

DB

福建省工程建设地方标准

工程建设地方标准编号：**DBJ/XXXX-2014**

住房和城乡建设部备案号：**JXXXX-2014**

福建省预制装配式混凝土结构技术规程

(征求意见稿)

Technical Specification for precast concrete structures

2014- XX – XX 发布

2015 - XX –XX 实施

福建省住房和城乡建设厅发布

前 言

根据福建省住房和城乡建设厅闽建科函[2014]46号文的要求，由福建省建筑设计研究院、润泰集团、厦门合道工程设计集团有限公司负责，会同有关科研、设计、教学、制作和施工单位，共同制订的《福建省预制装配式混凝土结构技术规程》，现已完成征求意见稿。

在本规程制订过程中，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，大量搜集整理国内外相关规范、论文及试验成果，并在广泛征求意见基础上，完成此送审稿。

本规程主要技术内容包括：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 材料；5. 建筑设计；6. 结构设计基本规定；7. 框架结构设计；8. 剪力墙结构设计；9. 预制外挂墙板设计；10. 预制混凝土构件深化设计；11. BIM技术应用；12. 构件制作与运输；13. 施工；14. 安全技术措施；15. 检测检验；16. 工程验收。

本规程由福建省住房和城乡建设厅归口管理，具体解释工作由福建省建筑设计研究院负责。本规范在执行过程中如发现需要和补充之处，请将意见和有关资料寄送至福建省建筑设计研究院（福州市鼓楼区通湖路188号），以供今后修订时参考。

本规程主编单位：福建省建筑设计研究院

润泰集团-润铸建筑工程(上海)有限公司

厦门合道工程设计集团有限公司

本规程参编单位：中建海峡建设发展有限公司

厦门市建筑科学研究院集团股份有限公司

福建省建设工程质量监督总站

福建省建筑科学研究院

福建工程学院

福建六建集团有限公司

福建建超建设集团有限公司

本规范主要起草人：

本规范主要审查人员：

目 录

1 总则	3
2 术语和符号	3
2.1 术语	3
2.2 符号	4
3 基本规定	6
4 材料	7
4.1 混凝土	7
4.2 钢筋与钢材	7
4.3 连接材料	7
4.4 其它材料	8
5 建筑设计	9
5.1 一般规定	9
5.2 平面设计	9
5.3 立面设计	9
5.4 内装修设计	10
5.5 设备管线设计	10
6 结构设计基本规定	11
6.1 一般规定	11
6.2 作用及作用组合	13
6.3 预制构件设计	13
6.4 连接设计	14
6.5 楼盖设计	15
6.6 消能减震和隔震	19
7 框架结构设计	22
7.1 一般规定	22
7.2 承载力计算	22
7.3 构造设计	23
8 剪力墙结构设计	31
8.1 一般规定	31
8.2 预制剪力墙构造	31
8.3 连接设计	33
9 预制外挂墙板设计	37
9.1 一般规定	37
9.2 外挂墙板设计	37
9.3 外挂墙板构造要求	38
9.4 连接节点设计	39
10 预制混凝土构件深化设计	42
11 BIM 技术应用	44
12 构件制作与运输	46

12.1	一般规定	46
12.2	构件生产准备与制作	46
12.3	预制构件的混凝土养护	49
12.4	运输与堆放	49
13	施工	51
13.1	一般规定	51
13.2	安装准备	51
13.3	预制柱、剪力墙的安装施工	51
13.4	叠合梁、板的安装施工	52
13.5	外挂墙板的安装施工	53
13.6	其他构件的安装施工	54
14	安全技术措施	55
14.1	一般规定	55
14.2	生产安全	55
14.3	运输安全	55
14.4	施工安全	56
15	检测检验	57
15.1	一般规定	57
15.2	生产检测	57
15.3	进场检测	61
15.4	连接检测	61
15.5	结构实体检测	63
16	工程验收	65
16.1	一般规定	65
16.2	主控项目	66
16.3	一般项目	67
	附录 A 质量验收记录	68
	附录 B 多螺箍筋柱	73
	本规程用词说明	78
	引用标准名录	79

1 总则

- 1.0.1** 为促进建筑产业现代化的发展，在预制装配式钢筋混凝土结构的设计、制作、施工及验收中贯彻执行国家的技术经济政策，做到安全适用、技术先进、经济合理、质量可靠，制定本规程。
- 1.0.2** 本规程适用于福建省非抗震设计及抗震设防烈度为6~8度抗震设计的装配式混凝土结构民用建筑。
- 1.0.3** 装配式混凝土结构的设计、制作、施工及验收除应符合本规程外，尚应符合国家及福建省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 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。

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

由预制混凝土构件或部件通过采用各种可靠的方式进行连接，并与现场浇筑的混凝土形成整体的装配式结构。简称装配整体式结构。

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

主要受力构件柱、梁、板全部或部分由预制构件（预制柱、叠合梁、叠合板）组成的装配整体式混凝土结构。简称装配整体式框架结构。

2.1.4 装配整体式混凝土剪力墙结构 assembled monolithic reinforced concrete shearwall structure

混凝土结构的部分或全部采用承重预制墙板，通过节点部位的连接形成的具有可靠传力机制，并与现场浇筑的混凝土形成整体的装配式混凝土剪力墙结构，其整体性能与现浇混凝土剪力墙结构接近。简称装配整体式剪力墙结构。

2.1.5 预制混凝土构件 precast components

在工厂或现场预先制作的混凝土构件。简称预制构件。

2.1.6 混凝土叠合受弯构件 composite concrete flexural components

在预制混凝土受弯构件安装就位后，在其上部浇筑混凝土而形成整体的受弯构件，包括叠合式混凝土楼（屋）面板和叠合式混凝土梁等。简称叠合板、叠合梁。

2.1.7 预制外挂墙板 precast facade panel

仅起围护作用的非承重预制混凝土墙板，包括幕墙板和非幕墙板。

2.1.8 预制混凝土夹心保温外墙板 precast sandwich wall panel

两层混凝土墙板通过连接件相连，中间夹有轻质高效保温材料的墙板。其邻近室内的墙板称为内叶墙板，邻近室外的墙板称为外叶墙板。简称预制夹心外墙板。

2.1.9 混凝土抗剪粗糙面 rough surface

采用特殊的工具或工艺形成混凝土凹凸不平或骨料显露的表面，实现预制构件与现浇混凝土的牢固结合。简称粗糙面。

2.1.10 钢筋套筒灌浆连接 grout-filled sleeve connection

通过灌注在金属套筒中水泥基灌浆料的传力作用，将带肋钢筋对接连接，所形成的可靠的机械连接接头。

2.1.11 钢筋连接用灌浆套筒 the grouting coupler for rebars splicing

钢筋套筒灌浆连接所用的金属套筒，通常采用铸造工艺或者机械加工工艺制造。简称灌浆套筒。

2.1.12 套筒灌浆料 grout

一种以水泥为基本材料，配以适当的细骨料，以及少量的混凝土外加剂和其它材料组成的干混料，可填充于钢筋连接用灌浆套筒和带肋钢筋间隙内，形成钢筋套筒灌浆连接接头。

2.1.13 连续复合式箍筋 continuous stirrups

利用自动弯折机连续缠绕制作而成，用于柱内的矩形箍筋。

2.1.14 组合式封闭箍筋 bended wire mesh hoops

利用焊接钢筋网或者直条钢筋弯折成U型，开口处弯折135°；把平面钢筋焊接网或者直条钢筋的两端各弯折135°的弯钩作为帽盖，盖在U型钢筋网的上方，形成组合型梁箍筋。

2.2 符号

2.2.1 材料性能

f_t 、 f_c ——混凝土轴心抗拉、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。

2.2.2 作用和作用效应

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；

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_{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；
 S_{Gk} —— 永久荷载效应标准值；
 S_{wk} —— 风荷载效应标准值；
 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_{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
 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；

2.2.3 几何参数

- B —— 建筑平面宽度；
 L —— 建筑平面长度。
 A_c —— 叠合面以上混凝土受压区面积
 A_{ch} —— 各剪跨区段的叠合面面积
 A_{sd} —— 穿过水平接缝的钢筋面积
 α —— 抗剪钢筋与叠合面的夹角

2.2.4 计算系数及其他

- α_{max} —— 水平地震影响系数最大值；
 γ_{RE} —— 承载力抗震调整系数；
 γ_0 —— 结构重要性系数；
 γ_{Eh} —— 水平地震作用分项系数；
 γ_{Ev} —— 竖向地震作用分项系数；
 γ_G —— 永久荷载分项系数；
 γ_w —— 风荷载分项系数。
 Δu —— 楼层层间最大位移；
 η_j —— 接缝受剪承载力增大系数；
 ψ_w —— 风荷载组合系数。
 C, μ —— 与叠合面粗糙度相关的系数

3 基本规定

3.0.1 在装配式建筑方案设计阶段，建设单位应协调设计、制作及施工单位之间的关系。

3.0.2 装配式建筑设计、制作、施工阶段应加强建筑、结构、设备、装修等专业间的配合。

3.0.3 装配式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的规定。在满足建筑功能和结构安全要求的前提下，确定建筑平立面的基本构成单元；遵循少规格、多组合的原则，实现建筑构配件的标准化与系列化。

3.0.4 抗震设防的装配式结构，应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223确定抗震设防类别及抗震设防标准。

3.0.5 装配式结构设计应重视概念设计和预制构件的连接设计，确保主体结构的整体性。

3.0.6 装配式结构的连接节点构造应受力明确、传力可靠，满足结构的承载力、延性和耐久性要求。对重要且复杂的连接节点构造，应通过专门试验确定。

3.0.7 对装配式结构应进行施工图和预制构件制作详图两阶段设计，并应满足下列要求：

1 施工图阶段，应完成装配式结构的整体计算分析、结构构件的截面和配筋设计、节点连接构造设计等，其内容和深度应满足进行预制构件制作详图深化设计的要求；

2 预制构件制作详图设计阶段，应综合建筑、结构和设备各专业施工图以及制作、运输、堆放、施工等各环节的综合要求进行深化设计，其内容和深度应符合本规程相关章节的要求。

上述两阶段设计应分别由具有相应资质的单位完成。预制构件制作详图需经施工图设计单位审核通过。

3.0.8 应根据预制构件的功能、安装部位、加工制作及施工精度等要求，确定合理的公差。

4 材料

4.1 混凝土

- 4.1.1** 混凝土的各项计算指标和有关结构混凝土耐久性能的要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。
- 4.1.2** 混凝土的配合比应符合现行国家标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定。混凝土所用的水泥、砂石骨料、外加剂及掺合料等应符合现行相关国家标准的规定。
- 4.1.3** 预制构件的混凝土强度等级不应低于 C30，预应力混凝土预制构件的强度等级不应低于 C40。节点及接缝处的后浇混凝土强度等级不应低于预制构件的混凝土强度等级。

4.2 钢筋与钢材

- 4.2.1** 装配式混凝土结构采用的钢筋和预应力钢筋的各项计算指标应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。热轧带肋钢筋和热轧光圆钢筋应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢》GB 1499.1/ GB 1499.2 的规定。
- 4.2.2** 装配式混凝土结构采用的钢材的各项计算指标应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定。当结构构件处于外露情况和低温环境时，所使用的钢材性能尚应符合耐大气腐蚀和避免低温冷脆的要求。
- 4.2.3** 有抗震设防要求的装配整体式混凝土结构，其所用钢筋的选用及抗震性能指标应符合现行相关国家标准的规定。
- 4.2.4** 当预制构件中采用钢筋焊接网片配筋时，应符合现行国家标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的规定。
- 4.2.5** 预制构件吊环应采用未经冷加工的 HPB300 钢筋制作。预制构件吊装用内埋式螺母或内埋式吊杆及配套的吊具，应符合国家现行相关标准的规定。

4.3 连接材料

- 4.3.1** 钢筋套筒灌浆连接接头采用的灌浆料应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T408 的规定。
- 4.3.2** 套筒灌浆连接接头采用的套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T398 的规定。采用套筒灌浆连接时，钢筋应采用热轧带肋钢筋。
- 4.3.3** 机械连接接头及焊接接头的类型及质量应符合现行相关国家标准的规定。
- 4.3.4** 焊接时所用的焊条、焊丝、焊剂等焊接材料应符合现行相关国家标准的规定。选择的焊条型号应与所焊钢筋的力学性能相适应。

4.3.5 预制构件连接用预埋件，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

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

4.3.7 除套筒灌浆连接接头外，其他位置使用的灌浆料应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 的规定。

4.3.8 夹心外墙板中内外叶墙板的拉结件应符合下列规定：

- 1 金属及非金属材料拉结件均应满足规定的承载力、变形和耐久性能，并应经过试验验证；
- 2 拉结件应满足夹心外墙板的节能设计要求。

4.4 其它材料

4.4.1 外墙板接缝处的密封材料应符合下列规定：

1 密封胶应与混凝土具有相容性，以及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；

2 硅酮、聚氨酯、聚硫建筑密封胶应分别符合国家现行标准《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683、《聚氨酯建筑密封胶》JC/T 482、《聚硫建筑密封胶》JC/T 483 的规定；

3 夹心外墙板接缝处填充用保温材料的燃烧性能应满足国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB8624 中 A 级的要求。

4.4.2 外墙板接缝中的背衬宜采用发泡氯丁橡胶或聚乙烯塑料棒。

4.4.3 预制外墙板可采用涂料饰面，也可采用面砖或石材饰面。当采用石材饰面时，应对石材背面进行处理，并安装不锈钢卡勾，卡勾直径不应小于 4mm。

4.4.4 夹心外墙板夹心层中的保温材料，宜采用挤塑聚苯乙烯板（XPS）、硬泡聚氨酯（PUR）等轻质高效保温材料。保温材料应符合国家现行有关标准的规定。夹心墙板整体的耐火极限应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 要求。

4.4.5 装配式建筑采用的室内装修材料应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 和《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的有关规定。

5 建筑设计

5.1 一般规定

- 5.1.1** 装配式建筑设计应符合建筑功能和性能要求，宜采用结构主体部件、内装修部品和管线设备的装配化集成技术系统。
- 5.1.2** 装配式建筑的围护结构、楼梯、阳台、隔墙、空调板以及管道井等配套构件宜采用工业化、标准化产品。
- 5.1.3** 装配式建筑的外围护结构应按建筑围护结构热工设计要求确定保温隔热措施。屋面、外墙、楼板、门窗等围护结构传热系数、遮阳系数、窗墙面积比等要求应符合国家现行有关标准的要求。
- 5.1.4** 装配式建筑防火设计应符合现行国家标准《建筑防火设计规范》GB 50016的有关规定。

5.2 平面设计

- 5.2.1** 装配式建筑平面布置宜简单、规则，长宽比及高宽比宜满足结构设计要求，结构竖向构件布置宜上下连续。
- 5.2.2** 门窗洞口宜上下对齐，其平面位置和尺寸应满足结构受力和构件预制的要求。装配式建筑外墙的门窗应采用标准化部品，可采用企口、预留副框或埋件实现可靠连接。装配式剪力墙建筑不宜设置转角窗。
- 5.2.3** 装配式建筑宜采用标准化的整体卫浴；卫生间的水电设备管线宜采用管井集中布置。

5.3 立面设计

- 5.3.1** 装配式建筑外墙的设计应结合装配式混凝土建筑的特点，通过基本单元组合满足建筑外立面多样化和经济美观的要求，宜优先选用预制外墙板。
- 5.3.2** 建筑外墙饰面材料宜结合当地条件，采用耐久、不易污染的材料。外墙装饰宜采用反打一次成型的饰面混凝土外墙板，确保建筑外墙的装饰性和耐久性要求。
- 5.3.3** 装配式混凝土建筑的接缝部位应用不燃材料按设计要求填塞，预制外墙板与梁、板、柱相连处的填充材料也应选用不燃保温材料，满足建筑防火要求。
- 5.3.4** 预制外墙板及其接缝应能满足水密性能、气密性能、耐火性能、隔音性能、保温隔热性能要求。
- 5.3.5** 预制外墙板的接缝及门窗洞口等防水薄弱部位宜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 墙板的水平接缝宜采用高低缝或企口缝构造；

2 墙板的竖向接缝宜采用平口或槽口构造；

3 当板缝设置导水管排水时，板缝室内一侧应设置气密密封构造。

5.3.6 门窗应采用标准化部件，并宜采用缺口、预留副框或预埋件等方法与墙体可靠连接。

5.4 内装修设计

5.4.1 装配式建筑采用的室内装修材料应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 和《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的有关规定。

5.4.2 装配整体式建筑室内装修宜采用工厂化加工的标准构配件与部品现场组装，尽量减少施工现场的湿作业。

5.4.3 装配式建筑的厨卫间楼板及墙体潮湿部位应采取可靠防水措施。

5.5 设备管线设计

5.5.1 装配式建筑的设备管线应进行综合设计，减少平面交叉。竖向管线宜集中布置，并满足维修更换的要求。

5.5.2 装配式建筑应根据装修和设备要求预先在预制板中预留孔洞、沟槽，预留埋设必要的电器接口及吊挂配件。

5.5.3 房间竖向电气管线宜统一设置在预制板内或装饰墙面内。墙板内竖向电气管线布置应保持安全间距。

5.5.4 设备管线穿过楼板的部位，应采取防水、防火、隔声等措施。

5.5.5 设备管线宜与预制构件上的预埋件可靠连接。

5.5.6 装配式建筑宜采用同层排水设计，并结合房间净高、楼板跨度、设备管线等因素综合考虑降板方案。

6 结构设计基本规定

6.1 一般规定

6.1.1 符合本规程规定的装配整体式混凝土结构的整体计算可按照现浇混凝土结构的计算方法进行设计。

6.1.2 装配式结构的房屋最大适用高度应符合表6.1.2的规定。

表6.1.2 装配式结构房屋的最大适用高度（m）

结构体系	非抗震设计	抗震设防烈度		
		6	7	8 (0.2g)
装配整体式框架结构	70	60	50	40
装配整体式框架-现浇剪力墙结构	150	130	120	100
装配整体式剪力墙结构	120 (110)	110 (100)	100 (90)	90 (80)

注：1 房屋高度指室外地面到主要屋面的高度（不考虑局部突出屋顶部分）；

2 当结构中仅水平构件采用叠合梁、板，而竖向构件全部为现浇时，其最大适用高度同现浇结构；

3 框架结构加设钢支撑或消能减震装置时，最大适用高度可以按照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011附录G有关规定计算；

4 括号外的数值用于外墙为装配整体式、内墙现浇的剪力墙结构，括号内的数值用于外墙和内墙均为装配整体式的剪力墙结构；不规则建筑采用装配整体式剪力墙结构时，其适用的最大高度宜适当降低。

6.1.3 抗震设计时，装配整体式结构应根据抗震设防烈度、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。丙类装配整体式结构的抗震等级应符合表6.1.3规定。

表6.1.3 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		7			8		
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	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18m的框架

6.1.4 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。

6.1.5 装配整体式结构平面布置应符合下列要求：

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

2 平面尺寸及突出部位尺寸的比值限值按现行行业标准《高层建筑混凝土结构设计规程》JGJ 3有关规定执行；

3 建筑平面不宜采用角部重叠或细腰形平面布置。

6.1.6 装配整体式混凝土结构竖向体型应规则、均匀，并应避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力竖向突变。

6.1.7 高层装配式混凝土结构宜优先采用隔震、消能减震设计。

6.1.8 抗震设计的高层装配式混凝土结构，当其房屋高度、规则性、结构类型等超过本规程的规定或者抗震设防标准有特殊要求时，可采用结构抗震性能设计方法进行补充分析和论证。

6.1.9 高层装配整体式混凝土结构宜设置地下室，地下室应采用现浇混凝土结构。

6.1.10 转换梁以及与转换梁相连接的竖向构件不应采用预制构件。

6.1.11 预制结构构件应根据结构整体分析的结果，对各类构件进行承载能力极限状态及正常使用极限状态进行计算。

6.1.12 抗震设计时，构件及节点的承载力抗震调整系数应按表6.1.10采用。当仅考虑竖向地震作用组合时，抗震调整系数均应取为1.0。

表6.1.12 构件及节点承载力抗震调整系数 γ_{RE}

构件及接缝类型及受力性质		γ_{RE}
梁、外挂墙板	受弯	0.75
轴压比小于0.15的柱	偏压	0.75
轴压比不小于0.15的柱	偏压	0.80
剪力墙	偏压	0.85
各类构件及框架节点	受剪、偏拉	0.85
接缝	受弯、偏拉、受剪	0.85

6.1.13 装配整体式混凝土结构的层间位移角限值按表6.1.13采用

表6.1.13 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	1/800
装配整体式剪力墙结构	1/1000

6.1.14 进行结构整体计算时，叠合楼盖在其自身平面内可视为无限刚性。楼面梁的刚度可计入现浇翼缘的作用予以增大。

6.2 作用及作用组合

6.2.1 装配式混凝土结构上的荷载应根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009有关规定计算，地震作用应根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011有关规定计算。高层装配整体式混凝土结构的荷载及作用应按照现行行业标准《高层建筑混凝土结构设计规程》JGJ 3有关规定计算。

6.2.2 预制构件在脱模、翻转、运输、吊运、安装等各工况的施工验算，应将构件自重标准值乘以脱模吸附系数或动力系数后作为等效静力荷载标准值，并应符合下列规定：

- 1 脱模吸附系数宜取1.5；
- 2 构件运输、吊运时，动力系数可取1.2；
- 3 当有可靠经验时，动力系数可根据实际受力情况和安全要求适当增减。

6.2.3 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：

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

6.2.4 进行后浇叠合层混凝土施工阶段验算时，叠合楼盖的施工活荷载取值可按实际情况计算，且不宜小于1.5kN/m²。

6.3 预制构件设计

6.3.1 预制构件的设计应符合下列规定：

- 1 对持久设计状况，应对预制构件进行承载力、变形、裂缝控制验算；
- 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。

6.3.2 预制构件应合理选择吊具、吊点的数量与位置，使其在脱模、翻转、运输及安装阶段满足施工吊装抗裂要求。

6.3.3 预制构件的混凝土保护层厚度大于50mm时，宜对保护层采取有效的防裂构造措施。

6.3.4 预制构件中的预埋件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和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

6.3.5 预制板式楼梯板底、板面均应配置通长的纵向钢筋。

6.4 连接设计

6.4.1 装配式整体结构中，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：

$$1 \text{ 持久设计状况: } \gamma_0 V_{jd} \leq V_u \quad (6.4.1-1)$$

$$2 \text{ 地震设计状况: } V_{jdE} \leq V_{uE} / \gamma_{RE} \quad (6.4.1-2)$$

$$\text{在梁、柱端部箍筋加密区尚应符合下式要求: } \eta_j V_{mua} \leq V_{uE} \quad (6.4.1-3)$$

式中： γ_0 —— 结构重要性系数，按国家相关标准规定取用；

V_{jd} —— 持久设计状况下接缝处剪力设计值；

V_{jdE} —— 地震设计状况下接缝处剪力设计值；

V_u —— 持久设计状况下接缝处受剪承载力设计值；

V_{uE} —— 地震设计状况下接缝处受剪承载力设计值；

V_{mua} —— 预制构件端部按照实配钢筋计算的斜截面受剪承载力设计值；

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。

6.4.2 装配整体式结构中，节点及接缝处的纵向钢筋连接宜根据受力特点选用机械连接、套筒灌浆连接、焊接连接；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》的要求。

6.4.3 纵向钢筋采用套筒灌浆连接时，应符合下列规定：

1 接头应满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107中 I 级接头的性能要求，并应满足相关行业标准的要求；

2 预制剪力墙中钢筋接头处套筒外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于15mm, 预制柱中钢筋接头处套筒外侧箍筋的混凝土保护层厚度不应小于20mm;

3 套筒之间的净距不应小于25mm。

6.4.4 预制构件与现浇混凝土的结合面宜设置粗糙面或键槽, 并满足下列要求:

1 预制梁、板与现浇混凝土之间的水平结合面应设置粗糙面;

2 构件端面设置键槽时, 键槽的尺寸和数量应按照本规程相关条文规定计算确定; 键槽的深度不宜小于30mm, 键槽宽度不宜小于深度的3倍且不宜大于深度的10倍。槽口距离截面边缘宜大于50mm, 键槽端部斜面倾角不宜大于 30° ;

3 预制梁端面应设置键槽; 预制柱底部端面应设置键槽, 顶部应设置粗糙面; 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;

4 预制板的粗糙面凹凸深度不应小于4mm, 其余构件的粗糙面凹凸深度不应小于6mm。

6.4.5 预制构件纵向受力钢筋在节点区宜直线锚固, 当直线锚固长度不足时可采用弯折、机械锚固方式, 并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010和《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的规定。

6.4.6 预制楼梯与支承构件之间宜为简支连接。当采用简支连接时, 应符合下列规定:

1 预制楼梯一端设固定铰和另一端设滑动铰, 支座变形能力应与结构在水平力作用下的层间位移相适应。预制楼梯在支承构件上的搁置长度当抗震设防烈度为8度时不应小于100mm, 其它情况时不应小于75mm;

2 预制楼梯设置滑动铰的端部应有防滑落的构造措施。

6.5 楼盖设计

6.5.1 装配整体式混凝土结构的楼盖可采用混凝土叠合楼板、压型钢板组合楼板和桁架钢筋组合楼板等形式。

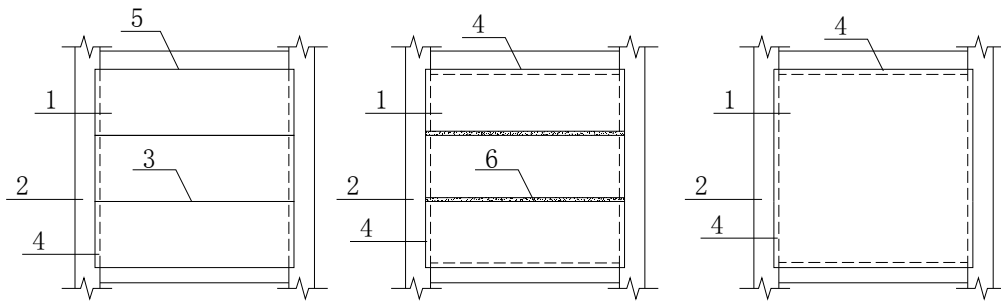
6.5.2 混凝土叠合板应按照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010进行设计, 并应符合下列规定:

1 叠合板的预制板厚度不宜小于60mm, 现浇层厚度不应小于60mm;

2 板跨大于3m的叠合板宜采用桁架钢筋混凝土叠合楼板;

3 预制板块的短边边长不宜大于3500mm。

6.5.3 当预制板间采用分离式接缝(图6.5.3a)时, 叠合板可按照单向板设计; 当预制板采用能可靠传递内力的整体式接缝(图6.5.3b)或无接缝(图6.5.3c)的四边支承板时, 叠合板可按照双向板设计。



(a) 单向叠合板 (b) 整体式接缝双向板 (c) 无缝双向板

1—预制叠合板；2—梁或墙；3—板侧分离式接缝；4—板端；5—板侧；6—板侧整体式接缝

图 6.5.3 叠合板形式

6.5.4 叠合受弯构件水平结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（图6.5.4）。

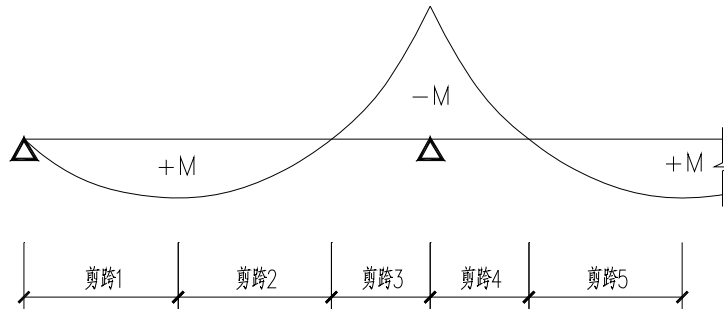


图6.5.4 叠合梁剪跨区段的划分

1 每个剪跨区段内，叠合面上的纵向剪力 V 可按下列式计算

当叠合面在混凝土受压区范围之外时：

$$V = A_s f_y \quad (6.5.4-1)$$

式中： A_s —— 每个剪跨区段内，梁纵向受力钢筋配筋面积；

f_y —— 纵向受力钢筋抗拉强度设计值。

当叠合面在混凝土受压区范围之内时：

$$V = A_c f_c \quad (6.5.4-2)$$

式中： A_c —— 叠合面以上混凝土受压区面积（需考虑楼板作为梁翼缘的影响）；

f_c —— 混凝土轴心抗压强度设计值。

2 各剪跨区段内的水平叠合面抗剪强度按下式验算：

$$V \leq c f_t A_{ch} + A_{sd} f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) < 0.25 f_c A_{ch} \quad (6.5.4-3)$$

- 式中：
- C, μ —— 与叠合面粗糙度相关的系数，
对于粗糙面 $c = 0.45, \mu = 0.7$ ；
 - f_t —— 混凝土轴心抗拉强度设计值；
 - A_{ch} —— 各剪跨区段的叠合面面积；
 - A_{sd} —— 各剪跨区段抗剪钢筋截面面积；
 - f_{yd} —— 抗剪钢筋抗拉强度设计值，且不大于 360 N/mm^2 ；
 - α —— 抗剪钢筋与叠合面的夹角 $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ 。

3 抗剪钢筋的配筋率不得低于0.2%；

4 抗剪钢筋应在叠合面两侧均有可靠的锚固；

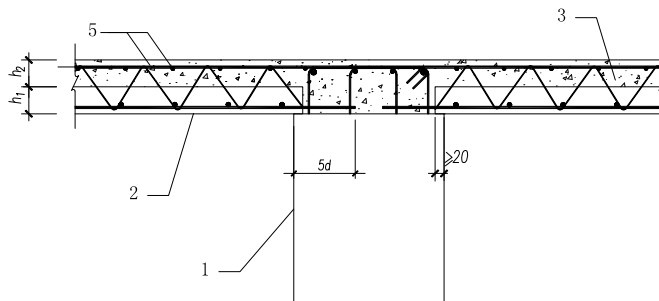
5 未配置抗剪钢筋的叠合板，当符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 叠合界面粗糙度的构造规定时，按下列公式进行水平叠合面的抗剪验算：

$$\frac{V}{bh_0} \leq 0.4 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (6.5.4-4)$$

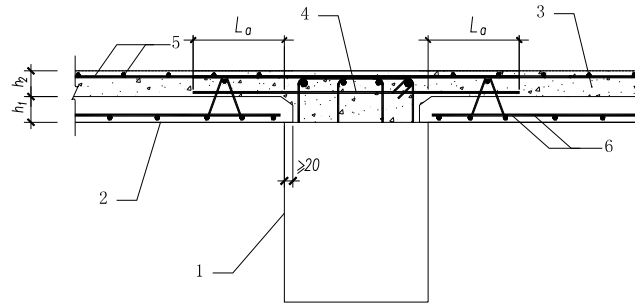
- 式中：
- V —— 叠合板支座处剪力；
 - b —— 叠合板宽度；
 - h_0 —— 叠合板有效高度。

6.5.5 预制叠合板与预制梁的连接可选用图6.5.5a或图6.5.5b，并应符合下列规定：

- 1 预制板搁置于预制梁上的长度不宜小于20mm；
- 2 预制板端部纵向受力钢筋宜锚入支承梁或墙的现浇混凝土层中，锚固长度不应小于5d（d为纵向受力钢筋直径）及100mm的较大值；
- 3 如采用附加接缝钢筋的形式，附加接缝钢筋伸入叠合板现浇层内的长度不应小于5d。



a 叠合板搭接构造一



b 叠合板搭接构造二

图6.5.5 预制梁与预制叠合板的连接

1-预制梁；2-预制板；3-现浇叠合层；4-接缝补强钢筋；5-板上层筋；6-板下层筋； h_1 -现浇叠合层厚度； h_2 -预制叠合板厚度； l_a -接缝钢筋搭接锚固长度。

6.5.6 采用压型钢板组合楼板时，压型钢板与预制梁的连接处下部设置构造纵筋，规格同压型钢板组合楼板的板底钢筋，间隔300mm与压型钢板点焊。如压型钢板伸入梁内的长度少于30mm，可不设构造纵筋，在预制梁侧边预埋槽钢，压型钢板直接与槽钢间隔300mm点焊（图6.5.6）。

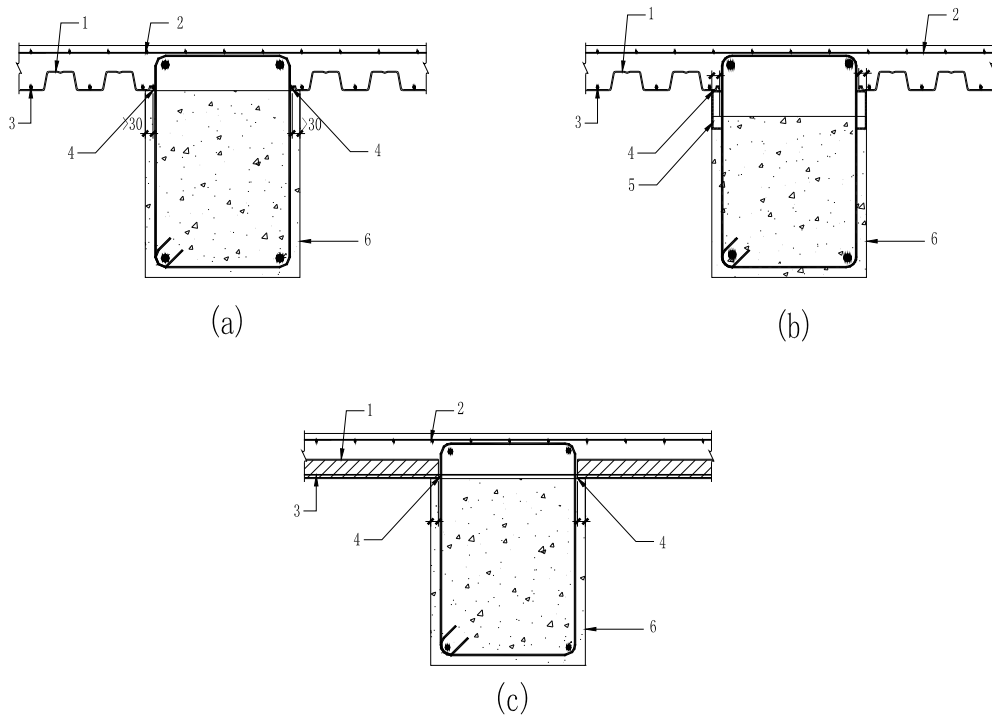


图6.5.6 预制梁与压型钢板的连接

1-压型钢板；2-板上层筋；3-板下层筋；4-点焊，间隔300；5-预埋槽钢；6-预制梁； h_1 -压型钢板肋高； h -楼板厚度

6.5.7 单向叠合板板侧的分离式拼缝宜配置附加钢筋（图 6.5.7），并符合下列规定：

1 在接缝处贴预制板顶面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 l_a ；

2 附加钢筋截面面积不宜小于预制板中该方向的钢筋面积，且钢筋直径不宜小于6mm，间距不宜大于250mm。

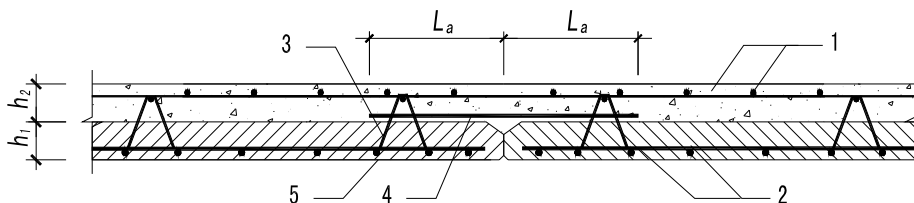


图6.5.7 预制叠合板拼缝构造

1-板上层筋；2-板下层筋；3-叠合面抗剪钢筋；4-接缝补强钢筋；5-预制板

h_1 -现浇叠合层厚度； h_2 -预制叠合板厚度

6.5.8 桁架钢筋混凝土叠合板应符合以下要求：

- 1 桁架钢筋应沿主要受力方向布置；
- 2 桁架钢筋距板边不应大于300mm，间距不宜大于600mm；
- 3 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；
- 4 桁架钢筋弦杆钢筋的混凝土保护层厚度不应小于15mm。

6.5.9 在未设置桁架钢筋时，在下列情况下，叠合楼板的预制板和现浇混凝土间应设置抗剪构造钢筋：

- 1 单向叠合板跨度大于4.0m时，在距支座1/4跨范围内；
- 2 双向叠合板短向跨度大于4.0m时，在距四边支座1/4跨范围内；
- 3 悬挑叠合板及悬挑板上部纵向受力钢筋在相邻叠合板的后浇混凝土锚固范围内。

6.5.10 叠合楼板的预制板和现浇混凝土之间设置的抗剪构造钢筋应符合下列规定：

- 1 抗剪构造钢筋宜采用马镫形状，间距不宜大于400mm，钢筋直径 d 不应小于6mm；
- 2 马镫筋宜伸至叠合板上、下部纵向钢筋处，预埋在预制板内的总长度不应小于 $15d$ ，水平段长度不应小于50mm。

6.5.11 阳台板、空调板宜采用预制构件或预制叠合构件。当采用预制叠合构件时，悬臂叠合构件上部纵向受力钢筋应可靠锚固。

6.6 消能减震和隔震

6.6.1 消能减震设计时，应根据多遇地震下的预期减震要求及罕遇地震下的预期结构位移控制要求，适当设置消能部件。消能部件可由消能器及斜撑、墙体、梁等支承构件组成。消能器可采用速度相关型、位移相关型或其它类型。

6.6.2 消能部件宜沿结构的两个主轴方向分别设置。消能部件宜设置在层间变形较大的位置，

其数量和分布应通过计算分析确定。

6.6.3 消能减震设计的计算分析，应符合下列规定：

1 当主体结构基本处于弹性工作阶段时，可采用线性分析方法作简化估算。消能减震结构的自振周期应考虑消能部件有效刚度的影响。消能减震结构的总阻尼比应为结构阻尼比和消能部件附加给结构的有效阻尼比的总和；多遇地震和罕遇地震下的总阻尼比应分别计算；

2 对主体结构进入弹塑性阶段的计算，可采用静力非线性分析方法或非线性时程分析方法。在非线形分析中，消能减震结构的恢复力模型应包括结构恢复力模型和消能部件的恢复力模型；

3 消能减震结构的层间弹塑性位移角限值，应符合预期的变形控制要求，宜比非消能减震结构适当减小。

6.6.4 采用消能减震设计的主体结构的楼、屋盖宜满足平面内无限刚的计算假定；当不满足该要求时，应考虑楼、屋盖平面内的弹性变形。

6.6.5 消能部件的布置应符合下列规定：

1 消能部件的布置宜使结构在两个主轴方向的动力特性相近；

2 消能部件的竖向布置宜使结构沿高度方向刚度均匀；

3 消能部件宜布置在层间相对位移或相对速度较大的楼层，同时可采用合理形式增加消能器两端的相对变形或相对速度的技术措施，提高消能器的减震效率；

4 消能部件的布置不宜使结构出现薄弱构件或薄弱层。

6.6.6 消能部件的布置宜使消能减震结构的设计参数符合下列规定：

1 各楼层的消能部件有效刚度与主体结构层间刚度比宜接近；

2 各楼层的消能部件的最大阻尼力与主体结构的层间剪力和层间位移的乘积之比的比值宜接近；

3 消能减震结构布置消能部件的楼层中，消能器的最大阻尼力在水平方向上分量之和不宜大于楼层层间屈服剪力的60%。

6.6.7 结构采用消能减震设计时，消能部件的相关部位应符合下列要求：

1 在消能器施加给主结构的最大阻尼力作用下，消能器与主结构之间的连接部件应保持在弹性范围内工作；

2 与消能部件相连的主体构件设计时应计入由消能部件传递的附加内力。

6.6.8 与位移相关型或速度相关型消能器相连的预埋件、支撑和支墩、剪力墙及节点板的作用力取值应为消能器在设计位移或设计速度下对应阻尼力的1.2倍。

6.6.9 消能器应符合下列要求：

1 消能器的性能参数应符合现行行业标准《建筑消能减震技术规程》JGJ 297 的相关规定，并应经试验确定；

2 消能器的设置部位，应采取便于检查和替换的措施；

3 设计文件上应注明对消能器的性能要求；安装前应按规定进行检测，确保性能符合要求。

6.6.10 装配整体式混凝土结构采用的隔震系统可由隔震支座及阻尼装置组成，以延长整个结构体系的自振周期，减少上部结构的地震响应。隔震系统需满足以下要求：

1 隔震支座应进行竖向承载力验算和罕遇地震下水平位移验算；

2 宜设置消能器以控制结构因周期延长可能导致的位移增加；

3 隔震支座应具有足够的水平抗风刚度；

4 隔震支座应具有足够的回复刚度，使得结构在地震后能回复到原位；

5 隔震系统应考虑老化、蠕变、疲劳、温度及潮湿等因素的影响；

6 隔震系统应采取防火保护措施，耐火极限不应低于3h；

7 隔震层结构设计应考虑隔震系统的检测、检查、维护及更换。

6.6.11 隔震系统所采用的隔震支座及消能器性能参数经试验确定。

6.6.12 装配整体式混凝土结构的隔震设计尚应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的相关规定。

7 框架结构设计

7.1 一般规定

7.1.1 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。

7.1.2 装配整体式框架结构中的预制柱的纵向钢筋连接宜采用套筒灌浆连接。

7.1.3 装配整体式框架结构中，预制柱水平接缝处不宜出现拉力。

7.2 承载力计算

7.2.1 对一、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验算；对四级抗震等级的装配整体式框架可不进行验算。梁柱节点核心区的验算方法和构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 中的相关规定。

7.2.2 叠合梁竖向接缝的受剪承载力设计值应按照下列公式计算：

1 持久设计状况

$$V_u = 0.07f_c A_{c1} + 0.1f_c A_k + 1.65A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \quad (7.2.2-1)$$

2 地震设计状况

$$V_{uE} = 0.04f_c A_{c1} + 0.06f_c A_k + 1.65A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \quad (7.2.2-2)$$

式中：

- A_{c1} —— 叠合梁梁端后浇层截面面积；
- f_c —— 叠合梁现浇层混凝土轴心抗压强度设计值；
- f_y —— 穿过竖向结合面的钢筋抗拉强度设计值；
- A_{sd} —— 穿过竖向结合面的钢筋在结合面上投影面积之和；
- A_k —— 后浇键槽根部面积与预制键槽根部面积的较小值。

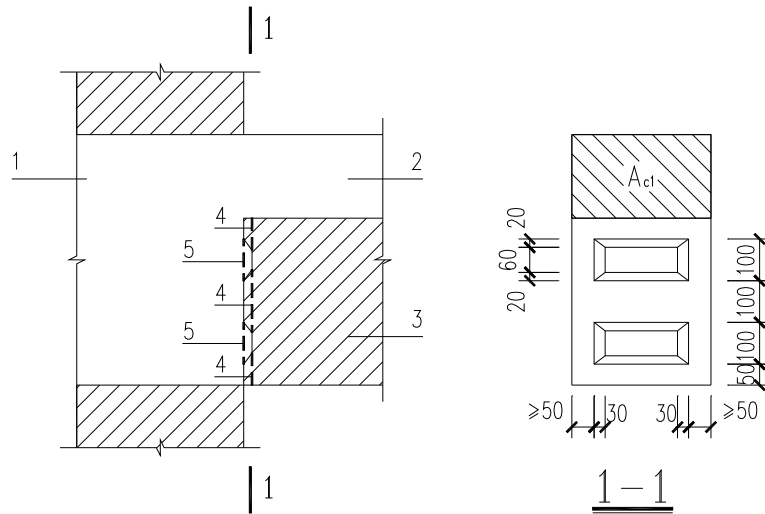


图7.2.2 叠合梁端竖向结合面受剪承载力计算参数示意

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。

7.2.3 在水平力作用工况下，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：

当预制柱底水平接缝为承压状态时：

$$V_u = 0.8N + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y} \quad (7.2.3-1)$$

当预制柱底水平接缝为受拉状态时：

$$V_u = 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y \left[1 - \left(\frac{N}{A_{sd} f_y} \right)^2 \right]} \quad (7.2.3-2)$$

式中：
 f_c —— 预制柱混凝土轴心抗压强度设计值；
 f_y —— 穿过水平接缝的钢筋抗拉强度设计值；
 N —— 水平接缝处的轴向力设计值，取绝对值进行计算；
 A_{sd} —— 穿过水平接缝的钢筋在结合面上投影面积之和；
 V_u —— 预制柱底水平接缝的受剪承载力设计值。

7.2.4 混凝土叠合梁和预制框架柱的设计应符合本规程和现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011中的有关规定。

7.3 构造设计

7.3.1 预制框架柱构件及节点核心区的钢筋配置、构造要求应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定，并满足以下构造要求：

- 1 预制柱边长不宜小于400mm，且不宜小于同方向梁宽的1.5倍；
- 2 预制柱纵向受力钢筋的连接位置在同一断面连接时，可采用灌浆套筒式钢筋连接器；
- 3 柱的纵向受力钢筋可集中于四角对称配置。当纵向受力钢筋的间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及纵向受力钢筋直径的1/2。正截面承载力计算时不计辅助纵向钢筋的影响；

4 预制柱箍筋可采用连续复合式箍筋；

5 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500mm之和；套筒上端第一道箍筋距离套筒顶部不应大于50mm（图7.3.1）。

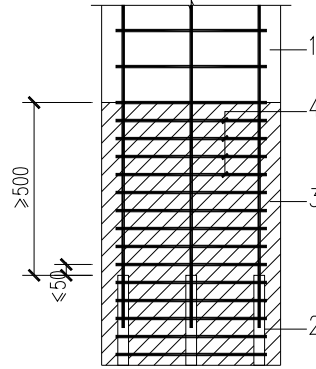


图7.3.1 钢筋采用套筒灌浆连接时柱底箍筋加密区域构造示意

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

7.3.2 底层预制柱与基础的连接构造可参照图7.3.2-1；预制柱与预制柱的连接构造可参照图7.3.2-2，图7.3.2-3；预制柱底应设置抗剪凹槽，抗剪凹槽构造可参照图7.3.2-4。柱底接缝厚度宜为15mm，采用灌浆料填实。

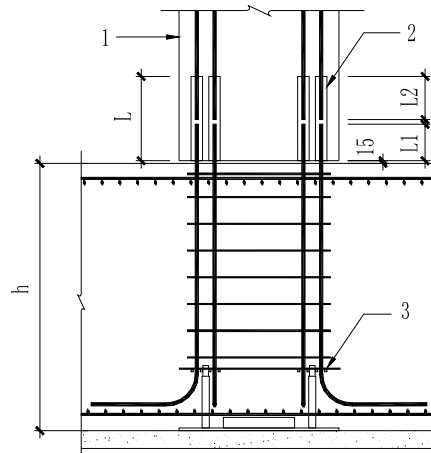


图7.3.2-1 预制柱与基础的连接

1- 预制柱；2-套筒连接器；3-主筋定位架；h-基础高度；
L-钢筋套筒连接器全长；L1-现场插入端；L2-预制固定端。

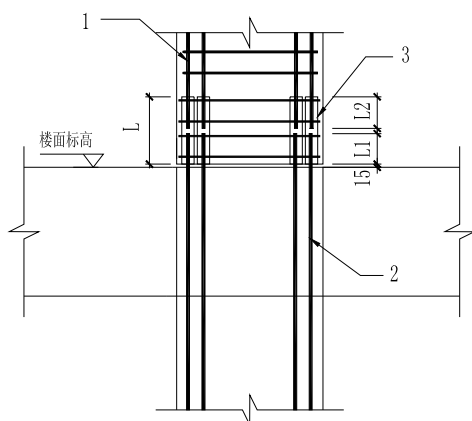


图7.3.2-2 等截面预制柱及预制柱的连接

1-上部预制柱主筋；2-下部预制柱主筋；3-套筒连接器；
L-钢筋套筒连接器全长；L1-现场插入端；L2-预制固定端。

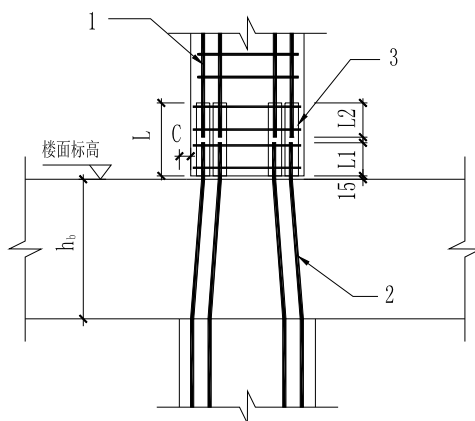


图7.3.2-3 变截面预制柱及预制柱的连接 ($c/h_b \leq 1/6$)

1-上部预制柱主筋；2-下部预制柱主筋；3-套筒连接器；
 h_b -梁高； c -柱截面变化高度的一半；L-钢筋套筒连接器全长；L1-现场插入端；L2-预制固定端。

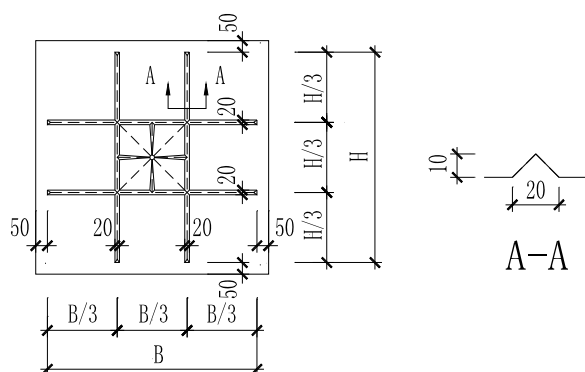


图7.3.2-4 预制柱底抗剪凹槽构造

7.3.3 预制梁的钢筋配置应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定，并满足以下要求：

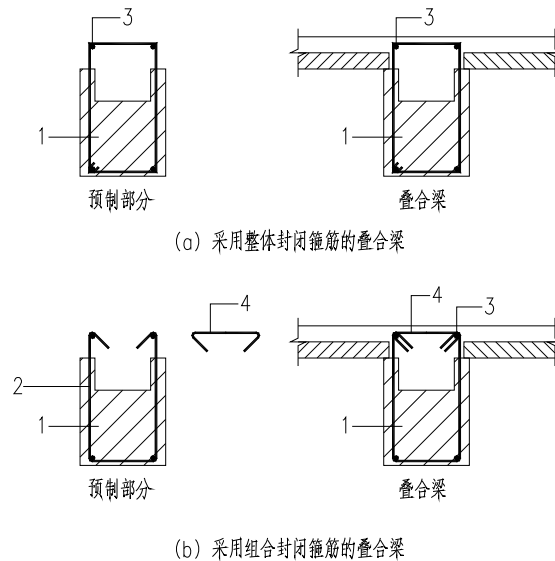
1 叠合梁预制部分的梁宽和梁高最小边长不应小于200mm，预制叠合梁与现浇层的接合面应做粗糙处理或做成齿槽式。预制梁后浇叠合层厚度不宜小于150mm；

2 采用组合封闭箍筋的形式时，梁箍筋可采用焊接钢筋网弯折成U形，端部应采用135°弯钩，帽盖可采用焊接钢筋网弯折，端部应采用135°弯钩。非抗震设计时，弯钩端头平直段长度不应小于5d（d为箍筋直径）；抗震设计时，弯钩端头平直段长度不应小于10d；

3 不承受扭矩的预制梁的腰筋可不伸入梁柱节点；

4 抗震等级为一、二级的框架梁端部加密区不宜采用开口箍；

5 承受扭矩的叠合梁不应采用开口箍。



1-预制梁；2-开口箍筋；3-上部纵向钢筋；4-箍筋帽

图7.3.3 叠合梁箍筋构造示意

7.3.4 框架梁柱节点可采用梁下部纵筋交错式整浇节点（图7.3.4-1、图7.3.4-2）。预制梁纵向受力钢筋宜符合以下构造要求：

1 预制梁纵向受力钢筋水平错开，相邻钢筋的净间距不小于10mm，节点两侧反对称布置；

2 框架梁的纵向钢筋采用交错配置时，如箍筋角部没有纵向受力钢筋，应在该角部设置连续的辅助纵向钢筋，辅助纵向钢筋直径不宜小于10mm，可不伸入梁柱节点；

3 边节点框架梁上部钢筋也可不弯折，采用钢筋端锚固板，但伸入节点的水平段长度不应小于 $0.4l_{ab}$ ，有抗震设防时不应小于 $0.4l_{aE}$ 。 l_{ab} 、 l_{aE} 按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定取值。钢筋端锚固板应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256相关规定。

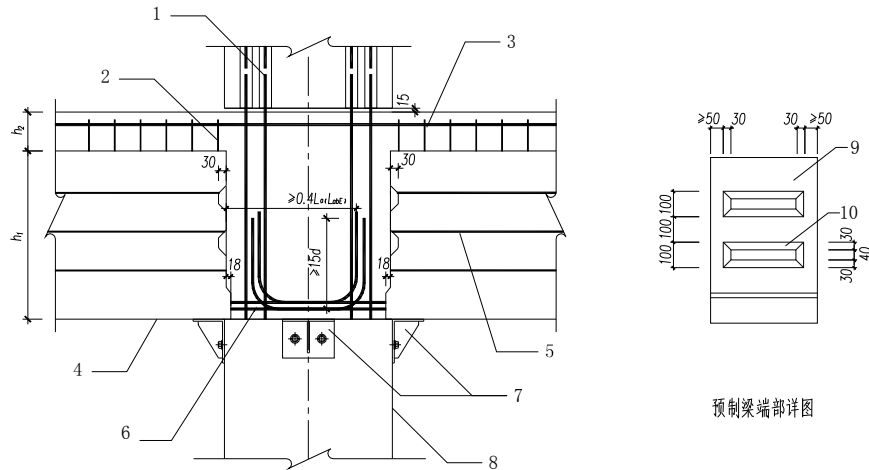


图7.3.4-1 预制梁与中间层中柱的连接节点

- 1-柱主筋；2-梁箍筋；3-梁上层筋；4-预制梁；5-梁腰筋；6-梁下层主筋；7-施工临时牛腿；8-预制柱；
9-预制梁端部；10-预制梁端面抗剪键槽；h1-现浇叠合层厚度；h2-预制梁高。
注：7-临时施工牛腿为地震频发区施工加固件，非地震频发区可以不设此加固件。

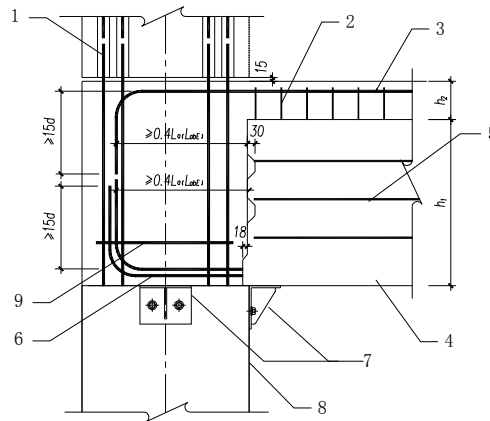


图7.3.4-2 预制梁与中间层边柱的连接节点

- 1-柱主筋；2-梁箍筋；3-梁上层筋；4-预制梁；5-梁腰筋；6-梁下层主筋；7-施工临时牛腿；8-预制柱；
9-核心区水平箍筋；10-钢筋端锚固板；h1-现浇叠合层厚度；h2-预制梁高。

7.3.5 预制框架梁与顶层柱连接宜满足下列要求（图7.3.5-1、图7.3.5-2）：

1 钢筋端锚固板中钢筋混凝土保护层厚度小于 $3d$ 时，在其埋入长度范围内应配置横向箍筋，其直径不小于 $1/4d$ （ d 为锚固钢筋直径），且不小于 10mm ；横向箍筋间距不大于 $5d$ ，且不大于 100mm ；第一根横向箍筋应配置在离端锚固板承压面 $1d$ 的范围内；离柱筋端锚固板最近的水平箍筋应采用并列的双层箍筋；

2 节点的顶部应插入倒U型箍筋，全部倒U型箍筋应采用带肋钢筋，其钢筋等级与梁上部纵向钢筋相同；离梁筋端锚固板最近的倒U型箍筋应采用并列双层U型箍筋；

3 梁上部和下部钢筋均采用钢筋端锚固板时，梁宽范围内的柱外侧纵向钢筋应向梁侧弯

折，弯折后端部加锚固板。

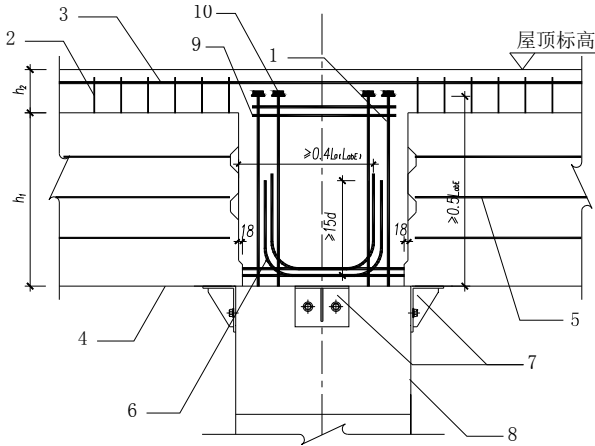


图7.3.5-1 预制梁与顶层中柱的连接

1- 柱主筋；2-梁箍筋；3-梁上层筋；4-预制梁；5-梁腰筋；6-梁下层主筋；7-施工临时牛腿；8-预制柱；9-核心区水平箍筋；10-钢筋端锚固板；h1-现浇叠合层厚度；h2-预制梁高。

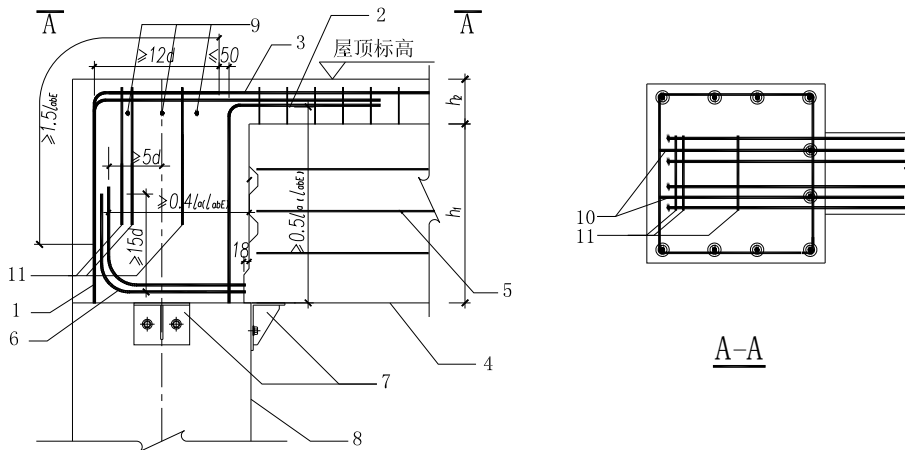


图7.3.5-2 预制梁与顶层边柱的连接

1-柱主筋；2-梁箍筋；3-梁上层筋；4-预制梁；5-梁腰筋；6-梁下层主筋；7-施工临时牛腿；8-预制柱；9-垂直方向梁上部钢筋；10-角柱外侧中部钢筋；11-倒U型箍筋；h1-现浇叠合层厚度；h2-预制梁高。

7.3.6 预制次梁与预制主梁的连接宜符合下列要求：

1 采用牛担板企口梁的方式与主梁连接（图7.3.6-1）；

次梁端部补强加密箍筋设置在次梁端部1.5倍梁高范围内，箍筋加密一倍。牛担板上应焊接栓钉，栓钉应双面对称布置；牛担板宜采用Q235B级钢，其厚度宜不小于栓钉直径的0.6倍。预制主梁与牛担板连接处应预埋钢板。

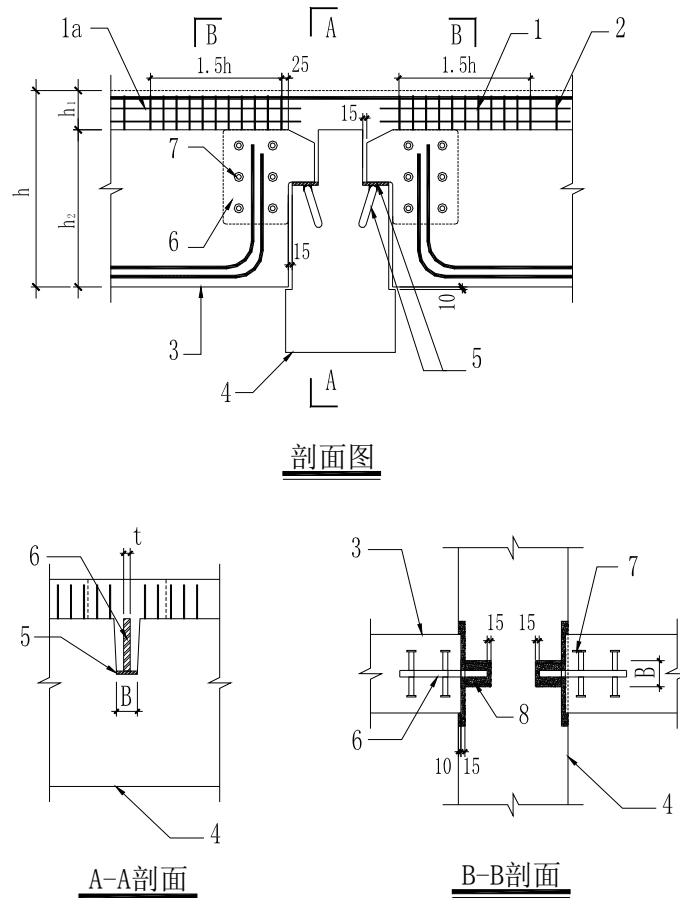


图7.3.6-1 主梁与次梁的连接

1-端部补强加密箍筋；1a-水平向钢筋；2-次梁原设计箍筋；3-预制次梁；4-预制主梁；5-预埋件；
6-牛担板；7-栓钉；8-水泥砂浆；

h_1 —现浇叠合层厚度； h_2 —预制梁高； h —次梁全高； t —牛担板厚度； B —预制次梁跨座宽度。

牛担板企口接头的承载力应符合下列要求（图7.3.6-2）：

- 1) 牛担板企口接头应能够承受施工及使用阶段的荷载；
- 2) 应验算截面A的施工及使用阶段的抗弯、抗剪强度；应验算截面B的施工及使用阶段的抗弯强度；应验算牛担板凹槽混凝土未达到设计强度等级前，牛担板外挑部分的稳定承载力；
- 3) 各栓钉承受的剪力参照高强螺栓群剪力计算公式计算，根据计算剪力确定栓钉的规格；
- 4) 应验算牛担板搁置于主梁位置的局部受压承载力。

上述计算及构造尺寸确定应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计规范》GB 50017的相关要求。

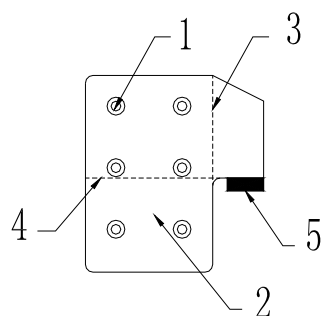


图7.3.6-2 牛担板计算简图

1-栓钉；2-栓钉合力点；3-验算截面A；4-验算截面B；5-预埋件

2 次梁端部设置企口、主梁侧面挑耳的连接方式（图7.3.6-3）；

企口连接的次梁搁置于主梁下部挑耳时，主梁挑耳应能承受施工阶段及使用阶段次梁传来的剪力。预制次梁搁置于主梁挑耳上的长度不应小于30mm，其端面与主梁的净距不宜小于10mm。主梁挑耳部位应有可靠的补强措施。

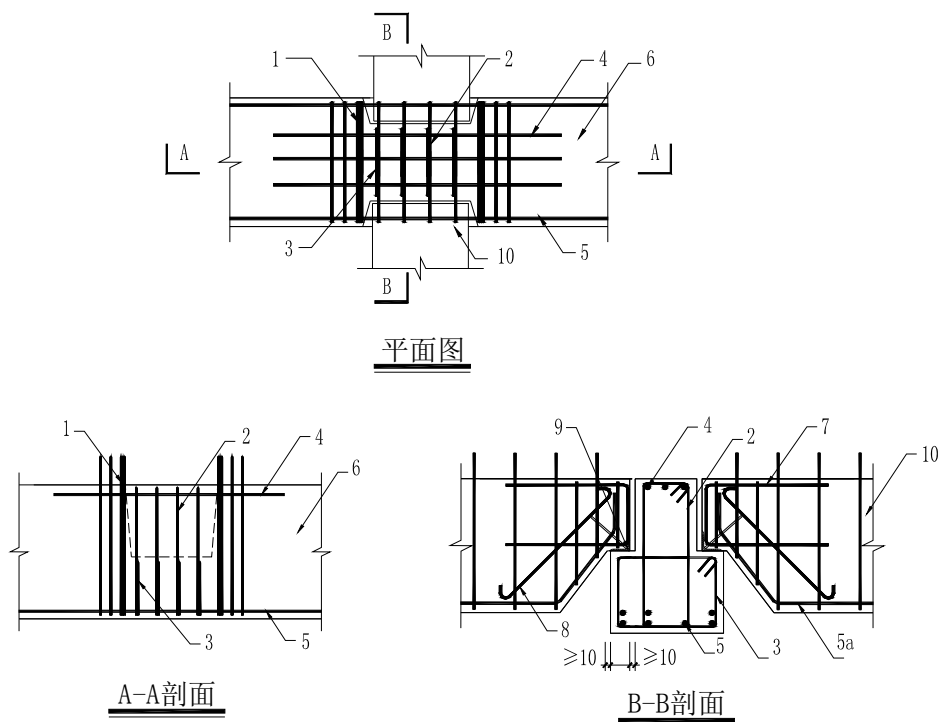


图7.3.6-3 次梁与主梁的连接

1-附加构造箍筋；2-主梁缺口处箍筋；3-主梁挑耳处箍筋；4-主梁缺口处受压钢筋；5-主梁下层筋；5a-次梁下层筋；6-主梁；7-榫头补强筋；8-榫头斜筋；9-护边角钢；10-次梁。

3 施工图设计单位应明确预制次梁与预制主梁的连接形式并提供节点力设计值，具体构造尺寸由深化设计单位结合预制情况确定。

8 剪力墙结构设计

8.1 一般规定

8.1.1 装配整体式混凝土剪力墙结构宜选择规则、均匀的建筑体型，不应采用特别不规则的建筑体型。剪力墙的布置尚需符合下列规定：

- 1 剪力墙应双向布置，且两个主轴方向的侧向刚度不宜相差过大；
- 2 剪力墙自下而上宜连续布置，避免层间抗侧刚度突变，不应采用框支剪力墙结构；
- 3 门窗洞口宜上下对齐、成列布置，形成明确的墙肢和连梁；抗震设计时剪力墙底部加强部位不应采用错洞墙，结构全高范围内均不应采用叠合错洞墙；
- 4 剪力墙墙肢长度不宜大于 8m，各墙肢高度与长度的比值不宜小于 3；
- 5 剪力墙采用部分装配、部分现浇的结构形式时，宜在电梯筒、楼梯间处布置现浇剪力墙。

8.1.2 抗震设计时，当同一层剪力墙采用部分装配、部分现浇的结构形式时，现浇墙肢的水平地震作用弯矩、剪力宜乘以不小于 1.1 的增大系数。

8.1.3 抗震设计时，内、外墙均预制的装配整体式剪力墙结构不应采用短肢剪力墙；对于外墙预制、内墙现浇的装配式剪力墙结构，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应大于结构底部总地震倾覆力矩的 30%。

8.1.4 装配式剪力墙结构的墙肢水平、竖向接缝的连接强度均需满足在设防烈度地震作用下保持弹性的要求。

8.1.5 装配式剪力墙结构宜进行防连续性倒塌设计，预制剪力墙墙板的连接应保证结构的整体性，并应采取措施避免结构在偶然荷载下发生连续性倒塌。

8.1.6 当抗震设防烈度为 7 度和 8 度、高宽比分别大于 5.0 和 4.0 时，应补充结构在设防烈度水平地震作用下的内力分析，并应避免预制墙板构件出现小偏心受拉。分析时可采用弹性假定进行计算，荷载分项系数可取 1.0；如出现小偏心受拉，预制墙板构件平均拉应力不应大于混凝土抗拉强度标准值。

8.2 预制剪力墙构造

8.2.1 预制剪力墙墙板可采用一字形、L 形、T 形或 U 形等截面形状。预制墙板两侧的拼接部位宜设在结构受力较小的部位；预制剪力墙墙板尚应符合下列规定：

- 1 墙板宜按建筑开间和进深尺寸划分，宽度不宜大于 7.2m；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、吊运、安装的尺寸限制；
- 2 墙板截面厚度不宜小于 200mm；

3 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 400mm，洞口上方和下方的高度不应小于 250mm，洞口宜在预制墙板宽度方向居中设置。

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

8.2.3 预制剪力墙开有边长小于 800mm 的洞口且在结构整体计算中不考虑其影响时，应沿洞口周边配置补强钢筋；补强钢筋的直径不应小于 12mm，截面面积不应小于同方向被洞口截断的钢筋面积；该钢筋自洞边角算起伸入墙内的长度非抗震设计时不应小于 l_a ，抗震设计时不应小于 l_{aE} （图 8.2.3）。

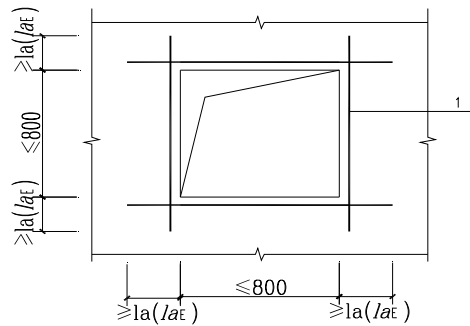


图 8.2.3 预制剪力墙洞口补强钢筋配置示意
1—洞口补强钢筋

8.2.4 当采用套筒灌浆连接时，自套筒底部至套筒顶部并向上延伸 300mm 范围内，预制剪力墙的水平分布筋应加密（图 8.2.4），加密区水平分布筋的最大间距不应大于 100mm，最小直径不应小于 8mm。套筒上端第一道水平分布钢筋距离套筒顶部不应大于 50mm。

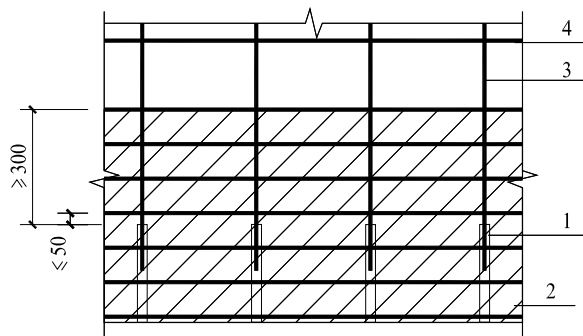


图 8.2.4 钢筋套筒灌浆连接部位水平分布钢筋的加密构造示意

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

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

8.3 连接设计

8.3.1 装配式剪力墙结构设计应综合考虑预制墙板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。预制墙板水平结合面应做成粗糙面，竖向结合面宜做成键槽。

8.3.2 同一楼层内相邻预制剪力墙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边缘构件区域时，边缘构件区域宜全部采用后浇混凝土；

2 当接缝位于非边缘构件位置时，相邻预制剪力墙之间应设置后浇段，后浇段的宽度不应小于墙厚且不宜小于 200mm；后浇段内应设置不少于 4 根竖向钢筋，钢筋直径不应小于墙体竖向分布筋直径且不应小于 8mm；

3 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。

8.3.3 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：

1 接缝高度宜为 20mm；

2 接缝宜采用灌浆料填实；

3 接缝处后浇混凝土上表面应设置粗糙面。

8.3.4 上下层预制剪力墙的竖向钢筋，当采用套筒灌浆连接和浆锚搭接连接时，应符合下列规定：

1 边缘构件竖向钢筋应逐根连接；

2 预制剪力墙的竖向分布钢筋，当仅部分连接时（图 8.3.4），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 一级抗震等级剪力墙以及二、三级抗震等级的剪力墙底部加强部位，剪力墙边缘构件竖向钢筋宜采用套筒灌浆连接。

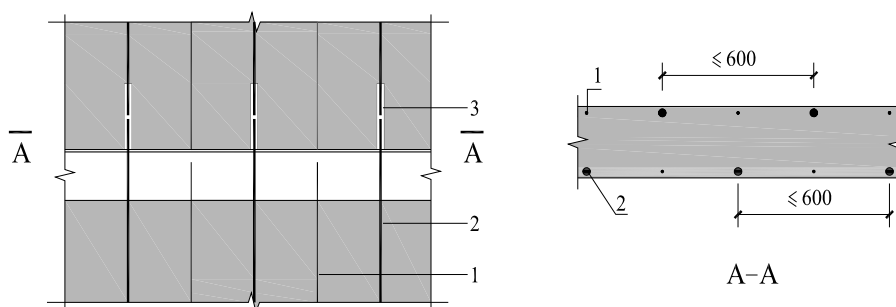


图 8.3.4 预制剪力墙竖向分布钢筋连接构造示意

1-不连接的竖向分布钢筋；2-连接的竖向分布钢筋；3-连接接头

8.3.5 预制剪力墙相邻下层为现浇剪力墙时，预制剪力墙与下层现浇剪力墙中竖向钢筋的连接

应符合本规程第8.3.4条的规定，下层现浇剪力墙顶面应设置粗糙面。

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

$$V_{uE} = 0.6f_y A_{sd} + 0.8N \quad (8.3.6)$$

式中： f_y —— 穿过水平接缝的钢筋抗拉强度设计值；
 A_{sd} —— 垂直穿过结合面的抗剪钢筋面积；
 N —— 水平接缝处的轴向力设计值，压力时取正，拉力时取负。

8.3.7 装配式剪力墙结构各层楼面处均应设置封闭的现浇钢筋混凝土圈梁（图8.3.7），并应符合下列规定：

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

2 圈梁内配置的纵向钢筋不应少于4Φ12，按全截面计算的配筋率不应小于0.5%，且不小于墙体水平分布筋配筋率；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。

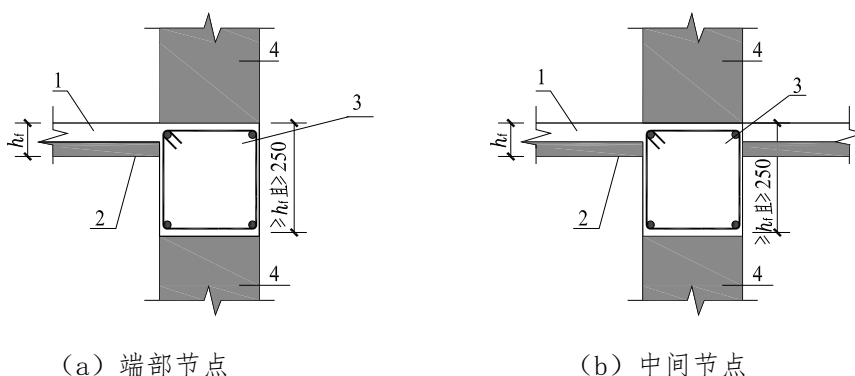


图8.3.7 后浇钢筋混凝土圈梁构造示意

1-后浇混凝土叠合层；2-预制板；3-后浇圈梁；4-预制剪力墙；

8.3.8 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，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 及《建筑结构抗震设计规范》GB 50011的有关规定，对于跨高比小于2.5的连梁宜采用现浇方式。

8.3.9 预制叠合连梁端部与预制剪力墙在采用平面内拼接时，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8.3.9-1）；

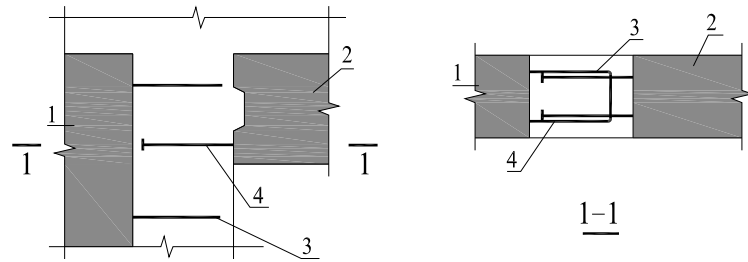


图8.3.9-1 预制连梁钢筋在后浇段内锚固构造示意

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

2 当预制剪力墙端部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8.3.9-2）；

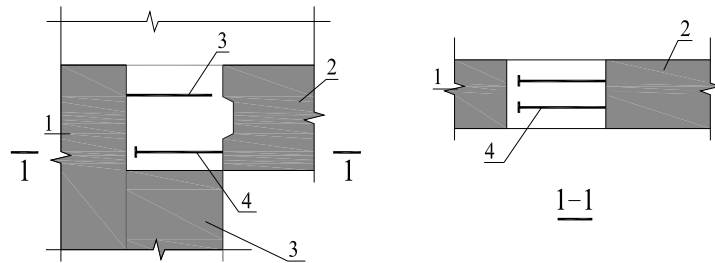


图8.3.9-2 预制连梁钢筋在局部后浇节点区内锚固构造示意

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

3 应按本规程第7.2.2条的规定进行叠合连梁端部接缝的受剪承载力计算。

8.3.10 当采用后浇连梁时，宜在预制剪力墙端部伸出预留纵向钢筋，并与后浇连梁的纵向钢筋可靠连接（图8.3.10）。

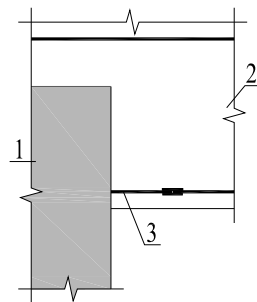


图8.3.10 后浇连梁与预制剪力墙连接构造示意

1-预制墙板；2-后浇连梁；3-预制剪力墙伸出纵向受力钢筋

8.3.11 当预制剪力墙洞口下方有墙时，洞口下墙体的构造做法应与结构整体计算的模型一致，且应符合下列规定：

1 窗下墙宽度大于等于1.5m时，与下层墙体之间宜设置竖向连接钢筋；

2 窗下墙按围护墙设计时，可采用填充轻质材料的做法；

3 窗下墙作为连梁时，应与下层连梁按组合连梁整体设计。

8.3.12 楼面梁不宜与预制剪力墙在墙平面外单侧连接；当楼面梁与剪力墙在平面外单侧连接时，应采用铰接构造。

8.3.13 预制剪力墙的现浇段应采用补偿收缩混凝土，如外墙现浇段有抗渗设计要求时，抗渗等级宜取 P6 级。

9 预制外挂墙板设计

9.1 一般规定

9.1.1 预制外挂墙板应采用合理的连接节点并与主体结构可靠连接。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。

9.1.2 预制外挂墙板和连接节点进行承载力计算时，其结构重要系数 γ_0 应取不小于 1.0；连接节点的承载力抗震调整系数 γ_{RE} 应取 1.0。

9.1.3 预制外挂墙板可采用滑动型、转动型或固定型连接方式与主体结构连接：

1 墙板平面外方向的连接均采用固定式连接，各连接节点均能承受墙体平面外方向的水平作用；采用点式支承时，连接点不应少于 4 个；

2 墙板的拼缝宽度应能避免主体结构变形时墙板间的相互挤压；

3 外挂墙板与主体结构如采用柔性连接，主体结构分析时可不计入外挂墙板的刚度。

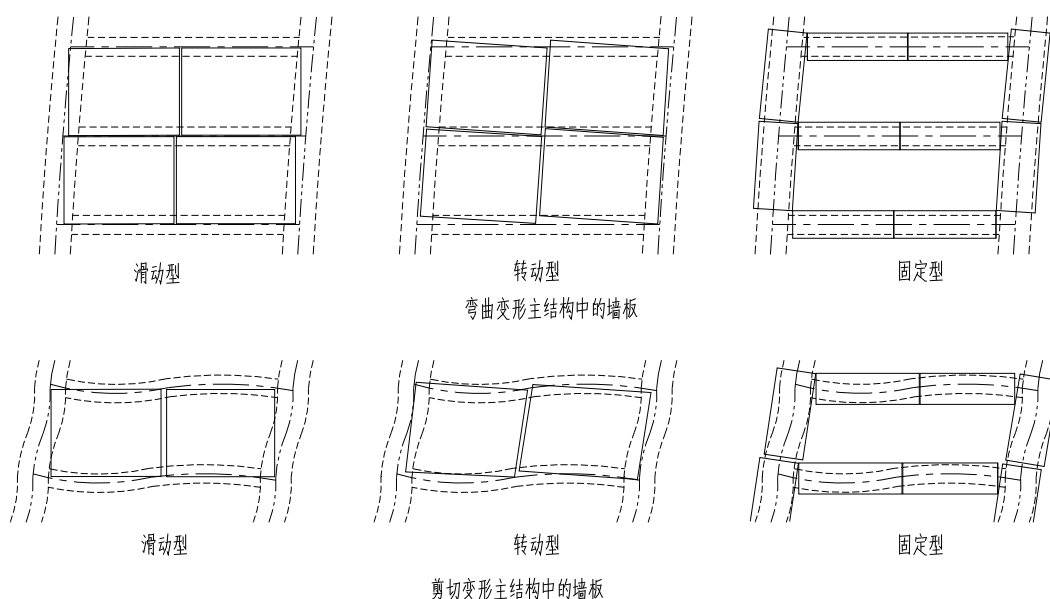


图 9.1.3 墙板与主体结构变形

9.1.4 预制外挂墙板之间的接缝应满足力学、耐候、耐久、环保和防火性能；应同时采用材料防水和构造防水的方式，保证接缝的防水、防潮性能。

9.2 外挂墙板设计

9.2.1 预制外挂墙板设计应计算下列作用效应：

- 1 施工阶段验算时，应计算重力荷载、脱模和吊运等动力作用的等效荷载效应；
- 2 非抗震设计时，应计算重力荷载和风荷载效应；
- 3 抗震设计时，应计算重力荷载、风荷载和地震作用效应；

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现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 有关规定。

9.2.2 计算预制外挂墙板和连接节点的重力荷载时，应符合下列规定：

- 1 应计入依附于预制外挂墙板的其它部件和材料的重量；
- 2 应计入重力荷载、风荷载、地震作用对连接节点偏心的影响。

9.2.3 预制外挂墙板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：

$$F_{EhK} = \beta_E \alpha_{\max} G_K \quad (9.2.3)$$

式中：
 F_{EhK} —— 施加于外挂墙板重心处的地震作用标准值；
 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 9.2.3 采用；
 G_K —— 预制外挂墙板的重力荷载标准值。

表 9.2.3 水平地震影响系数最大值

抗震设防烈度	6 度	7 度	8 度 (0.2g)
α_{\max}	0.04	0.08 (0.12)	0.16

注：7 度时括号内数值用于设计基本地震加速度为 0.15g 的地区。

9.2.4 竖向地震作用标准值可取水平地震作用标准值的 0.65 倍。

9.2.5 预制外挂墙板应根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 进行承载力极限状态和正常使用极限状态的验算，同时应对墙板在脱模、吊装、运输及安装等过程的各工况进行验算，计算简图应符合实际受力状态。

9.2.6 预制外挂墙板挠度限值为 1/200，裂缝控制等级为三级，最大裂缝宽度允许值为 0.2 mm。

9.3 外挂墙板构造要求

9.3.1 外挂墙板应满足混凝土结构耐久性的相关规定，表面有饰面的外挂墙板混凝土保护层厚度不应小于 15 mm，表面没有饰面的清水墙或装饰外墙应作涂装保护，其混凝土保护层厚度不应小于 20 mm。

9.3.2 外挂墙板构造宜符合下列规定：

- 1 外挂墙板的高度不宜大于层高，厚度不宜小于 100mm；
- 2 外挂墙板竖向和水平钢筋的配筋率均不应小于 0.2%；且钢筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 200mm；
- 3 外挂墙板开有洞口时，应沿洞口周边配置补强钢筋。

9.3.3 水平板缝及垂直板缝防水构造如图 9.3.3。

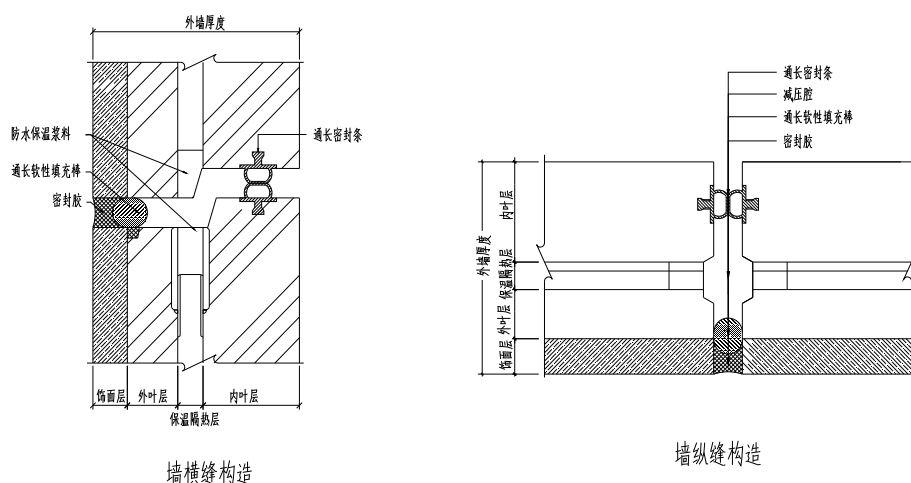


图 9.3.3 外围护墙缝构造

9.4 连接节点设计

9.4.1 预制外挂墙板连接节点的构造设计应符合下列要求：

- 1 连接节点可适应的最大层间位移角：主体结构为混凝土结构时不小于 $1/200$ ；主体结构为钢结构时不小于 $1/100$ ；
- 2 连接节点应具有消除外挂墙板施工误差的三维调节能力；
- 3 连接节点应具有适应外挂墙板的温度变形的能力。

9.4.2 预制外挂墙板与主体结构的干式连接一般为点式支承，构造可选用转动型连接（图 9.4.2-1），或滑动型连接（图 9.4.2-2）。外露铁件应进行表面防腐处理。

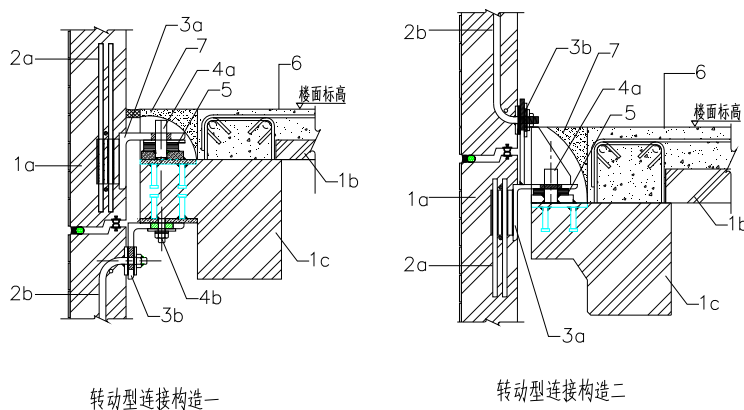
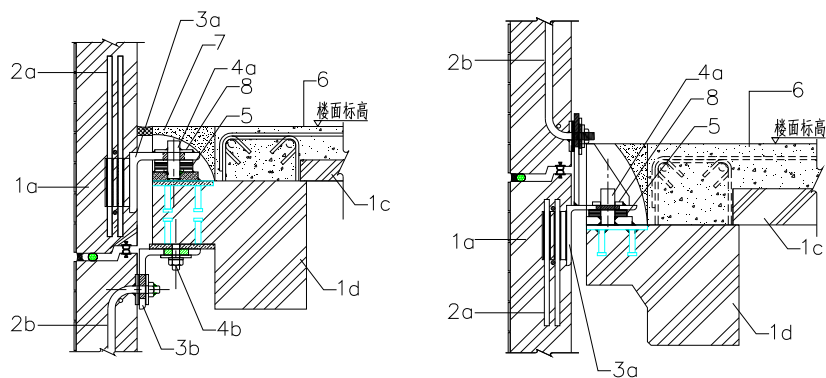


图 9.4.2-1 转动型干式连接构造示意



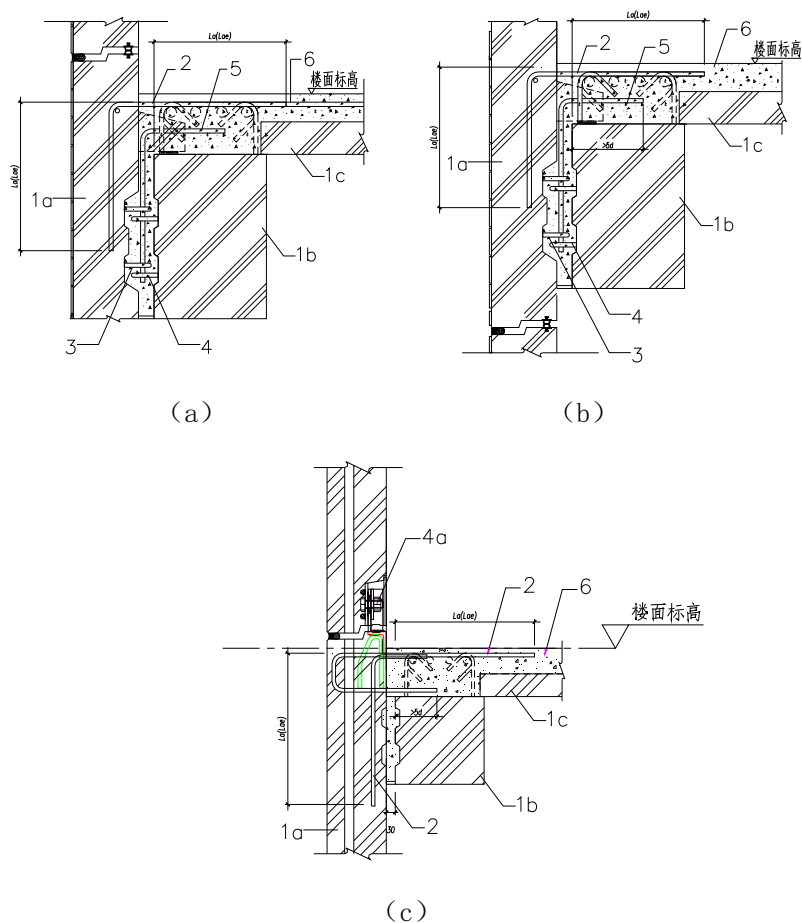
滑动型连接构造一

滑动型连接构造二

图 9.4.2-2 滑动型干式连接构造示意

1a-预制墙；1b-预制叠合板；1c-预制梁；2a-承重铁件锚固筋；2b-调节铁件锚固筋；3a-承重铁件；3b-调节铁件；4a-承重铁件定位销；4b-调节铁件定位销；5-垫片；6-现浇混凝土；7-填充砂浆；8-限位垫圈。

9.4.3 预制外挂墙板与主体结构可采用湿式连接，湿式连接通常是一个横侧边预留钢筋沿接缝线均匀布置，锚入梁或板构件现浇混凝土层，另一横侧边为自由悬臂或设置调节连接铁件与相邻板连接（图 9.4.3），两竖侧边均为自由悬臂。



(a)

(b)

(c)

图 9.4.3 湿式连接构造示意

1a-预制墙；1b-预制梁；1c-预制叠合板；2-预留筋；3-墙上预留环形筋；4-梁上预留环形筋；5-连接钢筋；6-现浇混凝土。

9.4.4 外挂墙板与主体结构点支承连接件的滑动孔尺寸，应根据穿孔螺栓直径、层间位移限值和施工误差等因素综合确定。

9.4.5 外挂墙板连接节点中的预埋件、连接件、焊缝及螺栓的设计，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢结构设计规范》GB 50017 的相关规定。

10 预制混凝土构件深化设计

10.0.1 深化设计单位依据施工图纸，考虑生产、运输、吊运、安装等因素，绘制墙板、剪力墙、楼板、梁、柱、楼梯等独立构件的制作详图，为构件的制作提供依据。

10.0.2 预制构件深化设计宜包括以下内容：

1 预制外挂墙板、剪力墙、楼板包括板片分割和厚度计算、钢筋排布、端部钢筋连接、管线、预埋件、预留孔洞等内容。采用预嵌磁砖或石材饰面的预制外挂墙板，还应进行饰面排版设计；

2 预制梁包括梁段分割、梁端钢筋连接、纵筋和箍筋排布、搁置长度、管线、预埋件、预留孔洞等内容；

3 预制柱包括纵筋和箍筋排布、柱端纵筋连接、底层柱及顶层柱纵筋锚固、柱端防裂箍筋、柱端接合面剪切构造、灌浆孔及沟槽、柱边导角、管线、预埋件等内容；

4 预制楼梯包括钢筋排布、端部钢筋连接、预埋件等内容。

10.0.3 预制构件深化设计应验算以下内容：

- 1 构件脱模强度、吊装验算；
- 2 叠合梁板施工阶段承载力及支撑架验算；
- 3 次梁企口和主梁挑耳、缺口验算；
- 4 次梁牛担板和主梁开槽验算；
- 5 钢牛腿支撑及拆除强度验算。

10.0.4 灌浆套筒续接钢筋应符合下列规定：

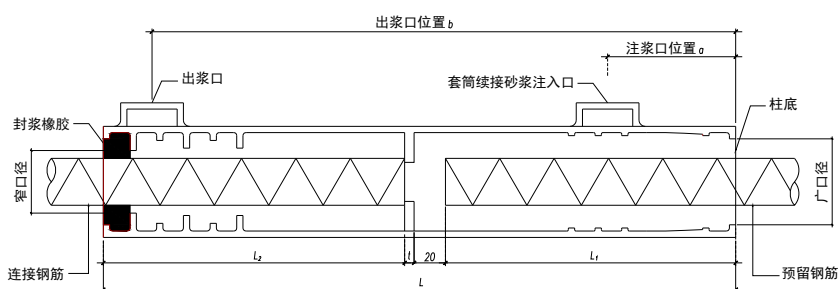


图 10.0.4 套筒式钢筋连接器构造图

L_1 -连接钢筋植入长度； L_2 -预留钢筋植入长度； L -套筒长度

- 1 套筒和钢筋应配套使用；
- 2 预留钢筋伸入套筒内长度的允许偏差范围应为 $0\sim+15\text{mm}$ ；
- 3 连接钢筋和预留钢筋应对中、顺直；
- 4 相邻套筒的净距宜大于 25mm 。

10.0.5 吊装验算应包括以下内容：

- 1 构件深化设计图应说明吊点及支撑位置的加强措施；
- 2 吊装设计时，构件强度验算应充分考虑不同施工阶段的混凝土实际强度；
- 3 设置多个吊点时，应考虑吊装荷载在各吊点间可能的非均匀分布。

11 BIM 技术应用

11.0.1 装配式混凝土结构的规划、设计、制作、运输、施工、竣工交付及运营维护管理等过程宜采用BIM技术。

11.0.2 BIM模型应采用统一的数据格式，满足各专业、各阶段的信息交流要求。选用的BIM平台软件应支持国家现行的相关标准，可实现专业软件间信息的无损传递，支持的数据格式应包含国际通用的IFC标准。

11.0.3 BIM模型的建模深度应满足我国现行《建筑工程设计文件编制深度规定》中的相关要求，可划分为5个建模深度等级：

A级：满足规划设计的深度要求；

B级：满足施工图设计的深度要求；

C级：满足深化设计阶段的深度要求；

D级：满足现场信息化施工的要求，最终形成完整的竣工交付模型；

E级：满足运营维护的要求，为信息化的运维管理系统提供基础数据。

构件信息详细程度应与建模深度等级具有对应关系。

11.0.4 在建筑的全生命周期内，各参与方应用的BIM模型应具有唯一标识性。模型文件名称宜按以下规则命名：编号（专业）+项目（+区域+系统）+日期，中间用（-）符号链接。编号与专业对应关系如表11.0.4所示。

表11.0.4 编号与专业对应表

编号	C	A	S	W	M	E	G	I
专业	综合	建筑	结构	给排水	暖通	电气	勘察	内装

11.0.5 施工图设计阶段可应用BIM模型进行建筑物的性能分析，如日照性能分析、采光性能分析、风环境分析、节能分析、噪音分析等，以满足绿色建筑的要求。

11.0.6 深化设计阶段可应用BIM模型对预制构件中的钢筋、连接件、预埋件、机电管线等进行碰撞检查。叠合板现浇层、预制外挂墙板中的机电管线宜在BIM模型中进行综合布线设计。

11.0.7 预制构件生产阶段可基于BIM模型的整体数据库，在预制构件上附加二维信息码或RFID无线射频芯片，内置信息宜包含以下内容：

工程信息：工程名称，栋号；

设计信息：构件的几何、非几何信息（包含定位尺寸和坐标）；

生产信息：包含材料信息、批次、生产人员、质检等信息；

运输信息：包含运输班次、交接人员等信息；

施工信息：包含交接信息、测量及安装信息、竣工信息、质检信息等；

监理信息：监理人员信息。

现场安装前应扫描构件的二维码或者射频芯片获取相关信息，确认无误后方可开始安装。

11.0.8 现场施工阶段可应用BIM模型进行施工模拟，确定构件的吊运、装配顺序；并形成现场施工阶段的风险防控文档。

12 构件制作与运输

12.1 一般规定

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

12.1.2 预制构件制作前，应对其技术要求和质量标准进行技术交底，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。

12.1.3 预制构件用混凝土的工作性能应根据产品类别和生产工艺要求确定，构件用混凝土原材料及配合比设计应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 和《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281 等的规定。

12.1.4 生产场地及设施应符合下列规定：

1 预制构件的制造应在工厂或符合生产条件的现场进行；

2 制作预制构件的场地应平整坚实，并有排水措施。可采用混凝土台座或钢台座，台座表面应平整；

3 行车、锅炉、叉车等预制生产设备应符合现行国家、行业相关规定。

12.1.5 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。

12.2 构件生产准备与制作

12.2.1 预制构件模具除应满足承载力、刚度、精度和整体稳定性的要求外尚应符合下列规定：

1 预制构件生产的模具应易于拆组，并能可靠抵抗浇筑混凝土时的冲击力、侧压力、振动力以及蒸汽养护所产生的膨胀、收缩而不变形；

2 在条件允许时宜采用定型钢模；对于形状复杂或数量少的构件也可采用木模或其它材质模具制作；

3 进行柱底套筒固定时，应先在柱底模板上固定橡胶环和螺杆，再将套筒连接器套在橡胶环上，拧紧螺杆，套筒与柱底模板应垂直；

4 预制梁的梁端模板应满足梁预留主筋的定位要求；

5 模具表面应均匀涂刷脱模剂。但在预嵌式外饰材（如磁砖、石材）及预埋件等与混凝土的接触面上不得涂刷脱模剂；

6 结合面除设计图纸有特别规定外，应进行粗糙面处理。

12.2.2 预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方法应符合表 12.2.2 规定。

表 12.2.2 预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方法

项 目		允许偏差 (mm)	检 验 方 法
长(宽)度	≤ 6m	1, -2	用尺量平行构件高度方向, 取最大值
	> 6m	2, -4	
截面尺寸	墙板	1, -2	用尺测量两端或中部, 取其中偏差绝对值较大处
	其他构件	2, -4	
对角线差		3	用尺量纵、横两个方向对角线
侧向弯曲		L/1500, 且 ≤ 5	拉线, 用尺量测侧向弯曲最大处
翘曲		L/1500	对角拉线测量交点间距离值的两倍
底模表面平整度		2	用 2 米靠尺和塞尺量
组装缝隙		1	用塞片或塞尺量
端模与侧模高低差		1	用尺量测

12.2.3 带外装饰面的预制混凝土构件宜采用水平浇筑一次成型反打工艺, 需符合下列要求:

- 1 外装饰石材、面砖的图案、分格、色彩、尺寸应符合设计要求;
- 2 外装饰石材、面砖铺贴之前应清理模具, 并按照外装饰敷设图的编号分类摆放;
- 3 石材、面砖底模之间宜设置垫片保护;
- 4 石材、面砖敷设前, 应按尺寸和标高在模具上设置控制标记, 并按标记固定和校正石材和面砖, 石材背面应用不锈钢卡勾与混凝土进行机械连接;

5 石材、面砖敷设后, 表面应平整, 接缝的宽度和深度应符合设计要求。

12.2.4 钢筋的加工、安装应满足下列要求:

- 1 钢筋的品种、级别、规格和数量应符合设计要求;
- 2 钢筋的接头方式、位置应符合设计和规范的要求;
- 3 预制梁、柱钢筋的下料误差应依据表 12.2.4-1 的要求执行;

表 12.2.4-1 钢筋加工的允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)
受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸	±10
弯起钢筋的弯折位置	±20
箍筋内净尺寸	±5
柱主筋长度	+10, 0
梁主筋长度	±10

4 柱主筋安装时, 宜逐根插入套筒连接器内, 主筋插入套筒内的深度应符合设计规定;

套筒上的注浆管应定位准确、安装稳固，防止漏浆；

5 钢筋安装应符合表 12.2.4-2 的规定；

表 12.2.4-2 钢筋安装的允许偏差和检验方法

项 目		允许偏差(mm)	检查方法	
预制柱、梁 绑扎钢筋网	长	±10	钢尺检查	
	宽、高	±5	钢尺检查	
预制板、墙 绑扎钢筋网	长、宽	±10	钢尺检查	
	高(厚)	±5	钢尺检查	
受力钢筋	间距	±10	钢尺量两端、中间各一点， 取最大值	
	排距	±5		
	梁端部锚固长度		±10	钢尺检查
	保护层 厚度	柱、梁	±5	钢尺检查
板、墙		±3	钢尺检查	
绑扎箍筋、横向钢筋间距		±20	钢尺量连续三档，取最大值	
组装成形多螺箍筋的圆形直径、箍筋间距		±5	钢尺量连续三档，取最大值	
钢筋弯起点位置		20	钢尺检查	

6 钢筋笼吊运及入模时应注意避免变形，必要时可采用平衡吊架多点吊具，使钢筋笼受力均匀，保证安装精度；

7 入模前应先安装预制构件钢筋笼的钢筋间隔件，以确保钢筋的保护层厚度。

12.2.5 钢筋笼入模后应及时固定预埋件，预埋件的安装偏差应符合表 12.2.5 的规定。

表 12.2.5 预埋件安装的允许偏差和检验方法

项 目		允许偏差(mm)	检查方法
连接预埋件	中心线位置	5	钢尺检查
	水平高差	+3, 0	钢尺和塞尺检查
制作安装用预埋件	中心线位置	30	钢尺检查
	水平高差	0, -5	钢尺和塞尺检查

12.2.6 混凝土预制构件的浇筑与养护应符合下列要求：

1 混凝土浇筑时应采用机械振捣，根据工艺要求可选择插入式振捣棒、平板振动器、附着式振动器或振动台等方式；

2 浇筑混凝土时应避免单点振动过久，振动时间应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 要求；

3 应避免振捣棒直接作用在预埋件或钢筋笼上，防止预埋件或钢筋脱离、偏位；

4 浇筑混凝土前，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。

12.2.7 夹心外墙板采用平模工艺生产时，应先浇筑外叶墙体混凝土层，再安装保温材料和拉结件，最后浇筑内叶墙体混凝土层；当采用立模工艺生产时，应同步浇筑内外叶墙体混凝土层，并应采取可靠措施保证保温材料及拉结件的位置准确。

12.3 预制构件的混凝土养护

12.3.1 预制构件混凝土浇筑应按规定留置同条件养护试块和标准养护试块。

12.3.2 混凝土浇筑完毕后应及时采取有效的养护措施，可根据需要选择自然养护、热模养护、覆盖养护或蒸汽养护等方式。预制构件混凝土自然养护的要求与现浇混凝土一致。

12.3.3 蒸汽养护应由构件生产企业根据具体情况确定养护制度，并按要求严格控制升降温速度和最高温度，并满足以下要求：

- 1 构件混凝土应在初凝完成并静停 2~6h 后，再进行加热升温；
- 2 控制升温及降温速度不应超过 20℃/h；
- 3 养护阶段最高温度不宜超过 70℃；
- 4 停止加热后，应让构件缓慢降温，避免混凝土构件因温度突变产生收缩裂缝，降温速度不宜大于升温速度；
- 5 构件离开蒸汽房或掀开覆盖膜时与外界环境温差不宜大于 20℃。

12.3.4 预制构件在脱模起吊、厂内转运时，混凝土立方体抗压强度应满足设计要求且不应小于 15 N/mm²；

12.4 运输与堆放

12.4.1 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、运输线路、固定要求、堆放支垫及成品保护措施等。对于超高、超宽、形状特殊的大型构件的运输和堆放应有专门的质量安全保证措施。

12.4.2 存放构件的场地应平整坚实并保持排水良好。堆放构件时应使构件与地面之间留有空隙，堆垛之间宜设置通道，必要时应设置防止构件倾覆的支撑架。

12.4.3 预制构件的运输车辆应满足构件尺寸和载重要求。

12.4.4 堆放构件时应保证最下层构件垫实，预埋吊环向上，标志向外。

12.4.5 垫木或垫块在构件下的位置应与脱模、吊装时的起吊位置一致。重叠堆放构件时，每层构件间的垫木或垫块应在同一垂直线上。

12.4.6 堆垛层数应根据堆放场地的地基承载力和构件、垫木或垫块的强度及堆垛的稳定性确定，需符合下列规定：

- 1 预制柱、梁堆置层数不宜超过 3 层，且高度不宜超过 2.0m；

2 预制叠合梁堆置层数不宜超过 2 层，且高度不宜超过 2.0m；

3 预制墙、预制叠合板堆置层数不宜超过 6 层，且高度不宜超过 2.0m。

12.4.7 预制构件的出厂运输需符合下列规定：

1 出厂构件强度的确定应考虑运输荷载及施工阶段构件承受荷载对构件产生的不利影响；

2 吊索与构件水平面所成夹角不宜小于 60° ，不应小于 45° ；

3 构件支承的位置和方法，应根据其受力情况确定，但不得超过构件承载力或引起构件过大的变形，预制构件出厂时应有支撑位置的明确标示；

4 构件装运时应绑扎牢固，防止移动或倾倒；

5 在运输细长构件时，行车应平稳，并可根据需要对构件采取临时固定措施；

6 构件出厂前，应将杂物清理干净。

12.4.8 装卸构件的顺序应考虑车体平衡，避免因构件重量和冲击作用造成车体倾覆。

12.4.9 预制构件成品保护需符合以下要求：

1 在运输过程中宜对预制构件及其上的建筑附件、预埋件等采取施工保护措施，避免出现破损或污染现象；

2 在装卸构件时，对构件边角部或链索接触面处的混凝土，宜采用垫衬加以保护。

13 施工

13.1 一般规定

13.1.1 进入现场的预制构件，其外观质量、尺寸偏差及结构性能应符合设计要求，并通过进场验收。

13.1.2 装配式结构施工前应编制专项施工方案和相应的计算书，并经监理审核批准后方可实施。计算书应包含以下内容：

- 1 预制墙、柱垫片下方混凝土的局部受压承载力验算；
- 2 预制构件的支撑体系的设计计算；
- 3 预制构件的安装吊点、吊具的设计计算。
- 4 危险性较大的装配式工程，其专项施工方案应按规定组织专家论证

13.1.3 现场安装施工的允许偏差应符合设计要求。当设计未做规定时，应符合表 15.5.5 的规定。

13.2 安装准备

13.2.1 装配式结构施工前，需先复核测量控制点，测量控制点闭合差要求如下：

- 1 标高闭合差应小于 2 mm；
- 2 距离闭合差应小于 3mm 与 1/15000 的较小值；
- 3 角度闭合差应小于 20 秒与 $10\sqrt{n}$ 较小值。（n 为测量控制点数）

13.2.2 预制构件堆放时的支承位置和方法应符合本规程第 12.4.6 要求。

13.2.3 预制构件安装前应按设计要求在构件和相应的支承结构上标志中心线、标高等控制尺寸，校核预埋件及连接钢筋的正确性。

13.2.4 预制构件应按深化设计图纸要求进行安装。起吊时绳索与构件水平面的夹角不宜小于 45°，否则应采用吊架或进行验算。

13.2.5 预制构件安装就位后，应采取临时固定措施保证构件的稳定性，并应根据水准点和轴线进行校正。

13.2.6 预制构件的吊装应满足下列要求：

- 1 预制构件吊装应采用半自动脱钩吊具或吊篮载人脱钩，减少作业人员登高次数；
- 2 当支撑高度超过 3.5m 时，可调顶撑应加设纵横向水平杆件。

13.3 预制柱、剪力墙的安装施工

13.3.1 预制柱安装施工前的基础处理措施如下：

1 当采用杯口基础时，在预制柱安装前应先以垫块垫至设计标高；

2 当采用筏式基础、桩基承台或预制结构与现浇结构转换时，预埋的柱主筋平面定位误差需控制在 2mm 以内，标高误差需控制在 0mm~15mm 以内；

3 可采取定位架或格栅网等辅助措施，以确保预埋柱主筋定位误差符合规定。

13.3.2 预制柱、预制剪力墙安装应符合如下规定：

1 安装前应清洁预制柱、墙的结合面及预留钢筋，并确认套筒连接器内无异物；

2 安装前应放样出边线以保证预制柱、墙就位准确；

3 预制柱、墙安装的平面定位误差不得超过 10mm，预制柱、墙就位后应立即用可调斜撑作临时固定；

4 当预制柱、墙就位后，使用防风型垂直尺或其它仪器检测垂直度，并用可调斜撑调整至垂直，垂直度偏差应控制不大于 1/500 且顶部偏移不大于 5mm，预制柱完成垂直度调整后，应在柱子四角加塞垫片增加稳定性及安全性；

5 套筒连接器内的灌浆料强度达到 35MPa 后，方可拆除预制柱、墙的支撑。

13.3.3 预制柱、墙底套筒灌浆施工应符合如下规定：

1 施工前准备工作：

1) 柱、墙底周边封模可采用砂浆、钢材或木材材质，围封材料需能承受 1.5MPa 的灌浆压力；

2) 量测当日气温、水温及无收缩灌浆料温度。冬季施工，需选用低温型无收缩灌浆料；

3) 施工前应检查套筒并清洗干净。应使用的压力不小于 1.0MPa 的灌浆机，且灌浆管内不应有水泥硬块。

2 灌浆施工：

1) 无收缩灌浆料应按照生产厂家规定的用水量拌制；

2) 无收缩灌浆料应在搅拌均匀后再持续搅拌 2 分钟；

3) 灌浆时由柱底套筒下方灌浆口注入，待上方出浆口连续流出圆柱状浆液，再采用橡胶塞封堵。如出现无法出浆的情况，应立即停止灌浆作业，查明原因及时排除障碍；

4) 冬季施工时，低温型无收缩灌浆料应用温水拌和，使搅拌后的灌浆料温度不低于 15℃ 不高于 35℃。灌注后，连接处应采取保温措施，使连接处温度维持 10℃ 以上，不少于 7 天。

13.3.4 套筒连接器灌浆作业所需材料、机具和人员应满足专项控制要求。

13.4 叠合梁、板的安装施工

13.4.1 预制梁安装应符合如下规定：

1 预制梁安装前应检查柱顶标高，当同一节点的预制框架梁梁底标高不一致时，应依照

设计标高在柱顶安装梁底调整托座；

- 2 预制框架梁安装时，预制梁伸入支座的长度不宜少于 20mm；
- 3 预制次梁安装时，搁置长度不应少于 30mm，同时应满足本规程相关规定；
- 4 压形钢板或预制楼板固定完成后，预制次梁与预制框架梁之间的凹槽应采用灌浆料填充。

13.4.2 预制楼板安装应符合如下规定：

- 1 安装预制楼板前应检查框架梁、次梁的梁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 预制楼板之间的缝隙应满足设计要求；
- 3 预制楼板吊装完后应有专人对板底接缝高差进行校核；如叠合楼板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。

13.4.3 叠合梁板受弯构件的施工应符合下列规定：

- 1 叠合构件的支撑应根据深化设计要求设置；
- 2 施工荷载不应超过设计规定，并应避免单个预制楼板承受较大的集中荷载；
- 3 未经设计允许不得对预制楼板进行切割、开洞；
- 4 在混凝土浇筑前，应校正预制构件的外露钢筋。

13.4.4 叠合梁、板应待现浇混凝土强度达到设计要求后，方可拆除临时支撑。

13.5 外挂墙板的安装施工

13.5.1 外挂墙板的施工可按下列施工流程进行：

- 1 测量及板块放样，测定垂直面控制线；
- 2 应在吊装前统计墙体预埋件的埋设误差，若偏差过大则需与设计单位确认修改方案；
- 3 进行角部板块安装与固定；
- 4 依次进行其他板块的安装，并逐面逐层进行调整；
- 5 节点连接固定；
- 6 室内外接缝密封防水作业。

13.5.2 板块的起吊翻转应根据深化设计的要求进行。大型板块吊装时，应使用平衡杆起吊及揽风绳，以免翻转。

13.5.3 外墙板接缝防水施工应符合下列规定：

- 1 防水施工前应将墙体接缝空腔清理干净；
- 2 应按设计要求填塞背衬材料；
- 3 密封材料填嵌应饱满、密实、均匀、顺直、表面光滑，厚度应满足设计要求。

13.6 其他构件的安装施工

13.6.1 梁柱节点的施工应符合下列规定：

1 梁柱节点内钢筋绑扎完成后，应将节点内的杂物清理干净，经隐蔽验收合格后方可封模；

2 二次浇筑面应洒水湿润后方可浇筑节点混凝土；

3 节点混凝土强度等级与楼面混凝土不同时，宜设置钢丝网后方可浇筑节点混凝土；

4 节点混凝土浇筑后，应及时采取养护措施；

5 梁柱节点混凝土强度未达到设计要求时，不得安装本节点后续的预制构件。

13.6.2 预制楼梯的施工应符合下列规定：

1 预制楼梯安装前应检查楼梯构件平面定位及标高；

2 预制楼梯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。

13.6.3 预制叠合阳台板、空调板的施工应符合下列规定：

1 预制板安装前应检查梁混凝土面的标高；

2 预制板吊装完后应有专人对板底接缝高差进行校核；如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 预制板应待现浇混凝土强度达到设计要求后，方可拆除临时支撑；

4 预制板就位后应立即调整并固定，避免因震动造成的偏差及危险。

14 安全技术措施

14.1 一般规定

14.1.1 在预制装配式混凝土构件的制作、运输、安装等过程中，生产经营单位均应遵守《中华人民共和国安全生产法》，采取必要的安全生产技术措施，确保安全生产。

14.1.2 预制构件生产单位应建立安全生产管理制度；预制构件运输单位应制定安全运输管理措施；预制装配式混凝土结构施工前，施工单位应编制安全施工、环境保护专项方案和安全应急预案。

14.1.3 预制构件制作过程应符合《机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》GB/T 8196、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33、《特种设备安全监察条例》、《起重机械安全监察规定》的有关规定。

14.1.4 预制构件运输应严格遵守现行《中华人民共和国道路交通安全法》、《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》的有关规定。

14.1.5 作业人员应进行安全生产教育和培训，未经安全生产教育和培训合格的作业人员不得上岗作业。

14.1.6 预制装配式混凝土施工过程中应采取安全措施，并应符合现行行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59、《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等的有关规定。

14.1.7 高空作业的各项安全措施经检查不合格时，严禁进行高空作业。

14.2 生产安全

14.2.1 外露的机械转动设备、皮带传动部位以及输送流体管道接口法兰处应设置安全防护装置，且于明显处设立安全警示标志。

14.2.2 混凝土布料完成后，60分钟内不再进行布料，应对输送料斗及布料机进行清洗，清洗时关掉油泵并挂停机警示牌。

14.2.3 电气控制柜门或按钮箱的柜门必须上锁挂记铭牌，由电气维修人员或专业操作人员打开进行相应的工作，其它人员严禁私自打开控制箱或操作箱的柜门进行作业。

14.2.4 确保气动管路、各接头等气动系统相关部件无漏气现象，气管应固定牢靠。

14.3 运输安全

14.3.1 构件运输宜选用底平板车，车上应设有专用固定支架或采用钢丝绳、夹具固定，且固定位置不应少于三处。

- 14.3.2 预制柱、梁、楼板等构件宜平放，且上层构件的长度不宜大于下层构件的长度。
- 14.3.3 预制外挂墙板、剪力墙、楼梯等构件宜立放，且有防移动、防倾倒技术措施。
- 14.3.4 施工现场宜设置起吊设备及运输车辆可进出的道路、场地，道路、场地应平整坚实，并有可靠的排水措施。

14.4 施工安全

- 14.4.1 吊装作业前的准备工作应满足下列要求：
 - 1 吊装作业人员应持证上岗，作业前应逐级进行书面安全交底；
 - 2 起吊前应检查起重机械、吊具、钢索是否完好。
- 14.4.2 预制构件、操作架、围档在吊升时，应在吊装区域下方设置安全警示区域，安排专人监护，非作业人员严禁入内。
- 14.4.3 吊运预制构件时，构件下方禁止站人，应待吊物降落至离地1m以内方准靠近，就位固定后方可脱钩。
- 14.4.4 起吊构件时，应采取避免预制混凝土构件变形及倾覆的措施。
- 14.4.5 构件起吊时应平稳，规格较大的梁、楼板、墙板等构件应采用专用多点吊架进行起吊。
- 14.4.6 安装首榀构件或每天吊至楼层或屋面上的构件未安装完时，应采取牢靠的临时固定措施。
- 14.4.7 外挂墙板等竖向构件吊装下降时，构件底部应系好缆风绳控制构件转动，保证构件就位平稳。竖向构件基本就位后，应立即利用斜向支撑将竖向构件与楼面临时固定，确保竖向构件稳定后摘除吊钩。斜向支撑安装在竖向构件的同一侧面。
- 14.4.8 采用装配外挂式围护脚手架，当脚手架标高处于施工层下面一层，应分别在外脚手架外侧和施工层作业面的外临边位置加设施工安全维护。禁止主体施工作业面高于脚手架2层。
- 14.4.9 施工作业层不得超载。作业层四周应有可靠的安全防护措施。
- 14.4.10 遇到雨、雾等恶劣天气，或者风力大于6级时，不得吊装预制构件。
- 14.4.11 高空操作人员必须穿戴好安全帽、防滑鞋，系好安全带。在进行电、气焊作业时，必须有专人看守，并采取有效的防火措施。

15 检测检验

15.1 一般规定

15.1.1 涉及结构安全的材料、试件、施工工艺和结构的重要部位应进行见证检测或实体验检。

15.1.2 同一项目中由相同施工单位施工的多个单位工程，使用同一生产厂家的同品种、同规格、同批次的预制构件、连接材料、防水材料等，可合并进行进场验收。

15.1.3 本规范中采用计数检验的项目，除有专门要求外，一般项目的合格点率应达到 80%以上，且不得有严重缺陷。

15.1.4 结构实体验检的内容包括预制构件结构性能检验、装配式结构连接性能检验。

1 预制构件结构性能检验应包括承载力、挠度和裂缝宽度检验；

2 装配式结构连接性能检验的内容应包括连接节点部位的后浇混凝土强度、钢筋套筒连接灌注浆体强度及密实度、构件接缝部位灌注浆体强度、钢筋保护层厚度以及工程合同约定的项目；必要时可作结构原位加载检验。

15.2 生产检测

15.2.1 制作预制构件的钢筋、水泥、砂、石、掺合料、水、保温材料、装饰材料、套筒、灌浆材料、防水材料和外加剂等原材料应提供产品合格证明文件，并按国家现行标准进行复验，合格后方可使用。

检验数量和检验方法：按照国家标准的相关规定。

15.2.2 预制构件钢筋连接用套筒，应按规定进行型式检验。

检查数量和检验方法：按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的相关规定。

15.2.3 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。

检验数量：每种规格的连接接头试件数量不应少于 3 个。

检验方法：按《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的相关规定。

15.2.4 制作预制构件的混凝土强度应符合设计文件及现行国家标准要求。

检验数量：按构件生产批次在混凝土浇筑地点随机抽取标准养护和同条件养护试件，取样频率应符合下列规定：

1 每拌制 100 盘且不超过 100m³ 同配合比混凝土，取样不得少于 1 次；

2 每工作班拌制的同一配合比的混凝土不足 100 盘时，取样不得少于 1 次；

3 每次制作试件不应少于 3 组，其中 1 组进行标准养护。

检验方法：检查标养及同条件混凝土强度试验报告。

15.2.5 预制构件应检查其质量证明文件和表面标识，以及构件上的预埋件、插筋和预留孔洞的规格、位置和数量。表面标识应标明生产单位、构件型号、生产日期和质量验收标志。预制构件的质量、标识应符合本规范和国家现行相关标准以及设计的有关要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查质量证明文件；观察、量测。

15.2.6 预制构件的外观质量不应有严重缺陷。构件的外观质量应符合表 15.2.6 的规定。对已经出现的严重缺陷，应按技术处理方案进行处理，并重新检查。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察，检查技术处理方案。

表 15.2.6 结构外观质量缺陷

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\连接件松动	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、边凸肋等	清水混凝土构件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

15.2.7 预制构件的外观质量不宜有一般缺陷。对已经出现的一般缺陷，应按技术处理方案进行处理，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。

15.2.8 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、安装和使用功能的部位，应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：量测，检查技术处理方案。

15.2.9 预制构件尺寸的允许偏差应符合表 15.2.9 的规定。

表 15.2.9 预制构件尺寸允许偏差和检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
长度	板、梁、柱、 桁架	<12m	±5
		≥12m 且 <18m	±10
		≥18m	±20
	墙板	±4	丈量检查
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	丈量检查
	孔尺寸	±5	
预留洞	中心线位置	10	丈量检查
	洞口尺寸、深度	±10	
门窗口	中心线位置	5	丈量检查
	宽度、高度	±3	
预埋件	预埋件锚板中心线位置	5	丈量检查

	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	
	线管、电盒、木砖、吊环与构件表面混凝土高差	0, -10	
预留插筋	中心线位置	3	尺量检查
	外露长度	±5	
键槽	中心线位置	5	尺量检查
	长度、宽度、深度	±5	

注：1、L为构件长度（mm）。

2、检查中心线、螺栓和孔道位置时，应沿纵横两个方向量测，并取其中偏差较大值。

15.2.10 预制构件出厂前应检查其混凝土强度是否满足国家现行有关标准要求。

检验数量：混凝土生产工艺、强度等级相同的同类构件的检测应采用批量检测。按批量进行检测时，应随机抽取构件，抽检数量不宜少于同批构件总数的30%且不宜少于10件。

检验方法：按国家现行标准《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T23规定进行。

15.2.11 预制构件出厂前应检查其主要受力钢筋数量及保护层厚度是否满足国家现行有关标准要求。

检验数量：对梁类、板类构件应各抽取构件数量的2%，且不少于5个构件进行检验；当有悬挑构件时，抽取的构件中悬挑梁类、板类构件所占比例不宜小于50%。对选定的梁类构件，应对全部纵向受力钢筋的保护层厚度进行检验；对选定的板类构件，应抽取不少于6根纵向受力钢筋的保护层厚度进行检验。

检验方法：按照GB50204附录E进行结构实体钢筋保护层厚度检验。

15.2.12 出厂的预制构件应按设计要求的试验参数及检验指标进行结构性能检验。结构性能检验不合格的预制构件不得出厂，承担结构性能检验的单位应具有建筑主体结构工程现场检测资质。

检验数量：对成批生产的构件，应按同一生产工艺正常生产的不超过1000件且不超过3个月同类产品为一批。当连续检验10批且每批的结构性能检验结果均符合要求时，对同一

工艺正常生产的构件，可改为不超过 2000 件且不超过 3 个月的同类型产品为一批，在每批中应随机抽取一个构件，作为试件进行检验。当扩大检验批后的检验出现一次不合格情况时，应按扩大前的检验批容量重新验收。

检验方法：按国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 规定进行。

15.3 进场检测

15.3.1 进入现场的预制构件应标明生产单位、构件型号、生产日期和质量验收标志。构件上的预埋件、插筋和预留孔洞的规格、位置和数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：对照设计文件进行观察、量测。

15.3.2 进入现场的预制构件外观质量不应有严重缺陷，构件的外观质量应符合表 15.2.6 的规定。对已经出现的严重缺陷，应按技术处理方案进行处理，并重新检查。

检验数量：全数检查。

检验方法：观察。

15.3.3 进入现场的预制构件尺寸偏差和检验方法应分别符合表 15.2.9 的要求。

检验数量：同类型构件，抽查 5%且不应少于 5 件，若少于 5 件则全数检查。

检验方法：量测检查。

15.3.4 水泥基灌浆料应按规定进行材料性能复验。

检查数量和检验方法：按照现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T50448 相关规定。

15.3.5 连接螺栓、锚栓、铆钉、套筒和焊接材料应按规定进行进场复验。

检查数量和检验方法：按照现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 相关规定。

15.4 连接检测

15.4.1 预制构件的连接检测应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的要求执行。

15.4.2 钢筋套筒灌浆连接及浆锚搭接连接的灌浆料强度应满足设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一个检验批；每工作班应制作一组且每层不应少于 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。

15.4.3 套筒灌浆连接接头的型式检验和施工现场检验除应按现行行业标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107 的有关规定执行外，应在施工前现场同条件制作接头试件，养护 28 天

后测定接头的抗拉强度应满足设计要求，套筒灌浆连接接头检验应以每层或 500 个接头为一个检验批。

检查数量：每个检验批检测数量不应少于 3 个。

检验方法：检测套筒灌浆连接接头的抗拉强度。

15.4.4 剪力墙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；每工作班应制作一组且每层不应少于 3 组边长为 70.7mm 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。

15.4.5 预制构件与结构之间的连接应符合设计要求，连接处钢筋或埋件采用焊接或机械连接时，接头质量应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18、《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107 的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录、隐蔽验收记录和复验报告。

15.4.6 预制构件与结构之间不得有影响结构受力性能的裂缝，裂缝的宽度和深度应符合相关标准和设计的要求。

检查数量：每个检验批检测数量不应少于 3 个。

检验方法：检测裂缝的宽度和深度。

15.4.7 后浇混凝土强度应符合设计要求。

检查数量：按批检验，同一配合比、每个工作班且建筑面积不超过 1000m² 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。

检验方法：按《混凝土强度检验评定标准》GB/T50107 的要求进行。

15.4.8 预制构件外挂墙板连接混凝土结构的螺栓、紧固标准件及螺母、垫圈等配件，其品种、规格、性能应符合现行国家标准和设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查产品的质量合格证明文件。

15.4.9 外挂墙板的安装连接节点应在封闭前进行检查并记录，节点连接应满足设计要求，检验方法可按现行国家标准《钢结构施工质量及验收规范》GB 50205 的相关规定执行。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

15.4.10 外挂墙板连接板缝的防水止水条，其品种、规格、性能应符合现行国家产品标准和设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查产品的质量合格证明文件、复验报告和隐蔽验收记录。

15.4.11 外挂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 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。

检验方法：检查现场淋水试验报告。

15.4.12 连接螺栓应按包装箱配套供货，包装箱上应标明批号、规格、数量及生产日期。螺栓、螺母、垫圈外表面应涂刷防锈漆或喷涂等处理。外观表面应光洁、完整。栓体不得出现锈蚀、裂缝或其它局部缺陷，螺纹不应损伤。

检查数量：按包装箱抽查 5%，且不应少于 3 箱。

检验方法：开箱逐个目测检查。

15.5 结构实体检测

15.5.1 对涉及结构安全的柱、墙、梁等重要部位应进行结构实体检验。结构实体检验应在监理工程师见证下，由施工项目技术负责人组织实施。承担结构实体检验的实验室应具有相应资质。

15.5.2 对预制构件、后浇混凝土或灌注浆体的强度检验，应在浇注地点制备并与结构实体同条件养护的试件强度为依据。也可按国家现行标准规定采用非破损或局部破损的检测方法检测。

15.5.3 对预制构件、后浇节点的结构性能、钢筋保护层厚度及同条件养护试件的强度等检验应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 及相关标准的有关规定进行。

15.5.4 当未能取得同条件养护试件强度、同条件养护试件强度被判为不合格或钢筋保护层厚度不满足要求时，应委托具有相应资质等级的检测机构按国家有关标准的规定进行检测。

15.5.5 预制构件安装就位后，应根据水准点和轴线校正位置。混凝土预制构件安装的尺寸偏差应符合表 15.5.5 的规定。

检测数量 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，强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。

表 15.5.5 混凝土预制构件安装的尺寸允许偏差

项目	允许偏差(mm)	允许偏差(mm)	检验方法
构件中心线对轴线位置	基础	15	尺查检查
	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	<5m	5	经纬仪或全站仪量测
		≥5m 且 <10m	10	
		≥10m	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			

15.5.6 对于进场不做结构性能检验的预制构件，应采取下列措施：

- 1 监理单位代表应驻厂监督制作过程，并参加预制构件的隐蔽验收；
- 2 当无驻厂监督时，预制构件进场时应对预制构件主要受力钢筋数量、规格、间距及混凝土强度、混凝土保护层厚度等进行实体验收。

16 工程验收

16.1 一般规定

16.1.1 装配式混凝土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的分项工程进行验收。

装配式混凝土结构按子分部工程进行验收时，可划分为预制构件、安装与连接等分项工程。各分项工程可根据与生产和施工方式相一致且便于控制质量的原则，按进场批次、工作班、楼层、结构缝或施工段划分为若干检验批。

装配式结构验收除应符合本规程规定外，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的有关规定。

16.1.2 装配式混凝土结构检验批、分项、子分部工程验收，应分别符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300第5.0.1条、第5.0.2条、第5.0.3条的规定，并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、《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB50210、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205等的相关规定；施工质量不符合要求时的处理，应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300第5.0.6条的规定。

16.1.3 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。

16.1.4 预制构件外墙挂板连接混凝土结构的螺栓、紧固标准件及螺母、垫圈等配件，其品种、规格、性能等应符合现行国家标准和设计要求。

16.1.5 检验批的一般项目当采用计数抽样检验时，除有专门要求外，其在检验批范围内及某一构件的计数点中的合格点率均应达到80%及以上，且均不得有严重缺陷和偏差。

16.1.6 装配式混凝土结构子分部工程的质量验收，应在相关分项工程验收合格的基础上，进行质量控制资料检查及观感质量验收，并应对涉及结构安全的、有代表性的部位进行结构实体检验。

16.1.7 装配式混凝土结构验收时，应提供下列文件和记录：

- 1 工程设计文件、预制构件制作和安装的深化设计图、设计变更文件；
- 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 钢筋接头的试验报告；
- 4 预制构件制作隐蔽验收记录和验收记录；
- 5 预制构件安装施工记录；
- 6 钢筋套筒灌浆、浆锚搭接连接等钢筋连接的施工检验记录；
- 7 后浇混凝土和外墙防水施工的隐蔽工程验收记录；

- 8 后浇混凝土、灌浆料、坐浆材料强度检测报告；
- 9 结构实体检验记录；
- 10 分项工程质量验收记录；
- 11 重大质量问题的处理方案和验收记录；
- 12 其他必要的文件和记录（包含 BIM 交付资料）。

16.2 主控项目

16.2.1 后浇混凝土强度应符合设计要求。

检查数量:按批检验,检验批应符合本规程第 12.2.4 条的有关要求。

检验方法:按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的要求进行。

16.2.2 钢筋套筒灌浆连接及浆锚搭接连接的灌浆料应密实饱满。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查灌浆施工质量检查记录。

16.2.3 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 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。

16.2.4 预制剪力墙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;每工作班应制作一组且每层不应少于 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。

16.2.5 钢筋采用焊接时,其焊接质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。

检查数量:按现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定确定。

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。

16.2.6 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:按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定确定。

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。

16.2.7 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:按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的要求进行。

16.2.8 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现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 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:按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的要求进行。

16.2.9 当混凝土结构子分部工程施工质量不符合要求时,应按下列规定进行处理:

1 经返工、返修或更换构件、部件的检验批,应重新进行验收;

2 经有资质的检测单位检测鉴定达到设计要求的检验批,应予以验收;

3 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求,但经原设计单位核算并确认仍可满足结构安全和使用功能的检验批,可予以验收;

4 经返修或加固处理能够满足结构安全使用要求的分项工程,可根据技术处理方案和协商文件进行验收。

16.2.10 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、安装和使用功能的部位,应按技术处理方案进行处理,并重新检查验收。

16.3 一般项目

16.3.1 装配式结构尺寸允许偏差应符合设计要求,并应符合本规程表 15.5.5 相关规定。

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 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。

16.3.2 外墙板接缝的防水性能应符合设计要求,并符合本规程第 15.4.11 条的规定。

附录 A 质量验收记录

表 A.0.1 预制构件_____检验批质量验收记录

单位(子单位)工程名称														
分部(子分部)工程名称		验收部位												
生产单位		项目经理												
分包单位		分包项目经理												
执行标准名称及编号														
质量验收规范的规定				生产单位检查评定记录						监理(建设)单位验收记录				
主控项目	1													
	2													
	3													
	4													
一般项目	1													
	2													
	3													
	4													
生产单位检查评定结果		专业工长(施工员)								班组长				
		专业质量检查员: _____ 年 月 日												
监理(建设)单位验收结论		专业监理工程师:(建设单位项目专业技术负责人)												
		_____ 年 月 日												

表 A.0.2 预制混凝土构件出厂合格证

构件名称			合格证编号		
构件型号		规格		供应数量	
制造厂 (生产企业)				企业资质等级、 资质证书编号	
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				构件出厂日期	
性能 检 验 评 定 结 果	混凝土		主筋		
	养护方法	28天抗压强度	试验编号	力学性能	工艺性能
	外观				
	质量状况			规格尺寸	
	承载力	挠度	抗裂检验	裂缝宽度	结构性能试 验编号
结论				备注	
生产单位	技术负责人		质检员	填表日期	
(公章)				年 月 日	

表 A.0.3 装配式结构施工工程检验批质量验收记录

工程名称		分项工程名称		验收部位	
施工单位		专业工长		项目经理	
分包单位		分包项目经理		施工班组长	
施工执行标准 名称及编号					
检查项目	质量验收规范的规定		施工单位检查 评定记录	监理(建设)单位验收记录	
主控项目	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
一般项目	1				
	2				
	3				
	4				
施工单位检查 评定结果	项目专业质量检查员 年 月 日				
监理(建设)单位 验收结论	监理工程师(建设单位项目专业技术负责人) 年 月 日				

表 A.0.4 分项工程质量验收记录

工程名称		结构类型		检验批数	
施工单位		项目经理		项目技术负责人	
分包单位		分包单位负责人		分包项目经理	
序号	检验批部位、区段	施工单位检查 评定结果	监理（建设）单位验收结论		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
检 查 结 论	项目专业技术负责人 年 月 日		验 收 结 论	监理工程师 (建设单位项目专业技术负责人) 年 月 日	

表 A.0.5 混凝土结构子分部工程质量验收记录

工程名称		结构类型		层数	
施工单位		技术部门负责人		质量部门负责人	
分包单位		分包单位负责人		分包技术负责人	
序号	分项工程名称	检验批数	施工单位检查评定	验收意见	
1	钢筋分项工程				
2	预应力分项工程				
3	混凝土分项工程				
4	现浇结构分项工程				
5	装配式结构分项工程				
质量控制资料					
结构实体检验报告					
观感质量验收					
验收单位	分包单位	项目经理 年 月 日			
	施工单位	项目经理 年 月 日			
	勘察单位	项目负责人 年 月 日			
	设计单位	项目负责人 年 月 日			
	监理(建设)单位	总监理工程师 (建设单位项目专业负责人) 年 月 日			

附录 B 多螺箍筋柱

B.0.1 多螺箍筋钢筋混凝土柱的纵向受力钢筋集中于四角对称配置，箍筋由多个连续圆形螺旋箍筋组成，螺旋箍筋间有适当嵌合形成设计所需的约束区域，如图 B.0.1。采用多螺箍筋时，柱的截面宜采用方形截面，边长不宜小于 600mm。

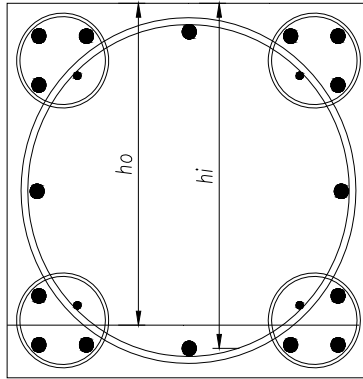


图 B.0.1 多螺箍筋混凝土柱截面配筋

h_i 受拉钢筋 i 至截面受压边缘的距离； h_0 截面有效高度

B.0.2 现浇框架柱及其节点核心区均可采用多螺箍筋形式。预制框架柱节点核心区由于施工排筋限制，其节点核心区也可采用传统方箍筋，柱段采用多螺箍筋。图 B.0.2 为多螺箍筋与一般传统箍筋分段配置方式示意。

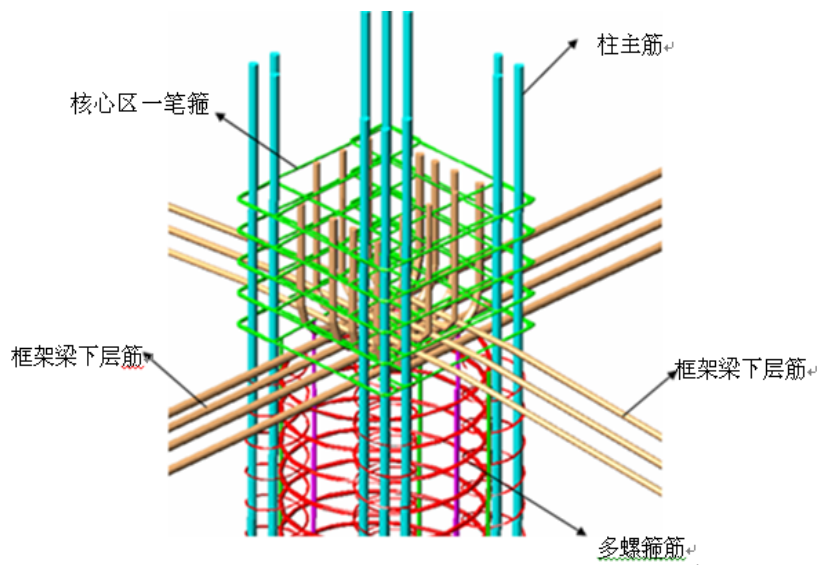


图 B.0.2 多螺箍筋与一般传统箍筋分段配置示意图

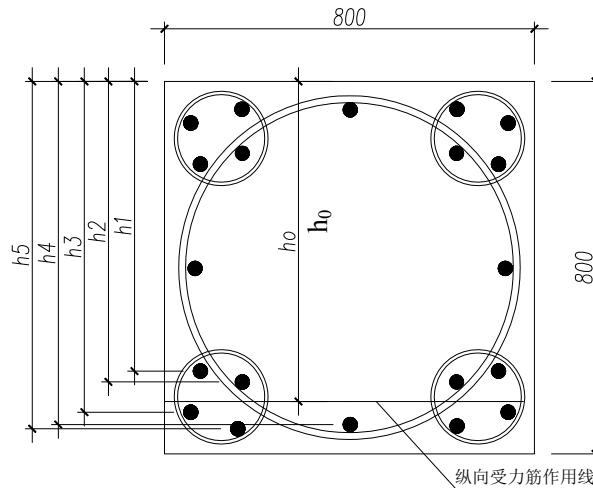
B.0.3 多螺箍筋承载能力极限状态计算

多螺箍筋柱的正截面承载力计算和多螺箍筋柱的斜截面承载力计算及限制条件，按现行国

家规范《混凝土结构设计规范》GB 50010 有关规定执行。截面有效高度 h_0 为纵向受拉钢筋合力点至截面受压边缘的距离，按公式 B.0.3 计算：

$$h_0 = \frac{\sum_{i=1}^n n_i h_i A_{si}}{\sum_{i=1}^n n_i A_{si}} \quad (\text{B.0.3})$$

式中： A_{si} —— 受拉钢筋 i 的截面面积；
 h_i —— 受拉钢筋 i 至截面受压边缘的距离；
 n_i —— 受拉钢筋 i 的根数。



距离 h_i (mm)	钢筋面积 A_{si} (cm ²)	数量 n_i
$h_1=615$	5.07	2
$h_2=685$	5.07	2
$h_3=720$	5.07	2
$h_4=735$	5.07	2
$h_5=740$	5.07	2

图 B.0.3 多螺旋筋柱截面有效高度的计算实例

B.0.4 方形截面的多螺旋筋柱的钢筋配置应满足以下要求：

1 多螺旋筋由一个大圆螺旋筋和四个小圆螺旋筋组成，大圆螺旋筋设置在截面中央，四个小圆螺旋筋设置在四角，小圆螺旋筋与大圆螺旋筋的交汇面积不宜小于小圆螺旋筋面积的30%；

2 当 $0.25 \leq D_1/D_2 \leq 0.4$ 时，大、小螺旋筋交汇区可不设置纵向钢筋。

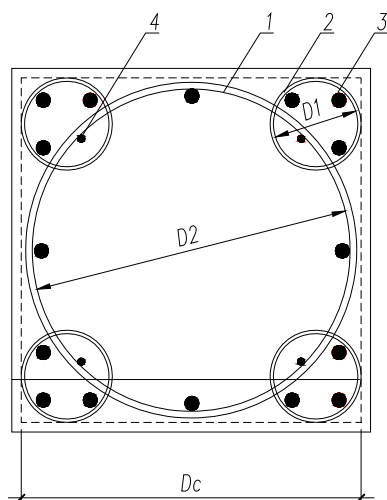


图 B.0.4 方形截面多螺旋箍筋柱的配筋方式

1-大螺旋箍筋；2-小螺旋箍筋；3-柱主筋；4-构造钢筋；

D_1 -小螺旋箍筋螺旋圈直径； D_2 -大螺旋箍筋螺旋圈直径； D_c -方形截面高度扣除箍筋保护层厚度后的截面高度。

3 大圆螺旋箍圆形的最大外径与混凝土保护层相切，最小外径不应小于小圆螺旋箍的圆形外径且不应小于 $0.5D_c$ ；

4 小圆螺旋箍圆形的外缘边宜与保护层两边相切，且不应大于 $0.5D_c$ ，宜取

$$\frac{1}{4}D_2 \leq D_1 \leq \frac{1}{3}D_2；$$

5 小圆螺旋箍的圆形外径不宜小于120mm；

6 多螺旋箍的直径不应小于6mm，不宜大于25mm。

B.0.5 多螺旋箍筋柱的纵向钢筋的位置可根据承载力、施工方便性等要求确定。当纵向受力钢筋间距大于现行国家规范的有关规定时，可增设直径不小于10mm的纵向构造钢筋。纵向构造钢筋作为减少纵向受力钢筋间距的措施，可不伸入梁柱节点，正截面承载力计算时不计入其影响。

B.0.6 多螺旋箍筋柱箍筋加密区箍筋的体积配筋率，按大、小螺旋箍筋分别计算，且应符合式（B.0.6）的规定：

$$\rho_v \geq \lambda_v \frac{f_c}{f_{yv}} \quad (\text{B.0.6})$$

式中： ρ_v —— 柱箍筋加密区的体积配筋率；

f_c —— 混凝土轴心抗压强度设计值；当强度等级低于C35时，按C35取值；

f_{yv} —— 箍筋及拉筋抗拉强度设计值；

λ_v —— 最小配箍特征值，大、小螺旋箍组按复合螺旋箍 λ_v 计入。根据《混凝土结构设计规范》GB50010 中的柱箍筋加密区箍筋的规定，按“螺旋箍、复合或连续复合矩形螺旋箍”选用。

B.0.7 多螺箍筋柱箍筋的体积配筋率，计入大、小多螺箍，箍筋体积配筋率 ρ_v 均按公式(B.0.7)计算。

$$\rho_v = \frac{4A_{ss1}}{d_{cor}s} \quad (\text{B.0.7})$$

式中： A_{ss1} —— 单根螺旋式间接钢筋的截面面积；

d_{cor} —— 大螺旋或小螺旋式箍筋内表面范围内的混凝土截面直径；

s —— 螺旋式箍筋的间距。

B.0.8 多螺箍筋的端部处理及连接应满足下列要求：

- 1 多螺箍筋的末端应做成 135° 弯钩，弯钩末端平直段长度不应小于 $10d$ ， d 为箍筋的直径，箍筋应在相邻两纵筋间搭接且勾住相邻两根纵筋；也可加绕 1.5 圈。
- 2 多螺箍筋的连续可采用焊接、搭接或机械连接。

B.0.9 矩形、扁圆形柱可按图 B.0.9 采用多个连续螺旋箍筋组合形成矩形、扁圆形多螺箍柱。

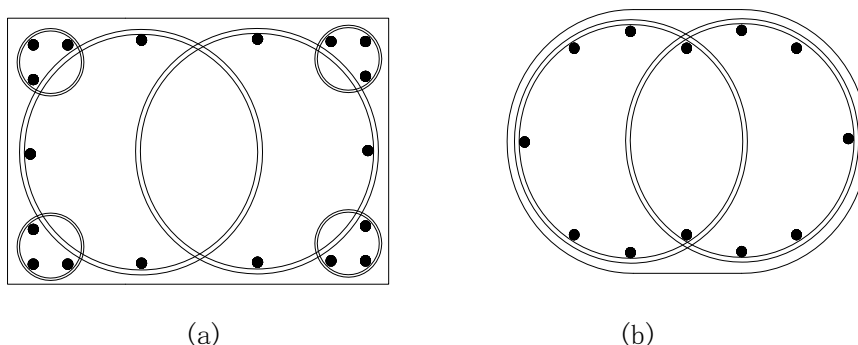


图 B.0.9 矩形、扁圆形多螺箍筋柱截面配筋示意

B.0.10 采用多螺箍筋柱的框架结构或框架-剪力墙结构中的梁、柱、剪力墙和节点构造措施，除应符合本规程要求外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 及现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 有关规定。

B.0.11 多螺箍筋的制作应满足下列要求：

- 1 连续螺旋箍筋宜采用盘圆钢筋加工成形，产品规格应符合设计要求，加工成形的多螺箍筋储放时宜采取防止钢筋变形的措施；
- 2 多螺箍筋的组装可采用辅助定位装置进行。

B.0.12 多螺箍筋柱连续螺旋箍筋的吊装应满足下列要求：

- 1 多螺箍筋箍筋间距可采用附加纵向构造钢筋固定；

2 吊装时应采取辅助措施保证箍筋笼的整体性；

3 现浇柱的纵向钢筋安装宜先于多螺箍筋笼吊装。

B.0.12 多螺箍筋柱的纵向钢筋宜采用焊接配合绑扎方式与箍筋笼固定，焊接数量应满足钢筋笼安装时的稳定要求。

本规程用词说明

- 1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《住宅建筑模数协调标准》GB 50002
- 2 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 3 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 4 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 5 《建筑设计防火规范》GB50016
- 6 《钢结构设计规范》GB50017
- 7 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
- 8 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
- 9 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 10 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 11 《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210
- 12 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
- 13 《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223
- 14 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325
- 15 《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448
- 16 《建筑工程施工组织设计规范》GB 50502
- 17 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 18 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 19 《钢结构工程施工规范》GB 50755
- 20 《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624
- 21 《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683
- 22 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
- 23 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 24 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33
- 25 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46
- 26 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
- 27 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80
- 28 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
- 29 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114
- 30 《外墙面砖工程施工及验收规范》JGJ 126
- 31 《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256

- 32 《高强混凝土应用技术规程》 JGJ/T 281
- 33 《聚氨酯建筑密封胶》 JC/T 482
- 34 《聚硫建筑密封胶》 JC/T 483
- 35 《钢筋连接用灌浆套筒》 JG/T 398
- 36 《钢筋连接用套筒灌浆料》 JG/T 408