

绿色航空产业政策研究

Study on the Policy of Green Aviation Industry

■ 王翔宇 / 中国航发研究院 刘向雷 韩枫 / 南京航空航天大学

覆盖全面、重点突出、着眼长久、行之有效的绿色航空产业中长期发展政策导向，能够有效地协调产业生态主体之间的关系，支持绿色航空器从设计生产到应用保障的全产业链协同创新，繁荣各类航空碳市场、碳金融活动，在推动绿色航空产业崛起和壮大的过程中发挥不可替代的作用。

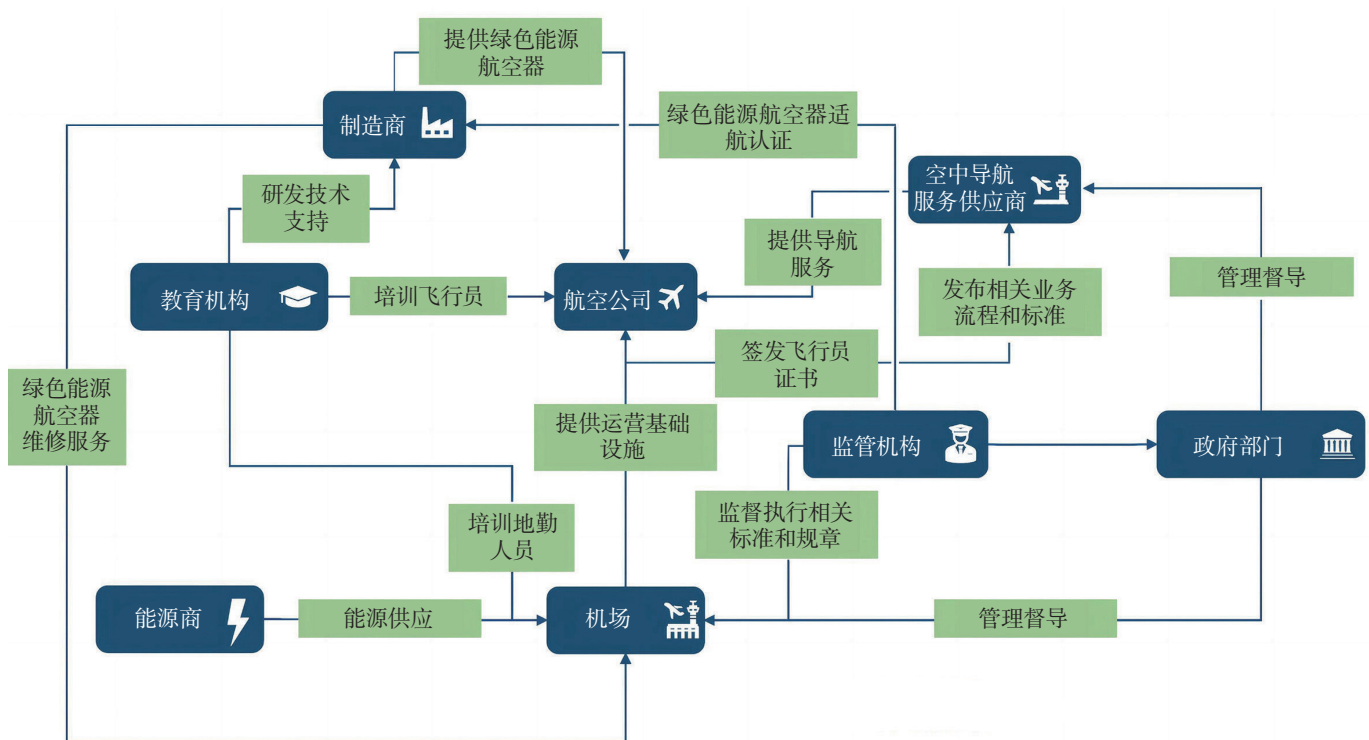
绿色航空产业政策是提升绿色航空市场效益与竞争力、整合绿色航空产业链的重要手段。显而易见，未来绿色航空产业发展过程中面临的问题并不是市场机制能够完全解决的，此时作为绿色航空生态中至为关键的参与者，政府机构既应广泛吸纳社会各界的意见，形成国家层面的绿色航空战略规划，还要为航

空业绿色转型提供资金支持和政策保障，降低技术革新风险，从而弥补市场调节的不足、增强本国产业竞争力、争取动态比较优势，实现绿色航空产业全面快速发展。

绿色航空产业政策作用机制

绿色航空产业政策一般可以用“要不要干”“干什么”和“怎么干”这3个要素概括。在2050年前实现净

零碳排放成为全球航空业共识的大背景下，无论是优化现有系统效率还是借助电、氢或生物燃料，为实现绿色航空愿景所采取的方法工具实质是殊途同归。然而，针对绿色航空的发展路径、各个时期的侧重点、产业发展的资金来源等“怎么干”的问题在行业内部乃至行业之间都有争议，一旦“怎么干”的问题得到解决，那么后续来自各方面的产



绿色航空产业生态关系

业支持行为都将围绕选定的具体做法展开。此时的产业政策将重点突出以下两方面的功能。

第一，优化绿色航空产业结构，明确不同阶段重点任务。绿色航空产业的核心包括各种类型的绿色能源航空器，均在一定程度上能够实现碳减排效果，互相之间既有明显的区别也有联系。立足资源禀赋国情与前期技术储备情况，产业政策应给出不同绿色能源航空器在不同时期的角色定位与减排贡献，进行更有针对性的投资支持，引领绿色航空产业朝着特点突出、重点明确的方向发展，提升产业集中度、实现规模效益，避免重复分散建设和无序内部竞争，这对于像绿色航空这样的新兴产业的成熟具有重要意义。

第二，保证产业起步阶段资金需求，弥补市场调节机制缺陷。建立完善的市场机制需要通过价格实现资源配置，但目前绿色航空相关核心支柱产业调节能力较差，难以满足市场持续运转的经济性要求、极易陷入入不敷出的困境，此时就需要产业政策着眼宏观全局长久考虑，优化产业资源配置，凸显绿色能源航空器在碳减排上的优势，将碳排放成本与航空器运营全面挂钩，这就依赖于产业政策去放大绿色能源航空器以及各种碳清除项目的经济效益，使之具备良性循环和自我发展能力。

零碳排放航空器产业政策

产品研发

以电动和氢动力为代表的零碳排放航空器在很大程度上颠覆了传统燃气涡轮航空器的设计架构。为

了支持绿色航空关键技术的发展，应有清晰的政策确保那些颠覆性技术未来不存在认证障碍，这是打消航空装备制造研发后顾之忧、弱化不确定性风险的重要途径，特别是在结合物理测试、建设符合要求的测试平台的同时探索数字化方法，通过虚拟认证的手段在保持安全性的前提下进一步降低开发、验证和认证的成本和时间。

产品研发政策的另一个发力点就是足额的专款专用的经费支持。这些资金应覆盖整个零碳排放航空器创新链条，对每一个环节都采取量身定制的办法，既要科学审查那些全新的颠覆性的低技术成熟度项目建议、提供适当的资金，又要选择具备足够研发能力、设施条件与主动性的承研方参与其中。基于创新漏斗理论，最初应启动大量的小型项目，随着研究的不断深入更加合适的技术方案会逐渐出现，此时再对那些剩下来有价值的项目加大经费投入。

需要强调的是，产品研发政策不仅只针对关注下一代零碳排放航空器自身，也包括了产品全生命周期内从概念论证到认证、运营的所有使能技术。无论是机场电气化改造还是氢燃料制备、储存、运输、加注等对基础设施的影响，电动航空器和氢动力航空器的产业配套不单纯是一个工程概念，也涉及到相当多的科学问题，需要在产品研发政策中一体化支持，而这些与氢电密切关联的研究活动也将呈现出较为明显的跨行业联动的特征。

市场应用

新技术和新产品只有切实投放到市场、运转起来才能达成碳减排

的预期，此时产业政策可促成市场参与者做出有助于绿色航空转型的商业决定，支持各类科技成果的转化应用。除了对零碳排放航空器执飞的航线进行直接补贴、征收机场碳排放调节税、基于碳排放水平重新分配机场停机位和航班时刻表等相对较为温和的措施外，还可修订航空器碳排放标准，将其适用范围扩大到在役机队，加快老旧机型退役进程并为零碳排放航空器提供更广阔的市场空间。

从民航降噪的成功经验来看，明确的政策导向对于机队产品更新迭代的效果是立竿见影的。不过考虑到零碳排放航空器的运营复杂性远超以往，尚需进一步研究和分析以确定哪一种或多种组合政策最能够实现预定目标，并确保在执行过程中不会被规避。此外，还应通过政策手段规范基础设施建设、保证相关资金支持，使之尽量与相关技术的发展齐头并进，反向降低技术投资过程中的市场不确定性。

为使那些可负担得起的零碳飞行技术更为航空业界所接受，孕育和发展全新商业模式将是绿色航空产业政策的另一个着力点。原有的航线、航班和机型的配置策略会发生调整，像城市空中交通这样由绿色能源航空器独特产品特性推动的需求场景会在政策的加持下更具备市场潜力，一些航空运营商会作为试点享受到一系列政策红利，相关从业人员也需要针对零碳排放航空器使用与维护、碳排放交易和管理等启动专门的培训教育。

生物燃料航空器产业政策

与零碳排放航空器相比，生物燃料

生物燃料航空器产业政策可采用的激励手段

措施		说明
碳定价和碳交易		以全生命周期减排量最大的生物燃料的成本作为碳市场基准
强制混合义务		规定航空公司生物燃料与传统航空燃料的最低混合比例
自愿购买协议		航空公司承诺在规定的时间内以一定价格购买一定数量的生物燃料
供资机制	直接补贴	对生物燃料供应商的设施建设和原料采购给予补贴
	产量补贴	根据实际产量对生物燃料供应商进行补贴，确保产能越大售价越低
	贷款担保	政府机构对相关银行贷款提供担保，降低项目风险和融资成本
	差价合同	若生物燃料市场价格低于设定的下限，政府将补足其与合同的差额
拍卖机制		邀请生物燃料供应商以最低价格投标实现市场的统一供应

航空器产业基本无须对现役机队和基础设施进行大的改动，市场的启动具备天然的优势。鉴于生物燃料的供应不足、定价过高等现实问题，生物燃料航空器产业政策具体可围绕开发新工艺扩大选材范围和降低生物燃料使用成本两方面展开。第一，通过政策性投资扶植生物燃料制备技术研究，推动原料多样化选择、提升原料利用效率，在给予试点供应商直接补贴加速研发进程的同时，注重整体市场竞争环境的培育，防止生物燃料供应出现技术性锁定效应、个别供应商获取绝大部分补贴独占市场；第二，虽然碳交易的市场调节能力毋庸置疑，不过短期来看设定的碳价格仍将大幅低于生物燃料的减排成本，除了强化航空可持续性要求并优化区域供应链外，有必要在财政政策中分配专用的资金池，明确对应用生物燃料的额外金融支持力度。

限定生物燃料的混合比例也是一个一直在讨论的政策工具。在市场还不成熟的情况下，过早强制执行的隐患就是需求的大幅增长会导致生物燃料价格不必要的上涨，而且缺乏严格的可持续性标准将使得

市场上的生物燃料供应鱼龙混杂，偏离了绿色航空发展的初衷。因此，如果真要采用这项政策的话，需要一定的准备周期，并将尽可能多的国家纳入进来使用同样的比例标准，营造公平竞争的市场环境。考虑到生物燃料航空器只是净零碳排放，相应的全生命周期碳跟踪监测显得更加重要，这就涉及专业的认证政策问题。为了解既定政策机制是否取得预期效果，以及这些政策机制是否需要根据实际情况的变化进行调整，还应在整个生物燃料航空器价值链上建立专门的渠道，使市场参与者能够真实有效地传递信息。

从长远来看，政策框架要重点解决在各行业、各领域之间生物燃料原料分配的问题，或者说如何将全球有限的生物燃料产能更合理地利用起来，这将决定航空生物燃料产业的发展上限究竟在何处。目前，不同研究机构给出的结论存在很大的区别，如国际清洁交通委员会（ICCT）有报告认为，在公路运输中采用生物燃料更具成本效益，而能源转型委员会（ETC）则强调用生物燃料替代传统航空燃料对航空脱碳发展具有无可替代的意义，更值得

被优先支持。未来一旦在政策法规中明确了航空业能够获取的可持续原料数量，那么可相应地进行产业发展精细规划，即生物燃料加工厂到底有多少、生物燃料航空器机队规模到底有多大，从这一点来看，产业政策对于生物燃料航空器发展的决定性作用将超过零碳排放航空器。

我国绿色航空产业政策

作为全球最大的发展中国家，我国在努力发展经济的同时，实施了一系列战略、措施和行动，加快生态文明建设，积极参与全球气候治理，为全球可持续发展做出了重要贡献。立足行业特点，中国民航局印发实施了一系列规划、制订了一系列方案，形成了中国民航绿色发展规划政策体系，引导行业绿色、低碳、循环发展。2022年1月，我国民航第一部绿色发展规划《“十四五”民航绿色发展专项规划》出台。2022年9月，民航局正式向国际民航组织提交《2022中国民航绿色发展政策与行动》，从多个方面介绍了中国民航绿色行动与进展，分享中国民航经验，增进国际社会了解，同时展望未来明确行业绿色发展方向和重大行动。当然不止是民航局，我国其他政府机构也发布了若干促进绿色能源航空器产业配套发展的政策规划，对于形成绿色航空顶层战略共识、促进技术和产品的成熟以及完善全产业链配置具有重大的推动作用。

不过也要认识到，我国绿色航空产业政策大多局限在各个政府部门分管的领域，相互之间的协同配合较弱。例如，绿色能源航空器产品研发与技术攻关等相关导向性政

近5年我国绿色航空相关产业政策发布概况（截至2023年8月）

名称	日期	发布单位
关于深入推进民航绿色发展的实施意见	2018年11月	民航局
推进四型机场建设行动纲要	2020年1月	民航局
推动新型基础设施建设促进民航高质量发展实施意见	2020年12月	民航局
推进新型基础设施建设五年行动方案	2020年12月	民航局
关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见	2021年2月	国务院
关于2030年前碳达峰行动方案的通知	2021年10月	国务院
“十四五”工业绿色发展规划	2021年12月	工信部
智慧民航建设路线图	2022年1月	民航局
“十四五”民航绿色发展专项规划	2022年1月	民航局
氢能产业中长期发展规划	2022年3月	发改委
“十四五”生物经济发展规划	2022年5月	发改委
2022中国民航绿色发展政策与行动	2022年9月	民航局

策由工信部出台，而民航局发布了一系列关于航空公司和机场绿色发展的战略与规划，发改委能源局则主导了氢能、生物能等绿色能源发展的政策意见。各政府机构的政策主要涉及自身分管领域，产业链衔接环节的协作配合如何开展存在一定的盲区，相对缺乏一个像国外那样的更高级别、用来统筹各个政府部门乃至整个航空产业生态参与者的议事平台和机制。

同时，国内推动绿色航空产业配套发展的经济性政策手段缺乏、约束和激励不够，航空碳交易市场建设滞后。任何绿色能源航空器在产业发展初期都会面临严重的成本过高、收不抵支的问题，产品采购、基础设施建设和实际运营等各个方面的费用都可能高于传统航空器。这意味着若没有强力政策性经济杠杆驱动，仅凭运营商自身可能难以长期保持高水平投入与使用热情。

由于我国绿色航空产业政策强制性指令和强约束力目标很少、涉及的资金支持语焉不详，市场需求无法定量评估，航空公司和机场缺乏为绿色航空产业配套的行动意愿，难以自发自愿转型到这种充满资本风险的运营赛道。

中央或地方政府出于宏观和长远利益考虑而主动干预绿色航空产业活动的各种政策法规，直接或间接地与所有的产业生态参与者产生联系，对于推动绿色能源航空器发展具有无可替代的意义。除了根据不同类型绿色能源航空器技术特点和产品能力凝聚共识、谋划产业发展路径和阶段目标外，相关产业战略与规划还要立足资金和政策保障，切实降低市场参与者研发和运营的风险，并尽可能地为之带来正向经济收益。具体到各个细分市场，电动和氢动力这些下一代零碳排放航空器的产品研发是当前政策支持

重中之重，相应的产业配套技术与全新商业模式也应同步考虑；生物燃料航空器距离大规模应用的阻碍相对较小，产业政策也应更加详细具体且有可操作性，在确保市场需求得以满足的同时依托多方位的供资机制激励航空运营商多快好省地实现燃料替换。

结束语

在习近平生态文明思想的指引下，我国政府积极践行新发展理念，坚持以碳达峰、碳中和为引领，注重科技创新的支撑作用，加快形成航空低碳循环发展格局，一系列产业政策在推动我国民航全面绿色转型的同时为绿色航空产业发展提供了坚强的保障。当然也要注意，我国绿色航空产业还处于发展初期，相较于国际先进水平存在着产业创新能力不强、支撑产业发展的基础性制度落后、产业链自身各个环节以及跨行业协调交互欠缺、产业发展形态和发展路径尚需进一步探索等问题。面对新形势、新机遇、新挑战，需要进一步加强顶层设计、统筹谋划和政策支持，提升绿色航空产业配套能力，不断拓展市场应用新空间，实现全产业链条整合。 **航空动力**

（王翔宇，中国航发研究院，高级工程师，主要从事航空发动机发展战略研究）

参考文献

- [1] A4E,CANSO,ERA,et al. Destination 2050: a route to net zero european aviation[R/OL].(2021-2-11)[2023-9-13]. https://www.destination2050.eu/wp-content/uploads/2021/03/Destination2050_Report.pdf.