

建筑工程施工绿色智能建造与智慧管理的应用

徐 明

中国葛洲坝集团第一工程有限公司 湖北 宜昌 443000

摘 要：在当今追求高效率、高质量及环保的建筑背景下，建筑工程施工正迈向绿色智能建造与智慧管理的新阶段。这种新模式不仅采用环保节能材料和技术，还借助信息技术实现智能化管控，以提升施工效率、保障施工安全、确保建筑品质，并减少对环境的负面影响。该应用响应了可持续发展要求，成为建筑行业转型升级的关键路径，推动建筑领域向更加绿色、智能、高效的方向发展。

关键词：建筑工程施工；绿色智能建造；智慧管理；应用

引言：随着全球对环境保护和可持续发展的日益重视，建筑工程施工领域正经历着一场深刻的变革。绿色智能建造与智慧管理的应用，旨在通过创新技术和科学方法，实现建筑全生命周期的高效、环保和智能化管理。这一变革不仅提升了建筑工程的施工效率和质量，还为构建绿色、低碳、智能的城市环境奠定了坚实的基础，具有重要的现实意义和广阔的应用前景。

1 绿色智能建造与智慧管理的理论基础

1.1 绿色建筑工程的定义及特点

（1）绿色建筑工程的定义：绿色建筑工程是指在建筑全生命周期（规划、设计、施工、运营、拆除等阶段）中，通过科学的规划设计、采用环保材料与节能技术，在满足建筑使用功能的同时，最大限度减少资源消耗（如土地、水、能源等）和环境污染，实现与自然生态和谐共生的建筑工程体系。（2）绿色建筑的功能与美观性：绿色建筑在功能上强调实用性与舒适性的统一，例如通过优化通风采光设计提升室内环境质量，利用可再生能源系统保障能源稳定供应。在美观性方面，其摒弃过度装饰，注重与周边自然环境融合，常采用生态友好的设计元素（如垂直绿化、屋顶花园），使建筑既具现代感又彰显生态美学。（3）绿色建筑对环境的正面影响：绿色建筑能有效降低碳排放，通过节能设备和可再生能源利用减少传统能源消耗；其雨水回收系统、透水铺装等设计可缓解城市内涝，保护水资源；同时，采用环保建材能减少有害气体排放，为生物提供更友好的生存空间，助力生态平衡^[1]。

1.2 智能建造与智慧管理的概念及内涵

（1）智能建造的定义与技术构成：智能建造是依托物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术，结合自动化装备与先进建造工艺，实现建筑工程设计、生产、施工等过程智能化的建造模式。其技术构成包括BIM（建

筑信息模型）技术、装配式建筑技术、智能传感技术、机器人施工技术，可提升建造效率与精度。（2）智慧管理的核心理念与技术应用：智慧管理以“数据驱动决策”为核心理念，通过整合建筑全生命周期数据，实现对建筑运营、维护等环节的智能化管控。其技术应用涵盖大数据分析平台（用于能耗监测与优化）、物联网监控系统（实现设备远程运维）、AI算法（辅助安全风险预警）等。

2 建筑工程施工绿色智能建造的应用

2.1 数字技术在绿色建筑设计中的应用

（1）大数据、人工智能、物联网等技术的应用：大数据技术可汇总建筑所在区域近5年的气候数据、能源消耗统计及周边生态环境信息，为绿色设计提供数据支撑。例如通过分析当地降雨分布规律，优化雨水回收系统的容量设计。人工智能技术能模拟不同建筑布局下的通风效果，自动生成3-5套优化方案，使自然通风效率提升35%以上。物联网技术则在设计阶段预设传感节点位置，为后期建筑能耗监测、室内环境调控搭建基础，实现设计与运营的智能联动，让建筑在全生命周期内保持绿色性能^[2]。（2）BIM技术在绿色建筑设计中的应用案例：某绿色医院项目运用BIM技术构建全专业模型，整合建筑结构、医疗设备、管线布置等数据。设计团队通过BIM模拟建筑全年日照情况，调整病房窗户角度，使70%的病房获得充足自然光，减少照明能耗；同时模拟不同空调系统的运行能耗，最终选择磁悬浮变频空调，较传统系统节能28%。此外，利用BIM碰撞检测功能，提前发现管线冲突点32处，减少施工阶段材料浪费约15吨。

2.2 绿色施工技术的应用

（1）推广可再生能源技术（如太阳能、风能）：施工场地安装200块太阳能光伏板，总功率60kW，日均发电量200kWh，满足办公区与小型机械用电需求，每月减

少电网用电6000kWh。在开阔区域设置2台5kW风力发电机,与太阳能系统互补,阴雨天仍能保障30%的临时用电,可再生能源利用率达施工总用电量的30%。(2)优化能源利用,减少污染排放:对塔吊、混凝土泵车等设备加装变频装置,空载时能耗降低40%。引入10台电动工程机械,替代传统燃油设备,每月减少碳排放60吨。通过智能调度系统合理安排设备使用,避免闲置空转,使机械能源利用效率提升18%。(3)建筑施工过程中废弃物的回收利用:建立建筑垃圾分拣中心,采用磁选与人工分拣结合的方式,废钢筋回收率达92%,熔炼后制成预埋件,节约钢材18吨。碎砖、混凝土块破碎后作为路基填料,用于临时道路铺设,累计利用量1200立方米,减少建筑垃圾外运80车次,降低对环境的影响。

2.3 绿色施工技术的具体实践

(1)施工污水控制技术:构建“沉淀池+过滤池+清水池”三级处理系统,总容积300立方米。施工废水经沉淀去除泥沙后,进入过滤池过滤杂质,再投放净化药剂,处理后的水质达到回用标准,用于混凝土养护、车辆冲洗和场地洒水,日均循环用水量60立方米,年节约用水2.16万吨,实现污水零排放。(2)扬尘控制技术:沿施工围挡设置喷雾降尘系统,配备PM2.5监测仪,监测值超标时自动喷雾,雾粒直径50-80微米,除尘效率达80%。对裸露场地覆盖防尘网,并每周洒水3次保持湿润;运输车辆出场前经冲洗平台清洗,轮胎和车身不带泥上路,使施工区域周边扬尘浓度降低40%。(3)噪音控制技术:对破碎机、空压机等强噪音设备安装隔音罩,降噪量20分贝;在施工场地与居民区之间设置2米高的隔音屏障,采用吸声材料填充,隔声量25分贝。合理安排施工时间,将噪音较大的作业放在8:00-12:00和14:00-18:00进行,夜间和午休时段停止高噪音施工,使周边居民区噪音投诉量下降55%。

3 建筑工程施工智慧管理的应用

3.1 智慧工地管理系统的构成与功能

(1)实时施工数据监控与安全隐患预警:系统整合物联网传感器、视频监控设备及移动终端数据,对施工现场的塔吊运行参数(起重量、幅度、高度)、脚手架荷载、用电线路电流等进行实时采集,数据传输延迟控制在5秒内。当监测到塔吊超载、临边防护破损等异常情况时,系统通过声光报警、手机APP推送等方式同步预警,预警响应时间不超过30秒,较传统人工巡检提前发现隐患的概率提升70%^[3]。(2)工程造价成本的有效控制:系统对接招标文件、合同条款及材料采购数据,建立动态成本数据库。通过BIM模型与实际施工进度比

对,自动核算已完成工程量的成本偏差,当钢筋、混凝土等主材价格波动超过5%时触发预警,辅助管理人员调整采购计划。某商业综合体项目应用该功能后,材料成本超支率从12%降至3.5%,累计节约成本280万元。(3)周界防范与入侵报警系统:沿施工场地周界部署红外对射探测器与高清智能摄像头,形成立体防护网。系统具备人体识别功能,可区分施工人员与外来人员,当非授权人员翻越围挡时,立即启动声光报警并联动监控设备抓拍画面,同时将报警信息推送至安保人员手机,响应时间控制在1分钟内,试运营期间成功阻止12起无关人员闯入事件。

3.2 智慧管理在绿色施工进度监控中的应用

(1)全面监督和收集工程建设项目相关资料:通过云平台实现施工资料的电子化管理,涵盖绿色施工方案、材料环保检测报告、节能设备验收记录等23类文件,支持扫码上传、在线审批与版本追溯。系统自动关联施工节点,当某分项工程完成时,同步提醒上传对应的绿色施工验收资料,资料完整率从传统管理模式的65%提升至98%。(2)实时监测绿色施工进度与资源利用情况:结合GPS定位与物料追踪技术,实时统计太阳能板安装面积、再生骨料使用量等绿色施工指标的完成进度,并与计划进度对比生成偏差分析图。同时监测施工机械的能耗数据,当挖掘机、塔吊等设备单位作业能耗超过定额标准10%时,自动提示操作人员调整作业模式,某项目应用后施工阶段总能耗降低12%。

3.3 智慧管理与绿色建筑评估体系的结合

(1)建立绿色建筑评估体系的重要性:绿色建筑评估体系(如LEED、GB/T50378)通过量化指标(节能率、水资源利用率、室内环境质量等)衡量建筑的绿色性能,是推动建筑行业可持续发展的重要抓手。科学的评估体系可引导企业采用环保技术,提升建筑全生命周期的生态效益,同时为业主提供清晰的绿色性能参考,促进绿色建筑的市场认可与推广。(2)智慧管理在评估体系中的应用与实践:智慧管理系统将评估体系的11类一级指标、33类二级指标转化为可监测数据项,通过传感器与物联网技术自动采集建筑能耗、碳排放、室内温湿度等数据,生成实时评估报告。某绿色酒店项目通过该系统对接国内绿色建筑评价标准,实时追踪“节能与能源利用”指标的达标情况,针对不达标项(如空调系统能效)自动推送优化方案,最终使项目提前3个月达到二星级绿色建筑标准,评估效率提升60%^[4]。

4 绿色智能建造与智慧管理应用案例分析

4.1 案例选择与背景介绍

本次案例为某绿色低碳社区项目，位于我国东部沿海城市，总建筑面积12万平方米，包含8栋住宅楼及1栋社区服务中心。该项目是当地首批“近零能耗建筑”试点工程，于2021年11月开工，2023年9月竣工。项目以“被动优先、主动优化”为原则，融合绿色智能建造技术与全周期智慧管理模式，旨在探索城市住宅社区的低碳化建设路径，为同类项目提供实践参考。

4.2 案例实施过程与具体举措

(1) 数字技术方面，项目采用BIM+GIS技术构建三维模型，整合地形地貌、管线分布等数据，优化建筑布局以提升通风采光效率；引入AI优化算法，模拟不同户型的能耗差异，最终选定的户型设计使冬季供暖能耗降低30%。(2) 绿色施工技术方面，现场安装1500平方米太阳能光伏板，为临时用电设备供电，累计发电量达8万度；采用轻质隔墙板等绿色建材，减少传统黏土砖使用量约20万块；建立水循环系统，将雨水及施工废水处理后用于场地洒水和混凝土养护，节水率达40%。(3) 智慧管理系统方面，部署了施工管理平台，通过物联网设备实时采集人员考勤、材料消耗、设备状态等数据：利用智能安全帽定位施工人员，危险区域闯入时立即报警；通过物料追踪系统监控钢筋、水泥等材料的进场与使用，减少浪费约15%；对塔吊等大型设备加装远程监控模块，提前预警故障隐患12起。

4.3 案例效果评估与经验总结

4.3.1 效果评估

节能降耗方面，项目施工阶段碳排放较传统工艺减少35%，运营阶段综合能耗比普通住宅低52%，年节约标准煤约800吨；施工效率上，BIM技术应用使图纸会审时间缩短50%，智慧管理系统减少返工率25%，整体工期提前45天；工程质量方面，结构实体检测合格率100%，室

内环境污染物浓度检测全部达标，获评市级优质工程。

4.3.2 经验与改进建议

(1) 成功经验包括：一是将绿色理念融入设计源头，通过被动式设计减少能源需求；二是采用“技术包”模式整合数字技术与绿色施工工艺，确保协同落地；三是建立施工方与运营方的数据对接机制，实现全周期管理。(2) 不足之处在于：部分智能设备兼容性不足，数据共享存在壁垒；可再生能源在极端天气下供应不稳定，影响施工进度。(3) 改进建议：选择标准化接口的智能设备，搭建统一数据中台；配套建设小型储能设备，优化能源调度方案；加强技术人员培训，提升系统运维能力。

结束语

综上所述，建筑工程施工中的绿色智能建造与智慧管理已成为推动行业转型升级的关键力量。通过融合先进技术与环保理念，我们不仅在提升工程效率与质量上取得了显著成效，更在节能减排、生态保护方面迈出了坚实步伐。未来，随着技术的不断进步和创新，绿色智能建造与智慧管理将持续引领建筑行业走向更加绿色、智能、可持续的发展道路，共创美好未来。

参考文献

- [1]邱德功.基于绿色施工理念的建筑工程管理创新模式分析[J].砖瓦世界,2022(23):73-75.
- [2]丁洪.绿色施工理念下的建筑工程管理模式创新路径[J].砖瓦,2022(11):92-94.
- [3]曹涵瑜,张天星,王帅帅,等.绿色施工理念下的道路工程管理模式创新研究[J].运输经理世界,2021(5):43-44.
- [4]柴珊珊.绿色施工理念下的建筑工程管理模式创新思考[J].城镇建设,2021(3):58-60.