

BIM技术在港航工程中应用综述

李 莉

武汉市交通运输局港航事业发展中心 湖北 武汉 430000

摘 要：在全球贸易往来与经济发展进程中，港航工程作为关键基础设施，其重要性不言而喻。本文聚焦BIM技术在港航工程中的应用。先阐述BIM技术以三维数字模型集成全生命周期信息的特性，接着详细分析其在港航工程设计阶段助力多专业协同、可视化评审与性能模拟，施工阶段实现进度可视化、过程模拟优化及预制构件协同，维护阶段用于设施监测、维修计划制定与资产管理的现状。同时，明确指出BIM技术在港航工程中具备提高设计质量、提升施工效率等显著优势，为推动BIM技术在港航领域更广泛应用提供参考。

关键词：BIM技术；港航工程；应用综述

引言：港航工程作为水运交通关键基础设施，对国家经济发展意义重大。传统港航工程建设模式在设计、施工与运维中存在信息沟通不畅、协同效率低等难题。BIM技术的兴起为解决这些问题带来曙光，其凭借独特的可视化、协同性等特点，能整合港航工程全流程信息，实现各参与方高效协作。深入探究BIM技术在港航工程中的应用，对提升工程建设质量与效率，推动港航行业发展具有重要现实意义。

1 BIM 技术概述

BIM (Building Information Modeling) 技术，即建筑信息模型技术，是在计算机辅助设计 (CAD) 等技术基础上发展起来的多维模型信息集成技术，是对建筑工程物理特征和功能特性信息的数字化承载和可视化表达。它以三维数字模型为核心，将建筑工程项目从规划、设计、施工到运营维护全生命周期的各种信息整合在一起，形成一个综合性的信息数据库。与传统设计施工方式相比，BIM技术具有诸多优势。在设计阶段，通过三维可视化模型，能让设计师更直观地展现设计意图，各专业间也能基于同一模型协同作业，减少设计冲突；施工阶段，可借助BIM模型进行进度模拟、资源管理以及质量把控；在运营维护阶段，可依据模型信息快速定位设备故障，制定合理维护计划^[1]。

2 BIM 技术在港航工程各阶段的应用现状

2.1 设计阶段

2.1.1 航道疏浚工程

在航道疏浚工程设计中，传统方法多依赖二维图纸和人工计算，存在信息整合度差、可视化不足等问题。BIM技术的引入有效改善了这一状况。通过创建三维地质模型，可直观呈现水下地形地貌，精确分析疏浚工程量。例如，利用BIM技术建立的某航道疏浚工程三维模

型，能将不同区域的土质类型、厚度等信息直观展现，设计人员据此精准计算疏浚量，合理规划疏浚方案，相较于传统方式，工程量计算精度大幅提高，方案优化效果显著。同时，结合GIS技术，将BIM模型与地理信息融合，可全面考虑航道周边环境因素，使设计更科学合理。

2.1.2 航道整治工程

航道整治工程涉及多种水工建筑物协同工作，设计复杂。BIM技术通过构建参数化三维模型，整合整治工程的各类信息，实现不同专业设计的协同与优化。在某航道整治项目中，设计团队利用BIM技术搭建了包含护岸、丁坝、疏浚区域等的综合模型。各专业设计师在同一平台协同工作，实时交流设计思路，及时发现并解决设计冲突。如在丁坝与护岸连接部位的设计中，通过BIM模型的可视化分析，提前优化连接方式，避免了施工过程中的设计变更，提高了设计质量和效率。

2.1.3 护岸工程

护岸工程设计需综合考虑结构稳定性、水流冲刷、生态环保等多方面因素。BIM技术在护岸工程设计中的应用，为设计人员提供了全面的分析手段。通过建立三维模型，可对护岸结构进行详细设计，模拟不同工况下的结构受力情况，优化结构参数。同时，结合水流模拟软件，分析水流对护岸的冲刷影响，合理设计护岸防护措施。例如，在某生态护岸设计中，运用BIM技术模拟水生生物的洄游路径，优化护岸结构形式，为水生生物提供良好的栖息环境，实现了工程建设与生态保护的有机结合。

2.1.4 码头工程

码头工程设计具有复杂性和多样性。BIM技术在码头工程设计中，可实现从整体布局到局部构造的精细化设计。利用BIM软件，构建码头的三维模型，包括码头主体结构、前沿装卸设备、后方陆域设施等，清晰展示各

部分的空间关系和功能布局。设计人员通过对模型的可视化分析,优化码头平面布置和工艺流程,提高码头运营效率。例如,在某集装箱码头设计中,借助BIM技术对集装箱装卸流程进行模拟,合理规划装卸设备的运行路线,减少设备碰撞风险,提升码头作业效率。

2.2 施工阶段

2.2.1 施工进度管理

在港航工程施工中,施工进度受多种因素影响,传统管理方式难以实现高效管控。BIM技术结合进度计划软件,通过创建4D(三维模型+时间维度)施工进度模型,可直观展示施工过程中各个阶段的任务安排和进度情况。通过4D模型,管理人员能清晰看到不同时间节点各部分工程的完成情况,及时发现进度偏差并采取调整措施。同时,借助BIM平台,各参与方可以实时共享施工进度信息,协同解决施工中遇到的问题,有效保障了施工进度顺利推进。

2.2.2 施工质量管理

施工质量是港航工程的关键。BIM技术为施工质量管理提供了有效的手段。通过建立施工质量信息模型,将质量标准、检验要求等信息与BIM模型中的构件相关联。在施工过程中,施工人员可根据模型中的质量信息进行施工操作,监理人员利用移动终端设备,实时采集施工质量数据,并与BIM模型中的标准数据进行对比分析。一旦发现质量问题,可通过BIM模型快速定位问题位置,追溯问题根源,及时采取整改措施。例如,在某航道整治工程的护岸施工中,利用BIM技术对混凝土浇筑质量进行监控,通过现场采集的混凝土强度、浇筑厚度等数据与模型中的标准数据对比,确保了护岸施工质量符合设计要求。

2.2.3 施工安全管理

港航工程施工环境复杂,安全风险高。BIM技术在施工安全管理方面具有重要作用。通过构建三维施工场地模型,对施工现场的设备停放、材料堆放、人员通道等进行合理规划,减少安全隐患。同时,利用BIM技术进行施工安全模拟,如模拟高处坠落、物体打击等事故场景,提前制定安全防护措施。例如,在某码头施工项目中,通过BIM模型对塔吊的吊运范围进行模拟分析,合理规划施工区域,避免了塔吊吊运过程中与其他施工设施或人员发生碰撞事故。

2.2.4 资源管理

合理的资源配置是港航工程施工顺利进行的保障。BIM技术能够对施工资源进行有效管理。通过建立资源信息模型,将人力、材料、机械设备等资源信息与BIM模型

中的施工任务相关联。根据施工进度计划,可实时分析资源需求情况,提前做好资源调配准备。例如,在某船闸施工项目中,利用BIM技术分析混凝土浇筑任务对水泥、砂石等材料的需求,结合材料库存情况,合理安排材料采购和运输计划,避免了材料短缺或积压现象的发生。同时,通过对机械设备使用情况的实时监控,合理调度设备,提高设备利用率,降低施工成本。

2.3 维护阶段

2.3.1 设施监测与评估

在港航工程设施的维护阶段,BIM技术可与传感器技术相结合,实现对设施运行状态的实时监测与评估。通过在港航设施(如码头结构、航道护岸等)上安装传感器,采集结构变形、应力应变、振动等数据,并将这些数据实时传输到BIM模型中。利用数据分析软件对模型中的数据进行分析,可及时发现设施存在的安全隐患,评估设施的健康状况。例如,在某大型港口码头的维护中,通过在码头桩基上安装位移传感器,将采集到的位移数据反馈到BIM模型中,分析桩基的沉降情况。一旦发现桩基沉降超出允许范围,可及时采取加固措施,保障码头的安全运营。

2.3.2 维修计划制定

基于BIM技术建立的设施维护信息模型,包含了设施的详细设计信息、施工信息以及运行维护历史记录等。根据设施的监测评估结果,结合模型中的信息,可制定科学合理的维修计划。例如,在某航道整治工程的护岸维护中,通过BIM模型分析护岸结构的损坏情况,参考以往的维修记录和材料使用情况,确定维修所需的材料、工具以及维修人员数量,制定详细的维修方案和时间安排,提高维修工作的效率和质量。

2.3.3 资产管理

港航工程涉及大量的资产,如码头设施、航道设备等。BIM技术为资产管理提供了高效的手段。通过将资产信息整合到BIM模型中,实现资产的可视化管理。资产管理人员可以通过BIM模型快速查询资产的位置、规格型号、购置时间、使用状况等信息,方便对资产进行盘点、维护和更新。例如,在某港口资产管理中,利用BIM技术建立资产数据库,将港口内的各类设备、建筑物等资产信息与BIM模型关联。管理人员通过模型可直观了解资产分布情况,及时掌握资产的运行状态和维护需求,为资产的合理配置和更新决策提供依据^[2]。

3 BIM技术在港航工程应用中的优势

3.1 提高设计质量

3.1.1 多专业协同设计

在港航工程设计中,涉及建筑、结构、水利、交通等多个专业。传统设计模式下,各专业之间信息沟通不畅,容易出现设计冲突和错误。BIM技术提供了一个协同设计平台,各专业设计师可以在同一三维模型上进行设计工作,实时共享和交流设计信息。通过对模型的可视化分析,能够及时发现不同专业之间的设计矛盾,如管道与结构构件的碰撞、设备空间布局不合理等问题,并在设计阶段进行调整优化。这种多专业协同设计方式大大提高了设计的准确性和完整性,减少了设计变更和返工,从而提高了设计质量。

3.1.2 可视化设计评审

BIM技术的可视化特点使得设计评审更加直观有效。在传统设计评审中,评审人员主要通过二维图纸来理解设计方案,对于复杂的港航工程设计,理解图纸内容可能存在一定困难,容易遗漏问题。而基于BIM技术的三维模型,能够将设计方案以直观的立体形式呈现出来,评审人员可以从不同角度观察模型,清晰地了解工程的整体布局、空间关系以及各部分的设计细节。同时,还可以利用BIM模型进行虚拟漫游,模拟人员在工程中的实际行走路径,检验设计的合理性和便利性。这种可视化设计评审方式有助于评审人员更全面、深入地发现问题,提出更有针对性的改进意见,从而提升设计质量。

3.1.3 性能模拟分析

港航工程的设计需要考虑多种性能因素,如水流、风力、结构受力等。BIM技术可以与各种性能分析软件相结合,对设计方案进行模拟分析。例如,通过水流模拟软件,结合BIM模型,可以分析航道内水流的流速、流向以及对码头、护岸等结构的冲刷影响,优化航道和水工结构的设计,提高其抗冲刷能力和稳定性。利用结构分析软件对BIM模型进行结构受力模拟,能够评估结构在不同工况下的安全性,及时调整结构参数,确保工程结构的可靠性。

3.2 提升施工效率

3.2.1 施工进度可视化管理

施工进度管理是港航工程施工中的重要环节。BIM技术结合进度计划软件创建的4D施工进度模型,将施工进度与三维模型相结合,实现了施工进度的可视化管理。

施工人员和管理人员可以通过4D模型直观地看到各个施工阶段的任务安排、资源分配以及实际进度与计划进度的对比情况。这种可视化管理方式使施工进度一目了然,便于及时发现进度偏差并采取相应的调整措施。

3.2.2 施工过程模拟与优化

在港航工程施工前,利用BIM技术对施工过程进行模拟,可以提前发现施工中可能出现的问题,如施工场地狭窄导致材料堆放困难、施工设备运行空间不足、不同施工工序之间的冲突等。通过对模拟结果的分析,制定合理的施工方案和应急预案,优化施工流程和资源调配计划。在施工过程中,还可以根据实际情况对BIM模型进行实时调整,指导施工人员正确施工,确保施工过程顺利进行,有效提升施工效率。

3.2.3 预制构件生产与安装协同

港航工程预制构件多,BIM技术助力生产与安装协同。生产阶段,用模型展示构件详细信息指导生产,反馈进度、质量数据。安装时,施工人员依模型虚拟预拼装,规划安装顺序与位置。如某港航项目利用BIM管理沉箱生产安装,避免尺寸偏差、安装错误导致的工期延误,提升协同效率,确保工程高效建设^[3]。

结束语

综上所述,BIM技术在港航工程的设计、施工与维护阶段展现出显著优势,大幅提升设计质量与施工效率,为港航工程全生命周期管理提供有力支持。尽管当前其在港航领域的应用尚面临技术标准不统一、专业人才匮乏等挑战,但随着数字化浪潮席卷工程建设行业,以及各方对BIM技术应用研究的不断深入,未来有望通过完善标准体系、强化人才培养等举措加以突破。

参考文献

- [1]倪寅.BIM技术在水运工程中的应用[J].水运工程,2022(4):128-133.
- [2]王宁,陈嵘,杨新军,王进丰.基于BIM技术的水利工程三维设计研究与实现[J].人民长江,2022,48(B06): 156-159.
- [3]杨建峰,陈云,王铁力,周亚军,夏季.BIM技术在水利工程运维管理中的应用[J].水利水电技术,2020,51(S01): 185-190.