

BIM 技术在公路勘察设计一体化中的应用探索

文 / 孙雨轩 东南大学成贤学院

摘要：随着公路建设项目规模和复杂性的不断增加，传统勘察设计方法在精度、效率和协作方面的局限性日益凸显，已经无法满足当前公路勘察设计的要求，这就需要引入 BIM 技术。本文围绕 BIM 技术在公路勘察设计一体化中的具体应用展开研究，探讨了其在三维建模与可视化、参数化设计、协同设计与信息共享、工程量统计与成本分析以及施工模拟与优化等方面的具体应用。研究发现，BIM 技术能够有效提升设计精度、优化资源配置并增强多部门协作能力，从而显著改善项目实施效率和成果质量。同时，分析了 BIM 技术在应用过程中面临的主要挑战，包括数据兼容性不足、多部门协作标准不统一、权限管理与数据安全问题以及技术人才短缺等，并提出了相应的优化对策，如推动跨平台数据兼容性改进、建立长效协作机制、完善信息共享平台与权限管理体系以及加强技术人才培养与认证，以期为实现 BIM 技术的有效应用提供参考。

关键词：BIM；公路勘察设计；一体化

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.09.103

引言

随着现代交通基础设施建设的不断发展，公路勘察设计领域面临着项目复杂性增加、设计精度要求提升以及多部门协同作业需求加大的挑战。传统的设计方式难以满足公路建设在多维度信息整合和动态调整方面的需求，数据孤岛、设计变更频繁等问题制约了项目实施的效率和质量。在此背景下，建筑信息模型（Building Information Modeling, BIM）技术以其可视化、协同性和信息集成的优势，逐渐成为公路勘察设计的重要工具。因此，进行 BIM 技术在公路勘察设计一体化中的应用探索具有十分重要的现实意义。

一、BIM 技术在公路勘察设计一体化中的具体应用

（一）三维建模与可视化

三维建模与可视化在公路勘察设计中的应用贯穿整个设计过程，是提高设计效率与精度的核心环节，如图 1 所示。数据采集技术是三维建模的基础，无人机测绘

与激光扫描技术凭借高效、精准的特点，已成为公路勘察中不可或缺的手段。无人机测绘能够快速获取大范围的地形信息，生成高分辨率的数字正射影像和三维地形数据；激光扫描则以点云形式捕捉地形表面的细节信息，包括地形高程、植被覆盖、构筑物分布等。将多源数据整合后，形成精准的原始地形数据，为后续建模奠定基础。基于高精度地形数据，三维地形模型的构建是勘察设计的重要步骤，模型通过点云处理、曲面拟合等技术生成，直观还原地形特征，并以数字化形式呈现复杂地形的空间关系，为设计人员提供直观的操作环境。在模型创建过程中，高程、坡度、地质条件等参数一并集成，使得设计方案的合理性与适应性得以提升。高精度三维模型为设计方案优化提供了强大的支持。在路线设计时，模型展现了地形、构筑物、生态环境等多要素间的相互关系，为路线布设和比选提供科学依据^[1]。

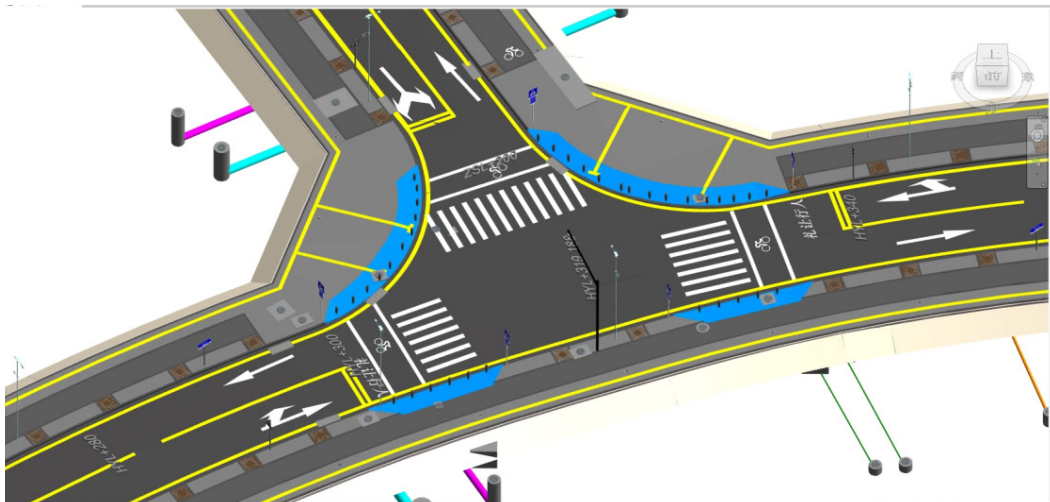


图 1 BIM 公路路面模型图

（二）参数化设计

参数化设计在公路勘察设计中以精细化、动态化的设计方法实现了全流程优化，其核心在于将设计数

据与几何参数高度关联，从而使设计过程具备灵活性和适应性。道路中心线、纵断面与横断面是参数化设计的关键组成部分。中心线设计通过数字化手段结合

地形数据,生成符合地形特征与规划要求的道路布局。纵断面设计综合考虑地形起伏和路基施工要求,通过拉坡线和竖曲线的设置,优化道路坡度和过渡性。横断面设计注重路基宽度、边坡防护和排水设施的综合配置,利用参数化建模方法将多种设计要素统一到一个动态模型中,为后续施工图纸提供直观且准确的依据。

动态调整与实时反馈是参数化设计的核心优势。通过参数化设计平台的智能算法,当设计参数发生变化时,模型能够自动重构并实时输出更新结果,这种特性极大提升了勘察设计的效率与精准度。在路线优化过程中,设计人员依据模型反馈不断调整方案,使设计更加符合工程需求。施工阶段常因地质、气候等不确定因素导致方案调整,而参数化模型可迅速响应这些变化,实时生成新方案并更新工程量数据。

(三) 协同设计与信息共享

公路工程通常涉及路线设计、桥梁设计、地质勘察等多个专业领域,各专业间的协作程度直接影响设计的整体质量和效率。BIM技术通过统一的数据平台实现了多专业、多部门间的实时协作,使得设计过程不再是孤立作业,而是多方协同完成的整体流程。在这一平台中,各专业人员可以基于同一模型开展工作,实时共享设计信息和数据更新,避免了传统设计中因信息孤岛而导致的重复劳动和矛盾冲突。通过协作模型的集成,设计内容能够全面涵盖各专业的技术要求,减少了误差和遗漏,使设计成果更加完整和精准。

版本控制与在线评审功能是实现高效协同的技术基础,BIM平台通过版本管理功能对模型的每一次修改进行记录,使设计团队能够追溯和比较历史版本,确保数据的一致性和可追溯性。在评审环节,BIM技术通过在线评审功能使参与者能够直接在模型上进行审查和标注,快速定位问题并提出解决方案。通过云端共享模型,评审过程更加透明,所有修改意见均可实时同步到设计团队中,确保沟通高效和决策科学^[2]。

(四) 工程量统计与成本分析

基于BIM模型的工程量提取技术,通过对数字化模型的精确分析,直接从模型中自动生成各类工程量数据,极大提高了数据获取的效率和准确性。与传统方法相比,不仅消除了人为计算的误差,还能全面涵盖设计所涉及的材料种类、尺寸规格和空间布置等信息。通过对模型数据的分析,各种设计细节能够直观呈现,减少了信息丢失的风险。在模型调整的过程中,工程量数据也能够实时同步更新,为设计优化和决策提供了可靠的数据支撑。

动态成本模拟功能结合BIM模型与工程量数据,实现了成本的精确预测和实时调整。在设计阶段,不同方案的工程量数据被快速提取,并与成本数据库中的材料价格、人工费用、设备租赁等数据关联,形成完整的成本估算模型。通过动态调整设计参数,成本估算也能同步更新,使得设计团队可以直观地比较不同方案的经济性^[3]。

二、BIM技术在公路勘察设计一体化中的应用挑战

(一) 数据兼容性问题

在实际应用中,公路勘察设计涉及多种专业领域,每个领域常使用不同的软件工具和数据格式,多样性导致数据在跨平台操作时容易出现丢失、畸变或无法识别的情况。例如,地质勘察数据、测绘信息与结构设计模型在整合时,因格式标准不一致,常需要多次转换和重新处理,增加了工作量和出错的概率。同时,不同软件之间的功能差异和数据读取能力也加剧了数据兼容的复杂性,部分模型信息在传输过程中会被忽略或转化为无效数据,影响了设计决策的科学性。

另一个层面是不同团队或部门间的数据管理方式存在差异,导致共享数据的精度和更新频率难以保持一致。当数据版本不统一时,各专业团队的工作内容可能存在不协调现象,不仅影响设计进度,还会对后续施工产生潜在风险。尤其在大型公路项目中,数据量庞大且来源复杂,缺乏统一的数据管理和协作平台会导致信息交互的瓶颈,削弱BIM技术在整合设计信息、提高协同性方面的优势。

(二) 多部门协作中的标准不统一

公路勘察设计通常涉及测绘、地质、桥梁、路基和环境评估等多个专业,每个部门在技术方法、数据格式和成果表达上的标准可能存在差异。这种标准的不统一直接影响了信息在不同部门之间的流通和共享,甚至可能导致关键数据在交接过程中失真或丢失。各部门各自为政的工作方式使协作过程充满不确定性,增加了设计信息整合的难度,削弱了设计的整体性和协调性。

由于行业缺乏统一的BIM技术规范和实施指南,不同部门对BIM应用的理解和执行标准也存在差异。一些部门可能更关注数据的准确性,而另一些部门可能更注重模型的可视化效果,这种目标和优先级的不一致导致了协作过程中的矛盾。在信息交互的过程中,不统一的模型命名规则、图纸标注方式以及工程量统计方法等问题可能会引发不必要的重复劳动和沟通障碍,延误项目进度。尤其在大型公路工程中,设计周期长、参与部门多,标准的不统一容易在项目的不同阶段积累问题,增加后期协调和修复的难度,最终影响项目的经济性和可实施性^[4]。

(三) 数据共享中的权限与保密问题

公路勘察设计涉及多部门、多专业的协同工作,设计数据量庞大且复杂,部分数据具有高度敏感性,包括地质数据、环境影响评估报告以及项目的成本预算等。这些数据在共享过程中,如果缺乏明确的权限管理,可能导致未经授权的访问或滥用,给项目带来潜在的经济损失和信息泄漏风险。各参与方对数据共享的需求和期望不同,权限分配的不当可能引发信任问题,使得协作效率下降。

(四) 技术人才短缺

公路勘察设计具有专业跨度大、技术要求高的特点,

BIM技术的应用不仅需要设计人员掌握传统工程学科的知识,还需要熟练使用专业软件,并具备一定的信息技术能力。由于BIM技术引入了三维建模、协同设计、动态成本分析等新方法,对从业人员的技能要求大幅提升,传统工程师需要接受大量的技能培训才能适应BIM环境。人才储备不足导致项目实施中常见的问题包括建模效率低下、数据整合能力不足以及模型质量达不到项目需求。部分团队甚至由于缺乏相关技术人员,不得不依赖外部资源进行关键环节的操作,这不仅增加了沟通成本,还容易造成数据不一致等协作问题。同时,技术人才短缺还影响了BIM技术在实际项目中的推广速度,部分单位即使引入了BIM系统,也无法充分利用其功能,难以实现设计效率和协作质量的显著提升。

三、BIM技术在公路勘察设计一体化中的应用对策

(一) 推动跨平台数据兼容性改进

推动跨平台数据兼容性改进是实现BIM技术在公路勘察设计一体化中高效应用的重要手段,需要从技术标准、数据格式和平台功能优化等多方面入手。统一技术标准是解决数据兼容性问题的基础,通过制定行业范围内的BIM应用规范,将各类数据的格式、命名规则和接口协议进行标准化,从源头上减少数据整合过程中的障碍。同时,鼓励主流BIM软件开发商合作开发通用的数据转换接口,使不同平台间的数据可以无缝交互和共享。在此基础上,采用开放式数据格式,如Industry Foundation Classes (IFC),进一步增强数据的跨平台传输能力。为了提升实际操作的便利性,需加大对BIM平台功能的优化,使其兼容不同类型的数据输入输出,尤其是对公路设计中常用的地质、测绘、结构和环境数据格式的适配。结合大数据技术,构建统一的云端数据存储与管理平台,实现多部门、多专业间数据的实时同步和动态更新。

(二) 建立多部门协作的长效机制

建立多部门协作的长效机制是提升公路勘察设计效率和质量的重要路径,需要在组织架构、协作流程和信息管理体系方面进行全面优化。构建跨部门的统一协调机构是关键,通过明确各部门在项目中的职责和任务分工,实现协作过程中的权责清晰和高效管理。同时,制定覆盖项目全生命周期的协作流程规范,使各部门能够在不同阶段依据统一的流程开展工作,减少沟通和执行中的混乱。信息管理体系的完善也是长效机制的重要支撑,通过引入基于BIM平台的协同设计工具,确保所有设计信息能够实时更新并对相关部门同步可见。在这一体系下,各部门可以通过统一的接口访问所需信息,减少重复劳动和数据误差。

(三) 完善信息共享平台与权限管理体系

完善信息共享平台与权限管理体系是公路勘察设计一体化中提高协同效率和数据安全性的关键,需要在技术、流程和管理方面进行全方位设计。技术层面,

构建集中化的信息共享平台,通过云计算和大数据技术实现数据的实时存储、更新和分发。平台须具备强大的兼容性与扩展性,能够支持多种数据格式和应用场景,并提供友好的用户界面,方便各部门访问和操作。流程层面,制定信息共享的规范和标准,对数据上传、存储和提取的各个环节进行统一约束,确保平台运行有序。权限管理是信息安全的重要环节,需要引入分级授权机制,根据用户的岗位职责和工作需求分配不同层级的访问权限,避免敏感信息被过度共享或不当使用。同时,通过多因素身份验证和操作记录追踪技术,提升权限管理的精确度和系统的安全性。管理层面,设立专门的信息管理团队,负责平台的运行维护和权限审核,定期检查数据安全隐患,并对共享流程中的问题及时进行调整。

(四) 加强专业技术人员培训与认证

培训应结合公路工程的实际需求,制定系统化的课程体系,包括三维建模、数据分析、协同设计以及施工模拟等核心技能的培养。通过分阶段的学习模块,从基础知识到高级应用,逐步提升从业人员的技能能力。认证体系应与行业标准和岗位需求紧密结合,设立分层级的认证标准,覆盖初级、中级和高级技术人员,不仅评估其专业能力,也检验其对最新技术的掌握程度。为了提高培训的效果,课程设计需要结合实际工程案例,将理论知识与实践操作相结合,增强学习的针对性和实用性。通过引入虚拟仿真技术和在线学习平台,为技术人员提供灵活的学习方式,突破时间和地域的限制。建立培训后续评价机制,通过定期测试和工作表现评估,确保培训成果能够有效转化为实际能力。同时,为激励技术人员积极参与,行业内可设立与认证挂钩的职称晋升和薪资激励政策^[5]。

结语

综上所述,BIM技术作为一种具有革新意义的信息化工具,在公路勘察设计一体化中展现了广阔的应用前景。随着技术标准的完善和行业内的共同努力,BIM技术将进一步推动公路工程建设的效率、精准和可持续发展,为现代交通基础设施建设的升级和优化提供有力保障。

参考文献

- [1] 贾科善. 公路桥梁勘察设计要点及其资源要素管理[J]. 工程机械与维修, 2024, (07): 117-119.
- [2] 许自强. 公路勘察设计中的路线设计比选研究[J]. 价值工程, 2024, 43(19): 47-49.
- [3] 叶金龙. 公路勘察设计中的土地利用规划与资源保护研究[J]. 汽车周刊, 2024, (06): 211-213.
- [4] 丁云翔. 公路工程勘察设计招投标现状及改进措施[J]. 中国招标, 2024, (05): 126-128.
- [5] 赵东旭. 公路勘察设计中的环境保护问题研究[J]. 工程建设与设计, 2024, (08): 64-66.