

建筑施工全过程数字化设计与智能施工联动机制

王伟强

江西正烜建筑工程有限公司，江西赣州，341000；

摘要：数字经济时代，建筑施工行业数字化、智能化转型已成必然趋势。传统模式下设计与施工脱节的问题，严重影响工程效率与质量。建筑施工全过程数字化设计与智能施工的联动，是解决这一问题的有效路径。本文以建筑施工全生命周期为视角，分析数字化设计与智能施工的内在联系，构建二者联动的核心框架。重点探讨联动过程中的关键技术支撑、协同管理模式及保障体系，为推动建筑施工行业实现高效协同、精准管控，促进行业高质量发展提供有价值的理论参考与实践思路。

关键词：建筑施工；数字化设计；智能施工；联动机制；协同管理

DOI：10.69979/3029-2727.25.11.079

引言

当前，我国建筑行业转型升级进程加快，传统施工模式的弊端愈发明显。设计与施工环节脱节、信息传递不及时、资源配置不合理等问题，制约着行业发展。BIM、大数据、人工智能等技术在建筑领域的应用，为行业转型提供了技术支撑。数字化设计提升了设计的精度与效率，智能施工优化了施工流程并降低风险。二者并非独立存在，深度联动才是实现建筑施工全过程一体化管控的关键。本文聚焦二者联动机制，梳理联动逻辑与实现路径，为建筑行业数字化转型提供理论支持。

1 建筑施工数字化与智能化发展现状及联动价值

1.1 数字化设计发展现状

建筑施工数字化设计已从初步应用迈向深化发展阶段。BIM技术作为核心支撑，实现了设计过程的参数化与可视化，打破了传统二维设计的局限。多数大中型建筑企业已将BIM技术应用于设计环节，涵盖三维建模、碰撞检查、性能分析等多个方面。同时，数字化设计平台的集成化程度不断提高，能够实现多专业协同设计，减少设计冲突。不过，部分中小企业仍存在数字化设计水平偏低、技术应用不充分等问题，设计成果的数字化交付标准也有待进一步统一，这些因素都在一定程度上影响了数字化设计价值的充分发挥。

1.2 智能施工发展现状

智能施工在政策推动与技术革新下取得显著进展。智能张拉、智能灌浆等技术在桥梁工程中广泛应用，提升了施工精度与质量稳定性。无人塔机、混凝土泵车等智能设备逐步投入使用，减少了人工依赖并提高了施工

效率。物联网技术实现了施工过程中人员、设备、材料的实时监控与管理，为施工调度提供数据支持。但智能施工仍面临设备成本较高、不同设备间数据接口不统一等问题，部分施工企业对智能技术的接受度与应用能力不足，制约了智能施工的规模化推广。

1.3 联动核心价值

数字化设计与智能施工的联动，为建筑施工行业带来多方面价值。从效率提升来看，联动实现了设计信息向施工环节的精准传递，减少了信息转化过程中的误差与返工，加快了施工进度。在质量管控方面，数字化设计的精细化与智能施工的精准化相结合，有效降低了施工质量问题的发生率。从成本控制角度，联动优化了资源配置，减少了材料浪费与人工成本，提升了项目经济效益。此外，联动过程中形成的全周期数据，为工程运维阶段提供支持，实现了建筑项目全生命周期的价值最大化。

2 建筑施工全过程数字化设计与智能施工联动的核心逻辑

2.1 数据互通：基础支撑

数据互通是数字化设计与智能施工联动的基础支撑逻辑。数字化设计阶段产生的设计模型、参数信息、工艺要求等数据，需要完整、准确地传递至智能施工环节。通过建立统一的数据标准与接口规范，实现设计数据与施工数据的格式统一，打破信息壁垒。施工过程中产生的进度数据、质量数据、设备运行数据等，也需实时反馈至设计端，为设计优化提供依据。数据互通实现了设计与施工环节的信息闭环，确保施工过程严格遵循设计要求，同时使设计能够及时响应施工过程中的实际

需求,保障联动的顺畅运行。

2.2 流程协同:运行核心

流程协同是联动运行的核心逻辑,需打破设计与施工环节的流程壁垒。在项目前期,设计人员与施工人员应共同参与方案设计,施工人员从施工可行性角度提出建议,避免设计方案脱离实际。设计阶段完成后,通过数字化平台开展施工模拟,提前发现施工过程中可能出现的问题并优化施工方案。施工过程中,建立协同工作机制,设计与施工团队实时沟通,针对施工中出现的设计问题及时协商解决。流程协同实现了设计与施工的无缝衔接,使整个建筑施工过程更加有序、高效,减少了因流程脱节导致的工期延误与成本增加。

2.3 目标统一:价值导向

目标统一是联动的价值导向逻辑,数字化设计与智能施工需围绕共同目标开展工作。二者的核心目标是提升工程质量、缩短工期、降低成本,实现建筑项目的经济效益与社会效益统一。数字化设计通过精准建模与优化,为实现该目标奠定基础;智能施工通过自动化作业与精准管控,将设计目标转化为实际成果。在联动过程中,需建立统一的目标考核体系,明确设计与施工环节的责任与分工,确保双方围绕共同目标协同发力。目标统一为联动提供了方向指引,使设计与施工环节各项工作都具有明确的价值导向。

3 建筑施工全过程数字化设计与智能施工联动的关键技术体系

3.1 全周期数据集成技术

全周期数据集成技术是联动的关键技术支撑之一,能够实现建筑施工全生命周期数据的整合与管理。该技术以数据中台为核心,整合设计阶段的 BIM 模型数据、地质勘察数据,施工阶段的进度数据、质量检测数据,以及运维阶段的设备运行数据等多类数据。通过数据清洗、转换、融合等处理流程,消除数据冗余与不一致性,形成标准化的数据集。借助大数据存储与管理技术,确保数据的安全存储与高效访问。全周期数据集成技术为设计优化、施工决策、运维管理提供全面的数据支持,是实现设计与施工联动的数据基础。

3.2 协同仿真技术

设计施工协同仿真技术通过数字化手段模拟施工全过程,为设计与施工联动提供有力支持。基于数字化设计模型,结合施工方案与现场环境参数,构建虚拟施工场景。利用仿真技术模拟施工工序、设备运行、人员

操作等过程,提前发现设计方案中存在的施工难点与安全隐患。通过多轮仿真优化,完善设计方案与施工工艺,确保施工过程的可行性与安全性。协同仿真技术实现了设计与施工人员在虚拟环境中的协同工作,使双方能够直观地了解设计意图与施工需求,减少设计与施工之间的矛盾,提升联动效率。

3.3 设备联动控制技术

智能施工设备联动控制技术实现了施工设备与数字化设计模型的精准对接。通过物联网技术为智能施工设备加装传感器与通信模块,实现设备运行状态的实时采集与数据传输。基于数字化设计模型生成的施工指令,通过控制系统精准下发至各台施工设备,实现多设备协同作业。该技术能够确保施工设备严格按照设计参数进行作业,提升施工精度。同时,设备运行数据实时反馈至控制系统,当出现偏差时及时调整,保障施工质量。设备联动控制技术是智能施工的核心,推动了施工过程从人工操作向自动化、智能化转变。

4 建筑施工全过程数字化设计与智能施工联动的协同管理模式

4.1 跨环节组织协同

跨环节组织协同管理模式打破了传统设计与施工分属不同部门的组织壁垒。建立由设计人员、施工人员、技术专家、项目管理人员组成的联合工作小组,明确各成员的职责与分工,例如设计人员主导方案优化、施工人员聚焦现场可行性反馈。通过定期沟通会议、数字化协同平台等方式,实现各环节人员的实时交流与信息共享,即便身处异地也能同步参与讨论。在项目关键节点如设计方案定稿、施工工序衔接阶段,组织联合评审,邀请监理单位及业主代表共同参与,确保设计方案与施工计划的协同性。该模式强化了设计与施工环节的协同意识,使双方能够从项目整体利益出发开展工作,减少部门间的推诿与矛盾,避免因沟通不畅导致的返工问题,显著提升项目管理效率。

4.2 全流程信息共享

全流程信息共享管理模式以数字化协同平台为载体,如基于 BIM 技术的综合管理系统,实现设计与施工信息的全流程贯通。平台整合设计图纸、施工方案、进度计划、质量检测报告、材料供应商信息等各类数据,采用云存储技术确保信息的实时更新与准确获取,授权人员可随时调取所需内容。设计人员可通过平台实时查看施工进度与现场影像资料,及时掌握构件安装情况;施工人员遇到技术难题时,能快速获取设计变更说明与

专业技术指导,无需反复奔波沟通。信息共享彻底消除了信息不对称带来的误解与延误,比如避免因图纸版本混乱导致的施工偏差,使设计与施工决策都能基于全面、准确的信息,大幅提升决策的科学性与合理性,为项目顺利推进提供数据支撑。

4.3 动态风险管控

动态化风险协同管控模式实现了设计与施工环节风险的协同防控,构建“识别-监测-评估-处置”的闭环管理体系。建立覆盖设计与施工全过程的风险识别体系,结合类似项目案例数据库,全面识别可能存在的设计缺陷风险、施工工艺风险、人员安全风险、极端天气影响等。利用大数据分析技术对风险因素进行实时监测与评估,通过智能传感器收集现场数据,精准预测风险发生的概率与影响程度。设计与施工团队基于风险评估结果,共同制定针对性风险应对措施,当风险发生时迅速启动联动应急机制,协同开展应急处置。该模式改变了传统风险管控事后补救的被动局面,实现了风险的提前预警、及时处置,有效降低风险对项目进度、成本及安全的影响。

5 建筑施工全过程数字化设计与智能施工联动的保障体系

5.1 技术标准保障

技术标准保障体系为联动提供统一的技术规范与依据,是避免技术应用混乱的核心支撑。围绕数字化设计与智能施工联动需求,结合行业发展现状与技术趋势,制定数据采集标准、系统接口标准、技术应用规范、成果交付标准等一系列完善标准。明确数字化设计成果的交付格式、精度要求与内容清单,规范BIM模型的建模标准;统一智能施工设备的技术参数、通信协议与数据传输格式,确保不同设备间的兼容性。加强技术标准的推广与执行,通过专题培训、技能考核、现场指导等方式,确保设计、施工、管理等相关人员熟悉并严格遵守标准。该体系有效解决了联动过程中技术不统一、衔接不畅的问题,确保设计与施工环节的技术衔接顺畅,显著提升联动的规范性与可靠性。

5.2 人才培养保障

人才培养保障体系为联动提供充足的专业人才支撑,破解“懂设计的不懂施工,懂施工的不懂数字化”的人才困境。针对数字化设计与智能施工联动对人才的复合型需求,构建高校培养、企业培训、项目实践相结合的多维度人才培养体系。在高校土木、建筑等相关专

业设置BIM应用、智能施工技术等联动相关课程,融入案例教学与模拟实训,培养具备设计与施工双重知识背景的复合型人才。企业加强在职人员分层培训,针对设计人员开展智能施工设备操作与现场工艺课程,为施工人员开设数字化设计理念与软件应用培训。通过校企合作建立实训基地、参与实际工程项目等方式,提升人才的实践操作能力。

5.3 政策环境保障

政策环境保障体系为联动营造良好的发展环境。政府相关部门应出台支持数字化设计与智能施工联动的政策措施,加大财政投入力度,支持相关技术研发与应用推广。建立健全行业监管机制,规范联动过程中的市场行为,保障项目参与方的合法权益。鼓励行业协会、企业联盟等组织发挥桥梁纽带作用,推动技术交流与合作。政策环境保障体系能够引导社会资源向联动领域聚集,激发企业开展联动实践的积极性,推动联动技术与模式的不断创新。

6 结论

建筑施工全过程数字化设计与智能施工的联动,是建筑行业数字化转型的核心方向,对提升行业发展质量具有重要意义。本文通过对联动机制的系统研究,明确了数据互通、流程协同、目标统一是联动的核心逻辑。全周期数据集成、协同仿真、设备联动控制等技术,为联动提供了坚实的技术支撑。跨环节组织协同、全流程信息共享、动态风险管控等管理模式,保障了联动的高效运行。技术标准、人才培养、政策环境构成的保障体系,为联动的持续推进奠定了基础。未来,需进一步加强技术创新与实践应用,不断完善联动机制,推动建筑施工行业实现更高质量的发展。

参考文献

- [1] 吴思潭. 建筑工程设计施工阶段基于BIM技术的实施方案创新与实践[J]. 陶瓷, 2025, (08): 106-109.
- [2] 李勇, 张娟. BIM技术在建筑施工中存在的问题及原因分析[J]. 北方建筑, 2025, 10(04): 12-15.
- [3] 苏会文, 张成业, 彭晓. 装配式建筑装饰产业数字化转型路径研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2025, (14): 136-138.
- [4] 樊飞. BIM技术在建筑幕墙数字化设计与施工上的增效与创新[J]. 中国科技论文在线精品论文, 2024, 17(04): 429-434.