

MK-7 型全液压坑道钻机

殷新胜, 田宏亮

(煤炭科学研究总院西安分院 陕西 西安 710054)

摘 要 :着重介绍 MK-7 型全液压坑道钻机的主要技术参数、钻机特点、部件结构、现场应用情况。

关键词 :全液压 坑道钻机 研制

中图分类号 :P634.3⁺1 文献标识码 :A 文章编号 :1000-3746(2003)S1-0158-03

MK-7 Hydraulic Gallery Rig / YIN Xin-sheng, TIAN Hong-liang (Xi'an Branch of China Coal Research Institute, Xi'an Shanxi 710054, China)

Abstract :The main technical specification, specialty, structure of parts and field application cases of MK-7 Hydraulic Gallery Rigs are introduced.

Key words :all hydraulic; gallery rig; research and manufacture

1 概述

用近水平大直径钻孔代替高抽巷的方法进行瓦斯预抽,是煤矿安全生产的一场革命。利用煤矿井下的瓦斯抽放系统,将抽出的瓦斯作为生活燃气,有效地利用了瓦斯,也保护了大气环境。我院承担国家重点项目“坑道大直径水平深孔钻机及定向钻进钻具项目”,研制适合煤矿能钻进 800 m 深度大直径近水平岩石孔的钻机、钻具及成孔工艺,为以岩石大钻孔逐步代替走向高抽巷创造条件。经过 2 年的技术攻关,圆满完成。本文仅介绍钻机的设计及现场应用情况。

2 主要技术参数的确定

钻杆直径、主轴输出转速、液压系统额定压力、给进行程、给进与起拔能力等对钻机的结构、质量影响很大,对此加以分析,并以近水平钻孔深度 800 m、终孔直径 150~200 mm 作为基本依据,确定钻机的主要技术参数。

2.1 钻杆直径

由于钻孔直径较大,钻孔定向要求准确。因此,钻杆直径与钻孔直径的级配、定向钻进的控制效果、施工时的劳动强度有很大关系。为简化测斜工序及钻进先导孔时破岩面积不得过小,先导孔直径为 113 mm,钻杆接头内径要能通过国内最小的测斜仪,保证测斜仪器顺利达到被测位置,确定钻杆直径

为 89 mm。

2.2 主轴输出转速

钻进近水平定向孔时,钻杆与孔壁摩擦严重,转速愈高,钻杆磨损愈快,钻机功率消耗也大。虽然高转速能提高钻头单位时间切削岩石的次数,增加钻进效率,但与钻杆磨损、功率消耗的增加相比较,得不偿失。根据 MK-6 型钻机实钻的参数,确定最高转速为 200 r/min 左右,最低转速由液压系统的最小稳定流量决定。

2.3 液压系统额定压力

液压系统额定压力的大小决定钻机的结构和质量,根据国内液压元件的货源情况,选用高压型液压元件。主泵系统和副泵系统的压力定为 28 MPa 和 21 MPa。

2.4 给进行程

给进行程大小决定钻机在井下搬迁运输的灵活性,给进行程大,可以减少倒杆次数,缩短钻进辅助时间,提高钻进效率。但行程大,会增加钻机的质量,降低钻机在井下搬迁运输的灵活性。因此,给进行程定为 1000 mm,钻机的外形长度控制在 2800 mm 左右,利用液压联动操作来缩短起、下钻具的时间,提高工效。

2.5 给进与起拔能力

煤矿井下条件差,特别是在施工近水平孔,孔内更容易出现塌孔、掉块等孔内事故,钻机应具备强大

收稿日期 2003-04-30

基金项目 科技部专项基金“坑道大直径水平深孔钻机及定向钻进钻具”(NCSTE-1999-JKZX-170)

作者简介 殷新胜(1958-) 陕西杨凌人,煤炭科学研究总院西安分院研究员,勘探机械专业,从事全液压坑道钻机的研究工作,主持 MK 系列全液压坑道钻机的研制。(029)5512411、13891988501。

的处理事故能力。因此钻机必须具有比正常情况下大得多的起拔力,结合给进装置的结构设计,确定最大给进/起拔力均为 250 kN,这样的能力可处理一般的卡、埋钻事故。

综上所述,钻机的主要技术参数如下:

钻孔深度 800 m 的用 $\varnothing 89$ mm 钻杆,钻孔倾角 $0 \sim \pm 10^\circ$,回转速度 $5 \sim 200$ r/min,回转器最大扭矩 8000 N·m,最大给进/起拔能力 250 kN,给进行程 1000 mm,液压系统工作压力 28 MPa,电动机功率 90 kW。

3 钻机特点及主要部件结构

钻机主机如图 1 所示。

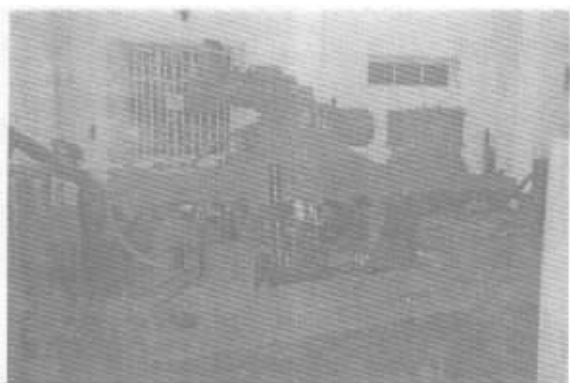


图 1 钻机外形照片

3.1 钻机特点

(1) 钻机由主机、泵站、操纵台 3 大部分组成,各部分之间以高压胶管相连,解体性好,搬迁运输方便,现场摆布灵活。操作人员可远离孔口进行操作,有利于保证人身安全。

(2) 采用液压传动,双变量泵开式循环系统,无级调速,钻探工艺适应性强。配有的压力表,随时了解孔内负载的变化,减少孔内事故的发生。

(3) 液压卡盘与液压夹持器配合,可机械拧卸钻杆,减轻体力劳动强度,液压联动,提高了钻机的工效。

(4) 采用通孔式回转器结构,钻杆的长度不受给进行程的限制,更换不同的卡瓦组,可使用不同直径的钻杆,扩大钻机的用途。

(5) 主机设有步履行走机构,使搬迁更方便,钻场布置更加灵活。

3.2 主要部件结构

3.2.1 回转器

是钻机的核心部件,选用高转速小扭矩变量马达,用马达的排量调节获得 $1 \sim 3.47$ 比例的转速与

扭矩调整范围,不再设置机械变速机构。按输出转速的要求,传动箱的降速比需在 10.5 左右。选用平面三轴结构,NGW 型行星机构作为第一级传动,结构紧凑,并缩小了回转中心与导轨面的距离,改善托板移动时的受力状况。

3.2.2 液压卡盘

采用胶筒式卡盘,无增力机构,传递效率高,结构紧凑,卡紧力大,外形尺寸小,转动惯量小,卡瓦使用寿命长,夹持范围大,钻杆受到一定磨损,夹紧力不受影响。采用浮动配油套自动平衡定心结构,解决了液压卡盘的配油问题,使配油套与主轴之间既有高速旋转,又允许有相对摆动,还起到了密封作用。

3.2.3 液压夹持器

采用复合式液压夹持器(已获专利,专利号 02224484.0),按钻杆在自重作用下不滑动确定弹簧的张力,以减小夹持器的外形尺寸。再设一个副油缸,在回转器反转时,有压力油进入副油缸辅助夹紧,保证卸扣时能可靠地夹紧钻杆。松开时,主油缸的推力只需克服弹簧的张力,有利于液压系统的压力协调,提高液压系统效率。

3.2.4 给进装置

双杆油缸并列安装使用,增加机身的刚度。活塞杆固定,缸筒移动,油缸使用寿命长。油缸和托板的连接采用挡环型式,简化安装,改善托板的受力状况。

3.2.5 液压步履机构

钻机施工时,常要在一个钻场钻 2~3 个钻孔,钻机要近距离搬迁和对孔位,在主机上增设了带中心转向的液压步履机构。该液压步履机构由支腿油缸、平移油缸、中心转向机构上下底盘组成。两层底盘之间设有滑轨。支腿油缸和上述主机各部件都安装在上底盘上;在下底盘中部装有中心转向机构。上下底盘之间装有平移油缸,其缸筒和活塞杆分别与上底盘和下底盘铰接。通过不同的操作顺序,主机就可移步。当需转向时,可操纵中心支撑油缸使主机整体升离地面,通过人力推动主机转向,转到所要求的位置后,再使整机落下。现场使用表明,步履机构的设置减轻了工人的劳动强度,缩短了施工准备时间。

3.2.6 油液养护

采用高位油箱安装吸油滤油器和回油滤油器,过滤油液中的固相物,克服了油液易被污染的缺点;在油箱中设置永久磁铁,吸附铁磁物质,以确保系统

工作的可靠性。

4 液压传动系统

4.1 液压传动系统

由于钻机正常钻进时,连续工作时间长,起、下钻具工况中执行机构多,动作复杂。两大工况使液压系统发热量大,采用开式循环系统有利于散热,也可减轻泵站的质量。

4.2 双泵系统

将钻机同时工作的给进和回转部分分成独立的系统,使执行机构在工作时油路不互相干扰,各参数调节方便,可满足定向钻进要求。

4.3 液压联动

为了简化操作程序,减少操作失误,缩短起、下钻作业时间,液压系统设计了执行机构间的联动功能。(1)主轴正、反转时,回转油路中的部分压力油通过单向阀进入液压卡盘,使卡盘自动卡紧钻杆,实现回转与卡紧的联动。(2)反转时,有部分压力油进入夹持器的副油缸,增加夹持器的夹紧能力。(3)回转联动阀,可实现正转时卡盘卡紧、夹持器自动松开,停止回转后,夹持器自动卡紧,防止钻杆滑移。(4)起下钻联动阀,实现给进缸与卡盘、夹持器之间的联动,协调起、下钻杆动作,并保证“先卡紧,后松开”。阀处于中位时,联动取消,可单独使给进油缸运动,增加其机动性。

5 现场应用

于2002年12月1日~12月25日在铜川矿务局陈家山煤矿进行现场试验。历时25天,先后完成2个钻孔,累计进尺1667.5 m,纯钻进时间为137.46 h,平均时效为12.13 m/h。

试验钻孔在4号-2煤层的中上部,煤层倾角 $5^{\circ} \sim 7^{\circ}$ 。由于该区域属高瓦斯地区,在此试验,对探索用大直径长钻孔进行瓦斯抽放有实用意义。

1号孔:开孔倾角上仰 6° ,方位平行于415运顺。0~420 m,孔径为193 mm,420~500 m孔径为153 mm,500~802.5 m孔径为113 mm。在钻进过程中,先后穿越煤层及泥岩。用保直组合钻具钻进

至380 m时,进入泥岩,用CQ-1A型磁球定向测斜仪对钻孔倾角进行测量,钻孔倾角最大为 6.5° ,最小为 6° ,与开孔倾角相同。380 m以后先是换用 $\varnothing 113$ mm四翼刮刀钻头,跟3个稳定器,钻进至470 m时,因孔内返水流向下方巷道,影响他人工作,停钻3 h,再次钻进时,出现卡钻。换用 $\varnothing 113$ mm四翼刮刀钻头,钻孔轨迹保持在泥岩中,钻进至802.5 m终孔。

2号孔:开孔倾角上仰 5.3° ,方位右偏415运顺 3° 。0~712 m孔径为153 mm,712~865 m孔径为113 mm。为使钻孔轨迹保持在煤层中,用造斜组合钻具钻进,在337 m时,用CQ-1A型磁球定向测斜仪对钻孔进行倾角测量,最大倾角为 -1° ,最小倾角为 -1.5° ,钻孔下斜。根据地质资料,换用保直组合钻具钻进,钻进至855 m时进入炭质泥岩,钻进10 m,因钻具不适宜钻进泥岩,发生卡钻,水泵压力增大,出于安全,提钻终孔。在整个钻进过程中,钻机状态始终良好。本孔855 m均在煤层中,孔内瓦斯含量很大,达到了全孔轨迹均在煤层中的设计要求。

6 结论

经现场试验表明,钻机技术参数合理,钻进效率高。使该机成为国内目前能力最大的全液压力头式坑道钻机,并创造了我国煤矿井下煤层气近水平定向钻孔深度的最高纪录。在国内率先掌握了用稳定组合钻具进行沿煤层定向钻进的技术,在煤矿井下近水平定向钻进技术的研究方面取得突破性进展,使我国煤矿钻探技术从无控钻进跨入受控钻进阶段。将推动我国煤矿坑道钻机的更新换代和钻进工艺技术的发展。同时必将引发煤矿瓦斯安全治理的一场革命。

参考文献:

- [1] 冯德强. 钻机设计[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1993.
- [2] 殷新胜,等. M-700型煤层气抽放钻机的研制[J]. 探矿工程, 2001(增刊).