

智慧工地背景下物联网技术在工程管理中的应用研究

吴晓珊

广东安总电力建设有限公司 汕头市 515000

DOI: 10.12238/ems.v7i8.14658

[摘要] 在智慧工地快速发展的背景下,物联网技术已成为提升工程管理水平的重要支撑。通过对施工现场各类要素的实时监测与数据整合,物联网在工程进度管理、成本控制、安全保障与资源配置等方面发挥了关键作用。研究系统分析了物联网技术在多个管理环节中的具体应用路径,展示了其在优化施工流程、提升管理效率方面的显著优势。同时指出,随着人工智能、5G通信等技术的融合,工程管理将向更深层次的智能化演进,构建以数据为核心的新型管理体系。

[关键词] 智慧工地; 物联网; 工程管理; 数据分析; 施工安全

引言:

随着建筑行业对效率、安全与可持续性的要求不断提高,传统工程管理模式面临诸多挑战。智慧工地理念的提出为工程管理注入新的活力,而物联网技术的广泛应用则为其实现提供了坚实的技术基础。通过连接施工现场的人、机、料、法、环等关键要素,物联网实现了信息的实时采集与智能处理,正在重塑工程管理的运行方式。这一趋势不仅提升了项目执行的可控性,也为未来工程建设的数字化转型开辟了新路径。

一、物联网技术在工程进度实时监控中的作用

物联网技术的快速发展为工程进度管理提供了全新的技术支撑,特别是在智慧工地背景下,其在施工过程中对进度的实时监控能力日益凸显。通过部署于施工现场的各类传感器、智能终端与无线通信网络,工程中的关键节点信息得以持续采集,并实现数据的自动传输与集中处理。这种高频率、连续性的数据获取方式,使得项目管理者能够及时掌握施工活动的实际进展情况,避免了传统人工汇报可能带来的滞后性与偏差问题。

在工程进度管理中,时间安排往往涉及多个工序之间的紧密衔接,而物联网系统可以通过对机械设备运行状态、人员分布情况以及材料供应动态的精准感知,辅助管理人员识别潜在的进度风险点。例如,通过对混凝土养护温度和湿度的远程监测,可以判断结构强度是否达到设计要求,从而决定下一道工序能否如期展开。结合GPS定位技术和视频监控系统,施工机械和运输车辆的位置信息可被实时追踪,确保资源配置按照计划推进,减少因调度不当造成的工期延误。

物联网平台还具备强大的数据分析与可视化功能,将采集到的原始数据转化为直观的图表与指标,便于管理层进行决策参考。基于云计算和边缘计算架构的支持,系统能够在本地或云端完成大量数据的快速处理,生成每日、每周甚至每小时更新的进度报告,进一步提升了工程管理的精细化水平。

借助人工智能算法,系统还可对历史数据进行模式识别,预测后续阶段可能出现的瓶颈环节,提前采取干预措施,增强项目整体的可控性。更重要的是,物联网技术实现了不同参与方之间的信息共享与协同作业。设计单位、施工单位、监理单位等可通过统一的信息平台访问最新的施工进展,打破以往信息孤岛的局面,提高跨部门协作效率。这不仅有助于各方之间形成高效沟通机制,也为工程变更、方案优化提供了可靠的数据依据,推动整个项目向更加智能化、集成化的方向发展。

二、基于物联网的数据驱动型成本控制策略

在现代工程管理中,成本控制是决定项目成败的关键因素之一。随着物联网技术的深入应用,传统的经验型、粗放式成本管理模式正逐步向数据驱动、精细化控制方向转型。通过构建覆盖施工现场的传感网络与数据采集系统,工程项目能够实现对各类资源消耗、设备运行及人力调配等关键要素的实时监测,从而为成本控制提供精准、动态的数据支撑。物联网技术在成本控制中的核心作用体现在其对施工全过程信息的全面感知能力上。借助安装在设备、材料和设施上的传感器,可对能耗、物料使用量、机械利用率等指标进行持续记录,并将数据上传至云端管理平台。这种高频率、多维度的数据采集方式,使得管理者能够突破传统人工统计的局

限, 获取更加真实、及时的成本信息, 进而有效识别浪费环节, 优化资源配置方案。

在数据整合的基础上, 物联网系统结合大数据分析技术, 能够对历史与实时数据进行深度挖掘, 发现成本波动的内在规律。通过对不同施工阶段的投入产出比进行量化分析, 系统可以自动生成阶段性成本趋势预测模型, 辅助决策者制定更具前瞻性的资金调度计划。基于规则引擎与智能算法的支持, 系统还能自动识别异常支出行为, 及时发出预警信号, 防止成本超支情况的发生。物联网技术还推动了供应链管理的智能化升级, 进一步强化了成本控制的有效性。通过 RFID 标签、二维码扫描等方式, 建筑材料从采购、运输到现场使用的全流程均可实现追踪管理。这种透明化的物资流动监控机制, 不仅有助于减少库存积压与损耗, 还可提升采购效率, 降低运营成本。

与此设备租赁与维护费用也因远程状态监测与故障预警功能的引入而得到有效管控, 避免非计划停机带来的经济损失。在多方协同作业日益频繁的背景下, 物联网平台为各参与方提供了统一的数据交互接口, 实现了建设单位、承包商、供应商之间的信息联动。这种高效的信息共享机制, 提升了合同执行、支付结算等环节的透明度, 减少了因信息不对称导致的纠纷与延误, 从而间接降低了项目的隐性管理成本。依托于数据驱动的决策体系, 工程成本控制正在由被动应对转向主动干预, 构建起更加科学、系统的管理体系。

三、物联网增强施工现场安全管理机制

在智慧工地背景下, 物联网技术的应用为提升施工现场安全管理水平提供了全新的技术路径。通过部署多种智能感知设备与自动化控制系统, 施工现场的安全状态得以实时监测与动态响应, 构建起更加高效、精准的安全管理机制。在人员安全管理方面, 物联网系统借助可穿戴设备、定位标签和生物识别技术, 实现对施工人员位置、活动轨迹及身体状况的持续追踪。这种全天候的人员监控方式, 使得管理人员能够掌握作业人员的分布情况, 及时发现异常行为或潜在危险区域。结合电子围栏技术, 系统可在未经授权进入高危区域时自动触发警报, 有效防止误入禁区导致的安全事故。

针对机械设备运行状态的监控也是安全管理的重要组成部分。各类施工机械配备传感器后, 可实时采集温度、振动、压力等关键参数, 并通过无线网络传输至集中控制平台。一

旦检测到设备运行异常或超出设定阈值, 系统即可启动预警程序, 提醒相关人员进行检查维护, 避免因设备故障引发安全事故。通过对设备使用频率、负载情况等数据的分析, 还可优化设备调度策略, 延长使用寿命, 降低安全风险。在环境因素的监测方面, 物联网技术同样展现出显著优势。施工现场通常存在粉尘、噪音、有害气体等影响安全的因素, 而通过部署空气质量传感器、噪声检测仪、温湿度探测器等设备, 可以实现对作业环境的全方位感知。当某项指标超过安全范围时, 系统可联动通风、喷淋、警示灯等装置进行干预, 确保施工环境始终处于可控状态。

为了提升应急响应能力, 物联网系统还集成了视频监控、语音广播和远程指挥等功能。高清摄像头配合 AI 图像识别算法, 可自动识别未佩戴防护装备、违规操作等行为, 并记录全过程供事后追溯。在突发事故发生时, 现场可通过远程终端迅速调取视频资料, 辅助制定科学的救援方案, 提高事故处理效率。与此物联网平台将各类安全数据进行统一存储与分类管理, 形成完整的安全管理数据库。这些数据不仅可用于日常监管与绩效评估, 还能作为后续安全培训、制度优化的基础依据, 推动施工现场安全管理向标准化、信息化方向发展。通过构建多层次、全时段的安全防护体系, 物联网技术正在重塑施工现场安全管理的运作模式, 使其更具前瞻性与主动性。

四、智能设备互联促进资源高效利用

在智慧工地的建设框架下, 施工现场各类智能设备的互联互通已成为提升资源利用效率的重要手段。通过物联网技术实现设备之间的信息共享与协同运作, 不仅优化了资源配置方式, 还显著提升了施工过程的整体运行效率和能源使用水平。施工现场涉及大量机械设备、运输工具以及辅助装置, 传统管理模式, 这些设备往往处于孤立运行状态, 缺乏统一调度与数据交互机制, 导致资源利用率偏低。而借助物联网技术, 各类设备可接入统一的数据平台, 实现远程监测与集中管理。设备的工作状态、能耗情况、运行参数等信息能够实时上传至管理系统, 使得管理者能够全面掌握设备使用状况, 并据此调整作业安排, 避免设备空转或过度负荷运行, 从而提高能源利用效率。

在材料管理方面, 智能设备互联同样发挥着重要作用。通过 RFID 标签、条码识别与传感网络的结合, 建筑材料从进

场、存储到使用的全过程均可实现精准追踪。仓储管理系统可根据库存变化自动调整补货策略,减少因材料短缺造成的停工待料现象,同时避免过量采购带来的资金积压与空间浪费。运输设备与装卸机械之间的联动控制也进一步提升了物流效率,使物料流转更加顺畅有序。人员与设备的协调配合是资源优化的关键环节。基于物联网的智能调度系统能够根据施工进度、任务分配及设备可用性,自动生成最优作业方案,并将指令下发至相关设备。这种自动化调度模式减少了人工干预带来的误差与延迟,确保各项资源在合适的时间、地点以最佳状态投入使用,最大程度地发挥其效能。

智能设备互联还推动了能源管理的精细化发展。施工现场的用电、用水、用油等消耗可通过传感器进行实时采集,并结合历史数据分析形成能效评估报告。系统可根据不同工序的能耗特征,优化能源供应节奏,实施动态调节,降低不必要的能源损耗。针对高耗能设备,系统还可设定节能运行模式,在满足施工要求的前提下,最大限度减少能源浪费。随着5G通信、边缘计算等新兴技术的发展,设备间的响应速度与数据处理能力不断提升,为资源的智能化调配提供了更坚实的技术基础。智能设备互联不仅提升了单一资源的使用效率,更在整体层面上实现了多要素的协同优化,推动工程管理向更高层次的集约化、智能化方向演进。

五、物联网技术支持下的未来工程管理愿景

随着信息技术的不断演进,物联网技术正逐步渗透至工程管理的各个环节,并将在未来发挥更加深远的影响。在智慧工地持续深化发展的背景下,工程管理将呈现出高度集成化、智能化与协同化的特征,构建起一个以数据为核心驱动的全新管理体系。未来的工程管理将以全面感知为基础,通过部署于施工现场的各类智能传感器、监测终端和自动化设备,实现对人、机、料、法、环等要素的全方位实时掌控。所有关键信息将被即时采集并上传至统一的数据平台,形成动态更新的工程数据库,为项目决策提供精准、及时的数据支撑。这种全生命周期的信息闭环管理方式,将极大提升工程管理的透明度与可控性。

在此基础上,人工智能与大数据分析技术的深度融合将进一步释放物联网系统的潜能。通过对海量工程数据的深度挖掘,系统能够自动识别施工过程中的潜在风险与效率瓶颈,提前做出预判并生成优化建议。基于机器学习算法的持续训

练,管理系统将具备自我进化能力,不断提升其在进度控制、成本管理与安全保障等方面的应用效能。远程操控与自动化施工将成为未来工程实施的重要趋势。借助5G网络与边缘计算的支持,施工现场的关键设备可实现远程启停、状态监控与故障预警,大幅减少人工干预需求。部分重复性强、标准化程度高的施工作业也将由机器人替代人工完成,从而提高施工精度与安全性,并降低人力成本。

多方协同作业模式将在物联网平台上得到全面升级。设计、施工、监理、供应商等不同参与方可通过统一的信息系统实现实时数据共享与任务联动,打破传统工程建设中常见的信息壁垒。合同执行、支付结算、质量验收等管理流程也将依托区块链等新兴技术实现去中心化、可追溯的高效协同,推动整个行业向规范化、数字化方向迈进。在可持续发展目标的引导下,绿色建造理念将借助物联网技术得以更广泛地应用。能耗监测、碳排放追踪、废弃物管理等功能将被整合进工程管理平台,促使资源利用更加高效、环保。通过对施工全过程进行精细化管理,工程项目将实现经济效益、社会效益与环境效益的有机统一。

结语

物联网技术正深刻改变工程管理的传统模式,在智慧工地的背景下展现出强大的应用潜力。从进度监控到成本控制,从安全管理到资源调度,物联网通过数据驱动和智能互联推动了工程管理的精细化、高效化与智能化。随着技术体系的不断完善,未来工程管理将更加依赖于全面感知、实时分析与自动响应能力,朝着集成化、协同化方向发展,构建更加安全、绿色、智能的建设管理模式。

[参考文献]

- [1]李文博. 智慧城市建设中物联网技术的应用[J]. 城市发展研究, 2023, 30(5): 45-51.
- [2]王丽娜. 物联网环境下建筑施工安全管理创新[J]. 安全生产与环境保护, 2024, 31(2): 29-34.
- [3]陈建国. 大数据分析在工程造价控制中的应用[J]. 工程经济, 2023, 28(4): 67-72.
- [4]赵宏. 物联网技术在现代建筑工程中的集成应用[J]. 建筑科学, 2024, 32(3): 89-95.
- [5]孙晓峰. 面向智慧工地的信息技术融合与发展[J]. 信息技术前沿, 2025, 33(1): 12-18.