

文章编号: 1006-6349(2008)01-0038-03

反井钻机钻凿溪洛渡电站通风斜井偏斜控制技术

刘志强 程守业

(北京中煤矿山工程有限公司, 北京 100013)

摘要: 通过在溪洛渡电站通风斜井工程实践, 介绍了反井钻机施工工艺, 分析了反井钻进偏斜的原因, 提出了反井钻进偏斜控制方法, 对钻具布置、钻进参数控制等进行了验证, 取得良好效果, 回答了困扰多年的解决反井钻进偏斜问题。文章中的措施和实践可以在类似的水电工程中应用。

关键词: 溪洛渡电站; 反井钻机; 通风斜井; 偏斜控制

中图分类号: TV554+.15

文献标识码: B

1 概述

近年来, 反井钻机及其技术日趋完善与成熟, 已广泛应用于我国煤矿、冶金矿山、水电等系统的竖井、斜井施工中。但是反井钻进偏斜控制, 尤其是深井、斜孔工程, 钻孔精度要求更高, 必须有效的控制钻孔偏斜。我们在溪洛渡电站通风斜井工程的导孔钻进偏斜控制方面采取了多项措施, 取得了较好的钻进精度。

2 溪洛渡水电站工程实例

2.1 工程概况

溪洛渡水电站地下厂区通风系统围岩主要由 $P_2\beta_5 \sim P_2\beta_{12}$ 层玄武岩及各层上部的角砾集块熔岩组成, 岩石坚硬, 新鲜完整。地下厂区通风系统地层产状平缓, 无断层分布, 主要结构面为层间错动带和节理裂隙。岩流层产状总体走向为 $N20^\circ \sim 30^\circ E$, 倾向SE。主厂房排风洞平洞段桩号 $0+0.0 \sim 30.0m$ 为弱风化上段、卸荷岩体, 岩体松弛, 完整性差, 加之 $P_2\beta_{12}$ 层柱状节理发育, 围岩类别为IV类; 桩号 $0+30 \sim 0+60m$ 段为弱风化下段无卸荷岩体, 围岩类别为III类; 桩号 $0+60 \sim 0+88.23m$ 围岩新鲜完整, 以II类围岩为主, 局部为III类。

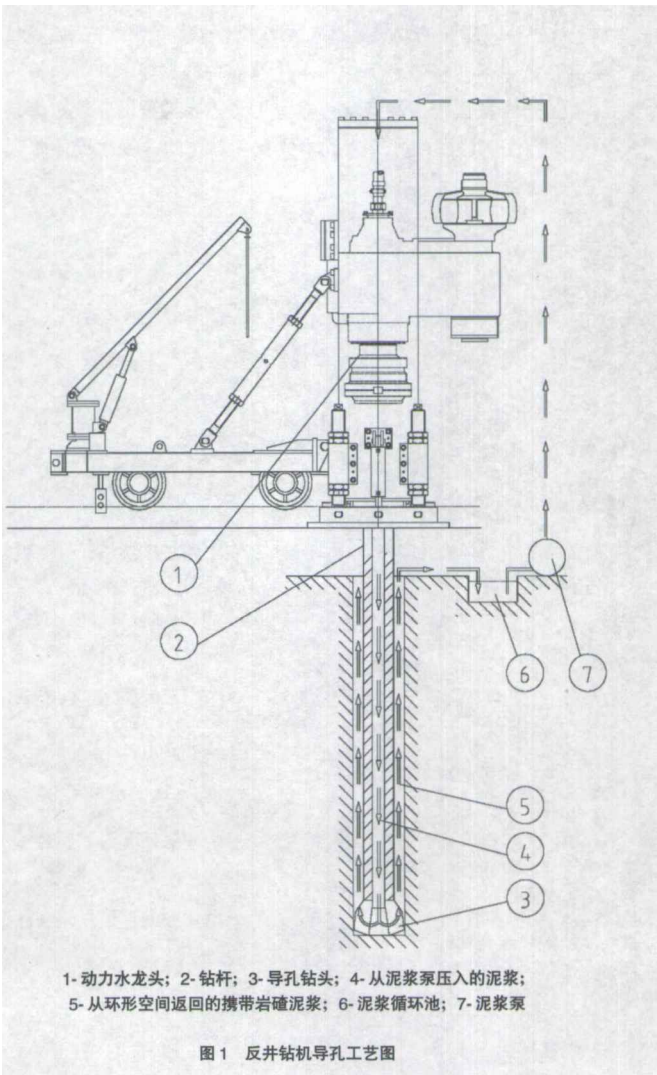
厂房通风斜井在左右岸各一条, 长度约213m, 开挖直径5.4m, 通风井和水平夹角 75° 。施工工艺采用反井钻机, 先钻井直径1.4m的导井, 然后再由上向下, 采用爆破的方法扩大到所需断面, 并进行相应的临时和永久支护。

2.2 斜井钻进施工

根据工程条件选用BMC 300型反井钻机, 该机是在LM-200型反井钻机基础上研制的, 用于水电系统硬岩和煤矿深井设计, 考虑一次扩孔直径1.4~1.52m, 设计需要在满足钻进能力的条件下尽量使其体积小、重量轻。

BMC300型反井钻机由泵站、油箱、操作台、主机、钻具5部分构成。采用全液压驱动, 双马达动力结构。

导孔钻进时, 动力头施加向下的压力和旋转扭矩, 经钻杆传递给导孔钻头, 破碎的岩屑沿钻杆外壁环形空间由泥浆提升到地面(上水平面, 见图1)。导孔钻进时钻杆是不断接长, 一直钻透到下水平巷道。



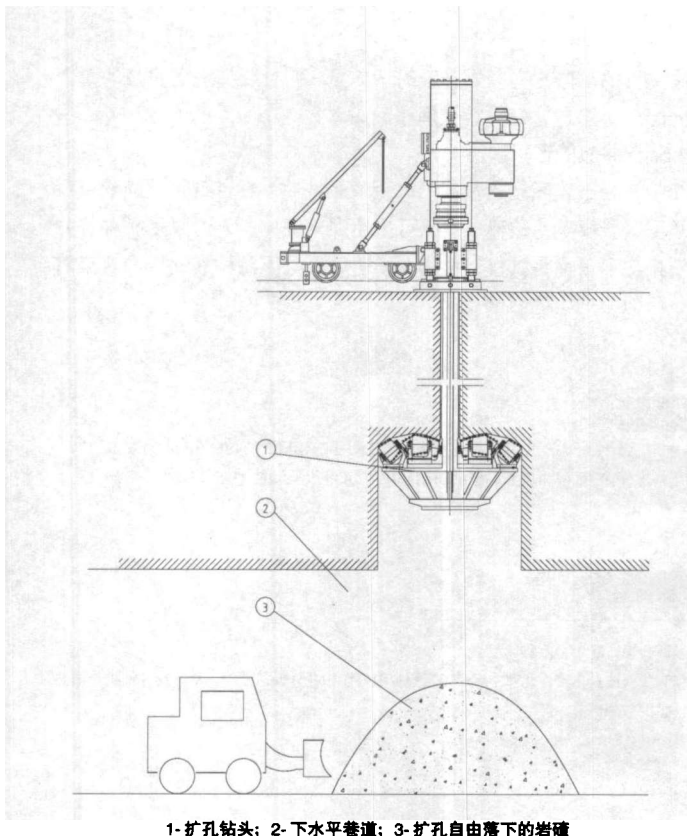


图2 反井钻机扩孔工艺图

扩孔时动力头施加向上的拉力和旋转扭矩，经钻杆传递给扩孔钻头，破碎下来的岩屑，靠自重落到下水平巷道，由装载机等设备清除（见图2）。扩孔钻进时是不断拆下钻杆直到扩孔钻头扩至上水平面。

2.3 最终钻孔偏斜情况

在完成的两条斜井中，第一条最终实际透孔位置较设计透孔中心向下偏斜2.04m，向右偏斜0.98m，综合偏斜2.26m，钻孔

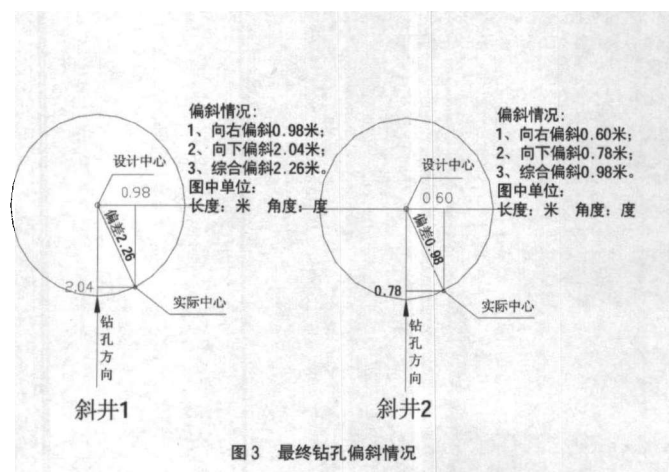


图3 最终钻孔偏斜情况

长度212.62m，综合偏斜率1.06%；第二条最终实际透孔位置较设计透孔中心向下偏斜0.78m，向右偏斜0.60m，综合偏斜0.98m，钻孔长度212.76m，综合偏斜率0.46%。两条斜井在钻孔较深、岩层较硬的条件下，偏斜度的控制均取得了良好的效果。透孔具体情况见图3。

3 斜井钻孔偏斜的原因研究

溪洛渡电站通风斜井工程的BMC300型反井钻机施工，在导孔钻进偏斜控制方面采取了多项措施，才取得较好的钻进精度。这些研究成果和纠偏措施为下一步继续推广应用打下了基础。

3.1 钻杆轴向载荷造成的偏斜

反井钻机钻凿竖井，钻压、钻杆的重力方向和钻进方向一致，理论上不会弯曲，但由于钻机安装和钻杆加工精度原因，导孔钻头与岩石共同作用，这些外力也会对钻头产生偏转力矩，随着钻孔加深，钻杆就会逐渐弯曲，由钻杆弯曲导致了钻进方向变化，结果使钻头沿倾斜上部方向向下或者向上偏斜形成钻孔偏斜，总的来讲，向下偏斜趋势较大。

3.2 岩层反作用力对钻孔偏斜的影响

在无层理、节理或断层的坚硬、均质岩层中钻凿导孔时，虽然岩层反作用造成的导孔偏斜趋势较小，但是不均质的岩石各向异性则会引起导孔偏斜。

3.3 钻头移步对钻孔偏斜的影响

钻头移步是指三牙轮钻头在的旋转中心不围绕钻孔中心旋转。钻头移步将引起钻孔偏斜、钻孔不是圆形、钻孔斜直径加大。

3.4 钻孔内岩屑对钻孔偏斜的影响

采用反井钻机钻进导孔时，钻头破碎下来的岩屑是利用清水或泥浆直接冲出钻孔。现已发表的研究成果表明，沉积在孔底0.5~5mm厚的钻屑可将钻进速度降低40%左右，特别在斜井钻进中，岩屑受重力作用容易在钻杆的下部聚集，会使直接接触岩石底部的稳定钻杆受到向上托起力，使钻孔发生向上的偏斜。

4 钻井钻进偏斜控制

4.1 偏斜的纠偏处理

获知钻孔偏斜的主要控制手段是及时对钻孔进行偏斜的测量。如果发现钻孔偏斜，必须停止钻进，对钻孔进行纠偏处理。最常用的有以下几种方法：

(1) 钻孔偏斜程度和方向非常有规律，可采取偏置钻机的方法来纠正预计的偏斜。移动钻机安装的距离和方向可根据本地以前施工获得的经验而定。在钻进中，如遇到岩层向更硬岩层过渡，同时降低钻压和转速将有助于钻头以直线的方式钻进坚硬岩层，避免出现偏斜转折点。当稳定钻杆进入新岩层后，即可恢复原来的钻压和转速。

(2) 在钻进中发生不规则或意外的偏斜，可采用变化钻具组 and 变化钻压的方法来纠偏，也可以利用潜孔马达和一个弯接头来纠偏，还可以采用堵塞偏孔，重新钻孔的方法解决偏斜。堵塞钻孔指用纯水泥将变向点至孔底一段进行充填，并使之凝固。

(3) 对于从地面开钻的深孔和钻孔精度较高的钻孔，常采用定向钻井法钻井，如采用戴纳钻具。采用戴纳钻具钻进时，钻具组不旋转，钻压也很低，潜孔马达靠液能驱动，并带动转子，短接头和钻头一起旋转，控制钻进方向的元件加在潜孔钻具的上部，这样定向控制装置就能比较容易地控制钻孔精度。

4.2 钻压的控制

在钻进中钻压的调整是控制偏斜的方法之一。钻压过大则很容易导致钻孔的偏斜，钻压较小会降低钻机的工作效率。合适的钻压需要根据岩石硬度、钻杆自重、钻孔倾斜角度及钻机能力等

相关数据进行计算,原则上开孔时尽量采用小钻压,在稳定钻杆全部进孔后再恢复正常钻压作业。为了提高钻孔精度,应采用低于最佳钻进速度的低钻压钻进。

4.3 转速的控制

在钻进导向孔时,保持恒定的钻进速度是控制偏斜最常用的方法。钻压与转速的调整一般是通过试验获得,也可通过计算获得,选择转速一般是采用钻头制造厂产品样本中的推荐值。无论采用哪种确定钻压和转速的方法,都必须注意一个重要的问题,即随着钻压的增加,转速应减少;反之,钻压减小时,转速增加。

4.4 稳定钻杆的选择及合理布置

稳定钻杆是避免钻孔偏斜最有效的工具。稳定钻杆的抗斜效果与稳定段的直径和长度有密切联系。如果稳定钻杆直径小于导孔直径,钻头在孔内将发生轻微的晃动,这种晃动将导致孔径增大,孔径增大使稳定钻杆与孔壁的间距加大,直至使稳定钻杆作用减小。但是稳定钻杆直径过大会增大钻进摩擦阻力。钻具的刚性越大、长度越长,则抑制稳定段上部的钻杆弯曲的效果越好。

另外,稳定钻杆的合理布置对偏斜度的控制也很重要,通常将两个或更多的稳定钻杆连在一起使用,以便在钻孔底部形成一

段刚性的、与孔壁多处接触的钻具组,并且要考虑到钻杆的重力分配,对稳定钻杆进行合理布局。

4.5 洗井液的选择

在岩石较完整的情况下采用清水洗井,当岩石较破碎或存在裂隙、岩屑不易被冲出时,可采用泥浆洗井。无论采用哪种洗井液都应尽量增大其携带能力,以便尽量减小钻杆底端岩屑聚集对钻杆偏斜产生的影响。^[6]

(编辑:寇卫红)

参考文献

- [1]刘志强,甘文鸿等.反井钻机在水电建设工程中应用[J].水利发电,2001.12.
- [2]刘志强,王强.强力反井钻机的研制及应用[J].煤炭科学技术,2005.4.

收稿日期:2007-12-10

作者简介:刘志强,北京中煤矿山工程有限公司钻井分公司经理,从事反井钻机、钻井法凿井技术研究。

稿约

《中国三峡建设》科技版立足三峡,宣扬流域水电开发新理念,彰显枢纽建设、水库调度、电站运行管理、输变电工程建设与管理及库区环境保护特色,以科技的视角,全方位展示新时期中国水电事业成就,关注世界水电发展趋势,搭建行业互动平台,促进水电科研成果转化应用和流域经济可持续发展,着力打造中国水电龙头期刊。

《中国三峡建设》科技版立足长江,辐射中国七大江河,以全面推介三峡工程建设及运行管理经验为己任,站在科技前沿,凝聚水电精英,刊发最新水电工程科研成果论文,用专家访谈、深度报道、学术研讨等图文并茂的形式,展示流域水电开发重大科技创新、流域开发与保护、水电工程生态环境、水电科技发展、工程运行管理成效。

《中国三峡建设》科技版办刊追求:高起点、高层次、高品位;国内外流域水电工程建设报道及时、知识面宽、科技含量高;图文并茂,增知识性、科普性、学术性、趣味性于一炉。

本刊2007年7月试刊,2008年逢单月出版。欢迎水电行业智士仁人踊跃投稿。为方便投稿,特将本刊主要栏目介绍如下:

主要栏目

百家论水 院士、专家学者及水电行业权威人士访谈及其一家之言。

工程科技 介绍流域规划、推荐工程技术、报道工程难点、总结建设模式;重大技术攻关历程、技术含量、推广价值、成果效益。

国外水电 世界先进水电技术导读,著名水电工程建设运行实况。

流域规划 大流域及其支流的总体规划或专业性局部规划评介。

水电开发 具体水电项目之开发前景、效益及其利弊分析。

工程管理 总结大型水电工程运行经验,推荐相应管理模式。

监理实践 水电工程工程监理模式推介和经验总结。

河流健康 针对流域水电开发实际及其影响河流健康的关键问题,研讨维护健康河流的思路与对策。

综合治理 水电开发与水土流失防治、治理技术及水土保持监测评介。

域外传真 国际先进水电环保技术导读,国际生态环境热点问题探讨。

行业观察 围绕流域防洪安全、合理开发利用、维系优良生态、稳定河势河床战略目标,集纳对水力资源开发思路与对策、电力企业改革的言论或观点。

水电财经 业内人士对水电工程效益、管理模式、成本控制、电价研究、质量管理、特色管理等社会关注焦点问题之评说;结合国家体制改革,创导水电开发市场机制。评点流域开发 与企业融资、水电开发与企业理财。

《中国三峡建设》科技版
2008-01-08