

# Analysis and Research on Construction Technologies for Transmission Lines in Power Engineering

Minwei Ni Yi Zheng

Zhejiang Electric Power Transmission & Transformation Engineering Co., Ltd., Fuyang, Hangzhou, 310009, China

## Abstract

With the rapid socio-economic development and continuous growth in energy demand, the construction of transmission lines in power engineering faces higher requirements. As a critical component of the power system, the construction technology of transmission lines directly impacts the stability, safety, and economic efficiency of the power grid. Currently, transmission line construction must address challenges such as complex geographical environments, extreme weather conditions, and the integration of clean energy into the grid, making traditional technologies insufficient to meet the demands of modern power grid construction. Therefore, researching the innovation and optimization of transmission line construction technologies is of great significance for enhancing power grid operational efficiency and ensuring the security of energy supply. This paper analyzes five aspects: foundation construction, pole and tower erection, wire stringing technology, intelligent applications, and green construction, exploring technological development trends and practical implementation paths to provide theoretical support and practical references for the construction of transmission lines in power engineering.

## Keywords

power engineering; transmission lines; construction technology; intelligent applications; green construction

## 电力工程输电线路施工技术分析研究

倪闽炜 郑毅

浙江省送变电工程有限公司, 中国·杭州 富阳 310009

## 摘要

随着社会经济的快速发展和能源需求的持续增长, 电力工程输电线路建设面临更高要求。输电线路作为电力系统的关键组成部分, 其施工技术直接影响电网的稳定性、安全性和经济性。当前, 输电线路施工需应对复杂地理环境、极端天气条件及清洁能源并网等挑战, 传统技术已难以满足现代化电网建设需求。因此, 研究输电线路施工技术的创新与优化, 对提升电网运行效率、保障能源供应安全具有重要意义。本文从基础施工、杆塔架设、架线技术、智能化应用及绿色施工五个方面展开分析, 探讨技术发展趋势与实践路径, 为电力工程输电线路建设提供理论支持与实践参考。

## 关键词

电力工程; 输电线路; 施工技术; 智能化; 绿色施工

## 1 引言

电力工程输电线路是连接发电端与用电端的核心通道, 其施工技术水平直接决定电网的输送能力与抗风险能力。近年来, 随着能源结构转型和电网智能化升级, 输电线路施工面临新的技术挑战: 一方面, 极端天气频发对线路抗灾能力提出更高要求; 另一方面, 清洁能源大规模并网需构建跨区域、高效率的输电网络。此外, 传统施工技术存在效率低、成本高、环境影响大等问题, 亟需通过技术创新实现突破。因此, 系统分析输电线路施工技术的发展现状与优化方向, 对推动电力行业高质量发展具有重要现实意义。

【作者简介】倪闽炜(1999-), 中国杭州富阳人, 本科, 助理工程师, 从事电力工程技术研究。

## 2 基础施工技术: 稳定性的核心保障

基础施工是输电线路建设的首要环节, 其质量直接影响杆塔的稳定性和线路的安全性。

### 2.1 基础施工在输电线路建设中的核心地位

基础施工是输电线路建设的起点, 其质量直接决定杆塔的长期稳定性与线路的整体安全性。作为支撑输电线路的关键结构, 基础需承受杆塔传递的垂直荷载、水平荷载及风振、地震等动态作用力。若基础设计或施工存在缺陷, 可能导致杆塔倾斜、沉降甚至倒塌, 进而引发线路故障、停电事故, 甚至造成人员伤亡与财产损失。因此, 基础施工不仅是技术问题, 更是安全保障的核心环节。其重要性体现在两方面: 一是为杆塔提供稳固的支撑平台, 确保线路在复杂环境下的长期稳定运行; 二是通过科学设计减少后期维护成本, 延长输电线路的使用寿命。当前, 随着电网规模扩大与运行

环境复杂化，基础施工的技术要求愈发严格，需兼顾承载能力、耐久性与环境适应性，以应对不同地质条件下的施工挑战。<sup>[1]</sup>

基础施工的质量控制贯穿设计、材料选择与施工全流程。设计阶段需根据地质勘探数据，结合线路电压等级、杆塔类型及环境荷载，精准计算基础尺寸与配筋方案。材料选择上，混凝土强度等级、钢筋规格及防腐处理需符合标准，避免因材料性能不足导致基础老化加速。施工过程中，模板安装、钢筋绑扎、混凝土浇筑等环节需严格遵循工艺规范，例如通过分层振捣消除混凝土内部气泡，提升结构密实度；采用保温养护措施减少温度裂缝，增强抗渗性能。

## 2.2 差异化设计应对复杂地质条件

输电线路跨越平原、山区、软土、冻土等多种地质环境，单一基础形式难以满足所有场景需求，因此需根据地质条件采用差异化设计方案。平原地区地质均匀、承载力较高，钢筋混凝土基础因其成本低、施工便捷成为首选。通过优化配筋比例，如增加底部钢筋数量或采用双层配筋，可提升基础抗弯与抗剪能力；改进浇筑工艺，如采用商品混凝土与泵送技术，可减少施工缝与蜂窝麻面，增强结构整体性。山区或软土地基中，土方开挖易引发山体滑坡或地基沉降，掏挖式基础通过直接利用原状土作为承载体，减少开挖量与回填工作量，同时降低对周边生态的扰动；岩石锚杆基础则通过在岩层中钻孔、植入锚杆并灌注水泥砂浆，将杆塔荷载直接传递至深层岩石，适用于地质坚硬但表层覆盖层较薄的区域。

特殊地质条件对基础施工提出更高要求。冻土地区因季节性冻融循环易导致基础上浮或沉降，热棒技术通过在基础周围插入装有氨或二氧化碳的密闭钢管，利用相变吸热原理降低土体温度，减少冻胀变形；化学加固方法则通过向土体注入水泥浆或化学溶液，填充孔隙并形成加固体，提升土体强度与抗变形能力。湿陷性黄土地区遇水易发生沉降，需通过强夯、灰土挤密桩等预处理措施消除湿陷性，或采用防水卷材包裹基础防止水分侵入。差异化设计的核心在于因地制宜，通过技术手段弥补地质缺陷，确保基础在不同环境下的稳定性与耐久性。

## 2.3 精细化地质勘探与动态监测的技术支撑

精细化地质勘探是基础施工差异化设计的前提。通过钻探、物探、原位测试等手段，获取地层分布、岩土性质、地下水位等关键参数，为基础形式选择与尺寸计算提供依据。例如，山区施工需重点勘探断层、滑坡等不良地质体，避免基础位于不稳定区域；软土地基需测定压缩模量与承载力，防止因地基沉降导致杆塔倾斜。地质勘探的精度直接影响设计合理性，若数据偏差过大，可能导致基础承载力不足或材料浪费，增加工程成本与安全风险。

## 3 杆塔架设技术：适应性与效率的平衡

杆塔作为输电线路的支撑结构，其架设技术需兼顾地

形适应性、施工效率与经济性。

### 3.1 杆塔选型多样化与地形适应性

杆塔选型是输电线路设计中的关键环节，其核心目标是根据不同地形条件选择最优结构形式，以平衡稳定性、施工效率与经济性。平原地区地势开阔、地质均匀，自立式铁塔因结构简单、组装便捷成为主流选择。此类杆塔采用模块化设计，通过标准化构件快速拼装，显著缩短现场施工周期；<sup>[2]</sup>同时，其自立式结构无需拉线固定，减少土地占用，适合大规模机械化作业。山区或跨越河流时，地形起伏大、荷载条件复杂，耐张塔或跨越塔通过优化结构布局提升稳定性。耐张塔采用双回路或多回路设计，增强抗风与抗冰能力，避免因单塔故障导致大面积停电；跨越塔则通过增高塔身或采用桁架结构，满足大跨度跨越需求，减少对河流生态的干扰。城市密集区土地资源紧张，紧凑型杆塔通过缩小横担间距、优化绝缘子布置，在有限空间内实现线路架设，同时降低电磁辐射与噪音影响，提升城市环境兼容性。

### 3.2 机械化施工提升效率与安全性

杆塔架设的机械化施工是提升效率与安全性的核心手段。传统人工架设需大量高空作业，存在坠落、物体打击等安全风险，且施工周期长、精度低。机械化施工通过引入专用设备与自动化技术，实现杆塔组立、焊接、紧固等工序的标准化操作。例如，起重机与抱杆组合可完成重型杆塔的垂直吊装，通过液压系统精准控制起升速度与角度，避免构件碰撞；无人机巡检技术则用于架设前的地形勘测与路径规划，通过高清影像与三维建模识别障碍物，优化杆塔位置与高度，减少后期调整工作量。

### 3.3 防腐技术升级延长杆塔使用寿命

杆塔长期暴露于自然环境中，需承受风振、腐蚀、紫外线等多重因素作用，防腐技术是保障其使用寿命的关键。热浸镀锌是传统防腐工艺，通过将杆塔浸入熔融锌液形成致密锌层，隔绝钢材与腐蚀介质的接触，其防腐寿命可达20年以上。然而，热浸镀锌存在能耗高、污染大等问题，且在强腐蚀环境中仍需定期维护。纳米涂层技术作为新一代防腐方案，通过在钢材表面喷涂含纳米粒子的有机涂层，形成超疏水与自修复功能，有效阻挡氯离子、硫化物等腐蚀性物质的渗透，同时利用纳米粒子的光催化作用分解有机污染物，延缓涂层老化。

## 4 架线技术：高效与安全的协同

架线施工是输电线路建设的核心环节，其技术选择直接影响施工效率与线路运行质量。

### 4.1 张力架线技术提升施工精度与导线保护

张力架线技术通过牵张设备对导线施加恒定张力，使其在架设过程中始终处于悬空状态，避免与地面、树木或障碍物直接接触，从而显著减少导线表面的机械磨损。这种技术尤其适用于山区、跨越河流或复杂地形条件下的施工，能

能够有效降低导线因摩擦导致的断股、腐蚀等隐患，延长线路使用寿命。同时，恒定张力控制可精确调整导线弧垂，确保线路在运行过程中满足设计要求的张力分布，避免因弧垂过大或过小引发导线舞动、接触不良等问题，提升线路运行的稳定性与安全性。<sup>[3]</sup>

#### 4.2 无人机展放导引绳技术优化施工效率与安全性

无人机展放导引绳技术通过轻型无人机搭载导引绳跨越障碍物，替代传统人工攀爬或爆破展放方式，显著提升了施工效率与安全性。在山区或跨越高速公路、铁路等复杂场景中，传统导引绳展放需人工攀爬杆塔或设置临时跨越架，存在高空坠落、物体打击等安全风险，且施工周期长、对交通影响大。无人机技术通过远程操控实现导引绳的快速部署，单次飞行即可完成数百米跨距的展放任务，大幅缩短施工时间并减少人员暴露于危险环境中的时长。

#### 4.3 液压压接与无损检测技术保障导线连接质量

导线连接是架线施工中的关键工序，其质量直接影响线路的导电性能与机械强度。液压压接技术通过高压油泵驱动压接模具，对导线与连接管施加均匀压力，使其形成永久性金属连接。该技术具有连接强度高、电阻小、耐腐蚀等优点，能够满足大截面导线或高压线路的连接需求。压接过程中，模具的精准设计与液压系统的稳定控制是关键，需确保压接后的连接管与导线紧密贴合，避免因接触不良引发发热或断裂风险。

### 5 智能化与绿色施工技术

随着信息技术与能源技术的深度融合，输电线路施工

正向智能化与绿色化方向转型。

智能化施工方面，BIM（建筑信息模型）技术实现施工全过程的数字化模拟，通过三维建模优化线路路径与杆塔位置，减少设计变更与施工返工；物联网技术应用于施工设备监控，实时采集设备运行数据并预警故障风险，提升施工安全性与效率。

绿色施工方面，低影响开发（LID）理念贯穿施工全过程，通过临时排水系统、植被恢复等措施减少水土流失；环保型材料如可降解地膜、低烟无卤绝缘子等的应用，降低施工对生态环境的长期影响。

此外，施工废弃物分类回收与资源化利用技术逐步成熟，推动输电线路建设向循环经济模式转变。

### 6 结语

电力工程输电线路施工技术是保障电网安全运行与能源供应稳定的关键。当前，基础施工、杆塔架设、架线技术等传统领域通过技术创新已实现效率与质量的双重提升，而智能化与绿色施工技术的兴起则为行业可持续发展注入新动能。

#### 参考文献

- [1] 牟长斌. 电力工程输电线路施工技术管理策略分析[J]. 中国设备工程, 2021, (22): 223-225.
- [2] 张延东. 电力工程输电线路施工技术要点探析[J]. 电子元器件与信息技术, 2021, 5(09): 223-224.
- [3] 杨岗. 电力工程输电线路施工技术及其质量控制的探究[J]. 电子元器件与信息技术, 2020, 4(12): 116-117.