

BIM 技术在桥梁工程设计与施工中的应用

刘海龙

中南勘察设计院集团有限公司, 湖北 武汉 430070

[摘要]建筑行业科技发展快, BIM 技术成现代桥梁工程设计与施工重要工具。能提升设计精度和施工效率, 优化资源配置、降低成本, 控制工程风险。探讨 BIM 在桥梁设计施工应用, 如三维建模、参数化设计、施工进度控制, 分析其提高工程质量、缩短工期、优化成本控制优势。重点是 BIM 在各阶段应用成效, 还讨论其未来前景。

[关键词]BIM 技术; 桥梁工程; 设计; 施工; 应用

DOI: 10.33142/ec.v8i6.17222

中图分类号: TU7

文献标识码: A

The Application of BIM Technology in Bridge Engineering Design and Construction

LIU Hailong

Zhongnan Engineering Corporation Limited, Wuhan, Hubei, 430070, China

Abstract: With the rapid development of technology in the construction industry, BIM technology has become an important tool for modern bridge engineering design and construction. It can improve design accuracy and construction efficiency, optimize resource allocation, reduce costs, and control engineering risks. Explore the application of BIM in bridge design and construction, such as 3D modeling, parametric design, and construction schedule control, and analyze its advantages in improving project quality, shortening construction period, and optimizing cost control. The focus is on the effectiveness of BIM application in various stages, and its future prospects are also discussed.

Keywords: BIM technology; bridge engineering; design; construction; application

引言

在传统的桥梁工程开展设计以及施工相关工作的过程当中, 设计师还有工程师往往会依靠像 AutoCAD 这类的二维绘图软件来完成相应的工作任务。这些传统所采用的技术虽说在一定程度方面是能够满足基本的设计方面的相关需求的, 然而对于那些较为复杂的桥梁工程项目来讲, 二维图纸所具有的局限性一天比一天更加明显地显现出来, 特别是在要呈现出复杂的几何结构以及涉及到跨部门展开协作的时候, 经常会存在着信息出现遗漏的情况以及产生误解的现象。而 BIM 技术的问世, 成功地突破了这些原有的限制, 进而为相关工作提供了一个更为直观、更具协同性并且效率更高的解决办法。BIM 技术借助于创建三维建筑信息模型的方式, 促使设计阶段、施工阶段以及运营阶段各自所涉及的信息能够实现更加一体化的融合状态。它在桥梁工程当中的具体应用, 给工程带来了更加精准的设计成果、更为高效的施工流程以及更加完备的资源管理举措。通过将各类工程相关的数据加以集成处理, BIM 能够在很大程度上推动跨专业的协作以及跨部门的协作, 有效降低设计环节出现冲突的可能性以及施工环节存在的风险, 最终促使工程的整体质量得以提升并且加快工程的推进进度。本文将会针对 BIM 技术在桥梁设计阶段以及施工阶段的具体应用情况展开深入细致的探讨, 并且会展示出其在实际工程实施过程中所取得的应用

效果, 进一步去剖析其在桥梁工程当中所产生的具有变革性的重大影响。

1 BIM 技术在桥梁工程中应用的可行性分析

传统桥梁工程设计过程中, 设计师主要采用 AutoCAD 二维建模技术, CAD 虽然具有绘图作用, 但难以直观呈现桥梁工程现场信息。尤其是复杂性的桥梁项目, 传统建模技术增加信息量和算法选择, 不利于高效开展工程设计工作。随着科学技术的发展, BIM 技术可以帮助设计师构建三维建筑信息模型, 提高桥梁结构以及外观设计的有效性, 同时, 也能够采用多元化设计思路, 减轻人员设计压力, 完善桥梁工程设计方案细节。应用 BIM 技术构建三维数字模型, 能够还原桥梁工程施工现状, 找出潜在施工隐患, 及时优化设计内容, 提高桥梁工程施工效率与质量, 帮助企业控制施工成本。此外, 由于各地区桥梁工程施工面积扩大, 造成工程量与成本增加, 为准确计算施工全过程所需成本与施工材料使用量, 设计师可以利用 BIM 模型得出成本与用料等相关结果, 便于制定采购计划, 提高成本估算准确性, 促使桥梁工程建设单位经济利益持续提升。

2 BIM 技术在桥梁设计阶段的应用

2.1 桥梁三维信息模型的建立

在传统桥梁设计流程当中, 二维图纸仅仅能够给出桥梁各个构件的平面以及立面相关信息, 设计人员往往要依

靠他们自身的经验来开展空间方面的推测活动。不过,伴随着 BIM 技术的引入,桥梁的三维信息模型也就是 3D BIM,能够用更为直观且更为精确的方式呈现出设计内容。三维信息模型不但展现了桥梁的几何结构情况,而且还能将所有的相关工程信息予以集成起来,像是材料规格、荷载分析、结构强度等方面的信息内容。借助于建立三维信息模型,设计人员能够在虚拟环境里面去查看桥梁的各个部分,并且了解它们彼此之间的相互关联情况,进而识别出潜在存在的设计冲突,以此来保证设计具备全面性以及一致性特点。除此之外,三维模型在施工阶段,可以通过和现场实际状况加以对比的方式,助力施工团队更为精准地领会设计意图,降低出现误差以及设计偏差的可能性。BIM 模型并非只是一个静态的三维展示形式,它实际上还是一个集成了诸多工程数据的动态平台。比如说在桥梁设计环节里,设计师可以把结构分析、施工工艺、时间进度以及成本等相关信息嵌入到模型当中,从而生成一个完整的并且能够实时更新的数字建筑文件。如此一来,既提升了设计的精度水平,又方便了团队协作事宜,还确保了不同部门之间信息的一致性程度。

2.2 参数化设计与构件库管理

在 BIM 技术的助力之下,桥梁设计的参数化设计获得了极为广泛的运用。参数化设计能够让设计人员凭借输入的一组参数,自动形成桥梁各类构件,并且依据设计方面的需求灵活地去调整这些构件的尺寸、形状以及配置情况。这样的设计方式能够快速地对设计需求的变化做出反应,助力设计师在较短的时间内达成多种设计方案的比照与挑选。借助构建起统一的构件库,设计人员得以快速调用标准化的构件模块,如此一来便能削减重复开展的工作,同时确保各个构件的规格保持一致。这不但提升了设计工作的效率,而且强化了对设计质量的把控,有益于桥梁设计方案朝着标准化以及模块化的方向发展。构件库的管理工作对于大规模的桥梁工程而言格外关键,特别是在有多个项目同步展开并行设计的时候,能够达成资源的共享以及协同配合,进而提升设计的整体效能。

2.3 碰撞检测与方案优化

在传统的桥梁设计流程当中,设计方案所存在的碰撞方面的问题通常是依靠人工去检查,又或者要等到后期施工的时候才会被察觉到。如此一来,不但白白耗费了时间,而且还极有可能致使施工出现延误的情况,甚至还会让成本有所增加。然而借助 BIM 技术所具备的碰撞检测功能,便可以在设计阶段达成针对各个构件之间是否存在干涉以及碰撞情况的自动检测效果,进而能够及时将设计里面的冲突以及不合理的地方都找出来。凭借这样的提前预警的相关机制,设计师在着手修改设计方案之际,就能够马上瞧见所有潜在的冲突方面的问题,如此也就避开了在后期施工阶段会冒出那些难以预料的问题。除此之外, BIM

技术还能够针对桥梁设计展开多方案的优化操作。设计人员能够在三维模型里面迅速地去修改设计参数,接着再通过模拟不同方案实际所产生的效果,来对各个设计方案各自所具有的优势以及存在的不足加以评估,最终达成选出最优设计方案的目的。

2.4 工程量自动提取与设计成本控制

BIM 技术在设计质量层面给予了有力支撑,同时于工程量计算以及成本控制领域同样能起到关键作用。借助三维模型, BIM 技术可自动从设计当中提取出工程量相关数据,像是桥梁的钢筋使用量、混凝土所占体积等等。这些数据能够直接运用于成本方面的计算工作,进而为后续的施工阶段给予精确的资源需求以及预算方面的依据。与传统的手工计算方式或者依靠二维图纸来估算相比, BIM 技术能够给出更加精准且实时的数据助力,助力设计师在设计阶段便做好较为完备的成本规划事宜。除此之外, BIM 技术还能够协助设计师对设计方案的成本效益加以评估,并且在设计阶段凭借各类不同的优化举措,削减掉那些不必要的支出开销。通过对不同设计方案的成本进行对比分析,设计人员便能够挑选出最具性价比的那个方案,由此实现对桥梁工程整体成本的有效把控。

2.5 图纸自动生成与可视化表达

BIM 技术能够借助三维模型来自动形成各类施工图纸,而且依据设计方面的变更情况还能实现动态更新。如此一来,传统手工绘制图纸所耗费的大量时间以及诸多精力便得以大幅节省,同时也消除了图纸之间出现版本不一致的状况。设计师仅仅需要在三维模型上做出修改, BIM 系统就会自动依照修改内容更新相关图纸的相关内容。 BIM 模型所具有的可视化表达方式,还给设计人员以及施工团队提供了一种更为直观的沟通手段。在项目的初始阶段,设计人员可凭借虚拟现实(VR)或者增强现实(AR)技术把设计方案以可视化的形式展示出来,助力各方更为透彻地理解设计思路以及施工要求,推动跨部门之间的协作与沟通。

3 BIM 技术在桥梁施工阶段的应用

3.1 施工模拟与流程优化

施工模拟属于 BIM 技术于施工阶段的一项关键应用。借助 BIM 模型,施工团队能够针对桥梁工程的各项施工环节展开数字化模拟操作,以此提前预估可能出现的施工方面的问题并加以优化处理。施工模拟一方面有益于识别潜在存在的风险,另一方面可助力施工团队在实际施工开始之前开展详尽的预演工作,从而保证施工流程能够顺畅推进。比如在桥梁实施拆除以及后续重建这个过程当中,凭借对不同施工方案予以模拟的方式,团队便能够评定出最为安全且最为经济的那种施工方法。除此之外,施工模拟还能帮施工人员去安排施工资源,像设备、材料以及人员等这些方面,进而确保在施工进程当中各项资源能够实现合理的调度以及高效的利用。

3.2 施工进度控制与动态调整 (4D BIM)

施工进度控制在桥梁建设里始终是难点所在,特别是在存在多个施工环节以及需要调配大量资源的情形下更是如此。传统施工进度控制大多依靠二维图纸以及靠手动去更新的进度表,如此一来,其效率不高,而且极易出现进度滞后、资源被浪费以及施工现场一片混乱等状况^[1]。4D BIM 技术把时间维度同三维模型相结合,给施工进度的可视化呈现、实时的监控以及动态的调整给予了强有力的支持。4D BIM 技术通过把时间数据和 BIM 模型加以集成,构建起一个可动态展现施工进度度的虚拟场景。施工团队能够凭借这个模型实时查看各个施工阶段的具体推进情况,弄清楚各个环节之间的依赖关系,察觉到潜在的进度冲突情况。比如说,要是某一部分施工出现了延误,那么 4D 模型会即时将这一情况反映出来,管理人员可以依据实时的实际情况来调整施工计划,重新对资源进行分配,如此便能够避免陷入进度滞后的恶性循环当中。借助 4D BIM,项目经理能够在虚拟环境里面针对不同的施工方案展开模拟操作,以此来评估出最为理想的施工顺序以及进度安排方案。此项技术还能助力施工人员在进场之前充分理解施工流程,清晰明确每一个环节的具体任务以及时间节点,从而保证现场施工能够高效地开展起来。

3.3 成本管理与资金预测 (5D BIM)

成本控制在桥梁工程里极为关键,预算稍有偏差便可能致使工程项目成本超出预期,对整个项目能否顺利实施产生影响。5D BIM 技术的诞生给成本管理以及资金预测带来了全新的解决办法。把成本数据和三维模型相结合,5D BIM 可实时给出精准的成本估算、资金预测以及资源分配相关信息。5D BIM 把成本同 BIM 模型的每一个构件以及各个施工阶段紧密关联起来,使得项目管理人员能够实时追踪材料、劳动力、设备以及施工时间等成本方面的因素。比如在设计阶段,设计师能够借助 5D BIM 技术精确计算出所需材料的具体数量以及相关费用,同时针对不同材料的选用展开成本效益分析,进而做出最为经济合理的决策。在施工阶段,随着项目的不断推进,5D 模型能够实时更新实际施工过程中成本的消耗情况,助力项目经理及时察觉到预算出现的偏差,并依据最新的状况做出相应的调整^[2]。5D BIM 还能够对项目开展资金预测,生成动态的资金流动图表。通过持续对项目资金消耗情况进行跟踪,管理层能够更为清晰地知晓项目的资金状况,并且预见到未来可能出现的资金方面压力,从而及时采取相应措施,像是调整资金投入或者优化资源调配,以此确保项

目能够按时并且按照预算顺利完成。

3.4 技术交底与施工指导可视化

BIM 技术于技术交底以及施工指导层面的应用,能够切实提升施工现场的工作效率。在往常的传统施工流程当中,施工队员们大多依靠手工图纸来开展相关操作,不过这些图纸时常会出现一定程度的解释偏差情况。而 BIM 模型则给出了更为详尽的三维可视化相关信息,这便让施工队员们可以清晰明了地瞧见每一个施工环节以及相应的要求^[3]。施工人员能够凭借 BIM 模型来对照实际的施工状况,从而确认各项技术细节,如此一来便降低了施工过程中出现错误以及需要返工的几率。除此之外,技术交底采用可视化的表达方式,还进一步强化了施工人员和项目经理彼此之间的沟通效率。

3.5 施工现场信息集成与智能管理

BIM 技术可把施工现场各类信息加以集成,像施工进度、质量、安全、环境等方面的数据均包含在内。借助 BIM 平台,项目管理人员能够实时对现场状况予以监控,清楚知晓各个环节具体的进展情况。智能化管理系统能凭借传感器以及物联网技术实时收集施工现场的数据,并且自动把这些数据反馈至 BIM 平台展开处理与分析。依据这些数据,项目管理人员便能适时调整施工策略,保障施工安全与质量,同时降低潜在的风险。

4 结语

随着 BIM 技术在桥梁工程设计与施工环节不断推进,工程效率、工程质量以及安全性能均有了明显提高。凭借三维建模、参数化设计、进度把控以及成本控制等诸多功能,BIM 技术于优化桥梁项目管理、提高资源配置效率以及确保施工质量等方面起到了极为关键的作用。往后,伴随技术持续发展,BIM 技术在桥梁工程里将会发挥出更为重要的作用,促使行业朝着更高效、更环保、更智能的发展方向迈进。

【参考文献】

- [1]汪丽萍.BIM 技术在桥梁工程设计与施工中的应用分析[J].智能建筑与智慧城市,2024(12):82-84.
- [2]陈长俊,孙晓博.BIM 技术在桥梁工程设计与施工中的应用[J].四川水泥,2024(3):206-208.
- [3]张晓光,刘冲,李乐,等.BIM 技术在桥梁工程施工中的应用[J].科技与创新,2022(13):166-168.

作者简介:刘海龙(1991.2—),汉族,硕士研究生学历,毕业院校为长沙理工大学。现就职中南勘察设计院集团有限公司。