垃圾焚烧发电寻求多元化突围

■本报记者 渠沛然

截至2025年底，全国焚烧设施达1137座，日处理能力118万吨，处理规模超美欧日等国的总和。北京、浙江、山东等15省市区已实现原生生活垃圾“零填埋”。这是我国垃圾焚烧发电行业取得的显著成绩，但发展中也有不容忽视的问题，行业积极探索解决问题的路径。

前些年一些地区焚烧产能超前布局、过度集中，随着垃圾分类推进，一些地区焚烧处理能力过剩，的确存在焚烧厂“吃不饱”的情况。整体来看，垃圾并没有“不够烧”，生活垃圾产生量仍在稳定增长，但“垃圾围城”压力并未根本消除。

今年7月，国家发展改革委、国家能源局联合印发《可再生能源发展“十五五”规划》，赋予垃圾焚烧发电更多“能源属性”，明确生物质能跳出“发电为主”，以“发电转型升级、非电利用突破”为主线，构建多场景、多品类、多价值体系，支持供热、餐厨垃圾制生物天然气、有机固废资源化等多元路径。

我国垃圾治理坚持减量化、无害化、资源化，不能为满足焚烧产能而放松减量、放弃分类，否则本末倒置。在完成“主业”的基础上，当焚烧厂被纳入能源供应体系，一些向供热、供汽、算电协同延伸的项目，正为行业发展拓展新的空间。



图为深圳龙岗能源生态园。

●转型中，跑出一批样本

垃圾焚烧并非新鲜事，但近年来烧什么、怎么烧，变化较大。

转型中，不少企业跑出一批样本。

中咨公司生态环境处处长徐春方公开表示，垃圾焚烧行业需主动顺应政策导向，推动单一发电向热电联产转型。比如，全国首个国有全量供汽垃圾焚烧项目已在绿色动力乳山项目落地，走出了适合中小型项目的提质增效路径。永兴股份的绿色蒸汽供应量2025年约21万吨，同比增长28%，出厂基准汽价较燃气供热低约30%，且不占用企业能耗指标。安徽阜阳皖能环保电厂的生物质沼气资源化利用项目也已开工，将垃圾焚烧过程中产生的渗滤液沼气提纯制备生物天然气并入管网，投产后预计每天可制备生物质天然气近8000标准立方米。

同济大学环境固体废物处理与资源化研究所所长何品晶指出，行业核心方向是迈向高质量发展，需要探索减污降碳协同、多污染物控制协同、区域治理协同等路径，并积极关注AI技术赋能。

《可再生能源发展“十五五”规划》对行业这些尝试给出明确的制度支撑。规划提出“因地制宜推进生物质发电提升供热附加值”，指向了垃圾焚烧行业商业模式的重大变革。垃圾焚烧供热具有双重优势：既能为周边工业园区或居民社区提供清洁热源，又能通过热价收入改善现金流；供热不依赖电网消纳，规避了弃电风险，使垃圾焚烧设施真正成为“城市能源工厂”。在生物天然气领域，规划明确依托城市垃圾分类体系建设餐厨垃圾生物天然气项目，探索建立产输配用体系。

北京已率先探路，2026年北京市首例餐厨垃圾生物天然气并入市政管网项目投入运行，将餐厨垃圾厌氧沼气经深度提纯后制成符合国家标准的生物天然气，直接供居民使用。

●区域协同破题

技术可以解决“烧得好不好”的问题，但产能利用率难题以及“如何统筹存量治理”的生态课题依然亟待破解。

区域失衡是一个老问题。东南沿海焚烧厂布局密集，中西部和农村地区设施覆盖不足。一些城市垃圾分类全覆盖后，焚烧厂“吃不饱”；一些不发达地区的乡村，垃圾仍在随意堆放、露天焚烧。据行业监测数据，东南沿海多数省市焚烧厂产能利用率不足60%，而西部新疆、宁夏、青海等地区产能利用率超80%。破解这一困局，各地已经摸索出一些办法。陕西安康汉阴县采取“县区转运、市集中处理”模式，将8个镇的生活垃圾统一转运至安康市焚烧发电厂，将城市闲置的焚烧产能与农村垃圾处置需求衔接起来。

在区域协同之外，存量治理是另一条并行推进的路径。

在一些土地资源紧张、历史填埋存量巨大的地区，地方政府统筹推进存量垃圾治理与库容腾退，焚烧设施承担配套处置任务。需要明确的是，这类实践的定位是存量治理与生态修复。比如深圳玉龙填埋场每天开挖垃圾6000立方米，筛分后轻质物转运焚烧发电，腾出的土地规划建设数字产业集聚区。广州第七资源热力电厂的存量垃圾开挖掺烧项目在从化试点成熟后，该模式已推广至广州规模最大的兴丰填埋场，截至5月底，该项目通过处置兴丰填埋场存量垃圾，累计焚烧发电量超1亿千瓦时。福建德化县火烧寮生活垃圾填埋场陈腐垃圾处置项目预算金额过亿元，对存量垃圾进行开挖及转运，腾退填埋库区。这些项目的核心逻辑是偿还历史环保欠账、释放土地资源、修复生态环境，与单纯扩大焚烧处理量的逻辑有着本质区别。

这些实践不再把焚烧厂当成一座孤立的处理设施，而是把它放进更大的收运处置体系中通盘考虑。但垃圾从产生到处理，全程消耗土地、能源、人力，分类、收集、转运、处置的成本远非发电收益所能覆盖。这意味着，光靠末端设施的统筹还不够，源头减量和分类回收必须同步跟上。最根本的是跳出末端处置的思维定式，回到全链条治理的轨道上来，源头上坚定不移推进垃圾减量和分类回收，产业上跳出单纯焚烧垃圾发电的模式，转向“城市矿产”综合开发。

●装备技术自主化提速

焚烧厂能不能稳定输出多种能源产品，装备和技术是基础。

过去入炉垃圾含水率高、热值低，风冷焚烧炉尚可应付。随着垃圾分类推进，厨余垃圾分出率提高，入炉垃圾中塑料、织物等轻质组分占比上升，热值逐年攀升，风冷炉开始力不从心。水冷技术由此进入行业视野，水冷壁在燃烧室内带走多余热量，既控制炉温又回收热能，恰好适配了高热值垃圾的处置需求。比如，中科环保今年7月完成对瑞士斯特福焚烧炉品牌及全部知识产权的收购，其装备在欧洲市场历经50余年工程验证。收购完成后，中科环保形成“水冷+空冷”双核心技术矩阵，构建起覆盖焚烧技术、污染物超低排放、热能高效利用、飞灰无害化与资源化及“AI+”智慧电厂的完整技术体系。而公司自主研发的智能焚烧控制系统已在内部项目投运，将核心工艺人工干预降至每天一次。

当装备技术、收运体系和能源利用路径同时升级，行业才有可能跳出产能利用率偏低的阶段性焦虑，从“处理废弃物”转向“经营能源站”。

装备能力的提升也直接反映在出海节奏上。截至2025年底，中国企业参与的海外固废能源化设施已超过100座，遍布亚、欧、非、美各大洲。今年以来，中国垃圾焚烧发电企业“出海”明显加速，年初至今已有至少9个海外项目完成签约或中标，覆盖印度尼西亚、越南、乌兹别克斯坦等国家。深能环保自主研发的焚烧炉全系列产品已通过欧盟CE认证，获得欧盟固废处理市场的“技术通行证”……

不过，目前供热、碳资产、绿电直连等项目仍处于探索阶段，距离规模化复制还有一段距离。只有装备自主化、标准统一、跨部门协调不断扎实，行业转型才能走得更远。

从牧场到餐桌 电力守护“奶罐子”

■卜庆欣



图为海拉尔供电服务中心共产党员服务队为客户解读相关政策，持续优化电力营商环境。卜庆欣/摄

10月13日，在呼伦贝尔海乳乳业有限责任公司生产车间，全自动生产线满负荷运转。国网呼伦贝尔供电公司台区经理吕常久和同事逐台测量配电柜运行温度、记录负荷数据，为企业做当月能效分析。“全自动设备一多，用电量就上来了，多亏你们上门为我们提供用能分析的服务，奶制品质量没受影响，今年前9个月，每月电费还省了3000多元。”车间负责人李新秋说。海拉尔区地处北纬47度至49度的黄金奶源带，乳制品是当地特色富民支柱产业。

海拉尔区天然牧草覆盖面积达68.95万亩，乳制品加工企业及特色奶制品作坊有61家。从苜蓿种植、奶牛养殖到精深加工、线上销售，当地已形成完整的乳制品产业链。

呼伦贝尔海乳乳业有限责任公司始建于1950年，前身是海拉尔乳品厂，2024年2月被认定为中华老字号企业。76年间，这家企业见证了海拉尔乳制品产业从手工作坊到自动化生产的成长，乳粉、奶片、奶茶、冷饮品、奶油、液态奶等特色产品从草原走向全国。随着市场认可度持续提升，企业订单量逐年增加，原有线路老旧、用电负荷不足、供电稳定性欠缺等问题逐步显现。

2024年6月，海乳乳业引进全套自动化生产设备和精密检测设备。设备安装完毕，李新秋向国网呼伦贝尔供电公司提交变压器增容申请。该公司迅速组织台区经理、营销人员深入生产车间实地勘察，摸排新旧设备负荷、用电时段、线路接入等关键信息，量身定制“双电源保障+变压器增容”供电方案，压减办电环节，用13天时间将企业原有的315千伏安变压器增容至500千伏安，满足了企业扩产用电需求。双电源保障工程已于6月14日建成投运，企业供电可靠率提升至99.96%。

2024年以来，国网呼伦贝尔供电公司累计新建及改造乳业加工企业相关配电线路18条、总长13千米。该公司开展能效服务进企业专项行动，动态跟踪企业用电特性，指导企业错峰用电。



图为海拉尔供电服务中心共产党员服务队在检查线路，保障制冷设备可靠供电。卜庆欣/摄

乳制品提质增效，源头奶源是关键。海拉尔区哈克镇扎罗木得牧场是当地核心奶源基地，养殖奶牛1000余头，依托高蛋白苜蓿饲草种植提升产奶量。2024年7月，牧场新增6台电气化喷灌设备，国网呼伦贝尔供电公司组立电杆6根、新建供电线路5千米。2025年6月12日，牧场提交新装用电申请。该中心依托“村网共建”服务机制，第一时间组织现场勘察、制订供电方案，再次组立电杆5根、新建供电线路2.5千米，6月25日完成通电验收。

“我们最关注的就是苜蓿的生长情况。去年你们就为我们新架设了线路，这回你们干活，我放心。”扎罗木得牧场负责人王德利说。目前，牧场饲草喷灌已实现电气化全覆盖，配套建设苜蓿饲草基地，就地保障奶牛饲草供应。现有奶牛存栏1000头，泌乳牛500头，年产奶量3000吨，预计2026年年底牛奶销售额将突破900万元。

“在家门口牧场、饲草基地干活，既能顾家又有收入，喷灌、挤奶设备稳定用电，我们干活心里踏实。”哈克镇扎罗木得村村民说。产业链壮大，也让农牧民在家门口有了活干。目前，海拉尔区乳制品产业链带动235人就业增收，其中加工企业84人、特色奶制品作坊120人、饲草种植与奶牛养殖31人。

“本地奶业越做越大，鲜奶运输订单越来越多，在家门口就能就业，稳定增收。”扎罗木得牧场鲜奶配送王师傅说。

预计到今年底，全区加工乳制品产量将超过7万吨，全产业链产值突破4亿元。

藏粤直流工程（滇桂粤段）线路工程（第二批）广东段启动仪式在广州举行

■吴丁炬 梁梓豪 邓然

近日，藏东南至粤港澳大湾区±800千伏特高压直流输电工程（滇桂粤段）线路工程（第二批）（简称“藏粤直流工程”）广东段启动仪式在广东省广州市花都区赤坭镇顺利举行。

藏粤直流工程是国家“十四五”规划重点输电工程，工程以西藏为起点，途经云南、广西，最后到达广东，直流输电线路全长约2681公里，预计2029年全面投产，每年将输送超430亿千瓦时的绿色电力，相当于每年为广东减少标煤消耗1200万吨，减排二氧化碳3300万吨。

本批动工的粤1-4标段线路全长约450公里，新建铁塔852基，沿途经过肇庆、佛山、广州、清远、韶关5市11县区，主要以丘陵山地地形为主，地质条件复杂，多处跨越交通干线，复杂外部环境对工程建设协调提出了挑战。建设团队坚持超前策划，加大资源要素投入，以精细化管理应对各类建设条件。

针对山区地形物资转运难、地面施工受限等痛点，本次工程全面推广机械化施工模式，依托重载无人机实现物资装备空中精准投送，减少大规模修建临时施工便道，在大幅提升物料转运效率、压缩施工周期的同时，能够最大限度减少植被扰动和土地占用，有效平衡工程建设与生态保护需求，全力推动工程绿色高效建造。

“建设好藏粤直流工程意义重大，能够增强粤港澳大湾区绿电供给力度，促进能源绿色低碳转型，助力区域“双碳”目标的实现。”南方电网超高压输电公司广州局第一现场业主项目部经理助理郑晓介绍。建设团队将秉持“以现代化手段建设现代化工程”理念，全力以赴打造特高压直流世界级“灯塔”工程。