

深厚砂卵石层金刚石钻探施工技术和工艺

付兵, 邱太宝

(四川省水利水电勘测设计研究院 勘察分院 四川 成都 611731)

摘要 结构复杂的深厚砂卵石层的钻探施工技术和工艺是十分复杂的。以乐山沙湾水电站坝址区钻探工程的实践为依据,详细总结了深厚砂卵石层金刚石钻探施工的钻孔结构设计、金刚石钻头的选择、钻进参数、系列钻具及套管选择等方面的经验。

关键词 深厚砂卵石层;钻探施工技术和工艺;钻进参数;厚壁套管;冲洗液;沙湾水电站

中图分类号:TV223;TV52

文献标识码:B

文章编号:1001-2184(2007)01-0087-03

1 引言

沙湾水电站枢纽工程位于四川省乐山市沙湾区大渡河干流葫芦镇河段,工程以发电为主,兼顾灌溉和航运,装机容量480 MW,属大型水电项目。

该工程钻探工作的特点是,枢纽区河床砂卵石层厚度大,最深处约为77 m,且结构复杂,给钻探施工带来很大的困难。因此,认真研究深厚砂卵石层金刚石钻探的施工技术和工艺,是保证钻探质量和圆满完成钻探任务的关键。

2 坝址区地质条件及地质要求

2.1 坝址区地质条件

(1)上坝址区河床段地质条件。上坝址位于沙湾区葫芦镇上游约2.2 km的祝村坝,河谷呈宽缓的“U”型,河床段宽度约570 m,左侧为大渡河现主河道,右侧为河漫滩。

地表覆盖层上部为第四系全新统现代河流冲积堆积(Q_4^{2al})层,其物质组成为漂卵石夹砂,厚度为18~20 m;中、下部为第四系上更新统冲洪积堆积层(Q_3^{al+pl})之漂卵石夹粉土,厚度为17~53 m,底部为粘土透镜体,厚度为1~3 m。覆盖层左右两侧厚度差异较大,左侧为一深切河槽,覆盖层最大厚度约为77 m;右侧为一基岩台地,覆盖层最大厚度约为36 m。

下伏基岩为三叠系中统雷口坡组(T_{21}^2)之泥质白云岩、岩溶角砾岩及灰岩。灰岩及岩溶角砾岩为中等发育,岩体中多有溶孔发育,并有粘土及灰岩角砾充填,岩体完整性差,岩性软弱,强度较低。

(2)下坝址区河床段地质条件。下坝址位于沙湾区葫芦镇上游约1.0 km的桅杆坪,河谷开阔,呈宽缓的“U”型,河床段宽度约630 m,右侧为大渡河现主河道,中部为一河心岛,左侧为河漫滩。

地表覆盖层中部和上部为第四系全新统现代河流冲积堆积(Q_4^{2al})层,按其物质组成可分为两层,第一层为漂卵石夹砂,厚度为7~35 m;第二层为卵石夹砂,厚度为0~26 m,层中夹粉细砂透镜体;下部为第四系上更新统冲洪积堆积(Q_3^{al+pl})层,其物质组成为卵石夹砂,厚度为0~45 m,层中局部夹砂层及粘土夹砾石透镜体,砂层透镜体最大厚度约为19 m。河床内分布左右两个深切河槽,左侧深切河槽宽约100~130 m,覆盖层最大厚度约为54 m;右侧深切河槽宽约330~360 m,覆盖层最大厚度约为67 m。

下伏基岩为三叠系中统雷口坡组(T_{21}^3)之泥质白云岩、岩溶角砾岩及灰岩。

2.2 地质对钻孔的质量要求及技术要求

质量要求 :岩芯采取率85%,岩芯获得率80%。

技术要求 :终孔直径不小于 $\varphi 91$ 。

3 设备的选择

根据地层情况及钻孔深度和地质要求,钻探设备选择情况为:

钻机:XY-2型;

水泵:3D-5/40型;

定量泵:BW-150型、BW-160型;

搅拌机:NJ-300型;

钻塔:9 m木质三角塔;

收稿日期:2005-07-15

4 钻探施工技术与工艺

4.1 钻进方法及钻孔结构

(1) 上坝址区钻进方法及钻孔结构。根据地层情况及上阶段钻探施工的经验, 本区上部砂卵石层先采取植物胶金刚石钻进取芯, 后跟进厚壁套管护壁, 以护住上部较为松散的砂卵石层; 下部砂卵石夹粉土层, 因其稳定性相对较好, 采用植物胶金刚石钻进, 辅以投黄泥球挤压护壁及下入多级套管护壁的方法, 钻穿砂卵石层。基岩采用清水金刚石钻进。

根据地层情况及钻孔深度选择钻孔结构如下: 0 ~ 15 m, 采用 $\phi 150$ 植物胶金刚石钻进, 跟进 $\phi 194 \times 14$ mm 厚壁套管, 之后采用 $\phi 150$ 、 $\phi 130$ 、 $\phi 110$ 植物胶金刚石钻进, 并逐级下入 $\phi 146$ 、 $\phi 127$ 、 $\phi 108$ 套管, 每级钻进深度控制在 15 ~ 25 m, 钻穿砂卵石层。

基岩: 采用 $\phi 91$ 清水金刚石钻进工艺, 一径终孔。

(2) 下坝址区钻进方法及钻孔结构。根据地层情况及上阶段钻探施工的经验, 因本区砂卵石层较为松散, 地层稳定性较差, 先采用植物胶金刚石钻进取芯, 后跟进厚壁套管护壁的钻进工艺, 以两层厚壁套管钻穿砂卵石层。基岩采用清水金刚石钻进。

根据地层情况及钻孔深度选择钻孔结构如下: 覆盖层首先采用 $\phi 130$ 植物胶金刚石钻进取芯, 逐步跟进 $\phi 178 \times 12$ mm 厚壁套管护壁, $\phi 178 \times 12$ mm 厚壁套管总跟进深度应视砂卵石层预测厚度, 控制在 25 ~ 30 m 范围内。之后, 采用 $\phi 94$ 植物胶金刚石钻进取芯, 跟进 $\phi 127 \times 9$ mm 厚壁套管, 跟进深度一般为 35 ~ 40 m, 钻穿砂卵石层。基岩采用 $\phi 91$ 清水金刚石钻进工艺, 一径终孔。

4.2 金刚石钻头的选择

金刚石钻头对岩层的适应性是影响取芯质量的重要因素。选择的原则首先是确保钻头的钻进速度。因为钻进速度越快, 则取芯质量越好; 其次是考虑金刚石钻头的寿命, 以尽可能的降低成本。

根据地层情况及上阶段钻探施工的经验, 本工区全部采用成都探矿工艺研究所生产的电镀金刚石钻头, 其技术参数为:

砂卵石层: 金刚石目数 60 ~ 80 混合目; 金刚石浓度 100%; 金刚石品级 JR4; 胎体硬度 40。

基岩: 金刚石目数 60 ~ 80 混合目; 金刚石浓度 100%; 金刚石品级 JR4; 胎体硬度 35 ~ 40。

4.3 钻进参数及操作注意事项

根据多年来砂卵石层钻进的经验, 为确保砂卵石层的取芯质量, 钻进参数应遵循“低压力、中转速、小泵量”的原则, 以达到平稳的钻进速度为宗旨。因为压力过大容易产生岩芯堵塞现象; 转速过高容易造成孔壁垮塌; 泵量过大则会冲毁岩芯, 最终导致钻进困难, 取芯质量降低。

在钻进过程中, 操作时应注意以下事项:

(1) 下钻后, 应用较大泵量冲孔, 然后降低泵量钻进。当砂卵石粒径较小、地层结构松散、取芯困难时, 可尽量降低泵量, 以确保岩芯的采取。

(2) 应经常对 SD 钻具进行维护保养, 以使其能保持良好的性能, 确保取芯质量。

(3) 回次进尺控制在 0.8 ~ 1.2 m, 发现堵芯, 立即起钻。

(4) 起下钻速度应缓慢, 以避免在孔内产生较大的抽吸, 引起浆液强烈的激荡, 导致孔壁的垮塌。

(5) 在钻进过程中, 正常进尺时, 不得随意改变钻进参数, 也不要随意提动钻具, 以防止岩芯堵塞。

(6) 在砂卵石层中钻进时, 当进尺速度突然加快, 可能是进入砂层或砂砾石层, 此时应控制进尺, 可适当降低泵量, 以保证取芯。

(7) 黄泥球的投入量和投入次数的控制: 在砂卵石层的钻进过程中, 应根据地层和孔壁稳定情况适时的进行, 一般在钻进 1.5 ~ 5 m 后可进行投入和挤压, 以确保孔壁的稳定, 使每一级裸孔钻进的深度达到 15 ~ 25 m。

(8) 超前钻进量及跟进厚壁套管量的控制: 在砂卵石层的钻进过程中, 采用植物胶金刚石钻进取芯, 出管脚的长度应控制在 1.2 m 以内。厚壁套管每次跟进长度视进度快慢, 控制在 1 m 以内。

(9) 孔内爆破: 在漂卵石钻进中跟管遇阻时, 可采取孔内爆破。爆破前, 需将孔内沉渣捞取干净, 炸药包一定要放到位后, 及时引爆。

4.4 冲洗液

(1) 配方。SM 植物胶干粉: 水 = 2 ~ 3: 100 纯碱 (NaCO_3) 按 SM 植物胶干粉重的 5% ~ 6%。

(2) 性能参数。比重 1.0 ~ 1.08; 漏斗粘度 90 ~ 120 s; 失水量 < 10 cc/30 min; pH 值 > 8 ~ 10; 含砂量 < 2%; 胶体率 > 95% 以上。

4.5 厚壁套管的起拔

因本工区覆盖层深厚,在钻孔终孔后,对厚壁套管的起拔十分困难。特别是下坝址的钻孔,一般需下入两层($\phi 178 \times 12$ mm、 $\phi 127 \times 9$ mm)厚壁套管,下入深度分别为25~30 m、35~40 m,用XY-2钻机起拔,一般需4~5 d/孔,如需做抽水试验,则要耽误6~7 d,并且在起拔套管时,钻机卷扬机因长时间超负荷使用,亦对钻机卷扬机造成极大的损坏,一般在起拔两个孔的套管后,就需对卷扬机进行维修,更换零件。

为了缩短钻机孔与孔之间的周转时间,我们采取了在终孔后即将钻机移至下孔,然后组织专人,采用卷扬机性能优良的SH30-2A钻机进行厚壁套管的起拔工作,从而使厚壁套管起拔效率提高了一倍多,同时也减少了因拔套管对XY-2钻机的损坏,大大提高了钻探施工的效率。

5 质量保证措施

5.1 做好取芯及原位测试工作

(1)砂卵石层取芯:采用植物胶金刚石钻进工艺,钻具采用SD植物胶专用钻具,以取出近似原状的砂卵石岩芯。

(2)砂层标准贯入试验:孔深20 m内,当钻进至砂层顶面后,应及时停钻,跟进套管护壁,用钢丝合金钻头将砂层顶面沉渣捞尽,然后下入标准贯入器做原位试验。

(3)砂层取样:钻进至取样位置后,用钢丝合金钻头将砂层顶面沉渣捞尽,然后下入 $\phi 108$ 双动双管内管超前原状取土器取样。

(4)基岩取芯:全部采用金刚石单动双管钻具,以确保基岩的岩芯采取率。

(5)严格控制回次进尺:视地层情况,回次进尺控制在0.8~1.2 m以内。

(6)对易冲蚀、风化、崩解的岩芯,应选取有代表性的岩芯及时封存。

5.2 做好水文试验工作

(1)在钻进过程中,坚持做好简易水文地质观测工作。

(2)组织钻工认真学习《水利水电工程钻孔压水试验规程》SL31-2003,严格按规程执行。

(3)做好抽水试验,现场配备了6 t/h、12.5 t/h、25 t/h、50 t/h共4种排量的抽水试验设备及其它附属器材,以确保抽水试验的成功。

(4)开钻前,由水文值班人员组织机组人员学习《钻孔任务书》,让钻工了解钻孔的重点、难点及所需完成的其它工作内容。

5.3 做好钻探原始记录

组织钻工学习《勘察分院各部门贯标工作主要内容及奖惩办法》,使钻工自觉地做好原始记录工作,真正做到及时、准确、真实、齐全。

5.4 做好封孔工作

请地质人员为钻工讲解封孔的重要性和可能造成的危害性,机长应做好督促、检查工作,做好封孔记录,确保封孔的质量。

6 结 语

(1)在钻进较为松散的砂卵石层时,采用跟进厚壁套管护壁的方法虽然原始,但却是非常有效的方法,特别是在松散的深厚砂卵石层、植物胶护壁效果较差时。但现在无专门用于地质勘探的厚壁套管,我们经过比较,最终选择了两种规格的套管:一种是材质为N80直径为 $\phi 178 \times 12$ mm石油固壁套管;另一种是直径为 $\phi 127 \times 9$ mm石油钻杆改制的护壁套管。 $\phi 178 \times 12$ mm石油固壁套管材质特别好,使用效果奇佳,在本阶段勘察过程中未损坏一个管脚和一根套管。而由 $\phi 127 \times 9$ mm石油钻杆改制的护壁套管,因为是报废的石油钻杆,管壁厚薄不均,且材质各异,使用效果不太理想。在本阶段的勘探过程中,由于跟进深度过深,一般为35~40 m(总深度约37~78 m),在拔管时因拔断而损失长度达60余m,且管脚亦有损坏,给钻进带来新的难度,如能找到材质好,成色新的套管代替则效果更佳。

(2)SD系列钻具性能优良,配以合适的金刚石钻头,使我们在砂卵石层中钻进的取芯率大幅度提高,取出了近似原状的岩芯。特别是在ZK101号孔的钻进中,将砂砾石层与基岩(灰岩)一同取出,使地质人员亲眼目睹了覆盖层与基岩的接触面,受到了地质人员和咨询专家的高度评价。

(3)工程钻探是一门实践性很强的学科,对笔者所述的经验切不可一成不变地套用,须根据地层情况加以取舍,并在实践中总结、完善,才能达到最佳效果。

作者简介:

付兵(1966-),男,四川成都人,副院长,高级工程师,工程硕士,从事水利水电勘察工程钻探施工技术及其管理工作;

邱太宝(1966-),男,四川新都人,副总工程师,科长,高级工程师,学士,从事水利水电勘察工程钻探施工技术及其管理工作。

(责任编辑 李燕辉)