

关于电气化铁路电力接触网施工技术的分析

王智斌 高峰

内蒙古东乌铁路有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要: 本文围绕电气化铁路电力接触网全流程施工技术展开系统性分析,以保障列车稳定受电、降低运营故障为核心目标,梳理了接触网施工的核心基础管控要求,逐一拆解支柱与基础、腕臂支撑装置、补偿装置等核心设备的标准化安装工艺,明确承力索、接触线、吊弦连接线等线缆架设的关键质量控制点。同时从施工精度管控、工序流程管控、缺陷闭环整改三个维度,构建了覆盖全施工周期的质量控制与工艺优化体系,可为不同速度等级电气化铁路的接触网标准化施工提供技术参考,助力实现工程质量一次成优,保障接触网系统长期稳定运行。

关键词: 电气化铁路; 电力接触网; 施工工艺; 质量控制; 安装技术

引言: 在我国电气化铁路运营里程持续增长、列车运行速度不断提升的行业背景下,接触网作为无备用的核心供电装置,其施工质量直接决定列车受电稳定性与线路长期运营安全。不同于常规地面土建工程,接触网施工属于露天高空多工序交叉作业,涉及机械结构、力学平衡、动态参数匹配等多个技术维度,毫米级的施工偏差都可能在长期高速运营中演变为受电弓异常磨损、离线率超标等安全隐患。本文结合现行铁路建设标准化管理规范,从施工基础、核心设备安装、线缆架设、质量优化四个层面,系统梳理接触网全流程施工的关键技术要点,明确各环节的质量管控核心要求,为现场施工作业提供可落地的技术执行依据。

1 电力接触网施工核心基础概述

电力接触网是电气化铁路核心的无备用供电装置,沿铁路线路上空架设,由支柱、基础、腕臂、定位装置、接触悬挂、接触线、承力索、补偿装置等多类部件组成的柔性悬挂供电系统,整体结构兼具支撑性与结构灵活性,可适配不同运行速度等级列车的受电弓动态取流需求。接触网施工的核心目标是保障线路几何参数全段精准受控、各部件结构受力均匀匹配、所有设备连接紧固可靠,确保列车运行全过程中受电弓与接触线持续稳定贴合,无异常离线、无局部偏磨、无动态硬点,满足不同速度等级下的供电连续性要求^[1]。

从施工特性来看,接触网施工具备高精度控制要求、多工序交叉衔接、露天全天候作业、全系统强关联的特点,所有施工环节均需围绕“精准安装、稳定受力、长期适配运行”的核心原则开展,严格执行铁路建设标准化管理的相关规范要求。施工前期需完成全段现

场精细化勘测、关键参数测算校验、进场设备与工器具核验等基础工作,精准把控施工现场地形地貌、轨面高程、跨距间距、线路曲线半径等核心基础数据,形成完整的现场数据台账,为后续支柱组立、腕臂装配、线缆架设、悬挂调整等工序提供精准的数据支撑。同时需同步完成技术交底、工序交接检查机制搭建、质量平推质检方案编制等前置工作,从源头规避系统性施工偏差,保障后续各工序的施工质量,为后续首件工程定标、全线标准化施工筑牢基础,最终实现工程质量一次成优。

2 接触网核心设备安装施工技术

2.1 支柱与基础施工技术

支柱是接触网整体结构的核心支撑构件,承担着承载腕臂、悬挂装置、线缆的全部荷载,其安装垂直度、位置精度、基础稳定性直接决定整体结构的可靠性。(1) 支柱基础施工为前期核心工序,主要包含基坑开挖、基底处理、混凝土浇筑、基础养护等流程。施工过程中,需根据支柱规格、承载荷载、现场地质条件确定基坑尺寸与开挖深度,严格把控基坑底面平整度与压实度,避免基底松软、沉降导致支柱倾斜。混凝土浇筑需保证配比均匀、振捣密实,杜绝蜂窝、麻面、空洞等质量缺陷,保障基础的承载强度。基础养护需严格控制温湿度与养护时长,确保混凝土强度达到施工标准后,方可开展支柱安装作业。(2) 支柱安装阶段,核心控制要点为位置偏差与垂直度。采用精准定位设备标定支柱安装中心点,严格把控支柱纵向、横向偏移量,同时利用校准设备调整支柱垂直度,杜绝倾斜、偏移问题。支柱安装完成后,需及时进行临时固定与复核校准,待结构稳定后开展后续工序,确保支柱整体受力均匀,无偏

心受力情况,为后续上部设备安装奠定稳定基础^[2]。

2.2 腕臂与支撑装置施工技术

腕臂是连接支柱与悬挂系统的关键支撑部件,主要用于固定承力索与接触线,精准控制接触线的高度、拉出值等核心几何参数,是保障列车稳定受电的核心构件。(1)腕臂施工包含构件组装、定位安装、参数校准三个核心环节。施工前需对腕臂、定位器、支撑套管等构件进行外观校验,排查变形、裂纹、锈蚀、尺寸偏差等问题,确保构件质量符合施工标准。构件组装需严格遵循装配顺序,保证螺栓紧固力度均匀、连接贴合紧密,各转动、调节部件灵活无卡顿。(2)腕臂安装过程中,需结合线路设计参数精准调整安装高度、水平度与倾斜度,通过微调定位装置,精准控制接触线拉出值、导高关键参数,保证参数均匀合规。针对不同线路区段的结构差异,需适配调整腕臂安装角度与支撑间距,确保整体支撑结构受力均衡,避免局部应力集中导致构件变形。安装完成后需对所有连接点位进行复核紧固,杜绝松动、偏移问题,保障支撑系统的稳定性与精准性。

2.3 补偿装置安装施工技术

补偿装置是接触网的关键调节构件,主要用于抵消环境温度变化引发的承力索、接触线热胀冷缩形变,始终保持线缆张力恒定,避免线缆松弛、紧绷、形变偏移,保障接触网几何参数稳定。(1)补偿装置施工核心在于适配性安装与张力精准调节,常用补偿装置包含滑轮式、棘轮式等类型,施工流程基本一致。施工前需根据线缆规格、线路跨度、温度适配范围选定匹配的补偿装置,校验装置的灵活度、滑轮转动顺畅度、制动可靠性。(2)安装过程中,需严格控制补偿装置的安装位置、垂直度与平衡度,保证补偿绳走线顺畅、无扭曲、无卡顿,滑轮转动灵活无阻滞。装置安装完成后,需结合现场实时温度,精准调节线缆初始张力,匹配设计标准,同时调整补偿行程,保证温度极值状态下装置可正常伸缩调节,不会出现补偿超限、卡死、脱轨等问题。施工后需反复测试装置调节性能,确保线缆张力均匀稳定,可自适应温度形变,维持接触网整体结构状态稳定。

3 接触网线缆架设施工技术

3.1 承力索架设施工技术

承力索主要用于悬挂、承载接触线,是接触网悬挂系统的主要受力线缆,其架设质量直接影响接触线的平整度与受力稳定性。(1)承力索架设前,需完成全线支撑装置、补偿装置的安装与校准,清理线路范围内的

障碍物,排查施工安全隐患。线缆展放需采用专用展放设备,严格控制展放速度,匀速缓慢施工,避免速度快导致线缆拉伸、扭曲、磨损、刮伤,杜绝线缆出现硬弯、断股、松散等质量缺陷。(2)展放完成后,需及时开展线缆初调作业,初步校准承力索的高度、间距与张力,保证全线线缆走线平直、无明显起伏。随后结合现场温度数据,精准调整承力索张力,保证全线张力均匀一致,避免区段张力差值过大导致结构受力不均。张力调整完成后,对线缆固定点位进行紧固处理,确保连接牢固、受力稳定,为后续接触线架设提供可靠支撑^[3]。

3.2 接触线架设施工技术

接触线是直接为列车受电弓接触取电的核心线缆,其架设平整度、高度精度、平顺度是保障稳定受电、降低受电弓磨损的关键,也是接触网施工精度要求最高的工序。(1)接触线架设需在承力索施工验收合格后开展,采用专用悬挂吊弦完成线缆固定,吊弦间距、安装位置需严格匹配设计标准,保证布设均匀、对称规整。(2)架设过程中,核心控制接触线导高与平顺度,全程采用高精度测量设备实时监测校准,杜绝局部高低起伏、偏斜、弯折等问题。线缆固定过程中,吊弦紧固力度需均匀适中,避免力度过大挤压损伤线缆,或力度不足导致线缆松动偏移。全线架设完成后,需逐段排查接触线状态,修正局部偏差,保证全线接触线平直规整,几何参数统一合规,满足列车高速受电的运行要求。

3.3 吊弦与连接线施工技术

吊弦是连接承力索与接触线的关键连接件,主要作用是传递荷载、固定接触线位置、保障线缆整体平顺性,其施工质量直接决定接触网整体平整度与受力均匀性。(1)吊弦施工包含预制、安装、微调三个环节,吊弦预制需严格按照区段间距、高程参数精准裁切,保证同一区段吊弦长度统一、规格一致。安装时需精准定位安装点位,保证吊弦垂直布设、无倾斜、无扭曲,排布均匀规整。(2)连接线、跳线等辅助线缆施工需保证走线顺畅、弧度均匀,无紧绷、松弛、交叉缠绕等问题,线缆接头压接需紧密牢固,接触电阻稳定,杜绝虚接、松动、氧化隐患。所有辅助构件安装完成后,需对全线吊弦、连接线进行统一微调,保证各点位受力均匀,接触线整体平顺度达标,无局部应力集中问题。

4 接触网施工质量控制与工艺优化技术

4.1 施工精度管控技术

接触网施工质量控制与工艺优化技术中,施工精度管控是决定工程最终质量的核心环节,几何参数偏差

是引发受电弓取流不良、离线率超标、异常磨耗等运营故障的主要诱因。施工过程中需建立覆盖全工序的精细化管控体系,针对支柱垂直度、腕臂安装角度、定位器偏移量、接触线导高、拉出值、承力索与接触线张力偏差、吊弦间距等核心参数,采用激光测量仪、张力测试仪等高精度专用仪器逐点、逐段完成检测校准。各工序施工完成后,严格执行即时复核制度,对已完成安装的部件进行二次复测,及时修正毫米级微小偏差,避免多工序叠加后形成误差累积,引发系统性质量问题。同时全线统一采用轨面标准线、线路中心基准线作为施工测量的统一基准,保证不同作业面、不同区段的施工参数标准完全一致,杜绝相邻跨距、不同作业区段之间参数差异过大,从工艺源头消除运营阶段的受电弓通过隐患,保障接触网系统长期稳定运行^[4]。

4.2 施工工序管控技术

接触网施工各工序衔接关联性极强,前序工序的施工质量直接决定后续工序的实施效果,规范全流程工序管控是保障整体工程质量的核心抓手。施工全过程需严格遵循“先基础浇筑、后支柱组立,先支撑结构装配、后线缆架设,先粗调定位、后精细化校准”的既定施工顺序,严禁出现工序倒置、违规跳项的施工行为。每道工序作业完成后,作业班组先完成100%自检,再由现场质检人员按规范比例完成复检,关键工序执行100%全覆盖验收,所有检测项点全部合格并形成书面验收记录后,方可进入下一施工环节,从流程层面杜绝不合格工序遗留安全隐患。同时结合现场作业条件优化工序衔接流程,合理统筹多专业平行作业的时序安排,减少多班组交叉施工、重复作业带来的部件碰撞、参数偏移等质量偏差,全面提升接触网施工的标准化程度与整体作业效率。

4.3 施工缺陷整改与优化技术

接触网施工过程中易出现线缆几何参数偏差、连接构件松动、整体结构受力不均、动态参数偏移等常见施工缺陷,需建立覆盖施工全周期的精准缺陷排查与闭环整改机制。施工后期需采用接触网参数检测车、高精度激光检测仪等设备开展全线精细化平推排查,针对排查

出的各类施工缺陷按缺陷等级、所属系统分类梳理,结合接触网结构受力原理与正式设计标准制定针对性可落地的整改方案。对于导高、拉出值等微小参数偏差,采用专用校准工具进行微量调整优化,避免过度调整引发新的参数偏差;对于构件安装偏移、连接螺栓松动等问题,严格按扭矩标准重新紧固校准、完成复位安装;对于线缆损伤、构件形变等影响结构安全的质量问题,直接更换对应构件,实现隐患清零。同时结合施工过程中暴露的技术难点,反向优化施工作业工艺,规范各类器具的标准操作流程,从工艺执行层面降低同类施工缺陷的重复发生率^[5]。

结束语

电气化铁路接触网施工是一项兼具高精度要求与强系统关联性的综合性工程,任何一个环节的工艺疏漏都可能影响整个供电系统的长期运行可靠性。随着我国高速铁路、重载铁路的持续建设,接触网施工技术也在不断向数字化、精准化方向迭代,后续施工过程中需持续强化全流程的工艺管控意识,将精度控制要求贯穿从前期勘测到后期缺陷整改的所有环节。通过不断优化工序衔接逻辑、统一全线施工基准、建立闭环缺陷整改机制,可从根本上降低施工缺陷发生率,保障接触网几何参数长期稳定、结构受力均匀匹配,最终实现受电弓与接触网的动态稳定贴合,为电气化铁路的安全、高效、不间断运营筑牢坚实的供电基础。

参考文献

- [1] 石文杰. 高层建筑电力电气线路安装和施工技术要点分析[J]. 电气技术与经济, 2026, (3): 382-384+388.
- [2] 吴秋鑫. 电力电气工程中线路安装与施工技术分析[J]. 新潮电子, 2026, (3): 238-240.
- [3] 冯良盛, 曾照明, 陈炳男. 10 kV 电力配网工程架空线路施工技术分析[J]. 消费电子, 2026, (9): 143-145.
- [4] 韩得刚, 路凯强, 张震. 面向智慧电网的电力工程数字化施工关键技术分析[J]. 微型计算机, 2026, (5): 184-186.
- [5] 王晔, 杜皓. 电力工程输电线路施工技术分析[J]. 通讯世界, 2026, 33(1): 131-133.