

高速铁路智慧梁场物料管理模块的设计与应用

祝 剑 林, 张 达 志, 李 晨, 李 殿 航

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

摘 要:针对高速铁路预制梁场生产中物料管理遇到的难题,提出并实施了一种基于物联网和 BIM 技术的智慧梁场物料管理模块,详细介绍了模块的设计方案,包括物料登记与追溯功能、库存管理系统等。该模块以实时性、智能化和可追溯性为显著特征,旨在提升管理效率、优化成本并确保项目的顺利进行。此次研究不仅为类似项目提供了实用的管理策略,还丰富了物料管理的理论体系和实践经验。

关键词:高速铁路;智慧梁场;物料管理;信息化;物联网;BIM

中图分类号:U215;U215.1;U215.7

文献标志码: B

文章编号:1001-2184(2024)增 2-0044-05

Design and Application of Material Management Module for High-speed Railway Intelligent Beam Yard

ZHU Jianlin, ZHANG Dazhi, LI Chen, LI Dianhang

(Sinohydro Bureau 5 Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610066)

Abstract: In response to the difficulties encountered in material management at prefabricated beam plant production, this paper proposes and implements a smart beam plant material management module based on Internet of Things (IoT) and Building Information Modeling (BIM) technology. The module design scheme is introduced in detail, including material registration and traceability functions, inventory management system, etc. The module features real-time, intelligent and traceable characteristics, aiming to enhance management efficiency, optimize costs, and ensure the smooth progress of the project. This study not only provides practical management strategies for similar projects, but also enriches the theoretical system and practical experience of material management.

Key words: High-speed railway; Smart beam yard; Material management; Informatization; IoT; BIM

1 概 述

智慧工地系统通过信息技术、物联网、大数据分析等实时监控着工程中的各个环节,提供精准、智能的决策依据,进而提升了管理效率、安全性和资源利用效率^[1-3]。在高速铁路桥梁建设项目中,预制构件的重要性日益凸显,特别是预制梁场的物料管理对施工进度、质量、成本控制和项目效益至关重要^[4]。传统的物料管理方式存在信息不对称、沟通不畅、流程繁琐等问题,导致其效率低下和成本增加^[5],因此,优化物料管理流程对确保桥梁建设项目顺利进行和提升工程效益至关重要。智慧梁场物料管理模式的探索与应用已逐渐成为提高工程的施工效率、降低成本的关键途径,其利用现代信息技术实现了物料信息的实时更新与透明化,帮助项目管理者实时掌握着物料的库

存与流向^[6-7]。

相较于传统的物料管理方式,通过引入智慧梁场物料管理模式进行改进的研究与实践相对较少,而现有的智慧工地系统与预制梁场工程之间亦存在一些不适配的问题。笔者针对梁场项目存在的施工管理难点,以梁场项目为背景,旨在通过构建新的智慧梁场施工管理平台对物料的识别、追溯等环节提出有针对性的解决方案,以实现项目管理的精细化、智能化。通过笔者进行的研究与实践,旨在为智慧梁场施工领域的发展提供有益的借鉴。

此次研究依托的工程为雄商高铁,位于京沪高速铁路、京广客运专线两大干线之间,北起京雄城际雄安站,向南经河北省雄安新区、沧州市、衡水市、邢台市和山东省聊城市,在河南省濮阳市台前县跨黄河后,再经山东省济宁市、荷

收稿日期:2024-06-26

泽市、河南省商丘市至商合杭铁路商丘站,线路总长度为 551.97 km。其中 XSZQ—08 标段途经山东省聊城市临清市、东昌府区,全长 33.461 km。其中桥梁的长度为 31.658 km,共设桥梁 2 座、路基 1.807 km、站场路基 1 座。其简支梁施工采用梁场集中预制、铁路专用架桥机架设^[8],标段共设制梁场 1 座,位于临清市刘垓子镇境内,占地 13.78 hm²,承担着雄商铁路 908 榀箱梁的预制与架设施工任务,梁场设制梁区、存梁区、辅助生产区、装梁区及办公生活区五大部分,其中制梁台座 16 个,双层存梁台座 112 个,梁型为双线简支梁,设计使用年限为 100 a,采用 C50 混凝土,主要以 32.6 m 梁长为主,部分 24.6 m 梁长用于调跨,箱梁的截面高度为 3.032 m,桥面宽度为 12.6 m,箱梁的最大自重约为 697 t。每孔箱梁需钢材 52.785 t、钢绞线 7.996 t、水泥 108.732 t、砂石骨料 506.301 t、粉煤灰 25.092 t、外加剂 2.001 t,其具有材料需求量大、种类多等特点。

2 传统物料管理与智慧工地系统的区别

2.1 物料管理的现状分析与存在的问题

传统的物料管理面临三大挑战:信息的不对称、库存管理的不规范和进出货流程的复杂性。这些因素共同导致项目进度受阻和成本上升。为应对这些挑战,必须优化信息沟通机制、库存管理流程和进出货流程,并需加强对物料管理人员的专业培训与指导。

(1)物料的识别与追溯。在物料管理工作中,精确区分和追踪各种物料的种类及其来源极为关键。但由于物料的多样性、来源的复杂性以及信息记录的不完整性,常常会出现物料混淆和标识错误问题,进而影响到生产进度和产品质量。

(2)库存管理与仓储效率。在实际运营过程中,库存积压和空间利用问题往往成为两大挑战,因此,需要通过合理的库存管理和高效的仓储有效减少浪费、节约成本以确保物料的安全和质量。

(3)物料的质量控制与检验。在物料管理过程中,如何确保物料质量达到规定标准是一项重要任务。然而,在具体的实施阶段,物料的质量问题仍然较为常见,如供应商管理不善、检验流程不规范等。

(4)物料的流转与协同作业。物料流转作为一个多环节、多部门参与的综合性流程,涵盖了原辅料的进场、生产过程的组织、仓储管理以及

物流配送等各个环节。这些环节相互关联,共同构成了物料流转的完整链条。而项目常常面临物料流转不顺畅、部门间协同作业不协调等挑战,这些问题可能会导致生产效率下降、成本增加以及产品质量不稳定。因此,需要对物料流转和部门协作过程进行不断优化以确保项目的顺畅、高效。

(5)物料管理与信息系统的融合。随着信息技术的不断发展,企业需要充分利用现代信息系统来提升自身的物料管理水平。但在实际管理过程中,由于企业对信息系统应用的不足,易造成物料信息管理的混乱。

2.2 智慧工地的特色及其局限性

智慧工地是一种先进信息技术与物联网技术相互融合的现代化工地管理模式,正逐步改变人们对传统工地的认知。这种新型的工地管理方式凭借其独特的特点,如实时监控、数据分析、自动化与智能化、资源优化、安全保障及环境保护等引起了人们的广泛关注。

通过传感器和监控设备,智慧工地实现了对工地各角落情况的全方位实时监控。无论是人员工作状态、设备运行效率,还是材料流动与存储,均可获得即时反馈,从而使问题的出现能够在初期就被发现并予以解决。数据的收集与分析为工地管理者提供了科学决策与支持,通过智能调度和管理,使资源得到优化与利用,减少了浪费,节约了成本。而智能预警技术的应用则确保了工地安全并减少了环境污染,实现了绿色施工。

传统的智慧工地管理系统具有众多优势,但在梁场物料管理方面仍存在局限。仍难以全面满足实时监控和深入数据分析的需求。因此,有必要引入智慧梁场的概念,以便更好地适应现代梁场管理的挑战。

2.3 智慧梁场物料管理模块的设计原则

在现代梁场建设中,物料管理模块的设计关乎着整个梁场的施工进度、成本控制以及资源配置。为了更好地实现物料管理的智能化、高效化,笔者提出了智慧梁场物料管理系统的概念。智慧梁场的技术手段及设计原则见图 1。模块的设计原则包括实时性、智能化、可追溯性、灵活性等,旨在为后续的具体设计提供指导。

(1)在物料管理过程中,实时性是至关重要的一个原则。通过实时数据的采集、分析和处理,可

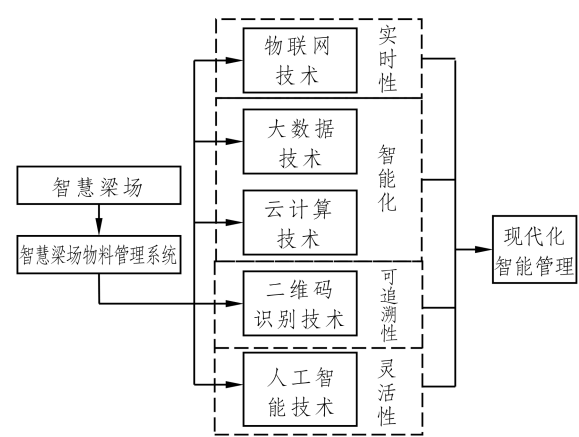


图 1 智慧梁场的技术手段及设计原则框图

以确保物料信息的准确性,为决策者提供及时、有效的数据支持,从而发现问题并及时调整,进而提高施工效率。

(2)智慧梁场物料管理模块具备智能化特点,其利用现代信息技术,如物联网、大数据、云计算等实现物料的自动化识别、追踪和调度,进而降低了人工成本,提高了物料管理的效率,并为决策者提供了科学依据。

(3)在物料管理环节中,可追溯性有助于追踪物料的来源、去向和状态,确保物料安全。通过对物料全生命周期的管理,确保了物料在使用过程中质量可控,有利于防范风险。

(4)智慧梁场物料管理模块的设计需要保证其具有灵活性,以应对各种场景和需求的变化。在数据处理方面,系统模块支持多种数据格式和处理方式,以满足不同的数据需求;业务流程亦应具备灵活性,能够根据实际需求进行调整以提高模块的适应性。此外,用户权限灵活,能够确保根据不同的角色和职责合理分配权限,实现更为精细化的管理。

智慧梁场物料管理模块设计遵循的这些原则有助于实现梁场物料管理的高效、安全和便捷。在具体的设计过程中应充分考虑这些原则,结合实际情况,打造出符合现代化需求的智慧梁场物料管理模块。

3 基于 BIM 和物联网技术的智慧梁场物料管理平台的

3.1 系统的应用

(1)工程调度指挥信息化系统。工程调度指挥信息化系统利用现代信息技术实时监控和调度

工程项目的施工进度和资源配置。在梁场项目实施中,专业技术团队负责系统的开发和运维,以确保信息化指挥系统高效运行。同时,该信息化平台与工程管理平台对接,实现三级调度功能,方便指令、信息、统计、报告等电子化传递,确保应急事件能够得到及时处理。

(2)电子施工日志系统。电子施工日志系统创新了传统日志方式,使施工人员能够实时记录施工数据。该系统能够帮助项目管理人员迅速获取现场信息,精准把控施工进度与质量。其与管理平台对接,确保了电子日志即时填报。通过培训,确保了数据准确、实时;进场后能够迅速初始化,使工程具备实时上报功能。

(3)施工组织管理系统。在工程项目施工过程中,施工组织管理是对资源、人员和设备等施工要素进行优化整合。引入施工组织管理系统可以优化施工过程,提高综合效益。考虑到项目的独特性,项目部量身定制了施工组织方案并可灵活调整。该系统通过自动关联电子施工日志和图形化周报的进度数据生成工期斜率图,自动比对进度计划实现预警分析和“红线”管理。根据预警分析结果,及时调整资源配置以确保施工组织节点工期的顺利实现。

(4)物料管理系统子平台。该项目创新性地采用二维码作为物料信息传输媒介,深度融合二维码与物料管理,构建出高效实用的物料管理系统子平台。该系统在工程项目中负责物料的全程追踪与监管,优化库存管理,减少浪费,提升使用效率。

二维码系统的建立实现了桥梁施工物料信息的快速读取与上传。通过信息化管理平台,实现了数据分析、统计与预测功能,能够满足不同施工阶段的需求。该平台能够提供工程量统计,把控物料需求并为物料管控提供依据,根据施工进度生成资源曲线。

在桥梁施工过程中,物料的跟踪至关重要。通过二维码系统,可以实时追踪物料从生产到安装的全过程。各阶段的物料均被扫描并记录了相关信息,如生产时间、加工进度和安装位置等,能够方便项目团队的查阅和分析。

(5)机械设备管理系统。机械设备管理系统在工程项目中负责全面管理设备的维修、保养和调度。该系统采用无线和有线报警联动技术,构建了

高度信息化和自动化的设备监控体系,使设备运行效率显著提高,降低了故障率,延长了使用寿命。

①机械设备的信息管理:详细记录设备类型、操作人员、所属单位、项目及二维码标识。管理者可迅速掌握设备的整体情况。

②机械设备的实时监测管理:实时感知设备的运行状态,接入运行数据并将其展示于管理中心。具备电子围栏功能,能够预防安全风险。

③特种设备的管理:对于高精度监控区域内的特种设备,如起重机、搬梁机等,能够实时获取设备信息、分布和状态,提供精确的数据支持;全程实时可视化跟踪设备的运动,确保管理者随时掌握设备动态。

④设备的巡检及维保:记录设备的巡检和维保情况,持续跟踪设备运行状态。支持手机 APP 移动巡检,发现问题可拍照或录像上传,进而提高了巡检效率,确保问题能够得到迅速处理。

(6) 试验室系统。试验室系统在工程项目中承担着数据采集、处理与分析的关键任务以确保工程质量。将梁场的关键试验设备纳入信息化监管并覆盖多种材料力学试验。按照相关规定进行试验,实现数据自动化处理与报告生成并具备实时上传和报警闭环管理功能。

(7) 混凝土拌和站信息系统。混凝土拌和站信息系统是混凝土生产中的关键部分,实时监控和管理着混凝土的生产流程,确保其质量稳定和成本降低。实施该系统提高了生产效率和可控性。该信息化系统可自动采集数据并将其上传至服务器或云端,能够实现远程访问和决策。同时,该系统能够分析数据并提供报警功能,以避免事故的出现。

(8) 检验批管理系统。鉴于铁路工程施工质量的验收标准要求实现标准化、规范化的管理模式,此次研究引入了检验批管理系统,利用其具有的检验批收集、分析及跟踪功能控制施工过程的质量,确保验收和资料管理。

(9) PRP 系统。经过优化与改进,PRP 系统已成为工程项目风险管理的先进手段之一。该系统通过科学的方法和流程助力项目团队精准识别、全面评估以及有效控制各类风险,进而显著降低了风险对工程项目质量和进度的不良影响。此外,项目所运用的 PRP 系统涵盖了承包合同管理、进度管理、质量管理、安健环管理、分包管理、

材料设备管理以及技术管理等七大核心模块。

(10) BIM 技术的应用。BIM 技术这一基于三维建模的信息化管理手段对于工程项目的各个阶段,包括规划设计、施工实施及运维管理等环节均展现出其重要的推动作用。在项目执行过程中,充分运用 BIM 技术并结合大规模梁场的特性,通过 BIM 建模对梁场建设进行模拟。利用漫画、动画等可视化数据模块,能够在规划和建设过程中及时识别并处理建造冲突及不合理的规划问题,通过持续优化梁场布局,减少了因事前规划不当造成的损失。

①模拟生产工效,确定关键参数:通过精确操控各功能区模块,对预制梁场各功能区的 BIM 模型进行细致审查并模拟整个施工流程。并根据模拟结果对各项参数进行严谨的计算和调整以明确确定关键参数。

②实施形象进度管理,优化施工参数:为确保对预制箱梁的施工进度进行有效控制,针对各功能区域及其相关构筑物的建设进行精密的时间规划;且随着梁场建设的逐步推进,实时更新三维 BIM 模型,确保项目进度能够以直观、可视化的形式展现,以便及时发现潜在的问题并作出相应的优化调整。

(11) HSE 系统。HSE 管理系统整合了质量、健康、安全、环境管理模式,打造了覆盖全项目的科学、系统、完善、标准化的信息化系统。该系统运用了 16 个应用模块,其涵盖安全制度、技术、设备等各个方面,全面保障着项目安全生产。该系统的运用,对于提高项目安全管理水平、降低安全事故风险具有重要的意义。

3.2 模块协同

在工程项目管理中,各系统的协同至关重要。智慧梁场将各模块紧密衔接,构建出完整有效的项目管理生态系统,有效地提升了项目的全周期管理效能。该系统能够促进精细化管理与协同作业,确保项目的高效运转,提升了管理效能,保障了项目的质量和安全。智慧梁场模块协同框图见图 2。

BIM 应用技术是项目管理生态系统的核心,提供了集成的项目信息模型,实现了项目的可视化和数据的统一管理,使管理者能够直观地了解项目情况,做出科学的决策。

工程调度指挥信息化系统、电子施工日志系统以及机械设备管理系统这三大工具为工程的调

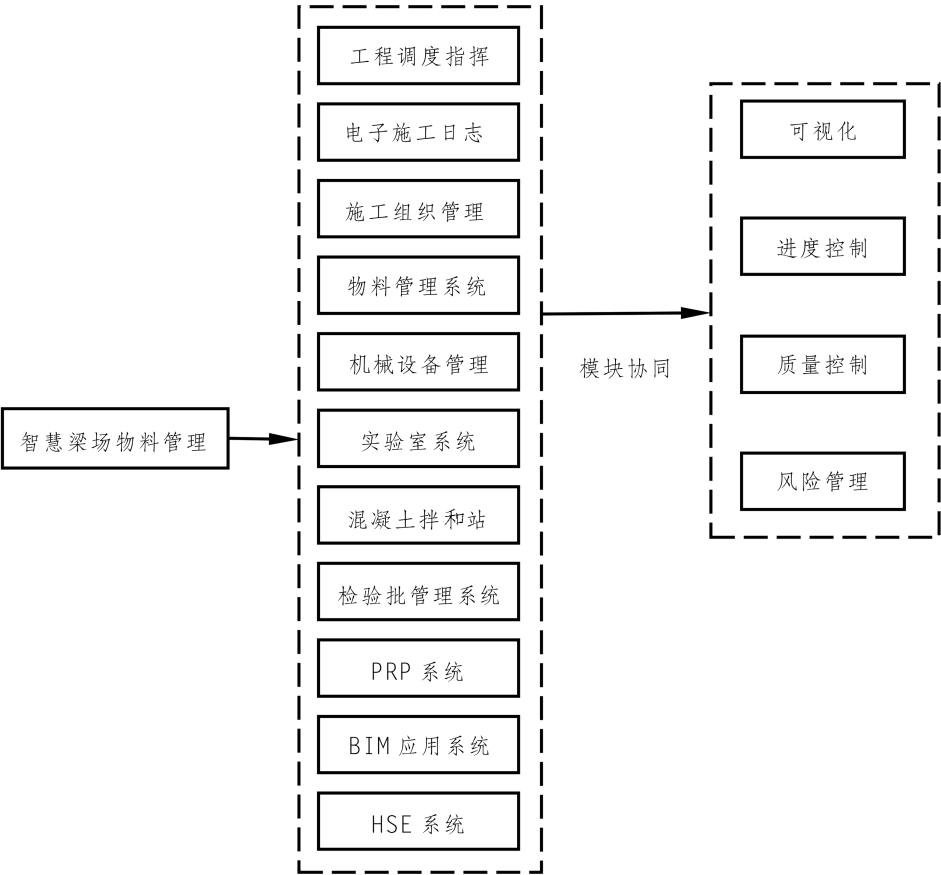


图 2 智慧梁场模块协同框图

度和资源的分配提供了精确管理。工程调度指挥信息化系统的应用能够避免资源浪费和进度延误,确保工程进度以及对资源的有效管理;电子施工日志系统的应用能够通过记录现场情况与对照分析,可有效、及时地处理问题;机械设备管理系统的应用能够实现设备的合理调配、实时监控和自动调配资源,提高设备的维护管理水平,确保高效的施工进度。三者协同工作,能够提高工程的管理效率和质量,保障工程顺利进行。

项目管理中的质量控制体系由试验室系统、混凝土拌和站信息系统和检验批管理系统构成。试验室系统通过连接物料管理系统和检验批管理系统实时获取材料检测数据并生成报告。混凝土拌和站系统的实时监控以及对混凝土材料的调配可以确保材料供应及时。检验批管理系统则通过跟踪管理材料的检验批次保证材料符合相关标准。这些系统协同工作,为项目的质量控制提供了坚实的保障。

工程风险管理的两大核心系统为 PRP 和 HSE 系统。PRP 系统重点对工程中潜在的风险

进行识别和管理,并与确保工程顺利进行的工程调度指挥系统、HSE 系统等无缝整合。HSE 系统负责对项目的安全和环境保护进行全面的管理和监控,并将所获得的数据与其他系统共享,以确保项目在安全和环境保护方面达标。

协同整合多个系统可以实现工程管理的全面数字化和智能化,提升其管理效率和质量,确保项目顺利完成并达到预期目标。这种整合为项目管理带来了更多的可能性和创新空间,推动着工程管理领域的持续进步。

4 结 语

笔者探讨了结合物联网与 BIM 技术的智慧梁场物料管理模式。该模式通过实时监控、智能分析和追溯管理等功能为物料的全生命周期管理提供了强大的支持。通过其在项目中的应用,该模块在提升物料管理效能方面具有有效性及可行性。

在实际项目使用过程中,将物联网与 BIM 技术相结合的智慧梁场物料管理模式取得了显著成效。该模式实现了梁场信息集成和业务协同,有

(下转第 61 页)

部门、每一个人身上,避免在发生问题时无法找到相关责任人;其次,在施工过程中必须严格落实“自检”“互检”和“交接检”三检制度,以便于对隐蔽工程进行检查。与此同时,施工人员、质检员和试验员必须旁站监督,如此实施既能切实保障质量管理制度的有效落实,又能在施工过程中及时发现问题、解决问题。

(2)加强对职工的教育与培训工作。“工欲善其事,必先利其器”。铁路转体连续梁承台的施工质量取决于职工的自身综合素质,因此,必须加强对职工的教育培训工作。一方面,对员工开展素质教育以及技能训练,如项目部通过定期开展各种方式宣传质量意识,以保证所有员工都能够对质量加强重视,建立起“工程以优,工期以快,服务以诚”的良好形象;另一方面,应当开展对各级技术人员以及相关施工管理人员的培训,使所有人员认真学习招标文件、操作工艺以及质量标准,从而在施工过程中能够切实履行自身责任,提升管理能力,严格把控连续梁承台的质量关。

5 结 语

总而言之,铁路转体连续梁承台施工过程相

(上接第 48 页)

效地提高了物料管理的精度和效率,降低了人力和时间成本,为项目进度和质量提供了有力保障。此外,此次研究不仅为类似项目提供了实用的管理方法,还为物料管理理论体系及实践经验注入了新的内涵。

智慧梁场物料管理模块广泛应用于高速铁路、高速公路、桥梁、隧道等工程建设,解决了物料管理中存在的各种问题。展望未来,其应在识别与追溯、库存管理、质量控制、流转协同和信息系统集成等方面持续创新,优化相关技术与应用模式,推动行业的可持续发展。

参考文献:

[1] 李佩琪,蔡春明,韦春昌,等. 基于 BIM 和物联网技术的建筑项目智慧工地施工安全管理的研究[J]. 项目管理技术, 2022,20(6):48-52.

[2] 代永双,张志伟. 基于建筑信息模型技术与智慧工地理念的地铁施工人员安全管理系统[J]. 城市轨道交通研究, 2024, 27(1):229-233.

[3] 邱昌,康文创,邓运生,等. BIM+智慧工地应用价值与发展

对复杂,实现对其的质量控制并非一蹴而就。在施工过程中,只有按照基本操作要求开展施工,将施工流程作为重点内容进行控制,方能有效消除施工过程中存在的各种质量问题。与此同时,还需及时制定预防措施,使连续梁承台的施工得以高质量、有序的开展。

参考文献:

[1] 邱梓. 铁路转体连续梁承台施工质量问题及应对措施[J]. 四川建材, 2022,48(1):120-121.

[2] 卢昌龙. 连续梁桥施工中混凝土质量控制分析[J]. 现代工程技术, 2023,2(5):19-22.

[3] 贺文波. 复杂环境跨线连续梁转体施工关键技术[J]. 筑路机械与施工机械化, 2017,34(6):77-80.

[4] 王志. 南广铁路独屋特大桥连续梁转体施工中的关键技术[J]. 科技与创新, 2014,1(7):83-84,88.

[5] 余常俊,刘建明,张翔,等. 客运专线上跨既有繁忙干线铁路连续梁水平转体施工关键技术[J]. 铁道标准设计, 2009,53(12):46-51.

[6] 薛建. 连续梁转体结构施工工艺[J]. 铁路技术创新, 2015, 14(5):47-51.

作者简介:

王 北(1991-),男,甘肃定西人,项目协调部主任,助理工程师,从事铁路工程建设施工协调工作。

(编辑:李燕辉)

趋势探讨[J]. 建筑经济, 2022,43(增刊 2):275-278.

[4] 陈骏,彭畅,李超,等. 装配式建筑发展概况及评价标准综述[J]. 建筑结构, 2022,52(增刊 2):1503-1508.

[5] 张川豫. 基于传统物料管理向智能仓储转变的思考[J]. 科技创新与应用, 2019,9(20):191-192.

[6] 吴何,王波,吴巨峰,等. 智慧梁场系统设计及应用研究[J]. 世界桥梁, 2023,51(增刊 1):144-151.

[7] 黄建城,徐昆,董湛波. 智慧工地管理平台系统架构研究与实现[J]. 建筑经济, 2021,42(11):25-30.

[8] 吴海军,刘向东. 建筑工程施工管理现状及发展[J]. 建筑结构, 2022,52(23):161.

作者简介:

祝剑林(1974-),男,河北省涿州人,工程师,从事高速铁路工程建设施工技术与管理工;

张达志(1990-),男,甘肃环县人,工程师,学士,注册安全工程师,从事高速铁路工程建设施工技术与管理工;

李 晨(1994-),男,黑龙江齐齐哈尔人,助理工程师,学士,从事建设工程施工技术与管理工作;

李殿航(1998-)男,吉林桦甸人,助理工程师,学士,从事高速铁路建设施工技术与质量管理工作。

(编辑:李燕辉)