

绝壁悬挑钻探施工平台研制

邝光升, 彭开林, 龚建波, 任柏橙

(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:本文以长江巫峡黄岩窝和板壁岩特大型危岩带勘查水平孔施工为例, 探索研究出在无地面支撑基础条件、近似直立的岩石绝壁上建设钻探施工平台的施工方案。采用斜撑和锚拉结构受力体系, 通过力学分析和计算, 形成了一套较完整的施工工艺, 对解决类似的工程施工平台难题具有一定的指导和参考价值。

关键词:绝壁; 悬挑; 钻探平台; 斜撑; 锚拉; 锚杆; 锚索

中图分类号: P634 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2018)02-0089-04

Research and Development of the Cantilever Drilling Construction Platform on Beetling Wall/KUANG Guang-sheng, PENG Kai-lin, GONG Jian-bo, REN Bai-cheng (208 Hydrogeological and Engineering Geology Brigade, Chongqing Bureau of Geology and Minerals Exploration, Chongqing 400700, China)

Abstract: Taking an exploration horizontal hole construction as the example, which was in the oversize dangerous rocks zone in Huangyanwo and Banbiyan of Yangtze River Wuxia, the construction scheme of drilling platform was explored, the construction was carried out under the conditions of approximate vertical rock beetling wall without ground foundation. With the stress system of diagonal braces and anchorage structures, a complete set of construction technology is developed by the mechanical analysis and calculation, which has certain guidance and reference value for solving difficulties of similar engineering construction platform.

Key words: beetling wall; cantilever; drilling platform; diagonal braces; anchoring; bolt; anchor cable

高边坡和危岩治理中, 锚杆锚索钻孔需要搭设钻探施工平台, 主要是搭设双排或满堂结构的扣件式钢管脚手架, 通过连墙件与边坡或岩体锚固防倾覆, 通过设置纵横向剪刀撑增加整体刚性, 已经得到广泛应用。本文在无脚手架地面支撑基础条件的悬崖绝壁, 采用斜撑和锚拉结构受力体系, 利用斜撑杆和锚拉绳平衡垂直力, 运用钢构件与岩体的锚固力, 平衡受力体系中离开岩体方向的水平分力, 通过对生产实践中的钻探施工平台进行优化设计, 研究出了便于施工的工艺方法。

1 问题的提出

巫峡绮丽幽深, 以俊秀著称天下。“万峰磅礴一江通, 锁钥荆襄气势雄”是对巫峡的真实写照, 但陡峭的两岸岩石也潜在着地质灾害隐患, 近年来发生的龚家坊危岩垮塌, 约 38 万方岩体高位垮塌, 引起长江近 13 m 高的涌浪, 还有已治理的望霞危岩, 即将治理的箭穿洞危岩等地灾隐患点, 均威胁到长江黄金水道的安全。通过对长江干流两岸地质调查, 发现了黄岩窝和板壁岩两个特大型危岩带稳定性较

差, 直接威胁长江航道安全, 需要进行详细的地质勘查, 共布置了 8 个孔深约 60 m 的水平勘探孔, 钻孔位于三峡水库高程为 145~175 m 的水位变动带, 库岸为近直立的灰岩、泥灰岩绝壁, 上部距崖顶近 200 m, 下面是滚滚长江水, 设备人员只能通过船只到达勘探点下部, 建立安全可靠的钻探施工平台是项目实施的重点和难点。

项目部对现场踏勘后, 提出了通过江上船只作为基础搭设脚手架钻探平台, 或通过江上浮吊加钻探施工平台吊篮的初步设想。经论证, 因江水有涨落加上过往船只产生涌浪, 无法形成稳定的平台而否定, 只能建设稳定的钻探施工平台。

2 型钢结构悬挑平台研制

2.1 钻探平台荷载和尺寸要求

钻孔深度 60 m, 终孔直径 110 mm, 选择 XY-1 型钻机, 水泵和其他钻探材料放在江面的施工趸船上, 平台上只放钻机、钻杆、岩心管、工具和少量材料, 总荷载约 1000 kg, 平台长 4 m, 宽 3 m。

2.2 平台结构

采用10号工字钢作为钻探平台的主挑梁,工字钢总长5 m,外挑3 m,岩体内锚固2 m,锚孔直径200 mm,水平间距1 m,单平台共用5根工字钢梁,钻探平台满铺木板,并用铁丝绑扎固定,临空的三面搭设高度为1.2 m的防护栏杆。挑梁靠近外侧向下方设支撑杆,支撑于下部脚手架钢管的靠近岩体处,形成三角形受力支撑体系,上方设拉绳,拉于上部脚手架钢管的靠近岩体处,形成三角形张拉受力体系,结构如图1所示。

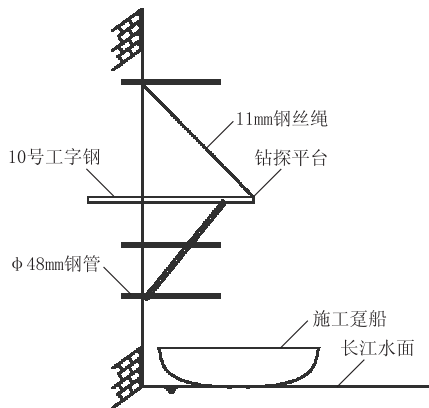


图1 绝壁悬挑钻探平台示意

2.3 平台施工方案

根据测量的孔位,先派人通过当地向导砍伐灌木修建的小路到达正上方的崖顶,通过安全装置保护后对崖边的浮石进行清理,选好固定点,采用SRT单绳升降技术配套安全技术措施,利用人工从上到下对绝壁的浮石进行清理,防止施工时绝壁上的松石落下伤人。

将设备材料和施工趸船送到孔位下方并用锚绳固定,用 $\varnothing 50$ mm电钻或风钻进行钻孔,将 $\varnothing 48$ mm \times 3 mm脚手架钢管用加入早强剂的M30水泥砂浆锚固于岩体,钢管长2.5 m,钢管跨距1 m,步距1.5 m,在钻探平台下方建设临时施工平台,进行横向的连接和下方的三角形支撑加固,上方用钢丝绳通过钻锚固点形成张拉受力。测量好锚孔位后采用膨胀螺栓固定水磨钻机,施工 $\varnothing 200$ mm锚孔,孔深为2 m,在每根钢梁上方均设置一个锚拉点,以便使用提升装置安装钢梁,采用仪器测量并固定好钢梁后,对锚孔口进行封堵,并埋入灌浆管和排气管,采用加入早强剂和膨胀剂的M30水泥砂浆进行锚固,悬挑梁安装并锚固好后,搭设支撑杆和锚拉绳,平台铺50 mm厚木板,临空面搭设防护栏杆等设施,平台上方,通过脚手架钢管铺木板作防护篷,两侧和外

方挂安全网。钻探设备材料上平台即可进行钻探作业,从趸船到钻探平台建设之字形人行步梯。

2.4 使用效果及存在问题

平台建设好后,检查验收合格,钻机上架,安全顺利地完成了—个62 m深勘查孔的钻探工作,效果良好。

但该平台建设也存在—些问题,主要是钻探平台需要施工 $\varnothing 200$ mm锚孔,工字钢梁安装难度较大,需要较高精度的测量控制安装,施工周期长。通过力学计算,安全冗余量过大,存在进一步优化的空间,项目部提出了全部用脚手架钢管搭设钻探平台的方案。

3 脚手架钢管结构悬挑平台研制

3.1 脚手架钢管结构的优点

(1)材料来源广泛, $\varnothing 48$ mm脚手架钢管为建筑施工的通用材料,用途广泛,可买可租,市场供应充足。

(2)连接方便快捷,通过直接头、直角扣件,旋转扣件与钢管进行纵横向和斜向连接,组成各种方向和受力组合的连接,形成受力合理的组合结构,除单孔的勘查钻探平台外,还可组成大面积的锚杆锚索施工钻探平台。

(3)锚固钻孔直径小,可用电钻或风钻成孔,设备轻便,搭设时的安全保障性高,平台结构见图2。



图2 脚手架钢管悬挑钻探平台

3.2 力学验算

3.2.1 平台水平钢管受力假设

将钻机和施工材料的重力通过木板均衡传到平

台水平钢管上,荷载最大的为钻机部位,钻机质量 510 kg,平均分配到 3 根水平钢管上,每根承重 170 kg,计算时将力集中于钢管中间,与岩体连接点按铰支座,水平钢管与斜支撑钢管连接点按滚动支座,木板与钢管自身重力忽略不计。

按简支梁计算剪力和弯矩,按斜撑梁计算水平拉力,钻压全部通过摩擦力传到平台水平钢管上,水平拉力与钻压由钢管与岩体的锚固力平衡。

只计算支撑受力体系,从平台水平钢管外端向上安装钢丝绳张拉受力体系可减少水平钢管向外的拉力,作为增加的安全储备。

3.2.2 弯矩和剪力计算

以 1700 N 荷载集中于 3 m 长钢管中点,计算出最大弯矩为 1275 N·m,钢管承受剪力为 850 N。

弯矩引起的危险截面在钢管中点,计算 $\text{O}48 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ 钢管抗弯截面模数 $W = 4494$, $\sigma = M_{\max}/W = 1275000/4494 = 283 \text{ MPa}$,许用应力 $\sigma_p = 600 \text{ MPa}$,钢管强度足够。可采取在钻机下面增加非锚固于岩体的水平钢管提高抗弯安全系数。

钢管截面积为 423.9 mm^2 ,查表抗剪强度为 $304 \sim 373 \text{ MPa}$,最小抗剪力为 128 kN,钢管强度足够^[5]。

3.2.3 垂直荷载产生水平分力计算(参见图 3)

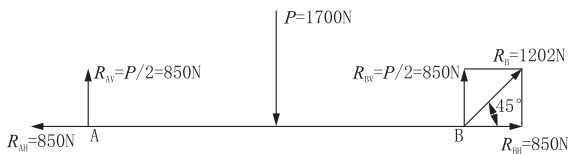


图 3 水平钢管受力分析图

以斜撑钢管 45° 方向支撑计算,钢管承受的水平拉力为 850 N,由钢管与岩体的锚固力平衡。

3.2.4 钢管锚固段长度计算

选用《铁路路基支挡结构设计规范》(TB 10025—2006)中计算公式:

$$l_a = \frac{F_{s2} P_t}{\pi d_h \tau} = \frac{2.5 \times 0.85}{3.14 \times 0.05 \times 1000} = 0.14 \text{ m}$$

式中: l_a ——锚固长度, m; F_{s2} ——锚固体抗拉拔安全系数, $F_{s2} \geq 2.5$; P_t ——水平拉力, kN; d_h ——锚孔直径, m; τ ——锚孔壁与注浆体之间粘结强度设计值,取 1000 kPa。

实际应用中,钻探平台层的钢管锚固段采用 1.0 m,非钻探平台层的钢管锚固段长度采用 0.5 m。

3.3 合理的受力结构组合

通过计算,确定了锚固段长度等参数,为了提高安全系数,充分利用包括非平台层在内的每根钢管与岩体的锚固力,钻探平台的合理组合十分重要。

3.3.1 提高水平杆锚固拉力安全系数措施

由于钻探平台采用斜撑结构,产生向外方向的水平分力,加上钻压需要的水平反力,必须由向内的锚固力平衡,当斜撑杆与水平方向夹角增大时,水平分力将减小,从下向上按 1.5 m 的步距建设非平台层,钢管长 2.5 m,锚固段 0.5 m,如果在平台下方两步处设斜撑,其与水平方向夹角约为 45° ,即上述的计算参数,如果向下方三步处设斜撑,则其与水平方向夹角约为 56° ,水平分力将减小近 $1/3$ 。且斜撑与中间两步的水平钢管采用旋转扣件相连,非平台层的水平钢管可提供一定的锚固力。

在钻探平台上方设置锚拉固定点,通过钢丝绳从平台外侧向上拉紧,可产生向内的水平分力,平衡部分向外的水平分力,有利于提高水平杆锚固拉力的安全系数。

3.3.2 提高平台整体刚度和安全防护措施

用钢管和扣件将每跨、每步钢管进行纵横向连接,按脚手架规范设置纵横向剪刀撑提高平台整体刚度。

平台上方满铺木板防岩面小掉块,平台外挂密目安全网,层间按规范设置水平兜网,从下方向平台搭设之字形的人行楼梯。

3.3.3 提高平台抗弯强度安全系数措施

平台荷载集中区为钻机部位,向岩体内锚固的水平钢管间距为 1 m,在钻机部位增加非锚固的水平钢管,在每两根锚固钢管间另增加两根平行方向水平钢管提高抗弯安全系数。

4 搭设和拆除的关键点

绝壁悬挑钻探平台平衡力的来源均为岩体提供的支撑力的锚固力,锚固的施工质量是平台安全的关键。采取了锚孔以一定角度向下倾斜,锚孔完成后用清水洗孔并用压缩空气吹干,锚固段钢管内部提前充填水泥砂浆成为实芯钢管,控制好 M30 水泥砂浆的水灰比,加入早强剂和膨胀剂,锚孔采用先填入水泥砂浆后插入钢管并挤实。拆除顺序与搭设顺序相反,水平杆采取切割拆除。

5 结论和建议

本次实施的8个勘探钻孔均采用悬挑平台,第一个平台采用型钢结构,配合钢管结构作安全防护,其余平台采用优化后的脚手架钢管结构,平台结构牢固,安全防护措施到位,圆满完成了全部勘查任务。

通过本次研究,为今后类似无地面支撑基础条件的施工脚手架平台寻找到了解决方案,可应用到类似工程条件危岩治理的锚杆锚索等钻探平台建设。但在具体工程中,应根据钻机荷载计算所需锚固力,通过锚固试验确定最低锚固长度,以确保平台安全。

参考文献:

[1] GB 50330—2013,建筑边坡工程技术规范[S].
 [2] TB 10025—2006,铁路路基支挡结构设计规范[S].
 [3] GJ 120—2012,建筑基坑支护技术规程[S].
 [4] JGJ 130—2011,建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范

[S].

[5] 陈振,王庆武.材料力学[M].北京:北京航空航天大学出版社,2011.
 [6] CEC S22:2005,岩土锚杆(索)技术规程[S].
 [7] 汪丽,吴丽,陈礼仪.高边坡工程风险源指标体系的研究与构建[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(2):71—73.
 [8] 熊楚炎.某基坑锚杆失效事故的原因分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(7):52—55.
 [9] 杜芳周,高新锋,高富强,等.锚杆锚固力试验研究现状[J].煤矿开采,2009,14(3):1—4.
 [10] 刘伍,樊金桂,郑小林,等.北京飞云瀑景点崩塌地质灾害防治方法研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(10):9—15.
 [11] 王玉春.钻探技术应用研究与实践[M].江苏徐州:中国矿业大学出版社,2013:43—44.
 [12] 王维献.地铁工程勘察水域钻探油桶筏钻探平台的设计与安全保障措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(4):40—43.
 [13] 任良治.汛期江上工程钻探施工实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(9):58—60.
 [14] 高建波.浅谈水上地质钻探方法选择与应用[J].铁道勘察,2012,38(4):51—54.
 [15] 周必清.水上钻探的经验[J].探矿工程,1958,(11):7—8.

(上接第76页)

对边坡添加人工影响,让生态自然恢复的方法,实现经济、合理、安全的施工措施,保证自然和谐性施工,消除了坡体滑坡、泥石流、崩塌等山区地质灾害的发生;

(3)绿化问题研究的比较多,多数情况添加了人为植物的影响因素,改变生态自然平衡,本次方法属于自然恢复方法,用于指导公路工程边坡变形控制具有积极的学术意义。

参考文献:

[1] 朱敬民,孔宪立.岩体力学[M].北京:中国建筑工业出版社,1979:56—57.

[2] GB 50007—2012,建筑地基基础设计规范[S].
 [3] 吴保全.有侧限结构复合地基:中国,ZL200820149539.3[P].2009—10—21.
 [4] GB 50330—2013,建筑边坡工程技术规范[S].
 [5] 吴保全,李天斌.浅层地基土应用的新途径[J].水文地质工程地质,2006,(4):23—27.
 [6] 吴保全,李天斌.格栅状复合地基压缩模量的计算[J].岩土力学,2007,(10):2183—2187.
 [7] 吴保全,李天斌.粉土的破坏方式浅探[J].岩土工程界,2008,(1):45—47,56.
 [8] 吴保全,李天斌.格栅结构复合地基的应用研究[J].工程地质学报,2008,(4):563—566.
 [9] 吴保全,李天斌.格栅结构地基承载力折减系数计算方法研究[J].路基工程,2008,(5):136—137.
 [10] 钱书伟,张绍和,李锋,等.软弱易冲蚀地层钻探施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(10):29—31.

(上接第83页)

(5)地表延期雷管要做好防护措施,防止地表雷管起爆时切断孔内管。

参考文献:

[1] 唐小军,赖红源,夏鹤平.预裂爆破在紫金山金铜矿高陡边坡的应用[J].爆破,2010,27(3):48—50.
 [2] 胡晓日,何嵩宇.VCR法在湖北白莲河抽水蓄电站尾水闸门井开挖中的应用[J].贵州水力发电,2007,21(6):59—61.
 [3] 安萍.VCR法在湖北白莲河电站尾水闸门井开挖中的应用[J].爆破,2007,24(2):28—31.
 [4] 袁正玉.天井裂隙区VCR法爆破参数的研究[J].爆破,1994,

(1):54—57.

[5] 黄跃军,张勇,徐志强.高阶段大直径深孔采矿法在安庆铜矿的试验研究[J].有色矿岩,1998,(1):7—14.
 [6] 陈星东,徐冲,高卫东,等.河北某铁矿掘进爆破参数的优化与实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(4):79—83.
 [7] 邓都.VCR法在竖井工程掘进应用的探讨[J].探矿工程,1989,(3):52—54.
 [8] 温尊礼,徐全军,姜楠,等.新型大孔径静态破碎技术的试验研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(5):72—74.
 [9] 季荣生,冉恒谦,陈庆寿,等.钻孔内岩石局部爆破破碎若干影响因素分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(9):66—69,75.