

高压架空输电线路张力放线施工研究

张得科 潘杰 杨福英

甘肃送变电工程有限公司 甘肃 兰州 730050

摘要: 随着电力行业发展,高压架空输电线路作为电力输送核心载体,其施工质量直接影响供电可靠性。本文系统分析了高压架空输电线路张力放线的概述、前期准备、关键工艺及质量控制四大核心环节。在施工概述中明确张力放线原理、技术指标体系及与传统工艺的差异;前期准备环节梳理勘察优化、设备选型、材料校验要点;关键工艺部分细化张力牵引力计算、滑车布置牵引控制及跨越障碍物技术;质量控制聚焦导线损伤防控、弧垂调整与接头压接检测。研究成果为张力放线施工提供清晰技术框架,可有效提升施工效率与质量,保障高压输电线路安全稳定运行,对同类工程具有参考价值。

关键词: 高压架空输电线路;张力放线;施工工艺;质量控制

引言

高压架空输电线路中,张力放线工艺因导线保护好、效率高、质量易控等优势,逐渐替代传统放线工艺,但施工中仍面临参数计算复杂、障碍物跨越难度大、质量把控难等问题。为解决上述问题,本文以高压架空输电线路张力放线施工为研究对象,从施工原理、前期准备、关键工艺到质量控制展开系统探讨,旨在形成科学的施工技术体系,为工程实践提供理论支撑,推动张力放线工艺的规范化应用。

1 高压架空输电线路张力放线施工概述

1.1 张力放线施工原理

高压架空输电线路张力放线施工,核心是通过张力机持续对导线施加稳定张力,使导线在展放过程中始终处于悬空状态,避免与地面、植被或障碍物直接接触。其原理基于力学平衡控制,张力机与牵引机协同工作,牵引机提供沿线路方向的牵引力,张力机则提供垂直于线路方向的张力,二者形成动态平衡,确保导线以预设弧垂平稳展放。通过调节张力大小,可控制导线的应力水平,避免因张力不足导致导线下垂过度或张力过大造成导线损伤,保障施工过程中导线的结构完整性与受力稳定性,为后续线路架设奠定基础。

1.2 施工核心技术指标体系

高压架空输电线路张力放线施工的核心技术指标体系,涵盖受力、精度、安全三类关键指标。(1) 受力指标包括导线张力值、牵引力峰值及持续受力时长,需严格匹配导线材质与规格的力学参数,防止超出导线额定承载范围;(2) 精度指标主要涉及导线弧垂偏差、放线路径偏移量,其中弧垂偏差需控制在设计值的 $\pm 2.5\%$ 以内,路径偏移量不超过线路规划宽度的10%,确保线路

符合电气安全距离要求;(3) 安全指标包含设备运行温度、绝缘性能及接地电阻,设备运行温度需低于额定工作温度,绝缘部件绝缘电阻不低于 $100M\Omega$,接地电阻 $\leq 10\Omega$,全方位保障施工技术合规性与安全性。

1.3 张力放线与传统放线工艺对比分析

相较于传统放线工艺(如人力拖放、卷扬机牵引放线),张力放线工艺具有显著优势。在导线保护方面,传统工艺中导线易与地面摩擦导致绝缘层破损或导线变形,而张力放线通过悬空展放,可大幅降低导线损伤率;在施工效率上,传统工艺受地形限制大,需频繁调整施工方案,张力放线借助专业设备实现连续展放,施工进度可提升30%-50%;在质量控制层面,传统工艺难以精准控制导线弧垂与受力,易出现线路参数偏差,张力放线通过实时调节张力与牵引力,可实现弧垂精度与受力稳定性的精准把控^[1]。

2 高压架空输电线路张力放线施工前期准备

2.1 施工勘察与路径优化

施工勘察需全面覆盖线路沿线的地形地貌、地质条件、气象环境及周边设施情况。地形地貌勘察重点明确山地、平原、水域等不同地形的分布范围,评估其对施工设备运输与放线操作的影响;地质条件勘察需检测土壤承载力、岩层分布,为杆塔基础设计提供依据;气象环境勘察需收集沿线风速、降水、温度等长期数据,确定适宜施工的时段;周边设施勘察则需排查线路途经的现有电力线路、通信光缆、建筑物等,明确交叉跨越位置与安全距离要求。路径优化需结合勘察结果,在满足电气安全标准与工程规范的前提下,尽量避开地质复杂、障碍物密集区域,缩短线路长度,降低施工难度与成本。

2.2 设备选型与参数匹配

设备选型需以工程设计的导线规格、线路长度、地形条件为核心依据。张力机选型需匹配导线的材质、截面面积，确保其额定张力满足导线展放时的受力需求，同时考虑设备的连续运行能力与调速精度；牵引机选型需结合牵引力要求，其额定牵引力应能克服导线在牵引过程中的阻力，且与张力机参数形成协同，避免因参数不匹配导致导线受力失衡。此外，还需考虑设备的适应能力，如山地施工需选择爬坡性能强、体积小巧的设备，水域附近施工需选用防水等级达标的设备。参数匹配过程中，需通过计算导线展放时的最大张力与牵引力，对张力机、牵引机的输出参数进行校准，确保设备运行时的参数处于安全、高效区间。

2.3 材料检验与工器具校验

材料检验需针对导线、绝缘子、金具等核心材料展开，检验内容包括外观质量、物理性能与化学性能。外观检验需排查材料表面是否存在破损、变形、腐蚀等缺陷；物理性能检验需检测导线的抗拉强度、伸长率，绝缘子的绝缘强度，金具的机械强度；化学性能检验则需确认材料的耐腐蚀性，确保其能适应沿线环境。工器具校验涵盖张力机、牵引机的性能测试，以及滑车、卡线器、扳手等工具的精度与安全性检查。设备性能测试需通过空载运行、负载试验，验证设备的运行稳定性、调速准确性与制动可靠性；工具校验需使用专业仪器检测滑车的转动灵活性、卡线器的夹持力，确保工器具的精度符合施工要求，所有检验与校验需形成书面记录，不合格的材料与工器具严禁投入使用^[2]。

3 高压架空输电线路张力放线关键施工工艺

3.1 导线展放张力与牵引力计算

导线展放过程中，张力与牵引力的精准计算要结合线路参数、环境条件等因素，按以下要点开展计算工作：（1）基础参数收集。需先明确导线的材质、截面面积、单位长度重量等物理参数，同时获取线路设计档距、最大高差、沿线地形坡度等工程参数，此外还需统计放线过程中涉及的滑车数量、滑车摩擦系数等设备相关参数，为计算提供基础数据支撑。（2）张力计算方法。采用静力学平衡原理计算导线最小张力，确保导线在展放时不触碰地面或障碍物，计算需考虑档距内导线的自重、风荷载影响，通过公式推导得出不同档距下的最小张力值；同时需计算导线最大允许张力，结合导线的额定抗拉强度，按规范要求取一定安全系数，确定张力上限，避免张力过大导致导线损伤。（3）牵引力计算逻辑。牵引力计算需以张力值为基础，考虑滑车摩擦带

来的阻力损耗，每经过一个滑车，牵引力需叠加因摩擦产生的额外拉力，计算公式中需纳入滑车数量、摩擦系数等参数；同时需预留一定安全余量，应对放线过程中可能出现的突发阻力（如导线局部卡阻），通常将计算得出的理论牵引力乘以1.2-1.3的安全系数，作为实际施工中的牵引力控制值。（4）动态调整系数设定。考虑到施工过程中环境条件的变化，需设定动态调整系数，当风速超过6m/s或气温变化幅度超过10℃时，需对计算出的张力与牵引力进行修正，风速较大时适当提高张力以增强导线稳定性，气温过低时适当降低张力以避免导线脆性断裂风险。

3.2 放线滑车布置与导线牵引控制

放线滑车的合理布置与导线牵引的精准控制，直接影响导线展放的顺畅性与安全性，要按以下实际施工要点操作：（1）滑车布置原则。滑车布置需与线路杆塔位置、档距大小相匹配，直线杆塔处每相导线对应布置1个滑车，耐张杆塔处需根据导线转角角度布置转角滑车，转角角度大于30°时需增设导向滑车；滑车悬挂高度需结合导线设计弧垂，确保导线在滑车处的悬挂点高度满足安全距离要求，同时避免滑车悬挂位置过低导致导线与杆塔构件碰撞。（2）滑车安装要求。滑车安装前需检查滑轮转动灵活性，确保无卡滞、异响现象，安装时需使用专用悬挂金具，将滑车牢固固定在杆塔横担指定位置，悬挂点需进行受力验算，保证其承载能力大于滑车与导线的总重量；多滑车并列布置时，需确保各滑车中心线在同一水平线上，偏差不得超过50mm，避免导线牵引时出现偏磨。（3）牵引速度控制。导线牵引需采用分级调速方式，初始阶段以低速（0.5-1m/s）启动，待导线完全脱离地面并进入稳定运行状态后，可将速度提升至1.5-2m/s的正常牵引速度；当导线即将进入滑车或经过杆塔转角处时，需降至低速（0.3-0.5m/s），避免因速度过快导致导线冲击滑车或发生跳槽。（4）牵引过程监测。牵引过程中需安排专人对导线状态、滑车运行情况进行实时监测，重点关注导线是否存在扭曲、打结现象，滑车是否出现偏移、异响；同时通过张力机、牵引机的仪表实时监控张力与牵引力数值，当数值超出计算控制范围±10%时，需立即停止牵引，排查原因并调整后再继续施工。（5）导线防跳槽措施。在滑车两侧加装防跳槽挡板，挡板高度不低于滑轮直径的1/3，同时在导线牵引起始端与末端安装导向器，引导导线平稳进入滑车；当导线经过转角滑车时，需控制牵引方向与滑车中心线的偏差角度，不超过5°，防止导线从滑车槽内脱出。

3.3 跨越障碍物施工技术要点

高压架空输电线路放线过程中常需跨越公路、铁路、河流、现有电力线路等障碍物，需采取针对性技术措施，保障跨越施工安全：（1）跨越前勘察与方案制定。跨越前需详细勘察障碍物的类型、尺寸、位置，明确障碍物周边的安全距离要求，如跨越公路时需确定公路路面宽度、交通流量，跨越现有电力线路时需明确其电压等级、导线高度；根据勘察结果制定专项跨越方案，明确跨越设备选型、布置方式、施工流程及安全防护措施，方案需经过技术审核与安全交底后方可实施。

（2）跨越设备选型与布置。根据障碍物高度与跨度选择合适的跨越架或索道，跨越公路、铁路时通常采用钢管跨越架，架体高度需超出导线展放高度2-3m，跨度较大时需在跨越架之间设置承重索道；跨越河流时可采用浮筒式跨越架或直升机放线辅助设备，确保跨越设备的稳定性与承载能力满足要求；跨越现有电力线路时，需选用绝缘跨越架，并在跨越架两侧设置接地装置，接地电阻 $\leq 10\Omega$ 。（3）安全防护措施实施。跨越施工前需在障碍物两侧设置警示区域，摆放安全警示标志，安排专人进行交通疏导；跨越现有电力线路时，需先对被跨越线路进行停电，验电确认无电后挂设接地线，若无法停电则需采用绝缘隔离措施，在被跨越线路上方搭设绝缘防护网；施工人员需佩戴绝缘手套、绝缘鞋等防护用具，严禁在跨越架下方停留或通行。（4）导线展放过程控制。跨越障碍物段的导线展放需采用低速牵引（0.3-0.5m/s），安排专人在跨越架两侧观察导线运行状态，确保导线始终在跨越架或索道范围内，不触碰障碍物；当导线跨越完成后，需及时调整导线位置，确保导线与障碍物的安全距离符合规范要求，如跨越公路时导线对地距离不低于7m，跨越110kV电力线路时净空距离不低于3m；跨越施工完成后，需拆除跨越设备，清理施工现场，恢复障碍物周边环境原貌。（5）应急处置准备。跨越施工前需制定应急方案，准备应急救援设备，针对可能出现的导线跳槽、跨越架倾斜等突发情况，明确应急处置流程与责任人^[3]。

4 高压架空输电线路张力放线施工质量控制

高压架空输电线路张力放线施工质量控制要围绕以下三大核心环节开展：（1）导线损伤防控方面，要先管控导线运输与存储环境，避免挤压、弯折及腐蚀，展放时确保放线滑车槽体光滑且与导线截面匹配，减少摩擦损伤，同时稳定牵引速度防止冲击，并在跨越段设置防护装置，施工后逐段检查外观，轻微损伤用专用修补条处理，超标则截断重接；（2）弧垂精度调整要结合施工温度与设计参数，选择气温稳定时段用全站仪或激光测弧仪监测，通过张力机微调张力，遵循“先紧后松、分次调整”原则，多档线路按“从中间向两侧”顺序逐档协调，确保弧垂偏差控制在设计值 $\pm 2.5\%$ 以内；（3）接头压接质量检测需先清理导线端部与压接管内壁，按规定顺序和模数压接，检测时兼顾外观（无裂纹、变形）、尺寸（压后管径偏差 $\pm 1\%$ 以内），并通过拉力试验验证强度（破断拉力不低于导线额定抗拉强度95%），同时保证接头处电阻不大于同长度导线电阻1.2倍，全方位保障施工质量合规^[4]。

结束语

本文通过对高压架空输电线路张力放线施工的全面研究，明确了各环节关键技术要点：施工前需做好勘察、设备选型与材料校验，施工中需精准把控张力计算、滑车布置及跨越技术，施工后需严格落实质量控制措施。这些研究内容覆盖张力放线施工全流程，可有效指导实际施工操作，降低施工风险，提升线路建设质量。

参考文献

- [1]许岩.特高压架空输电线路张力放线施工技术研究[J].电力设备管理,2025(9):215-217.
- [2]张连文.超高压架空输电线路张力放线技术研究[J].电力安全技术,2024,26(10):35-40.
- [3]马开济.高压架空输电线路张力放线施工技术研究[J].工程技术研究,2023,8(24):95-97.
- [4]安青松.电网工程中的高压架空输电线路施工研究[J].电力系统装备,2024(12):5-6+11.