

# 高压输电线路施工安全技术措施探讨

杨福英 张得科 潘杰

甘肃送变电工程有限公司 甘肃 兰州 730050

**摘要:** 高压输电线路施工因环境复杂、高空作业多、交叉跨越频繁等特点,安全风险显著。本文系统探讨施工安全技术措施,涵盖前期风险评估、现场勘查与专项方案编制,施工过程中的基础施工、杆塔组立、架线工程等环节的安全管控,以及针对恶劣天气、特殊地形等环境风险的预防策略。同时强调建立健全安全管理制度、加强人员培训与应急演练,以构建全方位、多层次的施工安全保障体系。

**关键词:** 高压输电线路; 施工安全; 技术措施

## 引言

高压输电线路作为电力传输的“大动脉”,其安全稳定运行关乎国计民生。随着电网建设规模持续扩大、施工环境愈发复杂,高压输电线路施工面临诸多新挑战。施工过程不仅涉及高空、带电、交叉跨越等高风险作业,还受地理、气候等自然因素影响显著。一旦发生安全事故,不仅会造成人员伤亡与财产损失,还会影响电力供应与社会稳定。因此,深入探讨高压输电线路施工安全技术措施具有重要的现实意义。

## 1 高压输电线路施工特点与安全风险分析

### 1.1 施工环境特点

(1) 地理环境复杂多样: 高压输电线路往往需要连接不同区域,常途经山区、丘陵、河流湖泊等复杂地形,部分线路还需穿越城市密集区、交通要道等区域。山区施工面临地形陡峭、植被茂密、通行困难等问题,跨越河流施工需应对水流冲击、水域作业限制等挑战,城市区域施工则需协调周边建筑、管线及交通通行,大幅增加了施工难度。(2) 气候条件影响显著: 施工过程易受极端气候干扰,高温天气可能导致施工人员中暑、设备性能下降; 强风、暴雨天气会影响高空作业稳定性,增加施工风险; 雷雨季节的雷击风险不仅威胁施工人员安全,还可能损坏施工设备,极端低温则可能导致材料性能变化、施工机械故障。

### 1.2 施工工艺特点

(1) 关键施工环节集中: 施工流程涵盖杆塔组立、导线架设、跨越施工等核心环节,各环节关联性强、技术要求高。杆塔组立需精准控制垂直度和稳定性,导线架设涉及张力控制、弧垂调整等关键技术,跨越施工(如跨越公路、铁路、原有线路)则需兼顾施工安全与周边设施正常运行,任一环节出现问题都可能影响整体施工质量与安全。(2) 施工技术专业性强: 各工艺环节

对施工人员专业能力和设备操作水平要求较高,需配备专用施工机械(如塔吊、张力机)和防护设备,同时需严格遵循施工规范,确保施工流程标准化、规范化,避免因操作不当引发安全事故<sup>[1]</sup>。

### 1.3 主要安全风险识别

(1) 人员操作类风险: 高空作业易引发高空坠落风险,施工过程中工具、材料摆放不当可能导致物体打击事故; 线路施工与电力系统紧密相关,易出现触电风险,施工机械操作不规范则可能引发机械伤害,此类风险直接威胁施工人员生命安全。(2) 灾害与突发类风险: 自然环境因素可能引发坍塌(如杆塔基础坍塌、边坡滑坡)、雷击等灾害; 施工过程中还可能发生火灾(如焊接作业引燃易燃物)、线路短路等突发事件,此类风险具有突发性强、影响范围广的特点,易造成人员伤亡和财产损失。

## 2 高压输电线路施工安全技术措施

### 2.1 基础施工安全技术

(1) 强化基坑开挖与支护安全管控: 施工前精准勘察地质条件,根据土壤类型、基坑深度制定专项开挖方案,软土、边坡区域优先采用放坡开挖或支护加固措施,如钢板桩、土钉墙支护等。基坑周边设置连续围挡和安全警示标识,严禁堆放重物,避免边坡坍塌; 开挖过程中实时监测边坡位移,遇地下水丰富区域需配套降水设备,防止基坑积水引发地质失稳,同时规范设置施工通道,保障人员通行安全。(2) 规范混凝土浇筑与基础稳固技术: 浇筑前严格校验模板刚度、强度及支撑稳定性,确保浇筑过程中模板不变形、不位移。混凝土浇筑需连续进行,振捣到位避免蜂窝、空洞等质量缺陷,浇筑完成后及时覆盖养护,保障基础强度达标。对大体积混凝土基础,采取分层浇筑、温控降温措施,防止温度裂缝影响基础稳固性; 基础完工后需经承载力检测合

格,方可进入后续杆塔组立工序。

## 2.2 杆塔组立安全技术

(1) 严格大型机械操作规范: 起重机、抱杆等大型机械进场前需经安全检测, 操作人员必须持证上岗并熟悉设备性能。作业前划定危险作业区域, 设置警戒标识, 严禁无关人员进入; 机械站位需选择平整坚实场地, 必要时铺垫钢板或道木增大受力面积, 防止机械下陷。起吊过程中精准控制起吊速度和幅度, 避免急升急降、斜吊歪拉, 专人指挥协调, 确保杆塔组件平稳就位<sup>[2]</sup>。(2) 完善高空作业防护体系: 高空作业人员必须佩戴合格的安全防护装备, 作业平台需搭设牢固, 配备防坠落装置如速差器、安全绳等, 且安全绳需独立悬挂、高挂低用。杆塔上作业点下方设置安全网, 防止人员坠落受伤; 遇大风、雷雨等恶劣天气, 立即停止高空作业。同时规范工具材料传递方式, 采用绳索吊运, 严禁抛掷, 避免物体打击事故。

## 2.3 导线架设与跨越施工安全技术

(1) 严控张力放线与紧线工艺安全: 张力放线前检查放线设备、导线及绝缘子质量, 确保设备性能完好、导线无损伤。放线过程中精准控制张力, 避免导线过度拉伸或松弛, 防止导线跳槽、缠绕引发故障; 紧线作业需同步监测导线弧垂, 确保弧垂符合设计要求, 避免因弧垂过大或过小影响线路安全运行。作业区域全程设专人监护, 及时处理放线过程中的卡顿、跑偏等问题。(2) 落实跨越施工专项防护方案: 跨越公路、铁路、电力线等重要设施时, 提前与相关管理部门沟通报备, 制定专项防护方案。采用搭设跨越架、悬挂安全网等防护措施, 对原有电力线实施停电或带电防护, 确保跨越过程不影响周边设施正常运行。跨越施工期间安排专人值守交通要道, 疏导车辆行人, 设置醒目警示标识, 严禁在跨越区域下方停留或通行, 保障施工与公共安全。

## 2.4 特殊环境施工安全技术

(1) 制定特殊地形适应性措施: 山区施工需修整施工便道, 增设防滑、防坠落防护, 配备应急救援设备; 沼泽区域采用铺垫钢板、搭设栈桥等方式保障通行, 避免人员陷入或设备下陷; 高海拔地区重点做好高原反应防护, 为施工人员配备供氧设备, 调整施工节奏, 同时加强设备维护, 防止因低温、缺氧影响设备性能。施工前开展专项环境勘察, 优化施工方案, 降低地形风险。(2) 完善极端天气应急预案: 针对台风、冰雪等极端天气, 提前制定专项应急预案, 储备应急物资如防滑链、除冰设备、应急电源等。台风来临前对杆塔、施工机械进行加固, 转移施工人员至安全区域; 冰雪天气及时清除线路

及施工区域积雪积冰, 检查杆塔基础及结构稳定性, 必要时暂停户外作业。建立极端天气预警机制, 实时关注气象信息, 提前做好防范准备, 降低灾害损失<sup>[3]</sup>。

## 3 高压输电线路施工智能化与信息化安全技术应用

### 3.1 施工安全监测技术

(1) 无人机巡检与实时影像传输技术深度应用: 采用搭载高清摄像头、红外热成像仪的工业无人机, 对高空杆塔、导线架设等危险作业区域开展全方位巡检, 替代传统人工高空巡检, 大幅降低人员安全风险。通过5G通信模块实现巡检影像实时回传至控制中心, 管理人员可远程实时监控施工状态, 及时发现违规操作、设备隐患等问题, 同步下达整改指令, 提升安全监管效率。

(2) 多维度传感器监测系统部署: 在杆塔基础、塔身结构、导线等关键部位安装应力传感器、位移传感器, 实时采集结构受力、变形数据; 在施工区域布设气象传感器, 精准监测风速、温度、降水等气象参数。所有监测数据接入后台分析系统, 设置安全阈值, 当数据超出阈值时自动触发预警, 为施工安全决策提供数据支撑, 提前规避坍塌、风载超限等风险。

### 3.2 数字化安全管理平台

(1) BIM技术赋能施工模拟与风险预警: 基于BIM技术构建输电线路施工全三维模型, 对杆塔组立、跨越施工等关键环节进行可视化模拟, 提前预判施工过程中可能出现的空间冲突、操作难点等问题。将模拟数据与现场监测数据融合, 建立风险预警模型, 针对高风险工序自动推送预警信息, 指导施工人员优化施工方案, 提升施工安全管控的精准性。(2) 人员定位与安全行为分析系统落地: 为施工人员配备内置定位模块的智能设备, 通过GPS+北斗双模定位技术, 实现施工人员实时位置追踪, 划定危险作业区域电子围栏, 人员误入时立即发出声光预警。同时结合视频监控与AI算法, 对施工人员未佩戴安全防护装备、高空抛物等违规行为进行智能识别与抓拍, 形成违规行为台账, 强化安全行为管控<sup>[4]</sup>。

### 3.3 智能穿戴设备与应急救援技术

(1) 智能穿戴装备功能升级迭代: 推广使用具备定位、一键报警、生命体征监测功能的智能安全帽, 当施工人员发生高空坠落时, 安全帽内置的加速度传感器可自动触发报警, 同步上传位置信息; 智能安全带集成拉力传感器, 实时监测佩戴状态与受力情况, 出现未正确佩戴或拉力异常时及时预警, 筑牢人员安全防护第一道防线。(2) 应急通信与快速响应机制完善: 构建基于卫星通信、5G的多链路应急通信网络, 确保极端环境下施工区域与应急指挥中心通信畅通。建立智能应急救援平

台,整合人员定位、现场监控、预警信息等数据,发生突发事故时,系统自动生成救援路线、调配周边应急资源,指导救援人员快速开展抢险救援,缩短应急响应时间,降低事故损失。

#### 4 高压输电线路施工安全管理与保障措施

##### 4.1 安全管理制度与责任体系

(1) 全面落实安全生产责任制:构建“全员参与、层层负责”的责任体系,明确项目经理、技术负责人、施工班组、作业人员等各层级安全职责,签订安全生产责任书,将安全责任细化到具体岗位、具体人员。建立责任追究机制,对违反安全制度、引发安全事故的单位和人员严肃追责,确保安全管理要求落地执行。同时完善安全生产规章制度,涵盖施工各环节安全操作规范、设备管理、现场管控等内容,形成闭环管理体系。(2) 健全安全教育培训与考核机制:制定分级分类培训计划,针对管理人员开展安全管理能力培训,针对施工人员开展岗前安全技能、应急处置培训,重点强化高空作业、带电作业等危险工序的安全操作培训。采用理论教学与实操演练相结合的方式,培训后组织严格考核,考核合格后方可上岗作业。建立培训档案,定期开展继续教育和专项培训,及时更新安全知识和技能,提升全员安全意识和应急处置能力。

##### 4.2 风险分级管控与隐患排查治理

(1) 规范危险源辨识与风险评估流程:采用LEC法(危险性评价法)等科学方法,全面辨识施工过程中的危险源,涵盖地形环境、施工工艺、设备设施、人员操作等多方面。对辨识出的危险源进行分级评估,确定重大、较大、一般、低风险四个等级,建立危险源台账,明确管控责任人和管控措施,对重大危险源实施重点监控,设置警示标识,制定专项管控方案。(2) 完善隐患排查治理闭环管理:建立“日常排查、专项排查、综合排查”相结合的隐患排查机制,明确排查频次、排查内容和责任人员。对排查发现的隐患,分类登记建立台账,明确整改责任人、整改措施和整改期限,实行“销号管理”。整改完成后组织复查验收,确保隐患彻底消除。同时建立隐患排查治理通报制度,定期汇总分析隐患分布和整改情况,优化管控措施,从源头防范隐患滋生<sup>[5]</sup>。

##### 4.3 应急预案与事故处置能力建设

(1) 强化应急预案编制与演练:结合高压输电线路施工特点,编制涵盖高空坠落、触电、坍塌、极端天气等各类突发事件的专项应急预案,明确应急组织机构、应急响应流程、救援措施和物资保障等内容。定期组织应急演练,针对不同类型事故开展实战化演练,检验应急预案的科学性和可操作性,提升施工人员应急响应、协同配合和自救互救能力。演练后及时总结评估,针对存在的问题优化应急预案。(2) 规范事故报告与调查分析流程:建立快速事故报告机制,发生安全事故后,现场人员立即向现场负责人和应急指挥中心报告,情况紧急时可直接启动应急响应。严格按照“四不放过”原则(事故原因未查清不放过、责任人未处理不放过、整改措施未落实不放过、有关人员未受到教育不放过),组织事故调查分析,查明事故原因、性质和责任,形成事故调查报告。根据调查结果制定防范措施,整改到位后组织复查,防止同类事故再次发生。

##### 结束语

高压输电线路施工安全至关重要,关乎施工人员生命、电网稳定运行与社会发展。本文全面探讨了施工安全技术措施,从前期规划、过程管控到特殊环境应对,以及智能化信息化手段运用和安全管理体系统构建,形成了一套较为完备的安全保障方案。然而,施工安全工作永无止境,未来仍需不断研究新技术、新方法,持续优化安全措施,以适应不断变化的施工环境与要求,筑牢高压输电线路施工的安全防线。

##### 参考文献

- [1]李浩.探究高压输电线路施工技术与检修方法[J].轻松学电脑,2021,(04):51-53.
- [2]陶志.高压输电线路施工安全管理分析[J].建筑技术研究,2021,4(05):64-65.
- [3]王来成.高压输电线路施工安全管理分析[J].大众用电,2021,36(07):63-65.
- [4]张卫华.高压输电线路检修中安全措施分析[J].电子技术,2021,50(07):220-221.
- [5]刘云.高压输电线路运行中常见的问题及其维护检修[J].通信电源技术,2020,37(01):273-274.