

基于物联网技术的智慧工地

崔志诚, 马 胜

(河北华北石油工程建设有限公司 电气仪表工程分公司, 河北 任丘 062552)

摘 要: 调查石油管道工程工地管理现状, 对现阶段工地管理问题进行分析并明确了突出问题, 同时得到了工地管理需求, 以需求为依据, 结合物联网、云计算、大数据、人工智能及 BIM 等前沿技术构建了智慧工地架构, 实现了数据的自动采集处理、施工过程可视化、施工过程实时监测和各参与方协同作业。通过云计算、大数据技术对数据进行整合、存储、分析、挖掘, 辅助管理者决策, 利用 BIM 模型集成各类信息, 协同多方人员工作, 实现工程目标集成管理, 转变现有工地管理模式, 推进现有工地逐步迈向标准化、科学化、智慧化。

关键词: 物联网; 石油管道工程; 智慧工地; 架构

中图分类号: TN914; TP273

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.200349

中文引用格式: 崔志诚, 马胜. 基于物联网技术的智慧工地[J]. 电子技术应用, 2021, 47(2): 33-35, 40.

英文引用格式: Cui Zhicheng, Ma Sheng. Intelligent construction site based on Internet of Things technology[J]. Application of Electronic Technique, 2021, 47(2): 33-35, 40.

Intelligent construction site based on Internet of Things technology

Cui Zhicheng, Ma Sheng

(Electrical Instrument Engineering Branch, Hebei Huabei Petroleum Engineering Construction Co., Ltd., Renqiu 062552, China)

Abstract: The current situation of oil pipeline engineering site management is investigated, and the current site management problems are analyzed and identified. At the same time, the site management requirements are obtained. Based on the requirements, intelligent site architecture is constructed based on the cutting-edge technologies such as Internet of Things, cloud computing, big data, artificial intelligence and BIM, which realizes automatic data collection and processing, construction process visualization, real-time monitoring of construction process and cooperative work of all participants. Cloud computing and big data technology are used to integrate, store, analyze and mine data, which can assist managers in decision-making. Using BIM model to integrate all kinds of information, and working with multiple personnel, it can achieve integrated management of project objectives, change the existing site management mode, and promote the existing site to gradually move towards standardization, science and intelligence.

Key words: Internet of Things; oil and gas pipeline engineering; intelligent site; architecture

0 引言

随着石油管道工程的规模逐渐加大, 功能、构造的复杂程度不断提高, 工程项目的管理难度也不断加大。在石油管道建设过程中, 由于传统建造模式协作方众多、作业分散独立、施工环境复杂, 工地存在管理模式落后、工作效率较低、资源浪费严重等诸多问题。在数字化、网络化、智能化的时代背景下, 工地管理模式迫切需要由传统的粗放式管理向可视化、信息化、智能化的高效管理转变。与此同时, 物联网、大数据、云计算、人工智能等新技术日趋成熟, 并已经逐步融入施工现场管理^[1-2]。通过对新技术的综合应用, 使施工现场具备感知能力, 实现数据互联互通, 实时监控施工过程各要素, 在必要时根据现场实际情况进行智能决策, 最终实现工地管理智能化^[3-4]。在此背景下, 智慧工地应运而生。目前, 物联网等新技术在石油管道工程中正在不断得到应用, 并取

得了一些可观的成果。在某些石油管道工程上已经利用物联网技术开展了施工现场可视化、施工现场电子标签扫码互联、施工过程数据存储及实时传输等应用^[5], 但应用广度和深度还不够, 仅停留在某些单项业务领域。因此, 构建智慧工地架构的需求越来越迫切。

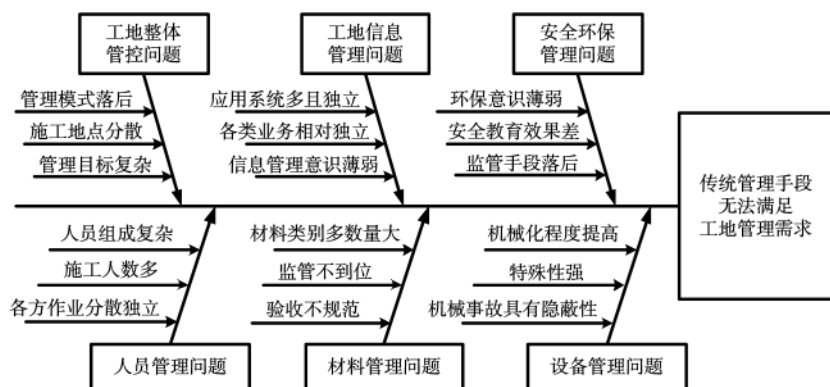
1 工地管理问题分析及需求分析

1.1 工地管理问题分析

本文根据石油管道工程工地特点, 对工地管理中存在的问题进行梳理、归纳、分析、总结, 并绘制石油管道工程工地管理问题分析图, 如图 1 所示。在目前的管理模式下, 工地存在整体管控难度大、信息化无有效数据支撑、安全环保监管难度大、人员管理难度大、材料管理混乱、设备监管难度大等几方面重点问题。

1.2 工地管理需求分析

针对以上突出问题对工地管理需求进行梳理, 然后



针对不同问题的共性需求进行整理,最终确定石油管道工程工地有集成分散化应用系统、提升信息化管理水平、强化施工现场监管、加强人员管理、改进材料管理方式、加强设备管理的需求,需求分析过程如图2所示。

1.3 智慧工地的必要性

智慧工地是指利用先进的信息技术,使施工现场具备感知功能,并将采集到的数据进行数据挖掘分析,逐渐形成企业数据资源库,提供过程趋势预测,辅助管理者进行决策,从而改变传统工作方式,为项目各参与方提供全新的信息交互方式,进而彻底转变工地管理模式,推进工地管理的标准化、科学化和智慧化。智慧工地的建成可以提高工地信息化管理水平,实现施工现场可视化智能管理,为工程的各参与方提供完整的工地管理方案,实现绿色建造和生态建造,保证工程目标的达成。

2 智慧工地架构

以石油管道工程工地管理需求为主导,构建智慧工

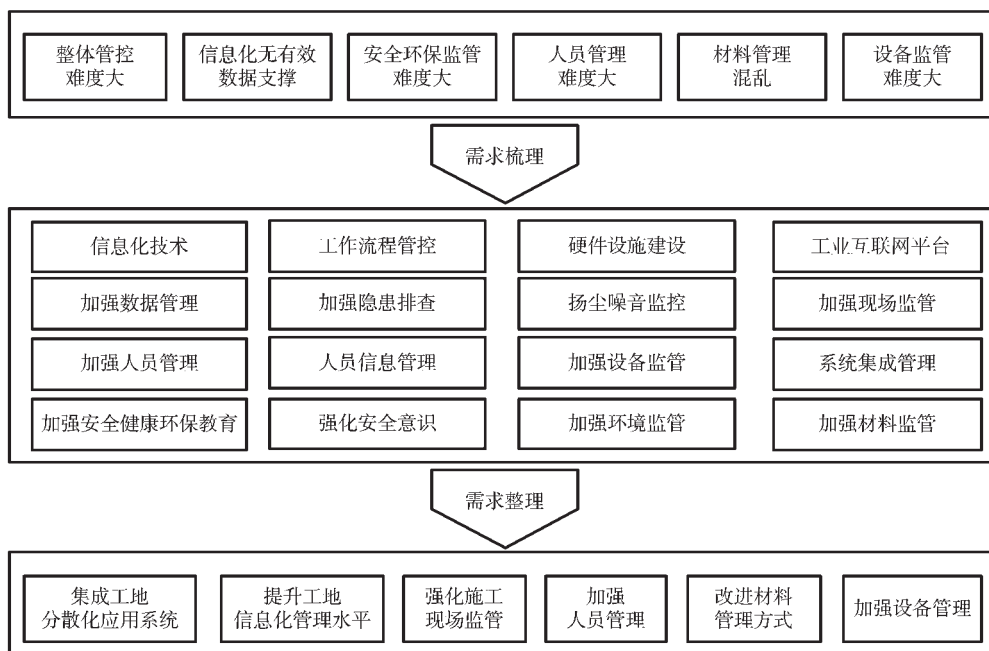
地架构如图3所示。该架构发挥物联网技术的优势,强化工程信息感知的广度与深度,综合应用互联网、移动网络、云计算、大数据、人工智能、建筑信息模型(BIM)等前沿技术,搭建智慧管理平台,对数据库、管理界面、业务流程、工程目标实行集成管理,实现施工现场远程监控,提高各项业务的处理速度和处理能力^[6-7]。感知层全面采集人员、设备、材料等工程信息及施工活动信息;网络层通过各种通信技术和传输介质实现数据实时、准确、可靠的传

输;应用层利用数据开展业务分析与应用,提供工程问题解决方案,为管理者提供决策依据^[8-9]。

2.1 感知层

感知层主要由传感器及传感器网络、RFID 标签及识读器、身份识别装置、定位装置、视频图像采集装置组成,该层级是智慧工地的基础,是数据采集全面性、准确性、及时性的保障。

感知层具有感知信号的功能。由于石油管道工程空间跨度大且作业地分散,因此需要在各个工地设立数据采集分站。工地内各个节点将传感器信号(如压力、温度、位移、应力等)、射频识别信号(如人员信息、设备信息、材料信息)、生物识别信号(如人脸识别、指纹识别)及视频信息、位置信息等通过工地内网传输至数据采集分站,再由数据采集分站统一上传,实时、准确地反映工地状况。通过嵌入在现场设备、工具及环境敏感点中的感应元件和可识别现场人员、设备、材料的电子标签可以得到大量、实时、准确的数据。利用云计算技术对所得数



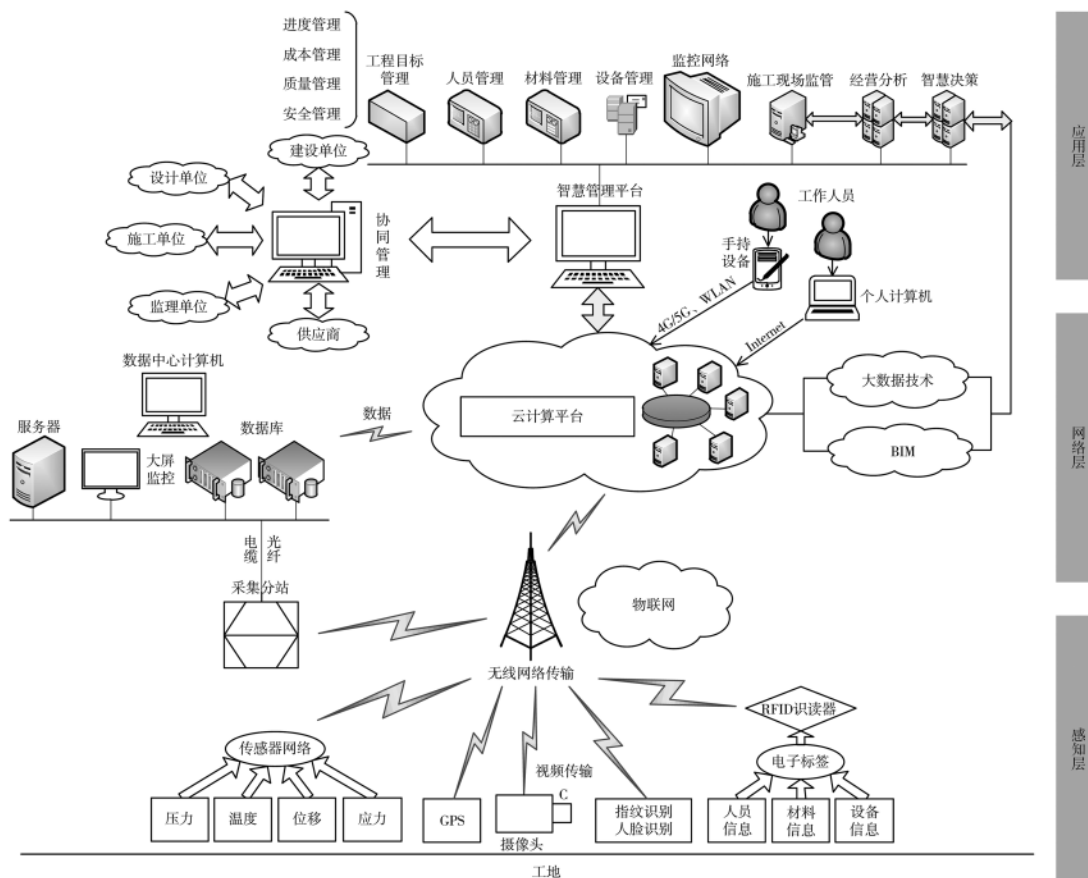


图3 智慧工地架构

据进行整合和存储,利用大数据技术从多角度、多层次对所得数据进行动态分析,结合具体业务挖掘数据潜在价值,实现施工工艺的优化和施工风险的预防预控,确保工地安全、高效地开展施工活动。

感知层具有标识物体的功能。射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)通过无线射频方式进行非接触式数据通信,从而达到自动识别目标的目的。随着对智慧工地的不断探索与实践,RFID技术已经在多种智慧工地解决方案中得到应用。例如,通过贴有RFID芯片的安全帽、手环、工作证等对工人位置信息和身体健康信息实时采集,分析安全隐患,并及时预警;利用RFID技术读取和录入工程材料的采购信息、物流信息、检测报告,实现对材料的全过程追踪,提高材料验收效率;通过RFID标签进行施工设备的操作权限管理、定位、调度等。

2.2 网络层

网络层主要完成感知层数据在不同终端、子系统、应用主体间的可靠传输。该智慧工地架构主要利用蓝牙、ZigBee、RFID、Wi-Fi、4G/5G等通信技术和电缆、光纤等通信装置,通过接口、协议进行感知层数据的传输与交换。

2.3 应用层

应用层的作用是通过云计算、大数据、BIM等前沿

技术对感知层采集到的数据进行存储、计算、处理和挖掘分析,进而实现工地各要素实时监控、工程目标集成管理、各参与方协同作业和科学决策。

3 智慧工地的应用价值

智慧工地并不是全盘否定传统工地管理模式,而是与物联网等新技术的有效结合,实现数据自动采集、施工现场实时监控、管理模式优化改进等,主要体现在以下四个方面:

(1)数据采集的实时性、准确性和多样性。物联网技术实现了各类数据自动、及时、准确地采集和传输,并且扩展了数据的多样性,满足了工地多维度、可视化管理的需求。

(2)数据有效存储及处理。由于石油管道工程的空间跨度较大,该架构建立了多区域数据中心,形成分布式存储云。基于云计算的智慧工地管理系统采用分级结构,在各个工地分别设立数据中心,针对本工地的数据和任务,执行实时数据处理和数据存储。此外,还设立了数据总中心,负责宏观调控各数据中心的数据处理结果及数据存储。各工地配备一台服务器,用于存储该工地的数据备份,当网络故障无法连接到云数据中心时,在该工地可直接进行就地操作。

(下转第40页)

本,可以有效地提高服务质量。在未来研究中,会进一步考虑将算法拓展到多接入边缘计算的场景中。

参考文献

- [1] 施巍松,张星洲,王一帆,等.边缘计算:现状与展望[J].计算机研究与发展,2019,56(1):69-89.
- [2] 施巍松,孙辉,曹杰,等.边缘计算:万物互联时代新型计算模型[J].计算机研究与发展,2017,54(5):907-924.
- [3] MAO Y,ZHANG J,LETAIEF K B.Dynamic computation off loading for mobile-edge computing with energy harvesting devices[J].IEEE Journal on Selected Areas in Communications,2016,34(12):3590-3605.
- [4] ZHANG K,MAO Y,LENG S,et al.Optimal delay constrained off loading for vehicular edge computing networks[C].IEEE International Conference on Communications,2017:1-6.
- [5] KAMOUN M,LABIDI W,SARKISS M.Joint resource allocation and off loading strategies in cloud enabled cellular

networks[C].IEEE International Conference on Communications,2015:5529-5534.

- [6] ZHANG H,GUO J,YANG L,et al.Computation offloading considering fronthaul and backhaul in small-cell networks integrated with MEC[C].2017 IEEE Conference on Computer Communications Workshops,2017:115-120.
- [7] JIANG Z,MAO S.Energy delay trade-off in cloud off loading for multi-core mobile devices[C].IEEE Globecom,2015:1-6.
- [8] MAO Y,ZHANG J,SONG S H,et al.Stochastic joint radio and computational resource management for multi-user mobile-edge computing systems[J].IEEE Transactions on Wireless Communications,2017,16(9):5994-6009.
- [9] CHEN X,JIAO L,LI W,et al.Efficient multi-user computation offloading for mobile-edge cloud computing[J].IEEE/ACM Transactions on Networking,2016,24(5):2795-2808.

(下转第48页)

(上接第35页)

(3)施工现场监督管理的灵活性。管理人员可以不受时间、空间的限制,利用计算机、手机等终端设备实现施工过程中关键工序、关键工艺的远程监控,施工人员、设备、材料信息的透彻感知,以及安全防护和环境监督等。

(4)业务分析和决策更加及时准确,提升了集成管理和智慧决策水平。

①在物联网技术和人工智能的支持下,管理人员可获取大量、实时、准确的数据,及时得到工地对自身状况的全面反馈。针对风险和隐患信息,通过综合分析得出准确可靠的评价结果,提前预知施工现场潜在的风险,有针对性地制定应急预案,提高业务处理能力。

②云计算平台可完成数据的归集、整合、存储及融合,借助该平台可省去数据的前端预处理,降低后续的数据处理强度,在提高数据处理速度和系统可靠性的同时降低投资成本和维护成本。

③针对不同的业务需求,运用大数据技术从多角度对数据进行分析 and 挖掘,从而实现数据关联分析、指导施工、风险预测、决策优化等,加强对施工现场的把控能力,预测施工过程潜在风险,提前采取预知性的应对措施,提升智慧决策水平。

④在BIM模型中整合施工过程中的数据信息,工程各参与方可以基于BIM模型进行协同工作,实现工程目标(进度、成本、质量、安全)的统一管理和控制,实现更高效、更节能、更经济的智慧工地管理模式。

4 结论

本文基于现有石油管道工程工地管理需求,构建了基于物联网技术的智慧工地架构,该架构实现了数据的智能采集和处理、施工过程实时监测、施工过程可视化展示和各参与方高效协同作业。通过云计算技术归集、

整合、存储多类数据,大数据技术多角度分析、挖掘数据价值,BIM技术集成各类信息,协同多方人员工作,从而达到信息互通、数据共享、任务协同的目的,在多种新技术的加持下,智慧工地转变了现有工地的管理模式,提高了经济效益,推进现有工地逐步向科学化、智慧化迈进。

参考文献

- [1] 徐友全,贾美珊.物联网在智慧工地安全管控中的应用[J].建筑经济,2019,40(12):101-106.
- [2] 曾凝霜,刘琰,徐波.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.
- [3] 韩豫,孙昊,李宇宏,等.智慧工地系统架构与实现[J].科技进步与对策,2018,35(24):107-111.
- [4] 周小冬,刘民军,鲁万卿,等.基于物联网技术的智慧工地建设[J].施工技术,2018,47(S4):1008-1010.
- [5] 罗雪峰.中俄东线天然气管道工程试验段二期智能工地建设探索[J].石油工程建设,2018,44(S1):214-218.
- [6] 李英攀,史明亮,刘名强,等.基于Cloud-BIM和UWB的施工现场智能安全系统研究[J].中国安全生产科学技术,2018,14(9):151-157.
- [7] 闫文娟,王水璋.无人机倾斜摄影航测技术与BIM结合在智慧工地系统中的应用[J].电子测量与仪器学报,2019,33(10):59-65.
- [8] 范春辉.物联网短距离无线传输技术研究[J].无线互联科技,2017,10(19):23-24.
- [9] 陈海燕.一种分布式大数据管理系统的设计与实现[J].计算机科学,2014,41(S2):393-395.

(收稿日期:2020-04-30)

作者简介:

崔志诚(1992-),男,硕士,助理工程师,主要研究方向:智慧建造。

马胜(1974-),男,本科,工程师,主要研究方向:石油工程建设项目管理。

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所