

打造“数字孪生水利”推动水利建设新质生产力发展

10月23日，水利部长江委组织青海省、四川省、西藏自治区、云南省、重庆市、湖北省、湖南省、江西省、安徽省、江苏省、上海市等11省市区水利（务）厅（局）、中国南水北调集团走进中国铁建引江补汉项目开展数智建造、安全质量管控现场教学，中铁十二局引江补汉数字孪生智能建造中心、综合加工厂以及隧洞安全质量管控等受到参训学员实地观摩。这是中铁十二局引江补汉土建6标项目以打造“数字孪生水利”为载体发展水利工程建设新质生产力的生动体现。

正在施工的引江补汉工程是南水北调后续工程首个开工重大项目，从长江三峡库区引水入汉江，沿线由南向北依次穿越宜昌市夷陵区、襄阳市保康县、谷城县和十堰市丹江口市，也是我国在建工程项目中长距离有压引调水隧洞中单洞长度最长、洞径最大、综合建设难度最高的项目。

中铁十二局承担引江补汉土建6标输水工程施工及金结机电安装，采用钻爆法及TBM施工，输水隧洞总长18.65公里，其中钻爆段7.525公里，TBM段11.125公里，标段作业具有大埋深、长线路、大洞径等技术特点和高地应力、高水压、高岩石强度、断层多、地下水多、软岩多等地质难点。

如何确保工程建设安全高效推进，中铁十二局引江补汉土建6标项目团队全面落实中国南水北调集团汉江水网公司打造“数字孪生水利”建设要求，用新技术提升传统施工作业，促进工程建设精细化、高端化、智能化、绿色化转型，打造工程建设领域新质生产力。

一屏观全域 一网管全局

“一张大屏，一目了然！”走进中铁十二局引江补汉数字孪生智能建造中心，一排排大屏幕上实时呈现着工程施工的各个环节、施工现场的各项作业环境数据和人员施工情况，不仅可以对隧洞掘进进行实时监测，还可及时进行预



报预警及突发事件处置推演，找到管理决策“最优解”。

引江补汉作为水利部首批数字孪生先行先试中唯一一个全生命周期的试点工程，项目团队通过将大数据、云计算、人工智能等最新信息技术和现场作业深度融合，将工程施工实时映射到数字世界，推进实体工程与数字孪生工程同步交互映像，建成了全要素、全天候动态监控体系。

打造具有高度“感知能力”的施工环境，提升项目的精益化生产、数字化建造、智能化管理。

该项目团队在孪生平台内置了人员车辆定位、IP广播及报警、施工环境监测、混凝土生产系统监控、关键设备监控、隧洞工序管控、TBM监测、灌浆监测、超前地质预报信息采集、隧洞围岩地质信息采集16个监测感知子系统，可对“人工料法环”全过程全要素感知监测,通过海量数据采集,叠算法融合,可生成多个供管理决策的数据看板,真正实现“一屏观全域、一网管全局”,全面提升项目建设的数字化、智能化管控。

动态感知 智慧响应 高效管控

引江补汉13号平洞施工段及12-1

竖井施工段采用矿山法施工，面对传统工序管控严重依赖管理人员经验，前后工序衔接慢，无法及时掌握现场工序进度的窘境。

该项目团队创新引入隧洞工序管控系统，该系统基于UWB（无线载波通信技术）定位技术自主研发，无需人工填报即可清晰形象地看到每个隧洞的围岩等级以及安全步距预警情况，实现隧洞工序自动识别、自动记录和分级预警。

通过对施工现场人员和机械安装传感装置，后台算法识别对应工种和施工设备，判定施工所处工序，计算工序所用时长，平台实时显示隧洞当前工序完成情况，彻底摆脱了原来的手记、看视频等老方法，让管理者更轻松地了解当前隧洞内的施工工序。系统还会记录历史每一道工序的施工人数、工序时间，辅助管理者进行多工序穿插施工的调度，提高开挖循环进度以及效率，比传统管控进度提升30%。

精确分析 精准预警 筑牢防线

“进入隧道，先戴定位手环”，在隧道口实名制通道，项目为进入隧洞内的每名人员都配备1个定位手环，该手环通过沿线每100米布设安装的定位基

站，可对作业人员定位精度控制在30厘米内。

不止于此，项目还对进入隧洞的车辆、作业台车等设备均安装布设智能感应设备，结合高精度定位技术、全程无线数据传输技术、BIM技术及边缘计算技术，对隧洞内车辆、台车等进行实时定位、轨迹查询和危险状态预警。

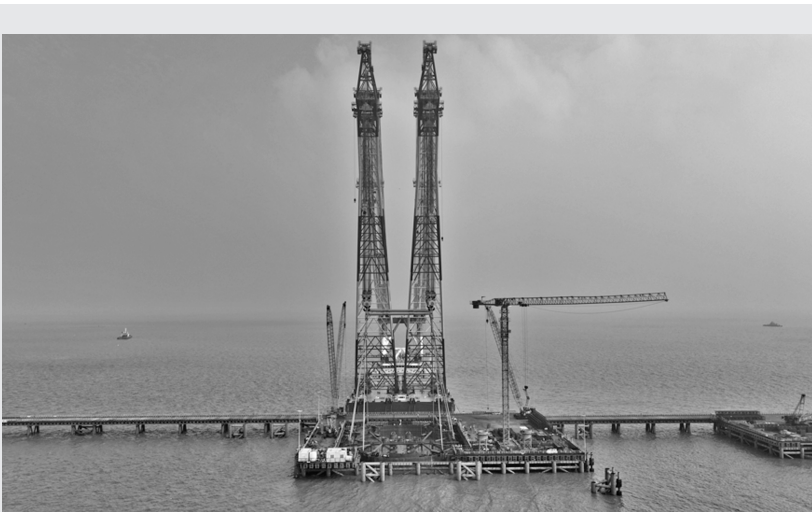
同时，该系统实现了对现场隧洞及支洞、混凝土拌和站、办公生活区监控全覆盖，并通过AI智能算法对监控进行实时安全隐患分析，可高效精准识别未戴安全帽、未穿反光衣、禁区入侵等安全隐患行为，在项目“安全生产网格化”精益管理和AI监控技术的“联合监控”下，构建了全时、全域、全面覆盖所有作业面的安全管控。

借助智慧工地管理平台，项目研发上线数字隧洞模块，通过大数据智能分析，可直观看到每条隧洞的危险气体超标分析、危险气体的实时监测数据、隧洞内的工种活跃人数、活跃人数变化曲线、各类报警信息，辅助项目安全管控决策。如遇突发紧急情况，管理人员还可通过隧洞内的IP广播、应急电话对现场人员进行“远程提醒”，通过AI技术变被动管理升级为主动预防。

该项目以“数字孪生水利”树品牌，促进施工生产优质高效进展，赢得业主认可。8月7日，引江补汉工程“施工规范化、标准化管理推进会暨质量验评资料观摩会”在该项目举行，项目部被授予“质量验评资料标准化示范标段”荣誉称号。该项目在南水北调国家水网工程建设全国引领性劳动和技能竞赛2024年第二季度施工单位考评中获第一名。

据相关负责人表示，未来，中铁十二局将加快数字产业化、产业数字化协同创新，进一步推动数字孪生等技术赋能工程建设，加快培育发展新质生产力，为推动项目优质高效推进、打造“数字铁建”提供强有力支撑。

（通讯员 赵桂军 郭俊江 刘明川）



10月28日10时50分，在世界三大强潮海湾之一的杭州湾海平面上，高25.1米，长55.7米，宽40.2米，重达2500吨的杭州湾跨海铁路大桥160号主墩钢吊箱被“二航卓越”起重船稳稳沉放到设计位置，“二航卓越”顺利完成了“首秀”。

“二航卓越”轮是迄今为止国内同类型船舶中技术最先进、起重能力最大的双臂架变幅式起重船，该轮总长165米，型宽52米，型深11米，设计吃水6.5米，采用3台3350千瓦主发电机组，2台2000千瓦主推进器，配备8点锚泊定位系统，起重能力5500吨，其起重量、起升高度可覆盖130米跨度非通航孔桥梁吊装，具备47米限高通航能力，相当于一次性将4000辆小汽车吊到40层楼高，是名副其实的水中“大力士”。该船信息化、智能化水平极高，可智能识别作业窗口条件，可自动判别吊装作业工序、开展工效及能耗评估、生成施工日志，可实现一键自动移船作业，提升移船作业效率。

该轮首次在工程作业船舶上引入了绿色节能型全船电网管理系统，同时还采用光伏储能、高效永磁电机等绿色节能技术以及作业辅助决策系统，应用了包含风、浪、流随船测量的作业环境感知系统，顺应了海上工程船舶绿色化、智能化的发展趋势。此外，该船还兼具作业适应性强的特点，能服务桥梁工程、覆盖水工工程、兼顾海上风电领域，堪称“建桥神器”，能满足大型海上工程智能化、装配化建造的需要，适应各种水域条件。

此次吊装作业的钢吊箱位于杭州湾跨海铁路大桥160号主墩，内外水头差达25米，为国内最大高度。在钢吊箱下放过程中，项目团队采用全自动化智能监控平台，动态监测、预警钢吊箱应力、姿态、高程等情况，并以三维界面进行实时场景还原，全方位展示钢吊箱姿态和受力状态，确保了整个下放过程的“万无一失”。

在大潮差（最大潮差8.69米）、强冲刷、急流速（最大流速5.3米/秒）、深厚淤泥层及浅层气多发等不利因素叠加的情况下，此次钢吊箱的顺利下放不仅显示了“二航卓越”能够及时、高效应对复杂多变的施工环境，快速、准确执行高精度、高难度的作业任务，也为后续同类型海上作业积累了宝贵的经验。

“二航卓越”的成功投运将为项目的顺利施工注入强劲动力，是该公司进一步占领桥梁建造高地，支撑“桥品牌”的有力体现。此次首吊是该船的首航首秀，后续，它将服务于更多的超级工程，为交通强国、海洋强国贡献中交力量。

该项目建成后，将与盐城至南通高铁、京沪高铁、沪昆高铁、宁波至台州至温州高铁、沪宁沿江高铁等多条线路相连，对于打造“轨道上的长三角”，完善区域路网结构布局，方便沿线人民群众出行，推进长三角一体化高质量发展等具有十分重要的意义。

（通讯员 杨雪 张玲萍）

国内起重能力最大双臂架变幅式起重船完成「首秀」

最大起重重量五千吨 相当于一次性将四千辆小汽车吊到四十层楼高

万吨桥梁完成“华丽转身”

——大别山高速明鸡段上跨京广铁路立交桥转体成功

10月15日12时40分，随着现场总指挥一声令下，2台600吨液压千斤顶的牵引下，重达2.96万吨的沿大别山高速明鸡段上跨京广铁路立交桥，经过110分钟的逆时针旋转，成功跨越京广铁路并与建成的桥面精准对接，标志由中铁七局承建的大别山高速明鸡段上跨京广铁路立交桥成功转体，为明鸡高速项目实施年底通车的目标奠定了坚实基础。

大别山高速明鸡段路线全长96.4公里，按照双向四车道高速公路标准建设，设计时速100公里/小时。本次成功转体的立交桥位于河南省信阳市李家寨镇、107国道东侧，桥梁支架场地布置困难且与相邻铁路较近，安全风险较大、标准要求高。

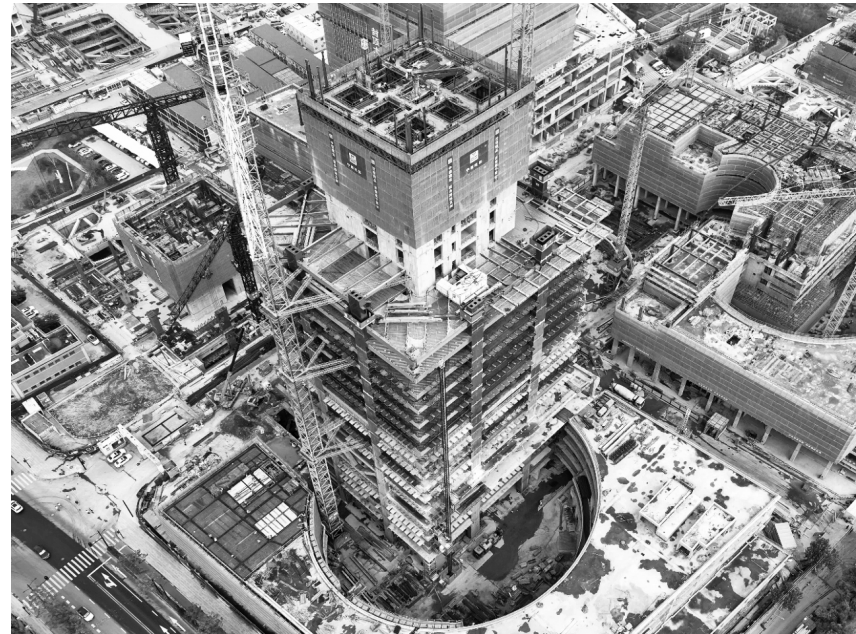
“此次完成转体的立交桥左幅桥面宽21.94米，右幅桥面宽17.9米，总重2.96万吨，是信阳目前正在建最重、最大跨度的转体桥，由于项目上跨京广铁路交通大动脉，全天下行区间内近270辆列车通行，对施工的安全标准要求极为严格。项目采用支架现浇转体施工技术，立交桥先平行于铁路进行现场浇筑，再逆时针旋转114度与建成桥面完成对接，可以最大限度减少对铁路运行的影响。”中铁七局大别山高速明鸡段项目总工程师罗斌介绍。

为保障立交桥的顺利转体，项目部设置了超声波智能风力监测传感器，通过精确的计算和模拟，确定了转体的最佳路径与速度，同时实现数据智能采集、记录、上传，并与BIM模型兼容，确保了转体的平稳过渡，避免了对既有铁路线造成的任何不利影响。

“为保障桥梁的‘精准转体’，项目施工团队提前进行了11度的试转体，为正式转体提供了精确参数。在桥梁转体过程中，通过在梁体布置6个传感器，实时监测桥梁偏移角、转动角、转动弧长等数据，并传输至转体牵引设备控制系统内，控制系统可通过读取数据，智能调节转体速度及停止位置，实现全程智能化、可视化、可追溯化‘毫米级’精准转体。”项目经理郭守敬介绍。

据了解，该项目是落实交通运输部对大别山片区交通扶贫工作的重要举措，对推进鄂豫皖三省大别山区交通一体化战略构想具有重要意义，项目建成后，该高速公路将直接串联起中原城市群和江淮城市群，成为大别山区连接东部沿海地区的又一快速通道，可以进一步加强中部城市与东部沿海地区联系，促进沿线地区的经济和旅游业的发展，并加快推动乡村振兴战略的实施。

（通讯员 雷霄 李万祥）



10月28日，在上海杨浦滨江项目施工现场，D塔楼主体结构高度成功突破100米。这座150米的高楼使用了中建三局自主研发的最新一代“空中造楼机”，以最快“五天一层楼”的速度“生长”，新质生产力在杨浦绽放，高质量发展再按“加速键”。

钢筋绑扎、模板安拆、混凝土浇筑……造楼机内，工人们在空间内各司其职，进行各个模块的施工，多道工序可穿插开展，宛如一个大型的“空中工厂”。

传统楼层施工，需要先将外爬架“加高”，同时拆除铝模板等材料，再运往新楼层搭设，耗时费力。而有了“空中造楼机”，施工所用材料和设备可以一键“搭电梯”整体抬升至新楼层，免除了频繁的拆装作业。

上海杨浦滨江项目总工程师杨旭表示：“造楼机并非一部自动造楼的机器，而是将工厂搬到现场，实现建筑工业化生产方式的有效载体。”

该塔楼所使用的中建三局自主研发的超高层建筑施工智能装备集成平台，是中建三局在沪的最新一代“空中造楼机”，可广泛应用于百米至千米级的超高层建筑施工，具备“工业化施工组织”“多施工装备集成”“全方位安全保障”“工厂化作业环境”等技术优势，可实现钢筋绑扎、混凝土浇筑、结构养护三个作业面同时施工，打造类工厂环境，提升现场质量和安全管理水平。

“空中造楼机”针对项目实际特点“量体裁衣”，通过首次集成的工业化产品核心技术——电液伺服直驱液压油缸，实现全程智能一键顶升，自重减轻

30%，相较于其他造楼机更智能化、轻量化，可实现5天建造完成一个结构层，极大提升施工效率。

被方蓝色钢网包裹着的巨大“工厂”，环着大楼顶部一圈，在内部形成一个封闭、安全的作业空间，提供了一套整体安全防护性高、施工速度快的多层立体交叉作业环境,同时搭载喷淋系统和遮阳系统。对工人们来说,这样的施工方式,安全系数和舒适程度都大大提高。

事实上，“空中造楼机”只是上海杨浦滨江项目智能建造的一个缩影。除此之外，“5G智慧塔机”“无人电梯”“智能机器人”等智能设备，以及轻量化协同管理平台、BIM+AR施工技术、人机协调作业模式等智能建造方法都在施工现场陆续投入使用，实现建造过程精细化、高品质、高效率，让科技“智造”赋能发展。

据了解，上海杨浦滨江项目所处的大桥东核心区是杨浦滨江南段人民城市建设示范区的核心区域，项目总建筑面积23万平方米，为上海市重大工程，地下三层结构，地上为150米的超高层及48.85米的高层建筑，建成后将成为具有全球影响力的互联网产业生态创新示范区。

正好是同一天（10月28日）上午9时，徐汇区漕溪三村旧住房成套改造项目完成钢结构主体封顶，实现主体结构施工约4天半完成一层的计划目标。这是继康健路341弄7-8号旧住房成套改造项目后，徐汇区又一原拆原建改造案例，施工方中建科工集团不断迭代技术，再度运用“钢结构+”模式打开上

海城市更新新气象。

邻近轨交漕宝路站的漕溪三村501-505、506-510号居民楼始建于1966年，原装为3层高的木梁薄板结构住宅，总建筑面积约4326平方米。改造前，居民楼已呈现建筑老化严重、居住环境较差的情况——居民楼内172户（180间）房屋均为非成套住宅，整栋楼无卫生间，3户家庭共用1间厨房。

“原居民年龄普遍较高，这里生活条件不便，因而大多数居民无奈选择搬离，仅10余户家庭依旧在此生活。”徐汇区房管局相关负责人介绍，为改善漕溪三村居民的生活条件，区政府决定对该地块进行原拆原建。

中建科工集团有限公司项目执行经理肖品介绍，漕溪三村地块周边环境居民区和商务楼，项目整体用地面积仅2200平方米左右，如用传统施工方式，不仅噪音、扬尘对周边区域可能产生影响，施工所需要的材料堆场、运输通道等可能也无法完全满足。

于是，中建科工创新引入“钢板剪力墙+钢框架”结构体系，根据项目需要定制契合不同空间大小的钢结构，通过钢构件的自带强度叠加应力计算，消除施工期间对周边地质环境的影响。建筑内墙隔板采用了ALC板，楼板则采用钢筋桁架预应力叠合板（PK板），楼梯采用PC预制楼梯板，使得楼板部件能提前在工厂预制和优化，大大减少了现场施工作业流程，有效提升了项目的

