

并购与重组

从势必锐收购案看航空产业链内化趋势 ○

从赫氏公司看航空业垂直整合之道 ○

并购重组将托起市场竞争新赛道 ○



大飞机

JETLINER

07 July

2026.07 | 总第145期

ISSN 2095-3399



9 772095 339266

COMAC

7月新品 NEW ARRIVALS
随行杯



材质: Tritan

容量: 420ml



微店 | 小程序 大飞机文创





05 卷首语

05 航空业的整合远不止签约 | 庄敏

06 资讯

10 封面文章

10 从势必锐收购案看航空产业链内化趋势 | 陈济桁

14 从赫氏公司看航空业垂直整合之道 | 徐冬翔

19 并购重组将托起市场竞争新赛道 | 王双武

25 “四波冲击”与“三重浪潮”
——全球航空租赁业的并购重组与中国坐标 | 于占福

30 航空制造

30 上半年成绩揭榜 全球航空业加速修复 | 任治潞

35 俄罗斯加速商用飞机国产替代 | 董帼雄

40 空客启动下一代机翼飞行验证 | 王泽溪 王元元

44 航空运输

44 国内航空公司货运发展的实践探索 | 柴雨丰

49 民航高质量发展视域下航空物流产业效能提升对策研究 | 张凯迪

54 中国 SAF 可持续认证体系建立的难点 | 张淑平

58 十万吨油的资本赌局 | 王鹏

62 产业观察

62 新疆本土航司 C909 飞机运营样本 | 陈姗姗

67 WAIC 2026 观察：AI 进入工业企业，还有几道关 | 刘影

73 科普

73 零度等温线：云层里藏着的雷电高发陷阱 | 李世勇

77 回眸

77 中国天空的第一次商业心跳 | 陈伟宁



大飞机

2026 年第 07 期 | 总第 145 期 | 07 月 31 日出版

中国标准连续出版物号

ISSN 2095-3399 CN 31-2060/U

主管主办 中国商用飞机有限责任公司

出版发行 上海《大飞机》杂志社有限公司

编委会

主任 贺东风
常务副主任 沈 波
副主任 罗 晓
委员 戚学锋 于世海 李 玲
张小光 吴文生
学术顾问 吴光辉 陈 勇

上海《大飞机》杂志社有限公司

总经理 程福江
副总经理 徐显辉 郭宗磊

编辑部主任 庄 敏
主编 林 喆
副主编 陈伟宁 欧阳亮
责任编辑 张凯敏 哲 良 郑小芳
新媒体编辑 张竞霄
图片编辑 王脊梁
美术编辑 刘晓雨 邵奕辰

采访主任 柏 蓓
文字记者 李 琰 廖天航 赵婷婷
摄影记者 管 超 华思清 颜康植

发行总监 刘 影
广告主管 瞿席燕

国内发行 上海市报刊发行局
国内订阅 全国各地邮局
邮发代号 4-883
地 址 上海市浦东新区世博大道 1919 号
邮 编 200126
电 话 021-20887106
网 址 www.comac.cc
电子邮箱 dfj@comac.cc
定 价 人民币 20 元
印 刷 上海申江印刷有限公司
法律顾问 上海大邦律师事务所

卷首语

航空业的整合远不止签约

文 | 庄敏

回顾全球航空产业的发展历程，不难发现“周期下行催生并购，周期上行消化整合”的行业规律。随着全球航空业稳步复苏，新一轮并购与重组正在加速推进。不同于过往周期中以规模扩张、市场垄断为核心的横向整合，当下的交易更多指向供应链韧性、区域深耕与能力补位，折射出后疫情时代企业对于供应链安全可控的需求越发紧迫。

纵向整合是本轮行业并购浪潮中最鲜明的标识。2025 年 12 月 8 日，波音和空客在同一天宣布完成对势必锐航空系统公司相关业务的收购，将核心产能重新纳入自有体系，此举被业界视为是对过去三十多年主制造商轻资产模式的全面修正。诸如此类的并购近两年在发动机制造商、系统供应商间也时有发生。这些都足以证明在供应链断供、质量波动的反复冲击下，当下对于更多主制造商和一级供应商而言，稳住供应链韧性、掌握关键核心部件的自主权远比账面成本优化更具长期价值。从全球化分工到区域化重构，从轻资产外放到核心能力内化，本轮并购的本质是航空业应对格局之变的主动调整。

与此同时，地缘制裁也催生了新一轮非市场化的“区域化小闭环”重组。俄罗斯 MC-21、SJ-100 项目的全链条国产化替代，本质上是一场外力倒逼下的供应链被动重构，虽与市场化并购路径迥异，却同样在重塑全球航空产业的区域格局，成为本轮产业整合中不可忽视的特殊分支。

在民航运输领域，并购则呈现出明显的区域化、专业化特征。与早年全球航司跨界大举并购的激进风格不同，近两年企业间并购普遍聚焦本土与周边市场，多以强化区域市场集中度、补全产业链上下游能力为核心目标。理性克制的背后，是行业对周期波动的审慎应对。

然而航空业高技术、长周期、重投入的属性，让“并购容易，整合难”成为行业铁律。回顾过往，全球航空业超过半数的并购最终未能兑现预期协同效应，一纸交易往往只是万里长征第一步。并购后上下游供应商间的重新适配、产线流程的对齐、质量体系的统一、企业文化的融合等等，每一项都是需要耗时数年的系统工程，而漫长整合期中的耐心与定力才是真正决定企业能否借力发展的关键所在。



从全球化分工到区域化重构，从轻资产外放到核心能力内化，本轮并购的本质是航空业应对格局之变的主动调整。

▼ 封面由 AI 生成



- 关注我们 -
FOLLOW US

本刊声明：

- 稿件从发表之日起，其专有出版权和网络传播权即授予本刊，同时许可本刊转授第三方使用。
- 本刊作者保证，来稿中没有侵犯他人著作权或其他权利的内容，并将对此承担责任。
- 本刊支付的稿费已包括上述使用方式的稿费。



01

▲ 华思清 摄

1 C919 高原型首架机完成首飞

7月29日，C919 高原型首架机在上海浦东国际机场开展首次飞行试验，空中飞行1小时59分钟，完成全部预定试飞科目，标志着 C919 飞机系列化发展迈出重要一步。C919 高原型在基本型基础上，采取了机身缩短、系统功能改进等针对性设计，以满足高原运行要求。

▼ 徐炳南 摄



02

2 柬埔寨国家航空与中国商飞签署 20 架 C909 飞机购机协议

7月17日，柬埔寨国家航空与中国商飞公司在上海签署 20 架 C909 飞机购机协议。同日，中国商飞公司还与柬埔寨民航国务秘书处签署战略合作谅解备忘录，双方将在航空安全、适航审定和人才培养等方面深化合作。

3 中国商飞公司参加 2026 年 范堡罗国际航展

7月20日，中国商飞公司参加 2026 年范堡罗国际航展，展出了 C909 基本型和衍生型飞机模型以及 C919、C929 飞机模型，呈现了中国商用飞机系列产品布局。航展期间，中国商飞公司与全球客户及合作伙伴深度交流、洽谈合作，携手共促民航运输业繁荣发展。

4 波音公布三款新飞机取证进展

近日，波音公司公布 737-7、737-10 和 777-9 三款飞机的认证进展。737-7 即将完成认证；737-10 已进入认证测试的最后阶段；777-9 认证测试已完成 50%，预计 2027 年交付。



▲ 王艺霖 摄

03

5 空客计划“拉长” A350 和 A220

据路透社报道，空客正在评估加长版 A220 和 A350 飞机方案，但目前尚未透露是否会推出相关机型，以及可能作出最终决定的时间。据悉，拟议中的新机型可能是在 A350-1000 基础上的加长版本。目前，空客尚未公布该机型的具体载客量、航程、项目启动时间以及计划投入商业运营的日期。除 A350 外，空客也在研究加长版 A220 机型。

6 空客 A350 刷新最长商业航班纪录

7月28日，空客为澳洲航空“日出计划”打造的 A350-1000ULR 测试机从墨尔本出发，最终降落在位于法国图卢兹的空客工厂，这架配备了特制额外油箱的飞机在空中飞行了 24 小时 24 分钟，不间断飞行距离达 23075 公里（14338 英里），宣告一项新纪录诞生。“日出计划”旨在开通全球航程最长的商业客运航线，通过取消澳大利亚与欧洲之间的中途中停，重塑长途旅行模式。

7 未来 20 年全球或需 8500 架新喷气飞机

巴航工业发布 2026 年市场展望，预测未来 20 年全球 150 座级以下新喷气飞机需求为 8500 架，市场价值约 6500 亿美元；较此前预测 8740 架下调 240 架。



▲ 来源：中国民航报

8 IndiGo 与 CFM 签署超 1000 台 LEAP-1A 发动机谅解备忘录

7 月 20 日，IndiGo 与 CFM 签署谅解备忘录，为一项涵盖 1000 余台 LEAP-1A 发动机的创纪录协议铺路。这些发动机拟用于 IndiGo 近期宣布的 510 架空客 A320neo 系列飞机；双方还将扩大印度本土发动机维修、长期材料服务和航空生态体系建设合作。

9 美国欲推动空中出租车与超音速飞机加速上市

据路透社报道，美国联邦航空管理局（FAA）正致力于帮助业界部署空中出租车、超音速飞机，同时推动航天发射和扩大无人机运营。FAA 去年启动了一项试点计划，以帮助新兴的电动垂直起降飞行器（eVTOL）开始部署。空中出租车企业正竞相争取审批，并将其商业化，以满足城市交通对更快、更可持续出行方式日益增长的需求。



▲ 来源：中国航空新闻网

10 6 月航空货运需求强劲增长 8.5%

据国际航空运输协会（IATA）2026 年 6 月全球航空货运市场定期数据显示：航空货运总需求（按照 CTk 货运吨公里计算）同比 2025 年 6 月增长 8.5%，国际需求增长 9.6%。运力（按照 ACTK 可用货运吨公里计算）同比 2025 年 6 月增长 4.4%，国际运力增长 4.9%。





▲ 来源：airlinergs.com

从势必锐收购案 看航空产业链内化趋势

文 | 陈济桁 编辑 | 庄敏

围绕航空一级结构供应商势必锐航空系统公司的收购案，历时近两年的讨论最终尘埃落定，波音、空客、势必锐三方达成协议，实现对势必锐资产的重新分配。这一收购不仅宣告了“超级一级供应商”模式失败，也预示着航空产业链逐渐“内化”。根据最终落地的方案，经美国联邦贸易委员会、欧盟委员会等机构批准，原势必锐商用航空业务被波音和空客公司各自掌控。

势必锐 20 年发展之路

势必锐的前身是波音位于美国堪萨斯州威奇塔的制造工厂。在此次收购前，势必锐是波音 737 系列和 787 等商用飞机关键结构件供应商，被认为是波音航空

制造业务的“心脏”。21 世纪初，美国华尔街推崇“高资本回报率”的商业模式深刻影响了以“质量至上”工程师文化著称的波音，公司管理层希望波音转型成为“轻资产”系统集成商，只负责设计、总装、营销和售后，而将资本密集、利润率低的零部件制造环节剥离，以美化财务报表，达到提高股价的目的。不仅如此，波音希望分拆业务组建新的独立公司，一方面由新公司建立更具成本效益的薪酬体系并接手养老金义务，降低波音劳动力成本和养老金负担，另一方面利用新公司拓展客户，使其成为空客等 OEM 厂商的供应商，分摊固定资产成本进而降低波音采购成本。

基于上述原因，2005 年 6 月，波音以现金和债务承担的方式，将威奇塔工

厂及位于俄克拉荷马州的业务作价 12 亿美元，出售给加拿大私募股权投资公司 Onex，新公司命名为势必锐航空系统公司。Onex 公司接手后进行了更加激进的成本削减和效率提升举措，于 2006 年迅速推动势必锐公司上市，Onex 也因此获得巨额投资回报。

经过 20 年发展，势必锐成长为全球最大的一级航空结构制造商，其核心业务覆盖了机身、推进系统、机翼系统等各类零部件制造，客户涵盖了军民领域几乎所有主流航空装备 OEM 厂商，公司也实现了全球化布局。尽管如此，势必锐始终未能摆脱波音的影响，为绑定波音这一最大客户长期订单，势必锐只能牺牲利润接受波音“压榨”，资金链十分脆弱；又因势必锐作为上市公司需要追求利润最大化，因此在成本削减过程中逐渐牺牲了质量控制，为其最终命运埋下伏笔。

收购案始末

2018 年势必锐股价一度达到创纪录的每股 100 美元，公司发展达到顶峰。然而，2018 ~ 2019 年先后两次波音 737MAX 8 客机坠毁事故，迫使波音公司于 2020 年 1 月做出全球停飞该机型的决定，势必锐公司被迫裁员 2800 多人。受飞机停飞及疫情影响，飞机产量迅速下降，2020 ~ 2021 年势必锐公司亏损超 4 亿美元，2022 年亏损进一步扩大至 5.46 亿美元。2023 年开始，围绕 737 系列的质量问题开始频发：4 月，波音发现由势必锐生产的 737MAX 飞机尾部配件存在缺陷导致交付延误，势必锐将问题归咎于质检人员疏忽，并通知波音某些 737 型号的机身存在“质量问题”，涉及不当安装的尾翼配件，影响交付；8 月，波音识别出由势必锐生产的 737 MAX 机身后压力舱壁

上的新质量问题，涉及细长紧固件孔的不当钻孔，导致进一步交付延误。接二连三的质量问题导致势必锐股价大跌至 2023 年 9 月的 15.16 美元，亏损问题始终没有妥善解决。

2024 年 1 月 5 日，阿拉斯加航空一架波音 737MAX 9 飞机在飞行中发生门塞脱落事件，该机型被迫停飞五周。后续调查显示，涉事飞机机身从势必锐工厂经铁路运抵波音总装工厂时，被发现门塞一侧有 5 个铆钉损坏，为更换损坏铆钉，波音修理员工必须将门塞打开并拆下 4 个固定螺栓，但修理完成后至少 3 个螺栓未重新安装。该事件成为“压垮骆驼的最后一根稻草”，美国联邦航空局要求波音 90 天内限时整改，解决系统性质量控制问题。为此，波音决定与势必锐讨论重新整合制造业务。

虽然势必锐公司超过 2/3 的营收由波音贡献，但空客也早已成长为势必锐的第二大客户，A350、A220 等项目关键部件均由势必锐提供，但相关业务一直处于亏损状态。对于空客来说，一方面无法接受竞争对手掌握自身项目情况，另一方面也不愿直接接手“负资产”。因此，波音对势必锐收购须与空客协商，避免技术垄断，同时寻找各方能接受的解决方案。

2024 年 2 月，波音以每股 40 美元的全现金收购案框架正式开启谈判，谋求快速安抚股东。由于需解决空客 A350、A220 项目相关资产归属和补偿问题，经充分调查，波音、空客与势必锐于 4 月签署三方保密协议，明确共同推进收购事宜。6 月，波音由于现金流受 737 MAX 产量受限和交付延迟影响，提出改为全股票交易，虽然一度导致势必锐股价波动，但最终势必锐还是接受了每股定价 37.25 美元的股票收购提案。6 月 28 日，波音、势必锐和空客三方达成一致：波音同意以 47 亿

美元全股票交易收购势必锐多数资产；空客则接手势必锐专门服务空客的相关业务和资产，同时获得一笔补偿金以补贴空客接手亏损业务的成本。

2024 年 7 月 1 日，波音公布最终并购协议，交易进入监管审批与协议签署阶段，美国、欧盟、英国等势必锐资产保有国反垄断审查结果直接决定收购案能否顺利达成。各方担心，收购案完成后，波音会切断其他竞争对手供应链，或通过掌握竞争对手关键技术获取不正当竞争优势，要求波音必须保证继续为非波音客户提供服务，同时建立“防火墙”机制确保波音商用航空部门无法接触势必锐此前掌握的空客技术数据，确保公平竞争。经过谈判，波音基本同意了全部要求。英国于 12 月率先通过收购案批准。2025 年 1 月，势必锐股东批准收购案；4 月 28 日，空客与势必锐签署最终协议，空客接手与其业务相关的资产，并就 4.39 亿美元的补偿金达成一致；10 月，在欧盟委员会进一步要求下，波音承诺将势必锐马来西亚工厂业务出售给马来西亚复合材料技术研究公司（CTRM，该工厂向空客供货），并批准收购案；12 月，美国联邦贸易委员会及其他相关监管机构批准最终收购案。

尘埃落定

2025 年 12 月 8 日，波音和空客同时完成对势必锐最终收购。波音以股权价值约 47 亿美元（同时承担势必锐净债务，总价值约 83 亿美元），获得势必锐公司所有与波音相关的业务，主要包括三方面：一是威奇塔工厂，该工厂有波音 737 系列飞机机身核心生产线、波音 767/777/787 飞机主要结构件生产线、P-8 和 KC-46 机身生产线；二是贝尔法斯特工厂部分资产，波音将庞巴迪“挑战者”

等公务机部件生产业务重组，使其作为独立子公司“肖特兄弟公司”品牌运营；三是成立势必锐防务公司，虽将国防业务纳入波音相关部门管理，但仍明确其为国防领域独立供应商，以势必锐防务公司名义为国防项目和客户提供服务。此外，波音还全面接管了势必锐售后市场业务，接收了约 1.5 万名员工。

空客以象征性的 1 美元收购了势必锐与其相关资产，具体包括两方面：一是 A350 相关业务，美国北卡罗来纳州 A350 机身制造工厂和法国圣纳泽尔 A350 机身装配工厂，并入空客大西洋公司；二是 A320 系列和 A220 相关业务，主要含贝尔法斯特工厂的 A220 机翼业务、摩洛哥卡萨布兰卡的 A321/A220 部件工厂以及苏格兰普雷斯特威克工厂机翼部件业务等。此外，空客还获得波音公司提供的 4.39 亿美元补偿金，且无需承担任何势必锐债务，接收超过 4000 名员工。

为了满足反垄断要求，波音最终以约 9500 万美元价格将马来西亚梳邦工厂出售给第三方 CTRM 公司。原属势必锐的军用高温材料制造商纤维材料公司（Fiber Materials）则在收购案完成前，以 1.65 亿美元价格出售给航空航天制造商 Tex-Tech 工业公司。至此，围绕势必锐的收购案全面完成，势必锐在纽交所的代码 SPR 摘牌退市，势必锐作为独立公司近 20 年的征途正式终结。

对产业的影响

势必锐收购案，是波音解决质量安全问题的关键举措，最终以资产和业务被波音、空客两大原始设备制造商尽数瓜分收场。该事件是全球航空制造业近 20 年来最重大的一次战略转折，它不仅深刻揭示了制造业过度资本化的弊端，也标志着“主

机厂只负责组装，核心零部件全部外包”商业模式的彻底失败。

波音是势必锐收购案的发起者，也是承担财务和运营压力最大的一方。波音用最快的速度向美国政府和全球客户兑现了质量承诺，一方面重新获得了对 737 MAX 机身等核心部件生产过程控制权，消除了过去因合同博弈导致生产交付信息不透明的风险隐患，有望根除质量问题；另一方面，解决了势必锐因财务危机可能导致的断供风险，确保 737、787 等机型的产能爬坡不再受制于供应商现金流，确保供应链稳定。与此同时，波音也背上了沉重财务包袱，不仅支付了约 47 亿美元股权对价，还背负了势必锐约 36 亿美元净债务。此外，由于收购的势必锐业务近年来持续亏损，波音需投入资源整顿工厂、安抚工会，在波音自身现金流紧张的情况下，这些挑战将进一步加重财务杠杆。

空客在收购案中处于极为有利的谈判地位，最终利用波音急切解决质量问题的心理，以最小代价换取了巨大的战略利益。空客以零成本获得了 A350、A220 等机型核心零部件制造资产，确保供应链独立性，同时彻底获得了原属庞巴迪、目前全世界最先进的民机机翼制造技术，继续扩大空客在机翼研发与制造领域技术优势。不过，空客也同样面临经营挑战，新接手的北卡罗来纳金斯顿工厂此前也长期处于亏损状态，而贝尔法斯特工厂可能需要空客投资超过 10 亿美元以降低先进机翼制造成本，从而使 A220 项目摆脱亏损窘境。未来，空客可能需要更强的精益管理和更有效的战略选择，才能消化收购案影响，努力实现扭亏为盈。

更重要的是，势必锐收购案可能引发产业链供应链的持续震荡，游戏规则逐渐改变。过去 20 年流行的“超级一级供应商”模式已被证伪，OEM 厂商意识到，



▲ 来源：airway.com

将机身、机翼等核心结构件外包制造不仅无法真正转移风险，反而丧失了对质量、成本、交付的控制力。现在，波音、空客将核心制造能力重新掌握在自己手中后，势必会推行更加严格繁琐的质量标准，产业控制能力进一步加强，一些二级、三级中小型供应商面对两巨头采购需求，原材料和零部件供给合规成本将显著增加、议价能力明显降低，可能就此引发更多的“垂直整合”交易。此外，由于波音同时整合了势必锐防务业务和部分公务机业务，一些竞争对手的供应链被迫纳入波音体系，虽然存在“防火墙”协议，但仍会引发针对核心技术和供应链安全的担忧，制造链内化趋势将进一步加速。对中国而言，应收紧外包策略，将以先进复合材料及其结构件为代表的航空制造核心技术加速整合，一体化发展，形成新质生产力，为迎接未来数字化转型奠定基础。

从赫氏公司看航空业垂直整合之道

文 | 徐冬翔 编辑 | 庄敏

▼ 来源: static1.simpleflyingimages.com



2026 年 6 月, 美国赫氏公司与德国德意志飞机公司签署 D328eco 支线飞机长期合作协议。根据协议, 赫氏公司将为该型飞机长期供应先进复合材料, 并提供材料与工艺支持。该协议通过锁定欧洲支线飞机项目的长期需求, 进一步发挥了赫氏公司从碳纤维到结构件的系统级垂直整合优势, 提升了其在欧洲航空市场的竞争力。

回顾赫氏公司的发展历程, 不难发现, 通过不同阶段的垂直整合策略, 公司逐步构建了从材料到系统级部件的完整能力链条, 在供应链稳定性和综合竞争力方面取得了积极成效。

垂直整合之道

垂直整合 (Vertical Integration), 也称纵向整合, 是指企业将产业链上下游不同阶段的业务环节纳入自身经营范围的战略行为。按照整合方向, 垂直整合主要分为向前整合、向后整合和平衡整合三种类型。向前整合是指企业将产业链下游环节整合进自身业务的行为。如, 罗罗公司通过“全包修服务”模式, 将发动机售后维护、维修和运营支持深度整合到公司体系中, 从单纯的发动机制造商转变为全生命周期服务提供商, 显著提升了客户黏性和长期收益稳定性。向后整合是指企业将产业链上游环节整合进自身业务的行为。如, 波音公司通过重新收购势必锐公司, 将机身结构件制造环节再次纳入内部, 以加强对生产质量、知识产权和供应链交付的直接控制, 降低对外依赖风险。平衡整合是指企业同时向产业链上下游两个方向进行整合的行为。如, GE 航空一方面通过投资建设陶瓷基复合材料生产线掌控上游先进材料供应, 另一方面通过数字化服务和长期保障合同延伸下游能力, 在一定程度上实现了从材料研发到发动机全生命周期服务

的双向整合, 增强了在航空动力系统领域的整体竞争力。

按照整合程度, 垂直整合可分为不同形式。较低程度的整合通常表现为签订长期战略合同, 通过锁定采购或销售条款来稳定成本与供应。如空客与东丽公司签订长期碳纤维供应协议, 为 A350 项目锁定 15 年原材料供应与价格, 有效降低了上游材料成本波动风险。中等程度的整合通常采取股权投资或合资方式, 获得供应商或客户的股权, 从而在交易中更好地保护自身利益。如, 赛峰集团通过与美国奥尔巴尼公司成立合资企业, 共同建设并运营 3D 编织复合材料工厂, 在发动机风扇叶片的研发与生产过程中实现技术共享与风险共担, 形成了更紧密的上下游利益绑定机制。较高程度的整合则通过并购将目标企业的资产、资源、技术和运营能力全部纳入企业内部, 实现全流程掌控。如 GE 航空全资收购其核心供应商意大利阿维奥公司的航空业务后, 将原本依赖外部采购的发动机齿轮箱和低压涡轮等关键部件的制造能力纳入内部, 实现了从上游核心零部件生产到下游整机总装的高度垂直协同与控制。

垂直整合能够为企业带来显著的竞争优势, 主要体现在三个方面: 一是降低交易成本。通过减少外部供应商层级, 企业可有效降低协调、质量管理和供应链管理成本。行业研究显示, 垂直整合程度较高的一级 / 二级供应商, 其供应链管理成本可比高度外包的供应商低 10% ~ 20%。二是提高行业壁垒。垂直整合使企业掌握更多关键技术和工艺, 同时因规模和一体化程度较高, 新进入者需要投入巨额资金和较长时间才能形成竞争力, 从而有效提升进入门槛。三是增强供应安全。垂直整合有助于企业掌控关键原材料和零部件供应, 降低外部中断风险。在 2020 ~ 2024 年全球航空航天供应链危机期间, 垂直整

合程度较高的供应商在交付稳定性和准时交付率方面普遍优于高度依赖外部供应链的企业。

不同阶段的整合策略

赫氏公司是全球领先的先进复合材料制造商，在高端航空复合材料领域形成了较强的技术壁垒和供应链控制力，长期为波音、空客等主机厂以及 GE 航空、普惠、罗罗等发动机制造商供应碳纤维预浸料、蜂窝芯材及工程结构件，拥有从碳纤维原丝、预浸料到工程结构件的系统级垂直整合能力。

20 世纪 90 年代初，复合材料市场面临严峻挑战。军用领域，冷战结束后美国国防预算大幅削减，航空航天装备对复合材料的需求明显放缓；民用领域，航空公司因激烈竞争导致利润持续承压，新飞机订单不断推迟或取消，进而使飞机制造商对复合材料的采购需求显著下降。1992 年，赫氏公司出现 1730 万美元亏损，随即启动重组计划，裁减约 20% 员工，出售或

▼ 来源：static.seekingalpha.com



关闭超过三分之一的工厂，并于 1993 年正式申请破产保护。在破产保护期间，赫氏大幅精简业务，剥离非核心资产，重新聚焦蜂窝结构复合材料这一核心主业，并于 1994 年成功募集 5000 万美元新股权融资。1995 年，公司顺利走出破产保护。摆脱困境后，赫氏采取的首个重大战略举措是于 1996 年收购汽巴公司的复合材料业务。后者在层合板复合材料及树脂基体领域拥有深厚技术积累，与赫氏擅长的蜂窝结构材料形成高度互补，显著丰富了公司的产品组合，巩固了其以先进复合材料为核心的发展战略。同时，作为空中客车公司的重要材料供应商，汽巴公司的加入大幅提升了赫氏在欧洲航空航天市场的影响力和客户基础，为后续发展奠定了坚实基础。

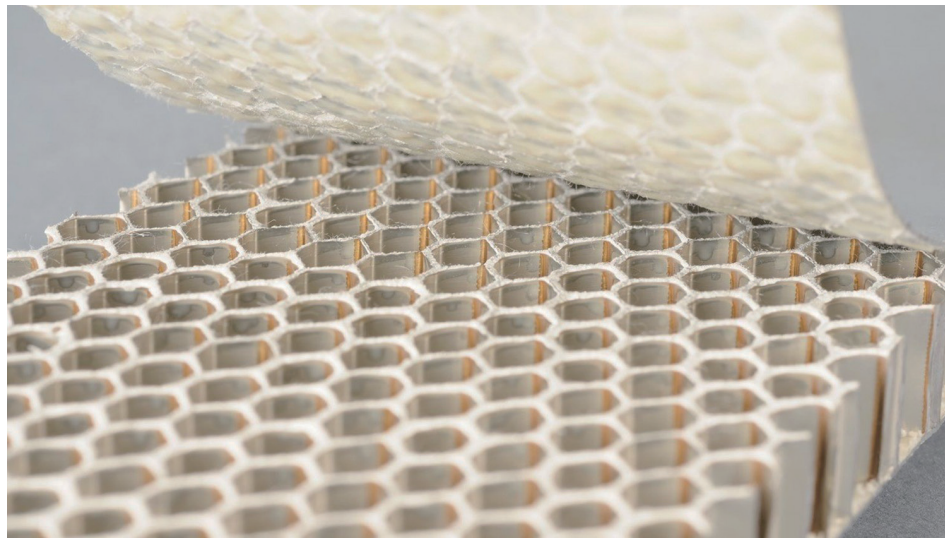
恢复元气的赫氏公司在不断拓展横向市场的同时，更加注重复合材料产业链的垂直整合，重点推进上游原材料与核心中间体的布局。1996 年，在完成与汽巴公司复合材料业务整合的同年，赫氏收购了大力神公司的复合材料部门，该部门拥有先进的碳纤维生产能力及相关增强材料技术，其碳纤维产品主要服务于军用和民用航空市场。碳纤维作为碳纤维增强树脂基复合材料的核心中间体，是机身、机翼等主承力结构的主要原材料。大力神公司的碳纤维制造技术与汽巴公司的树脂基体技术形成有力互补，使赫氏向产业链上游迈出关键一步，垂直整合态势由此显现并持续深化。2003 年，赫氏在法国莱萨韦尼埃新建碳纤维织造及多轴向预成型工厂，推进增强材料技术发展；2006 年，公司整合资源，明确聚焦碳纤维、增强材料、蜂窝、基体和复合结构件等核心产品线；2016 年完成对英国福马克斯公司的全资收购，进一步强化轻质多轴向织物等干式增强材料能力。至今，赫氏已通过持续投资和战略并购，逐步构建起从碳纤维到树脂基体

及蜂窝材料的较完整的上游整合能力，在此基础上实现了业绩的稳定增长，并开发出一系列具有更高刚度、更低固化温度、更高损伤容限且生产成本更优的先进复合材料产品。

赫氏公司积极推进产业链下游整合，强化零部件制造与一站式供应能力。早在 1998 年，赫氏就与波音公司联合成立马来西亚航空复合材料有限公司，专门从事波音民用飞机复合材料零部件制造与小组件组装，为其进入下游零部件制造领域奠定基础；2008 年，赫氏开始为美国西科斯基公司生产 S-76D 直升机主旋翼叶片，正式进入复合材料结构件制造领域；2017 年，赫氏收购英国牛津高性能材料公司航空航天与国防业务，该业务专注于为军用和民用航空航天装备提供高性能热塑性碳纤维增强 3D 打印零件，进一步巩固了赫氏在高端零部件制造领域的布局。在延伸零部件制造能力的同时，赫氏大力强化一站式供应服务。2018 年，赫氏与长期合作伙伴法国嘉泽希姆公司联合成立赫嘉公司，为客户提供从物料采购、储存、原材料预切割、配套装箱到物流配送和废料管理的一站式配套服务；同年，赫氏与四川明日宇航公司在上海联合成立宇之赫材料测试企业，为商用飞机项目提供材料资格认证等技术支持服务。通过上述举措，赫氏在下游零部件制造和一站式供应能力建设方面持续发力，显著提升了对客户的综合服务水平。

垂直整合带来的收益

赫氏是成功应用垂直整合策略的典范，其前任董事长兼首席执行官约翰·李曾表示：“垂直整合是赫氏未来愿景的基本要素，使公司能够为从原材料到成品复合结构的各个层面的关键市场提供服务。”



▲ 来源：compositesuk.co.uk

注重产品线的调整与整合，准确把握市场需求。随着航空航天装备需求向轻量化、高性能、低成本方向持续演进，赫氏公司始终紧跟市场需求，持续对产品线进行调整与整合。上世纪四十年代，公司抓住军用装备轻量化需求，率先开发玻璃纤维蜂窝材料，成功进入美国空军雷达天线罩等军用市场，随后逐步推出铝蜂窝、芳纶纸蜂窝等系列产品，巩固了公司在国防复合材料领域的地位。

20 世纪 90 年代，碳纤维技术的兴起推动航空航天对高性能复合材料的需求大幅增长，赫氏通过收购大力神公司复合材料部门，快速进入碳纤维市场，并围绕碳纤维不断丰富预浸料、增强材料等产品线，实现了产品结构的重要升级。近年来，面对装备制造降本增效的迫切需求，赫氏提前布局热塑性复合材料领域，通过收购牛津高性能材料公司航空航天与国防业务，重点发展碳纤维增强热塑性 3D 打印零件，形成了从材料研发到零部件制造的快速响应能力。纵观发展历程，赫氏始终以市场需求为导向，及时调整和扩展产品线，有效应对了不同阶段的技术与成本挑战，保持了持续创新与稳健增长。



▲ 来源: <https://cdn.yofishseo.com/>

完整掌握全产业链核心技术,有效降低外部风险.复合材料产业链技术密集,任何一个核心环节的缺失都可能造成供应链风险.赫氏公司通过垂直整合与持续自主创新,着力掌握全产业链关键核心技术,以降低外部技术依赖,防范供给风险。

在碳纤维复合材料领域,赫氏一方面通过战略并购快速获取关键技术能力,如通过收购大力神公司复合材料部门,获得碳纤维生产核心技术;通过收购牛津高性能材料公司航空航天与国防业务,掌握碳纤维增强热塑性 3D 打印技术;通过收购美国 ARC 技术公司,获得碳纤维复合材料电磁屏蔽与雷达吸收技术。

另一方面,赫氏在已有技术平台上持续进行融合创新,开发出多款具有自主知识产权的高性能产品,如 2024 年推出 HexTow IM9 24K 碳纤维,其抗拉强度较 IM7 提升 12%,为商用飞机发动机风扇叶片等结构提供更轻质高强的解决方案;2025 年推出 Hy-Bor 碳纤维增强高模量碳纤维预浸料,显著提升压缩强度,适用于先进商用飞机机身;2026 年推出 HexTow IM11-R 碳纤维及 HexPly M51 快速固化预浸料,前者实现刚度与强度新突破,后者通过 40 分钟快速固化支持航空主结构件高效率生产,有效缩短制造周

期并降低成本。截至目前,赫氏在全球拥有或正在申请的专利超过 1350 项,通过构建具有自主知识产权的全链条技术体系,有效保障了原材料和高端复合材料产品的供应安全与技术自主。

合理布局全球资源,深度绑定大客户。波音和空客及其供应链是赫氏最核心的客户群体,商用航空板块长期贡献公司大部分收入。为满足两大飞机制造商对复合材料持续增长的需求,赫氏在全球范围内合理布局产能。

2011 年,美国盐湖城工厂新增两条碳纤维生产线,提升了全球碳纤维供应能力,有力支持了空客 A380 和波音 747-8 等机型的生产;2014 ~ 2015 年间,赫氏在法国鲁西荣启动新原丝和碳纤维生产线项目,重点保障空客 A350XWB 等复合材料用量大的机型需求。除了产能扩张,赫氏还通过产业链垂直整合深化与核心客户的绑定,与法国联合成立赫嘉公司,通过提供物料预切割、配套、物流等一站式套件服务,显著降低了空客等客户的材料损耗、库存和时间成本。通过在全球产能布局与客户深度绑定上的持续投入,赫氏已牢固嵌入波音和空客的核心供应链体系。



▲ 来源: ajudaily.com

并购重组将托起市场竞争新赛道

文 | 王双武 编辑 | 林喆

5 月 13 日,大韩航空与韩亚航空宣布正式批准两家公司合并协议,并将在今年 12 月 17 日正式完成对韩亚航空的收购。双方经过长达 6 年的谈判,终于将合并成为一家大型航空公司,为这场谈判划上圆满句号。届时,韩亚航空将退出星空联盟,这对于星空联盟其他成员航空公司以及偏爱韩亚航空出行产品与优质服务的旅客来说,无疑是一个坏

消息。合并后的韩亚航空品牌及标识将被大韩航空所替代,韩亚航空的常旅客俱乐部也将合并到大韩航空的常旅客俱乐部。近些年来,航空公司并购重组事件在全球不同地区时有发生。在当今市场发展变化的过程中,航空公司之间的并购重组,一方面在优化资源推进战略转型,另一方面也正改变和重塑市场的

竞争格局。那么，并购重组能否托起市场竞争一个新的赛道呢？

大韩航空即将收购韩亚航空

大韩航空于 2020 年 11 月提出了收购韩国第二大航空公司——韩亚航空的意向，韩亚航空对双方公司合并表示了认同。但是由于牵涉到收购后的大韩航空在一些国际航线市场上可能会导致不公平的竞争，因此，此项收购提议受到美国、英国和日本等在内的 14 个国家的强制性报告要求。

大韩航空于 2023 年 1 月将收购其竞争对手韩亚航空的提议提交欧盟委员会审查。随后，欧盟委员会对大韩航空的收购提议展开了深入调查。这项调查包括对双方提供的内部文件进行分析，并从其他竞争航空公司、潜在市场进入者和客户那里收集有关信息和意见。

经过几个月的调查后，欧盟委员会认为，大韩航空和韩亚航空是韩国最大的

两家航空公司，双方公司的合并一方面会减少韩国与法国、德国、意大利和西班牙等国之间航线上的客运竞争，另一方面也会减少欧洲各国与韩国之间货运市场的竞争。如果成功合并，新公司将会在前往欧洲航线上成为实力最强的公司，这势必导致价格上涨和服务质量下降，不利于市场公平竞争，也会增加旅客出行相关费用。对此，欧盟委员会在 2023 年 5 月发表了反对声明。

为了消除欧盟委员会对合并后的公司在货运航线上存在潜在垄断的担忧，大韩航空随后决定出售其价值约 7.4 亿美元的货运业务。接着，韩国三家廉价航空 Air Premia、Eastar Jet 和 cargo-focused Air Incheon 参与了最终投标。另外，作为补救措施的一部分，大韩航空同意韩国低成本航空公司 T' way Air 从韩亚航空接管四条飞往欧洲法兰克福、巴塞罗那、罗马和巴黎的航线。根据欧盟合并条例，欧盟委员会在 2024 年 2 月批准了大韩航空对韩亚航空的收购计划。

批准的条件是大韩航空必须完全遵守自己承诺的补救措施。

经过两年的市场与客户调查，英国竞争与市场监管局担心在伦敦和首尔之间大韩航空和韩亚航空会成为唯一的承运人，而其他竞争对手只能通过间接航线来参与竞争，这不利于市场的公平竞争，还损害消费者利益。对此，大韩航空表示，同意在伦敦与首尔航线之间给维珍大西洋航空让出部分航班时刻。2023 年 3 月，英国竞争与市场监管局批准了大韩航空和韩亚航空的合并提议。

大韩航空计划投资 14 亿美元收购韩亚航空的提议，在 2024 年底已经获得了代表 14 个司法管辖区中的 13 个国家监管机构的批准，这其中就有新加坡、英国、中国、日本等，但尚未得到美国方面的批准。鉴于此，大韩航空总裁吴基宏曾表示，大韩航空正在与美国司法部进行密切谈判，相信美国司法部不会采取法律行动来阻止大韩航空收购韩亚航空，大韩航空仍在等待美国相关机构对此项收购的最后批准。

如今，大韩航空收购韩亚航空即将尘埃落定。但是，这对韩亚航空原先所在的星空联盟会员来说，将会失去韩亚航空以前所飞航线累积积分去兑换机票的权益。大韩航空在正式完成收购韩亚航空以后，将接管韩亚航空原先执飞的航线，并且能够在仁川国际机场更加充分地发挥协同效应，这对于包括达美航空在内的天合联盟成员航空公司来说，将会获得更多的会员出行权益。

阿拉斯加航空收购夏威夷航空

作为寰宇一家航空联盟成员的阿拉斯加航空，虽然总部在美国华盛顿，但是在西雅图、旧金山、洛杉矶、波特兰

和安克雷奇等地都设有航空枢纽，主要执飞覆盖北美洲、中美洲等 7 个国家和地区的 125 条国际航线。2023 年 12 月，阿拉斯加航空宣布将以 19 亿美元的价格收购夏威夷航空，此举获得了夏威夷航空股东大会表决通过。

夏威夷航空主要经营跨太平洋前往美国大陆和大洋洲主要城市目的地的航线。根据航空数据分析公司睿思誉提供的数据，在美国大陆往返夏威夷的航班中，夏威夷航空提供的可用座位数占总量的 24%，其次是美国联合航空、美国西南航空和阿拉斯加航空。阿拉斯加航空在上述航线上提供的可用座位数占比为 15%。实际上，自 2019 年美国西南航空执飞美国大陆至夏威夷航线以来，市场竞争进一步加剧。

自 2020 年在全球范围内爆发新冠疫情以来，夏威夷航空仅有一个季度实现了盈利，截至 2024 年底一直处于亏损状态。2022 年底之后，美国境内旅游市场逐步恢复，各航空公司均开始在不同程度上实现盈利。但夏威夷航空一直在苦苦挣扎，甚至出现了亏损加剧的情况。2023 年初，夏威夷航空与飞行员工会达成一项协议，同意在 4 年的合同期内将飞行员的工资提高 32%。这项新合同使夏威夷航空的劳动力成本一下增长了 18%，夏威夷航空的经营愈发举步维艰。

在经过几个月的谈判之后，2023 年 12 月，阿拉斯加航空宣布将以 19 亿美元的价格收购竞争对手夏威夷航空，这其中还包括夏威夷航空 9 亿美元的债务。2024 年 2 月，夏威夷航空宣布，公司召开股东大会，投票通过了与阿拉斯加航空的并购协议。按照双方谈判的结果，在收购完成后，两家公司将继续保持他们各自的品牌经营。

长期以来，美国政府一直执行比较



严的反垄断法案，在航空公司收购或结盟问题上的态度尤为强硬。对于因收购或结盟可能给市场竞争带来不利影响的案件，美国监管机构都会采取比较严格的措施进行审查。2024 年 8 月 20 日，美国司法部表示，在对阿拉斯加航空收购夏威夷航空的议案进行审查后，认为此项收购不存在市场垄断，不违反反垄断法。9 月 18 日，美国运输部正式通过了阿拉斯加航空收购夏威夷航空的提案，这一事件获得了圆满结果。

收购完成后的阿拉斯加航空集团拥有 365 架飞机，执飞至 141 个目的地的航线，其中包括美国境外的 29 个目的地。另外，该集团在美国大陆往返夏威夷航线上的旅客运输量占比将超过 50%。收购完成后的夏威夷航空依然保留现有运营品牌，但是航班运营将进行统一调度，夏威夷航空将放弃原有的忠诚度计划而采用阿拉斯加航空的忠诚度计划。

股权收购成为转型发展利器

近些年来，股权收购成为一些航空公司拓展市场和实现战略转型的主要工具。从推动股权收购的航空公司历史发展来看，存在收购者与被收购者双方均

存在的利益最大化因素，也符合当时双方各自的发展需要。股权收购从一个国家的航空公司逐步走向不同地区航空公司之间的生存与发展交易手段。

2023 年 5 月，汉莎航空集团与意大利经济与财政部就汉莎航空集团收购意大利 ITA 航空 41% 的股权达成协议。但是，欧盟监管机构在 2024 年 3 月底表示，他们担心被收购后的意大利 ITA 航空在欧洲市场上的实力得到扩大，将进一步推高机票价格，不利于市场的公平竞争。因此，为了实现资本注入扩大规模的目标，意大利 ITA 航空和汉莎航空集团后续提出了一些补救措施以达成协议。

2024 年 11 月，欧盟委员会通过了汉莎航空集团收购意大利 ITA 航空股权议案。2025 年 1 月，汉莎航空集团通过投资 3.25 亿欧元完成收购，意大利 ITA 航空正式成为汉莎航空集团旗下第 5 家网络型航空公司。意大利 ITA 航空剩下的 59% 股权将由意大利经济与财政部继续持有。2025 年 6 月，汉莎航空集团完成了旗下汉莎航空、奥地利航空、瑞士国际航空和布鲁塞尔航空与意大利 ITA 航空在忠诚度计划和航线代码共享上的业务整合。

2026 年 5 月，汉莎航空集团宣布，将其持有意大利 ITA 航空的股权由 41% 增持到 90%，交易价格为此前商定的 3.25 亿欧元。据悉，该项交易尚需获得欧盟委员会和美国司法部的审核批准，预计将于 2027 年第一季度完成。届时，意大利 ITA 航空将在组织架构和财务层面完全并入汉莎航空集团，意大利政府仅保留该公司 10% 的股权。

2014 年底，新加坡航空与印度塔塔集团在印度古鲁格拉姆合资成立了一家全服务航空公司——维斯塔拉航空。截至 2019 年，维斯塔拉航空在印度国内市

场上占有 4.7% 的份额，拥有 52 架空客 A320 和波音 737-800NG 飞机，运营至国内 34 个城市的航线。为进一步拓展印度市场，2022 年 11 月，新加坡航空同意合资经营的维斯塔拉航空与印度最大企业集团塔塔集团控股的印度航空合并。

新加坡航空在此次合并交易中投资了 2.5 亿美元，获得了印度航空 25.1% 的股权，其余股权则由塔塔集团持有。新加坡航空方面表示，此举不但能够使新加坡航空抓住印度航空市场的增长机会，而且还能增强印度航空在印度市场上的竞争力，与占有 56.7% 市场份额的低成本航空公司靛蓝航空进行有效竞争。

2013 年 6 月，达美航空收购了维珍大西洋航空 49% 的股权，双方在北美与英国跨大西洋市场上 66 个目的地和 108 条航线上实行代码共享。2017 年 7 月，达美航空投资 3.75 亿欧元收购法航—荷航集团 10% 的股权。2023 年 10 月，法航—荷航集团又收购了北欧航空 20% 的股权。

加拿大投资集团 OnexPartners 持有西捷航空绝大多数股权，也是西捷航空的主要所有人。2025 年 5 月，达美航空和大韩航空对外宣布，达美航空和大韩航空将分别投资 3.3 亿美元和 2.2 亿美元从 OnexPartners 集团手中收购西捷航空 15% 和 10% 的股权。达美航空方面表示，在投资收购西捷航空股权之后，将来在适当时机会将 2.3% 的股权转让给法航—荷航集团。自此，三方的合作范围和经营形式有了进一步的改变，也为旅客在全球范围内的出行提供更多的权益和航班衔接服务。

并购重组将重塑市场竞争格局

航空公司之间并购首先是当事双方都有并购与被并购的生存发展需求。并



购最核心的利益是通过双方的资源整合，降低竞争航线上包括燃油、飞机维护等在内的相关运营成本，通过资源共享和运营协调实现地区市场竞争力和增加网络收益的目标。

但是，并购在很大程度上会引起相关监管机构的质疑。因为在他们眼中，并购会在一定程度上形成市场垄断和抬高机票价格，不利于市场的公平竞争。比如大韩航空在收购韩亚航空的过程中，就必须获得代表 14 个司法管辖区中所有国家监管机构的批准，汉莎航空集团收购意大利 ITA 航空时就要受到欧盟委员会的审核。为了实现并购和追求市场利益最大化，参与收购的航空公司最终也会采取一些补救的妥协措施来获取监管机构的审核通过。

并购在很大程度上会增加会员权益。当年，在达美航空完成收购维珍大西洋航空股权之后，双方公司会员在乘坐达美航空或者维珍大西洋航空的所有航班时，还能最多赚取 125% 的升级里程。那些高舱位旅客或者金卡、铂金卡和钻石卡等精英会员在全球范围内乘坐达美航空或者维珍大西洋航空的所有航班时均享有优先值机、优先登机、优先行李

▲ 来源：<https://www.douyin.com/note/7466500405988527395>

▼ 来源：<https://www.zhihu.com/question/667581597/answer/1983512539573790579>



▲ 来源: verylvke.com



处理和额外免费行李托运等权益。

2019 年, 达美航空收购了大韩航空 4.3% 的股权。后来, 达美航空加大投资力度, 持有大韩航空的股权上升到了 10%。在完成收购大韩航空 10% 股权之后, 达美航空与大韩航空进一步强化了战略合作伙伴关系, 双方密切合作, 有效地整合了市场资源和营销资源, 不断提高和改善旅客出行权益, 各自会员在乘坐对方航班时均能累积里程和兑换机票, 稳固并扩大了在跨太平洋市场上的竞争地位。

并购有利于构建和完善区域网络运营平台。全球航空运输企业在发展与扩张的道路上, 面临着不同经营方式的选择。为了提高区域乃至全球范围内的竞争力和赢取市场拓展的主动性, 达美航空已经从传统的代码共享合作逐步走向资本扩张的股权投资道路。达美航空通过股权投资的方式进一步提高了联盟网络运输能力和航班无缝衔接保障能力, 构建了一个全球性的网络运营平台。

达美航空与法航—荷航集团是天合联盟的核心成员, 在跨大西洋市场上通

过联营方式与其他联盟成员航空公司开展竞争。达美航空收购了维珍大西洋航空 49% 的股权, 法航—荷航集团收购了北欧航空 20% 的股权, 股权收购提高了天合联盟在欧洲乃至跨大西洋市场上的竞争力。达美航空将收购西捷航空的部分股权出让给法航—荷航集团, 无疑将进一步整合北美地区和跨大西洋市场的营销资源, 有效提高天合联盟的整体竞争力。

近些年来, 航空公司之间并购重组比以往加快了步伐, 并且交易规模不断扩大。并购重组一方面发生在联盟成员航空公司之间为深度拓展市场和构建区域竞争优势网络, 另一方面也发生在不同国家或地区航空公司之间, 成为摆脱困境或者为通过股权合作方式有效渗透到潜在市场而采取的一种转型方式。不难看出, 并购重组已经成为航空公司市场生存与战略发展的一种手段, 而并购步伐的加快也在重塑地区乃至全球业已形成的市场竞争格局。



文 | 于占福 编辑 | 林喆

在全球商用客机机队中, 租赁(含经营性租赁与融资租赁)已取代自购成为主流融资方式, 其占在役机队的比重从 20 世纪 70 年代的约 10% 升至 2023 年底的约 58%, 以租赁方式交付航司的客机数量已明显多于航司自有, 租赁商成为航空公司机队扩张不可或缺的一环。

然而 2019 年以来, 这个原本以稳健扩张著称的行业, 经历了一轮由外部环境连锁变局所触发的深度重构——疫情客运崩塌、全球激进加息、地缘冲突下的跨境资产风险、民机供应链长期交付瓶颈, 四波冲击接力叠加, 从资产端、负债端与流动性三个方向同时挤压租赁商, 把行业从“分散扩张”推向“头部集中”。

航空租赁是民机产业链的核心金融配套, 对中国商飞及国产民机而言, 全球租赁业的兼并重组将直接影响 C919、C909 的交付节奏、市场渗透与全球化布局。本文沿“外部冲击—整合浪潮—买方更替—中资定位—趋势研判”这条主线, 结合国产民机发展需求, 梳理这一轮重组的脉络, 并研判其中长期的机遇与挑战。

四波外部冲击： 重构行业的外部力量

第一波是疫情客运停滞引发的租金违约与风险出清。2020 年至 2021 年,

全球航空租赁业的并购重组与中国坐标 『四波冲击』与『三重浪潮』

全球客运断崖式下跌，航空公司大面积违约并申请租金减免，高峰期约六成承租人落地不同形式的租金递延；LATAM、Avianca、泰国航空等接连进入破产重整，退租、拆解与转租规模在出行管控下被急剧放大。受创最深的是当时全球最大的支线飞机租赁商 Nordic Aviation Capital (NAC)——其逾 500 架机队中逾六成客户申请减免，2020 年 7 月经爱尔兰高等法院批准完成约 50 亿美元债务展期，成为疫情下首家陷入流动性危机的大型租赁商，最终于 2021 年底再度在美国申请破产重整，削债超 40 亿美元后由债权人接管。

第二波是全球激进加息。2022 年至 2023 年，美联储将联邦基金利率推高至 5.25% 至 5.50% 区间，租赁商最核心的竞争变量——资金成本随之抬升，以龙头 AerCap 为例，其平均债务成本从 2022 年底的约 3.3% 升至 2023 年中的约 3.7%。对于举债购机、赚取租金利差的租赁商而言，融资成本几乎直接决定生存空间，也重塑了并购的经济逻辑：规模越大、评级越高，发债成本越低，越能在加息周期低成本吸纳存量资产，“规模—成本”的正向反馈由此启动。

第三波是地缘冲突下的跨境资产风险。2022 年俄乌冲突爆发后，俄罗斯出

台法令限制境外租赁航空器离境，约 400 架、保险估值超百亿美元的租赁飞机滞留俄境内，成为航空保险史上单笔规模最大的资产损失之一。仅 AerCap 一家便计提约 27 亿美元减值，SMBC 亦全额减记 34 架滞俄飞机、损失约 16 亿美元。此后租赁商双线处置：与俄方商业和解，并向保险公司司法索赔。2025 年 6 月伦敦商事法院作出里程碑判决，认定损失属“战争险”承保范畴，判 AerCap 获约 10.35 亿美元本金；该判例具全行业示范意义，但仍存上诉与分期兑付的不确定性。这一事件以极端方式提示：飞机租赁是一门高度暴露于地缘风险的全球化业务。所幸中资头部租赁商对俄敞口整体偏低，多已通过和解取得部分赔付，经营韧性更强。

第四波是民机供应链的长期交付瓶颈。波音、空客受产能与发动机零部件制约，新机交付持续延迟，两大厂商未交付订单积压超 1.7 万架，约相当于现役全球机队的六成；叠加 GTF、LEAP 新一代发动机可靠性不足与维修产能瓶颈，大量客机停场待修，航司被迫延长租约、保留老龄机。供需失衡直接推升租金与二手机价值，部分热门窄体机型一年内租金涨幅约 25%。这波冲击与前三波不同——它非但未压制经营，反而形成长期结构性利好，让存量机队充足的租赁商坐拥资产增值，也为行业并购储备了充裕的自有资金。四波冲击路径各异，却共同指向同一结果：资本结构薄弱者加速出清，资金充裕、规模领先的头部企业与新进长期资本，获得了低价整合存量资产的窗口期。

三重整合浪潮：头部集中度的持续抬升

外部巨变催生了三波接力式整合，交

易体量逐级提升，头部与长尾的分化持续扩大。

第一波是规模壁垒确立、超级租赁商诞生（2021 年）。AerCap 于 2021 年 3 月披露、11 月完成以约 302 亿美元股权对价收购通用电气旗下的 GECAS，合并后掌控全球约 14% 的租赁机队，与第二名拉开近 900 架差距，“超级租赁商（super-lessor）”格局由此确立。这是行业史上分水岭式的并购，把“以规模换取对航司和主机厂议价权”的逻辑推向极致。

第二波是全球梯队重新洗牌（2022 年至 2023 年）。日资背景的 SMBC Aviation Capital 于 2022 年 5 月公告、12 月完成以 67 亿美元收购 Goshawk，跃居全球第二；沙特公共投资基金（PIF）旗下的 AviLease 于 2023 年 8 月宣布、11 月完成以 36 亿美元收购渣打银行航空租赁平台，中东主权资本借单笔大额并购正式跻身头部，并依托沙特 2030 愿景剑指全球前十。

第三波是平台级大额并购集中兑现（2025 年至 2026 年）。住友商事联合 SMBC、Apollo 与 Brookfield，于 2025 年 9 月公告、2026 年 4 月完成私有化美国 Air Lease Corporation，股权对价约 74 亿美元、含债务企业总价值约 282 亿美元，交割后更名，成为全球第二大租赁商；迪拜航空企业 DAE 于 2025 年 1 月公告、5 月完成以 20 亿美元收购 NAC，又于 2026 年 2 月公告以约 70 亿美元收购 Macquarie AirFinance（截至 2026 年 7 月尚未交割），两笔交易落地后机队突破千架、跻身头部；Avolon 则于 2024 年 9 月公告、2025 年 1 月完成以约 50 亿美元收购 Castlake 整机队组合。

值得注意的是，三重浪潮的并购标的很大一部分来自困境企业与机构退出资产：NAC 两轮破产重整后被 DAE 收购，Castrlake 等私募机构在高利率周期搭建



▲ 来源：<https://smbc.aero/>

的机队集中转让给头部企业，海航集团在过去杠杆中逐步让渡 Avolon 控制权。危机出清与头部整合，本就是同一周期的一体两面。据 Cirium 2025 年末数据，全球租赁业 CR5（前五企业资产价值合计份额）虽仍约三成、行业整体尚存竞争，但头部与长尾的规模分水岭已清晰形成。

买方代际更替：谁在主导本轮整合

相比交易本身，本轮整合中收购方资本结构的代际更替更具长期影响。传统欧美银行系正在系统性退出：通用电气剥离 GECAS、渣打出售平台、麦格理转让 Macquarie AirFinance。受巴塞尔资本监管趋严与加息下重资产占用压力上升双重影响，商业银行对周期长、占资大的飞机租赁业务配置意愿持续消退。承接存量资产的，是三类属性迥异的新资本。

一是日资产业资本。依托本土长期低利率的资金成本优势与长期持有视角，是市场最有耐心的整合者，其代表包括住友商事、SMBC、三菱 HC Capital、东京世纪；其中东京世纪早在 2019 年便以约 110 亿美元完成对美国 ACG 的全资收购。二是

▼ 来源：www.planespotters.net



中东主权资本。以国家级战略资本为支撑、周期长、风险承受力强，沙特 PIF 旗下的 AviLease、迪拜 ICD 背书的 DAE 持续扩张，重塑全球版图。三是私募与另类资管。擅长在下行周期低价收购困境与中后期资产，是大额并购不可或缺的资金方：凯雷航空平台 2021 年完成对上市租赁商 Fly Leasing 的私有化，KKR 联手 Altavair、Apollo 与 Brookfield 深度参与 Air Lease 私有化。

银行系退出、产业资本+主权基金+私募资管入场，这一资金结构的转变构成本轮整合的底层逻辑。买方从“短期银行信贷”转向“产业、主权长期资金”，考核重心从短期利差转向资产全周期回报，行业估值中枢与资本纪律同步上移——这也解释了为何高利率环境下头部平台仍能支付合理的资产溢价。

中资租赁企业：机遇、韧性与约束

在这场全球重构中，中资租赁企业已占据举足轻重的位置。渤海租赁旗下

的 Avolon 与中银航空租赁分列全球第四、第五；工银租赁在役机队逾 400 架、稳居国内首位并跻身全球前十；国银航空自有及承诺交付机队逾 500 架、客户覆盖约 44 国；交银、招银、平安等紧随其后，中资机构长期占据全球 50 强近三分之一席位。

机遇与韧性并存。欧美银行系统腾出的市场空间、供需失衡推升的租金与二手资产价值，为中资租赁商创造了顺周期扩表的条件；其对俄敞口整体偏低，在地缘冲击中更稳，头部企业亦已就部分滞俄资产与俄方和解并取得赔付。融资端，中银航空租赁依托中国银行的全球信用背书，2025 年 8 月发行美元债券票息低至 4.25%、创历史新低，显著低于同期国际同业 4.5% 至 4.7% 的水平；“母行高评级+美元利率下行预期”的组合，是中资头部参与下一阶段整合最核心的资金支撑。

更具战略价值的是中资租赁与国产民机产业链的深度绑定。经营性租赁是干线客机规模化运营的通用模式，也是国产大飞机降低航司引进门槛、加速机队投放、实现出口的核心金融基础设施。中资租赁商由此兼具双重定位：既是全球整合浪潮的参与者，更是国产民机规模化运营与国际化拓展的金融配套载体。

中资还手握两项独有优势：一是境内资产证券化与人民币长期融资渠道，可在美元融资收紧时对冲流动性压力；二是庞大的本土航司客户与大额国产民机订单，构成稳定的资产投放出口。把握美元降息与困境资产释放窗口，聚焦亚太与“一带一路”市场、以整机队资产包收购稳步扩表，是比正面竞购欧美平台更务实的路径。

约束同样真实。在头部持续集中的新格局下，规模居中的中资平台也存在被并购或同业合并的可能；头部中资以联合体抱团出海、共担地缘与融资风险，或是

更具韧性的选择。跨境并购欧美平台，还将面临地缘政策、美元融资敞口、监管审查与再融资的多重不确定性。海航集团的债务危机更是警钟：2018 年 Orix 入股 Avolon 持股 30% 短期缓解了流动性，但集团债务风险爆发后，渤海租赁持续瘦身聚焦航空、逐步让渡 Avolon 控制权，“高负债驱动的无边界扩张”教训值得全行业铭记。较务实的中长期路径，并非复刻 AerCap 式的千亿级巨型并购，而是依托母行信用与人民币低成本融资稳健扩表、深度绑定国产民机与亚太市场，并在合适周期以整机队资产包收购渐进做大。

趋势研判：整合仍在半途

展望未来 3 至 5 年，支撑本轮整合的底层驱动并未消退，可归纳为五条主线（均基于当前供应链、利率、地缘环境假设）。

其一，民机供给短缺长期常态化。空客、波音交付延迟预计持续数年，巨额积压形成长期供需失衡，持续推高租金与存量资产回报，存量机队成为核心护城河；发动机 MRO 产能瓶颈短期难解，航司延长老龄机租期，二手机与延期租约价值上行，发动机租赁与维修同步成为独立高景气赛道。

其二，融资环境逐步转暖。利率见顶回落缓解融资成本压力，航空资产证券化（ABS）发行明显回暖；据行业统计，2026 年主要租赁商到期债务再融资需求合计约 190 亿美元，充裕且低成本的资金将持续为并购提供支撑，也进一步拉开头部与中小租赁商的收购能力差距。

其三，商业模式向轻资产、低碳机型倾斜。航司加速采用售后回租盘活资产、聚焦主业，客机租赁渗透率将继续上行；减碳压力下，新一代节油机型运维成本更低、转租流动性更强、残值更高，租赁商资产结构持续向节能机型迁移，老旧高油耗

飞机的拆解与再处置压力加大。

其四，并购买方结构持续迭代。中东主权资本与全球私募信贷仍是核心增量买方，日资产业资本继续扮演长期整合者，中资头部能否从跟随者转为主动出手者，是全球格局最大的不确定项。规模、资金成本与订单储备三要素的复利效应持续生效，头部集中度大概率进一步上升——本轮整合远未抵达终点。对中资而言，这既是被动承压的挑战，也是主动卡位的窗口：谁能在下一轮低价资产释放时果断出手，谁就能在重塑后的版图中占据更靠前的席位。

其五，国产民机重塑全球租赁供给格局。中长期看，中资租赁手握大额国产民机订单，形成区别于欧美同业的差异化资产组合，在亚太，“一带一路”新兴市场构建独有优势，逐步重构全球窄体机租赁供给，为国产民机海外规模化投放提供成熟渠道。

全球航空租赁业的兼并重组，是外部周期冲击催化、资本结构迭代共同书写的行业变革史。对深度布局全球民机产业链的中国航空业而言，读懂本轮整合，既是把握航空金融的周期变化，更是理解现代商用飞机全球产业竞争的关键维度。全球租赁产业重心持续东移，为中资租赁企业带来历史性窗口——中资能否在格局重构中掌握主动，不仅决定未来的行业版图，更直接关系到国产大飞机能否借由成熟的租赁生态实现规模化、全球化运营。

中资租赁与国产大飞机的深度协同，终将共同重塑全球民航产业的长期竞争格局。

▼ 来源：<https://smbc.aero/>



上半年成绩揭榜 全球航空业加速修复

文 | 任治潞 编辑 | 庄敏

近日，全球飞机制造商、发动机制造商及一些航空业一级供应商陆续发布2026年上半年业绩报告。从这些主流制造商发布的报告中不难发现，尽管供应链压力依然存在，但全球航空制造业的整体发展态势良好，商用飞机交付速度的提升，让上下游企业呈现出一定分化修复的态势，其中发动机制造商维持着高度景气，尤其是头部供应商储备订单充足。此外，

尽管有一些企业仍处于亏损状态，但亏损已明显收窄，行业整体呈现正向增长态势。

空客：利润增速远超营收增速

2026年上半年，全球航空制造业处于交付爬坡周期，尽管供应链依然制约着飞机制造商产能的提升，但无论是从空客还是波音的报表中都能看出，飞机制造商

的盈利水平正在加速恢复。尤其是空客，从上半年的报表中可以明显看出，2026年公司已经进入盈利加速释放通道，其利润增速远超营收增速。

空客上半年共交付351架民用飞机，2025年上半年为306架，包括44架A220飞机、271架A320系列飞机，10架A330飞机和26架A350飞机。交付量和售后服务收入的提升带动民用飞机业务收入同比增长15%，达到239亿欧元，这其中还包括美元贬值导致抵消了一部分的利润增幅。商用飞机业务相关的调整后息税前利润增至19.87亿欧元，2025年上半年为17.14亿欧元，如果除去套期保值汇率的不利影响，利润将更高。直升机业务方面，上半年共交付144架，2025年上半年为138架，收入基本稳定在37亿欧元。空客防务与航天业务收入同比增长9%，达到63亿欧元，主要得益于各板块业务量的增长。各业务板块合并调整后息税前利润总计27.27亿欧元，2025年上半年为22.04亿欧元，利润增幅显著。

商用飞机订单方面，空客也在进一步拉大与波音的差距。报表显示，2026年上半年，空客商用飞机订单数达到了886架，2025年上半年为494架，其中净订单821架，2025年上半年为402架。截至2026年6月底，空客商用飞机储备订单为9222架。直升机业务方面，上半年空客共获得215架净订单，2025年上半年为171架，截至2026年6月底，空客直升机储备订单为1108架。防务与航天业务市场需求强劲，订单总额达到93亿欧元，2025年上半年为51亿欧元。多业务板块的共同发力使得上半年空客合并收入同比增长12%，达到332亿欧元，2025年上半年为296亿欧元。

后续的产能计划方面，空客也在上半年的财务报表中给出了明确安排：

A220计划在2028年实现月产13架飞机的目标；A320系列飞机项目预计将于2027年底实现月产70至75架飞机的目标，并在此后稳定保持月产75架；A330项目到2029年实现月产5架；A350项目到2028年实现月产12架的目标。在上半年的基础上，公司全年目标为：交付约870架商用飞机；调整后息税前利润约为75亿欧元。

波音：新机型研发迎来突破

2026年是波音成立110周年。作为全球航空业长期的霸主，这几年来，由于737MAX引发的质量风波给这家百年企业带来了前所未有的冲击。历经2年多的组织体系变革后，尽管其核心业务，即商用飞机板块仍处于亏损状态，但亏损已经明显收窄。同时，在2026年上半年的业绩发布会上，公司总裁兼首席执行官凯利·奥特伯格表示，经过美国联邦航空局（FAA）的批准后，737系列飞机的产能已经回调至月产47架，未来公司将聚焦安全、质量和准时交付三方面加快能力建设。

从数据来看，波音上半年共交付314架商用飞机，交付量同比增长12%，板块实现营收209.5亿美元，同比增长10%，经营亏损从2025年同期10.94亿美元收窄至8.85亿美元。尽管商用飞机板块的亏损有所减少，但依然是拖累集团业绩的主要因素。

在业绩报告会上，奥特伯格强调，上半年公司正全力推进737MAX系列最后两款机型的研发工作。其中，737MAX7即将获得FAA颁发的型号合格证，737MAX10也已经完成了最后阶段的试飞工作。737MAX10的机身比737-9更长，可搭载230名乘客。为了适应更长机身，并承受更高的起飞重量，波音对

▼ 来源：10wallpaper.com



737MAX10 的起落架进行了重新设计，并加强了刹车系统。近期，波音的设计团队在对增强后的刹车系统进行试验，以评估其在低速和高速起飞与着陆、干跑道和湿跑道，以及轻载和重载等不同条件下的表现，并获得了很好的测试结果。根据计划，这两款机型都将在明年投入市场。

同时，为了后续提升 737 系列飞机的产能，7 月 10 日波音宣布其位于华盛顿州埃弗雷特的 737 北生产线，即第四条 737 系列飞机生产线正式启用，未来将为 737MAX 系列提供更强的产能支撑与更高的生产稳定性。

对于第四条 737 生产线的投产，奥特伯格将其形容为“将是 737 项目长期成功的重要一环”。这主要因为，目前伦顿工厂正朝着月产 47 架 737 的目标迈进。北线将着重生产 737-8/9/10，助力 737 项目实现月产 52 架飞机的目标，并具备进一步提升产能的空间。

▼ 来源：safran-group.com



截至 2026 年上半年，737 MAX 储备订单已超过 4000 架，现有订单的生产排期已经进入 2030 年代。新生产线的启用将帮助波音更快向客户交付飞机，并为赢得更多新订单创造条件。同时，北线还将增强生产韧性。多线生产有助于降低生产流程中的风险；同时，埃弗雷特也拥有更大的场地，为那些需要更多工时的飞机提供空间，让波音能够为客户提供更多的客舱布局与内饰配置选项，让 737 MAX 更好地满足世界各地旅客不断变化的出行需求。

对于近期 737MAX 的产能安排，奥特伯格也表示，在产能提升至月产 52 架之前，供应链方面的压力不大，但如果短期内想要再进一步提升产能，可能会出现供应链难以满足需求的情况。

相比窄体客机，波音宽体客机的交付和产能恢复都相对较慢。此前，787 飞机就因为生产质量问题，多次出现交付暂停，这款机型的月产目前稳定在 8 架；另一款曾被寄予厚望的 777X 目前完成了 55% 的试飞工作，首架机的交付已经从最早的 2020 年推迟到 2027 年。

但刚刚过去的范堡罗航展上，一些客户正在慢慢恢复对波音的信心，这一点从订单中可见一斑。利雅得航空宣布行使 2023 年签订的选购权，将购买 28 架 787 飞机，并将其中 20 架订单转换为更大的 787-10。飞机租赁巨头 AerCap 宣布增购 15 架 787-9，新订单落地意味着公司旗下 787 飞机资产组合接近 140 架。巧合的是，与利雅得航空一样，AerCap 也将订购协议中的 787-9 转换为了更大的 787-10。

全球性航空金融平台和飞机租赁公司 SMBC Aviation Capital 订购了 100 架 737MAX 飞机。这笔订单落地意味着 SMBC 拥有、管理和承诺购买的 737MAX 飞机数量达到了 450 架，全球来自飞机

租赁公司的 737MAX 订单也达到了 1450 架。此外，在范堡罗航展上波音还斩获了新客户——乌干达航空，该公司订购了 4 架 737-8 和 787-9 飞机。

发动机制造商上调年度目标

随着飞机制造商业绩稳步向好，其产业链中的重要合作伙伴也捷报频传，其中最先受益的当属发动机制造商。

结合 GE 发布的前两个季度的财务报表，公司上半年商用飞机发动机产能实现大幅爬坡，发动机交付数量同比增长 31%，其中配套 A320neo 和 737MAX 的两款 LEAP 发动机交付量同比增长 41%，有力支撑了两大飞机制造商的产能提速。产能的提升同样也支撑了公司业绩的大幅增长。

2026 年第二季度，GE 航空发动机与服务板块，营收 97.31 亿美元，同比增长 27%，营业利润 26.57 亿美元，同比增长 20%。季度新增订单 129.32 亿美元，同比增长 18%，其中售后服务订单增长 22%。尤为值得一提的是其商用飞机发动机服务收入上半年同比增长 32%，二季度维修产出创历史纪录，发动机大修周转效率持续提升。由于公司上半年表现超出预期，目前 GE 已经调高了公司全年业绩指引目标。调整后的营收增速从“低双位数”上调至“十几个百分点”，调整后营业利润从 98.5 亿美元～102.5 亿美元上调至 105.5 亿美元～107.5 亿美元。

7 月 30 日，罗罗发布 2026 年上半年财报，报表显示公司上半年基础营业利润与利润率均实现显著增长。上半年，受益于大型航空发动机售后市场表现强劲，包括更高的长期服务协议利润率、工时与材料业务表现提升等，公司民用航空业务板块利润率达到 25.3%。其中，民用航空业



▲ 来源：wedoany.com

务在扣除风险收益分担协议后，长期服务协议净增长 8600 万英镑，这反映了大型发动机飞行小时数的 4% 增长及飞行小时费率的改善。

在民用航空业务方面，上半年罗罗持续扩大全球维护、修理和大修（MRO）产能，以支持机队的长期增长及客户需求。1 月，Turkish Technic 公司在伊斯坦布尔机场的发动机维修中心正式破土动工，预计 2027 年底投入运营。罗罗还通过网络效率优化，持续降低 MRO 成本。2026 年上半年，罗罗大型发动机 MRO 产出提升 13%，大型发动机翻修量同比增长 35%。

同时，通过优化商业条款和运营条件，罗罗大幅提升了在产宽体飞机发动机的长期服务协议利润率，近期这一改进已经为公司带来了高达 5.74 亿英镑的合同毛利总额改善。

此外，罗罗正在推进的在翼时间改进项目旨在将所有在产遄达发动机的耐久性整体提升一倍以上，并计划于 2027 年底前实现，其中大部分的改进已经实现。在遄达 1000 上，罗罗已开始进厂维修的

及新生产的发动机中安装升级版高压涡轮叶片（HPT）。第一阶段改进可实现在翼时间翻倍；第二阶段改进带来额外 30% 的提升。两者叠加，最高可使该发动机在翼时间提升至原有水平的三倍。截至目前，遛达 1000 TEN 机队中已有近 50% 完成高压涡轮叶片升级，达到全新的 XE 标准。遛达 7000 同样受益于同款高压涡轮叶片的改进，目前几乎全部机队已完成升级。在遛达 XWB-84 方面，已将改进计划拆分推进，以加快交付速度。在提前完成关键时寿件（LLP）的延寿工作后，罗罗按计划将于 2026 年年底前完成剩余 LLP 延寿的取证工作。在遛达 XWB-97 方面，罗罗已完成关键技术（如燃烧室及陶瓷基复合材料涡轮罩环）的测试与验证，达到技术成熟度（TRL）6 级。鉴于上半年的市场表现，罗罗宣布将上调公司全年业绩指引，并预计全年基础营业利润将达到 47 亿～49 亿英镑。

上半年获得卓越市场表现的还有赛峰集团，对此公司首席执行官安德斯表示，得益于民用航空发动机备件的强劲需求，赛峰集团上半年的表现超出预期，实现了创纪录的盈利水平，利润率达到 18.4%。

财报显示，2026 年上半年，赛峰集团收入达 175.71 亿欧元，较 2025 年上半年增长 19.0%。推进业务增长 27.7%，其中售后市场和原始设备业务实现同等幅度增长。民用发动机售后市场业务表现超出预期，民用发动机备件销售额（以美元计）增长 27.9%，这一表现主要由 CFM56 发动机业务推动。LEAP 发动机业务也作出了贡献，主要得益于第三方 MRO 维修进厂量增加，以及维修范围的扩大。民用发动机服务业务收入（以美元计）增长 40.4%，主要得益于 LEAP 发动机按飞行小时付费（RPFH）合同。LEAP 发动机交付量连

续第四个季度超过 500 台，第二季度交付量达到 510 台（同比增长 24%）。上半年，LEAP 发动机交付量达到 1030 台，较 2025 年上半年增长 41%。

飞机内装业务也推动了赛峰集团业绩的增长。售后市场业务增长 10.0%，主要受客舱业务（主要是备件）需求推动，尤其是来自美洲、中东和亚洲客户的需求。座椅业务也作出了贡献，销量与价格均带来积极影响。原始设备销售增长 4.5%，主要得益于客舱设备（盥洗室、备餐间、插件等）的交付。座椅业务同样受益于价格因素带来的积极影响。

然而在看到亮眼成绩单的同时，下半年全球航空产业链依然面临着风险和挑战。尽管发动机制造商都在想尽办法提高产能，但核心部件的产能难以满足提升需求，这种情况还将继续存在。在一级供应商加速提产的同时，一些二级、三级零部件供应商的产能修复、质量管控能力滞后，局部仍然存在零部件短缺、质量返工问题，反向拖累总装线的整体产出效率。

同时，动荡的中东局势和频发的地缘冲突将继续对上游原材料和元器件的生产造成负面影响。中东占全球铝产量的 8%，动荡的局势将继续推高航空铝材的采购成本。钛合金、稀土、精密紧固件等关键原材料供应持续吃紧，为此罗兰贝格在 2026 年航空供应链调研中指出，超过 80% 的行业企业认为，航空产业链中的关键原材料在短期内仍然存在短缺的风险。因此，在未来相当一段时间内，供应链多维度瓶颈叠加，依然将是制约主制造商产能释放、利润兑现的核心约束。



▲ 来源：themoscowtimes.com

俄罗斯加速商用飞机国产替代

文 | 董帽雄 编辑 | 庄敏

2022 年以来，由于受到史上最严厉的制裁，俄罗斯国内民航运输业的发展正面临前所未有的挑战。数据显示，由于供应链的断裂，2026 年夏季，俄罗斯国内核心航空公司的机队停飞率已达 19%，这一数字远超行业正常水平，对国内经济社会发展产生了一定负面影响。为此，俄罗斯高层近期密集表态，要进一步加快 MC-21-300 等全国产化商用飞机投入市场的速度，以保障俄罗斯民航运输体系的独立性和国家战略安全。

SJ-100 预计年底交付

7月7日，俄罗斯总理米舒斯京在俄罗斯叶卡捷琳堡国际创新工业展览会上强调，俄罗斯正在系统推进技术与工业自主化，并要求加快 SJ-100 和 MC-21 项目的取证工作，尽快转入批产阶段。

SJ-100 飞机的“前身”——SSJ-100 曾经被俄罗斯寄予厚望。最终由于受到西方制裁，项目以失败告终。然而也正是因为西方国家的制裁，倒逼俄罗斯不得不重新审视国内航空制造业的发展，并大力培育国内研制生产体系能力建设，以求最终实现对商用飞机项目的国产化替代。在这个过程中，SSJ-100 的国产替代项目 SJ-100 应运而生。

2018 年，伊尔库特公司开始着手实施 SSJ-100 的进口替代项目，原计划 2023 年投入市场，但项目的研制难度远超预想。2025 年 3 月 17 日，一架装配俄罗斯国产 PD-8 发动机的 SJ-100 原型机完成首飞，首飞时长 40 分钟，飞行高度 3000 米。尽管此次首飞装配的 PD-8 发动机仍有一些系统采用了国外产品，但对于 SJ-100 飞机项目来说依然意义重大。

在过去几年中，由于俄罗斯在推进国产替代计划中遇到了很多困难，加上目前俄罗斯国内对于新飞机的需求已经越来越迫切，因此俄罗斯政府在 2025 年 2 月明确表示，针对 SJ-100 的国产化战略将有所调整，不再追求 100% 的国产化替代。此外，政府还将通过正式招标的方式，拨款 276 亿卢布（3.1 亿美元），以确保 SJ-100 飞机项目后续的改进和取证工作。

SJ-100 飞机客舱布局为 95 座，航程为 2500 公里，可以有效覆盖俄罗斯国内 85% 的支线航空市场需求，并预计到 2030 年实现年产 30 架的目标。截至 2026 年 6 月，UAC 已经完成了 SJ-100

飞机项目约 80% 的审定试飞科目，并计划在今年 8 月完成全部取证试飞工作。

目前首架量产飞机（注册号 97004）已完成工厂测试，按计划在取证后的 1~2 个月内可以完成首架交付工作。首批国产 SJ-100 支线飞机将交付红翼航空（Red Wings）和 Azimuth 航空，相关协议已经签署，两家航空公司将合计接收 42 架 SJ-100 飞机。共青城航空生产中心将负责这 42 架飞机的生产工作。公开信息显示，这 42 架飞机中，已有 26 架处于不同生产阶段。

SJ-100 飞机所采用的 PD-8 发动机已经在今年 5 月完成了取证所需的测试工作，累计运行超过 6500 小时，其中含 1449 小时实际飞行测试。6 月 5 日，俄罗斯联邦航空运输署向联合发动机制造集团颁发了 PD-8 发动机型号合格证。目前，首批量产型发动机装配工作已正式启动。

除了全新的国产替代的 SJ-100 飞机之外，俄罗斯还将同步针对现役 SSJ-100 飞机进行国产发动机换装工作。换装工作将保留原有构型以简化适航流程、控制成本，预计 2027 年左右完成研发与认证工作，随后进入到批量换装阶段，以此延长现有 SSJ-100 机队的服役时间，缓解短期运力缺口。同时，SJ-100 飞机制造商雅科夫列夫公司表示，随着国产化保障与维修体系逐步建立，未来约 85% 的 SSJ-100 飞机将在 2030 年后仍可保持运营。早前由于多个关键系统来自西方，俄罗斯曾评估这款机型有可能在 2024 年底全部停飞。

目前，雅科夫列夫公司已与 170 多家俄罗斯企业签署了工程合作协议，以搭建国内售后服务体系。截至 2026 年 6 月，由俄罗斯国内工程机构承接的国产替代的进口机载系统数量已经从 2022 年初的 0 项增至 358 项，同期本土可自主维修的

零部件品类也从 59 种增至 510 种。

MC-21-310 加速取证

作为一款全国产化的干线飞机，俄罗斯对 MC-21-310 的战略目标更明确：用国产 PD-14 发动机与全本土供应链彻底替代西方配套，实现俄罗斯民航业干线运力的自主，因此这个项目也是俄罗斯诸多国产替代项目中最关键的一款产品。

采用多国供应链和 PW1400G 发动机的 MC-21-300 飞机于 2007 年立项，2016 年首架原型机下线。同年俄罗斯正式启动全国产化、采用 PD-14 发动机的 MC-21-

310 项目。2022 年，MC-21-310 飞机配备 PD-14 发动机首飞。2025 年，启动全国产的 MC-21-310 飞机适航认证。但项目的适航取证工作难度已超出预期。根据俄罗斯最新发布的信息显示，受全系统国产化后验证工作量大幅增长的影响，项目整体适航取证节点将再次推迟。俄罗斯国家技术集团预计，如果进展顺利，MC-21-310 的取证工作有望在 2027 年年底前完成。但截至 2026 年 6 月，全机适航审定试飞科目仅完成了 1/3，后续还要重点验证国产系统的可靠性、稳定性以及在极端环境下的适应性等。

2026 年 6 月，首架 MC-21-310 批产



机完成总装下线，并进入到试飞站。对此，UAC 表示，这将有助于机载系统提前开展试飞。7 月 15 日，这架飞机在 UAC 旗下的伊尔库茨克飞机制造厂开始地面试验。第一阶段将开展包括滑行、高速滑跑、刹车系统验证、机载设备检查等工作。目前试飞团队也已就位，待完成地面试验后转入试飞阶段。根据计划，首架批产飞机将主要用于批产准备、交

付前的验收试飞验证以及对国产系统的补充测试等。与此同时，伊尔库茨克飞机制造厂已同步启动相关批产工作，以实现年产 36 架的目标。

俄罗斯航空将成为 MC-21-310 飞机的首家用户。UAC 方面表示，公司正在与俄罗斯航空协商，计划年内签署 90 架 MC-21-310 飞机订单，目前合同的主要商业条款双方已经达成一致。UAC 预测

▲ 来源：sputniknews.cn

未来 10 年，俄罗斯国内对 MC-21-310 的需求在 500 架左右。

此外，俄罗斯还将同步研发缩短型的 MC-21-210，俄罗斯政府将为这一型号提供 197 亿卢布（2.77 亿美元）的资金支持。MC-21-210 的机身较 MC-21-310 短 28 英尺（8.53 米），载客数在 140 人~150 人。俄罗斯政府要求缩短型通过优化发动机吊挂、机载系统等，以确保航程超越 MC-21-310。目前，采用国产部件和系统的 MC-21-310，由于飞机重量问题，使得在搭载 175 名乘客时，实际航程只能达到 3800 公里左右，较采用进口系统的 6000 公里航程缩短超过 1/3。

国产化毅力和恒心

回顾俄罗斯航空领域的国产化替代历程，最早可以追溯到 2014 年。当时俄罗

斯就提出了航空工业国产化计划，但鉴于当时更为开放的国际环境，这一计划的进展较为缓慢，相反当时的俄罗斯将主要精力放在了通过国际合作提高本国航空制造业的能力上。但 2022 年俄乌冲突爆发后，俄罗斯不得不加速推进国产替代项目的进展，其中 PD-8 发动机项目从立项到装机仅用了 3 年时间。其中，俄罗斯政府“这只无形的手”在背后做了大量的工作，并逐渐形成了“国家主导 + 产业协同”的发展模式。但商用飞机产业作为现代工业上的明珠，要对其进行全国产化替代，难度远超俄罗斯最初的设想。

就 MC-21 项目来看，在项目启动之初，俄罗斯已经未雨绸缪地明确了国产化的要求。为避免关键配套产品完全由国外供应商把控，俄罗斯在 MC-21 项目中要求每一个重要的机载系统都至少

有一家俄罗斯供应商参与，确保近一半的部件和系统来自俄罗斯国内。在发动机的选择上，俄罗斯更是直接引入了发动机的双选方案，分别是普惠公司的 PW1400G 发动机和俄罗斯的 PD-14 发动机。

但从目前来看，MC-21 项目的国产化替代仍然遇到不少问题。例如，在替换了国产发动机和国产复合材料以及一些国产航电系统后，MC-21 飞机机身重量较之前采用西方供应商的产品重了 5.75 吨，这无疑会对这款飞机的性能和经济性产生较大影响。

因此，从这两款机型的国产化替代工作中不难看出，近几年来，由于获得了国家层面的大力支持和政府层面的明确指引，俄罗斯国内配套企业参与商用飞机项目的积极性被充分调动了起来，很多企业都加大了自主研发力度，以支持民用航空项目的国产化替代计划。从目前来看，俄罗斯国产替代计划的实施，一是促进了部分俄制航空产品的自给和自主可控，促使俄罗斯基本形成了各类航空产品研制、生产的闭环。二是带动了国内航空工业的转型和升级。但需要指出的是，对于发动机等核心产品来说，研制只是第一步，后续的技术成熟度和可靠性才是更为严峻的考验。

航空业的特殊性决定了俄罗斯在全国产替代的道路上势必布满荆棘。除了上述两款产品涉及到的技术研发能力之外，后续的产能提升、大型先进设备的严重不足等都会对俄罗斯民机产业提出新的问题和挑战。仅以大型生产设备为例，俄罗斯对西方设备的依赖性较大，未来要实现对这些进口设备的国产化替代绝非易事，而这些设备甚至其中的零部件或许都会对未来的批产产生重大影响。因此，对于俄罗斯来说，要实现航



空业的国产替代道阻且长。

▲ 来源：aviationweek.com

但无论如何，无论是商用飞机产品还是发动机的国产替代，俄罗斯都已经迈出了关键的第一步，将对未来俄罗斯航空工业的发展产生长远的影响。

仅看航空发动机领域，俄罗斯已经成功突破了美西方对其长期以来的技术封锁。PD-14 发动机的批产交付，不仅助力俄罗斯实现 MC-21-310 飞机的全国产化，提升俄国内民航市场安全，还在民用航空发动机关键技术、材料科学、制造工艺等方面取得了重要突破，为其创新性、系列化、自主化发展其他用途的航空发动机奠定了核心基础，同时为未来其他高技术领域的国产替代提供了宝贵经验。因此，从这个角度来看，尽管距离完全自主可控仍然有很长的路要走，但航空业作为国家战略产业，建立完整的航空工业体系和自主可控、安全高效的产业链、供应链具有极其重要的意义，俄罗斯的实践与探索具有很好的借鉴和参考意义。



▼ 来源：ruaviation.com



▲ 图 1 | 空客基于 A321neo 进行明日之翼飞行测试的概念图

空客启动下一代机翼飞行验证

文 | 王泽溪 王元元 编辑 | 庄敏

在全球航空业寻求深度脱碳与下一代窄体机世代交替的关键窗口期，空客正在代号为“eAction”的下一代单通道客机（Next-Generation Single-Aisle, NGSA）预研框架下，加快推进机翼、推进、机身、系统和工业体系等关键技术方案选择和成熟。eAction 计划的核心

目标是在 2030 年前后正式启动，21 世纪 30 年代后半期投入商业运营，通过推进、气动、结构材料和系统架构的综合改进，使燃油效率较现役一代单通道客机提高约 20% ~ 30%；在使用可持续航空燃料的基础上，进一步降低全生命周期碳排放。其中，“明日之翼”（Wing of

Tomorrow, WoT）与“超性能机翼”（eXtra Performance WING）分别承担大展弦比机翼的全尺寸几何验证和主动气动弹性技术验证，“可持续机翼解决方案”则进一步面向高效率、低环境负荷的制造与装配工艺。三者共同构成空客下一代机翼技术从结构方案、飞行控制到工业化能力的主要验证链条。

研发背景

据 2026 年 7 月范堡罗国际航展披露的最新信息，空客正围绕 2030 年前后的型号启动与技术方案选择节点，加快推进下一代单通道客机关键技术成熟。空客正式启动为期 3 年的“明日之翼”翼梢延长段设计、制造与飞行验证计划。全尺寸翼梢延长段将在英国菲尔顿的机翼技术开发中心总装后，转移至图卢兹，集成于 A321neo 飞行测试平台上。该测试将获取不同长翼几何在真实飞行环境下的气动性能、载荷响应、气动弹性特性及其对飞机操纵品质的影响，为下一代大展弦比机翼方案选择提供依据，据范堡罗航展现场披露，首个构型计划于 2027 年下半年开始试飞。

需要注意的是，A321neo 飞行试验将采用固定式翼梢延长段，模拟地面折叠翼梢在飞行中完全展开后的长翼构型。该延长段不包含可动铰链以及折叠作动和锁止机构，主要用于验证不同大展弦比机翼几何在真实飞行条件下的气动性能、载荷响应、气动弹性特性及其对飞机操纵品质的影响。折叠作动、锁止和耐久性功能则需通过专门的地面验证设施进行测试。

明日之翼技术群与英国航空工业基本盘深度绑定。2014 年以来，明日之翼项目通过英国 ATI 项目机制累计获得 2.27 亿英镑支持，该机制由英国航空航天技术

研究所（ATI）、英国商业和贸易部等共同运行。这一资本动作不仅稳固了英国作为空客机翼全球卓越中心的地位，也为下一代复合材料机翼的设计、制造和供应链能力成熟奠定了基础。此外，可持续机翼解决方案项目总投入约 1500 万英镑，其中 ATI 支持 800 万英镑，GKN 投入 400 万英镑；超性能机翼采用空客内部投入与政府研发支持相结合的跨国实施模式，英国通过 X-WING Alpha 和 Beta 两个项目获得 ATI 公共资助合计约 2127 万英镑；根据 UKRI 披露的参与方项目成本，英国侧研发投入不低于 3273 万英镑，而法国、德国等参与国的资助以及空客内部投入尚未完整披露。

项目定位与战略目标

ATI 在 2021 年发布的可持续航空专题研究中判断，飞翼和翼身融合等新型总体构型可能在接近 2050 年的阶段进入应用；在《英国航空航天技术战略（2026 版）》中，将飞翼和翼身融合（BWB）等颠覆性构型的潜在应用时间放在接近 2050 年的阶段。欧盟清洁航空计划也明确提出，面向 2035 年投入运营的短中程客机预计仍采用管翼式构型；BWB 等方案目前尚未进入工业层面的主流验证链条，更可能成为后续代际飞机的研究对象。

NASA 则将近期技术重点放在大展弦比薄翼等可与现有总体布局衔接的方案上，并在 AACES 2050 计划中继续研究 BWB 等面向 2050 年前后商业飞机的远期构型；波音 X-66 的无限期暂停在侧面印证了 TTBW 在跨声速飞行时存在的颤振问题、气动干扰阻力、结构死重及结冰问题等系列挑战使其在短期内难以实现商业应用。因此，对于计划在 2030 年前后启动、并于 2030 年代后半期投入运营的下一代

单通道客机，管翼布局和悬臂式大展弦比机翼，仍是当前商业化风险相对可控的技术路线。

空客正将开放式转子和新一代涵道式发动机作为下一代单通道客机的候选推进路线。无论最终采用何种发动机构型，提高展弦比、减小翼型相对厚度并降低结构重量，都是进一步提升效率的重要方向。对于超过 ICAO 机场参考代码 C 翼展范围的长翼方案，地面折叠翼梢是空客重点研究的机场兼容路径之一。

截至 2026 年 7 月，空客已完成三架 17 米级地面验证翼，分别承担结构和材料试验、系统装备和“Run@Rate”高节拍制造验证；下一阶段为期 3 年，空客将在 A321neo 上试飞多种 4～5 米级固定翼梢延长段，首个构型计划于 2027 年下半年飞行，重点评估气动性能、载荷、操纵品质以及大展弦比方案的工程风险。

可持续机翼解决方案是在明日之翼技术基础上，进一步向制造和装配环节延伸。该项目重点验证单侧紧固件、单向装配、先进复合材料及利用数值分析模型预测结构行为，并对生产过程的碳排放、挥发性有机物、废弃物、水和能源消耗进行量化控制。其作用在于将明日之翼形成的结构与材料方案进一步转化为适合高节拍、低环境负荷生产的工业能力。

eXtra Performance WING 由空客 UpNext 牵头，采用改装的赛斯纳奖状 VII 验证机，综合验证阵风感知、弹出式扰流装置、多功能后缘、变形翼面和半气动弹性铰链等技术，使机翼能够依据飞行状态调整气动外形并降低阵风和机动载荷。据空客 2026 年 7 月披露，验证机正在卡佐完成总装，计划于 2026 年底前实施首次遥控飞行。该项目与明日之翼相互补充：前者侧重主动气动弹性控制和载荷减缓，后者侧重全尺寸长翼几何、操纵品质、结

构和工业化验证。

eAction 在气动特性、材料制造、气动弹性控制、装配体系与生产可持续性等方面较现役窄体机均有所提升，技术攻关难点主要有以下几点：

一是跨声速波阻与低速诱导阻力耦合，C 类登机口受限。解决方案是采用折叠翼梢，正常飞行时保持锁定；遭遇突风等过载时主动解除约束，使翼梢在气动力和弹性元件作用下偏转卸载；后利用气动力恢复、作动器辅助或协同返回飞行位置并重新锁止。通过薄翼型、展向载荷优化和跨声速气动设计控制激波强度及波阻增长。二是大型复材结构的成形效率、孔隙率、尺寸稳定性和批次一致性难以同时满足高节拍生产要求。解决方案是发展自动铺放和快速成形工艺，强化过程监测、无损检测及数字化质量预测，针对不同构件选择热固性或热塑性材料路线。三是超长薄翼易引发颤振、发散等气动弹性问题，其极限变形和翼根弯矩也更突出。解决方案是利用多传感器提前感知阵风，通过快速响应的多功能后缘、扰流装置和半气动弹性铰链翼梢实施载荷减缓，支撑降低结构设计载荷并实现减重。四是大尺寸薄壁复合材料构件的装配公差、连接可靠性、检测可达性与高生产节拍之间相互制约。解决方案是发展单侧紧固和单向装配技术，强化装配过程数字化验证与在线质量检测，建立制造质量、生产节拍和环境绩效协同控制体系。

工业化挑战

目前，各项关键技术成熟度并不一致。明日之翼的复合材料结构与制造工艺已进入全尺寸地面验证阶段，长翼几何即将进入代表性飞行环境验证；超性能机翼则将通过飞行演示验证进一步熟化主动载

荷控制和自适应机翼技术，A321neo 将成为当前公开项目中少数面向下一代单通道客机长翼技术的全尺寸飞行验证平台之一。但一系列巧妙的设计方案，仍面临三点实现工业化量产的重大挑战。

一是产能壁垒。实验室级别的大展弦比柔性机翼与稳定的大规模量产有着天壤之别。空客需要在自动铺放、快速成形、连接装配、过程监测和无损检测等环节建立能够满足高节拍要求的工业体系；最终采用热固性、热塑性或混合材料路线，将取决于结构性能、成本、生产节拍和适航认证的综合权衡。

二是折叠翼梢与主动载荷控制的适航基准仍需完善。飞行中折叠翼一旦发生非指令性解锁、非对称卡滞或主动颤振抑制系统失效，可能引发灾难性后果。当前适航当局针对带有主动气动变形与气动弹性载荷控制能力的民用机翼适航基准尚不完备。参考波音 777X 的取证之路，由于《联邦航空法规》（FAR Part 25）未包含足以完整覆盖民用客机折叠翼梢这一新颖设计特征的适当安全标准，因此 FAA 为 777X 制定了专用条件。FAA 要求翼梢未正确展开或锁止条件达到“极不可能”等级，不得由单一故障导致，并设置独立的状态告警、起飞阻止和飞行中防解锁措施。虽然波音的 X-66 方案受阻，但其已通过 777X 建立折叠翼梢的适航标准墙，未来空客 NGSA 取证时，FAA 和 EASA 很可能会参考 777X 的专用条件来要求空客，并额外考虑突风识别与解锁阈值是否准确、翼梢能否按预定方向和幅度偏转、左右翼梢是否同步、卸载后能否可靠复位并重新锁止，以及复位或锁止失败后飞机是否仍具备安全飞行和着陆能力等内容。由于计划在 A321neo 上开展的实验为固定式翼梢延长段，上述测试还需额外进行。

三是供应链能力重构与集中度风险。



▲ 来源：aviationbusinessme.com

下一代机翼复合材料比例提升及制造工艺变化，将重塑供应商能力结构。传统金属结构供应商需要向复合材料、混合结构、自动化装配和数字化质量控制等领域延伸。掌握先进复合材料、自动铺放与快速成形、高带宽作动器及数字化质量控制能力的供应商数量相对有限，空客对少数关键供应商的依赖度可能上升。如何控制供应集中度、成本上涨和产能爬坡风险，将成为 NGSA 工业体系建设的重要问题。

综合来看，折叠翼梢并非单一结构部件创新，而是涉及气动效率、结构重量、气动弹性、作动与锁止可靠性、适航安全、维护成本和高节拍制造的系统工程。相较 777X，下一代单通道客机机翼更薄、对结构重量和单位成本更敏感，同时还需适应更高的生产节拍。如何在有限的外翼结构空间内集成轻量化、高可靠性的作动、锁止和状态监测系统，同时满足未来高产量单通道客机在成本、质量一致性、可维护性和生产节拍方面的要求，将成为折叠翼梢方案的重要工程挑战。



▲ 来源：中国东方航空

国内航空公司 货运发展的实践探索

文 | 柴雨丰 编辑 | 林喆

2025 年底中国民航运输飞机 4574 架，较“十二五”末的 2015 年底增加 72.6%，货机达到 290 架，较 2015 年底增加 135.8%。2025 年货运收入约 892 亿元，占航空公司营业总收入的 11.4%，货运收入占比较 2015 年提高 4.6 个百分点。国内航空公司货运板块正在经历升级迭代，已经从过去的简单依附客机腹舱、分摊客机成本、客运配套补充业务向专业化、规模化运营转变，由低端的机场到机场点对点运输向综合运输解决方案供应商转变。

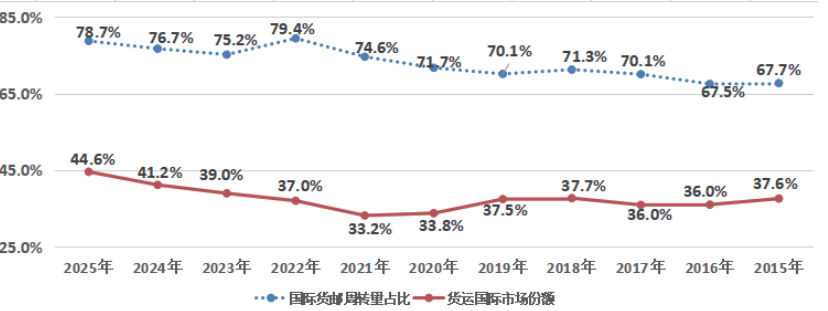
国内航空公司货运业务的历史表现

一是货运增长喜人。“十三五”以来，虽然经历了三年疫情、国际贸易壁垒等不利因素的重重考验，国内航空公司的货运增长仍较为乐观。在机队方面，客机腹舱运力 2025 年底为 4284 架，较 2015 年底增长 69.5%；全货机 2025 年底为 290 架，较 2015 年底增长 135.8%，其中大型货机 2025 年底为 121 架，较 2015 年底增长 450%。另外随着客货新机型的引进，单班的可供业载得到很大的改善。上述货运运力稳健增长为货运业务的大发展提供了坚实的运输保障条件。在航网方面，客运航线覆盖世界主要经济体和“一带一路”沿线主要国家，通过客运定期航班的腹舱运力和固定货班、临时性季节性货运包机等方式，国内航空公司实现了中国与全球各地航空货运运输布局的全覆盖。2025 年国内航空公司货邮周转量 413.1 亿吨公里，较 2015 年增长 99.3%，十年期间的年复合增长率为 7.1%，高于旅客周转量年复合增长率 0.3 个百分点，货运表现优异。

二是较好地把握了市场机遇。对传统航空公司而言，国内货运业务具有从属性，虽然承运的货邮运输量较大，但其贡献更多是体现在分摊成本、提高航班的载运率等方面。而国际航线是货运业务的压舱石，国际航班货运去程牢牢把握中国世界工厂和高端出口持续增长这一关键点，国内高端制造出口货物、国外高档水果、高价新鲜食材等运输业务层出不穷，叫好又叫座。国内航空公司国际航线货邮周转量占其货邮总周转量的比重在三分之二以上，并呈现逐年上升的态势。国内航空公司国际航线货邮运输量占中国机场国际航线货邮吞吐量比重也在逐年上升，说明中

2025年货邮周转量（亿吨公里）	2025年较2015年增长率（%）	2015-2025年期间复合增长率（%）
413.1	99.3%	7.1%
2025年旅客周转量（亿人公里）	2025年较2015年增长率（%）	2015-2025年期间复合增长率（%）
13993	92.4%	6.8%
2025年腹舱运力（架）	2015年腹舱运力（架）	2025年较2015年净增加（架）
4284	2527	1757
2025年大型货机（架）	2015年大型货机（架）	2025年较2015年净增加（架）
121	22	99
2025年中小型货机（架）	2015年中小型货机（架）	2025年较2015年净增加（架）
169	101	68

▲ 图 1 | 2015 ～ 2025 年国内航空公司客货周转量及运力增长变化



▲ 图 2 | 2015 ～ 2025 年国际货邮周转量占比及市场份额变化

注：国际货邮周转量占比为国内航空公司国际航线货邮周转量（吨公里）除以国内航空公司全部货邮周转量。货运国际市场份额为国内航空公司国际航线货邮运输量（万吨）除以国内机场所有国际航班货邮运输量。

国航空公司的市场份额、话语权在提升。特别是三年疫情以来，国内航空公司在畅通全球产业链、供应链稳定，保证全球防疫物资供应等方面更是发挥了不可磨灭的作用。在腹舱运力和全货机的加持下，供给侧的韧性足，经营业绩弹性大，从公布的年报数据看，三大航的货运业务近年来保持了盈利的态势，与客运业务形成了鲜明的反差。以东航物流为例，该公司 2020 年～ 2025 年实现营业总收入 1297 亿元，实现归母净利润 175 亿元。

三是传统航司专业化发展初现。三大航积极推动混合所有制改革，将原有的货运业务剥离后组建货运公司，引进战略

投资者，实施管理层持股计划，经过培育和发展积淀后在资本市场公开发行股票上市。其中，东航集团把握最佳时机，其下属企业东航物流在 2021 年 6 月率先上市，正值全球航空货运需求的巅峰时期。中航集团旗下国货航在 2024 年底完成上市，南航集团下属南航物流在 2022 年 11 月即开始准备上市的相关工作，但因故在 2025 年 2 月底撤回 IPO 申请。三大航货机为清一色的大型洲际货机，同时三大航空客运板块不再保留货运业务，由货运公司对客机腹舱采取代理、包舱等方式经营，并各自承担相应的安全管理责任，客货业务向集约化、专业化迈进。目前货运混改增加了新公司的原始资本投入，部分提高了企业经营活力，如在工资总额考核时适当倾斜，极大地调动了全员营销、全员保障、全员安全生产的积极性。但新股东在客户资源开发、运输服务链条上的分工互补等方面能够给混改货企带来多少协同实惠还有待深化落实。

四是民营航空公司各有千秋。民营企业在此轮货运大发展中更加孔武有力，以顺丰航空表现最为抢眼。顺丰航空 2010 年 1 月开航，该公司 2026 年 6 月底拥有货机 90 架，在北京、深圳、杭州等地形成了大型货运集散地，在鄂州建成了专属货运枢纽，该公司及其关联企业具有传统货物运输、快递户对户取件与送达等全套的运营许可，具备全品类货运运输资质（如需温控冷链物品、超大超重品、危险品、活体动植物、贵重货物等），能最大化实现全链条物流盈利，并增强了对市场竞争、生产要素价格波动的抵御能力，据券商估算该公司 2025 年实现净利润 56 亿元。京东货航另辟蹊径，于 2022 年 10 月首航，该公司依托于京东平台，经营初期秉持着肥水不流外人田的理念，牢牢抓住京东平台上高附加值自营业务和第三方

中国作为世界第二大经济体、世界工厂的基本盘牢不可摧，航空货运市场的基本面长期向好，跨境电商货物、电子产品、精密仪器、医药冷链、生鲜、汽车零部件等货品的航空运输需求旺盛。

商家、跨境电商业务中的航空物流需求，2026 年 6 月底已拥有货机 13 架。据券商估算该公司 2025 年亏损 3.5 亿元左右，但发展趋势向好，亏损额已经收窄。圆通货航 2015 年 9 月首航，并没有差异化的先发优势和业务班底，想成功复制顺丰航空快速增长的难度较大，至 2026 年 6 月底拥有货机 13 架。

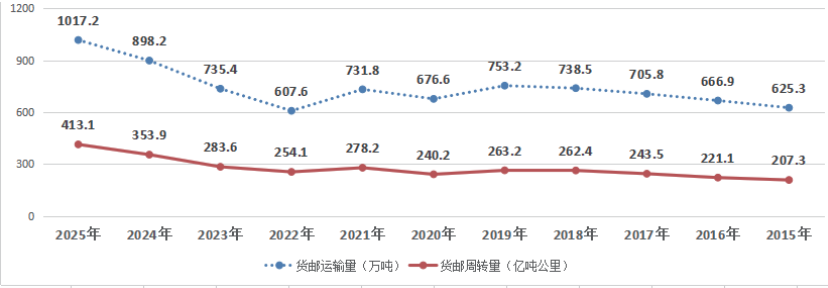
货运发展方向的实践探索

中国作为世界第二大经济体、世界工厂的基本盘牢不可摧，航空货运市场的基本面长期向好，跨境电商货物、电子产品、精密仪器、医药冷链、生鲜、汽车零部件等货品的航空运输需求旺盛。尽管国内航空公司在货运专业化、把握市场机遇等方面取得了一定的成绩，但仍面临诸多挑战，需要不断探索实践来破解发展难题。

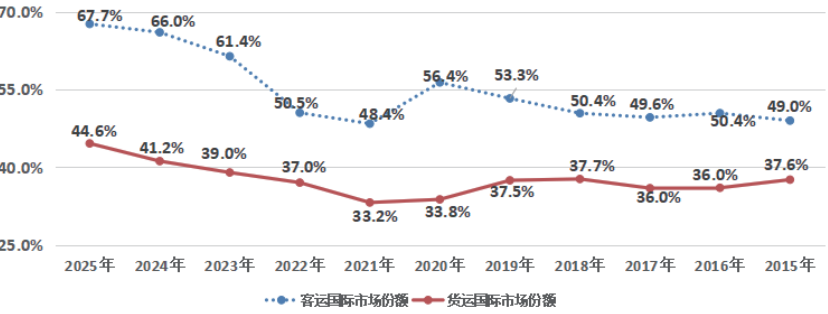
航空货运的规模化经营。航空货运业务是国民经济的晴雨表，但极易受国际形势、地缘政治、经贸关系、国际油价、公共卫生事件等诸多黑天鹅、灰犀牛事件

的影响，中国航空货运总体呈现上升走势，表现出极强的发展韧性。但也不难看出大型航空公司因其客机规模化以及完善的航网结构、丰富的腹舱资源，加之货机全品运输能力，在市场竞争中明显占据优势。积极借力发展，加快境内外空铁联运、空地联运，通过航空联盟等形成稳定的双边、多边空空货运业务合作。各中小航空公司也要积极寻找出路，比如在国内共飞航线上腹舱舱位共享与收益分成，探讨将货运业务整体外包给第三方运营等。牢牢把握国家对供应链的自主可控、鼓励本土航空公司完善国际货运网络、降低对外航依赖的战略部署，借力自贸区、保税区、临空经济区叠加政策，国内各航空公司在货运基地建设、金融、财税等方面积极争取并用好国家的优惠政策。

航空货运发展要坚持走出去。一是国内航空公司的影响力还十分有限，没有像 UPS、FedEx 等享誉全球的综合物流解决方案供应商。二是在国际运输市场，客强货弱的特征明显。长期以来，国内航空公司承运的国际货邮运输量占比低于外航承运的国际货邮运输量占比，与国内航空公司承运的国际旅客运输量的占比还有较大的差距。三是受我国贸易顺差、进出口货类结构差异影响，国际航空货运去回程的表现分化严重。从东航物流、国货航的年报披露信息看，各公司一直受“去程运量、运价较高，回程运量、运价较低”的困扰。比如国货航年报披露，2025 年国际航班出港货物（即去程）71.67 万吨，进港货物（即回程）59.36 万吨。进港货量显著低于出港货量，造成回程舱位的闲置。受季风等气候影响，对欧洲回程低载运率的放大效果更明显。近年来国内货机增长主要是大型货机，说明各方对国际市场普遍看好。国货航更是豪横订购 10 架 A350 全货机，其胆识和勇气值得钦佩。



▲ 图 3 | 2015 ~ 2025 年国内航空公司货邮运输量、货邮周转量变化
注：国内航空公司货邮运输量、货邮周转量在疫情期间出现波动，但总体呈上升态势。



▲ 图 4 | 2015 ~ 2025 年中国民航客运、货运市场份额
注：客运国际市场份额为国内航空公司国际航班旅客运输量（万人）除以国内机场所有国际航班旅客运输量。货运国际市场份额为国内航空公司国际航班货邮运输量（万吨）除以国内机场所有国际航班货邮运输量。

未来各航空公司必须要强化国际回程的营销能力和市场组织，积极开拓高等级航权、发展货运中转联程等业务来弥补回程缺口，最大化争取货源、分散市场风险。

继续深化货运专业化发展。三大航货运板块已朝着专业化、产业化方向发展迈出了坚实的一步，但对于传统门对门方式的快递业务的介入几乎为零。在整个物流服务链条中只是聚焦空中运输一个环节，导致高价值客户少，收益被合作方瓜分，同时抗风险的能力不足。但传统快递业务有严格的牌照限制，且前期投入大、后期回报并不确定。因此

航空公司货运板块应扬长避短、另辟蹊径。重点是紧密围绕客户形成差异化、定制化的综合物流产品，包括但不限于跨境电商解决方案、产地直达解决方案、同业项目供应链、定制化物流解决方案等大客户门对门营销服务产品。另外依托于基地航空公司的优势，在地面综合服务等方面发力，包括货站操作、多式联运、仓储业务等也是不错的选择。根据东航物流的年报数据，该公司 2025 年地面综合服务的毛利率高达 31.28%。充分利用好国内客运干线快线以及东南亚客运快线航班的腹舱资源，形成配套的货运快线产品和中转产品。

考虑货运服务的迭代升级。相较于航空客运，因为货物是物而不是旅客，航空货运的一个服务优势是客户关注的是结果而不是过程。因此航空货运服务的客户对航班准点率、舒适度等过程服务指标的要求并不高，只要在约定时间内将货物完

▼ 来源：中国南方航空



整无破损运达即可，因此航空公司货运服务还有极大的服务改善空间。但是面对日益加剧的竞争以及特殊运输需求的细分货运市场，今后客户过程体验等服务软实力可能是客户关注的重点。比如货主通过 APP 能随时跟踪货物的物流状态、仓储位置、责任部门等，对特殊货物能在 APP 上看到定期上传的货物包装及装载图片等。因此后续有必要在智慧民航建设中，通过技术手段及时采集并上传货物的相关信息，满足货主的过程体验。航空公司通过运输服务软实力的提升，可以提高自主营销的比重和货主的粘性等。

优化生产组织与保障。对老旧客机开展全生命周期价值管理，比如进行客改货，客货机共享发动机和航材，采取客货机串发等措施最大化利用发动机的剩余循环数。进一步优化机型与市场的匹配，四发货机、老旧货机因维修费用高、航油消耗大，应逐渐淘汰。大型货机应尽可能执飞国际长航线，提高发动机小时循环比来降低包修成本，中转货物通过客舱腹舱往来于货运枢纽，减少大型货机执行短距离飞行任务。不断开辟、挖掘新的市场增长点，定制化承接时令水果、生鲜、重大体育赛事等运输任务。Seabury 数据显示，2019 ~ 2025 年我国温控货物、药品等空运货量的复合增长率为 7.5%，高于平均货品的增速。因此要大力提升货运运力的温控保障能力，抢抓该细分高价值市场。在航班编排时，针对“6.18、双 11”等电商盛会，加强客货联动，通过客机的“小改大”来满足货运需求。积极履行社会责任，面对抢险救援、抗震救灾、人道主义援助等突发状况，要不讲条件、不计得失地响应政府的号召。



▲ 王育梁 摄

民航高质量发展视域下 航空物流产业效能提升对策研究

文 | 张凯迪 编辑 | 林喆

近年来，在大规模基础设施建设投入与航线扶持政策的双重驱动下，我国民航货邮运输总量稳步增长，航线网络覆盖面持续扩大，产业规模化发展格局基本形成。但结构性矛盾、制度性障碍等深层次问题日益突出，成为制约航空物流产业高质量发展的主要瓶颈。未来五年，全球产业链供应链将加速重构，国内产业经济的发展对航空物流的时效性、可靠性也提出了更高要求，传统依赖要素投入的发展模式难以为继，产业发展已进入爬坡过坎的关键阶段。

“十五五”时期作为承前启后的关键战略节点，亟需从全局高度重新审视航空物流的发展路径与效能逻辑。基于此，本文以民航高质量发展为核心导向，系统剖析我国航空物流产业发展瓶颈，厘清从规模扩张向效能提升转

型的内在逻辑，研究提出产业效能提升对策，以期为推动我国航空物流产业高质量发展提供参考。

我国航空物流产业发展深度剖析

一是货运设施规模相对超前，专业能力存在结构性短板。“十四五”期间，各大机场掀起新一轮货运设施建设高潮，机场货运保障能力得到进一步提升。2025 年，我国民航运输机场实际完成货邮吞吐量 2186.4 万吨，机场货运设施设计保障能力约为 3400 万吨，总体利用率约为 64%，机场货运设施设计保障能力存在一定程度超前，产能的集中释放与市场需求之间出现了明显时间差。与此同时，跨境电商、生鲜冷链等新业态快速发展，但二、三线机场现有的货运处理设施难以适配新的货物处理要求，专业处理设施匮乏，导致地面保障压力陡增。这种“枢纽超前、中小滞后”的结构性错配，使得货运设施在总量充裕的表象之下，隐藏着专业化能力不足的深层短板。

二是机队规模有限且日利用率偏低，

运营质量存在结构性失衡。截至 2026 年 6 月，国货航、东航物流、南航物流、顺丰航空分别运营全货机 23 架、20 架、19 架、90 架，对标国际领先货运航司，阿特拉斯航空货机超 120 架，卡塔尔航空货运超 30 架且均为宽体货机。与此同时，飞机日利用率偏低进一步制约了既有运力的效能释放，2025 年，国货航、东航物流全货机日利用率分别为 13.38 小时、13.09 小时，而阿特拉斯航空日利用率达 16 ～ 17 小时，规模与效率的双重差距难以支撑货运航线的高频次、网络化运营。

在运力规模与利用效率之外，运营质量还存在结构性失衡。首先是国际回程载运率较低，2025 年，国货航全货机载运率为 68.19%，东航物流全货机载运率为 79.32%，去程载运率较高，但回程空载率普遍超过 40%，一方面是海外市场到中国空运量持续萎缩，根据 Seabury 数据，2019 至 2024 年我国空运进口货量从 219 万吨降至 139 万吨，年均下降 8.6%；另一方面是国内航司在海外市场的末端网络建设滞后，回程货源组织能力薄弱。其次是国际航空货运市场过度依赖跨境电商，近年来随着 SHEIN 等跨境电商平台全球化扩张，跨境电商已成为国际航空货运的核心增长引擎，商业定班电商货物占比达到 30% ～ 60%，部分航线为纯电商整机。同时，头部电商平台份额集中，对航司的运价控制越加明显。近期，一旦跨境电商增速放缓、海外仓占比提升，航空货运的需求将显著降低，给高度依赖跨境电商单一货源的航线网络带来较大不确定性。

三是补贴机制考核指标单一，引发增量不增质的结构性困境。当前，我国航空物流产业补贴体系以航线数量、新增货邮规模为主要导向，考核指标单一导致政策引导效能持续弱化。以东部某机场为例，获得补贴的企业从 2021 年的 23 家增至

2024 年的 57 家，但单企业平均货量从 1.2 万吨降至 0.8 万吨，低门槛吸引了大量中小货代涌入，补贴的封顶机制又限制了头部企业做大做强，导致货代市场高度碎片化，市场陷入“大而不强”的低水平均衡。从补贴范围来看，主要集中在对出港货量、新开及加密国际航线等方面的补贴，并对每年每条航线资助设立上限。例如，深圳市对洲际全货机新航线第一年给予出港航班 25 万元 / 班的资助，给予出港货量 1000 元 / 吨的资助，并要求出港平均载运率达到 50%。但补贴政策在回程货量、中转货量等方面缺乏扶持，对航线网络双向均衡运转与枢纽中转集货能力的培育未能形成有效支撑，难以从根本上推动产业效能与国际竞争力的协同提升。

四是行业信息数据存在孤岛，智能化设备应用程度偏低。航空物流涉及机场、航司、海关等多个主体，当前，各主体内部虽已不同程度建立信息系统，但系统间缺乏统一的数据交换标准与接口规范，同一货物在不同环节需反复录入，货物信息无法跨主体共享，各主体数据分散于自有系统中，无法汇聚为可识别、可调用的完整信息链，导致货物流与信息流脱节，成为制约运行效率提升的基础障碍。在智能化设备应用上，西南某机场虽已引入无人叉车等智能化设备，但多停留在试点或展示阶段，未深度融入货站作业流程，设备闲置现象普遍，智能化设备从试点应用到常态化运营之间仍有较大鸿沟。信息化与智能化短板叠加，导致航空物流产业数字化建设整体滞后。

五是便利化措施推广受限，形成区域隐性壁垒。《民用航空货物邮件运输安全保卫规则》明确了由承运人负责对申报为非限制货物的危险品进行安全条件鉴别与管控，相比原有每票货物均需提供第三方鉴定报告的要求，现无需逐票申请，符

合承运人统一管控要求即可收运。当前，广州白云机场出台了配套收运方案，对跨境电商含锂电池货物，企业凭 UN38.3 测试报告完成备案后，即可办理空运出港手续，降低了跨境带电产品运输合规成本。但在执行层面，跨境带电产品规格的快速迭代极易导致备案参数失效，支撑高效验放的信息数据库比对模式因涉及与安检、货运生产系统的深度对接，面临较高的建设与维护成本，难以在全国机场复制推广，导致便利化措施仅局限于少数枢纽机场，无法形成全国统一的制度环境。

从规模扩张到效能提升的转型逻辑

当前，在我国航空物流产业规模达到一定体量下，过去以要素投入驱动规模扩张的发展模式，其边际效用正在递减。在推动民航发展实现质的有效提升和量的合理增长的战略导向下，航空物流产业发

来源：www.uisee.com



表 | 2025 年全国主要民用运输机场设计货邮保障能力（单位：万吨）
数据来源：笔者统计

序号	机场名称	设计保障能力
1	上海浦东机场	469
2	广州白云机场	412
3	深圳宝安机场	220
4	北京首都机场	210
5	鄂州花湖机场	245
6	郑州新郑机场	115
7	杭州萧山机场	165
8	成都双流机场	134
9	重庆江北机场	110
10	南京禄口机场	82

展的核心逻辑需要从“铺摊子”转向“见效益”，在资源优化、系统协同和考核评价等环节完成转向与改革。

一是从增量扩张转向存量优化。航空物流产业的外延扩张模式体现为以货运设施面积增长、航线数量增加、机队规模扩大为核心指标的发展。转型优化的关键在于重新定义能力的内涵，即产业保障能力不再以产能的绝对值衡量，而应以既有设施的利用效率、既有运力的周转强度等为标尺。具体而言，新建设施的论证前提应从“是否需要”变为“存量是否已用尽用好”，机队扩张的节奏应与日利用率的提升同步规划，避免虚胖式增长等。

二是从单点突破转向系统协同。航空物流是典型的网络型产业，其效能由全链条中最薄弱的环节决定，而非单个节点的最优。过去“节点思维”下各方在业务边界内追求局部最优，但节点最优的加总并未形成网络最优。系统协同要求从“各管一段”转向“全链协同”，即设施建设需与区域产业的货量潜力相匹配，航线开辟的补贴需与海外末端网络同步布局，安

检便利化措施的试点需与信息系统接口标准统一设计等，用制度设计保障全链条的利益对齐与系统协同。

三是从数量导向转向价值导向。规模扩张阶段以量为核心的评价体系，已难以适应现阶段以效能提升为主的发展需要。价值导向的转型要求建立一套能衡量产业运行质量的评价体系，不仅是运了多少，更应关注回程载运率、处理设施与货物类型的匹配程度、航线网络与区域产业的结合程度，这套评价体系不是对数量的否定，而是对数量指标的校准，让量的增长建立在质的支撑之上，使规模扩张真正转化为效能提升。

产业效能提升对策

首先，以机场更新替代规模扩张，推动货运设施向结构适配转型。推行以运营问题为导向、以效率提升为目标的机场货运设施更新，审慎论证新建需求。对利用率偏低的设施，通过引入专业运营商、转型为跨境电商中心、改造成多式联运节

点等路径盘活沉淀资产。针对中小机场专业化设施匮乏的短板，以模块化改造、专业化分区等方式补齐缺口，使既有设施与货物处理需求重新适配，推动货运设施向内涵式效能提升转变。

第二，壮大机队规模与优化运营，推动运力结构升级与双向平衡。扩大宽体货机规模，鼓励货运航司通过多种方式引进宽体货机，支持有条件的航司补充新型货机，加快老旧窄体货机退出，实现机队结构的梯次升级。系统提升飞机日利用率，通过优化航线网络编排、缩短过站保障时间、增加夜间航班时刻等，推动全货机日利用率向国际先进水平靠拢。扭转“重去程，轻回程”的经营惯性，鼓励航司加快海外网络布局，通过与境外仓储、清关等企业建立战略协作或股权合作，下沉回程货源组织能力，从源头破解失衡格局。前瞻应对跨境电商变化可能导致的市场风险，引导航司在巩固存量市场的同时，主动拓展高端制造等高附加值货源，增强航线网络的抗周期波动韧性。

第三，改革补贴考核导向，推动政策激励向质效并重升级。建立增量与增效并重的综合评价机制，将中转集货能力等指标纳入考核标准，引导补贴资源向高价值航线与头部运营企业适度集中，改变货代市场多而不强的低水平均衡格局。适度提高货代市场准入门槛，避免补贴资源被大量短期套利的中小企业稀释，引导市场高质量竞争。设立枢纽航线培育机制，对在同一机场持续运营满一定年限、货量年均增长超过一定比例的航线给予额外奖励，鼓励头部企业扎根特定枢纽深耕细作，而非频繁追逐补贴洼地，培育具有长期竞争力的航线网络。设置差异化补贴梯度，对存量成熟航线逐步降低补贴。建立动态调整与退出机制，推动补贴资金从普惠激励转向精准扶持。

前瞻应对跨境电商变化可能导致的市场风险，引导航司在巩固存量市场的同时，主动拓展高端制造等高附加值货源，增强航线网络的抗周期波动韧性。

第四，打通信息数据壁垒，推动航空物流向全链数字化与智能化转型。构建航空物流公共信息服务平台，统一数据交换标准，积极对接 ONE Record 等国际标准，打通机场、航司、海关等主体间的信息孤岛，实现货物状态、单证流转等关键数据的跨主体、跨境的互联互通。同时，推动智能化设备从试点展示向常态化运营发展，围绕货站收运、组板等作业场景，以业务需求为导向，将自动化设备合理嵌入既有作业流程，真正融入生产作业环节。

第五，破除隐性壁垒，推动便利化向统一标准演进。在安全可控前提下，进一步扩大锂电池运输检测报告（UN38.3）+ 化学品安全说明书（MSDS）替代《航空运输条件鉴别报告书》等便利化措施的实施范围，建立全国统一的跨境带电产品操作指引，减少区域差异。优先推动北上广深等枢纽机场实现数据互认，形成“核心枢纽一张网”，中小机场可依托异地货站等模式，引导跨境带电货物向枢纽机场集中。针对跨境带电产品 SKU 高频迭代导致的备案参数失效问题，建议由民航主管部门牵头建设特殊货物安全运输信息数据库，打通检测机构、电商平台与机场之间的数据接口，实现产品参数在线校验。



本图由 AI 生成。

中国 SAF 可持续认证体系建立的难点

文 | 张淑平 编辑 | 林喆



▲ 来源：microgridmedia.com

在全球航空业加速推进碳中和的背景下，可持续航空燃料（SAF）已成为民航减排的核心路径。中国也面临国际民航组织（CORSIA）强制履约与“双碳”目标的双重压力，建立兼具自主性与国际互认性的 SAF 可持续认证体系已上升至国家战略层面。然而，当前国际主流认证体系（ISCC、RSB 等）在中国本土化应用中暴露出经济成本高、数据安全风险突出、LCA（全生命周期分析 Life Cycle Assessment）默认值与中国资源禀赋系统性偏差及标准主权缺失等结构性矛盾。

国内方面，SAF 专项认证体系仍处于起步阶段，面临认证主体缺位、本土化 LCA 数据库建设滞后、减排阈值设计科学性不足及全产业链数据追踪系统尚未建立等核心短板。其中，10% 减排阈值虽满足 CORSIA 最低要求，但可能导致认证通过的 SAF 缺乏实质性减排效果，LCA 计算工具与数据库的地域依赖性进一步制约了核算结果的准确性与国际采信度。

中国 SAF 可持续认证体系建设现状

在全球航空业加速推进碳中和的背景下，可持续航空燃料（SAF）已成为中期内最具可行性的减排路径。中国作为全球第二大航空运输市场，年碳排放量约占全球民航业的 14%，其中航空公司燃油相关排放占比高达 94%，减排压力显著。CORSIA 机制明确要求，自 2027 年起所有成员国须强制履行碳抵消义务，未经合规可持续认证的“非化石基航煤”即便具备减排效益，亦无法在履约体系中获得认可。

与此同时，《“十四五”民用航空发展规划》明确提出 2025 年 SAF 消费量达 2 万吨、累计消费 5 万吨的阶段性目标，庞大的市场需求与清晰的减排时间表共同构成了 SAF 产业发展的底层驱动力。在此情境下，建立一套既契合中国资源禀赋与产业实际、又能实现国际互认的 SAF 可持续认证体系，不仅是打通 SAF 从生产到商业化应用闭环的关键制度保障，更是中国掌握民航减排话语权、规避绿色贸易壁垒、支撑“双碳”目标落地的战略前提，其紧迫性与重要性已上升至国家战略层面。

然而，当前国际主流 SAF 可持续认证体系在中国本土化应用中暴露出多重结构性矛盾。以国际可持续发展与碳认证

（ISCC）、可持续生物材料圆桌会议认证（RSB）为代表的国际认证体系虽获国际民航组织（ICAO）认可，但其在中国的实践面临显著适配障碍：其一，经济成本高，认证流程覆盖原料收集、生产、加注全链条，除基础手续费外，还需按认证数量缴纳多次费用，叠加第三方审核成本，显著推高企业负担；其二，数据安全风险突出，认证要求企业披露生产工艺参数、物料平衡表等核心商业机密，甚至包含人权、劳工权等敏感性政治指标，可能导致关键技术泄露并威胁产业安全；其三，国际体系采用的 LCA 默认值多基于欧盟农业与工业条件设定，与中国生物质原料特性、种植模式及能源结构存在系统性偏差，例如土地利用变化碳排放因子、秸秆收集率等关键参数缺乏本土实测支撑，直接削弱认证结果的科学性与公平性；其四，标准主权缺失，中国监管部门无法直接介入国际认证流程，导致 SAF 产业发展主动权受制于外部规则体系，存在被“卡脖子”的制度风险。这些问题共同制约了中国 SAF 产业的规模化发展与国际竞争力构建。

反观国内，中国虽已在绿色低碳认证领域积累了一定基础——如《绿色设计产品评价》《生物质能可持续性认证要求（RB/T 175-2018）》等标准在指标体系上与 ISCC 存在共性，全生命周期评价（LCA）模型研发亦达国际先进水平，但 SAF 专项认证体系仍处于起步阶段，核心短板亟待突破。首先，认证主体缺位，现行民航监管依赖政府机构主导的模式与国际通行的第三方认证机制存在错位，尚未明确具备资质的本土认证机构遴选与监管框架；其次，本土化 LCA 数据库建设滞后，尤其缺乏针对中国典型原料（如废弃油脂、农林残余物）的碳排放因子实测数据，导致核算结果偏差；再次，减排阈值设计

科学性不足，现行《航空替代燃料可持续性要求（征求意见稿）》设定的 10% 减排门槛偏低，难以有效激励技术创新，亦难获国际采信；最后，全产业链数据追踪系统尚未建立，无法实现从原料溯源到终端加注的闭环监管。这些难点相互交织，使得构建兼具自主性与国际兼容性的中国 SAF 可持续认证体系成为一项复杂的系统工程，亟需从顶层设计、方法论创新与制度协同等多维度破局。

存在的难点

中国作为推动国际生物质燃料可持续发展的重要力量，一直紧跟国际主流研究，不断完善本国可持续化研究与认证体系建设。想要可持续认证标准获得国际认可的难点一是设立有效可行的减排阈值，二是建立国际认可的认证方法。

针对减排阈值，当前可持续认证最重要且必须定量的指标是温室气体的 LCA 排放量。CORSIA 要求相对于传统航空燃料，可持续航空燃料从生命周期角度应至少减排 10%。RSB3.0 要求生物燃料应比化石燃料基准生命周期温室气体排放量减少 50%（新装置应减少 60%）。RED 要求使用生物燃料应该减少至少 35% 温室气体排放。RFS2 要求生物燃料生命周期温室气体排放至少比基准排放减少 20%。中国民航局于 2023 年 7 月发布的民航行业标准《航空替代燃料可持续性要求》（征求意见稿）建议的减排阈值为 10%。虽然达到了 CORSIA 的最低减排要求，然而由于中国传统航空燃料 LCA 值为 100gCO₂e/MJ，相比 ICAO 减排基准值 (89CO₂e/MJ) 高 12.4%，有可能导致认证通过的 SAF 缺乏实质性温室气体减排效果，从而达不到 ICAO 减排要求。

针对减排量计算方法，目前常

用的 LCA 计算工具包括德国 Gabi、OpenLCA、荷兰 SimaPro、美国 GREET 等。Gabi 有优良的树结构功能、结果分析功能。Open LCA 是一款开源免费的计算工具，兼容目前市面上各个行业的商用数据库，还可以进行不确定性分析、分配方式选择。SimaPro 容量较小、容易操作。GREET 是 RSB 和 CORSIA 都认可的计算模型。中国周期评价起步较晚，但随着可持续发展进程的推进，LCA 方法也越来越受到中国学者的重视。中国生物质航油领域使用较多的软件有 OpenLCA、SimaPro、GREET，以及自主研发或者改良的 efootprint、TLCAM 等。

由于软件使用的数据库有较强地域依赖，建立适合中国国情的数据库是 SAF 生命周期评价面临的主要任务。目前，领域内主要应用的背景数据库有瑞士开发的 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期文献数据库 ELCD、德国的 GaBi 扩展数据库、美国国家可再生能源实验室的 USLCI 等，其中 Ecoinvent 是数据最全面、被运用最广泛、覆盖软件最多的数据库之一，其数据主要源于统计资料以及技术文献，具有涵盖了世界多国的汇总数据集。目前，中国自主开发的 LCA 数据库有四川大学和亿科环境共同开发的 CLCD，中国科学院生态环境研究中心的 RCESS，同济大学开发的中国汽车生物质燃料 LCA 数据库以及宝钢开发的 baostee ILCA。从数据安全角度看，中国需要建立包含能源植物、炼制工艺、副产品、仓储运输等的数据库。

当前国际上对 SAF 可持续认证经验已经非常丰富，中国民航大学、清华大学、北京航空航天大学等多家国内科研机构长期从事生物燃料可持续认证方面的基础研究工作，道路生物质燃料的可持续认证方法研究也很成熟，然而针对航油该特殊的生物质可持续燃料的认证方法研究却不

多。主要是因为航油相对道路用油信息安全要求等级高，导致研究机构数据缺乏，而民航业的研究又相对薄弱。需结合中国国情，开展 SAF 可持续认证数据集成和数据库搭建，形成中国自主的可持续认证体系，加快推进绿色低碳航空发展。中国应开发 SAF 全产业链 LCA 模型（包括副产品固碳模型和土地利用评估模型），在国际标准的基础上创新中国 SAF 可持续认证标准。

建议和意见

为实现中国民航在可持续燃料方面的快速突破和后续的稳步推进，我们提出几点意见和建议。

确认证认主体，组建认证体系。SAF 可持续认证需要先建立认证标准，然后确立认证主体，再制定认证要求和流程。在可持续认证过程中，需要依据可持续性认证指南对 SAF 进行审查。首先，当前中国国内还没有相应的审查机构。可持续认证要达到权威、科学、及时的效果就需要科研机构制定有效的认证指标和减排模型，并由民航局牵头发布达到权威的效果。因此认证主体也应是民航局下属科研机构或职能部门。其次，需尽快确定全产业链认证计划，明确可持续认证工作流程及相关管理要求。可持续认证过程中需要多部门的协调合作以及严格的审查工作，才能确保 SAF 的评估更全面、更准确，从而进一步与国际可持续认证计划接轨，实现互认。

搭建大数据追踪系统：SAF 全生命周期计算需要考虑全产业链的物质流和能量流。以生物质燃料为例，数据库要包含能源植物相关植被参数，SAF 炼制过程的化工工艺参数，航油储运参数，副产品固碳参数等信息，而中国 SAF 全产业链数



据收集和跟踪系统还不够准确和全面，无法为 SAF 全产业链、全生命周期碳排放评估提供支持。因此要依据 SAF 全生命周期排放评估各环节数据需求，由政府牵头，科研机构技术指导，联合林草行业、炼油行业、化工等行业，以及航空生物燃料产业链上下游利益相关方，如航空公司、炼化生产企业、航煤销售企业、行业协会等，提取 SAF 各生产阶段的数据，完善副产品固碳效果信息，评估副产品减碳贡献，有效支撑航空碳抵消市场机制的发展。实现全产业链耦合的数据库溯源追踪系统。保证 SAF 认证过程数据的完整性、有效性、可靠性，提高 SAF 可持续认证的国际认可度。开发既满足国际社会共识又符合中国国情的可持续航油 LCA 数据库，健全航空生物燃料相关行业的温室气体排放监测 / 报告 / 核查 / 认证体系。促进中国航空生物燃料的研发、生产和应用，保障产业持续健康发展。

十万吨油的资本赌局

文 | 王鹏 编辑 | 林喆

厦航于 2026 年 5 月发行了中期票据，其规模为 10 亿元，期限是 3 年，是国内航空业首单和可持续发展债券相挂钩的票据。它的创新之处在于在交易结构设计上，融资成本锚定节油绩效目标的实现。倘若 2026 年厦航节油量超过 10 万吨，那么债券就按照既定利率来还本付息。要是预期的目标没有达成，第三个计息年度债券的利率就会向上调整 15 个基点。这种运用市场化方式来促使企业落实节能降碳目标的创新做法，打破了传统融资成本只看财务报表和信用评级的逻辑，将外部性的环保目标转化成为内部的核心财务考量。

▼ 来源：厦门航空



联合赤道环境评价股份有限公司是国内处于领先地位的绿色金融与低碳环保领域第三方评估认证机构，在债券发行之前出具了独立的评估报告，着重审查挂钩指标的合理性、节油目标实现的可能性、利率上调机制是否具有约束力。该机构会在债券存续期间持续跟踪检测节油的进展情况并且进行独立验证，在 2027 年 4 月 30 日之前出具报告，以确保挂钩机制能够得到执行。

一笔与油箱深度捆绑的融资

烧上一吨煤油大概会产生 3.15 到 3.16 吨左右的二氧化碳，节油就等于减少碳排放。按照厦航的承诺条款来算这么一笔经济账。今年 1 月到 6 月，中国航油的价格整体波动是在 5450 元 / 吨到 9782 元 / 吨区间之内。6 月最新市场成交价以每吨 7800 元～8000 元计算，厦航节油 10 万吨意味着成本端可节省 7.8 亿元～8 亿元。2025 年厦航财报显示其净利润约 7.79 亿元，也就是说厦航两百架左右飞机天天高频起落辛苦运营一整年所挣得的利润，只要达成节油目标就能够从成本方面节省出来，相当于是白得一年收成。

要是对 10 万吨节油目标量级没有概念，可以这样来对比。正常情况下一架波音 737-800 飞机一年消耗燃油大概 6000 吨～8000 吨左右，不同飞行小时数和航线结构略有差异。10 万吨差不多能够保障十多架同型号飞机零燃油成本运营一整年时间。

有人会觉得就算没有达成节油预期目标，第 3 个计息年度的票面利率上调 15 个基点，没什么大不了。对于厦航来说，没有达到预期的话最后一年要多付出大约 150 万元的利息。厦航财务盘子里的这个金额或许不值得一提，但是真正的代价

可不是只考量财务数字。厦航是国内首单发行与可持续发展挂钩债券的航司，原本的意图是想要在资本市场树立绿色低碳先行者的口碑。节油目标没有达成就意味着 ESG 承诺实质性违约，这样一来，减碳停留在纸面上，运营效率低、内控不力等信用负面评价直接损害厦航在评级机构以及 ESG（环境、社会和治理）投资圈的公信力，这就会让厦航很难再获得低息绿色融资准入特权。

底气何在

展开之前得先回答一个问题，什么是 SLN（Sustainability-Linked Note，可持续发展挂钩中期票据）而不是传统绿色债券？传统绿色债券有着一个刚性约束，募集来的资金得专门用于绿色目录里面的项目，像可持续航空燃料设施、节能改造工程等。对于航空公司来说，最大的减排贡献不是来自某个单独的绿色项目，而是体现在每一天、每一个航班的整个运行过程。SLN 就解决了这个难题。它不限制资金的用途，可以用来补充流动资金、偿还存量债务、维持日常的运转，只要求发债主体在约定的期限之内交出能够被验证的绿色绩效。这就给很多整体朝着绿色转型但是没有单一绿色项目的高碳企业提供了渠道，能把整体战略转化成为融资优势。

外界或许会存有疑问，在代际技术没有较大突破时，航空公司是如何从机队运营中无端节省出 10 万吨油的？厦航 2024 年在低碳运行方面节约燃油已经达到了 9.70 万吨。将 2026 年的目标确定为 10 万吨，从数字层面来看仅仅增加了 0.3 万吨，可是得考虑到节油技术的应用正在逐渐接近边际效益瓶颈，每多节约一吨油，实际上都是对运营效率极限挖掘的成果，实现

起来的难度可不是仅仅通过绝对数字就能体现出来的。

为此，厦航构建了全流程减碳管理体系。在航班运行全生命周期中始终体现节油降碳理念，成为国内民航业可持续发展的系统创新。该体系运用“数智化”技术精准测算每一克燃油消耗，以期在守住安全底线的同时力争碳排最小，让每次起降皆含绿意。整个体系以飞机减重、机队优化、飞行计划、驾驶操作、地面协调和能源结构转型为核心。

行业测算的数据显示，窄体机客机每减轻重量 1%，一年的油耗会降低 0.7% 到 1%。减轻一公斤的重量，全年大概能够节省 120 升的航油。为了让飞机从源头进行结构性瘦身，厦航引入了新型复合材料，包括轻型座椅、玻纤集装箱以及椰丝座椅垫。机上用品也全都进行了轻量化的改造，比如说在客舱服务当中用竹浆纸巾来代替传统的纸品、全面推广使用环保材质的餐盒餐具，把机上杂志改用环保竹浆纸来印刷，根据航班的客座率精准地添加饮用水，有效地杜绝难降解垃圾的产生，从源头减少废弃物的总量。厦航还是行业里首个整批次更换轻质环保餐车的航空公司，每一个餐车能够减轻两三公斤的重量。

厦航还开展机队优化相关工作，其目的在于提升发动机的性能，并淘汰一批老旧且高油耗、大排量的飞机。退租 2 架 787-8，在 2023 年把 9 架飞机卖给中国邮政。到 2025 年 5 月，厦航联合上航、长安航退出 5 架 737 客机。先前已经退役的 757-200 被顺丰、西北货航、中航货运购买并改装成货机。对于机队中经济性不好或者机龄长的飞机，厦航采用退租、出售、退役的方式来进行系统性处置。同时又引进燃油效率更高的波音 787-9 梦想客机以及空客 A321neo 等新一代的机型，来践行绿色航空的发展。

做优飞行计划是厦航减碳体系从精细化管理朝着数智驱动跃升的核心所在。传统航班油量计算依靠飞行员个人经验和既定的公式来进行粗放式估算。由于需要考虑安全裕度，常常会多携带备份油量，这种宁可多也不能少的操作习惯致使油耗存在隐性浪费。航班多携带一公斤燃油会让飞机的起飞重量增加，进而在飞行过程中持续产生额外的燃油消耗，形成隐形浪费的循环。

厦航自主研发出首款国产飞行计划系统天枢，适配国产服务器以及信创环境。该系统能够智能推荐符合运行条件的最佳高度剖面，接入航班额外油智能推荐、进离场程序优化、灵活 CI 等，从多维度全方位进行智能优化燃油计算，推动节能减排。和天枢协同工作的是 10 余套由创新算法支撑的天玑智慧燃油管理系统，该系统围绕航班运行挖掘出 22 项节油的潜力点，每年节省燃油超过万吨。天玑依据海量历史数据以及实时运行参数，把飞行计划参数从粗放的机队级别精准地下沉到每一趟航班，让计划油量的制作更加贴合实际需求。

飞行操作节油方面，厦航在保障飞行绝对安全前提下，系统地挖掘潜在节点，构建连续爬升、连续下降、收襟翼高度优

做优飞行计划是厦航减碳体系从精细化管理朝着数智驱动跃升的核心所在。传统航班油量计算依靠飞行员个人经验和既定的公式来进行粗放式估算。

化、直飞航路选择等标准化节油操作的推荐模型。这些模型把最优化的节油方案以绿色运行推荐单的形式，在航前精准推送给机组人员，让他们在运行过程中直接使用，形成航前推荐、航中执行、航后反馈的完整闭环体系。在该体系下，每一次飞行都成为数据积累和学习优化的一部分。这种数据驱动的模式成效明显，仅仅连续爬升这一操作技术系统化推广，每年就能够节省燃油超过 2000 吨。将无形的驾驶经验转化成标准化、可量化、可复制的数据资产，使得飞行员每一个操作动作都成为精确可控的减碳贡献。

地面滑行、等待起飞、进近降落等阶段也存在着许多可以优化的地方。厦航优化机场滑行路线，提升跑道使用效率，每一架飞机能够更快完成过站流程，更加顺畅进出跑道。同时启用目视进近等新型进场模式，在气象条件允许时缩短进场时间，降低单架飞机燃油消耗。

加注可持续航空燃料是这个体系当中的第六个环节。前五个环节的核心之处在于节流，借助管理优化和技术创新来最大程度减少燃油的消耗。SAF 的应用属于开源，从能源结构来削减碳排放源头。厦航引进的新一代空客 A321neo 等机型已经获得了认证，能够使用高达 50% 混合比例的可持续航空燃料和传统航油混合起来飞行。和传统航空燃料相比较而言，由废弃食用油等生物质所制成的 SAF，全生命周期碳排放削减高达 80% 至 85%，远远超过了任何运营环节节油所能够达到的极限。

金融机构参与的内在逻辑

多家金融机构踊跃地对这次中期票据进行认购，这意味着市场普遍对标的资产表示认可，同时也关注到在交易结构层面挂钩机制的创新设计。资金方虽承受着利



润方面的折让，却仍然乐意积极地参与到交易之中，背后的驱动因素是需要深入研究的。众多实证研究表明，环境绩效良好的企业通常内部治理结构更为健全，运营效率更为高昂，尾部风险暴露的概率明显降低。资本市场同样也认可这个规律。

厦航此次的实践，乃是将隐性的运营能力转化成为显性的信用契约。每一辆餐车进行减重，还有驾驶舱操作环节当中的点点滴滴的节油，这些在日常运营里的精细化所取得的成果，在挂钩机制的框架之下具备了在资本市场上可以进行定价、可以进行交易的契约价值。10 万吨的节油量是关键的绩效指标，到 2027 年 4 月 30 日，联合赤道所出具的存续期跟踪验证报告会单独地去检验它最终完成的情况，到那个时候这笔债券实际的价值也将会展现出来。

厦航通过此次发债释放出了清晰的信号：当下民航业从增量扩张向着存量优化的阶段转变，运营效率在很大程度上决定着资本的定价。绿色减碳并非抽象的理念倡导，而是获取低成本资金、实现周期穿越的现实通行凭证。



▲ 华思清 摄

新疆本土航司 C909 飞机运营样本

文 | 陈姗姗 编辑 | 林喆

2025 年 12 月 30 日上午，一架尾翼绘有新疆艾德莱斯绸纹样的 C909 飞机从乌鲁木齐天山国际机场腾空而起，执飞 UQ3615 航班首航“乌鲁木齐—克拉玛依—和田”。那一刻，新海航航空集团旗下乌鲁木齐航空正式迈入“波音 + 中国商飞”双机队运营新时代。

半年后，乌鲁木齐航空订购的第三架 C909 已经就位。6 月 23 日，注册号为

B-659E 的 C909 飞机从南昌瑶湖飞抵乌鲁木齐天山国际机场。短短半年，三架 C909 相继入列，从“首架”到“三机编队”，国产支线客机正在天山南北书写自己的运营答卷。

织密航线， 把大美新疆“串珠成链”

航线是航空公司的生命线。伴随着 C909 飞机入列的是乌鲁木齐航空的航线版图持续扩展。

2025 年 12 月 30 日，乌鲁木齐航空的第一架 C909 飞机，开始执飞 UQ3615 航班（乌鲁木齐—克拉玛依—和田），正式开启其首个商业航班，在丝绸之路经济带核心区的常态化运营拉开序幕。

到 2026 年春运期间，乌鲁木齐航空的 C909 机队已经飞到了新疆的更多城市，重点执飞乌鲁木齐至喀什、和田、伊宁等疆内航线。

3 月 30 日，“乌鲁木齐—昭苏—喀什”航线成功首航；3 月 31 日，“乌鲁木齐—博乐—喀什”航线正式启航。两条南北疆骨干航线的开通，架起了南北疆便捷空中通道。

夏秋航季，公司又全新开通了富蕴—伊宁直飞航线，进一步串联伊犁河谷与阿勒泰两大重点文旅资源。

截至 2026 年夏航季，乌鲁木齐航空的 C909 已开通富蕴、伊宁、昭苏、喀什、博乐、和田等多个航点，串联起新疆多个重要旅游目的地和区域节点城市。

而随着 2026 年暑运的到来，高涨的出行需求对航空运力供给提出了更高要求。

乌鲁木齐航空第三架 C909 的及时入列，恰逢其时。暑运期间，公司计划在新疆区域投放 16 架运力，包含 13 架波音

737-800 型客机与 3 架国产 C909 客机，兼顾疆内通勤与跨省长途出行。公司计划运营 44 条国内、国际航线。

7 月，C909 飞机将执飞三条新航线：“乌鲁木齐—博乐—和田”（每周 1/3/5/7）、“喀纳斯—博乐—吐鲁番”（每周 2/4/6）、“乌鲁木齐—富蕴—喀纳斯”（每周 1/3/5/7），为南北疆旅客搭建便捷空中通道。同时，乌鲁木齐航空还计划新增“乌鲁木齐—鄂尔多斯—福州”“乌鲁木齐—天津—景德镇”航线，其中，鄂尔多斯、景德镇为公司自成立起首次通航的城市。

暑运期间，3 架 C909 则重点执飞乌鲁木齐至喀什、和田、伊宁、富蕴等疆内旅游支线，有效缓解旺季运力紧张局面，支撑“快进快出、多点直达”的便捷空中交通网，与波音 737-800 机队形成高效互补。

乌鲁木齐航空市场营销部副总经理

▼ 来源：www.bloombergchina.com



徐嘉良介绍，公司航线规划的运营逻辑很清晰——立足“航空+旅游”模式，以 C909 为支点，持续深耕疆内支线市场。“C909 具备良好的短窄跑道、高寒、高温、高原起降性能和抗侧风能力，特别适宜执飞疆内航段距离短、机场条件多样的支线航线。”

值得一提的是，首航次日开通的“乌鲁木齐—富蕴”航线，为滑雪爱好者打造了“空中快捷通道”，助力冬季冰雪旅游升温。从冬季滑雪到夏季避暑，从北疆草原到南疆绿洲，C909 机队正在将新疆文旅资源“串珠成链”。

让国产飞机“飞得好、飞得稳”

乌鲁木齐航空 C909 机队从“0”到“3”，只用了不到半年。而这背后，是公司全力保障 C909 飞机安全运营的底气。

在协同保障方面，乌鲁木齐航空自

2024 年 10 月起便启动了全方位筹备工作，公司组建了“C909 专项保障组”，建立 24 小时值班保障机制。中国商飞也派出现场支援团队进驻乌鲁木齐，双方在技术支持、航材保障、故障处置等方面紧密协同。

飞行部 C909 首批改装机长陈进强对此深有体会。作为公司第一批 C909 飞机改装人员，陈进强全程深度参与机型试飞、调机运行、应急撤离演练及验证飞行等关键环节。2025 年 12 月 30 日 C909 正式投入商业运行后，他严格执行操作流程，在日常运行中扎实积累飞行经验、精进驾驶技能。2026 年 2 月 25 日，陈进强凭借过硬的技术素养、稳定的心理素质与扎实的安全功底，成功通过 C909 单飞机长全流程考核。

“C909 在高温、高原及低温环境下均表现出色，”陈进强表示，“公司定期组织运行复盘会，系统梳理运行情况和保

障难点，这对一线飞行员来说是实实在在的支持。”

进入暑运备战阶段，运行控制部还组织签派员开展 C909 模拟机实训，在中国商飞新疆客户培训中心 C909 模拟机舱中，签派员全方位熟悉机型性能、操纵限制及各类空中特情处置检查单，重点设置夏季强对流天气、突发故障备降等实战科目。运行控制部还牵头制定暑运保障工作方案，统筹做好不利天气预报及信息发布、应急处置预案完善等工作。

把 C909 飞机“飞好、管好、运营好”，一直是乌鲁木齐航空当前及未来一切工作的核心。

记者采访不少乘客了解到，乘坐 C909 飞机最大的感受就是座位之间的空间比想象中要宽敞得多，腿部伸展起来一点都不局促，而全机最宽敞的座位，是在倒数第二排的安全出口位置。

飞机起飞后，直观的感受则是爬升很快，起飞滑跑距离很短，噪音比想象的要小，但后两排噪音稍大，因为与空客 320 或波音 737 飞机相比，C909 的发动机不在机翼下，而是在靠近尾翼的后端。

值得一提的是，乌鲁木齐航空的 C909 采用了公务舱+经济舱的两舱布局，这在同机型中较为少见。

而从丝路纹样衍生的视觉标识，到融入本土物产的客舱饮品，每一项服务细节都是乌鲁木齐航空“航空+文化”融合发展战略的注脚。公司还特别设计了 C909 专属姓名牌，将飞机正视图与“909”字样结合，并融入丝带元素，象征立足丝绸之路核心区、用国产飞机传递新疆文化。未来还计划在 C909 飞机客舱广播、餐食设计、视听娱乐内容中进一步融入新疆非遗、历史歌舞等元素，让每一次飞行都成为深入了解新疆的窗口。

对于 C909 飞机在新疆的运营前景，



▲ 来源：flightaware.com

乌鲁木齐航空也有了清晰规划。初期率先投入疆内航线的运营，重点覆盖冰雪旅游、文化探秘等特色市场。中长期来看，乌鲁木齐航空将继续以 C909 为核心，逐步开通更多连接疆内旅游节点城市的航线，以“国产飞机+边疆旅游”的特色组合，为“旅游兴疆”战略注入新动能。

新疆已成 C909 运营热土

如今，“坐着国产飞机游新疆”正成为越来越多旅客的出行新选择。这与包括乌鲁木齐航空在内的多家航司把 C909 飞机重点投放在新疆运营、串起越来越多疆内外城市不无关系。

由于新疆地域辽阔，城市之间距离较远，支线航空在连接疆内各城市、改善区域交通条件、促进区域经济发展等方面具有重要作用。

近年来，新疆支线机场的旅客运输量增长迅速，例如喀什机场作为新疆机场集团第一大支线机场，借助新疆文旅热，2024 年完成旅客吞吐量 493.4 万人次，同比增长 34.5%，展现了支线航空市场的强大发展潜力，未来随着疆内经济交流和人员往来的进一步加强，支线航空市场有

▼ 来源：skytraxresearch.com





▲ 王脊梁 摄

望迎来更大的发展空间。

而作为我国支线航空发展的高地，新疆也早已成为国产飞机的热土。除了乌鲁木齐航空，成都航空和华夏航空在新疆运营的 C909 机队规模已超 28 架，已经覆盖疆内全部运输机场。

以率先运营 C909 飞机的成都航空为例，自 2023 年 6 月起 C909 在新疆规模化运营以来，已经投入 C909 飞机执飞 60 条疆内串飞航线，并实现了新疆 29 个民用机场全覆盖，构建起以乌鲁木齐为核心，以喀什、吐鲁番、伊宁为基地的“一核三翼”支线网络。此外，还通过开通在新疆的高高原航线，进一步验证了 C909 飞机在高原场景下的可靠运行能力。

根据航班管家的统计，C909 在新疆的利用率也相对较高，并且出港最早和最晚航班经常都来自新疆。以 2025 年 11 月 25 日为例，C909 出港最早航班是 G54780，由若羌楼兰机场飞往库尔勒梨城机场，出港时间为 00:07；11 月 27 日出港最晚航班是 G54014，阿克苏红旗坡机场飞往喀什徕宁机场，出港时间 23:57。

经济带动作用也初步显现。新疆地

区 C909 飞机通航后，疆内支支互飞航班日均达 120 班，日均运送旅客 2 万人次，旅游需求被有效激活，从一个目的地到另一个目的地的时间也被大大缩短。

面对这一市场格局，乌鲁木齐航空 C909 首批改装机长陈进强从飞行运行和飞行技术管理的角度来看，认为是一件非常积极的事情。“多家航司共同在新疆运营 C909，为我们飞行队伍提供了一个宝贵的、近距离的同行交流平台。新疆的地形、气象条件具有典型性和复杂性，不同航司在飞行程序优化、特殊天气应对、高原机场运行等方面积累的经验，可以通过技术交流会、研讨会等形式进行分享，这对于提升整个 C909 机型在复杂区域的运行安全水平和运行效率非常有价值。”

未来，随着 C909 机队持续扩容，“疆内成网、出疆更畅”的航空新格局将加速形成。而当更多喷涂着艾德莱斯绸纹样的 C909 飞越天山，国产民机与新疆这片热土的融合将愈发紧密。

WAIC 2026 观察： AI 进入工业企业，还有几道关

文 | 刘影 编辑 | 林喆

10 万平方米，1100 多家企业，3000 多项展品，300 台具身机器人在踢球、搏击、上模拟产线……2026 年世界人工智能大会（WAIC）上，观众们举着手机，为 AI 的进步欢呼、录像、分享。世界模型、开源智能体、Token 经济、OPC……几乎所有正在升温的 AI 概念，在这里都有自己的舞台和拥趸。

今年 WAIC 扩容到“三地四馆”，笔者避开拥堵人流，先从地下一层的 H4 馆看初创团队打擂台，再到二楼 H3 馆看 300 台具身机器人各显神通，最

▼ 来源：新华社



后回到一楼 H1 馆看智能体大模型创新迭代，进入 H2 馆看超结点拼底层算力。世界人工智能大会连续举办九年，见证行业的深层蜕变：一味堆砌超大参数的论调日渐式微，深耕实体落地的实践愈发充盈；博眼球的炫技演示逐渐减少登场，扎根市场的商用实绩成为全场主旋律。

本届展会不仅用“AI+ 行业”回答“用在哪”，更多用“AI+ 场景”拆解了“怎么用”。但落地工业企业实现商用，AI 还有几道关？

当 AI 真实走进工业制造场景

去年的机器人还在展台上表演打架子鼓、倒果汁，今年的机器人都是认真“打工人”。智元直接把和京东物流合作的真实仓储作业场景搬到了现场，用轮式的精灵 G2Max24 小时不间断重载搬运码垛，无需人工轮岗、夜班值守，直接瞄准仓库“两班倒”的人力缺口；蚂蚁灵波搭了一间真实运行的“智慧药房”，乐聚夸父的三台机器人接到订单后自主分工，完成接单、抓药、打包全流程；千寻智能在“整理客厅”的指令下，让机器人自主完成非标准物品的识别与归位；而在汽车生产线上，它石智航“轮式底盘 + 双臂”的 A1 机器人正干脆利落地插拔着复杂的板卡线束。机器人从“炫技”走向“实干”，拼出同一幅图景：AI 已不再是概念，而是工业城市的基础设施。中国人工智能成果在各个领域落地生根，让农业更“智慧”、工厂更“聪明”、生活更智能。

浦江此岸，央国企带头智赋新质，全域焕新。中国商飞公司的大飞机智能运维项目入选国务院国资委央企人工智能战略性新兴产业高价值场景，并获授“百业智景”场



▲ 刘影 摄

景奖牌。该项目聚焦国产民机运行支持与维修保养实际业务，针对运维排故专业知识分散、故障链路复杂、跨岗位协同难度大等突出痛点，立足真实运维场景，以业务需求牵引技术研发，统筹运维业务、维修工程、数据治理、算法研发和系统开发

等多专业力量协同攻关，将分散的专业运维经验沉淀为可复用的知识资产，将单点人工智能能力整合为覆盖业务闭环的系统能力，有效提升国产民机运维保障的规范化、智能化水平。大飞机智能运维创新中心依托长期积累的航空维修经验和真机运行数据，推动人工智能技术全面融入民机运维全业务流程。

上海国际港务集团发布了全链条人工智能创新产品体系，标志上海港智慧港口建设由单点智能化改造迈入全域体系化智能重构新阶段。整套体系依照“数据 + 模型 + 智能体 + 应用”架构搭建，分为多层级技术底座与实体应用模块。依托这套全链条 AI 体系，上海港将进一步释放码头现有硬件产能，夯实集装箱吞吐量领先优势，持续强化上海国际航运中心的全球核心竞争力。

浦江彼岸，政府“百团百项”工程持续深化，重点支持大模型行业垂类示范与科学智能。上海依托“十五五”产业规划，首次在全国发布工业智能体规模化应用的量化考核目标，加速“AI+ 制造”深度落地。在前期政策体系基础上，上海每年投放 10 亿元算力、语料、模型三类专项券，企业申报补贴区间为 30% 至 50%，单个企业最高可获得 5000 万元资金支持，配合“百团百项”工程，持续夯实上海 AI 产业底层支撑能力。上海市经信委在官方发布会上明确产业落地硬性指标：聚焦集成电路、高端装备、汽车等核心产业，以十家头部样板企业为示范引领，一体化搭建工业智能体、具身机器人、工业专业语料、城市智算云协同体系，批量建设智能原生工厂。规划至“十五五”收官阶段，全市完成 10 万台人形机器人工业场景部署，规上工业企业工业智能体应用普及率超 80%。该量化目标填补了国内工业



智能体普及考核标准空白，标志上海智能制造建设从零散场景试点，迈入可量化、可考核、规模化全域推广阶段，持续巩固上海高端制造与人工智能双重高地优势。

▲ 刘影 摄

工业机器人迈入实用化落地新阶段

与人等高的智能机器人演示射门、搏击、捡拾衣物等拟人化操作，总能吸引大量观众驻足围观，展区内人头攒动、热闹非凡。但回归工业应用本质，行业商业化落地的核心逻辑早已跳出“极致智能、高度拟人”的噱头比拼，高频重复作业的稳定性才是工业机器人落地应用的核心标尺。

从技术研发到规模化商用，工业机器人需完整走完五大落地链路：实验室原理验证、现场 POC 试点测试、产线小批量试用、规模化推广落地、全周期运维保障。目前，行业正处于从试点探索向产线正式落地跨越的关键窗口期，褪去概念化

属性、走向实景化应用，成为工业机器人产业发展的核心主线。

工业生产场景容错率极低，单次作业的亮眼表现不具备实际生产价值，万次重复作业的稳定输出才是产业落地的核心门槛。依托技术迭代升级，工业机器人已在平板质检场景实现并线小批量商业化落地，设备连续作业成功率稳定维持在 99.99%，充分验证了工业级稳定作业能力。

业内人士表示，工业机器人投产无需追求超越人工效率，作业效率达到人工水平的 50% 至 60% 即可满足量产条件。凭借全天候不间断作业、无疲劳损耗的天然优势，机器人能够持续释放产能、优化生产效率，为制造企业实现降本增效。行业发展逻辑随之重构：相较于盲目研发通用化、全功能、高拟人化产品，聚焦 3C 上下料等场景清晰、需求明确的细分赛道，以简约、成熟、稳定的设备形态完成专项生产任务，成为产业落地主流路径。企业采购重心也同步转变，彻底摒弃对花哨功能的追求，优先看重设备的稳定交付与持续作业能力。

行业共识指出，工业具身智能正迎

来产业“GPT-3.5 时刻”，彻底告别早期的概念炒作与同质化探索，迈入实用化、落地化的高速迭代周期。当下机器人核心竞争力不再依托极致参数堆砌，而是聚焦场景适配性与综合性价比。产品落地真实产线后，可依托海量现场运行数据形成迭代飞轮，持续优化设备适配能力与作业稳定性。

与传统 AI 高度依赖算力迭代不同，物理 AI、工业机器人的发展核心在于真实场景的数据积累，通过人工示范操作、仿真模拟训练、现场运行反馈的闭环模式持续优化性能。在此发展逻辑下，行业已然摒弃“一机通吃、全场景适配”的研发思路，转而深耕各类细分制造工艺。现阶段工业机器人产品优先守住安全作业、稳定生产的核心底线，兼顾作业精度、生产节拍、设备可靠性等综合指标，稳步从展会中的概念展品、实验室中的试验产品，转变为赋能制造业转型升级的核心实体生产力。

Token 价格持续走低，企业 AI 成本为何不降反升

现阶段市场 Token 单价持续下行，但企业整体 AI 使用成本并未随之降低。行业普遍认为，AI 智能体（Agent）的规模化普及，彻底重构了传统算力消耗模式，这也是 AI 行业“降价不降本”现象的核心症结。

传统大模型依托一问一答的人机交互模式，算力消耗规律清晰、成本可控可查。与之不同，AI 智能体能够独立承接完整的闭环业务，例如撰写报告时，可自主完成资料检索、多模型调度、代码生成、迭代修正等全流程操作。作业过程中，智能体频繁自主返工、叠加冗余执行环节，显著增加了实际算力损耗，催生大量隐

性成本。当前，机器自主触发的智能体调用量已大幅超过人工调用量，算力消费主体完成从人工交互到机器自主运行的彻底转变，企业算力成本结构迎来根本性变革。

智能体独特的运行特征，进一步加剧了企业算力调度难度。相较于人工交互的规律性与可控性，智能体支持全天候运行，兼具碎片化调用、突发集中占用算力的特点。多智能体协同作业时，会瞬时批量激活大量运行环境，形成脉冲式算力消耗，让企业陷入算力配置两难困境：按业务峰值配置硬件资源，会造成日常设备闲置、资源利用率偏低；采用按需调配模式，又难以应对突发算力需求，极易出现算力不足、业务卡顿中断等问题。这也让兼具高弹性、高稳定性、无感切换的优质算力资源愈发稀缺。

针对行业算力成本高企的普遍痛点，业内提出“向外取、向内求”的双向降本思路，回归云计算削峰填谷的核心本质。对外联动国产芯片产业生态，盘活全社会闲置算力资源，扩充优质算力供给；对内深挖存量硬件资源潜力，优化内部算力调度机制，全方位提升现有设备的利用效率。

业内参考广告行业的成熟演进路径预判，按 AI 任务实际成效付费，将成为行业未来的主流计费模式。这就要求企业革新传统 AI 成本核算逻辑，摒弃单一以 Token 单价判定成本的粗放方式，统筹核算模型调用损耗、工具配套成本、智能体返工消耗、峰值算力储备等全链路支出。未来，完成实际业务目标的整体投入将成为 AI 成本核算的核心标尺，有效规避低价 Token 掩盖无效算力消耗的资源浪费问题，真正实现 AI 应用成本的精细化、科学化管控。

AI Agent 企业落地瓶颈凸显

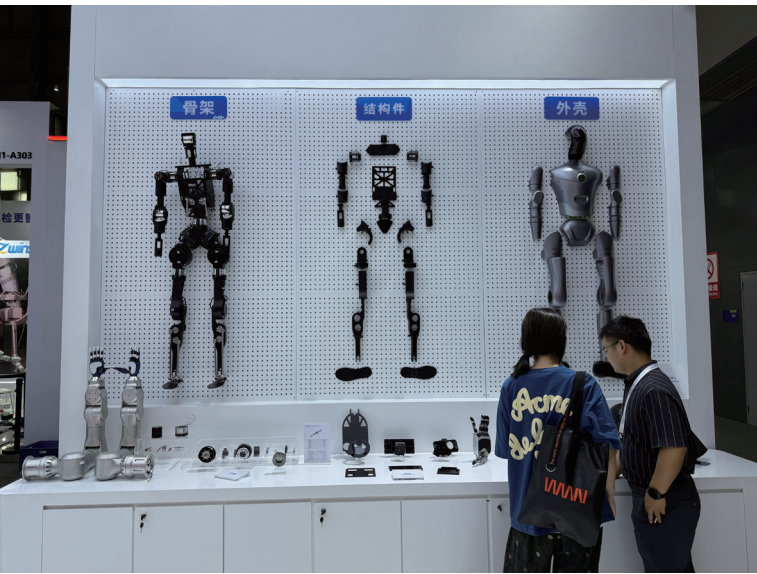
AI 智能体（Agent）产业化落地节奏持续加快，但企业规模化应用瓶颈正逐步凸显。当前企业对 AI 技术本身的认可度普遍提升，落地阻力并非源于技术不信任，而是受制于体系机制缺失。由于成熟的效果验证、权限授权与责任追责体系尚未完善，多数企业不敢将核心真实业务全面交



由智能体自主运行。

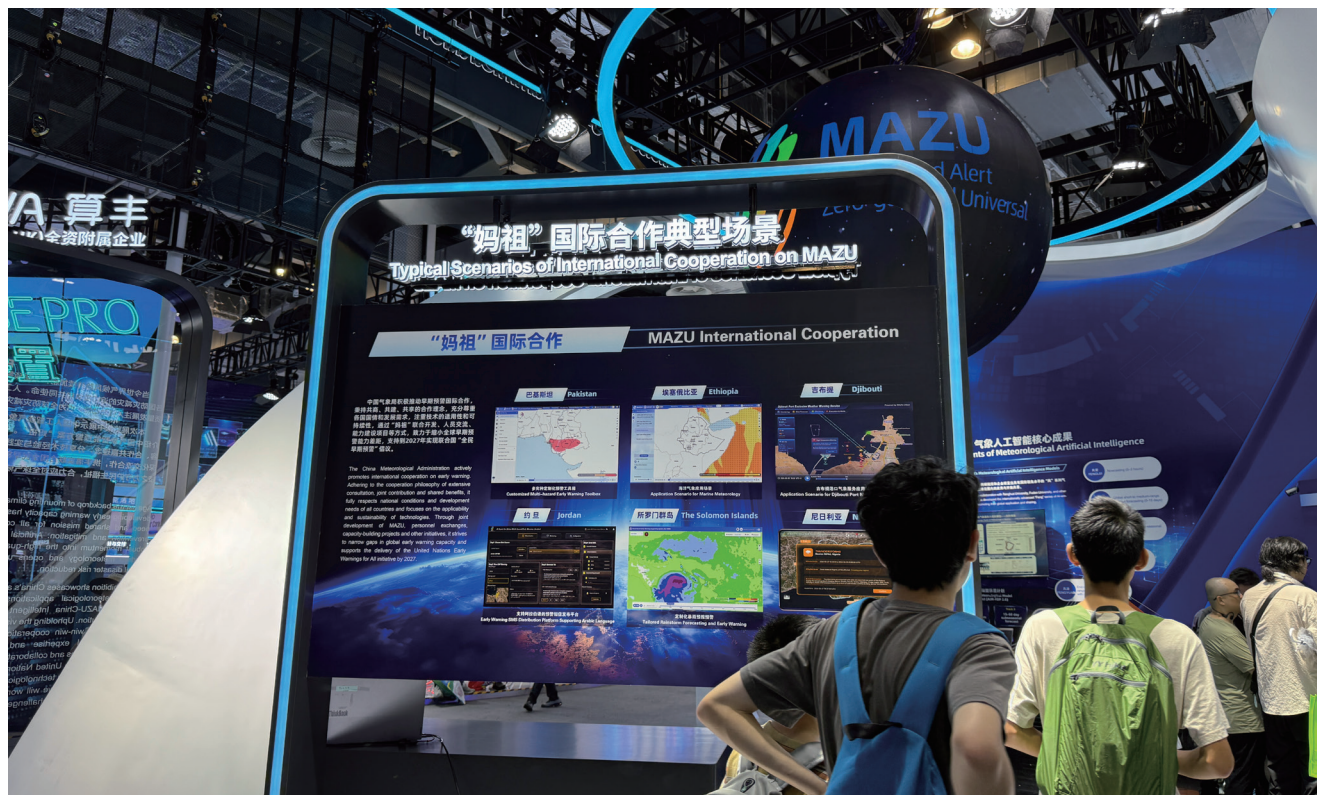
对大型企业而言，AI Agent 落地普遍需要跨越知识沉淀、系统适配、组织治理“三座大山”。无论是企业内部知识体系梳理、老旧业务系统兼容改造，还是人机权责规则的界定完善，均需要较长周期迭代，项目整体落地见效往往需要半年以上。与此同时，行业 Token 计费规则不透明、AI 使用成本难以预判等现实问题，进一步抬高了企业规模化落地的决策门槛与试错成本。

业内观点明确指出，企业 AI 落地的核心阻碍不在于技术能力，而在于组织机制与协作思维。目前多数企业的 AI 应用仍停留在单点工具层面，仅依托智能体优化末端执行环节，并未破除部门壁垒、精简冗



▼ 刘影 摄

▲ 刘影 摄



▲ 刘影 摄

余协作流程。这也导致 AI 带来的个人作业提效，无法有效传导、叠加为组织整体的效能增长。行业普遍形成共识：企业 AI 转型的核心不是简单的工具迭代，而是深度的组织重构，通过流程精简和剥离无效协作，建立适配人机协同的统一规划、执行标准与复盘管理体系。

人机协同存在清晰的能力与权责边界：AI 擅长替代标准化、重复性的执行类工作，但无法承担业务判定、权责界定、风险兜底等核心管理职能。随着基础执行性工作逐步被 AI 承接，企业核心竞争力将进一步聚焦人类独有能力，包括问题定义、风险研判、决策取舍与责任担当。展望未来，企业 AI 规模化落地的关键，不在于持续堆叠技术能力，而在于优先完成组织架构与权责体系升级，打通业务全链路协同壁垒，最终实现人机协同模式的规范化、长效化、规模化落地。

AI 从“天边”的神坛，走向生活的“身

边”，AI 从概念化的前沿探索深度渗透至实体产业，落地逻辑彻底告别空中楼阁，落脚于企业实打实的经营账单。行业当下的诸多矛盾极具共性：Token 单价持续走低，企业 AI 总成本却不降反升；机器人具备作业能力，规模化稳定进厂落地仍存阻碍；AI 智能体可独立完成方案撰写等工作，却难以输出可控、可落地的真实商业成果。

这场变革，发端于毛细血管，却正在重塑商业世界的经营逻辑。对企业而言，AI 产业的价值考核早已跳出模型参数与技术噱头，行业发展也迎来最核心的进阶阶段：所有技术迭代、算力投入、智能体部署，最终都要回归本质——能否产出可验证、可落地、可付费、可复购，且可追责的真实商业价值，这也是企业 AI 规模化落地、组织体系升级的核心终极命题。



本图由 AI 生成。

零度等温线： 云层里藏着的雷电高发陷阱

文 | 李世勇

编辑 | 张克农

国内某航司 A350 机组执行国内短途航班，全程气象雷达仅显示浅黄、淡绿色弱回波，无明显强对流云团。飞机平稳穿越 3000 米层积云时，风挡骤然泛起细碎蓝白色电光，机身轻微抖动，驾驶舱导航仪表瞬时跳闪。落

地后机务检查发现，机头雷达罩表层出现多处灼烧碳化痕迹。后续复盘航路气象数据，当时飞机正紧贴 0℃等温线飞行——这就是典型的弱对流型雷击，气象上无强雷暴征兆，但放电效应显著。

这类不伴随剧烈雷暴的雷击事件，绝大多数集中在 0℃等温线附近的特定空域。如今 A350、B787 等机型复合材料占比已超 50%，C919 复合材料结构重量占比约 12%，虽然整体占比不高，但其机头雷达罩、舵面等关键部位同样采用了复合材料，局部防雷击能力与传统金属结构存在明显差异。而在研远程宽体 C929 规划复合材料结构占比超 50%，未来运营将面临更大雷击防护压力。可以说，无论当下还是未来，摸清 0℃等温线附近的雷击风险规律，都已成为飞行机组的必备气象技能。

0℃等温线：云层内部的雷电生成核心区

全球民航雷击数据显示，约 83% 的

飞机雷击发生在 0℃等温线 2500 英尺(约 760 米) 至 5000 英尺 (约 1520 米) 区间，对应气温 +5℃～-10℃。该高度成为雷击高发区域，核心在于独特云内微物理结构：0℃以上云层以液态水滴为主，电荷活动平缓；远低于 0℃的空域只有固态冰晶，静电作用微弱；唯有 0℃等温线附近，过冷水滴、冰晶、雪花混合共存。对流气流持续扰动下，微粒反复碰撞摩擦，快速产生电荷分离：正电荷向云顶聚集，负电荷堆积在 0℃层云体中部，形成高强度云内电场（图 1）。

飞机进入电场后会改变空间电荷分布，诱发空气电离，绝大多数雷击并非闪电主动劈中飞机，而是飞行器自身触发放电。雷击高发高度为 3500 米～5000 米，恰好覆盖起飞爬升、进近下降两个操纵最复杂、安全压力最大的关键阶段，风险就会被进一步放大。

国内航线 0℃等温线季节差异极大：夏季南方常稳定在 5000 米以上，冬季北方可降至 2000 米上下，冬春起降阶段穿越临界层的风险显著提升。业内运行经验表明，飞机穿越混合云区、贴近 0℃层飞行时，雷击风险会明显升高——这与该高度层过冷水滴与冰晶混杂、易形成强电场的物理条件高度相关。

复合材料增多，现代飞机防雷电逻辑已经发生改变

复合材料时代，机组必须警惕隐形气象风险。新一代宽体机如 A350、787 等，复合材料使用比例都超过了 50%。飞机更轻、更省油，但机体导电能力却也明显弱于传统铝合金飞机，雷击带来的损伤特征和风险分布也随之改变。

传统金属飞机：天然导电，电流快

速扩散。传统铝合金蒙皮是良导体，雷击电流进入机体后，能够迅速沿着表面扩散、均匀导流，局部温度低、损伤范围小，一般不会造成明显的结构损害。

复合材料飞机：导电性差，容易出现集中损伤。碳纤维复合材料导电性能偏弱、不具备天然电磁屏蔽的能力，所以雷击电流很难快速扩散。容易在机头、雷达罩、翼尖、小翼、升降舵以及垂尾等突出部位形成集中的烧蚀、碳化和分层。这类损伤往往不容易被目视发现，但是却可能影响飞机的结构强度与气动外形。

电磁屏蔽效果减弱，航电系统风险上升。复合材料的机体对雷击产生的强电磁脉冲屏蔽效果下降，更容易对飞机的飞控、导航、通信等系统造成相关干扰，对飞行关键系统构成潜在的威胁。简而言之，新一代的复合材料客机，失去了金属机身天然防雷的保护特性。机组主动的预判和规避才是防雷击的关键手段。

飞行员视角：如何预判、识别与主动规避

对于一线的机组而言，应对雷击的核心并不是遭遇雷击后该怎么处置，而是提前避开 0℃等温线附近的强电场环境。

起飞前：预先定位“0℃等温线高度”。航前天气准备重点关注以下三项内容：高空风温图中标注的 0℃等温线的高度；高空气象图中所标注的积雨云、对流云的云底与云顶高度；航路 SIGMET 情报中关于雷雨、颠簸、雷击等相关天气的预警信息。

如果在起降或巡航阶段，需要长时间在 0℃等温线附近云中飞行，机组就必须要按照雷击高风险场景来做好预案。

空中：伴随以下 5 类信号出现，雷



▲ 图 2 | 圣艾尔摩之火

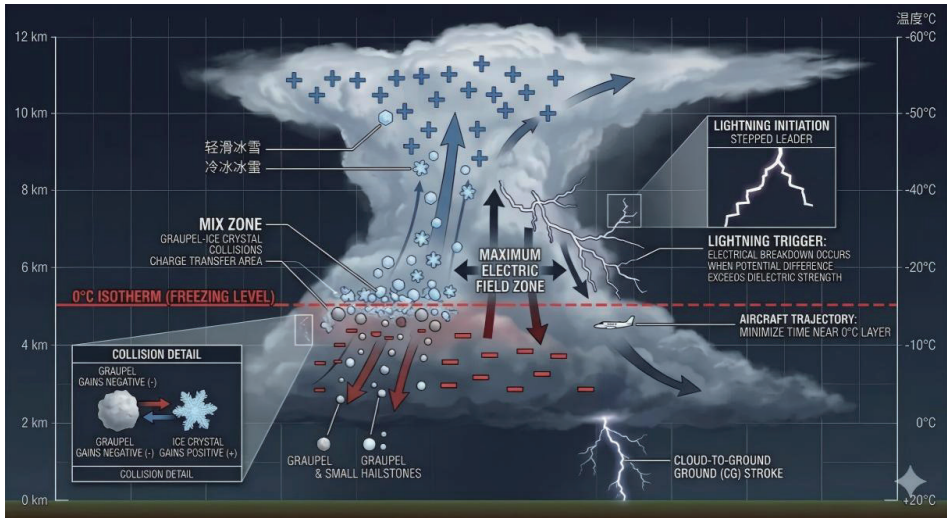
击风险将显著升高。

满足以下任意两项，机组就必须提高警惕，尽早地调整航路或飞行高度进行规避：所飞行的高度接近 0℃等温线；飞机在云中或云边缘飞行时，雷达回波显影呈现绿—黄色；飞行中出现轻到中度的颠簸；风挡玻璃上出现圣艾尔摩之火（蓝色电晕放电）(图 2)；环境湿度大、有降水或明显冰晶粒子。

圣艾尔摩之火是云层强电场的直观外在表现，不属于设备故障。它一旦出现，就预示着机身静电负荷达到高位，触发雷击的概率成倍增加，必须尽快脱离当前的高度层。

实操规避的四项原则。能绕就绕，不要进入强对流云区，即便雷达显示的回波不强也不要心存侥幸；尽量减少在 0℃等温线附近的云中停留的时间，尽量做到快速穿越、缩短机身在强电场中的暴露时间；如果实在无法避免在 0℃等温线附近的云中飞行，机组需要适当地减小飞机速度。这样可以降低飞机与冰

▼ 图 1 | 0℃等温线附近电荷分布图





本图由 AI 生成。

晶微粒的撞击频率，从而减少机身静电积累，降低触发雷击的概率。合理地调节气象雷达参数，重点监控近距离回波与云内结构的变化。

遭遇雷击后： 驾驶舱标准处置流程

若不幸发生雷击事件，机组需要按以下四步进行处置：保持稳定的飞行，稳住飞行姿态，禁止大幅度的粗暴操纵；快速检查相关的关键系统：飞控、发动机、仪表、电气、液压等系统是否有异常；及时向空管报告，说明遭遇雷击的位置、高度及飞机当前的状态；落地后需要开展全面的外部检查，重点核查机头、雷达罩、翼尖、小翼、尾翼等易遭雷击部位，确认无结构损伤后才可以放行。

结语

0℃等温线，是飞行员日常运行中最常见、也最容易忽视的雷电风险临界层。在复合材料飞机越来越普及的今天，雷击已经不再是“只有强雷暴里才会发生”的极端事件，而是可能出现在普通云层中的常态化风险。

作为一线的飞行人员，应该把 0℃等温线当作重要安全参考线。做到懂原理、会识别、早预判、早规避，这样就能把看不见的风险，变成可以防控、可以规避的安全程序。用扎实的气象知识筑牢防线，用规范的操作守护每一次起落，才是复杂天气运行的最优解。

中国天空的第一次商业心跳

文 / 陈伟宁 编辑 | 张克农

1931 年，当上海滩的霓虹灯在黄浦江畔闪烁，北平的胡同里飘着豆汁儿的香气，广州的十三行商贾依旧忙碌时，在中国广袤而沉寂的天空之上，一种全新的、属于现代文明的轰鸣声正悄然响起。

轰鸣声来自一架名为“容克”的小型飞机，它隶属于一家刚刚成立的公司——欧亚航空公司（EAC）。这家公司，如同一个横空出世的“混血儿”，背负着德国汉莎航空的技术雄心与南京国民政府打通内陆交通的战略渴望，在古老中国的天幕上，划出了第一条真正意义上的民用航空航线。

▼ 来源：<https://k.sina.com>



它的诞生，并非源于纯粹的商业冲动，而是一场交织着国家战略、国际博弈、技术引进与民族自强的复杂叙事。它的存续，见证了从民国黄金十年的短暂繁荣，到抗日烽火中的悲壮坚守，再到最终被历史洪流所吞灭的全过程。欧亚航空，作为中国天空的第一个商业开拓者，其短短十余年的生命历程，不仅是中国民航史的序章，更是一面映照那个时代中国命运的棱镜。

天空召唤与混血联姻

上世纪 20 年代末的中国，内忧外患，百废待兴。南京国民政府虽然在形式上统一了全国，但广袤的西北地区依然处于交通闭塞、信息隔绝的状态。传统的驿道、马帮和落后的公路、铁路网络，根本无法满足一个现代国家对高效、快速交通体系的需求。时任南京国民政府交通部长的是一位具有远见的官员，他敏锐地意识到，航空将是打破地理隔阂、巩固国家统一、开发西部资源的重要抓手。

然而，当时的中国既没有制造飞机的能力，也缺乏运营航空公司的技术和经

验，自主研发之路道阻且长，更加现实的路径是引进外资与技术。恰在此时，远在欧洲的德国正经历魏玛共和国末期的经济困境。1926 年，由多家德国航空企业合并而成的汉莎航空公司虽然技术实力雄厚，却苦于《凡尔赛条约》的限制，无法在欧洲大规模扩张其国际航线网络。东方的中国市场，尤其是那片几乎空白的广袤天空，成为汉莎航空眼中极具诱惑力的战略突破口。

一场跨越欧亚大陆的“联姻”就此酝酿。1930 年，经过多轮艰苦谈判，南京国民政府交通部与德国汉莎航空公司达成协议，双方共同出资组建一家合资公司。根据协议，中方（由交通部下属的中华航空协进会代表）占股三分之二，德方（汉莎航空）占股三分之一。公司定名为“欧亚航空公司”，总部设于上海。这一股权结构巧妙地平衡了双方的利益：中方确保了对公司的绝对控制权，维护了国家主权；德方则获得了在中国境内独家经营航空运输业务长达十年的特许权，并能将其先进的航空技术、管理经验和全球航线网络引入中国。

1931 年 2 月，欧亚航空公司在南京

正式宣告成立。它的诞生，标志着中国天空正式向民用商业航空开放。然而，这家公司的基因里，从一开始就埋下了深刻的矛盾：它既是南京国民政府实现“航空救国”理想的工具，又是汉莎航空拓展其全球商业版图的桥头堡。这种双重身份，将伴随它的一生，并最终在时代的巨变中走向分裂。

在荒原上开辟“空中丝路”

欧亚航空的开局，充满了理想主义的豪情，却也面临着现实的残酷挑战。彼时的中国，几乎没有可供飞机起降的现代化机场。所谓的“机场”，大都是城郊一片稍显平整的旷野，连基本的导航设施和气象站都付之阙如。飞行员们只能依靠目视飞行，沿着河流、山脉和铁路线辨认方向，其风险之大，不亚于探险。

公司的首任中方理事是后来被誉为“中国民航之父”的刘敬宜，而德方则派来了经验丰富的航空专家克尼平（Knipping）担任总经理。他们面临的首要任务，就是勘测和开辟航线。1931 年 4 月，欧亚航空的第一条试航航线——上海至南京成功开通。这条仅有 300 多公里的短途航线，在今天看来微不足道，但在当时却是石破天惊之举。它向世界宣告，中国自此拥有了自己的民用航空公司。

然而，欧亚航空的真正使命，远不止于连接沿海城市。它的核心战略目标，是打通一条纵贯中国东西的“空中走廊”。1931 年 7 月，公司开始向西拓展，开通了南京—洛阳—西安航线。这条航线穿越中原腹地，将政治中心与古都西安连接起来。但这仅仅是个开始，更大的挑战在于广袤、荒凉、气候恶劣的西北。

从 1932 年开始，欧亚航空的工程师和飞行员们开始了极具挑战的西北航线勘



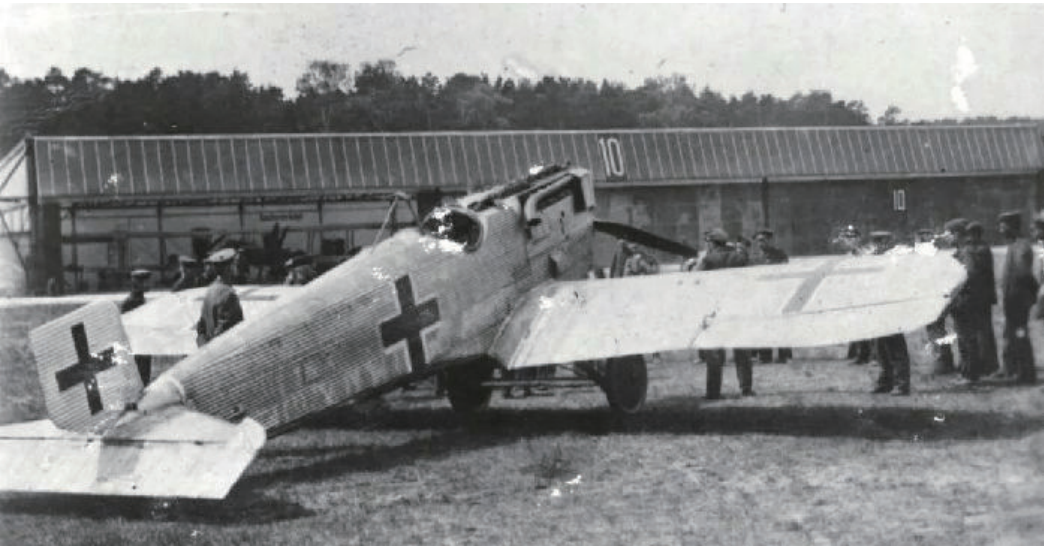
▲ 来源：<https://www.ccaonline.cn/>

测。他们乘坐简陋的汽车，甚至骑着骆驼，在甘肃、宁夏、新疆的戈壁沙漠和崇山峻岭中跋涉。一路上，他们要寻找适合修建机场的平地，要评估沿途的天气变化规律，要与当地的军阀和部落首领沟通协调，每一步都充满艰辛与危险。1933 年，西安—兰州段通航。1935 年，航线终于延伸至肃州（今酒泉）。1939 年，在抗战最艰难的岁月里，欧亚航空的工程师们克服重重困难，将航线拓展至哈密，并计划继续向迪化（今乌鲁木齐）延伸。

这条从上海出发，经南京、洛阳、西安、兰州、肃州，最终抵达哈密的航线，全长超过 3000 公里，被时人誉为“空中丝路”。它不仅是欧亚航空的生命线，更是战时中国连接内地与苏联的重要国际通道。在这条航线上，欧亚航空的机组人员不仅要面对变幻莫测的沙尘暴、强烈的侧风和稀薄的高原空气，还要时刻警惕地面不明武装的袭击。每一次起飞，都是一次对勇气和技术的终极考验。

为了支撑这条航线，欧亚航空在全国建立了数十个简易机场和无线电台。

▼ 来源：<https://history.ifeng.com>



这些设施虽然简陋，却是中国最早的民用航空基础设施网络。公司还从德国引进了当时最先进的容克 W34 和容克 Ju52 运输机。这些坚固可靠的飞机，成为欧亚航空的主力机型，在中国的天空上翱翔了十余年。

云端上“黄金十年”

在 1931 年至 1937 年“七七事变”前的六年里，欧亚航空迎来了其发展的“黄金时期”。尽管乘客数量有限（主要服务于政府官员、外国使节、富商和少数知识分子），但其最重要的业务是航空邮政。南京国民政府将国内大部分航空邮路都交由欧亚航空承运，这不仅为公司提供了稳定的收入来源，也极大地加速了信息传递的速度。一封从上海寄往西安的信件，过去需要数周时间，如今只需一天。这在很大程度上促进了国家行政效率的提升和经济信息的流通。

欧亚航空的客舱，也成为了一个独特的社会空间。能负担得起高昂机票（一张上海到西安的机票价格相当于普通工人 5 个月的工资）的旅客，非富即贵。机舱

内，西装革履的银行家与长衫马褂的士绅比邻而坐，金发碧眼的西方记者与身着旗袍的名媛共享云端时光。这里浓缩了那个时代中国的社会阶层与文化交融，也折射出航空旅行作为一种奢侈品的象征意义。

公司内部的文化同样呈现出一种奇特的混合状态。管理层由中德双方共同组成，日常交流常常需要翻译。德国人带来了严谨的规章、精确的时间观念和先进的飞行安全标准；中国人则以其灵活的处事方式和深厚的人脉关系，处理着与地方政府、军阀乃至土匪之间的各种复杂关系。这种文化碰撞有时会产生摩擦，但更多时候，双方为了共同的事业目标而努力磨合。欧亚航空的员工，无论是中方的地勤、报务员，还是德方的飞行员、机械师，都在这个特殊的环境中，成为中国第一代民航人的代表。

值得一提的是，欧亚航空还承担了部分航拍测绘和地质勘探的任务，为中国的资源调查和地图绘制提供了宝贵的空中视角。这些工作，虽然不为公众所熟知，却实实在在地为国家的现代化建设贡献了力量。

“驼峰”前哨与悲壮坚守

1937 年 7 月 7 日，卢沟桥的枪声打破了欧亚航空的发展蓝图。随着抗日战争全面爆发，中国的天空瞬间变成了战场，欧亚航空的命运也随之急转直下。

战争初期，欧亚航空的东部航线迅速被日军切断，公司总部被迫从上海内迁至西安，后又辗转至重庆。然而，正是在这一时期，欧亚航空的战略价值反而得到了空前凸显。随着中国东部沿海港口相继沦陷，国际援华物资的陆路通道变得异常艰难。此时，欧亚航空经营多年的西北航线，成为连接中国与苏联

的重要空中生命线。

苏联是抗战初期对中国援助最大的国家之一。大量的军火、药品、汽油等战略物资通过新疆进入中国。欧亚航空的飞机，开始频繁往返于哈密与重庆之间，承担起运送这些宝贵物资的重任。同时，它也是重要的人员运输通道，许多重要的政府官员、外交人员、技术人员甚至文化名人都曾搭乘欧亚航空的航班，在战火中穿梭。

然而，战争的阴影无处不在。欧亚航空的飞机在执行任务时，不仅要躲避日军的战斗机，还要提防地面高射炮火，遭受意外损失成为常态。据史料记载，到 1941 年，欧亚航空原有的十余架飞机，仅剩三四架尚能勉强维持飞行。机组人员也付出了巨大的牺牲，多位优秀的中德飞行员在执行任务时不幸殉职。

更为致命的打击来自国际政治格局的变化。1941 年 6 月，苏德战争爆发，德国与苏联进入战争状态。作为一家中德合资企业，欧亚航空陷入了前所未有的政治困境。南京国民政府对德方的忠诚度产生了严重怀疑，担心其可能向日本泄露情报，而德方人员也因母国与苏联交战，处境尴尬。

在这种背景下，南京国民政府作出决定：收回欧亚航空的全部管理权。1941 年 8 月，交通部下令，解除所有德籍职员职务，并将其遣返回国。同年 12 月，太平洋战争爆发，中美成为盟友，美国强大的航空力量开始介入中国战场，著名的“驼峰航线”随之开辟，欧亚航空的历史使命似乎已经到了尽头。

1943 年 3 月 1 日，南京国民政府正式宣布，将欧亚航空公司改组为中央航空公司（简称“中航”）。这个诞生于中德合作、成长于战火硝烟的名字，就此退出了历史舞台。它的资产、航线、人员都被新生的中航所继承。

永不消逝的云端初啼

欧亚航空的生命只有短短的十二年，但它留下的遗产却深远而持久。

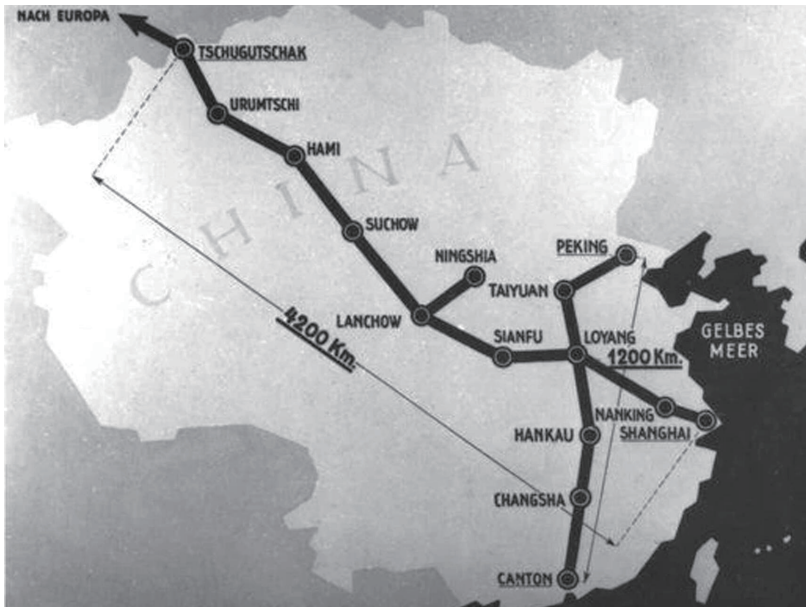
首先，它为中国奠定了民用航空事业的基石。它建立的机场网络、培养的首批民航人才、引进的先进管理制度和安全标准，都成为后来央航乃至新中国民航事业发展的直接源头。刘敬宜等欧亚航空的元老，后来都成为了中国民航界的核心人物。

其次，它证明了航空对于一个大国的战略价值。无论是和平时期的邮政通信、经济开发，还是战争时期的物资运输、人员转移，航空都展现出了无可替代的作用。这种认知，深刻影响了此后中国政府对航空业的重视程度。

最后，欧亚航空的故事本身，就是一个关于开放、合作与自强的寓言。它始于一次国际合作，却始终以维护国家主权为底线；它引进了外国技术，但最终目标是实现民族航空事业的自主发展。这种在开放中寻求自立的精神，至今仍有其现实意义。

今天，当我们乘坐着国产 C919 或波音、空客飞机，以每小时 900 公里的速度飞越当年欧亚航空需要数日才能穿越的航线时，或许很少有人会想起那个在荒原上寻找降落点的年代。但历史不会忘记，正是欧亚航空那架孤独的容克飞机，在 1931 年的中国天空上，发出了第一声属于中国民用航空的啼鸣。那声音微弱却坚定，穿越了战火与岁月，最终汇入了今日中国民航万米高空的澎湃交响之中。

这，便是中国天空的第一次商业心跳，一个不应被遗忘的开端。





● 胡占德（苦盖）



● 乌兰巴托



● 哈尔滨



● 符拉迪沃斯托克
（海参崴）



● 奥什



● 伊宁



● 乌鲁木齐



● 喀什



● 呼和浩特



● 北京



● 成都



● 重庆



● 南昌



● 上海



● 揭阳



● 广州



● 万象



● 河内



● 澳门



● 巴厘岛



● 美娜多

我愿伴你飞遍千山和万水

10 终如一
CS909: 2016-2026