

地铁供电安全可靠分析

杨纪跃

重庆轨道交通(集团)有限公司 重庆 400000

摘要: 地铁作为城市主要交通工具,供电系统的可靠性和安全性是保证其正常运营的必要条件,一旦出现故障,对地铁的正常运营带来很大影响。通过分析地铁供电系统的安全可靠性,指出地铁供电系统的稳定性直接影响地铁整体运营的安全与效率。地铁供电的主要方式(集中供电、分散供电、混合供电)及其特点,探讨了影响供电安全可靠性的多方面因素,包括设备老化、外部电网稳定性、供电系统设计与维护等。针对这些问题,提出了优化外部电源接入、提升供电设备性能、完善维修与检修体系、建立科学评估体系以及制定详尽应急预案等关键措施,以全面提升地铁供电系统的安全可靠性。

关键词: 地铁; 供电安全; 可靠性

引言: 随着城市化进程的加速,地铁作为高效、环保的公共交通工具,其重要性日益凸显。然而,地铁运营的安全可靠性,尤其是供电系统的稳定性,直接关系到乘客的生命财产安全和城市的正常运行。基于此,对地铁供电安全可靠进行深入分析,识别潜在风险,提出有效措施,对于保障地铁安全、高效运行具有重要意义。本文旨在探讨地铁供电系统的安全可靠性,分析影响因素,并提出相应的改进建议。

1 地铁供电系统概述

地铁供电系统主要由外部电源、主变电所、牵引供电系统和动力照明供电系统四大部分组成,它们紧密协作,共同维持地铁列车的正常运行和站内设备的稳定工作。外部电源是地铁供电系统的起点,它通过城市电网或专用供电线路为地铁系统提供稳定的电力输入。外部电源的可靠性和稳定性直接影响到地铁供电系统的整体性能。主变电所则是地铁供电系统的“变压器”,它将外部电源的高压电转换为地铁系统所需的低压电,并通过内部电网输送到各个用电点。主变电所的设计和建设需充分考虑其容量、布局和冗余度,以确保在紧急情况下仍能为地铁系统提供足够的电力支持。牵引供电系统专门为地铁列车提供牵引动力,它包括牵引变电所、牵引网和接触网(或接触轨)等部分^[1]。牵引变电所将主变电所送来的电能转换为适合列车牵引的电流和电压,并通过牵引网和接触网(或接触轨)输送到列车上。牵引供电系统的稳定性和可靠性直接关系到列车的运行安全和效率。另外,动力照明供电系统则为地铁车站和区间的照明、通风、空调、通信、信号等设备提供电力支持。它通过降压变电所将主变电所送来的高压电转换为低压电,并通过低压配电系统输送到各个用电设备。动

力照明供电系统的稳定性和可靠性对于保障乘客的舒适度和地铁系统的正常运行至关重要。

2 地铁供电系统安全可靠性影响因素分析

2.1 外部电网故障与不稳定

地铁供电系统的安全可靠性在很大程度上受到外部电网状况的影响。外部电网作为地铁供电的源头,其稳定性和可靠性直接关系到地铁系统的正常运营。当外部电网发生故障时,如输电线路短路、变压器故障或电网负荷突变等,都可能导致供电中断或电压波动,进而影响地铁供电系统的稳定运行。具体来说,外部电网故障可能导致地铁主变电所无法获得稳定的电力输入,进而影响整个地铁供电系统的电压和频率稳定性。在极端情况下,如果外部电网故障持续时间较长或修复不及时,还可能引发地铁系统的大面积停电,严重影响地铁列车的运行安全和乘客的出行体验。除此之外,外部电网的不稳定性也是一个不容忽视的问题。电网负荷的频繁波动、谐波污染以及电网结构的脆弱性等因素都可能对地铁供电系统造成冲击,降低其安全性和可靠性。因此,地铁供电系统在设计 and 运营过程中必须充分考虑外部电网的影响,并采取相应的措施来提高其应对外部电网故障和不稳定性的能力。

2.2 供电设备老化与故障

地铁供电系统中的设备,包括变压器、开关柜、电缆、接触网等,在长期的运行过程中,不可避免地会出现老化和磨损现象。这些设备的老化与故障是影响地铁供电系统安全可靠性的重要因素之一。设备老化会导致其性能逐渐下降,例如绝缘性能减弱、机械强度降低等,从而增加了设备故障的风险。一旦设备发生故障,如变压器短路、开关柜拒动或误动、电缆绝缘层破损等,都可能

引发供电中断或电力质量下降,对地铁列车的正常运行造成严重影响,还可能引发连锁反应,导致其他相关设备也出现故障,进一步扩大故障范围和影响。

2.3 维修与检修工作不足

维修与检修工作的不足是地铁供电系统安全可靠性的另一重要影响因素。一方面,维修计划不合理。在实际操作中,若维修计划制定不当,如维修周期过长、维修项目不全面等,将导致设备隐患无法及时发现和处理,从而影响系统的安全可靠性。另一方面,检修工作执行不力。即使制定了合理的维修计划,若在执行过程中存在懈怠、疏忽或技术能力不足等问题,也会导致检修工作不彻底,无法有效消除设备隐患^[2]。例如,对关键设备的检查不细致、对故障隐患的识别不准确等,都可能使设备在带病状态下运行,增加故障发生的风险。缺乏有效监督与反馈机制,维修与检修工作的质量和效果需要得到有效的监督和反馈。若缺乏有效的监督机制,可能导致检修工作流于形式;而缺乏及时的反馈机制,则无法及时发现问题并采取措加以改进。这将使维修与检修工作的效果大打折扣,无法为地铁供电系统的安全可靠性提供有力保障。

2.4 系统评估体系不完善

地铁供电系统安全可靠性的影响因素中,系统评估体系的不完善是一个重要方面。当前地铁供电系统的评估体系可能未能全面覆盖所有关键指标,如设备老化程度、故障率、维修效率等。这导致在评估过程中,一些潜在的安全隐患和风险点被忽视,无法及时得到处理。评估方法的科学性直接影响到评估结果的准确性和可靠性。如果评估方法过于简单或主观,缺乏数据支持和量化分析,那么评估结果就可能存在偏差,无法真实反映地铁供电系统的实际状况。评估周期的设定对于及时发现和处理问题至关重要。如果评估周期过长,就可能导致一些潜在问题在评估间隔期间被忽视,进而演变为严重的安全隐患。反之,如果评估周期过短,又可能增加评估成本和工作量,降低评估效率。评估结果的反馈和应用是评估体系的重要组成部分。如果反馈机制不健全,评估结果就无法及时传达给相关部门和人员,也无法为后续的改进工作提供有力支持。

3 提高地铁供电系统安全可靠性的措施

3.1 优化外部电源接入与保护

在提升地铁供电系统安全可靠性的诸多措施中,优化外部电源接入与保护关乎地铁系统能否获得稳定可靠的电力供应,还直接影响到地铁运营的整体安全性和稳定性。一是外部电源的接入方式需经过精心设计和优

化。地铁系统应充分考虑城市电网的结构和布局,选择最合适的接入点,确保外部电源的稳定性和可靠性。同时,为了应对可能的电网故障,地铁系统还应设计多路径供电方案,即从不同电网或不同变电站引入电源,形成互为备用的供电网络。这样,即使某一路径的电源发生故障,也能迅速切换到其他路径,保障地铁供电的连续性。二是地铁系统应配备先进的保护设备和系统,如快速断路器、差动保护、过流保护等,以迅速隔离故障点,防止故障扩大。同时,还应建立完善的保护定值管理和校验机制,确保保护设备在关键时刻能够准确、可靠地动作。三是通过建立定期沟通机制,及时了解电网的运行状况和潜在风险,共同制定应对措施。在电网进行重大检修或改造时,地铁系统应提前做好准备,调整供电方案,确保地铁供电不受影响。最后,为了提高地铁供电系统对外部电网故障的应对能力,还可以考虑引入储能技术。通过在地铁系统中配置储能装置,如电池储能系统或超级电容器等,可以在电网故障时提供短时供电支持,为地铁列车的安全停运和乘客的疏散争取宝贵时间。

3.2 提升供电设备性能

在地铁供电系统中,提升供电设备性能不仅仅意味着采用更先进的技术和更新的设备,更涉及到对设备性能的全面优化与深度强化。从设备选型与设计入手,应优先考虑那些具有高可靠性、长寿命、低故障率以及易于维护的先进设备。这些设备通常具备更高的能效比,能在保证供电质量的同时降低能耗,减少因设备故障导致的停电风险。此外,设备的冗余设计也是提升系统可靠性的重要手段,通过增加备用设备或采用并联运行方式,可以有效提高系统的容错能力。在设备运行过程中,持续的维护与保养至关重要。这要求建立一套完善的设备维护体系,包括定期检查、预防性维修、故障排查与修复等环节。通过引入先进的监测技术和数据分析方法,可以实时掌握设备的运行状态,预测潜在故障,并提前采取措施进行干预,避免故障发生。除此之外,设备性能的提升还离不开技术创新与改造。随着科技的进步,新的技术不断涌现,为供电设备的升级换代提供了可能。例如,采用新材料、新工艺制造的供电设备往往具有更优越的性能;而智能化、数字化技术的应用,则可以实现设备的远程监控、自动调节和故障预警等功能,进一步提高设备的运行效率和可靠性。

3.3 完善维修与检修体系

在地铁供电系统的管理中,完善维修与检修体系是确保系统长期安全稳定运行的关键举措。这一体系的完

善不仅涉及到流程的规范化、技术的专业化,更需融入对细节的关注与持续优化。(1)构建一个全面的维修与检修计划是基础。该计划应基于设备的运行数据、历史故障记录以及制造商的建议,科学合理地设定检修周期和项目,计划需具备灵活性,能够根据实际情况进行调整,确保关键设备得到及时有效的维护。(2)维修与检修工作应实现标准化与精细化。通过制定详细的作业指导书和操作规程,明确每一步操作的步骤、标准和注意事项,减少人为错误和遗漏,利用先进的检测技术和工具,对设备进行精准诊断,及时发现并处理潜在问题,避免故障扩大。(3)建立健全的维修与检修质量管理体系至关重要。这包括建立维修记录档案、实施质量检查与评估、建立反馈与改进机制等。通过持续收集和分析维修数据,评估维修效果,发现管理中的问题,不断优化维修策略和技术手段,提高维修质量和效率。

3.4 建立科学的评估体系

在地铁供电系统的管理中,建立科学的评估体系是确保系统安全可靠持续提升的关键环节。这一体系不仅要求全面覆盖系统的各个方面,还需具备深度分析、精准预测和持续改进的能力。评估体系应涵盖供电设备的性能状态、故障率、维修效率等关键参数,同时还应考虑外部环境因素如电网稳定性、气候条件等对系统的影响。通过多维度、多层次的指标设置,可以全面反映供电系统的运行状态和潜在风险。另外,评估方法需具备科学性和先进性。采用大数据分析、机器学习等先进技术手段,对海量数据进行深度挖掘和分析,揭示数据背后的规律和趋势。同时,结合专家经验和知识库,对评估结果进行验证和优化,确保评估结果的准确性和可靠性^[3]。再者,评估体系应实现动态监测与实时预警。通过实时监测供电系统的运行状态和关键参数,及时发现异常情况并触发预警机制。预警信息应能够迅速传达给相关人员,并触发相应的应急响应流程,确保问题得到及时有效的处理。最后,评估体系还需具备持续改进的能力。通过定期回顾评估结果和反馈意见,发现评估体系中的不足和漏洞,并针对性地进行优化和改进。同时,鼓励创新思维和技术应用,不断探索新的评估方法和手段,推动评估体系的不断完善和提升。

3.5 制定应急预案

在地铁供电系统的安全管理中,制定科学、详尽且具有可操作性的应急预案是对系统潜在风险的提前预判与准备,更是确保在突发事件发生时能够迅速、有效地进行应对,从而最大限度地减少损失和影响。通过对供电系统各个环节的深入剖析,识别出可能引发故障或事故的潜在因素,并评估其发生的可能性和后果严重程度。基于风险评估结果,明确应急响应的优先级和重点。应急预案应包括故障或事故的发现与报告机制、初步处置措施、应急资源调配方案、人员疏散与安置计划等。每一环节都应有明确的责任分工和时间节点,确保在紧急情况下能够迅速启动并执行预案。除此之外,应急预案还需具备灵活性和可扩展性。随着地铁供电系统的不断发展和变化,新的风险点可能会不断出现。应急预案应定期进行审查和更新,以确保其始终与实际情况保持同步。同时,还应预留一定的灵活空间,以应对可能出现的未知或不可预测的情况。最后,应急预案的制定还需注重培训与演练。通过定期组织应急演练和培训活动,提高相关人员的应急意识和技能水平,确保在紧急情况下能够迅速、准确地执行预案。演练过程也是对预案有效性的一种检验和评估方式,有助于发现其中的不足和漏洞,并及时进行改进和完善。

结语

总之,通过深入分析其影响因素,发现提升设备性能、完善维护体系、加强风险评估与应急预案制定等是增强供电安全可靠性的有效途径。未来,随着技术的不断进步和管理的持续优化,地铁供电系统的安全可靠性将得到进一步提升,为城市的可持续发展和居民的安全出行提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]邹东.浅析城市轨道交通供电系统的供电方式[J].风景名胜,2020(7):1-2.
- [2]王彩丽,胡宝,胡明会,等.一种地铁大分区保护介绍及测试[J].电工电气,2020(8):52-56
- [3]程晋然,马天文,杨振宇,等.地铁再生能馈装置辅助无功补偿的可行性研究[J].电气技术,2019,20(3):118-121.