

小秦岭金矿田大口径电缆通风孔钻进实践与研究

杨宽才^{1,2}, 孔二伟^{1,2}, 宁赞格^{1,2}, 王利锋^{1,2}

(1. 河南省地矿局第四地质勘查院, 河南 郑州 450001; 2. 河南省小口径钻探工程技术研究中心, 河南 郑州 450001)

摘要:随着矿山开采的日益深入,为了降低电损及线路铺设等成本,提高坑道通风效果,设计大口径电缆通风孔是有效手段。灵宝市某金矿设计一口电缆通风孔,采用现有的立轴式液压钻机、多级扩孔钻探施工工艺、实施先导孔初级定向控制孔斜等工艺技术,成功实施,达到了通风、供电和通讯的多重效果,产生了很好的经济效益。从钻探设备、钻进工艺、孔斜控制工艺等方面对该孔的施工经验进行了总结,并分析了其经济效益。

关键词:大口径电缆通风孔;钻进工艺;孔斜控制;经济效益;小秦岭金矿田

中图分类号:P634 文献标识码:B 文章编号:1672-7428(2017)05-0044-04

Practice and Exploration of Larger Diameter Cable Vent in Xiaolingling Goldfield/YANG Kuan-cai^{1,2}, KONG Er-wei^{1,2}, NING Zan-ge^{1,2}, WANG Li-feng^{1,2} (1. Fourth Geological Exploration Institute of Henan Geology & Mineral Bureau, Zhengzhou Henan 450001, China; 2. Engineering Technology Research Center of Slim Diameter Drilling in Henan Province, Zhengzhou Henan 450001, China)

Abstract: To reduce construction cost and improve ventilation effect of underground tunnel, the design of large diameter cable vent is an effective means. A cable vent was designed and completed in a cold mine in Lingbao of Henan, the technologies of current vertical hydraulic shaft drill, multistage reaming drilling, borehole deviation control by pilot hole are used, the ventilation, power supply and communication are realized with good economic benefits. The construction experience is summarized in drilling equipments, drilling technology and borehole deviation and the economic benefits are also analyzed.

Key words: large diameter cable vent; drilling technologies; borehole deviation control; economic benefits; Xiaolingling goldfield

大直径钻孔已广泛应用于煤巷掘进工作面防止煤与瓦斯突出^[1-2]、通风^[3-4]、应急救援^[5-6]之中。随着矿山开采的日益深入,坑道施工平巷也越来越深,坑道(盲竖井)内通风问题日益突出,用于坑道通风及供电的成本日渐加大。矿山企业为了降低施工成本,提高坑道(盲竖井)通风效果,设计大口径电缆通风孔是必然趋势。我单位与灵宝市某黄金企业共同设计了一口大口径通风电缆孔。经过精心施工,工程质量满足了设计要求,达到了贯通电缆、通风降温的效果,为企业节省了大量费用,受到矿山企业的好评。

1 工程概况

1.1 项目背景

目前小秦岭矿区标高1000 m以上资源基本已经开采结束,探矿工程和采矿工程在标高500~1000 m。因此在灵宝市某黄金企业A坑设计M竖井(盲井)对标高500 m以深区域进行探矿,为公司长远发展奠定基础。该盲竖井被列入灵宝-卢氏金银多金属

资源综合利用示范基地建设项目,也是该企业的重点探矿工程。M竖井位于A坑道内,高程760 m,坑口距M竖井8600 m,井下作业温度高,施工速度慢。于2010年开始建设,计划2014年12月井架、设备安装、调试结束,2015年开始实施开拓工程。

按照《金属非金属矿山安全规程》(GB 16423—2006),盲竖井必须为双回路供电,M竖井设计2种供电方案:(1)金东线—A坑口—盲竖井,如图1中的绿色线所示,红线为原设计地标线路;(2)变电站—A坑口—盲竖井(如图1和图2所示)。第一种供电方案根据坑道深度的掘进已经完成。第二种供电方案根据预算,从桐沟变电站到A坑口8 km需使用架空线路,井口至M竖井变电硐室8600 m需使用高压电缆(型号YJLV22-3×150 mm²),投资费用大、供电质量低。经过实际考察和图纸分析、论证,该公司决定在某金矿一中段附近地表实施一个直径170 mm钻孔工程,与A坑口井下坑道贯通,使高压电缆从钻孔到M竖井变电硐室,可作为主要供电线路。

收稿日期:2016-06-12; 修回日期:2017-02-23

作者简介:杨宽才,男,汉族,1983年生,工程师,从事岩石钻探技术与管理工,河南省郑州市高新区科学大道81号地质科技大厦,157099086@qq.com。

和原第一种供电线路相比,能够达到供电用户单一、专线供电,供电稳定性高、节约资金、提高供电质量的目的。由于供电钻孔内径 154 mm,高压电缆直径 90.6 mm,多余部分可起到一定的通风作用。

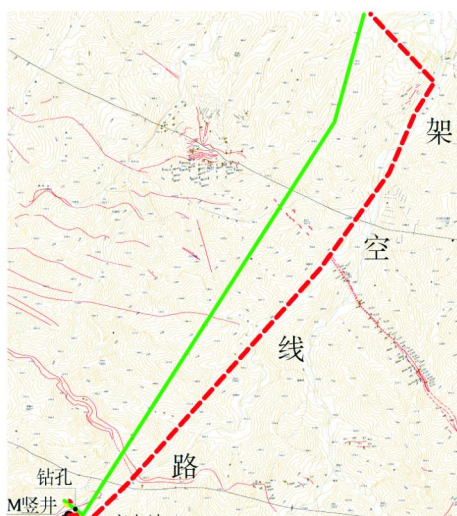


图1 供电通风孔工程部署平面图

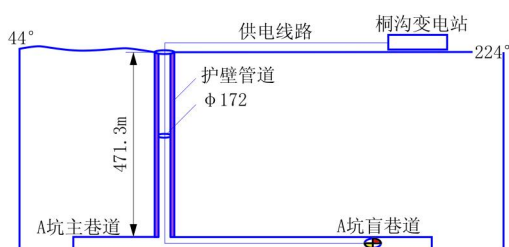


图2 大口径通风孔供电示意剖面图

1.2 位置、交通与地层概况

矿区位于河南省灵宝市阳平镇大湖峪西峪内,属阳平镇大湖村辖区。北距灵宝市 36 km,有柏油路面公路相通,有(高速)铁路、(高速)公路相通,交通便利。

钻孔所揭露地层主要为斜长角闪岩、斜长角闪片麻岩、伟晶岩、花岗岩及石英岩,岩石可钻性多为 6~10 级,局部可达 12 级;局部岩石软硬互层,易斜;矿区水文地质条件属简单类型。

1.3 电缆通风孔施工技术要求

(1) 通风电缆孔地表标高 1268 m,孔底(坑道)标高 796 m,垂高 472 m,终孔口径要 ≤ 170 mm。

(2) 钻孔为垂直定向钻孔,靶区为 A 坑道 4 m \times 30 m 避车场,水平偏差 < 4 m,孔斜率 $< 0.85^\circ$,施工精度要求高。

(3) 护壁管采用 $\phi 168$ mm \times 7 mm 的 DZ45Mn 型地质管(镀锌),采用螺纹连接并焊接加强。

2 大口径电缆通风孔钻探施工技术

2.1 施工设备及配套机具

XY-6B 型岩心钻机,SGZ-23 型钻塔,BW-320 型泥浆泵;SJ114 绳索取心钻杆,配 SYZX114 型液动冲击器和 SQ114/8 型液压钳;STL-1GW 型存储式数字陀螺测斜仪(测量精度:孔斜 $\pm 0.2^\circ$,方位 $\pm 1.5^\circ$)。

2.2 施工工艺

2.2.1 施工方案选择

先用 S114 绳索取心钻具配合液动冲击器施工一个 $\phi 122$ mm 的先导钻孔,之后扩孔至孔底。采用此技术方案的优点为:施工的先导孔口径适中,便于控制孔斜,如出现孔斜偏差过大处理时也较容易;适当减少后续扩孔钻头的切削面积,提高扩孔完井效率;先导孔采取绳索取心技术所取出的岩心,可帮助工程技术人员对地层有较全面的了解,为后续扩孔施工提供实物依据;扩孔方案可减小钻杆扭矩,降低钻杆及钻具的失效风险。钻孔结构如图 3 所示。

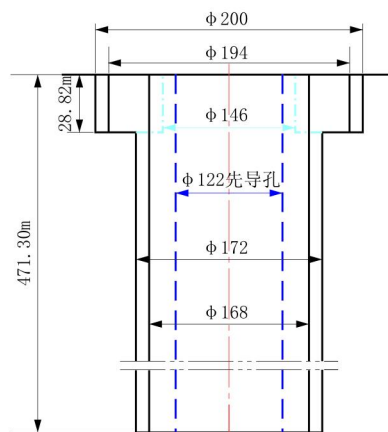


图3 钻孔结构

2.2.2 钻进方法

因孔斜要求高,为确保开孔垂直度,一开采用 $\phi 200$ mm 单管金刚石钻具钻进至 28.82 m,穿过砂卵石层,下入 $\phi 194$ mm 技术套管并固井;二开采用 $\phi 172$ mm 单管金刚石钻具钻进至 35.5 m 后下入 $\phi 168$ mm 技术套管及 $\phi 146$ mm 活动套管(先导孔施工完成起出 $\phi 146$ mm 活动套管和 $\phi 168$ mm 技术套管);三开采用 SJ114 绳索取心钻具钻进至 471.3 m,钻穿预定靶区,达到设计要求。扩孔采用组合式扩孔钻具($\phi 172$ mm 单管金刚石钻具+ $\phi 150$ mm 单管金刚石钻具+ $\phi 122$ mm 导向钻具)进行扩孔。

2.2.3 钻具组合

一开:机上钻杆+ SJ114 绳索取心钻杆+ $\phi 200$

mm 金刚石单管钻具。

二开:机上钻杆 + SJ114 绳索取心钻杆 + Ø172 mm 金刚石单管钻具。

三开:机上钻杆 + SJ114 绳索取心钻杆 + SYZX114 型液动潜孔锤绳索取心钻具。

扩孔钻进:机上钻杆 + SJ114 绳索取心钻杆 + 扩孔钻具 + 导向钻具,导向钻具比扩孔钻具长出 0.5 m 为宜。

2.2.4 钻进参数

合理的钻进规程参数对防止钻孔弯曲非常重要。在该孔施工过程中选用的钻进参数见表 1。

表 1 钻进技术参数

井序	孔段/m	钻进方法	钻压/ kN	转速/(r· min ⁻¹)	泵量/(L· min ⁻¹)
一开	0~28.82	Ø200 mm 单管金刚石钻进	30~45	100~150	90~120
二开	0~35.5	Ø172 mm 单管金刚石钻进	25~35	100~150	90~120
三开	28.82~ 471.30	SYZX114 绳索取心钻进	20~30	350~550	60~90
扩孔	28.82~ 471.30	Ø150,172 mm 组合扩孔钻 进	25~40	100~150	90~120

2.2.5 冲洗液的选择

2.2.5.1 开孔采用普通冲洗液

配方:清水 + 3% ~ 4% 钠土粉 + 0.1% ~ 0.4% CMC + 0.2% ~ 0.5% 植物胶。

性能:漏斗粘度 30 s 左右,失水量 12 mL/30 min,密度 1.02 g/cm³。

使用该配方钻进上部覆盖层,可有效抑制上部垮塌地层,确保孔壁稳定。

2.2.5.2 完整地层使用无固相冲洗液

配方:清水 + 0.08% ~ 0.1% PHP + 0.2% ~ 0.25% CMC + 0.3% ~ 0.4% 润滑剂。

性能:漏斗粘度 22 ~ 25 s,失水量 25 mL/30 min,密度 1.01 g/cm³。

在上部孔段已得到有效治理,不再出现坍塌时,下部孔段取出的岩心基本完整,可用该配方钻进,局部漏失时添加锯末堵漏,使用该配方可以携带大部分孔内岩粉,并确保钻杆与孔壁间的润滑。

3 孔斜控制工艺

为提高钻进效率,确保钻孔垂直度,防止钻孔弯曲采取了以下技术措施^[7-8]。

3.1 正确埋设定向管

根据施工设计,为保证钻孔垂直度首要任务就

是埋好定向管。为此,要求在修整开掘机场的同时,在孔位用挖掘机挖出一个 4 m × 4 m × 6 m 的深坑,将长度为 6 m、直径 800 mm 的水泥预制管放入坑内,用 2 台经纬仪(互为 90°),由测量人员确定孔位中心,并对准定向管中心进行垂直测量,找正后即用水泥混凝土填满,并边捣实边校正,要求上下左右垂直,候凝 48 h 后方可进行设备安装。

3.2 设备安装质量控制

(1)设备安装前,地基要平整、坚实,基台木要水平、稳固,确保钻进过程中不得有沉降或其他变形。

(2)钻机安装应周正、水平、稳固。“钻塔天车、回转器轴线和钻孔中心”三点一线,钻进过程中经常检查钻机的水平情况,一旦发现偏差,立即纠正。

3.3 正确选用钻机、钻具、钻头

(1)根据我们现有的条件和工地的实际情况进行综合考虑,采用 XY-6B 型钻机,先采用单管金刚石钻头施工覆盖层,SJ114 绳索取心钻进施工先导孔,再用 Ø122 mm 的锥形钻头作导向,采用组合式扩孔钻头扩孔至设计孔径及孔深。

(2)对所有的钻具进行认真的检查,确保钻具质量合格,外形圆而直、不变形、不弯曲、不偏心,同时进行试连接,检查连接后的同心度。

(3)粗径钻具的长度在设备适用许可条件下尽可能长,保证其长度和刚度,可以使偏倒角变小。本次施工粗径钻具的长度主要在 4.5 ~ 6 m,经检验完全满足要求。

(4)扩孔或换径时,钻具必须带有导向,该导向与先导孔施工钻具同径。

3.4 采用合理的钻进工艺

该钻孔岩层均为坚硬岩石,硬度大,上部(20 ~ 30 m)为河卵石层,其与基岩接触带比较破碎,除裂隙发育外,没有其他不良地质现象。如果采用全面破碎钻进,这种方法在相同的条件下需要较大钻压,上部加压会导致钻杆柱的多次弯曲触及孔壁而使钻孔弯曲度增大;硬质合金钻头钻进高硬度岩石钻速低;采用金刚石绳索取心液动潜孔锤钻进,效率高且成本低,孔斜易控制。经多方调研,该钻孔一次性成孔质量难以满足设计要求,且施工难度也很大。所以,采用了先施工一个先导孔,再进行扩孔的钻进工艺,既保证了钻孔的垂直度,又提高了施工效率,降低了施工成本。

3.5 实施先导孔控制孔斜

采用 SJ114 绳索取心钻进工艺施工一个 $\varnothing 122$ mm 的先导孔,钻进到设计靶区。同时,在施工过程中配合使用 SYZX114 型液动冲击器,提高施工效率,有效控制孔斜,取得了很好的效果。

3.6 测斜措施

采用 STL-1GW 型陀螺测斜仪进行测斜,每钻进 50 m 测斜一次,每次测斜认真做好记录,准确绘制钻孔轨迹图,为继续施工提供技术支持。

4 实施效果

成井后测量:钻孔终点偏离中心 3.4 m,符合技术要求。

目前 A 坑 M 竖井工程中已经成功使用该电路正常发挥作用,并作为主要供电线路对 A 坑 M 竖井及生产区域进行供电,将桐沟 110 kV 变电站 10 kV 金东线—坑口—竖井第一种供电线路作为备用电源。并在高压电缆从通风供电孔放至竖井的同时,把通讯电缆也一并经通风供电孔放至竖井,实现了一孔多用,实施效果非常明显,达到了预期效果,并实现了井下温度由 30 ℃ 降低到 28 ℃,改善了井下作业环境。

通风供电孔经实地实施后,在供电方面达到了用户单一、专线供电、供电稳定性高,提高了供电质量的同时也提高了生产效率。目前在 A 坑 M 竖井供电方面已将该线路作为主要线路进行供电,原第一种供电线路作为备用电源,进一步降低了电损。

5 经济效益分析

5.1 节省费用

(1)原供电设计方案。从阳平西峪变电站至 A 坑口 8 km,投资 25 万元/km \times 8 km = 200 万元;A 坑口至 M 竖井变电硐室高压电缆 8600 m,投资 130 元/m,费用 111.8 万元,共计投资 311.8 万元。

(2)使用大口径钻孔供电通道。①工程费用:孔深 471.30 m,综合单价 2100 元/m,工程费用 98.97 万元。②材料费用:1100 m 高压电缆,投资 130 元/m,费用 14.3 万元。工程和材料费用合计为 113.27 万元。

通过对比,节省投资 198.53 万元(直接费用:311.8 万元 - 113.27 万元)。

5.2 降低电损

(1)A 坑口每月平均生产用电量在 30 万 kW·

h 以上,原第一种主要供电线路电损 3.5%,设计的第二种供电线路,设计电损 3.5%,经过通风供电孔线路改造后,实际电损 0.5%,比较后可节省电费开支 16.2 万元/年。

(2)提高供电质量和改善作业环境为生产效率的提高也奠定了一定的基础,年可增加出矿量 15000 t,可增加产值 800 万元。

6 结语

(1)大口径电缆通风孔方案能有效减少 M 竖井的设备费用投资、提高供电质量、解决井下通风和通讯等多种用途。

(2)在电缆通风孔施工中,防斜保直最为关键。施工中要以防为主,及时监测孔斜,发现问题及时纠正。

(3)选择合理的钻探设备、管材及施工工艺。使用常规的岩心钻机及 SJ114 金刚石绳索取心钻进工艺施工先导孔,减少钻柱与孔壁的环状间隙,防止孔斜发生;扩孔采用组合式钻头,降低施工成本,提高扩孔效率。

(4)实现了一孔多用,实施效果非常明显,井下温度由 30 ℃ 降低到 28 ℃,改善了井下作业环境;据企业提供数据,该井的成功实施,给其直接节省费用 198.53 万元;可降低 3% 左右的电损,可节省费用 16.2 万元/年;提高了出矿效率,年可增加产值 800 余万元。

参考文献:

- [1] 杨宽才,田敏,曾石友,等.绳索取心液动潜孔锤钻进技术在小秦岭金矿区的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(2):40-43.
- [2] 雷才国,孙炳兴.大直径钻孔防治煤与瓦斯突出的实践[J].矿业安全与环保,2010,37(5):62-64.
- [3] 杨亚平,孟杰.大口径钻孔联合风库中转长距离通风技术研究[J].现代矿业,2014,(4):72-74.
- [4] 滕汉春.钻孔通风技术及其在长距离掘进巷道中的应用[J].采矿技术,2011,11(2):42-44.
- [5] 袁志坚,熊亮.大口径瓦斯抽排井施工扩孔分级设计优选探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(11):17-19.
- [6] 赵华.SYZX 系列绳索取心液动锤在新余梅山煤矿易斜深孔防斜钻进中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9):27-29.
- [7] 吴翔,等.定向钻进工艺原理与应用[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2006.
- [8] 胡郁乐,等.钻探事故预防与处理知识问答[M].湖南长沙:中国地质大学出版社,2010.
- [9] 杨引娥.钻孔通风技术及其在长距离掘进巷道中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(3):60-65.