

The Research of Supervisory Information System for Smart Site

Junsheng Su

China National Administration of Coal Geology, Beijing
Email: Jssu0207@163.com

Received: Jun. 30th, 2019; accepted: Jul. 10th, 2019; published: Jul. 17th, 2019

Abstract

With all-round arrival of the time on behalf of BIM, cloud computing, IOT, artificial intelligence, big data and so on, the level of informatization and intelligence of construction site will improve greatly. Information integration and smart decision of person, equipment, material, environment in the construction process of site can be carried out, so that important supporting forces can be provided for upgrading and digital transformation of construction industry. According to the security and quality problems in the process of building construction, the connotation and related content of smart site is researched, the system architecture based on TOGAF theory of smart site supervision platform is designed, and take a certain plot for example, the logical architecture of the platform is described, the main content of the platform is analyzed, and the suggestions of carrying out smart site supervision platform is discussed, therefore the references and suggestions can be provided for the construction and implementation of smart site supervision platform in other enterprises.

Keywords

Smart Site, Informatization of Construction Industry, BIM, Construction Site Supervision Platform

智慧工地监管平台建设研究

苏均生

中国煤炭地质总局, 北京
Email: Jssu0207@163.com

收稿日期: 2019年6月30日; 录用日期: 2019年7月10日; 发布日期: 2019年7月17日

摘要

随着以BIM、云计算、物联网、人工智能、大数据、移动计算等为代表的智能时代的全面到来, 工地管

理的信息化和智能化水平得以提高,有利于推进工地施工过程中的人员、施工设备、物料、施工工艺、环境等信息综合集成与智能决策,为建筑业升级改造与数字化转型提供了重要的技术支撑力量。本文从建筑施工过程中面临的安全、质量等问题出发,研究了智慧工地内涵及内容,基于Togaf架构方法论设计了智慧工地监管平台架构,并以某地块为例,描述了平台逻辑架构,分析了平台建设内容,并探讨了实施智慧工地监管平台的建议,为推进建筑施工领域数字化平台提供了借鉴和参考。

关键词

智慧工地, 建筑业信息化, BIM, 工地监管平台

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

建筑业属于劳动密集型产业,是国民经济的重要支柱产业之一,涉及的上下游链条非常长,是影响国民经济发展的重要行业,但与此同时也是一个安全事故多发的高危行业,粗放式的施工管理不仅使工地的劳动力、材料、机械设备的利用率较低,而且造成严重的环境污染和资源浪费。如何加强施工现场安全管理、降低事故发生频率、杜绝各种违规操作和文明施工、提高建筑工程质量,是摆在各级政府部门、业界人士和广大学者面前的一项重要研究课题[1]。

随着我国经济发展进入新常态,经济结构模式不断优化,建筑企业以往粗放式、高能耗、高污染的发展模式已难以适应建筑领域节约型、低排放、绿色化、智能化的发展要求,在此背景下,信息技术的不断发展,正改变着各行各业的组织结构与生产方式,信息化在建筑施工领域的应用需求愈发迫切,智慧工地建设应运而生。

2. 智慧工地

2.1. 智慧工地内涵

智慧工地是指借助于信息化手段,基于BIM技术对建筑工程进行精确设计和施工模拟,建立互联协同、智能生产、科学管理的施工项目信息化生态圈,并将虚拟现实环境下数据与采集到的工程信息进行对比分析,提供趋势预测及专家处理预案,实现工程施工可视化智能管理,以提高信息化水平,逐步实现建筑业的绿色建造和生态建造。它将先进的信息技术应用到建筑、施工机械、人员穿戴设备、场地关口等各类物体中,实现普遍互联,并与互联网集成,从而实现建筑工程人的因素与施工现场物的因素完美结合,以便提高交互的明确性、效率、灵活性和响应速度[2]。

2.2. 智慧工地内容

智慧工地建设涉及劳务考勤、塔吊管理、施工现场监控、施工环境监测、升降机管理、物料管理、工程资料等诸多环节,需要基于BIM平台将地形地貌模型、建筑信息模型、塔吊设备模型、电梯设备模型、视频监控设备模型等进行集成,基于物联网技术采集的数据传输到BIM平台,BIM平台将具体设备工作信息传输到施工工地模型中,实现整个施工现场信息的无缝衔接和动态流贯通,提升施工现场信息感知能力、项目管理能力与进度管控能力。

- 现场考勤系统：配合施工现场的门禁闸机系统，现场考勤系统以物联网技术为支撑，基于软硬件结合的模式提供指纹识别、人脸识别等多种出勤打卡方式，员工出勤记录通过现场工业网络传输到后台服务器，项目管理人员通过后台进行调度、分析和统计，掌握工地现场施工人员的出勤情况，以便更好地进行劳务管理。
- BIM 系统：以设计的角度建立、整合建筑信息模型，能够在建筑物生命周期中建立、整合及重复利用建筑信息与专业知识，能够输入建筑信息模型进行信息处理动作，也能够将处理后的建筑信息模型输出，将信息的处理重心放在对象本身。
- 塔吊系统：由各类智能传感器、驾驶室操作终端、塔司考勤、无线通讯模块及远程可视系统等组成，支持超载预警、塔吊监管、防碰撞等功能。通过塔吊管理平台，能够清楚看到塔吊的分步情况、操作情况，可以进行现场塔吊的运行情况以及危险报警统计分析。
- 视频监控系统：由监控设备及管理软件等组成，监控设备包括超高清摄像头、无线 WIFI 及电源等，支持进行视频导入、导出和回放等操作，施工现场视频信息可通过现场工业网络以有线或无线方式传回到项目控制终端，通过接口支持其他平台进行信息调用。
- 环境监测系统：通过在施工现场布设各类传感器或监控设备，实时采集施工工地、周围道路等扬尘浓度、风力大小、空气湿度、温度、大气压强、噪音指数等数据，通过在后台设置各类参数数据的阈值，方便进行报警提示，以便帮助管理人员更合理地安排后续的施工作业。
- 物料验收系统：重点用于钢筋、混凝土等大宗施工物料进出场称重全方位管控，实现物料称重、称重数据存储、称重数据读取、即时拍照以及物料验收偏差分析等功能，提高物资计量的运行效率，避免人为篡改、记录错误的同时，也实现全流程的信息化管理。
- 工程资料管理：实现对项目计划、三维模型、检查记录、施工日志、施工工艺条件等工程资料的管理，支持用户按权限进行资料的上传、下载、查阅的操作。

2.3. 关键技术

智慧工地相关的关键技术主要包括物联网、大数据、云计算、BIM 等技术，通过这些新兴信息技术与传统建筑施工过程的结合，有利于提高建筑施工质量，推进施工过程安全治理与预防，及时消除不安全因素，提升施工过程的智慧化与数字化水平。

- 物联网技术：通过传感器、全球定位系统、地理信息系统、监控系统等传感设备，将建筑施工过程中的人员、机器设备、物料、工艺、周围环境等要素进行连接，在云计算环境下通过信息集成，实现资源共享、数字通信、智慧管理等应用。
- 大数据技术：随着物联网、BIM 等技术的应用，建设项目产生的数据将成倍增加，这些数据充分体现了大数据的多源、多格式、海量等特征，对这些数据进行收集整理并利用，可帮助企业更好地预测项目风险，提前预测，提高决策能力；也可帮助业务人员分析提取分类业务指标，并用于后续的项目。
- 云计算技术：在施工现场智慧化应用过程中，物联网、移动应用、大数据等技术的应用过程中，普遍搭建云服务平台，实现终端设备的协同、数据的处理和资源的共享。用户只需要在手机上安装 APP，注册后就可以使用，可避免施工现场部署网络服务器，简化了现场互联网应用，有利于现场信息化的推广。
- BIM 技术：通过建立虚拟的建筑工程三维模型，利用数字化技术，为这个模型提供与实际一致的信息库，可帮助实现建筑信息的集成，从建筑设计、施工直至报废销毁的全生命周期[3]，各种信息整合于统一的三维模型中，建筑施工相关的设计单位、施工单位、设施运营单位及业主单位等各方人员进行协同工作，借以提高工作效率、节省资源，实现建筑信息化与智能化。

3. 总体设计

以某重点工程为例，在工程项目建设立项时，用户部门明确提出要加大智能化、信息化技术在项目建设过程中的应用，以新发展理念为指导，充分借助 BIM、大数据、云计算、物联网等先进的技术手段，实现工地各类信息的实时感知和智能管理，推进智慧工地建设，提升工程建设管理水平，努力践行生态、绿色、环保的理念，提升工地建设的安全质量和管理水平，并以此作为示范工程，推动同行业在工程建设过程中的智能化、信息化实践。智慧工地监管平台是智慧工地的核心单元，通过集成 BIM 平台、视频监控系統、塔吊管理系统、升降机系统、视频监控系統、现场考勤系统、物料验收系统、GIS、GPS 等，将施工方、监理方、供应商、用户、项目管理方等诸多工程施工相关方有机集成在一起，推进各类信息的汇聚、共享与集成，为智慧工地建设奠定了基础[4]。智慧工地监管平台的体系架构包括基础设施层、数据采集层、数据存储层、数据服务层、数据应用层、信息安全体系和标准规范体系等部分，如图 1 所示。



Figure 1. The system architecture of smart site supervision platform

图 1. 智慧工地监管平台体系架构

- 设备设施层：包括本地硬件设备设施、基础软件及辅助施工设备，本地硬件设备设施包括存储和计算资源、服务器、互联网、窄带物联网、视频监控设备、传感设备、条码扫描设备等，基础软件包括操作系统、数据库软件、网络协议等，辅助施工设备包括闸机设备、塔吊设备、除尘除霾设备等。
- 数据采集层：包括视频监控接口、环境监测接口(传感器)、扫描设备接口、GIS、GPS、闸机接口、API接口、BIM引擎、数据适配器、录入界面等，为智慧工地提供数据来源支持。

- 数据存储层：包括非结构化数据存储和结构化数据存储，非结构化数据通过 Spark、Storm、流处理等计算处理后存储在 MongoDB、HBase、Hive 等数据库中，结构化数据抽取到 ODS 库中，经过转换、清洗、加工等处理后，加载到数据仓库中。
- 数据服务层：包括数据应用服务、集成服务和安全认证服务，通过数据交换平台/企业服务总线为工程建设各方参与者提供数据查询、数据分析、数据挖掘、三维展示、数据共享、统一搜索、统一标准、身份认证、安全预警、消息集成等服务。
- 数据应用层：面向项目施工方、监理方、项目管理公司提供移动办公平台，面向项目监理方、项目管理公司、用户提供工程监管平台、面向各类用户提供大数据分析应用平台和智能展示平台等应用。
- 标准规范体系是保证工程项目有效运转的管理保障，包括数据标准、管理标准、技术标准等。信息安全体系是项目安全运行的基础保障，包括配置管理、权限管理、运维管理、安全管理、接口管理、监控管理、任务管理、消息管理等。

工程项目建设过程中，各地块的施工单位可能不尽相同，施工单位采用独自管理的方式，信息管理平台、视频会议、视频监控、劳务系统都不同，需要开放接口，将统计数据汇集到项目部，进行全面的掌控、分析和预警，通过信息的整合可以查看各地块的现场情况，以便对人员、设备、物料等进行合理调配。

4. 建设内容

智慧工地监管平台重点建设内容包括移动应用平台、工程管理平台、集成展示平台、大数据应用平台及系统集成平台等组成。

4.1. 移动应用平台

该平台充分借助移动终端设备，实现进度计划、周报、质量检查、安全检查、危险源管理、安全教育、物料、造价、往来件、劳务、施工机具、施工日报、监理日报、任务管理、会议管理、规章制度等信息的填报、拍照、扫描、审核、查询和浏览等功能，为各级用户提供及时、实时的项目数据的采集、处理、分析、提示、预警手段。

移动应用平台建设过程中，手持终端应具备拍照、扫描等基本功能，应安装面向 IOS 和 Android 的移动管理平台 App，其次重视操作界面的美观和便捷，尽量减少终端用户的手工录入量，再次消息提示、任务代办、图形展示等与 PC 端在处理逻辑、展示风格等方面力求保持一致。

4.2. 工程管理平台

基于统一数据源提供施工图、BIM 模型、计划进度、质量管理、安全管理、物料管理、会议管理等功能，并集成劳务考勤、施工机具、环境信息(温度、湿度、PM2.5 等)、施工情况(塔吊作业、吊钩信息、现场视频等)等信息，提供信息维护、查询等功能，支持与移动应用平台的无缝信息交互[5]。

平台建设过程中，应尽量采用 B/S 架构，提供数据服务接口，支持基于中间件、Web Service 等方式的数据交换与集成，系统功能应覆盖到工程建设各个环节和业务流程，实现人员、资金、物资、设备、工艺、环境等相关要素的收集、整合、共享与管理，支持与办公系统、施工单位 ERP 系统、人事系统、财务系统等集成与协同。

4.3. 集成展示平台

BIM 模型与计划进度、质量管理、安全管理、物料、劳务、施工机具、环境信息(温度、湿度、PM2.5 等)、施工情况(塔吊作业、吊钩信息、现场视频等)进行集成，将基于 BIM 的进度、质量、安全等信息与实际采集到的数据进行分析对比，综合决策合理调配人员、设备、物料等资源。

平台建设过程中,应尽量采用轻型的 B/S 架构,具备丰富的数据加载插件和统计分析组件,与工程管理平台、移动办公平台共享一套数据库,具有较高的数据实时性和计算能力,应建立面向展示内容的资源目录体系。

4.4. 大数据应用平台

基于 Hadoop/HDFS 架构,通过 Spark、Storm、Map Reduce 等技术实现对非结构化数据的处理,并将数据存储到 MongoDB、HBase、Hive 等数据库中,实现对数据的计算处理,同时对数据仓库中的结构化和非结构化数据进行深度加工,提供大数据检索、大数据分析(实时分析、离线分析)、大数据挖掘、数据共享与交换等功能。

大数据平台建设过程中,应重点考虑数据采集和计算处理能力,特别是针对环境、流媒体等实时计算能力,着力解决 BIM 模型、施工图纸、传感器数据、GIS/GPS 数据、工程文档等非结构化数据的解析、处理及存储能力,以及为满足用户、项目公司的监管、分析及挖掘需求的汇总计算性能。

4.5. 信息系统集成

基于施工信息展示和综合集成需要,开展集成展示平台与劳务闸机、环境监测、塔吊系统、现场视频监控、施工机具等系统集成;开展工程管理平台与移动办公平台的无缝集成,实现消息提示、统一代办、统一流程、统一服务等功能;开展项目部管理平台与各地块管理平台的集成,实现模型、进度、计划、质量、安全、管控、物料、人员等信息的统一整合。

信息系统集成过程中,应统一规划和设计,在网络硬件集成的同时,着重考虑集成内容、逻辑流程、相关信息系统及数据结构[6],可采用第三方中间件的方式进行集成,减少两两集成的复杂度和数据冗余度,提升集成的稳定性和可靠性。

5. 智慧工地的发展方向与意义

5.1. 智慧工地的未来发展方向

随着信息技术的不断发展,智慧工地与新型技术的结合度更高,工程施工的成本将逐步得到有效控制,施工管理的数字化水平更高,未来将继续朝着深度智慧化、数字化方向不断发展。

- 智慧工地与新型技术的集成化应用:智慧工地与 VR/AR、大数据、人工智能等技术将深度结合,将不断提高现场施工作业的便捷度,及时感知和降低工程施工风险,综合研判分析施工要素管理,提升工程施工的现代化管理能力。
- 智慧工地与企业信息系统的集成:通过智慧工地与企业内现有的 OA、财务管理、人力资源管理、合同管理、采购管理、物资管理等系统进行集成,有助于打通企业管理层与项目施工现场之间的物流、信息流与资金流,推动实现全面感知、动态互联和智能管控。
- 智慧工地大数据的深度应用:智慧工地形成的各类结构化与非结构化数据进行统一采集、整合、计算、建模等处理,形成处理解决施工现场中各种问题的智能解决方案,从而进一步提升工程项目管理水平。

5.2. 智慧工地的建设意义

- 提高施工现场作业的工作效率:通过 BIM、云计算、大数据、物联网等先进技术的综合应用,让施工现场感知更透彻、互通互联更全面、智能化更深入,大大提升现场作业人员的工作效率。
- 增强项目的信息化管理水平:有助于实现施工现场“人、机、料、法、环”各关键要素实时、全面、

智能的监控和管理,解决信息化最后一公里问题,支持现场作业人员、管理者协同和管理,有利于提高项目质量、安全、成本和进度的控制水平,减少资源浪费,保证工程项目成功。

- 提升行业监管和服务能力:及时发现施工安全隐患,规范质量检查及检测行为,保障工程质量,实现施工质量溯源和劳务实名制管理,有效支撑行业主管部门对工程现场的质量、安全、人员和诚信的监管和服务。

6. 推进智慧工地实施的建议

智慧工地监管信息化在我国工程建设领域的实施与推进仍处于起步阶段,项目过程复杂、涉及政府部门、项目方、用户、施工方、监理方、设计方、供应商等诸多对象及人员、施工机具设备、建材物料、施工工艺、施工环境等要素,是建筑业上下游物流、信息流、资金流的集成过程,因此,在实施智慧工地监管平台时需要注意以下几个方面:

- 重视需求分析和顶层设计。智慧工地建设涉及工程建设项目执行过程中的诸多利益环节和链条要素,各级用户的需求不尽相同,各地块的施工方不相同,施工方内部平台选型不一致,因此应着力加强需求分析,了解各类用户的需求,统筹规划与设计,确保各施工方、项目单位、用户在流程、数据、模型等方面的顺利衔接。
- 培养和锻炼项目团队。项目团队建设在保证智慧工地项目实施过程中发挥着非常重要的作用,项目团队直接与用户、项目方、监理方、施工方进行需求沟通与技术交流,设计开发各种应用程序,帮助解决平台使用过程中的各种问题,及时响应用户需求,指导各类用户进行操作和处理,是保证项目成功实施的重要基础。
- 加强项目实施和培训。建筑行业员工信息化水平低,人员构成复杂,信息技术能力有限,需要加强技术知识培训和教育,建立和完善平台运维制度,明确数据管理要求,引导和鼓励各级管理者和工人加强信息技术应用和平台操作,加强对项目施工方的信息化考核,不断提升各级用户的积极性。
- 着力强化质量和安全管理。加强对供应商、开发商、集成商、第三方测试商、实施单位等质量管理,规范供方选择、软硬件选型、过程评审、档案管理、软硬件测试、故障归零等管理要求,同时应重视数据丢失、网络攻击、安全漏洞、等级保护、身份认证、权限管理、访问控制、安全审计、监测预警、应急处理等安全要求。

7. 结束语

智慧工地监管平台是智慧工地的核心,可将物联网、移动互联网、BIM、GIS等技术完美结合在一起,有利于对施工场景的全方位监控,变被动为主动,提高建筑施工质量,降低建筑能耗和建筑成本,提高对人员、设备、物料的利用率,提升建筑施工的质量,将会引领建筑业新一轮的技术革新和数字化转型升级。

参考文献

- [1] 青立兴,王晓锋,唐锋,等.浅谈“智慧工地”在施工管理中的应用[J].建筑工程技术与涉及,2018(31):43-44.
- [2] 吕豪.智慧工地的几个典型应用[J].施工企业管理,2017(4):32-33.
- [3] 郑晓云.BIM技术在涉及优化及智慧工地建设中的应用研究[D]:[硕士学位论文].杭州:浙江大学,2018.
- [4] 唐小龙,张宜华,邓声波.基于BIM+GIS在城市建设中的应用研究[J].地理空间信息,2019,17(2):70-72.
- [5] 朱贺,张军,宁文忠,魏树臣,杜佃峰.智慧工地应用探索——智能化建造、智慧型管理[J].中国建设信息化,2017(9):76-78.
- [6] 张艳超.智慧工地建设需求和信息化集成应用探讨[J].智慧建筑与智慧城市,2018(5):86-88.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网首页：<http://cnki.net/>，点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”，跳转至：<http://scholar.cnki.net/new>，搜索框内直接输入文章标题，即可查询；
或点击“高级检索”，下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2161-8801，即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/>顶部“旧版入口”进入知网旧版：<http://www.cnki.net/old/>，左侧选择“国际文献总库”进入，搜索框直接输入文章标题，即可查询。

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：csa@hanspub.org