

电气化铁路扩能改造工程接触网施工 关键技术及新材料应用探索

汤 博

(中铁建电气化局集团第一工程有限公司, 江苏 南京 210000)

摘 要 在当前社会快速发展的背景下, 运能的需求与站场规模的矛盾日益突出, 尤其是繁忙干线的运能更加无法得到满足。本文以兰新线三葛庄站扩能改造施工为例, 探讨了既有电气化铁路接触网工程改造中施工方法、材料应用与新技术应用的重要性、原则、目标及其效果。通过文献回顾和案例分析, 从过渡方案、防磨零部件、成品保护措施、施工步骤以及绝缘子防污闪技术等方面, 详细阐述了改造施工中的重点项目。研究表明, 合理的施工步骤、材料管理与技术的应用, 显著提升了接触网施工效率和安全性。本研究旨在为既有电气化铁路接触网车站扩能改造提供科学参考和实践指导。

关键词 既有电气化铁路; 繁忙干线; 工程改造; 新材料

中图分类号: U22

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.01.028

0 引言

兰新线三葛庄站扩能改造工程位于兰新线三葛庄站, 三葛庄站位于兰新铁路大通道乌鲁木齐铁路枢纽, 是欧亚大陆桥西段桥头堡, 丝绸之路经济带核心区的交通要塞。本次改造的实施能够提升三葛庄站的运输能力, 更好地保障兰新铁路的通畅, 增强区域铁路的运输质量, 提高客货流运输效率, 从而进一步提升新疆铁路的服务水平。本次扩能改造是在站对侧扩建 4 条到发线, 有效长均为 880 m; 车站兰州端站对侧设一条机待线, 有效长 170 m。新增到发线引起车站两端咽喉及既有炸药线走行线改建, 炸药线走行线改建长度约 250 m, 炸药线还增安全线 1 条, 有效长 50 m, 并对新铺线路进行电化挂网和东西咽喉区进行改造。本次改造涉及既有接触网设备多, 材料种类复杂琐碎, 尤其新旧设备、材料匹配是材料管理的重点。施工工期短, 施工工序多, 工序前后制约因素复杂, 尤其施工天窗对施工合理性制约尤为明显, 有序的材料管理和合理的施工步骤是保证施工安全和施工效率的关键^[1]。三葛庄接触网改造施工时, 为保证正常的运输组织, 接触网施工只能在天窗时间内进行改造, 在改造完成后不仅要保证机车受电弓的弓网关系正常, 还需大吨位货运列车机车的正常取流, 因此接触网施工具有施工时间短, 施工任务重, 交叉作业多, 方案复杂等一系列特点, 为不对正常的运输组织会产生影响, 因此必须对材料、施工组织、施工方案进行重点研究分析,

合理布置, 并加大人力、机械、材料的投入, 确保正常运输和施工安全。

1 接触网工程改造施工中的新材料与新技术应用

1.1 新材料与新技术的应用概况

既有电气化铁路的扩能改造工程是现代社会发展、生产效率提高的必然过程, 尤其是在接触网这一关键领域, 针对前期运营的病害的总结, 新材料与新技术的应用对提高施工质量, 减少后期维修频率尤为重要, 针对三葛庄站位于大风区段, 多风沙、温差大、覆冰厚等极端恶劣天气, 造成运营过程中的共性缺陷和安全隐患, 需要进行改进或更换, 工程改造的关键在于对现有接触网进行综合评估分析, 以确定哪些部分需要更新改善。研究发现, 新型防磨材料、耐污闪材料、自润滑装置及自锁螺母可替代传统接触网零部件, 先进的材料性能、安装方式和施工方法, 可显著提高接触网的耐久性和可靠性, 引入智能传感器和控制系统, 实现对接触网更精准的补偿装置监测与管理, 进一步增强系统的安全性和稳定性, 应用这些新材料和新技术, 可以提高整个接触网系统的效率和寿命, 并为未来的发展奠定坚实的基础, 施工方案需要严格规划和执行, 以确保接触网工程改造的顺利实施。

1.2 施工过渡方案的制定与关键环节

在站场设置硬横跨(永临结合), 将既有悬挂导接至硬横梁, 拆除影响线路拨接的接触网支柱, 为路线拨接或者新增道岔插铺创造空间条件, 岔区线路应

结合站前工程开通岔情况，具体到每个道岔的过渡方案，可考虑分段绝缘器处接长等方案，待线路拨接完毕后，组立正式支柱，导接悬挂，拆除过渡支柱，正式工程开通。车站扩能关键步骤为：由建设单位组织设计单位、监理单位和施工单位进行控制点和岔心交桩，拆除影响线路或者其他构筑物的接触网设备；邻近营业线完成硬横跨基础施工；天窗点内完成硬横跨支柱组立，测量、计算及预配计算腕臂，固定绳等；天窗内完成硬横跨装配安装，将既有接触悬挂倒至新硬横跨；导接过程，需重点核对承导线下锚的角度，对部分需倒锚或延长的锚段从下锚绝缘子处换线并完成倒锚延长工作；过渡完毕拆除影响线路或道岔预埋的支柱及装配，进行接触网冷滑及轨道热滑，开通线路。

车站接触网改造施工，利用 RTK 测量技术进行接触网基础的定位，基础的侧面限界，基础顶面标高要同时满足设计要求，基础开挖及浇筑施工前，应联系设备管理单位进行地下管线的确认，利用电缆探测仪确认电缆走向并在地面用白灰做出明显标记，防止挖破挖断光电缆^[2]。道岔定位柱的定位应紧密结合站前道岔铺设位置，根据道岔型号和绝缘轨缝的位置确定基础的位置，线岔交叉点处横向距两线路任一线路中心不大于 350 mm，纵向距道岔定位大于 2.5 m。交叉点位于道岔导曲线两内轨距 735 ~ 1 050 mm 范围的横向中间位置。

1.3 施工工艺及技术措施

在既有电气化铁路接触网工程改造施工中，新材料和新技术的应用显著提高了工作效率和施工质量，施工工艺在实施过程中成为关键环节，要确保接触网安全可靠地运行，需要充分地对既有设备进行摸底调查，并根据现场实际制定施工步骤及工艺。对于大风区因附加线舞动，零部件磨损严重部位采用耐磨零部件，为减少舞动采用 V 型悬挂等，接触网悬吊滑轮采用防风型悬吊滑轮等工艺措施，减少风害对设备的影响，通过对材料使用和工艺流程的优化，应用新材料和新技术，接触网工程改造项目的质量和效益得到有效提升。

1.4 施工质量控制措施

在既有电气化铁路接触网工程改造施工过程中，确保工程质量与安全是十分关键的，必须建立并严谨执行全面的施工进度计划；要实施定期的现场检查与评估，预防潜在的问题；而关键环节和重要工序需采取精细化监测管理策略。例如，采用激光测距仪、RTK 以及接触网检测小车等先进设备，用以检测和记录施工过程中数据与状态。每次天窗结束前应有人进

行质量回检，通过模拟受电弓对重点区域进行接触网冷滑等手段和措施，项目管理团队可以显著提升工程质量。在接触网工程中注重质量控制是不可或缺的环节。既有电气化铁路接触网工程改造施工具有高标准的质量要求，尤其是在高度重视安全性的条件下，建立完善的质量控制体系，设置质量控制点，制定质量控制措施，在引入新材料与新技术后，通过科学的管理方法和先进的监测手段，实现对接触网工程运行的有效控制，是确保顺利完成的必要保障。

2 接触网工程改造施工中的新材料应用

2.1 接触网工程改造施工中的新材料应用原则

在电气化铁路接触网工程改造施工中，新材料的应用应符合技术可行性、经济效益性、安全可靠性和材料适用性原则。

1. 技术可行性：新材料的应用首先需要满足技术上的可行性，即这些材料必须能够适应铁路电气化接触网工程改造施工的技术要求。这包括材料的物理性能、化学稳定性、耐久性等方面，确保在应用过程中不会出现技术上的障碍，从而保证工程质量。

2. 经济可行性：新材料的应用还应当考虑经济效益性，即在满足技术要求的前提下，这些材料的使用成本应当合理，能够在长期使用过程中带来经济效益。这包括材料的采购成本、安装成本、维护成本等，通过综合考量这些成本因素，选择性价比高的材料，以降低总体成本，提高经济效益。

3. 安全可靠：接触网是铁路电气化工程的主构架，沿铁路线上空架设，向电力机车供电。其由接触悬挂、支持装置、定位装置、支柱与基础几部分组成，任何一个部分的材料选择都直接关系到整个系统的安全可靠性。因此，新材料的应用必须经过严格的测试和验证，确保其能够适应各种工作环境，包括恶劣的自然气候条件。

4. 材料适用性：新材料的应用不仅要考虑其性能是否满足设计要求，还要考虑其在实际应用中的可行性^[3]。这意味着材料的选择不仅要基于理论上的安全性和可靠性，还要考虑到施工和维护的便利性，以及与既有零部件间连接的分析，如防风型悬吊滑轮的应用，则需要对整个节点的连接部件进行更换；附加线悬挂中用到的垂直单耳型防磨联板装置的应用，也将以前的单耳金具换成双耳金具与其连接。

2.2 接触网改造施工中的新材料应用目标

在接触网改造施工中，新材料的应用旨在解决传统材料存在的问题，如施工安装复杂、维护成本高、

安全隐患多等。通过应用新材料,可以优化施工工艺,提高施工效率,同时减少施工过程中的安全隐患,确保工程质量,延长接触网的使用寿命。具体来说,新材料的应用目标包括:

1. 提高施工效率:新材料的应用可以简化施工流程,减少施工难度,从而加快施工进度,满足工程工期的要求。

2. 降低安全隐患:新材料具有更好的安全性能,能够减少施工过程中和使用过程中的安全隐患,提高工程的安全性。

3. 增强工程质量:新材料的物理和化学性能更优,能够提高接触网的承载能力和稳定性,确保工程质量符合设计要求。

4. 延长使用寿命:新材料具有更好的耐候性和耐久性,能够延长接触网的使用寿命,减少维护和更换的频率,降低运营成本。

2.3 接触网改造施工中的新材料应用内容

在接触网改造施工中,多种先进材料和技术被应用,以满足不同层面的需求,例如,石墨烯接地体可以减少新疆多岩石、干旱地区接地电阻不达标,降低现场施工难度;耐磨性显著提升的导线材质,如改进后的高强度铜锡合金导线,能预防磨损和损坏;智能监测系统和自动故障诊断系统的整合应用,使接触网工程进入智能时代,提高了线路安全监控水平,并在很大程度上减少了人力成本和改善了作业效率;煤矿铁路专用线的自动验电接地系统,可以有效减少频繁停电车辆检修时挂接地线的问题,接触网新材料的应用还涉及其他方面,如防疲劳护线条、全张力接续条、防污闪涂料、风区带导向轮的坠砣限制架等部件的材料创新,提高了接触网的机械强度、耐腐蚀性、耐磨性、导电性能抗疲劳性等,从而提升了整个电气化铁路系统的运行效率和安全性。

2.4 接触网改造施工中的新材料应用效果

BIM技术的数字化、可视化特性应用,实现了接触网设备的快速建模和可视化装配,提高了安装效率和质量。同时,通过建立零部件三维族库,对接触网腕臂支撑装置进行可视化装配,形成了接触网腕臂装配库,进一步优化了安装流程;智能监测系统、基于物联网的远程监控系统和自动化控制设备的应用,在提高工程改造效率上产生了根本性变革,智能化技术不仅在施工过程中实现了高效的人力资源配置和操作精准度提升,还在后期维护和故障排除方面提供了重要的数据支持和决策辅助,显著提升了施工质量和安全水平。

3 接触网改造施工中的新技术应用

3.1 接触网绝缘子防污闪材料

电气化铁路中绝缘子的日常维护,对于确保接触网系统稳定运行至关重要,因三葛庄位于风沙区段,风沙天气中加上微降雨会使瓷质绝缘子表面形成一层污闪层,运行过程中造成污闪事件发生^[4]。施工中尽量采用复合绝缘子代替瓷质绝缘子,在瓷质绝缘子安装前利用空气喷涂法在绝缘子表面喷涂放污闪高分子材料,可有效避免污闪事件的发生。

3.2 接触网防磨零部件

规律性振动或者因大风天气引起舞动是造成接触网零部件磨损严重的主要原因^[5],施工中对振动频繁的部门采用防磨装置,防磨装置结构简单,安装或拆卸方便,调整灵活,安装精度高,便于现场施工及维修保养,防磨装置的结构校验风速应达到75.5 m/s,适应环境温度-35~45℃,大风条件下,任何部分应不发生开裂、塑性变形、滑移现象,铜基自润滑轴承的嵌入采用过盈配合,零部件之间接触质量稳定无间隙。

4 结束语

既有电气化铁路扩能改造中接触网新材料和新技术的应用,显著体现了我国铁路现代化改造的迫切需求和巨大潜力,这不仅代表了向高科技行业转变的快速步伐,也预示着未来应不断追求和应用更尖端的材料、技术和管理措施,也使扩能改造的施工更加成熟和模块化。为确保既有电气化铁路接触网技术和质量的持续提升,施工人员、运营人员和设计人员需紧密合作,全面考虑现场施工的特点,优化接触网施工步骤,使设计与维护和施工更加紧密地贴合,高度强调施工质量和安全,保证接触网线路的高质量开通,优化和提升维护工作,旨在保障铁路运行的长期稳定,为我国铁路事业的发展贡献力量。

参考文献:

- [1] 敬小刚.铁路电气化接触网工程改造施工分析[J].智能城市,2019(36):262-263.
- [2] 刘君清.铁路大型站场施工改造过渡供电方案优化[J].中国设备工程,2019(12):91-96.
- [3] 马九洋,夏炎.既有电气化铁路改造V停施工接触网感应电分析[J].电气化,2020(03):48-51.
- [4] 雷敬平.铁路电气化接触网工程网改造施工策略之研究[J].轨道工程,2018(25):231-232.
- [5] 吴晓明.基于电气化铁路改造中接触网施工关键技术研究[J].价值工程,2021(01):53-54.