

Research on Power Transmission Line Construction of Electric Power Engineering

Meng Tian

Beijing Electric Power Company Maintenance Branch, Beijing, 100021, China

Abstract

This paper deeply studies the key problems, construction technology and methods, key technologies and challenges, quality and efficiency management, environmental protection and sustainable development of transmission line construction in power engineering. Through the comprehensive analysis of the existing technology and experience, a series of solutions and optimization strategies are proposed to improve the construction efficiency, optimize the construction technology, ensure the construction quality, and promote environmental protection and sustainable development. The research results of this paper will provide comprehensive technical and management guidance for the construction of power engineering transmission lines, promote the power industry towards a more healthy and sustainable direction, and help the development and progress of the energy field.

Keywords

power engineering; transmission line; construction technology; key technology; quality management

电力工程输电线路施工研究

田萌

国网北京市电力公司检修分公司, 中国·北京 100021

摘要

论文对电力工程中输电线路建设的关键问题、施工工艺与方法、关键技术与挑战、质量与效率管理以及环境保护与可持续发展等方面进行了深入研究。通过对现有技术 and 经验的综合分析, 提出了一系列解决方案和优化策略, 旨在提高施工效率、优化施工工艺, 保证施工质量, 促进环境保护和可持续发展。论文的研究成果将为电力工程输电线路建设提供全面的技术和管理指导, 推动电力行业朝着更加健康、可持续发展的方向迈进, 助力能源领域的发展和进步。

关键词

电力工程; 输电线路; 施工工艺; 关键技术; 质量管理

1 引言

随着电力项目快速推进, 输电线路建设成为促进能源工业发展的重要保障, 但在输电线路建设过程中, 面临的挑战和问题往往来自土建施工、设备安装和质量管理。因此, 提高电力工程建设的质量、效益和可持续发展, 对于深入研究输电线路建设, 探索有效的施工工艺和管理方法, 具有十分重要的意义。

2 输电线路施工工艺及方法

2.1 输电线路施工工艺概述

在电力工程领域, 保证线路安全稳定运行, 关键环节就是输电线路建设过程。输电线路施工工艺主要包括线路勘测、基础施工、塔架运输安装、导线架设、紧接挂线、附件安装、线路试验验收等步骤, 如图 1 所示, 输电线路施工工

艺主要包括线路勘测、基础施工、塔架。第一步是线路勘测, 这一阶段利用地理信息系统 (GIS) 和全球定位系统 (GPS) 技术, 考虑地形地貌、环境影响和城市规划等因素, 综合考虑确定最优路径, 对线路路径进行精确测量。随后, 根据测量结果, 进行包括土石方开挖、混凝土浇筑、钢筋笼扎等在内的基础施工, 以稳固支撑输电塔架。第二步是实施塔架运输安装, 采用起重机械分段运送塔架进场, 按设计图组织塔架。杆塔安装完成后, 进行导线架设工作, 将导线由一基杆塔向另一基延伸, 采用张力式放线或人力牵拉的方式, 保证导线张力式、弧垂式达到设计要求。第三步是对导线和挂线进行作业, 保证导线在风力作用下不会产生太大的摆动, 通过对紧线机或紧线器的调整, 使导线达到规定的紧度。第四步是进行配件安装, 包括对保证线路绝缘性能和运行稳定性至关重要的绝缘子、金具、防震装置等^[1]。第五步是进行确保线路施工质量符合国家标准和规范要求的绝缘电阻试验、耐压试验、导线连接可靠性检查等线路试验和验收工作。

【作者简介】田萌 (1988-), 女, 中国北京人, 本科, 工程师, 从事输电研究。

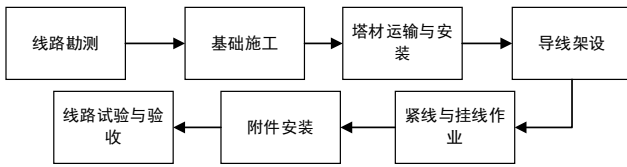


图1 输电线路施工工艺流程

2.2 输电线路施工方法介绍

在电力工程领域，根据地形地貌、环境条件、线路跨度和技术水平等因素，可以采用以下几种施工方法：

①张力放线法，适用于通过张力机施加张力，使导线在杆塔之间按预定张力设置并按弧垂架设置，长距离、大跨度的输电线路施工。这种方法可以有效降低电线受力的程度，使线路稳定性得到提高。

②人力牵引放线法，在地形复杂或机械难以到达的地区，适用于小规模或临时线路施工时，对导线的牵引和放线，可能需要依靠人力或简易机械。

③直升机放线法，可采用直升机引线展开，这种方法施工速度快，但造价较高。

④可跨越复杂地形，提高施工安全性的无人机放线法，主要用于导引绳的展放。

⑤抱杆法利用抱杆吊装、拼装塔材，在塔架较高或建筑空间受限的条件下在城市或狭小空间内，适用于建筑环境。

⑥特高压输电线路铁塔组立适用的内悬浮抱杆法可提高安全和施工效率。

⑦灌注桩基础，在软地基基础上，为了保证铁塔的稳定和承载能力，采用灌注桩技术作为铁塔的基础。

⑧岩石基础，在岩石地带，利用岩石锚固技术，减少开挖工作量，保护环境，将杆塔通过锚杆固定在岩石上。

2.3 施工工艺的选择与优化策略

在输电线路施工中，施工工艺的选择应基于地形地貌、环境条件、技术要求和经济效益等因素综合考量。如在地形复杂的山区可能采用直升机或无人机辅助放线，而开阔平原地区可采用传统的张力放线法等与地形地貌环境条件相适应的技术措施来保证施工的顺利进行。

施工优化策略主要包括：①以先进的施工设备如张力机牵引机等为手段，对建设过程进行改进；②在运用信息化管理手段的同时，以地理信息系统为基础，对施工过程进行优化；③以实时数据分析为基础，对施工方案进行动态调整；④以可持续发展理念为基础，在建设过程中充分考虑环保问题，采用低影响建设技术来减少施工对生态环境的冲击。

3 输电线路施工过程中的关键技术与挑战

3.1 土建施工技术

在输电线路建设过程中，整个工程的稳定性、耐久性都直接受到土建施工质量的影响。土建施工主要是开挖塔基，进行浇筑、维修等工作。在开挖过程中，需要对塔基位

置进行精确测量和确定，设计出灌注桩、岩石锚固或直接地基等合适的基础形式，兼顾地质条件和承载力。浇筑时对混凝土的配比、浇筑质量等进行严格控制，保证其符合设计要求的强度和耐久性。与整个塔基的机械性能和抗弯能力有关，钢筋笼的绑扎和安装精度同样至关重要。在建设过程中，还需要采用全站仪、GPS等现代测量技术，以保证准确的塔基位置。同时应用BIM技术进行施工仿真及碰撞检测，使施工方案更加优化，施工中的误差和返工现象得以减少。

3.2 铁塔安装与调试技术

输电线路建设中关键环节是铁塔安装调试技术，铁塔安装前需对塔材进行包括塔材尺寸、平整度、防腐涂层等方面的严格质量检测，确保材料达到设计要求。安装时采用全站仪等高精度测量工具进行塔位定位、垂直校正，确保铁塔精确对齐、垂直负荷工程技术规范。杆塔构件通常采用螺栓连接或焊接的方式进行组装，其中螺栓连接需要保证扭矩达到规定值，避免杆塔结构因连接不牢固而出现松动的情況^[2]。而焊接操作则需要有经验的焊工来进行，焊缝的质量需要达到无瑕疵的标准，并且在质量检验上要经过非破坏性的检测技术。铁塔调试技术则包括为了消除安装时产生的应力和偏差，在自重和外力作用下保证铁塔的稳定，对铁塔各部分进行微调。在调试过程中，直到铁塔达到设计要求的平衡状态，才可能需要使用临时支架或拉索进行辅助调节。

3.3 输电线路设备安装与测试技术

在设备安装阶段，需要精确定位固定绝缘子串、金具、导线等配件，这一过程需要依靠起重、紧固装置来保证装置的精密牢固性。安装时应严格按照设计规范逐步检查和调整设备，使之与电气、机械的不同负荷相适应。随后进行包括绝缘电阻试验、耐压试验、电线连接可靠性检查等在内的线路测试技术。绝缘电阻试验用于检测绝缘子串的绝缘性能，而耐压试验则模拟运行中线路可能遇到的过电压状况，从而达到测试线路的目的。对导线连接进行可靠性检查，通过机械、电气检测，确保连接点的稳固，保证良好的导电性能^[3]。

4 输电线路施工质量与效率管理

4.1 施工质量管理体系建立

在输电线路建设中，建设质量管理体系主要包括：制定详细的质量计划、明确工程质量目标、标准和验收要求、各建设阶段质量控制点等几个核心组成部分。从选材、施工工艺到设备安装，每一个环节都需要严格按照既定的质量标准来把关，全面落实质量控制措施。建立质量监督机制，定期对建设过程进行检查和评价，通过第三方质量监督或内部质量审计等手段，确保建设质量达到设计要求和规范要求。同时，引入质量信息系统，对施工过程中出现的质量问题，运用信息化手段进行记录、分析、反馈，实现质量信息透明化、可追溯。通过定期培训，提高施工人员对质量标准和操作规程的理解和掌握，施工人员的业务培训和技能提升也是

质量管理体系的重要内容^[4]。建立质量激励和责任追究机制，对施工过程中表现突出的，给予奖励，对质量问题严肃处理，形成质量文化，全员参与，精益求精。

4.2 施工效率提升策略与措施

采用机械化作业代替人工作业等先进的施工工艺和设备，提高作业速度，减少人力需求，以提高输电线路的施工效率。实施精细化施工方案管理，通过施工进度方案和甘特图等工具确保各工序无缝衔接，不浪费时间，不闲置资源，详细规划、调度施工活动。加强现场管理，通过5S（整理、整顿、清扫、保洁、素养）管理，减少施工中的混乱和事故，营造施工现场的有序环境。同时通过建设管理软件、手机应用等信息化手段，实现对建设过程的实时监控、快速反应，提高决策时效。强调精益求精、不断创新，鼓励建设队伍为适应不断变化的建设环境和建设要求，不断探索新的建设方法和管理策略。

4.3 施工过程中的质量与进度监控

建设过程中的质量和进度监测，需要建立包括关键建设节点设置、进度数据实时采集，定期实施质量检查等在内的一套完整的监测体系。建筑进度和质量信息的实时更新和共享是利用现代信息技术，如建筑信息模型（BIM）、建筑管理软件和移动通讯工具等。并对基础浇筑、杆塔组立、导线架设等施工过程中的关键工序实行重点监控，确保严格按照施工规范和设计要求，对这些工序实施全程监控。通过混凝土强度检测、导线张力检测、绝缘性能检测等常规质量检测和性能检测，使质量问题得到及时发现和解决。进度监测不能只盯着眼前的状态，对未来可能出现的延误和风险，也要通过预测和模拟技术进行预判，做到未雨绸缪^[5]。对发现的进度偏差，迅速采取增加资源投入、优化施工流程或对工作任务重新下达等调整措施。

5 环境保护与可持续发展

5.1 施工过程中的环境影响评估与管理

建设输电线路前，必须进行环境影响评价，对施工活动造成的当地生态系统水文地质和空气质量等方面的影响进行识别和分析，并据此制定出详细的环境管理方案，以包括野生动植物保护措施土壤侵蚀的控制噪音和粉尘污染控制策略等内容，在建设过程中采取低影响的施工技术，如限制施工区域减少地表扰动采用可持续材料和循环利用施工废料，同时实施严格的环境监测定期对施工活动是否按照环境管理计划执行进行跟踪检查确保施工对环境的影响最小

化，以配合当地环保部门共同遵守相关环保法规及时响应环境问题采取相应纠正措施等，以保护当地生态环境。

5.2 输电线路施工与生态保护

在输电线路建设中，为了减少对自然环境的干扰和破坏，生态保护要求在建设活动中采取一系列的措施。为减少地表扰动，利用地下电缆穿越敏感生态区，使用无人机和直升机进行导线展放。在建设过程中，实施严格的生态保护计划，如建设前的野生动植物考察、建设中避免繁殖期的干扰、建设后的重新种草、植树等生态修复工作。施工方案应采用适当的排水系统设计和植被覆盖措施，兼顾水土保持和土壤侵蚀控制。

5.3 推动可持续发展的施工技术创新

施工技术创新主要包括采用节能高效的机械设备，开发低环境影响的建筑材料，实施减少废弃物和排放的工艺流程等，以促进可持续发展的建筑技术创新。如减少化石燃料消耗和温室气体排放的建筑车辆，采用电动或混合动力。在建筑材料上，在施工过程中优先选用可循环或降解的材料，以降低对环境的污染。技术创新还涉及施工方法的改进，如减少土地挖掘的精确数字放线技术的采用，提高施工的安全性和效率的线路巡检和监控使用无人机等。

6 结语

输电线路施工是电力工程中至关重要的环节，施工质量和效率直接影响着电网运行的安全稳定和经济性。论文系统地探讨了输电线路施工的工艺、方法以及关键技术与挑战，提出了施工质量与效率管理的策略，并强调了环境保护和可持续发展在施工过程中的重要性。未来，应不断加强施工技术的研究与创新，提升施工质量和效率，同时积极应对环境保护的挑战，促进输电线路施工工作朝着更加安全、高效、环保、可持续发展的方向发展。

参考文献

- [1] 鲍馨宇. 电力工程中的输电线路施工技术研究[J]. 光源与照明, 2023(12):153-155.
- [2] 唐麒. 新形势下电力工程输电线路设计及施工技术[J]. 自动化应用, 2023, 64(S2):133-135.
- [3] 张伟, 韩旭. 电力工程中高压输电线路施工技术与检修研究[J]. 大众标准化, 2024(5):52-54.
- [4] 王润琪, 张心语, 高超, 等. 架空输电线路工程的质量控制要点与对策分析[J]. 农村电气化, 2023(11):1-2+64.
- [5] 廖鼎. 10kV电力工程输电线路施工管理[J]. 电器工业, 2023(8):56-58+66.