

“老字号”航空企业装上“数智引擎”

K 热点透视

松花江畔的哈尔滨平房区，暖阳为一栋栋白色厂房镀上金色。走进中国航发哈尔滨东安发动机有限公司（以下简称“中国航发东安”），20世纪五六十年代的厂房框架下，却是未来工厂的生产场景：自动驾驶引车（AGV）承载着高精尖航空产品灵活穿梭，自动化机械臂精准操作，数字化显示屏上运行数据实时跳动。这一切，取代了昔日排队借阅图纸的长龙与吊车吊运的轰鸣。

在工业和信息化部发布的第二批智能制造试点项目名单中，中国航发东安榜上有名。这家始建于1948年的“老字号”航空企业，曾是国家“一五”期间156项重点建设工程之一；如今，在“数智引擎”的驱动下，中国航发东安正在转型升级的赛道上振翅高飞。

构建全链条数智化体系

中国航发东安的厂房里，历史与现代的交融无处不在。作为新中国首批六大航空企业之一及中国轻型航空动力和航空机械传动系统的专业化研制生产基地，这家企业的发展史堪称我国航空发动机发展历程的缩影：70余年间创造了研制第一台涡轮轴航空发动机、第一台涡轮螺旋桨航空发动机等多个“中国第一”，累计修理、生产、研制数十个机种的产品。

数智化转型让这份厚重底蕴有了全新表达。“以前，工人在加工前需要了解班组生产任务、借阅图纸、查找刀具、装夹找正等，不但要在不同业务间频繁往返穿梭，还经常弄得满身油污，稍不留意就有安全风险。现在，我们借助生产线智能控制，实现了自动排产、自动物流传输、自动测量。人工干预少了，精度却更高了。”中国航发东安538车间首席技能专家初宏嘉指着运行的生产线介绍。在538车间，曾经需要10人双班值守的精加工生产线，如今4人即可操控；粗加工生产线从9人减至1人，设备利用率提升45%以上。

2022年投用的热表处理新区厂房占地2万平方米，现代化厂房内，热表处理生产线实现全流程无人化作业，AGV精准穿梭于10多条生产线。“这条生产线从零件入库、自动生成到加工检测，全程不用人工干预，24小时连轴转都没问题。以前8个人管一条线还忙得脚不沾地，现在3个人就能盯两条线，槽体利用率还提升了30%。”中国航发东安下属热表处理公司副总经理刘星岑指着屏幕上的实时数据介绍，工人只需在准备区完成装挂拆卸，可远离酸碱化学品侵害。

如今的中国航发东安，已构建起全链条数智化体系。中国航发东安信息工程部副部长康龙介绍，300余台数控设备全联网，100余台实验设备完成多模态数据采集，自研的制造执行系统（MES）和制造运营管理（MOM）成为车间“智能大脑”，运营管控中心的大屏上300多个核心指标实时跳动，为决策提供精准支撑。这家



①中国航发哈尔滨东安发动机有限公司下属的热表处理公司生产车间
②中国航发哈尔滨东安发动机有限公司538车间职工在数字化显示屏前工作 ■受访单位供图

有70余年深厚底蕴的企业，正以全新姿态向打造“世界一流航空制造企业”的目标迈进。

转型升级闯过“三道关”

中国航发东安的数智化转型，从来不是“抄作业”式的跟风，而是与航空发动机个性化制造的难题“死磕到底”。“像汽车零件可能一批制造成百上千个，而我们有时候就制造两三个零件，还得达到航空级精度，现成的自动化方案拿来就是‘水土不服’。”康龙说。多品种、小批量的定制化生产，老旧厂房的空间限制，老工人“凭手感、看火花”的老习惯……每道关都不好迈。

第一道是技术关。技术攻坚的核心，是破解航空发动机制造的精准化难题。航空机匣加工精度经常是方寸之间见乾坤。装夹找正、刀具状态与温度变化是影响加工精度的三大关键影响因素。“我们自主设计快换夹具，研发宏程序进行自动算点与误差控制补偿，并搭配自主研发的刀具磨损自动检测系统，找到了加工精度与效率的最佳平衡点。”初宏嘉说。他带领团队扎根车间数月，通过多种系统适配，将热变形量稳控在0.01毫米内，取得了关键技术突破，获得了发明专利。团队还将该项技术推广至8类设备，实现设备迭代升级。

第二道是兼容关。车间里既有服役多年的老旧设备，也有全新的智能机床，接口不统一，数据格式各异，数据采集如同“破解密码”。“最老的设备连数据接口都没有，我们就加装传感器，一点点把机械信号转成电信号。新设备型号杂，就逐个开发适配程序。”康龙说。他带领信息工程

部6人团队，采用多模态采集技术逐个突破，历时10余年实现300余台数控设备全联网，让生产、质量、设备等数据实时归集。

第三道是思想关。比技术更难突破的是，传统思维的“认知墙”。转型初期，老工人对智能系统充满抵触：“我们磨齿轮靠的是手感，看火花就知道精度够不够，电脑屏幕上的数字能信吗？”为打消顾虑，技术团队常驻车间，跟着工人学操作、听诉求。“工人习惯按右上角的按钮，我们就把常用功能放在对应位置。工人担心数据不准，我们就拿系统算出的数据和人工计算对比，用数百次试验的精准数据说话。”康龙说。

智能化带来的实际改变极具说服力。曾经需要工人钻进车床找正，如今通过摄像头监控与自动找正技术就能彻底消除隐患。“以前拎着几十斤的零件在槽体间跑，一天下来腰都直不起来，现在在有空的操作区扫码就行，冬暖夏凉。”有30多年工龄的工人陈岩感叹，越来越多工人从“抵触者”变成了“支持者”，甚至主动给系统提优化建议。

提供制造业转型“东安样本”

10余年深耕，中国航发东安收获累累硕果：获评工业和信息化部智能制造示范工厂、省级智能工厂，其下属的热表处理公司和538车间均成为省级数字化（智能）示范车间。更重要的是，中国航发东安沉淀出一系列可复制、可推广的转型经验，为老工业基地升级和航空发动机制造行业转型提供了宝贵的“东安样本”。

“自主研发+贴合需求”的适配性策略，是转型成功的核心密码。“这套MES里

的生产节拍调优和调度算法就融入了我们10余年的经验，外面买的系统没有这么贴合的。”康龙的话道出了自研系统的核心价值：航空发动机制造的特殊性决定了不能照搬现成方案，中国航发东安的MES、MOM等核心系统均基于自研平台构建，调度优化、多模态数据采集等关键技术更是量身定制。

针对不同厂房条件，中国航发东安还采取了差异化路径：538车间盘活老旧厂房存量空间，巧妙布局，打造适配多品种、小批量生产的柔性生产线；热表处理公司按“灯塔工厂”标准建设，实现全流程自动化，两种模式都实现了效率与质量“双提升”。这种“不唯技术，只唯需求”的思路，让转型方案真正落地见效。

“试点先行+迭代优化”的稳健路径，则有效降低了转型风险。中国航发东安没有盲目铺开改造，而是选择538车间和热表处理公司作为首批示范试点，先集中力量攻克技术、人员、流程等难题，待两大生产单位形成成熟模式后，再逐步推广至多个车间。改造过程中，企业不追求“一步到位”，而是“干一条成一条”，针对试点中发现的适配脱节、系统冲突等问题持续优化，让转型步伐走得更稳更实。

从1948年的初创到如今的数智化蝶变，中国航发东安用70余年厚植技术底蕴，用10余年深耕完成转型跨越。“老厂房不是包袱，是我们技术积淀的见证；老手艺不是阻碍，是数智化转型的根基。”中国航发东安工艺技术部工艺规划室主任高明的话，正是企业转型的初心写照。在松花江的见证下，这家老工业企业以数智化为引擎焕发新生，也为我国制造业转型升级贡献“东安经验”。

朱虹 王鑫

5G工厂锻造桥梁“钢筋铁骨”

多台智能设备和焊接机器人快速运转，5G信号实时传输着每一道焊缝的温度、电流数据……这是中铁宝桥（扬州）有限公司（以下简称“中铁宝桥扬州公司”）智能制造车间的生产日常。

近年来，中铁宝桥扬州公司不断升级装备、优化工艺，结合智能化、网络化、数字化应用，建成板材智能下料生产线、板单元智能焊接生产线、节段智能总拼生产线、钢箱梁智能涂装生产线及智能制造执行管控系统。此前，中铁宝桥扬州公司5G工厂入选工业和信息化部公布的2024年5G工厂名录。

得益于5G工厂的精准锻造，一座座桥梁的“钢筋铁骨”从这里诞生。

今年9月，世界最大跨度斜拉桥——

常泰长江大桥顺利建成通车。这背后，离不开中铁宝桥扬州公司5G工厂贡献的精湛“智造”技艺与创新力量。

“依托常泰长江大桥工程，我们通过技术研发，形成集数字化管理系统和智能装备于一体的现代智能铸造成套技术，建成钢箱梁智能涂装生产线和智能工厂。”中铁宝桥扬州公司党委副书记、总经理马增岗说，公司在经营、管理、生产等各环节，实现数字化、智能化技术与桥梁产业的深度融合，提升了效益、产能、质量。目前，钢箱梁制造的综合焊接自动化率由50%提升至93%。

近年来，中铁宝桥扬州公司还参建了港珠澳大桥、深中通道、张靖皋长江大桥等多项重点工程。公司团队凭借多项焊接

“黑科技”，破解诸多难题。

钢结构桥梁是现代交通基础设施建设的重要选择，但随着桥梁建设向大跨度、智能化、高速化方向发展，传统焊接工艺逐渐暴露出瓶颈。“为破解行业共性难题，公司创新团队立足生产一线，历经反复试验攻关，打造出集成化、智能化焊接解决方案，从流程、效率、质量三方面实现突破性提升。”中铁宝桥扬州公司总工程师孙蕾蕾介绍。

日前，首届全国职工“文化创意、岗位创新、管理创效”大赛总决赛在北京举行，由中铁宝桥扬州公司4位创造者共同完成的《一种工形杆件自动化焊接设备及焊接方法》，荣获“岗位创新”成果一等奖。它用机器人完美“复刻”老师傅的手艺，快

速、精准、高质量地批量制造出大型桥梁的钢铁骨架。该方法破解了钢结构桥梁制造的行业痛点。

该技术已在常泰长江大桥、张靖皋长江大桥、观音寺长江大桥、厦金大桥等重大项目中广泛应用，累计应用于约17万架钢箱梁产品的制造，节约生产成本800余万元。

超高强度桥梁钢成套焊接技术、正交异性钢桥面板自动化焊接技术、超长双节点弦杆制造精度控制技术、“钢箱—核心混凝土”组合索塔精度控制技术、便携机器人成套自动化焊接技术……依托在项目建设与技术突破中积累的经验，中铁宝桥扬州公司不断推出更多“黑科技”，助力打造更多大国重器。

张晔

天上那颗“星”，如何催动新业态

（上接A1版）卫星经济的规模化、普及化应用，还需解决产业链协同不足的问题。目前，卫星制造、发射服务、终端应用尚未形成“星、管、用”一体化合力，产业链仍存割裂环节，卫星物联网可持续盈利模式还未完全成熟，“重建设、轻运营”的潜在风险需警惕。消费级终端设备也需进一步微型化、操作简易化，进一步降低功耗。

值得关注的是，频谱与轨道资源争夺

是卫星经济面临的特殊议题。全球低轨资源紧张，各国之间存在频谱分配不均的问题，资源博弈难言终点，如何最大化利用有限资源、加强跨国合作，在国际规则框架内争取更多发展空间，需要综合调配、系统布局。

虽非平坦通途，但卫星经济的未来图景已近在眼前，自主攻关、技术融合、场景拓展、生态完善可谓核心航向。

“通过AI深度赋能、量子加密技术嵌入、6G星地融合等，卫星通信可为更多更复杂的应用场景提供智能、稳定、可靠的支撑。”钟睿说。

从“卫星+生活”的角度来看，方兴表示，未来，卫星通信终端或将加速与汽车、

无人机等移动终端的融合，扩大应用场景覆盖。同时，卫星通信也会与导航、救援、出行服务等深度结合，形成“定位+通信+

服务”的一体化解决方案，实现应用场景的融合化发展。

卫星经济的高质量发展离不开规模

K 创新纵谈

人工智能是引领新一轮科技革命和产业变革的战略性技术，其标准化建设直接关系到关键核心技术自主可控、智能成果普惠于民以及在全球科技治理中赢得话语权。习近平总书记指出，“人工智能可以是造福人类的国际公共产品”“推动各方加强发展战略、治理规则、技术标准的对接协调，早日形成具有广泛共识的全球治理框架和标准规范”。2024年，工业和信息化部等四部门联合印发《国家人工智能产业综合标准化体系建设指南》，旨在夯实标准对推动技术进步、促进企业发展、引领产业升级、保障产业安全的支撑作用，打造高质量人工智能标准体系。

在人工智能的宏观战略与治理框架中，标准化建设是引导技术向善、提升社会效益的科学路径，其成功依赖于跨部门、多主体的持续协作。截至2025年9月，我国人工智能国家标准已经发布30项，正在制定的有84项，主要覆盖基础软硬件、关键技术、行业应用和安全管理等核心板块，标准化进程方兴未艾。标准是人工智能技术协同创新与产业生态构建的基石，实现基础层、技术层、应用层等有标可依，打通层次间接口与协同要求，避免标准孤岛。标准为人工智能市场设立秩序门槛，推动形成健康、规范、可持续的竞争环境，为产业发展立“规矩”，倒逼产业迈向安全、可及、可信、可靠的高质量发展。标准也是全球人工智能治理的关键工具，人工智能全球标准尚未定型，主要国家在技术研发、产业应用、伦理治理等方面全面发力，旨在通过标准输出引领全球产业链生态，塑造有利于自身的技术秩序与市场规则。加快推进人工智能标准化建设，是抢抓人工智能发展机遇，构筑国家竞争新优势的紧迫任务。

筑牢基础设施根基，需充分发挥新型举国体制优势，系统化整合基础共性、基础支撑与关键体系三大类标准。一是建设高精度、高效率的基础共性标准和基础支撑标准。夯实大算力、稳运行、高协同、宽扩展的算力基础，打通采集、加工、流通、运营的标准化数据利用链条，汇集大模型生产、管理、应用的一体式平台保障。比如，制定人工智能通用术语标准推动跨场景协作，搭建人工智能互通应用标准引导研发方向，发布算法、算力、模型的成熟度与可靠性标准以便评估流通。二是强化自主可控、特色突出的关键体系标准。整合大规模异构计算集群，厘定高质量通用数据集和行业数据集，协调国家级中心与地方节点的网络布局，建设国家级大模型平台。比如，提升国产高性能人工智能芯片的设计、制程和封装标准，明晰数据集披露和使用标准，出台自主人工智能生态建设标准。压实基建、强固框架、优化模型、赋能应用，提升适配新一代人工智能发展的设施保障水平，筑牢高水平科技自立自强根基。

构建有机衔接、协同配套的现代标准体系，整合国家标准、行业标准、地方标准、团体标准与企业标准，形成标准合力。国家强制性标准夯实基础保障、聚焦关键技术、划定发展红线，为产业建设“铺路奠基”。比如，制定人工智能内容标识标准、风险评估和处理标准、伦理标准等。国家推荐性标准和行业标准、地方标准等侧重先进技术规范、契合特定场景、提炼特色指标，为产业发展“提挡加速”。人工智能发展的落脚点在应用，要推动人工智能“赋能千行百业，走进千家万户”。比如，丰富“人工智能+”应用场景，覆盖医疗、交通、教育等民生需求；提高智能诊疗、智能护理、智能情感陪伴等标准，因应养老的多样化供给；完善智能种植培育、检测品控、营销与宣推等标准，助力地方地理标志产品建设。团体标准和企业标准等快速响应个性化需求、助力品牌产品培育，为产业生态“锦上添花”。比如，完善知识蒸馏的步骤标准，推动模型产品迭代；细化人工智能应用场景标准，引领企业有序发展；拟定人工智能商业秘密保护标准，减缓人工智能深度合成企业的发展之忧。强化不同标准间的同步规划，搭建多层次、多场景标准间的信息反馈机制和效果评估机制，实现标准全生命周期的闭环管理，为构建全国统一大市场提供标准支撑。

引领国际治理格局，协同全球主流标准机构，共建人工智能治理框架，以多元角色实现立体参与，推动中国方案深度融入国际标准体系。一是推动国内标准“走出去”“站得稳”。以倡导者、建设者、参与者等身份，深度参与技术、伦理、安全、评估等全球标准制定。将我国在算力测评、软硬件接口、内容标识等方面的成功实践，转化为区域标杆和全球规范，划定国际标准的“中国高地”。二是发起成立世界人工智能专门组织机构，共建全球人工智能治理框架。畅通与国际标准化组织、国际电信联盟等组织及联合国相关机构的对话渠道，发起共建世界人工智能合作组织。融通国际条约、倡议、标准组织政策、标准规范，兼顾硬法、软法优势，搭建包容、开放、安全、互惠的人工智能治理框架。三是立足人工智能国际公共产品属性，构建多层次的人工智能国际合作网络。比如，与欧盟等区域组织实现标准互认。四是培养人工智能国际治理的人才队伍。将人工智能技术融入教育培养环节，提高人才创造意识和技术素质。以人工智能技术和涉外政策法规为锚点，培育具备国际视野、掌握跨文化交流能力、关切产业实践需求的复合型人才，为人工智能国际标准体系建设贡献中国智慧，提升我国在全球人工智能治理中的话语权和影响力。

风电装备整体实现本地化配套



近年来，甘肃省酒泉市依托丰富的风能资源，持续推动形成风电全产业链发展格局。如今，随着多家国内风机装备制造龙头企业相继落户酒泉，当地风电装备整体实现本地化配套，现已具备年产2000万千瓦风电装备的综合能力。

11月20日，在甘肃省酒泉经济技术开发区的甘肃九鼎风电复合材料有限公司成型车间，工作人员进行风机叶片铺层作业（无人机照片）。 ■ 郎兵兵 摄