

煤炭液压支架的自动化控制与性能优化研究

王永刚

(山东能源集团装备制造(集团)有限公司 山东 泰安 271000)

摘要: 本文讨论了在煤炭液压支架自动化系统中实施的节能设计和材料优化措施。首先采用轻量化材料和优化设计,有效降低支架的自重,从而降低了液压系统的能源消耗。其次通过对液压系统的优化设计,包括管道布局和元件选择,减少液压系统中的压力损失,降低泵的功率需求,提高了能源传递效率。此外,智能化控制策略的应用也有助于最小化能源消耗,根据实时工况调整液压系统的参数。最后,定期的设备维护 and 高质量液压元件的使用有助于减少系统的能源损耗,延长设备使用寿命。这些综合措施将有助于提高支架的性能和可持续性,同时降低煤炭液压支架运行的总体成本。

关键词: 煤炭; 液压支架; 自动化; 控制; 性能

0 引言

煤炭液压支架是煤矿井下采煤作业过程中的重要设备,其作用是支撑和保护煤矿巷道,确保矿工的安全。随着煤矿行业的发展,液压支架的自动化控制和性能优化成为提高煤矿生产效率和安全性关键技术。目前,液压支架的自动化控制与性能优化研究已经取得了一些进展,但仍存在一些问题和挑战。

1 煤炭液压支架自动化工作原理及优势

煤炭液压支架自动化系统框架图如图1所示。从煤炭液压支架的自动化控制角度进行分析,液压支架电液控制系统在煤矿开采中发挥了重要作用,带来了多方面的优势和改进。

(1) 自动化开采。液压支架电液控制系统使煤层

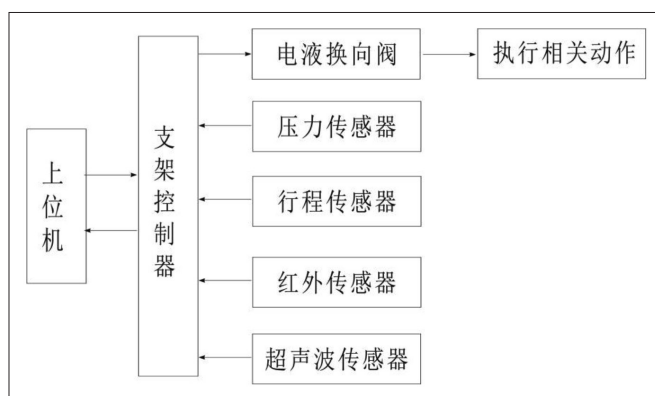


图1 煤炭液压支架自动化系统框架图

开采机械化程度大幅提高,实现了自动化开采。这意味着煤矿可以减少对矿工的依赖,降低劳动强度,提高安全性的同时提高了生产效率。

(2) 薄煤层开采。液压支架电液控制系统可以适应广泛的煤层厚度范围,使得以前不可开采的薄煤层也可以自动控制开采。这有助于更有效地利用煤矿资源,提高了资源的利用率^[1]。

(3) 联动控制。液压支架电液控制系统允许采煤机和刮板输送机之间的联动控制。通过协调两者的运动,可以更有效地收集和运输煤炭,从而提高了煤矿的整体效益。

(4) 远程控制功能。支架控制系统能够与远端支架控制系统进行数据通信,这意味着煤矿操作人员可以在安全的位置远程监控和控制液压支架的运动,进一步提高了操作的安全性和便捷性。

(5) 实时监测和故障检测。液压支架电液控制系统配备传感器来监测顶板压力和其他参数,以及自动检测电磁驱动电路的输出功率和电磁动作状态。这有助于提前发现问题并进行维修,减少停工时间。

(6) 改善工作环境。自动化控制系统降低了对工人的依赖,减少了工人在井下的作业时间,从而改善了工作环境,减少了工伤风险。

液压支架电液控制系统的引入使煤炭开采变得更加高效、安全和可持续。这不仅提高了煤矿的生产效率,还促进了薄煤层的开采和资源的有效利用,

对于煤矿行业的发展具有积极的影响。同时，通过减少人力介入，改善了工作环境，提高了工作安全性，为煤矿工人提供了更好的工作条件。

2 煤炭液压支架的自动化控制功能的实现

2.1 传感器技术的应用

传感器在煤炭液压支架的自动化控制中发挥着关键作用。各种传感器，如位移传感器、压力传感器、温度传感器等，被安装在支架的关键部位以监测实时状态。例如，位移传感器可以检测支架的高度和位置，压力传感器可以监测液压系统的压力情况。这些传感器将收集到的数据传输给控制系统，使其能够实时了解支架的工作状况，从而实现支架的智能化控制^[2]。

2.2 控制系统的设计和实施

自动化控制系统是实现煤炭液压支架自动化的核心。它通常由硬件和软件两部分组成。硬件包括主控制单元、数据采集模块和执行器控制模块，用于收集和传输传感器数据，并生成控制信号。软件部分则包括控制算法、监控界面和故障诊断程序。控制算法根据传感器数据，采取相应的措施来调整支架的高度、角度和压力等参数，以满足生产需求和安全标准要求。监控界面允许操作员实时监测支架状态，并进行必要的手动干预。故障诊断程序可以帮助及时发现和修复系统故障，提高支架的可靠性。表1为硬件部分的数据，包括主控制单元、数据采集模块和执行器控制模块的一组参数。

表1 硬件部分的数据

硬件组件	描述	规格/数值
主控制单元	控制系统的中央处理单元	型号: XYZ-5000; 处理器速度: 2.0GHz; 内存: 8GB RAM
数据采集模块	用于收集传感器数据的模块	型号: Data Capture-3000; 数据输入通道数: 16; 数据采样率: 1000Hz
执行器控制模块	控制液压执行器的模块	型号: Actuator Control-2000; 控制通道数: 4; 输出电流范围: 0 ~ 20mA

2.3 执行器的协同作用

执行器是自动化控制系统的执行机构，负责根据控制信号来实际控制液压支架的运动。液压支架通常包括多个液压缸和阀门，通过改变液压油的流量和压力来实现支架的升降、倾斜和稳定。执行器的设

计和布置需要考虑支架的结构特点和控制需求，以确保其能够快速、精确地响应控制系统的指令。此外，执行器还需要具备较高的可靠性和耐用性，以适应煤矿生产环境的苛刻条件^[3]。

综合来看，煤炭液压支架的自动化控制功能的实现是一个多领域的综合工程，涉及传感器技术、控制系统设计和执行器的协同作用。通过合理的硬件和软件配置，支架可以在煤矿生产中实现高效、安全和智能化运行，提高生产效率，降低人员伤亡风险，从而为煤矿行业的可持续发展做出贡献。

3 煤炭液压支架自动化检测装置设计

设计一个煤炭液压支架自动化检测装置，其主要功能是通过控制电路来控制气动油缸的活塞伸出，以调整弹簧力度，确保操作力度不小于0.5N，以防止操作机构对键盘按键造成机械损伤。此外，通过编程控制电路，还可以控制气缸的收回，实现对键盘的自动按键操作，以满足支架控制器的操作需求，完成键盘寿命试验。最后，采用OLED点阵式显示器，结合视频图像识别和电磁驱动单元输出，模拟负载。图2为液压支架的顶梁。



图2 液压支架的顶梁

3.1 控制电路和气动油缸设计

为了实现自动化检测装置的功能，设计了一个精密的控制电路，该电路能够精确控制气动油缸活塞的伸出和收回。在伸出状态下，控制电路能够调整气动油缸中的弹簧力度，确保操作力度不小于0.5N，从而保护键盘按键免受机械损伤。通过编程控制电路，可以轻松地控制气缸的回收，实现对键盘的自动按键操作。此外，控制电路还能够实现侧边按键的延时控制，以实现多键的顺序控制，满足支架控制器的操作需求，以完成键盘寿命试验。

3.2 显示单元和电磁驱动

OLED点阵式显示器采用有机发光二极管(OLED)技术,不仅可以显示关键信息,而且能够以高分辨率和鲜艳的颜色呈现图像和文本。在键盘寿命试验中,OLED显示器的作用非常重要。它可以显示测试过程中的关键信息,例如键盘的当前状态、按键计数、使用时间等。这些信息对于评估键盘的性能和耐久性至关重要。此外,OLED显示器还可以用于视频图像识别,这对于模拟不同使用场景下的键盘操作非常有用。例如,可以在屏幕上显示不同的图像,模拟不同的应用程序或游戏中的键盘操作,从而更真实地模拟用户的实际使用情况^[4]。

电磁驱动单元的作用是模拟键盘按键的操作。它采用了电磁铁,其额定电压为12V,负载功率为2W。电磁铁的工作原理是利用电流通过线圈产生磁场力,从而可以精确地模拟按键的操作。在键盘寿命试验中,电磁驱动单元非常重要,它可以以可控的方式模拟键盘的使用。通过调整电流和工作时间,可以模拟不同强度和频率的按键操作,以评估键盘的寿命和耐久性。这对于键盘制造商来说是非常有价值的信息,可以根据测试结果改进键盘的设计和制造过程。

基于以上内容,OLED点阵式显示器和电磁驱动单元共同为键盘寿命试验提供了必要的工具和功能。OLED显示器用于显示关键信息和模拟不同使用情况,而电磁驱动单元则用于精确地模拟按键操作,确保键盘在各种使用情况下都能够稳定运行。这对于确保键盘的质量和性能至关重要,对于满足用户需求和提高产品竞争力都具有重要意义。

3.3 检测装置和模拟负载

在自动化检测装置中,使用100Ω/3W电阻作为模拟负载。这个电阻模拟了键盘操作时的电学特性,帮助检测键盘的性能和寿命。通过控制电路和电磁驱动单元,对电阻进行控制,以模拟不同的键盘操作场景,以便全面评估键盘的性能和寿命。这个设计使得的自动化检测装置能够满足支架控制器的操作需求,同时确保键盘寿命试验的安全和可靠。

4 煤炭液压支架性能优化措施

4.1 控制算法的优化

MPC(模型预测控制)是一种高级控制算法,它可以根据系统的数学模型来预测未来的行为,并

采取适当的措施以实现指定的性能目标。在液压支架中,MPC可以用于优化控制参数,例如调整液压系统的液压阀门开度或液压泵的工作压力,以满足生产需求。由于MPC考虑了未来的系统行为,它能够在系统动态变化时快速做出调整,提高了支架的稳定性和响应速度。

自适应控制算法可以根据实时的传感器数据和系统工况来自动调整控制参数,以适应不同的操作条件。在液压支架中,自适应控制算法可以应对工作负荷的变化、温度波动和液压元件的老化等情况。通过实时监测和分析系统状态,自适应控制算法可以动态地优化控制策略,从而最大程度地提高支架的性能和能效。

控制算法的优化还可以实现能源的有效利用。通过调整液压系统的控制策略,可以降低系统的能耗。例如,算法可以根据实时需求来调整液压泵的工作压力和流量,以避免过多的能源浪费。此外,控制算法还可以减少系统中不必要的能量损失,例如通过降低液压阀门的泄漏量,进一步提高系统的能效。优化的控制算法还可以集成故障检测和容错性功能。通过监测系统的异常行为,算法可以及时发现潜在的故障,并采取措施来避免系统崩溃。这种容错性功能可以提高支架的可靠性和可用性,降低维护成本。

4.2 智能传感器的应用

智能传感器能够实时监测支架的多个关键参数,如液压系统的压力、液位、温度、油质状态,以及支架的高度、倾斜度和振动等。通过收集这些数据,系统可以实时了解支架的工作状态,帮助操作人员监测系统运行状况,及时发现异常情况,从而降低故障风险。其次,传感器还可以收集环境信息,如空气质量、温湿度等,有助于综合分析支架工作环境的影响。通过智能传感器提供的多维数据,系统可以进行更准确的故障诊断。当系统出现问题时,传感器可以迅速捕捉异常情况,触发警报,提供详细的故障信息,以帮助操作人员迅速采取修复措施,减少停机时间。此外,传感器还可以与预测性维护系统集成,通过分析历史数据和趋势来预测设备的寿命和维护需求,有助于提前计划维护工作,减少维护成本和提高系统的可靠性。最后,智能传感器的数据还可以用于优化支架的控制参数。根据实时监测到的数据,系统可以自动调整液压系统的工作参数,如液压泵的流量和压力,以满足当前的工况

需求。这种自动化的调整能够提高系统的效率和性能,减少不必要的能源消耗,并确保支架在各种工况下都能够保持稳定的运行状态^[5]。

4.3 节能设计和材料优化

采用轻量化材料是降低支架质量、减少能源消耗的有效途径。选择轻量、高强度的材料可以在不影响支架强度的情况下减小支架的自重,降低了支架运行时所需的液压油的泵送功率。例如,使用高强度合金钢或先进的复合材料取代传统的重型材料,实现支架质量的减小。这不仅有助于提高能源效率,还可以减少支架的机械磨损,延长设备使用寿命。

液压系统的节能设计也是节约能源的关键因素。通过优化液压管道和液压元件的布局,可以减小液压系统中的压力损失,降低泵的功率需求。合理的管道设计和密封件选择可以减少流体摩擦,提高能源传递效率。此外,采用节能型的液压泵和电动机,如变频液压泵和高效率电动机,可以有效降低系统的能源消耗。节能设计不仅包括物理结构的改进,还涉及智能化控制策略的应用。通过先进的控制算法,系统可以根据实时工况和负荷需求,调整液压系统的工作参数,以最小化能源消耗。例如,当支架处于轻载状态时,系统可以降低液压泵的排量,从而降低功率需求。这种智能化控制策略可以确保在不同工况下都能够实现最佳的节能效果。

4.4 数据分析和远程监控

借助先进的数据分析技术和远程监控系统,可以对液压支架的性能进行实时监测和分析。这些系统可以帮助操作人员及时发现潜在问题,并采取必要的措施,以避免设备故障和生产中断。此外,数据分析还可以提供有关支架性能的优化方向,以指导优化措施的制定。通过远程监控,操作人员可以远程访问系统,

从而降低维护成本和提高支架的可用性。

总之,煤炭液压支架的自动化性能优化需要综合考虑控制算法、传感器技术、设计和材料、数据分析等多个方面。通过上述优化措施,可以提高支架的稳定性、效率和可靠性,从而为煤矿生产提供更大的价值。

5 结语

在煤炭液压支架的自动化控制和性能优化研究中,本文探讨了关键的技术和措施,包括传感器技术的应用、控制算法的优化、节能设计和材料优化。这些技术和措施的综合应用可以显著提高支架的自动化性能、稳定性和效率,同时降低了运行成本和维护成本。通过实施智能化控制、故障诊断和预测性维护,可以确保支架的安全性和可靠性。

参考文献:

- [1] 曾义. 自动化技术在煤矿机电设备中的应用研究[J]. 内蒙古煤炭经济, 2023(05):142-144.
- [2] 吴俊峰. 自动化技术在采煤中的应用[J]. 能源与节能, 2023(02):213-215.
- [3] 李守睿. 煤矿采掘设备的自动化研究分析[J]. 矿业装备, 2022(03):234-235.
- [4] 张金虎. 超长工作面采动应力演化规律及支架群组控制技术[D]. 北京:煤炭科学研究总院, 2022.
- [5] 沈宏达. VR环境下液压支架群复杂位姿检测与虚实交互技术研究[D]. 太原:太原理工大学, 2022.

作者简介:王永刚(1988.11-),男,汉族,山东烟台人,本科,工程师,研究方向:机械设计制造及其自动化。