

GIS空间分析技术在特高压输电线路前期规划中的应用研究

孙孟昊,王 凯,王瑞琪,雷红霞,王奎博
(北京洛斯塔科技发展有限公司,北京市,100044)

摘要 本研究针对特高压输电线路工程前期规划,运用地理信息系统技术实现路径规划多维度指标的可视化呈现,高效支撑路径规划方案的优化构建。借助矢量数据空间分析技术,精准提取规划路径的关键参数,融合遥感影像特征提取与DEM技术,为塔基选址提供基础数据支撑。有效减少实地勘测前期工作量,提升规划阶段工作效率,为特高压电网工程的科学化规划与高效化建设奠定数据基础。

关键词 矢量数据空间分析;遥感影像特征提取;电网线路工程;前期规划

中图分类号:TD726.1 文献标识码:B
文章编号:1008-0899(2026)10-0045-03

作为国家能源互联网体系的核心基础设施,特高压输电工程依托其超长距离大容量电能输送能力,在实现能源资源跨区域优化配置、保障电力系统稳定运行、支撑“双碳”目标落地等方面发挥着战略性枢纽作用^[1-2]。该类工程建设涉及跨区域输电走廊规划、百亿级资本投入,需系统解决复杂地形地质条件适应性设计、生态敏感区空间避让、多利益相关方协同决策等关键问题,对工程全生命周期的空间规划精度与多目标决策科学性提出了极高要求。

地理信息系统(GIS)通过空间数据集成与分析、拓扑关系建模、三维可视化建模等核心技术,成为破解复杂工程空间决策难题的重要技术手段^[3]。在电力工程领域,遥感及GIS技术为输电线路路径初选及优化提供了经济、高效、快速的技术方法,可以有效提升输电线路规划的效率^[4-6]。然而,现有成果多聚焦于断面空间分析、缓冲区分析等单一分析,缺乏对输电走廊选线、多源异构数据融合评估、多尺度空间决策等核心环节的系统性研究;且相关技术应用多停留在局部区域试点阶段,难以满足特高压工程跨区域多目标协同规划的实际需求。针对

上述研究现状,本研究致力于构建GIS技术与特高压输电工程前期规划的深度技术融合体系,以期提升规划阶段工作效率,助力特高压电网工程的科学化规划与高效化建设。

1 关键技术介绍

1.1 矢量数据的空间分析

在地理信息领域,矢量数据的空间分析与处理技术是核心操作,它包括多种方式^[7-8],如通过叠加分析、缓冲区分析、空间查询与选择技术、空间插值技术、矢量数据的融合与更新、坐标变换与投影转换、格式转换等,这些技术广泛应用于城市规划、资源调查、环境监测等众多领域,为地理空间决策提供了有力支撑,且随着地理信息技术的持续进步,它们也在不断演变与融合,拓展着应用场景和深度。

1.2 遥感影像特征提取

遥感影像特征提取是通过处理和解译遥感影像提取地表信息的关键手段,包括水体提取和高程模型(DEM)坡度计算等。水体提取主要依据水体在可见光波段的反射率差异,运用阈值分割、水体指数等方法精准识别水体范围^[9],为水资源监测等提供数据支持。坡度计算则基于DEM数据,利用高程差与分辨率计算坡度^[10],反映地形起伏,广泛应用于地形分析和土地利用规划等领域。这些技术为地理信息系统的构建和环境变化监测等提供了重要数据支撑。

作者简介:孙孟昊(1993~),男,河北邢台人,硕士,工程师,研究方向:电力勘测。

表1 研究数据列表

数据名称	数据格式	数据来源	分辨率	数据用途
规划路径	线状矢量	\	\	模拟规划线路
历史工程数据	线状矢量	历史工程积累	\	交跨分析
行政区划	面状矢量	1:100万公众版基础地理信息数据(2021)	\	跨行政区划分析
DEM数据	栅格	ALOS卫星DEM数据	12.5m	地形分析
卫星影像	栅格	Sentinel-2卫星	10m	遥感识别水体

2 技术路线

在本研究中,我们依据过往实践经验,规划出一条输电线路路径,路径整体呈南北走向,自内蒙古自治区阿拉善盟起至贵州省黔东南苗族侗族自治州,沿线海拔在200m~2 500m之间,整体呈北高南低的特点。

本研究综合考量规划路径跨越行政区域的情况、不同地形所占比例、坡度分布特征、水域分布情况以及既有线路的交叉跨越等因素,利用GIS空间分析技术对输电通道进行多方位分析,并将分析成果以数字化形式直观呈现。具体技术路线如图1所示。

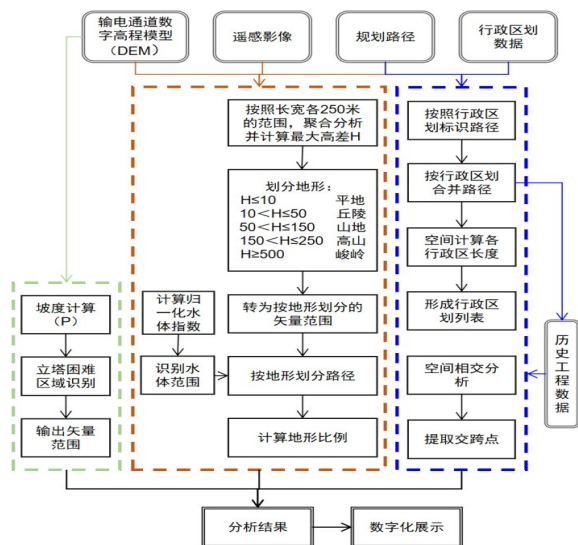


图1 技术路线图

3 数据情况

以规划路径为基础,系统收集涵盖数字高程模型(DEM)、遥感影像、行政区划数据以及已建工程数据在内的多源信息,详见表1。

4 分析结果

4.1 路径跨越行政区划分析

分析结果表明,该路径先后途经内蒙古自治区、宁夏回族自治区、甘肃省、陕西省、四川省、重庆

市、贵州省8个省(自治区、直辖市),总路径长度达1 536.23km,如图2所示。研究按照路径走向对沿线行政区进行了详细梳理,精准掌握了规划路径在各级行政区划中的分布比例,为规划设计人员与地方政府部门开展沟通协调、推进后续工程建设准备工作提供了准确的地理依据与参考。



图2 路径跨越行政区局部展示

4.2 地形比例分析

路径通道地形复杂多样,经详细地形分析得出具体分布特征如下:平地占比16.91%,丘陵占比24.51%,山地占比最高达53.50%,高山占比4.91%,峻岭占比0.17%。通过对各类地形比例的量化分析,可判断工程建设的施工难度与潜在风险,为工程预算编制、施工队伍配置及施工设备选型等关键环节提供数据支撑,切实助力降低工程建设成本与风险隐患。

4.3 坡度分析

坡度分析结果对塔基选址、铁塔设计高度及基础形式确定等环节具有关键指导价值,不仅有助于提升工程设计的科学性与施工安全性,还能提前识别工程高风险区域并制定针对性应对策略。本次针对规划路径两侧各1km范围开展坡度量化分析,结果表明线路通道整体坡度平缓,具体分析见表2。

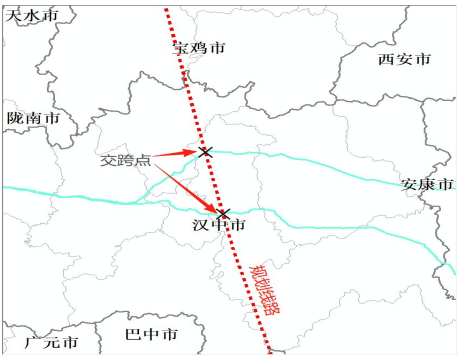
4.4 跨越已有电力线分析

规划路径与既有特高压线路存在8处交叉跨

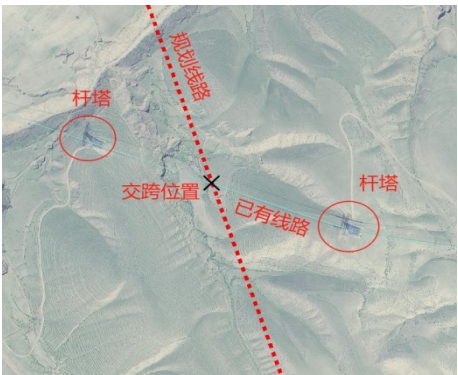
表2 坡度分析结果

坡度范围(度)	描述	占比
<15	相对较平缓的区域	57%
15-30	具有一定坡度,施工难度有所增加	36.74%
30-45	属于较陡峭区域,工程建设面临较大挑战	5.68%
>45°	坡度极大,立塔条件极为恶劣,需要进行重点核实和详细勘察,以确定是否采取特殊的工程技术措施或调整线路路径来确保工程的安全性和可行性	0.13%

越,通过多源空间数据图层叠加可视化技术,可对各交叉跨越节点周边地理环境要素、地形地貌特征进行宏观解译与综合研判,具体如图3所示。交叉跨越节点的空间分析与可视化表达,为工程施工组织协调、资源调配及后期电力线路运维管理构建了基础地理信息数据体系,显著提升特高压电网系统全生命周期管理的科学性与可靠性。



(a)交跨点地理位置示意



(b)交会点可视化示意

图3 交叉跨越局部示意

4.5 跨越水区分析

规划路径经过7处水系,通过空间计算可以测量出穿越每处水系的长度,根据实际情况考虑是否采用水中立塔、支柱强度调整等技术方案,确保立塔的安全性和可靠性。

5 结语

本研究聚焦特高压线路工程前期规划,深入探

讨GIS空间分析工具的关键技术与应用方法,通过模拟规划路径取得系列成果。这不仅为特高压电网前期规划提供了科学高效的技术支撑,还优化了路径选择、工程风险评估等,提升了工程质量和投资效益,保障了电网安全运行。在能源战略和电力体制改革背景下,特高压电网建设规模扩大,GIS空间分析工具与大数据、人工智能等技术融合,将在工程全生命周期中发挥关键作用,其应用基础经研究夯实,价值将随技术发展愈发显著。

参考文献

[1] 周远翔,陈健宁,张灵,等.“双碳”与“新基建”背景下特高压输电技术的发展机遇[J].高电压技术,2021,47(07): 2396-2408.

[2] 赵扬,任一兵.“双碳”目标下电力空间布局规划编制探索[C]//中国城市规划学会工程规划专业委员会.城市基础设施生命线安全韧性——2023年工程规划学术研讨会论文集.天津:天津市城市规划设计研究总院有限公司, 2023:252-259.

[3] 陈健飞.《地理信息系统导论》第8版[J].地球信息科学学报,2015,17(10):1275.

[4] 翁永玲,范兴旺,胡伍生,等.多源遥感数据及GIS技术在输电线路路径优选中的应用研究[J].东南大学学报(自然科学版),2013,43(S2):269-274.

[5] 王杰.GIS技术在输电线路工程征占用林地调查中的应用[J].内蒙古林业调查设计,2016,39(01):114-115+117.

[6] 郭建豪,王凯,王义元,等.基于移动GIS的电网规划线路数据维护系统设计与应用[J].软件,2021,42(02): 105-107+128.

[7] 汤国安,杨昕.ArcGIS地理信息系统空间分析实验教程[M].北京:科学出版社,2012.

[8] 张刚,杨昕,汤国安.GIS软件的空间分析功能比较[J].南京师范大学学报(工程技术版),2013,13(02):41-47.

[9] 庞鑫,李弘毅,任鸿瑞,等.河冰遥感指数判别方法综合评价——以黄河上游为例[J].遥感技术与应用,2024(6).

[10] 刘志恒,周绥平,余航,等.融合DEM和遥感影像的黄土区断裂构造识别[J].遥感信息,2023,38(04):57-65.