

文章编号:1001-4179(2010)08-0024-03

亭子口枢纽坝基大口径基岩地质钻探技术

张涛, 刘伦平, 武营军, 王春江

(长江岩土工程总公司(武汉), 湖北 武汉 430010)

摘要:通过嘉陵江亭子口水利枢纽大口径基岩取芯钻探成功应用,介绍了大口径地质钻探的技术特点和施工工艺,阐述了牙轮钻头成孔的工艺参数和操作要点,通过对传统取芯工艺的研究和创新,使用了一种新的大口径取芯工具,大大提高了取芯效率。

关键词:大口径; 牙轮钻头钻进; 取芯技术; 地质钻探; 亭子口水利枢纽

中图分类号: TV223 **文献标志码:** A

1 工程概况

嘉陵江亭子口水利枢纽位于四川省苍溪县李家嘴,枢纽大坝坝型为重力式混凝土坝。为研究坝基稳定情况,在上坝线左、右岸共钻进大口径地质勘探孔2个,孔径1 000 mm,取出岩芯直径为700 mm,孔深分别为60.9 m和61.60 m。

大口径地质钻探与传统小口径钻探最大的区别在于取芯工艺不同。采用传统小口径基岩钻进取芯时,如用单管钻具取芯,则需要先投卡料卡住岩芯,然后用钻机将岩芯强行扭断,通过岩芯管将岩芯提出。而大口径钻探取芯由于岩芯直径大,如强行扭断,钻机及钻杆难以承受如此大的扭矩。通常大口径取芯工艺采用的是:钻进一段进尺,然后抽水,将楔子下至岩芯与钻孔的环状间隙中,利用重锤击打楔子将岩芯楔断,最后下人至孔底用钢丝绳将岩芯套牢后用卷扬机提出。

2 工程地质条件

地质勘探资料提示,坝线地层岩性自上而下依次为:①灰白色、浅灰色细粒、中粒长石石英砂岩,夹少量粉砂岩、粘土岩及砾岩,埋深0~26.0 m;②紫色粘土岩夹粉砂岩,埋深26.0~31.0 m;③浅灰、灰紫色细粒岩屑砂岩,夹粘土岩、粉砂岩及砾岩薄层和条带,埋深31.0~59.0 m;④紫色泥质粉砂岩夹粘土岩,埋深

59.0~62.0 m。岩层内渗水量约20~30 m³/h,岩石可钻性为4~5级。

3 技术方案选择

3.1 钻头的选择

确定大口径钻进工艺方案之前应先选定钻头。如选用不同类型的钻头,则钻进工艺不尽相同,同时对钻进效率及取芯成败至关重要。根据地层情况,钻头选型时综合考虑了合金钻头、钢粒钻头、牙轮钻头。3种钻头各有其利弊。合金钻头以刮削碎岩为主,对于4~5级岩石,钻进效率较高,但钻进阻力大,蹩车严重,且由于合金钻头刀刃突出高度较小,钻孔与钻头间的环状间隙小,对取芯不利。钢粒钻头钻进形成环状间隙较大,对取芯有利,但孔底沉淀物多,需经常抽水并人工清理沉淀,人工清渣安全性很差,且钻进效率低。牙轮钻头综合了前两种钻头的优点,采用牙轮钻头钻进原理是滚动碾压冲击碎岩,实质上是一种冲击回转钻进,钻进效率高、钻进稳定性好且不易发生孔内事故,钻孔环状间隙大,利于取芯。通过综合对比,最终决定采用牙轮钻头成孔。牙轮钻头主要由取芯筒、牙轮爪、牙轮、轴承和储油密封补偿系统等部分组成,具有与孔底接触面积小,比压高,工作扭矩小,工作刀总长度大等优点。钻头外径1 000 mm,牙轮宽度150

收稿日期:2010-01-30

作者简介:张涛,男,工程师,从事水利工程地质勘探与施工管理工作。E-mail:37226297@qq.com

mm × 2, 可取岩芯直径达 700 mm。

3.2 钻探设备选择

采用大口径钻探方案, 由于破岩断面大, 回转扭矩大, 线速度高, 要求钻机具有较大动力和较低转速。钻杆尽可能选择粗径钻杆, 以减小孔壁与钻杆之间的环状间隙, 增加钻进稳定性。

根据地层情况和地质要求, 钻机采用 GPS-15S 工程钻机, 钻机动力 37 kW, 钻杆采用 $\Phi 168$ mm 牙嵌式钻杆, 采用 3PNL 泥浆泵 2 台, 慢动卷扬 1 台, 贵州产 6135 柴油发电机组 1 台, 12 kN 加重块 2 个。

采用正循环钻进, 牙轮钻头成孔。钻进参数采用大钻压、低转速、大泵压量。

4 钻进技术参数及注意事项

4.1 孔底钻具组合

牙轮钻进基岩时孔底钻具组合方式如图 1 所示。

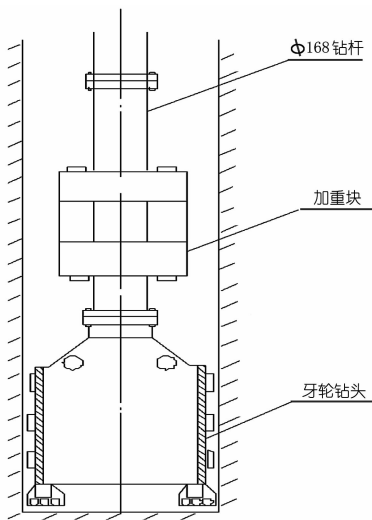


图 1 孔底钻具组合示意

4.2 钻压

牙轮钻头对岩石的破碎作用有 3 种: 即压碎、冲击和剪切。压碎是牙轮在钻压作用下对岩石进行静力压碎, 其效果主要取决于钻压的大小和岩石的硬度; 冲击是指牙轮自转滚动时轮齿交替作用于岩石, 而使牙轮齿对岩石产生上下往复振动冲击作用; 剪切则是指牙轮在岩石上自转滚动的同时, 钻头体的公转带动轮齿产生一定的滑移, 从而对岩石进行剪切破碎。

施工中施加的最大钻压约为 50 kN, 钻进效率为 0.4 ~ 0.5 m/h; 施加的钻压为 38 kN 时, 钻进效率为 0.2 ~ 0.3 m/h。厂家推荐的 $\Phi 1\ 000$ mm 钻头轴压值在 200 kN 时效率最佳, 但受钻探设备能力的限制和其它因素的影响, 钻进中牙轮钻头的钻压值一般都偏低, 使

牙轮钻头对岩石仅形成疲劳破碎或研磨破碎, 影响钻进效率。

4.3 转速

牙轮钻进对转速要求较低, 一般在 12 ~ 23 r/min 为宜 (GPS-15 型钻机 I、II 档)。I 档钻进时, 钻进效率为 0.2 ~ 0.3 m/h; II 档钻进时, 钻进效率为 0.4 ~ 0.5 m/h。

4.4 泵容量

由于采用牙轮钻头钻进时, 遇将环状面上的岩石研磨成细小粒度的岩屑, 可采用清水淋洗孔壁, 以利钻进。3PNL 泵额定容量 108 m³/h, 上提注浆流速约 0.8 ~ 1.0 m/min, 可满足携带岩屑的需要。

4.5 钻进注意事项

(1) 钻井平台需作硬化处理, 钻机安装必须满足平稳牢固的要求, 在钻进过程中不能产生位移或沉降, 否则须及时处理。

(2) 钻具连接要牢固。钻头与加重块及加重块与钻杆之间部位在钻具运转时受力相对集中, 故连接法兰盘的螺杆要使用高强螺杆连接, 螺杆丝扣要拧紧, 提钻后须经常检查。

(3) 下钻过程要保持稳顺。下钻中途遇阻, 严禁用钻具冲击障碍物。

(4) 正常钻进过程中, 不宜经常提动钻具。在钻进中若发现异响、不能钻进且阻力增大时, 应立即提钻检查。

(5) 垂直度控制。钻进速度应尽量保持均匀, 并在钻杆上安装 2 个导正环, 导正环外径比钻头外径要小, 为 40 ~ 60 mm。

5 大口径取芯工艺

由于传统的大口径取芯方式是采用楔子将岩芯楔断, 然后抽水、由作业人员下至孔内捆绑岩芯, 安全性差且效率极低, 特别是当孔内渗水量大、孔内水难以抽干时则无法取芯。施工中对取芯工艺作了改进, 主要措施是加入了导向装置, 将楔子和拟取芯样用钢丝绳安装在导向装置内, 提钻后下入该取芯装置进行取芯, 不需抽水, 人不需下到孔内, 安全性和取芯效率大大提高。

5.1 传统大口径取芯工艺

5.1.1 工艺流程

取芯工艺流程如下:

钻进 → 每回次完毕后提钻 → 抽水 → 下入楔子 → 重锤击打楔子楔断岩芯 → 抽水 → 作业人员至孔内绑扎钢

钢丝绳套取岩芯。

5.1.2 操作要点

(1) 每回次钻进完毕提钻后,用细钻杆连接楔子,将楔子放入岩芯和孔壁的环状间隙中,取芯原理如图2所示。

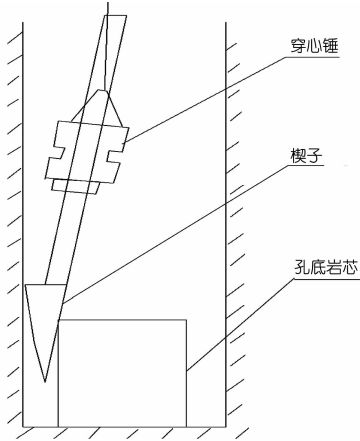


图2 传统大口径取芯原理

(2) 将250~300 kg的穿心锤放入细钻杆上,提起穿心锤往复锤击楔子,利用楔子传递一个水平剪力将岩芯楔断。

(3) 将水泵放到孔内抽干水,然后作业人员至孔底用钢丝绳捆绑岩芯,用卷扬机提动钢丝绳将岩芯提出。

5.1.3 存在的问题

(1) 如果作业人员不进入孔内,则不易楔子放入岩芯和孔壁的环状间隙中,特别是孔深超过30 m后更加困难;

(2) 由于穿心锤不是垂直击打楔子,当锤击楔子时力量分散,就容易打在孔壁上,岩芯不易被楔断;

(3) 作业人员下到孔内前必须抽干孔内水,当孔内渗水量大时抽水需耗费大量时间,而且不易抽干;

(4) 由于孔内情况复杂,特别是孔深超过30 m后,作业人员频繁下到孔内取芯,危险因素多,风险大,出现人身安全事故的概率相当大。

5.2 改进后取芯工艺

5.2.1 工艺流程

钻进→每回次改进完毕后提钻→下入取芯装置进行取芯→提出孔内岩芯。

5.2.2 取芯装置结构

取芯装置主要由绳套孔、钢丝绳套、楔块、导向筒、支块等组成,如图4所示。

(1) 导向筒的作用。① 固定钢丝绳套,并将钢丝绳套送入孔底;② 收钢丝绳套时起导向作用,收钢绳

后将岩芯套牢;③ 提取岩芯时,不致使岩芯倾斜。

(2) 钢丝绳套的固定。将两端编好的两根钢丝绳放置在导向筒内,通过导向筒底部小孔用铁丝将钢丝绳固定,然后利用导向筒上部的孔将钢绳拉出,用斜扣连接在副卷扬机上。钢丝绳采用 $\text{Ø}13.5\text{ mm}$ 软钢丝绳。

(3) 楔块的作用。楔块采用两块钢板制作,其焊接位置根据导向筒长度和岩芯长度确定。其作用是楔断岩芯并直接提出。

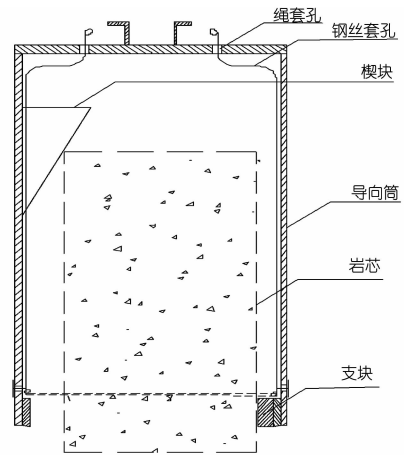


图3 改进后大口径基岩钻探取芯装置

5.2.3 操作方法

(1) 每回次钻进结束后,将钻杆提至上回次钻进的孔深以上,再慢慢将钻杆放至孔底,此法用来判断岩芯是否自然断裂,然后下入取芯装置。

(2) 用钻杆连接取芯装置下入孔内,确定岩芯到达楔块位置后做好标记,然后用主卷扬机将钻杆提升一定高度,突然松绳,利用导向筒内的楔块冲击岩芯,楔块对岩芯产生水平分力使岩芯折断。当钻杆在原位置突然下降20~30 cm以上,则说明岩芯已经楔断。确认岩芯断裂后,收紧副卷扬机钢丝绳将岩芯套牢,然后用主卷扬机将岩芯提出。

5.2.4 取芯效果

该取芯装置对于3级以上坚硬完整岩石,取芯可靠性好,效率高,且解决了大口径取芯需抽水进入到孔内的问题。在亭子口水利枢纽和重庆小南海水利枢纽大口径工程勘探中,共钻进5个直径1000 mm大口径基岩钻孔,总进尺272.60 m,取芯成功率达95%以上,平均岩芯采取率达93%,取出直径700 mm岩芯最长长度2.2 m(受岩芯管长度所限),岩芯采取质量好,取出岩芯完整光滑,磨损小,层次分明,纹理面清晰可见,能真实反映岩石的自然存在状态。