

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4701.2020.05-08

小直径深层搅拌防渗墙二次成墙改进搅拌头施工技术 在九合联圩防渗加固工程中的应用

章伟平

(江西省水利科学研究院, 江西 南昌 330029)

摘要: 总结“三头小直径深层搅拌二次成墙法建造水泥土防渗墙施工技术”在多个堤身防渗小直径深层搅拌水泥土防渗墙工程中的应用情况,对搅拌头的钻头与喷浆方式进行了改进,经工程实践验证,改进后的搅拌头,有效降低了搅拌头的钻进扭力,使被搅动的成墙土料与喷入的水泥浆搅拌更均匀、充分,有较好的推广应用前景。

关键词: 堤防; 防渗加固; 小直径深层搅拌防渗墙; 二次成墙; 改进搅拌头施工技术

中图分类号: TV543+.8 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-4701(2020)05-0354-06

0 引言

通过总结“三头小直径深层搅拌二次成墙法建造水泥土防渗墙施工技术”在江西省五河及鄱阳湖区重点圩堤应急防渗处理工程垂直防渗1标、2标和江西省鄱阳湖区二期防洪工程第六个单项南湖联圩除险加固工程南湖1标段等工程的小直径深层搅拌水泥土防渗墙工程施工中的应用情况,对搅拌头的钻头与喷浆方式进行了改进,形成了“小直径深层搅拌防渗墙二次成墙改进搅拌头施工技术”,应用该项新技术又完成了江西省鄱阳湖区二期防洪工程第六个单项九合联圩除险加固工程九合6标、九合7标以及江西省崇仁县万亩圩堤加固孙坊堤段EPC总承包项目和进贤县万亩圩堤除险加固EPC总承包项目工程(马咀圩和罗溪圩)的堤身防渗小直径深层搅拌水泥土防渗墙的施工,取得了较好的项目经济效益,施工质量满足了设计和规范要求。

1 工程概况

江西省鄱阳湖区二期防洪工程第六个单项九合联

圩除险加固堤身防渗深层搅拌桩水泥土防渗墙工程位于永修县东部修河尾间地区,修河下游干流左岸,九合联圩1+100~1+700和10+525~11+100桩号堤段。

堤身防渗深层搅拌桩水泥土防渗墙墙顶高程为设计洪水位加0.50m,防渗墙底伸入堤基1.00m,施工前应钻先导孔,确定防渗墙深度。堤身防渗深层搅拌桩水泥土防渗墙墙体设计质量指标为:成墙厚度 $\geq 18\text{cm}$;墙体抗压强度 $R_{90} \geq 1.0\text{MPa}$;墙体渗透系数 $K \leq i \times 10^{-6}\text{cm/s}$ ($1 \leq i \leq 9$);墙体渗透破坏比降 $J \geq 150$ 。

2 技术原理

2.1 工艺原理

小直径深层搅拌防渗墙二次成墙改进搅拌头施工技术的工艺原理是利用滑轨式三头小直径深层搅拌桩机(轴距450mm)将水泥浆与土体强制搅拌,在土体内产生物理或化学反应,形成具有整体性、水稳定性和一定强度的由连续套接咬合搅拌桩组成的有防渗功能的墙体状复合增强体,和原土体构成防渗墙。

2.2 关键技术原理

小直径深层搅拌防渗墙二次成墙改进搅拌头施工技术的核心技术是对滑轨式三头小直径深层搅拌桩机

收稿日期:2020-08-28

作者简介:章伟平(1962-),男,大学本科,工程师。

二次成墙技术及对搅拌头的钻头与喷浆方式进行改进,其技术应用的基本原理如下:

(1) 滑轨式三头小直径深层搅拌桩机二次成墙技术应用的基本原理是: 在满足小直径深层搅拌水泥土防渗墙的最小墙体厚度 $\geq 18\text{cm}$ 的情况下,通过分析比较不同轴距的三头深层搅拌桩机的成墙工艺和单位成墙面积的水泥用量, 选用了单位成墙面积水泥用量最少的轴距为 450mm 的滑轨式三头小直径深层搅拌桩机二次成墙,其主要技术参数为钻头直径 300mm、一序与二序单元桩套接宽度为 75mm、最小墙厚为 198mm、单元防渗墙长度为 1 350mm。

(2) 改进搅拌头技术应用的基本原理是: 将原搅拌头只在搅拌头底层的一个搅刀上侧安装一个喷浆孔改

为在搅拌头底层的两个搅刀上侧都安装喷浆孔, 由原搅拌头的一个方向喷浆改成了两个方向喷浆, 使被搅动的成墙土料与喷入的水泥浆搅拌更均匀、充分; 同时将原搅拌头底部安装的板式钻头改为安装 $\Phi 150$ 三翼合金钻头, 降低搅拌头的钻进扭力。

3 施工工艺流程及操作要点

3.1 施工工艺流程

(1) 施工工艺流程。小直径深层搅拌防渗墙二次成墙改进搅拌头施工技术的施工工艺流程见图 1。

(2) 三头小直径深层搅拌二次成墙施工顺序。三头小直径深层搅拌二次成墙施工顺序见图 2。

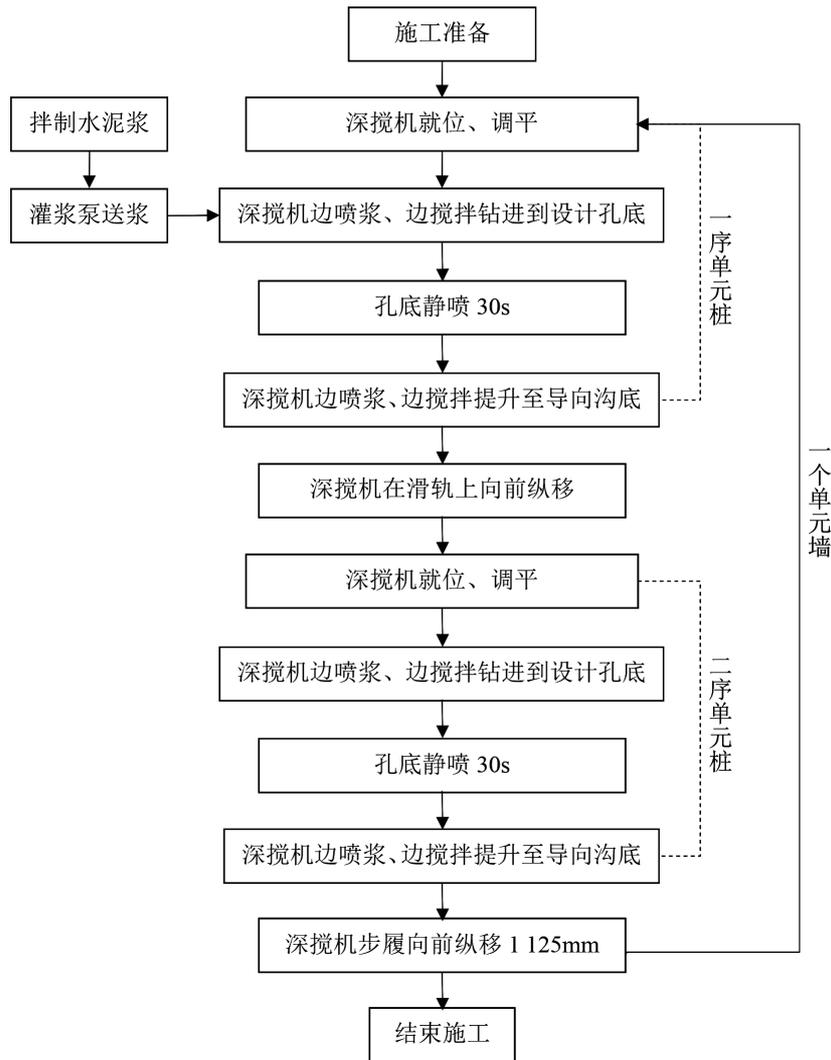


图 1 三头小直径深层搅拌二次成墙施工工艺流程框图

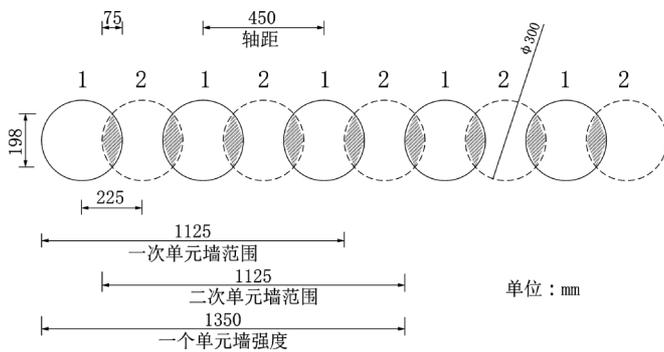


图2 三头小直径深层搅拌二次成墙法施工顺序图

3.2 施工操作要点

3.2.1 施工准备阶段的主要工作内容

施工准备阶段的主要工作内容为熟悉设计文件和合同文件要求,熟悉施工环境,进行施工图审查,参加设计交底会议,编制成墙施工方案,建立施工测量控制网,确定项目划分方案,进行小直径深层搅拌防渗墙地层复核勘探和施工临时道路及施工排水系统施工,对施工作业人员进行技术、质量、安全、环境保护与文明施工技术交底,确定小直径深层搅拌防渗墙的底线高程等。

3.2.2 深层搅拌机就位、调平(同时拌制水泥浆液)

深层搅拌机就位后,通过调节液压支腿的高度和观测机座上的水平气泡是否居中及机架上悬挂的垂球线是否对准垂直标记线来判断和调整深层搅拌机的水平和机架垂直度,并用水平尺检验深层搅拌机的水平和机架垂直度。按照设计要求和工艺试验确定的水泥浆液水灰比制浆,制备好的水泥浆液不得离析。水泥浆液输送到拌浆机存储时应加筛过滤,同时做好拌制水泥浆量、拌浆机存储时间等记录。

3.2.3 深层搅拌机边喷浆边搅拌钻进至设计墙底孔深

深层搅拌机边喷浆边搅拌钻进的操作要求:

(1) 开启灌浆泵送浆,检查喷浆嘴喷出水泥浆液后,按照设计要求和工艺试验确定施工参数,调节好灌浆压力和水泥浆液液排量,进行正常送浆,施工过程中应连续供浆。

(2) 启动深层搅拌机,按工艺试验确定的下沉速度,边喷浆边搅拌钻进至设计墙底孔深。

(3) 为了保证不偏孔,开始入土钻进时不宜用高速档钻进,遇到土层较硬时,也不宜用高速档钻进。

(4) 在喷浆搅拌钻进过程中,如果遇到孔口不返浆时,应降低下沉钻进速度,直到孔口返浆恢复正常后,才能按正常的下沉钻进速度;如果遇到孔口返浆过大时,应提高下沉钻进速度或减小送浆量,直到孔口返浆恢复正常后,才能按正常的下沉钻进速度。

3.2.4 孔底静喷 30s

搅拌钻头钻进到设计墙底高程后,应停止下沉钻进,原地喷浆搅拌 30s,直到孔口出现返浆后才能结束孔底静喷。

3.2.5 深层搅拌机边喷浆边搅拌提升至导向沟底

(1) 孔底静喷结束后,搅拌钻头自孔底按工艺试验确定的上提速度反转匀速搅拌提升至导向沟底后,停止送浆。

(2) 检查搅拌钻头的搅刀是否脱落或搅拌钻头是否被软黏土包裹,发现问题后要及时处理。

3.2.6 深层搅拌机在滑轨上向前纵移 225mm

深层搅拌机喷浆搅拌提升至导向沟底,结束搅拌钻头检查后,深层搅拌机在滑轨上向前纵移 225mm,对准二序桩位。

深层搅拌机重复 3.2.2~3.2.6 动作,完成二次单元桩墙施工,即完成一个单元墙的施工。

深层搅拌机步履向前纵移 1 125mm,循环重复 3.2.2~3.2.6 动作,进行下一个单元墙的施工。

4 材料与设备

小直径深层搅拌防渗墙二次成墙改进搅拌头施工技术使用的主要材料、设备与机具见表 1。

5 质量控制

5.1 施工质量控制的主要依据

本工程施工质量控制的主要依据为《深层搅拌法地基处理技术规范》DL/T 5425、《水利水电工程施工质量检验与评定规程》SL 176、《水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准—地基处理与基础工程》SL 633、《中小型水利水电工程单元工程施工质量验收评定规程第 3 部分:地基处理与基础工程》DB/T 943.3 等标准的质量控制要求,施工质量保证措施和施工质量检测计划。

表 1 主要材料与设备

| 序号 | 材料及设备名称 | 规格或型号 | 单位 | 数量 | 用途 | 备注 |
|----|-----------|-------------------|----|----|-------------|--------------------|
| 1 | 三头深层搅拌机 | 轴距 450mm | 台 | 1 | 2×55kW 深层搅拌 | |
| 2 | 灰浆搅拌机 | | 台 | 1 | 15kW 拌制水泥浆 | |
| 3 | 搅拌储浆桶 | 1.0m ³ | 个 | 2 | 4kW 储存水泥浆 | 1 个深层搅拌机 机组配置数量 |
| 4 | 泥浆泵 | | 台 | 1 | 7.5kW 输送水泥浆 | |
| 5 | 灰浆泵 | | 台 | 3 | 5.5kW 深搅灌浆 | |
| 6 | 压力表 | 1.0MPa | 块 | 8 | 测量灌浆压力 | |
| 7 | 电脑喷浆自动记录仪 | | 台 | 1 | 记录喷浆等参数 | |
| 8 | 比重计 | | 根 | 10 | 测量水泥浆液比重 | |
| 9 | 潜水泵 | 1.5kW | 台 | 3 | 供水 | 1 个深层搅拌机 机组配置数量 |
| 10 | 电焊机 | | 台 | 1 | 维修保养 | |
| 11 | 钢圈尺 | 50m | 把 | 1 | 测量放样 | |
| 12 | 水准仪 | | 台 | 1 | 测量放样 | |
| 13 | 全站仪 | | 台 | 1 | 测量放样 | |
| 14 | 30 钻机 | | 台 | 1 | 先导孔钻孔 | 项目部配置 |
| 15 | 沸煮箱 | | 台 | 1 | 水泥安定性检测 | |
| 16 | 雷氏夹 | | 个 | 10 | 水泥安定性检测 | |
| 17 | 薄壁金刚石取芯机 | | 台 | 1 | 检查墙体侧向取芯 | |

5.2 施工质量控制标准

工序质量控制重点项目是桩位偏差、桩的垂直度、桩的深度、水泥浆液比重、水泥掺入比、单位面积灌浆量与单元墙灌浆总浆量，工序质量控制的关键点是要保证桩位的偏差和深层搅拌机机架的垂直度符合工序质量要求。工序质量控制标准见表 2。

6 效果

江西省鄱阳湖区二期防洪工程第六个单项九合联圩除险加固堤身防渗深层搅拌桩水泥土防渗墙工程施工中应用的小直径深层搅拌防渗墙二次成墙改进搅拌头施工技术，改进了搅拌头的钻头与喷浆方式，降低搅拌头的钻进扭力，使被搅动的成墙土料与喷入的水泥

浆搅拌更均匀、充分，施工质量满足了设计和规范要求，施工质量检测结果见表 3。该堤身防渗深层搅拌桩水泥土防渗墙工程自完工后投入使用以来，汛期未发生过堤后渗水现象。

7 结 语

江西省鄱阳湖区二期防洪工程第六个单项九合联圩除险加固堤身防渗深层搅拌桩水泥土防渗墙工程施工中应用的小直径深层搅拌防渗墙二次成墙改进搅拌头施工技术，具有改进了搅拌头的钻头与喷浆方式、成墙速度快、单位成墙面积水泥用量较少、对环境可能造成污染的风险程度低等特点。

它适用于黏性土、粉土、砂土、淤泥质土、淤泥和素

表2 工序质量控制标准表

| 项次 | 检查项目 | 质量标准 |
|------|--------------------|--------------------------------------|
| 造孔 | 1 桩位偏差 | $\leq 20\text{mm}$ |
| | 2 Δ 桩垂直度偏差 | $\leq 0.3\%$ |
| | 3 Δ 桩深 | 设计值桩深 $\pm 0.1\text{m}$ |
| | 4 搅拌轴外径 | 满足最小成墙厚度要求, $\geq 180\text{mm}$ |
| 搅拌参数 | 1 Δ 搅拌次数 | 符合设计要求 |
| | 2 下沉速度 | 符合设计要求 (m/min) |
| | 3 提升速度 | 符合设计要求 (m/min) |
| | 4 水灰比 | 0.8~2.0 |
| | 5 浆液密度 | 符合配合比设计要求 (g/cm^3) |
| | 6 Δ 水泥掺入比 | 符合设计要求 |
| | 7 Δ 浆液用量 | 符合设计要求 |
| | 8 Δ 单位水泥用量 | 符合设计要求 |
| | 9 中断喷浆处理 | 符合设计或规范要求 |
| | 10 桩间接头处理 | 符合设计或规范要求 |
| | 11 浆压 | 0.2MPa~0.4MPa |
| 施工记录 | 1 Δ 施工记录、图表 | 齐全、准确、清晰 |

表3 深层搅拌桩水泥石土防渗墙开挖取芯检测成果表

| 检测堤段桩号 | 检测方式 | 设计要求 | 墙体侧向取芯检测结果 | |
|---------------|---------------|---|------------|-----------------------|
| | | | 抗压强度/MPa | 渗透系数/(cm/s) |
| 1+100~1+700 | 开挖检查与墙体侧向取芯检测 | 墙体抗压强度: $R_{90} \geq 1.0\text{MPa}$; 墙体渗透系数: $K \leq i \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ($1 \leq i \leq 9$) | 1.20 | 5.00×10^{-7} |
| | | | 2.07 | 2.41×10^{-7} |
| 10+525~11+100 | | | 1.12 | 9.96×10^{-7} |
| | | | 1.22 | 7.62×10^{-7} |

填土等土层的堤身及堤基小直径深层搅拌防渗墙工程施工, 双动力滑轨式三头小直径深层搅拌桩机(轴距450mm)二次成墙的最大施工深度可达到18m, 三动力

滑轨式三头小直径深层搅拌桩机(轴距450mm)二次成墙的最大施工深度可达到25m, 具有较好的推广应用前景。

编辑: 张绍付

Construction technology of improving stir head for small diameter deep mixing pile cut off wall secondary wall forming and its application in anti-seepage reinforcement project of Jiuhe dyke

ZHANG Weiping

(Jiangxi Institute of Water Sciences, Nanchang 330029, China)

Abstract: Based on summarizing the application of concrete cutoff wall construction technology of 3 heads small diameter deep mixing pile cut off wall secondary wall forming method in several dyke body concrete cutoff wall, the drill and guniting mode of stir head have been improved. Engineering practice shows that the improving stir head could reduce stir head's drilling torsion effectively, and make wall forming soil and cement slurry stirred uniformly, fully. It should be popularized.

Key words: Dyke; Anti-seepage reinforcement; Small diameter deep mixing pile cut off wall; Secondary wall forming; Construction technology of improving stir head

翻译: 彭圣军