

**T/CECS ×××－202×**

**中国工程建设标准化协会标准**

基坑工程装配式围护结构技术规程

Technical specification for assembled retaining and protection structure of excavation engineering

（征求意见稿）

**中国XX出版社**

中国工程建设标准化协会标准

基坑工程装配式围护结构技术规程

Technical specification for assembled retaining and protection structure of excavation engineering

**T/CECS ×××－202X**

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2022年**××**月1日

**中国XX出版社**

20×× 北 京

# 前 言

根据中国工程建设标准协会《关于印发《2020年第一批协会标准制定、修订计划》的通知》要求，本标准由郑州大学综合设计研究院有限公司会同相关单位，在对基坑工程装配式围护结构设计及施工等进行总结、专题研究的基础上，参考国内外相关技术标准，经广泛征求意见后编制完成。

本标准主要内容包括：总则、术语与符号、基本规定、构件生产与制作、围护结构设计、围护结构施工、工程质量检验与验收、监测要求等。

本标准中的内容可能涉及专利权问题，编制组不负责标识任何或全部此类专利权。使用过程中，设计相关专利时应与专利权人协商处理。

本标准由中国工程建设标准化协会负责管理，由郑州大学综合设计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和建议，请寄郑州市丰产路郑州大学综合设计研究院有限公司。

本标准主编单位：郑州大学综合设计研究院有限公司

本标准参编单位：

本标准主要起草人：

本标准审查人：

**目 次**

[1 总 则 1](#_Toc103697206)

[2 术语和符号 2](#_Toc103697207)

[2.1 术 语 2](#_Toc103697208)

[2.2 符 号 2](#_Toc103697209)

[3 基本规定 4](#_Toc103697210)

[4 构件生产与制作 7](#_Toc103697211)

[4.1 一般规定 7](#_Toc103697212)

[4.2 混凝土构件 7](#_Toc103697213)

[4.3 钢构件 8](#_Toc103697214)

[4.4 组合构件 8](#_Toc103697215)

[5 围护结构设计 9](#_Toc103697216)

[5.1 一般规定 9](#_Toc103697217)

[5.2 预制混凝土结构围护体 10](#_Toc103697218)

[5.3 预制钢结构围护体 11](#_Toc103697219)

[5.4 支护与帷幕一体化围护体 12](#_Toc103697220)

[5.5 连接设计 14](#_Toc103697221)

[6 围护结构施工 16](#_Toc103697222)

[6.1 一般规定 16](#_Toc103697223)

[6.2 预制混凝土结构围护体 16](#_Toc103697224)

[6.3 预制钢结构围护体 17](#_Toc103697225)

[6.4 支护与帷幕一体化围护体 18](#_Toc103697226)

[6.5 回收施工 19](#_Toc103697227)

[7 检验与验收 20](#_Toc103697228)

[7.1 预制混凝土结构围护体 20](#_Toc103697229)

[7.2 预制钢结构围护体 20](#_Toc103697230)

[7.3 支护与帷幕一体化围护体 21](#_Toc103697231)

[8 监测要求 22](#_Toc103697232)

[本规程用词说明 23](#_Toc103697233)

[参考标准名录 24](#_Toc103697234)

附：条文说明.................................................................................................................................25

Contents

[1 General Provisions 1](#_Toc103697206)

[2 Terms and Symbols 2](#_Toc103697207)

[2.1 Terms 2](#_Toc103697208)

[2.2 Symbols 2](#_Toc103697209)

[3 Basic Requirements 4](#_Toc103697210)

[4 Manufacturing 7](#_Toc103697211)

[4.1 General Requirements 7](#_Toc103697212)

[4.2 Concrete Component 7](#_Toc103697213)

[4.3 Steel Component 8](#_Toc103697214)

[4.4 Composite Member 8](#_Toc103697215)

[5 Design 9](#_Toc103697216)

[5.1 General Requirements 9](#_Toc103697217)

[5.2 Precast Concrete Retaining And Protection Structure 10](#_Toc103697218)

[5.3 Steel Retaining And Protection Structure 11](#_Toc103697219)

[5.4 Retaining and Protection Structure Integrated with Curtain for Cutting Off Drains 12](#_Toc103697220)

[5.5 Connection Design 14](#_Toc103697221)

[6 Construction 16](#_Toc103697222)

[6.1 General Requirements 16](#_Toc103697223)

[6.2 Precast Concrete Retaining and Protection Sructure 16](#_Toc103697224)

[6.3 Steel Retaining and Protection Structure 17](#_Toc103697225)

[6.4 Retaining and Protection Structure Integrated with Curtain for Cutting Off Drains 18](#_Toc103697226)

[6.5 Rcycling 19](#_Toc103697227)

[7 Inspection and Acception 20](#_Toc103697228)

[7.1 Precast Concrete Retaining and Protection Structure 20](#_Toc103697229)

[7.2 Steel Retaining and Protection Structure 20](#_Toc103697230)

[7.3 Retaining and Protection Structure Integrated with Curtain for Cutting Off Drains 21](#_Toc103697231)

[8 Monitoring Requirement 22](#_Toc103697232)

[Explanation of Wording in This Code 23](#_Toc103697233)

[List of Quoted Standards 24](#_Toc103697234)

Addition：Explanation of provisions..............................................................................................25

# 1 总 则

**1.0.1** 为了在基坑工程装配式围护结构的设计、施工中贯彻执行国家技术经济政策，做到保护环境、安全适用、经济合理、技术先进，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于基坑工程装配式围护结构的生产、设计、施工、检验、验收和监测。

**1.0.3** 基坑工程装配式围护结构的设计和施工，应做到因地制宜、节约资源、节能低碳。

**1.0.4** 基坑工程装配式围护结构的生产、设计、施工、检验、验收与监测，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关规范和技术标准的规定。

# 

# 2 术语和符号

## 2.1 术 语

**2.1.1** 围护结构retaining and protection structure

直接承受基坑开挖卸荷所产生的水压力和土压力，并将水、土压力传递给自身嵌固段土体及支锚构件的挡土及截水结构。

**2.1.2**  装配式围护结构assembled retaining and protection structure

以预制装配方式施工的围护结构。

**2.1.3** 预制混凝土结构围护体precast concrete retaining and protection structure

由连续布置的预制混凝土桩、墙、板等构件组成，通过接缝咬合或机械连接等方式连接成整体的围护结构。

**2.1.4** 预制钢结构围护体steel retaining and protection structure

由连续布置的预制钢管桩、型钢桩、拉森钢板桩等构件组成，通过接缝咬合或机械连接等方式连接成整体的围护结构。

**2.1.5** 支护与帷幕一体化围护体retaining and protection structure integrated with curtain for cutting off drains

通过在截水帷幕内插入预制桩，或采用间隔式布置的预制桩与帷幕桩咬合，或通过在防渗接头处注浆等方式，形成的一体化围护结构。

**2.1.6** 水泥土锁扣型钢地下连续墙 cement-soil deep wall with locking steel

在地下水泥土连续墙中内插劲性连续锁扣型钢，形成连续止水及受力的连续水泥土钢墙。

**2.1.7** 锁扣型钢 locking steel

平行翼缘型且翼缘两端具备咬合接头结构的劲性钢构件。

**2.1.8** 植入法施工implantation method

预先采用水泥土搅拌桩、旋喷桩、等厚水泥土墙等成孔或成墙后，插入预制构件或承载体的施工方法。

**2.1.9** 中掘法施工method of dig construction

采用螺旋钻机在管桩内前端取土引导，边钻孔边将预制管桩沉入地基土中的施工方法。

**2.1.10** 回收 recycling

基坑围护结构退出工作后，将其全部或部分拔出回收及经物理或机械矫正的过程。

## 2.2 符 号

——荷载基本组合的效应设计值；

——荷载标准组合的效应设计值；

——构件抗力设计值；

——稳定分析时的抗力标准值；

——位移、沉降等的限值；

——作用基本组合的综合分项系数；

——结构重要性系数。

# 3 基本规定

**3.0.1** 基坑工程装配式围护结构，宜根据结构材料、布置及帷幕类型分为下列形式：

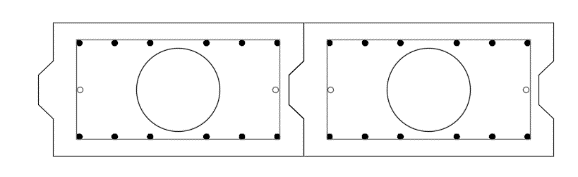
**1** 预制混凝土结构围护体（图3.0.1-1）；

**2** 预制钢结构围护体（图3.0.1-2）；

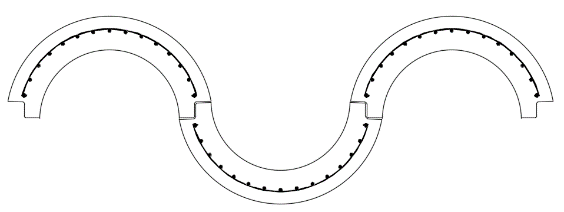
**3** 支护与帷幕一体化围护体（图3.0.1-3）。

a预制地下连续墙 b 预制矩形板桩

c 预制空心平板桩 d 预制空心翼边板桩

  ****

e 预制桩 f 预制地下连续墙 g 波浪桩

图3.0.1-1 预制混凝土结构围护体

1-防渗注浆孔



a 钢板桩 b 钢板桩与型钢组合结构一

c 钢板桩与型钢组合结构二 d 钢板桩与钢管桩组合结构



e 钢管与型钢组合结构

图3.0.1-2 预制钢结构围护体

1-H型钢；2-钢板桩；3-钢管



a 预制管桩与帷幕一体化 b 型钢与帷幕一体化

c 钢管桩与帷幕一体化 d 桁架与帷幕一体化

图3.0.1-3 支护与帷幕一体化围护体

1-帷幕桩或水泥土连续墙；2-钢管混凝土桁架

**3.0.2** 装配式围护结构的设计使用年限不应小于1年，使用期限大于2年的，应对支护结构进行安全评估。当围护结构作为永久结构的一部分时，应满足永久结构的使用年限要求。

**3.0.3** 装配式围护结构安全等级，应按破坏后果的严重程度进行划分，并应符合现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153 和《建筑基坑支护技术规程》JGJ120的规定。

**3.0.4** 装配式围护结构与主体结构相结合时，设计验算、节点连接、防水构造与变形协调均应满足主体结构的设计要求。

**3.0.5** 装配式围护结构应具备截水和挡土功能。混凝土结构的渗透系数不宜大于10-7cm/s；截水帷幕中水泥土桩、墙的渗透系数不应大于10-6cm/s。

**3.0.6** 装配式围护结构的设计应符合下列要求：

**1** 应进行围护结构选型；

**2** 应进行围护结构的承载力、稳定性；

**3** 应进行围护结构变形控制；

**4** 有抗渗要求时，应进行围护结构抗渗设计；

**5** 应满足施工技术要求及环境保护要求；

**6** 应进行围护结构与支锚或地下结构的连接设计；

**7** 作为永久结构使用时，应满足耐久性要求；

**8** 应提出检测和监测要求。

**3.0.7** 围护结构预制构件的选型，应在初步方案设计的基础上，通过计算分析和比较后确定。

**3.0.8**围护结构变形控制设计限值，应根据保护对象的位移量、支护结构自身变形量控制要求等综合确定。施工过程中可根据各工况控制目标实现程度，结合经验和计算分析进行动态调整。

**3.0.9** 围护结构预制构件，宜在工厂生产制作，运输、堆放等过程不应产生结构性损伤。

**3.0.10** 装配式围护结构施工前应进行施工设计，并应编制施工安全专项方案；施工安全专项方案应依据有关规定组织专家论证并通过后方可实施。

**3.0.11**  装配式围护结构基坑工程应编制基坑工程监测方案。

**3.0.12** 预制构件材质检验、尺寸及外观质量检验、验收等检验项目不合格时不得使用。

# 4 构件生产与制作

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 预制构件生产所用的原材料应符合现行国家相关标准和本规程的规定，并具有出厂质量证明文件，经进厂复检合格后方可使用。

**4.1.2** 原材料及配件应按照国家现行有关标准、设计文件及合同约定进行进厂检验，检验批次划分应符合下列规定：

**1** 预制构件生产单位将采购的同一厂家同批次材料、配件及半成品用于生产不同的预制构件时，可统一划分检验批；

**2** 获得认证的或来源稳定且连续三批均一次检验合格的原材料及配件，进厂检验时检验批的容量可适当扩大。扩大检验批后的检验中，出现不合格的情况时，应按扩大前的检验批容量重新验收，且该种原材料或配件不得再次扩大检验批容量。

**4.1.3** 预制构件生产前，应根据设计方案编制构件生产方案。需要模具时，应先确定模具设计和加工方案。

## 4.2 混凝土构件

**4.2.1** 预制混凝土构件的原材料、生产制作应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666、管桩应符合行业标准《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T406的规定。

**4.2.2** 预制混凝土构件宜在工厂制作，并应符合下列规定：

**1** 采用离心法工艺生产的预制混凝土构件强度等级不宜低于C80；

**2** 采用浇筑法工艺生产的预制混凝土构件强度等级不宜低于C60。

**4.2.3** 作为永久性结构的预制混凝土构件耐久性应满足相关规范的要求。

**4.2.4** 预制钢筋混凝土构件预应力钢筋宜采用预应力混凝土用钢棒、预应力螺纹钢等，其质量应分别符合现行国家标准《预应力混凝土用钢棒》GB/T 5223.3、现行国家标准《GB/T 20065-2016 预应力混凝土用螺纹钢筋》GB/T 20065的相关规定。

**4.2.5** 预制钢筋混凝土构件非预应力钢筋应采用热轧带肋钢筋，其质量应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2的相关规定。

**4.2.6** 预制钢筋混凝土构件箍筋宜采用低碳钢热轧圆盘条、混凝土制品用冷拔低碳钢丝，其质量应分别符合现行国家标准《低碳钢热轧圆盘条》GB/T 701、《混凝土制品用冷拔低碳钢丝》JC/T540的相关规定。

**4.2.7** 预制混凝土构件端板宜采用采用Q235B，端板表面应平整，除设计及构造要求的预留孔洞外，不得开槽和打孔。

**4.2.8** 预制混凝土构件宜采用空心构件，连续式围护结构的预制混凝土构件宜在连接处设置注浆孔洞或连接卡槽。

## 4.3 钢构件

**4.3.1** 预制钢构件原材料、生产制作应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700、国家标准《热轧H型钢和部分T型钢》GB/T112633、国家标准《热轧钢板桩》GB/T20933、国家标准《冷弯钢板桩》GB/T29654等的规定。

**4.3.2** 预制钢构件宜在工厂生产加工，材料宜选用Q355B钢材。

**4.3.3** 预制钢构件截面形式可选用常规型材，或型材经切割、焊接形成的组合截面。

**4.3.4** 预制钢构件长度宜采用6m、9m、12m、15m、18m模数。

**4.3.5** 预制钢构件表面不得有明显缺陷，当缺陷深度超过公称壁厚的1/8 时，应予修补。

**4.3.6** 预制钢构件锁口形状应保证沉桩时相互咬合、拔桩时容易脱离。

## 4.4 组合构件

**4.4.1** 钢管混凝土桁架结构围护体生产与制作应符合下列规定：

**1** 钢管宜采用Q355B级钢，其材质应符合现行国家标准《低合金高强度结构钢》GB/T1591的规定；

**2** 混凝土强度等级不应低于C30，其质量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB50164的规定；

**3** 钢管混凝土内配预应力筋宜采用预应力螺纹钢、预应力钢绞线等，其质量应分别符合现行国家标准《预应力混凝土用螺纹钢筋》GB/T 20065、《无粘结预应力钢绞线》JG/T161的相关规定；

**4** 钢管混凝土桁架腹杆宜采用角钢、H型钢、槽钢等，通过焊接方式与钢管混凝土桩连接形成桁架，其材质应符合现行国家标准《热轧型钢》GB/T706的规定。

# 5 围护结构设计

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 装配式围护结构设计，应根据荷载条件、场地条件、工程地质和水文地质条件、结构功能等要求，确定其结构形式、平面布置、埋置深度、构件间连接方式以及单元构件形状和长度。

**5.1.2** 装配式围护结构构件设计应包括以下内容：

**1** 围护结构构件的选型；

**2** 围护结构构件的承载力、稳定性计算；

**3** 构件的变形计算；

**4** 有抗渗要求时，应进行围护结构抗渗设计；

**5** 构件的连接构造设计；

**6** 构件耐久性设计。

**5.1.3**  围护结构承载力设计，应符合下列规定：

**1** 围护结构承载能力极限状态设计，应符合下式要求：

(5.1.3-1)

式中：*γ*0——结构重要性系数，不应小于1.0；基坑安全等级为一级时，可取1.1；

——作用基本组合的效应（轴力、弯矩等）设计值；

——构件抗力设计值。

对临时性围护结构，作用基本组合的效应设计值应按下式确定：

(5.1.3-2)

式中：——作用基本组合的综合分项系数，不应小于1.25；

——作用标准组合的效应。

**2** 围护结构嵌固深度应满足支护结构稳定性要求，支护结构稳定性安全系数应符合下式要求：

(5.1.3-3)

式中：——稳定分析时的抗力标准值；

——稳定分析时作用标准组合的效应；

——安全系数，应按5.1.7的规定取值。

**5.1.4**  围护结构内力与变形计算，应符合下列规定：

**1** 悬臂式支护中围护结构可采用等值梁法；

**2** 支挡式支护中的围护结构宜采用弹性支点法；

**3** 环境条件复杂或需要进行三维计算时，应采用有限元法。

**5.1.5**  根据正常使用极限状态设计时，支护结构和土体变形应符合下式要求：

(5.1.5-1)

式中：——作用标准组合时的效应（位移、沉降等）设计值；

——位移、沉降等的限值。

**5.1.6**  支护结构土压力、稳定性计算应满足现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ120相关要求，稳定性安全系数应符合下列规定：

**1** 支护结构安全等级为一级基坑工程，整体稳定性安全系数不应小于1.35，抗倾覆稳定性安全系数不应小于1.3；

**2** 支护结构安全等级为二级、三级，整体稳定性安全系数不应小于1.3，抗倾覆稳定性安全系数不应小于1.3。

**5.1.7**  装配式围护结构设计应满足整体结构体系协调的要求，构件的连接应与结构计算假定相符合。

**5.1.8**  围护结构与主体结构相结合时，其承载力与变形应满足主体结构使用要求**；**有耐久性要求时，装配式围护结构裂缝宽度尚应满足限值规定。

**5.1.9** 预制混凝土结构围护体应进行起吊和运输工况的内力、变形计算及裂缝验算，根据吊装与施工工况的内力计算包络图进行截面设计。

**5.1.10** 当需要设置竖向接头时，接头不宜设置在最大弯矩或剪力位置，接头应满足等强度设计要求，否则应进行必要的加强设计。

**5.1.11**当采用竖向多节预制混凝土构件时，可根据土层和土压力分布特征、围护结构内力计算结果等选用多种配筋的构件组合形式。

**5.1.12**  装配式围护结构设计应评价施工方法对周边环境的影响，并应根据影响程度选择施工方法和工艺。

**5.1.13** 围护结构采用钢管混凝土结构、钢-混凝土组合结构时，设计计算尚应符合现行国家标准《钢管混凝土结构技术规范》GB50936、《钢结构设计标准》GB50017及现行国家行业标准《组合结构设计规范》JGJ138的规定。

## 5.2 预制混凝土结构围护体

**5.2.1** 预制混凝土结构围护体中构件截面形式可采用方形桩、平板形桩、异形板桩等截面形状，并根据工程需要采用方桩、护壁桩、平板桩、空心平板桩、空心翼边板桩、波浪桩、凹形板桩等桩型（表5.2.1）。

**表 5.2.1 预制混凝土构件截面形式及选型表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 桩型 | | 截面形式 | 常用截面尺寸 |
| 方形桩 | 护壁桩 | 截面为外方内圆的空心桩 | 边长400mm-800mm |
| 方桩 | 截面为正方形的实心桩 | 边长 300mm-600mm |
| 平板形桩 | 平板桩 | 截面为矩形的实心桩 | 宽度为 600mm，高度为200mm-300mm |
| 空心平板桩 | 截面为矩形的空心桩 | 宽度为 600mm-1300mm |
| 翼边板桩 | 截面为带翼边的矩形空心桩 | 宽度为600mm-1300mm |
| 异形桩 | 凹形板桩 | 截面为 U 形的异形桩 | 宽度为400mm-1000mm |
| 波浪桩 | 截面为半圆环形的桩 | 高度250mm-600mm |

**5.2.2**  采用预制地下连续墙时，其单元槽段的平面形状和槽段长度，应根据墙段的结构受力特性、槽壁稳定性、环境条件和施工条件等因素综合确定。

**5.2.3** 预制混凝土结构围护体中各预制混凝土构件应连续排布，各构件之间缝宽不宜大于15mm。桩外侧土体为细颗粒土时，构件之间接缝应采取充填细石混凝土、水泥砂浆、压力注浆、增设高压旋喷桩等防护措施。

**5.2.4** 预制混凝土结构围护体厚度应根据结构的受力、变形及抗渗等要求综合确定；实心截面构件厚度不宜大于700mm，厚度较大时，宜采用空心截面或异型截面构件。

**5.2.5**围护体顶部应设置冠梁，其构造应符合下列规定：

**1** 冠梁宜采用现浇钢筋混凝土结构，混凝土强度等级不宜低于C30；

**2** 冠梁的宽度不应小于预制混凝土构件截面高度，前后两侧均宜比构件截面高度宽75mm 以上。冠梁高度不宜小于500mm，且不宜小于构件截面高度的0.6倍。冠梁的钢筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010对梁的构造配筋要求。当用作支撑或锚拉的传力构件或按空间结构设计时，尚应按受力构件进行截面设计；

**3** 预制混凝土构件应伸入冠梁，深度不宜小于100mm；

**4**构件与冠梁之间宜采用桩头预留孔植筋、填芯钢筋笼、钢筋与桩头端板焊接等方式进行连接，纵向钢筋深入冠梁内的长度宜按受拉锚固要求确定；

**5** 临时支护工程的冠梁宜封闭。需要设置变形缝的工程，冠梁的变形缝间距应根据工程类别、当地气温变化、支护结构形式和地基条件等因素确定，可取 15m-30m，变形缝的宽度宜采用20mm-30mm；在结构形式变化处、水深变化处、地基土质差别较大处和新旧结构衔接处，必须设置变形缝；变形缝应采用弹性材料填充。

## 5.3 预制钢结构围护体

**5.3.1** 预制钢结构围护体中预制构件可通过卡槽等形式连接。

**5.3.2** 预制钢结构围护体组合形式、尺寸应根据结构的受力、变形等要求综合确定。

**5.3.3** 预制钢结构围护体接缝处理应满足支护结构防渗要求。

**5.3.4** 计算 U 型钢板桩墙的抗弯刚度时，每延米钢板桩墙的截面惯性矩应乘以折减系数，其值宜通过试验及施工经验确定，无经验时，可取 0.6。

**5.3.5**  钢板桩可按受弯构件设计，桩身轴力较大时应按偏心受压构件设计。

**5.3.6** 钢板桩的承载力验算应符合《钢结构设计标准》GB50017 的相关规定。

**5.3.7** 预制钢结构围护体设置腰梁时，腰梁的设计宜符合下列规定：

**1** 腰梁宜用型钢或组合型钢结构；

**2** 腰梁宜完整、封闭，并与支撑体系连成整体；

**3** 腰梁与围护结构之间的空隙宜用钢锲块或混凝土填实。

**5.3.8** 对锚拉式支护结构，预制钢结构围护体除满足5.3.7的规定外，尚应符合下列规定：

**1** 应复核围护结构开孔处截面承载力；

**2** 对透水地层，应提出合理、有效的措施确保开孔处不发生涌水涌砂。

**5.3.9** 当预制钢结构围护体需要分段焊接时，应符合下列规定：

**1** 采用坡口焊等强度焊接，对焊缝的坡口形式及要求应符合《钢结构焊接规范》GB50661 的有关规定，焊接质量等级不应低于二级；

**2** 单根围护构件焊接接头不宜超过两个，焊接接头位置应避开支撑位置及受力较大处；

**3** 相邻预制围护构件接头宜相互错开，错开距离不宜小于 1m。

**5.3.10** 钢板桩转角应用转角桩，转角桩的制作应符合 4.3节相关要求，并宜在转角采取加强措施。

## 5.4 支护与帷幕一体化围护体

**5.4.1** 采用围护结构与水泥土帷幕结合形成一体化围护体时，帷幕宜采用搅拌桩、喷射搅拌桩、高压旋喷桩、渠式切割水泥土墙等。

**5.4.2** 支护与帷幕一体化围护体围护构件内力、变形、稳定性计算除应满足本规程5.1~5.3节的要求外，尚应对水泥土局部抗剪承载力进行验算。

**5.4.3** 一体化围护体内插芯材的选择应符合下列规定：

**1** 芯材可选用型钢或预制混凝土构件；

**2** 型钢芯材可选用H型钢、组合钢箱、钢管等；

**3** 预制混凝土芯材可选用混合配筋管桩、钢管混凝土管桩、预制地下连续墙及本规程第5.2节中的预制混凝土构件等。

**5.4.4** 进行一体化围护体内力和变形计算以及基坑稳定性验算时，挡土结构的深度应取芯材的插入深度，不应计入芯材底部以下水泥土墙体的作用。

**5.4.5** 帷幕一体化围护体采用预制混凝土芯材时，围护墙抗弯刚度计算应符合下列要求：

**1**  预制混凝土芯材为空心截面且设置闭口桩尖或芯材为实心截面，墙体抗弯刚度计算应只计算芯材的截面刚度；

**2**  预制混凝土芯材为空心截面不设闭口，插入后内腔充填水泥土、水泥砂浆或细石混凝土时，墙体抗弯刚度可计算芯材与内腔充填物的组合刚度。

**5.4.6**  水泥土墙的构造应符合下列规定：

**1** 水泥土搅拌墙的厚度和深度应满足芯材的插入要求，水泥土墙厚度宜大于芯材截面不小于100mm，深度比芯材的插入深度不宜小于0.5m；

**2**  芯材宜沿水泥土墙中心线等间距布置；

**3** 芯材垂直于水泥土搅拌墙中心线平面定位偏差不应大于10mm，平行于水泥土搅拌墙中心线平面定位偏差不应大于20mm；

**4** 芯材在水泥土墙平面内和平面外的垂直度偏差均不应大于1/200；

**5** 基坑转角部位宜增加芯材插入密度；

**6** 墙体厚度或芯材插入密度变化处，墙体厚度较大区段或芯材插入密度较大区段宜向相邻区段延伸过渡。

**5.4.7** 支护与帷幕一体化围护体最小厚度不宜小于600mm，其抗渗性能应满足设计要求。

**5.4.8** 混凝土预制桩与帷幕一体化围护体设计宜符合下列要求：

**1** 预制桩宜采用预应力混合配筋管桩；

**2** 永久性预制桩支护结构，对钢筋混凝土预制桩应进行裂缝宽度验算，对预应力钢筋混凝土预制桩或混合配筋钢筋混凝土预制桩应进行抗裂验算。

**5.4.9** 预制地下连续墙支护与帷幕一体化结构围护体设计宜符合下列要求：

**1** 围护体厚度应根据结构的受力、变形及抗渗等要求综合确定；

**2** 围护体宜采用现浇、注浆等接缝方法，接缝处理应满足支护结构防渗要求；

**3** 预制地下连续墙单元槽段的平面形状和槽段长度，应根据墙段的结构受力特性、槽壁稳定性、环境条件和施工条件等因素综合确定；

**4** 环境保护要求较高或地层中粉性土或砂性土较厚区域成槽施工时，宜采用槽壁预加固的措施。槽壁预加固宜采用水泥土搅拌桩或等厚度水泥土搅拌墙，槽段两侧应同时设置；

**5** 作用在围护结构上的侧向荷载，可取每延米或一个预制结构单元作为计算单元。槽段接头宜按水平向铰接节点设计，接头处不承受剪力或弯矩；

**6** 当槽段接头需要承受剪力时，槽段间宜采用刚性接头，并应根据实际受力状态验算槽段接头的抗剪能力。

**5.4.10** 预制地下连续墙钢筋布置应符合下列要求：

**1** 纵向钢筋宜沿墙身均匀配置，并可根据内力分布沿墙体深度分段配置，宜采用HRB400或HRB500级钢筋，直径不宜小于16mm，钢筋净距不宜小于75mm；水平钢筋可采用HRB400或HRB300级钢筋，预制地下连续墙水平钢筋直径不宜小于10mm；

**2** 预制地下连续墙主筋保护层厚度在迎坑面不应小于30mm，迎土面保护层厚度不宜小于50mm。

**5.4.11** 预制地下连续墙构造应符合下列规定：

**1** 一般区域宜采用圆形或矩形的空心截面形式，入槽后空心截面宜进行回填，材料可采用素混凝土或密实粘土，与主体结构连接位置宜采用实心截面；

**2** 槽段接头处理可采用现浇钢筋混凝土接头，应满足防渗要求；

**3** 竖向接头可采用钢板接头连接，将预埋在上、下节预制墙段端面处的连接端板采用坡口焊接并结合锚筋连接；

**4** 成槽厚度宜比预制墙体厚度大40mm，入槽完毕后宜采用注浆填充间隙。

**5.4.12** 钢管混凝土桁架与帷幕一体化结构围护体设计应符合下列要求：

**1** 多排钢管混凝土桩之间应设置水平及斜向腹杆，形成桁架式围护结构（图5.4.7）；

**2** 桁架整体抗弯承载力及变形控制要求较高时，可在钢管内设置预应力钢筋，形成预应力钢管混凝土桁架结构围护体。

a 钢管混凝土桁架形式一 b 钢管混凝土桁架形式二

图5.4.12 钢管混凝土桁架结构围护体

1-钢管混凝土；2-斜腹杆；3-水平腹杆

**5.4.13** 水泥土锁扣型钢地下连续墙设计应符合下列要求：

**1** 水泥土锁扣型钢地下连续墙中锁扣型钢的间距和平面布置形式应根据计算确定，平面布置形式可采用一字型（图5.4.13-1）；



图5.4.13-1 标准一字型围护布置形式

**2** 水泥土锁扣型钢地下连续墙的锁扣型钢接头可由C型锁扣和T型接头构成，咬合接头的标准配置应沿着锁扣型钢的构件轴向间断布置（图5.4.13-2）



图5.3.4 锁扣咬合接头

1-C型锁扣；2-T型接头

**3** 水泥土锁扣型钢地下连续墙的垂直度偏差不应大于1/500。锁扣型钢垂直于基坑边线平面定位偏差不应大于10mm，平行于基坑边线平面定位偏差不应大于20mm。锁扣型钢在平面内和平面外的垂直度偏差均不应大于1/300。

**4** 作用于水泥土锁扣型钢地下连续墙计算截面上的弯矩和剪力应由锁扣型钢承担，并应对锁扣型钢的抗弯、抗剪承载力进行验算。当芯材需要接长时，应验算连接接头的抗弯和抗剪承载力。

**5** 水泥土锁扣型钢地下连续墙的垂直度偏差不应大于1/500。

## 5.5 连接设计

**5.5.1** 预制混凝土结构围护体与混凝土冠梁的连接，应符合下列规定：

**1**空芯预制混凝土结构围护体采用空腔内锚固钢筋连接时，锚固钢筋长度及填芯长度应满足规范要求；

**2**间隔布置的实芯预制混凝土结构围护体可通过外伸主筋与冠梁连接，也可全断面伸入冠梁实现锚固。采用全断面伸入冠梁时，围护结构顶宜高于冠梁顶；

**3**连续布置的实芯预制混凝土围护结构可通过外伸主筋与冠梁连接，也可在围护结构顶设置局部凸榫（图5.5.1-1）伸入冠梁实现锚固，凸榫顶宜高于冠梁顶；

**4**预制混凝土结构围护体全断面或凸榫伸入冠梁时，冠梁主筋应避开围护结构，并在围护结构外侧设置封闭箍筋及边梁主筋构成边梁（图5.5.1-2）。

图5.5.1-1 连续布置预制混凝土围护结构凸榫 图5.5.1-2 预制围护结构的冠梁加强

1-预制混凝土围护结构体；2-凸榫 1-预制混凝土围护结构体；2-凸榫；3-冠梁；4-边梁主筋；5-箍筋；

**5.5.2** 预制钢结构围护体与混凝土冠梁的连接，应符合下列规定：

**1** 间隔布置的型钢结构围护体应伸入围护结构顶实现锚固，围护结构顶宜高于冠梁顶，冠梁应按5.5.1-2条进行加强；

**2** 连续布置的钢结构围护体可将局部围护结构伸入冠梁实现锚固，冠梁应按5.5.1-2条进行加强。

**5.5.3** 预制混凝土结构围护体可通过生产时设置的预埋钢板、开挖后植筋等形成连接件，通过连接件采用锚固、焊接、托架等方式与围檩进行连接。

**5.5.4** 采用开挖后植筋方法连接时，空芯预制混凝土构件应在连接处填芯。

**5.5.5** 预制钢结构围护体可通过焊接、托架、螺栓等方式进行连接。

**5.5.5** 预制围护结构与围檩、腰梁之间存在缝隙时，宜采用钢楔块或混凝土填实。

**5.5.6** 预制构件中部设置锚杆的位置，宜在构件制作时提前预留孔洞。

# 6 围护结构施工

6.1 一般规定

**6.1.1** 预制构件施工方法选用宜符合表6.1.1的规定。

**表6.1.1施工方法**

|  |  |
| --- | --- |
| 施工方法 | 适用岩土层 |
| 锤击法 | 淤泥、淤泥质土、可~硬塑状黏性土、粉土、稍密~中密状砂土、强风化泥岩 |
| 静压法 | 淤泥、淤泥质土、可塑状黏性土、粉土、厚度不大于3m的细砂 |
| 振动法 | 淤泥、淤泥质土、可塑状黏性土、粉土、中密~密实状砂土 |
| 免共振法 | 适用于噪音控制严格、打桩施工不得对周边环境产生扰动的情形 |
| 植入法 | 硬塑~坚硬状黏性土、密实状砂卵石层、各类风化岩层等 |
| 内钻法 | 各种状态的黏性土、粉土、砂土、碎石层、卵石层、岩层 |

**6.1.2** 围护结构施工前应取得以下环境资料：

**1** 邻近建（构）筑物的结构、基础形式、现状情况以及保护要求；

**2** 邻近管线位置、类型、埋深、材质、使用情况及保护要求；

**3** 所在地地质和水文情况及地下水资源环境要求。

**6.1.3** 围护结构施工应符合下列要求：

**1** 围护结构成孔（槽）偏差不应大于50mm，垂直度偏差不应大于1/200；

**2** 插入预制构件位置偏差不应大于20mm，垂直度偏差不应大于1/100，埋设深度应符合设计要求；

**3**施工前应检查预制构件质量证明资料、出厂合格证、外观质量、校核桩位，施工中应检查焊接质量、垂直度、标高、轴线偏位，施工后应检测桩身完整性。

**6.1.4** 对于环境保护要求高的基坑工程，应选用扰动小的施工方法，并宜通过试验性施工及监测结果调整施工参数。

**6.1.5** 施工中产生的泥浆可集积于导向沟或临时设置的沟槽内，存储和外运应满足当地环境保护部门的要求。

## 6.2 预制混凝土结构围护体

**6.2.1** 采用成槽后植入预制混凝土构件时，成槽施工宜满足以下要求：

**1** 单元槽段长度应根据构件的重量、起重能力和基坑平面布置综合确定。单元槽段长度宜为1.5m~5m；

**2** 宜采用依次成槽法施工，成槽施工时应先施工转角幅后施工直线幅，成槽深度超过预制构件底宜为100mm~200mm；

**3** 成槽前应进行槽壁稳定性验算。成槽过程中，减少施工荷载对槽壁稳定的影响；

**4** 成槽施工时应严格控制泥浆液面高度和泥浆指标保证成槽的稳定性，成槽设备入槽后泥浆液面不宜低于导墙顶面以下0.3m，并及时补浆。

**5** 成槽后泥浆性能指标应符合表6.1.2。

**表6.1.2 成槽后槽内泥浆性能指标表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检查项目 | 允许值 | 检查数量 | | 检查方法 |
| 范围 | 点数 |
| 1 | 泥浆比重（g/cm3） | 1.10～1.20 | 离槽底500mm处 | 1 | 泥浆比重秤 |
| 2 | 泥浆黏度（s） | 25～30 | 1 | 500毫升/700毫升漏斗法 |
| 3 | PH值 | 7～9 | 1 | PH试纸 |

**6.2.2** 采用静压、锤击、植入、中掘法施工应符合现行行业标准《建筑桩基础技术规范》JGJ 94、《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T406的规定。

**6.2.3** 植入法采用搅拌法、旋喷、孔内灌浆等方法成桩后植入。成桩施工应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ120、《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ/T199的规定。

**6.2.4** 预制混凝土构件的起吊、运输及堆放应符合以下规定：

**1** 预制混凝土构件运输宜采用平板车或驳船，装卸及运输时应采取措施防止预制构件滑移及损伤；

**2** 预制混凝土构件堆场场地应平整、坚实，排水条件良好。堆放时应采取支垫措施，堆放层数应满足桩身强度及地基承载力要求；

**3** 预制混凝构件应达到设计强度的100%后方可运输及吊放。吊点位置及数量应满足桩身强度的要求，异形截面墙段运输时应有可靠的支撑措施。

**6.2.5** 预制混凝土构件的接头可根据构件形式和使用要求采用焊接、套箍连接、机械螺纹连接、现浇混凝土等形式。连接部位强度不应低于预制构件强度。

## 6.3 预制钢结构围护体

**6.3.1** 预制型钢围护结构宜采用振动、静压或植入方法施工。

**6.3.2** 预制型钢围护结构施工前宜进行试验性施工。

**6.3.3** 沉桩施工前准备工作应符合下列规定：

**1** 检查沉桩设备且符合正常运转要求；

**2** 检查所用钢构件的桩身质量；

**3** 对变形的钢构件及锁口进行调直处理；

**4** 测量并标示场地上的桩位，其偏差不得大于 20mm；

**5** 连续式预制型钢围护结构宜在连续锁口内嵌填油膏、木屑或其他密封止水材料；

**6** 设备行走线路地基基础应满足设备承载能力要求。

**6.3.4** 预制钢构件的接长宜在沉桩前完成，接头强度应不低于构件强度。

**6.3.5** 沉桩过程中，应随时检查钢构件的垂直度。当垂直度偏差超过 0.8%时，应找出原因 并设法纠正；在桩端进入硬土层后，严禁强行用回扳的方法纠偏。

**6.3.6**  采用振动沉桩法进行多桩的沉桩宜采用逐根法、屏风法或错列法。振动沉桩法沉桩困难时，宜采用高压射水辅助振动沉桩法或预钻孔法沉桩。对钢板桩垂直度有较高要求时，沉桩前宜设置导向架。

**6.3.7**  采用静压沉桩法进行多桩的沉桩应采用逐根法。静压沉桩困难时，宜采用高压射水、螺旋辅助沉桩方法施工。

**6.3.8** 预制钢构件静压沉桩时每根桩应一次连续压到设计标高，中间不得无故停歇。

## 6.4 支护与帷幕一体化围护体

**6.4.1** 支护与帷幕一体化围护体中，帷幕施工应符合下列规定：

**1** 帷幕采用搅拌施工工艺时，相邻搅拌桩施工时间间隔，黏性土不应大于12h，砂性土不应大于8h；

**2** 帷幕采用高压旋喷施工工艺时，应采用隔孔分序作业，相邻孔作业时间间隔，黏性土不应小于24h，砂性土不应小于12h；

**3**水泥土帷幕固化液水泥用量宜通过试验确定，单轴水泥土搅拌桩水泥掺量不宜小于15%，三轴及等厚水泥土搅拌墙水泥掺量不宜小于20%，高压旋喷桩帷幕水泥掺量不宜小于25%；

**4** 帷幕施工尚应符合国家标准《建筑地基基础施工质量验收标准》GB50202、行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ120、《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ/T199和《渠式切割水泥土连续墙技术规程》JGJ/T303的规定。

**6.4.2** 扩体桩与帷幕一体化围护体施工应符合下列规定：

**1**扩体桩宜采用长螺旋压灌植入法、旋挖成孔植桩法、喷射搅拌植入法、埋入法施工；

**2** 扩体桩直径大于800mm时，宜采用高压喷射搅拌或取土高压喷射搅拌工艺施工；

**3** 预制桩植入施工宜采用静压或锤击方法，黏性土中应在9h内完成沉桩，砂性土中宜在6h内完成沉桩；

**4** 先施工水泥土帷幕桩，后施工扩体桩时，扩体桩可采用软切割相邻帷幕桩后植入方法施工；

**5** 水泥土帷幕桩的施工应符合6.4.1条的要求。

**6.4.3** 预制混凝土构件与水泥土帷幕一体化围护体施工应符合下列规定：

**1** 预制混凝土构件插入水泥土帷幕形成一体化围护体时，预制构件插入应在帷幕施工完成后3h内完成；

**2** 预制混凝土构件与水泥土桩咬合形成一体化围护体时，宜先施工预制混凝土结构围护体，再施工水泥土桩；水泥土桩宜采用高压喷射法施工；

**3** 插入的预制构件应小于帷幕桩（墙）直径50mm；

**4** 水泥土帷幕桩的施工应符合6.4.1条的规定。

**6.4.4** 型钢水泥土搅拌墙结构围护体施工应符合下列规定：

**1**水泥土搅拌墙宜采用三轴水泥土搅拌桩墙、渠式切割水泥土墙等方法施工，其施工应符合6.4.1条的规定；

**2** 型钢宜在搅拌墙施工结束后30min内插入，插入前应检查其平整度和接头焊缝质量；

**3** 型钢宜依靠自重或振动插入。

**6.4.5** 预制围护体防渗接头注浆宜采用柔性防渗材料。

**6.4.6** 水泥土锁扣型钢地下连续墙施工应符合下列要求：

**1** 正式施工前宜进行工艺试验，确定相应施工技术参数；

**2** 应根据定位控制线设置现浇式钢筋混凝土导墙或钢板式导墙；

**3** 连续墙施工宜采用铣削式设备成墙，应采用双浆液方式，下沉注入浆液应选择膨润土浆液，下沉搅拌速度宜控制在100mm/min～150mm/min，提升时应喷射水泥浆液，提升速度控制宜在150mm/min～200mm/min；水泥浆液水泥掺量宜为10%~20%，水灰比宜为1.0~2.0；采用膨润土浆液膨润土掺量宜为3%~5%。

**4** 锁扣型钢宜在水泥土搅拌墙成墙搅拌完成2h内插入，插入前应检查其平整度、套箍、端头板和接头质量。

## 6.5 回收施工

**6.5.1** 基坑回填完成后，方可进行装配式围护结构回收施工。

**6.5.2** 周边环境条件复杂、变形控制要求高的基坑工程，不宜回收围护结构。

**6.5.3** 下列情况预制围护结构回收时，宜设置减摩涂层：

**1** 当基坑回填选用素混凝土等强度较高的材料，围护结构与回填材料直接接触；

**2** 水泥土、混凝土等强度较高的桩体插入预制构件时；

**3** 预制混凝土构件需回收时。

**6.5.4** 预制构件回收前应解除其与其他构件的连接。

**6.5.5** 预制构件回收宜采用振动拔除或千斤顶顶升拔除。

**6.5.6** 振动沉桩法拔桩困难时，宜采取以下措施：

**1** 先将桩向下振沉 100-200mm，再边振边拔；

**2**  间歇振动拔桩，每次连续振动时间不超过 3min，振动锤连续工作不超过 1.5h。

**6.5.7** 围护结构预制构件回收后，应及时对回收后留下的空腔进行注浆充填；注浆材料宜选用砂土、水泥浆、水泥砂浆、混凝土、轻质混凝土或其他灌浆料。

# 7 检验与验收

## 7.1 预制混凝土结构围护体

**7.1.1** 预制混凝土构件进场后，应对成品材质、型号、规格、尺寸以及外观质量进行检验。

**7.1.2** 材质检验应符合下列规定：

**1**  应对预制构件纵向钢筋数量和直径、箍筋直径和间距、箍筋加密区长度以及钢筋混凝土保护层厚度进行抽检。每个检验批抽检预制构件总节数不少于2根，同一检验批中，有不合格的预制混凝土构件时，该检验批的预制构件不准使用；

**2**  当对预制混凝土构件混凝土强度存在异议时，可采用钻芯法或全截面抗压试验方法进行抽检；

**3**  当对预制构件钢筋、端板材质存在异议时，应对钢筋、端板材质进行抽检。

**7.1.3** 尺寸及外观质量检验应符合下列规定：

**1** 预制构件有端板时，应对端板尺寸进行抽检，抽查数量不少于预制构件总数量的2%，凡端板厚度或电焊坡口尺寸不合格的预制混凝土构件，不得使用；

**2** 应对预制混凝土构件尺寸偏差和外观质量进行抽检，抽查数量不少于预制构件总节数的2%，同一检验批中，出现一节预制构件不符合质量要求时，应加倍检查，再发现不合格时，该检验批预制构件不准使用。

**7.1.4**  围护结构的施工检测应符合下列规定：

**1**  预制构件施工前、施工过程中应对垂直度进行检查；

**2**  成槽、成孔质量检验；

**3**  施工过程中，应对预制构件的施工顺序进行检查。

**7.1.5**  围护结构的验收应符合下列规定：

**1**  应对围护结构标高及位置偏差进行检测；

**2**  对围护结构、接头完整性进行检测；

**3**  有竖向承载要求时，对围护结构竖向承载力进行检测。

**7.1.6** 围护结构质量验收尚应符合国家现行标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB50202、《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T406和《建筑基坑支护技术规程》JGJ120的规定。

## 7.2 预制钢结构围护体

**7.2.1** 预制混凝土构件进场后，应对预制型钢构件材质、规格、型号、 尺寸、 外观质量进行检验。

**7.2.2** 材质检验应检查每一批钢材的质量证明文件，设计有要求或对其质量有怀疑时，应抽样对其进行物理力学性能试验和化学成分分析。

**7.2.3** 尺寸检验应包括长度、宽度、厚度、端部矩形比、平直度等内容。检查中要注意对沉桩有影响的焊接件应予以割除，割孔、断面缺损的应予以补强，应测量其实际断面厚度。

**7.2.4** 外观检验包括表面缺陷、表面平整度、表面锈蚀情况、锁口形状及接长焊缝质量等内容。

**7.2.5** 围护结构质量验收尚应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB50202、《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205和现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ120的规定。

## 7.3 支护与帷幕一体化围护体

**7.3.1** 一体化围护体的质量检验应分为施工过程控制、施工质量验收和开挖期检查。

**7.3.2** 施工过程控制内容应包括：施工机械性能、材料质量、桩体定位、预制构件规格、标高、垂直度、水泥掺量、试样制作、帷幕桩施工间歇时间等。

**7.3.3** 施工质量验收包括：帷幕桩、墙强度、帷幕桩搭接情况、内插预制构件位置偏差、帷幕渗漏检验等。

**7.3.4** 开挖期检查包括：一体化围护体质量、渗漏水情况等。

**7.3.5** 帷幕渗漏检验宜采用现场抽水试验进行，有条件时应配合高密度电法检验渗漏位置。

**7.3.6** 支护与帷幕一体化围护体的质量检验尚应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB50202的要求。

# 8 监测要求

**8.0.1** 基坑围护结构监测应贯穿围护结构施工及使用全过程。有回收工序时，尚需对围护结构回收后周边环境变形进行监测。

**8.0.2** 基坑周边环境监测的范围应为基坑开挖上口线以外1~3倍开挖深度范围以内，以及基坑降水、支护体施工影响范围内需要保护的对象（各类地上建筑、地下设施）；有特殊要求时，尚应按照其要求确定监测范围。

**8.0.3** 装配式围护结构施工过程中，应监测施工对周边环境的影响。采用挤土效应明显的工法时，应对已施工的围护结构上浮量及桩顶偏位值进行监测。

**8.0.4**  装配式围护结构监测项目，可根据基坑工程安全等级按表8.0.1选择。

**表8.0.1围护结构监测项目**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 基坑工程安全等级  监测项目 | 一级 | 二级 | 三级 |
| 围护结构顶部水平位移 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 围护结构顶部竖向位移 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 围护结构深层水平位移 | 应测 | 应测 | 宜测 |
| 围护结构内力 | 宜测 | 可测 | 可测 |

**8.0.5** 围护结构内力监测时，应采取措施避免施工对监测元件的损伤。

**8.0.6** 深层土体水平位移监测可采用测斜管方法，测斜管底部埋置深度应低于围护结构底部深度；当采用测斜管进行围护结构深层水平位移监测时，应符合下列规定：

**1** 对空芯预制混凝土构件，可将测斜管置于预制构件空腔内，空腔采用水泥土或混凝土填充；

**2** 对实芯预制混凝土构件及预制型钢构件，宜通过固定于预制围护结构构件上的钢套管与测斜管可靠连接；

**3** 测斜管深度不应小于预制构件深度；

**4**  应在围护结构顶端设置用于校准的水平位移监测点。

**8.0.7** 围护结构监测除满足本章要求外，可按现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB50497的规定执行。

# 本规程用词说明

**1** 为了便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

4）表示有选择，在一定条件下可以这么做的，采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准、规范执行时的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 参考标准名录

1 《建筑与市政地基基础工程通用规范》GB55003

2《建筑地基基础设计规范》GB50007

3《混凝土结构设计规范》GB50010

4《钢结构设计标准》GB50017

5《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB50202

6《建筑基坑工程监测技术标准》GB50497

7《建筑桩基技术规范》JGJ79

8《建筑基坑支护技术规程》JGJ120

9《建筑深基坑工程施工安全技术规范》JGJ311

10《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ-T199

11《渠式切割水泥土连续墙技术规程》JGJ/T303

12《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T406

13中国工程建设标准化协会标准《钢板桩支护技术规程》T/CECS720-2020

14中国工程建设标准化协会标准《预制混凝土板桩式挡土墙技术规程》T∕CECS 582-2019

**中国工程建设标准化协会标准**

基坑工程装配式围护结构技术规程

T/CECS ×－202×

条文说明

目 次

[1 总则 27](#_Toc101710465)

[3 基本规定 29](#_Toc101710466)

[5 围护结构设计 30](#_Toc101710467)

[5.1 一般规定 30](#_Toc101710468)

[5.3 间隔式预制混凝土围护结构 30](#_Toc101710469)

[5.6 围护结构与支护构件的连接 30](#_Toc101710470)

[6 围护结构施工 31](#_Toc101710471)

[6.5回收施工 31](#_Toc101710472)

[8 监测 32](#_Toc101710473)

1 总则

**1.0.1** 近年来，国家大力发展装配式建筑结构，各种不同的材料、规格的装配式预制构件大量出现，生产厂家均有各自的企业标准或地方标准。在基坑工程领域，除预制管桩、钢板桩外等少量装配式预制构件有行业标准外，大量预制构件没有统一的规范要求，影响了装配式围护结构的推广应用。本规程的制定，给围护结构的生产、设计、施工、检验、回收与监测提供依据。

2 术语和符号

2.1 术 语

**2.1.1**本标准中围护结构指直接承受土压力和水压力的结构，不含支撑、锚拉体系或构件。

**2.1.5** 支护与帷幕一体化围护体与植入法施工的预制围护体区别为：支护与帷幕一体化围护体中水泥土桩、墙是帷幕的一部分，而植入法施工的预制围护体水泥土桩、墙作为预制构件压入的辅助措施，其截水抗渗性能来自水泥土桩墙或预制围护体自身咬合。在一定条件下，两种围护体范围有一定交叉。

**2.1.7** 锁扣型钢是一种箱式钢结构，根据连续钢墙的厚度和承受外荷载能力的不同以及制造方法的差异可以把型钢构件分成几种: BX、GH-R 等。平行翼缘型且翼缘两端具备咬合接头结构的劲性钢构件。

BX GH—R

3 基本规定

**3.0.1** 装配式围护结构包含内容较广，本规程仅列出常用的围护结构形式，其他装配式围护结构生产、设计、施工、检验与监测可参照本规程执行。

本标准中围护结构指具有挡土、截水作用的围护结构，根据围护结构材料、布置及帷幕类型分为预制混凝土结构围护体、预制钢结构围护体、支护结构与帷幕一体化围护体。预制构件间隔布置形成的桩式围护结构不具有截水作用，其设计与施工要求在现行各类规范中有较为详细的规定。

4 构件生产与制作

4.1 一般规定

**4.1.1** 预制构件使用的原材料种类较多，生产单位应充分了解设计要求，并要求原材料供货方提供满足要求的技术证明文件，文件包括出厂合格证和检验报告等。

**4.1.2** 原材料的质量对预制构件质量起决定性作用，生产单位应做好原材料的进货验收工作。

4.2 混凝土构件

**4.2.2** 本条规定了预制混凝土构件生产工艺对应的强度等级。为保证预制混凝土构件的施工质量，提高构件耐久性，离心法工艺生产的构件混凝土强度等级不宜低于C80，浇筑法生产的构件混凝土强度等级不宜低于C60。

5 围护结构设计

5.1 一般规定

**5.1.2** 受到生产和运输等因素的影响，预制装配式结构长度受到一定限制，在深基坑工程中，不可避免的存在拼接接头。拼接接头的质量是保证围护结构安全的重要因素，故围护结构的构造设计应包括连接构造的设计。

**5.1.9** 预制混凝土结构围护体除应满足使用过程中满足设计要求外，还应进行施工设计，考虑起吊、运输等因素引起的预制构件内力、变形的影响。

5.4 支护与帷幕一体化围护结构

**5.4.8** 钢管混凝土桁架围护体于2018年在昆山徽商大厦得到工程应用，该工程南侧土质最差，且围护桩外侧2-4米为燃气管线，120米长围护段，应用钢管混凝土桁架桩，其它部分土质较好且环境宽松，用的是预制混凝土板桩（工字形截面）插在三轴搅拌桩内作为围护结构。2020年，该工程以钢管混凝土桁架围护桩作为技术支撑和创新点获得江苏省优秀设计一等奖。预应力钢管混凝土桁架围护桩，2014年在昆山市污水处理厂（汉浦路东）得到工程应用，与混凝土灌注桩围护结构相比，相同条件下，基坑变形值约为混凝土灌注桩的2/3 。

5.5 围护结构与支护构件的连接

**5.5.1**连续式的混凝土预制围护结构，也可在最上面的一节预制段的顶部设置外伸主筋（即预制构件的出筋），但是在构件预制的过程中，出筋是一项较为繁杂的工艺，会增加造价，并且在运输和吊装过程中会带来更多的不变。因此，本规程提出预留上凸榫头方法，将榫头包覆在冠梁中，且顶部凹处的边缘也进入冠梁50mm，锚固更可靠；凸榫应高于冠梁顶面，加强锚固，便于质量检验。

6 围护结构施工

6.1 一般规定

**6.1.1** 预制构件施工方法需综合考虑确定，本条列举了各种施工方法适用的土层，供施工单位初步选择。在密实砂层中沉桩困难时，也可采用钻孔松土或水冲等辅助手段。

在较硬土层中，采用其他施工方法存在困难时，植入法不仅可以降低沉桩难度，确保桩顶标高，也可以增加桩身刚度，减少桩身变形量。

6.5 回收施工

**6.5.2** 围护结构回收过程中，对周边环境的影响不可避免。因此，对周边环境保护要求高的基坑工程，围护结构不宜回收。

**6.5.3** 在预制构件表面涂抹减摩材料前，必须清除预制构件表面的铁锈和灰尘，减摩材料涂抹厚度不小于1mm，并涂抹均匀，以确保减摩材料层的粘结质量。

7 检验与验收

7.1 预制混凝土结构围护体

**7.1.4** 成槽质量检验包括槽位、槽深、槽宽、垂直度、沉渣厚度及槽壁形态曲线等。

槽深可采用测绳法单独检验，也可在槽宽或垂直度检验时，利用设备的深度编码器及滑轮同步进行检验；槽宽检验可采用机械接触法、超声波法等，相应的设备可采用伞形孔径仪、超声波成孔（槽）检验仪等；垂直度检验可采用顶角测量法、超声波法等，相应的设备可采用测斜仪、扶正器及超声波成孔（槽）检验仪等；沉渣厚度检验可采用电阻率法、探针法、测锤法等，相应的设备可采用电阻率沉渣检验仪、探针沉渣检验仪、沉渣测锤等。

**7.1.5**  接头质量检验包括接头刷壁质量和成墙后接头混凝土的质量检验，接头刷壁质量的检验可采用超声波法，并宜与成槽质量检验同时进行，接头混凝土质量可采用声波透射法检验。当声波透射法检验对接头混凝土质量难以给出检验结论时，可结合土方开挖及其他技术手段进行验证。

7.3 支护与帷幕一体化围护体

**7.3.1** 施工过程控制是对施工过程中各项施工参数的检验控制包括水泥土搅拌墙的水灰比、水泥掺量、浆液的泵送量、膨润土浆液的密度及流动度；搅拌机切割推进速度；锁扣型钢的规格、拼接焊接质量；水泥土搅拌墙的成墙质量和锁扣型钢的垂直度、标高、定位；水泥土试块的制作与强度测试等各项检验。

8 监测

**8.0.2** 现行国家行业规范《建筑深基坑施工安全技术规范》JGJ 311规定：深基坑工程环境调查范围不小于基坑开挖上口线以外、1倍开挖深度范围；而工程实践经验表明，当基坑工程需要降水时，其影响范围远大于1倍开挖深度。实际工程中可根据降水影响范围划定安全监测区域。