GIS技术在公路路线规划中的应用研究

袁鹏程[1] 杨 晖[2]
1. 中铁长江交通设计集团有限公司 重庆 401121
2. 重庆高速建设管理有限公司 重庆 401120

摘 要：公路路线规划是公路工程建设的核心前置工作，规划质量直接影响工程投资、施工安全与后期运营效果。传统人工规划方式依赖经验，数据处理效率低、方案主观性强，难以满足现阶段公路精细化规划要求。本文以GIS技术为研究核心，梳理其基础理论与技术特性，对比传统规划模式的不足，分析该技术在地理数据分析、方案生成、方案优选、风险评估及成果输出等环节的实际应用。同时总结工程应用中存在的数据适配性差、技术应用浅层化、专业模块缺失等问题，并提出对应的优化改进策略，可为公路路线科学化、规范化规划提供实践参考。

关键词：GIS 技术；公路路线规划；空间分析；方案优化；工程应用

引言：随着我国交通路网体系不断完善，公路建设逐步向复杂地形、生态敏感区域延伸，对路线规划的安全性、经济性与生态合规性提出了更高标准要求。传统公路规划依托图纸踏勘与人工测算，存在数据整合不全、风险排查疏漏、方案对比单一等现实问题，难以适配现代公路建设的发展需求。GIS技术具备强大的空间数据处理与可视化分析能力，能够有效弥补传统规划模式的短板。基于此，本文系统探究GIS技术在公路路线规划中的应用价值与实操路径，梳理现存问题并给出优化方案，助力提升公路规划整体质量与工程落地效率。

1 GIS 技术与公路路线规划概述

1.1 GIS技术核心内涵与功能特性

GIS即地理信息系统，是依托计算机软硬件支撑，对地理空间数据进行采集、存储、管理与分析的专项技术体系，核心是实现空间信息与属性信息的精准匹配。区别于常规数据处理软件，GIS的核心优势聚焦空间维度处理，可精准定位地形、地貌、水文、地物等地理要素的空间分布关系。在工程应用中，GIS具备数据录入与整理、空间叠加分析、三维可视化展示、数据统计测算等基础功能，能够将零散的地理测绘数据、国土规划数据、生态环境数据整合为一体化空间模型，为各类工程空间规划提供精准的数据支撑与分析工具。

1.2 公路路线规划基本原则与核心要求

公路路线规划是公路工程前期核心工作，直接决定工程造价、施工难度与后期运营效益，规划过程需严格遵循行业规范与实操原则。首先为安全性原则，路线布设需规避地质灾害、陡坡深谷等危险区域，保障行车安全与工程施工安全。其次是经济性原则，结合地形条件优化路线走向，缩短里程、减少土石方开挖与征地拆迁成本，控制工程整体造价。同时需兼顾合规性与协调性，贴合区域国土空间规划、生态保护红线要求，适配地方交通发展布局，兼顾生态保护、耕地保护与沿线居民生产生活需求[1]。

2 GIS 技术应用于公路路线规划的核心优势

相较于传统公路路线规划模式，GIS技术依托成熟的空间分析体系与数据处理能力，适配现代公路精细化、科学化规划需求，核心优势主要体现在四个方面：（1）多源空间数据集成处理优势。公路路线规划涉及地形地貌、地质条件、土地利用、生态红线、水文分布等多类空间数据。GIS可实现不同格式、不同维度测绘数据与规划数据的统一整合，完成数据矫正、筛选与融合，解决传统规划数据分散、衔接度低、人工整理误差较大的问题。（2）可视化建模动态推演优势。GIS具备二维、三维空间建模能力，可将规划区域地理环境实景还原，直观呈现地形起伏、地物分布等空间特征。规划人员可依托模型完成路线走向的实时推演，精准识别陡坡、洼地、地质隐患区等不利地形，规避规划盲区。（3）多因子综合量化分析优势。公路规划需兼顾安全、经济、生态、合规等多重约束。GIS可对各类影响因子进行权重赋值与量化分析，通过空间叠加运算，对比不同路线方案的综合适配性，摆脱传统规划主观经验主导的局限，实现方案择优的数据化、标准化。（4）规划方案动态优化优势。依托GIS动态数据更新与编辑功能，可根据政策调整、场地条件变更、生态管控要求变化，实时修正路线参数、调整线路走向，快速完成方案迭代，有效提升公路路线规划的灵活性与适配性[2]。

3 GIS 技术在公路路线规划中的具体应用

3.1 公路规划区域地理环境数据分析

GIS技术可实现规划区全域地理数据的采集、甄别、整合与解析，替代传统人工踏勘、图纸判读的粗放式数据处理模式，适配现代公路工程精细化勘测要求。（1）地形地貌数据处理。依托GIS搭载的数字高程模型，可精准提取规划区域海拔高程、地形坡度、坡向、起伏度等核心地形参数。通过栅格数据分析功能，对区域陡坡、沟壑、平坦地块进行分区划分，明确可建设区域与地形受限区域，为公路纵坡设计、路基标高设定、线路走向取舍提供精准地形数据支撑，规避高填方、深挖方等不合理工程布设。（2）地质与水文数据分析。GIS可整合区域地质勘察报告、地质灾害分布图、水系分布图等矢量数据，完成断层、软弱土层、滑坡崩塌易发区、河道、滞洪区等不良地质与水文单元的空间定位。通过空间叠加分析，精准标注规划区域内地质敏感点与水文管控范围，从源头规避地质灾害隐患区域与行洪通道，保障公路工程建设与后期运营安全。（3）地表覆盖数据分类梳理。结合国土利用现状数据、遥感影像数据，GIS可自动识别规划区域耕地、林地、建设用地、生态绿地等不同地表类型，精准统计各类土地覆盖的分布范围与占地面积，为后续土地占用统计、征地范围划定、生态保护管控提供基础数据依据。

3.2 公路路线初始方案智能生成

在完成规划区域地理环境数据分析的基础上，GIS技术可依托空间分析与路径运算功能，结合公路建设技术标准，自动生成多条合规的初始路线方案，改变传统依托人工经验试线、布线的工作模式，提升初始方案的科学性与全面性。（1）布设约束条件设定。根据公路等级、设计时速、转弯半径、最大纵坡等行业技术规范，在GIS系统中录入硬性约束参数，同时叠加生态红线、永久基本农田、村镇建成区、文物保护区等禁止建设图层，划定路线布设的核心管控边界，剔除所有不符合规范与政策要求的布线区域。（2）最优路径智能推演。以规划起点、终点及关键控制点为基准，依托GIS最短路径分析、成本路径分析工具，以地形起伏、土地占用、地质条件为成本因子，自动推演多条差异化初始路线。系统可根据不同权重配比，生成侧重经济性、安全性、生态保护性的多组布线方案，覆盖人工布线难以兼顾的布设角度，丰富方案储备。（3）初始方案参数自动提取。针对生成的各类初始路线，GIS可自动测算路线总里程、转角数量、坡度指标、土石方预估量、跨河跨域次数等核心工程参数，同步生成路线矢量轨迹文件，为后续方案对比优化、工程概算编制提供标准化基础资料，减少人工测算误差[3]。

3.3 路线规划方案多维度对比优选

公路路线初始方案生成后，需结合工程建设、生态保护、经济成本、社会影响等多维度指标完成方案筛选。GIS技术可实现多指标量化对比与综合研判，摒弃传统主观经验评判方式，实现路线方案优选的标准化与数据化。（1）工程技术指标对比。通过GIS空间统计功能，对各方案的路线里程、线形指标、路基工程量、桥隧占比、施工难度等技术参数进行量化统计与横向对比，优先筛选线形平顺、工程施工难度低、适配公路设计标准的方案，保障工程建设可行性。（2）经济成本指标对比。依托GIS数据测算结果，对比不同路线方案的征地拆迁规模、土地占用类型、土石方工程量、桥涵构造物数量，精准预估各方案的工程建设成本与后期运维成本，筛选出造价合理、经济效益最优的布设方案。（3）生态与合规指标对比。叠加生态保护红线、自然保护地、水土保持区等管控图层，统计各路线方案的生态占用范围与生态影响程度，核查方案是否符合国土空间规划、生态环境保护相关政策要求，优先选择生态扰动小、合规性完善的路线方案。（4）社会适配指标对比。结合村镇分布、交通路网、居民出行需求等数据，对比各方案对区域交通衔接、沿线居民生产生活、区域经济发展的适配性，剔除阻断交通、割裂村镇发展的不合理路线，保障公路建设的社会效益。

3.4 公路沿线生态、征地等风险评估

GIS技术可通过空间叠加、缓冲区分析等功能，精准识别沿线潜在风险，完成全方位风险排查与量化评估，为风险规避与方案调整提供依据。（1）生态环境风险评估。以公路路线为基准建立多级缓冲区，精准识别沿线范围内的林地、湿地、水源保护区、生态廊道等敏感生态单元，量化统计路线建设对生态植被、水土保持、生物栖息环境的扰动范围，判定生态影响等级，针对高风险区域提出路线绕避、局部改线等调整措施。（2）征地拆迁风险评估。GIS可精准匹配路线沿线土地权属、土地利用类型、建筑物分布数据，统计永久基本农田、普通耕地占用面积，梳理沿线房屋、构筑物拆迁数量与分布范围，明确征地拆迁核心区域与重点管控地块，提前排查土地征用纠纷、耕地超标占用等潜在风险，保障项目合规推进。（3）地质与安全风险评估。通过缓冲区叠加分析，排查路线沿线滑坡、泥石流、塌陷等地质灾害隐患点，以及高压管线、油气管道、通信干线等重要基础设施，评估路线布设的安全风险，针对风险较高路段优化线形设计，规避安全隐患。

3.5 规划成果可视化输出与审核应用

GIS具备强大的可视化表达与成果输出能力，可将抽象的路线规划数据、空间分析结果转化为直观的二维图纸与三维模型，适配规划报审、项目审核、方案公示等全流程工作需求，提升规划成果的直观性与规范性。（1）二维规划成果输出。依托GIS制图功能，可批量输出路线总平面图、地形分析图、土地利用现状图、生态管控分区图、征地范围示意图等标准化图纸，图纸要素层级清晰、数据精准、符合工程制图规范，可直接用于项目可行性研究、初步设计等报审资料编制。（2）三维实景可视化展示。结合地形数据、影像数据与路线设计参数，构建公路路线三维实景模型，直观呈现路线与周边地形、地物、生态环境的空间关系，清晰展示路基、桥隧、边坡的布设形态，弥补二维图纸空间表达不足的缺陷，便于审核人员直观判断方案合理性。（3）辅助方案审核与公示。三维模型与可视化图纸可直接用于项目内部评审、专家论证与社会公示，能够清晰展示路线布设优势、风险管控措施与工程建设内容，降低方案审核的专业门槛，提升规划审核效率与项目公示透明度[4]。

4 GIS 技术在公路路线规划应用中的问题与优化对策

在公路路线规划工程实践中，GIS技术的常态化应用仍存在部分落地短板，制约规划工作精细化质量，具体问题及针对性优化对策如下：（1）空间数据适配性不足。规划所用地形、国土、生态等多源数据标准不统一，坐标系存在偏差，部分区域数据更新滞后、精度不足，容易造成空间分析误差，影响路线布设准确性。（2）技术应用深度不足。多数规划人员仅使用GIS基础可视化与简单叠加功能，未充分运用量化分析、权重建模、智能选线等核心功能，技术应用流于表面，未完全适配现代公路规划需求。（3）专项适配体系不完善。通用GIS系统缺乏公路工程专属模块，无法贴合公路线形设计、桥隧布设、征地核算等专项标准，智能化、针对性应用能力有限。

针对上述问题，结合工程实际制定优化对策。（1）建立统一的数据处理规范，对多源空间数据进行统一坐标系校准、精度校验与动态更新，搭建本地化公路规划专用数据库，从源头保障数据精准度。（2）开展分层专项技术培训，结合公路规划全流程实操场景，强化技术人员量化分析、智能选线等高阶功能应用能力，推动GIS技术深度融入方案设计、风险评估、成本核算等核心环节。（3）依托工程行业标准，对GIS系统进行二次开发与功能定制，增设公路线形优化、生态风险判别、征地工程量统计等专项模块，提升技术应用的专业性与适配性[5]。

结束语

本文通过梳理GIS技术与公路路线规划的相关理论，明确该技术在现代公路规划中的核心应用优势与具体落地场景。相较于传统规划方式，GIS技术可实现数据精细化处理、方案智能化推演与风险量化评估，有效提升路线规划的科学性与合理性。同时研究发现，当前技术应用仍受数据质量、操作水平、系统适配性等因素制约。未来需通过规范数据标准、深化技术应用、定制专业模块等方式持续优化，进一步发挥GIS技术优势，为公路工程高质量建设提供技术支撑。

参考文献

[1]闫丹华.GIS结合无人机航测技术在山区公路高陡边坡段施工路径优化中的应用[J/OL].中国科技期刊数据库工业C,2026,(2):009-012.

[2]郭峰,李婷,杨凌波,等.BIM+GIS技术在公路改扩建老桥拆除重建中的应用[J].湖南交通科技,2025,51(2):255-260.

[3]陈勖.GIS和BIM技术在公路路线优化中的应用[J].交通科技与管理,2023,(7):18-20.

[4]林佳.GIS技术在公路建设管理中的应用研究[J].人民公交,2025,(6):48-50.

[5]田权.基于多源遥感与GIS的山区公路复杂地质勘察技术优化与应用[J/OL].中文科技期刊数据库（全文版）工程技术,2025,(8):127-130.