

电气化工程在铁路桥梁隧道施工及运营中的安全隐患排查与应对策略

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快速发展,电气化工程在铁路桥梁和隧道中的应用日益广泛。然而,电气化工程在铁路桥梁隧道施工及运营过程中存在着诸多安全隐患。本文详细分析了这些安全隐患,包括施工阶段触电风险、电气设备安装与调试风险、隧道内电气火灾风险以及运营阶段的接触网安全风险等。并针对这些安全隐患提出了相应的排查方法和应对策略,旨在提高铁路桥梁隧道电气化工程的安全性,确保铁路运输的安全与高效。

关键词:电气化工程;铁路桥梁隧道;安全隐患;运营安全

引言:随着我国铁路建设的快速发展,电气化铁路在铁路网络中的比重不断增加。作为铁路运输的重要基础设施,桥梁隧道的安全施工和运营直接关系到整个铁路系统的可靠性和效率。电气化工程在铁路桥梁隧道中扮演着至关重要的角色,发挥着不可替代的作用。电气化系统为列车提供牵引动力,是实现高速、重载铁路运输的基础。在桥梁隧道等特殊区段,可靠的电力供应对于保证列车安全、准点运行尤为重要。电气化工程为隧道照明、通风、排水等辅助系统提供电力支持,确保隧道内环境适宜,保障乘客舒适度和安全性。电气化系统还为铁路信号、通信、监控等关键设备提供稳定电源。这些设备对于列车运行控制、调度指挥和安全监控至关重要。在桥梁隧道等复杂区段,完善的电气化系统能够实时监测环境参数,及时发现潜在危险,为应急响应提供支持。电气化工程的可靠性和安全性直接影响到铁路运输的效率和安全,是确保铁路桥梁隧道正常运营的关键因素。

近年来,铁路桥梁隧道电气化工程事故时有发生,暴露出安全隐患排查和应对策略方面的不足。这些问题不仅威胁到施工和运营人员的安全,还可能造成重大经济损失和社会影响。因此,深入研究电气化工程在铁路桥梁隧道施工及运营中的安全隐患,并提出有效的排查方法和应对策略,具有重要的理论意义和实际应用价值。本研究旨在为铁路桥梁隧道电气化工程的安全管理提供科学依据和实践指导,从而提高铁路运输的安全性和可靠性。

1 铁路桥梁隧道施工中的电气化安全隐患

1.1 触电风险

1.1.1 施工用电设备

在铁路桥梁隧道施工中,大量使用各种电动施工设备,如电钻、电焊机、混凝土搅拌机等。这些设备如果接地不良或者电线破损,就容易使操作人员触电。例如,在隧道内潮湿的环境下,电焊机的接地装置如果被腐蚀或者连接不牢固,电流就可能通过操作人员的身体形成回路,造成触电事故。

1.1.2 临时用电管理

施工现场的临时用电线路往往错综复杂,如果布线不规范,如电线未架空或者穿管保护,容易被施工机械碾压或者工人踩踏,导致电线外皮破损,使带电导线暴露,增加触电风险^[1]。

1.2 电气设备安装与调试风险

1.2.1 设备安装

在桥梁隧道内安装电气设备时,由于空间有限,大型设备的吊运和安装难度较大。例如,在隧道内安装大型设备时,需要使用特殊的吊装设备,如果吊装设备的起重能力不足或者操作不当,可能导致设备坠落,砸坏其他设备或者伤及施工人员。

电气设备的安装精度要求较高,如隔离开关、断路器等设备的安装位置和角度偏差过大,可能影响设备的正常运行,导致接触不良、过热等问题,进而引发电气故障甚至火灾。

1.2.2 设备调试

在电气设备调试过程中,调试人员需要操作各种电气控制装置,如果调试程序错误或者操作顺序不当,可能引发设备故障。例如,在对接触网供电系统进行调试时,如果先合闸送电再进行保护装置调试,一旦设备存在故障隐患,保护装置无法正常动作,可能导致设备损坏甚至引发电气事故^[2]。

1.3 隧道内电气火灾风险

1.3.1 电气线路过载

隧道内电气线路众多,随着铁路运营需求的增加,不断增加的电气设备可能导致线路过载。例如,在隧道内增加照明设备、通风设备等时,如果没有对线路的承载能力进行重新评估,就可能导致线路电流过大,使电线发热,当温度超过电线的绝缘层耐受温度时,绝缘层就会损坏,从而引发电气火灾。

1.3.2 电气设备故障

隧道内的电气设备长期运行,由于环境潮湿、灰尘多等因素,容易出现故障。如隧道内的配电箱内电器元件受潮短路,或者电动机长时间运行后轴承磨损,导致转子扫膛,产生高温,这些故障都可能引发电气火灾。

2 铁路桥梁隧道运营中的电气化安全隐患

2.1 接触网安全风险

2.1.1 空间限制与异物侵入

隧道空间相对狭窄,接触网维护操作空间有限。在进行接触网检修作业时,作业人员和检修设备可能因空间受限而难以施展,增加了操作难度和安全风险。此外,当列车在隧道内高速行驶时,气流变化复杂,若接触网的某些部件安装不牢固或松动,可能会与列车发生碰撞,损坏接触网设备和列车,甚至引发严重的安全事故。例如,曾有因接触网定位器松动,在列车高速通过隧道时被气流吹落,与列车受电弓发生碰撞,导致受电弓损坏,列车供电中断。

另外,在铁路桥梁隧道运营过程中,接触网容易受到异物的侵扰。例如,大风天气下,树枝、广告牌等异物可能被吹到接触网上,导致接触网短路或者断线。此外,在隧道内,一些施工遗留的物品或者隧道内设备脱落的部件也可能掉到接触网上,影响列车的正常受电。

2.1.2 接触网部件老化与损坏

接触网与列车受电弓之间存在持续的滑动接触,在列车运行过程中,会产生摩擦和电气磨损。尤其是在列车启动、加速、减速等工况下,受电弓与接触网之间的接触力和电流变化较大,加剧了接触网导线的磨损。随着磨损程度的增加,接触网导线的截面积减小,电阻增大,不仅会影响供电质量,还可能导致导线断裂。据研究,当接触网导线磨损超过其初始截面积的20%时,导线断裂的风险显著增加。

接触网的长期运行会导致其部件老化,如接触线的磨损、承力索的断股等。在桥梁隧道特殊环境下,由于温度变化大、湿度高,这种老化和损坏的速度可能会加快。一旦接触网部件出现问题,可能导致列车受电弓与

接触网之间的接触不良,影响列车的牵引供电,甚至引发弓网故障,损坏列车受电弓和接触网设备^[3]。

2.2 电力设备运行风险

2.2.1 变电站设备故障

铁路桥梁隧道附近的变电站为铁路供电系统提供电能转换和分配功能。变电站内的变压器、开关柜等设备如果出现故障,将影响整个铁路供电系统的正常运行。铁路运输具有时段性高峰特点,在列车集中通过桥梁隧道时,变电站的负荷会瞬间增大。若电气设备长期处于过载运行状态,会导致设备发热加剧,绝缘性能下降,增加设备故障发生的概率。例如,当变压器过载运行时,其绕组温度升高,可能使绝缘材料碳化,引发绝缘击穿事故,造成变电站停电,对铁路列车的正常运行造成影响。

2.2.2 周边电磁干扰

铁路桥梁隧道附近存在多种电磁干扰源,如列车运行产生的电磁辐射、附近其他高压输电线路的电磁感应等。这些电磁干扰可能影响变电站电气设备的正常运行,干扰设备的信号传输和控制逻辑。例如,变电站的自动化监控系统可能因电磁干扰出现数据传输错误、误报警等情况,导致运维人员无法准确掌握设备运行状态,延误故障处理时机,严重时可能引发设备故障,影响铁路供电的稳定性。

2.2.3 电力电缆故障

电力电缆在桥梁隧道内敷设,由于受到外界环境的影响,如地下水水位变化、化学物质侵蚀等,可能出现绝缘损坏、电缆接地等故障。电力电缆故障会导致局部或大面积停电,影响铁路列车的正常运行。

3 安全隐患排查方法

3.1 施工阶段安全隐患排查

3.1.1 电气设备触电风险排查

对施工用电设备进行定期检查,包括设备的接地情况、电线连接情况和绝缘性能等。采用接地电阻测试仪测量接地电阻,确保接地电阻符合要求(交流系统一般不大于 4Ω)。对临时用电线路进行巡查,查看电线是否有破损、架空高度是否符合要求(一般距离地面不低于2.5m)等。

在接触网施工区域,设置明显的警示标志,对施工人员进行安全培训,要求施工人员严格按照操作规程进行作业。在施工前,对地下电缆进行详细的探测和标识,采用电缆探测仪等设备准确确定电缆的位置和走向。

3.1.2 电气设备安装与调试风险排查

对电气设备安装过程进行旁站监督,检查设备的安装位置、安装精度等是否符合设计要求。采用水准仪、

经纬仪等测量工具对设备安装位置进行精确测量,确保设备安装水平度和垂直度在规定范围内。

在设备调试前,制定详细的调试方案,对调试人员进行技术交底。调试过程中,严格按照调试方案进行操作,对调试数据进行详细记录,如设备的电压、电流、功率等参数,以便分析设备运行状态。

3.1.3 隧道内电气火灾风险排查

对隧道内电气线路进行定期巡检,检查线路的载流量是否超过设计值。采用红外热成像仪对电线接头和电气设备进行温度检测,及时发现过热部位。对隧道内的电气设备进行维护保养,定期清理配电箱内的灰尘,检查电器元件的连接情况,对老化的设备及时进行更换。

3.2 运营阶段安全隐患排查

3.2.1 接触网安全风险排查

建立接触网巡检制度,定期对接触网进行外观检查,查看是否有异物侵限。采用人工巡检、无人机巡检、接触网检测车巡检等方式对接触网进行全面检查,及时发现接触网部件的磨损、变形等情况。对接触网的电气性能进行检测,如测量接触线的导高、拉出值等参数,确保接触网的电气性能符合要求。

3.2.2 电力设备运行风险排查

对变电站设备进行定期维护和试验,包括变压器的油色谱分析、开关柜的绝缘电阻测试等。采用在线监测系统对变电站设备的运行状态进行实时监测,如监测变压器的油温、油位,开关柜的局部放电等参数。对电力电缆进行定期绝缘电阻测试和耐压试验,采用电缆故障测试仪对电缆故障进行定位和排查。

4 应对策略

4.1 施工阶段应对策略

4.1.1 触电风险应对

对于施工用电设备,一旦发现接地不良或者电线破损,应立即停止使用该设备,并进行维修。在设备周围设置防护栏,防止人员误触带电设备。对于既有线接触网施工,加强施工人员的安全教育,提高施工人员的安全意识,在接触网附近作业时,要求施工人员穿戴绝缘防护用品,如绝缘鞋、绝缘手套等。

4.1.2 电气设备安装与调试风险应对

当发现电气设备安装精度不符合要求时,应及时进行调整。对于设备调试过程中出现的问题,应停止调试操作,分析问题原因,制定解决方案后再进行调试。在设备安装调试现场,配备专业的安全管理人员,对整个过程进行监督管理,确保施工安全。

4.1.3 隧道内电气火灾风险应对

如果发现电气线路过载,应及时调整线路负载,对过载线路进行改造或者增加线路容量。对于电气设备故障,应立即切断电源,组织专业维修人员进行维修。在隧道内配备灭火设备,如灭火器、灭火砂等,并定期进行检查和维护,确保灭火设备的有效性。

4.2 运营阶段应对策略

4.2.1 接触网安全风险应对

当发现接触网有异物侵限时,应立即启动应急预案,采用接触网作业车或者停电人工清理等方式清除异物。对于接触网部件老化与损坏的情况,应定期对接触网进行状态评估,根据评估结果制定维修或更换计划。在接触网设备附近设置防护网,防止异物进入接触网区域^[4]。

4.2.2 电力设备运行风险应对

对于变电站设备故障,应迅速组织抢修队伍,根据故障类型采取相应的抢修措施。对于电力电缆故障,应及时查找故障点并进行修复。同时,加强电力设备的运行管理,建立设备运行档案,对设备的运行状况进行详细记录,以便分析设备的故障规律,采取有效的预防措施。

结论

铁路桥梁隧道电气化工程的安全隐患排查与应对是保障铁路运输安全的重要工作。在施工阶段,通过对触电风险、电气设备安装与调试风险以及隧道内电气火灾风险的排查,并采取相应的应对策略,可以有效减少施工过程中的安全事故。在运营阶段,针对接触网安全风险和电力设备运行风险进行排查和应对,能够确保铁路电气化设备的正常运行,提高铁路运输的可靠性和安全性。随着铁路技术的不断发展,我们还需要不断完善安全隐患排查方法和应对策略,以适应新的工程环境和运营需求。

在未来的研究中,可以进一步探索利用先进的检测技术,如物联网、大数据等技术手段,对铁路桥梁隧道电气化工程进行实时监测和智能诊断,提高安全隐患排查的效率和准确性。同时,加强施工人员和运营维护人员的培训,提高其专业技能和安全意识,也是保障铁路桥梁隧道电气化工程安全的重要举措。

参考文献

- [1]赵志强,刘伟.《铁路隧道运营期安全隐患分析与对策》.隧道建设,2022,42(5):89-96.
- [2]王立新,陈思远.《铁路隧道电气化工程施工质量控制与安全管理》.铁道标准设计,2021,65(7):34-40.
- [3]王伟,刘洋.《大数据技术在铁路隧道电气化系统安全管理中的应用》.计算机应用研究,2022,39(6):45-52.
- [4]陈刚,李娜.《基于BIM技术的铁路隧道电气化工程安全管理研究》.建筑科学,2023,39(3):78-85.