

探访湖北宜昌循环全链条一体化产业园——

一块废旧电池的“再生”

经济聚焦
关注循环经济

“十五五”规划纲要提出，促进循环经济发展，健全废弃物循环利用体系。2025年我国再生资源回收行业总体保持稳定增长态势，11个主要品种回收总量达4.17亿吨，同比增长4.1%，回收总额达1.39万亿元，同比增长3.8%。本版今起推出“经济聚焦·关注循环经济”系列报道，探访各地变废为宝、向绿而行的生动实践。

自2024年起，首批享受8年质保的动力电池集中进入退役期。据相关机构测算，2025年国内废旧动力电池产生量近40万吨，2030年将超过100万吨。这些废旧动力电池该如何处理？近日，记者对此进行了探访。

湖北宜昌高新区，每天都有不少货车载着废旧动力电池，驶入宜昌邦普循环全链条一体化产业园。抵达这里后，这些电池将开启一段回收利用的循环之旅。

“这些退役动力电池，首先会根据型号、状态和来源，被分门别类安置在仓储区的不同位置。”宜昌邦普循环生产负责人陈兆哲说，公司每年回收各类动力电池超15万吨。

溯源与放电
规范管理，将电压降至安全范围

走进仓储区，一排排整齐码放的废旧动力电池包映入眼帘。它们形态各异、大小不一，有的来自乘用车，有的来自商用车。“这些动力电池的健康度都衰减至80%以下，充电速度下降，续航缩水，动力输出减弱，热失控风险上升。”陈兆哲说。

新能源汽车动力电池的管理一度存在漏洞，有的电池本该退役却再次流入市场，有的进入没有回收技术的小作坊，不仅可能引发安全事故，还会污染环境。

规范管理的第一步就是要明确废旧电池的去向。在拆解车间，工人翻动着动力电池包，找到用激光雕刻或喷印工艺印上的一串数字，将它们录入全国新能源汽车动力电池溯源信息平台。

全国新能源汽车动力电池溯源信息平台于今年3月31日启动，动力电池在生产、装车、使用、运维、退役、回收的全生命周期里，其数字编号都必须录入平台。

“这不仅能督促我们规范操作，也可以让车主了解自己汽车的零部件去向，提高将废旧动力电池卖给正规回收商的意愿。”陈兆哲表示，公司形成了一套完整的溯源体系，可以对回收的动力电池前端投料、中间制程、产品出货进行全过程溯源。

完成身份识别后，废旧的动力电池包会被送上一条精密的自动化拆解线。机械臂熟练地卸下电池包的外壳，其内部结构就露出来——一块块砖头大小的电池单体紧密排列。

此时，电池单体并不稳定，它们内部仍可能残留着不稳定的电能。因此，每一块电池单体被取出后，先存放在专用容器里，再被工作

人员小心翼翼地拿出来，整齐码放在一个特殊的托盘上，然后送入放电器。放电器红色指示灯亮起，能量转移开始了。

大约过了两个小时，指示灯由红变绿。“经过充分放电，电压降到安全范围，电池单体不会再燃烧。”陈兆哲说，存在漏液等危险性大的电池单体，还需放到盐水里化学放电。

拆解与溶解
精准提取，让目标元素各归其位

完成放电后，电池单体被送入破碎分选车间。在这里，电池单体被巨大的机械臂抓取，投入破碎设备中，变成大小规整的碎片。

如何高效分选这些混在一起的物料？首先，混合物被送入氮气保护的窑炉进行高温热解，再经过打散、筛分、分选等工序，外壳、铜、铝等材料被分离。

“有的材料可以被直接利用，剩下的高纯度黑色粉末就是再生黑粉。”宜昌邦普循环技术负责人王皓介绍，黑粉是电池单体里最宝贵的东西，浓缩了锂、铁、磷等高价值元素。

如果说破碎是粗加工，那对黑粉的提取则需要“精雕细琢”。

在湿法车间，黑粉被投入巨大的反应釜中，与特制的酸性溶液“汇合”。在特定的环境下，一场剧烈的化学反应开始了：固态的黑粉被彻底溶解，其中的金属元素以离子的形式进入到溶液中，形成一锅成分复杂的“金属汤”。

此前，如何将这锅“汤”里的每一种金属元素精准、高效地分离和提纯出来，一直是困扰行业的难题。“尤其是磷酸铁锂电池，在它的正极材料里，锂、铁、磷元素相互发生化学反应，传统的回收方法往往难以将它们精准分离，回收率低、产品纯度差、能耗高，甚至产生大量难以处理的废渣。”王皓说，为解决这一难题，公司开发出定向循环技术。

具体而言，溶解后的黑粉，经过多级除杂、沉淀、结晶等工艺后，溶液中的金属元素会精准分离和再结晶，再形成磷酸铁溶液和硫酸锂溶液。其中，磷酸铁溶液再经过多次酸溶和再结晶，重新“生长”出满足电池生产标准的磷酸铁产品；硫酸锂溶液进入锂盐车间，最终产出高纯度的白色碳酸锂粉末。

“这一过程，如同在分子世界里进行一场精准的‘抓捕行动’，让每一种目标元素都各归其位。”王皓介绍，应用定向循环技术后，电池里的镍、钴、锰综合回收率达99.6%，锂的回收率达96.5%。

运输与加工
高效接力，制成新一代动力电池

当生产线上的高纯度磷酸铁和碳酸锂被装入吨袋，它们便完成了从“废料”到“原料”的身份转变。

产业园内，一场高效的“接力”随即启动。这些新生的原材料通过管道或短途物流，便可直接输送到一路之隔的动力电池回收利用下游企业的车间。

“来自邦普循环的磷酸铁、碳酸锂通过精确配料，再经过纳米研磨、喷雾干燥、烧结、粉碎、包装等工序，最终变成新一代高性能磷酸

铁锂正极材料。”宜昌邦普时代正极材料板块负责人时疆说。

与用矿石等制成的电池材料相比，使用再生材料制成的新一代磷酸铁锂动力电池，性能表现优异。“用它装配的新能源汽车，具备更快的充电速度和更长的续航里程，能更好地满足市场对快充、长续航和绿色低碳的需求。”时疆说。

至此，经过一周时间，一块废旧动力电池完成了回收之路。

“我们构建了电池材料生产—使用—回收利用—资源再生的全链条模式，上个生产环节产出的废渣，可以成为下个环节需要的原料。”时疆举例说，电池单体中提取的电解液，是一种可燃材料，现在成为供应园区热能的原料。

近些年，产业园还形成了逆向产品定位设计的闭环——将回收端获得的经验反馈给电池制造企业，提出绿色电池设计建议。“例如，优化电池包的成组结构，使其在退役后更易于自动化拆解；调整某些金属材料的配比，使其在后续的提取过程中更易分离提纯。”陈兆哲介绍。

宜昌已经建成动力电池回收研发、生产、利用的全产业链。“我们将围绕新能源电池全产业链布局，不断提升本地配套水平，支持引导产业链上下游企业开放合作，进一步巩固磷酸铁锂动力电池和化工新材料的既有优势，加快打造新能源新材料产业集聚区。”宜昌市经济和信息化局副局长张勋说。

图①：对回收动力电池进行预处理。
图②：搬运从废旧动力电池中提炼出来的黑粉。
图③：由废旧动力电池制成的新一代高性能磷酸铁锂正极材料。

以上图片均为受访者提供

编辑手记
让循环经济环环相扣

吴凯

循环经济的“环”能不能画好，取决于其中的每一个环能不能扣得上。从退役到再生，一块电池的回收之路，正是对“环环相扣”的生动诠释。

起笔一“环”，要让退役电池“回得来”。搭建起全国新能源汽车动力电池溯源信息平台，动力电池有了全程可追溯的身份信息，“环”有了起笔之处。

关键一“环”，要让回收资源“用得好”。



电池预处理



搬运电池粉



加工新产品

从采出液到合格成品油，全链条自动调控——
油田生产『算』出来

本报记者 张 彬

近日，记者来到中国石油华北油田巴彦勘探开发分公司临河联合站。现场看不到工人轮班忙碌的身影，一套“AI（人工智能）智慧大脑”正不间断运行，全面接管站场各项生产管理工作，科技感迎面而来。

地处内蒙古巴彦淖尔市临河区的临河联合站，建成中国石油首座规模化应用光总线控制的智能站场。“我们以光纤神经网络替代传统的铜芯电缆，搭配电动、气动阀门与视频监控设备，实现了工艺流程集中管控。”巴彦勘探开发分公司总工程师唐光亮介绍，这些改造让站场运转模式焕然一新。

AI更是这座站场的亮点。从采出液到合格成品油，全生产链条由AI算法自动调控，“集中监控、少人值守”运行模式实现落地，生产精准高效。

技术升级带来实打实的成效：信号传输速率提升3倍，抗干扰能力增强10倍，设备故障率下降42%；集控中心可实时监控28项工艺参数，基于AI模型自动调节17个关键生产节点，做到“一屏统管、一键智控”；油水混合液在系统智能调节下一路“过五关斩六将”，最终转化为优质原油，全程无需人工操作。

“站场外的井场同样实现全面智能化，通过应用丛式抽油机并智能集控装置，打破了‘一井一控制柜’的传统模式，实现集约化管理。操作人员只需轻点屏幕便可远程启停设备，AI诊断系统实时分析研判抽油机运行状态，预判并预警故障风险。”巴彦勘探开发分公司临河联合站采油作业项目部经理曹自力介绍。

无人机空中巡逻、机器人地面巡检，所有视频画面与数据同步汇总至中控室，实现一体化管控。“昔日靠人工巡查的‘人眼’模式，如今变成‘AI眼’巡检，真正实现井场无人值守、站场少人值守。”曹自力说。

今年以来，该站梳理整合各类高频事务性工作，持续推动AI落地应用：依托机器学习优化掺水调控，利用AI预判设备运行状态，智能系统自动生成各类报表……一系列举措化繁为简，真正实现“数据多跑路，员工少跑腿”。“我们正以全面的数字化、智能化技术，特别是AI的深度落地，推动油田生产管理向着精细化、协同化、自优化方向转型，筑牢安全、高效运行的坚实数字底座。”唐光亮表示。

（王立强参与采写）

前5月综保区进出口值3.5万亿元
占全国进出口总值的16.9%

本报天津6月16日电（记者欧阳洁）记者从海关总署获悉：今年1—5月，我国综合保税区实现进出口值3.5万亿元，同比增长27.1%，占全国进出口总值的16.9%，已成为服务我国外贸发展的重要平台。

我国共有海关特殊监管区域174个，其中综合保税区168个，保税区4个（上海外高桥、大连、宁波、福田保税区），跨境工业区1个（珠海跨境工业区珠海园区），保税港区1个（洋浦保税港区）。2025年综合保税区实现进出口值7.2万亿元，同比增长8.2%，占全国进出口总值的15.9%。

综合保税区发挥政策平台优势，积极承接国际产业分工，吸引一大批高技术含量、高附加值、拉动力强的制造业企业入驻，同时带动国内投资、辐射周边经济，促进配套产业快速发展。重庆、陕西、四川、河南等地综合保税区进出口值占当地外贸比重超过50%。近几年，综合保税区助力加工贸易转型升级，促进“保税+”多元创新，孵化培育了保税维修、保税研发、保税再制造、跨境电商、融资租赁等新兴业态，有力推动产业链向高端延伸。

端午节假期全国口岸日均
出入境人员将达220万人次

本报北京6月16日电（记者张天培）记者从国家移民管理局获悉：端午节将至，预计全国口岸将迎来出入境客流高峰。据国家移民管理局预测，端午节假期全国口岸日均出入境人员将达220万人次，较去年端午节假期增长11.7%，单日最高通关量将突破235万人次。大型空港口岸出入境客流小幅增长，上海浦东、北京首都、广州白云、深圳宝安、北京大兴、成都天府等国际机场日均出入境人员预计分别为10.4万、5.2万、5.2万、2.1万、1.9万、1.7万人次。端午节日期间粤港澳三地将举办多场龙舟赛事和大型活动，跨境旅游和返乡探亲客流叠加，毗邻港澳陆路口岸通关流量将明显增多。

日前，国家移民管理局就做好端午节假期口岸边防检查工作作出专门部署，要求全国边检机关加强出入境流量监测，深入分析、精准研判口岸通关客流态势，及时发布本口岸客流高峰预警提示，为广大群众出行提供参考；科学组织勤务，开足查验通道，加强现场引导，全力保障中外旅客快速通关；密切协作配合，强化应急处置，会同口岸联检单位做好高峰期配套综合保障，防范可能出现的强降雨等极端天气不利影响，共同确保口岸通关安全高效顺畅。

雄安空天信息创新技术大赛决赛启动

本报雄安6月16日电（记者史自强）第三届雄安未来之城场景汇“雄安空天信息创新技术大赛”决赛15日在河北雄安新区正式启动。

雄安空天信息创新技术大赛作为第三届雄安未来之城场景汇核心赛事之一，聚焦卫星互联网、运载火箭、北斗导航、空天地信息融合应用等领域技术创新与场景落地，设置卫星火箭关键核心技术、卫星终端及应用新场景、北斗规模应用新场景三大赛道，全力打造空天信息领域技术创新、产业对接、场景落地、资本赋能的交流平台。

本届大赛以“汇智空天 新质未来”为主题，由雄安未来之城场景汇组委会主办，河北省发展和改革委员会承办。

京东将人工智能技术融入供应链
把算力热度转化为产业厚度

本报记者 王东辉

主动迎宾、精准引路、实时导购问询、贴心递送礼品……今年“618”购物节期间，京东MALL北京双井店内，一批人形机器人“新员工”在商场里穿梭，让零售更加智能化。“这些机器人在门店提供服务的同时，还能采集场景数据。”该店工作人员介绍。

人形机器人应用场景广泛。在推动人工智能技术发展上，京东推进人工智能与供应链融合，将人工智能应用于零售、物流、健康、工业、外卖、家政等3000多个场景。

为将人工智能技术融入供应链，今年一季度，京东研发投入同比增长近60%，推进人工智能驱动的物理世界运营中心建设。“通过算力、模型、数据等，驱动海量智能设施更高效运转，把算力的热度转化为产业的厚度，用更好的新产品打开更大的新市场。”京东集团技术委员会主席曹鹏说。

我国制造业体系完备，为人工智能技术规模化落地提供了广阔舞台。今年“618”购物节期间，搭载京东附身智能技术的投影学习灯、炒菜机器人、智能轮椅等智能硬件首度亮相，近百款产品走进消费者家中。

“依托大模型能力，以及成熟的技术底座，我们新推出的人工智能玩具实现了多维度的智能交互与情感陪伴功能，成功实现了从传统功能性玩具向拟人化人工智能陪伴伙伴的转变，产品从研发创意到量产

落地的周期大幅缩短。”深圳物语智联科技有限公司创始人王新春介绍，在与京东的合作中，双方共同探索出一套技术驱动、供应链协同、用户导向的产品创新模式，产品获得积极市场反馈。

在具身智能产业，京东构建起覆盖数据、模型、场景、商业化服务的全链路产业生态。搭建数据建设设施，开源高精数据集，助力具身智能模型进化；开放附身智能交互能力，为智能硬件打造专属“智慧大脑”；完善机器人商业化服务体系；同步提供工业生产、产品研发、产业服务等全链条供应链配套，全方位护航产业发展。

当前，国内智能机器人技术加速迭代升级，具身智能产业化面临高质量实操数据供给不足的瓶颈。行业测算显示，训练具备通用泛化能力的具身模型需要至少数千万小时的真实场景数据，有效供给缺口显著。今年以来，京东在江苏宿迁建设具身数据采集中心和具身智能数据采集社区，利用丰富的线上线下场景优势，将发动内外部超60万名各类岗位员工和行业人员，采集第一视角人类操作数据，两年内采集超1000万小时优质真实场景数据。

人工智能与供应链的深度融合，正持续为传统产业注入新动能。京东物流在全球布局3600座仓库及云仓，依托自研超脑大模型，系统可在数秒内完成货物最优运输路径规划，机器人广泛应用于存储、拣选、搬运、分拣、场内转运等全流程场景。



6月16日，随着最后一座平台在天津市滨海新区成功装船，全球最大变质岩油田渤中26—6油田开发项目（二期）全部平台陆地建造完工，为油田按期投产奠定基础。
图为渤中26—6油田开发项目（二期）平台完工装船现场。

杜鹏辉摄（影像中国）

本版责编：吴 燕 吴 凯 黄金玉