

道路与桥梁工程中的 BIM 技术应用研究

夏春路

(安徽西莱建筑工程有限公司, 安徽 安庆 246000)

【摘要】随着科技的不断发展, BIM (Building Information Modeling) 技术在道路与桥梁工程中得到了广泛应用。本文通过深入研究 BIM 技术在道路与桥梁工程中的具体应用, 探讨其优势、挑战及发展前景, 以期对相关领域提供理论支持和实践指导。

【关键词】BIM 技术; 道路工程; 桥梁工程; 建模; 碰撞检查; 设计方案对比

引言:

随着城市化进程的加速, 道路与桥梁建设迎来了前所未有的发展机遇。然而, 传统的设计与施工方法已难以满足现代工程建设的复杂性和高效性要求。BIM 技术的出现, 为道路与桥梁工程的设计与施工带来了新的革命性变革。

一、BIM 技术在道路工程中的应用

(一) BIM 建模

传统的二维图纸设计方法往往难以直观地展示复杂道路结构, 而 BIM 建模则通过立体的空间展示, 使得工程师能够更加深入地理解道路设计的细节, 如路线走向、交叉口设计、立交桥结构等, 从而在设计初期就能发现并纠正潜在问题, 避免了在施工阶段的返工。例如, 通过 BIM 建模, 工程师可以在模拟环境中预览道路与周边环境的相互关系, 确保设计的合理性和安全性。在道路工程中, BIM 建模的另一个重要应用是施工图的自动生成。基于 BIM 模型, 软件能够自动生成符合规范的施工图纸, 减少了人工绘图的错误和遗漏, 同时也提高了图纸的更新效率。这使得设计团队能够更快地响应变更需求, 减少了设计和施工之间的信息传递误差。BIM 建模还支持施工过程的模拟和优化。通过在模型中插入时间维度, 工程师可以进行施工进度的模拟, 预测施工过程中可能遇到的问题, 提前规划资源分配和施工顺序, 从而提高施工效率, 降低施工风险。例如, BIM 模型可以模拟不同施工方法对周边环境的影响, 为决策者提供数据支持, 选择最优的施工策略。

(二) 碰撞检查

传统施工方法中, 设计阶段和施工阶段是相对独立的, 导致在施工阶段经常出现设计图与实际施工不符的情况, 造成资源浪费, 延长项目周期。而 BIM 技术则将设计和施工紧密地联系在一起, 通过整合所

有信息, 实现了设计和施工的同步, 显著减少了冲突和延误。BIM 技术中的碰撞检查功能能够自动识别设计中的潜在冲突, 如结构冲突、管线冲突、设备冲突等。这些冲突可能会影响工程的完整性和安全性, 如果在施工阶段才发现, 将导致额外的费用和时间延误。而通过使用 BIM 技术进行碰撞检查, 工程师可以在设计阶段就发现并解决这些问题, 大大提高了工程的质量和效率。例如, 通过 BIM 技术, 工程师可以在三维模型上进行碰撞检查, 直观地查看结构和管线的相互关系, 定位并解决冲突。此外, 碰撞检查还可以与施工模拟相结合, 通过模拟施工过程中的冲突, 提前预见并解决可能的问题, 从而提高了施工的效率 and 安全性。

(三) 设计方案对比

在 BIM 环境下, 设计师可以创建多个三维设计方案模型, 并在同一个平台上进行直观地比较。这些模型不仅包含几何信息, 还集成了材料属性、成本数据以及施工方法等信息, 使得设计师可以从多维度进行对比分析。例如, 可以对比不同路线方案对周围环境的影响程度、施工难度以及总体成本, 从而在早期阶段就能评估出最优化的设计选项。通过在 BIM 模型中集成各种分析软件, 设计师可以对每个设计方案进行物理性能分析, 如土壤负载承受能力、结构稳定性、照明效果等, 这些分析结果为决策提供了有力的数据支持。例如, 通过结构分析, 设计师可以评估桥梁不同设计方案的承载能力, 确保设计的安全性; 通过交通流线模拟, 可以评估道路设计方案对交通效率的影响, 优化交通组织。BIM 技术的协作特性也使得设计方案对比过程更加开放和透明。项目团队成员可以实时查看和评论不同方案, 共同参与决策, 降低了信息传递误差。这种协作方式不仅提高了方案对比的效率, 也有助于增强团队成员对设计过程的参

与感和满意度。

二、BIM 技术在桥梁工程中的应用

（一）精细化建模

精细化建模是通过构建一个包含丰富几何信息、物理属性及功能特性的三维数字模型，以实现设计、施工和运维等各阶段数据的整合，使得整个项目生命周期内信息的流通与共享更为流畅。通过这种模型，工程师可以更直观地理解桥梁设计的细节，如桥墩、桥梁结构、主梁等，从而在设计初期就能发现并纠正潜在问题，避免了在施工阶段的返工和额外成本。

BIM 技术中的精细化建模不仅提升了设计质量，还支持施工过程的模拟与优化。例如，在桥梁设计过程中，通过创建三维模型，工程师可以模拟桥梁结构的受力情况，进行结构分析，确保桥梁设计的安全性。同时，通过精细模型，工程师可以模拟施工过程，预测施工中可能遇到的问题，提前规划资源分配和施工顺序，从而提高施工效率，降低施工风险。BIM 精细化建模技术的引入，打破了传统桥梁工程设计与施工之间的壁垒，实现了设计与施工的同步，显著减少了冲突和延误。它通过提供一个全面、精确且动态的项目视图，为桥梁工程项目的高效、安全提供了坚实的基础。此外，通过精细模型，工程师还可以进行施工进度的模拟，预测施工过程中可能遇到的问题，提前进行调整，确保施工的顺利进行。

（二）结构安全性分析

对于桥梁这种大型、高风险的基础设施项目，确保结构的安全性是工程实施的首要任务。传统方法依赖于二维图纸和计算软件，难以直观地模拟和评估桥梁结构的复杂受力状态，而 BIM 技术通过三维模型的建立，使得工程师能够进行深入的结构分析，提前预判并解决结构安全性问题。在结构安全性分析中，BIM 技术首先提供了可视化的优势。工程师可以在三维模型中直观地查看桥梁的每一个组成部分，包括桥墩、主梁、斜拉索等，理解其几何形状和空间关系。这种可视化的方式有助于设计师在设计阶段就能充分考虑桥梁结构的稳定性，及时发现潜在的强度和刚度不足问题。BIM 技术结合了结构分析软件，能够在模型中植入物理属性，如材料的力学性能、荷载分布等，进行详细的结构分析。例如，使用有限元分析，工程师可以模拟桥梁在不同荷载条件下的应力分布，识别可能的薄弱环节，从而优化设计，提高桥梁的承载能力。此外，BIM 模型可以模拟桥梁在各种极端条件下的行为，如地震、风荷载或超载情况，帮助工程师评估桥梁的抗灾性能，为桥梁的安全设计提供科学

依据。通过 BIM 平台，结构工程师、土木工程师和施工团队可以共享模型，实时交流和讨论分析结果，共同优化桥梁设计。这种跨学科的协作模式不仅提高了决策的准确性和效率，也降低了安全风险。

（三）施工模拟与优化

通过在三维模型中预演各个施工阶段，工程师可以直观地评估不同施工顺序的可行性和效率，避免因施工顺序不合理导致的资源浪费和时间延误。例如，BIM 模型可以模拟不同桥墩施工的顺序，以确定最有效的施工流程，同时确保桥梁结构的稳定性和安全性。在复杂桥梁施工中，BIM 的施工模拟尤为关键。例如，在斜拉桥的施工中，BIM 模型可以模拟钢索的张拉过程，精确预测钢索的变形和应力分布，以防止张拉过程中出现的安全问题，如钢索断裂或滑移。通过模拟，工程师可以调整张拉策略，确保张拉过程的顺利进行，同时保证桥梁结构的安全稳定。BIM 施工模拟还能辅助施工中的物流和资源管理。通过模拟材料的运输路径、设备的摆放位置以及工人的工作流程，BIM 模型可以优化资源分配，减少现场拥堵，提高施工效率。例如，在大型桥梁的预制件安装过程中，BIM 模型可以模拟预制件的运输、吊装路径，提前规划，避免现场的冲突和延误。在施工阶段，BIM 技术的优化能力还体现在问题的早期发现和快速解决上。通过实时更新 BIM 模型，现场反馈的信息可以立即与设计模型进行比对，以便及时发现潜在的施工问题。例如，如果发现桥墩的基础沉降超出预设范围，BIM 模型可以快速分析沉降原因，提供应急解决方案，防止问题升级，影响整个工程进度。

三、BIM 技术应用的挑战与对策

数据集成是 BIM 技术应用的一大挑战。由于各参与方可能使用不同软件 and 标准，导致数据的互操作性和兼容性问题。为解决这一问题，行业需要制定统一的数据交换标准，如开放 BIM 标准（OpenBIM），并鼓励软件供应商开发兼容性更强的产品。同时，企业内部应建立完善的数据管理机制，确保模型数据的一致性和完整性。协同工作模式的转变也是一个挑战。传统工程环境中，各专业领域之间信息传递往往通过二维图纸和会议，而 BIM 技术强调实时共享与协同，对团队协作方式提出了新的要求。为此，企业需要培养员工的 BIM 技能，通过培训和项目实践，提高团队的 BIM 应用能力。同时，制定有效的信息交流流程，如定期的 BIM 协同会议，以确保团队成员能在 BIM 平台上同步工作，减少信息传递误差。由于 BIM 标准的不完善，导致不同项目间的经验难以有效传承，影响

了BIM的普及率。为此,政府和行业协会应大力推动BIM标准的制定和更新,鼓励学术研究和实践探索,以形成适用性强、易于操作的BIM应用规范。此外,标准化的推广和执行还需要政策支持,如给予遵循标准的项目一定的政策优惠。BIM技术的投入与回报之间的平衡也是一个关注点。虽然BIM能够提高效率、降低成本,但初期的软件投资、人员培训成本以及可能存在的技术风险,使得一些小型企业和项目可能望而却步。为了减轻这些负担,政府和企业可以通过提供BIM技术的财政补贴、技术支持,以及推广BIM应用的成功案例,鼓励更多企业尝试和采用BIM。在可持续发展的大背景下,BIM技术的环保潜力尚未得到充分利用。通过优化设计、减少浪费,BIM可以助力绿色工程,但目前在实际项目中的应用还不够广泛。未来,应通过政策引导、案例示范,让更多的工程师认识到BIM在可持续发展中的价值,推动BIM在环境绩效改进方面的应用。

四、BIM技术与可持续发展

(一) 环境影响评估

在道路与桥梁工程的初期设计阶段,BIM技术能够通过精细的三维模型集成各类环境数据,如地形、水文、生态敏感区等,为规划和设计提供精确的地理信息。这使得工程师能够直观地评估不同设计方案对周边环境的具体影响,如土地利用、水土流失、噪声污染等。通过实时的数据交换和模型更新,设计团队可以快速响应环境变化,调整设计方案,减少对生态环境的破坏。BIM技术的模拟分析能力则在环境影响预测中凸显其价值。例如,通过BIM模型,设计师可以模拟路网对交通流量的影响,预测交通噪声和尾气排放的情况,从而选择对环境影响较小的交通组织方案。对于桥梁工程,BIM可以模拟桥梁结构对水流的影响,评估可能的生态扰动,如鱼类迁徙路径的改变,为桥墩和桥面设计提供生态友好的解决方案。此外,BIM还可以在 design 阶段就评估桥梁对周边社区的视觉影响,确保设计符合城市景观规划的要求。BIM的可视化特性也增强了环境影响评估的沟通效果。通过交互式的三维模型,决策者和公众可以直观地理解工程对环境的影响,提高他们对项目接受度。例如,通过BIM制作的动画和虚拟现实体验,公众可以亲身体验道路或桥梁投入使用后的环境变化,从而促进公众参与和决策透明度。

(二) 资源优化利用

在设计阶段,BIM技术通过创建精细的三维模型,实现了对工程材料、设备和人力资源的精确预算。传统的二维图纸设计往往难以准确估算项目的资源需

求,而BIM技术则通过整合材料的属性、施工方法以及成本数据,提供了详尽的资源清单,帮助设计师在设计初期就能评估项目的资源需求,避免了因预算不足而导致的项目延期。在施工阶段,BIM技术通过模拟和优化施工流程,实现了对资源的合理分配和使用。例如,通过在BIM模型中模拟物料的运输和吊装过程,工程师可以提前规划资源的使用,避免现场的拥堵和浪费。同时,BIM的实时更新功能,使得施工现场的信息能够立即反馈到模型中,帮助工程师实时调整资源分配,确保施工的顺利进行。BIM技术还支持施工阶段的材料管理和成本控制。通过BIM模型,工程师可以实时查看材料的使用情况,对剩余材料进行精确地管理,减少浪费。同时,BIM模型可以记录每一步施工的材料消耗,帮助工程师实时监控成本,对可能的超支进行预警,从而在施工阶段就实现成本的控制。在运维阶段,BIM技术同样发挥了资源优化的作用。通过BIM模型,运维团队可以对设备进行有效地管理和维护,确保设备的正常运行,延长设备的使用寿命。同时,BIM模型可以记录设备的使用情况,帮助工程师预测设备的维修需求,提前进行设备的更换或升级,减少了因设备故障导致的额外成本和停机时间。

结束语:

BIM技术在道路与桥梁工程中的应用,不仅提高了设计效率和施工质量,还为可持续发展提供了有力支持。通过精细化建模、结构安全性分析、施工模拟与优化等手段,BIM技术有效解决了传统设计与施工中的难题,推动了工程建设的现代化进程。面对数据集成、协同工作、标准化推广等挑战,我们需要通过制定统一标准、加强人员培训、政策引导等方式加以解决。展望未来,随着BIM技术的不断发展和完善,其在道路与桥梁工程中的应用将更加广泛深入,为城市建设贡献更大的力量。让我们共同期待BIM技术在未来道路与桥梁工程中绽放更加璀璨的光芒。

参考文献:

- [1] 向海平,张亮,张洪勇,刘海雷.BIM技术在立交桥工程中的应用[J].江西建材,2022(05):247-248+251.
- [2] 张磊.BIM技术在桥梁设计中的应用与实践探讨[J].交通世界,2021(10):140-141.
- [3] 袁凯阳,尹锦明,盘奕彤等.BIM技术在道路桥梁工程中的应用[J].工程技术研究,2021,6(1):89-91.