市评价

1 城市地下空间发展综合实力评价

(1) 地下空间综合实力评价体系构建

随着以人为核心的新型城镇化战略深入推进，中国城市地下空间综合实力评价不仅要关注城市地下空间建设本身，同时应兼顾地下空间对经济社会发展的贡献以及地下空间供给服务水平。

2021 年地下空间综合实力评价标准体系融合创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，在 2020 年构建的标准体系基础上，增加安全韧性内容，精简同类关联度较高的指标，最终形成**地下空间综合实力评价指数**。



(2) 2021 年城市地下空间发展综合实力单项评价排名

本书将各城市置于同一评价标准体系,以此衡量和评价各城市地下空间发展的真实水平。城市地下空间发展综合实力评价分为法治支撑、建设指标、重要设施、安全韧性与发展潜力五个单项。单项最佳的城市取 100 分并作为该项评价基数,并非表示该城市地下空间发展已无提升空间。各单项评价指标通过加权得出地下空间综合实力指标。

地下空间法治支撑主要考量该城市地下空间管理的体制机制健全程度、政策支持完善程度两个方面。2021 年地下空间治理体系排名前 10 位的城市,如右图所示。

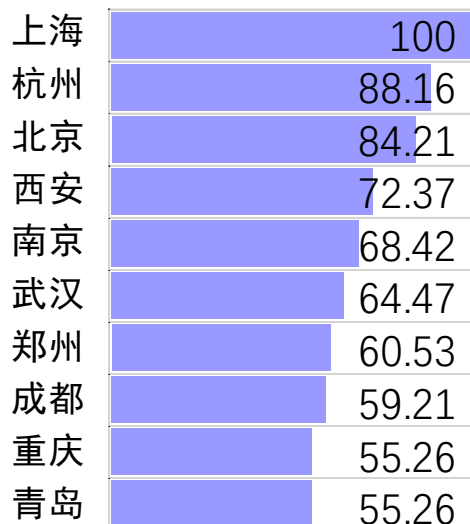
- 地下空间管理体制机制

主要考量截至 2021 年底,该城市地下空间管理体制机制的健全程度,是否有归口管理,是否有专门的统筹管理机构。

- 地下空间政策支持

主要考量截至 2021 年底,该城市颁布法规政策、规范性文件的总数量、主题类型(涵盖范围)。

地下空间法治支撑



2021 年中国城市地下空间法治支撑 TOP10

地下空间安全韧性



2021 年中国城市地下空间安全韧性 TOP10

判断城市地下空间的防灾减灾能力以及综合管廊、管线等公用设施对支撑城市可持续发展的配建水平。主要考量该城市地下空间安全指标、地下生命线工程配套情况、地下避难防灾空间覆盖情况。2021 年排名前 10 位的城市,如左图所示。

- 地下空间安全指标

主要考量 2021 年,该城市地下空间事故发生频次与新增地下空间建筑面积的比值,数值越小,表明新增单位面积的地下空间发生的事故概率越小,相比其他城市地下空间的安全系数越高。

- 地下生命线工程配套情况

主要考量截至 2021 年底,该城市排水强度、综合管廊建设密度、道路的综合管廊配建率。

- 地下避难防灾空间覆盖情况

主要考量截至 2021 年底,该城市建成区内单位面积的地下避难防灾空间覆盖率。

地下空间建设指标

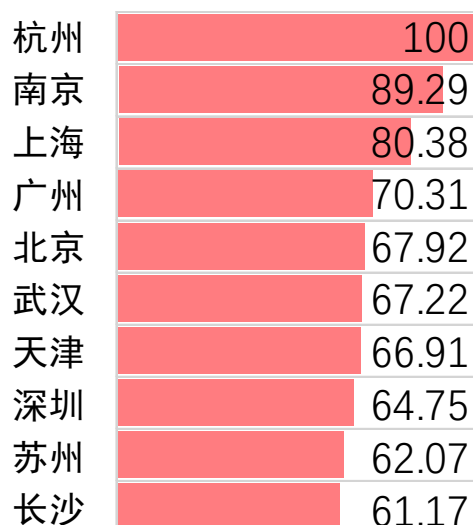
地下空间建设指标主要考量该城市现状建成地下空间情况、地下空间综合利用两个方面，2021 年地下空间建设指标排名前 10 位的城市如右图所示。

- 现状建成地下空间情况

主要考量截至 2021 年底，该城市地下空间的人均指标（即地下空间人均建筑面积）、建设强度与停车地下化率，详见本章地下空间建设发展相关内容。

- 城市地下综合利用情况

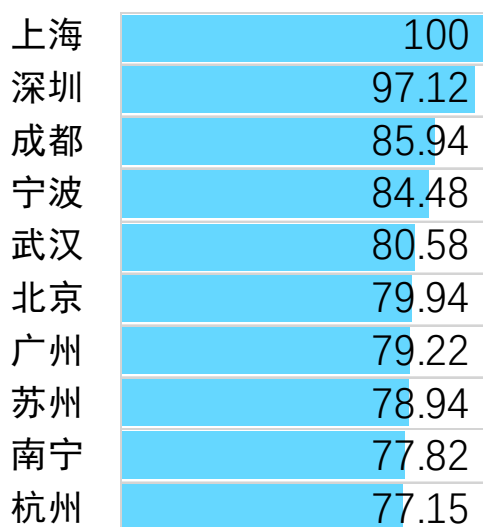
主要考量截至 2021 年底，该城市地下空间功能复合程度、互联互通程度，突出地下空间之间有效衔接与功能、交通组织的融合。



2021 年中国城市地下空间建设指标 TOP10

地下空间重要设施

地下空间重要设施的评价由城市地下交通系统、地下市政基础设施系统、地下综合体、地下物流系统等方面组成，2021 年排名前 10 位的城市，如下图所示。



2021 年中国城市地下空间重要设施 TOP10

- 地下交通系统

主要考量截至 2021 年底，该城市建成区轨道交通线网密度、轨道交通在公共交通中的分担率、轨道交通系统客流强度，以及城区地下道路、隧道建设数量。

- 地下市政基础设施系统

主要考量截至 2021 年底，该城市已建的综合管廊覆盖率、综合管廊入廊情况、已建成地下市政设施类型与数量（污水处理厂、变电站、水厂等），以及真空垃圾收集系统投入使用的项目数量。

- 地下物流系统

主要考量截至 2021 年底，该城市地下物流系统的使用情况。由于仅有雄安新区建成部分地下物流通道但尚未投入使用，待有实际运营案例，将重新计算权重排名。

地下空间发展潜力主要考量该城市开设地下空间专业的高校情况、专业机构经济贡献率。作为城市地下空间综合实力的增量指标，在评价体系中的权重最低，2021 年排名前 10 位的城市，如右图所示。

- 地下空间专业高校

主要考量截至 2021 年底，该城市开设地下空间工程专业的高等院校的累计数量、专业开设年限以及招生情况；该专业是否为硕、博士学位授权点也作为评价指标之一。

- 地下空间专业机构经济贡献率

主要考量该城市地下空间规划服务供应商承接地下空间项目的收入在该城市 2021 年第三产业中的比重。

地下空间发展潜力

南京	100
郑州	98.78
成都	80.97
西安	75.01
北京	65.47
武汉	64.76
青岛	64.17
济南	62.58
哈尔滨	60.64
长沙	56.86

2021 年中国城市地下空间发展潜力 TOP10

(3) 2021 年城市地下空间发展综合实力 TOP10

根据地下空间综合实力评价体系，截至 2021 年底，中国城市地下空间发展综合实力排名前 10 位中，东部城市占 7 席，中部城市占 2 席，西部城市占 1 席。

1	上海	86.94	↑1	法治支撑 × 25% 建设指标 × 35% 重要设施 × 21% 安全韧性 × 11% 发展潜力 × 8% 权重说明： 城市地下空间综合实力指标权重由影响建设的相关性分析及主成因分析得出
2	杭州	83.71	↑2	
3	南京	79.39	—	
4	北京	76.17	↓3	
5	武汉	69.96	↑2	
6	深圳	66.69	—	
7	成都	65.01	↑1	
8	广州	61.47	↓3	
9	郑州	61.43	↑3	
10	宁波	58.30	↑4	

2021 年中国城市地下空间综合实力 TOP10

注：图中右侧符号表示 2021 年与 2020 年排名变化情况。
 其中—表示排名无变化，↑表示排名上升，↓表示排名下降。

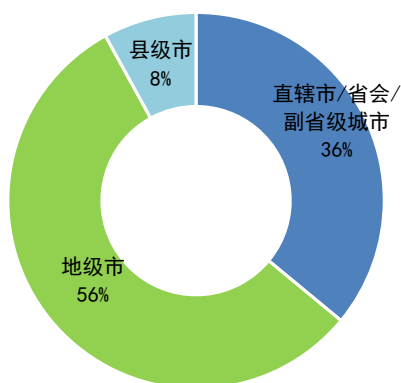
2 城市地下空间建设发展评价

(1) 城市地下空间建设发展评价体系

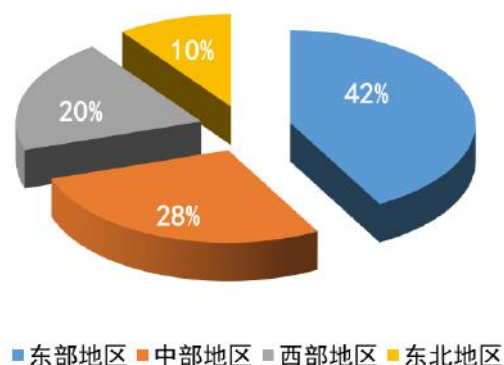
选取城市经济社会、地下空间发展等历年指标相对齐全、数据来源可靠的城市：

- 涵盖**不同城市行政级别**，包括直辖市、省会、副省级城市、地级市、县级市；
- 涵盖**不同城市规模等级**，包括超大城市、特大城市、大城市、中等城市及小城市；
- 涵盖**不同区域**，包括东部地区、中部地区、西部地区及东北地区。

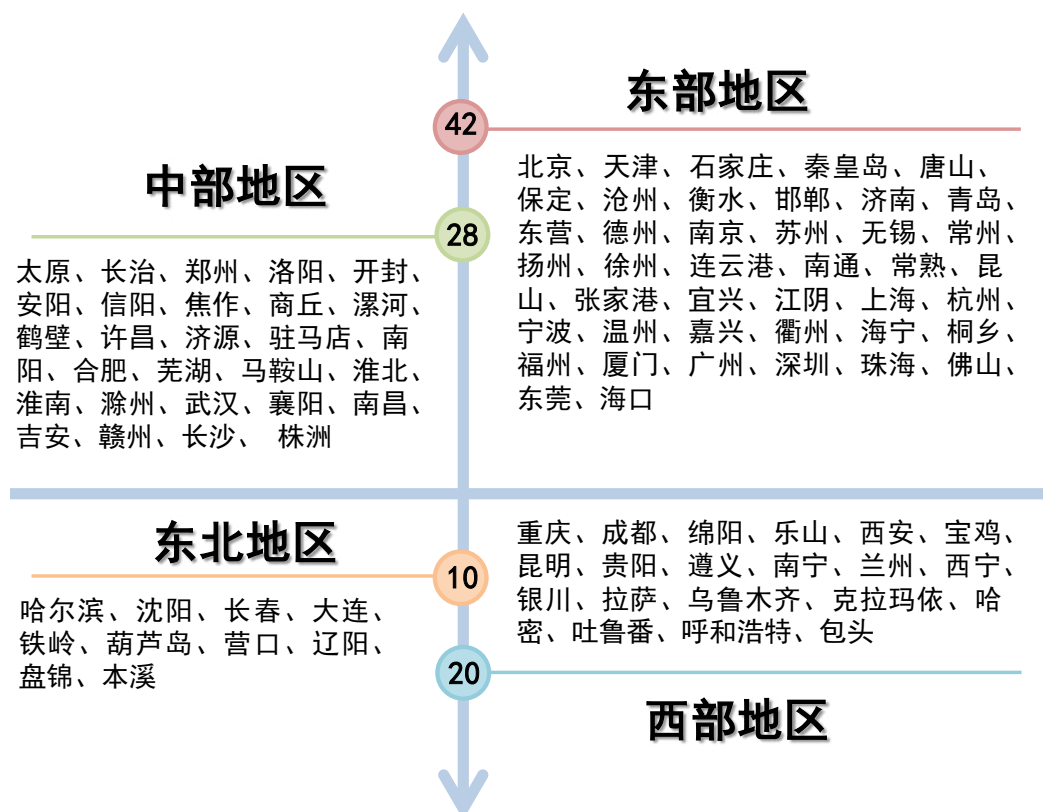
依据上述条件综合分析后，选取 100 个城市进行详细地下空间建设发展评价。



详细评价城市的行政级别分类

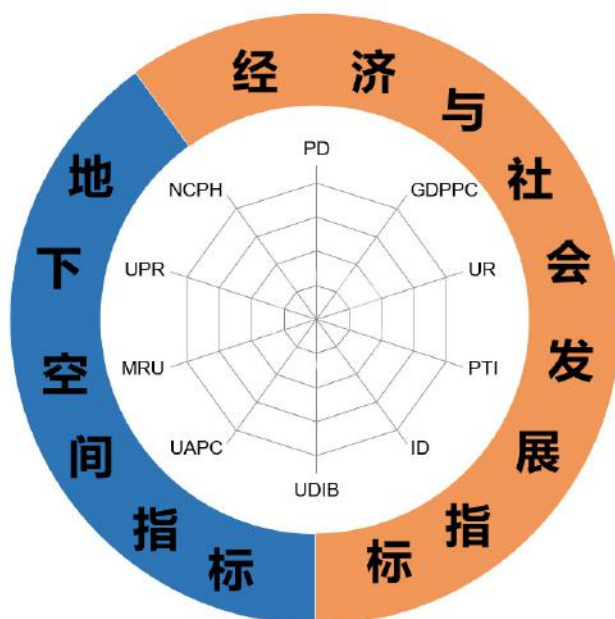


详细评价城市的空间分布



详细评价城市的分布图

(2) 城市地下空间建设发展评价指标



城市地下空间建设发展评价指标构成

蛛网图指标说明

- **PD: 人口密度**
Population Density
- **GDPPC: 人均 GDP**
GDP Per Capita
- **UR: 城镇化率**
Urbanization Ratio
- **PTI: 第三产业比重**
Proportion of the Tertiary Industry
- **ID: 产业密度**
Industry Density
- **NCPH: 小汽车百人保有量**
Retain Number of Passenger Cars Per Hundred People
- **UDIB: 建成区地下开发强度**
Underground Space Development Intensity of Built-up Area
- **UDIB: 建成区地下开发强度**
建成区地下空间开发强度 = 建成区地下空间开发建筑面积 / 建成区面积
- **UAPC: 人均地下空间规模**
Underground Space Area Per Capita
人均地下空间规模 = 市区地下空间总规模 / 市区常住人口
- **MRU: 地下空间社会主导化率**
Market-orient Ratio of Underground Space
地下空间社会主导化率 = 普通地下空间规模 / 地下空间总规模
- **UPR: 停车地下化率**
Underground Parking Ratio
停车地下化率 = 地下停车泊位 / 城市实际总停车泊位

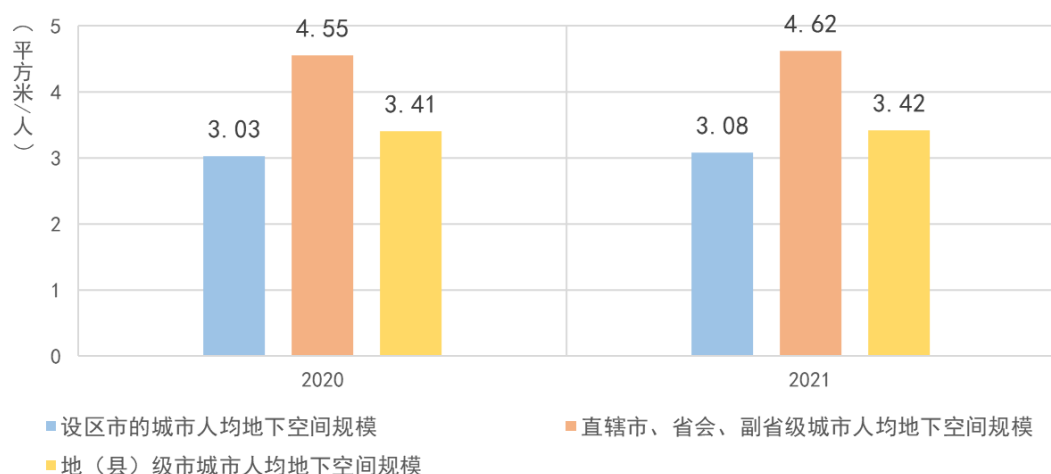
(3) 2021 年城市地下空间建设评价

1) 人均地下空间规模：2021 年城市地下空间开发建设平稳增长

通过分析 2021 年详细评价城市数据，同比 2020 年，大部分城市地下空间年均建设规模保持微增长，2021 年设区市的城市人均地下空间规模平均水平整体呈上升趋势。

直辖市、省会、副省级城市地下空间建设量同比增长较为显著，人均地下空间规模由 2020 年的 4.55 平方米增加至 4.62 平方米。

地（县）级市城市地下空间建设水平与 2020 年基本持平，人均地下空间规模基本一致，连续两年人均地下空间规模基本维持在 3.4 平方米。



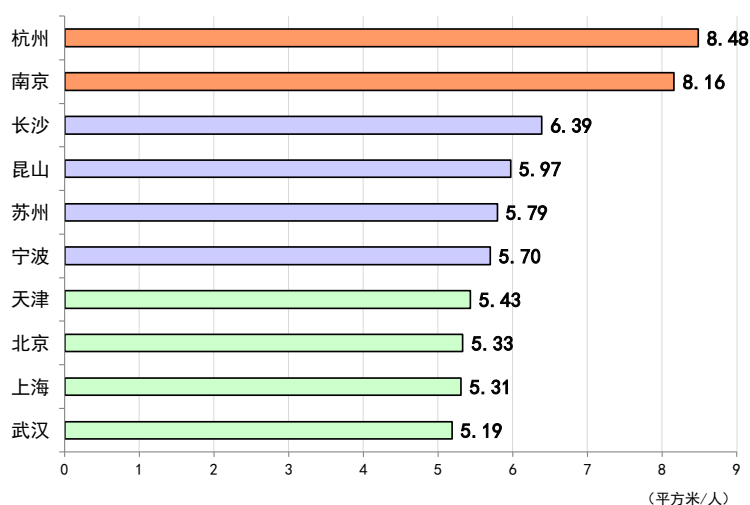
2020、2021 年设区市的城市人均地下空间规模平均水平

2021 年度城市人均地下空间规模 TOP10

在选取的 100 个城市中，2021 年 TOP10 的城市人均地下空间指标为 5.19 ~ 8.48 平方米，同比 2020 年 TOP10 的城市人均地下空间指标 5.03 ~ 8.08 平方米，保持了一定水平的增长。

2021 年 TOP10 城市中人均地下空间规模均超过 5.0 平方米，但 TOP10 各城市人均指标差距较大，划分为 3 个层次梯队。

其中第一梯队 8.0 ~ 8.5 平方米的城市包括杭州、南京；第二梯队 5.5 ~ 6.5 平方米的城市有 4 个，包括长沙、昆山、苏州、宁波；第三梯队 5.0 ~ 5.5 平方米的城市有 4 个，包括天津、北京、上海、武汉。第二和第三梯队城市的人均指标差距较小，但第一梯队的杭州、南京人均指标较高，均超过 8.0 平方米。

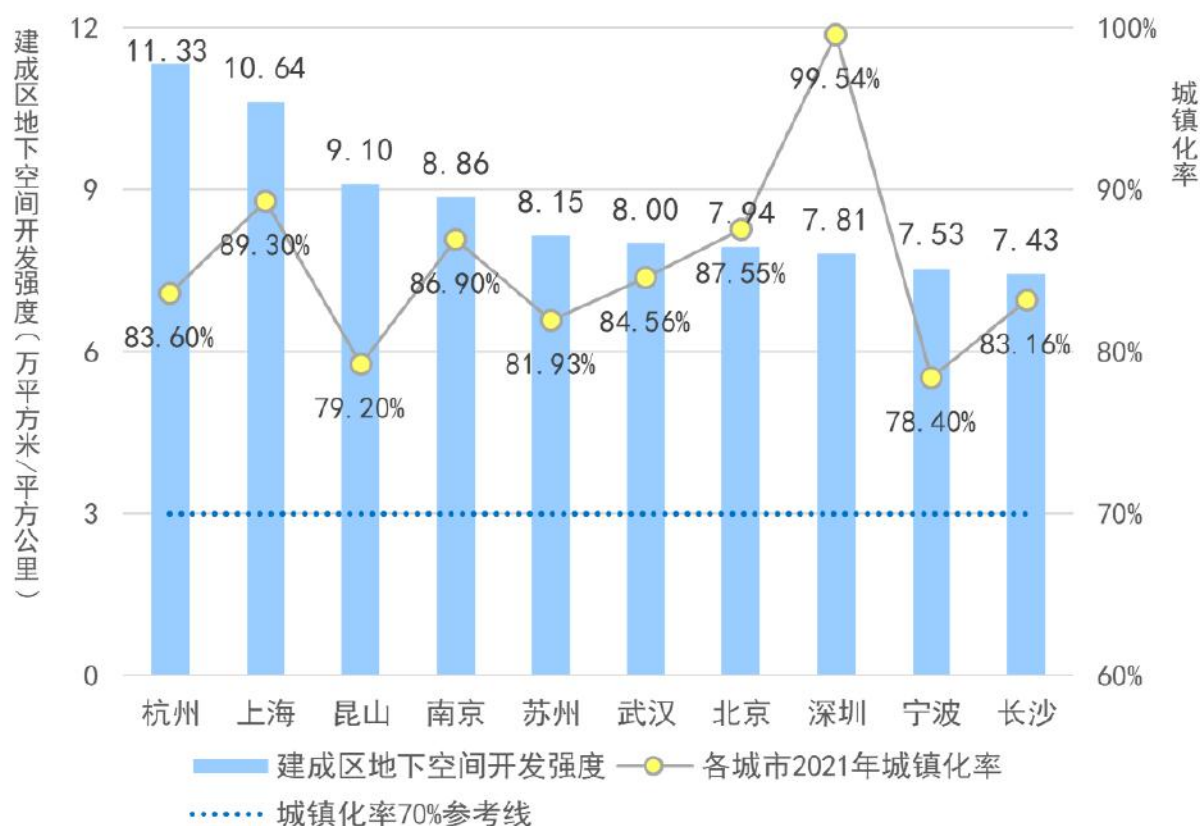


2021 年人均地下空间规模排名 TOP10 城市

2) 建成区地下空间开发强度：存量时代，城市集约化更显著，城市向地下要空间，2021 年建成区地下空间开发强度进一步提高。

随着城镇化发展进一步稳定，给城市空间布局、承载能力、管理方式等方面提出新挑战，也带来了新的发展机遇，建成区地下空间开发强度一步提高，城市也将更趋向内涵式发展。

设区市的城市建成区地下空间开发强度平均水平由 2020 年 4.05 万平方米 / 平方公里提升到 2021 年 4.13 万平方米 / 平方公里，其中详细评价的城市中建成区地下空间开发强度 TOP10 城市，开发强度均超过 7 万平方米 / 平方公里，远高于全国平均水平。



2021 年建成区地下空间开发强度 TOP10 城市

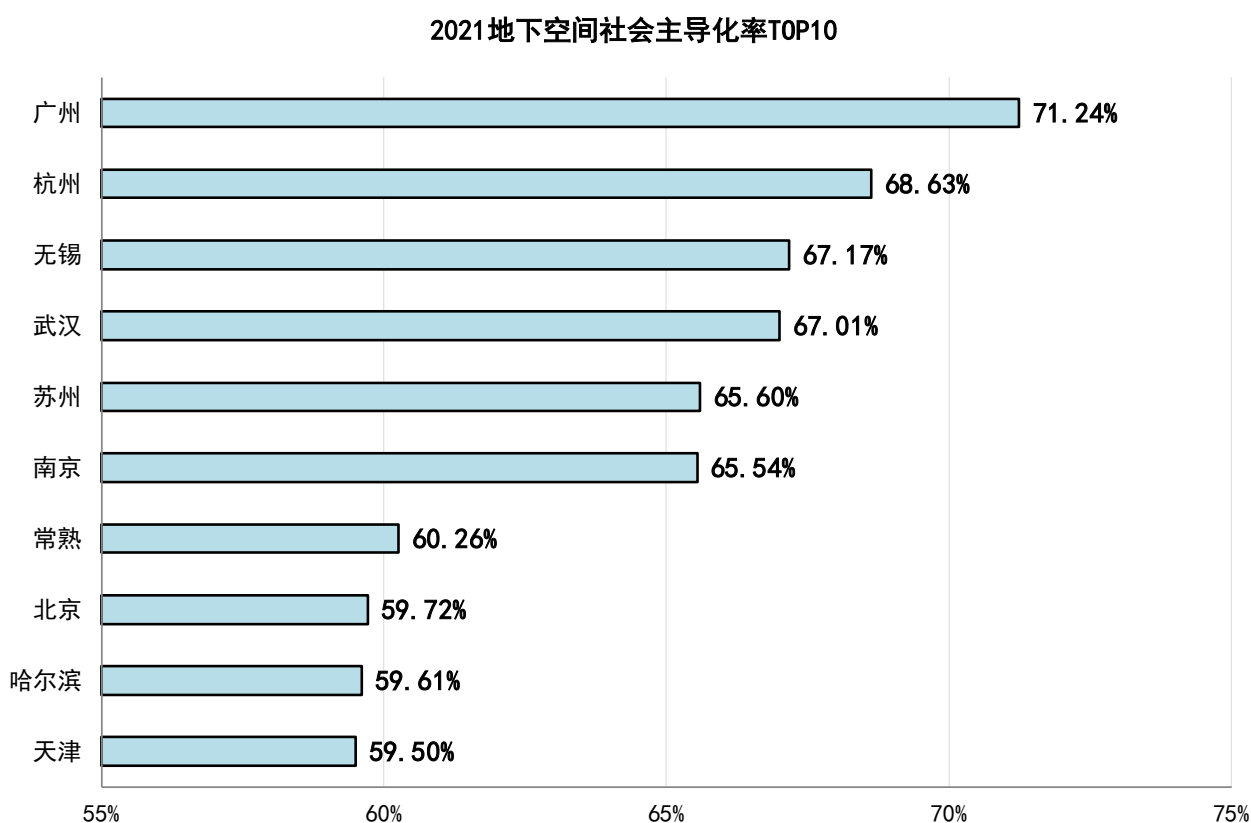
结合城镇化发展“S”曲线（诺瑟姆曲线），当城镇化率达到 70% 以后进入后期发展阶段，城镇化发展将由快速增长阶段进入稳定发展阶段，城乡差别会越来越小，城镇人口增长速度将逐渐趋缓。建成区地下空间开发强度与城镇化水平成正相关，2021 年建成区地下空间开发强度 TOP10 城市的城镇化率均超过 70%，其中有 8 座城市的城镇化率超过 80%，宁波 78.40% 和昆山 79.20%，两座城市城镇化率也接近 80%。

3) 地下空间社会主导化率：2021 年东部地区城市地下空间社会化发展持续处于领先水平，地下空间社会主导化率排名靠前

地下空间社会主导化率超过 50% 后，表明城市地下空间开发逐步从市场需求出发，政策主导的人防功能相对来说不再占据地下空间开发的主导地位。

地下空间社会主导化率与城市规模等级、经济发展、区位条件等密切相关，2021 年地下空间社会主导化率 TOP10 城市中其指标值均超过 59.5%，地下空间开发与市场需求关联越发紧密，除人防功能以外的其他地下功能开发多样，综合化趋势与市场化行为明显。

在 2021 年地下空间社会主导化率 TOP10 城市中，8 座是东部地区城市，中部地区和东北地区城市各占 1 席，东部地区城市社会化发展持续处于领先水平。排名前三位的广州、杭州、无锡均为东部地区城市，中部地区的武汉位列第四，东北地区的哈尔滨位列第九。

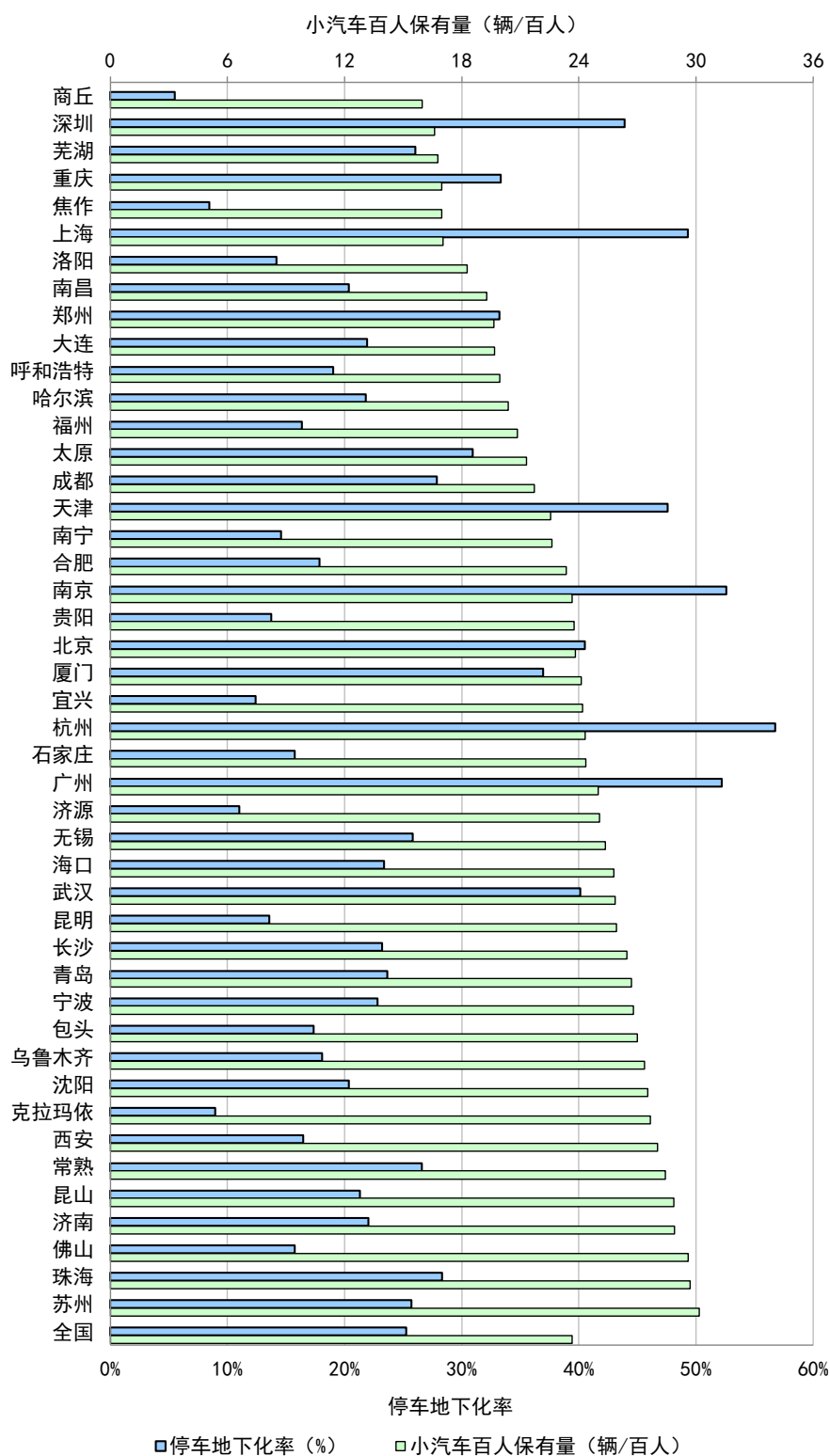


2021 年地下空间社会主导化率 TOP10 城市

4) 停车地下化率：东部地区城市的汽车保有量大，地下停车化率相对较高

停车地下化率与小汽车百人保有量关联较紧密，但二者之间并非正相关的联系，小汽车百人保有量过多的城市，其停车地下化率反而偏低；小汽车百人保有量处于中间水平的城市，其停车地下化率一般偏高。在本次展示的45个详细评价城市中，停车地下化率指标超过45%的城市主要包括杭州、南京、广州、上海、天津、深圳，这些城市地下停车规模一般占城市地下空间总体规模的比例在75%左右。

整体来看，东部地区城市的小汽车百人保有量大，地下停车化率相对也高，部分Ⅱ型大城市、中等城市停车压力相对略小；西部及东北地区部分大中城市小汽车百人保有量小，即便地下停车化率不高，但其城市停车压力相对也小。



详细评价城市小汽车百人保有量与停车地下化率

叁

政策法规

1 政策法规概述

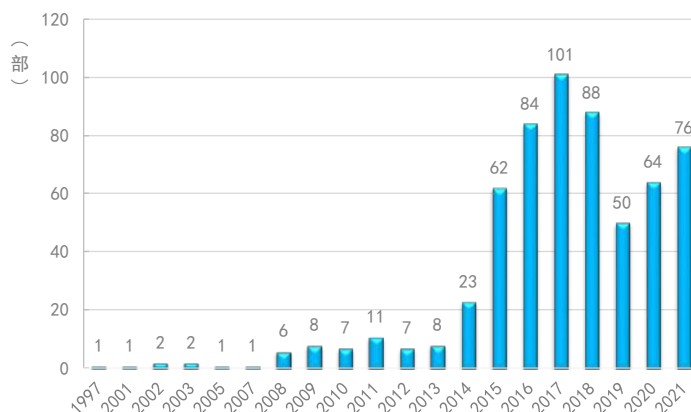
2021 年颁布有关城市地下空间政策法规文件共 76 部，包括法律法规、规章、规范性文件等。因部分城市修订地下空间政策法规，2019—2021 年颁布数量逐年增加。

(1) 适用层次

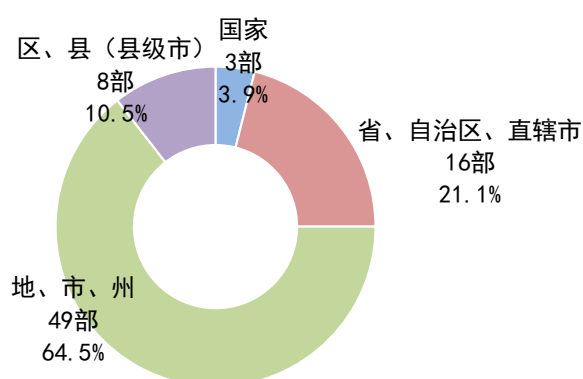
依据 2021 年颁布的城市地下空间政策法规文件的适用范围，适用于全国的共 3 部，适用于省、自治区、直辖市的共 16 部，适用于地、市、州的共 49 部，适用于区、县（县级市）的共 8 部。

(2) 空间分布

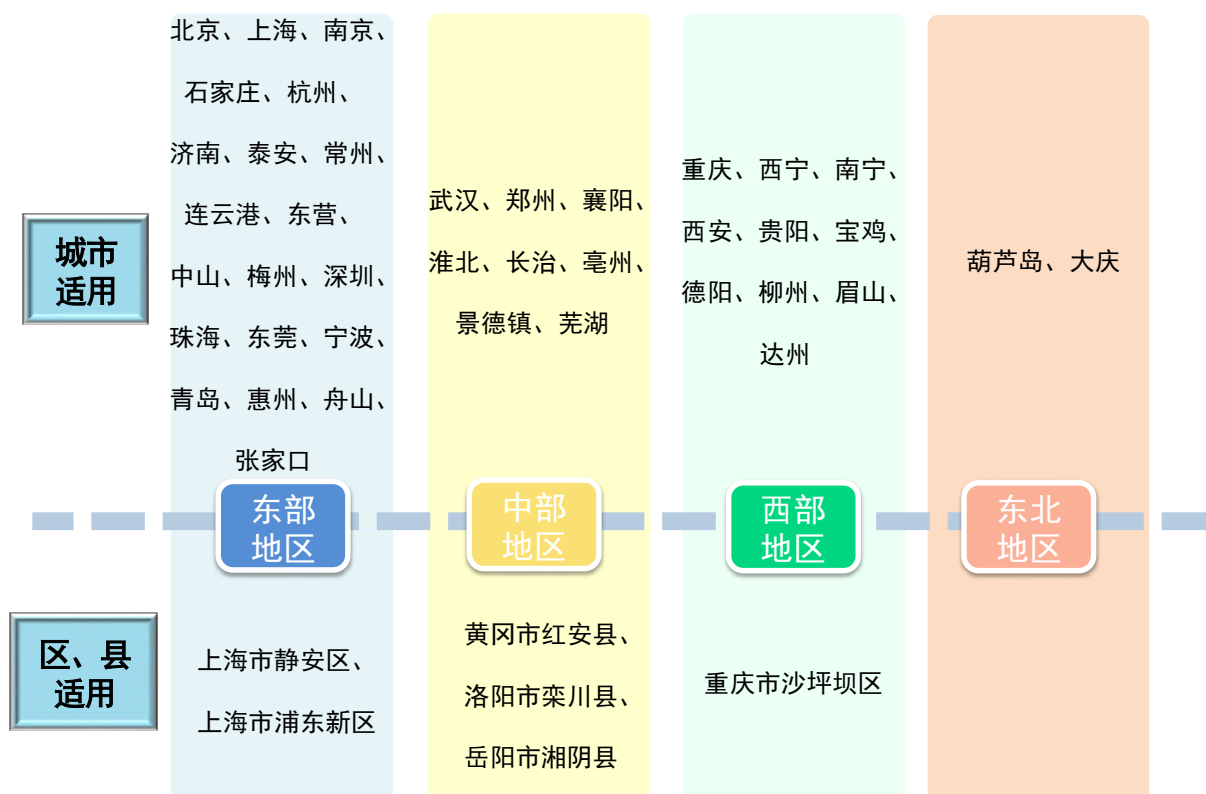
2021 年颁布的地下空间政策法规文件，主要集中在东部地区城市，其次分布在中部和西部地区城市，东北地区出台有关地下空间政策法规文件的城市相对较少。



历年中国城市地下空间政策法规文件统计图



2021 年涉及城市地下空间的政策法规文件适用层次

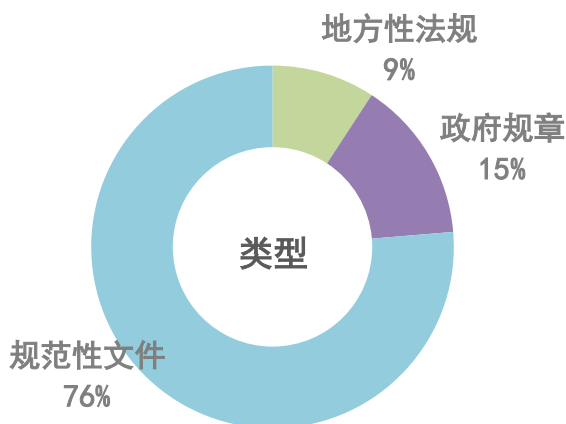


2021 年涉及城市地下空间政策法规文件的城市分布

2 类型与颁布主体

2021 年，未颁布全国性的直接针对城市地下空间的法律法规及部门规章；颁布地方性法规 7 部；地方政府规章 11 部；各类规范性文件共 58 部，占总数量的 76%。

2021 年有关城市地下空间政策法规文件的颁布主体分别为国务院各部委、地方人大、地方人民政府，其中地方人民政府共颁布 66 部，占全年颁布文件总数量的 86.8%。地下空间政策法规文件颁布主体占比与往年基本一致。



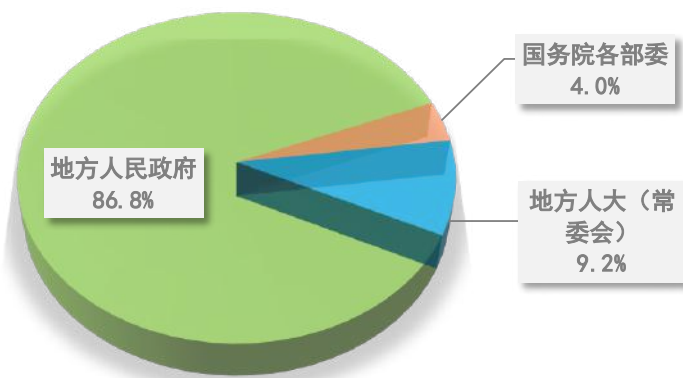
2021 年涉及城市地下空间政策法规类型

3 主题类型

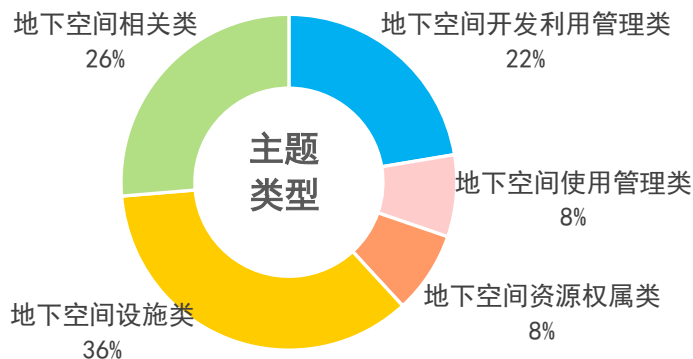
2021 年颁布的有关城市地下空间政策法规文件主题类型可分为五类，包括地下空间开发利用管理类、地下空间使用管理类、地下空间资源权属类、地下空间设施类、地下空间相关类^①。

2021 年颁布数量最多的主题类型依然是地下空间设施类，但数量较 2020 年有所下降。直接针对城市地下空间开发利用管理类的政策法规文件达到 17 部，较 2020 年增加 6 部。

2021 年，更多城市重视了地下空间开发利用管理、使用管理与资源权属，相应类型的政策法规文件数量与占比同比增长。



2021 年涉及城市地下空间政策法规颁布主体



2021 年涉及城市地下空间政策法规主题类型

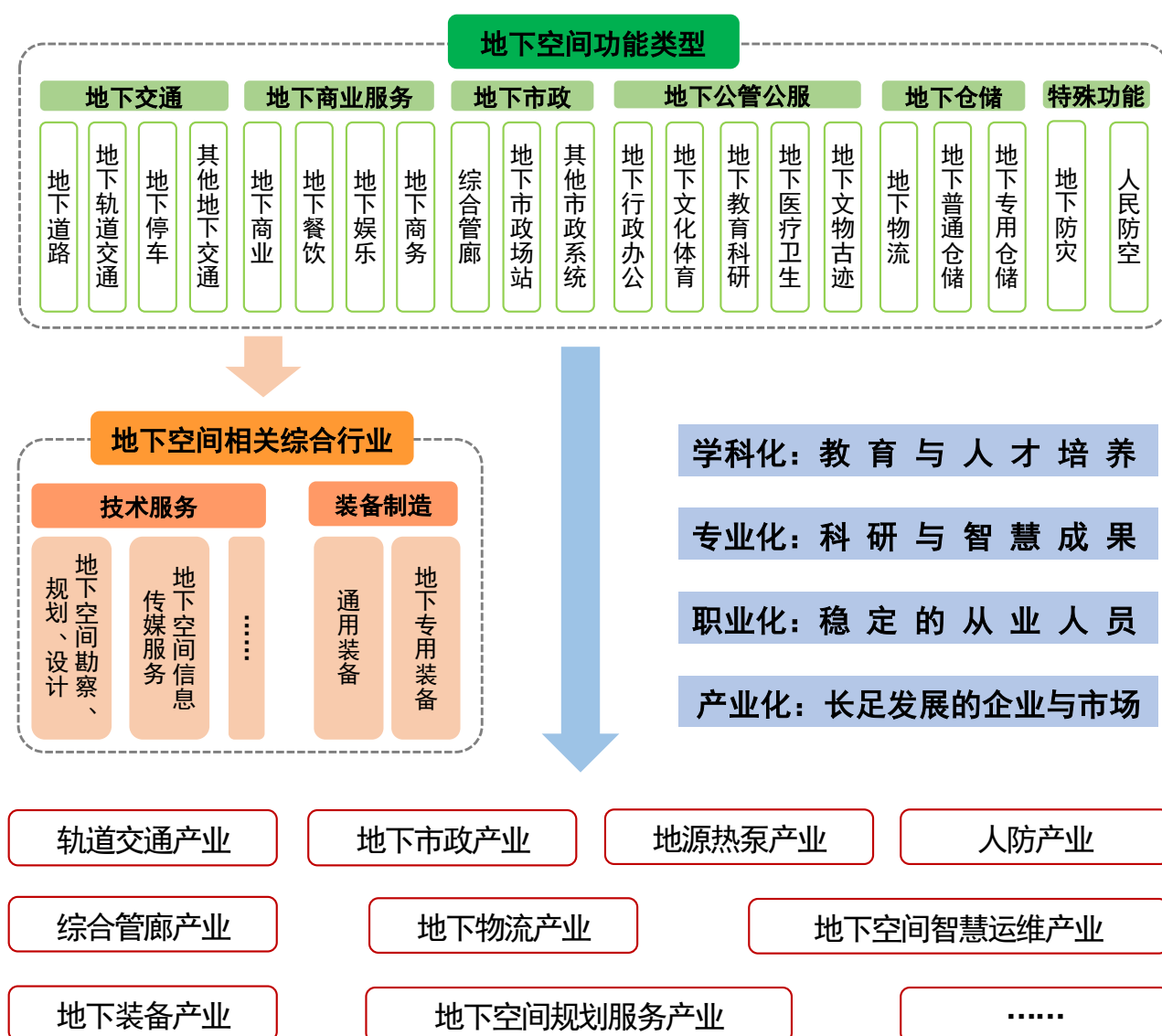
^① 地下空间相关类：本文中 2021 年地下空间相关类政策法规文件主要为机动停车场建设管理法规、规章和规范性文件，文件中仅部分条目涉及地下空间、地下停车，文件的主要适用对象非地下空间，因此未纳入地下空间设施类。



行业与市场

1 地下空间行业与产业分类

“十三五”以来，中国地下空间产业体系已从轨道交通、市政等传统方向向地下空间专业装备制造、综合性智力服务等领域拓展，同时废弃矿井的资源化利用、地下储能、地下储水等新兴发展方向也加大了研究与利用。地下空间产业体系已显示出强大的市场潜力，地下空间领域的行业市场、科技水平已成为推动中国参与国内外经济合作与竞争的重要力量，尤其是处于中国“三带三心多片”地下空间总体发展格局中的城市，正逐步形成地下空间行业的学科化、专业化、职业化与产业化。

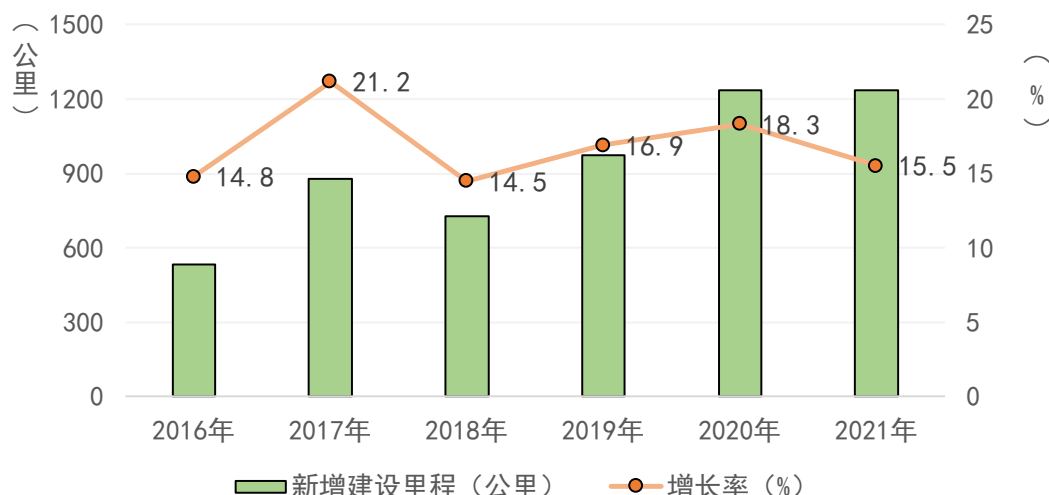


本书拟以地下空间各行业对国民经济发展影响的程度、科技水平以及对各行业的国家战略需求等作为评判标准，聚焦轨道交通、地下空间规划服务等地下空间利用的行业市场，总结地下空间产业体系发展阶段，为各城市、城市群未来地下空间产业发展提供参考。

2 轨道交通行业与市场

(1) “十四五”开篇城市轨道交通建设热度不减

据中国城市轨道交通协会发布的《城市轨道交通 2021 年度统计和分析报告》，截至 2021 年底，中国大陆地区共有 50 个城市开通城市轨道交通，运营线路总长度 9206.8 公里。其中 40 个城市开通了地铁，运营线路总长度 7209.7 公里。



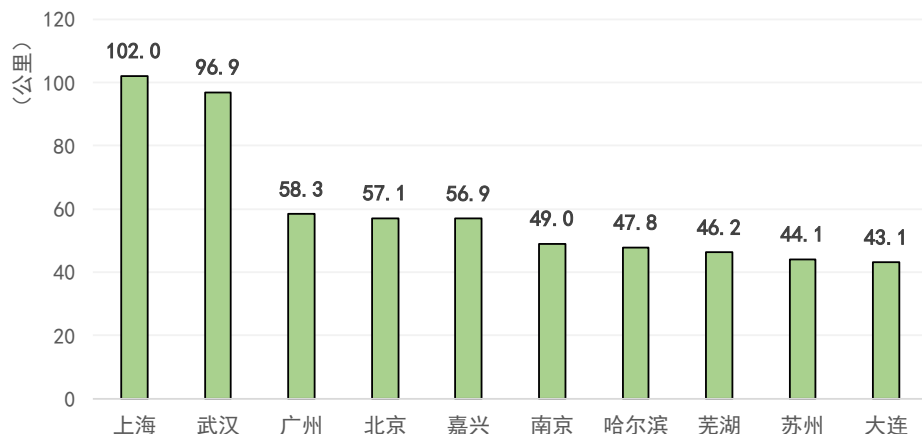
2016—2021 年中国城市轨道交通新增建设里程以及增长率

数据来源：中国城市轨道交通协会发布的《城市轨道交通 2021 年度统计和分析报告》

(2) 东部地区城市轨道交通建设势头强劲

2021 年，新增轨道交通建设里程排名前十位的城市中，东部地区占据六席。排名前十位的城市中，上海以 102.0 公里的新增里程位居榜首，武汉、广州分别以 96.9 公里、58.3 公里的新增建设里程位列第二、三位。

从空间分布上看，东部地区城市轨道交通建设仍处于快速发展期，为城市功能布局优化，提能升级注入强劲动力。



2021 年轨道交通新增建设里程 TOP10 城市

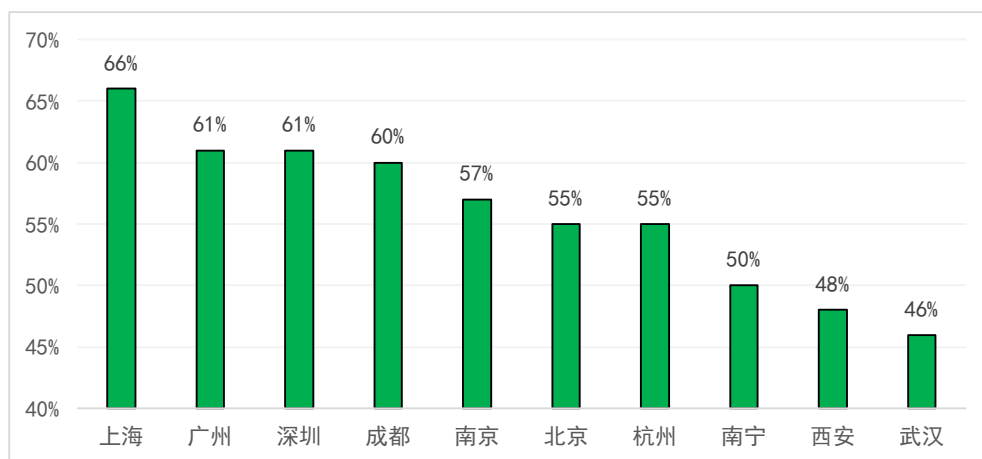
数据来源：中国城市轨道交通协会发布的《城市轨道交通 2021 年度统计和分析报告》

(3) “双碳”背景下，轨道交通引领城市绿色出行

轨道交通作为大容量公共交通基础设施，是城市引导承载绿色低碳出行的骨干交通方式，是城市交通领域实现“双碳”目标的重要举措。

2021 年，城市轨道交通客运量占公共交通客运量的平均分担率（以下简称轨道交通公交分担率）为 43.4%。

其中上海以轨道交通公交分担率 66% 位居第一，广州、深圳、成都、南京、北京、杭州、南宁等 7 个城市轨道交通公交分担率均在 50% 以上。



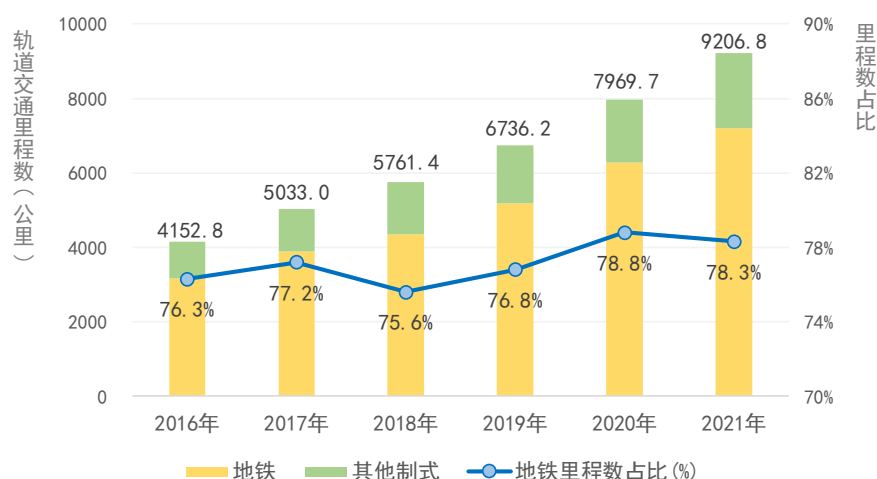
2021 年中国城市轨道交通公交分担率 TOP10 城市

随着线网规划建设的推进，轨道交通在城市公共交通领域的作用日益突出，成为构建城市绿色出行体系，推动城市高质量发展的重要途径之一。

(4) 以地铁为主导，多制式协同发展

中国城市轨道交通制式类型以地铁为主。2021 年地铁运营线路长度占轨道交通运营线路总长度 78.3%；其他制式轨道交通占比 21.7%，包括轻轨、跨座式单轨、市域快轨、有轨电车、磁悬浮交通、自导向轨道系统、电子导向胶轮系统和导轨式胶轮系统。

地铁作为城市轨道交通的主要制式，极大地推动了城市地下空间开发利用。



2016-2021 年轨道交通里程数变化及地铁里程占比

数据来源：中国城市轨道交通协会发布的《城市轨道交通 2021 年度统计和分析报告》

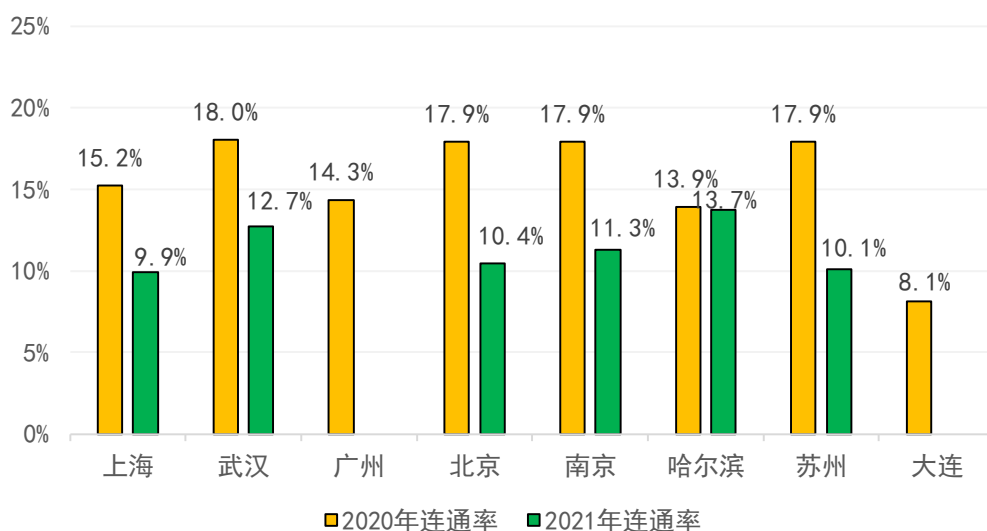
(5) 地下轨道站微空间发展

本书提出的地下轨道站微空间,以地下轨道交通站点及周边地下空间综合利用为切入点,来分析和研究国内轨道交通站点辐射半径范围内(500 米)地下空间开发的特征与趋势,并提出地下轨道站连通率(以下简称连通率)作为衡量地下轨道站微空间综合化开发的重要指标之一。

连通率是指地下轨道站址边界线外扩 500 米范围内,与站点直接或者间接连通的地块数量占范围内地块总数量的比例(超过 1/2 用地面积位于地下轨道站址边界线外扩 500 米范围内的地块计算在内)。

2021 年新增 46 处地下轨道站微空间,与新增轨道交通运营里程相关,主要分布在北京、上海、武汉、哈尔滨等城市,其中北京以新增 6 处地下轨道微空间居首。

新增城市轨道交通运营里程前 10 位的城市中,除嘉兴、芜湖为新开通轨道交通城市外,其他城市地下轨道站平均连通率有所下降,其中广州、大连未新增地下轨道站微空间。



2021 年部分新增轨道交通城市的平均连通率变化

由于上海、北京、广州、武汉等城市在同城化发展过程当中,城市轨道交通线网逐渐向市郊区延伸,如北京的昌平线、S1 线、首都机场线,上海地铁 15 号线等。受区位、客流规模、周边设施配套等因素影响,连通需求相对较低。

由此可见,在城市轨道交通网络化发展过程中,市郊区地下轨道站微空间受区位、客流规模等因素影响,对周边物业的带动能力相对较弱,潜力尚待进一步发掘。

3 地下空间规划服务市场

范围界定：地下空间规划服务市场项目类型涵盖地下空间（人防）专项、详细规划、专题研究、发展规划等。

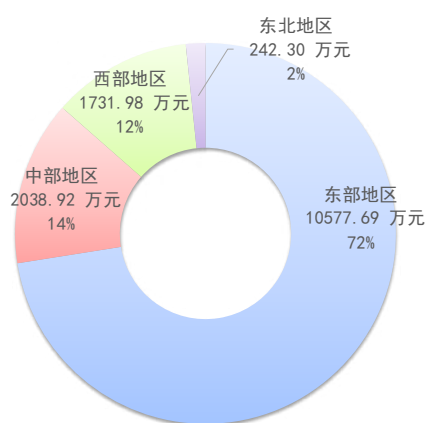
数据来源：中国政府采购网及各级政府公共资源交易中心官网

2021 年是“十四五”规划的开局之年，因国家宏观经济政策调整、机构改革、新冠疫情等共同影响下，地下空间规划服务市场需求同比略有下降。全年共 153 家供应商服务 138 项地下空间规划类公开招标项目，实际市场需求规模 1.46 亿元，同比下降 26%。

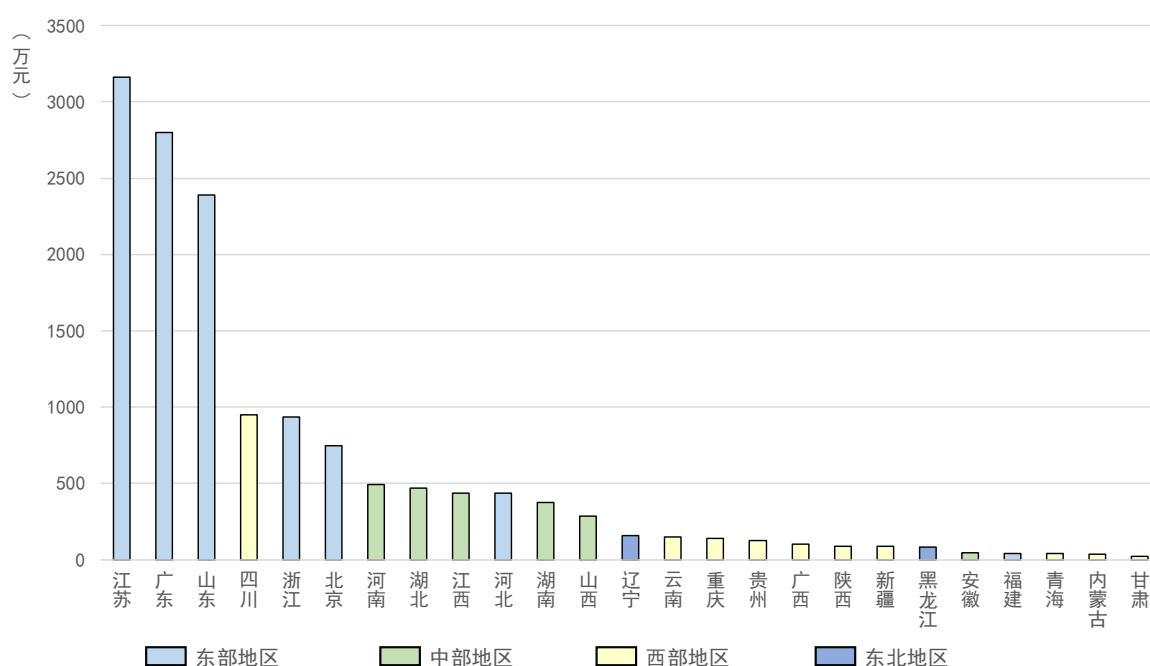
(1) 东西地区市场差距进一步拉大

根据 2021 年地下空间规划服务市场规模统计，东部地区占比 72%，远远超过西部地区 12% 的市场规模。

以项目所在地统计，地下空间规划服务市场需求产值规模超过 500 万元的由高到低依次为江苏、广东、山东、四川、浙江、北京，以上六个省区市项目总产值需求规模约 1.1 亿元，约占中



全国地下空间规划编制市场需求规模的 75%；300（含）～500 万元的由高到低依次为河南、湖北、江西、河北、湖南，100（含）～300 万元的由高到低依次为山西、辽宁、云南、重庆、贵州，100 万元以下的由高到低依次为广西、陕西、新疆、黑龙江、安徽、福建、青海、内蒙古、甘肃。

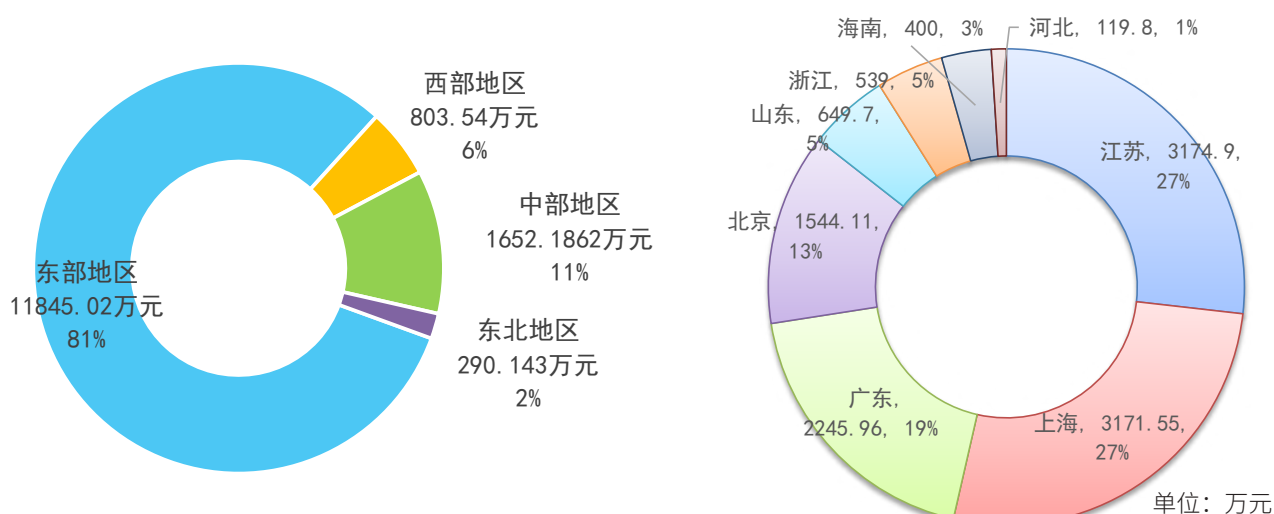


2021 年地下空间规划服务市场规模分布

(2) 东部地区供应商优势突出

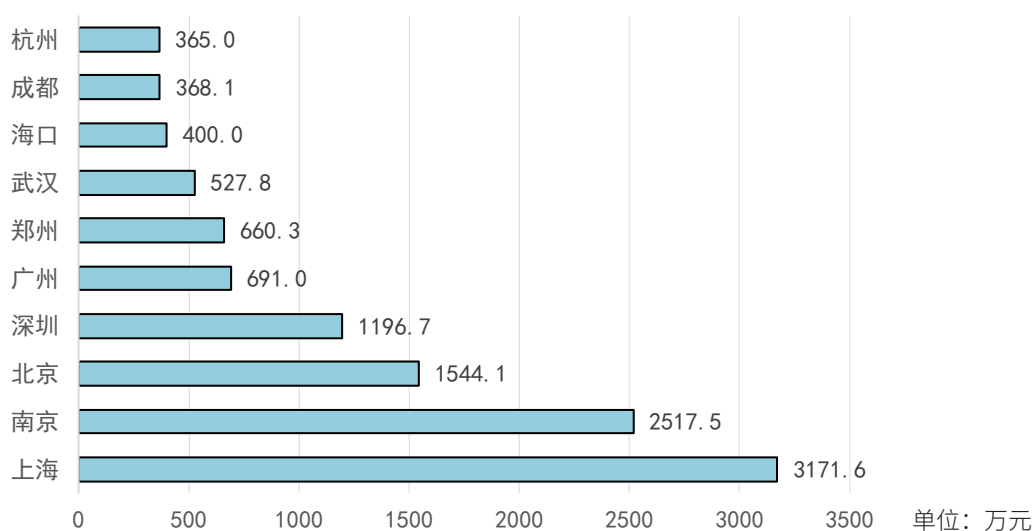
2021 年地下空间规划服务市场的供应商主要分布在 38 座城市，同比下降 12%。东部地区仍然是地下空间规划服务市场中供应商最集中的区域，其 2021 年市场规模占全年市场总规模的 81%，与 2020 年市场规模占比几乎持平，主要由于东部地区供应商技术力量更雄厚、专业配置水平更高、综合实力更强。

以项目供应商所在城市的市场规模统计，2021 年地下空间规划服务市场供应商所在城市的市场规模前 10 名依次为上海、南京、北京、深圳、广州、郑州、武汉、海口、成都、杭州。



2021 年分区域地下空间规划服务市场供应商所占市场规模分析图

2021 年东部地区地下空间规划服务市场服务供应商所在地市场规模分析图



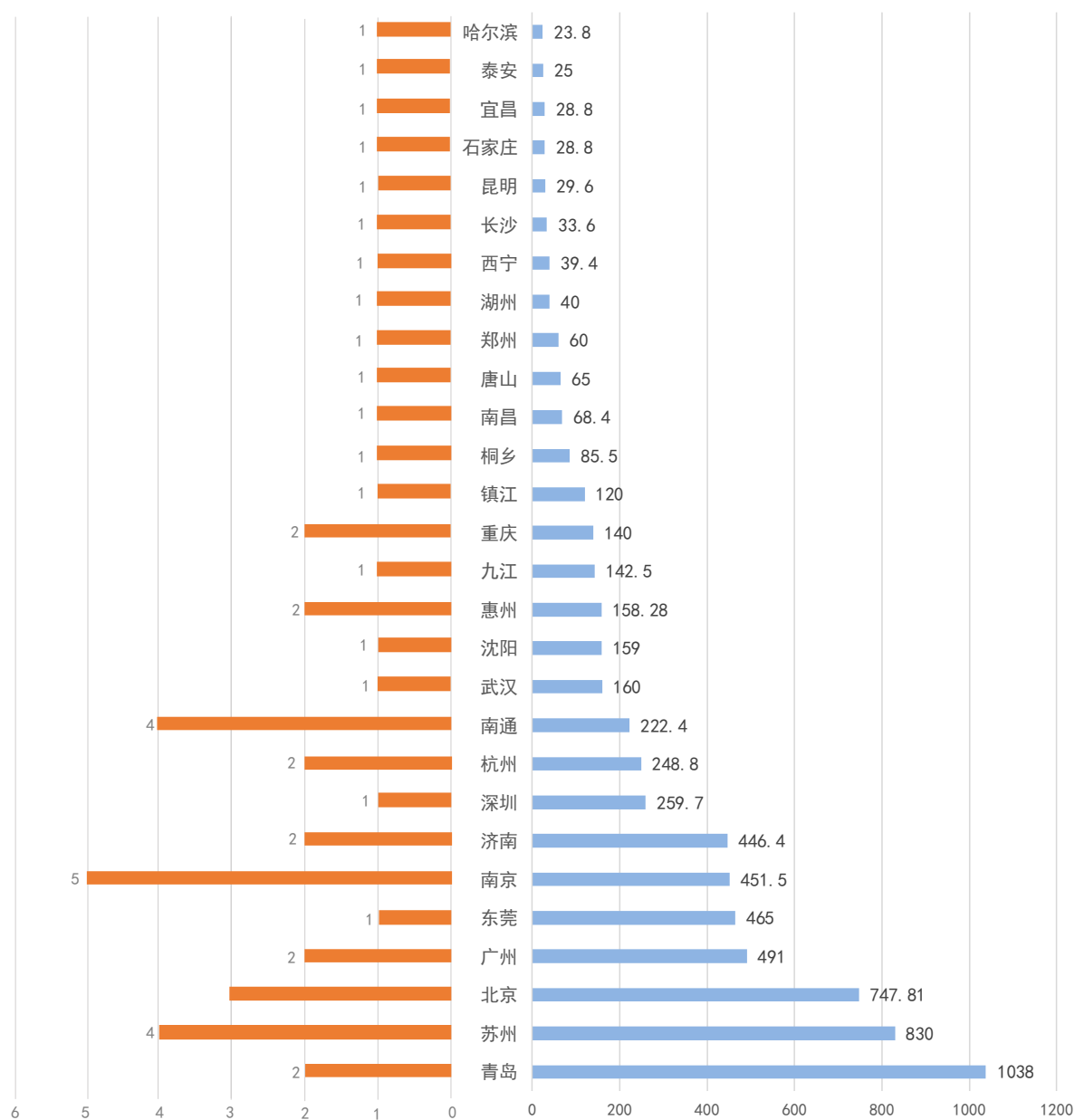
2021 年地下空间规划服务市场服务供应商所在城市的市场规模排名

(3) 本地供应商优势显著

2021 年，本地供应商承揽本地项目数量占比 34%，市场规模占比约 46%。因疫情防控原因，外地供应商错失赶赴本地提供服务的机会，2021 年度本地供应商地缘优势尤为突出。

按照中标额分析，青岛市供应商占本地市场规模最高，年度市场规模超过 1000 万元，其次为苏州市、北京市，市场规模超过 700 万元。

按照项目数量分析，南京市供应商占本地市场项目数量最高，项目数量 5 个，其次为苏州、南通，项目数量 4 个。



2021年本地编制单位承揽本地项目数量（项） 2021年本地编制单位承揽本地项目市场份额（万元）

2021 年编制单位承揽本地地下空间规划项目市场规模和数量统计

伍

科研与交流

1 科研支撑

(1) 自然科学基金总量下滑

2021 年国家自然科学基金委员会批准资助有关地下空间的国家自然科学基金资助项目（以下简称科研基金项目）共 44 个，同比减少 30.16%，资助总金额 1948 万元，同比减少 74.08%。获批资助科研基金项目的单项金额较低，最高单项金额仅 64 万元。

(2) 学科渗透显现重点方向

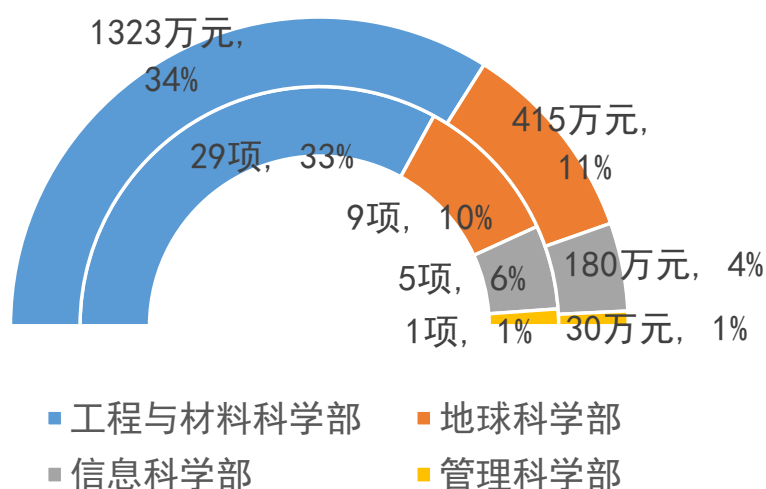
工程与材料科学部的科研基金项目 29 个，获批资助金额共计 1323 万元；

地球科学部的科研基金项目 9 个，获批资助金额共计 415 万元；

信息科学部的科研基金项目 5 个，获批资助金额共计 180 万元；

管理科学部的科研基金项目 1 个，获批资助金额 30 万元。

通过科研基金项目内容的词频统计分析，在所属地球科学部和工程与材料科学部的科研基金项目中，映射基础研究、技术开发、工艺和设备设计等研究方向的词频数据较高；在所属信息科学部和管理科学部的科研基金项目中，映射通信技术、智能管理等研究方向的词频数据较高。

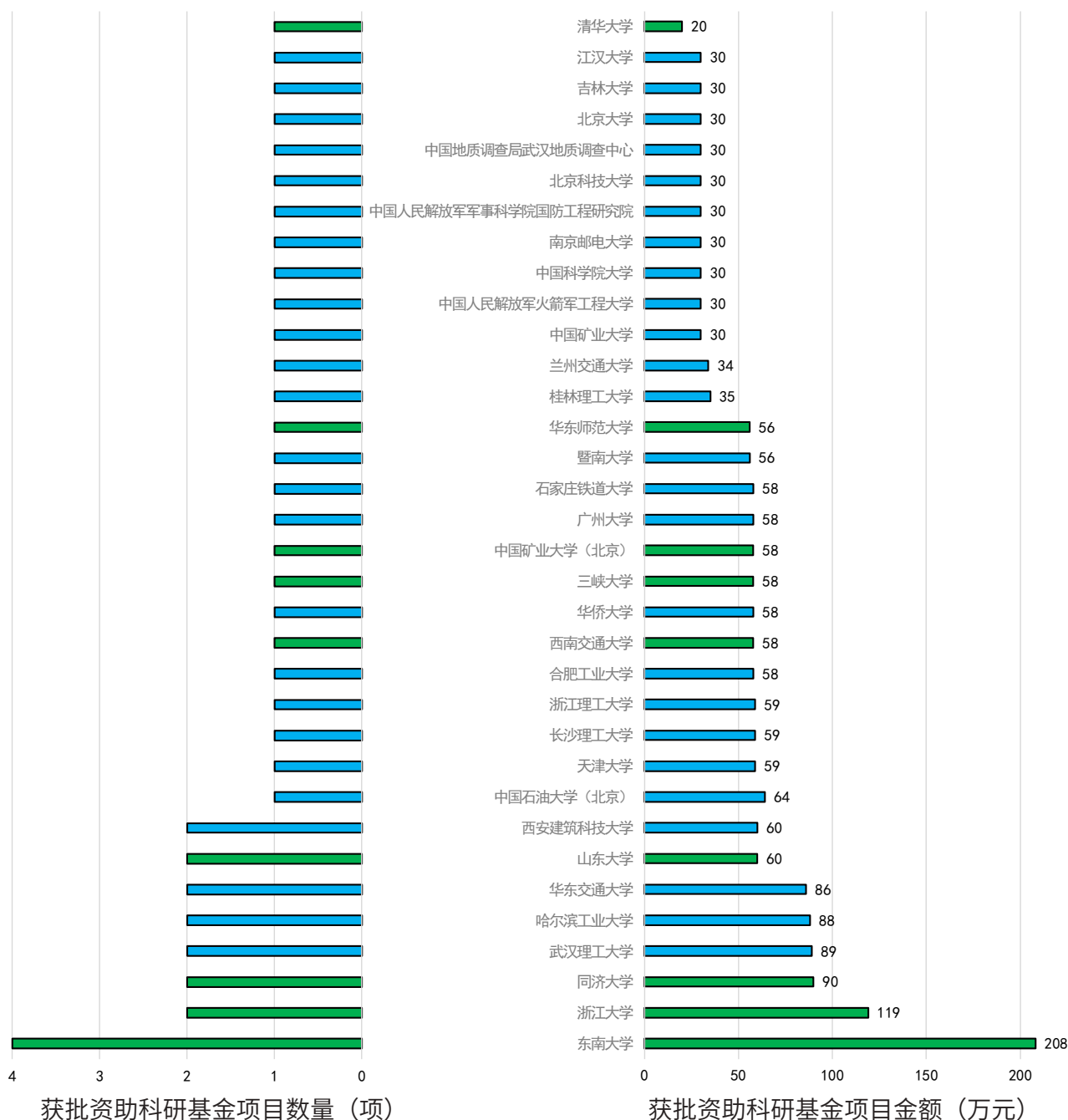


2021 年各学科的科研基金项目数量及或获批资助金额占比

(3) “城市地下空间工程”专业初露锋芒

2021 年科研基金项目所依托的 43 所高等院校中，设有“城市地下空间工程”专业的高等院校共 9 所，占高校数量的 21%；9 所高等院校共获批科研基金项目 15 个，占科研基金项目总数量的 34%。

“城市地下空间工程”专业科研人才集聚效应初具成效，未来将成为地下空间科研项目的中坚力量。



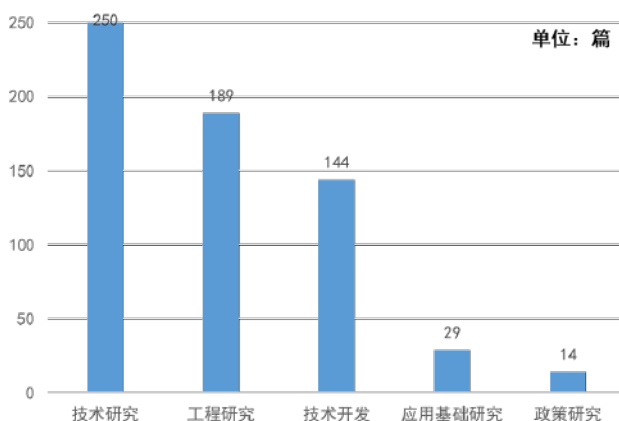
2021 年获批科研基金项目的高等院校及其中开设城市地下空间工程专业情况

注：图中标绿为开设“城市地下空间工程”专业的高等院校

2 科研成果

(1) “地下空间” 综合成果以技术与工程研究为主

在中国知网收录的 2021 年度期刊文献中，搜索关键词“地下空间”相关文献的研究主题主要涉及城市地下空间开发、地下空间资源、地下工程、综合管廊、地铁、TOD、策略研究等，涵盖了技术研究、工程研究、技术开发、应用基础研究、政策研究、学科教育教学、开发研究、应用研究、工程与项目管理、管理研究等研究层次。



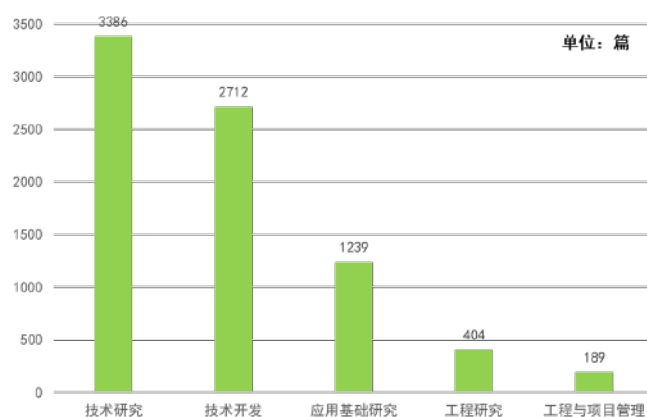
“地下空间” 学术论文研究层次 TOP5

(2) 地下功能设施成果以开发和应用为引领

依据《城市地下空间利用基本术语标准 (JTJ/T335-2014)》，城市地下空间设施包括地下交通设施、地下市政公用设施、地下公共服务设施等七大类。《2021 年中国城市地下空间蓝皮书》指出，2011 年以来，地下空间学术研究重点是地下交通设施、地下市政公用设施，而地铁隧道、综合管廊则分别是二者的热点，也是从业人员关注重点，同时作为政府投资的公共项目，社会关注度较高。

1) 地铁隧道

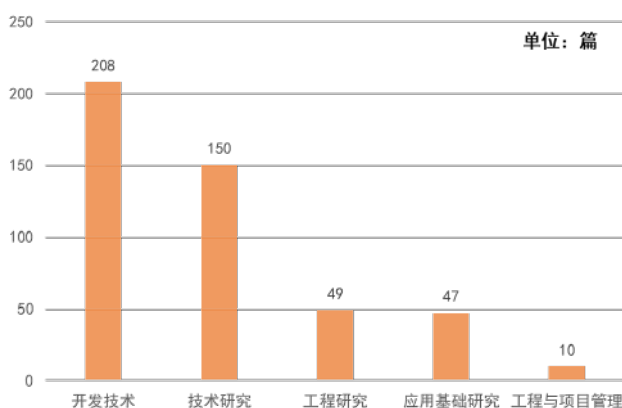
通过对中国知网收录的地下空间期刊文献中搜索关键词“地铁隧道”，以及检索结果的研究主题和研究层次的词频统计发现，相关文献主要涉及盾构、地铁站、施工技术、数值模拟、地表沉降、基坑开挖等研究主题，涵盖了技术研究、技术开发、应用基础研究、工程研究、工程与项目管理、行业技术发展、基础研究等研究层次。



“地铁隧道” 学术论文研究层次 TOP5

2) 综合管廊

通过对中国知网收录的地下空间期刊文献中搜索关键词“综合管廊”，以及检索结果的研究主题和研究层次的词频统计发现，相关文献主要涉及综合管廊技术、BIM 技术、PPP 项目、预制装配、施工技术、深基坑、数值模拟等研究主题，涵盖了开发技术、技术研究、工程研究、应用基础研究、工程与项目管理、政策研究、行业技术发展、开发管理等研究层次。



“综合管廊” 学术论文研究层次 TOP5

3 学术交流

2021 年,“地下空间”领域的学术交流会议共举办了 33 场,其中以 TOD 一体化、信息化技术、城市三维地质信息平台建设、精细化开发、盾构技术、韧性城市、城市安全等为主题和议题的会议频次较高;会议地点最热门的城市为上海市。

2021 年“地下空间”学术会议一览表

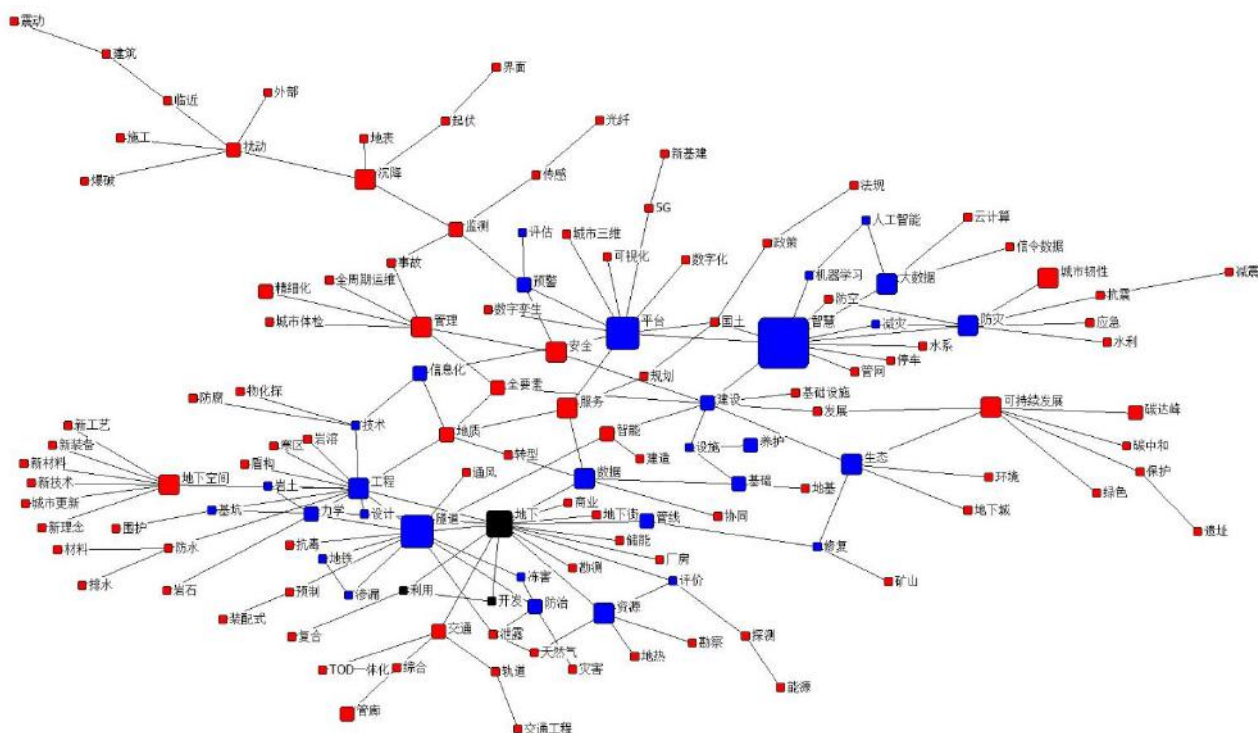
月份	名称	主办单位	地点
1 月	隧道与地下工程新技术创新团队学术交流暨 2021-2021 年学术周	西安建筑科技大学隧道与地下工程新技术创新团队	线上
3 月	2021 第八届中国(上海)地下空间开发大会 IFUS	同济大学土木工程学院、深圳大学、国际地下空间联合研究中心(ACUUS)、中国土木工程学会市政工程分会	上海
4 月	2021 中国(上海)国际隧道工程研讨会	中国土木工程学会市政工程分会、中国土木工程学会隧道及地下工程分会、中国岩石力学与工程学会隧道掘进机工程应用分会、上海市土木工程学会	上海
5 月	全域地球物理探测与智能感知学术研讨会	中国地球物理学会地球物理技术委员会、中国地质大学(武汉)、中国科学院地质与地球物理研究所、吉林大学仪器科学与电气工程学院、中南大学、成都理工大学、中国科学院空天信息创新研究院、中国地质大学(北京)、湖南致力工程科技有限公司、中国地球物理学会信息技术专业委员会、中国地球物理学会工程地球物理专业委员会	武汉
6 月	“一带一路”岩土、能源和环境在线研讨会	中国岩石力学与工程学会地质与岩土工程智能监测分会、国际环境岩土工程学会(ISEG)、国际土力学与岩土工程学会(ISSMGE) TC305 技术委员会	线上
	2021 地下空间科技论坛-城市更新与地下空间暨“中国土木工程学会隧道及地下工程分会地下空间科技论坛年会”	中国土木工程学会隧道及地下工程分会	上海
	2021 上海国际城市地下综合管廊展暨上海国际地下空间展览会	中国市政工程协会	上海
	第十二届管道工程与非开挖技术国际研讨会	中山大学、重庆大学、中国地质大学(武汉)、郑州大学、同济大学、坝道工程医院、中建三局基础设施建设投资有限公司、南方工程检测修复技术研究院	重庆
	2021 工程结构渗漏防治技术研讨会	同济大学土木工程学院建筑工程系	上海
	中国地质学会 2021 年学术年会	中国地质学会	海南
7 月	2021 年城市地下空间可持续利用学术研讨会	陕西省地质调查院、中国地质调查局西安地质调查中心、西安理工大学、西安市勘察测绘院、中石油煤层气有限责任公司、中国矿业大学	西安
	2021 粤港澳大湾区地铁产业大会	深圳市地铁集团有限公司、深圳市城市轨道交通协会、深圳市土木建筑学会	深圳
8 月	城市地下空间防灾研讨会	中国岩石力学与工程学会、中国城市规划学会与中国建筑学会	线上
9 月	2021 建筑与地下工程抗浮技术研讨会	河南省土木建筑学会土力学与岩土工程分会、中国建筑学会地基基础分会、黄淮学院	驻马店
	第六届地下空间学术研讨会暨中国建筑学会地下空间学术委员会年会	中国建筑学会地下空间学术委员会、重庆交通大学	重庆
	第十一届亚洲岩石力学大会(ARMS11)	国际岩石力学与岩石工程学会(ISRM)	北京
	第 16 届全国青年岩石力学与工程学术大会	中国岩石力学与工程学会青年工作委员会	南京
10 月	2021 中国站城融合发展规划与建筑工程设计国际研讨会	北京中外友联建筑文化交流中心	深圳
	第三届地下空间开发和岩土工程新技术发展论坛	中国建筑学会工程勘察分会、中国建筑学会地下空间学术委员会、武汉土木建筑学会、武汉岩土工程学会、中南建筑设计院股份有限公司、岩土网	武汉
	第三届广东省地球科学与工程学术大会	广东省地质学会、广东省地球物理学会、广东省岩石力学与工程学会、广东省矿物岩石地球化学学会、广东省石油学会、广东省地理学会、广东海洋学会、广东省地震学会、广东海洋湖沼学会、广东省地质灾害防治协会、广州市地质协会	广州
	第三届江苏省地下空间学术大会	江苏省地下空间学会	无锡
	2021 年全国工程地质学术年会	中国地质学会	青岛
	中国测绘学会 2021 学术年会分论坛十七:数字地下空间与精准位置论坛	中国测绘学会	青岛
	中国地球物理学会工程地球物理专业委员会 2021 年学术年会	中国地球物理学会工程地球物理专业委员会	宜昌

月份	名称	主办单位	地点
11 月	2021 渤海科技论坛——黄河三角洲岩土与地下工程技术发展学术研讨会	滨州市科学技术协会、滨州学院	滨州
	2021 韧性城市国际研讨会	浙江省科学技术协会、温州市人民政府、中国地质调查局南京地质调查中心、世界青年地球科学家（YES）联盟、中英资源与环境协会（UK-CARE）	温州
	2021 中国（杭州）数字安防生态大会·第十二届中国（杭州）国际社会公共安全产品与技术博览会	浙江省安全技术防范行业协会、杭州市安全技术防范行业协会、杭州市钱江新城投资集团有限公司	杭州
	第七届水利、土木工程国际学术会议暨智慧水利与智能减灾高峰论坛	河海大学	南京
	江苏省“地下工程”研究生学术创新论坛暨国际研讨会	江苏省研究生教育指导委员会	徐州
	中国土木工程学会隧道及地下工程分会防水排水科技论坛第二十届学术交流会	中国土木工程学会隧道及地下工程分会防水排水科技论坛、上海市隧道工程轨道交通设计研究院	长春
12 月	2021 年中南大学应用地球物理研究生学术年会暨第 2 届 SEG 中国中南大学学生分会研讨会	中南大学地球科学与信息物理学院	长沙
	地下空间与基坑工程新技术学术交流研讨会	武汉岩土工程学会	武汉
	山东土木建筑学会地下空间工程专业委员会 2021 年年会	山东土木建筑学会地下空间工程专业委员会、山东土木建筑学会基坑工程专业委员会、山东土木建筑学会标准化工作委员会	济南

4 热点预测

在 2021 年度地下空间科研基金、学术论文、学术会议中，智慧、平台、隧道、大数据、防灾、安全等关键词的频次较高。

结合“十三五”期间高频词变化,预测“十四五”期间,地下空间科研与交流中涉及智慧、防灾、安全等方面的内容将持续成为热点。



关键词高频次语义网络分析图



灾害与事故

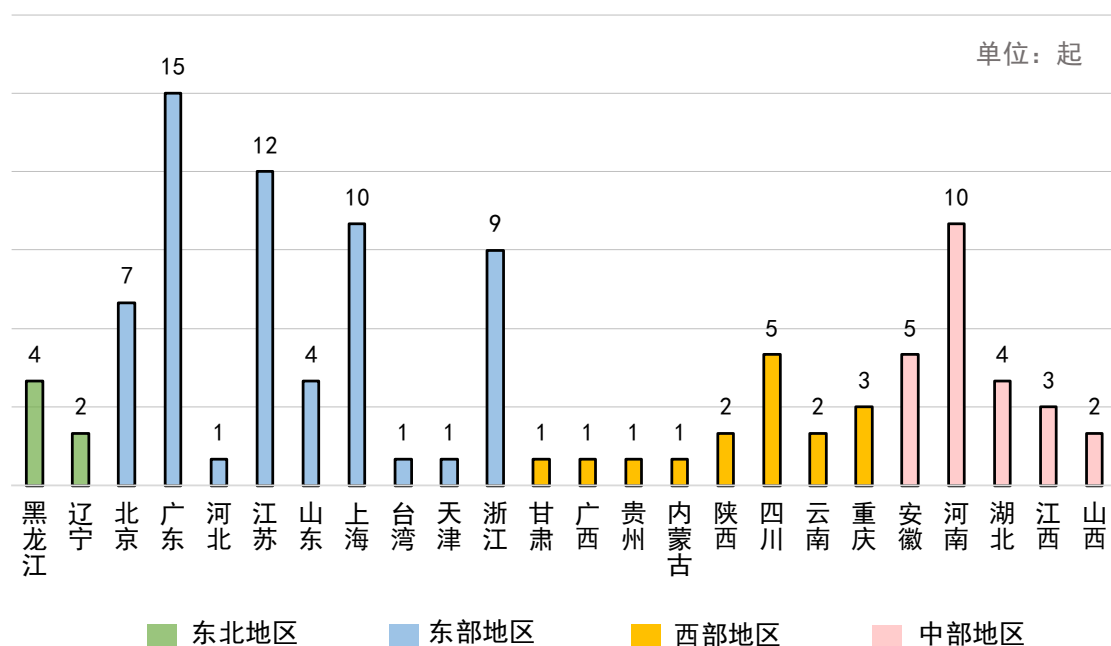
1 地下空间灾害与事故的界定

根据《城市地下空间利用基本术语标准（JGJ/T335-2014）》，城市地下空间指城市规划区内的地下空间，本书主要统计在社会活动聚集的地下场所内（即除地下市政管线、地下市政场站以外的城市地下建筑物、构筑物）发生的灾害与事故。

2 总体概况

根据 2021 年中央媒体、部委网站、公开出版物、中央重点新闻网站以及地方重点报网等报道的数据整理，2021 年地下空间灾害与事故共 106 起，全国有 24 个省级行政区发生地下空间灾害与事故。

其中，广东省、江苏省、上海市、河南省、浙江省等地发生频次较高；57% 的灾害与事故发生在东部地区。

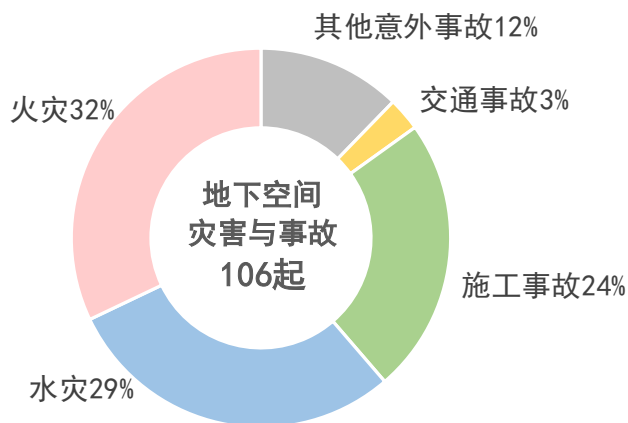


2021 年城市地下空间灾害与事故发生地分布

注：表中将台湾省划入东部地区计算

3 类型分析

2021 年发生地下空间灾害与事故的类型主要为交通事故、施工事故、水灾、火灾以及其他意外事故（地质灾害、中毒和窒息事故、爆炸事故、物体打击事故、触电事故等）。水灾与火灾发生次数较多，分别占比 29%、32%。

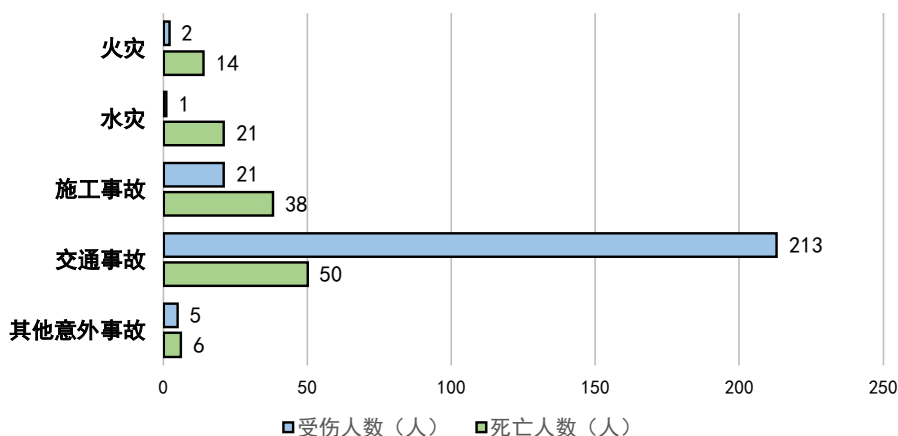


2021 年发生城市地下空间灾害与事故的类型及占比分析图

各类地下空间灾害与事故共造成 129 人死亡，242 人受伤。

2021 年 4 月，台湾省大清水隧道内发生特大交通事故，共造成 49 人死亡，213 人受伤，使得交通事故成为 2021 年地下空间灾害与事故伤亡人数最多的一类。

河南郑州“7·20”特大暴雨灾害导致严重城市内涝，地铁 5 号线与京广路隧道共 20 人遇难。主要是因为 2021 年全国气候暖湿特征明显，涝重于旱，极端天气气候事件多发强发频发^①，使城市地下空间成为重灾区。



2021 年发生城市地下空间灾害与事故的伤亡统计

2021 年地下空间灾害与事故呈现出单次影响较大的特征，给所有城市地下空间建设与运营敲响警钟。未来轨道交通、隧道、地下车库等的建设与运营中，不能仅仅满足功能需求，还应充分融合防灾思想，提高设计标准，确保人民群众生命安全。

^① 中国气象局.《2021 年中国气候公报》. <http://www.ncc-cma.net/channel/news/newsid/100006>, 国家气候中心 [2022-03-01].

关于数据来源、选取以及使用采用的说明

1. 数据收集截止时间

本书中城市经济、社会和城市建设等数据收集截止时间为 2022 年 10 月 31 日。

2. 数据的权威性

本书所收集、采用的城市经济与社会发展等数据，均以城市统计网站、政府网站所公布的城市统计年鉴、城市建设统计年鉴、政府工作报告、统计公报为准。根据数据发布机构的权威性，按统计年鉴—城市建设统计年鉴—政府工作报告—统计公报—统计局统计数据的次序进行收集采用。

3. 数据的准确性

原则上以该报告年度统计年鉴的数据为基础数据，但由于中国城市统计数据对外公布的时间有较大差异，因此，以时间为标准，按本年度年鉴—本年政府工作报告—本年统计公报—上一年度年鉴—上一年度政府工作报告—上一年度统计公报—统计局信息数据—平面媒体或各级官方网站的次序进行采用。

本书部分数据合计数或相对数由于单位取舍不同产生的计算误差均未作机械调整；凡与本书有出入的蓝皮书历史数据，均以本书为准。

4. 专章的数据来源

城市地下空间政策法规文件、灾害与事故数据统计来源如下：

(1) 中央级媒体、部委网站、刊物；

(2) 16 家中央重点新闻网站，人民网、新华网、中国网、国际在线、中国日报网、央视网、中国青年网、中国经济网、中国台湾网、中国西藏网、央广网、光明网、中国军网、中国新闻网、人民政协网、法制网；

(3) 地方政府网站、新闻网站、党报以及晚报、都市报等，具体地方重点报网名录详见中国经济网（<http://district.ce.cn/zt/friend-link/index.shtml>）。

地下空间期刊文献统计来源如下：核心期刊、中文社会科学引文索引（Chinese Social Sciences Citation Index, CSSCI）、中国科学引文数据库（Chinese Science Citation Database, CSCD）。

5. 多源数据的使用

因城市统计数据公布时间不一，本书的本年度部分深度数据缺失，而采用前一年度数据，或利用之前年度数据进行折算时，予以注明，并说明采用或计算的方法。

主要指标解释

1. 建成区地下空间开发强度

为建成区地下空间开发建筑面积与建成区面积之比，是衡量地下空间资源利用有序化和内涵式发展的重要指标，开发强度越高，土地利用经济效益就越高。

建成区地下空间开发强度 = 建成区地下空间开发建筑面积 / 建成区面积

2. 人均地下空间规模

城市或地区地下空间建筑面积的人均拥有量是衡量城市地下空间建设水平的重要指标。

人均地下空间规模 = 市区地下空间总规模 / 市区常住人口

3. 地下空间社会主导化率

为城市普通地下空间（扣除人防工程规模）规模占地下空间总规模的比例，是衡量城市地下空间开发的社会主导或政策主导特性的指标。

地下空间社会主导化率 = 普通地下空间规模 / 地下空间总规模

4. 停车地下化率

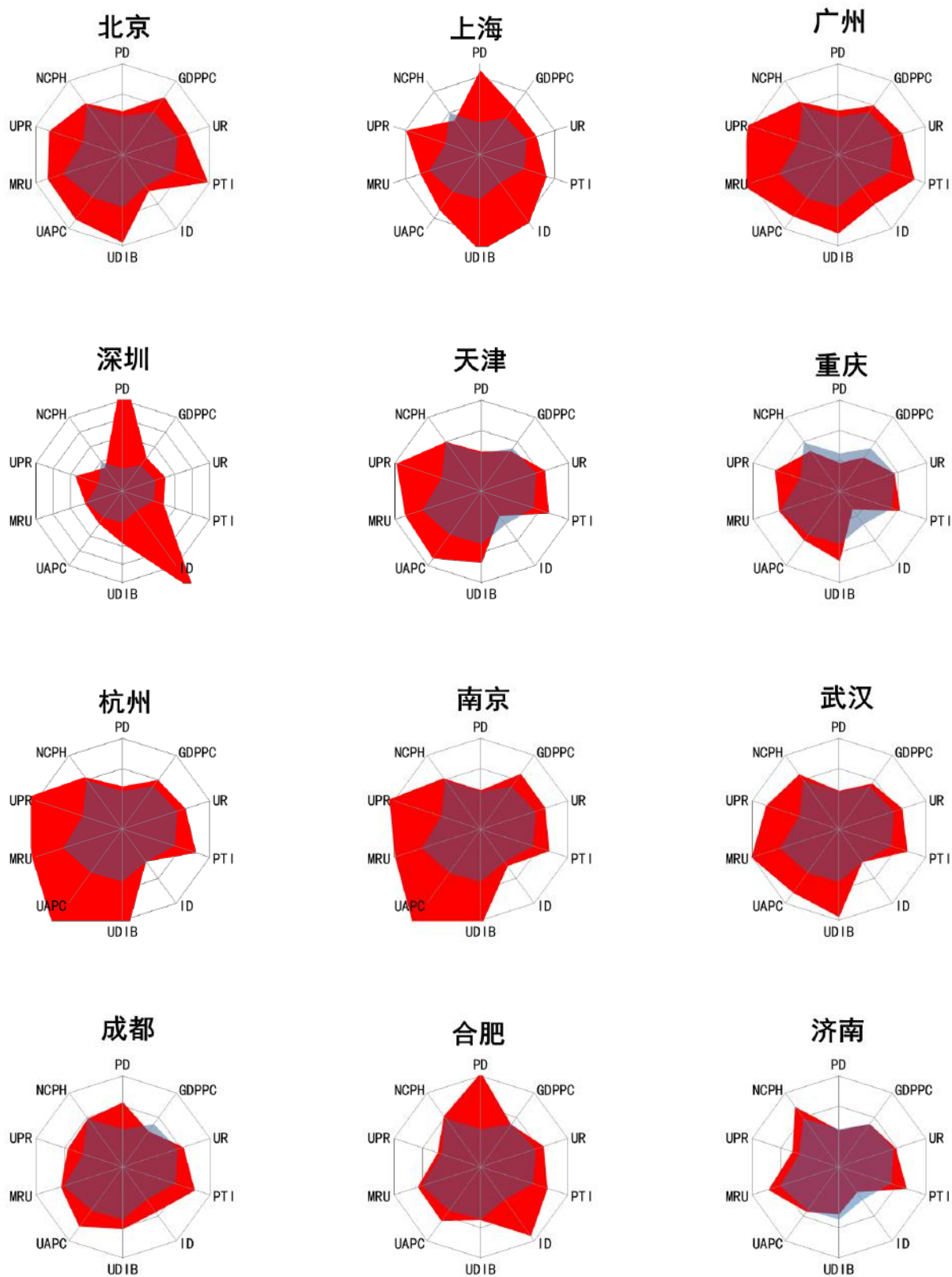
为城市（城区）地下停车泊位占城市实际总停车泊位的比例，是衡量城市地下空间功能结构、基础设施合理配置的重要指标。

停车地下化率 = 地下停车泊位 / 城市实际总停车泊位

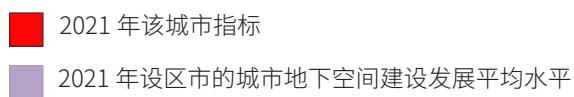
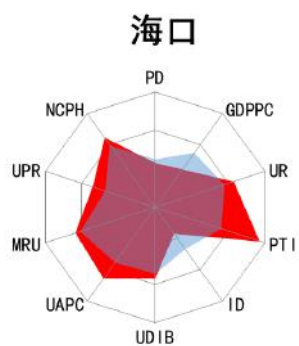
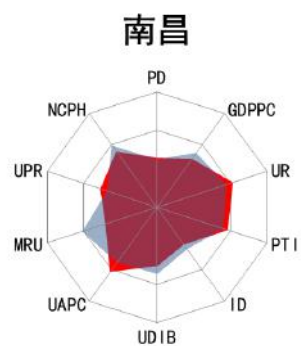
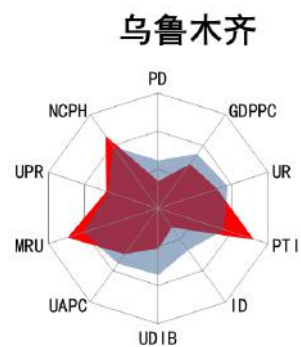
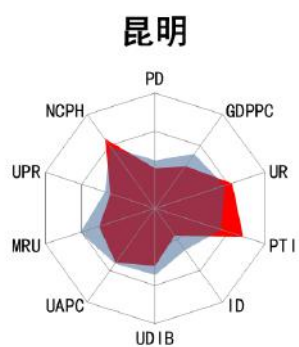
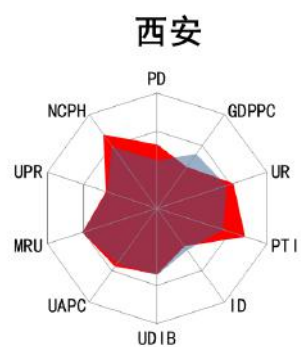
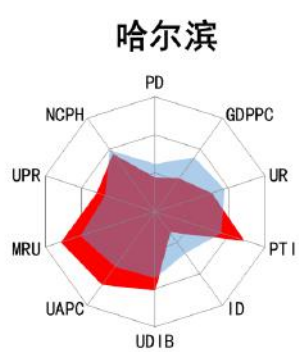
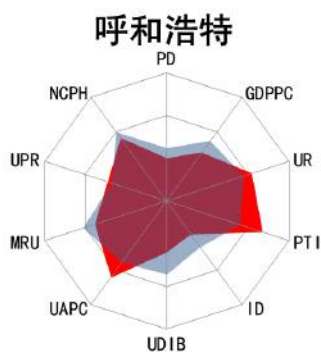
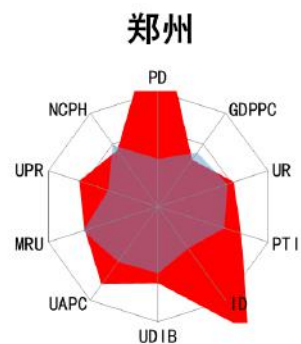
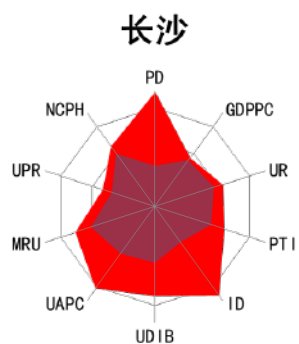
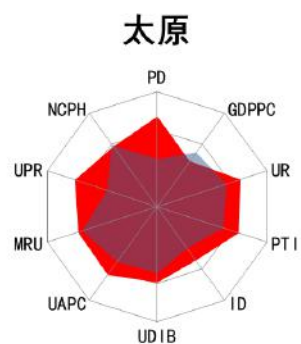
5. 地下轨道站微空间

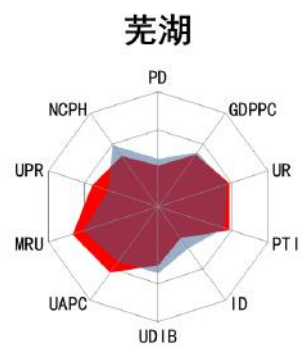
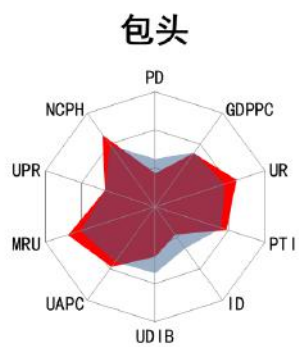
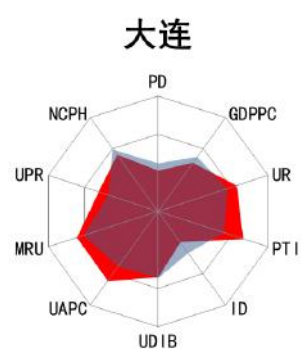
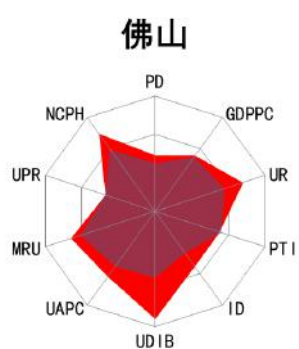
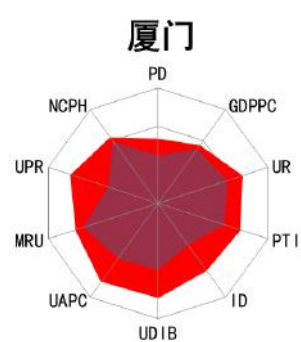
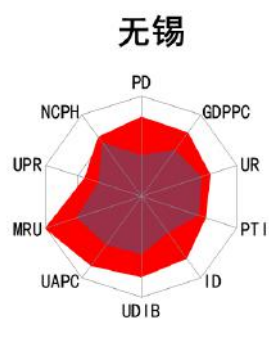
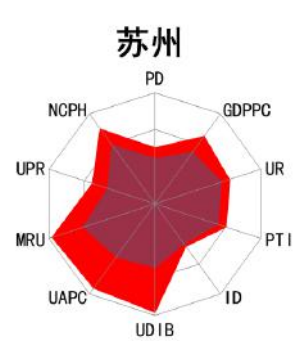
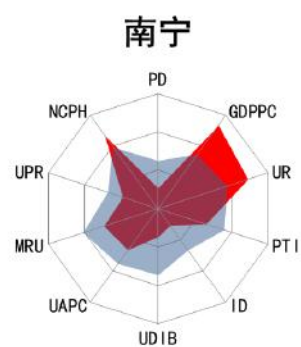
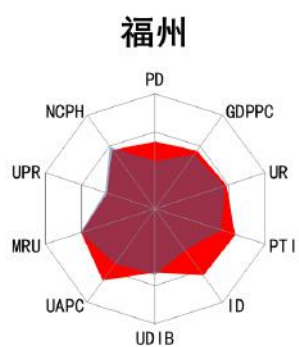
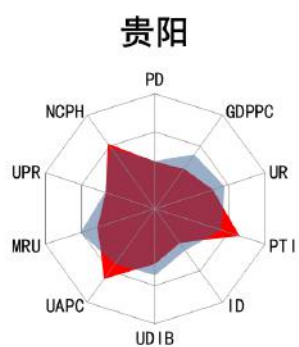
轨道交通（不包括有轨电车、电子导向胶轮系统）站点辐射半径范围内（500 米）地下空间。

附录：2021 年部分城市地下空间建设评价指标展示



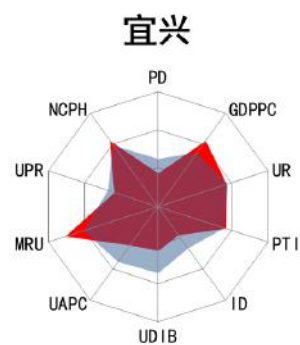
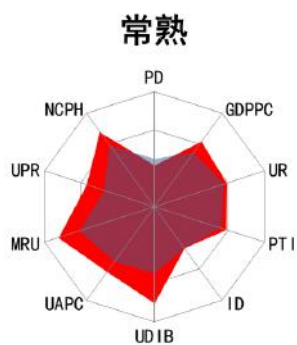
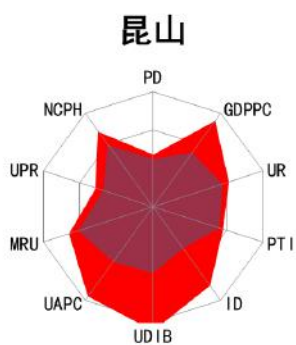
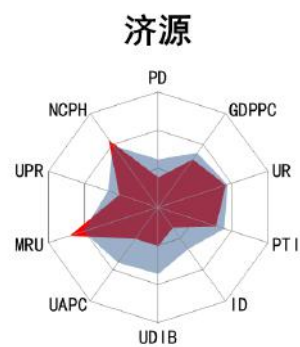
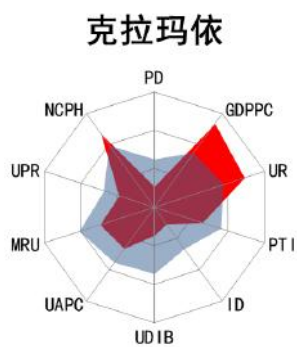
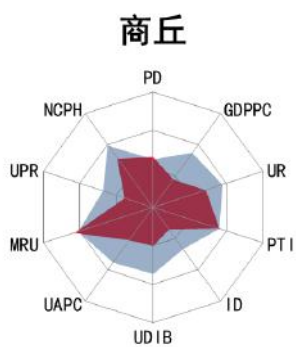
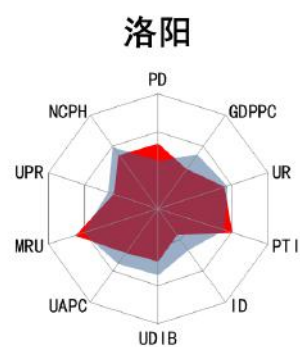
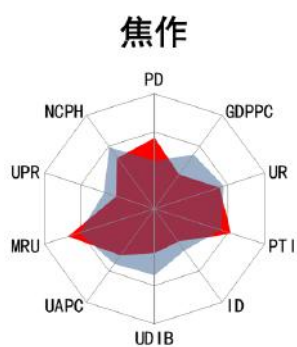
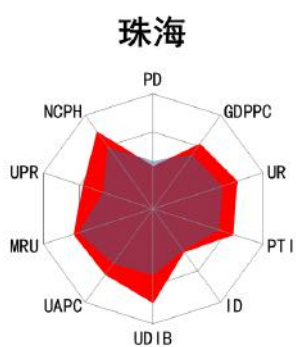
■ 2021 年该城市指标
 ■ 2021 年设区市的地下空间建设发展平均水平





■ 2021 年该城市指标

■ 2021 年设区市的地下空间建设发展平均水平



■ 2021 年该城市指标

■ 2021 年设区市的城市地下空间建设发展平均水平

- **PD：人口密度**
- **GDPPC：人均 GDP**
- **UR：城镇化率**
- **PTI：第三产业比重**
- **ID：产业密度**
- **NCPH：小汽车千人保有量**
- **UDIB：建成区地下开发强度**

建成区地下空间开发强度 = 建成区地下空间
开发建筑面积 / 建成区面积

- **UAPC：人均地下空间规模**

人均地下空间规模 = 市区地下空间总规模 /
市区常住人口

- **MRU：地下空间社会主导化率**

地下空间社会主导化率 = 普通地下空间规模
/ 地下空间总规模

- **UPR：停车地下化率**

停车地下化率 = 地下停车泊位 / 城市实际总
停车泊位

2021 年中国城市地下空间发展大事记

6 月 17 日

中国大陆第三条公路海底隧道——厦门第二西通道（厦门海沧隧道）试通车。^①该工程破解了大断面富水地层及浅埋暗挖的施工难题，创立了一套城市复杂条件下地下工程建设的新技术，代表了我国海底隧道与城市隧道施工技术的最高水平。^②

7 月 14 日

中国最大直径土压平衡盾构机“锦绣号”下线。该装备是中国迄今研制出的具有完全自主知识产权的土压平衡盾构机，直径达 12.79 米，长 135 米，总重量约 3000 吨，装机功率 7500 千瓦^③，由中铁十四局集团和中国铁建重工集团联合打造，将参与成都至自贡高铁锦绣隧道施工。

7 月 18 日

中国研制的最小直径泥水平衡盾构机“奎河力行号”顺利始发。该盾构机开挖直径 2.77 米，整机长度约 100 米，总重量约 140 吨，适应徐州市奎河综合整治工程复合地层掘进以及 60 米半径的转弯施工需求。^④



国产最小直径泥水平衡盾构机“奎河力行号”

图片来源：国产最小直径泥水平衡盾构机始发 . <http://www.sasac.gov.cn/n2588025/n2588124/c19813106/content.html> [2021-07-22].

① 中国大陆第三条公路海底隧道试通车 [EB/OL]. <http://www.sasac.gov.cn/n2588025/n2588124/c19187586/content.html>, 国务院国有资产监督管理委员会 [2021-06-21].

② 跨海大通道推动城市格局嬗变 海沧隧道使厦门迈入“四桥两隧”时代 [EB/OL]. https://www.haicang.gov.cn/xx/ywdt/hcyw/jrhc/202209/t20220901_863757.htm, 厦门市海沧区人民政府 [2022-09-01].

③ 矫阳. “锦绣号”盾构机下线 体积约是“胖五”的 15 倍 [N]. 科技日报 05 版, [2021-07-14].

④ 王莉. 国产最小直径泥水平衡盾构机始发 [EB/OL]. <http://www.sasac.gov.cn/n2588025/n2588124/c19813106/content.html>, 国务院国有资产监督管理委员会 [2021-07-22].

9月23日



位于山东肥城的国际首个盐穴先进压缩空气储能电站正式进入商业运行状态。该项目一期10兆瓦示范电站顺利通过发电并网验收，并正式并网发电，成为中国盐穴压缩空气储能领域的重要里程碑，推动了压缩空气储能技术迈向新台阶。^①

9月29日



西部地区第一部直接针对地下空间开发利用的地方性法规颁布。《贵阳市地下空间开发利用条例》是继天津、上海、长春、青岛之后的第五部直接针对地下空间开发利用的地方性法规。

12月26日



中国工程院战略咨询中心、中国岩石力学与工程学会地下空间分会以及中国城市规划学会联合发布了《2021 中国城市地下空间发展蓝皮书》。^②

① 山东肥城国际首套盐穴先进压缩空气储能国家示范电站正式并网发电 [EB/OL]. <https://cn.chinadaily.com.cn/a/202109/24/WS614d6feba3107be4979ef619.html>, 中国日报 [2021-09-24].

② 城市规划. 《2021 中国城市地下空间发展蓝皮书》出炉 [N]. 建筑时报 A08[2022-01-03].

版权信息

本书中原创文字与图片著作权归编者所有，可供个人学习、科研交流，引用或转载应标明出处，不得用于商业性用途。

顾 问： 钱七虎

主 编： 陈志龙 焦 栋

副 主 编： 张智峰 江 媛

撰写组成员： 肖秋凤 常 伟 唐 菲 王海丰

田 野 杨明霞 曹继勇 高金金

曾 娇 李 喆 武丽丽 孙 凯

王若男 席志文 李明霏 丁正全

许和平 廖金军 易 杰