

轨道交通电气设备故障诊断与维修策略

李未来 陈旭

郑州交通发展投资集团有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 本文旨在探讨轨道交通电气设备故障诊断与维修策略,通过对轨道交通电气设备故障诊断方法的详细介绍,以及维修策略的系统性分析,为轨道交通系统的安全、高效运行提供理论支持和实践指导。

关键词: 轨道交通; 电气设备; 故障诊断; 维修策略

引言

随着城市轨道交通的快速发展,电气设备的可靠性成为确保系统安全和高效运行的关键。电气设备故障诊断与维修作为保障轨道交通系统稳定运行的重要环节,其重要性日益凸显。本文将从电气设备故障诊断的方法和维修策略两个方面进行深入探讨。

1 轨道交通电气设备故障类型及原因

1.1 故障类型

轨道交通电气设备的故障类型多样,且每种故障都可能对系统的正常运行造成不同程度的影响。其中,短路和过载是两种最为常见的故障类型。短路故障通常发生在电路中的两个或多个不应相连的节点之间直接接触,导致电流异常增大,可能引发设备损坏、线路烧毁甚至火灾等严重后果。这种故障往往由于线路老化、绝缘层破损、接线错误或外部物体侵入等原因造成。过载故障则是由于设备承受的电流或电压超过了其额定值,导致设备过热、性能下降甚至损坏。过载可能由设备设计不合理、负载过大、运行环境恶劣或长时间连续工作等因素引起。除了短路和过载,接触不良也是轨道交通电气设备中常见的故障之一。这种故障通常发生在连接点或触点之间,由于松动、腐蚀或污染等原因导致接触电阻增大,进而影响信号的传输和设备的正常运行。此外,设备老化也是一个不容忽视的故障类型。随着设备使用时间的增长,其内部元件会逐渐老化、磨损,导致性能下降甚至失效。这种故障通常表现为设备启动困难、运行不稳定或频繁出现故障。最后,外部环境因素如温度、湿度、灰尘等也可能对电气设备的正常运行产生影响。例如,高温可能导致设备过热、绝缘层老化;湿度过高则可能引起设备内部结露、导致电路短路;而灰尘的积累则可能影响设备的散热性能和触点接触情况。

1.2 故障原因分析

轨道交通电气设备故障的原因复杂多样,涉及设备本身、运行环境、维护保养以及人为操作等多个方面。

首先,设备本身的质量问题是导致故障的重要因素之一。如果设备在设计、制造或安装过程中存在缺陷,如材料质量不佳、工艺粗糙、接线错误等,都可能为设备的后续运行埋下隐患。其次,运行环境恶劣也是导致设备故障的重要原因。轨道交通电气设备通常运行在复杂多变的环境中,如高温、高湿、振动、腐蚀等。这些恶劣环境会加速设备的老化、磨损和腐蚀,从而引发各种故障^[1]。此外,维护保养不当也是导致设备故障的一个重要因素。如果设备长期缺乏有效的维护保养,如清洁、检查、更换老化元件等,那么设备的性能就会逐渐下降,故障率也会相应增加。最后,人为操作失误也是导致设备故障的一个不可忽视的原因。例如,操作人员对设备不熟悉、操作不当或违反操作规程等都可能导致设备损坏或故障。因此,加强对操作人员的培训和监管也是预防设备故障的重要措施之一。

2 轨道交通电气设备故障诊断方法

2.1 传统诊断方法

视觉检查是传统诊断方法中最直观、最常用的一种方式。技术人员通过仔细观察设备的外观,如线路的走线、接头的紧固情况、绝缘层的完好程度等,可以初步判断设备是否存在明显的问题。例如,线路的磨损、断裂或腐蚀,接头的松动或锈蚀,都可能成为设备故障的源头。视觉检查虽然简单,但要求技术人员具备丰富的经验和敏锐的洞察力,能够迅速捕捉到设备外观上的细微变化。听觉诊断则是通过聆听设备运行时发出的声音,来判断其是否存在潜在的问题。电气设备在正常运行时,会发出一定的声音,如电机的嗡嗡声、变压器的嗡嗡声等。然而,当设备出现故障时,这些声音可能会发生变化,如出现异常的响声、震动或杂音。技术人员通过对比设备正常运行时的声音与当前的声音,可以初步判断设备是否存在故障,并进一步确定故障的大致位置。听觉诊断同样需要技术人员具备丰富的经验和敏锐的听觉,能够准确识别出设备声音中的异常。除了视觉

检查和听觉诊断外,简单的手动测试也是传统诊断方法中常用的一种方式。技术人员通过手动操作设备,如按下按钮、旋转开关等,观察设备的反应和运行情况,从而判断其是否存在故障。手动测试虽然简单,但能够直观地反映设备的运行状态和性能,对于某些明显的故障具有较高的诊断准确性。然而,传统诊断方法也存在一定的局限性。它主要依赖于技术人员的经验和主观判断,因此可能受到个人经验、技能水平和主观因素的影响,导致诊断结果存在一定的误差。

2.2 基于仪器的诊断方法

电气参数测量是基于仪器诊断方法的核心之一。通过测量设备的电压、电流、电阻等电气参数,可以判断设备的工作状态是否正常。例如,当设备的电压或电流异常时,可能意味着设备存在短路、过载或接触不良等故障。电气参数测量通常使用万用表、示波器、电流钳等仪器进行,这些仪器能够精确地测量设备的电气参数,并提供准确的数据支持。振动分析则是另一种常用的基于仪器的诊断方法。电气设备在运行时,会产生一定的振动。通过测量和分析设备振动的频率、幅度和相位等参数,可以发现设备存在的机械故障,如轴承损坏、不平衡或对中不良等。振动分析通常使用振动传感器、加速度计等仪器进行,这些仪器能够实时监测设备的振动情况,并提供详细的振动数据。通过对振动数据的分析,技术人员可以准确地定位故障源,并采取相应的维修措施^[2]。红外热成像技术也是基于仪器诊断方法中一种重要的手段。红外热成像技术通过检测设备的热分布,可以识别出设备存在的过热、温度异常等问题。例如,当设备的某个部分温度过高时,可能意味着该部分存在短路、过载或散热不良等故障。红外热成像技术使用红外热像仪进行,这种仪器能够将设备表面的热分布以图像的形式呈现出来,使得技术人员能够直观地看到设备的温度情况,并准确地定位故障点。

2.3 基于数据的诊断方法

数据收集是基于数据诊断方法的第一步。通过实时监控设备的运行参数,如温度、电流、电压、振动等,可以获取设备的大量实时数据。这些数据通过传感器、数据采集器等设备进行收集,并传输到数据分析系统中进行后续处理。数据收集的全面性和准确性对于后续的数据分析和故障诊断至关重要。数据分析则是基于数据诊断方法的核心环节。通过对收集到的数据进行清洗、整合和挖掘,可以发现数据中的异常模式和趋势。这些数据异常可能意味着设备存在潜在的故障或性能下降。数据分析通常使用高级算法进行,如机器学习、人工智

能等。这些算法能够自动学习设备的正常运行模式,并识别出与正常模式不符的异常数据,从而实现对设备故障的预测和识别。基于数据的诊断方法的主要优势在于其预测性和准确性。通过数据分析,技术人员可以在设备出现故障之前,就预测到潜在的故障点,并采取相应的预防措施。这不仅可以避免故障的发生,还可以减少维修成本和停机时间,提高设备的可靠性和运行效率。此外,基于数据的诊断方法还可以实现对设备性能的实时监测和评估,为设备的优化和维护提供科学依据。

3 轨道交通电气设备维修策略

3.1 预防性维修

预防性维修,顾名思义,是在设备故障发生之前进行的维修活动。它基于设备的使用寿命和故障规律,通过定期检查、维护、更换易损件等措施,预防故障的发生,确保设备的稳定运行。这种维修策略虽然需要较高的维修成本和时间投入,但其对于降低设备故障率、延长设备使用寿命具有显著效果。在预防性维修中,定期更换易损件是一项重要措施。易损件,如接触器触点、轴承、密封件等,由于长期运行和磨损,容易成为设备故障的源头。通过定期检查和更换这些易损件,可以及时发现并消除潜在的故障隐患,避免故障的发生。此外,清洁设备也是预防性维修中不可或缺的一环。电气设备在运行过程中,容易积累灰尘、油污等杂物,这些杂物不仅影响设备的散热性能,还可能导致电路短路、接触不良等故障。因此,定期对设备进行清洁,保持设备的清洁度和干燥度,对于预防故障具有重要意义。调整设备参数也是预防性维修的重要内容之一。随着设备使用时间的增长,其性能可能会逐渐下降,如电机转速降低、变压器输出电压不稳定等。通过定期检查和调整设备参数,可以确保设备始终保持在最佳运行状态,提高设备的稳定性和可靠性^[3]。然而,预防性维修也存在一定的局限性。由于它是基于设备的使用寿命和故障规律进行的维修,因此可能无法完全预测和防止所有故障的发生。此外,预防性维修需要较高的维修成本和时间投入,对于一些经济条件有限或设备数量众多的轨道交通运营单位来说,可能存在一定的经济压力和时间压力。

3.2 状态维修

状态维修是一种基于设备实际运行状态的维修策略。它通过实时监测设备的运行参数,如温度、振动、电流等,评估设备的健康状态,并在设备性能下降或出现故障迹象时进行维修。这种维修策略能够充分利用设备的剩余寿命,减少不必要的维修工作,提高维修效率。在状态维修中,实时监测设备的运行参数是关键。

通过安装传感器、数据采集器等设备,可以实时监测设备的温度、振动、电流等关键参数,并将这些数据传输到数据分析系统中进行后续处理。数据分析系统通过对这些数据的清洗、整合和挖掘,可以评估设备的健康状态,预测设备的剩余寿命,并及时发现潜在的故障隐患。当设备性能下降或出现故障迹象时,状态维修会及时采取措施进行维修。维修措施可能包括更换损坏的部件、调整设备参数、清洁设备等。由于状态维修是基于设备的实际运行状态进行的维修,因此能够更准确地定位故障点,采取更有效的维修措施,提高维修效率和质量。然而,状态维修也需要先进的监测技术和数据分析能力作为支持。监测技术的准确性和可靠性直接影响着状态维修的效果。同时,数据分析能力也是状态维修不可或缺的一部分,它能够对海量的数据进行快速处理和分析,为维修决策提供科学依据。

3.3 智能化维修

智能化维修是近年来发展起来的一种新型维修策略,它利用物联网、大数据、人工智能等技术手段,实现设备的远程监控、故障诊断和维修决策。这种维修策略能够实时监测设备的运行状态,及时发现潜在故障,并通过智能算法提供维修建议,实现维修资源的优化配置和维修过程的自动化管理。在智能化维修中,物联网技术发挥着重要作用。通过物联网技术,可以将设备连接到互联网上,实现设备的远程监控和管理。这样,技术人员无需亲自到现场,就可以通过互联网实时查看设备的运行状态、接收报警信息,并及时采取措施进行维修。大数据技术也是智能化维修不可或缺的一部分。通过大数据技术,可以对设备运行过程中产生的大量数据进行收集、存储和分析。这些数据包括设备的运行参数、故障记录、维修历史等,它们为设备的故障诊断和维修决策提供了宝贵的信息支持^[4]。人工智能技术在智能化维修中也发挥着重要作用。通过智能算法,可以对收

集到的数据进行深度学习和挖掘,发现数据中的异常模式和趋势,从而实现对设备故障的预测和识别。同时,智能算法还可以根据设备的运行状态和维修历史,提供最优的维修建议和方案,实现维修资源的优化配置。智能化维修的优势在于它能够实现设备的实时监测和故障预测,提高维修的及时性和准确性。同时,智能化维修还能够实现维修资源的优化配置和维修过程的自动化管理,提高维修效率和质量。然而,智能化维修也需要较高的技术投入和人才支持,对于一些经济条件有限或技术水平较低的轨道交通运营单位来说,可能存在一定的挑战。

结语

轨道交通电气设备的故障诊断与维修是确保轨道交通系统安全、高效运行的重要环节。通过综合运用传统诊断方法、基于仪器的诊断方法、基于数据的诊断方法和综合诊断方法,可以实现对电气设备的全面、准确故障诊断。同时,根据设备的实际情况和维修需求,选择合适的维修策略,如预防性维修、状态维修和智能化维修,能够提高维修效率和质量,保障轨道交通系统的稳定运行。未来,随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展,轨道交通电气设备的故障诊断与维修策略将更加智能化、自动化和高效化。

参考文献

- [1]张译文.轨道交通车辆车门的电气控制与故障诊断方法研究[J].中国设备工程,2024,(12):204-206.
- [2]彭浩.城市轨道交通电力电缆短路故障诊断研究[D].重庆理工大学,2023.
- [3]常星宇.城市轨道交通设备故障灾害链风险评价研究[D].重庆交通大学,2024.
- [4]郭夜啼.城市轨道交通中的机电设备故障应急处理策略分析[J].集成电路应用,2023,40(09):224-225.