

矿用卡车举升安全确认系统的研究

刘晨阳

国能北电胜利能源有限公司 内蒙古 锡林浩特 026000

摘要：本文致力于开发一套矿用卡车举升安全确认系统，以实时监测举升过程中的关键参数，包括液压油压力、油缸位移等，及时发现并预警潜在故障，保障举升作业的安全性。系统通过集成传感器、信号处理及智能控制技术，实现故障识别与报警。经实验验证，该系统能有效提升矿用卡车举升作业的安全性与效率，为矿山安全生产提供可靠的技术支持。

关键词：矿用卡车；举升安全；确认系统

引言：矿用卡车作为矿山开采中的关键运输设备，其举升系统的安全性直接关系到生产效率和人员安全。然而，复杂的作业环境和高强度的工作负荷常导致举升系统出现故障，引发安全事故。因此，研究一套矿用卡车举升安全确认系统，实时监测举升状态，预警潜在风险，对于提升矿山作业安全性和效率具有重要意义。本研究旨在探索并设计一套高效、可靠的安全确认系统，以保障矿山生产安全。

1 矿用卡车举升系统概述

1.1 矿用卡车举升系统工作原理

矿用卡车举升系统是实现矿石等重物卸载的关键设备，其核心在于液压举升系统。该系统的基本组成包括液压油箱、工作泵、液压举升阀和举升油缸等关键部件。液压油箱是整个液压系统的储油容器，它存储了一定量的液压油，为系统提供持续的油液供应。工作泵，通常由发动机动力驱动，负责从液压油箱中抽取液压油，并将其加压后输送到液压系统的各个部分。液压举升阀则起到调节和控制液压油流向和流量的作用，是实现车厢倾卸动作的关键元件。液压举升系统的运行过程是一个复杂而精细的过程。首先，发动机的动力通过传动装置传递给工作泵，驱动其旋转并产生压力油。这些压力油经过液压管路被输送到液压举升阀^[1]。在驾驶室的操作控制下，液压举升阀改变阀芯的位置，从而控制液压油的流向和流量。当液压油被引导至举升油缸的无杆腔时，油缸活塞杆伸出，推动车厢逐渐升起；而当液压油被引导至有杆腔时，活塞杆则缩回，车厢则随之下降。这一过程通过分配阀的精确控制，实现了车厢的平稳倾卸和复位。

1.2 矿用卡车举升系统的分类与特点

矿用卡车举升系统根据设计原理和结构特点的不同，可以分为多种类型，如直接推动式、连杆放大式、

连杆复合式等。这些不同类型的举升系统在承载能力、稳定性、结构复杂度以及制造成本等方面各有优劣。在恶劣的作业环境中，矿用卡车举升系统展现出了良好的适应性。它们能够承受高强度、高负荷的矿区作业环境，确保车厢的平稳倾卸。同时，这些系统还具备防腐、耐磨损等特性，以应对矿区的复杂地质条件和气候条件。此外，随着技术的不断进步和创新，现代矿用卡车举升系统在设计上更加注重人性化和智能化，提高了操作的便捷性和安全性。

2 矿用卡车举升安全确认系统设计

2.1 安全确认系统需求分析

在矿用卡车举升作业中，安全是首要考虑的因素。由于矿山作业环境的复杂性和不确定性，矿用卡车举升系统可能面临多种潜在的故障，这些故障若不能及时识别和处理，将对安全生产构成严重威胁。

2.1.1 矿用卡车举升过程中可能出现的故障类型

(1) 工作泵停运：工作泵是举升系统的动力源，其停运可能由电气故障、机械磨损、液压油不足或污染等原因导致。这将直接导致举升系统失去动力，车厢无法提升或下降，造成作业中断。(2) 举升动作异常：举升动作异常可能表现为车厢提升或下降速度不均匀、角度不准确等。这通常是由于控制阀故障、油缸磨损、液压油路堵塞或泄漏等引起的。异常动作可能导致车厢在卸载过程中偏离预定轨迹，造成碰撞或倾覆。(3) 举升不平稳：举升不平稳通常表现为车厢在提升或下降过程中的晃动或抖动。这可能是由于油缸密封不良、液压油路压力波动或负载分布不均等造成的。不平稳的举升动作将增加作业风险，可能导致车厢倾覆或损坏^[2]。

2.1.2 这些故障对安全生产的影响

上述故障不仅会影响矿用卡车的正常工作，更重要的是会对矿山的安全生产构成严重威胁。工作泵停运将

直接导致作业中断,影响矿山开采进度;举升动作异常和举升不平稳则可能引发严重的安全事故,如车厢碰撞、倾覆或人员伤亡。因此,设计一套有效的安全确认系统对于预防故障、保障安全生产至关重要。

2.2 安全确认系统设计方案

2.2.1 系统总体架构

系统总体架构包括传感器网络、信号处理模块、中央控制单元和报警与显示模块。传感器网络负责实时监测举升系统的关键参数,如液压油压力、油缸位移、举升速度等;信号处理模块对传感器采集的数据进行处理和分析,提取出故障特征;中央控制单元根据信号处理模块提供的信息判断举升系统的工作状态,并在必要时触发报警与显示模块;报警与显示模块则负责向操作人员提供直观的报警信息和故障指示。

2.2.2 关键技术的选择与应用

(1) 压力传感器:用于实时监测液压油路的压力变化,判断油泵的工作状态和液压系统的稳定性。(2) 位移传感器:用于测量油缸的伸缩位移,判断举升动作是否准确和平稳。(3) 数据采集与分析技术:对传感器采集的数据进行实时处理和分析,提取出故障特征,如压力波动、位移偏差等。(4) 嵌入式系统技术:用于构建中央控制单元,实现实时数据采集、处理、判断和报警功能^[3]。

2.3 安全确认系统实现方法

(1) 传感器的布置与校准:在矿用卡车举升系统的关键位置布置压力传感器和位移传感器,如液压油路进出口、油缸两端等。传感器布置完成后,需进行严格的校准工作,确保测量结果的准确性和可靠性。(2) 信号处理模块的设计与开发:信号处理模块采用嵌入式系统技术实现,负责接收传感器采集的数据,并进行滤波、放大、A/D转换等处理。同时,模块还需实现数据预处理和特征提取功能,如计算压力平均值、位移变化率等,为中央控制单元提供有效的输入信息。(3) 中央控制单元的程序设计与功能实现:中央控制单元采用高性能的嵌入式处理器作为硬件平台,结合实时操作系统和应用程序软件实现各项功能。程序设计包括数据采集与处理、故障判断与报警、用户交互与数据显示等模块。中央控制单元根据信号处理模块提供的数据,实时判断举升系统的工作状态,并在检测到故障时触发报警与显示模块。(4) 报警与显示模块的用户界面设计:报警与显示模块是操作人员与系统交互的重要接口,其用户界面设计需注重直观性、易用性和可靠性。该模块应采用清晰的图形界面和直观的信息提示方式,如使用不同颜色

或声音来区分不同类型的报警信息。同时,界面上应提供详细的故障说明和排查指南,以便操作人员能够快速识别和处理故障。

3 矿用卡车举升安全确认系统测试与验证

3.1 测试方案设计

3.1.1 测试环境的搭建

为了全面且真实地模拟矿用卡车举升安全确认系统的工作场景,测试环境的搭建至关重要。我们需要构建一个尽可能接近实际矿山作业条件的实验室环境,包括模拟矿山地形、气候条件(如温度、湿度、尘土等)、以及实际操作时的负载状况。(1) 模拟矿山地形:利用虚拟现实技术或物理模型来模拟矿山的复杂地形,如斜坡、颠簸路段等,以测试系统在复杂地形下的性能。(2) 气候条件模拟:通过设置可控的温湿度环境,以及模拟尘土飞扬的场景,测试系统在不同气候条件下的稳定性和可靠性。(3) 负载状况模拟:使用可调节重量的负载模拟矿用卡车的实际装载情况,以测试系统在满载、半载、空载等不同负载状态下的性能^[4]。

3.1.2 测试用例的设计

测试用例是验证系统功能和性能的关键。针对矿用卡车举升安全确认系统,我们需要设计以下测试用例。(1) 不同故障类型的模拟:包括工作泵故障、控制阀故障、油缸泄漏、传感器失效等,以测试系统对各类故障的识别和处理能力。(2) 不同举升工况的测试:包括满载举升、空载举升、不同角度的举升、连续举升与下降循环等,以评估系统在各种工况下的稳定性和效率。(3) 边界条件测试:如系统启动时的初始状态、极端负载条件、以及系统资源耗尽等边界情况,以检查系统的鲁棒性和容错能力。

3.2 测试结果分析

3.2.1 对测试数据的收集与处理

在测试过程中,我们需要使用专业的数据采集设备记录系统的各项性能指标,如压力、位移、速度、温度等。同时,还需记录系统对不同故障的响应时间和处理方式,以及操作人员的实时反馈。收集到的测试数据需要进行预处理和分析,包括数据清洗、异常值检测、以及统计分析等步骤,以确保数据的准确性和可靠性。

3.2.2 对系统性能的评估

基于处理后的测试数据,我们可以对系统的性能进行全面评估。(1) 故障识别准确率:通过比较系统识别的故障类型与实际模拟的故障类型,计算故障识别的准确率。(2) 报警响应时间:测量从故障发生到系统发出报警信号的时间差,以评估系统的响应速度。(3) 系统

稳定性：通过观察系统在长时间连续运行下的性能指标变化，评估系统的稳定性。（4）用户体验：通过收集操作人员的反馈意见，了解系统的易用性、操作便捷性以及用户界面友好程度。

3.3 系统验证与优化

3.3.1 在实际矿山开采作业中的应用验证

在完成实验室测试后，我们需要将系统部署到实际的矿山开采作业中进行应用验证。这一阶段的目标是评估系统在真实环境下的性能和稳定性，以及收集更多来自实际操作者的反馈意见。

3.3.2 根据验证结果对系统进行必要的优化与改进

在应用验证阶段结束后，我们将根据收集到的数据和反馈意见对系统进行全面评估。针对发现的问题和不足，我们将提出相应的优化和改进方案。（1）硬件优化：如改进传感器的灵敏度、增强处理单元的运算能力等。（2）软件升级：如优化算法逻辑、提升用户界面友好性等。（3）系统整合：如增强系统与其他矿山管理系统的兼容性，实现数据共享和协同作业。通过持续的优化和改进，我们可以确保矿用卡车举升安全确认系统始终保持在最佳状态，为矿山开采作业的安全生产提供坚实的保障。

4 矿用卡车举升安全确认系统的应用前景与推广

4.1 应用前景分析

4.1.1 系统在提高矿用卡车举升安全性方面的潜力

矿用卡车举升安全确认系统通过集成先进的传感器技术、信号处理算法和智能控制策略，能够实时监测和评估举升过程中的各种安全参数。这一系统不仅能够及时发现并预警潜在的故障风险，如油缸泄漏、工作泵故障等，还能在紧急情况下自动采取措施，防止事故的发生。因此，该系统的应用将极大地提升矿用卡车举升作业的安全性，降低事故发生的概率和由此带来的经济损失。随着矿山开采作业对安全性的要求日益提高，以及监管政策的不断加强，矿用卡车举升安全确认系统的市场需求将持续增长。尤其是在那些注重安全生产、追求高效运营的矿山企业，该系统将成为不可或缺的安全保障工具。

4.1.2 系统对矿山开采作业效率与安全性的提升作用

除了提高安全性外，矿用卡车举升安全确认系统还能显著提升矿山开采作业的效率。通过精确控制举升过程，该系统能够优化卡车装载和卸载的时间，减少因故障导致的停机时间，从而提高整体作业效率。此外，系

统的智能化管理功能还能够为矿山企业提供宝贵的数据支持，帮助他们更好地规划和优化开采作业流程。在安全性和效率的共同驱动下，矿用卡车举升安全确认系统将成为矿山开采作业中不可或缺的一部分。它将推动矿山企业向更加智能化、高效化、安全化的方向发展，提升整体竞争力。

4.2 推广策略与建议

4.2.1 制定系统的推广计划与目标

为了有效推广矿用卡车举升安全确认系统，我们需要制定明确的推广计划与目标。首先，要明确目标市场，了解潜在客户的需求和痛点。其次，要制定具体的营销策略，如举办产品展示会、开展试用活动、提供定制化解决方案等，以吸引客户的关注。最后，要设定清晰的销售目标，并定期评估推广效果，及时调整策略。

4.2.2 提出促进系统普及与应用的政策建议

为了促进矿用卡车举升安全确认系统的普及与应用，政府可以出台一系列政策措施。首先，可以给予该系统税收优惠或补贴，降低企业的采购成本。其次，可以制定相关标准和规范，要求矿山企业在一定期限内完成安全系统的升级和改造。同时，政府还可以加强与矿山企业的沟通和合作，共同推动系统的研发和应用。此外，加大安全宣传教育力度，提高矿山企业对安全生产重要性的认识，也是促进系统普及与应用的有效途径。

结束语

矿用卡车举升安全确认系统的研究与开发对于提升矿山作业的安全性和效率具有重要意义。通过集成先进的传感技术、智能控制策略与数据分析算法，该系统实现了对举升过程的全面监控与故障预警。未来，随着技术的不断进步和应用需求的增长，矿用卡车举升安全确认系统将迎来更广阔的发展空间。我们期待该系统能为矿山企业的安全生产和高效运营提供强有力的保障。

参考文献

- [1]陈益庆.自卸车举升机构智能控制系统研究[J].重庆交通大学,2020,(06):62-63.
- [2]闫海峰,于海旭.矿用卡车举升安全确认系统的研究[J].建筑技术科学,2020,(10):107-108.
- [3]郝小军,李东升.矿用卡车举升安全确认系统的研究[J].科技资讯,2023,(07):66-67.
- [4]韩波.大型矿用自卸卡车360度环视安全监控系统实施应用[J].机械制造及自动化,2022,(10):95-96.