

# 基于建维一体化理念的数字化施工管理应用与实践

刘雪峰 王作石

某代建单位，北京 东湖 100001

**摘要：**某代建单位提出工程建设运维一体化数字管理理念，构建工程标准化、数字化、智能化的“工程数字体系”，实现工程建设全生命周期数字化管理。作为工程建设运维一体化的一部分，本文探讨了数字化施工管理系统在项目施工管理中的应用，该系统实现了广泛感知、可视化建管、风险预警、数据实时传递、多方协同、档案数字化、考核量化、决策有据。解决了代建现场管控无抓手、现场数据失真、事后追溯难、沟通效率低、数据不一致、数据档案不全、考核主观性强、决策凭经验的管理痛点。

**关键词：**工程建设运维一体化；数字化；智能化；全生命周期；施工管理

## 引言

“十四五”规划和2035年远景目标纲要提出“打造数字经济新优势”，对以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理方式变革提出了要求。要求分级分类推进新型智慧城市建设；推进市政公用设施、建筑等物联网应用和智能化改造；完善城市信息模型平台和运行管理服务平台；探索建设数字孪生城市。

某代建单位响应号召，基于整体新建单位开展试点应用。建设项目具有类型杂、点多面广、管理人员少的特点，为实现“标准化、数字化、智能化”的目标，项目建设按照顶层统筹规划，统一标准，分步实施的步骤，通过先行先试，最终建设形成完善的项目数字建维管理标准化体系，提升代建项目建设运维管理综合水平。

在当今快速发展的建筑行业中，传统的施工管理方式面临着诸多挑战，随着信息技术的不断进步，智慧建造作为一种创新的管理理念和技术手段，逐渐成为解决这些问题的有效途径。智慧建造利用物联网、大数据、云计算、人工智能等先进技术，实现了对施工过程的全

面感知、实时监控和智能决策。通过数字化的施工管理平台，能够整合项目信息实现高效协同和信息共享。同时，对施工数据进行分析

## 1 现状分析

某代建单位工程建设及运维的数字化还处于一个初级阶段，由于缺乏完善的顶层设计和有效的支撑手段，工程数字化整体水平不高，主要表现在标准化体系不完善、信息共享及应用互通困难、应用深度和广度不足三个方面。具体来看：

（1）标准化体系不完善。数字化工作的开展基础在于数据，缺乏标准化的高质量数据，数字化建设只能是一句空话。目前，不论是设计数据、建设期数据、运维期数据，普遍存在着异构多源、水平不一、规范性差等诸多问题，没有形成相对统一的数据标准体系。以目前的数据支撑能力，严重制约建设及运维期数字化深度应用的展开。此外，各种数字化应用的标准化程度也较低，不利于大规模的推广应用。

（2）信息共享与应用互通困难。传统意义上的信息化建设，往往侧重于各类独立不成

体系的“点状”系统建设，往往各自独立、数据分散，上下级之间、各系统之间无法有效互联互通，信息共享困难。此外由于设计、施工、运维各阶段数据分离，开展应用时往往需要数据的重复录入，造成成本浪费和数据错误等情况的发生。

(3) 数字化应用深度和广度不足。目前在建设期和运维期已经开展了一些工程数字化的科研和试点应用，例如传统智慧工地、工程三维展示、视频监控等，但这些成果普遍应用深度较浅，智能化水平较低，并缺乏系统性，覆盖维度不完整，无法真正解决建设及运维期的真正要点与痛点问题，距离数字化工程的要求还有明显差距<sup>[1]</sup>。

2 建设目标及思路

2.1 建设目标

数字化施工管理建设目标为“一个建设、三个践行、五个保证”。建设以数据为核心的项目数字建维管理标准化体系；践行“设计智审、建设智管、运维智营”的新型项目建设理

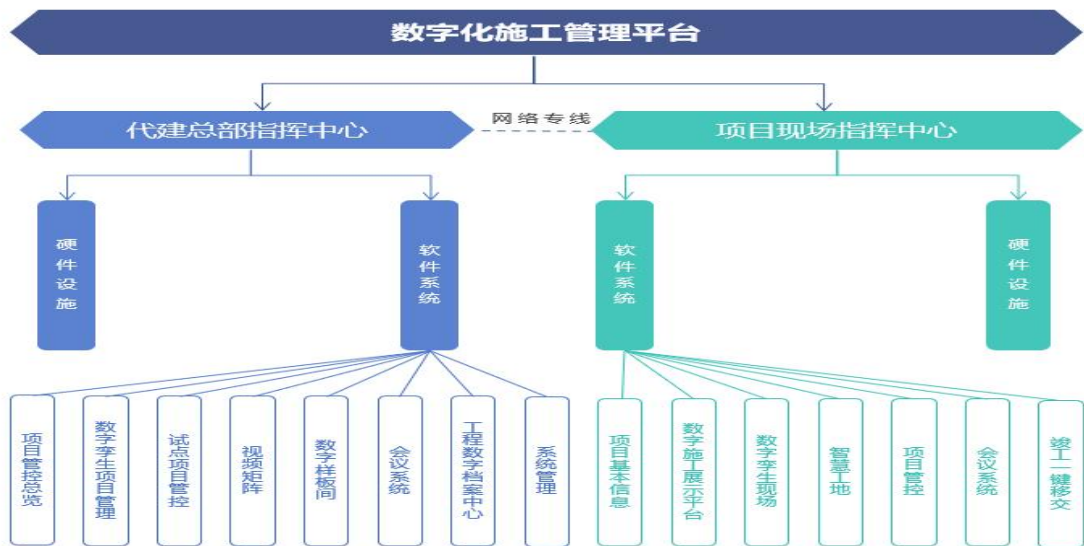
念；实现“保证工期、保证质量、保证安全、保证 10 年不落后、保证建设运维一体化”的建设管理目标。

2.2 建设思路

数字化施工管理建设思路为依托 BIM、物联网、智能化设备、AI 分析等先进手段开展数字化施工建设管理；打通横纵向数据链条，建设代建专用网络，构建总部-现场两级协同建设管控体系；践行三化融合发展理念，将智能化设施的建设前置，与基础设施设计建设融合实现软硬件一体化交付。

3 数字化施工管理体系建设内容

数字化施工管理建设体系由代建总部指挥中心和项目现场指挥中心两部分构成。其中，代建总部指挥中心涵盖了硬件设施以及软件系统的八大模块；而项目现场指挥中心则包括了硬件设施和软件系统的七大模块。以数字化技术为驱动，实现施工过程的精细化、透明化和智能化管理，提升项目执行效率和质量。



3.1 总部侧数字化施工管理平台

该平台是代建的大脑决策中心，可实现项目集群管控。通过采集各工程数据，对项目级

数据进行分析 and 统计，使总部全面掌握工程建设情况，实现全局管控、精准指挥。

项目管控总览：该模块主要功能是汇总展

示全局信息。包含两方面：一是全国项目地图索引区域。二是建立“代建项目台账一览表”，将几个年度代建项目总的数量及投资额进行统计，同时将代建 9 大重要指标（设计任务书、发包项目、合同签订、施工图、项目状态、竣工验收、移交项目、竣工结算、履约评价）进行统计分析（可按照区域、年度、使用单位、

代建模式、项目类别分别开展）。

数字孪生项目管理：该模块主要是通过 BIM 建模实现了设计三维可视化交付，通过加载施工设备数据和项目管理数据，使管理人员通过可视化手段对设计方案（面积、高度、管线）、施工组织（机械设备状态、过程资料、进度推演）等进行审查，辅助工程高效管控<sup>[2]</sup>。

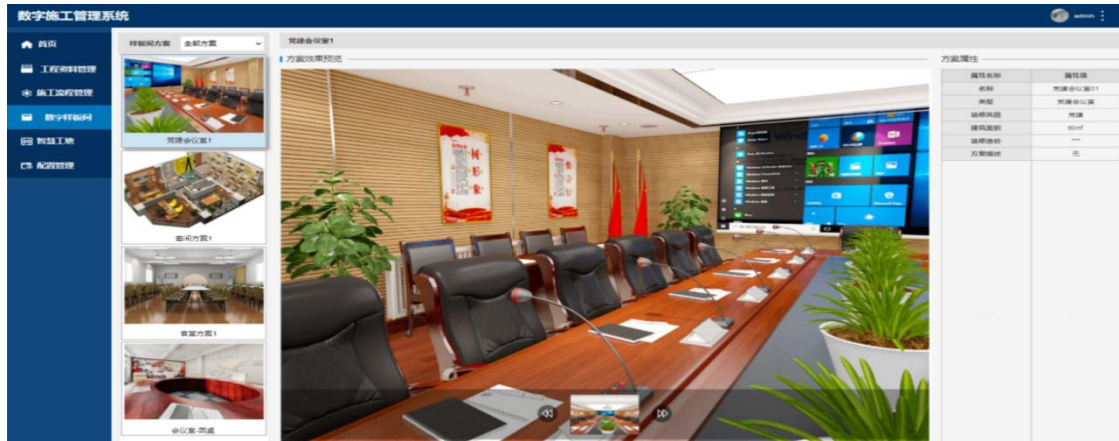


试点项目管控：该模块重在项目施工管理，实时掌握试点项目施工现场状况。主要包含项目基本信息、可视化区域（包含视频监控、项目三维、规划方案）、人员管理、质量安全、设备管理、项目进度、物料管控七大板块。该模块能够快速掌握项目现场概况，并依此进行项目管控。

视频矩阵：该模块是对施工现场可视化管理的直接手段，通过专线网络将试点现场的视

频接入到代建办，对施工现场实时监控。左侧区域为项目摄像头位置列表展示，右侧区域为可视化区域，可将单个项目多角度展示，也可以多个项目同时展示。

数字样板间：该模块搜集样板资源，构建标准化 BIM 样板库和模型库，提供项目使用可视化规划手段，为代建项目标准化建设提供参考，为未来项目建设标准化推广奠定基础<sup>[3]</sup>。

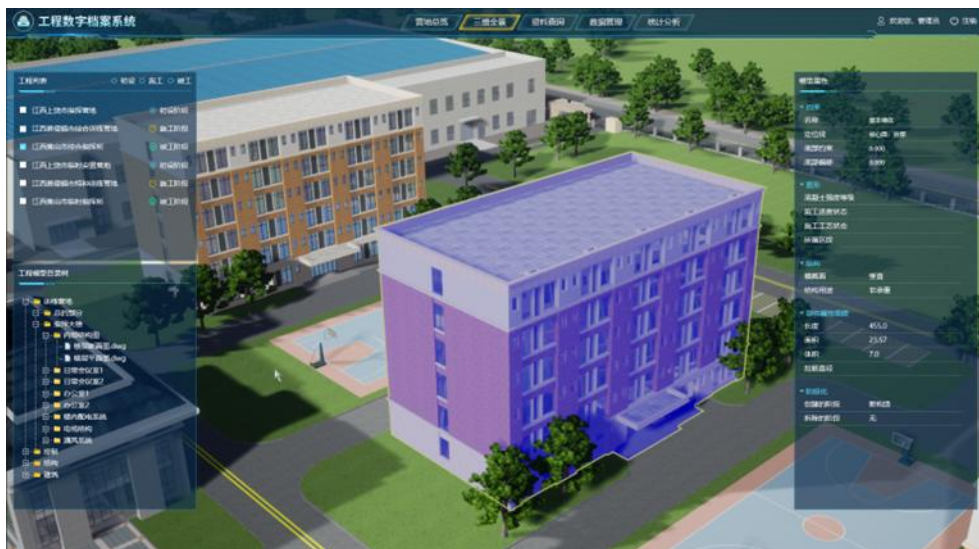




会议系统：支撑总部和施工现场的各项视频会议，使各项工作传达和专项检查更便捷高效。

工程数字档案中心：该模块将项目建设过

程资料管理、存档，实现对各阶段项目档案资料的数字化管理，可以直观、快速掌握工程建设的全过程完整数据，为工程全生命周期管理建立档案。



系统管理：该模块主要是辅助、维护功能，属于后台管理。后台管理系统通常用于管理软件系统的管理界面或平台。它是面向系统管理员的工具，用于监控、配置和管理整个系统的各个方面<sup>[4]</sup>。

### 3.2 现场侧数字化施工管理平台

该平台作为代建在现场明察秋毫的眼睛，可实现单项目的精细化管控。硬件设施部署在各试点项目现场，软件系统对标代建总部指控中心模块设计，设立七大模块：项目基本信息、数字施工展示平台、数字孪生现场、智慧工地、项目管控、会议系统、运维一键移交。

项目基本信息：该模块作为“代建项目台账一览表”的数据来源，实时更新。该表格由现场项目部监理人员填报，确保数据准确、信息最新。解决代建办项目多，人员疲于统计、数据更新不及时、数据统计易出错等问题，解放人力，同时避免数据造假。基础数据管理实现对项目组织机构、人员、权限、表单、流程、日志管理。

数字施工综合展示：围绕劳务、设备、进度、质量、安全、结算等施工关键管控要素，结合物联网设备监测数据，综合展示当前施工现场管理态势，辅助现场管理人员开展项目管控。

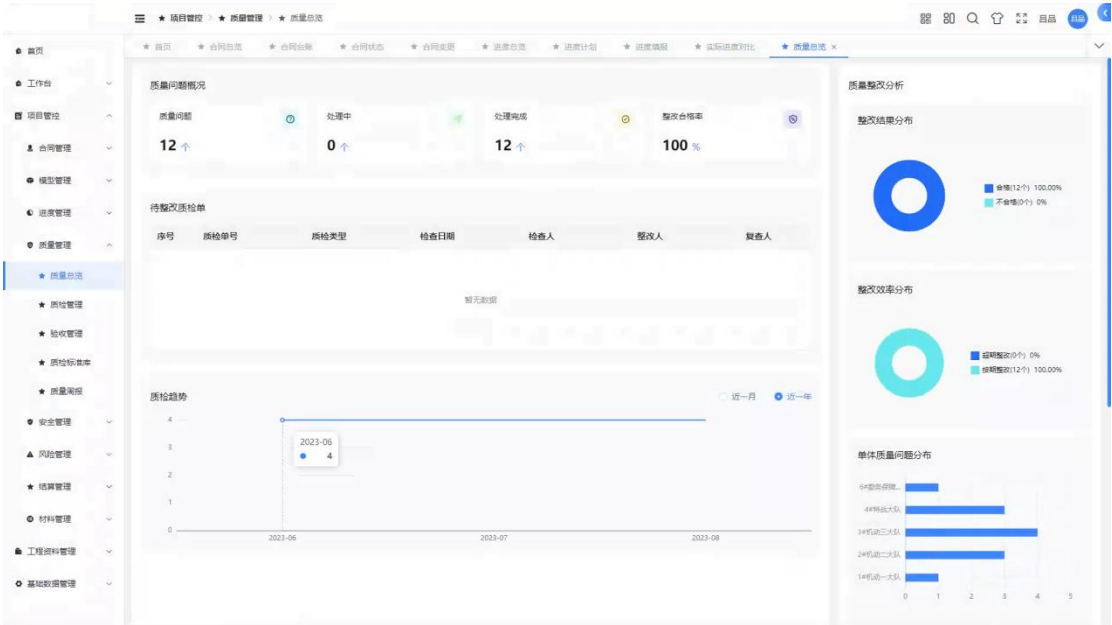
数字孪生现场：该模块对标代建总部指控中心孪生和数字档案中心模块，通过建立 BIM 模型，制定施工组织方案、收集管理建设数据等，使建设单位人员通过可视化手段对设计方案进行推敲、调整，参建企业对施工组织合理性进行推演，并对现场实时安全监测。

智慧工地：该模块利用视频监控、自动采集定位、人脸识别、关键节点智能监控等数字化手段，集成部署系统识别、红外感应、摄像追踪等监控系统，帮助管理者进行项目目标可视化监控；并对数据进行统计和智能化分析，辅助现场开展人员、车辆、机械、安防、材料、环境、能耗精准管理，实现风险提前预警，资源优化调度、执法违规自动取证；解决参建企业管理人员不到位、工地管理不规范、过程数据造假等问题<sup>[5]</sup>。



项目管控：该模块主要是项目过程管理，由代建项目部人员开展业务处理，信息更新、提报资料等。基于 BIM，围绕项目进度、质量、安全、结算等维度，实现项目过程多维度精细化综合管控，并且边施工边自动归档数据边形成工程档案，实现项目建设在合同、进度、质量、安全、结算、竣工移交等环节全方位管理。

其中，工程资料管理，管理工程建设过程中产生的各种工程资料，边建设边归档，实现与机关工程数字档案中心自动同步。项目管控，基于 BIM，围绕项目进度、质量、安全、结算等维度，实现项目过程多维度精细化综合管控，提高进度、质量、安全、结算管理水平。

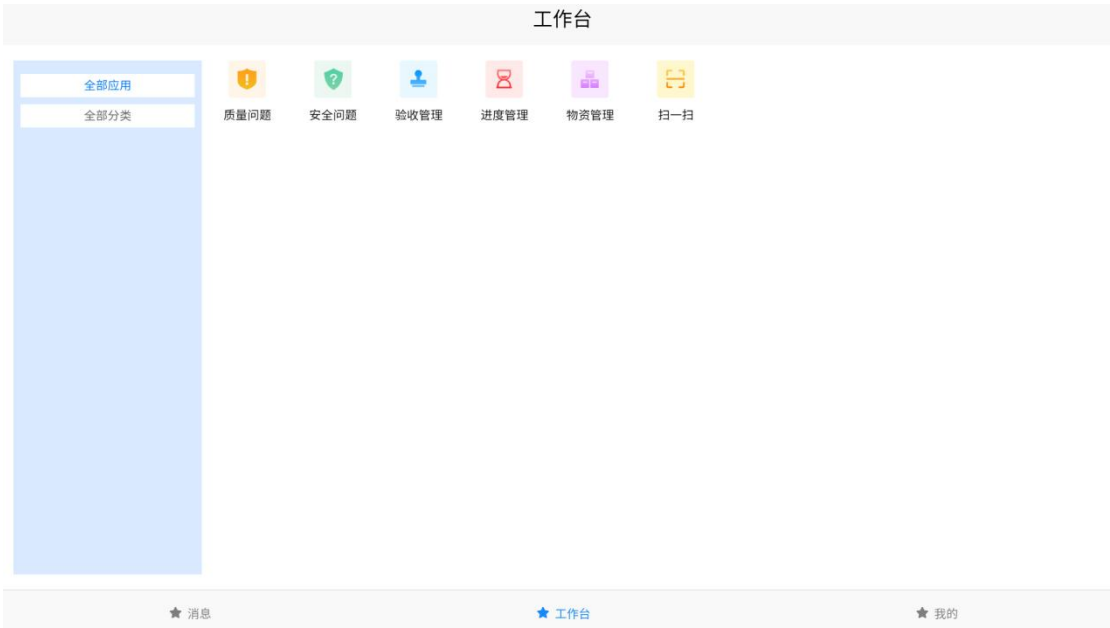


会议系统：该模块作为施工管理的辅助，可与代建总部实时通话，召开视频会议，及时上报、解决相关问题。

运维一键移交：在项目施工过程中，所有相关的硬件设备、过程资料将一键交付到项目后期数字化运维平台。通过这种方式，后期项

目运维方可以轻松地接收到完整的项目交付物，并快速投入到运维工作中，从而实现项目的顺利交接和持续运营。

电子终端 APP：使用移动 PAD 终端、5G 安全帽作为巡查硬件终端，实现业务数据采集查询。



### 3.3 代建专用网络

自建独立部署的局域网络。总部和施工现场通过有线专网连通；施工现场通过 5G 局域网实现智能设备和各类传感器数据实时可靠采集，打通代建总部与项目现场信息通道。

运用 5G 组网技术，解决了工地现场有线传输光缆施工难、易中断的痛点，满足根据施工工序进度自主迁移的需要；基于 5G 一张网，实现了工地安全管控可视、指挥调度扁平，从人防到技防的施工管理升级；摄像机、物联设备接入 5G 模块（CPE）后，通过 5G 无线信号与 5G 基站通讯，实现了安全快速的数据传输；5G 安全帽和 5G-PAD 与 5G 基站直接通讯，实

现人员信息和各类检查信息的实时监测和填报回传。

### 3.4 施工期智能化设施建设

基于永临结合的建设原则，施工期指控中心分机关和现场两级部署，运维期指控中心本地化部署；施工期的智能化设备和传感器建设除满足智慧工地数据采集需求外，还可应用于运维阶段，避免重复投资。

试点项目现场采用预制舱机房和指挥中心，使用预制构件和模块化设计组装的机房结构，通常用于容纳机房设备、指控中心设备、网络设备等。这种机房可以在工厂预先生产和组装，然后运输到现场进行快速安装和部署。



## 4 运维期前置信息化智能设备建设

工程建设运维一体化数字管理理念按照全周期建设的思路，规划前置，充分复用，在建设期一体化交付的基础上，实现了以数字孪生模型为基础的全维度综合运维数字化应用。解决了传统运维系统中存在的前后脱节、软硬分离、重复建设等痛点问题。数字化运维管理系统包含数字运维管理平台和运维期智能设备建设两部分内容，在建设期根据运维管理平台各项功能需要的智能设备需求，开展工程建设融合设计，一次硬件建设满足后期信息化建设需求。

### 4.1 数字运维管理平台介绍

数字运维管理平台平台以数字孪生模型为基础，融合各类传感监控设备，面向项目运行管理业务提供多维度数字化应用，包括运维驾驶舱、数字看板、智能设备管理、资产管理、安全防护管理、运营管理。

### 4.2 运维期智能设备建设

依据数字运维管理平台各项功能，评估各项智能设备建设要求，将信息化设计前置与工程设计完全结合，在工程设计阶段已充分考虑运维智能化设备建设需要，并进行必要的预留预埋，避免后期建设代价大，无法满足运维需求等问题。智能设备建设包含：物联网络系统、计算存储系统、安防系统、人员车辆系统、公共广播系统、信息发布系统、配电系统、管网监测系统等。

## 5 数字化施工管理体系建设价值

### 5.1 总部侧价值

代建总部能够及时全面掌握项目数据，实现管理效率和风险把控能力的提高，为管理者决策提供可靠依据。

通过自动采集和数字化填报，有效解决数

据不一致、统计易出错和人力浪费的问题。

智慧工地系统是代建在施工现场的“眼睛”，通过 AI 分析和统计实现对参建各方量化考核。

通过会议系统可以高频高效组织各种会议，节约人力提高管理效率。

### 5.2 施工侧价值

通过数字化手段和 AI 分析可以事先预警，变被动的发现问题为主动的解决问题，将问题消灭在萌芽阶段。

实现项目精细化过程管控，使得各方协同办公，高效管控项目现场。

在现场侧，实现了边施工边自动归档数据边形成工程档案，并同步到总部，有效杜绝了后期数据造假。

### 5.3 全生命周期价值

实现全生命周期数字化项目管理，健全数字档案管理，实现设计施工档案一键移交运维，全面提升数据治理能力和数据应用水平。

基于永临结合的设备建设原则，贯彻信息化前置融合设计和软硬一体化交付的理念，构建了代建数字化项目建设运维一体化建设管理体系。

## 总结与展望

数字化施工管理体系建设紧紧围绕数字工程全生命周期数据管理理念，实现了以数据贯穿流程、以数据驱动业务、以数据支撑决策。通过示范总结数字化项目建设经验和标准，代建将实现数字化转型，培养出一批高素质的数字化管理人才，开创代建新型工作模式。

后期通过推广项目模式，新的代建数字化交付服务将实现 2.0 升级，通过不断积累的高质量数据，支撑代建智能大数据平台的建设，将代建管理工作推进到“智能化”时代。

### 参考文献

- [1] “十四五”规划和 2035 年远景目标纲要
- [2] 王娜, 杨宇虎, 邵光明, 杨论文, 葛运发. 水利水电工程智能机电 EPC 平台 [J]. 水电电气, 2015, 第 172 期: 12-14
- [3] 皇甫事成. 我国建筑工程施工数字化管理分析[J]. 中国建设信息化, 2024, 第 10 期: 65-67
- [4] 郭芳, 李达垌, 贺晓玲, 张晨, 李子龙, 路芳. 中国铁路数字工程体系研究[J]. 工程建设标准化, 2023, 第 10 期: 76-83
- [5] 徐亦采, 郑许冬, 刘铠宁, 谢新宇, 周波. 工程建设数字化管理平台构建及应用[J]. 建设科技, 2023, 第 19 期: 63-69

作者简介: 刘雪峰, 汉族, 内蒙古呼伦贝尔, 工程建设管理, 152104198812180011