

湾区“智核”崛起！ 番禺区计算科学与大数据产业园解锁智能建造实践

文/陈小珊 徐海洲 温瑞雪

珠江潮涌，见证时代变迁。在广州大学城中轴线北区，番禺区计算科学与大数据产业园——这座承载科创使命的城市新地标，在中铁建工集团第五建设有限公司（以下简称中铁建工五公司）的匠心建设下，正从蓝图跃入现实。自项目2020年破土动工以来，建设者以一场深刻的“智能建造”革命，为大湾区的“智核”注入澎湃动能。

实力筑基，匠心铸就品质

作为广州加快打造人工智能与数字经济试验区的核心支撑平台，番禺区计算科学与大数据产业园，总用地面积约9.5万平方米，总建筑面积约58.4万平方米，总投资额约33亿元，由创信园、创博园，创享园、创投园四个地块组成。其极高的战略定位与施工难度，对承建方的综合实力提出了更高的要求。

中铁建工五公司始建于1996年，隶属世界500强企业中国中铁旗下的骨干成员中铁建工集团，具备建筑工程总承包一级、机电工程施工总承包一级、市政公用工程总承包二级、电力工程施工总承包二级等多项资质。依托集团雄厚实力，中铁建工五公司深耕房屋建筑施工，辐射各类大中型房建、城市轨道交通、铁路、市政、水务环保、机场场道工程等领域，业务版图遍布粤港澳大湾区及湖南、海南、江西、江苏、安徽、山东等省份，年经营规模超310亿元，生产规模逾120亿元。

秉持打造“区域知名、行业领先、

国内一流的城市建设服务商”的企业愿景，中铁建工五公司始终坚持“以诚信、智慧、科技、管理铸就更高质量更富情感的建筑精品”的质量方针。正是这份对卓越的不懈追求，该公司打造了众多地方标志性建筑，如广州白云站、深港科创综合服务中心、深圳长富金茂大厦、广州地铁指挥中心、金融城综合交通枢纽等。

中铁建工五公司在业内的表现赢得了诸多荣誉：六次跻身“中国中铁三级工程公司20强”，荣获“全国五一劳动奖状”“国家优质工程奖”“中国钢结构金奖”“全国市场质量信用A等用户满意工程”“广东省建设工程质量创优特别贡献奖”“华南地区最佳人才管理创新奖”“詹天佑故乡杯奖”等百余项国家及省部级奖项。

当大湾区的“智核”蓝图，与这支历经锤炼、追求卓越的建造铁军相遇，一场以“智能建造”为核心、融合尖端科技与工匠精神的创新实践，便在这片热土上全面铺开。

红色引擎，驱动建造创新

中铁建工五公司对工程质量品质的执着，不仅来源于对新技术新工艺的探索追求，其根本动力更在于对党建引领的坚持。

在番禺区计算科学与大数据产业园项目一线，鲜艳的党旗始终高高飘扬。项目党支部坚定践行“项目工地在哪里，党建工作就延伸到哪里”的理念，坚持“抓党建就是抓业务、抓业务必须抓党建”，将党建引领深度融入项目建设全过程，使其成为驱动项目高质量建设的核心力量。

强化政治引领，锚定创新航向。项目党支部将理论学习摆在首位，紧紧围绕习近平新时代中国特色社会主义思想 and 党的二十大精神以及上级公司党委重大决策部署及重要会议精神，引导全体党员深刻领会建设“大湾区智核”项目的重大战略意义和创新要求。同时，严

格执行“三重一大”决策机制，确保工程管理各环节民主科学，为项目稳健推进奠定了坚实基础。

项目党支部充分发挥基层党组织的战斗堡垒作用，不仅规范制度、严管党员，更着力激发党员在项目重难点中的先锋作用。面对复杂结构施工和新奇的安全管控，党员骨干带头学习新知识、探索新方法，将学习成果转化为解决现场难题的实际能力。在人才培养上，项目党支部着眼行业未来，引导党员积极适应建筑行业智能化、信息化的发展趋势，为铸造精品工程打造人才基础。

思想上的清醒铸就了行动的坚定。从党建引领的坚实基础出发，项目团队在科技赋能的道路上大步迈进，将党的政治优势、组织优势，源源不断地转化为推动智能建造的强大动能。



番禺区计算科学与大数据产业园

数智赋能，贯穿建造全程

步入番禺区计算科学与大数据产业园项目工地，数字化管理已渗透至每个角落，成为项目高效运转的“智慧大脑”。

项目倾力打造的三星智慧工地平台，堪称项目管理的“数字中枢”，集中呈现了三维立体施工模拟、各阶段工程概况以及覆盖安全与质量的云端管控系统。该平台整合了包括视频监控、实时环境监测、塔吊运行安全监控等在内的二十余项智慧应用，管理人员通过数字大屏，即可实时掌控工地全局，现场管理的精细化水平与运作效率大幅提升。

在人员管理方面，智能化带来显著提升。项目引入基于人脸识别的劳务系统无感考勤技术，工人仅需“刷脸”即可实现考勤，彻底告别了传统打卡的繁琐流程。这套实名制管理体系

还能实时统计各工种出勤数据，为项目团队科学规划施工进度、优化人力资源配置提供依据，使人员管理既精准又高效。

钢结构因其精度高、数据易分散，是智能建造的关键战场。项目团队创新性地引入钢结构全生命周期管理平台，运用BIM技术与云计算能力，打通从设计、深化、生产、运输、安装到最终验收的全环节数据链，形成了钢结构BIM全生命周期智能建造新模式。具体而言，钢结构全生命周期平台在设计阶段，可集成基本属性信息，方便图纸管理；深化阶段，承载相关信息并记录成果；生产阶段，与工厂合作实现追溯；运输阶段，可以跟踪车辆及记录；安装阶段，能够管理现场作业；交验阶段，则录入验收信息。

人机协同，延伸建造触角

如果说数字平台是项目的“智慧大脑”，那么规模化应用的机器人则是延伸在现场的“灵巧双手”。

在2024年6月广州番禺区房屋建筑施工“安全生产月”现场观摩活动中，番禺区计算科学与大数据产业园项目规模化应用的机器人方阵成为焦点。这些覆盖测量、抹灰、喷涂、地面找平等工序的智能“新建筑工人”，以其高效、精准、安全的效能，不仅提升了项目效率和质量，还降低了劳动强度与材料损耗，提高了安全系数。

在内墙抹灰区，一幕人机高效协作的场景正在上演。搅拌机器人将砂浆均匀备好，双喷头砂浆喷涂机器人均匀地将砂浆喷涂上墙，紧随其后的抹灰机器人则灵巧地挥舞着“手臂”抹灰收面。

抹灰作业中，砂浆搅拌、砂浆湿喷、机器人抹灰收面为完整工序。项目创新配置由抹灰机器人、双喷头砂浆喷涂机器人、搅拌机器人组成的“智能抹灰班组”。在人机协同模式下，仅需3台机器人和2名操作工监控辅助，

即可完成传统16名抹灰工的工作量。值得一提的是，该抹灰机器人是中铁建工集团研发的具有自主知识产权的产品。

在钢结构维护区域，一台搭载着复杂装备的智能钢结构维护机器人正顺着钢梁稳健移动，对钢结构表面的锈蚀快速清除后，随即进行精准喷涂防护，一气呵成完成除锈喷漆任务。这台拥有中铁建工集团自主知识产权的“钢铁医生”，由作业系统和底盘两部分构成，其六轴机械臂能够智能调整角度和距离，具备激光除锈、打磨设备以及喷漆、清理装置等功能。

在混凝土结构施工区域，另一款同样由中铁建工集团自主研发的智能施工打磨/钻孔机器人在自主作业。它整合了先进的感知系统和控制系统，搭载着全向移动底盘和6自由度机械臂，实现混凝土内墙面打磨、内墙面打孔、天花打磨、天花打孔四个场景的无人化施工作业。

而在室内喷涂现场，一台室内喷涂机器人展现出高度的自主性。它集成喷涂机器人系



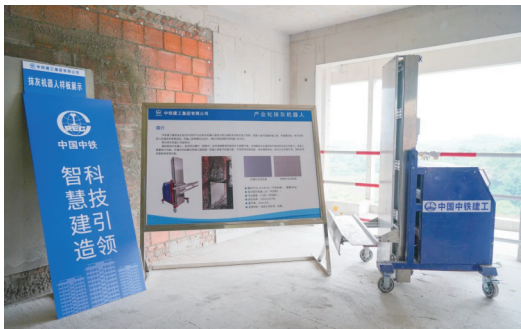
大型钢结构连廊整体提升圆满成功



产业园效果图

物料管理同步迈入智能时代。项目应用了物料无人值守技术，通过配备内置AI专业算法的罐车司机自助验收终端，与物料验收系统联动，打通数据与业务逻辑，实现混凝土罐车司机自助验收。该技术有效释放了人力，促进全检，并规范了验收流程。

此外，为确保群塔作业万无一失，项目引入了先进的群塔防碰撞系统。该系统内置400多种复杂场景的防碰撞算法，实时采集分析每台塔吊的运行状态。一旦系统预判到塔吊间或塔吊起重臂与周边建筑物存在碰撞风险，声光警报会立即响起，并自动触发降速甚至紧急截停功能，能够有效规避折臂、倾覆等重大风险，也为周边建筑提供了可靠的安全屏障。



抹灰机器人

统、移动平台、传感器系统、电气控制和操控终端五大模块，无需外接电源，就能自动行走，配备双喷头联动系统实现全自动喷涂。其喷涂高度0-6米，依靠超声波避障在复杂环境中穿梭，大幅减少粉尘暴露和效率瓶颈，保障了工人健康与施工进度。

这些智能建造机器人的规模化应用，有效克服了传统施工中精度不足、效率低下、安全风险高、劳动力依赖强等痛点，提升了项目的整体建造水平、质量精度与安全文明施工形象，生动诠释了“安全、高效、精益”的建造理念。

关键技术，攻克建造难题

工程建设中，关键技术的突破是保障安全与精度的基石。2023年7月，番禺区计算科学与大数据产业园项目曾面临一项严峻挑战：将连接创投园南和北双塔的长达900吨、跨度51米的巨型钢结构连廊，整体提升至约53米高空。

如此大吨位、大跨度连廊整体提升，对安全和精度要求近乎苛刻，是对智能建造能力的极限考验。对此，项目团队迎难而上，创新采用“分段施工+整体液压提升”方案，一场科技与力量的精准协同拉开序幕。

大跨度钢连廊在地面被精密划分为若干段进行施工，现场布置4个提升吊点，每个吊点设置1台液压提升器。提升指令下达后，操作室内技术人员通过计算机系统精确控制着4台液压提升器同步发力。与此同时，遍布连廊关键部位的传感器网络，将位移、变形、应力等关键数据回传至监控中心。施工团队严密监控着每一个细微变化，确保连廊在平稳上升中保持绝对的稳定与安全。详尽的紧急救援预案和疏散方案也已部署到位，确保在突发情况下能够迅速采取有效措施，保障人员安全。

在精密技术保障下，随着最后一毫米的精准对齐，长达900吨的钢连廊成功跨越51米长空，将创投园南、北双塔紧密相连！这标志着大吨位、大跨度、大面积钢结构连廊高空整体

同步提升行动获得圆满成功，是项目智能建造实力的有力展现。

支撑这些精密操作与安全保障的，是项目自主研发的核心技术成果。针对高空大跨度连廊提升的世界级难题，项目研发团队进行重点攻关，研发了“一种用于大面积钢结构液压提升的定位支架”（实用新型专利）和QC大跨度钢结构连廊安装新方法，将钢连廊在安装位置的正下方地下室顶板上拼装成整体后，提前在顶板预设四根定位柱，利用液压同步提升设备将其整体提升到预定标高，大大降低安装施工难度，解决局部承载条件下不稳定且较大挠度问题，提高安装精度和提升过程中多层钢连廊的整体稳定性。

除了高空作业的挑战，项目的地下施工同样面临复杂环境的考验。项目周边环境复杂，涉及深基坑开挖施工，其中地块二、地块三中间紧邻地铁12号线（在建）、地铁4号线（在运行），属紧邻地铁区段施工。面对复杂的深基坑作业挑战，“深基坑开挖支护安全控制技术”提供了有力支撑。其核心成果基坑支护板侧向抗压加强装置，利用可调压力侧向加压技术以及可灵活调节的支撑构件，如同为基坑穿上了“可调节的智能盔甲”，在土方开挖过程中提供关键的二次支撑防护，显著增强了局部支护强度，有效消除了坍塌、倾倒等安全隐患，为地下工程保驾护航。

绿色施工，践行可持续发展

智能建造不仅追求高效与精准，更与绿色可持续发展深度融合。项目团队将绿色理念贯穿于番禺区计算科学与大数据产业园建造全过程。

在边坡支护上，项目团队摒弃传统工艺，采用可回收重复利用模块化绿色护坡的支护形式，替代传统的钢筋网片喷射混凝土支护。该技术使用工厂预制的高强塑料格栅、密室土工布、防水隔离层等构件，现场结合钢丝绳和紧固件进行装配安装。这一创新大幅减少了对钢筋、水泥等高耗能、高污染材料的需求，从源头避免了施工中产生的空气、水和土地污染，并消除了混凝土泵送爆管的安全隐患。部分护坡构件设计预留植被空间，有助于后期生态恢复，实现了工程防护与生态修复的和谐统一。

在建筑主体建造上，项目团队大力推行标准化模块化施工，这是智能建造实现绿色低碳的重要途径。建筑被划分为18.5米进深的标准化空间模块，其主体结构、围护结构和设备管线均在工厂内预制并预安装完成。这些模块运至现场后，通过高效装配连接快速形成完整建筑。这种“像搭积木一样盖房子”的模式，有效保障构件质量，缩短现场施工周期，同时显著减少现

场材料浪费和建筑垃圾，降低对环境的影响。

园区设计本身也融入绿色智能理念，设置了景观通廊、下沉庭院和层层退台，创造出丰富的架空活动空间。此举提高了空间利用率，增强了园区的开放性和绿色氛围，契合产业园促进交流的定位，为未来的使用者营造了生态、健康的环境。

施工管理细节同样贯穿节能环保的智能思维。项目实施“永临结合”策略，施工阶段的楼层消防水管即按永久标准敷设并做好成品保护，未来可直接使用，避免重复建设。楼梯间采用声控照明，线缆敷设使用正式工程材料，节约用电的同时实现永临结合。扬尘智能喷淋系统时刻守护，扬尘数据超标时，联动云平台自动启动喷淋和雾炮降尘。生活区、电箱应急照明及围挡照明均采用太阳能供电，减少常规电力消耗。

番禺区计算科学与大数据产业园项目通过系统应用装配式模块化建造技术、绿色护坡工艺以及精细化智能施工管理，成功实现了工程建设效率、质量与资源节约、环境保护的协同发展，为推广绿色低碳智能建造提供了可复制、可推广的实践样本。

以智能建造为犁，深耕创新沃土。凭借中铁建工五公司先进的建造技术和精益求精的“精品”理念，番禺区计算科学与大数据产业园即将于2025年9月30日竣工交付。

随着园区的启用，广州大学城的人才与科研优势将在此迸发，吸引数字经济、人工智能等领域的翘楚汇聚，形成强大的创新集群。这座由智能建造托举起的产业园，正蓄势待发，将成为驱动番禺乃至广州经济转型升级、向世界展示中国科创实力的关键支点。