

关于将可持续航空燃料（SAF） 发展成为中国优势产业的政策建议

英国太古集团有限公司

摘要

气候变化是全球共同关注的议题。习近平主席提出的 2060 年实现碳中和的庄严目标，体现了中国政府在这一问题上的大国担当。李强总理在 2025 年政府工作报告中表示将要“加快发展绿色低碳经济”、“积极稳妥推进碳达峰碳中和”、“协同推进降碳减污扩绿增长，加快经济社会发展全面绿色转型”。

太古集团已扎根中国 159 年，是一家业务高度多元化的大型跨国企业集团，分为地产、饮料及食物链、航空、海洋服务和贸易及实业五大范畴。太古集团业务集中于中国香港和中国内地，作为可持续发展理念的坚定支持者和践行者，太古集团制定了清晰的集团可持续发展策略 SwireTHRIVE 来应对气候变化、减碳、水资源保护和减少废弃物等重要的环境问题，并且一直致力于为中国的高质量发展贡献价值。本文将以其旗下国泰航空近些年来在可持续航油方面的探索经验为据，深入思考可持续航油产业发展路径，并借鉴国际经验对中国可持续航油产业发展提出建议。

作为全球领先的航空公司之一，国泰航空在过去数十年中采取了多种举措来减轻其对气候变化的影响，包括不断提高燃油效率，使用新机型以及开拓 SAF。国泰航空现已承诺将于本世纪中叶实现净零碳排放的目标。考虑到现有技术提升燃油效率的作用已经达到瓶颈，因此航空业低碳发展目标在很大程度上要建基于 SAF 的大规模应用。

中国在 SAF 政策方面虽然暂时落后于欧美国家，但是在生产领域早已掌握了关键技术，拥有已投产和待建设的产能设施。2024 年 7 月，中共中央、国务院印发《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》，明确要求“加强可持续航空燃料研发应用”；同年 9 月，在全国 4 座机场、12 条航线上启动了 SAF 加注试点，但目前并无任何生产目标或远期使用可持续航空燃料的承诺。

政策环境对可持续航空燃料开发及应用具有重大影响。由于目前可持续航空燃料生产成本较高，因此它须依靠政策的辅助来缩小价格差距，以与化石燃料竞争，直到能够扩大生产规模并降低成本达到平价。

为促进中国 SAF 行业发展，我们主要有两条建议措施：

- 在中央政府层面，在国家“十五五”规划中纳入 SAF 产业发展，并定位为一个战略新兴产业加以扶持，并在产业长期发展规划，产业政策，进出口贸易措施，研发等方面做出相应安排；
- 在国家战略中，将香港国际航空枢纽地位进一步升级为国际领先的 SAF 加注中心，并考虑将粤港澳大湾区建设为国际领先的 SAF 生态圈，促进在大湾区内形成全链条的 SAF 生态圈。

可持续航空燃料（SAF）是指由餐厨废油、农林废弃物、能源作物、绿氢等基础原材料经过炼化工艺生产的，其原材料跟传统航油化石基原材料相比是可再生和清洁的，且可与传统航空煤油掺混使用在常规的民用机场和飞机设备上的燃料，最终效果是在全生命周期内减排碳排放量约 80%（相比传统航空煤油）。

经过了数年发展，欧美国家和部分亚洲周边地区在 SAF 方面取得了不少进展，相比之下，中国的可持续航空燃料产业相对有所滞后。因此亟需在国

家层面加强顶层设计，统筹巩固新能源领域的一贯优势，加快推动“双碳目标”和把 SAF 培育成为下一个继光伏发电、电动汽车后具有全球领先地位的优势产业。

一、国际 SAF 发展现状

当前，中国 SAF 行业的起步相对有所滞后，尚未形成围绕 SAF 发展和应用的政策路线图和配套支持措施。放眼世界，除了今年已启动强制加注 2% 可持续航空燃料的欧盟（通过 RefuelEU 立法规定）和英国（通过 RTFO 2024 订立）之外，其它地区现有如下几项明确的 SAF 政策规定：

- 美国联邦政府：与欧洲和亚洲的普遍逻辑不同，美国主要采用补贴的形式刺激可持续航空燃料的生产和使用。联邦层面在 2021 年出台《SAF 大挑战》，要求到 2030 年美国本土生产 30 亿加仑（约 900 万吨）SAF，并在 2050 年在美国本土生产 350 亿加仑（1 亿吨）SAF 以满足美国航空公司的需求；此外还在拜登政府期间推出了《通胀削减法案》(IRA)，向 SAF 生产企业提供税务补贴。尽管再次上台的特朗普政府在诸多气候变化议题上“退群”，但是推动美国本土 SAF 生产与特朗普政府吸引制造业回流美国的方向契合。
- 新加坡：规定 2026 年起对离境的航班强制添加 1% 的 SAF，该比例还会到 2030 年时增至 3%-5%。为了航空公司顺利用上溢价的 SAF，新加坡政府还规定同步对离境起飞（非转机）的每位经济舱乘客征收短程 3 新币、中程 6 新币、长程 16 新币的附加费，专款用于当地购买 SAF 产品。
- 韩国：将从 2027 年开始要求所有从该国出发的国际航班均使用 1% 的 SAF 混合物，以配合全球航空业推动碳中和的举措。

- 印度：政府目标是在 2027 年达成 1% 的 SAF 混合燃料比例，并在 2028 年提升至 2%，以逐步在国际航班中推行 SAF 的使用。
- 印尼：该国是世界上最大的生物质燃料生产国之一，其 2020 年颁布了 3% 的 SAF 混合燃料要求，但实施进展相对缓慢；最新计划是预计将从 2026 年启动掺混 3% 的 SAF 强制规定。
- 美国地方（州政府）：加利福尼亚州、伊利诺伊州、华盛顿州等通过地方的低碳标准、碳市场等形式给 SAF 的掺混企业、使用企业予 SAF 补贴——以加州为例，它已经成为全球加注 SAF 价格最低廉的地区之一。
- 中国香港地区：政府已公布会在 2025 年（预计可望在 10 月份《施政报告》发布或之前）宣布具体的 SAF 使用目标，刺激 SAF 的本地加注，配合航空业的低碳减排工作。

此外，亚太航协（AAPA）已作出公开呼吁，目标到 2030 年该协会 14 家成员航空公司的可持续航空燃料使用率达到 5%；寰宇一家联盟（OneWorld）也曾提出到 2030 年使用总油耗约 10% 的 SAF 目标。这些信号都表明，世界各地积极开展 SAF 的相关部署，避免在这项绿色竞争中陷于落后或被动；考虑到向来具备的产业化和卓越的经济性，中国如果及时加入这项产业竞争，仍将能够抓住先机和掌握趋势，并引领全球 SAF 产业发展。

二、发展 SAF 的可行性：“中国为什么能”

可持续航空燃料（SAF）是航空业特别是中长途民航行业在可见将来实现减碳的唯一有效路径，但其缺点是价格约为传统航油的 2-5 倍，可获得性（availability）和可负担性（affordability）在全球范围暂时不够理想。欧美国家在发展 SAF 的初期，降本增效的能力仍有待提高；相比之下，中国在生物

质燃料和可再生能源发展方面，具有天然资源丰富、炼化基础雄厚、产业链完整度等一系列优势，完全具备大规模发展 SAF 的可行性，有能力实际改善 SAF 的可获得性和可负担性。具体分析如下：

- **具有 SAF 所依赖的丰富原材料储备：**传统航油原材料是化石燃料，SAF 的原材料则主要是餐厨废油/农林废弃物/绿氢等，中国在这方面具有丰富的储备（例如每年 1000 万吨的废弃油脂、7-10 亿吨的秸秆、还有巨量相对廉价的绿氢资源等等）。其它国家 SAF 的产量常受制于餐厨废油和农林废弃物的储备，而在这方面中国恰有天然优势。
- **强大的科研发展带来了越来越多新的制备技术和原材料：**中国本身是化学工业的大国，相关炼化基础和催化剂技术较为成熟；而在 SAF 领域，涌现出越来越多的新型原材料和新的转化技术。潜在的能源作物（例如芦竹和蓖麻），既可以转化为生物航油，又可以因为在盐碱地上大规模种植而不影响国家粮食安全；此外，中科院广州能源研究所 SAF 团队，已研发了木质纤维素水相催化制备可持续航空燃料的技术等。
- **在某些先进路径上具有显著的成本优势：**比如风电光伏作为前驱“原料”，可用于“电转液”路径（Power-to-Liquid）生产 SAF。这项技术路径在欧洲乃至其它亚洲国家都显得价格高昂，主因在于当地电价没有办法走向更便宜，制约了绿氢的大规模制备；但中国的“三北”地区拥有丰富的风光资源，电解槽的技术持续进步，有利于度电成本的持续降低、乃至可以低于火力发电水平，有利于离网制造绿氢和 SAF 等高附加值产品。

三、发展 SAF 的意义：“中国为什么要”

（一）SAF 产业将给中国带来正面效应、具有出口创汇功能

2024年，国泰航空通过与河南省一家 SAF 生产企业、中航油欧洲公司、中石油国际公司合作，将中国生产的 SAF 运输到荷兰阿姆斯特丹掺混加注，推动中国 SAF 产业拓展海外产业链。2025年2月，中国石化将旗下镇海炼化生产的 SAF（约500吨），首次出口送到中国香港国际机场，交给不同的航空公司加注使用，实现了该厂首次的出口对港销售。这说明，积极发展 SAF（可持续航空燃料）产业将给国家带来多项正面效应。首先，通过发展本土的 SAF 产业，中国可减轻国际市场波动对能源供应的影响、保障自身经济稳定。第二，SAF 产业的发展将促进相关技术的进步和产业链的完善，带动上下游企业协同发展，创造大量就业机会、增加“新质生产力”。此外，在出口方面，随着全球对绿色能源需求的增加，SAF 产品将成为具有竞争力的出口创汇商品——例如，芬兰的 Neste 公司通过推广可持续航空燃料，每年创造数十亿欧元的收入，中国也有条件借鉴其成功经验、拓展国际市场。在“一带一路”倡议下，中国可通过出口 SAF 产品，增强与其他国家的贸易合作，共同推动全球绿色能源转型；中国在发展 SAF 产业、通过科研提高 SAF 产出率的过程中，还能借助国内强大的制造能力和技术水平，成为全球 SAF 供应链中的重要一环，进一步提升国际影响力和竞争力。

（二）SAF 作为化石能源的替代品对国家能源安全问题的改善作用

发展 SAF 产业还可以减少对海外石油资源的依赖，降低因地缘政治风险导致的能源供应中断的可能性，提高国家能源战略的自主性和安全性。随着全球对环保要求的日益严格，SAF 的推广预计将有助于国家在国际能源市场中占据更有利的位置；通过政策引导和市场激励，中国可以逐步建立完善的 SAF 生产、掺混、运输和加注体系，实现在一定程度上的能源安全自主保障。

（三）SAF 产业助力交通行业脱碳工作

交通行业是全球碳排放的主要来源之一，而 SAF 产业的发展为该行业的脱碳工作提供了重要助力。SAF 能够在全生命周期减少约 80%的碳排放（相比传统航空煤油），成为航空业实现碳中和目标的重要手段。国际航空运输协会（IATA）指出，如果要实现 2050 年航空业碳中和目标，来自 SAF 的减排贡献将超过 65%。

（四）发挥研发优势，掌握 SAF 核心技术从而掌握国际话语权和标准制定权

越来越多中国企业的科技研发在全球处于领先地位，比如光伏发电、风电、电解水、新能源汽车、锂电池等，在 SAF 领域中国也是一样。中国在 SAF 产业链上的原材料（如能源作物、绿氢等），新的转化技术和既有技术的效率提升方面，也拥有强大的科技实力，中国应当进一步发挥这些优势，掌握核心技术，进而获得帮助国家赢取在国际标准制定的话语权，从而实现更可持续的外交和社会效益。

（五）SAF 是可再生能源行业步向高质量发展的要求

可再生能源行业作为能源组合结构中比重渐增的组成部分，如何实现可持续、高质量发展受到业界关注。风电、光伏等可再生能源在发电领域具备间歇性和不稳定性的特征，局部地区易陷电网消纳能力受限和普遍低价竞争的境况，甚至在个别地区遇到较为频繁的“负电价”问题等，这些问题难以在中短期内解决。但是，如果这些风电、光伏的低价电力能够就地转化为绿氢等能量储存介质，这些介质又能进一步炼化成为 SAF、绿氨或绿色甲醇的话，等于为可再生能源行业找到了一条高质量、高附加值的出路，为电网消纳瓶颈地区、甚至离网地区带来全新的能源机遇。例如，丹麦通过大规模发

展风电和光伏产业，为生产 SAF 提供了充足的绿氢原料，成功实现了就地能源转化。

（六）帮助 C919“走出去”，实现“中国智造”的出海战略

SAF 的优势在于可直接使用在现有机型和航空发动机，然而目前的设备受到 50%掺混比例的限制，无法允许民用客机使用全部 SAF 燃料的最终目标。因此，国际两大原始设备制造商（空客、波音）均已宣布在研发能够适应 100% 纯 SAF 燃料的机型设备。随着中国航空制造业的崛起，国产飞机（如 C919 型）的国际化步伐逐步加快。在此背景下，中国商飞公司也注意到了 SAF 的作用和意义，并已积极参与 SAF 在发展过程中面临的安全性认证、可持续认证等工作。因此，可以围绕“中国智造”的出海战略，提升国产飞机适用掺混 SAF 或纯 SAF 燃料的能力，间接提升国际市场的地位和产品受欢迎度——从而赢得未来的更多订单和合作机会，实现经济效益和环境效益的叠加收益。

四、SAF 发展的具体政策建议

鉴于此，谨为促进 SAF 行业发展，建议中国可考虑从中央政府层面采取如下措施：

- 在国家“十五五”规划中纳入 SAF 产业发展，并定位为一个战略新兴产业加以扶持；
- 制定和发布中国可持续航油产业发展规划（2026-2035），制定具体的 SAF 产能目标或者消费目标，制定符合中国国情的 SAF 产业配套措施，如土地费用减免政策，增值税减免，直接补贴消费端或者生产端等；
- 为便利 SAF 的国际进出口贸易，优化相关政策措施，如为纯 SAF 和掺混的 SAF 分别设置海关编码，解除两种产品的出口配额限制，提高

两种产品的出口退税比例等；以及

- 进一步增加 SAF 研发投入，设立专项补贴资金，围绕 SAF 的原材料、技术路径或生产效率提高的研发和攻关给予支持。

在国家发展 SAF 的过程中，可以进一步借助粤港澳大湾区在 SAF 需求、科研、进出口贸易等优势，发挥产业示范作用，具体建议措施包括：

- 在国家战略中，将香港国际航空枢纽地位进一步升级为国际领先的 SAF 加注中心，并考虑将粤港澳大湾区建设为国际领先的 SAF 生态圈，促进在大湾区内形成全链条的 SAF 生态圈；以及
- 可适当放宽在粤港澳大湾区内部 SAF 相关原料或成品的进出口，或提供原料或成品的税务减免政策，促进该地区部分机场成为亚洲甚至全球领先的 SAF 加注中心。

五、结语

全球而言，可持续航空燃料（SAF）产业爆发正当其时。SAF 生产量占全部传统航油的比例已从疫情前的不足 0.01% 提升至 2024 年的 0.3%。发展 SAF 将是中国实现碳中和目标、推动全球低碳绿色发展的有效举措，是“十五五”规划期间名副其实的新质生产力。中国完全有条件将 SAF 培育成下一个具全球领先地位的优势产业，获取航空业和低碳技术发展的制高点。