

绳索取心钻进在水利水电勘探中 存在的问题及解决思路

周 晓, 易学文, 李守圣, 郭 明

(黄河勘测规划设计有限公司地质勘探院, 河南 洛阳 471002)

摘 要: 钻探是水利水电工程勘探中获取地下信息最直接、最重要的手段, 钻探质量对水利工程的投资和安全具有极其重大的影响。绳索取心是提高钻探质量十分重要的技术, 在国土资源、冶金、煤炭等部门得到了广泛的应用。但是将该技术应用于水利水电工程勘探还存在压水试验、绳索取心钻具不匹配、冲洗液限制等问题。通过对上述问题的分析和研究, 提出了解决思路和方法, 且在工程实践中取得了良好的效果。特别是研究设计的不提大钻压水试验方法, 将压水试验和绳索取心钻进有机地结合在一起, 很好地解决了绳索取心钻进难以适应水利水电勘探的关键技术难题。

关键词: 绳索取心钻进; 水利水电工程勘探; 压水试验; 冲洗液

中图分类号: P634.5 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2013)03-0024-04

The Problems and Solving Thoughts of Wire-line Coring Drilling in Water Conservancy and Hydropower Exploration/ZHOU Xiao, Yi Xue-wen, Li Shou-sheng, GUO Ming (Yellow River Engineering Consulting Co., Ltd., Luoyang Henan 471002, China)

Abstract: Drilling is a direct and important method of gaining the underground information in the water resources and hydropower engineering exploration, and the quality of drilling is very important for the water resources engineering's investment and safety. The wire-line coring drilling is a key technology in improving drilling quality, which is widely used in land resources, metallurgy and coal. But there are some problems in water pressure test, unsuitable specification of wire-line coring drilling tools and the flushing fluid limitation. By the analysis and study on the above problems, the solution was put forward and good effects were received. By the designed method of water pressure test with no-hoisting drill, the combination of water pressure test and wire-line coring drilling solved the technical difficulties in wire-line coring drilling to adapt water conservancy and hydropower exploration.

Key words: wire-line coring drilling; water resources and hydropower engineering exploration; water press test; flushing fluid

0 引言

在水利水电工程勘察中, 钻探是获取工程区域地层信息最直接、最准确的不可替代的勘探手段。从钻孔中取得岩心、土样进行物理力学性质的分析, 在钻孔内进行各种原位测试, 以此来准确地判断水工建筑物地基的稳定性和渗透性。可以说钻探水平的高低, 钻探质量的好坏直接关系到工程建设的投资和安全。

绳索取心是提高钻探质量的重要技术之一, 从 20 世纪 70 年代初开始, 我国以国土资源、煤炭等行业的需求为基础对绳索取心技术进行了研究, 并陆续研制成功了适合于各种地质条件和工艺要求的不同规格的绳索取心钻具。到目前为止, 绳索取心已

经是一种很成熟的钻进技术, 它具有岩心采取率高、地质效果好、钻进效率高、劳动强度低等优点^[1]。因此绳索取心钻进技术已在我国的国土资源、煤炭、化工、核工业等系统的钻探部门得到了广泛的推广应用。尤其是在地质钻探方面该技术已占主导地位, 钻探生产中 30%~50% 的工作量是用该技术完成^[2], 取得了显著的社会经济效益。但由于绳索取心钻进技术特点和水利水电工程勘探的特殊性, 使得该技术直接应用于水利水电勘探存在较多的问题, 以至于目前该技术在水利水电勘探中未得到应有的普及。

收稿日期: 2012-09-18; 修回日期: 2013-02-03

作者简介: 周晓(1964-), 女(汉族), 湖南安化人, 黄河勘测规划设计有限公司地质勘探院高级工程师, 水文地质专业, 从事水利水电工程勘察施工技术与管理, 河南省洛阳市启明西路 34 号, zhouxiaoxiao@126.com。

1 水利水电勘探采用绳索取心钻进技术存在的问题

1.1 压水试验问题

在水利水电勘探中,压水试验是常用水文地质试验的方法之一。根据现行水利水电工程钻孔压水试验规程要求^[3],一般每5 m需做一次试验,如果采用传统的压水试验方法,也就意味着每钻进5 m就要提一次大钻。而绳索取心提大钻比普通钻进提大钻要费力很多,这样不仅难以发挥绳索取心钻进的优势,而且会极大地增加现场操作人员的劳动强度,这是绳索取心钻进难以在水利水电勘探普及应用的最主要原因;同时频繁地提下钻杆的过程中,会频繁地碰撞孔壁,更重要的是发生抽吸作用,增加了发生孔故的机率,也影响了该技术优势的发挥。

1.2 常用钻具规格不适合水利水电勘探需要的问题

水利水电勘探的岩心一般需进行物理力学试验,岩心直径 ≤ 50 mm。而绳索取心主要是以国土资源、煤炭等行业的需求研究出来的技术,其最常用的 $\varnothing 75$ mm绳索取心钻具取得的岩心直径为48 mm,达不到水利水电勘探物理力学试验对岩心直径的要求,因此水利水电勘探只能使用 $\varnothing 96$ mm绳索取心钻具,取出的岩心直径为62 mm,这样就造成了各项成本的增加,尤其是碎岩功率消耗大,机械钻速会低于普通钻进,影响绳索取心钻进优势的发挥。

1.3 冲洗液的问题

绳索取心钻具与孔壁的环状间隙很小,一般仅为2~3 mm,需要配合润滑作用好和携屑能力强的冲洗液使用,以减少钻具与孔壁的摩擦阻力。但是在水利水电勘探中要进行压水试验、孔内物探等试验,基本上只能使用清水钻探,这就增加了绳索取心钻具与孔壁的摩擦和钻机功率损耗,容易造成钻杆断裂等事故。尤其是钻遇漏失地层时,孔内岩屑难以有效、及时排出,造成重复破碎,增加钻具与孔壁摩擦阻力,容易发生卡钻、埋钻、钻杆折断等事故。

由上述情况可知,这些问题都是绳索取心应用到水利水电勘探中需要解决的技术问题。其中如何将压水试验与绳索取心钻进两个工序有机的统一起来,则是必须解决的关键技术问题。

2 解决方案

2.1 不提大钻压水试验方法的研究

想要利用和发挥绳索取心技术的优势,就必须将压水试验和绳索取心钻进两个工序进行整合。我

院对此做了大量的研究,提出了不提大钻压水试验方案^[4]。基本思路是:充分利用绳索取心钻杆内径大的特点,将栓塞通过钻杆内径下入到试验段,采用气或水使栓塞膨胀从而封闭试验段。操作方法是:钻完一个试验段(一般为5 m),取出岩心,然后将钻杆提离孔底6 m,将栓塞通过缆绳下入到试验段上部,然后使栓塞膨胀,封闭钻杆和孔壁,利用钻杆作为过水通道进行压水试验。

该方法的主要问题:一是没有现成的栓塞可用,必须重新设计加工;二是提放、膨胀栓塞的缆线较多,操作方法上需要重点研究。

栓塞是进行压水试验的关键设备,为此,研究设计加工了专用压水试验栓塞及配件。在研究专用栓塞之初,考虑的是利用水对栓塞进行膨胀,即液压栓塞^[5](见图1),其优点是膨胀介质容易获得,栓塞密封性能要求不是很高,膨胀过程中基本没有压缩,试段封闭比较稳定可靠。但是在试制中发现:在地下水水位较深的钻孔进行压水试验时,由于膨胀管路的水柱较高,而又没有地下水位的抵消,栓塞很难卸压恢复原状,根据统计,当地下水位达到60 m,栓塞很难恢复原状了。当地下水位达到100 m左右时,水压式栓塞基本不能使用。因此放弃了液体而改用气体作为栓塞的膨胀介质,即气压栓塞^[6,7],见图1。气压栓塞与液压栓塞其结构是相同的,它们的主要区别在于:一是膨胀胶囊的介质不同,液压栓塞是用液体作为胶囊的膨胀介质,而气压栓塞则是用气体作为胶囊的膨胀介质;二是充填介质的设备不同,液压栓塞是用泵将液体压入胶囊进行膨胀,气压栓塞的充气设备则是气瓶。气压栓塞的特点是充气过程简单,只需要打开气瓶阀门,控制好压力即可。卸压过程基本不受地下水水位的影响,栓塞可以快速复原。而且气压栓塞的适应范围比水压栓塞要宽,栓塞卸压时间远少于水压栓塞。

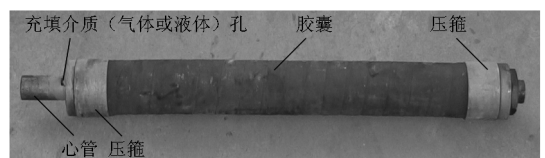


图1 液(气)压栓塞

研制成功的专用压水试验栓塞结构为:栓塞胶囊分为两段,上胶囊位于钻头内台阶上部,膨胀后封闭钻杆,下胶囊穿过钻头进入钻孔压水试段的封堵部位,膨胀后封闭压水试段。该栓塞的结构和材质安全、耐用,密封性好,膨胀与复原性好,不变形。试

验操作接近常规的试验方法,地质和操作人员均容易接受。

研究了压水测试仪压力传输电缆和高强度充气管组合的提升方法。这种方法可以将钻孔压水综合测试仪压力传输电缆,作为主要承重绳,高强度充气管作为辅助承重绳,很好地解决了试验时缆线缠绕问题。

经实践检验,绳索取心钻进技术结合专用栓塞和钻孔压水试验综合测试仪,进行水利水电工程钻探、压水试验,取得了十分理想的效果。

2.2 常规钻具规格不适合水利水电勘探需求的解决措施

针对目前绳索取心钻具不适应水利水电勘探需要的问题,可考虑从以下2个方面解决:(1)在现有钻具的基础上,研制一种适合水利水电勘探需求的钻具,这可以从根本上解决钻具规格不能满足水利水电工程需求的问题;(2)在选用现有钻具的基础上,对钻进规程进行深入研究,通过对钻孔结构、钻进方式、钻压、泵量等的选择、调整,寻找最优钻进参数^[8]。第一种方案涉及到管材规格的改变,投入成本非常高,没有太大的现实意义。从应用角度一般应选择第二种方案,通过对钻进参数的优化,在可接受范围内,提高机械钻速,当然其机械钻速和常规钻探方法相比仍然会偏低。

2.3 冲洗液问题的解决对策

对绳索取心钻进中冲洗液的问题,可从3个方面进行考虑:一是可以通过增大钻头外径的方法予以解决,将 $\varnothing 96$ mm的外出刃增加到 $\varnothing 98$ mm;二是研究配制一种既满足水利水电勘探水文地质试验要求,又具有良好的润滑作用的冲洗液,可以解决该问题,但缺点是从冲洗液材料的选择、配方以及地层的千变万化等需要做大量的试验,需花费大量的时间、人力和物力,实施起来难度大;第三种方案是从操作入手,如注意观察钻进时的回水、声音、钻机震动等情况,对不同情况和问题分别采取措施。如处理沉淀采用特制的沉淀打捞器,钻至强漏失地层时,将小流量的钻进回水从钻杆边缘注入孔内,这种综合的处理方法,通常能获得较好的效果。

3 应用实例

某水利枢纽工程坝段区位于华北地层区,陕甘宁蒙盆地地层分区。出露基岩为中生界三叠系二马营组上段和铜川组下段,为一套陆相碎屑岩系,分布于整个坝址区的河谷及岸坡上,出露厚度约180~

220 m,最大揭露厚400 m左右,岩相变化较大。坝址区基岩岩性可概括为钙质(长石)砂岩类、泥质、钙泥质粉砂岩及少量(砂质)粘土岩3大类。坝区内软弱夹层(泥化夹层)普遍存在,现已发现13层,其厚度及性状不稳定,连续性较差,厚度一般为0.5~2.0 cm,夹泥成分一般为粘土岩,少数为砾岩,但其矿物成分仍为粘土矿物,结构类型分泥夹碎屑型、碎屑夹泥型、全泥型3种,是主要工程地质问题之一。

由于软弱夹层的存在对工程建设的造价和工程的安全性有重大影响,为查明其分布特征,地质人员对钻孔的要求为:终孔孔径 ≤ 75 mm;清水钻进;按规定进行压水试验;要求强~弱风化岩石岩心采取率 $\leq 95\%$,微~新岩石岩心采取率 $\leq 8\%$;为了保证不漏失泥化夹层,钻进回次应控制在0.5~1 m。

对上述要求,如果采用传统的取心钻进方法必须频繁的提钻,再加上每5 m做一次压水试验也要提钻,其劳动强度之大、钻进效率之低、钻探成本之高是不言而喻的。为满足地质要求,降低劳动强度和成本,从2010年6月~2011年7月,在该工程区内,应用绳索取心钻进技术结合不提大钻压水试验方法和先进的压水试验综合测试仪、应用特制的沉淀打捞器和自行摸索的操作方法,共完成了800多米钻孔及相应的压水试验。在同工区相同地质条件钻孔中,对4个绳索取心钻孔(S96的钻具,金刚石钻头)和5个普通钻孔($\varnothing 75$ mm双管钻具,金刚石钻头)的钻进效率进行了统计对比,其结果见表1。

表1 绳索取心和普通钻进钻进效率对比

钻进方法	孔号	孔深/m	钻进时间/d	钻进效率/($m \cdot d^{-1}$)	平均效率/($m \cdot d^{-1}$)
绳索取心	ZK274	151	16	9.44	11.27
	ZK250	211.3	16.5	12.81	
	ZK280	163	14.5	11.24	
	ZK276	320	28	11.43	
普通钻进	ZK273	160	17	9.41	9.83
	ZK268	240.16	25.5	9.42	
	ZK291	240.1	22.5	10.67	
	ZK264	121	12	10.08	
	ZK275	254.03	27	9.41	

由表1可知,绳索取心钻进的平均效率为11.27 m/d,普通钻进的钻进效率为9.83 m/d,绳索取心的钻进效率比普通钻进高约14.6%。随着孔深的增加其效率增加更明显。

绳索取心可以随时提取岩心,能够严格按照0.5 m回次提钻,并且一旦钻进出现异常,可迅速捞取岩心,减少岩心的对磨,提高岩心的采取率。通过

现场统计分析,绳索取心的岩心采取率比普通双管钻进要高1%~2%,泥化夹层采取率相比更高。图2为绳索取心钻进取出的岩心。



图2 绳索取心钻进取出的岩心

在采取绳索取心钻进加不提大钻压水试验方法后,很好地解决了压水试验问题,避免了频繁地起下钻,极大地减轻了劳动强度。

实践表明,绳索取心钻进取心质量好,成本较低,钻进效率高,劳动强度低;压水试验栓塞密封性能好,不提大钻压水试验技术完全能够满足试验要求,操作方便;针对冲洗液问题采取的措施能够发挥良好的效果。

4 结论及建议

水利水电勘探有自己独有的特点,国土资源、冶金、煤炭等钻探行业的技术、设备相对先进很多,但

由于工作环境不同,勘探要达到的目的不同,并不能直接移植到水利水电勘探中来,需要认真思索解决。绳索取心钻进技术在水利水电勘探中的研究,经实践检验取得了良好的钻进效果。特别是自行研制设计完成的不提大钻压水试验方法,将压水试验和绳索取心钻进技术很好地结合起来,很好地解决了绳索取心钻进难以适应水利水电勘探的主要技术难题,为绳索取心钻进技术在水利水电勘探中的推广应用扫除了障碍。

参考文献:

- [1] 汤凤林. 岩芯钻探学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社, 1997.
- [2] 陈坚,胡海波. 绳索取心钻探技术现状及在水文水井钻探的发展创新[J]. 林业科技情报, 2011, (3).
- [3] SL31-2003, 水利水电工程钻孔压水试验规程[S].
- [4] 梁元濂. 不提钻换钻头钻具的研究与思考[J]. 地质装备, 2010, (8).
- [5] 夏永祥,胡仁岳. 钻孔压水试验的一种新型设备——液压栓塞[J]. 水利水电技术, 1979, (2).
- [6] 吴中浩. X56小口径气压双栓塞的研制及现场性能试验[J]. 水利水电技术, 1989, (10).
- [7] 宋金孝. 钻孔压水试验中应注意的几个问题[J]. 黑龙江水利科技, 2003, (3).
- [8] 晏成立. 地质勘探绳钻技术工艺的探讨[J]. 陕西煤炭, 2011, (5).

国土资源部确定下一步找矿突破五大部署

国土资源部网站消息(2013-03-04) 找矿突破战略行动已经进入关键年,下一步该怎么走? 国土资源部地质调查司相关负责人在2013年2月28日举行的学习贯彻十八大精神轮训轮训活动视频会上,做了主题为《大力推进找矿突破战略行动》的宣讲报告,对下一步工作做了五大部署。

一是进一步优化工作部署。在矿种上,进一步突出能源、紧缺大宗矿产资源和新材料资源等重要矿种。在区域上,以国家级整装勘查区为重点,集中资金和技术力量快速突破。十八大把生态文明建设放到了突出位置,除了要求地质工作为城镇化建设提供基础地质信息之外,还有一个要求就是节能减排,需要我们寻找更多的清洁能源,天然气、煤层气、页岩气、天然气水合物以及地热等,这方面也要不断加大工作力度。

二是进一步促进市场的开放。按照新机制的要求,进一步完善相关政策,处理好政府与市场的关系,通过激励政策把企业、地勘单位和社会投资者的积极性调动起来,使社会资金能够顺畅地进入到矿产勘查领域,依靠社会的力量来实现找矿的重大突破。

三是加快制度供给。加快重点矿种、重点地区专项规划编制实施,推进矿产资源综合勘查和兼探兼采,完善大型沉积盆地统一规划制度,出台鼓励综合勘查开发的政策。加快推进注册地质调查师制度的实施,建立行业诚信体系,进一步提高勘查工作质量。研究制定国有地勘单位分类改革政策,进一步促进地勘单位的发展,调动地勘单位参与行动的积极性。

四是做好服务和监管工作。为企业提供优质的资料和技术指导方面的服务,帮助协调好矿业权人、勘查单位、社区等各方关系和收益分配,营造良好的外部工作环境;加强监管,跟踪勘查工作进展,防止圈而不探等违法现象的出现。

五是加大科技创新力度。加快推进企业作为创新主体等科技创新机制的建设。紧密围绕整装勘查区和重要成矿区带的找矿突破,推广应用一批地质找矿理论、新型技术装备和方法技术,研发创新深部找矿,快速勘查新理论、新技术、新方法和新仪器设备,提高我国地质调查和资源发现能力。