

可持续航空燃料 saf 的市场发展前景分析

唐银璠（中国航空油料有限责任公司西南公司，四川 成都 610202）

摘要：在“双碳”战略目标深入推进的背景下，航空业作为我国交通领域的关键部门，要积极响应国家号召，将可持续航空燃料即 saf 的有效利用，作为减排的主要技术路线，促进航空业的长效健康发展。本文立足于可持续航空燃料的优势，详细分析了 saf 的市场发展前景，并提出推动 saf 高质量发展的重要举措，旨在提高 saf 在我国航空领域的应用质量和效率，加快可持续航空燃料的市场发展步伐，助力于航空业的现代化发展，以期为从业人员提供参考和借鉴。

关键词：可持续航空燃料；市场前景；节能减排；低碳环保

0 引言

在“十四五”规划阶段，“节能减排”成为我国各个领域发展的主要方向和趋势，在这种背景下，航空业作为交通领域减排难度最大的部门，要采取行之有效的技术措施，推动 2025 年净零排放目标的实现。而可持续航空燃料（SAF，Sustainable Aviation Fuel），作为一种液体燃料，主要由可再生资源以及废弃物等制备而成，已经正式通过国际可持续认证与安全认证，在航空业科学应用 saf，能够缓解我国民航业高速发展与减排之间的突出矛盾。现阶段，可持续航空燃料的供需缺口较大，市场体系处于初级发展阶段，需要完善和改进的内容较多，因此深层次分析并研究 saf 的市场发展前景，对于我国航空业的可持续发展具有深远的意义。

1 可持续航空燃料 saf 优势分析

在研发制备 saf 的过程中，核心技术路线主要体现在两个维度，一个是生物航煤技术，另一个是合成航煤技术，前者的原料涉及到餐厨废油、农业废弃物、林业废弃物、糖类油料作物等，后者将绿氢、二氧化碳等作为主要原料。这两种特殊的工艺技术，在 saf 燃料性能的提升方面起着重要的保障作用，不仅能够保证 saf 产品的适用性，还大幅度提高了产品的兼容性以及可操作性等，使得 saf 产品的优势特征较多，在中国航空业中拥有着广阔的市场发展前景。

2 可持续航空燃料 saf 市场发展前景探究

我国民航运输业的市场体量较大，正处于高速增长阶段，截至 2035 年，国内航空燃料消费量预计将达到 8000 万 t 左右，致使航空业的减排压力较大，面临着一系列挑战和阻碍，如何在保证发展质量和效率的前提下，实现 2050 年净零排放的目标，始终是中国航空业重点关注和研究的内容，而 saf 的出现和有

效应用，为航空业更好地应对低碳排放挑战提供了助力，因此国内航空业对 saf 的需求量巨大，使得可持续航空燃料的市场发展前景广阔，其中促进 saf 市场高质量、高效率发展的关键因素，主要体现在以下几方面：

2.1 国际组织积极推动

据权威资料显示，全球范围内的航空业在运营发展的过程中，碳排放量占交通领域总碳排放量的 11%~13% 左右，其中二氧化碳在排放总量中占比 2% 左右。不同于交通领域的其他部门，航空运输业对各项技术的要求十分严格，如功率、载重量以及运距等，因此为保证航空运输的安全性及可靠性，在发动机的生产制造中，业界将长期沿用现有公认的发动机制造技术，而发动机的运行能力与低碳排放有着密切的联系，长期沿用现有技术意味着，航空业无法从发动机技术层面降低碳排放，只有以燃料为切入点，探究减少碳排放量的有效措施。在这种情况下，国际航空业为促进碳减排战略目标的顺利达成，建立一系列制度条例，如 ICAO（国际民航组织）出台的“国际航空碳抵消和减排机制”即“CORSIA”，明确规定世界各国的航空业要力争在 2050 年达成净零排放的目标^[1]。

表 1 “CORSIA” 执行技术路线

序号	年份	执行阶段	主要要求
1	2021-2023 年	试点阶段	无
2	2024-2026 年	第一阶段	自愿参加
3	2027-2035 年	第二阶段	PTK > 0.5%/PTK 累计占比 > 90% 强制参加

“CORSIA”政策的深入实施，为可持续航空燃料 saf 的广泛应用创造了有利条件，截至到 2022 年 7 月份，国际民航组织的 193 个成员国中，包括中国在内的 133 个成员国，主动且自愿将本国的航空碳减排行

动计划上交,这 133 个成员国的航运业务量,占全球总业务量的 98% 以上。在“CORSIA”执行的过程中,主要的技术路线,如表 1 所示。

通过对表 1 的观察和分析可知,从 2027 年开始,“CORSIA”将进入第二实施阶段,在这一阶段中,PTK 即国际航空运输吨公里收入若在 1.5% 以上,或者累计的 PTK 占比在 90% 以上,相关国家需强制参与到 2050 年零净排放战略目标的实现中,这一条例的有效执行意味着,我国乃至全球的航空运输业都需要对传统的燃料进行升级,逐步减少碳排放量,确保到 2050 年能够达成零净排放的目标,而可持续航空燃料在传统航空燃料的替代方面呈现出了较强的价值,并且 saf 的原料多以可再生清洁能源为主,在 2050 零净排放目标的实现层面,起着积极的推动作用。由此可知,国际组织对于航空业减排的重视程度较高,相关政策条例的出台,使得全球范围内的航空业不得不利用 saf 取代传统的航空燃料,这为 saf 市场的高效率发展,提供了有力的支持。

2.2 政策扶持力度较大

在研发制造 saf 的过程中,无论是生物航煤技术,还是合成航煤技术,都具备资金消耗大的特点,因此二者属于典型的高成本技术,在推广应用期间离不开各项政策条例的支持。立足于国际与国内两个维度可以确定,政策的支持为 saf 市场的高质量发展奠定了坚实的基础^[2]。

在 2022 年欧盟提出要加大对航空公司的资金支持,以便于 saf 的广泛应用,这一理念最终得以有效落实,其中 16 亿欧元从 ETS 即航空碳排放交易体系中支出,用于航空业的补贴,为航空公司使用可持续航空燃料,提供了一定的资金保障。同时,西方部分发达国家在 saf 的政策支持方面,与欧盟的工作思路虽然存在一定的不同,但也充分展现出了法律政策的引导作用,以美国为例,在 2021 年的联合国气候大会上,FAA(美国联邦航空局)出台《航空气候行动计划》,通过对该计划的深入分析和研究可知,其主要是围绕可持续航空燃料推广应用相关的内容,引导航空公司通过对新型飞机以及新型发动机的研发制造,更好地应用 saf 燃料。在《减少通胀法案》中美国还出台退税优惠政策,即使用特定 saf 的航空公司,依法享有 1.25—1.75 美元/加仑的优惠税收政策。

Saf 作为我国民航业减排的关键技术路线,当前还处于试水阶段,2023 年 10 月四部门联合发布的《绿

色航空制造业发展纲要(2023—2035 年)》,提出多个关键的战略目标,如截至 2025 年底,使用可持续航空燃料的国产民用飞机应实现示范应用;使用可持续航空燃料的电动通航飞机应实现商业应用;使用可持续航空燃料的电动垂直起降航空器应实现试点运行等。这些政策条例以及战略指标的出现,为可持续航空燃料市场的良性发展,提供了坚实的制度保障,有利于 saf 产品市场的可持续发展^[3]。

2.3 技术推广价值较高

将 saf 产品与传统航煤进行综合对比分析可知,在航空运输领域有效应用 saf 产品,可实现全生命周期的二氧化碳减排,其中减排量在 50—90% 左右,因此想要在 2050 年达成零净排放的目标,就要加强对可持续航空燃料的推广,这种技术的高水平推广价值与应用价值,促使可持续航空燃料 saf 的市场发展前景广阔。

2022 年全球范围内的 saf 产品进入到试点应用阶段,在这一阶段,saf 产品的消费量在 80000t 左右,在航空领域的燃料总消耗量中占比不足 0.03%,据此可知,saf 产品在未来的发展中还拥有较大的推广和应用空间,因此市场发展潜力巨大。经 IATA(国际航空运输协会)的客观预测可知,截至 2025 年,saf 产品应用的第一阶段,全球可持续航空燃料的消费量将达到 600 万 t;截至 2030 年,saf 产品推广应用的第二阶段,全球范围内可持续航空燃料的消费量将达到 2000 万吨,而 2050 年前,saf 产品将承担航空运输业 > 60% 的碳减排贡献,从 2030 年——2023 年——2050 年,三年间的 saf 产品消费量与传统煤油混合燃料相比,占比应分别达到 6%、20%、70%。这一战略目标的制定和执行,为可持续航空燃料的推广和应用,提供了充足的空间,有助于 saf 产品市场的规模化、产业化发展。

2.4 低碳减排战略需求

在全球能源结构体系中,中国作为第二大航煤消费者,占据着重要的地位,2019 年我国航煤消耗量在 3700 万 t 左右,从 2020—2022 年受特殊原因的影响,国内航煤消费量有所下降,下滑量在 30% 左右,2023 年开始国内航空业恢复到正常状态,客运量日益增长,预计到 2025 年,我国航空燃料消费量将达到 5000 万 t 左右,具体内容详见表 2。

通过对表 2 的观察和分析可知,我国航煤消费量逐年呈递增趋势,在这种情况下,民航业高速发展与

减排之间的矛盾更加突出,截至到2035年,预计有超过6亿t的CO₂排放权缺口。因此,为应对低碳减排的挑战,同时保证国内航空运输业的稳健发展,我国对saf呈现出了巨大的需求,这是国内可持续航空燃料市场发展强劲,市场广阔的重要原因之一。

表2 2025年—2035年国内航煤燃料消费量预计值

序号	年份	航煤消费量/t
1	2025年	5000
2	2030年	7000
3	2035年	8000

2.5 能源央企业务基础强

在国内航空运输业运营发展期间,能源央企发挥着至关重要的作用,作为主要的燃煤供应商,在市场中占比较大。由于能源央企本身的经济实力以及业务能力等较强,积累了大量有价值的工艺技术,其中就包括与碳减排密切相关的saf产品制造技术,因此能源央企较强的专业能力以丰富的业务经验等,为saf产业在国内航空运输市场中的发展,提供了可靠的支撑。自2009年起,我国正式开展与saf有关的研发项目,并逐渐推进一系列示范性生产,于2011年实现生物航煤的试飞,进入到“十三五”规划阶段后,生物航煤的工艺包正式进入开发阶段,而“十四五”阶段的生物航煤工艺包开发项目已经获得了显著的成效,成功取得生物航煤适航许可,航空公司科学应用saf产品,能够创造可观的减排收益与环保效益,因此生物航煤技术下的saf产品,在国内市场中发展前景较好。

3 促进中国可持续航空燃料saf高质量发展的有效措施

3.1 建立健全政策条例

在全球航空业务量中我国位列第二,在这种局势下,国内民航运输业的绿色转型工作,呈现出了时间紧、任务重以及复杂程度高等特点,为加快绿色转型进程,需要对现行的规章制度进行不断的完善和优化,在精细化、完善化政策条例的支持下,实现对可持续航空燃料的有效应用,促进saf市场的高质量发展。例如,国内有关部门在制定政策条例的过程中,不仅要宏观层面出发加强顶层设计,还要对各项政策条例进行细化处理,面向saf产品,制定与原料来源、运输设施、研发设施以及试验认证等相关的制度,为saf市场的良性发展,提供科学的指导、指明正确的方向。同时,通过顶层设计以及细化处理,完成各项政策条例的完善后,还要推动政策的下沉,积极引导航空公司、航空运营商以及燃料生产商等,参与到saf

产品的研发和应用中,从上到下形成合力,推进政策条例的顺利落实,利用可持续航空燃料促进国内航空运输业的低碳化、绿色化发展,为社会经济的长效健康发展注入源源不断的动力。

3.2 加大技术研发力度

现阶段,国内可持续航空燃料saf市场发展效率仍有待升高的根本原因在于,技术的成本过高,导致产量不足。对此,saf产品的“扩产降本”是市场未来发展的主要方向和目标。为实现这一技术目标,一方面要加强对油脂加氢技术的专业应用,促使saf达成规模化制备的目标。同时在全国各地投入更多的资金资源,用于废气油回收体系的建设和应用,进一步扩大saf的生产规模,探索出一条适合中国航空运输业saf发展的商业道路。另一方面要积极推进试验田的建设,不断更迭saf技术,通过生物航煤与合成航煤技术的升级更新,提高saf的生产制造能力,为saf市场的可持续发展,提供有力的技术保障。

3.3 搭建全寿命周期评价模型

从saf的生产制备——飞行燃烧,在这一过程中涉及到一系列专业性较强的技术环节,如原料选择、加工制备以及储存加注等,因此为提高燃料适航认证的效率,要基于现有研究成果和工作经验,搭建全寿命周期评价模型,获得燃料认证资质后,利用评价模型,展开各类发动机与飞机的匹配测试,既能够节省大量的资金资源,还能够加快我国saf市场的现代化发展进程。

4 结论

综上所述,在“绿色低碳”背景下,可持续航空燃料在国内航空运输业中拥有广阔的市场发展前景,通过工艺优化、政策支持以及资金补贴等一系列制度条例,促进可持续航空燃料saf市场的高质量发展,有利于我国航空运输业绿色化、低碳化、现代化发展,推动我国交通运输领域的可持续发展。

参考文献:

- [1] 郑雨航.空中客车中国公司首席执行官徐岗:看好可持续航空燃料带来的机遇[N].每日经济新闻,2024-06-26(002).
- [2] 胡一鸣.美国可持续生产超过1Gt/a的生物质以满足航空燃料需求[J].石油炼制与化工,2024,55(06):73.
- [3] 兰孟彤,高慧,吴谋远.可持续航空燃料产业发展现状及对我国SAF发展建议[J].石油石化绿色低碳,2024,9(02):7-11+33.