

地铁供电系统中刚性接触网常见故障和防范策略研究

曹镜鹏

深圳地铁运营集团有限公司 广东 深圳 518000

摘要: 地铁供电系统中刚性接触网作为关键设备之一,在运营过程中容易出现各种故障,如接触不良、线路短路等。本文结合实际案例和现有研究,探讨常见的刚性接触网故障原因及防范策略,包括定期检修维护、建立智能监控系统、加强人员培训等。通过对比分析,指出不同防范策略的利弊和适用场景,为地铁供电系统刚性接触网故障的防范提供一定的参考和借鉴。

关键词: 地铁供电系统;刚性接触网;故障;防范策略

1 地铁供电系统与刚性接触网概述

1.1 地铁供电系统简介

地铁供电系统是地铁运行中必不可少的一部分,它保障了地铁线路的正常运行和乘客的安全。地铁供电系统的基本构成包括接触网、接触轮、牵引变流器、馈线及间隔断点等部件。其中,接触网是地铁供电系统的核心部分,它负责将电能传输到接触轮,再通过接触轮传输到列车上,供给列车运行所需的电能。地铁供电系统的工作原理是通过将交流电源变为直流电源,利用接触网和接触轮之间的刷线接触来传输电能,并通过列车上的牵引逆变器将电能转换为电机所需的电能,从而驱动列车行驶。地铁供电系统在地铁运行中起着至关重要的作用,它直接影响到地铁线路的正常运行和列车的运行速度。地铁供电系统的稳定性和可靠性对地铁运营至关重要。为了确保地铁供电系统的正常运行,必须定期检查和维修接触网、接触轮等重要部件,及时排除各种故障,确保地铁线路的安全和乘客的舒适。只有地铁供电系统运行稳定可靠,地铁列车才能顺利运行,保障城市交通的畅通和乘客的出行安全。

1.2 刚性接触网的特点

地铁供电系统中的刚性接触网是一种重要的供电方式,其特点主要有几个方面:第一、刚性接触网采用了坚固的构造设计,能够提供稳定的电力传输,确保电能的有效供给。由于接触网与地铁列车的接触是直接的,使用刚性接触网可以减少电力传输过程中的能量损耗,提高供电效率^[1]。第二、刚性接触网具有较强的抗风振能力和适应能力,地铁线路通常穿越城市的高楼大厦,受风力的影响较大。刚性接触网的设计能够有效减小在强风天气下的晃动和波动,保证了供电系统的稳定运行。第三、刚性接触网还具有良好的导电性能和耐磨性,能够在长时间的使用中保持供电的稳定性和可靠性。对于

地铁运行过程中的高频高负载运行来说,刚性接触网能够承受较大的电流负载,确保地铁列车平稳运行。

2 地铁供电系统中刚性接触网常见故障分析

2.1 汇流排扭曲变形与拉弧现象

在地铁供电系统中,刚性接触网是一个关键组成部分,但也存在一些常见的故障问题,比如汇流排扭曲变形和拉弧现象。汇流排扭曲变形是刚性接触网常见的故障之一,汇流排是刚性接触网中的一个重要部件,用于连接供电线路和接触网,传递电能。当汇流排受到外部压力或挤压时,容易发生扭曲变形,导致电力传输不畅、接触不良,进而影响地铁列车的正常运行。这种情况下,需要及时检修和更换受损的汇流排,以保障地铁供电系统的正常运行。拉弧现象是刚性接触网常见的故障现象,拉弧是指在电气设备中由于电压过高、电流过大或接触加热引起的电弧现象,造成电力损耗和设备损坏。在刚性接触网中,由于各种因素导致的接触网与接触轮之间的不良接触或异常电路连接,可能引发拉弧现象。拉弧会造成设备的过载、烧损等问题,严重影响供电系统的安全性和稳定性。

2.2 绝缘子故障

在地铁供电系统中,刚性接触网故障中的另一个常见问题是绝缘子故障。绝缘子是连接接触网和地面结构的绝缘设备,其主要作用是防止电流通过接触网传导到地面,同时保护接触网和地面结构不受电压的影响,绝缘子也可能出现故障,导致供电系统运行异常。绝缘子故障可能由于多种原因引起。其中,常见的原因包括绝缘子老化、污秽或受潮、绝缘子表面遭受物体撞击或损坏等。绝缘子故障会导致接触网与地面结构之间出现短路或接地现象,进而影响整个供电系统的正常运行。如果绝缘子出现故障,可能会引发电弧放电、电流过载等问题,严重时还可能给供电系统及乘客带来安全风险。

2.3 接触线与汇流排结合处脱槽

在地铁供电系统中，刚性接触网常见的故障之一是接触线与汇流排结合处脱槽。接触线是连接刚性接触网和汇流排的关键部件，其主要作用是传输电能，而汇流排则起到将电能集中传导到各个方向的作用。然而，由于接触线与汇流排结合处承受着较大的电流和机械压力，可能导致脱槽故障。接触线与汇流排结合处脱槽可能由多种原因引起。其中，常见的原因包括安装不牢固、接触线弯曲或振动引起脱落、汇流排腐蚀、老化等。当接触线与汇流排结合处发生脱槽故障时，会造成供电系统的电能传输不畅、接触不良，甚至引发设备短路、起火等严重后果。这将影响地铁列车的正常行驶，甚至危及乘客和工作人员的安全^[2]。

2.4 螺纹滑牙与螺栓松动

在地铁供电系统中，刚性接触网故障中的另一个常见问题是螺纹滑牙与螺栓松动。螺纹滑牙和螺栓是连接刚性接触网构件的重要部件，其主要作用是固定接触网的各个部件，保证整个供电系统的稳定运行。由于长期运行、机械振动或外力作用等原因，螺纹滑牙与螺栓可能发生松动，导致接触网设备的不稳定和损坏。螺纹滑牙与螺栓松动问题通常会对供电系统造成影响。当螺纹滑牙松动时，会导致连接部件之间的松动，进而影响接触网的整体稳定性。此外，螺纹滑牙与螺栓的松动还可能引起接触网各部件之间的电气连接不良，导致电流传输障碍，甚至引发火灾等危险情况。

3 地铁供电系统中刚性接触网故障防范措施

3.1 材质与安装质量控制

在地铁供电系统中，刚性接触网是一个至关重要的部件，其安全运行直接关系到地铁列车的正常工作和乘客的出行安全。为了有效预防和减少刚性接触网故障的发生，重点应放在材质选择和安装质量控制上。材质的选择至关重要，合适的材质能够保证刚性接触网的强度、导电性和耐腐蚀性，从而延长其使用寿命和稳定性。针对地铁供电系统中的刚性接触网，应该选择高质量的金属材料，如不锈钢或者特殊合金钢，以确保其耐久性和稳定性，在材料生产上应严格按照相关标准和规范进行控制，确保产品质量符合要求。安装质量控制也至关重要，刚性接触网的安装质量直接影响其稳固性和可靠性。在安装过程中，需要确保各个部件的正确连接和固定，以减少因安装不良而导致的螺纹滑牙与螺栓松动等问题。为了确保安装质量，地铁运营单位应该严格按照安装标准和规范进行操作，对安装人员进行专业培训和考核，加强现场安装监督和质量检查。为了预

防和减少地铁供电系统中刚性接触网故障的发生，在材质选择和安装质量控制方面都需要加强管理。通过采用高质量的材料和严格控制生产过程，以及加强安装过程中的监督和质量管理，可以有效提高刚性接触网的稳定性和可靠性，保障供电系统的正常运行和乘客的安全。

3.2 定期检查与维护

为了确保地铁供电系统中的刚性接触网设备能够稳定运行并减少故障发生的可能性，定期检查与维护是至关重要的防范措施之一。定期检查是预防和发现刚性接触网故障的重要手段，定期检查可以包括视觉检查、设备参数监测、防腐蚀性能检测等内容。通过检查设备的外观是否完好、螺纹连接是否松动、绝缘性能是否正常等方面，可以及时发现问题并做出处理，对设备的参数进行监测和记录，可以了解设备运行状况的变化，提前预警可能出现的故障。维护内容包括设备的清洁、润滑、紧固、更换易损件等。通过定期对设备进行维护保养，可以有效减少设备磨损，延长设备寿命，确保设备运行的稳定性和安全性。对于一些特殊部位或核心部件，定期的预防性维护更能够避免设备故障对整个系统造成严重影响。

3.3 技术改造与优化

技术改造可以通过更新设备、采用新材料、引入先进技术等方式来提升刚性接触网设备的性能。例如，采用更耐磨的材料制造接触网构件，使用更先进的联锁技术保证设备的高效运行等。技术改造还可以对现有设备进行升级，提高设备的抗干扰能力和适应性，以适应地铁运营环境的不断变化。技术优化可以通过优化设备结构、改进设备设计、加强设备连接等手段提升刚性接触网的性能和稳定性。通过对设备结构的优化设计，可以降低设备磨损和故障率，提高设备的使用寿命和可靠性。加强设备连接处的稳固性和可靠性，可以有效防止螺纹滑牙与螺栓松动等问题，提高接触网整体的稳定性^[3]。技术改造与优化还可以通过数字化技术的应用，实现设备的远程监测、故障诊断和预测维护，提高设备的智能化管理水平。通过实时监测设备运行状态、预测潜在故障风险，可以及时发现问题并做出反应，提高维护效率和设备可靠性。技术改造与优化是地铁供电系统中刚性接触网故障防范的重要措施。

3.4 监控系统与应急处理

在地铁供电系统中，刚性接触网的故障预防是至关重要的。监控系统和应急处理措施是有效防范刚性接触网故障的关键环节之一。一个健全的监控系统可以实时监测刚性接触网设备的运行状况，以及设备的电流、温

度、电压等重要参数,及时发现异常情况。通过监控系统,地铁运营单位可以快速响应设备异常情况,采取相应的措施,以避免故障的发生或升级。除了监控系统,应急处理措施也是有效应对刚性接触网故障的重要手段。建立完善的应急预案,明确各责任部门的职责和流程,对于事故的应对至关重要。一旦刚性接触网出现故障,地铁运营单位应迅速启动应急预案,采取相应的措施,包括对故障部件的紧急维修或更换,切断相应的电源进行安全处置,并通知相关单位和乘客及时处理。技术的发展为监控系统和应急处理提供了有力支持。现代监控系统通过数据采集、传输和分析技术,能够实现对整个刚性接触网系统的远程监控,及时预警和诊断系统中的问题。而在应急处理方面,现代通信技术的应用使得信息传递更为迅速和高效,使得故障的处理更加及时有效。

3.5 管理与培训

在地铁供电系统中,刚性接触网的故障预防需要进行有效的管理和培训。管理和培训是保障设备正常运行和减少故障发生的重要措施。管理方面需要建立完善的管理体系,制定相关的规章制度,明确设备维护保养的责任部门和责任人,确保工作的有序开展。要加强对设备的日常监管,及时进行设备台账记录、维修保养情况的跟踪,预防故障的发生^[4]。培训方面是关键的一环,通过培训可以提高维护人员和操作人员的技能水平,在日常工作中,能够熟练操作设备、识别设备故障并做出应急处理。定期进行技术培训,使维护人员了解最新的设备知识和维护技术,提高他们的业务水平和应变能力。加强安全管理培训,提高员工的安全意识和应急处置能力,在关键时刻能够迅速准确地做出正确的决策。持续改进技术和工艺也是防范刚性接触网故障的重要举措。定期评估和更新设备,采用新技术、新材料,不断提高设备的质量和可靠性,与设备制造商进行紧密合作,及时了解设备的使用状况和技术参数,以便根据实际情况进行调整和改进。

4 地铁供电系统中刚性接触网故障防范技术的未来发展方向

未来,地铁供电系统中刚性接触网故障防范技术将继续不断发展和进步,以满足地铁快速发展的需求,保

障乘客出行的安全和便利。其中,数字化技术在预防和处理刚性接触网故障方面将发挥越来越重要的作用。未来发展方向包括:(1)智能化监控系统:将通过人工智能、大数据分析等技术,实现对刚性接触网设备状态的实时监测和分析,提供更准确、更可靠的故障预测和诊断,帮助地铁运营单位更好地制定维护计划和应急预案。(2)自动化维护与保养:引入机器人和自动化设备,实现对刚性接触网设备的自动化维护和保养,减少人工操作,提高维护效率和质量,实现设备的长时间稳定运行。(3)可持续性和环保性发展:研发更环保、更节能的供电系统设备,采用可再生能源等技术,降低供电系统对环境的影响,实现地铁供电系统的可持续发展^[5]。(4)多元化故障应对策略:对于不同类型的故障,将采用多元化的故障应对策略,如结合实时监控预警系统、智能化维修设备、预设紧急故障处理方案等措施,提高对不同故障事件的应对能力。(5)安全优先理念:在技术发展的同时,始终将安全作为首要考虑因素,注重安全培训、安全意识的普及和提升,确保地铁供电系统的安全运行。

结束语

地铁供电系统中刚性接触网的故障防范是地铁运营中至关重要的环节,不仅关系到乘客的安全出行,也直接影响到地铁线路的正常运营。通过本文的研究和讨论,希望能够引起相关部门和研究机构的重视,加强对刚性接触网故障的预防和处理,推动地铁供电系统的安全稳定运行,为城市交通运输的发展贡献力量。

参考文献

- [1]王建红.地铁供电系统中刚性接触网常见故障和防范措施解析[J].智能建筑与智慧城市,2020(12):18-19.
- [2]马登峰.地铁供电系统中刚性接触网常见故障和防范措施解析[J].百科论坛电子杂志,2019(2):598.
- [3]任智星,林珊,李立颖.装配式地铁车站架空刚性接触网的安装方案研究[J].科技创新与应用,2019(14):134-136.
- [4]王志生,朱刚,潘良.地铁动力照明供电系统质量控制要点分析[J].设备管理与维修,2019(24):117-119.
- [5]崔小强.探讨地铁供电系统的供电方式及选择对策[J].智能城市,2019,5(23):50-51.