

城市轨道交通接触网供电故障及定位方法研究

周 昌

南昌轨道交通集团有限公司运营分公司 江西 南昌 330000

摘要: 本文研究了城市轨道交通接触网供电故障及定位方法。介绍了接触网供电系统的基本结构和特点,分析常见的故障类型及其产生原因。详细阐述了基于无线通信技术的远程监测方法以及基于智能化技术的故障定位方法。最后,讨论了接触网供电故障定位方法的应用前景和未来发展方向。

关键词: 城市轨道交通; 接触网供电故障; 定位方法研究

1 城市轨道交通接触网供电系统概述

城市轨道交通接触网供电系统是城市轨道交通的重要组成部分,为其提供稳定、可靠的电力供应。接触网供电系统主要由变电所、接触网、电力监控系统等部分组成。变电所是接触网供电系统的核心,其中牵引变电所负责将35kV的交流电转换为适合列车使用的1500V直流电,同时对电力进行控制、调节和保护,保证列车用电的安全和稳定。接触网是城市轨道交通特有的输电设备,它将电能传输给列车,并为列车运行提供必要的电力支持。

接触网供电系统的特点包括:(1)可靠性。接触网供电系统的可靠性是城市轨道交通稳定运行的重要保障,它要求系统具备稳定、可靠的电源和输电线路,以确保不间断地向列车提供电力。(2)安全性。接触网供电系统的安全性是城市轨道交通的重要问题之一,它要求系统能够保证列车用电的安全,避免因用电事故引发的安全隐患。(3)经济性。接触网供电系统的经济性是城市轨道交通的重要指标之一,它要求系统能够以最低的成本、最高的效率为列车提供电力,从而实现城市轨道交通的经济效益最大化^[1]。

2 城市轨道交通接触网供电故障类型及原因分析

2.1 接触网供电故障的主要类型

城市轨道交通接触网供电故障是指城市轨道交通系统中接触网供电系统出现的各种故障情况。接触网供电故障对于轨道交通系统的正常运行和安全性有着重要影响。以下是城市轨道交通接触网供电故障的主要类型和可能的原因:(1)接触网导线断裂:由于接触网导线材料老化、张力不当、外力撞击等原因,导线出现断裂情况。断裂的导线会导致供电不稳定,列车受电质量下降或完全断电,影响轨道交通的运营。(2)接触网支柱松动或倒塌:接触网支柱连接部位的螺栓松动、腐蚀,或是因为风力、地震等原因造成接触网支柱倒塌。支柱松

动或倒塌会导致接触网线路断开,供电不稳定,甚至造成安全事故。(3)接触网弓网系统故障:城市轨道交通列车受电弓和接触网之间的接触不良、弓网磨损或损坏,导致列车无法正常受电,影响其运行速度和牵引力^[2]。

(4)接触网绝缘故障:接触网上的绝缘子损坏、老化或被杂物污染,导致绝缘性能下降。绝缘故障会引发电弧放电和火花放电,对接触网和周围环境造成危害。(5)天气原因:恶劣天气条件如雷电、强风、冰雹等可能导致接触网设备损坏,闪电击穿或冰雹砸断导线等现象发生。

2.2 接触网供电故障的原因分析

城市轨道交通接触网供电故障的原因主要包括以下方面:(1)自然环境条件影响:高架区段接触网长期处于露天环境,容易受到气候变化的影响。例如,雷雨天气或大雾可能导致接触网部分被击穿,机车的断电现象会形成烧伤隔离,破坏接触网结构。冻雨天气还可能破坏电力线,导致接触网出现弓网现象。泥石流、地震等外界作用力也会对接触网线路造成破坏,降低其绝缘性。这些因素均可能导致接触网的有关参数发生变化,引发故障。(2)接触网材料的采购问题:如果采购人员在选购接触网材料时未按照相关设计要求进行,可能会导致接触网的性能和使用期限降低,增加故障发生的概率。(3)检验工作的影响:接触网的检验工作对于其正常运行至关重要。机械受力强度不足或检验人员工作不到位,均可能导致接触网零部件变形或脱落,影响其正常运行^[3]。

2.3 接触网故障对列车运行的影响

城市轨道交通接触网供电故障对列车运行的影响主要表现在以下几个方面:(1)列车运行延误:当接触网出现故障时,受影响的线路和区段内的列车可能会出现延误情况。由于城市轨道交通网络复杂,一旦某一线路出现问题,可能会引起连锁反应,导致整个线路或其他相关线路的列车出现延误。这不仅影响了列车的正常运

营,还会给乘客的出行带来不便。(2)列车停运:接触网故障严重时,可能会导致列车无法继续运行或被迫停运。这种情况会对整个线路的运营产生重大影响,甚至可能导致部分区段全线停运。列车停运不仅会影响乘客的正常出行,还可能给运营方带来经济损失。(3)安全隐患:接触网故障可能会引发电气火灾、电压触电等安全问题。一旦发生这些事故,不仅可能对乘客的生命财产安全造成威胁,还可能影响线路的正常运行。

例如,2021年某城市轨道交通线路因接触网故障导致列车延误和停运,乘客出行受到严重影响,线路运营秩序受到冲击。同时,该故障还引发了电气火灾,造成了较大的财产损失和人员伤亡。通过对该事件进行深入调查和分析,发现故障原因主要包括硬件设备故障、软件系统故障及人为操作失误等多方面因素^[4]。

3 城市轨道交通接触网供电故障的定位方法

3.1 传统的故障定位方法介绍

传统的故障定位方法主要包括以下步骤:(1)观察故障现象:首先要了解故障的具体表现,比如是全部设备还是特定设备出现故障,故障是否持续等。这些信息可以帮助缩小故障的可能范围。(2)测试和初步判断:可以使用一些简单的测试工具和手段,如万用表、验电器等,初步检测供电设备和接触网的状态,包括电压、电流等参数是否正常。(3)逐级排查:如果测试发现异常,可以根据设备的运行情况和故障的具体表现逐级排查,比如检查馈线、开关、变压器等关键部位。(4)更换疑似故障部件:如果排查到某个部件有异常,可以尝试更换该部件,看是否能够解决问题。

现代的故障定位方法主要依赖于先进的诊断和监测设备,例如在线监测系统、传感器等。这些设备可以实时获取供电设备和接触网的工作状态数据,通过数据分析和处理,能够更准确地定位到故障点。同时,这些设备还可以对历史数据进行存储和分析,从而发现可能存在的潜在问题,预防故障的发生。

3.2 基于无线通信技术的远程监测方法

这种方法的实质是利用无线通信技术,将分布于接触网各个位置的传感器所采集到的电压、电流等信号实时传输到远程监控中心。首先,在接触网的各个关键部位,例如馈线、开关、变压器等位置,安装传感器,用于实时监测这些部位的电压、电流等关键参数。这些传感器一般采用先进的电压电流变送器和微处理器,能够实现电压和电流的精确测量。这些传感器通过无线网络(如Wi-Fi、Zigbee、4G/5G等)将所采集的数据实时传输到远程监控中心。在远程监控中心,工作人员可

以查看各个位置的电压、电流等数据,实时掌握接触网的工作状态。基于无线通信技术的远程监测方法还可以实现故障预警。当某个部位的电压或电流数据出现异常时,监控中心可以立即接收到预警信号,从而提前采取措施,避免故障的发生。而在故障发生时,也可以立即锁定故障位置,为维修人员提供准确的信息,提高维修效率。

基于无线通信技术的远程监测方法还具有节省人力物力的优点。由于不需要在每个位置都设置值班人员,因此可以大大降低人力成本。同时,由于能够实时掌握接触网的工作状态,也可以减少设备损坏和维修的时间成本。

3.3 基于智能化技术的故障定位方法探讨

基于智能化技术的故障定位方法是通过利用人工智能、机器学习等先进技术,对接触网供电系统的运行数据进行智能分析,从而快速准确地锁定故障位置的方法。该方法主要包括数据采集、数据预处理、特征提取、分类器和故障预测等步骤。在数据采集阶段,通过传感器采集接触网供电系统的电压、电流、频率等参数,以及设备的工作状态、环境因素等数据。在数据预处理阶段,对采集到的数据进行清洗、去噪、归一化等处理,以消除数据中的噪声和异常值,提高数据分析的准确性。在特征提取阶段,从数据中提取与故障相关的特征信息,例如波形、频谱、极值等特征,为后续的分类器提供输入。接下来是分类器的设计,基于智能化技术的故障定位方法通常采用机器学习算法构建分类器,例如支持向量机、随机森林、神经网络等算法,这些算法能够对输入的特征数据进行学习和训练,从而生成能够识别和定位故障的分类器模型。最后,在故障预测阶段,利用已训练好的分类器模型对接触网供电系统的运行数据进行实时监测,当出现异常数据时,分类器能够迅速地识别出故障类型和位置,并发出预警信号,以便维修人员及时进行维修和处理。

基于智能化技术的故障定位方法具有高精度、快速性、自动化等优点,能够大大提高故障定位的准确性和效率,从而缩短维修时间、降低人力成本和提高整个城市轨道交通系统的运行可靠性。然而,基于智能化技术的故障定位方法也存在一些挑战和限制。特征提取和分类器的设计需要大量的数据和专业知识支持,对于不同城市轨道交通系统的具体情况,可能需要定制化的解决方案。此外,机器学习算法的准确性和效率也受到数据质量和算法参数的影响,需要进行充分的实验验证和优化。

4 接触网供电故障定位方法在城市轨道交通中的应用前景

4.1 接触网供电故障定位方法的应用前景

接触网供电故障定位方法在城市轨道交通领域的应用前景十分广阔。随着城市轨道交通的快速发展,接触网供电系统的可靠性已成为制约列车运行安全和效率的重要因素。接触网故障的准确定位是及时恢复供电、确保列车运行安全和减少对乘客影响的关键。未来,随着技术的不断进步和城市轨道交通的发展,接触网供电故障定位方法将面临更多的应用机遇。具体而言,以下几个方面可能具有广阔的发展前景:(1)高精度定位技术:随着监测和分析技术的不断完善,接触网供电故障的定位精度将得到进一步提高。高精度定位技术将有助于更准确地确定故障位置,缩短恢复供电的时间,提高列车运行的安全性和效率。(2)在线监测系统:未来,接触网供电故障定位方法可能会应用于在线监测系统。通过实时监测接触网的运行状态,及时发现和预测潜在故障,采取措施预防和减少故障的发生^[1]。(3)综合故障诊断:将接触网供电故障定位方法与其他故障诊断技术相结合,形成综合故障诊断系统。这将有助于更全面地了解接触网系统的运行状态,提高故障定位的准确性和效率。(4)智能化故障处理:利用人工智能和机器学习等技术,对接触网供电故障数据进行深入分析和学习。通过训练模型来提高故障定位的准确性和效率,实现智能化故障处理。(5)跨领域应用:接触网供电故障定位方法不仅仅局限于城市轨道交通领域,还可以应用于其他电力系统和配电网。

4.2 对城市轨道交通运营效率和安全的重要意义

城市轨道交通运营效率和安全对其自身以及整个城市的发展具有重要的意义。首先,对于城市交通而言,城市轨道交通运营的效率直接影响着城市交通的顺畅程度。高效的轨道交通运营能够迅速地将大量人群从一个地点运送到另一个地点,从而有效地缓解城市交通压力,特别是在上下班高峰期间。城市轨道交通作为城市公共交通的重要组成部分,其运营效率也直接关系到城

市居民的生活质量。其次,城市轨道交通的安全性对城市居民的人身安全和财产安全具有重要影响。如果发生事故,可能会造成严重的人身伤亡和财产损失。因此,保障城市轨道交通的安全运营,也是对城市居民人身安全和财产安全的基本保障。再次,城市轨道交通对于城市的发展具有重要的推动作用。高效的轨道交通运营不仅能够提高城市的交通运输效率,而且能够带动沿线地区的经济发展,吸引更多的人流和资金流,从而促进城市的繁荣发展。城市轨道交通的安全性也能够塑造城市的良好形象,吸引更多的人来到这座城市工作和生活。最后,通过对城市轨道交通运营组织的研究,可以不断提升其运营效率,降低运营成本,提高服务水平,为城市的发展提供更加高效便捷的交通保障^[4]。

结束语

城市轨道交通接触网供电系统是列车运行的关键组成部分,其故障定位方法对于保障列车运行安全和效率具有重要意义。在未来的研究中,可以进一步探索该方法在复杂环境和不同故障情况下的应用效果,并进行优化改进,以更好地适应城市轨道交通的发展需求。

参考文献

- [1]孟飞,王鸿雁,张天羽.城市轨道交通接触网供电故障及定位方法研究[J].交通科技与经济,2020,22(5):49-53.
- [2]华海涛,王卫东,马春燕.基于暂态行波的城轨交通接触网故障定位方法研究[J].电力系统自动化,2018,42(8):66-71.
- [3]陈彦,余波,王伟.基于分布式故障检测的城市轨道交通接触网可靠性提升研究[J].中国安全科学学报,2019,29(11):69-74.
- [4]张萌,王文涛,王勇.基于广域同步测量的城轨交通接触网故障定位方法研究[J].电力自动化设备,2019,39(3):59-64.
- [5]杨志刚,王卫东,马春燕.基于故障指示器的城轨交通接触网故障定位方法研究[J].电力系统保护与控制,2017,45(16):68-73.