

转辙机二极管整流堆性能检测装置的研发与应用

高 心, 李小明, 于 萌, 成 威, 李 硕

(北京市地铁运营有限公司通信信号分公司, 北京 100080)

摘 要 转辙机作为铁路交通系统中的重要设备, 其性能的好坏直接关系到列车运行的安全和效率, 其中二极管整流堆作为转辙机中的关键组件, 其工作状态的稳定性和可靠性对转辙机的整体性能有着重要影响。本文探讨转辙机二极管整流堆性能检测装置的研发与应用, 并通过研发一种高效、准确的检测装置, 实现对转辙机二极管整流堆性能的实时监测和评估, 旨在为促进铁路交通系统的安全稳定运行提供参考。

关键词 转辙机; 二极管; 整流堆性能检测装置

中图分类号: U22

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.01.003

0 引言

随着铁路交通系统的不断发展, 转辙机作为实现列车换轨的关键设备, 其性能和可靠性越来越受到重视, 其中二极管整流堆作为转辙机中的核心组件之一, 承担着将交流电转换为直流电的重要任务, 其性能的好坏直接影响到转辙机的正常工作和列车运行的安全。但是在实际运行过程中, 由于环境、负载等因素的影响, 二极管整流堆的性能可能会发生变化, 甚至出现故障, 因此对转辙机二极管整流堆的性能进行实时监测和评估十分重要。

1 转辙机二极管整流堆性能检测装置的研发背景与意义

1.1 转辙机在铁路交通系统中的重要性

转辙机是铁路交通系统中用于改变列车运行方向的关键设备, 因为它能够通过控制道岔的转换, 使列车能够按照预定的路线行驶, 而且转辙机的性能和可靠性直接关系到列车运行的安全和效率。一旦转辙机出现故障, 那么将可能导致列车脱轨、相撞等严重后果, 给人员和财产带来巨大损失, 因此确保转辙机的正常工作对于铁路交通系统的安全稳定运行至关重要^[1]。

1.2 二极管整流堆在转辙机中的作用与重要性

二极管整流堆是转辙机中的核心组件之一, 因为它承担着将交流电转换为直流电的重要任务, 在转辙机的工作过程中, 电动机需要直流电来驱动道岔的转换; 而二极管整流堆正是将交流电转换为直流电的关键设备, 其性能的好坏直接影响到电动机的正常工作

和转辙机的整体性能。当二极管整流堆出现故障或性能降低时, 可能会对电动机的正常运转产生负面影响, 这种情况直接关系到转辙机的换轨能力。一旦转辙机无法有效执行换轨指令, 铁路系统的正常运行将遭受严重干扰, 甚至可能造成列车运行安全隐患。定期检查和维持二极管整流堆的状态, 对保障整个铁路系统的安全与顺畅运行是至关重要的。确保设备的高效运行, 将大大减少潜在的安全风险, 提高列车运营的可靠性。

1.3 现有检测方法的不足与改进需求

目前, 对于转辙机二极管整流堆的性能检测主要依赖于传统的离线检测方法, 这些方法存在检测效率低、准确性不高、无法实时监测等问题, 比如离线检测方法需要人工拆卸二极管整流堆并进行测量, 这不仅耗时耗力, 而且容易引入人为误差; 其次, 离线检测方法无法实时监测二极管整流堆的性能变化, 无法及时发现潜在故障。因此研发一种高效、准确的转辙机二极管整流堆性能检测装置, 实现对二极管整流堆性能的实时监测和评估, 对于提高铁路交通系统的安全性和效率具有重要意义。

2 转辙机二极管整流堆性能检测装置的研发原理与技术路线

2.1 检测装置的研发原理

转辙机二极管整流堆性能检测装置的研发原理, 深入融合了电气工程、信号处理与数据分析等多个领域的前沿技术, 目的是为了通过实时监测和分析电流、

电压等关键电参数,实现对二极管整流堆性能的精准评估,该检测装置的研发原理涵盖以下核心环节:

1. 电流、电压采集:此环节主要通过高精度电流传感器和电压传感器,实时捕捉二极管整流堆在工作过程中的电流(I)、电压(U)波形。因为这些波形数据是评估二极管整流堆性能的基础,其能够直观反映其整流效率、功耗及潜在的故障特征^[2]。

2. 信号处理与分析:采集到的原始电流、电压信号往往包含噪声和干扰,因此需要通过滤波(如低通滤波、带通滤波)技术去除这些不利因素,保留有用的信号成分;随后再利用放大电路对信号进行适当放大,以确保后续处理的准确性;最后通过模数转换器(ADC)将模拟信号转换为数字信号,便于计算机或专用处理器进行进一步分析。而且在信号处理过程中,还会运用快速傅里叶变换(FFT)等高级算法,提取信号的频谱特征,为性能评估提供有力支持。

3. 性能评估与预警:基于处理后的数字信号,检测装置会运用先进的算法和模型(如机器学习模型、神经网络模型)对二极管整流堆的性能进行评估,其中评估指标包括但不限于整流效率、反向击穿电压(VR)、最大平均整流电流(IF)、温度稳定性等;同时装置会预设一系列性能指标阈值,当监测到的参数超出这些阈值时,将自动触发预警机制,通过声光报警、短信通知等方式提醒维护人员。

2.2 技术路线与实施方案

为了实现转辙机二极管整流堆性能检测装置的研发目标,制定了以下详细的技术路线和实施方案:

1. 需求分析:首先需要明确检测装置的功能需求和性能指标,包括但不限于检测范围(如电流、电压的测量范围)、检测精度(如电流、电压的测量误差)、实时性要求(如数据采集和处理的延迟时间)等;除此以外,还需考虑装置的使用环境、可靠性要求以及与其他系统的兼容性等因素。

2. 硬件设计:在需求分析的基础上进行硬件结构的设计,包括传感器的选型(需考虑测量范围、精度、响应速度等因素)、信号调理电路的设计(需实现滤波、放大、隔离等功能)、数据采集模块的选择(需支持高速、高精度数据采集)等^[3];同时还需考虑硬件的可靠性、可维护性以及成本效益等因素。

3. 软件开发:将开发一套包括数据采集程序、信号处理算法、性能评估模型等在内的软件系统,其中数据采集程序需实现与硬件设备的通信和数据采集功

能;信号处理算法需实现对采集到的信号进行滤波、放大、转换等处理;性能评估模型则需基于处理后的信号对二极管整流堆的性能进行评估和预警。在软件开发过程中,将注重代码的模块化、可维护性和可扩展性,以便后续的功能升级和优化。

4. 系统集成与测试:完成硬件和软件设计后,将进行系统集成和全面测试,包括硬件与软件的联调、功能测试(验证装置是否满足需求分析中的各项功能要求)、性能测试(评估装置的测量精度、实时性等指标)、稳定性测试(验证装置在长时间运行下的稳定性和可靠性)等。测试过程中将采用多种测试方法和手段,如单元测试、集成测试、系统测试等,以确保检测装置的性能和质量满足设计要求。

5. 现场应用与验证:将检测装置应用于实际场景中进行现场测试和验证,包括在铁路交通系统的转辙机上进行实地安装和调试,收集实际运行数据并对装置的性能进行评估。并根据测试结果和用户的反馈意见,对装置进行必要的调整和优化,以提高其适用性和可靠性。

3 转辙机二极管整流堆性能检测装置的关键技术与创新点

3.1 关键技术

1. 高精度电流、电压采集技术:在转辙机二极管整流堆性能检测装置中,高精度电流、电压采集技术是实现精准检测的基础,主要是该技术采用高精度传感器,如霍尔电流传感器和电阻分压式电压传感器,结合精密的信号调理电路,能够实现对二极管整流堆工作过程中电流(I)、电压(U)等电参数的高精度采集。传感器的精度通常达到微安级和毫伏级,确保采集到的数据准确无误;同时信号调理电路通过滤波、放大等处理,进一步提高了信号的信噪比和稳定性,为后续的性能评估提供可靠的数据支持^[4]。

2. 实时信号处理与分析技术:实时信号处理与分析技术主要是利用先进的数字信号处理技术(DSP),如快速傅里叶变换(FFT)、小波变换等,对采集到的电流、电压信号进行实时处理和分析。并通过滤波去除噪声干扰;通过放大增强信号强度;通过转换将模拟信号转换为数字信号,便于计算机或专用处理器进行进一步处理。而实时信号处理与分析技术能够快速准确地提取出信号中的有用信息,如整流效率、反向击穿电压(VR)、最大平均整流电流(IF)等关键参数,为性能评估提供有力依据。

3. 智能性能评估与预警技术: 智能性能评估与预警技术主要是利用机器学习和人工智能算法, 如支持向量机 (SVM)、神经网络等, 对处理后的信号进行分析和评估, 并通过预设的性能指标和阈值, 如整流效率不低于 90%、反向击穿电压不低于额定值的 80% 等, 判断二极管整流堆的性能是否正常。一旦检测到异常或故障信号, 如整流效率突然下降、反向击穿电压超过阈值等, 装置将立即发出预警信号, 通知维护人员进行处理^[6]。

3.2 创新点

1. 实时监测与评估: 与传统的离线检测方法相比, 本装置实现了对二极管整流堆性能的实时监测与评估, 传统的离线检测方法需要人工拆卸二极管整流堆并进行测量, 不仅耗时耗力且容易引入人为误差, 而本装置通过高精度传感器和实时信号处理与分析技术, 能够在线实时监测二极管整流堆的工作状态, 及时发现潜在故障并进行评估, 这种实时监测与评估的方式大大地提高了检测的效率和准确性^[6]。

2. 高精度采集与分析: 本装置采用高精度传感器和先进的数字信号处理技术, 实现了对二极管整流堆工作过程中电流、电压等电参数的高精度采集和实时分析。高精度传感器确保了采集数据的准确性; 先进的数字信号处理技术则能够快速准确地提取出信号中的有用信息, 如整流效率、反向击穿电压等关键参数。这种高精度采集与分析的方式提高了检测的准确性和可靠性, 为性能评估提供了更加精确的数据支持。

3. 智能预警与诊断: 本装置利用机器学习和人工智能算法实现了对二极管整流堆性能的智能预警与诊断, 如通过预设的性能指标和阈值, 装置能够自动判断二极管整流堆的性能是否正常, 并在出现异常或故障时及时发出预警信号; 同时装置还能够根据实时数据自动判断故障类型和程度, 为维修人员提供准确的故障信息和维修建议。

4 转辙机二极管整流堆性能检测装置的应用效果与前景展望

4.1 应用效果

转辙机二极管整流堆性能检测装置在实际应用中取得了显著的效果, 如通过实时监测和评估二极管整流堆的性能, 能够及时发现潜在故障, 避免了因故障导致的列车脱轨、相撞等严重后果; 其次通过高精度采集与分析技术, 提高了检测的准确性和可靠性, 降低了误报和漏报率; 最后通过智能预警与诊断技术,

为维修人员提供了准确的故障信息和维修建议, 提高了维修效率和准确性。

4.2 前景展望

随着铁路交通系统的不断发展和对安全性要求的不断提高, 转辙机二极管整流堆性能检测装置的应用前景将越来越广阔, 未来该装置将在以下几个方面得到进一步发展和应用:

1. 多功能集成化: 将多种检测功能集成到一个装置中, 实现对转辙机多种性能参数的实时监测和评估, 提高检测效率和准确性。

2. 智能化与自动化: 利用人工智能和自动化技术, 实现检测装置的智能化和自动化运行, 减少人工干预, 提高检测效率和可靠性。

3. 远程监控与管理: 通过物联网和云计算技术, 实现检测装置的远程监控和管理, 实现对铁路交通系统全面、实时的监测和管理, 提高系统的安全性和效率。

5 结束语

转辙机二极管整流堆性能检测装置的研发与应用对于提高铁路交通系统的安全性和效率具有重要意义, 因为通过实时监测和评估二极管整流堆的性能, 能够及时发现潜在故障, 避免安全事故的发生; 同时, 通过高精度采集与分析技术、智能预警与诊断技术等创新点的应用, 也可以提高检测的准确性和可靠性, 从而为维修人员提供准确的故障信息和维修建议。

参考文献:

- [1] 谢征. 地铁 ZD6 型电动转辙机挤切销折断原因剖析[C]// 冶金工业教育资源开发中心, 中国钢协职业培训中心. 第 13 届钢铁行业职业教育培训优秀多媒体课件活动系列研讨会: 电力工程与技术创新论文集. 中铁电气化局集团有限公司, 2024.
- [2] 杨洋. 地铁转辙机基坑积水问题管理措施[J]. 江苏建材, 2024(04):154-155.
- [3] 石卫师, 黄祖宁, 商晖. 城市轨道交通道岔转辙机智能运维系统研究[J]. 都市轨道交通, 2024, 37(03):69-74.
- [4] 王海强, 董丹, 李泰昌, 等. 一种转辙机新型接点的研发与应用[J]. 铁道通信信号, 2024, 60(07):34-39.
- [5] 李雪枝, 杨勇豪, 汪旭雷, 等. 基于集成深度学习的转辙机故障诊断研究[J]. 城市轨道交通研究, 2024, 27(04):252-255, 261.
- [6] 刘琦, 李建国. 基于时空特征组合模型的转辙机故障诊断[J]. 科学技术与工程, 2024(13):5538-5545.