BIM技术在公路桥梁设计中的应用浅析

段淑娟

山西晋城公路规划勘察设计有限公司 山西 晋城 048000

摘要：随着信息技术的发展，BIM技术在公路桥梁设计领域的应用日益受到关注。本文阐述了BIM技术可视化、参数化、协同性、信息集成性等特点，详细分析其在公路桥梁初步设计、详细设计、施工模拟以及运营维护各阶段的具体应用情况，指出该技术应用面临软件兼容性、专业人才短缺、硬件性能要求高、数据安全及管理及行业标准不完善等挑战，并针对性地提出加强软件集成、人才培养、硬件优化、数据安全强化与完善行业标准等对策，旨在助力BIM技术更好服务公路桥梁设计工作。

关键词：BIM技术；公路桥梁设计；应用浅析

引言：公路桥梁作为交通基础设施的关键构成，其设计质量关乎交通运输的顺畅与安全。传统设计方法在应对复杂工程需求时渐显局限。而BIM技术的出现为公路桥梁设计带来革新机遇，它凭借独特优势，能有效提升设计效率、优化设计方案、增强各环节协同性。当前，探讨BIM技术在公路桥梁设计中的应用，分析面临的挑战并寻求解决之策，对推动公路桥梁建设领域的数字化、高质量发展意义重大。

1 BIM技术的特点

1.1 可视化

传统二维图纸难以直观呈现桥梁复杂的空间形态与结构关系，而BIM能构建逼真的三维模型。无论是桥梁整体外观，像优美的桥身弧线、高耸的桥墩，还是内部各构件的连接细节，都可清晰展示。设计人员借此可快速发现设计问题，施工人员能更好理解施工要求，业主也能直观知晓项目建成后的样貌，各方沟通交流更为顺畅，极大提高了项目从设计到实施过程中的信息传递效率。

1.2 参数化

在公路桥梁设计里，桥梁的各个构件，如梁体的长度、宽度、高度，桥墩的尺寸、配筋等，都能用参数精准定义。一旦某个参数发生变化，与之关联的其他构件以及整个模型会自动更新与之适配。例如，若调整梁体的长度参数，其对应的钢筋布置、与周边构件的连接等都会相应改变。

1.3 协同性

公路桥梁项目涵盖结构、给排水、电气等众多专业，以往各专业独立工作易产生信息孤岛，导致设计冲突。而BIM平台打造了协同工作环境，各专业设计师可在同一三维模型中同步开展设计。比如结构设计师完成主体结构后，给排水设计师能实时布置管道，电气设计师跟进

线路规划，任何专业的变更都会实时提醒其他专业。

1.4 信息集成性

信息集成性是BIM技术的突出特点，在公路桥梁设计全生命周期中发挥重要作用。从项目最初的规划构思，到详细设计阶段的各种图纸、计算书，再到施工阶段的进度、质量信息，以及运营维护阶段的设备资料等，所有相关信息都能集成于BIM模型之中。各方人员只需通过该模型，就能便捷查询到所需的各类数据，实现了信息的统一管理 with 高效利用^[1]。

2 BIM技术在公路桥梁设计中的应用阶段

2.1 初步设计阶段

2.1.1 场地分析与选线优化

在公路桥梁初步设计阶段，场地分析与选线优化是关键环节，BIM技术在此发挥重要作用。它能整合地理信息系统（GIS）数据，对桥梁所处区域的地形地貌、周边既有建筑、河流山川等环境要素进行三维建模。通过可视化呈现，直观展示不同选线方案下桥梁与周边环境的相互影响。比如分析线路穿越山地、跨越水域时的可行性，综合考量交通流量走向、地质条件优劣、生态环境影响等多方面因素，助力设计团队快速筛选出契合实际、经济合理且对环境影响最小的最优桥位和线路走向，为后续设计奠定良好基础。

2.1.2 概念设计与方案比选

BIM技术在公路桥梁初步设计的概念设计与方案比选方面优势显著。设计师可利用其在软件中便捷地搭建出多种不同结构形式（如梁式桥、拱桥、斜拉桥等）、不同风格的桥梁概念模型，并赋予基本几何与物理参数。通过三维可视化展示，各方能直观看到各方案的外观形态差异。同时结合初步的性能分析，比如大概的结构受力情况、造价预估等，清晰对比不同方案在建设难度、

美观度、经济性等方面的优缺点,从而帮助业主和设计团队科学决策,选出最适宜的设计方案。

2.2 详细设计阶段

2.2.1 精确建模与结构设计

在公路桥梁详细设计阶段,精确建模与结构设计借助BIM技术得以高效开展。基于选定的方案,在BIM平台上可构建出精准细致的桥梁几何模型,将桥墩、桥台、梁体、支座等构件的形状、尺寸及位置关系准确刻画。并且,能通过专业结构分析软件的接口,把模型几何信息导入其中进行严谨的结构力学计算,像有限元分析等。依据计算结果优化构件配筋、截面尺寸等参数,再反馈至BIM模型,实现设计与分析的完美衔接,有力保障桥梁结构的安全性与可靠性,确保设计贴合实际工程需求。

2.2.2 工程量统计与造价估算

对于公路桥梁详细设计而言,工程量统计与造价估算环节因BIM技术变得更为准确便捷。BIM模型中的各构件自带详细属性信息,利用软件内置功能,可自动提取诸如混凝土、钢材等材料的用量,精准统计出工程量。再结合对应的材料价格,便能迅速且准确地估算出项目造价。

2.3 施工模拟阶段

2.3.1 施工过程模拟

在公路桥梁施工模拟阶段,施工过程模拟是一项重要应用。借助BIM技术,能依据既定的施工工艺流程和工期要求,将桥梁施工过程分解并与BIM模型中的构件相关联,构建出4D(3D模型+时间维度)模拟模型。通过这一动态模型,可直观呈现从基础施工到上部结构搭建等各环节的先后顺序以及形象进度,清晰展示不同施工阶段的衔接情况。

2.3.2 施工安全与质量控制

BIM技术在公路桥梁施工安全与质量控制方面也有着积极作用。在施工前,可利用BIM模型对复杂施工工艺、关键节点进行详细分析,提前识别出可能存在的安全隐患与质量风险点,如高处作业区域、大型构件吊装环节等。施工过程中,实时对比实际情况与BIM模型中的标准要求,对不符合规范之处及时预警并整改。结合模型进行技术交底,让施工人员明确质量标准和安全注意事项,全方位保障施工安全与工程质量,减少事故发生概率,确保公路桥梁顺利建成。

2.4 运营维护阶段

2.4.1 设备管理与维护计划制定

在公路桥梁运营维护阶段,设备管理与维护计划制定借助BIM技术可实现高效精准管理。公路桥梁有众多附

属设备,像照明系统、监控系统、伸缩缝等,BIM模型集成了这些设备的详细信息,涵盖安装位置、型号规格、维护周期等。基于这些信息,能分类管理设备,科学制定维护计划。当需要进行维护时,工作人员通过模型可视化展示,可迅速定位设备所在,及时开展检修、更换工作,保障设备正常运行,进而确保整个公路桥梁处于良好的运营状态,延长其使用寿命。

2.4.2 结构健康监测与安全评估

BIM技术在公路桥梁结构健康监测与安全评估方面意义重大。借助传感器采集桥梁结构的应变、位移、温度等实时数据,并集成到BIM模型中,实现对结构健康状况的动态监测。通过对比预设的安全指标,可及时察觉潜在安全隐患,比如结构裂缝、变形异常等情况。而且,模型能直观呈现损伤位置与程度,辅助技术人员精准制定维修加固方案,为公路桥梁的安全运营提供可靠依据,有力保障过往车辆及行人的通行安全^[2]。

3 BIM技术在公路桥梁设计应用中面临的挑战

3.1 软件兼容性问题

在公路桥梁设计中应用BIM技术时,软件兼容性是一大难题。不同的BIM软件以及BIM软件与其他专业分析、造价估算等软件间,常存在数据格式不一致的情况。这使得信息在传递、交互过程中,容易出现数据丢失、错误或无法准确识别的现象,导致设计流程受阻,各专业协同工作难以顺利开展,严重影响了BIM技术优势在公路桥梁设计项目里的充分发挥。

3.2 专业人才短缺

当前公路桥梁领域BIM技术应用面临专业人才短缺困境。BIM技术作为新兴技术,要求从业者既要掌握公路桥梁专业知识,又要精通BIM操作及应用理念。然而,行业内兼具这两方面能力的人员数量有限,多数人员仅熟悉传统设计方法,对BIM技术了解不足、操作不熟练,难以满足项目应用该技术开展高质量设计工作的实际需求,制约了BIM技术的推广。

3.3 硬件性能要求高

公路桥梁设计运用BIM技术对硬件性能有着较高要求。由于BIM模型包含海量信息,数据量庞大,在创建、编辑、渲染以及存储这些复杂三维模型时,普通硬件配置往往难以负荷。比如模型加载缓慢、操作卡顿等情况频繁出现,影响设计效率。而要升级硬件设备以满足需求,又需投入高额成本,这对于部分企业尤其是中小规模企业而言,是限制BIM技术全面应用的重要因素。

3.4 数据安全与管理问题

BIM技术应用于公路桥梁设计时,数据安全与管理不

容忽视。BIM模型涵盖了项目全生命周期的敏感信息，像设计图纸、造价数据、结构安全参数等。随着项目推进，数据量持续增加且需频繁交互共享，在此过程中易出现数据泄露、被篡改等风险。缺乏有效的数据分类、存储及备份机制，难以保障数据完整性与可追溯性，给项目的顺利开展和长期运营带来诸多潜在隐患。

3.5 行业标准不完善

行业标准不完善是BIM技术在公路桥梁设计应用中面临的突出问题。目前，关于BIM技术在公路桥梁各环节应用的规范、流程以及模型交付标准等尚不健全。不同企业、项目团队在使用BIM技术时无统一参照，导致模型的深度、精度、信息表达等方面差异较大，影响了项目间的协同合作、数据对接以及成果评价，不利于BIM技术在整个公路桥梁行业形成规范化、标准化的应用模式。

4 解决 BIM 技术在公路桥梁设计应用的相关对策

4.1 加强软件集成与接口开发

为解决软件兼容性问题，需加强软件集成与接口开发。鼓励软件开发商协作，制定统一的数据标准和接口规范，使不同BIM软件及与其他专业软件能无缝对接。通过优化数据交互流程，减少数据丢失、错误情况，保障信息在各软件间顺畅传递。如此一来，公路桥梁设计各环节可高效协同，充分发挥BIM技术优势，推动项目顺利开展，提升整体设计与管理的质量和效率。

4.2 培养专业人才

培养专业人才对推动BIM技术在公路桥梁设计应用至关重要。行业内应组织多样化培训活动，依据不同岗位需求设置课程，涵盖理论与实操，提升人员对BIM技术及公路桥梁专业知识的掌握程度。搭建交流平台，促进经验分享与技术研讨。让更多从业者熟练运用BIM技术，满足项目实际需求，为行业发展注入动力，助力高质量公路桥梁项目落地。

4.3 优化硬件配置与采用云计算技术

鉴于硬件性能要求高的情况，可优化硬件配置并采用云计算技术。企业按需升级硬件，如加大内存、提高处理器性能等，保障BIM模型流畅操作。利用云计算强大的计算与存储能力，将部分数据处理和存储任务转移至

云端，降低本地硬件负担，减少企业硬件投入成本，使更多企业能更好地应用BIM技术开展公路桥梁设计工作，提升工作效率。

4.4 强化数据安全保护措施

强化数据安全保护措施是保障BIM技术应用的关键。建立完善的数据安全管理制度，运用加密、访问控制等技术，对BIM模型中的敏感信息加密处理，严格限制数据访问权限。同时，做好数据备份与恢复机制，定期备份数据，应对可能出现的数据泄露、丢失等风险。以此确保数据安全可靠，让公路桥梁项目各阶段的数据交互与应用得以顺利、稳定进行。

4.5 完善行业标准制定

完善行业标准制定利于BIM技术规范应用于公路桥梁设计。相关部门应组织专家深入调研，结合实际应用情况，制定涵盖模型精度、信息表达、设计流程等方面的统一标准。让各企业、团队有章可循，确保项目间的模型能有效对接、协同合作更顺畅，便于成果评价与对比，推动BIM技术在公路桥梁行业实现标准化、规模化应用，提升行业整体水平^[3]。

结束语

总而言之，BIM技术在公路桥梁设计中的应用有着广阔前景与重要价值。它通过可视化、参数化、协同性以及信息集成性等特点，全面覆盖从初步设计到运营维护各阶段，为提升设计质量、优化施工流程、保障桥梁安全运营提供了有力支撑。尽管当前面临着软件兼容性、人才短缺等诸多挑战，但随着相应对策的逐步落实与完善，相信BIM技术必将在公路桥梁领域得到更深入且广泛的应用，助力我国公路桥梁建设迈向更高水平，创造出更多优质的交通基础设施成果。

参考文献

- [1]王建.BIM技术在公路桥梁设计中的应用[J].黑龙江交通科技,2021,44(01):246.
- [2]张旭,胡从骄.公路桥梁设计中BIM技术分析[J].黑龙江交通科技,2020,(08):238+240.
- [3]李金龙,王欣南,陈中治,望开潘.BIM技术在公路桥梁设计中的应用浅析[J].低温建筑技术,2023,41(02):67-69.