

宁夏回族自治区地方标准

DB 64/T 1914—2023

装配式混凝土结构技术规程

Technical Specification for precast concrete structures

2023 - 08 - 09 发布

2023 - 11 - 09 实施

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 基本规定	3
5 材料	4
5.1 混凝土、钢筋和钢材	4
5.2 连接材料	4
5.3 其他材料	4
6 建筑设计	5
6.1 一般规定	5
6.2 平面及立面设计	5
6.3 内装修、设备管线设计	5
7 结构设计基本规定	6
7.1 一般规定	6
7.2 作用及作用组合	8
7.3 结构分析	9
7.4 构件设计	9
7.5 连接设计	10
8 框架结构设计	12
8.1 一般规定	12
8.2 承载力计算	13
8.3 构造设计	14
9 剪力墙结构设计	22
9.1 一般规定	22
9.2 预制剪力墙构造	23
9.3 连接设计	25
10 外挂墙板设计	31
10.1 一般规定	31
10.2 点支承式外挂墙板	33
10.3 线支承式外挂墙板	33
10.4 墙板构造设计	35
11 构件制作与运输	36
11.1 一般规定	36
11.2 制作准备	36
11.3 构件制作与养护	37
11.4 构件检验	38
11.5 运输与堆放	39

12 施工与安装..... 40

 12.1 一般规定..... 40

 12.2 安装准备..... 41

 12.3 吊装施工..... 41

 12.4 预制构件安装..... 42

 12.5 预制构件连接..... 44

13 工程验收..... 45

 13.1 一般规定..... 45

 13.2 主控项目..... 45

 13.3 一般项目..... 46

附 录 A （资料性） 预制构件加工图设计深度及出图标准 47

 A.1 图纸封面..... 47

 A.2 图纸目录..... 47

 A.3 设计说明..... 47

 A.4 设计图纸..... 48

附 录 B （资料性） 双面叠合剪力墙设计 51

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由宁夏回族自治区住房和城乡建设厅提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：中建装配式建筑设计研究院有限公司、宁夏回族自治区建筑科技与产业化发展中心、中建科技集团有限公司、中建科技集团华北有限公司、中建科技集团西部有限公司、宁夏城市建设研究院（有限公司）、宁夏建工集团有限公司、宁夏远大城建建筑工业有限公司、宁夏绿歌环保科技发展有限公司、宁夏中盛建材科技有限公司、宁夏第五建筑有限公司。

本文件主要起草人：李轶夫、王浩、韩利钧、冯琥、王英明、唐婷婷、丁峰、毛芳芳、刘恩、乔龙、李栋、李胜、于之翠、周冰凌、王杰、王涛、刘婷婷、张晓、刘建平、刘勤保、刘振华、杨安民、曲行通、刘铭、韩超、吴玉华。

装配式混凝土结构技术规程

1 范围

本文件规定了装配式混凝土结构设计，包括范围、术语和定义、基本规定、材料、建筑设计、结构设计基本规定、框架结构设计、剪力墙结构设计、外挂墙板设计、构件制作与运输、施工与安装和工程验收等。

本文件适用于宁夏回族自治区民用建筑抗震设防烈度为6度至8度抗震设计的重点设防类（乙类）及以下设防类别的装配式混凝土结构的设计、生产、施工和验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级
GB/T 14683 硅酮和改性硅酮建筑密封胶
GB/T 50002 建筑模数协调标准
GB 50010 混凝土结构设计规范
GB 50011 建筑抗震设计规范
GB 50017 钢结构设计标准
GB/T50107 混凝土强度检验评定标准
GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
GB 50210 建筑装饰装修工程质量验收标准
GB 50222 建筑内部装修设计防火规范
GB 50325 民用建筑工程室内环境污染控制标准
GB/T 50448 水泥基灌浆材料应用技术规范
GB/T 50502 建筑工程施工组织设计规范
GB 50661 钢结构焊接规范
GB 50666 混凝土结构工程施工规范
GB 50755 钢结构工程施工规范
GB/T 51231 装配式混凝土建筑技术标准
GB/T 51408 建筑隔震设计标准
GB 55001 工程结构通用规范
GB 55002 建筑与市政工程抗震通用规范
GB 55008 混凝土结构通用规范
JC/T 482 聚氨酯建筑密封胶
JC/T 483 聚硫建筑密封胶
JG/T 398 钢筋连接用灌浆套筒

JG/T 408 钢筋连接用套筒灌浆料
JGJ 1 装配式混凝土结构技术规程
JGJ 3 高层建筑混凝土结构技术规程
JGJ 18 钢筋焊接及验收规程
JGJ 33 建筑机械使用安全技术规程
JGJ 46 施工现场临时用电安全技术规范
JGJ 80 建筑施工高处作业安全技术规范
JGJ 107 钢筋机械连接技术规程
JGJ 114 钢筋焊接网混凝土结构技术规程
JGJ/T 140 预应力混凝土结构抗震设计标准
JGJ 256 钢筋锚固板应用技术规程
JGJ 276 建筑施工起重吊装工程安全技术规范
JGJ/T 283 自密实混凝土应用技术规程
JGJ 297 建筑消能减震技术规程
JGJ 300 建筑施工临时支撑结构技术规范
JGJ 355 钢筋套筒灌浆连接应用技术规程
JGJ 369 预应力混凝土结构设计规范

3 术语和定义

GB/T 51231和JGJ 1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

装配式混凝土结构 precast concrete structure

由预制混凝土构件通过可靠的连接方式装配而成的混凝土结构，包括装配整体式混凝土结构、螺栓连接混凝土结构等（在建筑工程中，以下简称装配式建筑；在结构工程中，以下简称装配式结构）。

[来源：JGJ 1，2.1]

3.2

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（以下简称装配整体式结构）。

[来源：JGJ 1，2.1]

3.3

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

全部或部分框架梁、柱采用预制构件构建成的装配整体式混凝土结构（以下简称装配整体式框架结构）。

[来源：JGJ 1，2.1]

3.4

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

全部或部分剪力墙采用预制墙板构建成的装配整体式混凝土结构（以下简称装配整体式剪力墙结构）。

[来源：JGJ 1，2.1]

3.5

预制外挂墙板 precast concrete facade panel

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

[来源：JGJ 1，2.1]

3.6

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

由承重内叶墙板、保温材料、外叶墙板、拉结件组成的预制混凝土夹心保温外墙板（以下简称预制夹心外墙板）。

[来源：JGJ 1，2.1，有修改]

3.7

结合面 connecting interface

预制构件与后浇混凝土之间的接触面。

3.8

混凝土抗剪粗糙面 concrete rough surface

预制构件结合面上的凹凸不平或骨料显露的表面（以下简称粗糙面）。

[来源：JGJ 1，2.1，有修改]

3.9

混凝土叠合受弯构件 composite concrete flexural member

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（以下简称叠合板、叠合梁）。

[来源：GB/T 51231，2.1]

3.10

钢筋机械连接 rebar mechanical splicing

通过钢筋与连接件的机械咬合作用或钢筋端面的承压作用，将一根钢筋中的力传递至另一根钢筋的连接方法。

3.11

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

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

[来源：JGJ 1，2.1]

4 基本规定

4.1 装配式混凝土建筑设计应重视前期策划，明确项目目标、匹配适合的技术体系；统筹协调建设、设计、制作、安装等各方的需求；加强建筑、结构、设备、装修等各个专业之间的配合；实现成本、工期、质量三者相互统一。

4.2 装配式混凝土结构的设计应符合 GB 50010、GB 55001、GB 55008 的基本要求，并应符合下列规定：

- a) 应采用有效措施加强结构的整体性；
- b) 装配式混凝土结构宜采用高强度混凝土、高强钢筋；
- c) 装配式混凝土结构的节点和接缝应受力明确、构造可靠，并应满足承载力、延性和耐久性等要求；
- d) 应根据连接节点和接缝的构造方式和性能，确定结构的整体计算模型。

4.3 装配式混凝土结构中，预制构件的连接部位宜设置在结构受力较小的部位，其尺寸和形状应符合下列规定：

- a) 应满足建筑使用功能、模数、标准化要求，并应进行集成设计；
- b) 应根据预制构件的功能和安装部位、加工制作及施工精度等要求，确定合理的公差；

c) 应满足制作、运输、堆放、安装和质量控制要求。

4.4 对于重点设防类建筑采用装配式混凝土结构的,宜采用隔震、消能减震技术,并应符合 GB 55002、GB 50011、JGJ 297 及 GB/T 51408 的相关规定。

4.5 预制构件深化设计的深度应满足建筑、结构和机电设备等各专业以及构件制作、运输安装等各环节的综合要求。

4.6 装配式混凝土建筑宜采用建筑信息模型(BIM)技术。

5 材料

5.1 混凝土、钢筋和钢材

5.1.1 混凝土、钢筋和钢材的力学性能指标和耐久性等要求应符合 GB 50010 和 GB 50017 的规定。

5.1.2 预制构件的混凝土强度等级不应低于 C30; 预应力混凝土楼板结构的混凝土强度等级不应低于 C30, 其他预应力混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于 C40; 叠合层混凝土及现浇混凝土的强度等级不宜低于 C30。

5.1.3 钢筋的选用应符合 GB 55008、GB 50010 的规定。

5.1.4 钢筋焊接网应符合 JGJ 114 的规定。

5.1.5 预制构件设置预埋吊环时,应选用未经冷加工的 HPB300 级钢筋或 Q235B 圆钢,锚入结构构件的长度不应小于 $30d$, 应与钢筋骨架焊接或绑扎在钢筋骨架上, d 为吊环钢筋或圆钢的直径; 在构件自重标准值作用下,每个吊环按 2 个截面计算,对 HPB300 级钢筋,吊环的设计应力不应大于 65 N/mm^2 , 对 Q235B 圆钢,吊环的设计应力不应大于 50 N/mm^2 ; 当在一个构件上设有 4 个吊环时,应按 3 个进行承载力计算。

5.2 连接材料

5.2.1 钢筋套筒灌浆连接接头采用的套筒应符合 JG/T 398 的规定。

5.2.2 钢筋套筒灌浆连接接头采用的灌浆料应符合 JG/T 408 的规定。

5.2.3 钢筋锚固板的材料应符合 JGJ 256 的规定。

5.2.4 受力预埋件的锚板及锚筋材料应符合 GB 50010 的有关规定。专用预埋件及连接件材料应符合国家现行有关标准的规定。

5.2.5 连接用焊接材料,螺栓、锚栓和铆钉等紧固件的材料应符合 GB 50017、GB 50661 和 JGJ 18 等的规定。

5.2.6 连接夹心保温外墙板内、外叶板的拉结件应采用纤维增强塑料(FRP)拉结件或不锈钢拉结件。

5.3 其他材料

5.3.1 外墙板接缝处的密封材料应符合下列规定:

- a) 密封胶应与混凝土具有相容性,且应具有规定的抗剪切和伸缩变形能力;密封胶尚应具有防霉、防水、防火、耐候等性能;
- b) 硅酮、聚氨酯、聚硫建筑密封胶应分别符合 GB/T 14683、JC/T 482、JC/T 483 的规定;
- c) 夹心外墙板接缝处填充用保温材料的燃烧性能应满足 GB 8624 中 A 级的要求。

5.3.2 夹心外墙板中的保温材料,其导热系数不宜大于 $0.040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, 体积比吸水率不宜大于 0.3 %, 燃烧性能不应低于 GB 8624 中 B₂ 级的要求。

5.3.3 装配式建筑采用的室内装修材料应符合 GB 50325 和 GB 50222 的有关规定。

5.3.4 预埋件和连接件等外露金属件应按不同环境类别进行封闭或防腐、防锈、防火处理,并符合相

关规范的规定。

5.3.5 采用无国家现行标准的专用定型产品时，产品应有企业标准及使用说明文件，并应通过国家或当地主管部门的认证。

6 建筑设计

6.1 一般规定

6.1.1 装配式混凝土建筑设计应与装修、结构、给水排水、暖通空调、电气等各专业协同设计。

6.1.2 装配式混凝土建筑应符合 GB/T 50002 的有关规定，做到平面、立面与建筑门窗等工业化产品的模数协调。

6.1.3 预制构件和装修材料的选用应符合国家及自治区对环境保护的要求。

6.1.4 装配式混凝土建筑应满足国家现行标准有关防火、防水、保温、隔热及隔声等要求。

6.1.5 装配式混凝土建筑设计应根据具体项目，选取适合的绿色建筑标准。

6.2 平面及立面设计

6.2.1 建筑平面布局应考虑结构设计的需要，并应符合本规程第 7.1.5 条的规定。

6.2.2 装配式混凝土建筑的开间、进深、层高、洞口等尺寸应根据建筑类型、使用功能、部品部件生产与装配要求等确定。

6.2.3 装配式混凝土建筑平面设计应符合下列规定：

- a) 应采用大开间大进深、空间灵活可变的布置方式；
- b) 平面布置应规则，承重构件布置应上下对齐贯通，外墙洞口宜规整有序；
- c) 设备与管线宜集中设置，并进行管线综合设计。

6.2.4 装配式混凝土建筑立面设计应符合下列规定：

- a) 外墙、阳台板、空调板、外窗、遮阳设施及装饰等部品部件宜进行标准化设计；
- b) 装配式混凝土建筑宜通过建筑体量、材质肌理、色彩等变化，形成丰富多样的立面效果；
- c) 预制混凝土外墙的装饰面层宜采用清水混凝土、装饰混凝土、免抹灰涂料和反打面砖等耐久性强的建筑材料。

6.2.5 装配式混凝土建筑应根据建筑功能、主体结构、设备管线及装修等要求，确定合理的层高及净高尺寸。

6.2.6 外围护系统的集成设计应符合下列规定：

- a) 应对外墙板、幕墙、外门窗、阳台板、空调板及遮阳部件等进行集成设计；
- b) 应采用提高建筑性能的构造连接措施；
- c) 宜采用单元式装配外墙系统。

6.2.7 女儿墙板内侧在要求的泛水高度处应设凹槽、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。

6.3 内装修、设备管线设计

6.3.1 装配式混凝土建筑的内装修设计应与建筑各专业设计同步进行。

6.3.2 室内装配式装修应满足部品检修更换、设备与管线使用维护的要求，宜采用 SI 内装技术和管线分离。

注：SI 内装技术是指建筑中不同寿命的主体结构和内装及管线等填充体进行分离的内装修技术。

6.3.3 建筑宜采用同层排水设计，并结合房间净高、楼板跨度、设备管线等因素确定降板方案。当

采用异层排水时，管道预留洞口洞边与板边距离不宜小于 50 mm。

6.3.4 暖通、电气等设备与管道系统穿越预制构件时，应预埋套管或预留孔洞，设备、管道及其附件的支吊架或设备基础应直接连接在结构受力构件上。

6.3.5 强、弱电配电箱（盘）嵌墙安装时，对应的墙体厚度应不小于 200 mm。

6.3.6 进出管线较多的电气设备不宜嵌入安装在预制构件上。当安装在预制构件上时，应在不削弱构件隔声、防火及受力等性能的情况下预留安装条件。

6.3.7 配电干线穿越结构实体墙进入室内，应在进线处结构实体墙上预埋防水套管并进行防水封堵。

6.3.8 固定在预制构件上的大型机电设备、管道等，应根据荷载，采用预埋件进行固定。

7 结构设计基本规定

7.1 一般规定

7.1.1 装配式混凝土结构房屋最大适用高度应满足表 1 的要求，当结构中竖向构件全部为现浇且楼盖采用叠合梁板或钢筋桁架楼承板时，房屋的最大适用高度可按 JGJ 3 中的规定采用。

表1 装配整体式混凝土结构房屋的最大适用高度

单位为 m

结构类型	抗震设防烈度			
	6度	7度	8度(0.2g)	8度(0.3g)
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	100	85	80	60
装配整体式剪力墙结构	110	90	80	60
乙类建筑可按本地区抗震设防烈度确定其最大适用高度。 注1：房屋高度指室外地面到主要屋面板板顶的高度（不包括局部突出屋顶部分）； 注2：表中框架不含异形柱框架。				

7.1.2 装配整体式混凝土结构的高宽比不宜超过表 2 的数值。

表2 装配整体式混凝土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
装配式混凝土框架结构	4	3
装配整体式框架-现浇剪力墙结构、 装配整体式剪力墙结构	6	5

7.1.3 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。丙类装配式混凝土结构的抗震等级应按表 3 确定。

表3 丙类装配整体式混凝土结构的抗震等级

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
	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	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
剪力墙结构	剪力墙	三	三	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
注：大跨度框架指跨度不小于18 m的框架。									

7.1.4 乙类装配整体式结构应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施；当本地区抗震设防烈度为8度且抗震等级为一级时，应采取比一级更高的抗震措施；当建筑场地为Ⅰ类时，仍可按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施。当建筑场地为Ⅲ、Ⅳ类时，对设计基本地震加速度为0.15g和0.30g的地区，宜分别按抗震设防烈度8度（0.2g）和9度（0.40g）时各类建筑的要求采取抗震构造措施。

7.1.5 装配式混凝土结构的平面、立面的规则性应符合 GB 50011、JGJ 3 的相关规定，并应符合下列要求：

- a) 不宜采用角部重叠(图 1)或细腰形(图 2)等对楼盖整体刚度削弱较大的平面。细腰形平面尺寸 b/B 不宜小于 0.4；角部重叠部分尺寸与相应边长较小值的比值 $b/B_{\min}$ 不宜小于 1/3。
- b) 结构单元的平面形状宜简单、规则、对称、完整，结构单元平面内的质量和刚度分布宜均匀，质心与刚心的平面位置宜接近(图 3、图 4)。平面长度 L 不宜过长，平面宽度 B 不应过小， L/B 宜满足表 4 的要求。

表4 结构平面长宽之比限值

抗震设防烈度	L/B
6度、7度（0.1g）	≤5.0
7度（0.15g）、8度	≤4.0

7.1.6 装配式混凝土结构内力和变形计算时，可按刚性楼板假定计算，并采取措施保证楼板平面内的整体刚度；当楼板跨度较大、开有较大洞口等原因使楼板在平面内产生较明显的变形时，应按弹性楼板假定计算。

7.1.7 装配式混凝土结构竖向布置应连续、均匀，应避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力沿竖向突变，并应符合 GB 50011、JGJ 3 的有关规定。

7.1.8 抗震设计时，构件及节点的承载力抗震调整系数 γ_{RE} 应按表 5 采用；当仅考虑竖向地震作用组合时，承载力抗震调整系数 γ_{RE} 应取 1.0。预埋件锚筋截面计算的承载力抗震调整系数 γ_{RE} 应取 1.0。

7.1.9 装配式结构、构件及节点在工作年限内，应能承受在正常施工和正常使用期间预期可能出现的各种作用；应能保障结构和结构构件的预定使用要求；应能保障足够的耐久性要求。

7.1.10 预制构件节点及接缝处后浇混凝土强度等级不应低于被连接预制构件混凝土的较高强度等级，

且应采用无收缩混凝土。多层剪力墙结构中墙板水平接缝用坐浆材料的强度等级应大于被连接构件的混凝土强度等级。

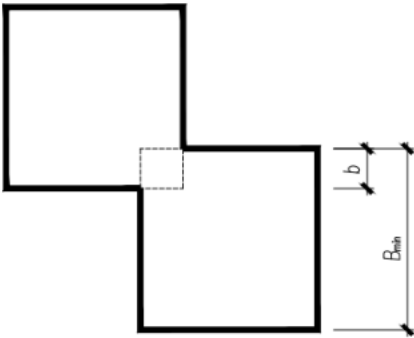


图1 角部重叠平面

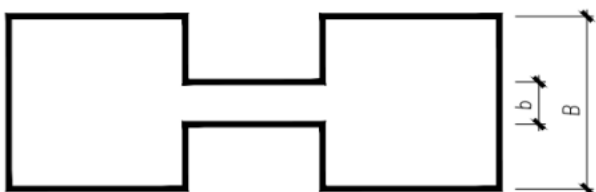
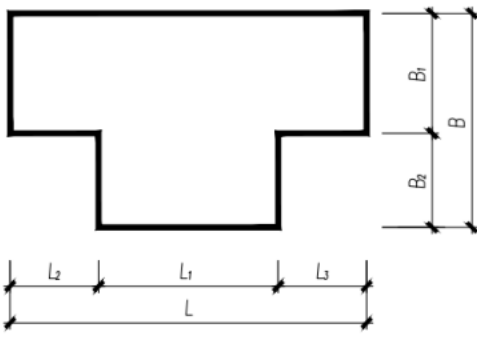
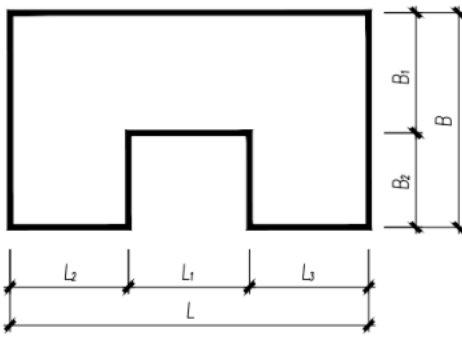


图2 细腰形平面



L_1	L_2	L_3	B_1
$\geq 0.5L$	$\leq 0.3L$	$\leq 0.3L$	$\geq 0.6B$

图3 局部突出平面



L_1	L_2	L_3	B_1
$\leq 0.5L$	$\geq 0.3L$	$\geq 0.3L$	$\geq 0.6B$

图4 局部凹进平面

表5 构件及节点承载力抗震调整系数 γ_{RE}

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

7.2 作用及作用组合

- 7.2.1 装配式结构的作用及作用组合应根据 GB 55001 确定。
- 7.2.2 预制构件在翻转、运输、吊运、安装等短暂设计状况下的施工验算，应将构件自重标准值乘以

动力系数后作为等效静力荷载标准值。构件运输、吊运时，动力系数宜取 1.5；构件翻转及安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取 1.2。

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

- a) 动力系数不宜小于 1.2；
- b) 脱模吸附力应根据构件和模具的实际状况取用，且不宜小于 1.5 kN/m²。

7.3 结构分析

7.3.1 在各种设计状况下，装配整体式结构可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析。当同一层内既有预制又有现浇抗侧力构件时，地震设计状况下宜对现浇抗侧力构件在地震作用下的弯矩和剪力进行适当放大，建议取值不小于 1.1 倍。

7.3.2 装配整体式结构承载能力极限状态及正常使用极限状态的作用效应分析可采用弹性方法。

7.3.3 按弹性方法计算的风荷载或多遇地震标准值作用下的楼层层间最大位移 Δ_u 与层高 h 之比的限值宜按表 6 采用。

表6 楼层层间最大位移与层高之比的限值

结构类型	Δ_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	1/800
装配整体式剪力墙结构	1/1000

7.3.4 装配式混凝土结构应采取措施保证结构的整体性。安全等级为一级的高层装配式混凝土结构尚应按 JGJ 3 的有关规定进行抗连续倒塌概念设计。

7.3.5 在结构内力与位移计算时，对现浇楼盖和叠合楼盖，均可假定楼盖在其自身平面内为无限刚性；楼面梁的刚度可计入翼缘作用予以增大；梁刚度增大系数可根据翼缘情况近似取为 1.5~2.0。

7.4 构件设计

7.4.1 预制构件的设计除应满足持久设计状况、地震设计状况外，短暂设计状况还应符合本规程及 GB 50666 的有关规定。

7.4.2 用于固定连接件的预埋件与预埋吊件、临时支撑用预埋件不宜兼用；当兼用时，应同时满足各种设计工况要求。预制构件中预埋件的验算应符合 GB 50010、GB 50017 和 GB 50666 等有关规定。

7.4.3 装配整体式结构的楼盖宜采用叠合楼盖，叠合板设计应符合 GB 50010 和 JGJ 1 中的相关要求。结构转换层、平面复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层宜采用现浇楼盖。

7.4.4 高层装配整体式混凝土结构中，楼盖尚应符合下列规定：屋面层和平面受力复杂的楼层宜采用现浇楼盖，当采用叠合楼盖时，楼板的后浇混凝土叠合层厚度不应小于 100mm，且后浇层内应采用双向通长配筋，钢筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 200mm。

7.4.5 叠合板设计应符合下列规定：

- a) 叠合板的预制板厚度不宜小于 60mm，后浇混凝土叠合层厚度不应小于 60mm；宜采用桁架钢筋混凝土叠合板；
- b) 跨度大于 6m 的叠合板，宜采用预应力混凝土预制板；
- c) 板厚大于 180mm 的叠合板，宜采用混凝土空心板；
- d) 叠合板挠度比同等厚度现浇板挠度大，且预制构件无法起拱，设计时应予考虑。

7.4.6 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或无接缝时，可按双向板设计。

7.4.7 叠合板板端和板侧支座处，预制板内的纵向受力钢筋宜从板端伸出并锚入支承梁或墙的后浇混凝土中，锚固长度不应小于 5d（d 为纵向受力钢筋直径），且宜伸过支座中心线。

7.4.8 单向叠合板板侧的分离式接缝宜配置附加钢筋，并应符合下列规定：

- a) 接缝处紧邻预制板顶面宜设置垂直于板缝的附加钢筋，附加钢筋伸入两侧后浇混凝土叠合层的锚固长度不应小于 15d（d 为附加钢筋直径）；
- b) 附加钢筋截面面积不宜小于预制板中该方向钢筋面积，钢筋直径不宜小于 6mm、间距不宜大于 250mm。

7.4.9 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：

- a) 后浇带宽度不宜小于 200mm；
- b) 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；
- c) 当后浇带两侧板底纵向受力钢筋在后浇带中弯折锚固时，应符合下列规定：
 - 1) 叠合板厚度不应小于 10d，且不应小于 120mm（d 为弯折钢筋直径的较大值）；
 - 2) 接缝处预制板侧伸出的纵向受力钢筋应在后浇混凝土叠合层内锚固，且锚固长度不应小于 l_a ；两侧钢筋在接缝处重叠的长度不应小于 10d，钢筋弯折角度不应大于 30°，弯折处沿接缝方向应配置不少于 2 根通长构造钢筋，且直径不应小于该方向预制板内钢筋直径。

7.4.10 桁架钢筋混凝土叠合板应满足下列要求：

- a) 桁架钢筋应沿主要受力方向布置；
- b) 桁架钢筋距板边不应大于 300mm，间距不宜大于 600mm；
- c) 桁架钢筋弦杆钢筋直径不宜小于 8mm，腹杆钢筋直径不应小于 4mm；
- d) 桁架钢筋弦杆混凝土保护层厚度不应小于 15mm。

7.4.11 当叠合板的叠合界面粗糙度符合 7.5.6 条的构造规定时，其受剪强度应符合下列公式的要求：

$$\frac{V}{bh_0} \leq 0.4 \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

V ——验算截面的剪力设计值，单位为牛(N)；

b ——叠合板的宽度，单位为毫米(mm)；

h_0 ——叠合板的有效高度，单位为毫米(mm)。

7.4.12 楼梯宜设计成模数化的标准梯段，各梯段净宽、梯段长度、梯段高度宜统一。

7.4.13 楼梯板的厚度不宜小于 100mm，宜配置连续的上部及下部钢筋，最小配筋率宜为 0.2% 和 $45f_t/f_y\%$ 的较大值；分布钢筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 250mm。下部钢筋宜按两端简支计算确定并配置通长的纵向钢筋。当楼梯两端均不能滑动时，板底、板面应配置通长的纵向钢筋。吊装前应根据吊点位置验算楼梯板内钢筋。

7.4.14 楼梯栏杆宜预埋焊接件或预留插孔，孔边距楼梯边缘距离不应小于 30mm。

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

7.4.16 预制构件中外露预埋件凹入表面的深度不宜小于 10mm。

7.4.17 预制构件设计对制作、运输、吊装、施工等有特别要求时，应在设计文件上注明。

7.5 连接设计

7.5.1 装配整体式混凝土结构构件的连接宜设置在结构受力较小处，且应便于施工，结构构件之间的

连接构造应满足结构传递内力的要求，并应符合标准化要求。

7.5.2 装配整体式混凝土结构构件连接形式应根据结构的受力性能和施工条件进行设计，对需要传递弯矩及其他内力的刚性连接，设计时应使连接部位的截面刚度与邻近连接部位的预制构件的刚度相接近。

7.5.3 装配整体式结构中，接缝的正截面承载力应符合 GB 50010 的规定。接缝的受剪承载力应符合下列规定：

a) 持久设计状况：

$$\gamma_0 V_{jd} \leq V_u \dots\dots\dots (2)$$

式中：

γ_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，单位为牛(N)；

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，单位为牛(N)。

b) 地震设计状况：

$$V_{jdE} \leq V_{uE} / \gamma_{RE} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

V_{jdE} ——地震设计状况下接缝剪力设计值，单位为牛(N)；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数；

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，单位为牛(N)。

在梁、柱端部箍筋加密区及剪力墙底部加强部位，尚应符合下式要求：

$$\eta_j V_{mua} \leq V_{uE} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

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，单位为牛(N)；

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

7.5.4 装配整体式结构中，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机械连接、套筒灌浆连接、焊接连接、绑扎搭接连接等连接方式，并应符合国家现行有关标准的规定。

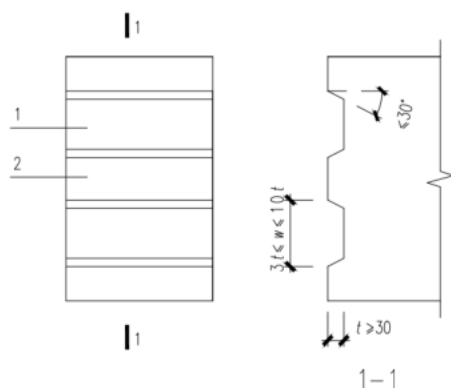
7.5.5 纵向钢筋采用套筒灌浆连接时，接头性能应满足 JGJ 355 的要求，并应符合下列规定：

- a) 套筒灌浆连接应采用由接头型式检验确定的相匹配的灌浆套筒、灌浆料；
- b) 预制柱中灌浆套筒长度范围内外侧箍筋的混凝土保护层厚度不应小于 20 mm，预制剪力墙中灌浆套筒长度范围内最外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 15 mm；
- c) 套筒灌浆连接钢筋的直径不应小于 12 mm，不宜大于 40 mm；
- d) 套筒之间的净距不应小于 25 mm。

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

- a) 预制板与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面；
- b) 预制梁与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面；预制叠合梁端面应设置键槽（图 5、图 6）且宜设置粗糙面。键槽的尺寸和数量应按本规程第 8.2.2 条的规定计算确定；键槽的深度 t 不宜小于 30 mm，宽度 w 不宜小于深度的 3 倍且不宜大于深度的 10 倍；键槽可贯通截面，当不贯通时槽口距离截面边缘不宜小于 50 mm；键槽间距宜等于键槽宽度；键槽端部斜面倾角不宜大于 30° ；
- c) 预制剪力墙的顶部和底部与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面；侧面与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面，也可设置键槽；键槽深度 t 不宜小于 20 mm，宽度 w 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° ；
- d) 预制柱的底部应设置键槽且宜设置粗糙面，键槽应均匀布置，键槽深度不宜小于 30 mm，键槽端部斜面倾角不宜大于 30° ，柱顶应设置粗糙面；

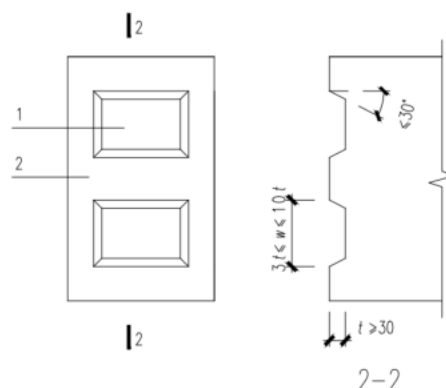
- e) 粗糙面的面积不宜小于结合面的 80%，预制叠合板的粗糙面凹凸深度不应小于 4 mm，预制叠合梁端、预制柱端、预制墙端的粗糙面凹凸深度不应小于 6 mm。



标引序号说明：

- 1——键槽；
2——梁端面。

图5 键槽贯通截面



标引序号说明：

- 1——键槽；
2——梁端面。

图6 键槽不贯通截面

7.5.7 预制构件纵向钢筋宜在后浇混凝土内直线锚固；当直线锚固长度不足时，可采用弯折、机械锚固方式，并应符合 GB 50010 和 JGJ 256 的规定。

7.5.8 应对连接件、焊缝、螺栓或铆钉等紧固件在不同设计状况下的承载力进行验算，并应符合 GB 50017 和 GB 50661 等的规定。

7.5.9 预制楼梯与支承构件之间宜采用简支连接，可不考虑楼梯参与整体结构抗震计算。采用简支连接时，应符合下列规定：

- 预制楼梯宜一端设置固定铰，另一端设置滑动铰，其滑动变形能力应满足结构层间位移的要求，且预制楼梯端部在支承构件上的最小搁置长度不应小于 100 mm；
- 预制楼梯滑动铰的端部应采取防止滑落的构造措施。

7.5.10 非承重预制构件的连接设计应符合下列要求：

- 与支撑结构之间宜采用柔性连接方式；
- 在框架内镶嵌或采用焊接连接时，应考虑对框架抗侧刚度的影响；
- 外挂板与主体结构的连接构造应具有一定的变形适应性。

8 框架结构设计

8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于采用现浇柱与叠合梁，以及预制柱与叠合梁的装配整体式框架结构的设计。

8.1.2 除本规程另有规定外，装配整体式框架结构可按现浇混凝土框架结构进行设计。装配整体式框架-现浇剪力墙结构的框架也应符合本章的规定。

8.1.3 框架结构首层柱宜采用现浇混凝土，顶层宜采用现浇楼盖结构。

8.1.4 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：

- 当房屋高度不大于 12 m 或层数不超过 3 层时，可采用套筒灌浆、螺栓连接、焊接等连接方式；
- 当房屋高度大于 12 m 或层数超过 3 层时，宜采用套筒灌浆连接。

- 8.1.5 在装配整体式框架结构中，预制柱水平接缝处不宜出现拉力。
- 8.1.6 当预制构件在有抗震设防要求的框架的梁端、柱端箍筋加密区进行连接时，连接形式宜采用灌浆套筒连接；也可采用机械连接，当接头(同一截面)百分率不大于 50 %时，接头性能等级可为Ⅱ级，当接头百分率大于 50 %时，接头性能等级应为Ⅰ级。
- 8.1.7 装配整体式框架结构中，预制柱、预制叠合梁纵向受力钢筋宜采用高强度、少根数的钢筋配置方式。
- 8.1.8 装配整体式框架采用预应力叠合梁时，应符合 JGJ 369 及 JGJ/T 140 的有关规定。

8.2 承载力计算

8.2.1 对一、二、三级抗震等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；对四级抗震等级可不进行验算。梁柱节点核心区抗震受剪承载力验算和构造应符合 GB 50010 和 GB 50011 中的有关规定。

8.2.2 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：

a) 持久设计状况

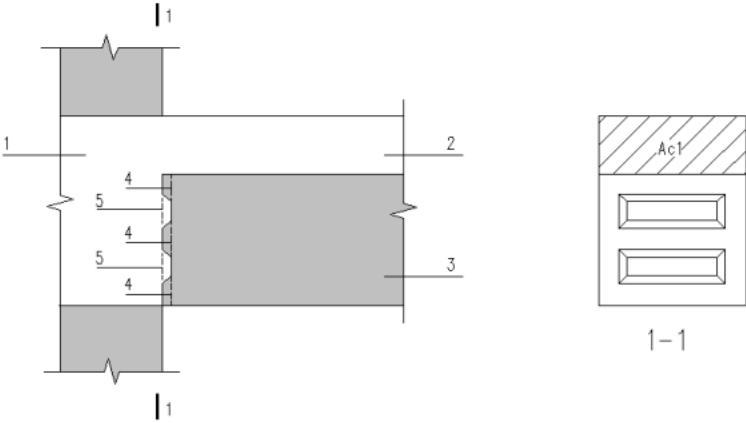
$$V_u = 0.07f_cA_{c1} + 0.1f_cA_K + 1.65A_{sd}\sqrt{f_cf_y} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- A_{c1} ——叠合梁端截面后浇混凝土叠合层截面面积，单位为平方毫米(mm²)；
- f_c ——预制构件混凝土轴心抗压强度设计值，单位为牛每平方毫米(N/mm²)；
- f_y ——垂直穿过结合面钢筋抗拉强度设计值，单位为牛每平方毫米(N/mm²)；
- A_K ——各键槽的根部截面面积（图7）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，单位为平方毫米(mm²)；
- A_{sd} ——垂直穿过结合面所有钢筋的面积，包括叠合层内的纵向钢筋，单位为平方毫米(mm²)。

b) 地震设计状况

$$V_{uE} = 0.04f_cA_{c1} + 0.06f_cA_K + 1.65A_{sd}\sqrt{f_cf_y} \dots\dots\dots (6)$$



标引序号说明：

- | | |
|--------------|--------------|
| 1——后浇节点区； | 4——预制键槽根部截面； |
| 2——后浇混凝土叠合层； | 5——后浇键槽根部截面。 |
| 3——预制梁； | |

图7 叠合梁端受剪承载力计算参数示意

8.2.3 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：

当预制柱受压时：

$$V_{uE} = 0.8N + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

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，单位为牛

当预制柱受拉时：

$$V_{uE} = 1.65A_{sd} \sqrt{f_c f_y \left[1 - \left(\frac{N}{A_{sd} f_y} \right)^2 \right]} \dots\dots\dots (8)$$

8.2.4 施工阶段的叠合梁应根据支撑情况计算预制部分的正截面受弯承载力；在使用阶段，应按全截面计算正截面受弯承载力。在计算中，正弯矩区段的混凝土强度等级，按叠合层取用；负弯矩区段的混凝土强度等级，按计算截面受压区的实际情况取用。

8.2.5 当叠合梁符合 GB 50010 的各项构造要求时，其叠合面的受剪承载力应符合下列规定：

$$V \leq 1.2f_t b h_0 + 0.85f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \dots\dots\dots (9)$$

式中：

f_t ——混凝土的抗拉强度设计值，取叠合层和预制构件中的较低值，单位为牛每平方米(N/mm^2)；

f_{yv} ——箍筋的抗拉强度设计值，单位为牛每平方米(N/mm^2)；

b 、 h_0 ——分别为叠合梁宽度和有效高度，单位为毫米(mm)；

A_{sv} ——配置在同一截面内箍筋各肢的全部截面面积，单位为平方毫米(mm^2)；

s ——沿构件长度方向的箍筋间距，单位为毫米(mm)。

8.3 构造设计

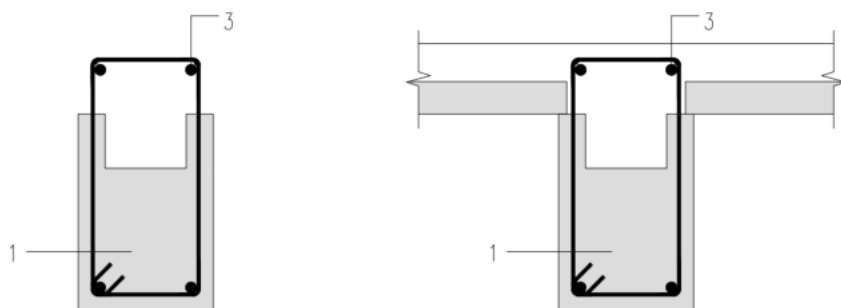
8.3.1 采用叠合梁时，楼板一般采用叠合板或钢筋桁架楼承板，梁、板的后浇层一起浇筑。当板的总厚度小于梁的后浇层厚度时，为增加梁的后浇层厚度，可采用凹口截面预制叠合梁，具体要求见 JGJ 1。也可以采用其他截面形式，如倒 T 形或花篮梁的形式。

8.3.2 叠合梁的箍筋配置应符合下列规定：

- a) 抗震等级为一、二级的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(图 8)；
- b) 当采用组合封闭箍筋(图 9、图 10)时，开口箍筋上方两端应做成 135° 弯钩，对框架梁弯钩平直段长度不应小于 $10d$ (d 为箍筋直径)，次梁弯钩平直段长度不应小于 $5d$ 。现场应采用箍筋帽封闭开口箍，箍筋帽宜两端做成 135° 弯钩，也可做成一端 135° 另一端 90° 弯钩，但 135° 弯钩和 90° 弯钩应沿纵向受力钢筋方向交错设置，框架梁弯钩平直段长度不应小于 $10d$ (d 为箍筋直径)，次梁 135° 弯钩平直段长度不应小于 $5d$ ， 90° 弯钩平直段长度不应小于 $10d$ 。

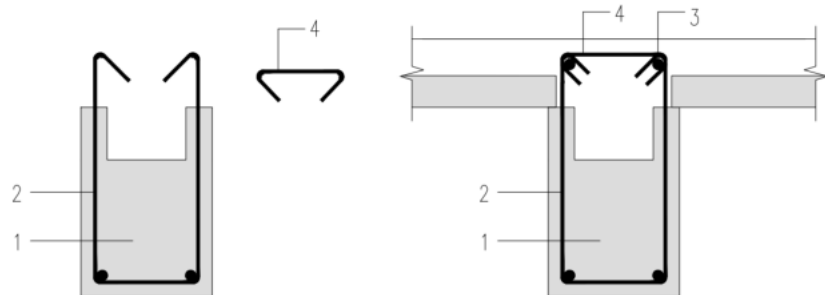
8.3.3 叠合梁可采用对接连接(图 11)，并应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 梁下部纵向钢筋在后浇段内宜采用机械连接、套筒灌浆连接或焊接连接；
- c) 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 100 mm 。



标引序号说明：
1——预制梁；
3——上部纵向钢筋；

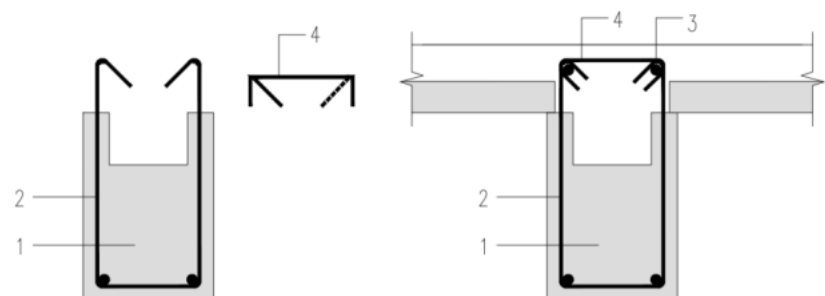
图8 采用整体封闭箍筋的叠合梁



标引序号说明：
1——预制梁；
2——开口箍筋；
两端135°弯钩箍筋帽

3——上部纵向钢筋；
4——箍筋帽。

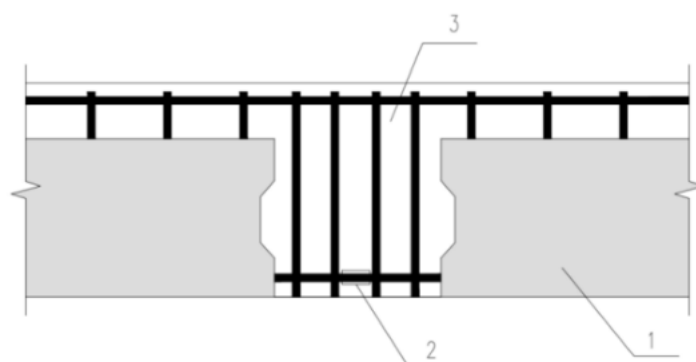
图9 采用组合封闭箍筋的叠合梁



标引序号说明：
1——预制梁；
2——开口箍筋；
一端135° 另一端90°弯钩箍筋帽

3——上部纵向钢筋；
4——箍筋帽。

图10 采用组合封闭箍筋的叠合梁



标引序号说明：

1——预制梁；

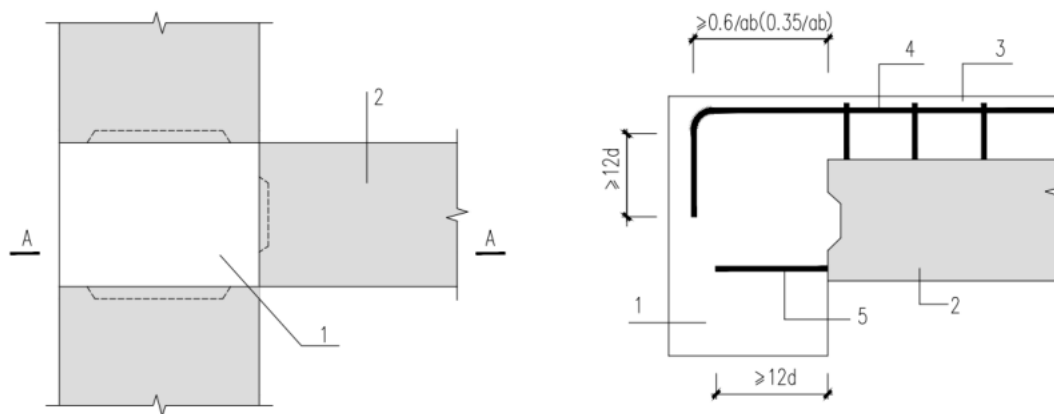
2——钢筋连接接头；

3——后浇段。

图11 叠合梁连接节点示意

8.3.4 主梁与次梁采用后浇段连接时，应符合下列规定：

- 在端部节点处，次梁下部纵向钢筋伸入主梁后浇段内的长度不应小于 $12d$ 。次梁上部纵向钢筋应在主梁后浇段内锚固。当采用弯折锚固(图 12)或锚固板时，锚固直段长度不应小于 $0.6L_{ab}$ ；当钢筋应力不大于钢筋强度设计值的 50 % 时，锚固直段长度不应小于 $0.35L_{ab}$ ；弯折锚固的弯折后直段长度不应小于 $12d$ (d 为纵向钢筋直径)；
- 在中间节点处，两侧次梁的下部纵向钢筋伸入主梁后浇段内长度不应小于 $12d$ (d 为纵向钢筋直径)；次梁上部纵向钢筋应在现浇层内贯通(图 13)。



标引序号说明：

1——主梁后浇段；

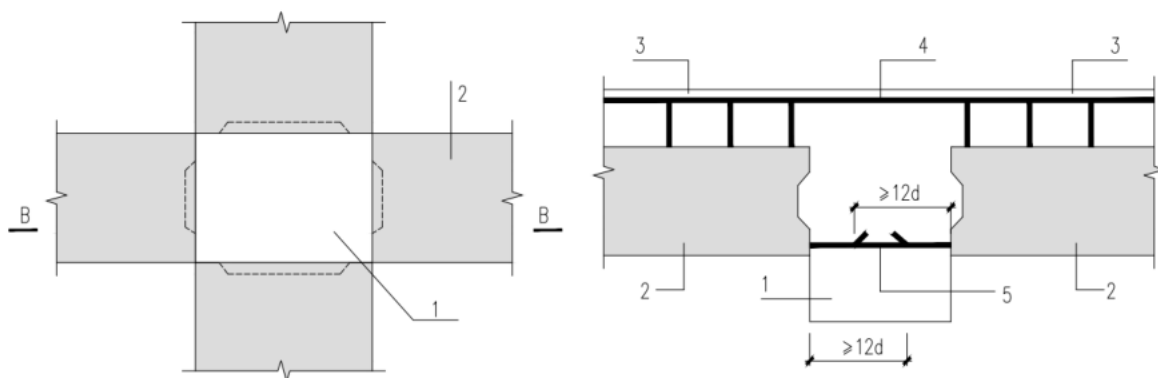
2——次梁；

3——后浇混凝土叠合层；

4——次梁上部纵向钢筋；

5——次梁下部纵向钢筋。

图12 主次梁连接节点构造端部节点示意



标引序号说明:

1——主梁后浇段;

2——次梁;

3——后浇混凝土叠合层;

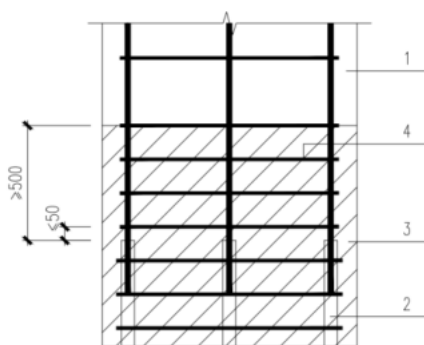
4——次梁上部纵向钢筋;

5——次梁下部纵向钢筋。

图13 主次梁连接节点构造中间节点示意

8.3.5 预制柱的设计应符合 GB 50010 的要求, 并应符合下列规定:

- 柱纵向受力钢筋直径不宜小于 20 mm;
- 矩形柱截面宽度或圆柱直径不宜小于 400 mm, 且不宜小于同方向梁宽的 1.5 倍;
- 柱纵向受力钢筋在柱底采用套筒灌浆连接时, 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 500 mm 之和; 套筒上端第一道箍筋距离套筒顶部不应大于 50 mm (图 14)。



标引序号说明:

1——预制柱;

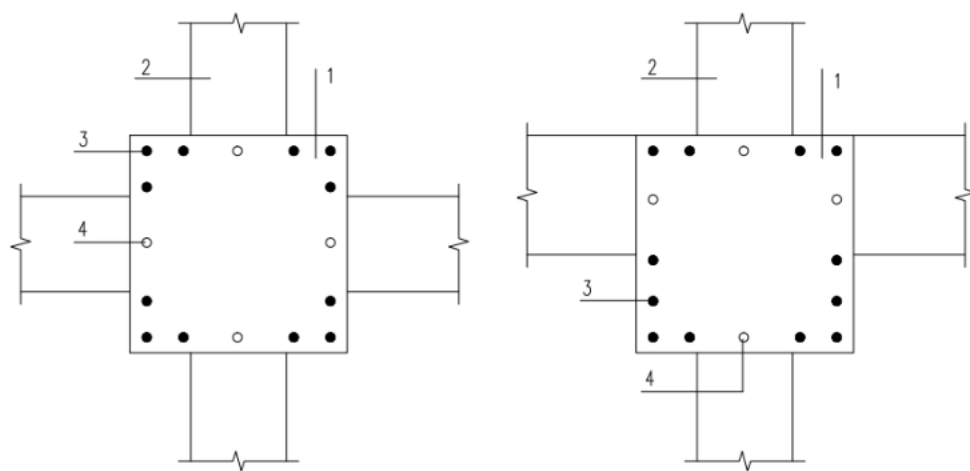
2——套筒灌浆连接接头;

3——箍筋加密区 (阴影区域);

4——加密区箍筋。

图14 钢筋采用套筒灌浆连接时柱底箍筋加密区域构造示意

8.3.6 预制柱纵向受力钢筋的间距不宜大于 200 mm 且不应大于 400 mm。柱的纵向受力钢筋可集中于四角配置且宜对称布置。柱中可设置纵向构造钢筋且直径不宜小于 12 mm; 当正截面承载力计算不计入纵向构造钢筋时, 纵向构造钢筋可不伸入框架节点 (图 15)。



标引序号说明:

1——预制柱;

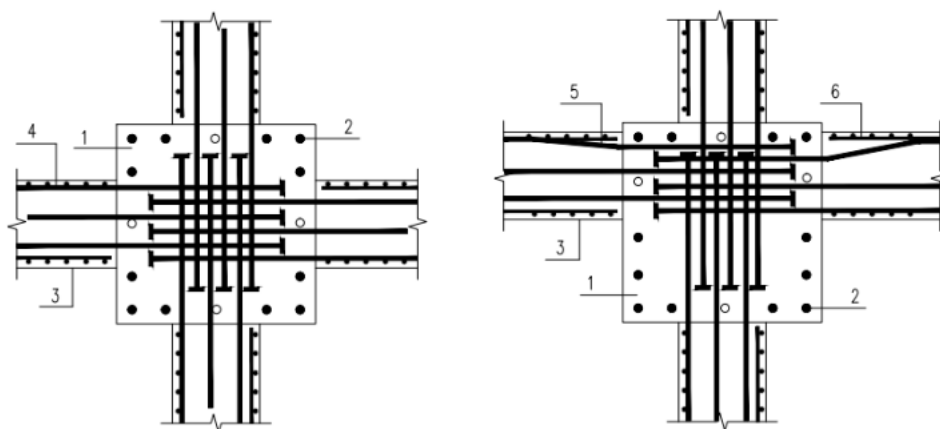
2——预制梁;

3——柱纵向钢筋;

4——构造钢筋。

图15 预制柱纵筋集中角部放置

8.3.7 预制叠合梁底部纵向受力钢筋排布除满足 GB 50010 外, 应充分考虑纵筋在梁柱节点区内的避让, 钢筋的避让可采用同向不同梁纵筋水平错开或竖向错开方式, 垂直方向不同梁纵筋采用竖向错开方式。纵筋端部可采用端锚板、弯锚、焊接短钢筋等措施。当采用锚固板时, 应符合 JGJ 256 中的有关规定, 并应注意锚固板尺寸对纵筋间距增大的影响。当梁纵筋数量较多, 可采取部分纵筋在梁柱节点核心区外截断, 当梁纵筋与柱钢筋干涉时, 梁纵筋按 1: 6 放坡弯折交替伸入柱钢筋内侧, 架立钢筋根据箍筋最大间距要求设置 (图 16)。



标引序号说明:

1——预制柱;

2——柱纵筋;

3——预制梁;

4——进入支座纵筋;

5——弯锚纵筋;

6——增加架立筋。

图16 预制梁纵筋排布示意

8.3.8 采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架中，柱底接缝宜设置在楼面标高处（图 17），并应符合下列规定：

- a) 后浇节点区混凝土上表面应设置粗糙面；
- b) 柱纵向受力钢筋应贯穿后浇节点区；
- c) 柱底接缝厚度宜为 20 mm，并应采用灌浆料填实。

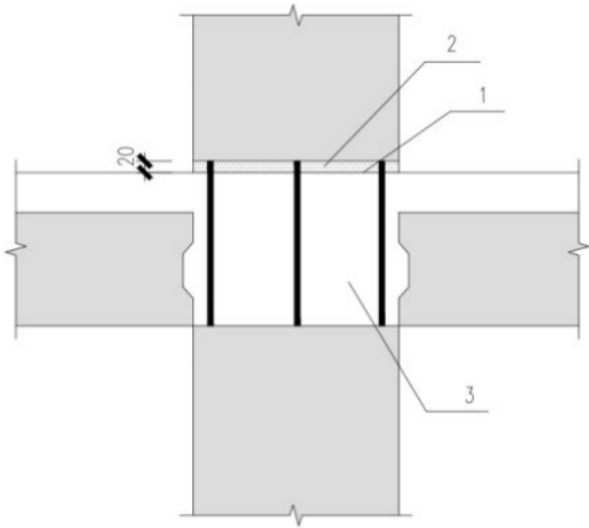
8.3.9 梁、柱纵向钢筋在后浇节点区内采用直线锚固、弯折锚固或机械锚固的方式时，其锚固长度应符合 GB 50010 中的有关规定；当梁、柱纵向钢筋采用锚固板时，应符合 JGJ 256 中的有关规定。

8.3.10 装配整体式框架中间层梁柱节点，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：

- a) 对中间层中间节点，两侧的梁下部纵向受力钢筋宜锚固在后浇节点区内（图 18），也可采用机械连接或焊接的方式直接连接（图 18）；梁的上部纵向受力钢筋应贯穿后浇节点区；
- b) 对中间层边节点，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 19），锚固直线段长度应伸过柱中心线不小于 5d，且不小于 $0.4L_{abE}$ ；也可采用 90° 弯折锚固，锚固直线段长度不小于 $0.4L_{abE}$ ，弯折后直线段不小于 15d。

8.3.11 装配整体式框架的顶层梁柱节点，预制柱与叠合梁的连接应符合下列规定：

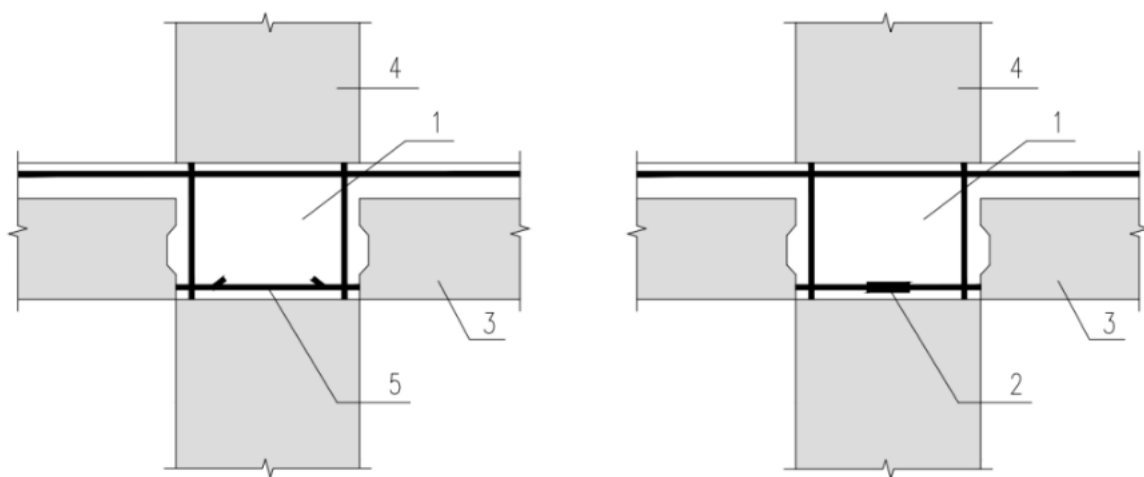
- a) 对顶层中间节点，梁纵向受力钢筋的构造应符合本规程第 8.3.10 条第 a 款的规定。柱纵向受力钢筋宜采用直线锚固；当梁截面尺寸不满足直线锚固要求时，宜采用锚固板锚固（图 20）。当采用锚固板锚固时，锚固长度不应小于 $0.4L_{aE}$ (L_a)、250 mm 和梁高的 $4/5$ 的最大值（图 21）；在柱范围内应沿梁设置伸至梁底的开口箍筋，开口箍筋的间距不大于 100 mm，直径和肢数同梁加密区（图 22）；



标引序号说明：

- 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。

图17 预制柱底接缝构造示意



标引序号说明:

1——后浇区;

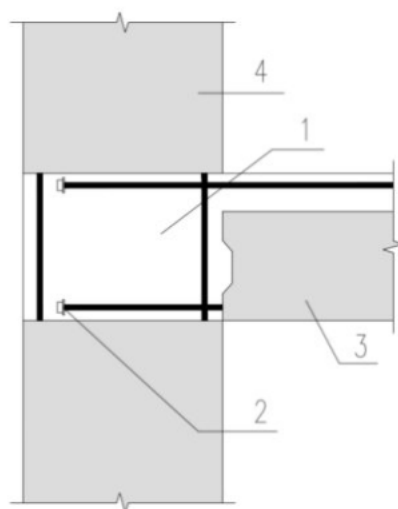
2——梁下部纵向受力钢筋连接;

3——预制梁;

4——预制柱;

5——梁下部纵向受力钢筋锚固。

图18 框架中间层中节点构造示意



标引序号说明:

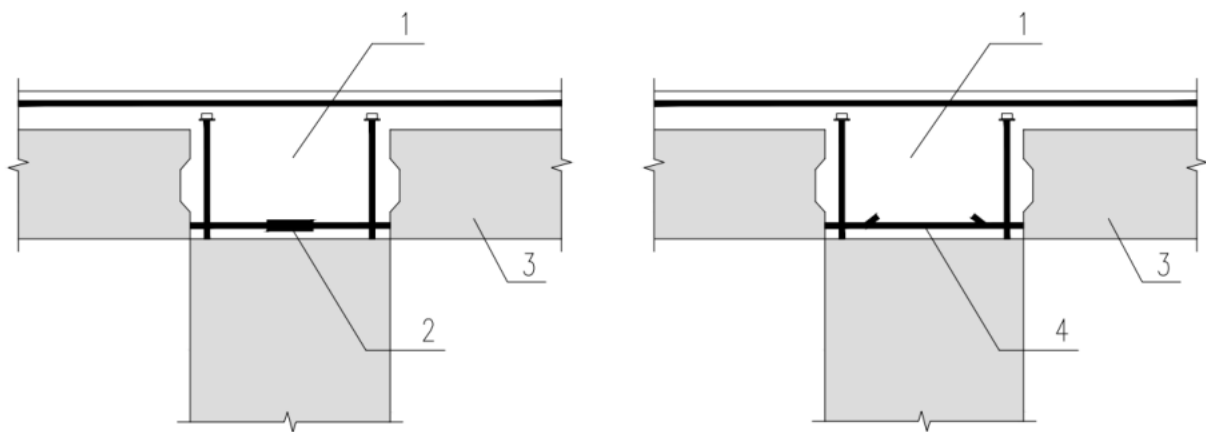
1——后浇区;

2——纵向受力钢筋锚固;

3——预制梁;

4——预制柱。

图19 框架中间层边节点构造示意



标引序号说明:

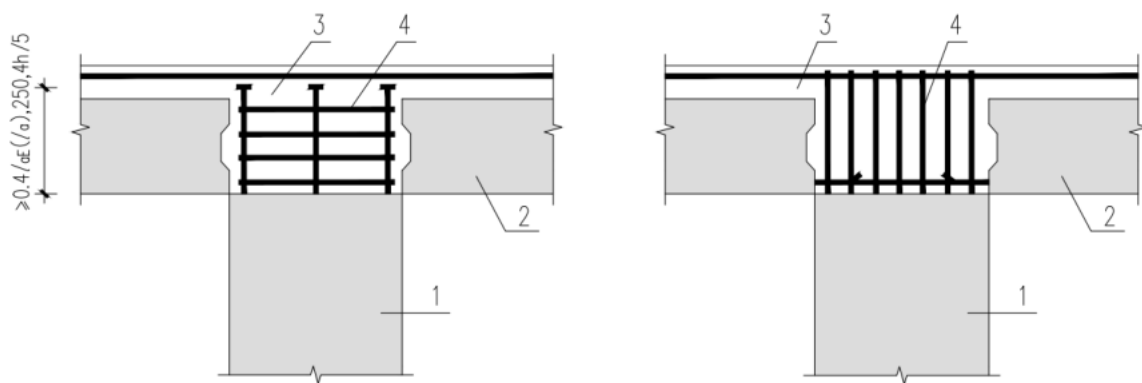
1——后浇区;

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。

图20 框架顶层中节点构造示意



标引序号说明:

1——预制柱;

2——预制梁;

3——后浇区;

4——水平加强箍筋。

标引序号说明:

1——预制柱;

2——预制梁;

3——后浇区;

4——U形开口箍筋。

图21 顶层中节点柱纵筋锚固要求

图22 顶层中节点开口箍筋示意

b) 对顶层端节点, 梁下部纵向受力钢筋应锚固在后浇节点区内, 且宜采用锚固板锚固; 梁、柱其他纵向受力钢筋的锚固应符合下列规定:

- 1) 柱、梁纵向受力钢筋均锚固在现浇段内 (图 23)。现浇段内设水平箍筋和倒 U 形插筋。水平箍筋除图中 2、3、5 号钢筋外, 其余水平箍筋间距不应大于 100 mm, 水平箍筋由计算确定。倒 U 形插筋两肢为一组, 形成四肢, 在梁纵筋端部设两组, 节点区不少于三组, 箍筋下插到预制柱顶;
- 2) 柱、梁纵向钢筋均采用锚固板锚固。柱纵筋锚固长度不应小于 $0.5L_{abE}$; 梁上部、下部纵向钢筋宜采用锚固板锚固;
- 3) 顶层梁的有效高度应满足下式:

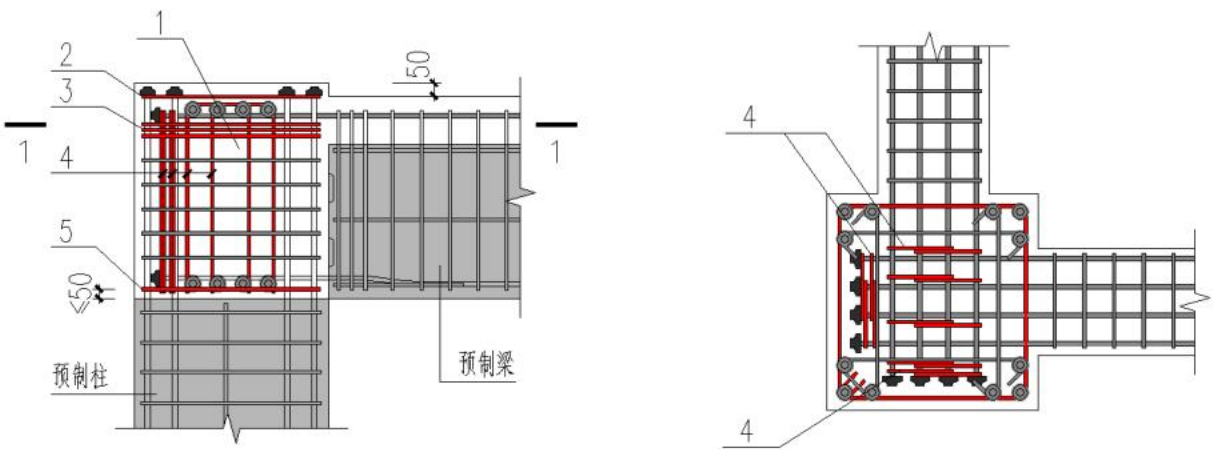
$$h_0 \geq \frac{A_s f_y}{0.35 \beta_c b_b f_c} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

b_b ——梁腹板宽度，单位为毫米(mm)；

A_s ——梁上部纵向钢筋的截面面积，单位为平方毫米(mm²)；

β_c ——混凝土强度影响系数；当混凝土强度等级不超过C50时， β_c 取1.0；当混凝土强度等级为C80时， β_c 取0.8；其间接线性内插法确定。



标引序号说明：

1——后浇区；	4——两肢倒U型箍筋，下插至梁底；
2——节点区最上一道箍筋；	5——节点区最下一道箍筋。
3——三道柱箍筋加强；	

图23 框架顶层端节点构造示意

9 剪力墙结构设计

9.1 一般规定

- 9.1.1 装配式剪力墙结构可采取与现浇剪力墙结构相同的方法进行结构分析，且应符合下列规定：
- a) 预制夹心外墙板的外叶墙板不应作为受力构件考虑；
 - b) 预制构件应对脱模、起吊、运输、安装等制作和施工阶段进行承载力和裂缝控制验算，此时结构重要性系数 γ_0 可取 0.9；
 - c) 抗震设计时，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弯矩、剪力宜乘以不小于 1.1 的增大系数。
- 9.1.2 装配整体式剪力墙结构的布置应满足下列要求：
- a) 应沿两个主轴方向布置剪力墙，且两个主轴方向周期比不宜小于 0.9；
 - b) 剪力墙的截面宜简单、规则；预制墙的门窗洞口宜上下对齐、成列布置；
 - c) 剪力墙墙段长度不宜大于 8 m，各墙段高度与长度的比值不宜小于 3。
- 9.1.3 抗震设计时，高层装配整体式剪力墙结构不应全部采用短肢剪力墙；抗震设防烈度为 8 度时，

不宜采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构。当采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构时，应符合下列规定：

- a) 在规定的水平地震作用下，短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不宜大于结构底部总地震倾覆力矩的 40 %；
- b) 房屋适用高度应比本规程表 1 规定的装配整体式剪力墙结构的最大适用高度适当降低，抗震设防烈度为 7 度和 8 度时宜分别降低 20m。

注：1. 短肢剪力墙是指截面厚度不大于300 mm、各肢截面高度与厚度之比的最大值大于4但不大于8的剪力墙。

注：2. 具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构是指，在规定的水平地震作用下，短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不小于结构底部总地震倾覆力矩的30%的剪力墙结构。

9.1.4 高层装配式混凝土剪力墙结构中的电梯井筒、楼梯间等部位宜采用现浇混凝土剪力墙。

9.1.5 装配式剪力墙高层建筑宜设置地下室，地下室应采用现浇混凝土结构。抗震等级为一级时，高层建筑底部加强部位应采用现浇剪力墙；抗震等级为二、三级时，高层建筑底部加强部位宜采用现浇剪力墙；抗震等级为二、三级且底层墙肢轴压比不大于 0.3 或抗震等级为四级时，底部加强部位也可部分装配，但应对预制墙板的连接采取加强措施。

9.1.6 装配式剪力墙结构伸缩缝的最大间距不宜大于 55 m。

9.1.7 装配式剪力墙结构设计，应综合考虑预制构件制作和安装阶段误差的影响，采取有效措施减小误差影响，防止误差累积。预制构件之间应设置安装缝，安装缝的宽度不应小于 10 mm。

9.2 预制剪力墙构造

9.2.1 预制墙板可采用一字形（图 24）、L 形（图 25）、T 形（图 26）或 U 形（图 27）等截面形状。预制墙板两侧的拼接部位宜设在结构受力较小的部位，并应符合下列规定：

- a) 预制墙板宜按建筑开间和进深尺寸划分，宽度不宜大于 7.2 m，高度不宜大于层高，预制墙板的划分还应考虑预制构件制作、运输、吊装的尺寸限制；
- b) 预制墙板截面厚度不宜小于 200 mm；
- c) 预制墙板设有建筑门窗洞口时，洞口两侧的预制墙板宽度不宜小于 200 mm，洞口上方和下的高度不应小于 250 mm，洞口宜在预制墙板宽度方向居中设置。

9.2.2 预制墙板及现浇段受力钢筋的混凝土保护层应满足 GB 50010 的规定。

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

9.2.4 预制墙板的开洞应在工厂完成，开洞的要求应符合 JGJ 3。

9.2.5 当采用套筒灌浆连接时，自套筒底部至套筒顶部并向上延伸 300 mm 范围内，预制剪力墙的水平分布筋应加密（图 18），加密区水平分布筋的最大间距及最小直径应符合表 7 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 50 mm。

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

表7 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

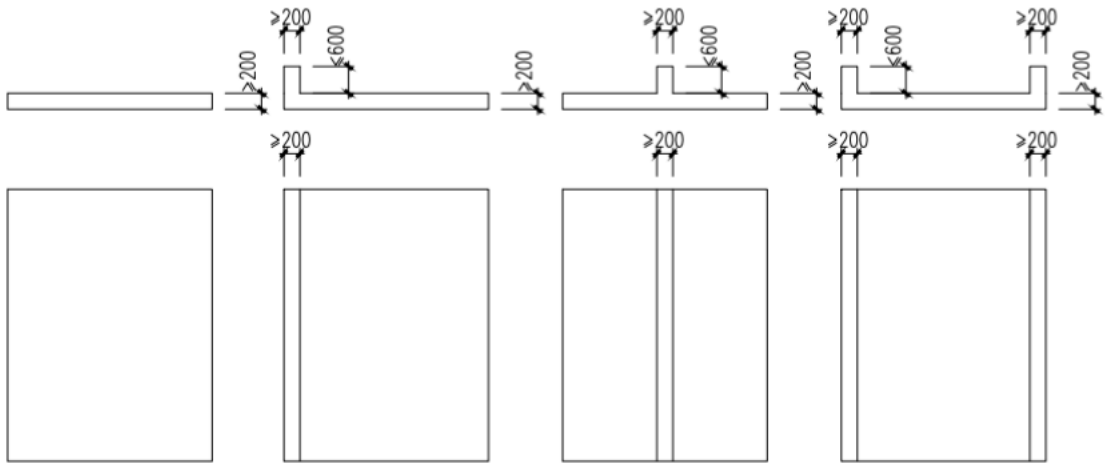
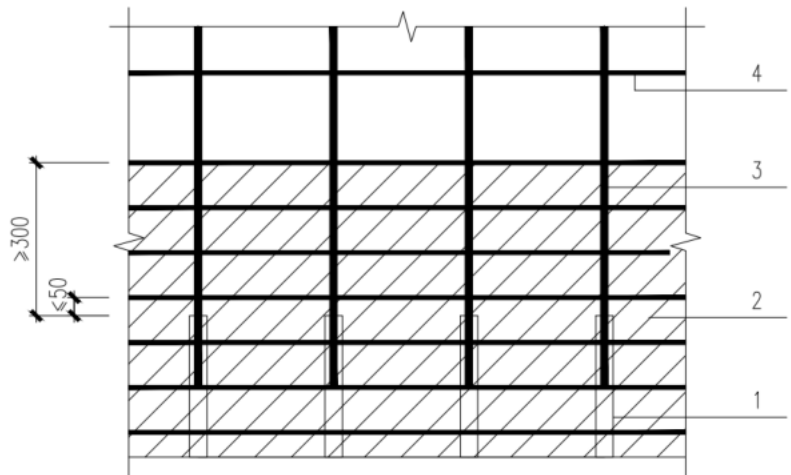


图24 一字形墙板

图25 L形墙板

图26 T形墙板

图27 U形墙板



标引序号说明:

1——灌浆套筒;

3——竖向钢筋;

2——水平分布钢筋加密区域 (阴影区域);

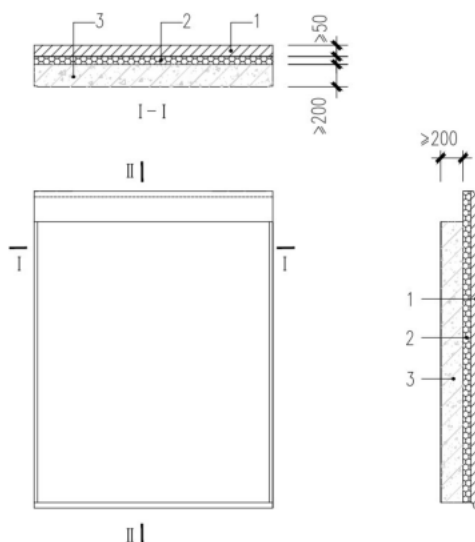
4——水平分布钢筋。

图28 钢筋套筒灌浆连接部位水平分布钢筋的加密构造示意

9.2.7 建筑外墙宜采用预制夹心外墙板 (图 29), 并应符合下列规定:

- 外叶墙板的厚度不应小于 50 mm, 且不宜大于 70 mm, 建筑装饰线脚突出外墙面的尺寸不宜大于 50 mm, 超出时应采取有效措施; 混凝土强度等级不应低于 C30; 外叶墙板内应配置单层双向钢筋网片, 钢筋直径不宜小于 4 mm, 钢筋间距不宜大于 150 mm;
- 内叶墙板与外叶墙板之间填充的保温材料应连续, 材料的性能尚应符合自治区对建筑节能、防火和环保的要求, 采取的构造措施应使保温材料满足结构设计工作年限的耐久性要求;
- 内叶墙板厚度不宜小于 200 mm, 且应满足本章的各项规定;
- 预制夹心外墙板应通过连接件将内、外叶墙板及保温层连接成为整体; 连接件的性能尚应符合下列规定:
 - 在正常使用状态、地震作用和风荷载作用下, 满足承载能力要求;

- 2) 应减小内、外叶墙板相互影响;
- 3) 在内、外叶墙板中应有可靠的锚固性能;
- 4) 耐久性能应满足结构设计工作年限的要求。



标引序号说明:

1——外叶墙板;
2——保温层;

3——内叶墙板。

图29 预制混凝土夹心保温外墙板构造示意

9.3 连接设计

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

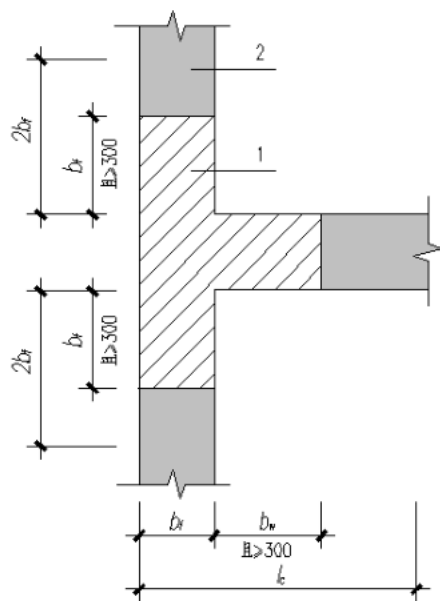
- a) 当接缝位于纵横墙交接处的约束边缘构件区域时,约束边缘构件的阴影区域(图 30、图 31)宜全部采用后浇混凝土,并应在后浇段内设置封闭箍筋;
- b) 边缘构件内的配筋及构造要求应符合 GB 50011 的有关规定;预制剪力墙的水平分布钢筋在后浇段内的锚固、连接应符合 GB 50010 的有关规定;
- c) 非边缘构件位置,相邻预制剪力墙之间应设置后浇段,后浇段的宽度不应小于墙厚且不宜小于 200 mm;后浇段内应设置不少于 4 根竖向钢筋,钢筋直径不应小于墙体竖向分布筋直径且不应小于 8 mm;两侧墙体的水平分布筋在后浇段内的锚固、连接应符合 GB 50010 的有关规定。

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

$$V_{uE} = 0.6f_y A_{sd} + 0.8N \dots\dots\dots (11)$$

式中:

N ——与剪力设计值 V 相应的垂直于结合面的轴向力设计值,单位为牛(N);压力时 N 取正值,当 N 大于 $0.6f_c b h_0$ 时,取为 $0.6f_c b h_0$,此处 f_c 为混凝土轴心抗压强度设计值,单位为牛每平方米(N/mm^2), b 为剪力墙厚度,单位为毫米(mm), h_0 为剪力墙截面有效高度,单位为毫米(mm);拉力时 N 取负值。

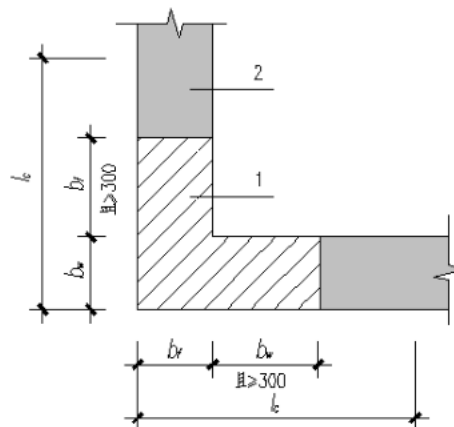


标引序号说明:

l_c ——约束边缘构件沿墙肢的长度;

1——后浇段;

2——预制剪力墙。



标引序号说明:

l_c ——约束边缘构件沿墙肢的长度;

1——后浇段;

2——预制剪力墙。

图30 约束边缘构件阴影区域全部后浇构造有翼墙 图31 约束边缘构件阴影区域全部后浇构造转角墙
示意 示意

9.3.3 预制剪力墙底部接缝宜设置在楼面标高处，并应符合下列规定：

- 接缝高度不宜小于 20 mm;
- 接缝处后浇混凝土上表面应设置粗糙面;
- 接缝宜采用灌浆料填实;
- 接缝两侧宜采用封边砂浆或弹性材料进行封堵，封堵材料进入预制剪力墙的宽度不应大于 10 mm;
- 采用连通腔灌浆法，按 JGJ 355 要求。

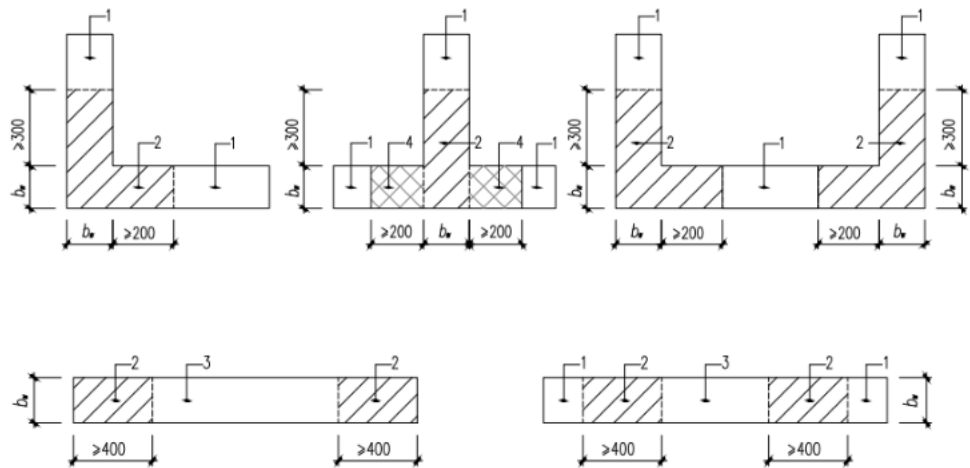
9.3.4 预制墙板竖向钢筋采用套筒灌浆连接接头时，应符合下列规定：

- 预制墙板内构造边缘构件的范围宜按图 32 中阴影部分采用；构造边缘构件纵向受力钢筋的连接，一、二级时应逐根连接，三、四级时宜逐根连接，连接钢筋的最小配筋面积除应满足计算要求外，尚应满足表 8 的规定；

表8 预制墙板构造边缘构件纵向连接钢筋的最小配筋

抗震等级	底部加强部位	其他部位
一	6 ϕ 18	6 ϕ 16
二	5 ϕ 16	5 ϕ 14
三	5 ϕ 14	5 ϕ 12
四	4 ϕ 14	4 ϕ 12

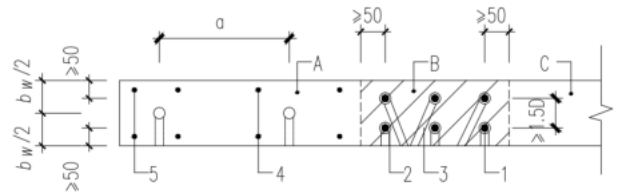
b) 预制墙板竖向分布钢筋可采用单排连接方式，套筒应在墙体厚度方向居中设置；沿墙体宽度方向的套筒中心距，一级时不宜大于 300 mm，二、三级时不宜大于 400 mm，四级时不宜大于 600 mm；双列布置套筒时，套筒中心到预制墙板边不应小于 50 mm，墙板厚度方向相邻套筒中心距不宜小于 1.5 倍套筒直径（图 33）。



标引序号说明：

- | | |
|----------------|------------|
| 1——预制墙板墙体； | 3——预制墙板洞口； |
| 2——预制墙板构造边缘构件； | 4——现浇段墙体。 |

图32 预制墙板的构造边缘构件设置要求

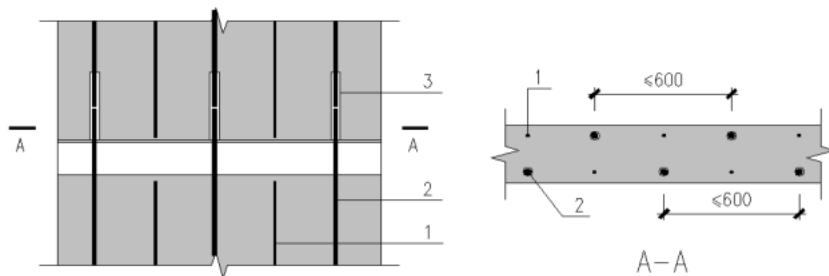


标引序号说明：

- | | |
|----------------|----------------------------|
| A——墙体； | 2——套筒； |
| B——构造边缘构件； | 3——注浆/出浆口； |
| C——洞口； | 4——竖向分布钢筋； |
| a——钢筋套筒沿墙宽的中心距 | 5——端部纵筋，大于或等于 $2\phi 12$ 。 |
| 1——构造边缘构件纵筋； | |

图33 预制墙板内钢筋连接套筒布置示意

9.3.5 当上下层预制剪力墙竖向分布钢筋采用“梅花形”套筒灌浆部分连接时（图 34），连接钢筋的配筋率不应小于 GB 50011 规定的剪力墙竖向分布钢筋最小配筋率要求，连接钢筋的直径不应小于 12 mm，同侧间距不应大于 600 mm，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未连接的分布钢筋，未连接的竖向分布钢筋直径不应小于 6 mm。



标引序号说明:

1——不连接的竖向分布钢筋;

3——连接接头。

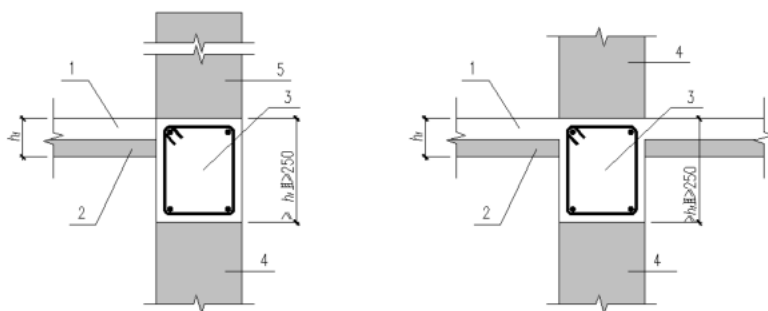
2——连接的竖向分布钢筋;

图34 竖向分布钢筋“梅花型”套筒灌浆连接构造示意

9.3.6 预制剪力墙相邻下层为现浇剪力墙时, 预制剪力墙与下层现浇剪力墙中竖向钢筋的连接应符合本规程第 9.3.4~9.3.5 条的规定, 下层现浇剪力墙顶面应设置粗糙面。

9.3.7 屋面以及立面收进的楼层, 应在预制剪力墙顶部设置封闭的后浇钢筋混凝土圈梁(图 35), 并应符合下列规定:

- 圈梁截面宽度不应小于剪力墙的厚度, 截面高度不应小于楼板厚度及 250 mm 的较大值; 圈梁应与现浇或者叠合楼、屋盖浇筑成整体;
- 圈梁内配置的纵向钢筋, 6、7 度时不应少于 $4\phi 12$, 8 度时不应少于 $4\phi 14$, 且按全截面计算的配筋率不应小于 0.5% 和水平分布筋配筋率的较大值, 纵向钢筋竖向间距不应大于 200 mm;
- 圈梁内配置的箍筋间距, 6、7 度时不应大于 200 mm, 8 度时不应大于 150 mm; 箍筋直径不应小于 8 mm。



标引序号说明:

1——后浇混凝土叠合层;

3——后浇圈梁;

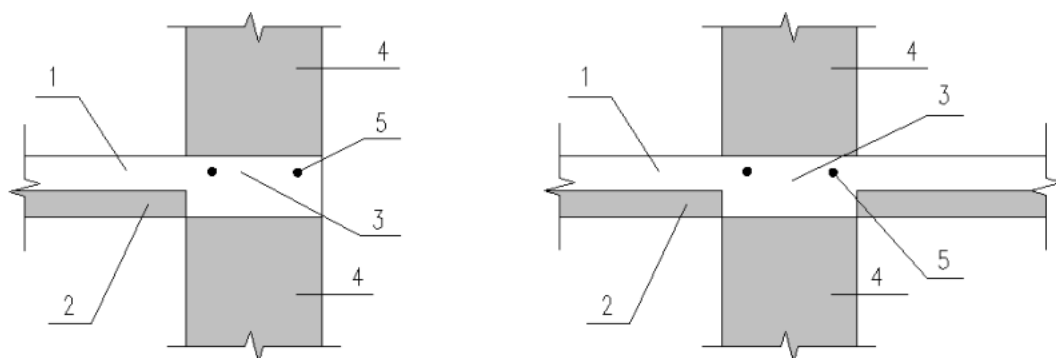
2——预制板;

4——预制剪力墙。

图35 后浇钢筋混凝土圈梁构造示意

9.3.8 各层楼面位置, 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 36); 水平后浇带应符合下列规定:

- 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叠合楼、屋盖浇筑成整体;
- 水平后浇带内应配置连续纵向钢筋, 其直径不宜小于 12 mm。



标引序号说明：

1——后浇混凝土叠合层；

2——预制板；

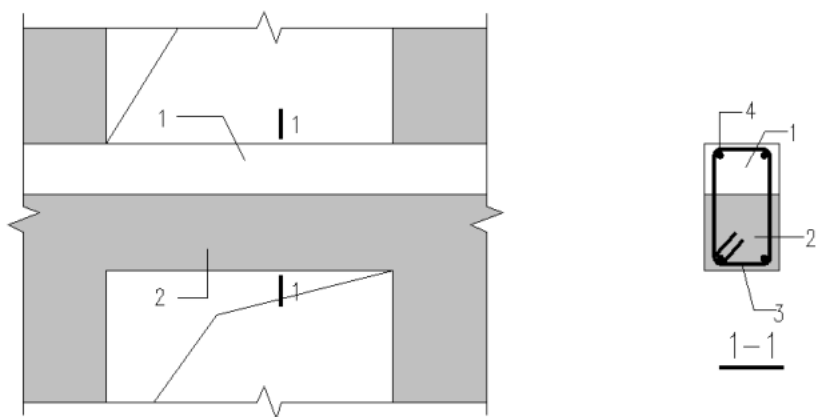
3——水平后浇带；

4——预制墙板；

5——纵向钢筋。

图36 水平后浇带构造示意

9.3.9 预制剪力墙洞口上方的预制连梁宜与后浇圈梁或水平后浇带形成叠合连梁（图 37），叠合连梁的配筋及构造要求应符合 GB 50010 的有关规定。刀把墙连梁（图 38）预制部分在顶部应增设纵向钢筋，并验算吊装、运输过程的承载力和裂缝宽度。



标引序号说明：

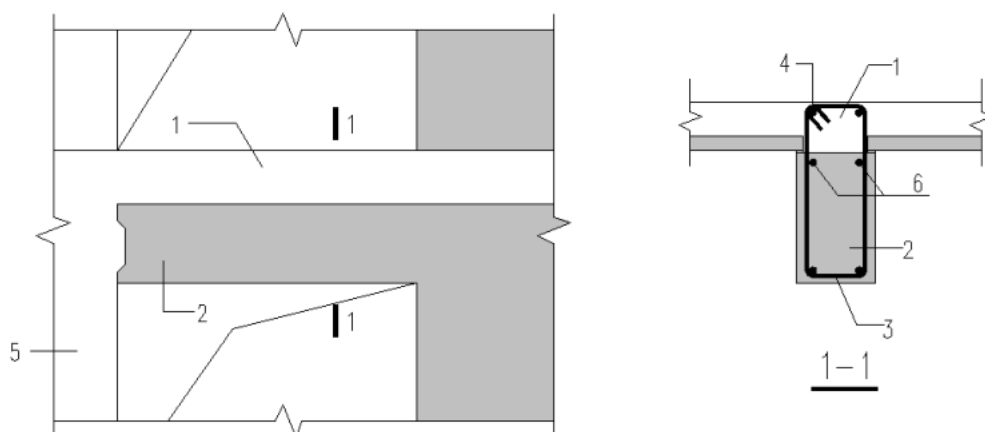
1——后浇圈梁或后浇带；

2——预制连梁；

3——箍筋；

4——纵向钢筋。

图37 预制剪力墙叠合连梁构造示意



标引序号说明:

1——后浇圈梁或后浇带;

2——预制连梁;

3——箍筋;

4——纵向钢筋;

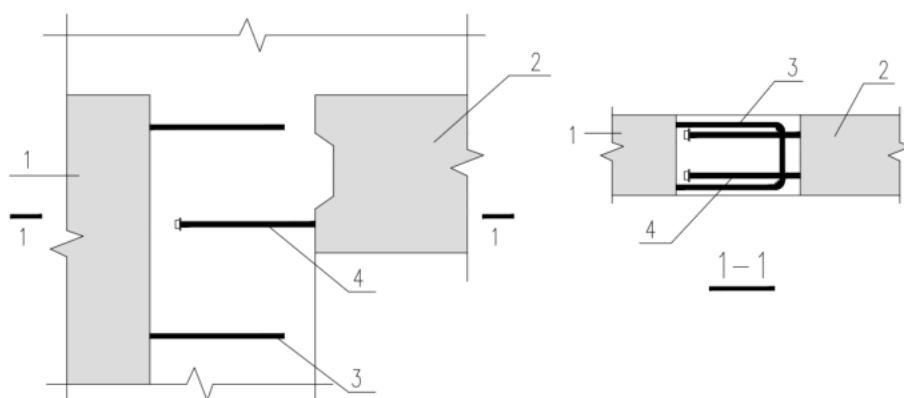
5——后浇边缘构件;

6——增设的纵向钢筋。

图38 “刀把墙”叠合连梁构造示意

9.3.10 预制叠合连梁的预制部分宜与剪力墙整体预制，也可在跨中拼接或在端部与预制剪力墙拼接，并应符合下列规定：

- 当预制叠合连梁在跨中拼接时，可按本规程第8.3.3条的规定进行接缝的构造设计；
- 当预制叠合连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：
 - 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39）；
 - 采用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40）。



标引序号说明:

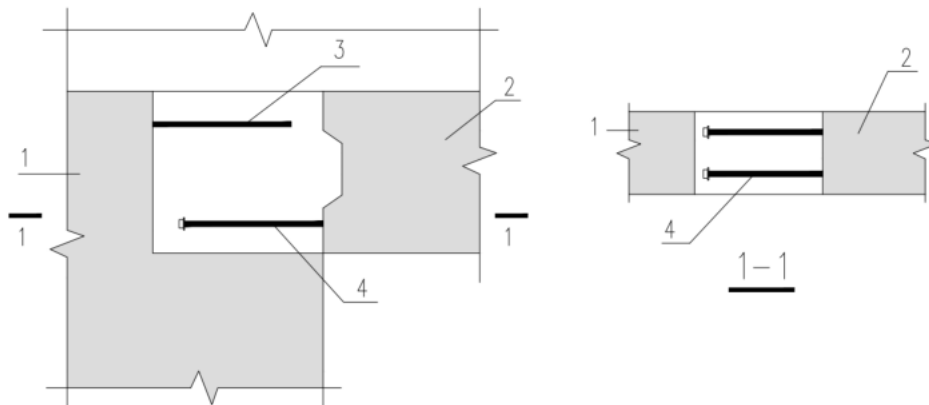
1——预制剪力墙;

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。

图39 预制连梁钢筋在后浇段内锚固构造示意



标引序号说明：

1——预制剪力墙；

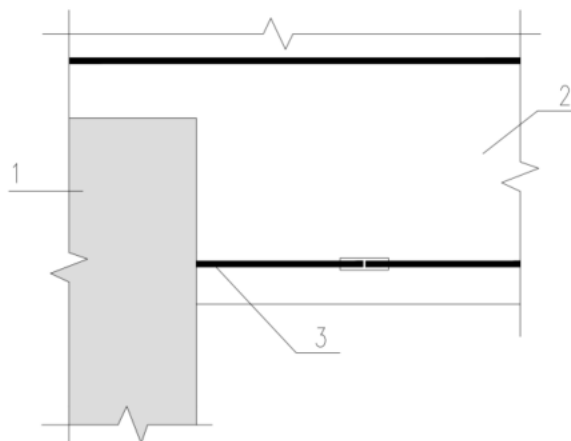
2——预制连梁；

3——边缘构件箍筋；

4——连梁下部纵向受力钢筋锚固。

图40 预制连梁钢筋在局部后浇节点区内锚固构造示意

9.3.11 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 41）。



标引序号说明：

1——预制剪力墙；

2——后浇连梁；

3——预制剪力墙伸出纵向受力钢筋。

图41 后浇连梁与预制剪力墙连接构造示意

9.3.12 叠合连梁端部接缝的受剪承载力计算应符合本规程第 8.2.2 条的规定。

10 外挂墙板设计

10.1 一般规定

10.1.1 外挂墙板的材料、选型和布置，应根据建筑功能、烈度、房屋高度、建筑体型、结构层间变形、墙体自身抗侧力性能的利用等因素，经综合分析后确定，并应符合下列要求：

- a) 外挂墙板宜优先采用轻质墙体材料；并满足耐久性、防水、保温、防火、隔音等建筑功能的要求；应采取措施减少对主体结构的不利影响；
- b) 外挂墙板的布置，应避免使结构形成刚度和强度分布上的突变；外挂墙板非对称均匀布置时，应考虑质量和刚度的差异对主体结构抗震不利的影响；
- c) 外挂墙板应与主体结构可靠连接，应具有能适应主体结构不同方向变形的能力；
- d) 外挂墙板的连接件应适应施工过程中允许的施工偏差和构件制作偏差。

10.1.2 有抗震设防要求时，外挂墙板及其与主体结构的连接节点，应进行抗震设计。

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

10.1.4 计算外挂墙板及连接节点的承载力时，荷载组合的效应设计值应符合下列规定：

- a) 持久设计状况：

永久荷载和风荷载效应作用下：

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_w S_{wk} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

- S ——基本组合的效应设计值；
- S_{Gk} ——永久荷载的效应标准值；
- S_{wk} ——风荷载的效应标准值；
- γ_G ——永久荷载分项系数，按 GB 55002；
- γ_w ——风荷载分项系数，取 1.5。

- b) 地震设计状况：

在水平地震作用下：

$$S_{Eh} = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

- S_{Eh} ——水平地震作用组合的效应设计值；
- S_{Ehk} ——水平地震作用的效应标准值；
- γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数，取 1.4；
- ψ_w ——风荷载组合系数。在持久设计状况下取 0.6，地震设计状况下取 0.2。

在竖向地震作用下：

$$S_{Ev} = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

- S_{Ev} ——竖向地震作用组合的效应设计值；
- S_{Evk} ——竖向地震作用的效应标准值；
- γ_{Ev} ——竖向地震作用分项系数，取 1.4。

10.1.5 对外挂墙板和连接节点进行承载力验算时，其结构重要性系数不应小于 1.0，连接节点承载力抗震调整系数 γ_{RE} 应取 1.0。

10.1.6 计算外挂墙板及其连接在风荷载作用下平面外的承载能力时，风荷载的体型系数不应小于 2.0，应分别计算风吸力和风压力在外挂墙板及其连接节点中引起的效应。

10.1.7 对结构整体进行抗震计算分析时，应按下列规定计入外挂墙板的影响：

- a) 地震作用计算时，应计入外挂墙板的重力；
- b) 对点支承式外挂墙板，可不计入其刚度影响；对线支承式外挂墙板，应计入其刚度影响；
- c) 一般情况下不应计入外挂墙板对主体结构抗震承载力的贡献。

10.1.8 外挂墙板的地震作用计算方法，应符合下列要求：

- a) 外挂墙板的地震作用应施加于其重心，水平地震作用应沿任一水平方向；

b) 一般情况下, 外挂墙板自身重力产生的地震作用可采用等效侧力法计算; 除自身重力产生的地震作用外, 尚应同时计算地震时支承点之间相对位移产生的作用效应。

10.1.9 计算水平地震作用标准值时, 可采用等效侧力法, 并按下式计算:

$$F_{Ehk} = \beta_E \alpha_{max} G_k \dots\dots\dots (15)$$

式中:

- F_{Ehk} ——施加于外挂墙板重心处的水平地震作用标准值, 单位为牛(N);
- β_E ——动力放大系数, 可取 5.0;
- α_{max} ——水平地震影响系数最大值, 应按表 9 采用;
- G_k ——外挂墙板的重力荷载标准值, 单位为牛(N)。

表9 水平地震影响系数最大值

抗震设防烈度	6度	7度	8度
多遇地震	0.04	0.08 (0.12)	0.16 (0.24)
注: 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0.30g的地区。			

- 10.1.10 竖向地震作用标准值可取水平地震作用标准值的 0.65 倍。
- 10.1.11 外墙挂板应按 GB 50010 进行构件设计, 正常使用极限状态应按二级裂缝控制等级计算。
- 10.1.12 外墙挂板与主体结构的节点包括支撑牛腿、连接件、预埋件、螺栓(母)、焊缝等的设计应分别按 GB 50010 和 GB 50017 的有关规定进行设计计算。
- 10.1.13 每块外挂墙板宜设置标高调节埋件、墙底位置调节埋件及垂直度调节埋件。外挂墙板中永久使用的连接件、预埋件均应做防火、防腐设计。

10.2 点支承式外挂墙板

- 10.2.1 外挂墙板与主体结构的点支承连接件应符合下列要求:
 - a) 连接件的数量和位置应根据外挂墙板的形状、尺寸以及主体结构层间位移等特点确定;
 - b) 用于抵抗竖向荷载的连接件和抵抗水平荷载的连接件宜分别设置; 用于抵抗竖向荷载的连接件, 每块板宜设置不小于两个;
 - c) 连接件的承载力设计值应大于外挂墙板传来的最不利荷载组合效应设计值;
 - d) 连接件的设计应使外挂墙板具有适应主体结构变形的能力, 应为施工安装提供可调整的空间, 满足施工安装的要求。
- 10.2.2 外挂墙板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、层间位移值和施工偏差等因素确定。

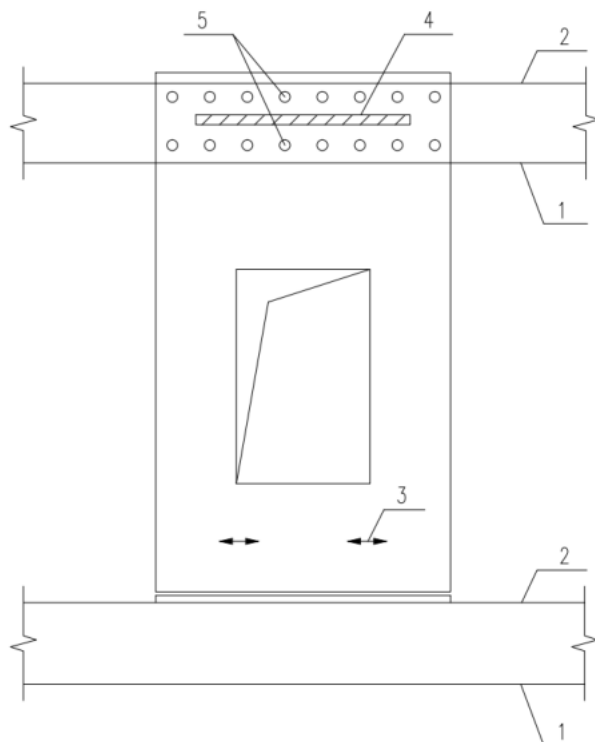
10.3 线支承式外挂墙板

- 10.3.1 线支承式外挂墙板可采用悬挂式的连接构造形式, 其底部应设置限位件(图 42)。
- 10.3.2 线支承式外挂墙板除应按本规程第 10.1.4 条的要求对外挂墙板及节点进行承载力验算外, 尚应按式 16 对连接部位进行罕遇地震作用下的验算。

$$S_{Gk} + S_{Ehk} + S_{Evk} \leq R_k \dots\dots\dots (16)$$

式中:

- R_k ——构件或连接的承载力标准值。



标引序号说明：

- 1——梁下表面投影线；
2——梁上表面投影线；
3——限位件；

- 4——剪力键槽；
5——连接钢筋。

图42 线支承式外挂墙板及其连接形式示意图

10.3.3 线支承式外挂墙板与梁之间结合面的水平和竖向抗剪承载力应按本规程第 7.5 节规定验算。

10.3.4 当线支承式外挂墙板与梁连接考虑为固定时，连接钢筋面积应满足下式要求：

$$M = f_y A_s d \dots\dots\dots (17)$$

式中：

M ——按第 10.3.6 条的计算模型计算的单位长度的弯矩设计值；

A_s ——单位长度内单侧连接钢筋的面积；

d ——上下连接钢筋的间距。

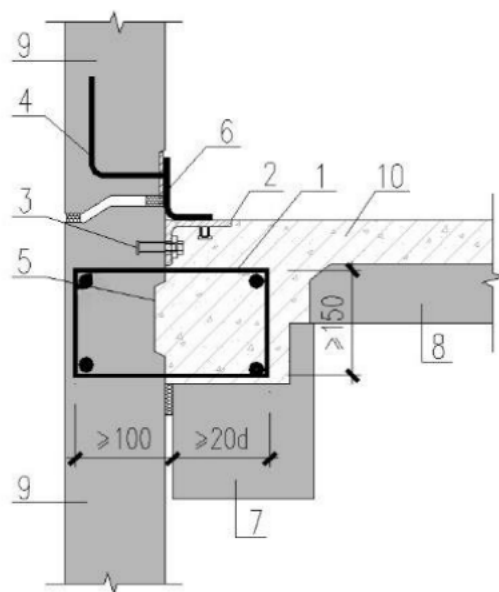
10.3.5 应合理评估线支承式外挂墙板对相连构件刚度及整体结构刚度的影响。当墙板为平板时，可根据外挂墙板的开洞率及与梁连接区段，对梁刚度乘以相应的放大系数。

- 对于满跨无洞外挂墙板，当墙板与梁全长连接时，梁的刚度增大系数可取 1.5；当墙板与梁两端脱开长度不小于梁高时，梁的刚度增大系数可取 1.2。
- 对于满跨大开洞外挂墙板，当墙板与梁全长连接时，梁的刚度增大系数可取 1.3；当墙板与梁两端脱开长度不小于梁高时，梁的刚度增大系数可取 1.0。
- 对于半跨无洞外挂墙板，当墙板与梁全长连接时，梁的刚度增大系数可取 1.4；当墙板与梁端脱开长度不小于梁高时，梁的刚度增大系数可取 1.1。
- 当同时考虑楼板与外挂墙板对梁刚度的影响时，梁刚度增大系数的增大部分取两者增量之和。

10.3.6 线支承式外挂墙板平面外的承载力验算可按顶端固端支承、底端点支承、侧边自由的边界条件考虑风及地震作用进行整块墙板计算。

10.3.7 线支承式外挂墙板顶部与主体结构的结合面应做成粗糙面并宜设置键槽和连接钢筋。连接钢筋一端应可靠地锚固在外挂墙板中，另一端应可靠地锚固在主体结构后浇混凝土中。连接钢筋应采用焊接封闭箍，且不应小于 $\phi 10@200$ ，锚固长度不应小于 20 倍钢筋直径，上筋与下筋垂直距离不宜小于 150 mm（图 43）。

10.3.8 线支承式外挂墙板底部应设置不少于 2 个限位连接件，间距不宜大于 4 m。安装就位后拆除限位连接件，并用不小于 2 根直径 12 mm 钢筋焊接固定，形成永久连接构件。



标引序号说明：

1——连接钢筋；

2——定位角钢；

3——螺栓套筒；

4——外挂板底部锚筋；

5——抗剪键槽；

6——下部固定钢筋；

7——预制梁；

8——预制板；

9——预制外挂墙板；

10——混凝土叠合层。

图43 线支承式外挂墙板连接节点示意图

10.4 墙板构造设计

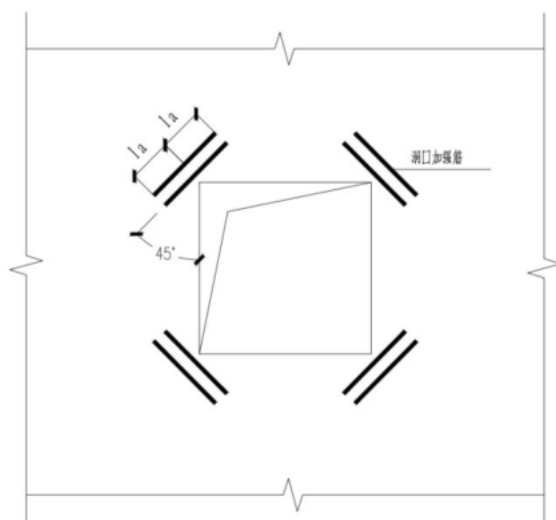
10.4.1 外挂墙板的高度不宜大于一个层高，厚度不宜小于 100 mm。

10.4.2 混凝土外挂墙板宜采用双层、双向配筋，竖向和水平钢筋的配筋率均不应小于 0.15 %，且钢筋直径不宜小于 5 mm，间距不宜大于 200 mm。

10.4.3 混凝土外挂墙板开洞口处应在角部配置斜向加强筋，在外墙两侧各配不少于 2 根直径 12 mm 的钢筋，加强筋伸入洞口角部两侧长度应满足受拉钢筋锚固长度 L_a 的要求（图 44）。

10.4.4 外挂墙板最外层钢筋的混凝土保护层厚度除有特殊要求外，应符合下列规定：

- 对石材或面砖饰面，不应小于 15 mm；
- 对清水混凝土，不应小于 20 mm；
- 对露骨料装饰面，应从最凹处混凝土表面计起，且不应小于 20 mm。



标引序号说明:

La——受拉钢筋锚固长度。

图44 外墙洞口加强筋构造示意图

11 构件制作与运输

11.1 一般规定

11.1.1 预制构件制作除应符合本规程规定外,还应符合 GB 55008、GB 55032、GB 50666 和 GB 50204 等的有关规定。

11.1.2 预制构件制作单位应具备相应的生产工艺设施,并应有完善的质量管理体系和必要的试验检测手段。

11.1.3 预制构件制作前,应进行技术交底,并应制定生产方案;生产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、成品保护、堆放及运输方案等内容。

11.1.4 为保证结构安全,便于构件生产和吊装,应考虑生产能力、道路运输、吊装能力等条件;构件的拆分及施工措施必须满足建筑设计和结构安全的要求。

11.1.5 预制构件批量制作前宜选择有代表性的单元或部分进行预制构件试制作和试安装,根据试验结果及时调整完善深化设计加工图。

11.1.6 预制构件检查合格后,应在构件上设置检验标识,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。

11.1.7 预制结构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,每种规格的连接接头试件数量不应少于 3 个。

11.2 制作准备

11.2.1 预制构件制作前,对带饰面砖或饰面板的构件,应绘制排砖图或排板图;对夹心外墙板,应绘制内外叶墙板的拉结件布置图及保温板排板图。

11.2.2 预制构件模具除应满足承载力、刚度和整体稳定性要求外,尚应符合下列规定:

- 应满足预制构件质量、生产工艺、模具组装与拆卸、周转次数等要求;
- 应满足预制构件预留孔洞、插筋、预埋件的安装定位要求;

c) 预应力构件的模具应根据构件设计要求预设反拱。

11.2.3 预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方法应符合表 10 的规定。当设计有要求时，模具尺寸的允许偏差应按设计要求确定。

表10 预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方法

项次	检验项目及内容		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 中偏差绝对值较大处
		>6m且≤12m	2， -4	
		>12m	3， -5	
2	截面尺寸	墙板	1， -2	用钢尺测量两端或中部，取其中偏 差绝对值较大处
3		其他构件	2， -4	
4	对角线差		3	用钢尺量纵、横两个方向对角线
5	侧向弯曲		L/1500且≤5	拉线，用钢尺量测侧向弯曲最大处
6	翘曲		L/1500	对角拉线测量交点间距值的两倍
7	底模表面平整度		2	用2m靠尺和塞尺量
8	组装缝隙		1	用塞片或塞尺量
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。				

11.2.4 预埋件加工的允许偏差应符合表 11 的规定。

表11 预埋件加工允许偏差

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

11.2.5 固定在模具上的预埋件、预留孔洞中心位置的允许偏差应符合表 12 的规定。

表12 模具预留孔洞中心位置的允许偏差

项次	检验项目及内容	允许偏差（mm）	检验方法
1	预埋件、插筋、吊环、预留孔洞中心线位置	3	用钢尺量
2	预埋螺栓、螺母中心线位置	2	用钢尺量
3	灌浆套筒中心线位置	1	用钢尺量
检查中心线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中的较大值。			

11.2.6 模具表面在安装钢筋前，应均匀涂刷脱模效果好且避免污染构件表面的水性或蜡质隔离剂。

11.3 构件制作与养护

11.3.1 在混凝土浇筑前应进行预制构件的隐蔽工程检查，检查项目应包括下列内容：

a) 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距等；

- b) 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、搭接长度等；
- c) 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；
- d) 预埋件、吊环、插筋的规格、数量、位置等；
- e) 灌浆套筒、预留孔洞的规格、数量、位置等；
- f) 钢筋的混凝土保护层厚度；
- g) 夹心外墙板的保温层位置、厚度，拉结件的规格、数量、位置等；
- h) 预埋管线、线盒的规格、数量、位置及固定措施。

11.3.2 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，并应符合下列要求：

- a) 当构件饰面层采用面砖时，在模具中铺设面砖前，应根据排砖图的要求进行配砖和加工；饰面砖应采用背面带有燕尾槽或粘结性能可靠的产品；
- b) 当构件饰面层采用石材时，在模具中铺设石材前，应根据排板图的要求进行配板和加工；应按设计要求在石材背面钻孔、安装不锈钢卡钩、涂覆隔离层；
- c) 应采用具有抗裂性和柔韧性、收缩小且不污染饰面的材料嵌填面砖或石材之间的接缝，并应采取防止面砖或石材在安装钢筋、浇筑混凝土等生产过程中发生位移的措施。

11.3.3 夹心外墙板宜采用平模工艺生产，生产时应先浇筑外叶墙板混凝土层，再安装保温材料和拉结件，最后浇筑内叶墙板混凝土层；当采用立模工艺生产时，应同步浇筑内外叶墙板混凝土层，每次浇筑最大高度不超过振动棒作用部分长度的 1.25 倍，并应采取保证保温材料及拉结件位置准确的措施。

11.3.4 应根据混凝土的品种、工作性、预制构件的规格形状等因素，制定合理的振捣成型工艺。混凝土应采用强制式搅拌机搅拌，并宜采用机械振捣。

11.3.5 预制构件宜采用加热养护，对静停、升温、恒温和降温时间进行控制，宜在常温下静停 2 h~6 h，升温、降温速度不应超过 20 ℃/h，最高养护温度不宜超过 70 ℃，预制构件出池的表面温度与环境温度的差值不宜超过 25 ℃。预制构件采用洒水、覆盖等方式进行常温养护时，应符合 GB 50666 的要求。

11.3.6 预制构件生产过程中应预留同条件试件并与构件一同养护。脱模起吊时，预制构件的混凝土立方体抗压强度应满足设计要求，且不宜小于 15 N/mm²。

11.3.7 预制构件与现浇结构的结合面或叠合面应采取拉毛或凿毛处理，也可采用在模板表面涂刷适量的缓凝剂形成露骨料粗糙面，粗糙面具体要求见本规程第 7.5.6 条。

11.4 构件检验

11.4.1 预制构件制作完成后应按对其外观质量、尺寸偏差、混凝土强度、构件的饰面质量及构件的结构性能进行检验，应符合 GB 50204 的有关规定，并形成检验记录。

11.4.2 预制构件的外观质量不应有严重缺陷，且不宜有一般缺陷。对已出现的一般缺陷，应按技术方案进行处理，并应重新检验。

11.4.3 预制构件的尺寸偏差和预留孔、预留洞、预埋件、预留插筋、键槽的位置偏差及检验方法应符合表 13 的规定。对于施工过程中临时使用的预埋件中心线位置及预制构件粗糙面处的尺寸允许偏差可按表 13 的规定放大一倍执行。对于形状复杂或设计有特殊要求的构件，其尺寸偏差应符合设计要求。

表13 预制构件尺寸允许偏差及检验方法

项目			允许偏差 (mm)	检验方法
长度	板、梁、柱、桁架	<12 m	±5	尺寸检查
		≥12 m且<18 m	±10	
		≥18 m	±20	
	墙板		±4	

表 13 预制构件尺寸允许偏差及检验方法（续）

项 目		允许偏差（mm）	检验方法
宽度、高（厚）度	板、梁、柱、桁架截面尺寸	±5	钢尺量一端及中部，取其中偏差绝对值较大处
	墙板的高度、厚度	±3	
表面平整度	板、梁、柱、墙板内表面	5	2m靠尺和塞尺检查
	墙板外表面	3	
侧向弯曲	板、梁、柱	L/750且≤20	拉线、钢尺量最大侧向弯曲处
	墙板、桁架	L/1000且≤20	
翘 曲	板	L/750	调平尺在两端量测
	墙板	L/1000	
对角线差	板	10	钢尺量两个对角线
	墙板、门窗口	5	
挠度变形	梁、板、桁架设计起拱	±10	拉线、钢尺量最大弯曲处
	梁、板、桁架下垂	0	
预留孔	中心线位置	5	尺量检查
	孔尺寸	±5	
预留洞	中心线位置	10	尺量检查
	洞口尺寸、深度	±10	
门窗口	中心线位置	5	尺寸检查
	宽度、高度	±3	
预埋件	预埋件锚板中心线位置	5	尺量检查
	预埋件锚板与混凝土面平面高差	0，-5	
	预埋螺栓中心线位置	2	
	预埋螺栓外露长度	+10，-5	
	预埋套筒、螺母中心线位置	2	
	预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差	0，-5	
	线管、电盒、木砖、吊环在构件平面的中心线位置偏差	20	
检查中心线、螺栓和孔道位置偏差时，应沿纵横两个方向量测，并取其中偏差较大值。			
注1：L为构件最长边的长度(mm)。			

11.4.4 夹心外墙板的内外叶墙板之间的拉结件类别、数量及使用位置应符合设计要求。

11.5 运输与堆放

11.5.1 应制定预制构件的运输与堆放方案，其内容应包括运输时间、次序、堆放场地、堆放顺序和方向、运输线路、固定要求、堆放支垫及成品保护措施等。严禁错位堆放和不按构件约定方向堆放。对于超高、超宽、形状特殊的大型构件的运输和堆放应有专门的质量安全保证措施。

11.5.2 预制构件的运输车辆应满足构件尺寸和载重要求，装卸与运输时应符合下列规定：

- 装卸构件时，应采取保证车体平衡的措施；
- 运输构件时，应采取防止构件移动、倾倒、变形等的固定措施；
- 运输构件时，应采取防止构件损坏的措施，对构件边角部或链索接触处的混凝土，宜设置保

护衬垫。

11.5.3 预制构件堆放应符合下列规定：

- a) 堆放场地应平整、坚实，并应有排水措施；
- b) 预埋吊件应朝上，标识宜朝向堆垛间的通道；
- c) 构件支垫应坚实，垫块在构件下的位置宜与脱模、吊装时的起吊位置一致；
- d) 重叠堆放构件时，每层构件间的垫块应上下对齐，堆垛层数应根据构件、垫块的承载力确定，并应根据需要采取防止堆垛倾覆的措施；
- e) 堆放预应力构件时，应根据构件起拱值的大小和堆放时间采取相应措施。

11.5.4 构件的运输与堆放应符合下列规定：

- a) 运输和堆放时应根据构件的特点采用不同的叠放和装架方式，货架应进行专门设计；外墙板宜采用立放，外饰面层应朝外；梁、板、楼梯、阳台宜采用平放。运输时构件应设有专用支垫，采取可靠的固定措施；
- b) 构件立放时，可采用靠放架或插放架堆放或运输。采用靠放架时，宜对称靠放，构件上部宜采用垫块隔离，构件与地面倾斜角度宜大于 80° 。采用插放架时，宜采用直立运输方式。靠放架和插放架应有足够的承载力、刚度和稳定性；
- c) 构件平放时，搁置点一般可选择在构件起吊点位置或经验算确定弯矩最小部位，每层构件间的垫块应处于同一垂直线上，堆垛层数应根据构件自身荷载、地基、垫木或垫块的承载能力及堆垛的稳定性确定，且不宜多于 6 层；
- d) 垫块宜采用木质或硬塑胶材料，避免造成构件外观损伤；对于连接止水条、高低口、墙体转角等薄弱部位，应采用定型保护垫块或专用套件做加强保护。

11.5.5 构件运输时的受力情况应与设计一致，对“┐”形等异型构件和平面不规则的梁板应分析确定支点。当受力状态不符合受力要求时，应对构件进行抗裂度验算，验算不满足时应进行加固。

12 施工与安装

12.1 一般规定

12.1.1 装配式结构施工前应由施工总包单位制定施工组织设计、施工方案；由专业的深化设计单位进行预制构件及节点深化图纸的设计，并由原设计单位确认。施工组织设计的内容应符合 GB/T 50502 的规定；施工方案的内容应包括构件安装及节点施工方案、构件安装的质量控制及安全措施等；设计图纸应包括预制构件加工图、装配图和安装图设计。

12.1.2 装配式结构连接部位及叠合构件浇筑混凝土之前，应进行隐蔽工程验收。

12.1.3 预制构件、安装用材料及配件等应符合设计要求及国家现行有关标准的规定。严格执行经过监理和设计单位确认的施工方案，包括吊装方案。

12.1.4 钢筋套筒灌浆前，应在现场模拟构件连接接头的灌浆方式，每种规格钢筋应制作不少于 3 个套筒灌浆连接接头，进行灌注质量以及接头抗拉强度的检验，套筒抗拉强度的检验可按 JGJ 355 的相关规定执行。经检验合格后，方可进行灌浆作业。

12.1.5 在装配式结构的施工全过程中，应采取相应的保护措施防止预制构件及构件上的建筑附件、预埋件、预埋件吊件等损伤或污染。

12.1.6 未经设计允许不得对预制构件进行开洞，不得对连接钢筋进行切割。

12.1.7 冬、雨期施工应按现行国家相关标准的规定执行。

12.1.8 装配式结构施工过程中应采取安全措施，并应符合 JGJ 80、JGJ 33 和 JGJ 46、GB/T 51231 等的有关规定。

12.1.9 预制构件进场应做好检查验收, 出具合格证明资料, 且每个构件应标明编号、重量、说明与图纸对应位置。

12.2 安装准备

12.2.1 预制构件进场前应合理规划构件运输通道和临时堆放场地, 预制构件进场后, 应对预制构件进行进场检验, 并应经监理工程师检查认可。针对不同规格的构件采取相应的堆放保护措施, 构件堆放应符合下列要求:

- a) 预制构件堆放场地应硬化处理, 并有排水措施;
- b) 构件成品应按合格区、待修区和不合格区分类堆放, 并应对各区域进行醒目标识;
- c) 预制构件堆放时受力状态宜与构件实际使用时受力状态保持一致, 否则应进行设计验算。

12.2.2 安装施工前, 应核对已施工完成结构的混凝土强度、外观质量、尺寸偏差等符合 GB 50666 和本规程的有关规定, 并应核对预制构件的混凝土强度及构件和配件的型号、规格、数量等符合设计要求。

12.2.3 安装施工前, 应进行测量放线, 设置构件安装定位标识。

12.2.4 安装施工前, 应复核构件装配位置、节点连接构造及临时支撑方案等。

12.2.5 安装施工前, 应对吊钩防脱绳装置、钢丝绳、U 型环等部位进行检查复核, 确保吊装设备及吊具处于安全操作状态; 应对吊装区域内的安全状况进行检查, 包括吊装区域的划定、标识、障碍、警戒区等。

12.2.6 安装施工前, 应核实现场环境、天气、道路状况等满足吊装施工要求。

12.2.7 装配式结构施工前, 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完善施工方案和施工工艺。

12.3 吊装施工

12.3.1 应根据预制构件形状、尺寸、重量和作业半径等要求选择吊装方法、吊具和起重设备, 编制起重吊装作业专项施工方案, 所采用的吊具和起重设备应符合现行国家标准的有关规定。

12.3.2 起重吊装作业前, 必须编制吊装专项施工方案, 进行安全技术措施交底; 作业中, 未经技术负责人批准, 不得随意更改。

12.3.3 吊装用吊具应由生产厂家按国家现行有关标准的规定进行设计、验算或试验检验后提供。吊具的要求:

- a) 吊具应根据预制构件形状、尺寸及重量等参数进行配置, 吊索水平夹角不宜小于 60° , 且不得小于 45° ; 对尺寸较大或形状复杂的预制构件, 宜采用有分配梁或分配桁架的吊具;
- b) 预制剪力墙、预制梁、预制楼梯一般采用焊接钢梁作为吊具。焊接钢梁做成通用吊具, 组合工字钢或者组合槽钢, 一般长度不超过 6 m, 上部设置 4 个吊点, 下部可设置 6~8 个吊点。考虑吊装动力系数为 1.5;
- c) 钢丝绳安全系数不小于 6, 一般取 8 或 10;
- d) 钢梁需进行强度和刚度验算, 安全系数不小于 4;
- e) 吊点钢板需进行抗拉、抗剪、局部抗压强度计算, 安全系数不小于 4;
- f) 叠合板吊具一般采用专门设计的方框吊具。

12.3.4 塔式起重机布置原则:

- a) 应覆盖所有吊装作业面, 塔式起重机幅度范围内所有预制构件的重量应在起重机起重性能范围内;
- b) 宜设置在建筑旁侧, 条件不许可时, 也可选择核心筒结构位置;
- c) 塔式起重机不能覆盖裙房时, 可选用履带式起重机或轮式起重机吊装裙房预制构件;
- d) 尽可能覆盖临时存放场地;

- e) 方便安装和拆除, 满足安全要求;
 - f) 可以附着在主体结构上, 必须保证塔式起重机的附着安全;
 - g) 塔式起重机的配置, 可以单栋单吊, 也可以多栋单吊或单栋多吊;
 - h) 尽量避免塔式起重机交叉作业, 保证塔式起重机臂与其他起重机的安全距离, 以及与周边建筑物的安全距离符合要求;
 - i) 高层建筑在采用内爬式塔式起重机时, 拆除时可在屋面安装小型起重机来拆除主塔式起重机。
- 12.3.5 吊装大、重构件和采用新的吊装工艺时, 应先进行试吊, 确定无问题后, 方可正式起吊。
- 12.3.6 大雨、雾、大雪及六级以上大风等恶劣天气应停止吊装作业。雨雪后进行吊装作业时, 应及时清理冰雪并采用防滑和防漏电措施, 先试吊, 确认制动器灵敏可靠后方可进行作业。
- 12.3.7 开始起吊时, 应先将构件吊离地面 200 mm~300 mm 后暂停, 检查起重机的稳定性、制动装置的可靠性、构件的平衡性和绑扎的牢固性等, 确认无误后, 方可继续起吊。已起吊的构件不得长久停滞在空中。严禁超载和吊装重量不明的重型构件和设备。
- 12.3.8 暂停作业时, 对吊装作业中未形成稳定体系的部分, 必须采用临时固定措施。对临时固定的构件, 必须在完成了永久固定, 并经检查确认无误后, 方可解除临时固定措施。
- 12.3.9 高空吊装屋架、梁和采用斜吊绑扎吊装柱时, 应在构件两端绑扎溜绳, 由操作人员控制构件平衡和稳定。
- 12.3.10 构件的吊点应符合设计规定; 无规定时, 最外吊点应在距构件两端 $L/5$ 处, L 为构件长度(跨度); 对异形构件或当无设计规定时, 应经计算确定, 保证构件起吊平稳。

12.4 预制构件安装

- 12.4.1 预制构件吊装应符合下列规定:
- a) 应根据当天的作业内容进行班前安全技术交底;
 - b) 预制构件应按照吊装顺序预先编号, 吊装时严格按编号顺序起吊;
 - c) 预制构件在吊装过程中, 宜设置缆风绳控制构件转动。
- 12.4.2 预制构件吊装就位后, 应及时校准并采取临时固定措施, 并应符合下列要求:
- a) 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、垂直度进行校核与调整;
 - b) 叠合构件、预制叠合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;
 - c) 水平构件安装后, 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;
 - d) 装饰类构件应对装饰面的完整性进行校核与调整;
 - e) 临时固定措施、临时支撑系统应具有足够的强度、刚度和整体稳定性, 并应符合 GB 50666 和 JGJ 300 的相关规定。
- 12.4.3 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。
- 12.4.4 竖向预制构件安装采用临时支撑时, 应符合下列规定:
- a) 预制构件的临时支撑不宜少于 2 道;
 - b) 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 $1/2$, 斜支撑应与构件可靠连接;
 - c) 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。
- 12.4.5 水平预制构件安装采用临时支撑时, 应符合下列规定:
- a) 首层支撑架体的地基应平整坚实, 宜采取硬化措施;
 - b) 临时支撑的间距及其与墙、柱、梁的净距应经设计计算确定, 竖向连续支撑层数不宜少于 2 层, 且上下层支撑宜对准;
 - c) 叠合板预制底板下部支撑宜选用成熟、可靠、便捷的工具化、定型化支撑体系, 竖向支撑间距应计算确定。

12.4.6 柱、墙构件的安装应符合下列规定：

- a) 构件安装前，应清洁结合面；
- b) 构件底部应设置可调整接缝厚度和底部标高的垫块；
- c) 钢筋套筒灌浆连接接头灌浆前，应对接缝周围进行封堵，封堵措施应符合结合面承载力设计要求；
- d) 多层预制剪力墙底部采用坐浆材料时，其厚度不宜大于 20 mm。

12.4.7 预制柱安装应符合下列规定：

- a) 宜按照角柱、边柱、中柱顺序进行安装，与现浇部分连接的宜先行吊装；
- b) 对预制柱，以轴线和外轮廓线为控制线；对边柱和角柱，应以外轮廓线控制为准；
- c) 预制柱安装前应设置柱底调平装置，控制安装标高；
- d) 预制柱安装就位后应在两个反方向设置可调节临时固定措施，并进行垂直度、扭转调整；
- e) 采用套筒灌浆连接的预制柱调整就位后，柱脚连接部位宜采用模板封堵。

12.4.8 预制剪力墙板安装应符合下列规定：

- a) 与现浇部分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；
- b) 预制剪力墙板安装就位前应在墙板底部设置调平装置；
- c) 采用灌浆套筒连接的夹心保温外墙板应在保温材料部位采用弹性密封材料进行封堵；
- d) 采用灌浆套筒连接的墙板需要分仓灌浆时，应采用坐浆料进行分仓；多层剪力墙采用坐浆时应均匀铺设坐浆料；坐浆料强度应符合设计要求；
- e) 墙板以轴线或轮廓线为控制线，外墙应以轴线和外轮廓双控制；
- f) 安装就位后应设置可调斜支撑临时固定，测量预制墙板的水平位置、垂直度、高度等，通过墙底垫片、临时支撑进行调整；
- g) 预制墙板调整就位后，墙底部连接部位应采用模板进行封堵；
- h) 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绑扎牢固。

12.4.9 预制梁或叠合梁安装应符合下列规定：

- a) 安装顺序宜遵循先主梁后次梁，先低后高的原则；
- b) 安装前，应测量并修正临时支撑标高，确保与梁底标高一致，并在柱子上弹出梁边控制线；安装后根据控制线进行精密调整；
- c) 安装前，应符合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，应按照设计单位确认的技术方案调整；
- d) 安装时梁伸入支座长度和搁置长度应符合设计要求；
- e) 安装就位后应对水平度、安装位置、标高进行检查；
- f) 叠合梁临时支撑应在后浇混凝土强度达到设计要求后方可拆除。

12.4.10 叠合板预制底板安装应符合下列规定：

- a) 预制底板吊装完成后应对底板接缝高差进行校核；当叠合板底板接缝高差不满足设计要求时，应将构件重新起吊，通过可调支座进行调节；
- b) 安装时板伸入支座长度和搁置长度应符合设计要求；
- c) 预制底板的接缝宽度应满足设计要求；
- d) 临时支撑应在后浇带混凝土强度达到设计要求后方可拆除。

12.4.11 预制楼梯安装应符合以下规定：

- a) 安装前，应检查楼梯构件平面定位及标高，并宜设置调平装置；
- b) 就位后，应及时调整并固定。

12.4.12 预制阳台板、空调板安装应符合下列规定：

- a) 安装前, 应检查支座顶面标高及支撑面的平整度;
- b) 临时支撑应在后浇混凝土强度达到设计要求后方可拆除。

12.5 预制构件连接

12.5.1 采用钢筋套筒灌浆连接的预制构件就位前, 应检查下列内容:

- a) 套筒、预留孔的规格、位置、数量和深度;
- b) 被连接钢筋的规格、数量、位置和长度;
- c) 当套筒、预留孔内有杂物, 应清理干净;
- d) 当连接钢筋倾斜时, 应进行校直;
- e) 连接钢筋偏离套筒或孔洞中心线不宜超过 5 mm。

12.5.2 钢筋套筒灌浆连接接头应按检验批划分要求及时灌浆, 灌浆作业用灌浆料应符合 JGJ 355 和 JG/T 408 的有关规定。灌浆作业应符合 JGJ 355 和 JG/T 408 及施工方案的要求, 并应符合下列规定:

- a) 灌浆施工时, 环境温度不应低于 5℃; 当气温低于 5℃时, 可根据具体气温及施工部位采取低温灌浆料施工方法或后灌浆法, 确保冬季灌浆作业的进行; 当连接部位养护温度低于 10℃时, 应采用电热毯加 XPS 保温板和套筒外壁缠绕电伴热带等加热保温措施;
- b) 灌浆操作全过程应由施工单位专职人员及监理单位人员负责旁站监督, 并及时形成灌浆施工质量检查记录和影像资料; 灌浆施工质量检查记录由施工单位专职质检人员和监理单位人员共同签字确认, 影像资料应包括灌浆作业人员、施工单位专职人员及监理单位人员同时在场记录;
- c) 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流动度的检测, 流动度应符合 GB/T 50448 的相关要求;
- d) 灌浆作业应采用压浆法从下口灌注, 当浆料从上口密实、连续地流出后应及时封堵, 必要时可设分仓进行灌浆;
- e) 灌浆料拌合物应在制备后 30 min 内用完, 并按要求每工作班应制作 1 组且每层不应少于 3 组 40 mm×40 mm×160 mm 的长方体试件, 标准养护 28 d 后进行抗压强度试验;
- f) 灌浆后, 温度在 5℃~15℃, 48 h 内不得扰动, 温度在 15℃及以上时, 24 h 不得扰动, 同时, 灌浆料同条件试件抗压强度应不小于 35 Mpa。

12.5.3 焊接或螺栓连接的施工应符合 JGJ 18、GB 50661、GB 50755 和 GB 50205 的有关规定。采用焊接连接时, 应采取防止因连续施焊引起的连接部位混凝土开裂的措施。

12.5.4 钢筋机械连接的施工应符合 JGJ 107 的有关规定。

12.5.5 后浇混凝土的施工应符合下列规定:

- a) 预制构件结合面疏松部分的混凝土应剔除并清理干净;
- b) 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;
- c) 在浇筑混凝土前应洒水润湿结合面, 混凝土应振捣密实;
- d) 同一配合比的混凝土, 每工作班且建筑面积不超过 1000 m² 应制作一组标准养护试件, 同一楼层应制作不少于 3 组标准养护试件。超过 1000 m² 的部分应增加一组标准养护试件。

12.5.6 构件连接部位后浇混凝土及灌浆料的强度达到设计要求后, 方可拆除临时固定措施。

12.5.7 外挂墙板的连接节点及接缝构造应符合设计要求; 墙板安装完成后, 应及时移除临时支承支座、墙板接缝内的传力垫块。

12.5.8 外墙板接缝防水施工应符合下列规定:

- a) 防水施工前, 应将板缝空腔清理干净;
- b) 应按设计要求填塞背衬材料;
- c) 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。

13 工程验收

13.1 一般规定

13.1.1 装配式结构应按混凝土结构子分部工程进行验收；当结构中部分采用现浇混凝土结构时，装配式结构部分可作为混凝土结构子分部工程的分项工程进行验收。装配式结构验收除应符合本规程规定外，还应符合 GB 50204 的有关规定。

13.1.2 预制构件的进场质量验收应符合 GB 50204 的有关规定。

13.1.3 装配式结构焊接、螺栓等连接用材料的进场验收应符合 GB 50205 的有关规定。

13.1.4 装配式建筑的饰面质量应符合设计要求，并应符合 GB 50210 的有关规定。

13.1.5 装配式混凝土结构验收时，除应按 GB 50204 的要求提供文件和记录外，还应提供下列文件和记录：

- a) 工程设计文件、预制构件制作和安装的深化设计图；
- b) 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；
- c) 预制构件安装施工记录；
- d) 钢筋套筒灌浆型式检验报告、工艺检验报告和施工检验记录；
- e) 螺栓连接型式检验报告、螺栓连接的施工检验记录；
- f) 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件；
- g) 后浇混凝土、灌浆料、坐浆材料强度检测报告；
- h) 外墙防水施工质量检验记录；
- i) 装配式结构分项工程质量验收文件；
- j) 装配式工程的重大质量问题的处理方案和验收记录；
- k) 装配式工程的其他文件和记录。

13.2 主控项目

13.2.1 后浇混凝土强度应符合设计要求。

- a) 检查数量：按批检验，检验批应符合 GB 50204 的相关要求。
- b) 检验方法：按 GB/T50107 的要求进行。

13.2.2 钢筋套筒灌浆连接的灌浆应密实饱满，同时模拟构件连接接头的灌浆方式，每种规格钢筋应制作不少于 3 个套筒灌浆接头试件。

- a) 检查数量：全数检查。
- b) 检验方法：检查灌浆施工质量检查记录、接头检验报告。

13.2.3 钢筋套筒灌浆连接用的灌浆料强度应满足设计要求。

- a) 检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班应制作一组且每层不应少于 3 组 $40\text{ mm} \times 40\text{ mm} \times 160\text{ mm}$ 的长方体试件，标准养护 28 d 后进行抗压强度试验。
- b) 检验方法：检查灌浆料强度试验报告及评定记录。

13.2.4 剪力墙底部接缝坐浆强度应满足设计要求。

- a) 检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班应制作一组且每层不应少于 3 组边长为 70.7 mm 的立方体试件，标准养护 28 d 后进行抗压强度试验。
- b) 检验方法：检查坐浆材料强度试验报告及评定记录。

13.2.5 钢筋采用焊接连接时，其焊接质量应符合 JGJ 18 的有关规定。

- a) 检查数量：按现 JGJ 18 的规定确定。
- b) 检验方法：检查钢筋焊接施工记录及平行加工试件的强度试验报告。

13.2.6 钢筋采用机械连接时，其接头质量应符合 JGJ 107 的有关规定。

a) 检查数量：按 JGJ 107 的规定确定。

b) 检验方法：检查钢筋机械连接施工记录及平行加工试件的强度试验报告。

13.2.7 预制构件采用焊接连接时，钢材焊接的焊缝尺寸应满足设计要求，焊缝质量应符合 GB 50661 和 GB 50205 的有关规定。

a) 检查数量：全数检查。

b) 检验方法：按 GB 50205 的要求进行。

13.2.8 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 GB 50017 和 GB 50205 的有关规定。

a) 检查数量：全数检查。

b) 检验方法：按 GB 50205 的要求进行。

13.3 一般项目

13.3.1 装配式结构尺寸允许偏差符合设计要求，并应符合本规程表 13 中的规定。检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。在同一检验批内，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%，且不少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5 m 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。

13.3.2 外墙板接缝的防水性能应符合设计要求。

a) 检查数量：按批检验。每 1000 m² 外墙面积应划分为一个检验批，不足 1000 m² 时也应划分为一个检验批；每个检验批每 100 m² 应至少抽查一处，每处不得少于 10 m²。

b) 检验方法：检查现场淋水试验报告。

附 录 A
(资料性)
预制构件加工图设计深度及出图标准

A.1 图纸封面

正式的构件加工图应有图纸封面。

A.2 图纸目录

A.2.1 图纸目录应按图纸序号排列，先列新绘制图纸，后列通用图纸和标准图。

A.2.2 图纸目录中预制构件部分宜列出构件的所在楼栋、构件轮廓尺寸、构件数量、体积、重量、混凝土强度等级、构配件数量的相关参数。

A.3 设计说明

A.3.1 工程概况

工程概况部分应说明工程地点、结构体系；说明预制构件的使用范围及位置、所包含的预制构件类型、外架采用的形式及选用的模板体系等。

A.3.2 设计依据

应包括构件加工图设计依据的工程施工图设计全称；建设单位提出的与预制构件加工图设计有关的书面要求；设计所执行的主要法规和所采用的主要标准（包括标准的名称、编号、年号和版本号）等。

A.3.3 图纸说明

应有图纸编号说明；构件编号及编号原则说明；以及对于需突出表达的内容作简要的说明。

A.3.4 预制构件设计构造

应包括预制构件的基本构造、材料基本组成；标明各类构件的混凝土强度等级、钢筋级别及种类、钢材级别、连接的方式；各类型构件表面成型处理的基本要求和防雷接地引下线的做法等。

A.3.5 预制构件主材要求

A.3.5.1 混凝土

应说明各类构件混凝土的强度等级及技术要求，并注明对应楼层的强度等级；当采用特种混凝土时，应说明其技术要求及控制指标。

A.3.5.2 钢筋

应说明预制构件所用钢筋（钢绞线或高强钢丝等）种类、加工的技术要求及控制重点、对应的产品标准和标注原则等；并注明各类构件受力钢筋的最小保护层厚度；应说明预应力预制构件的张拉控制应力、张拉顺序、张拉条件、对于张拉的测试要求等；当设计有特殊要求时，应单独注明。

A.3.5.3 预埋件

A.3.5.3.1 应注明预埋件采用钢材的牌号和等级，以及所对应的产品标准；有特殊要求应注明对

应的控制指标及执行标准。

A. 3. 5. 3. 2 预埋铁件的除锈方法及除锈等级以及对应的标准，有特殊用途埋件的处理要求（如埋件镀锌，禁止锚筋冷加工等）。

A. 3. 5. 3. 3 焊接方法、焊缝质量等级及焊缝质量检查要求及相应的技术要求。

A. 3. 5. 3. 4 预埋螺栓的种类、性能等级，以及所对应的产品标准。

A. 3. 5. 3. 5 其他埋件应注明材料的种类、类别、性能、有耐久性要求的应标明使用年限，以及执行的对应标准。

A. 3. 5. 3. 6 应注明埋件的尺寸控制偏差或执行的相关标准。

A. 3. 5. 4 其他

应注明保温材料的规格、材料导热系数、燃烧性能等要求；应明确夹心保温连接件、表面附着材料的连接件等预埋件的材料性能、布置原则、锚固深度，以及产品的操作要求；需要拉结件生产厂家补充的内容应明确技术要求。

A. 3. 6 预制构件生产技术要求

应对构件加工单位提出基本的生产技术要求，内容包括生产计划和生产工艺，模板方案和模板计划等。重点说明如下内容：

- a) 模具的材料、质量要求、执行标准；
- b) 面砖或石材饰面的材料要求；
- c) 构件加工中隐蔽工程检查的内容和执行的标准；需要重点注意的内容，预制构件养护的要求或执行标准，构件脱模起吊的要求；
- d) 预制构件质量检验执行的标准，预制构件成品保护的要求等。

A. 3. 7 预制构件的堆放与运输技术要求

应对堆放与运输专项方案提出基本的技术要求，包括预制构件的堆放场地及堆放方式，构件运输的要求与措施等。对复杂异形构件的堆放与运输，应提出有针对性的技术要求及注意事项。

A. 3. 8 现场施工要求

A. 3. 8. 1 预制构件现场安装要求

应包括现浇部位安装预留埋件的接口要求，构件吊具、吊装螺栓、吊装角度的要求和构件吊装顺序的基本要求（如先吊装竖向构件再吊装水平构件，外挂板宜从低层向高层安装等）。

A. 3. 8. 2 预制构件连接

分为主体结构装配和非主体结构装配两种类型。在主体结构装配中，应说明钢筋连接用灌浆套筒连接，以及其他涉及结构钢筋连接方式的操作要求以及执行的标准；在非主体结构装配中，应说明其预制构件的连接方法、操作要求以及执行的标准。

A. 3. 8. 3 预制构件防水做法的要求

应说明构件板缝防水的基本要求和施工要点，并对密封胶的最小厚度，密封胶对接处的处理等技术要点进行专项说明。

A. 4 设计图纸

A.4.1 预制构件平面布置图

A.4.1.1 绘制轴线，轴线总尺寸（或外包总尺寸），轴线间尺寸（柱距、跨距）、预制构件与轴线的尺寸、现浇带与轴线的尺寸、门窗洞口的尺寸；当预制构件种类较多时，宜分别绘制竖向承重构件平面图、水平承重构件平面图、非承重装饰构件平面图、屋面层平面图、预埋件平面布置图。

A.4.1.2 竖向承重构件平面图应标明预制构件（剪力墙内外墙板、柱、PCF板）的编号、数量、安装方向、预留洞口位置及尺寸、转换层插筋定位、楼层的层高及标高、详图索引。

A.4.1.3 水平承重构件平面图应标明预制构件（叠合板、楼梯、阳台、空调板、梁）的编号、数量、安装方向、楼板板顶标高、叠合板与现浇层的高度、预留洞口定位及尺寸、机电预留定位、详图索引。

A.4.1.4 非承重装饰构件平面图应标明预制构件（混凝土外挂板、空心条板、装饰板等）的编号、数量、安装方向、详图索引。

A.4.1.5 屋面层平面与楼层平面类同。

A.4.1.6 埋件平面布置图应标明埋件编号、数量、埋件定位、详图索引。

A.4.1.7 复杂的工程项目，必要时增加局部平面详图。

A.4.1.8 选用图集节点时，应注明索引图号。

A.4.1.9 图纸名称、比例。

A.4.2 预制构件装配立面图

A.4.2.1 建筑两端轴线编号。

A.4.2.2 各立面预制构件的布置位置、编号、层高线。复杂的框架或框剪结构应分别绘制主体结构立面及外装饰板立面图。

A.4.2.3 埋件布置在平面中表达不清的，可增加埋件立面布置图。

A.4.2.4 图纸名称、比例。

A.4.3 模板图

A.4.3.1 绘制预制构件主视图、俯视图、仰视图、侧视图、门窗洞口剖面图，主视图依据生产工艺的不同可绘制构件正面图，也可绘制背面图。

A.4.3.2 标明预制构件与结构层高线或轴线间的距离，当主要视图中不便于表达时，可通过缩略示意图的方式表达。

A.4.3.3 标注预制构件的外轮廓尺寸、缺口尺寸、看线的分布尺寸、预埋件的定位尺寸。

A.4.3.4 各视图中应标注预制构件表面的工艺要求（如模板面、人工压光面、粗糙面），表面有特殊要求应标明饰面做法（如清水混凝土、彩色混凝土、喷砂、瓷砖、石材等）有瓷砖或石材饰面的构件应绘制排版图。

A.4.3.5 预留埋件及预留孔应分别用不同的图例表达，并在构件视图中标明埋件编号。

A.4.3.6 构件信息表应包括构件编号、数量、混凝土体积、构件重量、钢筋保护层、混凝土强度。

A.4.3.7 埋件信息表应包括埋件编号、名称、规格、单块板数量。

A.4.3.8 说明中应包括符号说明及注释。

A.4.3.9 注明索引图号。

A.4.3.10 图纸名称、比例。

A. 4. 4 配筋图

A. 4. 4. 1 绘制预制构件配筋的主视图、剖面图，当采用夹心保温构件时，应分别绘制内叶板配筋图、外叶板配筋图。

A. 4. 4. 2 标注钢筋与构件外边线的定位尺寸、钢筋间距、钢筋外露长度。钢筋连接用灌浆套筒，及其他钢筋连接用预留必须明确标注尺寸及外露长度，叠合类构件应标明外露桁架钢筋的高度。

A. 4. 4. 3 钢筋应按类别及尺寸不同分别编号，在视图中引出标注。

A. 4. 4. 4 配筋表应标明编号、直径、级别、钢筋加工尺寸、单块板中钢筋重量、备注。需要直螺纹连接的钢筋应标明套丝长度及精度等级。

A. 4. 4. 5 图纸名称、比例、说明。

A. 4. 5 通用详图

A. 4. 5. 1 预埋件图

A. 4. 5. 1. 1 预埋件详图。绘制内容包括材料要求、规格、尺寸、焊缝高度、套丝长度、精度等级、埋件名称、尺寸标注。

A. 4. 5. 1. 2 埋件布置图。表达埋件的局部埋设大样及要求，包括埋设位置、埋设深度、外露高度、加强措施、局部构造做法。

A. 4. 5. 1. 3 有特殊要求的埋件应在说明中注释。

A. 4. 5. 1. 4 埋件的名称、比例。

A. 4. 5. 2 通用索引图

A. 4. 5. 2. 1 节点详图表达装配式结构构件拼接处的防水、保温、隔声、防火、预制构件连接节点、预制构件与现浇部位的连接构造节点等局部大样图。

A. 4. 5. 2. 2 预制构件的局部剖切大样图、引出节点大样图。

A. 4. 5. 2. 3 被索引的图纸名称、比例。

A. 4. 5. 3 其他图纸

A. 4. 5. 3. 1 夹心保温墙板应绘制拉结件排布图，标注埋件定位尺寸。

A. 4. 5. 3. 2 不同类别的拉结件应分别标注名称、数量。

A. 4. 5. 3. 3 带有保温层的预制构件宜绘制保温材料排板图，分块编号，并标明定位尺寸。

A. 4. 5. 4 计算书

A. 4. 5. 4. 1 预制构件在翻转、运输、存储、吊装和安装定位、连接施工等阶段的施工验算，包括承载力及变形等验算。

A. 4. 5. 4. 2 固定连接的预埋件与预埋吊件、临时支撑用预埋件在最不利工况下的施工验算。

A. 4. 5. 4. 3 夹心保温墙板拉结件的施工及正常使用工况下的验算。

附 录 B
(资料性)
双面叠合剪力墙设计

B.1 本附录适用的双面叠合剪力墙房屋的最大适用高度应符合表 B.1 的规定。

表B.1 双面叠合剪力墙房屋的最大适用高度

单位为 m

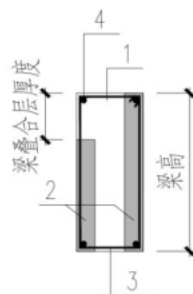
结构类型	抗震设防烈度			
	6度	7度	8度 (0.2g)	8度 (0.3g)
双面叠合剪力墙结构	90	80	60	50

注：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。

B.2 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 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 20 mm，并应采取保证后浇混凝土浇筑质量的措施。

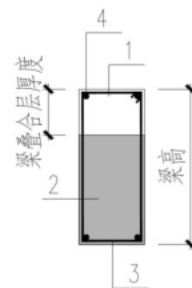
B.3 双面叠合剪力墙的墙肢厚度不宜小于 200 mm，单叶预制墙板厚度不宜小于 50 mm，空腔净距不宜小于 100 mm。预制墙板内外叶内表面应设置粗糙面，粗糙面凹凸深度不应小于 4 mm。

B.4 双面叠合剪力墙结构宜采用预制混凝土叠合连梁（图 B.1 和 B.2），也可采用现浇混凝土连梁。连梁配筋及构造应符合 GB 50010 和 JGJ 1 的有关规定。



标引序号说明：
1——后浇部分；
2——预制部分；
3——连梁箍筋；
4——连梁纵筋。

图B.1 双面叠合连梁



标引序号说明：
1——后浇部分；
2——预制部分；
3——连梁箍筋；
4——连梁纵筋。

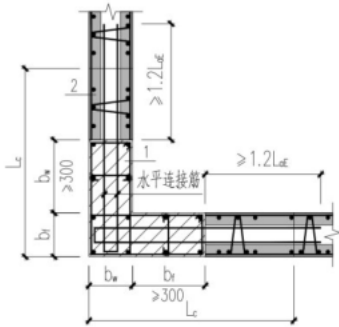
图B.2 叠合连梁

B.5 除本标准另有规定外，双面叠合剪力墙结构的截面设计应符合 JGJ 3 的有关规定，其中剪力墙厚度 b_w 取双面叠合剪力墙的全截面厚度。

B.6 双面叠合剪力墙结构底部加强部位的剪力墙宜采用现浇混凝土。楼层内相邻双面叠合剪力墙之间应采用整体式接缝连接；后浇混凝土与预制墙板应通过水平连接钢筋连接，水平连接钢筋的间距宜与预制墙板中水平分布钢筋的间距相同，且不宜大于 200 mm；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。

B.7 双面叠合剪力墙结构约束边缘构件内的配筋及构造要求应符合 GB 50011 和 JGJ 3 的有关规定，并应符合下列规定：

- a) 约束边缘构件(图 B.3~图 B.6)阴影区域宜全部采用后浇混凝土，并在后浇段内设置封闭箍筋；其中暗柱阴影区域可采用叠合暗柱或现浇暗柱；
- b) 约束边缘构件非阴影区的拉筋可由叠合墙板内的桁架钢筋代替，桁架钢筋的面积、直径、间距应满足拉筋的相关规定。



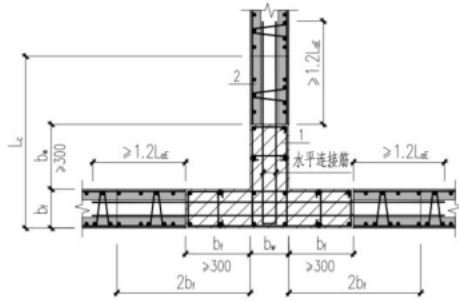
标引序号说明：

Lc——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.3 约束边缘构件转角墙



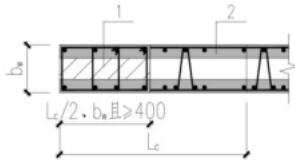
标引序号说明：

Lc——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.4 约束边缘构件有翼墙



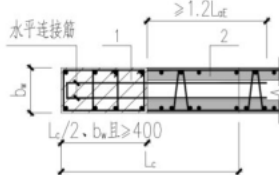
标引序号说明：

Lc——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.5 约束边缘构件叠合暗柱



标引序号说明：

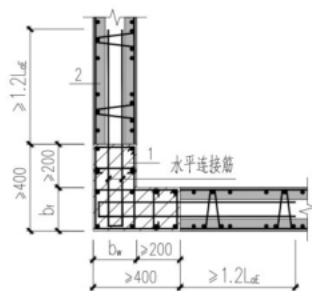
Lc——约束边缘构件沿墙肢的长度；

1——后浇段；

2——双面叠合剪力墙

图B.6 约束边缘构件现浇暗柱

B.8 预制双面叠合剪力墙构造边缘构件内的配筋及构造要求应符合 GB 50011 和 JGJ 3 的有关规定。构造边缘构件(图 B.7~图 B.10)宜全部采用后浇混凝土，并在后浇段内设置封闭箍筋；其中暗柱可采用叠合暗柱或现浇暗柱。

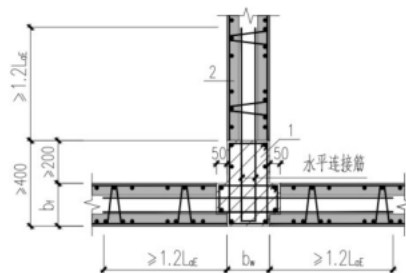


标引序号说明:

1——后浇段;

2——双面叠合剪力墙。

图B.7 构造边缘构件转角墙

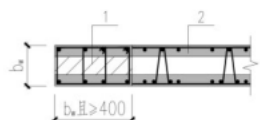


标引序号说明:

1——后浇段;

2——双面叠合剪力墙。

图B.8 构造边缘构件有翼墙

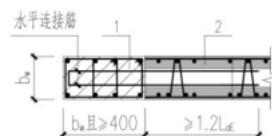


标引序号说明:

1——后浇段;

2——双面叠合剪力墙。

图B.9 构造边缘构件叠合暗柱



标引序号说明:

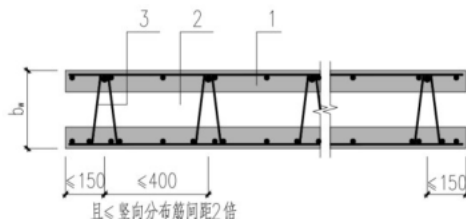
1——后浇段;

2——双面叠合剪力墙。

图B.10 构造边缘构件现浇暗柱

B.9 双面叠合剪力墙的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:

- 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 根;
- 钢筋桁架中心间距不宜大于 400 mm, 且不宜大于竖向分布筋间距的 2 倍; 钢筋桁架距叠合剪力墙预制墙板边的水平距离不宜大于 150 mm (图 B.11);
- 钢筋桁架的上弦钢筋直径不宜小于 10 mm, 下弦钢筋及腹杆钢筋直径不宜小于 6 mm;
- 钢筋桁架应与两层分布筋网片可靠连接, 连接方式可采用焊接。



标引序号说明:

1——预制部分;

2——现浇部分;

3——钢筋桁架。

图B.11 双面叠合剪力墙中钢筋桁架的预制布置要求

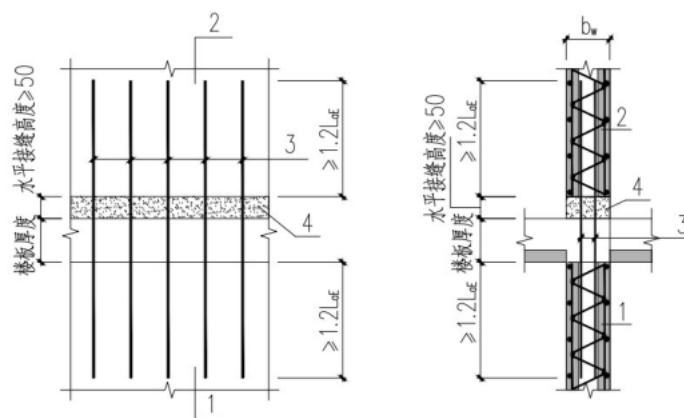
B.10 双面叠合剪力墙水平接缝高度不宜小于 50 mm, 接缝处现浇混凝土应浇筑密实。水平接缝处应设置竖向连接钢筋, 连接钢筋应通过计算确定, 并应符合下列规定:

- 连接钢筋在上下层墙板中的锚固长度不应小于 $1.2l_{aE}$ (图 B.12);

- b) 竖向连接钢筋的间距不应大于叠合剪力墙预制墙板中竖向分布钢筋的间距，且不宜大于 200 mm；竖向连接钢筋的直径不应小于叠合剪力墙预制墙板中竖向分布钢筋的直径。

B.11 非边缘构件位置，相邻双面叠合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 200 mm，后浇段内应设置不少于 4 根竖向钢筋，钢筋直径不应小于墙体竖向分布筋直径且不应小于 8 mm；两侧墙体与后浇段之间应采用水平连接钢筋连接，水平连接钢筋应符合下列规定：

- a) 水平连接钢筋在双面叠合剪力墙中的锚固长度不应小于 $1.2l_{aE}$ （图 B.13）；
b) 水平连接钢筋的间距宜与叠合剪力墙预制墙板中水平分布钢筋的间距相同，且不宜大于 200 mm；水平连接钢筋的直径不应小于叠合剪力墙预制墙板中水平分布钢筋的直径。

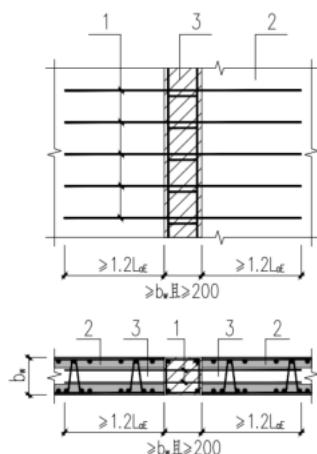


标引序号说明：

- 1——下层叠合剪力墙；
2——上层叠合剪力墙；

- 3——竖向连接钢筋；
4——楼层水平接缝。

图B.12 竖向连接钢筋搭接构造



标引序号说明：

- 1——连接钢筋；
2——预制部分；

- 3——现浇部分。

图B.13 水平连接钢筋搭接构造