

# 安徽省地方标准

## 装配式钢—混叠合柱框架结构技术规程

Technical specification for prefabricated steel tube –  
reinforced concrete column frame structures

**DB34 / T 3958—2021**

主编部门：安徽省住房和城乡建设厅

批准部门：安徽省市场监督管理局

施行日期：2021年12月08日

2021 合 肥

安徽省住房和城乡建设厅信息公开  
浏览专用

安徽省地方标准

装配式钢—混叠合柱框架结构技术规程

Technical specification for prefabricated steel tube –  
reinforced concrete column frame structures

**DB34 / T 3958–2021**

\*

安徽省工程建设标准设计办公室组织出版发行

(合肥市紫云路 996 号 安徽省城乡规划建设大厦,

邮编: 230091)

\*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 2.75 字数: 71 千字

2021 年 8 月第一版 2021 年 9 月第一次印刷 印数: 1–1000 册

# 安徽省市场监督管理局

## 公 告

第 8 号

---

### 安徽省市场监督管理局 关于批准发布“企业登记智能审批服务规范” 等 80 项地方标准的公告

安徽省市场监督管理局依法批准“企业登记智能审批服务规范”等 80 项安徽省地方标准，现予以公布。

安徽省市场监督管理局

2021 年 6 月 15 日

安徽省住房和城乡建设厅信息公开

浏览专用

## 安徽省地方标准清单

序号	地方标准编号	标准名称	代替标准号	批准日期	实施日期
1	DB34/T 3942-2021	现浇混凝土内置保温墙体技术规程		2021-06-08	2021-12-08
2	DB34/T 3943-2021	养老服务设施规划建设标准	DB34/T 5044-2016	2021-06-08	2021-12-08
3	DB34/T 3944-2021	静力触探应用技术规程		2021-06-08	2021-12-08
4	DB34/T 3945-2021	地铁盾构衬砌管片预制施工及验收技术规程		2021-06-08	2021-12-08
5	DB34/T 3946-2021	钢板桩基坑支护技术规程		2021-06-08	2021-12-08
6	DB34/T 3947-2021	预拌混凝土绿色生产及管理技术规程		2021-06-08	2021-12-08
7	DB34/T 3948-2021	城市智慧杆综合系统技术标准		2021-06-08	2021-12-08
8	DB34/T 3949-2021	空气源热泵供暖空调工程技术规程		2021-06-08	2021-12-08
9	DB34/T 3950-2021	建筑幕墙工程施工质量验收规程		2021-06-08	2021-12-08
10	DB34/T 3951-2021	地铁基坑地下连续墙施工技术规程		2021-06-08	2021-12-08
11	DB34/T 3952-2021	预制混凝土夹心保温外挂墙板技术规程		2021-06-08	2021-12-08
12	DB34/T 3953-2021	装配式钢结构建筑预制墙板应用技术规程		2021-06-08	2021-12-08
13	DB34/T 3954-2021	园林绿化工程施工质量验收标准		2021-06-08	2021-12-08

续上表

序号	地方标准编号	标准名称	代替标准号	批准日期	实施日期
14	DB34/T 3955-2021	园林绿化植物种植技术规程		2021-06-08	2021-12-08
15	DB34/T 3956-2021	城市道路杆件综合设置技术标准		2021-06-08	2021-12-08
16	DB34/T 3957-2021	建筑墙式金属阻尼器减震技术规程		2021-06-08	2021-12-08
17	DB34/T 3958-2021	装配式钢-混凝土柱框架结构技术规程		2021-06-08	2021-12-08
18	DB34/T 3959-2021	物业服务第三方评价技术标准		2021-06-08	2021-12-08
19	DB34/T 3960-2021	公共建筑供暖空调系统能效提升技术标准		2021-06-08	2021-12-08
20	DB34/T 1923-2021	医疗建筑智能化系统技术标准	DB34/T 1923-2013	2021-06-08	2021-12-08
21	DB34/T 1470-2021	金融建筑智能化系统技术标准	DB34/T 1470-2011	2021-06-08	2021-12-08
22	DB34/T 579-2021	住宅区智能化系统工程 设计、验收标准	DB34/T 579-2005	2021-06-08	2021-12-08

## 前 言

根据安徽省市场监督管理局《安徽省市场监督管理局关于下达2018年第三批安徽省地方标准制修订计划的函》(皖市监函[2019]10号)的要求,编制本规程。规程编制组经广泛的调查研究,认真总结实践经验,参考国内外有关标准,并在广泛征求意见的基础上,编制了本规程。

本规程共分9章,主要内容有:1.总则;2.术语和符号;3.基本规定;4.材料;5.结构设计;6.节点与连接;7.生产与运输;8.安装;9.验收。

本规程由安徽省住房和城乡建设厅负责管理,委托合肥工业大学负责对条文和具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议,请将相关意见和有关资料反馈给合肥工业大学(安徽省合肥市屯溪路193号,邮编230009, E-mail: connection2003@126.com)。

主 编 单 位: 合肥工业大学

参 编 单 位: 安徽省住宅产业化促进中心

华汇工程设计集团股份有限公司

合肥工业大学设计院(集团)有限公司

安徽省建筑科学研究设计院

安徽省城建设计研究总院股份有限公司

安徽富煌钢结构股份有限公司

中铁四局集团钢结构建筑有限公司

安徽苏亚建设安装有限公司

安徽金阳金属结构工程有限公司

合肥工大建设监理有限责任公司

国网安徽省电力公司经济技术研究院

华汇建设集团有限公司

安徽承宇装配式建筑有限公司

主要编写人员：王静峰 郭磊 钱礼平 刘继朝 肖景平  
王珺 曹靖 曹晗 曹爱群 张勇  
吴德雨 沈万玉 张慧洁 章阳 田井锋  
刘用 黄慎江 王成刚 周方均 何利  
徐积雨 王锋 刘亮 赵鹏 万祥  
徐正 丁仕洪 田朋飞 王红松 朱朝军  
李贝贝 李国强 胡志涵 沈奇罕 胡子明  
主要审查人员：罗永峰 胡泓一 闫锋 张晓阳 杨皓东  
李强 童敏

安徽省住房和城乡建设厅信息公开平台  
浏览专用



# 目次

1	总 则	1
2	术语和符号	2
2.1	术 语	2
2.2	符 号	2
3	基本规定	8
4	材 料	10
4.1	钢 材	10
4.2	混凝土	10
4.3	钢 筋	10
4.4	连接材料	11
5	结构设计	11
5.1	一般规定	13
5.2	作用与作用组合	13
5.3	结构计算	14
5.4	叠合柱设计	15
5.5	梁设计	19
6	节点与连接	20
6.1	一般规定	20
6.2	柱与柱连接节点设计	20
6.3	梁柱连接节点设计	21
6.4	柱脚节点设计	25
7	生产与运输	26
7.1	一般规定	26
7.2	制作准备	27
7.3	构件制作	28
7.4	构件检验	30
7.5	运输与堆放	31

8	安 装	33
8.1	一般规定	33
8.2	安装准备	34
8.3	安 装	35
9	验 收	37
9.1	一般规定	37
9.2	主控项目	38
9.3	一般项目	39
附录 A	栓焊和全螺栓连接连接节点设计	41
附录 B	单边螺栓端板连接节点设计	43
	本规程用词说明	55
	引用标准名录	56
	条文说明	58

安徽省住房和城乡建设厅信息公开  
浏览专用

# Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Basic Requirements	8
4	Material	10
4.1	Steel	10
4.2	Concrete	10
4.3	Reinforcement	10
4.4	Connections Material	11
5	Structural Design	13
5.1	General Requirements	13
5.2	Action and Action Effect	13
5.3	Structural Design	14
5.4	Prefabricated Steel Tube - Reinforced Concrete Column Design	15
5.5	Prefabricated Frame Beam Design	19
6	Joints and Connections	20
6.1	General Requirements	20
6.2	Design of Column to Column Joints	20
6.3	Design of Beam to Column Joints	21
6.4	Design of Column Base Joints	25
7	Manufacturing and Transportation	26
7.1	General Requirements	26
7.2	Production Preparation	27
7.3	Manufacturing	28
7.4	Inspection	30
7.5	Transportation and Storage	31

8	Erection	33
8.1	General requirements	33
8.2	Erection Preparation	34
8.3	Erection	35
9	Quality Acceptance	37
9.1	General requirements	37
9.2	Dominant Items	38
9.3	General Items	39
	Appendix A Bolt-welding and Bolted Joints Design	41
	Appendix B Blind Bolted End Plate Connection Design	43
	Explanation of Working in this Specification	55
	List of Quoted Standards	56
	Explanation of Provisions	58

安徽省住房和城乡建设厅信息公开  
浏览专用

## 1 总 则

**1.0.1** 为在工业和民用建筑中合理应用装配式钢-混凝土叠合柱框架结构，做到安全可靠、技术先进、经济合理、方便施工，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于抗震设防烈度为6~8度的工业与民用建筑采用装配式钢-混凝土叠合柱框架结构的设计、制作安装、验收和维护。

**1.0.3** 装配式钢-混凝土叠合柱框架结构技术规程的设计、制作、施工和验收，除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

安徽省住房和城乡建设厅信息中心  
浏览专用

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 钢管混凝土叠合柱 steel tube-reinforced concrete column

由中部钢管混凝土柱和钢管外钢筋混凝土叠合而成，并在工厂预制化生产的柱，简称叠合柱。

#### 2.1.2 部分包覆钢-混凝土组合梁 partially encased steel-concrete composite beam

在开口截面钢梁外周轮廓内包覆混凝土，通过抗剪连接件或其它可靠措施保证钢与混凝土共同工作，并在工厂预制化生产的组合梁，简称 PEC 组合梁。

#### 2.1.3 装配式钢-混凝土叠合柱框架结构 prefabricated steel tube-reinforced concrete column frame structure

叠合柱与框架梁（即预制钢筋混凝土梁、钢梁、PEC 组合梁）组成的装配式框架结构，简称装配式叠合柱框架结构。

#### 2.1.4 含管率 steel tube area ratio

叠合柱的钢管面积与柱全截面面积的比值。

#### 2.1.5 套箍指标 confinement coefficient

构件截面中钢管面积、钢材抗拉（抗压）强度设计值乘积与混凝土面积、混凝土轴心抗压强度设计值乘积之比。

### 2.2 符号

#### 2.2.1 作用效应和抗力

$M$ ——正弯矩设计值；

$M_{bua}$ ——钢梁或部分包覆钢-混凝土组合梁设计受弯承载力；

$\Sigma M_c$ ——节点上下柱端截面顺时针或反时针方向组合的弯矩设计值之和；

$M_f$  —— 翼缘承担的弯矩；  
 $M_s$  —— 全螺栓拼接节点的承载力；  
 $M_u$  —— 截面受弯承载力设计值；  
 $M_w$  —— 腹板承担的弯矩；  
 $M_y$  —— 梁端弯矩；  
 $N$  —— 叠合柱的轴力设计值；  
 $N_o$  —— 钢管混凝土短柱轴心受压承载力设计值；  
 $N_v^b$  —— 单个摩擦型高强螺栓承载力设计值；  
 $N_y$  —— 全螺栓拼接处梁上翼缘平行于梁轴线的力；  
 $P$  —— 高强螺栓设计预拉力；  
 $P_y$  —— 梁端剪力；  
 $S$  —— 地震作用效应与其他荷载效应的基本组合；  
 $S_{EK}$  —— 罕遇地震作用标准值的效应；  
 $S_{Ehk}$  —— 水平地震作用标准值的效应；  
 $S_{Evk}$  —— 竖向地震作用标准值的效应；  
 $S_{GE}$  —— 重力荷载代表值的效应；  
 $S_{wk}$  —— 风荷载标准值的效应；  
 $V$  —— 剪力设计值；  
 $V_l$  —— 单个腹板螺栓的剪力；  
 $\Delta_{up}$  —— 风荷载或多遇地震标准值产生的楼层内最大弹性层间水平位移；  
 $\Delta_{up}$  —— 弹塑性层间位移；  
 $\theta$  —— 节点的转角；  
 $[\theta_e]$  —— 弹性层间位移角限值；  
 $[\theta_p]$  —— 弹塑性层间位移角限值。

### 2.2.2 材料力学性能

$E$  —— 弹性模量；  
 $E_a$  —— 钢材的弹性模量；  
 $E_{co}$  —— 钢管外混凝土弹性模量；  
 $E_{ci}$  —— 钢管内混凝土弹性模量；

- $E_s$  —— 钢筋弹性模量；
- $F_{bo, m}$  —— 下部第  $m$  排螺栓的内力；
- $F_{con}$  —— 混凝土楼板与柱翼缘接触面的局部抗压承载力；
- $F_{cp}$  —— 连接的抗压承载力；
- $F_{cbf}$  —— 钢梁上翼缘所承受的压力；
- $F_{stp}$  —— 钢筋抗拉承载力；
- $F_{tp, i}$  —— 第  $i$  排螺栓的抗拉承载力；
- $f_a$  —— 钢梁抗拉、抗压强度设计值；
- $f_{bwy}$  —— 钢梁腹板的屈服强度；
- $f'_{bwy}$  —— 考虑剪力影响的钢梁腹板屈服强度；
- $f_{bfy}$  —— 钢梁翼缘的屈服强度；
- $f_{ck}$  —— 混凝土轴心抗压强度标准值；
- $f_{co}$  —— 管外混凝土轴心抗压强度设计值；
- $f_{csy}$  —— 钢管壁的屈服强度；
- $f_{cw}$  —— 钢梁腹部混凝土抗压强度设计值；
- $f_c^b$  —— 螺栓承压强度设计值；
- $f_t$  —— 混凝土轴心抗拉强度设计值；
- $f_v^b$  —— 螺栓抗剪强度设计值；
- $f_y, f'_y$  —— 钢筋抗拉、抗压强度设计值；
- $f_{yy}$  —— 箍筋或拉筋抗拉强度设计值；
- $G$  —— 剪切变形模量；
- $G_a$  —— 钢管的剪切变形模量；
- $G_{co}$  —— 钢管外混凝土剪切变形模量；
- $G_{ci}$  —— 钢管内混凝土剪切变形模量；
- $V_{bw}$  —— 作用在连接上的剪力；
- $\beta_c$  —— 混凝土强度影响系数；
- $\tau_{xy}$  —— 钢梁腹板内的剪应力。

### 2.2.3 几何参数

- $A$  —— 钢管全截面面积；
- $A_{ao}$  —— 钢管截面面积；



$A_{ci}$  —— 钢管内混凝土截面面积；  
 $A_{co}$  —— 钢管外混凝土截面面积；  
 $B$  —— 全螺栓拼接连接梁反弯点到柱表面距离；  
 $b$  —— 矩形截面叠合柱宽度；  
 $b_{bf}$  —— 钢梁翼缘的宽度；  
 $b_e$  —— 组合梁混凝土楼板的有效宽度；  
 $d_{boh}$  —— 螺栓孔直径；  
 $d_c$  —— 受压区中心至钢梁下翼缘中心的距离；  
 $d_{cc}$  —— 钢管内径；  
 $d_{cs}$  —— 钢管外径；  
 $h_a$  —— 截面高度；  
 $h_b$  —— 钢梁的高度；  
 $h_{bf}$  —— 钢梁腹板的高度；  
 $h_{bw}$  —— 钢梁腹板的高度；  
 $h_c$  —— 矩形截面叠合柱宽度；  
 $h_{co}$  —— 混凝土截面有效高度；  
 $h_{sl}$  —— 混凝土楼板的厚度；  
 $h_{sl,cf}$  —— 混凝土楼板和钢管柱翼缘接触处的厚度；  
 $h_0$  —— 梁翼缘形心之间的距离；  
 $I$  —— 截面惯性矩；  
 $I_a$  —— 钢管截面惯性矩；  
 $I_{ci}$  —— 钢管内混凝土截面惯性矩；  
 $I_{co}$  —— 钢管外混凝土截面惯性矩；  
 $l_{bo,1}$  —— 上部第一排螺栓至钢梁下翼缘中心的距离；  
 $l_{bo,m}$  —— 上部第  $m$  排螺栓中心至受压中心的距离；  
 $l_r$  —— 钢筋中心至钢梁下翼缘中心的距离；  
 $l_0$  —— 叠合柱长度；  
 $p_i$  —— 第  $i$  排螺栓与  $i+1$  排螺栓间的距离；  
 $p_1$  —— 第 1 排螺栓中心至钢梁下翼缘内表面的距离；  
 $S$  —— 全螺栓拼接中心到柱表面距离；

$S_{at}$ 、 $S_{ac}$  —— 受拉区钢梁截面、受压区梁截面对组合截面塑性和轴的面积矩；

$t_{bw}$  —— 钢梁腹板的厚度；

$t_{cs}$  —— 钢管壁的厚度；

$t_f$  —— 翼缘的厚度；

$X_b$  —— 柱壁两列单边螺栓孔中心水平向间距；对于圆截面钢管， $X_b$  表示柱壁两列单边螺栓孔中心之间的水平向弧长；

$X_{csl}$  —— 混凝土楼板的受压区高度；

$X_{cbw}$  —— 钢梁腹板实际受压高度；

$x$  —— 组合截面中和轴至混凝土受压边缘的距离；

$x_{cbf}$  —— 钢梁上翼缘受压区高度；

$Y_b$  —— 柱壁单边螺栓孔中心的竖向距离；

$z_{cp}$  —— 等效作用点至钢梁下翼缘中心的距离；

$z_i$  —— 第  $i$  排螺栓至钢梁下翼缘中心的距离；

$z_r$  —— 混凝土楼板中有效纵向受力钢筋至钢梁下翼缘中心的距离；

$\rho_a$  —— 叠合柱钢管含管率；

$\rho_v$  —— 叠合柱箍筋加密区的体积配箍率；

$\lambda_v$  —— 最小配箍特征值。

## 2.2.4 计算系数及其他

$\alpha_1$  —— 受压区混凝土压应力影响系数；

$k_{cwi}$  —— 第  $i$  排螺栓处柱侧壁抗拉刚度系数；

$k_{cfi}$  —— 第  $i$  排螺栓处柱翼缘壁抗拉刚度系数；

$k_{epi}$  —— 第  $i$  排螺栓处端板抗拉刚度系数；

$k_{ep}$  —— 组合节点的等效抗拉刚度系数；

$k_r$  —— 混凝土楼板中有效纵向受力钢筋的抗拉刚度系数；

$\zeta_{fa}$  —— 节点位置系数；

$\varpi_k$  —— 截面形状系数；

$\varpi_m$  —— 端板形状系数；

- $\gamma_{Eh}$  —— 水平地震作用分项系数；  
 $\gamma_{Ev}$  —— 竖向地震作用分项系数；  
 $\gamma_G$  —— 重力荷载分项系数；  
 $\gamma_w$  —— 风荷载分项系数；  
 $\psi_e$  —— 地震作用的频率系数；  
 $\psi_w$  —— 风荷载的组合值系数；  
 $\eta_j$  —— 连接系数；  
 $n_f$  —— 传力摩擦面数；  
 $\mu$  —— 抗滑移系数。

安徽省住房和城乡建设厅信息公开  
浏览专用

### 3 基本规定

**3.0.1** 装配式叠合柱框架结构标准设防类房屋适用的最大高度应符合表 3.0.1 的规定，且结构中设置叠合柱的高度不宜小于房屋总高度的 2/3。

表 3.0.1 装配式叠合柱框架结构适用的最大高度

抗震设防烈度	6	7	8
最大适用高度	70	60	50

**3.0.2** 装配式叠合柱框架结构的抗震等级应根据其抗震设防类别、设防烈度、结构类型和房屋高度确定，并应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 等国家现行标准有关框架结构的规定。装配式叠合柱框架结构标准设防类房屋抗震等级应按表 3.0.2 确定。

表 3.0.2 装配式叠合柱框架结构房屋的抗震等级

抗震设防烈度	6		7		8	
高度	≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24
框架	四	三	三	二	二	一
大跨度框架	三		二		一	

**3.0.3** 预制构件的设计应满足标准化的要求，宜采用建筑信息化模型(BIM)技术进行一体化设计，预制构件的钢筋应与预留孔洞、预埋件等相协调；预制构件的形状、尺寸、重量等应满足制作、运输、安装各环节的要求；预制构件的配筋设计应便于工厂化生产和现场连接。

**3.0.4** 装配式叠合柱框架结构中，预制构件的连接部位宜设置在结构受力较小的部位，其尺寸和形状应符合下列规定：

- 1 应满足建筑使用功能、模数、标准化要求；

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

3 应满足制作、运输、堆放、安装及质量控制要求。

**3.0.5** 装配式叠合柱框架结构的质量验收，应在材料和结构等相关分项工程验收合格的基础上，进行质量控制、资料检查、观感质量验收及结构性能检验。

安徽省住房和城乡建设厅信息公开  
浏览专用

## 4 材 料

### 4.1 钢 材

4.1.1 钢材的选用应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

4.1.2 装配式叠合柱框架结构的钢材应符合下列规定：

- 1 钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于 0.85；
- 2 钢材应有明显的屈服台阶，且伸长率不应小于 20%；
- 3 钢材应有良好的焊接性能和合格的冲击韧性。

### 4.2 混 凝 土

4.2.1 叠合柱钢管内的混凝土强度等级不宜低于 C40，钢管外的混凝土强度等级不宜低于 C30。

4.2.2 钢管内混凝土宜采用自密实混凝土。自密实混凝土的配合比设计、施工、质量检验和验收应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的有关规定。

### 4.3 钢 筋

4.3.1 纵向受力钢筋、箍筋的选用，以及钢筋的屈服强度标准值、极限强度标准值、抗拉强度设计值、抗压强度设计值及弹性模量取值，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

4.3.2 装配式叠合柱框架结构的受力钢筋应符合下列规定：

- 1 宜采用延性、韧性和可焊性较好的钢筋；
- 2 纵向受力钢筋和箍筋宜选用不低于 HRB400 级热轧钢筋，

箍筋也可选用 HPB300 级热轧钢筋；

3 纵向受力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 1.3，且钢筋在最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%。

#### 4.4 连接材料

4.4.1 焊接材料应符合下列要求：

1 手工焊接采用的焊条，应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117 或《热强钢焊条》GB/T 5118 的有关规定，选择的焊条型号应与主体金属的力学性能相适应；

2 自动或半自动焊接采用的焊丝和焊剂应与主体金属的力学性能相适应。焊丝应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝》GB/T 14957 的规定。

4.4.2 焊缝应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定。焊缝的强度设计值应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定采用。

4.4.3 连接紧固件应符合下列规定：

1 普通螺栓应符合现行国家标准《六角头螺栓》GB/T 5782 和《六角头螺栓-C 级》GB/T 5780 的规定；

2 高强度螺栓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、《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229、《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231 或《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 的规定。高强度螺栓的预拉力和摩擦面的抗滑移系数应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 选用；

3 高强单边螺栓的选用及其力学性能应符合现行团体标准《钢结构用自锁式单向高强螺栓连接副技术条件》T/CSCS TC01-01-2018 的相关规定；

4 锚栓钢材可采用现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 规定的 Q235 钢,《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 中规定的 Q355 钢、Q390 钢或强度更高的钢材;

5 栓钉应符合现行国家标准《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》GB/T 10433 的规定。

安徽省住房和城乡建设厅信息公开  
浏览专用



## 5 结构设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 采用装配式叠合柱框架结构的建筑型体及其构件布置的规则性，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

5.1.2 叠合柱的布置应符合下列规定：

1 对采用叠合柱的楼层，其框架柱宜全部采用叠合柱；

2 叠合柱的钢管至少应伸至地下一层的基础内或地下二层钢筋混凝土柱内。

5.1.3 装配式叠合柱框架结构可采用混凝土叠合楼板和钢-混凝土组合楼板。

### 5.2 作用与作用组合

5.2.1 装配式叠合柱框架结构的作用及作用组合应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

5.2.2 预制构件在翻转、运输、吊运、安装等短暂设计状况下的施工验算，应将构件自重标准值乘以动力系数后作为等效静力荷载标准值。构件运输、吊运时，动力系数宜取 1.5；构件翻转及安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取 1.2。

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

1 动力系数不宜小于 1.2；

2 脱模吸附力应根据构件和模具的实际状况取用，且不宜小于  $1.5\text{kN/m}^2$ 。

## 5.3 结构计算

5.3.1 装配式叠合柱结构弹性计算时，应考虑楼板对梁刚度的增大作用。

5.3.2 计算装配式叠合柱框架结构的弹性内力和位移时，叠合柱的截面刚度可按下列规定进行计算：

$$\text{轴向刚度} \quad EA = E_{co}A_{co} + E_{ci}A_{ci} + E_aA_a \quad (5.3.2-1)$$

$$\text{弯曲刚度} \quad EI = E_{co}I_{co} + E_{ci}I_{ci} + E_aI_a \quad (5.3.2-2)$$

$$\text{剪切刚度} \quad GA = G_{co}A_{co} + G_{ci}A_{ci} + G_aA_a \quad (5.3.2-3)$$

式中： $E_{co}$ 、 $E_{ci}$ 、 $E_a$  ——分别为钢管外混凝土、钢管内混凝土和钢管的弹性模量；

$G_{co}$ 、 $G_{ci}$ 、 $G_a$  ——分别为钢管外混凝土、钢管内混凝土和钢管的剪切模量；

$A_{co}$ 、 $A_{ci}$ 、 $A_a$  ——分别为钢管外混凝土、钢管内混凝土和钢管的截面面积；

$I_{co}$ 、 $I_{ci}$ 、 $I_a$  ——分别为钢管外混凝土、钢管内混凝土和钢管截面在所计算方向对其形心轴的惯性矩。

5.3.3 装配式叠合柱框架结构的阻尼比，多遇地震作用下，采用预制钢筋混凝土梁时可取 0.05，采用钢梁或 PEC 组合梁时可取 0.045，设防地震作用下，弹塑性时程分析时可采用与多遇地震作用下相同的阻尼比；罕遇地震作用下推覆分析或等效弹性分析时，可分别取 0.05~0.06 和 0.06~0.07，也可根据结构构件屈服情况确定。

5.3.4 装配式叠合柱框架结构的构件承载力抗震调整系数 $\gamma_{RE}$ 应按表 5.3.4 采用。

5.3.5 在风荷载或多遇地震标准值作用下，装配式叠合柱框架结构按弹性设计方法计算的楼层内最大层间水平位移应满足表 5.3.5 的要求。

5.3.6 在罕遇地震作用下，装配式叠合柱框架结构薄弱层（部位）弹塑性层间位移应不大于 1/50。

表 5.3.4 装配式叠合柱框架结构构件的承载力抗震调整系数

材 料	结 构 构 件	受力状态	$\gamma_{RE}$
钢	梁、螺栓、T形构件、外伸端板	强 度 稳 定	0.75 0.80
混凝土	梁	受 弯	0.75
	轴压比小于 0.15 的叠合柱	偏 压	0.75
	轴压比不小于 0.15 的叠合柱	偏 压	0.80
	各 类 构 件	受 剪、偏 拉	0.85

表 5.3.5 装配式叠合柱框架结构的弹性层间位移角限值

框 架 类 型		$[\theta_e]$
叠 合 柱 框 架	预制钢筋混凝土梁	1/500
	PEC 组合梁	1/400
	钢 梁	1/350

## 5.4 叠合柱设计

5.4.1 装配式叠合柱框架结构底层柱的下端，其组合的弯矩设计值应乘以增大系数，一、二、三、四级增大系数分别不应小于 1.7、1.5、1.3 和 1.2；底层柱纵向钢筋应按上下端的不利情况配置。

5.4.2 叠合柱组合的剪力设计值应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中钢筋混凝土框架柱组合的剪力设计值的规定。

5.4.3 叠合柱的轴心受压承载力、偏心受压承载力、斜截面受剪承载力应按现行行业标准《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T/CECS 188 的有关规定进行计算。

5.4.4 叠合柱的轴压比限值不宜超过表 5.4.4 的规定。叠合柱的轴压比可按式计算：

$$n_c = N / (f_{co} A_{co} + 0.9 N_0) \quad (5.4.4)$$

式中： $n_c$ ——叠合柱的轴压比；

$N$ ——叠合柱的轴力设计值；

$N_0$ ——钢管混凝土轴心受压承载力设计值；

$f_{co}$ ——钢管外混凝土的轴心受压承载力设计值；

$A_{co}$ ——钢管外混凝土的横截面面积。

表 5.4.4 叠合柱轴压比限值

抗震等级	一	二	三	四
轴压比限值	0.65	0.75	0.85	0.90

5.4.5 叠合柱的截面尺寸，宜符合下列各项要求：

1 矩形截面的宽度和高度，不宜小于 350mm；圆柱截面的直径，抗震等级四级或不超过 2 层时不宜小于 350mm，一、二、三级且超过 2 层时不宜小于 400mm；

2 剪跨比宜大于 2；

3 矩形截面长边与短边的边长比不宜大于 3。

5.4.6 叠合柱钢管外的混凝土厚度及钢管宜符合下列要求：

1 截面边长不大于 1000mm 时，钢管外的混凝土厚度不宜小于 150mm，采用自密实混凝土时钢管外的混凝土厚度不宜小于 120mm；截面边长大于 1000mm 时，钢管外的混凝土厚度不宜小于 200mm；

2 钢管直径不宜小于 100mm，钢管壁厚不宜小于 4.5mm；

3 钢管混凝土套箍指标不宜小于 0.4、不宜大于 3，套箍指标大于 3 时，不应考虑其超过部分对钢管内混凝土的约束作用，可考虑其作为型钢对叠合柱刚度和承载力的提高作用；套箍指标可按下式计算：

$$\theta = f_a A_{a0} / (f_{ci} A_{ci}) \quad (5.4.6-1)$$

式中： $f_a$ ——钢管钢材抗拉、抗压强度设计值；

$f_{ci}$ ——钢管内混凝土轴心抗压强度设计值；

$A_{a0}$ ——钢管截面面积；

$A_{ci}$ ——钢管内混凝土截面面积。

4 钢管混凝土（包括钢管）截面积与叠合柱截面积的比值不宜大于 0.45；

5 钢管含管率不应小于 2%、不宜大于 15%；对于低、多层装配式叠合柱框架结构，当钢管混凝土短柱的轴心受压承载力设计值大于轴力设计值时，含管率不应小于 1.2%。含管率可按下式计算：

$$\rho_a = A_{a0} / A \quad (5.4.6-2)$$

式中： $\rho_a$ ——叠合柱钢管含管率；

$A_{a0}$ ——钢管的截面面积；

$A$ ——叠合柱全截面面积。

5.4.7 叠合柱的纵向钢筋配置，应符合下列要求：

1 纵向钢筋的最小总配筋率，中柱及边柱不应小于 1%，角柱不应小于 1.1%；建造于 IV 类场地且较高的高层建筑，最小总配筋率应增加 0.1%；

2 钢管外混凝土强度等级高于 C60 时，最小总配筋率应增加 0.1%；

3 每一侧配筋率不应小于 0.2%；

4 纵向钢筋总配筋率不应大于 5%；

5 宜对称配筋，且宜集中配置在角部；

6 纵向受力钢筋净距不宜小于 50mm、不宜大于 200mm，大于 200mm 时，应设置纵向构造钢筋；

7 纵向钢筋与钢管的最小净距不宜小于 30mm。

5.4.8 叠合柱应设置箍筋加密区，并应符合下列规定：

1 箍筋加密区的范围应按下列规定采用：

1) 柱端，取截面高度（圆柱直径）、柱净高的 1/6 和 500mm 三者的最大值；

2) 底层柱的下端不小于柱净高的 1/3；

3) 刚性地面上下各 500mm；

4) 剪跨比不大于 2 的柱、柱净高与柱截面高度之比不大于 4 的柱、一级和二级框架的角柱，取全高。

2 一般情况下，加密区箍筋的最大间距和最小直径应按表

5.4.8-1 采用；

表 5.4.8-1 叠合柱箍筋加密区中箍筋的最大间距和最小直径(mm)

箍筋最大间距（采用较小值）	箍筋最小直径
6d, 100	10

注：d为柱纵向钢筋最小直径。

3 叠合柱的箍筋直径大于 12mm 时，除底层柱下端外，最大间距应允许采用 150mm；

4 叠合柱箍筋加密区的体积配箍率，应按下列规定采用：

$$\rho_v = \lambda_v f_{co} / f_{yv} \quad (5.4.8)$$

式中： $\rho_v$ ——叠合柱箍筋加密区的体积配箍率，剪跨比不大于 2 的叠合柱不应小于 1.2%，计算箍筋体积配箍率时，可取外围箍筋中心线所围混凝土扣除钢管混凝土的体积，扣除的体积不应大于外围箍筋中心线所围体积的 30%；

$f_{co}$ ——管外混凝土轴心抗压强度设计值，强度等级低于 C35 时，应按 C35 计算；

$f_{yv}$ ——箍筋或拉筋抗拉强度设计值；

$\lambda_v$ ——最小配箍特征值，宜按表 5.4.8-2 采用。

表 5.4.8-2 叠合柱箍筋加密区的箍筋最小配箍特征值

箍筋形式	叠合柱轴压比						
	≤0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
普通箍、复合箍	0.10	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20	0.23

注：普通箍指单个矩形箍和单个圆形箍，复合箍指由矩形、多边形、圆形箍或拉筋组成的箍筋。

5.4.9 叠合柱的箍筋非加密区的箍筋，应符合下列要求：

1 体积配箍率不宜小于加密区的 50%；

2 箍筋间距，叠合柱不应大于 200mm，且不应大于 10 倍纵向钢筋直径。

5.4.10 叠合柱的箍筋配置方式应符合下列规定：

1 宜采用复合箍。复合箍可由外围矩（方）形封闭箍与拉

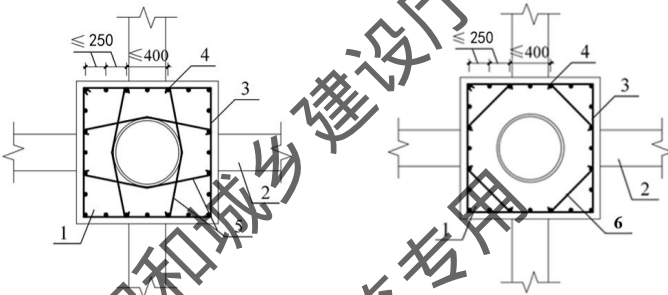
筋组成（图 5.4.10 a），或由外围矩（方）形封闭箍和八角形封闭箍与拉筋组成（图 5.4.10 b）。拉筋可紧靠箍筋并钩住纵筋；

2 绕过钢管的拉筋与钢管相交部分的圆弧宜与钢管同心，不相交部分宜为直段；

3 箍筋加密区的箍筋及拉筋的肢距，绕过钢管的拉筋肢距不宜大于 400mm，其他箍筋及拉筋的肢距不宜大于 250mm；

4 截面周边纵向钢筋应至少每隔一根位于箍筋的角部或拉筋的弯钩内；

5 梁柱节点核心区的箍筋，当复合箍配置有困难时，可采用等量大直径箍筋或等量钢板箍。



(a) 外围封闭箍与拉筋复合箍 (b) 外围封闭箍与拉筋复合箍

图 5.4.10 叠合柱箍筋配置方式示意图

1-叠合柱；2-梁；3-封闭箍；4-纵向钢筋；5-拉筋；6-八角形封闭箍

## 5.5 梁设计

5.5.1 装配式叠合柱框架结构可采用预制钢筋混凝土梁、钢梁和 PEC 组合梁。

5.5.2 采用预制混凝土梁时，应按照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中的有关规定进行设计。

5.5.3 采用钢梁时，应按照现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 中的有关规定进行设计。

5.5.4 采用 PEC 组合梁时，应按照现行团体标准《部分包覆钢-混凝土组合结构技术规程》T/CECS 719 有关规定进行设计。

## 6 节点与连接

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 装配式叠合柱框架结构的节点连接应满足强度、刚度、稳定性及抗震要求。
- 6.1.2 构造复杂的重要节点应通过有限元分析方法等确定其承载力，并宜通过试验进行验证。
- 6.1.3 节点构造应便于制作、运输、安装、维护，防止积水、积尘，应进行防腐和防火设计。

### 6.2 柱与柱连接节点设计

- 6.2.1 柱与柱连接节点需设在略高于梁柱连接节点处。当柱子截面外包尺寸有变化时，变化过渡段内不宜设置连接节点。
- 6.2.2 框架柱与柱连接节点处柱内钢管采用对接连接，柱拼缝两侧的纵向钢筋可采用套筒灌浆连接，且拼接区域应采用相同强度等级或更高强度的混凝土现场浇筑，如图 6.2.2 所示。

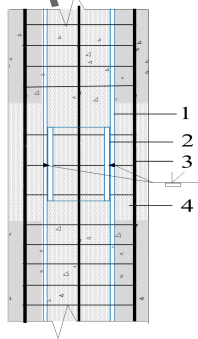


图 6.2.2 叠合柱上下柱连接节点

1-叠合柱内钢管；2-内衬钢管；3-叠合柱内纵筋；4-后浇混凝土



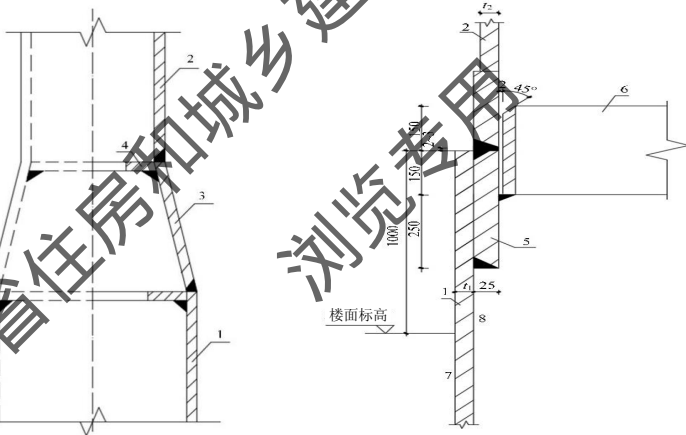
6.2.3 叠合柱内钢管对接时,当钢管直径相同时,接缝处应设置内衬钢管,内衬钢管也可兼作抗剪连接件,并应符合下列规定:

1 钢管对接应采用全熔透焊缝,直焊缝钢管对接时,应错开上、下段钢管焊缝;

2 内衬钢管高度宜为 300mm,外径宜比钢管内径小 4mm;

3 内衬钢管仅作为衬管使用时,其壁厚不宜小于 4mm;内钢管兼作抗剪连接件时,其壁厚不宜小于 16mm。

6.2.4 不同直径钢管对接时,可采用一段变径钢管连接(图 6.2.4 a)或采用内衬钢管连接(图 6.2.4 b)。采用变径钢管连接时,变径钢管上下端均宜设置环形隔板,变径钢管的壁厚应不小于所连接的钢管壁厚,变径钢管的斜度不宜大于 1:6。采用内衬钢管连接时,所连接的钢管直径不应小于 50mm。



(a) 采用变径钢管连接构造

(b) 采用内衬钢管连接构造

图 6.2.4 不同直径钢管对接构造

1-下段钢管;2-上段钢管;3-变径钢管;4-环形隔板;5-内衬钢管 1(壁厚 25mm);  
6-内衬钢管 2(壁厚不小于 16mm);7-钢管外侧;8-钢管内侧

### 6.3 梁柱连接节点设计

6.3.1 叠合柱与预制钢筋混凝土梁的连接节点可采用整浇式节

点，如图 6.3.1 所示。叠合柱、预制钢筋混凝土梁与后浇混凝土、灌浆料的结合面应设置粗糙面、键槽，并满足现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的相关要求。

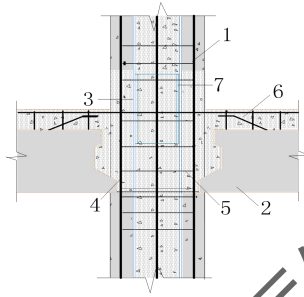


图 6.3.1 叠合柱与预制钢筋混凝土梁连接

1-叠合柱；2-预制钢筋混凝土梁；3-叠合柱内钢管；4-叠合柱上下柱内纵筋；  
5-叠合柱内箍筋；6-后浇混凝土层；7-衬管

### 6.3.2 预制钢筋混凝土梁与叠合柱的连接应符合下列规定：

- 1 梁的纵筋宜采用直径较大的钢筋，但直径不应大于叠合柱在该方向截面尺寸的  $1/20$ ；
- 2 梁的纵向钢筋可采用并筋方式布置；
- 3 钢筋弯折绕过钢管时，在柱截面以内的弯折角度不宜大于  $1:6$ ，在柱截面以外的弯折角度不宜大于  $1:12$ ；
- 4 在节点核心区内，有连接接头的梁纵筋不应超过总面积的  $50\%$ 。

### 6.3.3 预制钢筋混凝土梁的纵筋穿过叠合柱内钢管进行连接时，应符合下列规定：

- 1 梁的纵筋单筋穿过钢管时，钢管壁上可开圆形穿筋孔，其直径不宜小于  $d+(5\sim 8)\text{mm}$ ， $d$  为钢梁纵向钢筋实测直径；
- 2 梁的纵筋并筋穿过钢管时，钢管壁上可开椭圆形穿筋孔，孔的大小应考虑施工时纵筋能顺利穿过；
- 3 穿筋孔的环向净距不应小于孔的长径，钢管壁开孔的截面损失率不宜大于  $30\%$ ，超过时应采用内衬段或外套管段与钢管壁紧贴焊接，管段壁厚不应小于钢管的壁厚，管段端面至孔边的

净距不应小于孔长直径的 2.5 倍；计算时，钢管可取未开孔截面的面积；

4 钢管壁上开孔的位置，应考虑节点不同方向梁纵筋标高的差异。

### 6.3.4 叠合柱与钢梁的连接应符合下列规定：

1 连接节点可采用栓焊连接或全螺栓连接，也可采用单边螺栓端板连接，如图 6.3.4 所示；

2 采用栓焊连接或全螺栓连接时，宜在工厂将短梁焊接于叠合柱内钢管壁上，同轴梁段现场拼接时，采用翼缘焊接连接、腹板螺栓连接（图 6.3.4 a）或翼缘、腹板均为螺栓连接（6.3.4 b），节点设计详见附录 A；

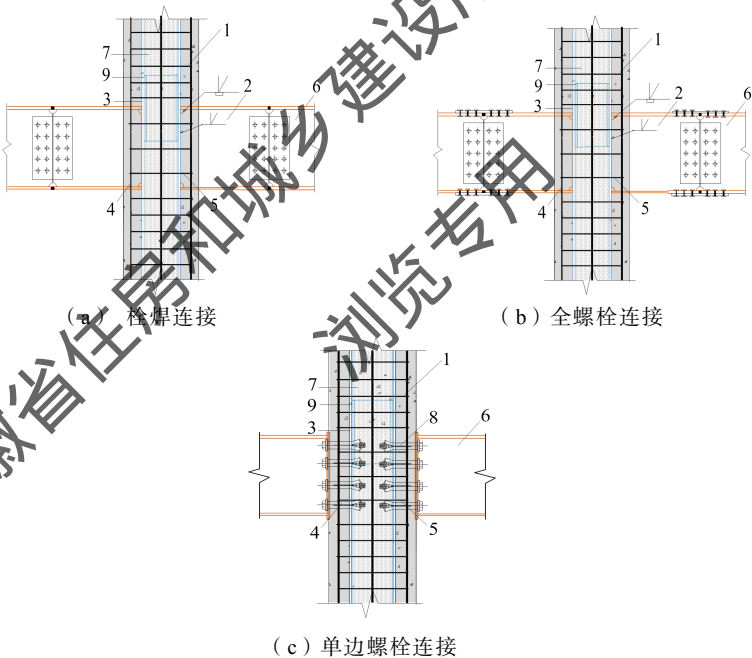


图 6.3.4 叠合柱与钢梁连接

1-叠合柱；2-短梁；3-叠合柱内钢管；4-叠合柱上下柱内纵筋；5-叠合柱内箍筋；  
6-钢梁；7-后浇混凝土；8-单边高强度螺栓；9-衬管

3 采用单边螺栓连接时，单边螺栓应沿柱中心线对称布置。节点承受弯矩时，由螺栓强度和柱壁强度控制的节点抗弯承载力应大于由端板控制的节点抗弯承载力。节点设计详见附录 B。

### 6.3.5 叠合柱与 PEC 组合梁的连接应符合下列规定：

1 连接节点可采用栓焊连接或全螺栓连接，也可采用单边螺栓端板连接，如图 6.3.5 所示。现场拼接的区域可采用相同强度等级或提高一级的混凝土后浇包覆；

2 采用栓焊连接或全螺栓连接时，宜在工厂将短梁焊接于叠合柱内钢管壁上，同轴梁段现场拼接时，采用翼缘焊接连接、腹板螺栓连接（图 6.3.5 a）或翼缘、腹板均为螺栓连接（6.3.5 b），设计时 PEC 组合梁可按照钢梁设计，节点设计详见附录 A；

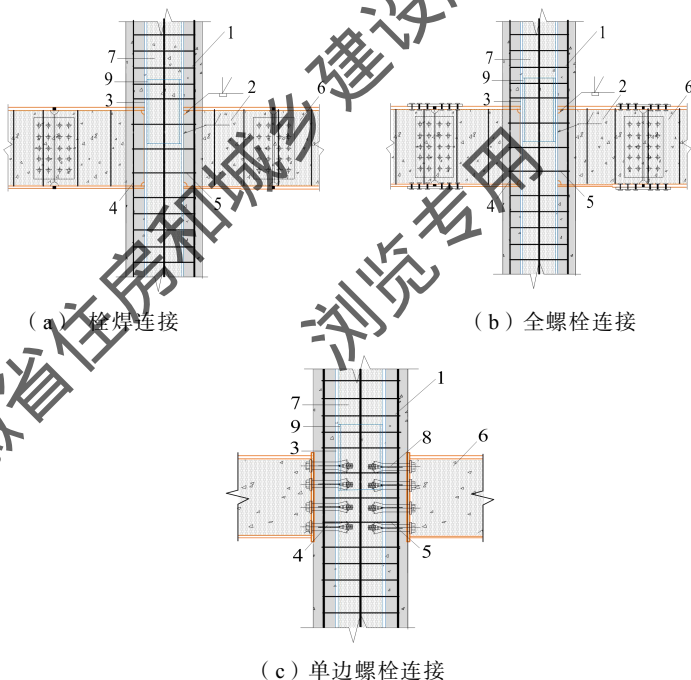


图 6.3.5 叠合柱与 PEC 组合梁连接

1-叠合柱；2-短梁；3-叠合柱内钢管；4-叠合柱上下柱内纵筋；5-叠合柱内箍筋；  
6-PEC 组合梁；7-后浇混凝土；8-单边高强度螺栓；9-衬管

3 采用单边螺栓连接时，单边螺栓应沿柱中心线对称布置。节点承受弯矩时，由螺栓强度和柱壁强度控制的节点抗弯承载力应大于由端板控制的节点抗弯承载力。节点设计详见附录 B。

## 6.4 柱脚节点设计

6.4.1 装配式叠合柱框架结构可采用埋入式柱脚或端承式柱脚，其构造应满足国家现行标准《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936、《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T/CECS 188 的有关规定。

6.4.2 埋入式柱脚的柱脚板可为环形钢板，端承式柱脚的柱脚板可为环形钢板或中部开圆洞的方形钢板，钢板厚度不应小于柱内钢管壁厚的 1.5 倍，且不宜小于 20mm。

6.4.3 叠合柱的竖向钢筋应锚固在基础混凝土内，锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 有关受拉钢筋抗震锚固长度的规定，且应分别设置箍筋及水平分布钢筋。

6.4.4 叠合柱脚板下的基础混凝土内宜配置方格网筋或螺旋箍，应验算柱脚板下基础混凝土的局部受压承载力及受冲切承载力，局部受压承载力及受冲切承载力应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

## 7 生产与运输

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 预制构件制作前，应组织设计、生产、施工单位进行技术交底，并制定生产方案；生产方案应包括生产工艺、模具方案、生产计划、技术质量控制措施、成品保护、堆放及运输方案等内容。

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

**7.1.3** 预制结构构件采用钢筋套筒灌浆连接时，应在构件生产前进行钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度试验，每种规格的连接接头试件数量不应少于 3 个。

**7.1.4** 预制构件用钢筋的加工、连接与安装应符合国家现行标准《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 等的有关规定。

**7.1.5** 预制构件和部品生产中采用新技术、新工艺、新材料、新设备时，生产单位应制定专门的生产方案；应进行样品试制，经检验合格后方可实施。

**7.1.6** 预制构件和部品经检查合格后，宜设置标识。预制构件和部品出厂时，应出具质量证明文件。

**7.1.7** 生产场地及设施应符合下列规定：

- 1 预制构件的制造应在工厂或符合生产条件的现场进行；
- 2 制作预制构件的场地应平整坚实，并有排水措施；
- 3 行车、锅炉、叉车等预制生产设备应符合现行国家、行

业相关规定。

## 7.2 制作准备

7.2.1 预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方案应符合表 7.2.1 中的相关规定。当设计有要求时，模具尺寸的允许偏差应按设计要求确定。

表 7.2.1 预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方法

项次	检验项目及内容		允许偏差 (mm)	检验方法
1	长度	≤6m	1, -2	用钢尺量平行构件高度方向, 取其中偏差绝对值较大处
		>6m且≤12m	2, -4	
		>12m	3, -5	
2	截面	墙板	1, -2	用钢尺测量两端或中部, 取其中偏差绝对值较大处
3	尺寸	其他构件	2, -4	
4	对角线差		3	用钢尺量纵、横两个方向对角线
5	侧向弯曲		l/1500且≤5	拉线, 用钢尺量测侧向弯曲最大处
6	翘曲		l/1500	对角线测量交点间距值得两倍
7	底模表面平整度		2	用2m靠尺和塞尺量
8	组装缝隙			用塞片或塞尺量
9	端模与侧模高低差			用钢尺量

注: l 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

7.2.2 预埋件加工的允许偏差和固定在模具上的预埋件、预留孔洞中心位置的允许偏差应符合表 7.2.2-1 及 7.2.2-2 中的相关规定。

表 7.2.2-1 预埋件加工允许偏差

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

表 7.2.2-2 模具预留孔洞中心位置的允许偏差

项次	检验项目及内容	允许偏差 (mm)	检验方法
1	预埋件、插筋、吊环、预留孔洞中心线位置	3	用钢尺量
2	预埋螺栓、螺母中心线位置	2	用钢尺量
3	灌浆套筒中心线位置	1	用钢尺量

注：检查中心线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中的较大值。

7.2.3 应选用不影响构件结构性能和装饰工程施工的脱模剂。

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

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

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

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

4 结合面除设计图纸有特别规定外，应进行粗糙面处理。

### 7.3 构件制作

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

1 钢材、钢管的牌号、规格、数量、位置、间距等；

2 纵向受力钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面百分率、搭接长度等；

3 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；

4 预埋件、吊环、插筋的规格、数量、位置等；

5 预留孔洞的规格、数量、位置等；

6 钢筋的混凝土保护层厚度。



**7.3.2** 预制构件采用洒水、覆盖等方式进行常温养护时，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的要求。预制构件采用加热养护时，应制定养护制度对静停、升温、恒温和降温时间进行控制，宜在常温下静停 2h~6h，升温、降温速度不应超 20°C/h，最高养护温度不宜超过 70°C，预制构件出池的表面温度与环境温度的差值不宜超过 25°C。

**7.3.3** 脱模时，预制构件的混凝土立方体抗压强度应满足设计要求，且不应小于 15N/mm<sup>2</sup>。

**7.3.4** 采用后浇混凝土或砂浆、灌浆料连接的预制构件结合面，制作时应按设计要求进行粗糙面处理。设计无具体要求时，可采用化学处理、拉毛等方法制作粗糙面。

**7.3.5** 钢梁构件应在室内进行防腐涂装，防腐涂装应按设计文件的规定执行，当设计文件未规定时，应依据建筑不同部位对应环境要求进行防腐涂装系统设计。

**7.3.6** PEC 组合梁构件中的混凝土应符合下列规定：

1 对一次浇筑双面或多面成型的混凝土，宜采用振动模台与振动棒相结合的方式，确保浇筑的混凝土达到密实要求；在混凝土初凝完成后及时进行一次抹面；在采用翻面二次浇筑时，要保证第一次浇筑的混凝土有足够的强度；

2 对分次浇筑双面或多面成型的混凝土，若混凝土不属于同一批次，应分别预留每一批次的混凝土试块并测试试块强度，强度差值应在 5MPa 以内；

3 混凝土倾落高度不宜大于 600mm，并应均匀摊铺；

4 设计文件未规定时，构件起吊、翻转时的混凝土强度应达到设计标准值的 50%；构件出厂时的混凝土强度等级不应低于设计强度等级的 75%。

**7.3.7** 钢管的加工制作必须根据设计文件绘制施工详图，并按照设计文件和施工详图的要求编制制作工艺文件，根据制造厂的生产条件及现场施工条件的具体情况，考虑运输要求、吊装能力和安装条件。

7.3.8 钢管的开孔、开槽，宜在专业钢结构工厂或工地的钢结构车间内进行，经质量检验合格后方可使用。

## 7.4 构件检验

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

7.4.2 预制构件的允许偏差及检验方案应符合表 7.4.2 的规定。预制构件有粗糙面时，与粗糙面相关的尺寸偏差可适当放松。

表 7.4.2 预制构件尺寸允许偏差及检验方法

项 目		允许偏差 (mm)	检验方法
长度	板、梁、柱、桁架	<12m	±5
		≥12m 且 <18m	±10
		≥18m	±20
	墙 板	±4	尺寸检查
宽度、高(厚)度	板、梁、柱、桁架截面尺寸	±5	
	墙板的高度、厚度	±3	
表面平整度	板、梁、柱、墙板内表面	5	2m 靠尺和塞尺检查
	墙板外表面	3	
侧向弯曲	板、梁、柱	$l/750$ 且 $\leq 20$	拉线、钢尺量最大侧向弯曲处
	墙板、桁架	$l/1000$ 且 $\leq 20$	
翘曲	板	$l/750$	调平尺在两端量测
	墙 板	$l/1000$	
对角线差	板	10	钢尺量两个对角线
	墙板、门窗口	5	
挠度变形	梁、板、桁架设计起拱	±10	拉线、钢尺量最大弯曲处
	梁、板、桁架下垂	0	
预留孔	中心线位置	5	尺寸检查
	孔尺寸	±5	
预留洞	中心线位置	10	尺寸检查
	洞口尺寸、深度	±10	
门窗口	中心线位置	5	尺寸检查
	宽度、高度	±3	

续表 7.4.2

项 目		允许偏差 (mm)	检验方法
预埋件	预埋件锚板中心线位置	5	尺寸检查
	预埋件锚板与混凝土面平面高差	0, -5	
	预埋螺栓中心线位置	2	
	预埋螺栓外露长度	+10, -5	
	预埋套筒、螺母中心线位置	2	
	预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差	0, -5	
	线管、电盒、木砖、吊环在构件平面的中心线位置偏差	20	
	线管、电盒、木砖、吊环与构件表面混凝土高差	0, -10	
预留插筋	中心线位置	5	尺寸检查
	外露长度	+5, -5	
键槽	中心线位置	5	尺寸检查
	长度、宽度、深度	±5	

注：1  $l$  为构件最长边的长度 (mm)；

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

**7.4.3** 预制构件应按设计要求和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定进行结构性能检验。

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

## 7.5 运输与堆放

**7.5.1** 应制定预制构件的构件的运输和堆放方案，其内容应包括运输时间、次序、堆放场地、运输路线、固定要求、堆放支垫及成品保护措施等。对于超高、超宽、形状特殊的大型构件的运输和堆放应有专门的质量安全保证措施。

**7.5.2** 运输前根据预制构件的构造，优先采用平置的方式运输，应根据车辆运输条件计算放置预制构件的数量。需采取绑扎固定

措施防止构件移动，必要时设置支架。

**7.5.3** 运输应采用低平板车，并采用专用托架，构件与托架绑扎牢固，防止移动或倾倒。搬运托架、车厢板和构件间应放入柔性材料，构件应用钢丝绳或夹具与托架绑扎，构件边角或锁链接触部位的混凝土应采用柔性垫衬材料保护。

**7.5.4** 叠合柱、预制梁应采取有效的防雨措施，避免雨水淋湿引起钢铁腐蚀，可覆膜并加盖防水雨布。

**7.5.5** 构件在装车和卸车时，等间距布置起吊点并在起吊点放置垫层，防止预制构件倾覆和碰撞受损。构件在吊装过程中，宜先抬高再移动，防止构件底部与底板发生摩擦。

**7.5.6** 应减少预制构件在现场的堆放和搬运次数。

**7.5.7** 预制构件的运输和堆放涉及质量和安全要求，应按工程或产品特点制定运输堆放方案，策划重点控制环节，对于特殊构件还要制定专门质量安全保证措施。

**7.5.8** 运输过程中未经设计单位允许，不得对叠合柱、预制梁进行切割、开孔、焊接等。

**7.5.9** 在运输过程中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，避免出现破损等污染现象。

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

**7.5.11** 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。

**7.5.12** 垫木或垫块在构件下的位置应与脱模、吊装时的起吊位置一致。重叠堆放构件时，每层构件间的垫木或垫块应在同一条垂直线上。

**7.5.13** 堆垛层数应根据堆放场地的地基承载力和构件、垫木或垫块的强度及堆垛的稳定性确定，叠合柱及预制梁的堆置层数不宜超过3层，且高度不宜超过2.0m。

## 8 安 装

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 装配式叠合柱框架结构施工前应制定施工组织设计、施工方案；施工组织设计的内容应符合现行国家标准《建筑工程施工组织设计规范》GB/T 50502 的规定；施工方案的内容应包括构件安装及节点施工方案、构件安装的质量管理及安全措施等。

**8.1.2** 装配式叠合柱框架结构的后浇混凝土部位在浇筑前应进行隐蔽工程验收。验收项目应包括下列内容：

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

**8.1.3** 预制构件、安装用材料及配件应符合设计要求及国家现行有关标准的规定。

**8.1.4** 吊装用吊具应按国家现行有关标准的规定进行设计、验算或试验检验。吊具应根据预制构件形状、尺寸及重量等参数进行配置，吊索水平夹角不宜小于  $60^\circ$ ，且不应小于  $45^\circ$ ；对尺寸较大或形状复杂的预制构件，宜采用有分配梁或分配桁架的吊具。

**8.1.5** 钢筋套筒灌浆前，应在现场模拟构件连接接头的灌浆方式，每种规格钢筋应制作不少于 3 个套筒灌浆连接接头，进行灌

注质量以及接头抗拉强度的检验；经检验合格后，方可进行灌浆作业。

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

**8.1.7** 未经设计允许不得对预制构件进行切割、开洞。

**8.1.8** 安全措施应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33 和《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 等的有关规定。

**8.1.9** 预制构件的进场质量验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

## 8.2 安装准备

**8.2.1** 应合理规划构件运输通道和临时堆放场地，并应采取成品堆放保护措施。

**8.2.2** 安装施工前，应核对已施工完成结构的混凝土强度、外观质量、尺寸偏差等是否符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和本规程的有关规定，并核对预制构件的混凝土强度及预制构件和配件的型号、规格、数量等是否符合设计要求。

**8.2.3** 安装施工前，检查项目内包含以下内容：

1 应进行测量放线、设置构件安装定位标识；

2 安装施工前，应复核构件装配位置、节点连接构造及临时支撑方案等；

3 安装施工前，应检查复核吊装设备及吊具处于安全操作状态；

4 安装施工前，应核实现场环境、天气、道路状况等满足吊装施工要求。

**8.2.4** 装配式叠合柱框架结构施工前，宜选择有代表性的单元进行预制构件试安装，并应根据试安装结果及时调整完善施工方案和施工工艺。

## 8.3 安装

**8.3.1** 预制构件吊装就位后,应及时校准并采取临时固定措施,并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的相关规定。

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

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

**8.3.3** 叠合柱构件的安装应符合《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的有关规定,并应符合下列规定:

- 1 构件安装前,应清洁结合面;
- 2 构件底部应设置可调整接缝厚度和底部标高的垫块;
- 3 钢筋套筒灌浆连接接头、钢筋浆锚搭接连接接头灌浆前,应对接缝周围进行封堵,封堵措施应符合结合面承载力设计要求。

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

- 1 灌浆施工时,环境温度不应低于5℃;当连接部位养护温度低于10℃时,应采取加热保温措施;
- 2 灌浆操作全过程应有专职检验人员负责旁站监督并及时形成施工质量检查记录;
- 3 应按产品使用说明书的要求计量灌浆料和水的用量,并搅拌均匀;每次拌制的灌浆料拌合物应进行流动度的检测。
- 4 灌浆作业应采用压浆法从下口灌注,当浆料从上口流出后应及时封堵,必要时可设分仓进行灌浆;
- 5 灌浆料拌合物应在制备后30min内用完。

**8.3.5** 内衬钢管与叠合柱钢管焊接施工应符合国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18、《钢结构焊接规范》GB 50661、《钢结构工程施工规范》GB 50755 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

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

**8.3.7** 后浇混凝土的施工应符合下列规定：

- 1 预制构件结合面疏松部分的混凝土应剔除并清理干净；
- 2 模板应保证后浇混凝土部分形状、尺寸和位置准确，并应防止漏浆；
- 3 在浇筑混凝土前应洒水润湿结合面，混凝土应振捣密实；
- 4 同一配合比的混凝土，每工作班且建筑面积不超过 1000m<sup>2</sup> 应制作一组标准养护试件，同一楼层应制作不少于 3 组标准养护试件。

**8.3.8** 装配式叠合柱框架结构的后浇混凝土部分的模板与支架应符合下列规定：

- 1 宜采用工具式支架和定型模板；
- 2 模板应保证后浇混凝土部分形状、尺寸和位置准确；
- 3 模板与预制构件接缝处应采取防止漏浆的措施，可粘贴密封条。

**8.3.9** 构件连接部位后浇混凝土及灌浆料的强度达到设计要求后方可拆除临时支撑系统。拆模时的混凝土强度应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定和设计的要求。

**8.3.10** 叠合柱框架梁柱节点采用单边螺栓端板连接时，叠合柱钢管外混凝土应预留螺栓孔，并且在单边螺栓安装完成后，进行注浆。

**8.3.11** 梁柱连接节点采用单边螺栓连接时，钢管内混凝土应在叠合柱安装后进行浇筑，应采用自密实细石混凝土，其混凝土材料性能和施工方法应符合现行有关标准的规定。



## 9 结构验收

### 9.1 一般规定

9.1.1 装配式叠合柱框架结构验收除应符合本规程规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

9.1.2 预制构件的进场质量验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

9.1.3 装配式叠合柱框架结构的焊接、螺栓等连接用材料的进场验收应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

9.1.4 装配式叠合柱框架结构的外观质量除设计有专门的规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 中关于现浇混凝土结构的有关规定。

9.1.5 装配式叠合柱框架结构验收时，除应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的要求提供文件和记录外，尚应提供下列文件和记录：

- 1 工程设计文件、预制构件制作和安装的深化设计图；
- 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、抽样复验报告；
- 3 预制构件安装施工记录；
- 4 钢筋套筒灌浆施工检验记录；
- 5 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件；
- 6 后浇混凝土、灌浆料、坐浆材料强度检测报告；
- 7 装配式结构分项工程质量验收文件；

- 8 装配式工程的重大质量问题的处理方案和验收记录；
- 9 装配式工程的其他文件和记录。
- 9.1.6 装配式叠合柱框架结构的建设单位在向用户交付时，应按国家有关规定的要求，提供《建筑质量保证书》和《建筑使用说明书》。
- 9.1.7 装配式叠合柱框架结构的运营与维护分为：结构使用与维护、围护系统使用与维护、设备与管理使用与维护 and 内装使用与维护。
- 9.1.8 当遇地震、火灾等自然灾害时，灾后应对主体结构进行检查，并视破损程度确定是否需要维修。

## 9.2 主控项目

- 9.2.1 后浇混凝土和钢管内浇筑混凝土强度应符合设计要求。
- 检查数量：按批检验，检验批应符合本规程 8.3.7 的要求。
- 检验方法：按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的要求进行。
- 9.2.2 钢筋套筒灌浆连接的灌浆应密实饱满。
- 检查数量：全数检查。
- 检验方法：检查灌浆施工质量检查记录。
- 9.2.3 钢筋套筒灌浆连接用的灌浆料强度应满足设计要求。
- 检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班应制作 3 组且每层不应少于 3 组  $40\text{mm}\times 40\text{mm}\times 160\text{mm}$  的长方体试件，标准养护 28d 后进行抗压强度试验。
- 检验方法：检查灌浆料强度试验报告及评定记录。
- 9.2.4 钢材、钢管焊接的焊缝尺寸应满足设计要求，焊缝质量应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。
- 检查数量：全数检查。
- 检验方法：按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的要求进行。

9.2.5 预制构件采用螺栓连接时，螺栓的材质、规格、拧紧力矩应符合设计要求及现行国家标准《钢结构设计标准》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：全数检查。

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

### 9.3 一般项目

9.3.1 装配式叠合柱框架结构的预制构件尺寸偏差应符合设计要求，并符合表 9.3.1 的规定。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。在同一检验批内，对叠合柱、预制框架梁，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

表 9.3.1 装配式叠合柱框架结构尺寸允许偏差及检验方法

项 目		允许偏差 (mm)	检 验 方 法	
构件中心线 对轴线位置	基 础	15	尺量检查	
	框 架 柱	10		
	框 架 梁、楼 板	5		
构件标高	梁、柱、墙、楼板底面或顶面	± 5	水准仪或尺量检查	
构件垂直度	柱、墙	<5m	5	经纬仪或 全站仪测量
		≥5m 且 <10m	10	
		≥10m	20	
构件倾斜度	框 架 梁、桁 架	5	垂线、钢尺测量	
相邻构件 平整度	板 端 面		5	钢尺、塞尺测量
	梁、板底面	抹 灰	5	
		不抹灰	3	
	柱侧面	外 露	5	
		不外露	10	

续表 9.3.1

项 目		允许偏差 (mm)	检 验 方 法
构件搁置长度	梁、板	$\pm 10$	尺量检查
支座、支垫 中心位置	板、梁、柱、墙、桁架	10	尺量检查
墙板接缝	宽 度	$\pm 5$	尺量检查
	中心线位置		

安徽省住房和城乡建设厅信息公开  
浏览专用

## 附录 A 栓焊和全螺栓连接连接节点设计

**A. 0. 1** 采用栓焊连接时, 连接连接承载力设计值应不小于相连梁的承载力设计值, 其承载力设计值应按照下列公式验算:

$$M_{ub,sp}^j \geq \eta_j M_{bua} \quad (\text{A.0.1})$$

式中:  $M_{bua}$ ——PEC 组合梁受弯承载力, 应按实配钢结构截面和实配配筋面积 (或钢梁截面), 并取钢结构 (或钢梁) 材料的屈服强度以及混凝土和钢筋材料强度的标准值, 且考虑承载力抗震调整系数计算;

$\eta_j$ ——连接系数。

**A. 0. 2** 采用全螺栓连接时, 应按下列要求进行节点设计:

**1** 梁拼接连接承载力设计值不应小于相连梁的承载力设计值, 且其承载力设计值应按照下列公式计算:

$$M_j = 0.9 \times \frac{1}{1.2} \times M_y \left( \frac{B-S}{B} \right) \quad (\text{A.0.2-1})$$

$$P_j = 0.9 \times \frac{1}{1.2} \times P_y \quad (\text{A.0.2-2})$$

式中: 0.9——拼接区滑移折减系数;

1.2——抗震调整系数;

$M_y$ ——梁端弯矩;

$P_y$ ——梁端剪力;

$B$ ——梁反弯点到柱表面距离;

$S$ ——拼接中心到柱表面距离。

**2** 拼接处梁上翼缘平行于梁轴线的力  $N_y$ :

$$N_y = \frac{M_j}{h_0} \quad (\text{A.0.2-3})$$

式中:  $h_0$ ——梁翼缘形心之间的距离。

**3** 腹板和翼缘应承担的弯矩  $M_w$  和  $M_f$ , 单个腹板螺栓的剪力  $V_1$  和剪力  $T_1$ :

$$M'_w = M_j - M_f \quad (\text{A.0.2-4})$$

$$M_f = n_p N_v^b h_0 \quad (\text{A.0.2-5})$$

$$V_1 = \frac{P_j}{n} \quad (\text{A.0.2-6})$$

$$T_1 = \sqrt{(N_v^b)^2 - V_1^2} \quad (\text{A.0.2-7})$$

4 全螺栓拼接节点的承载力  $M_s$ :

$$M_s = M_f + M_w \quad (\text{A.0.2-8})$$

安徽省住房和城乡建设厅信息公开  
浏览专用

## 附录 B 单边螺栓端板连接节点设计

**B.0.1** 梁柱采用单边螺栓端板连接组合节点的极限负弯矩承载力可按下列公式计算：

1 当中和轴位于混凝土楼板内：

$$M_{cp,c} = \sigma_m \left[ \begin{array}{l} F_{cp} l_r + h_{bw} t_{bw} f'_{bwy} (l_r - h_b / 2 + t_{bf} / 2) + F_{cp} (l_r - h_b + t_{bf}) \\ + b_e f_{ck} x_{csl} (l_r - h_b + t_{bf} / 2 - x_{csl} / 2) \end{array} \right] \quad (\text{B.0.1-1})$$

$$x_{csl} = (F_{stp} - 2F_{cp} - h_{bw} t_{bw} f'_{bwy}) / b_e f_{ck} \quad (\text{B.0.1-2})$$

$$f'_{y, bw} = \sqrt{f_{y, bw}^2 - 3\tau_{xy}^2} \quad (\text{B.0.1-3})$$

$$\tau_{xy} = V_{bw} / h_{bw} b_{bw}$$

式中： $F_{cp}$ ——连接的抗压承载力；

$b_e$ ——组合梁混凝土楼板的有效宽度，按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 计算；

$h_{bw}$ ——钢梁腹板的高度；

$t_{bw}$ ——钢梁腹板的厚度；

$V_{bw}$ ——作用在连接上的剪力；

$f_{bwy}$ ——钢梁腹板的屈服强度；

$f'_{bwy}$ ——考虑剪力影响的钢梁腹板屈服强；

$f_{ck}$ ——混凝土轴心抗压强度标准值；

$h_b$ ——钢梁的高度；

$l_r$ ——钢筋中心至钢梁下翼缘中心的距离；

$x_{csl}$ ——混凝土楼板的受压区高度；

$\tau_{xy}$ ——钢梁腹板内的剪应；

$\sigma_m$ ——端板形状系数，对于矩形端板， $\sigma_m$ 取 1.0，对于圆弧端板， $\sigma_m$ 取 1.15。

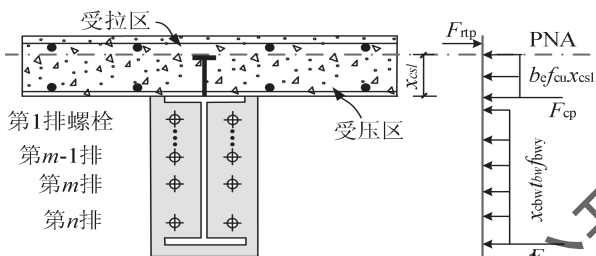


图 B.0.1-1 中和轴位于混凝土楼板内

2 当中和轴位于钢梁上翼缘内:

$$M_{cp,c} = \sigma_m \left[ F_{cp} l_r + h_{bw} t_{bw} f'_{bwy} (l_r - h_b / 2 + t_{bf} / 2) + F_{cbf} (l_r - b_b + t_{bf}) \right] \quad (\text{B.0.1-4})$$

$$x_{cbf} = (F_{stp} - F_{cp} - h_{bw} t_{bw} f'_{bwy}) / b_{bf} f_{bfy} \quad (\text{B.0.1-5})$$

$$F_{cbf} = \min \left\{ F_{cp}, F_{stp} - F_{cp}, h_{bw} t_{bw} f'_{bwy} \right\} \quad (\text{B.0.1-6})$$

式中:  $b_{bf}$  —— 钢梁翼缘的高度;

$f_{bfy}$  —— 钢梁腹板的屈服强度;

$F_{cbf}$  —— 钢梁上翼缘所承受的压力;

$F_{stp}$  —— 钢筋抗拉承载力, 按现行行业标准《端板式半刚性连接钢结构技术规程》CECS 260 第 7.1.9 条和第 7.1.10 条计算。

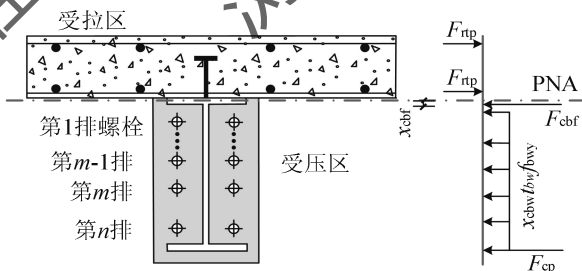


图 B.0.1-2 中和轴位于钢梁上翼缘内

3 当中和轴位于钢梁腹板内, 且所有螺栓均受压时, 钢梁腹板受压区高度应满足下列条件:

$$l_{bo,1} - t_{bf} / 2 < x_{cbw} = (F_{stp} - F_{cp}) / (t_{bw} f'_{bwy}) < h_{bw} \quad (\text{B.0.1-7})$$





$$F_{bo,m} = F_{cp} + x_{cbw} t_{bw} f'_{bwy} - F_{stp} - \sum_{i=1}^{m-1} F_{tp,i} \quad (\text{B.0.1-14})$$

$$d_c = 0.5 x_{cbw} t_{bw} f'_{bwy} (x_{cbw} + t_{bf}) / (x_{cbw} t_{bw} f'_{bwy} + F_{cp}) \quad (\text{B.0.1-15})$$

式中：  $l_{bo,m}$ ——上部第  $m$  排螺栓中心至受压中心的距离；

$F_{tp,i}$ ——第  $i$  排螺栓的抗拉承载力,参考规程计算；

$F_{bo,m}$ ——下部  $m$  排螺栓处实际受到的内力。

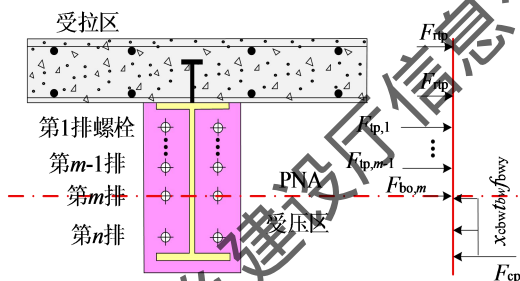


图 B.0.1-4 中和轴位于钢梁腹板内，且前  $m-1$  排螺栓受拉，第  $m$  排螺栓部分受拉，其余受压时

5 当中和轴位于钢梁腹板内，且上部第 1 至  $m$  排螺栓完全受拉时，钢梁腹板的受压区高度应符合下式的要求：

$$l_{bo,m+1} - t_{bf} / 2 \leq x_{cbw,m} = (F_{stp} + \sum_{i=1}^m F_{tp,i} - F_{cp}) / (t_{bw} f'_{bwy}) < l_{bo,m} - t_{bf} / 2 \quad (\text{B.0.1-16})$$

连接的极限负弯矩承载力按下式计算：

$$M_{cp,c} = \sigma_m \left[ F_{stp} (l_r - d_c) + \sum_{i=1}^m F_{tp,i} (l_{bo,i} - d_c) \right] \quad (\text{B.0.1-17})$$

$$x_{cbw} = \min \left\{ (F_{stp} + \sum_{i=1}^m F_{tp,i} - F_{cp}) / (t_{bw} f'_{bwy}), 38 t_{bw} \sqrt{235 / f'_{bwy}} \right\} \quad (\text{B.0.1-18})$$

$$d_c = 0.5 x_{cbw} t_{bw} f'_{bwy} (x_{cbw} + t_{bf}) / (x_{cbw} t_{bw} f'_{bwy} + F_{cp}) \quad (\text{B.0.1-19})$$

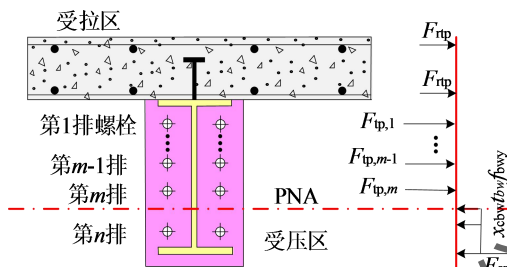


图 B.0.1-5 中和轴位于钢梁腹板内, 前  $m$  排螺栓完全受拉, 其余螺栓受压

6 当中和轴位于钢梁下翼缘, 只有钢梁下翼缘受压, 所有螺栓均受拉, 应符合下式规定:

$$F_{cp} \geq F_{stp} + \sum_{i=1}^n F_{botp,i} \quad (\text{B.0.1-20})$$

连接的极限负弯矩承载力按下式计算:

$$M_{cp,c} = \sigma_m \left[ F_{stp} l_{st} + \sum_{i=1}^n F_{botp,i} l_{bo,i} \right] \quad (\text{B.0.1-21})$$

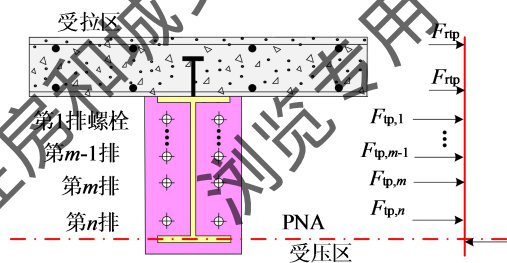


图 B.0.1-6 中和轴位于钢梁下翼缘内, 只有钢梁下翼缘受压, 所有螺栓均受拉

**B.0.2** 梁柱采用单边螺栓端板连接组合节点的极限正弯矩承载力可按下列公式计算:

1 当中和轴位于钢梁腹板内, 且下部第 1 排至第  $m-1$  排螺栓全部受拉, 下部第  $m$  排部分受拉时, 受压区高度应满足下式的要求:

$$\begin{cases} x_{cbw,m} = (\sum_{i=1}^m F_{tp,i} - F_{cp} - F_{con}) / (t_{bw} f'_{bwy}) > l_{bo,m} + h_{sl,cf} / 2 - h_{sl} - t_{bf} \\ x_{cbw,m-1} = (\sum_{i=1}^{m-1} F_{tp,i} - F_{cp} - F_{con}) / (t_{bw} f'_{bwy}) < l_{bo,m} + h_{sl,cf} / 2 - h_{sl} - t_{bf} \end{cases} \quad (\text{B.0.2-1})$$

连接的极限正弯矩承载力按下式计算：

$$M_{cp,c} = \varpi_m \left[ \sum_{i=1}^{m-1} F_{tp,i} l_{bo,i} + F_{bo,m} l_{bo,m} - F_{cp} \left( \frac{t_{bf}}{2} + h_{sl} - \frac{h_{sl,cf}}{2} \right) \right] - t_{bw} x_{cbw} f'_{bwy} \left( \frac{x_{cbw}}{2} + t_{bf} + h_{sl} - \frac{h_{sl,cf}}{2} \right) \quad (B.0.2-2)$$

$$x_{cbw} = \min \left\{ h_b - 2t_{bf} - p_1 - \sum_{i=1}^{m-1} p_i, 3.8t_{bw} \sqrt{235 / f'_{bwy}} \right\} \quad (B.0.2-3)$$

$$F_{bo,m} = F_{con} + F_{cp} + x_{cbw} t_{bw} f'_{bwy} - \sum_{i=1}^{m-1} F_{tp,i} \quad (B.0.2-4)$$

式中： $l_{bo,m}$ ——第  $m$  排螺栓的中心至混凝土楼板和钢管柱翼缘接触处厚度中心的距离；

$h_{sl,cf}$ ——混凝土楼板和钢管柱翼缘接触处的厚度；

$h_{sl}$ ——混凝土楼板的厚度；

$F_{con}$ ——混凝土楼板与柱翼缘接触面的局部抗压承载力，按国家现行标准《端板式半刚性连接钢结构技术规程》(CECS 260) 第 7.1.11 条计算；

$F_{bo,m}$ ——下部第  $m$  排螺栓的内力；

$p_1$ ——第 1 排螺栓中心至钢梁下翼缘内表面的距离；

$p_i$ ——第  $i$  排螺栓与  $(i+1)$  排螺栓间的距离。

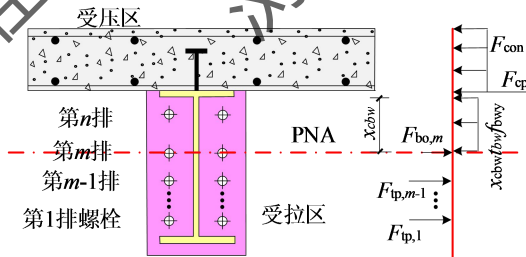


图 B.0.2-1 中和轴位于钢梁腹板内，且下部第 1 排至第  $m-1$  排螺栓全部受拉，下部第  $m$  排部分受拉

2 当中和轴位于钢梁腹板内，且下部第 1 排至第  $m$  排螺栓全部受拉，且满足  $F_{con} + F_{cp} + t_{bw} x_{cbw} f'_{bwy} = \sum_{i=1}^m F_{tp,i}$  时，连接的极限正弯矩

承载力按下式计算：

$$M_{cp,c} = \varpi_m \left[ \sum_{i=1}^m F_{tp,i} l_{bo,i} - F_{cp} \left( \frac{t_{bf}}{2} + h_{sl} - \frac{h_{sl,cf}}{2} \right) - t_{bw} x_{cbw} f'_{bwy} \left( \frac{x_{cbw}}{2} + t_{bf} + h_{sl} - \frac{h_{sl,cf}}{2} \right) \right] \quad (\text{B.0.2-5})$$

$$x_{cbw} = \min \left\{ \left( \sum_{i=1}^m F_{tp,i} - F_{con} - F_{cp} \right) / (t_{bw} f'_{bwy}), 38 t_{bw} \sqrt{235 / f'_{bwy}} \right\} \quad (\text{B.0.2-6})$$

若钢梁腹板受压区高度  $x_{cbw}$  是由上式中的第二个公式确定，则第  $m$  排螺栓的内力需按下式重新计算：

$$F_{bo,m} = F_{con} + F_{cp} + x_{cbw} t_{bw} f'_{bwy} - \sum_{i=1}^{m-1} F_{tp,i} \quad (\text{B.0.2-7})$$

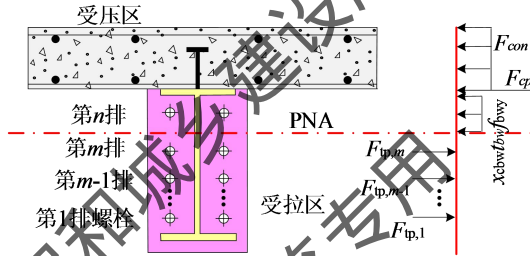


图 B.0.2-2 中和轴位于钢梁腹板内，且下部第 1 排至第  $m$  排螺栓全部受拉

3. 中和轴位于钢梁上翼缘下方，螺栓全部受拉，且满足

$F_{con} + F_{cp} + t_{bw} x_{cbw} f'_{bwy} = \sum_{i=1}^n F_{tp,i}$  时，连接的极限正弯矩承载力按下式计算：

$$M_{cp,c} = \varpi_m \left[ \sum_{i=1}^n F_{tp,i} l_{bo,i} - F_{cbf} \left( h_{sl} - \frac{h_{sl,cf}}{2} + \frac{x_{cbf}}{2} \right) \right] \quad (\text{B.0.2-8})$$

$$x_{cbf} = \left( \sum_{i=1}^n F_{tp,i} - F_{con} \right) / (t_{bf} f_{bfy}) \leq t_{bf} \quad (\text{B.0.2-9})$$

$$F_{cbf} = \min \left\{ F_{cp}, \sum_{i=1}^n F_{tp,i} - F_{con} \right\} \quad (\text{B.0.2-10})$$

式中： $x_{cbf}$ ——钢梁上翼缘受压区高度；

$F_{cbf}$ ——钢梁上翼缘所承受的压力。

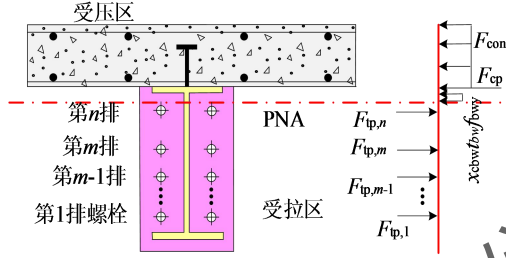


图 B.0.2-3 中和轴位于钢梁上翼缘下方，螺栓全部受拉

4 中和轴位于钢梁上翼缘内，且满足  $F_{\text{con}} + F_{\text{cp}} + V_{\text{bw}} x_{\text{cbw}} f'_{\text{bwy}} = \sum_{i=1}^n F_{\text{tp},i}$  时，连接的极限正弯矩承载力按下式计算：

$$M_{\text{cp,c}} = \sigma_m \left[ \sum_{i=1}^n F_{\text{tp},i} l_{\text{bo},i} - F_{\text{cp}} \left( \frac{t_{\text{bf}}}{2} + h_{\text{sl}} - \frac{h_{\text{sl,cf}}}{2} \right) - t_{\text{bw}} x_{\text{cbw}} f'_{\text{bwy}} \left( \frac{x_{\text{cbw}}}{2} + t_{\text{bf}} + h_{\text{sl}} - \frac{h_{\text{sl,cf}}}{2} \right) \right] \quad (\text{B.0.2-11})$$

$$x_{\text{cbw}} = \left( \sum_{i=1}^n F_{\text{tp},i} - F_{\text{con}} - F_{\text{cp}} \right) / (V_{\text{bw}} f'_{\text{bwy}}) < \min(l_n, 38t_{\text{bw}} \sqrt{235/f'_{\text{bwy}}}) \quad (\text{B.0.2-12})$$

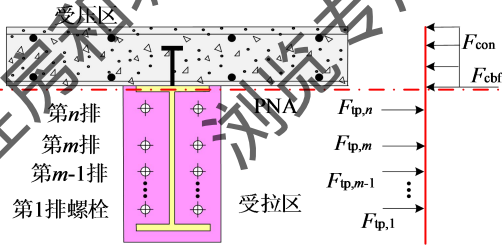


图 B.0.2-4 中和轴位于钢梁上翼缘内

5 中和轴位于混凝土楼板内，且满足  $0.67\beta_{\text{sl}} b_{\text{cf}} x_{\text{csl}} f_{\text{ck}} = \sum_{i=1}^n F_{\text{tp},i} \leq F_{\text{con}}$  时，连接的极限正弯矩承载力按下式计算：

$$M_{\text{cp,c}} = \sigma_m \left[ \sum_{i=1}^n F_{\text{tp},i} \left( l_{\text{bo},i} + \frac{h_{\text{sl,cf}}}{2} - \frac{x_{\text{csl}}}{2} \right) \right] \quad (\text{B.0.2-13})$$

$$x_{\text{csl}} = \sum_{i=1}^n F_{\text{tp},i} / (0.67\beta_{\text{sl}} b_{\text{cf}} f_{\text{ck}}) \leq h_{\text{sl,cf}} \quad (\text{B.0.2-14})$$

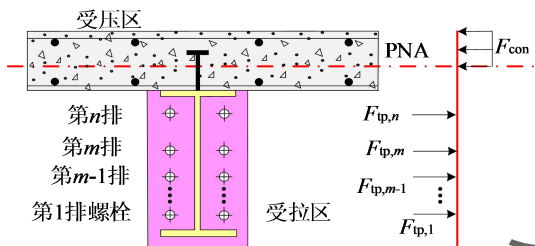


图 B.0.2-5 中和轴位于混凝土楼板内

**B.0.3** 连接的抗压承载力  $F_{cp}$  梁翼缘受压承载力确定:

$$F_{cp} = \begin{cases} t_{bf} b_{bf} f_{bfy} & b_{bf} / t_{bf} < 22 \sqrt{235 / f_{bfy}} \\ 22 t_{bf}^2 f_{bfy} \sqrt{235 / f_{bfy}} & b_{bf} / t_{bf} \geq 22 \sqrt{235 / f_{bfy}} \end{cases} \quad (\text{B.0.3})$$

**B.0.4** 螺栓的抗拉承载力  $F_{tp,i}$  由柱翼缘  $F_{cstpi}$ 、端板  $F_{eptpi}$  和螺栓  $F_{botpi}$  自身的承载力三者共同控制, 取三者的最小值。

1 端板  $F_{eptpi}$  和螺栓  $F_{botpi}$  自身的承载力按国家现行标准《端板式半刚性连接钢结构技术规程》CECS 260 第 7.1.13 条计算;

2 钢管柱翼缘抗拉承载力按下式计算:

$$F_{cstpi} = \begin{cases} \frac{2 f_{csy} t_{cs}^2}{1 - \beta_M} \left[ (\eta_M - \gamma_M) + 2 \sqrt{(1 - \gamma_M)(1 - \beta_M)} \right] \\ f_{csy} t_{cs}^2 \left[ \pi \left( 1 - \frac{\gamma_M}{2(1 - \beta_M)} \right) + 2 \frac{\beta_M + \eta_M - \gamma_M}{1 - \beta_M} \right] \end{cases} \quad (\text{B.0.4})$$

$$\beta_M = X_b / (d_{cs} - t_{cs})$$

$$\gamma_M = d_{bh} / (d_{cs} - t_{cs})$$

$f_{csy}$  —— 钢管壁的屈服强度;

$t_{cs}$  —— 钢管壁的厚度;

$d_{cs}$  —— 钢管外径, 对于圆截面钢管,  $d_{cs}$  为其外径, 对于方截面钢管,  $d_{cs}$  为其外边长;

$X_b$  —— 柱壁两列单边螺栓孔中心水平向间距, 对于圆截面钢管,  $X_b$  表示柱壁两列单边螺栓孔中心之间的水平向弧长;

$Y_b$ ——柱壁单边螺栓孔中心的竖向距。

**B.0.5** 负弯矩作用下，组合节点的初始转动刚度可按下式进行计算：

$$k_{\text{eff}i} = \left( \frac{1}{k_{\text{cwi}}} + \frac{1}{k_{\text{cfi}}} + \frac{1}{k_{\text{epi}}} \right)^{-1} \quad (\text{B.0.5-1})$$

$$k_{\text{eq}} z_{\text{eq}} \theta = k_r z_r \theta + \sum_i k_{\text{eff}i} z_i \theta \quad (\text{B.0.5-2})$$

$$k_{\text{eq}} z_{\text{eq}}^2 \theta = k_r z_r^2 \theta + \sum_i k_{\text{eff}i} z_i^2 \theta \quad (\text{B.0.5-3})$$

$$z_{\text{eq}} = \frac{k_r z_r^2 + \sum_i k_{\text{eff}i} z_i^2}{k_r z_r + \sum_i k_{\text{eff}i} z_i} \quad (\text{B.0.5-4})$$

$$k_{\text{eq}} = \frac{k_r z_r + \sum_i k_{\text{eff}i} z_i}{z_{\text{eq}}} \quad (\text{B.0.5-5})$$

$$S_{\text{in,c}} = M / \theta = \varpi_k E_s z_{\text{eq}}^2 k_{\text{eq}} \quad (\text{B.0.5-6})$$

式中： $k_{\text{cwi}}$ ——第  $i$  排螺栓处柱侧壁抗拉刚度系数；

$k_{\text{cfi}}$ ——第  $i$  排螺栓处柱翼缘壁抗拉刚度系数；

$k_{\text{epi}}$ ——第  $i$  排螺栓处端板抗拉刚度系数；

$k_r$  和  $k_{\text{eff}i}$ ——分别表示混凝土楼板中有效纵向受力钢筋的抗拉刚度系数和第  $i$  排螺栓处的等效抗拉刚度系数（以上翼缘第 1 排螺栓起向下至第  $i$  排）；

$z_r$  和  $z_i$ ——分别表示混凝土楼板中有效纵向受力钢筋和第  $i$  排螺栓至钢梁下翼缘中心的距离；

$\theta$ ——节点的转角；

$k_{\text{eq}}$  和  $z_{\text{eq}}$ ——分别表示组合节点的等效抗拉刚度系数和等效作用点至钢梁下翼缘中心的距离；

$\varpi_k$ ——截面形状系数，对于采用矩形端板的方钢管混凝土节点， $\varpi_k$  取 1.0；对于采用弧形端板的圆钢管混凝土节点， $\varpi_k$  取 1.1。



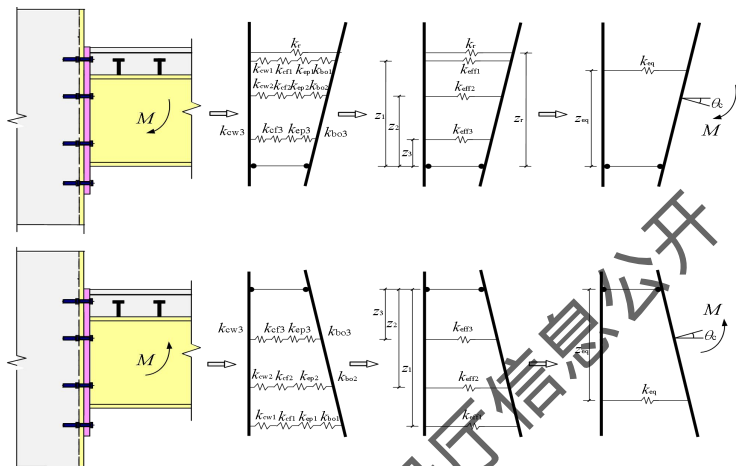


图 B.0.5 正负弯矩作用下组合节点初始刚度的计算模型示意图

**B.0.6** 正弯矩作用下，计组合节点的初始转动刚度的计算公式可采用上述关于负弯矩作用下的公式，此时假定节点的初始转动中心位于混凝土楼板下表面，不考虑钢筋作用，不考虑混凝土楼板局部抗压刚度的贡献。式中的  $k_{effi}$  和  $z_i$  分别表示组合节点第  $i$  排螺栓处的等效抗拉刚度系数和第  $i$  排螺栓至混凝土上表面的距离（以下翼缘第 1 排螺栓起向上至第  $i$  排）； $k_{eq}$  和  $z_{eq}$  分别表示组合节点的等效抗拉刚度系数和等效作用点至混凝土上表面的距离。

**B.0.7** 钢管柱侧壁抗拉刚度系数可按式计算：

$$k_{cw} = 2\zeta_{fa} t_{cs} \left[ 2.9\overline{t_{cs}}^{-0.4} + 1.1\overline{d_{boh}} \right] \quad (\text{B.0.7})$$

式中：

$$\overline{t_{cs}} = t_{cs} / d_{cs}$$

$$\overline{d_{boh}} = d_{boh} / d_{cs}$$

$\zeta_{fa}$ ——节点位置系数，对于边节点  $\zeta_{fa}$  取 1.0，对于内节点  $\zeta_{fa}$  取 0.5；

$d_{cs}$  和  $t_{cs}$ ——分别表示钢管的外径和壁厚；

$d_{boh}$ ——螺栓孔直径。

**B.0.8** 钢管柱翼缘抗拉刚度系数可按下式计算：

$$k_{cf} = \frac{t_{cs}^3}{d_{cc}^2 \cos[X_b \pi / (2d_{cc})]} \left( \frac{11.5}{2.024S_k - 1} \right) \quad (\text{B.0.8-1})$$

$$S_k = 0.143(X_b / d_{cc}) - 0.306(X_b / d_{cc}) + 1.076$$
$$0.2 < X_b / d_{cc} < 0.8 \quad (\text{B.0.8-2})$$

式中： $d_{cc}$  —— 钢管内径；

$X_b$  —— 柱壁两列单边螺栓孔中心水平向间距，对于圆截面钢管， $X_b$  表示柱壁两列单边螺栓孔中心之间的水平向弧长。

**B.0.9** 钢筋的抗拉刚度系数按国家现行标准《端板式半刚性连接钢结构技术规程》CECS 260 第 7.2.7 条计算。

**B.0.10** 端板的抗弯刚度系数按国家现行标准《端板式半刚性连接钢结构技术规程》CECS 260 第 7.2.8 条计算。

**B.0.11** 组合节点在正、负弯矩作用下的的弹塑性转角变形能力按国家现行标准《端板式半刚性连接钢结构技术规程》CECS 260 第 7.3 条计算。

## 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定（要求）”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 2 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 3 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 4 《钢结构设计标准》GB 50017
- 5 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068
- 6 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153
- 7 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 8 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205
- 9 《钢管混凝土工程施工质量验收规范》GB 50628
- 10 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 11 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 12 《钢结构工程施工规范》GB 50755
- 13 《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936
- 14 《碳素结构钢》GB/T 700
- 15 《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228
- 16 《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229
- 17 《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230
- 18 《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231
- 19 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591
- 20 《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632
- 21 《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117
- 22 《热强钢焊条》GB/T 5118
- 23 《六角头螺栓—C级》GB/T 5780
- 24 《六角头螺栓》GB/T 5782
- 25 《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》GB/T 10433

- 26 《熔化焊用钢丝》GB/T 14957
- 27 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231
- 28 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
- 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 《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99
- 33 《再生骨料应用技术规程》JGJ/T 240
- 34 《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283
- 35 《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T/CECS 188
- 36 《部分包覆钢-混凝土组合结构技术规程》T/CECS 719
- 37 《端板式半刚性连接钢结构技术规程》CECS 260
- 38 《钢结构用自锁式单向螺栓连接副技术条件》T/CSCS  
TC01-01

安徽省住房和城乡建设厅信息公开  
浏览专用

安徽省地方标准

装配式钢—混叠合柱框架结构技术规程

DB34 / T 3958—2021

条文说明

安徽省住房和城乡建设厅信息公开  
浏览专用

## 制定说明

《装配式钢-混结合叠合柱框架结构技术规程》DB34/T 3958-2021, 经安徽省市场监督管理局 2021 年 6 月 15 日以第 8 号公告批准发布。

本标准制定过程中, 编制组进行了钢-混结合叠合柱框架结构的调查研究, 总结了我国叠合柱结构体系的工程建设实践经验, 同时参考了《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T/CECS 188、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 等国内外先进技术法规、技术标准, 通过装配式钢-混结合叠合柱连接节点等系列试验, 取得了钢-混结合叠合柱装配式节点的承载力和刚度以及结构的阻尼比等重要技术参数。

为便于广大设计、施工、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, 《装配式钢-混结合叠合柱框架结构技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明, 对条文说明的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是, 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。

## 目 次

1	总 则	61
2	术语和符号	62
2.1	术 语	62
4	材 料	64
4.1	钢 材	64
4.2	混凝土	64
4.4	连接材料	64
5	结构设计	65
5.1	一般规定	65
5.3	结构计算	65
5.4	叠合柱设计	66
6	节点与连接	67
6.3	梁柱连接节点设计	67
7	生产与运输	68
7.1	一般规定	68
7.2	制作准备	68
7.3	构件制作	68
7.4	构件检验	69
7.5	运输与堆放	69
8	安 装	70
8.1	一般规定	70
8.3	安 装	70
9	结构验收	72
9.1	一般规定	72
9.2	主控项目	72



## 1 总 则

**1.0.1** 自《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》CECS 188-2005 颁布实施以来，在全国各地已取得了广泛的应用，也为钢管混凝土叠合柱结构的设计、施工积累了经验。然而目前钢管混凝土叠合柱结构施工时多采用现浇的施工方法，缺乏对于装配式钢管混凝土叠合柱结构设计和施工的相关规定。本规程基于大量的试验和理论分析，结合国内外工程经验，对装配式钢管混凝土框架结构的设计和施工做出相关规定。

**1.0.3** 除了应符合本规程中引用的国家现行有关标准外，也应符合未在本规程中引用的国家现行有关标准。

安徽省住房和城乡建设厅  
浏览专用

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

**2.1.1** 钢管混凝土叠合柱具有其承载力高、延性大、刚度强、抗震性能优良、抗火防腐性好、经济实用、施工便捷等优势，常用的截面形式如图 2-1 所示：

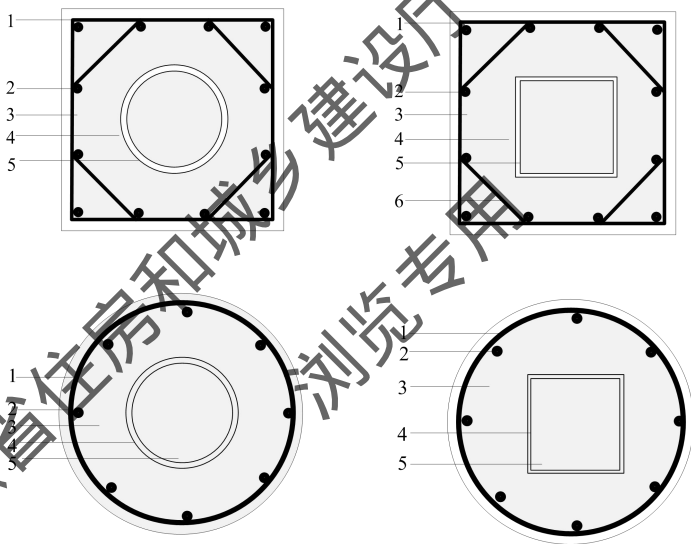


图 2-1 叠合柱常见截面形式

1-箍筋；2-纵筋；3-钢管外混凝土；4-钢管；5-钢管内混凝土；6-拉筋

**2.1.2** 根据翼缘宽厚比的不同，将部分 PEC 组合梁分为厚实型和薄柔型，如图 2-2 所示。当采用厚实型截面时，组合截面的高宽比宜为 0.2~5；采用薄柔型截面时，组合截面高宽比宜为 0.9~11，且应设置防止板件局部屈曲的连杆，连杆与翼缘焊接。

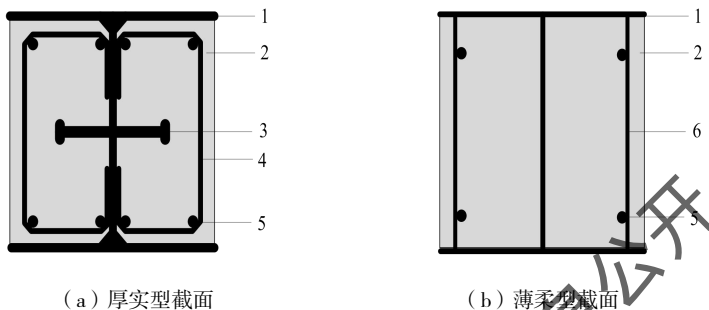


图 2-2 PEC 组合梁常见截面形式

1-钢梁；2-混凝土；3-抗剪键；4-箍筋；5-纵筋；6-连杆

安徽省住房和城乡建设厅信息中心  
浏览专用

## 4 材 料

### 4.1 钢 材

**4.1.2** 抗震设计时，对钢材的要求是根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 制定的。

抗拉强度是实际上决定结构安全储备的关键，伸长率反映钢材能承受残余变形量的程度及塑性变形能力，钢材的屈服强度不宜过高，同时要求有明显的屈服台阶，伸长率应大于 20%，以保证构件具有足够的塑性变形能力。冲击韧性是抗震结构的要求。

### 4.2 混 凝 土

**4.2.1** 钢管内采用强度等级高的混凝土时，钢管宜采用强度等级高的钢材。

### 4.4 连接材料

**4.4.1~4.4.3** 条文中的规定是根据现行国家标准《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 确定的。10.9 级螺栓热镀锌后，使用中常出现裂缝，故不宜采用。

## 5 结构设计

### 5.1 一般规定

**5.1.2** 本条规定了装配式叠合柱框架结构中叠合柱的布置要求。在一幢建筑内，可以从上到下全部采用叠合柱，也可以底部采用不同期施工的叠合柱、中部采用同期施工的叠合柱、上部采用钢筋混凝土柱。叠合柱的优点显著，应尽可能多的楼层采用叠合柱。

**5.1.3** 装配式叠合柱框架结构可以采用钢筋混凝土楼盖，也可以采用钢-混凝土组合楼盖。钢-混凝土组合楼盖是指由钢梁、压型钢板、钢筋桁架楼承板、现浇混凝土楼板组成的楼盖，钢梁与现浇混凝土楼板之间采用栓钉或其他剪力连接件连接。实际工程中，可以是整幢建筑采用钢-混凝土组合楼盖，也可以局部(如梁跨度大的部位)采用钢-混凝土组合楼盖。

### 5.3 结构计算

**5.3.1** 计算叠合柱结构的弹性内力和位移时，楼面梁的截面弯曲刚度可考虑楼板的作用予以增大，增大系数可根据楼板翼缘的情况确定。对预制钢筋混凝土梁，在一般情况下，边梁的增大系数可取 1.3~1.5，中梁的增大系数可取 1.5~2.0；对钢梁或 PEC 组合梁，当钢梁与混凝土楼板有可靠连接时，梁的刚度可取钢梁刚度的 1.5~2.0 倍。

**5.3.2** 为了简化计算，叠合柱截面刚度均按照钢管内混凝土、钢管外混凝土和钢管三部分刚度叠加的方法确定。

**5.3.3** 考钢管混凝土结构的阻尼比，确定多遇地震作用下采用叠合柱结构的阻尼比。设防地震作用下弹塑性时程分析，构件屈

服后滞回耗能，采用弹性结构的阻尼比；罕遇地震作用下推覆分析或等效弹性分析，采用增大结构阻尼比的方法考虑构件屈服后滞回耗能。

**5.3.5** 装配式叠合柱框架结构的弹性层间位移角限值，小于相应钢管混凝土结构的弹性层间位移角限值。

## 5.4 叠合柱设计

**5.4.3** 采用叠加法计算偏心受压承载力，即叠合柱正截面受压承载力为钢管混凝土柱正截面受压承载力和管外钢筋混凝土柱正截面受压承载力之和。钢管混凝土柱的正截面受压承载力按现行国家标准《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936 有关公式确定。

**5.4.4** 轴心受压的叠合柱达到其设计承载力时，钢管混凝土尚未达到其短柱轴心受压承载力。因此，计算叠合柱的轴压比时，考虑钢管对管内混凝土的约束作用，但予以折减。

**5.4.5** 对于层数不多的叠合柱结构，矩形截面叠合柱一个方向的最小尺寸可为 300mm，此时，另一方向的尺寸不应小于 400mm。考虑到钢管混凝土对柱刚度和承载力的提高作用，一、二、三级且超过级 2 层时，矩形截面叠合柱的最小边长（直径）比钢筋混凝土柱的最小边长小 50mm。

**5.4.6** 套箍指标超过 3.0 的钢管混凝土柱，钢管对混凝土的约束作用按套箍指标 3.0 计，超过部分可按型钢作用计。

**5.4.7** ACI 认为，规定纵向钢筋最小总配筋率是为了避免混凝土开裂前纵向钢筋屈服。为简化设计，不同抗震等级叠合柱纵向钢筋的最小总配筋率相同。叠合柱纵向钢筋的总配筋率为纵向钢筋的截面面积与柱截面面积的比值。

**5.4.8** 地震作用下，叠合柱有可能在其两端出现塑性铰。为提高叠合柱两端的弹塑性变形能力，两端应设置箍筋加密区，形成箍筋约束混凝土，提高混凝土的极限压应变。

## 6 节点与连接

### 6.3 梁柱连接节点设计

6.3.4 单边螺栓可以实现单边拧紧，免除现场焊接，提高施工效率和施工质量，实现快速和高效的装配化施工。单边螺栓安装过程如图所示。



图 6-1 单边螺栓安装示意图

## 7 生产与运输

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 预制构件制作前，建设单位应组织设计、生产、施工单位进行技术交底，并制定生产方案；如预制构件制作详图无法满足制作要求，应进行深化设计和施工验算，完善预制构件制作详图和施工装配详图，避免在构件加工和施工过程中，出现错、漏、碰、缺等问题。对应预留的孔洞及预埋部件，应在构件加工前进行认真核对，以免现场剔凿，造成损失。

**7.1.2** 在预制构件制作前，建设单位应根据预制构件的混凝土强度等级、生产工艺等选择制备混凝土的原材料，并进行混凝土配合比设计。

### 7.2 制作准备

**7.2.1** 模具精度是保证构件制作质量的关键，对于新制、改制或生产数量超过一定数量的模具，生产前应按要求进行尺寸偏差检验，合格后方可投入使用。制作构件用钢筋骨架或钢筋网片的尺寸偏差应按要求进行抽样检验。

**7.2.2** 生产时应按要求对预制构件中的预埋件、预留孔洞的形状尺寸和定位进行抽样检验。

**7.2.3** 预制构件选用的隔离剂应避免降低混凝土表面强度，并满足后期装修要求；对于清水混凝土及表面需要涂装的混凝土构件应采用专用隔离剂。

### 7.3 构件制作

**7.3.1** 在混凝土浇筑前，应按要求对预制构件的钢筋以及各种预埋部件进行隐蔽工程检查，这是保证预制构件满足结构性能的



关键质量控制环节。

**7.3.2** 预制构件的蒸汽养护主要是为了加速混凝土凝结硬化，缩短脱模时间，加快模板的周转，提高生产效率。养护时应按照养护制度的规定进行控制，这对于有效避免构件的温差收缩裂缝，保证产品质量非常关键。如果条件许可，构件也可以采用常温养护。

**7.3.3** 预制构件脱模强度要根据构件的类型和设计要求决定，为防止过早脱模造成构件出现过变形或开裂，本规定提出构件脱模的最低要求。

**7.3.4** 预制构件与后浇混凝土实现可靠连接可以采用连接钢筋、键槽及粗糙面等方法。粗糙面可采用拉毛或凿毛处理方法，也可采用化学处理方法。采用化学方法处理时可在模板上或需要露骨料的部位涂刷缓凝剂，脱模后用清水冲洗干净，避免残留物对混凝土及其结合面造成影响。为避免常用的缓凝剂中含有影响人体健康的成分，应严格控制缓凝剂，使其不含有氯离子和硫酸根离子、磷酸根离子，pH值应控制为6~8；产品应附有使用说明书，注明药剂的类型、适用的露骨料深度、使用方法、储荐条件、推荐用量、注意事项等内容。

## 7.4 构件检验

**7.4.1** 预制构件外观质量缺陷可分为一般缺陷和严重缺陷两类，预制构件的严重缺陷主要是指影响构件的结构性能或安装使用功能的缺陷，构件制作时应制定技术质量保证措施予以避免。

**7.4.2** 本条规定预制构件的尺寸偏差和检验方法，尺寸偏差可根据工程设计需要适当从严控制。

## 7.5 运输与堆放

**7.5.1** 预制构件的运输和堆放涉及质量和安全要求，应按工程或产品特点制定运输堆放方案，策划重点控制环节，对于特殊构件还要制定专门质量保证措施。构件临时码放场地可合理布置在吊装机械可覆盖范围内，避免二次搬运。

## 8 安 装

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 应制定叠合柱框架结构施工专项施工方案。施工方案应结合结构深化设计、构件制作，运输和安装全过程各工况的验算，以及施工吊装与支撑体系的验算等进行策划与制定，充分反映装配式结构施工的特点和工艺流程的特殊要求，施工组织设计的内容应符合现行国家标准《建筑工程施工组织设计规范》GB/T 50502 的规定。

**8.1.4** 吊具选用按起重吊装工程的技术和安全要求执行。为提高施工效率，可以采用多功能专用吊具，以适应不同类型的构件吊装。施工验算可依据本规程及相关技术标准，特殊情况无参考依据时，需进行专项设计计算分析或必要试验研究。

**8.1.5** 钢筋套筒灌浆前，应在现场模拟构件连接接头的灌浆方式，每种规格钢筋应制作不少于 3 个套筒灌浆连接接头，进行灌注质量以及接头抗拉强度的检验；经检验合格后，方可进行灌浆作业。

**8.1.8** 应注意构件安装的施工安全要求。为防止预制构件在安装过程中因不合理受力造成损伤、破坏或高空滑落，应严格遵守有关施工安全规定。

**8.1.9** 预制构件的质量检验是在预制工厂检查合格的基础上进行进场验收，外观质量应全数检查，尺寸偏差为按批抽样检查。

### 8.3 安 装

**8.3.1** 预制构件安装顺序、校准定位及临时固定措施是装配式结构施工的关键，应在施工方案中明确规定并付诸实施。

**8.3.4** 钢筋套筒灌浆连接接头灌浆作业是装配整体式结构工程施工质量控制的关键环节之一。实际工程中这两种连接的质量很大程度上取决于施工过程控制，对作业人员应进行培训考核，并持证上岗，同时要求有专职检验人员在灌浆操作全过程监督。套筒灌浆连接接头的质量保证措施：

- 1 采用经验证的钢筋套筒和灌浆料配套产品；
- 2 施工人员是经培训合格的专业人员，严格按技术要求执行；
- 3 质量检验人员进行全程施工质量检查，能提供可追溯的全过程灌浆质量检查记录；
- 4 检验批验收时，如对套筒灌浆连接接头质量有疑问，可委托第三方独立检测机构进行非破损检测。

**8.3.7** 叠合柱框架结构的后浇混凝土节点施工质量是保证节点承载力的关键，施工时应采取具体质量保证措施满足设计要求。节点处钢筋连接和锚固应按设计要求规定进行检查，连接节点处后浇混凝土同条件养护试块应达到设计规定的强度方可拆除支撑或进行上部结构安装。

## 9 结构验收

### 9.1 一般规定

**9.1.5** 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 施工质量验收时提出应增加提交的主要文件和记录，是保证工程质量实现可追溯性的基本要求。

**9.1.6** 叠合柱框架结构的《建筑质量保证书》除应按现行有关规定执行外，尚应注明相关部品构件的保修期限与保修承诺。

叠合柱框架结构的《建筑使用说明书》除应按现行有关规定执行外，尚应该包含相关使用、维护要求；装饰装修注意事项；建筑部品构件生产厂、供应商提供的产品使用维护说明书。叠合柱框架结构的《建筑使用说明书》还应包含结构设计使用年限、承重结构位置、使用荷载和装修荷载等。

### 9.2 主控项目

**9.2.2** 装配整体式结构的灌浆连接接头是质量验收的重点，施工时应做好检查记录，提前制定有关试验和质量控制方案。钢筋套筒灌浆连接和钢筋浆锚搭接连接灌浆质量应饱满密实。两者的受力性能不仅与钢筋、套筒、孔道构造及灌浆料有关，还与其连接影响范围内的混凝土有关，因此不能像钢筋机械连接那样进行现场随机截取连接接头，检验批验收时要求在保证灌浆质量的前提下，可通过模拟现场制作平行试件进行验收。