

---

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB XXXXX—201X

---

# 装配式混凝土结构建筑技术规范

Technical code for precast concrete buildings

(征求意见稿)

201×-××-××发布

201×-××-××实施

---

中华人民共和国住房和城乡建设部  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

# 装配式混凝土结构建筑技术规范

Technical code for precast concrete buildings

**GB XXXXX—201X**

(征求意见稿)

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：201X年XX月XX日

# 前 言

根据“住房和城乡建设部办公厅关于开展装配式混凝土结构建筑技术规范等 3 项标准规范编制工作的函”（建办标函[2016]909 号）要求，由中国建筑标准设计研究院有限公司会同有关单位开展了国家标准《装配式混凝土结构建筑技术规范》的编制工作。

本规范在编制过程中，经过广泛的调查研究，参考国际先进标准和相关技术指南，结合我国装配式混凝土建筑发展的需要，总结并吸收了国内外有关装配式混凝土技术和设计、应用的成熟经验，经过认真讨论和修改，完成了本规范的征求意见稿。

本规范共分 11 章和 2 个附录，主要技术内容包括：总则、术语与符号、基本规定、建筑集成设计、结构设计、内装设计、外围护设计、部品部件生产、施工与安装、验收。

本规范征求意见稿不得作为工程设计、制作、施工和验收的依据。

本规范由住房和城乡建设部负责管理。由中国建筑标准设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。

欢迎各单位和个人对本规范（征求意见稿）提出宝贵意见和建议，以便编制组进一步修改完善。意见或建议请寄交：中国建筑标准设计研究院有限公司（地址：北京市海淀区首体南路 9 号主语国际 2 号楼，邮政编码：100048，邮箱：pccode2016@163.com）。

本规范编制单位（排名不分先后）：

中国建筑标准设计研究院有限公司	住房和城乡建设部标准定额研究所
中国建筑科学研究院	中建科技集团有限公司
安徽海龙建筑工业有限公司	安徽建筑大学
安徽省建筑设计研究院有限责任公司	宝业集团股份有限公司
北京和能人居科技有限公司	北京市建筑工程研究院有限责任公司
北京市建筑设计研究院有限公司	北京市燕通建筑构件有限公司
北京榆构有限公司	重庆市建设工程质量监督总站
重庆市设计院	东南大学
福建省建筑设计研究院	广东省建筑科学研究院集团股份有限公司
河北工程建设监理有限公司	河北建筑设计研究院有限责任公司
河南省建设工程质量监督总站	湖南大学
湖南省建筑设计院	华东建筑设计研究院有限公司
华阳国际设计集团	吉林建筑大学
江苏中南建筑产业集团有限责任公司	南京长江都市建筑设计股份有限公司
清华大学	山东省建筑科学研究院
山西八建集团有限公司	陕西建工集团总公司

上海建工集团股份有限公司  
沈阳建筑大学  
同济大学  
西安建筑科技大学  
浙江兆弟控股有限公司  
中国建筑第八工程局有限公司  
中国建筑西北设计研究院有限公司  
中国中元国际工程有限公司  
中建一局集团建设发展有限公司

上海市建筑科学研究院（集团）有限公司  
四川省建筑科学研究院  
武汉理工大学  
云南省建设投资控股集团有限公司  
中国二十二冶集团有限公司  
中国建筑设计院有限公司  
中国中建设计集团有限公司  
中建科技河南有限公司

本规范主要起草人员：

本规范审查人员：

# 目 录

1 总则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	6
3 基本规定.....	8
4 建筑集成设计.....	9
4.1 一般规定.....	9
4.2 模数与模数协调.....	9
4.3 模块与模块组合.....	11
4.4 标准化设计.....	11
4.5 集成设计.....	12
5 结构设计.....	14
5.1 一般规定.....	14
5.2 结构材料.....	17
5.3 结构分析.....	18
5.4 预制构件设计与连接.....	20
5.5 楼盖设计.....	22
5.6 装配整体式框架结构.....	26
5.7 装配整体式剪力墙结构.....	38
5.8 多层装配式墙板结构.....	53
5.9 外挂墙板设计.....	58
6 机电设计.....	61
6.1 一般规定.....	61
6.2 给水排水设计.....	61
6.3 供暖、通风、空调及燃气设计.....	62
6.4 电气及智能化设计.....	62
7 内装设计.....	64
7.1 一般规定.....	64
7.2 内装部品设计与选型.....	64
7.3 接口与连接.....	65
7.4 内装与设备管线.....	66
8 外围护设计.....	67
8.1 一般规定.....	67

8.2	预制混凝土外挂墙板.....	68
8.3	蒸压加气混凝土板材类系统.....	70
8.4	现场组装骨架外墙系统.....	71
8.5	幕墙.....	72
8.6	门窗系统.....	74
8.7	屋面系统.....	74
9	预制构件和部品生产.....	75
9.1	一般规定.....	75
9.2	原材料及配件.....	76
9.3	模具.....	80
9.4	钢筋及预埋件.....	82
9.5	预应力构件.....	84
9.6	成型、养护及脱模.....	86
9.7	预制构件检验.....	88
9.8	存放、吊运及防护.....	95
9.9	资料管理及交付.....	96
9.10	部品部件生产.....	97
10	施工.....	99
10.1	一般规定.....	99
10.2	施工准备.....	99
10.3	预制构件安装.....	100
10.4	连接.....	102
10.5	建筑部品安装.....	105
10.6	机电安装.....	107
10.7	成品保护.....	108
10.8	施工安全与环境保护.....	108
11	质量验收.....	110
11.1	一般规定.....	110
11.2	预制构件.....	111
11.3	安装与连接.....	112
11.4	部品安装.....	113
11.5	机电安装.....	114
附录 A	预制构件的挑耳、企口和钢企口端部设计方法.....	115
附录 B	双面叠合剪力墙设计.....	120

# 1 总则

**1.0.1** 为规范我国装配式混凝土建筑的建设，提高工业化设计与建造技术水平，符合国家“适用、经济、绿色、美观”的建筑方针，全面提高装配式混凝土建筑建设的环境效益、社会效益和经济效益，制定本规范。

**1.0.2** 装配式混凝土建筑建设应符合建筑全寿命期的可持续性原则，在装配式混凝土建筑的设计、生产运输、施工安装、验收中贯彻执行国家技术经济政策，加强工业化生产全过程、全专业的管理和质量控制，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量。

**1.0.3** 本规范适用于抗震设防烈度为 8 度及 8 度以下的装配式混凝土结构民用建筑及一般工业建筑。

**1.0.4** 装配式混凝土结构建筑的设计、生产运输、施工安装、验收，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。当其他标准与本规范冲突时，以本规范为准。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 装配式建筑 prefabricated building

装配式建筑是指用预制部品部件在工地装配而成的建筑。

#### 2.1.2 装配式混凝土建筑 prefabricated concrete building

混凝土建筑的结构系统、外围护系统、内装系统、设备与管线系统的主要部分采用预制构（部）件部品集成装配建造的建筑。

#### 2.1.3 建筑系统集成 integration of building systems

以工业化建造方式为基础，实现建筑结构系统、外围护系统、内装系统、设备与管线系统一体化和策划、设计、生产、施工和运维一体化的集成设计建造方法。

#### 2.1.4 建筑结构系统 building structure system

在装配式建筑中，将部件通过各种可靠的连接方式装配而成，用来承受各种荷载或作用的空间受力体。

#### 2.1.5 建筑内装系统 interior decoration system

建筑内部能够满足建筑使用要求的部分，主要包括楼地面、轻质隔墙、吊顶、内门窗和内装设备管线等。

#### 2.1.6 建筑设备与管线系统 facility and pipeline system

满足建筑各种使用功能的设备和管线的总称，包括给排水设备及管线系统、供暖通风空调设备及管线系统、电气和智能化设备及管线系统等。

#### 2.1.7 建筑外围护系统 enclosure system

围合成建筑室内空间，与室外环境分隔的预制构件和部品部件的组合，包括建筑外墙、屋面、门窗、阳台、空调板和装饰件等。

#### 2.1.8 部件 component

在工厂或现场预先制作完成，构成建筑结构的钢筋混凝土构件或其他构件的统称。

#### 2.1.9 部品 parts

由两个或两个以上的建筑单一产品或复合产品在现场组装而成，构成建筑某一部位的一个功能单元，或能满足该部位一项或者几项功能要求的、非承重建筑结构类别的集成产品的统称。包括屋顶、外墙板、幕墙、门窗、管道井、楼地面、隔墙、卫生间、厨房、阳台、楼梯和储柜等建筑外围护系统、建筑内装系统和建筑设备与管线系统类别的部品。

#### 2.1.10 装配式装修 assembled infill

采用干式工法，将工厂生产的内装系统的部品在现场进行组合安装的装修方式。

#### 2.1.11 模数 module

选定的尺寸单位，作为尺度协调中的增值单位。

#### 2.1.12 模数协调 modular coordination

应用模数实现尺寸协调及安装位置的方法和过程。

#### **2.1.13 公差 tolerance**

预制构（部）件和部品部件在制作、放线、安装时的允许偏差的数值。

#### **2.1.14 优先尺寸 preferred size**

从模数数列中事先筛选出的模数或扩大模数尺寸。

#### **2.1.15 协同设计 design coordination**

装配式建筑的建筑结构系统与建筑内装系统之间、各专业设计之间、生产建造过程各阶段之间的协同设计工作。

#### **2.1.16 集成式厨房 integrated kitchen**

主要采用干式工法装配，由楼地面、吊顶、墙面、厨柜、厨房设备及管线等进行系统集成，并满足炊事活动功能基本单元的模块化部品。

#### **2.1.17 集成式卫生间 integrated bathroom**

主要采用干式工法装配，由楼地面、墙板、吊顶、洁具设备及管线等系统集成的具有洗浴、洗漱、便溺等功能基本单元的模块化部品。

#### **2.1.18 整体收纳 system cabinets**

由工厂生产、现场装配的满足不同功能空间分类储藏基本单元的模块化部品。

#### **2.1.19 标准化接口 standardization joint**

包括建筑部品与公共管网系统连接、建筑部品与配管连接、配管与主管网连接、部品之间连接的部位，要求尺寸规格统一、模数协调。

#### **2.1.20 装配式隔墙、吊顶和楼地面 assembled partition wall, ceiling and floor**

由工厂生产的具有隔声、防火或防潮等性能且满足空间和功能要求的隔墙、吊顶和楼地面等集成化部品。

#### **2.1.21 管线分离 pipe&wire detached from skeleton**

将设备及管线与建筑结构相分离，不在建筑结构中预埋设备及管线。

#### **2.1.22 装配率 assembled ratio**

装配式建筑中预制构件、建筑部品的数量（体积或面积）占同类构件或部品总数量（体积或面积）的比率。

#### **2.1.23 预制混凝土构件 precast concrete component**

在工厂或现场预先生产制作的混凝土构件，简称预制构件。

#### **2.1.24 装配式混凝土结构 precast concrete structure**

由预制混凝土构件或部件通过各种可靠的连接方式装配而成的混凝土结构，简称装配式结构。

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

由预制混凝土构件通过可靠的连接方式进行连接并与现场后浇混凝土、水泥基灌浆料形成整体的装配式混凝土结构，简称装配整体式结构。

#### **2.1.26 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装配整体式混凝土结构。简称装配整体式

框架结构。

**2.1.27 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件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。

**2.1.28 混凝土叠合受弯构件** concrete composite flexural component

预制混凝土梁、板顶部在现场后浇混凝土而形成的整体受弯构件,简称叠合板、叠合梁。

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

安装在主体结构上,起维护、装饰作用的非承重预制混凝土外墙板,简称外挂墙板。

**2.1.30 预制混凝土夹心保温外墙板** precast concrete sandwich facade panel

内外两层混凝土板采用拉结件可靠连接,中间夹有保温材料的预制外墙板,简称夹心保温外墙板。

**2.1.31 混凝土粗糙面** rough surface

采用特殊工具或工艺形成预制构件混凝土凹凸不平或骨料显露的表面,实现预制构件和后浇筑混凝土的可靠结合,简称粗糙面。

**2.1.32 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机械连接方式。

**2.1.33 钢筋浆锚搭接连接** rebar lapping in grout-filled hole

在预制混凝土构件中预留孔道,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。

**2.1.34 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。

**2.1.35 挤压套筒** squeezing coupler

用于热轧带肋钢筋挤压连接的套筒。

**2.1.36 挤压套筒接头** squeezing coupler splice

采用挤压套筒连接钢筋的接头。

**2.1.37 接头平行试件** accordant specimen of splice

在现场监理人员全程监督下,采用工程所用检验合格的套筒,以及施工现场的钢筋、连接设备和机具,在施工现场组装的接头试件。

**2.1.38 水平锚环灌浆连接** connection between precast panel by post-cast area and horizontal anchor loop

同一楼层预制墙板拼接处设置后浇段,预制墙板侧边甩出钢筋锚环并在后浇段内相互交叠而实现的预制墙板竖缝连接方式。

**2.1.39 钢丝绳套灌浆连接** connection between precast panel by post-cast area and cable loop

同一楼层预制墙板拼接处设置后浇段,预制墙板侧边甩出钢丝绳并在后浇段内相互交叠而实现的预制墙板竖缝连接方式。

#### **2.1.40 键槽 shear key**

预制构件混凝土表面规则且连续的凹凸构造,可实现预制构件和后浇筑混凝土的共同受力作用。

#### **2.1.41 检验 inspection**

对被检验项目的特征、性能进行量测、检查、试验等,并将结果与标准规定的要求进行比较,以确定项目每项性能是否合格的活动。

#### **2.1.42 缺陷 defect**

混凝土结构施工质量不符合规定要求的检验项或检验点,按其程度可分为严重缺陷和一般缺陷。

#### **2.1.43 严重缺陷 serious defect**

对结构构件的受力性能、耐久性能或安装、使用功能有决定性影响的缺陷。

#### **2.1.44 一般缺陷 common defect**

对结构构件的受力性能、耐久性能或安装、使用功能无决定性影响的缺陷。

#### **2.1.45 结构性能检验 inspection of structural performance**

针对结构构件的承载力、挠度、裂缝控制性能等各项指标所进行的检验。

#### **2.1.46 验收 acceptance**

建筑工程质量在施工单位自行检查合格的基础上,由工程质量验收责任方组织,工程建设相关单位参加,对检验批、分项、分部、单位工程及其隐蔽工程的质量进行抽样检验,对技术文件进行审核,并根据设计文件和相关标准以书面形式对工程质量是否达到合格作出确认。

#### **2.1.47 进场验收 site acceptance**

对进入施工现场的材料、构配件、器具及半成品等,按有关标准的要求进行检验,并对其质量达到合格与否做出确认的过程。主要包括外观检查、质量证明文件检查、抽样检验等。

#### **2.1.48 质量证明文件 quality certificate document**

随同进场材料、构配件、器具及半成品等一同提供用于证明其质量状况的有效文件。

#### **2.1.49 结构实体检验 entitative insoection of structure**

在结构实体上抽取试样,在现场进行检验或送至有相应检测资质的检测机构进行的检验。

#### **2.1.50 检验批 inspection lot**

按相同的生产条件或按规定的方式汇总起来供抽样检验用的,由一定数量样本组成的检验体。

#### **2.1.51 主控项目 dominant item**

建筑工程中对安全、节能、环境保护和主要使用功能起决定性作用的检验项目。

#### **2.1.52 一般项目 general item**

除主控项目以外的检验项目。

#### **2.1.53 分段验收 pre-acceptance**

将原有主体分部工程按楼层、变形缝等划分验收段,每段验收应满足构件出厂检验、质量证明文件查验和结构实体检验标准的工程验收。

### 2.1.54 同层排水 same-floor drain

排水横支管布置在排水层或室外，器具排水管不穿楼层的排水方式。

## 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；  
 $f_y$ 、 $f'_y$  —— 普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值；  
 $f_s$  —— 型钢抗拉强度设计值。

### 2.2.2 作用和作用效应

- $N$  —— 轴向力设计值；  
 $S$  —— 荷载组合的效应设计值；  
 $S_{Eh}$  —— 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；  
 $S_{Gk}$  —— 永久荷载效应标准值；  
 $S_{wk}$  —— 风荷载效应标准值；  
 $S_{Ehk}$  —— 水平地震作用效应标准值；  
 $S_{Evk}$  —— 竖向地震作用效应标准值；  
 $\gamma_G$  —— 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；  
 $q_{Ek}$  —— 分布水平地震作用标准值  
 $\gamma_{Ev}$  —— 竖向地震作用分项系数；  
 $V_{jd}$  —— 持久设计状况下接缝剪力设计值；  
 $V_{jdE}$  —— 地震设计状况下接缝剪力设计值；  
 $V_u$  —— 持久设计状况下接缝受剪承载力设计值；  
 $V_{uE}$  —— 地震设计状况下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  
 $F_{Ehk}$  —— 施加于外挂墙板重心处的水平地震作用标准值；  
 $G_k$  —— 外挂墙板的重力荷载标准值。

### 2.2.3 几何参数

- $L$  —— 建筑平面长度；  
 $B$  —— 建筑平面宽度。

#### 2.2.4 计算系数及其它

$\gamma_{RE}$	——	承载力抗震调整系数；
$\gamma_0$	——	结构重要性系数；
$\alpha_{max}$	——	水平地震影响系数最大值；
$\Delta u$	——	楼层层间最大位移；
$\eta_j$	——	接缝受剪承载力增大系数。
$\psi_w$	——	风荷载组合系数；
$\beta_E$	——	动力放大系数

### 3 基本规定

**3.0.1** 装配式混凝土建筑应坚持标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修、信息化管理和智能化应用，提高技术水平和工程质量，实现功能完整、性能优良的建筑产品。

**3.0.2** 装配式混凝土建筑由建筑结构系统、外围护系统、内装系统、设备与管线系统组合集成，应按照通用化、模数化、标准化的要求，用系统集成的方法统筹设计、生产、运输、施工和运营维护，实现全过程的一体化。

**3.0.3** 装配式混凝土建筑应遵守模数协调标准，按“少种类、多组合”的原则进行标准化设计，实现系列化和多样化。

**3.0.4** 装配式混凝土建筑应采用适用的技术、工艺和装备机具，进行工厂化生产，建立完善的生产质量控制体系，提高部品部件的生产精度，保障产品质量。

**3.0.5** 装配式混凝土建筑应综合协调建筑、结构、机电、内装，制定相互协同的施工组织方案，采用适用的技术、设备和机具，进行装配式施工，保证工程质量，提高劳动效率。

**3.0.6** 装配式混凝土建筑宜运用 BIM 信息化技术，实现全专业、全产业链的信息化管理。

**3.0.7** 装配式混凝土建筑宜基于人工智能、互联网和物联网等技术，实现智能化应用，提升建筑使用的安全、便利、舒适和环保等性能。

**3.0.8** 装配式混凝土建筑应进行技术策划，以统筹规划设计、部件部品生产、施工安装和运营维护全过程，对技术选型、技术经济可行性和可建造性进行评估。按照保障安全、提高质量、提升效率的原则，确定可行的技术配置和适宜经济的建设标准。

**3.0.9** 装配式混凝土建筑应采用绿色建材和性能优良的系统化部品部件，因地制宜，采用适宜的节能环保技术，积极利用可再生能源，提高建设标准，提升建筑使用性能。

## 4 建筑集成设计

### 4.1 一般规定

4.1.1 装配式混凝土建筑应以建筑系统集成的方法统筹建筑全寿命期的规划设计、生产运输、施工安装、维护更新的全过程。

4.1.2 装配式混凝土建筑应以部品部件为基础，将建筑结构系统、外围护系统、内装系统、设备与管线系统集成成为有机整体。

4.1.3 装配式混凝土建筑应采用模数和模数协调的方式，宜采用模块化的方法进行设计、生产和装配。

4.1.4 装配式混凝土建筑应进行标准化设计，为部品部件和构件尺寸协调、互换通用和工厂化生产、装配化施工创造条件。

4.1.5 装配式混凝土建筑设计应满足抗震、防火、节能、隔声、环保、安全等性能及质量的要求。

### 4.2 模数与模数协调

4.2.1 装配式混凝土建筑应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的有关规定，实现建筑的设计、生产、装配等活动的相互协调，以及建筑、结构、内装、设备管线等集成设计的相互协调。

4.2.2 装配式混凝土建筑设计应按照建筑模数制的要求，采用基本模数、扩大模数或分模数的设计方法。基本模数为1M（1M=100mm）。

4.2.3 建筑物的开间或柱距、进深或跨度，宜采用水平基本模数数列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）。

4.2.4 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数列和竖向扩大模数数列，且竖向扩大模数数列宜采用nM，最小竖向模数不应小于1/2M。

4.2.5 梁、板、柱、墙等部件的截面、构造节点和部件的接口尺寸等宜采用分模数数列，分模数数列宜采用M/10、M/5、M/2。

4.2.6 居住建筑应选用下列常用优选尺寸：

表 4.2.6-1 装配式剪力墙住宅适用的优选尺寸系列（M）

类型	建筑尺寸			预制墙板尺寸			预制楼板尺寸	
	开间	进深	层高	厚度	长度	高度	宽度	厚度
基本模数	3 M	3 M	1 M	1 M	3 M	1 M	3 M	0.2 M
扩大模数	2 M	2 M/ 1 M	0.5 M	0.5 M	2 M	0.5 M	2 M	0.1 M
类型	门洞尺寸		窗洞尺寸		内隔墙尺寸			
部位	宽度	高度	宽度	高度	厚度	长度	高度	
基本模数	3 M	1 M	3 M	1 M	1 M	2 M	1 M	

扩大模数	2 M/ 1 M	0.5 M	2 M/ 1 M	0.5 M	0.2 M	1 M	0.2 M	
------	-------------	-------	-------------	-------	-------	-----	-------	--

注： 1 楼板厚度的优选尺寸序列为 80、100、120、140、150、160、180mm。

2 内隔墙厚度优选尺寸序列为 60、80、100、120、150、180、200mm，高度与楼板的模数序列相关。

3 本表中 M 是模数协调的最小单位，1M=100mm（以下同）。

表 4.2.6-2 集成式厨房的优选尺寸（M）

厨房家具布置形式	厨房最小净宽度	厨房最小净长度	扩大模数
单排型	15 M(16 M)/20 M	30 M	1 M
双排型	22 M/27 M	27 M	1 M
L 型	16 M/27 M	27 M	1 M
U 型	19 M/21 M	27 M	1 M
壁柜型	7 M	21 M	1 M

表 4.2.6-3 集成式卫生间的优选尺寸（M）

卫生间平面布置形式	卫生间最小净宽度	卫生间最小净长度	扩大模数
单设便器卫生间	9 M	16 M	0.5 M
设便器，洗面器两件洁具	15 M	15.5 M	0.5 M
设便器，洗浴器两件洁具	16 M	18 M	0.5 M
设三件洁具（喷淋）	16.5 M	20.5 M	0.5 M
设三件洁具（浴缸）	17.5 M	24.5 M	0.5 M
设三件洁具无障碍卫生间	19.5 M	25.5 M	0.5 M

表 4.2.6-4 楼梯的优选尺寸（M）

楼梯类别	踏步最小宽度	踏步最大高度	扩大模数
共用楼梯	2.6 M	1.75 M	0.05 M
服务楼梯，住宅套内楼梯	2.2 M	2 M	0.05 M

表 4.2.6-5 门窗洞口的优选尺寸（M）

	最小洞宽	最小洞高	最大洞宽	最大洞高	基本模数	扩大模数
门洞口	7 M	15 M	24 M	23(22) M	3 M	1 M
窗洞口	6 M	6 M	24 M	23(22) M	3 M	1 M

**4.2.7** 装配式混凝土建筑的定位宜采用中心定位法与界面定位法相结合的方法。对于主体结构的定位宜采用中心定位法，对于装修及部品的定位宜采用界面定位法。

**4.2.8** 装配式建筑应遵循部品部件生产和装配的要求，考虑主体结构层间变形、密封材料变形能力、施工误差、温差变形等要求，实现建筑部品部件尺寸以及安装位置的公差协调。

**4.2.9** 装配式建筑中各部分的模数及模数协调规定，尚应符合下列规定：

1 预制构件生产和装配应满足模数和模数协调，并考虑制作公差和安装公差对构件组合的影响。

2 预制构件的配筋应进行模数协调，应便于构件的标准化和系列化，还应与构件内的机电设备管线、点位及内装预埋等实现协调。

3 预制构件内的设备管线、终端点位的预留预埋宜依照模数协调规则进行设计，并与钢筋网片实现模数协调，避免碰撞和交叉。

4 门窗、防护栏杆、空调百叶等外围护墙上的建筑部品，应采用符合模数的工业产品，并与门窗洞口、预埋节点等协调。

**4.2.10** 建筑部件的规格应统筹考虑模数要求与原材料基材的规格，提高材料利用率，减少材料损耗。

### 4.3 模块与模块组合

**4.3.1** 装配式混凝土建筑应采用模块化的设计和建造方法，每种模块具有相对独立的功能，并可相对独立地进行设计、生产和安装。不同模块之间通过有效连接，形成建筑整体。

**4.3.2** 装配式混凝土结构建筑设计宜采用模块化设计方法，结合建筑功能、形式、空间特色、结构和构造要求，考虑工厂加工和现场装配的要求，合理划分模块单元。模块单元应具备某一种或几种建筑功能，适用于使用需求，并满足下列要求：

1 模块应符合少种类、多组合的要求。公共建筑采用楼电梯、公共卫生间、基本单元等标准模块进行组合设计，居住建筑采用楼电梯、基本户型、集成式厨房、集成式卫生间等功能模块进行组合设计。

2 模块应进行精细化、系列化设计，模块间应具备相应的逻辑关系，并通过统一的接口，实现多种不同模块的多样化组合。

3 模块应采用模数化的部品部件，模块的组合和集成应符合模数协调的要求。

4 模块应实现结构、外围护、内装、设备管线的系统集成。

**4.3.3** 装配式混凝土建筑的集成式厨房、集成式卫生间宜按模块进行组合，合理布局部品设施，并设置满足功能要求的接口。厨房、卫生间模块应采用界面定位法。

**4.3.4** 模块间宜采用通用化、标准化的接口，统一接口的几何尺寸、材料和连接方式，实现直接或间接连接。

### 4.4 标准化设计

**4.4.1** 装配式混凝土建筑应采用标准化、系列化的设计方法，提高模块、部品部件的重复使用率及通用性，满足工厂加工、现场装配的要求。

**4.4.2** 建筑单体标准化设计是对相似或相同体量、功能、机电系统和结构形式的建筑物采用标准化的设计方式。

**4.4.3** 功能模块标准化设计是对建筑单体中具有相同或相似功能的建筑空间及其组成部件（如住宅厨房、住宅卫生间、楼电梯交通核、教学楼内的盥洗间、酒店卫生间等）时进行标准化设计。

**4.4.4** 部品部件的设计采用标准化的预制工业化部件，形成具有一定功能的部品系统，如储藏系统、整体厨房、整体卫生间、地板系统等。标准化的结构和围护部件，如墙板、梁、柱、楼板、楼梯、隔墙板等，宜在工厂内进行规模化生产。

**4.4.5** 功能相同、相近建筑空间的层高宜统一，实现外墙、内墙、楼梯、门窗等竖向构件的尺寸标准统一。

## 4.5 集成设计

**4.5.1** 装配式混凝土建筑集成应采用模块化设计方法，将预制部品部件在工厂进行集成，在现场进行整体装配。

**4.5.2** 部品和系统集成应统筹考虑材料性能、加工工艺、运输限制、吊装能力的要求，提高集成度，降低装配难度，提高施工精度和效率。

**4.5.3** 装配式混凝土建筑由四个系统集成而成：结构系统、围护系统、内装系统、设备管线系统，各个系统均应进行集成设计。

**4.5.4** 结构系统的集成设计应符合下列规定：

- 1 采用高集成度的部件进行设计，减少部件种类和数量；
- 2 应考虑部件加工、运输、堆放、安装的尺寸和重量要求；

**4.5.5** 外围护系统的集成设计应符合下列规定：

1 应对屋面、女儿墙、外墙板、外门窗、阳台板、空调板、遮阳部件等进行模块化集成设计；

2 应采用有效的构造连接措施，实现建筑防火、防水、保温、防水、隔声、安全等性能的要求；

3 宜采用单元化、一体化的装配式外墙系统；

4 建筑外门窗宜采用预埋窗框或副框的方式与预制外墙板进行集成，提高气密性，减少渗漏。

**4.5.6** 内装系统的集成设计应符合下列规定：

1 内装设计宜采用内装、设备管线与结构分离的装配式装修方式；

2 宜采用集成式厨房、集成式卫生间、整体收纳等进行装修；

3 内装设计宜采用饰面与基材一体化的墙面、地面材料。

**4.5.7** 设备和管线系统的集成设计应符合下列规定：

1 宜采用模块化的产品进行系统集成设计，提高系统的性能和可靠性，降低维护成本；

2 设备和管线系统的使用终端应准确定位；

3 公用设备和管线干线应布置在公共区域，宜采用模块化设计方式，预留扩展的条件；公共干线与套内支线的连接部位宜在公共区域，方便维护更新；

4 宜采用设备管线与主体结构分离的方式，提高结构耐久性和安全性，管线平面布置应避免交叉。

**4.5.8** 装配式混凝土建筑平面设计应符合下列规定：

1 平面组合的模块单元应符合少规格、多组合的要求；

2 建筑平面布置应规则，避免体形过大过多的凸凹变化，承重构件布置应遵循结构力学原理上下对应贯通，外墙洞口宜规整有序；

3 宜选用大空间的平面布局方式，合理布置承重墙及管井位置，实现空间的灵活性、可变性；

4 机电设备管线平面布置应避免交叉，竖向管线应相对集中布置。

**4.5.9** 装配式混凝土建筑立面设计应符合下列要求：

- 1 利用外墙、阳台板、空调板、外窗、遮阳设施和装饰等部品部品进行模块化组合设计。模块应符合少规格、多组合的要求，满足多样化、个性化的需要；
- 2 装配式混凝土建筑应通过建筑体量、材质肌理、色彩等变化，形成丰富多样的立面效果；
- 3 预制外墙饰面应采用装饰混凝土、免抹灰的涂料和在工厂预制的面砖等高耐久性和耐候性的建筑材料及做法。

**4.5.10** 装配式混凝土建筑剖面设计应结合建筑功能考虑主体结构、设备管线、装饰装修的要求，确定合理的层高、净高尺寸。

**4.5.11** 接口及构造设计应符合下列规定：

1 主体结构部件、内装部品部件和机电设备管线之间宜采用适宜的连接方式，以满足建筑结构耐久性和安全性要求；

2 各类预制部品部件的连接接口应安全可靠，其构造设计应满足结构设计的相关要求，设计说明中应包含连接节点的安全使用年限及维护措施；

3 主体结构及围护系统之间采用干式连接时，接缝宽度应适应结构变形和温度变形的要求，宜进行相关变形计算并校核缝宽尺寸；当采用现浇连接时，应对接缝处的变形协调提出设计要求；

4 接口及构造设计应满足相关物理性能的要求，接缝的防水、保温、隔声、防火等性能满足相关规范要求：

- 1) 预制外墙板的接缝处应作有效的防排水处理。
- 2) 预制外墙板接缝宜采用材料防水和构造防水相结合的做法，可采用槽口缝或平口缝。接缝构造和所用材料应满足接缝防排水要求。
- 3) 预制墙板的门窗应采用标准化部品，可预留副框或预埋件实现与墙体的可靠连接。
- 4) 带有门窗的装配式混凝土建筑的外墙板，其门窗洞口与门窗框间的密闭性能不应低于门窗的密闭性能。
- 5) 装配式混凝土建筑的外墙板与梁、板、柱相连时，其连结处宜采取措施保证墙体保温的连续性。
- 6) 预制外墙板间的板缝部位应封闭，其封闭材料的耐火极限应满足国家现行相关防火设计规范的要求，保温材料及接缝处填充用保温材料的燃烧性能应符合现行相关国家规范及标准的要求。

5 接口及构造设计应便于施工安装与运营维护，应考虑生产及施工误差对部品部件安装的影响，确定适宜的公差设计值，构造节点宜便于部品部件的更换；

6 内装部品部件的接口及构造设计，宜采用以干式工法为主的节点做法；

7 预制内隔墙宜实现管线综合布置和机电点位接口集成设计；

8 机电设备管线宜选用功能集成的模块化部品，满足通用性和互换性的要求，选用非焊接、非热熔性接口，便于生产、施工和维护；

9 机电设备管线及相关点位接口应避开边缘构件钢筋密集范围，不宜布置在预制墙板的门窗过梁及锚固区节点。

## 5 结构设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 装配整体式混凝土结构应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的规定，并应符合本章有关规定。

**5.1.2** 装配整体式框架结构、装配整体式剪力墙结构、装配整体式框架—现浇剪力墙结构、装配整体式框架—现浇核心筒结构、装配整体式部分框支剪力墙结构的最大适用高度应满足表 5.1.2 的要求，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，房屋的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，在规定的水平作用力下，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，其最大适用高度应适当降低；当预制剪力墙构件底部承担的总剪力大于该层总剪力的 80% 时，最大适用高度应取表 5.1.2 中括号内的数值。

表 5.1.2 装配整体式结构房屋的最大适用高度(m)

结构类型	抗震设防烈度			
	6 度	7 度	8 度(0.20g)	8 度(0.30g)
装配整体式框架结构	60	50	40	30
装配整体式框架-现浇剪力墙结构	130	120	100	80
装配整体式框架-现浇核心筒结构	140	120	100	80
装配整体式剪力墙结构	130(120)	110(100)	90(80)	70(60)
装配整体式部分框支剪力墙结构	110(100)	90(80)	70(60)	40(30)

- 注： 1 房屋高度指室外地面到主要屋面的高度，不包括局部突出屋顶部分；
- 2 部分框支剪力墙结构指地面以上有部分框支剪力墙的剪力墙结构，不包括仅个别框支墙的情况；
- 3 当房屋高度超过表中数值时，结构设计应有可靠依据，并采取有效的加强措施。

**5.1.3** 装配整体式混凝土结构的高宽比不宜超过表 5.1.3 的规定。

表 5.1.3 装配整体式结构适用的最大高宽比

结构类型	抗震设防烈度	
	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
装配整体式剪力墙结构	6	5
装配整体式框架-现浇核心筒结构	7	6

**5.1.4** 装配整体式混凝土结构构件的抗震设计，应根据设防类别、烈度、结构类型和房屋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。丙类装配整体式混凝土结构的抗震等级应按表 5.1.4 确定。其他抗震设防类别和特殊场地类别下的建筑应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中对抗震计算或构造措施进行调整的规定。

表 5.1.4 丙类装配整体式结构的抗震等级

结构类型		抗震设防烈度							
		6 度		7 度			8 度		
装配整体式 框架结构	高度 (m)	≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24
	框架	四	三	三	二	二	一		
	大跨度框架	三		二			一		
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	>24 且 ≤60	>60
	框架	四	三	四	三	二	三	二	一
	剪力墙	三	三	三	二	二	二	一	一
装配整体式 框架-现浇核 心筒结构	高度 (m)	≤60	>60	≤60	>60	≤60	>60		
	框架	四	三	三	二	二	一		
	核心筒	三	二	二	二	一	一		
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	一
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	一	一	一	
	底部加强部位 剪力墙	三	二	三	二	一	二	一	
	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。

**5.1.5** 抗震设计的装配式混凝土结构，当其房屋高度、规则性、结构类型、节点连接构造、构件形式和构造等不符合本规范的规定或者抗震设防标准有特殊要求时，可按国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定进行

结构抗震性能化设计。结构在设防烈度及罕遇地震作用下的内力及变形分析，可根据结构受力状态采用弹性分析方法或弹塑性分析方法。

**5.1.6** 装配式混凝土结构应采取措施增强结构的整体性，宜配置贯通水平、竖向构件的钢筋并与周边构件可靠锚固，并宜增强疏散通道、避难空间及结构关键传力部位的承载能力和变形性能。

**5.1.7** 装配整体式结构应符合下列规定：

1 宜设置地下室，地下室宜采用现浇混凝土；

2 剪力墙结构底部加强部位的剪力墙宜采用现浇混凝土。当采取下列措施时底部加强部位剪力墙非接缝部位可采用预制混凝土：

1) 底部加强部位墙肢的水平接缝剪力设计值应乘以增大系数 1.3，底部加强部位墙肢的弯矩和剪力设计值应乘以增大系数 1.2；

2) 约束边缘构件的设置高度除应满足现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 的规定外，应向上继续延伸至轴压比不需要设置约束边缘构件的高度，且不高于原约束边缘构件总高度的 2 倍；

3 框架结构首层柱宜采用现浇混凝土。当采取下列措施时首层柱可采用预制柱：柱底截面水平接缝剪力设计值乘以增大系数 1.3，首层柱的弯矩设计值乘以增大系数 1.2，首层柱全高设置箍筋加密区。

**5.1.8** 装配式混凝土结构构件及节点应进行承载力极限状态及正常使用极限状态设计，并应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 及《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。构件及节点的承载力抗震调整系数应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

## 5.2 结构材料

**5.2.1** 混凝土、钢筋、钢材和连接用材料的力学性能指标和耐久性要求等，应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计规范》GB 50017 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 等的有关规定。

**5.2.2** 钢筋金属波纹管浆锚搭接连接采用的金属波纹管，应符合现行行业标准《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225 的有关规定。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 的有关规定；当采用镀锌钢带时，其双面镀锌层重量不宜小于  $60\text{g/m}^2$ ，性能应符合现行国家标准《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518 的有关规定。

**5.2.3** 挤压套筒原材料的实测力学性能应符合现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 的有关规定；适用于挤压套筒连接的钢筋应为 HRB335、HRB335E、HRB400、HRB400E、HRB500 和 HRB500E 级热轧带肋钢筋。

**5.2.4** 预制混凝土夹心保温外墙板中内外叶墙板间的拉结件，宜采用纤维增强塑料（FRP）拉结件或不锈钢拉结件。

1 当采用纤维增强塑料（FRP）拉结件时，其材料力学性能指标应符合表 5.2.4-1 的要求，其耐久性能应符合国家现行标准《纤维增强复合材料建设工程应用技术规范》GB 50608 的有关规定。

表 5.2.4-1 纤维增强塑料（FRP）拉结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
弹性模量	$\geq 42\text{GPa}$	GB/T 1447
抗剪强度	$\geq 30\text{MPa}$	JC/T 773

2 当采用不锈钢拉结件时，其材料力学性能指标应符合表 5.2.4-2 的要求。

表 5.2.4-2 不锈钢拉结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
弹性模量	$\geq 190\text{GPa}$	GB/T 228
抗剪强度	$\geq 300\text{MPa}$	GB/T 6400

## 5.3 结构分析

5.3.1 装配式混凝土结构的作用及作用组合应根据现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程 JGJ 1 确定。

5.3.2 装配式混凝土结构分析时，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 中的有关规定。

5.3.3 装配式混凝土结构在进行重力荷载作用效应分析时，宜采用适当的计算模型考虑施工过程的影响。

5.3.4 装配式混凝土结构弹性分析模型中，节点和接缝的模拟应符合下列规定：

1 当预制构件之间采用现浇连接且接缝构造及承载力满足本规范中的相应要求时，可按现浇混凝土结构进行模拟；

2 对于本规范中未包含的连接节点及接缝形式，应按照实际情况模拟。

5.3.5 装配式混凝土结构弹塑性分析中，节点及接缝的模拟应根据其在受力全过程中的特性确定。材料的非线性行为可根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 确定，节点、接缝的非线性行为可根据试验研究确定。

5.3.6 对于本规范中未包含的装配式结构，可按设计要求采用试验方法对结构整体或者局部构件的正常使用极限状态和承载能力极限状态进行复核。

5.3.7 内力和变形计算时，应考虑填充墙及外围护墙对结构刚度的影响并应符合下列规定：

1 外挂墙板对结构刚度的影响应按照实际情况考虑；

2 当采用轻质内墙板时，可采用周期折减的方法考虑其对结构刚度的影响；周期折减系数可根据墙板数量、刚度及墙板与主体结构连接的强弱取 0.8~1.0。

5.3.8 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 5.3.8 采用。

表 5.3.8 楼层层间最大位移与层高之比的限值

结构类型	$\Delta u / h$ 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、装配整体式框架-现浇核心筒结构	1/800
装配式整体式剪力墙结构、装配整体式部分框支剪力墙结构	1/1000

5.3.9 罕遇地震作用下，结构薄弱层（部位）层间弹塑性位移应符合下式规定：

$$\Delta u_p \leq [\theta_p] h \quad (5.3.9)$$

式中： $\Delta u_p$ ——层间弹塑性位移；

$[\theta_p]$ ——层间弹塑性位移角限值，应按表 5.3.9 采用；

$h$ ——层高。

表 5.3.9 层间弹塑性位移角限值

结构类别	$[\theta_p]$
装配整体式框架	1/50
装配整体式框架-现浇剪力墙、装配整体式框架-现浇核心筒	1/100
装配式整体式剪力墙结构、装配整体式部分框支剪力墙结构	1/120

## 5.4 预制构件设计与连接

5.4.1 预制构件设计应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等的有关规定，并应符合下列规定：

- 1 根据结构方案和传力途径的要求，确定预制构件的布置及构造；
- 2 预制构件的设计应满足建筑使用功能，并符合标准化要求；
- 3 预制构件的形状、尺寸、重量等应充分考虑制作、运输、安装各环节的要求。

5.4.2 预制构件的设计应按下列不同状况，分别进行验算：

- 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 的有关规定；

4 预制构件的配筋设计应便于工厂化生产和现场连接。同等设计强度下，宜统一钢筋规格，采用大直径、大间距的方式进行配筋设计。

5.4.3 预制构件连接应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 等有关规定，并应符合下列规定：

- 1 连接构造合理、传力直接、施工方便，能保证结构整体性；
- 2 预制构件的拼接部位宜设置在构件受力较小的部位，
- 3 连接节点不应先于构件破坏；
- 4 满足使用和施工阶段的承载力、稳定性和变形的要求。

5.4.4 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。接缝的受剪承载力应符合下列规定：

1 持久设计状况：

$$\gamma_0 V_{jd} \leq V_u \quad (5.4.4-1)$$

2 地震设计状况：

$$V_{jdE} \leq V_{uE} / \gamma_{RE} \quad (5.4.4-2)$$

在梁、柱端部箍筋加密区及剪力墙底部加强部位，尚应符合以下规定：

$$\eta_j V_{mua} \leq V_{uE} \quad (5.4.4-3)$$

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；

$V_{jdE}$  —— 地震设计状况下接缝剪力设计值；

$V_u$  —— 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，取 1.2。

**5.4.5** 预制构件接长连接应满足下列要求：

- 1 连接部位的受力钢筋宜采用机械连接；采用焊接连接时，应考虑焊接应力对接头的不利影响；
- 2 接长连接应考虑施工和使用过程中的温差、混凝土收缩等不利影响，宜适当增加构造配筋；
- 3 接长连接宜采用细石混凝土，强度等级应比预制构件提高一级，并应采取措施减少混凝土的收缩；
- 4 接长连接应考虑构件制造误差的影响。

**5.4.6** 装配整体式混凝土结构中，节点及接缝处的纵向钢筋连接宜根据接头受力、施工工艺等要求选用套筒灌浆连接、机械连接、浆锚搭接连接、焊接连接、绑扎搭接连接等连接方式。当采用套筒灌浆连接时，应满足现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的要求；当采用机械连接时，应满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的要求；当采用焊接连接时，应满足行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的要求。

**5.4.7** 纵向钢筋采用浆锚搭接连接时，对预留孔成孔工艺、孔道形状和长度、构造要求、灌浆料和被连接钢筋，应进行力学性能以及适用性的试验验证。直径大于 20mm 的钢筋不宜采用浆锚搭接连接，直接承受动力荷载的构件纵向钢筋不应采用浆锚搭接连接。

**5.4.8** 纵向钢筋采用挤压套筒连接时，应符合下列规定：

- 1 预制构件之间应预留后浇段，后浇段高度或长度应根据挤压套筒接头安装工艺等确定；
- 2 挤压套筒接头应满足 I 级接头的要求；
- 3 挤压套筒的尺寸，可根据被连接钢筋的牌号和直径，以及套筒所用钢材的力学性能和挤压工艺等确定。

## 5.5 楼盖设计

**5.5.1** 装配整体式结构的楼盖宜采用叠合楼盖，叠合梁、板设计应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的有关规定。

**5.5.2** 装配整体式结构中，下列部位宜采用现浇楼盖：

- 1 结构转换层；
- 2 平面复杂或开洞较大的楼层；
- 3 作为上部结构嵌固部位的地下室楼层；

4 顶层楼板；当顶层楼板采用叠合楼板时，后浇混凝土叠合层厚度不应小于 100mm，且后浇层内宜采用双层双向通长配筋，上层钢筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 200mm。

**5.5.3** 叠合板可根据预制板接缝构造、支座构造、长宽比按单向板或双向板设计。当预制板之间采用分离式接缝（图 5.5.3a）时，宜按单向板设计。对长宽比不大于 3 的四边支承叠合板，当其预制板之间采用整体式接缝（图 5.5.3b）或无接缝（图 5.5.3c）时，可按双向板设计。

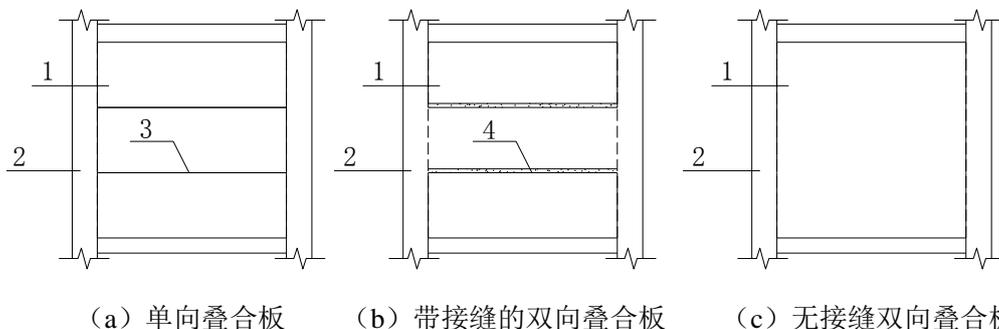


图 5.5.3 叠合板的预制板布置形式示意

1—预制板；2—梁或墙；3—板侧分离式接缝；4—板侧整体式接缝

**5.5.4** 叠合板支座处的纵向钢筋配置应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的有关规定。当后浇混凝土叠合层厚度不小于 100mm，且不小于预制层厚度的 1.5 倍时，支承端预制板内纵向受力钢筋可采用搭接方式锚入支承梁或墙的现浇层内（图 5.5.4），并应符合下列规定：

- 1 附加钢筋截面面积应经计算确定，且不应少于受力方向跨中板底钢筋面积的 1/3；
- 2 附加钢筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 300mm；
- 3 当附加钢筋为构造钢筋时，伸入楼板的长度不应小于与板底钢筋的受压搭接长度，伸入支座的长度不应小于 15d（d 为附加钢筋直径）且宜伸过支座中心线；当附加钢筋为受拉钢筋时，深入支座的长度不应小于受拉钢筋锚固长度，深入楼板的长度不应小于与板底钢筋的受拉搭接长度；
- 4 在垂直于附加钢筋的方向宜布置横向分布钢筋，在搭接范围内，不宜少于 3 根分布钢筋，且钢筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 250mm。

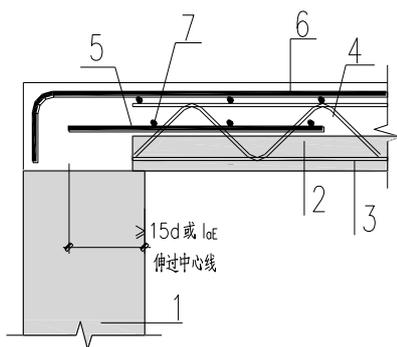


图 5.5.4 叠合板板端构造示意

1—支撑梁或墙；2—预制板；3—板底钢筋；

4—桁架钢筋；5—附加钢筋；6—支座钢筋；7—横向分布钢筋

**5.5.5** 双向叠合板板侧的整体式接缝宜设置在叠合板的次要受力方向上且宜避开最大弯矩截面。接缝可采用后浇带形式，并应符合下列规定：

1 后浇带宽度不宜小于 200mm；

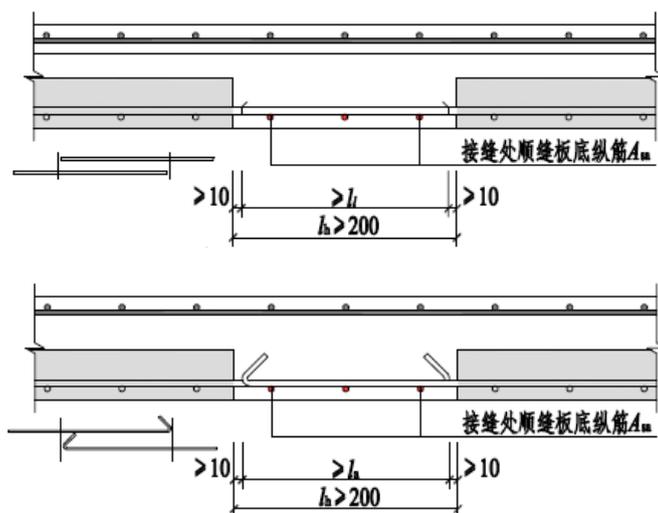
2 后浇带两侧板底纵向受力钢筋可在后浇带中焊接、搭接连接、弯折锚固；

3 当后浇带两侧板底纵向受力钢筋在后浇带中弯折锚固时，应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的有关规定。

4 当后浇带两侧板底纵向受力钢筋在后浇带中搭接连接时，应符合下列规定：

1) 预制板板底外伸钢筋可为直线形，也可将其端部弯折 90° 或 135°；

2) 接缝处的钢筋搭接长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定；当预制板板底外伸钢筋端为弯折锚固时，接缝处的钢筋搭接长度可为钢筋的锚固长度。



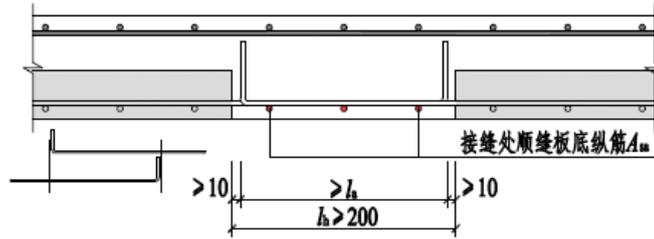


图 5.5.5 双向叠合板整体式接缝构造示意

5 当有可靠依据时，板侧整体式接缝内的钢筋也可采用其它有效的连接方式。

5.5.6 未配置抗剪钢筋的叠合板，水平叠合面的粗糙度除应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的有关规定，可按下列公式进行水平叠合面的抗剪验算；

$$\frac{V}{bh_0} \leq 0.4 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (5.5.6)$$

式中：  $V$  —— 叠合板验算截面处剪力；

$b$  —— 叠合板宽度；

$h_0$  —— 叠合板有效高度。

5.5.7 叠合梁水平叠合面的受剪承载力验算应符合下列规定：

1 叠合面的受剪承载力验算应以支座点、弯矩绝对值最大点和零弯矩点为界限，划分为若干剪跨区分别进行；

2 每个剪跨区段内，叠合面上的纵向剪力  $V_h$  可按下式计算

$$V_h = A_c f_c \quad (5.5.7-1)$$

式中：  $A_c$  —— 叠合面以上混凝土受压区面积；

$f_c$  —— 混凝土轴心抗压强度设计值。

3 各剪跨区段内的水平叠合面受剪承载力应按以下规定验算：

$$V_h \leq c f_t A_{ch} + A_{sd} f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) < 0.25 f_c A_{ch} \quad (5.5.7-2)$$

式中：  $f_t$  —— 混凝土轴心抗拉强度设计值；

$A_{ch}$  —— 各剪跨区段的水平叠合面面积；

$A_{sd}$  —— 各剪跨区段内，穿过叠合面的抗剪钢筋截面面积，箍筋可计入抗剪钢筋；

$f_{yd}$  —— 抗剪钢筋抗拉强度设计值，且不大于  $360 \text{ N/mm}^2$ ；

$\alpha$  —— 抗剪钢筋与水平叠合面的夹角  $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ ；

$c, \mu$  —— 与水平叠合面粗糙度相关的系数，当粗糙面符合

JGJ-1 有关规定时可取  $c = 0.45, \mu = 0.7$ 。

4 抗剪钢筋配筋率  $\rho_{sd}$  不应低于0.2%，配筋率按下式计算：

$$\rho_{sd} = \frac{A_{sd}}{A_{ch}} \quad (5.5.7-3)$$

5 抗剪钢筋在叠合面两侧均应有可靠锚固且锚固长度不应小于  $15d$ ； $d$  为抗剪钢筋直径。

**5.5.8** 主梁与次梁连接宜采用铰接连接，也可采用刚接连接。当采用刚接连接时，应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的有关规定。当采用铰接连接时，可采用钢企口连接或挑耳企口连接形式，具体设计应符合本规范附录 A 的规定。

## 5.6 装配整体式框架结构

5.6.1 对抗震等级一、二、三级的装配整体式框架，应进行梁柱节点核心区抗震受剪承载力验算；对四级框架可不进行验算。梁柱节点核心区抗震受剪承载力验算和构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 及《建筑抗震设计规范》GB 50011 中的有关规定。

5.6.2 混凝土叠合梁端竖向接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算：

### 1 持久设计状况

$$V_u = 0.07f_c A_{c1} + 0.10f_c A_k + 1.65A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \quad (5.6.2-1)$$

### 2 地震设计状况

$$V_{uE} = 0.04f_c A_{c1} + 0.06f_c A_k + 1.65A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \quad (5.6.2-2)$$

式中： $A_{c1}$ ——叠合梁端截面后浇混凝土叠合层截面面积；

$f_c$ ——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；

$A_k$ ——各键槽的根部截面面积（图 5.6.2）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；

$A_{sd}$ ——垂直穿过结合面除预应力筋外的所有钢筋的面积，包括叠合层内的纵向钢筋。

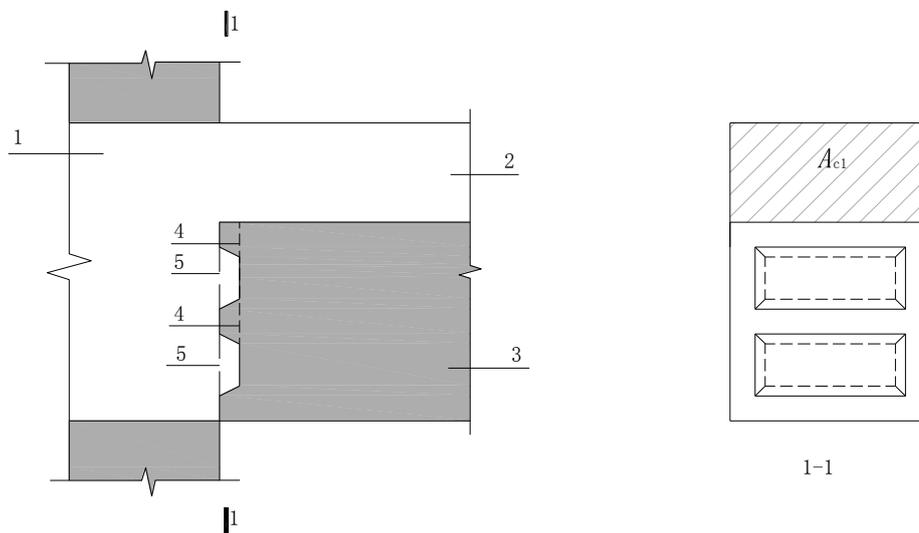


图 5.6.2 叠合梁端受剪承载力计算参数示意

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

5.6.3 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

$$V_u = 0.07f_c A_{c1} + 0.10f_c A_k + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y} + 0.58f_s t_w h_w \quad (5.6.3-1)$$

## 2 地震设计状况

$$V_{uE} = 0.04f_c A_{c1} + 0.06f_c A_k + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y} + 0.58f_s t_w h_w \quad (5.6.3-2)$$

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

**5.6.4** 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 当预制柱受压时：

$$V_{uE} = 0.8N + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y} \quad (5.6.4-1)$$

### 2 当预制柱受拉时：

$$V_{uE} = 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y \left[ 1 - \left( \frac{N}{A_{sd} f_y} \right)^2 \right]} \quad (5.6.4-2)$$

式中：  $f_c$  ——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；

$A_{sd}$  ——垂直穿过结合面所有钢筋的面积；

$V_{uE}$  ——地震设计状况下接缝受剪承载力设计值。

**5.6.5** 在地震设计状况下，型钢混凝土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 当柱受压时：

$$V_{uE} = 0.8N + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y} + 0.58f_s t_w h_w \quad (5.6.5-1)$$

### 2 当柱受拉时：

$$V_{uE} = 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y \left[ 1 - \left( \frac{N}{A_{sd} f_y} \right)^2 \right]} + 0.58f_s t_w h_w \quad (5.6.5-2)$$

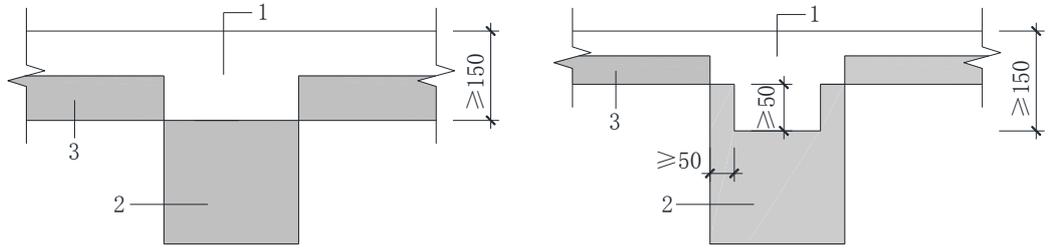
式中：  $f_s$  ——型钢抗拉强度设计值；

$t_w$  ——型钢腹板厚度；

$h_w$  ——型钢腹板高度。

**5.6.6** 装配整体式框架结构中,当采用叠合梁时，框架梁的后浇混凝土叠合层厚度不宜小于

150mm（图 5.6.6-a），次梁的后浇混凝土叠合层厚度不宜小于 120mm；当采用凹口截面预制梁时（图 5.6.6-b），凹口深度不宜小于 50mm，凹口边厚度不宜小于 50mm。



(a) 矩形截面预制梁

(b) 凹口截面预制梁

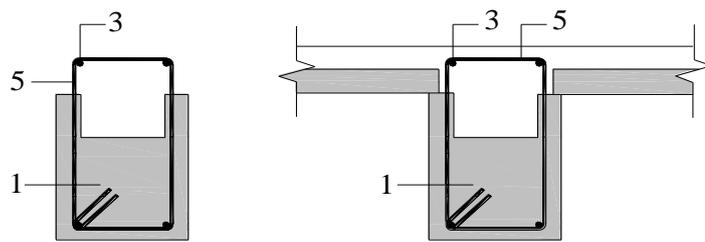
图 5.6.6 叠合框架梁截面示意

**5.6.7 叠合梁的钢筋配置应符合下列规定：**

**1** 叠合框架梁的梁端箍筋加密区宜采用整体封闭箍筋，当叠合梁受扭时宜采用整体封闭箍筋，且整体封闭箍筋的搭接部分宜设置在预制部分中（图 5.6.7-a）。

**2** 当采用组合封闭箍筋的形式时（图 5.6.7-b），开口箍筋上方两端弯钩不应小于  $135^\circ$ ，平直段长度不应小于  $10d$ （ $d$  为箍筋直径）；现场应采用箍筋帽封闭开口箍，箍筋帽宜两端做成  $135^\circ$  弯钩，也可做成一端  $135^\circ$  另一端  $90^\circ$  弯钩，但  $135^\circ$  和  $90^\circ$  弯钩应沿纵向受力钢筋方向错开设置，弯钩平直段长度不应小于  $10d$ 。

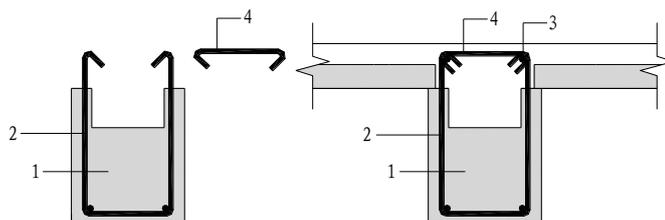
**3** 框架梁箍筋加密区长度内的箍筋肢距：一级抗震等级，不宜大于 200mm 和 20 倍箍筋直径的较大值，且不应大于 300mm；二、三级抗震等级，不宜大于 250mm 和 20 倍箍筋直径的较大值，且不应大于 350mm；四级抗震等级，不宜大于 300mm，且不应大于 400mm。梁的箍筋可采用并箍。

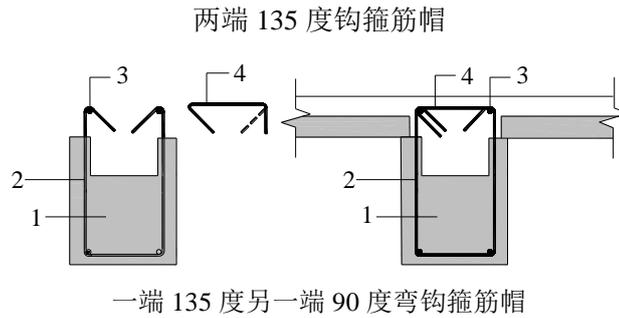


预制部分

叠合梁

(a) 采用整体封闭箍筋的叠合梁





(b) 采用组合封闭箍筋的叠合梁

图 5.6.7 叠合梁箍筋构造示意

1— 预制梁；2—开口箍筋；3—上部纵向钢筋；4—箍筋帽

**5.6.8** 叠合梁可采用对接连接（图 5.6.8）并应符合下列规定：

- 1 拼接接头不应位于跨中弯矩最大处；
- 2 连接处应设置后浇段，后浇段的长度应满足梁下部纵向钢筋连接作业的空间需求；
- 3 梁下部纵向钢筋在后浇段内可采用搭接连接、机械连接、套筒灌浆连接等方式；
- 4 后浇段内的箍筋应加密，箍筋间距不应大于  $5d$  ( $d$  为纵向钢筋直径)，且不应大于 100mm。

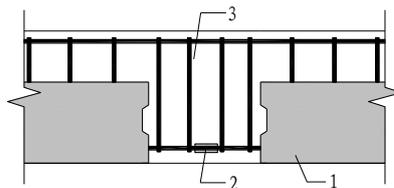


图 5.6.8 叠合梁连接节点示意

1—预制梁；2—钢筋连接接头；3—后浇段

**5.6.9** 装配整体式框架结构中，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，可采用套筒灌浆连接、机械连接、浆锚搭接连接、钢筋焊接等方式；
- 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、机械连接。

**5.6.10** 预制柱的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定，并应符合下列规定：

- 1 矩形柱截面宽度或圆柱直径不宜小于 400mm 且不宜小于同方向梁宽的 1.5 倍。
- 2 柱纵向受力钢筋在柱底连接时，柱箍筋加密区长度不应小于纵向受力钢筋连接区域长度与 500mm 之和；当采用套筒灌浆连接、挤压套筒连接或浆锚搭接连接等方式时，套筒或者搭接段上端第一道箍筋距离套筒或搭接段顶部不应大于 50mm（图 5.6.10）。
- 3 柱纵向受力钢筋直径不宜小于 20mm，纵向受力钢筋的间距不宜大于 200mm 且不应大于 400mm。柱的纵向受力钢筋可集中于四角对称配置。当箍筋肢距不满足最大间距要求

时，可设置辅助纵向钢筋；辅助纵向钢筋的直径不宜小于 10mm；正截面承载力计算不计入辅助纵向钢筋时，辅助纵向钢筋可不伸入框架节点。

4 预制柱箍筋可采用连续复合箍筋。

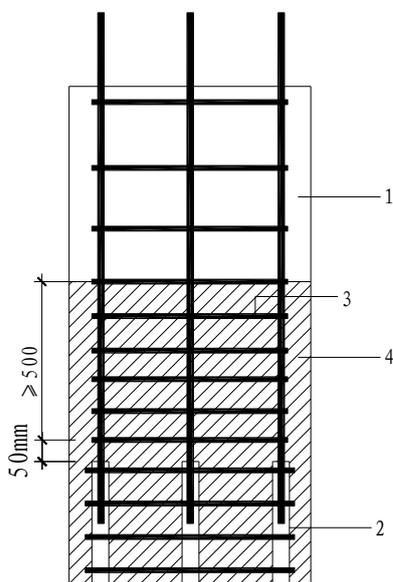


图 5.6.10 柱底箍筋加密区域构造示意

1—预制柱；2—连接接头（或钢筋搭接区域）；  
3—箍筋加密区（阴影区域）；4—加密区箍筋

**5.6.11** 当装配整体式框架中上、下层相邻预制柱纵向钢筋套筒灌浆连接时，预制柱顶、底与后浇节点区之间设置拼缝（图 5.6.11），并应符合下列规定

- 1 预制柱顶及后浇节点区顶面应做成粗糙面，凹凸深度不小于 6mm；
- 2 预制柱底面应设置键槽
- 3 预制柱底面与后浇核心区之间应设置接缝，接缝厚度为 20mm，并应采用灌浆料填实。

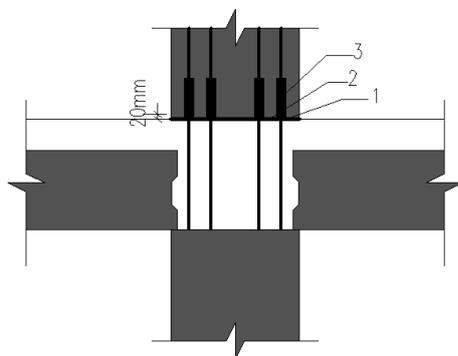


图 5.6.11 预制柱底接缝构造示意

1— 后浇节点区混凝土上表面粗糙面；2—接缝灌浆层；3—后浇区

**5.6.12** 当装配整体式框架中上、下层相邻预制柱纵向钢筋采用挤压套筒连接时，应符合下

列规定：

- 1 预制柱顶、底面应做成粗糙面，凹凸深度不宜小于 6mm；
- 2 预制柱底面宜为斜面，斜面坡度宜为 1:6；
- 3 预制柱底宜设置支腿；
- 4 套筒以下应配置不少于 2 道箍筋，套筒上端第一道箍筋距离套筒顶部不应大于 50mm（图 5.6.12），箍筋间距不应大于 100mm。
- 5 柱底后浇段宜采用细石混凝土，并宜掺加微膨胀剂，可采用压力灌浆方式进行浇注。

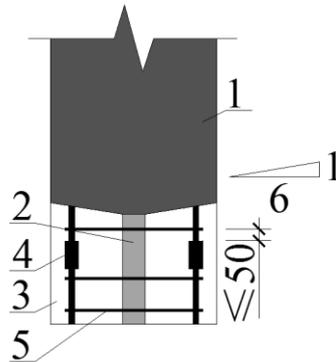


图 5.6.12 柱底后浇段箍筋配置示意

1-预制柱；2-支腿；3-柱底后浇段；4-挤压套筒；5-箍筋

**5.6.13** 当装配整体式框架中采用多层柱方案时，节点区可采用混凝土断开但纵向受力钢筋贯通的形式，此时节点区应增设交叉钢筋并应在预制柱上下侧混凝土内可靠锚固（图 5.6.13）；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；断开处预制柱底、顶均应设置键槽或粗糙面。

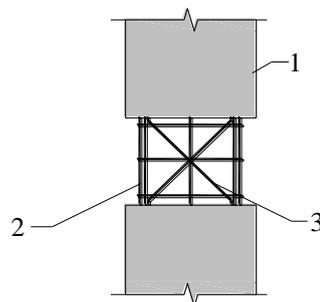


图 5.6.13 多层预制柱中间节点构造示意

1—多层预制柱；2—柱纵向钢筋；3—交叉钢筋

**5.6.14** 底层预制柱与现浇基础连接时钢筋可采用套筒灌浆连接并应满足下列要求：

- 1 基础内的框架柱插筋下端宜做成直钩，并伸至基础底部钢筋网上，同时应满足锚固长度的要求，宜设置主筋定位架辅助主筋定位；
- 2 在基础顶面处伸出钢筋并与上层预制柱内纵筋采用套筒灌浆连接，预制柱底应设置键槽，基础顶面应设置粗糙面且凹凸深度不应小于 6mm；
- 3 柱底接缝厚度宜为 20mm，并应采用灌浆料填实（图 5.6.14）。

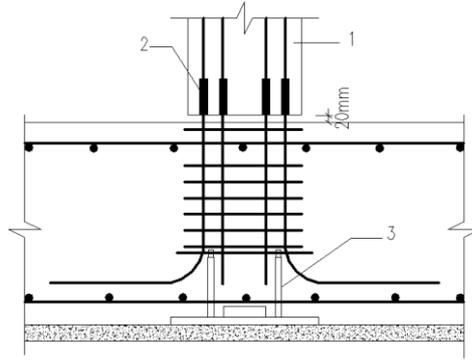


图 5.6.14 预制柱与基础的连接示意

1-预制柱；2-灌浆套筒；3-主筋定位架

**5.6.15** 预制柱与下层现浇结构连接时钢筋可采用套筒灌浆连接并应满足下列要求：

- 1 下层柱应在节点顶面处伸出钢筋并与上层预制柱内纵筋采用套筒灌浆连接，预制柱底应设置键槽，柱底接缝厚度宜为 20mm，并应采用灌浆料填实（图 5.6.15）；
- 2 楼面与接缝处应设置粗糙面且凹凸深度不应小于 6mm；
- 3 当上下层柱变截面时，柱纵筋可在节点区内弯折或锚固。

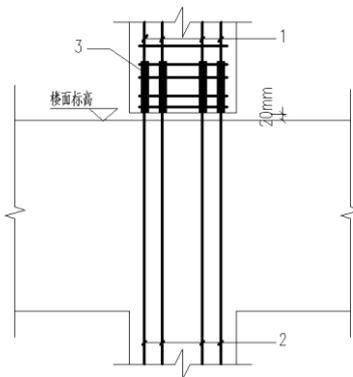


图 5.6.15 预制柱连接示意

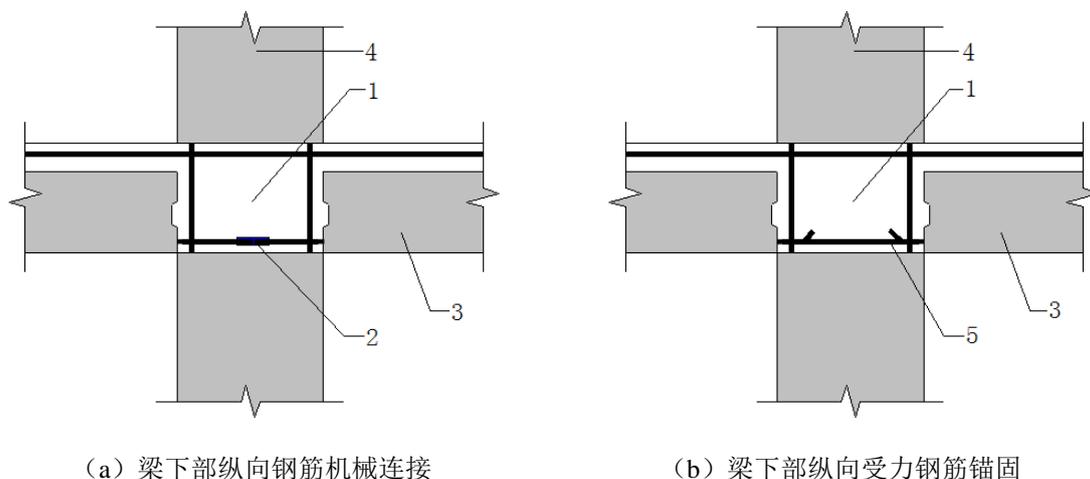
1-上层预制柱主筋；2-下层现浇柱主筋；3-灌浆套筒

**5.6.16** 梁、柱纵向钢筋在后浇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 中的有关规定；当梁、柱纵向钢筋采用锚固板时，应符合国家现行标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ256 中的有关规定。

**5.6.17** 采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架节点，梁纵向受力钢筋应伸入后浇节点区内锚固或连接，并应符合下列规定：

- 1 对框架梁下部纵向钢筋，当梁端承载力计算中不利用该钢筋的强度时，可不伸入梁柱节点；框架梁预制部分的腰筋不承受扭矩时，可不伸入梁柱节点。

2 对框架中间层中节点，节点两侧的梁下部纵向受力钢筋宜锚固在后浇节点区内（图 5.6.17-a），也可采用机械连接或焊接的方式直接连接（图 5.6.17-b）；梁的上部纵向受力钢筋应贯穿后浇节点区。



(a) 梁下部纵向钢筋机械连接

(b) 梁下部纵向受力钢筋锚固

图 5.6.17 预制柱及叠合梁框架中间层中节点构造示意

1—后浇区；2—梁下部纵向受力钢筋连接；

3—预制梁；4—现浇柱；5—梁下部纵向受力钢筋锚固

3 对框架中间层端节点，当柱截面尺寸不满足梁纵向受力钢筋的直线锚固要求时，宜采用锚固板锚固（图 5.6.17-2），也可采用 90° 弯折锚固。

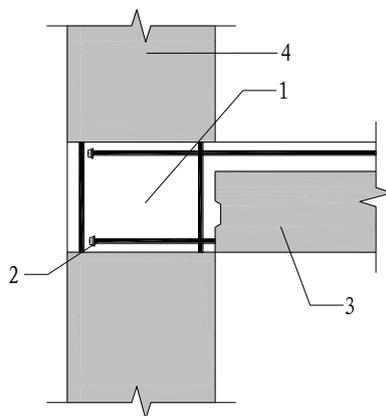
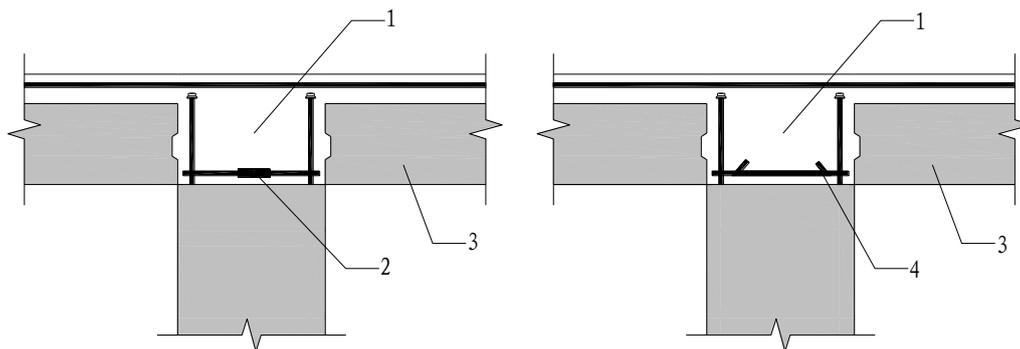


图 5.6.17-2 预制柱及叠合梁框架中间层端节点构造示意

1—后浇区；2—梁纵向钢筋锚固；3—预制梁；4—预制柱

4 对框架顶层中节点，梁纵向受力钢筋的构造应符合本条第 2 款规定。柱纵向受力钢筋宜采用直线锚固；当梁截面尺寸不满足直线锚固要求时，宜采用锚固板锚固（图 5.6.17-3）。



(a) 梁下部纵向受力钢筋连接 (b) 梁下部纵向受力钢筋锚固

图 5.6.17-3 预制柱及叠合梁框架顶层中节点构造示意

1—后浇区；2—梁下部纵向受力钢筋连接；3—预制梁；4—梁下部纵向受力钢筋锚固

5 对框架顶层端节点,柱宜伸出屋面并将柱纵向受力钢筋锚固在伸出段内(图 5.6.17-4),伸出段长度不宜小于 500mm,伸出段内箍筋间距不应大于 5d (d 为柱纵向受力钢筋直径)且不应大于 100mm;柱纵向钢筋宜采用锚固板锚固,锚固长度不应小于 40d;梁纵向受力钢筋应锚固在后浇节点区内,且宜采用锚固板的锚固方式。

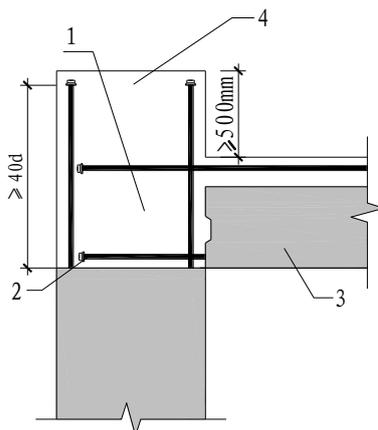


图 5.6.17-4 预制柱及叠合梁框架顶层端节点构造示意

1—后浇区；2—梁下部纵向受力钢筋锚固；

3—预制梁；4—柱延伸段；5—梁柱外侧钢筋搭接

**5.6.18** 采用叠合梁及预制柱的装配式框架中节点,两侧叠合梁底部水平钢筋采用挤压套筒连接时,可在核心区外一侧梁端后浇段内连接(图 5.6.18-1a,b),也可在核心区外两侧梁端后浇段内连接(图 5.6.18-2a,b),梁端后浇段长不宜小于 200mm;叠合梁后浇叠合层顶部的水平钢筋应贯通过后浇核心区。

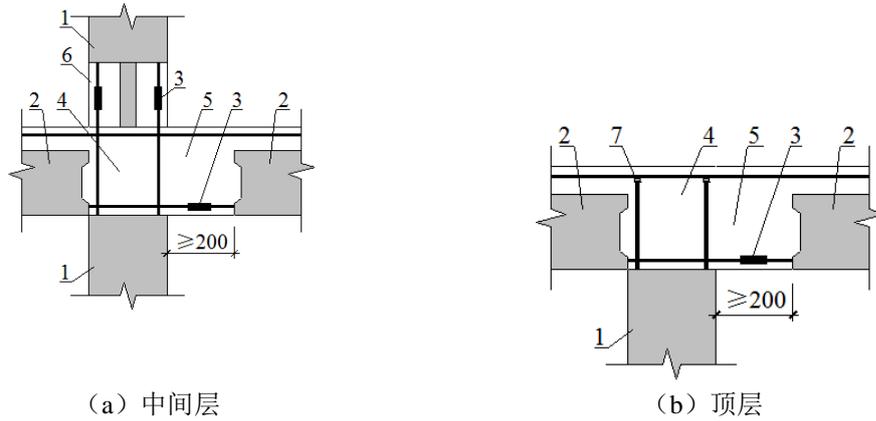


图 5.6.18-1 框架中节点叠合梁底部水平钢筋在一侧梁端后浇段内挤压套筒连接示意

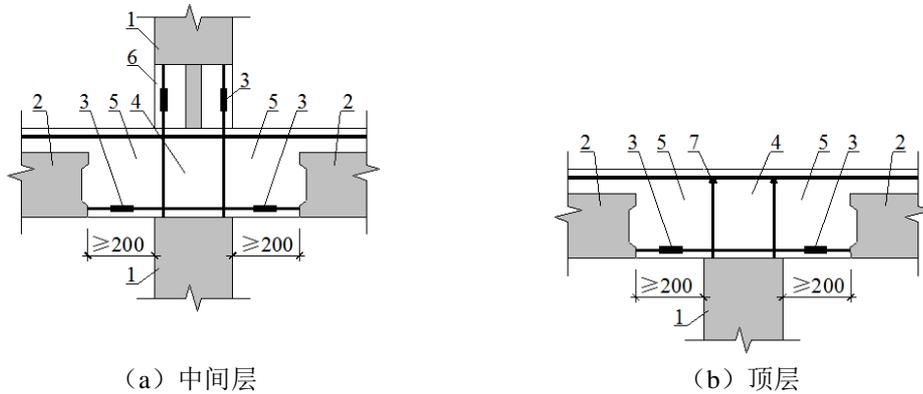


图 5.6.18-2 框架中节点叠合梁底部水平钢筋在两侧梁端后浇段内挤压套筒连接示意

1-预制柱；2-叠合梁预制底梁；3-挤压套筒；4-后浇核心区；  
5-梁端后浇段；6-柱底后浇段；7-锚固板

**5.6.19** 当采用现浇柱或预制柱与后张预应力叠合梁组成的装配整体式框架结构时，应符合下列规定：

1 后张预应力叠合梁应按部分预应力混凝土梁设计，采用预应力筋与非预应力钢筋混合配筋的方式，预应力强度比应符合现行行业标准《预应力混凝土结构抗震设计规程》JGJ 140 和《预应力混凝土结构技术规范》JGJ 369 的有关规定。

2 后张预应力叠合梁宜采用曲线布筋形式，可采用有粘结预应力筋和部分粘结预应力筋（图 5.6.19），并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 中的有关规定。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 的有关规定。

3 节点核心区的预应力波纹管宜在预制梁安装完成后安装，应与预制梁中的预应力波纹管紧密连接。

4 预制柱、预应力叠合梁和框架节点的构造尚应符合本规范的其他有关规定。

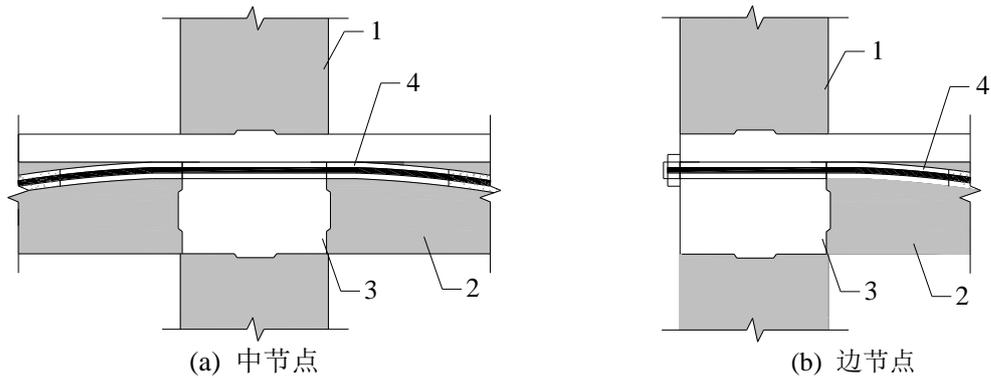


图 5.6.19 装配整体式预应力框架节点构造示意图

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

**5.6.20** 当采用现浇或预制型钢混凝土柱与型钢混凝土叠合梁组成的装配整体式框架结构时，应符合下列规定：

**1** 型钢混凝土预制梁、预制柱的构造除应满足本规程要求以外，尚应满足现行行业标准《组合结构设计规范》JGJ 138 的要求。

**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 5.6.20）。

**3** 叠合梁和预制柱中的型钢宜采用螺栓连接，并保证连接强度不低于型钢强度。

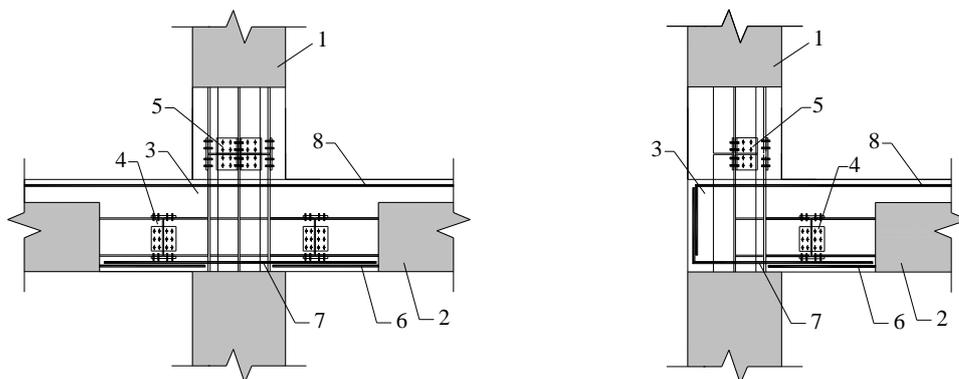
**4** 预制柱纵向钢筋宜采用套筒灌浆连接，套筒与型钢之间的净间距不宜小于 30mm。预制柱纵向钢筋不应穿过预制梁型钢翼缘。

**5** 型钢混凝土叠合梁的纵向钢筋不应穿过预制柱型钢翼缘；当叠合梁的纵向钢筋需穿过预制柱型钢腹板时，应符合下列规定：

**1)** 型钢腹板上穿钢筋的孔洞应在工厂加工，不得在现场用气割开洞。如孔洞面积总合在同一截田中超过腹板 1/3 时，需采取补强措施。

**2)** 叠合梁下部宜设置穿过预制柱型钢腹板的附加穿筋，并与叠合梁下部纵向钢筋可靠连接。

**6** 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范的其他有关规定。



(a) 中节点

(b) 边节点

图 5.6.20 装配整体式型钢混凝土框架节点构造示意

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；6—叠合梁下部纵向钢筋；7—附加穿筋；8—叠合梁上部纵向钢筋

## 5.7 装配整体式剪力墙结构

### (I) 一般规定

**5.7.1** 除本规范另有规定外，装配整体式剪力墙结构可采用与现浇剪力墙结构相同的方法进行计算分析，应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定，双面叠合式剪力墙的设计尚应符合附录 B 的规定。

**5.7.2** 对同一层内既有现浇墙肢也有预制墙肢的装配整体式剪力墙结构，现浇墙肢水平地震作用下的弯矩、剪力宜乘以不小于 1.1 的增大系数。

**5.7.3** 装配整体式剪力墙结构的布置应满足下列要求：

- 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 剪力墙的平面布置宜简单、规则，自下而上宜连续布置，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。

### (II) 墙板设计

**5.7.4** 上下层预制剪力墙竖向钢筋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 5.7.4），加密水平分布筋的最大间距及最小直径应符合表 5.7.4 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。

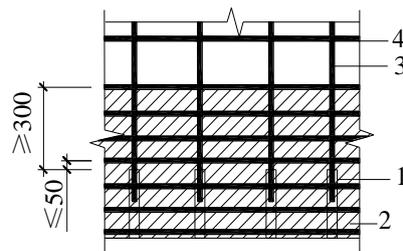


图5.7.4 钢筋套筒灌浆连接部位水平分布钢筋的加密构造示意

- 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 5.7.4 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、二级	100	8
三、四级	150	8

**5.7.5** 上下层预制剪力墙竖向钢筋采用挤压套筒连接时，预制剪力墙应符合下列规定：

- 1 预制墙底可在截面厚度的中部设置支腿，支腿不宜在窗洞口位置；

2 预制墙底面可在截面中部设置梯型槽，槽深宜为 50mm、上下边长可分别为 80mm 和 100mm（图 5.7.5）。

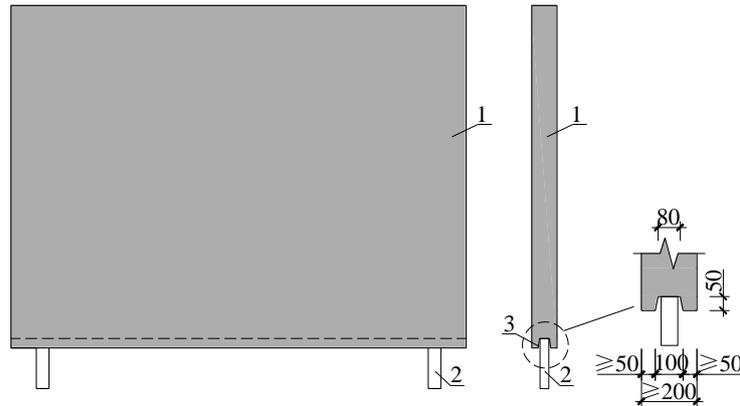


图 5.7.5 预制剪力墙设置支腿和梯型槽示意

1-预制剪力墙；2-支腿；3-梯型槽

**5.7.6** 上下层预制剪力墙竖向钢筋采用金属波纹管浆锚搭接连接时，预制剪力墙的底部钢筋连接区域宜采用水平分布筋加密、箍筋加密约束、螺旋箍筋约束或焊接封闭箍筋约束等加强构造，并应符合下列规定：

1 剪力墙非边缘构件内的竖向分布钢筋区域宜采用水平分布筋加密构造措施，水平分布筋的加密范围为自金属波纹管底部向上延伸 300mm（图 5.7.6-1）。加密区水平分布筋的最大间距及最小直径应符合表 5.7.4 的规定，最下层水平分布钢筋距离墙身底部不应大于 50mm。

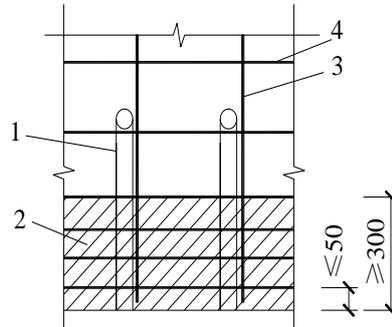


图 5.7.6-1 金属波纹管浆锚搭接连接部位水平分布钢筋的加密构造示意

1—金属波纹管；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

2 当采用螺旋箍筋约束加强边缘构件竖向钢筋底部连接区域时，螺旋箍筋宜采用圆环形，且应沿金属波纹管直线段全高布置（图 5.7.6-2），螺旋箍筋保护层厚度不应小于 15mm，螺旋箍筋之间净距不宜小于 25mm，螺旋箍筋下端距预制剪力墙底面之间净距不宜大于 25mm；螺旋箍筋开始与结束位置应有水平段，长度不小于一圈半；螺旋箍筋可选用 HPB300 级、HRB335 级和 HRB400 级热轧钢筋，并可按表 5.7.6 确定螺旋箍筋配置方案。

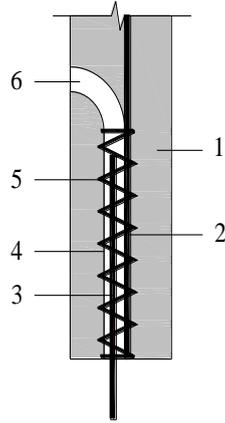


图 5.7.6-2 金属波纹管浆锚搭接连接部位的螺旋箍筋约束构造示意

1—预制墙板；2—上层预制剪力墙竖向钢筋；3—下层预制剪力墙竖向钢筋；4—金属波纹管；  
5—螺旋箍筋；6—灌浆料

表5.7.6 连接部位螺旋箍筋选的要求

钢筋直径 (mm)	抗震等级		
	一级	二、三级	四级
$\Phi \leq 14$	$\Phi 6@50$	$\Phi 6@75$	$\Phi 6@100/\Phi 4@40$
$14 < \Phi \leq 18$	$\Phi 8@40$	$\Phi 6@40$	$\Phi 6@50$

3 当采用箍筋加密构造加强边缘构件竖向钢筋底部连接区域时，应沿金属波纹管直线段全高加密，一级剪力墙箍筋直径不小于 8mm、间距不大于 75mm；二级剪力墙箍筋直径不小于 8mm、间距不大于 100mm；三、四级剪力墙箍筋直径不小于 6mm、间距不大于 150mm，且尚应满足国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。

4 当采用焊接封闭箍筋加强边缘构件竖向钢筋底部连接区域时（图 5.7.6-3），宜采用闪光对焊，其配筋及构造要求应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。

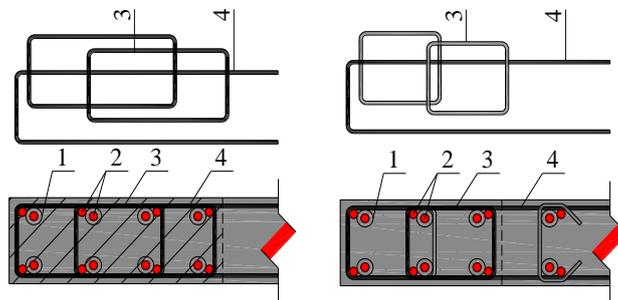


图 5.7.6-3 金属波纹管浆锚搭接连接部位的焊接封闭箍约束构造示意

1—金属波纹管；2—边缘构件竖向钢筋；3—焊接封闭箍筋；4—水平分布钢筋

5.7.7 当预制剪力墙采用夹心墙板时，应满足下列要求：

- 1 内叶墙板按剪力墙设计；外叶墙板按围护墙板设计，且与相邻外叶墙板不连接。
- 2 内叶和外叶墙板之间应采用具备良好的热工性能和力学性能的连接件可靠连接，宜采

用 FRP 连接件或不锈钢连接件。

3 夹心保温层厚度不宜小于 30mm，且不宜大于 120mm。

4 当采用 GFRP 连接件时，连接件应使用高强型、含碱量小于 0.8% 的无碱玻璃纤维或耐碱玻璃纤维，不得使用中碱玻璃纤维及高碱玻璃纤维。

5 当采用 FRP 连接件时，外叶墙板厚度一般不宜于 60mm，当外侧采用面砖/石材等不燃材料并采用反打工艺做装饰面时，可取 55mm。连接件在混凝土中的锚固长度不宜小于 30mm，其端部距墙板外表面距离不宜小于 25mm。

6 内叶和外叶墙板之间宜采取防塌落措施。

### (III) 连接设计

5.7.8 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 5.7.8-1）宜全部采用后浇混凝土，并应在后浇段内设置封闭箍筋；

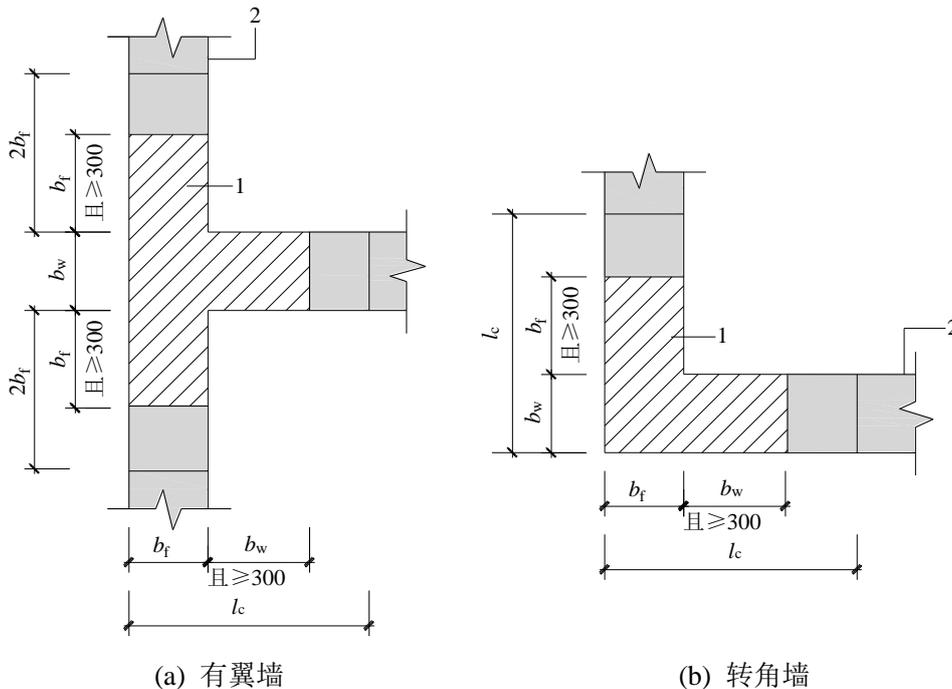
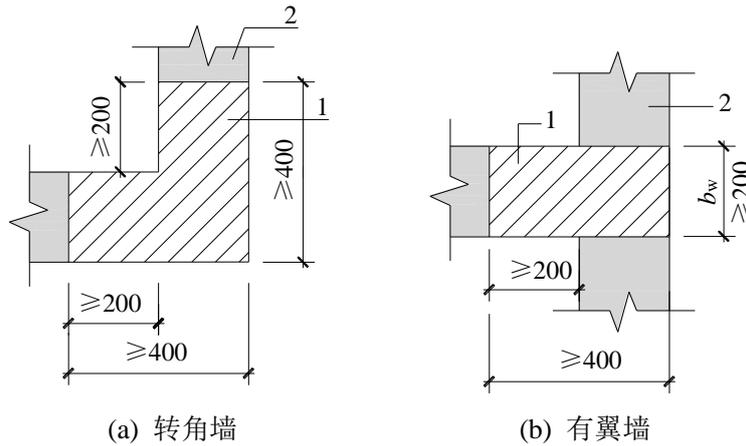


图 5.7.8-1 约束边缘构件阴影区域全部后浇构造示意

1—后浇段；2—预制剪力墙

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 5.7.8-2），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 5.7.8-3）；



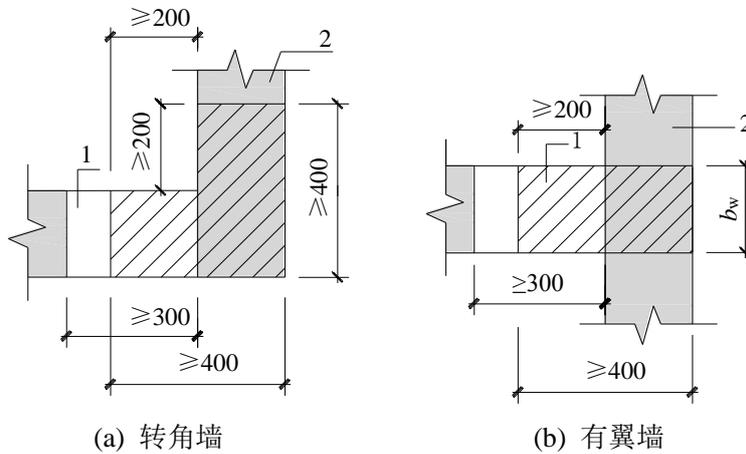
(a) 转角墙

(b) 有翼墙

图5.7.8-2 构造边缘构件全部后浇构造示意

(阴影区域为构造边缘构件范围)

1—后浇段；2—预制剪力墙



(a) 转角墙

(b) 有翼墙

图5.7.8-3 构造边缘构件部分后浇构造示意

(阴影区域为构造边缘构件范围)

1—后浇段；2—预制剪力墙

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 的有关规定；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 的有关规定；

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钢筋直径且不应小于 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》GB50010 的有关规定。

5.7.9 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 5.7.9），并应符合下列规定：

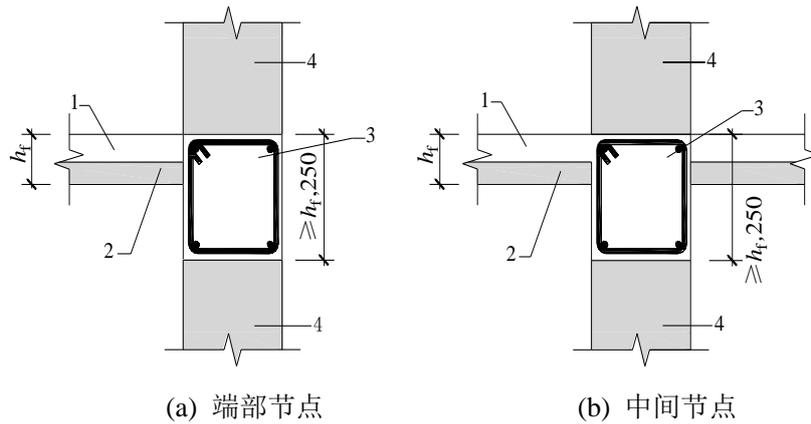


图5.7.9 后浇钢筋混凝土圈梁构造示意

1—叠合板现浇层；2—预制楼板；3—现浇圈梁；4—预制墙板

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% 和该剪力墙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预制剪力墙的混凝土强度等级。

5.7.10 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 5.7.10）；水平后浇带应符合下列规定：

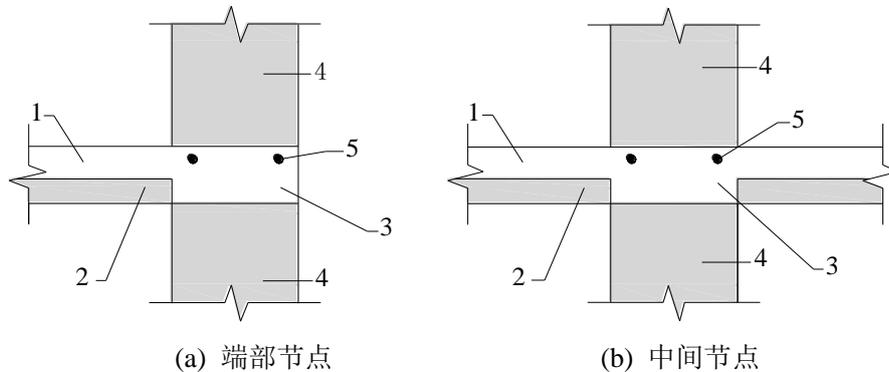


图5.7.10 水平后浇带构造示意

1—叠合板现浇层；2—预制板；3—水平后浇带；4—预制墙板；5—纵向钢筋

1 水平后浇带宽度应取剪力墙的厚度，高度不应小于楼板厚度；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和预制剪力墙的混凝土强度等级。

5.7.11 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，且宜采用灌浆料填充，接缝处后浇混凝土上表面应设置粗糙面。

5.7.12 上下层预制剪力墙的竖向钢筋连接应符合下列规定：

1 边缘构件内的竖向钢筋应逐根连接；

2 非边缘构件内的竖向分布钢筋可“梅花型”部分连接，并应符合本规范 5.7.13~5.7.15 条的规定；

3 除一字形剪力墙、一端有翼墙连接但剪力墙非边缘构件区长度大于 3m 的剪力墙以及两端有翼墙连接但剪力墙非边缘构件区长度大于 6m 的剪力墙外，预制剪力墙非边缘构件内的竖向分布钢筋可采用单排连接，并应符合本规范 5.7.13~5.7.16 条的规定。

**5.7.13** 上下层预制剪力墙的竖向钢筋，当采用套筒灌浆连接时，应符合下列规定：

1 连接接头应满足现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定。

2 当竖向分布钢筋采用“梅花型”部分连接时（图 5.7.13-1），被连接的同侧钢筋间距不应大于 600mm，且在剪力墙构件承载力设计和分布钢筋配筋率计算中不得计入不连接的分布钢筋；不连接的竖向分布钢筋直径不应小于 6mm。

3 当采用单排连接时（图 5.7.13-2），垂直穿过结合面的连接钢筋应符合本规范 5.7.18 条的规定，且抗拉承载力标准值不宜小于被连接钢筋抗拉承载力标准值的 1.1 倍；连接钢筋间距不宜大于 400mm；连接钢筋在下层预制墙体中的锚固长度不应小于  $1.2l_{aE}$ ，在上层预制墙体中的锚固长度不应小于  $l_{aE}$ （从套筒顶部至连接钢筋顶部）和  $1.2l_{aE}$ （从套筒底部至连接钢筋顶部）二者的较大值，且应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。其中， $l_{aE}$  按连接钢筋直径计算。

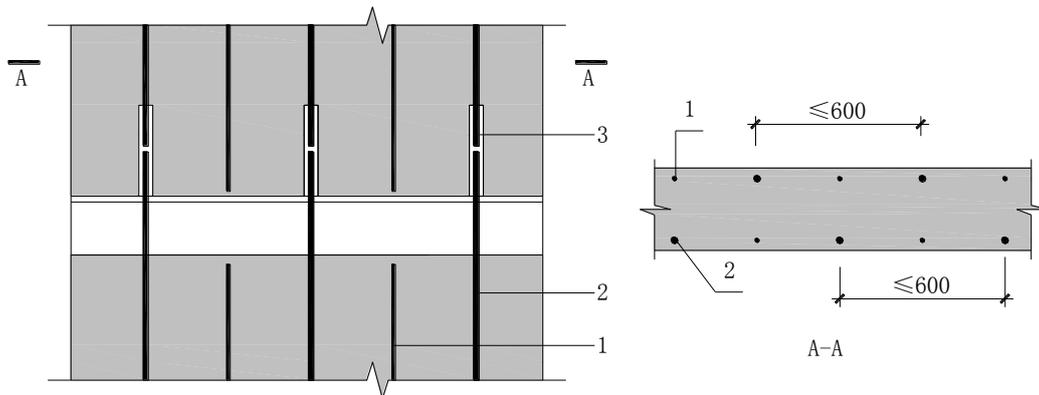


图 5.7.13-1 竖向分布钢筋套筒灌浆连接“梅花形”部分连接构造示意

1—不连接的竖向分布钢筋；2—连接的竖向分布钢；3—灌浆套筒

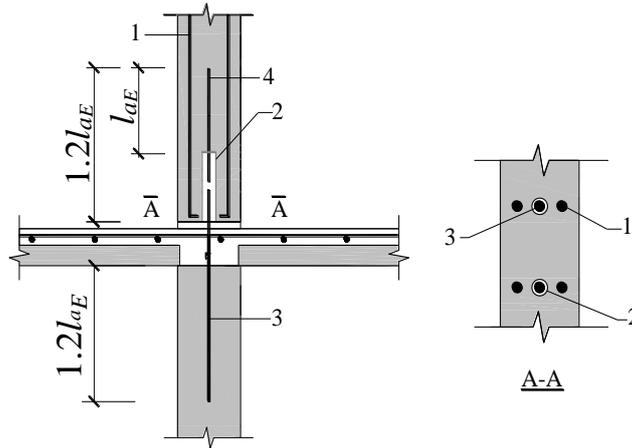


图 5.7.13-2 竖向分布钢筋单排套筒灌浆连接构造示意

- 1—上层剪力墙竖向分布钢筋；2—灌浆套筒；3—下层剪力墙中连接钢筋；  
4—上层剪力墙中连接钢筋

**5.7.14** 上下层预制剪力墙竖向钢筋，当采用挤压套筒连接时，应符合下列规定：

1 预制剪力墙底后浇段内的水平钢筋直径不应小于 10mm 和剪力墙水平分布钢筋直径的较大值，间距不宜大于 100mm；套筒下端与楼板顶面之间应配置不少于 2 道水平钢筋，楼板顶面以上第一道水平钢筋距楼板顶面不宜大于 50mm；套筒上端第一道水平钢筋距套筒顶部不宜大于 50mm（图 5.7.14-1）。后浇段宜采用细石混凝土，并宜掺加微膨胀剂，可采用压力灌浆方式进行浇注。

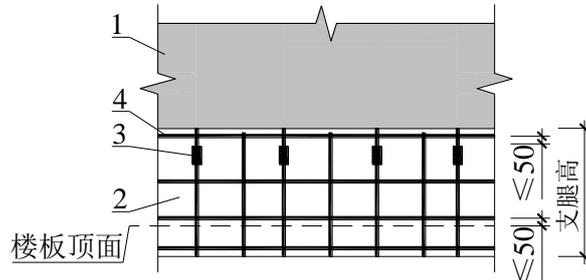


图 5.7.14-1 预制剪力墙底后浇段水平钢筋配置示意

- 1—预制剪力墙；2—墙底后浇段；3—挤压套筒；4—水平钢筋

2 当竖向分布钢筋采用“梅花型”部分连接时（图 5.7.14-2），连接钢筋的配筋率不应小于现行国家标准 GB50011《建筑抗震设计规范》规定的剪力墙竖向分布钢筋最小配筋率的规定，且连接钢筋的直径不应小于 12mm，连接的同侧钢筋间距不应大于 600mm，剪力墙正截面受压承载力验算和竖向分布钢筋配筋率计算时，不应计入不连接的钢筋。

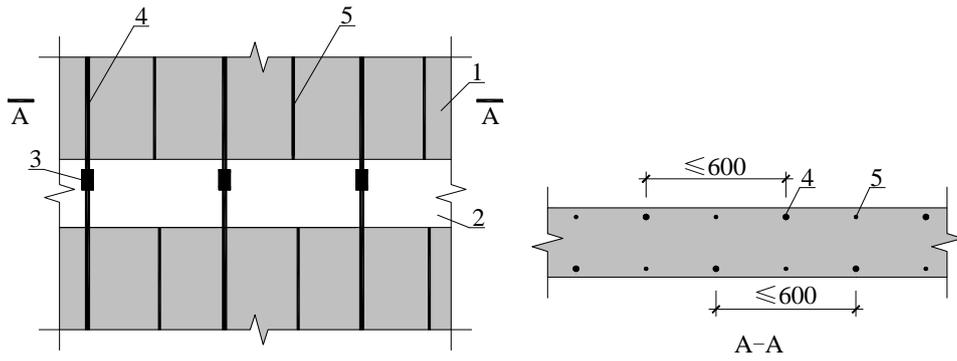


图 5.7.14-2 竖向分布钢筋挤压套筒连接“梅花形”部分连接构造示意

1-预制剪力墙；2-后浇段；3-挤压套筒；4-连接的竖向分布钢筋；5-不连接的竖向分布钢筋

**5.7.15** 上下层预制剪力墙的竖向钢筋，当采用金属波纹管浆锚搭接连接时，应符合下列规定：

**1** 受拉钢筋的搭接长度不应小于  $1.2l_{aE}$  且不应小于 300mm (图 5.7.15-1)，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；金属波纹管直线段长度应比下层预制剪力墙连接钢筋搭接长度大 30mm 以上；金属波纹管管内径应比下层预制剪力墙连接钢筋直径大 15mm 以上，波纹高度不应小于 3mm，壁厚不宜小于 0.4mm；金属波纹管外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 15mm；金属波纹管的水平净间距不宜小于 50mm，且不宜小于粗骨料粒径的 1.25 倍；金属波纹管上部应根据灌浆要求设置合理弧度。

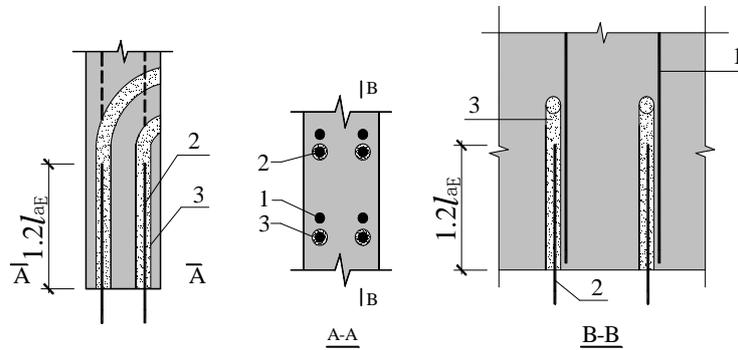


图 5.7.15-1 金属波纹管浆锚搭接连接构造示意

1—上部预制剪力墙竖向钢筋；2—下部预制剪力墙竖向钢筋；3—金属波纹管

**2** 当竖向分布钢筋采用“梅花形”部分连接时 (图 5.7.15-2)，被连接的同侧钢筋间距不应大于 600mm，且在剪力墙构件承载力设计和分布钢筋配筋率计算中不得计入不连接的分布钢筋；不连接的竖向分布钢筋直径不应小于 6mm。

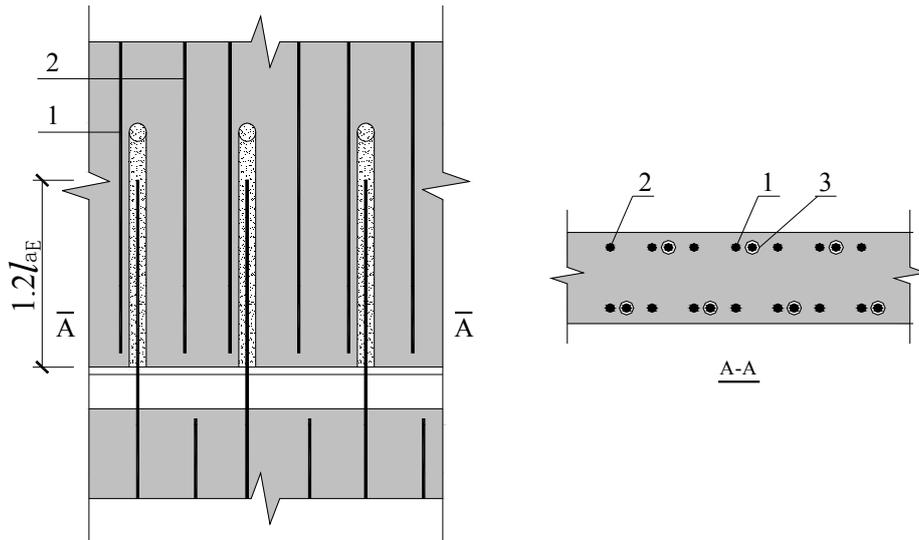


图 5.7.15-2 竖向分布钢筋金属波纹管浆锚搭接连接“梅花形”部分连接构造示意

1—连接的竖向分布钢筋；2—不连接的竖向分布钢筋；3—金属波纹管

3 当采用单排连接时（图 5.7.15-3），垂直穿过结合面的连接钢筋应符合本规范 5.7.18 条的规定，且抗拉承载力标准值不宜小于被连接钢筋抗拉承载力标准值的 1.1 倍；连接钢筋间距不宜大于 400mm；连接钢筋在下层预制墙体中的锚固长度不应小于  $1.2l_{aE}$ ；连接钢筋在上层预制墙体中的锚固长度不应小于  $1.2l_{aE}$ （从金属波纹管底部至连接钢筋顶部），且应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。其中， $l_{aE}$  按连接钢筋直径计算。

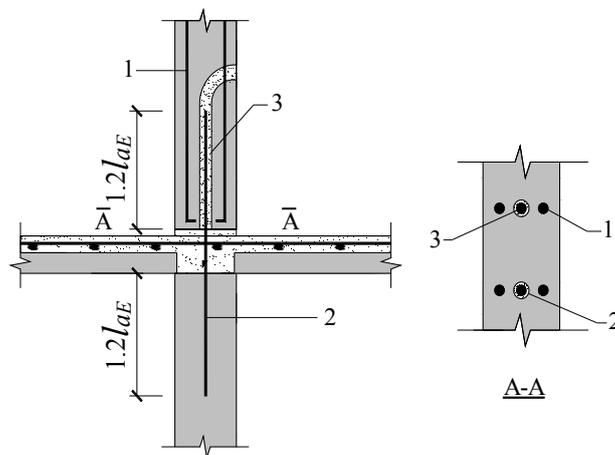


图 5.7.15-3 竖向分布钢筋金属波纹管浆锚搭接连接单排连接构造示意

1—上层预制剪力墙竖向钢筋；2—下层预制剪力墙连接钢筋；3—金属波纹管

**5.7.16** 上下层预制剪力墙非边缘构件内的竖向分布钢筋，当采用螺栓连接时，可采用在预制墙体中设置暗梁的形式或预埋连接器的形式。暗梁和预埋连接器在不同设计状况下的承载力应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢结构设计规范》GB 50017 进行验算，并应符合下列规定：

1 当采用设置暗梁形式时（图 5.7.16-1），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。手孔顶部向上延伸 300mm 范围内的水平分

布钢筋宜加密，并满足表 5.7.5 的规定。

2 采用连接器连接时（图 5.7.16-2），自连接器手孔盒顶部向上延伸 300mm 范围内的水平分布钢筋宜加密，并满足表 5.7.5 的规定。

3 垂直穿过结合面的连接螺栓应符合本规范 5.7.18 条的规定，且抗拉承载力标准值不宜小于被连接钢筋抗拉承载力标准值的 1.1 倍；螺杆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 的有关规定。

4 手孔宜采用微膨胀细石混凝土或灌浆料填实。

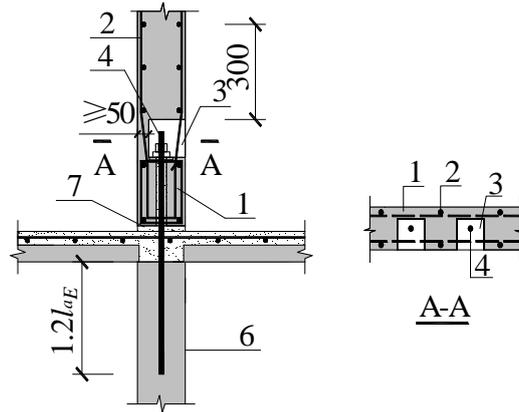


图 5.7.16-1 设置暗梁形式螺栓连接构造示意

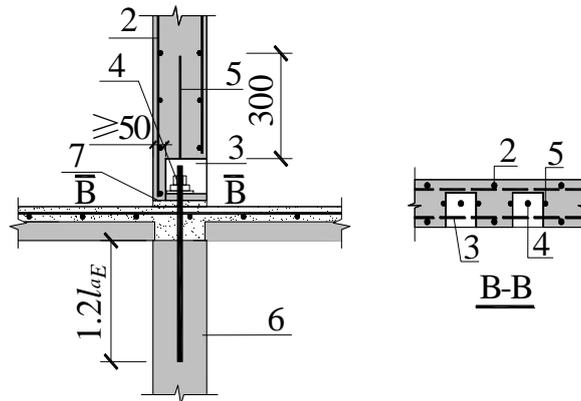


图5.7.16-2 预埋连接器形式螺栓连接构造示意

1—暗梁或预埋连接器；2—上层预制剪力墙竖向分布钢筋；3—手孔（盒）；4—连接螺栓；5—连接器锚筋（与连接器焊接）；6—下层预制剪力墙；7—坐浆层

5.7.17 当装配整体式剪力墙结构的楼板采用预应力空心叠合楼板时，应符合下列规定：

- 1 预制预应力空心板端部不应支承在预制剪力墙的边缘构件区内；
- 2 预制预应力空心板在预制剪力墙上的最小支承长度  $a_{0min}$  应按下式计算：

$$a_{0min} = \begin{cases} 55mm & L \leq 10m \\ 80mm & 10m < L \leq 14.4m \\ 100mm & 14.4m < L \leq 18m \end{cases} \quad (5.7.17)$$

式中： $L$ ——为预制预应力空心板的计算跨度。

当支承长度不满足上述要求时，板端应采取配置钢筋拉锚等加强措施。

3 剪力墙非边缘构件内的竖向分布钢筋宜采用单排连接；在预制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（图 5.7.17）。

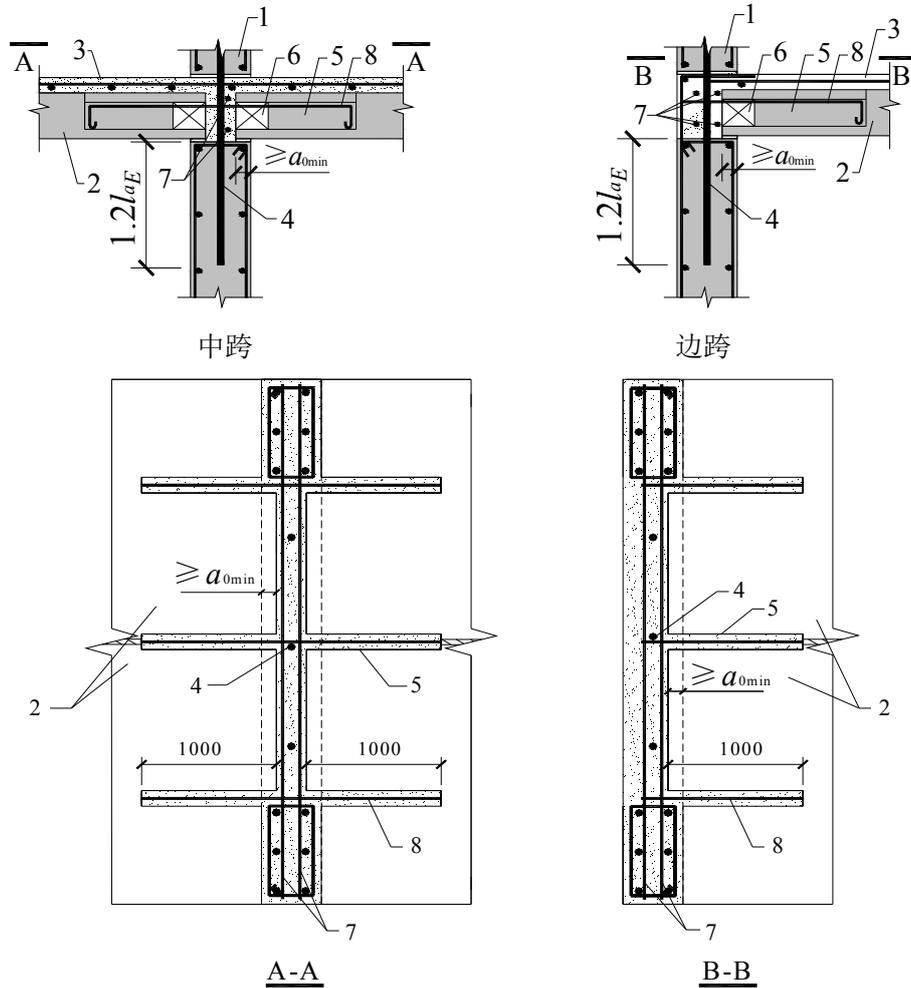


图 5.7.17 预应力空心叠合楼板装配整体式剪力墙构造示意

1—墙体；2—预应力空心板；3—叠合层；4—竖向连接钢筋；5—预应力空心芯孔预先开槽；  
6—细石混凝土堵头；7—加强筋；8—拉结筋

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 20mm 厚的垫块，垫块宜采用与坐浆层相同的材料；预应力空心板端部孔芯内应采用细石混凝土堵头。

**5.7.18** 装配整体式剪力墙结构预制墙板底部水平接缝的受剪承载力设计值应按式(5.7.18)进行计算。

$$V_{uE} = 0.6f_y A_{sd} + 0.8N \quad (5.7.18)$$

式中： $V_{uE}$ —水平接缝受剪承载力设计值；

$f_y$ —垂直穿过水平结合面的钢筋或螺杆抗拉强度设计值；

$A_{sd}$ —垂直穿过水平结合面的抗剪钢筋或螺杆面积；

$N$ —与剪力设计值  $V$  相应的垂直于水平结合面的轴向力设计值，压力时取正，拉力时取负；当大于  $0.6f_c b h_0$  时，取为  $0.6f_c b h_0$ ；

**5.7.19** 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

5.7.19)，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 的有关规定。

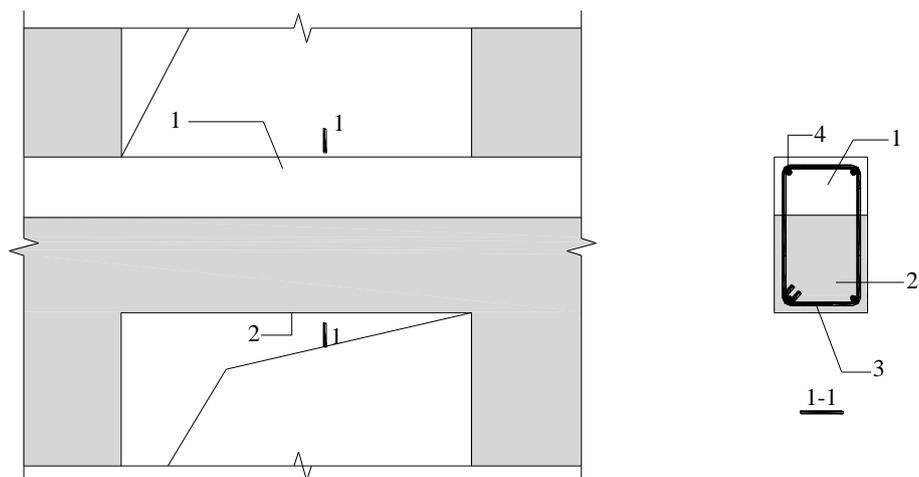


图5.7.19 预制剪力墙叠合连梁构造示意

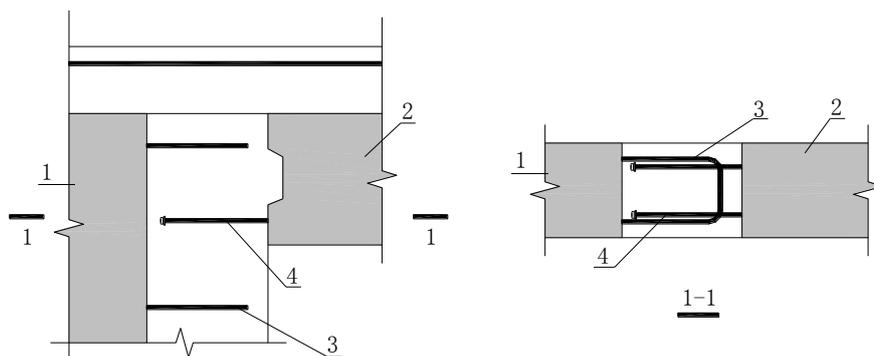
1—后浇圈梁或后浇带；2—预制连梁；3—箍筋；4—纵向钢筋

**5.7.20** 叠合连梁的预制部分宜与剪力墙整体预制，也可在端部与预制剪力墙拼接。当叠合连梁在端部与预制剪力墙拼接时，应按本规范 5.6.2 条的规定进行叠合连梁端部接缝的受剪承载力计算。

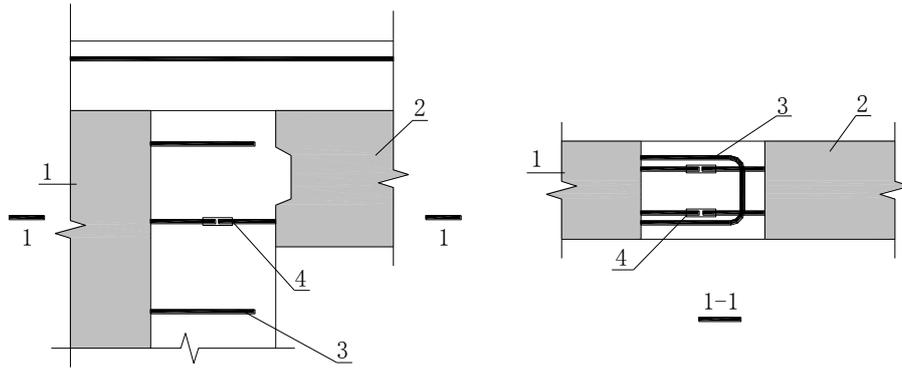
**5.7.21** 当预制叠合梁端部与预制剪力墙在平面内拼接时，接缝构造应符合下列规定：

1 当墙端边缘构件采用后浇混凝土时，连梁纵向钢筋应在后浇段中可靠锚固（图 5.7.21a）或连接（图 5.7.21b）。

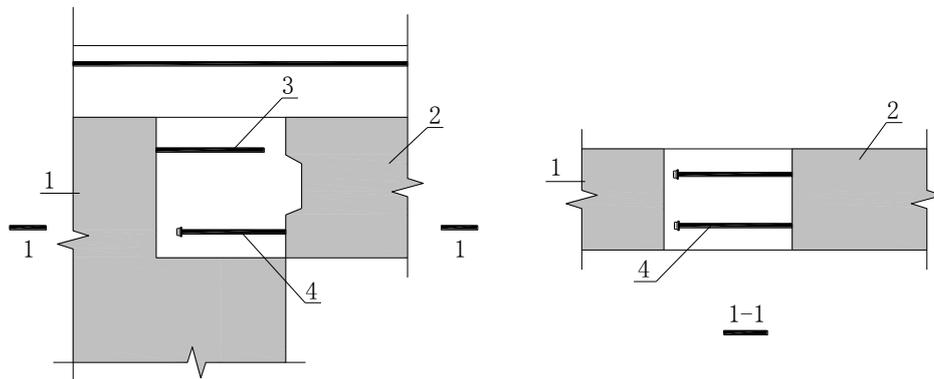
2 当预制剪力墙端部上角预留局部后浇节点区时，连梁的纵向钢筋应在局部后浇节点区内可靠锚固（图 5.7.21c）或连接（图 5.7.21d）。



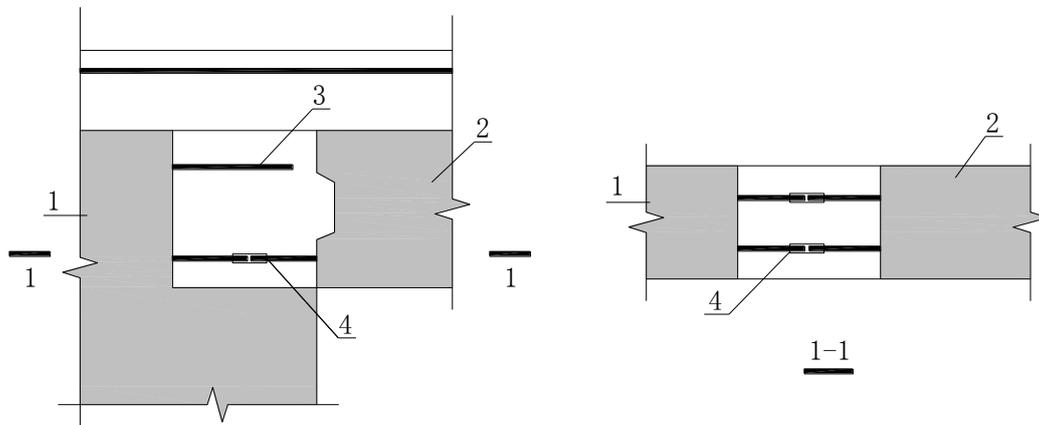
(a) 预制连梁钢筋在后浇段内锚固



(b) 预制连梁钢筋在后浇段内与预制剪力墙预留钢筋连接



(c) 预制连梁钢筋在预制剪力墙局部后浇段内锚固



(d) 预制连梁钢筋在预制剪力墙局部后浇段内与墙板预留钢筋连接

图5.7.21 同一平面内预制连梁与预制剪力墙连接构造示意

1—预制剪力墙；2—预制连梁；3—边缘构件箍筋；4—连梁下部纵向受力钢筋锚固或连接

**5.7.22** 当采用后浇连梁时，宜在预制剪力墙端伸出预留纵向钢筋，并与后浇连梁的纵向钢筋可靠连接（图 5.7.22）。

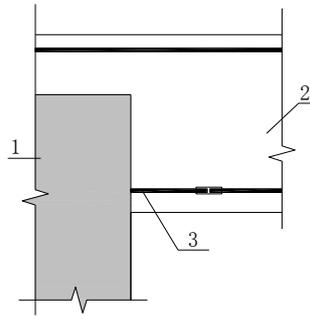


图5.7.22 后浇连梁与预制剪力墙连接构造示意

1—预制墙板；2—后浇连梁；3—预制剪力墙伸出纵向受力钢筋

## 5.8 多层装配式墙板结构

5.8.1 本节适用于抗震设防类别为丙类的多层装配式墙板住宅结构设计。

5.8.2 多层装配式墙板结构的层数和总高度限值应符合表 5.8.2 的规定。

表 5.8.2 多层装配式墙板结构的最大层数和总高度限值

设防烈度	6 度	7 度	8 度
最大层数限值	9	8	7
总高度限值 (m)	28	24	21

5.8.3 多层装配式墙板结构总高度与总宽度的最大比值，应符合表 5.8.3 的要求。

表 5.8.3 房屋最大高宽比

烈度	6 度	7 度	8 度
最大高宽比	3.5	3.0	2.5

5.8.4 多层装配式墙板结构的设计应符合下列规定：

1 结构抗震等级应满足现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 关于多层剪力墙结构的相关要求；

2 预制墙板厚度不宜小于 140mm，且不宜小于层高的 1/25；

3 抗震等级为三级时，预制墙板轴压比不应大于 0.15；四级时不应大于 0.2；

4 轴压比计算时，墙体混凝土强度等级如超过 C40，按 C40 计算。

5.8.5 多层装配式墙板结构的计算应满足下列要求：

1 可采用弹性方法进行结构分析，并按结构实际情况建立分析模型；在计算中应考虑拼缝连接方式的影响；

2 采用水平锚环灌浆或钢丝绳套灌浆连接的墙肢可作为整体构件考虑，结构刚度宜乘以 0.85~0.95 的折减系数；采用柔性接缝的墙肢应作为独立的墙肢进行计算及截面设计；

3 墙肢底部的水平缝可按照整体接缝考虑，并取墙肢底部的剪力进行水平接缝的受剪承载力计算。

4 构件内力调整应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 关于剪力墙结构的要求；

5 风荷载或多遇地震标准值作用下的楼层层间最大水平位移与层高之比  $\Delta u/h$  不宜大于 1/1200。

5.8.6 多层装配式墙板结构的预制墙板水平接缝构造应满足现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的相关要求；接缝抗剪强度应满足水平抗剪承载力需求，预制墙板水平接缝的受剪承载力设计值应按下列式计算：

$$V_{uE} = 0.6f_y A_{s,d} + 0.6N \quad (5.8.6)$$

式中： $f_y$ ——垂直穿过结合面的钢筋抗拉强度设计值；

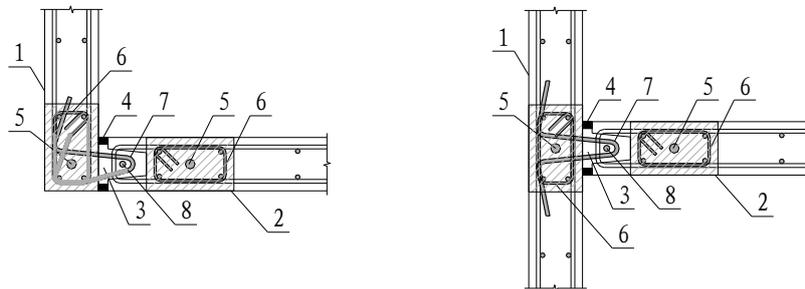
$N$ ——与剪力设计值  $V$  相应的垂直于结合面的轴向力设计值，压力时取正，且  $\leq 0.6f_c b h_0$ ，拉力时取负；

$A_{sd}$ ——垂直穿过结合面的抗剪钢筋面积。

**5.8.7** 多层装配式墙板结构纵横墙板交接处及楼层内相邻承重墙板之间可采用水平锚环灌浆连接、钢丝绳套灌浆连接或柔性接缝等形式，并应满足下列要求：

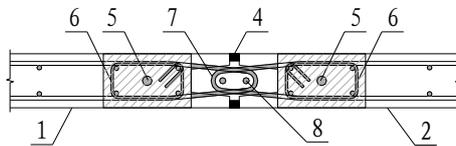
1 采用水平锚环灌浆连接（图 5.8.7-1）时：

- 1) 应在交接处的预制墙板边缘设置构造边缘构件；
- 2) 竖向接缝的横截面面积不宜小于  $100\text{cm}^2$ ，且截面边长不宜小于  $8\text{cm}$ ；竖向接缝应采用水泥基灌浆料灌实，其强度等级不应低于 C30，同时不应低于预制墙板混凝土强度等级；
- 3) 预制墙板侧边应用甩出水平锚环，锚环钢筋直径不应小于预制墙板水平分布筋直径，锚环间距不应大于预制墙板水平分布筋间距；竖向接缝内应配置截面面积不小于  $200\text{mm}^2$  的节点后插筋，且应插入墙板侧边的钢筋锚环内；上下层节点后插筋可不相连接；



(a) L 型节点构造示意

(b) T 型节点构造示意



(c)一字型节点构造示意

图 5.8.7-1 水平锚环灌浆连接构造示意

1-纵向预制墙体；2-横向预制墙体；3-拼接空腔；4-密封条；5-边缘构件纵向受力钢筋；

6-边缘构件箍筋；7-甩出连接钢筋；8-节点后插筋

2 采用钢丝绳套灌浆连接（图 5.8.7-2）时：

- 1) 预制墙板端部  $\Omega$  型槽应采用水泥基灌浆料灌实；
- 2) 钢丝绳套布置间距不宜大于  $600\text{mm}$ ；墙板端部加强 U 筋间距不宜大于  $300$ ，加强钢筋不宜小于  $2\phi 12$ ；竖向接缝内应配置截面面积不小于  $200\text{mm}^2$  的节点后插筋；
- 3) 墙端应设置抗剪键槽，键槽深度不宜小于  $20\text{mm}$ ，键槽宽度不宜小于深度的 3 倍且不宜大于深度的 10 倍，键槽间距宜等于键槽宽度，键槽端部斜面倾角不宜大于  $30^\circ$ 。

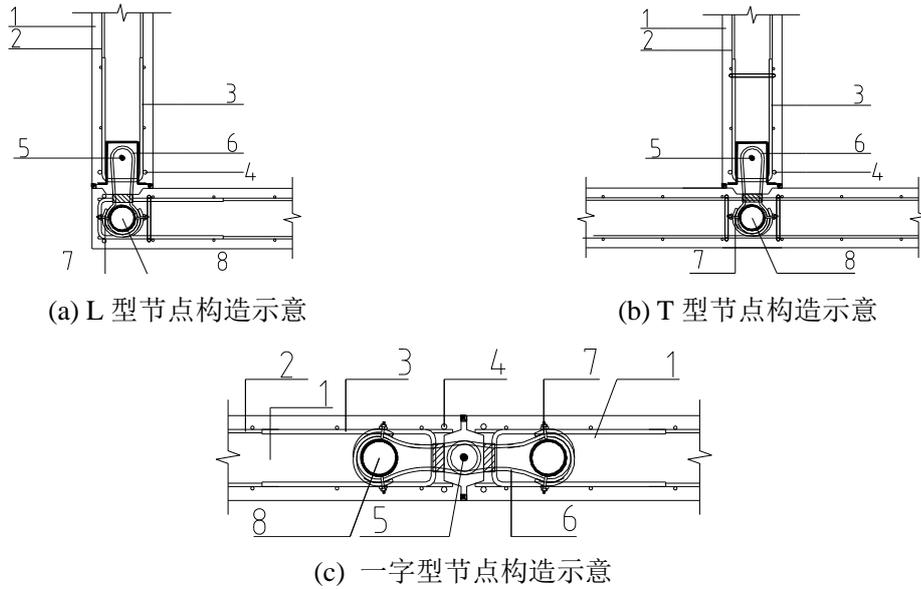
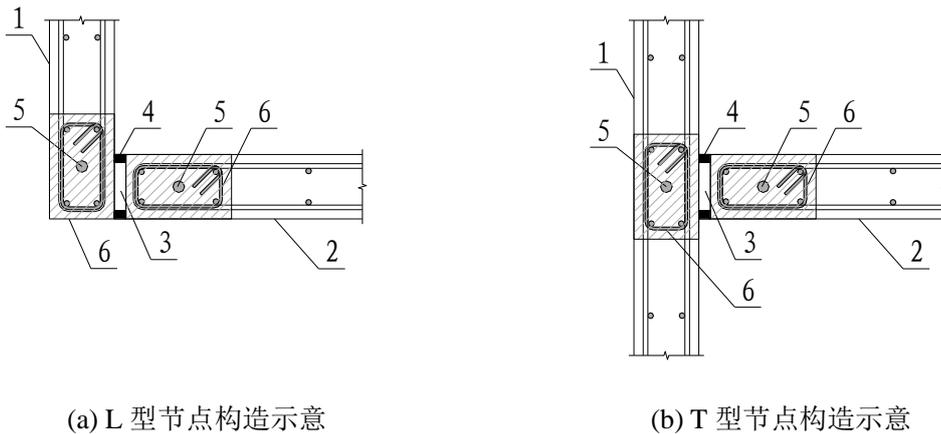


图 5.8.7-2 钢丝绳套灌浆连接节点构造示意

1—预制墙板； 2—钢筋网片； 3—加强 U 筋； 4—端部加强筋；  
5—节点后插筋； 6—钢丝绳套； 7—钢丝锁扣； 8—型钢；

3 当采用柔性接缝（图 5.8.7-3）时：

- 1) 应在交接处的预制墙板内设置构造边缘构件；
- 2) 拼缝宽度宜取 20mm，拼缝应采用柔性材料填充；
- 3) 拼缝位置层间未设置抗剪连接件时，楼层标高处的水平现浇带在拼缝位置应满足抗剪承载力要求；拼缝位置水平现浇带抗剪承载力验算时，可按长度为 100mm、高度同板厚、宽度为 6 倍板厚的连梁进行验算，验算不满足要求时，应在层间增设抗剪预埋件连接件，预埋连接件抗剪承载力应满足计算要求（图 5.8.7-4）。



(c) 一字型节点构造示意

图 5.8.7-3 柔性接缝节点构造示意

1-纵向预制墙体；2-横向预制墙体；3-拼接空腔；4-密封条；  
5-边缘构件纵向受力钢筋；6-边缘构件箍筋

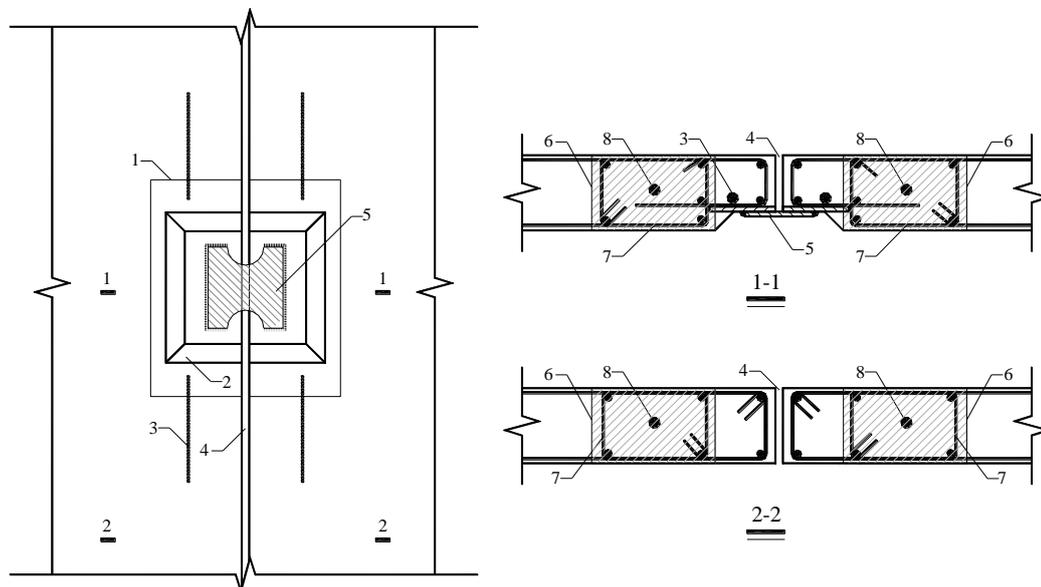


图 5.8.7-4 柔性接缝抗剪连接件示意

1—预埋连接钢板；2—凹槽；3—锚筋；4—安装缝隙；5—后焊连接钢板；6—构造边缘构件；7 边缘构件箍筋；8-边缘构件纵向受力钢筋

**5.8.8** 当房屋层数大于 3 层时，屋面、楼面宜采用叠合楼盖，沿各层墙顶应设置水平后浇带，叠合板构造、水平后浇带构造、叠合板与预制墙板的连接应符合本规范第 5.5 节的要求。

**5.8.9** 当房屋层数不大于 3 层时，可采用预制楼盖；楼盖与预制墙板的交接做法应满足下列要求：

**1** 当预制板板端搁置在承重墙上时，应满足现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 关于多层剪力墙结构的相关要求；

**2** 当预制板板端穿过承重墙体时（图 5.8.9）：

- 1) 圈梁宜与楼盖整体预制，并应与承重墙体进行可靠连接；
- 2) 墙板宜采用抽孔墙板，宜在搁置处对应墙板抽孔处对楼板进行相应的抽孔；
- 3) 应通过后插钢筋贯通上下层墙体与楼板抽孔并进行灌浆，对楼板形成可靠连接；
- 4) 墙板竖缝宜与楼板拼缝错开。

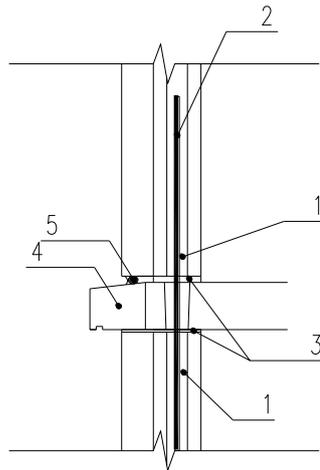


图 5.8.9 楼板板端与墙板连接构造示意

1 预制墙板；2—后插钢筋；3—砂浆垫层；4—保温材料；5—止水棒

**5.8.10** 预制墙板应在水平或竖向尺寸大于 800mm 的洞边、一字墙墙体端部、纵横墙交接处及柔性接缝处设置构造边缘构件，并应满足下列要求：

1 构造边缘构件采用钢筋时：

- 1) 构造边缘构件截面高度不宜小于墙厚，且不宜小于 200mm，截面宽度同墙厚；
- 2) 构造边缘构件内应配置纵向受力钢筋、箍筋、箍筋架立筋，配筋量应满足承载力要求，并应满足表 5.8.10 的构造要求；

表 5.8.10 构造边缘构件配筋要求

抗震等级	底层				其他层			
	纵筋最小量	箍筋架立筋最小量	箍筋(mm)		纵筋最小量	箍筋架立筋最小量	箍筋(mm)	
			最小直径	最大间距			最小直径	最大间距
3 级	1φ25	4φ10	6	150	1φ22	4φ8	6	200
4 级	1φ22	4φ8	6	200	1φ20	4φ8	6	250

3) 上下层构造边缘构件纵向受力钢筋应采用灌浆套筒、浆锚搭接连接、焊接连接或型钢连接件等方式直接连接；箍筋架立筋可不伸出预制墙板表面。

2 边缘构件采用型钢时：

- 1) 可由计算和构造要求得到钢筋面积按等强度计算相应的型钢截面；
- 2) 型钢应在水平缝位置采用焊接或螺栓连接等方式可靠连接；
- 3) 型钢为一字型或开口截面时，应设置箍筋和箍筋架立筋，配筋量应满足表 5.8.10 的相关要求；
- 4) 当预埋钢管时，钢管内应设置竖向钢筋并灌浆，且竖向钢筋不宜小于  $2\phi 12$ 。

**5.8.11** 多层装配式墙板结构连梁及预制墙板与基础的连接应满足现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 关于多层剪力墙结构的相关要求。

## 5.9 外挂墙板设计

**5.9.1** 外挂墙板应进行承载能力极限状态和正常使用极限状态设计。外挂墙板主体和预埋件的设计使用年限宜按主体结构的设计使用年限确定。

**5.9.2** 在正常使用状态下，外挂墙板应具有良好的工作性能。抗震设计的外挂墙板，在多遇地震作用下应能正常使用；在设防烈度地震作用下经修理后应仍可使用；在预估的罕遇地震作用下外挂墙板不应整体脱落。

**5.9.3** 外挂墙板和连接节点的结构分析、承载力计算和构造要求应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的有关规定。

**5.9.4** 外挂墙板与主体结构的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；连接节点依构造形式不同可分为点支承、线支承；支承外挂墙板的结构构件应具有足够的承载力和刚度。

**5.9.5** 外挂墙板平面内变形性能应符合下列要求：

1 非抗震设计时，应按主体结构弹性层间位移角限值进行设计；

2 抗震设计时，应按主体结构弹性层间位移角限值的 3 倍进行设计。

3 主体结构弹性层间位移限值应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。

**5.9.6** 主体结构计算时，应按下列规定计入外墙挂板的影响：

1 应计入支承于主体结构的外墙挂板的自重；

2 仅采用点支承与主体结构相连的外墙挂板，可不计入其刚度；

3 采用线支承与主体结构相连的外墙挂板，应根据刚度等代原则计入其刚度影响，但不得考虑外墙挂板承载力的有利影响；

4 当外墙挂板相对于其支承构件有偏心时，应计入外墙挂板重力荷载偏心产生的不利影响。

**5.9.7** 外挂墙板计算地震作用标准值时，可采用等效侧力法。

1 墙板的分布水平地震作用标准值可按下式计算：

$$q_{Ek} = \beta_E \alpha_{\max} G_k / A \quad (5.9.7)$$

式中：

$q_{Ek}$	——	分布水平地震作用标准值 (kN/m <sup>2</sup> )；
$\beta_E$	——	动力放大系数，可取不小于 5.0；
$\alpha_{\max}$	——	水平地震影响系数最大值，按表 5.9.7 取用；
$G_k$	——	墙板构件的重力荷载标准值 (kN)；
$A$	——	墙板构件的平面面积 (m <sup>2</sup> )。

表 5.9.7 水平地震影响系数最大值

抗震设防烈度	6 度	7 度	8 度
$\alpha_{\max}$	0.04	0.08 (0.12)	0.16 (0.24)

- 注： 1 抗震设防烈度 7、8 度时括号内数值分别用于设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.3g 的地区；  
 2 验算地震作用下的连接节点承载力时，连接节点地震作用效应标准值应乘以 2.0 的调整系数；  
 3 竖向地震作用标准值可取水平地震作用标准值的 0.65 倍。

**5.9.8** 风荷载标准值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 有关围护结构的规定确定。高度大于 200m 或体形、风荷载环境复杂的外挂墙板，宜进行风洞试验，并考虑风洞试验结果确定风荷载。

**5.9.9** 外墙挂板在进行板片分割时应根据建筑立面造型、主体结构层间位移限值、楼层高度、节点连接形式、温度变化范围、接缝构造、运输限制条件和现场起吊能力等因素，确定适宜的板片形式和尺寸；板片间的接缝宽度应根据计算确定，当计算缝宽大于 30mm 时宜调整板片的分割形式或连接方式。

**5.9.10** 外挂墙板与主体结构采用点支承连接时，节点构造应符合下列规定：

- 1 应根据外挂墙板的形状、尺寸，确定连接点的数量和位置，连接点不应少于 4 个，承重连接点不应多于 2 个；
- 2 在外力作用下，外挂墙板相对主体结构可水平滑动或转动；
- 3 连接件的滑动孔尺寸应根据穿孔螺栓直径、层间位移值和施工误差等因素确定。

**5.9.11** 外挂墙板与主体结构采用线支承连接时，节点构造应符合下列规定：

- 1 外挂墙板与框架梁的固定连接区段应避开梁端 1.5 倍梁高长度及梁高 1/3 区域；
- 2 外挂墙板与梁的结合面应做成粗糙面并设置键槽；接缝处应设置连接钢筋，连接钢筋数量应经过计算确定且钢筋直径不宜小于  $\phi 10$ ，间距不宜大于 200mm；连接钢筋两端应分别锚固在外挂墙板和楼面梁后浇混凝土中，锚固长度均不应小于  $l_{aE}$ ；

3 外挂墙板的非固定端应至少设置 2 个仅承受平面外水平荷载的连接节点；其构造应能保证外挂墙板的随动性；

- 4 外挂墙板的侧边不得与主体结构连接。

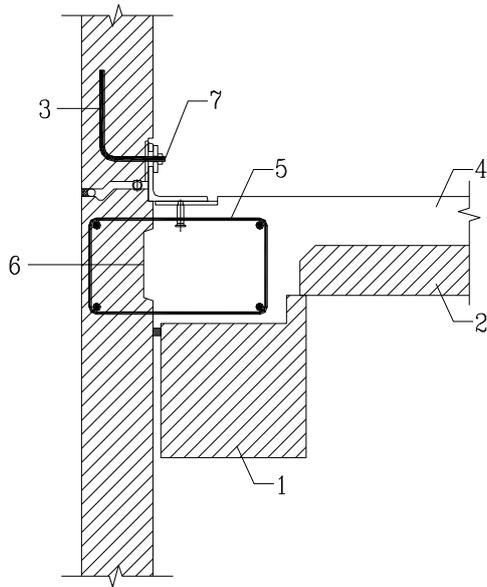


图 5.9.11 外挂墙板线支承连接示意图

1—预制梁；2—预制板；3—预制外墙；4—后浇层；

5—连接钢筋；6—剪力键槽；7—限位连接件

**5.9.12** 外挂墙板的板块不应跨越主体结构的变形缝。与主体结构变形缝相对应的墙板构造缝应能够适应主体结构的变形要求，宜采用柔性连接设计或滑动型连接设计，并采取易于修复的构造措施。

## 6 机电设计

### 6.1 一般规定

- 6.1.1** 装配式混凝土建筑设备与管线宜与主体结构相分离，并应方便维修更换，且在维修更换时应不影响主体结构安全。
- 6.1.2** 装配式混凝土建筑设备管线应综合设计、集中设置、减少平面交叉，合理使用空间。
- 6.1.3** 装配式混凝土建筑设备和管线应进行标准化设计，并准确定型定位。
- 6.1.4** 装配式混凝土建筑设备和管线设计应与建筑设计同步进行，预留预埋应满足结构专业相关要求，不应在预制构件安装后凿剔沟、槽、孔、洞等。
- 6.1.5** 装配式混凝土建筑的部品与配管连接、配管与主管网连接、部品之间连接的接口应标准化。
- 6.1.6** 装配式混凝土建筑设备与管线宜采用同层敷设方式，在架空层或吊顶内设置。
- 6.1.7** 公共的管线、阀门、检修口、计量仪表、电表箱、配电箱、弱电箱等，应统一集中设置在公共区域。
- 6.1.8** 装配式混凝土建筑设备和管线穿越楼板和墙体时，应有防水、防火、隔声、密封等措施，防火封堵应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。

### 6.2 给水排水设计

- 6.2.1** 装配式混凝土建筑冲厕宜优先采用非传统水源，水质应符合现行国家标准《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T 18920的有关规定，并应有防止误饮误用的安全措施。
- 6.2.2** 装配式混凝土建筑给水系统设计应符合下列规定：
- 1 给水系统与配水管道、配水管道与部品的接口形式及位置应便于维修更换；
  - 2 部品内设置给水分水器时，分水器与用水器具的管道应一对一连接，管道中间不得出现接口，并宜采用装配式的管线及其配件连接。分水器设置位置应有排水措施，并便于检修；
  - 3 敷设在吊顶或楼地面的架空层的给水管道应考虑防腐蚀、隔声减噪和防结露等措施。
- 6.2.3** 装配式混凝土建筑排水系统设计应符合下列规定：
- 1 排水管道应采用同层排水方式敷设，并结合建筑层高、楼板跨度、卫生部品及管道长度、坡度等因素综合确定方案。同层排水管道敷设在架空层时，宜设置积水排出装置；
  - 2 同层排水的排水管材选择及安装方式应考虑回填层或架空层对管材的热应力影响。
- 6.2.4** 装配式混凝土建筑屋面雨水宜采用内排水系统。
- 6.2.5** 太阳能热水系统集热器、储水罐等的安装应考虑与建筑一体化，做好预留预埋。
- 6.2.6** 装配式混凝土建筑应选用耐腐蚀、使用寿命长、降噪性能好、便于安装及更换的管材、管件，以及高性能的阀门设备。

## 6.3 供暖、通风、空调及燃气设计

**6.3.1** 装配式混凝土建筑应采用适宜节能技术，使室内既能维持良好的热舒适性又能降低建筑能耗，减少对环境的污染，并应充分考虑自然通风效果。

**6.3.2** 装配式混凝土建筑的通风、采暖和空调等设备均应选用能效比高的节能型产品，以降低能耗。

**6.3.3** 装配式混凝土建筑宜采用干法施工的低温地板辐射供暖系统。

**6.3.4** 当室内供暖系统采用散热器供暖时，墙板与散热器的连接处应采取加强措施。

**6.3.5** 装配式混凝土建筑有外窗的卫生间，当采用整体卫浴或采用同层排水架空地板时，宜采用散热器供暖。

**6.3.6** 装配式混凝土建筑的暖通空调、防排烟用设备宜结合建筑方案整体设计，并预留管道出口；应与预制混凝土相关部件有可靠连接，并应直接连接在结构受力构件上。

**6.3.7** 燃气热水器燃烧所产生的烟气应直接排至室外，并应在外墙相应位置预留孔洞。

## 6.4 电气及智能化设计

**6.4.1** 电气和智能化设备、管线的设计，应满足预制构件工厂化生产和施工现场装配安装的要求。

**6.4.2** 电气和智能化设备、管线与预制构件结合安装时，应符合下列规定：

1 低压配电系统及智能化系统的主干线应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，宜采用金属槽盒敷设，较少时可统一预埋在预制板内或装饰墙面内，墙板内竖向电气和智能化管线布置应保持安全间距；

2 对于配电箱、配线箱等尺寸较大的电气及智能化设备，宜避免安装在预制构件（预制剪力墙、预制隔墙等）上。当安装在预制构件上时，应采取预留预埋的安装方式；当采用膨胀螺栓、钉接、粘接等固定方式后期安装时，应在预制构件性能允许范围内实施，且不得剔凿预制构件；

3 固定在预制构件上较重的大型灯具、桥架、母线、配电设备等，应根据荷载，采用预留预埋件进行固定；

4 在预制墙体上设置的开关、电源插座、信息插座及其必要的接线盒、连接管等均应进行预留和预埋；

5 在预制墙板暗装的电气及智能化设备的出线口、接线盒等的孔洞均应准确定位；

6 在预制墙体的门、窗过梁钢筋锚固的区域内，不应埋设电气接线盒。暗装在预制墙体两侧的电气及智能化设备不应连通。

**6.4.3** 电气及智能化管线在叠合楼板内敷设应符合下列规定：

1 敷设在叠合楼板现浇层或建筑垫层的电气及智能化管线，应根据现浇层厚度，进行管线设计，并应减少管线交叉；

2 沿叠合楼板现浇层暗敷的电气及智能化管线，应在预制楼板灯位处预埋深型接线盒；

3 当沿叠合楼板、预制墙体预埋的接线盒及其管路与现浇相应电气管路连接时，应在墙

面与楼板交界的墙面预埋接线盒或接线空间。

**6.4.4** 暗敷的电气和智能化线路宜选用可弯曲电气导管保护。

**6.4.5** 装配式混凝土建筑的防雷设计应考虑装配式混凝土建筑的结构特点，并应符合下列规定：

**1** 应优先利用建筑物现浇混凝土内钢筋作为防雷装置。当无现浇混凝土内钢筋用作防雷引下线时，宜利用预制剪力墙、预制柱内的部分钢筋作为防雷引下线。预制构件内作为防雷引下线的钢筋，应在构件接缝处作可靠的电气连接，并在构件接缝处应预留施工空间及条件；

**2** 建筑外墙上的金属管道、栏杆、门窗等金属物需要与防雷装置连接时，应与相关预制构件内部的金属件连接成电气通路；

**3** 需设置局部等电位联结的场所，各构件内的钢筋应作可靠的电气连接，并与局部等电位箱连通。

## 7 内装修设计

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 装配式混凝土建筑的内装修设计应遵循标准化设计和模数协调的原则，并与建筑、结构、设备管线等进行一体化设计。

**7.1.2** 装配式混凝土建筑的内装修设计宜采用内装与主体结构、设备管线分离的原则，并综合考虑内装部品的连接、检修更换、物权归属和设备及管线使用年限的要求。

**7.1.3** 装配式建筑内装修设计应符合装配式混凝土结构建筑的设计和建造要求，宜采用工业化生产的集成化部品进行装配式装修。

**7.1.4** 装配式混凝土建筑的内装部品选型设计宜与建筑设计同步进行，做好土建尺寸预留，避免施工后期进行变更和拆改。

**7.1.5** 装配式混凝土建筑内装与管线设计应与预制构件深化设计紧密联系，各种预埋件、连接件、接口设计应准确到位。

**7.1.6** 装配式混凝土建筑宜在内装修设计阶段对部品进行统一编号，在生产、安装阶段按编号实施。

### 7.2 内装部品设计与选型

**7.2.1** 装配式混凝土建筑的内装部品设计与选型宜包括：轻质隔墙系统、吊顶系统、地面系统、墙面系统、集成厨卫系统、固定家具与内门窗等。

**7.2.2** 装配式混凝土建筑的内装部品设计与选型应符合国家现行抗震、防火、防水、防潮、隔声和保温等相关标准的规定，并满足生产、运输和安装等要求。

**7.2.3** 装配式混凝土建筑宜采用工厂化生产的集成化内装部品，减少现场二次加工和湿作业，并符合下列规定：

- 1 内装部品具有通用性和互换性；
- 2 便于干式施工安装、拆卸；
- 3 易于维护管理和检修更换,且维修更换时应避免破坏主体结构和相邻部品。

**7.2.4** 装配式混凝土建筑的轻质隔墙系统设计应符合下列规定：

1 系统构造设计宜考虑与室内管线敷设的结合，减少管线安装和维修更换时对墙体造成破坏和对室内空间的占用；

2 应满足不同功能房间对于隔声的要求，采用龙骨隔墙时，空腔内部宜填充岩棉、玻璃棉等具有隔声防火功能的材料；

3 在吊挂空调、画框等设备或其他物品的常用部位，应设置加强板或其他可靠加固措施。

**7.2.5** 装配式混凝土建筑的吊顶系统应根据实际需要而设置，宜减小占用室内空间高度，保证室内净高。不同功能的房间可采取不同的吊顶高度，并应符合下列规定：

- 1 宜选用对楼板（梁）破坏较小的吊顶系统；
  - 2 预制楼板（梁）内宜预留吊顶、桥架、管线安装所需预埋件，不宜在楼板（梁）上钻孔、打眼；
  - 3 吊顶内设备管线关键部位应设置检修口。
- 7.2.6** 装配式混凝土建筑的地面系统宜选用具有高差调平作用的集成化部品系统，并符合下列规定：
- 1 地面系统的承载力应满足房间使用的要求；
  - 2 采用架空地板系统时，架空高度应根据架空层内管线的管径尺寸、敷设路径、设置坡度等确定，并宜设置减振构造；
  - 3 地面系统架空层内辐射管线时，应在必要位置设置检修口。
- 7.2.7** 装配式混凝土建筑的墙面系统宜选用干式施工的具有高差调平作用的部品系统。
- 7.2.8** 装配式混凝土居住建筑的厨房、卫生间宜选用标准化集成式厨房、集成式卫生间，并在主体施工前应协调确定门窗定位及洞口尺寸。
- 7.2.9** 装配式混凝土居住建筑的集成式厨房设计应符合下列规定：
- 1 宜采用干式作业的厨房墙面、吊顶及地面部品；
  - 2 宜设置洗涤池、灶具、操作台、排油烟机等设施，并预留厨房电器设施的位置和接口；
  - 3 墙面应防火、抗热、易清洁，地面应防水、防滑、易清洁；
  - 4 给水排水、燃气管线等应集中设置、合理定位，并在关键部位设置检修口。
- 7.2.10** 装配式混凝土居住建筑的集成式卫生间设计应符合下列规定：
- 1 宜采用干、湿区分离的布置方式；
  - 2 采用同层排水时，地面完成面高度不应高于套内地面完成面高度；
  - 3 整体卫浴的给水排水、通风和电气等管线应在其预留空间内安装完成；
  - 4 应在给水排水、电气等系统的接口连接处设置检修口。

## **7.3 接口与连接**

- 7.3.1** 装配式混凝土建筑的内装部品、设备管线与主体结构的连接应符合下列要求：
- 1 内装部品与设备管线宜在主体施工前就协调确定门窗开洞尺寸、设备管线穿墙位置等，不宜在预制结构构件上后开洞口；
  - 2 内装部品、设备管线与预制构件的连接宜采用预留预埋的安装方式；当采用其他安装固定方法时，不宜影响预制构件的完整性与结构安全。
- 7.3.2** 装配式混凝土建筑的内装部品接口设计应符合以下规定：
- 1 接口应做到位置固定，连接合理，拆装方便，使用可靠；
  - 2 各类接口尺寸应符合模数协调要求，与系统配套。
- 7.3.3** 轻质隔墙系统的墙板接缝处应进行防水密封处理；隔墙端部与主体结构连接时，宜采用龙骨或锚固件连接。
- 7.3.4** 内装墙面、集成式厨房、集成式卫生间与门窗收口部位宜采用工厂化的集成门窗套部

品。

**7.3.5** 集成式厨房所采用的各类阀门安装位置正确平整，管道连接件应易于拆卸、维修，管道连接应采用有橡胶垫片排水栓，卫生器具与金属固定件的连接表面应安置铅质或橡胶垫片。

**7.3.6** 集成式卫浴防水底盘的固定安装应减少对结构防水层的破坏，防水底盘与壁板，壁板与壁板之间应有可靠连接设计，并保证水密性。

**7.3.7** 室内冷热水供水系统采用分水器供水时，宜采用半柔性管材连接。

## **7.4 内装与设备管线**

**7.4.1** 装配式混凝土建筑的内装与设备管线设计应与内装进行协同设计，并符合下列规定：

- 1 合理优化设置管线路径，减少管线布置对室内净空的影响；
- 2 减少在主体结构上的开洞、剔凿等破坏；
- 3 设备管线的点位预留应准确。

**7.4.2** 装配式混凝土建筑的给排水系统设计应符合下列规定：

- 1 排水立管宜集中布置在公共管井内；
- 2 给水管、热水管、中水管宜采用不同颜色或标识进行区分。

**7.4.3** 采暖通风空调系统设计应符合下列规定：

- 1 采暖系统设计及设备选择应满足分户计量的要求，应设置温度自动调节装置；
- 2 地暖系统集成分水器宜设置在套内不影响其他功能、便于维修管理的位置。

**7.4.4** 装配式混凝土建筑的电气智能化系统设计应符合下列规定：

- 1 电气线路应采用符合安全和防火要求的敷设方式配线；
- 2 强弱电管线敷设时不应与燃气管线交叉设置；当与给排水管线交叉设置时，宜满足电气管线在上的原则；
- 3 智能化系统设计时应预留便于扩展和可能增加的线路、信息点；
- 4 智能化综合信息箱宜集中设置，有线电视、通信网络、安全监控等线路宜集中布线。

## 8 外围护设计

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 在正常使用和维护下，公共建筑及除住宅外的居住建筑中，外围护系统的使用年限不应低于 25 年；住宅建筑中，外围护系统的使用年限应与主体结构相协调。

**8.1.2** 装配式混凝土建筑外围护系统应积极采用新技术、新材料，节约资源、保护环境。

**8.1.3** 外围护系统的设计应考虑下列内容：

- 1 外围护系统的类型及安全性、功能性、耐久性技术性能要求；
- 2 外墙板部品的尺寸规格、轴线分布、门窗位置和洞口尺寸；
- 3 屋面板部品的支承结构、面板尺寸规格；
- 4 外围护系统的吊挂或放置重物要求及相应的加强措施；
- 5 外围护系统的连接、接缝及门窗洞口等部位的构造节点。

**8.1.4** 外围护系统应根据装配式混凝土结构建筑所在地区的气候条件、使用功能、抗震设防等综合确定下列性能要求：

- 1 安全性要求，包括：抗风性能、抗震性能、耐撞击性能、防火性能；
- 2 功能性要求，包括：水密性能、气密性能、隔声性能、热工性能；
- 3 耐久性要求。

**8.1.5** 外墙围护系统宜进行墙面整体防水，屋面围护系统应根据装配式混凝土结构建筑的屋面防水等级进行防水设防，并应具有良好的排水功能。

**8.1.6** 外围护系统的设计应充分考虑预制墙板制作工艺、运输及施工安装的可行性，做到标准化、系列化，同时兼顾其经济性。

**8.1.7** 装配式混凝土建筑外围护系统根据不同的主体结构体系，分为预制承重外墙板系统和预制外挂墙板系统等。

**8.1.8** 外墙板部品的连接，应符合下列规定：

1 预制承重外墙板与主体结构宜采用刚性连接，使预制承重外墙板之间、预制承重外墙板与现浇结构之间的节点或接缝的承载力、刚度和延性不低于现浇结构；

2 预制外挂墙板与主体结构宜采用柔性连接，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，有抗震设防要求时，预制外挂墙板及其与主体结构的连接节点应进行抗震设计；

3 外墙板部品的节点和连接在保证结构整体受力性能的前提下，应受力明确、构造简单、连接方便，承载能力极限状态下，连接节点不应发生破坏；

4 节点设计应便于工厂加工、现场安装就位和调整；

5 连接件的耐久性应满足使用年限要求。

**8.1.9** 外墙板部品的接缝，应符合下列规定：

1 外墙板部品接缝处应根据当地气候条件合理选用结构防水、构造防水、材料防水等相

结合的防排水系统及构造设计；

2 外墙板部品间或外墙板部品与主体结构的板缝应采取性能匹配的弹性密封材料填塞、封堵；外墙板部品在正常使用下，接缝处的弹性密封材料不应破坏；

3 接缝处以及与梁、板、柱的连接处应设置防止形成热桥的构造措施。

**8.1.10** 外墙围护系统应根据不同的建筑类型及结构形式选择适宜的系统类型，外墙围护系统中外墙板部品可采用内嵌式、外挂式、嵌挂结合三种形式，并宜分层悬挂或承托。外墙围护系统可选用下列类型：

1 预制墙板类；

1) 整间板体系，包括：预制混凝土外挂墙板、拼装大板等；

2) 条板体系，包括：预制混凝土外墙板、蒸压加气混凝土板、复合夹芯条板等。

2 现场组装骨架类；

1) 钢龙骨组合外墙体系；

2) 木骨架组合外墙体系。

3 建筑幕墙类。

## 8.2 预制混凝土外挂墙板

**8.2.1** 预制混凝土外挂墙板设计应根据建筑使用功能，合理选择建筑材料、部品部件和连接节点形式，满足质量安全、性能适用、节能环保、经济美观的要求。

**8.2.2** 预制混凝土外挂墙板应选择质量好、性能优、系统配套的建筑材料和配件在工厂加工生产。预制外墙挂板所用材料应满足如下要求：

1 预制外墙挂板所用材料包括不限于混凝土、钢筋、钢材、夹心外墙板中内外叶墙板拉结件、外墙板接缝处密封材料等，各类材料应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的有关要求；

2 连接件和预埋件钢材应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定选用；

3 夹心外墙板中的保温材料，其导热系数不宜大于  $0.04\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，体积比吸水率不宜大于 0.3%，燃烧性能不应低于 B2 级的要求；

4 变位材料的选用应满足在地震时适应主体结构的层间变位要求，可采用滑移垫片的形式，滑移垫片宜采用 1mm 厚的聚四氟乙烯板。

**8.2.3** 预制外挂墙板规格尺寸应根据建筑立面的特点来进行划分，将构件接缝位置与建筑立面划分对应，并满足如下要求：

1 预制外挂墙板规格满足模数化、标准化的要求，少规格，多组合；

2 预制混凝土外挂墙板高度不宜大于一个层高，厚度不宜小于 100mm，规格及重量应满足工厂生产，车辆运输和施工吊装的要求；

3 预制混凝土外挂墙板应考虑防水及施工效率要求，宜采用大板，减少立面板缝数量和吊装次数。

**8.2.4** 预制混凝土外挂墙板与主体结构宜采用柔性连接，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,并应采取可靠的防腐、防锈和防火措施。与主体结构采用点支承连接时,连接件的滑动孔尺寸,应根据穿孔螺栓的直径、层间位移值和施工误差等因素确定。

**8.2.5** 预制混凝土外挂墙板的接缝、门窗洞口等防水薄弱环节应采用材料防水和构造防水相结合的做法。并应符合下列规定:

1 预制混凝土外挂墙板的接缝处防水应采用不少于一道材料防水和构造防水相结合的做法;

2 墙板水平缝宜采用企口缝构造;

3 墙板竖缝宜采用平口或槽口构造;

4 当板缝空腔需设置导水管排水时,板缝内侧应增设气密条密封构造;

5 板缝宽度应满足主体结构的层间位移、密封材料的变形能力、施工误差、温差引起变形等要求,不宜小于 15mm,密封胶厚度应按缝宽的 1/2 且不小于 8mm 考虑;

6 材料防水嵌缝深度不得小于 20mm,对于普通嵌缝材料,在嵌缝材料外侧应勾水泥砂浆保护层,其厚度不得小于 15mm;对于高档嵌缝材料,其外侧可不作保护层;

7 材料防水必须使用防水性能、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。

**8.2.6** 预制混凝土外挂墙板的防火要求:

1 应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。夹心保温墙板当中间保温材料的燃烧性能为 B1 或 B2 级时,外叶墙板的厚度不应小于 50mm;

2 预制混凝土外挂墙板露明的金属支撑构件及墙板内侧与梁、柱及楼板间的调整间隙,应采用 A 级防火材料进行封堵,封堵构造的耐火极限不低于墙体的耐火极限,封堵材料在耐火极限内不开裂,不脱落;

3 预制混凝土外挂墙板接缝应避免接缝跨越防火分区,拼接缝跨越防火分区时,室内一侧应采用防火材料进行密封,水平缝连续密封长度不宜小于 2 米,竖直缝连续密封长度不宜小于 0.8 米。

**8.2.7** 夹心保温墙板中内外叶墙板的拉结件应有防止冷桥形成的措施。

**8.2.8** 预制混凝土外挂墙板饰面宜采用面砖、石材、涂料等耐久性好、不宜污染的材料。应采用一次成型工艺,在工厂内加工完成,其规格尺寸、材质类别、连接构造等应进行工艺试验验证:

1 面砖饰面的面砖背面宜设置燕尾槽,其粘接性能应满足相关要求;

2 石材饰面的石材厚度不应小于 25mm,石材背面采用不锈钢卡件与混凝土实现机械锚固,石材的质量及连接件固定数量应满足设计要求,同时应采取防泛碱泛锈迹的措施;

3 涂料饰面外墙面所选外墙涂料应采用装饰性强、耐久性好的涂料,宜优先选用聚氨酯、硅树脂、氟树脂等耐久性好的材料;

4 装饰预制混凝土外挂墙板在设计时宜要求厂家制作样品,确认其表面颜色、质感、图案及表面防护要求等。

**8.2.9** 预制混凝土外挂墙板应将各种预埋件,连接件,管线留洞及开口准确定位,在工厂内

完成加工，避免在现场后开洞，钻孔和打眼。

### 8.3 蒸压加气混凝土板材类系统

**8.3.1** 蒸压加气混凝土外墙板采用内嵌式、外挂式和内嵌外挂组合式等形式，应根据建筑的使用功能确定。板材的性能、连接构造、板缝构造等要求应符合现行行业标准《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17的有关规定。

**8.3.2** 蒸压加气混凝土板材的布置形式（横板、竖板、拼装大板）应满足建筑的开间和层高模数尺寸的要求，避免出现非模数及非标准的特殊规格板材。

**8.3.3** 蒸压加气混凝土外墙板的强度等级,用于高层建筑不应低于 A3.5，用于多层建筑不宜低于 A3.0。

**8.3.4** 外围护结构同时需满足保温、隔热要求时，加气混凝土板的厚度应满足保温或隔热要求的较大值。单一加气混凝土围护结构的隔热低限厚度应符合现行行业标准《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17的有关规定采用。

**8.3.5** 加气混凝土墙板与主体结构应有可靠的连接。当采用竖墙板和拼装大板时，应分层承托；当采用横板时，应按一定高度由主体结构承托。在地震区采用外墙板时，应符合抗震构造要求。

**8.3.6** 加气混凝土板外墙可根据技术条件选择安装方式：钩头螺栓法、滑动螺栓法、内置锚法、摇摆型工法。

**8.3.7** 蒸压加气混凝土板外墙应做饰面防护层。当采用石材或金属外饰面时，主龙骨应固定在主体结构受力构件上。

**8.3.8** 蒸压加气混凝土板外墙面及有防潮要求的内墙面应用专用防水界面剂进行封闭处理。

**8.3.9** 蒸压加气混凝土外墙板用于装配式混凝土建筑时，外墙板与主体结构宜采用柔性连接，连接构造应采取可靠的防水、防腐蚀措施，且应满足耐候、耐久要求。

**8.3.10** 蒸压加气混凝土外墙板的结构设计应满足抗风和抗震设计的承载力和刚度要求。

**8.3.11** 用于民用建筑，蒸压加气混凝土外墙板接缝宜采用构造防水与材料防水相结合的方式，材料防水必须使用与加气混凝土外墙板性能匹配的防水密封胶。

**8.3.12** 用于民用建筑外墙，宜采用单一材料的蒸压加气混凝土外墙板涂料饰面，对于热工性能要求高的地区，也可采用蒸压加气混凝土外墙板与其他轻型保温装饰板组成的复合墙板，应满足安全性、防水、防火、耐久性要求，对于新型应用技术在使用前需经相关程序核准。

**8.3.13** 加气混凝土外墙板的成品应合理地控制出釜后的养护周期，保证上墙板材的含水率小于等于 15%。

**8.3.14** 加气混凝土外墙板的堆放场地应坚实、平整、干燥。堆放时，应按规格、等级分类堆放，底部不得直接着地，顶部应加遮盖，墙板宜侧放，堆放高度不宜超过三层。

**8.3.15** 加气混凝土外墙板的搬运、装卸与安装板材时应用专用夹具和工具，避免碰撞，并防止绑扎、起吊的绳索损伤板材。

**8.3.16** 加气混凝土外墙板的抽检原则与数量应符合现行国家标准《蒸压加气混凝土板》GB

15762 的有关规定执行。

**8.3.17** 加气混凝土外墙板的外观质量、尺寸及性能应符合现行国家标准《蒸压加气混凝土板》GB 15762 的有关规定或设计的要求。

## 8.4 现场组装骨架外墙系统

**8.4.1** 钢龙骨组合外墙应符合下列要求：

1 竖向龙骨通过上下导轨与主体结构连接，龙骨与导轨采用自钻自攻螺钉或不锈钢拉铆钉连接，导轨与主体结构采用射钉或膨胀螺栓连接，且射钉或膨胀螺栓宜采用双排错位布置；导轨和门窗洞边竖向龙骨壁厚不宜小于 1.0mm；

2 钢龙骨双面热浸镀锌量不应小于 100g/m<sup>2</sup>，双面镀锌层厚度不应小于 14μm；

3 导轨和门窗洞边竖向龙骨壁厚不宜小于 1.0mm；

4 龙骨截面型号、间距及与导轨间连接计算应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定。

**8.4.2** 非承重木骨架组合外墙的适用范围应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《木骨架组合墙体技术规范》GB 50361 的有关规定。

**8.4.3** 木骨架应采用符合设计要求的规格材制作。制作木骨架的规格材材质等级、强度等级、含水率要求应符合现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 和《木骨架组合墙体技术规范》GB 50361 的有关规定。

**8.4.4** 木骨架组合外墙与主体结构之间应采用金属连接件进行连接。连接件应符合现行国家标准的有关规定。当墙体的连接件采用钢材时，除不锈钢及耐候钢外，其他钢材应进行表面热浸镀锌处理、富锌涂料处理或采取其他有效的防腐防锈措施。

**8.4.5** 木骨架组合外墙内侧的墙面材料宜采用普通型、耐火型或防潮型纸面石膏板。外墙外侧墙面材料宜选用防潮型纸面石膏板或水泥纤维板材等材料。

**8.4.6** 木骨架组合外墙保温隔热材料宜采用岩棉、矿棉或玻璃棉等。在结构性热桥，例如混凝土和钢结构外侧，宜安装硬质外保温，提高保温效果。隔声吸声材料宜采用岩棉、矿棉、玻璃棉和石膏板材。木骨架组合外墙的保温、隔声和防火要求应符合现行国家标准《木骨架组合墙体技术规范》GB 50361 的有关规定。木骨架组合外墙填充材料的燃烧性能应为 A 级。

**8.4.7** 木骨架应竖立布置，木骨架的立柱间距宜为 610mm、405mm 或 450mm。

**8.4.8** 木骨架组合外墙应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，并应与主体结构的构件可靠连接。木骨架组合外墙的结构设计应考虑风荷载和地震作用，应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《木结构设计规范》GB 50005 和《木骨架组合墙体技术规范》GB 50361 的有关规定，对木骨架组合外墙的强度、刚度和稳定性进行验算，并进行墙体和主体结构的连接设计。

**8.4.9** 墙体内部铺设管道、电气线路、接线箱、接线盒或管道、电气线路穿过墙体时，应对管道和电气线路进行绝缘保护。管道、电气线路与墙体之间的缝隙应采用防火封堵材料填塞密实。

**8.4.10** 工厂预制的木骨架组合外墙应按工程设计文件的要求，确定生产制作方案，并应严格按照生产制作方案进行加工。构件尺寸、平整度、门窗洞口尺寸偏差应符合现行国家标准《木骨架组合墙体技术规定》 GB 50361 的有关规定控制在允许范围内。

**8.4.11** 预制墙体在吊运过程中，应避免墙体磕碰、变形、震裂，应保证每面墙体完好无损。预制外墙应采取临时或永久性防水措施，确保防水层连续有效，以防止在运输和储存过程中水分进入墙体。

**8.4.12** 木骨架组合外墙安装时，应先安装防潮垫，防止由于水蒸汽在混凝土或钢构件处冷凝引起木材受潮。考虑主体结构施工误差和变形，施工安装过程中木骨架外墙应与主体结构框架之间留有 15-20mm 的缝隙。墙体安装后该缝隙宜用保温密封材料填充。

**8.4.13** 外墙面应采取防风、防雨、防潮及密封等构造措施，安装连续的防水透汽膜。防水透汽膜接缝应有效搭接并使用耐久性胶带密封，避免雨水向墙内渗透。不同外装材料的交接处，或者外立面厚度变化处，宜使用泛水板进行连接，防止雨水进入墙体。对多雨水地区或较高楼层，外墙应采用防雨幕墙，在外饰面和防水透汽膜之间增加排水通风空间，提高外墙防水性能。墙板安装后应确保整个外墙的防水层和外饰面连续。

## 8.5 幕墙

**8.5.1** 装配式混凝土建筑应根据建筑物的使用要求、建筑造型，合理选择幕墙型式，幕墙设计包括立面分格、材料选择、幕墙结构、建筑性能、安全防护等内容。

**8.5.2** 装配式混凝土建筑幕墙应根据面板材料的不同，选择相应的幕墙结构、配套材料和构造方式等。

**8.5.3** 装配式混凝土建筑宜采用装配式的单元幕墙系统。

**8.5.4** 装配式混凝土建筑幕墙设计应与建筑设计、结构设计和机电设计同步协调进行，并与照明设计协同。

**8.5.5** 幕墙结构的设计使用年限宜与建筑主体结构的设计使用年限一致，且不应低于 25 年。幕墙支承结构的设计使用年限应与主体结构相同。

**8.5.6** 幕墙应采用配套材料，配套材料应符合相关国家标准的要求，满足强度、防火、防水、保温、隔热、安全、耐久等要求，并符合下列规定：

1 幕墙支撑构件和连接件材料的燃烧性能应为 A 级；

2 幕墙用保温材料的燃烧性能应为 A 级；

3 玻璃幕墙、金属幕墙、石材幕墙面板的燃烧性能应为 A 级。人造板材的燃烧性能，当建筑高度大于 24 米（含）时，应不低于 B1 级，当建筑高度小于 24 米时应不低于 B2 级；

4 防火封堵材料应符合现行国家标准《防火封堵材料》 GB 23864 和《建筑用阻燃密封胶》 GB / T 24267 的有关规定；

5 硅酮密封胶和建筑密封胶必须在有效期使用；严禁建筑密封胶作为硅酮结构密封胶使用；

6 密封胶材料的选择应与其他材料相配，避免污染面板或发生化学反应，造成性能和强度的损失；

7 保温材料具有防潮性能，并不宜直接暴露在外部环境中。

#### 8.5.7 幕墙结构和连接设计应符合下列规定：

1 应进行抗风、抗震设计，并考虑温度变形的影响，具有适应主体结构位移的能力；

2 主体结构中连接幕墙的预埋件、锚固件部件应能承受幕墙传递的荷载和作用，必要时，应采取安全可靠的有效措施，应考虑幕墙对主体结构的不利影响；

3 幕墙应与主体结构可靠连接。连接件与主体结构的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值；

4 幕墙的主要受力构件与主体结构预制部件应通过预埋件连接，不得采用化学锚栓的方式，预埋件位置应准确；

5 幕墙支承结构与主体结构的连接采用螺栓连接或焊接。全部焊接时，应考虑温度应力对主体结构和幕墙结构的不利影响。连接钢板厚度不宜小于 5mm；采用螺栓连接时，螺栓直径不宜小于 10mm，螺栓的数量不宜少于 2 个。

#### 8.5.8 幕墙构造设计应符合下列规定：

1 应满足维护、维修的要求，并便于更换面板；

2 幕墙接缝应采取导、排水构造措施。单元式幕墙的单元板块采用对插式组合构件时，纵横缝相交处应采取防渗漏的构造设计；

3 采用封闭式板缝设计的人造板材幕墙、石材幕墙宜设置水蒸汽透气孔；采用开放式板缝的幕墙面板后宜设置防水构造或在幕墙后部的其他墙体上设置防水层，石材幕墙、金属幕墙、人造板材幕墙面板与背部墙体外表面的最小间隙不宜小于 20mm，并应做好支承金属结构的防腐措施，并采取防止积水、积冰和防冰胀的可靠措施；

4 幕墙保温层应符合设计标准，采取可靠固定措施，保温层距面板的间距不宜小于 50mm；

5 保温层靠近室内一侧应设置隔汽层，隔汽层应完整、密封，穿透保温层、隔汽层的支承连接部位采取密封措施；

6 幕墙与周边墙体、门窗的接缝以及变形缝应进行保温设计，在严寒、寒冷地区，保温构造应进行防结露验算；

7 有雨篷、压顶和其他凸出结构时，应完善结合部位的排水、防水构造，雨篷的坡度不应小于 3%；

8 幕墙板块不宜跨越主体结构变形缝，幕墙变形缝的设计应能适应主体结构变形的要求，并进行防水、保温、隔热设计；

9 幕墙部件之间的连接构造，应采取适应相对位移和防止摩擦噪声的措施。

#### 8.5.9 幕墙防火设计应符合下列规定：

1 建筑幕墙应在每层楼板外沿设置耐火极限不低于 1.0h、高度不低于 1.2m 的不燃烧实体墙；当室内设置自动喷水灭火系统时，该部分实体墙的高度不应小于 0.8m；

2 幕墙与每层楼板、防火分区隔墙处间的缝隙，均应用防火封堵材料封堵；

3 幕墙面板不宜跨越两个防火分区。

#### 8.5.10 幕墙的金属框架应与主体结构的防雷装置可靠连接，并保持导电通畅。

**8.5.11** 幕墙安全性设计应符合下列规定：

1 建筑高度大于 100m 时，不宜采用隐框玻璃幕墙，当采用隐框玻璃幕墙时，应在面板和支承结构之间采取除硅酮结构密封胶粘结之外的可靠构造措施。外倾或倒挂玻璃幕墙不应采用隐框玻璃装配形式；

2 人员密集、流动性大的商业中心、交通枢纽、公共文化体育设施等场所，临近道路、广场及下部为出入口、人员通道的建筑，严禁采用全隐框玻璃幕墙。以上建筑在二层及以上安装玻璃幕墙的，应在幕墙下方周边区域合理设置绿化带或裙房等缓冲区域，也可采用挑檐、防冲击雨篷等防护设施；

3 在人员流动密度大、青少年幼儿活动等场所及使用中易受撞击的部位，应采取防撞措施；

4 幕墙面板材料的选择应符合安全使用要求：

- 1) 有抗爆设计的玻璃幕墙，面板应选择防爆玻璃；
- 2) 玻璃面板应选用夹层玻璃、钢化超白浮法玻璃、均质钢化玻璃及其制品；
- 3) 石材、人造板材应采取背面或整体增强措施，宜采取偶然破裂后的安全措施。

## 8.6 门窗系统

**8.6.1** 装配式建筑门窗应采用标准化的系列部品。并应与外墙可靠连接，满足抗风压、气密性及水密性要求，并宜采用带有批水板等的集成化门窗配套系列部品。

**8.6.2** 预制墙板上的门窗洞口宜采用企口、预埋副框或预埋件等方法与门窗固定。

**8.6.3** 预制外墙上的门窗安装可分为预装法和后装法：

1 采用预装法安装时，门窗框或副框应在工厂与预制墙板整体成型；

2 采用后装法安装时，预制外墙板上的门窗洞口应预埋防腐木砖或副框，并与门窗有可靠连接。

**8.6.4** 预制外墙板上的门窗安装应确保连接的安全性、可靠性。

**8.6.5** 装配式混凝土建筑外墙与外门窗间接缝的气密性和水密性标准不应低于外门窗的标准。带有门窗的预制外墙板，其门窗洞口与门窗框间的气密性不应低于门窗的气密性。

## 8.7 屋面系统

**8.7.1** 装配式屋面应满足结构稳定及节能、防水、防火、隔声等要求。

**8.7.2** 装配式屋面应对屋面排水系统及屋面设备系统等进行集成。

**8.7.3** 设置于装配式屋面的太阳能系统应与屋面进行一体化设计。

**8.7.4** 当屋面采用预制女儿墙板时，其内侧宜在要求的泛水高度处设凹槽、挑檐或其他泛水收头等构造，挑出墙面的部分宜在其底部周边设置滴水措施。

## 9 预制构件和部品生产

### 9.1 一般规定

- 9.1.1** 预制构件和部品生产应符合设计文件和国家现行有关标准的规定。
- 9.1.2** 生产企业应具备保证产品质量要求的生产工艺设施、试验检测条件，建立完善的质量管理体系和可追溯的质量控制制度，有持证要求的岗位应持证上岗。
- 9.1.3** 预制构件生产前，应由建设单位组织设计、施工等单位对设计文件进行交底和会审。必要时，生产单位应根据批准的设计文件制作加工详图。
- 9.1.4** 预制构件生产前，应编制生产方案，具体内容包括生产计划及生产工艺、模具方案及计划、技术质量控制措施、成品存放、运输、保护方案等。冬期施工和预应力构件还应编制专项方案。
- 9.1.5** 生产企业的检测、试验、张拉、计量等设备及仪器仪表均应检定合格，并在有效期内使用。企业不具备试验能力的检验项目，应委托具有相应资质的第三方工程质量检测机构进行试验。
- 9.1.6** 预制构件生产宜建立首件验收制度。必要时在预制构件生产前进行样品试制，经建设、设计、施工和监理等相关单位认可后方可实施。
- 9.1.7** 预制构件的原材料质量、钢筋加工和焊接的力学性能、混凝土强度、构件结构性能、装饰材料、保温材料及拉结件的质量等均应根据现行有关标准进行检查和检验，应具有完整的生产操作依据和质量检验记录。
- 9.1.8** 预制构件生产前应进行纵向受力钢筋连接工艺检验，并应符合下列规定：
- 1** 钢筋焊接接头工艺检验结果应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 的有关规定；
  - 2** 钢筋机械连接接头工艺检验结果应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的有关规定；
  - 3** 预制构件生产企业应委托专业检测机构进行套筒灌浆连接接头工艺检验，结果应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355 的有关规定；
  - 4** 其它类型纵向受力钢筋连接工艺检验应符合设计文件和现行国家标准的有关规定。
- 9.1.9** 预制构件的质量检验应按模具、钢筋、混凝土、预制构件、预应力等检验项目进行。预制构件的质量评定应根据钢筋、混凝土、预制构件、预应力的试验、检验资料进行，当上述各检验项目的质量均合格时，方可评定为合格产品。
- 9.1.10** 预制构件出厂应向使用单位出具质量证明文件。
- 9.1.11** 预制构件吊装应符合下列规定：
- 1** 起重设备不得超载；
  - 2** 吊索具应根据预制构件形状、尺寸及重量等参数进行配置，额定荷载应经验算或试验检验合格；吊索具应定期检查，不合格的及时更换；

3 起吊时应保证吊点数量、位置符合设计要求，应保证吊索具连接可靠、各个吊点受力均匀、吊点合力与构件重心宜重合；

4 吊装过程中，吊索水平夹角不宜小于 60°且不应小于 45°；

5 吊装过程中，应保持稳定，不得偏斜、摇摆和扭转，严禁吊装构件长时间悬停在空中；

6 吊装大型构件、薄壁构件或形状复杂的构件时，应使用分配梁或分配桁架类吊具，并采取避免构件变形和损伤的临时加固措施。

9.1.12 预制构件生产企业宜建立预制构件质量可追溯的编码标识系统和信息管理系统，便于预制构件在设计、生产、存放、运输、安装过程中的信息查询和追溯。

## 9.2 原材料及配件

9.2.1 原材料及配件应按照国家现行有关标准、设计文件及合同约定进行进厂检验，合格后方可使用。

9.2.2 预制构件采用的材料、配件及半成品应按进厂批次进行检验。同一厂家生产的同批次材料、配件及半成品，同一企业同期生产的预制构件用于多个单位工程时，可统一划分检验批进行验收。

9.2.3 原材料进厂检验，当满足下列条件之一时，其检验批容量可扩大一倍：

1 经产品认证符合要求的钢筋；

2 按原材料批次要求连续三次进厂检验均一次检验合格时。

9.2.4 钢筋进厂检验应符合下列规定：

1 同一厂家、同一牌号且同一规格不超过 60t 钢筋为一批，超过 60t 的部分，每增加 40t（含不足 40t）增加一个拉伸试验试件和一个弯曲试验试件，按批抽取试件进行屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，结果应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB 1499.1、《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 以及《冷轧带肋钢筋》GB 13788 的有关规定；

2 当采用 HRB400E、HRB500E、HRBF400E 或 HRBF500E 钢筋，其强度和最大力下总伸长率的实测值应符合下列规定：

1) 钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25；

2) 钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.30；

3) 钢筋的最大力下总伸长率不应小于 9%。

9.2.5 冷加工钢筋进厂检验应符合下列规定：

1 同一牌号、同一外型、同一规格、同一生产工艺和同一交货状态的钢筋，每批重量不大于 60t，进行抗拉强度、伸长率、弯曲、外形尺寸及重量偏差检验，检验结果应符合国家现行标准《冷轧带肋钢筋》GB 13788、《高延性冷轧带肋钢筋》YB/T 4260、《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95 的有关规定；

2 同一型号、同一强度等级、同一规格尺寸钢筋组成，每批重量不大于 20t，进行抗拉强度、伸长率、弯曲和重量偏差检验，检验结果应符合现行行业标准《冷轧扭钢筋》JG 190 及《冷轧扭钢筋混凝土构件技术规程》JGJ 115 的有关规定；

3 同一钢号、同一总压缩率、同一直径钢筋，甲级冷拔低碳钢丝每批重量不大于 30t，乙级冷拔低碳钢丝每批重量不大于 50t，进行抗拉强度、断后伸长率、反复弯曲数次、表面质量及直径检验，检验结果应符合现行行业标准《冷拔低碳钢丝应用技术规程》 JGJ 19 的有关规定。

**9.2.6 成型钢筋进厂检验应符合下列规定：**

1 同一厂家、同一类型且同一钢筋来源的成型钢筋不超过 30t 为一批，每批中每种钢筋牌号、规格均应至少抽取 1 个钢筋试件，总数不应少于 3 个，按批抽取试件进行屈服强度、抗拉强度、伸长率和重量偏差检验，检验结果应符合国家现行有关标准的规定；

2 对由热轧钢筋制成的成型钢筋，当有企业或监理单位的代表驻厂监督加工过程并能提供原材料力学性能第三方检验报告时，可进行重量偏差检验；

3 钢筋桁架尺寸允许偏差应符合表 9.2.6-1 的规定；

表 9.2.6-1 钢筋桁架尺寸允许偏差

项次	检验项目	允许偏差 (mm)
1	长度	总长度的 $\pm 0.3\%$ ，且 $\leq \pm 10$
2	高度	+1, -3
3	宽度	$\pm 5$
4	扭翘	$\leq 5$

4 焊接钢筋网片尺寸允许偏差应符合表 9.2.6-2 的规定；

表 9.2.6-2 焊接钢筋网片尺寸允许偏差

项次	检验项目	允许偏差 (mm)
1	长、宽	$\pm 5$
2	网眼尺寸	$\pm 10$
3	对角线	$\leq 5$
4	端头不齐	$\leq 5$

5 其它成型钢筋应符合国家现行有关标准的规定。

**9.2.7 预应力筋进厂检验应符合下列规定：**

1 同一厂家、同一规格且同一强度等级的预应力钢丝不超过 60t 为一批；每批随机截取试样进行抗拉强度、伸长率、弹性模量及外观质量检验；检验结果应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢丝》 GB/T 5223 的有关规定；

2 同一厂家、同一规格、同一强度等级且同一批号的预应力钢绞线不超过 60t 为一批；每批随机截取试样进行抗拉强度、伸长率、表面质量及直径偏差检验；检验结果应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》 GB/T 5224 的有关规定；

3 同一厂家、同一规格、同一强度等级且同一交货状态的精轧螺纹钢不超过 60t 为一批；每批随机截取试样进行抗拉强度、伸长率及外观质量检验；检验结果应符合现行国家标准《预应力混凝土用螺纹钢》 GB/T 20065 的有关规定。

**9.2.8 预应力筋锚具、夹具和连接器进厂检验应符合下列规定：**

1 同一厂家、同一型号、同一规格且同一批号的锚具不超过 2000 套为一批，夹具和连接器不超过 500 套为一批；

2 每批随机抽取 2% 的锚具（夹具或连接器）且不少于 10 套进行外观质量和尺寸偏差检验，每批随机抽取 3% 的锚具（夹具或连接器）且不少于 5 套对有硬度要求的零件进行硬度检验，经上述两项检验合格后，应从同批锚具中随机抽取 6 套锚具（夹具或连接器）组成 3 个预应力锚具组装件，进行静载锚固性能试验；

3 对于锚具用量较少的一般工程，如锚具供应商提供了有效的锚具静载锚固性能试验合格的证明文件，可仅进行外观检查和硬度检验；

4 检验结果应符合现行行业标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》 JGJ 85 的有关规定。

#### 9.2.9 水泥进厂检验应符合下列规定：

1 同一厂家、同一品种、同一代号、同一强度等级且连续进厂的水泥，袋装水泥不超过 200t 为一批，散装水泥不超过 500t 为一批；

2 按批抽取试样进行水泥强度、安定性和凝结时间检验，设计有其它要求时，尚应对相对应的其它性能进行试验，检验结果应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》 GB 175 的有关规定。

#### 9.2.10 矿物掺合料进厂检验应符合下列规定：

1 同一厂家、同一品种、同一技术指标的矿物掺合料，粉煤灰和粒化高炉矿渣粉不超过 200t 为一批，硅灰不超过 30t 为一批；

2 按批抽取试样进行细度（比表面积）、需水量比（流动度比）和烧失量（活性指数）试验，设计有其它要求时，尚应对相应的其它性能进行试验，检验结果应分别符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》 GB/T 1596 和《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》 GB/T 18046、《砂浆和混凝土用硅灰》 GB/T 27690 的有关规定。

#### 9.2.11 外加剂进厂检验应符合下列规定：

1 同一厂家、同一品种的减水剂不超过 50t 为一批；

2 按批抽取试样进行固体含量、减水率、1d 抗压强度比、pH 值和密度试验；

3 检验结果应符合现行国家标准《混凝土外加剂》 GB 8076 和《混凝土外加剂应用技术规范》 GB50119 的有关规定。

#### 9.2.12 骨料进厂检验应符合下列规定：

1 同一厂家（产地）且同一规格的骨料不超过 400m<sup>3</sup> 或 600t 为一批；

2 天然细骨料按批抽取试样进行颗粒级配、细度模数、含泥量和泥块含量试验；机制砂还应增加石粉含量和压碎指标值试验；再生细骨料还应增加吸水率、压碎指标值和表观密度试验；

3 天然粗骨料按批抽取试样进行颗粒级配、含泥量、泥块含量和针片状颗粒含量试验；再生粗骨料应增加再生胶砂需水量和表观密度试验；

4 检验结果应符合国家现行标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ 52、《混凝土用再生粗骨料》 GB/T 25177 和《混凝土和砂浆用再生细骨料》 GB/T 25176 的有关规定。

#### 9.2.13 轻骨料进厂检验应符合下列规定：

- 1 同一类别、同一规格且同密度等级不超过 200m<sup>3</sup> 为一批；
- 2 轻细骨料按批抽取试样进行细度模数和堆积密度试验，高强轻细骨料还应进行强度标号试验；
- 3 轻粗骨料按批抽取试样进行颗粒级配、堆积密度、粒形系数、筒压强度和吸水率试验，高强轻粗骨料还应进行强度标号试验；
- 4 检验结果应符合现行国家标准《轻集料及其试验方法第 1 部分：轻集料》 GB/T 17431.1 的有关规定。

**9.2.14** 混凝土拌制及养护用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》 JGJ 63 的有关规定，并应符合下列规定：

- 1 采用饮用水时，可不检验；
- 2 采用中水、搅拌站清洗水或回收水时，应对其成分进行检验，同一水源每年至少检验一次。

**9.2.15** 钢纤维和有机合成纤维应符合设计要求，进厂检验应符合以下规定：

- 1 用于同一工程的相同品种且相同规格的钢纤维不超过 20t 为一批，按批抽取试样进行抗拉强度、弯折性能、尺寸偏差和杂质含量试验；
- 2 用于同一工程的相同品种且相同规格的合成纤维不超过 50t 为一批，按批抽取试样进行纤维抗拉强度、初始模量、断裂伸长率、耐碱性能、分散性相对误差和混凝土抗压强度比试验，增韧纤维还应进行韧性指数和抗冲击次数比试验；
- 3 检验结果应符合现行行业标准《纤维混凝土应用技术规程》 JGJ/T 221 的有关规定。

**9.2.16** 脱模剂选用应符合下列规定：

- 1 脱模剂应无毒、无刺激性气味，不应影响混凝土性能和预制构件表面装饰效果；
- 2 脱模剂应按照使用品种，选用前及正常使用后每年进行一次匀质性和施工性能试验；
- 3 检验结果应符合现行行业标准《混凝土制品用脱模剂》 JC/T 949 的有关规定。

**9.2.17** 保温材料应满足设计文件、建筑节能和预制构件生产工艺要求，进厂检验应符合下列规定：

- 1 同一厂家、同一品种且同一规格不超过 5000m<sup>2</sup> 为一批；
- 2 按批抽取试样进行导热系数、密度、压缩强度、吸水率和燃烧性能试验；
- 3 检验结果应符合设计要求和国家现行标准《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1、《挤塑聚苯板(XPS)薄抹灰外墙外保温系统材料》 GB/T 30595 的有关规定。

**9.2.18** 颜料选用应符合下列规定：

- 1 符合设计要求；
- 2 宜选用不溶于水、与水泥不发生化学反应且耐碱、耐光的矿物颜料；
- 3 使用前应试验验证是否对混凝土凝结时间和强度产生影响；
- 4 颜料进厂后应按厂家、品种和颜色分开存放，不得混放。

**9.2.19** 受力型预埋件进厂检验应符合下列规定：

- 1 同厂家、同一类别、同一规格产品不超过 1000 件为一批，进行材料性能、抗拉拔性能、焊接性能和防腐涂层厚度等试验，检验结果应符合设计要求；

2 有丝扣的预埋件应查验丝扣质量。

**9.2.20** 内外叶墙体拉结件进厂检验应符合下列规定：

- 1 同厂家、同一类别、同一规格产品不超过 10000 件为一批；
- 2 按批抽取试样进行材料性能、力学性能检验；
- 3 检验结果应符合设计要求及本规范第 5 章的规定。

**9.2.21** 面砖和石材的选用应符合下列规定：

- 1 面砖背面应带燕尾槽或确保粘接性能可靠构造；
- 2 厚度大于 25mm 的石材背面应安装不锈钢卡件，卡件的规格、位置、数量应符合设计要求。卡件直径不宜小于 4mm，宜采用竖向梅花形布置；
- 3 面砖和石材质量应符合现行行业标准《外墙饰面砖工程施工及验收规程》 JGJ 126 的有关规定。

**9.2.22** 表面缓凝剂选用应符合下列规定：

- 1 表面缓凝剂应无毒、无刺激性气味，不应影响内部混凝土最终强度、不应影响钢筋与混凝土的粘结；
- 2 使用前应对露骨料粗糙面冲洗效果进行验证，并应符合设计要求。

**9.2.23** 灌浆套筒进厂检验应符合下列规定：

- 1 套筒进货前应对不同钢筋生产企业的进场钢筋进行接头工艺检验，检验结果应符合设计要求和现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》 JGJ 355 的有关规定；
- 2 同一类型、同一规格且同一批号不超过 1000 件为一批，按批抽取试件进行材料性能和尺寸检验，检验结果应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》 JG/T 398、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》 JGJ 355 的有关规定。

**9.2.24** 灌浆料进厂检验应符合下列规定：

- 1 应采用钢筋套筒型式检验配套的灌浆料；
- 2 可采用施工现场采购的灌浆料。预制构件生产企业自购灌浆料是,应取样对灌浆料拌合物 30min 流动度、泌水率及 3d 抗压强度、28d 抗压强度、3h 竖向膨胀率、24h 与 3h 竖向膨胀率差值进行检验,检验结果应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》 JG/T 408、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》 JGJ 355 的有关规定。

## 9.3 模具

**9.3.1** 预制构件模具应根据生产工艺、产品类型等制定模具加工方案，应建立健全模具设计、制作（改制）、验收、使用和保管制度。

**9.3.2** 模具应具有足够的承载力、刚度和稳定性，保证在构件生产时能可靠承受浇筑混凝土时的重量、侧压力及工作荷载，其设计及制造应符合下列规定：

- 1 模具应支拆方便、可操作性良好，满足预制构件质量、生产工艺和周转次数等要求；
- 2 模具的部件与部件之间应连接牢固，满足预制构件预留孔洞、插筋和预埋件的安装定位要求；
- 3 用作底模的台座、胎模、地坪及铺设的底板等应平整光洁，不得有下沉、裂缝、起砂和起

鼓；

4 模具接缝应紧密，并应采取有效的防漏浆和防漏水措施；

5 自制模具应根据预制构件特点确定工艺方案并出具加工图纸，结构造型复杂、外型有特殊要求或批量大的定型模具应制作样板，经检验合格后方可批量制作；

6 外购模具进厂时应有设计图纸和使用说明书，外观质量和尺寸偏差符合要求方可使用。

**9.3.3 模具组装和使用应符合下列规定：**

1 模具应保持清洁，定期检查侧模、预埋件和预留孔洞定位措施的有效性；应制定防止模具变形和锈蚀的措施；重新启用的模具应进行检验合格后方可使用；

2 模具内表面的隔离剂应涂刷均匀、无漏刷、无堆积，且不得沾污钢筋，不得影响预制构件外观效果；

3 模具附带的埋件或工装应定位准确，安装牢固可靠；

4 模具与平模台间的螺栓、定位销、磁盒等固定方式应可靠，防止混凝土振捣成形时造成模具偏移和漏浆。

**9.3.4 除设计有特殊要求外，预制构件模具尺寸允许偏差和检验方法应符合表 9.3.4 的规定。**

表 9.3.4 预制构件模具尺寸允许偏差和检验方法

项次	检验项目、内容		允许偏差 (mm)	检验方法
1	长度	≤6m	1, -2	用钢尺量平行构件高度方向，取其中偏差绝对值最大处
		>6m 且≤12m	2,-4	
		>12m	3,-5	
2	宽度、高(厚) 度	墙板	1, -2	用钢尺测量两端或中部，取其中偏差绝对值最大处
3		其它构件	2, -4	
4	底模表面平整度		2	用 2m 靠尺和塞尺量
5	对角线差		3	用钢尺量纵、横两个方向对角线
6	侧向弯曲		L/1500 且≤5	拉线，用钢尺量测侧向弯曲最大处
7	翘曲		L/1500	对角拉线测量交点间距离值的两倍
8	组装缝隙		1	用塞尺量测，取最大值
9	端模与侧模高低差		1	用钢尺量

注：L 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

**9.3.5 模具上预埋件和预留孔洞模具应定位准确，并固定牢固，其安装允许偏差应符合表 9.3.5 的规定。**

表 9.3.5 模具上预埋件、预留孔洞模具安装允许偏差

项次	检验项目	允许偏差 (mm)	检验方法
----	------	--------------	------

1	预埋钢板	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		平面高差	±2	钢直尺和塞尺检查
2	预埋管、电线盒、电线管水平和垂直方向的中心线位置偏移、预留孔、浆锚搭接预留孔（或波纹管）		2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
3	插筋	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		外露长度	+10, 0	用尺量测
4	吊环	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		外露长度	+5, 0	用尺量测
5	预埋螺栓	中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		外露长度	+5, 0	用尺量测
6	预埋螺母	中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		平面高差	±1	钢直尺和塞尺检查
7	预留洞模具	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		尺寸	+3, 0	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其最大值
8	灌浆套筒及插筋	灌浆套筒中心线位置	1	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		插筋中心线位置	1	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		插筋外露长度	+5, 0	用尺量测

## 9.4 钢筋及预埋件

**9.4.1** 钢筋宜采用自动化机械设备进行加工与制作，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

**9.4.2** 钢筋连接质量检查除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 钢筋接头的方式、位置、同一截面受力钢筋的接头百分率、钢筋的搭接长度及锚固长度等应符合设计要求或国家现行有关标准的规定；

2 钢筋焊接和机械连接均应进行工艺检验，试验结果合格后方可进行预制构件生产；

3 螺纹接头和半灌浆套筒连接接头应使用专用扭力扳手拧紧至规定扭力值；

4 钢筋焊接接头和机械连接接头应全数检查外观质量；

5 应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的有关规定抽取钢筋机械连接接头、焊接接头试件作力学性能检验。

9.4.3 钢筋半成品、钢筋网片、钢筋骨架应检查合格后进行安装，并应符合如下规定：

1 钢筋表面不得有油污，不应严重锈蚀；

2 钢筋网片和钢筋骨架宜采用防止变形的专用吊架进行吊运；

3 混凝土保护层厚度应满足设计要求。保护层垫块应与钢筋骨架或网片绑扎牢固，按梅花状布置，间距满足钢筋限位及控制变形要求，钢筋绑扎丝甩扣应弯向构件内侧；

4 钢筋成品的尺寸允许偏差应符合表 9.4.3 的规定。

表 9.4.3 钢筋成品的允许偏差和检验方法

项 目		允许偏差 (mm)	检验方法
钢筋网片	长、宽	±5	钢尺检查
	网眼尺寸	±10	钢尺量连续三档，取最大值
	端头不齐	5	钢尺检查
钢筋骨架	长	0, -5	钢尺检查
	宽	±5	钢尺检查
	高(厚)	±5	钢尺检查
	主筋间距	±10	钢尺量两端、中间各一点，取最大值
	主筋排距	±5	钢尺量两端、中间各一点，取最大值
	箍筋间距	±10	钢尺量连续三档，取最大值
	弯起点位置	15	钢尺检查
	端头不齐	5	钢尺检查
	保护层	柱、梁	±5
板、墙		±3	钢尺检查

9.4.4 预埋件用钢材及焊条的性能应符合设计要求。预埋件加工允许偏差应符合表9.4.4的规定。

表 9.4.4 预埋件加工允许偏差

项次	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	预埋件锚板的边长		0, -5	用钢尺量测
2	预埋件锚板的平整度		1	用直尺和塞尺量测
3	锚筋	长度	10, -5	用钢尺量测
		间距偏差	±10	用钢尺量测

#### 9.4.5 孔洞模具安装应符合下列规定：

1 预埋件应固定在模板或支架上，预留孔洞应采用孔洞模具加以固定，应保证预埋件固定位置准确，在混凝土浇筑、振捣过程中不发生位移，外露部分不发生污损；

2 预埋件宜采用工具式螺栓固定。采用磁力吸或胶粘法固定预埋件时，应通过试生产确认生产过程中不发生位移；

3 采用与钢筋焊接方式固定预埋件时，不得损伤被焊钢筋断面，且不得与预应力钢筋焊接；

4 型钢预埋件宜在型钢上加焊钢筋与钢筋骨架绑扎牢固进行固定；

5 预埋螺栓、吊母或吊具等应采用工具式卡具固定，并应保护好丝扣；

6 预埋钢筋套筒应使用定位螺栓或定位棒固定在侧模上，灌浆口宜采用短钢筋绑扎在主筋上进行定位控制；

7 预埋线盒和管线应与模具或钢筋固定牢固，采取防止堵塞的措施；

8 在安装过程中发现预埋件的尺寸、形状发生变化时，应对该批预埋件再次进行复检，合格后方可使用。

9.4.6 预制构件中安装门窗框时，应在模具上设置限位装置进行固定，并应逐件检验。门窗框安装允许偏差和检验方法应符合表 9.4.6 的规定。

表 9.4.6 门窗框安装允许偏差和检验方法

项 目		允许偏差 (mm)	检验方法
锚固脚片	中心线位置	5	钢尺检查
	外露长度	+5, 0	钢尺检查
门窗框位置		±1.5	钢尺检查
门窗框高、宽		±1.5	钢尺检查
门窗框对角线		±1.5	钢尺检查
门窗框的平整度		1.5	靠尺检查

## 9.5 预应力构件

9.5.1 预制预应力构件生产应编制专项施工方案，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。必要时，应根据设计文件进行。

9.5.2 预应力张拉台座应进行专项施工设计，并应具有足够的强度、刚度及稳定性，应能满足各阶段施工荷载和施工工艺的要求。

9.5.3 预应力筋下料与连接应符合下列规定：

1 预应力筋的下料长度应根据台座的长度、锚夹具长度等经过计算确定；

2 预应力筋宜使用砂轮锯或机械切断机切断，不得采用电弧或气焊切断；

3 预应力筋应采用符合标准的连接器进行连接。

**9.5.4 钢丝镦头及下料长度偏差应符合下列规定：**

- 1 镦头的头型直径不宜小于钢丝直径的 1.5 倍，高度不宜小于钢丝直径；
- 2 镦头不应出现横向裂纹；
- 3 当钢丝束两端均采用镦头锚具时，同一束中各根钢丝长度的极差不应大于钢丝长度的 1/5000，且不应大于 5mm；当成组张拉长度不大于 10m 的钢丝时，同组钢丝长度的极差不得大于 2mm。

**9.5.5 预应力筋的定位与安装应符合下列规定：**

- 1 预应力筋的安装、定位和保护层厚度应符合设计要求；
- 2 模外张拉工艺的预应力筋保护层厚度可用梳筋条槽口深度或端头垫板厚度控制；
- 3 预应力筋弯折点位置和矢高应符合设计要求，弯折后应可靠固定；预应力筋控制点的竖向位置允许偏差应符合表 9.5.5 的规定。

表 9.5.5 预应力筋竖向位置允许偏差

项次	构件截面高（厚）度(mm)	h≤300	300<h≤1500	h> 1500
1	允许偏差 (mm)	±5	±10	±15

**9.5.6 预应力筋张拉设备及压力表应定期维护和标定，并应符合下列规定：**

- 1 张拉设备和压力表应配套标定和使用，标定期限不应超过半年；当使用过程中出现反常现象或张拉设备检修后，应重新标定；
- 2 压力表的量程应大于张拉工作压力读值，压力表的精确度等级不应低于 1.6 级；
- 3 标定张拉设备用的试验机或测力计的测力示值不确定度不应大于 1.0%；
- 4 张拉设备标定时，千斤顶活塞的运行方向应与实际张拉工作状态一致。

**9.5.7 预应力筋的张拉控制应力应符合设计及专项施工方案的要求。当施工中需要超张拉**

时，调整后的张拉控制应力  $\sigma_{con}$  应符合下列规定：

- 1 消除应力钢丝、钢绞线  $\sigma_{con} \leq 0.8\sigma_p$
- 2 中强度预应力钢丝  $\sigma_{con} \leq 0.75f_{ptk}$
- 3 预应力螺纹钢筋  $\sigma_{con} \leq 0.90f_{pyk}$

式中：  $\sigma_{con}$  ——预应力筋张拉控制应力；

$f_{ptk}$  ——预应力筋极限强度标准值；

$f_{pyk}$  ——预应力筋屈服强度标准值。

**9.5.8 采用应力控制方法张拉时，应校核最大张拉力下预应力筋伸长值。实测伸长值与计算伸长值的偏差应控制在±6%之内，否则应查明原因并采取措施后再张拉。**

**9.5.9** 预应力筋的张拉应符合设计要求，并应符合下列规定：

- 1 应根据预制构件受力特点、施工方便及操作安全等因素确定张拉顺序；
- 2 宜采用多根预应力筋整体张拉，张拉过程中应使活动横梁与固定横梁保持平行；
- 3 单根张拉时应采取对称和分级方式，按照校准的张拉力控制张拉精度，以预应力筋的伸长值作为校核；
- 4 对预制屋架等平卧叠浇构件，应从上而下逐榀张拉；
- 5 预应力筋张拉时，应从零拉力加载至初拉力后，量测伸长值初读数，再以均匀速率加载至张拉控制力；对塑料波纹管内的预应力筋，张拉力达到张拉控制力后宜持荷 2min~5min；
- 6 张拉过程中应避免预应力筋断裂或滑脱。在浇筑混凝土前发生断裂或滑脱的预应力筋必须更换；在浇筑混凝土过程中，应以每个预应力构件内的预应力筋为一批，抽查预应力筋总数的 3%，且不少于 3 束，预应力筋断裂数量应小于 1%；
- 7 预应力筋张拉锚固后，应对实际建立的预应力值与设计给定值的偏差进行控制；应以每工作班为一批，抽查预应力筋总数的 1%，且不少于 3 根，实际预应力值应在设计给定值的 $\pm 5\%$ 。

**9.5.10** 预应力筋放张应符合设计要求，并应符合下列规定：

- 1 预应力筋放张时，混凝土强度应符合设计要求，且同条件养护的混凝土立方体抗压强度不应低于设计的混凝土强度等级值的 75%，且不应低于 30Mpa；
- 2 放张前，应将限制构件变形的模具拆除；
- 3 宜采取缓慢放张工艺进行整体放张；
- 4 对受弯或偏心受压的预应力构件，应先同时放张预压应力较小区域的预应力筋，再同时放张预压应力较大区域的预应力筋；
- 5 单根放张时，应分阶段、对称且相互交错放张；
- 6 放张后，预应力筋的切断顺序，宜从放张端开始逐次切向另一端。

## 9.6 成型、养护及脱模

**9.6.1** 在混凝土浇筑成型前应进行预制构件的隐蔽工程验收，验收项目应包括：

- 1 钢筋的品种、规格、数量、位置和间距；
- 2 纵向受力钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率和搭接长度；
- 3 箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
- 4 钢筋保护层；
- 5 预埋件、吊环、插筋的规格、数量和位置；
- 6 灌浆套筒、预留孔洞的规格、数量和位置；
- 7 预埋线盒和管线的规格、数量、位置及固定措施；
- 8 夹心外墙板的保温层位置和厚度，拉接件的规格、数量和位置；
- 9 预应力筋的品种、规格、数量、位置；
- 10 预应力筋锚具的品种、规格、数量、位置；
- 11 预留孔道的规格、数量、位置，灌浆孔、排气孔、锚固区局部加强构造。

**9.6.2** 混凝土工作性能应根据预制构件产品特点和生产工艺确定，混凝土配合比设计应符合

国家现行标准《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55、《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666 的有关规定。

**9.6.3** 混凝土应采用有自动计量装置的强制式搅拌机搅拌，并具有生产数据逐盘记录和实时查询功能。混凝土应按照混凝土配合比通知单进行生产，原材料每盘称量的允许偏差应符合表 9.6.3 的规定。

表 9.6.3 混凝土原材料每盘称量的允许偏差

项次	材料名称	允许偏差
1	胶凝材料	±2%
2	粗、细骨料	±3%
3	水、外加剂	±1%

**9.6.4** 混凝土应进行抗压强度检验，并应符合下列规定：

- 1 混凝土检验试件应在浇筑地点取样制作；
- 2 每拌制 100 盘且不超过 100m<sup>3</sup> 的同一配合比混凝土，每工作班拌制的同一配合比的混凝土不足 100 盘为一批；
- 3 每批制作强度检验试块不少于 3 组、随机抽取 1 组进行同条件转标准养护后进行强度检验，其余可作为同条件试件在预制构件脱模和出厂时控制其混凝土强度；还可根据预制构件吊装、张拉和放张等要求，留置足够数量的同条件混凝土试块进行强度检验；
- 4 蒸汽养护的预制构件，其强度评定混凝土试块应随同构件蒸养后，再转入标准条件养护共 28d。构件脱模起吊、预应力张拉或放张的混凝土同条件试块，其养护条件应与构件生产中采用的养护条件相同；
- 5 除设计有要求外，预制构件出厂时的混凝土强度应大于混凝土设计强度等级的 75%。

**9.6.5** 带面砖或石材饰面的预制构件宜采用反打一次成型工艺制作，并应符合下列规定：

- 1 应根据设计要求选择面砖的大小、图案、颜色，应采用背面带有燕尾槽或确保连接性能可靠构造的面砖；
- 2 面砖入模铺设前，应根据设计排版图将单块面砖制成面砖套件，套件的长度不宜大于 600mm，宽度不宜大于 300mm；
- 3 石材入模铺设前，应根据设计排版图的要求进行配板和加工，并应提前 24h 在石材背面安装不锈钢锚固拉勾和涂刷防泛碱处理剂；
- 4 应使用柔韧性好、收缩小、具有抗裂性能且不污染饰面的材料嵌填面砖或石材间的接缝，并应采取防止面砖或石材在安装钢筋及浇筑混凝土等工序中出现位移的措施。

**9.6.6** 带保温材料的预制构件宜采用水平浇筑方式成型。夹心保温墙板成型，还应符合下列要求：

- 1 宜采用专用拉结件连接内外叶墙体，其数量和位置应符合设计要求；
- 2 应采取可靠措施保证拉结件位置、保护层厚度、受力状态准确，保证拉结件在混凝土中锚固可靠；

- 3 应保证保温材料间拼缝严密或使用粘接材料密封处理；
- 4 在浇筑上层混凝土之前，下层混凝土不得初凝；
- 5 内外叶板拉结件采用后插工艺施工时，可补振确保拉结件与混凝土连接可靠。

**9.6.7 混凝土浇筑应符合下列规定：**

- 1 混凝土浇筑前，预埋件及预留钢筋的外露部分宜采取防止污染的保护措施；
- 2 混凝土放料高度宜小于 600mm，并应均匀摊铺；
- 3 混凝土浇筑应连续进行，浇筑过程中应观察模具、门窗框、预埋件、连结件等的变形和移位，变形与移位超出本规范规定的允许偏差时应及时采取补强和纠正措施；
- 4 混凝土从出机到浇筑完毕的延续时间，气温高于 25℃时不宜超过 60min，气温不高于 25℃时不宜超过 90min。

**9.6.8 混凝土振捣应符合下列规定：**

- 1 混凝土宜采用机械振捣方式成型。振捣设备应根据混凝土的品种、工作性、预制构件的规格和形状等因素确定，应制定振捣成型操作规程；
- 2 当采用振捣棒时，混凝土振捣过程中不应碰触钢筋骨架、面砖和预埋件；
- 3 混凝土振捣过程中应随时检查模具有无漏浆、变形或预埋件有无移位等现象，若有漏浆、变形或移位超出偏差时，应及时采取补救措施。

**9.6.9 预制构件粗糙面应符合设计要求。当设计无要求时，应符合下列规定：**

- 1 模板面预涂缓凝剂，脱膜后采用高压水冲洗出露骨料；
- 2 混凝土终凝前叠合面进行拉毛处理制作的粗糙面；
- 3 凿毛粗糙面。

**9.6.10 预制构件养护应符合下列规定：**

- 1 应根据预制构件特点和生产任务量选择自然养护、自然养护加养护剂或加热养护方式；
- 2 混凝土浇筑完毕或压面工序完成后应及时覆盖保湿，脱模前不得揭开；
- 3 涂刷养护剂应在混凝土终凝后进行；
- 4 加热养护可选择蒸汽加热、电加热或模具加热等方式；
- 5 加热养护制度应通过试验确定，宜采用加热养护温度自动控制装置。宜在常温下预养护 2h~6h，升、降温速度不宜超过 20℃/h，最高养护温度不宜超过 70℃预制构件脱模时的表面温度与环境温度的差值不宜超过 25℃；
- 6 夹心保温外墙板最高养护温度不宜大于 60℃。

**9.6.11 预制构件脱模起吊时的混凝土强度应根据计算确定，且不宜小于 15MPa。**

## 9.7 预制构件检验

**9.7.1** 预制构件生产时应制定措施避免出现外观质量缺陷。外观质量缺陷根据其影响结构性能、安装和使用功能的严重程度，可按表 9.7.1 规定划分为严重缺陷和一般缺陷。

表 9.7.1 构件外观质量缺陷分类

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
----	----	------	------

露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	构件主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	构件主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
连接部位缺陷	构件连接处混凝土缺陷及连接钢筋、连结件松动, 插筋严重锈蚀、弯曲, 灌浆套筒堵塞、偏位, 灌浆孔洞堵塞、偏位、破损等缺陷	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞出凸肋等 装饰面砖粘结不牢、表面不平、砖缝不顺直等	清水或具有装饰的混凝土构件内有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷

**9.7.2** 预制构件出模后应及时对其外观质量进行全数目测检查。预制构件外观质量不应有缺陷, 对已经出现的严重缺陷应按技术处理方案进行处理并重新检验, 对出现的一般缺陷应进行修整并达到合格。

**9.7.3** 预制构件不应有影响结构性能、安装和使用功能的尺寸偏差。对超过尺寸允许偏差且影响结构性能和安装、使用功能的部位应经原设计单位认可, 按技术处理方案进行处理, 并重新检查验收。

**9.7.4** 除与预制构件粗糙面相关的尺寸允许偏差可适当放宽外, 预制构件尺寸偏差及预留孔、预留洞、预埋件、预留插筋、键槽的位置和检验方法应符合下列规定:

1 预制板类构件尺寸偏差及预留孔、预留洞、预埋件、预留插筋、键槽的位置和检验方法应符合表 9.7.4-1 的规定;

2 预制墙板类构件尺寸偏差及预留孔、预留洞、预埋件、预留插筋、键槽的位置和检验方法应符合表 9.7.4-2 的规定;

3 预制梁柱桁架类构件尺寸偏差及预留孔、预留洞、预埋件、预留插筋、键槽的位置和检验方法应符合表 9.7.4-3 的规定;

4 装饰构件的外观尺寸偏差和检验方法应符合表 9.7.4-4 的规定。

表 9.7.4-1 预制板类构件外形尺寸允许偏差及检验方法

项次	检查项目		允许偏差 (mm)	检验方法	
1	规格 尺寸	长度	<6m	±5	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值
			≥6m 且 <12m	±10	
			≥12m	±20	
2	宽度		±5	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值	
3	厚度		±5	用尺量板四角和四边中部位置共 8 处，取其中偏差绝对值较大值	
4	对角线差		6	在构件表面，用尺量测两对角线的长度，取其绝对值的差值	
5	外形	表面平整度	内表面	4	用 2m 靠尺安放在构件表面上，用楔形塞尺量测靠尺与表面之间的最大缝隙
			外表面	3	
6	楼板侧向弯曲		L/750 且 ≤20mm	拉线，钢尺量最大弯曲处	
7	扭翘		L/750	四对角拉两条线，量测两线交点之间的距离，其值的 2 倍为扭翘值	
8	预埋 钢板	中心线位置偏移	平面高差	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
			平面高差	0, -5	用尺紧靠在预埋件上，用楔形塞尺量测预埋件平面与混凝土面的最大缝隙
9	预埋 部件	预埋螺栓	中心线位置偏移	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
			外露长度	+10, -5	用尺量
10	预埋线 盒、电盒	在构件平面的 水平方向中心 位置偏差	与构件表面混 凝土高差	10	用尺量
			与构件表面混 凝土高差	0, -5	用尺量
11	预留 孔	中心线位置偏移		5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		孔尺寸		±5	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其最大值
12	预留 洞	中心线位置偏移		5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值

		洞口尺寸、深度	±5	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其最大值
13	预留插筋	中心线位置偏移	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		外露长度	±5	用尺量
14	吊环、木砖	中心线位置偏移	10	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		留出高度	0, -10	用尺量
15		桁架钢筋高度	+5,0	用尺量

注：Δ 表示不允许超偏差项目

表 9.7.4-2 预制墙板类构件外形尺寸允许偏差及检验方法

项次	检查项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	规格尺寸	高度	±4	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值
2		宽度	±4	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值
3		厚度	±4	用尺量板四角和四边中部位置共 8 处，取其中偏差绝对值较大值
4	对角线差		5	在构件表面，用尺量测两对角线的长度，取其绝对值的差值
5	外形	表面平整度	内表面 4 外表面 3	用 2m 靠尺安放在构件表面上，用楔形塞尺量测靠尺与表面之间的最大缝隙
6		侧向弯曲	L/1000 且 ≤20mm	
7		扭翘	L/1000	四对角拉两条线，量测两线交点之间的距离，其值的 2 倍为扭翘值
8		预埋钢板	中心线位置偏移	5
	平面高差		0,-5	用尺紧靠在预埋件上，用楔形塞尺量测预埋件平面与混凝土面的最大缝隙
9	预埋螺栓	中心线位置偏移	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		外露长度	+10, -5	用尺量
10	预埋套筒、螺母	中心线位置偏移	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值

			平面高差	0, -5	用尺紧靠在预埋件上, 用楔形塞尺量测预埋件平面与混凝土面的最大缝隙
11	预留孔	中心线位置偏移		5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置, 记录其中较大值
		孔尺寸		±5	用尺量测纵横两个方向尺寸, 取其最大值
12	预留洞	中心线位置偏移		5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置, 记录其中较大值
		洞口尺寸、深度		±5	用尺量测纵横两个方向尺寸, 取其最大值
13	预留插筋	中心线位置偏移		3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置, 记录其中较大值
		外露长度		±5	用尺量
14	吊环、木砖	中心线位置偏移		10	用尺量测纵横两个方向的中心线位置, 记录其中较大值
		与构件表面混凝土高差		0, -10	用尺量
15	键槽	中心线位置偏移		5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置, 记录其中较大值
		长度、宽度		±5	用尺量
		深度		±5	用尺量

注: Δ 表示不允许超偏差项目。

表 9.7.4-3 预制梁柱桁架类构件外形尺寸允许偏差及检验方法

项次	检查项目		允许偏差 (mm)	检验方法	
1	规格 尺寸	长度	<6m	±5	用尺量两端及中间部, 取其中偏差绝对值较大值
			≥6m 且<12m	±10	
			≥12m	±20	
2	规格 尺寸	宽度	±5	用尺量两端及中间部, 取其中偏差绝对值较大值	
3		高度	±5	用尺量板四角和四边中部位置共 8 处, 取其中偏差绝对值较大值	
4	表面平整度		4	用 2m 靠尺安放在构件表面上, 用楔形塞尺量测靠尺与表面之间的最大缝隙	
5	侧向弯曲	梁柱	L/750 且 ≤20mm	拉线, 钢尺量最大弯曲处	
		桁架	L/1000 且 ≤20mm		

6	预埋 部件	预埋钢 板	中心线位置偏移	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记 录其中较大值
			平面高差	0,-5	用尺紧靠在预埋件上，用楔形塞尺量测预 埋件平面与混凝土面的最大缝隙
7		预埋螺 栓	中心线位置偏移	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记 录其中较大值
			外露长度	+10, -5	用尺量
8	预留 孔	中心线位置偏移		5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记 录其中较大值
		孔尺寸		±5	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其最大值
9	预留 洞	中心线位置偏移		5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记 录其中较大值
		洞口尺寸、深度		±5	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其最大值
10	预留 插筋	中心线位置偏移		3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记 录其中较大值
		外露长度		±5	用尺量
11	吊环	中心线位置偏移		10	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记 录其中较大值
		留出高度		0, -10	用尺量
12	键槽	中心线位置偏移		5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记 录其中较大值
		长度、宽度		±5	用尺量
		深度		±5	用尺量

注：△表示不允许超偏差项目

表 9.7.4-4 装饰构件外观尺寸允许偏差及检验方法

项次	装饰种类	检查项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	通用	表面平整度	2	2m 靠尺或塞尺检查
2	面砖、石材	阳角方正	2	用托线板检查
3		上口平直	2	拉通线用钢尺检查
4		接缝平直	3	用钢尺或塞尺检查
5		接缝深度	±5	用钢尺或塞尺检查
6		接缝宽度	±2	用钢尺检查

### 9.7.5 预制构件的预埋件、插筋、预留孔的规格、数量应符合设计要求。

检查数量：逐件检验。

检验方法：观察和量测。

**9.7.6** 预制构件的粗糙面或键槽成型质量应满足设计要求。

检查数量：逐件检验。

检验方法：观察和量测。

**9.7.7** 面砖与混凝土的粘结强度应符合现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ 110 和《外墙面砖工程施工及验收规范》JGJ 126 的有关规定。

检查数量：按同一工程、同一工艺的预制构件分批抽样检验。

检验方法：检查试验报告单。

**9.7.8** 预制构件采用钢筋套筒灌浆连接时，应在构件生产前进行钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度试验。

检查数量：按同一工程、同一工艺的预制构件分批抽样检验。

检验方法：检查试验报告单、质量证明文件。

**9.7.9** 夹心外墙板的内外叶墙板之间的拉结件类别、数量、使用位置及性能应符合设计要求。

检查数量：按同一工程、同一工艺的预制构件分批抽样检验。

检验方法：检查试验报告单、质量证明文件及隐蔽工程检查记录。

**9.7.10** 夹心保温外墙板用的保温材料类别、厚度、位置及性能应符合设计要求。

检查数量：按批检查。

检验方法：观察、量测，检查保温材料质量证明文件及检验报告。

**9.7.11** 混凝土强度应符合设计文件及国家现行有关标准的规定。

检查数量：按构件生产批次在混凝土浇筑地点随机抽取标准养护试件，取样频率应符合本标准规定。

检验方法：应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定。

**9.7.12** 预制构件结构性能检验应符合下列规定：

**1** 梁板类简支受弯预制构件应进行结构性能检验，并应符合下列规定：

1) 结构性能检验应符合国家现行有关标准的有关规定及设计的要求，检验要求和试验方法应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 附录 B 的有关规定；

2) 钢筋混凝土构件和允许出现裂缝的预应力混凝土构件应进行承载力、挠度和裂缝宽度检验；不允许出现裂缝的预应力混凝土构件应进行承载力、挠度和抗裂检验；

3) 对大型及有可靠应用经验的构件，可只进行裂缝宽度、抗裂和挠度检验；

4) 对使用数量较少的构件，当能提供可靠依据时，可不进行结构性能检验；

**2** 对其他预制构件，除设计有专门要求外，可不作结构性能检验；

**3** 当施工单位或监理单位代表驻厂监督生产过程时，除设计有专门要求外可不作结构性能检验；施工单位或监理单位应在产品合格证上确认。

检验数量：同一类型预制构件不超过 1000 个为一批，每批随机抽取 1 个构件进行结构性能检验。

检验方法：检查结构性能检验报告或实体检验报告。

注：“同类型”是指同一钢种、同一混凝土强度等级、同一生产工艺和同一结构形式。抽取

预制构件时，宜从设计荷载最大、受力最不利或生产数量最多的预制构件中抽取。

**9.7.13** 预制构件检查合格后，应在构件上设置表面标识，标识内容宜包括构件编号、制作日期、合格状态、生产单位等信息。

## **9.8 存放、吊运及防护**

**9.8.1** 生产企业应制定预制构件存放和吊装运输专项方案。

**9.8.2** 预制构件入库前和存放过程中应做好安全和质量防护，并应符合下列规定：

- 1 存放场地应平整、坚实，并应有排水措施；
- 2 存放库区宜实行分区管理和信息化台账管理；
- 3 应按照产品品种、规格型号、检验状态分类存放，产品标识应明确、耐久，预埋吊件应朝上，标识应向外；
- 4 应合理设置垫块支点位置，确保预制构件存放稳定，支点宜与起吊点位置一致；
- 5 与清水混凝土面接触的垫块应采取防污染措施；
- 6 预制构件多层叠放时，每层构件间的垫块应上下对齐；
- 7 预制柱、梁等细长构件宜平放且用两条垫木支撑；
- 8 预制楼板、叠合板、阳台板和空调板等构件宜平放，叠放层数不宜超过 6 层；长期存放时，应采取控制措施控制预应力构件起拱值和叠合板翘曲变形；
- 9 预制内外墙板、挂板宜采用专用支架直立存放，支架应有足够的强度和刚度，构件上部宜采用两点支撑，下部应支垫稳固，薄弱构件、构件薄弱部位和门窗洞口应采取防止变形开裂的临时加固措施；
- 10 预制构件成品外露保温板应采取防止开裂措施，外露钢筋应采取防弯折措施，外露预埋件和连结件等外露金属件应按不同环境类别进行防护或防腐、防锈；
- 11 预埋螺栓孔宜采用海绵棒进行填塞，保证吊装前预埋螺栓孔的清洁；
- 12 钢筋连接套筒、预埋孔洞应采取防止堵塞的临时封堵措施；
- 13 露骨料粗糙面冲洗完成后应对灌浆套筒的灌浆孔和出浆孔进行透光检查，并清理灌浆套筒内的杂物；
- 14 冬期生产和存放的预制构件的非贯穿孔洞应采取防止雨雪水进入发生冻胀损坏。

**9.8.3** 预制构件在运输过程中应做好安全和成品防护，并应符合下列规定：

- 1 应根据预制构件种类采取可靠的固定措施，避免装卸车、运输过程中时发生倾覆、预制构件变形和移位；
- 2 对于超高、超宽、形状特殊的大型预制构件的运输和存放应制定专门的质量安全保证措施；
- 3 运输时宜采取如下防护措施：
  - 1) 设置柔性垫片避免预制构件边角部位或链索接触处的混凝土损伤。
  - 2) 用塑料薄膜包裹垫块避免预制构件外观污染。
  - 3) 墙板门窗框、装饰表面和棱角采用塑料贴膜或其他措施防护。
  - 4) 竖向薄壁构件设置临时防护支架。

5) 装箱运输时, 箱内四周采用木材或柔性垫片填实, 支撑牢固。

4 应根据构件特点采用不同的运输方式, 托架、靠放架、插放架应进行专门设计, 进行承载力和刚度验算:

1) 外墙板宜采用立式运输, 外饰面层应朝外, 梁、板、楼梯、阳台宜采用水平运输。

2) 采用靠放架立式运输时, 构件与地面倾斜角度宜大于  $80^\circ$ ; 构件应对称靠放, 每侧不大于 2 层, 构件层间上部采用木垫块隔离。

3) 采用插放架直立运输时, 应采取防止构件倾倒措施, 构件之间应设置隔离垫块。

4) 水平运输时, 预制混凝土梁、柱构件叠放不宜超过 3 层, 板类构件叠放不宜超过 6 层。

## 9.9 资料管理及交付

9.9.1 预制构件的资料应与产品生产同步形成、收集和整理, 归档资料应包括以下内容:

- 1 预制混凝土构件加工合同;
- 2 预制混凝土构件加工图纸、设计文件、设计洽商、变更或交底文件;
- 3 生产方案和质量计划等文件;
- 4 原材料质量证明文件、复试试验记录和试验报告;
- 5 混凝土试配资料;
- 6 混凝土配合比通知单;
- 7 混凝土开盘鉴定;
- 8 混凝土强度和耐久性试验记录和报告;
- 9 混凝土氯离子含量和碱总量计算书;
- 10 钢筋检验资料;
- 11 模具检验资料;
- 12 预应力施工记录;
- 13 混凝土浇筑记录;
- 14 混凝土养护记录;
- 15 构件检验记录;
- 16 构件性能检测报告;
- 17 构件出厂合格证;
- 18 质量事故分析和处理资料;
- 19 其他与预制混凝土构件生产和质量有关的重要文件资料。

9.9.2 预制构件企业自留资料的保存可采用纸质介质和电子载体的形式。预制构件质量验收的相关资料应采用电子载体长期保存, 保存过程中应有保护措施和备份, 涉及结构安全的预制构件的文件资料保存年限应满足工程质量保修及质量追溯的需要。

9.9.3 预制构件交付的产品质量证明文件应包括以下内容:

- 1 出厂合格证;
- 2 混凝土强度检验报告;
- 3 钢筋套筒等其他构件钢筋连接类型的工艺检验报告;

- 4 结构性能检验报告；
- 5 合同要求的其它质量证明文件。

## 9.10 部品部件生产

### (I) 一般规定

- 9.10.1 建筑部品生产企业应有固定的生产车间和设备，专门的生产与技术管理团队、产业工人以及产品技术标准体系、安全质量和环境管理体系。
- 9.10.2 建筑部品应在工厂内生产，生产工序应形成流水作业，生产过程管理宜采用信息管理技术。
- 9.10.3 建筑部品应进行标准化、系列化、通用化的生产，适应多样化需求。
- 9.10.4 建筑部品生产前应复核混凝土主体结构或预制构件中预埋件的位置和预留孔洞位置、规格等数据。
- 9.10.5 除标准部件，定制部件生产数据应根据于现场实测，减少在装配现场进行裁切和二次加工。

### (II) 原材料控制

- 9.10.6 部品原材料宜使用节能、环保、利废的材料，并符合国家现行有关标准的技术要求，不得使用国家明令淘汰、禁止或限制使用的原材料。
- 9.10.7 部品原材料应有质量合格证明并完成抽样复试，没有复试或者复试不合格的不能使用。
- 9.10.8 外围护部品所用原材料应优选耐性好，不宜污染的材料，且燃烧性能应满足国家现行防火规范的使用要求；内装部品原材料应满足国家现行标准对于防火、环保等方面的要求。

### (II) 集成制造

- 9.10.9 部品集成制造技术应体现现场装配时的干法作业，操作方便，节省人工。
- 9.10.10 部品的集成制造应满足加工精度和预留公差，对于非标准化安装空间宜设置柔性处理措施。
- 9.10.11 部品的集成制造应考虑与不同主体结构型式连接时的连接方法与配套组件，并应成套供应。
- 9.10.12 外围护部品的生产尺寸与板型划分应符合建筑立面的要求，并考虑运输安装等条件的限制。
- 9.10.13 外围护部品的饰面应结合建筑设计要求，宜采用一次成型工艺。
- 9.10.14 轻质隔墙及墙面系统的墙面板和装饰层宜在工厂复合而成。
- 9.10.15 地面系统宜将地面找平、采暖、装饰等进行集成。
- 9.10.16 集成式卫生间的地面、墙面、顶面宜在工厂生产，减少现场的二次加工。
- 9.10.17 宜在工厂将合页、门锁与门槛、门扇集成。

### (III) 质量控制

**9.10.18** 部品的各项技术性能指标应满足国家现行相关产品标准的规定。

**9.10.19** 生产完毕，宜对部品的重要技术项目进行检验，发现不合格产品时作好记录，按照程序进行返工或废品处理，并增加抽样检测样板数量或频率。

**9.10.20** 合格部品签署质量合格证方可进入成品库待发货区，合格证应包含出厂检测项目、检验员代码、检验日期等信息。

#### **(IV)包装、运输与堆放**

**9.10.21** 每个合格部品宜具有唯一编码和生产信息，并在包装的明显位置标注部品编码、生产单位、生产日期、检验员代码等。

**9.10.22** 部品的包装顺序宜为安装时使用模块部品的顺序。

**9.10.23** 包装的尺寸和重量应考虑到现场运输条件，便于搬运与组装；并卸货方式和明细清单。

**9.10.24** 应制定部品的成品保护、堆放和运输专项方案，其内容应包括运输时间、次序、堆放场地、运输路线、固定要求、堆放支垫及成品保护措施等。对于超高、超宽、形状特殊的部品的运输和堆放应有专门的质量安全保护措施。

## 10 施工

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 装配式混凝土建筑应结合设计、生产、装配一体化进行整体策划，协同建筑、结构、机电、装饰装修等专业要求，制订相应的施工组织设计和施工方案。

**10.1.2** 施工单位应根据装配式混凝土建筑工程特点配置项目部的机构和人员。施工操作人员应具备各自岗位需要的基础知识和技能，施工单位应对管理人员、施工作业人员进行质量安全技术交底。

**10.1.3** 装配式混凝土建筑施工宜采用与构件相匹配的工具化、标准化工装系统。

**10.1.4** 装配式混凝土建筑施工前，宜选择有代表性的单元进行预制构件试安装，并应根据试安装结果及时调整施工工艺、完善施工方案。

**10.1.5** 预制构件的安装与连接、现浇混凝土施工、建筑部品及机电安装应执行施工方案，各工序的施工，应在前一道工序质量检查合格后进行。

**10.1.6** 装配式混凝土建筑施工过程中，应及时进行自检、互检和交接检，并应有完整的施工全过程质量控制记录及验收资料。

**10.1.7** 装配式混凝土建筑施工过程中应采取安全措施，并应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ 80、《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33 和《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ 46 的有关规定。

### 10.2 施工准备

**10.2.1** 装配式混凝土建筑施工方案宜包括工程概况、编制依据、整体进度计划、预制构件运输、施工场地布置、安装施工方法、施工安全、质量管理、构件安装的专项施工质量管理、渗漏和裂缝等质量缺陷防治措施、绿色施工与环境保护措施、信息化管理、应急预案等方面内容。

**10.2.2** 预制构件、安装用材料及配件等应进行进场验收，未经检验或不合格的产品不得使用。

**10.2.3** 施工现场应根据施工平面规划设置运输通道和存放场地，并应符合下列规定：

- 1 现场运输道路和存放堆场应坚实平整，并有排水措施；
- 2 施工现场内道路应按照构件运输车辆的要求合理设置转弯半径及道路坡度；
- 3 预制构件运送到施工现场后，应按规格、品种、使用部位、吊装顺序分别设置存放场地。存放场地应设置在吊车的有效起重范围内，并在堆垛之间设置通道；
- 4 预制构件装卸、吊装工作范围内不应有障碍物，并应有满足预制构件周转使用的场地；
- 5 构件应存放在保证安全、利于保护，便于检验、易于吊运的专用存放架内，存放架应具有足够抗倾覆稳定性能。

**10.2.4** 安装施工前，应核对已施工完成结构或基础的混凝土强度、外观质量、预留预埋的

尺寸偏差等，并应核对预制构件的混凝土强度及预制构件和配件的型号、规格、数量等符合设计要求。

**10.2.5** 安装施工前，应熟悉施工设计图纸，收集有关测量资料，明确施工要求，制定施工测量和安装定位标识方案，测量方案应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026的有关规定。

**10.2.6** 安装施工前，应复核构件装配位置、节点连接构造，并对临时支撑零部件进行进场验收，对支架进行试组装、检查等。

**10.2.7** 安装施工前，应制定经济合理的垂直运输方案，根据运输任务和特点，科学配置垂直运输设备，并结合场地进行合理布置，细化并优化垂直运输设备与结构及构件的附着方式。

**10.2.8** 安装施工前，应复核吊装设备的吊装能力。应符合现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33的有关规定检查复核吊装设备及吊具处于安全操作状态，并核实现场环境、天气、道路状况等满足吊装施工要求。

**10.2.9** 安装施工前，防护系统应按照施工方案进行搭设、验收，并应符合下列规定：

1 工具式外防护架应试组装并全面检查，附着在构件上的防护系统应复核其与吊装系统的协调；

2 利用预制外墙板作为工具式防护架受力点，应在构件设计阶段进行单独设计，在防护架使用中应采取成品保护措施确保外墙板不受损坏；

3 高处作业人员应正确使用安全防护用品，使用工具式操作架进行安全安装作业。

## 10.3 预制构件安装

**10.3.1** 预制构件安装应结合后浇混凝土段钢筋连接做法，合理制定施工工序。

**10.3.2** 预制构件吊装应根据当天的作业内容进行班前技术安全交底，并应符合下列规定：

1 预制构件应按照施工方案吊装顺序预先编号，吊装时严格按编号顺序起吊；

2 吊索、吊具应根据方案要求连接固定，并采取安全防护措施；

3 预制构件吊装应采用慢起、快升、缓放的操作方式；起吊应依次逐级增加速度，不应越档操作；

4 预制构件在吊装过程中，应保持稳定，不得偏斜、摇摆和扭转，严禁吊装构件长时间悬停在空中；

5 预制构件吊装时，构件上应设置缆风绳控制构件转动，保证构件就位平稳；

**10.3.3** 预制构件吊装应及时设置临时固定措施，可通过临时支撑对构件的位置和垂直度进行微调。预制构件就位校核与调整应符合下列规定：

1 预制墙板、预制柱等竖向构件安装后，应对安装位置、安装标高、垂直度、累计垂直度进行校核与调整；

2 叠合构件、预制梁等水平构件安装后应对安装位置、安装标高进行校核与调整；

3 相邻预制板类构件，应对相邻预制构件平整度、高低差、拼缝尺寸进行校核与调整；

4 预制装饰类构件应对装饰面的完整性进行校核与调整。

**10.3.4** 预制构件与吊具的分离应在校准定位及临时支撑安装完成后进行。结构单元未形成稳定体系前，不应拆除临时支撑系统。

**10.3.5** 竖向预制构件安装采用临时支撑时，应符合下列规定：

- 1 预制构件的临时支撑应保证构件施工过程中的稳定性，且不应少于 2 道；
- 2 对预制柱、墙板构件的上部斜支撑，其支撑点距离板底的距离不宜小于构件高度的 2/3，且不应小于构件高度的 1/2；斜支撑底部与地面或楼面用螺栓进行锚固；支撑于水平楼面的夹角在 40°~50° 之间；
- 3 构件安装就位后，可通过临时支撑对构件的位置和垂直度进行微调。

**10.3.6** 水平向预制构件安装采用临时支撑时，应符合下列规定：

- 1 首层支撑架体的地基必须平整坚实，宜采取硬化措施。支撑应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，应能可靠地承受混凝土构件的自重和施工过程中所产生的荷载及风荷载；
- 2 支撑系统的间距及距离墙、柱、梁边的净距应符合设计验算要求，竖向连续支撑层数不应少于 2 层且上下层支撑应在同一铅垂线上；
- 3 叠合板预制底板下部支架宜选用定型独立钢支柱，竖向支撑间距应根据设计及施工荷载验算确定，叠合板预制底板边缘应增设竖向支撑。

**10.3.7** 预制柱安装应符合下列规定：

- 1 宜按照先角柱、边柱、中柱顺序进行安装，与现浇连接的柱先行吊装；
- 2 就位前应预先设置柱底抄平垫块，控制柱安装标高；
- 3 预制柱的就位以轴线和外轮廓线为控制线，对于边柱和角柱，应以外轮廓线控制为准；
- 4 预制柱安装就位后应在两个方向设置可调斜撑作临时固定，并进行标高、垂直度、扭转调整和控制；
- 5 采用灌浆套筒连接的预制柱调整就位后，柱脚连接部位宜采用柔性材料和木方组合封堵，也可用专用高强水泥砂浆封堵。

**10.3.8** 预制剪力墙板安装应符合下列规定：

- 1 与现浇连接的墙板宜先行吊装，其他宜按照外墙先行吊装的原则进行吊装；
- 2 吊装前，应预先在墙板底部设置抄平垫块，采用灌浆套筒连接、浆锚连接的夹心保温外墙板应在外侧设置弹性密封封堵材料，多层剪力墙采用坐浆时应均匀铺设座浆料；
- 3 墙板以轴线和轮廓线为控制线，外墙应以轴线和外轮廓线双控制；
- 4 安装就位后应设置可调斜撑作临时固定，测量预制墙板的水平位置、倾斜度、高度等，通过墙底垫片、临时斜支撑进行调整；
- 5 调整就位后，墙底部连接部位宜采用柔性材料和木方组合封堵，也可用专用高强水泥砂浆封堵；
- 6 叠合墙板安装就位后进行叠合墙板拼缝处附加钢筋安装，附加钢筋应与现浇段钢筋网交叉点全部扎牢。

**10.3.9** 预制梁或叠合梁安装应符合下列规定：

- 1 安装顺序应遵循先主梁后次梁、先低后高的原则；
- 2 安装前，应测量并修正柱顶和临时支撑标高，确保与梁底标高一致，柱上弹出梁边控制线；根据控制线对梁端、两侧、梁轴线进行精密调整，误差控制在 2mm 以内；
- 3 安装前，应复核柱钢筋与梁钢筋位置、尺寸，对梁钢筋与柱钢筋位置有冲突的，应按经设

计单位确认的技术方案调整；

- 4 安装时梁伸入支座的长度与搁置长度应符合设计要求；
- 5 安装就位后应对水平度、安装位置、标高进行检查；
- 6 临时支撑，应在强度达到设计要求后方可拆除。

**10.3.10 预制叠合板安装应符合下列规定：**

- 1 安装预制叠合板安装前应检查支座顶面标高及支撑面的平整度，并检查结合面粗糙度是否符合设计要求；
- 2 预制叠合板之间的缝隙应满足设计要求；
- 3 预制叠合板吊装完后应有专人对板底接缝高差进行校核；当叠合板板底接缝高差不满足设计要求时，应将构件重新起吊，通过可调托座进行调节；
- 4 临时支撑应在后浇混凝土强度达到设计要求后方可拆除。

**10.3.11 预制楼梯安装应符合下列规定：**

- 1 安装前，应检查楼梯构件平面定位及标高，并应设置抄平垫块；
- 2 就位后，应立即调整并固定，避免因人员走动造成的偏差及危险；
- 3 预制楼梯端部安装，应考虑建筑标高与结构标高的差异，确保踏步高度一致；
- 4 楼梯与梁板采用预埋件焊接连接或预留孔连接时，应先施工梁板，后放置楼梯段；采用预留钢筋连接时，应先放置楼梯段，后施工梁板。

**10.3.12 预制阳台板、空调板安装应符合下列规定：**

- 1 安装前，应检查支座顶面标高及支撑面的平整度；
- 2 吊装完后，应有专人对板底接缝高差进行校核；当板底接缝高差不满足设计要求，应将构件重新起吊，通过可调托座进行调节；
- 3 应待后浇混凝土强度达到设计要求后，方可拆除临时支撑；
- 4 就位后，应立即调整并固定，避免因震动造成的偏差及危险。

## 10.4 连接

**10.4.1 混凝土工程、模板工程除满足本章规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定，且结合部位或接缝处混凝土的工作性能应符合设计要求；当采用自密实混凝土时，还应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 28326 的有关规定。**

**10.4.2 钢筋套筒灌浆连接接头的预留钢筋宜采用专用模具进行定位，并应符合下列固定：**

- 1 应采用可靠的固定措施控制连接钢筋的中心位置及外露长度满足设计要求；
- 2 连接钢筋中心位置存在严重偏差影响预制构件安装时，应会同设计单位制定专项处理方案，严禁随意切割、强行调整定位钢筋。

**10.4.3 采用钢筋套筒灌浆连接、钢筋浆锚搭接连接的预制构件就位前，应检查下列内容：**

- 1 套筒、预留孔的规格、位置、数量和深度；
- 2 被连接钢筋的规格、数量、位置和长度。当套筒、预留孔内有杂物时，应清理干净；当连接钢筋倾斜时，应进行校直；连接钢筋偏离套筒或孔洞中心线不宜超过 3mm。

**10.4.4** 钢筋套筒灌浆连接接头、钢筋浆锚搭接连接接头应按检验批划分要求及时灌浆，灌浆作业应符合国家现行有关标准及施工方案的要求，并应符合下列规定：

- 1 灌浆操作全过程应有专职检验人员负责现场监督并及时形成施工检查记录；
- 2 灌浆施工时，环境温度应符合灌浆料产品使用说明书要求；环境温度低于 5℃时不宜施工，低于 0℃时不得施工；当环境温度高于 30℃时，应采取降低灌浆料拌合物温度的措施；
- 3 应按产品使用说明书的要求计量灌浆料和水的用量，并搅拌均匀；每次拌制的灌浆料拌合物应进行性能检测，满足本规程的规定；
- 4 对竖向钢筋连接，灌浆作业应采用压浆法从灌浆套筒下灌浆孔注入，当浆料拌合物从构件其他灌浆孔、出浆孔流出后应及时封堵，必要时可分仓进行灌浆；
- 5 对水平钢筋套筒灌浆连接，灌浆作业应采用压浆法从灌浆套筒灌浆孔注入，当灌浆套筒灌浆孔、出浆孔的连接管或接头处的灌浆料拌合物均高于灌浆筒外表面最高点时应停止灌浆，并及时封堵灌浆孔、出浆孔；
- 6 灌浆料拌合物应在制备后 30min 内用完。

**10.4.5** 钢筋机械连接的施工应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107 的有关规定。

**10.4.6** 焊接或螺栓连接的施工应符合国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18、《钢结构焊接规范》 GB 50661、《钢结构工程施工规范》 GB 50755 和《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205 的有关规定。采用焊接连接时，应采取避免损伤已施工完成的结构、预制构件及配件的措施。

**10.4.7** 采用后张预应力筋连接构件时，预应力工程施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666 的有关规定。

**10.4.8** 采用干式连接的构件，在连接节点永久固定、结构形成可靠连接后，且上部构件吊装完成后方可拆除。

**10.4.9** 装配式混凝土结构宜采用工具式模板与支架，并应根据施工过程中的各种工况进行设计，应具有足够的承载力、刚度，并应保证其整体稳固性。

**10.4.10** 预制构件接缝处宜采用与预制构件可靠连接的定型模板，定型模板与预制构件之间应粘贴密封封条，在混凝土浇筑时节点处模板不应产生明显变形和漏浆。

**10.4.11** 装配式结构的后浇混凝土部位在浇筑前应核查下列内容：

- 1 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距；
- 2 纵向受力钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率、搭接长度；
- 3 纵向受力钢筋的锚固方式及长度；
- 4 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
- 5 预埋件的规格、数量、位置；
- 6 混凝土粗糙面的质量；
- 7 预留管线、线盒等的规格、数量、位置及固定措施。

**10.4.12** 后浇混凝土的施工应符合下列规定：

- 1 预制构件结合面疏松部分的混凝土应剔除并清理干净；
- 2 模板应保证后浇混凝土部分形状、尺寸和位置准确，并应防止漏浆；
- 3 用于预制构件连接处的混凝土或砂浆，宜采用低收缩混凝土或砂浆，并宜采取提高混凝土或砂浆早期强度的措施；
- 4 连接接缝混凝土应连续浇筑，水平拼缝应连续浇筑，边缘构件竖向拼缝应逐层浇筑，混凝土分层浇筑高度应符合国家现行有关标准的规定，应在底层混凝土初凝前将上一层混凝土浇筑完毕；浇筑时应采取保证混凝土或砂浆浇筑密实的措施；
- 5 预制构件连接节点和连接接缝部位的混凝土应加密振捣点，并适当延长振捣时间；
- 6 水平拼缝应连续浇筑，边缘构件、竖向拼缝应逐层浇筑，分层浇筑高度应符合国家现行有关标准的规定；浇筑时采取保证混凝土或砂浆浇筑密实的措施；
- 7 预制梁、柱混凝土强度等级不同时，预制梁柱节点区混凝土应按强度等级高的混凝土浇筑；
- 8 混凝土浇筑应布料均衡，浇筑和振捣时，应对模板及支架进行观察和维护，发生异常情况应及时处理；构件接缝混凝土浇筑和振捣应采取防止模板、相连接构件、钢筋、预埋件及其定位件移位；
- 9 当预制柱、预制剪力墙纵向受力钢筋采用挤压套筒连接时，柱底后浇段和墙底后浇段宜采用细石混凝土，并宜掺加微膨胀剂，可采用压力灌浆方式进行浇注。

#### **10.4.13 叠合层混凝土浇筑应符合下列规定：**

- 1 混凝土浇筑前，构件表面应洒水润湿，洒水后不得留有积水；
- 2 混凝土浇筑前，应检查并校正套筒连接钢筋的定位；
- 3 混凝土浇筑时宜采取由中间向两边的方式；
- 4 与后浇构件交接处混凝土应加密振捣点，当采取延长振捣时间措施时，应符合国家现行有关标准的规定和施工作业要求；
- 5 混凝土浇筑时，不应移动预埋件的位置，且不得污染预埋件连接部位；
- 6 浇筑完成后可采取洒水、覆膜、喷涂养护剂等养护方式，养护时间不宜少于 7d；
- 7 叠合构件后浇混凝土分段施工应符合设计及施工方案要求。

**10.4.14 预制墙板临时支撑宜在后浇墙体混凝土模板拆除后拆除；预制柱斜支撑应在预制柱与结构可靠连接后，且上部构件吊装完成后方可拆除。拆模时应保留立杆并顶托支承楼板，拆模时的混凝土强度应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定或设计要求确定。**

#### **10.4.15 外墙板接缝防水施工应符合下列规定：**

- 1 防水施工前，应将板缝空腔清理干净；
- 2 应按设计要求填塞背衬材料；
- 3 密封材料嵌填应饱满、密实、均匀、顺直、表面平滑，其厚度应符合设计要求；
- 4 预制外墙板侧粘贴止水条粘贴前，应先清扫混凝土表面灰尘，粘贴止水条作业时，粘贴面应为干燥状态；
- 5 应在混凝土面和止水条粘贴面均匀涂刷粘结剂，涂上专用粘结剂后，压入止水条；

6 预制外墙板侧止水条应采用专用粘贴剂粘贴，止水条与相邻的预制外墙板应压紧、密实；

7 预制外墙板接缝处防水胶带粘贴宽度、厚度应符合设计要求，防水胶带应在预制构件校核固定后粘贴；

8 连接接缝采用防水胶带施工前，粘结面应清理干净，并涂刷界面剂；

9 防水胶带应与预制构件粘接牢固，不得虚粘。

10.4.16 预制构件安装的尺寸允许偏差及检验方法应符合表 10.4.16 的规定。

表 10.4.16 预制构件安装尺寸的允许偏差及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法	
构件中心线对轴线位置	基础	15	尺量检查	
	竖向构件 (柱、墙、桁架)	10		
	水平构件 (梁、板)	5		
构件标高	梁、柱、墙、板底面或顶面	±5	水准仪或尺量检查	
构件垂直度	柱、墙	< 5 m	5	经纬仪或全站仪量测
		≥ 5 m 且 < 10 m	10	
		≥ 10 m	20	
构件倾斜度	梁、桁架	5	垂线、钢尺量测	
相邻构件平整度	板端面		5	钢尺、塞尺量测
	梁、板底面	抹灰	5	
		不抹灰	3	
	柱、墙侧面	外露	5	
		不外露	10	
构件搁置长度	梁、板	±10	尺量检查	
支座、支垫中心位置	板、梁、柱、墙、桁架	10	尺量检查	
墙板接缝	宽度	±5	尺量检查	
	中心线位置			

## 10.5 建筑部品安装

10.5.1 装配式混凝土建筑的内装施工应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210、《住宅装饰装修工程施工规范》GB 50327 的有关规定，宜满足现场绿色装配，达到无噪音、无污染、无垃圾的要求。

10.5.2 装配式混凝土建筑的内装施工前准备工作应符合下列规定：

- 1 部品装配前应进行设计交底工作，并应同总包单位（或甲方）做好协调组织工作；
- 2 部品装配前现场应具备装配条件（临时用电、门窗到位等），当采用穿插装配时，前置条件应符合装配要求；
- 3 部品装配前应进行测量放线工作，编制施工组织设计和各类专项装配方案，包括安全、质量、环境保护方案及装配进度计划；
- 4 全面装配前，宜先实施样板间并通过建设单位、监理单位认可，并对设计方案、装配工艺、材料选型及用量进行校核；
- 5 装配过程和材料运输中，对半成品、成品应采取保护措施，装配过程中应进行隐蔽工程检查和分段、分户验收，并形成检验记录；
- 6 应对进场部品及材料进行检验，品种、规格、性能应符合设计要求及国家现行有关标准的规定，主要部品应提供产品合格证书和性能检测报告。

**10.5.3** 装配式混凝土建筑的内装施工各工序、各分项工程应自检、互检及交接检。

**10.5.4** 施工中，严禁擅自改动建筑主体、承重结构或改变房间的主要使用功能；严禁擅自拆改燃气、暖气、通讯等配套设施。

**10.5.5** 轻质隔墙装配技术要点应符合以下规定：

- 1 天地龙骨及边框龙骨应与主体结构连接牢固，并应垂直、平整、位置准确；
- 2 竖向龙骨宜安装于天地龙骨槽内，门、窗口位置应采用双排竖向龙骨；
- 3 壁挂设备、装饰物等安装位置应设置加固措施；
- 4 隔墙饰面板安装前，隔墙板内管线应进行隐蔽工程验收；
- 5 隔墙与地面连接处宜设置减振措施；
- 6 饰面板宜沿竖向安装，当采用粘接法固定于龙骨上时，板间缝隙应使用防霉型硅酮玻璃胶填充并勾缝光滑。

**10.5.6** 装配式吊顶系统装配技术要点应符合以下规定：

- 1 装配式吊顶系统宜采用快装龙骨，龙骨与墙面饰面板应固定牢固；
- 2 龙骨阴阳角处应采用 45 度切割拼接，接缝应严密；
- 3 超过 3kg 的灯具、电扇及其他设备必须设置独立吊挂结构；
- 4 饰面板安装应符合下列规定：
  - 1) 饰面板开排烟孔和排风扇孔洞时应使用专用工具，切割孔洞边缘应整齐。
  - 2) 安装饰面板前应完成吊顶内管道、电缆线施工，并经隐蔽验收合格。
  - 3) 饰面板上的灯具、风口等设备按设计位置安装，交接处应严密。

**10.5.7** 装配式架空地板系统装配技术要点应符合以下规定：

- 1 架空地板装配前，应按照设计图纸完成架空层内管线敷设，且应经隐蔽验收合格；
- 2 架空地板复合地板采暖系统时，应按设计图纸沿墙弹出地面的标高控制线、布置支撑脚；并应对地暖加热管进行水压试验和隐蔽验收合格后按设计要求铺设平衡层、装饰面层。

**10.5.8** 集成式厨房系统装配技术要点应符合以下规定：

- 1 橱柜安装应牢固、水平、垂直，地脚调整应从地面水平最高点向最低点，或从转角向两侧调整；

2 采用油烟同层直排设备时，风帽应安装牢固，与结构墙体之间的缝隙应密封。

#### **10.5.9 集成式卫生间装配技术要点应符合以下规定：**

- 1 在集成式卫生间安装前，应先进行地面基层防水处理，并做闭水试验；
- 2 卫生间地漏应与整体防水底盘安装紧密，并做闭水试验；
- 3 所采用的各类阀门安装位置应正确平整，卫生器具的安装应采用专用螺栓安装固定。

## **10.6 机电安装**

#### **10.6.1 穿越预制构件的设备管线应符合以下规定：**

1 穿越预制墙体的管道应预留套管，穿越预制楼板的管道应预留洞或预埋钢套管，穿越预制梁的管道应预埋钢套管；

2 预留套管或洞应按设计图纸中管道的定位、标高，同时结合装饰、结构专业，绘制预留套管或预留洞图。预留预埋应在预制构件厂内完成，并进行质量验收；

3 立管穿各层楼板的上下对应留洞位置应管中定位，并应满足公差不大于 3mm。

**10.6.2** 设备与管道的连接，应在设备安装后进行。接管应为柔性接口，与柔性接口连接的管道应设置独立支、吊架。

#### **10.6.3 管道支吊架的设置应满足以下规定：**

1 成排管道或设备应在预制构件上预埋用于支吊架安装的埋件；

2 吊装形式安装的机电设备应在预制构件上预埋用于支吊架安装的埋件；

3 室内架空地板内排水管道支(托)架及管座(墩)的安装应按排水坡度排列整齐，支(托)架与管道接触紧密，非金属排水管道采用金属支架时，应在与管外径接触处设置橡胶垫片；

**10.6.4** 隐蔽在装饰墙体内部的管道，其安装应牢固可靠。管道安装部位的装饰结构应采取方便更换、维修的措施。

**10.6.5** 安装在预制构件上的设备，其设备基础和构件应连接牢固，并按设备技术文件的要求预留地脚螺栓孔洞。

**10.6.6** 集中管道井设置检修口尺寸应满足管道检修、更换的空间要求。套内给水排水管线应设置检修口，方便检修与更换。

**10.6.7** 预制墙板构件生产时，根据深化设计的线盒位置，将线盒固定在预制构件模具上，根据线管走向将线管敷设在预制墙钢筋夹层内，向上出墙端的接口预留直接头。

**10.6.8** 现场叠合板吊装完后，将叠合板上线管与预制墙内引上的线管通过预留直接头进行连接。

**10.6.9** 线盒预埋时，须采取措施，保证线盒与平台底模贴紧不漏浆。线盒安装时，保证线盒的标高正确和周正（保证装饰盖板的横平竖直），若有两线盒时，要保证两线盒在同一标高线上，线盒的周正及线盒之间的间距满足美观要求。

**10.6.10** 预制构件中预埋管线、预埋件、预留沟（槽、孔、洞）的位置应准确，不应在围护结构安装后凿剔。

**10.6.11** 楼地面内的管道与墙体内部的管道有连接时，应与预制构件安装协调一致，保证位置准确。

**10.6.12** 在预制构件内补管槽、箱盒空洞时，砂浆或混凝土应符合设计和现行有关标准要求，并有防开裂措施。

**10.6.13** 防雷引下线、防侧击雷、等电位联结施工应与预制构件安装做好施工配合。利用预制柱、预制梁、预制墙板内钢筋作防雷引下线、接地线的，应按设计要求做好预埋和跨越。

## 10.7 成品保护

**10.7.1** 交叉作业时，应做好工序交接，不得对已完成工序的成品、半成品造成破坏。

**10.7.2** 预制构件在安装施工过程中及装配后应做好成品保护，成品保护可采取包、裹、盖、遮等有效措施。

1 预制外墙板饰面砖、石材、涂刷、门窗等处宜采用贴膜保护或其它专业材料保护。预制外墙板安装完毕后，门、窗框应用槽型木框保护；

2 装配式建筑的预制构件和部品在安装施工过程中及工程验收前，应采取防护措施，不应受到施工机具碰撞。施工梯架、工程用的物料等不得支撑、顶压或斜靠在部品上；

3 当进行混凝土地面等施工时，应防止物料污染、损坏预制构件和部品表面；

4 遇有大风、大雨、大雪等恶劣天气时，应采取有效措施，对存放预制构件成品进行保护。

**10.7.3** 预制构件安装完成后的成品应采取有效的产品保护措施。连接止水条、高低口、墙体转角等薄弱部位，应采用定型保护垫块或专用式套件作加强保护。

**10.7.4** 在装配式结构的施工全过程中，应采取防止预制构件及预制构件上的建筑附件、预埋件、预埋吊件等损伤或污染的保护措施。

**10.7.5** 预制楼梯饰面宜采用现场后贴施工，采用构件制作先贴法时，应采用铺设木板或其他覆盖形式的成品保护措施。楼梯安装后，踏步口宜铺设木条或其他覆盖形式保护。

## 10.8 施工安全与环境保护

**10.8.1** 装配式混凝土建筑施工应执行国家、地方、行业和企业的安全生产法规和规章制度，落实各级各类人员的安全生产责任制。

**10.8.2** 装配式混凝土建筑应落实安全措施，并应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ 80、《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33、《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ 46 等的有关规定。

**10.8.3** 施工企业应根据工程施工特点对重大危险源进行分析并予以公示，并制定相对应的安全生产应急预案。

**10.8.4** 施工单位应对从事预制构件吊装作业及相关人员进行安全培训与交底，识别预制构件进场、卸车、存放、吊装、就位各环节的作业风险，并制订防控措施。

**10.8.5** 安装作业开始前，应对安装作业区进行围护并做出明显的标识，拉警戒线，根据危险源级别安排进行旁站，严禁与安装作业无关的人员进入。

**10.8.6** 安装作业使用专用吊具、吊索等，施工使用的定型工具式支撑、支架等，应进行安

全验算，使用中定期进行定期、不定期进行检查，确保其安全状态。

**10.8.7** 吊装作业安全应符合下列规定：

1 预制构件起吊后，应先将预制构件提升 300mm 左右后，停稳构件，检查钢丝绳、吊具和预制构件状态，确认吊具安全且构件平稳后，方可缓慢提升构件；

2 吊机吊装区域内，非作业人员严禁进入；吊运预制构件时，构件下方严禁站人，应待预制构件降落至距地面 1m 以内方准作业人员靠近，就位固定后方可脱钩；

3 高空应通过揽风绳改变预制构件方向，严禁高空直接用手扶预制构件；

4 遇到雨、雪、雾天气，或者风力大于 6 级时，不得进行吊装作业。

**10.8.8** 夹心保温外墙板后浇混凝土连接节点区域的钢筋安装连接施工时，不得采用焊接连接。

**10.8.9** 预制构件安装施工期间，应严格控制噪声和遵守现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》 GB 12523 的规定。

**10.8.10** 施工现场应加强对废水、污水的管理，现场应设置污水池和排水沟。废水、废弃涂料、胶料应统一处理，严禁未经处理而直接排入下水管道

**10.8.11** 夜间施工时，应防止光污染对周边居民的影响。

**10.8.12** 预制构件运输过程中，应保持车辆整洁，防止对场内道路的污染，并减少扬尘。

**10.8.13** 预制构件安装过程中废弃物等应进行分类回收。施工中产生的粘接剂、稀释剂等易燃易爆废弃物应及时收集送至指定储存器内并按规定回收，严禁丢弃未经处理的废弃物。

# 11 质量验收

## 11.1 一般规定

**11.1.1** 装配式混凝土建筑施工质量验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定进行单位工程、分部工程、分项工程和检验批的划分和质量验收。

**11.1.2** 装配式混凝土建筑的装饰装修、机电安装等分部工程应符合国家现行标准的有关规定进行质量验收。

**11.1.3** 装配式混凝土结构工程应按混凝土结构子分部工程进行验收，装配式结构部分应按混凝土结构子分部工程的分项工程验收，主体结构子分部如有其它分项工程应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定进行验收。

**11.1.4** 装配式混凝土结构工程施工用的原材料、部品、构配件均应按检验批进行进场验收。

**11.1.5** 装配式结构连接节点及叠合构件浇筑混凝土前，应进行隐蔽工程验收。隐蔽工程验收应包括下列主要内容：

- 1 混凝土粗糙面的质量，键槽的尺寸、数量、位置；
- 2 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
- 3 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度；
- 4 预埋件、预留管线的规格、数量、位置；
- 5 预制构件之间及预制构件与后浇混凝土之间隐蔽的节点、接缝；
- 6 预制混凝土构件接缝处防水、防火等构造做法；
- 7 保温及其节点施工；
- 8 其他隐蔽项目。

**11.1.6** 装配式混凝土结构验收时，除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定提供文件和记录外，尚应提供下列文件和记录：

- 1 工程设计文件、预制构件安装施工图和加工制作详图；
- 2 预制构件、主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录、抽样复验报告；
- 3 预制构件安装施工记录；
- 4 钢筋套筒灌浆、浆锚搭接连接的施工检验记录；
- 5 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件；
- 6 后浇混凝土、灌浆料、坐浆材料强度检测报告；
- 7 外墙防水施工质量检验记录；
- 8 装配式结构分项工程质量验收文件；
- 9 装配式工程的重大质量问题的处理方案和验收记录；

10 装配式工程的其他文件和记录。

## 11.2 预制构件

### 主控项目

**11.2.1** 预制构件结构性能检验应符合设计和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

检查数量：按批检查。

检验方法：检查结构性能检验报告或其他代表结构性能的质量证明文件。

**11.2.2** 预制构件的混凝土外观质量不应有严重缺陷,且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量；检查处理记录。

**11.2.3** 预制构件表面预贴饰面砖、石材等饰面与混凝土的粘接性能应符合设计和现行有关标准的规定。

检查数量：按批检查。

检验方法：检查拉拔强度检验报告。

### 一般项目

**11.2.4** 预制构件外观质量不应有一般缺陷，对出现的一般缺陷应要求构件生产单位按技术方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案和处理记录。

**11.2.5** 预制构件粗糙面的外观质量、键槽的外观质量和数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测。

**11.2.6** 预制构件表面预贴饰面砖、石材等饰面及装饰混凝土饰面的外观质量应符合设计要求或有关标准规定。

检查数量：按批检查。

检验方法：观察或轻击检查；与样板比对。

**11.2.7** 预制构件上的预埋件、预留插筋、预留孔洞、预埋管线等规格型号、数量应符合设计要求。

检查数量：按批检查。

检验方法：观察、尺量；检查产品合格证。

**11.2.8** 预制板类、墙板类、梁柱类构件外形尺寸偏差和检验方法应分别符合本规范表 9.7.4-1~3 的规定。

检查数量：按照进场检验批，同一规格（品种）的构件每次抽检数量不应少于该规格（品种）数量的 5%、且不少于 3 件。

**11.2.9** 装饰构件的装饰外观尺寸偏差和检验方法应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合本规范表 9.7.4-4 的规定。

检查数量：按照进场检验批，同一规格（品种）的构件每次抽检数量不应少于该规格（品种）数量的 10%、且不少于 5 件。

## 11.3 安装与连接

### 主控项目

**11.3.1** 预制构件临时固定措施应符合设计、专项施工方案要求及国家现行有关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，检查施工方案、施工记录或设计文件。

**11.3.2** 装配式结构采用后浇混凝土连接时，构件连接处后浇混凝土的强度应符合设计要求。

检查数量：按批检验。

检验方法：应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定。

**11.3.3** 钢筋采用套筒灌浆连接、浆锚搭接连接时，灌浆应饱满、密实，所有出口均应出浆。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查灌浆施工质量检查记录、有关检验报告。

**11.3.4** 钢筋套筒灌浆连接及浆锚搭接连接用的灌浆料强度应满足设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班应制作 1 组且每层不应少于 3 组 40mm×40mm×160mm 的长方体试件，标准养护 28d 后进行抗压强度试验。

检验方法：检查灌浆料强度试验报告及评定记录。

**11.3.5** 预制构件底部接缝坐浆强度应满足设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班同一配合比应制作 1 组且每层不应少于 3 组边长为 70.7mm 的立方体试件，标准养护 28d 后进行抗压强度试验。

检验方法：检查坐浆材料强度试验报告及评定记录。

**11.3.6** 钢筋采用机械连接时，其接头质量应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。

检查数量：应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。

检验方法：检查钢筋机械连接施工记录及平行试件的强度试验报告。

**11.3.7** 钢筋采用焊接连接时，其焊缝的外观质量和尺寸偏差应满足设计要求，并应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

检查数量：应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

检验方法：检查钢筋焊接施工记录及平行试件的强度试验报告。

**11.3.8** 预制构件采用型钢焊接连接时，型钢焊缝的外观质量及尺寸偏差应满足设计要求，并应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》 GB 50661 和《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205 的有关规定。

**11.3.9** 预制构件采用螺栓连接时，螺栓的材质、规格、拧紧力矩应符合设计要求及现行国家标准《钢结构设计规范》 GB50017 和《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205 的有关规定。

**11.3.10** 装配式结构分项工程的外观质量不应有严重缺陷，且不得有影响结构性能和使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、量测；检查处理记录。

## 一般项目

**11.3.11** 装配式结构分项工程的施工尺寸偏差及检验方法应符合设计要求；当设计无要求时，应符合表 10.4.16 的规定。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。同一检验批内，对梁、柱，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

**11.3.12** 外墙板接缝的防水性能应符合设计要求。

检验数量：按批检验。每 1000m<sup>2</sup> 外墙{含窗}面积应划分为一个检验批，不足 1000m<sup>2</sup> 时也应划分为一个检验批；每个检验批应至少抽查一处，抽查部位应由相邻两层 4 块墙板形成的水平和竖向十字接缝区域，面积不得少于 10m<sup>2</sup>。

检验方法：检查现场淋水试验报告。

**11.3.13** 装配式混凝土建筑的饰面外观质量应符合设计要求，并应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》 GB 50210 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、对比量测。

## 11.4 部品安装

**11.4.1** 装配式混凝土建筑在混凝土结构子分部工程完成分段或整体验收后，方可进行装饰装修的部品安装施工。

**11.4.2** 装配式混凝土建筑中涉及围护、隔断、外装饰、内装饰等部品安装施工质量验收应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》 GB 50210 的有关规定。

**11.4.3** 装配式混凝土建筑的部品安装应按地面、隔断、围护、门窗、吊顶、储藏收纳、集成厨房、集成卫生间等子分部工程合理规划其分项工程、检验批等质量验收要求。

## **11.5 机电安装**

**11.5.1** 装配式混凝土建筑中涉及到建筑给水排水及供暖、通风与空调、建筑电气、智能建筑、建筑节能、电梯等安装的施工质量验收应按其对应的分部工程进行。

**11.5.2** 给排水及采暖工程的分部工程、分项工程、检验批质量验收应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB 50252 的有关规定验收。

**11.5.3** 电气工程的分部工程、分项工程、检验批质量验收应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303 的有关规定验收。

**11.5.4** 通风与空调工程的分部工程、分项工程、检验批质量验收应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50235 的有关规定验收。

**11.5.5** 智能建筑的分部工程、分项工程、检验批质量验收除应符合本规范外，还应符合现行国家标准《智能建筑工程施工质量验收规范》 GB 50339 的有关规定验收：

**11.5.6** 电梯工程的分部工程、分项工程、检验批质量验收应符合现行国家标准《电梯工程施工质量验收规范》 GB 50310 的有关规定验收。

**11.5.7** 建筑节能工程的分部工程、分项工程、检验批质量验收应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》 GB 50511 的有关规定验收。

# 附录 A 预制构件的挑耳、企口和钢企口端部设计方法

## (I) 企口部分

**A.0.1** 当钢筋混凝土简支梁和连续梁简支端为平企口时，企口端部应符合下列规定（图 A.0.1）：

1 企口与梁体结合面及其受剪承载力应满足本规程 6.5 节中的要求，且其高度  $h_1$  宜不小于  $0.5h$  ( $h$  为梁的高度)，并应符合下列规定：

$$A_{sf} = A_{s1} + A'_{s1} + A_{s2} \quad (\text{A.0.1-1})$$

$$A_{s2} \geq 0.5(A_{s1} - \frac{F_h}{f_y}) \quad (\text{A.0.1-2})$$

当采用支垫且  $F_h$  小于  $0.2F_v$  时，宜取  $F_h$  等于  $0.2F_v$ 。

式中： $A_{sf}$ ——穿过企口与梁体结合面的纵向受拉钢筋，由式（A.0.1-2）确定；在企口端部宜采用机械锚固，从企口与梁体结合面算起的锚固长度不应小于受拉钢筋的基本锚固长度；

$F_h$ ——作用在企口端支座处的水平力设计值；

$F_v$ ——作用在企口端支座处的竖向力设计值；

$f_y$ ——钢筋的抗拉强度值；

$A_{s1}$ ——企口上端下侧纵向受拉钢筋；

$A'_{s1}$ ——企口上端上侧纵向受拉钢筋；

$A_{s2}$ ——企口上端中部纵向受拉钢筋。

企口上端中部纵向受拉钢筋，直径宜为 6mm~12mm，间距宜为 100mm~150 mm。

2 企口上端下侧纵向受拉钢筋  $A_{s1}$  尚应符合下列规定：

$$A_{s1} \geq \frac{F_v \cdot a}{0.85f_y h_{01}} + \frac{1.2F_h}{f_y} \quad (\text{A.0.1-3})$$

企口上端下侧纵向受拉钢筋不宜少于 2 根直径 12mm 的钢筋，其从企口下部斜截面算起的锚固长度不应小于其基本锚固长度；企口上端下侧纵向受拉钢筋可与企口预埋支座钢板焊接。

3 企口上部斜截面受剪承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定，所配置的箍筋应为封闭箍筋；

4 凹角处的端部应集中配置竖向受拉钢筋，并应符合下列规定：

$$A_{s3} \geq \frac{F_v}{f_y} \quad (\text{A.0.1-4}) \quad (\text{A.0.1-4})$$

竖向受拉钢筋不宜少于 2 根直径 12mm 的钢筋。

梁端部下侧应配置附加水平受拉钢筋  $A_{s4}$ ，其面积不应小于  $A_{s3}$ ，且从企口下部斜截面算起的锚固长度不宜小于其基本锚固长度。水平受拉钢筋  $A_{s4}$  与竖向受拉钢筋  $A_{s3}$  可连通；

当分别配置时，竖向受拉钢筋  $A_{s3}$  应做成封闭箍；

5 企口角区斜截面和企口下部斜截面的倾角可取为  $45^\circ$ 。

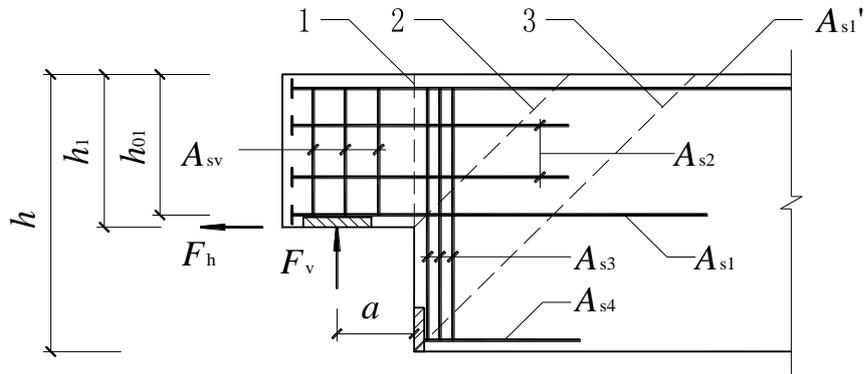


图 A.0.1 平企口端部配筋示意图

1-企口与梁体结合面；2-企口角区斜截面；3-企口下部斜截面

## (II) 挑耳

**A.0.2** L形、倒T形的挑耳截面及其配筋应符合下列规定（图 A.0.2）：

1 挑耳截面应符合下列规定：

当  $s \geq b_t + h'_t$  时

$$\text{对中支座 } F_v \leq 0.6f_t h'_t [2(b'_t - b) + b_t + h'_t] \quad (\text{A.0.2-1})$$

$$\text{对边支座 } F_v \leq 0.4f_t h'_t [(b'_t - b) + \frac{b_t + h'_t}{2} + d_e] \quad (\text{A.0.2-2})$$

当  $s < b_t + h'_t$  时

$$\text{对中支座 } F_v \leq 0.3f_t h'_t [2(b'_t - b) + b_t + h'_t + s] \quad (\text{A.0.2-3})$$

$$\text{对边支座 } F_v \leq 0.2f_t h'_t [(b'_t - b) + \frac{b_t + h'_t}{2} + d_e + s] \quad (\text{A.0.2-4})$$

当挑耳上的竖向荷载为均布力时

$$q_v \leq 0.25f_t h'_t \quad (\text{A.0.2-5})$$

式中：  $F_v$ ——作用在挑耳上的竖向力设计值；

$q_v$ ——作用在挑耳上的竖向均布力设计值；

$s$ ——作用在挑耳上的竖向力间距；

$d_e$ ——端部竖向力到构件边缘的距离；当大于  $h'_t$  时，取为  $h'_t$ ；

$f_t$ ——混凝土抗拉强度设计值；

$h'_t$ ——梁下翼缘高度（挑耳高度）；

$b'_t$ ——梁下翼缘宽度；

$b$ ——梁腹跨宽度；

$b_t$ ——竖向力作用面的宽度；

当挑耳截面不符合上述要求时，应按本规程 A.0.1 条进行挑耳根部结合面和挑耳上斜截面受剪承载力设计。

2 挑耳顶面垂直于梁腹的受拉钢筋  $A_{s1}$  应按本规程式 (A.0.1-3) 计算确定，并应布置在竖向力作用面的宽度加两侧不大于 3 倍挑耳高度范围内，其钢筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于挑耳高度的 3/4 和 150mm；挑耳顶面其他部位垂直于梁腹的钢筋，直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 200mm。

挑耳顶面垂直于梁腹的钢筋在挑耳端宜有采用 90° 弯折；伸入梁中的锚固长度，当采用直线锚固时不应小于其受拉锚固长度；当梁腹宽度尺寸不足时，钢筋可采用 90° 弯折锚固，应伸至梁外侧纵向钢筋内边并向下弯折，其包含弯弧在内的水平投影长度不应小于 0.4 倍的基本锚固长度，弯折钢筋在弯折平面内包含弯弧端的投影长度不应小于 15 倍的钢筋直径；当挑梁高度不足时，应采用封闭箍筋的形式。

3 在挑耳上，应布置沿梁纵向的钢筋，并应符合下列规定：

$$A_t \geq \frac{1.5}{f_y} (b'_f - b) h'_f \quad (\text{A.0.2-6})$$

沿梁纵向的钢筋应布置在挑耳外侧的顶部和底部均匀布置，且钢筋直径不宜小于 12mm。

4 在腹板内侧，应布置竖向受拉钢筋，并应符合下列规定：

$$A_{sh} \geq \frac{\alpha_m F_v}{f_y} \quad (\text{A.0.2-7})$$

$$\alpha_m = \frac{(b_0 + a) - (3 - 2 \frac{h'_f}{h}) (\frac{h'_f}{h})^2 (\frac{b'_f}{2}) - e \gamma_t \frac{h'^2_f b'_f}{h'^2_f b'_f + b^2 (h - h'_f)}}{b_0} \quad (\text{A.0.2-8})$$

式中： $\alpha_m$ ——竖向力调整系数；对 L 形梁，不应小于 0.6；对倒 T 形梁，不应小于 0.4；

$b_0$ ——受拉钢筋到梁腹外侧的距离；

$a$ ——竖向力道梁腹内侧的距离；

$e$ ——竖向力道梁腹中心的距离；

$h$ ——梁的高度；

$\gamma_t$ ——抗扭调整系数；当挑耳顶面垂直于梁腹的钢筋为封闭箍筋时，取 1.0；否则取 0；

竖向受拉钢筋的直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 150mm，其布筋范围宜与挑耳顶面垂直于梁腹的受拉钢筋一致；梁腹内配有的抗扭、抗剪箍筋也可算作竖向受拉钢筋。

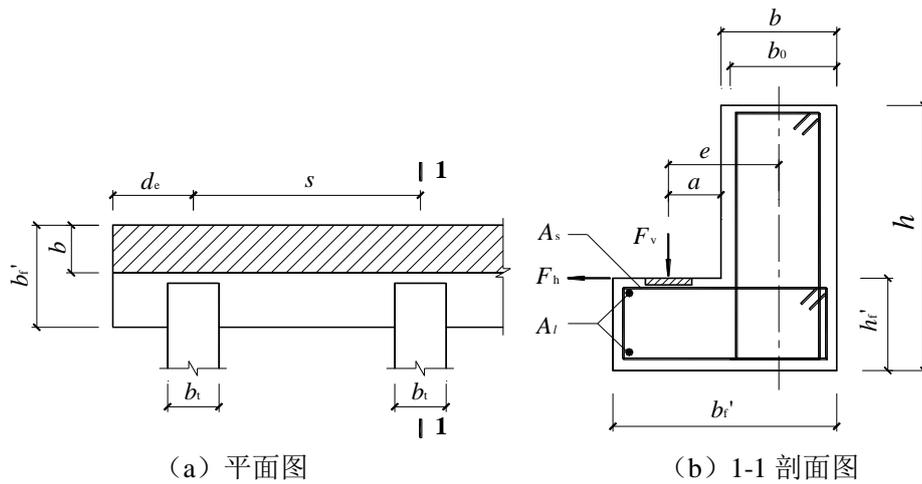
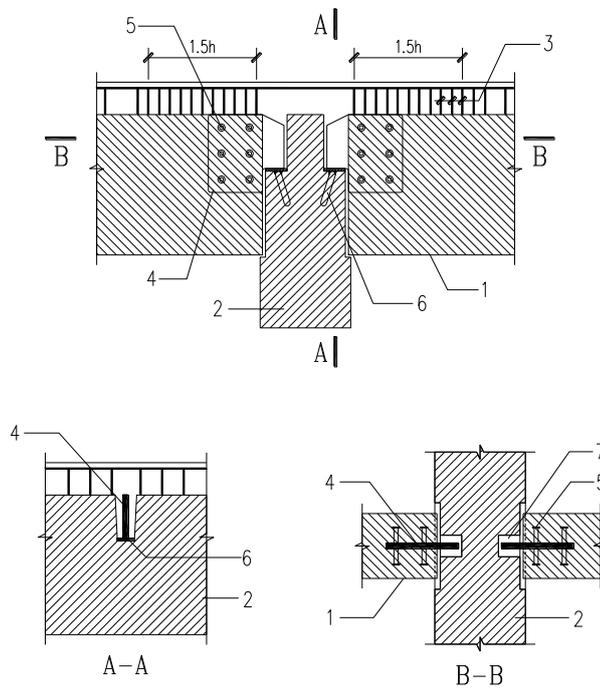


图 A.0.2 挑耳梁截面配筋

### (III) 钢企口端部

**A.0.3** 当采用钢企口梁连接时 (图 A.0.3-1):

**1** 钢企口宜选用Q235B钢; 钢企口两侧应对称布置抗剪栓钉, 钢板厚度不应小于栓钉直径的0.6 倍; 预制主梁与钢企口连接处应设置预埋件; 次梁端部1.5倍梁高范围内, 箍筋间距不应大于100mm。



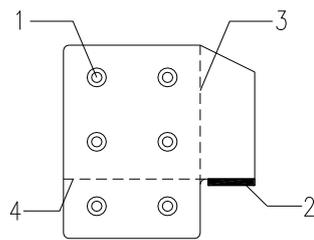
图A.0.3-1 牛担板企口接头示意

- 1-预制次梁; 2-预制主梁; 3-次梁端部加密箍筋; 4-钢板;  
5-栓钉; 6-预埋件; 7-灌浆料

**2** 钢企口接头的承载力验算应符合下列规定 (图A.0.3-2):

- 1) 钢企口接头应能够承受施工及使用阶段的荷载；
- 2) 应验算钢企口截面A处在施工及使用阶段的抗弯、抗剪强度；
- 3) 应验算钢企口截面B处在施工及使用阶段的抗弯强度；
- 4) 应验算凹槽内灌浆料未达到设计强度前，钢企口外挑部分的稳定承载力；
- 5) 各栓钉承受的剪力可参照高强螺栓群剪力计算公式计算，栓钉规格应根据计算剪力确定；
- 6) 应验算钢企口搁置处的局部受压承载力。

上述验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计规范》GB 50017的相关规定。



图A.0.3-2 钢企口计算简图

1-栓钉；2-预埋件；3-验算截面A；4-验算截面B

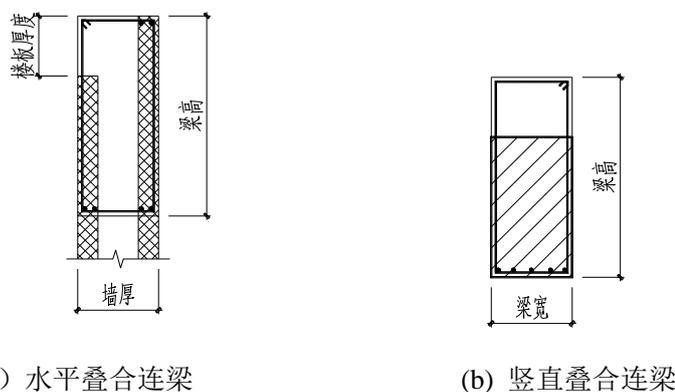
## 附录 B 双面叠合剪力墙设计

**B.0.1** 双面叠合剪力墙空腔内宜浇筑自密实混凝土，自密实混凝土应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的规定；当采用普通混凝土时，混凝土粗骨料的最大粒径不宜大于 20mm，且应采取相关措施来保证后浇混凝土的浇筑质量。

**B.0.2** 双面叠合剪力墙的墙肢厚度不宜小于 200mm，单叶预制板厚度不宜小于 50mm，空腔净距不宜小于 100mm。

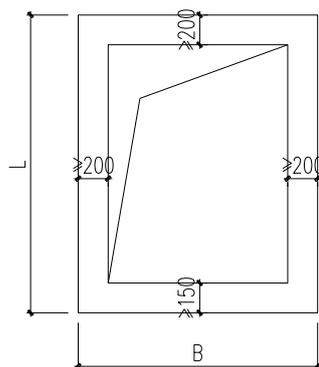
**B.0.3** 双面叠合剪力墙之间的竖向连接接缝宜设置在楼面标高处，水平连接接缝宜设置在受力较小部位。接缝处应设置连接钢筋。

**B.0.4** 钢筋混凝土双面叠合剪力墙结构宜采用预制连梁并与现浇混凝土形成叠合连梁（图 B.0.4），也可采用现浇混凝土连梁。连梁配筋及构造应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。



图B.0.4 叠合连梁示意图

**B.0.5** 双面叠合剪力墙宜采用矩形板。带门窗洞口的双面叠合剪力墙洞口至板边距离应满足图 B.0.5 要求，洞口不宜跨板边布置。



图B.0.5 开洞双面叠合剪力墙洞边尺寸要求

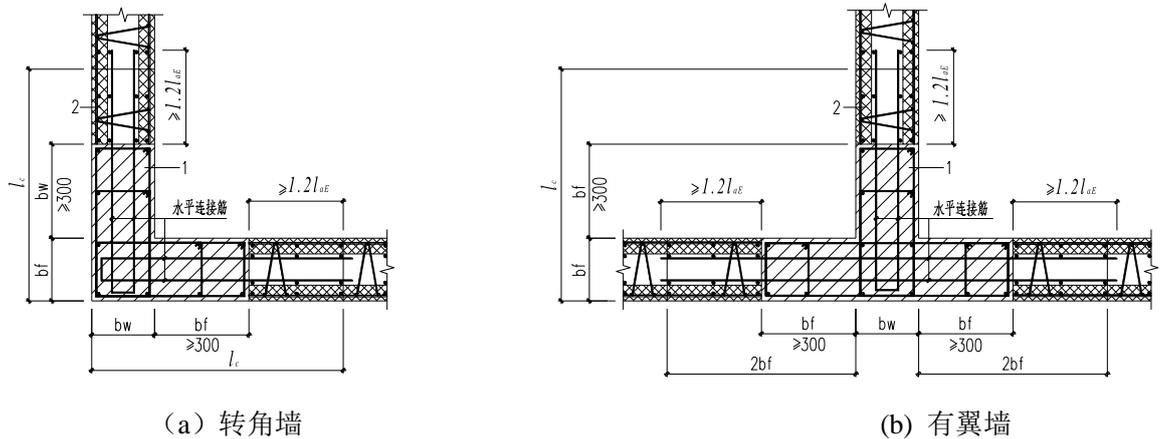
**B.0.6** 预制墙板内外叶内表面应做成凹凸不小于 4mm 的粗糙面。

**B.0.7** 除本规范另有规定外，双面叠合剪力墙结构的截面设计应满足现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 的有关规定。其中剪力墙厚度  $b_w$  取双面叠合剪力墙全截

面厚度。

**B.0.8** 楼层内相邻预制剪力墙之间应采用整体式接缝连接，约束边缘构件节点构造应符合下列规定：

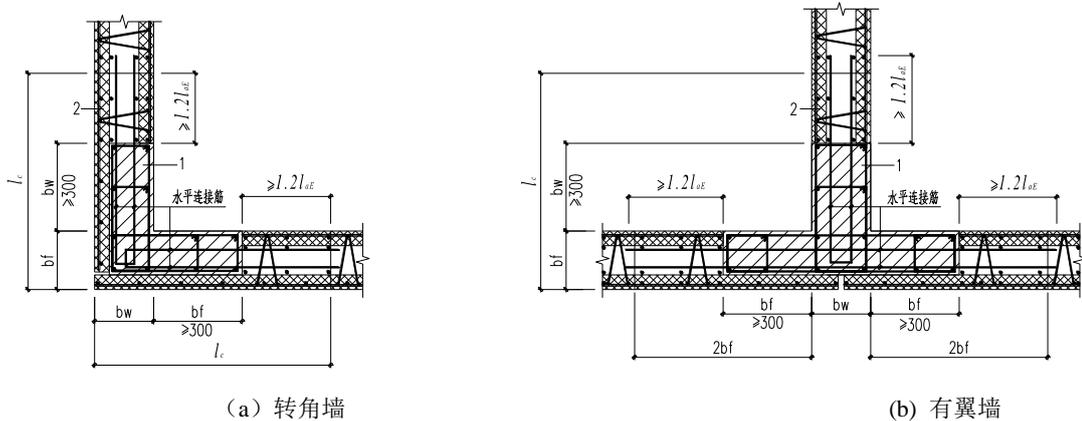
1. 约束边缘构件核心连接区域（图 B.0.8-1 中阴影区域）宜采用全后浇混凝土，后浇段内应设置封闭箍筋。后浇混凝土与预制墙板通过水平连接筋连接，水平连接筋应满足 B.0.12 条的规定（图 B.0.8-1）。



图B.0.8-1 约束边缘构件阴影区域节点构造之一（全后浇）

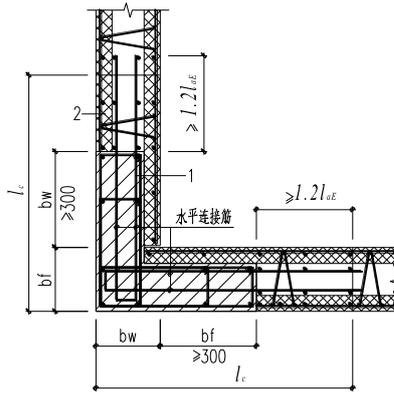
$l_c$ —约束边缘构件沿墙肢的长度；1—后浇段；2—双面叠合剪力墙

2. 当约束边缘构件核心连接区域（图 B.0.8-2~3 阴影区域）采用双面叠合剪力墙中的单叶预制板封闭，其他部分后浇混凝土的形式时，后浇段内应设置封闭箍筋。后浇混凝土与预制墙板通过水平连接筋连接，水平连接筋应满足 B.0.12 条的规定（图 B.0.8-2~3）。



图B.0.8-2 约束边缘构件阴影区域节点构造之二（外叶预制板封闭）

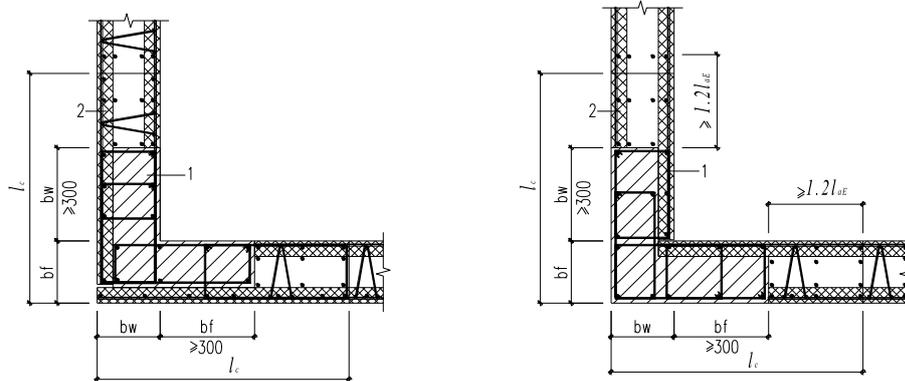
$l_c$ —约束边缘构件沿墙肢的长度；1—后浇段；2—双面叠合剪力墙



图B.0.8-3 约束边缘构件阴影区域节点构造之三（内叶预制板封闭）

$l_c$ —约束边缘构件沿墙肢的长度；1—后浇段；2—双面叠合剪力墙

3. 当约束边缘构件核心连接区域（B.0.8-4 阴影区域）采用双面叠合剪力墙中的单叶预制板封闭，其他部分后浇混凝土的形式时，预制双面叠合剪力墙宜预留外伸箍筋，外伸箍筋应在后浇混凝土区域可靠连接形成封闭箍筋（B.0.8-4）。



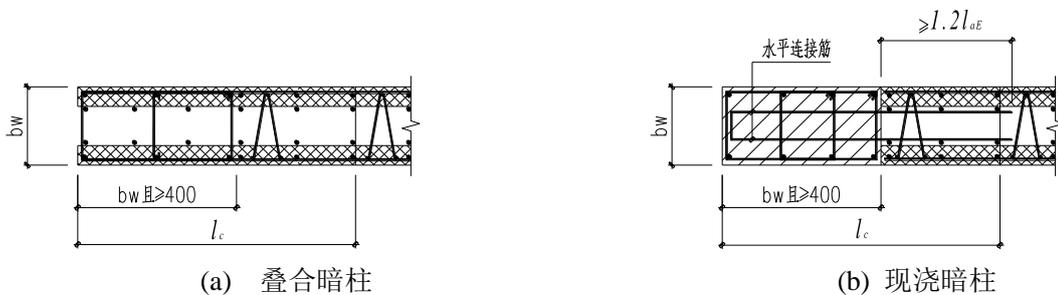
(a) 外叶预制板封闭

(b) 内叶预制板封闭

图B.0.8-4 约束边缘构件阴影区域节点构造之四（单叶预制板封闭）

$l_c$ —约束边缘构件沿墙肢的长度；1—后浇段；2—双面叠合剪力墙

4. 约束边缘构件暗柱核心连接区域（图 B.0.8-5 中阴影区域）可采用叠合暗柱和现浇暗柱两种构造形式(图 B.0.8-5-a,b)，现浇暗柱与预制墙板通过水平连接筋连接，水平连接筋应满足 B.0.12 条的规定。



(a) 叠合暗柱

(b) 现浇暗柱

图B.0.8-5 暗柱阴影区域节点构造

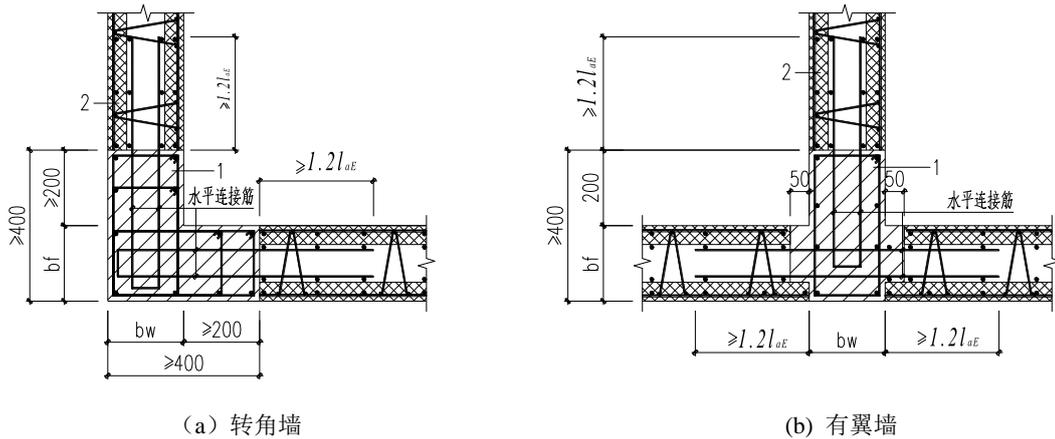
$l_c$ —约束边缘构件沿墙肢的长度；1—后浇段；2—双面叠合剪力墙

5. 约束边缘构件内的配筋及构造要求应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB

50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 的相关规定。约束边缘构件非阴影区的拉筋由叠合墙板内桁架钢筋代替，桁架钢筋的面积和直径应满足拉筋的计算要求。

**B.0.9** 楼层内相邻预制剪力墙之间应采用整体式接缝连接，构造边缘构件节点构造应符合下列规定：

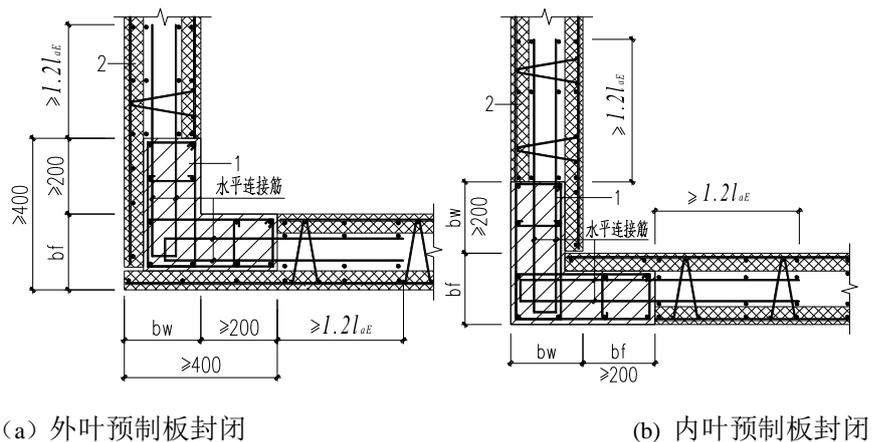
1. 构造边缘构件（图 B.0.9-1 中阴影区域）宜采用全后浇混凝土，后浇段内宜设置封闭箍筋（图 B.0.9-1）。后浇混凝土与预制墙板通过水平连接筋连接，水平连接筋应满足 B.0.12 条的规定。



图B.0.9-1 构造边缘构件阴影区域节点构造之一（全后浇）

1—后浇段；2—双面叠合剪力墙

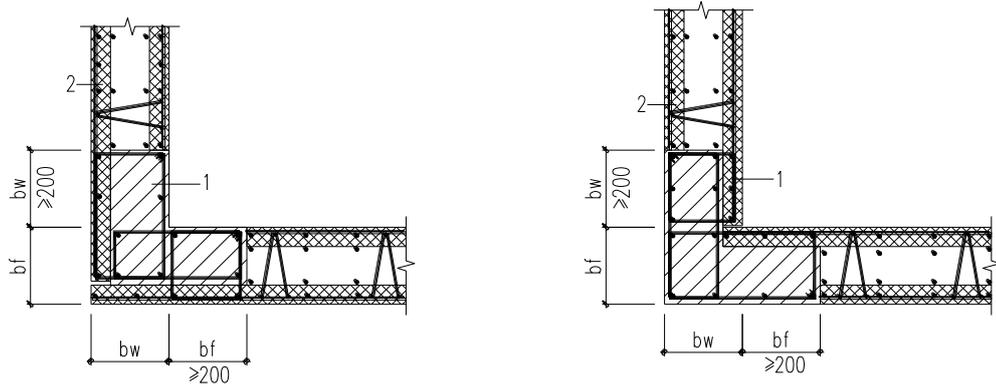
2. 当构造边缘构件（图 B.0.9-2 阴影区域）采用双面叠合剪力墙中的单叶预制板封闭，其他部分后浇混凝土的形式时，后浇段内应设置封闭箍筋（图 B.0.9-2）。后浇混凝土与预制墙板通过水平连接筋连接，水平连接筋应满足 B.0.12 的要求。



图B.0.9-2 构造边缘构件阴影区域节点构造之二（单叶预制板封闭）

1—后浇段；2—双面叠合剪力墙

3. 当构造边缘构件（B.0.9-3 阴影区域）采用双面叠合剪力墙中的单叶预制板封闭，其他部分后浇混凝土的形式时，预制双面叠合剪力墙可预留外伸箍筋，外伸箍筋应在后浇混凝土区域可靠连接并形成封闭箍筋（图 B.0.9-3）。



(a) 外叶预制板封闭

(b) 内叶预制板封闭

图B.0.9-3 构造边缘构件阴影区域节点构造之三（单叶预制板封闭）

1—后浇段；2—双面叠合剪力墙

4. 构造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 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 的相关规定。

**B.0.10** 双面叠合剪力墙中钢筋桁架应满足运输、吊装和现浇混凝土施工的要求，并应符合下列规定：

- 1 钢筋桁架宜竖向设置，单片预制叠合剪力墙墙肢不应少于 2 榀；
- 2 钢筋桁架中心间距不宜大于 600mm，距叠合剪力墙预制板边的水平距离不宜大于 200mm（图 B.0.10）；
- 3 钢筋桁架的上弦钢筋直径不宜小于 10mm，下弦钢筋及腹杆钢筋直径不宜小于 6mm。

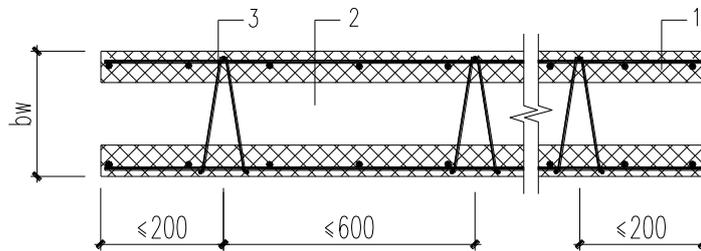
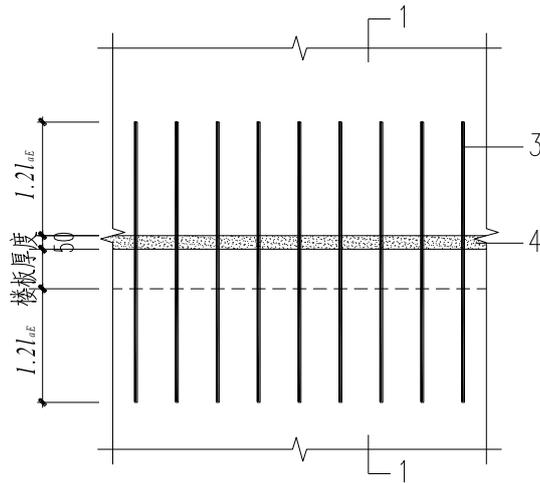


图 B.0.10 双面叠合剪力墙中钢筋桁架的布置要求

1-预制部分；2-现浇部分；3-钢筋桁架

**B.0.11** 双面叠合剪力墙水平接缝高度不宜小于 40mm，接缝处现浇混凝土应浇筑密实。水平接缝处应设置竖向连接钢筋，连接钢筋应通过计算确定，并符合下列要求：

- 1 底部加强部位的连接钢筋锚固长度不应小于  $1.2 l_{aE}$ （图B.0.11）。 $l_{aE}$ 为抗震设计时受拉钢筋的锚固长度，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定；
- 2 竖向连接钢筋的间距不应大于叠合剪力墙的预制板中竖向分布钢筋的间距，且不宜大于200mm；竖向连接钢筋的直径不应小于叠合剪力墙预制板中竖向分布钢筋的直径。

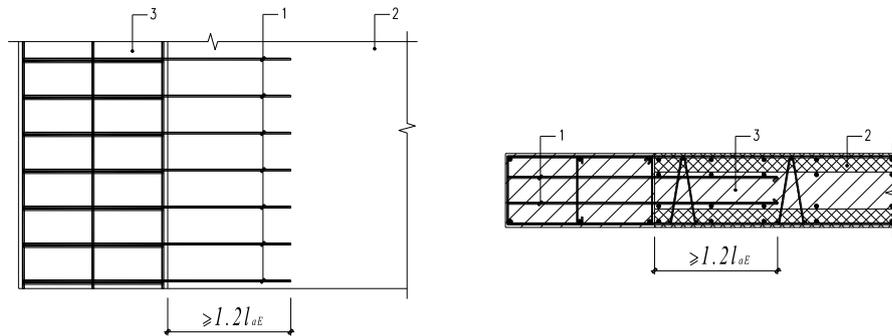


图B.0.11 竖向连接钢筋搭接构造

1-下层叠合剪力墙；2-上层叠合剪力墙；3-竖向连接钢筋；4-楼层水平拼缝

**B.0.12** 双面叠合剪力墙的竖向接缝处应设置水平连接钢筋，并应符合下列规定：

- 1 底部加强部位的水平连接钢筋应交错布置，上下端头错开位置不应小于500mm（图B.0.12），连接钢筋锚固长度不应小于 $1.2l_{aE}$ ；
- 2 水平连接钢筋的间距宜与叠合剪力墙预制板中水平分布钢筋的间距相同，且不宜大于200mm；水平连接钢筋的直径不应小于叠合剪力墙预制板中水平分布钢筋的直径。



图B.0.12 水平连接钢筋搭接构造

1—连接钢筋；2—预制部分；3—现浇部分

**B.0.13** 双面叠合剪力墙的竖向接缝处宜设置现浇混凝土边缘构件，也可设置宽度不小于墙肢厚度且不小于400mm的现浇混凝土墙段。

# 装配式混凝土结构建筑技术规范

(条文说明)

# 1 总则

**1.0.1** 符合国家方针政策，满足建筑的使用功能和物理性能是建筑设计的基本要求，提高质量、节约资源、节约造价、建筑全寿命周期的可持续发展，是我国推行绿色建筑、节能环保的要求。

**1.0.2** 本条阐述了装配式混凝土结构实施的基本原则，强调了可持续发展的绿色建筑全寿命期的基本理念。除应满足建筑设计标准化、构件生产工厂化、现场施工装配化、装饰装修部品化和管理信息化等全产业链工业化生产的要求外，还应满足建筑全寿命期运营、维护、改造等方面的要求。

**1.0.3** 本规范中的装配式混凝土建筑包含住宅和公共建筑，不含重型厂房，以住宅、宿舍、教学楼、酒店、办公楼、公寓、商业、医院病房等为主。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

**2.1.1** 装配式建筑是一个系统工程，是将预制构件和部品部件通过模数协调、模块组合、接口连接、节点构造和施工工法等装配式的集成方法，在工地高效、可靠装配并做到建筑围护、主体结构、机电装修一体化的建筑。它有几个方面的特点：

- 1 以完整的建筑产品为对象，以系统集成方法，体现加工和装配需要的标准化设计；
- 2 以工厂精益化生产为主的预制构件及部品部件；
- 3 以装配和干作业为主的工地现场；
- 4 以提升建筑工程质量安全水平，提高劳动生产效率，节约资源能源、减少施工污染和建筑的可持续使用为目标；
- 5 基于 BIM 技术的全链条信息化管理，实现设计、生产、施工、装修、运维的一体化。

### 3 基本规定

**3.0.1** 经过 10 多年的实践，我国的装配式建筑研发、设计、加工、装配及管理的实践者们总结出了很多的好经验，其中“五化”和“两提一减”在行业内有非常高的共识度，在实践中也发挥了非常重要的作用，国办发〔2016〕71 号文增加了智能化应用，体现了更大的前瞻性和新时期建设标准的适度提高。本条文在总结相关标准条文的基础上强调出装配式建筑的“六化”特征及要求，并说明了发展装配式建筑的目的是“提供性能优良的完整的建筑产品，提升建筑工程质量安全水平和劳动生产效率，节约资源能源并减少施工污染”。

**3.0.2** 系统性和集成性是装配式建筑的基本特征，装配式建筑是以完整的建筑产品为对象，提供性能优良的完整的建筑产品，减少二次装修造成的浪费，在建筑设计阶段按照建筑装修一体化设计模式进行设计。在工程实施过程中，宜采用 BIM 技术建立模型、进行图纸检查、模拟整个施工安装过程，减少错漏碰缺，实现工程造价测算精细化。目前大多数设计单位、构件厂、施工单位尚未建立一体化的思维模式，BIM 相关软件和数据库还未普及，可逐步分阶段实现。

**3.0.3** 少规格、多组合是装配式建筑设计的重要原则，减少构件的规格种类及提高构件模板的重复使用率，有利于构件的生产制造与施工，有利于提高生产速度和工人的劳动效率，从而降低造价。

**3.0.4** 装配式建造方式本身是一种绿色建造技术，是国家重点推广的内容，符合国家的可持续发展战略。因此装配式住宅的实施也应遵循绿色建筑全生命周期的理念，结合地域特点和地方优势，优先采用节能环保的新技术、新工艺、新材料和新设备，可实现节约资源、保护环境和减少污染，为人们提供健康舒适的居住环境。

**3.0.7** 本条是强化信息化管理在装配式建筑全链条中的重要性，在工程实践中，BIM 技术应用已经非常成熟，但存在设计、生产、施工和运维各自割裂的突出问题，造成数字信息不能在集成化的全系统生产流程中全面应用，严重影响了装配式建筑的质量和效率。需要通过统一编码、统一规则、数据共享的信息化协同平台来解决。设计阶段应采用一体化的协同设计方法，建立信息化的预制构件和部品部件信息库。并与生产、施工和运维阶段共享 BIM 数据信息，实现装配式建筑建设全过程动态可追溯、数字量化、科学系统的管理和控制，提升一体化管理水平。

**3.0.9** 在建筑设计前期，应结合当地的政策法规、用地条件、项目定位进行技术策划：

技术策划应包括建筑设计策划、构件部品生产策划、构件运输策划、施工装配策划和经济成本策划；

设计策划应结合总图概念方案或建筑概念方案，对建筑平面、结构体系、围护结构、室内装修、机电系统等进行标准化设计策划，并结合成本估算，选择相应的技术配置、确定连接关键技术，估算预制率和装配率，并确定建设标准；

构件部品生产策划根据供应商的技术水平、生产能力和质量管理水平，确定供应商范围；

构件运输策划应根据供应商生产基地与项目用地之间的距离、道路、交通管理等条件，选

择稳定可靠的运输方案；

施工装配策划应根据建筑概念方案，确定施工组织方案，对起重能力、构件运输和堆放、交叉施工、质量保障、工人培训、关键施工技术方案；

经济成本策划要确定项目的成本目标，并对装配式建筑实施的重要环节的成本优化提出具体指标和控制要求。

**3.0.10** 绿色建筑是在建筑的全寿命期内，最大限度地节约资源、保护环境和减少污染，为人们提供健康、适用和高效的使用空间，与自然和谐共生的建筑。作为装配式建筑，更应体现绿色设计的理念。

## 4 建筑设计

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 本条阐述了装配式混凝土结构实施的基本原则，强调了可持续发展的绿色建筑全寿命期的基本理念。除应满足建筑设计标准化、构件生产工厂化、现场施工装配化、装饰装修部品化和管理信息化等全产业链工业化生产的要求外，还应满足建筑全寿命期运营、维护、改造等方面的要求。

**4.1.2** 本条是从主体结构、建筑围护、机电设备、装饰装修的全专业对装配式建筑提出要求。装配式建筑是一个完整的具有一定功能的建筑产品。装配式建筑是一个系统工程，它由主体结构、建筑围护、机电设备、装饰装修等系统集成建造而成，过去那种只提供结构和建筑围护的“毛坯房”，或者只有主体结构预制装配没有内装一体化集成的建筑，都不能称为真正意义上的“装配式建筑”。

**4.1.3** 装配式混凝土建筑设计应符合现行国家标准《建筑模数协调统一标准》GB 50002的有关规定。模数协调的基本原则是建筑部件实现通用性和互换性，即使规格化、通用化的部件适用于常规的各类建筑，满足各种要求。由此，大量规格化、定型化部件的生产可稳定质量，降低成本。通用化部件所具有的互换能力，可促进市场的竞争和部件生产水平的提高。

装配式建筑采用建筑通用体系是实现建筑工业化的前提，标准化、模块化设计是满足预制构件、部品配件工业化生产的必要条件，以实现批量化的生产和建造。装配式建筑应以少规格多组合的原则进行设计，结构构件和内装部品减少种类，既可经济合理的确保质量，也利于组织生产与施工安装。建筑平面和外立面可通过组合方式、立面材料色彩搭配等方式实现多样化。

**4.1.4** 建筑物的标准化设计是指具有相似或相同体量和功能的建筑物采用标准化的设计方式。

住宅小区内的住宅楼、教学楼、宿舍、办公、酒店、公寓等建筑物大多具有相同或相似的体量、功能，采用标准化设计可以大大提高设计的质量和效率，有利于规模化生产，合理控制建筑成本。

方案阶段的标准化设计应着重于建筑功能的标准化和功能模块的标准化，确定标准化的适用范围、内容、量化指标和实施方案；

初步设计阶段的标准化设计应着重于建筑单体或功能模块标准化，并就建筑结构、围护结构、室内装修和机电系统的标准化设计提出技术方案，并进行量化评估；

施工图阶段的标准化设计应着重优化建筑材料、做法、工艺、设备、管线，并对构件部品的标准化进行量化评价，并进行成本的优化；

构件部品加工的标准化设计应着重提高材料利用率、提高构件部品的质量、提高生产效率、控制生产成本。

## 4.2 模数与模数协调

**4.2.1** 装配式混凝土结构建筑设计应采用模数数列协调结构构件、内装部品部件、设备管线之间的尺寸关系，做到构件部品设计、生产和安装等相互间尺寸协调，减少和优化各部件的种类和尺寸。

**4.2.2** 建筑模数协调工作涉及到的行业与部件的种类很多，需各方面共同遵守各项协调原则，制定各种部件或组合件的协调尺寸和约束条件。

**4.2.3** 结构构件采用扩大模数，可优化和减少预制构件种类。形成通用性强、具有系列化尺寸的住宅功能空间开间、进深和层高等主体构件或建筑结构体尺寸。建筑内装体中的装配式隔墙、储藏收纳空间和管道井等单元模块化部品或集成化部品宜采用基本模数，也可插入模数  $M/2$  或  $M/5$  进行调整。

**4.2.8** 装配式建筑应严格控制预制构件、预制与现浇构件之间的建筑公差，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，防止接缝漏水等质量事故发生。

**4.2.9** 实施模数协调的工作是一个渐进的过程，对重要的部件，以及影响面较大的部位可先期运行，如门窗、厨房、卫生间等。重要的部件和组合件应优先推行规格化、通用化。

**4.2.10** 不同材料建筑部件的规格应符合以下要求：

1 木板材、金属板材、合成板材、复合板材、玻璃等面状材料的规格不宜小于  $3M$ ，也不宜超过  $30M$ ；面砖、石材类规格应以  $3M\sim 12M$  为主，且应与基材尺寸协调，减少切割，降低材料损耗；

2 木、金属等线状材料的规格应符合所用部位的尺寸，并通过模数协调，提高材料复用，减少切割，降低损耗。

## 4.3 模块与模块组合

**4.3.1** 装配式建筑采用建筑通用体系是实现建筑工业化的前提，标准化、模块化设计是满足预制构件、部品配件工业化生产的必要条件，以实现批量化的生产和建造。装配式建筑应以少规格多组合的原则进行设计，结构构件和内装部品减少种类，既可经济合理的确保质量，也利于组织生产与施工安装。建筑平面和外立面可通过组合方式、立面材料色彩搭配等方式实现多样化。

**4.3.2** 个性化和多样化是建筑设计的永恒命题。但不要把标准化和多样化对立起来，二者的巧妙配合能够帮助我们实现标准化前提下的多样化和个性化。以装配式住宅为例，可以用标准化的套型模块结合核心筒模块组合出不同的平面形式和建筑形态，创造出多种平面组合类型，为满足规划的多样性和场地适应性要求提供设计方案。

**4.3.3** 对于厨房、卫生间不仅要求功能合理，且应符合建筑模数要求，同时还应考虑厨房、卫生间内配套设备以及管线的合理布置，设计宜采用预制整体式卫生间和工厂一体化加工的橱柜成品。

**4.3.4** 模块之间可采用直接连接刚性连接和柔性连接方式；

1 刚性连接模块的连接边或连接面的几何尺寸、开口应吻合，采用相同的材料和部品部件进行直接连接；

2 无法进行直接相连的模块可采用柔性连接进行间接相连，柔性连接的部分应牢固可靠，并需要对连接方式、节点进行详细设计。

## 4.4 标准化设计

**4.4.2** 住宅小区内的住宅楼、教学楼、宿舍、办公、酒店、公寓等建筑物大多具有相同或相似的体量、功能，采用标准化设计可以大大提高设计的质量和效率，有利于规模化生产，合理控制建筑成本。

**4.4.5** 部品的标准化是在构件标准化上的集成，功能模块的标准化是在部品标准化上的进一步集成，建筑的标准化是建筑工业化的集成体现，也是标准化的最高体现。装配式建筑的标准化设计以部件、部品、功能模块和建筑的标准化为基础。

## 4.5 集成设计

**4.5.1** 构配件采用工厂化生产的定型产品，符合标准化模数化的要求。标准化接口有利于后期维修、更换和改造。

**4.5.5** 门窗洞口尺寸规整既有利于门窗的标准化加工生产，又有利于墙板的尺寸统一和减少规格。

**4.5.6** 墙板应结合内装要求，对设置在预制部件上的电气开关、插座、接线盒、连接管线等进行预留预埋，这个过程用集成设计的方法比较利于系统化和工厂化。

**4.5.7** 目前建筑设计，尤其是住宅建筑的设计，一般均将设备管线埋在楼板现浇混凝土或墙体中，把使用年限不同的主体结构和管线设备混在一起建造。若干年后，大量的住宅虽然主体结构尚可，但装修和设备等早已老化，无法改造更新，从而导致不得不拆除重建，缩短了建筑使用寿命。提倡采用主体结构构件、内装修部品和管线设备的三部分装配化集成技术系统，实现室内装修、管道设备与主体结构的分离，从而使住宅具备结构耐久性，室内空间灵活性以及可更新性等特点，同时兼备低能耗、高品质和长寿命的优势。

**4.5.8** 建筑设计应重视其平面、立面和剖面的规则性，宜优先选用规则的形体，同时便于工厂化、集约化生产加工，提高工程质量，并降低工程造价。

一般设计使用年限为 50 年，国外已经出现了百年住宅，因此为使用提供适当的灵活性，满足居住需求的变化尤为重要。已有的经验是采用大空间的平面，合理布置承重墙及管井位置。在装配整体式住宅中采用这种平面布局方式不但有利于结构布置，而且可减少预制楼板的类型。但设计时也应适当考虑实际的构件运输及吊装能力，以免构件尺寸过大导致运输及吊装困难。

**4.5.9** 装配式建筑外墙可通过预制装饰混凝土仿石材、仿瓷砖、仿欧式构件、清水混凝土、彩色混凝土等多种形式外立面多样化，也可通过单元组合、色彩搭配、阳台交错设置等丰富外立面做法。

直接采用预制装饰混凝土仿瓷砖和石材。当采用外贴瓷砖高度超过 40m 时，瓷砖背面

宜设置特殊燕尾槽和其他拉结措施；当采用外贴石材时，石材背面应设置不锈钢卡扣，卡扣应锚入外叶墙混凝土内。

## 5 结构设计

### 5.1 一般规定

**5.1.2** 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的适用高度与 JGJ 1 保持一致。

新增加“装配整体式框架-现浇核心筒结构”的适用高度要求。装配整体式框架-现浇核心筒结构是指装配整体式框架与现浇剪力墙核心筒相结合的结构体系，其性能与现浇框架-核心筒结构基本相同，其适用高度在现浇框架-核心筒结构的基础上略有降低。

不规则的建筑采用装配式剪力墙结构时，其适用的最大高度宜适当降低。

**5.1.4** 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的抗震等级与 JGJ 1 保持一致。

新增加“装配整体式框架-现浇核心筒结构”的抗震等级规定。高度超过 60m 时，装配整体式框架-现浇核心筒结构的抗震等级参照现浇框架-核心筒结构选取；高度不超过 60m 时，其抗震等级同框架-剪力墙结构。

**5.1.5** 当装配式混凝土结构的高度和规则性、结构类型、结构形式，节点连接构造、构件形式和构造超出本规程规定时，可进行结构抗震性能设计，采取相应的加强措施。结构抗震性能目标、性能水准的设定和划分，可参照现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 执行。在进行结构抗震性能设计时，应根据实际结构类型、节点连接形式和预制构件形式及构造等，选取合理的结构计算模型，并采取相应的加强措施。设计人员应根据结构特性选用适宜的抗震性能目标，包括结构整体变形、构件及节点的承载力、刚度退化程度、损伤程度、塑性铰发展程度等，并应通过计算或试验手段论证结构、构件及节点能否满足抗震性能目标的要求。

**5.1.6** 本条指出了装配整体式结构应保证良好的整体性，其目的是保证结构具有在偶然作用发生时适宜的抗连续倒塌能力。高层装配式混凝土结构的抗连续性倒塌设计宜满足国家现行规范《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。

**5.1.8** 高层装配整体式剪力墙结构的底部加强部位建议采用现浇结构、高层整体框架结构首层建议采用现浇结构，主要因为底部加强区对结构整体的抗震性能很重要，尤其在高烈度区，因此建议采用现浇结构。

现浇混凝土结构引导塑性铰出现在底部加强部位。若装配式剪力墙结构底部采用预制构件，较大的塑性变形可能造成预制构件的连接脆性破坏。故本条对装配式结构底部加强部位墙肢的弯矩设计值乘以增大系数以减少底部加强区的塑性变形。增大底部加强部位墙肢弯矩设计值后可能发生两种情况：一是塑性铰仍出现在底部加强部位，但此时塑性变形已大大减少，钢筋的连接性能提高。二是塑性铰区上移，底部加强区构件的连接得到保证，但底部加强区以上区域构件的延性需要增强；故本条将约束边缘构件高度相应上移。为了实现强剪弱

弯的要求，底部加强部位墙肢的剪力设计值也相应增大。出于延性设计要求，接缝破坏不宜先于构件破坏，故本条中接缝处的剪力设计值增大系数大于墙肢的剪力弯矩增大系数。

当首层框架柱采用预制构件时，首层柱一旦出现塑性铰将可能造成预制柱的脆性破坏。为提高安全度，将框架结构首层柱下端弯矩设计值增大，以加强底层柱下端的实际受剪承载力，推迟塑性铰的出现，提高预制构件连接性能。出于强剪弱弯的要求，柱的剪力设计值由弯矩设计值反算得到，故不再提出柱剪力值的增大系数。出于延性设计要求，接缝破坏不宜先于构件破坏，故本条中接缝处的剪力设计值增大系数大于柱的剪力弯矩增大系数。

## 5.2 结构材料

**5.2.3** 挤压套筒是混凝土结构钢筋机械连接采用的一种套筒，《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163对挤压套筒的实测力学性能做了规定。挤压套筒连接钢筋是通过钢筋与套筒的机械咬合作用将一根钢筋的力传递到另一根钢筋，因此适用于热轧带肋钢筋的连接。

**5.2.4** 装配整体式夹心保温剪力墙和夹心保温外挂墙集承重、保温、防水、防火、装饰等多项功能于一体，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。拉结件是保证装配整体式夹心保温剪力墙和夹心保温外挂墙的内、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拉结件，欧洲则多采用不锈钢拉结件。编制组开展了一系列针对 FRP 拉结件和不锈钢拉结件的试验研究与理论分析。本条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定。

目前的国内外规范对 FRP 拉结件的抗火性能均未给出统一的技术指标要求和试验方法，而是通过规定拉结件外侧混凝土最小保护层厚度的方式保证其抗火性能。同济大学完成了系统的预制夹心剪力墙和外墙墙体的抗火性能试验，基于试验结果提出了预制夹心墙体中 FRP 连接件的保护层厚度要求，详本规范 5.7.7 条第 5 款。

从国内外已有研究成果和工程应用情况来看，夹心墙板在全生命周期内未承受疲劳荷载。国内外的相关规范也未给出 FRP 拉结件或 FRP 材料的疲劳强度指标。此外，已有部分研究显示 FRP 材料的疲劳性能明显好于钢材。因此，本规范暂不提出 FRP 拉结件的疲劳强度要求。

## 5.3 结构分析

**5.3.2** 根据结构类型、材料特性、节点连接特性等，装配式混凝土结构分析时可选择弹性分析方法、塑性内力重分布分析方法、弹塑性分析方法、塑性极限分析方法、试验分析方法等。

多遇地震、重力荷载、风荷载等作用的内力和变形分析，一般假定结构与构件处于弹性状态，采用弹性分析方法。水平构件可采用塑性内力重分布方法，如楼面梁可采用弯矩调幅法，楼板也可采用塑性极限分析方法等。在温度作用等作用下，混凝土可能开裂局部进入塑性，但是一般均采用考虑裂缝和徐变对构件刚度的影响按照弹性模型进行近似分析的方法。

**5.3.3** 装配式结构的施工过程与现浇混凝土结构可能相近，也可能由于装配的要求有较大区别；施工过程对结构在重力作用下的内力和变形有直接的影响。因此建议装配式结构进行

重力荷载作用效应分析时，应根据实际施工过程，采用合适的计算模型。

**5.3.4** 装配式混凝土结构中，有等同现浇的湿式连接节点，也存在非等同现浇的湿式或者干式连接节点。对于本规范中列入的各种现浇连接接缝构造，如框架节点梁端接缝、预制剪力墙竖向接缝及底部接缝等，已经有了很充分的试验研究，当其构造及承载力满足本规范中的相应要求时，均能够实现等同现浇的要求；因此在弹性分析模型可按照等同于连续现浇的混凝土结构来模拟。

对于本规范中未列入的节点及接缝构造，当有充足的试验依据表明其能够满足等同现浇的要求时，可按照连续的混凝土结构进行模拟，不考虑接缝对结构刚度的影响。所谓充足的试验依据，是指连接构造及采用此构造连接的构件，在常用参数（如构件尺寸、配筋率等）、各种受力状态下（如弯、剪、扭或复合受力、静力及地震作用）的受力性能均进行过试验研究，试验结果能够证明其与同样尺寸的现浇构件具有基本相同的承载力、刚度、变形能力、延性、耗能能力等方面的性能水平。

对于干式连接节点，一般应按照其实际受力状况按照刚接、铰接或者半刚接模拟。如梁、柱之间采用牛腿、企口搭接其钢筋不连接时，则按铰接计算；如梁柱之间采用后张预应力压紧连接或螺栓压紧连接，一般应按照半刚性节点来模拟。计算模型中包含节点，也可准确的计算出节点内力，以进行节点连接件及预埋件的承载力复核。连接的实际刚度可通过试验或者有限元分析获得。

**5.3.5** 对装配式混凝土结构进行弹塑性分析时，构件及节点均可能进入塑性状态。构件的模拟与现浇混凝土结构相同，而节点及接缝的全过程非线性行为的模拟是否准确，是决定分析结果是否准确的关键因素。试验结果证明，受力全过程能够实现等同现浇的湿式连接节点，可按照连续的混凝土结构模拟，忽略接缝的影响。对于其他类型的节点及接缝，应根据试验结果或者精细有限元分析结果，总结节点及接缝的特性，如弯矩-转角关系、剪力-滑移关系等，并反映在计算模型中。

**5.3.7** 非承重外围护墙、内隔墙的刚度对结构的整体刚度、地震力的分布、相邻构件的破坏模式等都有影响，影响大小与围护墙及隔墙的数量、刚度、与主体结构连接的刚度直接相关。

外围护墙采用外挂墙板时，与主体结构一般采用柔性连接，其对主体结构的影响及处理方式在本规范第 5.9 节中有专门规定。

内隔墙的做法有砌块抹灰、轻质复合墙板、条板内隔墙、预制混凝土内隔墙等。轻质复合墙板、条板内隔墙等一般是在主体结构完工后二次施工，与主体结构之间存在拼缝，参考现浇混凝土结构的处理方式，采用周期折减的方法考虑其对结构刚度的影响。周期折减系数根据实际情况及经验，由设计人员确定。当墙板刚度较小且结构刚度较大时，如在剪力墙结构中采用轻钢复合隔墙板，周期折减系数可较大，取 0.9~1.0；当墙板刚度较大且结构刚度较小时，周期折减系数可较小，如取 0.8。

**5.3.8 5.3.9** 装配整体式混凝土结构的性能与现浇结构类似，其弹性和弹塑性层间位移角限值均与现浇结构相同。对非等同现浇的装配式结构，应根据其变形模式、破坏模式和抗震性能目标要求，确定及整体侧向变形限值。

## 5.4 预制构件设计与连接

**5.4.1** 预制构件设计应按照国家现行标准进行设计，特别应符合《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 中 6.4.1~6.4.5 规定。

**5.4.2** 应特别注意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、安装等生产施工过程中的安全性进行分析。这主要是由于：1) 在制作、施工安装阶段的荷载、受力状态和计算模式经常与使用阶段不同；2) 预制构件的混凝土强度在此阶段尚未达到设计强度。因此，许多预制构件的截面及配筋设计，不是使用阶段的设计计算起控制作用，而是此阶段的设计计算起控制作用。

应注意预制构件钢筋设计过程中，钢筋连接形式、钢筋的型号、规格大小等参数要结合工厂不同钢筋设备的具体加工功能，进行标准化设计，便于工业化、批量化制作，便于机械成型。构件在安装过程中，钢筋的对位直接制约着构件的连接效率，故而，采用大直径、大间距的配筋方式，便于构件现场的制作（不漏浆），便于现场构件钢筋的对位和连接（套筒连接和浆锚连接方式）。

**5.4.5** 构件接长连接又称非节点连接，包括梁与梁连接、柱与柱连接。若采用其它新型连接形式，应有充分依据保证该连接的可靠性。

预制构件和接头的设计对单个构件的尺寸误差及其在结构中的位置误差特别敏感。为了避免错误理解，在设计中允许的误差应在合同文件中作出说明。

**5.4.8** 钢筋机械连接已经广泛用于现浇混凝土结构。螺纹套筒和挤压套筒是钢筋机械连接用的两类套筒，挤压套筒适用于装配式混凝土结构的钢筋连接。挤压套筒用于装配式混凝土结构时，具有连接可靠、施工方便、套筒价格低、少用人工、施工质量现场可检查等优点。施工现场采用机具对套筒进行挤压实现钢筋连接时，需要有足够大的操作空间，因此，预制构件之间应预留后浇段，挤压完成后浇筑混凝土，使被连接的 2 个预制混凝土构件成为整体。

挤压套筒用于工程前，应将套筒与钢筋装配成接头进行型式检验，满足 I 级接头抗拉强度和变形性能的要求时，方可用于工程。对于接头变形性能要求较低的情况，如连接预制剪力墙分布钢筋，可仅满足 I 级接头抗拉强度的要求。

套筒的尺寸，包括长度、外径和壁厚等，应通过研究确定，使组成的接头满足 I 级接头的要求。

## 5.5 楼盖设计

**5.5.2** 叠合楼盖包括桁架钢筋混凝土叠合板、预制平板底板混凝土叠合板、预制带肋底板混凝土叠合板、叠合空心楼板等。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现行行业相关规程。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。

当顶层楼板采用叠合楼板时，为增强顶层楼板的整体性，需提高后浇混凝土叠合层的厚

度和配筋要求，同时叠合楼板应设置桁架钢筋。

多层装配式结构也可采用预应力混凝土双 T 板、预应力空心板或全预制楼板等。当采用全预制楼板时，应确保楼板与墙、梁有效连接，并在结构整体计算分析中选取合理计算模型，对楼板与墙、梁连接节点进行计算复核。

**5.5.3** 根据楼板板块尺寸的大小及预制板的尺寸，同一板块内，可采用整块的预制板及现浇叠合层形成的叠合板，也可采用几块预制板与现浇板叠合层形成的带拼缝的叠合板。整块预制板的叠合板根据尺寸按照单向或双向叠合板设计，带拼缝的叠合板需要根据拼缝的构造确定计算及配筋设计方法。预制板的宽度主要受控于运输条件，一般宽度不超过 2.4m，最大宽度不超过 3.0m。

如果叠合楼板设计为双向板，楼板荷载传递方式与现浇板相同。如果叠合楼板按照单向板进行设计，预制板块之间采用分离式接缝，但是由于整体后浇层的存在，叠合楼板的竖向荷载传递仍以四边传递为主。当现浇层厚度越大时，叠合楼板的竖向荷载传递与现浇板接近。对不同预制和后浇层厚度，不同预制楼板布置方式，经有限元计算分析表明，叠合板荷载按照四边传递与按照实际拼缝有限元计算结果的最大误差不超过 3%。一般叠合楼盖的荷载占结构总竖向荷载的比例不超过 60%，按照与现浇楼板荷载传递方式相同计算，结构竖向构件的轴力误差不超过 2%。为简化计算，楼盖结构竖向荷载传递方式宜与现浇板相同。

**5.5.4** 当后浇混凝土叠合层厚度不小于 100mm 且不小于预制层厚度的 1.5 倍时，预制板板底钢筋可采用分离式搭接锚固，预制板板底钢筋伸到预制板板端，在现浇层内设置附加钢筋伸入支座锚固。板底钢筋采用分离式搭接锚固有利于预制板加工及施工方便。

**5.5.5** 当预制板接缝可实现钢筋与混凝土的连续受力时，即形成“整体式接缝”时，可按照整体双向板进行设计。整体式接缝一般采用后浇带的形式，后浇带应有一定的宽度以保证钢筋在后浇带中的连接或者锚固空间，并保证后浇混凝土与预制板的整体性。后浇带两侧的板底受力钢筋需要可靠连接，比如焊接、机械连接、搭接等。

接缝应该避开双向板的主要受力方向和跨中弯矩最大位置。在设计时，如果接缝位于主要受力位置，应加强钢筋连接和锚固措施。

双向叠合板板侧也可采用密拼整体式接缝形式，需采用合理计算模型分析。

**5.5.6** 普通钢筋混凝土抗弯构件是带裂缝工作的，横截面上的正应力并非线性分布。通常假定受压区混凝土均匀受压，受拉区仅钢筋承受拉力；根据剪应力是计算截面以上正应力的积分这个原则，可绘出钢筋混凝土受弯构件的截面应力分布，如(图 5.5.6)所示。

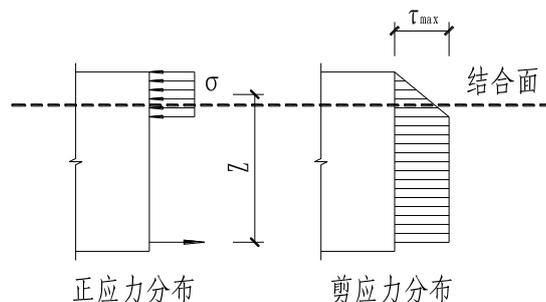


图 5.5.6 钢筋混凝土受弯构件的截面应力分布示意

利用截面剪力的大小等于剪应力图面积的原则，通过简单的几何计算可知：

$$\tau_{\max} = \frac{V}{bz} \quad (5.5.6-1)$$

式中：V 为计算截面处的剪力，

z 为受拉钢筋作用点至混凝土受压区合力中心的距离，即受弯截面的力臂；

b 为受弯构件的宽度。

由于混凝土受压区范围内剪应力为线性分布，利用几何相似性可知，叠合面处的剪应力可按式计算：

$$\tau = \frac{\beta V}{bz} \quad (5.5.6-2)$$

式中： $\beta$  为叠合面至受压边缘的混凝土受压面积与混凝土总受压面积的比值。

对于叠合板，现浇层厚度通常不小于板厚的一半，因此可将公式 (5.5.6-2) 中的  $\beta$  偏于安全地取为 1.0；对于低配筋率的抗弯构件，z 可偏于安全地取为  $0.85h_0$ 。则由式

(5.5.6-2) 可得

$$\tau = 1.18 \frac{V}{bh_0} \leq 0.45f_t \quad (5.5.6-3)$$

以 C25 为例 (5.5.6-3) 式可简化为  $\frac{V}{bh_0} \leq 0.48 N/mm^2$ 。由于不配筋叠合面的受剪承载力

离散性较大，故本规范用于这类叠合面的受剪承载力计算公式暂不与混凝土强度等级挂钩，这与国外规范的处理手法类似。

**5.5.7** 进行受弯构件的水平叠合面受剪承载力验算首先要明确验算的对象。受弯构件叠合面抗剪失效的后果必然是新旧混凝土界面间发生了相对水平错动。因此，取叠合面以上的现浇区域作为计算隔离体显然是合适的。问题在于该隔离体在纵向上的长度应如何取值。

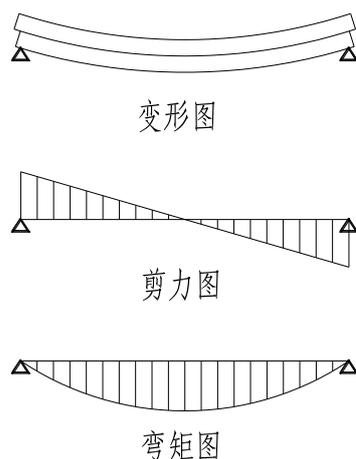


图 5.5.7-1 单跨简支梁内力变形图示意

以承受均布荷载的单跨简支梁为例，(图 5.5.7-1) 给出了叠合面失效时叠合梁的变形以及相应的内力图。我们不难发现在弯矩极值点两侧的剪力反号，说明弯矩极值点两侧的错动变形趋势的方向相反，两侧结合面的抗剪验算并无关联。因此，对于简支梁应该以弯矩极值点为界，对两侧分别进行叠合面抗剪验算。对于多跨连续叠合梁，水平叠合面的抗剪承载

力验算应以支座点、弯矩绝对值最大点和零弯矩点为界限，划分为若干剪跨区段分别进行验算（图 5.5.7-2）。各剪跨区段内，叠合面上的剪应力均同向。

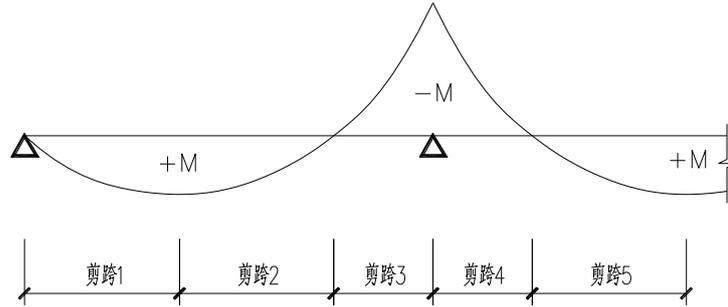


图5.5.7-2 叠合梁剪跨区段的划分示意

弯矩为零的截面处，混凝土受压区压应力为零。如果隔离体在长度方向上取  $|M_{\max}|$  点至弯矩零点(图 5.5.7-3)，可以利用水平方向力的平衡条件建立如下公式

$$\int_a^b \tau \cdot dA_{ch} = \sigma A_c \quad (5.5.7-1)$$

式中： $\tau$  为水平叠合面剪应力； $A_c$  为叠合面以上混凝土等效截面的受压区面积； $A_{ch}$  为叠合面面积； $\sigma$  为混凝土压应力。公式（5.5.7-1）等号左侧即为剪跨内水平叠合面处的总剪力  $V$ 。

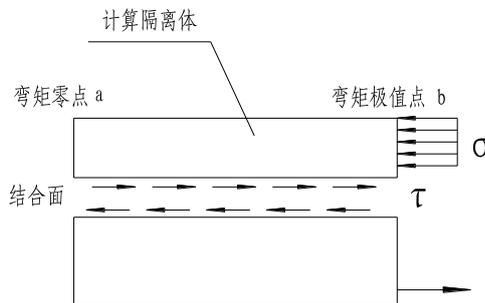


图 5.5.7-3 计算隔离体示意

由公式（5.5.7-1）可知，可以通过剪跨区内  $|M_{\max}|$  处，叠合面以上的混凝土受压区总压力来求得水平叠合面的总剪力。叠合面抗剪承载力的设计目标应该是：该破坏模式不应先于其他破坏模式出现。所以，（5.5.7-1）式等号右侧的  $\sigma$  可用混凝土抗压强度设计值  $f_c$  替代。水平叠合面抗剪验算中，剪跨单元的水平总剪力  $V$  可按下式计算：

$$V = f_c A_c \quad (5.5.7-2)$$

利用（5.5.7-2）式可以避免对剪应力进行复杂的积分运算。现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017 第 11.3.4 条的条文说明中指出：“栓钉等柔性抗剪连接件具有很好的剪力重分布能力，可按剪跨区段均匀布置连接件”。叠合梁中的箍筋显然属于柔性抗剪连接件，因此以剪跨划分计算隔离体，对各隔离体分别进行叠合面抗剪验算是可行的。

对于叠合面抗剪承载力的计算，根据修正剪切摩擦理论，并考虑摩擦抗剪钢筋与叠合面

斜交的情形，可以获得摩擦抗剪验算的通式：

$$V \leq c f_t A_{ch} + A_{sd} f_{yd} \mu \sin \alpha + A_{sd} f_{yd} \cos \alpha \quad (5.5.7-3)$$

式中第 1 项体现咬合点的直接承压；第 2 项体现摩擦剪切效应；第 3 项体现钢筋的销栓作用。

规程编制组查阅了现行国家规范《混凝土结构设计规范》GB 50010 公式 H.0.4-1 的原始试验数据，并参考 ACI 规范，欧洲规范的相关公式中计算系数的取值，通过大量的试算对比，最终确定推荐的计算系数取值。

## 5.6 装配整体式框架结构

**5.6.2** 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。

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，对后浇层混凝土部分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 0.15~0.2fcAk，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 0.1fcAk。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，以及中国建筑科学研究院的试验研究结果，同时考虑混凝土强度及钢筋强度的影响。

当采用预应力连接时，本条依然适用，不考虑预应力筋对抗剪承载力的贡献作用。

**5.6.3** 参照现行行业标准《组合结构设计规范》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。

**5.6.4** 预制柱底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、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，其中后两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，计算中不考虑其作用。

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上一条相同。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。

**5.6.5** 参照现行行业标准《组合结构设计规范》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。

**5.6.6** 采用叠合梁时，楼板一般采用叠合板，梁、板的后浇层一起浇筑。当板的总厚度不小于梁的后浇层厚度要求时，可采用矩形截面预制梁。当板的总厚度小于梁的后浇层厚度要求时，为增加梁的后浇层厚度，可采用凹口形截面预制梁。某些情况下，为施工方便，预制梁也可采用其他截面形式，如倒 T 形截面或者传统的花篮梁的形式等。

**5.6.7** 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。根据中国建筑科学研究院、同济大学等单位的研究，当箍筋帽两端均做成 135° 弯钩时，叠合梁的性能与采用封闭箍筋的叠合梁一致。当箍筋帽做成一端 135° 另一端 90° 弯钩，但 135° 和 90° 弯钩交错放置时，在静力弯、剪及复合作用下，叠合梁的刚度、承载力等性能与采用封闭箍筋的叠合梁一致，在扭矩作用下，承载力略有降低。因此，规定在受扭的叠合梁中不宜采用此种形式。

对于受往复荷载作用的叠合梁，当采用封闭组合箍时，当构件发生破坏时箍筋对混凝土及纵筋的约束作用略弱于封闭箍筋，因此在叠合框架梁梁端加密区中不建议采用组合封闭箍。本条第 3 款中，对《混凝土结构设计规范》中的梁箍肢距要求进行补充。当由于叠合梁的纵筋间距及箍筋肢距较小导致安装困难时，可以适当增大钢筋直径并增加纵筋间距和箍筋肢距，本款中给出了最低要求。当梁纵筋直径较大且间距较大时，应注意控制梁的裂缝宽度。

**5.6.8** 当梁的下部纵向钢筋在后浇段内可采用直接搭接连接，但连接区段较长；当采用机械连接时，可采用挤压套筒连接、挤压锥螺纹套筒连接、加长丝扣型直螺纹接头等方式。套筒灌浆接头也可用于水平钢筋的连接。

梁的拼接接头处，正截面受弯承载力会有一定削弱，因此不应放在跨中最大弯矩处；否则应该考虑拼接接头的影响增加梁的纵向受力钢筋数量。

**5.6.9** 套筒灌浆连接方式在日本、欧美等国家已经有长期、大量的实践经验，国内也已有充分的试验研究、一定的应用经验和相关的产品、技术规程。机械连接在国内也有比较成熟的产品和技术。当结构层数较多时，柱的纵向钢筋采用套筒灌浆连接或机械连接可保证结构的安全。对于框架-剪力墙结构及框架现浇核心筒结构，预制柱纵向钢筋连接要求与框架柱要求相同。

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。

**5.6.10** 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。

**5.6.11** 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到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。

**5.6.12** 预制柱底面做成斜面，可以加强后浇混凝土与预制柱底面的结合。预制柱底设置支腿，目的是方便施工安装。支腿的高度可根据挤压套筒施工工艺确定。支腿可采用方钢管混凝土，其截面尺寸可根据施工安装确定。柱底后浇段的箍筋应满足柱端箍筋加密区的构造要求及配箍特征值的要求，还应满足本条的规定。

**5.6.13** 多层柱的方案效率较高，且节约钢筋连接套筒，但构件的生产、运输及安装比较复杂。考虑运输、吊装等因素，多截柱的长度一般不超过14m，层数不超过3层。交叉钢筋的直径按运输、吊装等阶段的承载力及变形要求计算确定。此种多层柱的形式，适用于预制梁端钢筋不伸入节点区的形式，否则难以安装。

**5.6.14、5.6.15** 预制柱与下层现浇柱或者现浇基础的连接做法，与预制柱与后浇节点区的连接做法类似。需要注意的是，施工中一定才对下层现浇柱或者基础的纵向钢筋采取可靠的定位措施，并在与预制柱拼接接缝处的现浇混凝土表面设置粗糙面。

**5.6.17** 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，应充分考虑到施工装配的可行性，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。

中国建筑科学研究院及万科公司的低周反复荷载试验研究表明，在保证构造措施与施工质量时，该形式节点均具有良好的抗震性能，与现浇节点基本等同。

叠合梁预制部分的腰筋用于控制梁的收缩裂缝，有时用于受扭。当主要用于控制收缩裂缝时，由于预制构件的收缩在安装时已经基本完成，因此腰筋不用锚入节点，可简化安装。但腰筋用于受扭矩时，应按照受拉钢筋的要求锚入后浇节点区。叠合梁的下部纵筋，如果承载力计算不需要，可不锚入节点区，减少节点区内钢筋数量，方便安装。

**5.6.18** 叠合梁底部水平钢筋在梁端后浇段采用挤压套筒连接的叠合梁-预制柱装配式框架中节点试件拟静力试验表明，可以按设计要求实现梁端弯曲破坏和核心区剪切破坏，承载力试验值大于规范公式计算值、极限位移角大于1/30。

**5.6.19** 抗震设计中，为保证后张预应力混凝土框架结构的延性要求，梁端塑性铰应具有足够的塑性转动能力。国内外研究表明，将后张预应力混凝土叠合梁设计为部分预应力混凝土梁，即采用预应力筋与非预应力钢筋混合配筋的方式，对于保证后张预应力装配整体式混凝土框架结构的延性具有重要的作用。

试验研究表明，预应力筋采用部分粘结构造可在一定程度上改善后张预应力装配整体式混凝土框架结构的抗震性能。但实际施工过程中，部分粘结预应力需在预应力筋部分区段设置无粘结段，工艺较为复杂，施工效率有一定影响。工程中预应力筋采用何种粘结构造可根据实际情况综合确定。

为避免后张预应力装配整体式混凝土框架在预制构件安装过程中与预应力波纹管 and 预应力筋发生碰撞、冲突，影响安装效率，一般要求节点核心区的预应力波纹管在预制梁安装完成后安装，但安装完成后应与预制梁中的预埋波纹紧密连接，避免节点核心区混凝土浇筑时候漏浆。

**5.6.20** 为便于预制梁和预制柱中的型钢连接，一般将梁端距离柱边一倍梁高和柱底距离楼面一倍柱高范围留作与节点核心区同时后浇混凝土。为便于预制构件安装，并保证型钢混凝土预制梁、柱的可靠连接，要求预制构件中的型钢采用等强、螺栓连接。

在型钢混凝土结构中经常遇到型钢与钢筋的相交的情况，本条参照现行行业标准《高层建筑钢-混凝土混合结构设计规程》(CECS 230)，并根据部件的重要顺序及施工中常见的有损于结构构件的情况提出对型钢和钢筋交叉处理的原则。装配整体式型钢混凝土框架节点的具体构造可参照国家标准图集《型钢混凝土结构施工钢筋排布规则与构造详图》12SG904-1。

## 5.7 装配整体式剪力墙结构

### (I) 一般规定

**5.7.2** 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。放大系数宜根据现浇墙肢与预制墙肢弹性剪力的比例确定。

**5.7.3** 本条为对装配整体式剪力墙结构的规则性要求，在建筑方案设计时，应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与承载力不规则，宜采用现浇混凝土结构。

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。

剪力墙应具有延性，细高的剪力墙（高宽比大于3）容易设计成具有延性的弯曲破坏剪力墙。当墙段的长度（即墙段截面高度）很长时，受弯后产生的裂缝宽度会较大，墙体的配筋容易拉断，因此墙段的长度不宜过大，本规范参照现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 定为8m。

### (II) 墙板设计

**5.7.4** 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。

**5.7.5** 预制剪力墙底设置支腿是为了施工安装方便，可根据墙的长度设置1条或2条支腿，每条支腿应能支承不小于2倍预制剪力墙自重，支腿可采用方钢管或型钢。一般情况下，支腿支承在下层预制墙顶，支腿高可根据楼板高、安装建议套筒接头所需操作空间等确定。为进一步方便预制剪力墙安装定位，可以在预制墙顶部上层相邻预制墙支腿位置预留深50mm的槽，其底面尺寸与支腿截面尺寸相同，顶面略大。预制墙底面设置梯型槽，可以加强预制墙底面与后浇混凝土的整体性，避免正常使用状态下结合面开裂。

**5.7.6** 装配式混凝土剪力墙结构的竖向钢筋采用金属波纹管浆锚钢筋搭接连接方法主要适用

于钢筋直径 18mm 及以下。该连接技术编制组开展了多项试验研究和细部构造改进，并已在江苏、上海和沈阳等地多个高层剪力墙住宅工程得到应用。本条的规定是在总结相关试验研究成果及工程应用经验的基础上进行整理编写。

对金属波纹管浆锚搭接连接区域适当加强有助于改善这一钢筋连接构造的受力性能。目前，有效的加强措施主要包括三种，即在边缘构件区钢筋搭接部位采用箍筋加密、螺旋箍筋、焊接封闭箍筋形式进行约束。

对预制混凝土墙板竖向钢筋采用金属波纹管浆锚钢筋搭接连接的试验研究表明，加强预制墙板边缘构件部位底部浆锚钢筋搭接连接区的混凝土约束是提高剪力墙及整体结构抗震性能的关键，且对比试验结果证明，通过对浆锚搭接连接的钢筋连同预埋金属波纹管的外周设置螺旋筋加强搭接连接接头以及通过加密传统带 135° 钩头封闭箍筋或采用焊接封闭箍筋代替传统箍筋加强边缘构件混凝土约束的几种措施均可保证预制剪力墙“等同现浇”性能的实现。因此，可以选择采用加密箍筋间距、采用焊接封闭箍筋或对浆锚搭接连接的钢筋连同预埋金属波纹管的外周设置螺旋筋等加强约束措施。

需要说明的是，基于早期试验研究结果及工程实践经验，未采取加强约束措施的金屬波纹管浆锚钢筋搭接连接应用于一定高度的建筑结构（6 度 110m、7 度 90m、8 度（0.2g）70m）中仍然可满足抗震安全要求。但应用于更高高度的建筑结构（6 度 110m~120m、7 度 90m~100m、8 度（0.2g）70m~80m）时，则必须采取本条给出的相关加强约束措施。

**5.7.7** 夹心墙板在国内外均有广泛的应用，具有结构、保温、装饰一体化的特点。采用夹心墙板的预制剪力墙包括承重墙板（内叶墙）和非承重墙板（外叶墙）两部分。内叶墙板按剪力墙设计，与其他结构构件共同承担垂直力和水平力，外叶墙板仅作为围护墙体使用。

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。

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。

当 FRP 连接件采用 GFRP 材料制作时，为保证 GFRP 连接件在混凝土结构中的耐久性，参照新型国家标准《纤维增强复合材料建设工程应用技术规范》GB 50608，对 FRP 连接件所采用玻璃纤维含碱量提出了要求。

夹心墙板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、以及墙体防火性能要求等因素决定。根据编制组完成预制夹心剪力墙及其 FRP 连接件的受力性能试验和防火性能试验结果，并参照国内外现有研究成果，制定了本条关于采用 FRP 连接件的夹心墙板的构造规定。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。

为避免极限破坏时外叶墙板坠落，应在内、外叶墙板之间采取放塌落措施。

### （III）连接设计

**5.7.8** 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。

对于一字型约束边缘构件，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 5.7.8-1 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。

**5.7.9** 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。

**5.7.10** 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筋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。

**5.7.11** 预制剪力墙竖向钢筋连接时，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。

**5.7.12** 边缘构件是保证剪力墙抗震性能的重要构件，且钢筋较粗，每根钢筋应逐根连接。剪力墙的分布钢筋直径小且数量多，全部连接会导致施工繁琐且造价较高，连接接头数量太多对剪力墙的抗震性能也有不利影响。参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定，并基于编制组完成的系统试验研究，允许剪力墙非边缘构件内的竖向分布钢筋采用“梅花形”部分连接和单排连接。考虑到地震作用的复杂性以及剪力墙的整体稳固性，对于两端无翼墙连接的一字形剪力墙、一端有翼墙连接但剪力墙非边缘构件区长度大于 3m 的剪力墙以及两端有翼墙连接但剪力墙非边缘构件区长度大于 6m 的剪力墙，非边缘构件内的竖向分布钢筋不宜采用单排连接。此外，对于墙厚大于 200mm 的预制剪力墙，竖向分布钢筋不宜采用单排连接。

**5.7.13** 套筒灌浆连接方式在日本、欧美等国家已有长期、大量的实践经验，国内也已有充分的试验研究和相关的规程，可以用于剪力墙竖向钢筋的连接。

**5.7.14** 预制墙底后浇段的混凝土在施工现场浇注，适当加强后浇段的水平钢筋配置。

编制组完成的一系列试验研究成果表明，挤压套筒连接可实现预制剪力墙竖向钢筋的可靠连接，从而保证装配整体式混凝土结构的受力性能。

**5.7.15** 金属波纹管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定。

**5.7.16** 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，可保证预制剪力墙之间以及预制剪力墙与现浇剪力墙之间的可靠连接。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定。该连接构造中采用的预埋连接器应具有较大的刚度和较好的整体性，宜为满足设计要求的定型产品。

**5.7.17** 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。

预制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。

**5.7.18** 预制剪力墙水平接缝受剪承载力设计值的计算公式，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。

**5.7.19** 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。当连梁跨比较小需要设置斜向钢筋时，一般采用全现浇连梁。

**5.7.20** 试验研究表明，预制叠合连梁的预制部分与预制剪力墙整体预制或在端部与预制剪力墙拼接的构造均能保证剪力墙具有良好的抗震性能，但考虑到连梁端部钢筋锚固构造复杂，在条件允许时宜尽量避免预制连梁在端部与预制剪力墙连接。

**5.7.21** 提供两种常用的“刀把墙”的预制连梁与预制墙板的连接方式。也可采用其他连接方式，但应保证接缝的受弯及受剪承载力不低于连梁的受弯及受剪承载力。

洞口下墙的构造有三种做法：

1 预制连梁向上伸出竖向钢筋并与洞口下墙内的竖向钢筋连接，洞口下墙、后浇圈梁与预制连梁形成一根叠合连梁。该做法施工比较复杂，而且洞口下墙与下方的后浇圈梁、预制连梁组合在一起形成的叠合构件受力性能没有经过试验验证，受力和变形特征不明确，纵筋和箍筋的配筋也不好确定。不建议采用此做法。

2 预制连梁与上方的后浇混凝土形成叠合连梁；洞口下墙与下方的后浇混凝土之间连接少量的竖向钢筋，以防止接缝开裂并抵抗必要的平面外荷载。洞口下墙内设置纵筋和箍筋，作为单独的连接梁进行设计。建议采用此种做法。

3 将洞口下墙采用轻质填充墙时，或者采用混凝土墙但与结构主体采用柔性材料隔离时，在计算中可仅作为荷载，洞口下墙与下方的后浇混凝土及预制连梁之间不连接，墙内设置构造钢筋。当计算不需要窗下墙时可采用此种做法。

当窗下墙需要抵抗平面外的弯矩时，需要将窗下墙内的纵向钢筋与下方的现浇楼板或预制剪力墙内的钢筋有效连接、锚固；或将窗下墙内纵向钢筋锚固在下方的后浇区域内。在实

际工程中窗下墙的高度往往不大，当采用浆锚搭接连接时，要确保必要的锚固长度。

**5.7.22** 当采用后浇连梁时，纵筋可在连梁范围内与预制剪力墙预留的钢筋连接，可采用搭接、机械连接、焊接等方式。

## 5.8 多层装配式墙板结构

**5.8.1** 本节多层装配式墙板结构仅主要针对我国中小城镇建设中量大面广的多层住宅。由于我国中小城镇建设对装配式建筑的需求更强，本节从提高工效的角度出发，结合相关研究对多层装配式墙板结构进行了规定。

**5.8.2** 为控制地震作用、降低震害程度，本条提出了多层装配式墙板结构房屋的最大层数和高度限值。

**5.8.3** 为避免出现房屋外墙轮廓平面尺寸过小的特殊建筑布置，对多层装配式墙板结构房屋的高宽比进行了规定。

**5.8.4** 综合考虑墙体稳定性、预制墙板生产运输及安装需求，提出了预制墙板截面厚度的要求；

由于多层装配式墙板结构的预制墙板厚度一般较小，为了保证墙肢的抗震性能，提出了预制墙板的轴压比限值。

**5.8.5** 采用柔性接缝的墙肢，计算模型中需包括墙肢在楼层处的连接及层间的抗剪预埋件连接节点。

**5.8.6** 本规范中的多层装配式墙板结构的水平缝构造及要求与现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》中的多层剪力墙结构相同。

**5.8.7** 结合相关研究成果，对纵横墙的交接做法进行了规定。柔性接缝采用灌浆料等刚性材料灌缝时，会导致结构受力不明确，因此要求柔性接缝应采用柔性材料填充。

柔性接缝的做法主要参考了北京市建筑设计研究院有限公司完成的三层足尺模型试验结果；试验研究表明：竖缝采用柔性接缝方式连接的预制墙板，在往复荷载作用下，层间侧移超过 1/100 后，墙板柔性接缝与楼板交接的位置出现了一定程度的局部混凝土压酥和楼板开裂情况，但墙体的破坏主要表现为边缘构件位置的混凝土压溃，分析也表明与墙体可靠连接的楼盖可有效协调采用柔性接缝连接的各墙肢之间的侧向变形，可见竖缝采用柔性接缝的装配式墙板结构或构件具有相对较好的抗震性能。

**5.8.8** 沿墙顶设置封闭的水平后浇带可将楼板和竖向构件连接起来，使水平力可从楼面传递到剪力墙，增强结构的整体性和稳定性。

**5.8.9** 房屋层数较少时，可采用较为灵活的楼盖形式及楼盖与墙体连接做法。

**5.8.10** 楼层内相邻承重墙板之间的拼缝采用锚环连接、钢丝绳套方式连接时，可不设置构造边缘构件。箍筋架立筋用于架立箍筋，并用于对边缘构件的混凝土进行侧向约束，为非纵向受力钢筋。

**5.8.11** 本规范中的多层装配式墙板结构连梁及预制墙板与基础连接的要求同现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》的多层剪力墙结构的相关要求。

## 5.9 外挂墙板设计

**5.9.1** 外挂墙板是由混凝土板和门窗等围护构件组成的完整结构体系，主要承受自重以及直接作用于其上的风荷载、地震作用、温度作用等。因此，外挂墙板应进行结构设计，并应符合承载能力极限状态和正常使用极限状态的所有设计规定。

同时，外挂墙板也是建筑物的外围护结构，其本身不分担主体结构承受的荷载和地震作用。作为建筑物的外围护结构，绝大多数外挂墙板均附着于主体结构，必须具备适应主体结构变形的能力。外挂墙板适应变形的能力，除自身的刚度、承载力和稳定性要求外，可以通过多种可靠的构造措施来保证，比如足够的胶缝宽度、构件之间的活动连接等。

**5.9.2** 外挂墙板本身必须具有足够的承载能力和变形能力，避免在风荷载作用下破碎或脱落。我国沿海地区经常受到台风的袭击，设计中应引起足够的重视。除了个别台风引起的灾害之外，在风荷载作用下，外挂墙板与主体结构之间的连接件发生拔出、拉断等严重破坏的情况相对较少见，主要问题是保证墙板系统自身的变形能力和适应外界变形的能力，避免因主体结构过大的变形而产生破坏。

在地震作用下，墙板构件会受到强烈的动力作用，相对更容易发生破坏。防止或减轻地震危害的主要途径，是在保证墙板本身有足够的承载能力的前提下，加强抗震构造措施。在多遇地震（重现期 50 年，50 年设计基准期内的超越概率约为 63%）作用下，墙板一般不应产生破坏，或虽有微小损坏但不需修理仍可正常使用；在设防烈度地震（重现期约 475 年，50 年设计基准期内的超越概率约为 10%）作用下，墙板可能有损坏（如个别面板破损等），但不应有严重破坏，经一般修理后仍然可以使用；在预估的罕遇地震（重现期约 1600~2400 年，50 年设计基准期内的超越概率约 2%~3%）作用下，墙板自身可能产生比较严重的破坏，但墙板整体不应脱落、倒塌。本规定与我国现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的指导思想是一致的。墙板的设计和抗震构造措施，应保证上述设计目标的实现。

**5.9.4** 建筑外挂墙板支承在主体结构上，主体结构在荷载、地震作用、温度作用下会产生变形（如水平位移和竖向位移等），这些变形可能会对外墙挂板产生不良影响，应尽量避免。因此，外挂墙板必须具有适应主体结构变形的能力。除了结构计算外，构造设计措施是保证外挂墙板变形能力的重要手段，如必要的胶缝宽度、构件之间的弹性或活动连接等。

外挂墙板是建筑外围护结构或装饰结构，必须可靠地固定在主体结构上。外挂墙板与主体结构通常通过预埋件进行结构性连接。锚固连接破坏通常属于脆性破坏，一旦发生，会产生十分严重的后果。因此，外挂墙板与主体结构的锚固连接必须牢固、可靠；连接件与主体结构的锚固承载力应通过计算或试验确认，并要留有余地，任何情况下不允许发生锚固破坏。支承外挂墙板的结构连接件、锚固件以及主体结构、结构构件，设计时应当以外挂墙板传递的荷载、地震作用为基本依据，避免发生承载力破坏或过大的变形，影响外挂墙板的质量或安全。

外挂墙板与主体结构的柔性连接可分为以下三种类型：

**1** 滑动型连接：外挂墙板的承重边水平固定于主体构件上，非承重边与主体可以相对

错动，连接节点可采用单边线支承、点支承或点线组合支承；

2 转动型连接：外挂墙板相对于主体结构能绕其中一个承重固定点发生相对转动，连接节点可采用点支承；

3 固定型连接：外挂墙板完全固定于主体结构梁或柱上，连接形式可采用固定线支承或点支承。

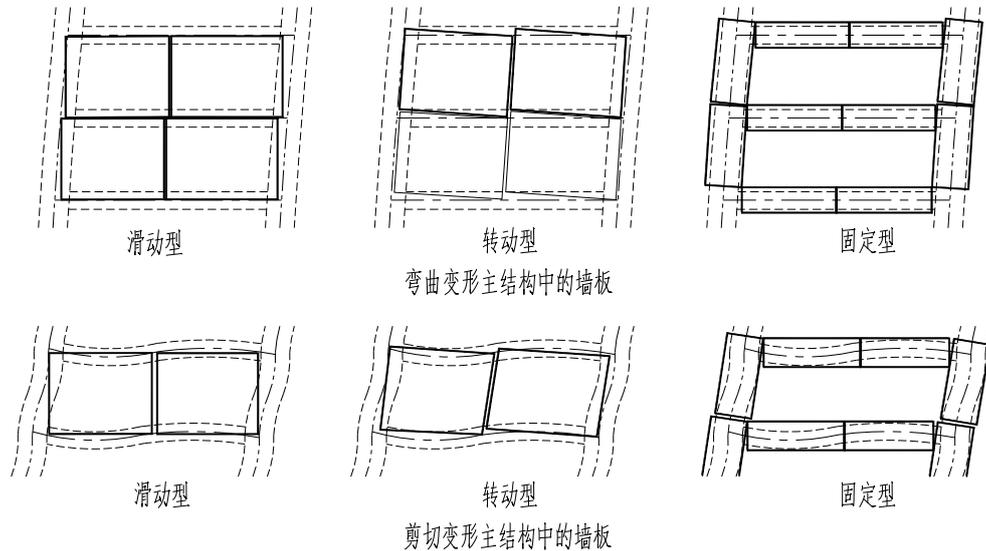


图 5.9.4 外挂墙板与主体结构相对变形示意

**5.9.5** 外挂墙板平面内变形，是由于建筑物受风荷载或地震作用后各层间发生相对位移时产生的。由于计算主体结构的变形时，所考虑的风荷载、地震作用计算方法不同，因此，外挂墙板平面内变形要求应区分是否为抗震设计。地震作用时，本规范规定可近似取主体结构在多遇地震作用下弹性层间位移限值的 3 倍为控制指标(大致相当于设防烈度地震作用下的层间位移)，在此位移下外挂墙板应经过修理后仍可继续使用。非抗震设计时，直接取风荷载作用下弹性层间位移限值为控制指标。

**5.9.7** 多遇地震（50 年基准期超越概率为 63.2%）作用下，外挂墙板构件应基本处于弹性工作状态，其地震作用可采用简化的等效静力方法计算。水平地震影响系数最大值取自现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

地震中外挂墙板振动频率高，容易受到放大的地震作用。为使设防烈度下外挂墙板不产生破损，减低其脱落后的伤人事故，弹性小震地震作用计算时考虑动力放大系数  $\beta_E$ 。按照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关非结构构件的地震作用计算规定，外挂墙板结构的地震作用动力放大系数可表示为：

$$\beta_E = \eta \gamma \xi_1 \xi_2 \quad (5.9.7)$$

式中：  $\gamma$  —— 非结构构件功能系数，可取 1.4；  
 $\eta$  —— 非结构构件类别系数，可取 0.9；  
 $\xi_1$  —— 体系或构件的状态系数，可取 2.0；  
 $\xi_2$  —— 位置系数，可取 2.0。

按照 (5.9.7) 式计算，外挂墙板结构地震作用动力放大系数  $\beta_E$  约为 5.0。该系数适用于

外挂墙板的地震作用计算。

相对传统的幕墙系统，预制混凝土外挂墙板的自重较大。外挂墙板与主体结构的连接往往超静定次数低，也缺乏良好的耗能机制，其破坏模式通常属于脆性破坏。连接破坏一旦发生，会造成外挂墙板整体坠落，产生十分严重的后果。因此，需要对于连接节点承载力进行必要的提高。对于地震作用来说，在弹性小震地震作用计算的基础上将作用效应放大 2.0 接近达到“中震弹性”的要求。

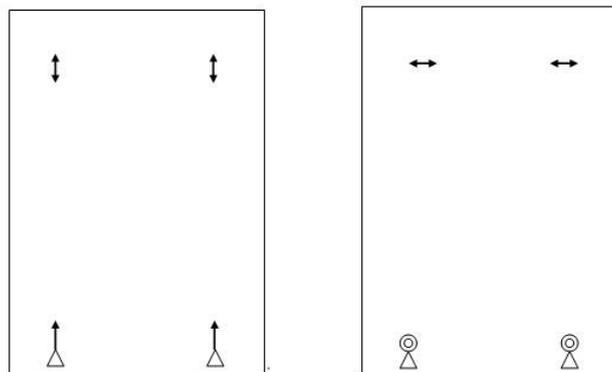
**5.9.8** 近年来，由于城市景观和建筑艺术的要求，建筑的平面形状和竖向体型日趋复杂，墙面线条多变，平面和立面凹凸、收进、开洞的建筑也较多，风荷载在这种复杂多变的墙面上的分布，往往与一般墙面有较大差别。这种墙面的风荷载体型系数难以统一给定。当主体结构通过风洞试验决定体型系数时，外挂墙板风荷载计算亦可采用风洞试验的结果。对高度大于 200m 或体形、风荷载环境比较复杂的外挂墙板工程，结合外挂墙板工程特点，风荷载取值宜更加准确，因此在没有可靠参照依据时，宜采用风洞试验确定其风荷载取值。高度 200m 的要求与现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的要求一致。

**5.9.9** 由于预制生产和现场安装的需要，外挂墙板系统必须分割成各自独立承受荷载的板片。同时应合理确定板缝宽度，确保各种工况下各板片间不会产生挤压和碰撞。主体结构变形引起的板片位移是确定板缝宽度的控制性因素。为保证外挂墙板的工作性能，根据日本和台湾地区的经验，在层间位移角 1/300 的情况下，板缝宽度变化不应造成填缝材料的损坏；在层间位移角 1/200 的情况下，墙板本体的性能保持正常，仅填缝材料需进行修补；在层间位移角 1/200 的情况下，应确保板片间不发生碰撞。

**5.9.10** 目前，美国、日本和我国的台湾地区，外挂墙板与主体结构的连接节点主要采用柔性连接的点支承式方式。

点支承式外挂墙板可区分为平移式外挂墙板（图 5.9.10-a）和旋转式外挂墙板（图 5.9.10-b）两种形式。它们与主体结构的连接节点，又可以分为承重节点和非承重节点两类。

一般情况下，外挂墙板与主体结构的连接宜设置 4 个支承点：当下部两个为承重节点时，上部两个宜为非承重节点；相反，当上部两个为承重节点时，下部两个宜为非承重节点。应注意，平移式外挂墙板与旋转式外挂墙板的承重节点和非承重节点的受力状态和构造要求是不同的，因此设计要求也是不同的。



a) 平移式外挂墙板

(b) 旋转式外挂墙板

←→—可水平滑动；⊙—承重铰支节点；↓—可竖向滑动；△—承重可向上滑动

图 5.9.10 点支承式外挂墙板及其连接节点形式示意

根据日本和我国台湾的工程实践经验，点支承的连接节点一般采用在连接件和预埋件之间设置带有长圆孔的滑移垫片，形成平面内可滑移的支座。当外挂墙板相对于主体结构可能产生转动时，长圆孔宜按垂直方向设置；当外挂墙板相对于主体结构可能产生平动时，长圆孔宜按水平方向设置。

**5.9.11** 单边固定的线支承连接在我国部分地区有所应用。该种连接形式的主要优点在于外挂墙板与主体结构楼板的接缝构造处理较为方便，对于居住类建筑适应性较好。

外挂墙板对其线支承连接的主体结构梁的刚度有显著的影响，在整体结构计算中不能忽略。线支承连接外挂墙板的刚度增大效应与层高、开洞率及开洞位置等因素相关，较为复杂，宜采用有限元方法按照刚度等代的原则，对相关的主体结构梁进行刚度放大。但在进行抗震工况下结构层间位移验算时，不应计入外挂墙板的有利影响。

如将外挂墙板与框架梁塑性铰区直接相连，将使得该区域的塑性铰难以出现，改变了结构的整体屈服机制，影响了正常使用状态下梁的塑性刚度，因此应在构造上采取措施予以避免。

根据现有的研究成果，当外挂墙板与主体结构采用线支承连接时，连接节点的抗震性能应满足：①多遇地震和设防地震作用下连接节点保持弹性；②罕遇地震作用下外挂墙板顶部剪力键不破坏，连接钢筋不屈服。

## 6 机电设计

### 6.1 一般规定

**6.1.2** 竖向管线宜集中于管道井中，且布置在现浇楼板处。

**6.1.3** 在结构深化设计以前，可以采用包含 BIM 技术在内的多种技术手段开展三维管线综合设计，对各专业管线在预制构件上预留的套管、开孔、开槽位置尺寸进行综合及优化，形成标准化方案，并做好精细设计以及定位，避免错漏碰缺，降低生产及施工成本，减少现场返工。

**6.1.4** 预制构件上为管线、设备及其吊挂配件预留的孔洞、沟槽宜选择对构件受力影响最小的部位，并确保受力钢筋不受破坏，当条件受限无法满足上述要求时，建筑和结构专业应采取相应的处理措施。设计过程中设备专业应与建筑和结构专业密切沟通，防止遗漏，以避免后期对预制构件凿剔。

**6.1.6** 当受条件所限必须暗埋或穿越时，横向布置的设备及管线应结合建筑垫层进行设计，也可在预制墙、楼板内预留孔洞或套管；竖向布置的设备及管线需在预制墙、楼板中预留沟、槽、孔洞或套管。

### 6.2 给水排水设计

**6.2.1** 居住建筑冲厕用水可采用模块化分户中水系统，同时应做好防水处理。

**6.2.2** 为便于日后管道维修拆卸，给水系统的给水立管与部品配水管道的接口宜设置内螺纹活接连接。实际工程中由于未采用活接头，在遇到有拆卸管路要求的检修时只能采取断管措施，增加了不必要的施工量。

**6.2.3** 当采用排水集水器时，应设置在套内墙架空地板处，同时应方便检修。排水集水器管径规格由计算确定。

### 6.3 供暖、通风、空调及燃气设计

**6.3.4** 当采用散热器供暖系统时，散热器安装应牢固可靠，安装在轻质隔墙上时，应采取措施或采用隐蔽支架固定在结构受力件上。安装在预制墙体上时，其挂件或可连接挂件的预埋件应预埋在预制墙体上，预留孔洞的深度不应小于 120mm。

**6.3.6** 通风空调防排烟设备包括空调室外机、冷却塔、风机等设备

### 6.4 电气及智能化设计

**6.4.1** 电气和智能化设备、管线的设计应充分考虑预制构件的标准化设计，减少预制构件的种类，以适应工厂化生产和施工现场装配安装的要求，提高生产效率。

## 7 内装设计

### 7.1 一般规定

**7.1.2** 采用内装与主体结构、设备管线分离理念是为了将长寿命的结构与短寿命的内装、机电管线之间的取得协调，避免设备管线和内装的更换维修对长寿命的主体结构造成破坏，影响结构的耐久性。

**7.1.3** 尽管目前国内大力推进装配式建筑的发展,但在具体项目应用中,从市场认识、工程造价、技术发展程度等层面还无法做到建筑的全部装配化，内装作为建筑的重要组成部分之一,应根据建筑的设计和建造要求，采取适宜技术。

### 7.2 内装部品设计与选型

**7.2.1** 装配式建筑的内装设计区别于传统内装设计的关键之一就是部品选型，部品是装配式建筑的组成基本单元，具有标准化、系列化、通用化的特点，装配式建筑的内装设计也是内装部品选型的过程。

**7.2.5** 当楼板采用预制叠合楼板时，隔墙、龙骨吊杆、机电设备和管线等连接件、预埋件应在结构板预制时事先埋设，一般不宜在楼板上射钉、打眼、钻孔。龙骨吊杆、机电设备和管线等连接件、预埋件应在结构楼板预制时事先埋设，较轻管线可以采用后粘接措施固定。

**7.2.6** 架空地板系统可以全部采用也可部分采用，架空地板系统主要是为实现管线与结构体分离。在建筑设计时应考虑设置架空地板对住宅层高的影响。

**7.3.10** 采用标准化集成卫生间是住宅全装修的发展趋势；较大卫生间可采用干湿分离设计方法，湿区采用标准化整体卫浴产品。

### 7.3 接口与连接

**7.3.2** 装配式混凝土建筑的内装部品应具有通用性和互换性。采用标准化接口的内装部品，可有效避免出现不同内装部品系列接口的非兼容性；在内装部品的设计上，应严格遵守标准化、模数化的相关要求，提高部品之间的兼容性。

### 7.4 内装与设备管线

**7.4.1** 装配式混凝土建筑采用主体结构、内装、设备管线分离理念时，管线一般走在吊顶里或者地面架空系统内，管线的设置路径将直接影响房间的净高；此外，设备管线点位的准确预留也会使得在与结构专业协同设计时，减少标准板的种类，降低成本。

## 8 外围护设计

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 住宅建筑中外围护系统的使用年限应与主体结构相协调，主要是指：外围护系统的设计使用年限宜与主体结构相同，住宅建筑中外围护系统的基层板、骨架系统、连接配件的使用年限宜与建筑物同寿命；根据设计要求，外围护系统应定期维护，接缝胶、涂装层、保温材料应根据材料特性，明确使用年限，并应注明维护要求。

**8.1.4** 围护系统的材料种类多种多样，施工工艺和节点构造也不尽相同，在集成设计时，围护系统应根据不同种材料特性、施工工艺和节点构造特点明确具体的性能要求：

**1** 安全性能要求是指关系到人身安全的关键性能指标，对于装配式混凝土结构建筑围护体系来说，应该符合基本的承载力要求以及防火要求，具体可以分为抗风压性能、抗震性能、耐撞击性能以及防火性能四个方面。围护系统墙板部品应采用弹性方法确定承载力与变形，并明确荷载及作用效应组合；在荷载及作用的标准组合作用下，墙板的最大挠度不应大于板跨度的 1/200，且不应出现裂缝；计算墙板与结构连接节点承载力时，荷载设计值应该乘以 1.2 的放大系数。

抗风性能中风荷载标准值应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 中有关围护系统风荷载的规定，并应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 的有关规定， $w_k$  不应小于 1kN/m<sup>2</sup>。

抗震性能应符合现行行业标准《非结构构件抗震设计规范》JGJ 339 的有关规定。

耐撞击性能应根据围护系统的构成确定。对于幕墙体系，可参照现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 的有关规定，撞击能量最高为 900J，降落高度最高为 2m，试验次数不小于 10 次，同时试件的跨度及边界条件必须与实际工程相符。围护系统的室内外两侧装饰面，尤其是类似薄抹灰做法的外墙保温饰面层，还应明确抗冲击性能要求。

防火性能应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定，试验检测应符合现行国家标准《建筑构件耐火试验方法 第 1 部分：通用要求》GB/T 9978.1、《建筑构件耐火试验方法 第 8 部分：非承重垂直分隔构件的特殊要求》GB/T 9978.8 的有关规定。

**2** 功能性要求是指作为围护体系应该满足居住使用功能的基本要求。具体包括水密性能、气密性能、隔声性能、热工性能四个方面。

水密性能包括围护系统中基层板的不透水性和基层板接缝处的止水、排水性能。对于建筑幕墙系统，应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 的有关规定。

气密性能主要为基层板接缝处的空气渗透性能。对于建筑幕墙系统，应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 的有关规定。

隔声性能应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的有关规定。

热工性能应符合国家现行标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134、《夏热冬暖

地区居住建筑节能设计标准》JGJ75的有关规定。

**3** 耐久性要求直接影响到围护系统使用寿命和维护保养时限。不同的材料，对耐久性的性能指标要求也不尽相同。经耐久性试验后，还需对相关力学性能进行复测，以保证使用的稳定性。对于水泥基类的基层板，应符合现行行业标准《外墙用非承重纤维增强水泥板》JG/T 396的有关规定，满足抗冻性、耐热雨性能、耐热水性能以及耐干湿性能的要求。

**8.1.5** 屋面防水等级分为Ⅰ级和Ⅱ级，Ⅰ级适用于重要建筑和高层建筑，应设置两道防水设防；Ⅱ级适用于一般建筑，应设置一道防水设防。具体规定应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345的有关规定。

**8.1.10** 不同类型的外墙围护系统具有不同的特点，选择上除应与建筑类型及结构形式相适应外，还宜选用轻质墙板部品。

按照外墙围护系统在施工现场有无骨架组装的情况，分为：预制墙板类、现场组装骨架类、建筑幕墙类。预制墙板类中，根据墙板部品的建筑立面特征，细分为：整间板体系、条板体系。现场组装骨架类中，根据骨架的构造形式和材料特点，细分为：钢龙骨组合外墙体系、木骨架组合外墙体系。建筑幕墙类中，根据主要支承结构形式，包括：单元式幕墙、构件式幕墙、点支承幕墙。

整间板体系包括：预制混凝土外挂墙板、拼装大板。混凝土外挂墙板以预制混凝土夹心保温外挂墙板为主，中间夹有保温层，室外侧表面自带涂装或饰面做法；拼装大板中支承骨架的加工与组装、面板布置、保温层设置均在工厂完成生产，施工现场仅需安装即可。

条板体系包括：预制混凝土外墙板、蒸压加气混凝土板、复合夹芯条板。条板可采用横条板或竖条板的安装方式。混凝土外墙挂板中混凝土可采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、硫铝酸盐水泥等生产，可也采用轻集料混凝土，增强材料可采用金属骨架、钢筋、玻璃纤维、无机矿物纤维、有机合成纤维、纤维素纤维等，断面构造形式可为实心或空心。蒸压加气混凝土板是由蒸压加气混凝土制成，根据构造要求，内配置经防腐处理的不同数量钢筋网片。复合夹芯条板是由面板和保温夹芯层构成。

编制组在调研国外的钢结构围护系统中，也发现了性能优异的干法施工砌块类材料，主要为干法工艺砌筑的蒸压加气混凝土砌块墙，以及普通砌块在工厂中完成砌块墙的生产，在施工现场整体施工的整体砌块墙。

## 8.2 预制混凝土外挂墙板

**8.2.1** 本条说明外挂墙板设计的基本原则。

**8.2.2** 预制外挂墙板是装配在混凝土主体结构上的非承重外墙围护挂板或装饰板，是集成了围护（含保温，防水，防火）、机电与装饰的一体化构件。按照设计、生产、装配一体化和建筑、结构、机电及装修一体化的要求，PC 外挂墙板在设计阶段应该充分考虑后序生产、装配阶段的需求以及各专业之间的配合协调；在生产阶段落实预留预埋，依照装配进度安排生产；在装配阶段合理安排进度和工法工序，使各分项工程有序高效进行。

## 8.3 蒸压加气混凝土板材类系统

**8.3.1** 加气混凝土外墙板的安装方式分为内嵌式、外挂式，也可以根据需要采用内嵌外挂组合方式。从受力机理角度来看，分层外挂式挂法传力明确，且保温系统完整闭合，该做法在地震多发的日本应用普遍；国内居住建筑考量有效使用面积，最大限度减少露梁露柱，内嵌式挂法的应用相对多一些，但需要处理其遇主体结构的冷（热）桥问题。

**8.3.2** 加气混凝土外墙板作为轻质高强单一材料绿色建材，是装配式混凝土结构建筑的配套外墙产品之一，配合工业化建筑的发展，拼装单元技术将会逐渐得到推广应用，提高装配效率，推进建筑的工业化进程。

**8.3.3** 加气混凝土外墙板应用于高层建筑强度等级不低于 A3.5 是强制性要求；用于多层建筑其风荷载和地震荷载相对小一些，同时多层建筑的热工指标要求高于高层建筑，多层建筑外墙热工要求高、强度可适当降低（加气混凝土材料的承载力和热工性能成反比例关系），A3.0 强度等级是热工性能和强度性能适用于多层建筑的最佳契合点，为加强保护措施，外墙面必须做防水封闭处理（现行规范内未明确规定），经过我们的全面试验验证是可行的。

**8.3.4** 加气混凝土外墙板是集保温、隔热、隔声、防火、结构一体化的一种绿色建材，不同气候区可根据保温和受力需求确定板材的厚度，同时其最小厚度应符合现行行业标准《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17 的有关规定。

**8.3.5** 加气混凝土外墙板的安装方式决定了该围护结构的安全性、可靠性，竖墙板和拼装大板方式常用于居住建筑，应采取分层承托方式，传力路径明确，最大限度减少主体结构变形对围护结构的影响。横板安装方式多用于厂房或物流建筑，主体结构一般为门式刚架或钢框架结构，应按一定高度由主体结构承托。

**8.3.6** 加气混凝土外墙板的安装方式存在多种情况，应根据具体情况选用。现阶段，国内工程钩头螺栓法应用普遍，其特点是施工方便、造价低，缺点是损伤板材，连接节点不属于真正意义上的柔性节点，属于半刚性连接节点，应用多层建筑外墙是可行的；对高层建筑外墙宜选用内置锚法、摇摆型工法。

**8.3.7** 加气混凝土外墙板是一种带孔隙的碱性材料，吸水后强度降低，外表面防水涂膜是其保证结构正常特性的保障，同时其强度相对较低，其表面不宜作为锚固基材。通常情况下，蒸压加气混凝土板外墙要进行防护处理，宜采用性能匹配的柔性涂料饰面。当需要采用石材或金属饰面时，应将主龙骨固定在主体结构受力构件上，避免加气混凝土外墙板作为传力媒介。

**8.3.8** 加气混凝土板是一种带孔隙的碱性材料，吸水后强度降低，外墙面的防水处理至关重要，这一点是德国伊通多年研究的技术成果，过去国内没有认识到一直未加入规范中，外墙面防水封闭是保证加气混凝土板耐久性（防渗漏、防冻融）的关键技术措施。

**8.3.9** PC 建筑相对钢结构建筑刚度大、层间位移角小，对连接节点的变形适应性要求低一些，可选用的连接方式范围广。

**8.3.10** 作为围护结构的加气混凝土外墙板应保证结构安全的各项性能，应满足抗风和抗震设计的承载力和刚度要求，应符合现行行业标准《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17 和《非结构构件抗震设计规范》JGJ339 的有关规定。

**8.3.11** 加气混凝土为碱性材料对密封胶有一定的腐蚀性，ALC 材料的抗拉强度为 0.22 MPa，

墙板采用变形拉伸密封胶时，密封胶在拉伸时的模量必需不大于 0.20 MPa。国内市场上采用的符合低模量要求的密封胶，其拉伸模量 23 °C 时不大于 0.4 MPa；-20 °C 时不大于 0.6 MPa，为此，当密封胶拉伸模量大于 ALC 的抗拉强度时，密封胶会把 ALC 基材拉坏，需进行配方改进。目前，改性 PU986 聚氨酯密封胶比较适宜。

**8.3.12** 给新型体系留一个出口，此条可以单独成条，也可作为解释条文出现。

**8.3.13** 加气混凝土墙板出釜时含水率较高，通常为 30%~50%，高含水率的板材干缩较大，过早上墙存在易产生干缩裂缝。

**8.3.14** 堆放不当与场地不平整等均会造成板材挠曲、破损、断裂甚至引发倾倒等安全事故，顶部遮盖可防止板材被雨淋后受潮。

**8.3.15** 采用专用的夹具和工具进行搬运起吊可保护产品。但由于加气混凝土产品本身的特殊材性，并考虑到目前运输、安装等过程中可能会产生局部破损的实际情况，允许在施工现场采用专用修补材料对板材进行修补。

## 8.4 现场组装骨架外墙系统

**8.4.1** 以厚度为 0.8mm~1.5mm 的镀锌轻钢龙骨为骨架，由外面层、填充层和内面层所组成的复合墙体，是北美、澳洲等地多高层建筑的主流外墙之一，如主体结构为钢，则有更高的选用比重。一般是在现场安装密肋布置的龙骨后安装各层次，也有在工厂预制成条板或大板后在现场整体装配的案例。该体系的技术要点如下：

1 龙骨与主体结构为弹性连接，以适应结构变形；

2 外面层经常性选项是：砌筑有拉结措施的烧结砖，砌筑有拉结措施的薄型砌块，钉 OSB 板或水泥纤维板后做滑移型挂网抹灰，钉水泥纤维板（可鱼鳞状布置），钉乙烯条板，钉金属面板等；

3 内面层经常性选项是：钉 OSB 板，钉石膏板；

4 填充层经常性选项是：铝箔玻璃棉毡，岩棉，喷聚苯颗粒，石膏砂浆等；

5 根据不同的气候条件，常在不同的位置设置功能膜材料，如防水膜、防水透汽膜、反射膜、隔汽膜等，寒冷或严寒地区为减少热桥效应和避免发生冷凝，还应采取隔离措施，如选用断桥龙骨，在特定部位绝缘隔离等。

**8.4.2** 根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016，《木骨架组合墙体技术规范》GB 5036 的有关规定，建筑高度不大于 18 米的住宅建筑、建筑高度不大于 24 米的办公建筑和丁戊类厂房（库房）的非承重外墙可用木骨架组合墙体。

**8.4.3** 当采用规格材制作木骨架时，由于是通过设计确定木骨架的尺寸，故不限制使用规格材的等级。规格材的含水率不应大于都 20%，应符合现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 的有关规定的规格材含水率一致。

**8.4.4** 木骨架组合外墙与主体结构之间的连接应有足够的耐久性和可靠性，所采用的连接件和紧固件应符合现行国家标准及符合设计要求。木骨架组合外墙经常受自然环境不利因素的影响，因此要求连接材料应具备防腐功能以保证连接材料的耐久性。

**8.4.5** 纸面石膏板应符合现行国家标准《纸面石膏板》GB/T 9775 的有关规定，纸面石膏板

常用规格有以下几种：厚度分为 9.5mm、12mm、15mm、18mm；长度分为 1.8m、2.1m、2.4m、2.7m、3.0m、3.3m、3.6m；宽度分为 900mm、1220mm。

**8.4.6** 岩棉、矿棉、玻璃棉具有导热系数小、自重轻、防火性能好等优点，而且石膏板、岩棉、矿棉和玻璃棉吸声系数高，适用于木骨架外墙的填充材料和覆面材料，使外墙达到国家标准规定的保温、隔热、隔声和防火要求。

**8.4.7** 木骨架竖立布置主要是方便整个墙体的制作和施工。由于墙面板采用的板材平面标准尺寸一般为 1220mm×2400mm，因此木骨架组合墙体中木骨柱的间距允许采用 610mm 或 405mm 两种尺寸；当采用 900mm×2400mm 的纸面石膏板时，立柱的间距应为 450mm。这样，墙面板的连接缝正好能位于木骨柱构件的截面中心位置处，能较好地固定和安装墙面板。

**8.4.8** 木骨架组合墙体虽然是非承重墙体，但应有足够的承载能力。因此应根据相关规范进行设计，满足强度、刚度、稳定性、防风抗震要求。而且木骨架组合墙体应与主体结构有可靠、正确的连接，才能保证墙体正常、安全地工作。

**8.4.9** 本条规定是为了保证整个墙体的防火性能，防止火灾从一个空间穿过管道孔洞或管线蔓延到其他空间。

**8.4.10** 木骨架组合墙体宜在专业加工厂按工程设计文件的要求制作。生产制作方案应包括生产工艺、模具方案、生产计划、技术质量控制措施等。构件规格尺寸应综合考虑材料性能、运输条件、安装条件等因素，并考虑建筑物地域特点，做到合理、经济、优化、耐用。

**8.4.11** 应制定木骨架组合墙体的运输和储存方案，宜采用插放架直立运输和储存方式，应有防止搬运和储存过程中发生碰撞和防水防潮的保护层包装。

**8.4.12** 木骨架组合外墙与主体结构直接接触的部位应安装防潮垫或防潮膜，做好墙体局部防潮保护。待木骨架安装固定后用密封材料填满四周接缝处，并检查墙体垂直度。

**8.4.13** 采取措施保证木骨架组合外墙体通风、干燥，防止墙体内部材料受潮变形对保证墙体的耐久性十分重要。

## 8.5 幕墙

**8.5.2** 建筑幕墙根据面板材料的不同，可以分为玻璃幕墙、金属幕墙、石材幕墙、人造板材料幕墙等。不同材料的幕墙，可以选择不同的结构、材料和构造。

## 8.6 门窗系统

**8.6.1** 门窗安装应根据建筑功能的需要，满足结构、采光、防水、防火、保温隔热、隔声及建筑造型等设计要求。外门窗作为热工设计的关键部位，门窗框与墙体之间缝隙成了节能及防渗漏的薄弱环节。采用工厂化生产的门窗配套系列部品可以有效避免施工误差，提高安装的精度，保证外围护系统具有良好的气密性能。有利于较好地满足装配式住宅的建筑防水性能要求。

**8.6.2、8.6.3** 门窗与洞口之间的不匹配导致门窗施工质量控制困难，容易造成门窗处漏水。

门窗与墙体在工厂同步完成的预制混凝土外墙，在加工过程中能够更好的保证门窗洞口与框之间的密闭性，避免形成热桥。质量控制有保障，较好的解决了外门窗的渗漏水问题，改善了建筑的性能，提升了建筑的品质。

工业化建筑外窗应安装在预制有窗附框的墙体构件上。工业化住宅建筑外窗窗附框应在工厂制作，并在进入工程现场前与外墙构件连接为一个整体。其各项性能应符合行业和地方现行相关标准的规定。（《工业化住宅建筑外窗系统技术规程》）可以实现门窗洞口尺寸和外门窗尺寸的公差协调，有助于实现门窗的定型生产、高效装配和“零渗漏”。

**8.6.4** 门窗安装应确保两方面的要求：结构连接的安全性、使用性能的可靠性。

**8.6.5** 门窗安装应根据建筑功能的需要，外门窗作为热工设计的关键部位，门窗框与墙体之间缝隙成了节能及防渗漏的薄弱环节。外门窗的安装方式，在不同的气候区域存在施工工法的差异，应根据项目所在区域的气候条件，结合实际情况合理设计。外墙与门窗的温度变形不一致，应研究好节点构造，满足结构、采光、防水、防火、保温隔热、隔声及建筑造型等设计要求。

## 8.7 屋面系统

**8.7.1** 屋顶作为承重结构，应满足承重构件的升强度、刚度和整体空间的稳定性要求。屋顶作为外围护结构，还应满足防水、保温、隔热以及隔声、防火等要求。

**8.7.2** 系统集成的方法是装配式建筑的重要设计方法。公共建筑的大型建筑设备往往设置在屋面上，对装配式屋面而言，应当对设备基础和设备管线等进行集成设计，避免后期施工破坏。

**8.7.3** 我国幅员辽阔，太阳能资源丰富，根据各地区气候特点及日照分析结果，有条件的地区可以在装配式建筑设计中充分利用太阳能，设置在屋面上的太阳能系统管路和管线应遵循安全美观、规则有序、便于安装和维护的原则，与建筑其他管线统筹设计，做到太阳能系统与建筑一体化。

**8.7.4** 在要求的泛水高度处设凹槽或挑檐，便于屋面防水卷材的收头，避免后期开凿对构件的破坏。

## 9 部品部件生产

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 设计文件和有关标准是企业生产预制混凝土构件的技术质量标准和依据；预制构件委托加工合同的要求可以高于设计文件和有关标准，但不得与其相悖。

**9.1.2** 完善的质量管理体系和质量控制制度是质量管理的前提条件和企业质量管理水平的体现；质量管理体系中应建立并保持与质量管理有关文件的形成和控制工作程序，该程序应包括文件的编制（获取）、审核、批准、发放、变更和保存等。

文件可承载在各种载体上，与质量管理有关的文件包括：

- 1 法律法规和规范性文件；
- 2 技术标准；
- 3 企业制定的质量手册、程序文件和规章制度等质量体系文件；
- 4 与预制构件产品有关的设计文件和资料；
- 5 与预制构件产品有关的技术指导书和质量管理控制文件；
- 6 其它相关文件。

国家行业主管部门规定的应持证上岗岗位包括：电工、电焊工、起吊信号工、锅炉工等。地方行业主管部门规定的应持证上岗岗位包括：试验员、质检员、资料员等。

**9.1.3** 当原设计文件深度不够，不足以指导生产时，需要生产单位或专业公司另行制作加工详图，如加工详图与设计文件意图不同时，应经原设计单位认可。

加工图包括：预制构件模具图、配筋图；满足建筑、结构和机电设备等专业要求和构件制作、运输、安装等环节要求的预埋件布置图；面砖或石材预制构件的排板图，夹心保温外墙板内外叶墙拉结件布置图和保温板排板图等。

**9.1.4** 生产方案具体内容包括：生产工艺，生产计划、模具方案、模具计划、技术质量控制措施、成品保护、存放及运输方案等内容，必要时，应对预制构件脱模、吊运、码放、翻转及运输等内容的承载力进行计算。

由于冬期较低的气温会对原材料和预制构件生产工艺和质量产生影响，故应针对性地编制专项生产方案，编制方案时可参照《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的有关规定。

**9.1.5** 在预制构件生产质量控制中需要进行有关钢筋、混凝土和构件成品的日常试验和检测，预制构件企业应配备开展日常试验检测工作得试验室。通常是企业试验室满足产品生产应的原材料必试项目的试验检测要求，其它试验检测项目委托有资格的检测机构进行。

**9.1.6** 首件验收制度是指结构较复杂的预制构件或新型钢筋首次生产或间隔较长时间重新生产时，生产企业要会同业主、设计单位、总承包单位、监理单位共同进行首件验收，重点检查模具、构件、预埋件、混凝土浇筑成型中存在的问题，确认该批预制构件生产工艺是否合理，质量能否得到保障，共同验收合格之后可批量生产。

**9.1.8** 需要进行连接工艺检验的连接包括钢筋焊接、机械连接、套筒灌浆连接，其它型式连接是否进行工艺检验应根据设计要求确定。

**9.1.9** 检验时对新制或改制后的模具应按件检验，对重复使用的定型模具、钢筋半成品和成

品应分批随机抽样检验，对混凝土性能应按批检验。

模具、钢筋、混凝土、预制构件制作、预应力施工等质量，均应在生产班组自检、互检和交接检的基础上，由专职检验员进行检验；

**9.1.10** 除合同另有要求外，预制构件交付时应按照本标准第 9.9.4 条的规定提供质量证明文件。

**9.1.12** 装配式建筑构件规格型号不仅仅与尺寸相关，还与混凝土强度等级、钢筋布置、预留、预埋、户型布置等众多因素相关，结果就是预制构件种类很多，采用现代化的信息管理系统建立统一的编码规则和标识系统。预制构件表面预埋带无线射频芯片的标识卡(R F I D 卡)有利于实现装配式建筑质量全过程控制和追溯。时，芯片中应存入生产过程及质量控制全部相关信息。

目前，有些地方的预制构件生产实行了监理驻厂监造制度，应根据各地方技术发展水平细化预制构件生产全过程监测制度，驻厂监理出厂质量证明文件上签字。

## 9.2 原材料及配件

**9.2.1** 预制构件用原材料的种类较多，在生产组织前应充分了解图纸设计要求，并通过试验进行合理选用材料，以满足预制构件的各项性能要求。

预制构件生产企业应要求原材料供方提供满足要求的技术证明文件，证明文件包括出厂合格证和检验报告等，有特殊性能要求的原材料应由双方在采购合同中给予明确说明。

原材料质量的优劣对预制构件的质量起着决定性作用，企业应认真做好原材料的进货验收工作。首批或连续跨年进货时应核查供方提供的型式检验报告，企业还应对其质量证明文件的真实性负责。如果存档的质量证明文件是伪造或不真实的，根据有关标准的规定企业也应承担相应的责任。质量证明文件的复印件存档时，还需加盖原件存放单位的公章，并由存放单位经办人签字。

**9.2.2** 预制构件生产企业将采购的同一厂家同批次材料、配件及半成品用于生产不同工程的预制构件,可统一划分检验批。

预制构件生产企业同期生产的预制构件使用于不同工程时，加盖公章（或检验章）的复印件具有法律效力。

**9.2.3** 为适当减少有关产品的检验工作量，对符合限定条件的产品进场检验作了适当调整。对来源稳定且连续检验合格，或经产品认证符合要求的产品，进场时可按本规范的有关规定放宽检验。“经产品认证符合要求的产品”系指经产品认证机构认证，认证结论为符合认证要求的产品。产品认证机构应经国家认证认可监督管理部门批准。放宽检验系指扩大检验批量，不是放宽检验指标。

“原材料批次要求”指以下条款中提到的批次要求，如钢筋为同一厂家、同一牌号且同一规格不超过 60t 钢筋为一批。

**9.2.4** 本条根据国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定，对有抗震设防要求的结构纵向受力钢筋（后带 E）应检测最大力下总伸长率，其目的是保证重要结构预制构件的抗震

性能。

**9.2.5** 该条规定同样适用于生产企业自购原材料进行冷加工的情况。

**9.2.6** 专业钢筋加工厂家多采用自动化钢筋加工设备，经过合理的工艺流程，在固定的加工场所将钢筋加工成为工程所需成型钢筋制品即成型钢筋，产品具有规模化、质量控制水平高等优点。目前，较多中小型预制构件生产企业的钢筋桁架和钢筋网片由专业钢筋加工厂家提供，因此，本条制定了对成型钢筋进厂检验的规定。

标准所规定的同类型指钢筋品种、型号和加工后的形式完全相同；同一钢筋来源指成型钢筋加工所用钢筋为同一钢筋企业生产；同一生产设备指成型钢筋加工设备。成型钢筋的质量证明文件主要为产品合格证和出厂检验报告。为鼓励成型钢筋产品的认证和先进加工模式的推广应用，规定此种情况可放大检验批量。

对采用热轧钢筋为原材料的成型钢筋，加工过程中一般对钢筋的性能改变较小，当有监理方的代表驻厂监督加工过程并能提交该批成型钢筋的原材料见证检验报告的情况下可以减少部分检验项目，可只进行重量偏差检验。如在使用中对成型钢筋的质量有怀疑，应按4.2.6条的第2款进行更多项目的检验。

外购的成型钢筋按照本条进行进厂检验，不包括预制构件生产企业自购原材料加工的产品。

**9.2.7** 预应力筋系施加预应力的钢丝、钢绞线和精轧螺纹钢筋等的总称。先张法使用的预应力筋进厂检验应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224、《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223、《预应力混凝土用螺纹钢筋》GB/T 20065的有关规定。

**9.2.8** 与预应力筋用锚具相关的现行国家标准有：《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370和《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85。前者系产品标准，主要是生产厂家生产、质量检验的依据，后者是锚夹具产品工程应用的依据，包括设计选用、进场检验、工程施工等内容。

**9.2.9** 国家大力推广散装水泥，散装水泥批号是在水泥装车时计算机自动编制的，水泥厂每发出2000吨水泥自动换批号，经常出现预制构件生产企业连续进场的水泥批号不一致，大大增加检验批次。目前，全国水泥质量大幅度提高，规定按照“同一厂家、同一品种、同一代号、同一强度等级且连续进厂的水泥”进行检验，完全能够保证质量。

强度、安定性是水泥的重要性能指标，与国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204规定一致，进场时应复验。

**9.2.10** 本条只列出预制构件生产常用的粉煤灰、粒化高炉矿渣粉和硅灰等三种矿物掺合料的进厂检验规定。其它矿物掺合料的使用和检测应符合设计要求和现行有关标准的规定。

**9.2.11** 本条只列出预制构件生产常用的减水剂进厂检验规定。其它外加剂的使用和检测应符合设计要求和现行有关标准的规定。

**9.2.12** 除本条的检验项目外，骨料的坚固性、有害物质含量和氯离子含量等其他质量指标可在选择骨料时根据需要进行检验，一般情况下应由厂家提供的型式检验报告列出全套质量指标的检测结果。

**9.2.14** 回收水是指搅拌机和运输车等清洗用水经过沉淀、过滤、回收后再次加以利用的

水。从节约水资源角度出发，鼓励回收水再利用，但回收水中因含有水泥、外加剂等原材料及其反应后的残留物，这些残留成分可能影响混凝土的使用性能，应经过试验方可确定能否使用。部分或全部回收水作为混凝土拌合用水的质量均应符合《混凝土用水标准》JGJ63要求。用高压水冲洗预涂缓凝剂形成粗糙面的回收水，未经处理和未经检验合格，不得用作混凝土搅拌用水。

**9.2.16** 大多数预制构件在室内生产，应选择对人身无害的环保型产品。脱模剂的使用效果与预制构件生产工艺、生产季节、涂刷方式有很大关系，应经过试验确定最佳脱模效果。

**9.2.17** 预制构件中常用的保温材料有挤塑聚苯板、硬泡聚氨酯板、真空绝热板等其导热系数随时间逐步衰减，尤其是刚生产出来的保温材料的导热系数衰减很快，需要严格按照标准规定取样进行检测。当使用标准或规范无规定的保温材料时，应有充足的技术依据，并应在使用前进行试验验证。

**9.2.19** 常见受力型预埋件有钢筋锚固板、吊装预埋件、支撑预埋件、施工措施预埋件等。

**9.2.20** 拉结件是保证装配整体式夹心保温剪力墙板和夹心保温外挂墙板内、外叶墙可靠连接的重要部件，其在混凝土中的锚固可靠性。

**9.2.24** 灌浆料是灌浆套筒进货前进行的钢筋套筒连接工艺检验必不可少的材料。但由于用量极少，因此可以使用施工现场采购的同厂家、同品种、同型号产品。如果施工单位尚未开始进货，预制构件生产单位可以自购一批，检验合格后用于工艺检验。

## 9.3 模具

**9.3.2** 模具是专门用来生产预制构件的各种模板系统，可采用固定在生产场地的固定模具，也可采用移动模具。对于形状复杂、数量少的构件也可采用木模或其他材料制作。清水混凝土预制构件建议采用精度较高的模具制作。预制构件预留孔洞、插筋、预埋吊件要可靠地固定在模具上，并避免在浇筑混凝土过程中产生移位。流水线平台上的各种边模可采用玻璃钢、铝合金、高品质复合板等轻质材料制作。

**9.3.3** 本条第3款：在模台上用磁盒固定边模具有简单方便的优势，能够更好地满足流水线生产节拍需要。虽然磁盒在模台上的吸力很大，但是振动状态下抗剪切能力不足，容易造成偏移，影响几何尺寸。用磁盒生产高精度几何尺寸预制构件时，需要采取辅助定位措施。

## 9.4 钢筋及预埋件

**9.4.1** 使用自动化机械设备进行钢筋加工与制作，可减少钢筋损耗且有利于质量控制，有条件的应尽量采用。自动化机械设备进行钢筋调直、切割和弯折，其性能应符合现行行业标准《混凝土结构用成型钢筋》JG/T 226的有关规定。

**9.4.2** 钢筋连接质量好坏关系到结构安全，本条提出了钢筋连接必须进行工艺检验的要求，在施工过程中重点检查。尤其是钢筋螺纹接头以及半灌浆套筒连接接头机械连接端安装时，可根据安装需要采用管钳、扭力扳手等工具，但安装后应使用专用扭力扳手校核拧紧

力矩，安装用扭力扳手和校核用扭力扳手应区分使用，二者的精度、校准要求均有所不同。

**9.4.3** 本条规定了钢筋钢筋半成品、钢筋网片、钢筋骨架安装的尺寸偏差和检测方法。安装后还应及时检查钢筋的品种、级别、规格、数量。

**9.4.5** 采用磁力吸预埋件是近年来使用较多的方法，尤其是在预制构件生产线上使用更多，其优点是操作简单，装拆方便，缺点是抗剪切能力弱，振捣时容易发生位移。因此，应通过试生产确定磁力吸的规格、型号。

采用胶粘法固定预埋件时，可采用双面胶或专用胶，胶的性能能否满足生产要求，应通过试生产确定。

预埋螺栓、吊母或吊具等应采用工具式卡具可靠固定，并应加强丝扣保护；

预埋线盒和管线安装要确保位置准确，与模具或钢筋固定牢固，采取措施防止堵塞。

在安装过程中发现预埋件的尺寸、形状发生变化时或对预埋件的质量有怀疑时，应对该批预埋件再次进行复检，合格后方可使用。

## 9.5 预应力构件

**9.5.1** 预制构件施工方案宜包括：生产顺序和工艺流程、生产质量要求，资源配备和质量保证措施以及生产安全要求和保证措施等。

**9.5.2** 先张法预应力构件张拉台座受力巨大，为保证安全施工应由设计或有经验单位、部门进行专门设计计算。

**9.5.3** 由于预应力筋过度受热会降低力学性能，因此规定了其切断方式。

**9.5.4** 本条参考《混凝土结构工程施工规范》GB 50666。钢丝束采用镦头锚具时，锚具的效率系数主要取决于镦头的强度，而镦头强度与采用的工艺及钢丝的直径有关。冷镦时由于冷作硬化，镦头的强度提高，但脆性增加，且容易出现裂纹，影响强度发挥，因此需事先确认钢丝的可镦性，以确保镦头质量。另外，钢丝下料长度的控制主要是为保证钢丝的两端均采用镦头锚具时钢丝的受力均匀性。

**9.5.5** 本条参考《混凝土结构工程施工规范》GB 50666。

**9.5.6** 本条参考《混凝土结构工程施工规范》GB 50666。

**9.5.7** 本条参考《混凝土结构工程施工规范》GB 50666。

**9.5.8** 本条参考《混凝土结构工程施工规范》GB 50666。张拉预应力筋的目的是建立设计希望的预应力，而伸长值校核是为了判断张拉质量是否达到设计规定的要求。如果各项参数都与设计相符，一般情况下张拉力值的偏差在 $\pm 5\%$ 范围内是合理的，考虑到实际工程的测量精度及预应力筋材料参数的偏差等因素，适当放松了对伸长值偏差的限值，将其最大偏差放宽到 $\pm 6\%$ 。

**9.5.9** 预应力筋的张拉顺序应使混凝土不产生超应力、构件不扭转与侧弯，因此，对称张拉是一个重要原则，对张拉比较敏感的结构构件，若不能对称张拉，也应尽量做到逐步渐进的施加预应力。

一般情况下，同一束有粘结预应力筋应采取整束张拉，使各根预应力筋建立的应力均匀。只有在能够确保预应力筋张拉没有叠压影响时，才允许采用逐根张拉工艺。

预应力工程的重要目的是通过配置的预应力筋建立设计希望的准确的预应力值。然而，张拉阶段出现预应力筋的断裂，可能意味着，其材料、加工制作、安装及张拉等一系列环节中出现了问题。同时，由于预应力筋断裂或滑脱对结构构件的受力性能影响极大，因此，规

定应严格限制其断裂或滑脱的数量。先张法预应力构件中的预应力筋不允许出现断裂或滑脱,若在浇筑混凝土前出现断裂或滑脱,相应的预应力筋应予以更换。本条虽然设在张拉和放张一节中,但其控制的不仅张拉质量,同时也是对材料、制作、安装等工序的质量要求。

**9.5.10** 先张法构件的预应力是靠粘结力传递的,过低的混凝土强度相应的粘结强度也较低,造成预应力传递长度增加,因此本条规定了放张时的混凝土最低强度值。

## 9.6 成型、养护及脱模

**9.6.1** 本条规定了混凝土浇筑前应进行的隐检内容,是保证预制构件满足结构性能的关键质量控制环节,应严格执行。

**9.6.5** 本条规定了预制外墙类构件表面预贴面砖或石材的技术要求,除了要满足安全耐久性外,还保证装饰效果。对于饰面材料分隔缝的处理,砖缝可采用发泡塑料条成型,石材可采用弹性材料填充。

**9.6.6** 夹心保温墙板内外叶墙体连结件的品种、数量、位置、状态对于外叶墙结构安全、开裂极端重要,其使用必须符合设计要求。控制内外页墙体混凝土浇筑间隔是为了保证拉结件与混凝土的连接质量。

**9.6.10** 条件允许的情况下,预制构件优先推荐自然养护。采用加热养护时,按照合理的养护制度进行温控可避免预制构件出现温差裂缝。

对于夹心外墙板的养护,控制养护温度不大于 60℃是因为有机保温材料在较高温度下会产生热变形,影响产品质量。

**9.6.11** 平模工艺生产的大型墙板、挂板类预制构件宜采用翻板机翻转直立后再行起吊。对于设有门洞、窗洞等较大洞口的墙板,脱膜起吊时应进行加固,防护扭曲变形造成的开裂。

## 9.7 预制构件检验

**9.7.12** 目前《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 提出了专业企业生产预制构件进场结构性能检验要求。但考虑检验方便,工程中多在各方参与下在预制构件生产场地进行。因此考虑预制构件结构性能检验要求提前至构件出厂之前。现我国部分省市要求预制构件生产时施工单位或监理单位委派代表驻厂监督生产过程,此时除设计有专门要求外,可不做结构性能检验。

无施工单位或监理单位代表驻厂监督生产过程时,本条仅提出了梁板类简支受弯预制构件的结构性能检验要求;其他预制构件除设计有专门要求外,进场时可不做结构性能检验,叠合板、叠合梁的梁板类受弯预制构件(叠合底板、底梁)未要求进行结构性能检验,当设计有专门要求时,结构性能检验的方式应根据设计要求确定。

对多个工程共同使用的同类型预制构件,也可在多个工程的施工、监理单位见证下共同委托进行结构性能检验,共同确认,其结果对多个工程共同有效。

## 9.9 资料管理及交付

**9.9.1** 预制构件产品资料归档应包括产品质量形成过程中的有关依据和记录,具体归档资料还应满足不同工程对其资料归档的具体要求。

**9.9.3** 当设计有要求或合同约定时,还应提供混凝土抗渗、抗冻等约定性能的试验报告。

按本规范第 9.7.12 条未做结构性能检验的构件，可不提供结构性能检验报告。

预制构件出厂合格证可参考如下范本。

预制构件出厂合格证（范本）

预制混凝土构件出厂合格证			资料编号			
工程名称 及使用部位				合格证编号		
构件名称		型号规格		供应数量		
制造厂家				企业等级证		
标准图号或设计 图纸号				混凝土设计强度等级		
混凝土浇筑日期		至		构件出厂日期		
性能 检验 评定 结果	混凝土抗压强度			主筋		
	试验编号		达到设计强度（%）	试验编号		力学性能
	外观			面层装饰材料		
	质量状况		规格尺寸	试验编号		试验结论
	保温材料			保温连接件		
	试验编号		试验结论	试验编号		试验结论
	钢筋连接套筒			结构性能		
	试验编号		试验结论	试验编号		试验结论
备注					结论：	
供应单位技术负责人			填表人			
填表日期：					供应单位名称 (盖章)	

## 9.10 部品部件生产

### (I)一般规定

**9.10.1** 部品是组成装配式建筑的基本单元，具有工业化程度和集成度高的特点，部品的质量直接影响到建筑的质量，因此对部品生产企业的硬件条件（生产车间及设备）、软件条件（人员及管理水平）进行了约束。

**9.10.2** 建筑部品应在工厂内生产，生产工序应形成流水作业，生产过程管理宜采用信息管理技术。

部品的生产应保证出厂部品的质量稳定性，并能够对部品进行质量追溯，对于严重质量隐患部品可以及时拆卸和召回，需要借助信息化的手段。

### (II) 集成制造

**9.10.10** 工厂化生产相比较人工作业时更容易保证部品的标准化和加工精度的，但基于目前部品的应用环境，有时会存在一些非标准化的空间，为了保证部品安装的完整性，减少切割和二次作业，部品制造时宜有柔性处理措施。

**9.10.11** 目前装配式混凝土结构建筑有多种类型，部品作为标准化、系列化的产品，应考虑与不同主体结构型式连接时的连接方法与配套组件，并成套供应。

### (IV)包装、运输与堆放

**9.10.22** 有些外围护部品的尺寸较大，在设计产品尺寸时，要兼顾吊装过程、安装过程以及运输时车辆的允许范围。

## 10 施工与安装

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 装配式混凝土施工应建立以装配为主的施工组织方案，应根据建筑、结构、机电、内装一体化的原则，制定构件、机电、内装部品各专业协同的装配方案。施工组织方案应体现管理组织方式宜吻合装配工法特点，以发挥装配技术优势为原则。

**10.1.2** 装配式结构施工应配备相关专业操作人员，施工前应对相关人员进行培训，包括生产厂商一线管理人员、安装企业一线管理人员、监理人员、生产安装一线工人等。

**10.1.3** 工装系统是针对装配式混凝土建筑吊装、安装过程中所用吊具等产品类型，包括标准化堆放架、模数化通用吊梁、框式吊梁、吊装预埋件、起吊装置、吊钩吊具、预制墙板斜支撑、叠合板独立支撑、外围护体系等产品。工装系统的定型产品及施工操作均应符合国家现行有关标准及产品应用技术手册的有关规定，在使用前应进行必要的施工验算。

**10.1.4** 为避免由于设计或施工缺乏经验造成工程实施障碍或损失，保证装配式结构施工质量，并不断摸索和积累经验，特提出应通过试生产和试安装进行验证性试验。装配式结构施工前的试安装，对于没有经验的承包商非常必要，不但可以验证设计和施工方案存在的缺陷，还可以培训人员，调试设备，完善方案。另一方面对于没有实践经验的新的结构体系，应在施工前进行典型单元的安装试验，验证并完善方案实施的可行性，这对于体系的定型和推广使用，是十分重要的。

**10.1.5** 装配式建筑安装现场应根据工期要求以及工程量、机械设备等现场条件，组织立体交叉、均衡有效的安装施工流水作业。

装配式混凝土施工前宜与构件部品生产单位做好协调，保证构件部品适时到场、及时装配。

前一道工序有隐蔽工程验收的要求时，应完成隐蔽工程验收之后进行下一道工序。部品安装施工应在装配式混凝土建筑在混凝土结构子分部工程完成分段或整体验收后方可进行。

**10.1.7** 装配式混凝土建筑施工中，应建立健全安全管理保障体系，制定安全专项方案，对危险性较大分部分项工程应经专家论证通过后进行施工。

应注意构件安装的施工安全要求。为防止预制构件在安装过程中因不合理受力造成损伤、破坏或高空滑落，应严格遵守有关施工安全规定。

### 10.2 施工准备

**10.2.1** 整体进度计划包括结构总体施工进度计划，构件生产计划，构件安装进度计划等；

预制构件运输方案包括车辆型号及数量，运输路线，发货安排，现场装卸方法等；

施工场地布置包括场内循环通道，吊装设备布设，构件码放场地等；

安装施工方法包括测量方法、吊装顺序和方法，构件安装方法、节点施工方法、防水施工方法、后浇混凝土施工方法、全过程的成品保护及修补措施等；

施工安全包括吊装安全措施、专项施工安全措施等；

质量管理包括构件安装的专项施工质量管理；渗漏、裂缝等质量缺陷防治措施；

**10.2.2** 预制构件、安装用材料及配件进场验收应符合本规范第 11 章及现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

**10.2.4** 应根据构件连接方式重点核对已完成结构中的连接钢筋、预埋连接件的位置和尺寸偏差，检查预制构件内预埋的灌浆套筒、机械连接套筒、浆锚连接预留孔洞是否通畅。

**10.2.9** 外围护架包括三角挂架、SCP 型施工升降平台、液压自爬升防护屏、工具化附着升降架、折叠式升降脚手架等。三角挂架由方钢、槽钢、钢管等焊接而成，通过穿墙螺栓与预制墙板连接实现防护功能（北京市目前禁止使用三角挂架，如需使用需要经过专家论证和相关主管部门同意）。SCP 型施工升降平台由驱动机构、钢结构平台节组成的单级或多级工作平台，标准节组成的导轨架、附墙及安全装置等组成。液压自爬升防护屏通过液压油缸的伸缩，连续顶升防护屏架体实现防护屏架体的整体提升。工具化附着升降架是由横梁、斜杆、导轨、立杆组成的空间桁架体系，折叠式升降脚手架自带驱动升降系统，可自爬升；模块化单元组装便捷可周转；液压爬升，速度快且稳定；具备防坠功能。

## 10.3 预制构件安装

**10.3.1** 预制构件通过后浇混凝土进行连接时，构件的安装顺序与附加连接钢筋的安装顺序存在交叉问题，应相互协调制定合理的施工工序，保证构件安装不影响附加连接钢筋的就位。比如采用封闭钢筋连接的预制剪力墙墙板、框架节点内箍筋的安放等。

**10.3.3** 预制构件安装就位后应对安装位置、标高、垂直度进行调整，并应考虑安装偏差的累积影响，安装偏差应严于装配式结构分项工程验收的施工尺寸偏差。

**10.3.5** 对于预制墙板，临时斜撑一般安放在其背面，且一般不少于 2 道。当墙板底没有水平约束时，墙板的每道临时支撑包括上部斜撑和下部支撑，下部支撑可做成水平支撑或斜向支撑。对于预制柱，由于其底部纵向钢筋可以起到水平约束的作用，故一般仅设置上部斜撑。柱子的斜撑也最少要设置 2 道，且要设置在两个相邻的侧面上，水平投影相互垂直。临时斜撑与预制构件一般做成铰接并通过预埋件进行连接。考虑到临时斜撑主要承受的是水平荷载，为充分发挥其作用，对上部的斜撑，其支撑点距离板底的距离不宜小于板高的  $\frac{2}{3}$ ，且不应小于板高的  $\frac{1}{2}$ 。

**10.3.7** 可通过千斤顶调整预制柱平面位置，通过在柱脚位置的预埋螺栓，使用专门调整工具进行微调，调整垂直度；预制柱完成垂直度调整后，应在柱子四角缝隙处加塞刚性垫片。

**10.3.8** 对于不带夹心保温的各类外墙板，内侧宜采用柔性材料和木方组合封堵，外侧和内侧封堵拉结封堵。

**10.3.9** 临时支撑可为工具式支撑，也可为在预制柱上的牛腿。第 4 款中搁置长度指梁搁置在临时支撑上的长度。

**10.3.11** 预制楼梯的安装与其连接做法关系密切，应根据连接做法确定预制楼梯安装的时间。

## 10.4 连接

**10.4.2** 本条用于与预制构件内灌浆套筒连接的现浇混凝土部分预留钢筋。连接钢筋中心位置存在细微偏差时，可采用套管方式进行细微调整。

**10.4.3** 钢筋套筒灌浆连接接头和浆锚搭接连接接头的施工质量是保证预制构件连接性能的关键控制点，施工人员应经专业培训合格后上岗操作。

**10.4.4** 钢筋套筒灌浆作业应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355及施工方案的要求。

灌浆连接接头和浆锚搭接接头灌浆作业是装配整体式结构工程施工质量控制的关键环节之一。实际工程中这两种连接的质量很大程度取决于施工过程控制，对作业人员应进行培训考核，并持证上岗，同时要求有专职检验人员在灌浆操作全过程监督。套筒灌浆连接接头的质量保证措施：

- 1 采用经验证的钢筋套筒和灌浆料配套产品；
- 2 施工人员是经培训合格的专业人员，严格按技术要求执行；
- 3 质量检验人员进行全程施工质量检查，能提供可追溯的全过程灌浆质量检查记录；

4 检验批验收时，如对套筒灌浆连接接头质量有疑问，可委托第三方独立检测机构进行非破损检测。

**10.4.7** 后张预应力筋连接也是一种预制构件连接形式，其张拉、放张、封锚等均与预应力混凝土结构施工基本相同，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定执行。

**10.4.9** 工具式模板与支架应具有标准化、模块化，易于组合、便于安装，高周转，通用性强，造价低等特点。

**10.4.10** 定型模板应具有标准化、通用化、高周转的特点，定型模板宜采用钢质或铝合金

**10.4.18** 预制构件安装完成后尺寸偏差应符合表中要求，安装过程中，各单位视自身施工水平高低采取相应措施从严控制，应保证完成后的尺寸偏差要求。

## 10.5 建筑部品安装

**10.5.1** 装配式内装区别于传统内装的特点之一就是更多的现场工作转移到工厂进行，一方面便于保证产品质量和加工精度，一方面也可以减少施工现场的垃圾、噪音，因此把无噪音、无污染、无垃圾作为装配式内装未来发展的目标。

**10.5.4** 改动建筑主体、承重结构或改变房间的主要使用功能，擅自拆改燃气、暖气、通讯等配套设施，有时会危及整个建筑的安全，应严格禁止。

## 10.6 机电安装

**10.6.1** 穿越预制墙体的管道预留洞或套管的尺寸可参考下表：

1 给水、消防管穿越预制墙、梁、楼板可预留普通钢套管或预留洞，预留套管尺寸参见表 9.6.1 中的 DN1。管材为焊接钢管、镀锌钢管、钢塑复合管（外径）。

表 9.6.1 给水、消防管穿墙、梁、楼板预留普通钢套管尺寸表 (mm)

管道公称直径 DN (mm)	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
钢套管公称直径 DN1 (适用无保温)	32	40	50	50	80	80	100	125	200	225	250	300

注：保温管道的预留套管尺寸，应根据管道保温后的外径尺寸确定预留套管尺寸。

2 排水管穿越预制梁或墙预留普通钢套管尺寸参见表 9.6.1 中的 DN1；排水管穿预制楼板预留孔洞尺寸参见表 9.6.2。管材为塑料排水管和金属排水管。

表 9.6.2 排水管穿楼板预留孔洞尺寸表 (mm)

管道公称直径 DN(mm)	50	75	100	150	200	备注
预留圆洞 Φ1(mm)	125	150	200	250	300	
普通塑料套管公称直径(mm)	100	125	150	200	250	带止水环或橡胶密封圈

3 排水立管、通气立管穿屋面预留刚性防水套管尺寸参见表 9.6.3。管材为柔性接口机制排水铸铁管。

表 9.6.3 穿屋面刚性防水套管

管道公称直径 DN (mm)	75	100	150
D2 (mm)	93	118	169
D3 (mm)	140	168	219
D4 (mm)	250	280	330

4 其余管道穿越预制屋面楼板时，应预埋刚性防水套管。

5 阳台地漏、采用非同层排水方式的厨卫排水器具及附件预留孔洞尺寸参见表 9.6.4。

表 9.6.4 排水器具及附件预留孔洞尺寸表 (mm)

排水器具及附件 种类	大便器	浴缸、洗脸盆、 洗涤盆	地漏、清扫口			
	所接排水管道管径 DN (mm)	100	50	50	75	100
预留圆洞 Φ	200	100	200	200	250	300

6 公共部位消防管道横管可穿梁设置或梁下设置，穿梁设置的消防横管应在预制梁上预留钢套管，套管规格及做法见表 9.6.1

7 当装配式混凝土建筑的喷淋系统管道穿梁设置时，梁内预留套管，套管规格及做法见表 9.6.1。

8 消火栓箱应于预制构件上预留安装孔洞，孔洞尺寸各边大于箱体尺寸 20mm。箱体与孔洞之间间隙应采用防火材料封堵。并应考虑消火栓所接管道的预留做法。

## 10.7 成品保护

- 10.7.1** 交叉作业时，应做好工序交接，做好已完部位移交单，各工种之间明确责任主体。
- 10.7.2** 预制外墙饰面砖保护应选用无褪色或污染的材料，以防揭膜后，饰面砖表面被污染。
- 10.7.3** 预制外墙板，PCF 板底部薄弱部位应加强保护，避免运输、装卸过程中的磕碰损坏，造成渗漏水的影响。
- 10.7.4** 为了保证预制构件吊装过程中正常施工要求，应加强对预制构件上的建筑附件、预埋件、预埋吊件的保护。
- 10.7.5** 为避免楼层内后续施工时，与安装完成的预制构件磕碰，现场采取利用废旧木条或木板，对构件阳角和楼梯踏步口作包角保护处理。

## **10.8 施工安全与环境保护**

- 10.8.2** 施工过程中所涉及的重大危险源包括高空作业、机械伤害、触电等，装配式结构施工过程中应满足相应的行业标准。
- 10.8.3** 施工企业应对危险源进行辨识、分析、提出应对处理措施，制定应急预案，并根据应急预案进行演练。
- 10.8.5** 构件吊运时，吊机回转半径范围内，为非作业人员禁止入内区域，以防坠物伤人。
- 10.8.6** 装配式构件或体系选用的支撑应经计算符合受力要求，架身组合后，经验收、挂牌后使用。
- 10.8.8** 钢筋焊接作业时产生的火花极易引燃或损坏夹心保温外墙板中的保温层。
- 10.8.9** 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》指出：在城市市区范围内周围生活环境排放建筑施工噪声的，应当符合国家规定的建筑施工场界环境噪声排放标准。
- 10.8.10** 施工现场产生的废水、污水不经处理排放，影响正常生产、生活以及生态系统平衡的现象。
- 10.8.11** 预制构件安装过程中常见的光污染主要是可见光、夜间现场照明灯光、汽车前照灯光、电焊产生的强光等都是可见光污染。可见光的亮度过高或过低，对比过强或过弱时，都有损人体健康。

# 11 验收

## 11.1 一般规定

**11.1.1** 装配式混凝土建筑施工质量验收除应符合本规范的要求以外，尚应符合国家现行标准。

**11.1.3** 当装配式结构工程存在现浇混凝土施工段时，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定进行其他分项工程和检验批的验收。

**11.1.5** 本条规定的验收内容涉及采用后浇混凝土连接及采用叠合构件的装配整体式结构，隐蔽工程反映钢筋、现浇结构分项工程施工的综合质量，后浇混凝土处钢筋既包括预制构件外伸的钢筋，也包括后浇混凝土中设置的纵向钢筋和箍筋。在浇筑混凝土之前进行隐蔽工程验收是为了确保其连接构造性能满足设计要求。

## 11.2 预制构件

### 主控项目

**11.2.1** 预制构件结构性能检验主要应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定执行。需要做结构性能检验的应提供检验报告；不需要做结构性能检验的可提供监理监造时的有关质量验收记录，或进行预制构件进场结构实体检验。

**11.2.2** 对于出现的外观质量严重缺陷、影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差，以及拉结件类别、数量和位置有不符合设计要求的情形应作退场处理。如经设计同意可以进行修理使用，则应制订处理方案并获得监理确认后，预制构件生产企业应按技术处理方案处理，修理后应重新验收。

**11.2.3** 预制构件外贴材料等应在进场时按设计要求对每件预制构件产品全数检查，合格后方可使用，避免在构件安装时发现问题造成不必要的损失。

### 一般项目

**11.2.6** 预制构件的装饰外观质量应在进场时按设计要求对每件预制构件产品全数检查，合格后方可使用。如果出现偏差情况，应和设计协商相应处理方案，如设计不同意处理应作退场报废处理。

**11.2.7** 预制构件的预留、预埋件等应在进场时按设计要求对每件预制构件产品全数检查，合格后方可使用，避免在构件安装时发现问题造成不必要的损失。

对于预埋件和预留孔洞等项目验收出现问题时，应和设计协商相应处理方案，如设计不同意处理应作退场报废处理。

检查数量：按照进场检验批，同一规格（品种）的构件每次抽检数量不应少于该规格（品种）数量的 5%，且不少于 3 件。

**11.2.8~11.2.9** 预制构件的一般项目验收应在预制工厂出场检验的基础上进行，现场验收时应按规定填写检验记录。对于部分项目不满足标准规定时，可以允许厂家按要求进行修

理，但应责令预制构件生产企业制订产品出厂质量管理的预防纠正措施。

预制构件的外观质量一般缺陷应按产品标准规定全数检验；当构件没有产品标准或现场制作时，应按现浇结构构件的外观质量要求检查和处理。

预制构件尺寸偏差和预制构件上的预留孔、预留洞、预埋件、预留插筋、键槽位置偏差等基本要求应进行抽样检验。如根据具体工程要求提出高于标准规定时，应按设计要求或合同规定执行。

装配整体式结构中预制构件与后浇混凝土结合的界面统称为结合面，结合面的表面一般要求在预制构件上设置粗糙面或键槽，同时还需要配置抗剪或抗拉钢筋等以确保结构连接构造的整体性设计要求。

构件尺寸偏差设计有专门规定的，尚应符合设计要求。预制构件有粗糙面时，与粗糙面相关的尺寸允许偏差可适当放宽。

## 11.3 安装与连接

### 主控项目

**11.3.1** 临时固定措施是装配式结构安装过程中承受施工荷载、保证构件定位、确保施工安全的有效措施。临时支撑是常用的临时固定措施，包括水平构件下方的临时竖向支撑、水平构件两端支承构件上设置的临时牛腿、竖向构件的临时斜撑等。

**11.3.2** 装配整体式混凝土结构节点区的后浇混凝土质量控制非常重要，不但要求其于预制构件的结合面紧密结合，还要求其自身浇筑密实，更重要的是要控制混凝土强度指标。

当后浇混凝土和现浇结构采用相同强度等级混凝土浇筑时，此时可以采用现浇结构的混凝土试块强度进行评定；对有特殊要求的后浇混凝土应单独制作试块进行检验评定。

**11.3.3~11.3.4** 钢筋套筒灌浆连接和浆锚搭接连接时装配式结构的重要连接方式，灌浆质量的好坏对结构的整体性影响非常大，应采取措施保证孔道的灌浆密实。

钢筋采用套筒灌浆连接或浆锚搭接连接时，连接接头的质量及传力性能是影响装配式结构受力性能的关键，应严格控制。

套筒灌浆连接前应按现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定进行钢筋套筒灌浆连接接头工艺试验，试验合格后方可进行灌浆作业。

**11.3.5** 接缝采用坐浆连接时，如果希望坐浆满足竖向传力要求，则应对坐浆的强度提出明确的设计要求。对于不需要传力的填缝砂浆可以按构造要求规定其强度指标。施工时应采取措施确保坐浆在接缝部位饱满密实，并加强养护。

**11.3.6~11.3.9** 在装配式结构中，常会采用钢筋或钢板焊接连接。当钢筋或型钢采用焊接连接时，钢筋或型钢的焊接质量是保证结构传力的关键主控项目，应由具备资格的焊工进行操作，并应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量及验收规范》GB 50205、现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定进行验收。

考虑到装配式混凝土结构中钢筋或型钢焊接连接的特殊性，很难做到连接试件原位截取，故要求制作平行加工试件。平行加工试件应与实际钢筋连接接头的施工环境相似，并宜在工程结构附近制作。

钢筋采用机械连接时，应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定进行验收。平行加工试件应与实际钢筋连接接头的施工环境相似，并宜在工程结构附近

制作。对于直螺纹机械连接接头，应按有关标准规定检验螺纹接头拧紧扭矩和挤压接头压痕直径。对于冷挤压套筒机械连接接头，其接头质量也应符合国家现行有关标准的规定。

装配式结构采用螺栓连接时，螺栓、螺母、垫片等材料的进场验收应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。施工时应分批逐个检查螺栓的拧紧力矩，并做好施工记录。

### 一般项目

**11.3.12** 装配式结构的外观质量除设计有专门的规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 中有关规定关于现浇混凝土结构的有关规定。

对于出现的严重缺陷及影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差，处理方式应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 第 8.2 节、第 8.3 节的有关规定执行。对于出现的一般缺陷时，处理方式同按第 8.2.2 条的有关规定执行。

装配式建筑的饰面质量应符合设计要求，并应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210 的有关规定。

**11.3.12** 装配式结构的接缝防水施工是非常关键的质量检验内容，是保证装配式外墙防水性能的关键，施工时应按设计要求进行选材和施工，并采取严格的检验验证措施。考虑到此项验收内容与结构施工密切相关，应按设计及有关防水施工要求进行验收。

外墙板接缝的现场淋水试验应在精装修进场前完成，并应满足下列要求：淋水量应控制在  $3\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{min})$  以上，持续淋水时间为 24 小时。某处淋水试验结束后，若背水面存在渗漏现象，应对该检验批的全部外墙板接缝进行淋水试验，并对所有渗漏点进行整改处理，并在整改完成后重新对渗漏的部位进行淋水试验，直至不再出现渗漏点为止。

## 附录 B 双面叠合剪力墙设计

**B.0.1** 为了保证中间空腔内后浇混凝土的浇筑质量，在混凝土浇筑之前墙板内表面及楼板表面必须用水充分湿润，用规定等级及相应坍落度的混凝土均匀地按水平方向分层浇筑，并用内置振动棒仔细振捣。空腔内宜采用自密实混凝土。

考虑到自密实混凝土具有高流动度而不离析、不泌水和高均匀性，能在不经振捣或少振捣的情况下自流平并自动通过钢筋间隙充满模具达到充分密实，所以应依据行业标准“自密实混凝土应用技术规程 JGJ/T283-2012”中对粗骨料粒径做出要求，同时应采取相应的检测方法对浇筑的密实度进行检测以满足验收要求。当采用普通混凝土时，则按国家标准“混凝土结构工程施工质量验收规范”（GB50204）相关规定执行，并加强普通混凝土浇筑后的密实度检测。

**B.0.2** 墙肢厚度不大于 200mm 时，空腔净距小于 100mm，施工有难度。双面叠合剪力墙预制板厚度不大于 50mm 时，单侧板刚度较差，承载力较低，制作、运输和施工中易造成损坏，不能保证双面叠合剪力墙的工程质量。

**B.0.3** 考虑到施工方便、受力合理，叠合剪力墙竖向连接设置在楼面标高处，水平连接设置在受力较小部位。接缝连接钢筋的设计计算及构造应满足本规程相关规定的要求。

**B.0.4** 根据双面叠合剪力墙的制作特点，钢筋混凝土双面叠合剪力墙结构的连梁，可采用水平叠合连梁，也可采用竖直叠合连梁，连梁的纵向钢筋应与钢筋混凝土暗柱、边缘构件进行可靠连接，钢筋的锚固长度及要求应满足现行行业标准的相关规定。

**B.0.5** 考虑到双面叠合剪力墙的制作特点，考虑到存放、吊装、运输及安装的便利性，规定了预制剪力墙板形状、尺寸及重量。同时为防止预制剪力墙板在存放、搬运及施工中损坏，规定了开洞预制剪力墙板洞口边至板边距离，洞口跨板边布置增加了拼缝处理难度，会降低预制双面叠合剪力墙的整体性，故加以限制。

**B.0.6** 叠合墙板内表面做成凹凸不小于 4mm 的人工粗糙面能有效增加预制剪力墙板和现浇混凝土骨料之间的咬合，提高预制双面叠合剪力墙的整体性。

**B.0.7** 通过同济大学进行的轴压比 0.5 和 0.2 的轴压力作用下，平面内典型部位双面叠合剪力墙构件足尺模型的低周反复荷载试验，由试验报告结论可知双面叠合剪力墙试件的正截面抗弯承载力、斜截面受剪承载力和接缝抗剪承载力均具有较大的安全系数，满足设计要求。其承载能力设计可以参照现浇混凝土剪力墙相关规定进行。双面叠合剪力墙偏心受压正截面受压承载力、偏心受拉正截面受拉承载力、偏心受压和偏心受拉斜截面受剪承载力计算与现浇剪力墙相同。

通过同济大学进行的轴压比 0.2 的轴压力作用下，对平面外双面叠合剪力墙构件足尺模型进行低周反复荷载试验，重点研究叠合剪力墙及其现浇对比试件在剪力墙平面外方向的破坏形态与破坏机制、承载力、延性、耗能能力等抗震性能指标，试验结果表明：叠合剪力墙平面外受弯承载能力与现浇构件承载力接近，可参照现浇混凝土剪力墙的相关规定进行设计，并具有良好的延性和耗能能力。

基于以上两点试验研究，计算中双面叠合剪力墙的有效厚度取 $b_w$ 。

**B.0.8 ~ B.0.9** 约束边缘构件沿墙肢的长度取值应符合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定，表 B.0.8。

表B.0.8 约束边缘构件沿墙肢的长度 $l_c$

项目	二、三级	
	$\mu_N \leq 0.4$	$\mu_N > 0.4$
$l_c$ (暗柱)	$0.15 h_w$	$0.20 h_w$
$l_c$ (翼墙)	$0.10 h_w$	$0.15 h_w$

剪力墙约束边缘构件 $l_c$ 长度内阴影范围外的部分，可用双面叠合剪力墙内的桁架钢筋代替拉筋，此范围内至少保证有一根桁架钢筋。对于联肢墙，洞口边的构造边缘构件的混凝土可采用预制。

根据工程的实际需要和双面叠合墙板内外叶可不同长度的构件特点，约束边缘构件和构件边缘构件的构造形式分为以下四种：（1）节点区全后浇。（2）外叶墙板封闭，内叶墙板开口，此种情况多用于外剪力墙，由于外叶板可以兼做节点区外侧模板，节省外模和外脚手架的设置。（3）内叶墙板封闭，外叶墙板开口，此种情况多用于电梯间或开全房间洞的情况，内叶板兼做节点区内侧模板，可以减少内模板和内脚手架的设置。（4）节点区全叠合，此种情况仅存在于叠合暗柱。

当采取图 B.0.8-2~3， B.0.9-2 连接方式，双面叠合剪力墙单叶预制板悬挑长度大于300mm 时，后浇混凝土区设置封闭箍筋的同时，悬挑端与后浇混凝土之间应另外设置可靠的拉结措施，保证预制板与后浇混凝土可靠连接协同受力。为了便于墙板的安装，可采用套筒螺栓连接（图 B.0.8）。套筒螺栓沿竖向的间距同剪力墙拉筋竖向间距，螺栓与现浇区封闭箍筋的交叉点处应全部扎牢。

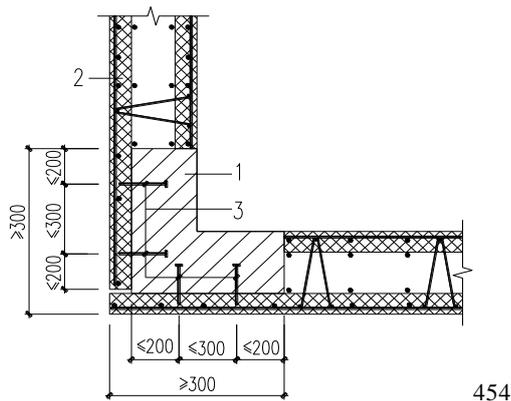


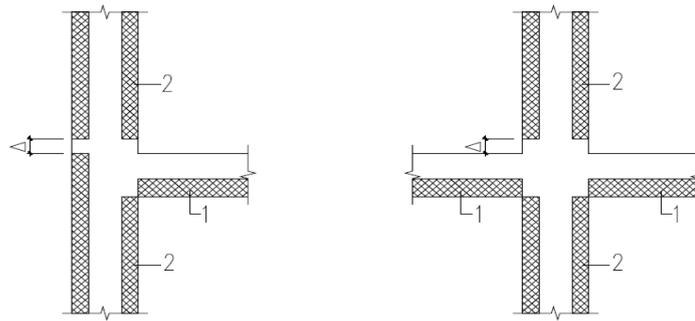
图 B.8 边缘构件预制墙板悬挑段与后浇混凝土构造示意  
1—后浇段；2—双面叠合剪力墙；3—套筒螺栓

对于边缘构件处剪力墙的有效计算厚度，节点区全现浇时取现浇段的总厚度；当墙板内外页不齐平，且墙板悬挑端与后浇混凝土未采取有效的构造连接措施时，取后浇混凝土的厚度；若墙板悬挑端预制墙板与后浇混凝土采取箍筋连接等有效的构造措施来保证预制构件与

后浇混凝土整体受力，且共同约束时，则节点区的有效计算厚度取为节点区总厚度。

**B.0.10** 双面叠合剪力墙中两侧预制板通过钢筋桁架连接形成整体，增强了预制构件的刚度，避免运输和安装期间墙板产生较大变形和开裂。现场在空腔内浇筑混凝土时，钢筋桁架应能抵抗施工荷载以及混凝土的侧压力产生的作用。

**B.0.11** 基于叠合剪力墙结构的构造，叠合剪力墙需在楼层处设置水平缝，为保证接缝处现浇混凝土浇筑密实，水平接缝高度不宜小于 40mm。为保证两块墙内水平钢筋竖向间距符合设计要求，水平接缝高度不宜大于 100mm（下部墙板顶面钢筋中心到墙板顶面的距离为 50mm，上部墙板底面钢筋中心到墙板底面的距离为 50mm）。



(a) 叠合剪力墙一侧有楼板 (b) 叠合剪力墙两侧有楼板

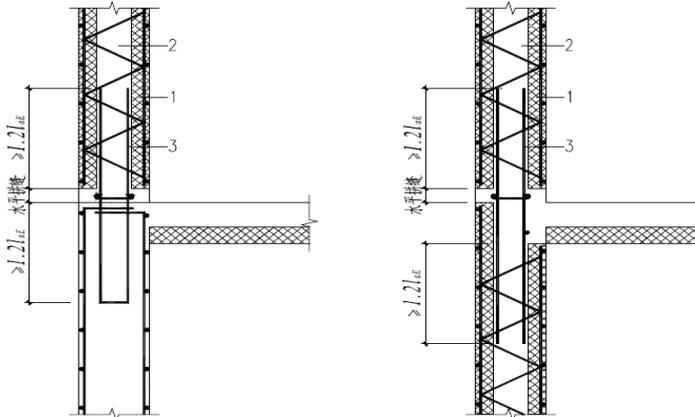
图B.10.1 双面叠合剪力墙水平接缝高度要求 ( $40\text{mm} \leq \Delta < 100\text{mm}$ )

1-叠合楼板；2-叠合剪力墙

通过轴压比 0.5 和 0.2 的轴压力作用下，底部拼缝处插筋采用 100% 搭接和 50% 搭接的剪力墙低周反复荷载试验，由试验报告结论可知：边缘构件预制双面叠合预制混凝土剪力墙具有较高的承载能力，其承载能力设计可以参照现浇混凝土剪力墙相关规定进行；此外还表明低、高轴压比下插筋搭接长度的增加对试件的正反向承载能力影响不大。剪力墙的钢筋可在同一截面连接。

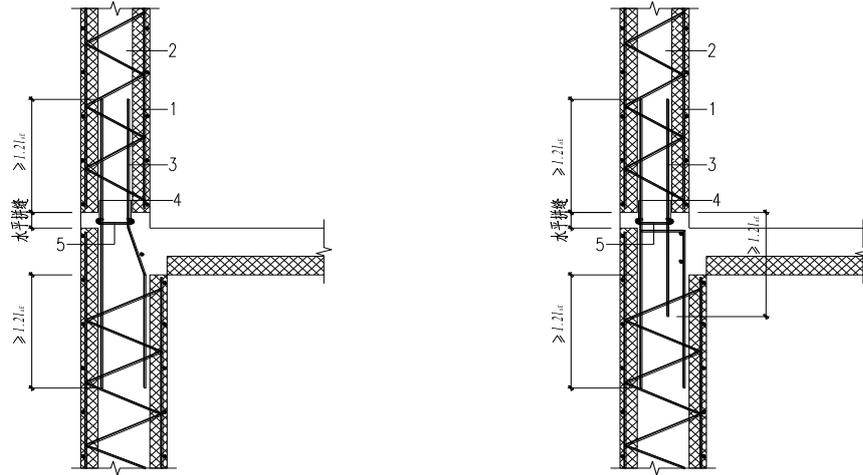
为了保证水平拼缝处竖向连接钢筋的构造，在现场施工过程中，应该采取必要的措施保证竖向插筋沿剪力墙截面高度方向的钢筋间距，具体可采取制作定位筋的方式。

双面叠合剪力墙水平接缝处典型竖向连接节点如下图所示。



(a) 下端现浇剪力墙，上端叠合力墙

(b) 上、下端等厚剪力墙



(c) 上、下端不等厚剪力墙且 $a/b \leq 1/6$       (d) 上、下端不等厚剪力墙且 $a/b > 1/6$

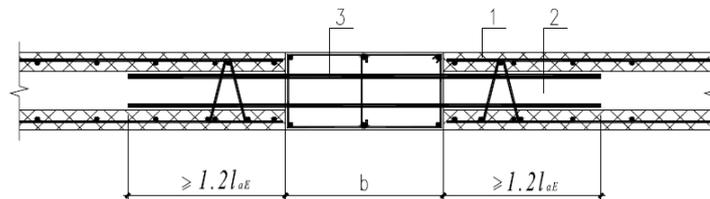
图B10.2 双面叠合剪力墙典型竖向连接节点

1-预制部分；2-现浇部分；3-竖向连接钢筋；4-附加水平筋；5-附加拉筋

**B.0.13** 叠合剪力墙的端部和墙肢交叉处宜设置现浇混凝土边缘构件，便于保证接缝处预制墙板和现浇混凝土的连接质量。

当较长墙肢确需在墙肢中部连接，但根据现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 在连接处又可可不设置边缘构件时，提出了设置宽度不小于墙肢厚度且不小于 400mm 的现浇混凝土墙段的要求，现浇墙段内应配置竖向分布钢筋，且不应低于预制墙板中竖向分布钢筋（图 B.0.11）。

水平连接钢筋应满足规范条文 B.0.11 的要求。



图B.0.11 叠合剪力墙竖缝连接构造之一（设置现浇段）