

# 拥抱“人工智能+” 让 AI 成为建筑业转型升级“加速器”

◎特约评论员

建筑业是国民经济的基石，却长期困于“三高两低”的怪圈。劳动强度高、安全风险高、资源消耗高，效率低、附加值低的问题如同顽疾般困扰行业。数据显示，我国建筑工人平均年龄已达 45 岁，年轻劳动力断层加剧了施工质量的不确定性。施工现场常能看到这样的场景：设计师反复修改图纸只为满足规范，项目经理在混乱的材料堆里寻找合格品，安全员举着望远镜排查隐患……这些画面背后，是传统管理模式与现代需求间的巨大鸿沟。

而人工智能的出现，恰似一剂良药。在雄安新区某项目中，设计师将生成式 AI 接入设计系统，原本需要 20 天完成的方案优化，如今只需 3 小时便能生成多个备选方案；在深圳的智慧工地，无人机每日巡检 12 万平方米场地，用热成像镜头捕捉温度异常，提前预警火灾风险；北京某写字楼的运维系统，通过分析十年来的设备数据，精准预测空调压缩机寿命，维修成本降低 60%。

尽管 AI 在建筑业的应用已显现出强大潜力，但行业仍面临“理想很丰满，现实很骨感”的困境。首先，数据孤岛现象严重制约技术迭代。建筑行业涉及设计、施工、材料、运维等多环节，数据格式与接口标准不统一，导致“信息烟囱”林立。仅建筑设计就涉及建筑、结构、机电等多专业数据，碎片化、异构化的数据难以支撑 AI 模型的有效训练。其次，复合型人才缺口成为发展瓶颈。传统建筑教育体系与 AI 技术融合不足，既懂建筑又精于算法的跨界人才稀缺，导致技术落地“最后一公里”受阻。此外，行业对 AI 的认知仍停留在工具层面，缺乏系统性战略规划。部分企业盲目追求“AI 标签”，却忽视技术与业务场景的深度融合，陷入“为智能而智能”的误区。

破解上述难题，需从顶层设计、技术标准、人才培养与产业协同四个维度构建“AI+ 建筑”生态体系，推动行业从“单点突破”迈向“系统进化”。

第一，政策引领，构建制度创新的“安全阀”。应加快出台《智能建造促进法》，明确 AI 在建筑设计、施工、

运维等环节的技术准入标准，建立算法安全审查机制与人机协同责任框架。借鉴欧盟《人工智能法案》经验，针对高风险场景（如大型结构物设计、危险作业监测）制定分级监管规则，既鼓励技术创新，又守住安全底线。

第二，标准先行，打通数据流通的“任督二脉”。推动建立全国统一的建筑数据标准体系，制定 BIM（建筑信息模型）、CIM（城市信息模型）与 AI 模型的数据接口规范。鼓励企业建设行业级知识图谱，沉淀工艺工法、材料性能等垂直领域知识，为 AI 训练提供高质量数据土壤。

第三，产教融合，培育跨界人才的“蓄水池”。在高校建筑类专业增设“建筑 +AI”交叉学科，将深度学习、计算机视觉等课程纳入核心教学模块。推动企业、高校、研究机构共建联合实验室，实施“双导师”培养计划，孵化既懂建筑又精算法的复合型人才。此外，建议设立“建筑人工智能应用师”职称序列，通过职业资格认证体系激励人才成长。

第四，生态协同，打造产业创新的“共同体”。鼓励建筑企业与 AI 技术公司、设备制造商形成“铁三角”合作模式，共同开发适配行业需求的专用模型与硬件。政府可设立“AI+ 建筑”专项基金，支持中小企业参与技术研发，并通过税收优惠、项目补贴等方式降低企业试错成本。在苏州、西安等试点城市，率先建设“AI 建造示范区”，以标杆项目牵引行业标准制定与技术扩散。

建筑业的智能化转型，本质上是人类建造文明的一次自我超越。人类始终在探索如何更高效、更安全、更可持续地构建生存空间。今天，人工智能赋予我们前所未有的能力，让建筑学会“思考”，让工地拥有“神经”，让城市焕发“智慧”。这场变革不仅关乎行业的效率提升，更是在重新定义人与自然、技术与伦理的关系。站在“人工智能+”的时代门槛上，建筑业需要以更开放的姿态拥抱技术革命，以更系统的思维破解发展难题，以更长远的视野规划产业未来。唯有如此，才能让 AI 真正成为建筑业转型升级的“加速器”。

# 武汉建筑业

编印单位 武汉建筑业协会

编印领导小组

组长 周圣  
副组长 戴运华 李红青  
组员

刘自明	陈志明	陈德柱
刘俊山	罗洪成	文武松
程理财	王洪伟	高林
陈常青	刘先成	刘炳元
王建东	匡玲	叶佳斌
孔军豪	尹向阳	程曦
朱小友	余祖灿	华国飞
邹勇	胡汇文	柯林君

## 卷首语

拥抱“人工智能+”让AI成为建筑业转型升级“加速器”

特约评论员 01

## 瞭望台

聚力韧性城市建设 9部门发布行动方案	梁倩 04
住建部部长倪虹介绍“十四五”时期住房城乡建设高质量发展成就	新华网 05
锚定“十五五”传统和新型基础设施建设、新型城镇化和城市更新蕴含重大机遇	钟才文 06
发改委：建材等领域节能降碳项目可获20%投资支持	孟竹 07

## 封面人物

钢构攀登者：从施工图到市场蓝图的智慧密码

08

## 专题策划

### AI赋能建筑业创新发展

10



#### ● AI 赋能建筑业长足发展

从“传统施工”到“AI大脑” “人工智能+”引领建筑业变革

唐棣 12

AI技术时代到来 中小建筑企业要积极应对

朱德祥 15

建筑业高质量发展离不开AI赋能

徐保国 17

#### ● 具体实操成果

AI技术赋能建筑业高质量发展的路径探索

刘凯 19

科技赋能建造 工心铸就好房

温依郭徽 23

#### ● BIM 大赛优秀论文展示

论BIM技术在酒店项目中的实践应用

程鹏 27

---

封面题字 叶如棠  
(原城乡建设环境部部长)  
印刷时间 2025年10月25日

“鸠兹”腾飞 高效建造科学管理打造城市会客厅	
——中建八局芜湖数字经济产业园建设项目	林 超 郭丽山 吴 权 张寿晨 30
基于 BIM 的建筑全生命周期数字化管理和应用	江 路 杨 莹 李天平 38
BIM 技术在幕墙工程中的应用探讨	阮仕才 43
国产 BIM 设计软件在道路工程中的应用探索	王佳媛 周泰隆 王 军 45

## 科思顿·洞见

聚焦城市更新浪潮:建筑企业的八大机遇挖掘与增长路径 包顺东 49



## 会员之家

船闸情缘	陈孝凯 53
一隧贯天山 在“世界地质博物馆”挖隧道	王 亮 55

## 行业论坛

推行小班组精细化管理,铸就精品优质工程	杨 杰 58
---------------------	--------

## 城市更新

当历史遇见更新:工程咨询如何破解风貌街区的保护与活化难题?	靳成娇 60
-------------------------------	--------

## 光影视界

65

## 文苑

青核桃的味道	于梓璇 66
--------	--------

P08>>>

**钢构攀登者:**  
从施工图到市场蓝图的智慧密码

封面人物 颉海鹏

### 编印工作小组

组 长 戴运华

副 组 长 李红青

### 主要编印人员

周 俊 陶 凯

李明强 韩 冰

### 其他编印人员

邓小琴 王 雁 安维红

陈 钢 李凌云 李胜琴

汪惠文 张汉珍 张红艳

张 雄 王 琼 周洪军

姚瑞飞 何洪普 程 诚

周水祥 陈金琳 余 曜

张 盟 曹 伟 陈 玲

梅昱童

## 武汉建讯

巅峰对决落幕!这场智能建造辩论赛,把行业未来聊透了	67
协会全咨分会组织开展“走进鼎正·探索全域咨询”沙龙活动	68
协会组织召开团体标准《智慧工地建设与评价标准》征求意见稿评审会	69
汉阳市政墨水湖面源污染控制工程顺利完工	70
武汉市建筑工程质量提升观摩交流会在中天六建项目顺利举行	71
中铁七局武汉公司武重高速公路跨沪蓉铁路大桥双座同步转体成功	72

地 址 武汉市汉阳区武汉设计广场一栋十一楼

邮 编 430056

电 话 (027)85499722

投稿邮箱 whjzyxhyx@163.com

网 址 http://www.whjzyxh.org

印刷数量 1500 册

发送对象 会员及关联单位

印刷单位 武汉市凯恩彩印有限公司

# 聚力韧性城市建设 9部门发布行动方案

◎文 / 梁倩

日前,住建部、国家发改委、工信部等9部门联合发布《贯彻落实〈中共中央办公厅、国务院办公厅关于推进新型城市基础设施建设打造韧性城市的指导意见〉行动方案(2025—2027年)》(以下简称《行动方案》),推进数字化、网络化、智能化新型城市基础设施建设,增强城市风险防控和治理能力;提出到2027年底前,新型城市基础设施建设各项重点任务取得明显进展,形成一批可复制可推广的经验做法。

“打造韧性城市是城市存量提质时代的核心战略之一。”广东省住房政策研究中心首席研究员李宇嘉表示,韧性城市,是指城市系统在遭遇自然灾害、事故灾难等各类外部冲击与内部风险时,能够有效承受冲击压力、快速启动应急响应、及时恢复核心功能,并通过持续积累应对经验、完善治理机制、升级技术手段,不断提升整体抗风险能力的现代化城市。

李宇嘉指出,我国过去长期处于快速城市化阶段,发展重心更多集中于城市建设规模扩张,对治理能力提升与风险防控体系构建的重视程度相对不足,部分问题被高速发展所掩盖。如今,我国城市化已进入平稳发展期,多数城市迈入高度城市化阶段,此前积累的问题逐步显现,大量建筑进入“中老年”服役期,不少城市地下管网等基础设施年久失修、功能退化,成为城市安全的薄弱环节。

上海易居房地产研究院副院长严跃进指出,韧性城市建设的核心任务在于筑



有“面子”有“里子” 建设韧性城市方案发布

牢城市安全防线。这一过程中,数字化、网络化与智能化技术的深度融合,不仅为风险监测预警、应急处置联动等关键环节提供了技术支撑,更成为精准推进韧性城市建设、提升城市治理效能的重要航标与核心驱动力。

《行动方案》明确,完善城市信息模型(CIM)平台。构建汇聚融合的数据资源体系,推进CIM平台建设,深化“CIM+”多领域应用。将CIM平台作为城市治理数字底座的组成部分,完善平台接口标准,强化与其他基础时空平台的功能整合、协同发展。研究利用CIM平台开展城市综合风险评估,统筹利用地上地下空间,合理划定防灾避难空间,为科学确定不同风险区的发展策略和风险防控要求提供支撑。

《行动方案》同时指出,推进城市运行管理服务“一网统管”。推动完善城市运行

管理服务平台,加强对运行管理服务状况的实时监测、动态分析、统筹协调、指挥监督和综合评价,增强城市精细化智慧化管理水平,因地制宜拓展应用场景,提升城市管理韧性。

此外,在推动智慧城市基础设施与智能网联汽车协同发展方面,《行动方案》指出,结合“车路云一体化”应用试点等工作,以需求为导向,推动以智慧多功能杆为主要载体的道路基础设施智能感知系统和城市云平台建设,支撑智能网联汽车应用,改善城市出行环境,助力提升城市数字化治理水平。持续推进智慧停车。推进城市停车设施智能化改造和建设,探索推动公共设施和建筑智能感知设施配置。同时,加强智能化物流配送设施改造、建设和管理,提高住宅小区和楼宇等末端配送服务能力。加快完善应急物流体系,加强城市应急物资中转设施建设,提升应急情况下城市物资快速保障能力。

在发展智慧住区方面,支持有条件的住区结合完整社区建设,实施公共设施数字化、网络化、智能化改造与管理。推动智慧物业建设,鼓励物业服务企业建设智慧物业管理服务系统,加强对出入住区人员、车辆等智能服务和秩序维护,发展线上线下生活服务。指导纳入城市社区嵌入式服务设施建设工程范围的城市,以“一老一小”为重点,完善养老托育、社区助餐、儿童托管、家政便民、文化休闲等社区服务,优化设施布局,提高居民服务便利性、可及性。



建设韧性城市行动方案发布  
推进城市生命线安全工程建设

住建部部长倪虹介绍

## “十四五”时期住房城乡建设高质量发展成就

◎文 / 新华网

日前，国务院新闻办公室举行“高质量完成‘十四五’规划”系列主题新闻发布会，请住房城乡建设部部长倪虹介绍“十四五”时期住房城乡建设高质量发展成就，并答记者问。

发布会上，倪虹表示，过去五年的发展历程很不平凡。全国住房城乡建设系统坚持深入贯彻落实党中央、国务院关于住房城乡建设工作的决策部署，坚持人民立场，坚持想明白、干实在，坚持专业、敬业，坚持尊重科学、尊重规律、尊重实际，深化改革、攻坚克难，着力稳增长、惠民生、防风险、促转型，努力为经济社会发展作贡献，为民生改善办实事。

第一，人民群众住房条件进一步改善。五年来，牢牢抓住“安居”这个人民群众幸福生活的基点，适应房地产市场供求关系发生重大变化的新形势，适时调整优化房地产政策，扎实做好保交楼工作，坚决打好保交房攻坚战，加快构建房地产发展新模式，增加保障性住房供给，稳步推进城中村和城市危旧房改造，积极发挥住房公积金作用，系统推进安全、舒适、绿色、智慧的“好房子”建设，不断满足人民群众基本住房需求和多样化改善性住房需求。“十四五”期间，全国累计销售新建商品住宅面积约50亿平方米；建设筹集各类保障性住房和城中村、城市危旧房改造等安置住房1100多万平方米（间）、惠及3000多万群众。

第二，城市人居环境质量进一步提升。五年来，坚持“一个尊重、五个统筹”的城市工作基本思路，认真践行人民城市理念，全力保障城市供水、供气、供热，全面开展城市体检，大力实施城市更新，统筹推进好房子、好小区、好社区、好城区建设，加强历史文化保护传承，持续提升城市治理效能，城市的天更蓝、水更清、环境也更加优美，人民群众在城市生活得更方便、更舒心、更美好。“十四五”期间，全国累计改造城镇老旧小区24万多个，惠及



4000多万户、1.1亿人；加装电梯12.9万部，增设停车位340多万个、养老托育等社区服务设施6.4万个；更新改造供水、燃气、供热等地下管网84万公里；打造“口袋公园”1.8万多个、城市绿道2.5万公里，以“小切口”改善“大民生”。

第三，建筑业转型升级进一步加快。五年来，坚持“适用、经济、绿色、美观”的建筑方针，大力发展战略建造、绿色建造等新型建造方式，推广应用先进成熟技术体系和新装备、新材料、新产品，培育绿色建筑经济增长点，优化建筑市场环境，强化工程质量安全管理，推进建筑业工业化、数字化、绿色化转型升级，努力为全社会提供高质量建筑产品。建筑产业规模也屡创新高，2024年建筑业总产值达到了32.7万亿元，实现增加值9万亿元。建筑业现代化程度也在大幅提升，“走出去”的步伐加快，深中通道、北京冬奥场馆等一批世界级重大工程，盾构机、架桥机、造楼机等一批大国重器，雅万铁路、卢塞尔体育场等一批“一带一路”标志性成果，也赢得了世界瞩目和赞誉。

第四，住房城乡建设领域改革进一步深化。五年来，坚持守正创新，注重系统集成，突出实际成效，纵深推进各项改革任务，用改革的思维和办法破解难题，努力为住房城乡建设事业高质量发展夯实基础。深化住房和房地产领域改革，加快构

建房地产发展新模式，完善住房供应体系，改革完善房地产开发、融资、销售等基础性制度，建立人、房、地、钱要素联动新机制。深化城市建设领域改革，健全城市体检和城市更新一体化推进机制，建立城市建设运营投融资新体系，构建城市高效能治理新模式，努力形成适应城市高质量发展的政策制度和法规体系。深化建筑领域改革，强化标准引领、科技赋能，加快新一代信息技术与建筑业的深度融合，推进自主可控建筑信息模型（BIM）技术全领域、全过程应用，培育全产业链融合一体的智能建造产业集群，大力发展战略化建筑产业。

与此同时，住房城乡建设工作与人民群众的美好生活向往还有差距和不足，推动住房城乡建设事业高质量发展任务依然艰巨。当前，我国城镇化正从快速增长期转向稳定发展期，城市发展正从大规模增量扩张阶段转向存量提质增效为主的阶段。站在新的起点，将求真务实、加倍努力，深入贯彻党中央、国务院决策部署，认真落实中央城市工作会议精神，制定和实施好“十五五”规划，把住房城乡建设工作一件一件抓出成效，努力建设创新、宜居、美丽、韧性、文明、智慧的现代化人民城市，不断满足人民群众日益增长的美好生活需要，为中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业贡献住房城乡建设力量。

# 锚定“十五五” 传统和新型基础设施建设、新型城镇化和城市更新蕴含重大机遇

◎文 / 钟才文

10月20日至23日，党的二十届四中全会在北京召开。会议审议《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划的建议》，为未来五年中国发展擘画蓝图。

日前，《人民日报》连续推出8篇习近平经济思想指引下的中国经济专论系列“钟才文”文章，围绕“经济形势怎么看、经济工作怎么干”深入系统阐述中国经济长期稳定发展的内在逻辑，以及中国发展之于世界的机遇性和确定性，传递出稳预期、强信心、促发展的强烈信号。

其中，《中国经济转型升级蕴含重大机遇(习近平经济思想指引下的中国经济专论)》一文指出：

传统和新型基础设施建设蕴含重大机遇。中国幅员辽阔，区域协调发展对基础设施建设需求巨大。中西部地区铁路、公路等密度仍远低于东部沿海地区，传统基础设施建设和改造仍然能够产生长期经济社会综合效益；城际铁路和跨江、跨海桥梁等区域间通道建设，对改善交通物流效率、提升区域经济发展水平的作用明显，这方面投资需求还很大。中国在算力网络、移动通信、智慧城市等新型基础设施领域保持快速增长，将为全球创造广阔



市场空间。

新型城镇化和城市更新蕴含重大机遇。中国城镇化正从快速增长期转向稳定发展期，速度虽有所放缓但内涵更加丰富。中国将提高城镇化质量和水平、完善空间布局、加快城市群和都市圈发展、建设现代化人民城市；还将持续推进城市更新，对城中村、老旧小区等进行改造提升，加强防洪排涝抗灾基础设施、城市地下管网和综合管廊等建设。满足人民对城市美好生活的需求，将带来巨大投资机会。

此外，习近平总书记强调，中国扩大高水平开放的决心不会变，同世界分享发展机遇的决心不会变，推动经济全球化朝着更加开放、包容、普惠、平衡、共赢方向发展的决心不会变。

2013年习近平总书记开创性提出“一带一路”倡议以来，共建“一带一路”从谋篇布局的“大写意”到精耕细作的“工笔画”，成为当今世界范围最广、规模最大的国际合作平台。“硬联通”扎实推进，建成中老铁路、雅万高铁、钱凯港、蒙内铁路等一批重大标志性项目，“六廊六路多国多港”的互联互通架构基本形成。中欧班列累计开行超过11万列，成为名副其实的“钢铁驼队”。“软联通”持续推进，已与150多个国家、30多个国际组织签署共建合作文件，与30个国家和地区签署23份自贸协定。“心联通”不断深化，农业、教育、医疗、减贫、水利、防灾减灾等领域一大批“小而美”民生项目落地生根，有效增进了共建国家人民福祉。

百年变局加速演进，机遇和挑战之大都前所未有。坚定不移办好自己的事，坚定不移扩大高水平对外开放；多措并举稳





就业、稳企业、稳市场、稳预期，有效稳住经济基本盘；更加注重统筹发展和安全，以新安全格局保障新发展格局……我国

经济基础稳、优势多、韧性強、潜能大，长期向好的支撑条件和基本趋势没有变，中国特色社会主义制度优势、超大规模市场

优势、完整产业体系优势、丰富人才资源优势更加彰显。中国式现代化有目标、有规划、有战略，一定会实现。

## 发改委：建材等领域节能降碳项目可获20%投资支持

◎文 / 孟竹

近日，国家发展改革委印发《节能降碳中央预算内投资专项管理办法》（以下简称《办法》），旨在加强中央预算内投资节能降碳项目管理，切实发挥投资效益，助力碳达峰碳中和目标实现。

《办法》明确，中央预算内投资将聚焦六大支持方向，其中多个领域与建筑行业密切相关。在重点行业领域节能降碳方面，明确支持建材、电力、钢铁等行业节能降碳改造，同时支持以工业园区、产业集群为载体的规模化节能降碳改造，以及供热等基础设施节能降碳改造；煤炭消费清洁替代领域，支持食品、纺织等行业燃煤锅炉、工业窑炉实施清洁能源替代；循环经济助力降碳领域，涵盖园区循环化改造、“以竹代塑”基础设施建设及产品应用推广；低碳零碳负碳示范领域，重点支持零碳园区供能设施建设、绿色甲醇生产及规模化碳捕集利用与封存(CCUS)项目。

在支持标准上，《办法》规定，重点行业领域节能降碳、煤炭消费清洁替代、循环经济助力降碳、低碳零碳负碳示范等项目，支持比例均为核定总投资的20%；地方政府投资的碳达峰碳中和基础能力建设项目，东、中、西、东北地区支持比例分

中华人民共和国国家发展和改革委员会  
National Development and Reform Commission

首页 | 机构设置 | 新闻动态 | 政务公开 | 政务服务

首页 > 政务公开 > 政策 > 规范性文件

**关于印发《节能降碳中央预算内投资专项管理办法》的通知（发改环资规〔2025〕1228号）**

发布时间：2025/10/14 来源：环资司 [打印] [微博](#) [微信](#)

**国家发展改革委关于印发《节能降碳中央预算内投资专项管理办法》的通知**

发改环资规〔2025〕1228号

别为60%、70%、80%、80%，中央和国家机关相关项目原则上全额安排。

申报要求方面，《办法》强调，支持项目需前期手续齐全、具备开工条件，不得用于已完工（含试运行）项目。项目单位申报时需提交资金申请报告，包含项目单位基本情况、项目建设内容、前期手续落实情况等十大内容，年综合能耗1万吨标准

煤及以上的重点行业节能降碳项目，还须提供节能诊断报告。

《办法》同时强化监督管理，明确项目不得擅自改变建设内容、挪用资金，若出现弄虚作假骗取投资、资金沉淀超6个月等情形，将面临收回资金、1-3年暂停受理投资申请等处罚。省级发展改革委可依据《办法》制定地方管理细则，进一步推动政策落地。

# 钢构攀登者：从施工图到市场蓝图的智慧密码

——记中建三局一公司钢结构公司党委书记、总经理颉海鹏

◎文 / 中建三局一公司钢结构公司 曾丽连

在钢铁丛林的时代画卷里，总有人以智慧和汗水，勾勒出地标的轮廓，破解着发展的密码。

颉海鹏，男，汉族，1986年10月出生，大学本科学历，现任中建三局一公司钢结构公司党委书记、总经理。自2011年投身建筑行业，他从尘土飞扬的工地一线起步，一路攀登至运筹帷幄的管理前沿。十四载光阴，书写了一场充满挑战、创新与蜕变的职业传奇，也彰显了他卓越能力与管理智慧。无论身处什么岗位，“专业筑基，担当开路”始终是他最鲜明的注脚，为企业的高质量发展筑牢了坚实的基石。



## 优质履约：铸就市场丰碑

市场，是企业生存的根本，履约，是赢得市场的基石。颉海鹏坚信每一次项目的完美交付，都是矗立在客户心中的无形丰碑。为此，他始终将创新技术与精益管理视为打造履约标杆的“双引擎”。在黔西南布依族苗族自治州的群山环抱中，兴义市这座充满活力的城市近年来正经历着令人瞩目的蜕变。作为这一蜕变的重要标志，兴义体育馆项目的建设不仅填补了当地大型体育设施的空白，更成为见证城市发展与民生改善的生动案例。在贵州兴义体育馆项目（2016年），他率领团队攻克大跨度流线曲面难题，运用BIM技术进行三维建模、碰撞检测与施工模拟，精准拟合建筑美学与功能（排水、抗风），成就西南现代化体育建筑典范。

在杭州雷峰塔新塔积累了仿古建筑

建设经验后，颉海鹏带领钢结构团队参与建设了广西壮族自治区成立60周年的献礼工程—南宁园博园。团队创新应用BIM异形放样监测、鼓形节点设计、装配格构胎架、膜结构张挂等技术，破解了大型生态仿古建筑钢构施工瓶颈。

此刻，正在高速运转的深圳东部环保电厂矗立在深圳大鹏湾北岸，这也是全球单厂规模最大、标准最高的垃圾环保电厂。面对两万吨钢罩难题，作为屋面网架安装方案负责人，颉海鹏主导数十次论证，最终敲定“多点起步、中间合拢”方案，确保300米大跨度网架安全合龙。三年建设期，保障电厂不间断运行。如今，该电厂年发电约11.74亿KWH，减排二氧化碳41万吨（相当于植树2240万棵），擦亮绿色低碳的钢构名片。

一直以来，中建三局一公司钢结构公司不断探索多元化业务结构，形成了超高层、文体场馆、机场站房、会展中心、道路桥梁、仿古建筑、高端制造厂房等优势产品线，围绕粤港澳大湾区、京津冀协同、长三角一体化、成渝双城经济圈等国家区域重大战略，在北京、上海、深圳等六大核心区域全面布局。

面对新形势，在建筑行业大变局下，他表示：在稳固传统优势区域的基础上，也要紧跟国家政策的步伐，不断探索战略性新兴产业发展，为公司寻找新的路径。培育专业能源环保营销团队，聚焦重点区域。半年内，成功中标大庆油田林甸风电等项目，能源环保业务同比增长167.7%！“这是改革创新的坚实一步！”颉海鹏说。

## 科技赋能：锻造行业标杆

“品质源于对细节的极致追求。”这是颉海鹏常挂在嘴边的话。在项目建设中，他大力推行精益建造理念和兵团作战模式，不断刷新着行业的速度纪录。福州京东方项目 220 天封顶、武汉京东方 199 天封顶、成都京东方更是以惊人的 183 天完成封顶，一串串数字背后，是科学组织、高效协同与强大执行力的完美结合，也是“三局速度”最硬核的诠释。

“科技赋能，就像给项目插上智慧之翼！”在深圳东部电厂攻坚中，为了解决超大型复杂钢结构施工中的质量、进度和安全管控难题，他带领技术团队经历了超过一百次的方案模拟与结构验算。最终，他们创新性地融合了 BIM、北斗高精度定位、5G 物联网等前沿技术，构建了覆盖全生命周期的智慧建造平台。超过 2000 个钢构件，从工厂下料、运输轨迹到现场吊装、焊接质量，实现了全流程、可追溯的数字化管理，任何环节的问题都能瞬间定位。团队自主研发的智能预拼装系统通过高精度激光扫描获取构件实际尺寸，在虚拟环境中进行毫米级的碰撞检测和模拟拼装，提前发现并解决所有潜在冲突。这套“黑科技”直接将



现场高空拼装的一次成功率大幅提升至 99.6%！最终项目总工期缩短了 45%，材料损耗率被严格控制在 1.2% 以下，整体安装精度达到了  $\pm 3\text{mm}$  的行业新高度。项目连续三年荣获业主颁发的质量安全先进单位称号，并一举摘得国家优质工程金奖、中国钢结构金奖等国家级荣誉，以及多项省级工法、QC 成果奖，并

被国家重大工程档案收录，以卓越的品质赢得了业主的高度认可。

从亚洲最大高铁站雄安站，到全球最大室内滑雪场深圳前海·华发冰雪世界，再到厦门最大碳化硅芯片项目，中建三局一公司钢结构公司的地标工程遍布海内外，涵盖传统与新兴领域，行业地位日益稳固。

## 智造引领：驱动企业未来

面对建筑功能日益多元化、建造效率要求不断提升的时代需求，颉海鹏以前瞻性的视野，大力布局智能建造，推动钢结构产业向高端化、智能化、绿色化转型升级。他积极构建了覆盖钢结构“研发 - 设计 - 制造 - 施工 - 运维”全生命周期的创新体系。在钢结构制作环节，他推动搭建了快速追踪的智慧工厂系统。通过物联网传感器和中央数据库，每一块钢板的切割尺寸、每一道焊缝的施焊参数、每一批材料的出入库信息、每一个构件的质量缺陷分析报告，都实现了实时采集、自动统计和可视化呈现。管理人员坐在屏幕前，就能对千里之外工厂的生产状态、质量波动了如指掌，决策效率和生产透明度大幅提升。在施工环节，他主导建立了综合运用物联网、大数据、AI 图像识别等核心技

术的智慧工地系统。这套系统如同项目的“神经中枢”，将现场人员动态、机械设备运行、物料流转、环境监测（噪音、扬尘）、安全隐患识别、技术方案交底、质量验收流程、进度实时反馈等八大核心业务场景紧密“连接”起来，让工地管理变得前所未有的精细化、智能化。

颉海鹏深知数据贯通的价值，他以自主研发的“一模到底”（基于统一 BIM 模型贯穿全流程）技术为基准，全力打造钢结构全产业链数智管理平台。打破了设计、制造、施工之间的数据壁垒，实现了从三维设计模型直接驱动工厂自动化下料、加工，再到指导现场精准安装的无缝衔接。设计变更能够瞬间传递到生产线和施工端，避免了传统模式下的信息滞后与返工浪费。“一模到底、数字驱动”正在深刻

助推整个钢结构行业的变革。

此外，中建三局一公司钢结构公司成立了国家数字建造技术创新中心钢结构智能建造实验室及研发中心，携手华中科技大学，目标打造国际领先研发平台，突破“卡脖子”技术，推动科研 - 设计 - 生产 - 装配 - 运维全产业链融合。目前，钢结构研发中心研发改造后的便携式焊接机器人已成功在武汉 G107、深圳冰雪世界等项目落地应用。“唯有坚持创新，方能在行业立足！”颉海鹏强调。

站在新起点，中建三局一公司钢结构公司将奋楫笃行，持续培育以“精益建造、智慧管控、智能运营”为内核的建筑全周期新质生产力，加速成果转化与技术创新，打造原始创新与产业创新高地，引领建筑行业迈向智慧建造新高度。

# AI赋能建筑业

建筑业作为我国国民经济的重要支柱产业,对国家经济增长和社会发展起着至关重要的作用。然而,传统建筑业面临着生产效率低下、资源浪费严重、安全管理难度大等诸多问题。当前,建筑业正经历向高质量发展的关键转型期,人工智能作



# 创新发展

为引领新一轮科技革命和产业变革的战略性技术，深刻改变着人类生产生活方式。AI 带来的不仅是效率的提升，更是行业质的飞跃，为解决传统建筑业的困境、实现高质量发展提供了新的思路和途径。



## ● AI 赋能建筑业长足发展

# 从“传统施工”到“AI大脑” “人工智能+”引领建筑业变革

◎ 文 / 湖北省工业建筑有限公司 唐棣

当下,人工智能技术正全方位、深层次地改变建筑行业的固有模式。从设计环节的智能图纸生成,到施工阶段的无人化现场管控,再到建筑全生命周期的数字化运维,AI不仅带来了技术工具的升级,更引发了行业思维模式、管理范式与产业生态的系统性革新。

杭州新中大科技股份有限公司总裁韩爱生指出,人工智能正扮演着第四次工业革命中“智慧大脑”的关键角色,其革命性突破正在从根本上重塑工程管理的面貌与格局。这一判断在企业实践中得到充分印证:湖北联投集团打造的“1+2+4+N 智能建造体系”,通过联投云枢·建管云平台集成劳务、物料、安全、进度、质量等九大子系统,实现项目信息“一屏尽览”。该体系构建互联网与物联网两张网络,保障工地现场数据的实时采集与高效传输;覆盖设计、智造、智建、智慧运维四个阶段;并在多种场景中实现智能设备应用、智能视频监控与 AI 预警、大型机械智慧管理、变形与沉降智能监测、BIM 协同设计与施工管理等全方位应用,为行业提供了可复制的智能建造解决方案。

行业领军企业的实践案例充分展现了人工智能在建筑领域的应用广度与深度。中国建筑于 2025 年 9 月在北京发布的“建证”大模型,以千亿级参数的技术实力,覆盖 200 余项核心业务场景,为行业智能化发展树立新标杆。该模型的核心突破在于“懂建筑、通流程、能落地”:相比通用 AI 模型,其深度融合 115 万家供应商数据、百万级工程案例及全业务逻辑,在投资地产、勘察设计、施工建造等核心领域的理解准确率提升至 98%以上,响应速度达到毫秒级,远超行业平均水平。

在国家战略和行业需求的双重推动下,作为国民经济支柱产业的建筑业,迫切需要借助人工智能技术,突破“高消耗、低效率、重经验、轻协同”的发展瓶颈,全面提升工业化、数字化与绿色化水平,为城市高质量发展注入新动力。

## 一、政策、技术与行业需求的协同发力

建筑业的 AI 转型并非孤立推进,而是政策引导、技术突破与行业需求共同作用的结果,三者形成闭环,为变革提供坚实支撑。

### (一)政策引领:构建“人工智能+建筑业”制度框架

中央城市工作会议精神与《中共中央国务院关于推动城市高质量发展的意见》明确提出,要通过创新生态培育推动新质生产力发展,为城市科技创新与产业创新融合指明方向。国务院《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》(以下简称《意见》)进一步将战略转化为实操路径,强调通过 AI 与经济社会各领域的深度融合,实现生产力与生产关系的双重变革,为建筑业转型升级搭建起完整政策体系。

2025 年 8 月印发的《意见》更从战略高度明确,将“强化科技创新与产业创新协同、发展智能建造、培育现代化建筑产



联投云枢·建管云平台

业链”列为核心任务,直接将 AI 应用纳入建筑业转型核心议程。地方层面亦快速响应,如湖北省住建厅在全国省级住建部门中率先制定并出台了《湖北住建“AI+”行动方案(2025—2027 年)》;2025 年 8

月,浙江省住建厅编印《浙江省“人工智能+建筑业”创新应用案例手册》,为地方实践提供了清晰遵循。

**(二)技术筑基:打破“数据孤岛”实现系统赋能**

深度学习、计算机视觉等核心技术的迭代,让AI在建筑方案优化中的效率远超人工,机器视觉对工程质量缺陷的识别精度也已满足规模化应用需求。更关键的是, AI与建筑信息模型(BIM)、物联网(IoT)、大数据、5G的深度融合,构建起“感知-分析-决策-执行”的全流程闭环:通过BIM搭建建筑全生命周期数字孪生体,依托物联网实时采集施工、运维数据,借助AI算法进行风险预判与调度,彻底打破传统建筑业“数据孤岛”“协同不畅”的困境,实现从“单点突破”到“系统赋能”的跨越。

### (三)需求牵引:以技术创新破解行业痛点

2024年,全国房屋建筑施工面积同比下降10.62%、建筑业产值利润率仅为2.3%,建筑业依靠投资驱动的高速增长模式不可持续,已成为不争的事实。

当前建筑业正从“增量扩张”转向“存量提质”,传统模式的弊端日益凸显,而AI恰好成为破解痛点的关键:在提质增效层面, AI通过算法优化设计、智能设备替代高危作业、数据分析预判运维风险,推动

行业从“劳动密集型”向“技术密集型”转型;在绿色低碳层面,据《中国建筑能耗与碳排放研究报告(2024年)》,2022年建筑与房屋建造能耗占全国总能耗36.6%,AI可通过精准能源管理、材料优化配置与低碳流程设计,实现建筑全生命周期节能降碳;在协同融合层面, AI打通“设计-施工-运维”信息壁垒,结合BIM+AI构建的数字孪生体,不仅支撑建筑智能管理,更能为城市交通调度、应急管理提供数据基础,推动城市治理从“被动响应”转向“主动预判”。

## 二、人工智能赋能建筑生命周期各阶段

在政策、技术与需求的共同推动下, AI已深度渗透建筑全生命周期,通过与各阶段业务场景的融合,重构生产逻辑,释放全链条价值。

### (一)设计规划阶段:从经验驱动到数据驱动

传统建筑设计长期依赖设计师个人经验,易出现方案优化不足、与城市规划衔接断层等问题。而AI通过数据整合与算法优化,推动设计向“数据驱动”转型,其中参数化智能设计是核心突破,输入项目用地条件、功能需求等参数后, AI可自动生成多套方案并量化比选,大幅降低人为偏差。具体应用呈现三大方向:

#### 1.智能设计软件:破解专业设计效率痛点

浙江大学建筑设计研究院与杭州格原信息技术有限公司联合研发的UAD电气与智能化AI辅助设计软件,融合机器学习与深度学习算法,构建电气设计全流程智能体系:可自动提取图纸数据生成配电干线图、配电箱系统图,通过AI算法匹配配电箱型号并完成负荷计算,还能按项目需求自动输出电气设计总说明。在某中学教学楼项目中,设计师仅需布置配电箱,软件即可自动完成编号、参数设定与系统图生成,显著缩短周期、提升质量。

#### 2.BIM智能建模:打破国外软件技术壁垒

针对传统BIM建模“操作复杂、依赖



联投云枢·建管云平台

国外软件”的行业痛点,国产AI设计软件通过自主研发核心算法,实现从CAD图纸到BIM模型的高效转化,构建起全流程国产化技术体系。

赢技科技(杭州)有限公司研发的ArchiGPT设计软件,依托完全自主知识产权的“建筑业实时数字孪生引擎”与“建筑自动管线综合算法”,绕开国外软件的技术限制。其核心能力体现在“一键化”与“协同化”:在建模环节,可自动识别CAD图纸中的空间数据,一键生成图模一致的三维BIM模型,无需设计师逐构件搭建;在管线优化环节,通过全国领先的自动管线综合算法,自动检测并解决管线碰撞问题,减少后期施工变更;在多专业协同环

节,支持各专业CAD图纸实时转化为三维BIM模型,实现建筑、结构、机电等专业的同步协同设计,避免传统设计中“各专业图纸脱节”的问题。

#### 3.AI辅助设计云平台:拓展创意设计应用场景

在城乡规划、建筑外观创意等需要“可视化呈现”的设计场景, AI辅助设计云平台通过“多输入、多输出”的灵活模式,快速生成设计意向图与效果图,为创意表达提供更多可能性。

温州设计控股集团开发的AI辅助设计云平台,以“低门槛、高适配”为核心优势,支持多种输入形式:设计师可通过提示词描述设计需求,或上传实景照片、SU

模型图、手绘草图、参考图等素材，平台即可快速生成城市规划意向图、建筑创意概念图、建筑表现效果图等成果。同时，平台集成生成图、图生图、风格迁移、局部重绘、高清放大等功能，可根据项目需求调整设计风格与细节精度。该平台已于2025年1月正式上线，在集团下属公司的城乡规划设计、建筑方案设计、室内装修设计等业务中广泛应用，不仅提升了创意设计的产出效率，还通过减少外包效果图制作，显著降低设计成本。

#### (二)生产制造阶段:从批量生产到智能定制

传统“批量生产”模式易导致构件适配性差、资源利用率低，而人工智能通过建设智能工厂与优化生产流程，实现了“定制化·高效化”突破。在预制构件工厂，AI视觉检测、智能机器人与物联网传感器构建起“无人化”流水线。例如，装配式建筑龙头企业三一筑工打造“技术·装备·云平台”，其中，作为智能建造生产环节的

PC智能装备，连续多年在国内公开市场占有率超50%，能够通过AI算法动态调整生产参数以适配不同构件需求，机器视觉检测系统精准识别表面缺陷，构建全生命周期质量追溯体系，显著改善构件生产质量。在按需定制化生产调度方面，基于施工进度与构件需求清单，AI算法可优化生产计划与供应链。

#### (三)施工建造阶段:从人工主导到智能管控

传统模式下“人、机、料、法、环”协同难度大，安全与工期风险高，而人工智能通过构建“智慧工地”体系，实现了对全流程的精准管控，其关键路径在于以智能装备替代“危、繁、重”的人工作业。中建三局据此研发的远程驾驶智能集控数字塔机，借助远程可视化技术，实现了塔机的远程操作、集约化管控与智能化运行，将传统设备升级为工程智能终端。这一技术成果进而催生了产业升级：2024年，融合了研发、孵化与市场资源优势的中建云控智能

技术有限公司应运而生。其使命不再限于提供单机设备，而是打造建筑装备智能化平台，为传统工地向智慧工地的整体转型提供系统性的升级服务。

#### (四)运营维护阶段:从被动维修到主动运维

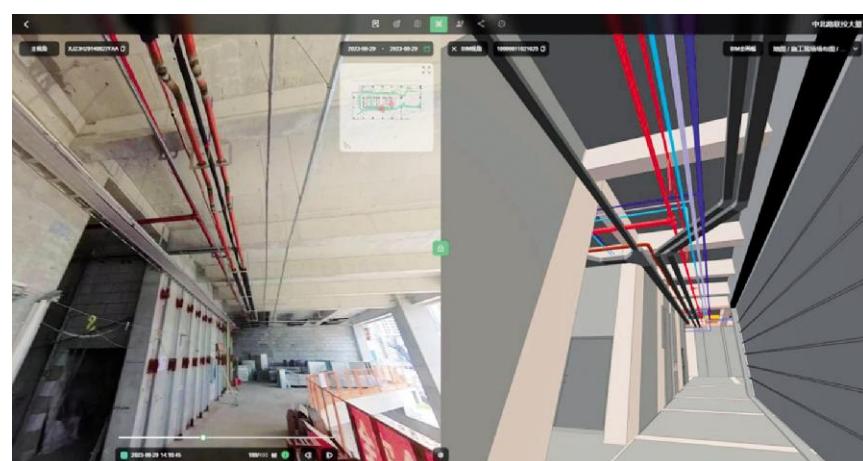
传统建筑运维长期面临“故障后维修”模式响应慢、成本高的困境。人工智能正推动这一模式向“主动运维”变革，通过预判性干预让建筑成为“会思考、能服务”的智能载体。以中建东孚物业的实践为例，其打造的“数智东孚”智慧平台，在南京江浦街道与上海民乐城等超大型社区成功落地。该平台整合物联网设备与大数据分析，实现了从局部管理到全域治理的升级：在南京项目中，通过智能车牌、无人机等设备构建“中枢平台+网格联动”模式，显著提升了应急事件处置效率；在上海民乐城，则以“城市智脑”为核心，通过60余个数据模型优化服务派单与人员管理，确保消防检查、垃圾清运等关键环节落实到位。

### 三、深层变革:技术融合与生态重构的逻辑

人工智能与建筑业的深度融合，并非通用技术的简单应用，而是针对行业特性进行深度适配，构建“通用+行业”的智能底座。同济大学建筑产业创新发展研究院院长王广斌指出，建筑业AI的有效落地，关键在于构建“大语言模型+知识图谱+AI智能体”的协同应用新范式。与通用大模型不同，产业AI应用更侧重于基于高质量、标准化的行业数据进行“后训练”，注入领域专业知识，以确保应用的准确性和科学性。工程建设行业的发展必然要求将通用大模型的泛知识潜力与针对本行业深度定制的行业大模型相结合，通过这种“通用+行业”的协同模式，真正有效应对挑战，释放数据价值。

#### (一)数据与人才:转型的核心动能

建筑业高质量发展的未来，数据是核心资产、人才是第一资源、制度是创新土壤。当前建筑业数智化转型仍处于起步阶段，产业链数据协同不足，数字资产价值有待释放。建议加快形成建筑数据资产的



联投云枢·建管云平台实现建筑模型的精准构建与模拟分析

顶层设计、制度支撑和标准体系，围绕建筑全产业链、全生命周期，推动数据治理、促进数据流动、激活数据价值。同时，建筑业的数智化转型需要既懂施工工艺、又懂数字技术的“翻译”，需要能够熟练操控各类建筑机器人的“操控者”，需要既懂专业知识、又懂智慧运维的“运维师”。跨界融

合能力是未来数智建造人才的培养方向，也是行业转型升级的真正出路。

#### (二)制度与生态:可持续发展的保障

技术的突破需要制度的护航，数据的流动依赖生态的协同。住房城乡建设部原总工程师王铁宏认为，研发AI建筑产业大模型要把握三个底层逻辑：一是与通用

大模型的关系，在DeepSeek等开源通用大模型发展的背景下，建筑产业大模型的研发是重要课题；二是数据资源，凡是有BIM大数据、供应链大数据、ERP大数据等资源优势的头部企业和科技型企业可乘势而上研发相关建筑产业大模型；三是与用户的关系，需要明确市场定位并探索开源模式下的价值实现路径。

清华大学互联网产业研究院院长朱

岩从生产关系角度提出，AI赋能建筑业的一个关键因素是生产关系的变革，生产资料所有制、人们在生产中的地位和交换关系以及产品的分配方式均需要基于新质生产力进行重构。杭迎伟呼吁制度破冰，要积极探索企业家科学家创新容错制度、科技创新成果市场转化和利益分享机制，切实引导建筑企业发挥科技创新主体作用。

人工智能赋能建筑业，是一场覆盖技术、管理、制度与生态的全面变革。从政策引领到技术突破，从场景创新到生态重构，行业正从“机械建造者”向“智慧创造者”跨越。未来，随着技术的持续迭代与制度的不断完善，人工智能将在建筑领域释放更大价值，推动工业化、数字化、绿色化水平全面提升，为城市高质量发展和人民美好生活贡献更多力量。

## AI技术时代到来 中小建筑企业要积极应对

◎文/武汉市黄陂第二建筑工程有限公司 朱德祥

### 什么是AI技术？

AI技术，全称为人工智能(Artificial Intelligence)，是指通过计算机程序和算法模拟人类智能的一种技术。

AI技术的起源可以追溯到20世纪30至40年代的计算理论研究。1956年达特茅斯会议上，约翰·麦卡锡等人正式提出了人工智能这一术语。AI技术的发展历程中，经历了符号主义、连接主义和行为主义等不同流派的推动。在2012年，辛顿团队在ImageNet挑战赛中使用深度卷积神经网络AlexNet夺冠，证明了深度学习在计算机视觉任务上的强大能力，由此引发AI领域的深度学习革命。

AI技术的研究领域非常广泛，包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。其目的是希望让计算机能像人类一样进行学习和思考。AI技术涉及到的学科非常广泛，包含信息论、神经生理学、认知科学、心理学，甚至还有哲学。所有AI的研究都离不开深度学习，深度学习是一种机器学习的方法，是一种试图使用复杂结构的神经网络对数据进行高级抽象的算法10。

### AI技术的特点

精准性强，使用AI技术可以显著提高任务的准确性，因为AI可以从大量数据中挑选出合适的信息来完成任务，AI系



统可以快速做出反应和决策，比人类更加迅速。

节约成本，AI系统比人类快得多，可以完成大量的任务，从而节省大量的时间和人力，节约成本。AI技术可以自动完成大量的任务，节省时间，而无需人为介入。

AI技术仍然无法完全取代人类进行决策，因为它们无法充分理解复杂的逻辑，也无法对各种情况做出有效的反应。AI系统很容易受到外部环境的影响，如电磁干扰，抗扰能力较差。

### 国务院新闻办、国资委部署深化央企“AI+”专项行动！事关建筑等重点行业

今年1月，国务院新闻办举行“中国

经济高质量发展成效”系列新闻发布会，介绍中央企业高质量发展有关情况。会上介绍，央企坚持“两端发力”，以进促稳，通过发展战新赋能传统产业转型升级。央企“AI+”专项行动全面实施，发布了“九天”“星辰”等通用大模型和一批行业大模型。推动AI在健康、建筑、冶金等12个重点行业、400余个场景落地应用。数字化、绿色化转型也在加快推进，全年打造智能工厂120个，国内首套百万吨级氢基竖炉实现连续满负荷生产，传统产业焕发新的增长动能。

国务院国资委今年2月份召开的中央企业“AI+”专项行动深化部署会指出，近年来，国务院国资委坚决贯彻落实党中央、国务院决策部署，全力推动中央企业融入国家算力布局，与龙头民企、科研机

构深化合作,一批高价值行业应用场景落地,智能算力供给能力显著提升,数据集建设稳步推进,大模型构建加速追赶,在人工智能关键领域取得系列积极进展。会议要求,要着力强化中央企业推进人工智能发展的要素支撑,在编制企业“十五五”规划中将发展人工智能作为重点,打造更多科技领军企业,孵化培育一批初创企业。要加大资金投入,坚持产投结合、以投促产,持续壮大发展人工智能的长期资本、战略资本、耐心资本。

## AI 技术对建筑的影响

人工智能(AI)的浪潮正以前所未有的速度渗透进建筑业的每一寸肌理。从设计图纸的智能化生成,到施工现场的无人化管控,再到建筑全生命周期的数字化运维,AI技术正在重塑行业的底层逻辑。这场变革不仅是工具的迭代,更是思维模式、管理范式与产业生态的全面升级。

## 中小建筑企业如何应对AI时代

加快培养智能建造人才。毛主席说过,人民,只有人民,才是创造世界历史的动力。习近平总书记指出,技术工人队伍是支撑中国制造、中国创造的重要基础,对推动经济高质量发展具有重要作用。要在全社会弘扬精益求精的工匠精神,激励广大青年走技能成才、技能报国之路。

近年来,建筑施工机器人广泛用于施工,据报道,在传统的施工工艺中,施工定位一般由人工通过 CAD 图纸识别,再由人工将图纸中的数据展现到现场来进行测量、放样与打点,具有定位准确度不高,浪费材料与劳动力等弊端。而“测量机器人”,作为一种集自动目标识别、自动照准、自动测角与测距、自动目标跟踪、自动记录于一体的测量平台,不仅可以做到快捷与精准,并且能够保证一次性成功,避免返工。再如钢筋加工机器人,分别可以对钢筋进行毫米级切割、精准加工钢筋两端螺纹和钢筋笼等。而这些工作以前均为工人手工操作,不仅耗时耗力,而且精度难以把控。技术工人只需要在机器人上



输入钢筋弯曲度和件数等数据,机器人就自动拉动盘条,不仅能将钢筋拉直,而且还能将钢筋加工成棱角分明的钢构件,每一个钢构件大小均保持一致,让人叹为观止。

陇西土木建筑网 2024 年 3 月 14 日报道,在武汉协和重庆医院施工现场,混凝土整平机器人不仅能减少大面积施工中的人工投入,还能使混凝土平整度控制在 3 毫米内;地坪漆涂敷机器人结合激光雷达与 BIM 技术进行定位导航和智能路径规划,全自动完成整个地下车库环氧地坪漆的底漆、中涂漆以及面漆施工;地坪研磨机器人通过激光雷达扫描识别出墙、柱等物体位置,实现机器人实时定位、自主导航和全自动研磨作业,并配备大功率吸尘集尘系统,施工过程基本没有扬尘。

再先进的机器人,也得由人来操作完成。所以,相关部门要鼓励企业培育有文化、懂技术的新型产业工人,利用各式各样的劳动技能大赛、工匠评比等活动,充

分展示一线工人的绝活,塑造新型的工人形象。同时,提升工人适应绿色施工的能力和技能,使技能人才凭借手艺成为企业乃至行业先锋人物,让广大的建筑工人得到职能的提升。

AI 技术的发展,最终是离不开人,人才是智能建造的关键。我们中小建筑企业要积极培育既有国际视野又有民族自信的建筑师队伍以及懂 AI 建造的人才。比如通过大力校企合作的模式,培养建筑业的智能建造专业人才。加强工程现场管理人员和建筑工人的教育培训。大力弘扬工匠精神,培养高素质建筑工人,建一项工程树一项丰碑。

培育新型的建筑产业工人。人才是根本,只有强大的人才链,才会有强大的产业链和建筑业高质量发展的未来。

以建设工程管理信息化为动力。建设工程管理信息化指的是建设工程管理信息开发和利用,以及信息技术在建设工程管理中的开发和应用。信息化是人类社会

发展过程中一种特定的现象,它表明人类对信息资源的依赖程度越来越高,信息化是人类社会继农业革命、城镇化和工业化后迈入新的发展时期的重要标志。

中小建筑企业要探索施工项目信息化管理,实行信息化建设的“一把手责任制”,建立相应的领导机构和实施机构,以岗位培训和继续教育为重点,对施工人员进行不同类型和不同层次的信息技术教育,培养一批精通信息技术和业务的复合型人才,为企业提升质量竞争力培养动力。各工程建设项目部搭建BIM私有云平台,满足项目模型及图纸深化工作,为项目现场管理、BIM技术开发应用、信息化集成系统的应用,提供信息支撑和资源储备,有效保证了各项先进技术在平安机电项目上的应用,实现工程建设项目全生命周期数据共享和信息化管理,为项目方案优化和科学决策提供依据,促进企业提质增效。

今年4月份,习近平总书记在中共中



央政治局第二十次集体学习时强调,人工智能作为引领新一轮科技革命和产业变革的战略性技术,深刻改变人类生产生活方式。新一代人工智能技术快速演进,为经济高质量发展、现代化建设注入强劲动力。站在技术变革的历史关键节点,中小

建筑企业既要敏锐捕捉战略机遇,更要清醒认识现实挑战。聚焦中国式现代化的发展要求,坚定信心、守正创新,与时代同频共振,抢抓人工智能发展的历史性机遇,在自主创新中筑牢技术主权,为行业的高质量发展作出更大贡献。

## 建筑业高质量发展离不开AI赋能

◎文/新十建设集团 徐保国

在这个科技飞速发展的时代,建筑业正迎来一场前所未有的变革。而这场变革的核心动力,正是人工智能(AI)的赋能。它不仅改变了建筑的设计、施工、管理方式,更深刻影响着行业的未来走向。当下,建筑业的高质量发展,离不开AI赋能的强大推动力。

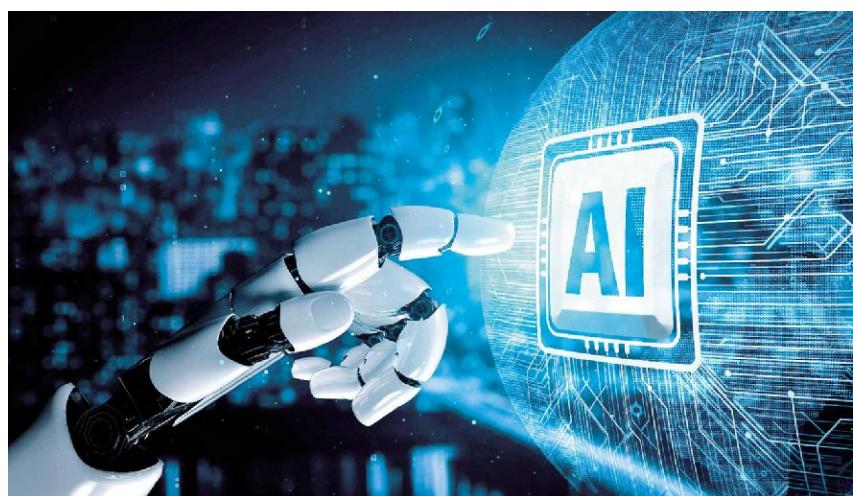
### 一、AI赋能是建筑业高质量发展的大势所趋

#### 1. 传统建筑的局限性:效率低、成本高、质量难控

传统的建筑行业,依赖经验和手工操作,存在效率低、成本高、质量难以保证等诸多问题。项目周期长,施工现场管理繁琐,信息孤岛现象严重,导致资源浪费和风险难控。这些问题,严重制约了行业的高质量发展。

#### 2. 科技革命的浪潮:AI成为行业“新引擎”

随着大数据、云计算、物联网等技术的成熟,AI作为“新引擎”逐渐融入建筑行业。它不仅能实现设计优化、施工模拟,还能进行智能监测、风险预警、资源调度。AI赋能,成为行业转型升级的必由之路。



3. 政策引导与市场需求:推动行业迈向智能化

国家层面不断出台支持建筑业数字化、智能化发展的政策,鼓励企业引入 AI 技术。同时,市场对高品质、绿色、智能建

筑的需求日益增长,推动行业高质量发展必须拥抱 AI,才能在激烈的竞争中立于不败之地。

4. 未来趋势:AI 将成为行业“新常态”从长远来看,AI 赋能将成为建筑业的

“新常态”。智能设计、自动化施工、智慧管理,将成为行业的标配。那些拒绝变革,墨守成规的企业,将逐渐被市场边缘化。只有顺应大势,拥抱 AI,才能实现可持续的高质量发展。

## 二、AI 赋能是建筑业发展的新质生产力

### 1. 智能设计:从“画图”到“智造”

传统设计依赖人类经验,耗时耗力。而 AI 驱动的设计软件,能快速生成多方案,进行优化,甚至实现数字化设计。比如,利用 AI 进行结构优化,减少材料浪费,提高安全性;利用虚拟现实(VR)结合 AI,实现“身临其境”的设计体验,让客户提前“感受”未来建筑场景。

### 2. 智能施工:实现“无人化”与“精细化”

AI 结合机器人、无人机、传感器,推动施工现场的智能化。无人机进行巡检,实时监测施工进度与质量;机器人完成繁重、危险的作业,保障安全与效率;传感器收集数据,进行实时分析,提前预警潜在风险。这一切,让施工变得更快、更安全、更精细。

### 3. 智能管理:打造“智慧工地”

AI 赋能的管理系统,能整合各类数据,实现“云端调度”。从材料供应到人员调度,从安全监控到成本控制,AI 都能提供



科学决策依据。智慧工地不仅提高效率,还能降低成本,提升整体项目的质量水平。

### 4. 绿色可持续:AI 助力绿色建筑

AI 在能源管理、环境监测方面发挥巨大作用。通过智能调节空调、照明,实现节能减排;利用 AI 优化建筑布局,提升自然通风、采光效果。绿色建筑的理念,借助 AI

技术,变得更科学、更高效。

### 5. 产业链升级:从“点”到“面”的变革

AI 赋能,不仅局限于单一环节,而是贯穿设计、施工、运营的全产业链。它推动产业链上下游的深度融合,形成“智能+绿色”的新生态,助力建筑业迈向高质量、可持续发展的新阶段。

## 三、大力培养人才,让 AI 赋能推动建筑业创新发展

### 1. 人才短缺:制约 AI 在建筑行业的深度应用

虽然 AI 技术日新月异,但整个建筑行业的人才储备远远不足。缺乏懂技术、懂行业的复合型人才,成为行业转型的瓶颈。企业若不能培养或引进 AI 专业人才,难以实现技术的深度落地。

### 2. 转型升级的关键:培养“懂建筑、会 AI”的复合型人才

未来的建筑人才,必须既懂建筑设计、施工管理,又掌握 AI、数据分析等新兴技术。高校、职业培训机构应开设跨界课程,企业也要加大培训投入,打造“AI+ 建筑”的人才梯队。

### 3. 建设创新生态:激发人才创新潜能

鼓励企业与高校、科研机构合作,建立产学研一体化平台。通过创新创业大赛、培训基地,激发年轻人才的创新热情。只有形成良好的创新生态,才能不断涌现出引领行业变革发展的“AI 建筑人才”。

### 4. 政策支持:营造良好的人才发展环境

政府应出台政策,提供人才引进、培训、激励等多方面支持。建立行业标准和认证体系,提升行业整体技术水平。让更多有志之士投身 AI 建筑创新,为行业注入源源不断的动力。

### 5. 以人为本:激发行业“人性化”创新

AI 赋能的最终目标,是让建筑更安全、更智能,更绿色、更宜居。人才的培

养,不仅关乎技术,更关乎行业的可持续发展。只有尊重人才、关爱人才,以人为本,才能实现科技与人文的完美融合。

站在今天的节点上,我们可以清晰看到:AI 正以不可阻挡的势头,深刻改变着建筑行业的每一个环节。它带来的不仅是效率的提升,更是行业质的飞跃。唯有拥抱变革,培养复合型人才,才能在未来的建筑舞台上,不断创新与发展,赢得属于自己的辉煌。

让我们共同期待, AI 赋能的建筑新时代,带来更加高效、绿色、智能的未来!这不仅是行业的变革,更是我们每一个人的美好愿望。

## ●具体实操成果

# AI技术赋能建筑业高质量发展的路径探索

◎文 / 中铁大桥局 刘凯

**摘要:**本文聚焦于AI技术赋能建筑业高质量发展的路径。首先阐述了AI技术赋能建筑业高质量发展的重要意义,接着分析了当前AI技术在建筑业应用的现状与问题,然后从设计、施工、管理等多个环节详细探讨了AI技术赋能建筑业高质量发展的具体路径,最后提出了保障AI技术在建筑业有效应用的策略,以及中铁大桥局以AI技术赋能桥梁智能建造的实践案例,旨在为推动建筑业借助AI技术实现高质量发展提供理论参考和实践指导。

**关键词:**AI技术;建筑业;高质量发展;路径探索

## 一、引言

建筑业作为我国国民经济的重要支柱产业,对国家经济增长和社会发展起着至关重要的作用。然而,传统建筑业面临着生产效率低下、资源浪费严重、安全管理难度大等诸多问题。随着科技的飞速发展,人工智能(AI)技术逐渐崭露头角,并在多个领域取得了显著的应用成效。将AI技术引入建筑业,为解决传统建筑业的困境、实现高质量发展提供了新的思路和途径。因此,探索AI技术赋能建筑业高质量发展的路径具有重要的现实意义。

## 二、AI技术对建筑业高质量发展的重要意义

### 2.1 提高生产效率

AI技术的应用可以使建筑施工过程更加自动化和智能化,减少人工操作的时间和工作量。例如,在一些重复性的工作中,如材料搬运、测量等,使用机器人可以大大提高工作效率。同时,人工智能算法可以对施工进度进行优化安排,合理分配资源,避免资源的浪费和闲置,从而提高整个项目的生产效率。

### 2.2 提升工程质量

通过AI人工智能技术可以对建筑材料的质量进行检测和分析,确保材料符合工程要求。在施工过程中,利用传感器和监控设备可以实时监测施工质量,及时发现和纠正施工中的问题,避免质量事故的发生。此外,人工智能技术还可以对建筑结构进行模拟和分析,优化结构设计,提高建筑的安全性和稳定性。

### 2.3 优化项目管理

AI技术可以对项目的各种数据进行收集、整理和分析,为项目管理者提供全



面、准确的信息。通过数据分析,可以预测项目的风险和问题,并提前采取措施进行防范和解决。同时,人工智能技术还可以

实现项目管理的自动化,如自动生成进度报告、成本报表等,提高管理效率和决策的科学性。

### 三、AI技术在建筑业的应用现状与存在问题

#### 3.1 应用现状

目前, AI 技术在建筑业已经有了一定程度的应用。在设计阶段, 一些建筑设计软件开始引入 AI 技术算法, 能够根据建筑的功能需求、场地条件等因素自动生成初步设计方案, 大大提高了设计效率。在施工阶段, 通过 AI 技术可以实现施工进度的实时监测、施工安全的智能预警等。例如, 利用无人机搭载 AI 技术

图像识别技术, 对施工现场进行实时巡查, 及时发现安全隐患。在管理阶段, AI 技术可以用于建筑项目的成本预算、资源调配等方面, 提高管理的科学性和精准性。

#### 3.2 存在问题

尽管 AI 技术在建筑业有了一定的应用, 但仍存在一些问题。首先, 数据共享和整合困难。建筑业涉及多个参与方, 数据

分散在不同的企业和部门, 难以实现有效的共享和整合, 影响了 AI 技术算法的训练和应用效果。其次, 专业人才短缺。AI 技术在建筑业的应用需要既懂建筑专业知识又懂 AI 技术的复合型人才, 而目前这类人才相对匮乏。此外, 行业对 AI 技术的认知和接受程度有待提高, 部分企业对 AI 技术的应用持观望态度, 缺乏主动应用的积极性。

### 四、AI 技术赋能建筑业高质量发展路径

#### 4.1 设计环节

##### 4.1.1 智能设计生成

利用 AI 技术算法, 结合建筑项目的功能需求、场地条件、环境因素等多方面信息, 自动生成多种设计方案。例如, 通过对大量优秀建筑设计案例的学习, AI 技术可以快速生成满足特定需求的建筑布局、外形设计等方案, 供设计师参考和优化。这种智能设计生成方式不仅提高了设计效率, 还能激发设计师的创新思维。

##### 4.1.2 性能模拟分析

在设计阶段, 运用 AI 技术进行建筑性能模拟分析, 如采光模拟、通风模拟、能耗模拟等。通过对不同设计方案的性能模拟, 设计师可以直观地了解各个方案的优点缺点, 从而进行优化设计, 提高建筑的能源利用效率和环境舒适度。例如, 利用 AI 技术对建筑的采光情况进行模拟分析, 调整建筑的朝向和窗户布局, 以达到最佳的采光效果。

#### 4.2 施工环节

##### 4.2.1 施工进度管理

借助 AI 技术实现施工进度的实时监测和智能预测。通过在施工现场布置传感器、摄像头等设备, 实时采集施工进度数据, 并利用 AI 技术算法对数据进行分析和处理, 预测施工进度的偏差情况。一旦发现偏差, 及时采取调整措施, 确保施工进度按计划进行。例如, 利用 AI 技术对某大型建筑项目的施工进度进行监测, 提前预测到因材料供应不足可能导致的工期延误, 并及时调整材料采购计划, 避免了



工期延误。

##### 4.2.2 施工安全管理

利用 AI 技术图像识别、传感器技术等, 对施工现场的安全隐患进行实时监测和预警。例如, 通过 AI 技术图像识别技术识别施工现场人员是否佩戴安全帽、是否存在违规操作等情况; 利用传感器技术监测施工设备的运行状态, 及时发现设备故障和安全隐患。一旦发现安全隐患, 系统立即发出预警信号, 提醒相关人员采取措施, 保障施工安全。

#### 4.3 管理环节

##### 4.3.1 成本管理

运用 AI 技术进行建筑项目的成本预算和成本控制。通过对历史项目成本数据的学习和分析, AI 技术可以准确预测新项目的成本, 并在项目实施过程中实时监控

成本支出情况。当成本出现偏差时, 系统自动分析原因, 并提供相应的调整建议, 帮助企业有效控制成本。例如, 某建筑企业利用 AI 技术成本管理系统, 对项目成本进行实时监控, 及时发现了材料采购成本超支的问题, 并通过优化采购方案, 降低了项目成本。

##### 4.3.2 资源调配管理

利用 AI 技术算法对建筑项目所需的人力、物力、财力等资源进行合理调配。根据项目的进度计划、施工任务等因素, AI 技术系统可以自动计算出各个阶段所需的资源数量和时间, 并进行优化调配, 提高资源的利用效率。例如, 在大型建筑项目中, 利用 AI 技术对施工设备的调配进行优化, 避免了设备的闲置和浪费, 提高了设备的利用率。

## 五、保障 AI 技术在建筑业有效应用的策略

### 5.1 加强数据共享和整合

建立统一的数据标准和数据平台,促进建筑业各参与方之间的数据共享和整合。政府可以出台相关政策,引导企业将数据上传到统一的数据平台,并加强数据安全保护。同时,鼓励企业之间开展数据合作,共同推动AI技术在建筑业的应用。

### 5.2 培养专业人才

加强高校和职业院校对建筑与AI技术复合型人才的培养。在相关专业课程中增加AI技术的教学内容,开展实践教学和产学研合作,培养学生的实际应用能力。此外,企业也可以通过内部培训、引进外部专家等方式,提高员工的AI技术水平。

### 5.3 提高行业认知和接受程度

通过举办行业研讨会、技术培训、案例分享等活动,加强对AI技术在建筑业应用的宣传和推广。让企业了解AI技术的优势和应用前景,提高企业对AI技术的认知和接受程度,激发企业主动应用AI技术的积极性。

## 六、中铁大桥局以 AI 技术赋能桥梁工程智能建造的实践案例

### 6.1 深江铁路洪奇沥水道公铁大桥

#### 6.1.1 项目介绍

深江铁路洪奇沥水道公铁大桥为(3×100+808+3×100米)双塔双索面钢混箱桁组合梁斜拉桥,上层为设计时速80公里双向8车道中(山)-南(沙)城市快速路,下层为设计时速为250公里的深江铁路和广中珠澳高铁的四线铁路。洪奇沥水道公铁大桥是世界首创公铁合建短边跨钢混箱桁组合梁斜拉桥,具有超大直径钻孔桩成桩难、主塔外观质量控制难、钢梁桁片翻转难、钢梁桁片姿态调整及线形控制难、钢桁梁长距离顶推控制难等五大施工难点。

#### 6.1.2 实践举措

一是超高主塔智能建造技术。针对超高主塔的外观质量和防裂控制难题。项目应用智能造塔机进行施工,配置有同步爬升系统、自动退模系统、帷幕养护系统和智能监测系统,实现主塔爬模施工的智能化升级,并增加海洋环境条件下的混凝土包裹养护时间,可以极大提升桥塔施工安全、质量与效率。

二是钢桁梁智能步履式顶推施工技术。边跨钢桁梁顶推重量超过1.8万吨,而地基为软土地质,钢桁梁长距离顶推受力复杂,支点反力控制难。首创在钢桁梁架设中采用步履式顶推系统,顶推行程、

支点反力的数值实现实时反馈和阈值控制,解决了传统的钢桁梁滑块式顶推中行程及反力存在控制盲区的问题,实现顶推作业的可视、可测、可控。

### 6.2 张靖皋长江大桥

#### 6.2.1 项目介绍

张靖皋长江大桥工程位于澄通河段如皋沙群段,江阴长江大桥与沪苏通长江大桥之间。项目全线采用高速公路标准建设,跨江段双向八车道,设计时速100公里;南、北接线为双向六车道,设计时速120公里。张靖皋长江大桥是国家发展改革委发布的《长江干线过江通道布局规划(2020—2035)》中“十四五”重点推进



的过江通道项目，它连接张家港、泰州靖江和南通如皋三市，是目前在建的世界最大跨径桥梁，是“中国桥”首次突破 2000 米跨径大关的开篇之作。

### 6.2.2 实践举措

一是世界首创智能感知可更换锚固体系。通过在前锚面连接器两侧预埋固定端锚具，在更换施工时安装自锁式工具拉杆和两瓣式压板，以实现连接器、拉杆组件和预应力锚固体系的整体更换。通过埋入湿度传感器、探测仪等检测器件，实现智能感知，以更好地监测锚固体系工作状态。

二是世界首创全桥一体化智能防腐体系。将主缆、鞍室、锚室、主梁、索塔尽可能共用除湿设备，以制备站形式代替传统分离除湿机，统筹优化气流组织，并进行干空气的回收再利用；主缆外设 4 根通风管、中心设 1 根通风管道，使主缆钢丝处在低压干燥空气环境中。整个系统能耗更低，管养更方便，更为绿色环保。

### 6.3 双柳长江大桥

#### 6.3.1 项目介绍

新港高速双柳长江大桥及接线工程建设地点位于武汉市和鄂州市交界处。项目主线全长 35.043 千米，建设工期 48 个月。大桥主桥由长江大桥和两岸跨大堤孔桥组成，其中长江大桥为主跨 1430 米的双塔钢箱梁悬索桥。新港高速双柳长江大桥及接线工程是国家发改委发布的重

点建设的湖北省过江通道之一，同时也是国家高速公路网规划的 G9906 武汉都市圈环线重要组成部分。项目的实施将助力湖北交通“硬联通”加密成网，有效推动“武鄂黄黄”都市圈一体化进程，为沿线区域经济社会发展提供重要支撑。

### 6.3.2 实践举措

一是研发应用一体化智能筑塔机。项目开展以“标准化、装配化、智能化”为总体理念的超高索塔工业化智能建造技术研究，研发出集智能同步顶升、自动脱模、智能养护、布料、信息化监控监测等功能为一体的筑塔机。

二是研发主缆索股智能架设技术。项目联合桥梁智能与绿色建造全国重点实验室，针对索股智能架设与线形控制，开发了基于机器视觉的索股牵引智能识别系统与索股线形动态监测系统，成功实现了无人跟随牵引，提高了双柳长江大桥主缆架设工效与精度。

### 6.4 马鞍山长江公铁大桥

#### 6.4.1 项目介绍

马鞍山长江公铁大桥位于安徽省境内，在马鞍山市姑孰桥位跨越长江，是目前在建的世界最大跨度三塔斜拉桥。跨江桥梁全长 9.799 千米，由和县侧引桥、主汊航道桥、江心洲引桥、副汊航道桥、当涂侧引桥组成。主汊航道桥采用双主跨 1120 米斜拉桥，副汊航道桥采用主跨 392 米无砟轨道斜拉桥。马鞍山长江公铁

大桥采用上下层布置，上层桥面为双向 6 车道城市快速路，设计时速 80 千米；下层桥面为两线设计时速为 250 千米的巢马城际铁路、两线设计时速为 200 千米预留城际铁路。

### 6.4.2 实践举措

一是超大深埋双壁钢围堰模块化浮态安装、BIM 辅助下沉新技术。基于双壁围堰可自浮特性，首创了双壁钢围堰模块化浮态安装新技术，实现超大双壁钢围堰大节段底节平面分块水中浮态连接，施工流程简便、工作效率高、材料用量省。研发了围堰空间姿态测量装置及围堰监测云平台，采用 BIM 技术辅助围堰下沉施工，实现了超大深埋围堰下沉全过程姿态、受力的测量感知、安全实时管控和智能预警，保证了围堰安全、平稳、精确下沉到位。

二是超大截面钢塔制造及智能化安装控制方法。研制了最大吊重 600 吨、最大起升高度 385 米、可全寿命周期安全自动监测、吊装构件精确智能对位的智能化超大型塔式起重机，研发了塔吊 BIM+FEM 实时有限元结构受力分析技术及配套研制国产分析软件，形成了基于三维扫描的塔吊预埋件精准定位匹配技术。通过风 – 塔机 – 桥塔耦合分析计算研究，系统揭示了复杂钢塔高空拼装线形影响、控制因素并形成调整措施，实现大节段钢塔高空安全、快速、精准安装。

## 七、结论

AI 技术为建筑业的高质量发展带来了新的机遇和挑战。通过在设计、施工、管理等多个环节应用 AI 技术，可以有效提高建筑业的生产效率、降低成本、保障安全，实现建筑业的高质量发展。然而，要实现 AI 技术在建筑业的有效应用，还需要加强数据共享和整合、培养专业人才、提高行业认知和接受程度等。未来，随着 AI 技术的不断发展和完善，其在建筑业的应用前景将更加广阔，有望推动建筑业实现更大的变革和发展。



# 科技赋能建造 工心铸就好房

## ——中天建设武汉新希望华中区域总部项目纪实

◎ 文图 / 中天六建 温依 郭徽

在武汉长江之畔,一座270米高的城市地标正拔地而起。这座由中天建设集团有限公司承建的新希望华中区域总部项目,总建筑面积约32.8万平方米,是一个集3栋40层超高层住宅、1栋48层公寓及1栋58层酒店办公楼于一体的超大型城市综合体。项目不仅坐拥二七长江大桥交通枢纽的优越区位,更以“希望之翼”的独特设计理念,将建筑美学与实用功能完美融合。在这里,中天建设以科技为笔,以匠心为墨,在这片充满活力的热土上,精心描绘着一幅现代建筑业创新发展的时代画卷。

### 智能建造体系——科技贯穿全生命周期

在新希望华中区域总部项目的建设过程中,科技创新已经深深融入每一个环节,从规划设计到施工建造,再到后期运维,科技的力量贯穿项目全生命周期。中天建设通过全面落实湖北省“四化同步、一体推进”的智能建造发展路径,积极推进各类智能设备和数字化平台的深度应用,同时在智慧运维方面进行前瞻性探索,致力于打造华中地区智能建造的标杆示范项目。

“在这个项目中,数字化平台真正成为了工地的超级大脑,而各类智能装备则是项目推进的得力助手。”中天六建新希望华中区域总部项目技术负责人成传乐详细介绍道,“在安全管理方面,我们部署了24小时无人值守的智能预警系统,能够自动识别各类安全隐患并及时预警。同时,无人机定期巡航系统可以对整个作业面进行全方位监控,精准识别各类违章作业情况。智能施工电梯通过自动化控制系统实现无人操作,不仅大大提升了运行安全性,还有效提高了施工效率。”

在质量控制这一建筑品质的核心环节,项目采用了多项创新技术。实测量机器人引入,将施工误差严格控制在毫米级别,实现了传统人工测量难以企及的精度。分站式集中加工基地的创新使用,使得集中加工、精准配送和拼装式施工形成了完美的闭环系统。这种现代化的施工组织方式,不仅提高了施工效率,更确保了工程质量的一致性和可靠性。



钢结构



钢结构施工

项目在精装修阶段创新实施了“一户一档”质量追溯系统。这套系统完整记录每套房屋从基础施工到精装修完工的全过程，所有隐蔽工程都实现全面留痕、可追溯。与此同时，鹰眼系统对土建、安装、精装等全部施工过程进行实时记录，形成完整的可追溯档案，为后续的智能运维提供了坚实的数据基础。在这里，智能科技已经超越了传统工具的范畴，成为建筑品质最可靠的保障。

## 数字化设计与施工—— 让建筑“先完美，再建成”

BIM 技术在本项目中的应用，真正实现了让建筑“先在数字世界完美呈现，再到现实世界精准建造”的现代化建造理念。通过全专业建模，项目团队在虚拟空间中提前解决了大量可能出现的施工难题。标准化拆分技术的应用，将整个项目科学划分为10类结构单元、4类安装单元和9个精装单元，为后续的工业化生产奠定了坚实基础。智能工厂通过PCMES系统的深度应用，实现了从原材料到成品全过程的质量可追溯，确保每一个构件的品质都能得到有效保障。

“我们这个项目面临的基坑环境相当复杂。”成传乐技术负责人回忆起施工过程中的挑战时说道，“项目紧邻长江和二七长江大桥，其中距离江堤最近处只有64米，距离二七长江大桥桥墩更是仅有8.4米。周边还存在地下管廊和成熟小区，限制条件众多，安全压力非常大。基坑本身的挖深超过了18米，内部设置了两道水平支撑和一道斜撑。最关键的环节就是拆撑阶段，我们必须把拆撑对桥墩的变形影响严格控制在4毫米以内，同时还要确保在长江高水位期间基坑的整体稳定性，避免任何可能的坍塌风险。”

面对如此严峻的工程挑战，项目团队全面应用 BIM 技术，提前对拆撑全过程进行了精细化的动态模拟，预判了各种可能的工况。在实际施工过程中，团队在支撑结构上布设了多个应力计，进行高密度的实时监测，并基于监测数据进行变形模拟分析，不断调整拆撑的顺序和节奏。“在去年长江汛期期间，我们依靠这套数据驱动的施工管理系统，成功实现了安全可控的基坑拆除工作。”成传乐补充道。



集中加工



深化设计



精装样板



新希望航拍

在“希望之翼”全钢结构的施工过程中，项目团队同样展现了高超的技术水平和管理能力。这个钢结构体系中，单个最重构件的重量达到 51 吨，最大箱型梁的高度达 3.2 米，总用钢量达到 1500 吨。更关键的是，从材料采购、加工制作、运输吊装到现场安装，所有环节都必须在规定工期内完成。现场施工条件特别

受限，在地库顶板上，三面都无法进入材料，只有中庭一个入口可供使用。这就意味着所有构件都必须严格按照时间节点按需到场，不能早也不能晚。

面对这种复杂情况，项目团队依托 BIM 技术，提前将整个施工过程进行了精细模拟，把模型中的每一个构件进行拆分编号，所有施工环节都按

照模拟方案的安排有序推进。“现场施工虽然紧张，但在精密的事前规划下，整个工程推进可谓忙而不乱、井然有序。”成传乐介绍道，“在施工过程中，我们还采用了 3D 扫描技术、焊接机器人等先进的技术和装备，最终不仅按时，更是提前高质量完成了这项极具挑战性的施工任务。”



智能电梯



新希望华中区域总部项目效果图

## 创新与匠心——共筑高品质工程

该项目的价值，不仅在于新技术的成功应用，更在于其探索出了一条科技创新与工匠精神深度融合、相互成就的实践路径。技术并非冰冷的数据，而是化为了提升品质、保障安全、实现精益管理的具体手段。

例如，在“希望之翼”钢结构的施工中，BIM技术模拟和3D扫描是“创新”的体现，但最终实现毫米级安装精度的，是技术人员对每一组数据、每一次校准的极致专注，这正是“匠心”的彰显。同样，智能预警系统和无人机巡航大幅提升了安全管理效率，而将系统提示的每一个隐患彻底排除，则依赖于现场管理人员一丝不苟的责任心。

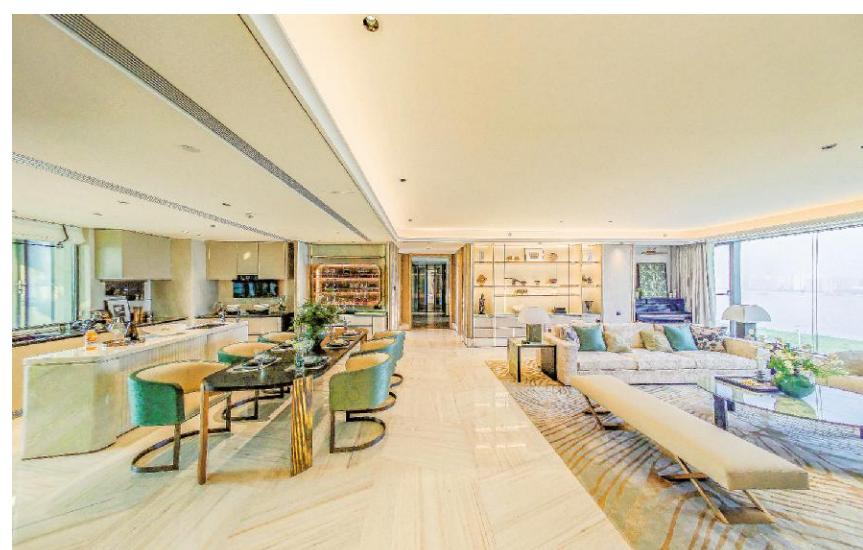
在精装修阶段，“一户一档”数字化系统为每套住宅建立了完整的数字基因。但确保每一处防水施工、每一块瓷砖铺贴都符合标准的，依然是工匠们对工艺规范的严格遵守和对手艺的自豪感。项目技术负责人成传乐对此深有体会：“我们引入实测实量机器人，不是为了替代人的判断，而是为了给工匠提供更精准的数据支撑。技术帮助我们消除了

系统性误差，但最终极致的品质，仍然源于对每一个细节的精心打磨。”

智能建造体系是项目的“骨骼”与“神经网络”，确保了工程的高效与精准；而贯穿始终的匠心精神，则是项目的“血肉”与“灵魂”，赋予了建筑以长久的生命力与温度。中天建设的实践表明，唯有让先进的

工具与追求卓越的人实现完美协作，才能真正推动建筑业向高质量迈进。

科技的温度，在于让建造更精准，让工人更安全，让生活更美好。在这座270米的垂直城市里，我们看到的不仅是钢筋水泥的高度，更是中国建造进化的速度。中天建设科技赋能建造，匠心铸就好房。



装修

## ●BIM 大赛优秀论文展示

# 论BIM技术在酒店项目中的实践应用

◎ 文 / 中建东方装饰有限公司 程鹏

酒店业是一个竞争激烈的行业，随着消费者需求的不断变化和提升，酒店项目的设计、施工和管理也面临着越来越高的要求。公司近些年也承接了西塔四季酒店、柏悦酒店、瑰丽酒店、W酒店、华尔道夫等一大批五星级酒店，近期陆续承接万丽、安朴、英迪格等一批酒店项目，如果仍然按照以往的酒店项目管理方法已经难以满足现代市场的需求，因此需要引入新的技术和方法来提高项目的质量和履约能力。BIM 技术作为一种先进的项目管理技术，其应用能够为酒店项目管理带来很多优势和价值，本文将探讨 BIM 技术在酒店项目中的应用，以及如何通过 BIM 技术实现高质量履约。

## 一、酒店项目 BIM 应用的特点

### (一)设计高效协同

1. BIM 技术可以将各个专业的模型整合在一起，实现多专业的协同设计，避免设计冲突。
2. BIM 模型可以通过可视化的方式展示设计方案，方便项目团队和业主进行沟通和决策。
3. BIM 技术可以提供设计变更的快速反馈，帮助项目团队及时做出调整。
4. 通过建立共享参数族文件，确保将下单需要的参数在明细表中显示，最终实现材料工程量的统计，为项目商务复核工量、材料下单提供依据。
5. 采用 BIM 三维的形式进行图纸会

审，把建筑模型、结构模型、机电管综模型链接到一起，在进行图纸会审的时候更加全面、更加直观立体的审核问题。

### (二)施工进度管理

1. 利用 BIM 技术可以进行施工过程的仿真和优化，提前发现和解决工程施工问题。
2. BIM 模型可以与进度计划结合，进行 4D 建模，实现施工过程的可视化和优化。
3. BIM 技术可以通过量算和成本估算模块，帮助预测工程的材料用量和成本。
4. 通过 1:1 BIM 模型及 VR 全景效果图的方式交底，不仅提供了效果展示，而

且更大限度的为工人展示了施工节点及收口方式等细节。

### (三)施工精细化管理

1. BIM 技术可以用于施工图纸的制作和管理，提高施工图纸的质量和准确性。
2. BIM 模型可以与施工设备和机械的模型相结合，进行施工工序模拟和优化。
3. BIM 技术可以实现施工现场的信息化管理，减少纸质文件的使用，提高施工管理效率。
4. 结合公司 BIM 平台，实现项目全生命周期管理。

## 二、BIM 技术赋能酒店项目履约实施路径

### (一)建立适用的 BIM 模型

在酒店装饰项目中，首先需要建立一个全面的 BIM 模型。这个模型应该包括建筑结构、机电系统、装饰材料等各专业相关信息。通过 BIM 模型，设计师可以对整个项目进行全方位的观察和设计，提高设计效率（创建酒店客房户型样板间模型，根据设计方案，建立酒店客房户型样板间的 1:1 真实模型，以展示其设计方案的真实性和可靠性）。

### (二)BIM 参数化设计

BIM 技术的参数化设计可精准实现

设计意图，提高设计的可实施性。利用三维模型进行材料和成本估算，实现精细化管理和成本控制，同时，参数化设计还为项目的可持续性提供了数据支持和分析工具，在酒店装饰项目中，BIM 技术参数化设计的应用，为项目的高质量完成提供了有力保障。

### (三)BIM 碰撞检查，图模审核

应用 BIM 技术，在设计阶段进行各专业碰撞检测。例如，可以通过建立机电类 BIM 模型，并动态更新，使用 BIM 技术复核机电深化设计，提交碰撞检查报告并

提供解决方案。这样可以在施工前就发现并解决潜在的问题，避免在施工过程中出现延误和增加成本。

### (四)BIM 可视化技术

利用 BIM 与 VR 技术应用到装饰工程中，可以使设计人员更直观地进行设计。通过“装饰自主设计法”可让业主参与到装饰设计中来，自主选择装饰物品，自主查看装饰效果，减少了繁杂的设计变更，极大地提升了装饰装修效率。“装饰自主设计法”与传统方法相比，基于 BIM 与 VR 技术业主可通过平台进行自

主更换方案中不喜欢的材质，如壁纸颜色、花纹，业主可自主选择变更，直至满意。业主可按照自己的喜好进行房间布局，如沙发位置、灯具位置、移动桌椅、旋转家具角度等，配制出完美的家居效果。根据虚拟的真实性选择出最优的家具样式和规格，业主根据平台中的内置家具库模型进行自主装饰设计，提前感受到酒店环境的装饰效果。

该方法提升设计师与业主间的满意度与契合度，对酒店项目高质量履约有较大帮助。

#### (五)BIM 全生命周期管理

基于 BIM 技术酒店装饰项目管理贯穿整个项目实施全过程，通过三维模型将设计、施工和运营等各个阶段紧密连接，实现了全过程的可视化和协同管理。利用 BIM 技术，设计阶段可以更加精确地

进行方案构思和优化；施工阶段可以有效地降低错误率和提高施工效率；运营阶段则可以通过数据分析和预测，实现资产的高效管理和维护。以平台为载体项目各参与方能够实时共享数据，实现高效协同，基于平台的 BIM 全过程管理有助于减少信息孤岛，提高沟通效率，降低管理成本，并促进项目的顺利实施，为项目履约打下坚实的基础。



### 三、BIM 技术在酒店项目应用实践

以\*\*酒店为例，该项目在实施过程中，采用装配式施工，各专业交叉施工配合，方案造型复杂，精度要求高。在履约过程中采用了 BIM 技术。通过 BIM 模型的建立和应用，该项目在工期、成本和质量等方面均取得了显著成效，并得到业主的通报表扬。

#### (一)BIM 协同深化推进施工图落地

在设计阶段，\*\*分公司的 BIM 团队，在项目进场后，建立了酒店的建筑、结构、一次机电的全专业模型，按照方案设计的

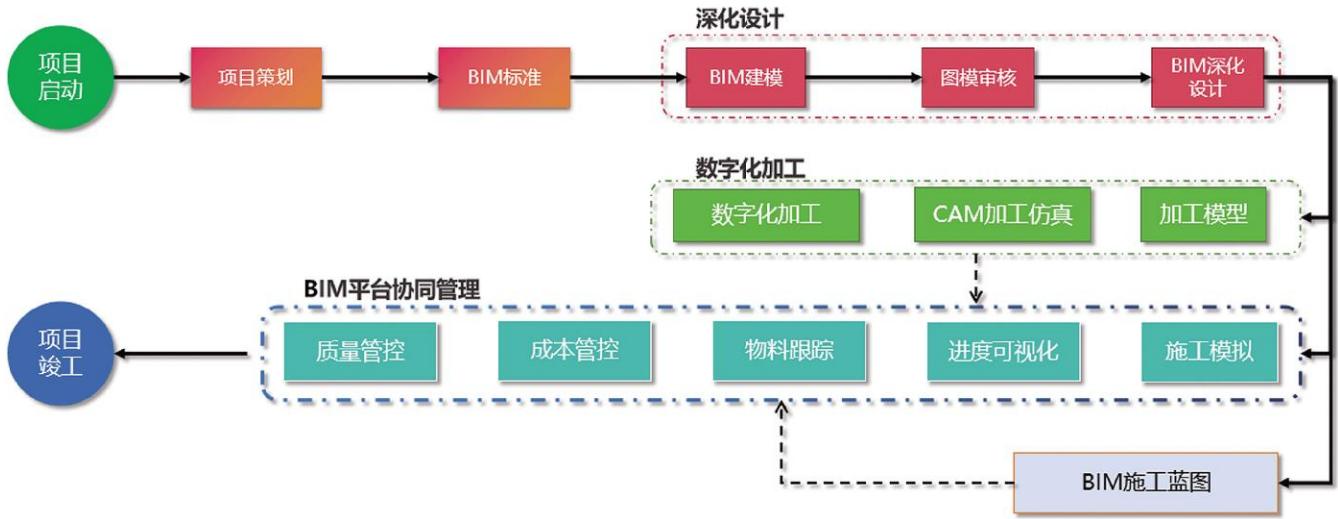
酒店户型，完成各个户型的独立装饰模型、二次机电模型。通过装饰模型、二次机电模型，与全专业模型进行碰撞检查，提前发现各专业之间的碰撞问题，并根据现场给出解决方案，累计解决碰撞问题 2000 余处，形成问题碰撞报告，报告经业主 BIM 顾问确认，保证了施工图落地和施工的顺利实施。

按照\*\*市公署的管理要求，项目严格执行 BIM 图审的要求。BIM 团队通过 BIM 模型，集中项目经理、技术负责

人、商务、生产，审查审图清单，对设计重点 / 难点在外部图纸会审中进行提出；成立专业审图组、编制审图文件、对应 BIM 建模审图模型，更加精准、更加直观、更加有效的处理前期图纸问题。

#### (二)BIM 协同项目装配式实施和排版下单

在施工过程中，项目装配式实施方案是重点。BIM 团队通过模型的分析，结合标准层放线尺寸，制定定变量、装配式具体施工方案，再继续统一放线交底。墙



面复杂造型、固定小空间设置为定量(淋浴间、卫生间、衣帽间、洗手间);平板墙面设置为变量。主要放线策略为幕墙靠左侧方向放线(定量),走道靠右侧放线放线(定量),中间控制尺寸(变量)。

在基层排版下单中,根据各户型的特点,综合天花图末端点位、综合机电图末端点位等套入龙骨排版图。保证龙骨基层与点位不冲突、不碰撞,确保方案落地性与材料不浪费。龙骨套入建筑、结构模型,保证钢架、吊杆等基层材料与土建净空的不碰撞,确保材料清单与现场的一致性。现场基层量清单与现场沟通交底后,先按照清单量的80%进行下单,复核现场与模型清单量的一致性,同时找出不同处,分析原因并反馈到模型中,保证量的误差不超过5%。

在特殊造型的GRG天花深化下单,客房内GRG户型天花深化设计与BIM模型充分配合,确保深化设计内容真实反映到BIM模型内。通过对效果图和蓝图的理解,合理划分异形GRG尺寸,再使用Revit软件建模,出具剖面图,模型、深化图纸与实物1:1对应。后在工厂中进行定尺加工,定制成品天花系统。

在石材的排版下单中,通过深化施工

图与BIM模型充分配合,确保深化图内容真实反映到BIM模型内。合理划分石材尺寸,再使用Revit软件建模,出具模型、BIM深化图纸与实物1:1对应后,在工厂中进行定尺加工,定制成品地面石材。

### (三)BIM三维交底保证项目工期和质量

在施工过程中应用三维交底技术,提升了项目的工期进度和质量。结合项目进度,通过BIM三维图对已确认的深化图纸组织班组进行图纸交底,造型重难点结合BIM模型可视化交底;对已确认的深化同步走内部系统流程,确保机关及项目随时查阅图纸。项目BIM团队通过BIM为基础制作VR可视化交底模型及二维码,现场管理人员及施工人员用手机通过扫描二维码可以随时查看材料间的收边收口节点及安装方式。在重点部位实施前,BIM团队组织项目召开交底会,与项目商务、机电专员、施工班组带班对模型及模型疑问清单进行探讨会,根据根据现场实际情况,对模型是否满足现场施工进行分析调整,减少浪费、优化施工,进而满足模型与现场得一致性。

### (四)BIM平台实现项目全生命周期管理

#### 管理

在项目实施过程中,按照公司要求,\*\*分公司在小梅沙酒店项目中,应用BIM技术与BIM平台、项管平台和材料系统,实现了模型下单、厂家加工、现场验收和安装的全过程试运用,有效提高项目的精细化管理。

在当今竞争激烈的酒店市场中,高质量履约已成为酒店项目成功的关键因素之一。BIM技术以其独特的优势和价值,为酒店项目管理带来了革命性的变革。通过深入应用BIM技术,不仅提高了设计阶段的协同效率和施工阶段的精细化管理水平,还为运营阶段提供了强大的数据支持和管理工具,BIM技术可以帮助实现酒店项目的高质量履约,提高项目的经济效益和社会效益。然而,BIM技术的应用还面临一些挑战,包括BIM技术路径固化、BIM模型的创建和管理标准建立、BIM技术的推广和应用等。因此,我们需要进一步研究和探索BIM技术在酒店项目中的应用,以更好的满足酒店项目履约需求。在未来,随着BIM技术的进一步发展和完善,我们有理由相信它将在酒店项目管理中将发挥更加重要的作用,为行业的可持续发展注入新的活力。

# “鸠兹”腾飞 高效建造科学管理打造城市会客厅

## ——中建八局芜湖数字经济产业园建设项目

◎ 文/林超 郭丽山 吴权 张寿晨

**【摘要】**芜湖数字经济产业园建设项目钢结构主要由15#楼交通展示中心、16#楼交通接待中心、19#楼数字经济论坛、21#楼酒店宴会厅、A22#伞形构筑物及三层连廊零星钢结构组成，结构形式15#楼为预应力大跨度拱形结构；16#楼采用箱型、H型、圆钢管、十字型截面钢框架柱；19#楼采用箱型、H型且字型柱；A22#为伞状屋盖+下部矩型钢柱。钢结构总量约12790吨，其中19#楼数字经济论坛合同约定确保鲁班奖。由于钢结构体量大、质量要求高、现场施工环境复杂、交叉作业频繁，短时间内组织各方资源难度大，为了满足质量、工期要求，项目部对整个项目的质量、安全、工期以及风险控制等进行全面策划管理、实施和精细化管理，最终顺利完成钢结构工程施工任务，取得高效、优质、节能的精品工程。



图1 项目效果图

### 一、成果背景及工程概况

#### 1. 社会背景

芜湖数字经济产业园项目是芜湖市重点打造的十大创新园区之一、“鸠兹科创湾”核心起步园区、省政府重点工程，力争打造为省内领先、长三角区域一流、具有全国影响力的数字经济产业园区。

#### 2. 项目背景

芜湖数字经济产业园项目以数字长

廊为界，分为一二期建设，整个项目由中建八局与芜湖大宇组成联合体共同参与建设。钢结构专业工程由中建钢构和武汉傅友负责具体施工。

#### 3. 工程概况

(1) 建筑概况：项目总建筑面积49.26万平方米，地上33.97万平方米，地下15.28万平方米，19#楼数字经济论坛建筑面积20866.75平方米，地下室建筑面积44903.54平方米。主建筑为独立的钢结构单元，建筑地上3层，建筑高度23.8米，主要作为会议厅使用；在其一侧另设开敞式的棚架，其建筑高度小于24m，主要作用为展览。19#楼整体通过采用保温隔热性能较好的围护结构，屋面设有太阳能板，外侧幕墙采用异性双曲玻璃幕墙、铝板幕墙等。

(2) 结构概况：19#楼分为三个区，A区—数字经济论坛，为3层钢框架结构，B区—数字客厅，为单层大跨度钢框结构，C区—连廊，跨距77.7m，为箱型构件桁架。主要材质为Q355B、Q420B、Q420GJ，普通螺栓为C级螺栓；高强螺栓为10.9S级高强度螺栓。

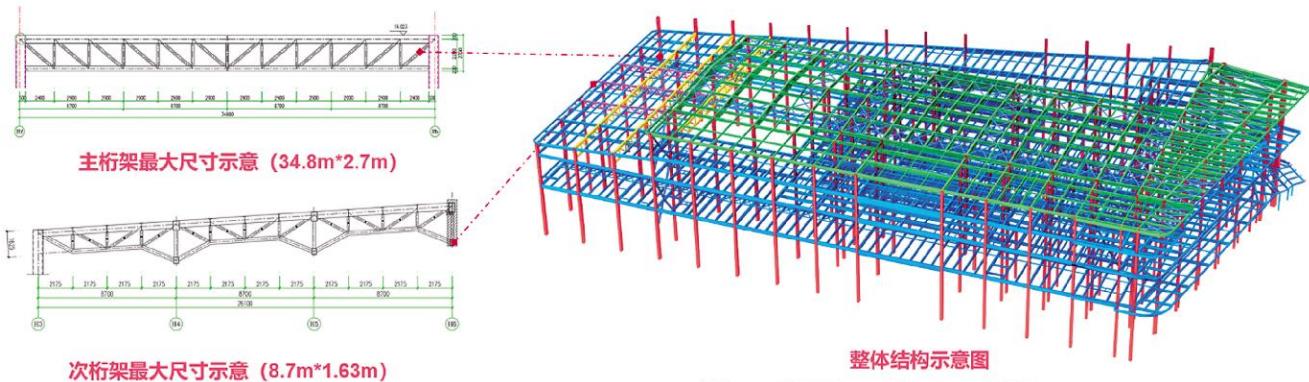


图 2-1 19#A 区结构示意图

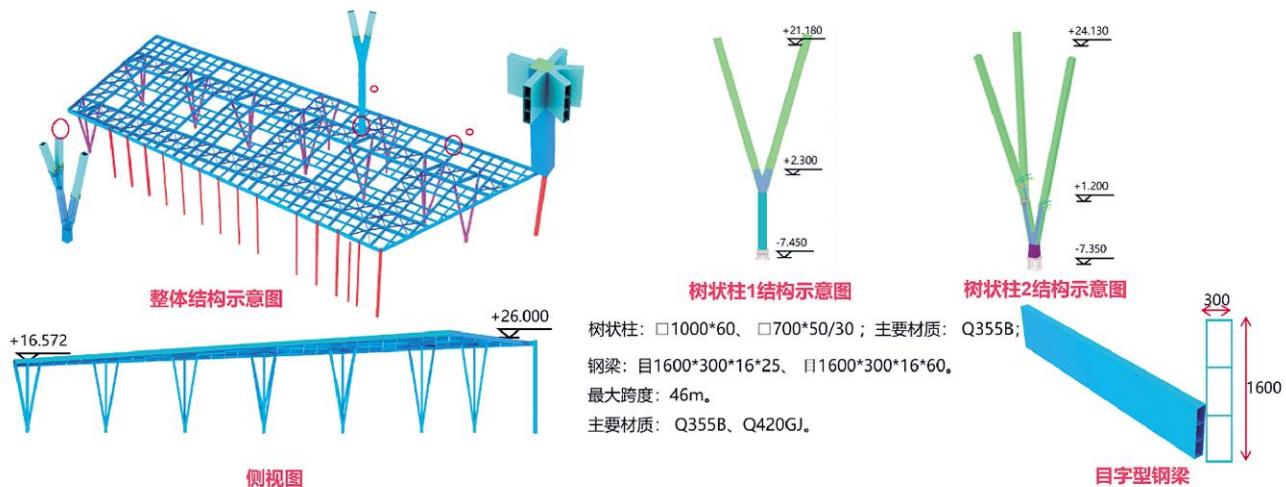


图 2-2 19#B 区结构示意图

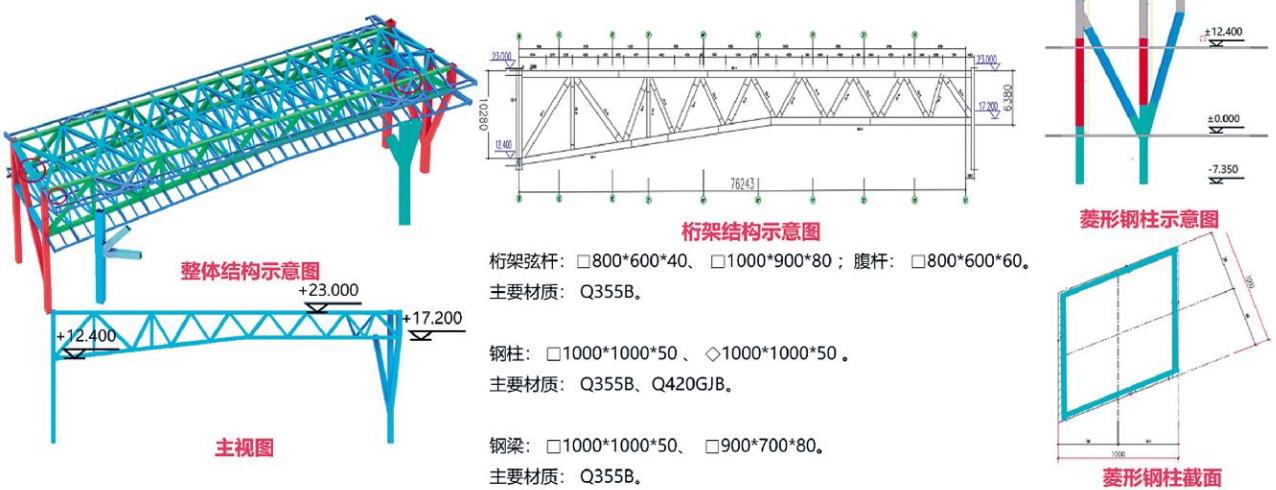


图 2-3 19#C 区结构示意图

项目中难点分析

表 1

序号	重难点	具体说明
1	专业深化设计	由于项目工期紧、体量大、构件复杂多样，设计图深化工作量大，难度系数高。
2	工期管理要求高	本项目钢结构主要由 15#楼交通展示中心、16#楼交通接待中心、19#楼数字经济论坛、21#楼酒店宴会厅、A22#伞形构筑物及三层连廊零星钢结构组成。钢结构总量约 12790 吨，加之周边临近火车站、轨道交通二号线周边环境、场地条件、材料供应等都将影响工程施工进度，施工工期控制是本项目管理的重点。
3	平面布置与交通组织难度大	1) 场地紧邻万达广场、神山公园、高铁站公共交通枢纽等芜湖市重要公共空间；人流车流量大，钢构件车辆进场交通组织协调量大； 2) 本工程总建筑面积 492599.29 m <sup>2</sup> ，包含 21 栋单体楼、地下车库（含人防）等附属工程，建筑面积大，单体多，工序穿插施工频繁，平面布置及料场转换是本工程一大重点和难点。
4	现场施工协调	本工程为联合体模式中标，需与联合体协调施工部署、场内交通等事宜。单体及专业多，涉及到的劳务及专业分包较多，分包单位间、专业间的协调是本工程管理的一大重点。
5	高空机械交叉作业	施工期间，19#楼 B 区钢结构、膜结构、幕墙同步作业，汽车吊、塔吊、电动吊篮等机械同步施工，交叉作业，必须协调作业时间，保证安全作业距离。

管理策划

表 2

序号	项目	目标	责任人	备注
1	质量目标	合格，19#数字经济论坛及北区非人防地下室创鲁班奖	吴权	
2	安全文明目标	安徽省建筑安全生产标准化示范工地、芜湖市双标化工地	许晋维	
3	工期目标	28 个月竣工备案，完美履约	管永兴	
4	科技创新目标	专利 10 篇、工法 2 项、论文 10 篇、QC 成果 8 项、BIM 成果奖 5 项	林超	
5	绿色施工目标	1) 能源消耗指标：<53 度/万元、<2.5L/万元； 2) 用水量指标：<6m <sup>3</sup> /万元、节水型器具配置率 100% 3) 材料损耗率：比当期预算定额损耗率降低 30%。 ①钢材损耗率≤1%； ②500km 以内生产的建筑材料设备占比大于 70%。 4) 其他指标： ①噪音控制：白天≤70 分贝，晚间≤55 分贝，环境空气污染物颗粒物浓度限制要求：PM2.5 允许标准为 24 小时周期内≤35 微克/m <sup>3</sup> ；PM10 允许标准为 24 小时周期内≤150 微克/m <sup>3</sup> 。	管永兴	

钢结构创优策划

表 3

序号	项目	目标	责任人	备注
1	进场材料合格率	100%	质量部（物资）	
2	构件进场验收一次合格率	100%	质量部（物资）	
3	工程安装质量一次检验合格率	100%	工程技术部	
4	无损检测一次通过合格率	≥99.4%	工程技术部	
5	高强度螺栓终拧合格率	100%	工程技术部	
6	防腐工程涂装质量一次检验合格率	100%	工程技术部	
7	防火涂装工程质量一次检验合格率	100%	工程技术部	
8	分部分项工程一次验收合格率	100%	全员	
9	质量投诉	零	全员	
10	质量事故	零	全员	

管理创新

表 4

序号	内容	作用	使用效果
1	设立独立材料库房，现场零星材料进行统一标准化管理	储存要星材料，按需领用，避免材料到场后直接全部发至劳务导致浪费。	有效降低螺栓、栓钉、焊板等材料的损耗
2	施工机械统一管理调配，杜绝闲置及浪费	充分利用机械，避免机械闲置	通过不同区域的机械调配，减少机械数量，提高利用率
3	编制钢结构专项口袋书，劳务班长、项目管理人员每人一册	提高全员的质量意识，掌握规范要求。	施工时按照规范要求进行，提高一次合格率，避免了返工

## 二、选题理由

### 1.项目影响

芜湖数字经济产业园项目作为芜湖市建市以来最大的公投项目，并且是华中公司成立以来所承接的最大项目，受到局、各级政府等内外部单位关注度高，各级领导极其重视。

### 2.结构形式及难度

(1)19#楼C区连廊桁架最大跨度77.7m,结构复杂,造型独特;19#楼B区数字客厅,通过多枝分杈达到结构造型,连接方式全部采用焊接连接,高空焊接工艺要求高,屋顶采用日本进口的ETFE双层气枕膜结构;现场施工环境复杂,受地库顶板厚度限制,无法使用大吨位吊车,现场安装难度大。

(2)项目钢结构构件高度大、肋板多、造型多样,A22伞型构筑物造型奇特,异性构件多,大悬挑构件安装精度高,多枝分叉结构安全操作平台固定困难,存在诸多技术问题需要攻克。

(3)数字经济论坛、宴会厅、伞形构筑物同步施工期间,二次结构、幕墙、膜结构、装饰装修、室外工程等其他专业施工同步进行,现场可利用堆场面积小,在工期紧、体量大的情况下,构件储存量要求高,必须保证足够的机械、构件存储量,在有限场地的情况下,构件安装的配套性必须与现场安装进度相符,保证及时安装,腾空场地。

(4)工期紧,任务重,短时间内各方资源整合难度大,需综合考虑材料、人工、机械、环境等诸多因素,且酒店精装修、智能化、地源热泵为甲指单位,各单位相互之间不能出现脱节情况,环环相扣,综合管



图3 AI智慧看板

理要求高。

## 三、管理重点及难点分析

项目重难点见表1

## 四、管理策划实施及创新特点

### 1.管理策划

项目部成立专项策划小组进行钢结构策划,明确安全、质量、工期、科技、绿色施工目标,同时明确相关责任人,将目标层层分解,逐级制定钢结构创优计划,分级落实。见表2。钢结构创优策划。见表3。

2.管理创新 见表4

## 五、管理措施及风险控制

### 1.施工管理措施

(1)项目设置环形临时道路,对项目大门进行单向性管控。项目体量大,每天上百辆构件车进出施工现场,交通压力

大,针对各施工区域的方向与位置,设置环形施工道路,对大门设置单向进出设置,单向大门只允许大型机械、构件运输车辆进或出,保证车辆有序进入,有序开出,不互相干扰;双向大门为管理人员车辆或外访人员车辆进出,避免与大型构件车、机械车同门进出,保证安全。

(2)资源整合针对大体量短工期的项目现状,按互不干扰的施工原则将现场划分一期、二期、联合体片区三个大区,每区按结构类型化分单独小区,按区域选定劳务班组、材料供应商、加工厂及机械单位,通过化整为零将项目工期与体量平衡分配。

(3)构件管理为保证构件加工质量及进度,安排专职驻厂监造人员,制定构件计划,将加工厂监控系统引入项目,实施监督加工质量。

(4)引入公司AI智慧看板,实施监测整个项目施工现场,包括人员、车辆、机械、材料、进度、质量、安全等各个方面。

2.技术管理措施

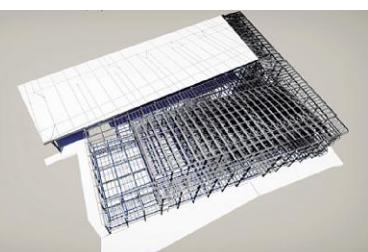
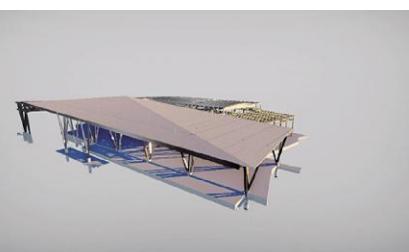
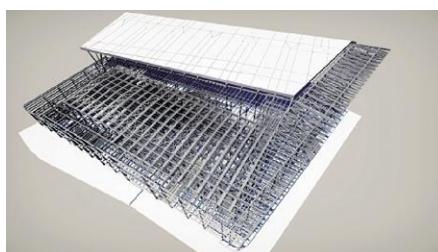


图4 虚拟拼装技术

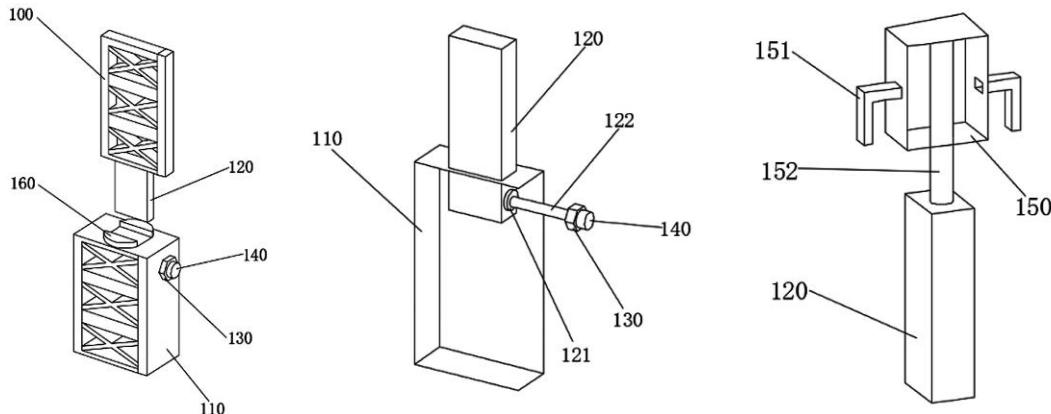


图 5 一种新型钢结构临时安装胎架技术

(1) BIM 虚拟装配技术采用 BIM 虚拟装配技术,模拟装配过程,制定专项焊接工艺,采用小电流焊接、分段退焊,控制焊接变形,同时通过研发的一种可调节角度及测量角度的工具来保证组合构件的拼装精度,确保加工质量。

(2) 研制一种新型钢结构临时安装胎架技术。由于钢结构造型跨度非常复杂,要现场悬空拼装,就需要先搭设一个或多个支架进行支撑,这个支架就是支撑胎架。由于支架的尺寸较长,面临一些需要在高空拼装的结构,时常会出现由于高空对位不准导致安装效率低、进度较慢,同时插接在一起的两个支架需要配合插销将两者进行固定,在拆卸过程中,插销扣紧后很容易出现锁死的情况,降低了拆卸进度。

为了克服现有技术的上述缺陷,本实用新型提供了一种新型钢结构安装临时支撑胎架,以解决上述背景技术中存在的问题。一种新型钢结构安装临时支撑胎架,包括支架 A 和衔接杆,所述支架 A 的下表面与衔接杆连接,所述衔接杆的一端贯穿支架 A 的内部,所述衔接杆的底部连接有支架 B,所述衔接杆的底部贯穿支架 B 的内部,所述支架 B 的表面安装有推板;当需要将支架 A 安装在支架 B 的上方时,通过衔接杆将支架 A 的一端安装进支架 B 内部,同时感应块对推板进行感应,使得相对称的推板向内收紧对衔接杆固定,避免因定位不准导致



图 6 月度工匠之星表彰



图 7-1 月度特种作业人员教育

安装效率降低的情况发生,固定块对位于支架 A 内部的衔接杆一端进行保护,然后通过限位架对固定块的表面进行限位,保持衔接杆在支架 A 内部的固定,当需要对支架 A 进行拆卸时,通过按压按钮即可将输出杆从衔接杆的表面一端解除固定,便于对支架 A 的拆卸,提升拆卸进度。

### 3.质量管理措施

(1)样板制度项目实行施工样板与实体样板并行制度,样板引路,发现问题,总结经验,为大面积施工提供借鉴。

### (2)工匠之星

开展工匠之星活动,对分包单位进行质量考核评价,通过分包商之间质量评比,评选优秀的分包队伍,提高劳务人员质量意识。

### 4.安全管理措施

(1)严格按照公司文件进行人员入场安全教育、作业人员培训,定期开展特殊工种教育、班组长教育、全员安全教育,做到人人懂安全,人人保安全,时刻保持安全意识。

(2)机械进场实行验收制,杜绝不合格设备进入现场;定期组织开展机械检查,杜绝机械带病作业。

(3)大件吊装实施吊装审批制,吊装时进行旁站,掌握信号工指挥技术水平,禁止无大件吊装经验信号工指挥大



图 7-2 早班会

件吊装。

### 5.材料、构建管理

(1)项目涉及钢材种类达 50 余种,钢材加工厂 4 家,组织好各类材料配套、控制材料损耗项目的管理重点,在实施过程中,通过对构件及零件形式的分析研究,分批次进行排版,材料采购工作中实时跟踪材料动态,严格要求加工厂按照预排版进行切割下料。

(2)设置材料专员及封闭材料堆场,对现场地脚螺栓、高强螺栓、油漆、栓钉、定位板等公共材料进行管理,采用随用随领,按需领取,杜绝提前预领,乱发多领现象,使公共材料处于可控状态。

(3)构件加工选取 4 家国内大型钢结构厂,统一要求,统一管理,构件隐蔽部位实行照片实时网盘上传,过程中加工质量实行三检制,出厂登记制,保证构件的质

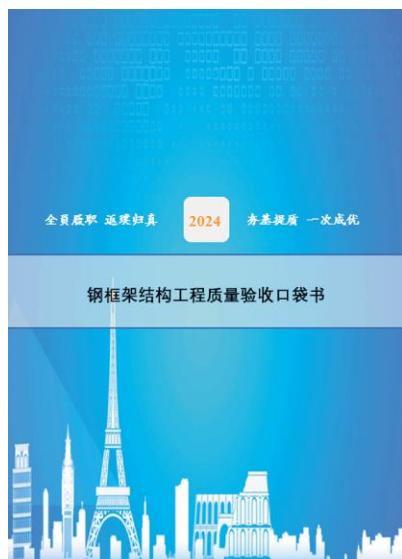


图 8 质量口袋书



图 9 钢结构誓师大会

## 专题 策划

AI赋能  
建筑业创新发展

量可控，进度可控，为现场安装提供支持。

### 6. 机械管理

(1) 对于大型机械设备，根据进度计划及方案要求，提前锁定拟用机械，实地进行查看，使用前7天进场，预留充足组装、监测及备案时间。

(2) 根据方案进行机型型号的选型，按区域进行机械管理，规划好第二天任务，提前安排，使用过程中，按照任务进行机械使用的监督，对闲置的机械进行全场调拨或退车，杜绝机械浪费。

(3) 对于叉车、随车吊等公用机械，由专人统一管理协调，提高机械利用率，较少浪费。

### 7. 组织协调管理

(1) 人员组织掌握构件加工进度，根据构件情况提前组织施工人员，避免了人员不足或盲目增加人员，造成因人员不足影响工期或人员窝工。

(2) 机械组织按需组织机械进场，特别是汽车吊，做的快速进退场，避免吊车现场闲置。

(3) 场地道路规划好构件场地，提前了解其他专业占路情况，做到构件进场快速卸车，快速撤场，避免场地拥堵。



图 10 技术质量效益证明

图 11-1 社会效益

## 六、管理过程控制、检查及关键收尾环节监督

### 1.材料、构件质量检查

材料进场时对材料进行外观尺寸及材质检验，是否符合相关标准及采购计划；零件下料前审核排版是否和订料排版

一致，避免材料串用、乱用；对焊接过程进行跟踪检查，隐蔽部位隐蔽前进行验收；对构件的外形尺寸进行检验。

### 2.技术复核及质量验收

质量验收严格执行质量验收“三检制”，并实施验收合格“举牌制”，编制钢结构专项口袋书（管理人员随身携带）及质量验收会签表（验收内容详细），确保每一

道工序验收合格后再进行下一道工序。

### 3.机械使用监督

制定机械使用办法，提前一天申请第二天机械使用数量及工作内容，过程中按照申请单进行检查监督机械使用，对于闲置的机械及时全场调配或退租。

### 4.安全检查

动火作业、大件吊装作业采用审批制，大件吊装时进行旁站。通过入场教育、早班会、周教育等各种形式提高工人高空作业安全意识。

## 七、管理效果评价

### 1.工期效益

通过前期图纸深化设计，过程中安全、质量、协调管理，钢结构提前 45 天穿插施工，设置临时支撑胎架，采用高空散装拼接技术，比预定工期提前 60 天完成了钢结构安装任务。

### 2.技术质量效益

通过质量三检制，提升现场过程管理，使钢结构验收一次通过率达 100%，焊缝一次探伤合格率达 100%。积极总结科技成果，发表论文 10 篇；形成省部级工法 2 项；形成专利 10 项，发明专利 4 项；形成省部级 QC 8 项，项目计划 2025 年 8 月份中国钢结构金奖杰出工程大奖。

### 3.经济效益

缩短了钢结构安装周期，通过高效组织管理，提高大型机械利用效率，使机械费用节省 20%，构件配套制作发运，合理安排工序，降低非必要用工数量，使工人整体效率提高 25%。

### 4.社会效益

项目荣获了“安徽省建筑安全生产标准化示范工地”称号。更是一举拿下“国际安全奖卓越奖”。同时荣获了安徽省 2024 年四个工地即红色工地、绿色工地、智慧工地、安心工地称号。

作为芜湖市镜湖区重点项目，累计接待省级及以上观摩 6 次，市级观摩 11 次，公司级观摩 10 余次，累计观摩 2000 余人次。



观摩活动



市住建局检查



业主检查



八局领导考察调研



中建集团领导检查



芜湖市市委书记考察调研



业主考察调研



安徽省科技厅考察调研

图 11-2 社会效益

# 基于BIM的建筑全生命周期数字化管理和应用

◎ 文 / 湖北建科国际工程有限公司 江路 杨莹 湖北建科数字信息技术有限公司 李天平

**【摘要】**本文构建了“全周期协同管理”研究框架，借助BIM技术实现建筑全生命周期需求的前瞻融入与动态优化，依托数字孪生技术搭建覆盖设计、施工、运维全阶段的数字化模型。通过将全周期管理规则库、设施参数库及用户行为特征库嵌入各阶段设计环节，形成“需求前瞻—数据融合—智能调控”的管理模式。以夷陵智慧城市指挥服务中心项目为实践案例验证表明，该模式可显著提升全周期管理效率、降低综合成本、满足智慧化运维需求。研究成果为建筑全生命周期数字化管理提供了可推广的技术范式，对工程领域数字化转型具有重要参考价值。

**【关键词】**BIM；全生命周期管理；数字孪生；数字化应用；智慧建筑

## 引言

在当代城市可持续发展进程中，建筑全生命周期数字化管理已成为推动城市治理现代化的核心抓手，其核心在于通过数字技术实现建筑全流程的协同高效与资源优化配置。BIM技术凭借其在建筑全周期数据整合与可视化分析中的独特优势，已成为支撑建筑数字化管理的关键技术载体。然而，当前BIM技术在全生命周期管理中的深度应用仍面临多重挑战：(1)阶段间数据壁垒显著，设计、施工与运维阶段的信息传递存在效率低下与语义偏差问题，制约全周期协同效能；(2)传统管理模式中各阶段需求衔接滞后，难以通过全流程的主动优化实现建筑综合性能提升；(3)BIM与物联网、人工智能等新技术的集成缺乏统一标准，限制了数字化管理系统的动态响应与决策能力。

针对上述问题，本文提出“全周期协同管理”框架，通过BIM技术实现建筑全生命周期需求的前瞻规划与动态优化，基于数字孪生技术构建覆盖全阶段的数字化模型，将全周期管理规则库、设施参数库及用户行为特征库嵌入各设计环节，形成“需求前瞻—数据融合—智能调控”的闭环管理体系。

## 1 全周期协同管理框架理论构建

建筑全生命周期管理(Building Lifecycle Management, BLM)强调从规划设计、施工建造、运营维护直至拆除回收的全过程一体化管理。传统管理模式中，各阶段信息孤立、协同效率低下，导致资源浪费与性能不达标。为此，本文构建了以BIM为核心、数字孪生为支撑的“全周期协同管理”框架(如图1所示)。

该框架以“需求前瞻—数据融合—智能调控”为核心理念，通过以下三个层次实现系统集成：

**数据层：**整合BIM模型、IoT传感器数据、历史运维数据、用户行为数据等，构建统一的数据中台，实现多源异构数据的标准化接入与融合。

**规则层：**建立全周期管理规则库，包括设计规范、施工工艺、运维标准、能耗指标等，通过机器学习不断优化规则逻辑，支持智能决策。



图1 全周期协同管理框架图

**应用层：**基于数字孪生平台，实现设计模拟、施工进度管理、设备运维、能源管理等场景应用，提供可视化、可交互的管理界面。

该框架突破了传统BIM应用中“重设计轻运维”的局限，实现了从静态模型到动态孪生、从阶段管理到全程协同的转变。

## 2 基于 BIM 与数字孪生的技术路径

建筑全生命周期数字化管理的实现，离不开 BIM 与数字孪生两项核心技术的深度融合与系统化应用。本文从 BIM 模型的全周期信息集成、数字孪生技术的深度融合以及三大关键数据库的构建与应用三个方面，系统阐述本文所提出的技术路径与实施方法。

### 2.1 BIM 模型的全周期信息集成

BIM 不仅是一种三维建模工具，更是一种贯穿建筑全生命周期的信息管理办法。其核心在于通过参数化、对象化的方式，将建筑物的几何信息与非几何属性（如材料、性能、成本、时间等）有机结合，形成一个维度的数字模型。在不同阶段，BIM 发挥的作用各有侧重，共同支撑全周期数据的连续传递与共享。

在设计阶段，BIM 通过多专业协同设计平台（如 Revit, ArchiCAD 等）实现建筑、结构、机电、暖通、给排水等专业的模型整合 [5]。利用碰撞检测功能，可在设计早期发现并解决管线冲突、空间干涉等问题，显著提高设计质量，减少施工阶段的变更与返工。此外，BIM 还可与性能模拟软件（如 EnergyPlus, CFD 等）结合，进行光照、能耗、通风等分析，实现绿色建筑与节能设计。

在施工阶段，BIM 与 4D（时间）、5D（成本）技术结合，形成施工进度模拟与造价管理一体化平台。通过将 BIM 模型与施工计划（如 Microsoft Project 或 Primavera）关联，可实现施工过程的可视化模拟，优化资源配置与工序安排。同时，5D-BIM 技术可将工程量与造价信息直接关联，实现动态成本控制与审计跟踪，提高预算执行的透明度与准确性。

在运维阶段，BIM 模型作为“数字资产”交付运维方，与其后的物联网（IoT）设备、楼宇自动化系统（BAS）等进行数据集成。例如，设备的型号、安装日期、维护记录等信息可直接关联至 BIM 模型中的相应构件。一旦传感器检测到异常，系统可自动定位至 BIM 模型中的设备位置，并调取历史维护记录，辅助运维人员快速诊断与响应，实现从“被动维修”到“预测性维护”的转变。

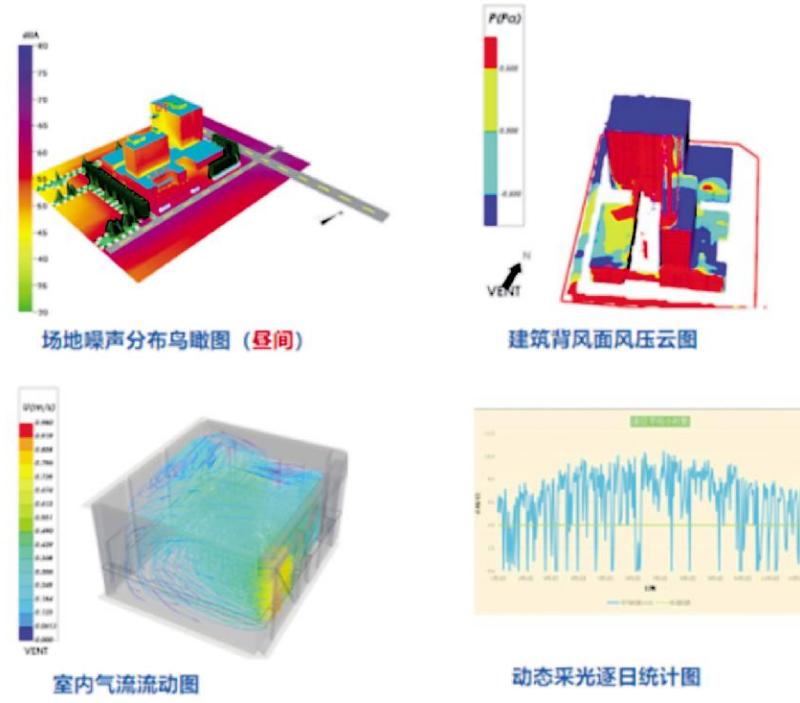


图 2 建筑性能分析



图 3 建筑全生命周期数字孪生平台

由此可见，BIM 模型是全周期数字化管理的信息基底，其核心价值在于实现信息的无缝传递与复用，打破传统建设中“信息孤岛”的局面。

### 2.2 数字孪生技术的深度融合

数字孪生是物理实体在虚拟空间中的动态映射，通过实时数据驱动，实现虚实交互、状态感知与智能决策。与静态的 BIM 模型不同，数字孪生强调“动态”与“实时”，依托物联网、云计算、人工智能等

技术，实现对建筑运行状态的持续监控、模拟与优化。

在建筑全生命周期框架中，数字孪生平台以 BIM 模型为几何与语义基础，接入各类实时数据源，包括环境传感器（温湿度、CO<sub>2</sub> 浓度等）、设备运行数据（能耗、故障报警等）、视频监控、人流车流数据等，构建一个与物理建筑同步更新的虚拟镜像。这一镜像不仅是“可视化”的，更是“可计算、可模拟、可控制”的（如图 3 所示）。

通过数字孪生平台,管理者可在虚拟环境中进行多种仿真分析,例如:

**能耗模拟:**结合实时气象数据与建筑使用情况,预测未来能耗趋势,自动调节空调、照明等系统运行策略,实现精细化能效。

**人流模拟:**在大型公建或应急场景中,模拟人员流动与疏散路径,优化出口设置与导向系统,提升安全管理水平。

**设备老化预测:**基于设备运行数据与历史维护记录,建立预测性维护模型,提前识别潜在故障,延长设备寿命,降低突发停机风险。

此外,数字孪生还支持反向控制功能,即通过虚拟平台下发指令至物理系统中的执行器(如智能阀门、变频器、照明控制器等),实现智能调控。例如,在智慧办公场景中,系统可根据人员分布实时调整工位区域的空调与照明,既提升舒适度,又避免能源浪费。

数字孪生与BIM的深度融合,不仅扩展了BIM的应用边界,更推动了建筑管理从“静态管理”向“动态治理”转变,是实现智慧建筑核心功能的技术支撑。

### 2.3 三大数据库的构建与应用

为实现全周期协同管理中的智能决策与规则驱动,本文构建了三类核心数据库:全周期管理规则库、设施参数库和用户行为特征库。这些数据库不仅作为信息存储的容器,更是知识提炼与智能应用的基石。

全周期管理规则库是一个集成了设计规范、施工标准、运维规程等多项规则的知识体系。该规则库采用语义建模与逻辑引擎技术,将文字形式的规范条款转化为计算机可识别与执行的规则条

The screenshot shows a software interface for managing building equipment. On the left is a table with columns for various parameters like power consumption, voltage, and pressure. On the right is a detailed properties panel for a specific unit, with fields for model number (XF-6F-1), location (MEP\_F6.0), and various performance metrics.

Element ID	JK_制冷量	JK_制热量	JK_安装部位	JK_电气参数		JK_电压	JK_设备编号	JK_静压	JK_风量
				JK_额定功率	JK_额定电流				
2803284	22.0KW	13.7KW	吊顶	0.89KW	380V	XF-3F-01	220Pa	2000m³/h	
2804831	28.0KW	18.0KW	吊顶	0.96KW	380V	XF-3F-02	220Pa	2000m³/h	
2823952	22.0KW	13.7KW	吊顶	0.85KW	380V	XF-3F-03	220Pa	2000m³/h	
2851770	14.0KW	10.0KW	吊顶	0.56KW	380V	XF-3F-02	200Pa	1200m³/h	
2854543	14.0KW	10.0KW	吊顶	0.56KW	380V	XF-3F-03	200Pa	1200m³/h	
2853808	14.0KW	10.0KW	吊顶	0.56KW	380V	XF-3F-04	200Pa	1200m³/h	
2849974	22.0KW	13.7KW	吊顶	0.85KW	380V	XF-3F-05	220Pa	2000m³/h	
2596451	28.0KW	18.0KW	吊顶	0.96KW	380V	XF-3F-03	220Pa	2000m³/h	
3411552	28.0KW	18.0KW	吊顶	0.96KW	380V	XF-3F-02	220Pa	2000m³/h	
2521357	14.0KW	10.0KW	吊顶	0.56KW	380V	XF-3F-03	200Pa	1200m³/h	
2521349	14.0KW	10.0KW	吊顶	0.56KW	380V	XF-3F-04	200Pa	1200m³/h	
2521250	14.0KW	10.0KW	吊顶	0.56KW	380V	XF-3F-05	200Pa	1200m³/h	
2593414	22.0KW	13.7KW	吊顶	0.85KW	380V	XF-3F-06	220Pa	2000m³/h	
2523305	28.0KW	18.0KW	吊顶	0.96KW	380V	XF-4F-01	220Pa	3000m³/h	
2524031	14.0KW	10.0KW	吊顶	0.56KW	380V	XF-4F-02	200Pa	1200m³/h	
3254187	28.0KW	18.0KW	吊顶	0.96KW	380V	XF-5F-01	220Pa	3000m³/h	
3262179	14.0KW	10.0KW	吊顶	0.56KW	380V	XF-5F-02	200Pa	1200m³/h	
2634312	28.0KW	18.0KW	吊顶	0.96KW	380V	XF-6F-01	220Pa	3000m³/h	
2593643	14.0KW	10.0KW	吊顶	0.56KW	380V	XF-6F-02	200Pa	1200m³/h	
3213799	28.0KW	18.0KW	吊顶	0.96KW	380V	XF-7F-01	220Pa	3000m³/h	
3213575	14.0KW	10.0KW	吊顶	0.56KW	380V	XF-7F-02	200Pa	1200m³/h	
3213633	28.0KW	18.0KW	吊顶	0.96KW	380V	XF-8F-01	220Pa	3000m³/h	
3254405	14.0KW	10.0KW	吊顶	0.56KW	380V	XF-8F-02	200Pa	1200m³/h	
3254407	28.0KW	18.0KW	吊顶	0.96KW	380V	XF-9F-01	220Pa	3000m³/h	
3217265	14.0KW	10.0KW	吊顶	0.56KW	380V	XF-9F-02	200Pa	1200m³/h	
3219325	28.0KW	18.0KW	吊顶	0.96KW	380V	XF-10F-01	220Pa	3000m³/h	
3221816	14.0KW	10.0KW	吊顶	0.56KW	380V	XF-10F-02	200Pa	1200m³/h	
3222154	28.0KW	18.0KW	吊顶	0.96KW	380V	XF-11F-01	220Pa	3000m³/h	
3222393	14.0KW	10.0KW	吊顶	0.56KW	380V	XF-11F-02	200Pa	1200m³/h	
3247444	28.0KW	18.0KW	吊顶	0.96KW	380V	XF-12F-01	220Pa	3000m³/h	
3251244	28.0KW	18.0KW	吊顶	0.96KW	380V	XF-12F-02	220Pa	3000m³/h	

图 4 设备技术参数库集成

件。例如,在设计阶段,系统可自动检查BIM模型是否符合《建筑设计防火规范》中的疏散距离要求;在施工阶段,可实时监控施工质量是否满足验收标准;在运维阶段,可依据设备维护规程自动生成保养计划并推送给责任人。规则库的建立,实现了全周期管理的“规范内置”与“自动合规”,大幅减少人为疏忽与误判。

设施参数库侧重于存储与管理建筑内各类设备与材料的静态参数与动态数据。包括设备型号、技术参数、生产厂家、安装日期、保修期限、维修记录等(如图4所示)。该数据库不仅服务于运维阶段的设备管理,还在设计阶段为设备选型提供数据支持,在施工阶段为材料采购与进场验收提供依据。通过与本体的语义关联,系统可实现设备信息的快速检索与交叉引用,提升管理效率。例如,当某一型号设备出现频繁故障时,系统可自动提示建议

更换型号,并关联供应商信息,实现快速采购与更换。

用户行为特征库则基于物联网传感器与用户交互数据(如APP反馈、刷卡记录等),收集和分析建筑使用者的行为模式与偏好。例如,通过办公楼的智能门禁与工位传感器,可统计各区域人员密度与流动高峰;通过用户的温湿度偏好调节记录,可建立个性化舒适度模型。这些数据可用于优化空间布局、调整设备运行策略、改善服务质量,从而实现“人-建筑-环境”的良性互动。在智慧建筑中,用户行为特征库是实现个性化服务与能效优化的重要依据。

三大数据库通过统一的数据接口与BIM模型、数字孪生平台进行集成,形成“数据-规则-应用”的闭环管理。它们共同构成了全周期数字化管理的“智慧大脑”,支撑建筑从建设到运营的全过程智能化升级。

## 3 关键技术与创新

### 3.1 构建多源数据动态融合与数据资源目录

针对建设工程场景更新数据来源多样、结构异构导致的数据融合与应用难题,本文构建了多源数据动态融合与数据

资源目录体系。该方法首先建立了覆盖项目实施、地理信息、自然资源等多维数据的统一资源目录,包含6大类36中类1000余图层,支撑全类型建设项目数据集成;研发了地理实体快速提取与空地影

像精准匹配技术,实现对实景模型的高精度地形提取和多源影像的自动配准。进一步,通过多源语义分割与条件随机场优化,实现场景语义融合与变化区域自动识别,使变化监测效率提升60%,并支持现

势模型与存量模型的自动拓扑融合与色差消除。该技术体系实现了多源异构数据的深度融合与动态更新,为城市规划、建设管理、运维服务提供了高精度、结构化的数据底座,推动了建设工程数据应用从“分散孤立”向“融合智能”的演进。

### 3.2 基于BIM的全生命周期一体化设计与数字交付

本文在BIM技术基础上提出全生命周期一体化设计与数字交付创新方法。该方法以单一BIM模型为核心,贯穿规划、设计、施工与运维全过程,实现“一模到底”的信息连续传递。在设计阶段,通过构建多专业协同设计平台,实现建筑、结构、机电等各专业的深度融合与实时协作,显著提升设计的一致性与集成度。借助云平台与通用数据环境(CDE),实现设计模型的版本管理与变更追踪,确保信息的实时同步与可追溯。数字交付阶段,将BIM模型与工程资料、设备参数、维护手册等非几何信息进行结构化关联,形成符合国际标准的数字化交付包。该交付包不仅涵盖几何模型,更集成了运维所需的全部数据资产,为后续智慧运维提供完整、准确的信息基础。该方法有效解决了传统建设中信息割裂与交付物不一致的痛点,实现了从“交图纸”到“交数据”的转变,显著提升建筑数据的再利用价值与全周期管理效能。

### 3.3 基于数字孪生的建设工程全周期智能化集成管控技术

在建筑业数字化转型与智能化升级需求背景下,本文系统构建了模型驱动的智能建造

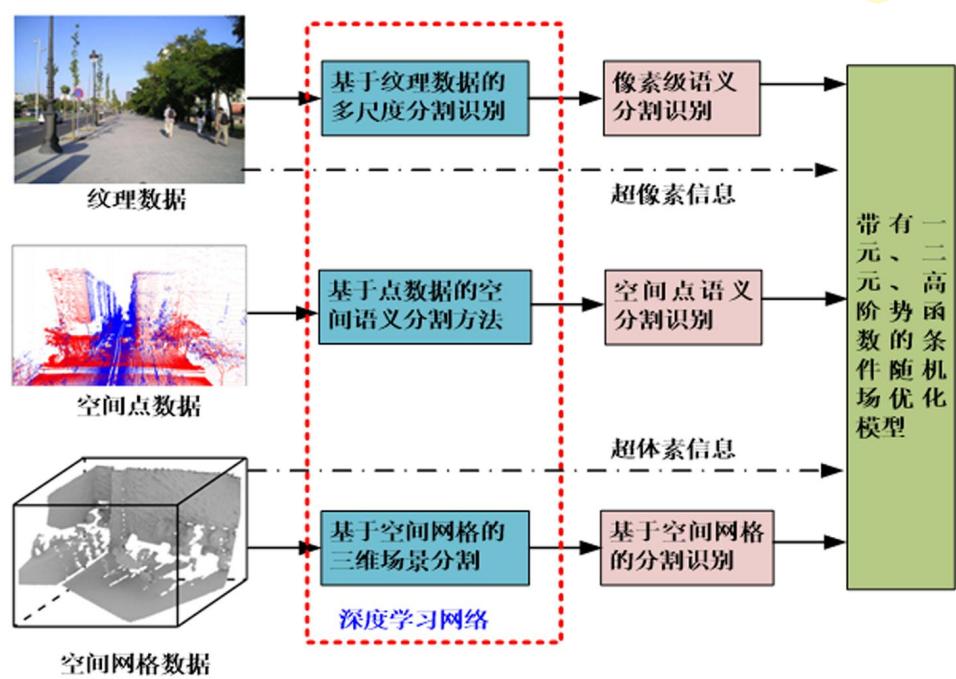
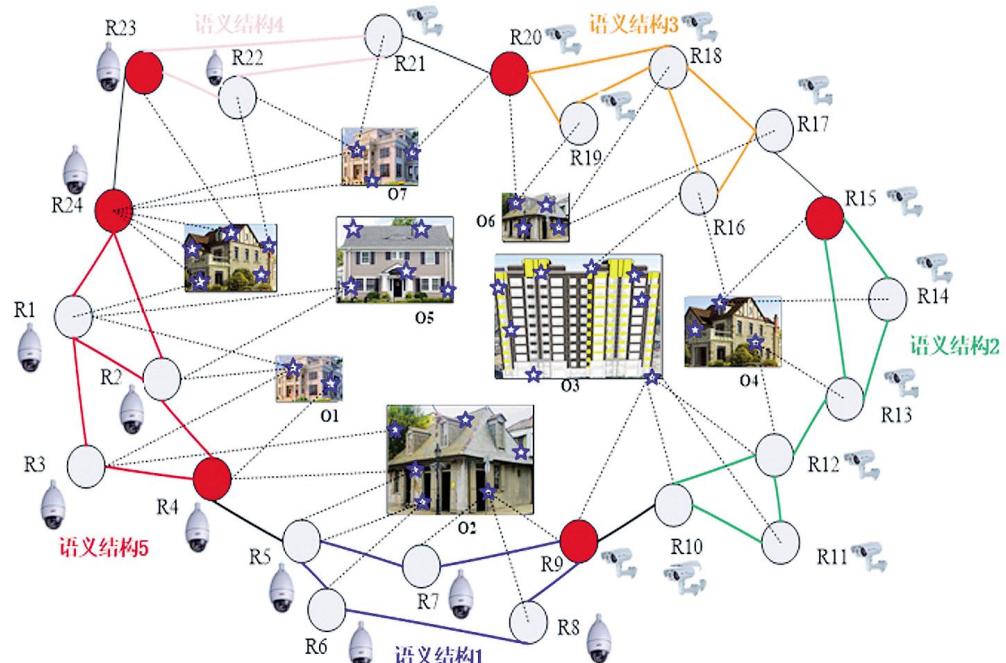


图5 基于多源数据的语义特征提取示意图



- 圆圈 $R_x$ 表示场景处于不同时刻的关键帧(具有稳定的场景语义结构),红色表示具有语义信息的节点
- 方形 $O_y$ 表示空间的不同物体(时间特征、空间特征和属性特征)
- 星型表示空间的图点(异构多元数据,同样具有时间特征、空间特征和属性特征)
- 具有相同颜色的边所连接的顶点构成具有稳定语义关联关系的语义结构子图

图6 场景语义结构图分解示意图

自动化作业技术体系。该体系以三维模型为核心,贯通建筑产品设计、施工与运维全过程,依托云边端协同架构实现云端智能决策、边缘实时控制与终端感知交互的高效联动。在此基础上,研发了支持全生命周期管理的数字孪生平台,集成多源传感与功能模块,实现了从土地策划、规划设计到开发建造和运维管控的全要素管理、全过程监管与全场景应用。通过开发全生命周期数据管理模块和智能控制算法,平台支撑复杂约束条件下的工艺仿真、生产管理、施工调度与运维优化,显著提升建造过程的协同性、精细化和智能化水平,为行业高效、低碳、高质量发展提供了完整的技术路径。

## 4 案例分析

### 4.1 项目概况

郭家湾污水处理厂设计总规模为3万m<sup>3</sup>/d,采用半地埋式结构,主体工艺为“改良A2/O生化池+二沉池+高密度沉淀池”,出水执行一级A标准,配套新建厂外污水管网2.55公里,总投资约1.24亿元。该项目以BIM技术为核心,构建覆盖设计、施工与运维的全周期数字化应用体系。通过建立标准化的三维协同模型,集成多源数据,显著提升设计质量与各参与方协同效率,并为交付运维提供了三维可视化数字基础,有效支持后续智慧化运营。



图7 建筑全生命周期一体化设计与数字交付平台

### 4.2 应用效果

该项目通过系统化BIM与数字孪生技术应用,取得了显著的综合效益。在经济效益方面,项目准确率和合格率分别提升至98%和99%,设计变更率控制在2%,返工率低于1%,整体工期缩短约25%,沟通效率提升30%,节约工期近3个月。在质量与安全方面,依托BIM协同平台共解决48项质量问题、消除75项安全隐患,实现机电与工艺管线“零碰撞”施工,大幅提升工程品质。社会效益方面,项目有效提升片区污水处理能力,服务8万余民众和20多家企业,缓解区域水处

理压力,削减入河污染,改善人居环境,该项目还作为智慧水务的优秀案例亮相于“第五届智慧城市与智能建造产业博览会”,引发了业内的广泛关注,进一步提升了项目的社会影响力和知名度。

## 5 结论与展望

本文通过构建以BIM与数字孪生为核心的“全周期协同管理”框架,系统实现了建筑全生命周期中各阶段需求的前瞻融入与动态优化。该框架依托统一数据中台,整合多源异构信息,嵌入规则库、参数库与行为特征库,形成“需求前瞻-数据融合-智能调控”的闭环管理机制,显著提升了建筑全过程管理的协同性与智能化水平。在郭家湾污水处理厂的实践中,该模式有效打破了阶段间数据壁垒,减少了设计变更与施工返工,降低了运维成本与能耗水平,实现了绿色、高效、智慧的建筑运营目标。

本研究不仅验证了BIM与数字孪生在建筑全周期管理中深度融合的技术可行性,也为行业提供了可推广的数字化管理范式,对推动建筑业数字化转型、实现“双碳”目标具有重要的理论价值与实践意义。未来可进一步探索人工智能与物联网技术在规则自学习与实时调控中的深度应用,推动建筑数字化管理向更高水平自治化与智能化发展。

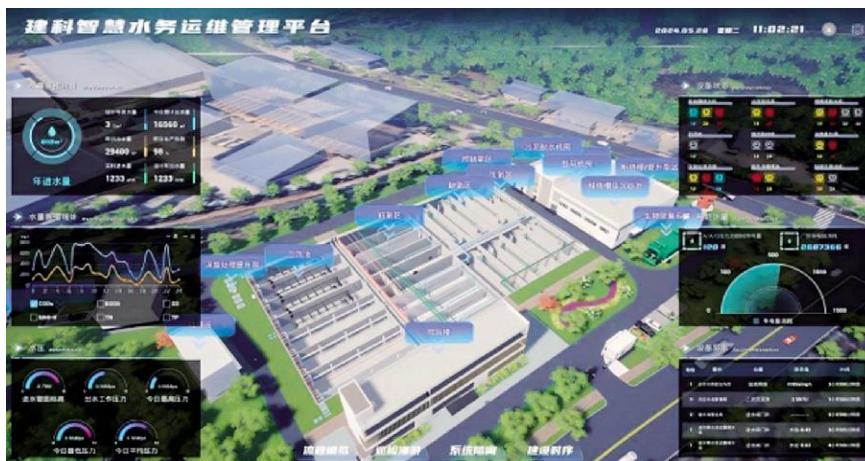


图8 郭家湾污水处理厂智慧水务运维管理平台

# BIM 技术在幕墙工程中的应用探讨

◎ 文 / 浙江省建工集团有限责任公司 阮仕才

**摘要:**随着全球信息化浪潮的推进,BIM技术作为建筑业数字化、智能建造转型的核心工具,正深刻改变着传统建筑行业的面貌。作为一种新一代创新性的计算机辅助设计工具以及生产的方式在建筑行业当中,成为建设信息化的技术,并且直接的进行应用。为此,本文将重点围绕BIM技术在幕墙工程中地应用进行探究,期望为业界提供一套可复制、可推广的数字化管理模式,在幕墙专项工程利用BIM技术,为幕墙工程的设计、施工和维护提供了全新的解决方案。本文将详细介绍BIM技术在幕墙工程中的应用,并探讨其带来的优势和挑战。

**关键词:**BIM技术;幕墙工程;设计;施工;应用

## 一、引言

在实际幕墙工程中,方案设计是在建筑设计的基础上,对幕墙部分进行的专项设计,主要根据项目情况确定幕墙系统与形式,同时满足建筑专业对外立面的效果要求在方案阶段,利用BIM模型的可视化,不仅可以直观的看到幕墙设计的全貌,还可以对幕墙的所有部位进行全局控制,有经验的设计师可以预先判断出容易出现问题的部位,从而对这些部位进行重点设计把控,推敲细节,提高方案设计的合理性和可建造性。

本项目幕墙工程基于浙江省建工集团有限责任公司承建的金银湖CBD项目,该项目由地上由三栋23-28层办公楼及裙房组成,建筑高度140米以下;地下2层,为局部商业、车库及设备用房。总建筑面积22.692万平米,其中计容建筑面积14.4万平米,不计容建筑面积8.292万平米。全部外立面为玻璃幕墙,总面积约12万平米。

## 2.BIM技术在幕墙设计中的应用

### 2.1 方案阶段

在金银湖CBD项目幕墙设计中,设计师们通过先进的BIM软件,能够以前所未有的精确度与速度,构建出项目的三维数字模型。这一模型不仅高度还原了建筑的实际形态与空间布局,向业主呈现出幕墙设计的整体效果。这一功能极大地促进了设计团队内部的沟通与协作,使得设计理念的传达更加清晰、准确。同时,对于客户和审批部门而言,三维可视化的展示方式也使得他们能够更好地理解设计意图,比传统PPT讲解更加立体高效,从而提高了设计方案的接受度和通过率。

### 2.2 施工图设计阶段

2.2.1、BIM模型到施工图。目前很多单位的BIM应用,都存在“图纸”“模型”两张皮的情况,很多从业人员反应,REVIT出图速度慢,灵活度不如CAD高。从笔者的经验来看,REVIT出图与CAD出图存在的速度差异,主要来自于软件编写的思路。CAD软件编写的



逻辑是线条处理,所以在前期作图上,CAD可以很快完成图纸绘制,但后期一旦出现更改,就会花费大量的时间,而且修改一个地方,会牵扯到很多张图纸,这就造成了图纸之间不匹配,错误

难以发现,导致现场施工的变更与返工。REVIT软件编写的逻辑是建筑整体,前期要花时间搭建BIM模型与图纸系统,而模型与系统搭建完毕之后,设计师可以直观的评价设计的合理性,所有的

修改可以实现联动，从而系统性的减少了图纸之间不匹配的问题。在笔者工作中，用 REVIT 出平面图、立面图、剖面图被证明是极其高效快速的方式，而且一旦立面局部发生改变，所有涉及到的图纸都会改变，其工作的准确性与效率远高于 CAD 图纸。

**2.2.2 复杂节点模拟。**在传统设计中，由于一个建筑节点众多，往往有一些连接节点会被忽略，直到上墙的时候，才发

现，此处的安装存在很多细节问题尚未解决。在 BIM 工作环境下，建模的过程就是预建造的过程，可以清晰的观看到幕墙与土建连接的每一个细节，保证幕墙设计不留死角，扫除施工阶段存在的难以安装的隐患。基于精确创建的 BIM 模型，可以任意输出所需的建筑楼层剖面、平面甚至细部构造节点指导施工，满足工程施工深化设计要求。

### 2.3 加工图阶段

幕墙工程在上墙之前，所有面板、型材、辅材等都要出具完整的加工图，在工厂按需加工，然后运到现场进行安装。加工图的绘制，工作量大且信息庞杂，需要标清每一个构件的几何尺寸、开洞尺寸、材质等信息，在 BIM 工作中，可以通过添加共享参数的方式实现加工图的参数化设计，信息录入完毕之后，可以生成材料表格，加工厂可以清晰按照 BIM 模型生成的材料清单进行材料加工。

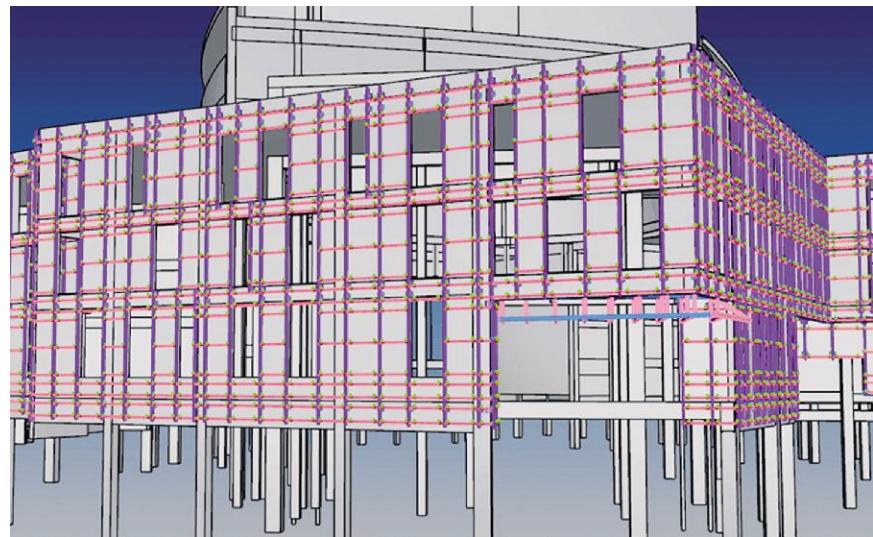
## 3.BIM 技术在幕墙施工中的应用

### 3.1 施工模拟应用

想要对施工难度大以及重点的施工部位进行精确的预演，就要通过 BIM 技术的可视化的方式对施工的进度以及施工的程序进行真实的模拟，从而可以对施工顺序以及技术方案不合理等多种原因造成的返工和浪费可以不断的减少。将模型几何图形与时间以及日期进行相关联，并且制定详细的施工顺序，从项目管理的软件导入时间以及日期和其他任务的数据，以此在明细表和项目模型之间创建动态链接，为预计时间和实际的时间制定详细的方案，以及可视化的计划进度与实际进度之间的偏差。建立仿真的模型，并且根据幕墙工程的实际施工进度进行仿真分析，是为了验证该软件在模拟施工的可行性，在通过改变某些工作间的衔接关系，对某些工序持续的时间进行缩短，并且对施工的进度加快，保证计划工期的预测时间顺利实现。以上四点主要是尽心公司为仿真的具体步骤。

### 3.2 BIM 技术在施工过程中的应用

**3.2.1 幕墙龙骨与结构碰撞分析。**幕墙的设计与施工都是滞后于土建设计的，在实际工作中，土建图纸与幕墙设计不匹配，预埋件安装位置错误，导致幕墙无法安装，或者无法达到预想的效果，严重的情况，还会导致现场的土建返工，预埋件偏位浪费造成巨大的浪费。在幕墙工程中，土建专业和幕墙专业分别搭建了 BIM 模型，并通过软件的碰撞检测功能，快速识别出土建与幕墙专业的碰撞，在土建施



工之前，就将该问题进行调整，最大限度的减少了由于专业间不协调而导致的后期返工。

**3.2.2 BIM 的主要运用是数字建模软件，**可以运用 BIM 的技术建立三维模型来针对施工的对象的使用，并且对外部的条件进行特定性的施加，从而可以符合施工的实际情况。运用 BIM 技术可以直接在系统中进行模拟的构件安装，要调整施工的工艺或者调整构件的参数，要根据模拟的情况来进行合理的调整，设计人员以及施工人员都会有较好的沟通平台，对施工当中的准 - 景进行更好的解决，并且加快施工的进度。同时，材料的采购人员要根据交互链接的施工进度和材料的采购计划来查询材料和设备的使用与需求情况，以便可以在相应的时候及时的作出

调整，对幕墙工程施工的成本减少浪费，以实现施工效率为最大化。

**3.2.3 设备材料统计。**在传统的幕墙设计工作中，算量人员根据图纸来统计材料用量，由于图纸表达与算量人员读图之间存在时间差，算量人员只能在设计全部完成之后才能对项目整体进行算量统计，而一旦图纸发生变更，算量人员就要重新统计用量。在 BIM 工作环境下，只要建模方法和程序正确，工程量的生成十分便捷且准确，成本核算不需重新核对工程量，无论是玻璃面板还是龙骨，甚至埋件、化学锚栓、螺丝钉等数量型号可以方便获取和输出。

还有一个重要的点就是，比如幕墙公司录入 BIM，现场复核尺寸录入系统，可以根据进度要求自动生成各种原材料，包

括玻璃等的订货单。不用对一遍横料，再对一遍铁皮，再复核一遍玻璃这种重复工作。

#### 3.2 BIM 技术在建成后的应用

BIM 系统在项目建立成交使用阶段，同样起到了很大的作用，应用 BIM 技术使建筑外立面维护清洗更加方便，例如清洁幕墙防风钩位置及安全绳挂设点更加

便捷找到；泛光照明射灯、灯带更换时，可以利用 BIM 模型方便找到更换位置及隐蔽节点拆除。

竣工结算阶段，为了避免人工结算的错漏与纠纷，可以根据 BIM 技术强大的文档整理能力在项目完成后通过归档集成的资料进行工程款的结算。同时，项目参与方全程都可以在 BIM 系统中对于

幕墙工程具体的完成情况进行查看，实现在项目过程当中的透明化，在公开之后可以接受各方的监督，这也能够对幕墙工程项目管理模式的发展进行不断的促进与加强。BIM 系统也可以根据记录幕墙工程的后续使用情况对幕墙工程进行合理的使用年限评价，及时的进行墙体工程保修。

## 4. 结论与展望

本文以金银湖 CBD 项目为具体案例，深入剖析了 BIM（建筑信息模型）技术在幕墙工程中的应用为幕墙设计、施工和维护带来了全新的解决方案。通过 BIM 技术，可以提高幕墙工程的效率和质量，优化设计和施工过程，延长幕墙的使用寿命，提高维护的及时性和准确性。然而，BIM 技术的应用仍面临一些挑战，需要不断的学习和实践来克服。随着技术的不断进步和经验的积累，相信 BIM 技术在幕墙工程中的应用将会越来越成熟和广泛。

金银湖 CBD 项目充分利用 BIM 技术的三维建模、施工模拟、碰撞检测、精细化

管理等功能，实现了从设计到施工的全程优化。项目团队通过 BIM 平台实现了数据的实时共享与协同工作，优化施工管理流程、增强成本与进度控制能力、强化安全与质量管理方面的巨大潜力。未来，随着 BIM 技术的不断成熟和普及，其在建筑施工领域的应用将会更加广泛和深入，为推动智慧建筑和可持续发展贡献力量。

此外，BIM 技术在成本控制方面也展现出巨大潜力。通过精确的材料用量分析与隐患排查，项目成功避免了资源浪费与安全隐患，实现了成本的有效控制。而这一切的背后，是 BIM 技术所提供的丰富工

程数据与可视化支持，为项目管理人员提供了科学决策的依据，推动了项目管理的精细化与智能化。

展望未来，随着信息技术的飞速发展与建筑行业对智能建造管理的迫切需求，BIM 技术无疑将成为推动行业变革的重要力量。我们期待看到更多创新实践，将 BIM 技术与其他先进技术深度融合，如人工智能、物联网、大数据等，共同推动建筑行业向数字化、智能化方向迈进，实现更高效、更高质量的建设目标。这不仅是对传统建造方式的深刻变革，更是对未来城市可持续发展与人民美好生活的有力支撑。

# 国产 BIM 设计软件在道路工程中的应用探索

◎ 文 / 武汉市政工程设计研究院有限责任公司 王佳媛 周泰隆 王军

**【摘要】**当前 BIM 作为实现贯穿建筑全生命期的信息集成、展现和协同的重要支撑，迫切需要自主可控的 BIM 平台软件突破技术“卡脖子”的困境，为此我国政府制定了一系列政策举措，鼓励国产 BIM 软件的应用。在这样的背景下，本文依托邓城大道光彩路口节点立交改造工程开展 BIM 国产软件试点应用，采用广联达数维道路软件进行项目道路设计，研究道路类项目的国产 BIM 软件设计实施效果和推广可行性，产生了较好的示范效应，为企业推行 BIM 软件国产化积累了宝贵经验。

**【关键词】**BIM；国产软件；道路工程；数维道路；广联达

## 1. 研究背景

随着信息化技术的快速发展，BIM 技术在道路工程中的应用越来越广泛，而国产 BIM 软件更是逐渐崭露头角，展现出其独特的优势和应用潜力。2020 年中国建筑业信息化发展报告指出，现阶段要重

点关注“BIM 的 4 个关键问题”，即“引擎问题”、“安全问题”、“贯通问题”和“价值问题”。为鼓励国内 BIM 软件企业加强核心技术研发创新，解决“卡脖子”问题，我国政府制定了一系列政策举措，鼓励国产 BIM 软件的应用。例如住建部 2021 年编写的《中国建筑业信息化发展报告》强调

加快 BIM 技术研发应用。2023 年 4 月湖北省住建厅发布《支持建筑业企业稳发展促转型若干措施的通知》，提出支持国产 BIM 软件的推广应用。2023 年 10 月，武汉市人民政府办公厅发布《关于加快推进建筑信息模型技术应用的工作方案》对国产 BIM 软件应用提出了更为具体要求，

包括“2024年底,全市新建重要建筑、市政基础设施(含交通)BIM模型建模率达到50%,其中使用自主知识产权BIM软件建模率达25%”,以及2025年“使用自主可控BIM软件建模率达到40%”。

在当前大力推广国产BIM软件应用的背景下,武汉市市政设计院积极响应相关政策,进行国产BIM软件试点应用,本文采用广联达数维道路软件对邓城大道光彩路口节点立交改造工程进行道路设计,在具体道路类项目设计阶段中进行国产BIM软件的应用探索。

## 2.工程概况

邓城大道位于湖北省襄阳市,其主线及高架为城市主干路,设计速度60km/h,左转匝道设计速度30km/h。本工程在邓城大道和春园路相交节点设置三层部分互通立交。主线高架全长950m,双向四车道;高架二层为邓城大道东往南左转半定向匝道,匝道全长920m,标准段桥宽9m,单向2车道。

## 3.应用目标

依托邓城大道项目进行国产BIM软件应用试点,基于广联达数维道路软件开展道路BIM设计,同时结合过往项目中BIM设计经验,将数维道路与国外主流道路类BIM设计软件应用效果进行对比,研究道路类项目的国产BIM软件设计实施效果和推广可行性,探索未来道路工程BIM技术应用实施路径。

## 4.设计阶段BIM技术应用

### 4.1 道路设计

数维道路软件在路线设计方面除了可使用导线法、积木法、接线法等绘制路线,还可采取导入路线、识别路线、表格识别路线三种方式进行创建。识别路线功能可识别已经存在几何线形的路线,包括dwg格式的路线图形,根据实际情况定义桩号方向、前缀、编号等内容。路线纵断面设计可通过选择新建或



图1 道路纵断面设计

序号	桩号	变坡点标高	路面标高	竖曲线半径	前直线长	前坡(%)	后直线长	后坡(%)	外距
0	K7+037	70.82					243.09	-1.052	
1	K7+385	67.16	67.5151	15500	243.09	-1.052	50.355	0.302	0.355
2	K7+630	67.9	67.7562	28000	50.355	0.302	41.93	-0.339	0.144
3	K7+810	67.29	67.2146	15504	41.93	-0.339	0.001	-0.963	0.075
4	K7+970	65.75	65.9232	36000	0.001	-0.963	78.334	-0.342	0.173
5	K8+160	65.1			78.334	-0.342			11

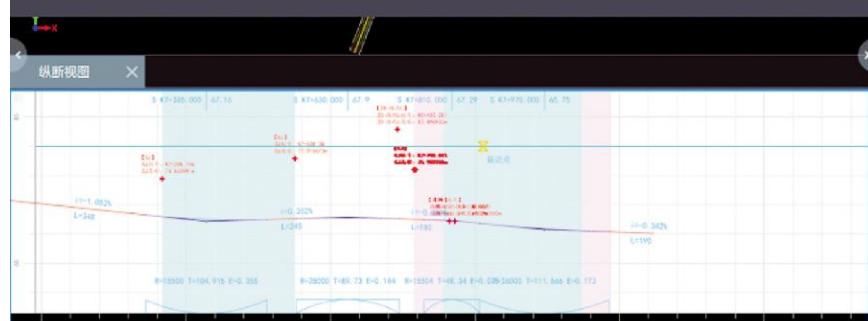


图2 横断面板块参数化设计与道路模型的初步搭建

导入txt格式文件的形式进行创建。在完成路线和纵断设计后,可在道路板块方案管理器中选择要使用的横断面板块方案,或对内置方案进行参数化修改,结合道路路线完成道路模型的初步搭建。

### 4.2 桥梁设计

创建桥梁需要先创建桥梁所属路线及横断面板块,生成道路后,通过在“桥梁定义”对话框中输入桥梁名称、所属路线、起点、终点、跨径组合及其它必要参数后,点击确定按钮,创建桥梁对象。之后通过“桥梁三维设计”功能对所创建的桥梁进行精细化参数设计,包括桥梁下部结构和上部结构的具体形式,当选择

的桥梁定义没有对应桥梁时,可以创建带有默认参数的桥梁并进行绘制;当选择的桥梁定义已有桥梁,则可以通过此功能对之前的设计数据进行修改。完成以上设计后,可通过软件跳转至广联达渲染软件FalconV进行实时渲染,让设计效果更为直观。

### 4.3 道路交叉口及立交出入口创建

道路交叉口及立交出入口的创建是数维道路软件的一个功能亮点。首先是道路交叉口,可以通过框选两条或多条道路的交叉位置进行交叉口自动创建,完成创建后,通过“加铺转角设计”、“附加车道”、“创建导流岛”等功能,进行交叉口参数化设计以及导流岛的设计。同理,对于更为



图3“桥梁三维设计”功能面板及渲染效果

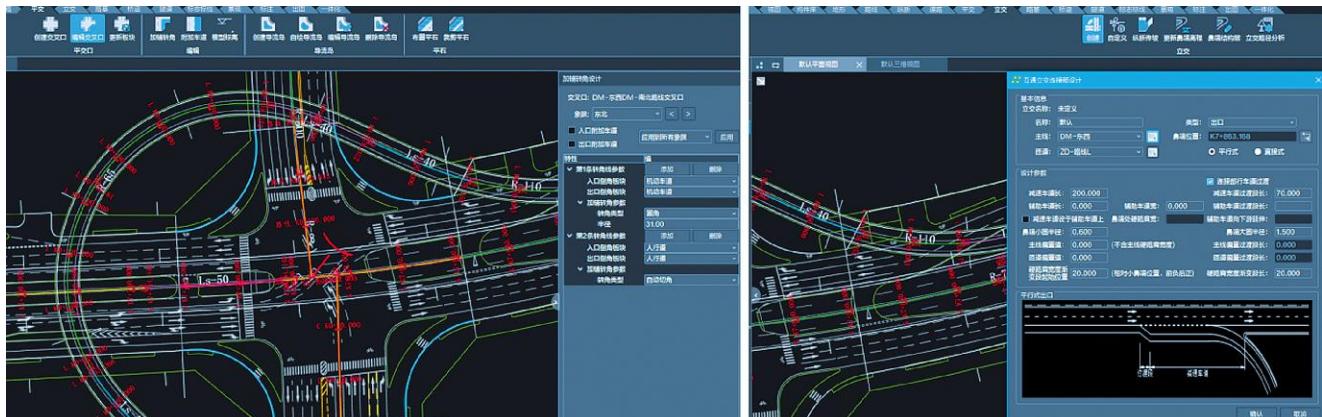


图4道路交叉口及立交出入口参数化创建界面

复杂的立交出入口，也可以通过相似方法，同时框选匝道和主线道路交汇部位，点击“创建”立交，在“互通立交连接部设计”对话框中选择相应的互通定义并指定鼻端位置，在设计参数栏输入对应的参数

信息包括减 / 加速车道长、辅助车道长、减 / 加速车道过渡段长等，可完成立交匝道连接部的自动创建。

#### 4.4 交通设施的创建

通过数维道路软件内置的标志版面

资源库、景观构件库等内容，创建项目的包括道路标线、公交车站、道路标牌、路灯等内容，在保证功能和使用需求的情况下考虑与道路主体以及周围环境的协调性，确保整个项目的完整性和统一性。



图5道路交通设施的创建



图6倾斜摄影与专业BIM模型整合

#### 4.5 倾斜摄影及模型整合

本项目全线进行了无人机倾斜摄影，获取了详尽的地形、地质以及周边环境的准确数据，并以此构建了高精度的倾斜摄影模型，极大程度地还原了项目现场的环境，通过数维道路软件将项目BIM模型导出为fbx通用格式文件后，与倾斜摄影模型进行整合，实现空间可视化，提前消除隐患、空间预感、辅助决策。在验证方案的合理性和准确性的同时，能让项目相关人员快速理解设计，降低沟通的成本。

### 5. 数维道路与国外主流软件使用效果对比

数维道路软件在道路工程设计中的优势主要体现在其高效性和便捷性上。相较于Open Roads Designer、Civil 3D等国外主流道路类BIM设计软件，数维道路软件内置更多横断面模板、桥梁下部结构构件、交通设施构件以及更符合我国国情的交通标志标牌版面，构件分类准确、参数化程度高，设计过程中可以直接调取使用，且修改更方便。同时能够自动

创建道路平交道口、立交出入口等内容，快速表达设计意图，短时间让设计人员快速上手，提高设计效率。同时，更友好的价格和更优质的服务，让数维道路与国外软件相比更具性价比。

数维道路软件在模型精确度及软件稳定性方面仍有待加强。对常规市政道路而言，数维道路具备从模型直接出施工图的功能，但面对涵盖更多专业如桥梁、隧道的道路工程需求，仍无法达到施工图深度，例如在立交出入口精细化编辑方面，数维道路软件会出现通过参数化难以实现设计意图的情况。同时数维道路在使用过程中偶有软件崩溃和bug出现。虽然数维道路软件目前还不够成熟，但软件更新速度快，其服务团队也能及时响应并解决问题。

### 6. 结论

通过在邓城大道项目中采用数维道路软件开展BIM道路设计，对比数维道路与国外主流软件的使用效果，可以看到当前数维道路在方案和初设阶段基本能够满足相关类型项目BIM建模需求，但

涉及到更为复杂的道路工程时，在精度要求更高的施工图阶段，仍需要配合其他国外软件完成相应设计任务，软件的功能和性能还需要进一步提升和完善。国产BIM软件如今正在从图形引擎、设计软件、数据组织、应用开发等多方面奋力追赶，虽然暂时难以实现全面替代，但未来BIM软件国产化仍是大势所趋，随着技术的不断进步和应用的不断深入，相信国产BIM软件将在道路工程中将发挥更加重要的作用，推动行业向更加高效、智能的方向发展。

本项目作为国产BIM软件的一次探索试点，其设计阶段的顺利应用在公司内部产生了较好的示范效应，对促进国产软件的应用落地及可持续发展起到积极的推动作用。通过本项目的实施，为企业推行BIM软件国产化也积累了宝贵经验，形成了较完整的道路工程国产化BIM软件设计路径。未来，武汉市市政设计院还将紧跟国家政策导向，进一步探索国产软件在行业数字化中的应用，提高数字化设计的深度和广度，鼓励更多的设计师使用自主可控的软件完成设计方案，助力企业完成数字化转型之路。

## 会刊 2025 年第 11 期专题策划约稿 厘清 EPC 法律要点 护航工程合规推进

当前EPC工程总承包模式在建设工程领域应用日益广泛，成为推动项目高效落地的重要方式。但伴随模式推广，EPC项目全周期内合同订立、责任划分、价款结算、风险防控等法律问题逐步凸显，部分企业因法律合规能力不足面临纠纷风险，影响项目推进与企业发展。

为帮助武汉建筑企业厘清EPC法律难点、提升风险应对能力，经研究，《武汉建筑业》杂志2025年第11期专题策划主题为：“厘清EPC法律要点，

护航工程合规推进”，诚邀会员企业、行业专家及法律实务工作者积极投稿，共探EPC法律实务要点，助力行业合规发展。

具体要求如下：

- 1.契合主题，2000—3000字左右为宜，最多不超过5000字；
- 2.内容原创，文责自负；
- 3.配图要求自行提供，与文稿内容相关，图片清晰，像素高；
- 4.2025年11月18日前投稿；

5.文末留下作者的联系方式、通讯地址及邮编；

6.投稿联系人及联系方式：  
封面人物、封底工程、专题策划、行业论坛及会员之家：陶凯，电话18672937026，邮箱13389662@qq.com或whjzyxhyx@163.com。

文苑、光影世界：韩冰，电话18171464909，邮箱807606404@qq.com。  
武汉建讯（会员新闻）：周俊，电话13995511001，邮箱287926275@qq.com。

聚焦城市更新浪潮：

# 建筑企业的八大机遇挖掘与增长路径

◎ 文 / 科思顿企业咨询管理(上海)有限公司合伙人 包顺东



## 一、城市更新发展现状

城市更新概念首次提出于2019年中央经济工作会议，此后在中央经济工作会议、政府工作报告等重要文件中被多次提及，政策关注度持续提升。2021年，“实施城市更新行动”正式写入我国“十四五”规划，2022年党的二十大报告进一步明确行动目标，提出“实施城市更新行动，打造宜居、韧性、智慧城市”。2025年7月召开的中央城市工作会议，确立了“以坚持城市内涵

式发展为主线，以推进城市更新为重要抓手”核心路径，并部署建设现代城市、创新城市、宜居城市、美丽城市、韧性城市、文明城市、智慧城市等七方面重点任务。

根据住建部数据，2021年全国实施城市更新项目2.3万个，总投资约5.3万亿元；2022年全国实施城市更新项目6.5万个，总投资约5.8万亿元；2023年和2024年，全国每年实施城市更新项目

6万个左右，2024年完成投资约2.9万亿元。“十四五”期间，我国城市更新完成投资估计约15万亿元。从投资领域看，“十四五”期间综合整治、功能转换和拆建新建是三大主要方向，综合整治类（例如老旧小区改造）投资约3.6万亿元，功能转换类（例如市政设施改扩建）投资约4万亿元，拆建新建类（例如棚改和保障房建设）投资约2万亿元。

## 二、城市更新机会分析

“十五五”期间我国城市更新投资有望达到20万亿元。根据《关于持续推进城市更新行动的意见》的要求，未来城市更新推进遵循从基础到提升、从安全到品质的逻辑，市场机会主要体现在以下八个方面。

### 1.既有建筑改造

未来既有建筑改造将从“基础安全保障”向“高品质功能升级”转型，释放三大

核心机会。

其一，公共建筑节能改造进入规模化阶段。“双碳”目标下，政府将加大医院、学校等公共建筑节能补贴，外墙保温翻新、光伏建筑一体化(BIPV)、智能暖通替换需求爆发，建筑企业可联合节能厂商打造“设计-施工-运维”一体化服务包，抢占市场。其二，危房改造与抗震加固向“安全+品质”升级。抗震技术迭代，碳纤维布等

轻量化材料替代传统工艺，“加固+智慧监测”模式兴起，山东、广东已将“智慧抗震”纳入补贴。其三，存量住宅改造迎“个性化定制”潮。针对年轻家庭推“空间扩容+智能家电嵌入”（如阳台改办公区），针对多代同堂家庭做“动线优化+隐私分区”（如客厅加隔断）；“改造+拎包入住”一站式服务需求上升，部分城市试点利率优惠的住宅改造专项贷款，预计未来3-5

年该市场规模将破万亿元，是成长最快赛道。

## 2.老旧小区整治改造

“十五五”期间，2005年前建成的老旧小区改造成新增量市场，预计年均改造超10万个小区，带动投资超2万亿元。改造内容从“硬件翻新”向“软服务配套”拓展，催生四大机会。

一是适老适儿改造需求激增。老龄化与三孩政策下，小区需加装无障碍坡道、适老扶手及养老服务站，增设儿童游乐设施与托育机构。建筑企业可联合康养、教育机构，提供“改造+运营”服务（如运营养老食堂、托育中心），获稳定现金流。二是智慧化改造成标配。改造将强制纳入智慧安防（人脸识别、智能监控）、智慧物业（水电抄表、垃圾管理）、智慧能源（分布式光伏、储能）。企业可与科技公司共建“智慧小区”平台，通过垫资改造、后期收服务费盈利。三是管网与停车补短板。未来五年超30万公里供排水、燃气管网需更换，超5000万个停车位需新增/改造（如立体车库）。企业可采用“EPC+融资”模式，联合金融机构发专项债解资金难题。四是公共空间微更新崛起。居民对社区绿化、休闲广场需求提升，企业可承接“口袋公园”、楼道文化墙等小型项目，以精细化施工树品牌。

## 3.完整社区建设

我国城市社区约11.3万个，目前仅



2900多个实施完整社区建设，渗透率不足3%，未来五年将迎来爆发式增长，释放三大机会。

首先，社区服务设施“补建+升级”并行。按“15分钟生活圈”标准，每个完整社区需配套卫生服务站、便民超市、文化活动中心等，预计新增各类设施超50万个。建筑企业可承接模块化建设（如预制式社区服务中心），缩短周期、降低成本。其次，社区智慧化治理需求迫切。完整社区需“线上+线下”一体化治理，需建智慧平台（整合政务、物业、便民服务）、装智能感知

设备（如高空抛物监测、消防预警）。建筑企业可联合互联网企业，提供“硬件安装+软件适配”方案，例如在社区出入口装智能闸机时，接入政务APP实现身份核验与政务办理衔接。最后，社区绿色生态改造成重点。完整社区需配套海绵城市设施（透水铺装、雨水花园）、社区光伏电站、垃圾分类站。建筑企业可结合绿色建筑技术，打造“零碳社区”示范项目，获取政府专项补贴与碳交易收益。

## 4.活力街区打造

片区更新改造将成城市经济转型



升级核心抓手,未来五年市场规模超 6 万亿元,重点释放三大机会。

一是城中村改造“扩围 + 深化”催生需求。2024 年改造已扩至近 300 个地级市,未来将向三四线城市延伸,内容从“拆迁新建”转向“留改拆并举”。建筑企业可参与“微改造”(村容整治、管网改造、保障房建设),或联合房企代建、参股分润;承接安置小区时,配套“租房补贴 + 物业服务”提升竞争力。二是老旧街区“文旅 + 科创”转型高附加值。历史街区、老商业区将转型文旅(如成都宽窄巷子)或科创街区(如北京 798),需平衡风貌保护与功能植入。企业可凭古建修缮技术参与修复,联合文旅方打造“夜游经济”“非遗体验”,获运营分成。三是低效空间转型开辟新蓝海。老旧厂房优先改文创园、众创空间,企业可发挥结构加固优势,联合运营方招商获长期分成;未来五年超 2 亿平方米低效楼宇需智能化改造,超 1 亿平方米商场需转型沉浸式商业,企业可探索“改造 + 运营”轻资产模式,输出技术与管理提附加值。

#### 5.城市功能完善

“平急两用”设施建设是完善城市功能的重要举措,未来将从“试点项目”转向“规模化推广”,预计“十五五”期间投资超 3 万亿元,释放三大核心机会。

一是公共场馆“平急转换”改造需求激增。体育馆、展览馆将改造成“平时赛事展览、应急时方舱医院 / 避难所”,需加装应急供氧、临时隔断、物资仓库。建筑企业可联合医疗厂商,提供“改造 + 设备供应”服务,如同步安装可拆卸病床、应急供电系统。二是保障房与租赁住房“平急两用”改造成标配。新建保障房、租赁住房需按“应急避难标准设计,预留应急通道、加装应急广播、配物资柜。企业可在设计阶段优化“平急转换”方案,同时承接后期维护服务。三是交通枢纽“应急功能”升级需求显现。火车站、汽车站、地铁站将改造成“应急物资转运站”,需扩建停车场、增设装卸平台、搭指挥中心。企业可参与配套建设,同时提供“平时运营 + 应急调度”服务,



获取长期收益。

#### 6.城市基础设施更新

未来五年,城市基础设施改造与生态修复将迎来“大规模投资 + 技术升级”双重机遇,市场规模超 8 万亿元。

一是管网改造“全生命周期管理”需求升级。60 万公里燃气、供排水、供热管网改造将不再局限于“更换老旧管道”,而是引入“智慧管网”系统(如安装泄漏监测传感器、搭建管网数字孪生平台),建筑企业可联合科技公司,提供“管道更换 + 智能监测系统安装 + 后期运维”一体化服务,通过数据服务获取长期收益。二是市政道路与桥梁“品质提升”工程增多。除了路面翻新、桥梁加固,还将新增“海绵道路”(如透水沥青铺装)、“智慧路灯”(集成 5G 基站、充电桩、环境监测功能),建筑企业可结合新型建材与智能技术,打造“智慧城市道路”示范项目。

#### 7.城市生态修复

在城市生态修复方面,一是“水环境治理”向“流域综合治理”延伸,污水处理厂提标改造、黑臭水体治理将与河道生态修复、滨水景观建设相结合,建筑企业可参与“厂 - 网 - 河”一体化治理项目,同时承接滨水公园、绿道建设,提升项目收益;二是“固废处理”与“资源循环利用”融合发展,垃圾焚烧厂、填埋场将配套建设资源回收中心,建筑企业可参与垃圾处理设

施改造,同时承接“静脉产业园”建设(如协同处理垃圾、污泥、废旧电池),获取环境效益与经济效益双重回报;三是“绿地系统”向“口袋公园 + 城市绿道”拓展,未来五年将新建超 1 万个口袋公园、超 5 万公里城市绿道,建筑企业可采用“模块化建设”模式,快速完成项目交付,同时提供后期养护服务。

#### 8.城市历史文化传承

随着城市更新进入精细化阶段,历史文化传承将从“保护修缮”向“活化利用”转型,未来五年市场规模超 1 万亿元,释放两大高附加值机会。

一方面,历史建筑“修旧如故 + 功能活化”并行。政府将加大历史文化街区、文物建筑保护补贴,建筑企业需用传统工艺(砖木结构修缮、古建彩绘修复)修复,同时植入现代功能(精品民宿、非遗工坊、文化展馆)。例如苏州平江路改造中,企业可修复古民居,联合民宿品牌运营,获取“修缮费 + 运营分成”双重收益。另一方面,城市文化 IP“场景化打造”需求迫切。各地将改造老旧厂房、废弃码头,打造地方特色文化 IP(如西安曲江新区、广州永庆坊)。建筑企业可参与“文化场景营造”,如改造中融入非遗元素、建文化主题广场,联合文旅企业策划“文化节庆”“研学旅行”,提升项目文化与经济价值。

### 三、建筑企业面临的挑战

#### 1.项目复杂性与技术要求

城市更新项目复杂度高：一方面，既有建筑改造需兼顾结构安全、功能布局与环境协调，如老旧厂房改造需保留历史风貌并重塑空间，对企业结构加固、空间设计技术要求高；另一方面，绿色低碳、数字智慧技术的应用（如节能、智能建筑技术）增加技术难度，缺乏相关技术储备与专业人才的企业难获竞争优势。

#### 2.资金平衡与投资回报

项目投资规模大、周期长，资金与回报管理难度高：前期需大量资金用于土地征收、规划设计，建设中持续投入工程、材料等成本，收益却在运营阶段逐步实现，且受市场、运营水平影响（如商业综合体招商、租金收益直接关联回报）。若企业缺乏科学资金测算、风险评估与管理，易出现资金链断裂，引发财务风险。

#### 3.利益相关方协调

项目涉及政府、原居民、产权方、开



发商等多主体，诉求差异大：政府重城市提升与民生改善，居民关注拆迁安置，产权方重视资产增值，开发商追求效益。建筑企业需在各阶段协调各方，如规划时

听取政府与居民意见，拆迁时协商补偿，建设运营中协调设计、运营单位。减少因协调不当易引发纠纷，影响项目进度与企业声誉。

### 四、建筑企业应对策略

后城镇化时代，建筑企业需摒弃快速城镇化阶段的传统业务思维与路径依赖，以新观念、新能力形成差异化竞争优势。

一是商业模式创新。城市更新需破解“市场需求”与“企业盈利”核心难题，建筑企业需突破传统施工思维，构建“需求—政策—盈利”商业闭环链。第一，建“城市体检+更新潜力评估”需求模型：依托人口、经济、地理大数据分析，精准生成问题清单，重点识别低效产业用地、老龄化社区、高风险内涝区等核心更新需求。第二，搭“政策与资金”数据库：跟踪住建部、财政部等中央及地方政策与指引，研究区域城镇化、产业及财政情况，关注专项债、城市更新基金等资金投向，强化市场把控。第三，提升商业创效能力：从片区统筹、功能策划、资金平衡、实施路径多维度设计方案，整合政策、统筹利益，推动项目落地，力争成为城市更新“链主”。

二是产业联盟合作。城市更新项目复杂性高，建筑企业需打破单打模式，借产

业链联盟实现优势互补。首先，需要与设计单位协同。前期共参与规划设计，设计单位发挥创意技术优势，建筑企业融入施工经验，提出可施工性建议、优化方案经济性，避免设计脱离实际导致成本超支；其次，需要与金融机构联动，破解资金痛点。金融机构提供贷款、债券发行等支持，建筑企业以项目运作能力、资产抵押降低坏账风险，如城中村改造可联合发专项债，缓解征地拆迁资金压力；再次，需要与运营企业合作。建设阶段提前对接运营需求，预留设备空间与管线接口，如商业综合体改造时，结合招商规划优化商铺布局与客流动线，为后期运营奠基，最终靠资源共享提升综合竞争力。

三重塑业务管理流程。城市更新“多元需求+小、散、多”特点，要求建筑企业优化传统项目管理流程。在前期策划阶段，强化可行性研究，调研项目背景、政策与民生需求，如老旧小区改造需明确居民对适老化设施、智慧物业的需求，制定精

准方案，避免与实际脱节。在设计施工阶段，借BIM技术、项目管理软件动态管控，集成化管理多项目，合理调配资源，提升项目管理效率。在验收交付阶段在按照严格对标验收标准，同步归档项目资料的同时，做好客户服务与维护，为后续合作做足准备。

四是强化风险管理。城市更新项目风险多元，建筑企业需建全周期风控体系。全面评估政策、市场、资金风险——跟踪各级更新政策，调研区域需求预判招商前景，测算资金与回报，评估平衡能力防盲目投资。同时建风险预警机制，一旦出现建材涨价、居民异议等问题，立即启动预案，降低损失。

“十五五”期间，城市更新是建筑行业重要市场，但竞争空前激烈。建筑企业唯有提升四大能力——创新商业模式、加强产业联盟、重塑业务流程、注重风险控制，方能从红海中寻找蓝海，实现从建筑服务者到城市更新集成服务商的华丽转型。

# 船闸情缘

◎ 文 / 中交第二航务工程局有限公司 陈孝凯



贵港航运枢纽工程

人生最难忘的是第一次，最容易勾起回忆的也是第一次，我参加工作的第一个项目是船闸，这是我人生最难忘的经历，以至于我听到“船闸”就会回味那些岁月。

1995年8月，大学毕业的我和七个同伴乘坐绿皮火车到广西贵港。当我们达到刚刚开建的贵港航运枢纽工程的时候，看到的是一片甘蔗地、一座即将被削平的

独山和十多排房屋——紧邻西江而建的工地。据说项目部驻地刚刚被洪水淹没，当地正流行霍乱，项目部的领导反复叮嘱我们不要外出不要在外就餐，留在工地工作，以免感染传染病。项目部的同志带我们熟悉刚刚开始施工的工地，我们能看到的就是西江中露出的围堰，正在做电站基础施工的准备。穿过西江上的大桥，就到了中交二航局施工的工地，大型土石方车辆正在开挖一个又深又宽又长的基坑。后来看了技术资料才知道，我们将在一片农田中开挖出一条航道来，建成后的贵港航运枢纽工程是一座以通航为主兼顾发电的综合利用“以电养航”工程，位于贵港市上游6km处，距上游西津水电站104.3km、距下游桂平航运枢纽110km。枢纽由船闸、拦河坝、电站组成，船闸位于主河槽右岸，电站厂房及开关站位于主河槽左岸，将南宁至广州854公里航道提升为三级标准。我们中交二航局负责建设的船



石虎塘船闸

闸为单级船闸，航闸的有效宽度为 23m，设计过闸船队为 2 到 1 顶  $2 \times 1000t$  船队，年通过能力为 1200 万吨。

从 1995 年 8 月到 1996 年 1 月，就看着每天往返不停的大型车辆从深深的基坑里运出一车一车的泥土或是石块，大型挖机在基坑里将爆破的石块不停地往运输车上堆装。1996 年的元月，船闸主体部分的基坑成型，春节后开始施工上闸首和闸室的混凝土。那时候没有太多的智能装备和技术，模板制作的师傅们反复琢磨，用细细的钢丝扎起了一个按一定比例缩小的闸首模型，绘制出一张张模板制作的样图，再根据闸首施工需要制作出全套的施工模板，一段一段浇筑起上闸首。当我们 1996 年 6 月底离开项目部的时候，上闸首已经快浇筑完，两边的输水廊道最底层也基本浇筑完成，上闸首的几个靠船墩也做起来了。那时，中交二航局做的大型船闸并不多，所以一参加工作就能在这样的项目工作倍感自豪。

那时候，二航局刚刚建完江西信江船闸，贵港船闸是世界银行贷款建设的国家重点项目，能够参建这样的项目自是万分荣幸，至今每每回想起来，都是当时在现场工作激动人心的一幕一幕。



八堡船闸

2009 年，我曾到过二航局承建的石虎塘船闸，这也是一个以航运为主、结合发电、兼顾其他效益的水资源综合利用工程，位于江西泰和县城公路桥下游 26km 的万合镇石虎塘村附近，我们项目部承建左岸船闸，那时船闸整体工程已经基本浇筑出大概的雏形，看着正在施工的又高又

长的船闸墙体，就让我不由自主的想到贵港船闸，一眼望去，我似乎能逐一找到贵港船闸的影子。

2019 年，是我第三次亲见公司施工的船闸——位于杭州市东部钱塘江北岸的八堡船闸。该船闸处于京杭运河二通道与钱塘江交汇处，距三堡船闸下游 15 公里，也是杭州继三堡船闸后第二个连接京杭运河与钱塘江的水运枢纽，承担山东至杭州千吨级船舶通航功能，其闸室有效长度 300 米、宽 23 米，设计年单向通过能力达 4200 万吨，可通行 1000 吨级船舶。那时，船闸主体混凝土还在分段浇筑之中，看着大型模板将闸室一段一段整体浇筑成形，比贵港船闸施工的时候机械化、智能化程度已经高出很多，看着外光内实的上下闸首和闸室墙体就如同回到贵港船闸施工的一个个日夜。

第四次看到我们施工的船闸是位于湖北省黄石市阳新县富池口镇的富池船闸，这里是富水河连接长江的关键通航枢纽。该工程由上下闸首、闸室和上下游引航道组成，全长约 1108 米，是全国首个采用无伸缩缝设计的格型地连墙闸墙主体结构施工的船闸工程，按 1000 吨级船闸标准建设，建成后将使富水航道等级从 IV



富池船闸

级提升至Ⅲ级，实现年通过能力913万吨。2023年，我在施工现场还看不出船闸形状，项目部正在大堤旁施工格型地连墙，船闸部分的土石方要等地连墙全部施工完成后再开挖。格型地连墙闸墙主体施工工艺是一种船闸施工新工艺，自然给船闸施工带来了很多新技术的挑战。2024年底再去的时候，土石方已经全部从船闸主体中挖出，整个船闸已然初成。

第五次到我们施工的新船闸，让我又回到了广西，这次是平陆运河马道枢纽。平陆运河北起广西平塘江口，逶迤向南，沿钦江进入北部湾，是新中国成立以来建设的第一条通江达海的运河工程。我曾先后两次到现场学习，看到偌大的施工现场将山体劈开，留下近百米高的山体护坡，船闸底部鳞次栉比的塔吊和往来穿梭施工车辆，忙碌的工人人头攒动；现场还有一个供无人机起降的停机坪，便于更加智能化监督服务施工现场。作为西部陆海新通道骨干工程，为了货船顺利出海，项目需建设梯级枢纽，把运河航道分成3个阶梯，马道、企石、青年三座梯级枢纽就是平陆运河建设难度最大的关键工程。中交二



平陆运河马道枢纽

航局施工的马道枢纽船闸是平陆运河三大梯级枢纽中的第一梯级，采用“闸墙长廊道经闸室中心进口垂直分流，闸底支廊道四区段出水”的分散输水系统，2024年7月完成下闸首中墩输水廊道封顶，2025年6月12日船闸主体闸室4号中墩右侧上游侧廊道顺利封顶，至此，马道枢纽输水廊道全部封顶。看到现场智慧工地施工的一个个场景和紧锣密鼓的施工节奏，不

仅感慨施工技术的日益精进。

二航局建设的船闸工程远不止我看到的这五个，但是，每到一处船闸施工现场，我都倍感亲切；每看一处船闸，都如同再次亲历贵港船闸的施工。我深知，现在的施工技术更先进，施工管理更智能，我已处于不同的施工现场，但是那种熟悉的感觉却依然如初，每见一次总是心潮澎湃。

## 一隧贯天山 在“世界地质博物馆”挖隧道

◎文/中交二公局 王亮

胜利隧道迎通途，丝路焕彩启新篇。新疆乌尉高速全长约319.7公里，是中国交建践行“一带一路”倡议的重点工程，建成后将打通天山南北，改写南北疆时空格局，为新疆经济发展、民生改善铺就通途。二公局乌尉6标项目主要负责世界最长的高速公路隧道——天山胜利隧道出口端施工任务。这条“超级隧道”全长22.13公里，穿越16条地质断裂带。项目成功应用世界首创“三洞+四竖井”方案和“中导洞TBM+双主洞钻爆法”工艺，创造了“长隧超短打”的工程奇迹。



## 在“世界地质博物馆”里挖隧道

天山雪云常不开，千峰万岭雪崔嵬。

世界七大山系之一的天山，素有世界地质博物馆之称。然而堪称世界奇迹的是一条隧道成功贯穿了这座巍峨的山脉，穿过 16 条地质断裂带，克服涌水、岩爆等地质灾害的挑战，连接起曾被天山阻隔的新疆南北，实现了新疆各族同胞几代人的夙愿。这就是二公局新疆尉 6 标项目建设者以现代“愚公移山”精神修建出的世界最长高速公路隧道——天山胜利隧道。

在海拔 3000 多米的天山深处，荒无人烟的大漠戈壁旁寒风呼啸，见证着全长 22.13 公里的天山胜利隧道的诞生。隧址施工区域自然环境恶劣，竖井最高海拔近 3600 米，年平均温度在零下 5℃，山顶积雪终年不化，每年只有 6 月中下旬至 8 月中上旬不会下雪，气



温在 20℃ 左右，其余月份都在寒冷中度过高原地区昼夜温差大，晚上温度几乎都在零下，恶劣的环境成了最大的难题。

## 千难万险攻克临建难题

项目建设初期，临时驻地没有供电和暖气，建设者白天顶着干燥寒风在草原奔劳，晚上蜷缩在蒙古包中睡眠，遇到大雪封路基本无法出行，泥泞的山路更是增加了出行时间成本。项目驻地距离最近的县城 70 多公里，开车仅单程就需要 3 个多小时，生产生活物资运输极为不便，想和家人朋友通电话也只能从临时驻地驱车前往 7 公里外的村口短暂聊上几句又要赶回临时驻地。在极端艰苦的环境中，项目临建队伍的队员们坚持做好项目前期临建工作和驻地协调事宜，没有一人抱怨或退缩，按时完成了项目经理部及各场站临建任务。



## 雪山上的竖井攻坚战

3 号、4 号竖井踏勘选址时，复杂的施工环境不断考验着团队成员。陡峭的山峰连绵不绝，踏勘时只能选择最原始的交

通方式。起初只能靠步行，但实践发现看似不高的山体甚至耗费 3 个小时都走不到半山腰，还有同事出现了严重的高原

反应，负责人李亚隆让队员停止踏勘，连夜下山寻找牧民帮助，借来牧民马匹，骑马先后 5 次踩着齐腰深的积雪，跋涉 60



去时雪满天山路，雪上空留马行处



天山胜利隧道三号竖井

多公里的高山雪原，才确定了最佳选址方案。

3号竖井取水不便，没有施工和生活用水，项目决定架设水管在天山上进行“南水北调”。从4#竖井把水送过去，山体陡峭，机械车辆无法到达，全部要依靠人力劳作。项目党员先锋队38名队员在海拔近3600米的雪山上，顶着风雪天气，扛着90公斤的钢管，步行爬坡2公里，完成230多根管道架设，为项目顺利完成施工任务打下坚实基础。



## 新技术、新装备保驾护航

天山山脉地质复杂，给隧道施工带来众多困难和挑战。胜利隧道需要穿越16个地质断层破碎带，隧道埋深达1112.6米，距离山顶最大距离可超过千米，意味着隧道承受着天山山体的万钧重量，隧道内一块相当于人手指甲盖大小的岩石需要承受200多千克的重量，超过一般岩石承载力的50倍。破碎的岩层在山体巨大的压力下，隧道施工中非常容易发生“岩爆”，甚至坍塌等突发风险事故。

除此之外，在地质断层破碎带施工还可能引发严重的涌水事故，如果隧道中出现大量的涌水，将对正在施工的工人和设备造成巨大的安全威胁，项目团队采用大量新技术、新装备，最终成功克服了千难万险，打通了天山胜利隧道。

艰苦的天山高海拔环境，复杂的隧道



内部施工环境，没能成为阻挡二公局建设者逢山开路的步伐，反而在恶劣的自然环

境中，他们展现出无比强大的韧性和创造力，创造了天山奇迹。

# 推行小班组精细化管理,铸就精品优质工程

## ——论小班组管理模式在提升项目过程质量中的应用与实践

◎ 文 / 中建科工集团有限公司华中大区 杨杰

**摘要:**本文基于笔者多年创建精品优质工程的实践经验,系统探讨以“小班组”为核心的精细化管理模式在加强过程质量控制、实现实体质量一次成优方面的应用。文章从小班组模式的理论基础出发,详细阐述其组织架构、实施路径与关键控制要点,并结合实际案例,论证该模式在推动“过程精品、结果精品”、助力实现优质工程目标方面的核心作用。

**关键词:**小班组管理;过程质量控制;实体质量提升;精细化管理

### 一、优质工程创建背景下的质量管理新要求

优质工程评审的核心在于“管理、过程、细节”,要求工程自基础至竣工的每一个分部、分项,甚至每一道工序,均须达到高质量标准,且所有技术资料与管理记录真实、完整、可追溯。然而,传统项目管理常面临诸多挑战:劳务队伍流动性大、技能参差不齐;班组长管理幅度过大,导致技术交底不到位、质量意识逐级衰减;“大锅饭”机制下个人技艺与收入关联弱,缺乏追求工艺精益化的内在动力。这些问题致使过程质量控制效率低下,实体质量通病频发,严重制约创优目标的实现。

基于多个实践案例的研究与分析,笔者发现,推行“小班组”精细化管理,通过调整生产关系释放生产力,将质量责任真正落实至“最后一公分”,可系统提升过程质量控制效能,为实现精品工程奠定坚实基础。



### 二、小班组管理模式的内涵与理论依据

小班组管理并非简单将大规模班组拆解,而是一套以专业工序为基础、系统化的精细化管理体系。其核心在于以“专业化、小型化、契约化”的作业单元为基础,通过清晰的责任界定、精准的经济激励和深度的工艺融合,实现施工过程的标准化、精细化和可追溯化。

该模式具有以下理论优势:

1、管理幅度精细化,增强控制能力

传统大班组常涵盖数十乃至上百人,而小班组按钢筋、模板、混凝土、砌筑等专业工

序拆分为 15 - 20 人的小组,使质量管理员与班组长管理幅度显著缩小,实现对每个作业点和工人的实时指导与监督,确保技术标准和质量要求精准传导至操作终端。

2、责任追溯精准化,强化主体责任

“谁施工、谁负责、谁留名”是小班组的基本原则。通过推行“质量责任铭牌”制度,实现每一段结构、每一块构件均可追溯至具体班组及工人,杜绝责任推诿,显著增强全员质量意识与责任担当。

3、技能发展专业化,保障工艺水平

小班组多由某一专业领域的熟练技工或工匠组成,强调“专业人做专业事”,不仅有助于提高施工效率,更能保障工艺的一致性与先进性,为技术难点突破与工艺创新提供人才基础。

4、激励机制直接化,激发内生动力

小班组实行“优质优价、奖优罚劣”的激励政策,将结算与实测实量数据、观感质量评价直接关联。高质量带来高回报,形成正向经济激励,有效调动班组追求工艺精益化和一次成优的积极性。

### 三、小班组管理的实施路径与控制要点

在实际项目中,小班组管理应作为质量战略的核心,并围绕以下关键环节系统推进:

#### 1.严格准入与遴选,筑牢人才基础

优质工程需优选合作伙伴。应彻底改变“最低价中标”的采购策略,建立“资格预审+实操考核+面试答辩”的综合评审机制。重点评估班组长的管理能力、技术素质与质量意识,检验成员操作水平与规范执行能力,真正遴选具有“工匠精神”的专业队伍纳入优质分包资源库。

#### 2.实施穿透式交底与培训,统一工艺标准

技术交底是质量控制的首道关口。应摒弃“开会读规范”的传统方式,推广“可视化、实操化、案例化”的穿透式交底。积极运用BIM、三维动画及实体样板,直观展示复杂节点施工及质量通病防治措施。坚持“样板引路”,各班组在大面积施工前须完成样板段,经多方验收合格后方可展开作业,确保质量目标一致、工艺标准统一。

#### 3.构建全过程可追溯的质量数据闭环

为每一小班组建立独立质量档案,实时记录作业内容、人员、自查与验收数据。质量人员借助移动终端与质量管理APP,将现场缺陷即拍即传、定向推送、限



时整改、复核闭环,实现全过程数字化管理。所有实测实量数据(如垂直度、平整度、截面尺寸等)按班组分类统计,实时生成质量趋势图表,为绩效评价与结算提供可靠依据。

#### 4.贯彻“优质优价”与“工匠激励”机制

将工程支付与质量绩效直接挂钩,每月基于实测实量合格率、观感评分、质量通病发生率等指标进行班组综合排名并

实施奖罚。对关键工序表现卓越的“质量标兵”与“工匠班组”予以重奖与公开表彰,积极营造“比、学、赶、超”的质量氛围。

#### 5.强化人文关怀与团队建设,凝聚质量文化

将小班组视为项目管理的重要组成部分,通过技能竞赛、质量讲座、优秀班组表彰等活动增强其归属感和荣誉感。同时切实保障工人权益,改善作业与生活条件,引导其自觉践行精益求精的工匠精神。

### 四、实践成效与典型案例分析

通过系统推行小班组管理模式,项目在质量、效率与成本方面均取得显著成效:

1.实体质量显著提升:主体结构实测实量合格率持续保持在98%以上,混凝土内外光、尺寸精准,砌体灰缝饱满、饰面精美,整体观感质量达到优质水平,为创优评审奠定坚实基础。

### 五、结论与展望

实践证明,小班组精细化管理是当前建筑行业提质增效的有效途径,尤其有助于项目问鼎高质量奖项。该模式通过重构作业组织、落实终端责任、激活基层创新,系统实现过程质量的可控在控,最终

2.过程控制高效顺畅:质量响应与整改周期平均缩短70%,责任清晰有效杜绝推诿扯皮,质量人员由“救火队”转型为“教练员”与“监督者”,管理效能大幅提升。

3.实现质量与效益统一:虽实行“优质优价”导致人工单价上升,但因一次成优大幅减少返工与维修,整体质量成本反而下降,实现了质量、进度和成本的有效

协同。

案例:在某项目核心筒剪力墙施工中,选用模板支护专项小班组,通过深度BIM技术交底并结合班组自主研发的新型加固体系,最终实现墙面平整度偏差小于2mm、阴阳角极方正,达到免抹灰的清水混凝土效果,成为工程一大亮点,获创优评审专家组高度评价。

保障实体品质的完美交付。

通过上述研究与实践分析,小班组管理不仅是一种方法创新,更是一种管理哲学的回归:强调对“人”的尊重、对“专业”的敬畏、对“品质”的坚持。未来,应进一步

推动该模式与建筑工业化、智能建造的深度融合,利用数字技术为小班组赋能,加快培育新型产业工人,持续打造更多经得起历史检验的时代精品,弘扬追求卓越的鲁班精神。

# 当历史遇见更新： 工程咨询如何破解风貌街区的保护与活化难题？

◎ 文 / 中智联研究院 靳成娇

在国家文化自信与城市更新双轮驱动的时代背景下，历史风貌街区的保护与更新已成为衡量城市治理水平的重要标尺。《关于在城乡建设中加强历史文化保护传承的意见》、《“十四五”文化发展规划》、《关于持续推进城市更新行动的意见》等纲领性文件，不仅明确了“应保尽保、以用促保”的底线原则，更提出了“活化利用”的创新路径。这为工程咨询行业带来了广阔舞台，也提出了前所未有的挑战。面对这一复杂系统工程，唯有精准洞察痛点、提供系统解决方案，方能不负时代所托。

## 中共中央办公厅 国务院办公厅印发 《关于在城乡建设中加强历史文化保护传承的意见》

近日，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于在城乡建设中加强历史文化保护传承的意见》，并发出通知，要求各地区各部门结合实际认真贯彻落实。

### 《关于在城乡建设中加强历史文化保护传承的意见》全文如下。

在城乡建设中系统保护、利用、传承好历史文化遗产，对延续历史文脉、推动城乡建设高质量发展、坚定文化自信、建设社会主义文化强国具有重要意义。为进一步在城乡建设中加强历史文化保护传承，现提出如下意见。

（八）推进活化利用。坚持以用促保，让历史文化遗产在有效利用中成为城市和乡村的特色标识和公众的时代记忆，让历史文化和现代生活融为一体，实现永续传承。加大文物开放力度，利用具备条件的文物建筑作为博物馆、陈列馆等公共文化设施。活化利用历史建筑、工业遗产，在保持原有外观风貌、典型构件的基础上，通过加建、改建和添加设施等方式适应现代生产生活需要。探索农业文化遗产、灌溉工程遗产保护与发展路径，促进生态农业、乡村旅游发展，推动乡村振兴。促进非物质文化遗产合理利用，推动非物质文化遗产融入现代生产生活。

## 一、深度解剖：历史风貌项目改造的三大结构性痛点

**痛点一：保护与开发的难平衡——从“标本化”到“活性化”的艰难跨越**

此痛点远非简单的“修旧如旧”所能概括，其核心在于价值判断与功能再生的矛盾。

表象层在于物理空间的冲突。现代建筑的规范，如消防、抗震等，与历史建筑的特殊构造、材料之间存在天然矛盾。若生硬套用新标准，会导致历史构件被替换，风貌尽失；若一味迁就旧结构，又可能埋下安全隐患。

核心层在于文化叙事的断裂。最大的风险在于将街区变为纯粹的“旅游布景”。当原住民被置换，原有的社会网络和生活

方式随之消失，街区的“魂”便散了。改造后的空间若无法与新旧居民的情感、记忆和日常生活产生连接，即使建筑本身完美修复，只是一个没有生命力的文化空壳。

实施层在于技术标准的缺失。对于“何为正确的保护”一直未形成共识。是恢复到哪个历史时期？哪些构件必须原物保留，哪些可以创新演绎？缺乏精细化的分级分类指导标准，导致项目实施时争议不断，决策困难。

**痛点二：资金与模式的难持续——从“输血”到“造血”的商业逻辑重构**

资金问题本质是商业模式问题，是项

目能否实现全生命周期健康发展的关键。

前期投入的“黑洞效应”。历史风貌项目前期涉及大量看不见的成本，如产权关系梳理、居民搬迁安置、结构安全隐蔽工程加固、基础设施全面升级等。这些投入巨大且难以在短期内通过商业化运营收回，常常成为吓退社会资本的第一道坎。

收益模式的“单一化陷阱”。项目营收过度依赖地盘租金和门票经济。一旦前期炒作的热度过去，若没有持续的内容创造和体验更新，客流便会迅速流失。同时，商业租金上涨又会挤压创意类、文化类业态的生存空间，导致业态走向短视、同质化，形成恶性循环。



首页 &gt; 政策 &gt; 中央有关文件

## 中共中央办公厅 国务院办公厅关于持续推进城市更新行动的意见

2025-05-15 17:16 来源：新华社

字号：默认 大 超大 | 打印 收藏 留言 |



新华社北京5月15日电

### 中共中央办公厅 国务院办公厅关于持续推进城市更新行动的意见

(2025年5月2日)

实施城市更新行动，是推动城市高质量发展、不断满足人民美好生活需要的重要举措。为持续推进城市更新行动，经党中央、国务院同意，现提出如下意见。

#### 一、总体要求

坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的二十大和二十届二中、三中全会精神，全面贯彻习近平总书记关于城市工作的重要论述，坚持稳中求进工作总基调，转变城市开发建设方式，建立可持续的城市更新模式和政策法规，大力实施城市更新，促进城市结构优化、功能完善、文脉赓续、品质提升，打造宜居、韧性、智慧城市。

工作中要做到：坚持以人民为中心，全面践行人民城市理念，建设好房子、好小区、好社区、好城区；坚持系统观念，尊重城市发展规律，树立全周期管理意识，不断增强城市的系统性、整体性、协调性；坚持规划引领，发挥发展规划战略导向作用，强化国土空间规划基础作用，增强专项规划实施支撑作用；坚持统筹发展和安全，防范应对城市运行中的风险挑战，全面提高城市韧性；坚持保护第一、应保尽保、以用促保，在城市更新全过程、各环节加强城市文化遗产保护；坚持实事求是、因地制宜，尽力而为、量力而行，不搞劳民伤财的“面子工程”、“形象工程”。

主要目标是：到2030年，城市更新行动实施取得重要进展，城市更新体制机制不断完善，城市开发建设方式转型初见成效，安全发展基础更加牢固，服务效能不断提高，人居环境明显改善，经济业态更加丰富，文化遗产有效保护，风貌特色更加彰显，城市成为人民群众高品质生活的空间。

长周期运营的“能力短板”。许多开发主体擅长开发建设，却短于精细运营。项目开业即巅峰，后续缺乏专业的内容策划、品牌营销和社区维系能力，导致资产价值随时间流逝而衰减，无法形成持续的良性资产。

**痛点三：风貌与功能的难协调——从“碎片化”到“一体化”的系统思维缺失**

此痛点考验的是顶层设计与资源整合能力。

规划与实施的“两张皮”现象。宏伟的规划方案在落地时，常因缺乏具备可操作性的业态引导、设计导则和招商控制，而被一个个分散的商户决策所稀释。最终呈现的效果与规划初衷大相径庭，沦为杂乱无章的“拼贴画”。

业态与文化的“皮肉分离”。引入的商业业态与街区文化内核无关。例如，在一

个传统手工业街区引入全国连锁的快时尚品牌，尽管带来了人流，却摧毁了街区独特的文化识别性。文化未能成为驱动商业价值的核心引擎。

社区参与的“表面文章”。更新过程

将原住民和在地商家视为被动的管理对象，而非积极的共建伙伴。缺乏有效的沟通和利益共享机制，导致项目推进阻力重重，甚至引发社会矛盾，使“民生工程”变为“民怨工程”。





## 二、破局之道：工程咨询的价值跃迁——从“技术服务员”到“系统集成商”

面对上述结构性痛点，传统的、仅提供单一环节技术服务的工程咨询模式已难以充分适配城市更新的复杂需求。领先的机构正通过方法论升级与服务拓展，在“策划 - 规划 - 设计 - 融资 - 建设 - 运营”全流程中，为政府、社会资本、运营主体等参与方提供协同化专业技术支持。

**破局痛点一：以“文化解码”与“精准针灸”实现活性保护**

**核心策略：**将大拆大建的“外科手术”转变为基于深度研究的“文化针灸”。

深度文化解码，建立价值图谱。在项目伊始，组建由历史学者、社会学家、民俗专家和策划师构成的团队，进行文化资源普查。这远不止于建档挂牌，而是要梳理出街区的文化基因库，包括物质层面，如建筑样式、构件工艺、非物质层面，如老字

号、传统技艺、口头传说等以及社会层面，如邻里关系、节庆习俗等。

以【沈阳·红梅文创园】为例。中智联团队在介入之初，并未急于画图，而是深度挖掘当地文化，践行文化解码创新路径。这里曾是承载城市工业记忆的红梅味精厂，改造时先对工业文化基因精准解码，留存老厂房、生产线等工业符号，让工业文化的厚重感与历史感成为街区独特底色。在此基础上，通过多元文化活动解码并激活文化价值。举办文化艺术节、芭蕾舞等艺术形式，让艺术文化与工业历史碰撞交融；依托国际文化艺术交流平台，引入全球艺术资源，促进文化交流互鉴，为工业遗产注入国际艺术活力；打造品牌发布会现场，吸引各类品牌在此展示，使商业文化与工业文化共生共荣。同时，还

开展潮流文化展演、艺术展览等活动，多元文化在此交织，既解码了工业历史底蕴，又解码出艺术、潮流、商业等文化的新表达，让红梅文创园成为文化解码赋能历史文化风貌街区改造的典范，实现工业遗产从历史记忆到文化活力空间的精彩蜕变。

**建立分级保护与创新导则。**制定具有法律效力的《保护与更新设计导则》，对街区内的建筑、院落、街巷进行“价值分级”。明确哪些是核心保护要素，哪些是重点修复要素，哪些是协调创新区域，如鼓励在尺度、材质、色彩协调的前提下进行现代表达。这为规划和建设提供了清晰的边界，真正实现在保护下的创新。

**破局痛点二：以“模式创新”与“算大账思维”破解资金瓶颈**

**核心策略：**从“项目算账”升级为“区域算账”，以结构性融资撬动长远价值。

结构化融资与模式设计。深入研究并整合运用 EOD、专项债等多种投融资工具。关键在于设计一个能将公益性投入与经营性产出进行互补搭配的资金流模型。

以【武汉江夏·环鲁湖 EOD 项目】为例。该项目面临的核心难题是巨大的生态治理成本。我们为其设计的 EOD 方案，将“环鲁湖生态环境治理”这一巨大的公益性投入，与周边经过环境优化后溢价最高的“文化旅游、康养度假、生态社区”等经营性用地开发权进行捆绑。通过“环境改善 - 土地增值 - 产业收益 - 反哺治理”的闭环逻辑，成功吸引了社会资本参

东北最有影响力的  
文化艺术节

东北最有影响力的  
国际文化艺术交流平台

东北最有影响力的  
品牌发布会现场

文化+ 历史街区：辽宁沈阳·红梅文创园

与。咨询团队的核心工作,是构建了一个让政府、企业、市民三方都能受益的财务模型和风险分配机制,将“绿水青山”的账算通了。

培育“内容 IP”与“运营前置”。在项目策划阶段,同步启动“品牌策划与运营方案”的编制。明确项目未来的核心客群、主题定位、主力业态和标志性活动。通过预先签约或锁定一部分核心内容供应商,如知名美术馆、设计师品牌、主理人餐厅等,为项目注入初始活力,增强投资信心。

在【武汉江夏区文化形象策划】中,我们梳理江夏区千年建置史,如《诗经·周南》中“翘翘错薪,言刈其楚”的文化溯源、谭鑫培京剧艺术等核心文化符号,为其打造了“千年翘楚 家国江夏”的核心品牌 IP,确保 IP 定位兼具历史厚重感与时代辨识度,避免脱离在地文化的空泛概念。在此基础上策划了“民营企业汇·翘楚江夏行”等系列品牌活动,通过政策解读会、产业对接会等形式将文化 IP 转化为区域发展软实力,为区域资产价值的长期提升提供了专业支撑。

**破局痛点三:以“全域统筹”与“社群共创”保障长效活力**

核心策略:用“运营思维”贯穿项目全生命周期,构建共建共治共享的生态系統。

业态规划的“负面清单”与“激励引导”。超越传统的业态比例规划,实施更精细化的业态准入与引导机制。设立负面清单,明确禁止哪些破坏文化调性的业态,同时提供激励政策,对符合定位的文创、非遗、特色餐饮等给予租金优惠或推广支持。通过设立“主理人招募计划”,主动寻找和培育与街区气质相符的商业内容。

在【武汉江汉区历史风貌街区调研】的后续实施建议中,我们突出全域的保护与开发。从空间维度看,打破单个街区的局限,将江汉区各历史风貌街区与周边现代城区、滨江资源等整体考量。以标志性历史建筑为核心,联动周边街巷、里份,梳理历史文脉与空间脉络,让历史场景与现代城市空间有机串联,形成“点-线-面”全域历史文化体验网络。在保护与更新结



合上,全域统筹规划保护清单,对不同历史价值的建筑、街巷分类施策。同时,统筹

产业、文旅等功能植入,在全域范围内合理布局文化展示、特色商业、休闲体验等

业态，既延续历史街区的生活气息，又注入新活力，使历史风貌街区成为承载城市记忆、推动文旅融合且宜居宜业的全域性历史文化名片，实现历史文化保护与城市发展的全域共进。

构建“社群共创”的治理机制。推动成立由政府部门、实施主体、原住民代表、新入驻商家、专家顾问共同组成的街区共建委员会。建立常态化的沟通平台，让社区需求能够直接反馈到规划设计和运营管理决策中。可以探索“居民以房屋入股”、“社区公益基金”等模式，让在地居民能分享街区发展的红利，从而将其从旁观者转变为维护者和宣传者。



### 三、行业进化论：工程咨询如何乘风而起？

政策东风已至，工程咨询行业需完成从“单一技术服务者”到“综合专业支撑者”，从“技术模块”到“跨主体协同纽带”的转型，在城市更新多主体协同体系中依托技术优势，为政府决策提供科学依据、为社会资本降低投资风险、为运营主体优化管理方案，推动各参与方高效协作，共同落实“应保尽保、以用促保”的城市更新要求。

1. 能力重构。培养“T型复合人才”，即要横向发展，懂工程技术，也要纵向深入，深谙文化策划、经济测算、公共政策和商业运营。同时，企业内部可积极组建跨部门创新工作室，打破专业壁垒。

2. 业务前移。抢占“策划定义权”，最核心的价值产生于项目的最前端。咨询机构应主动为政府提供项目“机会研究”与“概念策划”，从源头上定义一个项



目的文化个性和商业逻辑，从而引领后续所有环节。

3. 工具升级。打造“数字平台”，积极运用AI、BIM、大数据等技术，为历史风貌

街区建立数字底座。这不仅用于辅助设计和施工，更能虚拟空间中模拟业态布局、人流车流、能耗情况，推演未来发展趋势，为科学决策提供强大支撑。

### 结语

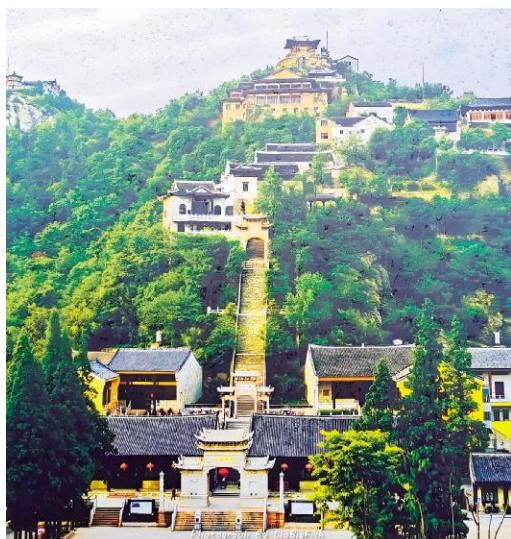
历史风貌街区的焕新，是一场关于时间、文化与商业的宏大叙事。它考验的不仅是我们的工程技术，更是我们的文化智慧、商业远见与人文情怀。中智联(北京)智慧城市研究院作为中德华

建集团的专业力量，在武汉江汉区、武汉江夏、湖北当阳老旧小区改造、沈阳红梅文创园等项目的深度实践中，始终秉持“系统集成、价值共创”的理念，致力于成为政府可信赖的“城市合伙人”

和社会资本可靠的“风险管理者”。在波澜壮阔的城市更新浪潮中，中德华建将与各界同仁一道，以专业为舟，以文化为帆，共同驶向历史与未来交相辉映的彼岸。



飘渺如烟木兰山



木兰山佛道



美秋木兰山



我记忆里的夏天，总是与青核桃纠缠不清。青核桃的味道，是涩的，渗出的汁液，染在手上，久久不褪。

离家工作之后，这青核桃的滋味，便从一种习惯，成为一种乡愁。尤其在干燥的、被空调吹得麻木时，明明没有吃到，但嘴里总是会没由来的、不自觉的生出这味道，想起那股清润的、带着草木腥气的甜。那已不单是口腹之欲。这贪吃的念头，从我的嘴里跑出来，越过千山万水，大约是钻到母亲的心里去了。

我回去的日子，袋子里的青核桃、碟里的果肉，便从未有一天间断过，那种专注与执着，让我心口泛酸。因为我明白，她是在用这份日常的心意，填补我一年才归一次家的空缺。

母亲剥核桃，是极有耐心的。她就那么赤着双手，坐在午后温煦的阳光里，慢慢地剥。她的指甲剪得短而干净，能将那果肉完完整整地剥出来，不使它有半点碎裂。而我是不成的。我的心，总是急吼吼的。常常是看她剥得慢了，便自己抓过几个，草草地撕去那层黄褐色的薄衣，就急不可耐地塞进嘴里。舌尖先触到的是一股强烈得令人皱眉的涩味，紧接着，一丝清苦便缠绕上来，久久不肯散去。我那时总要做几个怪表情再奇怪的叫几声，她便在旁边看着我笑，说：“你呀，就是等不得。”于是，后来我便只做那坐享其成的了。她将剥好的、光润如玉的果肉，堆在小小的白瓷碟里，送到我的手里。

有时我因为贪睡，或是玩游戏，忘了及时吃，她便会端着碟子，走进我的房间，带着一点嗔怪，说：“再不吃，就不嫩了。”我便赶紧抓起一把放入口中，那熟悉的、无可替代的滋味在唇齿间漾开，她这才心满意足地走开。

我的母亲是向来不大瞧得上那些流动小贩手里的核桃的。倒不全是为了计较，她有她的道理。在她看来，那些停在街角、车子一放便做买卖的，今日来，明日或许就不见了踪影，终究少了几分信誉。她常说：“便宜下那几块钱，剥开来时好时坏，折腾人。”

因此，她采购青核桃从不四处张望，比价比货，而是径直走向那家固定的水果店。铺子并不大，却有个正经的门面，老板娘是个与她年岁相仿的妇人，见了面总能热络地唤一声“大姐”，道几句家常。

这青核桃，刚从树上打下来还没多久，还裹着一身湿润的、粗糙的绿衣。有的上面还黏着些零碎的叶梗，带着草木的、生生的气息，挤在筐里。小店的人坐在小马扎上，戴着厚厚的橡胶手套，手里使着一把特制的铁夹子。她并不抬头看人，只一门心思



# 青核桃的味道

◎文/ 中交二公局 于梓璇

地对付着那些青色的果子。夹子一用力，那厚韧的外壳便“啵”的一声裂开，露出里头那方寸的、布满错综复杂脉络的核来。

再一夹，巧劲儿一旋，方才听得一声极轻微的“咔哒”，那紧抱着果肉的、枯树皮似的核便应声裂开，露出里头蜷缩着的、象牙色的仁儿来。那仁儿是温润的，静静地卧在错综复杂的褐色脉络里。她脚边，那剥下的青皮堆成了一座小小的山，汁液恣意地漫出来，浸湿了地面，留下片片赭石色的、仿佛烙上去一般的斑痕。那颜色，那气息，猛地将我拽回过去——是了，就像外婆家每到收成时节，那被核桃的青汁染得斑驳、踩上去有些黏腻的院子地面。

一起外婆的院子，那记忆里的核桃树，便轰然一声，撑开了一片蔚郁的绿云。那是外公外婆家院外，唯一的一棵，却生得极霸道，枝叶葳蕤，几乎要将半边屋顶都荫蔽了去。大约在农历7、8月，外公便会拿着一根长长的竹竿，站在那沉甸甸的树荫下。他并不如何使猛力，只看准了，手腕一抖，竹竿在空中划过一道悠长的弧线，梢头在密叶间一阵拨弄，便听得“噼里啪啦”一阵响，那些青色的果实，便像冰雹似的，欢快地砸落下来，滚得到处都是。那时节，外婆和外公便整日地坐在树下，脚下是堆积如小山的青核桃。他们也从不戴什么手套，就是凭着一双看得见青筋与皱纹的手，一个一个地，将它们剥开。

等我过去时，再送给我。他们的手指，因此总是黑的，那黑，不是浮在表面，是深深地浸了进去，用皂荚搓，用热水烫，也总要十天半月才渐渐淡去。那双手，平日里是抚过庄稼的，是劈过柴火的，是写过字的，到了秋天，便专为这核桃而黑。

青核桃是短暂的，它不像干核桃可以存放许久。它必须在特定的时节食用，一旦错过，便不再有独特的滋味。而我的归乡，也是如此。每年短短的数日，便要装进所有的重逢与思念。我知道，这些滋味转瞬即逝。可正因如此，才显得格外珍贵。

返岗后不久，与母亲通电话。她在那一头絮絮地说着琐事，语音里带着一丝不易察觉的空荡。末了，像是忽然想起，轻声叹道：“街上的青核桃，眼看就要过季节了。你不在家，也没人吃。前些天收拾屋子，看见最后那一袋，在墙角捂得久了，竟……竟发霉了。”

她的话音轻轻地落下，我却仿佛听见了一声沉重的闷响，从那千里之外传来。我握着听筒，一时语塞。眼前蓦地浮现出那袋被遗忘在墙角的青核桃，它们不再是我记忆中饱满青翠的模样，而是蒙着一层灰白的、毛茸茸的衰败。

我放下电话，坦桑的风轻柔的几近于无。周遭世界的寂静，此刻显得如此震耳欲聋。我忽然明白了，那不仅仅是一袋腐坏的果子。那是我离去后，母亲生活中骤然多出的、无法填满的空隙；是她那份无处安放的、丰盈的爱，最终沉默的归宿。那一袋发霉的核桃，像一个苍凉的句号，结束了这个季节，让这份爱蒙上悲伤的绒毛。