

矿用瓦斯抽放钻机履带行走装置研究

郭亚楠*

(晋城宏圣建筑工程有限公司第四矿山建筑分公司,山西 晋城 048000)

摘要:针对综采工作面上隅角易出现瓦斯超限的问题,提出了可通过施工大直径钻孔来快速抽采瓦斯的策略,结合抽放工况条件与使用需求,并基于大直径瓦斯抽放钻机工作特点,重点对钻机的履带行走装置进行了设计,确定出了履带钻机的地面附着力、履带钻机的牵引力以及履带钻机的行走驱动转矩等关键技术参数,经实际应用,发现该大直钻机履带底盘运行稳定、可靠,钻孔效率高,有助于进一步提高钻孔效率,更好地抽放工作面瓦斯,具有一定的推广应用价值。

关键词:瓦斯抽放;钻孔;钻机;行走装置;技术参数

中图分类号:TD41 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2024)08-0130-03

《煤矿安全规程》中,尾巷布局被废除,多数矿井将原有“U+L”布局改为“U”布局,但随着开采技术的进步,开采强度越来越大,导致了工作面上隅角的瓦斯含量严重超标,同时,工作面巷道的开掘速率也是影响我国矿山产量和效益的重要原因。针对以上存在的问题,项目拟采用大口径井筒钻取,取代联络巷埋管抽取,研制一台可一次钻取口径为 $\varnothing 450\text{mm}$ 的矿井大口径井下瓦斯抽取器,实现对下伏瓦斯抽取,从而有效地缓解回采煤壁上覆瓦斯超限的安全风险,并且能够显著地降低生产成本。本项目所研究的新技术和新设备,将为矿井开采条件十分苛刻的情况下,有效地预防和控制了矿井的煤与瓦斯突出,保证了矿井的安全,保障了井下工作人员的生命安全。

1 工况需求及钻机概况

矿井地面坑坑洼洼、硬质岩石巷、泥浆与煤粉混凝而成的泥浆道路等环境十分复杂,作业环境严酷,使得钻井机械的轨道容易发生损伤,对轨道的承载能力提出了更高的要求。在工作条件比较恶劣的情况下,对履带式钻井平台的运行稳定性有很大的作用。

从矿井的特定工作环境、空间受限等角度出发,对履带式钻机的整机进行了全面的分析,而所设计的钻机,则可以在输送煤的皮带运输机和煤墙之间,在平均宽约2.5m的地方,进行灵活的走动,钻机初步的设计参数和功能参数如表1所示。

矿山用大口径瓦斯抽放钻钻机的初步设计,包括了一套履带行走装置、稳钻支撑组件、钻进主体以及用

表1 钻机设计相关参数

序号	名称	参数
1	整机质量 $m(\text{kg})$	8000
2	整车尺寸 $(\text{mm}\times\text{mm}\times\text{mm})$	4000 $\times$ 1500 $\times$ 1800
3	最大爬坡角度 $\alpha(^{\circ})$	17
4	最小转弯半径 $R(\text{mm})$	1500

来协助吊装钻具的悬臂吊,见图1。文章重点阐述了该机器人的工作原理、设计参数。

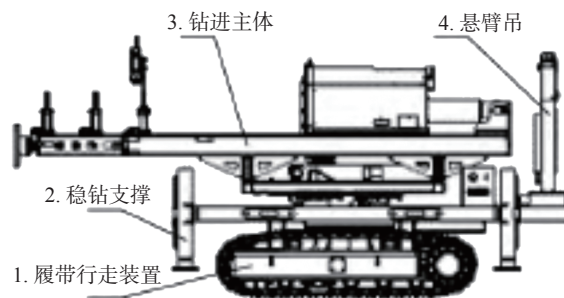


图1 矿用大直径瓦斯抽放钻机结构示意图

2 履带行走装置结构设计

轨道式行走系统作为轨道式钻井平台的支撑系统,既承担了钻井平台的重量,又承担了钻井平台在轨道式钻井平台上的工作压力,又是轨道式钻井平台上轨道运动的执行器。因为在给进系统中,履带钻机的机体的长短受到了供给系统长度的制约,因此,在进行搬运、对孔位等多种方面的综合考量之后,将履带行

* 收稿日期:2023-03-04 修回日期:2023-04-10

作者简介:郭亚楠(1993-),男(汉族),山西长子人,助理工程师,现从事煤矿机电工作。

走装置的长度限定在3800mm以内,并在此基础上,为方便钻机钻进系统的转弯而进行了设计。

履带行走装置结构如图2所示,由履带车体平台、回转机构和履带底盘组成。

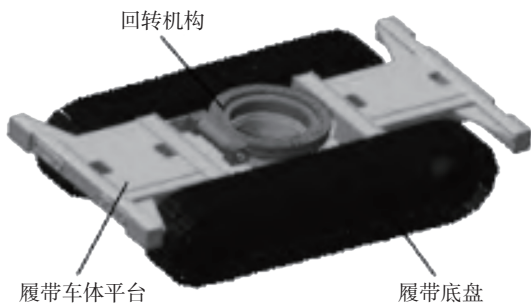


图2 履带行走装置结构示意图

(1)在轨道车辆上,安装有旋转动力头、滑轨和控制系统等主要的钻进执行器的支承平台。在履带式钻井作业中,履带式平台承担着钻井作业的全部压力,对其强度有很高的要求,因此采用了整体高强度焊接结构。

(2)履带车包括四个车轮、一个张力装置、一个履带框架、一个承重轮、一个传动装置等。在满足机械性能需求的前提下,选择具有较高机械性能的平板式轨道。采用常规的卵形轨道,以减轻设备的重量,保证钻井机械在井下的平稳运行。本设计的车架较小,车辆行驶平稳,越障效果好。由于履带式钻井平台的特点,其运行方式是由低速大力矩的油缸电机通过链条传动,从而实现钻井平台的安全运行。

(3)所述的转向装置,是指在所述的轨道车辆的中心位置设置的一种转向装置,它能使所述轨道车辆的顶部实现360°的转向,从而实现对所述轨道车辆的转向。

3 主要设计参数分析

以工程机械的外形结构与设计以及机械说明书为参考,对其进行了设计和分析,并根据这些关键的数据,对目前市面上的主流产品展开了一系列的选择。

3.1 平均接地比压的计算确定

参考了工程机械的外形结构与设计以及机械说明书,在对履带底盘进行的结构分析时,应该尽可能确保整车的重心位于轨道的几何中央,从而使得轨道与地面之间的距离达到均衡,这是确保轨道钻机拥有较好的运行通过性和工作稳定性的必要前提。以此为基础,对各大厂家的主要指标进行了设计和分析。平均性比压差的计算方法:

$$P=\frac{mg}{2BL} \tag{1}$$

式中: P ——相应的平均接地比压,kPa;
 M ——相应的履带钻机质量,kg;
 B ——相应的履带板宽度,m;
 L ——相应的单边履带的接地长度,m。

3.2 履带接地长度、履带板宽度和中心距的选择范围

煤炭开采中存在着坑坑洼洼、硬质岩石巷,以及泥浆与水汽、煤粉混合在一起形成的泥浆路,这两种情况都十分复杂。合理的履带接地长度,履带板的宽度,以及履带的左、右履带之间的距离,都会对履带的平顺性产生很大的作用。

接地线长度 L 和履带板宽度 B 之间的匹配关系对提升钻机的牵引力和附着力起到了重要作用。通常情况下,建议履带宽度的 $B/L0.20\sim0.28$ 之间。考虑到履带式钻井平台的总体尺寸,最后确定了履带式地面长度和履带式地面宽度分别为1900mm和380mm。在不超出履带钻机整机宽度的前提下,为确保履带钻机的工作稳定,并减少回转动力,应尽可能地加大左右两条轨道的中心距离,最后选择了轨道的中心距离为1000mm。

3.3 履带钻机对地面附着力的校核计算及履带钻机牵引力的计算

在进行系统的优化设计中,要求在保证系统最小牵引能力的前提下,使系统的最大牵引能力不能超过系统对土壤的附着能力。以最大的牵引力为履带式钻井平台与土壤的附着力:

$$F_0=mg\varphi \tag{2}$$

式中: F_0 ——相应的履带对地面附着力,N;
 φ ——相应的路面附着系数,当处于湿沙土状态时,其数值取值为0.5;
 m ——相应的履带钻机质量,kg。

表2为不同路面的附着系数表。

在钻井机械履带行走设备的运行过程中,会受到许多的阻力,这些阻力主要有:履带的内部阻力、履带

表2 不同路面的附着系数 φ

路面土质	附着系数 φ	路面土质	附着系数 φ
混凝土	0.45	松散砾石	0.50
干黏土	0.90	压实雪地	0.25
湿黏土	0.70	冰	0.12
压实黏土	0.70	坚实土路	0.90
干砂土	0.30	松散土路	0.60
湿砂土	0.50	煤场	0.60
岩石坑	0.55		

支撑造成的土体变形的阻力、坡度阻力、转弯阻力、风载阻力、惯性阻力、传动损耗、液压损耗等。摩擦力是用来对抗这种移动的阻力。通常,在最大设计爬坡能力时($\alpha=17^\circ$, α 为坡面角)的牵引力为最大,因为坡道阻力为 $mg\sin\alpha$,因此,坡面愈陡峭,履带车所受的坡道阻力愈大,附着力愈小。因为钻机在这个时候的运动速度很慢,而且在矿井中的风载阻力也很小,因此,将履带钻机的最小牵引与其在最大的爬坡角上受到的阻力之和相等,由此,履带机构的牵引为:

$$F_p = F_f + F_i = mgf\cos\alpha + mg\sin\alpha \quad (3)$$

式中: F_p ——相应的履带行走机构的牵引力, N;

F_f ——表示相应的履带行走机构的滚动阻力, N;

F_i ——相应的履带行走机构的坡道阻力, N;

f ——相应的履带行走机构的滚动阻力系数,通常泥泞地区取值为0.15;

α ——相应的最大设计爬坡角度。

3.4 履带驱动转矩、排量、转速等参数的确定

行走系统驱动转矩的计算:

$$T = F_p \frac{D_k}{2} \quad (4)$$

式中: T ——相应的行走系统驱动转矩, N·m;

F_p ——相应的履带行走机构的牵引力, N;

D_k ——相应的驱动轮节圆直径, m。

行走马达排量的计算公式为:

$$V_m = \frac{2\pi T_m}{\Delta P \eta_\infty} \quad (5)$$

式中: V_m ——相应的马达排量, mL/r;

T_m ——相应的单侧马达驱动转矩, N·m;

ΔP ——相应的马达工作压差, MPa;

η_∞ ——相应的马达机械效率,其数值取值为0.93。

行走马达输出转速的计算公式为:

$$n_m = \frac{v}{\pi D_k i} \quad (6)$$

式中: v ——相应的行走机构行走速度, km/h;

D_k ——相应的驱动轮节圆直径, m;

i ——相应的减速器减速比。

在进行矿用大直径瓦斯抽放钻机的轨道行驶系统的时候,要与现实的应用情况相联系,以对轨道对地面附着力、牵引力等关键数据展开计算和分析为基础,最后对轨道行驶系统的关键技术指标进行了确定,从而确定了轨道行驶系统的关键技术指标,这样就可以大大地减少轨道行驶的时间,节约更多的经济费用。同时,还可以对轨道行驶系统进行模拟,从而确保了轨道行驶系统的安全性。

4 结论

本课题研究的是能适应复杂环境和大载荷的履带式车辆,为煤矿大口径煤层气钻井平台在复杂、狭窄的工作面上输送的平稳行走机构。通过山西、陕西多家矿井的实际应用,对该设备进行了现场测试,并取得了较好的效果,说明了该设备的主要技术指标分析是准确的。

参考文献:

- [1] 曹锐.定向千米钻机在寺河矿综采工作面上隅角瓦斯治理中的应用[J].现代矿业,2021,37(3):10-13.
- [2] 田渊辉.千米定向钻机在探测大范围物探异常区中的应用分析[J].山西冶金,2021,44(1):70-72.

(上接第129页)

- [2] 杨培森.煤矿井下防灭火技术浅谈[J].内蒙古煤炭经济,2013(5):56-57.
- [3] 段瑞.综放工作面采空区注氮防灭火技术工艺研究[J].山西煤炭,2011(2):89-91.
- [4] 王宏山,闫石,靳辉.矿井综合防灭火技术研究[J].科技创新导报,2012(14):61-62.

报,2012(14):61-62.

- [5] 肖雪峰.注氮技术在采空区防灭火技术在平顶山矿区的应用[J].煤矿开采,2010(1):72-73.
- [6] 张国枢.通风安全学[M].中国矿业大学出版社,2004:229.
- [7] 徐精彩,薛韩玲,文虎,李莉.煤氧复合热效应的影响因素分析[J].中国安全科学学报,2001,11(2):31-35.