

大跨越架空输电线路施工关键技术探讨

贾有强

华电和祥工程咨询有限公司 山西 太原 030000

摘要: 大跨越架空输电线路是电力输送的关键枢纽,施工受地形、气象等复杂因素影响,技术要求严苛。本文结合行业规范,探讨施工前期准备、勘察设计、核心施工及质量安全管理等关键技术,重点分析基础处理、塔架组立、导地线架设等核心工序要点,总结技术应用经验,提出针对性管控措施,为提升工程施工质量、保障线路安全稳定运行提供技术参考,助力大跨越输电工程高效有序推进。

关键词: 大跨越; 架空输电线路; 施工关键技术

引言: 随着电力电网向偏远地区延伸,大跨越架空输电线路广泛应用于跨江跨海、山地丘陵等复杂场景,其施工质量直接关系电网整体输送效能与安全。当前,大跨越施工面临档距大、工况复杂、安全风险高、环保要求严等难题,传统施工技术已难以满足现代化工程需求。因此,系统探讨施工关键技术,优化施工工艺与管控模式,对突破施工瓶颈、推动输电工程高质量发展具有重要意义。

1 大跨越架空输电线路施工前期准备与勘察设计技术

1.1 施工前期准备技术

(1) 施工方案编制: 严格结合DL5319-2014《架空输电线路大跨越工程施工及验收规范》等行业标准,全面梳理施工全流程,明确各工序衔接要点,细化安全管控核心内容,针对高空作业、设备吊装等风险点制定专项应急预案,确保施工各环节有章可循、有据可依,保障施工安全与质量。(2) 施工设备与材料准备: 精准选型牵张设备、无人机等专用施工设备,进场前完成全面调试,确保设备性能达标;对导地线、绝缘子等核心材料严格执行检验流程,核查产品合格证明,规范存放于专用场地,做好防潮、防腐蚀措施,杜绝不合格材料投入使用。(3) 施工队伍组建与培训: 配置具备专业资质的施工人员,明确岗位职责,开展安全操作、技术规范及应急处置培训,重点强化“四个管住”管控要求,提升队伍专业能力与安全意识,确保施工人员熟练掌握施工技术要点,规避人为操作风险。

1.2 现场勘察技术

(1) 地形地貌勘察: 重点勘察山地、水域等复杂地形的地质条件,全面调研铁路、公路、河流等跨越物的分布、规模及防护要求,精准识别施工难点,为施工方案优化和安全防护措施制定提供基础数据支撑。(2) 工程地质勘察: 按照DL/T5902-2025《架空输电线路大跨越

工程铁塔基础施工工艺导则》规范要求,开展地基承载力检测,针对软土、冻土等特殊土地区,重点勘察地基处理方案,为塔架基础施工提供科学依据,保障基础稳定性。(3) 气象与环境勘察: 长期监测施工区域风速、降水等气象条件,预判极端天气对施工的影响;开展生态环境评估,结合DL/T5857-2022规范要求,制定针对性环保水保措施,减少施工对周边生态环境的破坏^[1]。

1.3 施工设计优化技术

(1) 路径优化设计: 通过现场勘察数据比对,合理规划复杂地质区域和重要跨越物,优化线路走向,缩短跨越档距,减少高空作业量,降低施工难度和安全风险,兼顾施工效率与工程经济性。(2) 塔架与基础设计优化: 根据跨越距离、地形条件及荷载要求,优化塔架高度与结构,优先采用格构式钢管塔等轻量化、高强度结构,匹配合适的基础类型,在保障结构安全的前提下,降低施工成本与施工难度。(3) 导地线选型设计: 结合线路电压等级、传输容量及张力要求,选择铝包钢绞线等适配材质,合理确定导线截面,兼顾导电性能与机械强度,确保导地线满足大跨越施工的张力要求,保障线路长期安全稳定运行。

2 大跨越架空输电线路核心施工关键技术

2.1 基础施工关键技术

(1) 特殊地基处理技术: 针对软土地基,采用换填垫层、深层搅拌桩等处理方法,提升地基承载力;对岩石地基进行凿岩、清基处理,确保基础与岩体紧密结合。海上桩基施工借鉴福建赤华线施工经验,采用钻孔灌注桩工艺,优化成孔流程,做好泥浆护壁与沉渣清理,应对海水腐蚀、风浪冲击等复杂工况,保障桩基施工质量与稳定性。(2) 大体积混凝土施工技术: 严格遵循DL/T5902-2025《架空输电线路大跨越工程铁塔基础施工工艺导则》规范要求,科学设计混凝土配合比,选

用低热型水泥,减少水化热产生。采用分层浇筑、连续振捣工艺,控制浇筑速度与厚度;实施温控防裂措施,布置冷却水管、覆盖保温材料,实时监测混凝土内外温差,避免出现温度裂缝。加强后期养护,采用洒水养护与覆膜养护相结合的方式,确保混凝土强度达标^[2]。

(3) 基础防腐技术:针对海边、潮湿等腐蚀环境,采用防腐涂层与阴极保护相结合的处理方式,对基础表面进行喷砂除锈后涂刷防腐涂料。对地脚螺栓、钢筋等金属构件,采用热镀锌处理,涂刷防腐密封胶,做好节点防腐,防止金属锈蚀,延长基础使用寿命,保障塔架基础结构安全。

2.2 塔架组立关键技术

(1) 塔架吊装技术:根据塔架高度、重量及现场施工条件,合理选择分片吊装或整体吊装工艺。大型吊装设备进场前完成调试,操作人员持证上岗,严格控制吊装速度与幅度,做好吊装过程中的防风措施。吊装过程中实时监测塔架姿态,精准调整吊装位置,确保塔架垂直度符合规范要求,避免出现倾斜、偏移等问题。(2) 塔架连接技术:严格按照DL5319-2014《架空输电线路大跨越工程施工及验收规范》要求,控制螺栓连接的扭矩值,采用扭矩扳手进行紧固,确保螺栓连接紧密。对塔架焊缝进行超声波检测,排查焊接缺陷,不合格焊缝及时返修;做好螺栓与焊缝的防松处理,采用防松垫圈、锁紧螺母等配件,同时实施防腐涂层处理,提升连接部位的耐久性。(3) 超高塔架组立控制:在超高塔架组立过程中,采用高精度仪器实时监测塔架垂直度,及时调整偏差,确保塔架整体稳定性。针对超高塔架风振问题,采取加装阻尼器等抗风振措施,减少风荷载对塔架的影响,避免塔架出现变形、疲劳损伤,保障塔架在长期运行中的结构安全^[3]。

2.3 导地线架设关键技术

(1) 张力放线技术:施工中强制采用张力放线工艺,进场前对牵张设备进行全面调试,确保设备性能稳定。放线过程中精准控制张力值,根据导地线材质、截面及跨越距离调整张力,避免导地线出现磨损、扭曲、断股等问题。合理布置放线滑车,减少导地线与滑车的摩擦,确保放线过程平稳有序,保障导地线架设质量。

(2) 跨越防护技术:针对铁路、公路、河流等跨越物,搭设新型盘扣式钢管跨越架,其具有承载力强、搭设便捷的优势,可有效保护跨越物安全。采用无人机放导引绳技术,提高放线效率,减少高空作业量,规避跨越施工中的安全风险。同时,制定完善的通航与交通防护措施,设置警示标志,安排专人值守,避免施工影响

交通与通航安全^[4]。(3) 导地线连接与弧垂控制:导地线连接采用液压压接工艺,压接前清理接头部位,确保接头平整、无杂质,压接后进行拉力试验,确保接头强度符合设计要求。弧垂调整采用高精度仪器测量,严格控制弧垂误差在 $\pm 1\%$ 设计值范围内,调整完成后及时固定,避免因环境温度变化导致弧垂偏移,保障导地线架设精度。

2.4 附件安装与接地施工技术

(1) 绝缘子串安装:根据线路设计要求,安装双串悬垂绝缘子或双联耐张串,安装过程中避免绝缘子碰撞、损坏,确保绝缘子串排列整齐、受力均匀。安装完成后,对绝缘子进行绝缘性能检测,采用兆欧表测量绝缘电阻,排查绝缘子破损、漏电等问题,确保绝缘子绝缘性能达标,保障线路绝缘安全。(2) 金具安装:结合导地线型号与受力情况,合理选型金具,安装过程中确保金具连接牢固,位置准确。采取防电晕措施,对金具表面进行打磨、光滑处理,避免电晕放电现象产生。安装完成后,全面检查金具连接可靠性,排查松动、脱落等隐患,确保金具发挥正常的连接、固定作用。(3) 接地施工技术:接地体铺设严格按照设计要求,埋深不小于1.2m,采用水平铺设与垂直铺设相结合的方式,确保接地体与土壤充分接触。接地施工完成后,进行接地电阻测试,及时调整接地装置,确保接地电阻值不大于 10Ω 。优化防雷接地设计,增加接地体数量与长度,提升线路防雷性能,避免雷击损坏线路设备。

3 大跨越架空输电线路施工质量控制与安全管理技术

3.1 施工质量控制技术

(1) 分阶段质量控制:按照基础、塔架、架线等施工阶段,建立全流程质量检查体系,每个阶段完工后及时开展自检、互检与专检,确保工序质量达标。重点规范隐蔽工程验收流程,对基础钢筋绑扎、混凝土浇筑、接地体铺设等隐蔽工序,验收合格并签署记录后,方可进入下一工序,杜绝隐蔽工程质量隐患遗留。(2) 关键指标检测技术:针对塔架垂直度,采用高精度经纬仪或全站仪进行多点监测,确保偏差符合规范要求;导地线弧垂检测采用激光测距仪,严格控制误差在 $\pm 1\%$ 设计值范围内;接地电阻检测使用接地电阻测试仪,确保检测数据准确,保障接地性能达标。所有检测工作严格遵循DL5319-2014等行业标准,确保检测结果具有权威性和有效性。(3) 质量缺陷处理:建立质量缺陷排查机制,及时识别混凝土裂缝、螺栓松动、焊缝缺陷等常见质量问题。对轻微混凝土裂缝采用压力灌浆法整改,严重裂缝需凿除缺陷部分重新浇筑;对螺栓松动问题,采用扭

矩扳手重新紧固并做好防松处理；对不合格焊缝及时返修，返修后重新检测，确保所有质量缺陷整改到位、验收合格，避免影响工程整体质量。

3.2 施工安全管理技术

(1) 高空作业安全防护：为所有高空作业人员配备合格的安全防护设备，包括安全帽、安全带、防滑鞋等，严格执行高空作业平台操作规范，平台搭设必须牢固可靠，设置防护栏杆与安全网。落实防坠落措施，高空作业人员必须系挂安全带，严禁高空抛物，对高空作业区域设置警戒区，安排专人值守，遇大风、暴雨等恶劣天气，立即停止高空作业，确保高空作业安全。(2) 施工现场安全管控：严格规范临时用电管理，临时用电线路必须架空铺设，配备漏电保护器，严禁私拉乱接，定期检查用电设备与线路，杜绝触电隐患。加强施工设备安全检查，定期对吊装设备、牵张设备等进行维护调试，排查设备故障与安全隐患，确保设备正常运行。在施工现场关键部位、危险区域设置明显的警示标识，明确安全注意事项，严格执行“四个管住”管控要求，规范现场作业行为，防范各类安全事故^[5]。(3) 应急预案与处置：结合大跨越施工特点，制定恶劣天气、设备故障、高空坠落、触电等突发情况的专项应急预案，明确应急组织机构、应急处置流程、责任分工及物资保障。定期组织应急演练，提升施工人员应急处置能力，演练后及时总结优化应急预案。突发情况发生时，立即启动应急预案，快速组织人员开展处置工作，最大限度减少人员伤亡与财产损失，确保施工安全稳定。

3.3 施工进度控制技术

(1) 进度计划编制：结合工程规模、施工难度、现场条件及资源配置情况，制定科学合理的施工进度计划，明确各工序的起止时间、施工时长及衔接关系。针对高铁、公路等重要跨越段，优化工期安排，充分利用高铁天窗期开展跨越施工，合理调配人力、设备资源，缩短跨越施工周期，避免影响交通正常运行，确保整体施工进度有序推进，兼顾进度与质量、安全。(2) 进

度动态调整：建立施工进度实时监测机制，采用进度台账、现场巡查等方式，跟踪各工序施工进度，对比实际进度与计划进度的偏差，及时分析滞后原因，针对性采取调整措施。若因恶劣天气、设备故障等因素导致进度滞后，及时增加施工人员、调配备用设备，优化施工工艺，加快施工进度；若因工序衔接不畅导致滞后，及时协调相关班组，理顺工序流程，确保进度及时赶上计划要求。(3) 交叉作业协调：加强各施工环节、各专业队伍之间的协调配合，建立定期沟通机制，明确各队伍的施工范围与作业时间，避免工序冲突。针对基础施工与塔架组立、导地线架设与附件安装等交叉作业环节，合理安排作业顺序，划定作业区域，做好安全防护措施，确保交叉作业有序开展。同时，优化资源配置，实现人力、设备的高效利用，提高施工效率，确保施工进度按计划完成。

结束语

大跨越架空输电线路施工是一项系统性、复杂性工程，需统筹前期勘察、核心施工、质量安全管控等全流程。本文梳理的各项关键技术，贴合工程实际需求，可有效解决施工中的常见难题。未来，需结合技术创新趋势，融合智能化、绿色化施工手段，不断优化工艺细节、完善管控体系，持续提升施工效率与工程品质，为我国电力电网建设提供更坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]李柄樟,纪合利.电力输电线路大跨越铁塔结构的设计分析[J].技术与市场,2021,19(13):141-144.
- [2]董建尧.输电线路超高度大跨越铁塔结构选型之多因素探讨[J].建筑结构,2023,46(14):96-100.
- [3]冯金仓.高压架空输电线路大跨越铁塔承台基础施工研究[J].山东工业技术,2022,8(10):117-119.
- [4]朱宁.输电线路铁塔基础选型设计及其优化对策研究[J].中国设备工程,2022,31(2):217-220.
- [5]宋轶充.试论输电线路铁塔基础选型设计及其优化[J].科技创新导报,2024,14(8):172-175.