

# 上海市工程建设规范

## 装配整体式混凝土公共建筑设计规程

Code for design of monolithic precast concrete public buildings

DGJ 08-2154-2014

J 12874-2014

主编单位：同济大学

上海市建工设计研究院有限公司

上海市城市建设设计研究总院

批准部门：上海市城乡建设和管理委员会

施行日期：2015年3月1日

同济大学出版社

2015 上海

# 装配整体式混凝土公共建筑设计规程

同济大学

上海市建工设计研究院有限公司 主编

上海市城市建设设计研究总院

策划编辑 张平官

责任编辑 朱 勇

责任校对 徐春莲

封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 [www.tongjipress.com.cn](http://www.tongjipress.com.cn)

(地址:上海市四平路1239号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 浦江求真印务有限公司

开 本 889mm×1194mm 1/32

印 张 3.625

字 数 89 000

版 次 2015年2月第1版 2015年2月第1次印刷

全国统一书号 155608·41

定 价 32.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

# 上海市城乡建设和管理委员会文件

沪建管[2014]1092号

---

## 上海市城乡建设和管理委员会 关于批准《装配整体式混凝土公共建筑 设计规程》为上海市工程建设规范的通知

各有关单位：

由同济大学、上海市建工设计研究院有限公司、上海市城市建设设计研究总院主编的《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》，经审核，现批准为上海市工程建设规范，统一编号为DGJ 08—2154—2014，自2015年3月1日起实施。其中第6.1.3条、6.5.1条为强制性条文。

本规范由上海市城乡建设和管理委员会负责管理，同济大学负责解释。

上海市城乡建设和管理委员会  
二〇一四年十二月二十四日



## 前　　言

根据上海市建设和交通委员会沪建交[2013]927号文《2013年上海市工程建设规范和标准编制计划(第三批)》的要求,规程编制组经广泛的调查研究,开展专题研究,认真总结工程实践,参考国内外相关标准和规范,并在广泛征求意见的基础上,制定了本规程。

本规程的主要内容包括:1.总则;2.术语和符号;3.基本规定;4.材料;5.建筑设计;6.结构设计基本要求;7.框架结构设计;8.剪力墙结构设计;9.预制外挂墙设计。

本规程中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。强制性条文包括关于结构抗震等级的第6.1.3条和关于接缝受剪承载力计算的第6.5.1条。

各单位在执行本规程时,请注意总结经验和积累资料,并将相关意见和建议反馈给同济大学土木工程学院建筑工程系《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》编制组(地址:上海市四平路1239号;邮编:200092;E-mail:xuewc@tongji.edu.cn),以供今后修订时参考。

**主 编 单 位:**同济大学

上海市建工设计研究院有限公司

上海市城市建设设计研究总院

**参 编 单 位:**上海市建筑科学研究院(集团)有限公司

中国建筑第八工程局有限公司

上海城建物资有限公司

同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司

上海浦东建筑设计研究院有限公司

上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司  
江苏中南建筑产业集团有限责任公司  
佩克建筑配件(张家港)有限公司

**主要起草人:**薛伟辰 栗 新 彭 敏  
朱邦范 郑振鹏 王 琼 朱永明 胡 翔  
胡 伟 马荣全 曹毅然 李筱宓 陆 平  
董年才 王恒栋 苗冬梅 李 康 施丁平  
江守来 廖显东  
**主要审查人:**沈 恭 吕西林 陈华宁 苏旭霖 周建龙  
田 炜 林家祥 吴 杰

上海市建筑建材业市场管理总站  
2014年12月

## 目 次

1 总 则 .....	1
2 术语和符号 .....	2
2.1 术 语 .....	2
2.2 符 号 .....	4
3 基本规定 .....	7
4 材 料 .....	8
4.1 混凝土、钢筋和钢材 .....	8
4.2 连接材料 .....	9
4.3 保温、防水材料 .....	11
4.4 其他材料 .....	11
5 建筑设计 .....	13
5.1 一般规定 .....	13
5.2 建筑模数 .....	13
5.3 平面、立面设计 .....	14
5.4 预制构配件 .....	14
5.5 室内装修 .....	16
5.6 建筑设备与管线 .....	17
5.7 建筑节能 .....	18
6 结构设计基本要求 .....	20
6.1 一般规定 .....	20
6.2 作用及作用组合 .....	25
6.3 结构分析 .....	25
6.4 预制构件设计 .....	26
6.5 连接设计 .....	27

6.6 楼盖设计 .....	31
7 框架结构设计 .....	32
7.1 一般规定 .....	32
7.2 承载力计算 .....	32
7.3 装配整体式钢筋混凝土框架结构构造设计 .....	35
7.4 装配整体式预应力混凝土框架结构构造设计 .....	42
7.5 装配整体式型钢混凝土框架结构构造设计 .....	44
8 剪力墙结构设计 .....	45
8.1 一般规定 .....	45
8.2 连接设计 .....	46
8.3 装配整体式混凝土剪力墙构造设计 .....	52
8.4 配预应力叠合楼板装配整体式剪力墙构造设计 .....	53
8.5 装配整体式夹心保温剪力墙构造设计 .....	56
9 预制外挂墙设计 .....	58
9.1 一般规定 .....	58
9.2 墙体设计 .....	58
9.3 连接件设计 .....	60
9.4 构造要求 .....	61
本规程用词说明 .....	62
引用标准名录 .....	63
条文说明 .....	65

## Contents

1	General .....	1
2	Terms and symbols .....	2
2.1	Terms .....	2
2.2	Symbols .....	4
3	Basic requirements .....	7
4	Materials .....	8
4.1	Concrete, reinforcing bar and steel .....	8
4.2	Connection materials .....	9
4.3	Insulation and waterproof materials .....	11
4.4	Other materials .....	11
5	Architectural design .....	13
5.1	General requirements .....	13
5.2	Modular of building .....	13
5.3	Plan and elevation design .....	14
5.4	Precast component .....	14
5.5	Internal fitting design .....	16
5.6	Equipment and conduit design .....	17
5.7	Energy efficiency .....	18
6	Structural design .....	20
6.1	General requirements .....	20
6.2	Actions and action combinations .....	25
6.3	Strutural analysis .....	25
6.4	Component design .....	26
6.5	Connection design .....	27

6.6	Slab design .....	31
7	Frame structure design .....	32
7.1	General requirements .....	32
7.2	Capacity calculation .....	32
7.3	Detailing of monolithic precast concrete frame .....	35
7.4	Detailing of monolithic precast prestressed concrete frame .....	42
7.5	Detailing of monolithic precast steel reinforced concrete frame .....	44
8	Shear wall structure design .....	45
8.1	General requirements .....	45
8.2	Connection design .....	46
8.3	Detailing of monolithic precast concrete shear wall .....	52
8.4	Detailing of monolithic precast concrete shear wall with prestressed slab .....	53
8.5	Detailing of monolithic precast concrete sandwich insulation shear wall .....	56
9	Facade panel design .....	58
9.1	General requirements .....	58
9.2	Panel design .....	58
9.3	Connector design .....	60
9.4	Detailing .....	61
	Explanation of wording in this code .....	62
	List of quoted standards .....	63
	Explanation of provisions .....	65

# 1 总 则

**1.0.1** 为在装配整体式混凝土公共建筑设计中贯彻执行节约资源和保护环境的国家技术经济政策,做到安全适用、技术先进、经济合理、保证质量、方便施工,实现公共建筑的绿色设计,制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于上海地区的装配整体式混凝土公共建筑的设计,包括商业、办公、旅馆、学校、医院和养老服务建筑等。

**1.0.3** 装配整体式混凝土公共建筑的设计除应符合本规程外,尚应符合现行国家、行业和上海市相关标准的规定。



## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

#### 2.1.1 预制混凝土构件 precast concrete component

在工厂或现场预先制作的混凝土构件。简称预制构件。

#### 2.1.2 装配整体式混凝土结构 monolithic precast concrete structure

由预制混凝土构件或部件通过各种可靠的方式进行连接并与现场后浇混凝土形成整体的混凝土结构。简称装配整体式结构。

#### 2.1.3 装配整体式混凝土框架结构 monolithic precast concrete frame structure

全部或部分框架梁、柱采用预制构件构建成的混凝土框架结构。简称装配整体式框架结构。

#### 2.1.4 装配整体式预应力混凝土框架结构 monolithic precast prestressed concrete frame structure

全部或部分框架梁采用预应力叠合梁的装配整体式混凝土框架结构。简称装配整体式预应力框架结构。

#### 2.1.5 装配整体式型钢混凝土框架结构 monolithic precast steel reinforced concrete frame structure

全部或部分框架柱和框架梁采用型钢混凝土构件的装配整体式混凝土框架结构。

#### 2.1.6 装配整体式混凝土剪力墙结构 monolithic precast concrete shear wall structure

全部或部分剪力墙采用预制墙板构建成的装配整体式混凝

土结构。简称装配整体式剪力墙结构。

**2.1.7 配预应力叠合楼板装配整体式剪力墙结构 monolithic precast concrete shear wall structure with prestressed slab**

楼板采用预应力叠合板的装配整体式混凝土剪力墙结构。

**2.1.8 装配整体式夹心保温剪力墙结构 monolithic precast concrete sandwich insulation shear wall structure**

由内叶混凝土剪力墙、外叶混凝土墙板、夹心保温层和连接件组成的装配整体式混凝土剪力墙结构。简称装配整体式夹心剪力墙结构。

**2.1.9 预制外挂墙板 precast concrete facade panel**

安装在主体结构上,起围护、装饰作用的非承重预制混凝土外挂墙板。简称外挂墙板。

**2.1.10 预制混凝土夹心保温外挂墙板 precast concrete sandwich facadepanel**

由内、外叶混凝土墙板、夹心保温层和连接件组成的预制混凝土外挂墙板。简称夹心外挂墙板。

**2.1.11 连接件 connector**

用于连接装配整体式夹心剪力墙和夹心外挂墙板中内、外叶混凝土墙板,使内、外叶墙板形成整体的连接器。连接件材料宜采用纤维增强塑料或不锈钢。

**2.1.12 钢筋套筒灌浆连接 rebar splicing by grout-filled coupling sleeve**

在预制混凝土构件内预埋的金属套筒中插入钢筋并灌注水泥基灌浆料而实现的钢筋连接方式。

**2.1.13 金属波纹管浆锚搭接连接 rebar lapping in grout-filled hole formed with metal bellow**

在预制混凝土剪力墙中预埋金属波纹管形成孔道,在孔道中插入需搭接的钢筋,并灌注水泥基灌浆料而实现的钢筋搭接连接方式。

## 2.1.14 预制率 precast rate

装配整体式混凝土建筑室外地坪以上主体结构和围护结构中(不含内隔墙)预制构件部分的材料用量占该建筑材料总用量的百分比。

## 2.2 符号

### 2.2.1 材料性能

$f_c$ ——混凝土轴心抗压强度设计值；

$f_s$ ——型钢抗拉强度设计值；

$f_y, f'_y$ ——普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值。

### 2.2.2 作用、作用效应及承载力

$F_{Ehk}$ ——施加于外墙重心处的水平地震作用标准值；

$G_k$ ——外墙重力荷载标准值；

$N$ ——轴向力设计值；

$N_{p0}$ ——计算截面上混凝土法向预应力等于零时的预加力；

$S$ ——基本组合的效应设计值；

$S_{Eh}$ ——水平地震作用组合的效应设计值；

$S_{Ev}$ ——竖向地震作用组合的效应设计值；

$S_{Gk}$ ——永久荷载的效应标准值；

$S_{wk}$ ——风荷载的效应标准值；

$S_{Ehk}$ ——水平地震作用组合的效应标准值；

$S_{Evk}$ ——竖向地震作用组合的效应标准值；

$\gamma_G$ ——永久荷载分项系数；

$\gamma_w$ ——风荷载分项系数；

$\gamma_{Eh}$ ——水平地震作用分项系数；

$\gamma_{Ev}$ ——竖向地震作用分项系数；

$V$ ——剪力设计值；

$V_{jd}$ ——持久设计状况下接缝剪力设计值；

- $V_{jdE}$ ——地震设计状态下接缝剪力设计值；  
 $V_u$ ——持久设计状况下梁端、柱端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值；  
 $V_{uE}$ ——地震设计状况下梁端、柱端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值；  
 $V_{mua}$ ——被连接构件端部按实配钢筋面积计算的斜截面受剪承载力设计值。

### 2.2.3 几何参数

- $M$ ——基本模数，模数协调中的基本尺寸单位，1M 等于 100mm；  
 $B$ ——建筑平面宽度；  
 $L$ ——建筑平面长度；预制预应力空心板的计算跨度；  
 $b$ ——矩形截面宽度，T 形、I 形截面的腹板宽度；  
 $h$ ——层高；截面高度；  
 $h_0$ ——截面有效高度；  
 $h_w$ ——型钢腹板高度；  
 $l_a$ ——非抗震设计时纵向受拉钢筋的最小锚固长度；  
 $l_{ab}$ ——受拉钢筋的基本锚固长度；  
 $l_{abE}$ ——抗震设计时纵向受拉钢筋的基本锚固长度；  
 $l_{aE}$ ——抗震设计时纵向受拉钢筋的最小锚固长度；  
 $t_w$ ——型钢腹板厚度；  
 $A_{cl}$ ——叠合梁端截面后浇混凝土叠合层截面面积；  
 $A_{sd}$ ——垂直穿过结合面的钢筋面积。

### 2.2.4 计算系数及其他

- $\alpha_{max}$ ——水平地震影响系数最大值；  
 $\beta_E$ ——动力放大系数；  
 $\gamma_{RE}$ ——承载力抗震调整系数；  
 $\gamma_0$ ——结构重要性系数；  
 $\eta$ ——接缝受剪承载力增大系数；

$\lambda$ ——柱剪跨比；

$\psi_w$ ——风荷载组合系数；

$\Delta_u$ ——楼层层间最大位移。

### 3 基本规定

**3.0.1** 在装配整体式混凝土公共建筑方案设计阶段,应协调建设、设计、施工、制备各方之间的关系,并应加强建筑、结构、设备、装修等各专业之间的配合。

**3.0.2** 装配整体式公共建筑设计应遵循标准化、模块化的原则,并采用合理的预制率。

**3.0.3** 装配整体式结构的设计除应符合现行国家、行业和上海市相关标准的基本要求外,尚应符合下列规定:

- 1 应采取有效措施加强结构的整体性。
  - 2 装配整体式结构的节点和接缝应受力明确、构造可靠,并应满足承载力、延性和耐久性等要求。
  - 3 应根据连接节点和接缝的构造方式和性能,确定结构的整体计算模型。
- 3.0.4** 装配整体式混凝土公共建筑应进行深化设计。预制构件深化设计的深度应满足建筑、结构、设备和装修等各专业以及构件制备、运输、施工等各环节的综合要求。

## 4 材 料

### 4.1 混凝土、钢筋和钢材

**4.1.1** 预制构件的混凝土力学性能指标和耐久性要求等应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

**4.1.2** 预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C30；预应力混凝土预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C40，且不应低于 C30；现浇混凝土的强度等级不应低于 C30；后浇混凝土的强度等级不应低于所连接预制构件的混凝土强度等级。

**4.1.3** 当采用强度等级不低于 C60 的混凝土时，其性能应满足现行行业标准《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281 的要求。

**4.1.4** 钢筋的选用应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定，并应符合下列规定：

1 普通钢筋宜采用符合抗震性能指标的 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 钢筋。普通钢筋采用套筒灌浆连接和浆锚搭接连接时，钢筋应采用热轧带肋钢筋。

2 预应力钢筋宜采用预应力钢丝、钢绞线和预应力螺纹钢筋。

**4.1.5** 钢筋焊接网应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的规定。

**4.1.6** 预制构件的吊环应采用未经冷加工的 HPB300 级钢筋制作。吊装用内埋式螺母或吊杆的材料应符合国家现行相关标准及产品应用技术手册的规定。

**4.1.7** 钢材的力学性能指标和耐久性要求等应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定。

## 4.2 连接材料

**4.2.1** 钢筋套筒灌浆连接接头采用的套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 的规定。

**4.2.2** 钢筋套筒灌浆连接接头采用的灌浆料应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的规定。

**4.2.3** 钢筋浆锚搭接连接接头应采用水泥基灌浆料,灌浆料的物理、力学性能应满足表 4.2.3 的要求。

表 4.2.3 钢筋浆锚搭接连接接头用灌浆料性能要求

项目		性能指标	试验方法
泌水率(%)		0	GB/T 50080
流动度(mm)	初始值	≥200	GB/T 50448
	30min 保留值	≥150	
竖向膨胀率(%)	3h	≥0.02	GB/T 50448
	24h 与 3h 的膨胀率之差	0.02~0.5	
抗压强度(MPa)	1d	≥35	GB/T 50448
	3d	≥55	
	28d	≥80	
最大氯离子含量(%)		≤0.06	GB/T 176

**4.2.4** 预制构件之间钢筋连接所用的套筒及灌浆料的适配性应通过钢筋连接接头型式检验确定,其检验方法应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定。

**4.2.5** 钢筋锚固板的材料应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。

**4.2.6** 受力预埋件的锚板及锚筋材料应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。专用预埋件及连接件材料应符合国家现行相关标准的规定。

**4.2.7** 连接用焊接材料,螺栓、锚栓和铆钉等紧固件的材料应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661 和行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 等的规定。

**4.2.8** 钢筋金属波纹管浆锚搭接连接接头采用的金属波纹管应符合现行行业标准《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225 的相关规定。金属波纹管宜采用软钢带制作,性能应符合现行国家标准《碳素结构钢冷轧钢带》GB 716 的规定;当采用镀锌钢带时,其双面镀锌层重量不宜小于  $60\text{g}/\text{m}^2$ ,性能应符合现行国家标准《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518 的规定。

**4.2.9** 装配整体式夹心剪力墙和夹心外墙中的连接件宜采用纤维增强塑料(FRP)连接件或不锈钢连接件。当有可靠依据时,也可采用其他类型连接件。

**4.2.10** 当采用纤维增强塑料(FRP)连接件时,应符合下列要求:

1 纤维增强塑料(FRP)连接件的材料力学性能指标应符合表 4.2.10 的要求。

**表 4.2.10 纤维增强塑料(FRP)连接件材料力学性能指标**

项目	指标要求	试验方法
拉伸强度	$\geq 700\text{MPa}$	GB/T 1447
拉伸弹模	$\geq 42\text{GPa}$	GB/T 1447
抗剪强度	$\geq 30\text{MPa}$	JC/T 773

2 纤维增强塑料(FRP)连接件宜用单向粗纱与多向纤维布复合,采用拉挤成型工艺制作,连接件的纤维体积含量不宜低于 40%。

**4.2.11** 当采用不锈钢连接件时,其材料力学性能指标应符合表

4.2.11 的要求。

表 4.2.11 不锈钢连接件材料力学性能指标

项目	指标要求	试验方法
屈服强度	$\geq 380 \text{ MPa}$	GB/T 228
拉伸强度	$\geq 500 \text{ MPa}$	GB/T 228
拉伸弹模	$\geq 190 \text{ GPa}$	GB/T 228
抗剪强度	$\geq 300 \text{ MPa}$	GB/T 6400

### 4.3 保温、防水材料

**4.3.1** 外墙夹心保温系统、外保温系统和内保温系统所用的保温材料应符合现行国家、行业和上海市相关标准的规定。

**4.3.2** 外墙板接缝所用的防水密封胶应选用耐候性密封胶，密封胶应与混凝土具有相容性，并具有低温柔性、防霉性及耐水性等性能。其最大变形量、剪切变形性能等均应满足设计要求。其他性能应满足现行行业标准《混凝土建筑接缝用密封胶》JC/T881 的规定。当选用硅酮类密封胶时，应满足现行国家标准《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683—2003 的要求。

**4.3.3** 外墙板接缝处的密封止水带宜采用三元乙丙橡胶或氯丁橡胶等高分子材料，技术要求应满足现行国家标准《高分子防水材料 第二部分 止水带》GB 18173.2 中 J 型的规定。

**4.3.4** 外墙板接缝处密封胶的背衬材料宜选用聚乙烯塑料棒或发泡氯丁橡胶，直径应不小于缝宽的 1.5 倍。

### 4.4 其他材料

**4.4.1** 装配式建筑采用的室内装修材料应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 和《建筑内部

装修设计防火规范》GB 50222 的相关规定。

**4.4.2** 石材和面砖等饰面材料应有产品合格证或出厂检验报告,质量应符合现行相关标准的规定。

**4.4.3** 当石材和面砖等饰面采用外墙板反打一次成型工艺时,石材和面砖等饰面材料还需满足反打工艺对材质、尺寸等要求。

**4.4.4** 门窗应符合设计要求,并应有产品合格证或出厂检验报告,质量应符合现行相关标准的规定。

**4.4.5** 建筑幕墙所选用的材料除应符合现行国家、行业和上海市相关标准的规定外,尚应符合下列规定:

- 1** 幕墙材料应满足结构安全性、耐久性和环境保护要求。
- 2** 建筑幕墙应采用耐火极限满足设计要求的材料,并符合消防规定。
- 3** 建筑幕墙应采用在燃烧或高温环境下不产生有毒有害气体的材料。

## 5 建筑设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 装配整体式混凝土公共建筑宜采用结构、装修和设备管线的装配化集成技术，并宜采用结构与装修分离技术体系。

**5.1.2** 建筑设计应符合城市规划的要求，与周围环境相协调。在标准化设计的同时，结合总体布局和立面色彩、细部处理等方面丰富建筑造型及空间。

### 5.2 建筑模数

**5.2.1** 建筑设计应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的规定。设计宜按照建筑模数制的要求，采用基本模数或扩大模数的设计方法实现尺寸协调。

**5.2.2** 模数数列应根据装配整体式混凝土公共建筑的功能与经济性原则确定，并宜符合下列规定：

1 建筑物的开间或柱距，进深或跨度，梁、板、隔墙和门窗洞口的宽度等分部件的截面尺寸宜采用水平基本模数和水平扩大模数数列，且水平扩大模数数列宜采用  $2nM$ 、 $3nM$ （ $n$  为自然数）。

2 建筑物的高度、层高和门窗洞口高度等宜采用竖向基本模数和竖向扩大模数数列，且竖向扩大模数数列宜采用  $nM$ 。

3 构造节点和分部件的接口尺寸等宜采用分模数数列，且分模数数列宜采用  $M/10$ 、 $M/5$ 、 $M/2$ 。

### 5.3 平面、立面设计

**5.3.1** 建筑平面应根据使用性质、功能、工艺要求合理布局,符合装配整体式混凝土公共建筑的特点。

**5.3.2** 厕所、盥洗室、淋浴间和厨房等用水房间应上下对位或相邻布置,并靠近有竖向管井的空间。其平面布置应合理,平面尺寸应满足使用功能的要求,宜优先采用成品整体厨卫产品。

**5.3.3** 建筑立面设计宜体现装配整体式混凝土公共建筑的工业化特点,外立面设计以简洁为原则,不宜有过多的外装饰构件及线脚。

**5.3.4** 建筑外围护构件饰面可根据工程设计选用清水面、艺术造型面、面砖、石材等材料,宜采用一次反打成型工艺。

**5.3.5** 涂料饰面的外墙表面应采用一次涂装,不应采用二次抹灰的方式提高平整度。

**5.3.6** 门窗应采用标准化部件。门窗框宜采用预装法,当采用后装法安装门窗框时,宜采用预留副框或预埋件等方法与墙体可靠连接。

**5.3.7** 当屋面采用预制女儿墙板时,宜采用与下部墙板相同的分块方式和构造节点,在其顶部应设置预制混凝土翻口(盖板)或金属盖板,并宜设置现浇叠合内衬墙,与现浇屋面楼板形成整体式的防水构造。

### 5.4 预制构配件

**5.4.1** 预制构配件设计应结合构件制作、养护、存放、运输、吊装等工程技术经济条件,合理确定构件尺寸、类型及拼装方式。

**5.4.2** 混凝土框架结构、剪力墙结构和围护结构以及楼梯、悬挑构件、连廊、设备管井等配套构件宜采用工厂化加工的标准预制

构件。

**5.4.3** 应根据建筑功能及工程设计特点选择叠合或现浇楼板。建筑内有防水、防潮要求的部位应采用现浇钢筋混凝土楼板，其余部位宜采用叠合楼板。

**5.4.4** 预制外墙板通常分为横向板、竖向板和斜向板，根据设计要求也可采用非矩形板型或非平面构件，构件接缝位置和形式应与建筑立面协调统一。

**5.4.5** 预制设备管井宜按建筑自然层分段，分段高度不应超过4.5m。井壁按工程设计留设检修门洞及设备管线穿越的孔洞，并留设固定设备管线的预埋铁件，在每层楼板处应采用不低于楼板耐火极限的不燃烧体作防火分隔。

**5.4.6** 预制外墙板接缝构造设计应分别满足结构安全、建筑节能保温、外墙防排水、跨防火分区防火、不同使用空间之间隔音及建筑装饰等要求。

**5.4.7** 预制外墙板的接缝及门窗洞口处应作防排水处理，应根据预制外墙板不同部位接缝的特点及使用环境、使用年限等要求选用构造防排水、材料防水或构造和材料相结合的防排水系统，并应符合下列规定：

1 预制外墙板接缝采用构造防排水时，水平缝宜采用企口缝或高低缝。竖缝宜采用双直槽缝，与水平面夹角小于30°的斜缝宜按水平缝处理，其余斜缝应按竖缝处理。

2 预制外墙板接缝所用材料的防水性能应符合本规程第4.3节的要求。

3 预制外墙板十字缝部位每隔2～3层应设置导水管作引水处理，板缝内侧应增设气密条密封构造。当竖缝下方因门窗等开口部位被隔断时，应在开口部位上部竖缝处设置导水管。

**5.4.8** 与主体结构柔性连接的连廊接缝缝宽不宜小于50mm，并应采用橡胶止水带的防水构造，防水范围应包括连廊顶面及侧面，露天环境下尚应在止水带端部设置滴水构件。

**5.4.9** 外墙变形缝缝宽按设计确定,应采用弹性橡胶嵌入式构造,背衬采用吸水率低的弹性保温材料,缝内附加合成高分子防水卷材。

**5.4.10** 建筑外围护构件外表面不宜装设管线配件。

**5.4.11** 预制外墙板的防火设计应符合下列规定:

1 预制外墙板与各层楼板、防火墙相交部位应设置防火封堵,封堵构造的耐火极限应满足现行国家建筑设计防火规范对建筑外墙的要求。

2 预制外墙板接缝及墙板与相邻构件之间的接缝跨越防火分区时,室内一侧的接缝应采用防火封堵材料进行密封,水平缝的连续密封长度不宜小于2m,竖直缝的连续密封长度不宜小于1.2m,当室内设置自动喷水灭火系统时不宜小于0.8m。

3 进行易燃、易爆以及其他危险品存储、生产或加工的房间,预制外墙板接缝应在室内一侧采用防火材料封堵。

## 5.5 室内装修

**5.5.1** 装配整体式混凝土公共建筑宜开展建筑和室内装修一体化设计,做到建筑、结构、设备、装饰等专业之间的有机衔接。

**5.5.2** 宜建立建筑与室内装修统一的模数网格系统,对建筑及装修进行模数协调。

**5.5.3** 室内装修的主要标准构配件宜以工厂化加工为主,部分非标准构配件可在现场安装时统一处理,同时应减少施工现场的湿作业。

**5.5.4** 室内装修内隔墙材料选型,应符合下列规定:

1 宜选用易于安装、拆卸,且隔声性能良好的轻质内隔墙材料,灵活分隔室内空间。

2 内隔墙板的面层材料宜与隔墙板形成整体。

3 用于潮湿房间的内隔墙板面层材料应防水、易清洗。

**5.5.5** 建筑装修材料、设备在需要与预制构件连接时宜采用预

留埋件的安装方式,当采用其他安装固定方式时,不应影响预制构件的完整性与结构安全。

## 5.6 建筑设备与管线

**5.6.1** 设备及其管线和预留孔洞(管道井)设计应做到构配件规格化和模数化,符合装配整体式混凝土公共建筑的整体要求。

**5.6.2** 预制构件上预留的孔洞、套管、坑槽应选择在对构件受力影响最小的部位。

**5.6.3** 装配整体式混凝土公共建筑应做好建筑设备管线综合设计,并应符合下列规定:

1 设备管线应减少平面交叉,竖向管线宜集中布置,并应满足维修更换的要求。

2 机电设备管线宜设置在管线架空层或吊顶空间中,各种管线宜同层敷设。

3 当条件受限管线必须暗埋时,宜结合叠合楼板现浇层以及建筑垫层进行设计。

4 当条件受限管线必须穿越时,预制构件内可预留套管或孔洞,但预留的位置不应影响结构安全。

5 建筑部件与设备之间的连接宜采用标准化接口。

**5.6.4** 建筑电气管线与预制构件的关系宜符合下列规定:

1 低压配电系统的主干线宜在公共区域的电气竖井内设置;功能单元内终端线路较多时,宜考虑采用桥架或线槽敷设,较少时可考虑统一预埋在预制板内或装饰墙面内,墙板内竖向电气管线布置应保持安全间距,不同功能单元的管线应户界分明。

2 凡在预制墙体上设置的终端配电箱、开关、插座及其必要的接线盒、连接管等均应由结构专业进行预留预埋,并应采取有效措施,满足隔声及防火要求,不宜在房间围护结构安装后凿剔沟、槽、孔、洞。

**3** 消防线路预埋暗敷在预制墙体上时,应采用穿导管保护,并应预埋在不燃烧体的结构内,其保护层厚度不应小于30mm。

**4** 沿叠合楼板现浇层暗敷的照明管路,应在预制楼板灯位处预埋深型接线盒。

**5** 沿叠合楼板、预制墙体预埋的电气灯头盒、接线盒及其管路与现浇相应电气管路连接时,墙面预埋盒下(上)宜预留接线空间,便于施工接管操作。

**5.6.5** 装配整体式混凝土公共建筑的防雷设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 的规定,并应符合下列规定:

**1** 装配整体式混凝土公共建筑的防雷引下线宜利用现浇立柱或剪力墙内的钢筋或采取其他可靠的措施,应避免利用预制竖向受力构件内的钢筋。

**2** 装配整体式混凝土公共建筑外墙上的栏杆、门窗等较大的金属物需要与防雷装置连接时,相关的预制构件内部与连接处的金属件应考虑电气回路连接或考虑不利用预制构件连接的其他方式。

## 5.7 建筑节能

**5.7.1** 装配整体式混凝土公共建筑的节能设计应满足现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 和上海市标准《公共建筑节能设计标准》DGJ 08—107 的相关规定。

**5.7.2** 装配整体式混凝土公共建筑外墙宜采用夹心保温系统,围护结构的冷(热)桥部位应采取有效措施防止其内表面结露。

**5.7.3** 预制外墙的节能设计应按上海地区的气候条件和建筑围护结构热工设计要求确定,并应符合下列规定:

**1** 当采用夹心保温外墙时,保温层厚度应满足上海地区建筑围护结构节能设计要求。

**2** 宜采用轻质高效的保温材料。穿过保温层的连接件，应采取与结构耐久性相当的防腐蚀措施。

**3** 预制外墙板有产生结露倾向的部位，应采取提高保温材料性能的措施或在板内设置排除湿气的孔槽。

**5.7.4** 预制混凝土外墙板与相邻构件(梁、板、柱)连接处，宜保持保温材料的连续性和密闭性。

**5.7.5** 外门窗的气密性等级应符合现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 的规定；玻璃幕墙的气密性等级应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 和上海市标准《建筑幕墙工程技术规范》DGJ 08—56 的规定。带有门窗的预制外墙，其门窗洞口与门窗框间的气密性不应低于门窗的气密性。

## 6 结构设计基本要求

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 装配整体式框架结构、装配整体式框架-现浇剪力墙结构、装配整体式剪力墙结构、装配整体式部分框支剪力墙结构公共建筑的最大适用高度应符合表 6.1.1 的规定，并应符合下列规定：

**1** 当结构中竖向构件全部为现浇且楼盖采用叠合梁板时，最大适用高度可按现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中的规定采用。

**2** 装配整体式剪力墙结构和装配整体式部分框支剪力墙结构，在规定的水平力作用下，当预制剪力墙构件底部承担的总剪力大于该层总剪力的 50% 时，最大适用高度应适当降低。

表 6.1.1 装配整体式公共建筑的最大适用高度 (m)

结构体系	最大适用高度		
	6 度	7 度	8 度
装配整体式框架结构	60	50	40
装配整体式框架-现浇剪力墙结构	130	120	100
装配整体式框架-现浇核心筒结构	150	130	100
装配整体式剪力墙结构	120	100	80
装配整体式部分框支剪力墙结构	100	80	70

注：房屋高度指室外地面到主要屋面板板顶的高度，不包括局部突出屋顶部分。

**6.1.2** 装配整体式结构的高宽比不宜超过表 6.1.2 的规定。

表 6.1.2 装配整体式结构适用的最大高宽比

结构体系	最大高宽比	
	6 度、7 度	8 度
装配整体式框架结构	4	3
装配整体式框架-现浇剪力墙结构	6	5
装配整体式框架-现浇核心筒结构	7	6
装配整体式剪力墙结构	6	5

6.1.3 装配整体式结构构件的抗震设计,应根据抗震设防类别、结构类型和建筑高度采用不同的抗震等级,并应符合相应的计算和构造措施要求。丙类装配整体式结构的抗震等级应按表 6.1.3 确定。

表 6.1.3 丙类装配整体式结构的抗震等级

结构类型	高度 (m)	抗震等级							
		6 度	7 度	8 度					
装配整体式框架 结构	高度 (m)	≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24		
	框架	四	三	三	二	二	—		
	大跨度框架	三	—	二	—	—	—		
装配整体式框 架-现浇剪力墙 结构	高度 (m)	≤60	>60	≤24	>24 且 ≤60	>60	≤24 且 ≤60	>24 且 ≤60	>60
	框架	四	三	四	三	二	三	二	—
	剪力墙	三	三	三	二	二	二	—	—
装配整体式剪 力墙结构	高度 (m)	≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	>70
	剪力墙	四	三	四	三	二	三	二	—
装配整体式部分 框支剪力墙结构	高度	≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	—
	现浇框支框架	二	二	二	二	—	—	—	—
	底部加强部位 剪力墙	三	二	三	二	—	二	—	—
	其他区域剪力墙	四	三	四	三	二	三	二	—

注:大跨度框架指跨度不小于 18m 的框架。

**6.1.4** 对于采用装配整体式框架-现浇核心筒结构的丙类公共建筑,应按表 6.1.4 确定抗震等级。

**表 6.1.4 丙类装配整体式框架-现浇核心筒  
公共建筑的抗震等级**

结构类型		抗震等级		
		6 度	7 度	8 度
装配整体式框架-现浇核心筒结构	框架	三	二	一
	核心筒	二	二	一

**6.1.5** 乙类装配整体式公共建筑应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施。

**6.1.6** 装配整体式结构的平面布置宜符合下列要求:

**1** 平面形状宜简单、规则、对称,质量、刚度分布宜均匀,不应采用严重不规则的平面布置。

**2** 平面长度不宜过长(图 6.1.6),长宽比( $L/B$ )宜按表 6.1.6 采用。

**3** 平面突出部分的长度  $l$  不宜过大、宽度  $b$  不宜过小(图 6.1.6), $l/B_{\max}, l/b$  宜按表 6.1.6 采用。

**4** 平面不宜采用角部重叠或细腰形平面布置。

**表 6.1.6 平面尺寸及突出部位尺寸的比值限值**

抗震设防烈度	$L/B$	$l/B_{\max}$	$l/b$
6 度、7 度	$\leq 6.0$	$\leq 0.35$	$\leq 2.0$
8 度	$\leq 5.0$	$\leq 0.30$	$\leq 1.5$

**6.1.7** 装配整体式结构竖向布置应规则、连续、均匀,应避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力沿竖向突变,并应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定。

**6.1.8** 高层装配整体式结构的高度、规则性、结构类型等超过本规程的规定或者抗震设防标准有特殊要求时,可按现行行业标准

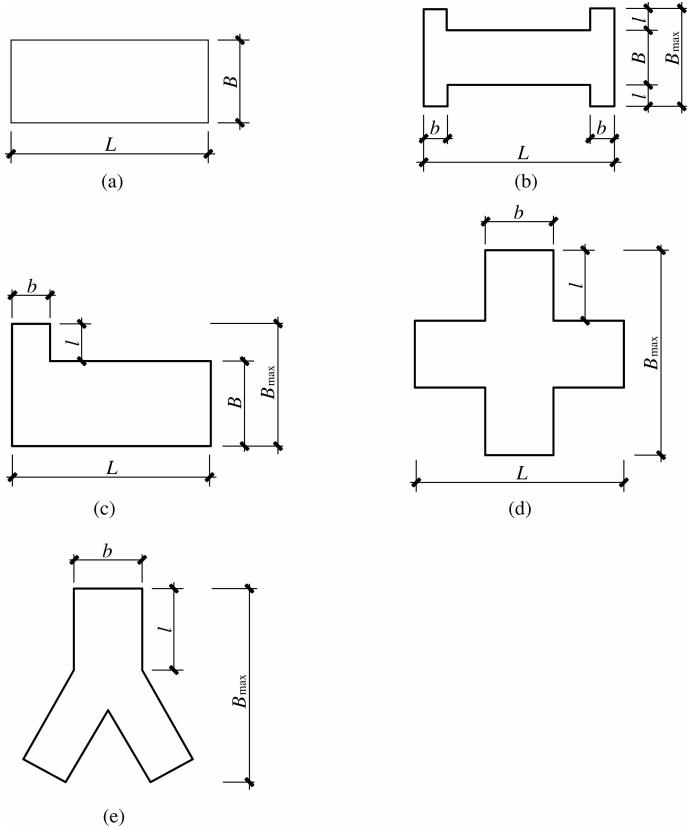


图 6.1.6 建筑平面示例

《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的相关规定进行结构抗震性能设计。

#### 6.1.9 高层装配整体式结构应符合下列规定：

- 1 应设置地下室，地下室宜采用现浇混凝土。
- 2 底部加强部位的剪力墙及框架首层柱宜采用现浇混凝土。
- 3 顶层屋盖宜采用现浇混凝土。

#### 6.1.10 带转换层的装配整体式结构应符合下列规定：

**1** 当采用部分框支剪力墙结构时,底部框支层不宜超过 2 层,且框支层及相邻上一层应采用现浇结构。

**2** 部分框支剪力墙以外的结构中,转换梁、转换柱宜现浇。

**6.1.11** 装配整体式结构构件及节点应进行承载能力极限状态及正常使用极限状态设计,并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《混凝土工程施工规范》GB 50666 等相关规定。

**6.1.12** 构件及节点的承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$  应按表 6.1.12 采用。当仅考虑竖向地震作用组合时,承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$  应取 1.0。预埋件锚筋截面计算的承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$  应取为 1.0。

**表 6.1.12 构件及节点承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$**

结构构件类别	正截面承载力计算				斜截面承载力计算		受冲切承载力计算、接缝受剪承载力计算	
	偏心受压柱		偏心受拉构件	剪力墙	各类构件及框架节点			
	轴压比小于 0.15	轴压比不小于 0.15						
$\gamma_{RE}$	0.75	0.75	0.8	0.85	0.85	0.85	0.85	

**6.1.13** 当条件具备时,装配整体式结构宜积极采用各类消能减震技术,以提高结构的抗震性能。

**6.1.14** 预制构件节点及接缝处后浇混凝土强度等级不应低于预制构件的混凝土强度等级;接缝座浆材料强度等级不应低于预制构件的混凝土强度等级。

**6.1.15** 预埋件和连接件等外露金属件应按不同环境类别进行封闭或防腐、防锈、防火处理,并应符合耐久性要求。

## 6.2 作用及作用组合

**6.2.1** 装配整体式结构上的作用及作用组合应根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土工程施工规范》GB 50666 和行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 等确定。

**6.2.2** 预制构件在翻转、运输、吊运、安装等短暂设计状况下的施工验算，应将构件自重标准值乘以动力系数后作为等效静力荷载标准值。构件运输、吊运时，动力系数宜取 1.5；构件翻转及安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取 1.2。

**6.2.3** 预制构件在进行脱模验算时，等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数与脱模吸附力之和，且不宜小于构件自重标准值的 1.5 倍。动力系数与脱模吸附力应符合下列规定：

- 1 动力系数不宜小于 1.2。
- 2 脱模吸附力应根据构件和模具的实际状况取用，且不宜小于  $1.5\text{kN}/\text{m}^2$ 。

## 6.3 结构分析

**6.3.1** 在各种设计状况下，装配整体式结构可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析。当同一层内既有预制又有现浇抗侧力构件时，抗震设计状况下宜对现浇抗侧力构件在地震作用下的弯矩和剪力进行适当放大。

**6.3.2** 装配整体式结构承载能力极限状态及正常使用极限状态的作用效应分析可采用弹性方法。对于重点设防类或结构高于 30m 的装配整体式框架结构应采用弹性时程分析法进行补充计算。

**6.3.3** 按弹性方法计算的风荷载或多遇地震标准值作用下的楼层层间最大位移  $\Delta_u$  与层高  $h$  之比的限值宜按表 6.3.3 采用。

**表 6.3.3** 楼层层间最大位移与层高之比的限值

结构体系	$\Delta_u/h$ 限值	
装配整体式框架结构		1/550
装配整体式框架-现浇剪力墙结构	其他部位	1/800
	嵌固端上一层	1/2000
装配整体式框架-现浇核心筒结构	其他部位	1/800
	嵌固端上一层	1/2000
装配整体式剪力墙结构	其他部位	1/1000
	嵌固端上一层	1/2500
装配整体式部分框支剪力墙结构	其他部位	1/1000
	嵌固端上一层	1/2500

**6.3.4** 在结构内力与位移计算时,对现浇楼盖和叠合楼盖,均可假定楼盖在其自身平面内为无限刚性;楼面梁的刚度可计入翼缘作用予以增大;梁刚度增大系数可根据翼缘情况近似取为 1.3~2.0。

## 6.4 预制构件设计

**6.4.1** 预制构件的设计应符合下列规定:

- 1 对持久设计状况,应对预制构件进行承载力、变形、裂缝验算。
- 2 对地震设计状况,应对预制构件进行承载力验算。
- 3 对制作、运输和堆放、安装等短暂设计状况下的预制构件验算,应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的相关规定。

**6.4.2** 预制构件中钢筋的混凝土保护层厚度大于 50mm 时,宜对钢筋的混凝土保护层采取有效的构造措施。

## 6.5 连接设计

6.5.1 装配整体式结构中,接缝的受剪承载力应符合下列规定:

### 1 持久设计状况

$$\gamma_0 V_{jd} \leq V_u \quad (6.5.1-1)$$

### 2 地震设计状况

$$V_{jdE} \leq V_{uE} / \gamma_{RE} \quad (6.5.1-2)$$

在梁、柱端部箍筋加密区及剪力墙底部加强部位,尚应符合下式要求:

$$\eta_j V_{mua} \leq V_{uE} \quad (6.5.1-3)$$

式中  $\gamma_0$ ——结构重要性系数,安全等级为一级时不应小于 1.1,安全等级为二级时不应小于 1.0;

$V_{jd}$ ——持久设计状况下接缝剪力设计值;

$V_{jdE}$ ——地震设计状态下接缝剪力设计值;

$V_u$ ——持久设计状况下梁端、柱端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值;

$V_{uE}$ ——地震设计状况下梁端、柱端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值;

$V_{mua}$ ——被连接构件端部按实配钢筋面积计算的斜截面受剪承载力设计值;

$\eta_j$ ——接缝受剪承载力增大系数,抗震等级为一、二级取 1.2,抗震等级为三、四级取 1.1。

6.5.2 装配整体式结构中,接缝的正截面承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

6.5.3 装配整体式结构中,纵向钢筋连接宜根据受力特点、施工工艺等要求选用机械连接、套筒灌浆连接、金属波纹管浆锚搭接连接、螺栓连接、焊接连接、绑扎搭接连接等连接方式,并应符合现行国家相关标准的规定。

#### 6.5.4 纵向钢筋采用套筒灌浆连接时,应符合下列规定:

- 1 接头应满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 中 I 级接头的性能要求,并应符合国家现行相关标准的规定。
- 2 预制剪力墙中钢筋接头处套筒外侧混凝土保护层厚度不应小于 15mm,预制柱中钢筋接头处套筒外侧箍筋的混凝土保护层厚度不应小于 20mm。
- 3 套筒之间的净距不应小于 25mm。

#### 6.5.5 纵向钢筋采用金属波纹管浆锚搭接连接(图 6.5.5)时,应满足下列要求:

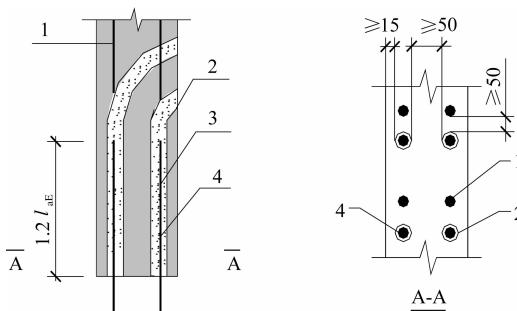


图 6.5.5 配置金属波纹管的浆锚搭接连接构造示意图

1—上部预制构件纵筋;2—金属波纹管;  
3—孔道内灌浆;4—下部预制构件纵筋

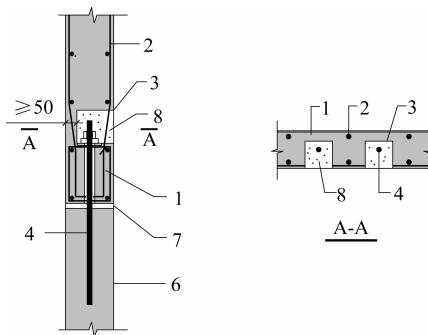
1 受拉钢筋的搭接长度不应小于  $1.2l_{ae}$  且不应小于 300mm,  $l_{ae}$  为受拉钢筋的抗震锚固长度,按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 计算。受压钢筋当充分利用其抗压强度时,锚固长度不应小于受拉锚固长度的 0.7 倍。

2 金属波纹管的长度应比连接钢筋锚固长度长 30mm 以上,内径应比连接钢筋直径大 15mm 以上,波纹高度不应小于 3mm,壁厚不宜小于 0.4mm。金属波纹管上部应根据灌浆要求设置合理弧度。

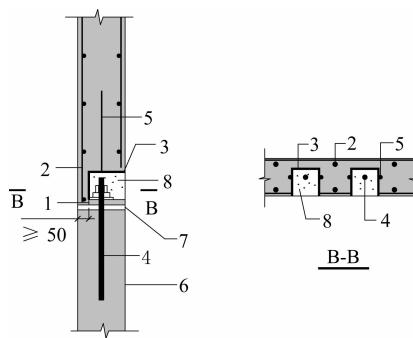
#### 6.5.6 直径大于 20mm 的钢筋不宜采用金属波纹管浆锚搭接连

接，直接承受动力荷载构件的纵向钢筋不应采用金属波纹管浆锚搭接连接。

**6.5.7** 纵向钢筋采用螺栓连接时，可采用设置暗梁的形式（图 6.5.7a）或预埋连接器的形式（图 6.5.7b）。应对暗梁和预埋连接器在不同设计状况下的承载力进行验算，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢结构设计规范》GB 50017。螺帽应采取紧固措施。



(a) 设置暗梁形式



(b) 预埋连接器形式

图 6.5.7 螺栓连接构造示意图

1—暗梁或预埋连接器；2—剪力墙竖向钢筋；3—手孔(盒)；4—连接螺栓；  
5—连接器锚筋；6—下层预制构件；7—座浆层；8—手孔灌浆

**1** 当采用设置暗梁形式时,暗梁高度不应小于200mm,暗梁配筋纵向钢筋不少于4根、直径不小于12mm,箍筋直径不小于8mm、间距不大于150mm。安装手孔高度不应大于200mm,宽度不应大于150mm。

**2** 采用连接器连接时,自连接器手孔盒顶部向上延伸一定范围内,横向钢筋应加密。横向钢筋的加密要求应满足本规程第7章和第8章关于钢筋灌浆套筒连接接头箍筋和水平筋加密的相关规定。

**6.5.8** 预制构件与后浇混凝土、灌浆料、座浆材料的结合面应设置粗糙面、键槽,并应符合下列规定:

**1** 预制板与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面。

**2** 预制梁与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面;预制梁端面宜设置键槽且宜设置粗糙面。键槽的尺寸和数量应按本规程第7.2.2条的规定计算确定。

**3** 预制剪力墙的顶部和底部与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面;侧面与后浇混凝土结合面应设置粗糙面,也可设置键槽。

**4** 预制柱的底部应设置键槽且宜设置粗糙面,键槽应均匀布置。柱顶应设置粗糙面。

**5** 粗糙面的面积不宜小于结合面的80%,预制板的粗糙面凹凸深度不应小于4mm,预制梁端、预制柱端、预制墙端的粗糙面凹凸深度不应小于6mm。

**6.5.9** 预制构件纵向钢筋宜在后浇混凝土节点区直线锚固;当直线锚固长度不足时,可采用弯折、机械锚固方式,并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010和行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的规定。

**6.5.10** 预制楼梯与支承构件之间宜采用一端固定铰支座,另一端滑动铰支座的连接方式,并应采取防止滑落的构造措施。

## 6.6 楼盖设计

**6.6.1** 装配整体式结构的楼盖宜采用叠合楼盖。结构转换层、平面复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层宜采用现浇楼盖。

**6.6.2** 叠合板应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 进行设计，并应符合下列规定：

- 1** 叠合板的预制板厚度不宜小于 60mm，后浇混凝土叠合层厚度不应小于 60mm。
- 2** 当跨度较大时，预制板宜采用预应力混凝土预制板。
- 3** 板厚大于 180mm 的叠合板，预制板宜采用预应力混凝土空心板。
- 4** 当预制板采用空心板时，板端空腔应封堵。
- 5** 当预制板采用预应力空心板时，应采用符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 规定的低松弛钢绞线，且预应力空心板之间应能相互咬合、变形协调。

## 7 框架结构设计

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 本章适用于装配整体式钢筋混凝土框架结构、装配整体式预应力混凝土框架结构和装配整体式型钢混凝土框架结构三类装配整体式框架结构设计。

**7.1.2** 本规程另有规定外,装配整体式框架-现浇剪力墙(核心筒)结构的框架应符合本章的规定。

**7.1.3** 除本规程规定外,装配整体式框架结构可按现浇混凝土框架结构进行计算。

**7.1.4** 装配整体式框架中的预制柱的纵向钢筋连接应符合下列规定:

1 当房屋高度不大于 12m 或层数不超过 3 层时,预制柱的纵向钢筋可采用套筒灌浆连接、焊接连接等方式。

2 当房屋高度大于 12m 或层数超过 3 层时,预制柱的纵向钢筋宜采用套筒灌浆连接。

**7.1.5** 在多遇地震作用下,装配整体式框架结构中预制柱水平接缝处不宜出现拉力。

### 7.2 承载力计算

**7.2.1** 对于一、二、三级抗震等级的装配整体式框架,应进行节点核心区抗震受剪承载力验算,对四级抗震等级可不进行验算。梁柱节点核心区受剪承载力抗震验算和构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB

50011 和行业标准《预应力混凝土结构抗震设计》JGJ 140、《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149、《型钢混凝土组合结构技术规程》JGJ 138 的相关规定。

**7.2.2** 钢筋混凝土叠合梁端竖向接缝采用直缝构造时,其受剪承载力设计值应按下列公式计算:

**1 持久设计状况**

$$V_u = 0.07 f_c A_{cl} + 0.10 f_c A_k + 1.65 A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \quad (7.2.2-1)$$

**2 地震设计状况**

$$V_{ue} = 0.04 f_c A_{cl} + 0.06 f_c A_k + 1.65 A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \quad (7.2.2-2)$$

式中  $A_{cl}$ ——叠合梁端截面后浇混凝土叠合层截面面积;

$f_c$ ——预制构件或后浇混凝土轴心抗压强度较低值;

$f_y$ ——垂直穿过结合面钢筋的抗拉强度设计值;

$A_k$ ——各键槽的根部截面面积(图 7.2.2)之和,按后浇键槽根部截面和预制键槽根部截面分别计算,并取二者的较小值;

$A_{sd}$ ——垂直穿过结合面所有钢筋的面积,包括叠合层内的纵向钢筋。

**7.2.3** 型钢混凝土叠合梁端竖向接缝的抗剪承载力设计值应按下列公式计算:

**1 持久设计状况**

$$V_u = 0.07 f_c A_{cl} + 0.10 f_c A_k + 1.65 A_{sd} \sqrt{f_c f_y} + 0.58 f_s t_w h_w \quad (7.2.3-1)$$

**2 地震设计状况**

$$V_{ue} = 0.04 f_c A_{cl} + 0.06 f_c A_k + 1.65 A_{sd} \sqrt{f_c f_y} + 0.58 f_s t_w h_w \quad (7.2.3-2)$$

式中  $f_s$ ——型钢抗拉强度设计值;

$t_w$ ——型钢腹板厚度;

$h_w$ ——型钢腹板高度。

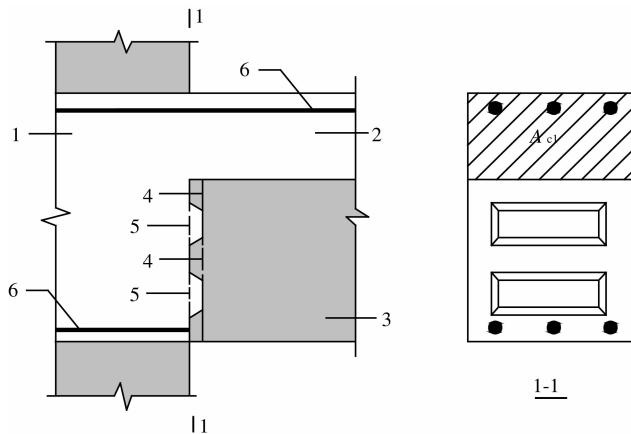


图 7.2.2 叠合梁端部抗剪承载力计算参数示意图

1—后浇节点区；2—后浇混凝土叠合层；3—预制梁；  
4—预制键槽根部截面；5—后浇键槽根部截面；6—叠合梁纵向钢筋

**7.2.4** 预应力混凝土叠合梁端竖向接缝的抗剪承载力设计值应按下列公式计算：

#### 1 持久设计状况

$$V_u = 0.07 f_c A_{cl} + 0.10 f_c A_k + 1.65 A_{sd} \sqrt{f_c f_y} + 0.05 N_{p0} \quad (7.2.4-1)$$

#### 2 地震设计状况

$$V_{ue} = 0.04 f_c A_{cl} + 0.06 f_c A_k + 1.65 A_{sd} \sqrt{f_c f_y} + 0.05 N_{p0} \quad (7.2.4-2)$$

式中  $N_{p0}$  ——计算截面上混凝土法向预应力等于零时的预加力；当  $N_{p0}$  大于  $0.3 f_c A_0$  时，取  $0.3 f_c A_0$ ，此处， $A_0$  为叠合梁的换算截面面积。

**7.2.5** 在地震设计状况下，预制柱底水平接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算：

#### 1 对于钢筋混凝土预制柱

1) 当柱受压时：

$$V_{uE} = 0.8N + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y} \quad (7.2.5-1)$$

2) 当柱受拉时：

$$V_{uE} = 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y \left(1 - \left(\frac{N}{A_{sd} f_y}\right)^2\right)} \quad (7.2.5-2)$$

式中  $f_y$ ——预制构件混凝土轴心抗压强度设计值；

$f_y$ ——垂直穿过结合面钢筋抗拉强度设计值；

$N$ ——与剪力设计值  $V$  相应的垂直于结合面的轴向力设计值，取绝对值进行计算；

$A_{sd}$ ——垂直穿过结合面钢筋的面积；

$V_{uE}$ ——地震设计状况下接缝受剪承载力设计值。

2 对于预制混凝土异形柱，应仅考虑验算方向柱肢截面的承载力，并按式(7.2.5-1)计算。

3 对于型钢混凝土预制柱

1) 当柱受压时：

$$V_{uE} = 0.8N + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y} + \frac{0.58}{\lambda}f_s t_w h_w \quad (7.2.5-3)$$

2) 当柱受拉时：

$$V_{uE} = 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y \left(1 - \left(\frac{N}{A_{sd} f_y}\right)^2\right)} + \frac{0.58}{\lambda}f_s t_w h_w \quad (7.2.5-4)$$

式中  $\lambda$ ——预制柱剪跨比。

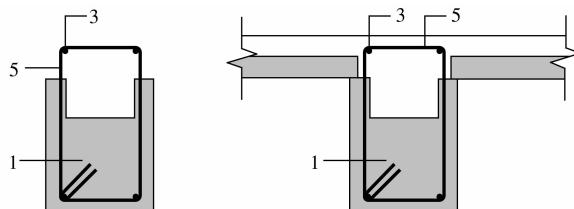
### 7.3 装配整体式钢筋混凝土框架结构构造设计

7.3.1 本节适用于采用现浇柱及叠合梁和预制柱及叠合梁的装配整体式框架结构以及采用预制柱及现浇剪力墙的装配整体式框架-现浇剪力墙结构中装配整体式框架的设计。

7.3.2 叠合梁的箍筋配置应符合以下规定：

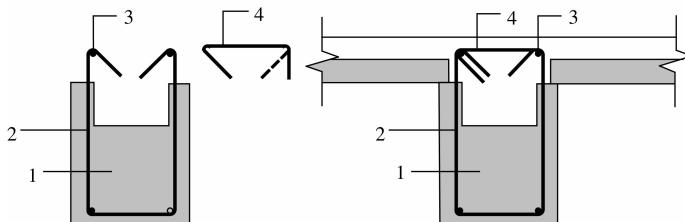
**1** 一、二级抗震等级的叠合框架梁的梁端箍筋加密区宜采用整体封闭箍筋，且箍筋的搭接部分宜设置在预制梁中（图 7.3.2a）。

**2** 采用组合封闭箍筋形式（图 7.3.2b）时，开口箍筋上方应做成  $135^{\circ}$  弯钩；弯钩端头平直段长度不应小于  $10d$  ( $d$  为箍筋直径)；现场采用箍筋帽封闭开口箍，箍筋帽宜一端做成  $135^{\circ}$  弯钩一端做成  $90^{\circ}$  弯钩，并在钢筋就位后弯折成  $135^{\circ}$ ；弯钩端头平直段长度不应小于  $10d$ 。



预制部分叠合梁

(a) 采用整体封闭箍筋的叠合梁



预制部分叠合梁

(b) 采用组合封闭箍筋的叠合梁

图 7.3.2 叠合梁箍筋构造示意图

1—预制梁；2—开口箍筋；3—上部纵向钢筋；  
4—箍筋帽；5—整体封闭箍筋

**7.3.3** 预制柱的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的要求，并应符合下列规定：

- 1 柱纵向受力钢筋直径不宜小于 20mm。
- 2 矩形柱截面宽度或圆形柱直径不宜小于 400mm,且不宜小于同方向梁宽的 1.5 倍。
- 3 柱纵向受力钢筋在柱底采用灌浆套筒连接时,钢筋连接区域的柱箍筋应加密,加密区不应小于纵向受力钢筋连接区域长度与 500mm 之和,套筒上端第一个箍筋距离灌浆套筒顶部不应大于 50mm(图 7.3.3)。

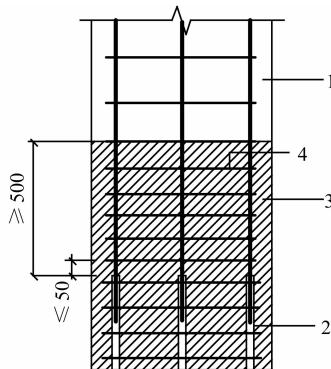


图 7.3.3 柱箍筋加密区域

1—预制柱;2—柱钢筋连接;3—箍筋加密区;4—加密区箍筋

**7.3.4** 采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架中,预制柱可根据需要采用单层柱方案和多层柱方案,并应符合下列规定:

- 1 柱纵向受力钢筋应贯穿后浇节点区。
- 2 当采用单层预制柱时,柱底接缝宜设置在楼面标高处(图 7.3.4-1),柱底混凝土表面应设置粗糙面,柱底宜预留 20mm 座浆层,并采用灌浆料填实。
- 3 当采用多层预制柱时,柱底接缝宜设置在楼面标高以下 20mm 处,梁端宜采取有效措施保证其纵向钢筋在节点核心区可靠锚固。
- 4 多层预制柱的节点处应增设交叉钢筋,并应在预制柱上

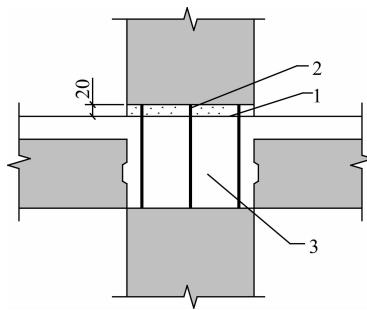


图 7.3.4-1 预制柱底接缝构造示意图

1—后浇节点区混凝土上表面粗糙面；2—拼缝灌浆层；3—后浇区

下侧混凝土内可靠锚固(图 7.3.4-2)。交叉钢筋每侧应设置一片，其强度等级不宜小于 HRB400，其直径应按运输、施工阶段的承载力及变形要求计算确定，且不应小于 16mm。

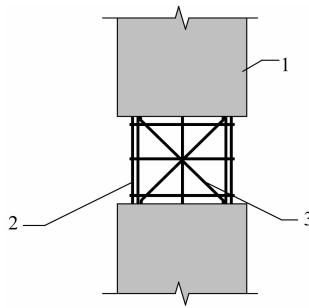
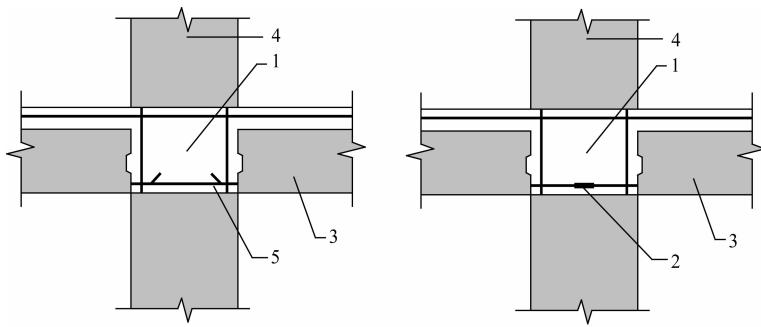


图 7.3.4-2 多层预制柱接缝构造示意图

1—多层预制柱；2—柱纵向钢筋；3—交叉钢筋

**7.3.5** 预制柱与叠合梁组成的框架节点处，梁纵向受力钢筋应伸入现浇节点区内锚固或连接，并应符合下列规定：

1 在框架中间层中节点处(图 7.3.5-1)，节点两侧的预制梁下部纵向钢筋宜锚固在节点区现浇混凝土内，也可采用机械连接或焊接的方式直接连接；上部钢筋在节点区现浇层内应连续。



(a) 梁下部纵向钢筋机械连接或者焊接

(b) 梁下部纵向钢筋锚固

图 7.3.5-1 中间层中节点

1—后浇区；2—下部纵筋连接；3—预制梁；4—预制柱；5—下部纵筋锚固

**2** 在框架中间层边节点处(图 7.3.5-2),梁纵向钢筋锚固在节点区混凝土内;当柱截面尺寸不满足直线锚固要求时,宜采用锚固板的机械锚固方式,锚固直线段长度应伸过柱中心线不小于  $5d$ ,且不应小于  $0.4l_{abE}$ ;也可采用  $90^{\circ}$  弯折锚固,锚固直线段不应小于  $0.4l_{abE}$ ,弯折后直线段不小于  $15d$ 。

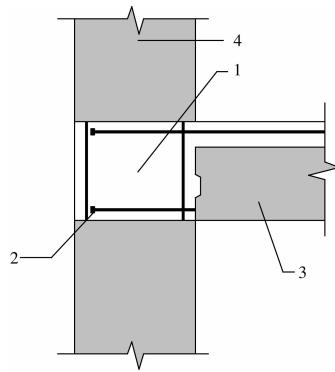


图 7.3.5-2 中间层边节点

1—后浇区；2—梁纵筋锚固；3—预制梁；4—预制柱

3 在框架顶层中节点处(图 7.3.5-3),梁钢筋的构造按照本条第一款中的规定确定;柱纵向钢筋锚固在节点区内,宜采用锚固板的机械锚固方式,锚固长度不应小于  $0.5l_{abE}$ 。

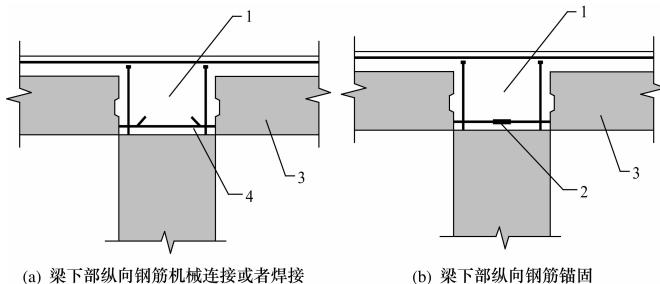


图 7.3.5-3 顶层中节点

1—后浇区;2—下部纵筋连接;3—预制梁;4—下部纵筋锚固

4 在框架顶层边节点处(图 7.3.5-4),柱宜向上伸出一段并将柱纵向钢筋锚固在伸出段内,伸出段长度不宜小于 500mm,伸出段内箍筋间距不应大于  $5d$  且不应大于 100mm;柱纵向钢筋宜采用锚固板的机械锚固方式,锚固长度不应小于  $40d$ , $d$  为纵向钢筋直径(图 7.3.5-4a);梁下部纵向钢筋应锚固在节点区混凝土内

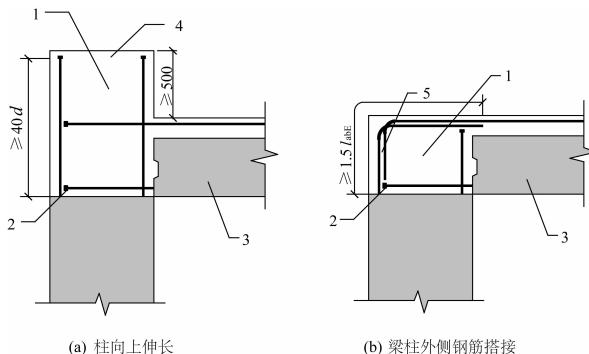


图 7.3.5-4 顶层边节点

1—后浇区;2—纵筋锚固;3—预制梁;4—柱延伸段;5—梁柱外侧钢筋搭接

且宜采用锚固板的机械锚固方式,锚固直线段长度应伸过柱中心线不小于  $5d$ ,且不应小于  $0.4l_{abE}$ ;或将梁上部钢筋与柱外侧纵向钢筋在节点区搭接(图 7.3.5-4b),柱内侧纵筋机械锚固长度尚应符合本条第 3 款要求。

**7.3.6** 梁、柱纵向钢筋在节点区内采用直线锚固、弯折锚固或机械锚固的方式时,其锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中的相关规定;当梁、柱纵向钢筋采用锚固板的机械锚固方式时,应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 中的相关规定。

**7.3.7** 采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架节点,梁下部纵向受力钢筋也可伸至节点区外的后浇段内连接(图 7.3.7),连接接头与节点区的距离不应小于  $1.5h_0$ ( $h_0$  为梁截面有效高度)。

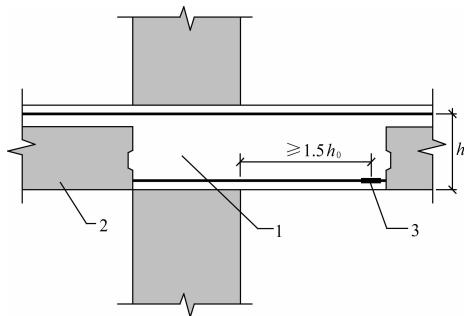


图 7.3.7 梁纵向钢筋在节点区外的后浇段内连接示意图

1—后浇段;2—预制梁;3—纵向受力钢筋连接

**7.3.8** 现浇柱与叠合梁组成的框架节点处,梁纵向钢筋的连接与锚固应符合本规程第 7.3.5~7.3.7 条的规定。

**7.3.9** 装配整体式框架-现浇剪力墙结构中,当预制柱为现浇剪力墙边框柱时,剪力墙宜设顶框梁或宽度与墙厚相同的暗梁,节点在梁高范围内采用现浇,与现浇剪力墙相连的预制柱侧面应设置粗糙面并宜设置键槽,水平钢筋可采用机械连接也可采用焊接(图 7.3.9)。

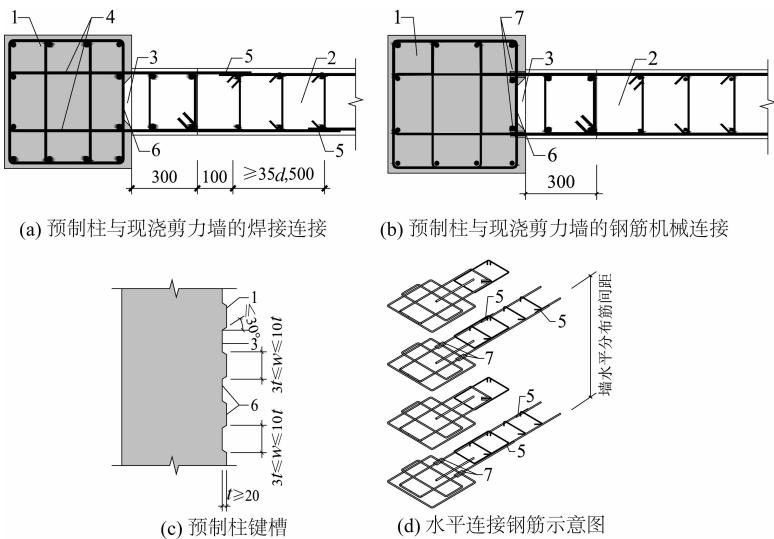


图 7.3.9 预制柱与现浇剪力墙的竖向连接示意图

1—预制柱；2—现浇剪力墙；3—键槽；4—预制柱预留钢筋；

5—钢筋焊接连接接头；6—粗糙面；7—钢筋机械连接接头(仅用于机械连接时)

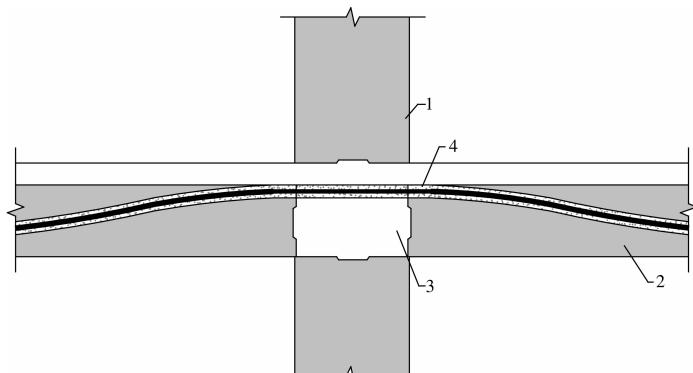
## 7.4 装配整体式预应力混凝土框架结构构造设计

**7.4.1** 本节适用于采用现浇柱及预应力叠合梁和预制柱及预应力叠合梁的后张法装配整体式预应力框架结构的设计。

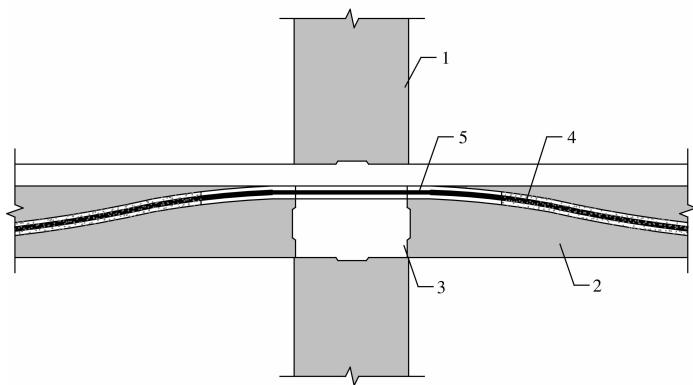
**7.4.2** 预应力叠合梁可采用有粘结预应力筋(图 7.4.2a)和部分粘结预应力筋(图 7.4.2b),并应符合如下规定:

1 预应力叠合梁的高宽比不宜大于 4; 梁高宜取 1/12~1/22 的计算跨度,净跨与截面高度之比不宜小于 4。

2 当采用部分粘结预应力筋时,无粘结段宜设置在节点核心区附近,无粘结段范围宜取节点核心区宽度及两侧梁端一倍梁高范围;无粘结段预应力筋的外包层材料及涂料层应符合现行行业标准《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 的相关规定。



(a) 有粘结预应力节点



(b) 部分粘结预应力节点

图 7.4.2 装配整体式预应力框架节点构造示意图

1—预制柱；2—预制梁；3—后浇区；

4—有粘结段预应力筋；5—无粘结段预应力筋

**7.4.3** 预制柱、预应力叠合梁和框架节点的其他构造设计应符合本规程第 6 章和本章的相关规定。

## 7.5 装配整体式型钢混凝土框架结构构造设计

**7.5.1** 本节适用于采用现浇型钢混凝土柱及型钢混凝土叠合梁和预制型钢混凝土柱及型钢混凝土叠合梁的装配整体式型钢混凝土框架结构的设计。

**7.5.2** 预制型钢混凝土叠合梁和预制型钢混凝土柱应符合下列规定：

1 叠合梁和预制柱中的型钢宜采用螺栓连接。

2 叠合梁的竖向接缝宜设置在距离柱边一倍梁截面高度位置处，预制型钢混凝土柱底的接缝宜设置在距离楼面标高以上一倍柱截面高度位置处，一倍梁截面高度范围内的梁、一倍柱截面高度范围内的柱与节点区同时后浇混凝土（图 7.5.2）。

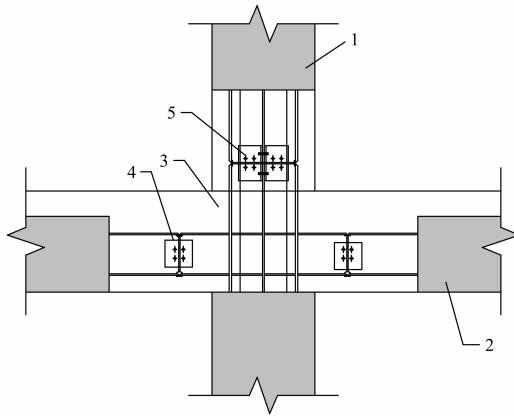


图 7.5.2 装配整体式型钢混凝土框架节点构造示意图

1—预制型钢混凝土柱；2—预制型钢混凝土梁；3—后浇区；

4—预制梁型钢螺栓连接；5—预制柱型钢螺栓连接

**7.5.3** 预制型钢混凝土柱、型钢混凝土叠合梁和节点区的其他构造设计应符合本规程第 6 章和本章的相关规定。

## 8 剪力墙结构设计

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 本章适用于装配整体式剪力墙、预应力叠合楼板装配整体式剪力墙和装配整体式夹心保温剪力墙三类剪力墙结构的设计。

**8.1.2** 对同一层内既有现浇剪力墙也有预制剪力墙的装配整体式剪力墙结构, 现浇剪力墙承担的水平地震作用弯矩、剪力宜乘以不小于 1.1 的增大系数。

**8.1.3** 装配整体式剪力墙结构的平面和竖向布置应综合考虑安全性、适用性、经济性等因素, 宜选择简单、规则、均匀、对称的布置方案, 并应符合下列规定:

1 应沿两个方向布置剪力墙, 且两个方向的侧向刚度不宜相差过大。

2 剪力墙的截面宜简单、规则, 自上而下宜连续布置, 避免层间侧向刚度突变。

3 门窗洞口宜上下对齐、成列布置, 形成明确的墙肢和连梁; 抗震等级为一、二、三级的剪力墙底部加强部位不应采用错洞墙, 结构全高均不应采用叠合错洞墙。

4 剪力墙墙段长度不宜大于 8m, 各墙段高度与长度的比值不宜小于 3。

**8.1.4** 高层装配整体式剪力墙结构中的电梯井筒和楼梯间外墙宜采用现浇混凝土结构。

**8.1.5** 高层建筑装配整体式剪力墙不应全部采用短肢剪力墙。当采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构时, 应符合下列规定:

1 在规定的水平地震作用下, 短肢剪力墙承担的底部倾覆

力矩不宜大于结构底部总倾覆力矩的 50%。

**2** 建筑适用高度应比本规程第 6.1.1 条规定的装配整体式剪力墙结构的最大适用高度降低 20m。

- 注:1 短肢剪力墙是指截面厚度不大于 300mm、各肢截面高度与厚度之比的最大值大于 4 但不大于 8 的剪力墙;
- 2 具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构是指,在规定的水平地震作用下,短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不小于结构底部总地震倾覆力矩的 30% 的剪力墙结构。

## 8.2 连接设计

**8.2.1** 楼层内相邻预制剪力墙之间应采用整体式接缝连接,且应符合下列规定:

**1** 当接缝位于纵横墙交接处的约束边缘构件区域时,约束边缘构件的阴影区域(图 8.2.1-1)宜全部采用后浇混凝土,并应在后浇段内设置封闭箍筋。

**2** 当接缝位于纵横墙交接处的构造边缘构件区域时,构造边缘构件宜全部采用后浇混凝土(图 8.2.1-2),当仅在一面墙上设置后浇段时,后浇段的长度不宜小于 300mm(图 8.2.1-3)。

**3** 边缘构件内的配筋及构造要求应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定;预制剪力墙的水平分布钢筋在后浇段内的锚固、连接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

**4** 非边缘构件位置,相邻预制剪力墙之间应设置后浇段,后浇段的宽度不应小于墙厚且不宜小于 200mm;后浇段内应设置不少于 4 根竖向钢筋,钢筋直径不应小于墙体竖向分布筋直径且不应小于 8mm;两侧墙体的水平分布筋在后浇段内的锚固、连接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

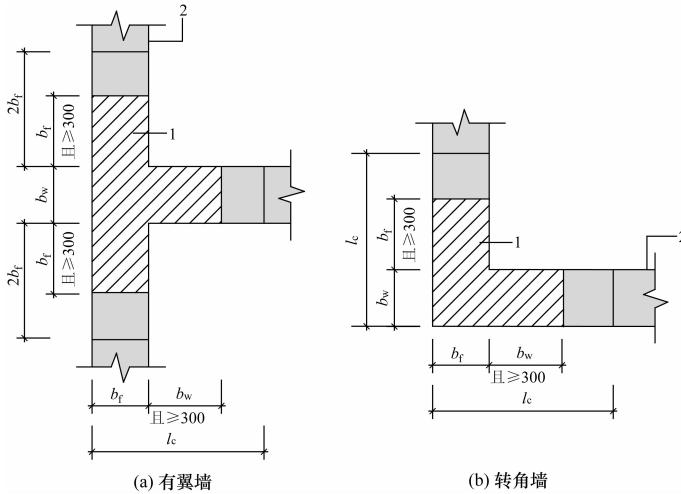


图 8.2.1-1 约束边缘构件阴影区域全部后浇构造示意图

1—后浇段；2—预制剪力墙

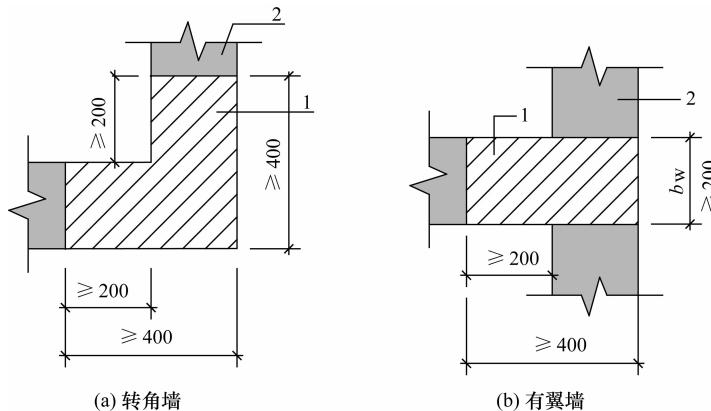


图 8.2.1-2 构造边缘构件全部后浇构造示意图

(阴影区域为构造边缘构件范围)

1—后浇段；2—预制剪力墙

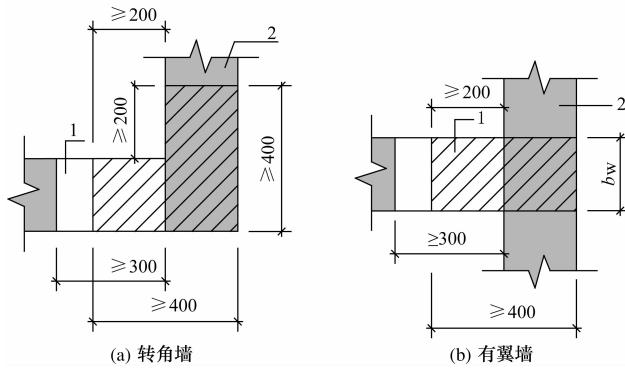


图 8.2.1-3 构造边缘构件部分现浇构造示意图

(阴影区域为构造边缘构件范围)

1—后浇段；2—预制剪力墙

**8.2.2** 屋面以及立面收进的楼层,当采用叠合楼板时应在预制剪力墙顶部设置封闭的后浇钢筋混凝土圈梁(图 8.2.2),并应符合下列规定:

1 圈梁截面宽度不应小于剪力墙的厚度,截面高度不宜小于楼板厚度及 250mm 的较大值;圈梁应与现浇或叠合楼、屋盖浇筑成整体。

2 圈梁内配置的纵向钢筋不应少于  $4\phi 12$ ,且按全截面计算的配筋率不应小于 0.5% 和水平分布筋配筋率的较大值,纵向钢筋竖向间距不应大于 200mm;箍筋间距不应大于 200mm,且直径不应小于 8mm。

3 圈梁混凝土强度等级应不低于楼板或预制剪力墙的混凝土强度等级。

**8.2.3** 各层楼面位置,当采用叠合楼板且预制剪力墙顶部无后浇圈梁时,应设置连续的水平后浇带(图 8.2.3);水平后浇带应符合下列规定:

1 水平后浇带宽度应取剪力墙的厚度,高度不应小于楼板

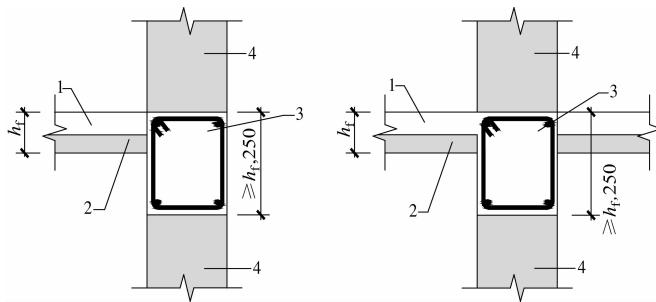


图 8.2.2 后浇钢筋混凝土圈梁构造示意图

1—叠合板现浇层；2—预制楼板；3—现浇圈梁；4—预制墙板

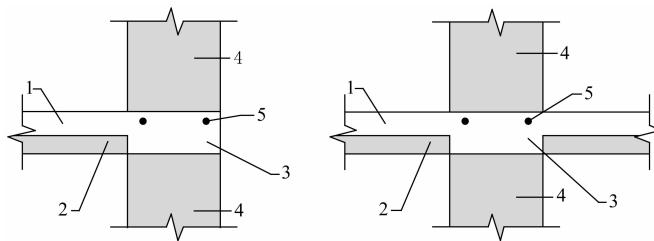


图 8.2.3 水平后浇带构造示意图

1—叠合板现浇层；2—预制板；3—水平现浇带；

4—预制墙板；5—纵向钢筋

厚度；水平后浇带应与现浇或者叠合楼、屋盖浇筑成整体。

**2** 水平后浇带内应配置不少于 2 根连续纵向钢筋，其直径不宜小于 12mm。

**3** 水平后浇带的混凝土强度等级应不低于楼板或预制剪力墙的混凝土强度等级。

**8.2.4** 预制剪力墙底部接缝宜设置在楼面标高处。接缝高度宜为 20mm，且宜采用灌浆料填实。

**8.2.5** 上下层预制剪力墙的边缘构件竖向钢筋宜采用套筒灌浆连接。一字型预制剪力墙的边缘构件竖向钢筋宜逐根连接。

**8.2.6** 上下层预制剪力墙的竖向分布钢筋宜采用套筒灌浆连接、金属波纹管浆锚搭接连接和螺栓连接，并应符合下列规定：

**1** 当采用单排套筒灌浆连接(图 8.2.6-1)和金属波纹管浆锚搭接连接(图 8.2.6-2)时，连接钢筋的抗拉承载力不宜小于被连接钢筋抗拉承载力的 1.1 倍，并应符合本规程第 8.2.8 条的计算规定；竖向连接钢筋间距不宜大于 400mm；竖向连接钢筋在上下层预制墙体中的锚固长度对于套筒灌浆连接不应小于  $l_{ae}$ 、对于金属波纹管浆锚搭接连接不应小于  $1.2l_{ae}$ ，且应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和本规程第 6.5 节的相关规定。

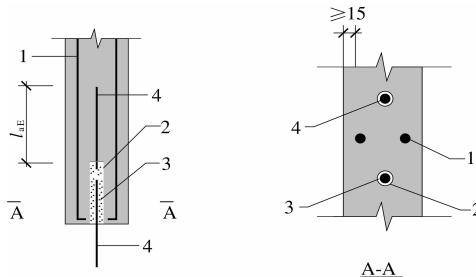


图 8.2.6-1 竖向钢筢单排套筒灌浆连接

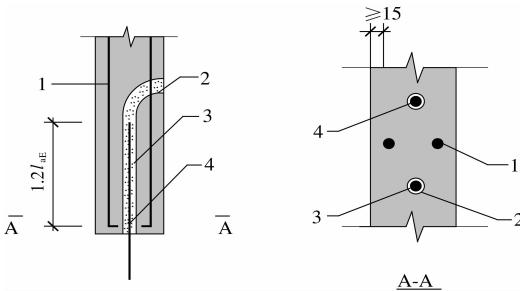


图 8.2.6-2 竖向钢筢单排金属波纹管浆锚搭接连接

1—上部预制构件纵筋；2—套筒或金属波纹管；

3—灌浆料；4—连接钢筋

2 当采用单排螺栓连接时(图 6.5.7),附加连接螺栓的抗拉承载力不宜小于被连接钢筋抗拉承载力的 1.1 倍,并应符合本规程第 8.2.8 条的计算要求;螺栓的锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和本规程 6.5 节的相关规定。

**8.2.7** 预制剪力墙相邻下层为现浇剪力墙时,预制剪力墙与下层现浇剪力墙中竖向钢筋的连接应符合本规程第 8.2.5 条及第 8.2.6 条的规定。

**8.2.8** 在地震设计状况下,剪力墙水平接缝的受剪承载力设计值应按下式计算:

$$V_{uE} = 0.6 f_y A_{sd} + 0.8 N \quad (8.2.8)$$

式中  $f_y$  ——垂直穿过结合面的钢筋抗拉强度设计值;

$N$  ——与剪力设计值  $V$  相对应的垂直于结合面的轴向力设计值,压力时取正,拉力时取负;

$A_{sd}$  ——垂直穿过结合面的抗剪钢筋面积。

**8.2.9** 预制剪力墙洞口上方的预制连梁宜与后浇圈梁或水平后浇带形成叠合连梁(图 8.2.9),叠合连梁的配筋及构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

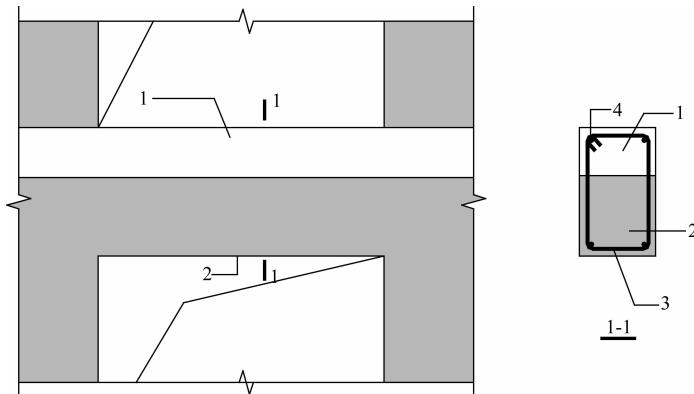


图 8.2.9 预制剪力墙叠合连梁构造示意图

1—后浇圈梁或后浇带;2—预制连梁;3—箍筋;4—纵向钢筋

**8.2.10** 预制叠合连梁的预制部分宜与剪力墙整体预制,也可在跨中可靠拼接或在端部与预制剪力墙可靠拼接。

### 8.3 装配整体式混凝土剪力墙构造设计

**8.3.1** 本节适用于预制剪力墙竖向钢筋采用套筒灌浆连接、金属波纹管浆锚搭接连接和螺栓连接的装配整体式剪力墙的设计。

**8.3.2** 装配整体式剪力墙宜采用一字形,也可采用 L 形、T 形或 U 形;开洞预制剪力墙洞口宜居中布置,洞口两侧的墙肢宽度不应小于 200mm,洞口上方连梁高度不宜小于 250mm。

**8.3.3** 装配整体式剪力墙的连梁不宜开洞;当需开洞时,洞口宜预埋套管,洞口上、下截面的有效高度不宜小于梁高的 1/3,且不宜小于 200mm;被洞口削弱的连梁截面应进行承载力验算,洞口处应配置补强纵向钢筋和箍筋,补强纵向钢筋的直径不应小于 12mm。

**8.3.4** 装配整体式剪力墙开有边长小于 800mm 的洞口,且在结构整体计算中不考虑其影响时,应沿洞口周边配置补强钢筋;补强钢筋的直径不应小于 12mm,截面面积不应小于同方向被洞口截断的钢筋面积;该钢筋自孔洞边角算起伸入墙内的长度不应小于  $l_{ae}$ (图 8.3.4)。

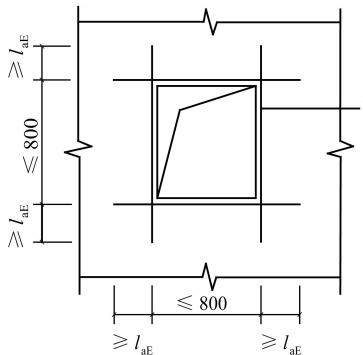


图 8.3.4 预制剪力墙洞口补强钢筋配置示意图

1—洞口补强钢筋

**8.3.5** 当采用套筒灌浆连接时,自套筒底部至套筒顶部并向上延伸300mm范围内,预制剪力墙的水平分布筋应加密(图8.3.5),加密水平分布筋的最大间距及最小直径应符合表8.3.5的规定,套筒上端第一道水平分布钢筋距离套筒顶部不应大于50mm。

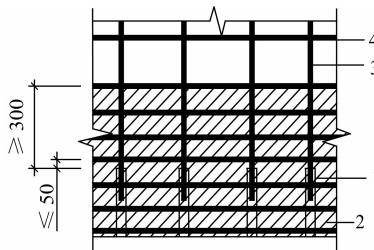


图8.3.5 钢筋套筒灌浆连接部位

水平分布钢筋的加密构造示意图

1—灌浆套筒;2—水平分布钢筋加密区域(阴影区域);

3—竖向钢筋;4—水平分布钢筋

**表8.3.5 加密区水平分布钢筋的要求**

抗震等级	最大间距(mm)	最小直径(mm)
一级	100	8
二、三、四级	150	8

**8.3.6** 端部无边缘构件的预制剪力墙,宜在端部配置2根直径不小于12mm的竖向构造钢筋;沿该钢筋竖向应配置拉筋,拉筋直径不宜小于6mm、间距不宜大于250mm。

**8.3.7** 装配整体式剪力墙的其他构造设计应符合本规程第6章和本章的相关规定。

#### 8.4 配预应力叠合楼板装配整体式剪力墙构造设计

**8.4.1** 本节适用于楼盖采用预应力叠合板的装配整体式剪力墙结构的设计。

**8.4.2** 当预应力叠合楼板采用预制预应力空心板时, 预制预应力空心板的端部最小支承长度  $a_{0\min}$  应按下式计算:

$$a_{0\min} = \begin{cases} 55\text{mm} & L \leq 10\text{m} \\ 80\text{mm} & 10\text{m} < L \leq 14.4\text{m} \\ 100\text{mm} & 14.4\text{m} < L \leq 18\text{m} \end{cases} \quad (8.4.2)$$

式中  $L$ ——为预制预应力空心板的计算跨度。

当在支承长度无法满足时, 板端应采取配置钢筋拉锚等加强措施。

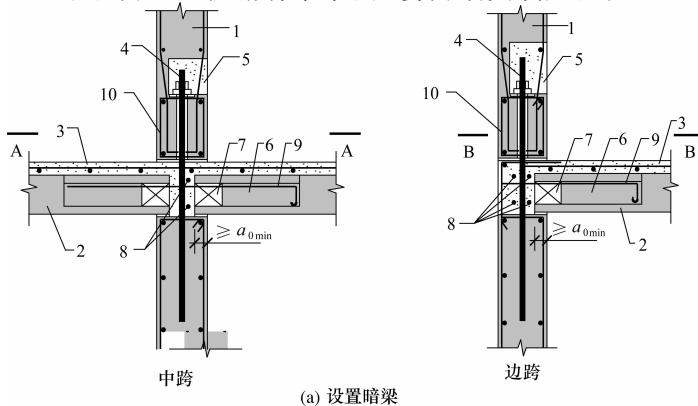
**8.4.3** 采用预制预应力空心板的预应力叠合楼板装配整体式剪力墙应符合以下构造要求:

**1** 剪力墙非边缘构件区竖向钢筋宜采用本规程第 8.2.6 条规定的单排连接构造, 当采用单排螺栓连接时, 应符合图 8.4.3 的构造规定。

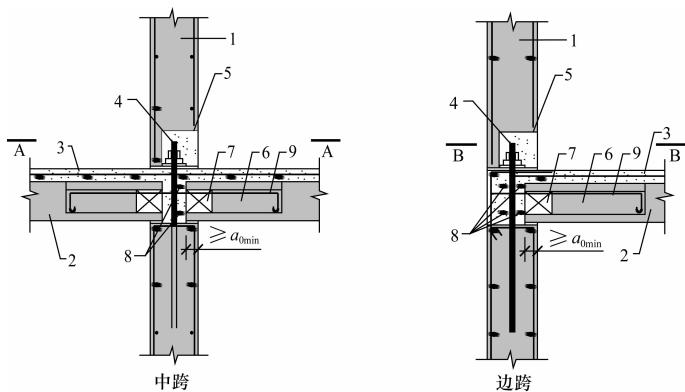
**2** 边跨预应力叠合楼板装配整体式剪力墙的接缝构造宜符合本规程第 8.2.2 和 8.2.3 条的规定。

**3** 预制预应力空心板不宜在剪力墙边缘构件区域搁置, 在该区域内的预制预应力空心板应采取有效措施保证与剪力墙的可靠连接。

**4** 预应力空心板底端部与下层剪力墙交接处应设置不小于



(a) 设置暗梁



(b) 预埋连接器

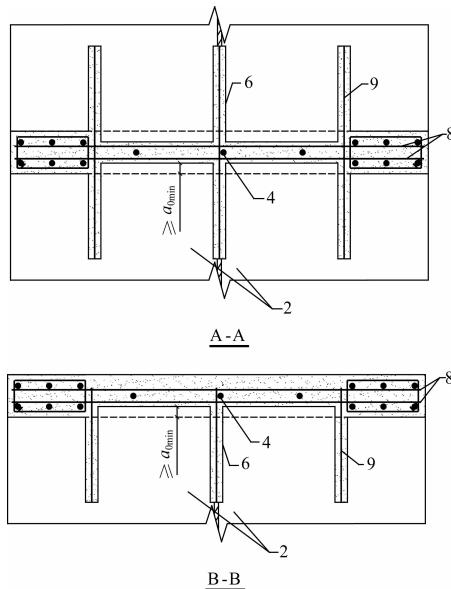


图 8.4.3 配预应力空心叠合楼板装配整体式剪力墙构造示意图

1—墙体；2—预应力板；3—叠合层；4—上端带螺纹竖向连接钢筋；  
5—预留孔；6—预应力空心芯孔预先开槽；7—细石混凝土堵头；  
8—加强筋；9—拉结筋；10—暗梁

20mm 厚的垫块,垫块宜采用与座浆层相同的材料。

5 在预应力空心板接缝和孔芯内应设置拉锚钢筋,拉锚钢筋间距不应大于 600mm,拉锚钢筋直径不应小于 8mm。孔芯应先开槽,开槽长度不应小于 1m。

6 预应力空心板端部孔芯内应采用细石混凝土堵头。

7 预应力空心板顶应设置粗糙面。

8 安装手孔宜采用微膨胀细石混凝土或灌浆料填实。

**8.4.4** 配预应力叠合楼板装配整体式剪力墙的其他构造设计应符合本规程第 6 章和本章的相关规定。

## 8.5 装配整体式夹心保温剪力墙构造设计

**8.5.1** 本节适用于采用夹心保温构造的装配整体式剪力墙外墙的设计。

**8.5.2** 装配整体式夹心保温剪力墙应采用连接件将内叶和外叶墙板可靠连接。该连接件应同时具备良好的热工性能和力学性能,宜采用纤维增强塑料(FRP)连接件和不锈钢连接件,当有可靠试验依据时,也可采用其他类型连接件。

**8.5.3** 装配整体式夹心保温剪力墙中的棒状和片状连接件宜采用矩形布置,桁架式连接件宜采用等间距布置。连接件间距按设计要求确定,连接件距墙体边缘的距离宜为 100mm~200mm。当有可靠试验依据时,也可采用其他长度间距。

**8.5.4** 装配整体式夹心剪力墙中连接件的设计应符合本规程第 9.2 节的规定。

**8.5.5** 装配整体式夹心剪力墙的内、外叶墙板的构造设计应符合下列规定:

1 内叶墙板应按剪力墙进行设计,并应与相邻剪力墙形成可靠连接,连接设计应符合本规程第 8.2 节的相关规定。

2 外叶墙板按围护墙板设计,且与相邻外叶墙板不连接。

**3** 内、外叶墙板之间应设置不少于两根钢筋或两片钢预埋件连接。

**8.5.6** 当采用 FRP 连接件时,装配整体式夹心剪力墙的外叶墙板厚度一般不小于 60mm,当外侧采用面砖/石材等不燃材料采用反打工艺做装饰面时,可取 55mm。连接件在墙体单侧混凝土板叶中的锚固长度不宜小于 30mm,其端部距墙板表面距离不宜小于 25mm。

**8.5.7** 装配整体式夹心剪力墙的保温层厚度不宜小于 30mm,且不宜大于 120mm。



## 9 预制外挂墙设计

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 外挂墙板的保温构造主要包括内保温、外保温及夹心保温三种形式。装配整体式公共建筑的外挂墙板宜采用夹心保温构造。本章内容适用于新建、扩建和改建公共建筑中有关仅起围护作用的外挂墙板及其连接的设计计算。

**9.1.2** 外挂墙板与主体结构宜采用可靠的柔性连接,连接节点应具有足够的承载力和适应主体结构变形的能力,并应采用可靠的防腐、防锈和防火措施。外挂墙板及其与主体结构的连接节点应进行抗震设计。

**9.1.3** 外挂墙板的结构分析可采用线性弹性方法,其计算简图应符合实际受力状态。

**9.1.4** 对外挂墙板和连接节点进行承载力验算时,其结构重要性系数 $\gamma_0$ 应取不小于1.0,连接节点承载力抗震调整系数 $\gamma_{RE}$ 应取1.0。

**9.1.5** 外挂墙板的平均传热系数[ $W/(m^2 \cdot K)$ ]及热惰性指标(D)应满足现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 和上海市标准《公共建筑节能设计标准》DGJ 08—107 的相关要求。

### 9.2 墙体设计

**9.2.1** 外挂墙板宜按围护结构进行设计。在进行结构设计计算时,不考虑分担主体结构所承受的荷载和作用,只考虑承受直接施加于外墙上的荷载与作用。

**9.2.2** 进行外挂墙板及连接节点的承载力计算时,荷载组合的效应设计值应符合下列规定:

**1 持久设计状况**

当风荷载效应起控制作用时:

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_W S_{Wk} \quad (9.2.2-1)$$

当永久荷载效应起控制作用时:

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \psi_W \gamma_W S_{Wk} \quad (9.2.2-2)$$

**2 地震设计状况**

在水平地震作用下:

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \psi_W \gamma_W S_{Wk} \quad (9.2.2-3)$$

在竖向地震作用下:

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} \quad (9.2.2-4)$$

式中  $S$ ——基本组合的效应设计值;

$S_{Eh}$ ——水平地震作用组合的效应设计值;

$S_{Ev}$ ——竖向地震作用组合的效应设计值;

$S_{Gk}$ ——永久荷载的效应标准值;

$S_{Wk}$ ——风荷载的效应标准值;

$S_{Ehk}$ ——水平地震作用组合的效应标准值;

$S_{Evk}$ ——竖向地震作用组合的效应标准值;

$\gamma_G$ ——永久荷载分项系数,按本规程第9.2.3条规定取值;

$\gamma_W$ ——风荷载分项系数,取1.4;

$\gamma_{Eh}$ ——水平地震作用分项系数,取1.3;

$\gamma_{Ev}$ ——竖向地震作用分项系数,取1.3;

$\gamma_W$ ——风荷载组合系数。在持久设计状况下取0.6,地震设计状况下取0.2。

**9.2.3** 在持久设计状况下、地震设计状况下,进行外挂墙板和连接节点的承载力设计时,永久荷载分项系数 $\gamma_G$ 应按下列规定取值:

1 进行外挂墙板平面外承载力设计时,  $\gamma_G$  应取为 0; 进行外挂墙板平面内承载力设计时,  $\gamma_G$  应取为 1.2;

2 进行连接节点承载力设计时, 在持久设计状况下, 当风荷载效应起控制作用时,  $\gamma_G$  应取 1.2, 当永久荷载效应起控制作用时,  $\gamma_G$  应取 1.35; 在地震设计状况下,  $\gamma_G$  应取 1.2。当永久荷载效应对连接节点承载力有利时,  $\gamma_G$  应取为 1.0。

**9.2.4** 计算水平地震作用标准值时, 可采用等效侧力法, 并应按下式计算:

$$F_{Ehk} = \beta_E \alpha_{max} G_k \quad (9.2.4)$$

式中  $F_{Ehk}$  ——施加于外墙重心处的水平地震作用标准值;

$\beta_E$  ——动力放大系数, 可取 5.0;

$\alpha_{max}$  ——水平地震影响系数最大值, 可取 0.08;

$G_k$  ——外墙重力荷载标准值。

**9.2.5** 坚向地震作用标准值可取水平地震作用标准值的 0.65 倍。

**9.2.6** 夹心外挂墙板的极限承载力应根据试验确定, 试验方法参照现行国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB 50152。夹心外挂墙板的挠度按弹性方法计算, 开裂后夹心外挂墙板的抗弯刚度计算时不考虑受拉开裂侧墙板混凝土的作用。

### 9.3 连接件设计

**9.3.1** 本节适用于夹心外挂墙板连接件的设计。

**9.3.2** 连接件应满足墙体热工性能要求, 并应具有可靠的力学性能。连接件宜采用纤维增强塑料(FRP)连接件和不锈钢连接件。当有可靠依据时, 也可采用其他类型连接件。

**9.3.3** 棒状和片状连接件宜采用矩形布置, 构架式连接件宜采用等间距布置。连接件间距按设计要求确定, 连接件距墙体边缘的距离宜为 100mm~200mm。当有可靠试验依据时, 也可采用其他长度间距。

**9.3.4** FRP 连接件宜采用片状和棒状形式。单个 FRP 连接件的抗拔承载力和抗剪承载力宜根据试验确定，并考虑环境影响和蠕变断裂的影响。

**9.3.5** 不锈钢连接件宜采用棒状和桁架形式。棒状和桁架式不锈钢连接件的抗拔承载力和抗剪承载力宜根据试验确定，并考虑一定的安全系数后取用。

#### **9.4 构造要求**

**9.4.1** 夹心外挂墙板由内、外叶混凝土墙板、板内纵横向受力钢筋、保温层(EPS、XPS 或无机保温砂浆)及保温连接件(FRP 或不锈钢)组成。

**9.4.2** 外挂墙板的高度不宜大于一个层高。内、外叶墙板之间应设置不少于两根钢筋或两片钢预埋件连接。

**9.4.3** 当采用 FRP 连接件时，夹心外挂墙板的内、外叶墙板厚度一般不小于 60mm，当外叶墙板外侧采用面砖/石材等不燃材料采用反打工艺做装饰面时，可取 55mm。连接件在墙体单侧混凝土板叶中的锚固长度不宜小于 30mm，其端部距墙板表面距离不宜小于 25mm。

**9.4.4** 外挂墙板间接缝的构造应符合下列要求：

- 1** 接缝构造应能满足防水、防火、隔声、环保等功能要求。
- 2** 接缝的宽度应满足主体结构层间变形、密封材料变形能力、施工误差、温差引起变形等的要求，且不应小于 15mm。

## 本规程用词说明

1 为了便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先这样做的用词:

正面词采用“宜”;

反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 规程中指定应按其他相关标准、规范执行时,写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《碳素结构钢冷轧钢带》GB 716
- 2 《高分子防水材料 第二部分 止水带》GB 18173.2
- 3 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 4 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 5 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 6 《建筑防火设计规范》GB 50016
- 7 《钢结构设计规范》GB 50017
- 8 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 9 《建筑结构可靠度统一标准》GB 50068
- 10 《混凝土结构试验方法标准》GB 50152
- 11 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 12 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
- 13 《民用建筑工程室内环境污染防治规范》GB 50325
- 14 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 15 《混凝土工程施工规范》GB 50666
- 16 《工程结构设计基本术语和通用符号》GBJ 132
- 17 《水泥化学分析方法》GB/T 176
- 18 《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518
- 19 《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224
- 20 《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106
- 21 《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683—2003
- 22 《建筑幕墙》GB/T 21086
- 23 《建筑模数协调标准》GB/T 50002

- 24** 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
- 25** 《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T 50083
- 26** 《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448
- 27** 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1
- 28** 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
- 29** 《民用建筑电气设计规范》JGJ 16
- 30** 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 31** 《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92
- 32** 《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102
- 33** 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
- 34** 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114
- 35** 《型钢混凝土组合结构技术规程》JGJ 138
- 36** 《预应力混凝土结构抗震设计规程》JGJ 140
- 37** 《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149
- 38** 《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256
- 39** 《外墙内保温工程技术规程》JGJ/T 261
- 40** 《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281
- 41** 《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225
- 42** 《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398
- 43** 《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408
- 44** 《混凝土建筑接缝用密封胶》JC/T 881
- 45** 《建筑抗震设计规程》DGJ 08—9
- 46** 《建筑幕墙工程技术规范》DGJ 08—56
- 47** 《公共建筑节能设计标准》DGJ 08—107

上海市工程建设规范

装配整体式混凝土公共建筑设计规程

DGJ 08-2154-2014

J 12874-2014

条文说明

2015 上海



## 目 次

1 总 则 .....	71
2 术语和符号 .....	72
2.1 术 语 .....	72
2.2 符 号 .....	72
3 基本规定 .....	73
4 材 料 .....	75
4.1 混凝土、钢筋和钢材 .....	75
4.2 连接材料 .....	75
4.3 保温、防水材料 .....	77
4.4 其他材料 .....	77
5 建筑设计 .....	78
5.1 一般规定 .....	78
5.2 建筑模数 .....	78
5.3 平面、立面设计 .....	78
5.4 预制构配件 .....	79
5.5 室内装修 .....	81
5.6 建筑设备与管线 .....	82
5.7 建筑节能 .....	82
6 结构设计基本要求 .....	83
6.1 一般规定 .....	83
6.2 作用及作用组合 .....	85
6.3 结构分析 .....	85
6.4 预制构件设计 .....	86
6.5 连接设计 .....	86

6.6	楼盖设计	88
7	框架结构设计	90
7.1	一般规定	90
7.2	承载力计算	90
7.3	装配整体式钢筋混凝土框架结构构造设计	92
7.4	装配整体式预应力混凝土框架结构构造设计	94
7.5	装配整体式型钢混凝土框架结构构造设计	94
8	剪力墙结构设计	95
8.1	一般规定	95
8.2	连接设计	95
8.3	装配整体式混凝土剪力墙构造设计	98
8.4	配预应力叠合楼板装配整体式剪力墙构造设计	99
8.5	装配整体式夹心保温剪力墙构造设计	99
9	预制外挂墙设计	101
9.1	一般规定	101
9.2	墙体设计	103
9.3	连接件设计	104
9.4	构造要求	105

# Contents

1	General .....	71
2	Terms and symbols .....	72
2.1	Terms .....	72
2.2	Symbols .....	72
3	Basic requirements .....	73
4	Materials .....	75
4.1	Concrete, reinforcing bar and steel .....	75
4.2	Connection materials .....	75
4.3	Insulation and waterproof materials .....	77
4.4	Other materials .....	77
5	Architectural design .....	78
5.1	General requirements .....	78
5.2	Modular of building .....	78
5.3	Plan and elevation design .....	78
5.4	Precast component .....	79
5.5	Internal fitting design .....	81
5.6	Equipment and conduit design .....	82
5.7	Energy efficiency .....	82
6	Structural design .....	83
6.1	General requirements .....	83
6.2	Actions and action combinations .....	85
6.3	Strutural analysis .....	85
6.4	Component design .....	86
6.5	Connection design .....	86

6.6	Slab design .....	88
7	Frame structure design .....	90
7.1	General requirements .....	90
7.2	Capacity calculation .....	92
7.3	Detailing of monolithic precast concrete frame .....	92
7.4	Detailing of monolithic precast prestressed concrete frame .....	94
7.5	Detailing of monolithic precast steel reinforced concrete frame .....	94
8	Shear wall structure design .....	95
8.1	General requirements .....	95
8.2	Connection design .....	95
8.3	Detailing of monolithic precast concrete shear wall .....	98
8.4	Detailing of monolithic precast concrete shear wall with prestressed slab .....	99
8.5	Detailing of monolithic precast concrete sandwich insulation shear wall .....	99
9	Facade panel design .....	101
9.1	General requirements .....	101
9.2	Panel design .....	103
9.3	Connector design .....	104
9.4	Detailing .....	105

## 1 总 则

**1.0.1~1.0.3** 本规程适用于上海地区的装配整体式混凝土公共建筑的设计,包括:商业、办公、旅馆、学校和医院等。此外,养老服务建筑设计也可按本规程执行。但对于采用超重混凝土结构和防辐射混凝土结构的公共建筑,以及有耐酸(碱)要求的公共建筑,本规程尚不适用。此外,由于目前国内针对混凝土强度等级为C60及以上的装配整体式混凝土结构的试验研究与工程应用较少。因此,当装配整体式混凝土公共建筑采用C60及以上强度等级的混凝土时,尚应提供可靠的试验依据。

## **2 术语和符号**

### **2.1 术 语**

术语主要根据现行国家、行业和上海市相关标准，并结合本规程中的内容给出。

### **2.2 符 号**

符号主要根据现行国家标准《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T 50083、《工程结构设计基本术语和通用符号》GBJ 132、《建筑结构可靠度统一标准》GB 50068、《建筑结构荷载规范》GB 50009，并结合本规程中的内容给出。

### 3 基本规定

**3.0.1** 装配整体式结构与现浇混凝土结构的设计和施工过程有一定区别。对装配整体式结构,建设、设计、施工、制备各单位在方案阶段就需要进行协同工作,共同对建筑平面和立面根据标准化原则进行优化,对应用预制构件的技术可行性和经济性进行论证,共同进行整体策划,提出最佳方案。与此同时,建筑、结构、设备、装修等各专业也应密切配合,对预制构件的尺寸和形状、节点构造等提出具体技术要求,并对制作、运输、安装和施工全过程的可行性以及造价等做出预测。此项工作对建筑功能和结构布置的合理性,以及对工程造价等都会产生较大的影响,是十分重要的。

**3.0.2** 装配整体式公共建筑的设计,应在满足建筑功能的前提下,实现标准化和模块化,以提高定型的标准化建筑构配件的重复使用率,这将非常有利于降低造价。采用合理的预制率也将在很大程度上提高结构的综合经济性。

**3.0.3** 装配整体式结构的设计首先应符合现行国家、行业和上海市相关标准的各项要求。

装配整体式结构的设计,应注重概念设计和结构分析模型的建立,以及预制构件的连接设计。本规程对于装配整体式结构设计的主要概念,是在选用可靠的预制构件连接技术的基础上,采用预制构件与后浇混凝土相结合的方法,通过连接节点合理的构造措施,将装配整体式结构连接成一个整体,保证其结构性能具有与现浇混凝土结构等同的延性、承载力和耐久性能,达到与现浇混凝土等同的效果。

装配整体式结构的关键受力部位是预制构件之间,以及预制

构件与现浇和后浇混凝土之间的连接部位。连接构造不仅应满足结构的力学性能，尚应满足建筑物理性能的要求。

**3.0.4** 预制构件中一般设有预留孔洞、预埋件等。因此，装配整体式结构的施工图完成后，还需要进行预制构件的深化设计，以便于预制构件的加工制作。

## 4 材 料

### 4.1 混凝土、钢筋和钢材

**4.1.1~4.1.3** 装配式结构中所采用的混凝土的力学性能指标和耐久性要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。实现建筑工业化的目的之一,是提高产品质量,因此,首先从源头上要求其混凝土强度等级不应低于 C30。当采用高强混凝土时,其性能应满足现行行业标准《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281 的要求。

**4.1.4** 本条文对普通钢筋和预应力钢筋的选用进行了规定。钢筋套筒灌浆和浆锚搭接连接接头,主要适用于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中所规定的热轧带肋钢筋。热轧带肋钢筋的肋,可以使钢筋与灌浆料之间产生足够的握裹力,有效地传递应力,从而形成可靠的连接接头。

**4.1.5** 采用钢筋焊接网片的形式有利于节省材料、方便施工、提高工程质量。随着建筑工业化的推进,应鼓励推广混凝土构件中配筋采用钢筋专业化加工配送的方式。

**4.1.6** 本条参照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 第 9.7.5 条和 9.7.6 条制订。为了达到节约材料、方便施工、吊装可靠的目的,并避免外露金属件的锈蚀,预制构件的吊装方式宜优先采用内埋式螺母和内埋式吊杆。这些部件及配套的专用吊具等所采用的材料,应根据相应的产品标准和应用技术规程选用。

### 4.2 连接材料

**4.2.1** 钢筋套筒灌浆连接接头的工作机理是灌浆套筒内灌浆料

有较高的抗压强度,同时自身还具有微膨胀特性,当它受到灌浆套筒的约束作用时,在灌浆料与灌浆套筒内侧筒壁间产生较大的正向应力,钢筋借此正向应力在其带肋的粗糙表面产生摩擦力,从而传递钢筋轴向应力。因此,灌浆套筒连接接头要求灌浆料有较高的抗压强度,套筒应具有较大的刚度和较小的变形能力。

装配整体式结构中钢筋连接用灌浆套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 的要求。

**4.2.2** 钢筋套筒灌浆连接接头的另一个关键技术,在于灌浆料的质量。灌浆料应具有高强、早强、无收缩和微膨胀等基本特性,以使其能与套筒、被连接钢筋更有效地结合在一起共同工作,同时满足装配式结构快速施工的要求。

**4.2.3** 钢筋浆锚搭接连接是钢筋在预留孔洞中完成搭接连接的方式。这项技术的关键,在于孔洞的成型技术、灌浆料的质量以及对被搭接钢筋形成约束的方法等。编制组已完成了一系列相关试验研究和工程实践。本条是在编制组研究成果的基础上,对采用钢筋浆锚搭接连接接头时,所用灌浆料的各项主要性能指标提出要求。

**4.2.4~4.2.7** 装配式结构预制构件的连接方式,根据建筑物的不同的层高、不同的抗震设防烈度等条件,可以采用许多不同的形式。当建筑物层数较低时,通过钢筋锚固板、预埋件等进行连接的方式,也是可行的连接方式。其中,钢筋锚固板、预埋件和连接件,连接用焊接材料,螺栓、锚栓和铆钉等紧固件,应分别符合现行国家或行业相关标准的规定。

**4.2.9~4.2.11** 装配整体式剪力墙和夹心外墙集承重、保温、防水、防火、装饰等多项功能于一体,因此,在欧美等发达国家得到广泛的应用,在我国也得到越来越多的推广。

连接件是保证装配整体式剪力墙和夹心外墙内、外叶墙板可靠连接的重要部件。目前,美国普遍采用高强玻璃纤维增强塑料连接件,欧洲则多采用不锈钢连接件。编制组开展了一系列针对

FRP 连接件和不锈钢连接件的试验研究与理论分析。本条是在上述研究成果的基础上,参照现行国家和行业相关标准制订。

### 4.3 保温、防水材料

**4.3.2** 外墙板接缝应采用材料防水和构造防水相结合的做法。防水密封胶是外墙板缝防水的第一道防线,其性能直接关系到工程防水效果。由于混凝土外立面受阳光照射,因此防水密封胶应选用耐候性好的产品,同时应具备较好的低温柔性,能够随板缝张合而伸缩。

### 4.4 其他材料

**4.4.3** 当外墙板石材饰面采用反打一次成型工艺时,由于石材质量较大,需要在石材背面设置卡钩将其锚固于混凝土中,因此本条款要求石材还需满足反打工艺对材质、尺寸等要求。

**4.4.4** 门窗采用预埋工艺时,与构件混凝土浇筑在一起并连接成整体,其稳定性、安全性与防渗漏性与传统做法相比,性能与效果均有提高。因此,应鼓励门窗采用预埋工艺。

**4.4.5** 不同厂家或同一厂家不同产地的产品,都会存在质量差异。为了保证建筑幕墙安全可靠并满足使用功能要求,建筑幕墙材料应符合现行国家、行业和上海市相关标准的规定。

统计资料表明,造成火灾中人员伤亡的主要原因之一是烟雾中的有毒气体。因此,建筑幕墙应避免使用燃烧后或者高温环境下产生有毒有害气体的材料。

## 5 建筑设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 本条强调装配整体式混凝土公共建筑设计应通过采用结构、装修和设备管线的装配化集成技术来体现其工业化的优越性。装配整体式混凝土公共建筑还应贯穿百年建筑概念,鼓励采用结构与装修分离的技术体系(即 SI 技术体系),从而实现结构耐久性、室内空间布置灵活性以及室内装修可更新性的有机协调。

### 5.2 建筑模数

**5.2.2** 本条主要参照现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的相关条文制订,强调了在装配整体式混凝土公共建筑中基本模数数列、扩大模数数列、分模数数列的适用范围。

### 5.3 平面、立面设计

**5.3.2** 装配整体式混凝土公共建筑平面设计应充分考虑设备管线与结构体系的关系。

**5.3.3** 建筑立面设计应结合装配整体式混凝土公共建筑的特点,通过基本单元装饰构件的组合、装饰构件色彩变化等方法,满足建筑外立面美观的要求。

**5.3.4** 面砖饰面、石材饰面等外墙板应采用一次反打成型工艺制作,不应采用后贴面砖、石材的方法,以确保饰面材料的质量和

粘结(连接)性能以满足设计要求;反打工艺应选用背面设燕尾槽的砖面;石材饰面应采用可靠的连接件与混凝土墙板连接,并应事先做好整体防护处理,防止污染。

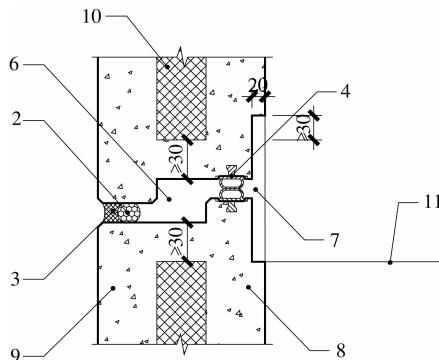
**5.3.6** 将门窗框直接在工厂预装在预制外墙板上,其优点是质量可靠,减少了门窗的现场安装工序。

**5.3.7** 根据工程实践,在预制女儿墙板内侧设置现浇叠合内衬墙,有利于与现浇屋面形成整体式的防水构造。

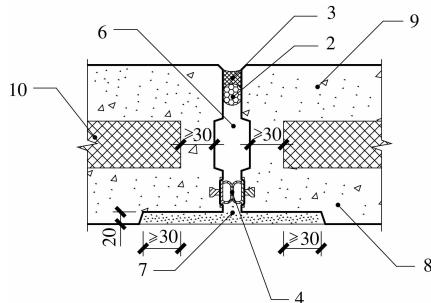
#### 5.4 预制构配件

**5.4.4** 公共建筑的类型与建筑造型较为丰富,本条对预制外墙的种类进行拓展,有利于装配整体式混凝土公共建筑立面多样化设计。

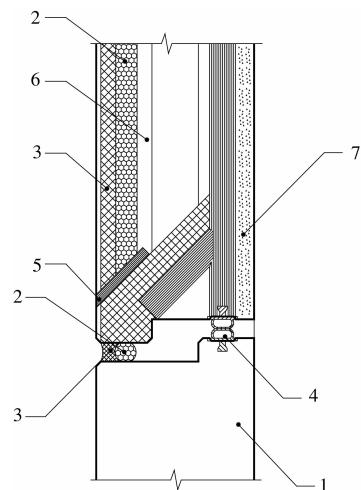
**5.4.7** 预制外墙板斜向板拼接将形成斜缝,根据防水构造原理及施工状况,本条对斜缝与水平面夹角小于 $30^{\circ}$ 以及大于或等于 $30^{\circ}$ 的情况做出规定;根据工程经验及相关技术文献,规定适宜的板缝宽度及材料防水嵌缝深度,并对预制外墙板的接缝形式作出规定(图1)。



(a) 预制夹心外墙板水平构造防水缝示意图



(b) 预制夹心外墙板竖向构造防水缝示意图



(c) 预制夹心外墙板竖缝导水管构造示意图

图 1 预制外墙板接缝构造示意图

1—现浇部分；2—背衬条；3—防水密封胶；4—止水条；5—排水管；6—减压空仓；  
7—无机保温砂浆；8—内叶板；9—外叶板；10—保温材料；11—室内标高地面

预制外墙板接缝采用材料防水时,必须使用防水性能、耐候性能优良的防水密封胶作嵌缝材料,以保证预制外墙板接缝防排水效果和使用年限,板缝宽度应综合结构变形量以及防水构造要求确定,一般不宜大于20mm,材料防水的嵌缝深度不得小于8mm。

**5.4.11** 根据试验结果,未采取防火封堵构造的预制外墙板接缝将成为防火的薄弱环节。本条参照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关条文制订;水平缝的连续密封长度参考紧靠防火墙两侧的门窗洞口之间最近边缘的水平距离确定,竖缝的连续密封长度参考相邻两个楼层的门窗洞口之间最近边缘的垂直距离确定。

## 5.5 室内装修

**5.5.1** 装配整体式混凝土公共建筑宜在建筑设计的同时进行室内装修设计,建筑内装修以及水、暖、电等设备设施与管线的设计宜定型定位,并与预设计相协调,避免后期装修造成的结构破坏和浪费。

**5.5.2** 建立统一的模数协调网格有利于指导部品、部件的规模化生产,通过部品的标准化、系列化、配套化,实现内装部品、厨卫部品、设备部品和智能化部品等产业化集成。

**5.5.4** 非承重内隔墙应采用轻质材料,同时应满足不同使用功能房间的隔声要求;有防水、防潮要求部位的内隔墙应满足防水、防潮要求;附着于内隔墙的各类设备支架与墙体应有可靠连接;所有内隔墙均应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 对其耐火性能的规定。装配整体式混凝土公共建筑推荐采用轻质条板内隔墙,轻质条板内隔墙应符合现行行业标准《建筑隔墙用轻质条板》JG/T 169、《建筑轻质条板隔墙技术规程》JGJ/T 157 的相关规定。

**5.5.5** 除了在预制构件上预留埋件的方法以外,其他常用的方法有膨胀螺栓、自攻螺丝、钉接、粘接等固定方法,由于预制构件的强度较高,利用工具敲击构件时容易发生脆性破坏,导致构件失去既有功能。因此,采用其他方法安装时,应在预制构件受力允许范围内,并不得剔凿预制构件及其现浇节点,影响结构安全。

## 5.6 建筑设备与管线

**5.6.3** 预制建筑的管线综合工作非常重要,预制构件在现场随意开孔开槽可能会影响到结构安全。因此,建议在结构深化设计以前,采用包含BIM技术在内的多种技术手段开展三维管线综合设计,对管线在预制构件上预留的套管、开孔、开槽等做好精细化的设计以及定位,减少错漏碰缺等设计错误,减少现场返工。

## 5.7 建筑节能

**5.7.1** 装配整体式混凝土公共建筑符合我国绿色建筑和建筑节能发展趋势,建筑设计时必须进行节能专项设计,符合现行国家和上海市相关建筑节能政策、标准和规范。

**5.7.3** 装配整体式公共建筑宜采用夹心保温系统。采用轻质和高效保温层,保证保温层的连续性对保温效果影响显著。对于穿透保温层的连接件应采用可靠的防腐措施。

**5.7.4** 由于预制外墙板为保温一体化的建筑构件,当其与梁、板、柱等其他建筑构件连接时,连接处是确保外保温连续的关键环节,宜采取处理措施,避免此处形成冷桥,产生内部结露,从而降低预制外墙板的保温性能。

**5.7.5** 外门窗作为热工设计的关键部位,其热传导占整个外墙传热的比例很大。为了保证建筑节能,要求外窗具有良好的气密性能,以避免冬季室外空气过多地向室内渗漏。随着外门窗本身保温性能的不断提高,门窗框与墙体之间缝隙成了保温的一个薄弱环节。预制混凝土外墙板可将门窗与墙体的安装过程在工厂同步完成,故应在加工过程中更好地保证门窗洞口与框之间的气密性。

## 6 结构设计基本要求

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 装配整体式公共建筑的最大适用高度参照现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中的规定，并适当调整。根据国内外多年的研究成果，对于竖向构件全部现浇且楼盖采用叠合梁板的装配整体式框架结构，其结构性能等同于现浇混凝土结构，因此其最大适用高度可按现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中的规定采用；对于框架-剪力墙（核心筒）结构，考虑到现有研究成果不多，本规程建议剪力墙（核心筒）采用现浇结构，装配整体式框架-现浇剪力墙（核心筒）结构中，装配整体式框架的性能与现浇框架等同，因此其适用高度与现浇的框架-剪力墙（核心筒）结构相同；对于框架与剪力墙（核心筒）均采用装配整体式的框架-剪力墙（核心筒）结构，待有较充分的研究成果后再给出规定；对于装配整体式剪力墙结构和装配整体式部分框支剪力墙结构，墙体之间的接缝数量多且构造复杂，接缝的构造措施及施工质量对结构整体的抗震性能影响较大，本规程从严要求，与现浇结构相比适当降低其最大适用高度；当预制剪力墙数量较多时，即预制剪力墙承担的底部剪力较大时，对其最大适用高度限制更加严格。对于最大高度超过本条规定的装配整体式公共建筑，应按相关规定进行专项审查复核。对于抗震安全性和使用功能有较高要求或专门要求的装配整体式公共建筑，可采用隔震与消能减震技术。

**6.1.2** 装配整体式结构最大高宽比参照现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中的规定。

**6.1.3** 本条为强制性条文。丙类装配整体式公共建筑的抗震等级参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 中的规定制订。装配整体式框架结构和装配整体式框架-现浇剪力墙结构的抗震等级与现浇结构相同；装配整体式剪力墙结构和部分框支剪力墙结构的抗震等级从严要求，比现浇结构适当提高。

**6.1.4** 采用装配整体式框架-现浇核心筒结构的丙类装配整体式公共建筑的抗震等级参照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中的规定制订并适当调整。

**6.1.5** 乙类装配整体式公共建筑的抗震设计要求参照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中的规定制订。

**6.1.6~6.1.7** 装配整体式结构的平面及竖向布置要求应不低于现浇混凝土结构。装配整体式结构不宜采用底部大开间的剪力墙结构。特别不规则的建筑会出现各种非标准的构件，且在地震作用下内力分布复杂，不宜采用装配整体式结构。

**6.1.8** 装配整体式结构抗震性能设计应根据结构方案的特殊性，选用适宜的抗震性能目标，并应论证结构方案能够满足抗震性能目标预期要求。

**6.1.9** 高层装配整体式结构的底部加强部位剪力墙和框架首层柱建议采用现浇混凝土，主要因为底部区域对整体结构的抗震性能影响较大。此外，公共建筑的底部区域往往由于建筑功能的需要，不太规则，不适合采用装配整体式结构。

顶层采用现浇楼盖结构主要是为了保证结构的整体性。

**6.1.10** 部分框支剪力墙结构的框支层受力较大，且在地震作用下容易破坏，为加强整体性，建议框支层及相邻上层采用现浇混凝土。转换梁、转换柱是保证结构抗震性能的关键受力部位，且往往构件截面较大、配筋多，节点构造复杂，不适合采用预制构件。

**6.1.11** 在装配整体式结构构件及节点的设计中,除对使用阶段进行验算外,还应重视施工阶段的验算,即短暂设计状态的验算。

**6.1.12** 装配整体式结构构件的承载力抗震调整系数均与现浇混凝土结构相同。

## 6.2 作用及作用组合

**6.2.1** 对装配整体式结构进行承载能力极限状态和正常使用极限状态验算时,荷载和地震作用的取值及其组合均应按现行国家、行业相关标准执行。

**6.2.2** 对装配整体式结构进行短暂设计状况下的施工验算,除了应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666外,还应进行安装过程中的抗风分析和临时支撑系统安全性分析。

**6.2.3** 预制构件进行脱模时,受到的荷载包括:自重,脱模起吊瞬间的动力效应,脱模时模板与构件表面的吸附力。其中,动力效应采用构件自重标准值乘以动力系数计算;脱模吸附力是作用在构件表面的均布力,与构件表面和模具状况有关,根据经验一般不小于 $1.5\text{kN}/\text{m}^2$ 。等效静力荷载标准值取构件自重标准值乘以动力系数与脱模吸附力之和。

## 6.3 结构分析

**6.3.1~6.3.2** 在预制构件之间及预制构件与现浇及后浇混凝土的接缝处,当受力钢筋采用安全可靠的连接方式且接缝采用后浇混凝土连接时,结构的整体性能与现浇结构相似,设计中可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析,并根据本规程的相关规定对计算结果进行适当的调整。

对于采用预埋件焊接连接、螺栓连接等连接节点的装配整体

式结构,应根据连接节点的类型,确定相应的计算模型,选取适当的方法进行结构分析。

对于短暂设计状况下的施工验算,应采用符合实际施工状况的计算模型。

**6.3.3** 装配整体式结构的层间位移角限制与现浇结构相同。

**6.3.4** 叠合楼盖和现浇楼盖对梁刚度均有增大作用,无后浇层的装配式楼盖对梁刚度增大作用较小,设计中可以忽略。

## 6.4 预制构件设计

**6.4.1** 应注意包含预埋件在内的预制构件在短暂设计状况下的承载能力的验算,对预制构件在脱模、翻转、起吊、运输、堆放、安装等制备和施工过程中的安全性进行分析。

**6.4.2** 预制梁、柱构件由于节点区钢筋布置空间的需要,保护层往往较大。当保护层大于 50mm 时,宜采取增设钢筋网片等措施,控制混凝土保护层的裂缝及受力过程中的剥离脱落。

## 6.5 连接设计

**6.5.1** 本条为强制性条文。后浇混凝土、灌浆料或座浆材料与预制构件结合面的抗剪强度往往低于预制构件本身混凝土的抗剪强度。因此,预制构件的接缝一般都需要进行受剪承载力的计算。本条对各种接缝的受剪承载力提出了总的要求。

对于装配整体式结构的控制区域,应保证接缝的承载力设计值大于被连接构件的承载力设计值乘以接缝受剪承载力增大系数,接缝受剪承载力增大系数根据抗震等级、连接区域的重要性以及连接类型,参照 ACI 318 中的规定确定。同时,也要求接缝的承载力设计值大于设计内力,保证接缝的安全。对于其他区域的接缝,可采用延性连接,允许连接部位产生塑性变形,但要求接

缝的承载力设计值大于设计内力,保证接缝的安全。

**6.5.3** 装配整体式框架结构中,框架柱的纵筋连接宜采用套筒灌浆连接(包括两端灌浆连接套筒和一端灌浆连接一端螺纹连接套筒),梁的水平钢筋连接可根据实际情况选用机械连接、焊接连接或者套筒灌浆连接。装配整体式剪力墙结构中,预制剪力墙竖向钢筋的连接可采用套筒灌浆连接、金属波纹管浆锚搭接连接、螺栓连接,水平分布筋的连接可采用焊接、搭接等。有可靠试验依据时,也可采用其他连接方式。

**6.5.4** 采用的套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 的规定,采用的灌浆料应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的规定。采用钢筋套筒灌浆连接时,该类接头的应用技术可参照现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 中有关一级接头的要求。

**6.5.5** 浆锚搭接连接在欧洲有多年的应用历史,并形成了较为完整的技术标准。近年来,编制组开展了一系列针对金属波纹管浆锚搭接连接的试验研究,结果表明该连接构造具有良好的受力性能,可保证预制构件之间以及预制构件与现浇构件之间的可靠连接。本条主要基于上述试验研究成果,并参照国内外相关研究成果制订。

**6.5.7** 螺栓连接在美国和欧洲应用普遍,并形成了较为完善的技术标准和产品体系。近年来,编制组开展了一系列针对螺栓连接的试验研究,结果表明该连接构造具有良好的受力性能,可保证预制构件之间以及预制构件与现浇构件之间的可靠连接。本条主要基于编制组的试验研究成果,并参照国内外相关研究成果制订。该连接构造中采用的预埋连接器宜为满足设计要求的定型产品。

**6.5.8** 试验表明,预制梁端采用键槽的方式时,其受剪承载力一般大于粗糙面,且易于控制加工质量及检验。键槽构造宜符合图 2 的要求。键槽深度太小时,易发生承压破坏;当不会发生承压

破坏时,增加键槽深度对增加受剪承载力没有明显帮助,键槽深度一般在3cm左右。梁端键槽数量通常较少,一般为1~3个,可以通过公式较准确计算键槽的受剪承载力。对于预制墙板侧面,键槽数量很多,和粗糙面的工作机理类似,键槽深度及尺寸可较小。

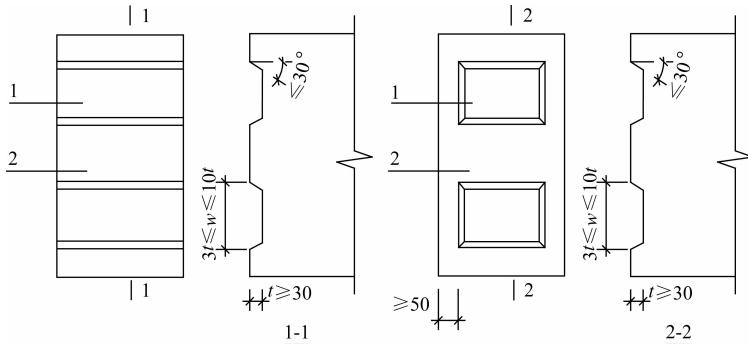


图2 梁端键槽构造示意图

1—键槽;2—梁端面

**6.5.9** 预制构件纵向钢筋的锚固多采用锚固板的机械锚固方式,伸出构件的钢筋长度较短且不需弯折,便于构件加工及安装。

**6.5.10** 预制楼梯的最小搁置长度采用装配整体式剪力墙、装配整体式框架-现浇剪力墙(核心筒)结构时不小于75mm,采用装配整体式框架结构时不小于100mm。最小搁置长度尚应大于罕遇地震作用下的支承构件的水平位移,确保梯段不滑落。当梯段间剪力墙为建筑外墙时,宜采用现浇,若采用预制时,要求楼梯平台板和楼梯梁采用现浇结构,平台板厚度不应小于100mm。

## 6.6 楼盖设计

**6.6.1** 叠合楼盖有多种形式,包括预应力叠合楼盖、带肋叠合楼盖、箱式叠合楼盖等。本节中主要对常规叠合楼盖的设计方法及

构造要求进行了规定。其他形式的叠合楼盖的设计方法可参考行业现行相关标准。结构转换层、平面复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层对整体性及传递水平力的要求较高，宜采用现浇楼盖。

**6.6.2 叠合板后浇层最小厚度的规定**考虑了楼板整体性要求以及管线预埋、面筋铺设、施工误差等因素。预制板最小厚度的规定考虑了脱模、吊装、运输、施工等因素。

当板跨度较大时（一般大于6m），采用预应力混凝土预制板经济性较好。板厚大于180mm时，为了减轻楼板自重，节约材料，推荐采用预应力混凝土空心楼板。



## 7 框架结构设计

### 7.1 一般规定

**7.1.1~7.1.3** 根据国内外多年的研究成果,在地震区的装配式整体式框架结构,当采取了可靠的节点连接方式和合理的构造措施后,其性能可等同与现浇混凝土框架结构,并采用和现浇结构相同的方法进行结构设计和分析。

**7.1.4** 套筒灌浆连接方式在日本和欧美等发达国家应用普遍,我国也开展了较为系统的试验研究,并形成较为完善的产品体系与技术规程。当结构层数较多时,柱的纵向钢筋采用套筒灌浆连接可保证结构的安全。对于低层框架结构,柱的纵向钢筋连接也可以采用一些相对简单及造价较低的方法。

**7.1.5** 试验研究表明,预制柱的水平接缝抗剪承载力受柱轴力影响较大。当柱受拉时,水平接缝的抗剪能力较差,易发生接缝的滑移错动。因此,应通过合理的结构布置,避免遭遇多遇地震时柱的水平接缝处出现拉力。

### 7.2 承载力计算

**7.2.2** 叠合梁端结合面主要包括框架梁与节点区的结合面、梁自身连接的结合面以及次梁与主梁的结合面等几种类型。结合面的受剪承载力的组成主要包括:新旧混凝土结合面的粘结力、键槽的抗剪能力、后浇混凝土叠合层的抗剪能力、梁纵向钢筋的销栓抗剪作用等。

本规程不考虑混凝土的自然粘结作用是偏安全的。取混凝

土抗剪键槽的受剪承载力、后浇层混凝土的受剪承载力、穿过结合面的钢筋的销栓抗剪作用之和作为结合面的抗剪面承载力。地震往复作用下,对后浇混凝土叠合层和混凝土键槽的受剪承载力进行折减,参照混凝土斜截面受剪承载力设计方法,折减系数取 0.6。

研究表明,混凝土抗剪键槽的受剪承载力一般为  $0.15 f_c A_k \sim 0.2 f_c A_k$ ,但由于混凝土抗剪键槽的受剪承载力和钢筋的销栓抗剪作用一般不会同时达到最大值,因此在计算公式中,混凝土抗剪键槽的受剪承载力进行折减,取  $0.1 f_c A_k$ 。抗剪键槽的受剪承载力取各抗剪键槽根部受剪承载力之和;梁端抗剪键槽数量一般较少,沿高度方向一般不会超过 3 个,不考虑群键作用。抗剪键槽破坏时,可能沿现浇键槽或预制键槽的根部破坏,因此计算抗剪键槽受剪承载力时应按现浇键槽和预制键槽根部剪切面分别计算,并取二者的较小值。设计中,应尽量使现浇键槽和预制键槽根部剪切面面积相等。

钢筋销栓作用的受剪承载力计算公式主要参照日本的装配式框架设计规程中的规定,以及国内相关试验研究结果,同时考虑混凝土强度及钢筋强度的影响。

**7.2.3** 在本规程第 7.2.2 条的基础上,参照现行行业标准《型钢混凝土组合结构技术规程》JGJ 138,考虑了型钢部分的承载力。型钢部分对受剪承载力的贡献为型钢腹板部分的受剪承载力,其值与腹板强度、腹板含量有关。

**7.2.4** 在本规程第 7.2.2 条的基础上,参照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010,考虑了预应力对接缝受剪承载力的贡献。预应力对接缝的受剪承载力起有利作用,主要因为预压应力能阻滞斜裂缝的出现和开展,增加了混凝土剪压区高度,从而提高了混凝土剪压区所承担的剪力。可在非预应力钢筋混凝土叠合梁端竖向接缝的抗剪承载力计算公式的基础上,加上一项施加预应力所提高的受剪承载力设计值  $0.05 N_{p0}$ ,且当超过时

$0.3f_c A_0$ , 只取  $0.3f_c A_0$ , 以达到限制的目的。

**7.2.5** 预制柱底结合面的受剪承载力主要由新旧混凝土结合面的粘结力、粗糙面或键槽的抗剪能力、轴压产生的摩擦力、梁纵向钢筋的销栓抗剪作用或摩擦抗剪作用等组成, 其中后二者为受剪承载力的主要组成部分。

在非抗震设计时, 柱底剪力通常较小, 不需要验算。地震往复作用下, 混凝土自然粘结及粗糙面的受剪承载力丧失较快, 计算中不考虑。

当柱受压时, 计算轴压产生的摩擦力时, 柱底接缝灌浆层上下表面接触的混凝土均有粗糙面及键槽构造, 因此摩擦系数取 0.8。钢筋销栓作用的受剪承载力计算公式与本规程第 7.2.2 条相同。当柱受拉时, 没有轴压产生的摩擦力, 且由于钢筋受拉, 计算钢筋销栓作用时, 需要根据钢筋中的拉应力结果对销栓受剪承载力进行折减。对于型钢混凝土预制柱, 参照现行行业标准《型钢混凝土组合结构技术规程》JGJ 138, 考虑了型钢部分的承载力, 且只考虑型钢腹板部分的受剪承载力。

### 7.3 装配整体式钢筋混凝土框架结构构造设计

**7.3.2** 采用叠合梁时, 在施工条件允许的情况下, 箍筋宜采用闭口箍筋。当采用闭口箍筋无法安装上部纵筋时, 可采用组合封闭箍筋, 即开口箍筋加箍筋帽的形式。本条中规定箍筋帽两端均采用 135°弯钩。由于对封闭组合箍的研究尚不够完善, 因此在抗震等级为一、二级的叠合框架梁梁端加密区中不建议采用。

**7.3.3** 采用较大直径钢筋及较大的柱截面, 可减少钢筋根数, 增大间距, 便于柱钢筋连接及节点区钢筋布置。套筒连接区域柱截面刚度及承载力较大, 柱的塑性铰区可能会上移到套筒连接区域以上, 因此至少应将套筒连接区域以上 500mm 高度区域内将柱箍筋加密。

**7.3.4** 钢筋采用套筒灌浆连接时,柱底接缝灌浆与套筒灌浆可同时进行,采用同样的灌浆料一次完成。预制柱底部应有键槽,且键槽的形式应考虑灌浆填缝时气体排出的问题,应采取可靠且经过实践检验的施工方法,保证柱底接缝灌浆的密实性。后浇节点上表面设置粗糙面,增加与灌浆层的粘结力及摩擦系数。

**7.3.5~7.3.6** 在预制柱叠合梁框架节点中,梁钢筋在节点中锚固及连接方式是决定施工可行性以及节点受力性能的关键。梁、柱构件尽量采用较粗直径、较大间距的钢筋布置方式,节点区的主梁钢筋较少,有利于节点的装配施工,保证施工质量。设计过程中,应充分考虑施工装配的可行性,合理确定梁、柱截面尺寸及钢筋的数量、间距及位置等。在十字形节点中,两侧梁的钢筋在节点区内锚固时,位置可能冲突,可采用弯折避让的方式,弯折角度不宜大于1:6。节点区施工时,应注意合理安排节点区箍筋、预制梁、梁上部钢筋的安装顺序,控制节点区箍筋的间距满足要求。

编制组完成的试验研究表明,在保证构造措施与施工质量时,上述节点均具有良好的抗震性能,与现浇节点基本等同。节点核心区的受剪承载力计算可采用与现浇节点相同的计算公式。

**7.3.7** 在预制柱叠合梁框架节点中,如柱截面较小,梁下部纵向钢筋在节点区内连接较困难时,可在节点区外设置后浇梁段,并在后浇段内连接梁纵向钢筋。为保证梁端塑性铰区的性能,钢筋连接部位距离梁端需要超过1.5倍梁高。

**7.3.8** 当采用现浇柱与叠合梁组成的框架时,节点做法与预制柱、叠合梁的节点做法类似,节点区混凝土应与梁板后浇混凝土同时现浇,柱内受力钢筋的连接方式与常规的现浇混凝土结构相同。柱的钢筋布置灵活,对加工精度及施工的要求略低。编制组完成的低周反复荷载试验研究表明,该形式节点均具有良好的抗震性能,与现浇节点基本等同。

## 7.4 装配整体式预应力混凝土框架结构构造设计

**7.4.1** 本节适用于采用现浇柱及预应力叠合梁和预制柱及预应力叠合梁的后张法装配整体式预应力框架结构的设计。对于先张法预应力叠合梁的装配整体式预应力框架结构,可同时按照本规程第7.3节的相关规定执行。

**7.4.2** 本条第1款参照现行行业标准《预应力混凝土结构抗震设计规程》JGJ 140制订。预应力混凝土梁的截面高度为 $1/12\sim 1/22$ 的计算跨度时比较经济。预应力叠合梁的截面高宽比过大容易引起梁侧向失稳,因此对梁截面高宽比提出要求。

编制组完成的试验和理论研究以及国内外相关研究成果均表明,当预应力筋的无粘结范围取节点区与梁端部一倍梁高范围时,能够保证装配整体式预应力混凝土框架结构具有良好的抗震性能。

## 7.5 装配整体式型钢混凝土框架结构构造设计

**7.5.2** 为充分发挥装配整体式型钢混凝土框架结构快速拼装的特点,本规程建议叠合梁和预制柱中的型钢采用施工速度较快的螺栓连接构造。

编制组完成的试验研究表明,叠合梁和预制柱的设置在距离柱边或楼面标高一倍截面高度位置处,即可保证良好的施工便利性,又可保证结构具有良好的抗震性能。

## 8 剪力墙结构设计

### 8.1 一般规定

**8.1.2** 预制剪力墙的接缝对其抗侧刚度有一定的削弱作用,应考虑对弹性计算的内力进行调整,适当放大现浇剪力墙在地震作用下的剪力和弯矩,预制剪力墙的剪力及弯矩不减小,偏于安全。

**8.1.3** 本条为对装配整体式剪力墙结构的规则性要求,在建筑方案设计中,应该注意平面和立面的规则性。如某些楼层出现扭转不规则及侧向刚度及承载力不规则,宜采用现浇混凝土结构。

**8.1.4** 高层建筑中电梯井筒往往承受很大的地震剪力及倾覆力矩,采用现浇结构有利于保证结构的抗震性能。此外,楼梯间外墙一般两侧无楼板支撑,受力不利,也建议采用现浇结构。

**8.1.5** 短肢剪力墙的抗震性能较差,在高层建筑装配整体式剪力墙结构中应避免过多采用。

### 8.2 连接设计

**8.2.1** 确定剪力墙竖向接缝位置的主要原则是便于标准化生产、吊装、运输和就位,并尽量避免接缝对结构整体性能产生不良影响。

对于图 3 中约束边缘构件,位于墙肢端部的通常与墙板一起预制;纵横墙交接部位一般存在接缝,图 3 中阴影区域宜全部后浇,纵向钢筋主要配置在后浇段内,且在后浇段内应配置封闭箍筋及拉筋,预制墙板中的水平分布筋在后浇段内锚固。预制的约束边缘构件的配筋构造要求与现浇结构一致。

墙肢端部的构造边缘构件通常全部预制；当采用 L 形、T 形或者 U 形墙板时，拐角处的构造边缘构件也可全部在预制剪力墙中。当采用一字型构件时，纵横墙交接处的构造边缘构件可全部后浇；为了满足构件的设计要求或施工方便也可部分后浇部分预制。当构造边缘构件部分后浇部分预制时，需要合理布置预制构件及后浇段中的钢筋，使边缘构件内形成封闭箍筋。

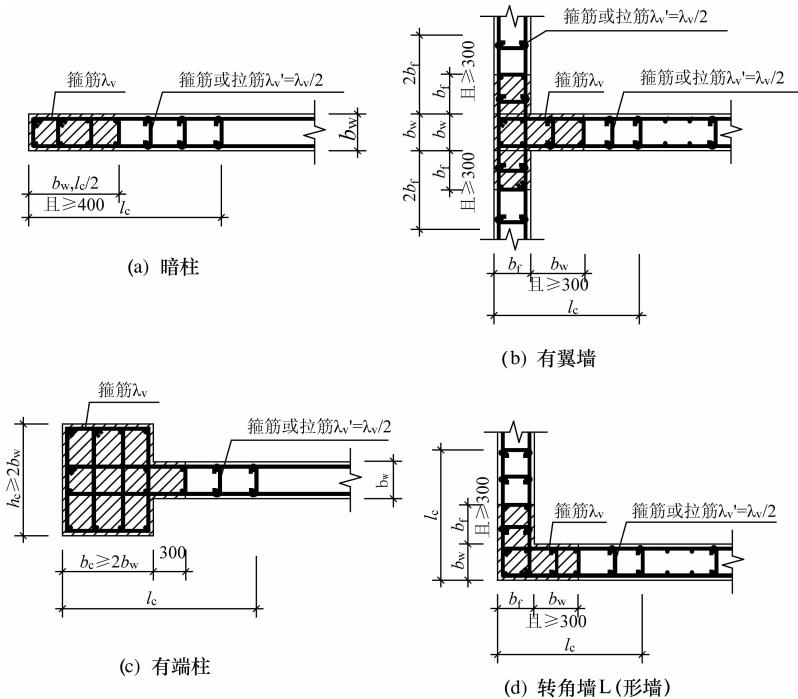


图 3 预制剪力墙的后浇混凝土约束边缘构件示意图

**8.2.2** 封闭连续的后浇钢筋混凝土圈梁是保证结构整体性和稳定性，连接楼盖结构与预制剪力墙的关键构件，当采用叠合楼板和屋面板时应在楼层收进及屋面处设置。

**8.2.3** 在不设置圈梁的楼面处，水平后浇带及在其内设置的纵

向钢也可起到保证结构整体性和稳定性、连接楼盖结构与预制剪力墙的作用。

**8.2.4** 预制剪力墙竖向钢筋一般采用套筒灌浆或浆锚搭接连接，在灌浆时宜采用灌浆料将水平接缝同时灌满。灌浆料强度较高且流动性好，有利于保证接缝承载力。灌浆时，预制剪力墙构件下表面与楼面之间的缝隙周围可采用封边砂浆进行封堵和分仓，以保证水平接缝中灌浆料填充饱满。

**8.2.5** 套筒灌浆连接方式在日本和欧美等发达国家应用普遍，我国也开展了较为系统的试验研究，并形成较为完善的产品体系与技术规程，可用于预制剪力墙边缘构件竖向钢筋的连接。为保证一字型预制剪力墙在平面内和平面外均具有良好的受力性能，其边缘构件竖向钢筋应逐根连接。当 L 型剪力墙短墙肢段净突出长度与长墙肢长度之比小于 1/5 时，长墙肢应满足一字型墙要求。

**8.2.6** 剪力墙的分布钢筋直径小且数量多，全部连接会导致施工烦琐且造价较高，连接接头数量太多对剪力墙的抗震性能也有不利影响。根据编制组以及国内外相关研究成果，可在预制剪力墙中设置部分较粗的分布钢筋并在接缝处仅连接这部分钢筋，连接纵筋的数量应满足剪力墙的配筋率和受力要求。编制组完成的研究成果表明，上下层预制剪力墙的竖向分布钢筋可采用套筒灌浆连接、金属波纹管浆锚搭接连接和螺栓连接，连接钢筋或附加连接螺栓的抗拉承载力不宜小于被连接钢筋的 1.1 倍，且锚固长度应符合本条及本规程第 6.5 节的相关规定。

**8.2.8** 参照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3、国外规范（如美国规范 ACI 318—08、欧洲规范 EN 1992—1—1:2004、美国 PCI 手册（第七版）等），并对大量试验数据进行分析的基础上，本规程给出了预制剪力墙水平接缝受剪承载力设计值的计算公式，公式与现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中对

一级抗震等级剪力墙水平施工缝的抗剪验算公式相同,主要采用剪摩擦的原理,考虑了钢筋和轴力的共同作用。

进行预制剪力墙底部水平接缝受剪承载力计算时,计算单元的选取分以下三种情况:

- 1 不开洞或者开小洞口整体墙,作为一个计算单元。
- 2 小开口整体墙可作为一个计算单元,各墙肢联合抗剪。
- 3 开口较大的双肢及多肢墙,各墙肢作为单独的计算单元。

**8.2.9** 本条对带洞口预制剪力墙的预制连梁与后浇圈梁或水平后浇带组成的叠合连梁的构造进行了说明。当连梁剪跨比较小需要设置斜向钢筋时,一般采用全现浇连梁。

**8.2.10** 连梁端部钢筋锚固构造复杂,要尽量避免预制连梁在端部与预制剪力墙连接。

### 8.3 装配整体式混凝土剪力墙构造设计

**8.3.2** 可结合建筑功能和结构平立面布置的要求,根据构件的生产、运输和安装能力,确定预制构件的形状和大小。

**8.3.3~8.3.4** 墙板开洞的规定参照现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的要求制订。预制墙板的开洞应在工厂完成。

一、二、三级抗震等级剪力墙的底部加强部位不宜采用错洞墙;一、二、三级抗震等级的剪力墙均不宜采用叠合错洞墙。具有不规则洞口布置的错洞墙,可按弹性平面有限元方法进行应力分析,并按应力进行截面配筋设计或校核。 $l_a$  为受拉钢筋最小锚固长度, $l_{aE}$  为受拉钢筋最小抗震锚固长度。

**8.3.5** 剪力墙底部竖向钢筋连接区域,裂缝较多且较为集中,因此,对该区域的水平分布筋应加强,以提高墙板的抗剪能力和变形能力,并使该区域的塑性铰可以充分发展,提高墙板的抗震性能。

**8.3.6** 对于中间分布钢筋区域预制,应对其边缘配筋适当加强,

形成边框,保证墙板在形成整体结构之前的刚度及承载力。

#### 8.4 配预应力叠合楼板装配整体式剪力墙构造设计

**8.4.3** 预应力空心叠合板板端应与竖向构件可靠连接,在搁置长度范围内空腔应用细石混凝土填实。拉锚钢筋一般设在空心板板缝中,需要时也可设在芯孔内,芯孔应预先开槽。

**8.4.4** 剪力墙的分布钢筋直径小且数量多,全部连接会导致施工烦琐且造价较高,连接接头数量太多对剪力墙的抗震性能也有不利影响。编制组的研究成果表明,上、下层预制剪力墙的竖向分布钢筋可采用单排螺栓连接,附加连接螺栓应与剪力墙竖向分布钢筋等强配置,且锚固长度应符合本规程第 6.5 节的相关规定。

预应力空心板的支撑顶面应严格找平。在空心板底端部与下层剪力墙交界处应留有不小于 20mm 的空隙,采用专用垫块调整预制墙板的标高及找平。预制板吊装到位后进行水平缝的塞缝工作。

用于构成叠合板的空心板顶面应有凹凸差不小于 4mm 的人工粗糙面,以保证叠合面的抗剪强度。在浇筑叠合层混凝土之前,空心板顶面必须清扫干净并浇水充分湿润(冬季施工除外),但不能积水,以保证两部分成为整体,施工时应十分注意。

微膨胀细石混凝土中掺入的外加剂在混凝土水化硬结过程中可起到补偿收缩的作用,从而达到防止表面开裂以保护钢筋的目的。

#### 8.5 装配整体式夹心保温剪力墙构造设计

**8.5.2** 编制组完成的一系列预制夹心保温剪力墙热工试验以及国内外相关试验结果均表明,抗剪连接件的热工性能对剪力墙的

保温隔热性能影响较大。因此,本规程对抗剪连接件的热工性能做了规定。此外,抗剪连接件是保证预制夹心保温剪力墙内、外叶墙板可靠连接的关键部件,应具有可靠的力学性能。纤维增强塑料(FRP)连接件和不锈钢连接件是目前国内外普遍采用的预制夹心保温剪力墙抗剪连接件。

**8.5.3** 编制组完成的一系列预制夹心保温剪力墙及其连接件受力性能试验以及国内外相关试验结果均表明,抗剪连接件采用矩形或梅花形布置、间距 400mm~600mm、距墙体边缘 100mm~200mm 的构造可保证预制夹心保温剪力墙具有良好的受力性能。

**8.5.5** 为避免极限破坏时外叶墙板坠落,应在内、外叶墙板之间设置不少于两根钢筋或两片钢预埋件连接。钢筋的直径或钢预埋件的尺寸根据外叶墙板的自重并考虑一定动力系数计算确定。

**8.5.6** 装配整体式夹心剪力墙的外叶墙板厚度主要由建筑功能要求、连接件锚固构造要求,以及墙体抗火性能要求等因素决定。根据编制组完成的预制夹心剪力墙及其 FRP 连接件的受力性能试验和抗火性能试验结果,并参照国内外现有研究成果,制订了本条关于采用 FRP 连接件的预制夹心剪力墙的构造规定。当采用不锈钢连接件时,其端部距墙板表面距离及外叶墙板厚度可适当减小。

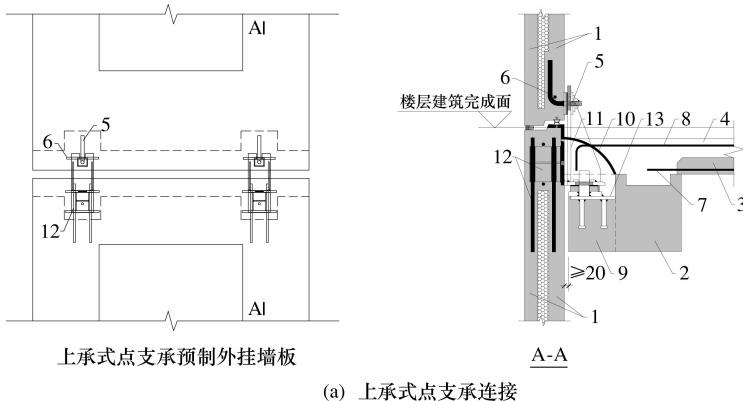
**8.5.7** 连接件抗剪承载力随着保温层厚度的增加而降低。保温层厚度过小则得不到理想保温效果;过大则不能保证连接件抗剪承载力。

## 9 预制外挂墙设计

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 外挂墙板具有多种保温构造,其中,夹心保温构造保温隔热效果、抗火性能和保温系统耐久性能好,可实现保温系统与主体结构同寿命。因此,建议装配整体式公共建筑的外挂墙板采用夹心保温构造。

**9.1.2** 外挂墙板建议与主体结构采用柔性连接,即外挂墙板不参与结构整体受力。目前,工程中常用的柔性连接分为四点支承连接[包括:上承式(图 4a)和下承式(图 4b)]和上边固定线支承下边二点支承连接(图 4c)两类。



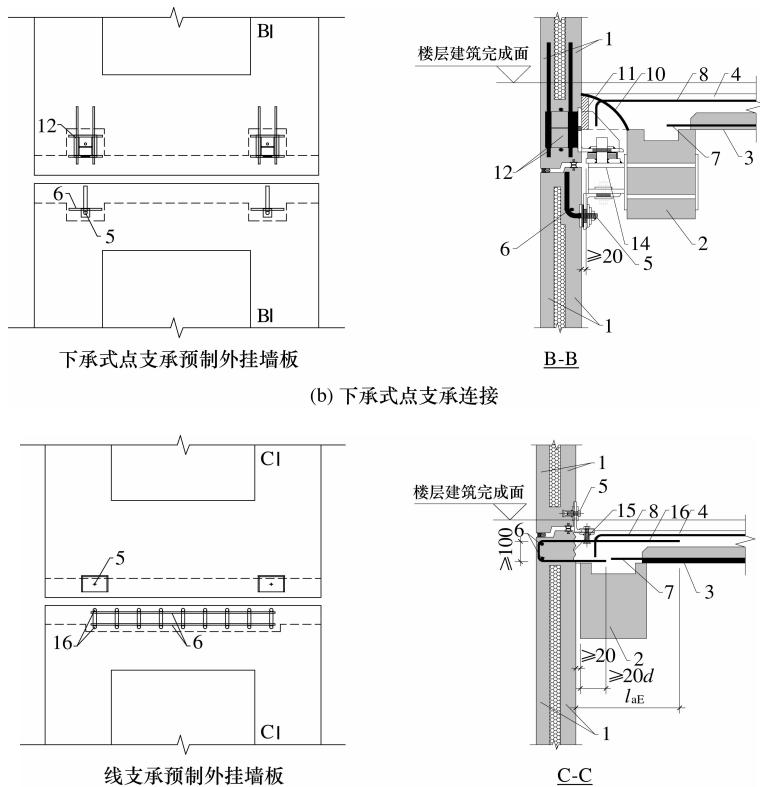


图 6 预制外挂墙体与主体结构柔性连接构造示意图

1—预制外挂墙板;2—叠合梁;3—板叠合层;4—板现浇层;  
5—限位连接件(水平可调量不小于 20mm);6—锚固加强构造钢筋;  
7—叠合层受力钢筋;8—现浇层受力钢筋;9—混凝土牛腿;  
10—弧形罩板;11—层间防火封堵;12—夹心墙体端部预埋件;  
13—牛腿预埋件;14—钢牛腿;15—粗糙面;16—连接钢筋

**9.1.3** 外挂墙板与主体结构之间可以采用多种连接方法,应根据建筑类型、功能特点、施工吊装能力以及外挂墙板的形状、尺寸以及主体结构层间位移量等特点,确定外挂墙板的类型,以及连

接件的数量和位置。对外挂墙板和连接节点进行设计计算时,所取用的计算简图应与实际连接构造相一致。

## 9.2 墙体设计

**9.2.1** 外挂墙板是建筑物的外围护构件,主要承受自重、直接作用于其上的风荷载和地震作用,以及温度作用。

**9.2.2~9.2.3** 在外挂墙板和连接节点上的作用与作用效应的计算,均应按照我国现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009和《建筑抗震设计规范》GB 50011的规定执行。同时应注意:

1 对外挂墙板进行持久设计状况下的承载力验算时,外挂墙板仅承受平面外的风荷载;当进行地震设计状况下的承载力验算时,除应计算外挂墙板平面外水平地震作用效应外,尚应分别计算平面内水平和竖向地震作用效应,特别是对开有洞口的外挂墙板,更不能忽略后者。

2 承重节点应能承受重力荷载、外挂墙板平面外风荷载和地震作用、平面内的水平和竖向地震作用;非承重节点仅承受上述各种荷载与作用中除重力荷载外的各项荷载与作用。

3 在一定的条件下,旋转式外挂墙板可能产生重力荷载仅由一个承重节点承担的工况,应特别注意分析。

4 计算重力荷载效应值时,除应计入外挂墙板自重外,尚应计人依附于外挂墙板的其他部件和材料的自重。

5 计算风荷载效应标准值时,应分别计算风吸力和风压力在外挂墙板及其连接节点中引起的效应。

6 对重力荷载、风荷载和地震作用,均不应忽略由于各种荷载和作用对连接节点的偏心在外挂墙板中产生的效应。

7 外挂墙板和连接节点的截面和配筋设计应根据各种荷载和作用组合效应设计值中的最不利组合进行。

**9.2.4~9.2.5** 外挂墙板的地震作用是依据现行国家标准《建筑

抗震设计规范》GB 50011 对于非结构构件的规定制订，并参照现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102—2003 的规定，对计算公式进行了简化。

### 9.3 连接件设计

**9.3.2** 编制组完成的一系列夹心外挂墙热工试验以及国内外相关试验结果均表明，抗剪连接件的热工性能对夹心外挂墙的保温隔热性能影响较大。因此，本规程对抗剪连接件的热工性能做了规定。此外，抗剪连接件是保证夹心外挂墙内、外叶墙板可靠连接的关键部件，应具有可靠的力学性能。纤维增强塑料(FRP)连接件和不锈钢连接件是目前国内外普遍采用的预制夹心保温外墙抗剪连接件。

**9.3.3** 编制组完成的一系列夹心外挂墙及其连接件受力性能试验以及国内外相关试验结果均表明，抗剪连接件采用矩形或梅花形布置、间距 400mm～600mm、距墙体边缘 100mm～200mm 的构造可保证夹心外挂墙具有良好的受力性能。

**9.3.4～9.3.5** 片状和棒状 FRP 连接件以及棒状和桁架式不锈钢连接件是目前国内外应用较为普遍的连接件类型。连接件的抗拔承载力和抗剪承载力与连接件的锚固构造、连接件的横截面形式、墙板混凝土强度、连接件材料力学性能等因素有关，难以采用统一的方法计算。因此，本规程建议通过试验确定。此外，FRP 连接件处于混凝土碱环境中，且处于长期应力状态，根据国内外 FRP 材料物理力学性能研究成果并参照现行国家标准《纤维增强复合材料建设工程应用技术规范》GB 50608，建议 FRP 连接件的承载力应在试验基础上考虑环境影响和蠕变断裂的影响。

## 9.4 构造要求

**9.4.2** 根据我国国情,主要是我国吊车的起重能力、卡车的运输能力、施工单位的施工水平,以及连接节点构造的成熟程度,目前还不宜将构件做得过大。构件尺度过长或过高,如跨越两个层高后,主体结构层间位移对外挂墙板内力的影响较大,有时甚至需要考虑构件的P-Δ效应。由于目前相关试验研究工作做得还比较少,本章内容仅限于跨越一个层高、一个开间的外挂墙板。

为避免极限破坏时外叶墙板坠落,应在内、外叶墙板之间设置不少于两根钢筋或两片钢预埋件连接。连接钢筋的直径和钢预埋件尺寸根据外叶墙板的自重并考虑一定动力系数计算确定。

**9.4.3** 夹心外挂墙的内、外叶墙板厚度主要由建筑功能要求、连接件锚固构造要求,以及墙体抗火性能要求等因素决定。根据编组完成的夹心外墙挂及其连接件的受力性能试验和抗火性能试验结果,并参照国内外现有研究成果,制订了本条关于采用FRP连接件的夹心外挂墙的构造规定。当采用不锈钢连接件时,其端部距墙板表面距离及外叶墙板厚度可适当减小。

**9.4.4** 外挂墙板缝中的密封材料,处于复杂的受力状态中,由于目前相关试验研究工作做得还比较少,本规程尚未提出定量的计算方法。设计时应注重满足其各种功能要求。板缝不应过宽,以减少密封胶的用量,降低造价。