

# 巫山望霞危岩应急勘查钻探施工方法

任良治, 余 姝

(重庆市地质矿产勘查开发局 208 水文地质工程地质队, 重庆 400700)

**摘要:** 巫山望霞危岩加剧变形崩塌, 严重威胁当地居民及长江航运的安全, 引起重庆市人民政府及国土资源部的高度重视。危岩应急抢险勘查的钻探施工是查清危岩裂隙发育程度和延伸方向、获得岩土力学参数的重要手段。通过现场踏勘后进行难点预测并制订对策措施。采用金刚石单动双管钻进取心, 成功采取了危岩基座软弱带样品; 采用井中成像技术, 直观地反映了危岩裂隙发育状态。在施工组织管理、设备选型、钻探工艺、井中成像技术以及安全措施等方面, 为地质灾害的应急抢险勘查积累了经验。

**关键词:** 危岩勘查; 地质灾害; 钻探; 斜孔钻探; 井中成像; 安全措施

**中图分类号:** P634.5   **文献标识码:** B   **文章编号:** 1672-7428(2016)10-0100-03

**Construction Method of Emergency Exploration of Dangerous Rocks in Wushan/REN Liang-zhi, YU Shu** (208 Hydrogeological Engineering Geological Team, Chongqing Bureau of Geology and Mineral Resources, Chongqing 400700, China)

**Abstract:** The aggravated deformation of dangerous rocks in Wushan is a serious threat to the local residents and the safety of Yangtze River shipping. Rock drilling is the important means to make clear the dangerous rocks fracture development state and direction, and obtain rock and soil mechanics parameters. Through site survey, the difficulties are predicted for the countermeasures making. The diamond single-action and double-tube coring drilling method was adopted, the samples was taken in soft zone of dangerous rock base; borehole imaging technology was used to reflect the development state of rock fracture. The experience is accumulated for emergency rescue in construction organization management, equipment selection, drilling technology, borehole imaging technology and safety measures.

**Key words:** dangerous rock survey; geological disaster; drilling; inclined hole drilling; borehole imaging; safety measures

重庆市巫山县望霞危岩, 发育于长江三峡巫峡上段北岸坡顶, 从 1999 年 7 月开始的 10 多年间, 均有不同程度的变形和崩塌。其变形区域平面长 119 m, 前缘宽 200 m, 变形面积  $1.39 \times 10^4 \text{ m}^2$ , 厚度达 70 ~ 103 m, 属大型高位危岩。该危岩严重威胁着位于下方的乡村道路、码头以及长期居住在下方的 168 户共 518 人的生命财产安全。危岩下方为长江主航道, 一旦发生滑移坠入江中, 将严重威胁过往船只的安全<sup>[1]</sup>。勘查工作主要以钻探为主, 其目的是要查清危岩的变形破坏模式和机理, 为治理设计提供相关的岩土参数<sup>[2]</sup>。

## 1 地层概况及施工难点

### 1.1 地层概况

钻孔揭露的地层依次为:

上部为第四系人工填土、残坡积层、崩积层, 以

堆填的碎块石土及煤渣、生活垃圾, 燧石碎块石、灰岩碎块石为主, 厚度约 15 m;

下部岩层为二叠系上统吴家坪组、二叠系下统孤峰组、茅口组、栖霞组、梁山组、石炭系、泥盆系、志留系的中厚层状晶质灰岩、燧石灰岩、泥岩夹灰岩及煤层, 总厚度 > 300 m。

### 1.2 钻探施工难点及应对措施

在钻探施工开始前, 组织相关工程技术人员踏勘了现场, 用 PDPC 法认真分析了现场可能遇到的施工难点, 并制定相应的应对措施<sup>[3-4]</sup>, 见表 1。

## 2 钻探施工方法

### 2.1 钻孔布置

根据地质技术要求, 在危岩体后缘布置直孔 7 个, 预计单孔深度 130 m。在危岩下方公路变形强烈的区域布置直孔 2 个, 设计单孔深度 10 m;

收稿日期: 2016-05-06; 修回日期: 2016-09-05

作者简介: 任良治, 男, 汉族, 1962 年生, 教授级高级工程师, 长期从事地质灾害勘查治理、红层找水、岩溶找水钻探技术及工程管理工作, 重庆市北碚区天生劳动村 10 号, 394059446@qq.com。

表1 施工难点及应对措施

序号	难 点	应 对 措 施
1	上部人工填土、残坡积层、崩积层属乱石堆积,软硬不均,极易垮塌,难以成孔,且采取率低	跟管钻进,调整好技术参数
2	下部二叠系的燧石灰岩硬度大,钻进速度慢	用电镀金刚石钻头钻进,适当加大钻压
3	在孔深100 m左右有一煤层,易坍塌,取心困难	用金刚石单动双管钻具钻进取心,小水量
4	钻孔位于高程1000~1230 m的高山顶部,施工用水极为困难	设三级泵站在危岩东侧下方约2 km外的一煤矿出水口取水
5	施工时危岩体正在变形,造成钻孔错位,起下钻具困难甚至造成卡钻事故	专人观测危岩变形情况,发现钻孔错位严重就立即提钻终孔
6	区内植被茂密,荆棘丛生,钻探设备搬运、平整场地困难。	进一步踏勘线路,凿石修路平场
7	危岩体正在加剧变形破坏,不断有大块石崩塌,对危岩体上部和下部施工人员的安全均造成严重威胁	在危岩下方设安全防护网,斜孔施工时增加安全平台,设专职安全员报警

在危岩基座位置布置斜孔2个,设计单孔深度80 m;同时为了查明危岩体已发育裂缝是否已贯通至基座,在裂隙发育处布置了水平孔1个,设计孔深80 m。由于施工过程中危岩发生了大面积崩塌,导致了施工的中断,钻孔仅实施了6个。

## 2.2 钻探设备机具

现场所用钻探设备及主要机具见表2。

表2 主要设备机具

名称	型号	数量	主要性能	用 途
钻机	XY-2	1	可钻300 m	危岩后缘深孔钻进
钻机	GX-1TD	1	可钻150 m	危岩后缘浅孔钻进
钻机	XY-1	1	可钻100 m	斜孔钻进
水泵	蛇泵	6	扬程100 m	三级泵站抽水
单动双管钻具/ mm	Ø130/110	2	提高破碎 带采取率	破碎带取心取样,配 金刚石钻头
孕镶金刚石钻头/ mm	Ø130~110	10	高效	提高钻进效率
薄壁取土器/mm	Ø130	3	取土	静压采取土样
井中成像仪	JKX-3	1	连续成像	获取孔内图像

## 2.3 施工用水

钻孔位于海拔1000~1230 m的长江北岸山顶,施工用水极为困难。经在现场反复踏勘调查,找到危岩东侧约2 km处的正在生产的煤矿出水口,目测流量 $20 \text{ m}^3/\text{d}$ 。根据已有泵的扬程和流量,决定设三级泵站将窑洞水作为施工用水。沿人行小道铺设Ø50 mm镀锌白铁管,用扬程100 m蛇泵,柴油机作动力。在垂直高差约80 m时就挖蓄水池,共修建3个蓄水池。

## 2.4 直孔施工

### 2.4.1 钻进方法

根据该危岩体的变形破坏特点,钻探的目的是要了解其危岩中深部的裂缝发育特征和变形破坏程度。故在后缘布置了7个钻孔,设计单孔深130 m。施工20天后,由于危岩发生了大面积崩塌,导致了

施工中断。共开工钻孔6个,实际完工直孔4个,有1个直孔和1个斜孔因危岩崩塌而中断施工。进尺共309.51 m,钻进至软弱煤层处采用单动双管钻具取出了完整的岩心<sup>[5]</sup>。

用XY-2型钻机,在第四系地层用硬质合金单管跟管钻进,纯粘土层采取干钻取心,遇块石时开小水量。中部较完整岩层采用金刚石单管钻进,以提高施工效率。在深部较破碎地层、煤系地层及潜在滑动面部位,采用金刚石单动双管钻进,卡簧取心,保证岩心岩样的采取率,便于分析掌握危岩体中下部裂隙发育情况。严格控制回次进尺,破碎带控制在每回次0.8 m以内,完整基岩控制在每回次1~1.2 m以内<sup>[6]</sup>。2个深孔剖面见图1。

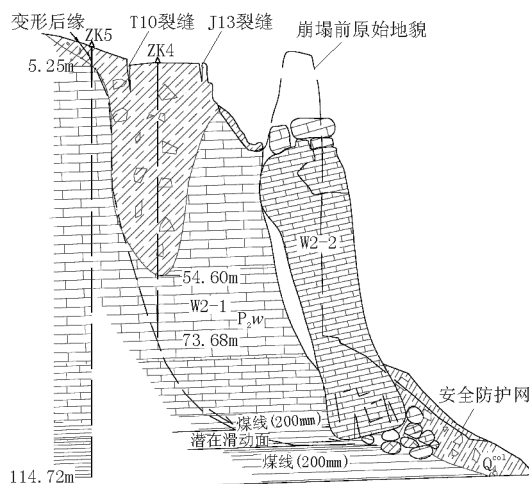


图1 典型钻孔剖面图

### 2.4.2 钻进技术参数

针对危岩后缘的钻孔,为了避免冲洗液对危岩造成危害,加剧其变形破坏,在选择钻进技术参数时,采用“小水量、中等压力、中等转速”<sup>[7]</sup>。直孔基岩钻进技术参数见表3。

表3 直孔基岩钻进技术参数表

钻进方法	泵量/ (L·min <sup>-1</sup> )	压力/ kN	转速/ (r·min <sup>-1</sup> )	冲洗液 类型
硬质合金	60~80	6~8	150~250	清水
电镀金刚石	30~60	14~16	300~500	清水

## 2.5 斜孔施工方法

### 2.5.1 斜孔设计

斜孔布设在危岩体下方,距地面高度 3.5 m。向下倾斜 30°。设计开孔口径 150 mm,终孔口径 110 mm,深度 80 m。要求全孔连续取心取样。在此处布设斜孔的目的是查明危岩基座岩性、裂隙在底部的贯通情况及裂隙内的充填物质。

### 2.5.2 斜孔钻进

为上架方便和管架安全稳定,选用 XY-1 型钻机。用罗盘定位,调整好立轴角度为 30°。斜孔开孔位置即为基岩,所以开孔前,先用铁钎人工开凿一直径约 155 mm 的圆孔,深度等于钻头长度即可<sup>[8-9]</sup>。先用 Ø150 mm 硬质合金钻头钻进,待粗径钻具全部进入岩层后(约 4 m),取完孔内岩心,将孔底冲洗干净,换用电镀孕镶金刚石钻头钻进<sup>[10]</sup>。遇岩层破碎不能有效采心时,换用金刚石单动双管钻具取心<sup>[11]</sup>。

当钻进孔深 44.29 m 时,由于危岩崩塌而中断施工。

### 2.5.3 钻进技术参数

为了避免冲洗液对危岩造成危害,加剧其变形破坏,同时考虑钻机振动、钢管架振动对危岩体的影响<sup>[12]</sup>,选择“小水量、低转速、小压力”的钻进技术参数<sup>[13-14]</sup>。泵量 30~50 L/min,压力 5~6 kN,转速 300~450 r/min。

### 2.6 简易水文观测

水对于危岩的变形破坏有着“推波助浪”的作用,准确把握钻孔内水位的变化情况,可以帮助技术人员判别和推断危岩块体内裂隙发育程度、裂隙联通性以及危岩本身的水文地质特征。所以每个钻孔均进行了孔内简易水文观测,终孔后测一次水位,等待 24 h 后再测一次水位。

### 2.7 井中电视成像

为了更直观地判断危岩体内部裂隙发育程度和状态,用 JKX-3 型仪器进行了井中电视成像(见图 2)。共选择了有代表性的 2 个直孔、1 个斜孔进行全孔连续成像,共连续成像 202.3 m。

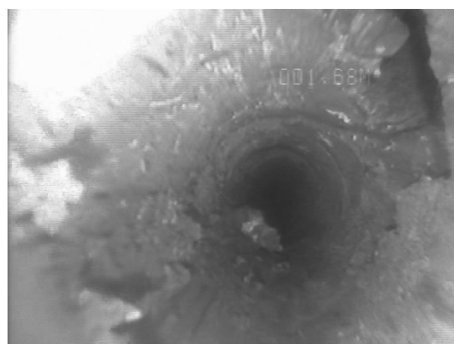


图2 井中电视成像

从井中电视成像图中可直观地看出,孔壁破碎、掉块垮塌等现象。综合 3 个钻孔的井中图像,技术人员可分析出危岩体内横向裂隙较发育,局部纵向裂隙发育。

## 2.8 钻探工作量及钻探效果

完成的钻探工作量:直孔 5 个,进尺 265.22 m;斜孔 1 个,进尺 44.29 m;采取岩样 21 组,土样 6 组,水样 2 件;在 3 个钻孔中进行了井中成像,共 202.3 m。钻探技术经济指标见表 4。

表4 钻探技术经济指标

钻孔类别	钻孔数/个	进尺/m	平均岩心采取率/%	平均时效/m	平均台效/m
直孔	5	265.22	93	4.6	621
斜孔	1	44.29	95	4.1	316

## 3 结语

(1) 钻探施工技术在危岩应急抢险勘查中有其不可替代的作用,能够帮助地质人员了解危岩深部裂隙发育及变形情况,掌握岩石物理力学性质。

(2) 井中成像技术可以直观地反映危岩下部横向、纵向裂隙的发育状态及潜在滑移面的状况。

(3) 危岩勘查施工必须制订安全预案,采取全方位的安全措施,明确告知每一位现场工作人员紧急撤离通道和紧急避险场所<sup>[15]</sup>。

(4) 危岩滑坡抢险应急勘查,要体现“快”和“全”。由于危岩正在变形破坏,随时都有大面积崩塌的危险,所以勘查队伍反应要“快”,要以最快的速度完成现场勘查工作。“全”就是勘查手段要齐全。要同时“上马”多种勘查方法,动用多种勘查手段,各种方法得到的结果能够相互印证。

(5) 从技术经济指标可以看出,危岩勘查钻探施工,平均小时效率和台月效率较高,而钻月效率

(下转第 107 页)

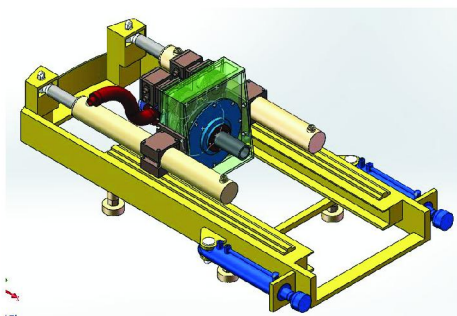


图 8 钻机三维模型图

物质流、能量流、信息流 3 方面进行分析,得到钻机的黑箱图;进而将总功能进行逐次分解,得到功能分解树,又通过输入流功能链的建立及其组合,获得了钻机的功能模型图,最终确定出每个子功能的结构,建立出水平钻机的初步三维模型。

#### 参考文献:

- [1] 邹峰.公理化六西格玛设计方法的研究[D].天津:天津大学,2007.
- [2] 张治晖.辐射井技术[J].中国水利,2008,(23):63.
- [3] 付刚.北京地铁降水方法研究与应用[D].吉林长春:吉林大学,2005:3-8.

- [4] 宋冬玲,李沛沛,刘盟.滨州市黄河滩地地下水开发与辐射井技术[J].地下水,2010,32(4):126-127.
- [5] 宋良华,刘景言,季超涛.灰坝渗漏治理的辐射井排渗设计[J].武汉大学学报:工学版,2011,(S1):229-232,240.
- [6] 唐林,邹慧君.机械产品方案的现代设计方法及发展趋势[J].机械科学与技术,2000,19(2):192-196.
- [7] 黄纯颖.设计方法学[M].北京:机械工业出版社,1992.
- [8] 高常青,杨波,吕冰,等.科学效应在产品概念设计中的应用[J].组合机床与自动化加工技术,2014,(5):46-49.
- [9] 陈德志.基于 AD 和 TRIZ 的 SAPB 设计方法研究[D].福建福州:福建农林大学,2010.
- [10] 袁峰,王太勇,聂慧娟.基于创新设计理论/功能分析的机械产品功能原理创新设计[J].计算机集成制造系统,2006,12(2):205-209.
- [11] 高常青编著. TRIZ - 发明问题解决理论[M].北京:科学出版社,2011:32-37.
- [12] 密善民,赵贤,陈伟,等.产品概念设计过程研究[J].设计与研究,2014,(3):5-7.
- [13] Allen J K, Mistree F. Design of Hierarchical and Non - Hierarchical Systems [C]//Proceedings of the 1993 NSF Design and Manufacturing Systems Conference. Charlotte, NC, 1993.
- [14] Suh N P. Design - in of Quality Through Axiomatic Design [J]. IEEE Transactions on Reliability, 1995, 44(2):256-264.
- [15] 梁艳红,檀润华.产品概念设计中的功能分析[J].河北工业大学学报,2007.

(上接第 102 页)

较低。说明大部分时间在做辅助工作。要想缩短现场施工周期,最好的办法是增加设备。

(6)危岩勘查钻探施工,应尽量不用或少用施工用水,避免因水的作用造成危岩体变形加剧,有条件时可用风动潜孔锤取心钻进。

#### 参考文献:

- [1] 余姝.重庆市巫山县望霞危岩应急勘查报告[R].重庆:重庆市地质灾害防治工程勘查设计院,2011.
- [2] 任良治,廖根权.钻探施工技术在危岩治理工程中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(S1):278-280.
- [3] 任良治,梁峰,田贵维,等.某高切坡工程施工方法[J].西部探矿工程,2011,(4):1-3.
- [4] 张伟.科学深孔复杂地层钻进技术难题与对策[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(9):7-12.
- [5] 李占锋.地表近水平孔绳索取心工艺钻探实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(1):48-50.
- [6] 常江华,凡东,刘庆修,等.水平孔绳索取心钻进技术在金矿坑道勘探中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(1):40-43.
- [7] 罗永贵,古世丹,罗璇,等.深孔小口径金刚石钻进严重烧钻事

故的预防与处理[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(3):37-40.

- [8] 周国锋,陈红刚,刘才高.无粘结预应力锚索在乌江索风营水电站 Dr2 危岩体加固中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(10):61-63.
- [9] 罗伟.破石山边坡 SNS 主动柔性防护系统综合治理技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(1):73-76.
- [10] 李胜,尹亮先,章术,等.75mm 双管单动采煤管在薄煤层及粉煤钻探中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(6):50-53.
- [11] 任良治,田贵维,李术.巫溪南门湾危岩带发育特征与防治措施[J].西部探矿工程,2011,(8):163-171.
- [12] 朱益明,王润伦,王亚凤.复杂采空区地质灾害治理钻探施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(S1):337-347.
- [13] 汤凤林, CHIKHOTKIN VF,高申友,等.关于金刚石钻进规程参数合理配合的分析研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(10):76-80.
- [14] 徐国辉,万道含,杨树强,等.青海省都兰县五龙沟矿区坑道钻探工艺研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(11):34-37,45.
- [15] 王德强.岩土工程勘察外业工作的技术与措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(5):69-71.