**DB**JXX

**西藏自治区工程建设标准**

装配式排钢管混凝土结构技术标准

Technical standard for

assembled array steel tube-reinforced concrete structures

（征求意见稿）

202X-XX-XX-发布 202X-XX-XX实施

**西藏自治区住房和城乡建设厅 发 布**

前 言

根据西藏自治区市场监督管理局（函）《西藏自治区市场监督管理局关于2020年第二批推荐性地方标准制定计划的函》，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外相关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分8章，主要内容包括：总则、术语和符号、基本规定、异形柱设计、剪力墙设计、节点设计、制作安装和涂装、施工验收。

本标准的某些内容涉及专利，涉及专利的具体技术问题，使用者可直接与本标准主编单位协商处理，本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由西藏自治区住房和城乡建设厅负责管理，由西藏涛扬集团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，请寄送至解释单位（地址：西藏自治区拉萨市城关区格桑林卡，邮政编码：850030）。

|  |  |
| --- | --- |
| **主编单位**： |  |
| **参编单位**： |  |
| **主要起草人：** |  |
| **主要审查人：** |  |

目 次

[1 总 则 1](#_Toc91692389)

[2 术语和符号 2](#_Toc91692390)

[2.1 术 语 2](#_Toc91692391)

[2.2 主要符号 2](#_Toc91692392)

[3 基本规定 4](#_Toc91692393)

[3.1 一般规定 4](#_Toc91692394)

[3.2 材料 5](#_Toc91692395)

[3.3 结构计算 6](#_Toc91692396)

[4 异形柱设计 9](#_Toc91692397)

[4.1 一般规定 9](#_Toc91692398)

[4.2 承载力计算 9](#_Toc91692399)

[4.3 构造要求 12](#_Toc91692400)

[5 剪力墙设计 18](#_Toc91692401)

[5.1 一般规定 18](#_Toc91692402)

[5.2 承载力计算 18](#_Toc91692403)

[5.3 构造要求 19](#_Toc91692404)

[6 节点设计 24](#_Toc91692405)

[6.1 一般规定 24](#_Toc91692406)

[6.2 异形柱、剪力墙拼接节点 24](#_Toc91692407)

[6.3 柱脚、墙脚节点 26](#_Toc91692408)

[6.4 梁和异形柱、剪力墙连接节点 27](#_Toc91692409)

[6.5 楼板和异形柱、剪力墙连接节点 28](#_Toc91692410)

[7 制作、安装和涂装 29](#_Toc91692411)

[7.1 制作 29](#_Toc91692412)

[7.2 安装 30](#_Toc91692413)

[7.3 防腐涂装 30](#_Toc91692414)

[8 施工验收 31](#_Toc91692415)

[8.1 一般规定 31](#_Toc91692416)

[8.2 构件验收 31](#_Toc91692417)

[8.3 安装验收 32](#_Toc91692418)

[本标准用词说明 33](#_Toc91692419)

[引用标准名录 34](#_Toc91692420)

[条文说明](#_Toc91692421) **[错误！未定义书签。](#_Toc91692421)**

Contents

[1 General provisions 1](#_Toc91692389)

[2 Terms and symbols 2](#_Toc91692390)

[2.1 Terms 2](#_Toc91692391)

[2.2 Symbols 2](#_Toc91692392)

[3 Basic requirements of design 4](#_Toc91692393)

[3.1 General requirements 4](#_Toc91692394)

[3.2 Materials 5](#_Toc91692395)

[3.3 Structural calculation and analysis 6](#_Toc91692396)

[4 Specially shaped column frame design 9](#_Toc91692397)

[4.1 General requirements 9](#_Toc91692398)

[4.2 Design on strength 9](#_Toc91692399)

[4.3 Detailing requirements 12](#_Toc91692400)

[5 Shear wall design 18](#_Toc91692401)

[5.1 General requirements 18](#_Toc91692402)

[5.2 Design on strength 18](#_Toc91692403)

[5.3 Detailing requirements 19](#_Toc91692404)

[6 Design of connection 24](#_Toc91692405)

[6.1 General requirements 24](#_Toc91692406)

[6.2 Splice of AASC 24](#_Toc91692407)

[6.3 Base of AASC 26](#_Toc91692408)

[6.4 Beam to AASC connections 27](#_Toc91692409)

[6.5 Slab to AASC connections 28](#_Toc91692410)

[7 Fabrication,erection and protection 29](#_Toc91692411)

[7.1 Fabrication 29](#_Toc91692412)

[7.2 Erection 30](#_Toc91692413)

[7.3 Corrosion coating 30](#_Toc91692414)

[8 Constrution acceptance 31](#_Toc91692415)

[8.1 General requirements 31](#_Toc91692416)

[8.2 Member acceptance 31](#_Toc91692417)

[8.3 Erection acceptance 32](#_Toc91692418)

[Explanation of wording in this specification 33](#_Toc91692419)

[List of quoted standards 34](#_Toc91692420)

[Addition:Explanation of provisions](#_Toc91692421) **[错误！未定义书签。](#_Toc91692421)**

# 总 则

* + 1. 为在工业和民用建筑工程中规范和促进装配式排钢管混凝土结构的推广应用，做到安全可靠、技术先进、经济合理、方便施工，制定本标准。
    2. 本标准适用于抗震设防烈度为6度至8度地区的工业和民用建筑装配式排钢管混凝土结构的设计、制作、施工及验收。
    3. 装配式排钢管混凝土结构的设计、制作、施工与验收，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 术语和符号

## 术 语

* + 1. 装配式排钢管混凝土结构

assembled array steel tube-reinforced concrete structures

采用排钢管混凝土异形柱、排钢管混凝土短肢剪力墙、或者排钢管混凝土剪力墙与钢梁或混凝土梁的组成的异形柱框架结构、异形柱框架-支撑/内填墙板/剪力墙结构、框架-剪力墙结构、剪力墙结构；其中排钢管混凝土异形柱、排钢管混凝土短肢剪力墙、排钢管混凝土剪力墙、钢梁或混凝土梁均工厂预制，混凝土可在工厂完全或部分浇筑。

* + 1. 排钢管混凝土异形柱

array steel tube-reinforced concrete specially shaped column

成排内置圆钢管混凝土芯柱的混凝土异形柱，形式有L型、T型、工字型、十字型和Z字型等，截面厚度不大于300mm、且截面各肢的肢高肢厚之比不大于4。

* + 1. 排钢管混凝土短肢剪力墙

array steel tube-reinforced concrete limb shear walls

成排内置圆钢管混凝土芯柱的混凝土剪力墙，形式有一字型、L型、T型、工字型、十字型等，截面厚度不大于300mm、且各肢截面高度与厚度之比的最大值大于4但不大于8。

* + 1. 排钢管混凝土剪力墙

array steel tube-reinforced concrete shear walls

成排内置圆钢管混凝土芯柱的混凝土剪力墙，形式有一字型、L型、T型、工字型、十字型等，截面厚度不大于300mm，肢截面高度与厚度之比的最大值不小于8。。

* + 1. 圆钢管混凝土芯柱的工作承担系数

percentage of load-carrying capacity shared by array steel tube-reinforced concrete column

圆钢管混凝土芯柱轴心受压承载力（短柱，考虑钢管套箍作用）占异形柱、剪力墙边缘构件全部截面轴心受压承载力（不考虑钢管套箍作用）的百分数。

## 主要符号

* + 1. 作用效应和抗力

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 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； |
|  | —— | 弹性层间位移角限值； |
|  | —— | 弹塑性层间位移角限值； |
|  | —— | 异形柱、剪力墙水平缝处剪力设计值； |
|  | —— | 弯矩设计值； |
|  | —— | 轴力设计值； |
|  | —— | 剪力设计值； |

* + 1. 材料力学性能

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 钢材弹性模量； |
|  | —— | 钢管外混凝土弹性模量； |
|  | —— | 钢管内混凝土弹性模量； |
|  | —— | 钢管钢材的强度设计值； |
|  | —— | 钢管外混凝土的轴心抗压强度设计值； |
|  | —— | 钢管内混凝土的轴心抗压强度设计值； |

* + 1. 几何参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 排钢管外混凝土截面面积； |
|  | —— | 排钢管内混凝土截面面积； |
|  | —— | 排钢管截面面积； |
|  | —— | 水平施工缝处异形柱、剪力墙腹板内竖向钢筋面积。 |

* + 1. 计算系数及其他

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 钢管总数； |
|  | —— | 验算截面的剪跨比； |
|  | —— | 轴心受压构件的稳定系数； |
|  | —— | 圆钢管混凝土芯柱的工作承担系数。 |

# 基本规定

## 一般规定

* + 1. 装配式排钢管混凝土结构建筑应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223确定其抗震设防类别及抗震设防标准。
    2. 装配式排钢管混凝土结构的建筑设计、结构布置要求、结构规则性要求、不规则类型判别和不规则结构设计要求，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99的规定。
    3. 装配式排钢管混凝土结构可采用异形柱框架、异形柱框架-支撑/内填墙板/剪力墙、框架-剪力墙、剪力墙等结构类型。装配式排钢管混凝土结构标准设防类房屋适用的最大高度应符合表3.1.3的规定，并应符合下列规定：

表3.1.3 装配式排钢管混凝土结构的最大适用高度（m）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构体系 | 抗震设防烈度 | | | |
| 6度 | 7度 | 8度 | |
| 0.20g | 0.30g |
| 异形柱框架 | 36 | 21 | 18 | 15 |
| 异形柱框架-支撑/内填墙板/剪力墙 | 70 | 50 | 40 | 24 |
| 框架-剪力墙 | 160 | 140 | 120 | 100 |
| 剪力墙 | 170 | 150 | 130 | 110 |

1 异形柱框架结构、异形柱框架-支撑/内填墙板/剪力墙结构中，框架柱可全部采用排钢管混凝土异形柱，也可部分采用钢柱、钢管混凝土柱或钢管混凝土叠合柱；剪力墙应全部采用排钢管混凝土剪力墙；框架梁应沿结构全高采用钢梁或混凝土梁；

2 框架-剪力墙结构、剪力墙结构中，剪力墙应全部采用排钢管混凝土剪力墙，框架柱全部采用钢柱、钢管混凝土柱或钢管混凝土叠合柱；框架梁应沿结构全高采用钢梁或混凝土梁。

3混凝土梁宜采用混合梁形式，混合梁宜符合《装配式劲性柱混合梁框架结构技术规程》JGJ/T400的规定。

【条文说明】

排钢管混凝土异形柱结构体系的最大适用高度参考现行标准《矩形钢管混凝土组合异形柱结构技术规程》 T/CECS 825、《型钢混凝土异形柱结构技术标准》T/CSCS 014中的相关规定，并适当从严。

排钢管混凝土剪力墙结构体系参考现行标准《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T/CECS188中对钢管混凝土剪力墙结构体系最大适用高度的规定。

* + 1. 抗震设计时，剪力墙底部加强部位不应设置上下拼接节点，可采用整体预制形式或现浇形式。

【条文说明】

排钢管混凝土剪力墙具有较好的抗震性能，边缘构件采用钢管混凝土芯柱，性能优于混凝土结构，结构可全部采用预制构件；考虑到底部加强区的重要性，建议底部加强区不设置水平拼接节点，采用现浇形式或整体预制形式。

* + 1. 各抗震设防类别的装配式排钢管混凝土结构的抗震措施应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范)GB50011和《建筑工程抗震设防分类标准)GB50223的有关规定。
    2. 装配式排钢管混凝土结构应根据抗震设防分类、烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并符合相应的计算和构造措施要求。丙类建筑装配式排钢管混凝土结构构件的抗震等级应按表3.1.6确定。

表3.1.6 装配式排钢管混凝土结构构件的抗震等级

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构体系 | | 抗震设防烈度 | | | | | | | | | | |
| 6度 | | | 7度 | | | | 8度 | | | |
| 异形柱框架 | 高度 | ≤21 | | ＞21 | ≤18 | ＞18 | | | ≤12 | | ＞12 | |
| 框架 | 四 | | 三 | 二 | 二 | | | 二 | | 一 | |
| 异形柱框架-支撑/内填墙板/剪力墙 | 高度 | ≤30 | | ＞30 | ≤18 | 19~  30 | ＞30 | | ≤18 | | ＞18 | |
| 框架 | 四 | | 三 | 三 | 二 | | | 二 | | | |
| 剪力墙 | 三 | | | 二 | | 一 | | 二 | | 一 | |
| 框架-剪力墙 | 高度 | ≤60 | 61~  130 | ＞130 | ≤24 | 25~  60 | 61~  120 | ＞120 | ≤24 | 25~  60 | 61~  100 | ＞100 |
| 框架 | 四 | 三 | 二 | 四 | 三 | 二 | 一 | 三 | 二 | 一 | 一 |
| 剪力墙 | 三 | | 二 | 三 | 二 | | 一 | 二 | 一 | | 特一 |
| 剪力墙 | 高度 | ≤80 | 81~  140 | ＞140 | ≤80 | 81~120 | | ＞120 | ≤80 | 81~110 | | ＞110 |
| 剪力墙 | 四 | 三 | 二 | 三 | 二 | | 一 | 二 | 一 | | 一 |

【条文说明】

排钢管混凝土异形柱结构构件的抗震等级参考现行标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ149中的相关规定，排钢管混凝土剪力墙结构体系参考现行标准《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T/CECS188中相关规定。

* + 1. 结构底部的异形柱、剪力墙宜延伸至基础顶面，并按本标准第6.3节的规定设置柱脚、墙脚。
    2. 异形柱及剪力墙的耐火极限可分别与钢筋混凝土异形柱及钢筋混凝土剪力墙的耐火极限相同。
    3. 装配式排钢管混凝土结构中的楼盖结构应符合现行国家标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3的规定。

## 材料

* + 1. 钢管、钢板等的选用及相关力学性能应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017的有关规定。
    2. 钢筋材料及加工等应符合现行国家规范《混凝土结构设计规范》GB50010、《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ366的有关规定。
    3. 排钢管混凝土异形柱、剪力墙的混凝土宜采用自密实混凝土；管外混凝土强度等级不应低于C30，不应高于C60，异形柱管外混凝土强度等级不应高于C50；管内混凝土强度等级不宜低于C40，宜采用强度等级高的混凝土。圆钢管混凝土芯柱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；钢管内混凝土可采用超高性能混凝土（UHPC），其力学参数可根据试验确定。

注：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标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283的有关规定。

【条文说明】

圆钢管混凝土芯柱采用强度等级高的钢材和混凝土后，排钢管异形柱、剪力墙抗震性能进一步提高；且高等级混凝土在工厂预制，可保证混凝土质量的可靠性。

## 结构计算

* + 1. 荷载、地震作用及荷载效应组合应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009和《建筑抗震设计规范》GB50011的有关规定进行计算。
    2. 结构弹性阶段的内力和位移计算时，排钢管混凝土异形柱、剪力墙的截面轴向刚度取值可按下列公式计算：

(3.3.2)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 式中： |  | —— | 排钢管混凝土异形柱、剪力墙的轴向刚度； |
|  |  | —— | 排钢管混凝土异形柱、剪力墙管外混凝土的轴向刚度； |
|  |  | —— | 排钢管混凝土异形柱、剪力墙管内混凝土的轴向刚度； |
|  |  | —— | 排钢管混凝土异形柱、剪力墙内钢管的轴向刚度； |

* + 1. 弹性分析时,宜按楼面梁与楼板的共同作用,同时构造上应保证楼面梁与楼板有可靠连接；可计入楼板对楼面梁惯性矩的增大作用，组合梁的惯性矩可按《组合结构设计规范》JGJ138有关规定计算混凝土翼板对楼面梁惯性矩的增大作用，刚度放大系数不宜大于2.0；弹塑性分析时,不应计入楼板对钢梁惯性矩的增大作用。
    2. 装配式排钢管混凝土结构的阻尼比应按以下原则采用：

1 多遇地震作用下，采用钢筋混凝土梁和型钢混凝土梁时可取为0.05，采用钢梁时可取为0.045；设防地震和罕遇地震作用下，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，推覆分析或等效弹性分析时，可分别取为0.05~0.06和 0.06~0.07，也可根据结构构件屈服情况确定；

2 风荷载作用下内力和变形计算时，阻尼比可取0.02~0.03，风振舒适度验算时，阻尼比可取0.01~0.02。

【条文说明】

参考现行标准《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T/CECS188中相关规定。

* + 1. 排钢管混凝土异形柱、剪力墙的承载力抗震调整系数

γRE应按表3.3.5采用。

表3.3.5 排钢管混凝土结构构件承载力抗震调整系数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 材料 | 结构构件 | 受力状态 | γRE |
| 钢 | 梁、螺栓、焊缝 | 强度  稳定 | 0.75  0.80 |
| 混凝土 | 排钢管混凝土异形柱 | 偏压 | 0.80 |
| 排钢管混凝土剪力墙 | 偏压 | 0.85 |
| 各类构件 | 受剪，偏拉 | 0.85 |

【条文说明】

参考现行标准《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T/CECS188中相关规定。

* + 1. 在风荷载或多遇地震标准作用下，装配式排钢管混凝土结构按弹性方法计算的楼层内最大层间水平位移应满足下式要求：

(3.3.6)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 风荷载或多遇地震作用标准值产生的楼层内最大弹性层间水平位移（mm）； |
|  | —— | 计算楼层层高（mm）； |
|  | —— | 弹性层间位移角限值。 |

表3.3.6排钢管混凝土结构的弹性层间位移角限值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 结构类型 | |  |
| 异形柱框架 | 钢筋混凝土梁 | 1/500 |
| 钢梁 | 1/400 |
| 异形柱框架-支撑，异形柱框架-内填墙板 | 钢筋混凝土梁 | 1/500 |
| 钢梁 | 1/400 |
| 异形柱框架-剪力墙，框架-剪力墙 | 钢筋混凝土梁 | 1/650 |
| 钢梁 | 1/500 |
| 剪力墙 | 钢筋混凝土梁 | 1/800 |
| 钢梁 | 1/650 |

注：采用型钢混凝土梁及混合梁的结构，其层间位移角限值与采用钢筋混凝土梁的结构相同。

* + 1. 在罕遇地震作用下，装配式排钢管混凝土结构的弹塑性层间位移应满足下式要求：

(3.3.7)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 弹塑性层间水平位移（mm）； |
|  | —— | 弹塑性层间位移角限值，可按表3.3.7采用。 |

表3.3.7排钢管混凝土结构的弹性层间位移角限值

|  |  |
| --- | --- |
| 结构类型 |  |
| 异形柱框架 | 1/50 |
| 异形柱框架-支撑，异形柱框架-内填（竖缝）墙板 | 1/50 |
| 异形柱框架-内填墙板，异形柱框架-剪力墙，框架-剪力墙 | 1/70 |
| 剪力墙 | 1/100 |

【条文说明】

国内排钢管混凝土剪力墙的抗震试验资料表明：1）轴压比0.45、含管率2.88%、剪跨比2.08的排钢管混凝土剪力墙，屈服层间位移角约为1/210~1/320，峰值位移角为1/100~1/75，极限位移角基本达到1/50（杨光、赵作周、钱稼茹等.新型钢管混凝土组合剪力墙抗震性能试验研究[J]，建筑结构，2014,44(7):93-98）; 2) 即使在高轴压比 (nd= 0.65)的条件下，钢管高强混凝土剪力墙在承载力较高的同时，仍具有良好的延性及耗能能力，位移延性系数远大于3，极限位移角可达1/49～ 1/37，远大于抗震设计规范要求的1/120（方晓丹等.钢管高强混凝土剪力墙压弯性能试验研究[J]，建筑结构学报，2013,34(8):72-81）。

结构体系的抗震性除了竖向构件因素外，水平钢梁的影响也很大。通常情况下，当竖向结构为钢结构时，结构体系采用钢筋混凝土梁时，其弹性层间位移角限制参照钢筋混凝土结构并适当放松；当采用钢-混凝土组合梁时，其弹性层间位移角参照纯钢结构并适当加严。

《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》中，采用钢梁的叠合柱框架、叠合柱框架-支撑弹性层间位移角限值为1/350、弹塑性层间位移角限值为1/50；采用钢梁的叠合柱框架-核心筒（下部不少于1/3总层数的楼层采用叠合柱及钢梁的结构）弹性层间位移角限值为1/500、弹塑性层间位移角限值为1/100。

# 异形柱设计

## 一般规定

* + 1. 排钢管混凝土异形柱可用于异形柱框架结构、异形柱框架-支撑结构、异形柱框架-内填墙板、异形柱框架-剪力墙结构等结构体系。
    2. 钢梁/混合梁-异形柱节点处，除框架顶层、柱轴压比小于 0.15 者及与支撑斜杆相连的节点外，异形柱端组合的弯矩设计值应符合下列规定：

1 等截面梁与柱连接时：

(4.1.2-1)

2梁端加强型连接或骨式连接的端部变截面梁与柱连接时：

(4.1.2-2)

(4.1.2-3)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 梁的塑性截面模量（mm3）； |
|  | —— | 梁塑性铰所在截面的梁塑性截面模量（mm3）； |
|  | —— | 梁的钢材屈服强度（N/mm2）； |
|  | —— | 强柱系数，框架结构不应小于1.2，其他结构不应小于1.1； |
|  | —— | 梁塑性铰剪力对梁端产生的附加弯矩（N·mm）； |
|  | —— | 梁塑性铰剪力（N）； |
|  | —— | 塑性铰至柱面的距离（mm），塑性铰可取梁端部变截面翼缘的最小处，梁端加强型连接可取加强板的长度加四分之一梁高，骨式连接取(0.5~0.75)+(0.3~0.45) ，和分别为梁翼缘宽度和梁截面高度，有试验依据时，也可按试验取值。 |

【条文说明】

参考现行标准《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T/CECS188中相关规定；异形柱厚度较薄，为避免混凝土梁钢筋过多造成节点混凝土浇筑、钢筋锚固等问题，要求节点处均采用钢梁连接。

* + 1. 异形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、四级分别不应小于 1.7、1.5、1.3 和 1.2；底层柱纵向钢筋、圆钢管芯柱应按上下端的不利情况配置。
    2. 对于角部异形柱，经本标准第4.1.2~4.1.3 条调整后的组合弯矩设计值和剪力设计值尚应乘以不小于1.1的增大系数。

## 承载力计算

* + 1. L形、T形、Z形等排钢管混凝土异形柱的强度和稳定性，可取每片一字形柱肢的内力和支承条件分别验算，也可按组合柱肢进行整体验算；一字型柱肢承载力可按现行标准《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》钢管混凝土剪力墙部分验算。
    2. 排钢管混凝土异形柱轴心受压、轴心受拉承载力可按现行标准《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》钢管混凝土剪力墙轴心受压、轴心受拉公式进行整体验算；异形柱柱肢稳定、整体稳定验算应符合现行标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3附录D的相关要求。
    3. 排钢管混凝土异形柱双向偏心受压的正截面承载力可按下列方法计算：

1 将柱截面划分为有限个混凝土单元、钢管单元和钢筋单元(图4.2.3)，近似取单元内的应变和应力为均匀分布，合力点在单元形心处；

2 截面达到承载能力极限状态时各单元的应变按截面应变保持平面的假定确定；

3 混凝土单元的应力和钢筋单元的应力应按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的假定确定。



(a)截面配筋及单元划分 (b)应变分布 (c)应力分布

图4.2.3  异形柱双向偏心受压正截面承载力计算

A-A—截面中和轴

* + 1. 排钢管混凝土异形柱双向偏心受压的正截面承载力应按下列公式计算：

（4.2.4-1）

（4.2.4-2）

（4.2.4-3）

（4.2.4-4）

（4.2.4-5）

（4.2.4-6）

（4.2.4-7）

（4.2.4-8）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 轴向力设计值； |
|  | —— | 考虑杆件挠曲偏心距增大系数，按《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149第5.1.4条的规定计算； |
|  | —— | 轴向力对截面形心轴y、x的初始偏心距； |
|  | —— | 初始偏心距； |
|  | —— | 轴向力对截面形心的偏心距； |
|  | —— | 对截面形心轴x、y的弯矩设计值，由压力产生的偏心在x轴上侧时取正值，由压力产生的偏心在y轴右侧时取正值； |
|  | —— | 附加偏心距，取20mm和0.15的较大值，此处为截面最小回转半径； |
|  | —— | 弯矩作用方向角，为轴向压力作用点至截面形心的连线与截面形心轴x正向的夹角，逆时针旋转为正； |
|  | —— | 角度参数，当、均为正值时，；当为负值、为正或负值时；当为负值、为正值时n＝2； |
| 、 | —— | 第i个混凝土单元的应力及面积，为压应力时取正值； |
| 、 | —— | 第j个钢筋单元的应力及面积，为压应力时取正值； |
| 、 | —— | 第个钢管单元的应力及面积，为压应力时取正值； |
| 、 | —— | 截面形心坐标； |
| 、 | —— | 第i混凝土单元的形心坐标； |
| 、 | —— | 第j个钢筋单元的形心坐标； |
| 、 | —— | 第k个钢管单元的形心坐标； |
| 、、 | —— | 混凝土、钢筋、钢管单元总数。 |
|  | —— | 承载力抗震调整系数；对偏心受压柱，轴压比小于0.15时取0.75，轴压比不小于0.15时取0.80，对偏心受拉柱取0.85；无地震作用组合时取1.0。 |



图4.2.4 双向偏心受压异形柱截面

* + 1. 异形柱双向偏心受拉正截面承载力应按本标准式(4.2.4-1)～式(4.2.4-3)计算，式中、分别以替代，为轴向拉力设计值。
    2. 异形柱的受剪截面、斜截面受剪承载力应按现行标准《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》钢管混凝土剪力墙部分验算，承载力验算时选取验算方向的柱肢；对Z形截面柱，当验算方向为翼缘方向时，取，其中和分别为两侧翼缘的截面高度，为腹板截面厚度，为受拉钢筋合力点至截面近边的距离。
    3. 圆钢管混凝土芯柱轴心受压承载力设计值 可按下列公式计算：

1 当时：

(4.2.7-1)

2当时：

(4.2.7-2)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 钢管内混凝土轴心抗压强度设计值（N/mm2）； |
|  | —— | 钢管内混凝土截面面积（mm2）； |
|  | —— | 钢管混凝土套箍指标，； |
|  | —— | 与混凝土强度等级有关的系数，可按表 4.2.7 采用。 |

表4.2.7 系数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 混凝土强度等级 | ≤C50 | C50~C100 |
|  | 2.0 | 1.8 |

注：钢管内混凝土采用超高性能混凝土（UHPC），芯柱轴心受压承载力宜根据试验确定。

【条文说明】

钢管约束UHPC短柱的承载力大于钢管承载力与核心UHPC承载力之和，试件承载力提高系数介于 1.2~1.4 之间，其随着套箍系数的增大而增大；其承载力计算公式可参考如下：（韦建刚等. 圆钢管约束超高性能混凝土短柱轴压受力性能研究[J]，建筑结构学报）。

* + 1. 装配式排钢管混凝土异形柱水平接缝的受剪承载力设计值应按下式计算：

(4.2.8)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 异形柱水平缝处剪力设计值； |
|  | —— | 水平施工缝处异形柱腹板内竖向钢筋面积； |
|  | —— | 水平施工缝处考虑地震作用组合的轴向力设计值，压力为正值，拉力为负值。 |
|  | —— | 水平缝处型钢抗压屈服强度设计值； |
|  | —— | 水平缝处型钢的截面面积； |
|  | —— | 水平缝处型钢数量。 |

【条文说明】

参考《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》钢管混凝土剪力墙的受剪截面的相关规定，偏保守未考虑混凝土作用。

## 构造要求

* + 1. 异形柱截面的肢厚不应小于200mm，不宜大于300mm，肢高不应小于450mm；Z形截面柱腹板净高不应小于200mm。
    2. 排钢管混凝土异形柱应符合下列规定：

1 钢管直径不宜小于108mm，钢管壁厚不宜小于4mm，钢管混凝土套箍指标不宜小于0.4；管外混凝土保护层厚度不宜超过表4.3.2；

表4.3.2管外混凝土保护层厚度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 肢厚（mm） | 钢管直径（mm） | 管外混凝土保护层厚度（mm） |
| 200 | D121 | 40 |
| 250 | D159 | 45 |
| 300 | D203 | 50 |

2 柱肢端部第一根钢管中心线至截面近端面的距离不宜大于（100+）(mm)，为该钢管半径；柱肢内钢管宜均匀布置，钢管中心距不宜大于3肢厚，钢管净距不宜小于100mm；

3 异形柱含管率不宜小于3%、不宜大于15%；对于多层建筑异形柱结构，当钢管混凝土短柱的轴心受压承载力设计值大于异形柱轴力设计值时，含管率不应小于1.5%。含管率可按下式计算：

(4.3.2-1)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 异形柱含管率； |
|  | —— | 钢管截面面积（mm2）； |
|  | —— | 异形柱全截面面积（mm2）。 |

4 圆钢管混凝土芯柱的工作承担系数不宜小于80%；对于多层建筑异形柱结构，当钢管混凝土短柱的轴心受压承载力设计值大于异形柱轴力设计值时，圆钢管混凝土芯柱的工作承担系数不应小于40%。工作承担系数可按下式计算：

(4.3.2-2)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 圆钢管混凝土芯柱的工作承担系数； |
|  | —— | 分别为管外、管内混凝土轴心抗压强度设计值； |
|  | —— | 钢管钢材抗压屈服强度设计值； |
|  | —— | 分别为单根钢管的截面面积和单根钢管内混凝土的截面面积； |
|  | —— | 钢管外混凝土截面面积。 |

5 异形柱肢端(转角处)应设钢管及纵向受力钢筋；在同一截面内，钢管及纵向受力钢筋宜采用相同直径；钢筋其直径不应小于14mm，且不应大于肢厚的1/10；全部纵向受力钢筋的总配筋率不宜小于0.8%，不应大于5％；

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| （a）L形截面柱 | （b）L形截面柱 | （c）L形截面柱 | （d）L形截面柱 |
| 图4.3.2-1 异形柱钢管、钢筋布置形式 | | | |

6 纵向钢筋间距：一、二、三级抗震等级不宜大于200mm；四级抗震等级不宜大于250mm。当纵向受力钢筋的间距不能满足上述要求时，应设置纵向构造钢筋，其直径不应小于12mm，并应设置拉筋，拉筋间距应与箍筋间距相同。

7 异形柱应采用复合箍筋，严禁采用有内折角的箍筋。箍筋应做成封闭式焊接箍筋，也可采用绑扎箍筋，其末端应做成135°的弯钩，不应小于10d，且不应小于75mm；当采用拉筋形成复合箍筋时，拉筋应紧靠纵向钢筋并钩住箍筋。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| （a）L形截面柱 | （b）L形截面柱 | （c）L形截面柱 | （d）L形截面柱 |
| 图4.3.2-2 箍筋形式 | | | |

8 柱肢内钢管两侧应配置水平拉筋，水平拉筋与钢管的净距不宜大于50mm，水平拉筋间距宜与水平分布钢筋间距相同，直径不应小于8mm

【条文说明】

第1条：

根据《型钢混凝土异形柱的混凝土保护层厚度》（陈宗平等.型钢混凝土异形柱的混凝土保护层厚度[J]，哈尔滨工业大学学报，Vol37 Sup.：181-184）研究成果，型钢混凝土保护层厚度确定原则如下：

1)保护层混凝土不发生失稳的最小保护层厚把SRC异形柱中型钢翼缘外侧的混凝土保护层视作一块宽度、长度为、厚度为的混凝土薄板，根据柱的受力状态，可将此混凝土板简化为三边简支、一边自由的单向均匀受压板。推导出， 确保混凝土板在达到受压强度之前，不发生失稳破坏的最小保护层厚度的计算式为，其中为板的弹塑性屈曲系数，；为混凝土的切线模量。

表1 混凝土保护层厚度与翼缘宽度的临界相对值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 临界保护层厚度 | C30 | C40 | C50 | C60 |
| 板弹塑性稳定理论 | 3.45 | 3.05 | 2.81 | 2.60 |

2）混凝土保护层开裂的临界保护层厚度

为了能求出最小开裂混凝土保护层厚度，做了以下假定：

①开裂面混凝土达到抗拉强度；

②翼缘对混凝土挤压力均匀分布在翼缘上；

③粘结力失效前，型钢向混凝土中扩散力的角度是４５°；

④混凝土沿翼缘肢尖４５°方向开裂。

得出

3）防火角度

SRC异形柱，当混凝土保护层厚为60mm时，可耐火3h，当混凝土保护层厚为50mm时，可耐火2h;钢筋混凝土墙，墙体厚度180mm耐火极限3.5h，墙体厚度240mm耐火极限5.5h。

对于排钢管混凝土异形柱、剪力墙，为提高构件的竖向承载力和延性，充分发挥钢管混凝土柱高延性、高承载力的优势，钢管外混凝土保护层越薄越好。根据圆钢管外混凝土保护层厚度不均匀且平均有效厚度优于普通型钢的特点并根据理论、试验、工艺等研究成果，初步确定圆钢管外混凝土保护层厚度不宜小于表4.3.2。

第4条：

圆钢管混凝土芯柱外混凝土保护层厚度偏薄，且管外混凝土极限变形能力远低于圆钢管混凝土芯柱；为保证管外混凝土退出工作后结构的承载力和延性，规定圆钢管混凝土芯柱的工作承担系数最低值。

第5条：

考虑到排钢管混凝土异形柱受力以圆钢管芯柱为主的特点，并参考现行标准《型钢混凝土异形柱结构技术标准》T\_CSCS014中相关规定，取消纵向钢筋按不同抗震等级进行分类的要求。

* + 1. 排钢管混凝土异形柱在重力荷载代表值作用下的轴压比不宜超过表4.3.3规定的限值。该轴压比可按下式计算：

(4.3.3)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 剪力墙在重力荷载代表值作用下的轴压比； |
|  | —— | 重力荷载代表值作用下剪力墙的轴压比设计值； |

表4.3.3 异形柱的轴压比限值

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构体系 | 截面形式 | 抗震等级 | | | |
| 一级 | 二级 | 三级 | 四级 |
| 框架结构 | L形、Z形、T形 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.70 |
| 十字形 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.85 |
| 框架-支撑/内填墙板/剪力墙结构 | L形、Z形、T形 | 0.50 | 0.65 | 0.75 | 0.85 |
| 十字形 | 0.65 | 0.75 | 0.85 | 0.90 |

* 注：1计算钢管混凝土异形柱的轴压比时，考虑钢管的作用，不考虑钢管对管内混凝土的约束作用。
* 2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小0.05；
* 3 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小0.05。
* 【条文说明】
* 参考现行标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ149及现行标准《型钢混凝土异形柱结构技术标准》T\_CSCS014中相关规定。
  + 1. 异形柱最外层钢筋和纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。处于一类环境且混凝土强度等级不低于C40时，异形柱的混凝土保护层最小厚度可减小5mm，但纵向受力钢筋的保护层厚度不应小于其直径。
* 【条文说明】
* 参考现行标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ149及现行标准《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T\_CECS188中相关规定。
  + 1. 异形柱箍筋加密区的配箍特征值应符合下列规定：

1 加密区的配箍特征值应符合下列公式的规定：

(4.3.5-1)

(4.3.5-2)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 箍筋加密区的箍筋体积配箍率，计算复合箍筋的体积配箍率时，不应计入重叠部分的箍筋体积； |
|  | —— | 混凝土轴心抗压强度设计值，强度等级低于C35时，按C35计算； |
|  | —— | 箍筋抗拉强度设计值； |
|  | —— | 最小配箍特征值，按表4.3.5采用。 |

2 对抗震等级为一、二、三、四级的框架柱，箍筋加密区的箍筋体积配箍率分别不应小于1.0％、0.8％、0.6％、0.5％。

3 当剪跨比λ≤2时，抗震等级为一、二、三、四级的框架柱，箍筋加密区的箍筋体积配箍率不应小于1.2％。

表4.3.5  异形柱箍筋加密区的箍筋最小配箍特征值λv,min

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 抗震等级 | 轴压比 | | | | | | |
| ≤0.3 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 |
| 一级 | 0.10 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | - | - |
| 二级 | 0.08 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | - |
| 三级、四级 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.17 |

* + 1. 异形柱箍筋加密区的箍筋最大间距和箍筋最小直径应符合表4.3.6的规定。

表4.3.6  异形柱箍筋加密区箍筋的构造要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 抗震等级 | 箍筋最大间距(mm) | 箍筋最小直径(mm) |
| 一级 | 100 | 10 |
| 二级 | 100 | 8 |
| 三级、四级 | 150(柱根100) | 8 |

注：1 柱根指底层柱下端箍筋加密区范围；

2 当剪跨比λ不大于2时，箍筋间距不应大于100mm。

【条文说明】

参考现行标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ149及现行标准《型钢混凝土异形柱结构技术标准》T\_CSCS014中相关规定。

* + 1. 异形柱箍筋加密区箍筋的肢距：一、二抗震等级不宜大于300mm，三级、四级抗震等级不宜大于350mm。此外，每根纵向钢筋宜在两个方向均有箍筋或拉筋约束。

【条文说明】

* 参考现行标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ149及现行标准《型钢混凝土异形柱结构技术标准》T\_CSCS014中相关规定。由于异形柱内圆钢管芯柱的设置，箍筋肢距略有放松；考虑到管外混凝土的延性，每根纵向钢筋均设置箍筋或拉筋。
  + 1. 异形柱箍筋加密区范围应按下列规定采用：

1 柱端取截面长边尺寸、柱净高的1/6和500mm三者中的最大值；

2 底层柱柱根不应小于柱净高的1/3；当有刚性地面时，除柱端外尚应取刚性地面上、下各500mm；

3 剪跨比不大于2的柱以及因设置填充墙等形成柱净高与柱肢截面高度之比不大于4的柱取柱全高；

4 角柱及Z形柱取柱全高。

* + 1. 异形柱非加密区箍筋的体积配箍率不宜小于箍筋加密区的50％；箍筋间距不应大于柱肢截面厚度；一、二级抗震等级不应大于10d(d为纵向受力钢筋直径)：三、四级抗震等级不应大于15d和250mm。
    2. 异形柱宜在钢管壁外表面贴焊闭合的环筋，并应符合下列规定：

1 首层异形柱及最上层异形柱宜沿全高贴焊环筋，两端箍筋加密区范围内环筋间距不宜大于200mm，其他范围内环筋间距不宜大于400mm。

2 除本条 1 款以外的异形柱，宜在两端箍筋加密区分别贴焊不少于两道环筋；

3 环筋直径不宜小于6mm；

4 环筋与钢管之间可采用间断的单面角焊缝焊接，焊缝可在环筋上侧或环筋上下两侧交错布置，每侧焊缝总长不宜小于环筋长度的1/2，焊缝高度不宜小于5mm和0.5d的较大者，d为环筋直径。

* 【条文说明】
* 参考现行标准《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T/CECS188中相关规定。

# 剪力墙设计

## 一般规定

* + 1. 排钢管混凝土剪力墙可用于框架-剪力墙结构、剪力墙结构等结构体系。
    2. 排钢管混凝土墙墙肢截面长度不宜过长，较长剪力墙宜设置跨高比较大的钢连梁将其分成长度较均匀的若干墙段，各墙段的高度与墙段长度之比不宜小于3，墙段长度不宜大于8m。

【条文说明】

参考现行标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3中相关规定；为加强结构的抗震性能及变形能力，连梁采用耗能能力较强的钢连梁，钢连梁可采用波纹腹板钢连梁等剪切耗能构件。

* + 1. 排钢管混凝土剪力墙底部加强部位的范围，应符合《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3相关规定。
    2. 排钢管混凝土结构不应全部采用短肢剪力墙。当具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构时，应符合下列规定：

1 在规定的水平地震作用下，短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不宜大于结构底部总地震倾覆力矩的50%；

2 房屋适用高度应比本规程3.1.3规定的剪力墙结构的最大适用高度适当降低，7度、8度（0.2g）和8度（0.3g）时分别不应大于130m、110m和90m。

【条文说明】

参考现行标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3和《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T\_CECS188中相关规定。

## 承载力计算

* + 1. L形、T形、工形等的排钢管混凝土剪力墙的强度和稳定性，可取每片一字形墙肢的内力和支承条件分别验算；承载力可按现行标准《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》钢管混凝土剪力墙部分计算。
    2. 剪力墙水平接缝的受剪承载力设计值应按下式计算：

(5.2.2)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 剪力墙水平缝处剪力设计值； |
|  | —— | 水平施工缝处剪力墙腹板内竖向钢筋面积； |
|  | —— | 水平施工缝处考虑地震作用组合的轴向力设计值，压力为正值，拉力为负值。 |
|  | —— | 水平缝处型钢抗压屈服强度设计值； |
|  | —— | 水平缝处型钢的截面面积； |
|  | —— | 水平缝处型钢数量。 |

## 构造要求

* + 1. 排钢管混凝土剪力墙厚度不宜小于200mm，不宜大于300mm；排钢管混凝土剪力墙底部加强部位不宜小于层高的1/16，其他部位不宜小于层高的1/20；一字形独立剪力墙底部加强部位不应小于220mm。

【条文说明】

参考现行标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3中相关规定。

《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T\_CECS188规定剪力墙截面厚度不宜小于300mm，本标准限定剪力墙厚度不宜大于300mm，可作为对上述规范的补充；此外，排钢管混凝土剪力墙厚度过厚，将引起装配式构件吊装困难等问题。

* + 1. 排钢管混凝土剪力墙的钢管配置应符合下列规定：

1 钢管直径不宜小于108mm，钢管壁厚不宜小于4mm，钢管混凝土套箍指标不宜小于0.4，钢管外混凝土保护层厚度宜符合表4.3.2要求；

2 剪力墙边缘构件端部第一根钢管中心线至截面近端面的距离不宜大于（100+）(mm)，为该钢管半径；边缘构件内钢管宜均匀布置，钢管中心距不宜大于3倍肢厚，钢管净距不宜小于100mm；

3 剪力墙约束边缘构件内排钢管含管率不宜小于4%，圆钢管混凝土芯柱的工作承担系数不宜小于85%； 剪力墙构造边缘构件内排钢管含管率不宜小于3%，圆钢管混凝土芯柱的工作承担系数不宜小于80%；

4 剪力墙非边缘构件范围内钢管宜均匀布置，钢管中心距不宜大于4倍墙厚，也不宜大于1000mm；

5 钢管壁外表面应贴焊闭合环筋，环筋直径不宜小于6mm；环筋间距不应大于 500mm，环筋与钢管之间可采用单面角焊缝间断焊接，焊接长度不应小于钢管周长的一半，焊缝高度不宜小于5mm。

* + 1. 排钢管混凝土短肢剪力墙应符合下列规定：

1 一、二、三级短肢剪力墙的轴压比，分别不宜大于0.55、0.60、0.65，一字形截面短肢剪力墙的轴压比限值应相应减少0.1；

2 短肢剪力墙的底部加强部位应按本节5.3.5条调整剪力设计值，其他各层一、二、三级时剪力设计值应分别乘以增大系数1.4、1.2和1.1；

3 短肢剪力墙的边缘构件的设置应符合本标准5.3.6条的规定；

4 短肢剪力墙的全部竖向钢筋的配筋率，底部加强部位一、二级不宜小于1.2%，三、四级不宜小于1.0%；其他部位一、二级不宜小于1.0%，三、四级不宜小于0.8%。

* + 1. 排钢管混凝土剪力墙墙肢截面组合的弯矩设计值及剪力设计值应按下列规定采用：

1 特一级钢管混凝土剪力墙底部加强部位，其截面组合的弯矩设计值应乘以增大系数 1.1，剪力设计值应按组合的剪力计算值的 1.9 倍采用；底部加强部位以上部位，其截面组合的弯矩设计值应乘以增大系数 1.3，剪力设计值应按组合的剪力计算值的 1.4倍采用；

2 一、二、三级钢管混凝土剪力墙底部加强部位，其截面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》GB50011有关钢筋混凝土剪力墙的规定；

3 一级钢管混凝土剪力墙底部加强部位以上部位，墙肢截面组合的弯矩设计值和剪力设计值应分别乘以增大系数1.2和1.3。

* + 1. 排钢管混凝土剪力墙在重力荷载代表值作用下的轴压比不宜超过表5.3.5规定的限值。该轴压比可按下式计算：

(5.3.5)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 剪力墙在重力荷载代表值作用下的轴压比； |
|  | —— | 重力荷载代表值作用下剪力墙的轴压比设计值； |
|  | —— | 分别为管外、管内混凝土轴心抗压强度设计值； |
|  | —— | 钢管钢材抗压屈服强度设计值； |
|  | —— | 分别为单根钢管的截面面积和单根钢管内混凝土的截面面积； |
|  | —— | 钢管外混凝土截面面积。 |

表5.3.5 排钢管混凝土剪力墙轴压比限值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 等级或烈度 | 特一级，一级  （7度、8度） | 一级（6度），  二、三、四级 |
| 轴压比限值 | 0.6 | 0.7 |

【条文说明】

参考现行标准《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T\_CECS188中相关规定，轴压比相对于普通混凝土放松0.1。

* + 1. 排钢管混凝土剪力墙两端应设置边缘构件，并应符合下列规定：

1 特一级、一、二、三级剪力墙底层墙肢底截面的轴压比大于表5.3.6的规定时，应在底部加强部位及相邻的上一层设置约束边缘构件，约束边缘构件应符合本标准5.3.7的规定；

2 除本条第1款所列部位外，剪力墙应按本标准第5.3.8条设置构造边缘构件。

表5.3.6 排钢管混凝土剪力墙可不设约束边缘构件的最大轴压比

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 等级或烈度 | 特一级、一级  （6、7、8度） | 二级、三级 |
| 轴压比 | 0.4 | 0.5 |

* + 1. 排钢管混凝土剪力墙墙肢两端应设置约束边缘构件，约束边缘构件包括暗柱、翼墙，约束边缘构件沿墙肢的长度、配箍特征值、竖向钢筋最小配筋量及最小直径、箍筋或拉筋沿竖向最大间距宜符合表5.3.7的规定。约束边缘构件的箍筋体积配箍率可按本标准式（4.3.5）计算，计算体积配箍率时，混凝土体积可扣除排钢管混凝土的体积，也可不扣除钢管混凝土的体积、而适当计入符合构造要求的水平分布钢筋，计入的水平分布筋的体积配箍率不应大于总体积配箍率的30%。

表5.3.7 排钢管混凝土剪力墙约束边缘构件的范围及配筋要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | 特一级、一级（6、7、8度） | | 二级、三级、四级 | |
|  |  |  |  |
| (暗柱) |  |  |  |  |
| (翼墙) |  |  |  |  |
|  | 0.12（0.14） | 0.20（0.24） | 0.12 | 0.20 |
| 竖向钢筋  （取较大值） | ，8φ16 | | 8φ16(三级8φ14) | |
| 箍筋或拉筋沿竖向最大间距(mm) | 100 | | 150 | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 注： | 1 | 剪力墙的翼墙长度小于其3倍厚度，按无翼墙查表； | |
|  | 2 | 为约束边缘构件沿墙肢的长度,不应小于墙厚和400mm；有翼墙时，不应小于翼墙厚度加300mm； | |
|  | 3 | 为约束边缘构件的最小配箍特征值，图 5.3.7中约束边缘构件阴影部分应配置箍筋；非阴影部分的最小配箍特征值可为，可配置箍筋或拉筋；阴影部分和非阴影部分长度均宜取值到钢管暗柱外侧拉筋处。 | |
|  | 4 | 为墙肢长度； | |
|  | 5 | 为重力荷载代表值作用下墙肢轴压比； | |
|  | 6 | 为图 5.3.7 示约束边缘构件阴影部分的截面面积， 为约束边缘构件内排钢管混凝土（包括钢管）的截面面积； | |
|  | 7 | 及竖向钢筋括号内数值适用于特一级钢管混凝土剪力墙。 | |
| (a)暗柱 | | | (c)翼墙 | |
|  | | |
| (b) 转角墙 | | |

图5.3.7 剪力墙的约束边缘构件范围

1. 阴影部分；2-非阴影部分

【条文说明】

为增强排钢管混凝土剪力墙的抗震性能，边缘构件范围宜根据排钢管排列模数适当扩大；竖向钢筋根据构造数量增加为8根。

* + 1. 排钢管混凝土剪力墙边缘构件范围宜按图5.3.8中阴影部分采用，其最小配筋应满足表5.3.8的规定，并应符合下列规定：

1 竖向钢管、配筋应满足正截面受压（受拉）承载力的要求；

2 箍筋、拉筋沿水平方向的肢距不宜大于300mm，不应大于竖向钢筋间距的2倍。

表5.3.8 排钢管混凝土剪力墙构造边缘构件的最小配筋要求

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 抗震等级 | | 底部加强部位 | | | | | |
| 竖向钢筋最小量  （取较大值） | | | 箍筋 | | |
| 最小直径（mm） | | 沿竖向最大间距（mm） |
| 特一、一 | | 0.010，816 | | | 8 | | 100 |
| 二 | | 0.008，814 | | | 8 | | 150 |
| 三 | | 0.006，812 | | | 6 | | 150 |
| 四 | | 0.005，810 | | | 6 | | 200 |
| 抗震等级 | | 其他部位 | | | | | |
| 竖向钢筋最小量  （取较大值） | | | 拉筋 | | |
| 最小直径（mm） | | 沿竖向最大间距（mm） |
| 特一、一 | | 0.008，814 | | | 8 | | 150 |
| 二 | | 0.006，812 | | | 8 | | 200 |
| 三 | | 0.005，810 | | | 6 | | 200 |
| 四 | | 0.004，88 | | | 6 | | 250 |
| 注： | 1 | | 为构造边缘构件的截面面积，即图5.3.8剪力墙截面的阴影部分； | | | | |
|  | 2 | | 符号表示钢筋直径； | | | | |
|  | 3 | | 其他部位的转角处宜采用箍筋； | | | | |
|  | 4 | | 阴影部分长度宜取值到钢管暗柱外侧拉筋处。 | | | | |
| (a)暗柱 | | | | | (b) 转角墙 | | (c)翼墙 | | |

图5.3.8 剪力墙的构造边缘构件范围

* + 1. 排钢管混凝土剪力墙竖向和水平分布钢筋的配筋应符合下列规定：

1 特一级剪力墙底部加强部位的竖向和水平分布钢筋配筋率不应小于0.4%，其他部位的竖向和水平分布钢筋配筋率不应小于 0.35%；

2一、二、三级剪力墙的竖向和水平分布钢筋配筋率不应小于0.25%，四级剪力墙的竖向和水平分布钢筋配筋率不应小于 0.2%；

3剪力墙的竖向和水平分布钢筋间距不宜大于 200mm，不应大于300mm；

4 竖向和水平分布钢筋直径不应小于8mm，且不宜大于墙厚的1/10；

5 竖向和水平分布钢筋不应少于双排配筋，双排及多排分布钢筋间应配置水平拉筋，水平拉筋宜梅花形布置，间距不宜大于 400mm，直径不应小于8mm；

6 墙肢内钢管两侧应配置水平拉筋，水平拉筋与钢管的净距不宜大于50mm，水平拉筋间距宜与水平分布钢筋间距相同，直径不应小于8mm；

7 水平分布钢筋应锚固于两端边缘构件内。

* + 1. 排钢管上应尽量避免开设洞口，当无法避免时洞口宜设置在墙肢长度方向的钢管之间混凝土部分，且洞口尺寸小于钢管间混凝土距离。

# 节点设计

## 一般规定

* + 1. 装配式排钢管混凝土结构中，钢构件及钢筋混凝土构件的连接设计应符合相关现行国家、行业标准的规定。
    2. 抗侧力构件连接的承载力设计值应不小于构件的承载力设计值，且连接的极限承载力应大于构件的塑性承载力。
    3. 节点设计应满足承载力极限状态要求，防止节点因强度破坏、板件局部失稳、焊缝及其周边开裂等引起节点失效。
    4. 节点构造应便于制作、运输、安装和维护，并采取可靠的防腐与防火措施。
    5. 现浇钢筋混凝土楼（屋）盖框架梁的部分上部纵向钢筋布置在楼板内时，应符合下列规定：

1 钢筋布置范围不宜超过梁侧面2倍板厚；

2 钢筋面积不宜超过梁端上部钢筋总面积的20%；

3 钢筋直径不宜小于16mm；

4 钢筋应与垂直布置的板面钢筋绑扎，且梁端不小于500mm及1.5（为梁截面高度）较大者的长度范围楼板内宜配置箍筋，箍筋直径不宜小于8mm，间距不宜大于150mm。

## 异形柱、剪力墙拼接节点

* + 1. 根据构造和运输要求，异形柱、剪力墙可按2-4个楼层高度下料分段制作，分段接头宜设在楼面以上1.0~1.3m处；异形柱应整体预制；剪力墙边缘构件应整体预制，非边缘构件可与边缘构件分开预制，现场拼接；非边缘构件内应设置不少于1根圆钢管混凝土芯柱。

【条文说明】

异形柱、边缘构件整体预制，保证抗震关键构件的整体性；边缘构件与非边缘构件接缝设置在无圆钢管芯柱水平段，节点连接简单，可靠性好，施工支模便捷。

* + 1. 异形柱、剪力墙拼接节点可采用灌浆套管转换和十字板转换等形式。
    2. 灌浆套管转换节点应符合下列规定：

1内管宜采用圆钢管混凝土芯柱外伸方式；

2 外管轴向极限承载力不应小于钢管柱承载力的1.2倍；

3 内管、外管之间应填充灌浆料等填充料，应填充密实，强度标号应高于排钢管混凝土不小于一个等级，填充高度不应小于外管高度的1/2；内外管净距及内管底部与端板净距均不宜小于5mm；

4 构造要求：

1. 端板厚度不宜小于6mm；端板与外钢管宜采用对接熔透焊缝；外管顶部与端板现场焊接，外管顶部距端板距离不宜小于5mm，不宜大于10mm；
2. 内管与端板可采用角焊缝连接，焊缝尺寸不宜小于6mm；
3. 节点区纵筋对应位置可设置转换型钢或采用纵筋搭接形式；转换型钢可为角钢或一字钢板，抗拉强度不应低于纵筋抗拉强度，可采用对接熔透焊缝；纵筋搭接长度需满足钢筋锚固要求；
4. 节点区混凝土宜采用自密实混凝土，混凝土强度宜比排钢管外部混凝土强度高一个等级；节点区应设置箍筋和拉筋，竖向间距不宜大于100mm。

|  |  |
| --- | --- |
| (a)立面 | (b)平面 |

图6.2.3灌浆套管节点做法

【条文说明】

圆钢管芯柱间联系较弱，采用端板连续设置方式，可作为预制排钢管混凝土构件混凝土浇筑的端部模板，也可加强排钢管混凝土构件的整体性。

填充料可为灌浆料、UHPC、树脂等材料，施工方式可采用坐浆或灌浆等方式。

* + 1. 十字板转换节点应符合下列规定：

1 十字板宜45°放置，十字板与端板应采用对接熔透焊缝；十字板极限承载力不应小于圆钢管混凝土芯柱与相关竖向钢筋轴向极限承载力之和的1.2倍；

2 端板厚度不宜小于6mm，并满足十字板与端板的焊接要求；

3 十字板可采用焊接连接或栓接连接。

4 其余构造要求同6.2.3条相关规定。

|  |  |
| --- | --- |
| (a)立面 | (b)平面 |

图6.2.4十字板转换节点做法

【条文说明】

十字板转换节点占用空间小，方便螺栓布置，可作为装配式排钢管混凝土结构全螺栓连接节点使用。

* + 1. 排钢管混凝土剪力墙如施工现场进行竖向接缝拼接，宜选择无圆钢管混凝土芯柱位置组装；墙肢侧面与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面，也可设置键槽；箍筋锚固长度满足《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1的相关规定。

|  |  |
| --- | --- |
| (a)平面图 | (b)箍筋构造 |

图6.2.5 排钢管混凝土构件竖向接缝做法

## 柱脚、墙脚节点

* + 1. 排钢管混凝土异形柱、剪力墙与基础的连接宜采用埋入式连接方式；多层结构及6、7度且高度不超过50m时也可采用端承外露式连接。
    2. 排钢管混凝土异形柱、剪力墙端承式脚部节点构造应符合下列规定：

1 排钢管柱脚锚栓的抗拉极限承载力不应小于排钢管柱抗拉极限承载力的1.2倍；

2异形柱、剪力墙的剪力可由底板与混凝土间的摩擦传递，摩擦系数可取为0.4；当剪力大于摩擦力时，可在底板下设置抗剪件传递剪力；

3 圆钢管混凝土芯柱底部宜采用套管加强，套管及钢管与柱脚板采用熔透焊缝连接；

4 异形柱、剪力墙底部设置埋件、加劲肋与柱脚板焊接；

5柱脚板下的基础混凝土内宜配置方格钢筋网，应验算施工阶段和使用阶段底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符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定。计算局部受压承载力时，混凝土局部受压面积可取异形柱、剪力墙的截面面积，局部受压的计算底面积 可取 ，且不应大于基础或者桩承台的顶面面积。

6 构造要求：

1. 柱脚板厚度不应小于钢管+套管壁厚之和的1.5倍，且不应小于20mm；柱脚板的宽度不宜小于钢管+套管壁厚之和的6倍，且不应小于100mm；
2. 加劲肋的厚度不宜小于钢管+套管壁厚之和，肋高不宜小于柱脚板外伸宽度的2倍，肋距不应大于柱脚板厚度的10倍；
3. 锚栓直径不宜小于25mm，间距不宜大于200mm；
4. 埋件采用对拉钢筋连接，且在圆钢管混凝土芯柱处采用连接钢板与芯柱焊接；连接钢板厚度不宜小于钢管+套管壁厚之和，对拉钢筋直径不宜小于10mm，间距不宜大于100mm；
5. 抗剪件可采用型钢或钢板，埋入基础内的深度不宜小于150mm；
6. 套管厚度不应小于4mm，高度不宜小于钢管外径；套管与钢管宜用塞焊+角焊缝连接的方式，焊缝承载力不宜低于套管轴向承载力。



图6.3.2端承式连接节点做法

* + 1. 排钢管混凝土异形柱、剪力墙埋入式脚部节点的构造应符合下列规定：

1 圆钢管混凝土芯柱埋入基础混凝土的深度不应小于2D，D为钢管直径；

2埋入基础混凝土的范围内，排钢管外壁应贴焊环筋和设置套管；环筋间距不宜大于300mm，且不宜少于3道；套管壁厚不宜小于4mm；环筋极限抗剪承载力应不小于钢管极限抗拉承载力1.2倍；

3异形柱、剪力墙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》GB50010 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；

4 构造要求：

1. 异形柱、剪力墙可采用构件整体预制、埋入部分管外混凝土现浇的方式，其中整体预制部分埋入基础深度不小于50mm，并宜设置封边板局部加强；
2. 安装调节需要时，可在两端和中间部分圆钢管混凝土芯柱的底部设置地脚螺栓，地脚螺栓的数量和规格应根据施工节点的实际荷载情况计算确定，并采用先浇混凝土层或支架固定。



图6.3.3 埋入式连接节点做法

## 梁和异形柱、剪力墙连接节点

* + 1. 梁与异形柱、剪力墙的刚性连接，可采用钢梁埋入式节点。钢梁埋入式节点，应符合下列规定：

1 节点可按照H型钢柱或箱型柱设计，圆钢管混凝土芯柱等效为H型钢或箱型柱翼缘板，抗剪板按剪切域腹板设计，水平翼缘板按横向加劲肋或水平隔板设计；节点域应按《建筑抗震设计规范》GB 50011的要求验算；

2水平翼缘板厚度不宜小于钢梁翼缘厚度，且极限承载力不应小于钢梁的翼缘塑性承载力和连接系数积；当钢梁材质为Q235时，取1.4；当钢梁材质为Q345时，1.3；

3 钢梁埋入异形柱、剪力墙长度不宜小于梁高；对于抗弯承载力较低的钢梁，钢梁可与两根圆钢管混凝土芯柱连接，抗剪板采用单板形式；对于抗弯承载力较高的钢梁，钢梁宜与多根圆钢管混凝土芯柱连接，抗剪板可采用双板形式；

4 构造要求：

1. 套管与钢管宜用塞焊+角焊缝连接的方式；套管上下与排钢管角焊缝围焊，焊缝尺寸不宜小于钢管壁厚；塞焊孔径宜为12mm，间距不宜大于100mm；
2. 套管端部高于水平翼缘板不宜小于50mm，水平翼缘板与套管等宜采用全熔透焊缝；
3. 套管厚度不宜小于抗剪板总厚度的一半，且不宜小于4mm厚。
4. 水平翼缘板上下钢管处应分别贴焊不少于两道环筋。

|  |  |
| --- | --- |
| (a)立面图 | (b) 平面图 |

图6.4.1 钢梁埋入式刚接节点

* + 1. 钢梁与异形柱、剪力墙铰接时，可采用预埋件或套管连接件形式，并对连接件和焊缝的承载力进行验算，同时应符合下列规定：

1 套管高度同钢梁高度，厚度不宜小于4mm，与排钢管宜用塞焊+角焊缝连接的方式；套管上下与排钢管角焊缝围焊，焊缝尺寸不宜小于排钢管壁厚；塞焊孔径宜为12mm，间距不宜大于100mm；

2 端板、连接板等厚度、高度不宜小于钢梁腹板，连接板与套管、端板采用全熔透焊缝连接。

|  |  |
| --- | --- |
| (a)立面图 | (b)平面图 |

图6.4.2 铰接节点

## 楼板和异形柱、剪力墙连接节点

* + 1. 排钢管混凝土异形柱、剪力墙作为楼板边支座时，应按简支边考虑楼板的计算边界条件。
    2. 钢筋桁架楼承板、钢筋混凝土叠合楼板、混凝土空心楼板等与排钢管混凝土异形柱、剪力墙连接时，应符合下列规定：

1 异形柱、剪力墙楼板标高处宜预留孔洞，孔洞应避开排钢管柱位置，预留孔间距不宜大于300mm，高度不低于楼板厚度、宽度不小于50mm；

2 楼板钢筋宜集中布置于预留孔处；

3 预留孔混凝土强度标号应高于异形柱、剪力墙管外混凝土一个等级。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

图6.5.2 楼板与墙连接节点

# 制作、安装和涂装

## 制作

* + 1. 制作排钢管混凝土结构构件的单位应具备钢结构加工和混凝土浇筑振捣的相应生产工业设施和相关的资质。
    2. 排钢管混凝土结构构件中的钢结构部分的制作应符合现行国家标准《钢结构施工规范》GB 50755、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的相关规定；混凝土部分的制作应符合《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的相关规定。
    3. 排钢管混凝土结构构件宜采取工厂预制的方式，也可在项目的安装现场专用场地进行预制，局部构件也可采取现场支模浇筑的方式。
    4. 排钢管混凝土结构构件中的箍筋、拉筋宜采取梯形焊接网片，并采用自动化焊接设备。
    5. 排钢管混凝土结构构件的混凝土在浇筑前应进行构件的隐蔽工程验收，验收的项目包括但不限于以下内容：

1. 钢管、钢梁、连接钢板和钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距等；
2. 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；
3. 钢筋、钢管的混凝土保护层厚度。
   * 1. 排钢管混凝土结构构件中的预制混凝土应满足以下要求：
4. 混凝土宜采用自密实混凝土，粗骨料最大公称粒径不应大于20mm，坍扩展度宜控制在550~655mm，浇筑方法应与结构形式相适应。
5. 若设计无要求，构件脱模、起吊、翻转时的混凝土强度不应小于15MPa，且应达到设计标准值的50%；构件出厂时的混凝土强度不应低于设计强度等级值的75%。

## 安装

* + 1. 排钢管混凝土结构构件的施工安装应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的相关规定。
    2. 排钢管混凝土结构构件安装前应进行施工组织方案设计，施工组织方案应符合现行国家标准《建筑工程施工组织设计规范》GB/T 50502的相关规定，其内容包括但不限于：

1. 排钢管混凝土结构构件的安装工艺、流程及安装精度控制措施；
2. 排钢管混凝土结构构件预制时预留的节点区域现场后浇混凝土的施工方案；
3. 排钢管混凝土结构构件临时固定方案及安装误差纠偏方案。
   * 1. 排钢管混凝土结构构件在安装前应进行施工验算，施工验算内容包括但不限于：
4. 构件吊装过程中的变形验算和预制混凝土开裂验算；
5. 吊装及安装耳板的承载力验算；
6. 吊装用吊具的相关验算；
7. 构件临时固定措施的安全验算。
   * 1. 排钢管混凝土结构构件在安装前，应根据构件重量情况确定吊机型号和布置位置。
     2. 排钢管混凝土结构构件预留的节点后浇区域在现场进行补浇之前，应进行隐蔽工程验收，验收内容除满足7.1.5条内容外，尚应额外增加以下验收内容：
8. 主钢件焊缝连接及焊接需符合设计图纸及现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661的有关要求；
9. 高强螺栓连接需符合设计图纸及现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017有关要求。
   * 1. 排钢管混凝土结构构件拼接预留混凝土后浇区完成时间应依据主体结构施工验算而确定；后浇混凝土时宜采用标准化模具，模具应表面平整，并应具有足够刚度。
     2. 在项目的施工全过程中，应采取保护措施放置构件上的附件、预埋件、吊件的损伤。

## 防腐涂装

* + 1. 排钢管混凝土异形柱、剪力墙竖向连接节点及梁柱、梁墙连接节点等局部无混凝土保护部位，应进行底漆涂装。防腐涂装部位的除锈等级、防腐涂料品种和厚度，应符合设计文件要求和现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755的规定。
    2. 当排钢管混凝土结构构件中的混凝土采取现场预制时，其主钢件在出厂前除高强螺栓结合面处应全部进行底漆涂装，禁涂区应做好现场防护措施。
    3. 柱脚、墙脚在地面以下的部分应采用低强度混凝土包裹（保护层厚度不应小于50mm），包裹的混凝土高出室外地面不应小于150mm，室内地面不应小于50mm。

# 施工验收

## 一般规定

* + 1. 排钢管混凝土结构的施工验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的规定，在施工单位自检合格的基础上，按照检验批、分项工程的划分，作为排钢管混凝土结构子分部工程进行验收。
    2. 排钢管混凝土结构构件与现场焊接、螺栓等连接材料的进场验收应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205与《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。
    3. 排钢管混凝土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。
    4. 排钢管混凝土结构的制作和安装工程可按楼层或施工段等划分为一个或若干个检验批。
    5. 排钢管混凝土结构检验批合格质量标准应符合下列规定：

1. 主控项目应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204中合格质量标准的要求；
2. 一般项目结果应有80%及以上的检验点符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204中合格质量标准的要求，且允许偏差项目中最大偏差值不应超过其允许偏差限值的1.2倍；
3. 质量检查记录、质量证明文件等资料应完整。
   * 1. 排钢管混凝土结构紧固件连接工程应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205规定的质量验收方法和质量验收项目执行，同时应符合现行标准《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82的规定。
     2. 排钢管混凝土结构钢结构防腐蚀涂装工程应按国家现行标准《钢结构工程质量验收规范》GB 50205、《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212、《建筑防腐蚀工程质量检验评定标准》GB 50224及《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251的规定进行验收。
     3. 排钢管混凝土结构验收时，除应按现行国家标准《混凝土结构施工质量验收规范》GB 50204和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的要求提供文件和记录外，尚应提供下列文件和记录：
4. 工程设计文件、预制构件制作和安装的深化设计图；
5. 排钢管混凝土结构构件、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；
6. 排钢管混凝土结构构件安装施工记录；
7. 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件；
8. 后浇混凝土强度检测报告。

## 构件验收

* + 1. 排钢管混凝土结构构件制作完毕后，检查部门应按施工详图的要求和本节的规定，对成品进行检查验收，检查合格后方可出厂。
    2. 排钢管混凝土结构构件的外形和几何尺寸的允许偏差应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的规定及其他相关标准的规定。
    3. 排钢管混凝土结构构件的焊缝外观质量、超声波探伤检查、栓钉的位置及焊接质量应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661、《电弧螺柱焊用圆柱头栓钉》GB/T 10433的规定。
    4. 排钢管混凝土结构构件中的混凝土施工前应进行隐蔽工程验收，并做好隐蔽工程质量验收记录。
    5. 排钢管混凝土结构构件中的混凝土结构性能检验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。需要做结构性能检验的应提供检验报告；不需要做结构性能检验的可提供监理建造时的有关质量验收记录。
    6. 排钢管混凝土结构构件的外观质量一般缺陷应按产品标准规定全数检验；当构件没有产品标准或现场制作时，应按现浇结构构件的外观质量要求检查和处理。
    7. 构件制作单位应分别提交产品质量证明及下列技术文件：

1. 排钢管混凝土结构加工图纸；
2. 制作中对问题处理的协议文件；
3. 所用钢材、焊接材料、混凝土材料的质量证明书及必要的实验报告；
4. 高强度螺栓抗滑系数的实测报告；
5. 焊缝的无损检验记录；
6. 发运构件的清单。

## 安装验收

* + 1. 排钢管混凝土结构构件的安装允许偏差应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的相关规定。
    2. 排钢管混凝土结构构件采用焊接连接时，钢材焊接的焊缝尺寸应满足设计要求，焊缝质量应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50205的有关规定。
    3. 排钢管混凝土结构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规范》GB 5025的有关规定。施工时应分批逐个检查螺栓的拧紧力矩，并做好施工记录。
    4. 排钢管混凝土结构中节点区的后浇混凝土的强度指标应符合设计要求。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词，说明如下：  
 1）表示严格，非这样做不可的用词：  
 正面词采用“必须”；  
 反面词采用“严禁”。  
 2）表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：  
 正面词采用“应”；  
 反面词采用“不应”或“不得”。  
 3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：  
 正面词采用“宜”；  
 反面词采用“不宜”；  
 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。  
2本标准中指明应按其他有关标准执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《建筑结构荷载规范》GB 50009

《混凝土结构设计规范》GB 50010

《建筑抗震设计规范》GB 50011

《钢结构设计标准》GB 50017

《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3

《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99

《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T/CECS 188

《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149

《型钢混凝土异形柱结构技术标准》T/CSCS 014

《钢结构施工规范》GB 50755

《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205

《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

《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82

《钢结构焊接规范》GB 50661

《电弧螺柱焊用圆柱头栓钉》GB/T 10433

《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223

《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212

《建筑防腐蚀工程质量检验评定标准》GB 50224

《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251

《建筑设计防火规范》GB 50016

《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249

《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283

《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107

《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

《钢结构超声波探伤及质量分级法》JG/T 203