

Analysis of Route Selection Options for Power Line Engineering Design

Li Ren Shu Xu Guannan Zhang

Taian Guangming Power Service Co., Ltd., Tai'an, Shandong, 271000, China

Abstract

The selection of power line routes directly affects the project investment, construction difficulty, and operational safety. This paper conducts an analysis of the route selection options, clarifying the basic principles of following procedural norms, balancing the three aspects, and coordinating environmental planning. It analyzes the key influencing factors from the dimensions of natural geography, social environment, and technical economy, and systematically elaborates the technical process of line selection on the map, on-site investigation, and formulation of multiple schemes. By constructing a comprehensive comparison and selection system that includes technical indicators, economic calculations, environmental risks, and operational convenience, it provides a basis for the determination and evaluation of recommended schemes, ensuring that the selected route is technically feasible, economically reasonable, and implementable.

Keywords

Power line; Route selection; Engineering design; Scheme comparison

电力线路工程设计的路线选择方案分析

任丽 许姝 张冠男

泰安市光明电力服务有限责任公司, 中国·山东 泰安 271000

摘要

电力线路路径选择直接影响工程投资、施工难度及运行安全。本文围绕路线选择方案展开分析,明确了遵循规程规范、兼顾三性平衡、协调规划环境等基本原则,从自然地理、社会环境、技术经济等维度剖析了关键影响因素,系统阐述了图上选线、现场踏勘及多方案拟定的技术流程。通过构建包含技术指标、经济测算、环境风险及运维便利性的综合比选体系,为推荐方案的确定与论证提供依据,确保所选路径技术可行、经济合理且具备可实施性。

关键词

电力线路; 路径选择; 工程设计; 方案比选

1 引言

对于电力线路工程设计而言,线路路径方案的选择是最为基础和核心的内容,其合理性直接影响整个线路工程的安全性、投资成本及运行状况。路线选择方案的制定会受到地质、水文、气象及生态环境等多方面因素的影响。近年来,随着我国经济快速发展和电力规模不断扩大,电力线路选线所面临的外部环境日趋复杂,需避让的设施不断增加。因此,必须充分分析线路工程设计的路线选择方案,确保其科学性与合理性,从而进一步推动电力工程的发展。

【作者简介】任丽(1984-),女,中国山东泰安人,本科,技能等级为技师,从事电力营销服务,电力工程线路方案设计研究。

2 电力线路路径方案选择的基本原则与核心考量

2.1 遵循国家及行业相关规程规范

电力线路路径方案选择的首要前提是遵循国家及行业相关规程规范。在工程设计初期需严格依照《110kV~750kV架空输电线路设计规范》等技术标准去确定线路的电气安全距离、杆塔荷载等级,以及对地和交叉跨越物的最小允许间距。这些规程规范不仅为路径走向设定了技术红线,还明确了在不良地质区域、重要设施周边以及环境敏感区附近的通过原则,设计人员通过对照相关强制性条文与行业规定,能够从源头上避让采矿影响区、滑坡体等危险地带,进而确保线路长期运行的可靠性。同时,遵循统一的技术标准有助于在不同路径方案间建立可比性,从而为后续的技术经济比选奠定基础[1]。因此,将规程规范作为选线的根本遵循,能够有效规避合规性风险,保障线路工程从设计、建设到投运的全过程处于可控状态,最终实现安全前提下的技术经济最

优路径选取。

2.2 兼顾技术可行性、经济合理性与运行安全性

在路径方案选择中，贯穿始终的核心原则是兼顾技术可行性、经济合理性与运行安全性。技术可行性主要关注路径能否落地实施。技术可行性重点关注地形地貌的适应能力、施工条件的难易程度以及关键跨越点的可操作性。经济合理性除了包含本体投资与拆迁补偿等初期费用之外，还需结合运行维护成本进行全寿命周期考量。运行安全性则要求线路避开自然灾害频发区域和不良地质路段，并确保在长期运行过程中对周边环境的影响处于可控状态。由于三者相互制约，必须在不同方案中进行动态权衡。若片面追求经济性而忽视施工风险，或为节省投资而降低安全储备，都将给后期运行埋下隐患[2]。理想的路径应是在保障安全的前提下，技术上可行、综合成本最优的折中方案。

2.3 协调线路走向与地方规划、环境敏感点的关系

协调线路走向与地方规划、环境敏感点的关系，是路径方案获得批准并顺利实施的重要保障。线路路径不仅要满足当前的电力输送需求，还需具备对城镇远期发展的动态适应性，以避免与工业园区、重大交通设施及未来建设用地发生冲突。在选线过程中需要提前收集沿线城乡规划、国土空间规划等资料，让线路尽可能沿着规划预留的电力走廊或者非开发地带通过[3]。同时，对自然保护区、饮用水源保护区、历史文化遗址等环境敏感点应采取避让原则，从源头减少对生态功能的切割与干扰。若确因地形条件无法绕避，则必须论证穿越的可行性并提出相应的减缓措施。将地方规划与环境约束纳入选线的综合考量，有助于降低后期拆迁量和协调难度，实现电网建设与区域发展的协同[4]。

3 影响路径方案选择的关键因素分析

3.1 自然地理条件

自然地理条件是电力线路路径方案的先天约束基础。地形地貌不仅直接决定塔位布置难易程度与施工进场方式。例如，山区需重点解决交通运输难题与高低腿设计问题，河网地带则要考虑跨越能力及基础施工期间的防汛要求。气象条件分区为设计荷载取值提供依据，如重冰区与强风区必须采用加强型杆塔，雷电活动频繁区域需优化避雷线布置方式。同时，不良地质地段如滑坡体、采空区及深厚软土层往往会导致基础沉降或边坡失稳，选线时应优先避让；若无法避让，则需采取换填、穿越稳固地层或增加抗滑结构等工程处理措施。因此充分认知自然地理条件差异性，有助于提前识别路径潜在风险点，从源头上降低施工难度与后期维护压力，保障线路全生命周期内结构安全[5]。

3.2 社会环境约束

社会环境约束是路径方案比选中必须纳入系统考量的外部边界条件。由于城镇发展规划具有动态前瞻性，线路走廊须主动避让规划中的工业园区、新区核心区及重大交通枢纽，避免形成二次迁改。又因为军事设施、国家自然保护区、

基本农田及各级文物保护单位受法律法规严格保护，所以路径选择须执行禁入或限入规定，确需穿越时应提前论证并取得主管部门书面同意。同时沿线居民区、厂矿企业分布密度直接决定拆迁量与补偿成本，人口稠密区往往面临塔基落地难、施工阻工风险高、电磁环境敏感等多重压力，故将社会环境因素置于与工程技术同等重要位置综合权衡，有助于从源头化解外部矛盾，减少后期协调难度，为工程顺利实施创造稳定外部条件[6]。

3.3 工程技术条件

工程技术条件是衡量路径方案落地可行性的核心标尺。交叉跨越是选线中的关键控制点，线路与既有电力线、铁路、高速公路及通航河流的交角需满足导则规定的安全净距。同时，要考虑被跨越物的运行特点与停电窗口，技术难度往往随跨越次数和跨越高度增加而显著上升。线路长度与曲折系数直接影响电能损耗与本体投资，曲折系数过大会导致杆塔数量增加、线损升高，因此在路径比选中应尽量追求顺直走向。另外施工条件决定方案能否转化为实体工程，包括交通道路能否满足大件运输需求、沿线有无适宜牵张场地以及作业区域是否存在制约机械化施工因素，所以将上述工程技术条件纳入前期综合比选，能够提前排除实施难度过大或后期改造风险较高路径走廊，确保所选方案具备稳定技术根基与可操作施工路径。

3.4 经济效益比较

经济效益比较是路径方案从多维度迈向决策的关键环节，其核心在于将本体投资差异置于多要素框架下考量。这种差异主要体现在杆塔型式、基础工程量、导线截面及绝缘子配置等方面，比如山区因地形条件通常需要配置高强钢塔与深基础，而平原则因地势特点具备采用轻型杆塔的客观条件，由此导致材料与施工费用在不同地形区域呈现出显著差距[7]。同时，拆迁与占地补偿费用在总造价中的占比正随着城镇化进程日益突出，当路径规划经过城镇周边或高产农田等敏感区域时，房屋拆迁、青苗赔偿及附着物清理等一系列费用可能会远超线路本体投资规模，因此必须开展逐基摸排工作并进行精确估算以规避成本失控风险。此外，运行维护成本作为一项长期持续性支出，涵盖了日常巡视、检修消缺以及线路损耗等多个维度，在高海拔或重冰区段，往往需要投入更频繁的维护资源以及配置除冰装置等专项设施[8]。将上述三项核心成本要素纳入全寿命周期进行统一比较分析，能够有效避免因过度追求初期投资节省而导致后期运维费用陷入失控局面，进而确保最终选定的路径方案在经济维度上具备真实可靠的可持续性基础。

4 路径方案拟定的技术流程与方法

4.1 室内图上选线

室内图上选线作为路径方案形成的初始基础性环节，其核心功能在于依托基础地理信息数据构建线路走向的宏观概念框架。设计人员通过借助卫星影像与数字高程模型等

技术工具,能够对全线地形起伏态势、地物分布特征形成整体性认知,并在此基础上初步勾勒出连接起止点的若干可能线路走廊。进一步叠加地形图开展深度分析,可对沿线村镇分布、水系脉络、交通网络等地理要素的分布特征进行精准判读,同时结合坐标系将规划数据与现状地物信息进行高精度匹配。通过将自然保护地、矿区范围、基本农田等限制性因素以图层形式进行叠加处理,能够快速识别出不宜通过的敏感区段,从而实现初步拟定的线路走廊进行筛选与规避。这一阶段的工作重点不涉及微观层面的塔位确定,而是侧重于从区域宏观层面筛选出具备深入勘察价值的可行通道,为后续现场踏勘工作提供指向明确的工作底图支撑,进而有效提升整体选线工作的效率与方向准确性。

4.2 现场踏勘与关键路径优化

现场踏勘作为室内选线成果向实地场景转化并进行修正完善的关键实施步骤,设计人员需要沿图上拟定的线路走廊开展逐段排查工作,重点核实重要交叉跨越点的准确空间位置,确认被跨越的电力线、铁路或河流等设施的实际情况与高程参数是否与基础资料记载一致。对于图上标注的滑坡体、采空区等不良地质段落,必须进行现场地貌特征观察与岩土裸露情况勘察,以评估其对塔基稳定性的实际影响程度[9]。同时,需要走访调查居民区与厂矿企业的实际分布边界,避免因信息滞后引发拆迁遗漏等潜在风险。在现场踏勘工作基础上,结合实测地形数据对转角塔位置进行局部优化调整,力求使杆塔尽可能落于地势平缓、地基稳固的有利位置,通过微调线路走向的方式减小相邻塔位之间的高差与大档距现象,从而达到降低施工难度与后期运行风险的双重目标。这一过程既是对图上方案可行性的实地验证过程,也是将路径设计从宏观概念层面推向微观实施层面、从理想设计状态走向实际建设条件的必要过渡环节[10]。

4.3 多方案拟定与资料收集

在完成踏勘与优化相关工作后,需进一步拟定出至少两个在线路等级、输送容量等核心边界条件上保持一致,而在具体通过位置、曲折系数及跨越点选择上形成差异化特征,且具有同等可比性的路径走向方案。方案拟定完成后,随即需开展系统资料收集工作,包括向沿线气象台站获取风速、覆冰及雷暴分区数据,向地勘部门调阅岩土分布与水文地质报告,并向规划部门核实最新的城镇开发边界与重大设施布局。准确的基础数据作为后续方案比选的支撑,能够确保各路径在同等深度下进行技术指标计算与经济估算,避免因基础信息不对称导致比选结论失真。

5 方案综合比选的内容与方法

方案综合比选是通过多维度量化分析,从备选路径中

甄别最优方案的系统性过程。需基于前期收集的气象、地质及规划资料,先对各方案的技术指标进行量化,包括路径长度、曲折系数、杆塔数量与型式、重要交叉跨越次数,以及不良地质区段的通过长度,以评估实施的难易程度与可靠性。经济指标测算则需涵盖本体投资、拆迁占地费用及全寿命周期内的运行维护成本,以形成各方案的总投资概算对比。环境影响与社会风险评估需重点关注生态扰动、敏感区域政策风险及电磁环境指标的社会接受度,且施工交通条件与投产后巡视检修的便捷性也需作为刚性指标纳入评估体系。通过对上述指标的综合权衡能够清晰呈现各路径的优势与短板并为后续决策提供全面依据。

6 结语

综上所述,电力线路路径选择是一项涉及多维度约束的系统工程。本文分析表明,科学的路径方案必须在遵循规范的基础上,综合权衡自然地理条件、社会环境约束、工程技术要求与经济效益。通过室内选线与现场踏勘相结合的方法拟定可比方案,并从技术指标、全寿命成本、环境影响及施工运维便利性等方面进行量化比选,能够有效识别各方案的优势与风险。最终推荐方案的确定并非单一指标最优,而是多方因素协调平衡的结果,同时需针对存在的问题提出应对措施,以确保路径方案兼具技术可行性、经济合理性与长期运行安全性。

参考文献

- [1] 南永良.正射影像航测在山区电力线路设计中的应用[J].电力安全技术, 2022, 25(2): 45-48.
- [2] 刘大任.浅谈电力线路设计的路径选择与杆塔定位[J].科技风, 2023, 37(8): 112-115.
- [3] 唐双桥.基于电力线路工程设计的路线选择方案分析[J].建材与装饰, 2022, 18(12): 78-81.
- [4] 谭浩华.同杆架设10kV电力线路工程设计技术的研究[J].门窗, 2023, 42(7): 134-137.
- [5] 崔琦.电力线路工程设计的路线选择分析[J].科学中国人, 2024, 30(3): 88-91.
- [6] 崔琦.同杆架设10kV电力线路工程的设计技术[J].现代商贸工业, 2023, 44(6): 210-213.
- [7] 第三批全国电力勘测设计行业资深专家[J].电力勘测设计, 2022, 28(1): 1-3.
- [8] 刘应增.电力工程线路设计中的优化设计分析[J].科技与企业, 2023, 35(9): 67-70.
- [9] 杜培文.220kV输电线路工程设计与施工探究[J].现代工业经济和信化, 2023, 13(11): 156-159.
- [10] 谢世恒.电力工程勘察设计中技术的创新应用[J].科技风, 2022, 36(5): 98-101.