

全球 LNG 产业进入深度重构期

■本报记者 梁沛然

全球液化天然气(LNG)产业正经历一场深刻重构。

地缘政治冲突持续升级、能源转型步伐加快、技术壁垒不断加深、多重因素交织作用下，LNG 市场价格大幅波动，基础设施利用率起伏不定，贸易格局加速调整。在此背景下，国内 LNG 产业面临新挑战，也迎来新机遇。多位业内专家近日在2026 液化天然气大会上表示，LNG 产业已告别快速增长期，进入需精耕细作的新阶段。

■“预测模型”难敌“市场变化”

当前，地缘政治冲突引发的短期剧烈波动与供应宽松带来的长期下行预期之间的矛盾，正在重塑 LNG 市场的运行逻辑。

从供应端看，全球 LNG 产能快速释放。中国石油学会理事长焦方正提供的一组数据显示，2025 年全球 LNG 液化产能已增长至约 5.1 亿吨/年，增量主要集中在北美地区，美国、卡塔尔、澳大利亚依然保持全球前三大 LNG 出口国地位，其中美国 LNG 出口首次突破 1 亿吨。供应端的快速增长为价格下行埋下伏笔。

但地缘政治冲突不断冲击市场预期。“近期美以伊冲突导致霍尔木兹海峡通航受限，卡塔尔 LNG 暂停生产，全球近 20% 的 LNG 出口产能下线。最新消息显示，海湾地区一座 LNG 接收站遭遇攻击，国际气价应声跳涨。这种突发事件对市场的冲击，让所有基于供需模型的预测显得苍白。”焦方正说。

国际燃气联盟副主席李雅兰分析价格趋势时指出，短期看，受伊朗局势影响，全球能源价格回落时间尚不确定。“但霍尔木兹海峡不可能永远被封堵，俄罗斯 LNG 已向市场增加供应量。”她判断，如果局势能

在两三个月内缓解，今年下半年 LNG 价格将呈现温和回落；中期看，2023—2030 年价格将持续下降，市场将由买方主导；长期看，定价将逐步贴近成本。

市场不确定性在欧洲表现得尤为突出。匈牙利国家能源集团首席执行官拉斯洛·弗里奇指出，为将一船 LNG 送到匈牙利，可能需要穿越 3 个国家、支付 11 次过境费用，运输成本在气价中占比相当可观。挪威工程院院士杨涛认为，这种不确定性将进一步抑制上游投资的积极性。

■技术突破与短板并存

面对市场剧烈波动，LNG 产业将目光投向更可控的领域。过去几年，中国 LNG 产业在核心装备自主化方面取得长足进步，但深层次的技术短板依然存在。

“经过多年努力，中国在 LNG 低温行业的装备材料方面已取得重要进展，基本上所有的动静设备、各类大宗材料以及低温阀门都实现百分之百国产。”中国石化天然气分公司副总经理丁乙指出，“尤其是 LNG 全自动装卸臂的突破，这款被称为‘中国大臂’的设备实现自动对接功能，改变了以往需要现场手工操作的作业模式。”

苏州纽威阀门副总工程师杨昭斌将国产化的视角深入到阀门层面。LNG 的超低温特性对阀门提出极高要求，填料一旦结冰会导致密封失效，气化后体积膨胀约 600 倍又要求阀门具备自卸压功能。“通过有限元分析优化温度梯度、开发专用密封材料，国内厂家已经攻克这些技术难点，在密封可靠性方面得到保证。”

沈鼓集团副总工程师史金龙透露，在 LNG 装置制冷剂压缩机专用叶轮模型级方面，目前设备最高效率可以做到 87%，这一



指标让国产压缩机在国际竞标中具备了竞争力。

在 LNG 技术不断突破的同时，LNG 接收站面临的安全技术挑战和数字化软件“卡脖子”问题，都是行业发展存在的短板。

针对目前 LNG 接收站面临的安全技术挑战，中国工程院院士张来斌指出，低温管道多采用保冷结构，液体 LNG 泄漏后可在保温层内流动并气化，导致泄漏难以精准定位早期识别能力不足。更棘手的是现有低温防护服难以兼顾高防护性和作业灵活性，长时间作业舒适性较差容易造成人员伤亡。

美国国家工程院院士陈掌星则从数字化角度提出警示——应当将物理机理与人工智能结合，把数据与知识融合起来，解决现有模型的幻觉问题和可解释性难题。

■融合发展的重要载体

如果说保障当前供应安全的核心在于技术与装备的自主可控，那么决定产业

未来命运的则是在能源转型大潮中的重新定位。

李雅兰表示，天然气不是通往未来的桥梁，其自身就是未来的一部分。“过去十年，全球化石能源占比从 82% 降至 80%，仅下降 2 个百分点，其中石油从 32% 降到 29%，煤炭从 28% 降到 26%，只有天然气稳中有升，占比从 22% 上升到 25%，是化石能源中唯一增加的品种。未来世界需要更多能源，而天然气将在其中扮演长期的核心角色。”

多位与会专家将目光投向 LNG 与新能源的融合发展。

国家管网集团液化天然气公司副总经理仇山珊介绍了“新型能源质能网”的构想。“LNG 接收站不再只是天然气的周转节点，而将成为氢、氨、甲醇等多种能源形态的转换枢纽。当西北风光绿电富余时就就地电解制氢，通过管道与 LNG 接收站相连转化为易于储运的绿色甲醇，实现物质流和能量流的双向灵活转换和时空转移。这一设想试图系统性解决可再生能源消纳

与储运的核心瓶颈。”

中国石油学会石油储运专业委员会副主任张超则描绘了“海上能源岛”的图景，以天然气和 LNG 作为底色和其他能源相融合。“将浮式风电、浮式光伏、CCUS 设施与 LNG 平台结合，让海上设施成为一个自给自足并能向陆地输出多种能源产品的综合枢纽。”

技术层面的融合已经在推进。从冷能发电、冷水养殖到燃气电厂碳捕集示范，再到固态氧化物燃料电池研发，未来 LNG 产业将不再是一个“单打独斗”的行业。目前，国内首套自主研发的 5 兆瓦级冷能发电装置已在浙江 LNG 投产，总发电量超过 2000 万千瓦时；撬装天然气制氢装置已在佛山投用，液态氢实现全球最远距离跨洋运输。

用技术自主降低外部依赖，用跨界融合寻找新的增长空间成为与会专家共识。无论是“质能网”还是“能源岛”，从追求增长到谋求韧性，从被动应对到主动布局，LNG 正在重新定义自己的边界。

动力电池回收产业趟进“深水区”

■本报记者 苏南

当前，我国新能源汽车年产量已突破 1600 万辆，产能、规模呈爆发式增长。与之相对应，作为新能源汽车“心脏”的动力电池也将迎来规模化退役阶段。数据显示，2024 年国内动力电池退役总量约 40 万吨，预计 2030 年退役总量将飙升至 150 万吨，回收市场规模有望突破千亿元。

据《中国能源报》了解，面对动力电池退役潮，正规回收企业产能闲置、“小作坊”却在野蛮生长、回收利用受限问题凸显，我国动力电池回收产业正经历成长之痛。因此，如何构建一个绿色、规范、高效的循环利用体系，已成为行业亟待破解的难题。

■劣币驱逐良币

动力电池退役潮既是巨大的市场机遇，也给现有回收体系承载力带来考验。

目前，我国动力电池回收行业呈现供需错配：一方面，正规企业“吃不饱”，产能利用率不足 20%；另一方面，大量退役电池流入非规范渠道，约 75% 的废旧动力电池未进入正规回收网络。

正规企业比不过“小作坊”，核心在于经济账失衡。自然资源保护协会清洁电力项目高级主管周晓航在接受《中国能源报》记者采访时指出，正规企业需承担环保、安全、税收、溯源体系建设等合规成本，运营门槛较高。相比之下，“小作坊”几乎规避所有环保和安全投入，运营成本极低。

目前，市场交易秩序尚不规范，拥有废旧动力电池资源的企业或平台多采用竞价方式出售报废电池，电池会流向出价最高者。“由于成本极低，在‘价高者得’的模式下，‘小作坊’可以获取更多报废电池。”周晓航坦言，“价高者得”模式让动力电池成为普通商品，忽略了其环境危险性和资源性，形成劣币驱逐良币。

此外，行业准入门槛较低也是乱象丛生的

重要原因。截至 2025 年 9 月，国内电池回收相关企业数量激增至 19 万家，远超实际处理需求。尽管工信部已发布五批 156 家符合行业规范条件的“白名单”企业，但部分“白名单”企业存在“挂名不实”、实际回收能力不足等问题，削弱了行业规范性。

业内认为，动力电池回收的当务之急是强化监管与法治化建设。周晓航建议，应构建跨部门协同监管机制。“单纯依靠工信部难以全链条监管，建议工信部（产业管理）、市场监管（市场秩序）、生态环境部（危废监管）及公安、税务等部门建立信息共享与联合执法机制。对非法拆解点，环保部门可查处污染，市监部门可吊销执照，税务部门可稽查偷漏税，公安机关可追究安全责任，形成监管合力，大幅提高违规成本，从而扭转劣币驱逐良币的市场逆淘汰局面。

■技术与经济双重博弈

早期的新能源汽车市场以三元电池为主，随着电池模组技术不断迭代演变，中长期退役电池中磷酸铁锂电池的占比约 69%，这一变化影响了回收企业的盈利逻辑，对技术路线和经济性提出挑战。

过去，三元电池因其含有镍、钴等高价金属，回收具有很高的经济附加值，毛利率可达 10% 左右，是争抢的“香饽饽”。然而，随着磷酸铁锂电池成为主流，回收行业面临投资回报不稳定的尴尬境地。

周晓航指出，核心挑战是经济性差。磷酸铁锂电池的再生经济性高度依赖波动的碳酸锂价格，在当前价格水平下，湿法回收磷酸铁锂正极粉料的毛利率不足 4%，当碳酸锂价格低于一定阈值时，回收即面临亏损。“这与三元电池再生利用约 10% 的毛利率形成鲜明对比。”

除了经济账，技术挑战同样严峻。周晓航指出，湿法回收会产生大量铁磷废渣，目前其高

值化利用途径有限，处理成本高，可能成为新的环保负担。同时，电池拆解也存在效率低、成本高等问题。

经济性的差异，直接影响企业布局回收业务的积极性。若缺乏有效的政策引导或技术突破，磷酸铁锂电池的回收可能陷入“收得越多亏得越多”的困境，这部分电池更易流入缺乏环保底线的小作坊。

面对上述挑战，业内认为，行业必须坚持创新引领，加强关键核心技术攻关。一方面，针对磷铁渣、负极、电解液、隔膜等附加值较低的材料，挖掘剩余价值，推动资源利用最大化。另一方面，应在动力电池设计阶段就融入易拆解、易回收的理念，从源头提升产品可回收性，降低后端处理成本。

■构建全生命周期管理体系

动力电池回收不仅是后端处理，更是贯穿全生命周期的系统工程。当前，梯次利用作为退役电池的重要去向之一，正面临应用场景收窄和标准缺失的困境。

早期电池规格不一、数据缺失，梯次利用电池的质量和难以保障。近年来，国家对梯次电池的使用要求趋严，明确禁止电动自行车使用梯次电池，并限制大容量储能系统使用梯次电池。这些限制反映了市场对梯次电池安全性的担忧，也倒逼行业完善标准和数据追踪体系。

周晓航认为，梯次利用目前面临的一个重要问题是标准不统一。不同动力电池企业在电池规格、结构设计和管理系统等方面差异较大，导致退役电池在拆解、检测和重组过程中成本较高、难度较大，商业盈利空间有限。“从短期来看，可以鼓励企业在自身产品体系和应用场景范围内探索梯次利用模式，例如在同一品牌或同一技术体系内实现梯次再利用，以降低检测和适配成本。但从长远看，急需补充关键技术指标的数据追踪系统，特别对电池健康状态、能量密度、循环寿命等指标进行系统化评估，从而为梯次利用提供可靠的技术和监管基础。”

要实现这一目标，打通数据孤岛是前提。目前，整车、电池、回收企业之间的数据交互渠道尚未完全打通，电池的“前世今生”是一笔糊涂账。在此背景下，“电池护照”与全生命周期数据管理体系的构建显得尤为迫切。

周晓航表示，年初出台的《新能源汽车废旧动力电池回收和综合利用管理暂行办法》已明确建立溯源信息平台，目的就是打通数据孤岛。“电池护照”实际上类似数据平台的载体，让每一块电池数据信息可查可追溯。“这样可以透明地显示报废电池的流向和责任单位，对监管、资源管理和溯源等都可以发挥重要作用。通过信息透明化，避免过去行业中的一些乱象。”

我国动力电池回收产业正步入“深水区”，通过法治化监管、技术创新与数据赋能的协同推进，可将退役潮转化为绿色发展的红利，构建起良性的动力电池绿色循环体系。

■关注

2月我国核发绿证1.98亿个

本报讯 国家能源局3月19日发布2026年2月全国可再生能源绿色电力证书核发及交易数据。数据显示，今年2月共核发绿证1.98亿个，涉及可再生能源发电项目61.02万个，其中可交易绿证1.5亿个，占核发总量的75.49%。

本期核发2026年1月可再生能源电量对应绿证1.55亿个，占比高达78.13%。

在绿证交易方面，2月全国交易绿证总计7548万个，其中通过绿色电力交易完成的绿证为2996万个。

在单独交易方面，共交易绿证4552万个，其中电量生产年为2024年的绿证交易量为722万个，平均成交价格为1.21元/个；电量生产年为2025年的绿证交易量为3831万个，平均价格攀升至5.90元/个。

作为可再生能源电力的“电子身份证”，绿证制度是我国推动能源绿色低碳转型的重要抓手，一个绿证单位对应1000千瓦时可再生能源电量。加快推进绿证市场建设，是以更大力度推动可再生能源高质量发展的关键举措，是健全绿色低碳发展机制的重要内容，是经济社会发展全面绿色转型的内在要求。

国家发改委、国家能源局等五部门去年3月联合印发的《关于促进可再生能源绿色电力证书市场高质量发展的意见》明确提出，到2027年，绿证市场交易制度基本完善，强制消费与自愿消费相结合的绿色电力消费机制更加健全，绿色电力消费核算、认证、标识等制度基本建立，绿证与其他机制衔接更加顺畅，绿证市场潜力加快释放，绿证国际应用稳步推进，实现全国范围内绿证畅通流动。到2030年，绿证市场制度体系进一步健全，全社会自主消费绿色电力需求显著提升，绿证市场高效有序运行，绿证国际应用有效实现，绿色电力环境价值合理体现，有力支撑可再生能源高质量发展，助力经济社会发展全面绿色转型。

业内人士分析指出，2月绿证交易量价数据，特别是2025年产新证价格显著走高，正是政策驱动下市场需求提前释放的体现。随着强制消费与自愿消费相结合机制的健全，以及绿证应用场景不断拓展，我国绿证市场正迎来高质量发展的新阶段。（宗和）

甘肃新型储能装机容量突破900万千瓦

本报讯 国网甘肃省电力公司近日透露，截至3月13日，甘肃省新型储能装机容量突破900万千瓦，达到921.69万千瓦，同比增长104.67%，标志着新能源消纳与电力保供能力进一步提升。

甘肃风光资源丰富、区位优势明显，全省风能可开发量5.6亿千瓦、居全国第四，太阳能可开发量95亿千瓦、居全国第五，是全国新能源发展基础条件最好的地区之一。截至目前，甘肃电源总装机突破1.2亿千瓦，新能源装机突破800万千瓦，占比64.8%，位居全国前列。据测算，900万千瓦的新型储能装机，意味着每年可多消纳绿电67.5亿千瓦时，相当于节约标准煤83万吨、减排二氧化碳552万吨。

储能是电网的“超级充电宝”，可实现充电消纳富余新能源电量，放电保障高峰用电需求。在迎峰度冬、新能源大发等关键时段，全省储能电站高效响应调度指令，通过灵活有效平抑电网波动、提升绿电消纳水平，为电网安全稳定运行提供了坚强保障。

“甘肃通过市场机制引导，不断提升储能调用水平，部分时段实现2充2放，储能利用效率位居全国前列，这标志着甘肃新型储能从基础调峰迈向高效利用，对保障电力可靠供应，提高新能源利用率起到积极作用。”国网甘肃电力调度中心电力调度处处长刘克权说。（王昕月 柴宜）

