

浅谈铁路电力系统主要设备及运维管理举措

赵 军¹ 白茂峰²

1. 内蒙古伊泰呼准铁路有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

2. 内蒙古仲泰能源集团有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘 要: 铁路电力设备的基本功能在于提供铁路运行电能,保障铁路机车的稳定安全运行。目前随着铁路电力系统的规模不断扩大,铁路电力系统的设备种类与设备功能日益多样,铁路电力系统的运维管理地位更加突出。为确保铁路电力系统的最大化功能实现,则需重视铁路电力设备的常规运维养护,管理部门应依靠铁路电力主要设备的运维管理举措来改善铁路运行效能。

关键词: 铁路电力系统;设备;运维管理

1 铁路电力系统主要设备及运维管理的现实意义

铁路电力系统的主要设备,如变电站设备、接触网及牵引变流器等,是保障列车安全、稳定运行的关键基础设施。这些设备的高效运行,直接关系到铁路运输的效率和乘客的安全。因此,对铁路电力系统主要设备进行科学运维管理具有极其重要的现实意义。第一,科学的运维管理能够确保设备长期处于良好工作状态,预防因设备故障导致的安全事故,保障乘客生命财产安全。通过定期维护、检测和故障排查,可以及时发现并处理潜在问题,从而避免设备在运行中出现意外情况。第二,有效的运维管理能够提高铁路电力系统的整体运行效率。设备状态的优化和故障的及时排除,可以减少因设备故障导致的停运时间,提升列车正点率,进而提升铁路运输的整体效率和服务质量^[1]。第三,随着铁路运输需求的不断增长,对电力系统稳定性和可靠性的要求也越来越高。科学的运维管理能够满足这一需求,保障铁路电力系统的稳定、可靠供电,为铁路运输的可持续发展提供有力保障。

2 铁路电力系统主要设备介绍

2.1 变电站设备

变电站设备是铁路电力系统的核心组成部分,它们负责将高压电能转换为适合铁路系统使用的低压或中压电能。变电站通常由变压器、断路器、隔离开关、电容器、电抗器等关键设备构成。其中,变压器是变电站的心脏,它通过电磁感应原理,将电力系统中的高压电能转换为铁路接触网所需的低压或中压电能。这一过程不仅确保了电能的安全传输,还满足了铁路列车在不同运行阶段对电能的需求变化;断路器和隔离开关则起到保护和控制电路的作用,它们能够在故障发生时迅速切断电流,防止事故扩大,并在检修或维护时提供安全的工

作环境。电容器和电抗器则用于调节电压、改善电能质量,确保铁路电力系统的稳定运行。

2.2 配电线路设备

配电线路设备是连接变电站与铁路沿线用电设备的桥梁,它们将变电站输出的电能安全、可靠地输送到每一个需要电能的地点。这些设备主要包括架空线路、电缆线路、杆塔、金具、绝缘子等。架空线路通过高耸的杆塔支撑,穿越田野、山川,将电能输送至远离变电站的铁路区间。电缆线路则多数设在地下或隧道中,以减少对地面景观的影响,并确保在恶劣天气条件下的供电可靠性。杆塔不仅支撑着线路,还通过合理的布局,优化电能的传输路径。金具和绝缘子则起到固定线路、防止电流泄漏和短路的重要作用。

2.3 电力机车供电设备

电力机车供电设备是专为电力驱动的铁路列车提供电能的系统,主要包括接触网、馈线、分段绝缘器、隔离开关等。接触网是电力机车供电系统的核心,它由承力索、接触线和悬挂装置等组成,沿铁路线路架设,为电力机车提供连续、稳定的电能。馈线则将电能从变电站输送到接触网上,通过接触线与电力机车顶部的受电弓接触,实现电能的传输^[2]。分段绝缘器和隔离开关则用于将接触网分成若干独立的供电区间,以便于检修和维护。在特殊情况下,它们还可以切断故障区段的供电,防止事故扩大。

2.4 电源设备

电源设备是铁路电力系统的“源头活水”,它们为整个系统提供稳定、可靠的电能。在铁路电力系统中,电源设备主要包括发电厂、自备电站和应急电源等。发电厂是电力系统的主要电源,它们通过燃煤、燃气、水力、风力等多种方式将一次能源转换为电能,并通过高

压输电线路输送到变电站。自备电站则是铁路沿线为了应对突发情况而设置的备用电源，它们可以在主电网停电时迅速启动，为铁路系统的关键设备提供应急电能。应急电源则通常用于单个设备或局部区域的供电保障，如UPS（不间断电源）和柴油发电机组等。这些电源设备的合理配置和科学管理，是确保铁路电力系统在任何情况下都能保持供电稳定、可靠的重要保障。同时，随着新能源技术的发展和应用，越来越多的铁路电力系统开始引入太阳能、风能等可再生能源作为补充电源，以进一步提高供电的环保性和可持续性。

3 铁路电力系统运维管理的重要性

3.1 确保铁路运输安全可靠

铁路电力系统作为铁路运输的“血脉”，其运维管理的重要性不言而喻。首先，它直接关系到铁路运输的安全可靠性。电力系统一旦出现故障，不仅会影响列车的正常运行，甚至可能引发严重的安全事故，给乘客和货物运输带来巨大风险。因此，通过严格的运维管理，确保电力设备的稳定运行，及时发现并排除潜在隐患，是保障铁路运输安全的第一道防线。这不仅要求运维人员具备高度的责任感和专业技能，还需要建立完善的安全监测和应急响应机制，确保在任何情况下都能迅速、有效地应对突发情况，保障铁路运输的连续性和安全性。

3.2 提高设备使用寿命

运维管理对于延长铁路电力设备的使用寿命也具有重要意义。电力设备在长期运行过程中，由于各种原因（如环境因素、负载波动、材料老化等）会逐渐出现磨损和性能下降。通过科学的运维管理，如定期维护、清洁保养、更换老化部件等，可以减缓设备的老化速度，保持其良好的工作状态。这不仅可以减少因设备故障导致的停运时间和维修成本，还能有效避免设备在寿命周期内因过度磨损而提前报废的情况发生。

3.3 提升能源利用效率

铁路电力系统作为能源消耗大户，其能源利用效率的高低直接影响到铁路运输的成本和环保性能。通过运维管理，可以实现对电力系统运行状态的精准监测和优化调整。例如，根据列车的实际运行需求和电力负荷变化，合理调整变压器的工作状态和供电电压，减少电能损耗；通过优化配电网布局和负载分配，降低线路损耗；引入智能控制技术，实现对电力设备的精准控制和节能降耗等。这些措施不仅有助于降低铁路电力系统的能耗成本，还能为铁路运输行业的可持续发展贡献力量^[3]。

4 铁路电力系统运维管理举措

4.1 设备巡检与维护

铁路电力系统运维管理的一项核心举措是实施全面而细致的设备巡检与维护策略，这是确保系统稳定运行、预防故障发生并延长设备使用寿命的关键环节。该策略涵盖了从日常巡检到定期深度维护的一系列措施，旨在通过及时发现并处理潜在问题，保持电力设备处于最佳工作状态。设备巡检作为运维管理的基石，要求运维人员遵循严格的巡检制度和流程，利用先进的巡检工具和仪器，对变电站、接触网、电力机车供电设备以及电源设备等关键设施进行全面、细致的检查。巡检内容包括但不限于设备外观状况、运行状态参数、电气连接点温度、绝缘性能检测、保护装置功能验证等。通过巡检，运维人员能够迅速识别出设备老化、磨损、松动、过热等异常情况，为后续的维护工作提供准确依据；在巡检基础上，运维团队还需制定并实施详细的维护计划。对于发现的问题，需立即安排专业人员进行修复或更换，确保设备迅速恢复正常。针对易损件和关键部件，还需实施预防性维护措施，如定期更换润滑油、清洗积尘、紧固螺丝等，以减少因部件老化或失效导致的故障发生。对于重要设备和系统，还需定期进行性能测试和校准，确保其运行参数满足设计要求；为了提升设备巡检与维护的效率和质量，运维管理还应充分利用信息化手段。通过建立智能运维管理平台，实现设备状态的实时监控、数据分析、故障预警等功能，为运维决策提供有力支持。同时，通过引入无人机、机器人等自动化巡检设备，减轻运维人员的劳动强度，提高巡检的准确性和及时性。

4.2 故障诊断与处理

在铁路电力系统的运维管理中，故障诊断与处理是至关重要的一环，它直接关系到系统运行的稳定性和铁路运输的安全性。第一，建立健全的故障诊断机制是前提。运维团队利用先进的监测系统和传感器技术，对电力系统进行全天候、全方位的监控，实时采集并分析设备运行数据，及时发现并定位故障点。同时，结合历史故障数据和专家经验，建立故障知识库和诊断模型，通过数据分析、模式识别等方法，快速准确地判断故障类型和原因。第二，一旦故障被准确诊断，运维团队立即启动故障处理流程。根据故障的紧急程度和影响范围，制定科学合理的处理方案。对于轻微故障，通过远程调控或现场简单维修即可解决；对于复杂故障，则需要组织专业技术人员进行深入分析，制定详细的维修计划，并调配必要的资源和设备进行修复。在处理过程中，注重现场安全管理和团队协作，确保维修人员的人身安全和维修工作的顺利进行^[4]。第三，运维团队还注重故障处

理后的总结与分析工作。通过复盘故障处理过程,总结经验,提炼改进措施,不断完善故障诊断与处理流程。同时,加强对运维人员的培训和教育,提高他们的故障识别、处理能力和应急反应速度,为铁路电力系统的稳定运行提供有力保障。

4.3 人员培训与管理

为了确保运维人员具备扎实的专业知识、熟练的操作技能以及良好的职业素养,运维管理部门采取了一系列全面而有效的人员培训与管理举措。(1)注重理论知识的培训。运维管理部门定期组织专业知识讲座、技术研讨会等活动,邀请行业专家、学者为运维人员讲解电力系统的新技术、新设备、新标准以及相关法律法规等内容,帮助他们不断更新知识结构,提升专业素养;鼓励运维人员参加各类专业培训和认证考试,如电工证、高压电工证等,以提高其专业技能水平。(2)强化实践技能的训练。运维管理部门建立完善的实训基地和模拟系统,为运维人员提供真实的操作环境和故障模拟场景,让他们在实践中掌握设备操作、故障排查、应急处理等技能。通过模拟演练、技能竞赛等形式,激发运维人员的学习兴趣和积极性,提升他们的实践能力和应急反应速度。(3)加强职业素养的培养也是人员培训与管理的重要内容。运维管理部门注重培养运维人员的责任心、敬业精神、团队合作精神以及安全意识等职业素养,通过企业文化宣传、职业道德教育、安全知识培训等方式,引导运维人员树立正确的价值观和职业观,确保他们在工作中能够严格遵守规章制度,认真履行职责,保障电力系统的安全稳定运行。

4.4 信息化管理平台建设

通过构建全面、集成、智能化的管理平台,能够实现对电力系统运行数据的实时监控、故障预警、资源调度及运维流程的优化管理,从而显著提升运维效率和管理水平。信息化管理平台以云计算、大数据、物联网等现代信息技术为支撑,集成多种功能模块,包括但不限于设备监控、故障诊断、数据分析、资产管理、工单管理等。该平台通过采集电力系统各节点的实时数据,运用先进的数据分析算法,对系统运行状态进行精准分析和预测,及时发现潜在问题并触发预警机制,为运维

人员提供决策支持^[5]。在设备监控方面,信息化管理平台利用传感器、智能仪表等设备,对电力设备的运行状态、性能参数进行实时监控,并通过可视化界面展示设备健康状况和性能指标,使运维人员能够直观了解设备状态,快速定位故障点。在故障诊断与预警方面,平台通过数据挖掘和机器学习技术,对历史故障数据和实时运行数据进行分析,建立故障预测模型,实现对故障的提前预警和智能诊断。当系统检测到异常情况时,平台会自动触发预警机制,并通过短信、邮件等方式通知运维人员,确保故障得到及时处理;信息化管理平台还具备资产管理、工单管理等功能,帮助运维管理部门对电力设备进行全生命周期管理,包括设备采购、入库、使用、维护、报废等各个环节。通过自动化流程管理,减少人为错误,提高工作效率。

结束语

综上所述,铁路电力系统的运维管理是一项复杂而重要的工作,直接关系到铁路运输的安全、效率和可持续发展。通过实施科学的设备巡检与维护、高效的故障诊断与处理、全面的人员培训与管理以及智能化的信息化管理平台建设等举措,可以显著提升电力系统的稳定性和可靠性。未来,随着技术的不断进步和管理的持续优化,铁路电力系统的运维管理水平将得到进一步提升,为铁路运输事业的蓬勃发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1]刘奎.浅谈铁路电力系统主要设备及运维管理举措[J].中国设备工程,2023(21):40-42.
- [2]苗青,陆子清,纪苹.基于RFID技术的铁路电力设备巡检平台设计[J].铁路通信信号工程技术,2022,19(04):32-37.
- [3]王志坤.铁路电力设备的状态检修技术探讨[J].工程建设与设计,2019(02):104-105.
- [4]陈卯,梁祖辉.电力设备状态检修与运维一体化技术分析[J].科技创新与应用.2023,13(2).DOI:10.19981/j.CN23-1581/G3.2023.02.044.
- [5]关猛.基于电力设备状态检修和运维一体化技术研究[J].电子元器件与信息技术.2022,6(3).DOI:10.19772/j.cnki.2096-4455.2022.3.050.