

推动绿色飞行，SAF正火热

■本报记者 梁沛然

日前，中国南方航空联合中国国际可持续交通创新和知识中心和空中客车公司共同发布的《可持续航空燃料发展路径研究报告》(以下简称《报告》)指出，可持续航空燃料(SAF)全球化供应链正在形成，中国SAF市场前景广阔，具有独特资源产业优势，有潜力引领全球SAF发展。

当前，民航行业正处于绿色低碳转型的关键时期，各国围绕低碳、零碳、负碳技术标准和产品装备的博弈激烈，强化绿色复苏、提升中长期减排力度成为重塑国际竞争格局的着力点。

加快发展SAF产业，有助于民航业实现“双碳”目标，推进绿色低碳航空科技发展。从实现碳中和目标来看，SAF和碳市场措施是最为可行的促进民航业减排的两种手段。有机构预计，2024—2028年，我国SAF行业市场规模将激增至700亿元左右。这一迅猛增长不仅展示了SAF的潜力，也反映了中国航空业对于可持续发展的迫切需求。

■市场前景广阔

为遏制和减少航空碳排放的快速增长，ICAO(国际民航组织)提出2035年前燃油效率年均提升2%的中期减排目标、2050年前碳排放下降50%的长期减排目标。

IATA(国际航空运输协会)发布的2050年实现净零碳排放路线图表明，约有2/3的航空碳排放依赖SAF。

根据德勤预计，中国航空业为践行IATA到2050年实现净零排放的承诺，需迈出重要一步，推动SAF产量和需求达到必需水平。预计到2030年，中国航空燃料消费总量将达到6050万吨，到2050年，这一数字有望达到1.325亿吨。

如果中国航空业与IATA的SAF5.2%的使用目标一致，预计到2030年，中国的SAF需求量将达到300万吨/年，随着技术的进步和中国全面脱碳目标的推进，预计到2050年，中国的SAF需求量将达到8600万吨/年。

我国民航制定了《“十四五”民航绿色发展专项规划》(以下简称《规划》)《“十四五”生物经济发展规划》等一系列政策措施来促进航空业减排。《规划》明确提出，加快推动可持续航空燃料商业应用，进而统筹国内外碳市场建设，推动建立民航业基于市场的碳减排机制。

除制定“路线图”外，9月，国航、东航、南航从北京大兴、成都双流、郑州新郑、宁波栎社机场起飞的12个航班将正式加注SAF，将绿色飞行“落地”。

■商业规模有待激活

目前，我国发展可持续航空燃料的基础不断夯实。中国民用航空飞行学院教授邹琳指出，从原料与技术方面来看，中国拥有庞大的废弃食用油生产量，农业废弃物、林业废弃物等也是中国SAF原料的潜在来源。中国石化工业体系完整，在催化裂化、加氢处理等石油加工技术方面具有深厚的技术积累，为SAF的生产提供了技术基础。

“但要实现产业化发展、规模化应用，还需要通过推进各项试点工作，努力构建一条符合国情的可持续航空燃料发展路径。”某不愿具名航司人士表示，我国民航业碳减排对SAF的需求突出，但面临着自主技术欠缺、原料来源不够稳定、生产规模小、生产成本高等问题。突出能源自主可控、实现SAF产业高质量发展，是推动我国民航业绿色发展的关键。

有业内人士指出，在供给侧方面，《“十四五”可再生能源发展规划》《“十四五”现代能源体系规划》《“十四五”能源领域科技创新规划》《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》《2024—2025年节能降碳行动方案》等政策文件，从保障能源安全、降低碳排放的角度对生物燃料产业发展进行了总体部署，也支持生物原料，包括SAF用高效“收储运”技术与设备的研发与应用，但没有明确SAF的产能规划、使用目标、

落地举措等。

“作为一个典型的强政策驱动型行业，中国的SAF发展路径措施仍待明确。目前国内航空业暂时没有纳入强制减排行业。如果生产和使用规模不能持续扩大，成本依旧高企，这对于航司来说，可能就不是个高性价比的选择，因此还需要后续政策的落地和激励。”上述不愿具名航司人士说。

■激励政策必不可少

《报告》显示，在SAF产业推广上，欧盟、日本、澳大利亚等明确提出了掺混路线，美国、加拿大等提供资金支持，鼓励SAF生产研发，英美等国还设立发展基金，提供补贴，平衡成本压力。包括发展中国家在内的许多国家，为实现可持续航空燃料的合理应用，都在探索针对性政策和切实的激励措施。《报告》还指出，产业链上下游企业积极推进SAF开发及应用激励，将持续提高SAF生产及使用效率。

业内人士建议，在SAF产业发展初期，宜实施选择性政策，基于企业生产技术、资源禀赋对少量关键企业提供重点支持，在SAF产业进入成熟期后，选择性政策宜逐步过渡到功能性产业政策，从特惠式产业扶持向普惠式维护竞争转变，对具备准入条件的生产企业、保障企业均无差别地纳入政策扶持范围。

上述不愿具名航司人士建议，未来还要完善行业标准规范、建立适应国情的认证认可体系、构建自主碳减排核算方法，“助推航空业绿色发展，还应当加大财政支持力度，扩大税收优惠范围、加强技术创新，探索商业新模式。”

险峰长青投资人杨轶尘指出，目前国内SAF已投产产能的公司仅有3家，规划产能总计约10—20万吨/年，实际产量在2—3万吨/年，市场仍处于蓝海状态，尚未出现龙头企业。未来，随着国家相关战略推进，以及国内SAF行业先行者的积极布局，中国有望成为全球SAF的主要供应国。

我国首个航空业碳减排白皮书发布

本报讯 记者苏南报道 近年来，全球航空业温室气体排放量不断上升，国际海事组织设定的减排目标愈发紧迫。在此背景下，中央财经大学数字财经研究中心发布我国首个《乘风破浪：欧盟碳交易体系(EU ETS)与欧盟海运燃料条例(FuelEU Maritime)策略全面剖析》白皮书，为航空业绿色发展提供策略指导。

白皮书显示，2018年全球航空业温室气体排放量约占全球排放总量的2.89%，总量从2012年的9.77亿吨增至10.76亿吨，增幅达到9.6%。为应对这一挑战，欧盟海运燃料条例将于2025年1月1日正式实施，这将加速航空业洗牌，重塑竞争格局。白皮书预测，到2035年，欧盟海运燃料条例费用将全面超越欧盟碳交易体系碳配额费用；到2060年，欧盟海运燃料条例费用将是欧盟碳交易体系碳配额金额的近10倍。

谈及编制白皮书的初衷，中央财经大学数字财经研究中心主任陈波对《中国能源报》记者表示，随着全球气候变化议题的紧迫性日益凸显，航空业作为国际贸易的重要动脉，正面临转型升级的严峻挑战。欧盟通过引入排放交易体系和欧盟海运燃料条例法规，为航空业的温室气体排放设定更为严格的标准，推动行业向低碳、环保的可持续发展方向迈进。这些政策不仅对传统的航空运营模式构成挑战，也为行业的绿色转型提供了新的发展机遇。

陈波介绍，欧盟碳交易体系是一项基于市场的机制，通过设定碳排放的上限并允许企业在限额内交易碳配额，以此来控制和减少温室气体排放。而欧盟海运燃料条例法规则专注于海运业，要求船舶在使用特定燃料时必须遵守更为严格的温室气体排放标准，否则将面临罚款。这两项政策的实施，意味着航运企业在维持其运营效率和经济效益的同时，还必须面对碳配额成本和潜在罚款的双重压力。航运企业必须在这一转型过程中找到平衡点，以确保合规并减少环境影响。

白皮书指出，航运企业可通过以下措施实现绿色低碳转型：高效客户服务、碳履约管理、碳资产管理、碳交易管理、技术创新、清洁能源替代等，这有助于企业在新监管环境下保持竞争力。白皮书提到，2024年上半年，EUA现货平均价格为63.85欧元，波动区间较大。船企需谨慎评估市场走势，规划风险管理。

“航运企业应考虑加快能源转型，投资清洁能源和高效减排技术，以减少对化石燃料的依赖，降低潜在的合规风险。同时，航运企业制定长期战略规划，以适应EU ETS和FuelEU政策的演变，确保企业的长期可持续发展。定期评估政策变化对企业运营的影响，并灵活调整战略。”陈波建议，航运企业要推行碳管理计划，盯准碳排放数据并及时汇报，合理使用碳排放的额度，想办法提高燃料使用效率，减少能源消耗，更好地控制成本。

云南电力现货交易提速

■陈波 李琛 代薇 张自勤

11月，随着云南电力现货市场首次开展整月连续结算试运行，在南方电网云南电网公司调度控制中心的大屏幕上，每隔15分钟就会产生一个新的实时电价，一天之内，这里会产生96个不同的电价，电价的动态波动时时引动着经营主体的关注。

此前，云南电力现货市场已开展了近1年的试运行，并完成多日、周、旬的运行，现在把真金白银的现货结算延长到全月，24小时不间断开市，对于市场资源更大范围优化配置、电力系统调节、新能源跨区消纳以及电力保供等无异于是实战检验。

云南充分融入南方区域电力现货市场试运行，能更高效地实现省间电力盈缺互剂，更有效地促进高比例清洁能源消纳。此举不仅为南方区域电力市场发展注入新活力，也为全国统一电力市场的加快推进提供了宝贵经验。

■24小时开市 促进云南高比例清洁能源消纳

11月13日，云南大部地区风和日丽、晴空万里，新能源发电量预测超过2亿千瓦时，发电规模增加近4倍，通过南方区域电力现货统一出清，实现了省内清洁能源在更大范围内的充分消纳。

13日当天，全省新能源发电势头强劲，新能源实际发电较日前预测大幅增加近1亿千瓦时，通过南方区域电力现货实时优化，进一步发挥区域平台资源余缺调剂作用，以市场化方式有效促进了全省新能源在更大范围内的协同消纳，助力能源绿色低碳转型。

云南是我国重要的清洁能源基地，如今以水电为主的绿色电源装机超1亿千瓦，清洁能源发电量占比连续8年保持在90%左右。2024年1至9月，云南新能源装机规模突破4700万千瓦，带动全省发电量增长13%，积极参与南方区域电力现货市场交易，不仅是推动地方经济高质量发展的重要举措，也是国家能源转型的重要实践。

“云南清洁能源发电量占比超9成，天阴下雨，有风没风，对我们的清洁能源出力影响比较大。比如现在天空飘来一片云，那么局部光伏阵列出力会受限，导致这个时间点上我们的供应能力趋紧，如果通过省内调节无法缓解，那么这个时候我们可以通过南方区域的现货交易来保障省内电力供应，实现更大范围的电力资源优化配置。”南方电网云南电网公司调度控制中心副总工程师刘双全表示。

南方电网云南电网公司节约用电服务

中心市场交易与分析科经理段沛恒认为，现货市场以社会福利最大化为目标，可以通过价格信号更加灵敏地反映电力供需形式的变化，能够体现电力资源的稀缺程度，南方区域电力市场能够在更大范围发挥资源优化配置作用，促进西电东送和清洁能源消纳的可持续发展。

昆明电力交易中心的数据显示，云南电力现货市场试运行结算周期的25天时间，发电侧出清电量达到227亿千瓦时，跨省送电出清电量达到145亿千瓦时，市场资源更大范围优化配置的作用进一步显现。

■新型电力主体纷纷入市 成为电力改革新力量

“现货市场和中长期市场是一个协同运行的作用，在南方区域市场中中长期市场发挥‘压舱石’作用，现货市场发挥风向标作用。”南方电网云南电网公司节约用电服务中心市场交易与分析科经理段沛恒如是说。

电力现货市场全月不间断开市，每天的现货价格有涨有跌，价格信号连续传递，将更加真实还原电能价值，对于发电企业而言，市场化改革意味着更多的交易机会和竞争压力，需要它们提高发电效率和降低成本；对于用户来说，他们将有更多的选择权和议价能力，同时将为储能企业提供商业机遇。

“从现货申报主体上看，发电侧方面共有49家电厂参与现货的出清，其中11家火电厂、金沙江澜沧江流域的18家电厂和其他流域的中小水电9家以及11家新能源电厂，通过报量报价的方式参与现货出清用户有36家批发用户，123家售电公司和两家电网企业参与现货的申报。”昆明电力交易中心电力交易部经理吴滇宁介绍。

在昆明电力交易中心的大屏上可以看到，现货交易体系已经涵盖发电、用电、售电公司等用户主体，云南电力现货市场已初具规模。

而这个屏幕上的实时电价，就是电力现货市场的电价。通俗地讲，电力的现货交易类似于在市场上买菜。同一款菜，不仅每天价格不一样，早市和收摊前，市中心超市和城郊农贸市场，价格也不相同。卖家既想“畅销”又想尽可能地盈利，而买家也要再三权衡是否“省钱”。在电力现货模式下，价格成了最好的用电指挥棒，电力交易可以灵敏地反映短时的供需变化，也可以通过价格信号来进行资源的优化配置。

“从去年12月份开始，我们共参加了



南方电网云南电网运维人员通过开展带电作业，加强线路精细化巡视和隐患排查，全力保障线路安全稳定运行。李超/摄

4次现货结算试运行，结算电量超20亿度。以前我们参与电力市场交易，主要是以中长期交易为主，按月进行结算。开展现货交易以后，我们每天需要关注市场供需形势、天气情况、机组运行情况，以及中长期持仓量，综合制定报价策略。”大唐云南发电有限公司交易运营中心副主任赵发家表示。

大唐云南发电有限公司装机831万千瓦，是100%清洁能源发电公司。为了抢到电力现货交易的红利，他们在即将开始全月现货交易的前一天，就在积极研判第二天的报量报价策略。

“如果我们研判当期的电力现货价格会低于中长期交易价格，那么参与现货交易的规模就会扩大，有可能从10%扩大到15%。反之，我们就会缩减参与电力现货交易的规模，从10%降到5%甚至更低。”云南铝业股份有限公司慧能售电市场部经理杨艳威介绍。

杨艳威所在的企业主要生产电解铝，是云南省第一用电大户，年总产能达305万吨，年用电量超过400亿度，2023年开始参与电力现货市场交易试运行。杨艳威也从一个电解工变成了电力现货交易员。

从前的杨艳威天天想的是怎么提高产量，现在的他每天最关心的是天气和上游来水对发电的影响，以及如何错峰用电节省电费。

在云南，随着现货市场的不断推进，越来越多用电大户的态度正从观望变为参与。“我们密切关注现货平台的价格波动，排产计划也要根据电力现货交易的情况来灵活调整，说白了就是电费贵的时候我们少用电，电费便宜的时候我们多用电，实现错峰生产来降低我们的生产成本。”云南玉

溪玉昆钢铁集团有限公司副总经理陈丕锦表示。

陈丕锦就职的这家钢铁生产企业，以前都是签订中长期电力保障协议，电价基本固定不变，由于在协议执行过程中，会遇到市场行情波动、生产计划调整等情况，提前购买的电量有时用不完，有时则不得不临时高价买电，这无疑带来了用电成本的大幅增加。自从参与电力现货市场交易，尴尬的局面逐渐被打破。

在现货市场，不同时段的价格波动，还会激励新型主体积极参与到系统的调节，为整个电力系统的安全稳定做出贡献。

“通过参与现货交易，有分布式电源的用户可以自由选择发电、用电时间。屋顶光伏、虚拟电厂、车网互动都行，也可以加装用户侧储能、投资充电站，然后在电价高的时候向电网放电，在晚上电价便宜的时候，集中进行电动车充电等来获取收益。”南方电网云南电网公司调度控制中心副总工程师刘双全表示。

■用心维护通道 电力高速路“闪送”千里

随着电力现货市场稳步推进，云南新能源持续开发，“风、光、水、火、储”五位一体、多能互补的新型电力格局已经形成，能源结构得到了不断优化配置，电力供需市场实现了盈缺互济，现货市场推动的错峰用电带来了大量的错峰电能，区域现货交易迎来了新的机遇。

区域现货交易的关键是输电，坚强可靠的电网是保障。电力的跨区域流动，离不开一条条安全、便捷、高效的“电力高速公路”。云南电网千千万万的运维人员全

力保证输电线路安全稳定运行，让电能跨越高山峡谷、雪山草甸、原始森林，跨境千里“闪送”用户。

“我身后的这条500千伏多鹤甲线，是南方电网公司西电东送的大通道，也是云南省变电容量最大的500千伏输电线路，进入冬季，用电负荷日趋增大，为保障线路的安全稳定运行，我们采用带电作业的方式，对线路隐患进行消缺。”南方电网云南送变电公司曲靖巡检工作站副站长周德科说。

11月2日，周德科他们对286号塔中相引流板发热的重大紧急缺陷进行带电消缺，需要带电安装4套新型双联备份耐张线夹，对导线间隔棒进行检查和紧固，保障输电线路的安全稳定运行，确保云南丰富的清洁能源，源源不断地输送到东部沿海地区，实现跨区域跨省间交易。

“今年11月，随着云南电力现货交易转为全月现货结算后，对保供提出了更高要求。我们通过加强线路精细化巡视力度和特巡测温频次，加强线路绝缘化及融冰设备的排查，加强线路浮冰在线监测和山火在线监测装置的维护，加强防火防风的现场值守及视频值守，全力保障线路安全稳定运行。”南方电网云南送变电公司曲靖巡检工作站副站长周德科说。

能涨能跌，可以跨省自由交易的电力现货市场正在加速构建；虚拟电厂、新型储能等新型电力主体纷纷入市，逐渐打破传统电力市场格局，成为电力改革的新锐力量；一条条连接南北、贯穿东西的“电力高速公路”，让电力“闪送”千里成为了现实。一个更加绿色、智能、高效的新型电力系统，将为经济社会高质量发展注入源源不断的澎湃动能。