

江苏省工程建设标准

DGJ

J 13841—2017

DGJ32/TJ 219—2017

装配整体式混凝土框架结构技术规程

Technical specification for framed structures
comprised of precast concrete components

高清完整版 | 海量资源库

最新标准官方首发群：141160466

2017-04-20 发布

2017-07-01 实施

江苏省住房和城乡建设厅 审定 发布

江苏省工程建设标准

装配整体式混凝土框架结构技术规程

Technical specification for framed structures
comprised of precast concrete components

DGJ32/TJ 219—2017

主编单位：东南大学

润铸建筑工程（上海）有限公司

批准部门：江苏省住房和城乡建设厅

实施日期：2017 年 7 月 1 日

江苏凤凰科学技术出版社

2017 南京

江苏省住房和城乡建设厅

公 告

第 12 号

省住房和城乡建设厅关于发布江苏省工程建设标准 《装配整体式混凝土框架结构技术规程》的公告

现批准《装配整体式混凝土框架结构技术规程》为江苏省工程建设标准，编号为 DGJ32/TJ 219—2017，自 2017 年 7 月 1 日起实施。

该规程由江苏省工程建设标准站组织出版、发行。

江苏省住房和城乡建设厅

2017 年 4 月 20 日

前 言

根据《省住房城乡建设厅关于印发〈2014 年度江苏省工程建设标准和标准设计编制、修订计划〉的通知》（苏建科〔2014〕256 号）要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定了本规程。

本规程共 7 章，主要技术内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 结构设计；5 构造；6 多螺箍筋柱的设计；7 施工与质量验收；附录 A～附录 C。

本规程由江苏省住房和城乡建设厅负责管理，由东南大学负责具体技术内容的解释。各单位在执行过程中若有修改意见或建议，请反馈至江苏省工程建设标准站（地址：南京市江东北路 287 号银城广场五座五楼；邮政编码：210036）。

本规程所涉及的知识产权，所有权人承诺在公平、合理、无歧视基础上，免费许可任何组织或者个人在应用本规程时实施其知识产权。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主 编 单 位：东南大学

润铸建筑工程（上海）有限公司

参 编 单 位：江苏省建筑设计研究院有限公司

南京长江都市建筑设计股份公司

南京大地建设集团

主要起草人：吕志涛 冯 健 吴子良 詹耀裕 金如元

刘亚非 汪 杰 吴 刚 张 晋 李 宁

唐雪梅 蔡建国 陈 耀

主要审查人：刘伟庆 包红燕 张松林 汪 凯 金孝权

沈中标 姜月林

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	5
3.1	适用高度和抗震等级	5
3.2	材料	7
3.3	预制构件	7
3.4	作用效应组合	8
4	结构设计	13
4.1	一般规定	13
4.2	内力分析	14
4.3	构件设计	16
4.4	接缝受剪承载力计算	17
5	构造	19
5.1	构造要求	19
5.2	连接构造	20
6	多螺箍筋柱的设计	34
6.1	一般规定	34
6.2	承载能力极限状态计算	34
6.3	构造规定	35
7	施工与质量验收	38
7.1	一般规定	38
7.2	构件制作	39
7.3	堆放	42

7.4	运输	43
7.5	构件验收	44
7.6	安装作业	45
7.7	施工安全管理	48
7.8	施工安装验收	49
附录 A	格子梁板连接构造	51
附录 B	外挂墙板	57
附录 C	多螺箍筋柱的施工	67
	本规程用词说明	69
	条文说明	71

1 总 则

1.0.1 为了在装配整体式混凝土框架结构的设计、施工及验收中，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于抗震设防烈度为 6 度至 8 度地区的装配整体式混凝土框架结构和装配整体式混凝土框架-现浇剪力墙结构的设计、施工及验收。

1.0.3 装配整体式混凝土框架结构的设计、施工及验收，除了应符合本规程外，尚应符合国家现行相关标准的规定。

高清完整版 | 海量资源库

最新标准官方首发群：141160466

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 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而成的装配整体式混凝土结构。简称“装配整体式框架结构”。

2.1.2 连续复合箍筋 continuous stirrups

利用自动弯折机将一根钢筋连续缠绕制作形成，用于柱内的矩形箍筋。简称“一笔箍”。

2.1.3 多螺箍筋 multi-spiral shear reinforcement

由多个连续圆形螺旋箍筋组合而成的箍筋形式，可结合柱截面尺寸进行适当组合，螺旋箍筋间有适当嵌合形成设计所需的约束区域。

2.1.4 多螺箍筋柱 multi-spiral shear reinforcement columns

采用多螺箍筋的钢筋混凝土柱。

2.1.5 组合封闭箍筋 bended wire mesh hoops

由开口箍筋和开口处附加的封顶箍筋组合而成的封闭箍筋。开口箍筋端部带 135° 或 180° 弯钩；封顶箍筋端部分别带 90° 及 135° 的弯钩、交错布置，或者均带 135° 的弯钩。

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

在金属套筒中插入钢筋并灌注水泥基灌浆料拌合物，通过拌合物硬化实现钢筋对接传力性能的连接方式。

2.1.7 预制格子梁板 precast waffle/cheese slab

一种以适用于大空间、抗微振需求的整体预制或叠合预制双向密肋楼盖。

2.1.8 钢企口板 resisting shear end plate

在次梁与主梁铰接连接时，放置于次梁端部，承受剪力的抗剪端板。

2.2 符 号

A_{sd} ——垂直穿过结合面的抗剪钢筋面积；

m ——参与组合的永久荷载数；

n ——参与组合的可变荷载数；

R ——结构构件抗力设计值；

S_{Ehk} ——水平地震作用标准值的效应；

S_{G1k} ——按预制构件自重荷载标准值 G_{1k} 计算的荷载效应值；

S_{G2k} ——按叠合层自重荷载标准值计算的荷载效应值；

S_{GE} ——重力荷载代表值的效应；

S_{G_jk} ——按第 j 个永久荷载标准值 G_{jk} 计算的荷载效应值；

S_{Q_k} ——按施工活荷载标准值 Q_k 计算的荷载效应值；

$S_{Q_{ik}}$ ——按第 i 个可变荷载标准值 Q_{ik} 计算的荷载效应值，
其中 $S_{Q_{1k}}$ 为诸可变荷载效应中起控制作用者；

S_{wk} ——风荷载标准值的效应；

α ——脱模吸附系数或动力系数；

γ_0 ——结构的重要性系数；

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数；

γ_G ——永久荷载分项系数；

γ_{G_j} ——第 j 个永久荷载的分项系数；

γ_{Li} ——第 i 个可变荷载考虑设计使用年限的调整系数，其中 γ_{L1} 为主导可变荷载 Q_1 考虑设计使用年限的调整

系数；

γ_Q ——可变荷载分项系数；

γ_{Qi} ——第 i 个可变荷载的分项系数，其中 γ_{Q1} 为主导可变荷载 Q_1 的分项系数；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数；

γ_w ——风荷载分项系数；

φ_{ci} ——第 i 个可变荷载 Q_i 的组合值系数；

φ_{Qi} ——可变荷载的准永久值系数；

ψ_w ——风荷载组合值系数；

D_1 、 D_2 ——分别为大、小连续螺旋箍圆形的外径。

3 基本规定

3.1 适用高度和抗震等级

3.1.1 装配整体式混凝土框架结构、装配整体式混凝土框架-现浇剪力墙结构，房屋的最大适用高度应符合表 3.1.1 的规定。

表 3.1.1 装配整体式混凝土结构房屋的最大适用高度 (m)

结构类型	抗震设防烈度			
	6 度	7 度	8 度 (0.2g)	8 度 (0.3g)
装配整体式混凝土框架结构	130	120	100	80
装配整体式混凝土框架-现浇剪力墙结构	130	120	100	80

注：房屋高度指室外地面至主要屋面的高度，不包括局部突出屋顶的部分。

3.1.2 装配整体式混凝土框架结构、装配整体式混凝土框架-现浇剪力墙结构应根据设防类别、设防烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并符合相应的计算和构造措施要求。丙类建筑的抗震等级应符合表 3.1.2 的规定。

表 3.1.2 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	
装配整体式混凝土框架结构	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	

续表3.1.2

结构类型		抗震设防烈度							
		6 度		7 度			8 度		
装配整体式混凝土框架-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

注：1 建筑场地为Ⅰ类时，除抗震设防烈度6度外允许按表内降低一度所对应的抗震等级采取抗震构造措施，但相应的计算要求不应降低。

2 接近或等于高度分界时，允许结合房屋不规则程度及场地、地基条件确定抗震等级。

3 乙类装配整体式混凝土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。

4 大跨度框架指跨度不小于18m的框架。

3.1.3 装配整体式混凝土结构的平面布置宜规则、对称，并应具有良好的整体性；建筑的立面和竖向剖面宜规则，结构的侧向刚度宜均匀变化，竖向抗侧力构件的截面尺寸和材料强度宜自下而上逐渐减小，避免抗侧力结构的侧向刚度突变。

3.1.4 装配整体式混凝土多层框架结构不宜采用单跨框架结构，高层的框架结构以及乙类建筑的多层框架结构不应采用单跨框架结构。

3.1.5 楼梯间的布置不应导致结构平面显著不规则，并应对楼梯构件进行抗震承载力验算。

3.1.6 装配整体式混凝土框架结构用于抗震设防烈度8度地区的3层（含3层）以上建筑，宜采用减隔震技术进行设计。

3.1.7 高层装配整体式混凝土结构应符合下列规定：

1 宜设置地下室，地下室宜采用现浇混凝土。

2 首层柱宜采用现浇混凝土。

3.1.8 预制柱水平接缝处不宜出现拉力。

3.2 材 料

3.2.1 装配整体式混凝土框架所采用的混凝土应符合下列要求：

- 1 预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C30。
- 2 现浇混凝土强度等级不应低于 C25。

3.2.2 普通钢筋宜采用 HRB 400 和 HRB 500 钢筋，也可采用 HPB 300 和 HTRB 600 钢筋。抗震设计构件及节点宜采用延性、韧性和焊接性较好的钢筋，并满足《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定

3.2.3 按一、二、三级抗震等级设计的框架和斜撑构件，其纵向受力普通钢筋应符合下列要求：钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25，钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.30，钢筋最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%。

3.2.4 混凝土及钢筋力学性能指标和耐久性要求等应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

3.2.5 钢构件及其连接材料力学性能指标和耐久性要求应符合《钢结构设计规范》GB 50017 的规定，钢构件材料的牌号宜采用 Q235、Q345。

3.2.6 钢筋套筒灌浆连接接头采用的灌浆套筒和灌浆料应符合《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398、《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 及《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程 JGJ 355》的相关规定。

3.3 预制构件

3.3.1 预制钢筋混凝土矩形截面柱，边长不宜小于 400mm，采

用多螺旋筋时柱的边长不宜小于 600mm

3.3.2 预制梁的截面最小边长不宜小于 200mm。

3.3.3 预制板的截面应满足下列要求：

1 预制叠合板的预制层厚度不宜小于 60mm，现浇层厚度不应小于 60mm。

2 预制格子梁预制部分截面高度不宜小于 150mm，不宜大于 800mm。

3.3.4 预制构件保护层厚度应满足《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

3.4 作用效应组合

3.4.1 装配整体式混凝土结构进行承载能力极限状态计算时，对持久设计状态、短暂设计状态和地震设计状态，当用内力的形式表达时，结构构件应采用下列承载能力极限状态表达式：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (3.4.1-1)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数，按《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定选用；

S ——承载能力极限状态下作用组合的效应设计值（N 或 N·mm），按《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定进行计算；

R ——结构构件的抗力设计值（N 或 N·mm）。

1 预制构件施工验算时作用组合的效应设计值应按下式计算：

$$S = \alpha \gamma_G S_{G1k} \quad (3.4.1-2)$$

式中 α ——脱模吸附系数或动力系数；为脱模吸附系数时，宜取 1.5，也可根据构件和模具表面状况适当增减，复杂情况，宜根据试验确定；为动力系数时，构件

吊运、运输时宜取 1.5，构件翻转及安装过程中就位、临时固定时，可取 1.2，若有可靠经验，可根据实际受力情况和安全要求适当增减；

γ_G ——永久荷载分项系数，应按本规程第 3.4.3 条采用；

S_{G1k} ——按预制构件自重荷载标准值 G_{1k} 计算的荷载效应值 (N 或 N·mm)。

2 预制构件安装就位后施工时作用组合的效应设计值应按下式计算：

$$S = \gamma_G S_{G1k} + \gamma_G S_{G2k} + \gamma_Q S_{Qk} \quad (3.4.1-3)$$

式中 S_{G2k} ——按叠合层自重荷载标准值计算的荷载效应值 (N 或 N·mm)；

γ_Q ——可变荷载分项系数，应按本规程第 3.4.3 条采用；

S_{Qk} ——按施工活荷载标准值 Q_k 计算的荷载效应值 (N 或 N·mm)。

3 主体结构各构件使用阶段作用组合的效应设计值应按下列情况进行计算：

1) 可变荷载控制的效应设计值应按下式进行计算：

$$S = \sum_{j=1}^m \gamma_{Gj} S_{Gjk} + \gamma_{Q1} \gamma_{L1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \gamma_{Li} \varphi_{ci} S_{Qik} \quad (3.4.1-4)$$

式中 γ_{Gj} ——第 j 个永久荷载的分项系数，应按本规程第 3.3.3 条采用；

γ_{Qi} ——第 i 个可变荷载的分项系数，其中 γ_{Q1} 为主导可变荷载 Q_1 的分项系数，应按本规程第 3.3.3 条采用；

γ_{Li} ——第 i 个可变荷载考虑设计使用年限的调整系数，其中 γ_{L1} 为主导可变荷载

Q_1 考虑设计使用年限的调整系数；

S_{G_jk} ——按第 j 个永久荷载标准值 G_{jk} 计算的荷载效应值；

$S_{Q_{ik}}$ ——按第 i 个可变荷载标准值 Q_{ik} 计算的荷载效应值，其中 $S_{Q_{1k}}$ 为可变荷载效应中起控制作用者（N 或 N · mm）；

φ_{ci} ——第 i 个可变荷载 Q_i 的组合值系数；

m ——参与组合的永久荷载数；

n ——参与组合的可变荷载数。

2) 永久荷载效应控制的组合应按式(3.4.1-5)进行计算：

$$S = \sum_{j=1}^m \gamma_{G_j} S_{G_{jk}} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Q_i} \gamma_{L_i} \varphi_{ci} S_{Q_{ik}} \quad (3.4.1-5)$$

注：1 基本组合中的效应设计值仅适用于荷载与荷载效应为线性的情况。

2 当对 $S_{Q_{1k}}$ 无法明显判断时，应依次以各可变荷载效应作为 $S_{Q_{1k}}$ ，并选取其中最不利的荷载组合的效应设计值。

4 施工阶段临时支撑的设置应考虑风荷载的影响。

3.4.2 对于正常使用极限状态，装配整体式混凝土结构的结构构件应分别按荷载的准永久组合并考虑长期作用的影响或标准组合并考虑长期作用的影响，采用下列极限状态设计表达式进行验算：

$$S \leq C \quad (3.4.2-1)$$

式中 S ——正常使用极限状态荷载组合的效应设计值（mm 或 N/mm²）；

C ——结构构件达到正常使用要求所规定的变形、应力、裂缝宽度和自振频率等的限值。

主体结构各构件的荷载标准组合的效应设计值和准永久组合的效应设计值应按下列公式确定：

荷载标准组合的效应设计值：

$$S = \sum_{j=1}^m S_{G_j k} + S_{Q_1 k} + \sum_{i=2}^n \varphi_{qi} S_{Q_i k} \quad (3.4.2-2)$$

准永久组合的效应设计值:

$$S = \sum_{j=1}^m S_{G_j k} + \sum_{i=1}^n \varphi_{qi} S_{Q_i k} \quad (3.4.2-3)$$

式中 φ_{qi} ——可变荷载的准永久值系数。

3.4.3 基本组合的荷载分项系数应按表 3.4.3 选用。

表 3.4.3 基本组合的荷载分项系数

永久荷载的分项系数	当其效应对结构不利时的组合	对由可变荷载效应控制的组合，应取 1.2 对由永久荷载效应控制的组合，应取 1.35
	当其效应对结构有利时的组合	不应大于 1.0
可变荷载的分项系数	对标准值大于 4kN/m ² 的工业房屋楼面结构的活荷载应取 1.3	
	其他情况，应取 1.4	

注：对结构的倾覆、滑移或漂浮验算，荷载的分项系数应按国家、行业现行结构设计规范的规定采用。

3.4.4 装配整体式混凝土结构的结构构件的地震作用效应和其他荷载效应的基本组合应按下式计算：

$$S_E = \gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} \quad (3.4.4)$$

式中 S_E ——结构构件的地震作用和其他作用组合的效应设计值 (N 或 N·mm)；

γ_G ——重力荷载分项系数，一般情况应采用 1.2，当重力荷载效应对构件承载力有利时，不应大于 1.0；

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数，应采用 1.3；

γ_w ——风荷载分项系数，应采用 1.4；

S_{GE} ——重力荷载代表值的效应 (N 或 N·mm)；

S_{Ehk} ——水平地震作用标准值的效应 (N 或 N·mm)，尚

应乘以相应的增大系数或调整系数；

S_{wk} ——风荷载标准值的效应（N 或 N·mm）；

ψ_w ——风荷载组合值系数，一般结构取 0.0，风荷载起控制作用的建筑应采用 0.2。

3.4.5 装配整体式混凝土结构的结构构件的截面抗震验算应按下列式式进行计算：

$$S_E \leq R/\gamma_{RE} \tag{3.4.5}$$

式中 R ——结构构件承载力设计值（N 或 N·mm）；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，除另有规定外，应按表 3.4.5 采用。

表 3.4.5 承载力抗震调整系数

结构构件	受力状态	γ_{RE}
梁	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	受剪、偏拉	0.85

4 结构设计

4.1 一般规定

4.1.1 装配整体式混凝土结构应按《建筑抗震设计规范》GB 50011的规定进行多遇地震作用下的抗震变形验算。

4.1.2 装配整体式混凝土结构的一、二、三级框架节点核心区应进行抗震验算；四级框架节点核心区可不进行抗震验算，但应符合抗震构造措施的要求。核心区截面抗震验算方法应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010《建筑抗震设计规范》GB 50011的相关规定。

4.1.3 在使用阶段的结构内力与位移计算时，梁刚度增大系数可根据实际情况近似取为1.5~2.0。

4.1.4 受弯构件应按《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定进行裂缝宽度及挠度的验算。

4.1.5 预制构件的连接应符合下列规定：

1 纵向受力钢筋宜采用套筒灌浆连接、机械连接或焊接连接。

2 纵向受力钢筋的连接应满足《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 中Ⅰ级接头的性能要求。

3 预制柱之间当采用套筒灌浆连接并符合《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的规定时，纵向受力筋可在同一断面进行连接。

4.1.6 设计采用的内力应考虑不同阶段计算的最不利内力，各阶段构件取实际截面进行内力验算，施工阶段的计算可不考虑地震作用的影响；使用阶段计算时取与现浇结构相同的计算简图。

4.1.7 施工阶段不加支撑的叠合受弯构件，内力应分别按下列两个阶段计算：

1 第一阶段——后浇的叠合层混凝土未达到强度设计值之前的阶段。荷载由预制构件承担，预制构件按简支构件计算；荷载包括预制构件自重、预制楼板自重、叠合层自重以及本阶段的施工活荷载。

2 第二阶段——叠合层混凝土达到设计规定的强度值之后的阶段。叠合构件按整体结构计算；荷载考虑下列两种情况并取较大值：

施工阶段：考虑叠合构件自重，预制楼板自重，面层、吊顶等自重以及本阶段的施工活荷载。

使用阶段：考虑叠合构件自重，预制楼板自重，面层、吊顶等自重以及使用阶段的活荷载。

4.2 内力分析

4.2.1 生产脱模阶段的内力计算应满足下列要求：

1 预制构件根据脱模吊点的位置按简支梁计算内力。

2 预制构件根据储存或运输时设置于构件下方的垫块位置按简支梁计算内力。

3 施工验算的荷载取值除了应满足本规程第 3.4.1 条第 1 款的要求外，脱模荷载取值尚应满足下列要求：等效静力荷载标准值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，其中，动力系数不宜小于 1.2，脱模吸附力应根据构件和模具的实际情况取用且不宜小于 1.5kN/m^2 。

4.2.2 安装阶段的内力计算应满足下列要求：

1 预制梁、板、格子梁板应根据有无中间支撑分别按简支

梁或连续梁计算内力。

2 荷载包括梁板自重及施工安装荷载。一般施工安装荷载取 1.0kN/m^2 ，或集中荷载 2.3kN 。

3 梁、板、格子梁板的计算跨度应根据支撑的实际情况确定。

4 单层预制柱按两端简支的单跨梁计算内力；多层连续预制柱按多跨连续梁计算内力，基础为铰支端，梁为柱的不动铰支座。

4.2.3 使用阶段的内力计算应满足下列要求：

1 荷载及组合：

- 1) 使用阶段（形成整体框架以后）作用在框架上的荷载包括：永久荷载为楼面后抹的面层、找坡层、后砌隔墙、后安装轻质钢架墙等荷载，可变荷载为设备荷载、使用荷载、风荷载等；抗震验算时应考虑地震作用；
- 2) 进行使用阶段荷载效应组合时应扣除施工安装阶段的施工活荷载；
- 3) 框架柱或梁计算时，可按有关规定对使用荷载进行折减，荷载折减系数按《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定确定。

2 框架梁的计算跨度取柱中心到中心的距离；梁翼缘的有效宽度按《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定确定。

3 在竖向荷载作用下可以考虑梁端塑性变形内力重分布而对梁端负弯矩进行调幅，叠合式框架梁的梁端负弯矩调幅系数可取为 $0.7\sim 0.8$ 。

4 次梁与主梁的连接可按铰接处理。

5 框架柱的计算长度按《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定确定。

4.3 构件设计

4.3.1 计算装配整体式框架各杆件在永久荷载、可变荷载、风荷载、地震作用下的组合内力，按最不利的内力进行截面设计及钢筋配置。对于装配整体式框架，需分别考虑施工阶段和使用阶段两种情况，并取其大者配筋。

4.3.2 预制梁、板单独工作时，应能承受自重和新浇混凝土的重量。当现浇混凝土达到设计强度后，后加的永久荷载及可变荷载由叠合截面承担。

4.3.3 叠合梁、板的设计应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的相关规定。

4.3.4 当叠合梁符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 有关普通梁各项构造要求时，其叠合面的受剪承载力应满足下式要求：

$$V \leq 1.2f_tbh_0 + 0.85f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \quad (4.3.4-1)$$

式中，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。

对不配抗剪钢筋的叠合板，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，其叠合面的受剪强度应符合下式要求：

$$\frac{V}{bh_0} \leq 0.4 \quad (4.3.4-2)$$

式中 V ——剪力设计值 (N)；

b ——截面宽度 (mm)；

h_0 ——截面有效高度 (mm)。

4.4 接缝受剪承载力计算

4.4.1 接缝的受剪承载力应符合下列规定：

1 持久设计状况：

$$\gamma_0 V_{jd} \leq V_u \quad (4.4.1-1)$$

2 地震设计状况：

$$V_{jdE} \leq V_{uE} / \gamma_{RE} \quad (4.4.1-2)$$

在梁、柱端箍筋加密区部位，尚应符合下式要求：

$$\eta_j V_{mu} \leq V_{uE} \quad (4.4.1-3)$$

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；

V_{jdE} ——地震设计状况下接缝剪力设计值；

V_u ——持久设计状况下梁端、柱端底部接缝受剪承载力设计值；

V_{uE} ——地震设计状况下梁端、柱端底部接缝受剪承载力设计值；

V_{mu} ——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；

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。

4.4.2 叠合梁端竖向接缝的受剪承载力设计值按下列公式计算：

1 持久设计状况：

$$V_u = 0.07 f_c A_{c1} + 0.10 f_c A_k + 1.65 A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \quad (4.4.2-1)$$

2 地震设计状况：

$$V_{uE} = 0.04f_c A_{cl} + 0.06f_c A_k + 1.65A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \quad (4.4.2-2)$$

式中 A_{cl} ——叠合梁端截面后浇混凝土叠合层截面面积；
 f_c ——预制构件混凝土轴心抗压强度设计值；
 f_y ——垂直穿过结合面钢筋抗拉强度设计值；
 A_k ——各键槽的根部截面面积之和，按后浇键槽根部截面和预制键槽根部截面分别计算，并取两者的较小值；
 A_{sd} ——垂直穿过结合面所有钢筋的面积，包括叠合层内的纵向钢筋。

4.4.3 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：

$$V_{uE} = 0.8N + 1.65A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \quad (4.4.3-1)$$

当预制柱受拉时：

$$V_{uE} = 1.65A_{sd} \sqrt{f_c f_y \left[1 - \left(\frac{N}{A_{sd} f_y} \right)^2 \right]} \quad (4.4.3-2)$$

式中 f_c ——预制构件混凝土轴心抗压强度设计值；
 f_y ——垂直穿过结合面钢筋抗拉强度设计值；
 N ——与剪力设计值 V 相应的垂直于结合面的轴向力设计值，取绝对值进行计算；
 A_{sd} ——垂直穿过结合面所有钢筋的面积；
 V_{uE} ——地震设计状况下梁端、柱端底部接缝受剪承载力设计值。

5 构造

5.1 构造要求

5.1.1 柱的纵向钢筋配置应符合下列要求：

- 1 柱的纵向受力钢筋可集中于四角对称配置。
- 2 梁柱节点内可采用连续复合箍筋。
- 3 当柱的纵向受力钢筋间距不满足《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的最大间距要求时，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。辅助纵向钢筋可不伸入梁柱节点。节点内可同样设置辅助纵向钢筋。
- 4 柱的钢筋配置尚应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

5.1.2 梁的钢筋配置应符合下列要求：

- 1 抗震等级为一、二级的框架梁端部加密区宜采用封闭箍筋。
- 2 承受扭矩的叠合梁应采用封闭箍筋。
- 3 当梁箍筋采用组合封闭箍筋时，开口箍筋及封顶箍筋端部弯钩端头平直段长度不应小于箍筋直径的 10 倍。无楼板一侧梁顶的封顶箍筋端部应带 135°弯钩。
- 4 不承受扭矩的梁，其预制梁的腰筋可不伸入梁柱节点。
- 5 梁的钢筋配置尚应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

5.2 连接构造

5.2.1 采用套筒灌浆连接钢筋应符合下列规定：

1 套筒和钢筋宜配套使用，连接钢筋型号可比套筒型号低一级，预留钢筋型号可比套筒型号低一级。

2 连接钢筋和预留钢筋伸入套筒内长度的允许偏差范围应分别为 $0\sim 10\text{mm}$ 和 $0\sim 20\text{mm}$ 。

3 连接钢筋和预留钢筋应对中、顺直，在套筒内倾斜率不应大于 1% 。

4 相邻套筒的净距宜大于 25mm 。

5 当用于柱的主筋连接时，套筒区段内的柱的箍筋间距不应大于 100mm 。

5.2.2 当预制柱纵向钢筋采用套筒灌浆连接时，预制柱顶、底应与后浇节点区之间设置拼缝（图 5.2.2），并符合下列规定：

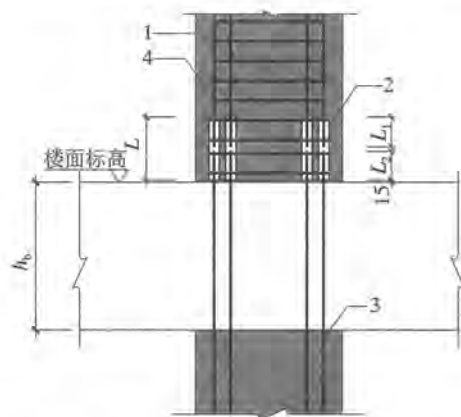


图 5.2.2 预制柱及预制柱的连接

1—预制柱；2—套筒连接器；3—下部预制柱主筋；4—上部预制柱主筋；
 h_b —梁高； L —钢筋套筒连接器全长； L_1 —预制固定端； L_2 —现场插入端

1 预制柱顶及后浇节点区顶面应做成粗糙面，凹凸深度不应小于 6mm。

2 预制柱底面应设置键槽。

3 预制柱底面与后浇核心区或现浇层之间应设置接缝，接缝厚度为 15mm，并采用灌浆料填实。

5.2.3 当底层预制柱与基础连接采用套筒灌浆连接时，应满足下列要求：

1 连接位置宜伸出基础顶面 1 倍柱截面高度。

2 基础内的框架柱插筋下端宜做成直钩，并伸至基础底部钢筋网上，同时应满足锚固长度的要求，宜设置主筋定位架辅助主筋定位。

3 预制柱底应设置键槽，基础伸出部分的顶面应设置粗糙面，凹凸深度不应小于 6mm。

并应采用灌浆料填实（图 5.2.3）。

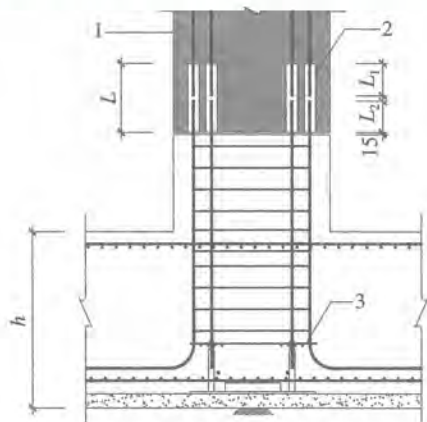
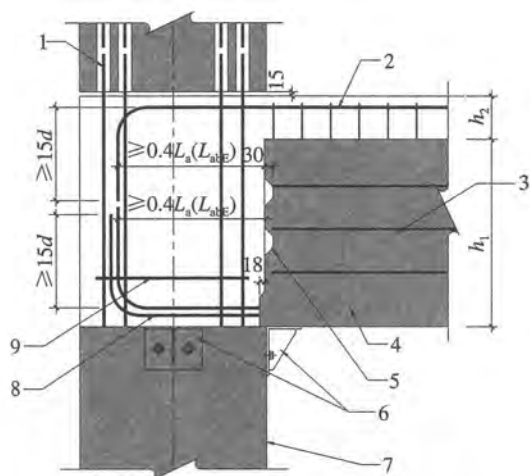


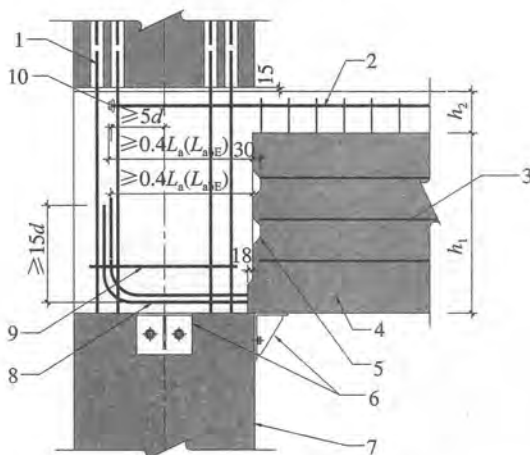
图 5.2.3 预制柱与基础的连接

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； L_1 —预制固定端； L_2 —现场插入端

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—梁端剪力槽; 8—施工临时牛腿; 9—预制柱; h_1 —预制梁高; h_2 —现浇叠合层厚度



(a) 梁端上层筋弯钩锚固



(b) 梁端上层筋端锚板锚固

图 5.2.4-2 预制梁与角柱的连接

1—柱主筋；2—梁上层筋；3—梁腰筋；4—预制梁；5—梁端剪力槽；
6—施工临时牛腿；7—预制柱；8—梁下层主筋；9—节点箍筋；
10—端锚板； h_1 —预制梁高； h_2 —现浇叠合层厚度

5.2.5 次梁与主梁的连接可采用企口接头或直接搁置于主梁挑耳，并应符合下列要求：

1 采用企口梁时，可在企口局部设置钢企口板、局部加强箍筋（图 5.2.5-1）。局部加强箍筋设置在次梁端部 1.5 倍叠合层高范围内，箍筋加密一倍。

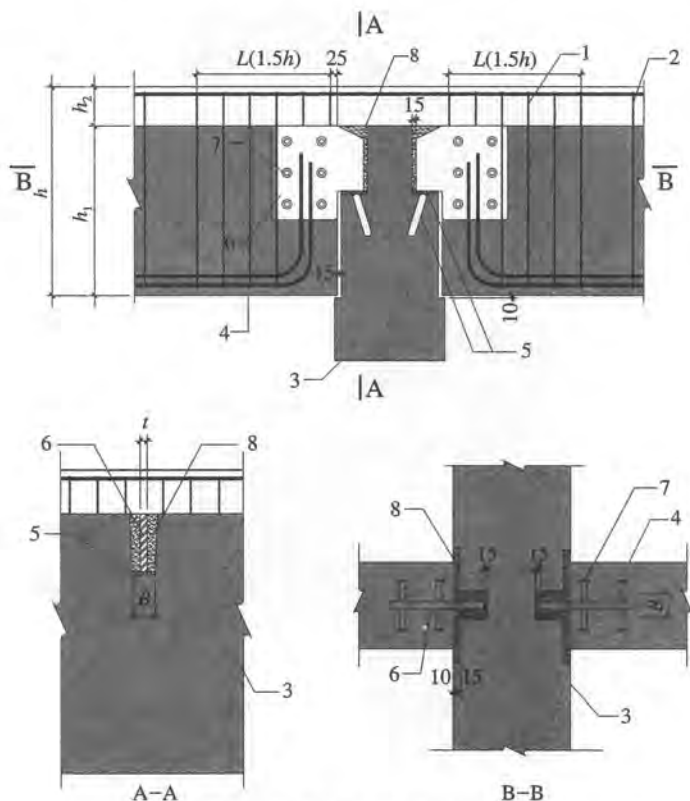


图 5.2.5-1 主梁与次梁的钢企口板连接

1—端部补强加密箍筋；2—次梁原设计箍筋；3—预制主梁；4—预制次梁；
5—预埋件；6—钢企口板；7—栓钉；8—无收缩砂浆； h_1 —现浇叠合层厚度；
 h_2 —预制梁高； t —钢企口板厚度； B —预制次梁跨座宽度

次梁的箍筋可采用点焊钢丝网弯折成 U 形，端部应采用 135° 或 180° 弯钩，或两侧分别采用两根间距 50mm、直径不小于 12mm 的水平向钢筋与箍筋焊接。帽盖可采用焊接钢筋网弯折，一端 90° ，另一端 135° ， 90° 及 135° 弯折处应交错配置，不受扭次梁可不设置帽盖。

钢企口板上应焊接栓钉，预制主梁与钢企口板连接处应预埋钢板。钢企口板宜采用 Q235 级钢，其厚度不宜小于栓钉直径的 0.6 倍，且应满足施工阶段的局部承压以及稳定要求。栓钉应双面对称布置。钢企口板企口接头的承载力应符合下列要求（图 5.2.5-2）：

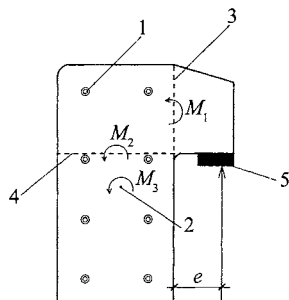


图 5.2.5-2 钢企口板计算简图

1—栓钉；2—栓钉合力点；3—验算截面 1；4—验算截面 2；5—预埋件

- 1) 钢企口板企口接头应能够承受施工及使用阶段的荷载；
- 2) 在施工及使用阶段，验算截面 1 的弯剪作用力包括钢企口板竖向力及集中力作用点至验算截面 1 的偏心弯矩，其弯剪组合强度应满足《钢结构设计规范》GB 50017 的要求；在钢企口板凹槽混凝土未达到设计强度等级前，钢企口板外挑部分的稳定承载力应满足《钢结构设计规范》GB 50017 的要求；
- 3) 在施工及使用阶段，验算截面 2 的弯拉作用力包括钢企口板竖向力及集中力作用点至验算截面 2 的偏心弯矩，其组

合强度应满足《钢结构设计规范》GB 50017 的要求；

- 4) 栓钉承受的剪力由两部分组成：栓钉合力点处的弯矩 M_s 对各栓钉的剪力效应，以及钢企口板承受的竖向力对栓钉的剪力效应；根据以上的剪力组合效应确定各栓钉的规格；

- 5) 钢企口板搁置于主梁位置的局部受压承载力应满足《混凝土结构设计规范》GB 50010 的要求。

2 次梁搁置于主梁下部挑耳上时（图 5.2.5-3），主梁挑耳应能

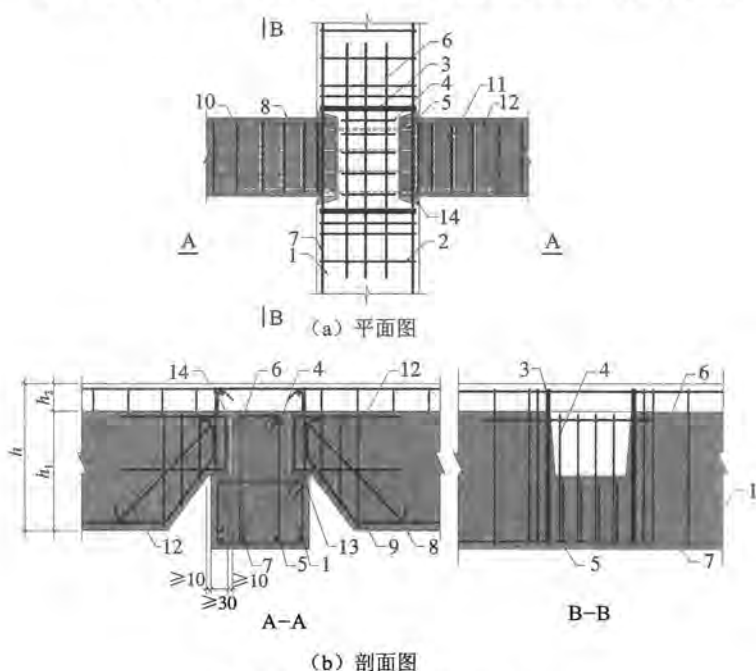
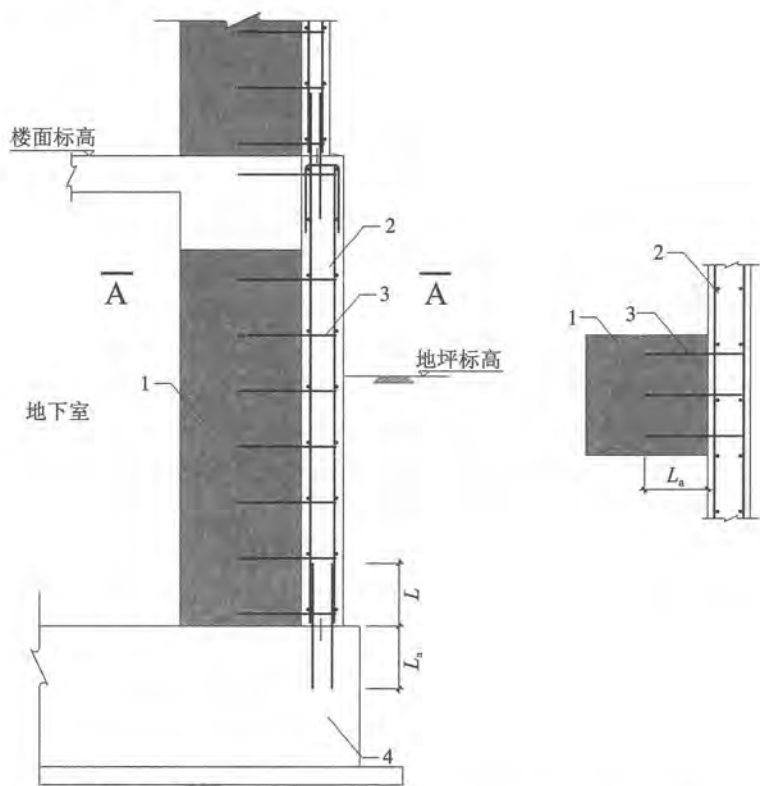


图 5.2.5-3 主梁与次梁的连接

- 1—预制主梁；2—主梁原设计箍筋；3—主梁补强箍筋；4—挑耳箍筋；
 5—挑耳补强箍筋；6—挑耳纵向补强筋；7—梁主筋；8—预制次梁；9—次梁主筋；
 10—次梁箍筋；11—次梁补强箍筋；12—次梁补强筋；13—次梁承压埋件；
 14—无收缩砂浆； h_1 —预制梁高； h_2 —现浇叠层厚度

5.2.6 预制柱与钢筋混凝土外围护墙的连接应满足下列要求(图 5.2.6):



1 与外围护墙接触的预制柱表面应进行粗糙处理或做成齿

槽式。

2 当外围护墙与预制柱在外侧连接时,预制柱沿截面方向预留不少于3排锚固钢筋,其连接构造要求应能传递相应的内力,并符合相应标准的要求。

5.2.7 抗震设防烈度为6度、抗震设防烈度为7度且建筑高度不超过60m的装配整体式混凝土框架-现浇剪力墙结构,预制柱、预制梁与剪力墙的连接应满足下列要求:

1 与剪力墙接触的预制柱表面、预制梁底面应进行粗糙处理或设置键槽。

2 当预制柱作为剪力墙的约束边缘端柱时,可按图5.2.7-1(a)预留锚固钢筋;预制柱作为剪力墙的构造边缘端柱时,可按图5.2.7-1(b)~图5.2.7-1(d)预留锚固钢筋。在预制柱与剪力墙连接处预留不少于两排锚固钢筋,其规格同剪力墙的水平钢筋,构造措施应能传递相应的内力,并符合相应标准的要求。

3 在预制梁底面与剪力墙连接处预留不少于两排锚固钢筋,其规格同剪力墙的垂直钢筋,构造措施应能传递相应的内力,并符合相应标准的要求。

4 后浇的剪力墙混凝土应有可靠措施减少混凝土收缩。

5.2.8 预制梁与预制叠合板的连接(图5.2.8)应满足下列要求:

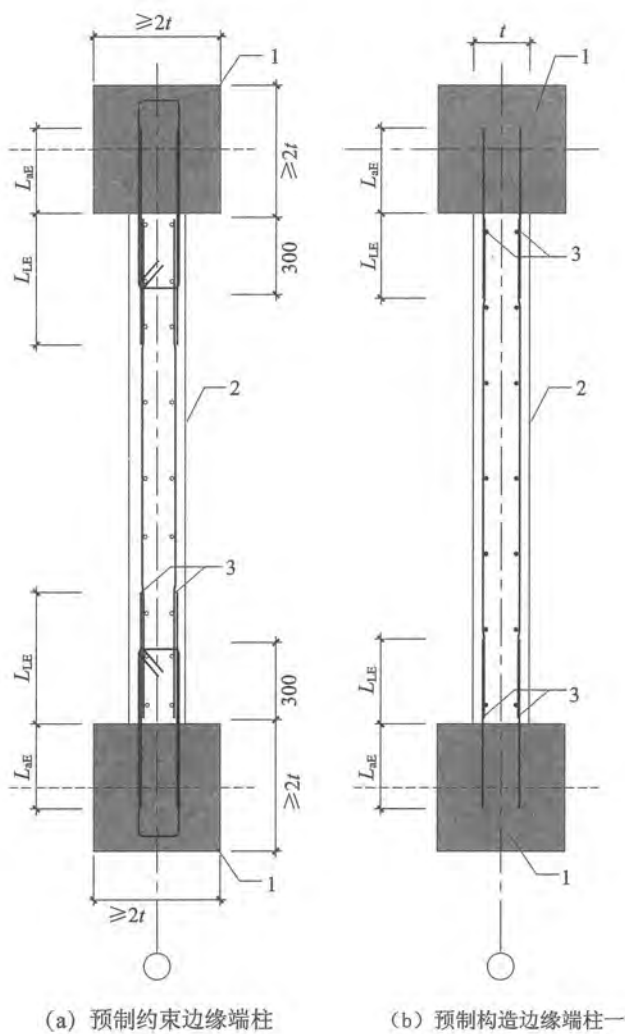
1 预制板搁置于预制梁上的长度不应小于15mm。

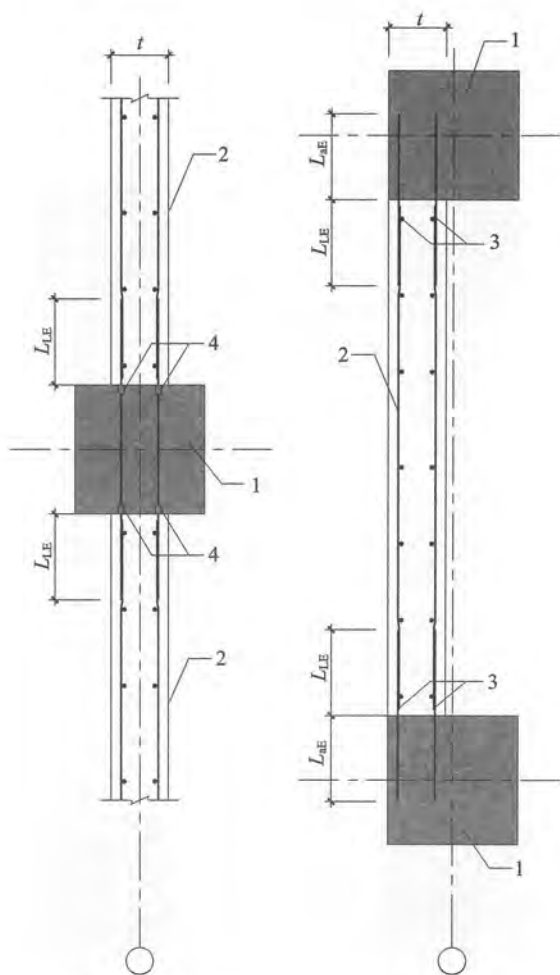
2 预制板端部受力钢筋锚入叠合梁的长度不宜小于 $12d$ (d 为预制板纵筋直径)。

5.2.9 预制板可设置叠合面抗剪钢筋以提高叠合面的受剪承载力(图5.2.9)。

5.2.10 预制梁与压型钢板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,压型钢板间隔300mm与预制梁箍筋点焊。若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 5.2.10）。





(c) 预制构造边缘端柱二

(d) 预制构造边缘端柱三

图 5.2.7-1 预制柱与剪力墙的连接

1—预制柱；2—现浇剪力墙；3—预留筋；4—连接器； t —剪力墙厚度； L_a —钢筋锚固长度； L —钢筋搭接长度

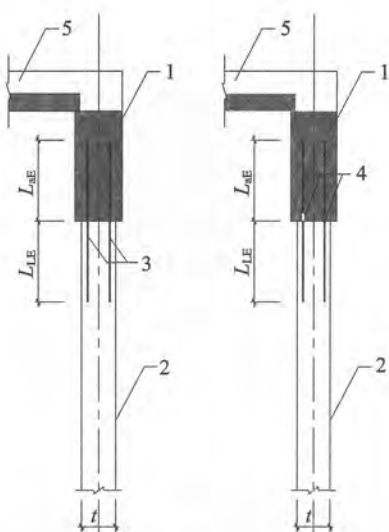
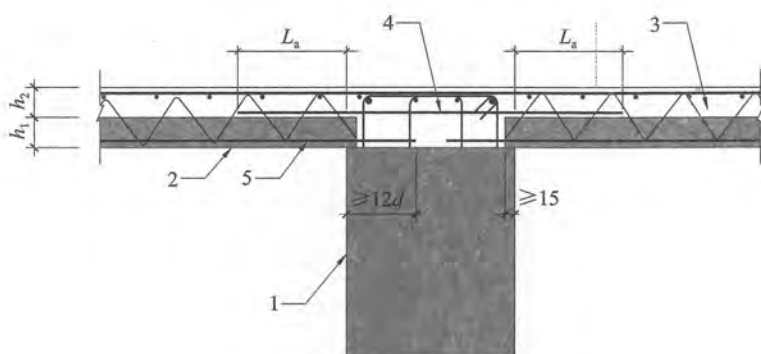


图 5.2.7-2 预制梁与剪力墙的连接
1—预制梁；2—现浇剪力墙；3—预留筋；4—连接器；
 t —剪力墙厚度； L_{lE} —钢筋锚固长度



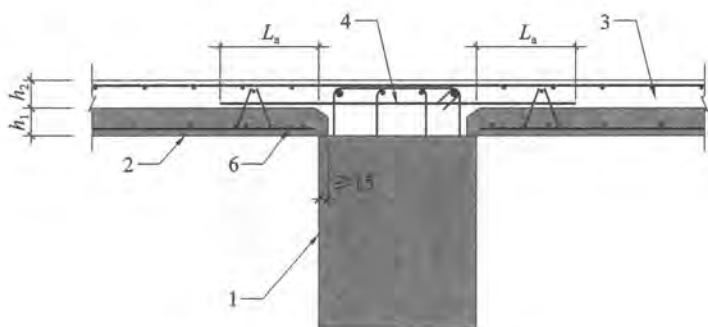


图 5.2.8 预制梁与预制叠合板的连接

1—预制梁；2—预制板；3—现浇叠合层；4—叠合面抗剪钢筋；5—受力钢筋；
6—分布钢筋； h_1 —预制叠合板厚度； h_2 —现浇叠合层厚度

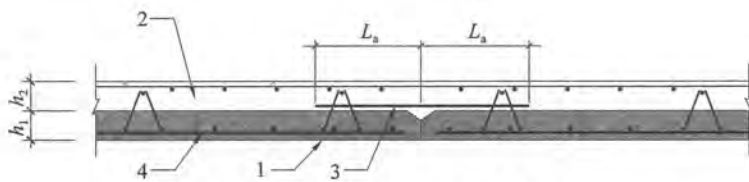
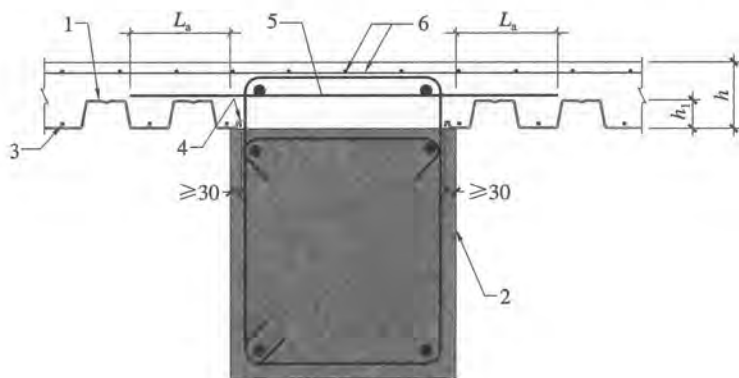
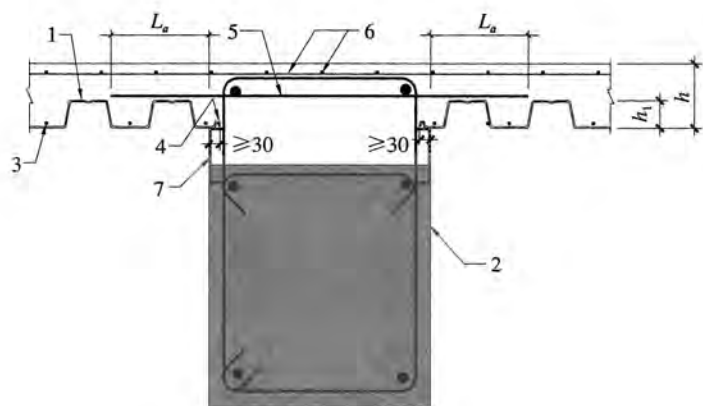


图 5.2.9 预制叠合板与现浇叠合层构造

1—预制叠合板；2—现浇层；3—叠合面抗剪钢筋；4—分布钢筋；
 h_1 —现浇叠合层厚度； h_2 —预制叠合板厚度



(a) 受力面剖面图



(b) 非受力剖面图

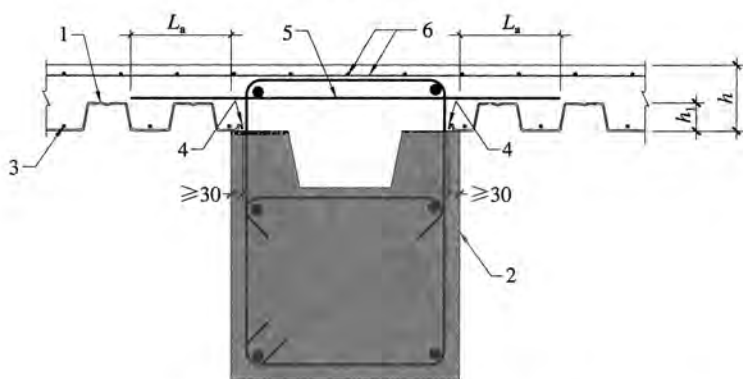


图 5.2.10 预制梁与压型钢板的连接

1—压型钢板；2—预制梁；3—板下层筋；4—点焊@300；5—叠合面抗剪钢筋；
6—板上层筋；7—垫高槽钢； h_1 —压型钢板高度； h —楼板总厚度

6 多螺旋箍筋柱的设计

6.1 一般规定

6.1.1 框架结构和框架-剪力墙结构中的框架柱可全部或部分采用多螺旋箍筋柱。多螺旋箍筋柱可用于预制框架柱，也可用于现浇框架柱。

6.1.2 多螺旋箍筋柱所采用的混凝土、钢筋应符合本规程第 3.2 节的规定。

6.2 承载力极限状态计算

6.2.1 多螺旋箍筋柱的正截面承载力可按《混凝土结构设计规范》GB 50010 有关配置复合螺旋式箍筋的矩形截面构件的规定计算。

6.2.2 多螺旋箍筋柱的截面限制条件和斜截面承载力可按《混凝土结构设计规范》GB 50010 有关矩形截面构件的规定计算，但其公式中的箍筋面积 A_{sv} 应以 $0.85A_{sv}$ 代替 [见本规程式 (6.2.2-1)、式 (6.2.2-2)]。计算所得的箍筋截面面积应作为大圆螺旋箍筋的截面面积。

无地震组合时：

$$V \leqslant \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{0.85 A_{sv}}{s} h_0 + 0.07 N \quad (6.2.2-1)$$

有地震组合时：

$$V \leqslant \frac{1}{\gamma_{RE}} \left(\frac{1.05}{\lambda + 1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{0.85 A_{sv}}{s} h_0 + 0.056 N \right) \quad (6.2.2-2)$$

式中 V ——剪力设计值；

N ——与剪力设计值 V 相应的轴向压力设计值，当大于 $0.3f_cA$ 时，取 $0.3f_cA$ ，此处， A 为构件的截面面积；

λ ——偏心受压构件计算截面的剪跨比；

b ——截面宽度；

h_0 ——截面有效高度；

f_t ——混凝土抗拉强度设计值；

f_{yv} ——箍筋的抗拉强度设计值；

A_{sv} ——配置在同一截面内箍筋各肢的全部截面面积，即 nA_{sv1} ，此处， n 为 2， A_{sv1} 为单肢大圆螺旋箍筋的截面面积；

s ——沿构件长度方向的大圆螺旋箍筋间距。

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数。

多螺旋箍筋柱斜截面承载力计算时，可不计小圆螺旋箍筋的作用。

6.3 构造规定

6.3.1 采用多螺旋箍筋柱的框架结构和框架-剪力墙结构中的梁、柱、剪力墙和节点构造措施，除了应符合本规程要求外，尚应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011的相关规定。

6.3.2 多螺旋箍柱的轴压比应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构设计规范》GB 50010 有关复合螺旋箍的相关规定。

6.3.3 方形截面的多螺旋箍筋柱的钢筋配置应同时满足下列要求(图 6.3.3)：

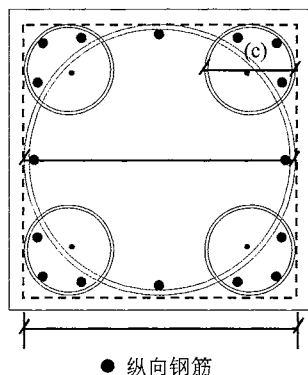


图 6.3.3 方形截面多螺旋箍筋柱的配筋方式

1 多螺旋箍筋由一个大圆螺旋箍筋和四个小圆螺旋箍筋组成，大圆螺旋箍筋设置在截面中央，四个小圆螺旋箍筋设置在四角，小圆螺旋箍与大圆螺旋箍的交汇面积不宜小于小圆螺旋箍面积的 30%。

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

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 $0.5D_c$ ， D_c 为方形截面高度扣除箍筋保护层厚度。

4 小圆螺旋箍圆形的直径宜与保护层两边相切，宜取 $\frac{1}{4}D_1 \leq D_2 \leq \frac{1}{3}D_1$ ，最小直径不宜小于 120mm，且不应大于 $0.5D_c$ 。

5 多螺旋箍筋的直径不应小于 6mm，且不宜大于 25mm。

6.3.4 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，且均应符合下式的规定：

$$\rho_v \geq \lambda_v \frac{f_c}{f_{yv}} \quad (6.3.4)$$

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，根据《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定，按“螺旋箍、复合或连续复合矩形螺旋箍”选用。

6.3.5 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 $5d$ (d 为箍筋的直径)，箍筋应在相邻两纵筋间搭接且分别勾住纵筋，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。

6.3.6 多螺箍筋柱的纵向钢筋设置应满足下列要求：

1 多螺箍筋柱的纵向钢筋设置应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定。

2 多螺箍筋柱中的纵向受力钢筋的位置应根据承载力、施工适应性等要求确定。

3 多螺箍筋柱中的纵向受力钢筋间距若大于《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定，可增设直径不小于 10mm 的纵向构造钢筋。

4 多螺箍筋柱中的纵向构造钢筋可不伸入梁柱节点，仅作为减少纵向受力钢筋间距的措施，正截面承载力计算时不计其影响。

6.3.7 采用多螺箍筋柱的框架梁柱节点可采用连续复合箍筋、多螺箍筋，并符合《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定。

7 施工与质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 装配整体式混凝土框架结构的施工与质量验收应符合《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和《装配式结构工程施工质量验收规程》DGJ32/J 184 等标准的相关规定。

7.1.2 施工单位应编制专项施工方案。构件制作单位应根据设计文件进行深化设计并经设计单位认可。

7.1.3 当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，每种规格的连接试件数量不应少于 3 个。

7.1.4 混凝土构件在浇筑前应进行隐蔽工程检查，项目应包括下列内容：

- 1 纵向受力钢筋的品种、规格、数量、位置等。
- 2 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率等。
- 3 灌浆套筒的规格、数量、位置等。
- 4 箍筋、横向钢筋的品种、规格、数量、间距等。
- 5 预埋件的规格、数量、位置等。
- 6 灌浆套筒、吊环、插筋及预留孔洞的规格、数量、位置等。
- 7 复合保温墙板的保温层位置、拉结件的规格、数量、位置等。

8 钢筋的混凝土保护层厚度。

7.1.5 接缝施工质量及防水性能应符合设计要求和国家现行相关标准的要求。

7.2 构件制作

7.2.1 预制构件的钢筋、水泥、砂石、添加剂、预埋钢板等原材料应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关规定进行检验，合格后方可使用。

7.2.2 预制构件的制作应在工厂或符合本规程第 7.2.3 条第 1 款规定的现场进行生产；预制构件制作设备包括行车、锅炉、叉车等，应符合国家、行业相关的规定。

7.2.3 预制构件的制作模具应满足下列要求：

1 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。

2 预制构件生产的模具应满足强度、刚度、精度和整体稳定性的要求；钢模应易于拆组，并能可靠抵抗浇筑混凝土时的冲击力、侧压力、振动力以及蒸气养护所产生的膨胀及收缩。

3 预制构件宜采用定型钢模生产。对于形状复杂或数量少的构件，也可采用木模或其他材质模具制作。

4 进行柱底套筒固定时，应先在后端板孔上固定橡胶环和螺杆，再将套筒连接器套入橡胶环利用螺杆拧紧。套筒与端模应垂直。

5 预制框架梁的端板应满足框架梁预留孔主筋的精度要求。

6 模具组装完成后，应在模具表面均匀涂刷脱模剂，以利拆模。但在预嵌式饰材（如磁砖、石材）及预埋件等对于混凝土附着会造成不良影响的部位，不得涂刷脱模剂。

7 结合面除设计图纸有特别规定外，应采用齿槽、抗剪钢

筋、压花钢板或拉毛、凿毛处理，拉毛深度不小于 5mm。

7.2.4 钢筋加工、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。当钢筋的品种、级别或规格需作变更时，应征得设计单位同意并办理设计变更文件。

2 预制构件的预埋件与开口部位的加强筋应根据设计图纸的要求安装。

3 钢筋的接头方式、位置应符合设计和规范的要求。非绑扎接头应按规定做试验，合格后方可施工。

4 预制梁、柱钢筋的下料允许偏差应满足表 7.2.4-1 的要求。

表 7.2.4-1 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	±5
梁主筋长度	±10

5 柱主筋安装宜逐根插入灌浆套筒内，主筋插入套筒内的深度应符合设计规定，套筒上的 PVC 管应定位稳固，防止漏浆。

6 钢筋安装允许偏差和检验方法应符合表 7.2.4-2 的规定。

表 7.2.4-2 钢筋安装的允许偏差和检验方法

项目		允许偏差（mm）	检验方法
预制板 绑扎钢筋网	长、宽	±10	钢尺检验
	高	±5	钢尺检验

续表7.2.4-2

项目			允许偏差（mm）	检验方法
预制柱、预制梁 绑扎钢筋网	长		±10	钢尺检验
	宽、高		±5	钢尺检验
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	钢尺检验
	保护层 厚度	柱、梁	±5	钢尺检验
		板	±3	钢尺检验
绑扎箍筋、横向钢筋间距			±20	钢尺量连续三档，取最大 偏差值
组装成形多螺旋筋的圆形直径、 箍筋间距			±5	钢尺量连续三档，取最大 偏差值
钢筋弯起点位置			20	钢尺检查

7 预制柱钢筋笼入模后应及时固定预埋件，预埋件的安装允许偏差和检验方法应符合表 7.2.4-3 的规定。

表 7.2.4-3 预埋件安装的允许偏差和检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
接合预埋件	位置	5	钢尺检验
	水平高差	0, +3	钢尺和塞尺检验
非接合预埋件	位置	50	钢尺检验
	水平高差	0, +3	钢尺和塞尺检验

注：脱模、吊装、斜支撑为非接合预埋件。

8 钢筋笼吊运及入模应避免变形，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。

9 入模前应先安装预制构件钢筋笼的定位件，以确保钢筋

的保护层厚度。

7.2.5 混凝土预制构件的制作应满足下列规定：

1 混凝土所用材料应符合相关规定，混凝土强度等级应符合设计要求。

2 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。

3 浇筑混凝土时应避免单点振动过久，防止混凝土离析或泌水。

4 预埋件周围或异型构件不规则处，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、变位。

5 浇筑混凝土前，预埋件及预留钢筋的外露部分应采取防止污染的保护措施。

6 生产过程中应按规定留置同条件养护的试块和标准养护的试块。

7 混凝土浇筑完毕后，应及时采取有效的养护措施，根据需要可选择自然养护、热模养护、覆盖养护或蒸汽养护等方式。

8 采用蒸汽养护时，应制订养护制度，并按要求严格控制升降温速度和最高温度。

9 预制构件在厂内脱模、起吊、运输时，混凝土强度应符合设计要求。设计未规定时，应满足下列要求：预制梁、预制柱，不低于 15MPa；预制叠合板，不低于 15MPa。

7.3 堆 放

7.3.1 堆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一定空隙，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。

7.3.2 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。垫木或垫块在构件下的位置宜与脱模、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。堆垛层数应根据储存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。

1 预制柱堆置层数不宜超过 4 层，且高度不宜超过 2.4m。

2 预制叠合梁堆置层数不宜超过 3 层，且高度不宜超过 2.4m。

3 预制叠合楼板堆置层数不宜超过 10 层，且高度不宜超过 2.4m。

4 预制预应力空心板堆置层数不宜超过 6 层，且高度不宜超过 2.4m。

7.4 运 输

7.4.1 预制构件的出厂运输应符合下列规定：

1 预制构件出厂运输的混凝土强度应符合设计要求。当设计无具体要求时，不宜小于设计强度的 75%。

2 吊索与构件水平面所成夹角不宜小于 60° ，且不应小于 45° 。

3 装配式结构的施工全过程应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。

7.4.2 预制构件由生产场地到施工现场的运输路线应事先制定，运输路线、运输工具应符合当地交通管理部门的要求，并符合运输道路的荷重要求。

7.4.3 预制构件的运输车辆应满足构件尺寸和载重要求。装卸构件的顺序应考虑车体平衡，避免因构件重量、冲击作用造成车体倾倒、翻覆。运输时，应采取绑扎固定措施，防止构件移动或倾倒。运输细长构件时，应根据需要设置临时水平支撑。对构件

边角部或链索接触处的混凝土，宜采用垫衬加以保护。

7.4.4 对于超高、超宽、刚度不对称等大型构件的运输和码放，要采取特殊质量安全保证措施。

7.5 构件验收

7.5.1 预制构件的检验应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和《装配式结构工程施工质量验收规程》DGJ32/J 184 的要求进行，制作验收应提交下列资料和记录：

- 1 工程设计文件、预制构件制作安装深化设计图。
- 2 预制构件、主要材料及配件的质量证明文件，进场验收记录和抽样复验报告。
- 3 钢筋套筒灌浆施工检验记录。
- 4 隐蔽部位检查验收文件。

7.5.2 预制构件的叠合面粗糙度应符合设计要求，设计未规定时，应满足本规程第 7.1.3 条第 7 款的规定。

7.5.3 预制构件外观质量、尺寸偏差的验收及缺陷的处理应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和《装配式结构工程施工质量验收规程》DGJ32/J 184 的相关规定进行。

7.5.4 预制构件出厂时，其外观质量不应有严重缺陷，并应在明显部位标明构件型号、生产日期和质量验收标志。对已经出现的严重缺陷，应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

7.5.5 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标准或设计的要求，并检查构件合格证。对超过尺寸允许偏差且影响结构性能和安装、使用功能的部位，应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

7.6 安装作业

7.6.1 经验收合格的预制构件方可进入现场，进行吊装。

7.6.2 装配式结构施工前应编制专项施工方案和计算书，并经监理审核后方可实施。计算书应包含下列内容：

- 1 预制柱钢质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。

7.6.3 装配式结构施工测量应符合下列规定：

1 控制点测量：装配式结构施工前，应先确定导线测量控制点，测量控制点的闭合差应满足下列要求：

- 1) 标高闭合差不应大于 2mm；
- 2) 距离闭合差不应大于 3mm 与 $1/15000$ 的较小值；
- 3) 角度闭合差不应大于 $20'$ 与 $10\sqrt{n}$ 的较小值， n 为测站数。

2 测量控制点注意事项：

- 1) 应于建筑物外围四周或内侧设定轴线，以利后续各轴线放样、各楼层引升与外墙垂直面精度的控制；
- 2) 外墙若有脚手架施工时，可于楼板预留孔洞，且应征得设计单位同意，将坐标与孔径事先绘制于预制楼板制作图上，作为控制点的引升孔。

7.6.4 预制柱施工前的基础处理应符合下列规定：

1 采用杯形基础时，在柱安装前先以钢质垫片垫至要求的标高。

2 当采用筏式或承台基础或预制结构与现浇结构转换时，预埋的柱主筋平面误差应符合本规程第 7.3.7 条的规定。

3 可采取定位底座或格栅网等辅助措施，确保预埋柱主筋

平面及标高误差符合规定。

7.6.5 施工现场内运输和堆放应符合下列规定：

- 1 场内构件堆放应符合本规程第 7.2 节的规定。
- 2 场内构件运输应符合本规程第 7.3 节的规定。

7.6.6 预制柱安装就位应符合下列规定：

1 安装前准备工作：

- 1) 应清洁预制柱连接部位的楼板面，并确认柱内套筒连接器内无异物；
- 2) 应放样出柱边线以保证预制柱就位准确。

2 起吊：应按照预制柱构件的形状、重量、长度及现场条件等因素，确定吊装方案。

3 安装就位及临时固定：

- 1) 预制柱安装的平面误差的允许偏差范围应为 $\pm 10\text{mm}$ ；
- 2) 预制柱就位后应立即在两个方向用可调斜撑作临时固定。

4 垂直度校正：

- 1) 当预制柱就位后，使用防风型垂直尺或其他仪器检测垂直度，并用调整斜撑调整至垂直，垂直度偏差不大于 $1/500$ 且顶部偏移不大于 8mm ；
- 2) 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；
- 3) 套筒连接器内的灌浆料强度达到 35MPa 后，方可拆除预制柱的支撑。

7.6.7 柱底套筒灌浆施工应符合下列规定：

1 施工前准备工作：

- 1) 柱底周边封模：围封材料需能承受 1.5MPa 的灌浆压力，可采用结构性砂浆、钢材或木材材质；
- 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) 应检查套筒并清洗干净；
- 4) 使用的灌浆机，其压力应达到 1.0MPa，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 2min；
- 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；
- 4) 若出现无法出浆的情况，应立即停止灌浆作业，查明原因并及时排除障碍；
- 5) 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，使连接处温度维持在 15℃ 以上，且不少于 7d。

7.6.8 预制梁安装就位应符合下列要求：

1 施工前准备工作：

- 1) 预制梁安装前，应检查柱顶标高；
- 2) 同一节点的预制框架梁梁底标高不一致时，应按照设计标高在柱顶安装梁底托座。

2 预制梁安装施工：

- 1) 预制框架梁安装时，搁置长度不应少于 25mm；
- 2) 预制次梁安装时，搁置长度不应少于 30mm；
- 3) 压型钢板或预制叠合板固定完成后，预制次梁与预制框架梁之间的凹槽应用灌浆料填实，其强度不低于预制框架梁的混凝土强度。

7.6.9 预制楼板安装（含格子梁板安装）应符合下列规定：

- 1 安装预制楼板前，应检查框架梁或次梁混凝土面的标高。

2 预制楼板的安装施工应符合下列要求：

- 1) 预制楼板之间的缝隙应满足设计要求；
- 2) 预制格子梁板应用钢质垫片控制标高，垫片应放置于梁上；
- 3) 预制格子梁板之间应浇筑微膨胀混凝土，其强度不低于格子梁板的强度。

7.6.10 梁柱节点封模应符合下列规定：

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，经验收合格后方可封模。

2 节点封模的模板可采用钢模或木模。

7.6.11 预制楼梯应符合下列规定：

1 预制楼梯安装前，应检查平面位置及标高。

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偏差及危险。

7.6.12 二次浇筑面处理方式应符合下列规定：

1 二次浇筑面应先清除所有杂物，并洒水湿润后方可浇筑混凝土。

2 当节点混凝土强度与楼面不同时，应先设置钢板网，方可浇筑节点混凝土。

3 混凝土浇筑后，应及时采取养护措施。

7.6.13 现场安装施工的允许偏差应符合设计要求。当设计未作规定时，应符合《装配式结构工程施工质量验收规程》DGJ32/J 184的规定。

7.7 施工安全管理

7.7.1 当吊装作业时，应符合本规程第 7.2.2～7.2.4 条的规定。当发生异常情况时，项目经理应立即下令停止作业，待障碍

排除后方可继续施工。

7.7.2 起吊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 起重机械的使用应符合《起重机械安全监察规定》（质检总局令第 92 号）的规定；现场施工应遵守《建筑工程安全生产管理条例》（中华人民共和国国务院令第 393 号）的规定，以保证作业人员的安全。

3 起吊前，应检查起重机械、吊具、钢索是否完好。

4 吊装作业范围应设置安全区域。

7.7.3 预制构件的安装应满足下列要求：

1 预制构件安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。

7.7.4 预制构件支撑拆除时间应满足下列要求：预制梁、板的支撑拆除，应待节点混凝土强度达到设计要求后方可全部拆除。当设计无具体要求时，应达到设计强度的 75% 以上，方可全部拆除。

7.8 施工安装验收

7.8.1 预制构件安装的检验应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和《装配式结构工程施工质量验收规程》DGJ32/J 184 的要求进行。施工安装验收应提交下列资料和记录：

1 节点等隐蔽部位检查验收文件。

2 预制构件安装施工检验记录。

- 3 后浇注混凝土、灌浆料或浆体强度检测报告。
 - 4 外墙防水施工质量检验记录。
 - 5 装配式结构分项工程质量验收文件。
 - 6 工程的重大质量问题的处理方案和验收记录。
 - 7 装配式工程的其他文件和记录。
- 7.8.2** 装配整体式后现浇部分的检验应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和《装配式结构工程施工质量验收规程》DGJ32/J 184 的相关规定进行。

附录 A 格子梁板连接构造

A.0.1 预制格子梁板的节点构造措施，除了应符合本规程的规定外，尚应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的规定。

A.0.2 格子梁板截面预制部分高度不宜小于 150mm，且不宜大于 800mm。

A.0.3 格子梁板的构件设计应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 及《建筑抗震结构设计规范》GB 50010 的相关规定。若格子梁板有微振动控制设计要求，还应符合相关专业的规定。

A.0.4 格子梁板应采用双向网格形密肋梁板结构。对有竖向微振动控制要求的梁板，跨度按专业要求，肋梁间距不应大于 1.5m。

A.0.5 格子梁板的格网肋梁支承于通过柱的框架梁，双向格网肋梁跨度比不宜大于 1.5。

A.0.6 若格子梁板的肋梁上需开孔，圆孔直径不宜大于梁高的 $1/3$ ，孔边离梁上下边缘距离不宜小于梁高的 $1/3$ 。有微振动控制要求的肋梁，梁上不宜设置孔洞。

A.0.7 预制构件保护层厚度应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

A.0.8 预制格子梁板可采用整体预制装配方式或叠合方式。采用整体预制的格子梁板与型钢梁的连接（图 A.0.8）应满足下列要求：

1 预制格子梁板的连接可采用纵筋交错式现浇节点。预制格子梁板的纵向受力钢筋水平错开，端部应采用 180° 弯折，相交钢筋的净间距不宜小于 10mm，节点两侧反对称布置。

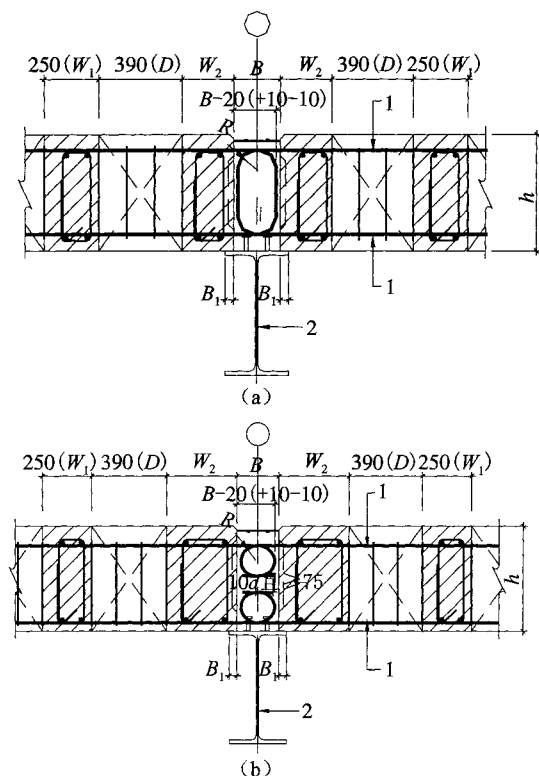


图 A.0.8 整体预制的格子梁板与型钢梁的连接

1—格栅梁主筋；2—钢梁； h —预制格子板厚度； W_1 、 W_2 —格栅梁宽度； D —钢筒直径； B —现浇梁宽； B_1 —预制格子板搁置长度； R —钢筋弯曲半径

2 现浇梁带的表面应配置防裂构造钢筋。

3 预制格子梁板搁置于翼宽不少于 300mm 的型钢梁上，搁置长度不少于 50mm。

4 格子梁纵筋宜伸入后浇区形成封闭箍筋形式，如图 A.0.8 (a) 所示。若有钢筋冲突无法放置梁主筋，则可采用钢筋 180°弯折方式，如图 A.0.8 (b) 所示。

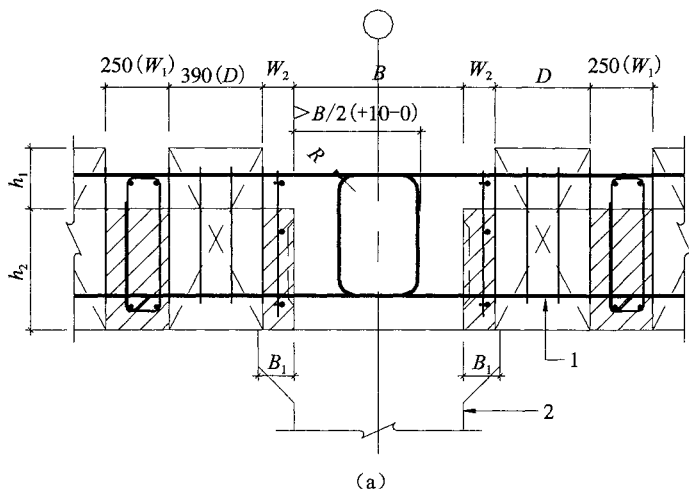
A. 0. 9 叠合格子梁板与预制柱的连接应满足下列要求：

1 叠合格子梁板与预制柱的连接可采用下部纵筋交错式整浇节点，如图 A. 0. 9-1 所示。叠合格子梁板的纵向受力钢筋水平错开，端部可采用 90° 或 180° 弯折，相交钢筋的净间距不宜小于 10mm，节点两侧反对称布置。

2 叠合格子梁板搁置于牛腿的长度不宜小于 80mm；牛腿设计应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

3 格子梁宜伸入后浇区形成封闭箍筋形式，如图 A. 0. 9-1 (a) 所示；当有钢筋冲突无法放置梁主筋情况下，则可采用如图 A. 0. 9-1 (b) 所示的钢筋 180° 弯折的方式。

4 在从预制柱与格子梁板的整浇节点处往水平四个方向各自延伸一个梁跨距离格子梁间距的范围内，应配置井字补强筋 (图 A. 0. 9-2)。井字补强筋的规格同叠合格子梁板纵向受力钢筋；上部井字补强筋的端部可不作弯折。



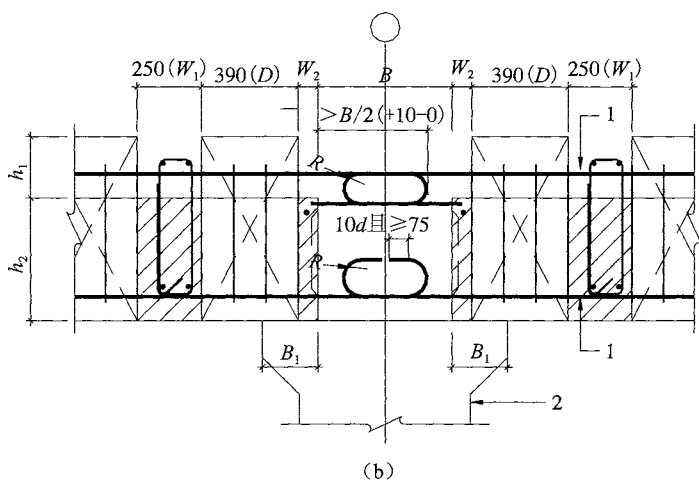
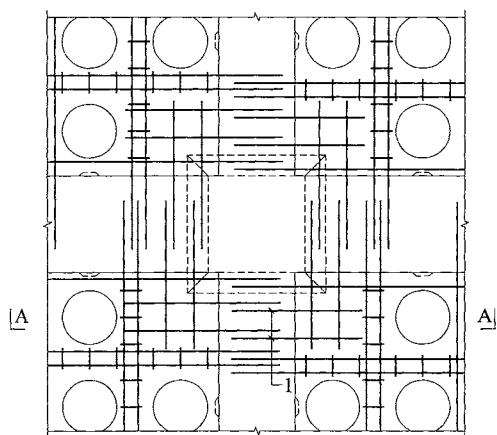


图 A.0.9-1 叠合格子梁板的连接

1—格栅梁主筋；2—预制柱； h_1 —现浇层厚度； h_2 —半预制格子板厚度；
 W_1 ， W_2 —格栅梁宽度； D —钢筒直径； B —现浇梁宽；
 B_1 —预制格子板搁置长度； R —钢筋弯曲半径



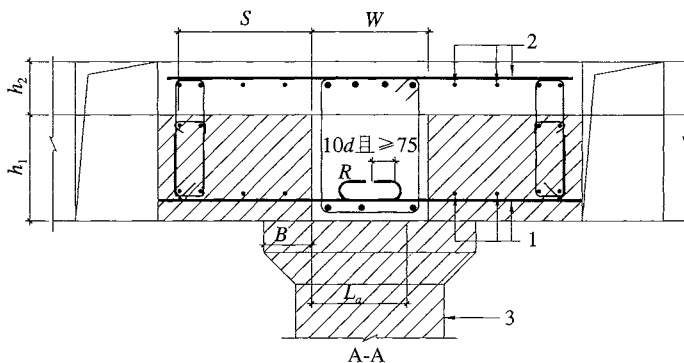


图 A.0.9-2 预制柱与叠合格子梁板的连接

1—下层井字补强筋；2—上层井字补强筋；3—预制柱； h_1 —现浇层厚度；
 h_2 —半预制格子板厚度； W —现浇梁宽； L_a —下钢筋锚固长度；
 S —上层钢筋锚固长度大于格栅梁的 $1/2$ ； B —半预制格子板搁置长度

A.0.10 现浇钢骨混凝土柱的钢柱与现浇格子梁带的纵向钢筋
 应采用灌浆套筒连接，灌浆套筒的一端应与钢骨混凝土柱的钢柱
 焊接固定，如图 A.0.10 所示，位置误差不应超过 5mm。

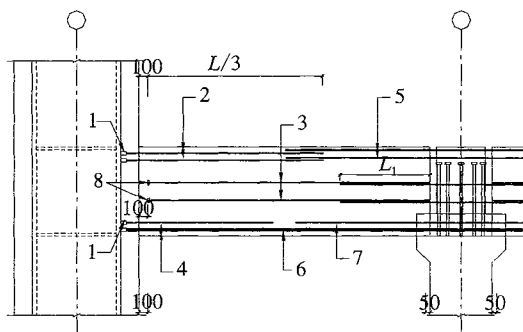


图 A.0.10 现浇 SRC 柱与格子梁带的连接

1—钢筋连接器；2—梁上层筋；3—腰筋；4—梁下层筋；5—现场搭接上层筋；
 6—现场搭接下层筋；7—现场加筋；8—端锚板； L —梁总长； L_1 —搭接长度

A. 0. 11 现浇格子梁带底模当采用吊模时，吊模的模板、预埋件等应进行施工阶段验算，预埋件直径不宜小于 10mm，间距不宜大于 600mm；倒吊预埋件应与格子梁底部表面垂直、齐平，如图 A. 0. 11 所示。

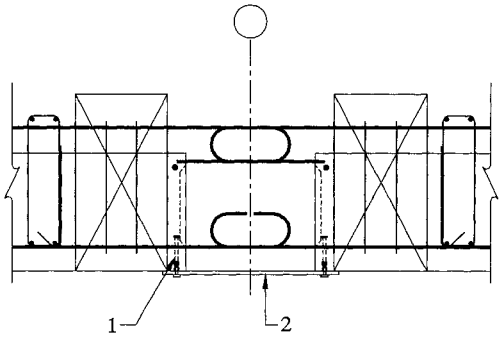


图 A. 0. 11 现浇格子梁带吊模构造
1—倒吊预埋件；2—倒吊模板

附录 B 外挂墙板

B.1 一般规定

B.1.1 预制外围护墙板按建筑围护墙进行设计，应满足建筑外立面多样化、美观性要求，并考虑可进行标准化、模数化分割。装饰面及墙体宜为一体化，墙体饰面应为耐久、不易污染的材料。

B.1.2 预制外围护墙板及接缝应根据建筑物的类别、高度、体型以及建筑物所在地的地理、气候、环境等条件确定墙板及拼缝的水密性能、气密性能、隔声性能、保温隔热性能、防火性能、耐久性能、承载能力及变形性能。

B.1.3 预制外围护墙板设计应采用线弹性方法，对外围护墙板进行承载能力极限状态和正常使用极限状态的作用效应分析，计算简图应符合实际受力状态。

B.1.4 预制外围护墙板，外挂于主体结构之上，当按自承重构件进行设计计算时，不分担主体结构所承受的荷载和作用。

B.1.5 支承外围护墙板的结构构件应具有足够的承载力和刚度。

B.1.6 预制外围护墙板应采用合理的连接节点与主体结构可靠连接。当有抗震设防要求时，外挂墙板及其与主体结构的连接节点应进行抗震设计。

B.1.7 当预制外围护墙板和连接构件进行内力计算时，结构构件重要系数 γ_0 不应小于 1.0，结构构件承载力抗震调整系数 γ_{RE} 应取 1.0。

B.1.8 预制外围护墙板连接节点中的连接件、焊缝、螺栓、铆钉等的设计应符合《钢结构设计规范》GB 50017、《建筑钢结构

焊接技术规程》JGJ 81 等相关规定。暴露于空气中的金属件应采取防腐、防锈和防火表面处理措施。

B.2 作用与作用效应

B.2.1 预制外围护墙板的结构设计，其作用及作用组合效应应根据《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 等确定。

B.2.2 墙板平面考虑负压或正风压作用，风荷载标准值应按《建筑结构荷载规范》GB 50009 有关围护结构的规定确定。

B.2.3 采用等效侧力法，墙板水平地震作用标准值应按下式计算：

$$F_{Ehk} = \beta_E \alpha_{\max} G_k \tag{B.2.3}$$

式中 F_{Ehk} ——施加于外围护墙板重心处的水平地震作用标准值；

β_E ——动力放大系数，可取 5.0；

$\alpha_{\max}$ ——水平地震影响系数最大值，应按表 B.2.3 采用；

G_k ——外围护墙板的重力荷载标准值。

表 B.2.3 水平地震影响系数最大值 $\alpha_{\max}$

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

注：抗震设防烈度为 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。

B.2.4 墙板竖向地震作用标准值可取水平地震作用标准值的 0.65 倍。

B.2.5 计算使用阶段预制外围护墙板和连接节点中的重力荷载应符合下列规定：

- 1 应计入依附于预制外围护墙板的其他部件和材料的重量。
- 2 应计算重力荷载对连接节点偏心的影响。

B.2.6 预制墙板应进行脱模验算，等效静力荷载标准值应取构件自重标准值与脱模吸附力之和，且不宜小于构件自重标准值的1.5倍。动力系数不宜小于1.2；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/m^2 。

B.2.7 预制墙板应进行翻转、运输、贮存、吊运、安装等短暂设计状况下的施工验算，取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。构件翻转及安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取1.2；构件运输、吊运时，动力系数宜取1.5。

B.2.8 温度作用及组合系数应按《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定计算。

B.2.9 当进行外围护墙板及连接节点的承载力计算时，作用组合效应设计值应符合下列规定：

- 1 持久设计状况：

当风荷载效应起控制作用时：

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_w S_{wk} \quad (\text{B.2.9-1})$$

当永久荷载效应起控制作用时：

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} \quad (\text{B.2.9-2})$$

- 2 地震设计状况：

在水平地震作用下：

$$S_{Eh} = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} \quad (\text{B.2.9-3})$$

在竖向地震作用下：

$$S_{Ev} = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} \quad (\text{B.2.9-4})$$

式中 S ——基本组合效应设计值；

S_{Eh} ——水平地震作用组合效应设计值；

S_{Ev} ——竖向地震作用组合效应设计值；

S_{Gk} ——永久荷载的效应标准值；

S_{wk} ——风荷载的效应标准值；

S_{Ehk} ——水平地震作用的效应标准值；

S_{Evk} ——竖向地震作用的效应标准值；

γ_G ——永久荷载分项系数，按本规程第 B.2.10 条的规定取值；

γ_w ——风荷载分项系数，取 1.4；

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数，取 1.3；

γ_{Ev} ——竖向地震作用分项系数，取 1.3；

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。

B.2.10 在持久设计状况、地震设计状况下，当进行外围护墙板和连接节点的承载力设计时，永久荷载分项系数 γ_G 应按下列规定取值：

1 进行外围护墙板平面外承载力设计时， γ_G 应取为 0；进行外围护墙板平面内承载力设计时， γ_G 应取为 1.2。

2 当进行连接节点承载力设计时，在持久设计状况下，若风荷载效应起控制作用， γ_G 应取 1.2；若永久荷载效应起控制作用， γ_G 应取 1.35。在地震设计状况下， γ_G 应取 1.2。若永久荷载效应以连接节点承载力有利， γ_G 应取 1.0。

B.3 外围护墙板及节点设计

B.3.1 预制外围护墙板在重力荷载、风荷载、地震作用、温度作用等不利组合作用下，应具足够承载能力、刚度及稳定性；预制外围护墙板与主体结构应有可靠连接及相对变形能力，并能避免因主体结构变形而产生碰撞脱落。

B.3.2 外围护墙板立面分割时，板片高度不宜大于一个楼层高，板片宽度结合建筑立面要求设计。板片大小还应符合交通运输管

理限定。

B.3.3 外围护墙板应根据吊运、贮存、安装和使用各阶段最不利的内力效应进行厚度及配筋设计。单层墙板厚度不宜小于 100mm，宜采用双层、双向配筋；夹芯墙板的单叶层厚度不宜小于 60mm，与支座直接连接的层板厚度不宜小于 90mm。单叶层厚度小于 100mm，可采用单层双向配筋。吊运时，板片受拉部位应设置抗拉钢筋，避免混凝土层受拉产生裂纹。墙板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 5mm，间距不宜大于 200mm。

B.3.4 外围护墙板最外层钢筋的混凝土保护层厚度除有专门要求外，应符合下列规定：

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

B.3.5 外围护墙板正常使用极限状态的验算应符合下列规定：

- 1 对制作安装施工阶段，外围护墙板的板面不应开裂，并应满足《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的相关规定。
- 2 对使用阶段，当允许外围护墙板的板面开裂时，按《混凝土结构设计规范》GB 50010 计算的最大裂缝宽度不宜大于 0.20mm。

3 使用阶段外围护墙板的挠度均不宜大于 $l_0/250$ ，其中 l_0 为计算跨度；对悬臂端， l_0 按实际悬臂长度的 2 倍取用。

B.3.6 预制外围护墙板与主体结构宜采用柔性连接，连接节点应能适应墙板在支承处的转动变形或滑动变形。

B.3.7 当地震作用或风荷载作用时，外围护墙板弹性位移角控制值不宜小于主体层间弹性变形的 3 倍，且不小于 1/150。应避免主体结构侧向位移及变形时对外围护墙板产生较大作用力。

B.3.8 预制外围护墙板与结构体间可采用湿式连接或干式连接(图 B.3.8)。板边湿式连接按线支承约束进行墙板设计,板边干式连接按点支承约束进行墙板设计。

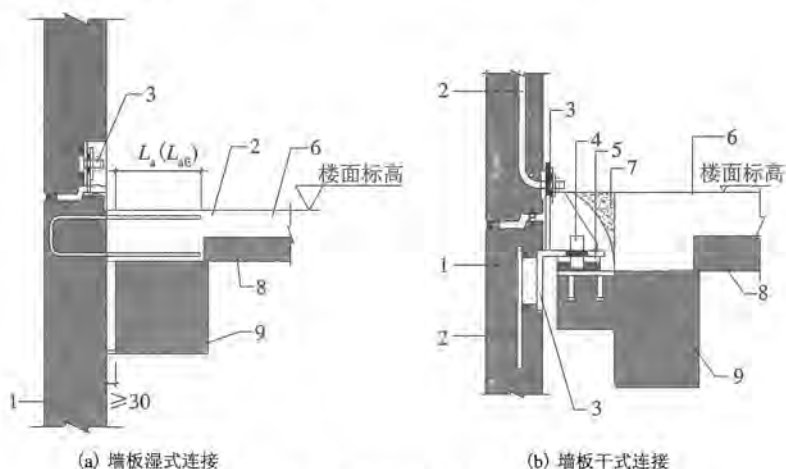


图 B.3.8 墙板与主体结构连接示意

1—预制外围护墙板; 8—预制叠合板; 9—预制梁; 2—锚固筋; 3—连接铁件;
4—定位销; 5—垫片; 6—现浇混凝土; 7—填充砂浆

B.3.9 预制外围护墙板板缝宽度按墙板平面内变形、密封材料的变形能力及施工允许偏差设定,且不应小于 15mm。

B.3.10 用预嵌瓷砖或石材饰面预制外围护墙板,应进行饰面排版设计;采用夹芯外围护墙板时,墙板内外叶应设置拉结连接件,拉结连接件应按荷载条件计算确定。

B.4 构件及连接节点构造

B.4.1 开洞预制外围护墙板,应在洞口相应侧边设置补强钢筋,补强钢筋按与切断钢筋等强设计,总面积不得小于同方向被切断

纵向钢筋总面积的 50%，其强度等级与切断钢筋相同并布置在同一层面。洞口边长大于 300mm 时，补强钢筋每边根数不少于 2 根，直径不小于 12mm，钢筋之间的净距不小于 30mm，四角各设置 1 根补强斜筋。补强斜筋的直径与补强钢筋相同，摆放的位置宜置于板片中心处。

B. 4. 2 预制外围护墙板的门窗应采用标准化部件，墙板的门窗洞口及接缝等防水薄弱部位设计应采用室内外至少两道防水措施、材料防水和构造防水相结合的做法。

B. 4. 3 水平板缝、垂直板缝的防水构造（图 B. 4. 3）应满足下列要求：

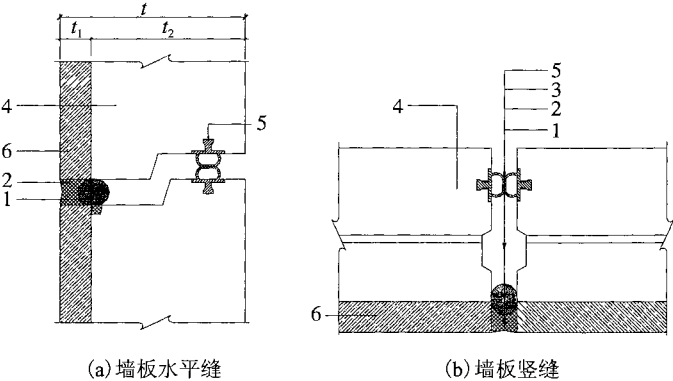


图 B. 4. 3 外围护墙板板缝构造示意

1—密封胶；2—通长软性填充棒；3—减压腔；4—预制外围护墙板；
5—通长密封条；6—饰面层

- 1 墙板水平接缝宜采用高低缝或企口缝构造。
- 2 墙板竖缝可采用平口或槽口构造。
- 3 板缝空腔设置导水管排水，板缝内侧应增设气密条密封构造。

B. 4. 4 预制外围护墙板宜采用阻水与排水相结合的防水设计。

墙板竖缝内应设有导水减压空腔，每隔三个楼层宜进行一次断水并外排设计，阳台墙板应每层进行断水外排。

B.4.5 采用干式连接，各层楼板应采用不燃材料进行防火封堵，耐火时限应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

B.4.6 预制外围护墙板连接节点的预埋件应符合《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，且预埋件应在外围护墙板和主体结构混凝土施工时埋入。

B.5 墙板吊装设计

B.5.1 应合理设定预埋墙板吊点位置。吊点可设预埋吊钩（环）或可拆卸的埋置式接驳器。在吊点位置宜配置补强钢筋。

B.5.2 吊装设计时，构件强度验算应充分考虑构件脱模、翻修、装运及现场装配起吊不同时期的混凝土强度。

B.5.3 墙板上设置多个吊点时，应考虑吊装荷载在各吊点的非均匀分布，每一个墙板吊点连接安全系数取 2。

B.6 外围护墙板构件生产

B.6.1 预制墙板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。

B.6.2 原材料进场时，应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关规定进行检验和试验，合格后方可使用。

B.6.3 预制墙板的制作应根据深化设计图纸、外墙保温、装饰要求等规定制定构件生产方案。生产方案应明确规定生产计划、生产工艺等内容。

B.6.4 生产场地及设施应符合下列规定：

- 1 预制墙板的制造应在工厂或符合生产条件的现场进行。

2 制作预制墙板的场地应平整坚实，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国家、行业现行相关规定。

B.7 外围护墙板安装施工

B.7.1 外围护墙板安装准备及安全管理应满足下列要求：

1 预制外墙板的堆放、吊运方法应经施工验算确定。

2 预制外墙板构件应按设计要求安装。起吊时，绳索与构件水平面的夹角不宜小于 60° ，且不应小于 45° 。

3 预制外墙板构件安装就位后，应采取保证构件稳定的临时固定措施，并根据水准点和轴线校正位置。

4 起吊前的准备工作应满足下列要求。当发生异常情况时，应立即停止作业，待障碍排除后方可继续施工：

- 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) 起重机械的使用应符合《起重机械安全监察规定》（质检总局令第 92 号）的规定；现场施工应遵守《建筑工程安全生产管理条例》（中华人民共和国国务院令第 393 号）的规定，以保证作业人员的安全；
- 3) 起吊前，应检查起重机械、吊具、钢索是否完好；
- 4) 吊装作业范围应设置安全区域。

B.7.2 外墙板的施工可按下列施工流程进行：

- 1 测量及板片分割放样，测定垂直面控制线。
- 2 墙体预埋件固定，并在吊装前统计墙体预埋件埋设误差，若偏差过大，则需确认修改方案。
- 3 角板安装与固定。

4 进行其他预制混凝土外墙板板片安装，并逐面逐层调整预制混凝土外墙板。

5 节点连接固定。

6 室内外板缝密封防水作业。

B.7.3 外墙板系统安装前，工地应先量测所有铁件的偏差，若偏差值超过设计容许值，则必须重新生产结合铁件，或额外补强。湿式墙板与结构体连接钢筋不得切除；因施工误差必须敲弯的，需经原设计单位核可后方可进行敲弯作业。

B.7.4 板片起吊翻转时，应按原设计的预埋点起吊。

B.7.5 大型板片吊装时，应使用平衡杆起吊及揽风绳，以免受风翻转。

B.8 预制外围护墙板防水施工

B.8.1 预制外墙施工前应制定防水工程施工方案。

B.8.2 预制外墙防水工程施工前应先将表面清洁干净。

B.8.3 预制外墙防水施工前应对相应位置墙板面进行防护，避免污染墙面装饰材料；防水材料外观应为直线，板片之间的缝宽应满足验收标准的要求。

B.8.4 防水材料的搅拌、施工深度应严格按选定防水材厂牌的施工规范进行。防水材料应为有效期内产品。

B.8.5 墙板防水胶条施工后，应检查是否有透光缝。若有透光缝，应及时在墙板内侧用聚氨酯材料修补；胶条位置应校正至平顺。

B.8.6 外挂围护墙板板缝防水施工质量应满足设计要求，检验数量应按每 500m² 墙面抽查 1 处十字板缝，按《建筑防水工程现场检测技术规范》JGJ/T 299 进行淋水试验，持续淋水试验时间不应少于 30min。与预制外墙板相接的地坪防水工程完成后应进行蓄水试验，蓄水高度不应小于 20mm，蓄水时间不应少于 24h。

附录 C 多螺箍筋柱的施工

C.1 现浇多螺箍筋柱施工

C.1.1 现浇多螺箍筋柱连续螺旋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。

2 连续螺旋箍筋可在工厂或现场加工。

3 加工成形的连续螺旋箍筋间距可为固定或未固定。

4 加工成形的圆形螺旋箍直径的允许偏差范围应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

5 加工成形的多螺箍筋储放时应采取防止钢筋锈蚀或变形的措施。

C.1.2 现浇多螺箍筋柱连续螺旋箍筋的组装应满足下列要求：

1 多螺箍筋的组装可在工厂或现场进行。

2 多螺箍筋的组装可采用辅助定位装置进行。

3 组装成形的多螺箍筋的圆形直径、箍筋间距的允许偏差范围应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

4 多螺箍筋组装时，可采用焊接或绑扎固定箍筋笼形状。

5 可将柱加密区与非加密区的多螺箍筋笼分段组装。

C.1.3 现浇多螺箍筋柱连续螺旋箍筋的吊装应满足下列要求：

1 多螺箍筋笼可采用附加纵向构造钢筋固定。

2 吊装时，可采用吊装设备及工作架作为辅助措施。

3 多螺箍吊装先于柱主筋安装时，应先检查柱底预留柱主筋的完整性，控制好主筋的垂直度。

4 多螺箍吊装先于柱主筋安装时，可利用吊车设备将多螺箍筋笼吊起，使主筋套入其中。

5 当柱纵向钢筋安装先于多螺箍吊装时，多螺箍筋可在纵向钢筋安装后吊装，然后与纵向钢筋组装。吊装时，需注意工作人员的作业安全措施。

6 若多螺箍筋笼分段制造，吊装时也可采用分段吊装。

C.1.4 现浇多螺箍筋柱的纵向钢筋施工应满足下列要求：

1 多螺箍筋柱的纵向钢筋可采用焊接或绑扎方式与箍筋笼固定，焊接或绑扎的数量根据钢筋笼的稳定性确定。

2 多螺箍筋柱的纵向钢筋若需连接，可采用符合有关设计标准规定的方式连接。

C.1.5 现浇多螺箍筋柱的模板可在多螺箍筋柱钢筋安装完成后搭设，模板与多螺箍筋间应放置保护层垫块。

C.2 预制多螺箍筋柱施工

C.2.1 预制多螺箍筋柱连续螺旋箍筋的制作应满足本规程第 C.1.1 条的规定。

C.2.2 预制多螺箍筋柱连续螺旋箍筋的组装应满足本规程第 C.1.2 条的规定。

C.2.3 组装完成的多螺箍筋可与主筋结合后整组吊入模具定位，也可先将多螺箍筋吊入模具后，再将主筋穿入定位。模具与多螺箍筋笼间需放置保护层垫块。

C.2.4 预制多螺箍柱与柱之间的主筋可采用灌浆套筒连接。

C.2.5 预制柱主筋采用灌浆套筒连接时，灌浆套筒范围内的柱箍筋可采用连续复合箍筋、多螺箍或普通箍筋。

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，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”，反面词采用“不宜”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的，写法为“应按……执行”或“应符合……的要求（或规定）”；非必须按指定的标准执行的，写法为“可参照……”。

江苏省工程建设标准

装配整体式混凝土框架结构技术规程

DGJ32/TJ 219—2017

条 文 说 明

目 次

1	总则	75
2	术语和符号	76
2.1	术语	76
2.2	符号	76
3	基本规定	77
3.1	适用高度和抗震等级	77
3.2	材料	77
3.3	预制构件	77
3.4	作用效应组合	78
4	结构设计	79
4.1	一般规定	79
4.2	内力分析	79
4.3	构件设计	79
4.4	接缝受剪承载力计算	80
5	构造	81
5.1	构造要求	81
5.2	连接构造	81
6	多螺箍筋柱的设计	82
6.1	一般规定	82
6.2	承载能力极限状态计算	83
6.3	构造规定	84
7	施工与质量验收	88
7.2	构件制作	88
7.3	堆放	91
7.4	运输	91

7.5	构件验收	91
7.6	安装作业	92
附录 A	格子梁板连接构造	94
附录 B	外挂墙板	95

1 总 则

1.0.1 装配整体式混凝土框架结构，采用预制柱、叠合梁、叠合板等预制构件，柱与柱的纵筋采用灌浆套筒连接等可靠的连接方式，通过现浇混凝土、水泥基灌浆料，将预制构件及节点连成整体的结构体系。本规程的相关规定适用于装配整体式混凝土框架结构、装配整体式混凝土框架-现浇剪力墙结构。本规程是在江苏省工程建设推荐性技术规程《装配整体式混凝土框架（润泰体系）技术规程》苏 JG/T 034—2009 的基础上，结合《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 等以及近几年技术发展和工程应用经验编制完成。

1.0.2 本条依据国家相关规范的要求以及国内外相关研究及工程应用经验确定。本规程未包括甲类建筑以及 9 度抗震设计的装配式结构，若需采用，应进行专门论证。使用条件及结构类型与民用建筑相似的工业建筑，可以参照本规程。

1.0.3 本条依据《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068、《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T 50083、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和《建筑物抗震构造详图》03G 329-1；参考了我国台湾地区及美国的相关规定；润泰集团在中国大陆、台湾地区进行的有关试验研究、本规程编制组进行的研究及工程实践经验。

2 术语和符号

2.1 术 语

装配整体式混凝土框架采用具有特色的连接构造与预制构件，形成装配整体式混凝土框架结构体系。其采用的机械化生产箍筋（连续复合箍筋、多螺箍筋）、灌浆套筒钢筋连接、预制框架结构的做法是该结构体系构成的关键构造处理方式。

2.2 符 号

主要符号同国家、行业现行规范的规定。

3 基本规定

3.1 适用高度和抗震等级

3.1.1、3.1.2 这两条的依据是《建筑抗震设计规范》GB 50011、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1。

3.1.6 减隔震技术能有效减轻地震作用，抗震设防烈度 8 度地区的装配整体式混凝土框架结构采用减隔震技术可有效地减小截面尺寸，降低配筋密度，方便施工。

3.2 材 料

3.2.1 预制构件与现浇结构的结合面除考虑拉毛、凿毛处理或露骨料粗糙面外，装配节点后浇混凝土的施工要求还应考虑混凝土或灌浆材料的强度及收缩性能满足设计要求。

3.2.2 当采用 HTRB600 级钢筋时，应符合《热处理带肋高强钢筋混凝土结构技术规程》DGJ32/TJ 202 的相关规定。

3.3 预制构件

3.3.1~3.3.3 预制柱、梁及叠合板的生产要求除满足设计及规范外，考虑到生产线、运输限制及经济效益等因素，这几条对最小尺寸及最大尺寸作出了相应的规定。

3.4 作用效应组合

3.4.1、3.4.2 由于装配整体式混凝土框架是按“等同现浇”的框架结构设计，因此建筑平面及立面布置宜规整，对不规则的建筑，无论是平、立面形状布置不规则，或侧向刚度变化突变、不连续等，应按《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定设计。

3.4.3~3.4.5 这几条依据国家现行相关标准作出规定。

4 结构设计

4.1 一般规定

4.1.1~4.1.4 这几条依据国家现行相关标准作出规定。

4.1.7 预制柱与柱的主筋连接采用灌浆套筒连接，可在同一断面连接，但需符合《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107 的 I 级接头性能等级要求。

4.1.8、4.1.9 根据装配整体式混凝土框架具体的施工步骤，按照施工安装和使用两个阶段进行内力和变形计算。施工阶段的结构稳定应通过施工临时措施解决。

4.2 内力分析

4.2.1 生产脱模阶段的内力计算应取自重之外的合理荷载，防止构件开裂。其中第 3 款关于脱模验算的要求是《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的规定，其计算方法与本规程第 3.4.1 条第 4 款有所不同（该条是《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定），取较大值进行分析。

4.2.2 施工安装阶段的内力计算应结合施工方案。

4.2.3 装配整体式框架使用阶段的内力计算宜考虑弯矩调幅。

4.3 构件设计

4.3.1~4.3.4 这几条遵照《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

4.3.5 考虑到预制构件的特点，柱纵向钢筋接头宜采用适合该特点的方式进行连接设计。

4.4 接缝受剪承载力计算

本节参照《装配式混凝土结构设计规范》JGJ 1 的相关规定。计算公式中的参数示意参见图 1。

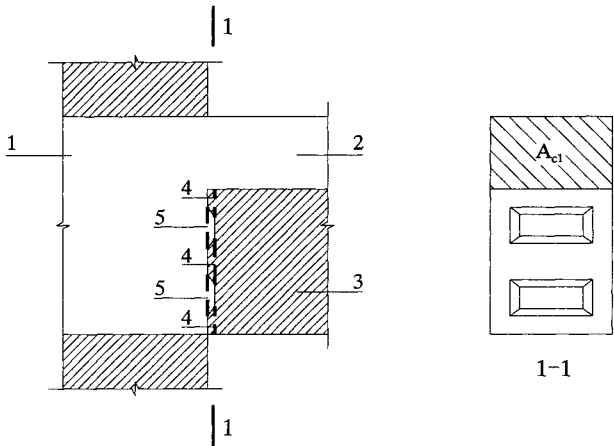


图 1 叠合梁端受剪承载力计算参数示意
 1—后浇节点区；2—后浇混凝土叠合层；3—预制梁；
 4—预制键槽根部截面；5—后浇键槽根部截面

5 构造

5.1 构造要求

5.1.2 箍筋形式可以采用单根钢筋弯折，也可以采用钢筋焊接网弯折的形式。钢筋焊接网的材料和弯折的形式参照《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114。

组合封闭箍筋参照美国《混凝土结构设计规范》ACI 318 相关规定，是指 U 形开口箍和 Π 形开口箍，下部和上部同时组合形成的组合式封闭箍，如图 2 所示。组合式封闭箍的好处是有利于现场钢筋安装效率的提升与质量控制。《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 已采用该种箍筋形式。

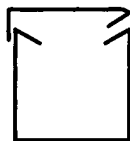


图 2 组合式封闭箍

5.2 连接构造

5.2.1 当粗骨料粒径不大于 20mm 时，相邻套筒的净间距可以缩小到 20mm，但应在预制工厂或工地预制场的严格质量监管状态下。

5.2.5 次梁与主梁简支的连接方式可以采用一般企口梁的方式，也可以采用本规程规定的钢企口板企口接头或搁置于主梁挑耳的方式。钢企口板的连接方式是采用整片钢板为主要连接件，通过栓钉与混凝土的握裹来传递内力。

5.2.10 压型钢板仅作为模板使用，非组合楼板。在施工阶段，压型钢板应该与梁的箍筋点焊，保证施工阶段荷载安全性，必要时压型钢板需要采取适当的支撑。

6 多螺旋箍筋柱的设计

6.1 一般规定

6.1.1 本条说明如下：

1 多螺旋箍筋柱在我国台湾地区有大量的应用工程。润泰集团在我国台湾地区对预制多螺旋箍柱进行了系列试验，试验结果说明：

- 1) 采用多螺旋箍筋的试件，其强度、变形性能都优于采用传统箍筋的试件；
- 2) 采用多螺旋箍筋的试件可以较低的箍筋用量达到较好的约束效果；
- 3) 采用组合螺旋箍筋的试件，每个螺旋皆有其独立的约束效果；单一螺旋的损坏不致使整个约束机制崩溃，因此试件强度在峰值点附近变化缓慢，出现近似塑性平台的反应；
- 4) 对超高强度混凝土，试验结果显示构件会因保护层过早剥落而导致强度偏低的现象；
- 5) 反复加载试验结果显示，采用多螺旋箍筋的试件在强度、延性或耗能能力等方面均优于采用传统箍筋的试件。

2 抗剪试验结论：试验结果显示，多螺旋箍筋试件的最大抗剪强度大于普通箍筋试件，此差异可能来自多螺旋箍筋试件四周小螺旋提供的抗剪能力。多螺旋箍筋试件在未施加轴力的情况下，达到极限应变时虽然混凝土破坏严重，但承载力无明显下降趋势，显示试件具有较好的延性变形能力。

3 偏心受压试验结论：试验结果显示，在相同主筋配置的情况下，多螺旋试件的偏压承载力略大于普通箍筋试件。在承载

力相当条件下，多螺箍试件箍筋用量约为普通箍筋试件箍筋用量的 63%，具有较好的经济性。

6.2 承载能力极限状态计算

6.2.1 根据《混凝土结构设计规范》GB 50010 第 7.1.4 条的规定，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，采用多螺箍筋时，此定义仍然适用。其中，纵向受拉钢筋合力点可由下式计算，图 3 与图 4 分别为其计算说明与算例。

$$h_0 = \frac{\sum_{i=1}^n n_i h_i A_{si}}{\sum n_i A_{si}} \quad (1)$$

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。

6.2.2 多螺箍筋柱斜截面承载力计算时，不计小圆螺旋箍筋的作用，可以认为在混凝土剪压区有两个小螺箍约束混凝土，其剪

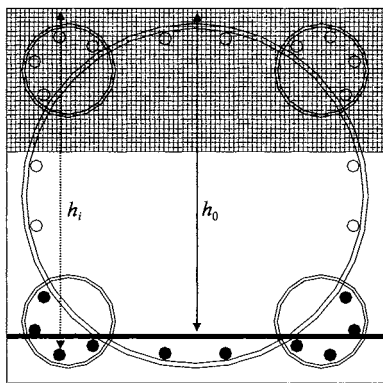


图 3 多螺箍筋柱截面有效高度的计算说明

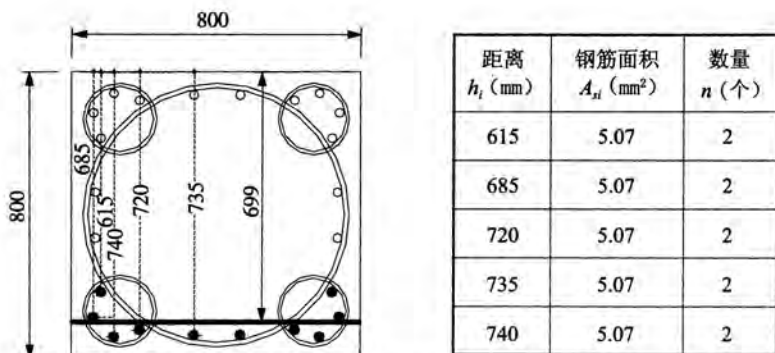
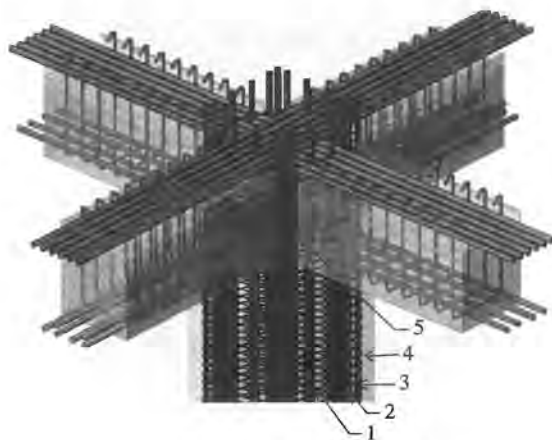


图 4 多螺箍筋柱截面有效高度的计算说明

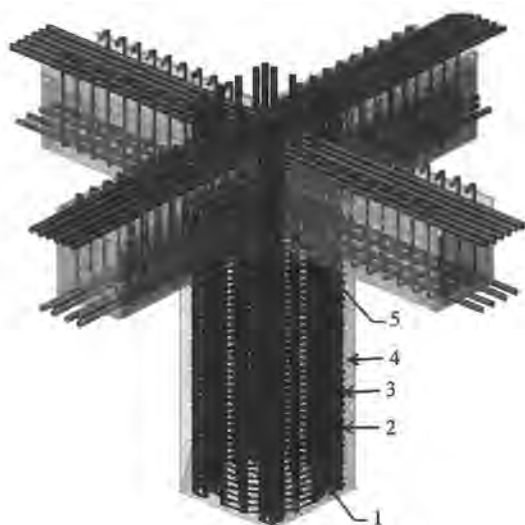
压强度可以提高。在计算箍筋对受剪承载力贡献时，考虑大螺箍筋在剪力方向上的有效分力，乘以折减系数 0.85。

6.3 构造规定

6.3.2 多螺箍筋是由螺旋箍筋组合而成的柱箍筋，柱身采用螺旋组合箍（多螺箍），节点内采用多螺箍或一笔箍（图 5）。



(a) 多螺箍筋柱梁螺旋箍节点



(b)多螺旋筋柱梁—笔箍节点

图5 多螺旋筋柱三维示意

1—大螺旋；2—小螺旋；3—柱主筋；4—预制柱；5—多螺旋或一笔箍

除方形截面外，也可以采用不同的组合于其他断面上使用，如矩形、扁圆形等（图6），其受剪承载力计算方法应据可靠依据另行规定。矩形截面柱的截面高宽比 h/b 不宜大于1.5。以连续螺旋箍筋组合而成的多螺旋筋柱，其设计应符合本规程的相关规定。多螺旋筋中，螺旋箍筋间必须有足够的交汇区以确保多螺旋筋不会在受力过程中分离，以维持完整的箍筋行为。多螺旋筋的优化试验报告显示，当 $D_2 = 0.28D_1$ 且大小螺旋皆与保护层相切时，多螺旋筋不论在轴压还是在反复荷载下，其整体性皆不受影响。多螺旋筋的交汇区是受大小螺旋重复约束作用的区域，该区域的混凝土需足以承受大小圆螺旋筋的约束而不损坏，若交汇面积不足，可以采用纵向钢筋弥补。本规程建议当 $D_2 \geq 0.25D_1$

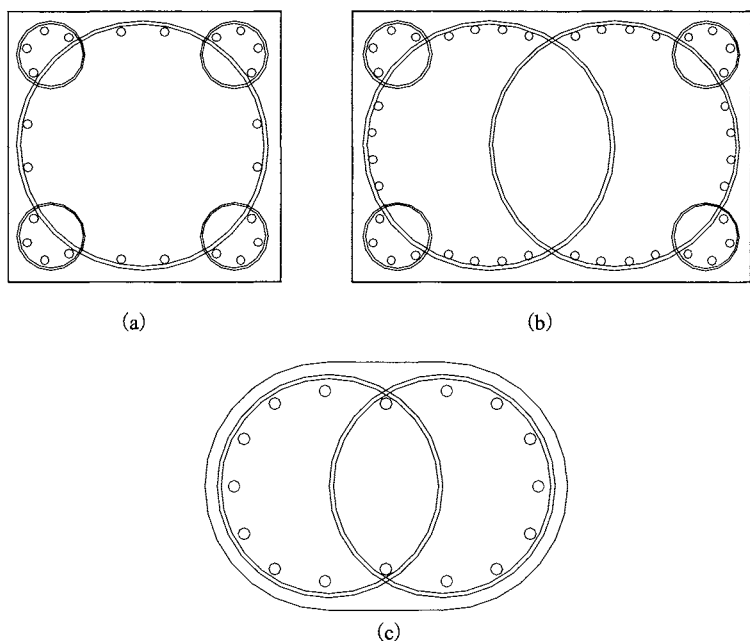


图 6 多螺旋筋柱截面配筋示意

或螺旋箍交汇面积不小于小圆螺旋箍面积的 30% 时，交汇区可不设置纵筋。设计上若经充分的计算、分析或试验确保多螺旋箍筋的完整性，交汇区面积可以减小。我国台湾地区的多螺旋筋柱试验结果显示，在未设置拉筋的条件下，仍能提供足够的约束确保柱的轴向受压及偏压承载力，因此多螺旋箍筋可以不用设置拉筋。

多螺旋箍筋的圆形外径与所采用的钢筋直径，应考虑到加工设备的能力与弯折半径对材料行为的影响。本规程建议螺旋箍外径不应小于 120 mm。

6.3.3 根据《混凝土结构设计规范》GB 50010 关于柱箍筋加密区箍筋的体积配筋率的规定，最小配箍特征值 λ_v 根据不同箍筋

形式有对应的设计值。各种箍筋的定义分别为：普通箍指单个矩形箍筋或单个圆形箍筋；螺旋箍指单个螺旋箍筋；复合箍指由矩形、多边形、圆形箍筋或拉筋组成的箍筋；复合螺旋箍指由螺旋箍与矩形、多边形、圆形箍筋或拉筋组成的箍筋；连续复合矩形螺旋箍指全部螺旋箍为同一根钢筋加工成的箍筋。

本规程所规定的多螺箍，由大、小螺旋箍组合而成，可以复合螺旋箍的 λ_v 设计。计算加密区箍筋的体积配筋率时，宜分别计算大、小螺旋箍筋的体积配箍率，并分别且同时满足《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

7 施工与质量验收

7.2 构件制作

7.2.2 起重预制构件的行车或吊车应满足构件的起重要求。

7.2.3 制作预制构件的模具，表面平整度可使用 2m 靠尺和塞尺量测，在 2m 长度范围内表面平整度不应大于 2mm。制作预制构件所采用的模具决定了制作的质量，按设计要求及国家现行有关标准验收合格的模具才可用于预制构件制作。改制模具使用前的检查验收同新模具。对于重复使用的模具，每次浇筑混凝土前也应核对模具的关键尺寸，并应针对模具的磨损进行及时、有效的修补。进行柱底套筒固定时，固定套筒可以采用图 7 所示的方式施作；前端板开孔的大小应按照主筋直径及固定柱筋的橡胶半月牙套的规格确定；橡胶半月牙套的主要功能是固定柱主筋，

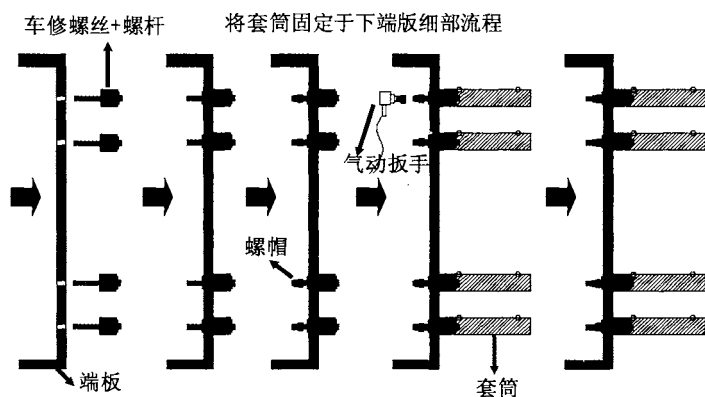


图 7 固定套筒的后端板

并确保后续钢模具易于拆除，如图 8 所示。

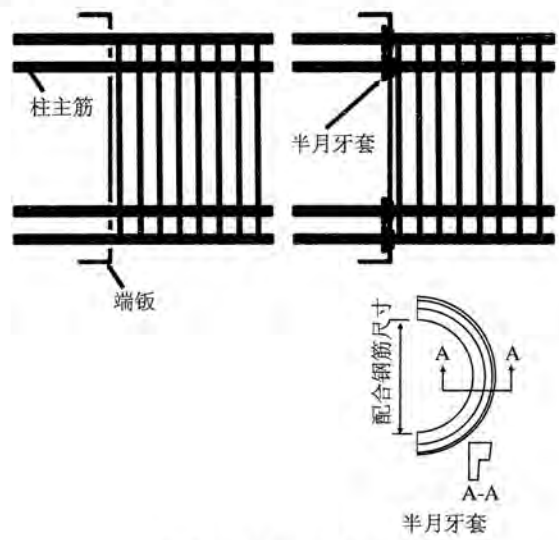


图 8 固定钢筋的前端板

预制框架梁的端模板可参照图 9 制作。

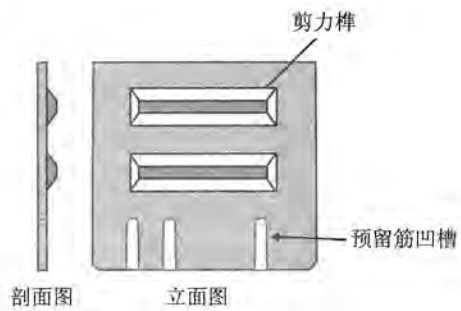


图 9 固定钢筋的前端板

预制构件与现浇混凝土的结合面应在梁柱节点的梁端采用齿槽

设计，叠合梁的二次浇筑面可采用压花钢板或拉毛处理。见图 10。

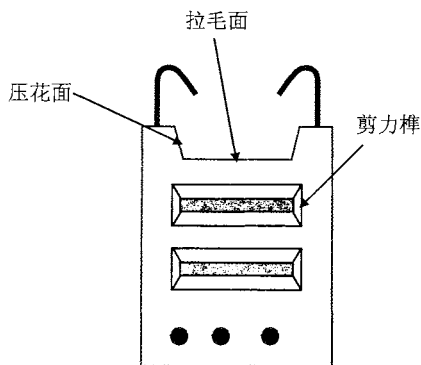


图 10 预制梁结合面的建议做法

7.2.4 预制柱主筋的误差会造成生产、吊装垂直度及楼板标高的误差，故预制柱主筋的生产要求精度比一般现浇柱更加严格，建议采用精度较高的钢筋加工设备。依据构件制作图，以间距器、垫块或辅助固定件等将钢筋及预埋组件准确固定，确保浇筑混凝土时不产生位移。

7.2.5 预制构件混凝土自然养护的要求与现浇混凝土一致。蒸汽养护应由构件生产企业根据具体情况确定养护制度，并注意下列问题：

- 1 构件混凝土初凝完成后再进行加热升温，静停时间一般为 2~4h。
- 2 合理控制升温速度，一般为 15~25℃/h。
- 3 养护阶段最高温度不宜超过 70℃。
- 4 养护时构件表面宜保持 90%~100%的相对湿度。
- 5 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，构件脱模后，其表面与外界环境温差不宜大于 20℃。

7.3 堆 放

7.3.1 本条规定主要是为了避免预制构件因污染、开裂、扭曲及翘曲等原因而受损。

7.3.2 堆垛的安全、稳定特别重要，在构件生产企业及施工现场均应特别注意。当垫木放置位置与脱模、吊装时的起吊位置一致时，可不再单独进行施工验算，否则应根据堆放条件进行验算。堆垛间的宽度应考虑通行、安全等因素。

7.4 运 输

7.4.1 预制构件的运输、吊装应编制专项方案，方案应结合设计要求、具体确定吊点位置、吊具设计、吊运方法及顺序、临时支撑布置，并进行验算。

预制构件吊运时，吊索夹角过小容易引起非设计状态下的裂缝或其他缺陷。

7.4.3 运输时，使用的临时支架在功能上应与堆放设置相同，应满足承载能力、刚度及稳定性的要求，且能保持构件在运输过程中平稳，防止侧翻及运输途中移动碰撞。

7.5 构件验收

预制构件的验收参照国家和江苏省现行标准的相关规定。

7.6 安装作业

7.6.2 预制柱安装时，下方必须至少配置 4 处垫片，垫片为正方形薄铁板，尺寸不小于 $55\text{mm} \times 55\text{mm}$ ，应验算垫片下方的混凝土局部受压承载力。预制构件安装前，应先验算搁置面混凝土局部受压承载力，以避免安装预制构件造成搁置面混凝土下陷、开裂。

7.6.4 预制柱施工前的基础系指混凝土结构由杯形基础、筏式基础或其他形式基础，以现浇方式施工，转换至以预制方式施工的部位。预留插筋应采用定位底座及格栅网准确定位；定位底座是为了精准控制柱主筋位置而固定在基础 PC 上的构造铁件；格栅网则是用钢筋电焊固定成纵横交错的网片。

7.6.7 柱底套筒灌浆需确认每个出浆孔均已流出圆柱状浆液，才能确认每个套筒内均已充满灌浆料。当处于低温环境下，无收缩灌浆料的强度要求，根据工程经验值取用。灌浆料检验数量为每一个灌浆检验批均需做一组 3 个试块，进行抗压强度检测，试件尺寸为 $70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm}$ 的立方体标准试块；抗压试验试件标准养护温度为 $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，1d 龄期抗压强度应大于 35MPa ，7d 龄期抗压强度应大于 70MPa 。每一个套筒连接器检验批应进行一组 3 个套筒连接器抗拉试验，试件为灌满无收缩灌浆料的套筒连接器，两端已连接好钢筋母材，试验应符合 I 级接头的要求。

7.6.8 当预制框架梁搁置长度少于 25mm 时，应采取适当的辅助支承措施，如角钢支承。当预制次梁搁置长度少于 50mm 时，应在预制次梁下方另外加设一组支撑架。次梁的搁置长度为混凝土搁置长度及钢企口板搁置长度之和。

7.6.9 当预制楼板搁置接缝过大时，浇筑混凝土之前可用砂浆

或泡棉条或其他方式填塞，防止漏浆。调整格子梁板搁置标高的垫片配置方式如图 12 所示。格子梁板间浇筑微膨胀混凝土，在标准养护条件下 28d 混凝土膨胀率不应小于 0.02%，膨胀剂应符合《混凝土膨胀剂》JC 476 的规定。

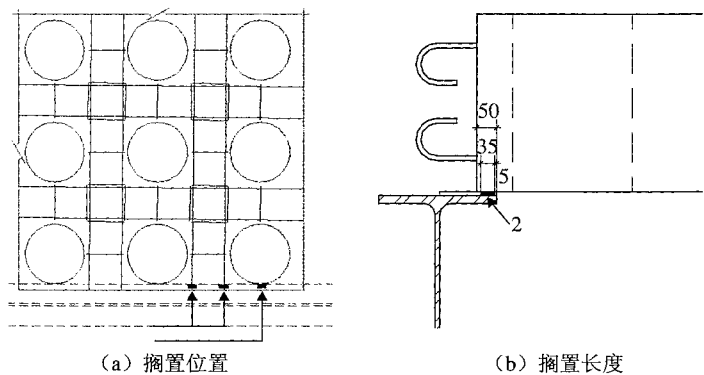


图 12 格子梁板垫片的搁置

7.6.11 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。

附录 A 格子梁板连接构造

预制格子梁板是一种双向密肋梁板楼盖，混凝土框架梁及梁柱节点现浇，格子梁板部分仅作为楼盖的次梁、板，通过连接节点构造措施（钢筋锚固于后浇混凝土部分、预制构件表面拉毛及设置键槽等）与框架部分连接成整体。该体系以我国台湾地区润泰装配整体式预制格子梁板工艺为基础，按照大陆的相关标准提出设计、构造、施工等规定。预制格子梁板技术已充分且成功地运用到高科技洁净室工业建筑十几个项目，累计建造的总建筑面积约 150 万平方米，多位专家认为预制格子梁板工艺成套技术已达到国际先进水平，具有显著的社会效益和经济效益，有较高的推广应用价值，对于推动我国建筑工业化和建筑业可持续发展具有重要的意义。

附录 B 外挂墙板

B.1 一般规定

B.1.1~B.1.3 装配外挂墙按单元制作，墙板单元与结构体间设置可靠连接。墙板单元与结构体间可相对移动或转动的，墙板单元间存在拼接缝，板片之间由弹性密封材料填充，形成粘结连接。在主体结构受力变形时，墙板相对主体有刚体变位，承担较小的应变能量，因此可不考虑其对主结构的刚度贡献，预制外挂墙板按建筑围护墙进行设计，保证独立墙板构件的结构性能，保证墙板可靠连接，并保证其正常的建筑围护功能。

B.2 作用与作用效应

B.2.3 本条按照《建筑抗震设计规范》GB 50011 的非结构构件的地震作用计算规定，在常遇地震（大约 50 年一遇）作用下，地震作用采用简化的等效静力方法计算，外围护墙为不考虑其塑性变形的脆性材料，其动力放大系数 β_E 按下式计算：

$$\beta_E = \gamma \eta \xi_1 \xi_2 \quad (2)$$

式中 γ ——非结构功能系数，取值 1.4，考虑墙板悬挂于结构体之外且为脆性材料，功能系数按乙类建筑取；

η ——非结构类别系数，取值 0.9；

ξ_1 ——预制构件，取值 2.0；

ξ_2 ——位置系数，建筑顶点取 2.0，底部取 1.0，中间沿高度线性分布；考虑到施工、存贮、吊装管理，建议统一取值 2.0。

预制外围护墙地震作用动力放大系数 β_E 最大值约为 5.0。

进行预制外围护墙板用连接节点地震作用力计算，应计算平面外包括出平面和向平面两个方向的水平地震力，以及平面内水平和垂直地震力。计算时不应遗漏，以免影响随后的荷载组合。

B. 2. 4 参照《建筑抗震设计规范》GB 50011 中非结构构件的相关规定，考虑到竖向地震作用效应，竖向地震作用影响系数最大值取水平地震影响系数最大值的 0.65 倍。

B. 2. 5 由于预制外围护墙板与其连接节点不在同一平面内，预制外围护墙板的重力荷载会对连接节点引起偏心，从而在连接节点中不仅引起垂直的反力，还会引起出平面的水平力（拉力或压力）。应重视重力荷载的偏心对连接件及其锚固设计的影响。

B. 3 外围护墙板及节点设计

B. 3. 5 由于外围护墙板常年受到日晒雨淋，产生热胀冷缩，加上混凝土自身的徐变和收缩等不利因素，本条外围护墙板的裂缝控制按二（a）类环境下的混凝土构件裂缝限值。外围护墙板的挠度参照《混凝土结构设计规范》GB 50010 中屋盖变形控制值的较高要求项控制，一般墙板计算跨度不大于 7m。

B. 3. 6 墙板的支承宜设置于上下两板边，当地震作用或水平风荷载作用时，结构体产生弯曲变形或剪切变形（图 13）时，墙板与主体结构具有相对变形能力。

B. 3. 7 地震力作用下，层间弹性位移角在 1/150 时，板片及其相关部件不得发生破坏性脱落。

B. 3. 8 为适应主体结构变形，预制外围护墙板与结构体可采用滑动型或转动型连接方式；对主体结构影响相对较小时，采用固定型连接方式。在相对主体结构可以滑动及转动变位的支承点设置承重连接铁件，相对主体结构保持固定连接的支承点设置承重

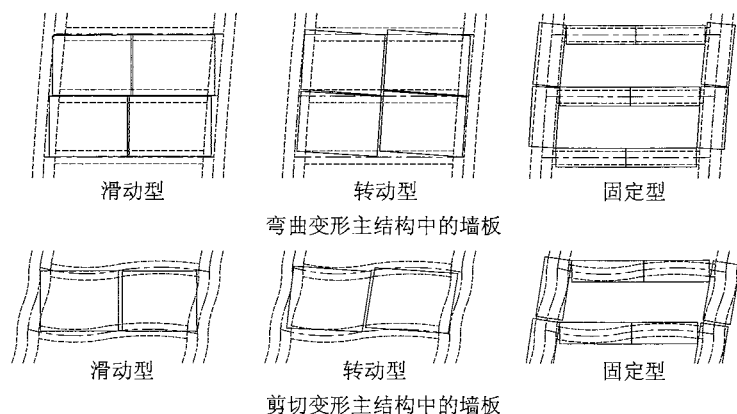


图 13 墙板与主体结构变形

铁件。外围护墙板的连接形式分类见表 1。

表 1 外围护墙板的连接形式分类

分类	A 类	B 类	C 类
变形类型	滑动型连接	转动型连接	固定型连接
施工方式	湿式连接或干式连接	湿式连接或干式连接	湿式连接或干式连接
支承方式	点、线组合支承或点式支承	点支承	点、线组合支承或点式支承

1 滑动型连接：外围护墙板的承重边固定于主体构件上，非承重边与主体可以相对错动，连接形式可采用单边线支承、点支承或点、线组合支承。

2 转动型连接：外围护墙板相对于主体结构能绕其中一个承重固定点发生相对转动，连接形式可采用点支承。

3 固定型连接：当外围护墙板形式对主体结构影响相对较小时，连接形式可采用固定线支承或固定点支承。

B. 3. 10 夹芯外墙板按组合墙板设计时，内外叶墙板间的拉结件设置应能保证墙板弯曲变形，墙板截面变形满足平截面假定，否

则夹芯外墙板的内、外叶层按非组合墙板构件分别设计。

B.4 构件及连接节点构造

B.4.4 断水外排的目的是基于万一发生墙板内有漏水情况时，将检查漏水的范围限于三个楼层之内，方便维护、保修。

B.4.6 连接节点在外围护墙板和主体结构中的固定不得采用后锚固的方法，应采用预埋件。预埋件应根据本附录规定的荷载及其组合的要求，取其最不利组合，按照《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢结构设计规范》GB 50017 的相关规定进行设计。