

智慧工地协同治理机制研究

关德荣

(中国土木工程(澳门)有限公司, 中国澳门, 999078)

摘 要: 智慧工地是建筑业数字化转型在施工现场的集中体现, 它的价值并不只是部署 BIM、物联网、视频识别、实名制闸机、环境监测等技术设备, 更在于将分散的项目主体、现场要素、管理流程纳入一个可以感知、可以协同、可以追溯的治理结构。现有的研究大多从系统的架构、平台的建设以及安全管理的应用入手, 已经证明了智慧工地可以提高信息采集的效率和风险响应的速度, 但是在实际的应用中还存在着数据标准不统一、系统割裂、现场人员的采纳度不高、责任闭环的缺失以及投入产出难以量化的等一些问题。本文以作者多年项目管理实践结合 CNKI 相关期刊、硕士论文等文献为基础, 运用文献分析法、规范研究法, 从场景牵引、数据贯通、责任闭环、绩效改进四个方面来构建智慧工地协同治理机制。智慧工地建设要从单点技术应用走向项目全生命周期的治理能力塑造, 依靠统一的数据底座, 明晰各方面的主体责任, 创建起风险预警的闭环系统, 完善绩效评价机制, 促使施工现场管理从依赖经验的方式转变成数据驱动型, 从事后应对转变为事先防范的模式。

关键词: 智慧工地; 协同治理; 项目管理; 数据治理; 数字化转型

Collaborative Governance Mechanism of Smart Construction Sites

Guan Derong

(China Civil Engineering Construction Company (Macau) Ltd., Macau, China, 999078)

Abstract: Smart Construction Sites are typical cases of digitalisation at the level of construction projects in the construction industry. Given the conditions of the site and the management requirements for the construction system of dispersed project participants, many technical tools have been introduced; BIM, IoT, video recognition, real-name access control systems and environmental monitoring devices are typical examples, and they can all be observed, cooperated with and tracked in the system. Research has focused on the system architecture of construction sites, platform construction, safety management applications, etc., so far, and it has been shown that intelligent construction sites can improve the efficiency of information collection and the speed of risk response. There are still some problems in the current operation, such as non-standardised data, a dispersed system of distributed systems, low participation from site staff, a lack of follow-up responsibility, and difficulty in calculating the return on investment.

【作者简介】 关德荣, 男, 大学本科, 助理工程师, 主要从事工程企业项目数智化管理、数智建造技术应用及研究等工作。

Based on the experience of project management in the past few years and a large number of related papers published in CNKI journals and authored master's theses by this person, bibliometric analysis and normative research methods will be used in this paper to build a collaborative governance mechanism for smart construction sites in the four areas of scenario-driven implementation, data integration, accountability closure and performance improvement. The construction of smart construction sites should be based on building governance capabilities for the entire life cycle of the project and not merely on the application of single-point technology. Therefore, a general data foundation should be built, the responsibilities of all parties need to be clarified, a closed-loop early warning system for risks should be established, and the performance assessment mechanism needs to be changed. Therefore, the mode of management for the construction site will move away from one based on experience and adopt data-driven, forward-looking prevention to address problems before they occur.

Keywords: Smart construction site; Collaborative governance; Project management; Data governance; Digital transformation

一、引言

建筑工程项目具有临时组织、多专业交叉、作业空间开放、风险因素不断变化等特点。传统的施工现场管理依靠人工巡检、纸质记录、经验判断等来完成进度、质量、安全、成本、环境的管理工作，容易造成信息的断点。伴随着 BIM、物联网、云计算、大数据、人工智能以及移动互联技术被应用到施工场地，智慧工地慢慢成了建筑业由粗放型管控向精细化治理转型的一种主要手段。韩豫等较早地从系统的架构角度出发，提出智慧工地应该具有更加透彻的感知、更加全面的互联互通和更加深入的智能化特征，把系统分为感知层、网络层和应用层^[1]。这说明智慧工地不是几件设备简单加在一起，它是一种针对施工管理问题的一种系统化组织方式。

从实践来看，智慧工地已经应用于人员实名制、塔吊及施工升降机监测、扬尘噪声监测、危大工程预警、视频 AI 识别、质量巡检、进度可视化等各方面。袁亚军用建筑工程项目来说明物联网系统可以把现场的数据传到后台，再经过大数据分析达到进度、质量、安全等各个方面综合控制的目的^[4]。黄晶等人认为，企业级平台可以迅速衍生出多个项目级的智慧工地系统，给各个项目的人、设备、安全、质量、进度等提供支持^[6]。从以上研究可以看出，智慧工地由原来的项目局部使用转变为企业级、平台化和场景化建设。

但是推广过程中出现了重设备、轻治理的现象。有些项目把智慧工地理解成硬件采购加大屏展示，忽略了数据标准、业务流程、责任闭环等；有些平台虽然接入了各种数据，但是并没有真正地嵌入到质

量、安全、成本、合同管理等流程当中；还有一些项目因为人员培训不到位、使用体验复杂、投入回报不明晰而出现了“建而不用”、“用而不深”的现象。薛松等根据 TOE-UTAUT 框架认为战略目标规划、人员专业化程度是决定智慧工地发展是否成功的决定性因素^[7]。段宝琳认为参建方协同程度、方案与项目适配性、高层支持和投入收益等各方面都会影响智慧工地推广的效果^[9]。因此智慧工地的研究要从“技术能做什么”转变为“多主体怎样一起治理”。

二、文献综述与问题提出

（一）技术体系研究

现有研究开始从智慧工地技术构成、系统框架这两个方面着手。曾凝霜等认为基于 BIM 的智慧工地管理体系应该具有 BIM 在施工现场信息集成、过程模拟、协同管理的基础性作用^[2]。韩豫等人把智慧工地的共性能力归结为感知、互联和智能分析，认为感知层是获取人员、设备、材料、环境等工程信息的一部分，网络层是进行数据传输和交换的部分，应用层是给具体工程问题提供智能处理部分^[4]。该类研究给智慧工地的建设赋予了底层逻辑，即如果没有真实、及时且持续的数据作为支撑，那么之后进行分析和决策就会缺乏有力的基础。

之后的研究更多地走向具体的运用。程炜从项目安全管理角度出发，对智慧工地的技术支持、结构组成、应用方式进行了分析，认为智慧工地可以弥补传统安全检查不能及时发现安全隐患的缺陷^[8]。针对建筑施工安全管理技术要点问题展开分析，并且提出建设智慧工地要服务风险识别、隐患排查、安全教育等管理活动。这些研究把智慧工地应用的对象由单一的信息化工具拓展成了质量、进度、人员、设备、环境以及综合决策。

（二）治理与推广研究

除企业内部管理外，智慧工地还要联系项目现场以及政府监管平台。苏均生以 TOGAF 架构方法为基础，对智慧工地监管平台展开研究，认为平台应该把政府、监管单位、建设单位、施工单位以及项目管理方这些不同的主体融合起来，达成信息汇聚、共享和协同^[3]。彭雪晴对政府监管信息系统建设进行了研究，认为政府监管平台要以项目基本信息、人员、设备、危大工程、隐患整改等业务为依托来实现数据闭环^[10]。这说明智慧工地既是企业降本增效的手段又是行业监管方式转型升级的基础设施。

智慧工地的推广受技术、组织、经济、政策等各方面因素的影响。杨泰用具体的项目来研究智慧工地的应用及评价，发现项目的实际情况、管理的目标以及评价的标准都会影响到智慧工地的使用效果^[11]。宋亭亭认为应该从推广障碍因素的角度来考虑成本、标准、人才、组织协同等制约。这些研究共同表明，智慧工地建设的难题已经由“有没有技术”转变为“技术怎样嵌入组织”。若现场管理人员不清楚系统逻辑，班组不愿按照规范录入数据，平台服务商不懂施工业务，智慧工地就会失去意义。

三、智慧工地协同治理的分析框架

（一）场景牵引

智慧工地创建首先要以场景为导向。所谓场景，并不是对技术模块的命名，而是对项目管理痛点的发现。如高支模、深基坑、起重机械、临边洞口等为重大安全风险，钢筋隐蔽工程、混凝土浇筑、材料进场复验等为质量控制，关键线路、劳动力组织、材料供应为进度协调，扬尘、噪声、车辆冲洗为绿色施工、文明施工。如果不能从真实的业务问题入手，智慧工地就会停留在“看得见的大屏”、“报得出的数据”上，而不能真正改变现场的管理工作。

场景牵引需要项目在项目前期明确三个问题，当前管理痛点是什么，为什么不能用人工方式及时解决，哪些数据可以反映这些问题，数据来源于哪里、由谁来维护、如何校验，系统预警后由谁处理、在多长时间完成、如何确认效果。只有把场景、数据、责任三者同时定义清楚，智慧工地才会有管理闭环。

（二）数据贯通

智慧工地的数据有项目基本信息、人员身份及考勤、机械设备运行情况、物料流转、质量巡查、安全隐患、环境监测、视频图像、BIM模型和进度安排。数据贯通不是把所有的数据简单地接入一个平台，而是要解决数据口径、数据质量、数据权限和数据使用等各方面的问题。感知层的数据如果不准确，那么它的应用层的分析就不可信^[1]。若实名制信息和现场班组不符，设备监测数据无维护记载，视频AI识别误报率偏高，那么平台的现场人员信任度就会降低。

因此数据治理应该包含以下四个方面，一是统一编码，把项目、楼栋、分部分项工程、人员、设备、材料、隐患工单等纳入同一个标识体系；二是确定数据的责任部门、人员；三是对数据进行质量校验，用异常值检测、人工核查、跨系统比对来提高数据的可信度；四是对不同的主体实施分级授权。

（三）责任闭环

智慧工地核心价值就是把风险发现提前，推进处置责任落地。传统管理中隐患的发现依靠现场巡查，整改的过程依靠微信群、纸质通知或者口头交办，责任链条很容易被断裂。智慧工地依靠AI识别、传感监测以及移动巡检生成的预警或者工单，并不能保证风险已经得到有效治理。真正的责任闭环是由识别、派单、整改、复核、归档、评价六个步骤构成的。

多主体项目中责任闭环还要牵涉到权责界限。建设单位对目标约束、资源调配进行管控，总承包单位现场协调、整改落实，监理单位全过程监督、复核，分包及劳务班组具体实施作业，平台服务商保障系统稳定运行、提供数据支持，监管部门外部监管。如果没有明确的责任划分，那么平台预警就会变成大家都知道、但没有人真正去执行的责任制度。协同治理的关键就是把平台数据变成具体的岗位管理工作。

表 1 智慧工地协同治理的关键场景与管理机制

治理场景	主要数据来源	协同治理重点	管理输出
人员管理	实名制闸机、考勤、培训记录、定位设备	身份真实、培训合格、作业授权、异常出勤识别	人员画像、班组绩效、违规预警
设备管理	塔吊监测、施工升降机、维保记录、操作日志	运行状态监控、超载超限预警、维保责任落实	设备风险清单、维保工单、停用复核
质量管理	移动巡检、BIM 模型、材料复验、影像资料	关键工序留痕、隐蔽工程追溯、问题整改闭环	质量问题库、复发分析、验收依据
安全管理	视频 AI、危大工程监测、隐患排查、气象数据	风险识别、预警分级、整改复核、责任追踪	隐患闭环台账、风险热力图、应急联动
环境管理	扬尘噪声监测、车辆冲洗、喷淋设备、气象数据	达标排放、自动联动、异常处置、监管报送	环保日报、异常记录、监管接口数据
进度协同	进度计划、劳动力投入、材料供应、现场影像	计划偏差识别、资源协调、工序穿插优化	进度预警、资源调度建议、周计划复盘

资料来源：作者根据文献[1][3][5][6][9]整理

四、智慧工地协同治理机制构建

（一）多主体角色分工机制

在智慧工地推广过程中，较为突出的现象是平台已经采集到数据，但数据无法转化为明确的岗位责任。其原因在于施工现场并不是一个封闭的企业内部空间，而是建设单位、施工总承包单位、专业分包单位、劳务班组、监理单位、设备供应商、平台服务商以及政府监管部门共同参与的临时组织网络。各主体之间既有合同关系，又有监管关系、服务关系和协作关系，如果角色边界不清，平台预警就容易变成“大家都看见、但无人真正负责”的公共信息。

多主体角色分工缺失还会带来两个后果：一是问题处置链条拉长，预警信息在建设单位、总承包单位、分包单位和监理单位之间反复流转，影响整改时效；二是责任认定缺乏依据，平台数据不能进入分包考核、监理复核和项目例会，最终仍然回到传统经验管理。造成这一问题的根源，是智慧工地建设往往由技术采购启动，而不是由治理目标牵引，项目上线系统时没有同步重构岗位职责和协同流程。

因此，需要建立多主体角色分工机制。建设单位应负责目标设定和资源协调，明确智慧工地服务于安全、质量、进度、成本和绿色施工等管理目标；施工总承包单位作为现场治理的执行主体，应成立项目级数字化管理小组，将平台预警、质量安全例会、分包考核和现场整改结合起来；监督管理单位应把监督重点转向数据真实性、闭环整改和风险分级处置；分包单位和劳务班组是数据产生和整改落实的直接主体，应获得简明可操作的任务清单；平台服务商不能只承担软件交付角色，还应参与数据字典、接口标准、告警规则和培训机制设计。

在具体运行中，可以围绕重点场景建立 RACI 责任矩阵，明确谁负责、谁审批、谁协同、谁知情。例如塔吊超载预警应明确设备管理员、项目安全负责人、塔吊司机、维保单位、监理单位和建设单位的不同职责；隐蔽工程影像留痕应明确施工员、质检员、监理工程师、建设单位工程管理人员和平台服务商之间的责任关系。责任矩阵越具体，越能避免“系统提示了但没有处理”的治理空转。

（二）数据标准与接口治理机制

智慧工地协同治理的第二个问题是数据表面上接入了平台，实际上仍然处于割裂状态。许多项目布设了实名制闸机、视频监控、环境监测、设备传感器和移动巡检系统，但由于编码规则不同、字段口径不一、数据责任不清，同一名工人在实名制系统、劳务台账和安全教育记录中可能对应不同编号，同一台设备在租赁合同、维保记录和传感器平台中可能使用不同名称，同一个质量问题在移动巡检、监理通知和整改回复中也难以串联。

数据割裂会直接削弱治理效果。预警判断依赖不稳定的数据，责任认定缺少统一对象，绩效评价也难以形成可信依据。其深层原因在于项目把数据接入理解为技术接口问题，而没有把数据看作管理流程中的基础资源。没有统一的数据标准，系统之间即使可以传输信息，也难以形成同一套管理语言。

因此，需要建立数据标准与接口治理机制。项目开工阶段应建立主数据管理制度，对项目、楼栋、楼层、构件、分部分项工程、人员、班组、设备、材料、工单、风险点等基础对象设定统一编码、必填字段、数据来源、维护人员和更新频率。对于政府监管平台、企业管理平台和项目智慧工地平台共用的数据，应尽量实行“一次采集、多方复用”，减少重复录入和人工搬运。

接口治理也不能停留在“能否传输”的技术层面，而应明确数据触发条件、传输频率、校验标准、异常处理方式和责任人。苏均生认为智慧工地监管平台应实现多主体信息汇聚共享^[3]，彭雪晴提出政府监管信息系统要依托项目现场信息报送和监管业务闭环^[10]。在项目实践中，扬尘监测数据不仅要按监管要求自动上传，还应在设备离线、数值异常或数据缺失时同步生成运维工单；人员考勤数据既可服务于劳务实名制、工资支付和安全教育核查，也要设置权限边界，避免无关主体随意访问。

（三）风险预警与闭环整改机制

智慧工地的核心价值在于提前发现风险并推动闭环整改，但现实中常见的问题是预警数量很多，真正形成有效处置的却不多。其表现包括预警规则过于粗糙、风险等级不清、责任岗位不明、整改标准不具体、复核环节流于形式。久而久之，现场人员会把系统提醒视为干扰，平台的可信度和使用率都会下降。

造成这一问题的原因，是部分项目把风险预警理解为技术识别结果，而没有将其嵌入管理处置流程。AI 视频识别、危大工程监测、设备传感、移动巡检和环境监测只能把风险信号提前暴露出来，不能自动完成治理。如果没有分级响应、工单流转和复核关闭制度，预警只是信息提示，而不是治理行动。

因此，需要建立风险预警与闭环整改机制。风险预警应实行分级分类处理。一般性违规，如未戴安全帽、临边材料堆放不规范、个别巡检记录缺失等，可由现场管理人员限时处理；较大风险，如塔吊超

载、深基坑位移异常、高支模监测指标临近阈值、消防通道被占等，应由项目安全负责人、监理单位和相关分包单位共同处置；重大风险则应启动停工、专家复核、应急响应或监管报送。程炜认为智慧工地依靠技术手段可以提高安全隐患识别和跟踪水平，但技术支撑必须与分级处置制度结合，才能产生实际治理效果^[5]。

闭环整改应以工单为基本载体。每一次有效预警都应转化为可追溯工单，包含问题描述、风险等级、责任单位、整改时限、整改照片或数据、复核意见、关闭时间和复发记录。工单关闭不能只依靠责任人上传照片，而应根据风险类型设置复核方式。一般问题可由施工员或安全员复核，关键质量问题应由质检员和监理共同复核，危大工程风险应由项目技术负责人、安全负责人和监理工程师共同确认。对逾期未整改、反复发生或涉及重大危险源的问题，系统应自动升级提醒，并在项目例会上专题复盘。

（四）成本收益与激励约束机制

智慧工地建设还面临投入动力不足和持续运行乏力的问题。智慧工地需要投入硬件设备、平台购置、接口开发、网络通信、数据存储、运行维护、人员培训和制度更新等资源，而收益往往体现为事故减少、返工降低、协同效率提高、监管风险下降和企业管理能力沉淀，具有间接性和滞后性。企业如果只看到一次性采购成本，而看不到长期治理收益，就容易在系统上线后减少持续投入。

这一问题的根源在于成本收益关系没有被纳入治理机制。不同项目的风险等级、规模、复杂程度和监管要求不同，智慧工地投入不应采用同一模式。对于造价高、周期长、参与方多、风险复杂的项目，智慧工地的综合平台建设更容易形成治理收益；对于中小型项目，如果盲目追求“大而全”，反而会增加使用负担，降低投入产出效果。

因此，需要建立成本收益与激励约束机制。大型复杂项目、超高层项目、市政综合管廊、轨道交通、能源工程等，可以建设综合平台并接入更多场景；中小型房建项目则应优先选择人员实名制、危大工程监测、移动巡检、扬尘噪声监测、设备安全监控等高频、高风险、监管要求明确的场景。企业层面应通过统一平台、统一账号、统一数据标准和统一运维服务降低边际成本，避免每个项目重复开发基础能力。

（五）绩效评价与知识沉淀机制

智慧工地运行中还存在一个容易被忽视的问题，即项目结束后经验难以沉淀，平台数据没有转化为企业治理能力。很多项目虽然在建设期间形成了大量预警记录、整改工单、质量影像、设备运行数据和环境监测数据，但如果缺少评价和复盘机制，这些资料往往只停留在验收或检查层面，不能支持后续项目改进。

造成这一问题的原因，是绩效评价过于重视结果性汇报，忽视了过程性数据和组织采纳情况。智慧工地的成效不仅体现在事故率是否下降、返工是否减少，也体现在数据是否稳定、流程是否闭环、人员是否愿意使用、跨主体协同是否改善。如果评价指标过于单一，就难以发现系统运行背后的真实问题。

因此，需要建立绩效评价与知识沉淀机制。评价体系可从基础运行、过程管理、结果绩效和组织采纳四个方面展开。基础运行指标包括设备在线率、数据完整性、系统响应速度、接口稳定度；过程管理

指标包括巡检覆盖率、隐患及时消缺率、质量问题闭环率、预警复核率；结果绩效指标包括事故率降低、返工比例下降、材料耗费节约、进度滞后改善、文明施工合格率提升、成本节约和效益提升；组织采纳指标包括培训覆盖率、用户登录活跃度、岗位满意度和参建方协作水平。

评价结果不能只用于阶段性报告，而应进入企业知识库。企业可以将不同项目中的高频隐患、有效措施、平台配置方案、接口问题、班组履约表现和典型案例沉淀为场景模板。新项目启动时，不再从零开始设计智慧工地方案，而是根据项目类型、规模、风险程度和管理目标选择已有模块，并结合现场实际调整。通过项目运行、数据复盘、经验沉淀、标准优化和新项目复用的循环，智慧工地才能由单个项目的信息化工具转化为企业数字治理能力。

五、智慧工地协同治理的实施路径

（一）以项目诊断明确治理问题和机制需求

实施智慧工地的第一步不是购买系统，而是开展项目诊断。项目应从工程规模、结构复杂度、施工周期、风险等级、参建主体数量、监管要求、既有信息化基础和人员数字素养等方面进行评估，识别最需要数字化支撑的治理问题。安全风险高的项目应优先考虑危大工程监测、设备安全和视频识别；多专业交叉的项目应重点加强 BIM 协同、进度计划和质量验收；环保监管压力大的项目应优先建设扬尘噪声、车辆冲洗和喷淋联动场景。

项目诊断的结果应直接对应第四部分提出的机制需求。如果主要问题是责任不清，就要优先建立多主体角色分工机制；如果主要问题是数据割裂，就要先统一主数据和接口标准；如果主要问题是预警处置不及时，就要设计分级响应和工单闭环；如果主要问题是人员不愿使用，就要同步设计激励约束和培训制度。这样，顶层设计才不是功能清单，而是围绕治理问题形成的实施方案。

在诊断基础上，应形成顶层设计文件，明确建设目标、应用场景、数据标准、责任分工、实施计划、投资预算和评价指标。薛松等认为战略目标规划对智慧工地发展具有根本影响^[7]。因此，顶层设计要与企业数字化战略、项目合同目标和现场管理流程保持一致，避免智慧工地被供应商功能或临时检查要求牵着走。

（二）以责任矩阵推动多主体协同落地

责任矩阵不能只停留在制度文本中，而要进入平台流程和项目会议。平台应根据责任矩阵自动推送预警和工单，避免所有问题都推给项目管理人员；项目周例会或专题会上，应固定复盘预警数量、闭环时效、逾期工单、高频隐患、数据异常和系统使用率。对分包整改不到位、设备维保责任不明、平台数据不符等问题，应由建设单位或总承包单位牵头协调，使平台数据真正进入正式管理流程。

通过责任矩阵落地，可以把第四部分提出的组织机制转化为具体操作。也就是说，智慧工地不是让所有主体共同“看数据”，而是让不同主体按照自己的责任处理数据、解释数据和使用数据。只有这样，

协同治理才有稳定的组织基础。

（三）以数据标准和接口规则实现业务贯通

在平台对接过程中，应把接口规则与业务流程一起设计。比如人员实名制数据要同时服务于考勤、安全教育和劳务工资核查，设备监测数据要同时服务于运行预警、维保工单和停用复核，质量巡检数据要与检验批、监理复核和工程资料归档相连接。接口打通的目标不是把数据堆到一个大屏上，而是让同一条数据在不同管理环节中被连续使用。

数据治理还要建立日常校验机制。项目可定期检查设备离线、数据缺失、异常波动、月底集中关闭工单等情况，对明显异常的数据设置人工复核。只有形成“采集、校验、使用、反馈、修正”的循环，第四部分提出的数据标准与接口治理机制才能在现场持续运转。

（四）以分级预警和工单闭环解决风险处置问题

每一条有效预警都应形成工单，并在工单中固化问题描述、责任单位、整改时限、整改证据、复核意见和关闭记录。对逾期未处理、重复发生或涉及重大危险源的工单，应自动升级提醒，并在项目例会上复盘原因。这样可以把“看到风险”转化为“有人处理、有人复核、可以追溯”的治理流程。

在运行一段时间后，项目还应对预警数据进行根因分析。对某类隐患高频出现的班组、区域、时段和工序进行统计，判断问题是安全交底不足、资源配置不足、设备维护不到位，还是平台识别规则不合理。通过这种方式，智慧工地才能由处理单个问题走向改善管理系统。

（五）以培训、激励和运维保障持续运行

针对智慧工地使用动力不足的问题，实施阶段应同步推进培训、激励和运维保障。培训要分层开展，项目经理和管理人员重点学习数据指标、协同方式和绩效评价，专业工程师、安全员、质检员重点学习场景规则和数据复核，班组长和一线人员重点掌握移动端操作、风险提醒和整改反馈。培训不应只在系统上线时集中进行，而应结合真实工单和典型问题持续辅导。

激励约束要嵌入项目考核。项目管理团队的考核可以纳入平台使用率、数据完整率、隐患整改及时率和质量问题闭环率；分包单位的履约评价可以参考整改及时性、数据真实性和问题复发情况；班组层面则应在减少无效填报的基础上，对主动发现隐患、按时完成整改和记录完整的行为给予正向激励。对虚假录入、虚假关闭、规避监测和篡改数据的行为，应明确处理方法。

运维保障同样重要。设备离线、网络不稳定、传感器校准不及时、账号权限混乱和平台响应慢，都会降低现场使用信心。项目应建立运维响应体系，明确问题上报渠道、处理时限和责任部门；平台服务商应提供持续技术支持，而不是系统验收后退出现场。培训、激励和运维共同作用，才能保障各项管理与激励机制不是短期安排，而是长期运行的项目制度。

（六）以复盘评价推动企业级知识沉淀

针对项目经验难以复制的问题，实施阶段应建立持续复盘和滚动优化机制。项目可实行月度或阶段

性复盘，对预警准确性、工单闭环速度、数据异常、用户反馈和管理成效进行分析。对误报率较高的规则，应调整识别阈值或现场采集条件；对整改逾期较多的场景，应检查责任分工和资源配置；对使用率较低的模块，应判断是功能设计不当、培训不到位，还是项目并不急需该模块。

企业层面应建立跨项目复盘制度，把单个项目的成功经验转化为标准化成果。宋亭亭认为智慧工地推广受到成本、标准、人才和组织协同等因素影响^[12]。因此，企业不能只追求项目“上系统”，还应提供标准模板、成熟场景包、培训课程、运维资源和考核办法。对已经验证有效的场景形成企业标准，对实施效果不佳的场景分析原因并持续改进。

通过项目复盘与企业标准化相结合，智慧工地建设才能从个别项目经验发展为可复制、可推广的治理体系。

六、结论与展望

智慧工地建设的深层目的就是提高施工现场的治理能力，而不仅仅是一般的数字设备配置。本文以作者本人多年项目管理实践结合为依托，提出“场景牵引、数据贯通、责任闭环、绩效改善”的协同治理框架，在多主体角色分工、数据标准接口治理、风险预警闭环整改等各方面进行构建。智慧工地有效运行要将技术系统嵌入到项目的组织与管理流程当中去，依靠可信的数据、明确的责任以及不断的评价来实现从经验管理到数据治理的转变。

建设单位与施工企业应当避免将智慧工地作为展示工程来打造，而应该从高风险、高频率、高价值的场景入手，逐步形成起企业级标准与项目级应用相辅相成的建设模式。监管部门应该由原来的只重视数据接入转变为关注数据质量、整改闭环和风险治理效果。未来可以继续选取不同的工程建设项目，从智慧工地的投入产出、组织采纳行为、风险预警准确性、协同治理绩效等角度开展案例比较或者量化研究。

【参考文献】

- [1] 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.
- [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] 苏均生. 智慧工地监管平台建设研究[J]. 计算机科学与应用, 2019, 9(7): 1266-1272.
- [4] 袁亚军. 某建筑工程项目智慧工地信息化平台施工技术[J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(5): 126-127.
- [5] 程炜. 智慧工地在项目安全管理中的应用与发展研究[J]. 中国科技投资, 2023(25): 149-151.
- [6] 黄晶, 朱敏华, 李行义, 等. 智慧工地在发电工程建设数字化管理中的应用[J]. 南方能源建设, 2023, 10(S1): 117-122.
- [7] 薛松, 陈静妍, 麦锦田. 基于 TOE-UTAUT 的智慧工地发展影响因素分析[J]. 科技管理研究, 2024, 44(2).
- [8] 陈燕鹏. 浅谈“智慧工地”促进建筑施工安全管理技术要点[J]. 建筑安全, 2021, 36(12): 66-68.
- [9] 段宝琳. 智慧工地推广影响因素及实现路径研究[D]. 长春: 长春工程学院, 2024.
- [10] 彭雪晴. 智慧工地政府监管信息系统构建研究[D]. 长沙: 中南大学, 2022.
- [11] 杨泰. 智慧工地的应用与评价: 以医疗储罐建设项目为例[D]. 绵阳: 西南科技大学, 2023.
- [12] 宋亭亭. 基于 Grey-DEMATEL 的智慧工地推广障碍因素及对策研究[D]. 沈阳: 沈阳建筑大学, 2025.