

高压输电线路关键施工工艺优化及全过程安全质量管控研究

刘 晶

青海恒通电力工程建设有限责任公司 青海 西宁 810000

摘 要：高压输电线路是电力能源输送的核心基础设施，其施工工艺水平与安全质量管控效果，直接关系到电网运行的稳定性与安全性。本文以高压输电线路施工体系为研究对象，系统分析了基础施工、杆塔组立、张力架线、附件安装四大核心工序的现存技术短板，并针对性地提出了精细化、标准化的工艺优化方案。

关键词：高压输电线路；关键施工工艺；优化；全过程；安全质量

引言

随着电网建设规模持续扩大，输电线路覆盖区域越来越广，施工环境也趋于复杂，行业对线路施工精度、安全标准、服役年限的要求不断提升。传统高压输电施工长期依赖经验化作业模式，核心工序缺乏统一的精细标准，工艺细节把控不到位。施工偏差的积累容易造成杆塔受力不均、导线弛度异常、附件贴合不良等质量问题，给线路投运后的故障跳闸和设备损坏埋下隐患。

1 高压输电线路关键施工工艺优化策略

1.1 基础施工工艺优化方案

(1) 前期勘测和基坑开挖，不能再沿用老一套粗放式的测量方法，得换成精细化定位。根据现场地形、地质和土层情况，把基坑的开挖范围和深度算准，不能光凭经验干。像山地、丘陵这类复杂场地，还要优化开挖顺序和土方堆放方式，尽量减少土体扰动对基底的影响。边坡防护也要跟上，别让雨水冲刷或塌方把基坑尺寸搞偏了，基底土层的完整性和承载力才有保障，后续浇筑才能有个可靠的基础。(2) 混凝土浇筑是基础施工里的关键工序，配比和作业流程都得优化。根据现场的湿度、温度来调整拌合参数，保证混凝土的和易性和密实度。原材料进场质量要把好关，别出现骨料杂质多、粉料配比失衡这些情况。浇筑时采用分层匀速的方式，控制好每层厚度，配合规范振捣，把混凝土内部的气泡和空隙排掉，避免出现蜂窝麻面或内部疏松^[1]。一次性快速浇筑带来的应力不均问题也要杜绝，基础的整体强度才能上去。(3) 养护和成品保护也不能忽视，野外露天施工温差大，混凝土容易表面开裂、强度长得慢。要根据季节调整养护周期和保湿方式，让基础表面一直保持湿润，减小内外温差带来的收缩应力。施工完了及时做好围挡，防止人踩、外力碰撞或者雨水泡了还没固化的基础。

1.2 杆塔组立精细化施工工艺优化

(1) 施工前期，测量和定位就得做细，不能再像以前那样粗略地校准。用高精度设备把基础顶面标高、中心点位复核一遍，提前把基础偏差找出来。然后根据杆塔的结构参数和现场地形，把吊装站位、起重路径、组立顺序都规划好，尽量减少吊装过程中的偏移和磕碰，从源头上保证组立精度。(2) 到了吊装环节，工艺和操作规范也要跟上，流程得统一。起吊速度要控制住，保持平稳匀速，别急拉急放，不然结构容易晃动甚至变形。如果是分段组立，对接拼接要规范，塔材贴合紧了，接口对正了，才能避免出现错位缝隙^[2]。螺栓施工也别马虎，按对称紧固、分次加压的原则来，别单边紧到头，否则塔身容易变形，应力也会集中。(3) 组立完了，校正和防护也得细致。别想一次到位，分次微调着来，慢慢把塔身垂直度和整体姿态校准，把安装偏差控制在最小。校正完及时做一遍全面复检，看看有没有松动的构件或者细微偏差。同时杆塔的成品防护要做好，免得后期外力一碰就出现位移。

1.3 张力架线施工工艺升级与改进

(1) 以前张力控制精度老是不够，这块得升级一下，改成全程匀速稳态放线。别再凭经验去调张力了，用精细化的调控机制，根据线路档距、导线规格和现场环境把基础张力参数定好。放线过程中张力要保持稳定，别一会儿大一会儿小，不然导线容易被拉变形，或者线路松紧不匀。弛度误差从核心层面控制住，整条线受力才能均匀。(2) 导线防护和通道施工也要优化，传统架线容易让导线跟地面、树枝、支架摩擦磕碰，表面就伤了。先把架线通道清理标准规范好，施工区域里可能造成摩擦的障碍物提前清掉。牵引和张力设备的位置排布要合理，牵引节奏调一下，让导线悬空匀速往前走，这样磨

损、刮伤这些常见缺陷就能大幅减少。(3) 后期的驰度微调和收尾也不能马虎, 架线初步完成后, 别想着一次就定型, 得分段复核、分次微调。温差和环境风速会影响形变, 驰度得动态校正, 保证各档线路成型一致。紧线顺序也要严格规范, 按对称均匀受力的原则来, 别让局部应力集中, 影响整条线路的结构稳定性。

1.4 线路附件安装标准化工艺优化

(1) 施工前期, 先把预处理做标准, 施工规范统一起来。各类金具、绝缘子、防护附件进场前都要全面核查, 破损的、变形的、规格不对的统统筛掉, 不合格材料坚决不能用。同时把导线安装位置的污物和杂质清理干净, 保证接触面洁净平整, 别让异物残留导致附件贴合不紧、受力不均, 把标准化的基础打牢。(2) 施工过程中, 安装流程要统一, 附件装在哪、怎么装都得有规范。严格按照线路施工的技术标准来控制安装间距、角度和对位精度, 不能光凭经验随便装。紧固作业这块, 采用分次对称紧固的方式, 别单点用力过猛, 否则导线容易挤压变形, 附件也会跑偏^[3]。各类螺栓的紧固力度也要统一, 太松了容易松动, 太紧了又可能损伤构件, 得控制好。(3) 初步安装完成后, 增加一道精细化复检和修整工序。把全线附件的平整度、紧固状态、贴合程度挨个过一遍, 小的安装偏差及时校正。同时附件防护工艺也要优化, 防护构件的装配方式要规范, 别留下安装缝隙或者悬空错位, 线路的整体防护性能和绝缘稳定性才能上去。

2 高压输电线路施工全过程安全管控体系

2.1 施工前期安全风险辨识与评估

(1) 前期安全管控需全面覆盖施工环境、设备器械、人员配置、施工工艺等多个维度, 开展全方位隐患排查。结合输电线路施工场地的地形地貌、气候条件、周边构筑物分布, 梳理环境层面的潜在安全风险。野外作业容易受大风、降雨、高温等天气影响, 会明显增加高空作业和吊装作业的安全隐患, 需提前完成系统性研判。(2) 针对工程施工方案与工艺技术开展风险辨识, 对照基础施工、杆塔组立、张力架线等核心工序的技术特点, 梳理各作业环节的操作风险与设备运行隐患。结合施工器械的运行状态, 排查机械设备老化、性能不达标、运维不到位等问题, 避免设备故障引发安全事故。对施工人员的专业能力、安全素养和作业资质进行整体核查, 杜绝无证作业或能力不足带来的人为安全隐患。(3) 在完成风险辨识的基础上, 建立分级分类的风险评估体系。根据隐患危害程度、发生概率与影响范围, 对各类安全风险进行等级划分, 明确高风险作业环节与重点管控区域。结合评估结果针对性制定前置防控措施, 优化施工

方案与作业计划, 对高风险工序提前做好防护预案和应急处置方案。通过落实精细化的前期风险辨识与科学评估, 改变传统被动式安全管理模式, 实现安全隐患的提前预判与源头治理, 有效规避施工安全风险。

2.2 施工准备阶段安全管控要点

(1) 人员安全管控是准备阶段的核心内容之一, 工程开工前需统一组织全员安全教育培训, 结合本线路工程的施工环境与工序特点, 普及高空作业、机械操作、野外施工等专项安全知识。重点强化施工人员的安全认知和风险防范意识, 纠正传统施工中凭经验操作的不良习惯。(2) 物资与设备安全管控同样不可忽视, 施工开展前需对进场机械、起重设备、张力设备及各类安全防护用具进行全面性能检测。检查机械设备的运行状态、零部件磨损情况及制动系统稳定性, 排除设备带病进场作业的隐患^[4]。对安全帽、安全绳等防护用品逐一检查外观完整性与防护性能, 淘汰老化失效、防护能力不达标的物资, 确保所有进场设备与防护用品均满足野外高压施工的安全标准。(3) 现场场地与安全制度建设需同步落实, 结合线路走向与施工布局合理规划施工区域, 划分作业区、设备停放区与通行区域, 做好场地隔离与警示布置。针对山地郊野等复杂施工环境, 提前清理场地周边的危险障碍物, 完善边坡防护和排水设施, 减少环境因素带来的安全风险。

2.3 现场施工过程动态安全管控措施

(1) 现场得建一套常态化动态巡查机制, 安全监督不能断档。安排专职安全管理人员全程盯着作业面, 跟着工序走, 同步监督。高空吊装、张力放线、塔材安装这些高风险环节要重点盯, 不规范操作当场纠正。现场环境要是临时起变化, 得及时预警, 大风、降雨这种突发天气别让它干扰施工, 违规操作和隐患问题争取第一时间发现、第一时间处理。(2) 作业人员的动态行为管控也要抓严, 把人为风险降下来。野外施工现场人员流动性大, 干着干着就容易松懈。现场安全交底得持续做, 根据当天施工内容更新安全注意事项, 让作业人员清楚今天风险在哪。作业流程要规范, 擅自改施工步骤或者简化安全防护流程的事坚决不能干。高空作业防护戴没戴好、机械操作规不规范、跨区域作业有没有权限, 这些都得实时查, 从人员行为上把安全风险空间压到最小。(3) 设备和作业环境的动态管控也得跟上, 施工机械长期连续跑, 部件磨损、性能下降都难免, 施工间隙要做动态复检, 机械故障、线路老化、制动失灵这些问题及时排查, 设备带病作业绝对不行。并且作业场地状态要实时盯着, 根据施工进度动态调整安全围挡和警示标识,

作业区堆的杂物和废料及时清掉。(4) 再建一套动态隐患整改和闭环管理机制。巡查发现的各类安全问题分类登记好,明确谁负责、什么时候改完,发现一处整改一处。现场风险台账同步更新,根据工序推进动态调整风险等级和管控重点,别让隐性安全隐患留到后面。

2.4 施工后期验收与退场安全管理

(1) 工程进收尾阶段后,先做安全专项验收。跟常规的质量验收不一样,后期安全验收主要看现场安全措施落没落实、遗留风险整改得到不到位。工作人员要把作业区域的设备布设、防护设施、临时作业结构的安全状态都查一遍,重点核对高空附件安装点位、临时支撑结构以及机械作业区域有没有残留隐患。前期施工发现的问题整改情况也要复核,确保所有风险都闭环处理了。(2) 施工后期,机具、防护用品、零散塔材配件到处都有,随便堆放容易引发坠落、磕碰和设备损坏^[5]。得按分类规整的原则统一收纳,大型机械设备先停机检查、核验性能、做好保养,确认设备状态合格了再启动退场转运。设备装卸和转运流程要把控好,避免不规范操作造成设备损毁或安全事故。(3) 作业区域残留的施工废料、废弃线材、杂物要彻底清理掉,场地遗留的尖锐构件和危险杂物也得消除。施工过程中改造过的场地结构要规整复原,边坡、基坑、临时通道有没有坍塌隐患都得排查一遍,不能让场地遗留安全风险,保证施工区域整体环境安全稳定。(4) 退场人员的安全管理和资料归档也要完善,统一组织离场安全教育,别因为快收尾了就松懈,出现末端违规操作。全程的安全管控记录和隐患整

改台账同步整理好,形成完整的安全管理档案。后期安全管控做到位了,施工收尾阶段的安全盲区就能消除,全过程安全管理体系也就完善了,高压输电线路工程才能安全竣工、平稳交付。

结语

总之,从实践层面看,工艺优化与全过程管控体系的结合,能显著提升高压输电线路的施工规范性与成型质量,大幅降低施工安全隐患及线路后期运行故障概率。未来高压输电线路施工将持续向标准化、精细化、智能化方向发展。随着新型施工技术与数字化管控手段的普及,输电工程的施工质量与安全管理水平有望进一步提升,从而保障电力输送系统的安全、稳定、高效运行。

参考文献:

- [1]谢春.高压输电线路的优化设计与施工技术研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2026,(2):087-090.
- [2]黎碧林.输电线路施工管理的关键技术及质量控制研究——以110kV电网建设项目为例[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025,(9):009-012.
- [3]覃瑞超.高压输电线路施工的工艺流程及质量控制要点[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025,(7):091-094.
- [4]郑斌,云景.恶劣气候条件下高压输电线路张力架线施工技术的应对策略[J].中国科技期刊数据库 工业A,2026,(1):156-158.
- [5]王俊.高压输电线路全过程机械化施工技术应用研究[J].科学技术创新,2026,(4):225-228.