

轨道电路故障处理新思路

苏 昉

国能朔黄铁路发展有限责任公司肃宁分公司 河北 沧州 062350

摘 要：本文深入探讨了轨道电路故障处理的新思路，详细剖析了传统故障处理方法的局限性，并全面阐述了基于智能监测与诊断系统、预防性维护、数据驱动决策、标准化流程与培训以及跨部门协作等新策略。通过对这些新思路的细致分析，旨在提高故障处理的效率、准确性和安全性，为铁路系统的稳定运行提供坚实保障。

关键词：轨道电路故障；智能监测；预防性维护；数据驱动决策

1 引言

随着铁路交通的迅猛发展，轨道电路作为铁路信号系统的核心组成部分，其稳定性和可靠性对于保障列车运行安全起着至关重要的作用。然而，轨道电路长期暴露于户外复杂环境中，受到诸如气候变化、地质条件、人为破坏等多种自然因素和人为因素的影响，故障频繁发生。传统的故障处理方法主要依赖人工巡检和经验判断，已难以满足现代铁路高效、安全运行的需求。因此，探索轨道电路故障处理的新思路，提高故障处理的效率和质量，成为当前铁路行业亟待解决的重要问题。

2 传统轨道电路故障处理方法的局限性

2.1 人工巡检效率低

传统的轨道电路故障处理主要依赖人工巡检。巡检人员需要沿着铁路线路逐一检查轨道电路的各个部件，如钢轨、绝缘接头、扼流变压器等。这种方法不仅耗时耗力，而且在面对长距离的铁路线路时，巡检效率极低。此外，人工巡检还容易受到天气、地形等外界因素的影响，导致巡检质量参差不齐。

2.2 经验判断准确性差

在处理轨道电路故障时，巡检人员往往依靠自身的经验和知识进行判断。然而，由于轨道电路故障原因的复杂性，仅凭经验很难准确判断故障的具体位置和类型。例如，当轨道电路出现红光带时，可能是由于钢轨断裂、绝缘破损、接触不良等多种原因造成的。如果巡检人员缺乏足够的经验和知识，就很难快速准确地找到故障原因，从而影响故障处理的效率和质量。

2.3 缺乏实时监测与预警

传统的轨道电路故障处理方法缺乏实时监测与预警机制。当轨道电路发生故障时，往往只能在故障发生后通过巡检或报警系统发现。这种方法无法提前预测故障的发生，也无法在故障发生时及时采取措施进行干预，从而增加了故障对铁路系统运行的影响。

3 轨道电路故障处理的新思路

3.1 基于智能监测与诊断系统的故障处理

3.1.1 智能监测系统的构建

利用现代传感器技术，在轨道电路的关键部位安装各类高精度传感器。例如，在钢轨上安装温度传感器，实时监测钢轨的温度变化，因为钢轨温度过高可能会导致钢轨膨胀变形，影响轨道电路的正常工作；安装电流传感器和电压传感器，精确测量轨道电路中的电流和电压值，及时发现电流异常、电压波动等问题。传感器的布局应充分考虑轨道电路的特点和故障易发区域，确保能够全面、准确地采集轨道电路的运行状态信息。通过无线网络，如ZigBee、LoRa等，将传感器采集到的数据传输到中央监测中心。中央监测中心配备高性能的服务器和存储设备，对采集到的数据进行实时存储和管理^[1]。同时，为了保证数据的安全性和可靠性，采用数据备份和加密技术，防止数据丢失和泄露。中央监测中心利用数据分析软件，对采集到的数据进行实时分析和处理，形成轨道电路的运行状态图谱。通过可视化界面，监测人员可以直观地了解轨道电路的运行情况，及时发现异常数据。

3.1.2 故障诊断算法的应用

基于大数据分析和机器学习算法，如支持向量机（SVM）、人工神经网络（ANN）、决策树等，构建轨道电路故障诊断模型。收集大量的历史故障数据，包括故障发生时的传感器数据、故障类型、故障位置等信息，对诊断模型进行训练和优化，使其能够准确识别出不同故障类型的特征模式。当智能监测系统检测到轨道电路的运行状态出现异常时，故障诊断模型可以迅速对异常数据进行分析，判断故障的具体位置和类型，并给出相应的处理建议。例如，如果诊断模型判断出是绝缘破损故障，会建议维修人员检查相应的绝缘部位，并提供可能的修复方案。

3.2 预防性维护策略的实施

3.2.1 设备健康状态评估

定期对轨道电路的各个部件进行健康状态评估。建立一套完善的评估指标体系,包括部件的磨损程度、老化情况、电气性能等。例如,对于钢轨,可以通过测量其表面硬度、裂纹长度等指标来评估其磨损程度;对于轨道继电器,可以通过检测其吸合电压、释放电压等电气参数来评估其性能。采用多种评估方法相结合的方式,如定期巡检、在线监测、实验室检测等。定期巡检可以直观地检查部件的外观和连接情况;在线监测可以实时获取部件的运行参数;实验室检测可以对部件进行更深入的性能分析。根据设备健康状态评估结果,制定个性化的维护计划。对于健康状态较好的部件,可以适当延长维护周期;对于健康状态较差的部件,则需要提前进行维护或更换。

3.2.2 维护作业的标准化与规范化

制定详细的维护作业标准和规范,明确维护作业的内容、方法、周期等。例如,规定钢轨探伤的周期、方法和判定标准;规定轨道继电器的检修流程和测试项目。对维护人员进行专业培训,使其熟悉维护作业标准和规范,掌握正确的维护方法和技能。同时,建立维护人员的管理制度,对维护人员的工作质量进行监督和考核^[2]。建立维护作业的质量监督机制,定期对维护作业的质量进行检查和评估。通过检查维护记录、现场抽检等方式,确保维护作业按照标准和规范进行。

3.2.3 预防性维护的效果评估

通过对实施预防性维护前后的故障率、维修成本、设备使用寿命等指标进行对比分析,评估预防性维护的效果。例如,比较实施预防性维护前后轨道电路的故障发生率,计算维修成本的降低幅度,评估设备使用寿命的延长情况。根据效果评估结果,不断调整和优化预防性维护策略。如果发现某种维护方法效果不佳,及时进行调整;如果发现某个部件的故障率仍然较高,进一步分析其原因,采取更有效的维护措施。

3.3 数据驱动决策在故障处理中的应用

3.3.1 数据收集与整合

除了智能监测系统采集到的数据外,还可以收集其他与轨道电路运行相关的数据,如列车运行计划、天气情况、工务维修记录等。列车运行计划可以反映轨道电路的使用频率和负荷情况;天气情况会影响轨道电路的运行环境;工务维修记录可以提供轨道电路的维护历史信息。将这些数据进行整合和分析,形成全面的轨道电路运行数据库。在数据整合过程中,需要对数据进行清

洗,去除噪声数据和错误数据,确保数据的准确性和一致性。

3.3.2 数据驱动的故障预测与决策

利用数据挖掘和分析技术,如关联规则挖掘、聚类分析、时间序列分析等,对轨道电路运行数据库中的数据进行深度挖掘和分析。通过挖掘数据之间的关联性和规律性,预测轨道电路未来可能发生的故障类型和位置。根据故障预测结果,制定相应的故障处理预案和决策。例如,当预测到某区段轨道电路可能发生短路故障时,可以提前准备相应的维修材料和工具,并安排维修人员在故障发生时迅速前往现场进行处理。

3.3.3 数据驱动的故障处理优化

通过对故障处理过程中的数据进行实时监测和分析,不断优化故障处理流程和方法。例如,分析故障处理时间、维修成本等指标,找出影响故障处理效率和质量的关键因素。根据分析结果,采取相应的措施进行优化^[3]。如果发现某个故障处理环节耗时较长,可以对该环节进行流程优化;如果发现某种维修材料的使用成本较高,可以寻找替代材料。

3.4 标准化故障处理流程的建立

3.4.1 故障报告与登记

当轨道电路发生故障时,巡检人员或智能监测系统应立即向中央监测中心报告故障情况。建立多种报告渠道,如电话、短信、网络平台等,确保故障信息能够及时传递。中央监测中心应及时登记故障信息,包括故障发生的时间、地点、现象、影响范围等。详细的登记信息有助于后续的分析和处理。

3.4.2 故障分析与判断

中央监测中心根据故障报告和智能监测系统采集到的数据,结合历史故障数据和经验知识,对故障进行分析和判断。采用多种分析方法相结合的方式,如故障树分析、因果分析等,确定故障的具体位置和类型。对于复杂故障,组织相关专家进行会诊,充分发挥专家的专业优势,提高故障判断的准确性。

3.4.3 故障处理与修复

维修人员根据处理方案前往现场进行处理。在制定处理方案时,充分考虑故障的类型、位置、现场环境等因素,确保方案科学合理、可行有效。在处理过程中,维修人员应严格按照标准和规范进行操作,确保故障得到彻底修复。同时,做好安全防护措施,避免发生安全事故。

3.4.4 故障处理记录与总结

故障处理完成后,维修人员应及时记录处理过程和

处理结果。记录内容包括故障现象、分析判断过程、处理方案、更换的部件等,确保记录完整准确。中央监测中心应对故障处理记录进行整理和归档,并定期对故障处理情况进行总结和分析。通过总结和分析,找出故障处理过程中存在的问题和不足,并采取相应的措施进行改进。

3.5 跨部门协作与信息共享机制的建立

3.5.1 跨部门协作的重要性

轨道电路故障处理涉及多个部门,如电务部门、工务部门、供电部门等。各部门之间的工作相互关联、相互影响,只有密切协作,才能共同应对故障处理过程中的各种问题。铁路系统的安全运行需要各部门的综合保障。例如,电务部门负责轨道电路的信号设备维护,工务部门负责钢轨、道岔等基础设施的维护,供电部门负责电力供应^[4]。任何一个部门的工作出现问题,都可能影响轨道电路的正常运行。

3.5.2 信息共享机制的建立

建立跨部门的信息共享平台,实现各部门之间的信息共享和协同工作。通过信息共享平台,各部门可以及时了解轨道电路的运行状态和故障情况,共同制定故障处理方案和实施计划。制定统一的数据标准和接口规范,确保各部门之间的数据能够准确、顺畅地交换和共享。同时,加强数据安全管控,防止数据泄露和滥用。

4 新思路实施的挑战与对策

4.1 技术挑战与对策

4.1.1 技术挑战

智能监测与诊断系统的构建需要先进的传感器技术、无线通信技术和数据分析技术作为支撑。然而,这些技术在实际应用中可能存在稳定性、准确性等问题。例如,传感器在恶劣环境下可能会出现测量误差,无线通信网络可能会受到干扰导致数据传输不稳定。预防性维护策略的实施需要准确评估设备的健康状态,但这往往受到设备复杂性、运行环境多变性等因素的影响。一些轨道电路设备结构复杂,其性能受到多种因素的综合影响,难以准确评估其健康状态。

4.1.2 对策

加强技术研发和创新,提高传感器、无线通信设备和数据分析算法的稳定性和准确性。例如,研发具有抗干扰能力的传感器,采用更先进的无线通信技术,优化数据分析算法。建立完善的设备健康状态评估体系,结合多种评估方法和手段,提高设备健康状态评估的准确性。同时,加强对设备运行环境的监测和分析,为设备健康状态评估提供有力支持。

4.2 管理挑战与对策

4.2.1 管理挑战

新思路的实施需要铁路管理部门进行统筹规划和组织协调。然而,在实际管理中可能存在部门之间职责不清、协调不畅等问题。例如,在故障处理过程中,各部门之间可能会出现推诿扯皮的现象,影响故障处理的效率。新思路的实施还需要建立完善的质量监督和安全管理机制。然而,在实际工作中可能存在质量监督不到位、安全管理松懈等问题,导致故障处理质量不高,甚至引发安全事故。

4.2.2 对策

明确各部门的职责和分工,加强部门之间的沟通协调工作。建立跨部门协作机制和信息共享平台,实现各部门之间的协同工作和信息共享。定期召开部门协调会议,及时解决工作中出现的问题。建立完善的质量监督和安全管理机制,加强对故障处理过程的监督和管理。定期对故障处理质量进行检查和评估,确保故障得到彻底修复;同时加强安全教育和培训工作,提高维护人员的安全意识。

结语

轨道电路故障处理新思路的探索和实施对于保障铁路系统的稳定运行具有重要意义。通过基于智能监测与诊断系统的故障处理、预防性维护策略的实施、数据驱动决策在故障处理中的应用、标准化故障处理流程的建立以及跨部门协作与信息共享机制的建立等措施,可以显著提高故障处理的效率和质量。然而,在实施过程中也面临着技术和管理等方面的挑战。为了克服这些挑战,需要加强技术研发和创新、完善管理机制和制度等方面的工作。只有这样,才能确保轨道电路故障处理新思路的顺利实施和有效运行,为铁路交通的安全、高效发展提供有力保障。

参考文献

- [1]丰军.25Hz轨道电路故障处理分析[J].能源科技,2022,20(02):83-85.
- [2]王俊杰,纪金.ZPW-2000G型无绝缘轨道电路故障分析与处理[J].铁路通信信号工程技术,2022,19(S1):51-55.
- [3]龙鹏.UM71轨道电路接收器故障处理与预防[J].中国新技术新产品,2021,(21):77-79.
- [4]徐治学,李娟,陈德伟.ZPW-2000R轨道电路在灯丝故障下不能恢复空闲问题的分析与处理[J].铁路通信信号工程技术,2020,17(S1):25-27.