

# 谈双轮铣深层搅拌水泥土地下连续墙施工

山世成, 唐海达, 王玉洁

(日照市源泉工程建设监理有限公司, 山东 日照 276800)

【摘要】为解决坝基渗漏问题, 日照市付疃拦河闸除险加固工程采用双轮铣深层搅拌水泥土连续墙 CSM 工法施工, 使水泥浆与底部风化岩充分拌合, 有效形成截渗止水效果, 通过 CSM 工法运用, 有效解决了坝基渗漏问题, 提升了橡胶坝的蓄水能力。

【关键词】双轮铣; CSM 工法; 防渗墙; 拦河闸加固

【中图分类号】TU755.8

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2024)-12-0037-03

## Discussion on Construction of Continuous Wall under Deep Mixed Cement Soil with Double Wheel Milling

SHAN Shicheng, TANG Haida, WANG Yujie

(Yuanquan Engineering Construction Supervision Co., LTD., of Rizhao Municipality, Rizhao, Shandong 276800, China)

**Abstract:** In order to solve the problem of dam foundation leakage, the CSM construction method of double-wheel milling deep mixing cement soil continuous wall was adopted in the risk alleviation and reinforcement project in Futuan Gate in Rizhao, to fully mix the cement slurry and the weathering rock at the bottom, targeting to form the effect of seepage and water sealing effectively. Through the application of CSM construction method, the dam foundation leakage problem is effectively solved, and the water storage capacity of rubber dam is improved.

**Key words:** Double-wheel milling; CSM construction method; Anti-seepage wall; River lock reinforcement

防渗墙是水利水电工程中常见的隐蔽工程, 其地下地质情况较为复杂。复杂的地质情况对防渗墙的施工质量有一定影响。日照市付疃拦河闸除险加固工程岩层主要为强风化花岗片麻岩, 防渗墙施工十分困难, 而双轮铣槽机独特性能对该岩层有独特效果, 拥有施工效率高、技术先进、环保等特点。本文就双轮铣连续墙在强风化花岗片麻岩施工中的应用进行探讨。

### 1 工程概况

日照市付疃拦河闸除险加固工程位于日照付疃河上, 付疃河属滨海水系, 是日照市境内最大的独流入海河道。闸址处河道断面现状主河槽宽 340 m, 主河槽平均底高程 4.95 m; 左岸滩地平均高程 8.3 m, 右岸滩地平均高程 8.2 m; 左岸堤顶高程 11.9 m, 右岸堤顶高程 11.6 m。

原闸自 1992 年建成运行, 老化、失修严重, 根据安全鉴定及安全鉴定成果核查意见该闸定为四类闸, 为保障河道安全行洪、恢复灌区农业灌溉和进一步搞好拦河闸上下游生态环境建设, 实施该闸除险加固工程是必要的。本工程主要任务为将原付疃拦河闸改建为橡胶坝, 恢复并提高工程拦蓄地表径流量, 为农业灌溉提供可靠水源, 减少下游灌区土壤盐渍化, 进一步扩大和改善拦河闸上下游生态环境。

### 2 工程地质

坝基由第四系全新统冲洪积层组成, 这种地层主要是在最近的地质时期, 由山洪暴发时形成的沉积物。主要由细砾组成, 局部渐变为粗砾砂。

收稿日期: 2024-07-15

作者简介: 山世成(1991—), 男, 工程师

这种地层的承载力较高,因为颗粒之间的排列较为紧密,有利于承受荷载。下伏的基岩是元古界大山沟组斜长花岗片麻岩,此岩具有较高的稳定性和抗压性。堤基地质结构类型为单一结构(I类),这意味着整个堤基的地质构成是均匀的,没有发现明显的夹层或其他不连续的部分。这种单一的地质结构对于堤坝的稳定性是非常有利的,因为它可以确保荷载在整个堤基上均匀分布,减少因地质差异导致的应力集中。

由于堤基主要由细砾土构成,渗透系数较大,防渗性能差,因此坝基渗漏问题需要引起重视。在工程设计和施工过程中,应采取有效的防渗措施,如设置防渗墙、铺设防渗膜等,以降低渗漏量,确保工程安全。

经计算,坝基持力层为稍密~中密细砾土,承载力较大,力学性质较好,且无软弱下卧层,不存在沉降变形及坝基抗滑、地震液化问题;堤基土防渗性能差,抗冲刷能力差。经分析,采取地下连续墙进行截渗处理,坝基两端应延伸处理,每端延伸长度不小于 15.0 m。地下连续墙深度按渗漏量控制,宜进入基岩强风化花岗片麻岩,进入深度按渗透率小于 10 Lu 控制。

### 3 CSM 概述及工艺流程

#### 3.1 工法概述

双轮铣槽机深层搅拌水泥土地下连续墙(CSM 工法)技术具有适应性强、成槽精度高、低噪音、低震动、入岩施工成本低、高度自动化控制、自行移动能力和止水效果好等优点,是一种高效、安全、环保的地下工程施工方法。本工程双轮铣深层搅拌水泥土地下连续墙单幅宽 2.80 m,墙壁厚度 0.70 m,28 d 抗压强度不小于 2.0 MPa,渗透系数小于  $1 \times 10^{-6}$  cm/s。

灌浆范围:前铺盖上游齿墙下部,灌浆至两坝端外河堤内坡,深入岩基 1.0 m,总长 592 m,灌浆深度在 14.1~17.8 m 之间,确保连续墙入岩基控制铣削深度为设计深度的 $\pm 0.2$  m。

#### 3.2 工艺流程

为减少细砾层施工槽孔坍塌抱钻现象产生,更利于控制单幅桩之间的搭接长度,在本工程中,双轮铣深层搅拌采用了顺槽式施工方法。为了确保泵送压力达到要求,在施工过程中加强了

对水泥用量和水灰比的控制。主要流程详见图 1。

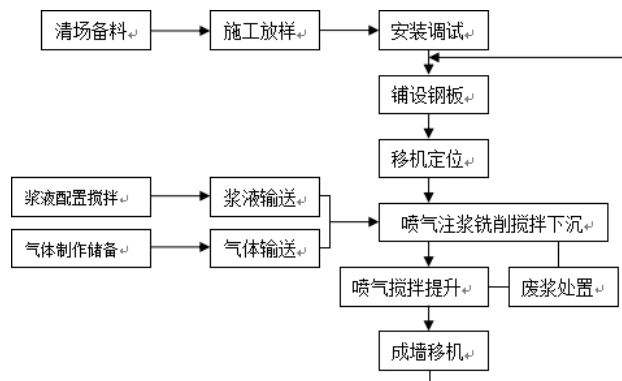


图 1 工艺流程图

### 4 施工过程控制

本工程采用 SC40 双轮铣设备,铣头定位于墙体中心线和每幅标线上,偏差控制在 $\pm 5$  cm 内,使用经纬仪做三点支点桩架垂直度的初始零点校准,由支撑矩形方管的三支点辅机的垂直度来控制,确保机架垂直偏斜率 $\leq 3\%$ ,主机掘进过程中控制铣轮速度 36 r/min 左右,一般铣进控速 0.6 m/min,掘进至风化岩层范围时对墙底风化岩适当重复提升 3 次,达到终孔深度时,延续 10 s 左右喷浆,使水泥浆与风化岩充分拌合。提升铣头时,根据搅拌均匀程度控制铣轮速度在 25~36 r/min 之间,提升速度 0.8 m/min,提升速度不宜过快以防止形成真空负压,造成孔壁塌陷,影响施工质量。

### 5 浆液配比

根据水质分析资料,环境水对水泥无腐蚀性,因此可以采用 P.042.5 普通硅酸盐水泥。在施工过程中,需要控制水灰比在 0.8~1.2 之间,具体数值需要根据现场地质情况进行调整。水泥掺入比也需要根据地质情况进行试验确定,一般控制在 15%~20%之间。

为了确保浆液质量,需要严格按照配比制作,并使用比重计检测浆液质量。同时,为了防止浆液分离,在倒入储浆桶之前必须搅拌 30 s。浆液的存放时间也需要注意,气温 10℃ 以下不宜超过 5 h,10℃ 以上不宜超过 3 h。浆液的温度也需要控制在 5~40℃ 内。如果浆液超出了有效时间和温度范围,就需要按照废弃浆液进行处理,以确保浆液质量。

## 6 施工注意事项

### 6.1 施工质量控制

在施工过程中,必须对每个操作步骤进行严格的质量控制。包括对水泥浆液配制、钻孔深度控制、混凝土浇筑质量检查等。如果发现有质量问题,应立即停止施工并采取整改措施。此外,还应定期对施工现场进行安全检查,以确保施工安全。

### 6.2 施工进度管理

由于SC40双轮铣设备的自重较大,所以在施工过程中需要特别注意进度的管理。一旦发现进度滞后,应立即调整施工计划以确保工程顺利完成。同时,还需定期向建设单位报告施工进度,以便及时了解项目情况。

### 6.3 设备维护与保养

在施工过程中,应定期对SC40双轮铣设备进行维护和保养,以确保其正常运行,包括对设备的清洁、润滑、紧固等。同时,还应对设备的使用情况进行记录,以便在设备出现故障时能够及时进行维修。

### 6.4 人员培训和管理

为了确保施工质量和效率,需要对施工人员进行专业培训和管理。包括对施工人员的技能培训、安全教育、工作纪律等方面的管理,以提高施工效率和质量。

### 6.5 特殊情况处理

1)在施工过程中,可能会遇到不可避免的特殊情况,如停电等,导致机器停机,无法继续施工。为防止影响墙体质量,技术人员应指挥操作人员将双轮铣头降低到停止深度0.5 m以下,待设备恢复工作后,继续铣削搅拌。2)当双轮铣搅拌提升过程中,如遇到较为松散的砂层,容易造成抱钻现象,需在其过程中适当增加膨润土用量,达到护壁效果。3)如果在注浆过程中发现管道堵塞,应立即停止泵的运行。处理完堵塞后,将钻具下沉1.0 m,然后继续注浆。等待10~20 s后,恢复向上提升搅拌,以防止出现断桩的情况。冬季施工或气温较低时要做好输浆管和气管的保温确保施工正常进行。

## 7 CSM工法效果

采用CSM工法相比传统的设备,可完成较

大深度的施工,对地层有良好的适应性,且设备自身为双履带式可自行移动,操作方便,高度自动化控制系统施工精度高,同时拥有低噪音和低震动的优点。日照市付疃拦河闸除险加固防渗墙工程从2019年2月24日开始施工,至2019年4月2日完工,历时37 d,双轮铣水泥土搅拌连续墙7 018.09 m<sup>2</sup>,连续墙完成后,项目检测单位对截渗墙工程的效果进行了如下的检测:

### 7.1 无侧限抗压强度试验

该试验是一种压力测试,样本在不受侧向限制的条件下进行测试。在此条件下,样本所受的小主应力为零,而大主应力的极限值即为无侧限抗压强度。水泥土的无侧限抗压强度一般在300~4 000 kPa之间,这个强度比天然软土要大几十倍至数百倍。该强度会受到多种因素的影响,包括水泥掺入比、水泥强度、龄期、含水量、有机质含量、外掺剂、养护条件及土性等。

### 7.2 防渗墙连续性与渗透性检测

为确保质量需对防渗墙进行连续性和渗透性检测。经过检测,未见明显的渗漏,说明截渗效果良好并达到了设计要求。

## 8 结 语

经过工程实践证明,CSM工法具有施工效率高和质量稳定的优点。其设备是通过融合液压铣槽机的设备技术特点和深层搅拌技术的应用领域,使得该工法可应用到更为复杂的地质条件中。具体来说,其高效率来自于使用挖土机的搅拌装置进行快速施工;而施工质量的稳定则归功于搅拌过程的均匀以及混合物料的充分,这为墙体强度和稳定性提供了保障。此外,CSM工法还具备环保效果好的优点,因此对于工期紧、环保要求较高的工程有着较好的适应性。

### 参考文献

- [1] 邵光辉,孙建成,王进利.双轮铣削深搅拌防渗墙施工技术应用探讨[J].山东水利,2018(4):3,5.
- [2] 黄海俊.双轮铣槽机在地下连续墙成槽施工中的应用及质量控制[J].建筑科技,2022(3):118-120.
- [3] 侯锟,赵志武,姚卫林.浅谈CSM施工技术应用[J].四川建筑,2020,40(6):198-199,201.
- [4] 武守猛.浅谈水利防渗墙双轮铣技术的应用[J].山东工业技术,2016(24):15.

(责任编辑 赵其芬)