

电力工程于铁路桥梁隧道场景中的安全运维管理模式创新

周逊泉

浙江省轨道交通建设管理集团 浙江 杭州 310000

摘要: 随着我国铁路建设的不断发展,铁路桥梁隧道中的电力工程发挥着日益关键的作用。本文针对铁路桥梁隧道场景下电力工程的安全运维管理展开研究,分析当前存在的问题,如环境复杂性对设备影响、运维标准不统一、人员素质参差不齐等,并从创新运维管理理念、采用先进技术手段、完善管理制度与人员培训等多个方面探讨安全运维管理模式的创新策略,旨在提高电力工程在铁路桥梁隧道场景中的安全性、可靠性和运维效率,保障铁路运输的正常进行。

关键词: 铁路桥梁; 电力工程; 隧道; 运维管理; 通信信号

引言: 随着我国交通事业的蓬勃发展,铁路作为国家重要的基础设施,在我国交通运输体系中占据着不可替代的地位。铁路桥梁和隧道是铁路线路的重要组成部分,其安全稳定运行直接关系到铁路运输的畅通和人民生命财产的安全,电力工程作为铁路桥梁隧道正常运行的重要支撑,对铁路的安全、高效运行至关重要。然而,铁路桥梁隧道场景特殊,电力工程的安全运维管理面临着诸多挑战,创新安全运维管理模式成为必然要求。

本研究旨在探索电力工程于铁路桥梁隧道场景中的安全运维管理模式创新,具有重要的现实意义。一方面,有助于保障铁路交通系统的稳定运行。可靠的电力供应是铁路桥梁隧道设施正常运转的基础,通过创新安全运维管理模式,能够及时发现并解决电力工程中的潜在问题,确保电力系统的稳定运行,从而为铁路交通的安全、高效运行提供有力保障。另一方面,能够有效提升运维效率。传统的运维管理模式可能存在响应速度慢、资源配置不合理等问题,创新管理模式可以引入先进的技术手段和科学的管理方法,实现对电力工程的实时监测、智能诊断和精准维修,提高运维工作的效率和质量,降低运维成本。

1 铁路桥梁隧道场景下电力工程安全运维管理的特点与挑战

1.1 环境复杂

1.1.1 气候条件。铁路桥梁隧道可能跨越不同的地理区域,面临多种气候条件。例如,在高海拔山区的隧道内,温度变化大且湿度高,可能导致电力设备受潮、绝缘性能下降等问题;在寒冷地区的桥梁上,低温可能使电缆变脆,影响其机械性能,甚至引发断裂等故障。

1.1.2 地理条件。铁路桥梁隧道周边的地理环境复杂多样。隧道内空间有限,通风条件差,容易积聚有害气体,

如一氧化碳等,这些气体可能通过化学反应间接腐蚀电力设备的金属部件。桥梁上则可能受到强风、振动等因素的影响,长期的振动可能使电气连接部位松动,增加接触电阻,引发发热和短路故障。

1.2 设备分布广且维护难度大

1.2.1 设备分布。电力工程在铁路桥梁隧道中的设备分布较为分散。在桥梁上,有路灯、通信基站电力设备等;在隧道内,有照明灯具、电力牵引设备的开关柜、变压器等。这些设备分布在铁路线路的不同位置,给集中管理带来了困难。

1.2.2 维护难度。由于设备分布广,维护人员到达故障设备处需要花费较多的时间和交通成本。而且在隧道内进行设备维护时,还可能受到轨道列车运行时间的限制,需要在“天窗”时间内作业,进一步降低了维护的灵活性^[1]。

1.3 对铁路运营影响大

1.3.1 供电连续性要求高。铁路的信号、通信和控制系统等都依赖电力供应。一旦电力工程出现故障,可能导致信号中断、通信受阻,影响列车调度和安全运行。例如,信号系统失电可能使列车无法准确获取前方路况信息,极易引发安全事故。

1.3.2 快速恢复供电压力。在发生电力故障后,为了减少对铁路运营的影响,必须尽快恢复供电。这就要求运维管理团队能够快速定位故障原因,采取有效的修复措施,并且要有备用的供电方案^[2]。

2 当前铁路桥梁隧道电力工程安全运维管理模式存在的问题

2.1 运维管理理念滞后

2.1.1 传统的被动维修为主。目前,在很多铁路桥梁隧道电力工程运维管理中,仍然以设备出现故障后的被

动维修为主。运维人员往往是在设备发生故障，影响铁路正常运营后才开始进行检修，而不是提前进行预防性维护。这种被动的运维方式不仅会增加维修成本，还会因为故障突发而给铁路运营带来更大的风险。

2.1.2 缺乏全寿命周期管理意识。部分电力工程运维管理单位只关注设备的当前运行状态，没有从设备的全寿命周期角度考虑运维管理。例如，在设备的选型、安装调试阶段没有充分考虑后期的运维便利性和成本，在设备运行过程中也没有对设备的剩余寿命进行科学评估，从而无法合理安排设备的更新换代。

2.2 技术手段落后

2.2.1 缺乏智能化监测系统。现有的电力工程监测手段大多较为传统，多依靠人工定期巡检和一些简单的在线监测装置。这些监测装置往往只能监测到少数几个参数，如电压、电流等，对于设备内部的潜在故障隐患，如绝缘老化、局部放电等无法及时准确地检测到。缺乏智能化的监测系统，不能对设备进行实时、全面的监测，难以做到故障的早期预警。

2.2.2 数据挖掘与分析不足。铁路桥梁隧道电力工程在运行过程中会产生大量的数据，但是在实际运维管理中，对于这些数据的挖掘与分析还远远不够。这些数据包括设备的运行参数、维护记录、故障历史等，如果能够对这些数据进行有效的挖掘和分析，可以发现设备的运行规律，提前预测故障，但是在很多情况下，这些数据只是被简单记录，并没有得到充分的利用。

2.3 管理制度不完善

2.3.1 运维流程不规范。在一些电力工程运维项目中，运维流程不够规范。例如，对于设备的巡检没有一个统一的标准流程，不同运维人员巡检的内容、频率、方式等都可能存在差异，这可能导致巡检的漏洞，不能及时发现设备的潜在问题。

2.3.2 协调机制不健全。铁路桥梁隧道电力工程的运维涉及到多个部门，如铁路运营部门、电力部门、建设单位等。但是在实际工作中，各部门之间的协调机制往往不健全。例如，在设备更新改造过程中，电力部门可能与建设单位对设备的技术要求和施工标准存在分歧，如果不能及时协调解决，会影响工程的顺利进行。

2.4 人员素质有待提高

2.4.1 专业知识与技能不足。部分电力工程运维人员缺乏足够的专业知识和技能。在面对复杂的铁路桥梁隧道电力工程时，不能准确地判断设备的故障类型，也不能熟练地运用先进的运维技术和设备进行故障排除。例如，对于一些新型的智能电力设备，运维人员如果没有

经过专门的培训，就无法对其进行有效的维护。

2.4.2 安全意识淡薄。有些运维人员在工作中安全意识淡薄，在设备维护、检修过程中没有严格按照安全操作规程进行作业。例如，在隧道内进行带电作业时，没有做好防护措施，存在触电、短路引发火灾等安全隐患。

3 电力工程在铁路桥梁隧道场景中安全运维管理模式创新策略

3.1 创新运维管理理念

3.1.1 推行预防性维护为主。建立以预防性维护为主的运维管理模式，通过定期的设备状态评估来确定设备的维护需求。例如，根据设备的累计运行时间、运行工况、环境条件等因素，结合设备的故障概率曲线，提前安排维护工作。可以采用状态监测技术，如对变压器的油温、油色谱进行分析，对电缆的绝缘电阻、介质损耗角正切进行测量等，及时发现设备潜在的故障隐患，从而在故障发生之前进行维护，避免故障的发生。

3.1.2 强化全寿命周期管理。在电力工程的规划设计阶段，就要充分考虑运维管理的需求。例如，在设备选型时，选择那些可靠性高、维护方便、备件易于获取的设备。在设备安装调试阶段，要规范施工流程，做好设备的标记和记录工作，为后续的运维提供便利。在设备运行过程中，要实时跟踪设备的状态，收集设备的运行数据，对设备的剩余寿命进行科学评估，根据评估结果合理安排设备的更新、改造或更换计划，实现设备全寿命周期内的成本最小化和性能最优化。

3.2 采用先进的技术手段

3.2.1 构建智能化监测系统。建立一套适用于铁路桥梁隧道电力工程的智能化监测系统。该系统应能够集成多种传感器，如温度传感器、湿度传感器、振动传感器、局部放电传感器等，对电力设备进行全方位、多层次的监测。例如，对于隧道内的照明灯具，可以通过安装温度传感器和光传感器，实时监测灯具的温度和光照度，当温度过高或者光照度不满足要求时，系统能够自动报警并提示运维人员进行检查。同时，智能化监测系统应具备数据传输和远程控制功能，运维人员可以通过远程终端实时查看设备的运行状态，对设备进行远程操作，如远程切断故障设备的电源等。

3.2.2 大数据与人工智能技术的应用。充分挖掘和利用电力工程运行过程中产生的大数据，运用人工智能技术，如机器学习、深度学习等进行数据分析。例如，通过对设备的历史运行数据进行机器学习，建立设备故障预测模型。该模型可以根据设备当前的运行参数预测设备是否存在故障风险，以及故障可能发生的时间和位

置。此外,还可以利用深度学习技术对设备的图像数据(如设备外观的红外热成像图等)进行分析,提高故障诊断的准确性^[3]。

3.3 完善管理制度与协调机制

3.3.1 规范运维流程与标准。制定统一的电力工程运维流程和标准。明确设备巡检、维护、检修等各个环节的工作内容、工作标准、工作频率等。例如,规定桥梁上电力设备的巡检周期为每周一次,每次巡检要对电缆桥架的连接部位、灯具的绝缘情况进行检查等。同时,建立运维工作的质量和考核体系,对运维人员的工作进行量化考核,激励运维人员按照标准和规范开展工作。

3.3.2 建立多部门协调机制。建立铁路桥梁隧道电力工程多部门协调的长效机制。成立专门的协调小组,成员包括铁路运营部门、电力部门、建设单位等相关人员。在设备更新改造、大修等项目中,协调小组要提前介入,明确各部门的职责和工作任务,及时解决项目中出现的技术分歧和协调问题。例如,在新建隧道电力工程施工过程中,建设单位要及时向电力部门通报施工进度和存在的问题,电力部门要积极参与施工方案的审核,确保施工符合电力工程的安全和技术要求^[4]。

3.4 加强人员素质培养与安全意识教育

3.4.1 专业技能培养。开展有针对性的电力工程专业技能培训。培训内容包括电力设备的基本原理、运行特性、故障诊断与排除等方面的知识。例如,针对铁路桥梁隧道中的特种电力设备,如高铁的电力牵引设备,组织专门的培训课程,邀请设备厂家的技术人员进行授课,让运维人员深入了解设备的技术细节。同时,为了提高培训效果,可以建立实操培训基地,让运维人员在模拟的工作环境下进行设备操作和维护练习。

3.4.2 安全意识教育。强化电力工程运维人员的安全意识教育。通过开展安全知识讲座、事故案例分析等活动,让运维人员认识到安全工作的重要性。制定严格的安全操作规程,并对运维人员进行安全操作的培训,确保运维人员在工作中严格遵守安全规定。例如,在进行隧道内的高压设备维护时,要求运维人员必须穿戴绝缘服、使用绝缘工具,并在操作前进行安全检查等。

4 创新管理模式实施案例分析

4.1 案例介绍

4.1.1 某高铁隧道电力工程。以某高铁隧道电力工程为例,该隧道全长10公里,内部设有照明、通信、信号等电力设备。在传统的运维管理模式,设备故障频发,影

响了铁路列车的正常运行。

4.1.2 创新管理模式的实施。在该工程中实施了创新的安全运维管理模式。首先,建立了智能化监测系统,在隧道内安装了多种传感器,包括温度传感器、湿度传感器、局部放电传感器等,对电力设备进行实时监测。其次,规范了运维流程和标准,制定了设备的巡检路线、检查项目和检查周期等。再者,成立了多部门协调小组,由铁路运营部门、电力部门和建设单位共同组成,定期召开协调会议,解决工程中遇到的问题。最后,加强了运维人员的专业技能培训和安全意识教育,每年组织至少两次专业技能培训和四次安全意识教育活动。

4.2 实施效果

4.2.1 故障率显著降低。通过实施创新的安全运维管理模式,该高铁隧道电力工程的设备故障率显著降低,提高了铁路运输的可靠性。

4.2.2 运维成本降低。预防性维护为主的运维管理模式和智能化监测系统的应用,使得运维人员能够提前发现设备故障隐患并及时处理,减少了因设备突发故障而产生高额维修费用的可能性。同时,规范的运维流程和标准减少了运维工作中的无效作业,进一步降低了运维成本。

5 结论

铁路桥梁隧道中的电力工程安全运维管理模式创新是保障铁路安全、高效运行的必然要求。通过创新运维管理理念,采用先进的技术手段,完善管理制度与协调机制,加强人员素质培养与安全意识教育等多方面的努力,可以有效地解决当前电力工程安全运维管理中存在的问题,提高电力工程的安全性、可靠性和运维效率。在实际应用中,各铁路部门应根据自身的实际情况,积极探索适合本地区、本项目的安全运维管理模式创新策略,为我国铁路事业的持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1]张明远,李华东.《铁路隧道电力系统智能化运维管理研究》.铁道工程学报,2022.
- [2]刘长江,赵明辉.《铁路隧道电力系统安全评估与风险控制》.中国安全科学学报,2023.
- [3]孙伟东,周红梅.《预防性维护在铁路电力系统中的应用研究》.铁路技术创新,2022.
- [4]郑阳光,黄晓明.《铁路隧道电力系统应急管理体系建设》.中国应急管理,2023.