

基于煤矿智能化控制的掘进工作面成套装备技术研究

张 顺

国家能源集团神东补连塔煤矿 内蒙古 鄂尔多斯 017209

【摘要】：随着煤炭行业产业结构的逐步调整和现代化，加速转型和优化采矿技术迫在眉睫。其优化的方向主要集中在煤炭企业的智能供应和自动化，这对中国煤炭行业的转型具有十分重要的影响。为推动煤炭工业实现向智能化、无人化发电产业发展的目标，需要技术工作人员对相关技术和设施进行相应的研究，以促进煤炭工业的可持续发展。本文对煤矿智能化控制的掘进工作面成套装备技术进行了相关描述和探索。

【关键词】：煤矿智能化；掘进工作面；成套装备；技术

Research on Complete Set of Equipment Based on Intelligent Control of Coal Mine

Shun Zhang

State Energy Group Shendong Bulianta Coal Mine, Inner Mongolia Ordos 017209

Abstract: With the gradual adjustment and modernization of the industrial structure of the coal industry, it is urgent to accelerate the transformation and optimization of mining technology. Its optimization direction is mainly focused on the intelligent supply and automation of coal enterprises, which has a very important impact on the transformation of China's coal industry. In order to promote the coal industry to achieve the goal of high intelligent and unmanned power generation industry, it is necessary to carry out corresponding research on relevant technologies and facilities to promote the sustainable development of the coal industry. This paper describes the equipment technology of intelligent control and explores it.

Keywords: Intelligent coal mine; tunneling face; complete sets of equipment; technology

煤矿开采的复杂性和风险受到钻井深度、瓦斯和水压等因素的极大影响，煤矿开采的安全性和开采率极其不稳定。在煤炭开采过程中，露天矿风险程度相对较高。煤矿开采的工作人员长期存在于工作场所，高温、高湿、粉尘浓度高，对健康影响很大。瓦斯爆炸、屋顶坍塌、道路洪水等灾害对煤矿开采人员的生命和健康构成严重威胁。目前，大多数掘进工作面通常采用钻孔和爆破施工。在挖掘机、支架、锚杆、运载工具或所有设备的集成化广泛推广之前，智能挖掘机设备研究技术提高了挖掘机设备的表面功能，降低了人工成本，实用价值很高。

1 煤矿智能化概述

煤矿智能化是我国煤炭行业发展的新方向，也是煤炭行业持续、健康、稳定发展的方向。煤矿智能化主要将采掘设备机械化、人工智能和信息技术相结合，也同时有效地将大数据技术融入应用流程本身。合理利用智能采煤技术具有很大的优势。首先，有利于实现煤炭安全开采，有效保障了相关矿山企业的建设项目。其次，大大提高了煤炭开采效率，有助于实现煤炭高水平开采的高效作业。此外，可采用环保采矿方法，减少环境污染。最后，可以减轻工人的劳动强度，提高他们的满意度，促进煤炭行业“安全、高效、环保、有序”发展。

2 煤矿智能化控制的掘进工作面成套装备技术发展现状

近年来，悬臂式杆头在煤炭开采技术的广泛应用中发挥了重要作用，它有助于智能机械化钻井技术的发展，减轻人员负

担。但是经常会遇到以下几类问题：

(1) 隧道地表环境恶劣，安全隐患多，且技术型工作人员很难培训。

(2) 掘进机遥控技术发展还不发达，没有辅助车是不可能移动的。而且，挖掘过程中出现安全问题的可能性非常高。

(3) 充电头自动化程度低。现阶段，用激光光标将光标放在工作台上进行切割操作，杆头不能进行自动定位或引导操作。操作人员在道路前方切割时，由于操作人员通常需要手动使用激光光标将光标输入到工作表面，因此很容易出现要切割的部分过度破损等问题，切割操作不符合当前项目要求也会导致很严重的后果^[1]。

(4) 高速智能钻井系统是中建集团实际煤炭钻井项目中最常见的应用。该系统的设计和应用基于集成锚杆头和悬臂杆头的钻井表面智能扫描。对于支撑安装，如果在煤炭和采矿环境中非常困难，则应使用以下类型的机械安装，比如便携式旅行头和临时支架、锚、杆车、悬臂式锚铲等。如果煤岩路条件好，钻孔在同一条路上，则应采用与螺栓组件向后兼容的方法。如果煤石路环境好，而且道路是双向的，就需要使用连采机和螺栓。智能化方面，综采智能挖掘机采用自动切割方式，多以遥控为辅。智能高速钻孔系统不仅可以进行远程控制、高级钻孔等多种作业，还可以进行精准定位。在自动切割的情况下，也可用于泡沫喷涂等操作。但是受限于传统工艺和制造细节，现阶段采矿和采石工程支持不能同时进行。同时，在道路环境

因素的影响下,也无法顺利进行养护工作。此外,电力传输系统或供水系统等辅助系统由于缺乏标准化的工程设计,效率低下,生产质量差。

目前,国内还没有智能工作台的设计细节。在钻井项目本身的实施过程中,人员必须认真考虑项目现场的施工条件和技术,同时考虑到相关部门为智能钻机制定的规范,确保机械系统和施工技术符合要求。

同时,要保证辅助操作系统的可靠运行,从而同步开发挖掘机的运行,满足工作台自身的需要。此外,有关人员应积极实施包括自动导航在内的先进技术,并正确使用适当的机械手段执行除尘等任务。上述程序可以高效、合理地创建具有自动控制 and 智能识别的隧道面。

3 煤矿智能化控制的掘进工作面成套装备技术

3.1 智能掘进工作面监控监测技术

3.1.1 工作面视频监控

当操作人员关闭机器时,他们会更多地依靠工作面的一些基本视频和声音来指导操作。工作面透视主要包括悬臂相对机身位置、截割头相对迎头位置、掘进机运输系统状态、掘进机与巷道位置关系、大跨距带式转载机收煤情况、大跨距带式转载机出煤情况、自移机尾移动情况、矿方带式输送机收煤情况。为解决地面图像视觉清晰度问题,我们还可以通过内置高清语音摄像头、热成像摄像头和模糊摄像头组合实现视频监控。红外摄像机用于根据视角物理温度的原理进行成像,解决灰尘侵入摄像机的问题。暗室摄像头由广角摄像头、附加红外灯等设备组成,用于在黑暗中拍摄大尺度广角图像,内置高清语音摄像头,通过内置扬声器、跟踪器等语音通讯设备,解决了工作中的语音通讯问题^[2]。

3.1.2 设备参数监测

操作人员远程控制钻井面上的平台,监控视频提供了流畅的视野,但钻井面上的平台相对较大且较高,因此视野中必然存在盲区。在远程控制过程中,人员无法实时了解机器的工作状态,尤其是液压元件。故远程操作员通过参数二次处理在关键时刻接收指示、警告和停机等信息,以确保远程工作期间工作设备和前方人员的安全。悬臂上安装动态倾角传感器,用于检测强振动条件下悬臂的倾角位置,为悬臂自动振动提供准确的倾角信息。掘进机的转盘配有溶剂,用于确定悬臂的准确位置,并在悬臂自动摆动时提供准确的偏转信息。靠背和托盘配有固定倾斜传感器,可测量靠背和托盘相对于地面的位置。悬垂倾斜位置和铲斗倾斜位置可通过角度计算实现车身盲区防碰撞。联合收割机机身装有超声波间隙传感器,可在多尘条件下测量联合收割机与道路两侧的距离,避免与边布发生碰撞。

3.1.3 集控平台的研制

远程控制台和人机交互的科学合理性考虑了轻便、紧凑、方便、人机工程学、环境适应性,以及在挖掘隧道时易于同时移动的空中或分体布局。控制台屏幕的实时内容为操作员远程监控钻井作业提供了重要依据,它还与工作场所的外部数据通信网络将工作场所的音视频等系统信息以及各种运行状态参数集中传输到计算机的嵌入式防爆操作系统。机器的整个工作表面、环境的视频图像、基本参数、科学显示非防爆个人和计算机设备的安全警告信息,要符合分步生产操作和应用数据的要求分析类别。技术和操作上的语音信息传输。内置防爆控制箱音箱,为操作人员提供多方向、多角度控制的基础,同时为控制系统提供了专用的急停按钮,可连接前置负载头或附近为负载头供电的电源开关^[3]。

3.2 智能掘进工作面设备的集中供电及协同控制技术

智能掘进工作面设备包括智能充电头、智能自走尾、大型带式给料机、智能组合开关。运输系统由装载头、刮板输送机、长距离带式装载机、左右带式输送机装载机组成。设备的启动和停止与输送系统之间的往复关系是本研究的重点。装载头位于工作台面的一端,用于使工作台面向前移动。装载头正常工作时,装载头在大型装载机上方移动,而自走机尾部保持静止。如果工作面工作正常,则使用输送系统来运输材料。输送系统的正常工作取决于每个输送连接的启动和正确操作。当矿带控制开关打开通讯时,左右主装载机、单向刮板、带式装载机、矿带应进行连接测试。装载头、履带式装载机和自行式铲刀等设备进行集中管理和控制。自走机背面的空插座开关智能组合,为上位机提供集中供电。所有设备的集中控制是通过互联网通信信号进行的。

3.3 自动截割系统

自动截割系统主要由光纤惯性导航设备、相机、目标、数据处理器和毫米波雷达组成。它实时测量切割头在道路上的位置和切割头在道路上的位置,玻璃标记放置在激光目标上以供参考。来自道路的激光束在目标表面中心附近发射,形成一个光点。相机获得的激光目标表面的图像被发送到数据处理器。数据处理器根据参考点和图像中有关光源位置的信息计算具体的位置。惯性导航实时测量机体的角速度和加速度,结合机体的位置和气缸的行程计算切割头的位置,实现煤、石层自动识别功能后,自动调整机头就可以在路面上的位置进行自动切割^[4]。

3.4 运输自动化技术

运输自动化技术是结合煤矿开采而开发的,它可以提高运输效率,降低运输成本,减少使用过程中的运输误差。控制和监控可以有一个集成的系统控制系统,主要从地面配置,包括监控、PLC控制系统、皮带防护罩、现场总线等。其中最重要

的是 PLC 控制系统,可以有效控制传感器和各种机电设备。在使用集成系统的过程中对输送带电机进行控制,可以相当有效地提高输送效率。它还建立了地面监测站,可以有效控制和监测主要的陆上煤炭运输系统。在煤炭运输系统中,自动化技术可以检测传送带的某些运动并根据需要设置限制以确保机器平稳运行,或针对故障设置及时警报以提高性能。监控系统还可以快速判断传送带是否过载,并可以将信令程序集成到传输系统中,大大提高传输功率,保证不间断运行。

3.5 融合工作面实景的智能控制上位机软件开发

(1) 最常见的智能流形计算机软件仅采用传感器数据提取技术,没有融入真实施工路线的实际视觉草图,人机交互时的临场感和体验感不佳。3D 激光扫描仪在实际轨迹不同角度获取的大量云数据,可以保证数据从轨迹移动到实际轨迹,有效增强人机交互的真实感和沉浸感。将使用 C 语言、Java 等编程语言开发上位机软件,最后开发一系列视频监控、三维路径显示、路径参数设置等机器设备。创造显示和存储船体和控制台呼叫信息、上下钻机警报、船体和侧梁访问警报、凸耳和铲斗门碰撞警报、具有负载头显示等功能的软件环境,并进行运动跟踪、参数设置和历史事件查询。

(2) 主计算机实时显示挖掘机设备当前参数和当前位置信息,非关键参数以正常或报警模式显示。有关设备的操作参数和设置的信息用于帮助远程操作员执行工具的正常拆卸和维护。主机可以在特定时间和特定日期检查以往故障和设备的警报信息^[5]。

4 煤矿智能化控制的掘进工作面成套装备技术创新点

(1) 基于动态倾斜传感器和溶剂型倾斜传感器的悬臂测

量技术,使用求解器和动态倾斜传感器,可以确定相对于车身的悬垂高度并进行正确调整。这解决了与油缸中传感器相关的问题,比如说机器寿命短、误差大、速度慢。同时,通过在传感器中加入补偿系统和漂移补偿算法,可以在道路上获得高精度的头部位置数据。

(2) 远程集控平台采用隧道面远程监控技术设计,具有重量轻、紧凑、舒适、环境适应性强等特点,可实现六路视频画面和路尾自走式机器、装载机型号和自行尾翼的功能状态,并显示道路的形状和轮廓、道路末端的移动位置以及道路末端的 3D 模型。

(3) 隧道前部构筑物集中供电和集中管理技术。装载头、叉车、自走式修剪机等设备采用集中供电和控制。该装置的集中供电由位于自行式机尾段的开关组合进行,所有装置的集中控制由网络通讯信号进行。

(4) 计算机软件托管由两部分组成:视频和数据。视频处理使用 Java 编程语言构建,数据处理使用 C 语言编程语言构建。两种不同方法的数据使用底层编程语言生成一系列视频监控、3D 道路标线、整车道路和参数调整、路段、车道和路线规划、车身标线和货币存储、控制台调用。煤矿智能化控制的软件环境,包括挖掘机警报、船体和侧面警报、支腿和挖掘机警报、高速公路视图、设置、过去事件问题等功能。

5 结语

通过煤矿智能化控制的掘进工作面成套装备技术的攻关,研究人员全面、科学、仔细、合理地选型设备、科学配套、优化设计、培训等,可以有效提高煤矿开采水平。智能采掘装备井下技术的智能化、集成化、系统化和非人性化是自动化技术发展的必然趋势,十分值得煤炭行业电工研究、借鉴和应用。

参考文献:

- [1] 薛忠新,张德生,张思瑞,范生军,孟海强,贺剑,荣磊,陈洪月.快速掘进智能化成套装备进展与实用案例[J].智能矿山,2021,2(02):32-35.
- [2] 张文康.基于煤矿智能化控制的掘进工作面成套装备技术研究[J].煤矿机械,2022,43(03):53-56.
- [3] 焦晓峰.快速掘进成套装备智能化控制系统研究[J].煤矿开采,2018,23(02):41-44+96.
- [4] 林继.快速掘进成套装备的智能化控制系统[J].集成电路应用,2021,38(01):120-121.
- [5] 董孟阳.掘进工作面配套装备智能化控制系统研究[J].现代制造技术与装备,2021,57(03):185+193.