

智慧化工地对施工安全管理的作用和意义及发展趋势

刘 勇

云南省交通科学研究院有限公司 云南 昆明 650200

摘要：智慧化工地通过集成物联网、大数据、AI等前沿技术，显著提升了施工安全管理的效率与精度。通过实时监控、数据分析、智能化设备管理和AI智能识别等手段，智慧化工地不仅提高施工安全性，还优化资源配置、提升施工质量和促进了环保与可持续发展。

关键词：智慧化工地；智慧化工地；发展趋势

1 智慧化工地概述

在当今科技迅猛发展的时代，智慧化工地作为建筑行业迈向现代化、智能化的关键创新成果应运而生。智慧化工地依托物联网、大数据、人工智能、云计算等前沿技术构建起一个全面且高效的施工管理体系。通过在施工现场广泛部署各类传感器，如压力传感器用于监测大型施工设备的运行压力、位移传感器实时掌握建筑物关键部位的位移变化、环境传感器密切关注温湿度和有害气体浓度等，实现对工地环境和施工过程的实时感知。这些传感器收集到的数据会借助高速稳定的网络传输至数据处理中心，利用大数据技术进行存储、清洗、整合与分析。经过深度挖掘的数据能够为项目管理提供丰富信息，例如通过分析历史数据预测施工设备可能出现故障的时间点以便提前维护，根据不同施工阶段的能耗数据优化能源分配方案^[1]。

人工智能技术在智慧化工地中发挥着重要作用。智能视频监控系统利用图像识别算法自动识别施工人员的不安全行为，如未佩戴安全帽、违规翻越防护栏等，并及时发出警报；还能对施工质量进行自动检测，比如检测混凝土浇筑面的平整度等。基于BIM（建筑信息模型）技术的三维可视化管理系统则为管理人员提供了直观的项目全貌，可进行施工进度模拟、施工方案优化以及施工过程中的碰撞检查等。智慧化工地在提高施工安全水平、保障工程质量、优化资源配置以及提升管理效率等方面具有显著优势，为建筑行业的可持续发展注入了强大动力，引领建筑行业朝着更加智能、高效、安全的方向发展。

2 智慧化工地对施工安全管理的作用

2.1 提高施工安全性

在建筑施工领域，安全性一直是首要考虑的因素。智慧化工地通过集成现代科技手段，为施工安全提供了前所未有的保障。首先，智能监控系统遍布整个工地，

利用高清摄像头和红外热成像技术，实现对人员活动、设备运作及环境状态的实时监控。一旦监测到异常行为或潜在安全隐患，如工人未佩戴安全帽、设备超负荷运行或施工现场存在火源等，系统会立即发出警报，并自动将相关信息推送至管理人员的手持终端或控制中心，确保能够迅速响应并采取有效措施。另外，智慧化工地还利用物联网技术，为每位工人配备智能穿戴设备，这些设备能够实时监测工人的心率、血压等生理指标，一旦发现异常情况，便会自动报警并提示工人休息或寻求帮助，有效预防因工人身体状况不佳而引发的安全事故。通过这些技术手段的应用，智慧化工地显著提高施工安全管理的效率和准确性，为施工人员营造一个更加安全、可靠的工作环境。

2.2 优化资源配置与提高作业效率

智慧化工地不仅关注施工过程中的安全问题，还致力于优化资源配置和提高作业效率。在传统施工模式下，资源的分配往往依赖于管理人员的经验和直觉，容易导致资源浪费和效率低下。而在智慧化工地中，大数据技术和云计算平台被广泛应用于资源管理和调度。通过收集和分析施工过程中的各种数据，如材料消耗量、设备使用时长、人员工作效率等，系统能够自动生成资源使用报告和调度计划，为管理层提供科学的决策依据。同时，智能调度系统能够根据工程进度和资源状态自动调整作业计划，确保各项资源得到最合理的利用；智慧化工地还引入自动化设备和智能机器人等先进技术，这些设备能够替代人力完成一些繁重、危险或重复性的工作任务，不仅减轻工人的劳动强度，还大大提高作业效率和质量。通过这些措施的实施，智慧化工地实现资源的优化配置和作业效率的显著提升。

2.3 提升施工质量

施工质量是建筑项目的生命线，而智慧化工地正是通过一系列创新技术手段来保障和提升施工质量的。第

一, 智慧工地采用先进的测量和检测技术, 如无人机航拍、激光扫描和三维建模等, 这些技术能够实现对施工现场的高精度测量和实时监测。通过对施工过程中的各项数据进行精准记录和分析, 系统能够及时发现并纠正施工偏差和缺陷问题, 确保工程质量和设计要求的一致性。第二, 智慧工地还引入了BIM(建筑信息模型)技术, 通过构建建筑物的三维数字模型, 实现了对设计、施工和运维等全生命周期的集成管理。BIM模型能够模拟施工过程中的各种场景和条件, 帮助管理人员预测和解决潜在的问题和挑战, 从而提高了施工方案的可行性和可靠性^[2]。第三, 智慧工地还利用大数据技术对施工质量数据进行深度挖掘和分析, 找出影响施工质量的关键因素和潜在规律, 为制定更加科学合理的施工方案和质量控制措施提供有力支持。通过这些措施的实施, 智慧工地不仅提升施工质量的可见性和可控性, 还推动了建筑行业的技术进步和创新发展。

2.4 环保与可持续发展

智慧工地通过引入先进的环保技术和可持续发展理念, 为建筑行业的绿色发展提供了有力支持; 在材料选择方面, 智慧工地倡导使用环保材料和可回收材料。通过大数据分析和供应链优化, 系统能够筛选出符合环保标准的材料供应商, 并实现对材料采购、运输、使用和回收的全生命周期管理。这不仅减少了对自然资源的消耗, 还降低了废弃物的产生和环境污染的风险。在施工过程中, 智慧工地通过智能化管理减少对环境的影响。例如, 智能调度系统能够合理安排施工时间和施工顺序, 避免夜间施工和噪音扰民; 智能监控系统能够实时监测施工现场的空气质量 and 水质情况, 一旦发现超标现象立即采取措施进行整改; 智能节水节电系统能够根据实际需要自动调节用水量和用电量, 降低能源消耗和浪费; 通过建设废弃物分类回收站和引进先进的处理设备, 系统能够实现对废弃物的分类收集、处理和再利用。例如, 将废弃的建筑材料进行破碎、筛分和清洗后作为再生骨料用于道路铺设或混凝土生产; 将废弃的金属、塑料等可回收物进行分离和回收再利用。

3 智慧工地施工安全管理的具体实践

3.1 实时监控与数据分析

在智慧工地中, 实时监控与数据分析是施工安全管理的重要基石。通过部署高清摄像头、环境传感器和物联网设备, 系统能够24小时不间断地收集工地内外的各种数据, 包括人员活动、设备状态、环境参数等。这些数据被实时传输至云端或本地数据中心, 经过先进的数据处理和分析技术, 生成可视化的监控画面和报表,

为管理人员提供全面、准确的施工现场信息^[3]。实时监控不仅能帮助管理人员及时发现并纠正违规行为和不安全状态, 还能通过预测性分析提前预警潜在的安全隐患。例如, 通过分析历史数据和实时数据, 系统可以预测出某个区域或时间段内可能发生的安全事故, 从而提前采取措施进行防范; 数据分析还能为管理决策提供有力支持, 通过对施工进度的跟踪和资源使用效率的分析, 优化资源配置和作业流程, 提高施工效率和安全性。

3.2 智能化人员与设备管理

智慧工地注重人员与设备的智能化管理, 以提升施工安全管理的效率和精度。在人员管理方面, 智能穿戴设备和人脸识别技术被广泛应用; 智能穿戴设备能够实时监测工人的心率、血压等生理指标, 确保工人在良好的身体状态下作业; 同时, 还能通过GPS定位功能实时监控工人的位置和运动轨迹, 防止工人误入危险区域或发生走失事件。人脸识别技术则用于工人的身份验证和考勤管理, 确保只有经过授权的人员才能进入施工现场。在设备管理方面, 智慧工地通过引入物联网技术和智能传感器, 实现了对设备的远程监控和智能调度。系统能够实时监测设备的运行状态和工作效率, 预测设备的维护周期和更换时间; 同时, 还能根据施工进度和资源配置情况, 自动调整设备的工作计划和任务分配, 确保设备的高效利用和合理布局。智能机器人和自动化设备的引入也极大地提高作业效率和安全性, 减少人为因素导致的安全事故。

3.3 安全教育培训与应急预案

通过智能化的培训系统和虚拟现实(VR)技术, 施工人员可以接受更加生动、直观的安全教育和技能培训。VR技术能够模拟真实的施工场景和潜在的安全隐患, 让施工人员在虚拟环境中进行实操演练和应急处理训练, 提高他们的安全意识和应对突发事件的能力。同时, 智慧工地还建立了完善的安全管理制度和应急预案体系。通过制定详细的安全操作规程和应急预案流程图, 明确各级管理人员和施工人员的职责和应对措施; 并定期组织应急演练和事故模拟训练活动, 提高施工人员对突发事件的反应速度和处置能力。另外, 系统还具备实时报警和应急联动功能, 在发生安全事故时能够迅速启动应急预案并通知相关人员进行救援和处置工作^[4]。

3.4 高风险作业的AI智能识别

在智慧工地中, AI智能识别技术被广泛应用于高风险作业的安全管理中。通过引入深度学习、计算机视觉等AI技术, 系统能够对施工过程中的高风险作业进行智能识别和预警。例如, 在高空作业、爆破作业、起重

吊装等高风险作业场景中，系统能够实时监测作业现场的环境条件、人员行为和设备状态等关键信息；并通过分析这些数据与预设的安全规范和标准进行比较判断，从而准确识别出潜在的高风险行为和安全隐患。AI智能识别技术不仅能够及时发出预警，还能够提供针对性的改进建议。当系统识别到某个作业环节存在高风险时，会自动生成详细的分析报告，指出具体问题所在，并提出相应的解决方案或预防措施。这些报告不仅有助于管理人员快速决策和采取措施，还能作为未来施工安全管理的参考依据，不断提升施工安全管理水平。另外，AI智能识别技术还具备自我学习和优化的能力。通过不断收集和分析施工过程中的各种数据，系统能够不断优化识别算法和预警模型，提高识别精度和预警效率。同时，系统还能与施工人员的实际操作经验相结合，实现人机协同作业，进一步提高施工安全性和效率。在实际应用中，高风险作业的AI智能识别技术已经取得了显著成效。例如，在建筑施工中的塔吊作业中，AI技术可以通过监测塔吊的运行状态、风速、吊物重量等参数，实时评估作业风险，并在发现异常情况时及时发出预警信号，有效避免塔吊倒塌等严重事故的发生。在隧道施工中，AI技术可以通过分析隧道壁的稳定性、地质条件等数据，预测可能发生的塌方等风险，为施工提供科学的指导和保障。

4 智慧工地安全管理的发展趋势

4.1 AI、区块链、物联网等技术的深度应用

随着科技的飞速发展，AI、区块链、物联网等前沿技术在智慧工地安全管理中的应用将更加深入和广泛。AI技术将持续在数据处理、模式识别、风险预测等方面发挥巨大作用。通过不断学习和优化算法，AI能够更准确地识别施工现场的各种潜在安全隐患，提供智能化的预警和解决方案；区块链技术凭借其去中心化、透明性高、可追溯性强的特点，将用于建立施工安全的信用体系，确保安全记录的真实性和可靠性，提升整体安全管理水平。物联网技术的深入应用则将实现施工现场万物互联的愿景。通过在施工人员、设备、材料等关键要素上安装传感器和标签，实时采集和传输数据，实现

对整个施工过程的全方位监控。这种无缝的数据流动和智能互联将大大提升安全管理的响应速度和精准度，使得管理者能够更及时地发现并处理安全隐患，确保施工安全^[5]。

4.2 智能化、自动化设备的进一步普及

随着技术的进步和成本的降低，更多的自动化施工设备和智能机器人将投入到施工一线。这些设备不仅能够在危险、繁重的施工任务中替代人力，提高作业效率和安全性，还能通过精确控制施工参数和工艺流程，保证施工质量的一致性和稳定性。随着AI、物联网等技术的不断融合，智能化、自动化设备将变得更加智能化和自主化。它们能够实时感知周围环境的变化，根据施工需求和安全规范自主决策和行动，甚至通过相互之间的协作与通信，形成一个高效、协同的智能施工系统。这样的系统不仅将极大提升施工效率和安全性，还将为建筑行业带来更多的创新和可能性。

结束语

智慧化工地作为建筑行业现代化、智能化的重要标志，不仅提升了施工安全管理的效率和准确性，更为建筑行业的可持续发展奠定坚实基础。随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展，智慧化工地将继续在保障施工安全、提升施工质量和促进资源循环利用等方面发挥重要作用。相信未来的建筑行业将在智慧化工地的引领下，迈向更加智能、高效、绿色的新篇章。

参考文献

- [1]陈建宝.智慧工地技术在建筑工程施工中的应用与优化[J].房地产世界,2024,(12):134-136.
- [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]张先温.许健彬.“互联网+”提升智慧工地安全管理[J].施工企业管理,2017(4):42-44.
- [4]汪庆胜.智慧工地在建筑工程安全管理中的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(33):35-37.
- [5]丁可.智慧工地建设系统及安全管控措施分析[J].黑龙江水利科技,2023,51(10):145-148.