

陕西省建筑节能协会团体标准

T/SXBEEA BXX-2025

装配式混凝土框架结构钢组件连接技术规程

Technical Specification for Connection of Steel Components of Precast Concrete

Frame Structures

(征求意见稿)

202X-XX-X 发布

202X-XX-X 实施

陕西省建筑节能协会发布

陕西省建筑节能协会团体标准

装配式混凝土框架结构钢组件连接 技术规程

Technical Specification for Connection of Steel Components of Precast Concrete
Frame Structures

T/SXBEEA BXX-2025

批准部门：陕西省建筑节能协会

实施日期：202X 年 XX 月 XX 日

前 言

本规程根据陕西省建筑节能协会《关于征集 2024 年度第一批团体标准项目的通知》（陕建节协〔2024〕11 号）编制。

本规程编制过程中进行了深入调查研究，认真总结了工程实践经验，进行了大量验证试验，依据国家和行业相关标准、规范，结合我省工程实际情况并广泛征求了有关方面的意见。

本规程的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 材料；5. 结构布置与分析；6. 构件设计；7. 连接节点设计；8. 制作与施工；9. 检验与质量验收。

本规程某些内容可能涉及一种装配式钢筋砼梁柱系统（ZL202321917951.6），连接元件，连接组件，钢筋骨架，钢筋砼组合柱，及单立柱（ZL202321280053.4），一种混凝土框架连接件（ZL202222631554.4），一种装配式独立基础连接节点单元（ZL202221090527.4）相关专利的使用。涉及专利的具体技术问题，使用者可直接与主编单位协商处理。本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由陕西省建筑节能协会负责发布和管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中，如有意见或建议，请反馈至中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市北三环东路 30 号 C 座 19 层，邮编：100013）

本规程主编单位： 中国建筑科学研究院有限公司
湖南圣堡住宅工业有限公司

本规程参编单位：

本规程主要起草人员：XXX XXX

本规程主要审查人员：XXX XXX

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	6
4 材 料	9
5 结构布置与分析	11
5.1 结构布置	11
5.2 结构分析	12
6 构件设计	14
6.1 一般规定	14
6.2 预制梁	15
6.3 预制柱	23
6.4 其他构件	34
7 连接节点设计	35
7.1 梁柱连接节点	35
7.2 预制柱连接	40
7.3 柱脚节点	44
7.4 楼盖节点	44
8 制作与施工	48
8.1 一般规定	48
8.2 制作与检验	48
8.3 安装与连接	52
9 检验与质量验收	55
9.1 一般规定	55
9.2 预制构件进场检验与验收	56
9.3 安装与连接质量验收	57
附录 A 分体式柱端钢组件拉伸性能检验	60
用词说明	61
引用标准名录	62
附：条文说明	64

Contents

1 General provisions	1
2 Terms and symbols	2
2.1 Terms	2
2.2 Symbols	3
3 Basic requirements	6
4 Materials	9
5 Structural layout and analysis	11
5.1 Structural layout	11
5.2 Structural analysis	12
6 Components design	14
6.1 General requirements	14
6.2 Prefabricated beam	15
6.3 Prefabricated coulumn	23
6.4 Other components	34
7 Connections and joints design	35
7.1 beam-column connection	35
7.2 Prefabricated column connections	40
7.3 column base joint	44
7.4 Floor connections	44
8 Fabrication and erection	48
8.1 General requirements	48
8.2 Fabrication and inspection	48
8.3 Erection and connection	52
9 Inspection and quality acceptance	55
9.1 General requirements	55
9.2 Prefabricated components approach inspection and acceptance	56
9.3 Erection and connection quality acceptance	57
Appendix A Tensile performance test of split column end steel assembly	60
Terminology of this specification	61
List of quoted standards	62
Addition: Explanation of provisions	64

1 总 则

1.0.1 为规范和促进钢组件连接装配式混凝土框架结构的应用，做到安全适用、经济合理、质量可靠，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于抗震设防烈度为 8 度及以下地区工业与民用建（构）筑物的钢组件连接装配式混凝土框架结构的设计、制作、施工及验收。

1.0.3 钢组件连接装配式混凝土框架结构的设计、制作、施工及验收，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

陕西省建筑节能协会

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 钢组件连接装配式混凝土框架结构建筑 precast concrete frame structure building with steel component connection

建筑的结构系统由通过钢组件连接的预制柱、预制梁构成的装配式混凝土建筑，简称钢组件框架结构建筑。

2.1.2 钢组件连接装配式混凝土框架结构 precast concrete frame structures with steel component connection

预制柱、预制梁通过钢组件连接，能够实现免支撑施工的装配式混凝土框架结构，简称钢组件框架结构。当预制柱采用矩形柱时，简称钢组件矩形柱框架结构；当预制柱采用异形柱时，简称钢组件异形柱框架结构。

2.1.3 预制梁 precast beam

由混凝土梁身和梁端钢组件组合而成可整体受力的预制构件。

2.1.4 预制柱 precast column

由混凝土柱身、节点域钢组件或柱侧钢组件和柱端钢组件组合而成可整体受力的预制构件。

2.1.5 钢组件 steel component

设置在预制梁、预制柱构件节点及连接处，用于实现预制梁、预制柱连接的钢制组件。根据所在部位，分为梁端钢组件、节点域钢组件、柱侧钢组件、柱端钢组件等。

2.1.6 梁端钢组件 steel component at the end of beam

设置在预制梁的端部，用于预制梁与预制柱连接的钢组件。

2.1.7 节点域钢组件 joint steel component

设置在预制梁柱节点域内，用于预制柱与预制梁连接的钢组件。

2.1.8 柱侧钢组件 steel component at the side of column

设置在预制柱的侧边，用于预制柱与预制梁连接的钢组件。

2.1.9 柱端钢组件 steel component at the end of column

设置在预制柱的端部，用于上下节预制柱连接、预制柱与基础连接的钢组件，

包括整体式柱端钢组件和分体式柱端钢组件。

2.1.10 柱端钢组件螺栓连接 bolt connection with steel component at the end of column

基础或下节柱顶部预留连接杆，上节预制柱底部设置柱端钢组件，预留连接杆与柱端钢组件采用螺栓连接的钢组件连接方式。

2.1.11 柱端钢组件灌浆连接 grouting connection with steel component at the end of column

上下节预制柱端部均设置柱端钢组件，钢组件之间设置灌浆层并采用螺栓连接的钢组件连接方式。

2.1.12 柱端钢组件焊接连接 welded connection with steel component at the end of column

上下节预制柱端部均设置柱端钢组件，钢组件之间采用焊接连接的钢组件连接方式。

2.2 符号

2.2.1 材料性能

- E_c —— 混凝土的弹性模量；
- f_a —— 钢板抗拉强度设计值；
- f_c 、 f_{ck} —— 混凝土轴心抗压强度设计值、标准值；
- f_t 、 f_{tk} —— 混凝土轴心抗拉强度设计值、标准值；
- f_t^w —— 对接焊缝抗拉强度设计值；
- f_u —— 抗剪栓钉极限抗拉强度设计值；
- f_v —— 钢材抗剪强度设计值；
- f_v^w —— 对接焊缝抗剪强度设计值；
- f_y —— 钢筋抗拉强度设计值。

2.2.2 作用和作用效应

- M —— 弯矩设计值；
- M_u —— 正截面受弯承载力设计值；
- M_{uk} —— 正截面受弯承载力标准值；

- M_{ua} —— 正截面抗震受弯承载力所对应的弯矩值；
 N —— 轴向力设计值；
 $N_{t,max}$ —— 受拉侧区格内法兰板底反力的合力设计值；
 S_d —— 作用组合的效应设计值；
 R_d —— 构件的承载力设计值；
 V —— 剪力设计值；
 V_u —— 受剪承载力设计值；
 V_{uk} —— 受剪承载力标准值；
 σ_{cc} 、 σ_{ct} —— 混凝土的法向压应力、拉应力；
 σ_{f1} 、 σ_{f2} —— 垂直于受拉侧竖向对接焊缝、水平对接焊缝长度方向的拉应力。

2.2.3 几何参数

- A —— 截面面积；
 b —— 宽度；
 e —— 偏心距；
 H_n —— 柱的净高度；
 h —— 高度；
 L_d —— 箍筋加密区长度；
 L_s —— 埋入长度；
 L_w —— 焊接长度；
 l —— 长度或跨度；
 l_n —— 梁的净跨。

2.2.4 计算系数及其他

- α_l —— 受拉侧加劲肋承担反力的比例；
 α_r —— 抗剪锚筋层数的影响系数；
 α_v —— 抗剪锚筋的受剪承载力系数；
 β_w —— 钢腹板作用系数；
 γ_{RE} —— 承载力抗震调整系数；
 γ_0 —— 结构重要性系数；

η —— 连接系数；

μ —— 摩擦系数。

陕西省建筑节能协会

3 基本规定

3.0.1 钢组件框架结构建筑的设计应符合下列规定：

1 建筑方案设计阶段，应协调建筑、设计、制作、施工各方之间的关系，并应加强建筑、结构、设备、装修等专业之间的配合；

2 应满足通用化、模数化、标准化的要求，遵循少规格、多组合的原则；

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

3.0.2 钢组件框架结构的抗震设防分类及设防标准应符合现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的有关规定。

3.0.3 钢组件框架结构建筑形体及结构布置的规则性应符合国家现行标准《建筑与市政抗震通用规范》GB 55002、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149 的有关规定，高层钢组件框架结构尚应符合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。

3.0.4 钢组件框架结构中框架梁、框架柱的连接节点设计应符合下列规定：

1 框架梁与框架柱、柱脚节点、框架柱与框架柱应采用刚性连接；

2 对于钢组件矩形柱框架结构，框架梁与框架柱可采用 A 型梁柱连接（图 3.0.4-1）、B 型梁柱连接（图 3.0.4-2）或 C 型梁柱连接（图 3.0.4-3），柱脚节点可采用柱端钢组件螺栓连接或杯口基础连接；

3 对于钢组件异形柱框架结构，框架梁与框架柱可采用 B 型梁柱连接（图 3.0.4-2）或 C 型梁柱连接（图 3.0.4-3），柱脚节点宜采用柱端钢组件螺栓连接；

4 框架柱与框架柱应在柱端箍筋加密区以外进行连接，且宜在框架梁顶面以上 1.0m~1.3m 处进行连接；框架柱与框架柱可采用柱端钢组件螺栓连接、柱端钢组件灌浆连接或柱端钢组件焊接连接。

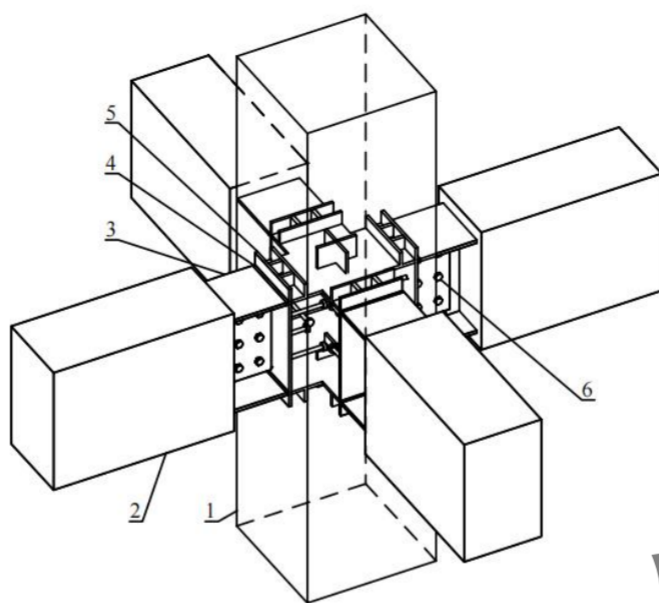


图 3.0.4-1 A 型梁柱连接构造示意

1. 混凝土柱身；2. 混凝土梁身；3. A 型梁端钢组件；
4. 焊缝；5. 节点域钢组件；6. 螺栓。

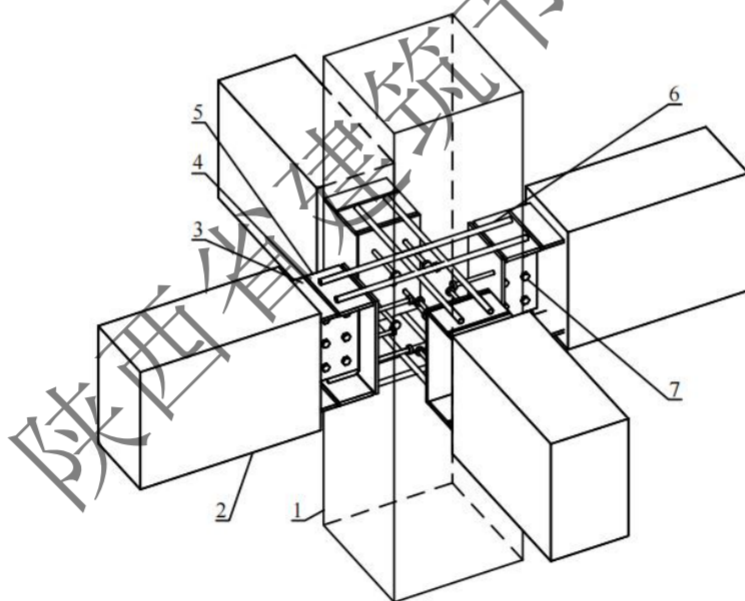


图 3.0.4-2 B 型梁柱连接构造示意

1. 混凝土柱身；2. 混凝土梁身；3. B 型梁端钢组件；4. 焊缝；
5. B 型柱侧钢组件；6. 节点域连接钢筋；7. 螺栓。

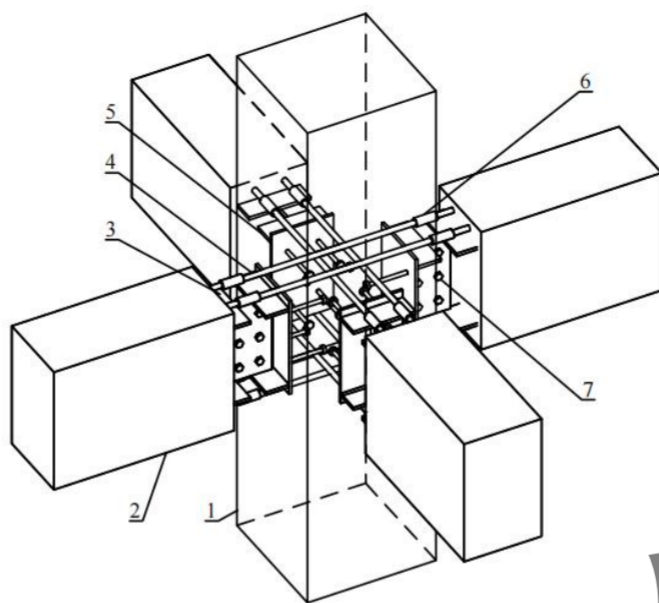


图 3.0.4-3 C 型梁柱连接构造示意

1. 混凝土柱身；2. 混凝土梁身；3. C 型梁端钢组件；4. 节点域连接钢筋；
5. C 型柱侧钢组件；6. 机械连接；7. 螺栓。

3.0.5 钢组件框架结构的楼盖设计应符合下列规定：

- 1 楼板宜采用可实现免支撑或少支撑施工的混凝土叠合板、全预制混凝土板、钢筋桁架混凝土板等；
- 2 对于高层钢组件框架结构，楼板宜采用混凝土叠合板、钢筋桁架混凝土板，不宜采用全预制混凝土板；对于多层钢组件框架结构，楼板可采用全预制混凝土板；
- 3 宜减少次梁数量，次梁与主梁宜采用铰接连接；
- 4 应采取措施保证楼盖具有良好的水平刚度和整体性。

3.0.6 钢组件框架结构的非承重外围护墙和内隔墙应符合下列规定：

- 1 根据不同要求和条件，宜采用轻质非砌筑类墙体；
- 2 外围护墙宜实现与保温、隔热及装饰一体化；
- 3 内隔墙宜实现与管线、装修一体化；
- 4 对于钢组件异形柱框架结构，墙体厚度宜与异形柱柱肢厚度协调；
- 5 墙体材料、布置和与主体结构的连接构造应符合国家现行有关标准的规定。

4 材 料

4.0.1 钢组件框架结构中混凝土的力学性能指标和耐久性要求应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 有关规定进行确定。预制构件的混凝土强度等级不应低于 C30，节点和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。

4.0.2 钢组件框架结构中钢筋的力学性能指标应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 的有关规定。预制构件的受力钢筋宜采用 HRB400、HRB500 钢筋，拉筋、分布筋等宜采用 HRB400、HPB300 钢筋。

4.0.3 抗震等级为一级、二级、三级的框架梁、柱的纵向受力钢筋，其抗拉强度实测值与屈服强度实测值之比不应小于 1.25，屈服强度实测值与屈服强度标准值之比不应大于 1.3，且最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%。

4.0.4 钢组件的钢材力学性能指标应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。钢组件的钢材宜采用 Q355 钢，质量等级不宜低于 B 级，且应符合现行国家标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的有关规定。当采用其他牌号的钢材时，尚应符合国家现行有关标准的规定。

4.0.5 柱端钢组件螺栓连接用预留连接杆及其配件应符合下列规定：

1 预留连接杆采用螺杆时，性能等级宜选用 8.8 级、10.9 级，机械性能应符合现行国家标准《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 的有关规定；

2 预留连接杆采用锚栓时，宜选用 Q355、Q390 或强度更高的钢材，其质量等级不宜低于 B 级；

3 预留连接杆采用高强钢筋时，宜选用 HRB400、HRB500 钢筋，其性能指标应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 的有关规定；

4 接缝外侧和内侧垫圈的性能等级应与预留连接杆匹配，机械性能应符合现行国家标准《紧固件机械性能 平垫圈》GB/T 3098.26 的有关规定，尚应符合现行国家标准《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230 的有关规定；

5 接缝外侧和内侧螺母性能等级应与预留连接杆匹配，机械性能应符合现行

国家标准《紧固件机械性能 螺母》GB/T 3098.2 的有关规定，尚应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229 的有关规定。

4.0.6 钢组件之间连接用螺栓的性能等级宜选用 8.8 级、10.9 级，机械性能应符合现行国家标准《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 的有关规定，尚应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228 的有关规定；垫圈和螺母的性能等级应与螺栓匹配，并应符合国家现行有关标准的规定。

4.0.7 钢组件板件之间焊接和预制构件钢组件之间焊接用的焊接材料应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。

4.0.8 构件钢筋与钢组件焊接、钢筋与钢筋焊接的材料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。

4.0.9 钢筋机械连接用连接件应符合现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163、《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。

4.0.10 接缝灌浆料宜采用无收缩灌浆料。接缝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 对二次灌浆的有关规定，灌浆料的 1d、3d、28d 抗压强度分别不应小于 20MPa、40MPa、60MPa，且 28d 抗压强度不应低于相连预制构件混凝土设计强度等级值。

4.0.11 接缝灌浆料的抗压强度标准试件应采用尺寸 100mm×100mm×100mm 的立方体，抗压强度检验应按现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的有关规定执行，测得的抗压强度值应乘以尺寸换算系数，尺寸换算系数可取为 0.95。

5 结构布置与分析

5.1 结构布置

5.1.1 钢组件框架结构房屋的最大适用高度应符合表 5.1.1 的规定，对于平面和竖向均不规则的结构，最大适用高度宜适当减低。

表 5.1.1 钢组件框架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	
	0.05g	0.10g	0.15g	0.20g	0.30g
钢组件矩形柱框架结构	60	50	45	40	30
钢组件异形柱框架结构	21	18	15	9	不应采用
注：1 房屋高度指室外地面到主要屋面板板顶的高度，不包括局部突出屋顶部分。 2 乙类建筑，6、7 度时应按本地区抗震设防烈度提高一度后符合本表的要求，8 度时应专门研究。					

5.1.2 高层钢组件矩形柱框架结构和钢组件异形柱框架结构的高宽比不宜超过表 5.1.2 的规定值。

表 5.1.2 高层钢组件矩形柱框架结构和钢组件异形柱框架结构适用的最大高宽比

结构类型	抗震设防烈度				
	6 度	7 度		8 度	
	0.05g	0.10g	0.15g	0.20g	0.30g
高层钢组件矩形柱框架结构	4	4		3	
钢组件异形柱框架结构	4	3.5	3.0	2.5	/

5.1.3 钢组件框架结构的抗震等级和抗震措施应符合下列规定：

1 丙类建筑：应按本地区抗震设防烈度确定其抗震措施，抗震等级应按表 5.1.3 确定；当建筑场地为 I 类时，除 6 度地区外，可按本地区抗震设防烈度降低一度所对应的抗震等级采取抗震构造措施；

2 乙类建筑：应按本地区抗震设防烈度提高一度后按表 5.1.3 确定抗震等级；抗震设防烈度为 8 度时，抗震等级应提高一级，表中已为一级的，应采取比一级更高的抗震措施；当建筑场地为 I 类时，可仍按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施；

3 当建筑场地为Ⅲ、Ⅳ类时，对设计基本地震加速度为 0.15g 的地区，宜按表 5.1.3 中 8 度对应的抗震等级采取抗震构造措施；对设计基本地震加速度为 0.30g 的地区，宜按比表 5.1.3 中 8 度对应的抗震等级提高一级采取抗震构造措施，表中已为一级的，应采取比一级更有效的抗震构造措施；

4 乙类建筑按提高一度确定抗震措施时，或Ⅲ、Ⅳ类场地且设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的丙类建筑按提高一度确定抗震构造措施时，如果房屋高度超过提高一度后对应的房屋最大适用高度，则应采取比对应抗震等级更有效的抗震构造措施。

表 5.1.3 钢组件框架结构的抗震等级

结构类型		抗震设防烈度									
		6 度		7 度				8 度			
		0.05g		0.10g		0.15g		0.20g		0.30g	
钢组件矩形柱 框架结构	高度 (m)	≤ 24	>24	≤ 24	>24	≤ 24	>24	≤ 24	>24	≤ 24	>24
	跨度小于 18m	四	三	三	二	三	二	二	一	二	一
	跨度不小于 18m	三		二		二		一		一	
钢组件异形柱 框架结构	框架	四		三		三		二		/	

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

5.1.4 钢组件框架结构需要设置防震缝时，防震缝宽度应符合下列规定：

- 1 当高度不超过 15m 时不应小于 100mm；
- 2 当高度超过 15m 时，6 度、7 度、8 度分别每增加高度 5m、4m、3m，宜加宽 20mm。

5.1.5 对于钢组件矩形柱框架结构，甲、乙类建筑及高度大于 24m 的丙类建筑不应采用单跨框架结构，高度不大于 24m 的丙类建筑不宜采用单跨框架结构。对于钢组件异形柱框架结构，不应采用单跨框架结构。钢组件矩形柱框架结构用于构筑物时，当高度大于 24m 时不宜采用单跨框架结构。

5.2 结构分析

5.2.1 钢组件框架结构的作用及作用组合应根据现行国家标准《工程结构通用规

范》GB 55001、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 和《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 等确定。

5.2.2 钢组件框架结构应按照国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3、《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149 对现浇混凝土矩形柱框架结构和异形柱框架结构的有关规定进行结构分析，其内力和变形计算可采用弹性分析方法。

5.2.3 钢组件框架结构整体分析中可假定楼盖在其自身平面内为无限刚性；当楼盖开有较大洞口或其局部会产生明显平面内变形时，在结构分析中应计入楼板面内变形的影响。

5.2.4 进行整体结构弹性内力和变形计算时，对于现浇楼盖和装配整体式楼盖，可计入楼板对预制梁刚度的增大作用，近似考虑时刚度放大系数可根据翼缘情况取 1.3~2.0；对于无现浇面层的装配式楼盖，不宜考虑楼面梁刚度的增大。

5.2.5 当非承重墙体采用填充轻质砌块、填充轻质墙板或外挂墙板时，钢组件框架结构的自振周期折减系数可取 0.7~0.9，结构计算中不应计入非承重墙体对结构承载力和刚度的有利作用。

5.2.6 钢组件框架结构在风荷载或多遇地震标准值作用下，按弹性方法计算的层间位移角不宜大于 $1/550$ 。

5.2.7 钢组件框架结构在罕遇地震作用下的弹塑性层间位移角不应大于 $1/50$ 。

6 构件设计

6.1 一般规定

6.1.1 预制梁、预制柱应进行承载能力极限状态和正常使用极限状态设计，并应符合下列规定：

- 1 对持久设计状况，应对预制梁进行承载力、变形、裂缝控制验算，应对预制柱进行承载力验算；
- 2 对地震设计状况，应对预制梁、预制柱进行承载力验算；
- 3 对制作、运输和堆放、安装等短暂设计状况，应对预制梁、预制柱进行施工验算。

6.1.2 预制梁、预制柱的承载力验算应符合下列规定：

- 1 持久设计状况、短暂设计状况：

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (6.1.2-1)$$

- 2 地震设计状况：

$$S_d \leq R_d / \gamma_{RE} \quad (6.1.2-2)$$

式中： γ_0 ——结构重要性系数，安全等级为一级时不应小于 1.1，安全等级为二级时不应小于 1.0；

S_d ——作用组合的效应设计值，应按现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑与市政抗震通用规范》GB 55002、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 及本规程的有关规定计算；

R_d ——构件的承载力设计值；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，应按表 6.1.2 采用，当仅考虑竖向地震作用组合时应取 1.0。

表 6.1.2 承载力抗震调整系数

构件类别	预制梁		预制柱				连接钢板、螺栓、焊缝
	混凝土梁身	梁端钢组件	混凝土柱身			节点域钢组件、柱侧钢组件、柱端钢组件	
受力	受弯	强度	偏压	偏压	受	强度	强度

状态			(轴压比 小于 0.15)	(轴压比不 小于 0.15)	剪、 偏拉		
γ_{RE}	0.75	0.75	0.75	0.8	0.85	0.75	0.75

6.1.3 钢组件板件间的角焊缝或全熔透焊缝、钢组件与纵向受力钢筋的搭接连接角焊缝质量等级不应低于二级。节点域钢组件中隔板与侧板的焊接，以及柱端钢组件中侧板与侧板、底板、顶板的焊接均应采用全熔透焊缝，焊缝质量等级应为一級。

6.1.4 预制构件与后浇混凝土、灌浆料的结合面应设置粗糙面，粗糙面的面积不宜小于结合面的 80%，预制板的粗糙面凹凸深度不应小于 4mm，预制梁端、预制柱端的粗糙面凹凸深度不应小于 6mm。

6.1.5 预制梁、预制柱中纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度大于 50mm 时，宜在混凝土保护层内采取有效的构造措施。

6.2 预制梁

6.2.1 采用 A 型梁柱连接时，预制梁宜采用 A 型梁端钢组件，包括 A_I型、A_{II}型两种[图 6.2.1(a)、图 6.2.1(b)]；采用 B 型梁柱连接时，预制梁宜采用 B 型梁端钢组件连接[图 6.2.1(c)]；采用 C 型梁柱连接时，预制梁宜采用 C 型梁端钢组件连接[图 6.2.1(d)]。

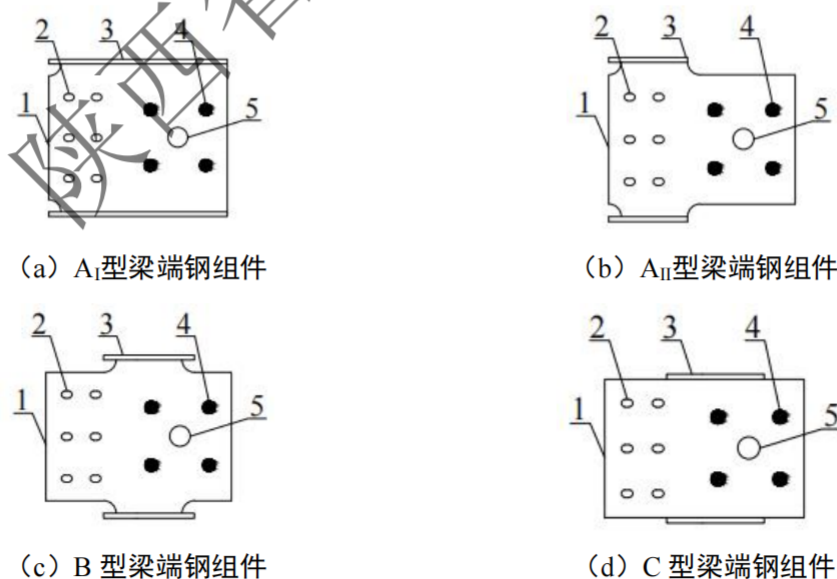


图 6.2.1 梁端钢组件构造示意

1. 腹板；2. 螺栓孔；3. 翼缘；4. 抗剪栓钉；5. 过浆孔。

6.2.2 预制梁由混凝土梁身和梁端钢组件组成，可采用全预制形式或叠合形式（图 6.2.2）。

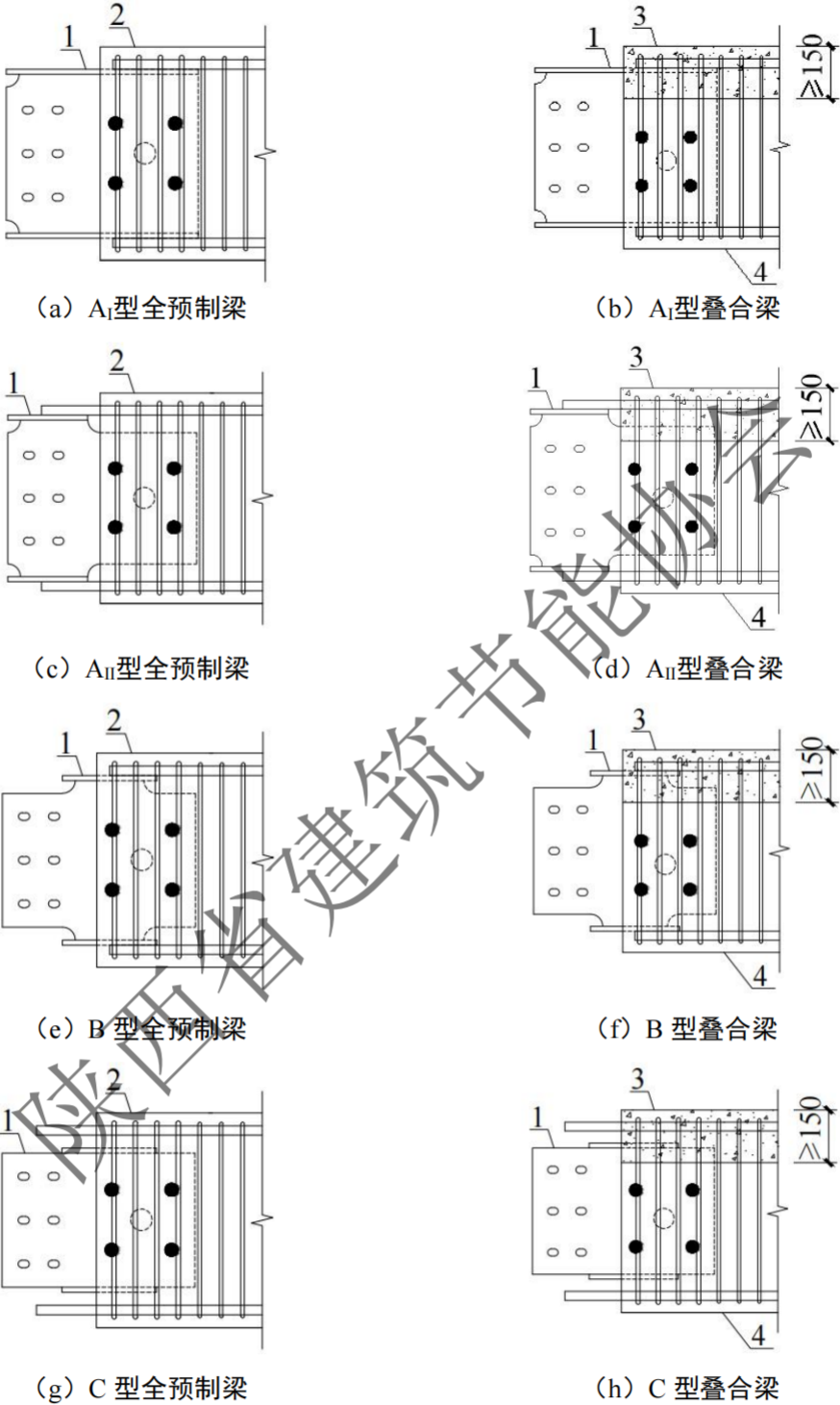


图 6.2.2 预制梁示意

1. 梁端钢组件；2. 混凝土梁身；3. 叠合层；4. 叠合梁预制部分。

6.2.3 混凝土梁身的截面尺寸应符合下列规定：

- 1 截面宽度不应小于 200mm；

- 2 截面高宽比不宜大于 4；
 - 3 净跨与截面高度之比不宜小于 4；
 - 4 叠合梁的叠合层厚度不宜小于 150mm。
- 6.2.4 混凝土梁身的钢筋配置除应满足现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定外，尚应符合下列规定：
- 1 与梁端钢组件连接的纵向受力钢筋层数不应超过 2 层；
 - 2 箍筋加密区长度 L_d 应从梁端钢组件伸入梁身内的端部开始起算（图 6.2.4）；
 - 3 梁端钢组件伸入梁身并延伸截面高度 h_b 一半的范围内应设置箍筋加强区 L_q ，箍筋间距不应大于 50mm 且配置在同一截面内箍筋各肢的全部截面面积同箍筋加密区（图 6.2.4）。

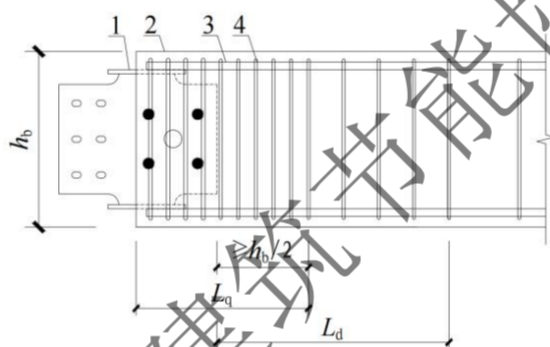


图 6.2.4 预制梁箍筋加密区和加强区示意

1. 梁端钢组件；2. 混凝土梁身；3. 梁身纵筋；4. 梁身箍筋

6.2.5 梁端钢组件的截面及构造应符合下列规定（图 6.2.5）：

- 1 钢组件应相对混凝土梁身居中布置，侧面至混凝土表面的距离应满足最外侧箍筋的保护层厚度要求，上、下翼缘表面至混凝土表面的距离不应小于 50mm，当采用 A、B 型钢组件时，尚不宜大于 80mm；
- 2 钢组件翼缘的厚度不应小于 12mm，宽厚比应符合现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定；
- 3 腹板的厚度不应小于 6mm；
- 4 钢组件埋入混凝土梁身的范围内，抗剪栓钉间距不应大于 200mm，且不宜小于 7.5 倍栓钉直径；
- 5 钢组件螺栓孔可采用标准孔和槽孔，孔型尺寸应满足现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

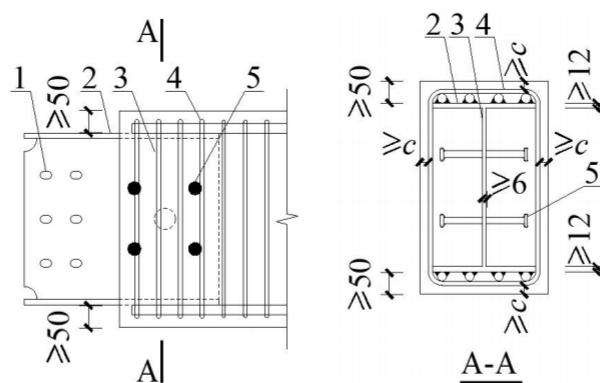


图 6.2.5 梁端钢组件截面及构造要求

1. 螺栓孔；2. 翼缘；3. 腹板；4. 梁身箍筋；5. 抗剪栓钉。

6.2.6 梁端钢组件的外伸长度与埋入长度应符合下列规定：

1 从混凝土梁身端部起算，埋入混凝土梁身的长度 L_s 应符合下式规定（图 6.2.6）：

$$L_s \geq \max(10d + 30, h_{b0}/2) \quad (6.2.6)$$

式中： d ——纵向受力钢筋直径（mm）；

h_{b0} ——钢组件的截面高度（mm）；

2 外伸长度应满足螺栓孔布置间距与施工安装空间要求，且不宜大于 300mm。

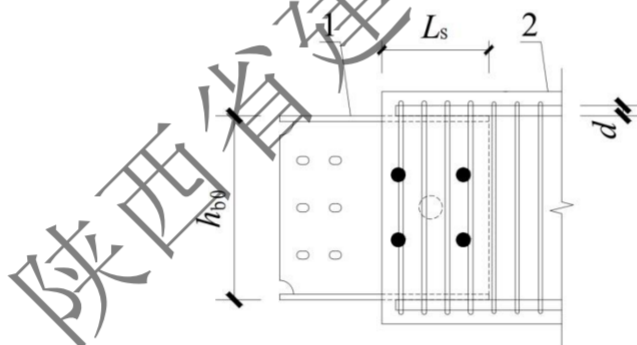


图 6.2.6 梁端钢组件埋入长度示意

1. 梁端钢组件；2. 混凝土梁身。

6.2.7 梁端钢组件与预制梁纵向受力钢筋的连接应符合下列规定：

1 A_I 型、 A_{II} 型、B 型钢组件均宜采用双面搭接焊连接，焊接长度 L_w 不应小于 $5d$ [图 6.2.7(a)、图 6.2.7(b)、图 6.2.7(c)]；C 型钢组件与钢筋净距不宜小于 d [图 6.2.7(d)]；

2 当纵向受力钢筋配置 2 层且部分钢筋采用单面搭接焊连接时，焊接长度 L_w 不应小于 $10d$ ；

3 采用搭接焊连接时，焊缝有效厚度不应小于 $0.35d$ ，焊缝宽度不应小于 $0.6d$ [图 6.2.7(e)]。

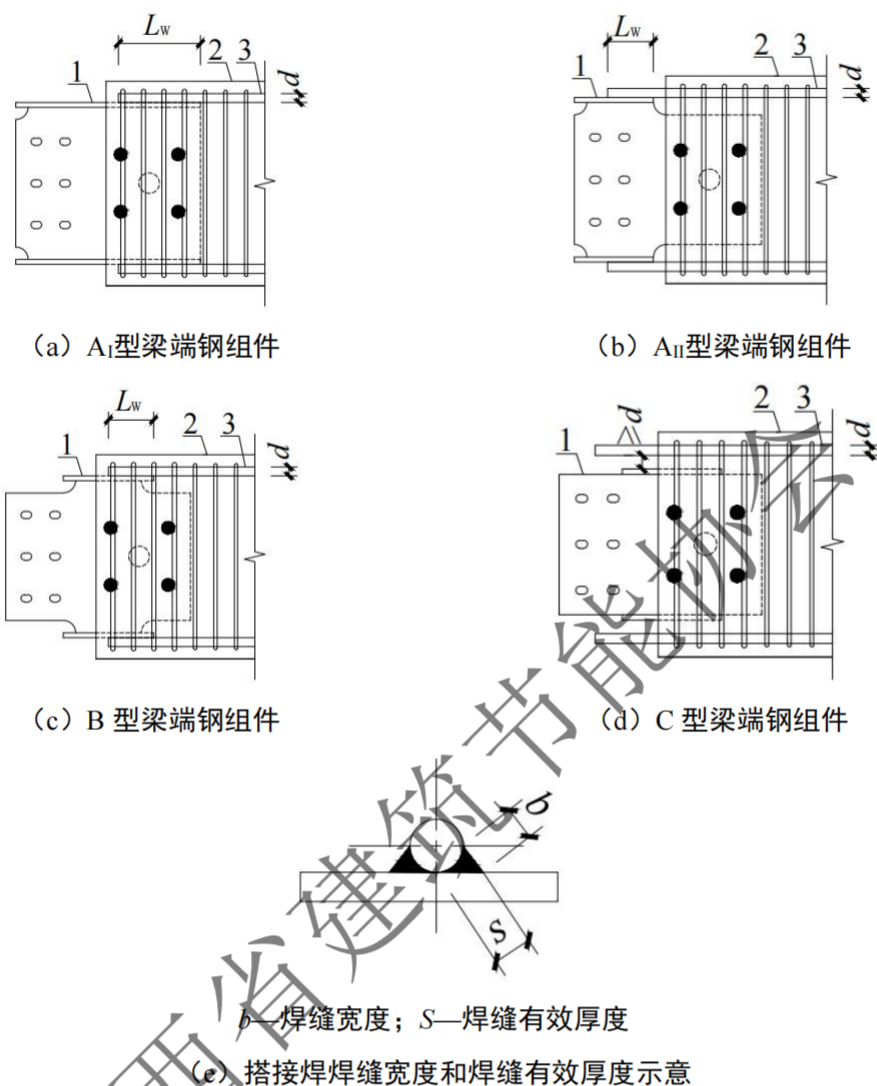


图 6.2.7 梁端钢组件与预制梁纵向受力钢筋连接示意

1. 梁端钢组件；2. 混凝土梁身；3. 纵向受力钢筋。

6.2.8 当采用 A、B 型梁端钢组件且混凝土梁身侧面设有纵向抗扭钢筋时应符合下列规定（图 6.2.8）：

1 钢组件宜设置纵向加劲板，加劲板长度应与钢组件的埋入长度相同，厚度应与钢组件翼缘厚度相同。纵向抗扭钢筋应与加劲板焊接，焊接长度和构造应符合本规程第 6.2.7 条的有关规定；

2 钢组件的螺栓孔宜采用标准孔。

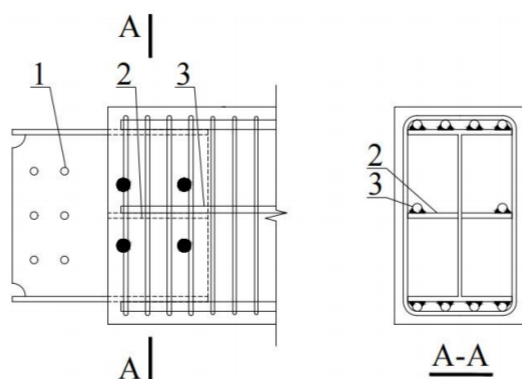


图 6.2.8 预制梁纵向抗扭钢筋与梁端钢组件连接构造

1. 螺栓孔；2. 纵向加劲板；3. 纵向抗扭钢筋。

6.2.9 当预制梁下部纵向受力钢筋配置 2 层及以上时应符合下列规定：

1 当采用 A、B 型梁端钢组件时，除底层钢筋应与钢组件下翼缘焊接外，其余钢筋可根据弯矩包络图按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定进行截断；

2 当采用 C 型梁端钢组件时，可根据弯矩包络图按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定进行截断。

6.2.10 预制梁应按混凝土梁身截面进行正截面受弯承载力和斜截面受剪承载力计算，计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定，混凝土梁身端部截面受弯承载力和受剪承载力计算时不应考虑钢组件的作用。

6.2.11 预制梁可按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 对框架梁的有关规定进行弯矩调幅设计。

6.2.12 当采用 A、B 型梁端钢组件时，预制梁端部的正截面受弯承载力应满足下式要求：

$$\frac{M_{bsuk}}{l_{b1}} \geq \eta_b \frac{M_{bcuk}}{l_{b2}} \quad (6.2.12)$$

式中： M_{bsuk} —— 梁端钢组件端部截面（图 6.2.12 中 I-I 截面）的受弯承载力标准值（N·mm），应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 进行计算，计算时不考虑钢组件腹板和楼板的作用，且不考虑承载力抗震调整系数，材料强度取标准值；

M_{bcuk} —— 按实配钢筋计算的混凝土梁身端部截面（图 6.2.12 中 II-II 截

面)的受弯承载力标准值($N \cdot mm$),计算时不考虑承载力抗震调整系数,材料强度取标准值;

l_{b1} —— 预制梁反弯点至钢组件端部截面(图 6.2.12 中I-I截面)的距离(mm);

l_{b2} —— 预制梁反弯点至混凝土梁身端部截面(图 6.2.12 中II-II截面)的距离(mm);

η_b —— 梁端钢组件连接系数,一级、二级、三级、四级可分别取 1.3、1.2、1.1 和 1.1。

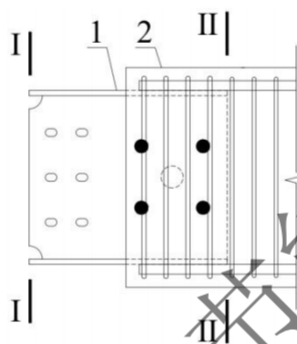


图 6.2.12 预制梁端部正截面受弯承载力验算截面示意

1. 梁端钢组件; 2. 混凝土梁身。

6.2.13 预制梁端部截面组合的剪力设计值应按下列公式计算:

1 一级抗震等级

$$V_b = 1.1 \sum M_{bua} / l_n + V_{Gb} \quad (6.2.13-1)$$

2 二级抗震等级

$$V_b = 1.2 \sum M_b / l_n + V_{Gb} \quad (6.2.13-2)$$

3 三级抗震等级

$$V_b = 1.1 \sum M_b / l_n + V_{Gb} \quad (6.2.13-3)$$

式中: V_b ——预制梁端部截面组合的剪力设计值(N);

$\sum M_{bua}$ ——左、右混凝土梁身端部截面的反时针或顺时针方向采用实配钢筋计算的正截面抗震受弯承载力所对应的弯矩值之和($N \cdot mm$),计算时考虑承载力抗震调整系数,材料强度取标准值;

$\sum M_b$ ——左、右梁端截面的反时针或顺时针方向组合的弯矩设计值之和

(N · mm) ;

l_n ——梁的净跨 (mm) ;

V_{Gb} ——预制梁在重力荷载代表值作用下, 按简支梁计算的梁端截面剪力设计值 (N) 。

6.2.14 预制梁的挠度计算可采用结构力学方法, 并应符合下列规定:

- 1 应按荷载准永久组合并考虑长期作用的影响进行计算;
- 2 计算时可假定各同号弯矩区段内的刚度相等, 混凝土梁身应取用该区段内最大弯矩处的刚度;
- 3 混凝土梁身的短期刚度和考虑长期作用影响的长期刚度应根据现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定进行计算;
- 4 挠度计算值不应超过表 6.2.14 规定的限值。

表 6.2.14 受弯构件的挠度限值

构件跨度	挠度限值
$l_0 < 7m$	$l_0/200$ ($l_0/250$)
$7m \leq l_0 \leq 9m$	$l_0/250$ ($l_0/300$)
$l_0 > 9m$	$l_0/300$ ($l_0/400$)
注: 1 l_0 为构件的计算跨度; 计算悬臂构件的挠度限值时, 其计算跨度 l_0 按实际悬臂长度的 2 倍取用;	
2 表中括号内的数值适用于在使用上对挠度有较高要求的构件。	

6.2.15 预制梁的混凝土梁身应根据现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定, 按荷载准永久组合并考虑长期作用影响计算最大裂缝宽度, 负弯矩区裂缝宽度计算时可不考虑梁端钢组件的影响。裂缝控制等级应为三级, 最大裂缝宽度不应超过表 6.2.15 规定的限值。

表 6.2.15 预制梁最大裂缝宽度的限值 (mm)

环境类别	最大裂缝宽度限值
一	0.30 (0.40)
二 a	0.2
二 b	
三 a、三 b	
注：1 对处于年平均相对湿度小于 60%地区一类环境下的受弯构件，其最大裂缝宽度限值可采用括号内的数值；	

2 表中的最大裂缝宽度限值为用于验算荷载作用引起的最大裂缝宽度。

6.2.16 预制梁安装阶段的施工验算，应符合下列规定：

1 在永久荷载标准值作用下的短期最大挠度不应超过挠度限值，挠度限值宜取为计算跨度的 1/400；

2 混凝土梁身正截面边缘的混凝土法向压应力，应满足下式要求：

$$\sigma_{cc} \leq 0.8f_{ck} \quad (6.2.16-1)$$

式中： σ_{cc} ——荷载标准组合作用下正截面边缘混凝土法向压应力（N/mm²），可按毛截面计算；

f_{ck} ——混凝土立方体抗压强度相应的轴心抗压强度标准值（N/mm²），按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 确定。

3 混凝土梁身正截面边缘的混凝土法向拉应力，应满足下式要求：

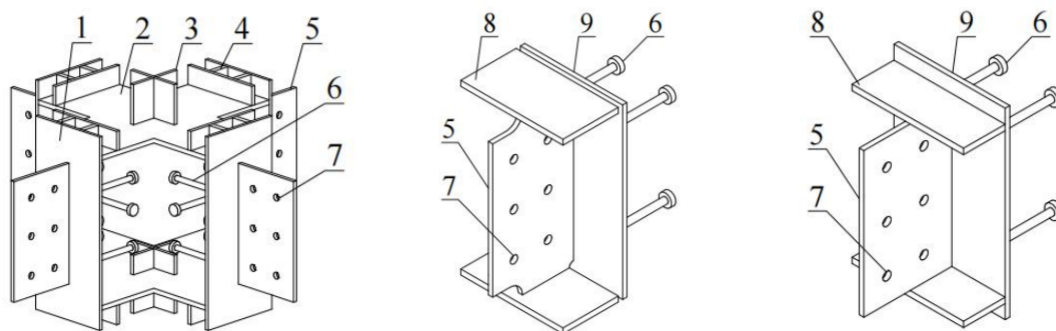
$$\sigma_{ct} \leq 1.0f_{tk} \quad (6.2.16-2)$$

式中： σ_{ct} ——荷载标准组合作用下正截面边缘混凝土法向拉应力（N/mm²），可按毛截面计算；

f_{tk} ——混凝土立方体抗压强度相应的轴心抗拉强度标准值（N/mm²），按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 确定。

6.3 预制柱

6.3.1 采用 A 型梁柱连接时，预制柱应采用节点域钢组件[图 6.3.1(a)]；采用 B 型梁柱连接时，预制柱宜采用 B 型柱侧钢组件[图 6.3.1(b)]；采用 C 型梁柱连接时，预制柱宜采用 C 型柱侧钢组件[图 6.3.1(c)]。



(a) 节点域钢组件

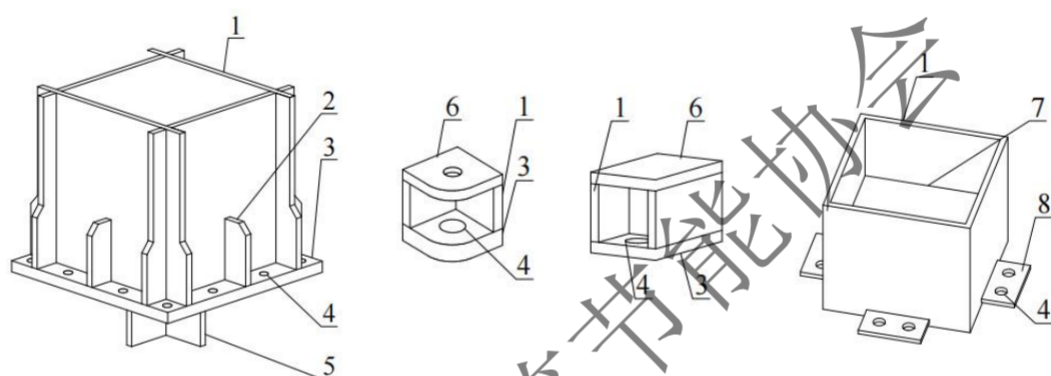
(b) B 型柱侧钢组件

(c) C 型柱侧钢组件

图 6.3.1 节点域钢组件和柱侧钢组件构造示意

1. 侧板；2. 隔板；3. 抗剪键；4. 加劲肋；5. 连接板；
6. 抗剪栓钉/抗剪锚筋；7. 螺栓孔；8. 翼缘；9. 锚板。

6.3.2 柱与柱采用柱端钢组件螺栓连接时，预制柱可采用图 6.3.2(a)所示的整体式柱端钢组件或图 6.3.2(b)所示的分体式柱端钢组件；柱与柱采用柱端钢组件灌浆连接时，预制柱宜采用图 6.3.2(a)所示的整体式柱端钢组件；柱与柱采用柱端钢组件焊接连接时，预制柱宜采用图 6.3.2(c)所示的整体式柱端钢组件。



(a) 柱端钢组件螺栓/灌浆连接
采用的整体式柱端钢组件

(b) 分体式柱端钢组件

(c) 柱端钢组件焊接连接
采用的整体式柱端钢组件

图 6.3.2 柱端钢组件示意

1. 侧板；2. 加劲肋；3. 底板；4. 螺栓孔；5. 抗剪键；6. 顶板；7. 隔板；8. 耳板。

6.3.3 预制柱由混凝土柱身和柱端钢组件、柱侧钢组件或节点域钢组件组成，应采用全预制形式，可为单层预制柱或跨层预制柱（图 6.3.3）。

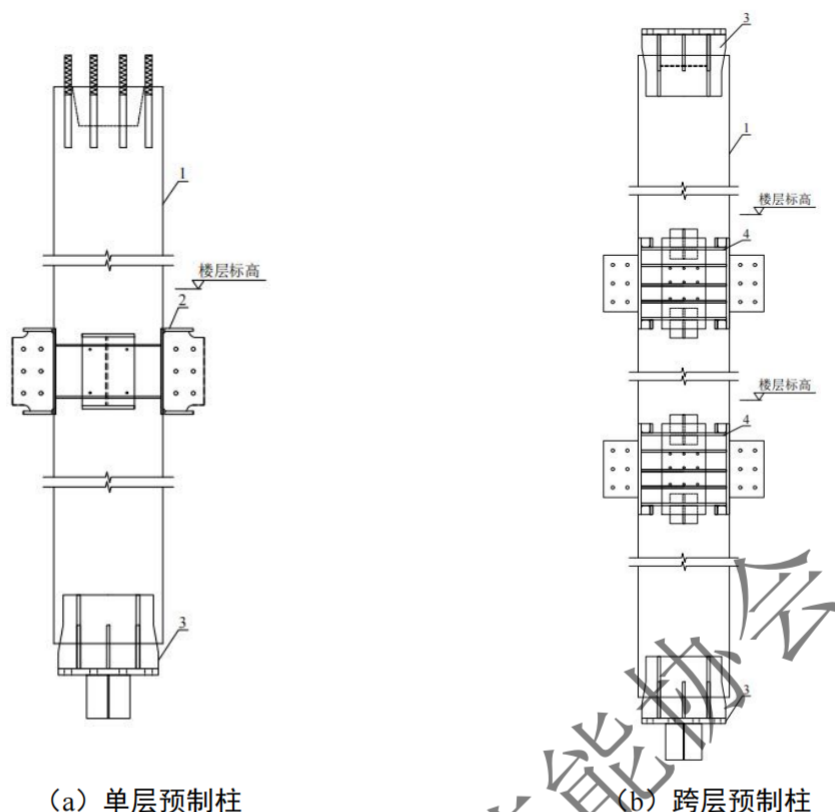


图 6.3.3 预制柱构造示意

1. 混凝土柱身；2. 柱侧钢组件；3. 柱端钢组件；4. 节点域钢组件。

6.3.4 对于钢组件矩形柱框架结构，预制柱的截面除应符合现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 截面的高度和宽度不应小于 350mm，不宜小于 400mm；
- 2 截面长边与短边的边长比不宜大于 2；
- 3 剪跨比不宜小于 2。

6.3.5 对于钢组件异形柱框架结构，预制柱的截面除应符合现行行业标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149 的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 截面的肢厚不应小于 200mm，肢高不应小于 450mm；
- 2 剪跨比宜大于 2，不应小于 1.5。

6.3.6 节点域钢组件设计应符合下列规定（图 6.3.6）：

1 钢组件隔板的净截面受拉承载力设计值不应小于连接的梁端钢组件翼缘截面受拉承载力设计值的 1.1 倍，且隔板厚度不应小于梁端钢组件翼缘厚度加 2mm；

2 钢组件抗剪锚筋的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T

50010 的有关规定，抗剪栓钉的设计应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定；

3 钢组件侧板厚度不宜小于抗剪锚筋或抗剪栓钉直径的 $\frac{3}{5}$ ，且不宜小于 8mm；

4 钢组件加劲肋、抗剪键厚度不应小于 6mm；

5 钢组件连接板厚度不应小于连接的梁端钢组件腹板厚度；

6 钢组件的螺栓孔应采用标准孔。

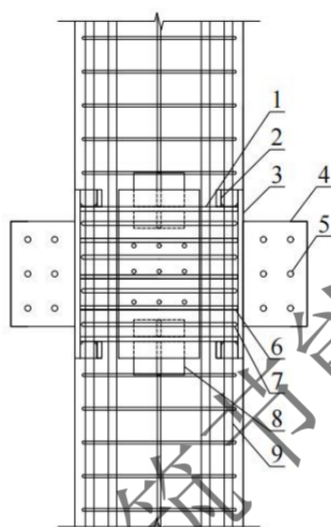


图 6.3.6 节点域钢组件构造示意

1. 隔板；2. 加劲肋；3. 侧板；4. 连接板；5. 螺栓孔；

6. 抗剪栓钉/抗剪锚筋；7. 节点域箍筋；8. 抗剪键；9. 柱身纵筋。

6.3.7 柱侧钢组件设计应符合下列规定（图 6.3.7）：

1 钢组件翼缘厚度不应小于连接的梁端钢组件的翼缘厚度，宽厚比应符合现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定；

2 钢组件抗剪锚筋的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定，抗剪栓钉的设计应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定；

3 钢组件锚板厚度不宜小于抗剪锚筋或抗剪栓钉直径的 $\frac{3}{5}$ ，且不宜小于 8mm；

4 钢组件连接板厚度不应小于连接的梁端钢组件腹板厚度；

5 钢组件的螺栓孔应采用标准孔；

6 当采用 B 型柱侧钢组件时, 与节点域连接钢筋应采用双面搭接焊连接[图 6.3.7(a)], 焊接长度 L_w 不应小于 $5d$, 焊缝高度和宽度应符合本规程第 6.2.7 条的规定;

7 当框架中间层中间节点的柱为矩形截面时, 对一级抗震等级, 节点域连接钢筋直径不宜大于柱在该方向截面尺寸的 $1/25$, 对二级、三级、四级抗震等级, 不宜大于柱在该方向截面尺寸的 $1/20$ 。

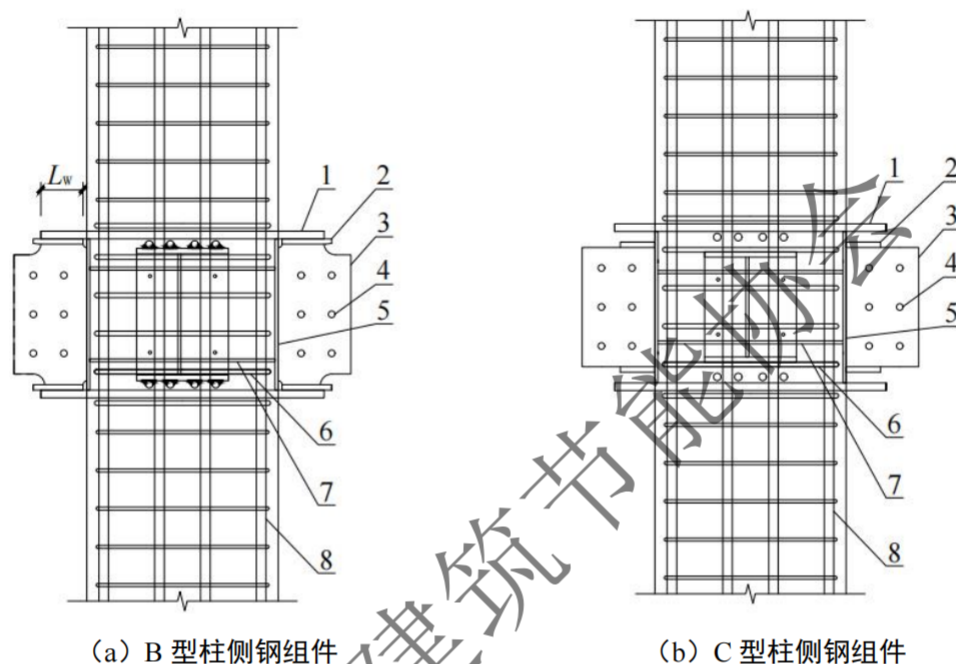


图 6.3.7 柱侧钢组件构造示意

1. 节点域连接钢筋; 2. 翼缘; 3. 连接板; 4. 螺栓孔; 5. 锚板;
6. 节点域箍筋; 7. 抗剪栓钉/抗剪锚筋; 8. 柱身纵筋。

6.3.8 柱端钢组件设计应符合下列规定:

1 钢组件截面组合截面形心应与混凝土柱身截面形心重合; 钢组件外边缘至混凝土柱身边缘或二次灌浆层表面的距离不宜小于 20mm 且应满足保护层最小厚度的要求;

2 钢组件侧板厚度不应小于 12mm, 隔板厚度不应小于 10mm, 耳板厚度不应小于 10mm, 底板、侧板、加劲肋承载力计算尚应符合本规程第 6.3.17 条的规定;

3 钢组件底板的螺栓孔孔径宜比螺栓公称直径至少大 4mm[图 6.3.8(a)、图 6.3.8(b)、6.3.8(c)];

4 当采用整体式钢组件时，柱纵向受力钢筋与钢组件应采用双面搭接焊连接，焊接长度 L_w 不应小于 $5d$ ，焊缝有效厚度和宽度应符合本规程第 6.2.7 条的规定[图 6.3.8(a)、6.3.8(d)]；

5 当采用分体式钢组件时，柱纵向受力钢筋与钢组件可采用双面搭接焊连接或穿孔塞焊连接，且应采取加强钢组件侧板与混凝土连接的措施；当采用双面搭接焊连接时，焊缝有效厚度和宽度应符合本规程第 6.2.7 条的规定[图 6.3.8(c)]，当采用穿孔塞焊连接时，顶板厚度不宜小于纵向受力钢筋最大直径的 $3/5$ [图 6.3.8(b)]；

6 当柱纵向受力钢筋与钢组件侧板无法直接采用搭接焊连接时，可将纵向受力钢筋弯折后进行搭接焊，钢筋弯折坡度不应大于 1：6，弯折终点距钢组件端部不宜小于 150mm，同时在弯折区域内设置直径不小于 10mm 的构造钢筋[图 6.3.8(a)]。

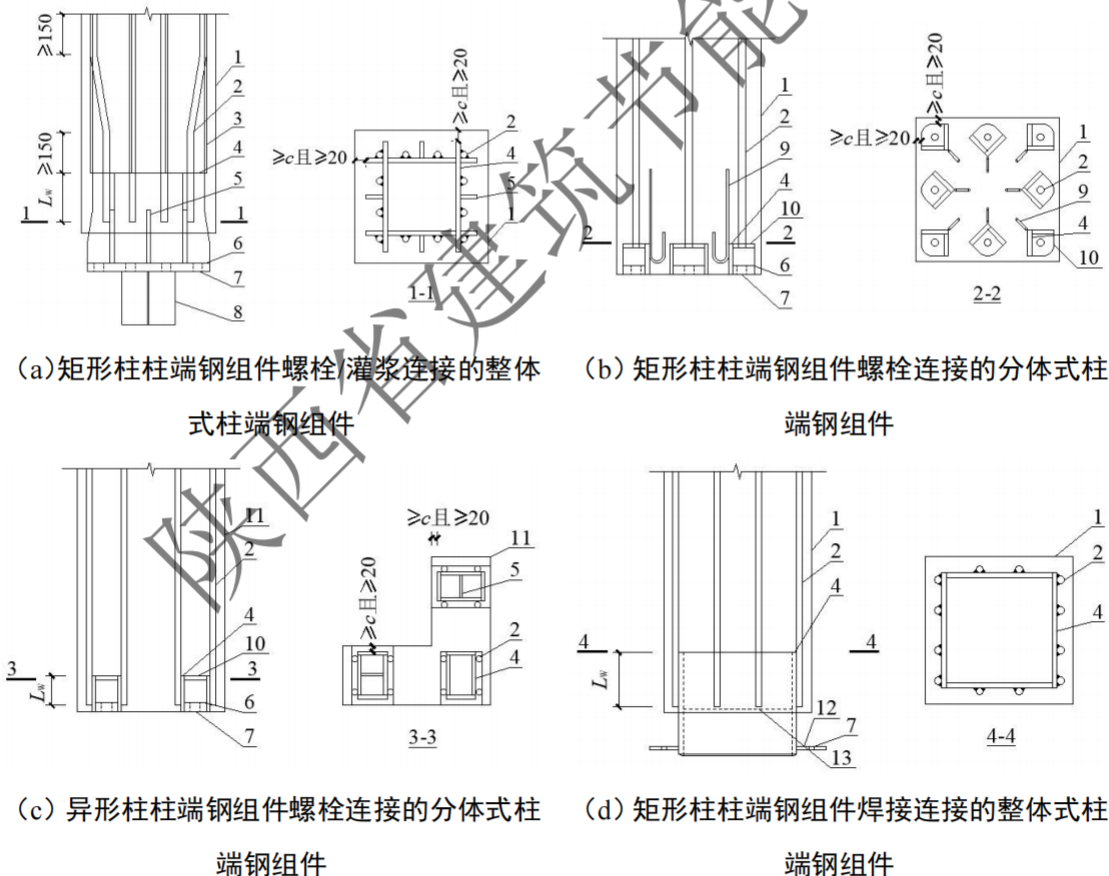


图 6.3.8 柱端钢组件构造示意

1. 矩形柱；2. 纵向受力钢筋；3. 构造钢筋；4. 侧板；5. 加劲肋；6. 底板；7. 螺栓孔；8. 抗剪键；9. 锚固钢筋；10. 顶板；11. 异形柱；12. 耳板；13. 隔板。

6.3.9 预制柱的纵向受力钢筋和箍筋配置应符合国家现行标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定，其中箍筋配置尚应符合下列规定：

1 箍筋加密区 L_d 应从柱端钢组件埋入混凝土柱身内的端部起算，第 1 道箍筋应紧靠柱端钢组件端部设置，第 2 道箍筋与第 1 道箍筋间距应为 50mm[6.3.9(a)、图 6.3.9(b)]；

2 当采用分体式钢组件时，应在柱端钢组件区域设置箍筋，箍筋间距同箍筋加密区[图 6.3.9(b)]。

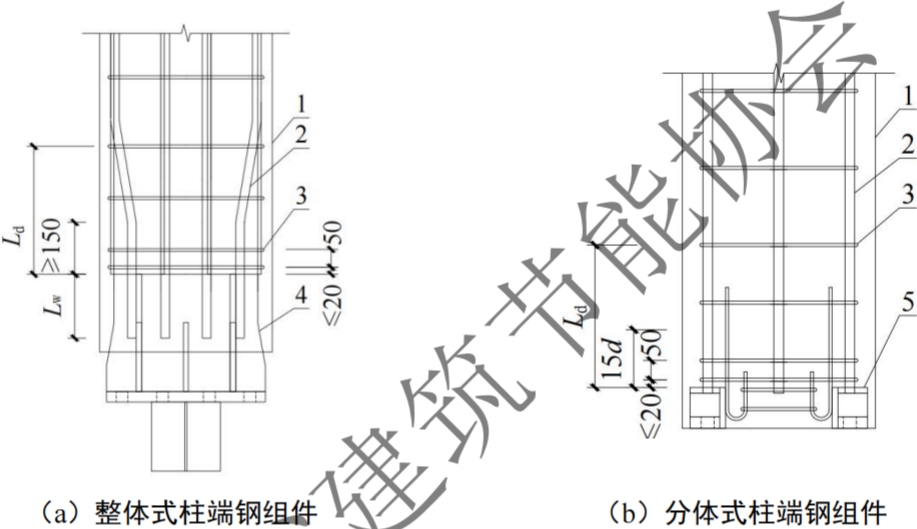


图 6.3.9 预制柱的纵向受力钢筋和箍筋配置示意

1. 混凝土柱身；2. 纵向受力钢筋；3. 箍筋；4. 整体式柱端钢组件；
5. 分体式柱端钢组件。

6.3.10 对于钢组件矩形柱框架结构，预制柱的轴压比不宜超过表 6.3.10 的规定；建造于Ⅳ类场地且较高的高层建筑，柱轴压比限值应适当减小。

表 6.3.10 矩形预制柱轴压比限值

抗震等级	一	二	三	四
轴压比	0.65	0.75	0.85	0.90
注：1 轴压比指柱组合的轴压力设计值与柱的全截面面积和混凝土轴心抗压强度设计值乘积之比；				
2 表内限值适用于剪跨比大于 2、混凝土强度等级不高于 C60 的柱；剪跨比不大于 2 的柱，轴压比限值应降低 0.05；				

- 3 当沿柱采用井字复合箍，箍筋间距不大于 100mm、肢距不大于 200mm、直径不小于 12mm，轴压比限值可增加 0.10；
- 4 调整后的柱轴压比限值不应大于 1.05。

6.3.11 对于钢组件异形柱框架结构，预制柱的轴压比不宜超过表 6.3.11 的规定。

表 6.3.11 异形预制柱轴压比限值

截面形式	抗震等级			
	一	二	三	四
L 形	—	0.50	0.60	0.70
T 形	—	0.55	0.65	0.75

注：1 剪跨比不大于 2 的异形柱，轴压比限值应按表内相应数值减少 0.05；
2 纵向受力钢筋采用 500MPa 级钢筋时，轴压比限值应按表内相应数值减少 0.05。

6.3.12 预制柱应按混凝土柱身进行正截面承载力和斜截面受剪承载力计算，其中矩形柱的承载力计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定，异形柱的承载力计算应符合现行行业标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149 的有关规定。

6.3.13 考虑地震作用组合的柱端弯矩设计值应符合下列规定：

1 节点上、下柱端弯矩设计值应按下列公式计算：

一级抗震等级

$$\sum M_{cc} = 1.2 \sum M_{bua} \quad (6.3.13-1)$$

二级抗震等级

$$\sum M_{cc} = 1.5 \sum M_b \quad (6.3.13-2)$$

三级抗震等级

$$\sum M_{cc} = 1.3 \sum M_b \quad (6.3.13-3)$$

四级抗震等级

$$\sum M_{cc} = 1.2 \sum M_b \quad (6.3.13-4)$$

式中： $\sum M_{cc}$ ——考虑地震作用组合的节点上、下柱端的弯矩设计值之和（N·mm），柱端弯矩设计值可按弹性分析分配。

2 底层预制柱下端截面考虑地震作用组合的弯矩设计值，一级、二级、三级、

四级应分别乘以增大系数 1.7、1.5、1.3 和 1.2。底层预制柱的纵向钢筋应按上下端的不利情况配置；

3 顶层预制柱和轴压比小于 0.15 的预制柱，其考虑地震作用组合的柱端弯矩设计值可不增大。

6.3.14 预制柱考虑地震作用组合的剪力设计值应按下列公式计算：

一级抗震等级：

$$V_{cc} = 1.2 \frac{(M_{cua}^t + M_{cua}^b)}{H_n} \quad (6.3.14-1)$$

二级抗震等级：

$$V_{cc} = 1.3 \frac{M_{cc}^t + M_{cc}^b}{H_n} \quad (6.3.14-2)$$

三级抗震等级

$$V_{cc} = 1.2 \frac{M_{cc}^t + M_{cc}^b}{H_n} \quad (6.3.14-3)$$

四级抗震等级

$$V_{cc} = 1.1 \frac{M_{cc}^t + M_{cc}^b}{H_n} \quad (6.3.14-4)$$

式中： V_{cc} ——混凝土柱身端部截面考虑地震作用组合的剪力设计值 (N)；

M_{cua}^t 、 M_{cua}^b ——分别为混凝土柱身上、下端顺时针或逆时针方向，按实配钢筋面积和材料强度标准值并考虑承载力抗震调整系数计算的正截面抗震受弯承载力所对应的弯矩值 (N·mm)，计算时轴力取重力荷载代表值产生的轴向压力设计值并考虑承载力抗震调整系数；

M_{cc}^t 、 M_{cc}^b ——分别为混凝土柱身上、下端顺时针或逆时针方向考虑地震作用组合的弯矩设计值 (N·mm)，应符合本规程第 6.3.13 条的规定；

H_n ——柱的净高度。

6.3.15 一级、二级、三级、四级钢组件框架结构的角柱，按本规程第 6.3.13 条和第 6.3.14 条规定调整后的组合弯矩设计值、剪力设计值应乘以不小于 1.10 的

增大系数。

6.3.16 当采用 B 型柱侧钢组件时, 节点域连接钢筋的受拉承载力设计值应符合下式要求:

$$f_{jsy} A_{js} \geq \eta_{bs} f_y A_{bs} \quad (6.3.16)$$

式中: f_{jsy} —— 节点域连接钢筋的抗拉强度设计值 (N/mm^2);
 A_{js} —— 节点域连接钢筋的截面面积 (mm^2);
 f_y —— 钢筋抗拉强度设计值 (N/mm^2);
 A_{bs} —— 与节点域连接钢筋对应的被连接预制梁纵向受力钢筋截面面积 (mm^2);
 η_{bs} —— 连接增大系数, 一级、二级、三级、四级可分别取 1.2、1.1、1.0、1.0。

6.3.17 柱端钢组件的承载力应符合下列规定:

1 底板的厚度应满足下式要求:

$$t_b \geq \sqrt{5 M_{\max, t} / f_a} \quad (6.3.17-1)$$

式中: t_b —— 底板的厚度 (mm);
 $M_{\max, t}$ —— 按单个钢筋的受拉承载力设计值均布到底板对应区域计算的单位板宽最大弯矩 ($\text{N} \cdot \text{mm}$), 对分体式柱端钢组件按两边简支的弹性板近似计算弯矩; 对整体式柱端钢组件的角部区格, 按邻边固结的弹性板近似计算弯矩; 对柱端钢组件的中间区格, 按两边沿加劲板边固结、另一边沿侧板边铰接弹性板近似计算 (图 6.3.17-1);
 f_a —— 钢板的抗拉强度设计值 (N/mm^2)。

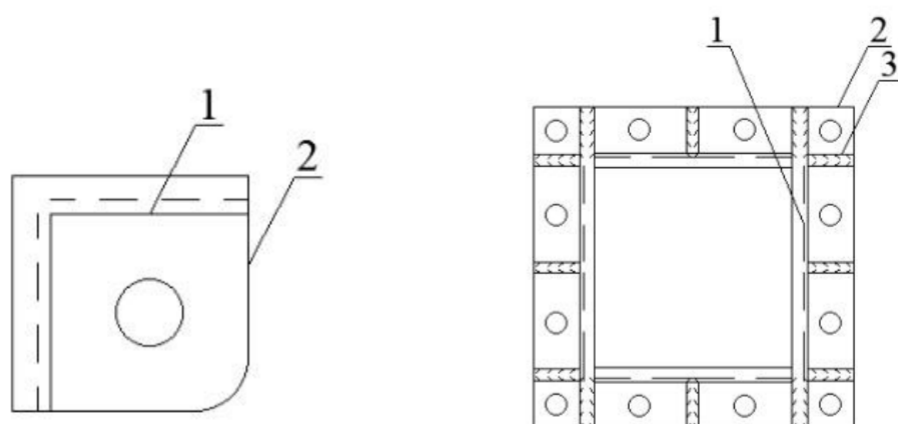
2 侧板尺寸应满足下式要求:

$$f_a b_s t_s \geq \eta_{cs} f_y A_{cs} \quad (6.3.17-2)$$

式中: b_s —— 侧板宽度 (mm);
 t_s —— 侧板厚度 (mm);
 A_{cs} —— 与同一侧板相连的纵筋的截面面积 (mm^2);
 η_{cs} —— 连接增大系数, 取 2.0。

3 应按照附录 A 的试验方法对分体式柱端钢组件进行拉伸性能检验, 试验

结果应为钢筋断裂而柱端钢组件不发生破坏。



(a) 分体式柱端钢组件

(b) 整体式柱端钢组件

图 6.3.17-1 柱端钢组件受弯计算简图

1. 简支边；2. 自由边；3. 固接边。

4 加劲肋的计算应符合下列规定：

1) 受拉侧竖向对接焊缝应满足下列公式要求：

$$\tau_{f1} = \frac{\alpha_1 N_{t, \max}}{t_1 (h_1 - h_2 - 2t_1)} \leq f_v^w \quad (6.3.17-3)$$

$$\sigma_{f1} = \frac{6\alpha_1 N_{t, \max} e_1}{t_1 (h_1 - h_2 - 2t_1)^2} \leq f_t^w \quad (6.3.17-4)$$

$$\sqrt{\sigma_{f1}^2 + 3\tau_{f1}^2} \leq 1.1f_t^w \quad (6.3.17-5)$$

2) 受拉侧水平对接焊缝应满足下式要求：

$$\sigma_{f2} = \frac{\alpha_1 N_{t, \max}}{t_1 (b_1 - b_2 - 2t_1)} \leq f_t^w \quad (6.3.17-6)$$

式中： σ_{f1} 、 σ_{f2} —— 分别为垂直于受拉侧竖向对接焊缝、受拉侧水平对接焊缝长度方向的拉应力 (N/mm²) (图 6.3.17-2)；

τ_{f1} —— 平行于受拉侧竖向对接焊缝长度方向的剪应力 (N/mm²)；

b_1 —— 加劲肋的宽度 (mm)；

t_1 —— 加劲肋的厚度 (mm)；

h_1 —— 加劲肋的高度 (mm)；

b_2 —— 加劲肋切角宽度 (mm)；

- h_2 —— 加劲肋切角高度 (mm) ;
- $N_{t,\max}$ —— 受拉侧区格内法兰板底反力的合力 (N) , 计算法兰板底反力时, 法兰连接节点承受的弯矩可取混凝土柱身底截面的受弯承载力设计值;
- α_1 —— 受拉侧加劲肋承担反力的比例, 可按沿加劲肋固定和沿矩形钢管壁自由的弹性板近似计算;
- e_1 —— 受拉侧偏心距, 取螺栓中心至矩形钢管外壁的距离 (mm) ;
- f_v^w —— 对接焊缝抗剪强度设计值 (N/mm^2) ;
- f_t^w —— 对接焊缝抗拉强度设计值 (N/mm^2) 。

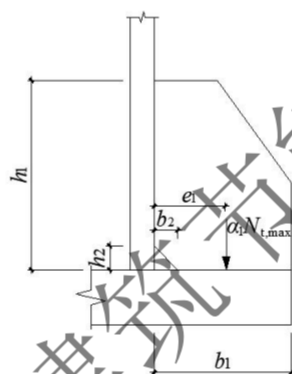


图 6.3.17-2 加劲肋受拉侧焊缝计算示意

6.4 其他构件

6.4.1 混凝土叠合板的设计应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定, 其中预应力混凝土叠合板的设计尚应符合现行行业标准《预应力混凝土结构设计规范》JGJ 369 的有关规定。

6.4.2 钢筋桁架楼承板的设计应符合现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T 368 的有关规定。

6.4.3 全预制混凝土板的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定, 相邻预制板之间、预制板与预制梁之间应设置配筋混凝土后浇带, 预制板的受力钢筋应在后浇带内可靠连接或锚固。

7 连接节点设计

7.1 梁柱连接节点

I 一般规定

7.1.1 对于钢组件矩形柱框架结构,梁柱节点核心区抗震受剪承载力验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定。

7.1.2 对于钢组件异形柱框架结构,梁柱节点核心区抗震受剪承载力验算应符合现行行业标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149 的有关规定。

7.1.3 梁柱连接段内应配置箍筋,并应采用细石混凝土浇筑密实;第1道箍筋距柱侧不应超过 50mm,箍筋间距不宜大于 50mm,直径不宜小于 8mm (图 7.1.3)。

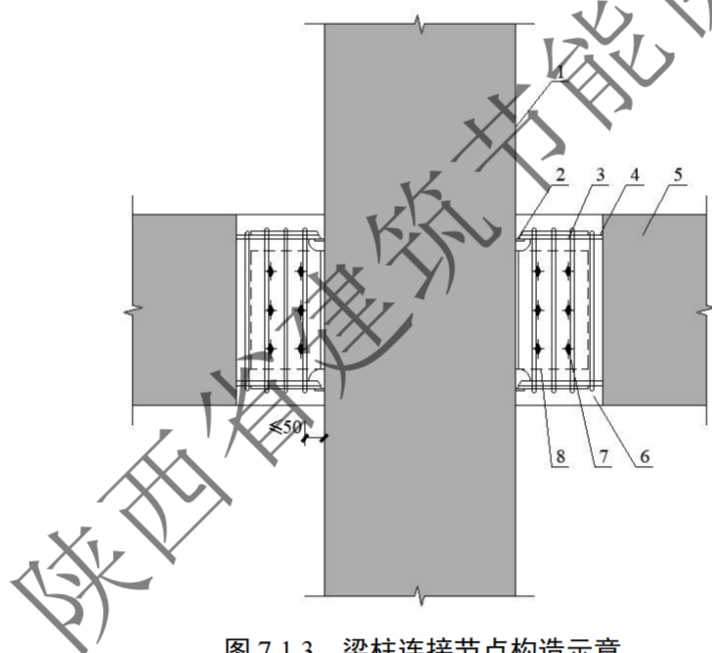


图 7.1.3 梁柱连接节点构造示意

1. 混凝土柱身; 2. 焊缝; 3. 连接段箍筋; 4. 梁端钢组件; 5. 混凝土梁身;
6. 连接段; 7. 螺栓; 8. 节点域/柱侧钢组件

7.1.4 梁端钢组件翼缘与柱侧钢组件、节点域钢组件的焊接均采用全熔透焊缝,当应用于高层建筑时焊缝质量等级尚应为一级。

7.1.5 梁柱连接接缝截面的受剪承载力应按下列公式验算:

- 1 永久、短暂设计状况:

$$V_d^j \leq V_{ud}^j \quad (7.1.5-1)$$

2 地震设计状况:

$$V_{dE}^j \leq V_{ud}^j / \gamma_{RE} \quad (7.1.5-2)$$

$$V_{uk}^j \geq \eta_j (\sum M_{bcuk} / l_n) + V_{Gb} \quad (7.1.5-3)$$

式中: V_d^j —— 永久、短暂设计状况下接缝剪力设计值 (N);
 V_{dE}^j —— 地震设计状况下接缝剪力设计值 (N);
 V_{ud}^j —— 梁与柱连接的接缝受剪承载力设计值 (N);
 V_{uk}^j —— 梁与柱连接的接缝受剪承载力标准值 (N), 计算时按本规程连接的受剪承载力设计值对应公式计算, 不考虑承载力抗震调整系数, 材料强度取标准值;
 η_j —— 梁与柱连接的接缝受剪承载力增大系数, 对一级抗震等级取 1.35, 对二级、三级、四级抗震等级取 1.2。

7.1.6 梁柱连接接缝截面的受剪承载力应按下列公式计算:

1 当梁柱连接接缝为粗糙面, 且仅有钢筋和钢组件腹板垂直穿过接缝时

$$V_{du}^j = V_{ud1}^j + V_{ud2}^j \quad (7.1.6-1)$$

$$\text{钢筋} \quad V_{ud1}^j = 0.5\mu A_{sd} f_y + 0.9A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \quad (7.1.6-2)$$

$$\text{钢组件腹板} \quad V_{ud2}^j = \beta_w \cdot 0.58 f_a A_w \quad (7.1.6-3)$$

式中: μ —— 梁柱接缝截面摩擦系数, 对于粗糙面一般取 0.6;
 A_{sd} —— 垂直穿过接缝的所有钢筋截面面积 (mm²);
 f_c —— 混凝土轴心抗压强度设计值 (N/mm²);
 β_w —— 钢腹板作用系数, 对于单锚钢板取 0.4, 对于双锚钢板取 1.0;
 A_w —— 垂直穿过接缝的钢腹板截面面积 (mm²)。

2 当梁柱连接接缝为粗糙面, 且仅有钢筋和抗剪锚筋或抗剪栓钉垂直穿过接缝时

$$V_{ud}^j = V_{ud1}^j + V_{ud3}^j \quad (7.1.6-4)$$

$$\text{抗剪栓钉} \quad V_{ud3}^j = 0.43 A_{st} \sqrt{E_c f_c} \leq 0.7 A_{st} f_u \quad (7.1.6-5)$$

$$\text{抗剪锚筋} \quad V_{\text{ud}3}^j = A_{\text{sa}} \alpha_r \alpha_v f_y \quad (7.1.6-6)$$

式中：

- A_{st} —— 抗剪栓钉钉杆截面面积 (mm^2)；
- E_c —— 混凝土的弹性模量 (N/mm^2)；
- f_u —— 抗剪栓钉极限抗拉强度设计值，需满足现行国家标准《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》GB/T 10433 的规定 (N/mm^2)；
- A_{sa} —— 锚筋的总截面面积 (mm^2)；
- α_r —— 锚筋层数的影响系数；当锚筋按等间距布置时：两层取 1.0，三层取 0.9，四层取 0.85；
- α_v —— 锚筋的受剪承载力系数，需满足现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的要求。

7.1.7 采用 B 型梁柱连接和 C 型梁柱连接时，梁柱连接接缝的正截面受弯承载力应按照现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 进行持久设计状况和地震设计状况的计算，承载力计算时不应考虑钢组件的作用。

II A 型梁柱连接

7.1.8 采用 A 型梁柱连接时，预制梁与预制柱应通过 A 型梁端钢组件和节点域钢组件进行连接，且宜采用栓焊连接方式。

7.1.9 A 型梁柱连接构造应符合下列规定：

1 梁端钢组件对应于节点域钢组件侧板处的翼缘外侧应设置盖板，厚度不应小于 6mm，盖板与梁端钢组件翼缘应采用角焊缝连接（图 7.1.9）；

2 当预制柱两侧梁高不同时，应在节点域钢组件内设置水平隔板，水平隔板的净截面受拉承载力设计值不应小于连接的梁端钢组件翼缘截面受拉承载力设计值的 1.1 倍，且厚度不应小于梁端钢组件翼缘厚度加 2mm；水平隔板与侧板的连接应采用焊透的 T 型对接焊缝（图 7.1.9）。

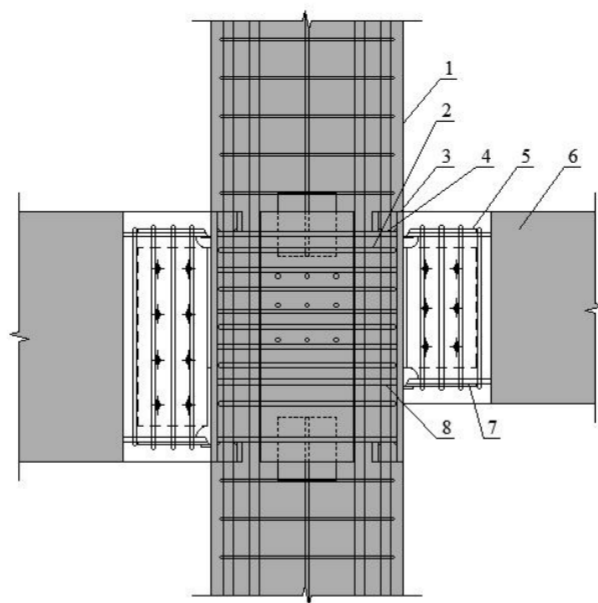


图 7.1.9 A 型梁柱连接构造示意

1. 混凝土柱身；2. 节点域钢组件；3. 侧板；4. 隔板；
5. 盖板；6. 混凝土梁身；7. 翼缘；8. 水平隔板。

7.1.10 对于 A 型梁柱连接，接缝的受剪承载力应按下列公式计算：

1 采用 A_I型梁端钢组件：

$$V_{ud}^j = V_{ud3}^j \quad (7.1.10)$$

2 当采用 A_{II}型梁端钢组件时应分别按本规程式 (7.1.6-1)、(7.1.10) 确定并取二者较小值。

7.1.11 采用 A 型梁柱连接时，梁端钢组件与节点域钢组件栓焊连接的极限受剪承载力应满足下列公式要求：

$$V_{bu}^j \geq 1.2(\sum M_{bcuk} / l_n) + V_{Gb} \quad (7.1.11)$$

式中： V_{bu}^j —— 梁与柱连接的极限受剪承载力 (N)。

III B 型梁柱连接

7.1.12 采用 B 型梁柱连接时，预制梁与预制柱应通过 B 型梁端钢组件和 B 型柱侧钢组件进行连接，且宜采用栓焊连接方式 (图 7.1.12)。

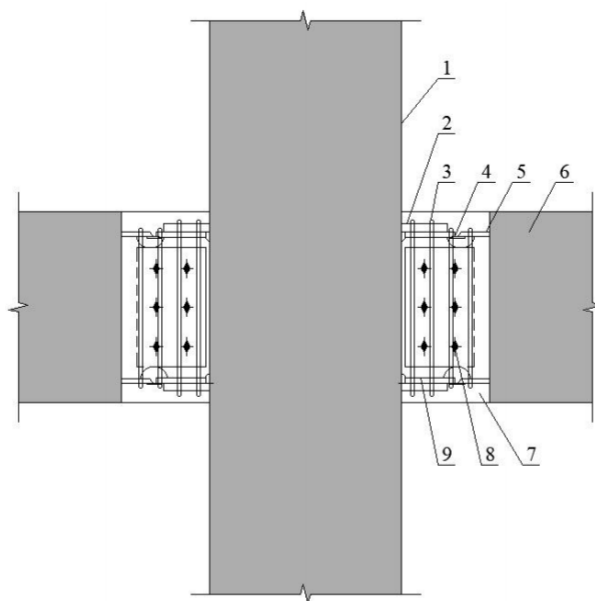


图 7.1.12 B 型梁柱连接构造示意

1. 混凝土柱身；2. 节点域连接钢筋；3. 连接段箍筋；4. 焊缝；5. B 型梁端钢组件；
6. 混凝土梁身；7. 连接段；8. 螺栓；9. B 型柱侧钢组件。

7.1.13 对于 B 型梁柱连接，接缝的受剪承载力应分别按本规程式（7.1.6-1）、（7.1.6-4）确定并取二者较小值。

IV C 型梁柱连接

7.1.14 采用 C 型梁柱连接时，预制梁与预制柱应通过 C 型梁端钢组件和 C 型柱侧钢组件进行连接，且宜采用钢组件螺栓连接、钢筋机械连接的方式（图 7.1.14）。

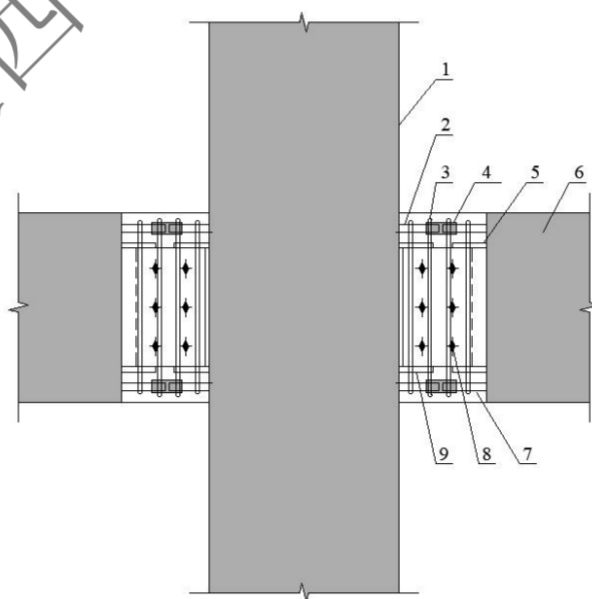


图 7.1.14 C 型梁柱连接构造示意

1. 混凝土柱身；2. 节点域连接钢筋；3. 连接段箍筋；4. 机械连接；5. C 型梁端钢组件；6. 混凝土梁身；7. 连接段；8. 螺栓；9. C 型柱侧钢组件。

7.1.15 采用 C 型梁柱连接时，钢筋机械连接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 级接头的有关规定。

7.1.16 对于 C 型梁柱连接，接缝的受剪承载力应分别按本规程式（7.1.6-1）、（7.1.6-4）确定并取二者较小值，根据式（7.1.6-1）计算时应分别考虑单锚钢板和双锚钢板的有效作用。

7.2 预制柱连接

I 一般规定

7.2.1 上、下节预制柱可采用柱端钢组件螺栓连接、柱端钢组件灌浆连接或柱端钢组件焊接连接（图 7.2.1）。

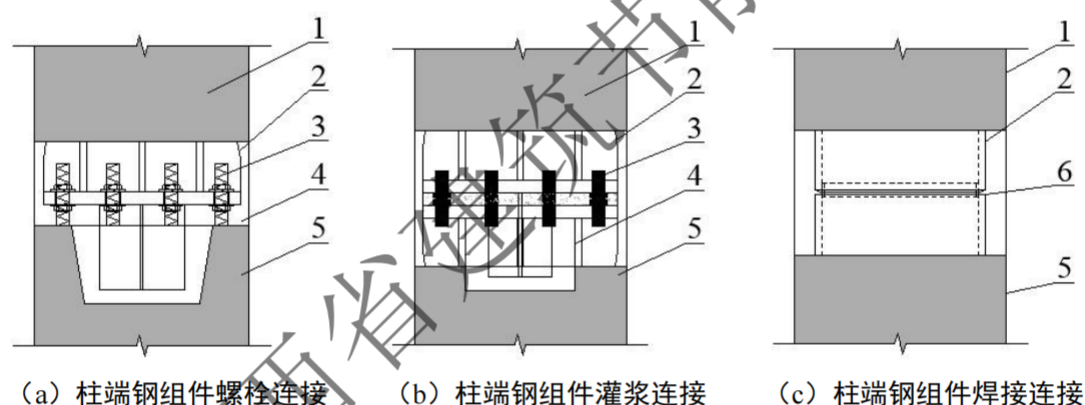


图 7.2.1 预制柱连接构造示意

1. 上节柱；2. 柱端钢组件；3. 预留连接杆；4. 连接段；

5. 下节柱；6. 焊缝。

7.2.2 上、下节预制柱的连接段应采用灌浆料填实（图 7.2.1）。

7.2.3 上、下节预制柱采用柱端钢组件焊接连接时，柱端钢组件之间应采用全熔透焊缝连接，当应用于高层建筑时焊缝质量等级尚应为一级。

II 柱端钢组件螺栓连接

7.2.4 预制柱采用柱端钢组件螺栓连接时应符合下列规定（图 7.2.4）：

1 在上节柱设置柱端钢组件，与下节柱外伸的预留连接杆采用螺栓连接，预

留连接杆应与下节柱内纵向受力钢筋可靠焊接或采用机械连接；

2 柱端接缝宽度不应小于 50mm 且应满足施工安装的要求，其操作手孔及接缝应采用灌浆料填实；

3 柱端钢组件的下部应设置调平螺母，调平螺母与底板上部螺母规格型号相同，调平螺母和上部螺母的配置应满足预制柱施工验算要求。

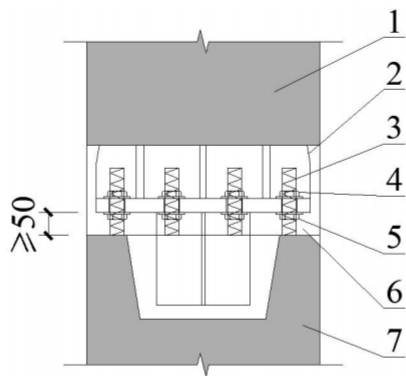


图 7.2.4 钢组件螺栓连接构造示意

1. 上节柱；2. 柱端钢组件；3. 预留连接杆；4. 上部螺母；
5. 调平螺母；6. 连接段；7. 下节柱。

7.2.5 预制柱连接接缝截面受弯承载力应符合下列规定：

1 短暂、持久设计状况下：

$$M_d^j \leq M_{ud}^j \quad (7.2.5-1)$$

2 地震设计状况下：

$$M_{de}^j \leq M_{ud}^j / \gamma_{RE} \quad (7.2.5-2)$$

M_d^j —— 短暂、持久设计状况下上、下节柱连接接缝截面弯矩设计值（N·mm）；

M_{de}^j —— 地震设计状况下上、下节柱连接接缝截面弯矩设计值（N·mm）；

M_{ud}^j —— 上、下节柱连接接缝截面的受弯承载力设计值（N·mm）；
在短暂设计状况下，当未灌浆或灌浆料未达到设计强度时，根据连接杆的拉、压力平衡来计算；在持久、地震设计状况下，可将连接杆视为钢筋，按照现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定计算，其中混凝土

强度取预制柱混凝土强度。

7.2.6 柱端水平接缝的剪力可由接缝间的摩擦力来承担,当摩擦力不足时,可在接缝位置设置钢抗剪键或混凝土键槽。柱端水平接缝的受剪承载力应符合下列规定:

1 短暂、持久设计状况下:

$$V_d^j \leq V_{\text{cud}}^j \quad (7.2.6-1)$$

2 地震设计状况下:

$$V_{\text{dE}}^j \leq V_{\text{cud}}^j / \gamma_{\text{RE}} \quad (7.2.6-2)$$

$$V_{\text{cud}}^j = 0.2N + V_{\text{cru}} \quad (7.2.6-3)$$

钢抗剪键:

$$V_{\text{cru}} = 0.58f_a A_{\text{wa}} \quad (7.2.6-4)$$

混凝土键槽:

$$V_{\text{cru}} = 0.06f_c A_k \quad (7.2.6-5)$$

式中: V_{cud}^j —— 预制柱连接的受剪承载力设计值 (N);

N —— 柱轴力设计值 (N), 压力取正, 拉力取 0;

V_{cru} —— 钢抗剪键或混凝土键槽的抗剪承载力设计值 (N);

A_{wa} —— 钢抗剪键腹板的截面面积 (mm^2);

A_k —— 混凝土键槽根部抗剪截面面积 (mm^2)。

7.2.7 预制柱连接的极限承载力应满足下列公式要求:

$$M_{\text{cu}}^j \geq \eta_{\text{cjm}} M_{\text{cuk}} \quad (7.2.7-1)$$

$$V_{\text{cu}}^j \geq \eta_{\text{cjv}} (M_{\text{cuk}}^b + M_{\text{cuk}}^t) / H_n \quad (7.2.7-2)$$

式中: M_{cu}^j —— 考虑地震作用组合的预制柱连接的极限受弯承载力 ($\text{N} \cdot \text{mm}$), 可将连接杆视为钢筋, 按实配连接杆面积计算, 不考虑承载力抗震调整系数, 材料强度取标准值;

M_{cuk} —— 按实配钢筋面积和材料强度标准值计算的正截面抗震受弯承载力 ($\text{N} \cdot \text{mm}$), 轴力取与计算取与计算 M_{cu}^j 相同的值;

M_{cuk}^b 、 M_{cuk}^t —— 分别为偏心受压柱上下端顺时针或反时针方向按实配钢筋面积和材料强度标准值计算的正截面抗震受弯承载力所对应的弯矩值（ $\text{N} \cdot \text{mm}$ ），计算时不考虑承载力抗震调整系数；

V_{cu}^j —— 预制柱连接的极限受剪承载力（ N ），计算时不考虑连接杆的抗剪和承载力抗震调整系数，材料强度均取标准值；

η_{cjM} —— 预制柱连接的受弯连接增大系数，取 1.0；

η_{cjV} —— 预制柱连接的受剪连接增大系数，一级、二级、三级、四级可分别取 1.3、1.2、1.1、1.1。

III 柱端钢组件灌浆连接

7.2.8 预制柱采用柱端钢组件灌浆连接时，钢组件底板间的构造和开孔构造应符合下列规定（图 7.2.8）：

- 1 底板间的调平螺母设置应根据预制柱的施工验算进行确定；
- 2 底板间的灌浆层厚度应根据螺栓规格进行调整，且不应小于 35mm；
- 3 开孔底板孔洞边缘至下节柱侧板内壁的距离不应小于 10mm。

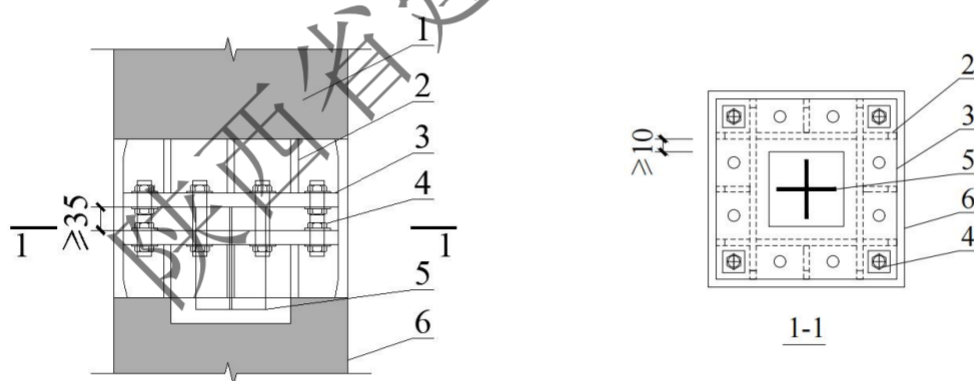


图 6.2.8 柱端钢组件灌浆连接构造示意

1. 上节柱；2. 侧板；3. 底板；4. 调平螺母；5. 抗剪键；6. 下节柱

7.2.9 预制柱连接接缝截面受弯承载力应符合本规程第 7.2.5 条的规定。柱端水平接缝的剪力全部由抗剪键承担，水平接缝的受剪承载力验算应符合本规程第 7.2.6 条的规定。

7.2.10 预制柱连接的极限承载力验算应符合本规程第 7.2.7 条的规定。

7.3 柱脚节点

7.3.1 当预制柱与基础通过钢组件连接时，宜采用柱端钢组件螺栓连接。

7.3.2 柱脚节点采用柱端钢组件螺栓连接时，除应满足本规程第 7.2.4 条~第 7.2.7 条的规定外，在进行预制柱连接的极限承载力验算时，一级、二级、三级、四级的受弯连接增大系数应分别取 1.4、1.3、1.2、1.2。

7.3.3 当柱底不设柱端钢组件时，可采用杯口式柱脚。预制柱与杯口基础的连接计算及构造要求应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定。

7.4 楼盖节点

7.4.1 主次梁连接宜按铰接设计，可采用钢牛腿、混凝土挑耳、钢企口或钢组件进行连接，承载力验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定，构造应符合下列规定：

1 当采用钢牛腿连接[图 7.4.1 (a)]或混凝土挑耳连接[图 7.4.1 (b)]时，支垫的宽度 b 应满足施工及使用阶段次梁搁置处局部受压承载力的要求，且不应小于 100mm；支垫至次梁、钢牛腿或挑耳边缘的距离均不应小于 15mm，次梁端部至主梁边缘的距离可取为 15mm；

2 当采用钢企口连接[图 7.4.1 (c)]时，应在主梁侧面设置支承钢企口的挑耳，次梁底宜与挑耳底齐平；钢企口端部至主梁边缘的距离可取为 15mm；钢企口两侧应对称布置抗剪栓钉，钢企口厚度不应小于抗剪栓钉直径的 3/5；

3 当采用钢组件连接[图 7.4.1 (d)]时，主梁沿次梁轴线方向埋置的钢组件伸出长度宜与次梁钢组件的伸出长度相等，主梁与次梁连接处钢组件翼缘间距不宜小于 10mm；当主梁仅一侧与次梁连接时，钢组件埋入主梁部分应伸过支座中心线，且其腹板上宜打孔穿加强筋，加强筋的长度不宜小于 1500mm。

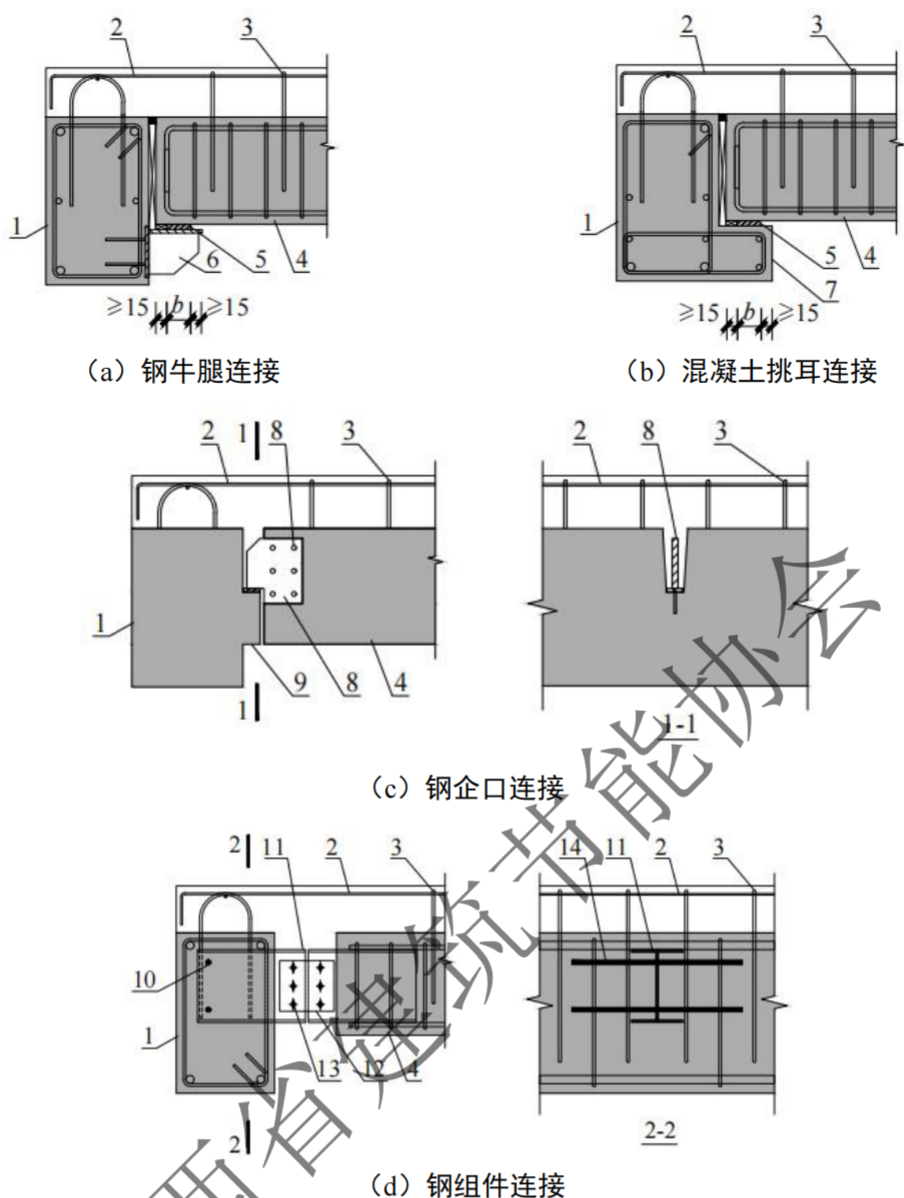


图 7.4.1 主次梁节点构造

1. 预制主梁；2. 构造纵筋；3. 连接钢筋；4. 预制次梁；5. 支垫；
6. 钢牛腿；7. 混凝土挑耳；8. 钢企口；9. 支承钢企口挑耳；10. 抗剪栓钉；
11. 钢组件；12. 连接板；13. 螺栓；14. 加强筋。

7.4.2 当采用叠合梁时，梁支座板端与梁连接构造应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

7.4.3 当采用全预制梁，叠合板与梁的连接构造应符合下列规定：

- 1 叠合板底板的搁置长度不宜小于 50mm[图 7.4.3 (a)]；
- 2 为搁置叠合板底板，混凝土梁身范围内应设置垫板，梁端钢组件外露范围内可在钢组件上翼缘焊接槽钢[图 7.4.3 (b)]；

3 混凝土梁身顶部应设置倒 U 形的连接钢筋，钢筋直径不应小于 8mm，间距不应大于 200mm；连接钢筋下方尚应设置直径不小于 12mm 的构造纵筋，构造纵筋应锚入梁端钢组件外露范围上方的混凝土内，锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定。

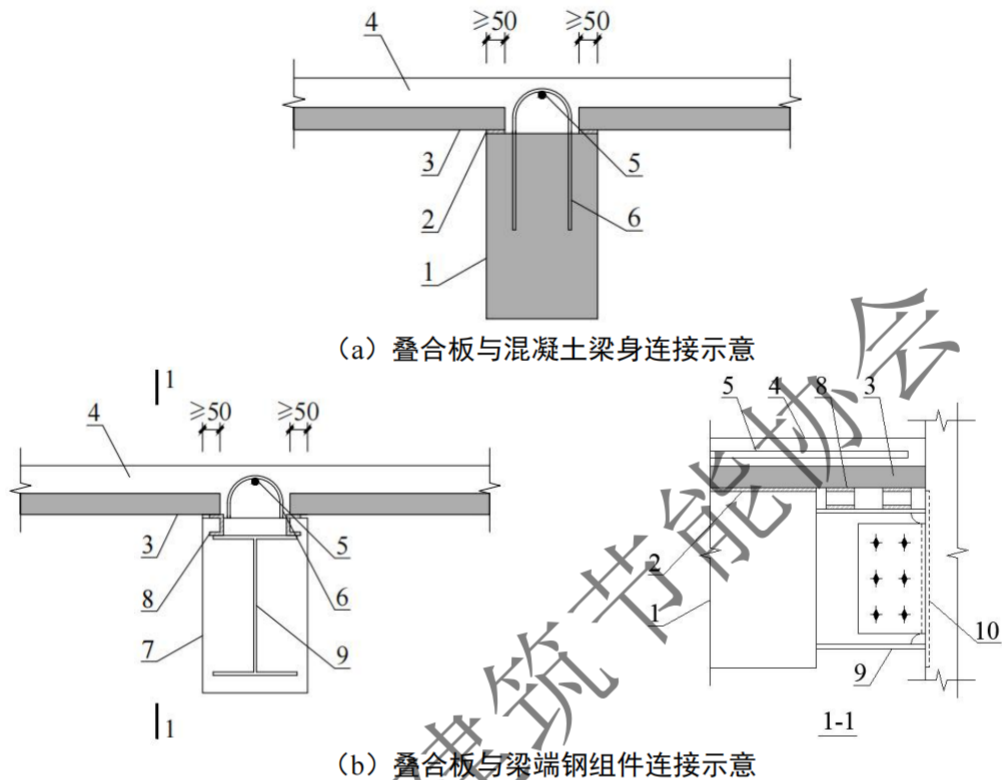


图 7.4.3 叠合板与全预制梁支座连接构造示意

1. 混凝土梁身；2. 支垫；3. 叠合板底板；4. 后浇混凝土；5. 构造钢筋；6. 连接钢筋；7. 混凝土梁身边线；8. 槽钢；9. 梁端钢组件；10. 节点域钢组件。

7.4.4 当采用全预制梁时，全预制板与梁的连接除应符合本规程第 7.4.3 条的规定外，全预制板伸出的受力钢筋尚应符合下列规定：

- 1 中间支座处板顶钢筋可采用搭接连接，钢筋端部应设置 135°弯钩，搭接长度 L_l 可取为搭接钢筋的锚固长度；板底钢筋宜伸至支座中心线[图 7.4.4 (a)]；
- 2 边支座处板顶钢筋可采用 90°弯折锚固的方式，其包含弯弧在内的水平投影长度不应小于 $0.35l_{ab}$ ，弯折钢筋在弯折平面内包含弯弧段的投影长度不应小于 $15d$ ；板底钢筋锚固长度不应小于 $5d$ ，且宜伸过支座中心线[图 7.4.4 (b)]。

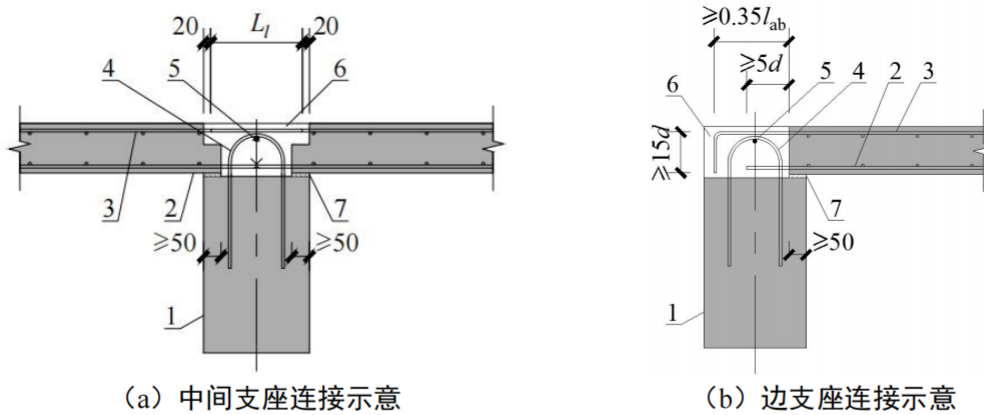


图 7.4.4 全预制板与全预制梁支座连接构造示意

1. 全预制梁；2. 板底钢筋；3. 板顶钢筋；4. 连接钢筋；

5. 构造钢筋；6. 后浇混凝土；7. 支垫。

陕西省建筑节能协会

8 制作与施工

8.1 一般规定

8.1.1 预制梁、预制柱的制作单位应具备保证质量要求的生产工艺设施，并应有完善的质量管理体系和试验检测手段；制作前，应编制生产方案，生产方案宜包括生产工艺、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。

8.1.2 预制梁、预制柱的质量检验可分为材料质量检验、制作过程质量检验和构件成品质量检验。制作过程质量检验应包括模具、钢筋、钢组件、预留连接杆、混凝土等检验项目；构件成品质量检验应包括构件外观质量和尺寸偏差等。

8.1.3 预制梁、预制柱的制作宜采用信息化管理手段；构件经检验合格后，应在表面设置标识，标识设置宜采用射频识别、二维码等信息化技术。

8.1.4 预制梁、预制柱施工前应编制专项施工方案，专项施工方案宜包括施工场地布置、预制构件运输与存放、安装与连接施工、绿色施工、安全管理、质量管理、应急预案等内容；超过一定规模的危险性较大分部分项工程专项施工方案应组织专家论证；专项施工方案实施前应进行交底。

8.1.5 预制梁、预制柱吊运、堆放、翻转、运输及安装时，应采取防止钢组件、预留连接杆损伤或污染的措施。

8.1.6 钢组件框架结构施工前应按国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 及本规程的有关规定进行施工阶段结构分析和验算。

8.1.7 钢组件框架结构正常施工前应选择有代表性的单元，进行首件验收和首段吊装，验收合格后，方可进行正常施工。

8.1.8 钢组件框架结构施工中应采取有效措施保证预制构件吊装的安全性，以及预制构件安装后形成的临时结构的安全性。

8.2 制作与检验

8.2.1 预制梁、预制柱用混凝土原材料和钢筋应符合下列规定：

1 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 及本规程第 4 章的有关规定；

2 钢筋的加工、连接与安装应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

8.2.2 预制梁、预制柱中钢组件的制作及质量检验应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661、《钢结构工程施工规范》GB 50755、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定，并应符合下列规定：

1 制作采用的钢材、连接材料等应符合设计要求及本规程第 4 章的有关规定，且应按国家现行有关标准的规定进行进厂质量验收；

2 需进行边缘加工的零件，宜采用精密切割；焊接坡口宜采用自动切割、半自动切割、坡口机、刨边机等加工，并应采用样板控制坡口角度和尺寸；

3 组装前应检查零件的材质、规格、外观、尺寸偏差、数量等，检验合格后方可进行组装；

4 焊接前应进行焊接工艺评定，应严格按照工艺文件规定的焊接方法、工艺参数、施焊顺序进行，焊缝质量等级应符合设计要求及现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定；

5 分体式柱端钢组件应按不同规格型号，按本标准附录 A 进行拉伸性能检验，且应符合相关产品标准的要求。

8.2.3 钢组件上螺栓孔的孔径及位置尺寸允许偏差应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

8.2.4 预制梁、预制柱中钢组件与钢筋的焊接应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 和本规程的有关规定。

8.2.5 基础或预制柱预留连接杆与钢筋采用焊接连接时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，并进行焊接接头拉伸性能检验；当采用机械连接时，应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 中Ⅰ级接头的有关规定。

8.2.6 预制梁、预制柱的模具尺寸允许偏差及检验方法应符合表 8.2.6 的规定。

表 8.2.6 预制梁、预制柱的模具尺寸允许偏差及检验方法

项	检验项目	允许偏差	检验方法
---	------	------	------

次		(mm)	
1	长度	$\leq 6\text{m}$	± 3
		$> 6\text{m}$ 且 $\leq 12\text{m}$	3, -4
		$> 12\text{m}$	3, -5
2	截面宽度、高度	3, -4	尺量两端或中部, 取其中偏差绝对值较大处
3	底模表面平整度	2	2m 靠尺和塞尺量
4	对角线差	3	尺量
5	侧向弯曲	$L/1500$ 且 ≤ 5	拉线, 尺量侧向弯曲最大处
6	翘曲	$L/1500$	对角拉线, 尺量交点间距离值的 2 倍
7	组装缝隙	1	塞片或塞尺量, 取最大处
8	端模与侧模高低差	1	尺量
注: * L 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。			

8.2.7 预制梁、预制柱的模具应设置保证钢组件位置准确和可靠固定的措施。预制梁、预制柱的钢组件、预留连接杆、预埋钢板、预留孔的安装偏差应符合表 8.2.7 的规定。

表 8.2.7 预制梁、预制柱的钢组件等预留、预埋件安装允许偏差

项次	检验项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	梁端钢组件	轴线偏移	2
	预制梁含梁端钢组件长度	± 3	尺量
2	节点域钢组件、柱侧钢组件的连接板	轴线偏移	2
3	柱端钢组件	螺栓孔中心线位置	2
	预制柱含柱端钢组件长度	± 3	尺量纵横两个方向的中心线位置, 取较大值
4	预留连接杆	中心线位置	2
	外露长度	+5, 0	尺量
5	预埋钢板	中心线位置	3
	平面高差	± 2	尺量纵横两个方向的中心线位置, 取较大值 钢直尺和塞尺检查

6	预留孔	中心线位置	3	尺量纵横两个方向的中心线位置，取较大值
		尺寸	+3, 0	尺量纵横两个方向尺寸，取较大值
7	吊件	中心线位置	3	尺量纵横两个方向的中心线位置，取较大值
		外露长度	0, -5	尺量

8.2.8 预制梁、预制柱在混凝土浇筑前，应进行隐蔽工程检查，检查项目应包括下列内容：

- 1 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距、弯折角度及平直段长度等；
- 2 钢组件的规格、数量、位置等；
- 3 预留连接杆的规格、数量、位置等；
- 4 钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度等；
- 5 钢筋与钢组件的连接方式、连接质量等；
- 6 钢筋的混凝土保护层厚度；
- 7 预埋件、吊环、插筋的规格、数量、位置等；
- 8 其他与预制梁、预制柱有关的预埋部件。

8.2.9 预制梁、预制柱的外观质量不应有缺陷，对已经出现的严重缺陷应制定技术处理方案进行处理并重新检验，对出现的一般缺陷应进行修整并达到合格。

8.2.10 预制梁、预制柱的尺寸允许偏差及检验方法应符合表 8.2.10 的规定。

表 8.2.10 预制梁、预制柱的尺寸允许偏差及检验方法

项次	项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	不含钢组件预制梁、柱长度	<12m	±5	尺量
		≥12m	±10	
2	含钢组件预制梁、柱长度		±5	尺量
3	混凝土梁身或柱身	截面宽度、高度	±5	尺量
		表面平整度	3	靠尺、2m 塞尺量测
		侧向弯曲	长度的 1/750 且不大于 20	拉线，尺量最大弯曲处
4	梁端钢组件轴线偏移		3	尺量
5	柱端钢组件螺栓孔中心线位置偏移		3	尺量纵横两个方向，取较大值

6	柱侧钢组件外伸长度		2	尺量
7	预留连接杆	中心线位置	3	尺量纵横两个方向的中心线位置，取较大值
		外露长度	+8, -3	尺量
8	预埋钢板	中心线位置	5	尺量纵横两个方向的中心线位置，取较大值
		平面高差	0, -4	钢直尺和塞尺检查
9	预留孔	中心线位置	5	尺量纵横两个方向的中心线位置，取较大值
		尺寸	±5	尺量纵横两个方向尺寸，取较大值
10	吊件	中心线位置	10	尺量纵横两个方向的中心线位置，取较大值
		外露长度	0, -10	尺量

8.2.11 预制梁、预制柱交付的产品质量证明文件应包括下列内容：

- 1 出厂合格证；
- 2 混凝土强度检验报告；
- 3 钢组件质量证明文件和检验报告；
- 4 预留连接杆连接接头检验报告；
- 5 焊接记录及焊缝检测报告；
- 6 合同要求的其他质量证明文件。

8.3 安装与连接

8.3.1 预制梁、预制柱的安装与连接，除应符合本规程外，尚应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《钢结构工程施工规范》GB 50755 的有关规定。楼板与预制梁、预制柱的连接构造应符合本规程第 7 章和国家现行有关标准的规定。

8.3.2 预制梁、预制柱在全面吊装前宜先进行试吊；应按现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33 和《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ 276 的有关规定，检查复核吊装设备及吊具处于安全操作状态，并核实现场环境、天气、道路状态等满足吊装施工要求。

8.3.3 预制柱与基础采用柱端钢组件螺栓连接时，连接处基础预留连接杆的设置

应采取有效的定位措施。当采用杯口基础时，首节预制柱的安装与连接尚应符合国家现行标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定。

8.3.4 预制梁、预制柱吊装前，应进行测量放线，设置构件安装定位标识。

8.3.5 预制柱的安装与连接应符合下列规定：

- 1 宜按照角柱、边柱、中柱顺序进行安装；
- 2 首层柱安装后应进行垂直度、标高和轴线位置校正；校正合格后应固定；
- 3 首节以上的柱定位轴线应从地面控制线直接引上，不得从下节柱的轴线引上；校正柱垂直度时，应确定柱与梁端钢组件的焊接收缩量，并应预留焊缝收缩变形值；

4 上、下节柱连接处应采取调平措施，以控制柱安装标高，调整柱垂直度；

5 柱安装后的校正可采用在柱底中心设置垫片或通过调平螺母调整等方式。

8.3.6 对于预制柱连接处灌浆作业，应采取设置排气孔等措施保证连接处灌浆密实；灌浆完毕后裸露部分应及时覆盖塑料薄膜或喷洒养护剂，灌浆料应保持湿润，养护时间不得少于 7d。

8.3.7 预制梁的安装与连接应符合下列规定：

1 安装顺序宜遵循先主梁后次梁，先低后高的原则；

2 宜采用两点起吊；当单根构件较长且采用两点起吊不能满足构件强度和变形要求时，宜设置 3~4 个吊点或采用平衡梁吊装，吊点位置应通过计算确定；

3 就位后应对构件顶标高、安装位置、两端高差等进行测量检查，校正完成后应及时进行螺栓连接或钢筋连接；

4 钢组件栓焊连接及钢筋连接完成后，可根据需要在楼板施工前浇筑连接段混凝土或随楼板施工一起浇筑连接段混凝土，应保证浇筑密实。

8.3.8 预制柱宜采用穿心杆方式进行吊装，预制梁宜采用吊环或专用吊件吊装，不应将钢组件、预留连接杆作为吊件。

8.3.9 采用穿心杆方式吊装时，预留穿心杆孔道应采用预埋壁厚不小于 2mm 的钢管成孔，钢管内径宜比穿心杆大 10mm 且不宜大于 1.5 倍穿心杆直径；应验算预留穿心杆孔道的局部受压承载力、穿心杆的受弯承载力和受剪承载力，且其施工安全系数不宜小于 4.0。预制柱的预留穿孔杆孔道应位于柱横截面轴线上，且宜位于柱 2/3 高度处。

8.3.10 预留穿心杆孔道宜采用灌浆料封堵，封堵作业前应清理孔道的表面并应

保持干燥，封堵作业后的养护应采取防止外部扰动的措施。

陕西省建筑节能协会

9 检验与质量验收

9.1 一般规定

9.1.1 钢组件框架结构工程应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定进行子分部工程验收。

9.1.2 钢组件框架结构子分部工程可划分为基础与柱脚、预制柱安装与连接、预制梁安装与连接、楼板安装与连接等 4 个分项工程，各分项工程应按本规程和国家现行标准进行质量验收。

9.1.3 钢组件框架结构子分部工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 各分项工程施工质量验收合格；
- 2 质量控制资料应完整；
- 3 有关安全及功能的结构检验和抽样检测结果应符合本规程及国家现行有关标准的规定；
- 4 观感质量验收合格。

9.1.4 钢组件框架结构子部分工程质量验收时，应提供下列文件和记录：

- 1 工程设计文件、深化设计文件；
- 2 预制构件的质量证明文件、结构性能检验报告及进场验收记录；
- 3 主要材料的质量证明文件和抽样检验报告；
- 4 预制构件安装验收记录；
- 5 隐蔽工程验收记录；
- 6 混凝土、灌浆料试件的性能检测报告；
- 7 钢组件的质量证明文件和检验报告；
- 8 预留连接杆连接接头的检验报告；
- 9 所含各分项工程质量验收记录；
- 10 有关观感质量检验项目检查记录；
- 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。

9.1.5 钢组件框架结构子分部工程施工质量验收合格后，应将所有验收文件存档备案。

9.2 预制构件进场检验与验收

I 主控项目

9.2.1 预制梁和预制柱进场时，应检查质量证明文件。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件或质量验收记录。

9.2.2 钢组件的焊缝质量应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查焊接记录及焊缝检测报告。

9.2.3 分体式柱端钢组件的拉伸性能应符合本规程附录 A 的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查钢组件检验报告。

9.2.4 预留连接杆与钢筋的连接接头的性能应符合本规程和国家现行有关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查预留连接杆连接接头检验报告。

9.2.5 预制梁和预制柱的混凝土外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量；检查处理记录。

II 一般项目

9.2.6 预制梁和预制柱的表面应设置标识，标识应包括项目名称、编号、生产日期、生产厂商、出厂检验等基本信息。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

9.2.7 预制梁和预制柱的混凝土外观质量不宜有一般缺陷，对出现的一般缺陷应要求构件制作单位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，检查技术处理方案和处理记录。

9.2.8 预制梁和预制柱粗糙面的外观质量和数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测。

9.2.9 预制梁和预制柱的尺寸偏差及检验方法应符合表 8.2.10 的规定。

检查数量：同一类型的构件，不超过 100 个为一批，每批应抽查构件数量的 5%，且不应少于 3 个。

9.3 安装与连接质量验收

I 主控项目

9.3.1 预制梁与预制柱连接方式、主次梁连接方式应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录和隐蔽工程验收记录。

9.3.2 预制梁和预制柱的临时固定措施应符合施工方案的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

9.3.3 连接螺栓的材质、规格、紧固质量等应符合设计要求及现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

检查数量和方法：按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的要求进行。

9.3.4 灌浆料进场时，应对灌浆料拌合物的流动度、泌水率、竖向膨胀率、1d 抗压强度、3d 抗压强度、28d 抗压强度进行检验，检验结果应符合本规程第 4.0.10 条的规定。

检查数量：同一成分、同一批号的灌浆料，不超过 50t 为一批，每批应按现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 的有关规定随机抽取灌浆料制作试件。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

9.3.5 预制柱连接处、预留穿心杆孔道灌浆料的 28d 强度应符合设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班应在 24 小时内制作 1 组且每层不应少于 3 组 100mm×100mm×100mm 的立方体试件，标准养护 28d 后进行抗压强度试验。

检验方法：检查灌浆料强度试验报告及评定记录。

9.3.6 预制柱连接处，灌浆应饱满、密实。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查灌浆施工记录。

9.3.7 预制梁与预制柱连接段混凝土的强度应符合设计要求。

检查数量：按批检验。

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

9.3.8 预制梁与预制柱连接段混凝土应饱满、密实。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查浇筑记录。

II 一般项目

9.3.9 预制柱安装的尺寸允许偏差及检验方法应符合表 9.3.9 的规定。

检查数量：按楼层或施工段划分检验批。同一检验批内，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件。

表 9.3.9 预制柱安装的尺寸允许偏差及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
柱脚底座中心线偏移		5	吊线和钢尺量测
连接处上下边缘偏移		2	
基准点标高		±5	水准仪
垂直度	单节柱	高度的 1/1000，且不大于 10	经纬仪或全站仪量测
	柱全高	20	
同层柱顶标高差		5	

9.3.10 预制梁安装的尺寸允许偏差及检验方法应符合表 9.3.10 的规定。

检查数量：按楼层或施工段划分检验批。同一检验批内，应抽查构件数量的

10%，且不少于 3 件。

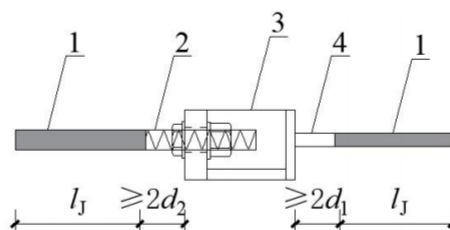
表 9.3.10 预制梁安装的尺寸允许偏差及检验方法

项目	允许偏差 (mm)	检验方法
梁中心线偏移	2	钢尺量测
顶面标高	±5	水准仪
两端顶面高差	长度的 1/1000，且不大于 10	水准仪
主次梁顶面高差	3	尺量
倾斜度	5	经纬仪或吊线、尺量

陕西省建筑节能协会

附录 A 分体式柱端钢组件拉伸性能检验

A.0.1 对同一规格的分体式柱端钢组件应随机抽取不少于 3 件，试件前端钢筋应与实际工程中钢筋规格、批次相同，夹持段距顶板的距离不应小于 $2d_1$ ， d_1 为前端钢筋直径；后端螺杆应与实际工程中使用的螺杆规格、批次相同，夹持段距底板的距离不应小于 $2d_2$ ， d_2 为螺杆直径（图 A.0.1）。



1—夹持段；2—后端螺杆；3—分体式柱端钢组件；4—前端钢筋

图 A.0.1 分体式柱端钢组件拉伸性能检验示意

A.0.2 柱端钢组件拉伸性能检测的加载应符合下列规定：

- 1 测力系统不确定度不应大于 1%；
- 2 按前端钢筋截面面积确定的加载速度不宜大于 100MPa/min；

3 加载制度宜为：从 0 加载到 $0.6f_{yk}A_s$ ， f_{yk} 为前端钢筋的屈服强度标准值， A_s 为前端钢筋的纵截面面积，持荷 3min 后卸载到 0，然后从 0 加载到试件破坏。

A.0.3 当 1 组 3 个试件均满足本规程第 6.3.17 条第 3 款的规定时，该批次柱端钢组件应判为合格；如有 2 个或 2 个以上不符合要求时，应判定为不合格；当有 1 个试件不符合要求时可加倍取样复检，当复检结果全部符合要求时方可判定为合格，否则应判定为不合格。

本规程用词说明

1 为便于执行本规程条文时区别对待,对于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,在条件允许时首先这样做的:

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 本条文中指明应按其他标准执行的写法为:“应按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

- 1 《工程结构通用规范》 GB 55001
- 2 《建筑与市政工程抗震通用规范》 GB 55002
- 3 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007
- 4 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 5 《混凝土结构设计标准》 GB/T 50010
- 6 《建筑抗震设计标准》 GB/T 50011
- 7 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 8 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB 50068
- 9 《混凝土物理力学性能试验方法标准》 GB/T 50081
- 10 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107
- 11 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 12 《钢结构工程施工质量验收标准》 GB 50205
- 13 《建筑工程抗震设防分类标准》 GB 50223
- 14 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 15 《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
- 16 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 17 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 18 《钢结构工程施工规范》 GB 50755
- 19 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 20 《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》 GB/T 10433
- 21 《钢结构用高强度大六角头螺栓》 GB/T 1228
- 22 《钢结构用高强度大六角螺母》 GB/T 1229
- 23 《钢结构用高强度垫圈》 GB/T 1230
- 24 《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》 GB 1499.2
- 25 《低合金高强度结构钢》 GB/T 1591
- 26 《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》 GB/T 3098.1
- 27 《紧固件机械性能 螺母》 GB/T 3098.2

- 28 《紧固件机械性能 平垫圈》GB/T 3098.26
- 29 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1
- 30 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
- 31 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 32 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33
- 33 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
- 34 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
- 35 《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149
- 36 《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163
- 37 《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ 276
- 38 《钢筋桁架楼承板》JG/T 368

陕西省建筑节能协会

陕西省建筑节能协会团体标准

装配式混凝土框架结构钢组件连接
技术规程

条文说明

编制说明

本标准编制过程中，编制组进行了大量调查研究，并对具体内容进行了反复讨论、协调和修改，使标准更具可操作性。

为便于广大设计、施工、监理、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。

本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

陕西省建筑节能协会

目 录

1	总 则	67
2	术语和符号	68
2.1	术语	68
2.2	符号	71
3	基本规定	72
4	材 料	73
5	结构布置与分析	74
5.1	结构布置	74
5.2	结构分析	74
6	构件设计	76
6.1	一般规定	76
6.2	预制梁	76
6.3	预制柱	78
6.4	其他构件	79
7	连接节点设计	80
7.1	梁柱连接节点	80
7.2	预制柱连接	83
7.4	楼盖节点	84
8	制作与施工	86
8.1	一般规定	86
8.2	制作与检验	86
8.3	安装与连接	87
9	检验与质量验收	88
9.1	一般规定	88
9.2	预制构件进场检验与验收	88
9.3	安装与连接质量验收	89

1 总 则

1.0.1 钢组件连接装配式混凝土框架结构是一种通过在预制梁端、预制柱端、预制柱节点域或预制柱侧设置钢组件,现场通过钢组件的连接实现梁与柱、柱与柱、柱与基础连接的新型装配式结构形式。采用钢组件的连接节点可以实现刚性连接,满足连接节点不先于构件破坏的抗震设计要求,即该结构中梁柱构件的预期破坏位置位于连接节点之外,与现浇混凝土框架结构一致。因此,该结构形式并未改变钢筋混凝土框架结构体系的本质,而是创新采用钢组件,实现了预制构件的免支撑快速装配。该结构的抗震性能基本等同于现浇混凝土框架结构,当节点域采用钢组件时,节点的抗震性能要强于现浇混凝土框架结构。

与现浇混凝土框架结构和采用传统后浇节点的装配式混凝土框架结构相比,钢组件连接装配式混凝土框架结构,可以实现预制梁、柱的免支撑施工,构件安装及连接方便、快捷,能够有效缩短施工周期,极大地降低各项施工措施费用。与钢框架结构相比,钢组件连接装配式混凝土框架结构的结构耐久性更好,综合成本更低。

总体而言,钢组件连接装配式混凝土框架结构能够更好地发挥装配式结构在施工高效、节能减排、绿色环保等方面的优势,针对其编制工程标准,支撑其推广应用具有重要意义。

1.0.2 本条规定了钢组件连接装配式混凝土框架结构技术的适用范围。

1.0.3 钢组件连接装配式混凝土框架结构的设计、制作、施工及验收,除应符合本规程的规定外,尚应符合国家现行标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《建筑抗震设计标准》GB/T 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、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 等的有关规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1~2.1.4 钢组件连接装配式混凝土框架结构由预制梁和预制柱在现场装配形成。预制构件之间通过钢组件连接，钢组件除了起到构件连接作用外，还能够起到安装过程中的临时支承作用，因此可实现现场免支撑、快速装配。

本规程中“预制梁”、“预制柱”在未做特殊说明的情况下均指预制框架梁和预制框架柱。

2.1.5 钢组件是钢组件框架结构中的核心部分，位于梁端的称为梁端钢组件，位于梁柱节点域的称为节点域钢组件，位于柱侧的称为柱侧钢组件，位于柱端的称为柱端钢组件。

2.1.6 梁端钢组件一般采用工字形钢，部分伸入混凝土梁身与梁身纵筋焊接，典型构造如图 1 所示。

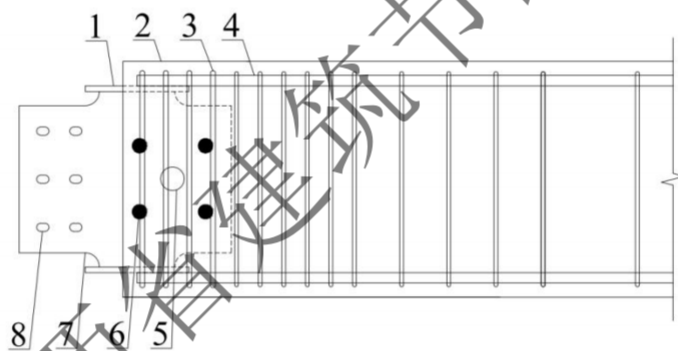


图 1 梁端钢组件构造示意

1. 翼缘；2. 混凝土梁身；3. 梁身箍筋；4. 梁身纵筋；5. 过浆孔；
6. 抗剪栓钉；7. 腹板；8. 螺栓孔。

2.1.7 节点域钢组件位于梁柱节点域内，一般由隔板和侧板焊接组成，预制柱生产时将其和钢筋骨架共同放入模具，浇筑成型后除连接板外，钢组件不外伸，现场施工后可以实现钢组件完全不外露。

2.1.8 柱侧钢组件一般采用工字形钢，单侧与柱连接。柱侧钢组件需突出柱表面，包括 B 型柱侧钢组件和 C 型柱侧钢组件，典型柱侧钢组件的构造如图 2 和图 3 所示。

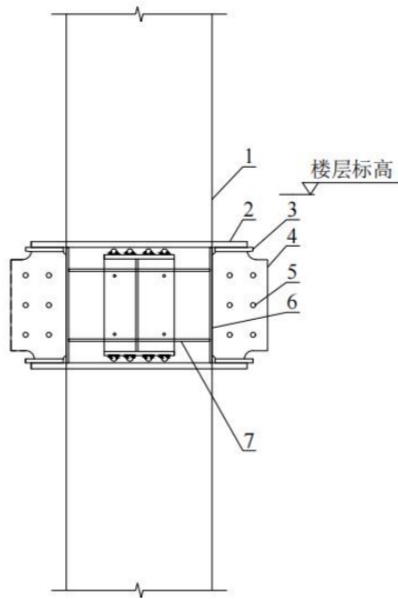


图2 B型柱侧钢组件构造示意

1. 混凝土柱身；2. 节点域连接钢筋；3. 翼缘；4. 连接板；
5. 螺栓孔；6. 锚板；7. 抗剪栓钉/抗剪锚筋。

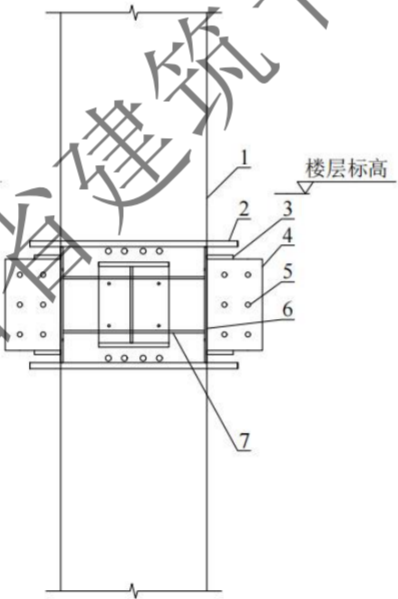


图3 C型柱侧钢组件构造示意

1. 混凝土柱身；2. 节点域连接钢筋；3. 翼缘；4. 连接板；
5. 螺栓孔；6. 锚板；7. 抗剪栓钉/抗剪锚筋。

2.1.9 柱端钢组件包括整体式和分体式两种。整体式柱端钢组件一般由四面封闭的侧板和底板焊接组成，类似矩形钢管形式，典型整体式柱端钢组件的构造如图

4 所示。分体式柱端钢组件一般由小块的侧板和底板焊接组成，各分体式钢组件之间相互独立，典型分体式柱端钢组件的构造如图 5 所示。

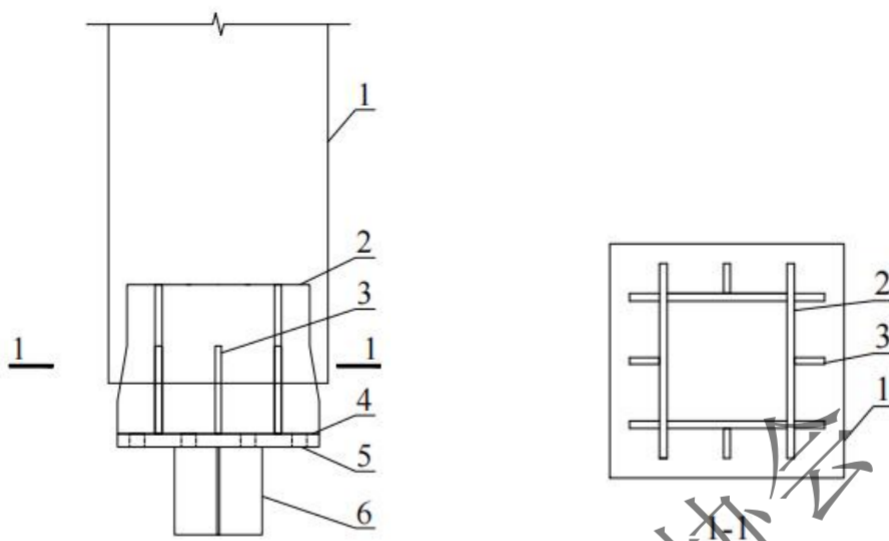


图 4 整体式柱端钢组件构造示意

1. 混凝土柱身；2. 侧板；3. 加劲肋；4. 底板；5. 螺栓孔；6. 抗剪键。

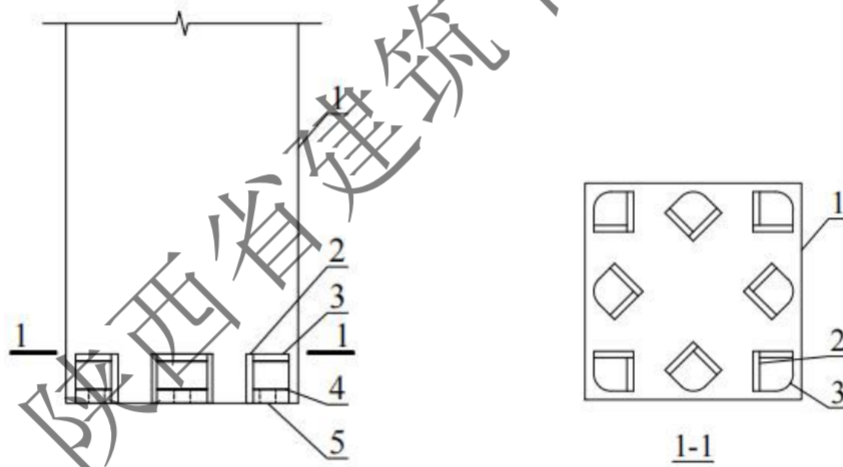


图 5 分体式柱端钢组件构造示意

1. 混凝土柱身；2. 侧板；3. 顶板；4. 底板；5. 螺栓孔。

- 2. 1. 10 柱端钢组件螺栓连接可以用于预制柱与基础连接、上下节预制柱连接、预制柱与现浇柱连接，预留连接杆需伸出基础或柱顶。
- 2. 1. 11、2. 1. 12 柱端钢组件灌浆连接和柱端钢组件焊接连接一般仅用于上下节预制柱的连接。

2.2 符号

2.2.1~2.2.4 参考现行国家标准《工程结构设计通用符号标准》GB/T 50132 和有关设计标准，并结合本规程具体情况规定了涉及的符号及其含义。

陕西省建筑节能协会

3 基本规定

3.0.1 采用钢组件框架结构的建筑应按装配式建筑进行设计，相比非装配式建筑，应注重系统化、集成化设计。模数和模数协调是实现装配式建筑标准化设计的重要基础，涉及装配式建筑产业链上的各个环节。少规格、多组合是装配式建筑设计的重要原则，减少部品部件的规格种类及提高部品部件模板的重复使用率，有利于部品部件的制作与施工，有利于提高生产速度和工人的劳动效率，从而降低造价。

3.0.4 本条规定了钢组件框架结构中构件和连接节点可采用形式，并要求各类连接节点均采用刚性连接，以保证结构构件的受力性能和结构整体抗震性能。

3.0.5 本条规定了钢组件框架结构的楼盖设计原则。为了实现结构全部免支撑施工，应优先采用可实现免支撑的楼板。对于主次梁连接，优先采用铰接连接。

3.0.6 非承重外围护墙、内隔墙为钢组件框架结构建筑的重要组成部分，其做法影响着建筑使用功能，同时也影响主体结构的受力性能。本条主要参照装配式建筑的设计要求规定了外围护墙和内隔墙的技术原则。

4 材 料

4.0.1 钢组件框架结构所采用的混凝土的各项指标需严格控制,具体要求需符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。预制构件混凝土的最低强度等级、节点和接缝处的后浇混凝土强度等级参照了现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

4.0.2 钢组件框架结构所采用钢筋的各项指标需严格控制,具体要求需符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《钢筋混凝土用钢 第 2 部分:热轧带肋钢筋》GB 1499.2 的有关规定。预制构件中配置的受力钢筋需尽可能采用强度高、延性和可焊性较好的 HRB400、HRB500 热轧带肋钢筋,拉筋、分布筋等构造钢筋的牌号可以适当降低。

4.0.3 参照《混凝土结构通用规范》GB 55008,对于抗震等级为一、二、三级的框架梁、柱的纵向受力钢筋,需采用牌号带“E”的热轧带肋钢筋。

4.0.4 钢组件一般由钢板焊接形成,钢板一般采用 Q355B 钢。

4.0.5 本条根据相关研究和工程经验,给出了柱端钢组件螺栓连接采用的各种形式的预留连接杆、接缝内外螺母及垫圈的形式和性能等级要求。

4.0.6 本条所规定的螺栓主要用于梁端钢组件与柱侧钢组件、节点域钢组件的螺栓连接,以及柱端钢组件灌浆连接。

4.0.9 钢筋机械连接主要用于本规程中的 C 型梁柱连接,所用连接件可以采用挤压套筒、螺纹组合连接件、挤压组合连接件等。

4.0.10、4.0.11 本条根据相关研究和工程经验,给出了灌浆料抗压强度的最低要求。为与构件混凝土强度等级进行对比,灌浆料抗压强度标准试件采用尺寸为 100mm×100mm×100mm 的立方体,抗压强度的检验按现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的有关规定执行。

5 结构布置与分析

5.1 结构布置

5.1.1 钢组件框架结构作为装配整体式混凝土框架结构中的一类,其最大适用高度可以参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 对装配整体式框架结构房屋的规定取值。钢组件异形柱框架结构的最大适用高度参考了现行行业标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149 的规定进行了少量折减。

5.1.2 高层钢组件矩形柱框架结构的高宽比限值与高层现浇混凝土框架结构相同,钢组件异形柱框架结构的高宽比限值参考了现行行业标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149 的有关规定。

5.1.3 钢组件矩形柱框架结构的抗震等级与现浇混凝土框架结构相同,本条参考了国家现行标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 对钢筋混凝土框架结构的规定。钢组件异形柱框架结构的抗震等级参考了现行行业标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149。

5.1.4 钢组件框架结构的防震缝宽度取值同现浇混凝土框架结构,本条参考了国家现行标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 对钢筋混凝土框架结构的规定。

5.1.5 本条参考了国家现行标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011、《构筑物抗震设计规范》GB 50191 和《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149 的有关规定。

5.2 结构分析

5.2.2 根据试验研究和理论分析结果,采用钢组件连接的装配式混凝土框架结构的构件及节点可实现受力性能等同现浇,故可采用与现浇结构相同的方法进行结构分析。在竖向荷载、风荷载以及多遇地震作用下,结构处于弹性状态,其内力和变形计算可采用弹性方法进行。

5.2.3、5.2.4 这两条均参考了现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。当采用全预制实心楼板,且预制板之间、预制板与预制梁之间采用配筋后浇带连接时,可以按装配整体式楼盖考虑。

5.2.5 本条参考了现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 中

关于采用轻质墙板时框架结构周期折减系数的规定。

5.2.6、5.2.7 钢组件框架结构的整体性能与现浇结构基本一致，这两条参考了国家现行标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 和《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149 的有关规定。当对结构进行抗震性能设计，且有可靠依据时，钢组件框架结构的层间位移角限值可在本条的规定值基础上适当放松。

陕西省建筑节能协会

6 构件设计

6.1 一般规定

6.1.1 钢组件框架结构中对预制梁、预制柱两类极限状态的设计规定，与现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 一致，对制作、运输和堆放、安装等短暂设计状况的施工验算需符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

6.1.2 预制梁、预制柱及钢组件的承载力抗震调整系数参照现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定确定。

6.1.3 钢组件是将预制构件连接成为整体框架的关键组件，需要保证节点域钢组件中隔板与侧板，以及柱端钢组件中侧板与侧板、底板、顶板实现等强连接。

6.1.4 本条参考了现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

6.1.5 当预制梁、预制柱混凝土保护层厚度大于 50mm 时，可以在保护层内采取增设钢筋网片等措施，防止保护层开裂及在受力过程中的剥离、脱落。

6.2 预制梁

6.2.3 预制梁端部需预埋梁端钢组件，截面尺寸不宜过小，同时考虑构件加工便利性，混凝土梁身的最小截面尺寸以及高宽比限值比现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 中的相关要求更加严格，且一般不采用扁梁；对于叠合梁，尚需参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 进行设计。

6.2.4 当预制梁顶纵向受力钢筋配筋量较大时，尽可能采用大直径钢筋，梁身纵筋层数为两层时，可以分别与翼缘上下表面进行焊接连接。由于梁端破坏发生在梁端钢组件埋入混凝土梁身的端部，箍筋加密区位置从梁端钢组件伸入梁身内的端部开始起算，可以保证足够长度的混凝土梁身斜截面受剪承载力；梁端钢组件与混凝土梁身的连接区域是预制梁的关键部位，此范围箍筋加密有利于保证纵向受力钢筋和梁端钢组件之间可靠传力，对于箍筋加强区的规定按现行地方标准《装配式钢节点混凝土框架结构设计标准》DB13(J)T 8336 的有关规定确定。

6.2.5、6.2.6 根据构件制作需要和相关研究，梁端钢组件上、下表面至混凝土

表面的距离有一定要求，侧面至混凝土表面的距离可按照满足外侧箍筋保护层厚度要求确定。由于梁端破坏发生于梁端钢组件埋入混凝土梁身的端部（图 6 中 I-I 截面），为保证梁端钢组件与混凝土梁身实现强连接，梁端钢组件翼缘与腹板厚度不宜过薄，且需保证一定的埋入长度，在埋入范围的梁端钢组件腹板上设置抗剪栓钉，必要时还可开设洞口，以进一步增强连接。

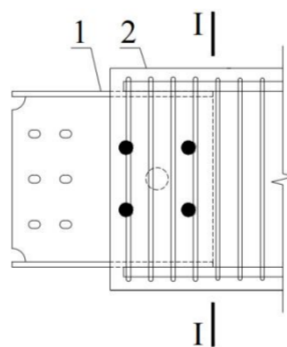


图 6 破坏截面示意

1. 梁端钢组件；2. 混凝土梁身。

6.2.7 为保证预制梁纵向受力钢筋与梁端钢组件翼缘的连接可靠性，优先采用双面搭接焊连接，当由于构件尺寸原因无法进行双面搭接焊连接时，也可以采用单面搭接焊连接。搭接焊连接的构造规定按现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 和《装配式劲性柱混合梁框架结构技术规程》JGJ/T 400 的有关规定确定。

6.2.8、6.2.9 当混凝土梁身侧面的梁身纵筋仅为构造钢筋时，梁端钢组件可以不设纵向加劲板，梁身纵筋直接在混凝土梁身端部截断即可。

6.2.10、6.2.11 由于梁端破坏发生在梁端钢组件埋入混凝土梁身的端部，混凝土梁身的受力与普通钢筋混凝土梁相同，所以其正截面受弯承载力、斜截面受剪承载力计算和弯矩调幅设计参照普通钢筋混凝土梁即可。

6.2.12、6.2.13 为了实现塑性铰发生在梁端钢组件埋入混凝土梁身的端部，需保证梁端钢组件的截面承载力与实际弯矩比值要高于混凝土梁身的截面承载力与实际弯矩比值。同时，当塑性铰在梁端钢组件埋入混凝土梁身的端部区域发展时，需保证混凝土梁身端部不发生受剪破坏，实现强剪弱弯。

6.2.14 混凝土梁身需按钢筋混凝土构件考虑长期作用的影响计算挠度，挠度限值按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定确定。梁端钢组件外伸尺寸较短，刚度较大，挠度计算时不考虑外伸梁端钢组件的影响。

6.2.15 由于梁端钢组件埋入混凝土梁身的长度有限，因此在计算负弯矩区裂缝宽度时，可不考虑梁端钢组件的影响。混凝土梁身裂缝控制等级为三级，最大裂缝宽度限值按照现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定确定。

6.2.16 施工阶段预制梁两端为铰接且不设临时支撑，除承受自重外，当采用无支撑叠合板时，还需承受新浇筑混凝土自重以及相应区域内的施工人员、设备产生的活荷载。本条参照现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 对模板构件和预制混凝土构件的规定，对预制梁施工阶段的变形和抗裂验算进行了规定。

6.3 预制柱

6.3.4~6.3.5 考虑钢组件尺寸不能太小，规定了柱截面的最小截面尺寸。对于矩形柱，按现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定确定；对于异形柱，按现行行业标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149 的有关规定确定。

6.3.6、6.3.7 预制梁、预制柱通过梁端钢组件与节点域钢组件或柱侧钢组件实现梁柱连接，是保证梁柱节点抗震性能的关键构件。

根据编制组完成的梁柱节点抗震性能试验及参考国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《钢结构设计标准》GB 50017、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 对节点域钢组件、柱侧钢组件构造进行了规定。

6.3.8 柱端钢组件的截面尺寸和位置需要与预制柱匹配，为保证传力合理，其组合截面形心与柱身截面形心宜保持重合。柱端钢组件侧板与柱纵筋需要进行焊接且需要参与受力，因此其壁厚不宜过小。整体式柱端钢组件自身可实现与混凝土的协同工作及实现拉压传力，因此无需再设与混凝土连接的加强措施；分体式柱端钢组件侧板与混凝土之间需采用连接加强措施，一方面可以增强柱端钢组件在混凝土内的锚固，另一方面可以保证柱端钢组件与混凝土协同受力。

6.3.10~6.3.15 根据编制组完成的梁柱节点抗震性能试验，钢组件连接的梁柱节点可实现受力性能等同现浇，对于矩形柱，按现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定确定；对于异形柱，按现行行业标准《混凝土异形柱结

构技术规程》JGJ 149 的有关规定确定。

6.3.16 根据 B 型梁柱连接节点试验结果及理论分析,节点域连接钢筋的受拉承载力设计值不应小于对应的被连接预制梁纵向受力钢筋受拉承载力设计值,对于抗震等级为一级、二级的情况,应考虑一定的连接增大系数。

6.3.17 对于柱端钢组件侧板,综合考虑钢筋合力点与侧板中心的偏心、柱的强连接系数及受力的不均匀系数等,确定了式(6.3.17-2)中连接增大系数的取值。对分体式柱端钢组件,由于底板螺栓孔中心位置以及与侧板连接的钢筋位置等并不确定,导致底板和侧板的受力中心可能不在同一截面,受力情况复杂,所以需进行拉伸性能检验以验证钢组件是否满足要求;对整体式柱端钢组件,侧板通过底部设置的加劲肋可传递荷载给底板,柱端钢组件整体受力较为均匀且可实现拉压传力。根据编制组进行的抗震性能试验,按式(6.3.17-2)设计的整体式柱端钢组件未发生屈服破坏。

6.4 其他构件

6.4.1 当采用钢筋桁架混凝土叠合板时,设计参照现行团体标准《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》T/CECS 715 的有关规定确定。

6.4.3 现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 对全预制混凝土实心板的设计进行了规定。当采用全预制预应力混凝土空心板时,设计参照现行团体标准《装配式多层混凝土结构技术规程》T/CECS 604 和《预应力混凝土空心板应用技术规程》T/CECS 1367 的有关规定确定。

7 连接节点设计

7.1 梁柱连接节点

I 一般规定

7.1.3 连接段是保证梁柱连接节点抗震性能的关键部位,此范围箍筋加密有利于实现强剪弱弯设计。

7.1.4 钢组件是将预制梁、预制柱连接形成整体框架柱的关键要素,需要保证梁端钢组件与柱侧钢组件、节点域钢组件的实现等强连接。现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 规定重要受拉构件的拼接,需采用一级全熔透焊缝。

7.1.5 式(7.1.5-1)和(7.1.5-2)用于验算连接的受剪承载力设计值大于剪力设计值,是连接设计的基本要求。对地震设计状况,尚应符合强连接弱构件的原则,即应符合式(7.1.5-3)的要求,对二级、三级、四级抗震等级,连接系数取 1.2,对一级抗震等级,连接系数提高为 1.35。

7.1.6 对于传统的叠合梁装配式混凝土框架节点,现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 规定预制梁端面应设置键槽且宜设置粗糙面。对于粗糙面型接缝,新旧混凝土的粘结与骨料咬合作用和钢筋的摩擦抗剪作用一般不可忽略。另外,由于受剪钢筋承受拉力和弯矩的复合作用,当综合考虑摩擦抗剪与销栓作用时应分别对二者的钢筋应力水平进行折减。对于钢腹板的受剪作用,现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 采用弹性理论计算直剪截面最大剪应力。综合来看,当梁柱连接接缝为粗糙面,且仅有钢筋和钢组件腹板垂直穿过接缝时,接缝受剪承载力主要由钢筋摩擦抗剪作用与销栓抗剪作用和钢腹板直接抗剪作用组成,根据编制组进行的接缝试件的直剪试验,提出了仅考虑钢筋和钢板作用的受剪承载力计算公式,计算公式分别对采用单锚钢板(图 7 中 I-I 截面)和双锚钢板(图 7 中 II-II 截面)的两种接缝构造进行了规定。此外,参考国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 分别考虑了抗剪锚筋或抗剪栓钉对受剪承载力的有利作用。

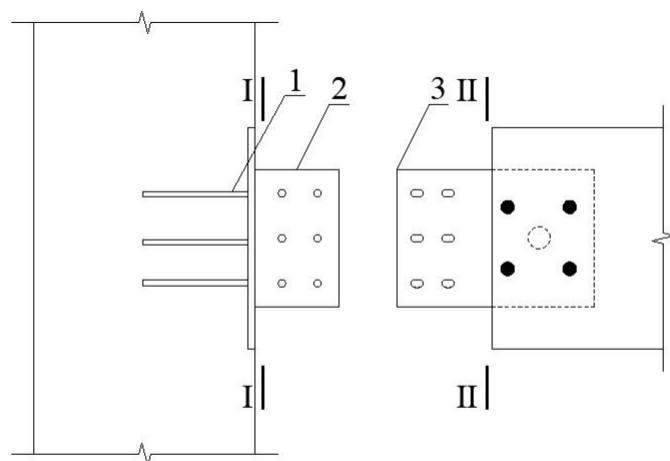


图 7 采用单锚钢板和双锚钢板的接缝构造示意

1. 抗剪锚筋/抗剪栓钉；2. 单锚钢板；3. 双锚钢板。

7.1.7 B 型梁柱连接和 C 型梁柱连接接缝处正截面受弯承载力计算不考虑钢组件的作用，按照现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 计算。

II A 型梁柱连接

7.1.9 A 型梁柱连接在柱侧采用栓焊连接方式，编制组完成的 A 型梁柱节点抗震性能试验表明增设盖板的抗震加强型连接节点未发生焊缝断裂，为使预制梁发挥良好的延性，提出了增设盖板的规范。

7.1.10 接缝的受剪承载力应根据 A 型梁柱连接节点的构造形式计算，当采用 A_I 型梁端钢组件时，需验算图 8 中 I-I 截面受剪承载力；当采用 A_{II} 型梁端钢组件时，需验算图 9 中 I-I 截面和 II-II 截面的受剪承载力。

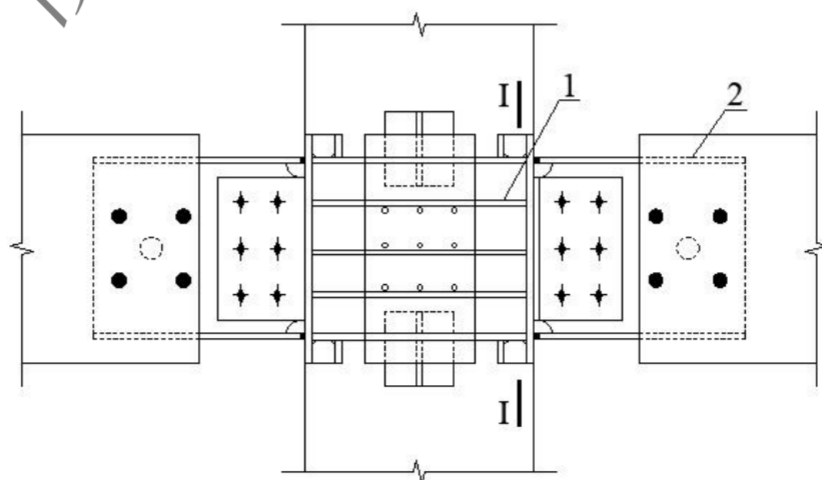


图 8 A_I 型梁柱连接节点接缝受剪计算截面示意

1. 抗剪锚筋/抗剪栓钉；2. 梁端钢组件。

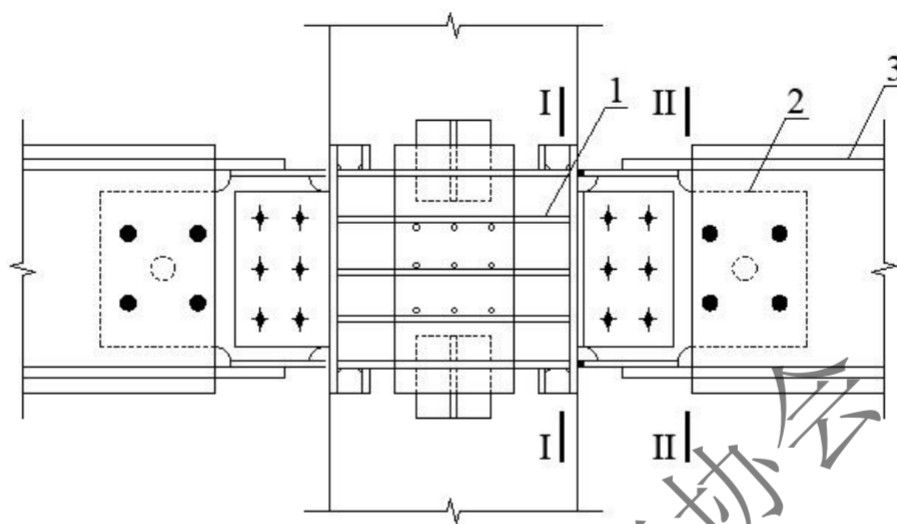


图 9 A_{II} 型梁柱连接节点接缝受剪计算截面示意

1. 抗剪锚筋/抗剪栓钉；2. 梁端钢组件；3. 梁身纵筋。

III B 型梁柱连接

7.1.13 接缝的受剪承载力应根据 B 型梁柱连接节点的构造形式计算，需验算图 10 中 I-I 截面和 II-II 截面的受剪承载力。

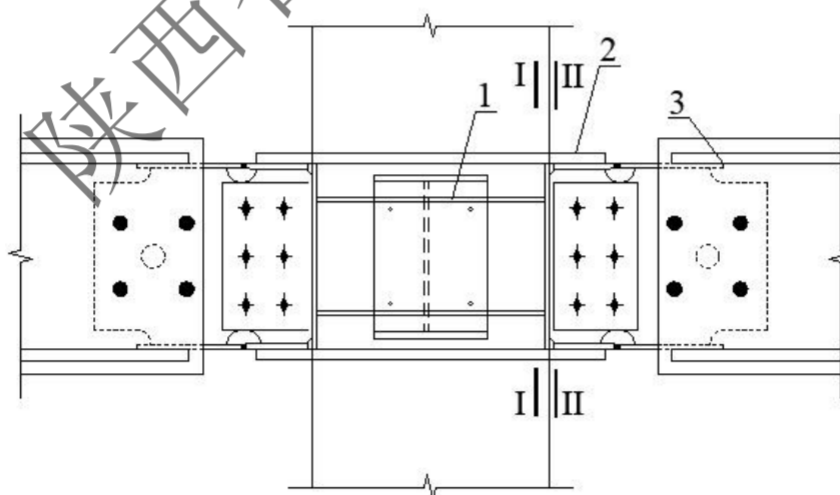


图 10 B 型梁柱连接节点接缝受剪计算截面示意

1. 抗剪锚筋/抗剪栓钉；2. 节点域连接钢筋；3. 梁身纵筋。

IV C 型梁柱连接

7.1.16 接缝的受剪承载力应根据 C 型梁柱连接节点的构造形式计算，需验算图 11 中 I-I 截面、II-II 截面和 III-III 截面的受剪承载力。

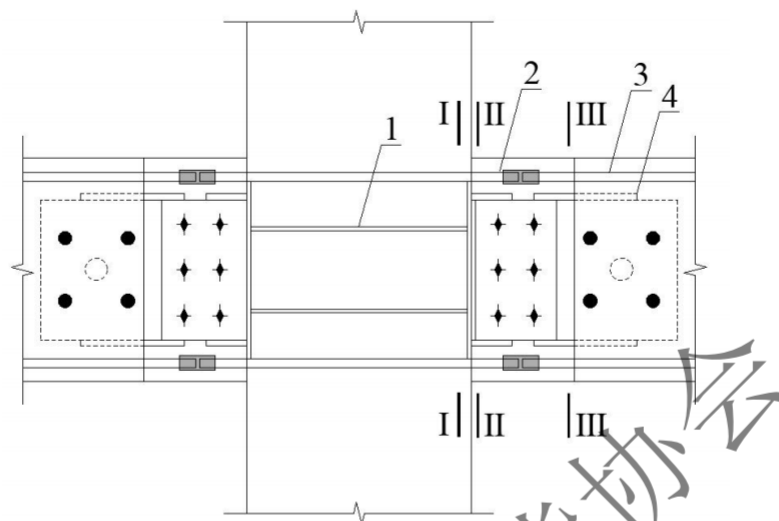


图 11 C 型梁柱连接节点接缝受剪计算截面示意

1. 抗剪锚筋/抗剪栓钉；2. 节点域连接钢筋；3. 梁身纵筋；4. 梁端钢组件。

7.2 预制柱连接

I 一般规定

7.2.3 柱端钢组件是将上、下层柱连接形成整体框架柱的关键要素，需要保证端钢组件侧板间实现等强连接。对高层建筑本条规定的全熔透焊缝质量等级尚应为一級。

II 柱端钢组件螺栓连接

7.2.4 连接杆在下柱内的锚固需符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定。调平螺母在施工阶段可以起到调平及支撑的作用，在施工阶段未浇筑灌浆料时，连接截面的承载力仅靠螺栓承担，需进行螺栓施工验算以确定螺母规格。

根据编制组完成的一系列柱端钢组件连接柱脚节点试验研究，当连接满足本条规定的构造要求时，其节点刚度与承载力均与现浇节点相当，具有良好的抗震性能。

7.2.5 在正常使用阶段,进行接缝截面受弯承载力计算时可将下节柱顶外伸的连接杆作为受力钢筋考虑。在施工阶段,未灌浆或灌浆料未达到设计强度时,仅依靠连接杆承担弯矩。

7.2.6 考虑到连接螺栓所施加的预应力未达到高强螺栓规定的预应力值,且为方便安装,螺栓孔径明显大于螺栓直径,为安全起见不考虑螺栓的销栓抗剪作用。当接缝间摩擦力不足时,可采用钢抗剪键或混凝土键槽协助抗剪。采用钢抗剪键时,钢抗剪键可由矩形钢管、T形钢、H型钢或钢板焊接而成,与柱端钢组件的底板进行围焊后埋入下节预制柱内。钢抗剪键或混凝土键槽需与接缝一起采用灌浆料填实。

7.2.7 为保证预制柱连接的安全,要求连接处的受弯承载力大于预制柱的受弯承载力乘以受弯增大系数、连接处的受剪承载力大于预制柱受弯承载力反算得到的受剪承载力乘以受剪增大系数,以实现连接处不先于预制柱发生破坏,即保证强连接弱构件。由于柱与柱连接通常在层间位置,连接处弯矩较小,故受弯承载力与预制柱等强即可。本条规定的预制柱连接增大系数参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定及美国规范关于强连接的要求而确定。

III 柱端钢组件灌浆连接

7.2.8 上、下节预制柱采用柱端钢组件灌浆连接时,调平螺母除保证上层预制柱的垂直度外,在灌浆前或灌浆料硬化前还起到临时支撑作用,用于承担上层预制柱的自重以及风荷载。调平螺母设置尚需根据预制柱的施工荷载分别对受压侧和受拉侧螺栓的承载力进行验算。

根据试验结果,在往复荷载作用下,当预制柱达到最大承载力时,30mm 的灌浆层并未发生明显破坏;现行国家标准《六角薄螺母》GB/T 6172.1 中螺栓规格在 M12~M30 间的薄螺母的厚度大约在 8mm~15mm,调平螺母之间还需留出 10mm 以上的操作空间;综上考虑灌浆层厚度不小于 35mm。

7.4 楼盖节点

7.4.1 主次梁节点采用铰接连接需保证支座或支承构件满足承载力要求,对于混凝土挑耳连接和钢企口连接,需按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 对混凝土挑耳进行承载力验算。除此之外,钢企口还需符合《装配式混凝

土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定；对于钢牛腿连接和钢组件连接，需按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 对钢牛腿和钢组件进行承载力验算。

当采用钢牛腿连接或混凝土挑耳连接时，为保证梁端的充分变形，次梁端部与主梁边缘之间拼缝为空心拼缝，后浇混凝土时需将主次梁顶拼缝进行封堵，防止漏浆。支垫可以采用橡胶垫片或水泥砂浆坐浆。

陕西省建筑节能协会

8 制作与施工

8.1 一般规定

8.1.1 预制梁、预制柱优先由专业企业在工厂进行制作，当条件具备时也可由总承包单位在现场进行制作。

8.1.2 构件的制作与检验涉及的内容包括原材料及配件、模具、钢筋及预埋件、成型及脱模、构件检验、堆放及运输等。本规程主要规定了构件制作与检验的关键内容和钢组件框架结构与传统装配式结构有所区别的内容，对于没有规定的内容，需符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的有关规定。预制梁、预制柱的质量检验内容在传统预制混凝土构件的基础上，增加了钢组件、预留连接杆专项。

8.1.5 钢组件、预留连接杆是钢组件框架结构的关键连接配件，吊运、堆放、翻转、运输及安装过程中应采取有效措施对其进行保护，防止其发生损伤或受污染。

8.1.6 施工验算是装配式结构设计的重要内容，验算的内容包括临时性结构、预制构件、预埋吊件、临时支撑等。对于钢组件框架结构，由于预制柱和预制梁均采用免支撑安装方式，因此需重点对安装状态下的预制柱和预制梁按短暂设计状况进行受力计算，以确保施工安全和使用要求。

8.2 制作与检验

8.2.2 本条参考现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661、《钢结构工程施工规范》GB 50755和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205，对钢组件框架结构中钢组件的制作及质量检验要求进行了规定，包括原材料、零件加工要求、组装要求、焊接要求、性能检验等。

8.2.3 螺栓孔的孔径及位置尺寸偏差对于现场安装至关重要，需符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205的有关规定。

8.2.6 预制柱、预制梁构件的模具尺寸偏差参考了现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231对预制构件模具的有关规定，并结合实际工程经验适当调整。

8.2.7 为保证预制梁、预制柱的制作精度满足现场安装要求，需采取有效措施保

证钢组件与模具可靠固定。本条给出的各类预留、预埋件的安装允许偏差值是根据设计尺寸要求、实际工程经验及现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定确定。

8.2.8 钢组件框架结构的预制梁、预制柱与传统预制混凝土构件的差别主要在于设置了钢组件和预留连接杆，因此隐蔽工程检查中需重点检查钢组件和预留连接杆相关的内容。

8.2.9 钢组件框架结构预制柱、预制梁构件的外观质量缺陷分类与传统预制混凝土构件相同，可参考现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定，且需从严要求钢组件与混凝土梁身或柱身的连接部位。

8.2.10 预制梁、预制柱的尺寸允许偏差参考了现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 对梁柱类预制构件的规定，并在此基础上增加了对钢组件、预留连接杆等相关尺寸的规定。

8.3 安装与连接

8.3.2 基础预留连接杆的定位精度将影响现场首节预制柱的安装偏差和效率，因此需采取设置专门的定位架等措施保证定位准确。

8.3.5 预制柱的安装要求参考了钢结构钢柱的做法，连接施工要求是根据上、下节柱的连接方式，结合经验确定的。

8.3.6 预制柱与基础、预制柱与预制柱的连接处均需进行灌浆作业，灌浆方式和养护要求等参照现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 的有关规定确定。

8.3.7 预制梁的吊装要求与传统预制混凝土构件相同，连接施工要求是根据连接方式，结合经验确定的。

8.3.9 采用穿心杆方式进行吊装可以实现远程脱钩，特别适用于预制柱的吊装。本条参考现行行业标准《预应力装配式混凝土框架结构技术标准》JGJ/T 502 对预留穿心杆孔道的有关要求作了规定。

9 检验与质量验收

9.1 一般规定

9.1.1 钢组件框架结构中绝大多数梁、柱采用预制形式，楼板为预制或叠合形式，很少涉及传统混凝土结构子分部工程中的模板、钢筋、混凝土等分项工程，因此规定将钢组件框架结构工程直接作为子分部工程，而不是混凝土结构子分部下的分项工程。

9.1.2 对本规程规定的子分部工程需符合本规程有关规定，对本规程未进行规定的子分部工程需符合国家现行标准的有关规定。

9.1.3 本条根据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定，给出了钢组件框架结构子分部工程质量合格标准。

9.1.4 本条对钢组件框架结构施工质量验收时应提供的文件和记录进行了规定。

9.2 预制构件进场检验与验收

I 主控项目

9.2.1 本条对预制梁和预制柱的进场验收提出了基本要求，构件进场时需检查质量证明文件或质量验收记录。对预制构件专业企业生产的构件，进场时应检查质量证明文件，质量证明文件包括产品合格证明书、混凝土强度检验报告及构件生产过程的关键验收记录。对总承包单位制作的构件，没有“进场”的验收环节，其材料和制作质量需按本规程和国家现行有关标准的规定进行验收，对构件的验收方式为检查构件制作中的质量验收记录。

9.2.2、9.2.3 钢组件框架结构预制梁和预制柱的钢组件对构件和节点的受力性能至关重要，因此在对预制梁和预制柱进行进场验收时，需检查焊缝质量证明文件和检验报告等。

II 一般项目

9.2.6 预制构件进场时进行标识验收已经成为工程普遍做法，通过其标识可准确了解预制构件的基本情况，有利于指导施工。

9.3 安装与连接质量验收

I 主控项目

9.3.5 本规程中的灌浆料的抗压强度可以参考现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 和《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定进行检验和评定。

9.3.7、9.3.8 本规程中预制梁与预制柱连接段采用细石混凝土浇筑，连接段内既有钢组件又有箍筋，为保证连接施工质量，需重点检验混凝土的强度和浇筑质量。

陕西省建筑节能协会