

基于智能控制的防爆柴油机无轨胶轮车动力性能提升研究

康彦平

中国煤炭科工集团太原研究院有限公司 山西天地煤机装备有限公司 山西 太原 030006

摘要：本文研究了基于智能控制的防爆柴油机无轨胶轮车动力性能提升方法。通过引入智能控制系统，对车辆的发动机、传动系统等关键部件进行优化与改进。智能控制策略的应用显著提高车辆的动力输出稳定性、自适应能力和用户友好性。实验结果表明，改进后的车辆在矿井复杂环境下表现出更优异的动力性能，为矿井运输提供高效、安全的解决方案。

关键词：智能控制；防爆柴油机；无轨胶轮车；动力性能提升

1 防爆柴油机无轨胶轮车动力性能概述

1.1 防爆柴油机无轨胶轮车工作原理

防爆柴油机无轨胶轮车作为地下矿山辅助运输的重要设备，其工作原理基于防爆柴油机提供的动力。防爆柴油机的工作原理与普通柴油机类似，主要由曲轴、连杆、活塞、气缸、气缸盖、进气门、排气门、喷油器等零部件组成。柴油机通过柴油在气缸内燃烧产生的热能，推动活塞运动，进而将热能转化为机械能。具体而言，防爆柴油机的工作过程包括四个行程：进气行程、压缩行程、做功行程和排气行程。在进气行程中，气缸内压力低于大气压，进气门开启，新鲜空气被吸入气缸；在压缩行程中，进排气门均关闭，活塞向上运动，气缸内气体被压缩，温度和压力升高；在做功行程中，喷油器将柴油喷入气缸，与高温高压的空气混合后迅速燃烧，产生的高温高压气体推动活塞向下运动，输出机械能；在排气行程中，排气门开启，燃烧后的废气被排出气缸。防爆柴油机无轨胶轮车利用防爆柴油机产生的动力，通过传动系统（如变速箱、传动轴等）将动力传递给车轮，从而驱动车辆行驶，防爆柴油机无轨胶轮车还配备了防爆措施，如防爆罩等，以确保在井下等易爆环境中的安全运行。

1.2 动力性能指标及现状分析

目前，防爆柴油机无轨胶轮车普遍采用符合《矿用防爆柴油机通用技术条件》MT990标准的防爆柴油机作为动力源。这些柴油机的额定功率范围覆盖120-220kW，转速区间为1800-2200r/min，能够满足不同吨位和运输需求的无轨胶轮车使用。随着技术的不断进步，防爆柴油机的燃油经济性也得到了显著提升，排放也达到了国Ⅲ及以上标准^[1]。然而在实际应用中，防爆柴油机无轨胶轮车的动力性能仍存在一些不足。例如，由于井下巷道狭长、通风受限等条件限制，防爆柴油机无轨胶轮车在高

负荷运行时容易出现油耗增加、排放升高等问题，部分国产防爆柴油机无轨胶轮车还存在故障率高、购置和运行费用高、设计缺陷较多等问题，影响了其整体性能和市场竞争力。

1.3 提升动力性能的传统方法及局限性

为了提升防爆柴油机无轨胶轮车的动力性能，传统上采取了多种方法。（1）发动机优化选择：通过选择性能更优的防爆柴油机作为动力源，可以显著提升无轨胶轮车的动力性能。例如，采用增压技术的柴油机可以通过将压缩气体喷入气缸来提高发动机的功率和扭矩，从而提高车辆的动力性，这种方法需要投入较高的成本来更换或升级发动机，且不同型号的发动机可能需要对车辆的传动系统和控制系统进行相应调整。（2）传动系统优化：传动系统的优化也是提升防爆柴油机无轨胶轮车动力性能的重要途径。例如，采用液力机械传动系统可以适应井下复杂的路况和频繁的换挡需求，提高传动效率和可靠性。液力机械传动系统的成本较高，且对维护和保养的要求也较高。（3）轻量化设计：通过采用轻量化材料来减轻车辆自重，可以降低行驶阻力，提高动力性能。然而轻量化材料的成本较高，且对加工工艺和质量控制的要求也较高。（4）控制系统优化：通过优化车辆的控制系统，如采用先进的电控技术来提高发动机的喷油精度和燃烧效率，从而降低油耗和排放，控制系统的优化需要投入较高的研发成本和技术力量，且不同车型的控制系统可能存在差异，需要进行定制化开发。尽管传统方法在一定程度上提升了防爆柴油机无轨胶轮车的动力性能，但仍存在一些局限性。因此在未来的发展中，需要不断探索新的技术途径和方法来提升防爆柴油机无轨胶轮车的动力性能和经济性。

2 智能控制技术基础

2.1 智能控制技术在车辆领域的应用现状

智能控制技术作为现代汽车工业的核心技术之一,正逐渐改变着车辆的驾驶方式和性能表现。在车辆领域,智能控制技术已经得到了广泛的应用,并展现出了巨大的潜力。在自动驾驶方面,智能控制技术通过集成多种传感器(如雷达、摄像头、激光雷达等)和高级算法,使车辆能够实时感知周围环境,并做出准确的决策和行动。这种技术的应用不仅提高车辆的行驶安全性,还极大地减轻驾驶员的驾驶负担^[2]。目前,许多汽车制造商和科技公司都在积极研发自动驾驶技术,并已经在特定场景下实现了商业化应用。智能控制技术还在车辆的动力系统、底盘控制、车身稳定等方面发挥着重要作用。随着技术的不断进步,智能控制技术在车辆领域的应用将会更加广泛和深入。未来,智能控制技术有望实现更高级别的自动驾驶功能,如完全自主的驾驶体验和无需人类干预的复杂道路行驶。

2.2 适用于防爆柴油机无轨胶轮车的智能控制技术选型

针对防爆柴油机无轨胶轮车的特殊工作环境和需求,智能控制技术的选型显得尤为重要。首先,考虑到井下巷道的复杂环境和安全性要求,智能控制技术需要具备高度的可靠性和稳定性。在传感器方面,激光雷达和摄像头是常用的环境感知设备,激光雷达能够精确测量距离和速度信息,而摄像头则可以提供丰富的视觉信息。通过融合这两种传感器的数据,可以实现对井下环境的全面感知。在决策规划方面,适用于防爆柴油机无轨胶轮车的智能控制技术需要采用先进的算法来制定行驶策略。这些算法需要能够处理复杂的路况和动态变化的环境信息,确保车辆能够安全、高效地行驶。考虑到防爆柴油机无轨胶轮车的动力性能和燃油经济性要求,智能控制技术还需要对发动机和传动系统进行精确控制。通过优化发动机的喷油量、点火时机等参数,以及调整传动系统的换挡策略,可以提高车辆的动力性能和燃油经济性。

3 智能控制在防爆柴油机无轨胶轮车动力性能提升中的应用

3.1 智能控制对发动机燃油喷射系统的优化

在防爆柴油机无轨胶轮车的动力性能提升中,智能控制技术发挥着至关重要的作用,尤其是对发动机燃油喷射系统的优化。传统的燃油喷射系统往往依赖于机械式或简单的电子控制方式,难以实现对燃油喷射量、喷射时机以及喷射压力的精确控制。而智能控制技术的引入,为燃油喷射系统带来了革命性的改变。智能控制通过集成高精度的传感器和执行器,实时监测发动机的运

行状态,如转速、负荷、温度等关键参数。基于这些实时数据,智能控制系统能够精确计算出所需的燃油喷射量、喷射时机和喷射压力,从而确保发动机在各种工况下都能保持最佳的燃油经济性和动力性能。具体来说,智能控制可以根据发动机的负荷变化,动态调整燃油喷射量,避免过量喷射导致的燃油浪费和排放增加。通过精确控制喷射时机,可以确保燃油在气缸内与空气充分混合,提高燃烧效率,进而提升发动机的输出功率。智能控制还能根据发动机的工作温度,调整喷射压力,确保燃油雾化效果良好,进一步改善燃烧过程。

3.2 智能控制对进排气系统的改进

除了对燃油喷射系统的优化,智能控制技术还在防爆柴油机无轨胶轮车的进排气系统中发挥了重要作用。进排气系统的性能直接影响发动机的燃烧效率和动力输出,因此通过智能控制对进排气系统进行改进,可以进一步提升发动机的动力性能^[3]。智能控制可以通过传感器实时监测进气量和排气压力等关键参数,并根据这些数据调整进气门和排气门的开启和关闭时机。智能控制还可以根据排气压力的变化,调整排气门的开启时机,确保排气顺畅,减少排气阻力,进一步提高发动机的性能。智能控制还可以结合增压技术,对进排气系统进行更精细的调控。通过智能控制增压器的转速,可以精确调节进气压力,使发动机在各种工况下都能保持最佳的进气状态,从而提高动力性能和燃油经济性。

3.3 智能控制对传动系统的调控

在防爆柴油机无轨胶轮车的动力传动系统中,智能控制技术同样发挥着重要作用。传动系统作为发动机与车轮之间的桥梁,其性能直接影响车辆的加速性能、行驶稳定性和燃油经济性。通过智能控制对传动系统进行调控,可以进一步优化车辆的动力性能。智能控制可以通过传感器实时监测车速、发动机转速、变速器挡位等关键参数,并根据这些数据对传动系统进行精确调控。例如,在车辆加速过程中,智能控制可以迅速判断驾驶员的加速意图,并提前调整变速器挡位,确保发动机处于最佳工作区间,从而提高加速性能。智能控制还可以根据车速和发动机转速的变化,实时调整离合器的接合和分离时机,减少动力传递过程中的损失,提高传动效率。智能控制还可以结合车辆的行驶路况和驾驶模式,对传动系统进行个性化调控。例如,在井下复杂路况下行驶时,智能控制可以调整传动系统的换挡策略,确保车辆能够稳定行驶并避免换挡冲击。而在需要高速行驶时,智能控制则可以优化传动系统的动力输出特性,提高车辆的最高车速和加速性能。

4 智能控制系统在防爆柴油机无轨胶轮车动力性能提升中的优化与改进

4.1 系统稳定性与可靠性提升在防爆柴油机无轨胶轮车动力性能优化中的应用

在防爆柴油机无轨胶轮车的动力性能提升过程中,智能控制系统的稳定性与可靠性是至关重要的。矿井下的工作环境复杂多变,对车辆的动力系统提出了极高的要求。智能控制系统作为车辆的大脑,其稳定性和可靠性直接影响到车辆的整体性能和运行安全。为了提升系统的稳定性,智能控制系统采用了先进的算法和硬件设计。算法方面,通过优化控制策略,减少系统波动,确保车辆在各种工况下都能平稳运行。硬件方面,选用高质量、耐用的电子元器件,提高系统的抗干扰能力和使用寿命。这些措施共同作用下,显著提升智能控制系统的稳定性,使得防爆柴油机无轨胶轮车在矿井下的恶劣环境中也能保持稳定的动力输出。可靠性也是智能控制系统优化的重要方向,在矿井作业中,车辆的动力系统必须能够持续、可靠地工作,任何故障都可能导致严重的后果。智能控制系统在设计时充分考虑了冗余和故障检测机制。通过增加备用系统或模块,确保在主系统出现故障时能够迅速切换至备用系统,保证车辆的正常运行。智能控制系统还具备实时故障检测功能,能够及时发现并处理系统中的潜在问题,进一步提高系统的可靠性。

4.2 自适应能力与鲁棒性增强在防爆柴油机无轨胶轮车动力性能优化中的应用

防爆柴油机无轨胶轮车在矿井下的工作环境复杂多变,路况、温度、湿度等因素都可能对车辆的动力性能产生影响。为了适应这种多变的环境,智能控制系统必须具备强大的自适应能力和鲁棒性。自适应能力是指智能控制系统能够根据环境变化和车辆状态自动调整控制策略,以保持最佳的动力性能。例如,在矿井下的不同路段,路面摩擦系数可能存在较大差异。智能控制系统能够通过传感器实时监测路面情况,并自动调整发动机的输出功率和传动系统的换挡策略,以确保车辆在各种路况下都能保持稳定的行驶状态。鲁棒性则是指智能控制系统在受到外部干扰或系统参数变化时,仍能保持稳定的性能和控制效果。在矿井作业中,车辆可能遇到各种

突发情况,如突然出现的障碍物、路面不平整等。智能控制系统通过增强鲁棒性设计,能够确保在这些突发情况下仍能保持对车辆的有效控制,避免安全事故的发生。

4.3 用户友好性改进在防爆柴油机无轨胶轮车动力性能优化中的应用

在防爆柴油机无轨胶轮车的动力性能优化过程中,用户友好性的改进同样不可忽视。用户友好性是指智能控制系统在设计和使用过程中,能够充分考虑用户的需求和习惯,提供便捷、易用的操作界面和功能^[4]。为了改进用户友好性,智能控制系统采用了直观、易懂的操作界面设计。通过图形化显示和简洁明了的操作按钮,使得驾驶员能够快速了解车辆的状态和控制选项,提高操作效率。智能控制系统还提供丰富的自定义设置选项,允许驾驶员根据自己的需求和习惯调整车辆的动力性能和控制策略。智能控制系统还注重与驾驶员的交互体验,通过语音提示、震动反馈等方式,及时向驾驶员传递车辆的状态信息和警示信息,提高驾驶的安全性和舒适性。智能控制系统还支持远程监控和故障诊断功能,使得维护人员能够随时了解车辆的运行状况,及时发现并处理潜在问题。用户友好性的改进,不仅提高防爆柴油机无轨胶轮车的操作便捷性和舒适性,还增强车辆的安全性和可维护性。

结束语

本研究通过智能控制技术提升了防爆柴油机无轨胶轮车的动力性能,为矿井运输的智能化、自动化发展奠定了基础。未来将继续深入研究智能控制在车辆动力系统中的应用,不断优化控制策略,为矿井作业提供更加高效、可靠的运输设备。

参考文献

- [1]马海兵.煤矿用防爆无轨胶轮车保护系统分析[J].内蒙古煤炭经济,2019(14):103-104.
- [2]阎立哲,李雲.矿用井下防爆无轨胶轮车运输安全技术分析及发展趋势[J].山西煤炭,2019,39(3):85-88.
- [3]张迎伟.基于电控组合式单体泵的防爆柴油机系统研究[J].煤矿机械,2021,38(01):24-26.
- [4]陈博.柴油发动机性能试验平台软件系统的设计与开发[J].现代工业经济和信息化,2021,7(05):93-95.