



**T/CECS 512-2018**

---

**中国工程建设协会标准**

# **多螺旋箍筋柱应用技术规程**

Technical Specification for application of  
multi-spiral columns

中国工程建设协会标准

## 多螺旋箍筋柱应用技术规程

Technical Specification for application of  
multi-spiral columns

**T/CECS 512-2018**

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

润铸建筑工程(上海)有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2 0 1 8 年 6 月 1 日

中国计划出版社

2018 北 京

# 中国工程建设标准化协会公告

第 336 号

## 关于发布《多螺旋箍筋柱应用技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2015 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2015〕099 号)的要求,由中国建筑科学研究院有限公司等单位编制的《多螺旋箍筋柱应用技术规程》,经本协会混凝土结构专业委员会组织审查,现批准发布,编号为 T/CECS 512-2018,自 2018 年 6 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会

二〇一八年一月十二日

# 前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2015 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2015〕099 号)的要求,编制组经专题研究、检测验证和工程试用,并参考国外先进成熟技术,在广泛征求意见的基础上,制定本规程。

本规程共分为 8 章,主要内容包括:总则、术语和符号、材料、多螺旋箍筋柱的设计、节点设计、生产制作、施工和质量验收。

本规程由中国工程建设标准化协会混凝土结构专业委员会归口管理,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。执行过程中如有意见或建议请寄送中国建筑科学研究院有限公司(地址:北京市北三环东路 30 号主楼 C 座,邮政编码:100013)。

**主 编 单 位:** 中国建筑科学研究院有限公司

润铸建筑工程(上海)有限公司

**参 编 单 位:** 建研科技股份有限公司

清华大学

重庆大学

同济大学

郑州大学综合设计研究院有限公司

北京工业大学

哈尔滨工业大学

重庆文理学院

**主要起草人:** 朱爱萍 黄小坤 吴子良 王瑞祯 白生翔

徐有邻 陆新征 傅剑平 顾祥林 于秋波

李 易 郑文忠 唐雪梅 赵作周 纪晓东

姜 波 刘 璐 王 敏 付瑞佳  
主要审查人：任庆英 娄 宇 程志军 陈彬磊 章一萍  
李东彬 蒋勤俭 郭海山 李亚明

# 目 次

1	总 则 .....	( 1 )
2	术语和符号 .....	( 2 )
2.1	术语 .....	( 2 )
2.2	符号 .....	( 2 )
3	材 料 .....	( 4 )
3.1	混凝土 .....	( 4 )
3.2	钢筋 .....	( 4 )
3.3	其他 .....	( 4 )
4	多螺旋箍筋柱的设计 .....	( 6 )
4.1	一般规定 .....	( 6 )
4.2	承载力计算 .....	( 6 )
4.3	构造规定 .....	( 12 )
5	节点设计 .....	( 16 )
5.1	框架节点、柱与基础连接的抗震受剪承载力计算 .....	( 16 )
5.2	节点及连接的基本构造措施 .....	( 16 )
6	生产制作 .....	( 18 )
6.1	螺旋箍筋加工 .....	( 18 )
6.2	多螺旋箍筋钢筋笼组装 .....	( 18 )
6.3	多螺旋箍筋柱制作 .....	( 19 )
6.4	贮存与运输 .....	( 20 )
7	施 工 .....	( 22 )
7.1	一般规定 .....	( 22 )
7.2	预制多螺旋箍筋柱的安装 .....	( 22 )
7.3	现浇多螺旋箍筋柱的施工 .....	( 23 )
8	质量验收 .....	( 24 )

8.1 一般规定 .....	( 24 )
8.2 多螺旋箍筋柱的验收 .....	( 25 )
8.3 多螺旋箍筋柱安装验收 .....	( 28 )
本规程用词说明 .....	( 31 )
引用标准名录 .....	( 32 )
附:条文说明 .....	( 33 )

# Contents

1	General provisions .....	( 1 )
2	Terms and symbols .....	( 2 )
2.1	Terms .....	( 2 )
2.2	Symbols .....	( 2 )
3	Materials .....	( 4 )
3.1	Concrete .....	( 4 )
3.2	Steel reinforcement .....	( 4 )
3.3	Others .....	( 4 )
4	Design calculation .....	( 6 )
4.1	General requirements .....	( 6 )
4.2	Calculation of load-carrying capacity .....	( 6 )
4.3	Detailing requirements .....	( 12 )
5	Design of joints .....	( 16 )
5.1	Shear capacity of the beam-column joints,the connections between columns and foundation .....	( 16 )
5.2	Detailing for joints and connection .....	( 16 )
6	Production .....	( 18 )
6.1	Production of circular spirals .....	( 18 )
6.2	Fabrication of multi-spiralreinforcement cage .....	( 18 )
6.3	Production of precast multi-spiral columns .....	( 19 )
6.4	Storage and transportation .....	( 20 )
7	Construction .....	( 22 )
7.1	General requirements .....	( 22 )
7.2	Installation of precast multi-spiral columns .....	( 22 )



7.3	Construction of cast-in-situ multi-spiral columns .....	( 2 3 )
8	Quality acceptance .....	( 2 4 )
8.1	General requirements .....	( 2 4 )
8.2	Component acceptance .....	( 2 5 )
8.3	Acceptance criteria for installation of precast multi-spiral columns .....	( 2 8 )
	Explanation of wording in this specification .....	( 3 1 )
	List of quoted standards .....	( 3 2 )
	Addition;Explanation of provisions .....	( 3 3 )

# 1 总 则

**1.0.1** 为在多螺旋箍筋柱的设计与施工中贯彻执行国家的技术经济政策,做到安全、适用、经济,保证质量,制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于多螺旋箍筋柱的设计、施工及验收。

**1.0.3** 多螺旋箍筋柱的设计、施工及验收,除应符合本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

#### 2.1.1 多螺旋箍筋 multi-spiral transverse reinforcement

由多个大小连续圆形螺旋箍筋组合而成的箍筋形式,各个独立圆形螺旋形成约束混凝土核心区,且螺旋箍筋间有适当交叠形成设计所需的相互约束区域。

#### 2.1.2 多螺旋箍筋柱 multi-spiral columns

采用多螺旋箍筋的钢筋混凝土柱。

#### 2.1.3 预制多螺旋箍筋柱 precast multi-spiral columns

由工厂或现场预先制作的采用多螺旋箍筋的钢筋混凝土柱。

### 2.2 符 号

#### 2.2.1 材料性能

$f_t$ 、 $f_c$ ——混凝土轴心抗拉、抗压强度设计值;

$f_y$ 、 $f'_y$ ——普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值;

$f_{yv}$ ——箍筋抗拉强度设计值。

#### 2.2.2 效应

$N$ ——轴向力设计值;

$V$ ——剪力设计值。

#### 2.2.3 几何参数

$A_c$ ——混凝土受压区面积;

$A_s$ 、 $A'_s$ ——受拉区、受压区纵向普通钢筋截面面积;

$A_{ss1}$ ——单根螺旋钢筋截面面积;

$A_{sv}$ ——大圆螺旋箍筋截面面积;

$b$ ——矩形截面宽度;

$d$ ——钢筋直径；

$d_{\text{cor}}$ ——大螺旋或小螺旋箍筋内表面范围内的混凝土截面直径；

$D_1$ ——大螺旋箍筋圆内直径；

$D_2$ ——小螺旋箍筋圆内直径；

$h_0$ ——截面有效高度；

$s$ ——间接钢筋沿轴线方向的间距。

#### 2.2.4 计算系数及其他

$\gamma_{\text{RE}}$ ——承载力抗震调整系数；

$\rho_v$ ——多螺旋箍筋柱箍筋体积配筋率；

$\lambda_v$ ——最小配箍特征值。

## 3 材 料

### 3.1 混 凝 土

**3.1.1** 混凝土的强度等级及相关设计指标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。

**3.1.2** 多螺旋箍筋柱的混凝土强度等级不应低于 C30。

### 3.2 钢 筋

**3.2.1** 用于多螺旋箍筋柱的钢筋力学性能和设计指标应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

**3.2.2** 多螺旋箍筋柱的钢筋宜优先采用高强钢筋,并宜按下列规定选用:

1 纵向受力钢筋宜采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 钢筋;

2 箍筋宜采用 HRB400、HRBF400、HPB300、HRB500、HRBF500 钢筋。

### 3.3 其 他

**3.3.1** 当多螺旋箍筋用于预制柱时,用于连接的焊接材料或螺栓材料应符合国家现行标准《钢结构设计规范》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

**3.3.2** 钢筋采用套筒灌浆连接时,所采用的套筒、灌浆料及相关技术要求应分别符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355、《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 及《钢筋连接用

套筒灌浆料》JG/T 408 的有关规定。

**3.3.3** 锚固板的性能应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的有关规定。

## 4 多螺旋箍筋柱的设计

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 多螺旋箍筋柱的设计除应符合本规程规定外,尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

**4.1.2** 考虑地震组合验算多螺旋箍筋柱的承载能力时,应按承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$  进行调整,承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$  应按表 4.1.2 采用。当仅计算竖向地震作用时,承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$  应取为 1.0。

表 4.1.2 承载力抗震调整系数

承载 类型	正截面承载力计算			斜截面承载力计算
	偏心受压		偏心受拉	
	轴压比小于 0.15	轴压比不小于 0.15		
$\gamma_{RE}$	0.75	0.80	0.85	0.85

**4.1.3** 框架柱可全部或部分采用多螺旋箍筋柱,多螺旋箍筋柱可用于预制框架柱。

**4.1.4** 多螺旋箍筋柱中的箍筋配置应采用下列方式:

- 1 在正方形截面柱中,多螺旋箍筋应采用五螺箍筋(图 4.1.4(a));
- 2 在矩形截面柱中,多螺旋箍筋可由两个相同的大螺旋箍筋和四角各 1 个小螺旋箍筋叠搭组成(图 4.1.4(b)),两个大螺旋箍筋的交叠区矢高  $L_p$  不应小于  $0.4D_1$ 。

### 4.2 承载力计算

**4.2.1** 多螺旋箍筋柱的轴心受压承载力可按现行国家标准《混凝

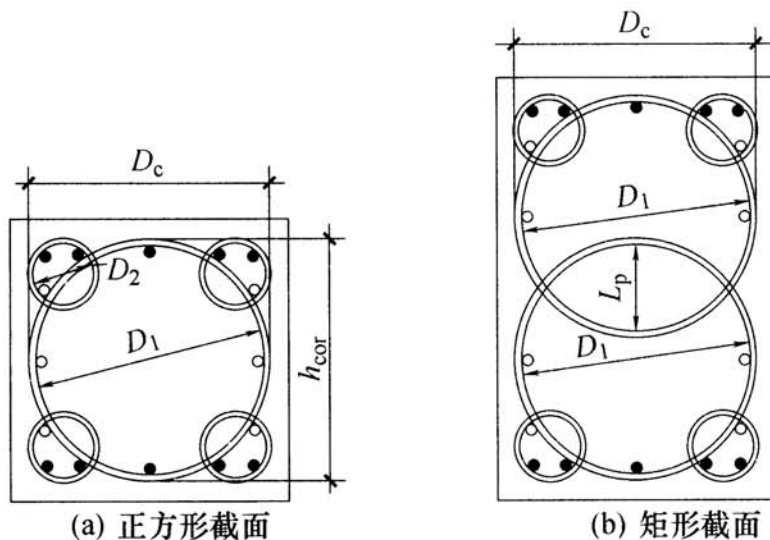


图 4.1.4 多螺旋箍筋的配置方式

$D_1$ —大螺旋箍筋圆内直径;  $D_2$ —小螺旋箍筋圆内直径;

$L_p$ —两个大螺旋箍筋筋的交叠区矢高

注:图中实心圆点表示受力钢筋,空心圆点表示定位钢筋。

土结构设计规范》GB 50010 有关配置螺旋式箍筋的矩形截面构件的规定计算。

**4.2.2 矩形截面偏心受压构件正截面受压承载力应按下列公式计算(图 4.2.2):**

$$N \leq \alpha_1 f_c b x + f'_y A'_s - \sigma_s A_s \quad (4.2.2-1)$$

$$Ne \leq \alpha_1 f_c b x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + f'_y A'_s (h_0 - a'_s) \quad (4.2.2-2)$$

$$e = e_i + \frac{h}{2} - a_s \quad (4.2.2-3)$$

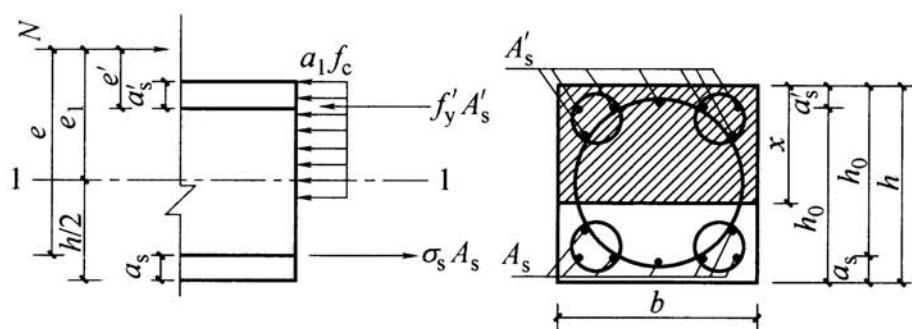
$$e_i = e_0 + e_a \quad (4.2.2-4)$$

式中:  $N$ ——轴向压力设计值(N);

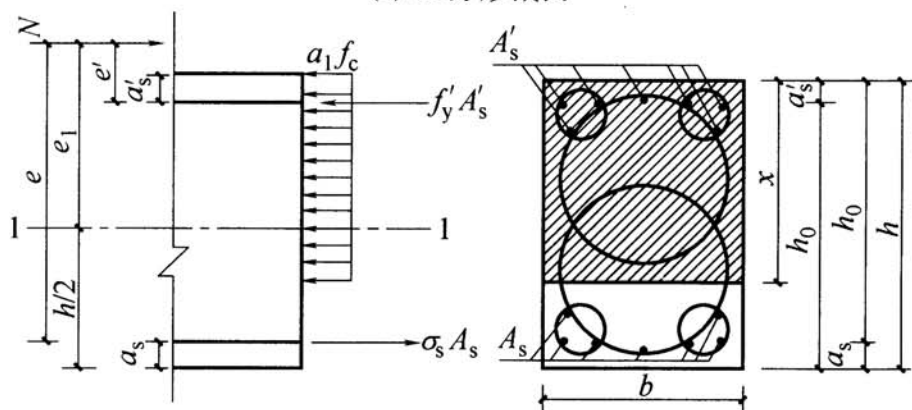
$e$ ——轴向压力作用点至纵向受拉普通钢筋的合力点的距离(mm);

$\alpha_1$ ——等效矩形应力图的图形系数,表示曲线应力图形最大应力与混凝土轴心抗压强度  $f_c$  的比值。当混凝土强度等级不超过 C50 时取 1.0,当混凝土强度等级为





(a) 正方形截面



(b) 矩形截面

图 4.2.2 偏心受压构件正截面受压承载力计算

1—截面重心轴

C80 时取 0.94, 其间按线性内插法确定;

$b$ ——矩形截面宽度(mm);

$f_c$ ——混凝土轴心抗压强度设计值( $\text{N}/\text{mm}^2$ );

$f'_y$ ——受压纵向普通钢筋的抗压强度设计值( $\text{N}/\text{mm}^2$ );

$A_s$ 、 $A'_s$ ——受拉区、受压区纵向普通钢筋的截面面积( $\text{mm}^2$ );

$h_0$ ——截面有效高度(mm);

$h$ ——截面高度(mm);

$a'_s$ ——受压区纵向普通钢筋合力点至截面受压边缘的距离(mm);

$\sigma_s$ ——受拉边或受压较小边的纵向普通钢筋的应力;

- $e_i$ ——初始偏心距(mm);
- $a_s$ ——大螺旋箍筋内的纵向受拉钢筋与小螺旋箍筋内的纵向受拉钢筋合力点至截面受拉边缘的距离;
- $e_0$ ——轴向压力对截面重心的偏心距(mm),取为  $M/N$ ,当需要考虑二阶效应时, $M$  为考虑二阶效应的弯矩设计值( $N \cdot mm$ );
- $e_a$ ——附加偏心距(mm),20mm 和偏心方向截面最大尺寸的  $1/30$  两者中的较大值。

#### 4.2.3 多螺旋箍筋柱斜截面受剪承载力应满足下列要求:

持久、短暂设计状况:

$$V \leq \frac{1.75}{\lambda + 1.5} f_t b h_0 + \frac{\pi}{2} \frac{f_{yv} A_{sv}}{s} D_1 + 0.07 N \quad (4.2.3-1)$$

地震设计状况:

$$V_c \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[ \frac{1.05}{\lambda + 1.5} f_t b h_0 + \frac{\pi}{2} \frac{f_{yv} A_{sv}}{s} D_1 + 0.056 N \right] \quad (4.2.3-2)$$

式中: $V$ ——构件斜截面上的最大剪力设计值(N);

$b$ ——柱截面宽度(mm);

$h_0$ ——柱截面有效高度(mm);

$D_1$ ——大螺旋箍筋圆内直径(mm);

$\lambda$ ——剪跨比,当  $\lambda$  小于 1 时取 1,当  $\lambda$  大于 3 时取 3;

$s$ ——箍筋螺距(mm);

$A_{sv}$ ——大圆螺旋箍筋截面面积( $mm^2$ );

$f_{yv}$ ——斜截面抗震受剪承载力计算时箍筋抗拉强度设计值( $N/mm^2$ ),大于 360MPa 时取 360MPa;

$\gamma_{RE}$ ——承载力抗震调整系数,按本规程第 4.1.2 条取值;

$N$ ——与剪力设计值相应的轴向压力设计值(N),当大于  $0.3f_c A$  时取  $0.3f_c A$ ,  $A$  为柱截面面积。

**4.2.4 矩形截面偏心受拉构件正截面受拉承载力应符合下列规定：**

**1 小偏心受拉应满足下列公式要求(图 4.2.4-1)：**

$$Ne \leq f_y A'_s (h_0 - a'_s) \quad (4.2.4-1)$$

$$Ne' \leq f_y A_s (h'_0 - a_s) \quad (4.2.4-2)$$

式中： $N$ ——轴向拉力设计值(N)。

**2 大偏心受拉应满足下列公式要求(图 4.2.4-2)：**

$$N \leq f_y A_s - f'_y A'_s - \alpha_1 f_c b x \quad (4.2.4-3)$$

$$Ne \leq \alpha_1 f_c b x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + f'_y A'_s (h_0 - a'_s) \quad (4.2.4-4)$$

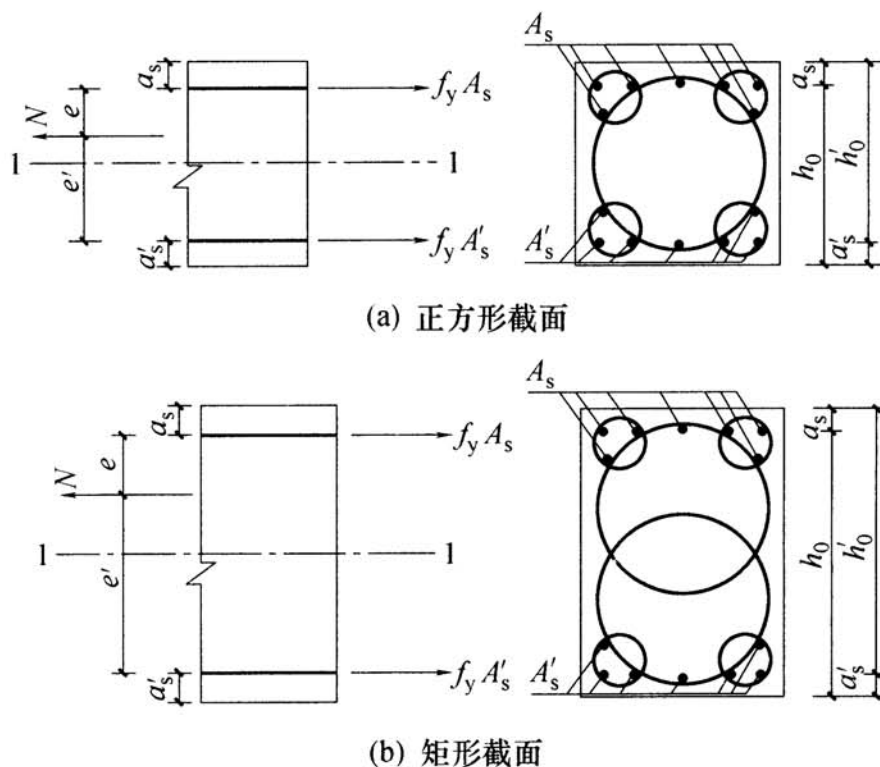
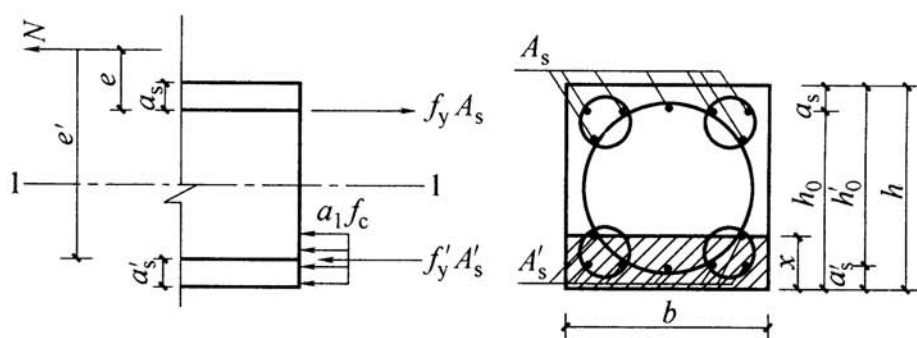
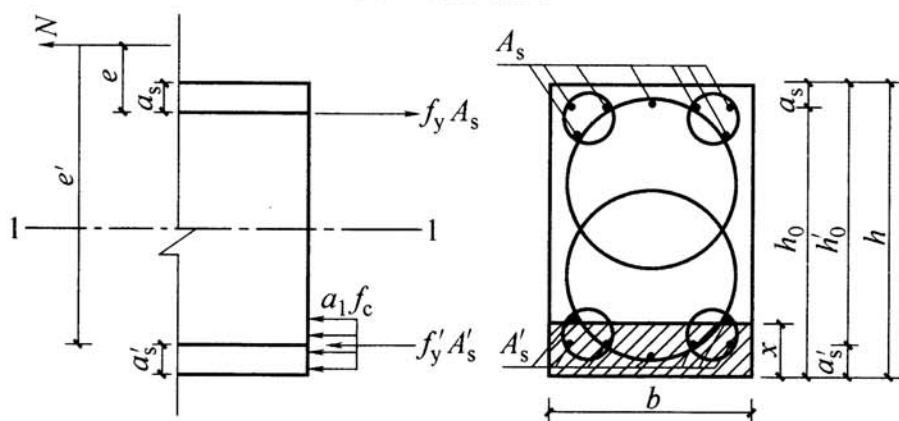


图 4.2.4-1 小偏心受拉构件正截面受拉承载力计算

**4.2.5 抗震设计时，多螺旋箍筋柱轴压比不宜超过表 4.2.5 的规定，并应符合下列规定：**



(a) 正方形截面



(b) 矩形截面

图 4.2.4-2 大偏心受拉构件正截面受拉承载力计算

1 当混凝土强度等级为 C65、C70 时,轴压比限值宜按表中数值减小 0.05;混凝土强度等级为 C75、C80 时,轴压比限值宜按表中数值减小 0.10;

2 剪跨比不大于 2.0 的柱,其轴压比限值应按表中数值减小 0.05;剪跨比小于 1.5 的柱,轴压比限值应专门研究并采取特殊构造措施;

3 当柱截面中部设置由附加纵向钢筋形成的芯柱,且附加纵向钢筋的总面积不少于柱截面面积的 0.8%,其轴压比限值可按表中数值增加 0.05;

4 考虑各种作用后柱轴压比限值不应大于 1.05;

5 对于Ⅳ类场地上较高的高层建筑,其轴压比应适当减小。

表 4.2.5 多螺旋箍筋柱轴压比限值

结 构 体 系	抗 震 等 级			
	一级	二级	三级	四级
框架结构	0.75	0.85	0.95	1.0
框架、剪力墙结构、筒体结构	0.85	0.95	1.0	1.05
部分框支剪力墙结构	0.65	0.75	—	—

#### 4.2.6 多螺旋箍筋柱箍筋的体积配箍率,应符合下列规定:

##### 1 多螺旋箍筋柱箍筋的体积配箍率应满足下式要求:

$$\rho_v \geq \lambda_v f_c / f_{yv} \quad (4.2.6)$$

式中:  $\rho_v$ ——多螺旋箍筋柱箍筋体积配箍率,一级不应小于 0.8%,  
二级不应小于 0.6%,三、四级不应小于 0.4%;

$f_c$ ——混凝土轴心抗压强度设计值(N/mm<sup>2</sup>);当强度等级  
低于 C35 时,按 C35 取值;

$f_{yv}$ ——箍筋抗拉强度设计值(N/mm<sup>2</sup>);

$\lambda_v$ ——最小配箍特征值,宜按表 4.2.6 采用。

表 4.2.6 多螺旋箍筋柱箍筋最小配箍特征值

抗震 等级	柱 轴 压 比								
	≤0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.05
一	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.21	—	—
二	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20	0.22
三、四	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.20

2 框支柱最小配箍特征值应比表 4.2.6 内数值增加 0.02,  
且体积配箍率不应小于 1.5%。

3 剪跨比不大于 2 的柱体积配箍率不应小于 1.2%,9 度设  
防烈度一级抗震等级时不应小于 1.5%。

### 4.3 构造规定

#### 4.3.1 多螺旋箍筋柱的构造除应符合本规程要求外,尚应符合国

家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。

**4.3.2** 多螺旋箍筋柱的最小截面尺寸不宜小于 600mm, 不应小于 450mm。多螺旋箍筋柱截面宜采用正方形截面, 当采用矩形截面时, 截面高宽比不宜大于 3。

**4.3.3** 多螺旋箍筋柱的纵向钢筋配置, 应符合下列规定:

1 柱的纵向受力钢筋宜对称配置并置于箍筋内, 最外侧纵向钢筋外缘与柱表面的距离应一致;

2 柱的纵向受力钢筋可集中于四角配置;

3 沿柱截面纵向受力钢筋的间距大于 200mm 时, 应设置构造钢筋。构造钢筋的直径不宜小于 12mm 及纵向受力钢筋直径的  $1/3$ 。

**4.3.4** 多螺旋箍筋柱的钢筋配置(图 4.3.4-1、图 4.3.4-2)应满足下列要求:

1 五螺旋箍筋由 1 个大螺旋箍筋和 4 个小螺旋箍筋组成, 大螺旋箍筋设置在截面中央, 四个小螺旋箍筋设置在四角, 小螺旋箍与大螺旋箍的交汇面积不宜小于小螺旋箍筋面积的 30%;

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

3 大螺旋箍的外径宜与混凝土保护层内侧相切, 最小外径不应小于小螺旋箍筋的外径且不应小于  $0.5D_c$ ,  $D_c$  为正方形边或矩形截面短边高度扣除箍筋保护层厚度;

4 角部小螺旋箍筋圆形的外边缘宜与保护层内侧相切, 内径宜满足  $\frac{1}{4}D_1 \leq D_2 \leq \frac{1}{3}D_1$ , 且不应大于  $0.5D_c$ ;

5 小螺旋箍筋的圆形外径不宜小于 135mm;

6 多螺旋箍筋的直径不应小于 6mm, 不宜大于 20mm;

7 节点可采用普通箍筋, 纵向受力钢筋的布置宜沿正方形或

长方形周边布置；

8 矩形截面,两个大螺旋箍筋的交叠区矢高  $L_p$  不宜小于  $0.4D_1$ ,当交叠区矢高小于  $0.4D$  时,应在交叠区外侧增加螺旋箍配置[图 4.3.4-2(b)]。

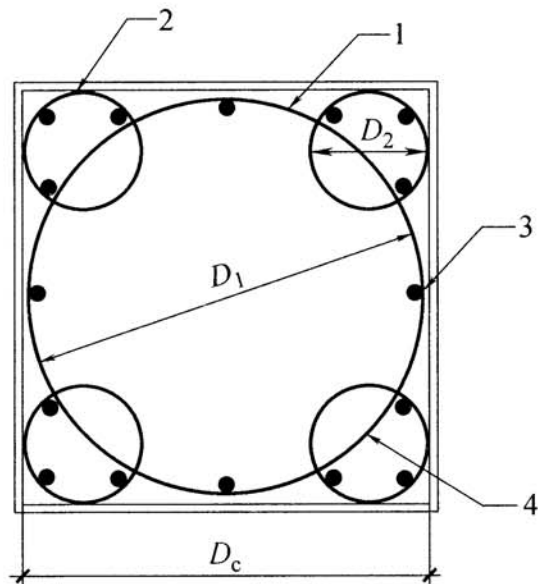


图 4.3.4-1 五螺旋箍筋柱的配筋方式

1—大螺旋箍筋;2—小螺旋箍筋;3—柱主筋;4—构造钢筋; $D_1$ —大螺旋箍筋圆内直径;  
 $D_2$ —小螺旋箍筋圆内直径; $D_c$ —正方形截面高度扣除箍筋保护层厚度后的截面高度

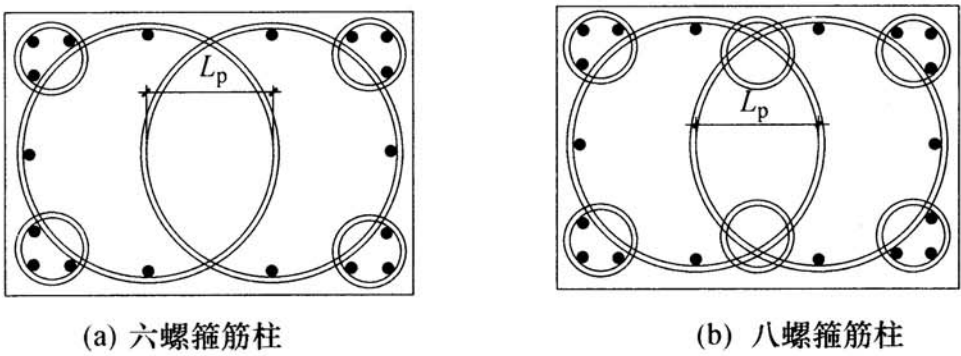


图 4.3.4-2 矩形柱的配箍方式

$L_p$ —两个大螺旋箍筋的交叠区矢高

4.3.5 多螺旋箍筋柱大、小螺旋箍筋的体积配箍率,应按下式分

别计算,且均应符合式(4.2.6)的规定:

$$\rho_v = \frac{4A_{ssl}}{d_{cor}s} \quad (4.3.5)$$

式中: $\rho_v$ ——柱箍筋的体积配箍率;

$A_{ssl}$ ——单根螺旋式箍筋的截面面积( $\text{mm}^2$ );

$d_{cor}$ ——大螺旋或小螺旋式箍筋内表面范围内的混凝土截面直径( $\text{mm}$ );

$s$ ——螺旋式箍筋的间距( $\text{mm}$ )。

#### 4.3.6 多螺旋箍筋的端部处理应满足下列要求:

1 多螺旋箍筋的末端应做成  $135^\circ$  弯钩,弯钩末端平直段长度不应小于  $10d$  和  $75\text{mm}$  的较大值, $d$  为箍筋的直径;

2 箍筋应在相邻两纵筋间搭接且钩住相邻两根纵筋,并应加绕 1.5 圈。

#### 4.3.7 预制柱当采用钢筋套筒灌浆连接时,灌浆套筒范围内的柱箍筋可采用一笔箍筋、多螺旋箍筋或普通箍筋。



## 5 节点设计

### 5.1 框架节点、柱与基础连接的抗震受剪承载力计算

**5.1.1** 考虑地震作用组合时,多螺旋箍筋柱框架节点内力设计值的调整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。

**5.1.2** 考虑地震作用组合时,钢筋混凝土一、二、三级抗震等级的框架,应进行节点核心区抗震受剪承载力验算。节点核心区的受剪水平截面以及节点的抗震受剪承载力,应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定进行验算。四级抗震等级的框架节点可不进行验算,但应符合抗震构造措施的要求。

**5.1.3** 多螺旋箍筋预制柱底与基础顶面水平接缝的抗震受剪承载力计算,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。

### 5.2 节点及连接的基本构造措施

**5.2.1** 现浇混凝土结构,节点可采用普通箍筋,也可采用多螺旋箍筋;对于装配式混凝土结构,宜采用普通箍筋。

**5.2.2** 当节点区采用普通箍筋或普通复合箍筋时,贯穿节点多螺旋箍筋柱最外侧纵向受力钢筋外缘与柱表面的距离宜取为一致,且纵向受力钢筋间距不宜大于 200mm。当纵向受力钢筋间距大于 200mm 时,宜在节点区内设置纵向构造钢筋。纵向构造钢筋的直径不宜小于 12mm 及纵向受力钢筋直径的 1/3(图 5.2.2)。

**5.2.3** 除本章规定以外,现浇多螺旋箍筋柱和框架梁的纵向钢筋在节点区的锚固、搭接以及节点区箍筋的构造措施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。

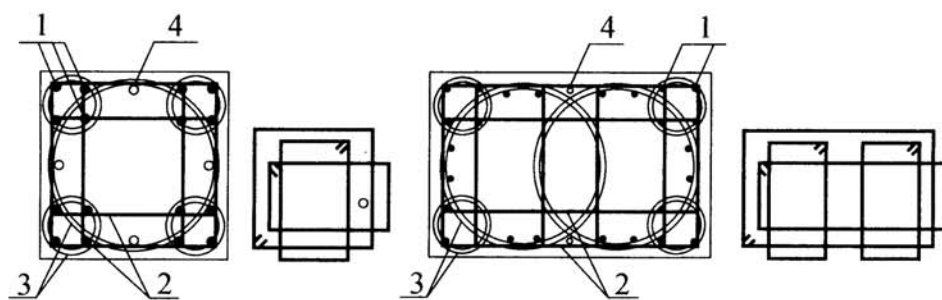


图 5.2.2 贯穿节点区柱纵向钢筋及箍筋构造

1—贯穿节点柱纵向受力钢筋；2—节点区箍筋；  
3—柱内多螺旋箍筋（不进入节点区）；4—节点内纵向构造钢筋

**5.2.4** 装配式结构的节点及接缝处的梁、柱纵向受力钢筋宜根据接头受力、施工工艺等要求选用机械连接、套筒灌浆连接、浆锚搭接连接、焊接连接等连接方式，并应符合国家现行有关标准的规定。

**5.2.5** 预制多螺旋箍筋柱及叠合梁的装配整体式后浇节点，梁、柱纵向钢筋在节点区内的锚固或连接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。

## 6 生 产 制 作

### 6.1 螺旋箍筋加工

6.1.1 螺旋箍筋宜采用盘条状钢筋加工。

6.1.2 螺旋箍筋的加工应满足下列要求：

- 1 螺旋箍筋应采用机械加工,宜在工厂加工,宜有防雨措施;
- 2 单根螺旋箍筋加工宜连续,当需要连接时,可采用焊接、搭接或机械连接;
- 3 螺旋箍筋外轮廓直径的允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ ;
- 4 螺旋箍筋堆放时应采取防止互相缠绕的措施,存放场地应采取防止钢筋锈蚀或变形的措施。

### 6.2 多螺旋箍筋钢筋笼组装

6.2.1 多螺旋箍筋柱箍筋笼的组装应满足下列要求：

- 1 多螺旋箍筋的组装可在工厂或现场进行;
- 2 多螺旋箍筋的组装宜采用辅助定位装置进行;
- 3 多螺旋箍筋组装时,可采用焊接或绑扎固定箍筋笼形状;
- 4 柱加密区与非加密区的多螺旋箍筋笼可分段组装。

6.2.2 预制多螺旋箍筋柱的钢筋加工及纵向钢筋组装应满足下列要求：

- 1 预制柱纵向钢筋的下料误差应控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内;
- 2 多螺旋箍筋柱的纵向钢筋可采用绑扎方式与多螺旋箍筋笼固定,绑扎的数量应根据钢筋笼的稳定性确定;
- 3 预制多螺旋箍筋柱的上下端模板宜与多螺旋箍筋柱钢筋笼一同搭设。

6.2.3 多螺旋箍筋钢筋笼组装应满足下列要求：

1 柱主筋组装时,宜逐根插入灌浆套筒内,主筋插入灌浆套筒内的深度应符合设计要求。灌浆套筒上的注浆管应定位准确、安装稳固,防止漏浆;

2 钢筋组装钢筋笼入模及预埋件安装的偏差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;

3 多螺旋箍筋间距的允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ ;

4 多螺旋箍筋柱采用水平生产制作时,过长的纵向主筋宜在适当位置增设定位措施以避免因自重下垂变形;

5 模具或模板与多螺旋箍筋笼间应放置保护层垫块;

6 钢筋笼吊运及入模应避免变形,必要时宜采用平衡吊架多点吊具,保证安装精度。

### 6.3 多螺旋箍筋柱制作

6.3.1 多螺旋箍筋柱制作模具应符合下列规定:

1 柱构件生产的模具应考虑强度、刚度、精度和整体稳定性的要求;钢模应易于拆组,并能可靠抵抗浇筑混凝土时的冲击力、侧压力、振动力以及蒸汽养护所产生的膨胀及收缩而不变形;

2 宜采用定型钢模;

3 进行柱底钢筋连接用灌浆套筒固定时,应先在柱底模板上固定橡胶环和螺杆,再将灌浆套筒套在橡胶环上,拧紧螺杆,套筒与柱底模板应垂直;

4 模具表面应均匀涂刷脱模剂,但在预嵌式外饰材及预埋件等与混凝土的接触面上不得涂刷脱模剂。

6.3.2 混凝土的浇筑与养护应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666,并应符合下列规定:

1 浇筑混凝土前,预埋件及预留钢筋的外露部分宜采取防止污染的保护措施;

2 混凝土浇筑时应采用机械振捣,根据工艺要求可选择插入

式振捣棒、平板振动器、附着式振动器或振动台等方式；

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

4 应避免振捣棒直接作用在预埋件或钢筋笼上，防止预埋件或钢筋脱离、变位；

5 生产过程中应按规定留置同条件养护的试块和标准养护的试块；

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

7 采用蒸汽养护时应制订养护制度并按要求严格控制升降温速度和最高温度。

## 6.4 贮存与运输

6.4.1 预制构件的贮存与运输应符合现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

6.4.2 堆放多螺旋箍筋笼的场地应排水良好，避免钢筋受潮；

6.4.3 多螺旋箍筋笼堆置时，上下层宜放置垫木区隔，防止互缠绕及变形；堆置层数不宜超过 3 层，且高度不宜超过 2.0m。

6.4.4 多螺旋箍筋笼出场运输应确保每一组螺旋箍筋皆绑扎稳固不松脱。

6.4.5 堆放柱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。

6.4.6 预制柱堆置层数不宜超过 3 层，且高度不宜超过 2.0m。

6.4.7 预制构件的出厂运输应符合下列规定：

1 出厂构件强度的确定应考虑运输荷载，施工阶段构件能够承受自重；

2 吊索与构件水平面所成夹角不宜小于  $60^\circ$ ，不应小于  $45^\circ$ 。

6.4.8 装卸构件的顺序，应考虑车体平衡，避免因构件重量、冲击作用造成车体倾倒、翻覆。

**6.4.9 预制构件产品保护应符合下列规定：**

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

**2** 预埋件锁接用螺孔、螺杆及预留钢筋螺纹接头宜采取防锈及保护措施。

## 7 施 工

### 7.1 一 般 规 定

7.1.1 施工测量应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026的有关规定。

7.1.2 多螺旋箍筋柱施工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。

### 7.2 预制多螺旋箍筋柱的安装

7.2.1 装配式结构预制柱施工前应对吊装与临时固定进行验算。

7.2.2 在露天有六级及以上大风或大雨、大雪、大雾等恶劣天气时,应停止构件的起重吊装作业。

7.2.3 采用杯形基础时,在柱安装前宜用钢质垫片调整杯底标高。预留插筋应采用定位底座及格栅网准确定位。

7.2.4 预制多螺旋箍筋柱安装就位应符合下列规定:

1 安装前应清洁预制柱连接部位的结合面,并确认柱内套筒连接器内无异物;

2 应按照预制柱构件的形状、重量、长度及现场条件等因素,确定吊装方案;

3 预制柱就位后应立即在两个方向用可调斜撑作临时固定;

4 当预制柱就位后,应先检测垂直度,当不满足要求时,应进行调整,误差值应符合本规程表 8.2.7 的要求范围;

5 预制柱完成垂直度调整后,应在柱子四角加塞垫片增加稳定性及安全性;

6 预制柱的支撑,应在套筒连接器内的灌浆料强度达到 35MPa 后拆除;

7 当套筒连接器内的灌浆料强度达到 35MPa 时,可进行上部结构吊装与施工。

7.2.5 柱底套筒灌浆施工应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定。

7.2.6 当梁柱节点混凝土强度大于柱底垫片产生的局部压力,且梁柱节点混凝土强度达到 10MPa 以上时,预制构件可做后续安装。

### 7.3 现浇多螺旋箍筋柱的施工

7.3.1 现浇多螺旋箍筋柱连续螺旋箍筋笼的吊装应满足下列要求:

- 1 多螺旋箍筋笼箍筋间距可采用附加纵向构造钢筋固定;
- 2 吊装时应采取辅助措施保证箍筋笼的整体性;
- 3 柱纵向钢筋安装宜先于多螺旋箍筋笼吊装。

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

7.3.3 现浇多螺旋箍筋柱连续螺旋箍筋笼的运送应满足道路运输的有关规定。



## 8 质量验收

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 多螺旋箍筋柱的验收,应符合现行国家标准《混凝土结构施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定;预制多螺旋箍筋柱的验收,尚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。

**8.1.2** 对于检验不符合要求的检验批,可按下列规定处理:

1 经返工、返修后重新检查,当符合条件时,仍可重新验收;

2 经有资质的检测机构按国家现行标准进行检测鉴定,当符合条件时,仍可重新验收;

3 经检测鉴定和计算复核,当仍能够符合降低了的结构性能、使用功能或使用期的条件时,可按调整后的条件验收,并降级使用。

**8.1.3** 多螺旋箍筋柱的外观质量缺陷,应由监理(建设)单位、施工单位等各方根据其对结构性能和使用功能影响的严重程度,按表 8.1.3 确定。

表 8.1.3 结构柱外观质量缺陷

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	柱内钢筋未被混凝土包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	柱主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	柱主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	柱主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣

续表 8.1.3

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
疏松	混凝土中局部不密实	柱主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	柱主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
连接部位缺陷	柱连接处混凝土缺陷及连接钢筋、连接件松动	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、边凸肋等	清水混凝土柱有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土柱有不影响使用功能的外形缺陷
外表缺陷	柱表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	具有重要装饰效果的清水混凝土柱有外表缺陷	其他混凝土柱有不影响使用功能的外表缺陷

## 8.2 多螺旋箍筋柱的验收

### I 主控项目

8.2.1 组装完成的多螺旋箍筋钢筋笼应检验钢筋规格、位置和数量符合设计的要求,并应在明显部位标明相应构件型号的标志。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察。

8.2.2 组装成型入模的多螺旋箍筋钢筋笼应符合下列规定:

- 1 螺旋箍外轮廓直径的允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ;
- 2 多螺旋箍筋的箍筋间距允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ;
- 3 多螺旋箍筋笼螺旋箍外轮廓应笔直顺平,相邻螺旋箍圆心相对偏差不宜大于 $10\text{mm}$ 。

检查数量:全数检查。

检验方法:钢尺检查。

**8.2.3** 预制柱应在明显部位标明柱型号、生产日期和质量验收标志。柱上的预埋件、插筋和预留孔洞的规格、位置和数量应符合设计要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察。

**8.2.4** 预制柱的外观质量不应有严重缺陷。对已经出现严重缺陷的柱,应按技术处理方案进行处理,并重新检查验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,检查技术处理方案。

**8.2.5** 预制柱不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。对超过尺寸允许偏差且影响结构性能和安装、使用功能的部位,应按技术处理方案进行处理,并重新检查验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:量测,检查技术处理方案。

## II 一般项目

**8.2.6** 预制柱的外观质量不宜有一般缺陷。对已经出现的一般缺陷,应按技术处理方案进行处理,并重新检查验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,检查技术处理方案。

**8.2.7** 预制柱尺寸的允许偏差应符合表 8.2.7 的规定。

检查数量:同一工作班生产的同类型构件,抽查 5%且不少于 3 件。

表 8.2.7 预制柱生产容许误差、预制柱尺寸的允许偏差及检验方法

项 目		允许偏差(mm)	检验方法
长度	柱	+5, -10	钢尺检查
宽度、高(厚)度	柱	±5	钢尺量一端及中部,取其中较大值
侧向弯曲	柱	$L/750$ 且 $\leq 20$	钢尺量最大侧向弯曲处
预留孔	中心线位置	5	钢尺检查

续表 8.2.7

项 目		允许偏差(mm)	检验方法
预留洞	中心线位置	15	钢尺检查
主筋保护层厚度	柱	+10,-5	钢尺或保护层厚度测定 仪式量测
表面平整度	柱	5	2m 靠尺和塞尺检查
接合预埋件	中心线位置	5	钢尺检查
	螺栓位置	5	
	螺栓外露长度	+10,-5	
非接合预埋件	中心线位置	50	钢尺检查
剪力樺	位置	5	钢尺检查
	深度	±5	
预留主筋位置	柱	5	钢尺检查
预留主筋锚固长度	柱	±10	钢尺检查
柱套筒钢筋连接器	位置	2	钢尺检查
	主筋埋入长度	0,-10	

8.2.8 多螺旋箍筋柱的外观质量缺陷,应符合表 8.2.8 的规定。

表 8.2.8 多螺旋箍筋柱钢筋笼外观质量缺陷

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
外形缺陷	柱筋、箍筋变形及 松散	柱筋、箍筋明显变 形及松散	轻微变形
柱筋对接 部位缺陷	续接器螺牙变形	柱筋无法续接	连接部位存在不影响 结构传力性能的缺陷
柱筋固定 方式缺陷	柱筋与箍筋固接	无法旋紧或铁丝 连接松脱	轻微松脱

8.2.9 现浇多螺旋箍筋柱钢筋笼的外观质量不宜有一般缺陷。当出现一般缺陷时,应按技术处理方案进行处理,并重新检查验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,检查技术处理方案。

**8.2.10** 现浇多螺旋箍筋柱钢筋笼的柱筋与多螺旋箍筋预先组立时,预组之柱筋不宜完全固接在箍筋上,仅可采用铁线绑扎,不可松散且不应坠落。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,检查技术处理方案。

### **8.3 多螺旋箍筋柱安装验收**

#### **I 主控项目**

**8.3.1** 钢筋采用焊接连接时,其焊接质量应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

检查数量:按现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定确定。

检查方法:检查钢筋焊接施工记录及平行加工试件的强度试验报告。

**8.3.2** 钢筋采用机械连接时,其接头质量应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。

检查数量:按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定确定。

检查方法:检查钢筋机械连接施工记录及平行加工试件的强度试验报告。

**8.3.3** 套筒灌浆连接接头的型式检验和施工现场检验除应按现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定执行外,尚应符合下列规定:

- 1 套筒灌浆料的检验批以每个工作日为一个检验批;
- 2 套筒灌浆连接接头的检验批以每层和每 500 个套筒连接器为一个检验批,不足 500 个以 500 个计;
- 3 套筒灌浆连接接头检验时的灌浆料龄期不宜少于 28d;
- 4 连接接头的实测强度应大于设计钢筋的抗拉强度。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查施工记录及试件强度试验报告。

**8.3.4** 梁柱节点混凝土强度未达到本规程第 7.2.6 条要求时,不得安装本节点后续的预制构件。已安装完毕的装配式结构,应在混凝土强度达到设计要求后,方可承受全部设计荷载。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查施工记录及试件强度试验报告。

**8.3.5** 预制柱的临时支撑、临时固定措施应符合施工方案及相关技术标准要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,检查施工记录。

## II 一般项目

**8.3.6** 预制柱吊装前,应按设计要求在柱和相应的支承结构上标志中心线、标高等控制尺寸,按标准图或设计文件校核预埋件及连接钢筋等,并做出标志。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,钢尺检查。

**8.3.7** 预制柱安装就位后,应根据水准点和轴线校正位置。预制柱的安装验收应满足表 8.3.7 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,钢尺检查。

**表 8.3.7 预制柱安装允许偏差(mm)**

项 目			允许偏差
预制柱基础	中心线对轴线位置		15
	预制柱安装标高		0, -10
	预埋柱筋		0, +15
预制柱	中心线对定位轴线位置		8
	标高		±10
	垂直度	≤5m	8
		>5m, <10m	10
		全高 $H \geq 10m$	$H/1000$ 且 ≤30

注:检查轴线、中心线位置时,应沿纵、横两个方向量测,并取其中的最大值。

**8.3.8** 现浇多螺旋箍筋柱钢筋笼安装就位后,应校正其垂直度至满足模板可封模之条件。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,钢尺检查。

## 本规程用词说明

1 为了便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

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



## 引用标准名录

- 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 《钢结构设计规范》GB 50017
- 《工程测量规范》GB 50026
- 《混凝土质量控制标准》GB 50164
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 《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
- 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
- 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
- 《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256
- 《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355
- 《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398
- 《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408

中国工程建设协会标准

多螺旋箍筋柱应用技术规程

**T/CECS 512-2018**

条文说明



# 目 次

1	总 则 .....	( 37 )
2	术语和符号 .....	( 38 )
2.1	术语 .....	( 38 )
3	材 料 .....	( 40 )
3.1	混凝土 .....	( 40 )
4	多螺旋箍筋柱的设计 .....	( 41 )
4.1	一般规定 .....	( 41 )
4.2	承载力计算 .....	( 41 )
4.3	构造规定 .....	( 43 )
5	节点设计 .....	( 47 )
5.1	框架节点、柱与基础连接的抗震受剪承载力计算 .....	( 47 )
5.2	节点及连接的基本构造措施 .....	( 47 )
6	生产制作 .....	( 49 )
6.1	螺旋箍筋加工 .....	( 49 )
6.2	多螺旋箍筋钢筋笼组装 .....	( 49 )
6.3	多螺旋箍筋柱制作 .....	( 49 )
6.4	贮存与运输 .....	( 50 )
7	施 工 .....	( 51 )
7.1	一般规定 .....	( 51 )
7.2	预制多螺旋箍筋柱的安装 .....	( 51 )



# 1 总 则

**1.0.1** 本规程中多螺旋箍筋柱的箍筋形式通常由一个大螺旋箍筋和角部四个小螺旋箍筋组合而成,与应用于圆形柱的传统螺旋箍筋的差别在于其角落的四个小螺旋箍筋:对矩形 RC 柱截面角落混凝土起约束作用;对大螺旋箍筋提供侧向约束,减小外扩;固定角落的纵筋,并提供侧向支撑。已有对不同箍筋形式的研究与评估表明,多螺旋箍筋在强度、变形能力、抗震性能优于传统箍筋形式,且具有节省钢筋用量,提升施工效率,适用于工厂预制构件生产等优点,经济和社会效益明显。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

**2.1.1** 多螺旋箍筋是在柱截面中由一个或两个大直径螺旋箍筋与四角围绕纵向受力钢筋的小直径螺旋箍筋叠搭组成,藉以对不同部位的混凝土形成有效的约束机制。配置于正方形柱时多采用五螺旋箍筋,即为由一个大螺旋箍筋及四个小螺旋箍筋组成,四个小螺旋箍筋圆对称分布于大螺旋箍筋圆弧上,且有适当的交叠区。五螺旋箍筋的示意图见图 1。

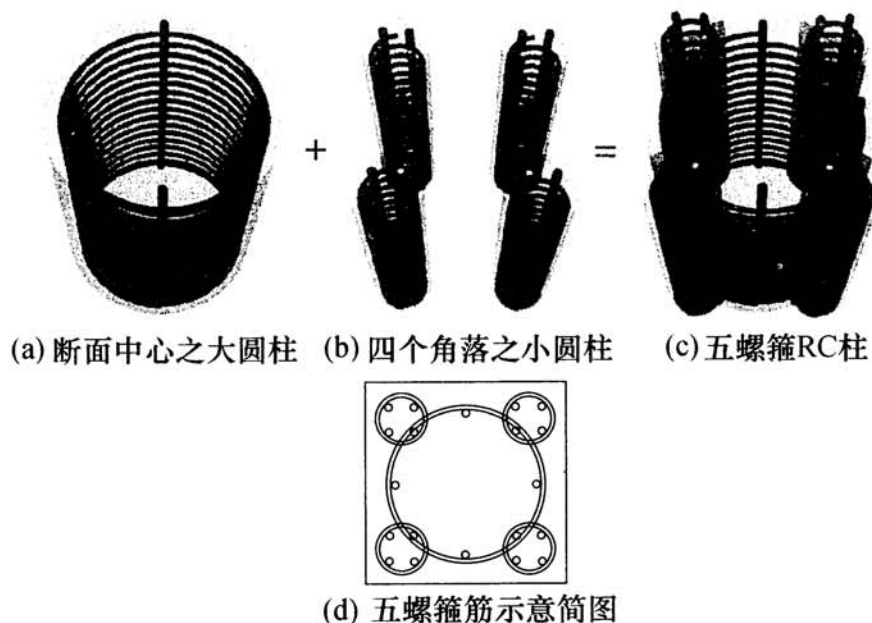
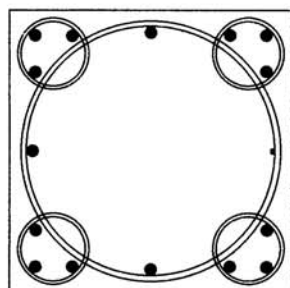
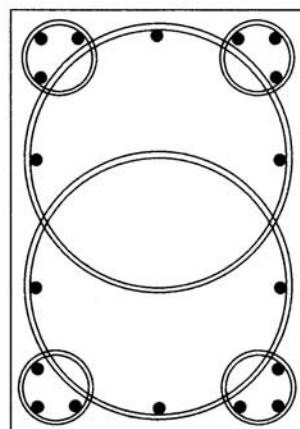


图 1 五螺旋筋示意图

**2.1.2** 基于相关研究和工程实际经验,本规程的规定仅适用于采用配置方式如图 2 所示的多螺旋箍筋柱。



(a) 正方形截面



(b) 矩形截面

图 2 多螺旋箍筋的配置方式



## 3 材 料

### 3.1 混 凝 土

**3.1.2** 本条给出了多螺旋箍筋柱的混凝土最低强度等级的限制,由于混凝土强度对柱的承载具有较重要的作用,故对多螺旋箍筋柱混凝土强度等级做出了不应低于 C30 的规定。

## 4 多螺旋箍筋柱的设计

### 4.1 一般规定

**4.1.2** 承载力抗震调整系数按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010(2015 年版)第 11.1.6 条规定采用。

**4.1.3** 由于多螺旋箍筋柱的抗震性能优于一般框架柱,所以可全部采用多螺旋箍筋柱,也可部分采用配置普通箍筋的柱。

### 4.2 承载力计算

**4.2.1** 多螺旋箍筋柱的轴心受压承载力为各螺旋箍筋约束混凝土提供的抗力加纵向受压钢筋提供的抗力,但重叠区域的约束作用只考虑一次。

**4.2.2** 多螺旋箍筋柱的偏心受压正截面承载力计算同现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中柱的偏心受压正截面承载力计算,未考虑螺旋箍筋约束作用对混凝土的影响。对处于中性轴附近的纵筋,如按照受力钢筋进行设计,可参考国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010(2015 年版)附录 E 方法计算其对抗弯的贡献,也可不考虑其贡献,方便工程设计计算。

根据国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010(2015 年版)第 6.2.7 条的规定,截面有效高度  $h_0$  为纵向钢筋受拉钢筋合力点至截面受压边缘的距离,采用多螺旋箍筋时,此定义仍然适用。其中,纵向受拉钢筋合力点可由公式(1)确定。

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

式中: $A_{si}$ ——受拉钢筋  $i$  的截面面积;

$h_i$ ——受拉钢筋  $i$  至截面受压边缘的距离；

$n_i$ ——受拉钢筋  $i$  的根数。

钢筋的应力  $\sigma_s$  可按下列情况确定：

(1) 当  $\xi$  不大于  $\xi_b$  时为大偏心受压构件，取  $\sigma_s$  为  $f_y$ ，此处  $\xi$  为相对受压区高度，取  $x/h_0$ ；

(2) 当  $\xi$  大于  $\xi_b$  时为小偏心受压构件， $\sigma_s$  按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010(2015 年版)第 6.2.8 条的规定进行计算。

**4.2.3** 多螺旋箍筋柱的斜截面承载力由混凝土和箍筋分别提供，公式的推导基于以下几个假设：

(1) 斜裂缝与柱构件纵轴夹角为  $45^\circ$ ；

(2) 与斜裂缝相交的箍筋在极限状态下全部达到屈服；

(3) 箍筋的间距与箍筋中心线所围成的圆周直径比较相对较小。进而，将与斜裂缝相交的箍筋拉力全部投影到平面上，则所有拉力在水平方向的投影之和就是极限状态下箍筋所受的剪力。

计算时不计小螺旋箍筋的抗剪强度效应，此外，在混凝土剪压区有两个小螺旋箍筋约束混凝土，其剪压强度可以提高。这部分提高作为安全储备，不反映在计算表达式中。

**4.2.5** 根据国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010(2015 年版)对有抗震要求柱的轴压比限值的规定：对沿柱全高度配置连续复合螺旋箍筋，且螺距净距不大于 80mm、箍筋直径不小于 10mm 时，柱中的轴压比限值可比表 11.4.16 中数值增加 0.1，对框架结构、框架-剪力墙结构以及筒体结构，取国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010(2015 年版)表 11.4.16 中各抗震等级下的数值增加 0.1 作为相应结构多螺旋箍筋柱的轴压比限值；取表 11.4.16 中部分框支剪力墙结构一、二级抗震等级下的数值增加 0.05 作为部分框支剪力墙结构多螺旋箍筋柱的轴压比限值。

**4.2.6** 在多螺旋箍筋柱总的体积配箍率  $\rho_v$  满足规定的情况下，

多螺旋箍筋约束核心混凝土  $A_{ch}$  的效果与单螺旋柱的性能相当。为便于计算,可用本规程式(4.2.6)作为多螺旋箍筋柱总的体积配箍率  $\rho_v$  的限制条件。

目前配置高强箍筋柱的抗震性能试验表明,对于起约束作用的高强箍筋,在柱发生破坏时箍筋通常能够达到屈服,发挥出较好的约束混凝土的作用。特别是圆形高强箍筋用于约束作用时,能够发挥更高的屈服强度,因此用于约束构造的螺旋箍筋,其屈服强度取不大于 700MPa。用于抗震受剪承载力计算时,箍筋的屈服强度不得高于 360MPa。

### 4.3 构造规定

**4.3.4** 多螺旋箍筋中,螺旋箍筋间必须有足够的交汇区以确保多螺旋箍筋不会在受力过程中分离,以维持完整的箍筋行为。多螺旋箍筋的优化试验报告显示,当  $D_2 = 0.25D_1$  且大小螺旋箍筋皆与保护层相切时,多螺旋箍筋不论在轴压或反复荷载下,其整体性皆不受影响。多螺旋箍筋的交汇区是受大、小螺旋箍筋重复约束作用的区域,该区域的混凝土需足以承受大小圆螺旋箍筋的约束而不破坏,若交汇面积不足,可以采用纵向钢筋弥补。同济大学及台湾地区的多螺旋柱试验的结果显示,在未设置拉筋的条件下,仍能提供足够的约束,确保柱的轴向受压及偏压承载力,因此多螺旋箍筋可以不用设置拉筋。

600mm 截面小螺旋箍筋直径 135mm,交叠面积满足 30%,直径不宜小,主要是因为设备加工能力,实际设计最小直径达 135 也能满足要求。

对于矩形截面,交叠区矢高台湾地区实例用到  $0.3D_1$ ,美国公路桥梁设计用  $0.25D_1$ ,本规程规定为  $0.4D_1$ 。

常用正方形截面螺旋箍交叠面积与小螺旋圆面积比和交叠矢高与小螺旋直径比关系如表 1。

表 1 常用正方形截面螺旋箍交叠面积与交叠矢高关系

柱截面 $B=h$	大圆直径 $D_1$ (mm)	小圆直径 $D_2$ (mm)					
600	540	158.16	150.00	140.00	132.00	130.00	120.00
小圆与大圆直径比		0.29	0.28	0.26	0.24	0.24	0.22
搭接矢高与小圆直径比		0.50	0.46	0.41	0.36	0.35	0.28
重叠面积与小圆面积比		46.9%	42.2%	35.9%	30.2%	28.7%	20.8%
柱截面 $B=h$	大圆直径 $D_1$ (mm)	小圆直径 $D_2$ (mm)					
650	590	172.81	170.00	160.00	144.00	140.00	130.00
小圆与大圆直径比		0.29	0.29	0.27	0.24	0.24	0.22
搭接矢高与小圆直径比		0.50	0.49	0.44	0.36	0.33	0.27
重叠面积与小圆面积比		46.9%	45.5%	40.0%	30.1%	27.3%	20.0%
柱截面 $B=h$	大圆直径 $D_1$ (mm)	小圆直径 $D_2$ (mm)					
700	640	187.45	180	170	156.2	150	140
小圆与大圆直径比		0.29	0.28	0.27	0.24	0.23	0.22
搭接矢高与小圆直径比		0.50	0.47	0.43	0.36	0.32	0.26
重叠面积与小圆面积比		46.9%	43.3%	38.1%	30.1%	26.1%	19.2%
柱截面 $B=h$	大圆直径 $D_1$ (mm)	小圆直径 $D_2$ (mm)					
750	690	202.10	190.00	180.00	168.40	160.00	150.00
小圆与大圆直径比		0.29	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22
搭接矢高与小圆直径比		0.50	0.45	0.41	0.36	0.31	0.25
重叠面积与小圆面积比		46.9%	41.4%	36.4%	30.1%	25.0%	18.6%
柱截面 $B=h$	大圆直径 $D_1$ (mm)	小圆直径 $D_2$ (mm)					
800	740	216.74	200.00	190.00	181.00	170.00	160.00
小圆与大圆直径比		0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22
搭接矢高与小圆直径比		0.50	0.44	0.40	0.36	0.31	0.25
重叠面积与小圆面积比		0.47	0.40	0.35	0.30	0.24	0.18

续表 1

柱截面 $B=h$	大圆直径 $D_1$ (mm)	小圆直径 $D_2$ (mm)					
850	790	231.39	220.00	210.00	193.00	190.00	180.00
小圆与大圆直径比		0.29	0.28	0.27	0.24	0.24	0.23
搭接矢高与小圆直径比		0.50	0.46	0.43	0.36	0.35	0.30
重叠面积与小圆面积比		46.9%	42.5%	38.2%	30.2%	28.6%	23.3%
柱截面 $B=h$	大圆直径 $D_1$ (mm)	小圆直径 $D_2$ (mm)					
900	840	246.03	230.00	220.00	205.00	200.00	190.00
小圆与大圆直径比		0.29	0.27	0.26	0.24	0.24	0.23
搭接矢高与小圆直径比		0.50	0.45	0.42	0.36	0.34	0.29
重叠面积与小圆面积比		0.47	0.41	0.37	0.30	0.28	0.23
柱截面 $B=h$	大圆直径 $D_1$ (mm)	小圆直径 $D_2$ (mm)					
950	890	260.67	250.00	240.00	217.00	200.00	190.00
小圆与大圆直径比		0.29	0.28	0.27	0.24	0.22	0.21
搭接矢高与小圆直径比		0.500	0.470	0.439	0.358	0.285	0.237
重叠面积与小圆面积比		46.9%	43.2%	39.5%	30.0%	21.9%	16.8%
柱截面 $B=h$	大圆直径 $D_1$ (mm)	小圆直径 $D_2$ (mm)					
1000	940	275.32	260.00	240.00	229.60	200.00	190.00
小圆与大圆直径比		0.29	0.28	0.26	0.24	0.21	0.20
搭接矢高与小圆直径比		0.50	0.46	0.40	0.36	0.23	0.18
重叠面积与小圆面积比		46.9%	41.8%	34.4%	30.1%	16.5%	11.6%

**4.3.5** 在柱端箍筋内配置一定数量的箍筋(用体积配箍率衡量)是使柱具有必要的延性和塑性耗能能力的另一项重要措施。因为抗震等级越高,抗震性能要求相应提高;加之轴压比越高,混凝土强度越高,也需要更高的配箍率,方能达到相同的延性;而箍筋强度越高,配箍率则可相应降低。为此,先根据抗震等级及轴压比给出所需的柱端配箍特征值,再经配箍特征值及混凝土与钢筋的强度设计值计算得出所需的体积配箍率。根据国家标准《混凝土结

构设计规范》GB 50010—2010(2015 年版)第 11.4.17 条柱箍筋加密区的体积配箍率的规定,最小配箍率特征值根据不同的箍筋形式而有对应的设计取值。本规程所规定的多螺箍属于国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010(2015 年版)中的连续复合矩形螺旋箍。



## 5 节点设计

### 5.1 框架节点、柱与基础连接的抗震受剪承载力计算

**5.1.1** 对于钢筋混凝土预制装配式结构,按照行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1—2014 有关后浇框架节点的设计规定,在保证节点构造措施与施工质量的情况下,规程规定的节点形式具有与现浇节点基本等同的抗震性能。因此本章规定,对钢筋混凝土有抗震要求的现浇多螺旋箍筋柱框架节点,以及符合上述规程要求的预制装配式多螺旋箍筋柱后浇框架节点,其内力设计值的调整应与国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定保持一致。

**5.1.2** 为便于节点区钢筋构造和施工,保证节点区混凝土的浇筑质量,多螺旋箍筋柱框架梁柱节点区可采用普通复合箍筋、连续复合矩形螺旋箍筋,也可采用多螺旋箍筋。相应节点区的抗震受剪承载力计算应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 以及《组合结构设计规范》JGJ 138 的有关规定。

**5.1.3** 抗震设计时,预制柱底与基础顶面结合面混凝土的自然粘结及粗糙面的受剪承载力丧失较快,计算时不考虑其作用。

### 5.2 节点及连接的基本构造措施

**5.2.1** 不论是现浇结构还是预制结构,可根据具体施工条件,在节点中采用普通箍筋、普通复合箍筋或连续复合螺旋箍筋,也可采用多螺旋箍筋。

**5.2.2** 当多螺旋箍筋柱框架梁柱节点区采用普通复合箍筋、连续复合矩形螺旋箍筋形式时,在保证柱截面受力合理的条件下,应根据多螺旋箍筋小螺箍直径与大螺箍直径的比值以及柱纵向钢筋的



数量和直径,布置纵向钢筋在大螺箍筋和小螺箍筋中的位置,使贯穿节点柱的最外侧纵向钢筋(含纵向受力钢筋与纵向构造钢筋)的外缘与柱表面的距离取为一致,使贯穿节点柱的纵向钢筋位置能够适应节点区配置普通箍筋、复合箍筋、连续复合矩形螺旋箍筋的要求。

**5.2.3** 多螺旋箍筋柱的现浇梁、柱纵向钢筋在节点中的锚固、搭接和节点区箍筋的最大间距、最小直径、配箍特征值以及箍筋最小体积配箍率等构造措施应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

**5.2.4** 钢筋的机械连接应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的相关规定;钢筋套筒灌浆连接应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的相关规定;钢筋焊接连接应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的相关规定;浆锚搭接连接应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的相关规定。

**5.2.5** 在预制柱、叠合梁框架节点中,梁纵筋在节点中的锚固及连接方式是施工可行性以及节点受力性能的关键。已有的装配式节点连接区的试验结果表明,在保证节点构造措施与施工质量的情况下,现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 规定的节点型式具有与现浇节点基本等同的抗震性能。

## 6 生产制作

### 6.1 螺旋箍筋加工

**6.1.1** 螺旋箍筋是利用螺旋箍筋成型机,将盘元钢筋料置入盘元架内,通过送线、整直、成形、缠绕及切割而成。柱构件内螺旋箍筋一般由同一钢筋加工成螺旋状由柱底延续至柱顶,采用盘圆筋加工可以保证柱箍筋的连续性。

**6.1.2** 单根箍筋加工宜连续不分段,当采用分段连接时,可采用焊接、搭接或机械连接。工厂实际加工时,当采用搭接方式,搭接长度宜满足受拉钢筋搭接长度要求。

### 6.2 多螺旋箍筋钢筋笼组装

**6.2.2** 预制柱钢筋笼制作时,将缠绕好的各个螺旋钢筋放置于固定架上进行间距调整,并用纵向辅助钢筋进行节与节之间的间距定位绑扎或定位焊接;进行各螺旋箍筋间的嵌套放置,调整各螺旋钢筋之间的相对位置后,插入柱的纵向受力钢筋,用定位钢板进行受力钢筋的位置调整,将箍筋与纵筋进行绑扎定位,形成钢筋笼。预制多螺旋箍筋柱的上下端模板与多螺旋箍筋柱钢筋笼一同搭设,有利于纵向钢筋的定位。

### 6.3 多螺旋箍筋柱制作

**6.3.1** 制作预制柱构件所采用的模具,决定了制作的质量,按设计要求及国家现行有关标准验收合格的模具才可用于预制柱构件制作。改制模具使用前的检查验收同新模具。对于重复使用的模具,每次浇筑混凝土前也应核对模具的关键尺寸,并应针对模具的磨损进行及时、有效的修补。连接钢筋锚入套筒续接器长度控制

方式如图 3 所示。

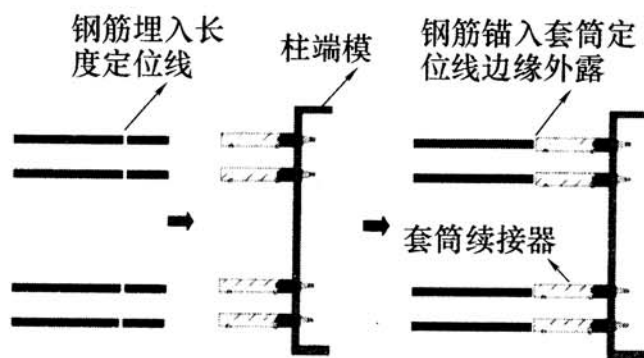


图 3 钢筋锚入套筒续接器示意图

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

(1) 构件混凝土初凝完成后再进行加热升温,静停时间宜为 2h~4h;

(2) 合理控制升温速度,宜为  $15^{\circ}\text{C}/\text{h} \sim 25^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ;

(3) 养护阶段最高温度不宜超过  $70^{\circ}\text{C}$ ;

(4) 养护时构件表面宜保持 90%~100% 的相对湿度;

(5) 停止加热后,应让构件缓慢降温,避免混凝土构件因温度突变产生收缩裂缝;降温速度不宜大于升温速度,构件脱模后其表面与外界环境温差不宜大于  $20^{\circ}\text{C}$ 。

## 6.4 贮存与运输

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

**6.4.9** 预制构件堆放应避免因污染、开裂、扭曲及翘曲等原因而受损。

## 7 施 工

### 7.1 一 般 规 定

**7.1.1 控制点测量:**装配式结构施工前,需先进行导线测量控制,测量控制点的闭合差要求如下:

- (1)标高闭合差宜小于 2mm;
- (2)距离闭合差宜小于 3mm 与  $1/15000$  的较小值;
- (3)角度闭合差宜小于  $20''$  与  $10\sqrt{n}$  的较小值。

测量控制点要求在建筑物外围四周或内侧设定轴线,以利后续各轴线放样、各楼层引升与外墙垂直面精度的控制。

### 7.2 预制多螺旋箍筋柱的安装

**7.2.1 装配式结构预制柱施工前应对吊装与临时固定进行验算,**验算需包括以下内容:

- (1)预制柱吊装验算;
- (2)预制柱脱模强度验算;
- (3)预制柱局部抗压承载力验算;
- (4)预制柱支撑及拆除强度验算。

**7.2.3 预制柱施工前的基础系指混凝土结构由杯形基础、筏式基础或其他形式基础,以现浇方式施工,转换至以预制方式施工的部位。**预留插筋定位底座是为了精准控制柱主筋位置而固定在基础 PC 上的构造铁件;格栅网则是用钢筋电焊固定成纵横交错的网片(图 4)。

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

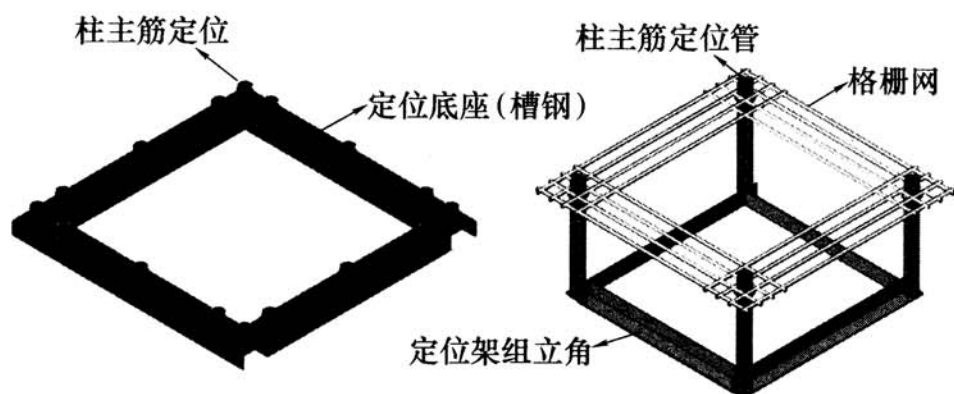


图 4 定位底座及格栅网示意图

**7.2.5 柱底套筒灌浆**需确认每个出浆孔均已流出圆柱状浆液,才能确认每支套筒内均已充满灌浆料。当处于低温环境下,无收缩灌浆料的强度要求,根据台湾地区的经验值取用。灌浆料检验数量为每一个灌浆检验批均需做一组 3 个试块,进行抗压强度检测,试件尺寸为  $70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm}$  的立方体标准试块;抗压试验试件标准养护条件下,1d 龄期抗压强度应大于  $35\text{MPa}$ ,3d 龄期抗压强度应大于  $60\text{MPa}$ ,标准养护条件应符合国家现行标准普通混凝土力学性能试验方法标准。每一个套筒连接器检验批,应进行一组 3 个套筒连接器抗拉试验,试件为灌满灌浆料的套筒续接连接器,两端已连接好钢筋母材,试验应符合 I 级接头的要求。

柱底套筒灌浆施工顺序如图 5 所示。

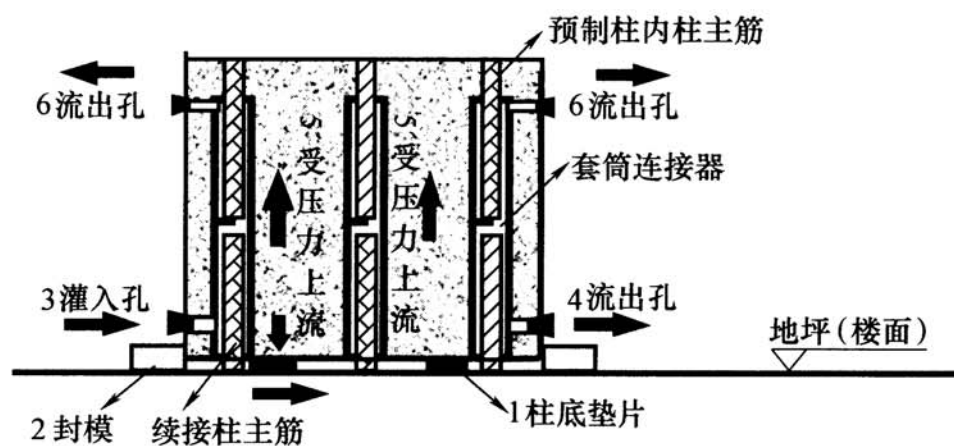


图 5 柱底套筒灌浆施工顺序示意图