

# 长沙冰雪大世界高陡边坡锚索钻孔施工关键技术

周伏良<sup>1</sup>, 刘运思<sup>2</sup>, 赖成根<sup>1</sup>, 陈骏<sup>1</sup>, 谭博<sup>1</sup>, 赵俊逸<sup>1</sup>

(1. 中国建筑第五工程局土木工程有限公司, 湖南长沙 410075; 2. 湖南科技大学土木工程学院, 湖南湘潭 411201)

**摘要:**长沙冰雪大世界锚索施工过程中遇到不良地质情况, 钻孔施工难度大, 成孔困难。针对不良地质情况施工过程中存在的问题, 提出了钻孔过程中出现不良地质情况的评判依据, 并分别对钻孔遇见卡孔、塌孔、渗水、岩溶及断层进行了处治, 现场处治效果良好。

**关键词:**高陡边坡; 不良地质情况; 锚索; 钻孔; 卡孔; 渗水

**中图分类号:** P634.5; P642.22 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2016)10-0053-03

**Key Technology of Anchor Cable Drilling Construction in High and Steep Slope of Changsha Ice and Snow World/** ZHOU Fu-liang<sup>1</sup>, LIU Yun-si<sup>2</sup>, LAI Xian-gen<sup>1</sup>, CHEN Jun<sup>1</sup>, TAN Bo<sup>1</sup>, ZHAO Jun-yi<sup>1</sup> (1. Civil Engineering Co., Ltd., China Construction Fifth Engineering Bureau, Changsha Hunan 410075, China; 2. School of Civil Engineering, Hunan University of Science & Technology, Xiangtan Hunan 411201, China)

**Abstract:** Unfavorable geological conditions were encountered in anchor cable construction for Changsha Ice and Snow World, it was difficult for drilling and hole completion. In view of the construction difficulties under poor geological conditions, the poor geological conditions evaluation basis were put forward, the treatment of pipe-sticking, hole collapse, water seepage, karst and fault were carried out in the drilling process with good effects.

**Key words:** high and steep slope; bad geological conditions; anchor cable; drilling; stuck in a hole; water seepage

## 1 工程概况

拟建的长沙冰雪大世界生态修复工程位于长沙市岳麓区坪塘镇山塘村—狮峰山村地段, 坪塘大道东侧、清风南路南侧。深坑为原湖南省新生水泥厂采石场桐溪湖矿坑, 拟采用预应力锚索对深坑壁加固。该场地原始地貌单元为湘江河流冲积Ⅲ级堆积阶地, 地面标高约 55 m, 经人工采石而成深度达 100 m, 其西、北多为一级边坡, 东南运输通道形成 2~3 级平台, 呈棱状至坑底。深坑平面形状近似椭圆形, 其长直径约 500 m, 短直径约 400 m。现场整体地势呈四周高、中部低。坑内外标高在 -40.27~62.87 m 之间。

场区内岩溶比较发育, 但一般都在浅层发育, 规模从几米到几十米不等。在钻探过程中多孔在微风化岩层中出现循环水漏失或不返水现象, 灰岩中溶孔或溶隙较发育。场地范围内发育数条断层, 且岩石节理裂隙发育, 一般节理面均有充填物, 为方解石和石英充填, 节理面见褐红色铁锰质氧化物, 矿坑顶部局部由于水作用沿裂隙岩溶发育形成溶蚀沟和溶蚀槽。矿坑坑顶部及南侧矿坑分布了形状各异、大小不一的危岩, 最大直径达 3 m 左右。本文根据锚索钻孔在不良地质条件下遇见的工程问题, 提出

了相应的解决方案, 可供类似工程参考。

## 2 锚索钻孔

### 2.1 钻孔设备

本次岩壁预应力锚索钻孔采用 YG-80 轻型锚固钻机, 钻头采用  $\varnothing 165$  mm 的偏心钻和  $\varnothing 200$  mm 的同心钻, 钻头均使用高风压球齿硬质合金钻头。

### 2.2 钻孔定位

按照设计布设锚索孔位置, 采用全站仪测定钻孔坐标, 并用红色喷漆做好标记。将钻机安装并初步固定在脚手架上, 使用角度测量仪调整钻机倾角为  $20^\circ$ , 钻机固定后开始钻进, 见图 1 所示。

### 2.3 钻孔要求

本次设计钻孔的深度为 20~65 m, 孔径分为 165 和 185 mm 两种, 钻孔施工过程中孔深和孔径应满足设计要求, 不能出现孔深超深现象, 并且钻孔的倾角和方位角均应满足设计要求。具体要求如下: (1) 钻孔的开孔孔位与设计孔位偏差  $\geq 10$  cm; (2) 钻孔入口倾角及方位角  $\geq \pm 3^\circ$ ; (3) 钻孔沿孔深方向偏斜  $\geq 2\%$ , 若存在特殊情况时偏差  $\geq 1\%$ ; (4) 有效孔深不得欠深, 超深  $\geq 0.5$  m, 终孔孔径不得小于

收稿日期: 2016-05-12; 修回日期: 2016-08-26

基金项目: 湖南省自然科学基金(编号: 2015JJ6038)、湖南省教育厅一般项目(编号: 15C0555)赞助

作者简介: 周伏良, 男, 汉族, 1979 年生, 湖南省长沙市。

通讯作者: 刘运思, 男, 汉族, 1985 年生, 博士生, 研究方向为岩土工程, 湖南省湘潭市桃园路 1 号, 429491862@qq.com。



图1 钻机钻孔定位

设计孔径 10 mm。

## 2.4 钻孔方位校正

在钻进过程中,随时记录进尺深度、时间、返渣等情况,采用专用钻孔扶正器进行造孔施工,钻孔过程中利用导向仪控制斜度,若发现偏差及时纠正。

## 2.5 钻孔检验

钻孔结束后,检验孔径、孔斜、方位角及孔深,不符合设计要求的孔作废孔处理,并全孔灌注 M40 水泥砂浆回填后重钻。

## 3 不良地质情况及判断依据

根据地勘资料和现场钻进过程中遇到的不良地质情况进行归类 and 汇总,钻孔遇到的主要不良地质情况和判断标准如下。

**断层破碎带:**钻孔过程中遇局部裂隙、夹层,有小粒径石渣及少量地下水返出,钻进过程风压多次连续下降,造成多次卡钻;圆砾砂砾层;裂隙或夹层处塌孔、卡钻。

**大型溶洞:**大量黄泥夹杂卵石返出,无法继续钻进。

**承压水:**钻进过程中大量水喷出,或钻孔完成大量水流出。

## 4 不良地质情况钻孔处理施工方法

### 4.1 断层破碎带固结注浆施工

#### 4.1.1 清孔、下管

用高压水洗出孔中黄泥,尽量探明黄泥深度,提前根据钻进情况明确固结注浆区域,将止浆塞固定在注浆管道,采用止浆塞封堵。

#### 4.1.2 注浆材料配制

本工程针对断层破碎带钻孔过程中遇局部裂隙、夹层,有小粒径石渣及少量地下水返出,钻进过程风压

多次连续下降,造成多次卡钻的现象,主要采取普通的水泥单液注浆,若出现跑浆、漏浆的情况或普通单液注浆效果不明显时采用速凝的水泥-水玻璃双液注浆。

#### 4.1.3 浆液配置配合比

本次单液水泥浆采用 P. O 42.5R 普通硅酸盐水泥,浆液的水灰比为 0.4~1。而双液浆水泥采用 P. O 42.5R 普通硅酸盐水泥与波美度 22°~40°、模数 2.4~3.4 的水玻璃掺合,掺合的体积比为(1:0.5)~(1:0.8)。双液注浆工艺流程如图 2 所示。

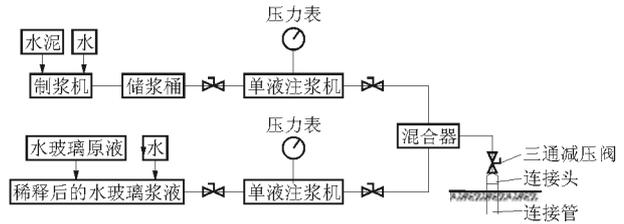


图2 双液浆施工工艺流程

#### 4.1.4 注浆

##### 4.1.4.1 注浆设备

本工程单液浆采用一台 3SNS 型注浆泵,双液浆采用一台 3SNS 型泵和一台小型水泵,3SNS 型注浆泵在后台配合小型水泵进行浆液泵送,在注浆心管顶端采用三通阀门控制水泥浆和水玻璃的流量。

##### 4.1.4.2 注浆压力

注浆初始压力控制在 0.4~0.5 MPa,终止压力控制在 4 MPa。为达到较好效果,每根注浆管须重复注浆 2~3 次,每次间隔 6~10 h。第一次的注浆终止压力可比设计压力稍小,双液浆的终止压力可比单液浆稍小。注浆过程控制注浆压力,防止压力过大造成孔内半密封通道被压通造成吸浆量过大,如果注浆量过大,山体无外溢,压力上不来,要采用注双液浆,或者加早强剂的措施,浆体注满孔为止。

**结束标准:**在设计压力下,灌浆孔注入率 < 1 L/min 或者注浆量与出浆量基本一致时,延续灌注 30 min;且总灌注时间 < 60 min 即可结束。

##### 4.1.4.3 注浆顺序

注浆总体上采用注单液浆为主辅以双液浆的注浆方法。

##### 4.1.4.4 变浆标准

(1) 压力不变,注入量持续减少,或吸浆量不变,压力持续升高,不得改变浆液水灰比;

(2) 当某级浆液注入量已达 600 L 以上,或灌浆时间已达 30 min,而灌浆压力和注入率均无改变或

改变不显著时,可采用其他材料进行固结注浆;

(3)当注入率 $>40\text{ L/min}$ 时,可根据具体情况采用其他材料进行固结注浆。

#### 4.1.5 施工监测

由于注浆浆液具有较大压力,须根据施工现场周边情况进行监测。注浆过程中,专人进行山体周边巡视,防止浆液随水道和夹层溢出山体外。

#### 4.1.6 灌浆注意事项

(1)灌浆全过程严格按照程序化进行施工,做好注浆记录。

(2)若出现异常情况及时向监理工程师报告。

(2)灌浆过程中如遇注浆流入量大的情况采取低压、增加浆液稠度、限流、限量及间歇多次注浆等方式进行处理。

(3)由于地质缺陷灌浆过程中出现无压力、无回浆、吸浆量特大等特殊情况下,可加入适量的水玻璃进行灌注,待凝24h后扫孔补灌;参照《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》(DL/T 5148—2012)及技术要求中的固结灌浆相关规定,进行固结灌浆对吸浆量大的采取相应措施,有效的控制吸浆量。

(4)灌浆是连续性的,如因故中断灌浆,应尽快恢复灌浆,恢复灌浆时,使用同开灌比级的水泥浆进行灌注。

#### 4.1.7 重新钻孔

注浆完成后待浆体强度达到一定强度后,用钻机进行二次扫孔,后方可继续钻孔,进行锚索的下一步施工工序,重新扫孔后内锚段注浆量与设计注浆量相符,说明固结注浆达到设计目的。

### 4.2 溶洞固结注浆跟管钻进施工

本工程锚索钻孔区域位于串珠式溶洞,整体深度位置等特性一致,固结注浆过程中单次注浆水泥量极大,填充串珠式溶洞区域面积广,施工过程中遇大型填充物溶洞、串孔溶洞等类似地质情况,可先采用固结注浆进行填充,后采用跟管钻进方法处理。

固结注浆施工过程中,当遇到溶洞无填充物时,可对孔内回填灌浆再采用水泥净浆固结注浆处理,若溶洞内有填充物和承压水应先进行双液注浆形成止浆帷幕,再回填灌浆,最后采用水泥净浆固结注浆处理。待浆液固结后套管跟进进行二次成孔施工。

### 5 钻遇复杂情况及处治效果

钻SY-04-001锚索孔过程中遇裂隙、夹层、

局部破碎带,并且地下水丰富。当钻至14.2m处遇大型具有填充物溶洞,导致大量黄泥夹杂卵石返出,无法继续钻进,洗孔后进行了一次固结注浆,然后又反复进行了多次扫孔、洗孔、注浆,进行第四次固结注浆时加入水玻璃进行双液注浆,扫孔钻至65.5m成孔,达到设计深度要求,采用固结、回填注浆在岩溶地区成孔具有良好的效果。

钻SY-04-003锚索孔过程中地下水丰富,钻至15.4m处遇大型具有填充物溶洞,导致大量黄泥夹杂卵石返出,无法继续钻进,洗孔后进行一次固结注浆,然后又反复进行了多次扫孔、洗孔、注浆,第五次扫孔时带钢套管进行钻进,钻至65.5m成孔,钢套管长度为54m,达到设计深度要求,采用固结注浆和跟管钻进在岩溶地区成孔具有良好的效果。

### 6 结语

长沙冰雪大世界高陡边坡锚索施工地质条件复杂,钻孔钻进遇到渗水、裂隙、夹层、断层、溶洞填充物等不良地质情况,山体地下水资源丰富,几乎每个锚孔内都有积水,钻孔施工过程中卡孔、黄泥夹杂卵石返出、钻孔进尺慢以及钻具偏斜等问题时常发生。针对这种岩溶发育,岩层破碎的地质情况,钻孔过程中采用先双液注浆快速形成止浆帷幕,然后单液水泥浆液固结填充,最终钢套管跟进成孔。该方法能够在岩溶发育、岩层破碎的地质情况成孔,且成孔质量能够满足设计要求,成孔速度较快。

### 参考文献:

- [1] 张德圣. 松散堆积体边坡锚索钻孔施工关键技术[J]. 施工技术, 2013, 42(19): 92-94.
- [2] 高小鱼, 许水潮. 松散堆积体预应力锚索钻孔施工措施[J]. 土工基础, 2009, 23(1): 16-18.
- [3] 李斌, 黄芬. 福堂水电站震后厂房边坡锚索加固及应力监测与分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2015, 42(5): 67-71, 76.
- [4] 黄辉, 牟文俊, 陶林. 浅析大吨位、超长孔深锚索钻孔孔斜控制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(6): 71-74.
- [5] 刘健, 易万元, 祁志强. 黄土坡滑坡区崩滑堆积体土层锚杆的施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2005, 32(S1): 191-192.
- [6] 楼日新. 堆积体锚索钻孔跟管钻进工艺技术的应用[J]. 水力发电, 2003, 29(1): 41-42, 58.
- [7] 张德圣, 林舸, 龚发雄. 小湾电站预应力锚索施工常见问题初步探讨[J]. 施工技术, 2006, 35(9): 67-70.
- [8] 张德圣, 姜玉松, 吴诗勇. 小湾水电站堆积体边坡支护与锚索技术应用[J]. 水利水电科技进展, 2011, 31(2): 66-70.
- [9] 李秀龙. 高边坡预应力锚索钻孔精度控制技术[J]. 云南水力发电, 2014, 30(S1): 55-57.