

## 智慧工地技术在建筑工程管理中的应用与发展研究

高晓明

北京深国高投物流有限公司, 北京 102400

**[摘要]**随着建筑行业信息化水平的不断提升, 智慧工地技术在工程管理中的应用日益广泛。通过物联网、云计算、大数据、人工智能等先进技术, 智慧工地实现了对施工现场的实时监控、数据分析与智能调度, 提升了项目管理的精度与效率。文中通过梳理智慧工地的主要技术手段, 结合典型工程案例, 分析其在施工进度、安全管理、资源配置等方面的应用成果, 并探讨当前存在的问题与未来发展方向, 以期为建筑工程智慧化管理提供可借鉴的思路和实践经验。

**[关键词]**智慧工地; 建筑工程管理; 物联网; 安全管控; 数据分析

DOI: 10.33142/ect.v3i4.16129

中图分类号: TU7

文献标识码: A

### Research on the Application and Development of Smart Construction Site Technology in Construction Project Management

GAO Xiaoming

Beijing Shenguo Gaotou Logistics Co., Ltd., Beijing, 102400, China

**Abstract:** With the continuous improvement of informationization level in the construction industry, the application of smart construction site technology in engineering management is becoming increasingly widespread. Through advanced technologies such as the Internet of Things, cloud computing, big data, and artificial intelligence, smart construction sites have achieved real-time monitoring, data analysis, and intelligent scheduling of construction sites, improving the accuracy and efficiency of project management. By sorting out the main technical means of smart construction sites and combining typical engineering cases, this article analyzes their application achievements in construction progress, safety management, resource allocation, etc., and explores the current problems and future development directions, in order to provide reference ideas and practical experience for intelligent management of construction projects.

**Keywords:** smart construction site; construction project management; Internet of Things; safety control; data analysis

#### 引言

传统建筑工程管理方式存在效率低、协调难、安全风险高等问题。近年来, 智慧工地技术的出现为解决这些难题提供了新的路径。通过集成多种智能技术, 智慧工地改变了施工现场的管理模式, 实现了信息化、精细化、实时化的工程管理。本文将围绕智慧工地技术的组成、在实际项目中的应用与成效展开探讨, 旨在为推动建筑行业数字化转型提供参考。

#### 1 智慧工地技术体系构成

##### 1.1 物联网技术在施工现场的部署

在智慧工地建设中, 物联网技术是实现现场信息数字化的基础。通过在施工现场关键位置部署传感器、摄像头、RFID 识别设备等, 实现对人、机、料、法、环五大要素的实时感知与信息采集。例如, 在塔吊、升降机等大型设备上安装传感器, 可以监测设备运行状态、使用频率及是否存在违规操作; 在危险区域设置红外感应与视频监控联动系统, 实现实时画面回传与异常行为预警; 而 RFID 则被广泛应用于人员考勤、物料进出管理、设备定位等环节, 通过扫描即可完成记录和追溯, 极大提升了信息的实时性和透明度。

物联网技术能够与边缘计算模块联动, 实现本地数据

的快速处理与上传, 确保在网络不稳定或极端环境下, 仍能保持数据完整和安全。这种全天候、全场景的数据采集能力, 为后续的数据分析与智能决策提供了坚实的数据基础。

##### 1.2 大数据与云平台的集成应用

智慧工地的数据来源多样, 数据量庞大而复杂, 依赖于大数据技术进行分类、分析与预测。所有从施工现场采集的数据将被上传至云平台, 进行集中管理。云平台具备强大的计算和存储能力, 能实时分析施工现场的进度、安全、质量等多维度数据, 并自动生成报表、图表和预警信息, 供项目管理人员随时查阅与决策。

通过数据可视化模块, 管理者可以在可交互式界面上了解项目的整体运行状态和具体施工单元的进展情况。此外, 数据平台还能实现多项目、多工地的数据共享与对比, 帮助企业从宏观角度把控多个项目的运行质量与效率。

##### 1.3 人工智能与移动终端的协同控制

人工智能技术正在成为智慧工地的“智能大脑”。通过 AI 视觉识别系统, 可以对人员穿戴安全帽、反光衣等标准作业行为进行自动识别, 发现异常即自动发出警报; 基于机器学习的算法模型, 还能预测施工进度风险, 提前给出预警建议, 辅助项目管理人员调整计划。

在劳务管理中, AI 算法可以根据以往的数据, 智能调配人力资源, 合理安排班组, 减少闲置与冲突。在质量管理方面, AI 还能识别混凝土裂缝、钢筋排列异常等施工质量问题的, 提升缺陷发现的及时性。

同时, 移动终端作为智慧工地的重要接口, 使得管理人员和现场施工人员之间的信息流更加通畅。通过 APP 或小程序, 项目经理可远程查看现场状态, 巡检人员可以即时上传隐患照片并打标签, 施工班组可接收最新的作业任务和变更通知, 真正实现了“移动指挥+一线执行”的闭环管理模式。

## 2 智慧工地在建筑工程管理中的关键应用

### 2.1 施工过程的实时监控与数据采集

智慧工地技术通过传感器、监控设备和智能硬件对施工现场进行实时监控, 实现对施工环境、工人行为、设备运行等多方面的数据采集与管理。物联网技术的应用使得各类设备和传感器能够实时传输数据, 并通过云平台进行集中管理与分析。建筑管理人员可以通过终端设备及时获取工地的现场状况, 快速反应、调整施工计划。比如, 传感器可以实时监控施工现场的温湿度、气体浓度等环境参数, 一旦出现异常, 可以立即发出警报, 从而防止事故发生。这种精准监控和即时反应, 大大提升了建筑项目管理的效率 and 安全性。如图 1 所示。



图 1 智慧工地实时监控与数据采集

### 2.2 人员和设备管理的智能化

智慧工地在人员与设备管理方面的应用, 进一步提高了施工现场的精细化管理水平。通过人脸识别、RFID 技术、智能卡等方式, 智慧工地能够实时记录并管理每一位工人的进出情况、工作时间、健康状况等信息。此外, 设备管理系统能够对施工设备进行全程监控, 包括设备的使用频率、故障预警、维护记录等, 确保设备的高效运转与及时维修。智能化的人员与设备管理, 不仅优化了资源配置, 还有效减少了人员缺勤、设备闲置等问题, 提高了工作效率与工地的安全性。

### 2.3 工程进度与质量控制的智能化

智慧工地技术通过数据分析与预测, 帮助项目管理人员实时监控施工进度和质量。基于大数据分析, 系统能够通过对各项指标(如工程进度、材料使用量等)的动态监控, 及时发现潜在的进度滞后问题, 采取相应的补救措施,

确保工程按计划推进。通过智能化的质量控制系统, 施工质量得到了有效保障。通过智能检测设备, 能够自动识别施工过程中的质量问题, 如混凝土强度不达标、钢筋布置不符合要求等, 及时反馈给项目经理, 避免了人工检测的疏漏, 提高了检测效率和准确性。这种智能化的质量控制手段, 有助于减少施工缺陷, 保证工程质量。

## 3 典型工程案例分析

### 3.1 北京城市副中心某高层建筑项目

在北京城市副中心某高层建筑项目中, 建设方全面引入智慧工地综合管理平台, 涵盖了视频监控、环境监测、塔吊安全控制、人员定位、劳务实名制管理等多个系统模块。施工现场部署了超过 60 个高清摄像头与 AI 图像识别终端, 实现对塔吊运行、作业层安全、材料堆放等重点区域的全天候可视化监控。

同时, 平台集成 BIM+进度管理系统, 将施工流程与虚拟模型实时对接, 现场进度通过数据自动反馈至平台, 系统根据偏差自动提醒施工管理人员。此外, 该项目还部署了扬尘噪声监测设备, 与喷淋降尘系统联动, 在污染数据超标时自动开启治理装置, 实现智能环保控制。整个智慧工地系统实现了项目管理的数字化、精细化和一体化, 极大提高了安全防控与决策效率。

### 3.2 上海某大型基础设施工程

上海某大型地铁枢纽工程由于工期紧张、施工环境复杂, 对智慧工地技术的依赖尤为突出。该项目在地铁基坑施工期间, 部署了智能监测系统, 对周边建筑物沉降、支护结构位移、基坑水位等关键指标进行 24 小时实时采集与远程监控。一旦监测数据超出安全阈值, 系统立即触发多级预警机制, 并同步发送至现场施工管理 APP, 确保快速响应。

为了保障施工进度, 该项目还应用了物联网与施工调度系统联动的“机械数字化调度平台”, 所有施工设备如挖掘机、混凝土泵车等均安装智能终端, 用于采集使用频率、停工时长与作业区域分布等数据。施工单位可根据实时数据动态调整施工组织计划, 有效减少资源浪费。此外, 施工过程中还利用无人机定期巡航, 结合三维建模, 实现施工现场高精度的影像比对与进度核查, 推动工程高效推进。

### 3.3 深圳智慧园区建设项目

深圳某智慧产业园区项目则在资源调度和绿色施工方面进行了深入的智慧化探索。项目施工采用了智能物流系统, 对所有建筑材料实行电子化采购、进场登记和使用追踪, 实现材料从采购到消耗全过程的数字化管理。系统根据每日施工任务自动生成材料调配清单, 既避免了现场堆料浪费, 也优化了材料运输路线和效率。

在人员管理方面, 项目部署了智慧门禁与工人健康码系统联动的人脸识别系统, 不仅实现实名制管理, 还能监测工人健康状态, 尤其在疫情期间保障了现场施工的连续性与安全性。同时, 该项目重视绿色低碳施工, 现场安装了能耗监测系统和建筑垃圾分类系统, 通过数据分析推动能耗节约和绿色建造目标落地。

## 4 智慧工地技术应用成效评估

### 4.1 提升施工效率与协同能力

智慧工地通过多系统集成,实现了施工流程的数字化协同。项目管理人员可实时掌握现场进度、设备使用、劳务分布等信息,并通过平台即时分发任务、调度资源,避免了传统模式下“信息传递滞后、现场响应不及时”的问题。以北京某写字楼项目为例,通过部署 BIM+智能调度系统,其施工周期较原计划缩短了近 12%,管理人员数量减少 15%,但整体管控效率却显著提升。

同时,施工单位、监理单位、甲方之间的沟通也更加高效。平台支持多端接入,所有审批、问题反馈、验收流程实现线上流转与留痕,减少了中间环节的人为延误。现场遇到的问题可通过拍照、标注、上传的方式进行处理,大大提高了响应速度与闭环效率。

### 4.2 降低安全事故发生率

安全是衡量智慧工地价值的重要维度。智慧工地通过智能安全帽、视频识别系统、边界警示系统等技术,有效杜绝了诸如“违规操作”“未戴安全装备”“误入高危区域”等常见安全隐患。在上海某隧道工程中,施工单位在引入智能预警系统后,仅半年时间内就发现并干预了超过 200 次高空作业违规行为,避免了潜在的人员伤害。

统计数据显示,实施智慧工地技术的项目,在同类型工程中,其安全事故发生率平均下降 30%以上,尤其在高风险作业和夜间施工环境中,预警系统的介入使安全防护更具前瞻性和实时性。相比传统工地,智慧工地已从“事故响应”逐步过渡到“风险预测与主动干预”的新模式。

### 4.3 管理成本与资源利用率优化

通过对人、材、机的智能化管理,智慧工地显著提升了资源利用效率。在深圳某智慧园区项目中,材料进出场全部通过 RFID 扫码与平台同步记录,结合每日施工计划进行精准调度,减少因多次搬运、浪费带来的成本。据统计,该项目的材料利用率提升约 18%,现场库存平均减少 20%,有效降低了堆场占用空间和管理压力。在人力资源方面,通过人脸识别门禁、智能工牌考勤系统,项目实现了对施工人员的精细化管理。在无需增加管理人员数量的前提下,考勤效率提升 30%,并可实现劳务工资的自动计算和结算,降低了人工统计与纠纷成本。如表 1 所示。

表 1 应用成效数据对比表(数据来源于问卷调查)

| 指标类别     | 传统工地平均值 | 智慧工地平均值 | 效益变化(%) |
|----------|---------|---------|---------|
| 施工周期(天)  | 365     | 320     | -12.3%  |
| 安全事故频率   | 5起/年    | 3.4起/年  | -32.0%  |
| 材料利用效率   | 72%     | 85%     | +18.1%  |
| 考勤效率     | 70%     | 91%     | +30.0%  |
| 项目沟通响应时长 | 2天      | 0.5天    | -75.0%  |

## 5 智慧工地技术的未来发展趋势与挑战

### 5.1 智能化技术的深化与普及

未来,智慧工地技术将进一步深化智能化应用,特别是

在人工智能、机器学习等领域的应用。随着技术的不断创新,智能化施工设备将更加普及,如无人机巡检、智能机器人施工等设备将成为常态。这些技术的广泛应用将有效提升施工效率,降低人为错误率,并减少人力成本。同时基于人工智能的数据分析能力,施工过程中的决策将更加智能化和精准化,进一步提升建筑工程管理的效率与质量。智能化技术的普及将推动建筑行业向更加自动化、精准化的方向发展。

### 5.2 数据融合与大数据分析的强化

数据的融合与大数据分析将成为未来智慧工地技术发展的重要趋势。随着物联网、传感器等技术的普及,施工现场将收集大量的数据,这些数据如果能够得到有效融合与分析,将为项目管理提供更有价值的信息支持。通过大数据分析,项目管理人员能够实时掌握施工进度、质量问题和安全隐患,提前预判可能发生的风险,优化资源配置。未来,大数据的全面运用将使得建筑工程管理更加精细化、科学化,有助于实现更高效的项目执行与控制。

### 5.3 技术标准化与管理挑战

尽管智慧工地技术的发展潜力巨大,但在应用过程中仍面临着技术标准化和管理上的挑战。不同建筑项目对智慧工地技术的应用需求不同,导致技术标准和应用模式的缺乏统一,制约了其广泛应用。同时,智慧工地技术的高成本和技术门槛,使得一些中小型建筑企业在实施过程中面临困难。未来,解决这些挑战将是智慧工地技术进一步推广的关键。行业需要加强技术研发与标准化建设,完善配套政策,以促进智慧工地技术的普及和应用,推动建筑行业的整体升级。

## 6 结束语

智慧工地通过集成物联网、BIM、大数据等技术,有效提升了建筑工程的管理效率与安全水平。实践表明,其在进度管控、资源调配和风险预警等方面具有显著优势。未来,随着技术深化与标准完善,智慧工地将在推动建筑业数字化、智能化转型中发挥更大作用,助力行业高质量发展。

### [参考文献]

- [1]李伟娟. 智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用[J]. 大众标准化, 2023(21): 143-145.
- [2]吴彬. 建筑工程管理中智慧工地的应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(33): 38-40.
- [3]赵泽章,丁伟,陈硕,逯艳婷. 基于 BIM5D 技术的智慧工地系统在建筑工程施工管理中的应用[J]. 中国建设信息化, 2023(20): 95-99.
- [4]吴永杰. 智慧工地系统在建筑工程管理中的应用[J]. 新疆有色金属, 2024, 47(2): 105-106.
- [5]刘伟,李平平. 智慧城市视域下建筑工程管理信息化应用探析[J]. 城市开发, 2025(3): 150-152.

作者简介: 高晓明(1988.7—),男,河南省洛阳市人,就职于北京深国高投物流有限公司,工程项目负责人,助理工程师、全国造价员、一级建造师,长期从事建筑工程管理工作。