

智能化技术在建筑工程中的应用与发展前景

周恒庆

360481*****3215

摘要: 智能化技术是推动建筑工程从传统模式向数字化、精细化转型的核心驱动力,能有效解决工程效率低、质量管控难、资源消耗大等问题。当前建筑工程中智能化技术应用虽有突破,但仍存在技术落地不深、协同性不足、行业适配性欠缺等问题,制约其价值释放。本文聚焦智能化技术在建筑工程中的应用与发展前景,梳理当前技术应用的现状短板与工程需求,分析主流智能化技术的应用场景与实践路径,探索技术在工程全周期的融合应用模式,研究技术应用面临的挑战及突破方向,展望未来技术发展前景,旨在为推动智能化技术深度赋能建筑工程、提升行业整体效能提供理论支撑,助力建筑工程高质量发展。

关键词: 智能化技术; 建筑工程; 应用场景; 全周期融合; 发展前景

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 12. 034

引言

建筑工程作为国民经济重要支柱产业,正面临效率提升、质量优化、绿色低碳等多重需求,传统依赖人工经验的管理模式已难以满足新时代发展要求。智能化技术凭借数据感知、智能分析、自动控制等优势,为建筑工程解决施工粗放、运维低效、风险难控等痛点提供了新路径。当前建筑工程中,部分项目已引入智能监测、BIM 协同、智能设备等技术,但整体应用仍处于碎片化阶段,技术间缺乏有效联动,未形成全流程智能化体系。随着“新基建”“数字中国”战略推进,建筑行业对智能化的需求日益迫切,探究智能化技术的应用与发展前景,明确技术落地逻辑与未来方向,对推动建筑工程数字化转型具有重要意义,本文从现状分析、应用实践、前景展望等方面展开,为行业实践提供参考。

1 智能化技术在建筑工程中的应用现状及需求

1.1 技术应用常见问题

当前智能化技术在建筑工程应用中存在多方面常见问题。部分项目引入智能化技术仅停留在表面,如仅用智能监控设备替代传统监控,未与工程管理流程深度融合,无法发挥技术对质量、进度的管控价值。不同智能化技术间协同性差,如智能感知设备采集的数据无法直接对接人工智能分析系统,需人工二次录入,导致数据利用效率低。此外,部分智能化技术与建筑工程实际需求适配性不足,如某些智能调度系统仅适用于大型项目,在中小型项目中因成本高、操作复杂难以推广,制约技术普及。

1.2 全周期管理核心需求

建筑工程全周期管理对智能化技术提出明确核心需求。在工程前期,需通过智能化技术实现设计方案的优化与模拟,如利用参数化设计减少设计缺陷,通过性能模拟预判工程潜在风险,提升设计科学性。施工阶段要求智能化技术实现过程管控,如通过智能监测实时掌握施工质量、通过智能调度优化资源配置,减少施工延误与成本超支。运维阶段需智能化技术支撑设施管理,如通过智能巡检及时发现设备故障、通过能耗监测实现节能优化,延长建筑使用寿命,降低运维成本,实现工程全周期价值最大化。

1.3 行业转型新要求

行业转型背景下,智能化技术应用面临多方面新要求。从技术深度看,需突破单一技术应用,实现多技术融合,如将智能感知、人工智能、BIM 技术结合,构建一体化智能管理体系,提升技术综合效能。从覆盖范围看,要求智能化技术从核心工程环节向全流程延伸,覆盖勘察、设计、施工、运维、拆除全周期,而非局限于某一阶段。从绿色发展看,需通过智能化技术助力低碳目标,如利用智能能耗监测系统优化能源使用,通过智能施工设备减少污染排放,符合建筑行业绿色转型需求。

2 建筑工程中主流智能化技术的应用场景

2.1 智能感知技术在质量与安全监测中的应用

智能感知技术在工程质量与安全监测中,通过实时采集数据实现精准管控。在质量监测方面,将传感器嵌入建筑构件,如在混凝土结构中安装应力传感器,实时

监测混凝土强度发展情况,确保施工质量符合标准;在钢结构施工中,通过位移传感器监测构件变形,避免因变形超标影响工程质量。在安全监测方面,在深基坑、高边坡等高危区域部署倾角传感器、振动传感器,实时监测边坡稳定性、基坑沉降情况,当数据超出安全阈值时,系统自动发出预警,提醒管理人员采取防护措施,防范坍塌、滑坡等安全事故。

2.2 人工智能技术在进度与成本管控中的应用

人工智能技术在工程进度与成本管控中,通过数据分析提升管理精度。在进度管控方面,人工智能系统整合历史项目进度数据与当前工程参数,构建进度预测模型,可预判各工序完成时间,当实际进度滞后计划时,自动分析滞后原因,如人员不足、设备故障,并生成调整方案,如增加施工班组、调配备用设备。在成本管控方面,人工智能技术通过分析材料价格波动、人工费用变化等数据,建立成本动态监控模型,实时对比计划成本与实际成本,识别成本超支风险,如材料浪费、费用异常支出,并推送成本控制建议,帮助管理人员及时优化成本方案。

2.3 智能控制技术在设备与现场管理中的应用

智能控制技术在施工设备与现场管理中,通过自动化操作提升效率与安全性。在施工设备管理方面,智能控制技术实现设备自动化运行,如智能塔吊通过预设程序自动完成物料吊装,减少人工操作误差;智能混凝土搅拌设备根据施工需求自动调整配比与搅拌时间,确保混凝土质量稳定。在现场管理方面,智能控制技术用于现场环境管控,如智能喷淋系统根据粉尘浓度自动启动降尘,智能照明系统根据光线强度调节亮度;同时,通过智能门禁系统管控人员与车辆进出,防止无关人员进入施工区域,提升现场管理规范性。

3 智能化技术在建筑工程全周期的融合应用路径

3.1 设计阶段融合应用

智能化技术在工程设计阶段的融合应用,聚焦方案优化与效率提升。参数化设计技术通过设定设计参数自动生成多种设计方案,设计师可快速对比不同方案的合理性,如建筑体型、空间布局,减少重复设计工作。性能模拟技术与设计流程融合,在设计过程中实时模拟建筑能耗、日照、通风情况,如模拟不同窗墙比对建筑能

耗的影响,帮助设计师优化设计参数,提升建筑绿色性能。此外,BIM技术与智能化设计工具结合,实现多专业协同设计,各专业设计师在同一模型中同步设计,自动检测碰撞冲突,减少后期设计变更。

3.2 施工阶段融合应用

智能化技术在施工阶段的融合应用,围绕高效施工与精准管控展开。智能调度系统整合施工人员、设备、材料数据,根据施工进度自动分配资源,如根据工序需求调度施工班组与机械设备,避免资源闲置或短缺。无人化施工技术与施工流程融合,如无人摊铺机、无人压路机协同完成路面施工,减少人工干预,提升施工精度与效率;无人机用于施工进度巡检,快速获取现场施工情况,及时发现进度偏差。同时,施工阶段的智能化技术与质量安全管理融合,如智能监测数据实时传输至管理平台,管理人员可远程监控施工质量与安全状况,实现施工全过程可控。

3.3 运维阶段融合应用

智能化技术在运维阶段的融合应用,为建筑长效运营提供支撑。智能巡检技术通过机器人与传感器结合,实现设施自动巡检,如管道巡检机器人深入管道内部检测破损情况,电梯智能巡检设备自动检查运行参数,减少人工巡检盲区与安全风险。能耗优化方面,智能化技术整合建筑能耗数据,如空调、照明、设备能耗,通过智能算法优化能源使用,如根据人员分布调整空调运行区域,根据光线变化调节照明亮度,降低建筑整体能耗。此外,智能化运维平台整合设备维护数据,自动提醒设备维护周期,记录维护过程,实现设备全生命周期管理。

4 智能化技术在建筑工程应用中的挑战及突破方向

4.1 技术层面:协同与互通挑战及突破

技术层面,多技术协同与数据互通是主要挑战。不同智能化技术来自不同供应商,系统接口不统一,导致数据无法顺畅传递,如智能感知设备数据难以导入人工智能分析系统。突破方向在于构建统一技术标准,行业层面制定智能化技术数据接口规范,确保不同技术的数据格式兼容;同时,开发集成化技术平台,将智能感知、人工智能、BIM等技术整合到同一平台,实现数据实时共享与技术协同,如平台内感知数据可直接用于人工智能分析,分析结果可反馈至施工控制环节。

4.2 管理层面：人员与制度挑战及突破

管理层面，人员能力与制度适配面临挑战。部分工程管理人员缺乏智能化技术应用能力，难以熟练操作智能管理系统；同时，现有管理制度未适配智能化技术应用，如传统审批流程无法满足智能化技术快速决策需求。突破方向在于加强人员培训，构建分层培训体系，针对管理人员开展技术应用与管理融合培训，针对技术人员开展专业技能培训；同时，优化管理制度，建立适配智能化技术的管理流程，如简化智能系统生成方案的审批环节，明确智能化技术应用的责任分工，提升管理效率。

4.3 行业层面：标准与成本挑战及突破

行业层面，标准缺失与成本平衡是关键挑战。当前智能化技术应用缺乏统一行业标准，如智能监测数据的评判标准、智能化系统的验收规范，导致技术应用质量参差不齐。突破方向在于加快标准制定，行业协会与监管部门联合制定智能化技术应用标准，明确技术要求、应用流程与验收指标；在成本方面，通过技术创新降低智能化设备与系统成本，如研发低成本智能传感器，推广轻量化智能管理平台；同时，政府可出台补贴政策，支持企业引入智能化技术，缓解成本压力，推动技术普及。

5 智能化技术在建筑工程中的发展前景展望

5.1 技术融合趋势：多技术深度协同方向

未来，多智能化技术深度协同将成为重要发展方向。智能感知、人工智能、数字孪生等技术将实现深度融合，构建“感知 - 分析 - 决策 - 执行”一体化智能体系。例如，数字孪生模型整合智能感知数据，实时映射建筑工程状态；人工智能技术基于模型数据进行分析决策，生成优化方案；智能控制技术根据方案自动执行操作，如调整设备运行参数、优化施工流程。这种多技术协同模式将打破技术壁垒，提升智能化技术的综合效能，实现建筑工程全流程智能化管控。

5.2 场景拓展趋势：向全产业链延伸前景

智能化技术将向建筑工程全产业链延伸，覆盖更多应用场景。从上游勘察环节，智能化勘察设备可自动采集地质数据并生成分析报告；中游建材生产环节，智能生产线实现建材质量实时监测与生产过程优化；下游工程服务环节，智能化技术用于工程咨询、监理，如智能监理系统自动核查工程质量与进度。此外，智能化技术还将延伸至建筑拆除与回收阶段，通过智能检测评估建

筑构件可回收性，实现资源循环利用，形成建筑工程全产业链智能化生态。

5.3 价值升级趋势：推动绿色化与低碳化前景

智能化技术将推动建筑工程绿色化与低碳化价值升级。在节能方面，智能化能耗管理系统可精准控制建筑能源使用，如智能调控空调、照明系统，减少能源浪费；在减排方面，智能施工设备采用新能源动力，降低碳排放，智能监测系统实时监控施工污染排放，确保达标。同时，智能化技术助力建筑碳足迹追踪，通过数据记录建筑全周期碳排放情况，为碳减排方案制定提供依据，推动建筑工程向低碳化转型，符合“双碳”目标下行业发展需求。

6 结论

本文围绕智能化技术在建筑工程中的应用与发展前景展开研究，梳理了技术应用现状与需求、主流技术应用场景、全周期融合应用路径、应用挑战及突破方向与发展前景。研究表明，当前智能化技术应用存在落地不深、协同不足等问题，难以充分赋能建筑工程；通过在设计、施工、运维全周期融合应用智能感知、人工智能、智能控制等技术，可显著提升工程管理效能；而解决技术协同、人员能力、行业标准等问题，是推动技术深度应用的关键。未来，多技术协同、全产业链延伸、绿色低碳化将成为智能化技术发展核心方向。本文研究为技术应用提供理论参考，但未针对特殊建筑类型（如超高层建筑、古建筑）的智能化应用展开分析。后续可结合特殊建筑特点，细化技术应用方案，提升研究成果的实践适用性，助力建筑工程智能化转型。

参考文献

- [1] 刘铭扬. 建筑工程质量检测中信息化智能化技术的应用研究[J]. 中国建设信息化, 2025, (20): 62-65.
- [2] 席阁. 智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (27): 43-45.
- [3] 韩宁. 智能化技术在建筑工程管理中的应用[J]. 价值工程, 2025, 44(27): 162-165.
- [4] 钟凌峰, 宋斌. 建筑工程管理中智能化工程管理技术的应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (26): 56-58.
- [5] 刘琳. 建筑工程管理中的智能化工程管理技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (25): 66-68.