

清江水布垭水库桥区复杂难钻地层综合钻探技术措施

王 斌, 周 宇, 周安全

(中国冶金地质总局中南局 601 队, 湖北 黄石 435006)

摘 要:综述了以往和近期在鄂西复杂难钻地层钻探施工中所采取的综合性技术措施。对钻孔孔身结构设计、设备安装、开孔、换径到正常钻进所遇及的不同技术难题以及采取的特殊技术措施作了分析、评介。

关键词:复杂难钻地层; 钻探; 综合性; 技术措施

中图分类号: P634.5 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2007)07-0010-04

1 概述

1.1 施工区域自然地理及工程概况

清江水布垭水库位于湖北省恩施自治州境内,地处湖北省西南隅。其西部和北部毗邻重庆市,南靠湖南省,东连湖北省宜昌市,东北端接神农架林区,位于东经 108°35′与北纬 29°33′~30°50′之间。其淹没涉及恩施、巴东、宣恩、建始、鹤峰五县(市)。境内地势高耸、山峦起伏、沟壑纵横、高差悬殊、多峡谷暗河、急流飞瀑、喀斯特地貌发育、溶洞溶洼广布。平均海拔高程在 1000 m 以上,相对高差一般大于 500 m。

清江水布垭水利枢纽是一个以发电、防洪和航运为主的综合利用工程。根据水利部长江水利委员会的规划和湖北省交通规划设计院所编制的交通工程复建规划报告,水库淹没后需要复建 7 座大桥。

区内在地质上属于多种构造系联合、复合的部位,具有多期活动的特征。主构造线与黔东褶皱带大体相同,形成了以高原型山体为主体的地貌特征。桥勘区位于新华夏系联合弧形构造中的茅湖坪-廖家冲-稻米坪弧形复背斜西南端的 NW 翼,桥位处为一单斜构造。

受水布垭交通复建项目管理处的委托,我们单位负责其金(鸡口)泗(泗水井)公路翟家河大桥的详勘施工任务。

1.2 施工区地质概况

根据地质测绘、物探及钻探表明,勘察区范围内,场地表层为第四系碎石土,其下为泥盆系上统(D₃)灰黑色中~厚层状石英细砂岩、泥灰岩;泥盆系中统云台观组(D_{2r})淡红色、灰白色中~厚层状石

英砂岩、砂岩、黄绿色薄层状粉砂质泥岩、泥质粉砂岩等。其中碎(块)石土为古崩滑堆积层,呈褐色、黄灰色,湿,松散~稍密。顶部有 0.4~0.6 m 厚含植物根系的耕植土(Q_{pl})。碎(块)石主要成分(鹤峰岸)为石英细砂岩,岩块、碎石大小混杂,极不均匀,互相重叠堆积。呈棱角状、次棱角状,粒径由 20~500 cm 不等。其母岩以石英细砂岩为主,石英含量极高,一般达 70%~80%。不等粒结构,块状构造,颗粒很细,特别致密、坚硬难钻。隙间充填少量黄褐色亚粘土,土质不均。该层在拟建桥中心线附近分布厚度分别为 23.0~33.5 m(巴东岸)和 10~16 m(鹤峰岸)。

2 钻进坚硬碎(块)石层所出现的问题及其分析

2.1 块石石英含量高、致密坚硬难钻

由于块石主要是致密坚硬的石英细砂岩,石英含量极高,正常情况下,用 HRC30~35、Ø110 mm 单管人造金刚石钻头钻进的平均小时效率约为 1 cm,有时几乎不进尺。如用软胎体(HRC25 以内)金刚石钻头,进尺虽略有提高,但亦不理想,每班难突破 0.3~0.5 m,且一遇硬碎石块,钻头便很快被磨损或打坏,需起、下钻更换新钻头,造成钻探成本大幅提高。

2.2 漏失严重,常发生坍塌、掉块、卡钻现象

由于该层为古崩滑岩体相互重叠堆积而成,其间裂隙、空洞十分发育,钻进过程中无论送水量多少,均不见返水,基本上全漏,导致孔内无冲洗液平衡地层侧压力,孔壁得不到保护,故常发生坍塌、掉块和卡、埋钻事故。如不能因地制宜地采取切实可

收稿日期:2007-02-01

作者简介:王斌(1964-),男(汉族),重庆人,中国冶金地质总局中南局 601 队,工程地质专业,从事岩土工程勘察和地基基础技术工作,湖北省黄石市铁山,13597737294;周宇(1973-),男(汉族),湖南郴州人,中国冶金地质总局中南局 601 队,钻探专业,从事岩土工程施工及技术管理工作,13995987309,tszhouyu@163.com。

靠的护壁、堵漏措施,则很难顺利穿过该层而达到正常终孔之目的。

2.3 易产生孔斜超差、重复进尺、甚至导致钻孔报废

由于桥位详勘对孔斜的要求严;在致密坚硬、由石英细砂岩大、小岩块相互重叠的堆积层中钻进速度慢,成孔时间长;加之孔内全漏不返水,起、下钻过程中一旦出现稍大掉块,下回次扫孔极易沿裂隙或松散部位扫出新孔而造成孔斜。另一方面,由于井壁坍塌、掉,局部井段超径,钻具导正性下降,在钻进松散夹层或软硬不均层位时亦易出现孔斜超差。在本次详勘钻探的9个钻孔中,因扫出新孔和钻偏钻孔而报废的钻孔就达3个,占33.3%。

3 复杂难钻地层的综合性钻探技术措施

3.1 正确设计孔身结构,把好安装、开孔、换径关

(1)正确设计孔身结构对整个钻孔的顺利施工至关重要。有时往往为了节约金刚石钻头费用或图一时的方便、省事而将开孔口径设计过小,忽视了一旦遇到复杂层位或护、堵措施失效等而无法采取下套管、换径钻进的有效措施。以至造成重复进尺,来回扫孔,甚至全孔报废而重开新孔或起拔套管重新扩孔,带来人力、物力和时间上的极大浪费。因此,在设计孔身结构时,应结合施工场地地层情况、设计孔深、取心要求等综合考虑,既尽量简化孔身结构,又要留有备用口径。一般在新区勘探、深孔钻进或复杂、难钻地层中施工时宜根据装备情况适当扩大1~2级开孔口径,以便为下部施工创造良好条件。

(2)钻机安装必须平稳对正,做到“三点一线”,以尽量减少钻机运转过程中的震动和位移,从而减少偏孔、坍孔现象。

(3)开孔钻具应随孔深逐渐加长;开孔后宜根据孔内地层变化情况和孔身结构设计及时下入孔口管;孔口管必须坐牢下正,以防孔斜、孔口坍塌和冲洗液漏失等。

(4)换径时,必须先用小径短钻具连接同心的原径长导向钻具,以免造成孔斜,并减少钻进中的摇晃、震动等。

3.2 严格控制钻进规程,正确掌握钻进工艺和操作技术

(1)遇软硬互层频繁交错、地层倾角较陡和破碎带等易斜地层,或扫脱落岩心、掉块等时,除须加长钻具、增加钻具刚度、带好组合防斜钻具外,还应适当控制钻压,采用低压中速给进,严禁忽视质量,

片面追求进尺。

(2)应保证钻头质量,不宜使用进尺慢、克取能力差的“钝”钻头钻进,以免长时间不进尺而冲刷和扩大孔壁,造成孔坍、孔斜等不利影响。

(3)防止岩心堵塞,一旦发现岩心堵塞应及时起钻。禁止堵心后盲目加压,继续钻进。因为这样容易产生钻具失稳、振动加大、孔底破碎不均而造成孔坍、孔斜等。

(4)遵守操作技术规程,提高操作人员的操作技术水平和对孔下情况的分析、判断与应变能力,发现问题,应及时处理,不留后患。当前国家基础设施建设项目繁多,而地质钻探队伍因多年未招工,现从事钻机操作的工人大多是农民工或职工子弟,基本上没有参加过技术培训和职业教育,他们只会从事简单的钻机操作,遇到稍复杂些的孔内异状则缺乏分析、判断和处理能力。

3.3 金刚石钻进致密、坚硬块石层的技术措施

3.3.1 溶蚀胎体法

即用强酸溶蚀金刚石胎体,促使金刚石出刃以达到提高钻速的目的。该法过去在金刚石钻进“打滑”地层时曾被普遍采用,并有一定成效。它是将钻进致密坚硬地层中打滑的金刚石钻头胎体浸泡于强酸一定时间(一般0.5 h左右,具体视强酸种类及浓度而试定)后,将其唇面表层胎体腐蚀掉而使金刚石自然出露,以达到克取岩石的目的。通常浓酸可采用浓氢氟酸(HF),也可用浓硫酸或浓硝酸加入一定比例的浓盐酸配制而成。

3.3.2 投硬质砾砂钻进法

即当金刚石钻头出现打滑、不进尺时,将钻具提高孔底10~20 cm,卸掉水接头顶部的堵头螺丝,安换上小漏斗。通过漏斗和主动钻杆、钻具向孔内投入0.5 kg左右粒径为3~6 mm大小的碎玻璃、碎陶瓷或坚硬石英碎颗粒、石英砂等,然后重新拧上堵头螺丝,开机钻进。初始钻进时,宜调小水量,降低转速,不要急于进尺,以使投入孔底的硬质砾砂起到打磨、磨蚀金刚石胎体,让金刚石相对露出表面以达到孕镶金刚石恢复出刃,能够压入、切削岩石的目的。待金刚石钻头在孔底磨、蚀运转10~15 min后即可提高转速,增大压力,恢复正常钻进。在现场,我们通常是用旧酒瓶、瓷碗、或捡来的石英岩等经砸碎筛选后待用。因此砾砂棱角分明,粒径合适,效果较好。但一般进尺0.2~0.3 m需重复上述过程再投砾砂。此法既可提高钻进效率,降低成本,又可减少起、下钻时间,增加纯钻时间,降低工人劳动强度,还

可减少因起、下钻频繁而可能出现的孔坍、掉块现象。

3.3.3 钢粒钻进连续投砂法

在某些坚硬碎、块石堆积层中钻进时,常出现硬质合金钻头钻不动,金刚石钻进钻头损耗大、成本高,有时甚至一个回次或基本未进尺钻头就打坏了,而钢粒钻进又漏砂难以进尺等情况。此时,如采取连续投砂钢粒钻进法则效果较好。其操作方法是:于每回次起钻后先向孔内投入一定高度的粘土或泥球用以护壁堵漏,待钢粒钻头钻具下钻后开小水量扫孔到底并投入少量优质钢粒继续钻进,在钻进过程中再连续不断地补充新钢粒。该方法主要是利用钢粒钻进中,钢粒的滚动及微冲击作用而更有效地碾压、压碎、研磨破碎岩石,因此钻进效率可大大提高。一般时效可达0.2~0.3 m,且成本低、事故少。至于连续投砂方法,既可采用悬挂在岩管内的特制连续投砂器,亦可从水接头上直接不断地投入。值得注意的是,当采用钢粒钻进穿过该层后,无论是采取灌水泥浆还是下套管固井,在换人造金刚石或硬质合金钻进前,均须将孔内残余钢粒捞尽磨完,初始回次应开小水量钻进一段后才能恢复正常水量钻进,以防造成卡钻或损坏钻头等不良事故。

3.3.4 薄壁高品质人造金刚石单管钻进

对于上部孔段护壁堵漏效果较好,无严重坍、掉现象,或已下入技术套管,孔内比较干净,下部为较厚、坚硬致密大块石或较完整的难钻地层,最好使用薄壁高品质人造金刚石单管钻进。一般该类型单管钻头的胎体硬度为HRC20~30,金刚石粒度 ≥ 46 目,金刚石品级较高、硬度和强度较大,金刚石浓度宜适当降低。由于薄壁钻头的壁厚比普通双管金刚石钻头壁厚小3~4 mm,比金刚石绳索取心钻头壁厚小6~7 mm,与孔底岩石的接触面积可分别减小1/3和1/2,故克取岩石的能力将大大增强,不但钻进效率可大幅度提高,还可相应降低钻探成本。

当前,由于岩土工程勘察钻孔都不太深,一般在30~50 m间,有的甚至更浅;熟练钻探技术工人少,探矿技术人员贫乏;勘察钻机轻便、搬迁频繁等,人们往往容易忽视其安装质量、孔身结构和乳化润滑液的科学使用,造成加压钻进时钻具震动强烈,颤动厉害,转速开不上,达不到金刚石钻进所要求的最佳工艺规程,这也是造成孔内事故频繁,钻进效率不高的重要原因。我们曾在一些施工场地作过测试,在勘察钻进返水的情况下,如在冲洗液中加入一定比例的乳化润滑液或洗衣粉以减阻降摩,将钻机转速

加快,钻进效率明显提高。

3.3.5 “热熔”钻进法

据我队一些老钻工回顾,20世纪50年代末,在鄂西勘探期间,由于当时钻探方法单一,只有硬质合金和铁砂钻进,使用的钻探设备大多是苏制KAM-500型和KA-2M-300型手把式给进钻机,遇坚硬难钻的石英细砂岩或燧石时根本进不了尺,有时好似进了几厘米,但起上钻一看,却原来是钻头磨损了几厘米。后来群策群力,搞革新创造,发现用密集硬质合金钻头热熔钻进法能在坚硬致密的难钻岩层中获得较快进尺。该法操作要点是适时、干钻,即在使用密集硬质合金钻头钻进时,不送水,加压干钻(烧),同时给进,让其孔底岩石和钻头均处于熔融状态来破碎岩石。由于硬质合金(WC)熔点相对比岩石高,故可获取一定进尺。一般一个密集硬质合金钻头能钻进0.5 m左右,直到硬质合金全部熔蚀完后则不再进尺。某些试验资料表明:在热力钻进中,岩石越硬,相对越容易破碎。如石英岩、闪长岩、花岗岩、砾岩、铁燧石及某些细粒火成岩等就比玄武岩、辉长岩、石灰岩等容易破碎得多。因为岩石在热力破碎时,将发生热膨胀、结构变化、化学转变、集聚状态变化、热物理性质和物理机械性质的改变,使其破碎变得相对容易。该法要求操作人员具备相当熟练的操作技能,精力集中,细心观察电流表指针摆动情况和读数,且须“适时”地将钻具提离孔底一定高度后方能关机,否则极易造成烧钻等恶性事故。

3.4 关于护壁堵漏

在复杂难钻的崩坍或人工堆积碎(块)石层中钻进,护壁堵漏的成败也是能否顺利通过该地层的关键。为了解决这一技术难题,不少科研、教学和施工单位的科技人员都曾作过大量工作并取得了丰硕的成果,积累了宝贵的经验。如投粘土球,在粘土中加惰性材料(锯木屑、棉籽杆、碎稻草等);在漏失段钻杆上包挂优质粘土以粘壁堵漏;使用浓泥浆、优质泥浆加各种处理剂;灌注水泥浆或快干水泥;应用各种新型、速凝化学浆液;下套管(埋头或通头)等。在金泗大桥详勘钻探中,初始阶段我们亦曾采用过上述不少技术措施,但不是护、堵效果不理想,便是耽误时间太长,或送水钻进后很快又复坍、漏。结果反复钻进了10多天仍通不过10多米厚的崩坍石英细砂岩碎(块)石层。还因扫掉块多次打偏钻孔,打坏了不少金刚石钻头并导致钻孔报废。

经过反复琢磨,我们探索出了一种比较简单易行、成本低廉、见效较快的护壁堵漏方法。该法的主

要要点是:

(1) 遇严重坍、漏地层,宜钻一段、护堵一段,不要盲目追求进尺,以防坍、垮造成井内事故;

(2) 每通过一坍、漏孔段,起钻后(最好是白班下班前)迅速将事先准备、搓好的快干水泥球投入孔内,然后将底部连接有小一径倒锥形岩心管接头的钻具下入孔内来回踱捣,以促使较干的快干水泥强行而密实地挤入孔壁裂缝和空穴中,最后再用与上述结构相同的同径钻具下去捣挤至孔底即可;

(3) 使用时,注意用硬木塞将下入孔内踱捣的钻具底部塞死,勿让水泥进入钻具内,以免影响踱、挤效果和堵塞钻具;

(4) 水泥最好使用42.5普通硅酸盐水泥,快干剂通常采用三乙醇胺和食盐,其加量分别为水泥质量的0.5‰和5‰,亦可加入2%的CaCl₂作快干剂。实践表明,采用上述技术措施,一般只需待停4~6h便可开始扫孔,恢复正常钻进,既赢得了时间,护壁、堵漏效果又好。

4 结论与建议

(1) 钻进坚硬致密的崩塌或人工堆积碎(块)石层,要同时兼顾复杂地层的护壁、堵漏和致密坚硬岩石难钻两大难题。必须因地制宜地采取相应可靠的综合性技术措施方能奏效,否则会前功尽弃,造成反复扫孔、重复进尺甚至全孔报废,延误施工工期和钻探成本剧增。

(2) 欲顺利通过复杂难钻地层,除须采取行之

有效的护壁堵漏措施、合理选择适合该地层钻进的金刚石钻头及其辅助磨(溶)蚀金钢石胎体,以促使金钢石出刃,提高钻进效率外,在施工前和施工过程中,正确设计孔身结构,合理掌握钻进规程,提高施工人员的操作技术水平和对孔内情况的分析、判断以及应变能力显得至关重要。

(3) 可根据施工场地地层坚硬、致密、研磨性及坍、掉、漏程度设计各种适合该类地层的特制高强齿矢形或复合式金钢石钻头;推广应用新技术、新工艺,如潜孔锤偏心跟管钻进,冲击回转钻进,高性能超硬材料,新型护壁防坍减阻冲洗液和空气泡沫钻进液等;研究和开发应用新的岩石破碎方法,如爆炸钻进法,热力破碎岩石法(如火焰喷射器、氧气枪、电弧、等离子区射流、铝热剂等),电物理破碎岩石法等。

(4) 建议根据各部(委)、省(直辖市、自治区)具体情况,尽量将原来已关、停的部分地质中专和技校恢复招生,有计划地培养一代代能直接服务基层、懂技术的熟练技工,以适应日益发展的地质勘探和岩土工程施工需求。面对当前施工技术现状,各地勘单位宜尽量相对地固定一批临时合同工,除在生活上善待他们,使其安心工作、能较长期地密切合作外,还可利用工闲期间对他们有针对性地进行技术培训和职业教育,提高他们的操作技术水平及遇各种复杂技术问题的应变能力。这样,无论是对打造企业的品牌还是提升企业的竞争能力和经济效益都将取得事半功倍之效。

(上接第7页)

4 结论

(1) 该工程由于是矿区竖井地质勘察,钻孔垂直度要求极高,偏斜率要求控制在1.5%以内。使用液动潜孔锤后,有效地预防了钻孔的偏斜,达到了设计要求。

(2) 舞阳铁山矿区地层以条带状混合花岗岩为主,夹斜长角闪片麻岩及闪长岩,岩层顶角较大,软硬不均,互层频繁。通过使用液动潜孔锤钻进,有效地提高了钻进效率。

(3) 液动潜孔锤适用于钻进软硬互层、“打滑”

地层、破碎地层,可解决钻进过程中的堵心问题,提高岩心采取率,降低钻探成本。

(4) 河南省舞阳铁山矿区东副井的钻探实践证明,液动潜孔锤只能在开孔顶角比较小的钻孔中使用,如果顶角已经较大,使用液动潜孔锤只能使顶角继续增加,起不到防止孔斜的作用。

参考文献:

- [1] 吴璋,周新莉.螺旋冲击回转钻进技术及其在边坡治理中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(3).
- [2] 王人杰,苏长寿.我国液动冲击回转钻探的回顾与展望[J].探矿工程,1999,(增刊).