

基于 BIM 与 GIS 的智慧中心平台 在大型水运码头项目建设中的应用研究

刘佳¹, 徐昕²

(1. 连云港新海湾码头有限公司, 江苏 连云港 222113; 2. 东南大学土木工程学院, 江苏 南京 211189)

摘要: 本文对基于 BIM 与 GIS 技术的智慧中心平台在大型水运码头项目建设阶段管理中的应用进行了研究。通过 BIM、无人机倾斜摄影技术创建水运码头模型和地形环境模型, 结合物联网技术搭建智慧中心平台, 建立了一套适用于水运码头项目的数字化、智慧化的项目管理体系, 主要包括质量管理、安全管理以及人员定位、设备、气囊压力、沉降位移等智能监测应用, 为水运行业提供了一种行之有效的智慧化管理模式。

关键词: BIM; GIS; 水运码头; 智慧中心平台

中图分类号: TP274 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2023) 01—0041—03

BIM 技术近年来在国内快速发展, 已经在建筑行业具备成熟的应用, 并且在交通水运领域也有了较多的应用案例。早在 2015 年, 黄天荣通过 BIM 模型技术解决了船闸工程输水廊道前端复杂异形结构空间设计优化, 并对输水廊道进行施工深化设计、施工模拟及工程量统计等工作^[1]。2019 年, 交通运输部发布《水运工程信息模型应用统一标准》《水运工程施工信息模型应用标准》《水运工程施工信息模型应用标准》, 规范了水运工程 BIM 技术的应用。其后的几年中涌现了信江航运枢纽^[2]、洛碛港^[3]、广州港南沙港区^[4]等一批优秀的行业应用案例, 融合了 BIM、GIS、物联网等多项技术, 建立了可行的技术体系。本文依托连云港港赣榆港区 4 号至 6 号散货泊位工程, 研究基于 BIM 与 GIS 的智慧中心平台在大型水运码头项目建设中的应用, 旨在推动和提高水运类项目智慧化、精细化管理水平。

1 工程概况

连云港港赣榆港区 4 号至 6 号散货泊位工程包括码头及引堤等水工建筑物。码头自南向北依次为 4、5、6 号散货泊位, 码头总长度达 929m。本项目水工结构包含新建 3 个 10 万吨级码头和完善南侧起步工程以北两个预留沉箱结构段。码头通过自南向北依次为 1[#]、2[#]、3[#] 共三座引堤与后方陆域相连, 三座引堤长度均为 95m。其中, 2[#]、3[#] 引堤中部设过水箱涵, 保证内外水体连通。

本工程是国内最大的专业化镍矿装卸泊位工程, 具

有国内直取距离最长的越野带式输送系统, 同时也是江苏省最大的沉箱结构码头。此外, 本项目在码头端的“卸船—破碎—直取”工艺, 属于行业首创, 在实现镍矿直取的同时, 更能够提高镍矿的品质。沉箱预制生产及安装、大型特种设备及船舶管理、自然环境及通航影响、危大工程施工技术等问题是本工程需要重点关注的工程实施重点和难点。本项目根据以上施工重点和难点, 针对性地提出了基于 BIM 与 GIS 的智慧中心管理模式。

2 智慧中心平台搭建

2.1 智慧中心平台建设目标

本项目以“集约建设、资源共享、规范管理”为目的, 利用 BIM、GIS、物联网、云计算、感知网络等信息化、数字化技术, 建设一个智慧管控系统网络, 融合智慧生产和智慧管理两大主题, 实现横向、纵向及端到端集成, 提高施工效率、降低成本, 使施工过程规范化、信息化、自动化。同时, 推进智慧中心平台与企业管理系统的整合, 为企业信息化管理提供数据支撑。

2.2 智慧中心平台系统架构

本项目搭建的智慧中心平台以云数据中心为后台, 以基于 BIM 的项目管理系统为数据处理中台, 以手机移动端为数据采集前端, 同时以智慧管理大屏作为数据呈现前端, 项目数据层层传递。视频监控、沉箱监测、人员定位等物联网数据通过 API 对接至后台, 并通过数据筛选最终呈现到前端。智慧中心平台系统架构见图 1。

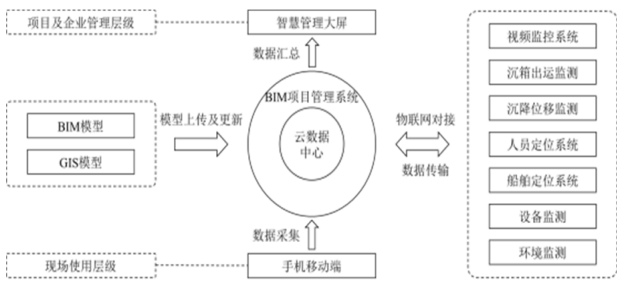


图1 智慧中心平台系统架构

2.3 智慧中心平台业务架构

本项目智慧中心平台在业务模块上划分为智慧质量管理、智慧安全管理、智慧进度模拟、智慧模型沙盘、智慧物联数据、智慧资料管理等。其中以质量管理、安全管理、智慧物联等模块为智慧中心平台的核心内容。智慧中心平台业务架构见图2，智慧中心平台界面见图3。

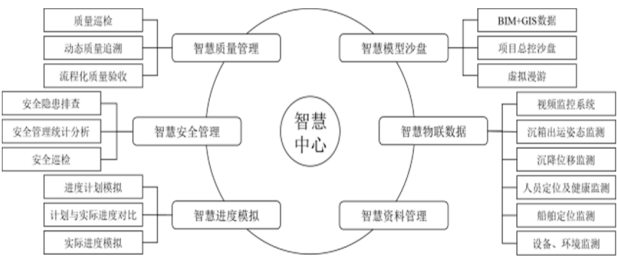


图2 智慧中心平台业务架构



图3 智慧中心平台界面

3 智慧中心平台应用

3.1 项目 BIM 模型创建

模型作为智慧中心平台应用的基础，本项目 BIM 模型采用 Revit 软件结合无人机倾斜摄影成果创建。模型包括主体结构、机械设备、施工场地、地形环境等模型。其中主体结构、机械设备等模型基于施工图设计模型，结合现场施工过程进行了深化；施工场地模型根据文明施工标准化要求，结合施工作业空间、物料堆放、视频监控布置、永久工程利用等具体需要进行设计并创建模型。

3.2 建设质量安全应用

(1) 动态化材料管理。在智慧中心平台建立数字材料库，对项目主要材料的进场、试验、入库、出库等过程进行实时管理。材料进场时通过智慧中心平台进行验收审批，并将质量证明文件、质量验收记录等资料关联到模型。见证取样过程中，建立电子台账，记录相关质量信息。材料的出库、入库以及每一批次的使用部位也记录在电子台账中备查。动态化的材料管理数据，保证了其真实性，同时具有可追溯的特点，落实了质量管理责任。

(2) 网格化巡检管理。针对项目建设过程中的日常巡检管理行为，在智慧中心平台中为沉箱预制与出运、基槽疏浚、基床回填、码头施工等设置巡检路线，与 BIM 模型关联。巡检任务按区域划分，责任到人。执行过程中，现场人员通过手机移动端发布质量安全控制点的每日状态，出现问题则上传至平台，定时、定人督促整改到位，形成巡检排查上报整改的流程闭环。网格化的巡检管理在减少了现场安全质量问题发生率的同时，增强了现场与项目管理层之间的链接。

(3) 流程化质量验收。在智慧中心平台中内置质量验收的管理流程，现场人员通过手机移动端发起各分部分项工程、各项工序的质量验收申请，管理人员根据相应标准规范组织验收工作，质量验收信息全部保留在平台中，保障质量验收全生命周期可追溯，现场质量验收管理更加流程化、规范化。质量验收不合格的部位或工序，通过智慧中心平台发起问题整改，整改的全过程信息应形成闭环，并与对应的模型进行关联。

(4) 常态化隐患排查。在智慧中心平台中内置水运工程的常见质量通病、安全隐患等问题，管理人员在日常检查过程中，通过手机移动端对照质量通病、安全隐患等目录，对现场质量安全隐患问题进行排查，发现问题后进行现场拍照并发布整改通知，整改流程相关人根据平台搭建的规范库进行落实整改并通过复查。在智慧中心平台自动形成相应的整改台账，逐步累积形成完整的过程控制资料。

3.3 施工智能监测应用

(1) 水下作业安全监测。水下作业具有较大的危险性，对水下作业人员的实时安全监测极为必要。通过

生命检测手环实时获取水下特种作业人员的位置、生命体征等信息，将数据对接至智慧中心平台，便于实时查询。一旦发现数据有异常，或当特种作业人员发生险情、手环自动触发一键呼救时，则智慧中心平台自动预警并通过电话、短信等多种方式通知负责人，并且通过大屏幕传递水下作业人员定位信息，为救援提供重要线索。

(2) 船舶定位避让预警。本项目因与作业中的码头相邻，建设阶段部分施工作业船舶需要穿越航道。因此利用 AIS 船舶自动识别系统和微波雷达船舶位置识别技术对施工作业船舶进行定位监测，并将船舶位置和航行信息实时展示在智慧中心平台上。施工船舶在与其他船舶的定位距离突破安全范围时进行避让预警，防止出现安全事故。

(3) 高压气囊动态监测。沉箱预制厂内采用高压气囊辅助移动沉箱，沉箱自重约 4000 吨，全部作用于气囊，对于气囊内部气压监控尤为重要。超高压气囊在使用过程中安全风险较大，最常出现的问题是气囊压力异常，出现失压或超压爆裂。本项目通过气囊压力监测系统，在气囊一端装入无线无源压力传感器，使用时自动发送监测数据至智慧中心平台，管理人员可在智慧中心平台对滚动中的气囊压力进行实时、动态监测，降低安全风险，确保出运安全。

(4) 沉降位移实时监测。在沉箱内部预埋沉降位移传感器，将沉降数据实时传输到智慧中心平台，可在平台上查询到沉箱沉降的实时数据以及时间变化曲线。

沉箱安装完成后，通过智慧中心平台实时监测并自动分析沉降位移变化趋势，及时发现并预警风险。沉降位移实时监测不仅在施工过程中具有预警价值，在项目运营阶段仍然能够持续发挥安全监测作用。

4 结语

基于 BIM 与 GIS 的智慧中心平台为大型水运码头建设的信息化、数字化管理提供了技术支撑，通过建设阶段的质量安全管理应用和施工过程中的智能监测应用，提高了项目管理效率，对保障工程质量、降低施工风险起到了较大作用。

在水运行业，信息化还未得到充分的应用，未来还有很多应用领域需要探索。BIM、GIS、物联网等技术是行业信息化过程中采取的较为有效的技术手段，值得继续推广和应用。

参考文献：

- [1] 黄天荣. BIM 在复杂多曲面船闸输水廊道建造中的应用 [J]. 中国港湾建设, 2015, 35(05): 45-48.
- [2] 毛第. BIM+ 物联网助推信江航运枢纽项目数字建造 [J]. 珠江水运, 2022, (05): 55-57.
- [3] 唐鑫. 基于“BIM+GIS”技术的内河高桩码头设计应用研究 [D]. 重庆交通大学, 2021.
- [4] 张宏铨, 李家华, 陈家悦, 朱峰. BIM 技术在某大型码头设计中的应用研究 [J]. 港工技术, 2022, 59(03): 84-88.

