打造智慧工地深化施工现场安全管理

李健明

五冶集团上海有限公司 上海 201900

摘要：智慧工地作为现代信息技术与建筑施工管理深度融合的创新成果，对深化施工现场安全管理意义重大。通过集成物联网、大数据等前沿技术，它实现对施工现场全方位、实时且智能的监控，涵盖人员、设备、环境及施工过程管理，极大提升安全管理效率与准确性。本文深入剖析智慧工地应用，结合实际案例，提出针对性策略，为提升施工现场安全水平提供有力支撑。

关键词：智慧工地；施工现场；安全管理

1 智慧工地

智慧工地，作为现代信息技术与建筑施工管理深度融合的结晶，正逐渐改变着传统建筑行业的面貌。它巧妙地融合了物联网、大数据、云计算、人工智能等前沿科技，将施工现场打造成一个全面、实时、智能化的监控和管理体系。通过集成各类高精度的传感器、高清摄像头等先进设备，智慧工地能够实时收集施工现场的各类数据，包括环境参数、设备状态、人员行为等。智慧工地的出现，不仅极大地提升建筑施工的效率和安全性，还推动建筑行业的数字化转型和升级，为建筑行业的可持续发展注入新的活力。

2 智慧工地对施工现场安全管理的提升作用

2.1 提高安全管理效率与准确性

智慧工地通过实时监控和数据分析技术，能够迅速捕捉施工现场的安全隐患和违规行为。无论是设备故障、环境异常还是人员操作不当，系统都能在第一时间发出预警信号，提醒管理人员及时处理。这种实时监控和预警机制，极大地提高了安全管理的效率和准确性^[1]。管理人员无需再依赖传统的人工巡查方式，就能迅速响应并采取有效措施，有效防止安全事故的发生。

2.2 实现安全隐患的早发现、早预防、早处理

智慧工地利用先进的传感器和监测技术，对施工现场的各类安全隐患进行实时监控和预警。这些传感器如同施工现场的“眼睛”和“耳朵”，能够敏锐地捕捉到潜在的安全风险。一旦发现异常或潜在危险，系统就会立即发出警报，并通过多种渠道提醒管理人员及时采取措施进行干预。这种早发现、早预防、早处理的机制，有助于将安全隐患消灭在萌芽状态，避免其演化为严重的安全事故。同时智慧工地还能对安全隐患进行追踪和分析，帮助管理人员了解隐患的来源和成因，从而采取更有针对性的预防措施，确保施工现场的安全稳定。

2.3 促进施工现场安全管理的标准化与规范化

智慧工地通过集成先进的管理理念和技术手段，有力地推动了施工现场安全管理的标准化和规范化进程。系统能够按照既定的安全标准和规范，对施工现场的安全状况进行实时监测和评估，确保施工活动严格符合相关要求。这种标准化的管理方式，不仅提高施工现场的整体安全管理水平，还增强施工人员的安全意识和责任感。智慧工地还能为管理人员提供标准化的安全管理流程和操作指南，帮助他们更好地履行安全管理职责。通过这些标准化的流程和指南，管理人员能够更加规范地进行安全管理工作，确保施工现场的安全有序进行。

3 智慧工地在施工现场安全管理中的应用

3.1 关键技术应用原理与方式

3.1.1 物联网技术

物联网通过在施工现场的设备、材料和人员身上部署各类传感器，如温湿度传感器、位移传感器、身份识别传感器等，实现设备与人员实时数据采集。这些传感器将采集到的数据通过无线传输技术，如Wi-Fi、蓝牙、ZigBee等，上传至数据中心，从而实现对施工现场各类要素的实时感知与监控，为后续的数据分析和决策提供基础数据支持。例如，在塔式起重机上安装传感器，可实时监测其运行状态，包括起重量、起升高度、回转角度等参数，一旦参数异常，系统能及时预警。

3.1.2 大数据技术

大数据技术对智慧工地中大量、多样、高速产生的数据进行收集、存储、分析和挖掘。通过对施工过程中的人员行为数据、设备运行数据、环境监测数据等进行深度分析，能够发现潜在的安全隐患和管理问题。利用大数据分析施工人员的违规行为模式，从而针对性地制定培训计划和管理措施；通过分析设备运行数据，预测设备故障发生的可能性，提前安排维护保养，提高设备

运行的安全性和稳定性。

3.1.3 云计算技术

云计算为智慧工地提供强大的计算和存储能力。施工现场产生的海量数据可存储在云端，方便随时随地访问和调用。同时，复杂的数据分析和处理任务可借助云计算的分布式计算能力快速完成。例如，在进行大规模的施工进度模拟和优化时，云计算可在短时间内完成大量数据的运算，为施工决策提供及时准确的支持。而且，基于云计算的软件服务模式（SaaS），使得智慧工地管理系统的部署和更新更加便捷，降低企业的信息化建设成本。

3.1.4 BIM技术

BIM技术用于创建三维建筑信息模型，对建筑工程项目的几何信息、功能要求和性能指标等进行数字化表达。在施工前，利用BIM模型进行施工模拟，可提前发现设计和施工过程中的问题，如空间冲突、施工顺序不合理等，并进行优化。在施工过程中，将BIM模型与实时施工进度、质量、安全等信息关联，实现对施工过程的可视化管理。通过BIM模型直观展示施工现场的安全风险区域，方便制定针对性的防护措施；在安全培训中，利用BIM模型进行虚拟场景演练，提高施工人员的安全意识和应对能力。

3.2 人员安全管理

在施工现场，人员是安全管理的核心要素。智慧工地通过人员定位系统和智能识别技术，实现了对施工人员位置的实时监控和身份的确认。每位进入施工现场的人员都需佩戴特制的智能手环或工牌，这些设备内置有定位芯片和身份识别信息，能够实时传输人员的位置数据和身份信息至智慧工地管理系统。系统通过数据分析，可以实时掌握施工现场人员的分布情况和动态轨迹，有效避免了人员走失、误入危险区域等安全隐患^[2]。智能识别技术还能够对人员的行为进行监测和分析，及时发现并预警违规行为，如未佩戴安全帽、未穿戴防护服等。系统会将违规行为的图像和信息实时发送给安全管理人员，便于他们迅速采取措施进行干预，确保施工现场的人员安全。另外，智慧工地还可以利用大数据分析技术，对施工人员的工作习惯、安全意识等进行评估，为安全管理人员提供有针对性的培训和教育建议，进一步提升施工人员的安全素质和自我保护能力。

3.3 设备安全管理

设备是施工现场的重要组成部分，也是安全管理的重点对象。智慧工地通过设备监控系统，实现了对施工现场各类设备的实时监控和预警。系统能够实时采集设

备的运行数据，如温度、压力、振动等，并通过数据分析技术，对设备的运行状态进行评估和预测。一旦发现设备存在异常或潜在故障，系统就会立即发出警报，提醒维修人员及时进行检查和维修。这种实时监控和预警机制，有效避免了设备故障引发的安全事故，保障了施工现场的正常运行。

3.4 环境安全管理

施工现场的环境因素对安全管理同样至关重要。智慧工地通过环境监测系统，实时采集施工现场的环境数据，如空气质量、噪音水平、温度湿度等。系统能够对这些数据进行实时分析和处理，及时发现环境异常或潜在风险。例如，当空气质量达到预警值时，系统会立即发出警报，提醒施工人员采取防护措施或暂停作业；当噪音水平超过规定标准时，系统会提醒管理人员采取措施降低噪音，保护施工人员的听力健康。智慧工地还可以对施工现场的照明、通风等环境设施进行智能控制和管理，为施工人员提供一个舒适、安全的工作环境。

3.5 施工过程安全管理

施工过程是施工现场安全管理的关键环节。智慧工地通过施工过程监控系统，实现了对施工过程的全面、实时监控。系统能够实时采集施工过程中的各类数据，如施工进度、施工质量、施工方法等，并通过数据分析技术，对施工过程进行评估和优化。智慧工地还可以对施工过程中的安全隐患进行实时监测和预警。例如，当施工人员操作不当或违反安全规定时，系统会立即发出警报，提醒管理人员及时采取措施进行干预；当施工现场出现异常情况或潜在风险时，系统会迅速启动应急预案，组织人员疏散和救援工作^[3]。通过模拟真实的施工现场环境和场景，让施工人员身临其境地感受安全风险和应对措施，提高他们的安全意识和应对能力。

4 智慧工地安全管理的实施策略

4.1 案例项目选取

选取某“国际商业中心”作为典型智慧工地项目进行分析。该项目为大型商业综合体建设项目，总建筑面积达150,000平方米，施工场地占地30,000平方米。项目规划建设一座集购物、餐饮、娱乐、办公为一体的综合性建筑，施工周期预计为36个月。在施工高峰期，施工人员多达800人，现场配备各类大型施工设备120余台，其中包括20台塔吊、30台升降机以及众多混凝土搅拌车、挖掘机等设备，复杂的施工环境与大量的人员设备投入，使得安全管理难度较大。

4.2 智慧工地技术应用过程

在人员管理方面，全面采用基于物联网的人员定位

和智能识别系统。为每位施工人员配备集成定位芯片和生物识别功能的智能安全帽，不仅能实时定位人员位置，还可通过人脸识别验证身份，防止无关人员进入施工现场。在设备管理上，利用传感器对塔吊、升降机等大型设备进行全方位监测，传感器采集的数据通过物联网传输至云平台，运用大数据分析技术对设备运行状态进行评估和故障预测。环境管理方面，部署多个环境监测站，实时采集空气质量、噪音、温湿度等数据，并通过云计算实现数据的快速处理和分析，一旦环境指标超标，系统自动发出预警。施工过程中，运用BIM技术构建三维模型，结合施工进度进行4D模拟，提前发现施工过程中的潜在问题；同时，利用高清摄像头和智能图像识别技术，对施工现场进行24小时监控，及时发现违规操作行为。

4.3 取得成果

通过智慧工地技术的应用，该项目取得显著成果。在项目进度方面，施工过程中的问题提前发现并解决，有效避免了因设计变更、施工冲突等导致的工期延误，项目整体进度提前20%。成本控制上，设备故障预警和精准维护减少了设备维修成本和因设备故障导致的停工损失，材料管理的智能化降低了材料浪费，成本降低了约15%。在质量提升方面，基于BIM的施工模拟和过程监控确保了施工质量符合标准，工程质量验收一次通过率从以往的80%大幅提高至95%。安全管理成果尤为突出，安全事故发生率较传统施工方式降低60%，施工人员的安全意识和自我保护能力明显增强。

5 面临挑战与对策

5.1 技术与成本挑战

智慧工地的构建依托于物联网、大数据、云计算等多元技术的融合，技术集成面临严峻考验。不同技术体系的接口标准、通信协议以及数据格式大相径庭，像物联网设备采集的多样化数据，在与大数据分析平台对接时极易产生兼容性难题，阻碍数据的顺畅流通与深度应用^[4]。同时，智慧工地运转中生成海量敏感信息，涵盖人员身份、位置以及关键施工数据等，网络安全形势紧迫，黑客攻击、数据窃取风险时刻威胁着信息安全。从成本角度看，智慧工地建设前期需投入巨额资金，采购传感器、智能安全帽、环境监测站等硬件设备，以及开展软件系统开发和网络部署工作，给企业带来沉重资金压力。且建成后的运

维阶段，因技术迭代迅速，硬件老化、软件更新频繁，持续的维护成本成为企业长期负担。

5.2 应对策略

为攻克技术集成难题，在项目规划伊始，组建专业技术团队，对引入的各类技术进行全方位梳理与评估，提前识别并化解潜在的兼容性隐患。同时，制定统一且规范的技术标准与接口规范，为不同技术的融合奠定基础。另外，借助专业系统集成商丰富的实操经验，保障技术集成工作的高效与无缝衔接。针对数据安全与隐私保护，采用加密算法对传输及存储环节的数据进行加密，筑牢数据安全防线。通过设置精细的访问权限，确保只有授权人员能够接触特定数据。定期开展安全漏洞扫描与修复工作，部署防火墙、入侵检测系统等网络安全设备，构建多层次的安全防护体系。面对初期高昂投入，企业需制定科学合理的预算规划，采取分阶段投入资金的策略，缓解资金一次性支出压力。在硬件采购时，运用集中采购、与供应商议价等手段降低采购成本，或通过设备租赁方式减少一次性资金占用。软件选型优先考虑成熟、性价比高的智慧工地管理软件，降低开发成本。针对后期维护成本，建立健全维护管理制度，定期对硬件设备进行检查、保养与维修，及时更替老化设备。

结束语

智慧工地开启了施工现场安全管理的崭新篇章，借助多元技术融合，显著提升安全管理效能。尽管当前面临技术整合困境与成本压力，但随着科技进步与实践探索，这些难题将逐步攻克。未来，智慧工地将持续迭代优化，以更完善的安全管理方案赋能建筑施工，为建筑行业迈向安全、高效、可持续发展注入强劲动力，持续推动行业数字化转型进程。

参考文献

- [1]赵晓林.空间信息技术在智慧工地平台建设的集成应用[J].信息通信, 2020,208(04):276-277.
- [2]付立,朱强.高速公路智慧工地信息平台总体框架设计[J].交通世界(工程技术), 2020,000(003):16-18.
- [3]潘存瑞,胡海涛,张雷.智慧工地在建筑工程安全管理中的优势分析[J].智能建筑与智慧城市,2020(12):87-88.
- [4]肖小庆,陈胜德.“智慧工地”理念下施工现场安全管理[J].智能建筑与智慧城市,2020(10):124-125.