

单轨吊车防碰撞技术研究

张帅帅

焦作煤业(集团)新乡能源有限公司 河南 焦作 454000

摘要: 本文综述了单轨吊车在矿业与工业中的重要作用,分析了其碰撞事故的主要原因,包括环境因素、人为因素、设备因素和管理因素。针对这些问题,提出了环境适应性改善、操作人员培训与管理、设备改进与升级以及智能化防碰撞系统研究等防碰撞技术。通过具体案例展示了单轨吊车防碰撞装置的设计与应用,该装置在机头前端安装滑轮、缓冲器和行程开关,有效避免了两车碰撞的风险,提高了运输安全性和效率。

关键词: 单轨吊车; 防碰撞技术; 应用案例

引言

单轨吊车作为现代矿业与工业中不可或缺的辅助运输设备,以其独特的设计和广泛的应用范围,在复杂环境中展现出显著优势。随着单轨吊车数量的增加和作业环境的复杂化,碰撞事故频发,成为制约其安全高效运行的关键因素。因此,研究单轨吊车的防碰撞技术,对于保障设备安全、提高生产效率具有重要意义。

1 单轨吊车概述

单轨吊车,作为现代矿业与工业领域中不可或缺的辅助运输设备,其独特的设计与广泛的应用范围使其在各类复杂环境中大放异彩。这种设备巧妙地利用悬吊单轨系统作为运行轨道,不仅极大地节省了空间,还显著提高了运输的灵活性和效率。单轨吊车的核心组成部分包括精密设计的轨道系统、稳固可靠的吊挂装置、高效节能的驱动装置、智能集成的控制系统以及安全防护装置。轨道系统作为整个运输体系的基础,其材质的选择、安装的精度以及维护的及时性都直接关系到单轨吊车的运行稳定性和安全性。吊挂装置则通过精密的机械结构,将货物或设备稳定地悬挂在单轨上,确保运输过程中的平稳无虞。驱动装置作为单轨吊车的动力源泉,采用先进的电机或液压技术,为设备提供充足而稳定的动力支持。通过精确控制驱动装置的输出,可以实现对单轨吊车运行速度、加速度以及制动性能的精准调节,满足不同运输任务的需求。控制系统是单轨吊车的“大脑”,它集成了先进的传感技术、信号处理技术和控制算法,能够实时监测设备的运行状态和周围环境信息,并根据预设的程序或操作指令,对驱动装置、制动系统以及安全防护装置等进行智能控制,确保单轨吊车的安全、高效运行。此外,单轨吊车还配备了完善的安全防护装置,如防碰撞传感器、紧急制动系统、过载保护装置等,以应对可能出现的各种突发情况,最大限度地保

护设备和人员的安全。这些优点使得单轨吊车特别适用于煤矿井下等复杂环境,成为现代矿业生产中不可或缺的重要设备。

2 单轨吊车碰撞事故原因分析

单轨吊车碰撞事故的原因多种多样,主要包括以下几个方面:

2.1 环境因素

煤矿井下环境极为复杂,这一特点显著增加了单轨吊车运行过程中的不确定性和风险。首先,井下光线昏暗,能见度低,这对操作人员的视线构成了严峻挑战。在视线不良的情况下,操作人员难以准确判断前方距离和障碍物位置,从而增加了碰撞事故的风险。此外,井下还存在粉尘、有害气体等污染物,这些物质不仅影响空气质量,还可能对操作人员的身体健康造成损害,间接影响其对单轨吊车的操控能力。同时,井下地形复杂多变,巷道狭窄、弯道多、坡度大等因素也对单轨吊车的稳定运行提出了更高要求。

2.2 人为因素

人为因素在单轨吊车碰撞事故中扮演着重要角色。首先,操作人员的技术水平直接关系到单轨吊车的安全运行。如果操作人员技术不熟练,对设备性能、操作规程了解不够深入,就难以在紧急情况下做出正确判断和操作,从而增加碰撞事故的风险。其次,操作人员的注意力状态也是关键因素之一。在长时间工作、疲劳或精神不集中的情况下,操作人员容易分心或判断失误,导致操作不当而引发碰撞事故。此外,违章操作也是不可忽视的原因。一些操作人员为了省时省力,可能会违反操作规程进行作业,如超速行驶、超载运输等,这些行为都会增加碰撞事故的风险。

2.3 设备因素

单轨吊车本身的设计和运行状态也是影响碰撞事故

的重要因素。首先,如果设备存在设计缺陷,如制动系统不灵敏、轨道不平整等,就可能导致设备在运行过程中出现故障或失控,从而引发碰撞事故。其次,设备的维护保养状况也至关重要^[1]。如果煤矿企业未对单轨吊车进行定期维护检查或维护不当,就可能导致设备磨损加剧、性能下降,进而增加碰撞事故的风险。例如,制动系统失灵可能导致单轨吊车无法及时停车;轨道不平整则可能导致车辆颠簸、失控等问题。

2.4 管理因素

煤矿企业的安全管理水平对单轨吊车的安全运行具有重要影响。如果企业管理不到位,如未制定完善的操作规程、未进行充分的安全培训、未建立有效的监管机制等,就可能导致操作人员安全意识淡薄、操作技能不足,从而增加碰撞事故的风险。此外,如果企业未对单轨吊车的运行情况进行实时监控和数据分析,就难以及时发现并纠正潜在的安全隐患和问题。因此,加强企业管理、提高安全管理水平是预防单轨吊车碰撞事故的关键所在。

3 单轨吊车防碰撞技术研究

针对单轨吊车碰撞事故的原因,可以从以下几个方面进行防碰撞技术的研究:

3.1 环境适应性研究

井下照明条件的改善是单轨吊车环境适应性研究的首要任务。由于煤矿井下自然光线稀缺,且常伴随粉尘、水雾等干扰因素,传统照明设备往往难以满足操作需求。因此,我们建议在单轨吊车的运行路线上增设高效能、长寿命的LED照明设备。这些照明设备不仅亮度高、能耗低,而且抗水雾、防尘性能优越,能够有效提升井下的整体照明亮度,显著改善操作人员的视线条件。同时,通过合理布置照明灯具的位置和角度,确保整个运行路线无照明死角,为单轨吊车的安全行驶提供有力保障。除了照明条件外,井下环境的温度、湿度、气体浓度等参数也是影响单轨吊车安全运行的重要因素。为此,我们建议在井下构建一套完善的环境监测系统。该系统应集成多种高精度传感器,能够实时监测并采集井下的温度、湿度、甲烷浓度、氧气含量等关键参数。通过无线通信技术将监测数据实时传输至地面控制中心或操作人员的手持终端上,为操作人员提供准确、全面的环境信息。这些信息不仅有助于操作人员及时了解井下环境状况,做出正确的判断和操作,还能为矿井的安全管理和应急救援提供有力支持。

3.2 操作人员培训与管理

为了确保操作人员能够熟练掌握单轨吊车的操作技

能,我们需要建立一套系统化、定期化的培训机制。培训内容应涵盖单轨吊车的基本构造、工作原理、操作规程、日常维护及保养方法等方面,特别是要重点讲解防碰撞技术的相关知识,包括激光测距、机器视觉、无线通信等智能化防碰撞系统的原理、操作方法及注意事项。通过理论讲解、模拟操作、实地演练等多种形式,使操作人员能够全面了解并掌握单轨吊车的操作要领和防碰撞技能。此外,随着技术的不断进步和设备的更新换代,我们还需要定期组织新技术、新设备的培训,确保操作人员能够及时掌握最新的知识和技能,以适应生产需求的变化。安全教育是提高操作人员安全意识的重要途径^[2]。我们要通过多种形式的安全教育活动,如安全知识讲座、事故案例分析、安全警示教育等,使操作人员充分认识到单轨吊车碰撞事故的危害性和严重性,增强其安全生产的责任感和使命感。同时,还要引导操作人员树立正确的安全观念,自觉遵守安全规章制度,做到不违章操作、不冒险蛮干,确保单轨吊车的安全运行。

3.3 设备改进与升级

(1) 防撞机构创新:传统防护板被多层复合结构所取代,首层为高强度防护板,有效分散撞击力。其后,弹簧缓冲装置通过弹性形变逐级吸收剩余冲击力,利用串联或并联弹簧布置实现精准缓冲。集成智能传感器,实时监测环境变化,预测碰撞风险,并自动启动防护措施,如预压缩弹簧或发出警报。防护板与移动块间通过精密铰接设计,确保顺畅移动与快速复位,提升整体防护效率与灵活性。(2) 制动系统升级:制动系统采用电磁或液压制动技术,显著提升响应速度与制动力,确保紧急情况下的安全性。优化制动元件材质与结构,减少磨损,延长使用寿命。智能制动控制系统集传感器、控制器与执行机构于一体,实时监测运行状态,自动调整制动力度与时机,并支持远程监控与故障诊断,提高维护效率与安全性。(3) 轨道系统优化:利用先进测量与定位技术,确保轨道铺设的极致精度与平整度。对轨道接头进行特殊处理,减少振动与冲击。加固轨道支撑结构,采用高强度材料,设计合理间距与布局,增强承载能力与稳定性。建立定期检测与维护制度,采用专业工具与方法进行全面评估,及时发现并修复问题,保障轨道系统长期稳定运行。此系列优化措施不仅提升了单轨吊车的整体性能,还显著增强了其安全性与可靠性,为各类作业场景提供了坚实保障。

3.4 智能化防碰撞系统研究

智能化防碰撞系统研究聚焦于三大关键技术以提升单轨吊车的安全性与效率。(1) 激光测距技术作为核

心,部署于前端的高精度激光传感器,持续测量与障碍物间距离,一旦低于预设安全阈值即触发警报,必要时自动紧急制动,有效预防碰撞。(2)机器视觉技术的融入,通过高清摄像头与先进算法,实现了对复杂环境的深度感知。系统能精准识别障碍物类型、位置及动态变化,智能规划避障路径,自动调整行驶策略,即便在恶劣视线条件下也能稳定工作,增强了系统的适应性与可靠性。(3)无线通信技术构建了多车协同与远程监控的桥梁。各单轨吊车间实时共享位置、状态等数据,促进协同作业,避免冲突。地面控制中心则能远程监控调度,及时发现并处理潜在问题,确保作业安全与高效。这一高度集成的信息交互体系,不仅提升了作业效率,还构筑了坚实的安全防线,为单轨吊车的智能化、安全化运行提供了坚实保障^[3]。

4 单轨吊车防碰撞技术应用案例

4.1 项目背景

现矿井井下主要运输工具为单轨吊车,随着单轨吊车数量的增加,由于单轨吊车总长近50米,首尾很难相顾,单轨吊车运输过程中会存在两车碰撞的风险,通常情况下会损坏设备,影响输送效率,更严重地会威胁单轨吊驾驶室司机的生命安全,因此急需一种可以避免单轨吊车碰撞的装置。

4.2 项目实施内容

设计一种单轨吊车防碰撞装置,该装置可避免单轨吊车撞车造成设备损坏、人员伤害等风险;该装置设置在单轨吊车机头、机尾,极大限度确保了机车安全。

在单轨吊车机头前端安装一套滑轮作为前支撑点,另一端支撑点与机头相连,两支撑点中间安装缓冲器及KHX-0.5/24型行程开关,行程开关与单轨吊车急停开关并接,缓冲器用 $\phi 61\text{mm}$ 、0.6米长钢管与 $\phi 46\text{mm}$ 、0.5米长钢管套用, $\phi 61\text{mm}$ 钢管两侧开0.3米长缓冲滑道、内部安装0.3米长弹簧作为缓冲, $\phi 61\text{mm}$ 与 $\phi 46\text{mm}$ 钢管用 $\phi 10 \times 100\text{mm}$ 螺栓相连作为限位, $\phi 61\text{mm}$ 钢管端部下方安装高45mm钢板作为限位触碰装置,当缓冲弹簧受到外力挤压时会触碰行程开关从而实现单轨吊车紧急停车,外力挤压解除后缓冲弹簧自动回弹,单轨吊车方能运行。

4.3 应用效果

经试验单轨吊车在紧急制动的情况下制动距离为0.02-0.05米,缓冲装置长0.3米,有效缓冲距离0.2米,缓冲器长度满足紧急制动要求。此设计提高了单轨吊车运输安全性,降低了两车相撞风险。该装置可提高运输安全系数,避免碰撞后造成材料、配件费用投入。现运输队单轨吊车已安装使用该套装置。该装置如下图(图1和

图2):



图1 单轨吊车防碰撞装置



图2 单轨吊车防碰撞装置

结束语

综上所述,单轨吊车的防碰撞技术是一个涉及多领域、多环节的复杂系统工程。通过环境适应性改善、操作人员培训与管理、设备改进与升级以及智能化防碰撞系统的研发与应用,可以有效降低碰撞事故的风险,提高单轨吊车的运输安全性和效率。未来,随着技术的不断进步和应用的不断深入,单轨吊车的防碰撞技术将更加成熟和完善,为矿业与工业的发展提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]霍磊,王辉,王岩,王勇.单轨吊车在煤矿辅助运输中的应用[J].中国煤炭,2014,40(06):94-97.
- [2]裴赞钢.论单轨吊车在矿井生产中的应用[J].机械管理开发,2016,31(02):113-115.
- [3]韩文娟.单轨吊车选型设计及适用性分析[J].煤矿机械,2017,38(08):90-92.