

中集青岛冷箱公司落地 50 多项 AI 数字化应用——

汇聚链通全球的“智变”力量

本报记者 刘 成

钣金成型车间里，数台激光双丝焊设备匀速吞吐钢板，机械臂精准完成折弯、翻转、上下料全流程；涂装烘房内，数字孪生仿真平台实时流转几百万个虚拟温控点位，算法自动调控风速与温度……走进位于山东省胶州市的青岛中集冷藏箱制造有限公司（以下简称“中集青岛冷箱”），处处是智能化应用场景。

不久前，世界经济论坛发布最新一批全球灯塔工厂名单，中集青岛冷箱入选。作为冷藏集装箱龙头企业，公司 2021 年启动数字化转型以来，全面落地 50 多项 AI 数字化应用，实现制造周期缩短 32%、产品缺陷率下降 47%。

数据驱动制造转型

冷藏集装箱行业长期受订单剧烈波动、定制化需求繁杂、人工依赖度高等痛点制约。在中集青岛冷箱钣金车间工作 20 年的工人王康告诉记者：“以前焊缝全靠手稳，遇上加急订单，出图、排产全部是人工操作。改一次订单，整条生产线都要等，产能白白浪费。”

智能化改造，首先从生产全流程“去人工、上算法”破局。如今，在钣金成型车间，整条生产线实现无人化运转。激光双丝焊设备自动完成钢板焊接，焊缝平整度、结构强度远优于传统人工焊；过去四五个人值守岗位，现在仅需 1 名巡检人员定点监控。

依托 AI 智能设计与排产智能体两大核心应用，中集青岛冷箱彻底扭转传统制造低效困局。“以往客户定制箱体，整套图纸研发、可制造性验证需耗费数日，一套定制图纸打磨三四天是常态。现在，AI 设计模型接入 PDM 图纸数据库，30 多分钟就能输出全套合规图纸，同步测算物料用量、预判加工难度。不用耗在重复绘图上，我们就能专心钻研新型箱体设计了。”中集青岛冷箱设计主管工程师陈浩东说。

数据是智能制造的基石。中集青岛冷箱全厂部署数千个物联网传感器，生产线每日产生海量生产数据汇总至工业中台，构建起数据驱动制造新模式。中集青岛冷箱生产部总调度杨斌说：“过去人工排产模式依靠调度人员经验预估产能，极易出现生产线换型损耗大、淡季产能分配失衡、定制订单交付延期等问题。如今靠数据调度，淡季产能平衡，工人劳动强度也大幅下降。”

中集青岛冷箱搭建 APS 智能排产系统，打通 ERP（企业资源计划）、MOM（制造运营管理系统）、PLM（产品生命周期管理）全系统数据，整合产能、物料、人员、设备全部生产要素，建立以换型成本、设备负荷、交期权重为核心的调度算法。系统可自动解析不同客户箱体定制规范，将零散小订单智能聚类合批，瓶颈工序集中排产、非瓶颈工序柔性穿插生产，全局均衡分配资源，最大限度压缩生产线换产等待损耗。

以前，公司接到一款特殊规格生鲜冷藏箱定制订单，人工排产阶段需人工梳理图纸、核算物料、协调两条生产线计划，耗费 2 天时间才能敲定生产方案；如今 AI 排产，可在半小时内输出多套生产方案，同步预判物料缺口、设备负荷，动态切换两条核心生产线任务，精准对冲订单淡旺季波动。

“即便面对全球市场起伏不定的冷链



中集青岛冷箱公司门板筋智慧生产线。
刘心源摄（中经视觉）

装备订单，公司也能稳定保障各类定制箱体快速交付，订单承接韧性大幅提升。”杨斌说。

破解行业工艺难题

冷藏集装箱有三大核心工艺：发泡、焊接、涂装。其中，发泡是决定箱体保温性能的“心脏工序”，也是行业最难突破的技术壁垒。箱体采用内外钢板+聚氨酯发泡的“三明治”结构，发泡化学反应受温湿度、注料量、保压时长等上百项参数影响，一旦有细微波动就会出现分层、漏泡，直接导致远洋运输货物损失。“发泡工艺参数繁杂，过去全靠老师傅经验把控，质检更是行业老大难。”中集青岛冷箱工艺工程师庄兴民说。

曾经，发泡质量全靠从业 10 年以上的工人手持木棍逐点敲击箱体，依靠听力分辨内部缺陷，一台箱体要敲击 2800 余个点位。有着 12 年敲箱经验的刘伟回忆：“敲箱特别熬人，判断全凭主观，经常出现漏检、误判，心里总悬着一块石头。”

对此，中集青岛冷箱联合科大讯飞训练行业专属声学大模型，打造全自动敲击检测装备。数十台伺服电机带动检测探头自动完成全点位敲击，声音信号实时传入后台 AI 系统，模型自动区分发泡分层、局部缺陷等各类缺陷，屏幕以红绿点位直观标注故障位置，整套检测流程不足两分钟，检测准确率稳定超 80%。

“我们把几十位老技工几十年敲箱经验全部录入模型，让 AI 学会分辨箱体细微异响，实现检测标准统一。同时，检测数据持续回流模型迭代，越用识别精度越高。”中集青岛冷箱数字化工程师贺玉梦介绍，声学大模型将老师傅多年的实操经验数字化、标准化，彻底摆脱稀缺技工制约。

涂装环节是冷箱制造绿色转型关键。

过去，行业普遍使用油性漆，VOC（挥发性有机化合物）排放量大，并且 3 层底漆、中漆、面漆烘烤全凭人工调控天然气供热，极易出现漆面流挂、开裂。中集青岛冷箱涂装骨干工程师刘红军告诉记者：“以前车间气味刺鼻，人工调温全凭感觉，漆面瑕疵返工率居高不下。”

中集青岛冷箱大力推进“禁油改水”，投入超 2 亿元完成水性漆全线改造，VOC 排放降至个位数，大幅降低了环保压力。然而，问题接踵而至。水性漆对烘房温度、风速管控要求严苛，传统人工调控模式完全无法适配。为此，公司联合清华大学搭建烘房 1:1 数字孪生仿真平台，3 座烘房布设 14 组高精度传感器，模拟生成 400 多个虚拟温控点位，搭配 MoE（混合专家模型）自动调节各区段风速、温度。“3 段式温区精准匹配 3 层漆面烘干需求，既杜绝漆面瑕疵，又大幅削减天然气消耗，平衡质量与能耗。同时，我们上线机器人视觉检测模型，通过高清相机自动扫描箱体漆面，AI 识别鱼眼、流挂等数十种表面缺陷，系统自动反向调节喷涂速度、风压、烘房温度，实现缺陷源头管控。”贺玉梦说。

立足发泡、涂装两大核心工艺研发的两个垂直工业模型，不仅构建起集装箱行业独有的垂域 AI 体系，还形成了可复制、可推广的数字化工艺解决方案。

带动全产业链升级

灯塔工厂评选标准要求企业不只是自身提质增效，更要带动全产业链共同升级。从原材料研发、生产制造到终端跨境冷链运输，中集青岛冷箱打通全链条低碳改造路径，搭建集装箱碳管理平台，实现箱体从生产到远洋运营“全生命周期碳追踪”。在此基础上，公司联动国内外头部供应商，从原

材料端推动新材料、新工艺迭代，构建绿色智造生态圈。

“我们是整条产业链的技术合伙人，携手上下游一起提质、降碳。”中集青岛冷箱供应链对接专员、采购部经理助理邹恩祥说。在金属材料供应领域，中集青岛冷箱携手山东山铝业股份有限公司联合研发高强轻量化型材地板，优化型材结构并缩减拼接焊缝，使得装配效率大幅提升，并减少客户使用过程中约三成的损毁概率，大幅降低了客户使用维护成本；在化工材料供应领域，中集青岛冷箱与万华化学集团股份有限公司联合研发新型环保发泡料，既保障原料国产化自主可控，也给冷箱行业提供稳定的绿色原料方案。

同时，中集青岛冷箱依托深厚技术积累，面向全行业开放数字化转型经验。公司将逐步向国内冷箱制造同行输出发泡 AI 管控、烘房数字孪生、声学质检等成熟方案，打破行业技术壁垒。

不少制造业企业智能化改造伴随一线工人缩减，中集青岛冷箱走出完全不同的人才转型路径。早年月薪过万元的冲压、发泡工艺环节老技工，如今转型设备巡检、数据标注专员，劳动强度大幅下降，职业发展通道却拓宽了。“人工智能不是单纯替代工人，而是把一线老师傅几十年实操经验转化为算法，使工人从重复劳动中解放出来，聚焦工艺优化、设备改进等创新工作，实现人机协同、双向赋能。”中集青岛冷箱设备部经理张国省介绍，公司把老技工全部转岗到高附加值岗位，同时，定向培养复合型数字化人才，让他们既懂箱体制造工艺，又掌握 AI、大数据基础应用。

据介绍，瞄准未来发展，中集青岛冷箱将持续迭代智能化体系，探索无接触式发泡检测、全流程数字孪生等下一代新技术，并加快输出数字化方案。



7 月 1 日起，我国首部针对快递过度包装的强制性国家标准——《限制快递过度包装要求》正式实施。该标准不仅给快递企业明确了包装减量技术要求，也为全行业精准治理过度包装提供了量化指引和标准规范。

近些年，我国邮政快递业发展迅猛，业务量实现从“年均百亿件”到“月均百亿件”的跨越。与此同时，快递包装废弃物也在持续增加，一层层包装、一圈圈胶带的过度包装问题，饱受消费者诟病。过度包装不仅加剧了环境压力，还会变相抬高物流和商家运营成本，最终传导到商品定价中，由消费者买单。

快递包装怎样算“过度”？新国标设定了包装箱适配、包装层数和封箱胶带使用量 3 项核心指标，每项指标设置 3 档限量要求，以此判定快递是否过度包装。比如，快递包装箱长宽高之和不大 700 毫米，封箱胶带长度不应超过其 3 倍；包装箱长宽高之和大于 700 毫米且不大 1000 毫米，封箱胶带长度不应超过其 4 倍。强制性国标的落地，标志着快递包装治理从倡议转向刚性约束。

绿色低碳是快递业迈向高质量发展的重要任务。近年来，快递企业积极推动包装瘦身减量，成效凸显。比如，“十四五”期间，全行业电子运单、循环中转袋基本实现全覆盖，包装箱层数和包装厚度减量过半，胶带宽度减量 25%，智能装箱算法减少耗材近 20%。越来越多的消费者感受到，快递纸箱薄了，胶带窄了，面单小了、循环包装多了，低碳智能配送正在重塑消费者的生活方式。

新国标明确划分了物品属性，严格限定包装层数，旨在从源头遏制包装冗余。但快递包装减量并不是减防护，也绝非降低保护标准，而是在严守寄递安全底线前提下，通过剔除无效冗余、升级精准防护实现包装材料节约，全面推动快递包装绿色转型升级。不仅快递企业要严格遵守，包装生产企业和电商商家也要主动扛起责任，搭建起贯穿生产、销售、寄递、回收的全链条包装治理体系。

当前，绿色包装技术创新和成本控制是制约行业绿色发展的两大瓶颈，也是快递包装全链条治理亟需突破的重点。快递企业应摆脱粗放耗材依赖，摒弃“过度包装保安全”的固有思维，推动可降解膜、循环快递箱等绿色材料应用，向智能低碳、循环高效的现代化模式转型，力争实现从源头减量到末端循环利用全过程降碳。

与此同时，包装生产企业要持续在科技创新和降低成本上下功夫，推动包装产业创新，生产更多绿色产品替代传统包装。电商商家也要切实维护消费者合法权益，让快递包装回归保护货品的核心功能，大力推广应用循环包装、原发包装、“以竹代塑”包装和智能装箱算法等绿色产品与技术，让精简包装成为降本增效的经营选择，让简约低碳成为商品流通、日常生活的默认选项。

本版编辑 刘 佳 美 编 王子莹

宇燕科技公司紧盯无人机市场需求——

产教融合布局低空赛道

本报记者 吴陆牧 证券日报记者 冯雨瑶



宇燕科技公司在开展无人机实训教学。

（资料图片）

山谷间突发火情，一架无人机迅速升空，机载 AI 系统实时锁定火点坐标；另一架搭载灭火弹的飞行器随即起飞，精准飞抵目标实施打击……这是某地林业部门利用重庆宇燕科技有限责任公司研发的双弹森林消防灭火无人机实施山地火灾早期处置的实战场景。

宇燕科技是一家专注于无人机研发的国家级高新技术企业。自成立以来，公司以市场需求为牵引，聚焦核心技术研发与产品创新，深度联动产教资源，目前已形成五大系列 20 余款低空无人机产品，在多个领域实现规模化应用。今年上半年，公司产值同比增长 50%。

山区复杂风场环境下的飞行控制是行业共性难题，特别是在遇到山谷强乱流情况下，无人机机身会剧烈晃动，导致灭火弹无法按预定

弹道投送，难以实现精准爆破。为破解难题，宇燕科技研发团队驻扎林区，连续数周实地采集大量乱流数据，重新设计飞控算法中的抗扰动模块，同步优化灭火弹的起爆时序与分离机制。

“我们经过上百次模拟与实飞验证，最终实现无人机在 6 级乱流环境下仍能保持稳定飞行与精准抛投。”宇燕科技研发总监周金国告诉记者。

技术创新是一条不断向上攀登的路。在山区、城市建成区等场地受限的作业环境中，传统固定翼无人机需要专用起降场地，多旋翼无人机则存在续航短、覆盖范围有限的短板。面对行业痛点，宇燕科技研发推出倾转复合式固定翼无人机，能够兼顾垂直起降的灵活性与长航时作业的高效性，适用于河道航测、城市大比例

尺地形图测绘、桥梁隧道安全巡检等场景。

科技成果不断涌现有赖于持续的高强度投入。近年来，宇燕科技每年研发投入不低于 1000 万元，聚焦低空飞行器、智能系统、安防装备等关键核心领域持续攻关，突破重载飞行、智能巡检、三维建模等关键技术，构建起从研发、测试到落地应用的完整技术链条。

随着无人机在应急救援、农林植保、物流配送等领域得到广泛应用，行业对专业化技能人员的需求日益迫切。“为此，公司从课程共建、实训共育、项目实战、就业直通 4 个层面打通产教融合闭环，打造沉浸式培养模式。”宇燕科技产教融合中心主任刘宇杰说，公司与重庆交通职业学院共建无人机技术创新中心，设有飞行操控、装调检修、行业

应用等多个实训区域，为学生实习、职业资格考证及就业提供了实战化平台。

在培养人才的基础上，宇燕科技进一步延伸服务链条，联动上海、浙江等地近 50 家企业，搭建起行业人才定向输送网络，实现人才培养与产业需求精准对接。“我们不只是培养飞手，更要培养懂行业、能实战的复合型人才。”刘宇杰说。

“公司创立的初衷就是要把无人机技术应用到社会最需要的地方，做出真正能实战的产品。”宇燕科技总经理郝会川告诉记者，公司正从单一设备供应商向系统级解决方案提供商转型，未来将持续深耕应急救援与公共安全两大核心赛道，以“无人机+行业”深度融合为路径，全力打造技术领先、场景驱动、人才支撑的低空经济产业生态。