输变电工程线路施工技术分析

蒋 斌

（四川省明远电力集团有限公司，四川 成都 610041）

摘 要 输变电工程线路施工是电力能源网络建设的关键环节，施工质量、工艺水平直接决定电网运行稳定性与供电可靠性。受野外复杂地形、气候条件、交叉跨越环境等因素影响，线路施工工序繁杂、技术控制点多，对现场工艺管控与标准化作业提出极高要求。本文立足于输变电线路施工现场实际，围绕线路基础施工、杆塔组立、架线施工、竣工验收全流程关键工艺展开剖析，梳理现阶段施工中常见工艺短板与现场实操难点，从工序标准化管控、现场工艺优化、安全技术落地、质量全过程把控等角度提出实操性改进方案，以期为同类输变电工程线路现场施工、工艺提质增效提供技术参考。

关键词 输变电工程；线路施工；杆塔组立；架线工艺；杆塔构件组装

中图分类号：TM721；TM752 **文献标志码**：A **DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2026.27.036

0 引言

山地、丘陵、城乡结合地带等多样施工场地，给线路基础浇筑、杆塔安装、导线架设等作业带来诸多现场难题。传统粗放式施工模式易出现工艺不规范、工序衔接混乱、隐蔽工程管控缺失等问题。为提升输变电线路施工标准化与精细化水平，有必要结合现场施工流程，对核心施工技术、实操要点及优化措施展开系统分析，保障工程施工质量与建设效率。

1 输变电工程线路前期筹备与基础施工关键技术

1.1 线路施工现场勘察与路径选址把控

输变电线路施工前现场勘察是保障后续施工顺利推进的前置核心工序，需实地摸排沿线地形地貌、地质构造、植被分布及建筑物、公路、通信线路交叉跨越情况。现场作业人员需采用专业测绘仪器精准采集坐标数据、高程数据，标注不良地质地段、滑坡隐患点及生态敏感区域位置。结合线路输送容量、电压等级合理优化走线方案，尽量避开地质灾害易发区与人口密集建筑区，减少后续施工拆迁工程量与后期运维隐患。勘察过程中同步记录沿线气象规律、季风风向、最大覆冰厚度等参数，为杆塔基础选型、导线型号选配、施工工期排布提供真实现场依据。严格遵循现场实测、数据留存、方案比对的工作流程，杜绝仅凭图纸盲目定线，从源头规避路径选址不合理引发的施工返工与运行安全隐患，为后续各道施工工序奠定扎实的前期基础。

1.2 线路基础开挖与基坑支护施工工艺

线路杆塔基础开挖需依据地质类别选用人工开挖、机械开挖或爆破开挖方式，软土、流沙地层需控制开挖坡度，防止坑壁坍塌[1]。基坑开挖过程中实时监测坑壁土体稳定性，遇松散土层及时设置挡板支护、锚杆加固等防护措施，把控基坑开挖深度、底面尺寸、中心偏移量等关键参数，杜绝超挖、欠挖现象出现。开挖产生的弃土按指定区域有序堆放，避免占用施工通道与破坏周边自然环境。基坑成型后及时清理坑底杂物、浮土，保持基底土层原状结构不受扰动，若遇地下水渗出采用集水井抽水引流，保证基底干燥整洁。严格按照施工图纸核对基坑位置与几何尺寸，做好隐蔽工程影像留存与现场记录，验收合格后方可进入后续混凝土浇筑工序，以此保障杆塔基础整体承载性能与沉降控制效果。

1.3 杆塔基础混凝土浇筑与养护作业

基础混凝土浇筑需严格把控原材料配比、骨料粒径、水灰比指标，现场采用集中搅拌或商混配送模式，保证混凝土和易性与密实度达标。浇筑过程采用分层下料、分层振捣方式，振捣棒均匀排布、缓慢插拔，避免出现漏振、过振引发蜂窝麻面、空洞等质量缺陷。控制浇筑连续作业，中途不得随意停顿，防止基础产生施工冷缝影响整体结构强度。浇筑完成后及时做好顶面抹平、收浆压光，按规范预留基础预埋地脚螺栓，精准控制螺栓间距、垂直度与外露高度。浇筑结束后依据现场气温条件适时开展洒水养护、覆盖保湿养护，

作者简介：蒋斌（1991-），男，本科，工程师，研究方向：输变电管理。

养护周期严格遵守工艺标准，避免阳光直射、低温冻害造成混凝土开裂。全过程落实旁站监督与试件留样检测，以标准化浇筑与养护工艺保障基础结构强度和长期稳定性。

1.4 前期施工物料进场检验与现场布设

施工物料与设备进场是把控线路施工质量的重要关口，钢筋、水泥、砂石、杆塔构件、导线金具等物资进场时，需逐一核查出厂合格证、检测报告、规格型号，对关键材料进行抽样复检，不合格物资一律禁止投入现场使用。现场合理规划施工临时道路、材料堆放区、机械停放区与办公生活区，做到分区明确、通道畅通，满足物料转运与机械作业空间需求。水泥、钢筋等易受潮锈蚀物资采取垫高堆放、防雨遮盖措施，导线、绝缘子、金具分类存放妥善防护，防止磕碰损坏与风化老化。大型施工机械进场后完成调试检修与安全检测，确保机械工况满足施工负荷要求。同步布设现场安全防护设施、警示标识，规范临时用电线路排布，从物料质量、现场布局、设备工况多维度做好前期筹备，为线路连续有序施工创造良好现场条件[2]。

2 输变电工程线路杆塔组立与架线施工核心工艺

2.1 杆塔构件组装与地面拼接施工要点

杆塔进场后按照编号有序摆放，严格依照组装图纸开展地面分片、分段拼接作业，核对构件规格、孔位尺寸、连接螺栓匹配度，杜绝错装、漏装问题发生。组装过程把控构件拼接平整度、整体垂直度，调整塔身节段间隙与拼接错位量，保证构件受力传递均匀顺畅。螺栓安装遵循由内向外、由下至上的紧固顺序，分次对称拧紧，严格控制扭矩标准，防止单侧过紧造成构件变形损伤。铁塔角钢、连接件表面镀锌层若出现轻微破损，及时采用专用防腐涂料修补，避免后期运行中发生锈蚀老化。地面组装完成后全面检查塔身结构尺寸、对角线偏差、构件连接牢固度，做好组装质量自检与互检记录。采用地面整体组装再行起立的作业模式，大幅减少高空作业频次，降低安全风险同时提升杆塔组立整体精度与施工效率，适配野外线路施工的现场作业条件。

2.2 输电杆塔整体起立与就位安装技术

杆塔组立常用抱杆起立、吊车整体吊装等施工方式，需结合场地空间、杆塔重量合理选定作业方案，提前划定施工警戒区域，禁止无关人员进入作业半径范围[3]。吊装作业前校核吊点位置、钢丝绳受力角度，严格把控吊装重量与机械额定负荷匹配关系，设置临时拉线控制杆塔起立姿态，避免起立过程出现倾斜、扭转。杆塔起吊至基础上方后缓慢调整位置，精准对位地脚螺栓，平稳落位就位，实时校正塔身中心偏移与垂直度参数。就位后及时紧固基础地脚螺母，加装临时拉线进行稳固支撑，待整体结构受力稳定后再摘除吊装设备。山地狭窄场地作业时优化吊装站位与拉线布置，规避山体遮挡、地形受限带来的施工难题。全过程落实专人指挥、专人监护，规范高空作业操作流程，以精细化吊装就位工艺保障杆塔安装位置精准、结构稳固可靠。

2.3 输电线路导线展放与张力架线工艺

导线架线施工采用张力展放模式，避免导线地面拖拽造成磨损、刮伤，设置牵引场与张力场合理排布施工机具，把控牵引机、张力机运行速度平稳可控。展放过程实时监控导线张力数值，根据跨越公路、铁路、通信线路等工况调整张力参数，做好交叉跨越隔离防护措施，搭设安全防护架防止导线坠落引发安全事故。导线展放完成后及时进行弧垂观测与调整，采用经纬仪、全站仪多点观测，结合气温、档距修正弧垂数值，保证全线弧垂均匀一致，满足电气安全距离与运行受力要求。耐张段导线压接采用液压接续工艺，严格把控压接顺序、压接尺寸与外观质量，压接后检测接续管弯曲度、外观损伤，做好编号记录。张力架线全程保持匀速作业，减少导线振动与额外应力，提升线路架设工艺质量，保障后期输电运行安全稳定。

2.4 线路附件安装与绝缘匹配布设施工

架线完成后开展绝缘子串、防震锤、间隔棒、接地线等附件安装作业，高空作业人员严格遵循安全操作规范，按标准间距精准定位附件安装位置。绝缘子安装前逐片检查瓷瓶、玻璃绝缘子外观，排查裂纹、破损、污渍缺陷，清洁表面杂物保证绝缘性能达标，安装过程保持串体垂直规整，杜绝歪斜受力[4]。防震锤依照设计距离精准排布，安装夹持牢固防止后期导线微风振动造成疲劳损伤；分裂导线按规范装设间隔棒，控制线间距离均匀稳定，抑制导线次档距振荡。线路接地装置严格依照图纸敷设接地体，把控埋深、敷设长度与焊接质量，焊接部位做好防腐处理，降低接地电阻满足防雷接地技术标准。附件安装完成后逐档核查安装位置、数量、牢固程度，统一工艺标准，完善线路绝缘防护、防雷防护与运行减振能力，夯实线路长期运行基础。

3 输变电线路施工质量管控与现场安全技术保障

3.1 施工现场工序衔接与标准化作业管控

输变电线路施工工序交叉多、流水性强，需合理排布基础、组塔、架线、附件安装各工序施工时序，

做好前后工序衔接交接，避免工序冲突造成工期延误与质量隐患[5]。推行标准化作业指导书落地，每道工序严格按照工艺流程、操作标准开展现场作业，统一施工手法、参数标准与验收尺度。落实班组自检、工序互检、项目部专检三级检查制度，上一道工序验收不合格严禁进入下一道施工环节，重点强化基坑、基础浇筑、隐蔽工程等关键节点全过程管控。根据野外气候特点灵活调整施工计划，雨天、大风、严寒等恶劣天气暂停高危及混凝土浇筑作业，规避气候因素对施工质量的不利影响。细化现场施工分工，明确各岗位技术职责与质量责任，以工序标准化、管控流程化的方式，全面规范现场作业行为，稳定整体施工工艺水平。

3.2 施工全过程质量隐患排查与缺陷整改

线路施工全过程坚持隐患前置排查理念，围绕基础尺寸、混凝土强度、杆塔垂直度、导线弧垂、附件安装等关键点位开展常态化质量巡查[6]。针对施工中易出现的基坑超挖、螺栓紧固不到位、弧垂偏差超标、接地体敷设不规范等常见缺陷，建立隐患台账逐项登记、分类梳理、限期整改。安排技术人员现场跟班作业，实时指导实操工艺，及时纠正不规范操作习惯，把质量问题消除在施工初期阶段。对已完成施工段落开展复测复核，核对杆塔位置、档距、高程、电气安全距离等核心数据，发现偏差及时微调校正。缺陷整改完成后实行复查销号制度，留存影像资料与整改记录，形成排查—整改—复查—归档的闭环管理模式。通过常态化隐患排查与精准整改，从施工过程中严控各类质量缺陷，提升工程整体建设品质。

3.3 野外施工安全防护与高空作业技术措施

输变电线路多地处野外山地、丘陵地带，施工环境复杂、高空作业占比高，必须落实全方位安全技术防护措施[7]。高空作业人员严格佩戴安全防护用具，遵循登高作业规范，严禁违规攀爬、无防护作业，杆塔作业设置安全防护绳与作业平台，杜绝高空坠落风险。吊装、组塔作业划定专属危险作业区，设置围挡与警示标识，专人值守禁止无关人员闯入。临时用电严格执行三级配电、两级保护规范，线路架空布设、接地可靠，杜绝漏电、短路安全隐患。山地施工排查边坡滑坡、落石隐患，合理规划施工行走路径，避开危险崖壁与松散土体区域。定期开展现场安全技术交底与班前安全教育，针对当日施工内容明确风险点与防控措施，强化作业人员安全操作意识。以完善的防护措施、规范的现场管控，有效防范高空、吊装、用电等各类施工安全事故。

3.4 工程竣工复测、资料整理与验收移交

线路主体施工完成后开展全线竣工复测工作，对杆塔位置、基础沉降、塔身垂直度、导线弧垂、交叉跨越距离、接地电阻等关键指标进行全面复测校验，各项参数必须符合设计规范与行业标准。同步整理全过程施工资料，包含现场勘察记录、隐蔽工程验收记录、材料检测报告、工序验收台账、缺陷整改记录、影像资料等，做到资料完整、数据真实、归档规范。严格按照工程验收标准开展分项、分部及整体竣工验收，验收小组现场核查实体质量与内业资料，对验收提出的问题制定整改方案，限时完成闭环整改[8]。整改全部合格后完成工程移交手续，同步梳理线路施工工艺亮点与现场实操经验，形成标准化施工经验留存，为后续同类输变电线路工程施工提供工艺借鉴与技术支撑，保障工程顺利投运及后期运维管理有序开展。

4 结束语

规范线路基础浇筑、杆塔吊装、张力架线、附件安装等核心工艺，落实工序标准化作业与全过程质量隐患排查，能够有效规避施工缺陷，提升线路建设品质。同时，强化野外高空作业安全防护、工序衔接管控与竣工复测归档，可全面保障工程施工安全与建设成效。持续优化现场施工工艺、细化过程管控标准，能够不断提升输变电线路施工专业化水平，为电力网架安全稳定运行提供坚实的工程保障。

参考文献：

[1] 贾瑞波.输变电工程线路施工技术分析[J].电力设备管理,2024(23):225-227.
[2] 郑旭红.220 kV输变电工程线路施工技术分析[J].科技创新与应用,2024,14(14):168-171.
[3] 张国龙.输变电工程线路施工技术分析[J].光源与照明,2024(02):156-158.
[4] 吴雷.220kV输变电工程中的线路施工技术分析[J].集成电路应用,2022,39(08):292-294.
[5] 杨静东.输变电工程线路的施工技术分析[J].电子技术,2021,50(03):78-79.
[6] 王臻,史晟玮.输变电工程线路施工技术研究[J].仪器仪表标准化与计量,2025(05):26-28.
[7] 周理聪.输变电工程线路施工技术分析[J].电力系统装备,2024(02):97-98,147.
[8] 王亚茹.输变电工程线路施工技术应用研究[J].中国设备工程,2023(04):193-195.