

SHENZHEN CONSTRUCTION INDUSTRY

深圳建筑业

No.01

2023年第1期
总第246期

深圳建筑业

SHENZHEN CONSTRUCTION INDUSTRY

No.01 · 2023

- 高标准推进智能建造发展 以科技创新引领建筑业转型升级
- 新一代“空中造楼机”在“深圳棚改第一村”项目中的应用
- 国家优质工程金奖：深圳市东部环保电厂工程

以匠心致科技 以智造致未来

以科技创新引领建筑业工业化、智能化、绿色化转型发展，以智能建造提升建筑业劳动生产率与行业竞争力。



深圳建筑业协会主办

内部资料 · 免费交流

深圳建筑业协会
Shenzhen Construction Industry Association

地址：深圳市南山区深云西二路天健创智中心 A 塔三楼东
 邮编：518073 网址：www.szjzy.org.cn
 编辑部电话：0755-83193957
 投稿邮箱：szjzybjb@163.com



深圳建筑业协会微信公众号



深圳建筑业协会网址

勇立潮头 共筑未来

1979年，蛇口一声“开山炮”响，深圳建筑业在经济特区这“一张白纸”上，提起浓墨重彩的第一笔，而后挥毫泼墨写下40余载的精彩篇章。在支撑起深圳经济特区发展脊梁的同时，深圳建筑业更以令世人瞩目的“深圳速度”不断展示着深圳建造的力量，持续刷新着深圳城市的魅力，成为中国建筑史上可圈可点的先锋范例。

在党的二十大胜利召开的背景下，深圳建筑业迎来了全新的历史使命。习近平总书记在党的二十大上提出要全面建设社会主义现代化国家，全面推进中华民族伟大复兴，并把高质量发展当作全面建设社会主义现代化国家的首要任务，同时指出必须完整、准确、全面贯彻新发展理念。住房和城乡建设部党组书记、部长倪虹莅深考察时强调，坚决贯彻落实党中央、国务院决策部署，以新的精神状态和奋斗姿态，奋力开创住房和城乡建设事业高质量发展新局面，为全面建设社会主义现代化国家作出更大贡献。这不仅明确了深圳建筑业在新时期的使命，更为深圳建筑业的发展指明了方向。

当前，推动深圳建筑业的高质量发展已成必然之势，如何谋划、担当与作为，是深圳建筑业贯彻落实党的二十大精神、在新时代继续发挥中流砥柱作用的必由之路。建筑业关乎社会民生，深圳建筑业必须深入贯彻新发展理念，以深圳建造增进深圳质量，以中国建造增进民生福祉。如今的AI人工智能、虚拟现实都在不断发展，各种高新科技层出不穷，不断迭代，深圳建筑业的同仁与大势潮流并进，不断拓宽深圳建筑业内涵式高质量发展之路，展现出深圳建筑业积极进取的精神风貌和引领潮流的勇气与担当。

新时代，新征程，新作为。为了更好地报道与展示深圳建筑业在新时期的建设成就与创新精神，加强国际、国内交流与合作，2023年的这个夏天，深圳建筑业协会即将迎来成立35周年之际，我们决定全新改版深圳建筑业协会内刊——《深圳建筑业》。改版后，我们将致力将《深圳建筑业》打造成为深圳建筑人的一张文化名片。我们将秉持前沿创新思维，多维度、深入报道深圳建造，展示深圳质量；我们将积极探索新的建造技术与路径，推动建筑业高质量发展；我们将不遗余力擦亮“深圳建造”这块金字招牌，并将“深圳建造”推向全国，引向世界，为深圳质量、中国质量贡献深圳建筑业的智慧与力量，为世界建筑业贡献中国的智慧与力量！

未来，我们期待与各位同仁一道，勇立潮头，携手共进，共筑深圳建筑业的未来！

深圳建筑业协会会长
尹剑辉

为者常成，行者常至，
历史不会辜负实干者。
我们靠实干创造了辉煌的过去，
还要靠实干开创更加美好的未来。

——习近平

SHENZHEN CONSTRUCTION INDUSTRY

深圳建筑业

本刊承 深圳市住房和城乡建设局 指导
深圳市社会组织管理局

编委会主任 | EDITORIAL BOARD DIRECTOR

尹剑辉

编委会副主任 | DEPUTY DIRECTOR OF EDITORIAL BOARD

李卫国 程云华 欧阳垂礼 黄 海 张春轩 张少华

吴秋森 龚 颖 江炳坤 李红波 王 宏 杨 松

曾晓亮 吴碧桥 张成亮 史立宾 陈镇文 向远鹏

魏庆国 王志扬 穆亦龙 吴潮丰 曾令肖 鲍进升

赵彦林 张绍栋 季 安 邹 炜 刘建钊 庄小学

司 翔 张宗军 王 强 张海军

编委会委员 | EDITORIAL BOARD MEMBER

黎 军 赵正明 张志强 潘小兵 田 力 关伟晋

黄友义 苗 靖 刘志彬 王 娜 杨延军

编辑部主任 | EDITORIAL DIRECTOR

黎 军

常务副主任 | EXECUTIVE DEPUTY DIRECTOR

赵正明

副主任 | DEPUTY DIRECTOR

赵丽娟

特邀编辑 | GUEST EDITOR

邓流沙 王义生 鲁久列 谢 军 童 心 罗 伟

缪昌华 郭智刚 张秋阳 郑光福 张 雷 刘燕明

戴运松 马启迪 吴江洪 柯 俊 李浩浩 张 悦

编辑部地址：深圳市南山区深云西二路天健创智中心

A 塔三楼东

印刷单位：深圳市深教精雅印刷有限公司

印刷数量：500 本

发行对象：深圳建筑业协会主管单位、业务指导单位、
会员企业、友好协会等

版权声明：

作者向本刊投稿，即视为作者同意将文章纳入本刊电子刊物、衍生出版物及合作媒体的范围。本刊电子刊物、衍生出版物及合作媒体不再另外支付稿酬。本刊所載文章版权归作者本人和本刊所有，如欲转载，须获得作者本人或本刊同意。因本刊所采用部分文图来自网络，作者不详，请作者见刊后与本刊编辑部联系，即付稿酬。

目录 | CONTENTS

2023 年第 1 期 总第 246 期

业界 · 国际 | THE INTERNATIONAL INDUSTRY

- 04 全国住房和城乡建设工作会议在京召开 部署 2023 年重点工作
- 05 十七部门印发《“机器人 +”应用行动实施方案》
- 05 住建部推进工程建设项目审批标准化规范化便利化
- 06 国际创新型可持续建筑材料

专题 · 关注 | SPECIAL ATTENTION

- 08 以匠心致科技 以智造致未来
- 10 高标准推进智能建造发展 以科技创新引领建筑业转型升级
- 14 智创领航 匠心建造——深圳机场领航城领逸大楼创国家优质工程奖记
- 17 大道朝“新”——中建钢构智能制造生产线发展记略
- 20 城市的“韧”与“智”——特区建工科工集团全产业链提供坚实支撑
- 23 工勘集团：以“岩土多元 + 数字科技”驱动转型升级
- 26 关于 CIM 技术和 AI 技术在 PC 全装配式建筑制造和建造全过程的应用
- 29 新一代“空中造楼机”在“深圳棚改第一村”项目中的应用
- 33 深圳广电金融中心复杂施工条件下超高层 BIM 先进建造应用
- 36 智能建造——智能施工应用热点

技术 · 管理 | TECHNOLOGY AND MANAGEMENT

- 40 前海自贸时代中心项目技术亮点
- 43 BIM5D 平台在超高层项目施工管理中的应用

研究 · 借鉴 | RESEARCH AND REFERENCE

- 46 日本住宅生产的预制化建筑构法理论变迁与技术演进

经典 · 项目 | CLASSIC PROJECT

- 52 中国建设工程鲁班奖：金众麒麟公馆一期、二期总承包工程
- 58 国家优质工程金奖：深圳市东部环保电厂工程

动态 · 事记 | DYNAMIC EVENTS

- 64 深圳建筑业协会召开八届三次会员代表大会
- 64 2023 年度建筑业生态环保专题培训会举行



全国住房和城乡建设工作会议在京召开 部署 2023 年重点工作

2023 年 1 月 17 日，全国住房和城乡建设工作会议在北京以视频形式召开。会议以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面学习贯彻党的二十大精神，认真落实中央经济工作会议精神，总结回顾 2022 年住房和城乡建设工作与新时代 10 年住房和城乡建设事业发展成就，部署 2023 年重点工作。会议强调 2023 年重点抓好以下工作：

以实施城市更新行动为抓手，着力打造宜居、韧性、智慧城市。今年在城市开展完整社区建设试点，新开工改造城镇老旧小区 5.3 万个以上。加快城市基础设施更新改造，新开工城市燃气管道等老化更新改造 10 万公里以上，改造建设雨水管网 1.5 万公里以上，因地制宜推进地下综合管廊建设。

以深化城市管理改革为动力，提高城市科学化、精细化、智能化管理水平。加强城市管理统筹协调，发挥好综合执法的统筹协调、督导服务作用。强化住房和城乡建设领域综合执法，依法查处违法违规问题。

以提升现代生活条件为目标，建设宜居宜业的美丽村镇。实施农房质量安全提升工程，继续开展农村危房改造和农房

抗震改造，推进现代宜居农房建设，深入开展乡村建设评价，因地制宜建设小城镇。

以建筑业工业化、数字化、绿色化为方向，不断提升建筑品质。提升住宅设计水平，健全工程质量保障体系，启动涵盖建筑全生命周期的质量保险试点，发展智能建造、装配式建筑等新型建造方式。

以协同推进降碳、减污、扩绿为路径，切实推动城乡建设绿色低碳发展。加快建筑节能和绿色建筑发展，着力消除县级城市黑臭水体，扎实推进垃圾分类处理，加强城市园林绿化建设，大力推进公园绿地开放共享，再创建一批国家生态园林城市。

以健全风险防控机制为关键，坚决守住城乡建设领域安全底线。启动城市基础设施生命线安全工程建设，建立住房和城乡建设领域安全生产信息员制度，持续抓好自建房、燃气安全专项整治工作，继续深入开展房屋市政工程安全生产治理行动。

以制度创新和科技创新为引擎，激发住房和城乡建设事业高质量发展动力活力。推进住房和城乡建设领域立法工作，

构建新型工程建设标准体系，推进工程建设项目审批制度改革，深化“数字住建”建设，支持国家建筑绿色低碳技术创新中心建设，加强住房和城乡建设领域智库建设，使智库成为政策研究和科技创新的支撑。

以加强国际交流合作为载体，持续为世界人居领域发展作贡献。办好世界城市日活动，建立中国 - 东盟建设部长交流机制，稳步推进中俄建设和城市发展合作，推进工程建设领域职业资格国际互认、工程建设标准的国际化对接与融合。

（来源：中国建设报 2023 年 1 月 17 日）



十七部门印发《“机器人+”应用行动实施方案》

工业和信息化部、教育部、公安部等十七部门近日印发《“机器人+”应用行动实施方案》，提出到 2025 年，制造业机器人密度较 2020 年实现翻番，服务机器人、特种机器人行业应用深度和广度显著提升，机器人促进经济社会高质量发展的能力明显增强。聚焦 10 大应用重点领域，突破 100 种以上机器人创新应用技术及解决方案，推广 200 个以上具有较高技术水平、创新应用模式和显著应用成效的机器人典型应用场景，打造一批“机器人+”应用标杆企业，建设一批应用体验中心和试验验证中心。推动各行业、各地方结合行业发展阶段和区域发展特色，开展“机器人+”应

用创新实践。搭建国际国内交流平台，形成全面推进机器人应用的浓厚氛围。

方案指出，在建筑方面，要研制测量、材料配送、钢筋加工、混凝土浇筑、楼面墙面装饰装修、构部件安装和焊接、机电安装等机器人产品。推动机器人在混凝土预制构件制作、钢构件下料焊接、隔墙板和集成厨卫加工等建筑部品部件生产环节以及建筑安全监测、安防巡检、高层建筑清洁等运维环节的创新应用。推进建筑机器人拓展应用空间，助力智能建造与新型建筑工业化协同发展。

（来源：工业和信息化部网站 2023 年 1 月 19 日）

住建部推进工程建设项目审批标准化规范化便利化

日前，住房和城乡建设部办公厅发布《关于推进工程建设项目审批标准化规范化便利化的通知（征求意见稿）》（以下简称《征求意见稿》）。《征求意见稿》提出：

加强项目前期策划生成。进一步完善工程建设项目前期策划生成机制，细化工作规则，统筹协调相关政府部门和市政公用单位提出项目策划意见和规划建设条件，推动项目后续快速精准落地。深化区域评估，区域评估成果经相关主管部门确认后及时公开，供建设单位免费使用，明确根据区域评估简化单个项目相应审批手续的具体情形和规则。依托国土空间规划、相关专项规划明确规划条件，未确定规划条件的地块，不得出让国有土地使用权。

分类优化精简审批环节。进一步优化建设工程规划许可（设计方案审查）等事项审批流程，统一规范会议审议情形

及时限，减少非必要的政府会议审核程序。结合实际优化既有建筑改造、老旧小区改造、市政管网更新改造等城市更新项目审批流程，细化免于办理施工图审查、建设工程规划许可的项目类型和具体条件。积极开展环评审批方式改革试点，对需编制环评报告表的城市道路、生活垃圾转运站、污水处理厂等项目，位于相同市或县行政区且项目类型相同的，可“打捆”开展环评审批。

提升工程建设项目网上办理深度。深化工程建设项目审批管理系统（以下简称工程审批系统）应用，2023 年实现工程审批系统覆盖全部县（区），消防设计审验全部纳入工程审批系统。

（来源：住房和城乡建设部 2023 年 2 月 15 日）



国际创新型可持续建筑材料

► 01 由回收玻璃制成的可持续建筑覆层

澳大利亚皇家墨尔本理工学院（RMIT）的研究人员与材料技术公司 Livefield 一起致力于制造复合材料覆层，该团队表示这种覆层价格低廉、结构坚固、耐火。他们使用 83% 的再生玻璃来制作覆层，同时使用相对少量的塑料粘合剂和阻燃添加剂。

全球每年生产约 1.3 亿吨玻璃，其中只有 21% 被回收。通过在建筑覆层中使用大量回收玻璃，同时确保它们符合消防安全和其他标准，能够有助于真正解决建筑废弃物回收问题。

► 02 将粉煤灰转化为环保混凝土

莱斯大学的一个研究小组最近取得了突破，可以显著减少与能源密集型混凝土行业相关的排放。由化学家詹姆斯·图尔（James Tour）领导的团队将煤基发电厂的粉状副产品

粉煤灰用于许多混凝土混合物。他们使用“闪蒸焦耳加热”（这种方法最初是从食物垃圾等碳来源中产生石墨烯）的过程从粉煤灰中去除有毒重金属，电流通过含碳材料，在几毫秒内将它们加热到约 3000 摄氏度，这比标准流程更节能，然后将净化后的粉煤灰添加到水泥中。研究人员发现，通过用净化的粉煤灰代替一批混凝土中 30% 的水泥，混凝土变得更坚固、更有弹性。除此之外，它还将温室气体和重金属排放量分别减少了 30% 和 41%。

► 03 由回收纸板制成的纤维素基绝缘材料

房屋能源使用量的一半以上来自供暖和制冷。保温隔热是提高家庭能源效率的最快速、最简单的方法之一，纤维素可能是这种变化的最佳来源之一。

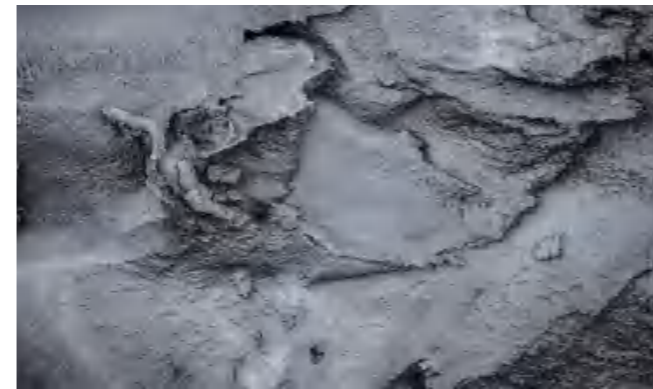
Clean Fiber 公司使用回收的纸板箱作为其创新建筑绝缘材料的基础，通过使用专有液体分离构成纸板箱的纤维，



闪蒸焦耳加热过程



由回收纸板制成的纤维素基绝缘材料



负碳混凝土



新型木质隔热材料

然后将纤维注入全硼酸盐液体阻燃剂，干燥并切碎，最终产品是一种柔软、无尘的绝缘纤维。在建筑工地上的测试表明纤维素绝缘材料更容易安装，因为它在使用过程中不会卡在机械中。此外，在生产过程中，Clean Fiber 去除了纸板箱的污染物，使绝缘材料能够保护生产安装工人以及建筑使用者的健康。

► 04 负碳混凝土自动化系统

芬兰 Carbonaide 公司正致力开发负碳混凝土以减少混凝土对环境造成的危害，Carbonaide 的解决方案包括一种使用自动化系统将二氧化碳结合到预制混凝土中的有效方法。

该公司声称，这种方法减少了生产混凝土所需的水泥量，还可以将传统波特兰水泥基混凝土的二氧化碳排放量减半。此外，预制混凝土构件原材料可以采用工业矿渣和生物灰，

从而进一步减少碳足迹。

该公司的工艺可以永久储存和去除碳循环中的二氧化碳，使其成为负碳。去年秋天，该公司用矿渣取代波特兰水泥，将产品的碳足迹降至 -60 kg/m^3 。

► 05 新型木质隔热材料

全球绝缘市场主要使用由玻璃纤维等无机矿棉制成的产品，以及聚苯乙烯等化石燃料衍生的塑料产品。一家名为 Fiberwood 的芬兰公司开发了一种更可持续的替代品。该公司的产品由木浆和机械木材工业产生的材料制成。专有的泡沫成型技术用于制造包含树木自然特性的隔热板，以及增加材料绝缘能力的气腔。由于它们是由木材制成的，所以这些产品可以吸收和储存更多的二氧化碳。

（来源：建筑碳中和）

以匠心致科技 以智造致未来

编者按

近年来，从国家层面到地方政府，对于建筑业的发展高度重视。深圳市委、市政府明确要求要加快现代建筑业发展，大力发展装配式建筑、绿色建筑，加快向工业化、智能化、绿色化转型。《深圳市加快推进现代建筑业高质量发展的若干措施》也提出，要加快发展高科技含量的现代建筑业，推动向知识密集型、资金密集型产业转型升级。科技创新为建筑业的转型和升级发展提供了不竭的动力与无限的可能。以科技创新引领建筑业工业化、智能化、绿色化转型发展，以智能建造提升建筑业劳动生产率与行业竞争力，已经成为业界共识。本期专题，我们聚焦深圳建筑业的科技创新与智能建造，从政策引导，到创新技术、产品以及应用案例，展现深圳建筑业在科技创新与智能建造领域的努力探索与进步，期望可以为深圳建筑业的高质量发展以及深圳建筑业的未来注入新的动能与活力。

匠心·智造

高标准推进智能建造发展 以科技创新引领建筑业转型升级

文 / 徐松明

编者按：2023年3月20日，《中国建设报》智能建造试点城市经验谈栏目刊登了深圳市住房和建设局党组书记、局长徐松明的署名文章《高标准推进智能建造发展 以科技创新引领建筑业转型升级》，现全文转载。



近年来，广东省深圳市积极贯彻落实创新驱动发展战略，践行“人民城市人民建，人民城市为人民”的重要理念，以科技创新引领建筑业工业化、数字化、绿色化转型，高起点定位、高标准推进智能建造发展，在建立完善政策体系、夯实技术支撑能力、建设试点示范工程、培育龙头骨干企业、构建产业生态体系等方面取得一定成效。

谋划政策产业体系

深圳市将智能建造工作融入城市发展、科技创新发展、行业发展，做到同频共振、同步共进。

《深圳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇

三五年远景目标纲要》提出推动智能建造与建筑工业化协同发展；《深圳市科技创新“十四五”规划》将建筑产业互联网、建筑机器人等内容作为重点发展方向；《深圳市现代建筑业高质量发展“十四五”规划》强调以科技创新为驱动力，建立智能建造与新型建筑工业化协同发展的政策体系和产业体系。

夯实技术支撑能力

一是组织智能建造领域关键核心技术攻关。依托深圳市工程建设领域科技计划项目，组织研发智能设计云平台、智慧物联施工管理系统、建筑装饰产业互联网管理平台、钢结构焊接机器人、地下空间施工机器人等一大批重大创新成果。如在全国率先研发应用建筑工程人工智能审图系统，目前已具备800余条标准条文的审查能力；建设工程智慧监管平台集成应用物联网、遥感、云计算和大数据智能分析技术，在线监管项目已超过2000个，有力推动建筑工程施工监管从“人防”到“技防”的转变。

二是积极推广应用智能建造新技术新产品。通过开展新技术认证、发布新技术推广目录等方式，积极推广基于BIM（建筑信息模型）的设计协同软件、人工智能设计技术、工地数字化管理平台、基于数字孪生技术的智慧运维平台、工程项目管理产业互联网平台、建筑机器人等30余项智能建造新技术。尤其是重点推进了BIM技术应用，市政府办公厅印发《关于加快推进建筑信息模型（BIM）技术应用的实施意见（试行）》，要求新建市区政府投资和国有资金投资建设项目、市区重大项目、重点片区工程项目全面应用BIM技术，并从项目立项、规划用地、施工许可、项目监管等环节进行把关。2022年6月，深圳市正式上线采用IFC通用格式的BIM报建系统，通过对国内外软件厂商的BIM模型数据进行统一信息转换，实现数据的互联互通，有力支撑基于BIM的工程建设项目消防设计审查、施工许可和竣工验收。

三是探索智能建造应用场景。探索基于人工智能的施工图设计与审查、工厂生产数字化管理、5G智慧工地、质量安全环境智能监测、智慧建筑管理、工程建设全周期数字化管理、建筑工人管理及数字货币支付、数字化采购、数字档案交付等场景建设，形成一批智能建造典型应用场景。

发挥骨干带动作用

培育壮大一批具有全国影响力的智能建造骨干企业、上市公司和高科技企业。

一是推动建筑业企业向智能建造转型。以中建科技、中建科工、中建海龙、特区建工为代表的骨干建筑业企业在智能建造技术研发和应用方面持续发力。其中，中建科技、中建科工均入选国务院国有企业改革领导小组办公室评选的“全国科改示范企业”，中建科技自主研发的装配式智能建造平台，打通数字设计、智慧商务、智能工厂、智能工地和智慧运维等全产业链；中建科工建成了国内领先的钢结构智能生产线，搭建面向钢结构的建筑产业互联网平台，探索钢结构智能建造模式。

二是鼓励华为、腾讯、深智城、大疆、小库科技、万翼科技等装备制造和信息技术企业布局智能建造产业。其中大疆研发的航测无人机在土石方工程测量和施工现场得到广泛应用，腾讯云推出微瓴智慧建筑管理平台以及智慧建筑数字化底座 CityBase，小库科技研发的智能设计云平台实现装配式建筑设计方案智能评估优化、施工方案多专业同步深化以及工程实时算量自动报价。

三是引导施工类、勘察设计类、技术服务咨询类企业以智能建造为重点提高研发投入，力争到“十四五”末研发投入比重分别达到3%、4%、5%，进一步发挥骨干企业在智能建造科技创新领域的示范引领作用。

培育高效产业集群

一是高位规划布局智能建造产业。将智能建造作为深圳产业发展的重点领域，列入深圳市战略性新兴产业目录、产业结构调整优化和产业导向目录、绿色低碳产业指导目录重点支持方向。

二是重点培育智能建造产业链。着力打造智能建造“数字设计、智能施工、智慧运维、建筑产业互联网”四大特色

产业，“智能生产、智能建造设备装备”两大配套产业，构建完整、高效、协同的智能建造产业链。鼓励和支持建筑业企业、互联网企业、电信运营商等各类机构优势互补加强合作，汇聚深圳技术优势，打造行业级、企业级、项目级建筑产业互联网平台。

三是着力打造智能建造产业基地。依托深圳高新技术产业园区，推动建设智能建造产业园区。重点在龙岗区建设“深圳建筑产业生态智谷”，以“总部基地+园区”方式布局智能建造产业集群，努力打造成为粤港澳大湾区智能建造产业示范基地。

建设标杆示范工程

深圳市积极推动智能建造技术在工程项目的集成应用，建设以长圳公共住房项目、华润集团总部大厦、腾讯滨海大厦为代表的试点示范项目。其中长圳公共住房项目是住房和城乡建设部首批7个智能建造试点项目之一，集成应用BIM技术、智能建造平台、三维测量机器人、钢筋绑扎机器人等16个“十三五”国家重点研发计划项目的49项关键技术成果，累计节约工程造价约7500万元，缩短总工期约10%，有效提升工程建设质量和效益。华润集团总部大厦采用空中造楼机、BIM5D平台、智慧工地、放样机器人、VR（虚拟现实）等28项智能建造技术，实现“三天一个结构层”的快速爬升。腾讯滨海大厦搭载微瓴智慧建筑管理平台，探索智能派梯、智慧能源、智慧灯控、智慧安防、智慧寻车和车位引导等智慧运维应用场景。

下一步，深圳市将以智能建造试点城市建设为契机，在试点期间，通过建立完善技术标准、项目建设、产业培育、管理创新、人才培养、政策支持“六大体系”，推动智能建造与建筑工业化协同发展，探索智能建造发展深圳模式，形成可复制可推广的经验，在全国发挥示范引领作用。

（作者系深圳市住房和城乡建设局党组书记、局长）

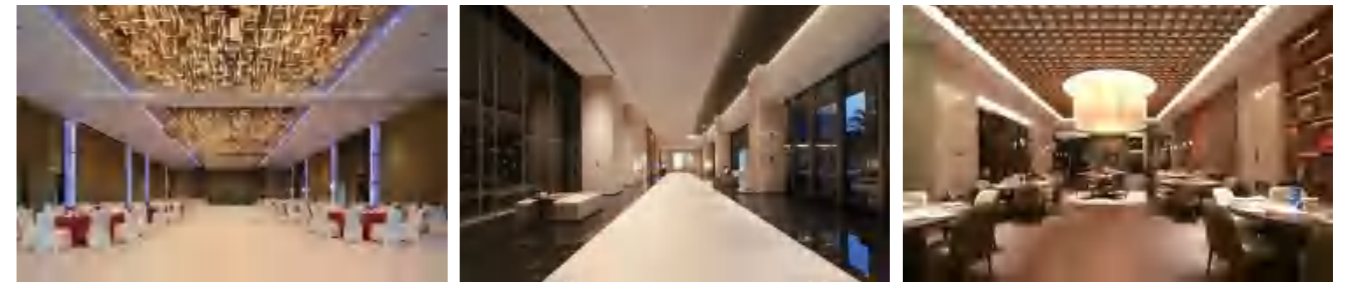


智创领航 匠心建造

——深圳机场领航城领逸大楼创国家优质工程奖记

文 / 中国建筑第二工程局有限公司

夜幕降临，在深圳宝安国际机场东南侧，一栋由两座 L 型塔楼组成的半开放式玻璃幕墙建筑临街伫立，散发出璀璨灯光。这是中国建筑第二工程局有限公司承建的深圳机场领航城领逸大楼项目，也是深圳机场集团历史上获得的第一个国家优质工程奖（2022-2023 年度）项目。作为住建部科学技术计划项目，该项目还荣获广东省建设工程金匠奖、广东省土木工程詹天佑故乡杯奖、广东省建筑业新技术应用示范工程等重量级荣誉。该项目历时三年匠心“智”造，集酒店、餐饮、公共娱乐、休闲设施等功能于一体，投入使用一年多来，项目各系统运行良好，累计已提供近 400 个就业岗位，年服务客流量约 30 万人次，取得良好的社会效益。



宴会厅装配式工艺造型独特

大堂地毯与大理石结合铺装高端大气

西餐厅象牙白石材干挂拼缝整齐、高端典雅

精细管理：顶尖标准卓绝品质

“这是我们跟深圳机场牵手的第 2 个项目，承前启后，地位特殊，而且这个项目又位于机场开发区的核心地段，建成后将填补当地高星级酒店缺乏的市场空白，意义重大！”在工程建设之初，项目经理贾长庆就提出要借助深圳机场资源优势，抢占先机，打出领航中建二局人的名声。“顶尖标准 卓绝品质 打造标杆 誓夺国优”是项目定下的创优目标。

为此，精细化管理就成了项目部保障施工高效、品质卓绝的最大抓手。在策划阶段，项目部多次邀请外部专家对项目进行策划指导，高标准、高起点编制了《创优策划书》和 26 项施工质量内控管理清单，甚至在与劳务、专业分包签订合同时就将“国优”质量目标写入合同条款。在施工过程中，交叉工序管理则是项目面临的重难点工作。“就拿管线施工来说，项目地下室、设备房的管线桥架风管十分复杂，必须借助 BIM 技术提前进行碰撞检测优化施工线路才行。”王永利是项目机电经理，考虑到专业分包复杂，施工前他都会跟施工队伍沟通，协调好各项交叉工序。

然而，对项目团队来说，光有效率还不够，更得有质量。“要问我们是怎么去抓质量的，一是‘严’，落实管理要求抓得严；二是‘细’，各环节摸排得细；三是‘慢’，慢工才能出细活，我们为现场施工争取最多时间。”为严控质量，项目总工林贵鹏带领技术团队先后编制了 55 项施工组织设计方案、213 份施工技术交底，将施工环节梳理得一清二楚。

此外，项目还严格落实样板制度、三检制度、实测实量制度等。以样板制度为例，在进行精装修饰面大面积施工前，项目会要求分包单位做出样板，只有通过严格验收后，后续施工才能继续进行。“样板验收是质量把控的重要手段，后续施工都以样本工程为准，可不能含糊。”在创优冲刺阶段，

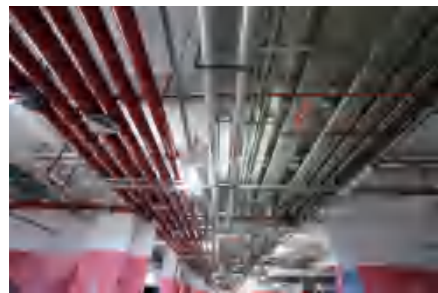
曾创过三项国优、一项鲁班奖的项目部副经理牛俊会严抓每一项检查，他的眼里容不下沙子。

技术创新：精益智造领先国内

领航城领逸大楼项目为酒店综合体，二楼宴会厅高 8 米、钢梁结构主梁跨度 23.4 米，如何实现宴会厅内屋面钢结构安装成为了横亘在团队面前的“拦路虎”。

“我们原计划是用大型履带吊吊装施工，但吊装一是安全系数要求高，二是成本也比较高，想来想去，我们就想到了液压滑移施工。”贾长庆设想的是在现场平铺两条滑移轨道，每条轨道再布置 1 台 TJG-1000 型液压爬行器，让爬行器将拼装好的钢梁同步滑移到规定位置。不过，要想实现同步滑移却不容易，因为它要求轨道两侧顶推点误差不超过 10mm！为此，项目多次召开了技术研讨会。“我们想到可以给两侧的爬行器分别配备一个专业的位移监测装置，另外再用激光测距仪每 4 秒对两条轨道进行同测，双重保障确保同步滑行。”最终，项目攻克了这个难关。该技术经估算为项目节约近 110 万元，后来被广东省土木建筑协会鉴定为国内领先技术。

除了液压滑移施工技术，项目还创新应用了《基于 BIM 的外墙模板不开洞施工技术》，将二维的 CAD 图纸转换为三维模型，指导现场工人配制安装模板，使安装程序更简单快捷，“不仅投入模板更少，成型质量和功效也更好”。据技术部长王兴才介绍，项目还创新应用了《共板法兰空调风管快速安装技术》《异形铝材框架式玻璃幕墙施工技术》等，极大提升了项目精益建造能力，三项技术随后也被广东省土木建筑协会鉴定为国内先进水平，项目也由此获评住建部科技计划项目。



管线标识清晰、排布规范



屋面坡度正确、设备安装整齐



消防水泵房部件标高一致，检修空间布置合理



园林绿化美观、海绵城市系统运行良好

智创领航 匠心建造

深圳机场领航城领逸大楼

据了解，领航城领逸大楼项目已成功应用建筑业 10 项新技术中的 8 大项、26 个子项，获得国家发明及实用新型专利 9 项、国家级 QC 成果 2 项以及广东省建筑业新技术应用示范工程奖、广东省级工法，并获得中国建筑集团 2019 年度 QC 成果排名第一等，可谓科技含量满满。

节能环保：科技引领绿色示范

2017 年 6 月，项目正式开工，第一时间成立了绿色施工创新工作室，通过推广应用新材料、新设备、新技术、新工艺等，将科技、绿色与节能环保相融合，誓将项目打造成绿色示范项目。

在基坑施工过程中，现场除尘是个不可避免的问题，一般都会采取铺设防尘网、喷雾降尘等措施，领航城领逸大楼项目却专门为此发明了一种基坑除尘系统。据贾长庆介绍，该基坑除尘系统包括供水装置、主管路、支管路和喷头，降尘方式虽然是通过喷头洒水，但区别于现有的基坑边缘喷水除尘系统，该系统连接的喷头不仅遍布在基坑周围，还覆盖在基坑支撑点。一个小小的工艺创新不仅扩大了喷头洒水面积，还大大提高了除尘效果，而这只是项目应用住建部《绿

色施工技术推广目录》中 11 大项、32 小项中的一项。

在节能上，项目也不放过任何一处细节。“我们的电气设备都采用了高效低耗的节能照明光源，所有的柜式风机箱等设备也都配备了橡胶减振，就连空调都是选用的环保冷媒。”王永利自豪地说道。此外，项目还进行了大量植物绿化设计，使园林水池、绿植与建筑主体交相呼应，并通过海绵设施进行雨水回收利用，减轻管网防洪排涝压力，防治内涝。

自施工以来，项目坚决落实“五节一环保”理念，迄今已获得深圳市建筑业绿色施工示范工程、广东省建筑业绿色施工示范工程、住建部绿色科技施工示范工程等称号，达到一星级绿色建筑设计水平，2022 年 6 月被评为中国杰出绿色环保酒店。

智创领航城，匠心筑精品。这座中国杰出绿色环保酒店，已经成为当地的一张名片，为宝安区国际商业交流提供更加便捷、舒适的服务，也激励着二局人再启新征程，书写新篇章！

大道朝“新”

——中建钢构智能制造生产线发展记略

文 / 中建钢构股份有限公司

一、引言

2015 年，工信部“两化深度融合”和“中国制造 2025”战略的提出犹如钢构行业“定音锤”，旗帜鲜明指出了新常态下传统制造业发展方向——只有实现制造业由粗犷到精细，由集散到统一，由量大取胜到科技取胜的三大转变，才能完成中国制造由大变强的历史跨越。大道如青天，不可不攀登。

为突破产业发展瓶颈，创造新的发展动能，2015 年以来，中建钢构广东有限公司甘愿做行业内的“破冰船”。在无经验借鉴、无技术路线、无成熟案例的“三无”局面下，建立起一整套钢结构智能制造技术体系，建成了全国首个建筑钢

结构智能制造工厂，实现了国内钢结构智能制造从无到有的突破。引领行业变革，带动转型升级舍我其谁。大道朝“新”，新在思想，新在结构，新在工艺，新在队伍。

二、新形势塑新格局，新钢构求新结构

作为钢构行业的开拓者，我们意识到认定路往何处走，比如何走更重要。当前国际形势瞬息万变，国际竞争趋于激烈，如何把握战略机遇，实现工业制造业的现代化，成为国家关心的重要议题。因此，在这个新的时代，我们需要不断开拓进取，把握机遇，实现跨越式发展，为行业、社会、国家不断贡献新的力量。





以钢构行业的发展趋势来看，中国传统建筑钢构市场以“人力为主，智能机械”为辅的运行方式已逐渐失去市场竞争力，钢结构制造领域传统粗犷的制造模式已逐渐成为制约行业发展的瓶颈之一。而近年来钢构行业内的资本、技术累积已逐渐完成量变到质变的累加，整个产业都在渴求一个“高效低耗，高新低危”的突破点。

正是在这样的内外环境下，中建钢构制定了“智能制造”的发展计划。这个计划包括新的技术供给、新的生产结构、新的工业化生态、新的社会影响力，这便是智能制造追求的“新格局”，也是我们要为之砥砺前行的大方向。格局朝新，落在实处。钢结构领域作为最有可能也最有必要率先实现建筑工业化的领域，走向大规模数字化与标准化加工，对于提高产品的精度质量、有效减少因工人技术水准参差不齐带来的质量和工效影响、推动催生更好的产业和社会效益，具有重要意义。随着智能制造拉开序幕并不断发展，钢结构领域需要积极探索和推广智能制造技术，不断提高钢结构制造的

数字化和标准化水平，实现更高效、更精准的生产过程，为行业和社会带来更多的进步与收益。

新的智能化车间拔地而起，新的生产结构应运而生。钢构领域的不断发展，从地区上，将带动华南地区产业发展；从行业上，将带动全国建筑钢结构产业转型升级；从国民经济上，将成为稳定新兴建筑工业国有化的重要举措。诺大的蓝图正由无数钢构人着力绘制，朝新的大道正向着可期的愿景稳步前行。

三、新时期创新要求，新钢构创新工艺

行路且远，善事利器。钢构行业的“器”，便是无数钢构人克难奋进，努力研发出的新技术、新工艺。制造业的发展从来没有一蹴而就，正是无数个集结智慧的新项目、新成果的累加联结，才构成了行业完整的新层次、新阶段提升。中建钢构的项目团队集思广益，通力合作，研制了系列钢结构制造的智能装备，开发了钢结构制造信息化的关键技术，形成了以“智能下料、机器人焊接、卧式组焊矫、全自动钻锯锁、智能仓储物流、信息化网络集成”等为核心的关键制造技术体系。一个个印上“中建记号”的新技术，为往后装配式钢结构建筑行业的发展提供了参考方向，为推动钢结构智能制造的发展做出了创造性贡献。

创新是引领发展的动力，抓住了创新就抓住了牵动发展全局的“牛鼻子”。面向广阔无垠的创新蓝海，中建钢构以智能制造工厂为主体，实现制造技术、信息化程度的新增长。先是智能工厂引入6轴机器人等加工设备，通过在自动加工、离线编程、焊缝跟踪等关键方面的技术突破，实现构件的切割、搬运、焊接等核心工序的自动完成。再建立由程控行车、AGV、RGV、搬运机器人等先进设备构成的车间智能物流系统，实现构件在多个加工工序之间的高效衔接，真正展现了“全产业链式”的创新力度。新之又新，成系成统，智能制造工厂引入智能化集成系统，通过自动排程、任务调度、数据采集、实时监控等系统模块，建立系统覆盖范围内工序之间的智能互通，在局部区域内实现“无人化”生产。通过打造“状态感知-实时分析-科学决策-精准执行”的数据闭环，实现生产全要素、全流程、全生命周期管理的

资源配置，成功的提升了生产效率，构建起全新的产业生态。

2020年初的抗疫过程中，中建钢构接到深圳市第三人民医院应急院区建设的重要任务。公司紧急组织员工投入智能制造生产线，预期5天的工期被生产团队通过智能生产线将工期缩短为10小时，为后续施工与抢救生命赢得了宝贵的时间。运用智能生产线助力，20天的时间便建成了一座拥有1000张床位的现代化、高水平的应急医院，得到了业内的一致赞誉与肯定。此次经历不仅取得建筑速度的新突破，也赢得生命的加时赛，证明了智能制造的优秀实力，是一枚永远印刻在智能制造队伍里的胜利勋章。

四、新产业连新关系，新管理造新队伍

以人为本，不是钢构产业的一句空话，也不是“无人化”的智能制造能够摒弃的。高风险的钢构行业与冰冷的钢林铁城更需要人性化的关怀，高科技的机床工厂，更需要人才培养与人力保障的保驾护航。钢构的一切始于人，一切为了人。所有的智能制造成果工艺，最终都将为人服务。中建钢构的智能生产线充分考虑职工劳动保护和职业健康，通过安全光栅、防撞光电感应扫描、防撞雷达等智能手段进行区域和运动防护。在封闭式涂装生产线上，中建钢构工程首次在行业内引入水旋式漆雾处理、活性炭吸附配合光氧催化燃烧等废气处理技术，实现有害气体“零排放”，切实保障了工人的健康权益，体现钢构人心中的“中建安全感”。

科技进步，人才先行。中建钢构打造科研平台，参加行业会议，普及结构制造，多措并举，全力致力于人才培养与产学研用相结合，为智能制造长久发展提供“人才后劲”。在智能制造队伍里，为保障项目在技术层面的稳步实施，为造就一批智能制造人才，中建钢构专门组建了以项目实施带头人为首的“冯清川智·造创新工作室”，吸纳了包括焊接、机械、电气控制、机器人应用、信息系统等领域的专业人才。同时，工作室也包含了一批基层蓝领工人，使蓝领工人由“台前”走到“幕后”。

建业树人，岂在朝暮。在管理方面，中建钢构采用轮流管理制等方式着重培养蓝领工人的管理能力，调动其主动性，

挖掘其潜在能力，为项目后期调试和运营培养了一批基层管理人才，为智能制造管理方面的发展进步提供了优质人才储备。迄今为止，智能制造工厂已培养了1000余名智能制造操作工人、管理人员以及一大批研发人员。建立了产学研合作基地，促进了高校、企业技术力量的蓬勃发展，有效保证了智能制造领域人才队伍建设，推动智能制造行业可持续发展。在未来，智能制造新队伍将继续日新月异，不断进取，用一个个好成绩书写使命，用一个个新创造谱写担当。

五、新智造迎新成果，新奋斗谋新发展

大道初成，不负耕耘，硕果之味，只有奋斗者知晓。时代是出卷人，而答卷人，是我们千万名钢构产业的同僚。钢构人戮力同心，在智能制造的“深水区”刻苦钻研。截至目前，智能制造项目科技成果已累计申报国家专利36项，其中已授权19项，发表科技论文4篇，取得软件著作权7项。在智能制造突出的科研成果中，“建筑钢结构数字化制造关键装备、技术及工程应用”及“建筑钢结构机器人焊接智能化关键技术与应用”两项科技成果经评价达到国际领先水平，相关研究成果还获得了中国钢结构协会科学技术奖一等奖、中建集团科学技术奖一等奖，取得了骄人的成绩。智能制造的相关技术成果还入选中国首部CPS案例集，并作为行业典范在中国国际信息通信展览会高层论坛、中国钢结构大会等论坛或会议上进行经验分享。智能制造项目获评广东省智能制造试点示范项目、广东省制造业与互联网融合试点示范项目，走在前沿的公司在建筑钢结构智能制造领域的引领示范作用已经形成，智能制造整体项目也正在一步步做大做强，成为产业内硕果不断前景可待的“聚焦点”。

回首来路，放眼未来，智能制造的脚步永不停歇。我们不会忘记：为科技赋值，为社会赐福，为产业革新铸魂——这是智能制造的目的，更是行业发展的最终诉求。新时期环境下，中建钢构智能制造将继续沿着党史学习教育开新局的方向，昂扬斗志，牢记使命，抓住发展机遇，向科工、向行业、向社会书写满意答卷。继续以创新发展激发产业活力，以协调发展统筹制造结构，以绿色发展引领行业风尚，中建钢构智能制造的每一步，都将给钢构行业与社会注入不竭活力！

城市的“韧”与“智”

——特区建工科工集团全产业链提供坚实支撑

文 / 深圳市特区建工科工集团有限公司

以习近平总书记“城市生命体”理念为引领，“十四五”期间，深圳要着力打造宜居城市、枢纽城市、韧性城市、智慧城市。结合高质量发展高地战略及智能建造定位，科工集团作为特区建工集团首个组建的全资二级集团公司，承载使命、应运而生。



上图：深圳市体育运动学校过渡校区
下图：智慧型人才房

如果说建筑工业化是行业发展的空间，那么建筑全产业链就是开拓发展新空间的阶梯。科工集团秉承专业、高效、品质、规范的理念，是以研发创新设计为引领、产业配套为支撑、装配式建筑 EPC 工程总承包为主要发展方向的新型建筑工业化全生态体系综合服务商。“韧”性成长，“智”在必得，城市建设新力量，科工集团正崛起而上。

创新研发设计链，勾勒城市“韧”与“智”的纹理

肇始于自然，以智能为“笔”，低碳为“墨”，点染之间，勾勒城市“韧”与“智”的纹理。科工集团全面推进设计专业化服务，形成了自有建筑工业化产品体系，创新研制出了可循环全装配快速建造产品 (MSAC)、模块化混凝土建筑产品 (CMIC)、多层混凝土快速建造产品 (DPCC)、大跨度单层工业建筑快速建造产品 (LIC)、既有建筑加装电梯产品等 12 个基础产品体系，正朝着“工业上楼、钢结构住宅、全屋智能、乡村振兴、装配式装修、装配式市政（水务）”6 大新型产品体系的方向补充完善。在完成的一大批新型建筑工业化项目设计工作中，有 42 天高品质打造深圳市快速建成的首所“腾挪”体校，获多家新闻媒体报道及国务院国资委官网转载，有全国首创轿厢、连廊装饰一体集成模块化加装电梯产品，在特区建工培训学校 12# 楼顺利应用；有联合华为公司与安居集团，9 天打造深圳首个智慧型人才房及智慧型产业空间样板；还有 45 天高质量完成特区建工集团工程技术中心 EPC 装修项目交付，获评深圳市第二批装配式装修试点项目，这些都彰显了科工集团强劲的研发创新能力与智能设计实力。

一个体系犹如一个绳结，牵引并拉结全产业链的各端，让城市“韧”与“智”的纹理更加清晰可见，更具张力与美感。科工集团联袂哈工大院士团队，成立智慧设计与新型建造创新基地，积极探索低碳空间设计，聚力擘画智慧的人居未来。

保障产业配套链，增添城市“韧”与“智”的质感

一砖一瓦，铭刻时代印记；一梁一柱，激扬改革浪潮。高屋建瓴，谋深做实，产业配套是新型建筑工业化重要的基础性战略性支撑。科工集团拥有部品部件（PC、ALC）生产基地、钢材生产加工基地及建材集采集供事业部。其中，国家 A 级混凝土构件生产基地、省装配式建筑（部品部件生产类）产业基地、五星级工厂盛腾科技园实现了全品类混凝土预制构件一站供应；ALC 板材（蒸压轻质混凝土板）生产基地科工绿建产业园拥有全国领先的 AAC（ALC）全自动化智能生产线，实现免切割与开凿的高品质交付，连续 2 年混凝土预制构件产能稳居深圳市场占有率第一位，应用了“BIM+ 二维码 + 北斗定位”技术，实现构件精准在途动态管理。科工集团正打造华南地区一流的钢构河源制造基地，总建筑面积 40 万平方米，拥有 3 座主厂房，共计 12 条生产线，其中 3 号主厂房定位建设国际标准的智能制造生产线，配备智能激光切割机、大平面机械铣钻工作站等国际领先设备。建材集采集供中心搭建了数智化供应链协同管理平台及电子商务平台，用信息化、数字化规范材料采购与配送管理，实现单月 3 万吨的建材供应量，项目配送服务范围也从深圳延伸至佛山、东莞、海南海口以及江西赣州等地区，与央企、大型民企等达成密切的建材贸易合作关系。

项目建设如火如荼，城市蓝图徐徐铺开。这一代特区建工科工人，聚力产业集群发展，投身大湾区建设发展大局，一步一个脚印，将建筑部件运送到各地项目，重型挂车在城市街道穿行，为城市建设注入源源不断的生机与活力。



盛腾科技工业园



特区建工钢结构河源制造基地

赋能生产管理链，打造城市“韧”与“智”的样板

躬身入局，挺膺负责，乃有成事之可冀。2008 年至今，建筑技术进步、劳动力成本上升、节能环保需求增加及国家政策支持，装配式发展迎来新的契机，一栋栋拔地而起的装配式大楼，让城市建设的“画卷”更具科技感，更加工业化、智能化、数字化。韧性与智慧城市的发展也离不开每位设计者、参与者、建设者。

科工集团组建了优秀的设计、混凝土构件、钢结构、装配式装修、施工总承包的全产业链的履约管理团队，建立菜单式集成总承包快速建造、精益建造指导管理体系，进一步推进建筑工业化工程总承包发展，以高质量、高协同、高效率为目标，在东旺小学项目实现 60 天竣工交付，缩短 70% 工期；在宝龙展示中心项目实现了建筑生命周期的数据在线管控和智能化建造，55 天打造出一座高规格半永久展厅；在自建的 17 层全装配式宿舍楼，5.5 天完成首个标准层施工，162 天顺利封顶，是具有高集成度、高工业化程度的“双高”项目。科工集团聚力建筑产业一体化智能发展，打造了从设计、生产、施工、运维全过程数字化管理，推进合作实施全专业智能建造、安全监测、环境监测、虚拟建造、AR 与 VR、无人机及机器人等智能建造技术应用。2023 年下半年，筹划在龙岗园山工业上楼项目打造“全国工业上楼示范、广东省智能建造示范项目”，并以园山工业上楼项目为试点，打造“1+2+3+N”建筑工业化全生态系统化产品解决方案，开辟工业上楼发展新赛道，全力打造“科工智造”品牌。



龙岗区园山工业上楼项目



产业空间宝龙展厅 EPC 总承包项目



深汕小漠东旺小学临时腾挪校舍

建筑，是匠心的守候，为民生立命。俯瞰城市建设大局，科工集团“执笔”飞扬，参与国家、省、市技术课题 20 余项，主编和参编国家、地方及行业标准 20 余项，获各类国家、省市、行业协会科技类奖项 30 余项，这一项项可喜的成果，为建立贯通建筑产业上下游全生态服务圈“画出”点睛之笔，让设计链、产业链、建造链更富有韧性，更充满智慧，促进建筑工业化与智能建造协同发展。

城市快速发展，技术不断革新。科工集团在特区建工集团“建筑行业高质量发展先行者”的引领下，持续践行人民

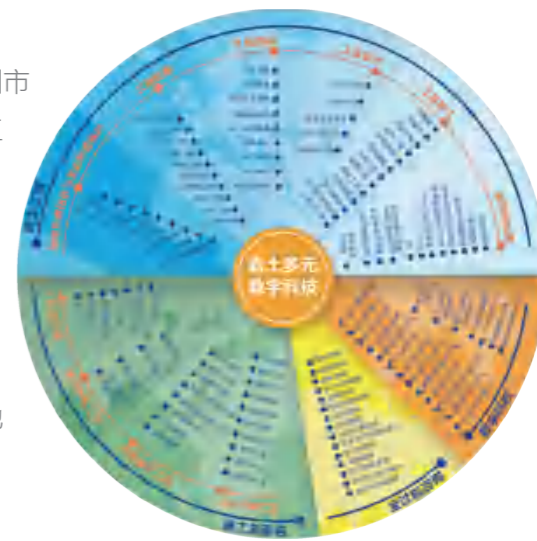
城市理念，以新型建筑工业化 EPC 工程总承包为主体，以混凝土、钢结构为两翼，以智能化、工业化为双轮驱动，发挥全产业链优势，加快打造智能化、信息化、标准化、绿色化产品体系，不断提升企业的智能化建造水平。

脚踩坚实的大地，头顶浩瀚的天空。科工集团坚持“深耕深圳、立足湾区”，未来，将实现创新能级、产业效能、核心能力大幅跃升，成为特区建工集团支柱企业、深圳市建筑高质量发展的排头兵、具有国际竞争力的建筑工业化产业集团，立志为城市的“韧”与“智”作出最大程度的贡献。

工勘集团： 以“岩土多元 + 数字科技”驱动转型升级

文 / 深圳市工勘岩土集团有限公司

城镇建设，工勘先行。作为深圳特区建设的参与者和见证者，深圳市工勘岩土集团有限公司（以下简称“工勘集团”）始终传承建设工程兵水文地质部队的红色基因，在 30 多年的发展中践行建设者担当，以工韵匠心的执着追求和创新驱动的战略引领，服务国家发展大局，为特区建设夯实基础。特别是近年来，工勘集团紧紧围绕“双区”（“粤港澳大湾区”和深圳“中国特色社会主义先行示范区”）战略，在国家多重政策利好和深圳“双区叠加”优势的重大机遇下，坚持创新驱动，推进转型升级，蹚出了一条地勘单位高质量发展的新路子。



工勘集团“岩土多元 + 数字科技”产业生态圈

一、坚持创新驱动，深耕专业技术

城镇化发展需要岩土技术作为支撑。工勘集团立足深圳和粤港澳大湾区，辐射全国，以服务城市建设发展为己任，30 多年来发展形成岩土工程全产业链，涵盖岩土工程勘察、设计、测绘、地质灾害防治与生态修复、监测检测与测试、市政公用工程、地基基础施工、全过程咨询等多元化领域，并长期致力于行业前沿技术的自主创新与攻关，逐步发展成为“大岩土”领域的国家级高新技术企业，成为了深圳城市建设的先行者和见证者。

30 多年来，工勘集团勇于突破国内岩土行业的技术短板，探索岩土工程施工技术创新，先后研发的“潜水电泵 + 泥浆净化器系统在大直径、超深孔灌注桩施工中二次清孔施工技术”“深厚填石层潜孔锤全护筒跟管钻孔灌注桩施工技术”“深厚硬岩钻孔灌注大直径潜孔锤成桩综合技术”等 20 多项技术，解决了众多传统施工工艺无法实现的瓶颈，推陈出新了一大批岩土施工新设备和新工法，推动了国内岩土工程施工技术的进步和发展。

截至目前，工勘集团累计获得专利、计算机软著等 600

余项、省市级工法 200 余项、省级及以上行业科技奖 160 余项，通过国家、省、市等各级单位科技成果鉴定 200 余项，主参编技术标准 50 余项，出版专著近 20 部。众多成果都成功转化为现实生产力，并广泛应用于各类工程施工中，有效解决了特殊复杂地层灌注桩成孔、深大基坑支护、废弃余泥渣土处置、逆作法钢管柱定位、桩孔掉钻打捞、桩身缺陷处理等施工技术难题，在提高效率、缩短工期、降低成本、文明施工、绿色环保、质量安全等方面成效显著，助力项目建设提质增效。

为助推建筑业高质量发展，促进企业转型升级，近年来，工勘集团聚焦深耕城市轨道交通、海洋经济产业、智慧城市、水利、电力、生态环境等领域，不断做强做优技术服务类产业，大力推动海上勘察、新测绘、全过程工程咨询、自动化监测、市政和建筑设计等新业务发展，深度参与了西丽水库流域水环境综合治理全过程咨询、阳江青州海上风电场勘察、深圳城市轨道交通 3 号线工程控制测量及第三方监测等项目建设，为城市运营管理提供了专业化的技术服务。截至目前，工勘集团已累计荣获“国家优秀勘察金奖”“中国土木工程



工勘集团承接的深圳市大运中心详勘项目获“中国土木工程詹天佑奖”



工勘集团承建深圳湾文化广场土石方、基坑支护及桩基础工程



海上勘察



大鵬河流域水环境综合治理工程



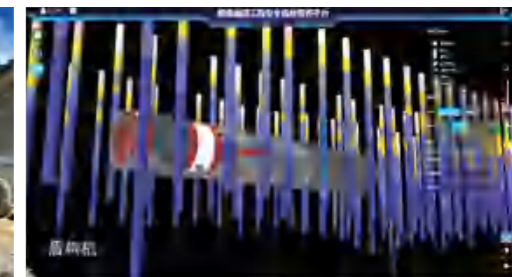
成功预警仙桐体育公园北侧崩塌事故

岩土多元 数字科技

驱动转型升级



自主研发的自动化监测设备经受住极端条件的考验



自主研发的深圳市妈湾隧道地下三维建模及可视化系统

詹天佑奖”“国家优质工程奖”“全国优秀工程勘察设计银奖”“全国优秀测绘工程铜奖”“中国地理信息产业优秀工程铜奖”“中国水利工程优质(大禹)奖”等各类优秀工程奖 1000 余项。

二、发展数字科技 加速转型升级

进入新时代，数字经济大潮加速到来。为更好地服务国家和“双区”发展大局，工勘集团升级打造“岩土多元+数字科技”新发展模式，大力推进信息化、数字化、智慧化建设，赋能传统业务改造升级。

特别在地质灾害勘查、设计及施工方面，致力于把传统地勘、地质灾害技术与信息技术相互融合，拥有“地质大数据”“低功耗物联网”和“时空地理信息”三大核心能力，

研发了一批拥有自主知识产权的三维 WebGIS 核心引擎、地下空间多维数据融合算法、低功耗智能监测设备、IoT 大数据能力中台、城市地质大数据运营平台等国内领先的核心技术与产品，在城市安全、应急管理、城市管理、智慧水务、智慧管网、自然资源、环境保护等方向支持数字孪生城市和智慧城市建设运行，得到了同行的一致认可。

去年 5 月，自然资源部公布了 2021 年全国地质灾害成功避险十大案例，工勘集团成功预警深圳“8·18”仙桐体育公园北侧崩塌案例入选其中。在崩塌发生的 20 分钟前，工勘集团自主研发的多参数智能形变监测仪及时监测到现场数据的大幅突变，并触发了自动化监测平台的红色预警，成功疏散了现场人群，避免了人员伤亡。目前，集团的各项普适型智能安监设备已在全国各地部署了近 6 万台(套)，其

中包括珠穆朗玛峰 5800 多米的高原。

与此同时，工勘集团基于工程技术+IT 技术，大力推动勘察、测绘、设计、监测、环境地质研究等技术服务类业务与信息化、互联网技术融合，提升多专业协同能力，为项目建设提供一揽子解决方案。以勘察专业为例，集团对已掌握的三十余万个钻孔数据进行信息化管理，运用自主研发的三维地质自动建模算法和三维 GIS 平台，在数据采集、数据分析、数据应用、数据可视化等领域提供一站式服务，推动传统业务的数字化转型与变革。

在智慧城市建设方面，工勘集团将 BIM 技术与测绘、勘察、施工、检测等信息相结合，完成项目精细化数据管理与应用。通过对倾斜摄影、钻孔数据、地下管线测量等数据进行收集整理，生成地下、地表及地上的 BIM 精细化管理

信息模型，并将其嵌入自主 GIS 平台；通过对监控摄像头、实时定位等物联网感知数据的采集，构建 BIM+GIS+IoT 的智慧工地平台。同时，依托大数据、物联网等技术，将 GIS 与自主研发的地下三维建模算法融合，实现地上地下三维一体化，辅助城市地质风险评估与地下空间规划建设决策。目前，集团研发的深圳市妈湾隧道地下三维建模及可视化系统、罗湖区地质灾害和危险建筑边坡隐患自动化监测预警系统、城市级地质大数据共享平台等，正在为智慧城市健康管理提供高价值服务。

新的征程上，工勘集团将坚定不移走高质量发展之路，着力提升“岩土多元+数字科技”全周期竞争力，以高水平创新推动高质量发展，做美丽中国的建设者、智慧城市的探路者、新型城镇化的践行者。

关于 CIM 技术和 AI 技术在 PC 全装配式建筑制造和建造全过程的应用

文 / 中建科技集团有限公司

随着新型基础设施和新型城镇化建设的发展，加快推进基于信息化、数字化、智能化的新型城市基础设施建设，以“新城建”对接新型基础设施建设逐渐成为引领城市转型升级、推进城镇化转型的重要内容。我国的城镇化发展已经到了转型的必然阶段，即从过去“靠体力重速度”的城镇化阶段，迈入“靠智力重深度”的创新发展阶段。党中央提出的现代治理能力和现代治理体系的系统架构为数字化和智能化提供了政策支撑背景，应该抓住发展机遇加快发展步伐。

中建科技作为中建集团开展科技创新与实践的“技术平台、投资平台、产业平台”，成立于 2015 年，是建筑工业化领域的“国家高新技术企业”“全国装配式建筑产业基地”“住建部装配式建筑头部企业”，具有建筑工程施工总承包特级资质和建筑行业甲级设计资质，连续两年获国务院国资委“科改示范企业”标杆。

中建科技以“智力+资本”“产品+服务”商业模式，构建“建造业务+新兴业务”双轮驱动业务格局，深度服务京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝双城经济圈国家重点战略区域，为客户提供建筑工业化全产业链绿色建筑产品，为低碳城市建设管理运营提供系统解决方案。依托自主研发的全球首个装配式建筑智慧建造平台，为客户提供研发、规划、设计、制造、建造、运维全产业链一体化建造服务。

一、CIM 技术和 AI 技术赋能装配式建筑建造过程

“装配式+数字化”建造是促进建筑业转型升级、实现高质量发展的必然要求。数字化技术的应用更是为装配式建造插上了智慧的翅膀。CIM 基础平台整合多维度多尺度的城市信息模型数据和城市感知数据，结合 BIM、AI 等新技术，构建支撑城市规划建设管理的基础操作平台，可为 BIM 报建审批、工程质量、工程安全和施工管理等提供支撑，是解

决建筑业高质量发展的首要的技术保障平台，为智能建造发展奠基，为“新城建”持续赋能。

CIM 技术和 AI 技术在 PC 全装配式建筑制造和建造全过程中的应用，可以帮助企业实现数字化转型和智能化生产，提高生产效率和质量，降低成本和风险，推动建筑业的可持续发展。例如，在设计阶段，AI 技术可以使用深度学习算法进行结构优化和材料选择，实现更加经济、高效的设计。在生产阶段，AI 技术可以使用物联网技术进行设备监控和维护，实现设备的远程管理和故障预警。在装配阶段，AI 技术可以使用机器人进行自动化装配，提高装配效率和质量。

此外，CIM 技术为实现城市数据采集、共享和利用，建立统一的城市数据大脑提供了有效途径，对打通传统智慧城市中的“信息烟囱”“数据孤岛”和解决现阶段智慧城市建设存在的诸多问题具有重要意义。

二、装配式建筑制造和建造全过程应用实践

1. AI 智慧建造，塑强全过程数字化管理

由中建科技集团作为 EPC 牵头单位倾力打造的全国最大装配式建筑社区——深圳市光明区长圳公共住房及其附属工程项目，占地 117 公顷，建筑面积 116 万平方米，提供公共住房近万套。长圳项目是国内最大的“十三五”国家重点研发计划绿色建筑及建筑工业化重点专项综合示范工程，



示范落地了 16 个十三五国家重点研发计划项目的 49 项关键技术成果，并开展专题研究 20 项，为我国绿色建筑及建筑工业化实现规模化、高效益和可持续发展提供技术支撑。

以中建科技自主研发的智慧建造平台为控制中枢，涵盖设计、算量计价、招采、生产、施工以及运维环节，实现了建造信息在建筑全生命周期的数据传递、交互和汇总，打造了全球首个基于互联网的建造过程大数据集成系统。

“三全 BIM”，数字设计。采用“云桌面”的工作方式实现点对面的全专业协同模式。基于 BIM 设计，通过 BIM 模型辅助算量、虚拟建造、全专业 BIM 模型展示及全景 VR 技术，实现全员全专业的设计变更及流程管理。将线下设计生成的数字孪生建筑通过自主开发的轻量化引擎上传至互联网云平台，支持商务、制造、施工、运维的信息化管理。

建筑机器人，智能化生产。中建科技自主研发带机器视觉的钢筋绑扎机器人，对钢筋进行标准化、模块化绑扎生产。对标先进制造业，提高预制构件质量，节约人力成本，实现精益建造。长圳项目有 3 万多个凸窗，项目采用了标准化的设计，钢筋网片也是采用标准化的设计，在工厂用了机器人绑钢筋的方式来进行钢筋笼的生产，完全代替人工。这也是我国在智能建造方面做的一个全新的探索。

无人机巡检，机器人建模。无人机云端预设航线，对现场无人化自动巡检，通过图形算法自动建立工地矢量化模型，构建了时间和空间维度的工地大数据系统。同时点云三维测绘机器人可以根据设计 BIM 模型自主规划作业路径并完成

自主避障，完成项目现场毫米级点云测绘扫描、通过 5G 网络回传数据，于云端自动建立建筑点云模型，并与无人机模型进行整合，实现与 BIM 设计数据自动比对、自动生成质量报告。

统一身份标识，一码全程追溯。BIM 模型轻量化引擎为每一个预制构件生成唯一身份编码，利用二维码技术全过程记录构件生产、施工等信息，实现构件全生命周期信息可追溯，建造过程全要素互联、全数据互通。

机器视觉识别，智能态势感知。AI 视觉识别结合自主学习技术和机器视觉技术，捕获现场人员动作和人员穿戴图像，对现场人员不安全行为进行实时识别、实时报警、现场处罚，最后将全过程在云端记录，从而进一步规范现场人员安全行为，降低现场安全隐患。

数字孪生模型，智慧运维管理。长圳项目将集成从设计到建成全过程的核心数据，最终交付给业主基于 BIM 的轻量化数字孪生竣工模型，该模型可以提供数字化的住宅使用说明，借助 VR 技术，可以虚拟各项隐蔽工程及其建造信息，便于住户使用。此外，该数字孪生模型还能支持长圳项目打造智慧社区、智慧建筑、智慧物业等多应用场景。

长圳项目坚持“以人民为中心”的发展理念，以为人民群众提供高品质建筑产品为初心使命，通过集成应用绿色、智慧、科技相关技术，积极探索绿色化、工业化、信息化、智慧化的新型建造方式，在推进城乡建设领域全面践行绿色发展观方面赢得了广泛的赞誉。

2. 构建“CIM+”应用场景，打造新城建数字样板

中建科技承建的新城建示范及智能建筑产业园项目位于广州市白云区，是住建部批准的全国首批新城建示范基地领建园区，致力于打造新城建产业聚集地、建设模式和产业形态范本。此项目围绕新型城市基础设施建设和绿色低碳发展的核心任务，打造集数字城建、绿色建造等领域多项新技术应用于一体的广东省新城建标杆项目。项目总用地面积约6.3万m²，总建筑面积18.8万m²，包含地下室层数两层，地上建筑单体共有七栋，其中两栋办公楼打造核心示范，高标准应用“光储直柔”零碳、装配式AAA级等技术体系。

此项目将CIM技术和AI技术应用在PC全装配式建筑制造和建造全过程，打造“CIM+”应用场景。以CIM作为建筑数字底座，贯穿规划、设计、生产、施工、运维全生命周期，实现全量信息共享和多方协作。以“数字化设计、工业化建造、智慧化管理”为主要技术路线建设运营，聚焦新城建和绿色低碳技术示范集成，带动产业、人才、资源聚集，进一步推动建筑产业转型升级，实现高质量发展。

规划阶段，园区CIM平台与广州市CIM平台对接，支撑园区规划落地。设计阶段，通过国产BIM正向设计搭建模型，将方案设计优化的数据信息，与生产阶段、施工阶段的BIM构件、智能建造、智慧工地等过程数据进行汇总处理等。同时，本项目集成大数据、AI算法、云计算、数字孪生等技术，建设一个CIM数据底座、一个集成的智慧运营指挥中心平台及多个专项管理平台，无缝对接建造过程的模型及业务数据，提高新城建各方面的智慧运维管理水平，包括市政、安全、交通、园区服务等内容，对多要素运行状态实施监管，达到监管可视化、精细化和业务协同化，实现项目全生命周期数字化管理。

三、推进CIM、AI+装配式建筑制造和建造的思考

1. 充分认识CIM、AI技术的内涵

洞见未来。CIM单单是为还原现实城市而开发建设的数字化平台。城市的数字孪生，不足以发挥信息化、智能化对城市发展的强大赋能。通过应用智能模型前瞻性地创造出

未来场景，以帮助人们洞察明天的城市问题，以此引导今天的城市发展路径。

智能决策。一是要构筑城市“全周期管理”能力，提高城市韧性。要实现全周期管理，城市的风险管理、问题处置要做到事前防范、事中控制、事后反思的全周期闭环管理。二是要构筑空间计算能力，提高城市精准化精细化治理水平。实现“一张图”规划。三是要构筑未来预知能力，基于历史数据，通过深度学习等算法，推演城市未来发展态势并可视化呈现，增强对未来发展的判断力，提高城市应对与决策能力。

人城互动。CIM不仅仅是城市数据库，还应是能以更智慧的方式将城市信息有效传达给用户的互动系统。借助CIM可以使城市规划、建设、管理的过程更轻松、人性化，而在用户的干预和反馈过程中，CIM系统也得以持续迭代增强，体现出人的主观意志和城市智能生命的互动协调。

2. 全产业链思维推进PC全装配式建筑制造和建造

PC全装配式建筑制造和建造相辅相成，是研发、设计、生产、施工、运维等全产业链中的重要环节，单单从生产、施工过程推进PC全装配式建筑制造与建造，难度大，效果不显著，要从全产业链的角度，以系统化的思维推进，从城市治理的目标出发，以终为始，综合考量结构体系、设计、采购、维保等环节。同时，注重数据的自动采集与价值挖掘，对制造和建造的数据进行采集、传输、分析和使用，预测分析安全、质量、成本、进度等主要影响因素，发挥数据最大化价值。

3. 完善与装配式建筑制造和建造相适应的管理模式

进一步完善EPC工程总承包管理制度，将EPC项目作为管理主体制定相应政策。将装配式+EPC工程总承包占比数据作为国家装配式建筑示范城市的考核指标，加快装配式+EPC工程总承包推广。以市场为导向促进优胜劣汰，引导行业健康发展。重点发展具备科研、设计、生产、施工一体化能力的企业，按照先进制造业要求打造的企业主体，给予政策倾斜。以市场为导向，孵化建筑产业的“波音”和“空客”，培育若干建筑产品“系统集成商”，打通产业链、培育供应链群，打造新兴产业业态。

新一代“空中造楼机” 在“深圳棚改第一村”项目中的应用

文 / 中建三局集团有限公司

项目档案

名称：华富村改造项目

建设模式：政府主导 + 国企实施 + 安置房建设 + 人才房建设

地点：深圳中心公园东侧

总面积：42.6万m²

内容：3栋人才房，1栋人才公寓，1栋超塔写字楼

总造价：41.9亿元

总工期：1361天

建设单位：深圳市福田福华建设开发有限公司

代建单位：华润（深圳）有限公司

设计单位：深圳市建筑设计研究总院有限公司

监理单位：深圳市中行建设工程顾问有限公司

总承包单位：中建三局集团有限公司

一、华富村超高层造楼机

1. 办公楼概况

超高层办公楼地下4层，地上65层，建筑高度358m，采用钢管混凝土柱框架+核心筒结构体系，外框柱为12根钢管混凝土巨柱蜿蜒上升。巨柱最大截面尺寸2600×70mm。

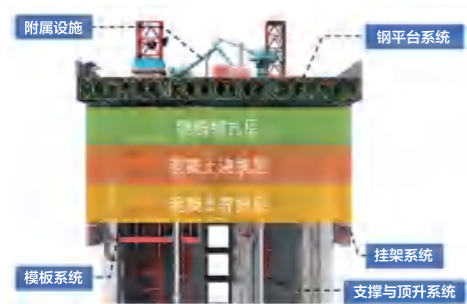
本项目核心筒底部尺寸24.5m×24.3m，面积595m²。核心筒剪力墙分9次逐步内收，最大墙厚由底部1500mm变至顶部400mm；56层南侧结构大幅度内收。为适应结构的变化和施工效率，核心筒结构施工采用轻量化顶模集成平台。

2. 轻量化顶模集成平台（空中造楼机）概况

(1) 系统组成：顶模集成平台包含钢平台系统、支承与顶升系统、模板与挂架系统、监测系统及附属设施系统组成。

(2) 平台尺寸：平台立体尺寸长28.9m，宽27.4m，平台面积792m²，高25.2m。立面跨越5个结构层高，钢平台系统高度2.23m（一个标准贝雷片的高度），支承立柱高度21m，挂架系统高度15.4m，共布置7层，每层高2.2m。





顶模集成平台系统图



贝雷片

连接件



智能化监测系统设计图



钢平台系统安装

顶模系统安装完成

(3) 支点布置:1-55层布置 10 个支点,均位于核心筒内部,56层核心筒内收后,顶模改造布置 8 个支点。

(4) 平面布置:核心筒内部安装一台 SC200/200 型双笼电梯上顶模平台,顶模平台西北角及东南角各布置一台 21 米布料机,核心筒外挂 3 台动臂塔吊,1 台法福克 M1280D,1 台法福克 M600D,一台中升 850,目前尚未安装。顶模平面最大堆载 $8\text{KN}/\text{m}^2$ 可以满足每一层 200t 钢筋的周转需求。

3. 轻量化顶模集成平台(空中造楼机)设计

(1) 构件设计:轻量化顶模集成平台(空中造楼机)设计,首先是构件材料通用标准化设计钢平台由标准贝雷片组成,节点位置采用一字连接件、十字连接件及柱头连接件进行连接。贝雷片之间全部采用销轴连接,整个贝雷片拼装无焊接作业。

次梁贝雷片之间主要采用十字连接件、抱箍式连接件进行连接。加强件采用 10# 槽钢拼焊而成,槽钢上开螺栓孔与贝雷片立柱方通上的螺栓孔进行螺栓连接,主要对节点位置进行加强。

(2) 模板及平台设计:钢模采用吊挂式集成钢模系统,横、竖边框及竖主背楞 8# 槽钢,横背楞为 10# 槽钢。挂架标准立杆长度 1940mm,通过在方通上开设螺栓孔以内连接棒的形式进行接长。内连接棒采用 $40 \times 40 \times 5\text{mm}$ 的方通。挂架立杆通过滑动与固定连接件与上方轨道梁相连。轨道梁共采用 4 种形式的吊点夹具与上方贝雷架进行连接,根据墙体变化情况可以进行内收。

(3) 轨架一体式支撑多级防坠设计:支承系统采用轨架一体化设计,导轨立柱上按照标准化的模数间距设置承载力装置,顶模顶升时附墙支座钩抓直接与导轨立柱上的承载力挡块进行咬合承力,油缸爬升框承载力挡块与附墙支座上的钩抓直接咬合承力实现对爬升框的支撑。

整个支撑体系上下共设置两道附墙,每道附墙位置左右各两个附墙支座,每个支座上共设置 2 个钩爪,钩爪分别与导轨立柱与油缸爬升框的承载力挡块进行咬合承力实现对支撑系统及爬升框的支撑。

(4) 步履式分级顶升液压系统设计:本系统采用了 10 组负责主顶升缸的液压站,由集约化管控平台及各类压力传

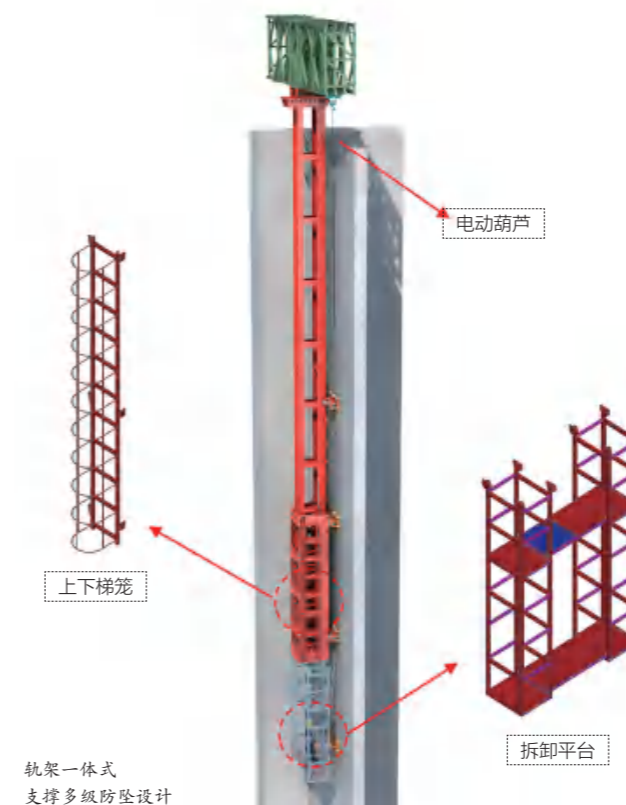
感器,位移编码器等组成一个完善的智能化控制系统。液压系统运行平稳,正常顶升一次仅需 2~3 小时。

(5) 智能化监测系统设计:平台安装智能化监测系统,对平台支点应力、平整度、视频、风速风向进行实时监测并预警,实现自动纠偏功能,确保核心筒建造过程的精度。

4. 轻量化顶模集成平台(空中造楼机)安装与拆除

构件全部采用塔吊吊装,安装快速高效,安装仅用 25 天。轻量化顶模集成平台附墙支座自 B2 层开始进行预埋,整体安装由下至上,先进行支承立柱的安装,再进行内挂架拼装放进筒内,之后进行钢平台系统、外挂架系统的安装,内挂架与支撑立柱同时安装。贝雷架工厂拼装现场整体吊装,5 吊就完成了平台框架的安装。超塔写字楼标准层层高 4.5m,避难层层高 6m,局部非标层层高由 4.5m~6.6m 不等,项目设计一套小行程油缸,可以实现不同层高的分步分级顶升。

集成平台计划于 2024 年 12 月拆除,拆除工期约 20 天。计划核心筒封顶,外框完成 63 层楼面施工后,在外框楼板一圈设计 3 米宽悬挑防护,外挂架网片及走道板在楼板上直接拆解打包。贝雷梁与挂架立柱同步拆除,吊运至首层,确保安全。

轨架一体式
支撑多级防坠设计

二、华富村住宅造楼机

1. 住宅介绍

01 地块 C 座地上 53 层,标准层层高 3 米,在 20、37 层为避难层,层高 3.5m。3 层为转换层,层高 5.97m,标准层单层结构投影面积 621.87m^2 ,周长 160.1m,南北方向长度 30m,东西方向长度 24m。

2. 住宅造楼机概况

住宅造楼机主要由钢平台系统、模板和挂架系统、动力支承系统、智能监测系统、辅助作业系统、安全防护系统等六大系统组成,集成六大功能。平台重量一般控制在 300 吨以内,设备周转率 85% 以上。

本项目核心筒底部尺寸 $24.5\text{m} \times 24.3\text{m}$,面积 595m^2 。核心筒剪力墙分 9 次逐步内收,最大墙厚由底部 1500mm 变至顶部 400mm,56 层南侧结构大幅度内收。为适应结构的变化和施工效率,核心筒结构施工采用轻量化顶模集成平台。

3. 住宅造楼机设计与安装

(1) 设计与功能:钢平台覆盖面积约 830m^2 ,布置 12 个支座,外立面吊挂架覆盖 5 层半结构高度,服务精益建造,可同步安装门窗、幕墙竖向龙骨等。

• 功能特点一:设备设施集成;

顶部设走道、材料堆场、布料机、移动厕所、防护设施等;中间设置控制室、泵站、水箱、配电箱、管线等;下弦挂设模板、挂架、振捣、降温、降噪设备等。

• 功能特点二:安全高效顶升;

支承系统采用双支座,设置双倍安全冗余,设计多级防坠及顶升导向装置,确保顶升及工作状态的安全可控。

• 功能特点三:混凝土高效布料;

钢平台顶部集成液压布料系统,随平台同步顶升,对混凝土浇筑一次性全覆盖,混凝土浇筑效率提升 30% 以上。

• 功能特点四:混凝土喷淋养护;

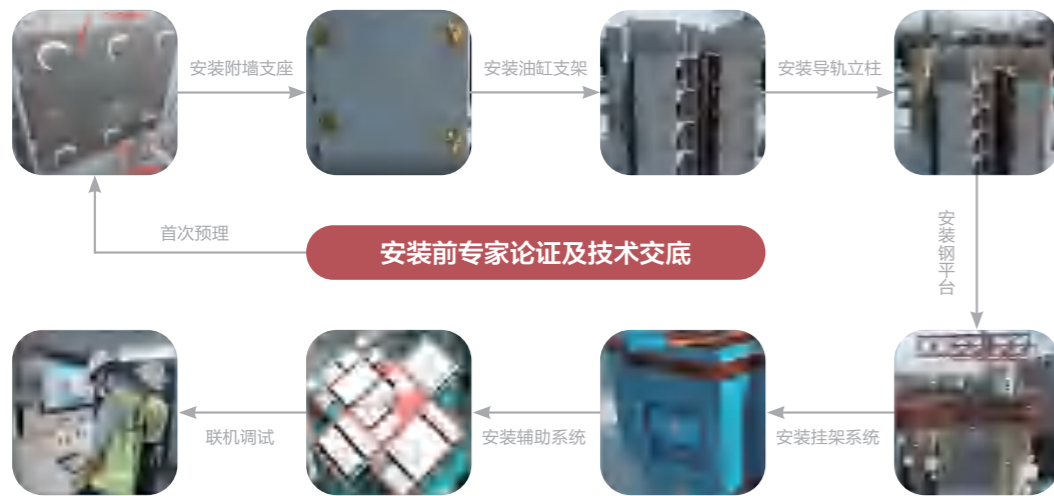
喷雾降温系统、喷淋养护系统,实现作业环境温度调节与混凝土养护。

• 功能特点五:全天候施工保障功能;

集成全天候作业防护罩棚,打造封闭式、类工厂化作业环境。

• 功能特点六:服务精益建造。

集成外立面精益建造:操作架可覆盖 5~8 个结构层,



造楼机安装流程

实现钢筋绑扎、模板支设、混凝土浇筑、门窗安装、抹灰装饰等多工序多工种的流水化作业，助力精益建造实施。

(2) 住宅造楼机安装流程：住宅造楼机平台附墙支座自5层开始进行预埋，整体安装由下至上，先进行支承立柱的安装，再进行钢平台系统、外挂架系统及附属设施的安装。

三、社会与经济效益

1. 经济效益

通过集成平台为代表的系列超高层核心建造技术，中建三局承建、参建了国内60%以上300m超高层建筑。集成平台应用于数十个项目，建筑面积超600万 m^2 ，经济效益约4.15亿元，平均节约工期近4个月。

“轻量化顶模集成平台”与“住宅造楼机”的优势和产生的经济效益包括以下几个方面：

- 集成化装配化程度高，减少了垂直运输，二次搬运；
- 采用全部栓接工艺，周转率达到85%；运行平稳适应性强。
- 整个系统运行安全平稳，可抵抗14级台风，一键顶升，操作方便，顶升一次2~3小时，可适应墙体复杂变化，提供类工厂化环境。
- 平台可以防雨、防晒，作业受天气影响较小，工人可

以实现钢结构吊装、钢筋绑扎、混凝土浇筑同时作业，减少窝工，劳动力投入可减少30%，工效提高50%；智能化程度高。

- 数字化的建造平台，实时展示顶升及运维的状态，及监控工人的作业状态，自动纠偏，实现数据的集成化、可视化，大幅提升项目的品质。

- 满足精益建造的需求，实现多专业同时作业，缩短工期，降低建造成本，大幅提高项目的管理效率及施工品质。

2. 社会效益

“轻量化顶模集成平台”与“住宅造楼机”应用于建筑结构的施工，受到了行业内的广泛关注和赞誉，对超高层建筑施工技术的发展产生了积极和深远的影响。“造楼机”的研发应用体现中建三局在超高层建筑建造技术优势与核心竞争力，强化了中建三局的科技品牌，引领行业发展。

此外，“空中造楼机”获得央视网、人民网等各大媒体报道，其中“空中造楼机”登录央视CCTV-1《瞬间中国》，人民网《了不起的中国创造》进行专题报道，亮相上海和北京的两大国家品牌展。

未来，中建三局将以智能建造为引领，推动中国智能建造与建筑工业化协同发展，致力打造全球智能建造的领先企业。

深圳广电金融中心复杂施工条件下超高层 BIM 先进建造应用

文 / 中国建筑第四工程局有限公司

一、工程概况及难点

深圳市广电金融中心项目地处深圳市福田区商业核心区新洲路与福中三路交汇处，为深圳广播电影电视集团建设的高端甲级写字楼。项目南侧与现有建筑广电大厦连接，北侧为福中三路紧邻住宅小区，东侧为鹏程一路，毗邻项目同为在建超高层项目。本项目占地面积1万 m^2 ，建筑面积22.9985万 m^2 ，建筑总高度231.7m超高层建筑，由塔楼50层、裙楼9层组成、地下室5层组成。项目合同总造价9.39亿元，工期1067日历天。

本工程主楼采用钢管混凝土框架—钢筋混凝土核心筒体系，裙房采用钢筋混凝土框架结构体系，主要特点与难点有：

1. 深化设计涵盖专业多

本工程涵盖专业多，包含建筑结构、机电、幕墙、钢结构、精装修、智能化等专业，各专业内深化设计及专业间协调工作量大。

2. 场地狭小，施工难度大

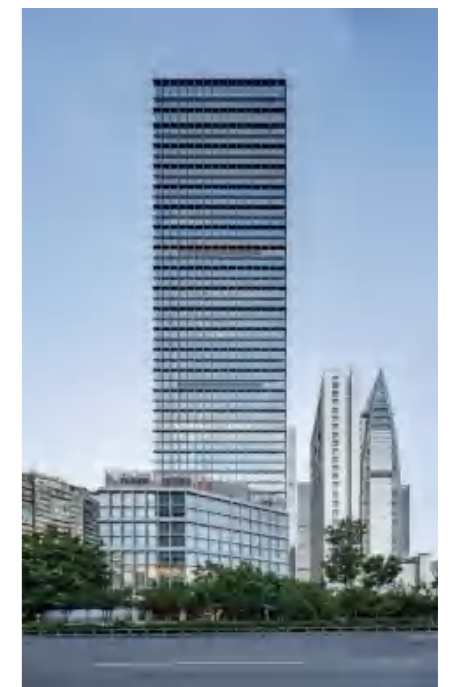
基坑周边的可用位置较小，南侧与原有建筑连接，西侧场内含大型树木，且基坑边线与围挡间宽度约为2m，基坑东侧及北侧基坑边线与围挡距离约为4m，西侧北侧道路无法通行大型工程车辆，场外运输限制多，场内无法实施有效的环形施工道路，且在地下室施工阶段，基坑边无法设置大宗材料的堆场及加工厂。

3. 施工要求高

项目质量要求高，要确保国家优质奖，争创“鲁班奖”，要实现国家绿色建筑二星级（设计+运营）；美国绿色建筑LEED金级的绿色施工目标。

二、BIM 组织结构及实施流程

一个成熟的BIM管理团队对项目BIM实施落地至关重要，为更好的将BIM技术融入到总承包管理的各项管理活动中，满足BIM施工管理及应用需求，本项目设置专用BIM工作室，开展与BIM相关的体系建设、实施、检查及改进工作。下设土建、机电、幕墙、钢结构、精装、景观、工艺深化等BIM专业小组，制定以工程进度为主线、BIM应用点为核心的项目BIM实施流程及一整套BIM

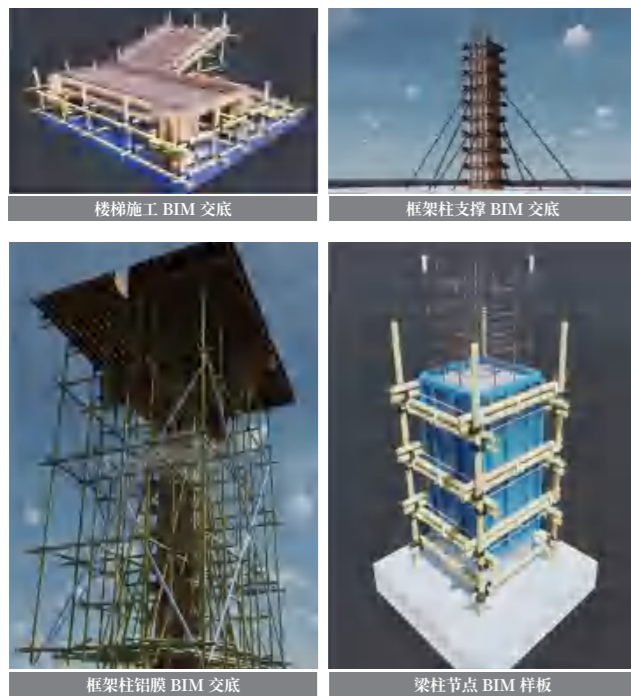


建筑面积 (万 m^2)

22.9985

建筑总高度 (m)

231.7



BIM 节点可视化交底

实施管理体系文件，依托协同管理平台在统一制度框架下有序开展。

三、BIM 技术在施工管理中的应用

1. 专业施工模型创建

专业模型构建是后续开展深化设计、冲突检测、三维管线综合等 BIM 应用工作的基础。项目在施工图及设计模型的基础上，利用 Revit、Tekla、3ds Max 等软件重新创建土建、钢结构、精装修专业施工模型，利用 Grasshopper 进行幕墙参数化建模，模型精度达到 LOD350 级。在模型创建过程中，通过可视化漫游及碰撞检测等手段，充分理解设计意图，提前发现设计图纸中存在的问题，预判图纸对施工可能产生的实际问题。对所发现的问题整理汇总形成碰撞报告，协同业主、设计、专业承包单位进行讨论修改，辅助完成三维图纸会审。

2. 冲突检测及三维管线综合

基于各专业模型，应用 BIM 软件整合建筑、结构、给排水、暖通、电气、精装、幕墙等专业模型，形成整合的建筑信息模型。根据设定的冲突检测及管线综合基本原则，利

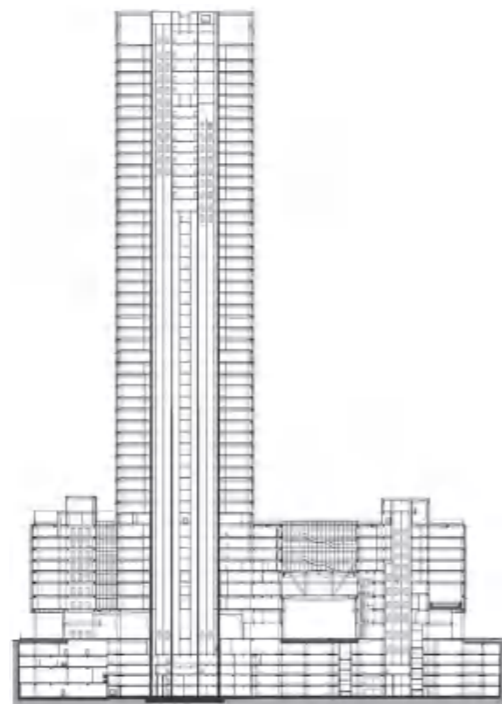
用 Navisworks 软件进行碰撞检测，检查发现各专业模型中的冲突和碰撞。编写冲突检测及管线综合优化报告，提交给建设单位确认后，根据优化调整方案逐一调整模型，以避免空间冲突，尽可能减少碰撞，避免设计错误传递到施工阶段。其中一般性调整或节点的设计优化等工作，由设计单位修改优化；较大变更或变更量较大时，由建设单位协调后确定优化调整方案。

3. 施工深化设计出图

为提升深化后专业模型的准确性、可校核性，项目依据设计图纸和创建的专业施工模型，根据自身施工特点及现场情况，结合自身专业经验和施工技术，将施工操作规范与施工工艺融入施工作业模型中，对模型的施工合理性、可行性进行甄别，并进行相应的调整优化。同时，对优化后的模型实施冲突检测。深化模型经业主、设计、相关单位审核确认后，生成可指导现场施工的三维图形文件及二维深化施工图、节点图，满足现场施工作业需求。

4. 标准化施工平面布置

项目地处城市商业核心区，南侧与原有建筑连接，西侧场内含大型树木，基坑周边的可用位置较小，场内无法实施



深圳广电金融中心立面图

有效的环形施工道路。项目通过建立场地 BIM 模型，利用 BIM 模型可视性和动态性，充分考虑后期工序及专业配合，将项目划分为 4 个施工工区，合理优化临时建筑、临时道路、拆料堆场、加工厂、施工机械、临水临电等布置，同时结合工程 4D 施工模拟，动态调整各施工阶段的平面布置，最大限度避免临建设施的反复搭建与拆除，杜绝资源浪费。

5. 施工方案模拟

针对局部复杂施工区域及重难点施工方案，在施工深化模型的基础上，根据施工方案的文件和资料，在技术、管理等方面定义施工过程附加信息并添加到施工深化模型中，构建施工方案演示模型。该演示模型应当表示工程实体和现场施工环境、施工机械的运行方式、施工方法和顺序、所需临时及永久设施安装的位置等。结合工程项目的施工工艺流程，对施工方案进行施工过程的可视化模拟，并充分利用模型对方案进行分析和优化，提高方案审核的准确性，实现施工方案的可视化交底。

6. 施工进度模拟

将项目施工进度计划与 BIM 模型构件链接关联生成施工进度管理模型。利用施工进度管理模型进行可视化施工模拟，检查施工进度计划是否满足约束条件、是否达到最优状况。若不满足，需对进度计划进行调整优化，优化后的进度计划经审批后作为正式施工进度计划用于指导项目实施。施工过程中结合虚拟设计与施工（VDC）、施工监视及可视化中心（CMVC）等技术，将项目实际进度输入进度管理软件（本项目采用智慧工地进度管理模块），实现项目进度可视化。通过实际进度与项目计划进度的对比分析，发现二者之间的偏差，分析指出项目中存在的潜在问题，对进度偏差进行调整及更新目标计划，以达到多方平衡，实现项目进度更有效的跟踪和控制。

7. 装配式数字化加工

项目制冷机房采用装配式建造工艺，运用 BIM 技术提高构件预制加工能力，能有效保证施工质量，降低人工材料成本、提高工作效率。项目根据专业施工模型、预制厂产

品参数规格、预制加工界面及施工方案，按照厂家产品库对机房深化模型进行分段处理，并复核是否与现场情况一致。将构件预装配模型数据导出，进行编号标注，生成预制加工图及配件表，经审定复核后进行工厂数字化加工生产。构件到场前，对现场进行复核，及时进行偏差调整，到场后通过构件预装配模型指导作业软件按图装配施工。

8. 可视化辅助专业协调与交底

通过可视化可以进行有效的信息沟通，摆脱传统二维图纸之间沟通障碍与信息传递效率低等特点。借助 BIM 可视化的模型可以让各专业施工单位提高准确率及工作效率，更好的为项目品质提供服务。

9. 智慧化施工管理

智慧化管理以互联网+、物联网、大数据、云计算等平台为依托，通过工地信息化、智能化建造技术的应用及施工精细化管理，达到有效降低施工成本，提高施工现场决策能力和管理效率，实现工地数字化、精细化、智慧化。项目采用智慧工地管理平台和工务署工程管理平台，依托平台，有效实现公司与项目、项目现场施工部、质量部、安全部、技术部、商务部等协同办公，信息共享，全员管理、全员监督。通过两个管理平台的联合应用，实现对项目质量、安全、进度、物料、劳务、文档的精细化管理。

四、结语

本项目通过 BIM 技术在施工阶段应用，对提高项目现场技术管理、现场管理及商务管理有显著效果，在工期、成本、质量以及项目各参与方协调沟通等方面都取得了良好的效果。有效降低相互间的沟通难度，减少沟通的误区，提升项目在工程施工管理方面的整体水平，提高工作效率、降低项目管理成本。同时通过 BIM 项目实践，探索了超高层建筑 BIM+ 施工总承包项目管理模式，为 BIM 技术融入施工全过程管理积累经验。

智能建造—— 智能施工应用热点

文 / 中国华西企业有限公司



近年来,建筑行业快速发展,建筑产业现代化、绿色建筑、工程总承包模式的推进给建筑行业带来了新的机遇和挑战,传统的管理模式难以满足现状需求。互联网、云计算和大数据等技术的不断创新,都在迅速改变着建筑行业。面对新形势,如何利用信息技术做好“智能建造”,将成为建筑行业新的时代主题;智能建造意味着,在建筑工程设计、生产、施工各阶段通过运用智能化系统,提高建造过程中的智能化水平,从而达到降本增效的目的。

智能施工是智能建造中的关键一环,为综合应用 BIM 和云、大、物、移、智等数字化技术驱动工程施工现场管理升级的新型技术手段,通过对施工现场人、机、料、法、环等各关键要素的全面感知和实时互联,实现工地的数字化、在线化、智能化,从而构建施工现场的平台型生态体系,多个层面加强项目管理。

但是如何将各个模块组合以实现对项目管理的可视化、精细化、实时性,发挥建筑大数据在质量管理、安全管理、进度管理、成本管理等方面的优势都是现在所面临的难题。

近几年,随着 BIM 相关概念及技术的不断发展,根据项目实际管理的需求,慢慢衍生出了一套 BIM+ 智慧工地协作平台系统,该系统亮点在于运用了 BIM 模型协作项目管理,基于 BIM 技术的特大型多方协作智慧建造管理系统的成功应用,使得项目实现决胜千里之外的“智能管理”。通过“智慧工地”全面感知施工现场,实现了工地从数字化、在线化到智能化的技术升级,从而使工地技术智能、工作互联、信息共享,实现作业升级;使工地可视、可管、可控、可测,实现管理升级。

一、进度管理

一方面,通过相关软件应用,完成项目进度计划的模拟和资源曲线的查看,直观清晰,方便相关人员进行项目进度计划的优化和资源调配的优化。

将日常的施工任务与进度模型挂接,建立基于流水段的现场任务精细管理。通过后台配置,推送任务至施工人员的移动端进行任务分派。同时工作的完成情况也通过移动端反馈至后台,建立实际进度报告。

支持快速建立流水段任务管理体系,实现了基于流水段的现场任务精细管理。设置任务相关工艺、计划时间和责任人,通过将施工任务与施工工艺相互关联,工长或技术员、质量员在现场跟踪中可以查看任务的相关工艺要求,快速便捷地安排生产任务。

工长在生产进度列表中总览派给自己的全部流水段,点击某一流水段后,可以查看该流水段的全部施工任务,填报任务起止时间,填报任务的进度详情:照片、详情描述、延期原因和解决措施,实现了完善的移动端任务跟踪系统。

另一方面,项目通过无人机进行进度跟踪。项目施工场



地大,通过无人机航拍实现对现场施工的实况追踪。每天一次的固定航线拍摄,既方便项目各方及时了解现场的施工进度,也为后期积累大量的现场第一手资料。

二、质量管理

项目上线质量巡检系统,主要实现功能:质量检查标准移动端统一推送,现场质量问题实时拍照同步上传,质量问题统计,后台质量数据汇总,质量报告一键生成,看板质量问题快速查看等。质量巡检系统平台打造质量红黑榜,对优秀施工做法和质量缺陷警示进行定期(按月)公示。

围绕施工分部分项质量评定、质量检验进行质量验收的统一管理。对项目质量控制要点信息进行系统汇总,方便现场技术交底以及随时技术资料查看;然后伴随一般的施工管理流程,将现场的质量评定、质量检验的资料原件上传,便于加强质量控制的管理以及责任的落实和可追溯。同时监理报告也一并原件上传,结合一些现场影像资料确保质量问题的直观把握。

尤其针对装配式施工中的构件管理,将施工构件与检验批、监理报告进行关联,实现对构件从生产到运输再到装配的全生命周期质量验收管理。

三、安全管理

项目上线安全巡检系统,以移动端为手段,以海量的数据清单和学习资料为数据基础,以危险源的辨识与监控、安全隐患的排查与治理、危大工程的识别与管控为主要业务,支持全员参与安全管理工作,对施工生产中的人、物、环境的行为与状态进行具体的管理与控制,通过“事前预防”“事中管控”的方式杜绝事故的发生,为施工现场的安全管理提供完整的解决方案。

主要实现功能:安全检查标准移动端统一推送;现场安全问题实时拍照同步上传;安全问题统计分析;后台安全数据汇总;安全检查报告一键生成;看板安全问题快速查看等。并通过 APP 开展“安全随手拍”活动,倡导全员参与安全管理。平台定期公示“安全随手拍”奖励排名。

采用集装箱抽屉式扩张的方式,在集装箱里完成对工人的 VR 虚拟安全体验和多媒体安全教育培训,并结合实体综合安全体验区,实现现实与虚拟多功能教育培训。

四、其他辅助管理系统

1. 塔机安全监控系统

塔机安全监控管理系统是基于物联网、嵌入式、数据采集和融合、无线传输、远程数据通信等技术研发,高效率、



完整地实现实时监控与声光预警报警、数据远传功能，并在司机违章操作发生预警、报警的同时，自动终止起重机危险动作，有效避免或减少安全事故的发生。系统通过无线通信支持多机防碰撞功能。

2. 塔机吊钩盲区可视化导引系统

在工地施工现场由于盲区众多，特别是小车位于大臂远端的时候，塔机司机无法直观地看到地面和货物的运行情况，因此造成的脱钩、货物挂碰等事故时有发生。通过加装塔机吊钩无线视频监控系统，司机可通过视频画面实时看到货物和吊钩的运行情况，从而做出准确的操作和判断，有效避免事故的发生。

3. 施工升降机安全监控系统

施工升降机安全监控管理系统是一款全新施工电梯智能化/升降机/物料提升机(简称施工升降机)安全监测、记录、预警及智能控制系统，该新型系统能够全方位实时监测施工升降机的运行工况，且在危险源时及时发出警报和输出控制信号，并可全程记录升降机的运行数据，同时将工况数据传输到远程监控中心。

4. 劳务实名制管理系统

劳务实名制管理系统通过二代身份证进行实名绑定，将人员身份信息、劳务合同书编号、岗位技能证书编号登记入册，采用先进的人脸识别智能算法，在工地出入口布置人脸识别门禁考勤设备，确保人、证、册、合同、证书相符统一，避免劳动纠纷。

5. 视频监控系统

视频监控系统采用物联网技术、计算机网络通信技术、视频数字压缩处理技术和视频监控技术等国际国内领先的技术，通过安装在建筑施工作业现场的各类传感装置，构建智能监控和防范体系，实现对人、机、料、法、环的全方位实时监控，变被动“监督”为主动“监控”。

6. 环境监测与喷淋系统

环境监测与喷淋系统对建筑工地固定监测点的扬尘、噪声、气象参数等环境监测数据进行采集、存储、加工和统计分析，监测数据和视频图像通过无线方式传输到后端平台。通过后端平台的实时监控，在指标参数超标时自动启动喷淋系统降低环境污染。

7. 人员数量与位置分布系统

以人员实名制为基础，通过佩戴内置智能集成芯片的手环/安全帽与智能定位终端相交互，实时获取人员位置信息，动态展示人员行动轨迹，抓安全，促进度，实现工地劳务有效管理。实时监测工作面人员分布、轨迹，实时监测工作面实际劳动力数量及作业时间。

8. 能耗监测系统

能耗监测系统对电、水等集中采集、统计、分析，以直观的数据和图表向管理人员或者决策层展示各类能源的使用消耗情况，便于找出高耗能点和不合理的耗能习惯，有效节约能源，为用户进一步节能改造或设备升级提供准确的数据支撑，有效节约能源。

9. 危险源安全警示系统

通过在巡检中发现危险区域加装警示器，工人进入/靠近危险区域、安全警示器及手环/安全帽主动安全预警，隐患触发频率监测。

10. 高空坠物区预警系统

定义塔机挂钩投影面和建筑物周围一定区域为高空坠物预警区，通过对工作人员精确定位，对进入到预警区的人员通过震动或者声音给予提醒，并通过感应器及时上传后续报警信息以便通知相关单位处理。

11. VR 安全教育系统

该系统融合 VR 虚拟仿真技术及机械映射技术，创建虚拟环境，融合多源信息，进行交互式的三维动态视景和实体行为的体验，使用户全方位沉浸到预设环境中。情景设定采用“重大安全生产事故情景构建”思维，使接受教育的体验人员达到了解事故发生背景、感知事故发生过程、明确事故发生原因、掌握安全作业注意事项及应急逃生技能的教育效果。

12. 物料验收系统

以信息化管理为核心，结合物流网、移动互联网等技术，实现工程物料验收环节全方位管控，实现物资管理标准化、信息化、精益化。手持式终端，实现进场材料的自动点数。采用先进的图像识别技术，支持人工修正计数结果，避免错报、误报、虚报和漏报。

13. 基坑支撑监测系统

基坑监测系统通过物联网感知技术实施自动化监测工作，大幅缩短监测周期，实现监测结果由点的拟合到实时反馈。实现全天候全气候条件在线监测，大幅提高监测结果的时效性。系统提供海量数据用于反馈和优化设计，为改进设计施工提供信息指导，积累施工经验，提供可靠施工工艺，为以后类似的施工提供技术储备。在响应时间上真正做到为施工安全保驾护航。

14. 高支模监测系统

高支模监测系统主要监测高支模关键点的模板沉降、立杆轴力、立杆倾斜、模板水平位移(选测)以及地基沉降(选测)等参数，通过无线采集数据实时查看监测数据，当浇筑过程中各监测参数超过报警线时，系统自动报警，通知现场人员排查安全隐患。

15. 卸料平台安全监测系统

卸料平台安全监测系统是施工现场对物料实时监测的系统，基于物联网、嵌入式、数据采集、数据融合处理与远程数据通信等技术，实时监测载重数据并上传云平台。具有随时查看卸料平台当前状态、查询历史记录、声光预警报警等功能，以提醒操作员及时采取正确的处理措施，有效地防范和减少卸料平台安全生产事故发生。

16. 安全用电监测系统

安全用电监测系统是针对 0.4kV 以下的 TT、TN 系统设计的智能电力安全监测装置，具有全面的单、三相交流电测量、四象限电能计量、谐波分析、遥信输入、遥信输出功能，以及 RS485 通讯或 GPRS 无线通讯功能，通过对配电回路的剩余电流、导线温度等火灾危险参数实施监控和管理。

17. 大数据看板展示系统

利用可视化技术将物联网采集的数据进行实时、多维和形象化的展示，为管理人员提供决策支撑。同时结合协同平台的参数设置和大数据分析技术实现对设备的实时监控、异常预警和运行优化等功能，并通过多种手段(短信、看板消息、手机讯息等)将报警信息发给归口负责人，提高项目管理的水平和效率。



前海自贸时代中心 项目技术亮点

文 / 中国建筑一局（集团）有限公司

前海自贸时代中心项目位于深圳市前海妈湾片区，是大湾区首个以“微缩城市”为设计理念的近地铁超高层综合体工程，具有项目位置特、设计理念新、工程体量大、施工技术难四大特点，项目部将以科技建造、智慧建造、绿色建造，助力项目履约，赋能总包管理，以过程精品打造鲁班奖工程。

一、关键技术应用

项目攻克了智能液压爬模体系、装配式密肋空腔楼盖板施工、巨型多腔体钢管混凝土柱施工、高位大跨度巨型转换梁安装、双层高空连廊提升等 15 项关键施工技术，通过技术先行、创新引领，优化特殊节点及工艺流程，为顺利完成各项施工节点目标提供保障。

1. 智能液压爬模体系

T1 及 T2 两栋超高层双子塔高约 250m，核心筒采用多点小吨位智能液压爬升模架体系。模板采用轻量化的铝模体系，水平竖向同步组织施工；标准化走道板与翻转 / 抽屉式平台，形成每层的操作平台与水平防护；单井道内筒爬模携带布料机，兼顾井道竖向结构施工操作平台、挂模体系、

水平安全防护及布料机液压提升；一体式下挂楼梯，无缝衔接施工电梯，贯通上下通道；智慧喷淋养护体系随爬模同步提升，有效保证了剪力墙混凝土养护。

2. 装配式密肋空腔楼盖板施工

项目裙房及部分塔楼外框采用新型装配式双向密肋空腔楼盖预制空腔构件，芯模为水泥基硬质复合材料，均是国内首次应用。该体系有助于建筑净高提升，产品具有绿色、环保、低能耗的特点。项目利用三维模型样板、实体样板相结合的样板引路制度，确保现场实体工程一次合格率 100%。

3. 高位大跨度巨型转换梁施工

巨型转换梁位于 T2 塔楼五层宴会厅位置，跨度 21.8m，单根重量约 214 吨，像宽广的肩膀撑起上面 28 层钢柱的重量，是目前深圳市超高层建筑施工中单根重量最重的钢梁。现场焊接量大，使用的焊丝总用量高达 16 吨，如果将这些焊丝首尾连在一起，其长度等同于从深圳到北京的直线距离。

项目创新采用一纵四横的构件拆分方案，应用便携式轨道焊接机器人，自主调节爬行方向和焊枪位置沿焊缝焊接，焊接效率提升达 60%。

4. 双层高空连廊提升

T1、T2 塔楼高空连廊为分离式独立结构，需设计和安装临时措施，形成整体单元，在地下室顶板进行拼装，待塔楼外框混凝土结构施工至 42 层以上时，采用四组液压提升器对其进行分离式整体提升，待下层连廊结构就位后并焊接完成，卸载临时钢立柱，再对上层连廊结构提升就位并焊接。

二、智慧工地

项目采用“1 个理念、2 个目标、4 个要求、9 个场景”的应用模式，通过构建智慧建造技术平台、BIM 综合应用、施工现场应用和数据集成应用，依托 5G、AI、AR 和 BIM 等新技术和现场多类型的物联监测感知体系，切实提升施工现场管理细度和质量，推进智慧工地应用的落地。

1. 数字中心

数字中心已于去年 10 月份正式运营，项目充分利用二楼数字指挥中心，通过鹰眼视频、智慧监测、工地广播等智能设备，辅助项目进度、质量、安全、环保等板块办理，同时利用 BI 大屏组织生产协调例会、专项培训等活动，充分发挥了数字中心应用综合价值。

2. 智慧工期

项目部与中建技术中心，联合开发 AECMate 进度管理平台，平台以合约划分为基础，实现计划编制的 EPS、OBS 和 WBS 三级架构有效联动，保证总控计划编制不漏不重，渐进明晰。

以功能区为基础，有效实现计划编制协同，保证实施计划编制标准、高效，采用二三维联动 BIM 轻量化引擎，提供现场工效管理和公共资源管理，丰富进度管理数据维度，建立分包进度绩效评价体系，加强施工过程的进度管理。

3. 智慧安全

(1) 打造“健康工地”

安康小屋：项目设置健康一体机设备，在要求所有新进场人员提供体检报告的基础上，对新进场作业人员进行基础体检，做到新进场作业人员初次体检、季度体检，特种作业人员月度体检，确保作业人员身体状况能够符合现场施工需求。

健康手环：为特种作业人员配备健康手环，实时监测其心率、血压、体温，并进行定位，确保数据出现异常的情况下，能够精准采取应急措施。

(2) 打造“平安工地”

项目应用智慧集成平台，联动中建安监系统、检到位系统、SPM 项目管理系统，将线下监测数据、危险作业审批、安全验收闭环、特种作业人员录入、安全教育培训、信息化巡检、危大工程验收、安全工作记录实时上传至线上集成平台，确保信息获取的及时性、工作落实的有效性。

视频监控 + AI 识别联动 + 工地广播系统：现场共设置 27 处监控摄像头，1 处鹰眼摄像头，保证现场全方位无死角覆盖。联动 AI 识别系统及 12 套工地广播系统，辅助现场网格化管理。

塔吊全方位数字化监测方案：项目设置动臂塔吊 6 台，平臂塔吊 4 台。为了更好地解决塔机从项目入场到出场的整体安全方案，项目创新应用一体化塔机监测设备，实现塔机检查数智化、塔机运行安全数智化（塔吊群塔防碰撞、吊钩可视化及司机管理的 AI 识别，垂直度监测）及塔机顶升拆卸安全数智化。

“检到位”设备维保 APP 系统：项目在“塔吊、电梯”检到位的基础上，在行业内首次创新使用爬模维修保养检



创优工作分解

到位系统，有效保证了爬模系统的常态化管理与隐患整改，提高工作频次准确性，减少因人为过失，导致设备维保不全。

钢丝绳断股监测：项目创新性应用钢丝绳断股监测，用于常态化钢丝绳进场验收及塔吊钢丝绳持续性监测两个方面，通过磁感应技术，核查钢丝绳磨损情况。

自动喷淋联动烟感系统、扬尘系统：通过烟感系统对生活区宿舍、食堂煤气储存区进行监测；同时应用 tsp 设备对现场扬尘情况进行实时监测，当超出相应阈值，相应区域自动喷淋会自动开启，进而解除预警。

配电箱智慧监测：现场二级配电箱均已安装用电检测设备，实时监测电箱运行情况，对漏电、短路、温度异常及时预警。

高支模监测：高支模部位安装自动化安全监测系统，实时监测高支模轴力、倾角、侧移，数据实时采集自动计算，超设计值启动声光报警，信息推送至管理人员，在混凝土浇筑过程中可及时停止浇筑，采取加固措施，确保高支模架体安全。

4. 质量创优

项目质量管理以中建一局“5.5 精品生产线”为质量管理模式，将数字化技术、数字化装备与质量管理充分融合，全面提升质量管理水平，做到一次成活、一次创优、及时纠偏、持续改进。

质量创优方面对创奖进行计划分解，通过质量创优全过程可视化系统辅助创优管理，以过程精品打造鲁班奖工程。

三、智能设备应用

项目应用了 UCL360、智能靠尺、智能回弹仪、楼板智慧测厚仪、智慧实验室、高支模应力监测、爬模检测到、视频监控 AI 安全识别、钢丝绳断股监测、健康定位手环、钢结构焊接机器人、可视化辅助设备等一系列智能设备，助力项目工程质量提升。

四、BIM 技术应用

项目 BIM 结合深基坑、超高层的特点，聚焦图纸会审、深化设计、施工模拟可视化及虚拟样板等应用，实现项目的提质增效。

施工模拟：通过 BIM 技术进行可视化交底，方便管理人员快速掌握技术难点和管控重点，实现精细化施工。

深化设计：通过 Revit、Tekla 等软件进行预应力、密肋空腔楼盖板、钢梁开洞深化及综合支吊架等深化设计，助力精细化管理及高品质施工。

三维场布：利用三维场布技术和鹰眼监控技术进行场地布置的模拟与监管，合理优化施工顺序和资源配置。

虚拟样板：通过 Revit 搭建实体样板模型，辅助实体样板施工，将虚拟样板和实体样板相结合，落实质量管理样板制的执行。

多专业碰撞检查及管综排布：通过 BIM 技术解决建筑、结构和机电专业之间的设计冲突情况，实现车位净高由规范要求的 2m 提升到 2.4m，车道净高由 2.2m 优化到 2.6m，办公区走道由 2.4m 优化到 2.8m，商业公区净高由 3.5m 提升到 3.8m，将建筑的商业价值最大化。

五、绿色建筑

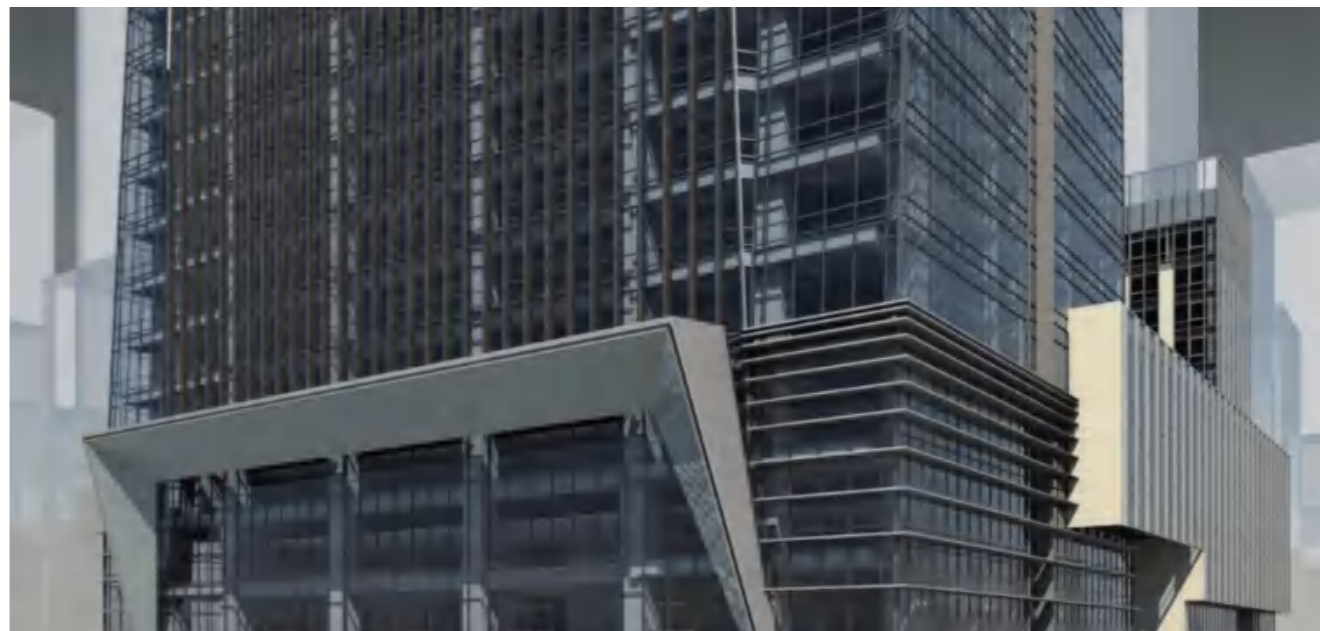
项目拟采用绿色施工技术共计 33 项，包括铝合金模板、液压爬模系统、液压混凝土布料机、绿植生态围挡、自动喷淋降尘、核心筒混凝土喷淋养护等，旨在打造绿色低碳示范工程、创建国家三星级绿色建筑标识。

项目将智能电表和施工机械碳排放监测设备接入中建一局碳数据监测管理平台，实时监控施工碳排放数据，有效统计每周、每月用量，当数据异常时能及时发现问题源头。

BIM5D 平台 在超高层项目施工管理中的应用

文 / 王旭毅 张大保 林晓华 甘铭恒 曾博

与普通建筑相比，超高层建筑在提高土地利用效率、优化城市空间布局上有无可比拟的优势，并且以其形象高大突出的特点配合独特设计，可以显示地区科技发展实力，成为地方的标志性建筑。但超高层项目存在建筑结构复杂、施工技术要点多、安全质量要求高、协调对接工作多等问题，与之相对应的是施工管理工作难度增大。因此在项目管理过程中采用适当的工具、手段来降低管理难度、提高管理质量与效率尤为重要。



一、BIM5D 及超高层概念

1. BIM5D 概念

建筑信息模型（Building Information Modeling，以下简称 BIM）以其可提高建筑工程实施过程中效率、降低工程风险损失的优势，目前在行业内已经得到了广泛的应用。但随着 BIM 应用的普及，传统的 BIM 无法满足现代建筑业信息化管理需求的增长。为此，国外有学者提出了要在 BIM 的基础上融入新的元素，将 BIM 进一步发展完善。

BIM5D 是 BIM 发展的延伸，是项目实施 BIM 管理的有利手段。相较于传统的 BIM 技术，BIM5D 在 BIM 的基

础上融入了进度及成本信息。通过对在建项目施工进度、成本进行数据模拟，提供准确直观的管理数据，辅助决策，使其在管理方面具有突出的优势。

2. 超高层概念

建筑行业中通常以建筑物高度和层数对其进行区分，当建筑物高度大于一百米或层数大于四十层时可确定该建筑为超高层。我国《民用建筑设计统一标准》（GB50352—2019）中规定，建筑高度大于 100.0m 为超高层建筑。世界高层建筑与都市人居学会（CTBUH）最新标准中规定，三百米以上为超高层建筑。

二、BIM5D 平台在超高层项目的应用

1. 项目简介

(1) 项目工程概况: 某超高层项目地处粤港澳大湾区核心, 位于深超总部基地南门户, 是集金融办公、高端商务、精品商业及豪华酒店于一身的大型超高层城市建筑。项目由五座单体建筑构成, 结构形式为框架核心筒, 总用钢量 4.2 万吨, 外立面为三角形类钻石切面幕墙。总占地面积 3.55 万 m², 总建筑面积 48.05 万 m², 塔楼建筑高度 387.35m, 总工期 1175 天。

(2) 项目实施重难点

1) 高度高: 单体最高 387.45m; 定位高: 政府、业主、代建定位为“传世之作, 巅峰之作, 经典之作”; 品质高: 合同质量目标为鲁班奖、安全目标为全国建设工程项目施工安全生产标准化工地。2) 工程量大: 由五座单体构成, 总建筑面积 48.05 万 m², 机电、幕墙、钢结构等专业工程体量大; 气候影响大: 横跨三个雨季、台风季及高温天气, 建设过程受气候影响大; 管理资源投入大: 项目定位高, 特设顾问、专家室、博士工作站、实训营、双总工。3) 结构形式新: 主塔楼是全国最高的偏心核心筒结构, 其结构形式新颖; 幕墙造型新: 为独特钻石切面体三角形幕墙; 施工技术新: 计划采用建筑业十大新技术 9 大项 50 小项。4) 工期紧: 本项目合同工期 1175 日历天, 是国内工期最短的特大型超高层城市综合体; 平面管理复杂: 北侧靠近地铁站及地铁轨道, 地下室四角有 4~5 道板撑, 平面转换复杂; 垂直运输协调量大: 专业多, 材料多, 人员多。

2. BIM5D 平台功能

(1) 生产管理系统

生产管理系统由企业端和项目端构成, 企业端主要服务于集团或分公司的项目管理部进行多项目的进度管理、偏差分析。项目端是满足项目计划协同管理及生产要素管理。

(2) 质量管理系统

质量管理系统协助企业建立体系化质量管理平台, 实现多项目施工质量的全方位监管, 助力企业质量管理标准切实执行, 通过软硬件结合的方式促进质量检查管理效率提升, 确保工程建设项目优质交付。

(3) 安全管理系统

安全管理系统采用了“云、大、物、移、智”等前沿信息技术, 为服务企业建立三防一联动(人防、技防、智防+

项企联动)的安全管理系统, 做到了安全管理流程可追溯、结果可分析, 避免风险问题转化成安全隐患, 避免安全隐患转变为安全事故。

(4) 成本管理系统

成本管理系统以施工总包的成本业务为核心, 结合 BIM 模型与生产进度, 以目标责任成本为切入点, 从源头和过程把控风险, 积累项目数据, 完善企业成本数据库。

3. 在项目中的应用

(1) 生产管理

借助于 BIM5D 平台的手机端及网页端, 各参建方都可以即时掌握工程进展。项目管理者利用平台数据对施工过程中各个工序和大小节点进行实时监控, 通过将实际施工进度与计划进度进行比较, 可对下一阶段工作进行具体布置, 保证生产任务在总体计划范围内完成。

在实际操作中, 项目生产负责人按照排布的施工进度计划将本周的生产任务下达给各标段或区域负责人, 各负责人将现场每日天气状况、人力、材料、机械使用情况、施工进度等施工详细信息收集起来并通过手机端上传到 BIM5D 平台。生产负责人在后台把施工实际进度和计划进度进行对比, 分析是否需要采取增加人力或设备等措施加快进度, 对可能导致进度落后的问题提前解决或者预防, 以便于下一周工作的顺利开展。BIM5D 平台可以辅助生产负责人安排现场生产任务, 减少误工现象的发生。并且每日和每周的施工进度都会逐级反映到总体进度上, 保证对进度的动态跟踪。

(2) 质量管理系统

质量管理是项目管理中重要的组成部分, 该超高层项目将 BIM5D 平台应用于质量巡检中, 对工程项目实时跟踪, 动态监测项目实施过程中存在及可能存在的质量问题。

巡查人员发现质量问题后登录 BIM5D 平台, 查找相关部位的管理人员和责任人, 将相关部位的质量问题照片、描述及定位上传, 指定相关责任人限期将质量问题整改完成。责任人通过 BIM5D 平台数据使用手机快速定位识别施工过程中存在质量问题的部位, 待整改完成后上传相关材料, 系统将自动生成巡查日志。项目管理人员可以通过网页分析质量问题, 企业也可以使用上传的问题构建质量问题库。

整改完成后质量管理人员再返回问题部位进行验收, 检查整改是否符合要求。若整改通过则可关闭该问题, 或者通过 BIM5D 平台生成整改通知单, 下发至现场责任人责令其

整改。项目经理可定期登录 BIM5D 平台质量系统查阅质量问题报告, 监督并掌握质量整改情况, 其他管理人员也可根据需要进入 BIM5D 平台查看质量问题情况。

(3) 安全管理

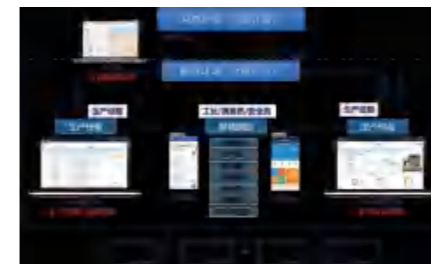
以往的施工安全管理中存在由于无法及时跟踪复查安全问题而导致遗漏、安全问题无法直观清晰展示、周或月度例会汇报材料整理工作繁杂等问题。利用 BIM5D 平台在危险源附近设置巡查点, 安全管理人员定期开展安全巡查, 排除安全隐患, 避免安全事故的发生。与质量管理流程类似, 安全管理人员将巡查过程中发现的安全问题通过手机端上传至 BIM5D 平台, 明确责任人, 及时反复跟踪问题整改情况, 有效避免出现安全隐患遗漏的情况。项目管理人员登录平台查看现场数据, 可以较为全面地了解现场安全状况, 提升效率。平台还可以生成相应台账, 对每周、每月安全情况进行分析总结, 为例会提供有力资料, 减少工作量。



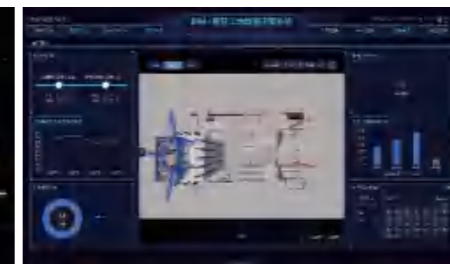
质量管理全方位监管系统



成本管理系统数据库



生产管理计划协同管理系统



生产管理系统界面



安全管理系统界面

(4) 成本管理

将施工原材料用量等信息录入平台内整合的 BIM 模型中, 以此作为施工过程中物资材料进场计划的根据, 使物料管理工作得以在施工流水段的层面就完成。项目管理人员在平台 BIM 施工平面布置图的基础上创建施工流水段, 通过软件快速精确计算每个施工流水段的工程量和各个工程部位的具体用量。项目管理人员根据现场施工完成进度核对各施工流水段工程量, 商务人员则进行相应产值统计, 各数据均录入平台。平台根据工程量计算物资材料实际用量并和计划材料用量进行比对, 管理人员及时对计划和进度进行协调, 保证物资材料使用量在可控范围内。

三、总结

BIM5D 平台能够将建筑结构、钢结构和机电、幕墙等各专业模型整合在平台中, 以平台为载体将施工项目中的进度计划、工程造价、安全措施、质量管控等数据相关联。与传统项目施工管理相比, BIM5D 平台充分发挥模块集成优势, 通过平台构建新的管理框架, 为施工单位提供了基于 BIM 的项目管理方案, 在一定程度上降低了施工管理难度。

(作者单位: 中国建筑第八工程局有限公司华南分公司)



日本住宅生产的预制化建筑 构法理论变迁与技术演进

文 / 松村秀一 译 / 伍止超

一、“建筑生产工业化”的概念及内涵

建筑生产的技术，以及技术应用、生产组织方式等方面，存在很大的地域性差异。就技术本身而言，不可能将日本经验照搬应用到中国，即使可以采用，在日本所取得的成果也不一定能够在中国取得同样效果。因此，当技术理论陷入各种各样议论纷争的时候，最好应该首先明确的是，如何思考和定义“建筑生产工业化”概念、内涵及其基本方法。

当笔者还是 20 来岁初出茅庐的研究者时，为探索对事物判断的标准，深入研读了国内外各种对建筑工业化概念的定义，其中对笔者影响最大的是原武藏工业大学江口祯教授对“建筑生产工业化”概念的定义。它具有完全超乎笔者想象的完美，那时笔者的人生目标即是今后要成为能写出这种概念和定义的学者。

江口祯教授是这样定义“建筑生产工业化”的：“在建筑生产中促进先进的工业技术开发与应用，通过有效地发挥技术的合理性来改革或重组建筑相关人员的社会系统。”它是一种动态的过程，其目标可以体现在以下 3 个方面：

首先，对建筑的开发建设者和使用者而言，相对更容易参与到建筑建设行业中来，这不仅可以降低建造成本和缩短建造周期，而且还可以预先把握产品质量并解决用户担心的问题等。

其次，对建筑的生产者而言，可以摆脱不稳定的劳动市场及传统的组织结构，以高度的生产性改善企业利润。

第三，从更加广泛的社会角度来看，在建设与国家发展、资源环境、城市建设和人民生活协调发展的优良建筑存量资产方面，不仅承担着重要的角色，而且正在发挥着主导作用。

二、庞大市场需求推动日本住宅工业化发展

欧美发达国家先于日本，为了快速解决巨大的住房数量短缺，在第二次世界大战后普遍采用了住宅生产的工业化方法。但在之后的住宅工业化发展中，日本是出类拔萃的，表现在住宅建设数量，尤其是可持续性方面。

要通过快速、大规模建设来解决住房数量短缺的问题，就要在相对较短的时间内实现建设目标。当然，有时也会受到国家经济和财政状况的影响而无法短期内实现预期目标。但无论如何只要在一定时期内努力建设，就能够解决住宅数量不足的问题，发达国家的经验也可以充分地说明这个事实。从历年的新开工住宅数量看，住房短缺问题在一定时间中得到缓解后，住宅建设数量就开始迅速下降。

然而日本却并非如此。尽管随着日本全国 47 个都道府县的住宅数量都已超过家庭数量，且由于 1973 年第一次石油危机爆发，日本开工住宅户数在此前的持续增长被画上了句号，并在短期内大幅下降，但在那之后的 30 多年间，日



1950-2008 年间日本和欧美国家的新建住宅开工户数

本仍然保持了“每年每千人新增 10 户以上新建住宅”的令世界震惊的增长速度。

很少有国家能够做到如此增速，即便能够做到，也只能在一两年内保持这样的增长。虽然对全世界来说，这个巨大的住宅市场短期内仍不会停滞，但像日本这样自石油危机之前开始的每年每千人新增 10 户以上新建住宅的高水平增长持续了 40 年，也就是说这样自高速增长经济成长期以来逐渐壮大的日本住宅建设市场，是人类史上前所未有的。因此，要了解这期间日本住宅市场的成因，特别是了解日本住宅产业的成长历程，必须首先认识到这一点。

三、欧洲式集合住宅、美国式商品住宅与日本式住宅的特点

二战之后在发达国家也普遍出现了巨大的住宅建筑需求，然而在住宅市场中起着核心作用的住宅生产与供应方式上存在很大的地域性差异。

在苏联和东欧国家，战后住宅是由政府机构直接运营管理的公共租赁住房，在法国等西欧国家则一般由非营利性住宅联盟或住宅公社从政府获得补贴，来代替政府机关经营公共租赁住房。欧洲国家的战后住宅形态通常都是集合住宅。而在美国，战后住宅主要是自持住宅，且为独户式住宅，公共集合住宅在美国战后住宅建设中所占份额很少。一个典型的例子是莱维顿（Levit Town）住宅区，在 1940 年代末至 1950 年代初风靡世界，在住宅用地上开发建设的独户式商品住宅是美国战后住宅建设与供给的重点。

长期延续的巨大住宅市场需求是日本独有的历史现象。日本战后住宅分为 3 种类型：第一种是 1951 年后一直由地方政府直接经营、与苏联类似的公共住宅（形态上不仅有集合住宅，还有独户式住宅）；第二种是类似美国的独户出售的住宅金融公库（现为金融支援机构）融资住宅；第三种是 1955 年后类似西欧模式的日本住宅公团（现为 UR 都市机构）住宅。3 种类型都是因政府住房政策而出现的产物，且都一直持续到今天。

从建设数量来看，日本住宅以独户式自持住宅为主，且与美国式商品住宅不同，是一种定制性住宅，日本在这个领域中的工业化发展在全世界范围内都无可匹敌。但本文不对民营企业所主导的独户式定制住宅进行论述，而是将话题聚焦在中国当前正在关注的集合住宅的工业化领域上。

四、国际上预制混凝土住宅建筑的两种不同类型

中国和日本一般将钢筋混凝土用于集合住宅的建筑结构骨架，在工业化生产中通常用预制混凝土代替现浇钢筋混凝土。这种最初由欧美发明和开发的预制混凝土有两种不同的类型：一种作为结构和基底，最终施工建设完成的装饰面会将其隐藏起来；另一种则通过表面的材料和颜色来装饰建筑物外立面。美国建筑技术相关人员称前者为“工作式混凝土”（job concrete），后者为“建筑式混凝土”（architectural concrete），并解释说，这两种预制混凝土类型的价格和制造工厂完全不同。

比如在欧洲常见的预制品——预制混凝土空心楼板，现场施工完成楼板的表面做法后是看不见混凝土本身的，即典型的“工作式混凝土”。1990年代在丹麦同一栋集合住宅施工现场，建筑墙体等主要结构部件都使用了预制混凝土，但建筑墙体构造的外侧有保温材料，最外侧采用了砖成品砌块，这也是一种典型的“工作式混凝土”。

在1980年代巴黎郊区新城镇建造的著名的Picasso Arena集合住宅，像天然石材质的具有装饰性细节的成排立柱和住户外墙全都是通过建筑材料添加颜料的预制混凝土，这就是典型的“建筑式混凝土”。

两种预制混凝土类型的区别在是否易于现场浇筑与制造。显而易见的是，外部看不到的“工作式混凝土”非常易于浇筑与制作。而“建筑式混凝土”在现场浇筑和制作中无法实现各种不同颜色的表达，一些部件剖面也并非简单的形状，难以在现场浇筑和制作品质均一的预制建筑部件。

通过各种颜色和建筑材料的处理，以及对混凝土表面进行一定材质化加工来表现混凝土本身质地的饰面做法，在日本建筑中并不多见，大多建筑采用石材或瓷砖饰面做法，因此通常不使用“建筑式混凝土”这一用语。只是有些现场浇筑和制作难以完成的地方才会采用预制混凝土来实现，包括高层建筑外部幕墙、高强度混凝土超高层建筑的结构柱和梁等部分。另外，虽然没有被称为“工作式混凝土”，外饰面隐藏下的楼板和墙体也有采用预制的情况。

“建筑式混凝土”难以在现场浇筑、制造，通常价格较高。而“工作式混凝土”可以在现场制造，与现浇混凝土相比其造价并不太高。因此，当讨论预制化、装配化和工业化等技术在一个工程中是否适用时，如果对工程需要哪种技术没有明确的判断，就会对整个生产体系的发展方向产生误导。

五、始于1960年代的日本预制混凝土建筑构法研究与技术开发

1950年代以来，欧洲集合住宅主要采用预制混凝土大型板的预制建筑构法，其建筑构法的起源之一是砖砌块的组合砌筑结构方式。

砖砌块的组合砌筑方式非常耗时，亟需节省劳动力的欧洲技术人员发明了作业方法：首先将砖砌块进行排列，通过在里面浇筑混凝土，使砖砌块一体化后形成一定尺寸的墙板，然后搬运到现场进行施工，之后将砖砌块省去，仅采用钢筋混凝土来浇筑和制作大型板，最终创造了一种预制混凝土的大板建筑构法。

笔者恩师日本学士院院士、东京大学名誉教授内田祥哉先生，是亲身经历并研究1960年代日本和欧美工业化建筑构法发展的学者。据内田老师说，由于早期砖砌块结构只是较为简单地敷设砂浆并将砌块砌筑起来，于是以此为源头产生了预制混凝土建筑构法类型，其连接节点相对比较简单，而像焊接钢筋等较为复杂且费工的节点在欧洲也很少见。

但实际上，日本住宅几乎没有砖砌块结构。日本从1868年开始明治维新，积极学习与借鉴西方文明，从欧洲引进了砖砌块的结构技术，当时许多建筑都是用砖砌块结构建造的。但是在1923年的关东大地震中，砖砌块结构建筑物大多遭到严重破坏，就此也销声匿迹了。而通过一体化现浇的钢筋混凝土结构，被认为是最适合日本这个地震多发国家的结构方式。

日本集合住宅最初采用预制混凝土的板式建筑构法（类似我国剪力墙结构）时，无法直接照搬欧洲已经采用的技术。因此，有必要独自开发一种预制混凝土板式建筑构法，其抗震性能也要保证等同于现浇一体的钢筋混凝土结构建筑，特别是要解决如何在节点处通过钢筋连接、浇筑混凝土来满足良好的性能要求，以及如何保证施工省时省工的问题。

始于1960年左右的这种建筑构法研发，为以提供城市中产阶级大量住宅为目标而在1955年由政府推动成立的日本住宅公团发挥了重要的作用。1960年代中期以来，住宅公团已经把预制混凝土的板式建筑构法实用化，自行建设了预制混凝土板的标准化工厂，并激发与推动了民间企业的开发和投资意愿。

1970年，根据住宅公团当时研究开发的技术成果，日本创立了适用于公团住宅、公营住宅等所有公共住宅预制混凝土板式建筑构法的住户与楼栋标准设计体系，即公共住宅标准（SPH，Standard of Public Housing），以推动基于这种公共住宅标准设计的大量住宅建设的工程订单。SPH的基本方法是，住户平面进深方向为固定尺寸，而开间方向以150mm为单位增加，既可提供各种类型的住户面积，住户间分户墙也都能采用相同尺寸的墙板。期望得到大笔订单的民间建筑企业对其预制混凝土工厂进行了设备方面的投资。

确实，在根据SPH预订预制混凝土产品的初期，由于使用同一套钢模板可以反复浇筑100多枚预制混凝土板，似乎达到了预期批量生产的效果，然而这种预制混凝土板式

构法并没有持续很长时间。3年后的1973年，受世界第一次石油危机的影响，日本经济增长显著放缓，同时由于住房数量短缺问题已得到解决，公共住宅的总体建设数量也随之下降。而且SPH虽然具有一定的种类划分，但还是很难维持标准化的住房供应。

1973年以来基于SPH的住宅的订购数量急剧下降，到1979年几乎没有任何订单。在此期间，希望获得大量订单而投资的预制混凝土工厂被迫关闭或转产，日本的预制混凝土板式建筑构法没能得以普及推广。

六、日本集合住宅的预制复合式建筑构法与技术普及

1970年代之后，虽然日本在集合住宅领域预制混凝土的方法和应用上并没有实现新的跨越式发展，但是以长期专注于预制混凝土板式构法的大型建筑企业为龙头，采用现浇混凝土与预制混凝土相结合且发挥两种方法所长的预制复合式建筑构法在不断增加。

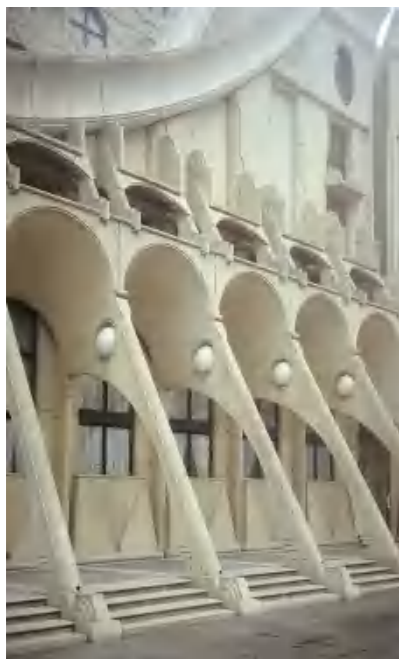
具有代表性的基于预制复合式建筑构法的集合住宅施工现场，其构法与预制混凝土板式建筑构法明显不同，集合住宅建筑哪个部分需要使用哪种技术，要基于每个项目的不同特点进行独立判断和选用。

在集合住宅项目现场，为了保证住宅的隔音性能，通常会采用现浇钢筋混凝土来建造住户之间的分户墙。同时由于项目现场有施工空地条件，采用了在空地上预先组装模板和钢筋，然后起重机吊装整体组装部件到位的方法，即所谓的预制大型模板组装技术和装配式钢筋组装技术。集合住宅楼板最重视其隔音性能，在日本并不采用预制混凝土板式构法，而是现浇钢筋混凝土构法，但浇筑后模板不需要脱模，其模板变成楼板结构的组成部分，并且减少了施工现场的支撑工程，这种构法叫半预制式混凝土（叠合预制混凝土）构法。而且，支撑楼板的梁也采用半预制式混凝土构法，梁的下半部分采用预制混凝土，上半部分在配筋之后与楼板进行一体化浇筑。但是，集合住宅阳台和外走廊部分的楼板，由于存在坡度或排水沟的设计要求，预制混凝土板在保证其形状及精度要求方面优势更加突出，所以通常采用全预制混凝土的方法。而集合住宅在入户门位置的墙体部分，也因同样理由而采用全预制混凝土的方法。

当前，特别是在高层集合住宅的施工中，这种预制复合



欧洲建筑工地的预制混凝土楼板



1980年代巴黎Picasso Arena住宅

式建筑构法非常普遍。根据建设企业，尤其是建筑技术人员的经验与反馈，在每个具体项目中采取最为适宜与合理的多样化组合技术。

七、日本集合住宅内装及设备的部品化与体系化技术

日本集合住宅内装与设备领域的工业化与预制混凝土板式构法一样，也是在 1960 年左右开始进行研究与技术开发，到 1970 年代末，多数种类的部品都步入了实用化阶段。实际上在 1970 年中期以后，为实现零散性部品合理化整体组装的目标，日本开始着手进行部品的系统化研究，在研究过程中对传统的木结构住宅体系也进行了反思。



1990 年代丹麦集合住宅建筑工地

日本传统木结构住宅体系的基础是地板铺设榻榻米。榻榻米作为日本特有的地面材料，形状都是长方形，且以长边与短边尺寸之比为 2:1 为鲜明的特点。虽然不是正方形，但其纵横比使得铺设地板非常容易，并且尺寸本身也是固定的。由于地域不同，榻榻米尺寸也会有所区别，但短边尺寸基本在 90cm ~ 100cm 区间范围内。因此对于基本由满铺榻榻米的和室房间构成的日本木结构住宅平面，若榻榻米短边为 91cm，就会以 91cm 的网格来设计。

最有趣的是，建筑物各部分尺寸都与其网格建立关系，比如，日式推拉门和隔扇等可动隔断尺寸也与榻榻米短边尺寸相呼应，木结构柱子的间距为榻榻米短边尺寸的 3 或 4 倍，地板下方的横梁和墙壁龙骨柱间距为榻榻米短边尺寸的一半或 1/3，连屋顶的瓦片也根据水平投影上两块榻榻米所铺设瓦片数量来决定标准化的产品尺寸。满足同样尺寸体系要求的不同部品，在其制作现场会明确区分不同的工种类型，保证各种部品能够单独制作和安装，展现出日本传统木结构住宅体系先进的专业分工特色。

在日本，来源于榻榻米尺寸的住宅传统的尺寸体系和工种分工体制得以广泛应用。因此可以说，日本相对较为容易实现住宅现代化部品尺寸的标准化。基于此体系，日本木结

构住宅具有了以下两种可能性及特色。

第一，居民自己可以在方格纸上画出简单平面草图，通过榻榻米数量来确定房间大小，即使是外行也能画出简单的草图，所有专业人员也可以清楚地了解如何制作和施工。同时，居民自己也可以自由地设计部品体系，可以说这也是日本传统木结构住宅的特征之一。

第二，由于榻榻米、可移动隔断及瓦片等部品可以独立区分，其相应功能也非常明确。如果榻榻米损坏可以单独更换榻榻米，可移动隔断损坏就仅仅更换隔断，瓦片损坏也就仅更换瓦片，这种只替换破坏部分而不伤及其他的方法，可以使整栋住宅长期保持优良状态。

1973 年，日本开始了第一个住宅建筑体系项目研究——由日本住宅公团主导研发的公团住宅体系，被称为公团试验性住宅项目（KEP，Kodan Experimental housing Project）。这个项目既具有上述日本传统木结构住宅的第一种可能性及特色，也在钢筋混凝土结构集合住宅中实现了现代化的内装与设备部品的集成应用。

KEP 以 30cm 的网格来确定住户平面布置，所有内装和设备部品的尺寸都要基于网格尺寸来设计，以实现居住者可以自由选择和自主布置的目标。然而，KEP 的方法普及

并非易事，至今在日本集合住宅中仍未得到普及与推广。

1980 年代，日本研发了在现代集合住宅中实现日本传统木结构住宅的第二种可能性及特色的住宅建筑体系，即当时日本建设省研发的百年住宅体系（CHS，Century Housing System）。

CHS 的内装与设备的部品所遵循的尺寸体系与 KEP 并没有明显差异，但它并非只是为了让居民参与设计，其全新思想是根据住宅不同部品的使用年限能够方便更换部品。CHS 将部品的使用年限在时间上由短到长划分为 5 个级别，其基本方法是协调各部品之间的设计关系，来保证在更换使用寿命较短的部品时不损坏使用寿命较长的部品。遵循 CHS 的基本方法，可避免传统集合住宅中设备管道直接浇筑在钢筋混凝土主体结构中的情况，以使后期更换管道不会对主体结构造成任何损害，从而达到提高集合住宅整体使用年限的目的。

1990 年代，日本广泛应用了建筑支撑体与填充体的住宅体系，即 SI（Skeleton/Infill 或 Support/Infill）住宅体系。



1990 年代丹麦集合住宅建筑工地



预制混凝土类型的“工作式混凝土”



集合住宅入户门位置的预制混凝土墙体

八、结语

从日本住宅建筑生产理论与技术变迁，尤其是集合住宅建筑生产相关的预制建筑构法体系开发和技术演进中可以看到，自 1960 年代以来，日本研发了一系列住宅建筑生产相关技术，但在实际的住宅生产与建设中，并非所有技术都成功地得以普及推广，也并非所有技术都是失败的。如果说只是部分基本技术得以普及，那么也可以认为它们都对现在的住宅生产产生了影响。

经过 50 多年住宅建筑生产的预制建筑构法研究与实践，再次重温江口祯教授对“建筑生产工业化”这一概念与内涵的定义，我们需要进一步反思，日本真的取得了所谓非常大的进步吗？尤其是，在建设现场最基础的从业者及技术人员

2000 年代，日本国土交通省也推出了“长期优良住宅”制度。从长期优良住宅的研究与发展基础来看，其基本方法都来源于 CHS 的相关成果。

但是在随后的“SI 住宅”和“长期优良住宅”中，找不到像 CHS 住宅一样通过使用年限对建筑物所有部位进行彻底分类的案例。它们继承的是通过以管道为中心的设备与结构体明确分离的设计手法，可以更轻松地检查和更新管道。这种思维方式不仅扩展到“SI 住宅”和“长期优良住宅”，也普及到了普通的集合住宅。

另一方面，2009 年开始的“长期优良住宅”强调了结构框架的耐久性、抗震性以及节能方面的改进等内容，这是 CHS 并没有重点考虑的。也就是说，被国家认证的“长期优良住宅”与普通集合住宅的结构框架相比，需要更高的耐久性、更高的抗震性和更高的节能性能。遗憾的是，由于要花费更高的成本，“长期优良住宅”在集合住宅领域的渗透率低于独户式住宅领域。

正迅速老龄化且数量迅速减少的严峻现实下，工业化先进技术的内涵究竟是什么？现在的住宅比过去更容易建设了吗？建设从业者的工作环境真正有比较显著的提高与改善吗？特别是，所建设的住宅是否已经成为国家优良资产了呢？我们的确很难做到充满自信地回答上述一系列问题。为了住宅建设可持续发展的未来，希望今后与正同样面临城市发展、住宅建设与老龄化等可持续建设课题的中国同仁们一起对住宅建筑生产的话题进行讨论，研究相关预制建筑构法理论与技术的对策。

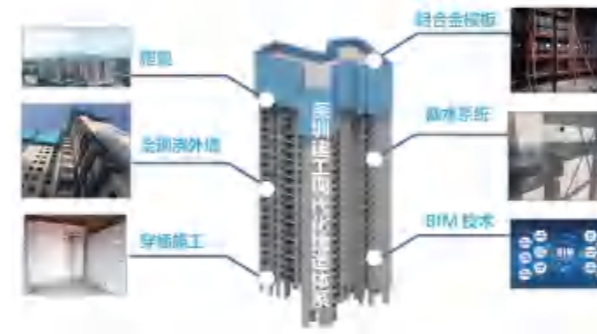
（来源：《建筑学报》作者单位：东京大学大学院；译者单位：中国建筑标准设计研究院有限公司）

中国建设工程鲁班奖： 金众麒麟公馆 一期、二期总承包工程

文 / 深圳市建工集团股份有限公司



麒麟公馆



现代化建造体系

主要参建单位

建设单位：深圳市深旅物业管理有限公司
 监督单位：深圳市建筑工程质量安全监督总站
 勘察单位：深圳市勘察测绘院（集团）有限公司
 设计单位：深圳市华阳国际工程设计股份有限公司
 监理单位：深圳市金钢建设监理有限公司
 承建单位：深圳市建工集团股份有限公司

主要参建单位：深圳龙源精造建设集团有限公司、深圳时代装饰股份有限公司、广东景龙建设集团有限公司、深圳中航幕墙工程有限公司、深圳广晟幕墙科技有限公司

一、工程概况

工程位于深圳市南山区西丽湖国际科教城，羊台山、塘朗山、麒麟山三山环抱，比邻美丽的西丽湖畔，南侧接壤深圳大学城和深圳市野生动物园，交通便利，绿化生态环绕，环境安静、舒适自然，人文气息浓厚，居住环境条件优越。

建筑采以拥山面湖的规划布局，绿色水系生态高尚居住小区，密度 3.18，全南向单排布置，楼栋东南偏 30° 巧妙设计，契合深圳日照特点，保证每户最大获得湖景资源和高尔夫及山景资源，形成围合型排布大花园式住宅区。

项目建设用地面积为 3.36 万平方米，总建筑面积 14.88 万平方米，由 6 栋住宅及附属建筑组成，地下 2 层。其中 1、2 栋塔楼 30 层，建筑高度 98.6 米；3、4、5 栋塔楼 30 层，建筑高度 97.7 米；6 栋塔楼 29 层，建筑高度 99.75 米。6 栋建筑均为框架剪力墙结构。1 栋塔楼为筏板基础；其余塔楼为旋挖灌注桩基础；地下室为独立基础和旋挖灌注桩基础。

工程于 2018 年 10 月 20 日开工，2020 年 12 月 10 日竣工验收，2021 年 01 月 06 日竣工备案。

二、工程重难点

1. 减少对周边环境的影响是工程的难点

项目地处南山区西丽街道沁园二路以南，毗邻西丽湖

水库、深圳市野生动物园、资本市场学校，维护好周围环境，施工过程中扬尘、噪音控制、交通组织协调难度大。

项目开工前，利用 BIM 技术进行三维场地布置策划；配备了环境动态监测系统、智能喷雾降尘系统、自动洗车系统、雾炮机及雨水回收系统，严格贯彻落实政府关于“扬尘治理 7 个百分百”的要求。

2. “现代化建造体系”是施工重点

项目结合多年积累的工程经验，自主创新了“现代化建造体系”，全面采用铝合金模板、爬架、全现浇混凝土外墙、楼层截水、穿插施工、BIM 技术、智慧工地、止水节技术等多项现代化建造体系关键技术。

3. 渗漏质量通病防控是施工重点

渗漏一直是建筑的质量通病，实施具有长久性的防渗漏手段，减少渗漏的频率，提升业主的使用满意度是施工重点。

底板后浇带采用“防排结合，两防两排式”的多重约束防渗漏方案，设计了新型引流排水结构及折线型止水钢板，提高工效，止水效果好。塔楼外墙全现浇、卫生间反坎一次成型。切实做好外窗、卫生间、屋面等重点部位的淋水、蓄水试验。多措并举，有效解决了住宅渗漏风险。

4. 大型住宅综合管线深化设计及安装是施工重点

管线系统众多、数量大、交叉重叠，走向复杂，综合布线难度大。

通过 BIM 技术管线综合深化设计，解决管线位置冲突问题，确保后期施工顺利推进，有效保证使用净空，提高了使用空间，管道安装效果整齐美观。

5. 外墙铝板幕墙与保温岩棉板施工质量控制是施工难点

塔楼山墙铝板幕墙与保温岩棉板一体化施工，防水、防潮要求高，单块铝板面积达 3.78 平方米，平整度控制难度大。

项目保温岩棉采用岩棉钉固定于铝板内侧，岩棉板上铝箔纸带覆盖面确保 100%，铝板接缝打胶饱满，均匀顺直。采用 3 毫米氟碳喷涂铝单板，通过铝板龙骨前端设置可调节铝合金型材，铝板面板加强肋采用“鱼骨形排布”，有效提高了铝板平整度。

6. 外墙系统窗、提升式推拉门安装及质量控制是施工难点

本工程采用德国诺托系统窗及提升式推拉门，工序较多，必须严格控制安装环节关键工序以提升施工质量，确保无渗漏。

择优选择品牌供应商，确保主材质量。门窗洞口采用企口式设计，随主体结构一次浇筑成型，结构本身形成挡水台效应。外窗塞缝部位确保密实、无开裂，在防水施工前进行淋水试验，专项验收。系统门窗安装完毕且窗边防水密封完成后，逐一进行淋水试验，确保门窗无渗漏。

三、工程创优措施

1. 工程创优策划

集团公司至项目部成立了工程创优组织机构，明确创优职责分工，制定并跟踪落实主要创优目标，以保证本工程创优目标中国建设工程鲁班奖的实现。项目在贯彻落实国家、省、市规范、标准要求的基础上，严格执行建设单位施工质量指引、监理单位现场质量监督规定，落实深圳建工集团《“二代标杆工程”建造指南》《工程细部质量标准做法》《工程质量管理标准化手册》《质量通病防控手册》《工程创优实施指南》等管理制度；确立了由业主、监理、总包牵头，各专业单位参加的联合验收制度。

2. 工程创优质量管理

(1) 原材料、半成品采购管理：钢筋、钢材、水泥、混凝土、预拌砂浆等原材料、半成品的品牌及生产厂家报经监理、建设单位确认；原材料、半成品进场及时向监理申报，严格按照规范、标准进场进行质量验收、复检，确保材料全部合格。

(2) 实行“样板引路制”：设立实体样板展示区，分项工程施工采用方案先行、样板引路制度，指导工程创优。

(3) 岗前交底及讲评：每一道工序施工前严格按照制定的制度对管理人员及施工人员进行详细的交底，每天进行班前讲评。

(4) 严格执行“三检制”，加强过程管控：施工过



外立面系统窗安装牢固，表面洁净光泽



外墙铝板幕墙表面平整，分缝整齐，打胶饱满光滑



屋面饰面砖铺贴平整，排布有序



室外无障碍坡道不锈钢玻璃栏杆安装稳固，整齐美观

程中严格执行三检制度和隐蔽验收制度，赋予检查组质量问题一票否决权。

(5) 成品、半成品保护：成品保护遵循先检查后保护的原则，由总承包单位制定成品保护制度，所有工序均验收合格、做好成品清洁后再进行保护。各施工单位按责任规定做好成品保护。

(6) 坚持质量例会制，开展质量竞赛活动：项目坚持质量例会制度，每周组织开展质量专项检查。建设、监理单位联合第三方检测机构组织质量评估，促进工程质量整体提高。

四、新技术推广应用与技术创新

项目积极推广应用新技术，其中推广应用“建筑业 10 项新技术（2017 版）” 8 大项 23 子项；企业自主创新技术 14 项。

项目荣获广东省省级工法 4 项，发明专利 2 项，实用新型专利 8 项，荣获“广东省土木学会科学技术三等奖”，广东省优秀 QC 小组一类成果 1 项，全国优秀 QC 小组二类成果 1 项，第四届中国建筑业协会 BIM 大赛一类成果。

项目全面应用 BIM 技术，通过辅助图纸会审、场地布置模拟、施工深化设计、管线综合设计等深圳建工十二大 BIM 应用点，辅助现场安全文明施工、质量、进度及成本管理。

五、建筑节能及绿色施工

1. 建筑节能

工程设计方案符合绿色建筑设计标准，在自然采光通风、室内环境、室外景观、建筑材料等方面处处体现绿色建筑的设计理念及元素。取得美国 LEED 绿色建筑认证金级。

总体规划采用点式布局，全南向单排布置，楼栋东南偏 30° 巧妙设计，契合深圳日照特点，园林采用集中绿化与分散绿化相结合。塔楼山墙采用铝板幕墙 +40 毫米厚保温岩棉，保温隔热效果良好。门窗采用隔热性能优越的 LOW-E 中空玻璃 + 德国系统窗。户内采用多联机中央空调系统和新风除霾系统，室内温度、空气舒适健康。

2. 绿色施工

本项目全面、深入推行绿色施工，施工过程中坚持“四节一环保”、以人为本的绿色施工理念，取得了良好的效果，主要绿色施工措施如下。

(1) 环境保护：施工现场裸露土区域全面绿化；围挡设置自动喷淋降尘系统；大门出入口设置自动洗车池；主要模板、钢筋加工区设置降噪防护棚；建筑垃圾集中分类堆放并合理使用；楼层设置移动式环保厕所，混凝土输送泵设置隔音防护棚等。

(2) 节材与材料资源利用：采用装配式钢结构大门，出入口设置可周转式钢板道路；砌体、模板等材料集中加工；严格控制钢筋下料；充分利用短材、边角余料；利用

BIM 技术对管材精准下料；地面块材铺贴均先深化排版设计，再计划加工。

(3) 节水与水资源利用：地基与基础阶段提前施工小区永久化粪池，作为临时雨水收集池使用；办公区、生活区节水器具配置率达到 100%；结构混凝土采用薄膜覆盖养护，雨水回收用于外墙喷淋。

(4) 节能与能源利用：办公、生活、施工区用电分区计量，控制用电量；施工现场广泛采用 LED 灯具，工人宿舍采用先进的限流节能装置，生活区采用空气源热泵、太阳能热水器供给淋浴用水等。

(5) 节地与土地资源保护：应用 BIM 技术提前进行三维场地布置，提高场地应用率。办公区、生活区均采用可周转式活动板房。场地竖向设计以减少土方开挖工程量为原则，最大化依据原始地形建设，节省土方外运。

六、工程资料情况

工程立项、规划、土地、建设等前期文件齐全，符合建设程序；规划、人防、消防、电梯、环保、建筑节能等专项验收手续齐全，资料完备。竣工档案共计 566 卷，其中文字资料 501 卷，竣工图 65 卷，工程资料编目细致清晰，组卷合理，内容详实完整，装订整齐，查找方便，可追溯性强。

七、工程主要质量亮点

1. 主体结构

(1) 钢筋绑扎规范，间距排距均匀合理，节点构造符合要求。混凝土结构内坚外美，尺寸准确，结构安全。

(2) 砌体构造合理，砌筑规范，平整度、垂直度偏差符合规范要求。

2. 外立面

建筑外立面采用简洁的现代风格，大面积运用玻璃幕墙系统窗、白色铝板幕墙、下挂式阳台玻璃栏杆、凸窗下沿下挂玻璃及穿孔铝板，配以石材基座，与周边的环境相互融合，把天空、湖面、绿化等自然环境联系起来，营造超脱轻盈自然的建筑立面。

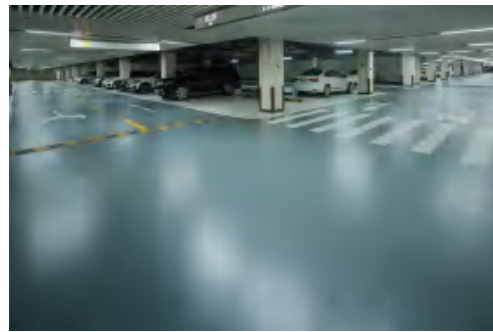
3. 屋面工程

(1) 屋面砖铺贴平整，排布有序，砖缝统一，坡度合理，排水顺畅。

(2) 屋面排气孔精美实用，与分隔缝对中，排布整齐，成行成线。屋面透气管施工规范、不锈钢灯罩造型美观。

(3) 出屋面石材台阶设置规范，平整洁净，防滑凹槽顺直美观，地毯石雕刻精美。屋面排烟道造型美观，高度准确。

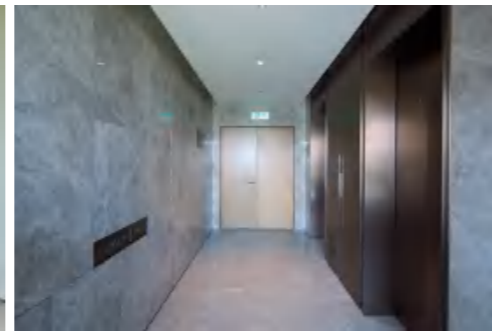
(4) 女儿墙泛水砖铺贴精细，角度统一、线条顺直。屋面排水沟坡度准确，表面平整、线条顺直、流水通畅，无积水现象。落水口成品篦子做工精致，排水顺畅。屋面分缝打胶线条饱满。



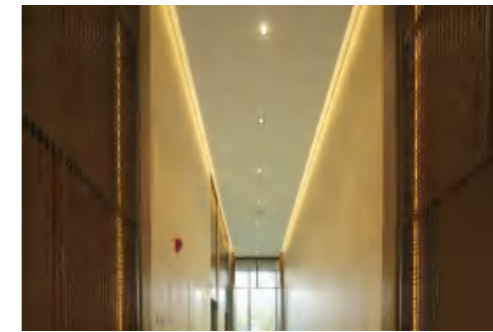
地下室环氧地坪漆
平整坚实，色泽一致，无空鼓开裂



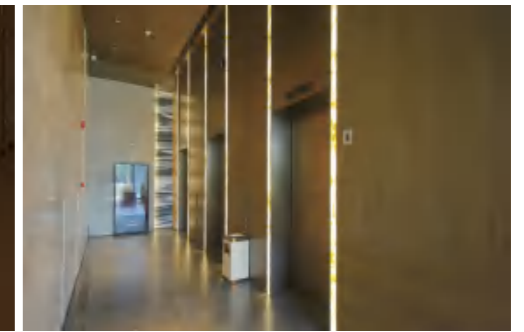
首层泛会所完美营造慢生活
东方意境，给住户高品质生活感受



公区墙地天然石材
自然美观，墙面平整清雅



天花吊顶表面平整无变形，
设备末端成排成行



电梯前室装修典雅，
电梯运行稳定、平层准确

(5) 屋面钢结构花架，立柱及铝板安装顺直，焊缝饱满，涂料均匀平整。钢结构探伤检测合格。

4. 机电工程

(1) 管线综合优化科学合理，管道排布美观、顺直，支吊架设置间距符合规范，管道标识清晰。

(2) 设备机房管道布置合理、美观，设备基础、管道成排成线，工艺精细。设备管线排布整齐，成排管件标高一致。

(3) 管线间距统一，穿墙、封堵标准规范，工艺细致美观。

5. 装饰装修工程

(1) 塔楼外墙大分格铝板幕墙，造型美观，色泽均匀、分缝整齐，表面平整，打胶饱满、光滑。

(2) 外窗采用德系系统窗+中空 Low-E 玻璃，节能美观，安装牢固，表面洁净、光泽，打胶严密、顺直。

(3) 塔楼首层大堂拥有专属泛会所空间，硬装设计选材上乘，色泽清雅，软装完美营造“慢生活的东方意境”，给住户高品质的生活感受。

(4) 公区天花吊顶系统末端布置合理，居中对称，成排成行，整齐美观。

(5) 公区墙地采用天然石材装饰，花纹自然美观，墙面平整、缝隙均匀顺直，地面平滑、洁净、光泽。

(6) 标准层户内装饰典雅，地面石材拼缝密实、浑

然一体；墙面木饰面装饰，自然协调。阳角顺直美观。

(7) 公区管井内墙面粉刷均匀，阴角顺直，地坪漆平整光滑、色泽均匀，反坎处理精细、色彩鲜明。入户门、防火门安装牢固，标高准确，门框与墙面收边顺直、洁净。

(8) 地下室车库环氧地坪漆平整坚实，色泽一致，界面清晰，车位划线合理清晰。涂饰墙面色泽均匀协调，指引清晰。

6. 电梯工程

18 部垂直电梯运行平稳、制动可靠、平层准确。

7. 室外园林

室外地面铺装平整，园林景观与环境协调融合。

八、综合效果及获奖情况

1. 综合效果

本工程开工伊始，确立了“鲁班奖”的质量目标，编制了《鲁班奖创优策划书》。在工程建设中，精心策划，建立健全质量保证体系，全面推行标准化管理，坚持样板引路制、岗前交底及讲评制、过程三检制、质量例会等制度，实施全过程、全方位质量控制，保证了工程质量，实现了过程精品。

开工以来，项目一直秉承“工匠精神”，塑造过程精品，取得了良好的社会效益。

项目规划合理、设计美观、环境协调、绿色节能、以

人为本、居住便利。

工程投入使用以来，结构安全稳定，各系统运行良好，实现了“功能性、系统性、先进性、美观性、经济性”的和谐统一，建设、勘察、设计、监理、物业单位非常满意。

2. 获奖情况

本工程荣获广东省岭南杯优秀空间设计金奖、广东省建设工程优质结构奖、广东省新技术应用示范工程、广东省房屋市政工程安全生产文明施工示范工地、广东省建设工程项目施工生产安全标准化工地、广东省建筑业绿色施工示范工程、深圳市优质工程金牛奖、广东省建设工程金匠奖、中国建筑业协会 BIM 大赛一类成果、中国建设工程鲁班奖等多项殊荣。





国家优质工程金奖：深圳市东部环保电厂

文 / 深圳市深能环保东部有限公司



一、工程概况

深圳市东部环保电厂位于广东省深圳市龙岗区，是目前世界单厂规模最大的垃圾焚烧电厂。建设6台日处理垃圾850吨炉排焚烧炉生产线，3台66MW汽轮发电机组，配套附属生产、生活设施，以及灰渣综合利用及处置场工程，占地面积54.3万m²。工程总投资43.9亿元。设计日无害化、减量化、资源化焚烧处理生活垃圾5000吨，年运行小时数不低于8000h，年发电量约11.7亿kWh，设计厂用电率为16.5%，年对外供电量约9.80亿kWh。工程按照“高起点规划、高标准建设、高效能管理”的目标，开创“生产、办公、生活、教育、旅游”五位一体的综合体建设发展模式；着力把工程打造成依法治理、低碳环保、多方共赢的典范。

主体工程于2018年1月17日开工，2019年12月31日，完成全厂“6炉3机”168小时整套试运转商业试运行。截至2023年3月19日，本项目累计无害化处理765万吨，节省填埋库容1078万m³；累计发电41.9亿度；累计售电35亿度，相当于节约标准煤105.4万吨，减少燃煤排放二氧化碳283.6万吨；相当于植树造林198.2万亩，为2030年实现碳达峰做出积极贡献。取得良好的社会效益、经济效

益、环保效益。本项目为深圳市重大市政设施、民生工程，处理龙岗、福田、罗湖、大鹏、坪山5个区的生活垃圾，相当于每天处理约600万人产生的生活垃圾，每天发电量相当于提供坪地街道80%工业与居民用电。

二、工程特点及亮点

1. 工程设计亮点

(1) 采用七级烟气净化工艺：按照国际一流、国内领先的标准设计、建设、运营，实施创新工艺技术路线，采用全国最先进七级烟气净化工艺（高效垃圾焚烧炉排炉+SNCR法脱硝+旋转喷雾半干法脱酸+干法脱酸+活性炭喷射吸附+袋式除尘+湿式碱洗涤脱酸+SCR法脱硝）。

生态环境部生活垃圾焚烧发电厂自动监测数据公开平台向社会公众公布，“2020年垃圾焚烧企业烟气减排控制能力排行榜”中以221分夺得全国第1。NGO组织“环境大数据分析与企业环境绩效评级机构（清气团大数据）”，本工程6台炉分列2021年“HCl排放最稳定的前100台焚烧炉”第1、2、3、5、8、10名。

(2) 设备运行参数领先：过热蒸汽采用中温次高压设

计参数，投产后的锅炉效率（86%）、汽机热耗值、厂用电率等主要技术经济指标均优于设计值，达到国内外同类型机组领先水平。

(3) 垃圾渗滤液实现全处理、零排放：垃圾渗滤液通过“初沉池+调节池+厌氧+膜生化反应器（MBR）+纳滤（NF）+反渗透（RO）”组合工艺，产生的污泥经过离心脱水至80%含水率后进入垃圾焚烧炉焚烧；臭气通过管道输送至垃圾焚烧炉焚烧；处理工艺中产生的反渗透浓水用于飞灰稳定化及石灰浆制备，二级物料浓缩液、腐殖酸、生化污泥和湿法脱酸废水污泥回喷至焚烧炉，脱酸废水冷凝水回用至冷却塔补水，实现全厂垃圾渗滤液全处理、零排放。

(4) 除臭系统密封性优：本项目配备完备的密封除臭系统。垃圾池屋面采用现浇混凝土结构；每个垃圾池和渗滤液沟道间均设置一套完善的通风除臭系统，维持池内常年负压-50~-10Pa，防止池内臭气外逸扩散。

(5) 大容量光伏发电：在“双碳”目标的发展背景下，本项目大罩壳屋面设计BIPV光伏发电，装机容量为3.3MWp，平均每年发电约384.74万千瓦时，自发自用，大大降低建筑能源消耗，是国内第一个在垃圾焚烧环保电厂

厂房顶部设置大容量光伏发电的项目。

(6) “海绵城市”理念融入厂区设计：本项目通过透水路面、绿化屋顶等措施延缓径流形成，共铺设透水砖9000m²，透水铺装率达到52%；设置雨水收集池840m²，收集场地雨水用于绿化灌溉、水景补水、道路浇洒。全厂绿地采用复层绿色化设计，种植适应当地气候和土壤条件的植物，采用乔、灌、草结合的复层绿化，种植区域覆土深度和排水能力满足植物生长需求。最终实现年均雨水径流控制率67.5%，雨水径流面源污染削减量53.6%。

2. 工程施工亮点

(1) 重大民生环保项目，社会关注度高：本项目属于特大型垃圾焚烧工程，垃圾日处理量达5000吨，可有效缓解垃圾填埋库容临界可能导致的垃圾围城困局，承接深圳市生活垃圾处理。

(2) 工程绿色施工要求高：本项目位于一线城市且临近居民区，绿色施工关键要素诸如人员健康与安全、环境保护、节水与水资源利用、节能等面临极高要求。

(3) 采用特大型综合主厂房围护结构透空围护结构：该结构为超大尺度的钢结构，平面为直径326m的圆形，



内部柱距最大68m，屋面高度45m~65m。采用屋面网架-内部格构柱-侧墙桁架的复杂组合受力形式，结构复杂、防火、抗风、抗震性能要求高。

结构设计中，采用了PKPM系列结构设计软件、YJK盈建科建筑结构计算软件，进行多高层结构三维分析设计；采用STAAD.Pro三维结构分析和设计软件，分析设计垃圾库、卸料平台、汽机房的钢屋架；采用3D3S、midas Gen进行大罩壳钢结构分析设计，并采用有限元分析软件ANSYS、ABAQUS进行非线性稳定和抗震验算；采用理正结构工具箱、探索者TS-MTS进行楼梯、钢结构节点等局部构件设计。

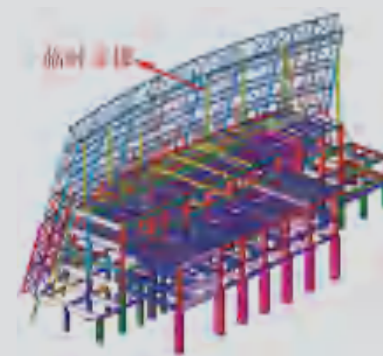
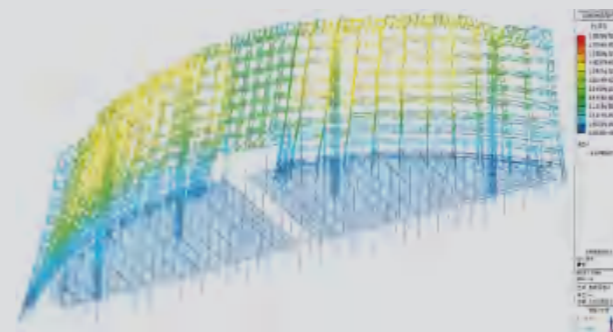
(4) 采用先进的Smart 3D三维工厂设计系统：主厂房布置上采用先进的Smart 3D三维工厂设计系统，建立厂房内结构、设备、管道、桥架等的三维模型，同时配合使用最新开发的支吊架建模软件，可将设计成品生成精确支吊架模型导入管道三维模型中，这样可使设计范围内的所有元件建入模型中，共同参与碰撞校验，能有效地将碰撞消除在设计阶段，减少现场修改的工作量。

(5) 采用CAESAR II管道应力分析软件和管道流体分析软件Pipenet：对主蒸汽、抽汽、给水等管系进行热胀应力分析，在各种工况下保证管系的安全、可靠，且各设备的接口数据完全满足制造厂的各项要求。

(6) 应用BIM技术：由于深圳市东部环保电厂综合主厂房透空围护钢结构工程的施工难度，通过应用BIM技术，项目基于BIM建模实现了管桁架多杆相贯节点的优化、三维角度相贯线精确切割拼装安装、钢结构吊装模拟受力分析、超高侧向倾斜桁架卸载分析、大跨度高空散装屋面网架安装合拢分析、“永临结合”的钢结构塔吊基础，大幅度提升施工效率，提高施工质量，解决施工难题。

1) 超高倾斜侧墙桁架安装施工仿真：侧墙桁架先于屋面网架安装，其与竖向夹角为 16° 。由于侧墙桁架为片式吊装，且其悬挑长度较大，最大悬挑长度约20m。为减小侧墙桁架安装时的变形和应力，需设置临时支撑。每榀侧墙桁架设置一个临时支撑。

2) 格构柱顶部设置塔吊：由于现场存在的设备，场地缺乏空间设置塔吊基础，将7台塔吊设置于格构柱顶部。格



构柱顶部设置塔吊基础底座。塔吊规格为W7015-10E，其能够满足70m吊装半径内达到1.5t。独立塔吊高度为21m~27m，格构柱高度为42m~54m，总高度最高为84m。

管桁架多杆相贯节点的优化：侧墙桁架门洞跨中多杆相贯，管管叠加相贯口密集，将焊缝叠加使局部应力集中，经Tekla体放样后的模型导出BIMsight文件向设计院提供准确的多杆相贯精确数据。BIMsight文件设计院可直接导入通用有限元软件MIDASGen进行设计软件间的数据对接和计算，将此节点优化为焊接球节点，Tekla与BIM的协同综合考虑分析。

(7) 特大型空间结构健康监测系统开发运用：针对大罩壳进行的应力、位移、沉降进行在线监测，监测数据实时传输至分析后台，后台进行分析实时反映至大屏幕，及时报送预警信息，为侧墙桁架、屋面网架的安装提供有利数据支撑。

三、质量管控总结

1. 工程创优策划

作为社会各界重点关注的环保民生项目，本项目开工前已明确建设总目标为高标准达标投产，创“国家优质工程金奖”。建设单位深圳市深能环保东部有限公司围绕建设总目标，成立了项目达标创优领导小组，编制了《深圳市深能环保东部有限公司达标创优总体策划》《深圳市东部环保电厂项目创国家优质工程实施细则》等，主要参建单位均按达标创优的总目标制定了具体的实施措施。

对项目进行全过程、全方位质量控制，建立问责制度。定期组织创优班组召开创优协调会、质量分析例会。定期考核班组质量，进行奖罚。落实各项创优准备工作，确保一次创优。

2. 工程创优质量管理

保证设备制造质量，对工程重大设备进行全过程质量监造，有计划地开展监造工作。监造工程师驻厂跟踪、监督、验收设备制造质量，定期及时报送设备监造报告，同时派遣工程技术人员不定期到厂见证、跟踪、了解各设备、部件套



的制造进度和制造质量，并及时协调处理设备制造过程中的问题。做到“策划先行，样板引路，过程控制，精益求精”。

工程施工工序量化、工艺精准。建筑安装单位工程 176 个，验收合格率 100%，每条焚烧线受监焊口 8442 道，一次检验合格率 99.80%。

3. 创建创优档案管理体系

工程档案 7114 卷，执行《中华人民共和国电力行业标准 DL/T 241-2012 火电建设项目文件收集及档案整理规范》等规定。统一归档要求，督促、检查施工单位的档案管理工作，做到工程档案的“规范、齐全、系统、完整”，资料归档、装订符合达标要求。

四、工程科技进步总结

工程采用特大型垃圾焚烧发电厂烟气超低排放关键技术、特大型垃圾焚烧发电厂大通透百叶窗关键技术研究与应用等技术；创建国内首个厂内二噁英分析实验室、固体废物成分分析和毒性检测实验室、材料实验室、机械性能及强度实验室和 CFD 流场模拟实验室；应用“建筑业 10 项新技术”中 8 大项 26 子项，电力建设五新技术 9 项，应用国家重点节能低碳技术 6 项，效果良好。

工程通过不断积极创新，取得发明专利 5 项，实用新型专利 27 项，省部级科技进步奖 11 项（其中一等奖 1 项），工法 11 项，QC 成果奖 9 项，其他奖励 3 项。荣获 2021 年度电力行业优秀工程设计一等奖、2022 年工程建设项目设计水平评价一等成果、2022 年度中国电力优质工程、2023 年度中国钢结构金奖、2022-2023 年度第一批国家优质工程金奖等殊荣。

五、绿色建造总结

绿色施工是可持续发展的趋势，为此各参建单位强化绿色施工意识，加强对一线施工人员的培训。完善绿色施工管理体系，制定绿色施工方案。结合实际建造工程情况，进而有针对性地采取施工措施，保证施工质量。工程认真贯彻绿色建造的管理理念，实施方案针对性强，并积极采用电力建设“五新”技术和“建筑业 10 项新技术”。烟气排放指标优于现行国家标准和欧盟最新标准，达到国际领先水平。

深圳市东部环保电厂不仅为城市提供能源，也为社会提供精神层面的能量，探索出了一条可复制、可推广的“无废城市”建设之路。代表了中国城市生活垃圾无害化、资源化、减量化处置的发展方向，成为我国垃圾焚烧发电技术发展的里程碑工程。为践行“低碳、环保、持续、循环”的城市绿色发展理念，作出了巨大贡献！



深圳建筑业协会八届三次会员代表大会

深圳建筑业协会 召开八届三次会员代表大会

2023年3月3日下午

深圳建筑业协会八届三次会员代表大会在甘泉路近零碳社区多功能报告厅隆重举行。会议由协会副会长、江苏华建建设股份有限公司深圳分公司党委书记、总经理吴碧桥主持。

尹剑辉会长代表深圳建筑业协会第八届理事会向大会作《深圳建筑业协会2022年度工作报告》。

大会审议通过了《深圳建筑业协会2022年度工作报告》《深圳建筑业协会2022年度财务工作报告》《深圳建筑业协会2022年度监事会工作报告》。

大会特邀国家发改委国家节能中心国际合作处处长时希杰作《双碳背景下的建筑行业绿色发展》讲座。时希杰处长详细介绍了建筑行业绿色发展方向、实施进展及项目应用情况，鼓励建筑行业提升项目规划、设计、建设、运营全生命周期绿色低碳水平，为经济高质量发展做出建筑从业者的贡献。

深圳市住房和城乡建设局建筑市场和招标投标监管处处长林震在讲话时表示，深圳

建筑业协会过去一年充分发挥了服务政府、服务企业的双向服务职能，工作扎实、亮点纷呈。她希望深圳建筑业要坚定绿色化、工业化、智能化融合发展方向，重点发展高科技含量的现代建筑业，以先行示范的标准建设现代建筑业高质量发展标杆城市，并从坚定发展信心、坚持创新驱动、坚守合规经营三个方面，对建筑业协会及各建筑业企业、从业人员提出建议。

深圳市两新组织党工委副书记、深圳市民政局党组成员、深圳市社会组织党委书记、市社会组织管理局局长李文海在会议讲话中指出，深圳建筑业协会作为深圳建筑业的品牌名片，多年来紧紧围绕我市发展战略，在助力政策落地、培育专业人才、规范市场秩序等方面为深圳建筑业高质量发展做出了重大贡献。李文海局长从坚持以高质量党建把稳行业前进的方向、坚持以高标准找准行业发展的定位、坚持高站位、视野明晰、行业使命担当三个方面对协会及建筑业从业人员提出了希望。

大会还对2022年度深圳建筑业优秀企业、个人做出表彰，现场表彰了2022年度“十佳通讯员”“十佳联络员”“十佳统计员”，2022年度“行业人才培养贡献奖”“履行职工教育责任优秀企业”，

2022年度深圳市建筑劳务企业信用评价上榜企业，2022年度深圳市建筑施工企业信用评级AAA级企业代表，2022年度“廉洁从业自律示范单位”，第六届（2022）建设工程建筑信息模型（BIM）应用成果交流活动一、二类成果企业，2022年度优秀项目经理、优秀企业家，“2022年度深圳市优质工程奖”金牛奖获奖单位，2022年度创国家级奖项先进单位。

2023年度建筑业 生态环保专题培训会举行

2023年3月15日

深圳建筑业协会与中国建筑一局（集团）有限公司（以下简称“中建一局”）联合主办的2023年度建筑业生态环保专题培训会在福田区睿玺假日酒店举行。本次培训会邀请到深圳市住房和城乡建设局建筑废弃物管理办公室郭晓磊、深圳市生态环境局大气环境处吴伟业、深圳市环境科学研究院杨娜等相关领域专家就建筑废弃物管理、大气环境污染和噪声污染防治等方面进行政策解析和管理培训。中建一局环境管理部、子企业环保管理部门负责人、环保专职人员、华南区域分公司履约负责人及项目负责人等线上线下近千人参与了培训。



2023年度建筑业生态环保专题培训会会议现场

《深圳建筑业》征稿启事

2023 我们一起向未来

2023年，陪伴行业、企业多年的《深圳建筑业》全新改版亮相。为了更好地展示深圳建筑业在新时期的建设成就与创新精神，增进主管部门与企业间的联系，扩大深圳建筑业的影响，《深圳建筑业》现公开征集建筑业各类稿件，欢迎各会员企业投稿。

一、征稿内容

- 1、政策法规类。建筑业相关政策法规及地方出台的相关政策、法规和管理办法等文件分析、解读。
 - 2、研究报告类。市场热点的跟踪和分析，参观、考察或针对具体工作的调研报告，对建筑业某一领域的研究报告。
 - 3、管理经验类。企业管理的心得、重大项目管理运作、安全生产管理等相关探讨。
 - 4、技术创新类。企业技术创新的成果与案例解析。
 - 5、数据分析类。行业或企业适合对外公布的数据及简要解读。
 - 6、先进建造类。如绿色建造、智能建造、数字建造等。
 - 7、经典项目类。获得省优、国优、鲁班奖等经典项目技术亮点及高清优质图片。
 - 8、借鉴参考类。国内外建筑业前沿技术、制度、管理、历史等观察与思考。
 - 9、企业动态类。企业重大、重要事件与活动的简讯。
 - 10、党团工委类。党建、团建、工会或纪检工作先进经验的总结与思考。
 - 11、建筑情怀类。抒发建筑情怀的各类文体。
 - 12、摄影图片类。建筑相关平面设计、摄影、绘画、书法等。
- 另：如对行业管理、建筑界热点话题和重大事件有独到见解，欢迎提供专题栏目的线索或主题建议。

二、征稿对象

深圳建筑业协会会员单位及行业相关企业、个人

三、稿件要求

- 1、凡是符合以上征稿范围的原创文章均可投稿，且不限于以上范围。
- 2、企业动态类文章限1000字以内，其它文章要求1000字以上5000字以内，特殊情况可以不受上述字数限制。

- 3、所供稿件要求文通字顺、主题明确、结构完整、逻辑清晰；配图与图片作品要求分辨率不低于300dpi，或不低于3M。

四、投稿方式

- 1、截稿时间：时间不限，全年征稿。
- 2、投稿请注明工作单位、姓名、手机号码、微信号等信息，以便及时沟通联系。
- 3、征稿邮箱：szjzybjb@163.com
- 4、邮件主题请以“单位+姓名+文章标题”命名，稿子以Word文档形式上传附件发至以上指定邮箱。

五、投稿咨询

编辑部电话：0755-83193957
联系人：赵丽娟 13537565010 林彦媛 15220008676

六、投稿奖励

- 1、所有稿件一经选用，将会以邮件形式告知，稿酬于文章正式刊出后支付，以资鼓励。
- 2、所投稿件如属优秀论文，将推荐至深圳唯一的国内外公开发行的权威建筑类专业期刊——《住宅与房地产》新营造版（刊号：ISSN1006-6012;CN44-1403/F）发表，可用于申报评审中、高级职称。

望各会员单位及行业相关企业、个人踊跃投稿。

《深圳建筑业》编辑部

2023年6月