

基于 BIM 的船闸工程研究与应用

周钦¹, 陈虹宇¹, 刘永胜²

(1. 湖南省水运投资集团有限公司, 湖南 长沙 410004; 2. 湖南省交通规划勘察设计院有限公司, 湖南 长沙 410200)

摘要: 针对目前船闸工程设计、施工过程中面临的沟通传递效率低、数据统计效率和利用率不高、信息管理不规范、管理理念落后等问题, 开展了船闸工程信息模型 BIM 集成与协同管理研究, 建立了船闸工程 BIM 综合协同管理云平台, 实现了船闸建设的“三控两管”目标。结合大源渡二线船闸工程项目开展了基于 BIM 技术的船闸主体结构及金属结构设计优化、船闸输水廊道及管线布置、船闸工程 4D 施工模拟等应用研究。研究表明, 基于 BIM 技术的船闸工程设计、施工模拟等能明显提高各参与方设计、沟通效率和设计质量, 降低施工成本、提高施工效率, 其研究成果可为其他水运工程建设提供参考。

关键词: BIM 技术; 协同管理; 云平台; 船闸; 4D 模型

中图分类号: U641 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 09—0116—03

水运运输是经济发展和往来友好的一种运输方式, 具有运量大、能耗低和污染小等优点, 也是远距离大宗货物的主要运输手段, 符合我国经济的可持续发展^[1]。船闸工程是水运建设的重要建筑物, 是一个集项目决策、设计、施工、运营等的系统工程, 目前国内大部分船闸工程项目仍沿用传统的设计方式和管理理念, 存在滞后性、沟通传递效率低、数据统计效率和利用率不高、信息管理不规范等问题。

建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 是随着计算机发展而衍生的一种全新理念和技术, 越来越受到国内外学者和业界的普遍关注, 也是未来工程建设项目信息化发展的趋势^[2]。在船闸工程的设计、施工、信息化管理中创新 BIM 技术的应用研究, 对优化施工组织提升施工效率、控制建设成本、提高决策效率和设计质量具有重要意义。

1 BIM 信息集成与协同

在土木工程领域中, 项目建设过程由诸多利益方共同参与, 并通过相互配合, 合理组织追求各自利益最大化并完成建设目标, 整个过程体现协同思想^[3]。但由于土木工程项目一般都具有复杂性、一次性、建设周期长等特点, 各参与方的协同工作在实际中并没有落到实处, 亟需技术与管理上的创新将“协同”贯彻项目全生命周期。船闸工程项目持续时间长, 建设过程中产生大量的信息。为有效解决传统信息交流方式落后、效率低、信息失真、不能有效共享等弊端, BIM 技术则可以将船闸工程项目信息及各种数据进行收集、汇总和存储, 克

服目前土木工程建设行业信息管理中存在的问题。基于 BIM 理念的搭建的协同工作框架如图 1 所示。

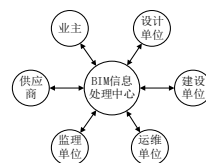


图 1 基于 BIM 理念的协同工作信息传递图

基于图 1 BIM 理念下协同工作信息传递图, 结合船闸工程建设全生命周期各阶段工作及 BIM 模型功能, 构建图 2 所示 BIM 协同工作框架。

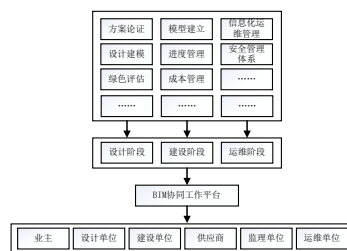


图 2 BIM 协同工作框架

2 基于 BIM 的船闸工程管理系统设计及其优势

船闸工程管理系统可以对项目进行综合的全过程管理, 且可以保存行业主管单位在工程建设中的所有相关数据^[4], 使行业主管单位、建设单位实时了解工程造价的综合信息, 实现参加“四方” (行业主管单位、建设单位、监理单位、施工单位) 业务的网络化及规范化管理, 可以大大提高业务交流效率, 减少审批时间, 对工程造价进行实时监控, 使项目管理水平更高效且透明。

该系统主要业务模块包含合同管理、投资控制、工

程变更、质量管理、计划与进度、安全管理、综合查询、现场管理、系统管理等模块,系统界面如图3所示。

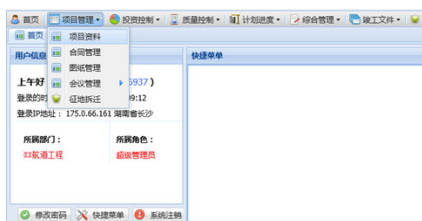


图3 基于BIM的综合协同管理平台

基于BIM的综合协同管理平台,能大大提高项目管理效率,实现“三控两管”,相比传统的管理模式和设计方式,基于BIM的综合协同管理平台与设计方式优势明显,管理模式上信息传递方式优,信息以三维形式进行传递;数字信息集成到BIM协同管理平台,构成信息化现场,信息传递效率高、信息传递准确、信息实时共享。设计方式上三维设计模式,面向对象设计,设计结果可视化;各设计专业可协同设计,可进行复杂的工程计算;在协同设计模式下,设计质量与效率高。

2.1 基于BIM的船闸工程协同管理云平台构建

基于BIM技术的船闸项目协同平台综合管理信息可分为宏观信息与微观信息。以船闸工程造价管理为例,宏观信息是指对工程造价的管理活动特征进行全局描述。微观信息是指对工程造价的管理活动情况和特征进行微观描述。两类工程造价信息表现的特征明显不同:前者综合管理面更大,信息综合性和概括性更强;而后者信息量更大,时效性更强。整个系统网络建设是通过Internet将行业主管单位、项目公司、监理单位、承包单位网络连为一体,实现互联互通和双向数据交换。

2.2 船闸工程的优化设计

船闸主体结构是船闸工程设计的基础,同时是船闸工程设计的重点和难点,主体结构设计的好坏对航行安全起到至关重要的作用^[5],金属结构也至关重要,是船闸通航效率、安全、质量及能源效益的基础保障,运用BIM技术对大源渡二线船闸上闸首、下闸首、闸室、导航墙等主体结构进行设计优化,将消防泵房的布置位置从船闸控制房地下室优化调整至上游中洲侧进水墙,同时对进水墙的鱼道的位置进行设计优化,上游辅导航墙墙底高程抬高至与主导航墙侧进水墙及上闸首一致。运用BIM模型对大源渡二线船闸人字门和启闭设备进行了统一优化设计。通过采用BIM技术明显提升了船闸结构的设计深度和设计质量。基于BIM技术的船闸主体结构如图4。

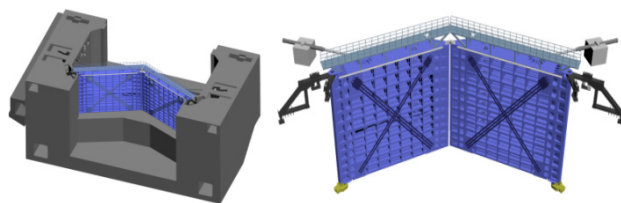


图4 上闸首和人字门总体结构

2.3 船闸输水廊道布置优化

输水廊道是船闸工程的重要组成部分,输水廊道的设计对于船闸主体结构、通航功能实现以及工程外在质量有着十分重要的意义,通过精细化设计合理、规范、有效的布置将有助于全面提升船闸工程的整体施工建设水平。

大源渡二线船闸输水廊道的结构属于异形结构,曲面多且不规则,为了各施工环节交流通畅、理解一致和保障工程质量,仅依靠二维CAD图纸很难实现。而基于BIM技术,可以对船闸水廊道进行三维实体建模,且直接标注尺寸,让各施工环节人员直观地看到水廊道的形成、尺寸和链接关系等,大大提高了交流沟通效率和减小了理解偏差,实现了船闸输水廊道复杂多曲面异形空间设计,如图5。

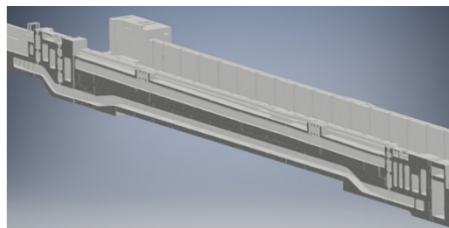


图5 输水廊道整体结构

3 基于BIM的船闸工程4D施工模拟

基于三维建筑信息模型BIM,增加时间(进度)维度,就行形成BIM 4D模型的信息化技术^[6]。BIM 4D施工模型首先是在综合考虑施工总体目标、资源条件限制及WBS任务分解的基础上,利用BIM 3D施工模型成果,将BIM技术融入工程项目的工作时间估算、施工资源配置等过程,编制施工进度计划。通过BIM 3D施工模型与进度计划对应关联,实现工程施工过程的4D可视化表达^[7]。

3.1 BIM 3D+Project的4D建模

依据大源渡二线船闸工程项目施工组织方案、施工合同、施工进度目标、工作分解结构以及劳动力、机械设备、材料的供应状况等有关技术经济资料,确定工作各阶段的时间节点、先后次序、逻辑关系以及持续时

间,编制施工进度计划,流程。在三维信息模型和进度计划完成的基础上,运用 BIM 4D 相关软件,将模型中的建筑构件与施工进度计划的任务一一匹配及关联,实现 BIM 4D 施工模型的创建。BIM 3D 施工模型与进度任务链接的基本步骤如图 6。

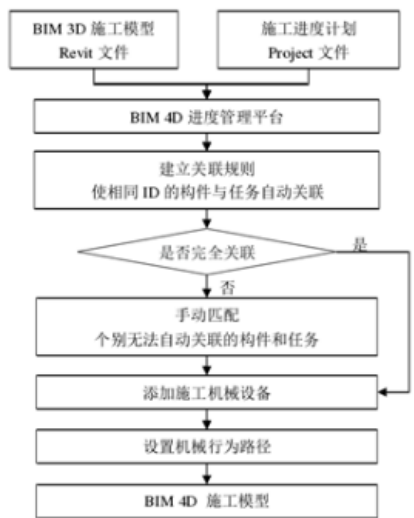


图 6 BIM 4D 施工模型构建流程

3.2 进度数据创建

在完成 BIM 4D 施工模型后,需要根据项目进度计划安排,采用项目进度管理软件 Project 创建进度数据。依次完成项目信息搜集、确立任务细节、定义项目情况、制定作业进度计划、绘制项目进度计划提纲、项目整体的预判、最后添加资源提高项目进度的精准性和有效性。

3.3 4D 进度模拟

4D 施工计划模拟的步骤重点包含四点: 1. 以月、周、天为模拟时间,可以选择正序模拟或逆序模拟,根据不同的时间间隔,可以直观地模拟出整体的施工计划; 2. 展示施工进度同时,在软件上可以随时对施工时间、日工作量完成情况进行检查; 3. 每当施工时间和状态调整后,系统会自动更新进度数据库,并对 Project 进度计划进行相应调整; 4. 可以通过添加动画、设置任务类型和播放时间来达到更好地反映构件的出现效果。以大源渡二线船闸工程为例,对人字门门叶吊装模拟如图 7。

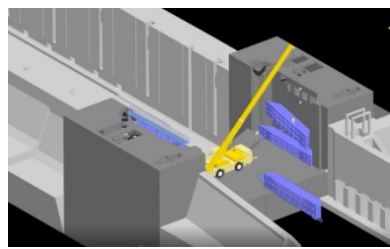


图 7 人字门门叶吊装模拟

4 结论

(1) 基于自主研发的数据结构和数据元工程属性,建立了船闸 BIM 综合管理云平台,开展了 BIM 技术与船闸工程项目综合协同管理应用,实现了船闸建设的“三控两管”。

(2) 于 BIM 技术建立的船闸 3D 模型,提高了不同专业间设计的协同性,减少各个部位之间的碰撞,实现船闸工程 BIM 可视化协同设计,并优化了依托工程的设计。

(3) BIM 模型的基础上,加入施工进度的维度,形成 4D 模型,用于指导工程施工,提高项目进度的精准性和有效性。

参考文献:

[1] 刘清,曾旭虹.国内外内河航道发展阶段对比分析[J].水运工程,2014(1):102-107。
[2] 汪映红,刘代全,刘建华等.基于 BIM 应用的水运工程建设项目造价管理[J].水运工程,2019(3):154-158。
[3] 郭红兵,赵亚兰.BIM 技术的国际研究概况与我国市政 BIM 应用分析[J].人民长江,2021(4):164-170。
[4] 程卫军,李凤祥.项目管理系统在施工项目管理中的应用与研究[J].项目管理技术,2014(04):93-97。
[5] 王崇宇,刘虎英.湘江土谷塘航电枢纽船闸设计优化及创新[J].水运工程,2015(1):115-119。
[6] 陈沉,张业星,陈健,等.基于建筑信息模型的全过程设计和数字化交付[J].水力发电,2014,(8):42-47。
[7] 王胜军.BIM 4D 虚拟建造在施工进度管理中的应用[J].人民黄河,2019(3):145-149。

基金项目:湖南省交通科技项目(201716)