

反井钻及其在我国水电工程的应用

梁海波 马吉明 谷兆祺

(清华大学,北京,100084)

刘志强

(煤炭科学研究总院,北京,100013)

摘要 本文介绍了反井钻这一新型的竖井和斜井开挖施工设备,以及该设备在国内水电工程中的应用。实践证明,在适当的地质地形条件下,反井钻比人工正井法、吊罐、阿里马克爬罐法都具有明显的优越性,值得在国内其它水电工程中推广应用。

关键词 反井钻 水电站 施工方法 应用

1 前言

中高水头引水式电站,通常需要开挖竖井或斜井。目前国内常用的开挖竖井和斜井的方法为人工正井法、吊罐法或爬罐法。这几种方法尽管各有优点,在以往的工程中也发挥了重要作用,但前者的施工安全条件差,施工人员的劳动强度大,后两者稍有改善,但效果仍然不明显。反井钻是一种开挖竖井和斜井的新型设备,它具有重量轻、安全可靠、自动化程度高、施工速度快、施工质量好以及劳动强度低等特点,可广泛应用于煤炭、冶金及水利水电等领域的地下工程。

2 反井钻的组成

反井钻的英文名称是 Raise Reaming Machine, 它由主机、控制台、钻杆(或拉杆)、钻头以及出碴设备等构成,如图1所示。主机包括钻机架、液压设备,钻机架承受钻机工作时产生的推、拉、扭等作用力,液压设备(如油压泵)则提供钻机所需动力。由控制台可选定反井钻的钻进参数,设定钻进角度、钻压、扭矩以及控制钻进速度等。钻杆分普通钻杆、开孔钻杆、稳定钻杆,钻杆的作用是向钻头传递推力、拉力和扭矩,开孔钻杆和稳定钻杆则用于确保钻孔方向,减小偏差。钻头分导孔钻头和扩孔钻头,导孔钻头通常为三牙轮钻头,扩孔钻头上则一般装有破岩滚刀,分别用于破碎岩石。

3 反井钻的施工方法

反井钻的施工分为两道工序:即导孔钻进和扩

孔钻进。首先在上平洞从上往下钻一个小直径(例如0.30 m)的导孔,采用循环液排碴;导孔打到下部水平洞后,将导孔钻头拆下,换上大直径的扩孔钻头,再由下往上反向扩孔。

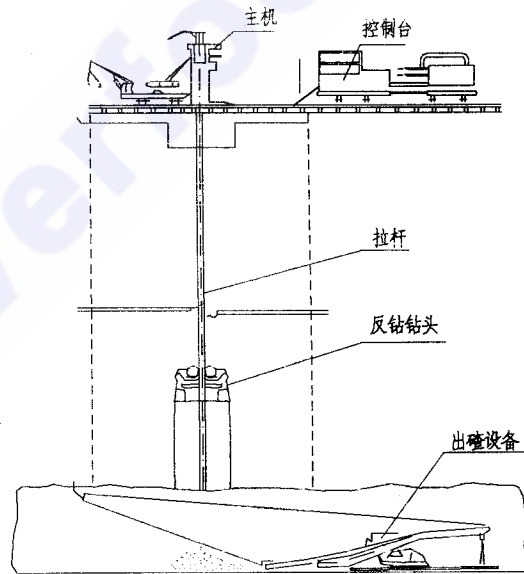


图1 反井钻设备示意图

导孔钻进是反井钻施工的关键,必须全面了解并仔细研究工程地质、水文地质资料以及相关工程的施工情况,以此合理地确定钻机位置、钻具布置以及钻进参数和循环液的选择。钻具的布置通常按以下的顺序:导孔钻头+稳定钻杆+普通钻杆+稳定钻杆+...+普通钻杆。开孔时采用低钻压、高转速,控制钻速均匀。随着孔深和钻具增加,可以适当增加钻压,但一定要控制钻速均匀。循环液将导孔内的岩屑排到孔外,并冷却钻头。地质条件较好时,可以采用清水循环,但遇到地质条件较差的地段,如断层、破碎带等,必须采用泥浆作循环液。泥浆循环具有临时支护作用,可以避免或减少塌孔、漏浆等意外情况。

导孔钻透之后,拆除导孔循环系统,并适当改造冷却系统。将导孔钻头拆下,装上大直径的扩孔钻头。扩孔钻头上的破岩滚刀在压力和扭矩的联合作用下,对研面产生冲击、挤压和削刮,破碎岩石进行扩孔。岩屑靠自重落到水平洞,用皮带机或装载机运走。根据竖井或斜井的直径大小,可以采用单次扩孔或多次扩孔。扩孔时,孔口上下人员要保持通讯联络的通畅,并保持下口出碴不能堵塞。扩孔前,可根据实际情况决定是否需要对导孔进行测斜。一般采用JJX-3型测斜仪。通过量测结果可以确定是否有偏差、是否需要纠偏。

自从1962年美国罗宾斯公司研制出第一台反井钻起,反井钻设备在国外逐步推广应用。随着设计水平和加工技术的进步,破岩钻具的材料和结构不断完善,反井钻的应用范围逐步扩大。技术资料表明,目前国外生产的反井钻可以在不同软硬程度的岩体中钻进,最大钻孔直径可达6.5 m,在硬岩中的钻深记录已达1 230 m。

70年代以后,我国开始引进反井钻技术,着手消化吸收,取得了显著成果。煤炭、冶金系统先后研制出几种类型的反井钻设备,并成功地应用在其相关工程中。但直到1992年以前,反井钻这一先进设备尚未应用于我国水电工程。

4 反井钻在十三陵抽水蓄能电站工程中的应用

北京十三陵抽水蓄能电站装机800 MW,是我国在建第三大抽水蓄能电站。该电站于1991年9月开工,1995年底一号机组200 MW并网发电。1992年3月至1993年7月,地下厂房出线竖井以及压力管道斜井等工程采用了国产LM型反井钻进行施工。这是反井钻设备首次在国内水电工程中的应用,并取得了成功,共完成 $\phi 216$ mm钻孔965.8 m, $\phi 190$ mm钻孔97.5 m,完成 $\phi 1.4$ m扩孔716.8 m, $\phi 0.9$ m扩孔97.5 m。

2号压力管道下斜段长203 m,方位 $NE10^{\circ}56'59.8''$,水平夹角 50° ,静断面 $D=5\sim 5.6$ m。围岩主要是复杂成份砾岩,单轴抗压强度 $90\sim 95$ MPa,微风化至新鲜状态Ⅱ~Ⅳ类岩体。沿线有 f_2 、 f_{15} 、 f_{16} 、 f_{14} 、 f_{20} 断层和辉绿玢岩岩脉,与围岩为断层破碎带接触,与洞体斜井,如图2示。施工采用了国产LM-200型反井钻,该设备是改进型产品,适应在较坚硬岩体、大倾角斜孔中施工,如图3示。根据地质条件,使用了铍硬质合金稳定钻杆以提高耐磨性,采用淮

坊NV-1型人工钠土配制优质泥浆作为循环液以防漏浆和塌孔,导孔直径216 mm,扩孔直径1.4 m。实践证明上述措施是合理的,达到了预期效果。使用JJX-3型井斜仪先后进行三次测斜,导孔偏差率为1.2%。统计结果表明,2号斜井平均导孔钻进速度为0.55 m/h,扩孔钻进速度1.22 m/h,纯月成孔222.7 m,达到了国际同类机型的先进水平。这样的进度是人工正井法的3~5倍,是爬罐法的2~3倍。十三陵电站的实践也告诉我们,事先弄清地质情况是至关重要的,它决定了采用反井钻的技术参数。如果地质条件十分恶劣,如接触带交错、围岩十分破碎等等,不宜使用反井钻设备。在这种情况下,采用人工正井开挖有时会比反井钻更为有效。

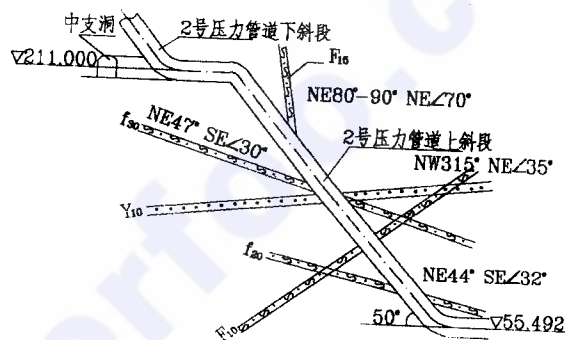


图2 2号压力管道下斜段示意图

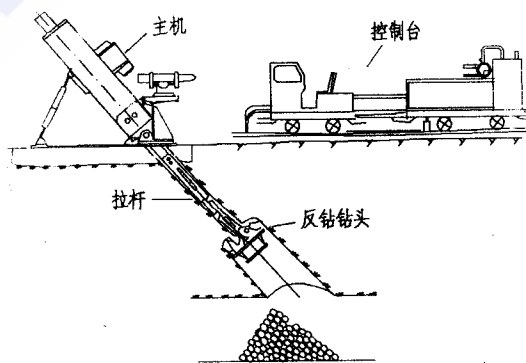


图3 LM-200型反井钻示意图

5 结束语

反井钻设备具有安全可靠、自动化程度高、施工速度快、施工质量好、劳动强度低等优点,对提高施工进度、缩短工期、提高经济效益具有明显的优越性。反井钻的出现和应用将会给地下工程的竖井和斜井施工带来一场革命。使用反井钻设备,也应因地制宜,事先弄清工程地质和水文地质情况,采取相应的措施。实践证明,反井钻是一种先进的施工设备,值得在国内水利水电工程中推广应用。

作者简介

梁海波 男 清华大学水利水电工程系主任助理 中国岩石力学与工程学会青年工作委员会委员 讲师 硕士
马吉明 男 清华大学水利水电工程系,水电站教研室副主任 副教授 博士

谷兆祺 男 清华大学水利水电工程系,电力部科学技术委员会委员 教授
刘志强 男 煤炭科学研究总院北京建井研究所 高级工程师 硕士

(收稿日期:1996-07-10)

Raise Reaming Machine and Its Application in Chinese Hydropower Project

Liang Haibo Ma Jiming Gu Zhaoqi

(Department of Hydraulic Engineering, Tsinghua University, Beijing, 100084)

Liu Zhiqiang

(Beijing Branch of General Institute of Coal Scientific Research, Beijing, 100084)

Abstract One advanced construction equipment for vertical and inclined shafts, named Raise Reaming Machines is introduced in this paper, together with its first application in Chinese hydropower project. It is showed that this kind of equipment has more superiorities over the traditional methods, such as Drilling and Blasting Method, Hill Climbing Method, etc., under the proper geological conditions. It is worth being applied widely in Chinese hydropower projects.

Key Words raise reaming machine, hydropower station, construction method, application

沙牌水电站碾压混凝土拱坝被列入国家“九五”科技攻关项目

由电力工业部成都勘测设计研究院设计的沙牌水电站位于岷江支流草坡河上,是一座混合式开发的水电站。该电站由碾压混凝土拱坝、引水隧洞、调压井、压力管道、地面厂房、开关站等主要建筑物组成。电站装机 36 MW (2×18 MW), 年发电量 1.8 亿 kW·h。沙牌碾压混凝土拱坝(坝高 130 m), 目前属世界上最高的碾压混凝土坝, 被水规总院列为“九五”科技攻关项目。为迎接 2000 年国际大坝会议在北京召开, 大坝计划于 1999 年建成。国家计委已批复同意电力部所报“碾压混凝土高坝筑坝技术研究”项目可行性研究报告, 并

将该项目列入国家重点科技攻关计划。

在 2000 年, 我国将以沙牌工程为代表向世界展示我国的碾压混凝土筑坝水平。主体工程大坝是“九五”科技攻关项目。“100 m 以上高差真空溜管入仓工艺”、“全自动连续强制式混凝土拌和楼”等均在国家“九五”攻关研究之列。大坝工程由水电八局施工, 大坝施工序幕已经揭开。

(本刊编辑部)

省水电学会科普与教育工作委员会举行四届二次会议

1998 年 2 月 10 日, 省水电学会科普与教育工作委员会在成都举行了四届二次会议。出席会议的有省学会的领导和工委会委员。袁辅中主任委员主持会议并作工委会 1997 年工作总结, 介绍了 1998 年工委会工作要点。熊道树秘书长在会上介绍了省学会秘书长工作会议精神。省学会樊天龙秘书长在会上介绍了省学会 1997 年的工作, 并赞扬了科普与教育工作委员会卓有成效的工作, 对四川省今后的水电发展形势也作了简明扼要的介绍。与会代表对工委会 1998 年的工作安排进行了热烈地讨论, 畅所欲言。针对工委会科普读物《水电明珠》的统稿、修

改、出版事宜进行了较为详细的讨论, 一致认为年内出书是确定的, 并商议了一些具体细节; 1998 年, 科普工委还将组织对水电工程的考察或夏令营, 举行两次有关二滩电站和四川省中型水电发展方面的学术报告会, 与会委员就以上议题进行了讨论。整个计划将待省学会常务理事会确定后付诸实施。1998 年 2 月 27 日, 省水电学会、水能规划及动能经济专委会与科普与教育工作委员会在成都水力发电学校联合举办“四川省水力资源”普查学术报告会。

(成勘院 李燕辉)