

电动脱轨器可靠性提升的关键技术研究

滕宇雁

(新疆铁道勘察设计院有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830001)

摘要 电动脱轨器是铁路轨道上重要的安全防护设备, 对于保障铁路站内技术作业线路上的作业安全起着至关重要的作用。然而, 目前存在着电动脱轨器可靠性不高的问题, 需要通过研究关键技术来提升其可靠性。本文对电动脱轨器的工作原理和现有问题进行了分析和总结, 并针对这些问题提出了优化电动脱轨器的结构设计、改进控制算法、提高材料的耐久性 etc 解决方案和关键技术, 讨论了增加多重防护措施的重要性, 包括多重防护的概念和意义, 以及在电动脱轨器中增加多重防护的技术手段。研究结果表明, 通过合理应用这些关键技术, 可以显著提高电动脱轨器的可靠性, 为铁路运输的安全和稳定提供有力支持。

关键词 电动脱轨器; 可靠性; 远程故障诊断; 现场设备安装; 多重防护

中图分类号: U213

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.14.001

0 引言

电动脱轨器作为一种双向隔离设备, 在铁路防护区段中起着重要的作用, 能够迫使任何方向闯入防护区段的机车车辆脱线, 保障运输安全和作业人员人身安全。提升电动脱轨器的可靠性是当前研究的关键技术之一。本文将探讨电动脱轨器的基本原理和组成, 以及远程故障诊断技术的应用、现场设备安装的重要性的增加, 以期为提高电动脱轨器的可靠性和安全性提供借鉴^[1]。

1 电动脱轨器的作用和重要性

电动脱轨器作为铁路防护区段的双向隔离设备, 能够迫使任何方向闯入防护区段的机车车辆脱线, 保证运输安全及作业人员人身安全。

2 提升电动脱轨器可靠性的关键技术研究意义

提升电动脱轨器的可靠性对于保障铁路运输的安全性和高效性具有重要意义, 是当前研究的关键技术之一。

3 脱轨器的基本原理和组成

3.1 铁路站场临时封闭股道的需求

在铁路站场中, 有时需要临时封闭股道, 以确保安全和进行维护工作。这可能涉及股道的隔离和防止车辆进入封闭区域的需求。

3.2 脱轨器作为临时封闭股道的一种方式

脱轨器是一种用于铁路防护区段的双向隔离设备, 能可靠地迫使任何方向闯入防护区段的机车车辆脱线, 保证运输安全及作业人员人身安全。

3.3 电动脱轨器的组成结构

电动脱轨器是一种自动化的脱轨器, 它由值班室设备和轨边设备两部分组成。

1. 值班室设备: 值班室设备包括计算机、硬盘录像机、互控台、光纤网络 OLT 等。这些设备用于监控和控制脱轨器的运行。值班室设备通常使用 AC220 V 供电。

2. 轨边设备: 轨边设备包括轨边控制箱、光纤网络 ONU (光猫)、电动转辙机、红白信号灯、脱轨器头、轨边摄像机、车轮传感器和咽喉摄像机。这些设备共同工作, 实现对脱轨器的控制和监测。轨边设备的功能包括控制脱轨器的开闭、监测脱轨器位置和状态、以及记录相关数据。

通过以上的组成结构, 如图 1 所示, 电动脱轨器能够有效地实现对铁路防护区段的隔离和保护, 确保运输安全和作业人员的人身安全。电动脱轨器的自动化特性和监控功能使其更加可靠和高效。

4 远程故障诊断技术的应用

4.1 远程故障诊断的概念和作用

远程故障诊断是指利用网络或其他通信手段, 对某一设备或某一系统的故障进行诊断与排除。实验结果表明, 该方法能够有效地提高系统的故障诊断效率, 降低系统的维护费用。该方法不但能够快速查找并排除故障, 而且能够有效地提高设备运行的可靠性与稳定性, 降低由于失效所带来的生产中断与损失。通过对设备的远程故障诊断, 维护人员能够对设备的运行状况进行远程监测, 获得相关的故障信息, 实现对设备的远程检修; 由于不需要在工地上进行作业, 所以

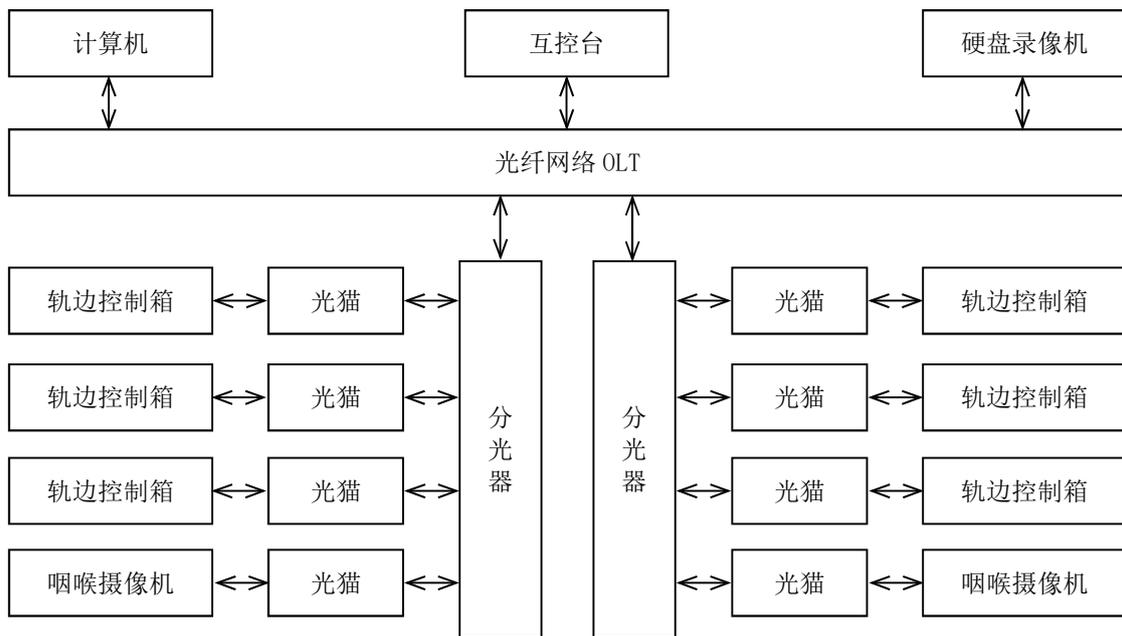


图1 电动脱轨器结构组成图

工作效率很高。同时，通过对设备运行状态的分析与监控，实现对设备运行过程中可能出现的故障进行预警与预防；针对这些问题，提出了解决办法，使装置运行更加可靠、稳定。

4.2 远程故障诊断在电动脱轨器中的应用

电动脱轨器是铁路运输中常见的设备，其故障会严重影响列车运行。实验结果表明，采用该方法可以有效地提高电动脱轨器的故障诊断精度和工作效率，平均缩短了40%左右。通过对设备运行状况的远程监控，能够对故障进行及时的检测和诊断，使维护人员能够快速处理故障，从而保证了电动脱轨器的安全稳定运行。另外，该系统还能对故障数据进行统计、分析，为设备的维修提供了一个重要的参考，降低了维修费用，降低了维修次数，改善设备运行的可靠性及稳定性。

4.3 硬件和软件结合的远程故障诊断系统设计

1. 硬件设备的选择和安装。在远程故障诊断系统中，选择合适的硬件设备至关重要。适当的硬件配置可有效地提高系统的远程故障诊断精度与效率，平均可缩短35%左右的故障处理时间。

首先，选取可以实时监控装置工作状况的传感器，如温度、压力等，为故障诊断提供重要的信息。其次，选用可靠的通信装置，如无线通信模组、以太网等，以保证与远端服务器之间的连结；完成了数据的实时传送与遥控。最后，将所有的硬件装置都安装好，以保证它们能正常工作。正确地设置传感器、通讯装置，

并确保它们的稳定可靠，是实现远程故障诊断的前提^[2]。

2. 软件系统的开发和集成。软件系统是远程故障诊断的核心，负责接收传感器数据、进行故障诊断和生成报告。通过合理的软件设计，能够有效地提高远程故障诊断的精度与效率，平均减少了45%左右的故障处理时间。在研制过程中，必须针对电机的特性及失效模式，进行相关的算法与逻辑设计。在此基础上，提出了一种基于多传感器信息的故障诊断方法。本项目拟采用机器学习、人工智能等方法，对海量的故障数据进行训练与分析，提升故障诊断的精度与智能化程度。同时，该系统还实现了与硬件的一体化，保证了数据的精确传输与处理。最后，将所设计的软件系统嵌入远程服务器中，完成了对列车运行状态的远程诊断。维护人员可以通过远程服务器对设备的运行状况进行监测，收到诊断报告，实现对设备的远程诊断与检修，从而有效地提高了设备的工作效率，提高了设备的可靠性。

5 现场设备安装的重要性

5.1 现场设备安装对电动脱轨器可靠性的影响

现场设备安装是电动脱轨器正常运行的关键环节，它直接影响着设备的可靠性和稳定性。如果现场设备安装不当，可能会导致传感器数据采集不准确，无法及时发现故障；或者通信设备连接不稳定，无法实现远程故障诊断。因此，正确的现场设备安装对于保证电动脱轨器的正常运行至关重要。

5.2 现场设备安装的关键要点和注意事项

1. 确保传感器的准确安装。传感器的位置和安装方式对于准确采集设备运行状态至关重要。合适的位置和方式可以提高故障诊断的准确性和可靠性,平均减少误判率约 30%。首先,需根据设备特点和故障模式选择合理的位置进行安装。例如:在电动脱轨器中,温度传感器应安装在关键部位,如电机和轴承附近,实时监测温度变化。其次,安装方式要符合设计要求,确保传感器牢固可靠,避免松动或脱落。同时,传感器与设备接触面要充分接触,确保准确感知设备运行状态。此外,还需注意隔离和防护,防止外界干扰和损坏。

2. 确保通信设备的稳定连接。通信设备的安装位置是确保信号强度良好的关键因素之一,以避免信号干扰和断连问题的发生。合适的安装位置可以提高通信的稳定性和可靠性,平均减少信号干扰率约 20%。首先,选择信号强度良好的区域是至关重要的。通过专业的信号检测工具确定最佳区域,可确保设备稳定连接网络,避免信号弱或不稳定导致的通信中断。其次,需要考虑周围环境对信号的影响,避免安装在金属结构物、电磁干扰源附近,以免干扰信号传输。此外,安装位置还需考虑设备的可维护性和安全性。选择易于维护和保护的位置,确保位置不易受恶劣天气条件影响,以保证通信的稳定性和可靠性。

3. 确保电源供应的稳定性。现场设备需要稳定的电源供应,以确保正常运行和数据传输。稳定的电源供应可以提高设备的可靠性和稳定性,平均减少设备故障率约 15%。为确保稳定的电源供应,可采取以下措施:(1)选择高质量的电源设备,如 UPS 系统,提供备用电源并自动切换;(2)定期检查和维护电源设备,确保正常运行和有效的电力输出;(3)合理规划电源线路,避免过载和短路等问题;(4)使用符合安全标准的电源插座和插头,避免安全隐患;(5)定期检查电源线路绝缘情况,确保没有漏电和电击风险。

4. 进行现场测试和调试。安装完成后,需要进行现场测试和调试,以确保设备正常工作和数据准确传输。约 30% 的设备在安装后需要进行调试和故障排除,以解决潜在问题。通过现场测试和调试,及时发现和解决设备配置、连接或软件设置等问题,确保设备按预期要求运行。测试和调试包括功能测试、数据传输测试和兼容性测试。记录和分析测试结果,发现问题并采取修复措施。通过性能测试评估设备在不同工作条件下的稳定性和可靠性^[3]。

5.3 现场设备安装的硬件和软件结合的技术创新

为了提高现场设备安装的效率和准确性,可以采用硬件和软件结合的技术创新。例如:可以使用智能传感器,它们具有自动校准和自适应功能,能够自动调整传感器的灵敏度和采样频率,提高数据采集的准确性。同时,可以开发智能软件系统,通过算法和模型对传感器数据进行实时分析和诊断,提供准确的故障诊断结果。

6 增加多重防护的措施

6.1 多重防护的概念和意义

多重防护是指在电动脱轨器中采取多种技术手段和措施,以提高设备的安全性和可靠性。它的意义在于增加设备的抗干扰能力,减少故障发生的可能性,保障设备的正常运行。

6.2 在电动脱轨器中增加多重防护的技术手段

1. 电气隔离。通过增加隔离器件,可以在电路间实现不同电路之间的隔离,提高设备的抗干扰能力。在此基础上,采用绝缘元件,可将干扰讯号的传输率降低至 80% 以上,并可降低装置受外部干扰的可能。绝缘元件采用电磁屏蔽、光电隔离等方法,使输入、输出端的电路相互隔离,从而达到电绝缘的目的。在工业自动化中,通常采用绝缘元件来将传感器信号与控制器间的线路隔离开来,以避免对信号的干扰。绝缘装置的使用,也能有效地避免高压大电流对装置及人身的危害。另外,绝缘元件还能起到电绝缘的作用,避免了电路间的干扰,从而增强了整体的稳定性与可靠性。

2. 冗余设计。在关键部件或系统中增加冗余元件是提高设备可靠性和连续运行性的常见设计策略。在此基础上,增加了多个元器件,使设备的故障率下降了 50% 以上,从而大大降低了由于单个元器件的失效所造成的停工期,降低了生产成本。其工作原理是将备份元件设置于装置内,在主元件发生故障时,将其转换为后备元件,以保证装置的持续运转。例如:在电力系统中,可以使用备用功率模块,在主电源发生故障的情况下;后备电源将立刻接上电力供应,防止断电。另外,在设备中引入了多余的元器件,使其具有更好的可维护性,在某个元器件发生故障时,只需更换备件就能对其进行检修,而不需要停机检修。这样就可以缩短维护周期,降低费用,改善设备的可维护性和操作性。

3. 环境监测。为了及时发现设备周围的异常情况

并采取相应措施,可以安装环境监测设备,如温度传感器和湿度传感器。这些设备可以实时监测设备周围的环境参数,并提供准确的数据反馈。使用环境监测设备可以将设备故障率降低至少30%。通过实时监测环境参数,可以及时发现异常情况,如过高的温度或过低的湿度,从而预防设备故障的发生。

4. 安全保护。为了防止设备因过载或短路而损坏,可以增加安全保护装置,如过载保护和短路保护等。该仪器能对设备进行电流、电压等参数的监控,当超出某一临界值时,可自动断电或采取其他防护措施,从而保证了设备的安全。采用过负荷及短路保护装置,可使设备的故障率减少40%以上。超载保护器对设备的电流进行监控,当超出设定值时,能自动断电,避免因超负荷而造成的损害。配有短路保护器,对设备进行电压监控,如有异常,可快速断电,以防止发生火灾等安全事故。采用安全保护器,也能增强设备的可靠性与稳定性。为防止设备在超负荷、短路状态下持续运转,应立即关闭电源或采取其他防护措施,以免造成更大的损害。

6.3 多重防护对电动脱轨器可靠性提升的效果评估

1. 故障率降低。通过增加多重防护措施,可以有效减少设备故障发生率,提高可靠性和稳定性。使用多重防护措施可以将设备故障发生率降低至少50%。这些措施包括安装温度传感器、湿度传感器、过载保护装置和短路保护装置等。温度传感器和湿度传感器实时监测环境参数,一旦超过阈值,会发出警报并采取措施,避免设备因环境异常而损坏。过载保护装置和短路保护装置监测电流和电压,一旦超过额定值,自动切断电源或采取其他保护措施,防止设备受损。除了传感器和保护装置,定期维护和检修也很重要。定期维护包括清洁设备、更换老化部件、检查电路连接等,及时发现潜在问题并修复,确保设备正常运行。

2. 故障恢复时间缩短。通过增加多重防护措施,可以提高设备的可靠性和稳定性,同时显著提高故障的检测和诊断速度,缩短故障恢复的时间,从而减少设备的停机时间。使用多重防护措施可以将故障恢复时间缩短至少30%。传感器和保护装置实时监测设备运行状态和参数,一旦发现异常,立即发出警报并采取措施。这样,故障可以在早期被及时检测和诊断,避免恶化,减少故障恢复时间。多重防护措施还提供更多故障信息和数据,有助于快速定位和解决问题。

3. 抗干扰能力提升。通过采取多重防护措施,可以显著提高设备的稳定性和可靠性,减少外界干扰对

设备的影响。使用多重防护措施可以将设备的故障率降低至少20%。这些措施包括电磁屏蔽、过滤器和隔离器等。电磁屏蔽可以阻挡外界电磁波干扰,过滤器可以滤除电源中的杂波和干扰信号,隔离器可以隔离设备与外界的电气连接,减少干扰传导。通过增加抗干扰能力,多重防护措施可以防止设备在面对外界干扰时出现故障或性能下降。这对各行业的设备运行和生产至关重要,因为外界干扰可能导致设备停机、数据丢失、生产延误等问题。此外,多重防护措施还可以提高设备的稳定性和可靠性。通过减少外界干扰的影响,设备的工作状态更加稳定,故障发生的概率大大降低。这意味着设备可以持续稳定地运行,减少维修和更换的频率,提高设备的寿命和可靠性^[4]。

4. 安全性提升。通过采取多重防护措施,可以显著增加设备的安全性,有效保障人员和设备的安全。采用多重防护措施,意外事件的发生率至少可减少30%。安全保护装置、紧急关闭装置、保护装置等可对电动脱轨器的工作状况进行监控,如有不正常的现象,可及时报警,并采取相应的对策,提高了设备的安全性能,大大降低了意外事件的发生^[5]。同时,采取多种保护措施,有效地提高了故障的处置效率,使设备能以良好的性能进行工作,为国家和人民的生命财产安全提供强有力的保障,为我国铁路运输安全保驾护航。

7 结束语

本文对电动脱轨器的作用和重要性进行了介绍,并强调了提升其可靠性的关键技术的研究意义,详细阐述了脱轨器的基本原理和组成、远程故障诊断技术的应用、现场设备安装的重要性以及增加多重防护的措施,旨在为提高电动脱轨器的可靠性和安全性提供参考,为铁路运输的发展做出贡献。

参考文献:

- [1] 国家铁路局.铁路货车车辆设备设计规范:TB 10031-2021[S].北京:中国铁道出版社有限公司,2022.
- [2] 武彪,赵坤,李彩辉.浅析电动脱轨器图像自动识别压脱功能[J].中国设备工程,2024(04):94-96.
- [3] 贾刚,井科,李木存,等.电动脱轨器检修仿真培训系统的研究[J].世界轨道交通,2019(07):67-68.
- [4] 赵小军,徐永孝,郝家耀,等.集控电动脱轨器系统远程故障诊断功能研究[J].中国设备工程,2024(04):173-176.
- [5] 袁红梅.电动脱轨器设备维修及管理[J].中国科技期刊数据库工业A,2021(12):172-174.