

阿尔塔什水利枢纽复杂地层钻探工艺实践

祝峰军

(新疆水利水电勘测设计研究院勘测总队,新疆 昌吉 831100)

摘要:水利水电工程的大坝常建造在河床上,如何真实了解覆盖层的地质结构至关重要,跟管钻进技术是行之有效的的方法之一。阿尔塔什水利枢纽坝基为卵砾石含量高、漏失严重的第四系深厚覆盖层。根据以前的钻探实践,采用常规的跟管钻进取芯技术很难满足地质要求。工程的可研阶段在总结以前钻探经验的基础上,对国内同类工程进行了广泛调研,选择植物胶做为冲洗液、半合管钻具取芯、跟管钻进(辅以孔内爆破)的钻探技术,根据不同地层情况选择适宜的钻进参数,成功地解决了在松散地层中获取连续、原状、完整岩芯的施工难题,使工程得以顺利实施,并满足工程建设要求。

关键词:覆盖层;跟管钻进;植物胶;孔内爆破;阿尔塔什水利枢纽

中图分类号: P5 **文献标识码:** A

1 概述

新疆阿尔塔什水利枢纽工程是叶尔羌河干流山区下游河段的控制性水利枢纽工程,是叶尔羌河干流梯级规划中“两库十四级”的第11个梯级,具有防洪、灌溉、改善生态和发电等综合效益。枢纽主要建筑物有:面板砂砾石堆石坝、表孔泄洪洞、中孔泄洪洞、深孔泄洪洞、发电引水系统、生态基流引水洞等。

可研阶段勘探结合项目建议书专家审查意见,钻探的重点是查明河床覆盖层各岩组的空间分布、物质成分、颗粒组成、结构特征及密度,对覆盖层的厚度、结构、分层等方面有一个正确的判断。因此,对钻探取芯的质量就有很高的要求。

2 覆盖层地质条件

新疆阿尔塔什水利枢纽工程位于塔里木盆地台南西构造带的西侧边缘,西距与西昆仑褶皱带的分界断裂米亚断裂约12 km,东距塔里木盆地台南西构造带内的次一级构造阿尔塔什断裂最近约1 km,两断裂均为活动断裂,引水发电系统末端穿过阿尔塔什断裂。

坝址区河床宽260~450 m,河谷深切,河床覆盖层厚度较大。两岸基岩大部分裸露,出露岩石以石炭系灰岩、白云质灰岩为主。坝址区河床基岩面由左侧向右侧倾斜,覆盖层厚度由左侧向右侧增加,河床深槽位于河床右侧,最大深度超过90 m。坝址河床覆盖层主要为冲积砂砾石层,且漂卵砾石含量高,层中有胶结层、架空层,局部夹砂层透镜体,底部局部有孤石分布,渗透系数 $K = 2.93 \times 10^{-1}$ cm/s,属强透水层。从结构上分析,覆盖层的结构以单一结构为主,但在埋深18 m以上颗粒总体上较粗,18 m以下颗粒稍细。虽有部分钻孔揭露有细砂层存在,但从现有地勘资料分析,这些砂层厚度不大,仅0.3~0.5 m,连续性差,多呈透镜体状分布。砂卵砾石结构上总体密实,局部存在

架空现象。卵砾石磨圆一般,成份以花岗岩、灰岩、石英岩、凝灰砂岩等硬岩为主。从颗粒组成上看,埋深在0~18 m颗粒总体上较粗,18 m以下颗粒稍细,局部有微胶结现象。

通过对覆盖层表部砂卵砾石及砂层透镜体的室内及现场试验,结合物探测试成果综合分析,河床覆盖层深部地震波速变大,电阻率变小,其结构变密实,变形(压缩)模量和承载力均较高。

3 覆盖层钻进工艺研究

河床覆盖层主要是第四纪的松散堆积物,是由暂时性水流和经常性水流的作用形成的。颗粒之间没有牢固的胶结,颗粒集体之间存在孔隙,且相互联通,个别薄层胶结较好。钻进这类地层时,最好是快速穿过,然后及时下套管封隔,这样可以最有效地防止钻孔坍塌和冲洗液漏失。岩芯的采取,一方面采用在钻进和取出岩芯过程中扰动最小的双管单动半合管钻具;另一方面选用包裹力较强的植物胶作为钻进冲洗液,同时,适宜的钻进参数是取芯质量的根本保证。

3.1 套管隔离

考虑到覆盖层深度较大,套管级配主要选用直径133、108 mm和91 mm三种规格。每钻进1.5~2.0 m即进行孔内聚能爆破,将卵砾石炸碎,并形成一定的空隙,使套管能很顺利地被打入,然后捞出孔内碎渣,再进行下一段钻进。直径133 mm套管跟进深度应尽可能大一些,必要时可至60~70 m,为下一级套管跟进创造条件并留有余地。

孔内爆破是提高套管下、拔和钻进效率的重要技术因素。如果地层不漏失、不塌、不掉块可多裸孔钻进一些(有时地质有要求);如果地层漏失,就要勤爆破、勤跟管,钻具不能完全超出套管,超出套管距离以1.5 m左右为宜。根据炸药爆炸能量的不同,选择不同的装药量,装药原则要能保证炸碎孔内岩面,形

成一定空隙,使套管顺利打入。孔内爆破应做好以下几方面工作:

(1) 炸药包的长度根据钻具出套管的长度而定,装药长度和药包的间距要保证全部裸孔段都能受到爆炸威力的覆盖。

(2) 爆破材料要进行防水处理,药包外径宜小于套管内径 20 mm,防水处理可用塑料布,胶布对药包进行包裹,也可将炸药、雷管装入固定的容器内,但药包的配重一定要够,爆破导线的连接一定要牢靠、通畅。爆破药包必须由持证人员在距离钻场 50 m 以外安全范围进行制作,并且附近不能有引爆源。

(3) 往孔内安放药包前要核对套管的长度和套管顶部离地面的长度及孔内沉淀,要确保药包放到孔底,药包顶部距离套管底部的距离不能少于 0.5 m,交接班时一定要交接清楚爆破的有关情况。

(4) 药包与孔口的安全距离,在水下应大于 3 m,干孔应大于 5 m。

(5) 孔内盲炮处理。胶质炸药应下小型药包引爆,硝酸炸药可钻坏药包使之溶解。

(6) 爆破后要及时向孔内注入浆液。因为爆破后孔内浆液受到抽吸,使孔内压力失衡,不及时注入浆液则孔壁易坍塌,造成大量砂子涌入孔内,增加了捞渣时间,影响钻进效率。

3.2 钻具

钻具选择 SD 系列单动双管钻具。这种钻具单动性非常好,内管为半合管,它是保证取芯质量的重要工具。因为半合管在闭合的情况下内径比岩芯直径略小,当岩芯进入内管后,内管撑开,紧紧地包裹着岩芯,当钻具在高速转动的情况下,岩芯不溃散和磨损,保证了岩芯的完整性。钻头的参数选择根据卵砾石的粒径、含量和岩性而定。

3.3 冲洗液

钻进冲洗液选择植物胶浆液,因为植物胶浆液具有以下作用:

(1) 形成胶膜,包裹岩芯,防止岩芯溃散和冲刷。

(2) 钻杆在高速回转时,由于径向的离心力作用于浆液产生径向位移(振动),浆液以反向阻力作用于钻杆,阻止钻杆径向变形。钻杆转速越高,离心力的作用越大,浆液的反向阻力就越大。浆液分子横向移动的距离也越小,阻止钻杆横向变形的阻力也越大。同时,浆液吸收了大部分振动能转换为弹性变形成能,使钻杆回复到中心位置。

(3) 减小摩擦阻力。植物胶钻进一般泵压很低,这就不会在钻头附近和岩芯内管里形成高压区,避免软、弱、破碎的岩芯被破坏。金刚石钻头、钻具和钻杆的磨损降低,提高了使用寿命。

3.4 钻进参数

钻进参数是影响钻探质量的关键因素,适宜的钻进参数既能保证钻探质量,又能提高钻进效率。该工程深厚覆盖层采用 SD 系列半合管钻具,植物胶钻进参数为“高转速、小压力、小泵量”。具体参数见表 1。

表 1 覆盖层钻进参数表

孔径/ mm	钻压/ kN	转速/ ($r \cdot \min^{-1}$)	泵量/ ($L \cdot \min^{-1}$)	泵压/ MPa
110	6~8	500~600	30~40	<0.5
94	5~7	600~800	15~30	<0.5
77	4~5	600~1 000	10~20	<0.5

4 基岩钻进工艺与控制

该坝址区河道较顺直、宽阔,大部分基岩裸露,河谷呈不对称的“U”形。出露地层岩性主要为石炭系地层,以灰岩、白云质灰岩、页岩为主,可钻性分级为 VI 级。该地层岩石研磨性差且不均匀,部分地段岩石易碎,这就给保证取芯质量带来了很大难度。为保证取芯,基岩钻进采用金刚石单动双管或内管为半合管的钻具钻进,冲洗液为清水或无固相泥浆。钻头参数为胎体硬度 20~45 HRC,金刚石粒度 40~60 目。在中硬的、均质完整的岩层中,用粗粒中硬度的金刚石钻头(30~40 HRC),在硬的、破碎的岩层中用细粒的金刚石钻头;在强研磨性的岩层中用高硬度胎体的钻头(35~45 HRC),在弱研磨性的岩层中用低硬度的钻头(20~30 HRC)。

钻进参数的选择要合理。钻压、转速、泵压和泵量等技术参数应随时调整,以取得最优的技术经济指标。为了保证钻头胎体的切削线速度,要及时调整钻进参数。钻头直径大,钻压要大,钻速要低,泵量要大。反之,钻头直径小,钻压要小,钻速要高(具体钻进参数见表 2)。

表 2 基岩钻进参数

孔径/ mm	钻压/ kN	转速/ ($r \cdot \min^{-1}$)	泵量/ ($L \cdot \min^{-1}$)
94	10~16	350~700	50~80
77	8~4	400~800	45~70

基岩钻进应尽可能保证钻杆与孔壁的环状间隙,以保证岩粉的上返速度,冲洗液的选择最好是清水。若钻速达不到钻进要求,可加入增粘剂,如纤维素、水解聚丙烯酰胺、皂化剂等。泥浆池中的浆液浓度可根据具体情况调整,但要保证钻速和孔内岩粉的上返。

基岩钻进一般情况下选用普通双管钻具即可,若岩芯破碎、采取率低,要改用内管为半合管的钻具钻进。

若遇钻头打滑地层,可选用金刚石的品级高、粒度细、浓度低、胎体硬度较低的钻头钻进,并适当提高钻压,降低转速,也可减少冲洗液量或在冲洗液中加入研磨颗粒,促进钻头自锐,还可采用砂轮片磨锐金刚石钻头后钻进。

通过在钻具、冲洗液、钻头、钻进参数、操作等方面的正确选择和改进,取芯质量得到了保证。

5 结语

由于在阿尔塔什水利枢纽工程覆盖层钻进中选择了 SD 系列单动双管金刚石钻具配合植物胶浆液钻进工艺,使用合理的爆破跟管技术,对钻进参数也做了相应的调整,并在工作中不断完善,使钻进覆盖层的深度和钻进效率有了较大的提高,岩芯的采取率、完整性得到了保证。这样,通过钻探手段就可对覆盖层的厚度、结构、分层等方面有一个明确的判断,减少了其他勘探手段的工作量和难度。目前钻进覆盖层深度达 94 m。基岩采用不同配比的无固相泥浆单动双管金刚石钻头钻进,取芯率达到 95% 以上,钻进效率也大大提高。

参考文献:

- [1] 中国地质大学. 钻探工程学. 武汉:中国地质大学出版社,1987.
- [2] 云南、湖南、江西地质技工学校合编. 钻探工艺. 云南:地质出版社,1992.
- [3] 杜邦公司. 爆破手册. 北京:冶金工业出版社,1986.

(编辑:赵凤超)