

成本,提升管网系统的运行可靠性,为城镇雨污分流系统的长期稳定运行提供技术方面的保障。

3 城镇给排水工程中雨污分流改造技术效益分析

3.1 水环境质量持续提升

雨污分流改造在源头上阻断了城镇生活污水以及初期雨水直接排入自然水体的途径。此项举措极大地降低了进入河流湖泊等地表水体的污染物总量,水体当中的有机物、氮磷等营养物质的浓度渐渐降低,水体富营养化的趋势得到了有效抑制。原本呈现出发黑发臭状态的水体慢慢恢复清澈,水体的透明度有了明显提高。

随着污染物输入量的减少,水体自身的净化能力得以恢复并有所提升,水生植物的生长环境获得改善,沉水植物、挺水植物的种群数量逐渐增多,水生生物的多样性开始恢复,鱼类、底栖动物等水生生物再度回归水体,形成了相对稳定的生态系统。水环境质量的不断改善提高了城镇水体的生态功能。水体可契合景观用水的需求,还可为周边居民提供休闲娱乐的场所。清洁的水体也有利于改善城镇的微气候,提高居民的生活舒适度。雨污分流改造所带来的水环境质量的提升,为城镇生态宜居建设提供了关键支撑,推动了城镇的可持续发展。

3.2 排水防涝能力增强

雨污分流改造在源头上阻断了城镇生活污水以及初期雨水直接排入自然水体的途径。此项举措极大地降低了进入河流湖泊等地表水体的污染物总量,水体当中的有机物、氮磷等营养物质的浓度渐渐降低,水体富营养化的趋势得到了有效抑制。原本呈现出发黑发臭状态的水体慢慢恢复清澈,水体的透明度有了明显提高。

随着污染物输入量的减少,水体自身的净化能力得以恢复并有所提升,水生植物的生长环境获得改善,沉水植物、挺水植物的种群数量逐渐增多,水生生物的多样性开始恢复,鱼类、底栖动物等水生生物再度回归水体,形成了相对稳定的生态系统。同时,水环境质量的不断改善提高了城镇水体的生态功能。水体可契合景观用水的需求,还可为周边居民提供休闲娱乐的场所。清洁的水体也有利于改善城镇的微气候,提高居民的生活舒适度。雨污分流改造所带来的水环境质量的提升,为城镇生态宜居建设提供了关键支撑,推动了城镇的可持续发展。

3.3 长期运维成本降低

雨污分流改造对城镇给排水系统的管网结构起到了优化作用,使得雨水与污水的输送路径各自分开,运维人员的工作内容得以简化。运维人员可依据不同管网制定精确的维

护计划,不用再应对合流制管网中雨污水混合所带来的繁杂问题,日常巡检的效率有了大幅提高。

分流后的雨水管网内部淤积状况明显减少,管网内壁腐蚀速度减慢,运维人员的清掏和修复工作频率随之降低。污水管网由于进水水质稳定,管道内沉积物成分单一,清疏作业难度降低,所需人力和物力投入相应减少。污水处理厂的运行成本也得到了有效控制,稳定的进水浓度使污水处理工艺的运行参数更易于调控,生物处理单元运行稳定性提高,能耗和药剂消耗保持在合理范围,处理过程中产生的污泥量减少,污泥处置相关费用也随之降低。雨污分流改造消除了合流制系统中溢流污染的治理需求,城镇无需再投入大量资金建设溢流污染控制设施,还省去了后续设施维护和运行成本。从长期来看,这些变化共同发挥作用,使城镇给排水系统的运维成本持续降低,提升了整个系统的运行经济性。

3.4 再生水回收利用率提高

雨污分流改造可使得城镇污水收集系统的进水水质变得更加稳定,让生活污水与工业废水的混合比例维持在均衡状态,为再生水的高效处理营造出有利的条件。污水处理厂可依据稳定的进水水质对处理工艺进行优化,以此提升再生水的产出效率以及品质稳定性,让再生水的水质更加契合各类回用场景的需求。分流之后的污水管网可以减少雨水混入所带来的水量波动,使得污水处理厂的运行负荷更加平稳,提升处理设备的运行效率。这样的变化可让再生水的生产规模更容易进行调控,城镇可依据回用需求合理安排再生水的产出量,防止处理能力出现闲置或者过载的情况。

4 结语

雨污分流改造是城镇给排水系统提质升级的关键举措,通过优化管网结构、强化设施配套,可有效改善水环境质量,增强排水防涝能力,降低运维成本,提升水资源循环利用效率,为城镇生态宜居建设奠定基础。未来,需结合城镇发展实际,持续优化改造技术方案,推动智慧化运维与管理,进一步提升改造的精准性与长效性,促进城镇水资源的可持续利用与生态环境的持续改善,助力城镇绿色高质量发展。

参考文献

- [1] 马娇娇,杨帅. 基于GIS的市政道路雨污分流管网优化研究[J]. 中国建筑金属结构,2025,24(24):10-12.
- [2] 肖晓映. 厦门市思明区正本清源改造工作难点问题及对策[J]. 中国建筑金属结构,2025,24(24):184-186.
- [3] 王广计. 空间约束型城中村雨污改造三维协同优化设计研究——基于微创施工、系统适配与长效管护的实证分析[J]. 长江工程职业技术学院学报,2025,42(04):34-37+42.

Research on the Integrated Application of Highway Survey and Design Based on BIM+GIS Technology

Jianlin Kang

Southwest Survey and Planning Institute, National Forestry and Grassland Administration, Kunming, Yunnan, 650031, China

Abstract

In the field of highway survey and design, the focus is on the integrated application of BIM and GIS technologies. By analyzing the complementarity of the core features of the two, the key technologies such as multi-source data fusion and collaborative platform architecture are discussed. Thus, the specific application mode from macro line selection to refined design is constructed, and the methods for achieving full-process data integration are also expounded. This research further clearly points out the challenges currently faced in terms of technical standards, management processes and talent cultivation. At the same time, it looks forward to the intelligent development direction deeply integrated with technologies such as the Internet of Things and digital twins.

Keywords

BIM+GIS integration; Integrated design; Digital technology; highway engineering

基于 BIM+GIS 技术的公路勘察设计一体化应用研究

康建林

国家林业和草原局西南调查规划院, 中国 · 云南 昆明 650031

摘要

在公路勘察设计领域, 聚焦的是 BIM 与 GIS 技术的一体化应用。借助对两者核心特征互补性的分析, 进而对多源数据融合以及协同平台架构等关键技术展开探讨, 由此, 从宏观选线直至精细化设计的具体应用模式得以构建, 并且针对实现全流程数据贯通的方法也进行了阐述。此研究还进一步地, 明确指出了当前在技术标准、管理流程及人才培养这些方面所面临的挑战, 同时, 满怀展望地提及了与物联网、数字孪生等技术深度融合的智能化发展方向。

关键词

BIM+GIS 融合; 一体化设计; 数字技术; 公路工程

1 引言

公路勘察设计是工程质量控制的关键。当前 BIM 与 GIS 技术在该领域的融合应用尚不充分, 二者在微观工程信息与宏观地理环境方面的互补优势有待系统整合。本文旨在研究其一体化应用的理论基础、关键技术及实施路径。公路工程勘察设计工作是工程质量控制的基础, 也是工程建设的关键。建筑信息模型 (BIM) 是根据公路工程相关信息数据, 构建工程模型, 并通过数据信息的对比分析, 实现对工程全部真实信息的仿真模拟。当前, BIM 技术在我国公路工程领域的应用大多局限在公路建设施工及运行管理等阶段, 而在公路勘察设计阶段的应用较少。

2 BIM 与 GIS 技术融合的理论基础与关键技术

2.1 BIM 与 GIS 技术的核心特征与互补性分析

在公路勘察设计领域, BIM 与 GIS 技术的融合展现出显著的互补优势。BIM 技术侧重于工程实体本身的精细化表达与管理, 其核心在于构建包含几何与非几何信息的参数化三维模型。该模型不仅能够完整承载从构件到项目的多层次数据, 还支持从设计、施工到运维的全生命周期信息传递。而 GIS 技术则擅长于宏观地理空间环境的分析与管理, 能够处理大范围、多尺度的地形、地质、水文、行政区划及既有基础设施等地理空间数据, 并提供强大的空间分析与可视化能力。在公路工程这一典型的线状地理空间项目中, GIS 技术为项目规划与宏观选线提供科学的全局环境背景与分析基础, 同时 BIM 技术则为工程设计、工程算量及细节优化提供精准数字化载体。二者的融合本质上是微观工程信息与宏观地理环境信息的深度集成, 能够将公路工程精准“放置”于真实的自然与社会环境中进行分析与模拟, 从而

【作者简介】康建林 (1974—), 男, 中国云南墨江人, 本科, 高级工程师, 从事道路勘察设计研究。

克服传统模式下环境信息与工程设计信息相互脱节的瓶颈,为勘察设计一体化提供根本性的数据与技术支撑 [1]。

2.2 面向公路工程的多源异构数据融合与集成管理技术

面向公路工程的多源异构数据融合与集成管理技术,是实现 BIM 与 GIS 深度融合的底层支撑与关键挑战。由于公路项目数据具有显著的“多源”与“异构”特性,需应对复杂的数据整合难题。“多源”体现在数据获取途径多样,包括测绘遥感得到的地理空间数据、地质勘察获取的岩土工程数据、既有基础设施数据以及社会经济环境数据等;“异构”则表现为数据在格式、尺度、精度与语义方面的巨大差异。例如, GIS 常用的栅格与矢量数据,与 BIM 中精细的构件级三维模型数据在结构与表达上存在本质不同。在传统作业模式下,这些数据往往分散存储、格式互不兼容,形成信息孤岛,导致难以统一分析与有效利用。因此,实现一体化应用的首要关键技术在于构建统一的数据标准与语义框架,对各类数据进行规范化描述与坐标系统一,并在此基础上借助中间件、通用数据格式或专用集成平台等技术手段,实现多源数据在物理或逻辑层面的集中管理与有机融合 [2]。这一过程旨在创建一个内容全面、逻辑一致且可动态更新的“数字底座”,为后续的协同设计、分析模拟与科学决策提供完整、可靠且可视化的数据基础,从而打通从宏观地理环境到微观工程设计的全链条信息流。

2.3 支撑勘察设计一体化的协同工作平台架构研究

关于支撑勘察设计一体化的协同工作平台架构研究,其目的在于构建一个将数据、流程以及人员进行整合的统一数字化工作环境,该架构一般运用分层设计理念,从下往上涵盖数据资源层、平台服务层和应用交互层,其中数据资源层依照统一标准对多源异构的 BIM、GIS 以及其他工程数据实施整合与管理,进而形成项目唯一可信的数据源,而平台服务层则会提供数据访问、模型轻量化、空间分析、专业计算以及协同管理等一系列核心服务引擎,处于顶层的应用交互层通过各类专业客户端或者 Web 门户,向勘察、设计、管理等不同角色的用户提供与其业务习惯相契合的工具与界面,整个架构的核心目标是达成跨阶段、跨专业、跨地域的数据共享和业务协同,让分散的作业模式转变成基于同一数字模型的并行协同工作流,从而为公路勘察设计一体化提供坚实的技术载体和作业平台 [3]。

3 BIM+GIS 技术在公路勘察设计阶段的具体应用模式

3.1 勘察阶段:基于 GIS 的宏观选线与基于 BIM 的场地精细化建模

在公路勘察初始阶段所呈现出的 BIM 与 GIS 技术的融合应用,以宏观层面与微观层面相结合的工作模式为具体体现,该模式基于 GIS 技术所具备的强大空间分析能力与

数据处理能力,能够在区域范围内针对地形、地质、生态环境、既有路网以及规划约束等多个维度的信息开展综合评估与叠加分析工作,进而实现路线走廊带的科学比选以及宏观方案的快速优化过程,同时有效规避重大环境敏感区域与地质风险区域,从而为项目决策提供具有全局性特征与量化特点的依据,而在完成上述宏观层面的工作基础上,当针对选定的走廊带或者关键工点进行后续工作时,则需要转入基于 BIM 技术的场地精细化建模阶段,此阶段需利用勘察过程中获取的详细地质钻孔数据、地形测量数据等信息,构建出包含地表模型、地质体模型、地下构筑物等多方面信息的高精度三维场地模型,这一模型不仅能够以直观的方式反映场地条件,其内部所蕴含的精确地理坐标信息与属性信息,还能够为后续开展的道路、桥梁、隧道等专业设计工作提供可直接加以利用的、承载着丰富环境信息的数字化基础,最终实现从宏观地理空间分析到微观工程场地认知的无缝衔接状态 [4]。

3.2 设计阶段:融合地理环境信息的线路优化与三维协同设计

在进入设计阶段后,围绕线路方案的精细化确定与多专业协同这一核心, BIM 与 GIS 的融合应用得以展开,而集成于统一平台的诸如地形、地质、用地、生态等地理环境信息,在此阶段成为线路平面设计过程中既不可或缺又作为约束条件与参考依据存在的重要因素,设计人员基于高精度的场地 BIM 模型,能够在三维场景里直观地进行路线纵断面调整以及构造物布设等操作,并且可以实时获取土石方量、用地范围、地质风险等关键分析数据,以此来实现方案在经济性、安全性与环境适宜性方面的综合比选,同时,各专业设计人员能够在同一融合模型中开展并行协同设计工作,路基、路面、桥梁、隧道等专业模型可进行实时集成与碰撞检测,进而确保设计成果在空间一致性与技术协调性上得到保障,最终实现设计质量与效率的大幅提升 [5]。

3.3 全流程贯通:勘察数据向设计模型的自动传递与联动更新机制

实现全流程贯通的核心在于那依托统一数据标准与集成管理平台的勘察数据向设计模型的自动传递与联动更新机制,该机制可确保在勘察阶段所获取的包含地形、地质、水文等方面的原始数据与成果,能够经由标准化接口以自动或半自动的方式导入设计模型数据库之中,进而对设计参数起到直接驱动或关联作用,而当勘察数据因补充作业或修正而出现更新情况时,与之相关联的设计模型能够自动对变化范围进行识别,并且触发相应设计参数与几何模型的同步调整以及版本管理,此机制有效规避了传统模式下因数据多次转换和手动输入所导致的信息滞后与错误问题,让设计工作得以始终基于最新且最准确的场地信息来开展,从而切实达成从勘察到设计的数字化连续工作流,不过在这一复杂的逻辑链条中,部分语句的完整性可能因长句的构建和语态的变