智能建造技术在建筑工程质量管理中的应用

吴　欢

中水北方勘测设计研究有限责任公司　天津　300222

摘　要：将新一代信息技术融入传统建造体系形成的智能建造，为建筑工程质量管理提供了全新的技术路径，针对传统质量管理依赖人工抽检存在的信息滞后、覆盖不足、精度偏低等固有弊端，从技术层面重构了质量管理的运行逻辑，可推动工程质量管理从被动整改转向主动防控、从粗放管控转向精准管理。结合核心应用技术梳理其应用路径，可为建筑工程质量管理的智能化升级提供实践参考。

关键词：智能建造；建筑工程；质量管理；数字化管控；施工优化

引言：建筑行业想要完成转型升级，往往需要新一代信息技术跟传统建造环节做深度融合，工程质量算是建筑工程里面的核心生命线，它的管理水准，会直接影响项目的使用安全，还有项目的综合效益；以往的质量管理方式，已经很难适配现代复杂建筑工程的管控要求，化解旧模式当中存在的各类不足，把质量管理的实际效能往上提升，就成了行业发展阶段当中亟待处理的现实难题，智能建造相关技术的落地运用，也给建筑工程质量管理的创新发展，带来全新的发展思路。

1 智能建造与工程质量管理概述

智能建造是依托人工智能、大数据、物联网、BIM等新一代信息技术，对传统建造全流程进行智能化升级的新型建造方式，贯穿工程设计、施工、运维全生命周期，通过数据打通实现建造资源的优化配置与生产效率提升。工程质量管理是保障工程符合安全标准、满足使用需求的核心管理工作，传统质量管理依赖人工抽检，存在信息滞后、覆盖不足等弊端。智能建造与工程质量管理的融合，借助实时传感采集、智能分析预判等技术，可实现质量问题的早发现早处置，推动工程质量管理从被动整改向主动防控、从粗放管理向精准管控转型，为工程建设质量提供全方位技术支撑[1]。

2 智能建造技术应用于工程质量管理的核心优势

2.1 实现质量管控的前置化与动态化

传统建筑工程质量管理以阶段性验收和完工核验为主要手段，属于典型的事后管控模式，施工过程中产生的工艺偏差、材料缺陷、工序衔接问题无法被及时发现，往往在质量问题成型后才开展整改处理，不仅会增加施工返工成本、延误施工进度，还会留存隐蔽性质量隐患。智能建造技术重构了质量管理的时间逻辑，将质控重心从事后核查转移至事前预判与事中管控。在施工前期，可依托数字化模型完成施工方案模拟推演，预判不同施工环节可能出现的质量风险，提前优化施工工艺与施工流程；在施工过程中，通过各类智能传感设备、可视化监测设备，实时采集施工工艺参数、结构形变数据、材料性能数据等核心信息，实现对施工全过程的动态追踪。一旦监测数据超出标准阈值，系统可自动触发预警，辅助技术人员及时调整施工参数、修正施工偏差，从源头规避质量缺陷，实现质量问题的前置化防控。

2.2 提升质量管控精度与标准化程度

传统人工质控模式存在显著的主观性差异，不同管理人员的专业能力、施工经验、判断标准存在区别，对同一施工工序、施工质量的判定结果极易出现偏差，导致工程质量管控标准难以统一，细微的施工误差容易被人工忽略，进而影响整体工程品质。智能建造技术依托统一的数字化质控标准，替代人工主观判断，实现质量判定的标准化、精准化。各类智能监测设备可实现毫米级的数据采集精度，能够精准捕捉结构沉降、构件形变、工艺尺寸偏差等人工无法识别的微小质量问题。同时，数字化系统可将行业施工标准、工艺规范转化为量化数据模型，所有施工环节的质控判定均以量化数据为依据，彻底规避人为判定带来的随意性与差异性，让各工序、各环节的质量管控标准高度统一，大幅提升工程质量的整体均衡性与稳定性[2]。

2.3 打通全流程数据壁垒，实现闭环管控

传统建筑工程施工的各个流程，普遍存在数据信息割裂的问题，设计、施工、质控、验收等环节的数据单独储存，难以实现互通共享，施工质量相关数据无法有

效追溯，出现质量问题时，很难精准定位问题成因与责任环节，难以形成完整的质量管控体系。智能建造技术依托数字化整合工程全周期数据，统一收纳各类施工与质检数据，实现数据实时留存、同步更新，可完成质量溯源与整改优化，逐步形成全流程、可迭代的施工质量管控闭环。

2.4 拓展质量管控覆盖面，降低人为管控风险

现代建筑工程的施工工序较为繁杂，整体结构形式也相对复杂，存在较多高空、深部及隐蔽施工区域，传统人工巡检会受到空间、视野和作业时长的限制，很难实现全域质量排查，容易遗留隐蔽工程的质量隐患。智能建造技术可以借助传感监测、三维建模、无人机巡检等方式，完成施工区域的全方位常态化监测，能够有效弥补人工巡检的不足；智能设备也可替代重复性人工质控工作，减少人为疏漏与主观失误，进一步提升工程质量管控的稳定程度。

3 智能建造技术在建筑工程质量管理中的具体应用

3.1 BIM 数字化建模技术的全域质控应用

BIM 数字化建模技术是智能建造体系当中较为关键的基础技术，该项技术采用三维数字化模型替代传统的二维施工图纸，能够对建筑工程各项建设要素完成数字化还原，可为工程质量管控提供直观的可视化支撑，整体应用流程可以贯穿设计交底、施工模拟、工序管控以及验收核对等多个施工阶段。在工程前期的质量管控工作中，技术人员可以利用 BIM 模型对建筑结构、管线布局、设备安装内容开展三维复核，能够有效排查二维图纸难以暴露的管线碰撞、尺寸偏差、工序衔接不合理等设计问题，图纸优化工作可以提前落实，能够从设计源头减少后续施工产生的质量隐患。

BIM 模型还可以对整体施工流程进行仿真推演，能够模拟不同施工工艺与施工顺序带来的建设效果，可提前排查结构变形、施工误差、工序冲突等质量风险，施工方案和工艺参数能够根据模拟结果完成优化，可为现场质量管控提供规范依据。施工开展期间，BIM 模型能够完成可视化工艺交底，把复杂的施工流程和工艺标准转化为动态三维展示，方便施工人员把握施工规范，减少操作偏差；模型数据可以和现场构件尺寸、结构状态、工艺参数实时对比，能够快速识别施工误差，墙体砌筑、梁柱浇筑、管线预埋等关键工序，也可通过预设质控节点完成精细化管控。在竣工验收阶段，三维模型与现场实测数据的对比核验方式，能够替代传统人工逐项核查的粗放模式，可以有效提升验收精度与工作效率，保障整体工程质量符合设计规范要求[3]。

3.2 智能传感与实时监测技术的动态质控应用

智能传感实时监测技术，是建筑工程开展施工动态管控、质量隐患实时预警的关键技术手段，该技术可在建筑主体结构、施工设备以及现场作业区域布置各类高精度传感设备，能够全天候采集施工过程与结构运行的各项核心数据，对工程质量隐患做到提前识别、实时预警与及时整改。目前建筑工程质量管理所使用的智能传感设备，包含位移传感设备、应力传感设备、沉降传感设备以及温湿度传感设备等，能够全面覆盖结构变形、地基沉降、混凝土养护状态、施工荷载以及现场环境参数等多项核心质量监测指标。

在地基基础工程的质量管控环节，现场布设的沉降与位移传感器，能够持续捕捉地基土体的沉降数值与边坡位移变化情况，可以实时掌握地基施工的整体稳定状态，能够及时捕捉地基不均匀沉降、边坡细微变形等隐蔽性质量问题，有效规避地基变形问题诱发的主体结构质量缺陷。在混凝土施工的质控工作中，温湿度传感器可以持续采集混凝土浇筑、养护阶段的环境温湿度数据与构件内部温度变化，能够精准把控混凝土养护的环境条件与养护周期，减少温差超标造成的混凝土开裂、结构强度不达标等常见质量病害。

在建筑主体结构施工阶段，应力、应变传感器可以持续监测梁柱、楼板、剪力墙等核心承重构件的受力和变形状态，能够动态掌握结构受力的变化规律，可及时识别结构受力异常、构件变形超限等质量隐患。所有现场监测数据，均可实时上传至数字化管控平台，平台会自动完成数据的整理、统计与分析，一旦监测数值超出预设标准范围，设备可及时触发声光预警，帮助管理人员快速开展隐患处置工作，以此实现建筑施工全流程的动态化、精准化质量管控[4]。

3.3 三维激光扫描技术的精准核验应用

三维激光扫描技术具备测量精度高、无需接触测量、整体覆盖性强的应用特点，能够快速完成建筑实体结构的三维信息采集与模型重建工作，可以有效弥补传统人工测量方式存在的精度不足、覆盖范围有限、作业效率偏低等质控短板，在建筑工程实体质量核查、结构变形检测、竣工实测实量等质量管控场景中，有着较为普遍的应用。该技术可以对施工现场已完工的建筑构件进行快速扫描，能够精准获取构件尺寸、结构形态、空间位置等海量点云数据，经过系统化的数据处理之后，即可生成和现场实体情况完全匹配的三维实景模型。

施工现场生成的三维实景模型，可与 BIM 设计模型开展叠加对比分析，能够精准排查构件尺寸误差、墙体平整缺陷、梁柱垂直偏差、管线安装偏移等各类施工质量问题；该项检测方式可以达到毫米级的检测精度，能够识别传统人工测量难以察觉的细微施工缺陷，让实体工程质量核验的精准程度得到明显提升。对于建筑隐蔽部位、高空构件以及造型复杂的曲面结构等人工检测难度较大的区域，三维激光扫描技术可以实现全方位无死角的数据采集，能够完整掌握隐蔽工程的实际施工质量，有效填补传统质控模式存在的检测盲区。

同时，该技术能够快速采集、整理竣工阶段的工程数据，可搭建完整的建筑实体数字化档案，能够替代传统纸质验收材料，实现工程质量数据的长期保存与动态溯源，为建筑后期运维管理、结构检修工作提供可靠的数据依据。除此之外，通过比对不同施工阶段的扫描数据，技术手段可以持续监测建筑结构的变形变化规律，能够长期跟踪工程整体质量的稳定状态，进一步落实建筑工程全周期的质量管控工作。

3.4 大数据与智能分析技术的风险预判应用

大数据与智能分析技术，可以为建筑工程质量的主动防控、智能研判提供重要技术支撑，该技术能够对施工全流程产生的各类质量数据开展深度挖掘与综合分析，能够打破传统质量管理依靠人工经验判断的固有局限，让质量风险预判工作更加科学、规范。建筑工程在施工推进的全过程中，会持续产生工艺参数、现场监测数据、质量检测结果、问题整改台账等多样化质控信息，传统管理模式很难对这类海量数据进行系统整理与有效利用，很多隐蔽性的质量风险也就难以被及时发现。

大数据技术能够对来源繁杂、类型不一的质控数据进行统一整合、筛选分类与智能解析，可搭建适配工程场景的质量风险研判模型，能够从繁杂数据中提炼施工质量的变化规律与潜在风险特征。系统可以依托历史施工质量资料、缺陷整改记录以及各类监测异常数据开展智能学习，能够精准总结不同施工工序、不同施工工艺对应的高频质量问题和诱发原因，能够提前预判后续施工环节可能出现的质量隐患，同步输出风险预警信息与防控对策，让质量管理模式从传统的事后处置，逐步转变为事前预判的主动管控模式。

数据分析工作还可以梳理施工工艺、现场环境、设备工况、人员操作等要素和工程质量之间的关联关系，能够精准筛选出影响施工质量的关键因素，为施工工艺优化、质控重点调整提供可靠的数据参考。以混凝土施工管控为例，各类环境数据、养护记录与强度检测数据的综合分析，可以确定不同施工环境下最适配的施工及养护参数，能够有效降低混凝土开裂、强度不达标等质量问题的发生概率。同时，该技术可动态评估质量管理工作成效，可根据数据分析结果优化质控节点与管控强度，稳步提升建筑工程质量管理的精准性与实效性[5]。

结束语：智能建造体系依托各类新一代信息技术，可从管控逻辑、管控形式与覆盖范围等层面，改良传统建筑工程质量管理模式，可实现质量风险的提前研判与动态防控，也能形成全流程闭环管控体系，有效弥补传统人工管控的诸多缺陷；该技术的工程应用仍处在持续完善阶段，可结合不同工程的实际管控需求持续优化适配方案，逐步提升建筑工程的质量管理水平。

参考文献

[1] 王诗鑫. 智能建造技术在建筑工程质量管理中的应用 [J]. 住宅与房地产,2026(2):59-61.

[2] 丁影影. 智能建造技术在建筑工程管理中的应用研究 [J]. 居业,2026(3):228-230.

[3] 杜磊. 智能建造技术在建筑工程质量管理中的应用 [J]. 工程与技术研究,2026,9(2):61-64.

[4] 王国强. 智能建造技术在建筑工程管理中的应用 [J]. 建材发展导向,2026,24(1):106-108.

[5] 王卫东. 智能决策技术在建筑工程质量管理中的应用与优化 [J]. 广州建筑,2026,54(2):84-88.