

基于GIS技术的山区公路勘察设计要点与实践

吕昌衡

新乡市公路勘察设计院有限责任公司 河南 新乡 453000

摘要: 本文探讨GIS技术在山区公路勘察设计的应用。阐述地形地貌、地质条件、水文条件勘察要点,以及路线选线、路基、桥隧、生态保护设计要点。介绍数据准备、整合分析、方案设计优化的实践流程,探讨GIS与多技术融合及智能化发展的优化方向。展现GIS技术提升勘察设计效率、保障工程安全、促进生态保护的作用,为山区公路建设提供技术参考。

关键词: GIS技术; 山区公路; 勘察设计; 技术融合; 智能化发展

引言: 山区公路建设面临复杂地形与生态保护双重挑战。传统勘察设计方法效率低且难以全面考虑多因素影响。GIS技术以其强大的空间数据处理与分析能力,为山区公路勘察设计提供了新思路。通过集成多源数据, GIS技术可实现地形地貌、地质条件、水文特征的精准分析,为路线规划、路基设计、桥隧选址及生态保护提供科学决策支持,推动山区公路勘察设计的智能化、精细化方向发展。

1 基于GIS技术的山区公路勘察要点

1.1 地形地貌勘察

GIS技术在山区公路地形地貌勘察中发挥关键作用。通过多种数据源获取地形数据,卫星遥感影像可从宏观层面呈现山区整体地形轮廓,无人机航测则能以高分辨率获取局部区域地形信息。这些数据导入GIS系统后,经处理生成高精度数字高程模型(DEM),基于此模型进行等高线分析,能够清晰展现山区地形起伏变化。等高线的疏密程度直观反映地势陡峭或平缓,密集处代表陡坡,稀疏处则为缓坡,为路线规划避开险峻地形提供依据。坡度坡向计算是GIS地形分析的重要功能。通过对DEM数据进行计算,可生成整个勘察区域的坡度图与坡向图。坡度图以不同颜色区分坡度等级,公路选线时可优先选择坡度较小区域,降低施工难度与成本,保障行车安全;坡向图则明确各区域朝向,在设计路基排水、植被恢复等工程时,可根据坡向考虑降水、光照等因素影响,避免因坡向问题导致水土流失或路基稳定性下降。GIS还可进行通视分析,模拟公路沿线视线情况,提前规划弯道、隧道等设施,确保行车视野良好。

1.2 地质条件勘察

在山区公路地质条件勘察方面, GIS技术凭借强大的数据整合能力,将不同来源的地质资料进行叠加分析。地质勘察报告中的地层分布、岩性信息,以及以往地质

调查的断层、褶皱数据等,均可转化为GIS图层。通过对这些图层的叠加与分析,能够精准绘制区域地质图,清晰呈现各类地质构造分布。对于断层、滑坡、泥石流等地质灾害易发区域的识别, GIS可建立地质灾害评估模型。该模型综合考虑地层岩性、地形坡度、降水条件等多种因素,通过空间分析算法,计算各区域地质灾害发生概率,生成灾害风险等级图。高风险区域在图中以醒目标识呈现,公路勘察设计时可尽量绕避这些区域。若无法绕避,则提前规划防护措施,如设置挡土墙、抗滑桩等加固设施,保障公路建成后的运营安全。GIS还可对地质条件进行动态监测,对比不同时期地质图层变化,及时发现潜在地质隐患,为后续维护与治理提供数据支持。

1.3 水文条件勘察

GIS技术为山区公路水文条件勘察提供高效手段。其能够从数字高程模型中自动提取水系信息,快速识别河流、溪流的位置与流向,生成详细的水系分布图。通过对水系网络的分析,可确定各条河流的流域范围,明确公路穿越不同流域时的排水需求。结合地形数据与降雨数据,利用GIS的水文分析功能,模拟洪水淹没范围^[1]。该模拟基于地表径流、汇流等原理,计算不同降雨强度下可能的淹没区域,为公路路线设计提供关键参考。在路线设计过程中,为避免公路遭受洪水侵袭,可参考洪水淹没范围调整路线走向,将公路布置在地势较高、不易淹没的区域。对于无法避开的涉水路段,根据水系分析结果,合理设计桥梁、涵洞等排水构造物的尺寸与数量,确保洪水期间水流能够顺利通过,不影响公路结构安全。GIS还可分析地下水水位变化情况,为路基基础设计提供依据,防止地下水对路基产生不良影响,保障公路长期稳定运行。

2 基于GIS技术的山区公路设计要点

2.1 路线选线设计

路线选线是山区公路设计的基础环节,直接关系到工程投资、施工难度以及后期运营的安全性和经济性。利用GIS技术可以将地形、地质、水文、土地利用等多种图层信息进行叠加分析,形成综合评价模型。例如,基于数字高程模型提取坡度、坡向等地形因子,结合地质构造信息识别潜在滑坡、崩塌区域,再融合生态红线与水源保护区边界数据,避免线路穿越环境敏感地带。在此基础上,通过缓冲区分析与路径优化算法,筛选出多个可行路线方案,并对其进行全面比较,最终确定一条安全、经济、环保的最优路线。这种基于空间分析的选线方式,较传统人工判断更具科学性和可操作性。

2.2 路基设计

路基作为公路结构的重要组成部分,其稳定性直接影响道路使用寿命和行车安全。山区地势起伏较大,路基填挖方变化频繁,设计时需合理划分填方与挖方区域,并准确控制边坡高度与坡度。GIS技术可通过三维地形建模,直观呈现地面高差变化情况,并结合地质岩性数据判断不同地段的承载能力。在此基础上,优化横断面布置,明确各段落的填挖高度与边坡比例,减少土石方工程量,降低施工难度。利用GIS的空间分析功能,还可以模拟地表径流方向,辅助排水系统规划,确保雨水能够有效排出,防止因积水引发路基沉降或滑坡等问题,从而提高整体路基结构的稳定性和耐久性。

2.3 桥隧设计

桥梁与隧道是解决山区复杂地形障碍的关键工程设施,其选址与结构形式的选择对整体线路布局具有重要影响。GIS技术能够对地形地貌进行精细化表达,识别深谷、河流、山脊等地形特征,为桥梁跨越或隧道穿山提供基础依据。通过三维空间分析,可模拟不同桥隧位置的通行条件与结构适应性,结合地质图层判断岩层稳定性,选择适合的结构类型与施工方式。在隧道设计中,GIS还可用于分析进出口地形与周边地质条件,辅助确定合理的洞口位置与掘进方向^[2]。对于桥梁而言,可结合水流方向与冲刷范围,优化桥墩布置,减少对河道生态的影响,提升结构安全性与环境适应性。

2.4 生态保护设计

山区往往是生态系统较为完整的区域,公路建设可能对自然环境造成一定干扰。在设计过程中应充分考虑生态保护需求,尽量减少对自然植被、水源地和野生动物栖息地的影响。GIS技术可通过遥感影像解译与生态数据集成,识别并划定各类生态敏感区,如自然保护区、水源涵养区、珍稀物种分布带等,并在路线规划阶段优先避让这些区域。对于无法完全避开的路段,可在GIS辅

助下制定相应的生态补偿措施,如设置动物通道、实施植被恢复计划等。GIS还可支持绿化带规划与生态隔离带设计,通过空间分析确定适宜种植的植物种类与分布范围,促进沿线生态环境的修复与重建,使公路建设与自然保护相协调。

3 基于GIS技术的山区公路勘察设计实践流程

3.1 数据准备

山区公路勘察设计的第一步是收集和整理各类基础数据,包括地形、地质、水文、土地利用等多种类型的信息。地形数据通常来源于数字高程模型(DEM),能够提供精确的地表起伏信息;地质数据涵盖岩性分布、构造特征等内容,有助于评估潜在的地质灾害风险;水文数据则涉及河流分布、径流方向等要素,对于确定排水系统至关重要。还需获取土地利用现状图、生态保护区边界等资料,以便综合考虑环境保护要求。所有这些数据在导入GIS系统之前,需要进行格式转换与预处理工作。例如,将不同来源的数据统一转换为标准坐标系,并检查数据完整性与准确性,消除冗余或错误信息。必要时,还需对遥感影像进行解译,提取更多有用的空间信息,为后续分析奠定坚实基础。

3.2 数据整合与分析

完成数据准备工作后,接下来的任务是将多源数据导入GIS系统,建立一个综合性的空间数据库。这个过程不仅涉及不同类型数据的集成,还需要对数据进行标准化处理,以确保其能够在同一平台上进行有效的叠加分析。首先,利用GIS工具对地形数据进行初步处理,生成坡度、坡向等地形因子图层,直观展示地表形态特征。接着,结合地质图层识别潜在的滑坡、崩塌风险区,并运用缓冲区分析划定安全距离范围,避免线路穿越危险地带。基于水文图层模拟地表径流路径,辅助确定排水设施的位置与走向。在此基础上,还可以引入土地利用类型和社会经济因素,进一步丰富分析维度。例如,通过叠加生态保护红线图层,明确不可开发区域,指导路线选线避开生态敏感地带。整个数据整合与分析阶段,旨在构建一个全面反映实地情况的空间信息平台,为后续的设计决策提供科学依据。

3.3 方案设计与优化

基于前期的数据整合与分析结果,可以开始生成初步的设计方案。在GIS环境下,利用网络分析功能寻找最佳路线方案,考虑交通流量预测、社会经济因素以及地形限制条件。针对路基设计,根据地形起伏情况确定填方与挖方区域,并计算边坡坡度,确保结构稳定性和施工可行性。对于桥隧设计,则需详细分析地形与地质适

应性,选择合适的桥梁跨越点或隧道位置,优化结构形式与尺寸。在这一过程中,动态模拟技术发挥了重要作用。通过改变输入参数,如调整道路宽度、修改桥梁跨度等,实时观察设计方案的变化效果,便于快速迭代改进^[3]。GIS还支持多方案比选,根据不同评价指标对各个备选方案进行全面评估,筛选出最优解。例如,在生态保护方面,比较各方案对自然植被、水源地及野生动物栖息地的影响程度,优先选择环境影响最小的路线。同样,在工程造价与施工难度上,也需权衡利弊,力求找到平衡点。在整个方案设计与优化阶段,GIS技术的应用使得设计师能够更加灵活高效地应对复杂问题,实现科学决策与精细化管理。

4 基于GIS技术的山区公路勘察设计优化方向

4.1 技术融合

GIS技术的核心优势在于空间数据的整合与可视化表达,但在实际应用中,仍需依赖外部技术提供实时、高精度的基础信息。遥感(RS)技术能够获取大范围地表影像,尤其适用于地形起伏剧烈、地面调查困难的山区环境。通过遥感图像解译,可快速识别地貌特征、植被覆盖情况及潜在地质灾害区域,为GIS分析提供丰富的数据来源。将遥感影像与GIS图层叠加,有助于构建更完整的地理信息模型,提高路线选线与风险评估的准确性。全球定位系统(GPS)则在野外勘测中发挥关键作用。传统测量方式受限于人力和设备条件,难以实现大面积、连续性的坐标采集。而GPS技术可以提供高精度的点位信息,使现场采集的数据能够迅速导入GIS系统,增强数据的空间一致性与可靠性。例如,在桥隧选址或地质灾害点标注过程中,结合GPS定位与GIS分析,可提高勘察成果的精确度和实用性。GIS还可与无人机航测、BIM等新兴技术结合,拓展其应用深度。无人机航测能快速获取高分辨率的三维地形模型,为GIS进行坡度建模、可视域分析提供支持;BIM技术则擅长结构建模与施工模拟,在与GIS集成后,可实现从宏观线路规划到微观构件设计的全流程数字化管理,提升整体工程协同效率。

4.2 智能化发展

在技术融合的基础上,GIS技术还将在智能化分析与自动化设计方面展现出更大潜力。当前的GIS系统已具备较强的数据存储与图形展示能力,但多数分析仍依赖人工设定规则与经验判断。未来,借助人工智能、机器学习等算法,GIS有望实现更高层次的智能辅助决策。例如,通过训练模型识别典型地形特征与地质风险模式,系统可自动推荐最优路线方案,并给出相应的工程调整建议,大幅减少设计师的重复性劳动。基于大数据分析,GIS还可以预测不同设计方案下的环境影响与施工难度,为决策提供更具前瞻性的参考依据。自动化设计也是GIS技术发展的一个重要趋势。传统的路线选线、填挖方计算、横断面绘制等工作通常需要大量手工操作,效率较低且易出错。而借助参数化建模与脚本编程,未来的GIS系统或将支持一键生成初步设计方案,并根据输入条件自动优化关键参数,如边坡角度、桥梁跨度等,使设计过程更加流畅、连续。GIS还可与施工管理系统对接,实现实时更新与动态反馈,确保设计成果与实际施工情况保持一致,提高工程实施的可控性与适应性。

结束语

基于GIS技术的山区公路勘察设计,通过整合多源数据,实现了对山区复杂地形、地质及水文条件的精准分析,为路线选线、路基桥隧设计及生态保护提供了科学依据。GIS技术与其他技术的融合以及智能化发展,进一步提升了勘察设计的效率与精度。未来,随着技术的不断进步,GIS在山区公路勘察设计中的应用将更加广泛深入,为山区公路建设的高质量发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]周国园.基于GIS技术的复杂山区公路选线探析[J].交通世界,2025(4):78-80.
- [2]杨洪均.基于GIS技术在山区公路路线设计中的应用研究[J].汽车博览,2023(20):25-27.
- [3]张庆伟,李国平.基于BIM+GIS技术的公路养护管理模式研究[J].运输经理世界,2024,(04):140-143.