

河南省工程建设标准

DBJ41/T 238—2021

备案号:J15740—2021

---

# 现浇钢筋混凝土地下连续墙 施工技术标准

Construction technical specification for  
cast-in-situ reinforced concrete diaphragm wall

2021-04-25 发布

2021-07-01 实施

---

河南省住房和城乡建设厅 发布

河南省工程建设标准

# 现浇钢筋混凝土地下连续墙 施工技术标准

Construction technical specification for  
cast-in-situ reinforced concrete diaphragm wall

DBJ41/T 238—2021

主编单位：中国建筑第七工程局有限公司

批准单位：河南省住房和城乡建设厅

实施日期：2021 年 7 月 1 日

郑州大学出版社  
郑州

## 图书在版编目(CIP)数据

现浇钢筋混凝土地下连续墙施工技术标准 / 中国建筑第七工程局有限公司主编. — 郑州: 郑州大学出版社, 2021.5  
ISBN 978-7-5645-7856-5

I. ①现… II. ①中… III. ①钢筋混凝土结构 - 地下连续墙 - 工程施工 - 技术标准 IV. ①TU476-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 086123 号

## 现浇钢筋混凝土地下连续墙施工技术标准

|      |     |      |         |
|------|-----|------|---------|
| 策划编辑 | 刘 开 | 封面设计 | 张 庆     |
| 责任编辑 | 李 蕊 | 版式设计 | 凌 青     |
| 责任校对 | 杨飞飞 | 责任监制 | 凌 青 李瑞卿 |

|       |                                                                    |
|-------|--------------------------------------------------------------------|
| 出版发行  | 郑州大学出版社有限公司( <a href="http://www.zzup.cn">http://www.zzup.cn</a> ) |
| 地 址   | 郑州市大学路 40 号(450052)                                                |
| 出 版 人 | 孙保营                                                                |
| 发行电话  | 0371-66966070                                                      |
| 经 销   | 全国新华书店                                                             |
| 印 刷   | 郑州宁昌印务有限公司                                                         |
| 开 本   | 850 mm×1 168 mm 1 / 32                                             |
| 印 张   | 2.625                                                              |
| 字 数   | 69 千字                                                              |
| 版 次   | 2021 年 11 月第 1 版                                                   |
| 印 次   | 2021 年 1 月第 1 次印刷                                                  |

|     |                        |     |         |
|-----|------------------------|-----|---------|
| 书 号 | ISBN 978-7-5645-7856-5 | 定 价 | 18.00 元 |
|-----|------------------------|-----|---------|

本书如有印装质量问题,请与本社联系调换。

# 河南省住房和城乡建设厅文件

公告〔2021〕28 号

## 河南省住房和城乡建设厅 关于发布工程建设标准《现浇钢筋混凝土 地下连续墙施工技术标准》的公告

现批准《现浇钢筋混凝土地下连续墙施工技术标准》为我省工程建设地方标准,编号为 DBJ41/T 238—2021,自 2021 年 7 月 1 日起在我省施行。

本标准在河南省住房和城乡建设厅门户网站(www.hnjs.gov.cn)公开,由河南省住房和城乡建设厅负责管理。

河南省住房和城乡建设厅

2021 年 4 月 25 日

# 前 言

根据河南省住房和城乡建设厅豫建科〔2019〕372号文件的要求,标准编制组通过广泛调查研究,认真总结实践经验,参考国内外的先进标准,并结合河南省现浇钢筋混凝土地下连续墙的应用实践,制定了本标准。

本标准的主要技术内容:总则、术语、基本规定、导墙、泥浆、成槽、接头、钢筋笼、混凝土、墙底注浆、质量检测与施工监测、验收。

本标准由河南省住房和城乡建设厅负责管理,由中国建筑第七工程局有限公司负责技术内容的解释。执行过程中,请各有关单位结合施工实践,不断总结经验,并将发现的问题、意见和建议函告中国建筑第七工程局有限公司(地址:郑州市经开区经开第十五大街 267 号中建大厦 A 座;邮编:450004),以供修订时参考。

**主 编 单 位** 中国建筑第七工程局有限公司

**参 编 单 位** 河南省郑州新区建设投资有限公司

郑州市城乡建设委员会

郑东新区建设环保局

郑州市工程质量监督站

华北水利水电大学

中建八局第二建设有限公司

宝冶(郑州)建筑工程有限公司

河南省有色工程勘察有限公司

中国水电基础局有限公司

中国中铁四局集团有限公司

中国市政工程华北设计研究总院

河南省华兴建设监理有限公司

郑州市规划勘测设计研究院

郑州市郑东新区建设开发投资总公司

河南省新绘检测技术服务有限公司

|       |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 主要起草人 | 鲁万卿 | 王永增 | 詹志雄 | 张煜  | 许文峰 |
|       | 徐庆和 | 陈新勇 | 吴玥  | 王永好 | 李建杰 |
|       | 刘一宁 | 李晓克 | 张中善 | 远烁  | 余寅  |
|       | 吴清星 | 王承林 | 顾卫东 | 詹阳  | 曲瑞龙 |
|       | 张立伟 | 秦广宙 | 郑鑫  | 赵俊齐 | 杨涛  |
|       | 黄中磊 | 苏建建 | 高化  | 吴文学 | 张新慧 |
|       | 贾述望 | 许涛  | 段少刚 | 田为  | 吴元豪 |
| 主要审查人 | 杜明芳 | 王荣彦 | 王继周 | 许录明 | 李建斌 |
|       | 刘明林 | 包宏涛 |     |     |     |

# 目 次

|     |        |    |
|-----|--------|----|
| 1   | 总则     | 1  |
| 2   | 术语     | 2  |
| 3   | 基本规定   | 4  |
| 4   | 导墙     | 6  |
| 4.1 | 导墙设计   | 6  |
| 4.2 | 导墙施工   | 7  |
| 5   | 泥浆     | 9  |
| 5.1 | 泥浆制备   | 9  |
| 5.2 | 质量控制   | 10 |
| 6   | 成槽     | 13 |
| 6.1 | 单元槽段划分 | 13 |
| 6.2 | 槽段开挖   | 13 |
| 6.3 | 刷壁和清基  | 16 |
| 6.4 | 质量控制   | 16 |
| 7   | 接头     | 17 |
| 7.1 | 接头类型   | 17 |
| 7.2 | 接头施工   | 17 |
| 8   | 钢筋笼    | 20 |
| 8.1 | 钢筋笼制作  | 20 |
| 8.2 | 钢筋笼吊装  | 21 |
| 8.3 | 质量控制   | 23 |
| 9   | 混凝土    | 24 |
| 9.1 | 混凝土配制  | 24 |

|      |                      |    |
|------|----------------------|----|
| 9.2  | 混凝土浇筑 .....          | 24 |
| 9.3  | 质量控制 .....           | 25 |
| 10   | 墙底注浆 .....           | 27 |
| 10.1 | 注浆管预埋 .....          | 27 |
| 10.2 | 墙底注浆施工 .....         | 27 |
| 11   | 质量检测与施工监测 .....      | 29 |
| 11.1 | 成槽质量检测 .....         | 29 |
| 11.2 | 墙体混凝土质量检测 .....      | 29 |
| 11.3 | 施工监测 .....           | 30 |
| 12   | 验收 .....             | 31 |
| 附录 A | 地下连续墙施工记录表 .....     | 32 |
| 附录 B | 地下连续墙检验批质量验收记录 ..... | 35 |
|      | 本标准用词说明 .....        | 40 |
|      | 引用标准名录 .....         | 41 |
|      | 条文说明 .....           | 43 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范现浇钢筋混凝土地下连续墙的施工与质量验收,做到技术先进、安全适用、经济合理、绿色环保,制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于河南省内建筑与市政工程的现浇钢筋混凝土地下连续墙的施工与质量验收。

**1.0.3** 现浇钢筋混凝土地下连续墙施工与质量验收除应执行本标准的规定外,尚应符合国家和河南省现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 地下连续墙 diaphragm wall

分槽段采用专用机械成槽、浇筑钢筋混凝土所形成的具有挡水、挡土和承重功能的地下连续墙体。其中,既作为支挡结构又作为地下结构外墙的地下连续墙为永久性地下连续墙。

### 2.0.2 导墙 guide wall

沿地下连续墙轴线两侧修筑的具有足够强度、刚度和精度,并起到挡土、导向、支撑荷载、存储泥浆和测量基准作用的两道平行于地下连续墙中心轴线的临时结构物。

### 2.0.3 单元槽段 unit trench

地下连续墙施工前预先沿墙体长度方向将其划分为若干个某种长度的施工段,是地下连续施工的基本单元。在单元槽段内一次浇筑混凝土所形成的墙体,称为“幅”。

### 2.0.4 槽位 trench position

地下连续墙施工前预先设计确定的单元槽段的位置。

### 2.0.5 槽壁加固 consolidation in both sides of trench

对软弱土、砂性土等不利于槽壁稳定的土层,在地下连续墙成槽前,对墙体两侧土体进行加固的措施。

### 2.0.6 接头管(箱) joint pipe(box)

使单元槽段间形成地下连续墙接头而采用的临时钢管(箱)。

### 2.0.7 圆弧形接头 circular joint

先行槽段施工中使用圆弧形接头管,拔除接头管后形成的相邻槽段间的连接方式。

### 2.0.8 型钢接头 section steel joint

单元槽段间采用工字钢、V 型钢板、十字钢板等型钢连接,先行槽段施工时在型钢接头侧配套使用接头箱,拔除接头箱后形成

的相邻槽段间的接头方式。

#### 2.0.9 橡胶带接头 rubber sealing joint

单元槽段间采用橡胶带连接,先行槽段施工中在连接侧使用附有橡胶接头的接头箱,侧向取出接头箱后形成的相邻槽段间的接头方式。

#### 2.0.10 铣接头 cutter joint

利用铣槽机切削先行槽段接头处混凝土而形成的相邻槽段间的连接方式。

#### 2.0.11 预制接头 precast concrete joint

利用预制混凝土构件作为地下连续墙相邻槽段的连接方式。

#### 2.0.12 刷壁 brushing the trench

地下连续墙成槽后,采用刷壁器等专用工具,对已浇筑地下连续墙端头的土渣、泥皮等附着物进行清除的作业。

#### 2.0.13 清基 trench cleaning

地下连续墙成槽后,清除槽底沉渣的工作。

#### 2.0.14 墙底注浆 grouting beneath the bottom of diaphragm wall

为提高地下连续墙底部抗渗、承载能力,采用在墙体底部埋管、对地下连续墙底部压注浆液进行增强的施工措施。

#### 2.0.15 泥浆 slurry

由膨润土、处理剂或黏土颗粒分散在水中所形成的悬浮液,在地下连续墙成槽施工时起固壁、悬浮及携渣等作用。

### 3 基本规定

**3.0.1** 地下连续墙施工前应调查、收集下列资料：

- 1 施工现场的地形、地质、气象和水文资料；
- 2 施工影响范围内的建(构)筑物、地下管线和地下障碍物等相关资料,并进行现场踏勘、核实；
- 3 测量基线和水准点资料；
- 4 场地交通运输状况；
- 5 给水、排水、通信、供电、动力等条件；
- 6 当地防洪、防汛和环境保护的相关规定。

**3.0.2** 地下连续墙施工前应完成下列工作：

- 1 遇有不良地质和地下障碍物时,应进行查验和处理；
- 2 基准线、水准基点应复核测量,并应在施工中进行保护、定期复测；
- 3 施工场地内供水、供电、排水、加工场地和泥浆循环等设施应布置完成；
- 4 施工场地应清理平整,道路应满足施工承载力的要求；
- 5 大型设备及吊装机具进场应进行安装调试、检查验收。

**3.0.3** 施工前,施工单位应组织相关人员熟悉施工设计图纸,参与建设单位组织的图纸会审和勘察、设计交底,掌握地质情况、设计意图与要求,并针对单元接头、钢筋笼等细部结构进行细化。

**3.0.4** 开工前,施工单位应编制专项施工方案。施工方案应按规定的程序审批后执行,变更时应办理变更审批。地下连续墙施工应按规定向有关人员逐级进行技术交底。

**3.0.5** 工程主要原材料、半成品、构配件等产品应具有质量证明文件、性能检验报告、使用说明书等,进入施工现场时应按国家和河南省现行标准的有关规定进行复检,质量合格方可使用。

**3.0.6** 成槽机作业地面应坚实、平整。成槽过程中,应根据槽壁稳定的要求控制施工荷载。

**3.0.7** 邻水环境的地下连续墙施工应考虑地下水位变化对槽壁的影响。

**3.0.8** 地下连续墙施工与邻近建(构)筑物的水平距离不宜小于1.5 m。

**3.0.9** 位于不良地层的槽段或邻近建(构)筑物保护要求较高时,宜对槽壁两侧土体进行加固。

**3.0.10** 地下连续墙施工期间,应对基坑周边环境的变形进行监测,确保施工安全。

## 4 导 墙

### 4.1 导墙设计

**4.1.1** 地下连续墙成槽前,应先构筑导墙。应根据现场条件、地下连续墙类型和成槽工艺对导墙进行专项设计,选用适用于地层条件的导墙形式。常见导墙断面形式为倒“L”形、“[”形,见图4.1.1-1和图4.1.1-2。

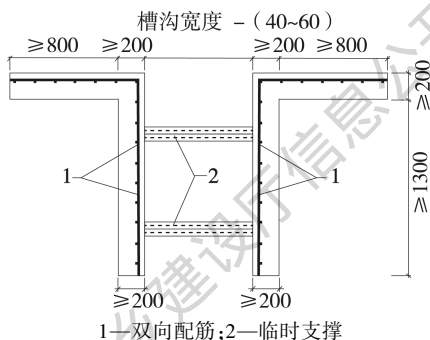


图 4.1.1-1 倒“L”形导墙示意图(单位:mm)

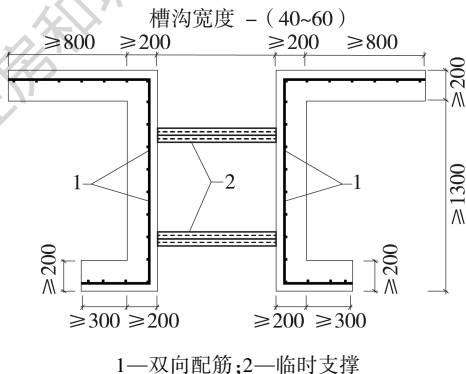


图 4.1.1-2 “[”形导墙示意图(单位:mm)

**4.1.2** 导墙应具有足够的强度、刚度和稳定性,满足后续施工荷载或施工设备、机具的承载能力和变形要求。

**4.1.3** 导墙底部应设置在密实的原状土层中或进入原状土层 300 mm 以上。施工中如遇障碍物、软土或杂填土等不良地层条件,宜进行换填或加固处理。

**4.1.4** 导墙宜采用现浇钢筋混凝土结构,混凝土强度等级不应低于 C20;导墙混凝土厚度宜为 200 mm ~ 300 mm,墙趾长度宜为 300 mm ~ 500 mm;导墙应双向配筋,钢筋间距不应大于 200 mm。

**4.1.5** 靠近成槽机一侧的导墙主筋宜与路面钢筋连接。

**4.1.6** 导墙埋深宜为 1.5 m ~ 2.0 m,导墙顶面应平整,宜高出原地面 100 mm,且应能储存泥浆并稳定泥浆液面高于地下水位 1.0 m 以上;当地下水位深度小于 0.5 m 时,宜采用高导墙。

**4.1.7** 导墙背侧土需用黏性土回填并分层夯实,夯实填土时,导墙间应采取支撑措施防止导墙倾覆或位移。

**4.1.8** 导墙中心线应与地下连续墙中心线重合,导墙内墙面应垂直;使用抓斗成槽机成槽时,两内墙面净间距宜大于地下连续墙设计厚度 40 mm ~ 60 mm;使用回转式成槽机和冲击式成槽机成槽时,两内墙面净间距宜大于设计墙厚的 60 mm ~ 100 mm。

**4.1.9** 转角处的导墙应根据需要外放 200 mm ~ 500 mm,具体尺寸应根据成槽设备和地下连续墙墙体厚度确定。

## 4.2 导墙施工

**4.2.1** 导墙应按地下连续墙设计轴线位置放线开挖,开挖后基底宜铺筑 C15 混凝土垫层,垫层厚度宜为 30 mm ~ 50 mm。

**4.2.2** 导墙分段施工时,施工缝应与地下连续墙接头错开。

**4.2.3** 导墙混凝土应分层对称浇筑。

**4.2.4** 在导墙混凝土养护期间,严禁重型机械在附近行走、停置或作业。导墙混凝土强度达到设计强度的 75% 后方可拆模。

4.2.5 拆模后,应立即在两片导墙间加支撑,直至槽段开挖时拆除。

4.2.6 成槽前后应在导墙两侧做好临边防护,保证施工安全。

4.2.7 导墙允许偏差应符合表 4.2.7 的规定。

表 4.2.7 导墙允许偏差

| 序号 | 项目      | 允许偏差<br>(mm) | 检验     |    | 检验方法   |
|----|---------|--------------|--------|----|--------|
|    |         |              | 范围     | 点数 |        |
| 1  | 导墙平面位置  | $\pm 10$     | 每幅     | 1  | 钢尺量    |
| 2  | 导墙顶面标高  | $\pm 20$     | 每 10 m | 1  | 水准仪检验  |
| 3  | 导墙顶面平整度 | $\pm 5$      | 每 10 m | 1  | 塞尺量    |
| 4  | 内墙面净距   | 0, 10        | 每 10 m | 1  | 钢尺量    |
| 5  | 垂直度     | $\leq 1/500$ | 每幅     | 1  | 线锤、钢尺量 |
| 6  | 墙面平整度   | $\pm 10$     | 每幅     | 1  | 钢尺量    |

## 5 泥 浆

### 5.1 泥浆制备

**5.1.1** 泥浆应具有良好的物理性能、流变性能、稳定性和抗水污染性能,保证地下连续墙施工中的槽壁稳定。

**5.1.2** 泥浆制备的原材料选择应符合下列规定:

1 应根据施工条件、地层特征、地下水状况、成槽工艺等因素选择适宜的浆液和材料。

2 泥浆制备宜优先选用膨润土,主要原材料以膨润土为主,增黏剂、分散剂和其他外加剂为辅;膨润土应满足现行国家标准《膨润土》GB/T 20973 的相关要求;拌制用水应采用自来水或不含杂质的中性清水。

3 泥浆制备亦可选择黏土或者膨润土与黏土两者的混合料;用于制备泥浆的黏土应进行物理试验、化学分析和矿物鉴定。宜选择黏粒含量大于 45%,塑性指数大于 20,含砂量小于 5%,二氧化硅与三氧化二铝含量的比值为 3~4 的黏土。

4 选用高分子聚合物或其他材料制备泥浆时应进行试验,并根据试验结果确认其适用性。

**5.1.3** 泥浆制备应符合下列规定:

1 施工前应进行造浆率和造浆性能试验。

2 新拌制泥浆应经充分水化,贮放时间不应少于 24 h。

3 一般泥浆配合比可根据表 5.1.3 选用;遇到松散、颗粒粒径较大、湿陷性、含盐量较高或受化学污染的特殊地层时,应制备专用泥浆。

表 5.1.3 一般泥浆配合比

| 土层类型 | 质量分数(%) |          |                             |
|------|---------|----------|-----------------------------|
|      | 膨润土     | 增黏剂 CMC  | 纯碱 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ |
| 黏性土  | 8 ~ 10  | 0 ~ 0.02 | 0 ~ 0.5                     |
| 砂性土  | 10 ~ 12 | 0 ~ 0.05 | 0 ~ 0.5                     |

**4** 使用回转式成槽钻机成槽时一般采用原土造浆,造浆性能应满足第 5.2.2 条的要求,当达不到要求时,可适当添加膨润土或黏土用量。

**5.1.4** 采用抓斗成槽机时,泥浆的储备量宜大于每日计划最大成槽方量的 2 倍,采用铣槽机成槽时,泥浆的储备量宜大于每日计划最大成槽方量的 3 倍。在易发生渗漏的地层成槽时,宜增加泥浆的储存量,提高黏度,必要时应在泥浆中添加堵漏材料,或者往槽内投放黏土球堵漏。

**5.1.5** 施工中的循环泥浆应进行沉淀或除砂等再生处理。

**5.1.6** 现场应设置满足施工使用的泥浆配制、循环和净化系统场地,并设置集水井和排水沟;泥浆池应加设防雨棚。

## 5.2 质量控制

**5.2.1** 泥浆性能指标的测定项目,可根据不同阶段按表 5.2.1 确定。

表 5.2.1 不同阶段泥浆性能测定项目

| 阶段      | 土料种类                  |                                       |
|---------|-----------------------|---------------------------------------|
|         | 膨润土                   | 黏土                                    |
| 鉴定土造浆性能 | 比重、漏斗黏度、失水量、静切力、塑性黏度  | 比重、漏斗黏度、含砂量、胶体率、稳定性                   |
| 确定泥浆配合比 | 比重、漏斗黏度、失水量、泥皮厚度、pH 值 | 比重、漏斗黏度、含砂量、胶体率、稳定性、失水量、泥皮厚度、静切力、pH 值 |
| 施工过程    | 比重、漏斗黏度、含砂量、pH 值      | 比重、漏斗黏度、含砂量、pH 值                      |

5.2.2 新拌制泥浆的性能指标应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 新拌制泥浆性能指标

| 序号 | 项目   |     | 性能指标          | 检验方法    |
|----|------|-----|---------------|---------|
| 1  | 比重   |     | 1.03 ~ 1.10   | 比重计检验   |
| 2  | 黏度   | 黏性土 | 20 s ~ 25 s   | 漏斗法     |
|    |      | 砂性土 | 25 s ~ 35 s   |         |
| 3  | 胶体率  |     | >98%          | 量筒法     |
| 4  | 失水量  |     | <30 mL/30 min | 失水量仪检验  |
| 5  | 泥皮厚度 |     | <1 mm         | 失水量仪检验  |
| 6  | pH 值 |     | 8 ~ 9         | pH 试纸检验 |

5.2.3 循环使用的泥浆的性能指标应符合表 5.2.3 的规定。

表 5.2.3 循环使用的泥浆性能指标

| 序号 | 项目   |     | 性能指标          | 检验方法    |
|----|------|-----|---------------|---------|
| 1  | 比重   |     | 1.05 ~ 1.25   | 比重计检验   |
| 2  | 黏度   | 黏性土 | 20 s ~ 30 s   | 漏斗法     |
|    |      | 砂性土 | 25 s ~ 40 s   |         |
| 3  | 胶体率  |     | >98%          | 量筒法     |
| 4  | 含砂量  | 黏性土 | <4%           | 洗砂瓶检验   |
|    |      | 砂性土 | <7%           |         |
| 5  | 失水量  |     | <30 mL/30 min | 失水量仪检验  |
| 6  | 泥皮厚度 |     | <3 mm         | 失水量仪检验  |
| 7  | pH 值 |     | 8 ~ 10        | pH 试纸检验 |

#### 5.2.4 泥浆测试应符合下列规定：

- 1 新拌制和循环使用的泥浆宜每隔 24 h 测试一次,回收的泥浆应每池检测;
- 2 单元成槽过程中抽检泥浆指标不应少于 2 处,且每处不应少于 3 次;
- 3 成槽完成、刷壁及清基后,应取上、中、下三个部位处泥浆进行比重、黏度、含砂率和 pH 值的测定,验收并完成记录;
- 4 清基后泥浆指标应符合表 5.2.4 的规定。

表 5.2.4 清基后泥浆指标

| 项目  |     | 清基后泥浆       | 检验方法       |
|-----|-----|-------------|------------|
| 比重  | 黏性土 | $\leq 1.15$ | 比重计检验      |
|     | 砂性土 | $\leq 1.20$ |            |
| 黏度  |     | 20 s ~ 30 s | 漏斗计检验      |
| 含砂率 |     | $\leq 7\%$  | 泥浆含砂量测定仪检验 |

## 6 成 槽

### 6.1 单元槽段划分

**6.1.1** 单元槽段长度应根据设计要求综合地质条件、周围环境、成槽工艺、施工条件等因素进行划分。

**6.1.2** 地下连续墙单元槽段长度宜为 4 m ~ 6 m。一个单元槽段由多个成槽工序单元组成,每个槽段的挖槽分段不宜超过 3 个。

**6.1.3** 地下连续墙转角处,应单独划分出一个槽段,且至少一边有导墙。角槽两个工序单元宜为不等长单元,其中一个工序单元比另一个工序单元向外延伸 200 mm ~ 300 mm。

### 6.2 槽段开挖

**6.2.1** 地下连续墙成槽前应进行槽壁稳定性分析。当槽壁稳定性不满足要求时,应采取使槽壁稳定的相应措施。

**6.2.2** 成槽施工前宜通过成槽试验确定适宜的施工工艺及施工参数。

**6.2.3** 成槽机械及工艺选择应符合下列规定:

1 成槽机械应根据场地地层条件、地下连续墙尺寸、接头形式以及地下连续墙的质量要求进行选型。

2 成槽可使用单一设备,也可几种设备组合使用。主要的成槽方式包括抓斗成槽、冲抓成槽、钻抓成槽、抓铣成槽、套铣成槽。

3 黏土地层、大直径卵石地层宜采用液压抓斗式成槽机。

4 成槽的设计深度进入标准贯入击数(以下简称标贯击数)小于 50 的粉砂层、单轴抗压强度小于 3 MPa 的软弱岩层等地层宜采用液压抓斗式成槽机。

5 成槽的设计深度进入标贯击数大于 50 的粉砂层、岩层等

地层宜采用铣槽机成槽,并宜根据地层的坚硬程度采用冲抓结合、钻抓结合或者套铣结合的成槽方法。

6 套铣接头施工应采用铣槽机成槽。

7 冲孔机适用于坚硬地层,与液压抓斗或铣槽机配套使用。

8 旋挖钻机适用于坚硬、较硬的地层,与液压抓斗或铣槽机配套使用。

9 成槽机应具有垂直度显示仪表和纠偏装置,能够在成槽施工中及时纠偏。

6.2.4 成槽施工时护壁泥浆应高于地下水位 1 m 以上,且应保持在导墙顶面以下 0.3 m ~ 0.5 m。

6.2.5 采用抓斗成槽时应符合下列规定:

1 抓斗成槽三抓开挖时宜按先两边后中间顺序开挖;

2 抓斗下放、提升时保持平稳、竖直、匀速,速度不宜过快;

3 成槽过程中加强垂直度、宽度和泥浆性能等指标的观测,并随时加以修正;

4 “L”形、“T”形等折线形槽段的成槽施工宜在相邻槽段施工完成后进行。

6.2.6 采用冲抓成槽时应符合下列规定:

1 上部土层采用液压抓斗成槽,下部坚硬土土层采用冲孔机成槽;

2 冲击成孔应严格控制松绳长度,应勤松绳,勤掏渣;

3 在开孔和地层变化处应低锤密击,进入基岩后大冲程、低频率冲击,冲好孔后用方锤修整孔壁;

4 冲击成孔每进尺 2 m 测量一次钻孔垂直度,并随时纠偏。

6.2.7 采用钻抓成槽时应符合下列规定:

1 钻抓成槽宜先采用旋挖钻机引孔,后采用液压抓斗开挖成槽;

2 旋挖钻引孔中心间距宜与液压抓斗一抓宽度一致;

3 施工过程中每进尺约 2 m 测量一次钻孔垂直度,并随时纠偏。

#### 6.2.8 采用抓铰成槽时应符合下列规定:

1 上部土层采用液压抓斗成槽,下部坚硬土土层采用铰槽机成槽;

2 抓斗成槽过程中出现垂直度偏斜过大时,宜及时更换铰槽机成槽;

3 铰槽机的洗轮和铰齿应根据地质情况进行配备;

4 泥浆泵和管路的输送及循环能力应和铰槽机相匹配;

5 铰槽机成槽前应防止钢筋、螺栓、钢板和编织物等异物落入槽内。

#### 6.2.9 采用套铰成槽时应符合下列规定:

1 一期槽段成槽应采用抓铰结合工艺,可采用一铰或三铰方式;

2 三铰方式成槽时中间留土厚度不应小于 600 mm;

3 成槽前应对槽段进行精确定位,二期槽段成槽应使用导向架;

4 二期槽段铰槽时,导墙面以下 8 m 范围铰削速度不宜超过 3 m/h;

5 套铰接头的垂直度偏差不应大于 1/500。

6.2.10 槽段开挖过程应加强槽壁稳定性检查,槽壁塌陷严重时应及时回填处理并重新成槽。

6.2.11 槽段开挖完成,应及时检查泥浆指标、槽位、槽深、槽宽及槽壁垂直度等指标,并做好记录,验收合格后清槽换浆。

6.2.12 挖槽要连续施工,因故中断施钻时,应将抓斗从沟槽内提出,并使设备远离槽段,以防塌方埋钻或设备侧翻。

## 6.3 刷壁和清基

**6.3.1** 成槽后,应及时清刷相邻槽段混凝土的端面,刷壁深度应到槽段底部,应反复清刷至刷壁器上无泥。

**6.3.2** 刷壁完成后应进行清基和泥浆置换,宜采用泵吸法或气举反循环法清基。

**6.3.3** 套铣成槽的槽段清基时应对槽内泥浆 100% 置换。

**6.3.4** 清底换浆时,应注意保持槽内始终充满泥浆,以维持槽壁的稳定。

## 6.4 质量控制

地下连续墙成槽允许偏差应符合表 6.4 的规定。

表 6.4 地下连续墙成槽允许偏差

| 序号 | 项目   |      | 允许偏差          | 检测频率           | 检验方法  |
|----|------|------|---------------|----------------|-------|
| 1  | 深度   | 临时结构 | 0 mm ~ 100 mm | 2 点/幅          | 测绳检测  |
|    |      | 永久结构 | 0 mm ~ 100 mm |                |       |
| 2  | 槽位   | 临时结构 | ≤ 50 mm       | 1 点/幅          | 钢尺检测  |
|    |      | 永久结构 | ≤ 30 mm       |                |       |
| 3  | 槽段宽度 | 临时结构 | 0 mm ~ 50 mm  | 20% , 2 点/幅    | 超声波检测 |
|    |      | 永久结构 | 0 mm ~ 50 mm  | 100% , 2 点/幅   | 超声波检测 |
| 4  | 垂直度  | 临时结构 | ≤ 1/200       | 20% , 2 点/幅    | 超声波检测 |
|    |      | 永久结构 | ≤ 1/300       | 100% , 2 点/幅   | 超声波检测 |
|    |      | 套铣成槽 | ≤ 1/500       | 100% , 2 点/幅   | 超声波检测 |
| 5  | 沉渣厚度 | 临时结构 | ≤ 150 mm      | 100% , 且 2 点/幅 | 测锤检测  |
|    |      | 永久结构 | ≤ 100 mm      |                |       |

## 7 接 头

### 7.1 接头类型

**7.1.1** 地下连续墙接头常用的形式有圆弧形接头、工字钢接头、十字钢板接头、V 型钢板接头、橡胶带接头、铰接头和预制混凝土接头。

**7.1.2** 地下连续墙接头构造应符合设计要求,其设置应符合下列规定:

- 1 地下连续墙接头构造应满足传力和防水要求;
- 2 宜尽量减少地下连续墙接头数量;
- 3 对于“Z”形和“L”形等特殊槽段,接头位置应考虑成槽设备尺寸、场地条件;
- 4 圆弧形接头宜采用接头管或接头箱;
- 5 型钢接头、橡胶带接头应配置相应的接头箱。

**7.1.3** 圆弧形接头、型钢接头、橡胶带接头的适用范围应根据地下连续墙的厚度、深度及地质条件等综合确定,不宜超过 50 m。

### 7.2 接头施工

**7.2.1** 接头管(箱)施工应符合下列规定:

- 1 接头管(箱)及连接件应具有足够的强度和刚度;
- 2 接头管(箱)形状应与接头形式匹配,首次使用应事先在地面进行拼装试验;
- 3 接头管(箱)应高于导墙顶 1.5 m ~ 2.0 m 以上,放置到槽底的接头管(箱),宜深入槽底 300 mm ~ 500 mm;
- 4 接头管(箱)的吊装应垂直缓慢进行,平面位置偏差不大于 100 mm,垂直度应控制在 0.3% 以内;

5 吊放接头管(箱)后,接头管(箱)背后空隙应填实,以防止混凝土绕流;

6 起拔接头管(箱)应确保接头管(箱)底部混凝土达到初凝状态,拔管机的起拔力应大于混凝土初凝时的握裹力,起拔频次宜 30 min 一次,每次 50 cm ~ 100 cm,并应在混凝土终凝前全部拔出;

7 接头管(箱)起拔应垂直、匀速、缓慢、连续,不应损坏接头处的混凝土;

8 接头管(箱)起拔后,其空隙宜采用袋装黏土或粉质黏土、砂石料等填实。

#### 7.2.2 工字钢接头施工应符合下列规定:

1 工字钢接头强度、刚度、平整、直顺应满足施工需求。

2 工字钢接头需与钢筋笼焊接牢固。相邻槽段连续墙钢筋笼伸入工字钢翼缘板长度不应小于 100 mm;工字钢接头与钢筋笼水平钢筋焊接时,应采用双面焊搭接,搭接长度不应小于 5 倍钢筋直径。

3 工字钢接头施工时下端应插至槽底,上端应高出地下连续墙泛浆高度。

4 工字钢翼缘板与连续墙槽壁间应设置绕流板。

#### 7.2.3 十字钢板接头施工应符合下列规定:

1 十字钢板接头强度、刚度、平整、直顺应满足施工需求;

2 十字钢板接头施工时下端应插至槽底,上端应高出地下连续墙泛浆高度,并于连续墙槽壁间设置防止混凝土绕流板;

3 十字钢板接头与钢筋笼水平钢筋焊接时,应采用双面焊搭接,搭接长度不小于 5 倍钢筋直径且不小于 50 mm。

#### 7.2.4 橡胶带接头施工应符合下列规定:

1 橡胶带接头施工时,成槽机抓斗应采用方斗;

2 橡胶带应临时固定在接头箱上,并应随接头箱下放入槽;

3 接头箱安放入槽前应涂抹脱模剂,并于导墙上放置固定

支架；

4 接头箱应在相邻槽段清基完成后,采用侧向剥离方式取出,接头侧向剥离前接头箱背侧土体和绕流混凝土应清除干净。

#### 7.2.5 铣接头施工应符合下列规定:

1 套铣部分不宜小于 200 mm,后续槽段开挖时,应将套铣部分混凝土铣削干净,形成新鲜的混凝土接触面;

2 导向插板宜选用 5 m ~ 6 m 的钢板,应在混凝土浇筑前,放置于预定位置;

3 套铣一期槽段钢筋笼应设置限位块,限位块设置在钢筋笼两侧,可以采用 PVC 管等材料。限位块长度宜为 300 mm ~ 500 mm,竖向间距应为 3 m ~ 5 m;

4 二期槽铣槽时,两侧一期槽完成混凝土浇灌的时间不宜少于 5 d。

#### 7.2.6 预制混凝土接头施工应符合下列规定:

1 接头吊装的吊点位置及数量应根据计算确定,应分节依次吊放;

2 接头吊放应注意迎土面和迎坑面,严禁反放;

3 接头应达到设计强度的 100% 后方可运输及吊放。

#### 7.2.7 地下连续墙接头止水处理措施应符合设计要求。

## 8 钢筋笼

### 8.1 钢筋笼制作

**8.1.1** 钢筋笼应根据单元槽段的划分和地下连续墙墙体配筋设计图纸制作。钢筋笼内桁架的设置应满足吊装的强度、刚度及整体稳定性要求;不满足时,应采取措施加强。

**8.1.2** 钢筋笼制作平台宜采用型钢或混凝土制作,平台尺寸应满足制作拼装要求,平台基底应平整坚实、排水畅通。

**8.1.3** 钢筋笼宜整体制作并吊装。采用分节制作吊装的钢筋笼宜设置编号,应在同一个平台上一次制作成型,并经试拼装及试吊装合格后方可批量制作。

**8.1.4** 钢筋笼分节制作时,纵向受力钢筋的接头不宜设置在受力较大处。同一连接区段内,纵向受力钢筋的接头面积百分率不宜大于50%。

**8.1.5** 钢筋笼纵向主筋宜采用机械连接,其他钢筋宜采用焊接连接;分节对接部位钢筋应采用机械连接。

**8.1.6** 钢筋笼主筋交点应50%均布分布点焊,主筋与桁架、吊点处应100%点焊;钢筋笼水平钢筋与型钢接头焊接时宜采用双面焊接,搭接长度不小于5倍钢筋直径,并应选用等强度的焊条进行焊接;吊环应采用HPB300级钢筋或Q235B级圆钢,与主桁架的焊接长度不小于10倍钢筋直径。

**8.1.7** 含玻璃纤维筋的钢筋笼可采用钢制U形卡连接,连接数量应根据计算确定。吊装含玻璃纤维筋的钢筋笼宜采用可拆卸式桁架。

**8.1.8** 钢筋笼应设保护层垫块,其厚度应满足设计要求,纵向间距为3 m~5 m,横向设置不应少于2块;垫块宜采用4 mm~6 mm

厚钢板制作,并应与主筋焊接。

**8.1.9** 制作钢筋笼时应预留导管位置,并采取措施确保导管上下贯通、固定牢固。

**8.1.10** 钢筋笼内接驳器、预埋件的安装应符合设计要求,安装牢固、位置准确。预埋件应采取保护措施,钢筋接驳器外露处应包扎严密。

**8.1.11** 注浆管以及其他各种检测管宜与钢筋笼一起制作拼装,绑扎固定在钢筋笼上。连续墙设置的声测管、注浆管、应力计、传感器及测斜管安装和埋置数量应符合下列规定:

1 应力计、传感器应依据其安装说明及设计要求提前完成与纵向主筋的连接,钢筋笼制作及吊装过程中,应保护仪器(含导线)不受损坏;

2 声测管、注浆管及测斜管可采用镀锌铁丝将其固定在钢筋笼内侧,必要时可采用垫块辅助,保证管身平顺无扭曲;

3 声测管、注浆管及测斜管的接头应采用丝扣或承插式连接,接头处应密封,下放时应灌满清水;

4 单个直槽段声测管埋设数量不应少于4根,间距不宜大于1.5 m。转角槽段,声测管埋设数量不应少于3根。声测管应沿钢筋笼内侧布置,边管宜靠近槽边;

5 测斜管内相对的十字槽应一对平行于槽段长边方向,一对垂直于槽段长边方向。

**8.1.12** 闭合槽段或异形槽段钢筋笼制作前,应对槽位进行复核,根据复核结果做相应调整。

## 8.2 钢筋笼吊装

**8.2.1** 钢筋笼吊装应编制安全专项施工方案,经评审或论证通过后方可进行钢筋笼的吊装。

**8.2.2** 钢筋笼宜采用整体吊装的方法,如必须进行分段吊装,分

段连接应避免在受力较大部位,应制定可靠的措施保证钢筋笼的整体性。

### 8.2.3 吊车的选用应符合下列规定:

1 应满足起重量、起重高度以及工作半径的要求,同时起重臂的最小杆长应满足跨越障碍物进行起吊时的操作要求,主吊和副吊选用应根据计算确定;

2 吊车行走时,起重荷载不得大于其自身额定起重能力的70%;

3 两台起重机同时起吊,每台起重机分配的负荷不应超过自身额定起重能力的80%。

### 8.2.4 钢筋笼吊点布置应符合下列规定:

1 钢筋笼吊点布置根据设计图纸和吊装工艺经计算确定,应对钢筋笼整体起吊的稳定性、强度、刚度进行验算;

2 按计算结果配置相应的吊具、吊点加固钢筋和吊筋等,吊筋长度应根据实测导墙顶标高及钢筋笼顶设计标高确定。

8.2.5 钢筋笼吊装前应检查吊具、钢丝绳和锁具的完好情况,吊车回转半径内无障碍物,并进行试吊,符合要求后方可正式吊装。

8.2.6 钢筋笼起吊时不得在地面上拖引,应在钢筋笼下段系上牵引绳以人力操纵,吊车应缓慢行驶,保证钢筋笼在吊车行驶过程中不发生摆动。

8.2.7 钢筋笼应在槽段清底后及时吊入,应对准槽段中心线缓慢沉入,不得强行冲击入槽;严禁在入槽过程中切割钢筋笼。

8.2.8 钢筋笼的迎土面和开挖面应按设计要求放置,严禁反放。

8.2.9 钢筋笼分段沉放入槽时,下节钢筋笼临时固定于导墙上,钢筋笼主筋对接接头质量经检查合格后,方可继续下放。

8.2.10 钢筋笼入槽后,确保钢筋笼顶端高程符合设计要求,应采取防止钢筋笼下沉或上浮的措施。

8.2.11 异形槽段钢筋笼起吊前应对转角处进行加强处理,并应

随钢筋笼入槽过程逐渐拆除。

**8.2.12** 含玻璃纤维筋的钢筋笼在入槽过程中应解除临时桁架与钢筋笼的连接,并随入槽过程逐渐割除临时桁架。

### 8.3 质量控制

**8.3.1** 钢筋笼制作平台平整度偏差应小于 $\pm 20$  mm。

**8.3.2** 钢筋笼制作允许偏差应符合表 8.3.2 规定。

表 8.3.2 钢筋笼制作允许偏差

| 序号 | 检查项目          |      | 允许偏差<br>(mm) | 检查方法                            |
|----|---------------|------|--------------|---------------------------------|
| 1  | 钢筋笼长度         |      | $\pm 100$    | 用钢尺量,每幅钢筋笼检查上、中、下三处             |
| 2  | 钢筋笼宽度         |      | $-20, 0$     |                                 |
| 3  | 钢筋笼保护层厚度      |      | $0, 10$      |                                 |
| 4  | 钢筋笼安装标高       | 临时结构 | $\pm 20$     |                                 |
|    |               | 永久结构 | $\pm 15$     |                                 |
| 5  | 主筋间距          |      | $\pm 10$     | 任取一断面,连续量取间距,取平均值作为一点,每幅钢筋笼上测四点 |
| 6  | 分布筋间距         |      | $\pm 20$     |                                 |
| 7  | 预埋件及槽底注浆管中心位置 | 临时结构 | $\leq 10$    | 20% 检查,用钢尺量                     |
|    |               | 永久结构 | $\leq 5$     |                                 |
| 8  | 预埋钢筋和接驳器中心位置  | 临时结构 | $\leq 10$    | 20% 检查,用钢尺量                     |
|    |               | 永久结构 | $\leq 5$     |                                 |

## 9 混凝土

### 9.1 混凝土配制

**9.1.1** 混凝土应具备良好的和易性、流动性和缓凝性,初凝时间应满足浇筑要求,且不宜小于 8 h;现场混凝土坍落度宜为 180 mm ~ 220 mm。

**9.1.2** 混凝土应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定,粗骨料最大粒径应满足导管法浇筑要求。

**9.1.3** 当地下连续墙用于永久性结构使用时,混凝土耐久性应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的规定。

### 9.2 混凝土浇筑

**9.2.1** 水下混凝土应采用导管法连续浇筑。

**9.2.2** 导管宜采用直径为 200 mm ~ 300 mm 无缝钢管制作,壁厚不宜小于 5 mm,管节连接应牢固、密封,施工前应进行导管试拼和试压,试水压力宜为 0.6 MPa ~ 1.0 MPa。

**9.2.3** 槽段长度不大于 6 m 时,宜两根导管同时浇筑;槽段长度大于 6 m 时,宜三根导管同时浇筑。每根导管分担的浇筑面积应基本均等,相邻导管间距不宜大于 3 m,且距槽段两侧端部不应大于 1.5 m。

**9.2.4** 导管下端距槽底的距离一般为 300 mm ~ 500 mm,导管内应放置隔水栓。隔水栓应有良好的隔水性能,并应保证能顺利排出。

**9.2.5** 浇筑水下混凝土应符合下列规定:

1 钢筋笼吊放就位后应及时浇筑水下混凝土,间隔时间不宜

大于 4 h。混凝土浇筑前应复测沉渣厚度是否符合要求。

2 混凝土初灌后,导管埋入混凝土内不宜小于 2.0 m。

3 混凝土应连续均匀浇筑,间隔时间不应超过 0.5 h。

4 槽内混凝土面上升速度不宜小于 3 m/h,同时不宜大于 5 m/h。

5 随混凝土浇筑应适时提升和拆卸导管,提升导管时应避免碰撞钢筋笼;导管埋入混凝土深度宜保持 2 m ~ 6 m,相邻两导管间混凝土高差应小于 0.5 m,各导管处的混凝土表面高差宜小于 0.3 m。

6 混凝土浇筑超出墙顶设计标高的高度不应小于 0.5 m。凿除浮浆后,墙顶高程和墙顶混凝土强度必须满足设计要求。

7 浇筑混凝土的充盈系数宜为 1.0 ~ 1.2。

9.2.6 墙顶低于成槽自然地面 3 m 以上的地下连续墙,墙顶设计标高以上宜采用低强度等级混凝土或水泥砂浆隔幅填充,剩余槽段可采用砂土填实。

### 9.3 质量控制

9.3.1 混凝土坍落度检验每幅槽段不应少于 3 次。

9.3.2 混凝土抗压强度和抗渗等级应符合设计要求。墙身混凝土抗压强度试块每 100 m<sup>3</sup>混凝土不应少于 1 组,且每幅槽段不应少于 1 组;墙身混凝土抗渗试块每 5 幅槽段不应少于 1 组。作为永久结构的地下连续墙,其抗渗质量标准可按现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 的规定执行。

9.3.3 地下连续墙墙体应均匀完整,不得有泥浆、夹泥、断墙和空洞等。混凝土的密实度宜采用超声波检查,总抽样比例为 20%;必要时钻孔抽芯检验强度。

9.3.4 开挖后地下连续墙允许偏差应符合表 9.3.4 的规定。

表 9.3.4 地下连续墙允许偏差

| 序号 | 检查项目 |      | 允许偏差<br>(mm) | 检查方法         |
|----|------|------|--------------|--------------|
| 1  | 平面位置 | 临时结构 | $\leq 50$    | 钢尺量          |
|    |      | 永久结构 | $\leq 30$    |              |
| 2  | 平整度  | 临时结构 | $\pm 150$    | 2 m 靠尺和楔形塞尺量 |
| 3  |      | 永久结构 | $\pm 100$    |              |
| 4  | 垂直度  | 临时结构 | $\leq 1/200$ | 铅锤和钢尺量       |
| 5  |      | 永久结构 | $\leq 1/300$ |              |
| 6  | 顶面标高 |      | $\pm 100$    | 水准仪测量        |

## 10 墙底注浆

### 10.1 注浆管预埋

**10.1.1** 注浆管应采用钢管,其壁厚不宜小于3 mm,管内径不宜小于25 mm。

**10.1.2** 注浆管连接宜采取丝扣连接或焊接连接方式,注浆管应连接牢固、严密。

**10.1.3** 注浆器应采用单向阀,应能承受大于2 MPa的静水压力。

**10.1.4** 注浆管间距不宜大于3 m,且每槽段注浆管的数量不宜少于2根,槽段长度大于6 m时应增设注浆管;注浆管下端应伸至槽底200 mm~500 mm,当槽底持力层为碎石、基岩时,注浆管下端宜做成“T”形并与槽底平齐;注浆管上部应高出地面或冠梁顶面不小于500 mm,并应有临时封口防护。

**10.1.5** 注浆管安装在钢筋内侧,应注水检验合格后与钢筋笼主筋绑扎或焊接固定。

**10.1.6** 钢筋笼安装过程中,应做好注浆管的成品保护,严禁强行下放与转动。

### 10.2 墙底注浆施工

**10.2.1** 正式注浆前,应选择有代表性的墙段试验确定注浆压力、注浆量和注浆速度等参数。

**10.2.2** 注浆管宜在混凝土初凝后、终凝前用高压清水劈通压浆管路。

**10.2.3** 注浆液宜采用P·O 42.5级水泥配制,水灰比宜为0.5~0.8;浆液应过滤,滤网网眼不大于40  $\mu\text{m}$ 。

**10.2.4** 墙底注浆宜在连续墙成墙48 h后进行。应根据土层特性

确定注浆压力,注浆压力宜控制在  $0.2\text{ MPa} \sim 0.4\text{ MPa}$ ,注浆压力最高不宜超过  $2\text{ MPa}$ 。

**10.2.5** 墙底注浆终止标准采用注浆量和注浆压力双控原则,满足下列条件之一可终止注浆:

- 1 注浆量和注浆压力均达到设计要求;
- 2 注浆量已达到设计值的  $80\%$ ,且注浆压力已超过设计最大值。

## 11 质量检测与施工监测

### 11.1 成槽质量检测

**11.1.1** 地下连续墙成槽质量检测内容应包括槽壁垂直度、槽宽、槽深及沉渣厚度。

**11.1.2** 槽壁垂直度、槽宽质量检测应符合下列规定：

1 宜采用声波反射法进行检测。

2 永久槽段、异形槽段、地下连续墙作为永久结构使用时,应全部进行成槽质量检测;地下连续墙作为临时结构使用时,成槽检测可抽取总槽段量的 20% 进行。

3 声波反射法检测应在清槽完毕、泥浆内气泡基本消散后进行;检测时泥浆性能指标应符合本标准第 5.2.4 条规定。

4 仪器探头宜对准导墙中心,用于检测的一组探头超声发射面应与导墙平行。

5 检测时在槽段中间一个断面检测两个方向,在槽段端部连接部位可做三方向检测,每个槽段检测断面不少于 3 个,检测宜自槽口至槽孔底部连续进行,发现信号异常时应返回槽口进行复测。

**11.1.3** 槽深、沉渣厚度检测宜采用测锤法。每个槽段检测次数应不少于 3 次,每次不少于 2 处。检测点应根据槽段长度均匀布置,取 3 次检测结果的平均值作为最终检测结果。

**11.1.4** 现场成槽质量检测过程中,当出现连续 3 个槽段不满足检验标准规定,或在检测过程中有问题的槽段数量大于已检测数量的 30% 时,应按 3 倍扩大检测。

### 11.2 墙体混凝土质量检测

**11.2.1** 地下连续墙的墙体质量检测内容应包括墙体垂直度、墙

体完整性、墙体深度、墙体混凝土强度、墙底沉渣厚度。

**11.2.2** 采用声波透射法对墙体混凝土质量进行检测时,检测数量不应少于同条件下墙体数量的 30%,且不应少于 20 幅墙体。采用钻芯法检测沉渣厚度和墙体质量时,检测数量不应少于同条件下墙体数量的 1%,且不应少于 3 幅墙体。

**11.2.3** 采用声波透射法对墙体混凝土质量进行检测时,受检墙体混凝土强度不应低于设计强度的 70%,且不应低于 15 MPa。采用钻芯法检测墙体混凝土质量时,受检墙体的混凝土龄期应达到 28 d,或受检墙体同条件养护试件强度应达到设计强度要求。

**11.2.4** 墙体混凝土质量检测完成后,应对墙体完整性结果进行评价,应给出每幅受检墙体的完整性类别,其中 I 类墙体、II 类墙体为合格墙体。当采用声波透射法判定墙体质量为 III 类、IV 类时,应采用钻芯法进行验证,并在未检测墙体中扩大检测。

**11.2.5** 声波透射法和钻芯法检测,应按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 和河南省地方标准《地下连续墙检测技术规程》DBJ41/T 189 的规定执行。

### 11.3 施工监测

**11.3.1** 地下连续墙施工前,施工单位应配合监测单位布设监测点,并取得监测初始值。

**11.3.2** 地下连续墙的施工监测工作应贯穿地下工程施工的全过程,由施工单位配合监测单位完成。

**11.3.3** 地下连续墙的施工监测除应满足本节规定外,尚应符合现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 的规定。

## 12 验 收

**12.0.1** 地下连续墙应为地基与基础分部工程中的一个分项工程。

**12.0.2** 地下连续墙检验批应按施工槽段进行划分。地下连续墙的检验批验收应包括泥浆性能指标及钢筋笼制作与安装、地下连续墙成槽、地下连续墙墙体的质量验收,永久性地下连续墙尚应进行地下连续墙结构防水检验批的验收。

**12.0.3** 除应符合本标准规定外,地下连续墙的验收要求尚应符合现行国家标准《建筑地基基础工程质量验收标准》GB 50202 和《地下防水工程施工质量验收规范》GB 50208 的相关规定。

**12.0.4** 地下连续墙的验收应提交经确认的施工记录,施工记录应根据附录 A 填写。

**12.0.5** 检验批质量验收应根据附录 B 填写。

# 附录 A 地下连续墙施工记录表

表 A.01 地下连续墙成槽施工记录

| 工程名称     |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
|----------|----------|----------|-------|----------|----|-----|---------------|---------------|--|
| 施工单位     |          |          |       | 监理单位     |    |     |               |               |  |
| 工程部位     |          |          |       | 成槽设备     |    |     |               |               |  |
| 设计宽度     |          | m        |       | 设计槽深     |    | m   |               |               |  |
| 日期<br>班次 | 槽段<br>编号 | 槽段深度 (m) |       | 本班挖槽 (m) |    |     | 槽壁垂<br>直度 (%) | 槽位偏<br>差 (cm) |  |
|          |          | 本班开始时    | 本班结束时 | 深度       | 宽度 | 厚度  |               |               |  |
|          |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
|          |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
|          |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
|          |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
|          |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
|          |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
|          |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
|          |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
|          |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
|          |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
|          |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
|          |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
|          |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
|          |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
|          |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
| 监理(建设)单位 |          | 施工单位     |       |          |    |     |               |               |  |
|          |          | 技术负责人    |       | 施工员      |    | 质检员 |               |               |  |
|          |          |          |       |          |    |     |               |               |  |
| 记录日期     |          | 年 月 日    |       |          |    |     |               |               |  |

表 A.02 地下连续墙泥浆质量检查记录

|           |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
|-----------|-----|----|------------------|------------|------------|--------------------|--------------|------------------------------|-----------------------------|------|--|
| 工程名称      |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
| 施工单位      |     |    |                  |            |            |                    | 监理单位         |                              |                             |      |  |
| 工程部位      |     |    |                  |            |            |                    | 搅拌机类型        |                              |                             |      |  |
| 膨润土种类和特性  |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
| 泥浆配合比     |     |    | 每 m <sup>3</sup> |            |            |                    |              | 每盘                           |                             |      |  |
| 土(kg)     |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
| 水(kg)     |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
| 化学掺和剂(kg) |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
| 日期        | 泥浆取 | 比重 | 黏度<br>(s)        | 含砂量<br>(%) | 胶体率<br>(%) | 失水量<br>(mL/30 min) | 泥皮厚<br>度(mm) | 静切力<br>(mg/cm <sup>2</sup> ) | 稳定性<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | pH 值 |  |
| 班次        | 样位置 |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
|           |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
|           |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
|           |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
|           |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
|           |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
|           |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
|           |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
|           |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
|           |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
|           |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
|           |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
|           |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
| 监理(建设)单位  |     |    |                  |            |            | 施工单位               |              |                              |                             |      |  |
|           |     |    |                  |            |            | 技术负责人              |              | 施工员                          |                             | 质检员  |  |
|           |     |    |                  |            |            |                    |              |                              |                             |      |  |
| 记录日期      |     |    |                  |            |            | 年    月    日        |              |                              |                             |      |  |

表 A.03 地下连续墙混凝土浇筑记录

|          |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
|----------|----|----------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------|------------|--------------|-----|--|--|
| 工程名称     |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
| 施工单位     |    |          |                           |                           |                             |               | 监理单位       |              |     |  |  |
| 混凝土      |    |          |                           | 设计强度等级                    |                             |               |            | 坍落度 (mm)     |     |  |  |
|          |    |          |                           | 抗渗等级                      |                             |               |            | 导管直径 (cm)    |     |  |  |
| 日期       | 班次 | 槽段<br>编号 | 本槽段混凝土数量                  |                           | 混凝土浇筑                       | 导管理入          | 实测坍        | 沉渣厚度<br>(cm) | 备注  |  |  |
|          |    |          | 理论方量<br>(m <sup>3</sup> ) | 实际方量<br>(m <sup>3</sup> ) | 平均速度<br>(m <sup>3</sup> /h) | 混凝土<br>深度 (m) | 落度<br>(cm) |              |     |  |  |
|          |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
|          |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
|          |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
|          |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
|          |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
|          |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
|          |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
|          |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
|          |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
|          |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
|          |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
|          |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
|          |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
|          |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
| 监理(建设)单位 |    |          |                           | 施工单位                      |                             |               |            |              |     |  |  |
|          |    |          |                           | 技术负责人                     |                             |               | 施工员        |              | 质检员 |  |  |
|          |    |          |                           |                           |                             |               |            |              |     |  |  |
| 记录日期     |    |          |                           | 年 月 日                     |                             |               |            |              |     |  |  |

# 附录 B 地下连续墙检验批质量验收记录

表 B.01 泥浆性能指标检验批质量验收记录

|              |              |                   |                     |               |             |               |  |
|--------------|--------------|-------------------|---------------------|---------------|-------------|---------------|--|
| 单位(子单位)      |              |                   | 分部(子分部)             |               |             | 分项工程名称        |  |
| 工程名称         |              |                   | 工程名称                |               |             | 检验批容量         |  |
| 施工单位         |              |                   | 项目技术负责人             |               |             | 检验批部位         |  |
| 分包单位         |              |                   | 分包单位项目负责人           |               |             | 验收依据          |  |
| 施工依据         |              |                   | 验收依据                |               |             |               |  |
| 验收项目         |              |                   |                     | 设计要求及<br>规范规定 |             | 最小/实际<br>抽样数量 |  |
|              |              |                   |                     |               |             | 检查<br>结果      |  |
| 一般项目         | 1            | 新拌<br>制泥浆         | 比重                  |               | 1.03 ~ 1.10 |               |  |
|              |              |                   | 黏度                  | 黏性土           | 20 s ~ 25 s |               |  |
|              |              |                   |                     | 砂土            | 25 s ~ 35 s |               |  |
|              |              |                   | pH 值                |               | 8 ~ 9       |               |  |
|              | 2            | 循环<br>泥浆          | 比重                  |               | 1.05 ~ 1.25 |               |  |
|              |              |                   | 黏度                  | 黏性土           | 20 s ~ 30 s |               |  |
|              |              |                   |                     | 砂土            | 25 s ~ 40 s |               |  |
|              |              |                   | 含砂量                 | 黏性土           | <4%         |               |  |
|              |              |                   |                     | 砂土            | <7%         |               |  |
|              |              |                   | pH 值                |               | 8 ~ 10      |               |  |
|              | 3            | 清基<br>(槽)后<br>的泥浆 | 比重                  | 黏性土           | ≤1.15       |               |  |
|              |              |                   |                     | 砂土            | ≤1.20       |               |  |
|              |              |                   | 黏度                  |               | 20 s ~ 30 s |               |  |
|              |              |                   | 含砂率                 |               | ≤7%         |               |  |
|              | 施工单位<br>检查结果 |                   | 专业工长：<br>项目专业质量检查员： |               |             |               |  |
| 监理单位<br>验收结论 |              | 专业监理工程师：          |                     |               |             |               |  |

年 月 日

年 月 日

表 B.02 钢筋笼制作与安装检验批质量验收记录

|          |   |                                                                    |               |               |              |
|----------|---|--------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|--------------|
| 单位(子单位)  |   | 分部(子分部)                                                            |               | 分项工程名称        |              |
| 工程名称     |   | 工程名称                                                               |               |               |              |
| 施工单位     |   | 项目技术负责人                                                            |               | 检验批容量         |              |
| 分包单位     |   | 分包单位项目负责人                                                          |               | 检验批部位         |              |
| 施工依据     |   | 验收依据                                                               |               |               |              |
| 验收项目     |   |                                                                    | 设计要求及<br>规范规定 | 最小/实际<br>抽样数量 | 检查记录<br>检查结果 |
| 主控项目     | 1 | 钢筋笼长度 (mm)                                                         |               | $\pm 100$     |              |
|          | 2 | 钢筋笼宽度 (mm)                                                         |               | 0, -20        |              |
|          | 3 | 钢筋笼安装                                                              | 临时结构          | $\pm 20$      |              |
|          |   | 标高 (mm)                                                            | 永久结构          | $\pm 15$      |              |
|          | 4 | 主筋间距 (mm)                                                          |               | $\pm 10$      |              |
| 一般项目     | 1 | 分布筋间距 (mm)                                                         |               | $\pm 20$      |              |
|          | 2 | 保护层厚度 (mm)                                                         |               | 0, 10         |              |
|          | 3 | 预埋件及<br>槽底注浆<br>管中心位置<br>(mm)                                      | 临时结构          | $\leq 10$     |              |
|          |   |                                                                    | 永久结构          | $\leq 5$      |              |
|          | 4 | 预埋钢筋<br>和接驳器<br>中心位置<br>(mm)                                       | 临时结构          | $\leq 10$     |              |
|          |   |                                                                    | 永久结构          | $\leq 5$      |              |
|          | 5 | 钢筋笼制作平台平整<br>度 (mm)                                                |               | $\pm 20$      |              |
| 施工单位检查结果 |   | 专业工长：<br>项目专业质量检查员：<br><div style="text-align: right;">年 月 日</div> |               |               |              |
| 监理单位验收结论 |   | 专业监理工程师：<br><div style="text-align: right;">年 月 日</div>            |               |               |              |

表 B.03 地下连续墙成槽检验批质量验收记录

|              |      |              |                              |               |               |       |          |
|--------------|------|--------------|------------------------------|---------------|---------------|-------|----------|
| 单位(子单位)      |      |              |                              | 分部(子分部)       |               | 分项工程  |          |
| 工程名称         |      |              |                              | 工程名称          |               | 名称    |          |
| 施工单位         |      |              |                              | 项目技术负责人       |               | 检验批容量 |          |
| 分包单位         |      |              |                              | 分包单位项目负责人     |               | 检验批部位 |          |
| 施工依据         |      |              |                              | 验收依据          |               |       |          |
| 验收项目         |      |              |                              | 设计要求及<br>规范规定 | 最小/实际<br>抽样数量 | 检查记录  | 检查<br>结果 |
| 一般项目         | 1    | 槽壁<br>垂直度    | 临时结构                         | $\leq 1/200$  |               |       |          |
|              |      |              | 永久结构                         | $\leq 1/300$  |               |       |          |
|              |      |              | 套铣成槽                         | $\leq 1/500$  |               |       |          |
|              | 2    | 槽段深度 (mm)    |                              | 0 ~ 100       |               |       |          |
|              | 1    | 导墙尺寸         | 宽度 (mm)<br>(设计墙厚+40 mm)      | $\pm 10$      |               |       |          |
|              |      |              | 导墙顶标高 (mm)                   | $\pm 20$      |               |       |          |
| 垂直度          |      |              | $\leq 1/500$                 |               |               |       |          |
| 导墙顶面平整度 (mm) |      |              | $\pm 5$                      |               |               |       |          |
| 导墙平面位置 (mm)  |      |              | $\leq 10$                    |               |               |       |          |
| 2            |      | 槽段宽度<br>(mm) | 临时结构                         | 不小于设计值        |               |       |          |
|              |      |              | 永久结构                         | 不小于设计值        |               |       |          |
| 3            |      | 槽段位<br>(mm)  | 临时结构                         | $\leq 50$     |               |       |          |
|              |      |              | 永久结构                         | $\leq 30$     |               |       |          |
| 4            |      | 沉渣厚度<br>(mm) | 临时结构                         | $\leq 150$    |               |       |          |
|              | 永久结构 |              | $\leq 100$                   |               |               |       |          |
| 施工单位<br>检查结果 |      |              | 专业工长:<br>项目专业质量检查员:<br>年 月 日 |               |               |       |          |
| 监理单位<br>验收结论 |      |              | 专业监理工程师:<br>年 月 日            |               |               |       |          |

表 B.04 地下连续墙墙体检验批质量验收记录

|                 |           |                                                                            |                                             |                      |               |        |          |
|-----------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------|---------------|--------|----------|
| 单位(子单位)<br>工程名称 |           |                                                                            |                                             | 分部(子分部)<br>工程名称      |               | 分项工程名称 |          |
| 施工单位            |           |                                                                            |                                             | 项目技术负责人              |               | 检验批容量  |          |
| 分包单位            |           |                                                                            |                                             | 分包单位<br>项目负责人        |               | 检验批部位  |          |
| 施工依据            |           |                                                                            |                                             | 验收依据                 |               |        |          |
| 验收项目            |           |                                                                            |                                             | 设计要求及<br>规范规定        | 最小/实际<br>抽样数量 | 检查记录   | 检查<br>结果 |
| 主控项目            | 1         | 墙体强度                                                                       |                                             | 不小于设计值               |               |        |          |
|                 | 2         | 墙体<br>垂直度                                                                  | 临时结构                                        | $\leq 1/200$         |               |        |          |
|                 |           |                                                                            | 永久结构                                        | $\leq 1/300$         |               |        |          |
|                 |           |                                                                            | 套铰成槽                                        | $\leq 1/500$         |               |        |          |
| 一般项目            | 1         | 平面位置                                                                       | 临时结构                                        | $\leq 50 \text{ mm}$ |               |        |          |
|                 |           |                                                                            | 永久结构                                        | $\leq 30 \text{ mm}$ |               |        |          |
|                 | 2         | 地下连续墙<br>表面平整度                                                             | 临时结构                                        | $\pm 150 \text{ mm}$ |               |        |          |
|                 |           |                                                                            | 永久结构                                        | $\pm 100 \text{ mm}$ |               |        |          |
|                 | 3         | 预埋件                                                                        |                                             | $\pm 10 \text{ mm}$  |               |        |          |
|                 | 4         | 预埋连接钢筋                                                                     |                                             | $\pm 10 \text{ mm}$  |               |        |          |
| 5               | 永久结构渗漏线流量 |                                                                            | $0.1 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ |                      |               |        |          |
| 施工单位<br>检查结果    |           | 专业工长：<br><br>项目专业质量检查员：<br><br><div style="text-align: right;">年 月 日</div> |                                             |                      |               |        |          |
| 监理单位<br>验收结论    |           | 专业监理工程师：<br><br><div style="text-align: right;">年 月 日</div>                |                                             |                      |               |        |          |

表 B.05 地下连续墙结构防水检验批质量验收记录

|                 |   |                                                                            |              |                 |               |        |          |
|-----------------|---|----------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|---------------|--------|----------|
| 单位(子单位)<br>工程名称 |   |                                                                            |              | 分部(子分部)<br>工程名称 |               | 分项工程名称 |          |
| 施工单位            |   |                                                                            |              | 项目技术负责人         |               | 检验批容量  |          |
| 分包单位            |   |                                                                            |              | 分包单位<br>项目负责人   |               | 检验批部位  |          |
| 施工依据            |   |                                                                            |              | 验收依据            |               |        |          |
| 验收项目            |   |                                                                            |              | 设计要求及<br>规范规定   | 最小/实际<br>抽样数量 | 检查记录   | 检查<br>结果 |
| 主控项目            | 1 | 防水混凝土的原材料、配合比及坍落度                                                          |              |                 |               |        |          |
|                 | 2 | 防水混凝土的抗压强度和抗渗性能                                                            |              |                 |               |        |          |
|                 | 3 | 地下连续墙的渗漏水量                                                                 |              |                 |               |        |          |
| 一般项目            | 1 | 地下连续墙的槽段接缝构造                                                               |              |                 |               |        |          |
|                 | 2 | 地下连续墙墙面                                                                    |              |                 |               |        |          |
|                 | 3 | 地下连续墙墙体表面平整度                                                               | 临时支护墙体       | $\pm 150$ mm    |               |        |          |
|                 |   | 单一或复合墙体                                                                    | $\pm 100$ mm |                 |               |        |          |
| 施工单位<br>检查结果    |   | 专业工长：<br><br>项目专业质量检查员：<br><br><div style="text-align: right;">年 月 日</div> |              |                 |               |        |          |
| 监理单位<br>验收结论    |   | 专业监理工程师：<br><br><div style="text-align: right;">年 月 日</div>                |              |                 |               |        |          |

## 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,在一定条件下可这样做的,采用“可”。

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

# 引用标准名录

- 1 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 2 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202
- 3 《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004
- 4 《地下防水工程质量验收规范》GB 50208
- 5 《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497
- 6 《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB 50720
- 7 《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523
- 8 《预拌混凝土》GB/T 14902
- 9 《膨润土》GB/T 20973
- 10 《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476
- 11 《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905
- 12 《起重机 钢丝绳 保养、维护、检验和报废》GB/T 5972
- 13 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33
- 14 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46
- 15 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
- 16 《建筑施工安全检查标准》JGJ 59
- 17 《建设工程施工现场环境与卫生标准》JGJ 146
- 18 《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ 276
- 19 《市政工程施工安全检查标准》CJJ/T 275
- 20 《地下连续墙检测技术规程》DBJ41/T 189

河南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

河南省工程建设标准

# 现浇钢筋混凝土地下连续墙 施工技术标准

DBJ41/T 238—2021

条文说明

河南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

河南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

# 目 次

|      |        |    |
|------|--------|----|
| 1    | 总则     | 47 |
| 3    | 基本规定   | 48 |
| 4    | 导墙     | 51 |
| 4.1  | 导墙设计   | 51 |
| 4.2  | 导墙施工   | 52 |
| 5    | 泥浆     | 53 |
| 5.1  | 泥浆制备   | 53 |
| 5.2  | 质量控制   | 56 |
| 6    | 成槽     | 57 |
| 6.1  | 单元槽段划分 | 57 |
| 6.2  | 槽段开挖   | 58 |
| 6.3  | 刷壁和清基  | 61 |
| 7    | 接头     | 63 |
| 7.1  | 接头类型   | 63 |
| 7.2  | 接头施工   | 64 |
| 8    | 钢筋笼    | 67 |
| 8.1  | 钢筋笼制作  | 67 |
| 8.2  | 钢筋笼吊装  | 68 |
| 8.3  | 质量控制   | 69 |
| 9    | 混凝土    | 70 |
| 9.1  | 混凝土配制  | 70 |
| 9.2  | 混凝土浇筑  | 70 |
| 9.3  | 质量控制   | 72 |
| 10   | 墙底注浆   | 73 |
| 10.1 | 注浆管预埋  | 73 |

|      |           |    |
|------|-----------|----|
| 10.2 | 墙底注浆施工    | 73 |
| 11   | 质量检测与施工监测 | 75 |
| 11.1 | 成槽质量检测    | 75 |

河南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

# 1 总 则

地下连续墙优点很多,适用范围广,已广泛应用于建筑物的地下车库外墙、民用建筑、地下轨道交通和地下城等深基坑支护结构以及水坝防渗墙等工程中。其主要优点有整体性和防渗性能好、机械化程度高、施工速度快、振动小、噪声低等,适用于多种地质条件,可以满足顺作法或逆作法施工要求,在城市市区的可以充分利用建筑红线以内有限的地面和空间,紧贴原有建筑物建造地下连续墙,施工占地少,充分发挥投资效益。

同时,地下连续墙对施工技术要求高,对环境保护要求严格。成槽机的选择、槽体施工、泥浆下浇筑混凝土、接头、泥浆处理等环节均应处理得当;当地质条件复杂、地下水位升高时,会增加成槽施工的难度;当槽壁临近地铁、建筑物和地下管线时,需采取更严格的槽壁稳定控制措施;制浆及处理系统、弃土及废泥浆的处理亦有严格的环境保护要求;等等。

由于地质条件具有独特的区域特征,为更好地满足河南省工程建设的需要,规范河南省现浇钢筋混凝土地下连续墙的施工技术要求,做到技术先进、安全适用、经济合理、绿色环保,制定本标准。

### 3 基本规定

**3.0.1** 本条列出连续墙施工前应收集的资料,这些是施工必须考虑的因素,是制定合理、经济、安全施工方案的基础。

1 施工现场的地质和水文资料主要指工程地质勘察报告,施工前,建设单位应向设计单位、施工单位等提供岩土工程详细勘察报告、区域水文地质资料等文件,以利于施工方案的确定和机械设备的选择。

2 采用地下连续墙施工的区域,周边环境一般较为复杂,环境要求高,施工前,应对临近连续墙的既有建(构)筑物进行调查,在可能的情况下,对临近工程设计和施工情况进行了解,分析临近工程对连续墙施工的可能影响,包括地层扰动、变化等情况;对于地下管线,不仅要收集资料,还需要进行现场复核,制定有针对性的保证措施,确保施工和管线安全。

4 地下连续墙施工所用的机械设备、材料等运进现场之前,需调查所经过的道路、桥梁的通过能力。

6 掌握当地防洪、防汛的有关资料,并采取相应的防范措施,可以确保正在施工中的地下连续墙结构和施工现场人、机安全及合理安排施工计划;了解当地的环保要求,可以合理安排泥浆排放和渣土弃运等,防止环境污染。

**3.0.2** 本条列出连续墙施工前应完成的现场准备工作:

1 常见的不良地质一般有崩塌、滑坡、泥石流、岩溶、土洞、河流冲刷以及渗透变形等。在地下连续墙施工区域内,应采用物探方法对场地内的不良地质和影响施工的地上、地下管线进行查验并标明位置,并采取相应的处理措施。

凡是妨碍地下连续墙施工的地下、地面和空中障碍物,需在施工前拆除和整改,否则会严重影响正常施工。

**2** 施工用轴线控制点和水准点是工程施工定位和水准测量的基点,贯穿整个施工过程,直接影响施工精度,因此,应设置在不受施工影响的地方,妥善保护以防破坏,并应经常复核。

**3** 施工场地内供电系统应满足施工现场临时用电容量,根据现场情况合理布置,施工现场临时用电应满足国家现行标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的规定;供水系统应满足施工现场用水量,包括施工用水量、生活用水量和消防用水量,并根据现场情况合理布置;施工现场应建立通畅的排水系统,包括排水沟、沉淀池等,根据现场情况合理布置,污水和雨水应进行沉淀处理,排入最近的市政管网。

为方便施工,在不影响施工机械行走的前提下,在施工现场应合理布设泥浆处理系统。泥浆处理系统包括废弃泥浆池、泥浆沉淀池、泥浆储存池和新鲜泥浆储存池。

**4** 钢筋加工场地应按能同时满足加工两个钢筋网片的场地要求布置,同时考虑钢筋材料堆放、电焊机、钢筋加工设备等所需要的场地要求。钢筋笼制作平台的场地宜采用混泥土地坪,长度不小于地墙配筋段长度,宽度应比钢筋笼长度长 1 m。

为满足大型起重设备及成槽机械的正常行走,场地起伏不平的应进行平整;宜沿地下连续墙边线环形布置施工道路,道路宽度不宜小于 10 m,并应对地基承载力做验算,应满足重型机械通行的施工承载力的要求;施工道路基层宜采用素土夯实或采用厚碎石,面层厚度不小于 200 mm,混凝土强度等级不低于 C30,并采用单层双向或双层双向配筋。

**3.0.3** 施工单位施工前应熟悉设计图纸,根据工程特点、技术要求、设备状况,并结合施工经验,对施工图纸进行深化,如连续墙分幅优化、导墙设计、接缝处理、钢筋笼吊点计算、钢筋接头和测管布置等内容;必要时对设计提出优化建议,以保证施工的顺利进行。

**3.0.4** 地下连续墙专项施工方案由项目专业技术负责人向施工员进行交底,施工员向参与施工的班组长进行交底,并填写技术交底记录。技术交底的主要内容应包括:

- (1) 施工顺序,各工种之间、专业单位之间的交叉配合;
- (2) 图纸内容、图纸会审记录、设计变更,主要轴线、尺寸与标高等;
- (3) 使用机械设备、材料的品种、等级和质量要求;
- (4) 单元槽段划分、导墙施工、成槽要求;
- (5) 混凝土配合比,试块的留置、养护方法;
- (6) 钢筋笼制作、加工、焊接等;
- (7) 泥浆配置及循环利用的要求;
- (8) 工程质量验收标准及成品保护措施;
- (9) 钢筋笼吊装设备性能、重量、吊点位置、吊装程序。

**3.0.5** 工程主要原材料、半成品、构(配)件等产品是地下连续墙施工质量保证的基础和关键,应执行先检验、后使用的原则。产品的进场检验记录、抽样试验记录和质量证明文件必须齐全、完整和有效。

**3.0.6** 施工荷载主要为成槽机械、吊装机械施工的作业荷载,成槽过程中禁止其他堆载。

**3.0.7** 靠近水边的地下连续墙墙背土体开挖后,墙体为悬臂构件,在墙前水压力和土压力作用下,将产生与使用条件相反的位移,当位移较大时,易对地下连续墙墙体造成损坏。所以在靠近水边施工地下连续墙时,通常要设置挡水设施。

**3.0.8** 当地下连续墙施工与邻近建(构)筑物的水平距离小于1.5 m时,需采取适当的施工措施保证正常施工。

## 4 导 墙

### 4.1 导墙设计

**4.1.1** 导墙结构断面形式包括倒“L”形、“[”形等,应根据其使用要求和地质条件、荷载情况、邻近构筑物影响、地下水位变化、成槽工艺等通过设计计算确定。

**4.1.2** 导墙是地下连续墙施工的重要临时设施,在施工中具有多种功能。导墙不仅在成槽中给成槽机具提供导向,且要保证泥浆液面处于波动状态的槽口的稳定性,还要承受地层压力和施工机械荷载,支撑混凝土灌注平台、导管、钢筋笼、接头管(箱)等临时荷载,并作为墙体轴线和深度的测量基准。因此,要求导墙应具有一定的强度、刚度和稳定性,满足其使用要求。

**4.1.3** 导墙底部应置于密实的原状土层,是为了防止导墙侧面和底部土体掏刷后坍塌以及产生过大变形,保证成槽过程中槽壁稳定和竖向承载力满足地下连续墙施工的荷载要求。在使用施工机械开挖导墙沟槽时,严禁超挖扰动原状土。

导墙下土体加固方法:对于松散杂填土可采用振动压实法加固,对于软弱土层可采用深层水泥搅拌加固、高压旋喷加固、注浆加固等措施。加固深度视地质条件而定,最小不少于 5 m,使导墙坐落于坚固的地质上。

**4.1.4** 目前绝大多数地下连续墙的导墙采用钢筋混凝土结构,一般导墙的混凝土强度等级不低于 C20,厚度不小于 200 mm,以确保在施工中不变形,并承受钢筋笼、拔管机起拔接头管等临时载荷。在地质条件合适、槽孔施工周期短的情况下,导墙也可采用预制钢筋混凝土、钢结构形式。

**4.1.6** 导墙高度由槽口的土质条件、所承受的荷载和槽口施工周

期等因素决定。导墙顶面高于现有地面 100 mm 是为了防止地表水流入槽段内;泥浆液面高出地下水位 1.0 m 是为了保持泥浆液面对槽壁的压力,起到护壁的作用,防止由于应力释放而引起槽壁坍塌。

**4.1.7** 倒“L”形或“[”形导墙在施工过程中都要将导墙沟两侧的土体挖走,等浇筑完混凝土后再回填,回填时需用黏性土或熟石灰拌合土并分层夯实,使导墙背侧成为一个整体,防止成槽时泥浆渗入引起槽壁坍塌。

**4.1.8** 导墙内侧墙面垂直是地下连续墙成槽垂直的首要条件,内侧墙面净间距加大是为了使成槽设备能较快地出入槽孔,两墙面净间距根据地下连续墙厚度和成槽工艺的需要确定。

**4.1.9** 导墙在地下连续墙拐角处应外放,外放尺寸宜为 200 mm ~ 500 mm,在地下连续墙转角处成“T”形或“十”字形等异形交叉,使成槽机能够顺利起抓,保证地下连续墙在转角处的断面完整。

## 4.2 导墙施工

**4.2.4** 导墙养护期间,严禁重型机械通过、停置或作业,防止导墙开裂或变形。

**4.2.5** 导墙拆除模板后,应立即在导墙间安装临时支撑,防止导墙变形和净距缩小,影响地下连续墙成槽设备的下放或提升。

## 5 泥 浆

### 5.1 泥浆制备

**5.1.1** 泥浆的主要作用是护壁,此外泥浆还有携渣、冷却机具和切土润滑的功能。合理使用泥浆可保持槽壁的稳定性和提高成槽效率。

(1)泥浆具有良好的物理性能,如较小的失水量,形成稳定致密的泥皮,适当的重度,起到支撑槽壁、稳定地层的作用。

(2)泥浆具有良好的流变性能,有利于稳定地层;适当的动切力和塑性黏度之比(动塑比),有利于悬浮和携带渣土颗粒,提高成槽效率;可减少成槽时槽内泥浆的压力波动,以防止泥浆的漏失和塌孔。

(3)泥浆的稳定性是指在正常成槽时,泥浆中的分散粗颗粒不易下沉和不易聚结变大而沉降的性质。

(4)“水泥污染”是指灌注混凝土时泥浆和混凝土表面接触所造成的泥浆性能下降的结果。水泥污染是钙污染,当钙离子含量达到0.1‰时泥浆失去胶体性质,泥浆失水量增大,泥皮增厚且松散,黏度、动切力增加,pH值升高,形成所谓的“絮凝”现象。所以,应尽量避免向槽内加水泥和向槽内散落混凝土。为提高泥浆的抗水泥污染能力和处理轻度污染的泥浆,可在泥浆中加入纯碱、复合磷酸盐等分散剂。

**5.1.2** 本条阐明了选择制备泥浆原材料的重要因素。

2 膨润土泥浆性能优于黏土泥浆性能,如采用循环出渣、重复利用的工艺,其耗费量和成本将大幅度下降,对环境污染较小,因此宜优先选用膨润土制备泥浆。

膨润土是以蒙脱石为主要矿物成分的一种黏土,通过对矿物

成分分析,分析蒙脱石含量高低,可初步判断膨润土的造浆能力。根据蒙脱石所含高碱性阳离子的种类,可将膨润土分为钠质膨润土和钙质膨润土。

常用的分散剂为工业纯碱( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ),增黏剂为羧甲基纤维素(CMC),加重剂为重晶石粉,防漏剂为锯末,稀释剂为木质素磺酸盐。

水是泥浆中用量最大的材料,水质的好坏直接影响泥浆的质量,原则上应用自来水或不含杂质的中性清水拌制泥浆,若使用地下水、河水,需事先进行水质检测和分析工作。若水中含盐浓度在 5000 ppm 以上,钙离子浓度在 100 ppm 以上或钠离子浓度在 500 ppm 以上,则会降低泥浆中膨润土的膨胀率,影响泥浆的质量;因而在使用性质不明的水源时,应事先化验,如果是硬水,可在拌浆时加  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ (磷酸钠)或加  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ (纯碱)进行软化处理。

**3** 当施工所在地无较好的黏土,而膨润土因运距等原因成本太高时,也可考虑使用黏土和膨润土两种土料的混合料制备泥浆,其配合比通过试验确定。

**4** 高分子聚合物泥浆,也称为化学泥浆、无土泥浆,其配合比应通过试验确定,以保证护壁效果。聚合物泥浆是以有机聚合物和无机硅酸盐为主要组成的泥浆,使用该种泥浆可提高地下连续墙混凝土质量,但施工中因其比重较其他泥浆小,故有时需将泥浆槽中液位提高到地面以上,以保证槽壁稳定。

**5.1.3** 本条阐明了泥浆制备应满足的基本要求。

**1** 施工前应通过造浆率和造浆性能试验确定施工配合比,以确定泥浆制备所用膨润土及其他材料的用量需求。

**2** 新拌膨润土泥浆应充分搅拌,并且存放静置时间应不少于 24 h,使之充分水化,保证泥浆具有足够浓度。否则会影响泥浆的失水量和黏度。对于有些工程泥浆水化时间不需要 24 h 的,若需要提前使用泥浆,应检验新拌制泥浆的性能指标,满足要求后方可

使用。

**3** 通过泥浆试配与现场检验确定是否修改泥浆的配合比,检验内容主要包括稳定性、形成泥皮性能、泥浆流动特性及泥浆比重。遇有含盐或受化学污染的土层时,应配制专用泥浆,以免泥浆性能达不到规定要求,影响成槽质量。

**4** 膨润土泥浆的制备有下列几种方法。

(1) 制备泥浆:挖槽前利用专用设备事先制备好泥浆,挖槽时输入沟槽。

(2) 自成泥浆:用钻头式成槽机挖槽时,向沟槽内输入清水,清水与钻削下来的泥土拌和,边挖槽边形成泥浆。泥浆的性能指标应符合规定要求。

(3) 半自成泥浆:当自成泥浆的某些性能指标不符合规定要求时,在自成泥浆的形成过程中,加入一些需要的成分。

对于自成泥浆和半自成泥浆,其泥浆性能均应满足第 5.2.2 条新拌制泥浆的质量要求。

**5.1.4** 在易产生泥浆渗漏的地层中施工时,提高泥浆黏度能增强槽壁稳定性,减少渗漏。为了防止因泥浆的突然流失而导致泥浆面下降,应增加泥浆储备量,及时向槽内补充泥浆,并在严重渗漏地层中采取堵漏措施,保持泥浆液面高度,从而保持槽壁的稳定。

**5.1.5** 泥浆在成槽和水下混凝土置换过程中,因膨润土与 CMC 等材料的消耗、土渣混入、地下水中阳离子混入、混凝土中钙离子混入,使得泥浆性能恶化,故对循环泥浆的处理成为泥浆工艺中重要的一环。

循环泥浆的分离净化效果直接影响护壁泥浆重复使用的可能性,也影响到地下连续墙的施工成本和所需处理的废弃泥浆量。泥浆分离净化通常采用机械、重力沉降和化学处理等措施改善泥浆性能,使泥浆能够循环使用。

泥浆生产循环工序:泥浆制作→泥浆沉淀→泥浆贮存→槽段施工→水下混凝土浇筑→泥浆回收→泥浆分离净化→汇入废弃泥浆池→弃渣外运。

## 5.2 质量控制

**5.2.1** 对施工过程中的泥浆测试项目,只列出了最基本的四项指标。在实际施工中,可根据成槽、清槽换浆和灌注混凝土不同的施工阶段,成槽的不同工艺和吊放钢筋笼等条件,视需要增加若干指标,以满足施工的特殊需要。

**5.2.2** 适当的泥浆比重和黏度是保证泥浆护壁作用的前提,不同地质条件对泥浆黏度要求也不同。本条规定了新拌制泥浆的性能控制指标。在具体运用这个指标时,如遇松软土层、漏失地层、高承压水层等特殊地质条件,应根据实际情况进行修正。

**5.2.3** 通过沟槽循环或水下混凝土置换出来的泥浆,由于膨润土和 CMC 等主要成分的消耗及土渣和电解质离子的混入,相较于原泥浆,其质量显著恶化。恶化程度因成槽方法、地质条件和混凝土浇筑方法等施工条件而异。本条规定了循环使用的泥浆控制指标,在新拌制泥浆性能指标的基础上,在比重、黏度、泥皮厚度和 pH 值等方面要求稍有放宽,对泥浆的含砂量提出了要求。

经过处理后的泥浆,任意一项指标达到比重  $\geq 1.3$ 、黏度  $\geq 50$  s、含砂量  $\geq 10\%$ 、pH 值  $> 13$  时,应予以废弃。

## 6 成 槽

### 6.1 单元槽段划分

**6.1.1** 通常情况下,加大单元槽段的长度,可以减少接头数量,提高墙体的整体稳定性、防渗性和连续性,还可以提高施工效率。而单元槽段的长度选择也并非越长越好,单元槽段的长度应能满足地下连续墙成槽过程中槽壁稳定、施工工序和周边环境的需要,综合多方面的因素确定。

(1)设计要求:墙段分缝位置应远离墙体受力最大的部位;在结构复杂的部位,分缝的位置应便于开挖和浇筑施工;墙体分缝位置应避开墙体内有预留孔洞和重要埋件的部位;宜采用长短单元槽段交错布置的方式避开结构复杂的节点;墙体分缝应使分幅后形成的槽段种类较少。

(2)场地地质条件:当土层不稳定时,为防止槽壁倒塌,应缩短单元槽段长度,以缩短挖土时间和减少槽壁暴露时间。

(3)周围环境:附近有建筑物、地下管线或有较大地面荷载时,应缩短单元槽段长度。

(4)成槽工艺:单元槽段最小长度应大于成槽机械挖土、破土装置的长度;异形单元槽段的连续直线段应大于成槽机械挖土、破土装置的长度。

(5)施工条件:应考虑钢筋笼的加工、运输和吊装能力,混凝土的生产运输和浇筑能力,泥浆的生产和供应能力。一个单元槽段的钢筋笼多为整体吊装,过长钢筋笼可在竖向分段,起重机的起重能力限制了钢筋笼的尺寸,亦即限制单元槽段长度。一个单元槽段内的混凝土宜在较短时间内浇筑结束,因此单位时间内混凝土的生产供应能力亦影响单元槽段的长度。

**6.1.2** 常规的单元槽段长度一般为4 m~6 m,可根据实际情况增加单元槽段的长度。每个单元槽段一般是6 m一个槽,挖槽分段不宜超过3个。机械成槽常采用一槽三抓挖槽法,先两边后中间;异形槽也基本采用一槽三抓挖槽法。

**6.1.3** 角槽的两个工序单元宜设为不等长工序单元,在第二抓完成之后,能保留一定宽度的小墙,可避免槽壁偏斜和坍塌。

## 6.2 槽段开挖

**6.2.1** 地下连续墙挖槽过程中的槽壁稳定性,在泥浆护壁条件下,已完成的实例很多。一般条件下,可不进行槽壁稳定性的计算。当槽段大于50 m,或者槽段贴近现有建筑物,地面和地层变化大,地下水位变动频繁并有承压水的情况下,需要进行槽壁稳定性计算。当槽壁稳定性分析不满足要求时,可选用槽壁土加固、降水、改善泥浆性能、限制周边荷载、选择合适的导墙等措施来使槽壁稳定。

**槽壁土加固:**在成槽前对地下连续墙槽壁进行加固,可采用双轴、三轴水泥土搅拌桩工艺及高压旋喷桩等工艺。

**加强降水:**通过降低地下连续墙槽壁四周的地下水位,防止地下连续墙在浅部砂性土中成槽开挖过程中产生塌方、管涌、流砂等不良地质现象。

**改善泥浆性能:**泥浆性能的优劣直接影响到地下连续墙成槽施工时槽壁的稳定性。为了确保槽壁稳定,选用黏度大、失水量小、能形成护壁泥皮的优质泥浆,并且在成槽过程中,经常监测槽壁的情况变化,并及时调整泥浆性能指标,添加外加剂,确保土壁稳定,做到信息化施工,及时补浆。

**周边限载:**地下连续墙周边荷载主要是大型机械设备如成槽机、履带吊、土方车及钢筋混凝土搅拌车等频繁移动带来的压载及振动,为尽量使大型设备远离地下连续墙,在正处施工过程中的槽

段边铺设路基钢板加以保护,并且严禁在槽段周边堆放钢筋等施工材料。

**导墙选择:**导墙的刚度影响槽壁稳定,根据工程施工情况选择合适的导墙形式,通常导墙采用倒“L”形或“[”形。

在成槽过程中,槽壁的稳定性与槽壁周边的荷载有密切的关系,一般在槽壁的两侧 6 m ~ 8 m 范围内不得堆载。

**6.2.2 泥浆配方或成槽机械选型与地质条件有关,**常发生泥浆配方或成槽机械选型不当而产生槽壁坍塌的事故。在地下连续墙正式施工前进行试成槽,可避免类似事故发生,确保工程顺利进行。根据工程情况,对于环境保护要求较高的工程或地质条件较复杂的情况下,不应在原位进行试成槽;对于要求较低的工程,可进行原位试成槽。

**6.2.3 成槽机械的选型**首先应考虑地质情况,特别是地层的标贯击数或单轴抗压强度值,以确保选用的成槽机械具有足够的能力开挖。

**5** 标贯击数大于 50 的土层,液压抓斗在该层土中成槽效率低、精度难以控制,因此宜采用铣槽机成槽。

**9** 由于槽壁形状基本决定墙体外形,成槽的精度基本决定了墙体的制作精度,所以在成槽过程中加强对其垂直度、宽度和泥浆性能指标等的观测并随时加以修正,才能保证成槽质量,当偏移量过大时应立即停止施工。

**6.2.4 泥浆质量和泥浆液面高低对槽壁稳定有很大影响。**泥浆液面愈高,所需的泥浆相对密度愈小,即槽壁失稳的可能性愈小。

地下连续墙施工时保持槽壁的稳定性以防槽壁塌方是十分重要的问题。如发生塌方,不仅可能造成埋住挖槽机的危险,使施工拖延,同时可能引起地面沉陷而使挖槽机械倾覆,对邻近的建筑物和地下管线造成破坏。如在吊放钢筋笼之后,或在浇筑混凝土过程中产生塌方,塌方的土体会混入混凝土内,造成墙体缺陷,甚至

会使墙体内外贯通,成为产生管涌的通道。

为防止塌槽,抓斗提升出地面时要及时补浆,以保持槽内泥浆面高度,槽内泥浆液面保持在导墙顶面以下 300 mm ~ 500 mm,挖槽过程中随着槽深的向下延伸,要随时向槽内补浆,使泥浆面始终位于泥浆面标志处,直至槽底挖完。

**6.2.5** 异形槽段成槽施工在相邻槽段浇筑完成后进行是为了防止槽段塌方。施工异形槽段时,应采取降水、增加泥浆比重和槽壁加固等措施保证槽壁的稳定。

**6.2.7** 由于回转钻机钻孔精度较差,会影响到成槽精度,产生的自然造土泥浆又破坏地下连续墙的膨润土护壁泥浆,所以,钻抓结合工艺宜采用旋挖钻机引孔,既确保成槽精度又避免泥浆被破坏。

**6.2.8** 采用抓铣结合工艺成槽时,一般是先用抓斗抓除浅层软土,遇到硬岩后再用铣槽机成槽。如果抓斗成槽过程中偏斜过大,会导致后来的铣槽机纠偏困难;因此一旦发现抓斗成槽倾斜过大,应及时改用铣槽机成槽,以便于铣槽机正常纠偏,确保成槽精度。

**6.2.9** 铣槽机施工的套铣法接头地下连续墙,其分幅只能有两种形式,即一期槽和二期槽,铣槽机不能成槽后继幅,因为它不能做到单边切土、单边切混凝土,这样会因为铣斗两侧受力不均匀导致偏斜,无法形成止水接头。

**1** 采用套铣法接头,对地下连续墙精度要求高。采用套铣法接头的地下连续墙成槽时不能过多地使用抓斗,抓斗主要负责开孔,即把每一孔障碍物和部分填土、黏土抓掉后改用铣槽机成槽。如果过多地使用抓斗,则会导致开孔倾斜而增加铣槽机纠偏难度,如一期槽端头倾斜和抓斗过度开挖产生的扩孔,会严重影响套铣法接头的质量,甚至造成铣槽机切割钢筋导致设备损坏和工程无法继续。

**2** 由于套铣接头对端头精度要求非常高,因此一期槽成槽时,两铣之间的中间留土厚度不宜小于 600 mm,以保证铣槽纠偏过

程中液压推板有可靠的靠山,确保铰斗两侧受力保持一致,否则也会造成成槽偏斜。

**4** 二期槽段铰槽由于要切割两侧混凝土,因此纠偏控制较为困难,开孔的精度控制尤为重要。控制好最初 8 m ~ 12 m 深度的精度,有利于后面的精度控制,所以要控制最初 8 m 的铰槽速度。

**5** 二期槽段铰槽过程中应根据相邻一期槽段精度、土层情况和切削混凝土厚度及形状等进行纠偏,确保成槽精度,并确保对一期槽端头套铰部分进行有效切割,以保证接头的止水要求。

**6.2.10** 成槽机成槽时应加强槽壁观测,如槽壁出现偏斜时,早期发现可通过成槽机纠偏措施进行纠偏调整。如在成槽过程中出现泥浆大量流失及槽壁坍塌现象,应及时补浆,如槽壁坍塌严重则应先进行回填,分析原因并处理后再进行成槽施工。

**6.2.11** 槽底挖完后应量测深度,宜用超声波测量仪测垂直度及轴向的成槽宽度,确保钢筋笼能够顺利吊入。对于闭合幅连续墙幅宽应由具体的实测实量来确定,防止成槽不到位和钢筋笼太大无法下放。

### 6.3 刷壁和清基

**6.3.1** 连续墙接头刷壁质量是连续墙施工控制的质量要点,关系到连续墙整体防水性能,需要高度重视。从土方开挖时地下连续墙的漏水、涌水、流砂等质量缺陷来看,绝大多数直接原因是两幅墙之间存在较厚的夹泥夹渣现象,因此确保接头无夹泥非常重要,特别是闭合幅,因土与泥浆等的混合物固结时间较长,硬度较大、不易清除干净,更应该对先施工的墙体接头处反复多次刷壁,有效清除端头表面泥皮及土渣,清除标准为清刷设备无泥。

**6.3.2** 槽壁是借助泥浆与地下水位差的作用来抵抗槽壁外水土压力,从而维持槽壁的稳定。成槽后,如果泥浆比重过大,不但影响混凝土的浇筑,同时由于泥浆的流动性差,会使泵送混凝土困

难,并且消耗输送设备的功率;同时,槽底存在沉渣,如果清理不彻底,槽底沉渣很难被混凝土置换出来,沉渣残留在槽底不仅会使地下连续墙的承载力降低、沉降加大,而且还会影响墙体底部的截水防渗能力,成为产生管涌的隐患;沉渣混进浇筑的混凝土内还会降低混凝土的强度。如果在混凝土浇筑过程中,由于混凝土的流动沉渣带至单元槽段接头处,则将严重影响接头部位的抗渗性;沉渣会降低混凝土的流动性及浇筑速度;沉渣还可能造成钢筋笼插不到位或上浮,以致结构配筋发生变化;沉渣还会加速泥浆的变质,会使浇筑的混凝土外表疏松夹泥部分和上部浮浆增加。所以成槽后应进行清基和泥浆置换,清基后泥浆比重一般不应大于 1.15。

深度在 50 m 内的槽段可用泵吸法和气举反循环进行清基,深度超过 50 m 宜采用气举反循环进行清基,清孔吸浆能力不宜小于  $60 \text{ m}^3/\text{h}$ ,采用气举反循环清基时,深度超过 50 m 时,清孔管直径不宜小于 15 cm,空压机流量不宜小于  $6 \text{ m}^3$ 。

**6.3.3 铣槽机成槽工艺**是将土打碎后经过泥浆分离系统循环的过程,但是由于泥浆处理设备能力有限,无法将泥浆中的土、砂颗粒全部分离,因此铣槽机成槽过程中泥浆中的固相含量相当大,反映在泥浆上则比重大、黏度高,如果在清孔时不 100% 置换槽内泥浆,会造成清孔后还会有泥沙沉淀而形成槽底沉渣,影响地下连续墙施工质量。

## 7 接 头

### 7.1 接头类型

**7.1.2** 连续墙接头作为连接连续墙相邻槽段的重要结构,起到重要的防水、确保结构刚度等作用,需要结合水文地质条件、工程自身特点、设备情况等选择接头形式及布置方式。本条给出接头构造的一般性要求。

**1** 地下连续墙接头根据墙体结构形式、受力特征和止水要求可选择刚性接头和柔性接头。一般情况下,地下连续墙宜采用圆弧形接头、工字形钢接头或混凝土预制接头等柔性接头。当地下连续墙作为主体地下结构外墙,且需要形成整体墙体时,宜采用刚性接头;刚性接头可采用一字形或十字形穿孔钢板接头、钢筋承插式接头等;当采取地下连续墙顶设置通长冠梁、墙壁内侧墙槽段接缝位置设置结构壁柱、基础底板与地下连续墙刚性连接等措施时,也可采用柔性接头。

地下连续墙的接头部分是地下连续墙工程的薄弱环节,无论是在墙体质量还是在抗渗性能上都较差,地下连续墙接头止水措施应满足设计要求。

**2** 地下连续墙槽段连接缝越多,渗漏的概率就越大,在条件许可时,宜减少槽段连接缝。同时,减少槽段接头数量就意味着单元槽段加长,又给成槽施工带来风险,因此槽段接头数量受多方面的因素影响,应综合考虑,合理布置。

**3** 地下连续墙划分单元槽段时必须考虑槽段之间的接头位置,保证地下连续墙的整体性。一般接头应避免设在转角处以及墙体内部结构的连接处。对接头有以下要求:不得妨碍下一单元槽段的挖掘;能传递槽段之间的应力,起到伸缩接头的作用;混凝

土不得从接头下端流向背面,也不得从接头与槽壁之间流向背面;在接头表面上不应黏附沉渣或变质泥浆的胶凝物,以免造成强度降低或漏水。

**4** 配置接头管(箱)可以抵抗混凝土压力,防止墙体倾斜、发生位移及防止混凝土绕流而影响下一槽段施工。工字钢接头、V型钢板接头、橡胶接头在施工中应配置接头箱。十字钢板接头和王字钢板接头,在施工中通常配置整体式或两片独立式接头箱。

## 7.2 接头施工

**7.2.1** 在地下连续墙施工中,目前应用较多的接头形式有接头管、接头箱。其中,接头管接头多用于圆弧形接头,接头箱多与型钢接头、橡胶接头配套使用。

**1** 地下连续墙槽段接头管(箱)及连接件在混凝土的侧压力及顶拔力作用下将产生较大变形,接头刚度或与钢筋笼形成整体的刚度应能抵抗混凝土浇筑时的侧向压力。

**2** 锁口管(或接头箱)的端面选型应与接头相符,这样接头箱的刚度可以保证接头钢板不至于在混凝土浇筑过程中由于混凝土的侧向压力发生变形,防止接头钢板的变形影响后续槽段成槽和混凝土浇筑质量。另外,接头箱的长度应能防止混凝土绕流至接头背后形成绕流。

接头管(箱)进场后应检查节间的连接是否牢固,接头管(箱)形状与连续墙接头形式是否匹配,是否有防止绕流措施。首次使用接头管,应事先在地面进行试组装,检查组装是否符合设计要求。

**3** 接头管(箱)深入槽底 300 mm ~ 500 mm,是为了在灌注混凝土过程中微动接头管(箱)时防止混凝土从接头管(箱)底部流入接头管(箱)内。对于槽孔较深的槽段,墙体开挖底板以下 5 m ~ 7 m 到槽底可不放置接头箱,此部分可以在钢板接头处投放袋装黏土

或袋装碎石回填密实。

4 接头管(箱)吊放时的过大偏斜会大大增加起拔阻力,且不能保证成槽质量。根据经验,正常情况下接头管(箱)的起拔阻力为  $0.3 \text{ t/m}^2 \sim 0.5 \text{ t/m}^2$ ,可根据此参数确定起拔阻力,安全系数宜取  $2 \sim 3$ 。

5 填充接头背面的土团袋和砂石料必须采取措施密实,确保接头管(箱)在灌注混凝土时不位移。

6 接头管接头直接与混凝土面接触,施工中难免有混凝土侧漏,使接头管与混凝土面接触产生很大的握裹力,起拔设备能力应满足破坏其握裹力的要求,顺利起拔接头管;否则接头管将无法拔出,影响地下连续墙施工质量。

接头管起拔的时间是决定起拔成败的关键,时间过长会引起接头管起拔困难,起拔过早则会引起混凝土流动而侵入相邻连续墙槽段,造成后续施工困难。因此应根据不同地质、混凝土强度、初凝时间、温度条件等结合现场时间确定接头管起拔时间。

8 接头管(箱)起拔后,其空隙如不能及时用泥浆或填料充填接头孔部分,往往会导致强度很低的混凝土坍塌,接头孔周围的覆盖层也可能在地下水作用下塌入孔内。

7.2.2 工字钢接头因具有结构刚度大、止水性能好、便于加工等特点,得到普遍应用。

1 工字钢接头如需接长宜采用对接焊,同时宜在焊接钢筋笼一侧的钢板接头处补焊钢板,确保焊接质量。

2 因地下连续墙钢筋笼自身重量较大,且需有较好的整体性,因此钢筋笼与工字形钢板焊接质量关系重大,宜采取钢筋双面焊接方式。相邻两幅钢筋笼一般是通过钢筋笼伸入工字形钢翼缘板范围方式进行搭接,此搭接长度不宜小于  $100 \text{ mm}$ ,防止水土压力作用于连续墙上后,接头位置混凝土无法承受相应水平力而出现接头位置混凝土断裂,出现渗漏水甚至涌水情况。

**7.2.5** 导向插板用于套铣一期槽段或二期槽段开挖时铣槽机的定位及垂直度控制。混凝土浇筑时可能对导向插板造成挤压,导致移位,需采取有效措施固定其位置。钢筋笼限位块的设置主要用来防止二期槽段开挖时铣槽机对钢筋笼的切削破坏。套铣接头有以下优点:

(1) 施工中不需要其他配套设备;

(2) 可节省材料费用,降低施工成本;

(3) 无预挖区,且可全速浇筑,无绕流问题,确保接头质量和施工安全性;

(4) 挖掘二期槽时可铣掉两侧一期槽已硬化的混凝土,并在浇筑二期槽时形成水密性良好的混凝土套铣接头。

## 8 钢筋笼

### 8.1 钢筋笼制作

**8.1.1** 钢筋笼的制作应考虑整节起吊安装,根据设计图纸及规范标准先对整个钢筋笼进行翻样,将每幅钢筋笼所用的各种钢筋的型号、尺寸、数量、重量等计算出来,依据图纸制作钢筋笼。6 m 钢筋笼的纵向桁架数量设置 5 榀,其余不规则槽段按 1.2 m ~ 1.5 m 间距视具体形式布置,横向桁架间距宜为 3 m,吊点处横向桁架需采用“X”形交叉布置,纵向桁架在吊点处 2 m 范围内“X”形交叉布置。

地下连续墙的钢筋笼根据设计形状可分为“一”字形、“T”形、“L”形、“Z”形和“Y”形等,其中“Z”形钢筋笼一般拆分成两个“L”形钢筋笼进行加固处理,主要包括纵横向桁架筋、“T”形和“L”形钢筋笼中的斜拉筋及吊点处的加固。纵横向桁架筋主要是增加钢筋笼起吊时的刚度和强度,最大程度减小吊装过程中的变形。“T”形和“L”形钢筋笼中的斜拉筋主要是增加钢筋笼的抗弯和抗扭刚度,防止钢筋笼在空中翻转时发生变形。

**8.1.2** 钢筋笼的制作在钢筋加工平台上成型,可在平台上根据设计的钢筋间距、插筋、预埋件及钢筋连接器的设计位置做出控制标记,以保证钢筋接驳器、注浆管、超声波探测管等预埋件位置和钢筋笼几何尺寸的正确,同时也便于做出拼接标记,保证钢筋笼吊放拼装过程中的精度。

**8.1.7** 玻璃纤维筋可在地下连续墙工作井进、出洞或地下穿越位置替代普通钢筋,玻璃纤维筋具有质量轻、抗拉强度高、静剪切力很高但动剪切力较低的特点,盾构机或顶管机可直接穿越。含玻璃纤维筋的钢筋笼上下两端为普通钢筋,中间为纤维筋。

**8.1.8** 本条是对钢筋笼保护层垫块设置的规定,钢筋笼保护层垫块的作用是为保证地下连续墙混凝土保护层厚度,防止钢筋笼贴于槽壁。保护层垫块采用4 mm~6 mm厚钢板制作成型,焊接于笼体迎土面与迎坑面的纵向主筋上。

**8.1.9** 制作钢筋笼时要预先确定浇筑混凝土导管的位置,由于这部分空间要上下贯通,因而周围应增设箍筋和连接筋进行加固。尤其在单元槽段接头附近插入导管时,由于此处钢筋密集更需要加以处理。

**8.1.10** 地下连续墙要求预埋接驳器,接驳器左右偏差不大于20 mm,上下偏差不大于10 mm,钢筋笼下端的纵向主筋宜向内弯转,以防吊装时钢筋擦伤槽壁,但向内弯折的程度不应影响混凝土导管插入,预埋件与主筋连接要牢固,外露面包扎要严密。应按设计预埋件规格、位置、标高,将预埋件准确焊接固定在钢筋笼上。为保证预埋筋、预埋件位置在施工时易于寻找,采用多层板或聚苯板保护。

## 8.2 钢筋笼吊装

**8.2.1** 地下连续墙钢筋吊装方案多属于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程,应编制安全专项方案并且通过评审或论证后方可实施。

**8.2.2** 钢筋笼的长度、重量会直接影响吊车的选择,一次性吊装和多次性吊装的工效、经济性以及技术难度大不相同,应该结合实际情况来选择吊装的方案。

**8.2.4** 吊点的设计应使钢筋笼受力更均匀,变形更小,吊点应该结合钢筋笼的外形布置,吊点、扁担、吊筋、钢丝绳以及钢筋笼的整体性等要进行强度、刚度的安全验算。

**1** 吊具、吊点加固钢筋及确定钢筋笼吊放标高的吊筋,应进行起吊重量分析,通过强度验算确定选用规格。

2 成槽完成后吊放钢筋笼前,应实测当时挡墙顶标高,计入卡住吊筋的搁置型钢横梁高度,根据设计标高换算出钢筋笼吊筋的长度,以保证结构和施工所需要的预埋件、插筋、保护铁块准确位置。

**8.2.5** 通过试吊可以检验吊车的稳定性、制动器的可靠性、吊点和钢筋笼的牢固程度,确认可靠后方可正式起吊。

**8.2.6** 为防止钢筋笼起吊后在空中摇摆,应在钢筋笼下段系牵引绳用人力操纵。钢筋笼起吊时,由主吊车将钢筋笼提高地面500 mm,负重行走至槽段处。

吊车在吊着钢筋笼行走时应注意移动速度,速度快会导致钢筋笼发生较大的摆动,带来安全隐患。

**8.2.7** 钢筋笼的骨架吊入后应该保证中心与槽段中心吻合,钢筋笼强行入槽会导致钢筋笼下放过程中钢筋笼与槽壁的接触,引起槽段坍塌。若不能顺利插入槽内,应查明原因,并进行解决,不得强行冲击入槽。

钢筋笼的长度是经过设计计算后得出来的,是承受应力和抗剪切力的主体,切割钢筋笼后将导致地下连续墙受力情况发生改变,引起质量和安全事故。在成槽施工结束后,如钢筋笼不能顺利在槽孔内就位,说明槽孔质量不合格,应将钢筋笼提起出槽,重新进行修槽,将障碍物清除。

**8.2.8** 迎坑面和迎土面受力形式大不一样,当钢筋笼设计采用非对称配筋时,不能反放。

**8.2.12** 含玻璃纤维筋的钢筋笼起吊前,若不采用桁架,可临时用钢筋或型钢加固钢筋笼,起吊入槽过程中应逐步拆除干净。

## 8.3 质量控制

**8.3.1** 钢筋笼制作平台的平整度较差会引起钢筋笼无法正常拼装,本条规定了钢筋笼制作平台的平整度要求。

## 9 混凝土

### 9.1 混凝土配制

**9.1.1** 地下连续墙混凝土是使用导管法在泥浆中浇筑水下混凝土,因此,要求混凝土有良好的和易性、流动性和缓凝性。如泥浆和易性差会使泥渣滞留在导管中间或槽段接头部位,形成质量缺陷。混凝土的和易性包含流动性、黏聚性和保水性等;泥浆流动性通常通过实验测定,黏聚度和保水度以目测和经验评定。

**9.1.2** 受运距和施工等因素影响,混凝土的初凝时间应满足槽段浇筑要求。为了保证混凝土的流动性,满足水下施工要求,混凝土坍落度宜控制在  $200\text{ mm}\pm 20\text{ mm}$ 。

限制骨料的最大粒径,是为了防止在浇筑过程中粗骨料在导管或钢筋笼中堆积,影响混凝土施工,国内同类规范规定导管直径不小于最大骨料粒径的 6 倍。

### 9.2 混凝土浇筑

**9.2.3** 导管间距过大或导管处混凝土表面高差太大易造成槽段端部和两根导管之间的混凝土面偏低,泥浆易卷入墙体混凝土中。

**9.2.4** 导管底部至槽底的距离较小时,不利于导管内的泥浆与混凝土的排出,易发生堵管事故;若导管底部至槽底的距离超过  $500\text{ mm}$ ,在混凝土供应不及时的情况下,会造成返浆、混浆事故,实际操作方法是,下放导管时,先测量槽孔深度,计算出下放导管长度,使导管距槽底在  $300\text{ mm}\sim 500\text{ mm}$ ,将导管安放在槽口的灌注平台上。

**9.2.5** 浇筑水下混凝土控制要求:

1 在钢筋笼吊放就位后 4 h 内浇筑混凝土主要为了避免槽壁

坍塌或降低钢筋握裹力,或者避免槽底沉渣厚度超过规范要求。对于因吊放钢筋笼等原因不能在4 h内开始灌注混凝土的槽段,应重新检测槽底沉渣厚度和泥浆性能指标。如这些指标合格,则可灌注混凝土;如泥浆性能指标不合格,可通过换浆调整泥浆性能指标;如沉渣厚度不合格,可通过混凝土导管用高压泥浆把沉渣浮起来,再灌注混凝土;如果槽底沉渣严重超标,必须将导管和钢筋笼取出,重新清槽合格后再灌注混凝土。

**3** 地下连续墙混凝土在泥浆中用导管灌注,单个槽孔应均匀连续浇筑,不能中断时间过长,否则槽孔内混凝土的流动性将大幅度下降,不但造成灌注困难,还容易发生堵管事故,会影响混凝土的均匀性。

**4** 一般情况下,提高混凝土面的上升速度有利于保证混凝土灌注质量。国外有的规范规定为3 m/h,虽然国内不少工程已达到或超过这个标准,但考虑到当前施工水平参差不齐,仍规定不小于2 m/h。

**5** 采用导管法浇筑混凝土时,如果导管埋入深度太浅,可能使混凝土浇筑面上的被泥浆污染的混凝土卷入墙体内,当埋入过深时,又会使混凝土在导管内流动不畅,在某些情况下还会产生钢筋笼上浮。混凝土初灌时要求导管最小埋深1.5 m,正常情况下以大于2 m为宜。在实际工程中导管最大埋深为6 m,当混凝土面上升较快时,可适当加大,但不宜超过6 m。

相邻两导管间混凝土高差应小于0.5 m,各导管处混凝土表面高差小于0.3 m,是为了保证混凝土面能均匀上升,防止上部被泥浆污染的混凝土和泥渣卷入墙体混凝土中,造成墙体混凝土质量缺陷。因此,按规定准确测量混凝土面深度,可预防或及时发现灌注事故。应安排专人测量导管埋深,填写好水下混凝土灌注记录表。

**6** 在浇筑混凝土时,顶面往往存在一层浮浆,硬化后需要凿

除,为此混凝土需要超浇 300 mm ~ 500 mm,以便将设计标高以上的浮浆层用风镐打去。

7 灌注混凝土充盈系数的控制规定:抓斗成槽时为 1.0 ~ 1.12,回转式成槽时为 1.0 ~ 1.15,冲击式成槽时为 1.0 ~ 1.2。

### 9.3 质量控制

9.3.1 混凝土坍落度是在实际施工中用来判断混凝土施工和易性好坏的一个标准,坍落度较大容易引起拌合物的离析,太小则给施工带来难度,故规定每幅槽段不少于 3 次坍落度检测,以控制施工质量要求。

9.3.3 当根据超声波透射法判定墙身质量不合格时,以钻芯取样检测结果为准。

9.3.4 本条给出的允许偏差强调在混凝土浇筑后,土方开挖时也应应对预留各部位的允许偏差进行控制,确保挖土工程、地下室结构工程的施工质量。

## 10 墙底注浆

### 10.1 注浆管预埋

**10.1.1** 本条对地下连续墙注浆管材质、规格提出要求,明确采用钢管作为注浆管,钢管方便固定在连续墙钢筋骨架内,强度高,密封性能好,不易损坏,能够满足地下复杂环境和注浆施工要求。注浆管管径一般为 25 mm ~ 50 mm,声测管可兼注浆管。

**10.1.2** 注浆管的连接方式应根据现场条件和施工经验确定,但是连接方法均应保证接口牢固、严密,不渗漏。

**10.1.3** 压浆管采用单向阀,以防止泥浆及混凝土浆液的涌入。

**10.1.4** 本条对地下连续墙内注浆管的布置位置提出要求。注浆管间距要求是根据施工经验提出的,当施工单位有把握保证墙底注浆效果时,间距可以适当调整。

注浆管底应伸至槽底 200 mm ~ 500 mm,是为了防止地下连续墙混凝土浇筑后包裹注浆管头,堵塞注浆管。

**10.1.5** 施工过程中应特别注意对注浆管的保护,保证最后实现注浆加固的目的。注浆管宜设置于钢筋笼厚度方向上的中间位置或沿钢筋笼两侧交互布置,注浆管应与钢筋笼绑扎固定牢靠,绑扎点间距不宜大于 2 m。

### 10.2 墙底注浆施工

**10.2.1** 地下连续墙墙底注浆可消除墙底沉淤,加固墙侧和墙体附近的土层。墙底注浆可减少地下连续墙的沉降,也可使地下连续墙底部承载力和侧壁摩阻力充分发挥,提高地下连续墙的竖向承载力。

关于墙底注浆的注浆压力、注浆速度、浆液配比、清水劈裂时

间等有关施工参数,以及注浆器的构造说明、注浆管的布置、喷浆眼的数量、具体的布置,应在正式注浆之前选择有代表性的墙段,进行注浆试验,根据实际情况进行调整。

**10.2.2** 在地下连续墙混凝土初凝后终凝前,先用高压清水劈通压浆管路,确保注浆管通畅;采用清水开塞,是确保注浆成功的重要环节,通常在混凝土浇筑完成后 7 h ~ 8 h 进行。对于深度大于 45 m 的地下连续墙,由于混凝土浇筑时间较长,一般可结合同条件养护试块确定具体的清水开塞时间。

**10.2.3** 浆液水灰比应根据土的级配、饱和度、渗透性确定。对于饱和土,水灰比宜为 0.45 ~ 0.65;对于非饱和土,水灰比宜为 0.7 ~ 0.9(松散碎石土、砂砾宜为 0.5 ~ 0.6)。

**10.2.4** 注浆宜分次进行。初始注浆宜在连续墙成墙 2 d ~ 3 d 后开始,应严格控制注浆压力、注浆量和注浆速度,初始注浆量宜为设计总量的 80%;第二次注浆在初始注浆完成后 3 h 后进行,注浆压力根据设计要求和现场试验确定。

注浆压力应大于注浆深度处土层压力。注浆量的大小和地下连续墙的厚度、土层性质关系密切。一般由设计根据土层条件和使用要求确定;如设计无明确要求时,可参考类似工程经验并结合现场土层条件确定。

注浆压力宜控制在 0.2 MPa ~ 0.4 MPa。终止注浆压力应根据土层、特性及注浆点深度确定,对于风化岩、非饱和黏性土及粉土,注浆压力宜为 3 MPa ~ 10 MPa;对于饱和土层,注浆压力宜为 1.2 MPa ~ 4 MPa,软土宜取低值,密实黏性土宜取高值。注浆压力持续低于正常值或地面出现冒浆,应改为间歇注浆,间歇时间宜为 30 min ~ 60 min,或调低浆液水灰比。

**10.2.5** 规定终止注浆的条件是为了保证注浆的预期效果及避免无效过量注浆,采用注浆压力和注浆量双控原则。

## 11 质量检测与施工监测

### 11.1 成槽质量检测

**11.1.1** 因连续墙施工过程中检测内容较多,而成槽质量检测关系到连续墙槽壁稳定性、钢筋笼下放顺利与否、混凝土浇筑质量及后续连续墙整体质量,因此设计、施工过程中应明确对连续墙成槽过程中垂直度、槽宽、槽深的检测要求。

**11.1.2** 超声波成槽质量检测检测可用于槽壁垂直度、槽宽和槽深的检测,也可用于沉渣厚度的检测,而对于临时性地下连续墙,国家标准要求槽壁垂直度、槽宽检查数量为20%,槽深、沉渣厚度的检测要求为100%,而且通常采用测锤进行检测。因此,本标准规定超声波用于槽壁垂直度和槽宽检测。

**2** 为确切反映成槽质量,检测数量应有一定的比例,具体数量根据建(构)筑物重要性、地基基础等级、地质条件复杂程度确定。本条规定参考国家相关标准及河南省工程建设标准《地下连续墙检测技术规程》(DBJ41/T 189)的规定,确定永久性地下连续墙应100%检测,临时结构的地下连续墙可抽测总槽段数的20%。

试成槽对于检验成槽机械的性能、成槽施工参数的符合性具有特殊的意义,异形槽段成槽施工时难度大,要求精度高,因此要求全部检测。

**3** 槽孔在刚刚完成时,槽孔内泥浆略微波动,形成很多气泡,容易屏蔽超声波探头,降低检测精度。

超声波法成槽检测时,检测探头悬浮于泥浆中,与槽壁不发生接触,属非接触式检测方法。泥浆是超声波传播的介质,泥浆的重度、黏度和含砂量等性能指标直接影响超声波的传播性能。如泥浆过稠,会将探头封闭,造成没有信号的现象,因此,检测时槽孔内

泥浆性能应满足仪器使用的要求。

**5** 一般连续墙宽度为 6 m, 布置 3 处检测断面便于判断成槽整体质量, 中部宜为两个方向, 端部宜为 3 个方向。

**11.1.3** 沉渣厚度关系到钢筋笼是否可以顺利下放、连续墙底部成墙质量、连续墙防水性能及整体结构承载能力, 测锤法难以检测时可以采用其他方法检测, 同时应根据清槽情况对连续墙底部阳角处进行检测, 防止阳角处堆积渣土过多, 影响连续墙钢筋笼下放及整体质量。

利用测锤法估算槽孔底部沉渣厚度, 精确度相对较低。根据现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202, 沉渣厚度可以采用沉渣测定仪或重锤测量。目前国内已经出现其他多种沉渣测量方法, 主要有电阻率法、电容法、声波法等。除测锤法外, 其他几种方法均存在操作复杂烦琐、耗时较长、现场判读困难、影响后续地下连续墙的施工等缺点, 因此, 本标准采用实用的测锤法检测槽孔底部的沉渣厚度。