



碳中和前奏曲： 全球CCS项目加速落地

CCS技术对于构建绿色低碳、安全可靠的能源系统至关重要，截至今年一季度，全球运营的CCS项目年产能超过5000万吨，预计2030年全球碳捕集能力将达到4.3亿吨/年、碳封存能力将达到6.7亿吨/年

燕燕 AI制图

●罗佐县

在碳中和趋势推动下，发展碳捕集与封存(CCS)技术对于构建绿色低碳、安全可靠的能源系统至关重要。近年来，全球CCS技术获得源源不断的发展动力。国际能源署(IEA)数据显示，截至今年一季度，全球运营的CCS项目年产能已超过5000万吨，较2024年保持平稳增长。基于各国有CCS项目规划，预计2030年全球碳捕集能力将达到4.3亿吨/年，碳封存能力将达到6.7亿吨/年。虽然当前的发展速度尚不足以支撑到2050年实现全球净零排放目标，但CCS项目、技术和投资等方面进展令人鼓舞。

全球CCS项目实现“从0到1”的突破

2024年，碳捕集、利用与封存(CCUS)技术在全球多个行业首次应用，相关项目进入实质性建设或运营阶段，实现了“从0到1”的突破，这一年也被业界称为“CCS首创之年”。亮点项目包括：英国首座配备CCS技术的燃气电厂获批，碳捕集量为200万吨/年；瑞典一家热电联产厂配备CCS技术支持的装置；全球首个枯竭气田大规模碳封存项目在澳大利亚开始运营；印尼Tangguh天然气处理厂项目做出最终投资决定；肯尼亚直接空气捕集(DAC)试点项目开工建设。

我国的逐步为亮眼。在政策扶持和市场需求的驱动下，我国CCS/CCUS上下游产业链正在快速构建。综合我国CCS年度报告和相关科研机构发布的数据，近几年，我国CCS/CCUS产业发展各项指标良好，发展潜力较大。

从项目数量看，2021年~2024年7月，我国规划运行的CCUS工程项目数量由40个增至120个，实现成倍增长。碳捕集和回注能力均快速提升。2024年，碳捕集能力达到600万吨/年，较2021年翻番；注入能力达到200万吨/年以上，较2021年增长60%以上。CCS/CCUS实施项目遍及钢铁、石油化工、电力(包括新能源)、运输、制造等多个领域。

从动力机制看，自愿碳市场的强劲需求成为推动CCS的重要力量。2024年，全球生物能源碳捕集与封存(BECCS)项目开发商和DCC项目开发商签署了近600万吨二氧化碳去除协议，占全年碳去除信用额交易的75%，与2023年相比翻了一番。碳市场的兴起虽有政策、市场因素推动，但根本动力与化石能源减排的需求密切相关。

欧洲能源转型：理想与现实的落差

2008年全球经济危机后，发展实体经济，特别是绿色低碳经济，成为各国摆脱危机后遗症、尽快步入经济复苏轨道的重要路径。鉴于温室气体排放主要来自能源生产和消费，推动物能结构调整成为经济危机后降碳、去碳的关键。

初期，许多国家采取激进措施，力图快速将能力建设从以化石能源为主转向非化石能源为主，加大对煤、去油气力度，希望通过非化石能源的快速增长替代达到降碳目的。这方面欧盟国家尤其典型，率先提出燃油车禁售时间表、淘汰煤电产能、制定

多重推力下的全球CCS热潮

过分强调发展绿色低碳能源的实践还遇到了一些不可预期的挑战。由于季节和昼夜交替的影响，可再生能源存在供应不稳定问题，而气候异常则进一步加剧了这种不确定性，以致于能源危机来临时各国应急能力捉襟见肘。完全依靠市场机制的美国得克萨斯州，在遭遇天价电费时手足无措的状况就很具有代表性。

值得庆幸的是，面对突发的能源供应不稳定现象，欧国家进行了反思并调整策略、及时止损，突出体现为欧洲政要对化石能源的态度不再一味排斥。

德国是欧洲经济大国，能源转型一向比较激进，反核、去化石能源的节奏一度领衔欧洲。但在能源短缺状况发生后，德国的政策明显有所缓和。近期大选后，德国新政府的施政纲领有意回避了燃油车禁售时间表，以及不发展核电的主张。法国的情况也类似，从核电削减转向核电复兴。英国甚至一度重启了废弃的煤电产能。不过，欧洲在适度回归化石能源的同时，并未放弃对可再生能源的追求。

美国作为传统化石能源消费大国，国内能源结构之争一直存在，特朗普当政后，由于偏爱化石能源，煤炭、油气行业获得了更大的发展空间。

多种因素巩固了欧美化石能源的主体地位。为实现绿色低碳目标，寻求折中的政策和手段也成为必然选择，政策和技术革新的焦点自然转向了兼容化石能源利用与减排目标的CCS技术。这正是CCS技术和投资在全球“爆火”的原因。

中国和中东：崛起中的CCUS力量

就发展趋势来看，虽然CCS技术拓展至许多新领域，但目前产能仍相对集中。相关机构预测，2030年前，全球可能投产的碳捕集产能中，约80%将在欧美国家。不过，未来十年不可预见事件使得CCS发展趋势仍然存在变数。

CCS中长期发展将受政策韧性、新参与者进入、碳市场、供应链压力及数据中心快速增长等多方面因素影响，难以做出具体预测。值得关注的是，我国以及越南、印尼、中东等化石能源消费较大的国家和地区正大力投入CCS规划与发展，不排除十年后取代欧美国家成为全球CCS中心的可能。

国际能源署数据显示，我国和中东地区推进CCUS布局的力度较大，到2030年，在建项目碳捕集产能将超过1500万吨/年，占全球运营及在建项目的25%。我国即将投运的燃煤电厂碳捕集装置产能将达到150万吨/年，有望成为全球同类最大项目。此外，在严格的监管措施推动下，巴西、印尼和日本也在积极筹划CCS项目投资和产业化发展。

(作者单位：中国石化经济技术研究院)