田湾核电扩建项目关键节点达成 产业加速提质扩容

8月12日，中国核电旗下田湾核电7号机组正式开启首次装料作业，配套8号机组已完成冷态功能试验，两台VVER-1200三代机组建设迈入收官冲刺阶段。近日，中国证券报记者实地探访田湾核电，深入施工现场、设备监造车间与调试主控室，近距离记录一线建设者严守核安全底线、攻坚国产化技术的全过程。

业内人士表示，作为国内核电批量化建设的典型样本，田湾扩建项目印证我国核电产业已形成完备安全管控体系与自主可控产业链，核能作为新型电力系统核心零碳基荷电源，中长期增长空间持续打开。

● 本报记者 刘杨

田湾核电7、8号机组 本报记者 刘杨 摄

一线攻坚 守牢安全底线

田湾核电是中俄核能合作标志性工程，7、8号机组施工现场一派繁忙，一座世界级核电基地正在黄海之滨加速成型。“安全永远是核工业不可逾越的生命线，每一道工序、每一组参数都容不得半点疏漏。”江苏核电运行四处处长李伟在接受记者采访时表示，从运行规程编制到机组联调测试，项目团队把核安全要求贯穿建设全流程。

“安全壳是核安全最后一道物理屏障，我们必须用极致工艺守住这道防线。”中国核工业华兴建设有限公司核级焊工邱天向记者展示了田湾7号机组五层异形板的焊接作业面：异形板由三块6毫米薄板组成，坡口根部比指甲盖还薄；最狭小处空间不足1立方米，作业人员需俯身钻入、仰头施焊。在如此逼仄的“铁匣子”里，邱天每日焊接10小时，8天便完成了任务，焊缝合格率达100%，为首次装料运行守住物理安全屏障。

在邱天看来，精湛的手工焊接技艺是核级焊工的立身之本，但想要持续对标全球标杆，仅靠人工攻坚远远不够。“在田湾核电项目的钢衬里安装和穹顶施工中，我们采用了国内首创的激光智能跟踪MAG自动焊接技术。”邱天告诉记者，该技术搭配3D自动化激光视觉识别焊接系统，焊缝总长度达到4354.16米，一次合格率达98.6%，大幅提高了焊接效率。

记者了解到，激光智能跟踪MAG自动焊接技术来源于国家科技重大专项课题。如今，这项技术不仅在田湾落地，还推广到华龙一号等11个项目。

自主突围 破解海外技术壁垒

记者调研了解到，田湾核电7、8号机组建设全程走出“引进、消化、吸收、再创新”国产化升级路径，多项国内首创工艺、国产核心装备落地应用，完整展现我国核电产业链自主可控硬实力。项目建设初期，反应堆压力容器螺栓拉伸机、核级板式换热器、电气贯穿件长期依赖进口，成为制约工程推进的核心堵点。

“2023年，我们面临核心设备缺口难题，联动国内装备龙头驻厂联合攻坚，仅9个月就完成了核级板式换热器样机鉴定，一年实现压力容器螺栓拉伸机国产化，国产设备性能对标甚至超越进口产品，综合成本大幅下降。”江苏核电设备采购管理处处长马援东向记者介绍。针对电气贯穿件供货瓶颈，江苏核电团队联合国内设计院突破耐火、抗大飞机撞击等严苛工况壁垒，自研产品顺利通过测试，目前可全面适配国内外VVER系列堆型。

面对大型主设备、批量阀门、管道支吊架集中到货滞后的难题，江苏核电工程建设处副处长李建勇带领团队创新推出“以空间换时间”交叉施工模式。“我们对内统筹盘活1—6号机组闲置备用阀门，填补短期缺口；对外自主研发200余套适配机组标准的模拟替代件，提前完成管道定位等，待正式阀门到货后逐个替换，有效化解设备缺件引发的施工停滞问题。”李建勇告诉记者。

施工领域诞生多项全球可推广原创技术。7、8号机组穹顶重585.35吨，壁厚仅6毫米，外方专家曾直言“传统整体吊装方案不可能完成”。江苏核电工程建设处处长何少华带领攻坚专班，创新分段“套装法”，搭配自研“八爪式”双向支撑体系，实现高空毫米级精准对接。

近日，国家能源局发布的《中国核电发展报告（2026）》数据印证产业整体突破：当前我国新建核电项目设备国产化率超90%，建成覆盖核燃料、主设备、特种材料、控制系统的完整供应链，培育一批龙头制造企业与核电专精特新配套厂商。产业拉动效应显著，单台百万千瓦机组带动千亿级上下游产值。

周期扩容 核电迈入规模化发展黄金期

专家表示，田湾核电7号机组首次装料为后续反应堆临界、商业运行奠定坚实基础。

“首次装料是为核反应堆植入‘能量心脏’的核心工序。”中核集团方面介绍，作为核电建设全周期的关键里程碑，这不仅是对该机组数年工程建设质量、系统调试水平、安全管控能力的全面检验，更是机组带核运行的关键起点。

田湾新机组冲刺商运，是我国核电常态化批量化建设的缩影。《中国核电发展报告（2026）》显示，截至2025年底，全国在运、核准在建核电机组合计112台，总装机1.25亿千瓦；在运机组59台、装机6248万千瓦，规模位居全球第三。

“双碳目标约束下，火电减量是长期趋势，风光新能源无法独立支撑电网基础负荷，核电凭借高稳定、高利用率、近零排放特性，是新型电力系统不可或缺的基荷电源。”能源行业分析人士对记者表示。

不过，面向高质量发展，产业仍存在多重提升空间。业内人士告诉记者，可拓宽核能综合利用赛道，复制田湾核电工业供汽成熟模式，在全国化工、钢铁园区推广核能供汽、海水淡化、核能制氢等应用场景；完善市场化配套机制，推动核电减排量纳入全国碳市场，建立长协绿电保障机制，优化项目长期经济性；持续强化全链条技术攻关与专业人才培育，匹配行业批量建设运维需求。

“我们将以安全为根本、创新为动力、协作为纽带，稳步推进7、8号机组全面投产。”中核工程田湾项目部副总经理吴英占告诉记者。截至目前，田湾核电1—6号机组长期安全稳定运行，累计安全上网电量超5000亿千瓦时，多项指标领跑全球同类机组。

按照规划，田湾核电7号机组年内实现商运、8号机组2027年投产。基地全部机组投运后，总装机将突破900万千瓦，年清洁供电超700亿千瓦时，每年减排二氧化碳5740万吨，为优化华东能源结构、保障区域能源安全、助力“双碳”目标落地注入强劲核动力。

从“人等药”到“药等人”

康美药业智慧药房全国布局稳步推进

● 本报记者 武卫红

日前，由康美药业联合广东省韶关市中医院打造的康美（韶关）智慧药房正式开业。记者调研了解到，这是韶关市落地的首家现代化智慧药房，也是康美药业在粤北地区布局的智慧中药房样板。作为康美药业创新打造的一站式药事服务平台，康美智慧药房直击群众就医取药痛点，让“人等药”变为“药等人”。近年来，康美智慧药房全国布局稳步推进，截至目前已拓展至全国12个城市，累计服务患者突破2065万人，调配药剂总量超3.27亿剂。

打造粤北智慧中药房标杆

康美（韶关）智慧药房坐落于韶关市邮政网运中心，一期建设面积2000平方米，项目创新联动邮政资源，与中国邮政同址一体化布局，建成全省首个同址共建的韶关康美邮政共享中药房智慧物流中心。二期预留4000平方米空间作为扩建载体，为后续全市各级医疗机构全面接入、资源统筹共享筑牢硬件基础，为粤北区域中医药服务规模化发展预留充足发展空间。

记者在康美（韶关）智慧药房看到，现场配套30台厚达自动化煎煮机和62台人工煎药锅，同步配套3T/h饮用级纯水制备系统、智能自动匹配加水系统、AI处方审核系统、人工智能调剂复核系统、药膳方分包机及叉臂式循环举升设备。全自动和人工煎煮两条生产线同时运行，5小时最高煎煮产能可达2000剂。每剂汤药均配备唯一溯源码，实现审方、煎煮、封装、出库、配送全流程闭环监管、全程可溯。

记者了解到，康美（韶关）智慧药房于今年4月26日起开始试运行，由韶关市中医院成功开出首张代煎处方，实现医院信息系统、康美智慧药房系统、邮政医邮平台三方数据互联互通、无缝对接。试运行三个多月以来，智慧药房累计承接韶关市中医院药剂量超9万剂，日均峰值达1500剂，有效缓解群众煎药难、取药难问题。

康美药业总裁欧国雄介绍，依托康美药业完整的中医药全产业链资源优势，康美（韶关）智慧药房将持续推进扩容增效，全力打造万剂级煎煮服务能力，健全完善市、县、乡、村四级中医药服务网络。未来，智慧药房将持续拓展药膳调理等个性化康养服务，持续丰富中医药便民业态，全力打造粤北智慧中药房“韶关样板”，推动本地中医药服务迈入智慧化、标准化、便民化发展新阶段，为韶关中医药强市建设、康养产业高质量发展注入动能。

重构中医药服务生态

康美智慧药房是康美药业于2015年在国内首创的一站式药事服务平台。康美智慧药房利用物联网、大数据等技术，对传统就医取药模式进行创新，实现全流程可追溯的信息化管理，用数字化重塑中医药服务流程和生态，显著提升了群众获得感。

“以前看病是‘人等药’，现在变成了‘药等人’。”一位工作人员介绍，有了智慧药房后，患者再也不用跑到药房排队抓药、回家再自己煎药。此外，依托线下“康美城市中央药房”，康美智慧药房打造以患者为中心、以疗效为保障的“移动医疗+城市中央药房”智慧医疗商业模式，为患者提供膏方定制、送药上门及药事咨询等一站式药事服务。

据介绍，近年来，康美药业以智慧药房为核心，构建了深度融合线上线下服务的“O2O移动医疗模式”。该模式整合互联网、物联网、云计算、大数据及自动控制等新一代信息技术，对传统就医用药流程进行系统性重塑——从医院信息系统处方实时、安全流转，到在线审方、基于机器视觉识别的智能调剂、AI双重复核，再到全自动智能煎煮、无菌灌装、物流追踪及患者端全程可视化，实现了处方接收至药品送达的全链路数字化闭环。

记者在现场还了解到，在AI前沿技术赋能下，康美智慧药房系统自动化水平和效率持续提升。依托公司自主研发的“千方百鉴”AI智能审方辅助系统，智慧药房采用三重智能算法，自动检测配伍禁忌、剂量异常等潜在风险，准确识别率达99.7%，为执业药师提供全面、精准的审方决策支持。此外，智慧药房采用多变量协同预测控制技术，实现煎煮温度精度控制，有效成分煎出率明显提升，并能够在多约束条件下毫秒级完成生产调度。

记者调研还了解到，康美智慧药房还构建了基于AI模型应用的中药代煎智能复核系统，在包装复核环节引入AI智能校验复核功能，自动识别并核对药包上的处方信息、包数等关键信息的准确性，实现复核环节从“人工核对”向“AI智能校验”的转变，有效降低人工工作量、减少人为差错、大幅提升复核效率与准确性。通过数字化、智能化技术赋能中药药事服务，实现复核环节提质、增效、降险、合规，全面提升中药代煎代配管理水平与服务质量。

稳步拓展全国布局

从广州、深圳起步，到北京、成都纵深布局，再到漳州、韶关等新兴节点落子，近年来，康美智慧药房全国布局稳步推进。截至目前，公司已在广州、深圳、北京、成都等全国12个城市布局大中型智慧药房，累计合作医疗机构突破1320家，服务患者突破2065万人，调配药剂总量超3.27亿剂。

在规模化运营稳步推进的同时，康美智慧药房的智能制造与创新能力获得权威认可。2026年2月，康美药业中医药事服务全过程信息溯源模式荣获“广东省医药行业协会科学技术奖”一等奖。5月，康美智慧药房获评广东省“先进级智能工厂”，标志着其在智能调剂、自动化煎煮、数字化管控等方面的智能制造能力获得省级主管部门和行业专家认可。

欧国雄表示，“十五五”期间，康美智慧药房将依托硬核智造实力，践行“传承精华、守正创新”的使命，以科技赋能传统，以匠心守护品质，为健康中国和中药强国建设贡献更多力量。

水泥窑“绿色转身”

金隅集团深挖“城市净化器”增长新空间

● 本报记者 王佳飞

在北京金隅琉水环保科技有限公司的飞灰处置线中央控制室，大屏上显示着水洗、结晶、入窑的全流程飞灰处置工艺。这里处置的是北京生活垃圾焚烧后产生的飞灰，其是一种被纳入《国家危险废物名录》的废物，含有二噁英等有害物质。经过处理，飞灰提取的钾盐和钠盐将被资源化回收利用，其他剩余组分经高温煅烧后成为了水泥原材料的一部分。

8月15日，《中华人民共和国生态环境法典》开始施行。这部继民法典之后第二部以“法典”命名的法律，聚焦与生态环境保护密切相关的绿色低碳发展重要领域、重要环节，旨在建立健全绿色低碳发展相关法律制度。

在推进人与自然和谐共生的现代化过程中，固体废物协同处置正迎来行业风口。伴随法规监管持续完善，兼具环保效益与经济价值的固体废物协同处置等绿色赛道将持续扩容，为美丽中国建设赋能。

水泥窑里的“城市净化器”

金隅集团贯彻“政府好帮手，城市净化器”的绿色发展理念，所属水泥集团金隅冀东基于水泥工序高温高碱性技术特点开发的固体废物处置系统，已成为城市配套基础服务的重要组成部分，有效满足了政府和社会的环保需求。如琉水环保的生活垃圾焚烧飞灰的“无害化+资源化”处置，已成为北京市危险废物近零填埋的保障措施。

北京市生态环境局发布的数据显示，2025年全市共产生生活垃圾焚烧飞灰14.46万吨，其中市内集中处置3.50万吨。琉水环保是承接本地合规处置的主力企业之一，其采用的工艺链条是“水洗—分盐—水泥窑协同”，自主研发的三级逆流水洗工艺，将飞灰中氯离子比例从15%至22%降到0.6%以下；蒸发结晶单元实现氯化钾精准分离，分离出的钾盐能够弥补国内钾矿资源短缺的短板；不溶的氧化钙、二氧化硅、氧化铁、氧化镁等经烘干后送入水泥窑；二噁英在850℃以上高温区充分分解；重金属则固化到熟料晶格当中，彻底实现飞灰资源化、无害化处置。

“飞灰里的钾盐和钠盐我们分开提取，钾盐能用作生产肥料，价值更高。这种水洗分盐工艺是国内首创，亦达到国际先进水平。”琉水环保相关负责人表示。

事实上，金隅集团自20世纪末就率先将水泥窑协同处置技术产业化，至今已形成每年危险废物、生活垃圾、生活污泥、建筑垃圾、污染土及一般固体废弃物等共计558万吨处置能力，固体废物消纳能力遍布京津冀等十余个省区市。另外，公司依托水泥熟料生产线，具备强大的一般固体废物资源综合利用能力。

金隅集团环保板块负责人用4个字概括这套技术体系的核心优势：“无论处置的是危险废物还是一般固体废物，核心就是‘吃干榨净’。窑内1450℃的高温段让有机质彻底焚毁，大部分重金属被固化进熟料矿物晶格，易挥发组分经旁路放风系统收集，实现资源化利用，配套的烟气治理系统确保各项污染物达标排放。”

这种“吃干榨净”的能力，正在多个固体废物品类上复制。在建筑垃圾资源化大棚，一条固定式生产线将拆房垃圾逐级破碎、筛分，分出0—5毫米、5—25毫米、25—31.5毫米3级骨料，直接用于混凝土生产；轻物质作替代燃料，渣土作硅质原料，基本实现零废弃。

绿色运营能力成为核心竞争力

对于生态环境法典的实施，金隅集团环保板块负责人最直接的感受是“确定性”，他认为生态环境法典提供了长期、稳定、可预期的法律框架，企业可以放心做中长周期的技改投资。

“生态环境法典把水、气、土、渣打通，连带责任和生产者责任延伸都写进去了，产废、运输、贮存、处置每个环节都进入了责任链。合规处置成了唯一选项，对我们这类规范企业是长期利好。”该负责人表示。

“生态环境法典明确建立全国碳排放权交易市场，企业减排的成果具备了法律确权的资产属性。以水泥行业为例，通过原燃材料替代等技术，一家企业每年减少上万吨碳排放，在碳市场可以转化为上百万元的额外收益，环保从‘成本负担’变成了‘利润贡献’。”该负责人介绍。

该负责人表示，对于水泥行业来说，生态环境法典禁止建设不符合产业政策的小型水泥等高污染项目，严控落后产能，同时大幅提高合规成本。环保投入不足、技术落后的小企业将加速退出，市场份额向合规能力强、提前完成绿色转型的头部企业集中。

“生态环境法典实施后，企业竞争不再局限于产量、成本等传统指标，碳排放总量、产品碳足迹、科学减排路径等绿色运营能力成为核心竞争力。率先完成低碳改造的企业，不仅能在碳市场获得收益，还能在绿色金融、政府采购等方面构筑差异化竞争优势。”该负责人表示。

金隅集团的绿色账本

在绿色发展的理念下，金隅集团正以“以废定产”重塑主业逻辑，环保将成为重要的利润来源。

公司的“绿色账本”已有清晰数字支撑。替代燃料成本只有燃煤的六成，既省煤又享碳收益。数据显示，2025年金隅集团水泥产业燃料替代率达到13.76%，原料替代率达到9.34%，吨熟料二氧化碳排放量降至0.781吨，处于全国同行领先水平，并预计实现一定碳收益；在减碳体系上，金隅集团系统构建“源头控碳、工艺降碳、用能去碳、技术减碳、末端脱碳”的五碳工程。

金隅集团在固体废物预处理与协同处置工艺控制上积累的近30年经验，使公司能做到处置量最大化、水泥主业零扰动和成本最优。在固体废物预处理方面，通过破碎、混合、输送的工程技术整合，极大程度提升多源危险废物处置能力；通过旁路放风和水洗除氯提钾技术的应用实现熟料中氯离子有效控降与废物资源化目标。

对于飞灰处置线，虽然公司早年研发投入巨大，一旦工艺标准化并向多基地复制，研发成本将被均摊，单位处置费用具备进一步下探空间。“随着技术孵化完成、规模显现，我们完全可以在合理利润下把服务价格降下来，让政府和社会都受益。”公司相关负责人表示。

目前，金隅集团的“绿色棋盘”正在更大面积全面铺开。面向国家固废处置难点，通过对传统窑炉的设计转型，原来大量占用土地堆存填埋的工业副产石膏，将被水泥窑炉煅烧成高品质氧化钙。

此外，金隅集团联合国内顶尖院校开发的虚拟电厂平台，一头做绿电交易，一头做负荷调峰，将粉磨作业错峰至用电低谷，把省下的电“让”给民生。公司表示，仅陕西区域试点，今年上半年用电成本就降了200余万元；金隅冀东2025年消纳绿电超7亿度。

从飞灰入窑的无害化处置，到绿色建材的成品产出，金隅集团的样本说明，传统高耗能行业也能长出绿色生产力。当合规成为底线、循环成为习惯，这正是美丽中国建设最生动的注脚。