

水钻在人工挖孔抗滑桩基岩钻掘施工中的应用

邓勇, 周伟新, 韦兴标

(广西水文地质工程地质勘察院, 广西 柳州 545006)

摘要: 本文结合工程实例, 介绍人工挖孔抗滑桩基岩挖掘施工实践, 该工程地处偏僻乡村, 道路交通条件落后, 旋挖钻机等大型施工机械设备无法进场施工; 且该滑坡点距当地村民住房近, 不具备小药量爆破清除条件, 而采用风镐或电镐掘进困难。该人工挖孔抗滑桩基岩挖掘施工中, 采取水钻方法攻克风镐或电镐挖掘效率低下, 较好地解决人工挖孔抗滑桩基岩挖掘的难题。

关键词: 人工挖孔抗滑桩; 水钻钻掘; 设计要素; 施工流程

中图分类号: TU731 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-7195(2019)03-0069-04

作者简介: 邓勇(1971-), 男, 广西全州人, 广西水文地质工程地质勘察院机械工程师, 机械设备自动化专业, 主要从事钻探机械设备、工程物探设备管理和钻孔灌注桩、软土地基加固处理、地质灾害治理、工程勘察等工程施工现场管理工作。E-mail: weixb878111@163.com。

Application of water drilling in rock drilling construction of anti-slide pile foundation by manual excavation content

DENG Yong, ZHOU Wei-xin, WEI Xing-biao

(Guangxi Hydrogeological Engineering Geological Survey Institute, Liuzhou 545006, China)

Abstract: This paper introduces the construction practice of artificial digging anti-slide pile foundation rock excavation for a landslide emergency treatment project. The landslide site is located in a remote village with poor traffic conditions, as a result, large construction machinery and equipment such as rotary drilling rigs could not enter the site for remediation purpose. On the other hand, the landslide point was close to the local villagers' houses and did not have the area for small-dose blasting removal, so it was difficult to use pneumatic picks or electric picks for excavation works. Hence, the drilling method was adopted in the excavation construction of the manually excavated anti-slide pile foundation rock for the purpose of overcoming the low excavation efficiency of the pneumatic pick or the electric pick, thus solving the difficult problem of manually excavated anti-slide pile foundation rock excavation.

Key words: anti-slide pile with manual excavation; water drilling; design elements; construction process

0 引言

鹿寨县某滑坡地质灾害应急治理工程设计采用“截水沟+坡面锚杆格构+坡脚人工挖孔抗滑桩”的方案对该滑坡进行综合治理, 其中抗滑桩设计 $\Phi 1500$ mm, 数量14根桩, 有效桩长15 m, 抗滑桩嵌固段要求进入微风化基岩6.5 m以上, 即桩端要求嵌入微风化基岩6.5 m以上; 抗滑桩纵向受力钢筋为HRB400级20 $\Phi 25$ mm钢筋, 通长配筋, 均匀分布; 钢筋保护层厚70 mm, 桩身混凝土强度等级C30。该滑坡地质灾害点距离县城约43 km, 距离乡镇约15 km, 仅有村级公路从该滑坡坡脚经过, 交通相对一般, 旋挖钻机等大型施工机械设备无法进

场施工。同时该滑坡地质灾害点下方即为当地村民住房, 不具备小药量爆破施工条件, 而采用风镐或电镐掘进微风化基岩困难, 生产效率低下: 每组2人每天8 h掘进0.2~0.3 m。因此现场改用水钻钻掘微风化基岩生产效率: 每组1人每天8 h掘进0.5~0.7 m, 桩孔微风化基岩钻掘效率显著提高, 较成功地解决人工挖孔抗滑桩基岩挖掘的难题。

1 工程地质特征与水文地质条件

1.1 场地内工程地质特征

根据工程勘察资料, 场地内主要地层由素填土

(Q^{ml})、第四系残坡积层(Q^{dl+el})和泥盆系中统应堂阶炭质泥岩(D_{2i})包括强风化炭质泥岩、中风化炭质泥岩、微风化炭质泥岩组成。各地层岩性特征如下:

(1)素填土(Q^{ml}):黄褐色,稍湿,主要由碎石土及粘性土组成,结构较松散~欠致密,未完成自重固结,层厚3.30~3.40 m。

(2)第四系滑坡堆积层(Q^{col}):黄褐色,稍湿,主要由碎石土及强风化泥岩块石组成,碎块石含量在50%~60%之间,结构较松散,主要是滑坡产生的堆积体,分布宽25~60 m,斜长14~35 m,厚约8.3 m,面积1000 m²,体积约8300 m³。

(3)碎石土(Q^{dl+el}):黄褐色,稍湿,呈中密~密实状,碎石含量在50%~60%之间,颗粒粒径一般为0.3~5 cm。碎石分布不均一,尖棱角状,主要为强风化泥岩碎块,部分用手可折断、捏碎,碎石间由粘性土充填。该层仅于ZK7号钻孔有揭露,主要分布于滑坡边界外围坡体上,层厚6.50 m。

(4)强风化炭质泥岩(D_{2i}):浅黄色~黄褐色,原岩风化强烈,岩体结构部分被风化破坏,层理构造清晰可见,岩芯多呈碎块状、片状,手掰易折断,局部夹中风化团块,冲击较困难。

(5)中风化炭质泥岩(D_{2i}):浅黄色夹灰黑色,泥质结构,中层状构造,节理裂隙较发育,岩较破碎,岩芯受机械破碎多呈块状,块径2~6 cm不等。该层分布于整个场地内,分布较连续;层厚0.30~9.20 m,顶面埋深5.50~8.60 m,岩层产状 $121^\circ\angle 32^\circ$ 。

(6)微风化炭质泥岩(D_{2i}):灰黑色,泥质结构,中层状构造,闭合节理裂隙稍发育,岩较完整,岩芯受机械破碎多呈短柱状、块状,节长5~37 cm,断面新鲜。该层分布于整个场地内,分布较连续;层厚6.00~14.90 m,顶面埋深6.40~17.00 m,岩层产状 $121^\circ\angle 32^\circ$;该层岩石属较软岩,岩体较完整,岩体基本质量等级为IV级。

1.2 场地内水文地质条件

根据地下水的赋存条件、水理性质和水力特征,场地内地下水可分为松散岩类孔隙水、基岩裂隙水两类。

(1)松散岩类孔隙水:主要贮存于第四系残坡积土层的孔隙中,补给来源主要为大气降水渗入补给,再以渗流及小股泉的形式排出地表。

(2)基岩裂隙水:主要赋存于基岩风化构造裂隙中,由于裂隙多被泥质充填,水量贫乏。地下水补给来源主要为大气降水渗入补给及地表水补

给,以分散流的形式就近排泄于低洼的沟谷中。

2 现场施工环境条件

(1)施工现场条件:2018年12月24日因切坡诱发新滑坡和引发老滑坡复活,该滑坡地质灾害点下方为当地村民住房和村级道路;该滑坡点距离县城约43 km,仅有乡村道路从滑坡坡脚经过,交通条件相对一般,大型机械设备如旋挖钻机无法进入施工现场;需要修筑临时施工道路,工程材料和小型施工机械方能从村级道路经二次转运至施工现场,同时施工现场狭窄(长约60 m,宽4~7 m,还需留出宽约50 cm村民通道);施工机械设备如空压机、水钻钻架等和工程材料如水泥、钢筋、模板等堆放困难,砂石料根本无处可堆放,现场施工环境条件十分复杂,安全生产隐患多;因现场无法堆放砂石料,桩身和冠梁等部分混凝土采用商品混凝土公司提供的商品混凝土、混凝土泵(地泵)泵送方式进行浇筑。

(2)钢筋、水泥等工程材料:该滑坡应急治理施工所需钢筋、水泥等材料在鹿寨县城均可采购,货源充足;鹿寨县寨沙镇有多家商品混凝土公司,商品混凝土及其搅拌机、地泵等设备充足。

3 人工挖孔抗滑桩设计要求

(1)在滑坡前缘反压平台上布置14根后锚式人工挖孔抗滑桩,桩顶标高187 m,桩长15.0 m,桩直径1.50 m,嵌固段进入微风化基岩6.5 m以上;各桩间设置宽300 mm、高2000 mm的钢筋混凝土挡土板,桩顶设宽1500 mm、高1000 mm的钢筋混凝土冠梁,并在桩顶下1.0 m处设置1束预应力锚索(每束锚索由4根 $\Phi 15.24$ mm钢绞线组成,锚固段长10 m,自由段长13 m)。抗滑桩桩身混凝土设计等级为C30混凝土,受力钢筋采用热轧HRB400级20 $\Phi 25$ mm钢筋;抗滑桩设计基本要素详见表1。

(2)桩井施工必须采用“间隔一桩跳桩开挖”方式进行桩孔开挖。

(3)风化破碎岩石采用风镐或电镐松动开挖,较坚硬岩石采用膨胀剂松动开挖,严禁采用炸药爆破开挖。

(4)桩孔开挖过程中,及时进行岩性编录,仔细核对滑面(带)情况,如滑面(带)实际位置与设计有较大出入时,应及时向建设、勘查、设计单位报告,及时变更设计。实际桩底高程由设计、勘查、监理单位现场确定。

表1 人工挖孔抗滑桩设计要素
Table 1 Design elements of anti-slide excavation

桩型	桩长 /m	桩直径 /m	桩顶标高 /m	受荷段 /m	嵌固深度 /m	桩距 /m	根数 /根	设计推力 /(kN/m)	桩顶锚 /束
A1	15.0	1.5	187.0	8.5	6.5	4.0	14	175	1

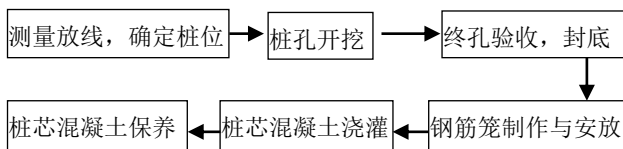
(5) 竖向受力钢筋的接头采用对焊或双面搭接焊, 同一截面(两钢筋接头相距在 30 d 以内, 或两焊接接头相距在 50 cm 以内, 或两绑扎接头的中距在绑扎长度以内, 均视为处于同一截面)内钢筋接头不得超过 25%, 在同一根钢筋上不得配置过多接头。

(6) 竖向受力钢筋的搭接处不得放在土石分界和滑面(带)处。

(7) 为检测整体桩身混凝土质量, 每根桩做低应变动力检测。

4 人工挖孔抗滑桩施工技术

4.1 人工挖孔抗滑桩工程施工流程



4.2 桩位测定

由测量工程师根据设计图纸和测量技术规程要求, 采用徕卡 TCR702 全站仪进行测量放线, 确定桩孔位置, 测量误差控制在 20 mm 以内。桩位测定后, 报监理单位复核; 复核合格后, 方能进行桩孔开挖。

4.3 桩孔开挖与支护技术

(1) 对于人工回填土、滑坡土和强风化~中风化基岩, 采用空压机提供动力的风镐自上而下逐层进行人工挖掘, 用提升架和提桶提土, 每挖深 1 m, 支护 1 m 钢筋混凝土护壁。支模时用吊锤吊线校正钢模, 保证护壁中心与桩中心一致; 校正钢模后, 浇筑 C20 厚 200 mm 混凝土护壁; 浇筑钢筋混凝土护壁后, 继续开挖下一模, 直到微风化基岩。

(2) 对于微风化基岩挖掘: 因采用风镐开挖微风化基岩效率低下, 采用“水钻”方式进行挖掘, 提高微风化基岩的挖掘效率; 因微风化基岩较为完整, 无需浇筑钢筋混凝土护壁。

(3) 桩孔开挖过程中, 应及时编录, 做好“成孔施工记录”。如发现地层情况与勘察报告不一致

时, 应及时通知勘察单位对桩底岩石进行鉴别与确认。

(4) 桩孔开挖满足设计要求时, 应及时通知业主、勘察、设计和监理单位对桩孔进行检查验收。验收合格后, 在“桩孔隐蔽工程检查验收记录”上签字确认, 方能进行封底。

(5) 桩孔终孔验收后, 应及时用 C30 混凝土进行封底, 封底厚度 200 mm; 封底前, 清除桩底积水和残渣。

4.4 微风化基岩水钻挖掘技术

(1) 微风化基岩水钻挖掘机理

因微风化基岩多为较完整基岩, 利用水钻在桩底较完整基岩上钻出多个小钻孔, 钻孔深度应根据金刚石钻具长度而定, 用铁钳将钳取钻机轻微干钻并提升拉断的岩芯出钻孔外; 这些小钻孔成为微风化基岩的自由面, 再在小钻孔内安装楔岩器将基岩楔断, 楔断的基岩装入提桶, 利用电动葫芦提升至地面, 从而达到挖掘基岩的目的。

(2) 水钻钻掘主要施工机械设备

因水钻主要用于较为完整微风化基岩钻掘, 且在人工挖孔桩桩底进行水钻, 其主要施工机械设备有:

a) 水钻钻机及其技术参数: 额定功率 5 kW、额定转速 1420 rpm、额定电压 380 V 的电动机; 钻塔总高 1.65 m, 其中齿槽导向架高 1.3 m, 配套钻具长度 0.65 m 的水钻钻机; 钻机总重量约 150 kg。

b) 钻具: 钻具长度 0.65 m, 每台钻机配备 1~2 个孕镶金刚石钻具; 钻具直径 160 mm, 6 个水口, 出水口高度 5 mm。

c) 多功能电动葫芦(卷扬机): 升降水钻钻机, 将水钻破碎下来的微风化基岩提出地面堆放; 其型号及其技术参数: CD1 型, 机构工作级别 M3, 起重量 1.5 T, 起升高度 40 m, 起升速度 8 m/min。

d) 潜水泵: 因水钻利用清水作为金刚石钻具钻进用冲洗液, 人在桩底水钻, 需要将桩底积水抽排排出地面, 每桩孔内配备 1 台潜水泵用于抽排桩内积水。

表2 金刚石钻头钻进参数^[1]
Table 2 Drilling parameters of diamond bit

钻进参数	钻头直径/mm				
	110	130	150	170	200
转速/rpm	250~480	220~420	200~370	180~320	150~270
钻压/kN	14~21	17~24	20~28	23~32	28~35
冲洗液/(L/min)	140~200	180~250	250~350	300~400	400~500

e) 其他机具: 水钻完成后采用楔岩器将基岩楔断; 利用空压机提供动力, 风镐将桩底残留的、破碎的基岩清除, 以便于下一次水钻钻机安装; 利用提桶(直径 600 mm、高 100 cm 铁桶)将破碎岩石提升至地面。

(3) 水钻钻掘主要技术参数详见表 2

(4) 钻孔数量的确定

水钻钻孔数量应根据人工挖孔抗滑桩设计直径、钻孔直径和桩底岩石完整性等要数进行确定, 水钻钻孔应沿设计桩直径 D 、水钻钻孔直径 d 和相互垂直的两条桩直径线进行布置钻孔, 本工程抗滑桩设计直径 1500 mm, 水钻钻孔直径 160 mm, 其桩底水钻轴线为桩底内接圆或相接圆直径 1340 mm, 布置 33~35 个钻孔, 相互垂直的两条桩直径线布置 15 个钻孔, 故每层基岩挖掘需要水钻 48~50 个钻孔, 详见图 1 微风化基岩水钻照片。



图 1 桩底微风化基岩水钻施工

Figure 1 Construction of water drilling in slightly weathered bedrock under pile

(5) 钻孔深度的确定

水钻钻孔深度应根据微风化基岩完整性、岩芯铁钎钎取的难易程度、电动葫芦提升能力等进行确定, 依据类似工程施工经验, 本工程水钻深度控制在 0.5~0.6 m 左右。

(6) 钻孔冲洗液的确定

水钻钻进所需清水冲洗液, 应以冷却金刚石钻

头和及时排除金刚石钻进时钻孔岩屑或岩粉为主要目的, 避免因清水量小而造成烧钻或糊钻事故。

(7) 钻压的确定

水钻钻进时所需钻压, 因水钻钻机无液压加压装置, 如需要加压, 应根据以往施工经验, 采用人工加压方式进行加压。

5 施工注意事项

(1) 水钻钻孔数量及其布置应满足设计桩直径要求, 避免因钻孔数量及其布置不合理而造成桩钢筋笼无法安放入桩孔内。

(2) 水钻钻进过程中应保证钻孔的垂直度, 避免因钻孔偏差而造成桩钢筋笼无法安放入桩孔内。

(3) 水钻钻进过程中, 应保持钻进所需充足的冲洗液, 避免因清水量小或无清水而造成烧钻或糊钻事故。

(4) 水钻钻进过程中, 应及时抽排桩孔内积水。

(5) 为确保桩孔内作业人员安全, 潜水泵应具有良好的漏电保护装备并保证运行良好; 同时为避免作业人员升降过程中发生高处坠落事故, 应正确使用防坠器。

6 结论

在人口密集区不具备小药量爆破、又不具备旋挖桩机等机械设备施工的桩基工程施工中, 尤其是桩端嵌固段要求入岩深度较大时, 利用水钻方法钻出多个自由面, 采取楔岩器楔断岩石, 利用卷扬机提升提桶, 将楔断岩石提出地面, 能够提高基岩挖掘效率, 解决人工挖孔抗滑桩基岩挖掘的技术难题。

参考文献:

[1] 刘广志. 金刚石钻探手册[M]. 北京: 地质出版社, 1991.