

# 基于多系统协同管理的可视化智慧航道工地

曹福, 刘华, 孙涛, 伊青

(长江宜昌航道工程局, 湖北 宜昌 443000)

**摘要:**通过对目前智慧工地现状的深入研究, 结合航道建设工地实际存在的问题, 分析信息交互不畅等问题产生的原因, 针对各子系统的信息采集网分布、数据储存及计算、综合平台管控的问题, 基于信息协同管理理论关联各系统, 通过 BIM 可视化技术展示工地上各模块功能。并结合武安 I 标工程进行系统分析和实践, 将 VR 安全体验系统、交互式宣传交底系统、视频监控系统、BIM 系统等集成于管控中心平台, 从而实现对航道建设工地进行准确、实时的决策。

**关键词:**智慧工地; BIM 技术; 信息协同管理; 可视化

中图分类号: U61

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2020) 07—0066—04

随着信息化和工业化的推动, 建筑行业进入升级改革阶段。自 20 世纪 90 年代以来, 工地信息化的发展经历了 3 个阶段。2005 年以前, 主要是面向单业务软件应用的阶段, 2006 年至 2012 年左右, 建筑行业积极推进企业信息化建设, 此阶段的信息化应用由企业管理者自上而下推广实施, 实现企业和项目、部门和部门间的信息集成管理。但是长期以来施工现场仍一直面临生产效率低下、生产方式落后、机械化水平低等问题, 随着现代建筑日益增加的复杂度和体量, 工地变得参与方多, 专业交叉、业务繁多, 其产生的信息量变大, 各参与方之间与各部门之间的信息交互越加频繁。在信息化的推动下, 工地广泛采用基于智慧工地建设的信息化技术管理现场工作, 数据采集变得更加多样化, 信息内容更为丰富。然而若在工程管理过程中无法将智慧建设相关技术获取的海量数据和信息进行协同管理, 那么数据信息只会成为管理者的负担, 并没有对工程实际产生效益。

国外工程项目与国内的管理模式不同, 但国外对工程项目建设阶段的数字化、信息化建设比国内要早很多。早在 1975 年, 美国的 Chunk Eastman<sup>[1]</sup> 教授提出 BIM 概念, BIM 技术经过多国多年的深化发展, 为管理提供了新的方法。同时 Peter E. D. Love 和 Zahir Irani<sup>[2]</sup> 为了确定建设项目的质量成本, 开发了一个原型项目管理质量本系统, 系统在两个案例研究建设项目中进行了测试和实施, 效果显著。

国内综合建设过程中信息化工具的应用提出了“智慧工地建设”概念, 各企业、高校、学者亦加快科研, 布局智慧工地研究。陈济宇等<sup>[3]</sup> 研究了基于物联网的信息系统集成技术在建筑工地安全监督管理中的应用, 对温州市建筑工地安全督察管理进行了分析调查, 确定了工程需求, 设计了物联网环境下, 如何更好地构建智慧工地。

综上所述, 国外在“智慧工地”的研究中, 大部分集中在某方面系统的开发与应用。缺少对多方参与和多种系统间的数据信息交互、共享的机制与管理模式的研究。国内主要研究集中于基于 BIM 的信息协同, 但要

实现信息协同, 需要建模精度高的 BIM 模型, 对智慧工地建设也大多停留在总承包方的视角, 少有站在整体项目管理高度对需求分析、管理机制个性化定制等方面的研究。因此, 文章拟运用智慧工地系统建设和完善航道及港口, 从而完成新时代船舶与港口的数字化、智能化、绿色化的发展。

## 1 理论研究与分析

### 1.1 智慧工地相关理论

“智慧工地”是建设过程中高度信息化的一种支持人和物全面感知、施工技术全面智能、工作互通互联、信息协同共享、决策科学分析、风险智慧可控的新型信息化管理理念, 是智慧城市理念在建筑施工行业的具体体现<sup>[4]</sup>。“智慧工地”紧绕人、机、料、法、环等关键要素, 综合运用 BIM、物联网、云计算、大数据、移动和智能设备等信息化技术, 提高工程建设生产效率、管理效率和决策能力等, 实现项目管理数字化、精细化、智慧化。

智慧工地具有以下四个特征:

(1) 聚焦建设过程生产活动, 融合信息化技术, 实现生产过程信息化。

(2) 数据实时获取与共享, 信息协同高效。

(3) 基于数据采集与分析, 提高风险预测能力, 辅助科学决策。

(4) 平台、软件、硬件综合运用, 满足现场管理多端需求与环境。

基于“智慧工地”的概念和特征, “智慧工地”即综合利用大数据技术、智能化技术、云计算、移动互联网、物联网的新型信息化技术<sup>[5]</sup>。工程项目管理过程常分为事前策划、过程控制和事后决策分析三方面。在事前策划方面, 以 BIM 技术为主导, 对设计、建造等方案进行模拟、分析, 以达到优化设计与方案、节约工期、减少浪费、降低造价。在过程控制方面, 通过传感器、射频识别 (RFID)、二维码、植入芯片等物联网技术和移动 App, 实现实时采集数据、实时获取信息和现场

全面感知<sup>[6]</sup>。同时通过移动互联网或云平台实现数据信息安全传送、实时交互与共享。在决策分析面,通过数据集成和大数据分析技术,进行数据信息关联性分析,实现智慧预测、实时预警反馈或自动控制。

### 1.2 信息协同管理理论

在 20 世纪 60 年代,德国理论物理学家赫尔曼·哈肯提出了协同论,理论主要研究系统内各子系统矛盾且协同但又共同促使系统整体具备有序状态所呈现出的特点、规律的科学。

协同管理是以协同论为理论基础围绕管理对象进行的一系列管理行为,本研究根据航道建设工地的特点进行系统协同设计:

(1) 信息网状:根据工地系统分类,划分信息种类的优先级,并过滤出有效信息,然后建立独立的服务器进行数据储存,传输到综合管理平台进行决策。

(2) 业务关联和随需而应:根据综合平台的决策需求,按功能分配给各系统进行响应,各系统之间根据采集信息进行数据处理并打包传送到综合平台,综合平台的工作人员可根据传输到平台的数据进行工程决策和统计分析。

综上所述,文章研究多系统协同管理的可视化智慧航道工地根据工地特性需求,并基于安全、环保和高效的准则,确定工地中各个模块与各个系统的优先级,然后通过可视化技术的方式呈现给相关人员,达到确保工程安全、环境低影响和工程高效率推进的目的。

## 2 BIM 技术在武安 I 标工程中的应用案例

### 2.1 武安 I 标工程概况

武安项目部结合目前国内智慧城市、智慧工厂、智慧工地等理念的推广运用,为提高武安 I 标段项目管理水平,通过将 VR 安全体验系统、交互式宣传交底系统、视频监控系统、BIM 系统等集成于管控中心平台。该平台可让项目管理人员对施工现场感知更彻底、互通更及时、预防更有效,实现对施工现场质量、进度、安全等更高效精准的管理,提升项目部对工地的可视化、远程智能化、数据采集自动化管理水平,达到对各关键要素实时、精细的管控,如图 1 所示为该工程系统设计规划图。



图 1 工程系统设计规划图

随着智慧工地建设在航道整治工程中运用的深入,最终实现参建各方通过智慧工地平台对施工现场质量、进度、安全环保等方面差异化分层级管控,提高航道整治施工管控效率及智能化水平。

### 2.2 智慧工地系统架构

根据智慧工地的基础系统架构,本工程在结合航道建设的基础上,融入新兴关键技术和信息协同管理理论,对本项目进行完整的系统架构,如图 2 所示。

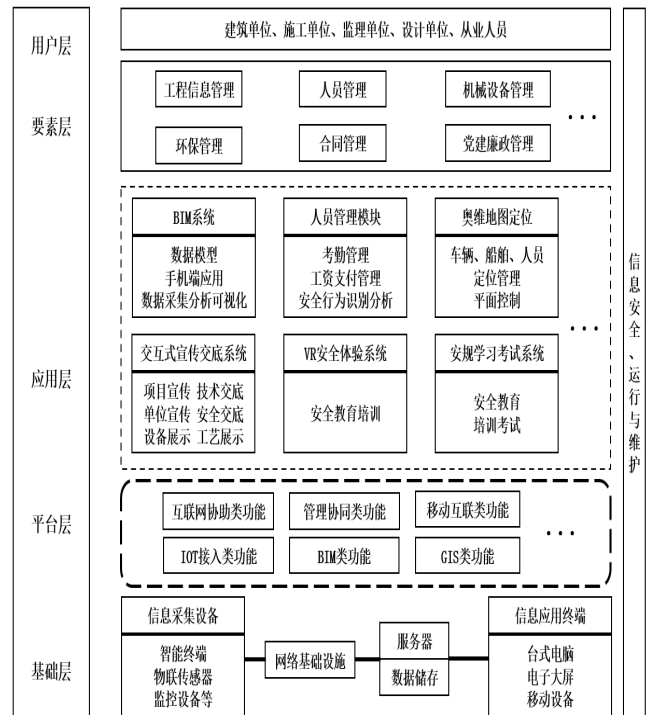


图 2 智慧工地系统架构图

### 2.3 智慧工地管控中心

针对本工程的系统架构,建设智慧工地管控中心进行集中化管控各个系统模块的动态信息,如图 3 所示。

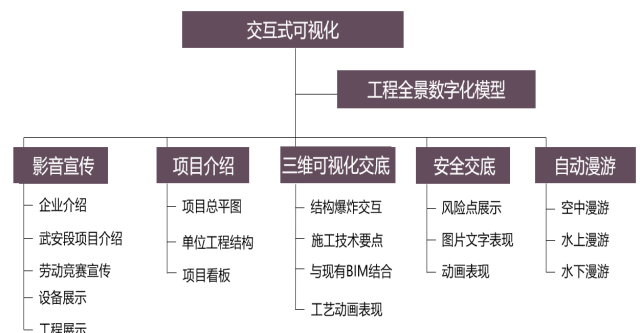


图 3 交互区功能划分图

交互区采用 unity3D 游戏开发软件技术,开发人机交互可视化形象表达和交底软件,在 LED 屏上实时渲染产生需要的工程演示动画,功能集成丰富、交互性强、灵活易改动、可定制化程度高。

交互区主要用于企业宣传、武安段项目介绍、工程介绍、施工技术交底、安全交底及工程展示等,同时运



用 BIM 技术，融合项目管理理念，实现基于数据信息模型的项目施工管控，通过项目看板将平台信息数据以实时可视化的方式展示出来，如图 4 所示。

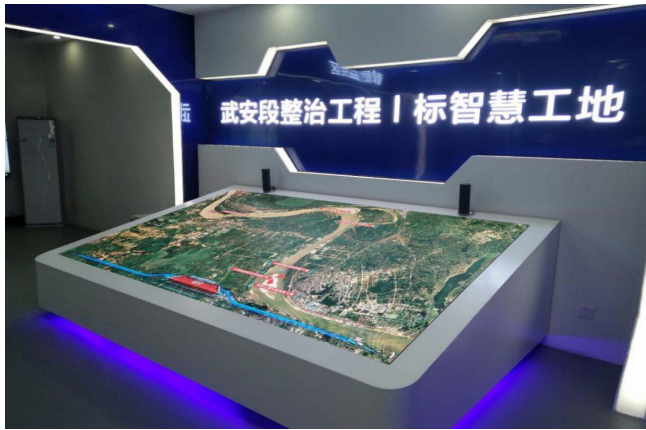


图 4 工程平面展示图

## 2.4 BIM 技术实施方案

(1) 施工日常数据管理。施工数据管理主要分为数据采集、审核流转、模型关联、进度日报四部分。施工现场作业人员通过手机端对当日施工活动进行实时填报，经负责人审核后数据会自动同步至管控平台中，并与 BIM 模型对应构件进行关联，其施工日常数据管理如图 5 所示。



图 5 施工日常数据管理效果图

(2) 人员管理。BIM 管控平台提供人员管理模块，通过居民身份证扫描仪设备对施工现场作业人员进行身份信息及图像的采集，建立相关人员的数据库，从而对施工现场劳务作业人员实行身份实名制管理。此外，平台将实名制系统与安全教育培训系统数据库相关联，入库人员只需要通过身份证号码登录安全教育培训系统进行安规知识学习并参加考试，最后将试卷、考试成绩以及电子签名打印作为三级安全教育表附件，使员工安规学习考试过程实现可追溯、可核查。

(3) 综合管理。现场船舶设备进退场管理采用报审流程对船舶使用状态进行实时维护更新。施工单位负责人只需通过手机端填报船舶设备进退场报审流程表

单，提交至监理负责人，当整个报审过程形成流程闭环后，BIM 管控平台则会根据船舶进退场状态更新、统计施工现场主要船舶设备投入数量情况，并关联至项目看板方便项目管理人员实时了解现场设备的使用情况。

(4) 三维交底。三维交底以 BIM 模型为基础，以可视化方式进行施工技术和安全交底，三维出图的形式可以形象逼真地展现方案和关键节点的动态施工过程，显著提高施工交底的效率。采用三维可视化模型进行交底，可以让施工人员更容易理解施工节点工艺方法，有利于确保工程质量<sup>[7]</sup>。通过 BIM 技术应用，让现场由二维图纸平面管理升级成三维多角度可视化模拟管理，同时对复杂节点进行了可视化多角度交底，让方案交底具有更强的针对性、全面性和可操作性。

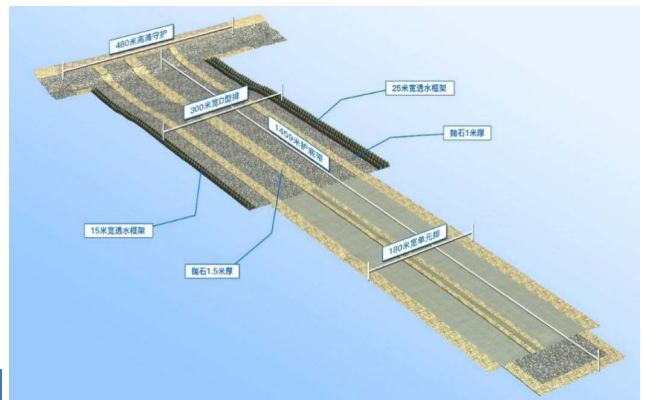


图 6 工程三维模型

(5) 工程计量。模块自动将台账与模型关联起来，可以给模型每个部位添加工程量、施工日期、质检资料照片、实物完成照片等信息，计量时只需将完工部位进行标记即可导出当期工程量，且可以直观的看出某施工部位的资料是否完善、质量是否达标等，方便根据业主允许的计量条件更改计量报表。

(6) 质量管控。平台提供预制构件二维码功能模块，借助二维码信息管理技术，每个预制构件在加工排产后在平台会自动生成专属二维码标识，并建立相关信息，在预制构件表面粘贴二维码标签，与模型相应构件链接进行动态管理。现场人员在移动终端设备上扫描二维码显示预制构件出场相关信息包括尺寸大小、生产时间、采用工艺等，如图 7 所示。



图 7 左为预制构件信息

右为鱼巢砖模型预览图

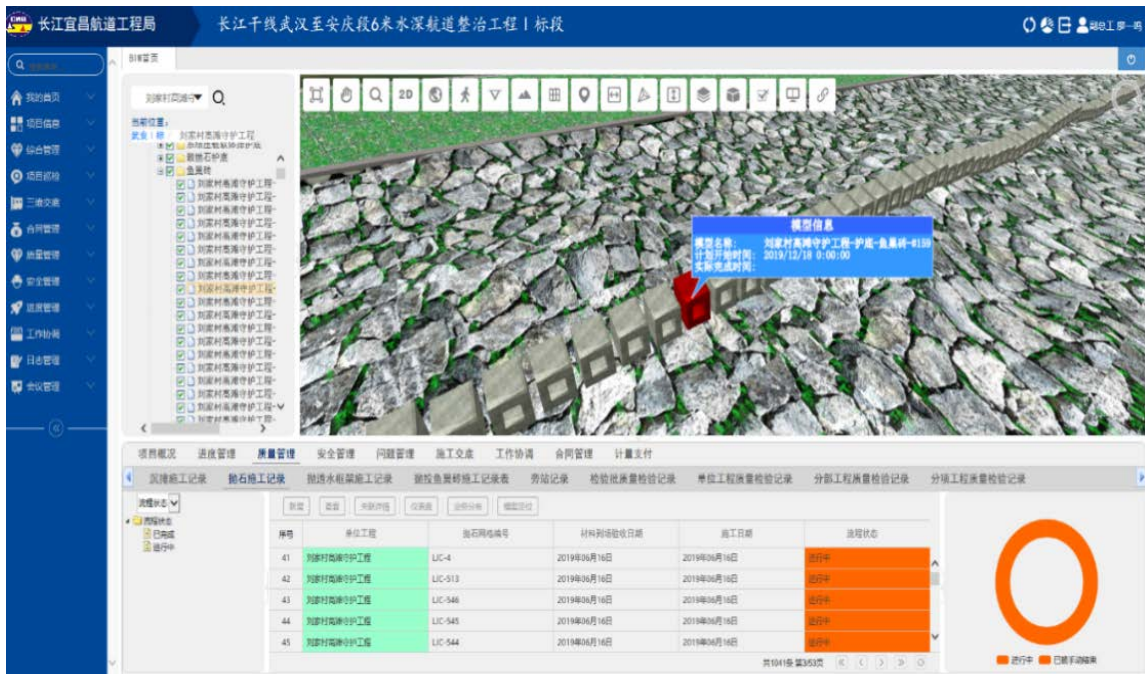


图8 施工进度管控平台

(7) 进度管控。在施工管控平台中搭建 BIM 模型并导入施工组织进度计划，将模型和施工组织计划相关联，虚拟推演实际施工过程，利用建筑信息模型和施工工序时间数据源在平台上实现虚拟建造全过程模拟，从而对整个施工进度目标中各时间节点的合理性进行验证和分析；平台进度管控系统为用户提供实时的过程交互功能，通过动态调整检查方案可行性及可能存在的问题，优化调整进度计划；现场施工人员填报当日生产数据会实时同步更新至 BIM 模型中，并与施工进度计划关联，在每周生产例会和监理例会上展示周进度模型，以体现当周完成的工作量和下周的计划进度，实现定期跟踪进度计划的执行情况，同时提供进度偏差分析功能，使项目管理组织人员能及时采取纠偏措施以及调整进度计划，其施工进度管控平台如图 8 所示。

### 3 结论

文章结合武安智慧工地项目实践经验，对智慧工地建设中可视化系统管理进行探讨，得到以下主要结论：

(1) 运用的 BIM 技术，技术人员可以通过键盘与鼠标在模型场景中自由地控制，并了解该对象的相关属性与信息，便于进行工程决策和管理。

(2) 通过具体的案例分析，信息网状分类和业务关联是一个系统的关键，因此信息协同管理对于大型工程系统的建设是有积极意义的，使工程更加智能化，针对性地解决更多个性化的需求。

(3) 基于信息协同管理理论并引入新兴技术，保障了数据的广泛性、高效性和安全性，提高了人机交互性和工程决策的准确性和实时性。

#### 参考文献：

[1] Rafael Sacks, Chuck Eastman, Kathleen Liston, et al. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors and Facility Managers[M]. John Wiley&Sons, Inc: Canada, 2011.

[2] Peter E.D.Love, Zahir Irani. A project management quality cost information system for the construction industry[J]. Information & Management, 2003, 40(7): 649-661.

[3] 陈济宇, 王如心. 基于物联网的信息系统集成技术在建筑工地安全监督管理中的应用[J]. 智能建筑, 2013, 09: 67-70.

[4] 曾立民. 打通信息化落地最后一公里, 智慧工地的建设及应用价值[J]. 中国勘察设计, 2017, 8: 32-36.

[5] 曾凝霜, 刘淡, 徐波, 等. 基于 BIM 的智慧工地管理体系框架研究[J]. 施工技术, 2015, 44(10): 96-100.

[6] 胡涛, 李彤. 大数据在智能交通中的应用[J]. 中国水运, 2019(12): 64-65.

[7] 周丹, 张宝晨, 文捷, 等. 船舶智能决策关键技术实现方案研究[J]. 中国水运, 2019(10): 47-48.