

BIM技术在公路路线设计中的应用探析

劳思华

广西锦绣前程人力资源股份有限公司

摘要：公路建设一直是社会发展的重要组成部分，有效的路线设计对于交通安全、经济发展和社会福利具有重要意义。BIM技术作为一种集成的信息管理和协作工具，具有潜力优化公路设计和施工过程，提高效率和质量。本文通过探讨BIM技术在公路路线设计各个阶段的应用，包括数据采集、模型构建、可视化分析和冲突检测等方面。得出BIM技术能够提供更准确、全面和协同的设计和管理平台，有助于减少错误、优化设计方案，并提高项目的可行性和可持续性的结论。通过本文的探讨和分析，将为公路路线设计领域的相关研究和实践提供有力的支持和指导，并为推动BIM技术在公路建设领域的广泛应用提供有益的借鉴和经验。

关键词：BIM技术；公路路线设计；公路建设

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.12.087

一、引言

公路路线设计作为交通基础设施建设的重要组成部分，对于社会经济的发展 and 人民生活的改善具有重要意义。然而，传统的公路路线设计方法存在着诸多局限性和挑战，如设计准确性不高、设计过程冗长、设计与施工协同性不足等。为了克服这些问题并提高公路路线设计的效率和质量，建筑信息模型（BIM）技术应运而生。BIM技术作为一种集成的信息管理和协作工具，已经在建筑行业取得了广泛的应用和成功的实践。然而，在公路路线设计领域，BIM技术的应用仍处于相对初级的阶段。因此，研究BIM技术在公路路线设计中的应用具有重要的研究背景和意义^[1]。

二、公路路线设计的传统方法与挑战

传统的公路路线设计方法存在着诸多局限性和挑战，这些问题限制设计准确性和效率的提升。传统设计方法往往依赖于手工绘图和二维CAD软件，无法准确捕捉和呈现复杂的三维地形和空间信息。这种二维设计模式限制对公路路线设计中地形、道路纵断面、横断面以及相关要素的全面分析和考虑，导致设计结果不够精确和可行^[2]。

其次，传统设计方法的设计过程冗长且不够高效。设计人员需要手动绘制和调整大量图纸，这不仅耗费时间和人力资源，还容易出现错误和不一致。同时，传统设计方法无法提供及时的冲突检测和分析功能，导致在设计完成后才发现设计冲突，需要进行大量的修改和调整，增加设计的时间和成本。传统的设计图纸难以满足施工人员对详细信息的需求，施工过程中可能需要现场

解释和调整设计，增加沟通和协调的困难。这种设计与施工的信息孤岛现象限制施工人员的理解和执行设计意图的能力，导致施工质量的下降和延误。因此，为了克服传统设计方法存在的局限性和挑战，引入建筑信息模型（BIM）技术在公路路线设计中具有重要意义。

三、BIM技术在公路路线设计中的应用

（一）数据采集与建模

在公路路线设计中，BIM技术通过高精度地理数据的采集和建模，提供更全面和准确的设计信息。在高精度地理数据采集方面，常用的做法包括激光扫描技术（Lidar）和卫星遥感技术。激光扫描技术能够通过激光雷达获取地形和地物的点云数据，提供精细的地貌和地物特征信息。卫星遥感技术则利用卫星图像获取大范围的地理数据，包括地形、植被、水系等，为设计提供宏观的环境背景^[3]。

在路线模型构建方面，BIM技术将采集到的地理数据转化为数字模型。将采集到的点云数据进行处理和转换，生成真实的地形模型。同时，还通过参数化设计的方法，灵活地调整道路纵断面和横断面的参数，以满足不同的设计要求和标准。

在路线模型参数化设计中，BIM技术提供丰富的工具和功能，如动态曲线设计、交叉口设计和剖面设计等。这些功能帮助设计人员快速生成和调整设计方案，实现设计的优化和精确度的提升。通过参数化设计，根据不同的要求和条件进行模型的调整和优化，如道路几何参数、交叉口类型、坡度和曲率等。这种灵活性和可调性有助于快速响应设计变化和优化设计方案，提高设计效率和质量。

（二）可视化分析与模拟

在BIM技术在公路路线设计中的应用中，通过地形分析和视觉效果模拟，设计人员能更好地理解和评估设计方案在实际环境中的表现。在地形分析上，BIM技术利用采集到的高精度地理数据，进行地形分析和量化。通过地形分析，对地形起伏、边坡稳定性等进行评估和分析，帮助设计人员在设计中考虑地形对公路路线的影响，并进行相应的调整和优化。

视觉效果模拟是BIM技术在公路路线设计中的另一个重要应用。通过视觉效果模拟，设计人员可以用三维虚拟环境的形式展现设计方案，包括道路几何、交通设施和景观等。这种模拟提供设计方案的直观展示，使利益相关方更好地理解和评估设计的视觉效果。同时，设计人员通过不同的模拟场景和视角，对设计方案进行比

较和选择,以满足项目要求和设计目标^[4]。

此外,BIM技术在公路路线设计中还可以进行交通流量模拟和优化。通过模拟交通流量,进行评估设计方案在不同交通条件下的性能和效果。交通流量模拟能够预测道路的通行能力、拥堵情况以及车辆行为等,并为设计人员提供优化建议。通过模拟和分析不同的交通方案,选择最佳的路线布局和交通控制措施,以提高公路路线的效率和安全性。

(三) 冲突检测和协同设计

冲突检测和协同设计是BIM技术在公路路线设计中的重要应用领域。通过空间冲突检测和干扰分析,设计人员能及早发现和解决设计中的冲突问题,提高设计的准确性和可行性。空间冲突检测利用BIM模型中的几何信息和属性数据,对不同设计要素之间的冲突进行自动检测和分析。例如,道路几何与地形的冲突、道路与桥梁的冲突等。通过空间冲突检测,可以避免设计中的错误和冲突,提高设计质量。

干扰分析是对设计中不同要素之间的相互影响和干扰进行评估和分析。在公路路线设计中,各个要素之间的相互干扰可能导致设计的不合理和冲突。通过干扰分析,可以评估不同要素之间的影响程度,优化设计方案,以减少干扰和提高设计的协同性。BIM技术在解决学科技术问题上,主要提供多学科协同设计平台,促进设计人员之间的协同工作和信息共享。在公路路线设计涉及的学科领域,如土木工程、交通工程和环境工程等。通过多学科协同设计平台,能够为参与项目的多方实现共享设计数据、模型和分析结果,实现信息的集成和共享。这样的协同设计平台有助于提高设计效率、减少错误和冲突,并促进设计人员之间的合作和协调。

四、BIM技术在公路选线设计中的应用案例分析

项目背景:马安高速的二标段起止桩号为K9+260~K20+040,全长10.781公里。该段主要包括4座大桥(萤火虫大桥、王家坪善溪大桥、赤溪高架桥、杨家村大桥)、1座隧道(赤溪隧道)、羊角塘互通及羊角塘连接线、冷市停车区等。考虑到路线走廊带较为狭窄、地形地质复杂、临时便道受限、砂石缺乏以及气候复杂多变等施工特点,选线设计面临着一系列挑战。

设计目标:基于BIM技术的应用,马安高速的选线设计旨在实现以下目标:1、在有限的走廊带内合理布局公路线路,以最大限度地减少对周边环境的干扰。2、通过综合分析地形地质情况,确保公路的稳定性和可靠性,并降低施工难度。3、考虑到临时便道限制和材料运输困难,合理规划施工工艺和物流管理,以提高工程施工效率。4、在砂石缺乏的情况下,优化路基结构设计,降低地材成本并确保公路的耐久性。5、考虑复杂多变的气候条件,进行相应的气候适应性设计,提高公路的安全性和可持续性。

地理和环境条件:马安高速的地区地形复杂、地质条件多变。山脉、河流、湿地等地理要素存在,并且气候多变,包括高温、多雨、台风等因素的影响。在这样的地理和环境条件下,选线设计需要充分考虑地形地貌特征、水文地质条件以及气候因素,以确保公路在不同情况下的稳定性和可行性。

相关技术和方法:地理数据采集与建模:利用高精度的地理数据采集技术,包括卫星影像、航空摄影和激光雷达扫描,获取了区域的地形数据和影像信息。通过BIM软件对这些数据进行建模,构建了准确的地形模型和数字高程模型(DEM),为选线设计提供了基础。

参数化设计和优化:利用BIM软件的参数化设计功能,根据设计要求和地理数据,对公路线路进行灵活的布局和调整。通过设定不同的设计参数,如坡度、半径、超高等,进行优化设计,以满足公路标准和要求。

可视化分析和模拟:利用BIM软件提供的可视化分析工具,对不同选线方案进行地形分析和视觉效果模拟。通过引入真实的材质和纹理,可以评估选线对周边环境的影响,并为决策提供可视化参考。

冲突检测和协同设计:通过BIM技术进行冲突检测,包括空间冲突和干扰分析,确保选线方案与其他工程元素的协调和一致性。同时,通过多学科协同设计平台,不同专业的设计团队可以共享信息并实时协同工作,提高设计效率和准确性。

五、BIM技术在公路选线设计中的应用案例探讨

(一) BIM技术在公路选线设计中的优劣

BIM技术可以实现全生命周期管理,从选线设计到施工和运营阶段,实现设计信息的持续传递和共享。这有助于各专业团队的协同工作,提高工作效率和设计准确性,其次,BIM技术基于三维模型,能够更直观地展现公路选线方案的地形、地貌和空间关系。通过可视化分析,设计者可以更好地评估选线方案的可行性和影响,优化设计决策。此外,BIM技术还具备冲突检测功能,能够在早期阶段发现并解决不同专业之间的冲突,减少后期的设计变更和成本增加。最后,BIM技术的参数化设计功能可以快速生成多个选线方案,通过优化和比较,帮助设计者选择最佳方案。

然而,BIM技术在公路选线设计中也存在一些局限性。首先,BIM技术的应用需要高质量、高精度的地理数据,包括地形、地貌和地质信息。如果数据质量不足或不准确,可能会影响选线方案的可靠性。其次,BIM技术在公路选线设计中涉及多个学科和专业的协同工作,需要各团队具备一定的BIM技术和软件应用能力。如果团队技术水平不均衡或缺乏相关培训和支持,可能会限制BIM技术的有效应用。此外,BIM技术的初期投入和技术成本较高,包括硬件设备、软件许可和培训等方面的支出。这可能对一些规模较小或资源有限的项目构

成一定的挑战。

（二）BIM技术在公路选线设计中的挑战

根据前文得知，BIM技术在公路路线设计中的应用过程中，公路选线设计涉及大量的数据，包括地理信息、工程参数、材料规格等多个方面的数据。将这些数据进行有效的集成和标准化，确保数据的一致性和可靠性，是一个复杂且关键的任务。其次，公路路线设计需要准确的地形地貌数据、地下管线数据等，以支持选线的分析和决策。然而，获取高质量的地理数据需要耗费大量的时间和资源，并且在数据采集过程中可能会面临不同程度的误差和不完整性。

然后，BIM技术的应用需要设计团队具备相关的技术知识和技能，包括BIM软件的操作、数据管理与分析、模型协同等方面。为了提高设计团队的技术能力，需要进行培训和学习，并与行业专家进行交流与分享经验。最后，引入BIM技术需要进行硬件和软件设备的投资，同时需要建立适应BIM工作流程的项目管理和协同机制。这些初期投入可能对设计机构和相关行业带来一定的经济负担。

（三）BIM技术在公路选线设计中的策略

为了克服BIM技术在公路路线设计中的技术挑战，需要制定相应的策略和措施：首先，在数据集成与标准化方面，可以制定统一的数据标准和格式，建立数据共享平台，促进不同数据源的互联互通。同时，采用BIM软件和工具，实现数据的自动化提取和集成，提高数据处理的效率和准确性。其次，在高质量地理数据的获取和准确性保证方面，可以采用现代测绘技术和遥感技术，如卫星遥感和无人机测绘，获取高分辨率的地理数据，并结合精确的地面测量，进行数据验证和校正^[5]。

此外，建立完善的数据质量控制机制，包括数据采集、处理和更新的标准化流程，以确保数据的准确性和一致性。然后，在设计团队的技术能力和培训需求方面，可以通过培训计划和知识分享机制，提高设计人员的BIM技术水平和应用能力。建立跨学科的团队合作机制，吸纳不同专业背景的人才参与公路路线设计，促进技术交流和协同工作，以应对复杂的设计需求。最后，在初期投入和成本方面，可以采取逐步推进的策略，先在部分项目中进行BIM技术的应用试点，评估其效益和可行性，逐渐扩大应用范围。同时，建立与政府和行业组织的合作关系，争取政府支持和项目资助，降低BIM技术引入的成本压力^[6]。

六、BIM技术在公路路线设计的发展趋势

以下是BIM技术在公路路线设计中的未来发展趋势：

智能交通系统集成：BIM技术将与智能交通系统相

结合，实现公路路线设计与交通管理的无缝集成。通过整合实时交通数据和智能传感器信息，BIM模型可以实现交通流量模拟、拥堵预测和路况优化，从而提高公路的运行效率和交通安全性。

可持续性设计与绿色交通：未来BIM技术在公路路线设计中将更加注重可持续性和绿色交通概念的应用。利用BIM工具进行能源分析、碳排放评估和环境影响评估，优化公路设计以减少能耗和环境影响。同时，结合智能交通系统，可以实现交通信号优化、公共交通规划和电动车充电设施布局等绿色交通方案。

虚拟现实与增强现实的应用：虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术将在公路路线设计中扮演更为重要的角色。设计师可以利用VR技术进行沉浸式的设计评审和可视化演示，更直观地感受和调整设计方案。而AR技术则可以在实际施工现场中提供实时的指导和信息展示，提高施工的准确性和安全性。

数据驱动决策和维护管理：未来BIM技术将更加注重数据的收集、管理和分析，实现数据驱动的决策和维护管理。通过建立公路路线的数字孪生模型，并结合传感器和监测设备获取实时数据，可以进行结构健康监测、预测性维护和资产管理，实现公路的长期可持续运营。

总结

BIM技术在公路路线设计中具有巨大的潜力和价值，可以改善设计质量、提高工程效率、降低成本和风险。然而，要实现其最大的效益，需要克服技术、人员和资源等方面的挑战。只有通过不断的努力和创新，加强设计团队的技术培训和跨学科合作，才能更好地应用BIM技术，推动公路建设行业向数字化、智能化和可持续发展的方向迈进。

参考文献

- [1] 张昊. BIM技术在公路路线设计中的应用[J]. 工程建设与设计, 2023, No. 497 (03): 174-176.
- [2] 孔哲. 基于Bentley的公路三维设计方法及二次开发研究[J]. 兰州交通大学, 2022 (02).
- [3] 陈安阳. BIM在公路设计中的应用研究[J]. 长沙理工大学, 2019 (07).
- [4] 孔哲. 基于Bentley的公路三维设计方法及二次开发研究[J]. 兰州交通大学, 2022 (02).
- [5] 姚正嘉. GIS技术在公路路线设计中的实际应用与分析[J]. 中国高新科技, 2021, No. 98 (14): 82-83.
- [6] 何兆照, 李永华. 数字地面模型DTM和CAD技术在公路路线设计中的应用[J]. 数字技术与应用, 2017, (06): 115.