

■ 高端对话

国际航协首席经济学家谈 SAF 发展前景

2050 年供应量可达 5 亿吨, 需所有地区共同参与



资料图

□ 王静仪

可持续航空燃油(SAF)被视为航空业脱碳的核心抓手。然而现实是,2026 年全球 SAF 供应量预计仅 240 万吨,占航空燃油总消费量的 0.8%,进展“令人失望”。

“这个市场小到几乎不配称为‘市场’。它只是一系列定制交易的集合,没有价格透明度,各地零星开展。”国际航空运输协会(IATA)可持续发展高级副总裁兼首席经济学家玛丽·欧文斯·汤姆森(Marie Owens Thomsen)博士将 SAF 比作一个新生的婴儿,需要全球共同“抚养”长大,直至能独立站稳。

在中东危机推高油价、航空公司普遍盈利承压的背景下,SAF 究竟是迎来机遇还是渐行渐远? 各国政策效果为何各异? 中国又将在未来扮演什么角色? 近日,《财经》杂志对话汤姆森,试图寻找答案。

“先有鸡还是先有蛋”困局

问:有观点认为,SAF 行业陷入了“先有鸡还是先有蛋”的恶性循环——SAF 的价格是传统航油的 3 倍至 5 倍,航空公司缺乏内生购买动力;而市场需求疲软,又进一步限制了 SAF 企业扩大规模、做低成本的意思。你怎么看?

答:SAF 将成为航空业减排的主要来源,这一点并无实质争议——尽管它目前还不是特别容易获得。

我给出几组数字。IATA 测算,航空业到 2050 年所需减排量的 65%要靠 SAF,届时年产量需达 5 亿吨。但 2026 年全球 SAF 供应量预计只有 240 万吨,占总航油消费的 0.8%。

这个市场小到几乎不配被称为“市场”,它只是一系列定制交易的集合,没有价格透明度,各地零星开展。这就是新市场诞生时的样子,

如果你眨一下眼,就会错过它。作为全球共同的“家长”,我们必须尽一切努力让这个“婴儿”长大,直到它能够独立站稳。

再列一个风险回报等式,化石能源的投资回报率约 20%,风险虽然存在,但已被充分理解和管理——毕竟人们做了 100 多年。而 SAF 的回报率仅 5%左右,风险却巨大。除了 HEFA(利用餐厨废油等生物原料制作 SAF),其他技术都还处于实验阶段,供应链远未建成,要做的事太多。

问:今年 2 月底中东危机爆发以来,业内出现两种声音,一种认为中东危机推高燃油价格,缩小了传统航油和 SAF 的价差,SAF 迎来发展机遇;另一种则认为航司今年盈利太难,SAF 推广反而更遥远了。

答:航空公司的盈利状况确实是一个全球性难题。航空业本质上是低利润行业,净利润率从未超过 5%。我们预测,今年的净利润率将降至 2%——全行业实现约 230 亿美元利润,这仅相当于一家大型石油公司一个季度的盈利。

仅 SAF 一项,2026 年就将为航空公司带来 43 亿美元的成本。我们的目标是同时改善航空公司的财务可持续性和环境可持续性,两者必须齐头并进。如果强制购买 SAF 导致航空公司破产,那就毫无意义。

但至少,中东危机促使人们反思:我们怎么会让自已如此依赖单一能源来源,而且主要依赖特定地区生产?

世界经济对化石能源的使用超过 80%。作为经济学家,我们无论如何都不喜欢垄断,当叠加气候变化和能源安全问题时,我们更加不喜欢垄断。我们有无数理由发展替代能源,这对所有消费者都更有利。

关键在于,我们必须从顶层着手,而不是从底层切入。能源是一个整体系统,如果不从顶层推动,可持续能源永远无法到达最终用户。当今世界可再生能源占比不足 20%,各国都需要生产更多可再生能源。这一点已经被写在中国的发展规划中,非常了不起,表明监管者已经认

识到系统性能源转型的重要性。

政策路径之争:为何批评欧盟与英国?

问:谈谈顶层的政策推动。新加坡从明年起引入 SAF 税,所有乘机旅客均需要缴纳额外的 SAF 税,IATA 对此给予高度评价。而欧盟和英国推出强制掺混目标,令航空公司按比例逐年提高 SAF 加注比例,这遭到了 IATA 批评。在您看来,真正的政策优先事项应该是什么?

答:回顾历史,所有新能源市场的创建都是在初期得到了政府支持并因此成功的。最典型的例子是风能和太阳能,有很多经验可以借鉴,但令人惊讶的是,当前大多数国家——也许中国除外——似乎不愿意采取同样的支持策略。

欧盟走错了方向。它们从最终用户入手,在产品远未规模化时就强制要求消费这种产品。任何经济学导论都会告诉你,供不应求时强推配额只会炒高价格。而今天的 SAF 供应链和基础设施远未建成,我们现在支付了更高的价格,却没有获得更多的二氧化碳减排。这不仅是糟糕的政策,实际上还损害了减排二氧化碳的既定目标。

当年风能和太阳能成功,是因为产品在强制要求出台时已经存在,随后市场需求推动价格大幅下降,它们现在是世界上最便宜的能源。这个转变不会自动发生在 SAF 上,但我们想要的是实现规模效应,使成本降下来。政府需要帮助构建 SAF 的相关供应链,然后再把供需要求施加到系统末端。

新加坡计划明年起征收 SAF 税,我们鼓掌欢迎,但也屏息以待其结果——创新没有标准答案,所有创新都值得鼓励。

中国的未来:SAF 领军者无疑

问:中国民航业界有一种讨论,如果要提升 SAF 的市场需求,最实用的途径是政府实施强有

力的监管,也就是强制航空公司按比例加注 SAF 等措施。

答:事实并非如此。中国已经在做一些正确的事情,那就是总体上促进可再生能源生产。通过未来 5 年的顶层规划,为未来生产绿氢和电制 SAF 奠定了基础。

整个讨论的本质是能源转型,如何生产更多化石能源的替代品,尤其是风能、太阳能、核能等。航空业只是其中一部分,并不比其他任何能源用户更重要或更不重要。

能源转型应被纳入国家经济发展战略的核心部分。想想各国如何实现经济增长——单靠财政手段很难,各国税负已经很重;靠利率手段也很难,受通胀等因素制约。但如果把能源转型作为一个整体来考虑,政府可以同时发展农业、改善土壤、保护生物多样性、建设新能源市场、提高能源安全和独立性,最终每个用户都能借助新型燃料可持续地出行。这是一个巨大的经济增长战略。

能源和互联互通是未来经济发展的两大要素。谁能改善可再生能源对所有人的分配和可及性,并提升互联互通,谁就能赢得未来的经济竞赛。如果把整个讨论放在最高层面,政府如何分配资源就变得清晰了。

问:中国现在是全世界最大的 SAF 生产国,尽管不是最大的消费国。您如何看待中国在 5 年或 10 年后的地位?

答:领导者。百分之百。中国在可再生能源生产方面已经全球领先,而更多可再生能源正是未来整个能源系统运转的关键。

我也相信中国有巨大潜力吸引其他国家的目光。一旦其他国家看到中国真正行动,它们会感到被抛在后面,从而被迫采取更有效的政策。

真相是:要到 2050 年达到 5 亿吨,需要所有地区的参与,需要最大化全球可生产的所有类型的 SAF。中国不会包揽一切,但中国无疑会成为“进步的灯塔”。

■ 聚焦上海低空展

让更多应用从蓝图走向现实

□ 本报记者 郑小芳

当前,低空经济热度与活力齐升,越来越多的人和资本涌入这一赛道。但真实“体感”究竟如何? 产业生态还有哪些堵点? 商业化落地到底走通了多少? 低空经济的发展又能给航空产业带来什么? 带着这些问题,记者走进了 2026 国际低空经济展览会(也称上海低空展)。

展馆内,亿航智能、沃兰特、沃飞长空、时的科技等整机厂商展台依旧是人流量最集中的区域,但产品参数、融资进展和订单数量已经不再是重点话题,大家讨论得更多的是应用、场景和运营。这种变化意味着,低空经济正逐步告别概念验证阶段,开始不断在应用边界拓展中寻找商业落地的最佳实践,大家关注的也不再是“能不能飞”,而是“如何飞得起来、飞得安全、飞得长久”。

低空经济呈现“百花齐放”

对于低空经济来说,2026 年可以称之为从概念走向落地的关键之年。从 2024 年政府工作报告中的“新增长引擎”,到 2025 年的“新兴产业”,再到 2026 年“十五五”规划明确为“新兴支柱产业”,低空经济实现 3 年 3 次战略跃升。此外,新修订的《民用航空法》7 月 1 日起施行并首次增加低空经济“发展促进”专章,民航局低空安全司挂牌……政策、法律、机构等多重利好信号叠加,让“低空经济”的落地变得更加迫切。

今年是上海低空展举办的第二届。从规模上看,今年的参展商共 452 家,与去年相比增长逾五成;从产品上看,今年 23 件产品和技术全球首发、42 件国内首发,数量比去年提升了不少。据主办方介绍,本次展会共展出 570 架新兴航空器,包括 eVTOL、通航飞机、无人机等各类产品,亿航智能、峰飞航空、沃兰特、沃飞长空、御风未来、览翌航空、时的科技等整机企业和先锋创新企业都携自家旗舰机型集中亮相。此外,产业链上的核心原材料、关键零部件、运营服务与应用场景等服务商,以及各地区组团悉数出场。



本报记者 张尧霄 摄

在展会现场,记者最大的感受就是各种各样的低空飞行器“百花齐放”。有多旋翼、复合翼、倾转旋翼等多种构型,有垂直起降、短距滑跑、水陆两栖等各种起降方式,有轻量级、吨级以上等各种吨位,有纯电、混动、氢燃料电池等多种能源动力,还有无人驾驶、有人驾驶,载货、载人等等,构建出一幅多层次、多样化的未来出行图景。

商业落地没有捷径可走

当前,低空经济已在农林植保、巡检、低空物流、城市治理、应急救援、低空文旅等板块实践落地,“十五五”期间有望催生更多规模化、高频化的新兴应用场景,尤其是那些能够充分展现低空优势并吸引大量消费者的新业态。

在这一进程中,国家发改委、民航局提出“先载货后载人、先隔离后融合、先远郊后城区”18 字核心发展准则,为全国低空经济空域分层管控提供了顶层逻辑。

事实上,在低空经济的实际应用中,城市物流已经成为最成熟也最具规模化能力的第一张“商业答卷”。本次低空经济商业落地论坛上,

亿欧智库分享了一组数据:美团无人机在深圳已开通 50 余条运营航线,累计完成超 140 万架次配送;顺丰丰翼科技在大湾区日均运输单量突破 1.2 万单;杭州、合肥等超 40 座城市已开通无人机血液、样本配送航线,累计完成数万次紧急转运;广州、南京等地开通连接商圈与社区常态化航线,将跨区配送时间从数小时压缩至 10 分钟内。

反观载人领域,亿航智能 EH216-S 虽然已经集齐 TC、PC、AC、OC“四证”,但仅“拿证”并不意味着商业化畅通。“适航只是一个合规的基本要求,甚至都不能算商业化的起点。”御风未来创始人兼 CEO 谢陵的一句话点出了当前的行业痛点。航投基金总裁杨光则从投资角度给出判断,资本市场目前更看好工业级无人机和货运 eVTOL,这被视为“第一个万亿级”赛道。他也指出,当前低空行业还存在诸多瓶颈,比如:载人飞行器制造刚起步,适航标准尚未统一;核心供应链不成熟,生产成本高昂;载人载客低空运营尚未成型,商业模式有待验证。因此,他的建议是保持耐心,等待产业政策由严格管控向自由发展转变,等待更具性价比和颠覆性的产品问世,等

待行业管理跟上产品创新。

国际宇航科学院院士郑日恒认为,低空经济作为复杂巨系统,面临动力、能源、通信导航、空中交通管理、设计技术、探测感知、标准体系等七大系统工程挑战,而中国航天系统工程方法则为解决这一问题提供了一种可借鉴的方法。现场人士普遍认为“飞行器本身的问题已基本解决,真正卡脖子的是‘空中通道’怎么修、谁来管”,基础设施怎么建、不同企业通信协议与运营系统尚未打通等“地面上的问题”,或许比飞行器更难解。

航空产业迎来新变量

值得注意的是,今年的展馆内,出现了不少来自航空工业体系和高端装备制造领域的企业身影。航空工业成飞、中航西飞、航空工业民机机载、中国兵器工业集团等央企纷纷亮相,展示机载设备、新材料等核心能力;昂际智航等拥有大型民机产业背景的企业,则把大飞机产业链积累的研发、制造和适航经验延伸至低空装备;与此同时,不少汽车企业及其供应链企业也携电池等新技术进入低空经济产业链。

应该看到,低空经济并不是一个完全独立的新产业,而是一个能集聚航空制造、汽车工业、人工智能、新能源、新材料、高端装备等多个产业的融合平台。我国在大型民机产业形成的覆盖设计研发、供应链管理、质量控制、适航认证等能力,如今开始向低空经济领域延伸,为产业快速发展提供了坚实基础。与此同时,汽车产业在电动化、智能化、规模制造方面形成的优势,也正在加速向航空领域渗透。

对中国航空产业而言,低空经济既是新市场,也是新机遇。它有可能像新能源汽车一样,通过电动化、智能化和规模化,重塑全球航空产业格局。而这一切的前提是保持耐心,在真实场景中积累数据,在协同中建立规则,在迭代中降低成本。

从蓝图走向现实,飞起来只是第一步,用起来、赚起来,才是低空经济产业变革真正的开始。

数说低空·2026

1.06 万亿	478.8 万
2026 市场规模(预计)	实名登记无人机
16.6 万	293 亿
相关企业数量	上半年全球融资额

市场规模
MARKET SIZE

年份	市场规模(亿元)	同比增速
2023	5,059.5	+33.8%
2024	6,702.5	+32.5%
2025	8,591.7	+28.2%
2026E	10,644.6	突破万亿

民航局预测: 2035 年有望达到 3.5 万亿元

无人机产业
DRONE INDUSTRY

实名登记总量(2026 上半年)

478.8 万架

2025 飞行时长	民用无人机市场
4,530 万	1,761 亿元
小时	2025 年规模
同比增长 69.9%	2030 年预计达 4,025 亿

eVTOL 飞行器
ELECTRIC VTOL

2026 年产业规模(预计)

95 亿元

2024 年约 32 亿元·两年增长近 2 倍