

水平孔绳索取心钻进技术在金矿坑道勘探中的应用

常江华, 凡东, 刘庆修, 史海岐, 刘建林, 杨伟峰

(中煤科工集团西安研究院, 陕西 西安 710077)

摘要:随着浅部可采资源越来越少,对老矿山进行深部和外围资源勘探的需求越来越迫切,坑道勘探是在老矿区进行深部资源勘探的一个捷径。结合太白县某金矿坑道勘探的钻孔需求,采用了绳索取心水平钻进工艺,合理选择钻机、钻具及辅助装备,完成了勘探工作,为国内采用水平孔绳索取心钻进工艺施工坑道勘探钻孔提供参考。

关键词:水平孔;绳索取心;坑道;钻探

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2012)01-0040-04

Application of Wire-line Coring Technology in Horizontal Borehole for Exploration in Gold Mine Tunnel/CHANG Jiang-hua, FAN Dong, LIU Qing-xiu, SHI Hai-qi, LIU Jian-lin, YANG Wei-feng (Xi'an Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group Corp, Xi'an Shaanxi 710077, China)

Abstract: The deep and peripheral resource exploration in old mine has been much more urgent as the shallow available resource is less and less, now the tunnel exploration is a shortcut for deep resource exploration in old mine. According to the tunnel exploration drilling conditions of a gold mine in Taibai County, horizontal wire-line coring technology is adopted with rational selection of drilling rig, drilling tools and auxiliary equipments to finish the exploration work, which can be a reference for using horizontal wire-line coring technology in tunnel exploration drilling in China.

Key words: horizontal hole; wire-line coring; tunnel; exploration drilling

1 矿区勘探概况

太白县某金矿位于西秦岭中带,陕西省宝鸡市境内,矿区经历了自太古宙以来的多期造山构造运动,具有复杂的构造演化史,矿床受大型剪切带以及大型剪切带内或旁侧的剪切褶皱和剪切断裂的控制,属于较为典型的造山型金矿床。矿石类型以破碎带蚀变岩型、构造蚀变岩型和石英脉型为主。

该矿目前正处于勘探阶段,已探明的矿带成扁豆形分布,矿带狭窄处不过几公分,但是金矿品位较高、易采、易选,主要赋存于黄铁矿和铁白云石中,伴生大量石英矿。

矿区以往采用的坑道炮掘勘探成本高、进度慢,难以满足该矿快速完成勘探、投入生产的急切需求。矿方急需更加方便、低成本的勘探方法。

钻探取心勘探方法是一种相对方便、低成本的勘探方法,坑道钻探取心除了需要钻进垂直向下钻孔以外,经常需要沿矿床层带钻进近水平孔,取心方法有提钻取心和不提钻取心两种。提钻取心虽然工艺施工简单,但随钻孔加深,所用时间及劳动量递增,不适用中深孔取心钻进。不提钻取心方法又有反循环取心和绳索取心两种。反循环取心往往受到钻孔漏失、设备管材(双壁钻杆)费用昂贵等影响,

而且岩心质量得不到保证;绳索取心钻进具有钻进效率高、地质效果好、工人劳动强度低等诸多优点,于是我们开展了这项工艺在水平孔钻进中的生产应用试验。

矿方要求在矿区施工近水平钻孔一个,钻孔深度 ≥ 300 m,终孔直径 ≥ 78 mm,岩心直径 ≥ 49 mm,取心率 $\geq 90\%$ 。主要施工地层为粉砂质灰岩夹薄层变质粉砂岩,局部为变质细粒长石石英砂岩、斑点状泥质粉砂岩夹砂质板岩、粉砂质灰岩透镜体等。岩石坚硬,灰岩可钻性等级8~9级,石英可钻性等级9~10级。

2 配套设备

为了完成预定300 m水平取心钻孔的任务,配套的主要设备有:ZDY1000G型全液压坑道钻机,坑道用高强度绳索取心钻杆,水平孔 $\varnothing 75$ mm坑道用绳索取心钻具,BW-250型泥浆泵,金刚石绳索取心钻头和扩孔器。

2.1 ZDY1000G型全液压坑道钻机

ZDY1000G型全液压坑道钻机(图1)具有竖直钻进500 m、水平钻进400 m的能力。钻机为全液压力头式钻机,具有分体性好,在坑道狭小空间内

收稿日期:2011-06-03

作者简介:常江华(1982-),男(汉族),河南西平人,中煤科工集团西安研究院工程师,机械电子工程专业,硕士,从事坑道钻探机具的研发和推广工作,陕西省西安市高新区锦业一路82号,13659250891@126.com。

布置灵活方便;给进行程长,效率高;可满足多角度 点有:
钻孔施工,适宜矿体的追索^[1,2]。该钻机的主要特

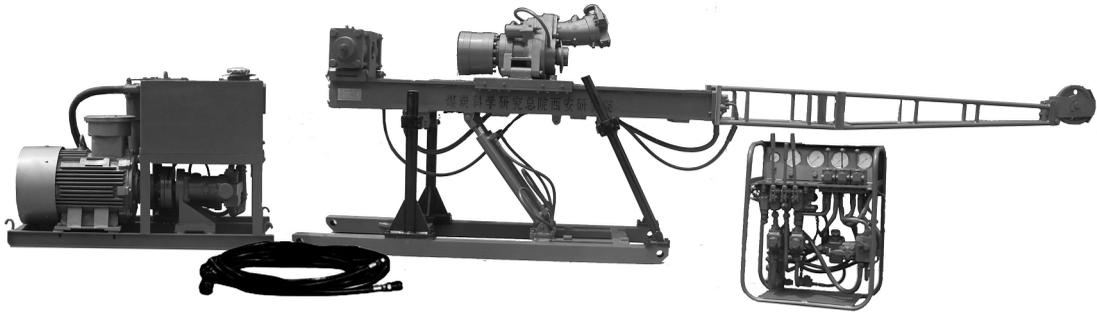


图1 ZDY1000G 型全液压坑道钻机

(1) 钻机遵循分体式、模块化的设计原则^[3],整体由主机、泵站、操纵台 3 部分组成,各部分之间用软管连接,摆布灵活,解体性好,便于搬迁运输^[4]。

(2) 给进装置采用油缸链条的倍速机构,行程长、机身短,导向性好,运动平稳,机身刚度好。设计了新型的复合链条张紧装置,链条传动稳、高效^[5]。

(3) 液压系统采用双泵开式系统,回转和给进回路分别独立供油,回转参数和给进参数可以独立调节而不相互干扰。

(4) 回转器采用变量泵 + 变量马达的驱动调速方式,转速可以无级调节、调节范围宽,工艺适应性强。

2.2 Ø75 mm 坑道用水平孔绳索取心钻具

水平孔与垂直孔钻进用绳索取心钻具使用场合不一样,特点存在明显差别,垂直孔钻进可以靠重力自由下放内管总成和打捞器,水平孔钻进时无法实

现内管总成和打捞器的自由下放;另外垂直孔钻进时钻具的回转轴线与自身重力方向相同,受力情况较好,水平孔钻进钻具的回转轴线与自身重力方向垂直,受力情况明显较差。

针对该金矿水平孔钻进需要,选择了 Ø75 mm 坑道用水平孔绳索取心钻具(如图 2),该钻具捞矛头持心装置及复合弹卡定位结构的创新设计,解决了弹卡定位不可靠、捞矛头偏移致使打捞失败等问题^[6];设计了水力输送打捞器(如图 3)和通缆式水接头(如图 4),采用高压泥浆来泵送和打捞内管总成。

2.3 BW-250 型泥浆泵

试验选用 BW-250 型泥浆泵,该泵具有压力高、泵量大的特点,可用于孔径 70 ~ 200 mm、孔深 500 m 的全面或取心钻进,能够完全满足排粉和正常钻进的要求。

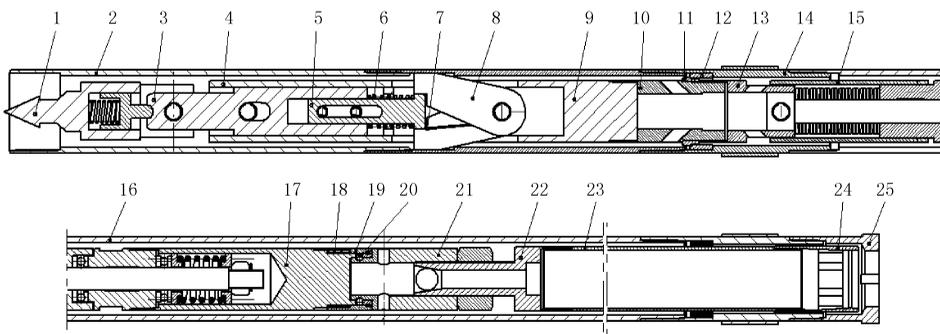


图2 Ø75 mm 坑道用水平孔绳索取心钻具

1—捞矛头;2—弹卡挡头;3—捞矛座;4—回收管;5—小轴;6—弹簧;7—张簧;8—弹卡;9—弹卡座;10—进水管;11—悬挂环;12—座环;13—出水管;14—扶正器;15—滑套;16—外管;17—弹簧套;18—弹簧;19—滑动锁套;20—定位钢球;21—连接轴;22—调节接头;23—内管;24—卡簧座;25—钻头

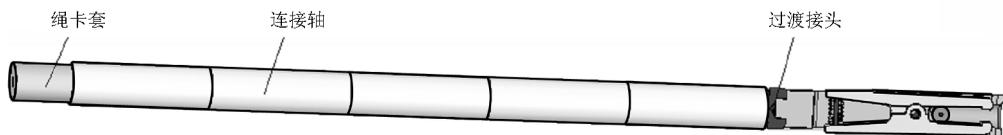


图3 水力输送打捞器

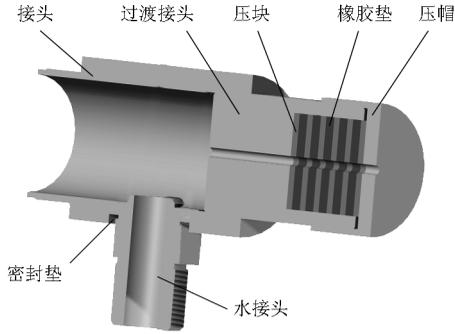


图4 通缆式水接头



(a) 金刚石双管取心钻头

(b) 金刚石扩孔器

图6 钻头及扩孔器

2.4 坑道用高强度绳索取心钻杆

在近水平孔钻进时,钻杆在自重的作用下,贴在孔壁上,回转时,摩擦阻力增大,当孔深相近时,近水平孔钻杆承受的扭矩比垂直孔钻杆承受的扭矩要大得多,要求钻杆有更高的强度和耐磨性。针对这种情况,研制了坑道用高强度绳索取心钻杆(见图5)。其主要特点有:

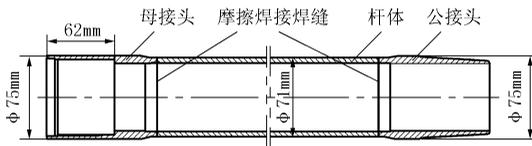


图5 坑道用高强度绳索取心钻杆结构图

(1) 钻杆采用摩擦焊接公母接头工艺,钻杆疲劳强度高,密封性能好,公母接头与钻杆体连接强度高;

(2) 采用双顶锥螺纹连接,螺纹拧紧时接触面积大,间隙小,螺纹受力均匀,传递扭矩大,密封性能好,而且具有自定心的特点,减少螺纹的拧卸磨损。

2.5 钻头与扩孔器

金刚石双管取心钻头(如图6a)用于绳索取心双管钻进,由于钻杆最大外径为 $\varnothing 75$ mm,考虑合理的孔壁间隙,钻头的外径设计为 $\varnothing 78.5$ mm。

金刚石扩孔器(如图6b)外径选用 $\varnothing 79$ mm,主要作用是修整孔壁,保持钻孔直径合乎标准尺寸;其次起扶正和稳定钻头作用。

3 钻进工艺

3.1 钻孔结构

由于钻杆公、母接头的外径是 $\varnothing 75$ mm,试验开孔采用 $\varnothing 78.5$ mm单管钻头钻进至4 m,提钻后尽量采用 $\varnothing 78.5$ mm双管绳索取心钻头钻进,在复杂破碎地层钻进时对双管钻具损坏较快,采用单管进行钻进。

3.2 冲洗介质

冲洗介质的主要功用是冷却钻头、携带和排除岩粉。施工矿区岩石比较稳定,成孔容易,因此采用泥浆泵供应的清水作为冲洗介质就可满足钻进要求。

3.3 钻进工艺参数

一般来说,在一定范围内钻速是随钻压的增大而增加的,但它们因孔底碎岩机理的不同而有所不同。过大的钻压使金刚石消耗量急剧增大,而且还会导致钻速下降。另外取心钻头是非标尺寸,唇面较大,需要的钻压适当要大一些,所以钻压在易钻地层基本选择在9~12 kN,在个别坚硬、复杂地层时12~18 kN。

金刚石取心钻进要求钻头有足够高的转速来达到高效率钻进的目的,但是水平孔钻进钻杆与孔壁的摩擦力大,过高的转速需要高功率,而且对钻杆的损伤大,所以选择钻机的转速390~700 r/min,并且随着钻孔深度的增加适当的降低转速。

冲洗液量大,则孔内比较干净,钻孔轨迹在重力作用下将有下斜的趋势;冲洗液量小,则孔内可能产生岩屑的堆积物,产生岩屑桥,使钻孔轨迹向上偏斜;地层岩性比较稳定,而冲洗液量又适中时,有利于钻孔的保直钻进。钻进过程中泥浆泵的泵量选用52 L/min,泵送和打捞内管总成时,为了提高效率,泥浆泵的泵量适当调大。

4 施工情况

2010年9月,1号钻孔开孔定位于矿区运输大巷南端底板以上1.3 m,钻孔方位与运输大巷夹角成 7° ,开孔倾角 -1.22° 。为便于下放内管总成,先使用单管钻进4 m,然后换用绳索取心钻进,绳索取心水平孔钻进工艺方法不但减轻了提下钻时工人的劳动强度,也减少了钻进辅助时间。设备在钻进过程中性能稳定,系统压力在孔深240 m以前在7~

10 MPa,在孔深240 m以后为10~14 MPa,钻进破碎地层最大系统压力为23 MPa(钻机系统调定最大压力为26 MPa);钻进时钻机的转速390~700 r/min,随着钻孔深度的增加适当的降低转速。

钻孔深度为324 m时,系统压力急剧升高,停钻对钻孔的孔斜进行了测量,钻孔轨迹见图7,钻孔基本呈稍微下斜趋势,最大孔斜-3.82°,钻孔轨迹基本保持平直,排除因为孔斜大而引起的系统压力升高,初步判断该段地层破碎,大量碎岩堆积在钻杆附近引起系统压力升高。

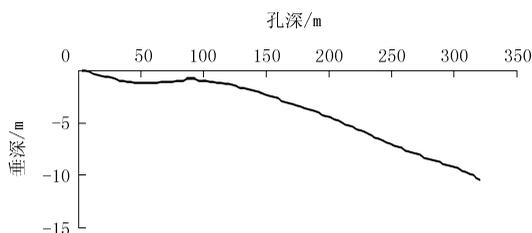


图7 钻孔轨迹图

11月22日,成功终孔,终孔深度401.8 m,取心率达到90.87%。完成了预定孔深300 m、取心率90%的目标。

5 总结

(1)采用ZDY1000G型全液压坑道钻机、 $\varnothing 75$ mm坑道用水平孔绳索取心钻具和BW-250型泥浆泵等设备配合合理的钻进工艺,在太白县某金矿

完成了一个深度401.8 m的水平孔,取心率达到90.87%,完成了预定孔深300 m、取心率90%的目标。

(2)水平孔绳索取心钻探工艺减轻了井下工人的劳动强度,减少了钻进辅助时间,但是由于第一次采用这种工艺方法,使用者操作不太熟练,加上对地层条件不了解,1号钻孔没有完全发挥该工艺方法应有的钻进效率,以后还需要继续做大量工作推广应用。

(3)随着资源开采量的增加,浅部资源越来越少,对老矿山进行深部和外围资源勘探的需求越来越迫切,坑道勘探是在老矿区进行深部资源勘探的一个捷径,水平孔绳索取心钻进工艺是中深孔坑道勘探的理想方法,应用会逐渐增多。

参考文献:

- [1] 殷新胜,凡东,魏欢欢,等.中深孔坑道勘探设备的研制[A].2011年陕西省探矿工程年会论文集[C].118-121.
- [2] 常江华,王贺剑,姚克,等.ZDY1000G型坑道勘探钻机设计[A].2010年陕西省探矿工程年会论文集[C].209-212.
- [3] 石智军,胡少韵,姚宁平,等.煤矿井下瓦斯抽采(放)钻孔施工新技术[M].北京:煤炭工业出版社,2008.16.
- [4] 凡东,殷新胜,常江华,等.ZDY1000G型全液压坑道钻机设计[J].煤田地质与勘探,2011,(1):78-80.
- [5] 殷新胜,田宏亮,凡东,等.一种用于链条倍速机构的张紧缓冲装置[P].中国专利:200920033862.9.
- [6] 殷新胜,石智军,魏欢欢,等.一种坑道近水平孔用绳索取心钻具[P].中国专利:201020279922.8.

(上接第39页)

1996年获地矿部“八五”定向科研成果二等奖,其他为省部级科技进步二、三等奖。在1996年的第三十届国际地质大会和《探矿工程》专业期刊为代表的各类专业学术会议和专业期刊上发表了多篇论文,取得了显著的技术、学术成果。

6 结语

20世纪80年代以来,空气潜孔锤钻进技术在河南省成功应用于水文水井钻探、金矿勘探、煤层气施工、地质灾害治理和建设工程施工等探矿工程、岩土钻掘工程的各个钻探施工领域,培养造就了一批高层次专业技术人才,极大地推进了河南省探矿工程技术进步,为河南省地质勘探经济发展作出了重要贡献。值此“十二五”开局之年,谨以此文,期望进一步推动河南省地质科技进步,努力提升全省探

矿工程科技水平,促进探矿工程高层次人才发展,带动探矿专业技术队伍整体水平提升,在当前实现深部探矿突破战略中,为河南省找矿突破和跨越式发展做出更大贡献。

参考文献:

- [1] 陈鑫发,牛建设.空气潜孔锤钻进技术在豫西抗旱找水打井施工中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(10):37-39.
- [2] 黄晨辉,赵大军,马银龙,等.气动潜孔锤钻进技术在云南旱区找水工程中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(4):28-30.
- [3] 刘家荣,王建华,王文斌,等.气动潜孔锤钻进技术若干问题[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(5):40-44.
- [4] 许刘万,刘智荣,赵明杰,等.多工艺空气钻进技术及其新进展[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(10):8-14.
- [5] 殷其雷,博坤,李忠.贯通式潜孔锤反循环钻进技术在复杂地层中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(5):9-12.