

# 高压摆喷防渗墙在堤基防渗施工中的应用

黄 韬, 季 骅

(广东省水利水电第三工程局, 广东 东莞 523710)

**摘 要:** 结合英德市城区西岸北堤防护工程白沙段防洪堤高压摆喷防渗墙施工, 介绍该技术的施工原理及其在施工中遇到的问题 and 处理方法, 为类似工程提供借鉴。

**关键词:** 三管法; 高压摆喷; 堤基防渗

**中图分类号:** TV543+.8    **文献标志码:** B    **文章编号:** 1008-0112(2014)04-0057-03

## 1 概述

高压喷射灌浆技术是通过在地层中的钻孔内下入喷射管, 用高速射流(水、浆液或空气)直接冲击、切割、破坏、剥蚀原地基材料, 使之受到破坏、扰动后的土石料与同时灌注的水泥浆或其它浆液发生充分的掺搅混合、充填挤压、移动包裹, 至凝结硬化, 从而构成坚固的凝结体, 成为结构较密实、强度较高、有足够防渗性能的构筑物, 以满足工程需要的一种技术措施。

## 2 工程概况

英德市城区西岸北堤白沙段堤长 5 114.692 m, 堤顶宽 8.0 m, 为均质土堤。其中 B2+300~B3+900 段

堤基主要为粉细砂层和粗粒砂卵石层, 其防渗不能满足设计要求, 设计采用高压摆喷防渗墙作为该段堤基处理方案, 并要求墙体渗透系数  $K$  小于  $1 \times 10^{-5}$  cm/s。

## 3 布置形式

防渗墙采用高压摆喷、折接的形式成墙; 为防止串孔、塌孔及保护板墙的有效连接, 防渗墙施工分两序进行; 墙体轴线与堤轴线平等, 墙顶高程为 31.0 m (珠基), 底部穿过卵石层 2.0 m 或钻入岩石 1.0 m, 墙体厚度为 15~25 cm, 孔距为 1.5 m, 孔径为 110 mm; 摆喷夹角为  $30^\circ$ , 摆动角为  $25^\circ$ , 防渗墙具体布置形式如图 1 所示。

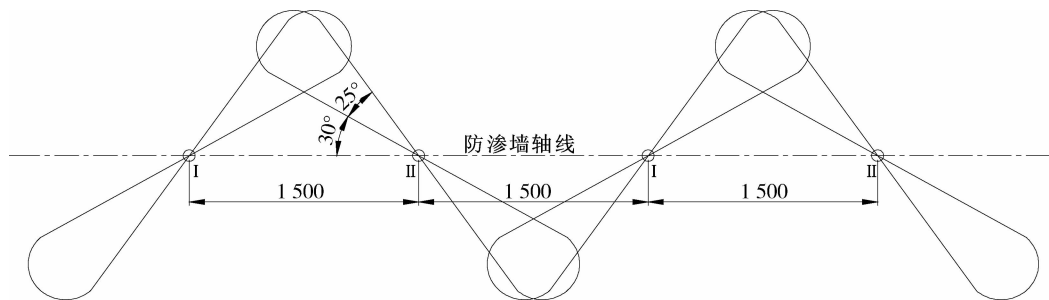


图 1 防渗墙布孔示意(单位: mm)

## 4 施工参数确定

在防渗墙正式施工前, 选取地质条件有代表性的位置进行工艺试验, 以确定满足设计要求的合理施工参数, 本工程确定的施工参数见表 1。

表 1 高喷防渗墙施工工艺参数

| 项 目 | 三管法                       |    |
|-----|---------------------------|----|
| 水   | 压力/MPa                    | 38 |
|     | 流量/(L·min <sup>-1</sup> ) | 75 |

|                                |   |      |
|--------------------------------|---|------|
| 压缩空气                           | 压力/MPa                                  | 0.75 |
|                                | 流量/(m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup> ) | 1.33 |
| 水泥浆                            | 压力/MPa                                  | 0.65 |
|                                | 流量/(L·min <sup>-1</sup> )               | 80   |
|                                | 密度/(g·cm <sup>-3</sup> )                | 1.65 |
|                                | 孔口回浆密度/(g·cm <sup>-3</sup> )            | 1.3  |
| 提升速度 V/(cm·min <sup>-1</sup> ) | 粉土层                                     | 13   |
|                                | 砂层                                      | 8    |
|                                | 卵石层                                     | 8    |
| 摆动速度                           | 摆喷/(次·min <sup>-1</sup> )               | 15   |

收稿日期: 2014-02-25; 修回日期: 2014-03-27

作者简介: 黄韬(1970), 男, 工程师, 从事水利水电工程施工管理工作。

## 5 施工流程

本工程高压摆喷防渗墙施工时的工艺流程如图2所示。

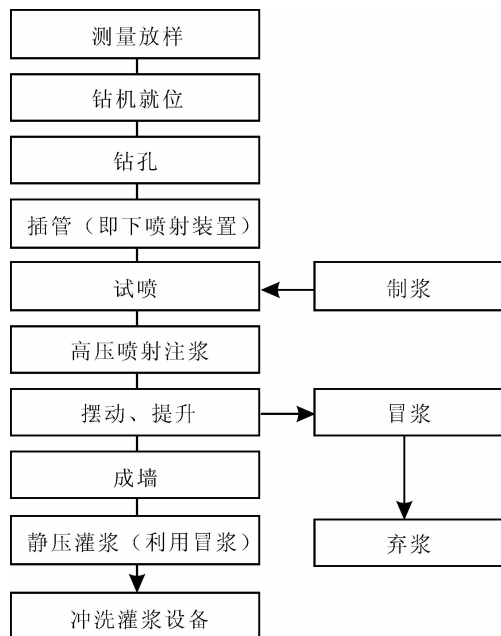


图2 高压摆喷防渗墙施工工艺流程示意

## 6 施工方法

### 1) 钻孔

按设计要求放样布孔,孔位偏差必须小于 $5\text{ cm}^{[1]}$ ,采用XY-100型地质钻机成孔,孔径为 $110\text{ mm}$ 。将钻机移动到放样的孔位上,使钻头对准孔位中心,钻机就位后进行水平校正,使钻杆垂直对准孔位中心,成孔后的孔斜率必须小于 $1\%$ (孔深大于 $30\text{ m}$ 时,必须小于 $0.5\%$ )。

由于本工程的地层分布存在砂层、卵石层,因此在钻孔过程中必须进行泥浆护壁,护壁泥浆采用粘土配制,浆液比重控制在 $1.2\sim 1.5\text{ g/cm}^3$ ,粘度为 $17\sim 20\text{ s}$ ,胶体率大于 $90\%$ ,含砂量小于 $8\%$ 。

### 2) 制浆

浆液所用水泥采用英马牌42.5R普通硅酸盐水泥,水从北江抽取。在水泥进场后按要求进行质量检测,合格后方可用于浆液配制。

浆液搅拌采用WJ-100型搅浆机进行。水泥浆密度按设计要求控制在 $1.65\text{ g/cm}^3$ 左右,浆液存放时间不得超过以下要求:当温度低于 $10\text{ }^\circ\text{C}$ 时,不得超过 $5\text{ h}$ ;当温度高于 $10\text{ }^\circ\text{C}$ 时,不得超过 $3\text{ h}$ ,或浆液存放超过上述时间,则按废浆处理。

### 3) 高喷台车就位、下管

摆喷机就位时要保证高喷管口和钻孔同一轴心,并经水平校正。下管前要在地面上进行低压射水试验,

检查喷嘴是否畅通。在插管过程中,为防止泥砂堵塞喷嘴,应边射水边插管,水压力一般不超 $1\text{ MPa}^{[2]}$ ,如压力过高,则易将孔壁射塌。

### 4) 喷射

喷射分两序进行,先I序孔,再II序孔,喷浆系统由GP1800-II型高喷台车、BW250/50灌浆泵、YV3/8空气压缩机、3D2-SZ高压水泵组成。

喷射管下到设计深度后,开始时先送高压水,再送水泥浆和压缩空气(在一般情况下,压缩空气可迟送 $30\text{ s}$ )。之后原地静喷 $1\sim 3\text{ min}$ ,待达到预定的喷射压力和喷浆量,且孔口冒出浆液后,再按预先定好的提升、旋转或摆动速度,自下而上进行喷射作业,直到设计高度方可停送水、气、浆,提出喷射管。喷射过程中必须时刻注意检查浆液的流量、压力、气量以及旋、摆、提升速度等参数是否符合要求,并随时做好记录,绘制作业过程曲线。

### 5) 静压灌浆

因防渗墙固体易析水收缩,为保证墙顶高程及墙体有效厚度满足设计要求,高喷结束后必须及时进行静压回填灌浆,补充浆液,此时采用冒浆回灌,直至水泥浆液液面不再下沉为止。

## 7 施工中出现的特殊情况及处理措施

本工程的高喷共有 $1\ 000$ 多个孔位,在施工过程中出现了各种各样的情况,下面对不同情况的处理措施进行总结:

1) 接管、换管:喷射灌浆在接、卸换管时,动作要迅速,防止坍孔和堵塞喷嘴;接、卸换管及事故处理后,下管位置应比原停喷高度下落 $50\text{ cm}$ ,进行复喷搭接,以使墙(桩)的上下连贯。

2) 下管时遇阻:如因塌孔插入困难时,可用低压( $0.1\sim 2\text{ MPa}^{[2]}$ )水冲孔喷下,但须把高压水喷嘴用塑料布包裹,以免泥土堵塞。

3) 喷射过程中发生故障时,立即停止提升和喷射,以防桩体或板墙中断,同时立即进行检查,排除故障;如发现浆液喷射不足,影响桩体的设计直径时应进行复喷。

4) 大量漏浆和冒浆:根据经验,冒浆量小于注浆量 $20\%$ 者为正常现象,超过 $20\%$ 或完全不冒浆时,应查明原因并采取相应的措施:

①地层中有较大空隙引起不冒浆或严重漏浆。如在钻孔中发生漏浆,则应当加大钻进泥浆的浓度,在泥浆中掺加砂子,或向孔内填入其他堵漏材料,使其恢复孔口正常返浆。在喷射时漏浆,则可在浆液中掺

加适量的速凝剂,以缩短固结时间,使浆液在一定土层范围内凝固。另外,还可在空隙地段增大注浆量,填满空隙后再继续正常喷射。

②冒浆量过大的主要原因,一般是有效喷射范围与注浆量不相适应,注浆量超过墙体凝结所需的浆量所致。本工程施工中采取了以下措施来减少冒浆量:

- a. 提高喷射压力;
- b. 适当缩小喷嘴孔径或减少注浆量;
- c. 加快提升和旋转速度。

## 8 效果检查

根据设计要求,本工程的高压摆喷防渗墙采用围井进行检查,共布置围井6个,围井检查在成墙7d后进行。通过对围井进行注水试验,对渗透系数 $K$ 进行计算<sup>[1]</sup>,结果均满足设计要求( $1 \times 10^{-5}$  cm/s)。

本工程的防渗墙施工于2007年12月开始,至2008年3月结束,至今历经了2008-2013年6个汛期的考验,未出现任何异常情况,防渗效果十分显著。

## 9 结语与体会

1) 高喷灌浆属于地下隐蔽工程,对施工参数必须严格控制才能保证施工质量。其中,高喷管的提升速度、高压水的压力、水泥浆液的比重、回浆量等是高喷施工控制的关键。

2) 控制好高喷管的提升速度及充分利用回浆是节

约水泥消耗量的关键,在砾石层、卵石层中,由于地层的渗透性强,高喷管的提升速度不能太快,一般为6~8 cm/s,在没有回浆的地段要停止提升直到有回浆出现。

3) 钻孔是影响高喷灌浆施工进度的关键,尤其是在砂卵石层中钻孔,其进尺较慢,钻孔护壁难度较大,容易出现塌孔。可考虑使用冲击回转钻进方法提高造孔速度,采用泥粉或纯粘土浓浆进行钻孔护壁。

4) 高压摆喷防渗墙在本工程中的成功应用证明该项技术是处理砂层、卵石层渗漏的有效方法,其施工速度较快,具有较好的可灌性、可控性,施工质量可靠,亦比较经济,值得在同类地质条件的防渗工程中大力推广。

### 参考文献:

- [1] DL/T5200-2004 水利水电工程高压喷射灌浆技术规范[S].北京:中国电力出版社,2004.
- [2] 水利水电工程施工手册编委会编.水利水电工程施工手册(第1卷地基与基础工程)[M].北京:中国电力出版社,2004.
- [3] 么振东,朱汉平,曾楚武.深层搅拌与高压摆喷结合造防渗墙技术在北江大堤工程中的应用[J].广东水利水电,2006(S1):73-75.

(本文责任编辑 王瑞兰)

## Application of High Pressure Jet Grouting Cutoff Wall to Seepage Control in Construction

HUANG Tao, JI Hua

(Third Bureau of Guangdong Provincial Water Conservancy and Hydropower Engineering, Dongguan 523710, China)

**Abstract:** Approaching from flood embankment high-pressure jet-grouted wall construction at Baisha section of West North levee engineering in Yingde City, its construction principle has been introduced in this paper, and problems that occurring during the construction and its countermeasures have been also mentioned, providing references to similar projects in the future.

**Key words:** high pressure jet grouting cutoff wall; seepage control