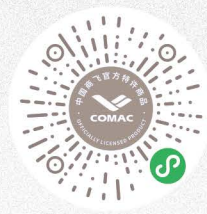


飞行日志本

C919款



[2024珍藏版]



119

大飞机 JETLINER

低空经济

- 高质量建设低空飞行服务保障体系
- 美国翼身融合飞机发展现状与启示
- 国产支线客机 ARJ21 架起中印尼空中友谊廊道



大飞机 JETLINER

05 May

2024.05 | 总第119期

ISSN 2095-3399

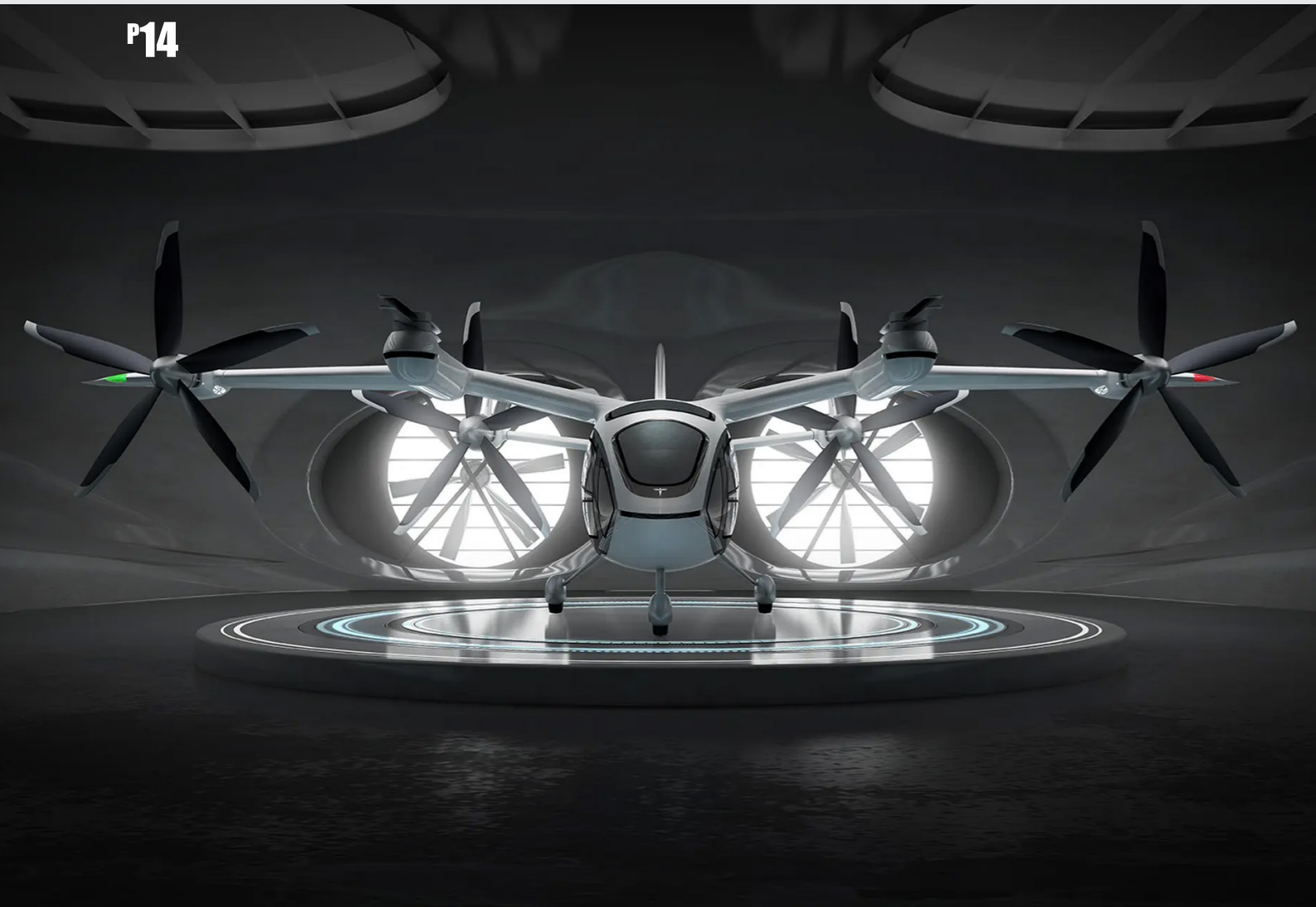


2024.05



图 | 杨金龙

P14



P29



P64



P47



P70



05 卷首语

05 eVTOL 将成为公共航空运输的有力补充 | 欧阳亮

06 资讯

08 特别推荐

08 成立“两机”专项论证委员会——《张彦仲传》摘编（六） | 归永嘉 李韶华 雷杰佳

11 封面文章

11 高质量建设低空飞行服务保障体系 | 宋志勇

14 发展低空经济体制机制优化思考 | 李艳华 周志青

19 低空经济“起飞” 万亿产业在望 | 欧阳亮

24 创新沃土育出发展“繁花”——深圳低空经济解读 | 张人尹

29 航空制造

29 美国翼身融合飞机发展现状与启示 | 陈济桁 欧阳天 姜廷昀 孙伟

34 空客或“温和”提升产能 | 张晋

38 从XB-1首飞看超声速飞机发展 | 董帽雄

43 另辟蹊径的巴航工业 | 静宇

47 航空运输

47 国产支线客机ARJ21架起中印尼空中友谊廊道 | 贾远琨 狄春

50 聚焦民航八大领域 助力经济提振 | 王鹏

54 亚太航空市场：2024年能否恢复到疫情前水平 | 王双武

58 中国航空公司的常旅客计划为何发展缓慢 | 赵巍

64 人物

64 “与国产大飞机一起劳动更光荣”——C919服务旅客的第一个劳动节 | 钱攀 宋梦菲

67 科普

67 两栖飞机为什么会有三次首飞 | 覃俊娥

70 漫话航空

70 加拿大商用飞机发展之路——世界商用飞机发展简史（十六） | 王思磊

73 恩平——中国航空文化的原点 | 欧阳亮

77 航空史上的5月 | 黎时

79 航空书屋

79 《翱翔云端的风筝》



▼ 本期导读

2024年夏天，最热的不是窗外晃眼的太阳，而是各地争先恐后发布政策、抢上项目的低空经济。从年初至今，作为新质生产力中最受瞩目的代表之一，低空经济已成为新兴产业的明星，不仅各地方政府频出政策措施，成立产业基金，划设试验区，各研制企业也频推新试验、新产品、新航线。

但是，低空经济尤其是eVTOL研制企业还需解决两个问题，一是安全性，二是续航能力。对于续航能力，只要对中国新能源汽车发展史有所观察的人，都不会有太大的担心，假以时日必能解决。安全性才是eVTOL进入市场的真正难题。以大型客机为例，相关统计数据显示，每百万次飞行会遇到1.121起事故，其中致命事故0.16起。这意味着，一个人每天乘坐一次航班，需要飞行2200多年才会遇到一起事故，25000多年才可能遭遇一次致命事故。eVTOL要将其安全性提升到这个程度，肯定还有相当长的路要走。



- 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。

大飞机

2024年第05期 | 总第119期 | 05月28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
副主任 谭万庚
委员 魏应彪 沈波 戚学锋
于世海 罗兴平
学术顾问 吴光辉

上海《大飞机》杂志社有限公司

总经理 程福江
总编辑 王刚
副总经理 徐显辉

总编室

主编 欧阳亮
执行主编 庄敏 林喆
副主编 柏蓓
文字编辑 哲良 张凯敏 郑小芳
美术编辑 卢之萍 刘晓雨

采访部

记者 李欣阳 李琰 赵婷婷 阳庭庭
摄影记者 管超 王脊梁 颜康植 张竞霄

商务部

广告总监 吴頔 021-20887110
发行主管 谭路 021-20887186

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 021-20887197
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 远闻（上海）律师事务所

卷首语

eVTOL 将成为公共航空运输的有力补充

文 | 欧阳亮

近两年，低空经济兴起，无人机送外卖、送包裹屡见不鲜，但eVTOL（电动垂直起降航空器）更吸睛也更具想像力。

今年2月27日，全球首条跨海跨城eVTOL航线在深圳—珠海间首次开通；4月8日，重庆梁平双桂湖光影广场，一对恋人在eVTOL旁求婚，随后乘坐eVTOL进行了一场“空中之恋”；5月，上海浦东国际机场，2吨级的载物eVTOL完成了一次特许飞行。

eVTOL已经来到我们身边？是，也不是，毕竟上述活动都属于试验，而不是普通民众买票就能乘坐的商业航空运输。参照公共航空运输，在国家相关法规及运行保障机制基本完善后，eVTOL要开展成熟的商业飞行，首先要有经过民航局适航审定合格的航空器，其次要有运营商，再次要有起降场地。在这三者中，场地问题和运营商都容易解决，一方面eVTOL不需要太大的场地，另一方面我国已有相对健全的通用航空基础，而且各方资本对投资低空经济也很踊跃，因此目前有待突破的就是航空器了。

事实上，在eVTOL航空器的研制方面，我国也已经打开了缺口。4月7日，中国民用航空局在广州为亿航智能EH216-S无人驾驶载人航空器系统颁发了生产许可证，这使EH216-S成为全球首个获得适航“三大通行证”的载人无人驾驶eVTOL机型，具备了量产的资质，为全面开展规模化商业运营奠定了基础。

3月22日，峰飞航空科技自主研发的V2000CG无人驾驶航空器系统获得由民航华东局颁发的型号合格证。这是全球首个通过型号合格认证的吨级以上eVTOL航空器。

上述两家企业的两款航空器，是中国众多厂家众多型号eVTOL的先行者。笔者相信，不用太久，就会有更多厂家的更多型号获得民航局的批准“集齐三证（TC、AC、PC）”并投入市场。在应用场景方面，虽然目前主要集中在城市空中交通（比如从浦东机场到外滩）和短途的城际交通（比如从深圳到珠海），但笔者认为，未来eVTOL的主要应用场景将是1000公里左右的飞行，eVTOL必将成为公共运输航空的有力补充。想想春运、国庆期间的高速公路，就会明白我们绝不会把eVTOL的使用局限在百来公里的范围内。

当然，要做到这一点，eVTOL研制企业还需解决两个问题，一是安全性，二是续航能力。对于续航能力，只要对中国新能源汽车发展史有所了解的人，都不会有太大的担心，假以时日，必能解决。因为早几年新能源汽车刚进入市场时，充电一次也只能跑两三百公里，但现在有多少型号的续航能力接近甚至超过了1000公里？eVTOL的发展也必将走这条路。

安全性问题将是eVTOL进入市场的真正难题。以大型客机为例，相关统计数据显示，每百万次飞行会遇到1.121起事故，其中致命事故0.16起。这意味着，一个人每天乘坐一次航班，需要飞行2200多年才会遇到一起事故，25000年才可能遭遇一次致命事故。eVTOL要将其安全性提升到这个程度，肯定还有相当长的路要走。

道阻且长，行则将至；行而不辍，未来可期。这一天的到来不会太远。



在应用场景方面，虽然目前主要集中在城市空中交通（比如从浦东机场到外滩）和短途的城际交通（比如从深圳到珠海），但笔者认为，未来eVTOL的主要应用场景将是1000公里左右的飞行，eVTOL必将成为公共运输航空的有力补充。



01



02



03

01 中国商飞召开深入学习贯彻习近平总书记重要指示精神专题研讨会

5月23日，在习近平总书记视察中国商飞公司十周年之际，中国商飞公司党委召开深入学习贯彻习近平总书记重要指示精神专题研讨会。本次会议的主要任务是全面贯彻落实习近平总书记关于大飞机事业重要指示精神，牢记嘱托启新程，担当使命建新功，为全面推进强国建设、民族复兴伟业贡献大飞机力量。

02 中国商飞成立16周年

5月11日，为庆祝公司成立16周年，中国商飞公司在总部及各下属单位举行升旗活动，并同步开展“大飞机爱心日”活动，弘扬“爱心翱翔、责任领航”的社会责任感。

03 国产大飞机C919商业运营一周年

5月27日，正值国产大飞机C919商业运营一周年，作为全球首家用户的东航正式接收新增订100架C919的首架机，东航C919机队规模增至6架。截至2024年5月27日，5架C919飞机累计执行航班2181班，总计商业运行飞行时间6090小时，承运旅客超27.6万人次。C919运行技术状态正常，安全飞行表现良好，日利用率等指标稳步提升，综合运营能力得到全面检验。

04 中国商飞一批先进集体和个人获全国和上海市五一表彰

5月13日，2024年上海市五一劳动奖表彰会暨先进事迹报告会举行。“2024年全国工人先锋号”中国商飞上航公司质量审核班组受邀参加。中国商飞公司上飞公司获上海市五一劳动奖状，3个集体获上海市工人先锋号，5名员工获上海市五一劳动奖章。

05 波音4月交付量为两年来最低

4月，波音商用飞机项目共获得7架新订单，包括2架777X、3架787-9和2架787-10；共交付24架飞机，包括16架737MAX、2架767-300F、2架777F、2架787-9和2架787-10。波音4月的交付量为2022年2月以来月交付量最低。截至4月30日，波音商用飞机储备订单为5646架。

06 空客4月交付61架飞机

4月，空客新增订单57架（3架A320neo、53架A321neo、1架A350-900），调减订单5架，净订单52架。4月交付61架（3架A220、22架A320neo、29架A321neo、1架A330-900、6架A350-900），1月至4月交付203架（2023年同期为181架）。截至4月底，储备订单量为8617架。

07 空客斩获沙特民航史上最大单笔订单

5月20日，沙特航空集团向空客订购了105架A320neo系列飞机，创造沙特民航史上最大单笔订单纪录。订单包括12架A320neo和93架A321neo飞机，预计在2026年一季度开始交付，由沙特航空集团旗下的沙特航空及低成本航司Flyadeal运营。

08 巴航工业交付第1800架E系列飞机

5月2日，巴航工业向约旦皇家航空交付第1800架E系列飞机，这是约旦航空订购的8架E2飞机中的第3架。约旦皇家航空目前运营4架E1飞机。

09 普惠PW545D发动机获加拿大交通部型号认证

5月9日，普惠PW545D发动机获得加拿大交通部民航局型号认证，该发动机将为塞斯纳Citation Ascend公务机提供动力。普惠表示，PW545D发动机采用先进混合器提高燃油效率，从而降低油耗和工作温度；该型发动机还配备全权限数字发动机控制（FADEC）技术，既简化发动机操作流程，也减少飞行员的工作负荷。

10 EASA: A321XLR将在几周内取证

5月23日，EASA表示A321XLR正处于取证最后阶段，最后工作是细节调整，无任何潜在问题，预计未来几周取证。不久前，FAA和EASA就A321XLR专用条件达成一致，这是取证前需满足的最后几个要求之一。A321XLR启动运营商伊比利亚航空预计将于第三季度接收首架机。

11 中俄重型直升机研制项目如期实施

近日，俄罗斯第一副总理丹尼斯·曼图罗夫宣布，中俄联合开发重型直升机项目正在按计划推进。2021年11月，中俄签署合同共同开发重型直升机。该直升机最大起飞重量38.2吨，飞行上限5700米，航程630千米，最高时速将达到300千米。根据货物放置方位的不同，最大承载能力为10吨至15吨。



08



09

成立“两机”专项 论证委员会

——《张彦仲传》摘编（六）

文 | 归永嘉 李韶华 雷杰佳

2012年1月16日，航空发动机与燃气轮机国家科技重大专项论证委员会正式成立。国务委员刘延东亲临会议动员，她指出，航空发动

机和燃气轮机具有技术密集度高、难度大、产业带动面广、军民融合性强这些鲜明的特点。所以，我们必须要进一步来探索市场经济条件下一种新型举国体制。不光是产业的发展，核心技术的突破，还要走出一条中国特色的创新之路。她说，现在国家对科技创新是舍得投入，但是如何把钱用得好？现在行业壁垒，部门分割，资源分散，低效浪费，这样的问题，是屡见不鲜。所以要通过这个来探索市场经济条件下新型举国体制，来促进资源整合提高工作效率。我们这次远期的重大专项，要走出一条新的路，在当前科技体制改革中应该走在前列。

万钢同志在1月16日的会上宣布了经国务院批准的论证委员会成员名单。张彦仲任主任，委员会由36位院士专家组成（见附件），其中副部级和中、少将以上专家10人，院士9人。苗圩同志宣读了论证委员会的工作职责，明确了委员会的职责和任务，提出了希望。

张彦仲院士代表论证委员会做了发言和表态，他深感国家把这一专项启动论证的重任委托给论证委员会，不仅是一种信任和期望，更是一种历史的责任，真可谓：使命光荣，责任重大。他代表大家表态，在论证过程中必须做到以下几点。指导思想要端正：要把握正确的方向，不能偏离中央的精神；要坚持自主创新，大力协同，军民结合，举全国之力办大事。奋斗目标要明确：不模糊，瞄准先进航空发动机和燃气轮机，

搞好顶层设计，总体规划；突出国家战略目标，使任务需求与技术推动相结合，进度指标可考核。发展重点要突出：集中突出重点任务，不包罗万象，摊子不能太大，力量不要分散。关键技术要准确：不要抓皮毛，要抓住核心、关键；要攻克压气机、涡轮、燃烧室、电调、集成匹配等核心部件；解决气动力学、热力学、结构强度、制造工艺、材料、控制仿真等一批关键技术；带动流体力学、热物理、化工冶金、电子信息、环境科学等基础学科的发展。技术途径要可行：不脱离实际，要符合国情，自力更生为主，不放过国际合作的机会。经费进度要合理：不漫天要价，也不搞“钓鱼工程”。实施措施要得力：不要轻描淡

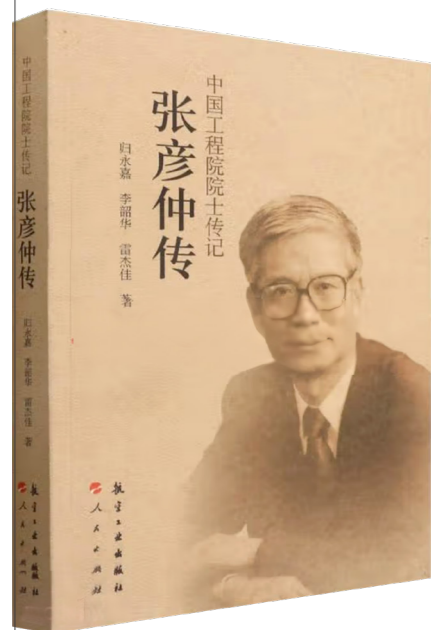
写，要切实加强薄弱环节，建立健全基础科研体系、配套试验设施，提高测试手段，抓紧人才培养。体制机制要创新：深化改革，建立社会主义市场经济下的新举国体制。风险因素能控制：充分评估国内外风险，制定较完备的应对措施。政策建议可操作：不泛泛一般，政策有针对性、可操作性，政策要配套。

在发言中他还表示，“论证委员会一定会本着‘独立公正、科学民主、求实创新、尽责保密’的四条原则，经过半年左右努力，提出一个思路清晰、目标明确、重点突出、关键准确、途径可行、措施得力、经费合理、机制创新、风险可控、政策配套的实施方案，提交国务院决策。”这次会议的召开，标志着航空发动机和燃气轮机重大专项的论证工作正式启动。

张彦仲能在全中国众多专家中脱颖而出，继任国家大型飞机重大专项专家咨询委员会主任后，又被国务院有关部门（科技部、工信部、发改委、财政部、总装备部、国防科工局、能源局等部门）协商一致同意，推荐他担任航空发动机与燃气轮机国家重大专项论证委员会主任，获得国务院批准，这是与他良好的人格魅力和能力素养分不开的。

张彦仲是剑桥大学博士，有深厚的数

奋斗目标要明确：不模糊，瞄准先进航空发动机和燃气轮机，搞好顶层设计，总体规划；突出国家战略目标，使任务需求与技术推动相结合，进度指标可考核。



——

航空工业只有把民用飞机发展起来，走军、民机协调发展的道路，才能真正强大。制造喷气支线飞机，国家没有经费，但他不怕困难，决定不要国家研制经费，走国际合作的道路，靠市场筹措资金。

——

理学术水平和世界眼光；他是中国工程院院士，有很高的工程科技水平，有长期在一线从事工程研究的经历；又做过大型企业一把手，有全面管理企业的经验；他长期从事航空系统工程和科技管理，参加过国家科技发展规划的制订，又有主持大飞机重大专项成功论证的经验。这些阅历，使他具备了执行政策、把握方向、协调全局、主持国家重大项目论证的优势。

张彦仲有战略眼光，能进行开创性的工作。在担任中航二集团总经理时，他认定航空工业要做强做大，必须走资本经营与实物经营相结合的道路，坚决主张实施主营业务的重组上市。他与同事们一道，在政策允许的框架里，突破旧公司法的限制，解决了保密难题，克服了十年“捆绑上市”受挫的阴影，经过两年奋斗，终于使“中航科工”在香港上市，成为我国第一家在境外主体上市的军工集团。他意志坚强，不怕困难，看准的事情，奋不顾身一定要干成功。发展民用飞机是航空工业一个大难题，40年来遭遇了一系列挫折，困难重重。他认识到，航空工业只有把民用飞机发展起来，走军、民机协调发展的道路，才能真正强大。制造喷气支线飞机，国家没有经费，但他不怕困难，

决定不要国家研制经费，走国际合作的道路，靠市场筹措资金。经一年努力，将与巴西合作生产的喷气支线飞机送上蓝天，投入运营。

他思路清晰，有善于协调全局的能力。大飞机专项方案开始论证时，要不要造大飞机？造什么样的大飞机？怎样造中国的大飞机等问题，一直争论不休，非常难以协调统一。他与各位专家四处调查、征求意见，收集资料，严密分析，科学论证，找到合理的方案，并分别做好沟通工作。提出了“军民统筹，东西兼顾，内外结合，小先大后”的四大协调方案，得到了各方面及各单位的认可，上报国务院获得批准、实施。

张彦仲的水平和能力博得各界一致好评。有关领导就他任发动机重大专项论证委员会主任一事，征求师昌绪院士意见时，师老也说：“这个人选对了，张彦仲为人正派，办事公道！”

“雄关漫道真如铁”。航空发动机事业是我们兴举国之力，攻克的一个难关，攀登的一座高峰，是一项艰难的事业，也是一项伟大的事业。国家把主持航空发动机重大专项论证的任务交给了张彦仲，矛盾多、困难大、担子重，弄不好就难以完成解决发动机的瓶颈问题。对于时年72岁的他来说，是一个极大的挑战！张彦仲不怕矛盾，勇于也善于解决矛盾、克服困难。他表示：“既然领导把这个任务交给我，我一定与大家一起共同努力，把这个任务完成好，向中央和全国人民交出一份经得起实践检验和历史考验的答卷！”■

高质量建设 低空飞行服务保障体系

中国民用航空局党组书记、局长 宋志勇

低空经济是全球竞逐的战略新兴产业，是培育和发展新质生产力的重要方向。低空飞行服务保障体系是低空经济发展的基础，必须加快推进低空飞行服务保障体系建设，努力为低空经济发展提供有力支撑。

贯彻落实国家低空空域管理改革部署，积极推进低空飞行服务保障体系建设。低空经济以低空空域为依托，以各类飞行活动为牵引，低空空域管理改革和低空开放是低空飞行服务保障体系建设的前提，建设低空飞行服务保障体系是低空空域管理改革的关键

▼图 | moveelectric.com



图 | ehang

任务之一。2010年，国务院、中央军委下发了《关于深化我国低空空域管理改革的意见》，民航局贯彻落实意见要求，制定《通用航空飞行服务站系统建设和管理指导意见（试行）》，明确了飞行服务站建设管理基本要求。2018年，国家空管委批准在四川进行低空空域综合管理改革试点，形成以地方政府为主导、军地民三方共同参与的低空管理模式。民航局制定《低空飞行服务保障体系建设总体方案》，规划建设国家、区域和飞行服务站三级服务保障体系。2020年以来，低空空域管理改革试点扩大至湖南、江西和安徽等地。民航局制定专门文件，规范飞行动态数据传输、低空飞行服务系统技术要求和专业人员基础培训，构建无人驾驶航空法规标准体系。

随着一系列政策举措推进实施，我国低空飞行服务保障体系基本成型。截至

2023年底，全国建成通用机场449个，完成国家信息管理系统、7个区域信息处理系统和32个飞行服务站建设，上线民用无人驾驶航空器综合管理平台，实现低空飞行监管、服务全覆盖。

低空飞行服务保障能力全面提升，支撑低空经济蓬勃发展。随着低空飞行服务保障体系逐步建立完善，我国低空飞行服务能力全面提升，有力推动低空经济发展。

一是低空飞行法规标准体系逐步建立。按照分类管理的思路，一揽子制修订规章30余部，从根本上改变了套用运输航空标准监管通航的法规制度环境，极大地降低了通航运营发展的制度性成本。适应无人机产业发展需求，重点聚焦适航审定、安全运行、市场经营等无人机产业发展关键领域，建立健全无人驾驶航空法规标准体系。

二是低空飞行服务能力明显提升。持续提升通航情报服务能力，先后公布了432个通用机场情报资料以及全国范围低空目视航图。持续提升低空监视能力，建成了以北斗数据为基础，融合北斗短报文、广播式自动相关监视数据的通航北斗飞行动态信息服务平台。持续提升低空气象服务能力，为低空飞行活动提供及时、便捷、准确的气象情报服务。民用无人驾驶航空器综合管理平台提供无人驾驶航空器实名登记、适飞空域查询、飞行活动申请等服务。

三是低空飞行申请审批时效大幅提升。国家信息管理系统、区域信息处理系统与全国27个飞行服务站实现联网运行，提供“一次申请、全网办理、一站式审批”。目前，日常通航飞行申请时限由飞行前一天15时提出、21时前批复，缩短为起飞前4小时提出、起飞前2小时批复，应急救援、抢险救灾等紧急特殊飞行任务随报随批。

随着低空飞行服务保障体系的不断完善，我国低空经济蓬勃发展。2023年，通航作业飞行136万小时，近3年年均增速超过12%；无人机飞行2311万小时，同比增长11.8%。据有关机构测算，2023年我国低空经济规模已经超过5000亿元，2030年有望达到2万亿元。

适应低空经济发展新形势，以高质量建设低空飞行服务保障体系支撑低空经济高质量发展。与党中央对低空经济战略新兴产业定位以及未来巨大发展需求相比，当前我国低空飞行服务保障体系在基础设施布局规划、法规标准体系建设、有人机和无人机融合运行等方面还存在不少短板不足。民航局将切实增强责任感使命感紧迫感，立足当前、着眼未来，扎实推进低空飞行服务保障体系建设，更好服务我国低空经济发展。

一是强化低空飞行服务保障体系顶层

设计。面向未来千万级乃至更大规模无人机和有人机融合飞行需求，制定实施国家低空飞行服务保障体系建设总体规划。强化与国家有关部门的协同，进一步理顺行业内部职责分工，推动形成低空飞行服务保障体系建设合力。推动优化完善与低空飞行密切相关的国防安全、公共安全以及低空飞行安全责任体系，通过建设低空飞行服务保障体系，为各方落实安全责任提供技术保障。

二是健全完善低空飞行服务法规标准体系。按照《国家空域基础分类方法》，配合相关部门研究制定低空空域划设标准。加快推动飞行基本规则等涉及低空飞行管理法规的制修订。加快推进低空飞行服务保障领域相关安全管理、技术规范、基础设施、建设运行、数据管理等方面的法规标准研究制定，为低空飞行服务保障提供良好政策环境。

三是建设低空飞行国家综合监管服务平台。整合面向通航运行的国家信息管理系统、区域信息处理系统和飞行服务站三级飞行服务体系，以及民用无人驾驶航空器综合管理平台，建设低空飞行国家综合监管服务平台，将航路规划、空中避障、空域管理、交通管制等低空飞行要素高效贯通，逐步实现任务执行、资源配置、安全监管等“一站式”服务与监管。

四是持续加强低空飞行服务保障基础设施建设。引导支持地方政府完善通航机场、临时起降点、飞行服务站等规划建设。组织编制低空飞行航图，建立低空三维数字化网格化地理信息系统。加大低空飞行情报、气象等产品供给，强化低空飞行服务保障专业人才培养。优化适航标准、审定模式与技术，加快提升传统通用航空器和无人机适航审定能力。■

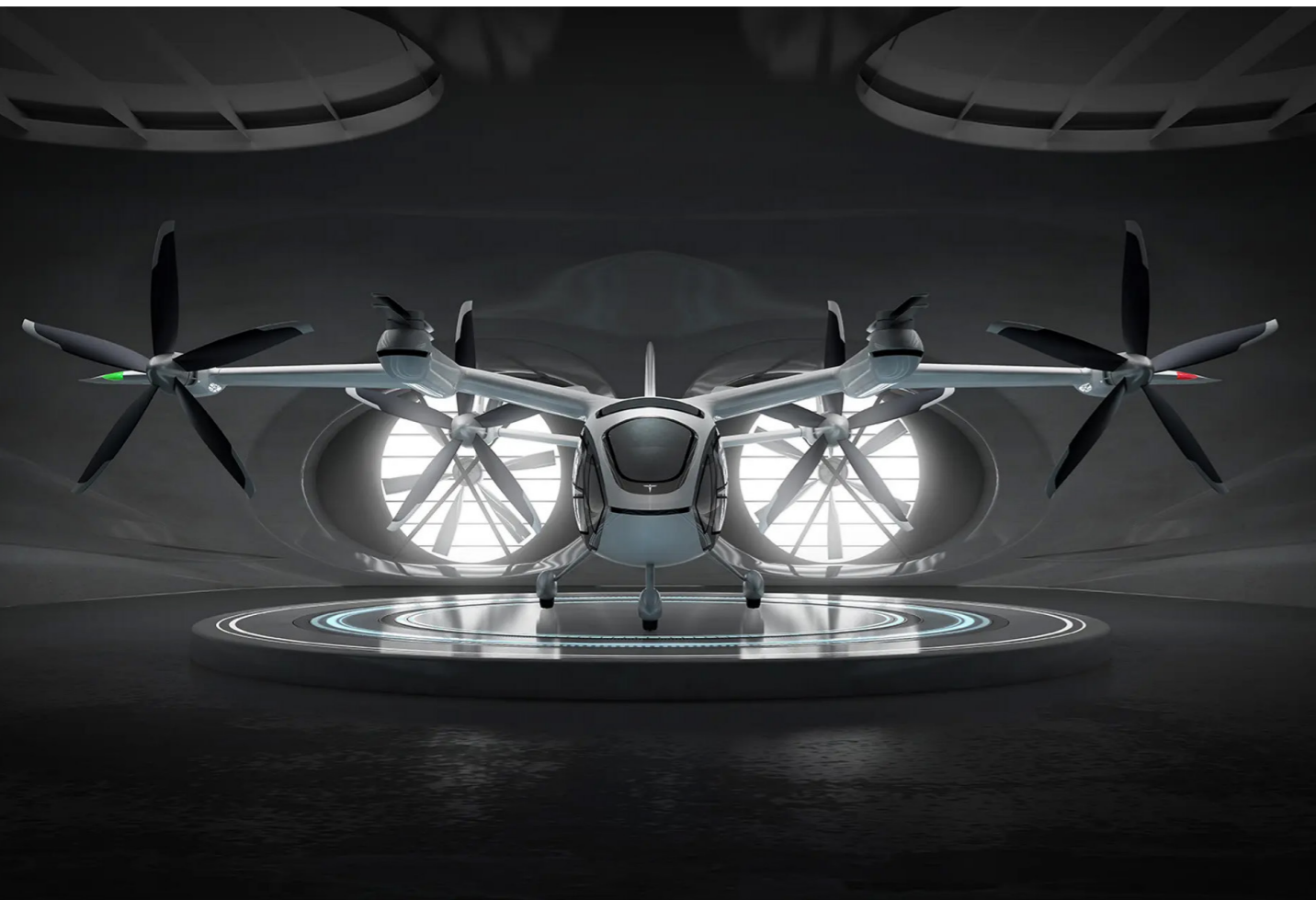


发展低空经济体制机制 优化思考

文 | 李艳华 周志青

低空经济是以各种有人驾驶和无人驾驶航空器在各类低空空域范围内实施的飞行活动为牵引，广泛体现于第一、第二、第三产业中，辐射带动其他产业融合发展的综合性经济形态。低空经济作为经济发展的新赛道，拥有万亿级市场空间和广阔的发展前景。2023年12月，中央经济工作会议提出，打造生物制造、商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业；2024年2月，中央财经委员会第四次会议强调发展低空经济。2023年，我国低空经济的市场规模已达到5000亿元人民币，到2035年将达到3.5万亿元。

▼ newatlas.com



低空经济的发展是推动产业结构升级、促进科技创新发展的关键动能，是推动经济发展的新质生产力。国家及各地陆续出台相关政策支持低空经济发展。2023年6月，《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》发布，成为推进低空经济发展的新契机。2024年1月，深圳市出台全国首部低空经济产业促进专项法规《深圳市低空经济产业促进条例》，为低空经济的发展提供了法律保障。目前已有近30个省（直辖市、自治区）将低空经济有关内容写入2024年政府工作报告，为低空经济的发展提供政策保障。

低空经济的主体是通用航空，其飞行活动具有机动灵活、快速高效的特点，可以为公共应急处置提供支持，另外警用、海关和部分军用航空活动也是低空经济的主要活动类型。通用航空主体构成繁杂多样，包括航空器制造商、维修商、文化产业、低空旅游产业等，以上主体共同参与低空经济的建设。

低空旅游、警用航空、航空应急救援等的高效运行都需要合理的体制机制设计，以释放低空经济市场活力，促进多元主体参与。低空空域是宝贵的自然资源，是国家及地区竞争的新领域，也是经济和文化活动的重要空间。对低空空域的合理开放利用、相关管理部门的协同合作进行具体的统筹规划，制定相关的政策制度，这些都需要合理规范的体制机制作为保障。

发展中的体制机制问题分析

低空经济作为经济发展的新引擎，其组织管理体制机制是推进低空经济发展的关键保障，市场体制机制是决定低空经济发展规模的关键，低空空域管理则是低空经济实施的基本环境条件。因此本文将分析低空经济在组织管理、市场管理以及低空空域管理等方面存在的问题，并提出相应的优化建议，为相关体制机制的设计提供参考。

在组织管理方面，低空经济主要涉及航空器研发、制造、低空飞行保障、空域管理、通信导航、维修等相关部门，涉及主体众多，但从管理的角度来看目前还缺乏清晰的部门归属。低空经济的主体是通用航空，通用航空的行政管理部门主要是民航局。民航局主要负责通用航空的运营和安全生产，另外兼顾维修和培训的资质认定、通用航空器（含无人机）的适航取证、运行监督等，但低空经济中快速发展和经济规模巨大的“暴发户”板块——通用航空器的研发制造并不归民航局管理。通用航空器的制造是拉动低空经济发展的关键，尤其是本土化通用航空器的制造，目前基本归属国家工业和信息化部装备二司管理。同时，通用航空器的运营，又因为航空运动方式的不同而归属不同单位管理，比如，通用航空应急、航空运动、航空旅游、航空喷洒分别受国家应急管理部、体育总局、文化和旅游部、自然资源部指导。

可见，低空经济涉及航空器制造业、航空器维修业、航空旅游业、空管部门等多个业态，相关业态的主体之间及内部组织管理程序复杂，存在主责部门虚化、职责不清的问题，不利于积极推动低空经济各主体协同发展。

在市场管理方面，当前我国通用航空市场准入门槛虽然有一定优化，但是还是比较高。比如，想要从事通用航空飞行的组织或个人，必须向当地飞行管理部门申请进行飞行，管理部门按照批准权限多层审批，经批准后才能实施飞行任务。目前，审批流程已经有改进，但是还是比较复杂，审批手段比较滞后，影响了市场的快速生长。

其次，《自由贸易试验区外商投资准入特别管理措施（负面清单）（2021年版）》规定，“通用航空公司的法定代表人须由中国籍公民担任，其中农、林、渔业通用航空公司限于合资，其他通用航空公司限于中方控股。”由此可以看出，目前低空经济投资主体相对缺乏，投资渠道不够丰富，在实际操作中，也较少有通过股票、债券等现代融资方式融资的案例。

另外，《民用机场收费标准调整方案》指出：“通用航空器使用运输机场的收费标准实行市场调节价。对于最大起飞全重在 25 吨以下的通用航空器，其收费标准可以参照运输航空机场收费标准执行。通用航空器使用通用机场的收费标准则遵循市场调节价。”通用航空业务种类繁多，此类价格调节机制仍显粗放滞后。

在低空空域管理方面，当前，我国的低空空域管理能力相较于发达国家仍有待提高，现行的管理体系尚缺乏对低空空域划设及安全、效率、经济性及公平性的评估，低空空域还未实现全面监管，而低空飞行安全是低空经济发展的基本要求，需进一步完善低空监管体制机制。尤其是低

空经济的主力军——无人机的快速发展，对空域提出了新的要求。当前全国无人机制造企业有约 2000 家、无人机运营企业有 20000 家左右。无人机是开展低空物流配送、发展城市空中交通的主要载体，但无人机数量增多后，空中交通的冲突也会增多，因此需要空管部门和地方政府部门共同建立健全无人机运行保障体系，为无人机安全运行提供保障。

促进体制机制优化建议

第一，完善低空经济的组织管理体制机制。目前我国低空经济的主要相关管理部门有国家低空经济融合创新中心、国家空管委、民航局、工信部、地方政府以及地方低空经济产业协会、低空办等，但是尚未明确各部门关于低空经济组织管理的具体职责分工。低空经济发展的主要要素包括市场要素、空域要素、政策要素、技术要素和安全要素。其中空域是关键，市场是根本，政策是保障，技术是支撑，安全是底线。

为保障低空经济安全运行、迅速发展，建议国家空管委统筹低空经济发展中的空域问题，包括军民航协同配合的相关问题；国家发改委统筹进行低空市场的培育、投

低空经济发展的主要要素包括市场要素、空域要素、政策要素、技术要素和安全要素。其中空域是关键，市场是根本，政策是保障，技术是支撑，安全是底线。

融资政策设计、市场激励政策的设计等；交通运输部民航局制定低空经济的相关发展政策，并协同配合工信部负责低空经济发展中的装备技术和安全运行问题，包括低空飞行器的设计、研发、制造、适航、运行、维护等问题。

建议地方政府鼓励引导低空经济工作小组、产业协会、高校、科研中心等建立低空经济联席工作机制，以实现信息共享，并共同商讨促进地方低空经济发展的关键举措，打造低空经济成为地方发展的新质生产力。当前，深圳算得上低空经济发展的“地方标杆”，组织机构上也靠前构建。2023 年 7 月，深圳市低空经济产业协会成立，负责宣传发布低空经济产业政策和相关信息、整合产业资源、优化资源配置、制定产业标准等。深圳的经验值得宣传、推广。

第二，完善低空经济的市场准入及相关市场机制。当前低空经济的主体是通用航空，无人机运行及产业链正在成为低空经济的主力军。鉴于此，低空经济的市场体制机制设计建议如下：

完善低空飞行审批流程。建议简化低空飞行审批程序，提高审批效率，并针对应急救援等特殊活动建立优先审批机制，以提高应急管理水平和为低空经济发展提供支持保障。具体而言，应当确立高效的“军地民”一体化协同管理工作机制，推动审批流程实现一网通办、一站式服务。审批要求由“报批制”逐步向“报备制”转变，特殊情况下实行“即报即批”。

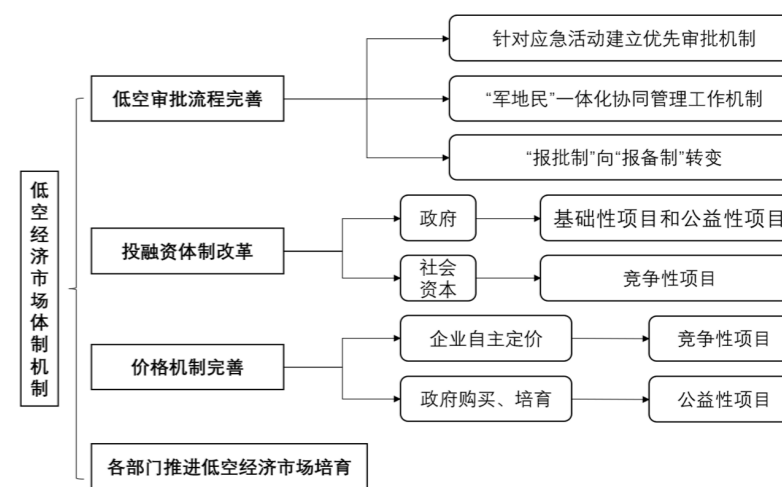
推进投融资体制改革。通用航空产业建设项目将被划分为竞争性项目、基础性项目和公益性项目；政府要集中于投资大型基础性项目和公益性项目，将竞争性项目的投资主要让位给民间投资者，增加市场参与主体和市场活力。建议通过制定相关税收政策鼓励社会资本通过直接投资、

融资租赁等方式参与低空经济产业投资；鼓励金融机构、保险行业加大对低空经济产业领域的投入，提供多样化金融产品，降低融资成本。

完善价格机制。加强分类管理，灵活价格机制。对于竞争性通用航空服务，遵循以成本和市场供求为基础的市场规律，实施企业自主定价，企业的收费标准则实行备案制；对应公益性的通用航空服务，加强政府培育，对具有公益性特征的低空应急救援、低空森林消防、低空抢险救灾等进行政府购买、政府培育，使这些产业度过初创期，稳步进入成长成熟期，提高低空应急救援服务水平。

推进低空经济应用前景探索。新质生产力的市场培养需要多管齐下，各部门共同努力。建议地方应急管理等部门加快推进低空飞行快速应急救援体系建设，探索建立政府部门、医疗机构、通用航空企业等的信息共享与联动救援机制，加强低空飞行在应急处置、医疗救护、消防救援等领域的应用；生态环境、交通运输等相关部门应大力推动支持低空飞行在农林灌溉、环境监测等方面的应用；地方交通运输部门应负责发展公务飞行、商务飞行、城际飞行、空中通勤、无人配送等领域的

图 1 | 低空经济市场体制机制设计



应用；地方文化广电旅游体育等部门应推进航空小镇、低空飞行营地等的建设，鼓励低空旅游、飞行培训、低空赛事等活动的开展。

综上所述，低空经济市场体制机制设计如图 1 所示。

第三，加强低空空域管理体制机制建设。低空空域管理体制机制的设计是低空经济发展的重要前提。低空经济的发展涉及国家空管委、民航局、地方政府及有关部门等多个相关主体，需要明确各方职责以及工作机制，以高效利用低空空域资源，激发低空经济活力。

建议国家空管委统筹负责低空空域的划设以及低空空域的动态划分机制，并按照《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》第十八条的相关规定，建立优先划设低空空域申请与审批机制，当无人驾驶航空器执行军事、警察、海关、应急管理飞行任务时应优先划设空域。国家空管委在统筹协调各级空中交通管理部门进行低空空域划设工作同时，着力解决实际工作中的问题，从而加快低空经济发展所需要的低空空域建设的进展。

建议民航局积极配合空中交通管理部门，设立工作小组与地方政府协调开展低空空域划分工作，并建立监督工作机制

对低空安全进行监管。民航局空管局借助 ADS-B 数据、飞行情报数据、通信数据等优势，与地方政府建立合理的“购买”机制，及时更新数据，充分发挥 ADS-B 在低空飞行中的作用，实现智慧监管。

地方政府与公安等相关部门加快建设低空空域运行控制中心、飞行服务站与监管平台，建立低空空域运行安全监督管理工作机制，维护良好的空域秩序。

同时，空管委、民航局以及地方政府等相关部门建立低空空域联席沟通工作机制，民航局空管局、空管办分别发挥总体规划、身份管理、审批等职能，地方政府则做好具体的飞行监控管理即飞行服务保障工作，融合管理通过 ADS-B 信息、北斗信息、4G、5G 信息等多路信息，和民航局空管局信息共享，实现分层分类的按需监管，促进民航局和地方政府形成合力，共同推动低空经济发挥新质生产力的作用。

综上，低空空域管理体制机制如图 2 所示。

低空经济是我国目前的发展“热点”，是促进经济发展的新动能。但是，低空经济的发展同样少不了组织保障、离不开旺盛的市场需求、必须要有基本的运行环境和条件。本文从组织管理、市场培育、空域管理等方面分析了目前低空经济发展中在体制机制上存在的问题，并针对性地提出思考，包括明确顶层设计、提高审批效率、灵活投融资机制、完善空域管理体制机制等，希望能服务于 2024 年写入政府工作报告的低空经济这一战略新兴产业的蓬勃发展。■

低空经济“起飞” 万亿产业在望

文 | 欧阳亮

2024 年夏天，最热的不是窗外晃眼的太阳，而是各地争先恐后发布政策、抢上项目的低空经济。从年初至今，作为新质生产力中最受瞩目的代表之一，低空经济已成为新兴产业的明星，不仅各地方政府频出政策措施，成立产业基金，划设试验区，各研制企业也频推新试验、新产品、新航线。一时间，低空经济激发的巨大想象空间，使其成为与近来最热的新能源汽车相媲美的新赛道。

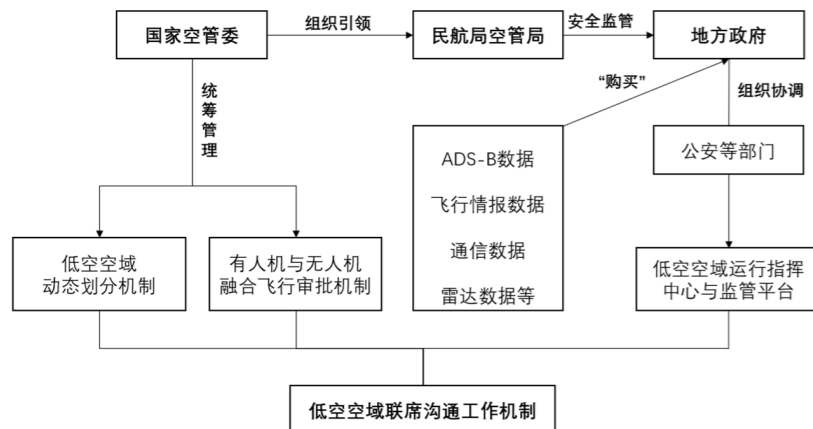
积极打造的新增长引擎

我国首提低空经济的重要性是在 2010 年。那年 11 月发布的《关于深化我国低空空域管理改革的意见》指出，低空空域是通用航空活动的主要区域，深化低空空域管理改革是大力发展通用航空、繁荣我国航空业的重要举措，是经济社会发展的必然要求，具有重大意义。

图 | flycarhome.com



图 2 | 低空空域管理体制机制设计



在那以后，我国对低空经济的认识越来越深入，各种政策措施也越出越多。2021年2月，《国家综合立体交通网规划纲要》出台，明确提出“发展交通运输平台经济、枢纽经济、通道经济、低空经济”，这是低空经济概念首次写入国家规划。

2024年1月1日，《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》正式生效。该条例是无人驾驶航空器领域的“上位法”，对无人驾驶航空器从设计生产到运行使用进行全链条管理，为着力构建科学、规范、高效的无人驾驶航空器飞行及相关活动管理制度体系提供了法制保障。

2024年2月23日，习近平总书记主持召开中央财经委员会第四次会议，研究有效降低全社会物流成本等问题。会议强调要优化主干线大通道，打通堵点卡点，完善现代商贸流通体系，鼓励发展与平台经济、低空经济、无人驾驶等结合的物流新模式。

在2024年3月召开的全国两会上，《政府工作报告》提出，要大力推进现代化产

业体系建设，加快发展新质生产力。积极培育新兴产业和未来产业。积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎。

2024年3月27日，工信部等四部门联合印发《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030年）》，加快通用航空技术和装备迭代升级，建设现代化通用航空先进制造业集群，打造中国特色通用航空产业发展新模式，为培育低空经济新增长极提供有力支撑。

在党中央、国务院的部署和推动下，各地也争相发布各种激励措施，推动本地低空经济的发展。

多点开花的试验

相信很多人都对今年2月在深圳—珠海间举行的一次eVTOL演示飞行印象很深。这是全球首条跨海跨城的eVTOL航线，由峰飞航空科技自主研发的5座eVTOL载人航空器“盛世龙”执飞。2月27日下午，“盛世龙”从深圳蛇口邮轮母港起飞，跨越珠江入海海湾，20分钟后到达珠海九洲

港码头。

由于有海湾阻隔，从深圳前往珠海，要么走虎门大桥，要么走南沙大桥，单程在2.5小时到3小时左右。对于商务人士来说，开车来回一次五六个小时，再加上办事时间，一个工作日就没了，而乘坐“盛世龙”来回，至少可以省下半天的时间。

关键是，乘坐eVTOL往返的成本还低。负责运营深圳—珠海间跨城跨海eVTOL航线的深圳东部通航相关负责人表示，在深圳—珠海点对点航线上规模后，预估市场票价在每人两三百元左右，这已经低于开车往返的费用了。

在上海，峰飞航空科技也创造了一个第一，其自主研发的2吨级载物eVTOL航空器V2000CG“凯瑞鸥”在浦东国际机场完成了一次特许飞行，这是吨级eVTOL航空器在4F机场（最高等级的机场）的首次试飞，也是中国低空经济发展的重大突破。

浦东机场是我国最重要的国际枢纽机场之一，2019年旅客吞吐量达7615万人次，货邮吞吐量达363.4万吨，是我国与国外连接的重要窗口。但浦东机场离市区较远，从上海市中心人民广场出发，驾车普遍需要1小时以上。如果旅客在浦东机场下飞机后乘坐eVTOL航空器，10分钟就可到达外滩、人民广场，将极大地提高出行效率。

在低空经济的热潮中，各地的试验不胜枚举，远不止以上两个案例。不过，在各种探索中，载人的演示飞行虽更令人瞩目，但载物的试验显然更具有可操作性。

4月29日上午，一架腾盾双尾蝎D大型四发固定翼无人机装载着四川省自贡市的首航礼物，从自贡凤鸣机场起飞降落重庆市永川区大安机场，航程218公里。然后，该架无人机再装载永川秀芽、永川豆豉等“永川老字号”产品，携带着永川的“土特产”及祝福飞回自贡凤鸣机场。

这是多发无人机跨省物流运输的全国首航，对于中国的电商企业和“剁手党”而言，这次试验的成功意味着更多的商品、更快的物流、更好的服务。

至于同城配送，那还是要数“天空之城”深圳。不仅在办公室点外卖能享受“空投”，即使带着孩子在公园玩，也能由无人机送来各种各样“熊孩子”所需要的东西。据深圳市交通运输局统计，2023年，深圳新开通无人机航线77条，累计开通航线156条，完成载货无人机飞行量超60万架次。

根据相关规划，到2025年，深圳将网格化布设600个以上低空飞行器起降平台，开通220条以上市内无人机航线，链上企业突破1700家，产值规模突破1000亿元大关。

应用场景争相落地

“我国低空经济之所以能在短时间内集中呈现出‘井喷’态势，相关产业链的成熟是最大的依托。”业内人士对记者分析道，近些年，在国家的顶层规划下，我国各地纷纷出台了推动低空经济发展的政策措施，增加了新航线，新建了起降点等基础设施，对无人机、eVTOL航空器的研发生产企业也多方扶持，“在各方合力之下，我国低空经济产业链日趋成熟，到了结果子的时候。”

在政策法规方面，除了上述国家层面的顶层设计之外，各地方政府也根据自身实际推出了具有本地特色的措施。据央视报道，目前已有17个省份把低空经济列为全年的重点工作，至于具体城市，那就更多了。广东省提出支持深圳、广州、珠海建设通用航空产业综合示范区，打造大湾区低空经济产业高地。广州市今年将推动低空经济产业园建设，建设大湾区无人

图 | dongfangqb.com



体系产业孵化基地。深圳相继发布了《深圳市支持低空经济高质量发展的若干措施》《深圳经济特区低空经济产业促进条例》。珠海提出加快发展低空经济，开通珠海至深圳、陆地至海岛载人无人机航线和无人机物流直航，打造中国航展“第二展示区”。

在《上海打造未来产业创新高地发展壮大未来产业集群行动方案》中，上海明确将低空经济作为未来产业发展重点之一，提出探索空中交通新模式，加速布局低空经济产业发展。

5月15日，南京举行低空经济发展大会，正式发布《南京市关于支持低空经济高质量发展的若干措施》，围绕长江大保护、医疗物资运输、科技文旅、低空快递等场景，划设了低空巡检、低空快递、低空医疗物资运输、低空观光、低空巴士五大类40条航线，力争推动该市低空经济发展水平稳居全国第一方阵。

在研发企业方面，民众比较熟悉的是大疆创新科技有限公司。大疆生产的无人机占全球消费级无人机市场的份额超过70%，尽管面临美国的制裁，但大疆凭借高性价比、高可靠性，仍然占据美国市场的80%。

因进行深圳—珠海跨海跨城航线演示飞行和在浦东机场进行特许飞行而引人注目的上海峰飞航空科技有限公司是研发生产eVTOL航空器的明星企业。3月22日，峰飞旗下的V2000CG无人驾驶航空器系统获得民航华东地区管理局颁发的型号合格证（TC），这是全球首个通过型号合格认证的吨级以上eVTOL。V2000CG最大起飞重量2吨，纯电动，自动驾驶，适用航程200公里，主要用于低空物流、紧急物资运输和应急救援等。

在V2000CG之前，亿航智能的EH216-S无人驾驶载人航空器已于2023年

10月成功获得型号合格证（TC），后又相继获得生产许可证（PC）和单机适航证（AC），成为全球首款“集齐三证”的无人驾驶载人航空器。亿航智能发布的财报显示，2023年，亿航智能交付了52架eVTOL。而从去年第4季度以来，亿航已与广州、合肥、武汉、无锡以及阿联酋等国内外客户签订了数百架eVTOL意向订单。

亿航董事长胡华智表示：“以PC为起点，我们将逐步扩大生产交付，满足不断增长的市场需求，将安全、可靠的无人驾驶载人航空器推向全球市场，为更多人提供安全、自动、环保的空中交通服务。”

在航线规划、起降点建设等方面，不仅上文提到的深圳有大动作，很多省市都有规模不等的投入。比如，重庆把巴南、永川、大足、梁平、武隆和两江新区6个区（开发区）列为该市首批低空经济先行区。其中，梁平、武隆等将结合现有的旅游资源，大力发展低空文旅。

以风投出名的合肥，不仅引进了亿航、迅蚁等eVTOL研发制造企业，而且出台了《合肥市低空经济发展行动计划（2023-2025年）》，提出把原骆岗机场建成低空融合飞行试验片区，最终把全市建成具有国际影响力的“低空之城”。

湖南株洲是我国最早布局中小航空发动机的城市，如今已经形成集中小航空发动机研发制造、通航整机制造、通航运营和配套于一体的全产业链。为发展低空经济，株洲围绕芦淞通用机场，落地了从风光游览到城市安防，从医疗救护到应急救援，从农林植保到电力巡检的多种应用场景。

未来：万亿级产业

“低空经济是新兴产业未来发展的重

要方向，具有创新引领、绿色低碳、数实融合等特点，要加强应用牵引，打造低空多场景应用示范体系，聚焦应用场景构建产业生态链。

更好地满足人民对美好生活的向往。”工信部相关负责人在2024年一季度工业和信息化发展情况发布会上表示，低空经济既是新质生产力的典型代表，又是培育发展新动能的重要方向，具有创新引领、绿色低碳、数实融合等特点，要加强应用牵引，打造低空多场景应用示范体系，聚焦应用场景构建产业生态链。

在任何产业的发展过程中，规模化都是最重要的一步。对于低空经济来说，飞一次两次，或者飞一条两条航线，那都只能说明技术的突破，既不能带来产业扩张，也不能降低成本真正服务大众，只有常态化、规模化，才能改变人们的出行方式，改变人类生活，改变世界。

当然，对于全球唯一全要素全产业链的国家，中国具有将新兴产业迅速规模化的天然优势。“我国本来就有良好的通用航空产业基础，又有庞大的市场，加上无人机、eVTOL在技术上已不存在瓶颈，相信低空经济的规模化、常态化离我们不会太远了。”上述业内人士表示。事实上，我国的低空经济规模已然不小。中国民航局发布的数据显示，截至2023年底，国内注册无人机126.7万架，同比增长32.2%，运营无人机的企业达1.9万家。

2023年国内民用无人机累计飞行超2300万小时，已获批建立的民用无人驾驶航空试验区17个、试验基地3个，覆盖城市、海岛、支线物流、综合应用拓展等场景。

在研制生产端，截至2023年底，我国无人机设计制造单位有约2000家。工信部的统计数据显示，到2023年底我国量产的无人机产品超过1000款，2023年，我国交付民用无人机超过317万架。智库赛迪顾问发布的数据称，2023年我国民用无人机产业规模达1174.3亿元（含制造、运营及服务收入），稳居全球首位，预计2025年将超过2000亿元，复合增速达30.5%。

eVTOL生产商也在全力拓展应用场景。峰飞航空科技除与国内城市签约外，还与巴黎机场集团签署合作协议，将于2024年巴黎奥运会和残奥会期间，在巴黎蓬图瓦兹的垂直起降机场进行试运营。今年5月7日，峰飞航空科技的2吨级eVTOL“凯瑞鸥”在阿联酋成功进行了首飞。

全球首架民用吨级eVTOL航空器的交付也是峰飞航空科技实现的——向日本AAM（先进空中交通）先锋运营商交付了一架eVTOL“盛世龙”。日方将用它来进行城市空中交通展示飞行，并全力推进在2025年大阪世博会期间实现eVTOL演示飞行的目标。

“当然，低空经济的未来也不会是一片坦途。目前来看，如何提高安全性是最大的担忧。比如eVTOL在人群密集上空飞行时，或者无人机在市中心密集楼宇之间飞行时，如何保障安全？这是需要我们进一步考虑的。”上述业内人士表示，低空经济是培育发展新动能的重要方向，前景是美好的，困难客观存在，肯定能克服，但肯定需要付出相当的努力。■

创新沃土育出发展“繁花”

——深圳低空经济解读

文 | 张人尹

培育锻造新质生产力犹如一场创新大赛，谁能在“种子期”率先发力、在“初创期”优化调整、在“成长期”不断完善，谁就能占得先机、赢得优势、把握主动权。

作为改革开放后首批对外开放的经济特区，深圳的创新基因与生俱来。在这里，新一代电子信息、绿色低碳、海洋经济……一个又一个战略性新兴产业和未来产业“开枝散叶”。如今，印刻在深圳这座城市骨子里的创新基因，正在推动低空经济发展过程中发挥着关键驱动作用。

图 | ishare.ifeng.com



飞起来的不止外卖

一边是近百米高的汇隆中心，一边是无人机频繁起降的外卖空投柜，身处其间的科幻感让人仿佛与现实剥离。虽然早已耳闻无人机在深圳的常态化运行，但看着无人机按部就班一架接着一架由远及近、从天而降，在输入取餐码轻松拿到无人机送来的外卖后，记者仍与很多人一样心生感慨：“太方便了！”

早在 2019 年，美团就已在深圳布局无人机产业。那一年，《深圳市民用微轻型无人机管理暂行办法》出台，美团无人机随即“落子”深圳。

“深圳是一片创新的沃土，完整的无人机产业链与良好的政策环境为美团无人机在深圳发展奠定了基础。”美团无人机公共事务负责人闫琰告诉记者。截至 2024 年 3 月底，美团“3 公里 15 分钟”的即时配送服务已在深圳、上海等城市 11 个商圈运营 28 条航线，累计完成订单超 25 万单。美团无人机服务于多场景、全天候的城市低空物流解决方案，在 2023 年初获得了民航局颁发的民用无人驾驶航空器运营合格证。

如今，美团无人机凭借自有场景、自研技术与平台运营保障，在深圳已经形成从研发到制造再到应用的全产业链，其最新成果——第四代美团无人机——工作寿命可达 3000 小时，电池的循环寿命达到

600 次以上。记者从美团深圳低空运行管理中心所在的汇隆中心高层远眺，深圳层峦叠嶂的高楼一眼望不到头。而在监视器上，一架架无人机正超视距飞行在道路与高楼交织而成的立体空间中，利用低空为深圳经济社会发展带来新活力。

除了外卖即时配送，无人机在深圳还有更多“打开方式”。

立足深圳，丰翼科技依靠“同城即时送”和“跨城急送”两款无人机物流产品，不断丰富应用场景。在宝安区，宝安区中心血站创新无人机送血模式，与丰翼科技合作开通无人机送血航线；在罗湖区，丰翼科技创新开通首条商用领域定制化物流专线，完成了黄金珠宝的店厂互通……215 条航线、80 余万架次飞行、400 余万公里飞行总里程是丰翼科技交出的答卷。

如今在“无人机之都”，完整的消费级无人机产业链已经形成，工业级无人机应用场景在智慧城市、空中巡检、测绘水利、应急救援等领域无限拓展。无人机应用场景“多点开花”，发展规模连点成线，为深圳低空经济发展打下了良好的市场与产业基础。

而企业先行先试的背后，是那双“看得见的手”在发挥作用。早在 2022 年底，深圳便率先发布了《深圳市低空经济产业创新发展实施方案（2022-2025 年）》。2023 年初，深圳把“低空经济”写入政府工作报告，为发展低空经济定下了敢为人

先的创新发展基调。今年2月1日,《深圳经济特区低空经济产业促进条例》正式实施,成为全国首部关于低空经济的地方专项法规。

目前,低空经济作为“20+8”战略性新兴产业集群和未来产业的重要一环,正以市级汇集资源、区级抓好落地为总体思路,形成各区错位发展的格局。紧抓低空经济地面基础设施这一建设重点,龙华区未来将新增40个以上低空飞行器起降平台及末端配送设施和35条以上无人机航线,年载货无人机商业飞行预计将达到30万架次;依托高新企业集聚优势,南山区积极引培低空经济产业项目,深入实施“总部研发+高端制造”产业发展战略;作为深圳航空航天产业的重要聚集地之一,宝安区正鼓励扩大通用航空在公共服务领域的应用范围……

深圳各区因地制宜,“小手拉大手”,吸引更多低空经济产业链条上的企业在深圳生根发芽、茁壮成长,培育更多低空经济新业态,合力把深圳建设成为全国领先的低空经济发展标杆。

新赛道上步履不停

低空经济的发展标杆为什么是深圳?当记者带着疑问经过深圳大大小小的街道时,公交站广告牌上的标语给出了答案:“深圳 奇迹之城 未来之城 创新之城”。

是创新,成就了深圳奇迹般的发展;是创新,赋予深圳未来的希望。经过40多年的发展,深圳从小渔村发展成为具有全球影响力的国际化大都市,“闯”的精神、“创”的劲头、“干”的作风造就了一个个生动的深圳故事。

“不出南山,就能造出一架完整的无人机。”从大学宿舍的萌芽到扎根深圳的

投入,大疆的故事耳熟能详。凭借创新产品战略,大疆不断推陈出新,其不断迭代的无人机产品发挥头雁效应,带动南山区乃至深圳市无人机产业全链条发展:生产制造、技术研发、商业应用、人才培养……目前,深圳的无人机企业超1700家,年产值达960亿元,占据了无人机发展的半壁江山。

在深圳低空经济新赛道上竞速的本土创新型企业各具特色、各有优势,东部通航便是其中之一。

运营管理超100个直升机场,飞行服务覆盖粤港澳大湾区“9+2”城市群,作为深圳本土企业,东部通航用一架架直升机建立了城市空中交通这一通航新模式。

“我们在大湾区各重要节点区域布局了直升机场等低空基础设施,初步构建起互联互通的低空飞行网络,能实现大湾区内30分钟低空飞行。”东部通航战略部总经理赵文娟表示。

作为低空经济发展的焦点之一,eVTOL(电动垂直起降航空器)具有成为未来低空交通主要形式的潜力。瞄准这一领域,东部通航已经上线国内首个低空出行服务平台——“空中的士出行”小程序,目前可一键预约直升机服务,未来将可预约以eVTOL为载体的各类低空飞行服务。

“我们希望通过逐步降低低空出行成本,让低空飞行成为人们常态化的出行方式”。

今年2月,东部通航与峰飞航空科技携手,在深圳蛇口邮轮母港进行了跨城跨湾航线的首次演示飞行,eVTOL、直升机、无人机通力协作,在不同高度的低空空域内执行演示、伴飞、拍摄等任务。这次融合飞行吸引了众多目光,很多人通过一场演示飞行看到了未来大湾区空中立体交通网的无限前景和城市空中出行的美好未来。

培育新质生产力,需要新技术、新产业,

更需要新体制、新政策、新环境。在深圳,企业步子迈得开,政策步伐也跟得上。

深圳在《关于发展壮大战略性新兴产业集群和培育发展未来产业的意见》中首次提出“20+8”战略性新兴产业集群与未来产业,将合力打造科技和产业创新高地;《深圳市支持低空经济高质量发展的若干措施》提出20项具体支持措施,推动低空经济高质量发展;全国首部低空经济立法,《深圳经济特区低空经济产业促进条例》进一步完善了低空经济产业发展的顶层设计、协同机制和政策举措。

2023年12月,全国首个标准化建设的城市空中交通运营示范中心在宝安区启用;今年1月,深圳市低空融合飞行示范区eVTOL首飞仪式在盐田区举行。作为强链补链的措施之一,深圳市区两级的“双招双引”政策形成了“强磁场”,吸引德国Lilium、亿航智能、峰飞航空等国内外eVTOL龙头企业汇聚深圳。

在《深圳市低空经济产业创新发展实施方案(2022-2025年)》中,深圳市交通运输局是全市低空经济牵头单位,统筹协调各部门和各级政府、行业协会、企业施展所长、同向发力。

当被问及创新驱动在深圳低空经济发展中的作用时,深圳市交通运输局低空经济专班负责人告诉记者:“创新的关键

“创新的关键在于市场需求。在低空经济发展中,企业对应用场景灵敏的嗅觉与政策及时跟进保障,不仅拉动了投资与就业,更在不断满足人民日益增长的对美好生活的需要。”

在于市场需求。在低空经济发展中,企业对应用场景灵敏的嗅觉与政策及时跟进保障,不仅拉动了投资与就业,更在不断满足人民日益增长的美好生活需要。”

从通用航空到无人机再到eVTOL,从通用航空产业综合示范区到民用无人驾驶航空试验区,作为创新之城,深圳正在低空经济赛道上步履不停地闯出一片新天地。

“百尺低空”更近一步

夜幕降临,深圳市交通局大楼内亮着的灯光与星光交织。

“低空经济发展速度快、战略地位高,初级阶段‘小步快跑’中的经济探索与制度改革需要层层铺开,不断与时俱进。”深圳市交通运输局低空经济专班负责人告诉记者,深圳低空经济发展也有“成长的烦恼”,“去年我们还在思考如何拓展低空经济应用场景,如今eVTOL的适航取证工作就已经取得新进展,低空经济发展形势可谓瞬息万变。在深圳,与低空经济发展有关的政策虽有发布时间安排,但不能一成不变,还有很多问题需要及时解决,这就要求我们不断调研、不断了解、不断调整。”

作为改革开放的窗口,深圳早在2021年就开始了低空经济的谋篇布局,利用无人机全产业链积累产业优势。在《深圳建设中国特色社会主义先行示范区综合改革试点实施方案(2020-2025年)》《关于深圳建设中国特色社会主义先行示范区放宽市场准入若干特别措施的意见》的指导下,顺丰、美团、东部通航等企业先行先试、前瞻布局,探索各类新业态,并不断根据市场需求调整运营模式,深圳的空中交通网络初具规模。

2023年6月,国务院、中央军委公布了《无人驾驶航空器飞行管理暂行条

美国翼身融合飞机发展现状与启示

文 | 陈济桁 欧阳天 姜廷昀 孙伟

2024年3月，美国航空初创企业捷零（JetZero）公司研发的12.5%缩比翼身融合布局验证机获得了美国联邦航空管理局（FAA）颁发的试飞许可证，即将开始为期三个月的飞行试验，它将为全尺寸验证机概念设计优化奠定基础。

图 | NASA

例》；2023年11月，国家空中交通管理委员会办公室会同有关部门起草了《中华人民共和国空域管理条例（征求意见稿）》；今年初，交通运输部发布了《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》；今年1月，2024年全国民航工作会议提出，要瞄准打造低空经济亮点，推动以通用航空和无人机产业为基础的低空经济蓬勃发展；今年3月，工业和信息化部、科学技术部、财政部、民航局等四部门联合印发《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030年）》……一系列国家层面的利好政策，让“先手出招”的深圳在谋划推动低空经济发展时方向更明、底气更足。

“低空经济是新质生产力的典型代表，将形成万亿元级产业规模。”面对低空经济的“热”，深圳却冷静地认识到，发展低空经济，市场是根本，安全是基础。

仰望天空，外卖餐品、黄金珠宝、医疗物资……市场化道路让更多东西“插上翅膀”飞上天空。深圳脚踏实地，建立央地协调机制、组建专家委员会、成立产业联盟，越来越多志同道合的伙伴携手共谋深圳低空经济发展。

其中，深圳市低空经济产业协会发挥着重要的桥梁纽带作用。“我们协会的会员中不仅有低空载客端、载货端的头部企业，还包括技术端、基建端、投资端、金融保险端的行业代表。”深圳市低空经济产业协会秘书长成涛告诉记者。2023年10月，《深圳经济特区低空经济产业促进条例（草案修改一稿征求意见稿）》（以下简称《条例》）面向各方公开征求意见，“其间，协会发挥优势，多次组织召开《条例》的意见征集会，汇总修改建议近180项，最后被采纳了50余项。”

记者了解到，目前深圳市低空经济产业协会的会员单位达到114家，其中企业106家、科研机构8家。大疆、美团等企

业以及粤港澳大湾区数字经济研究院、深圳市无人机行业协会等都是该协会会员。

如何确保安全始终是发展低空经济不容忽视的重要方面。“尽快建立安全运行体系、提升低空治理能力是地方政府推动低空经济发展的重要前提，既要提升对合作用户的飞行服务能力，也要强化对非合作用户的监管能力。”在谈及深圳低空经济发展如何更上一层楼时，深圳市交通运输局低空经济专班负责人表示，“异构高频次大容量的低空智能融合飞行将是深圳低空经济的发展方向。”

不断推动深圳低空经济可通达、可计算、可运营，深圳目前正发力构建支撑低空经济发展的“四张网”——设施网、空联网、航路网、服务网。

自2024年1月1日零时起，民用无人驾驶航空器综合管理平台（UOM）上线运行；此外，民用无人驾驶航空器航行服务提供方（USS）的运行模式正在逐步试点推行……民航局多项重要举措在专业性和安全性上为深圳低空经济发展提供了强力支撑。民航中南管理局、民航中南空管局以及民航深圳监管局、民航深圳空管站等也积极配合地方政府，参与指导低空智能融合基础设施和低空数字底座建设，为深圳低空运行安全保驾护航。

过去，土地是城市化和经济增长的关键生产要素；如今，“向天空要发展”成了共识。在采访中，无论是政府、行业协会相关负责人，还是企业负责人和专家，都不约而同地向记者传递了这样的观点：创新始终是发展的第一动力。朝着建成全国领先的低空经济产业集群和产业生态目标，深圳正阔步前行。只要创新基因在，未来的深圳低空就将有无限发展可能。■



翼身融合飞机的关键技术

翼身融合是指将飞机机翼和机身高度融合的全升力面飞机布局设计。与相同载重的“筒状机身-机翼”布局相比，翼身融合布局能够降低全机浸润面积，从而减少摩擦阻力，提高升阻比。近年来，在航空业全面绿色发展倡议下，翼身融合飞机优势进一步凸显：能够提高燃油效率，减少 20%~30% 油耗；与可持续航空燃料（SAF）结合使用时，碳排放量可下降 80% 以上；改变发动机布局方式，可将飞机噪音降低 15 分贝以上等。

从结构设计来看，翼身融合飞机质量分布与气动升力分布相近，因此能够降低机翼受到的弯矩，从而减轻结构重量。但由于翼身融合布局机身由传统圆筒形变为扁平矩形，在承受内部增压载荷时将引起高弯曲应力，其幅值比典型圆截面机身的表面膜应力高出三个数量级。与此同时，机翼传导的弯矩和机身纵向弯矩会使机身受力状态复杂化。因此必须突破轻质高强结构设计技术，同时还要克服翼身融合机身大跨度导致的结构失稳问题。

气动设计来看，现有翼身融合飞机方案一般机身较短，气动中心靠前，纵向配

——
翼身融合飞机优势：提高燃油效率，减少 20%~30% 油耗；与可持续航空燃料（SAF）结合使用时，碳排放量可下降 80% 以上；改变发动机布局方式，可将飞机噪音降低 15 分贝以上等。
——

平能力有限，起降时抬头力矩或低头力矩较大，容易造成失速或向下俯冲。为了解决这个问题，不仅要研发高效增升装置，也需要在气动布局方面进行优化调整。因此，有的翼身融合方案采用增长机身，机尾增加升降翼面等优化措施，但同样面临系统复杂、结构增重等问题，需要综合优化权衡。此外，由于翼身融合飞机发动机一般置于机身上方，这种方式会在机身上表面产生抽吸作用，干扰飞机气动流场，需要综合优化机身布局和发动机进气设计。

从飞控技术来看，翼身融合飞机质量分布和平面形状导致纵向、航向操纵能力偏低且容易静不稳定，对湍流反应灵敏。美欧国家设计了多种增稳技术和操纵舵面用于纵向、航向增稳与操纵，如复合式尾舵、V 形尾翼和矢量推力等，但大多处于概念阶段，并且控制能力有限，需要付出结构增重、损失巡航性能等代价。未来翼身融合飞机需要更加高效的增稳控制系统，从而为飞机提供足够的稳定性和增稳控制裕度。

由于翼身融合布局，非圆截面机身结构承受舱内增压载荷的能力弱于传统圆截面机身，且不再有中央翼盒平衡左右机翼弯曲载荷，若采用金属制造翼身融合布局机身，须增加结构厚度以保证结构效率、稳定性和疲劳性能，导致结构大幅度增重，抵消翼身融合布局在气动和推进效率方面的性能收益。复合材料兼具高比强度和 high 比刚度，与传统金属结构相比，复合材料结构可承受来自更多方向的载荷，同时减轻结构重量。使用先进复合材料是最大限度发挥翼身融合布局性能优势的必要前提。

此外，由于翼身融合飞机多为平滑结构表面设计，机身与机翼没有明显分界线，机舱加压区域还需同时承受巨大的拉伸与弯曲载荷，因此通过紧固件实现结构连接的技术方案将难以满足结构要求。这意味着大尺寸高可靠性复合材料结构制造技术

是发展翼身融合飞机必须攻克的难点。

翼身融合飞机的发展历程

1988 年，美国航空航天局（NASA）在一次学术研讨会邀请函中，向学术界和工业界发出疑问和挑战——“远程运输是否会推动空气动力学研究更进一步？”由此正式拉开了现代翼身融合技术研究的序幕，NASA 也成为推进翼身融合技术研究的主要机构。1989 年，麦道以 MD-11 客机为对比机型，推出早期概念方案。该方案采用筒状增压客舱，发动机安装在翼根处，对机翼—机身过渡区进行了修形，虽然翼身融合程度有限，但该机可搭载 368 名乘客，在 3000 海里航程下油耗可降低 23.8%，初步验证了翼身融合技术可行性。

1994 年，在 NASA 兰利中心资助下，麦道开展了 800 座级翼身融合客机方案设计。该方案采用大展长梯形机身，外翼段参考传统翼设计，并配备了翼梢小翼。全机翼展 106 米，发动机置于后机身上表面。1997 年，由 NASA、麦道、斯坦福大学组成的项目团队开展了翼展 5 米的 6% 缩比

无人验证机 BWB-17 试飞工作，以研究翼身融合布局的气动与操稳特性。

1998 年，波音收购麦道之后，继续在 NASA 支持下开展翼身融合飞机设计与完善工作，推出 450 座级 BWB-450 方案，与同级别 A380-700 相比，该方案全机最大起飞重量降低 18%，推力需求降低 19%，油耗降低 32%。

2000 年，在 BWB-450 方案的基础上，NASA 与波音合作研发 14% 缩比无人验证机 X-48A。该机主要采用复合材料制造，翼展 10.7 米，原计划 2004 年首飞。然而，由于飞控系统开发问题以及 NASA 优先事项变化，X-48A 项目在验证机制造完成前即被终止。2005 年，NASA 与波音启动 X-48B 研发工作，该机为 8.5% 缩比，翼展 6.4 米，旨在研究翼身融合飞机操稳性能。两架 X-45B 验证机于 2006 年进行了大量地面测试，并于 2007 年进行遥控首飞。2010 年，NASA 继续支持推出低噪声版验证机 X-48C，并于 2012 年成功首飞。

2015 年，NASA 支持波音继续对配套超高涵道比发动机的翼身融合验证机开展测试。结果显示，与传统 300 座客机相比，



图 | NASA

空客或“温和”提升产能

文 | 张晋

2024年4月30日，空客发布2024年第一季度财报。报告显示，公司第一季度各业务板块订单均表现稳健，其中宽体客机订单量更是表现强劲。但空客同时也在财报中指出，地缘政治和供应链的紧张局势仍在继续，这些都对后续空客飞机产能提升计划造成了一定的影响。

图 | Made in Alabama

一季度财报有力支撑全年计划

此次空客发布的2024年第一季度财报显示，公司民用飞机总订单量为170架（2023年第一季度为156架），由于没有取消订单，净订单数量与之相同（2023年第一季度净订单为142架）。截至2024年3月底，空客民用飞机储备订单数量8626架；空客直升机获得63架净订单（2023年第一季度为39架），主要是轻型和中型直升机。空客防务与航天业务订单总额为20亿欧元（2023年第一季度为25亿欧元）。

从营收来看，2024年第一季度，空

客综合收入同比增长9%，达到128亿欧元（2023年第一季度为118亿欧元）。一季度共交付142架民用飞机（2023年第一季度为127架），包括12架A220飞机、116架A320系列飞机、7架A330飞机和7架A350飞机。由于飞机交付数量的增加，2024年第一季度空客民用飞机业务收入较上一年增长13%。直升机业务方面，第一季度共交付50架，较2023年的71架有所下降，也使得该业务板块的收入较上一年降低9%。此外，空客的防务与航天业务板块收入增长4%。2024年第一季度，空客综合调整后息税前利润为5.77亿欧元（2023年第一季度为7.73亿欧元）。其中，与空客民机业务相关的调整后息税前利润下降至5.07亿欧元（2023年第一季度为5.8亿欧元），这主要是因为交付量增加带来的积极影响被略微不利的对冲利率和为未来发展做准备的投资所抵消。从现金流来看，公司综合客户融资前的自由现金流为-17.91亿欧元（2023年第一季度为-8.76亿欧元），主要反映了各项目执行力度加大导致的计划库存增加。综合自由现金流为-17.99亿欧元（2023年第一季度为-8.73亿欧元）。截至2024年3月底，总现金头寸为234亿欧元（2023年底为253亿欧元），综合净现金头寸为87亿欧元（2023年底为107亿欧元）。

鉴于公司一季度的良好表现，空客也已明确表示将保持年初发布的全年业务发展指导方针。根据该指导方针，2024年公司计划交付约800架民用飞机，公司调整后息税前利润在65亿欧元至70亿欧元之间；并购及客户融资前的自由现金流约为40亿欧元。

谨慎的产能提升计划

2024年伊始，空客的老对手波音一



直麻烦不断，对此空客 CEO 傅里在一次媒体采访中表示，“我对波音面临的一系列麻烦感到遗憾，这对整个行业都不利。同时我也对空客能在多大程度上加快生产交付速度持有保留态度，毕竟空客同样在供应链方面存在着各种各样的挑战。”此外，由于航空业的特殊性，傅里特别强调，“未来空客任何扩大产能的举措都将基于空客‘安全、质量、诚信和合规’的核心价值观。”

目前，在空客发布的 2024 年第一季度财报中，在产能规划方面已明确将进一步提升 A220 飞机的产能速率，目标是在 2026 年达到月产 14 架，并重点关注该项目的工业成熟度和财务业绩表现；A320 系列飞机项目方面，空客正朝着 2026 年月产 75 架飞机的目标迈进，同时 A321XLR 预计将于 2024 年第三季度投入运营。宽体飞机方面，2024 年第一季度，空客 A350 飞机订单表现良好，共收获了 71 架订单。其中尤为值得一提的是在 2024 年 4 月收获了来自印度靛蓝航空的 30 架 A350-900 飞机确认订单，并保留 70 架可选订单，新飞机计划将从 2027 年开始陆续交付。目前，印度民航市场发展势头良好，根据预测，印度国际航空旅客数量将从 2019 年的 6400 万人增长至 2030 年的 1.6 亿人次，这也是为何靛蓝航空首次订购宽体客机的原因。得益于新兴市场的订单，在 2024 年第一季度财报中，空客已明确将进一步提升 A350 飞机的产能，即从 2026 年的月产 10 架提升至 2028 年的月产 12 架。另一款宽体客机 A330 飞机的产能则要在今年实现月产 4 架的目标。

供应链压力不容忽视

与其他行业不同，航空业投资巨大，产业链中的企业数以万计，因此商用飞机的交付绝不是飞机制造商一家所能决定

—
得益于新兴市场的订单，在 2024 年第一季度财报中，空客已明确将进一步提升 A350 飞机的产能，即从 2026 年的月产 10 架提升至 2028 年的月产 12 架。
—

的。在新冠肺炎疫情发生之前，得益于全球航空运输业黄金二十年的发展，以波音和空客为主的商用飞机制造商不断提升飞机交付数量，带动了产业链大批企业的蓬勃发展。在疫情爆发前的 2019 年，全球商用航空市场迎来了又一个新飞机交付的峰值。当年空客凭借着最后一个月的“加班加点”，最终实现了交付 863 架飞机的目标，相比之下，其 2018 年的交付量为 800 架。然而，一场持续 3 年的疫情对航空业所造成的冲击远超想象。商用飞机产业链中的许多中小企业倒在了这场疫情之下。如今，随着全球航空市场的逐步回暖，飞机制造商想重提产能自然无可厚非，但在这个过程中供应链所承受的压力不容忽视。

从累计订单来看，截至 2024 年 3 月底，空客累计待交付飞机量达到 8600 架，其最畅销的窄体客机机位已经排到 2030 年以后。波音待交付飞机数量也已超过 5660 架。由于受到地缘政治和供应链紧张的影响，如何快速提升产能以满足客户对新飞机的需求，确实是摆在飞机制造商面前的一道难题。

由于行业的特殊性，对于飞机制造商来说，无论是疫情期间的降低产能还是当前的提升产能，都会引发产业链的“多米诺骨牌”效应。在新冠肺炎疫情爆发前，随着主制造商产能的步步提升，相关供应

商也在不遗余力地提高配套产能。疫情爆发后，由于市场需求减少，制造商不得不降低产能，使得产业链配套企业原有的生产节奏被打乱，一些产业链中的中小企业破产，对航空产业链造成了一定的负面影响。这也是为何，疫情发生后，世界各国纷纷为航空业输血的重要原因。如今，在后疫情时代，航空产业链或多或少经历了一轮残酷的洗牌，此时要提高产能，很重要的一点是要建立起产业链中中小企业的信心。对于飞机制造商来说，需要在技术、资金等各方面给予产业链中小企业信心，这一点在竞争更为激烈的系统、部件等领域更为明显。

以势必锐航空系统公司为例，这家 2005 年从波音剥离的企业，借助行业高速发展的东风，在 2019 年新冠肺炎疫情爆发之前已成为众多航空总承包商的顶级结构供应商。波音 737 系列飞机包括机身在内的近 70% 的零部件以及 787 飞机的大部分部件都由其提供。此外，空客 A350 飞机的机身、梁翼等关键核心部件；A220 飞机机翼等也都由势必锐航空系统公司提供。因此从公司的销售额来看，波音和空客占据了其绝大部分的业务，也正因为如此，疫情也直接导致了势必锐的生产业务遭受重创，产品质量出现下滑。仅 2023 年，势必锐航空系统公司的亏损就达 6.23 亿美元。

据数据统计，截至 2023 年年末，势必锐航空系统公司的累计订单约 490 亿美元，其中就包括空客和波音这两大飞机制造商所积压订单中所有商用飞机平台的工作包。

因此，为了后续的提产计划，业界人士分析，未来空客和波音这两家竞争对手或许会罕见地围绕势必锐公司的并购业务开展合作。就空客的业务来看，A350 项目的一部分工作包由势必锐提供，显然如果波音重新将势必锐归入旗下的话，就意味着其掌握了空客的一部分供应链，这显然

是空客不愿意看到的结果。

此外，还有同样被空客寄予厚望的 A220 飞机项目。尽管 A220 并不是空客研制的机型，但这款飞机优异的性能和与现有其他机型的细分化差异，已经让空客将其定位成公司未来重要的核心产品之一，因此空客也希望这款飞机到 2026 年的产能能够达到月产 14 架的目标。然而 2023 年，由于供应链问题，A220 飞机的月产不到 6 架。早前，势必锐位于北爱尔兰贝尔法斯特的工厂为 A220 飞机提供机翼，同时这家工厂也是北爱尔兰最大的制造企业之一，拥有员工 3000 多人。2024 年 3 月，空客已提出希望收购势必锐公司的这部分业务。

因此从这个角度来看，尽管目前空客无论是储备订单还是飞机交付量来看，都明显领先波音，但未来要进一步提升产能也绝非易事。除了上述两款机型之外，空客最畅销的 A320 系列飞机的产能也同样受到了一定的影响。目前，空客已经将实现 A320 系列飞机月产 75 架的目标推迟到 2026 年，同时受市场热捧的 A321XLR 飞机的交付时间也从 2024 年第二季度推迟到第三季度。因此业界也有分析人士指出，尽管目前波音仍处于困境，但是由于空客也无法向市场大量交付新飞机，因此波音仍在积极争取新订单，空客也很难再进一步提升市场占有率。

从这个角度来看，产能提升又具备了另一层涵义。未来，如何调整合适的生产速率不仅关系到企业的生存和长远发展，同时也将直接影响整个产业链的健康发展。然而，机遇与挑战总是并存的。谁能在复杂的市场环境中，以更快的速度掌握市场的需求变化，以更长远的眼光作出正确的战略选择，或将最终决定后疫情时代，谁能坐上商用航空市场第一的宝座。■

从XB-1首飞 看超声速飞机发展

文 | 董帽雄

2024年3月22日，美国美博姆（Boom）超声速公司宣布，公司研制的XB-1超声速验证机完成首飞，这不仅意味着该项目迈出了历史性的一步，同时对于航空业来说，这也是自协和号飞机之后，首个完成首飞的民用超声速飞行器。尽管从验证机完成首飞到真正投入商业运营仍有很长的路要走，但毫无疑问，曾经被业界誉为“疯狂”的博姆已经跨出了历史性的一步。

▼
图 | avitrader.com

“疯狂”的博姆

2024年3月22日，博姆公司研制的XB-1技术验证机在美国加利福尼亚州的莫哈韦航空航天港完成了期待已久的首飞。根据早前计划，XB-1技术验证机定于2023年年末完成首飞。但由于起落架升级、发动机进气口优化和减震器调整这三项安全改进措施未能按时完成相关工作，最终XB-1的首飞时间再次推迟了3个多月。

此次XB-1技术验证机的首飞时间持续了12分钟，期间最大飞行高度2170米，最快飞行速度441公里/小时，另有一架

T-38在首飞过程中进行了伴飞观测。在首飞过程中，博姆公司对XB-1技术验证机空速、飞行高度等完成了校验工作，并对XB-1技术验证机的操控品质、着陆大迎角姿态下的稳定性进行了初步评估。根据计划，后续博姆公司将先对XB-1技术验证机开展10多次的亚声速飞行测试，在完成相关的验证之后，逐步开展超声速飞行测试能力的验证工作，其中重点包括验证超声速气动、碳纤维材料应用等关键技术。所有这些关键技术的试验数据将为后续64座级~80座级“序曲”超声速客机的研制提供关键技术支撑。

2016年，博姆公司正式公布了“序曲”（Overture）超声速民用飞机的设计方案和技术参数。其中包括，飞机设计机身长为21米，翼展为5.2米，最大起飞质量为6100千克。飞机整体采用了流线型和高细度比（飞机长度与宽度之比）设计来减小阻力并提高飞行效率。机翼采用了三角翼设计，使飞机能够在较宽的速度包线内平衡飞行控制和稳定性。同时，公司也宣布将在“序曲”的原型机正式生产之前制造一款名为XB-1的技术验证机。

XB-1技术验证机，又名“婴儿潮”，其寓意是希望它可以延续全球首款超声速飞机X-1的辉煌。XB-1原型机尺寸是“序曲”超声速客机的三分之一，外形设计上与协和号十分相似。XB-1原型机只有两个座位，其作用是用来验证全尺寸“序曲”超声速客机的各项技术，其中包括高效的空气动力学设计、先进复合材料应用和高效的推进系统等。

从设计上来看，XB-1具有独特的进气道设计，能够保证为发动机提供稳定的气流；采用碳纤维、环氧树脂等轻质复合材料制成，每个组件都经过了单独设计以平衡强度、质量和稳定性。从用户体验的角度来说，Boom将客舱座位分为两列单座，



保证每位乘客都能享受窗外的美景和充足的过道空间。为了尽可能减少飞行时间，飞机将在 6 万英尺的高空航行，每位乘客都可以透过舷窗一睹地球弧线。从当时来看，博姆公司对 XB-1 飞机的很多设计较为“激进”，为此在后续几年时间里，公司也对一些原始设计进行了更改。但无论如何，当年被业界称为“疯狂”的博姆正在推动行业加速重回超声速时代。

艰难的超声速探索

人类首次成功研制出超过声速的飞行器是在二战时期，之后尽管协和号飞机曾经投入民用航空市场，但最终由于安全性、经济性、噪声等一系列问题，最终未能逃脱黯然离场的命运。之后尽管人类对飞行速度的执着一直都在，但要研制一款能够取得市场成功的超声速飞机的难度远超想象。在 XB-1 技术验证机研制之前，甚至是同一时期，有多个曾经被业界寄予厚望的项目无疾而终。

Aerion 公司研制的 AS2 超声速公务机或许是最具代表性的案例。AS2 超声速客机于 2008 年开始研制，经过 2 年多的设计优化和不断验证，2020 年 Aerion 公司确定了 AS2 项目的最终设计：采用全新的后掠三角翼来取代层流设计，飞机机身长 44 米，翼展为 24 米，具有较大的前缘襟翼和后缘襟翼，能够改善低速飞行性能，使发动机在低功率起飞阶段满足噪声规定。对于一直以来困扰着超声速飞机的噪声问题，Aerion 公司在当时也已明确，AS2 超声速公务机的设计将严格按照美国联邦航空局（FAA）提出的噪声认证法规，即在采用有效感觉噪声级的评判标准下，其横测噪声不超过 96.5 分贝，飞越噪声不超过 94 分贝，进场噪声不超过 100.2 分贝。之后，Aerion 公司还收到了来自公务机运

营商 NetJets 公司的订单。就在业界认为，AS2 有望成为第一款实现超声速飞行的公务机产品时，该项目却因为资金链问题最终不得不取消。毫无疑问，新冠肺炎疫情对行业的影响是 AS2 项目下马的重要因素，但 Aerion 公司的负责人也表示，或许公司只专注于超高净值市场的决定是错误的。从这个角度来看，Aerion 公司在 AS2 项目上也犯了与当年协和号一样的错误。

为了克服噪声这一超声速飞机商业运营的“拦路虎”，近年来欧美多个国家的科研机构和企业都通过各种合作力图解决这一难题。2018 年美国联邦航空局获得立法授权，主持制定超声速民用飞机的相关规则，其中包括指导建立噪声标准的术语规范。该法案要求 FAA 在 5 年内完成规章制定工作，为超声速民用飞机关键设计决策提供所需的规章依据，美国航空航天工业协会已批准该法案。

同时，美国国家航空航天局（NASA）也联手洛克希德·马丁公司研发 X-59 静音超声速客机（QueSST），并在该项目的基础上开展低声爆飞行演示验证。根据规划，双方将通过一系列试验，收集 X-59 静音超声速客机相关噪声数据，从而帮助 NASA 建立一个可接受的民用超声速噪声标准，以推翻现行的禁止陆地上空进行超声速飞行的法规。2023 年至 2025 年，NASA 将测试美国社区对飞机噪声的反应，测试数据将提供给国际民航组织（ICAO），该委员会计划在 2025 年上半年完成噪声标准和巡航声爆限制规章的制定工作。NASA 的低声爆验证机采用单发设计，模拟 80 座级~100 座级、Ma1.6~1.8 飞机的激波特征。该验证机的声爆水平相比协和号低了一半。NASA 希望通过设计更改，让低声爆验证机能够将原本巨大的声爆减弱为低峰值声爆。但直到 2024 年 1 月，X-59 刚刚实现下线，后续的地面测试、飞行测

试和超声噪声测试等预计都会晚于早期的规划。

不断优化改进的“序曲”

2014 年，一位名叫 Blake Scholl 的航空极客在美国丹佛市创立了博姆公司。这家公司招募了来自湾流、波音、洛克希德·马丁、Space X 等诸多航空航天企业的精英，并与罗罗、柯林斯宇航、日本航空等企业建立了战略合作伙伴关系。

为了避免重蹈协和号飞机的覆辙，博姆公司的研发团队在项目研制之初就明确了三个核心原则来指导公司的一切战略决策，即安全、速度和可持续性。在安全方面，博姆公司表示将力求达到或超过所有美国标准的内部安全管理系统，并与航空

公司和合作伙伴实行交叉协作计划。在速度的追求上，博姆公司的目标是打造一款速度最快的超声速客机，从而最大程度缩短飞行时长，增加航空公司运营航线数量，提升盈利水平。在可持续发展方面，博姆公司的目标是积极实施 100% 碳中和测试计划、能源与环境设计先锋计划（LEED）和可持续航空燃油（SAF）的使用。

XB-1 只是真正的标准型号“序曲”的三分之一左右大小。在 Boom 公司发布的宣传图中，“序曲”采用了带水平尾翼的常规布局设计，这也是为何 XB-1 在后续的演变中添加了水平尾翼，形成了倒 T 字尾翼设计的常规布局。在动力系统布局方面，“序曲”与 XB-1 也有明显的区别，前者将采用下单翼设计，翼下吊挂 4 个宽间距布置的发动机吊舱，吊舱前段的进气道将采

图 | transponder1200.com



用激波锥设计以适应超声速巡航的要求。因此，总体来看，未来“序曲”的设计布局将比XB-1更加接近协和号飞机。

作为缩比验证机，XB-1上所验证的新技术、新材料将为未来“序曲”的研制和生产打下基础。例如，在材料方面，XB-1验证机采用与波音787类似的复合材料，整机质量比协和号要轻了不少。XB-1验证机还采用了前视视觉系统，可创建跑道的虚拟试图。这一系统包括两个冗余摄像头、一个多功能显示器、数据采集系统和惯性导航系统，这一技术相对于之前的协和号飞机，将大大降低飞行员操控飞机的难度。针对航空业对环保的要求日益严苛，博姆公司与合作伙伴一起探索可持续航空燃料在XB-1验证机上的使用。博姆公司的合作伙伴Prometheus燃料公司采用可再生能源中的电能从空气中提取二氧化碳，去除氧气，然后将其与氢气结合形成碳氢化合物燃料。

从研制进度来看，2020年7月，博姆公司完成了XB-1验证机的机翼组装和所有机翼相关测试。2020年10月，XB-1验证机正式下线。2021年至2023年间，博姆公司先后完成了XB-1验证机各个子系统集成试验、发动机试车试验、地面振动模式试验、燃油系统综合试验、发动机运行试验等，以确保各子系统可靠性，并修改了起落架和超声速进气道设计。2023年8月，XB-1获得了美国联邦航空局的特殊试验适航证书，并完成首次滑行测试，为后续的首飞测试奠定基础。

同时针对XB-1验证机试验过程中发现的问题，博姆公司也对“序曲”进行了进一步的设计优化。在2022年的范堡罗航展上，博姆公司公布了“序曲”最新的设计图，其中最显著的变化是轮廓机身根据面积率原理对机身进行优化，机头更加细长。同年9月，罗罗公司宣布退出“序曲”

项目。3个月后，博姆公司宣布，选择由奎托斯防务公司旗下佛罗里达涡轮技术公司(FTT)为“序曲”项目研制一款名为“交响曲”(Symphony)的发动机产品。根据公开信息，这款发动机是一款双转子、中等涵道比的发动机，推力为160千牛，能够支持“序曲”超声速飞机实现在马赫数1.7速度下的巡航。

目前，博姆公司为“序曲”超声速飞机规划了4250海里(约7867公里)、巡航高度6万英尺(约18288米)的设计参数，可以在纽约至法兰克福、东京至西雅图等航线上实现直飞。从研发时间表看，博姆公司制定的目标是2026年首架“序曲”实现总装下线，2027年开始投入试飞，2029年获得型号合格证。根据博姆公司公布的数据，目前“序曲”超声速飞机已经获得了总计130架的确认订单和意向订单。

从目前来看，博姆公司正在按部就班推进项目的研制，但未来项目能否最终获得成功还有不少的挑战。从技术上来看，经济性、环保性等都已经是老生常谈的话题。从资金层面来看，尽管全球航空业正处于复苏阶段，但研制一款超声速飞机需要的资金是巨大的，AS2项目的失败就是一个典型案例。从供应商配套来看，最大的变数或许依然在动力方面。相比早前的合作伙伴罗罗，目前“交响曲”发动机的制造商缺乏大型民用发动机的研发经验，因此未来能否顺利完成产品的研制也存在较大的变数。此外，适航也是一个重大的挑战，解决不了这一问题，超声速客机的回归便无从谈起。但无论结果如何，在新技术、新理念的推动下，像博姆公司这样充满创新活力的初创企业至少可以将人类再次实现超声速飞行的梦想向前推进一步。■

另辟蹊径的巴航工业

文 | 静宇

一直以来，与干线飞机市场“稳如磐石”的格局不同，支线飞机市场的机型竞争更为激烈。近几年伴随着庞巴迪退出支线市场、俄罗斯SSJ项目前景黯淡、日本SpaceJet项目下马、ARJ21飞机加速交付市场，支线飞机市场正在构建新的竞争格局。但毫无疑问，在支线这一细分市场中，巴西航空工业公司仍占据着明显的领先地位。尽管公司未能与波音最终达成合作协议，但巴航工业近两年的发展势头依旧好于市场预期。2024年4月22日，巴航工业发布2024年第一季度财报，报告显示截至2024年3月末，公司储备订单价值创7年来新高，同时第一季度飞机交付量较上一年增长67%。

图 | airline-suppliers.com



一季度财报好于预期

巴航工业发布的 2024 年第一季度财报显示，公司共交付 25 架飞机，与 2023 年第一季度交付量（15 架）相比增长 67%。其中表现最为抢眼的是其公务航空业务。第一季度公司共交付 18 架公务机，与去年同期相比（2023 年第一季度交付 8 架）增长超过 1 倍。相比之下，商用航空业务部门表现平稳，交付量与去年同期相同，共交付 7 架飞机。从 2024 年全年计划来看，巴航工业第一季度的飞机交付量约占其全年计划交付量，即 206 架交付目标的 12%。巴航工业在业绩报告中指出，目前公司已经制定并正在实施相关的均衡生产计划（Production Leveling Plan），目标是缓解销售业务的季节性波动，确保在中短期内实现全年稳定的生产节奏。

从储备订单来看，业绩报告显示，巴航工业 2024 年第一季度储备订单价值达 211 亿美元，与 2023 年第四季度的 187 亿美元相比，季度环比增长 13%。在商用飞机产品方面，订单储备价值达 111 亿美元，比 2023 年四季度增加 23 亿美元。这主要得益于公司 2024 年 3 月收获了来自

巴航工业在业绩报告中指出，目前公司已经制定并正在实施相关的均衡生产计划（Production Leveling Plan），目标是缓解销售业务的季节性波动，确保在中短期内实现全年稳定的生产节奏。

美国航空的 133 架飞机订单，其中包括 90 架 E195 飞机确认订单和 43 架飞机优先购买权。这笔订单也使得巴航工业商用航空部门成为了公司一季度储备订单价值增值最大的部门，其储备订单价值增长 23 亿美元，季度环比增长 26%。

在新飞机交付方面，巴航工业公务机继续保持强劲增长势头。公司 2024 年第一季度，轻型公务机交付量与去年同期相比增长 83%，中型公务机的交付量增长逾两倍。公务航空部门 2024 年一季度订单储备价值达 46 亿美元，环比增长 3 亿美元。

值得一提的是，近年来巴航工业公务机业务发展态势良好。2023 年巴航工业共交付了 74 架轻型公务机，同比增长 12%，创下了 7 年来轻型公务机交付量的新高。公司向市场交付了 41 架中型公务机，实现了两位数的年增长率，增长率达到 14%。此外，2023 年第四季度，巴航工业公务航空业务板块的确认订单储备价值高达 43 亿美元，同比增长 4 亿美元，订单出货比超过 1.3:1。作为飞机制造商的重要收入来源之一，2024 年第一季度巴航工业服务部门储备订单价值 31 亿美元，与去年同期持平。

客改货业务取得突破

2024 年 4 月 7 日，巴航工业首架客改货 E190 飞机（E190F）在巴西圣若泽杜斯坎普斯成功完成首飞。巴航工业的团队驾驶 E 系列货机（E-Freighter）飞行了约两个小时，对飞机进行了全面评估。此次首飞是巴航工业在 E 系列货机投入运营前所进行的一系列评估中的一部分。据巴航工业透露，目前该机型已经成功完成了机舱地面增压和货物装载测试。

2022 年，巴航工业宣布正式启动 E190F 和 E195F 客改货项目（P2F）。对

于为何启动这一客改货项目，巴航工业认为主要从三方面考虑。第一是目前市场上多数小型窄体货机机龄偏大、油耗较高、污染排放高，并处于退役窗口期。第二是现代商业、贸易以及物流等行业正在经历转型，使市场对货运航空的需求空前高涨，对当日达和分散化运行的需求增长更是如此，而 E 系列货机可以很好匹配这类市场需求对飞机大小的要求。第三则是巴航工业第一批生产的 E 系列飞机如今大部分已有 10 到 15 年机龄，长期租赁合作也逐渐接近期满，开始进入替换周期，这一周期预计将持续十年以上。客改货项目可以使 E 系列飞机在退出客运市场后，再服役 10 ~ 15 年。同时，巴航工业还强调了，E 系列货机的性能和经济性优势。E 系列飞机的航程是市场上大型涡桨货机的 3 倍，且载货体积可增长 50% 以上，E190F 和 E195F 的业载分别为 13.5 吨和 14.3 吨，与窄体喷气货机相比，E 系列货机的运营成本可以减少 30%。根据巴航工业公开的信息，E 系列客改货内容将包括安装主货舱门、货物装卸系统、地板加固、带门的 9G 隔板、货舱烟雾探测系统、主货舱 E 级灭火系统等。

根据计划，首架改装货机将于 2024 年投入市场。根据巴航工业预测，未来 20 年全球市场对于这一类型货机的需求约在 700 架左右，同时公司也乐观预测 E190F 和 E195F 将占据其中 100 架 ~ 200 架改装货机。在产能规划方面，巴航工业计划第一年客改货产能约在 5 架左右，之后将逐步提升至年产 12 架。后续如果有足够的市场需求，公司还将进一步提升客改货项目的产能。

商用飞机需进一步打开市场

2024 年 5 月，巴航工业向皇家约旦

航空交付了一架 E190-E2 飞机，这也是公司自 2004 年第一代 E 系列飞机投入运营以来，向全球 60 多个国家的 90 家航空公司交付的第 1800 架 E 系列飞机。得益于 E 系列飞机的成功，过去 10 多年，巴航工业凭借这一款飞机占据了全球 70 座级 ~ 130 座级商用喷气飞机市场订单份额的 50%，占市场交付总量的 62%。

新一代 E2 系列飞机共有 3 个子型号，分别是 E175-E2、E190-E2 和 E195-E2。从三个子型号来看，E195-E2 是 E2 系列中最大的飞机，典型两舱布局下，可以容纳 120 人，全经济舱布局下，最多可容纳 146 人，可以说已经是一款“跨界”到干线飞机范畴的产品。截至 2023 年年末，巴航工业已向全球 7 家客户交付了 74 架 E195-E2 飞机，其中包括加拿大支线航空公司波特航空（22 架）、荷兰皇家航空城市短途航空公司（18 架）和巴西蔚蓝航空（17 架）。储备订单方面，截至 2023 年年末，E195-E2 飞机共有 172 架订单，主要包括蔚蓝航空 52 架、波特航空 28 架等。但这一成绩与巴航工业的设想仍有较大的差距。

根据巴航工业发布的《未来 20 年市场展望报告》显示，受到疫情复苏周期延长、地缘政治以及行业动态变化的影响，用来衡量全球航空旅行需求的旅客周转量（RPK）预计将在 2024 年恢复至 2019 年的水平。预计到 2042 年，全球旅客周转量每年将增长 3.2%。在此基础上，未来 20 年全球市场对 150 座以下新飞机的需求共计 11000 架，新飞机市场价值 6500 亿美元。从市场对机队灵活性的需求来看，与大型窄体飞机在运力上形成互补是 150 座级以下机型需求增长的主要驱动力，而这也是 E2 系列飞机面对的市场。

目前 E2 系列飞机市场开拓遇到的最大问题是空客 A220 系列飞机对其造成的

冲击。得益于空客强大的销售和服务支持体系的支撑，A220 目前的销售情况与 E2 系列相比有着明显的优势。面对激烈的竞争态势，巴航工业也在不断提升 E2 系列产品的性能。

2024 年 3 月，巴航工业宣布 E190-E2 和 E195-E2 已获得巴西民航局（ANAC）、美国联邦航空管理局（FAA）和欧洲航空安全局（EASA）颁发的 120 分钟双发延程飞行许可（ETOPS-120）。这一认证的取得使 E2 飞机的运营商可以不受限地使用跨水域航路或边远航路，缩短航程，节省飞行时间并减少消耗的燃油。获得 ETOPS 认证需要该机型的在役机队累计飞行小时数达到规定中的要求，因此 120 分钟 ETOPS 许可也证明了 E2 飞机设计和系统的成熟度。

对此，巴航工业表示，ETOPS 是 E2 系列飞机的一项重要附加能力，未来对其开拓市场，尤其是亚太市场具有重要意义。获得 ETOPS 认证意味着航空公司在飞行 120 分钟备降航线时，将可以选择更直、更快、更省油的航路，并有更多的备降机场可供选择。

但总体来说，就 E2 系列飞机来看，在亚太、北美和欧洲这些重要的战略市场，目前的销售仍未获得太大的改善。在美国，由于受到范围条款的影响，目前 E2 系列飞机无法进入美国支线航空市场，而这一市场恰恰是这一型飞机重要的目标市场。2024 年 3 月，美国航空订购的 90 架确认订单均为 E175 飞机。尽管这是美国航空有史以来签署的最大的 E175 飞机单笔订单，但显然美国航空需要的仍然是更大的、双舱布局的支线飞机，而非巴航工业想主推的更大座级的 E2 系列飞机。在欧洲，E2 系列飞机在与 A220 的竞争中已经处于劣势。根据数据统计，截至 2023 年 12 月末，A220 已经在欧洲地区交付 131 架，E2 系

列飞机则为 45 架。

在亚太市场，巴航工业已开拓了一些新客户，但显然还远远不够。2024 年 4 月，新加坡酷航接收首架巴航工业 E190-E2 飞机。E190-E2 的交付也标志着新加坡的航空公司首次引进由巴西飞机制造商制造的飞机。对于此次交付，巴航工业也表示，标志着其在扩大对亚太地区业务发展上迈出了关键的一步。

对于中国这一亚太地区重要的战略市场，巴航工业最新发布的市场预测报告显示，未来十年中国航空运输客运量将以 5% 的复合平均增长率增长，这也意味着中国市场需要进行飞机机队结构和航线网络的调整，以服务更多二三线航空市场。同时也意味着，过去曾经被抑制的 150 座级以下机型的需求将不断被释放。

同时，巴航工业也认为，如今中国市场平均飞机座级偏大也是限制空运覆盖更多城市的因素之一。数据显示，目前我国仅有 5% 的航班由 100 座以下喷气飞机执飞，因此未来随着国内航班连通性需求的提升以及高效中转网络的构建，100 座级以下新飞机的需求将不断增加，这对于支线飞机来说是一个难得的市场机遇，巴航工业自然希望能够从中分一杯羹。目前，E190-E2 飞机和 E195-E2 两款机型都已获得中国民航局颁发的型号合格证，具备了进入市场的“敲门砖”。对此，巴航工业曾表示，E190-E2 和 E195-E2 两款机型在运力上与 ARJ21、C919 是互补的关系，它们将为中国航空公司提供更加灵活、高效和环保的机型选择。从这个角度来看，对于航空公司来说，任何良性的竞争都将最终促进行业的健康发展。■

国产支线客机 ARJ21 架起中印尼空中友谊廊道

文 | 贾远琨 狄春

“ARJ21 不仅是中国人的骄傲，也是印尼人的骄傲，还是亚洲人的骄傲！”国产支线客机 ARJ21 首家海外用户翎亚航空总飞行师丹尼（Deny）说。

2022 年 12 月 18 日，中国自行研制具有完全自主知识产权的喷气式支线客机 ARJ21 正式交付首家海外客户印尼翎亚航空，标志着国产喷气式客机首次进入海外市场。2023 年 4 月 18 日，编入翎亚航空机队的 ARJ21 飞机从雅加达飞往巴厘岛，正式投入商业首航。截至 2024 年 4 月 18 日，ARJ21 实现商业运行一周年。

在 ARJ21 出海的一周年之际，国产商用飞机收获了什么？

图 | pinterpoin.com



从飞机到团队 从喜爱到信赖

一年来，翎亚航空累计接收2架ARJ21飞机，开通6条航线，通航8座城市，载客近12万人次。

一年来，ARJ21飞机不仅飞印尼国内航线，还飞印尼国际航线，不仅飞常规机场，还飞短窄跑道机场。充分展现了这一机型在印尼及东南亚市场的优势和潜力，证明了可靠性和稳定性。

成功实现商业运营一周年的背后，是翎亚航空和中国商飞公司的通力协作。一年来，中国商飞派出资深飞行教员前往印尼带飞带教，派出安全管理专家和工程人员提供现场技术支持，并在雅加达成立客户服务中心东南亚代表处，就近为用户提供更高效、更本土化的人员培训、航材备件、飞机维修等保障服务。

翎亚航空和印尼民航给予ARJ21高度评价，认为它作为一款耐高温高湿、在湿滑跑道和短窄跑道有良好性能的支线客机，能非常好地适应印尼及东南亚高温、潮湿、多雨、跨岛等运行环境。

“作为制造商，不仅要产品卖出去，还要保障用户把飞机用好。”中国商飞客服公司副总经理吴国芳告诉记者，“我们运营支持团队提供全方位的服务，包括飞行员、乘务员航线带飞，维修、签派人员现场带教以及手册、航材等保障，有力支持了ARJ21飞机在印尼翎亚航空国际、国内、干线、支线、包机、救援等不同种类运行要求下的安全、顺畅运营。”

从ARJ21飞机接受印尼民航适航审定开始，吴国芳每年几乎有一大半的时间是在印尼度过的，无论航空公司还是民航管理部门，对ARJ21飞机的喜爱已经延伸到对ARJ21工作团队的信任。

“当我完成最后一项适航审定科目下

飞机时，印尼民航局的监察员为我送上了鲜花。他平时非常严肃，那天突然变了样子，让我又意外又惊喜！”吴国芳回忆道，“他感叹我们中国商飞团队是一支国际化、专业化的队伍，对我们的专业素养和专业精神非常佩服，他要用这样的方式表达他的敬意。”

在最后验证结束的时候，印尼民航局表达了三个满意：第一，对ARJ21飞机产品很满意；第二对中国商飞运营支持的团队表现很满意；第三对首家客户翎亚航空运营ARJ21飞机的表现表示满意。

为了更好地运营ARJ21飞机，中国商飞邀请翎亚航空的飞行员、乘务员等到上海参加相关培训，越来越多的翎亚航空人员与中国商飞人成为合作伙伴，成为朋友。

从1到无限大 海外市场前景可期

令中国商飞欣喜的是，ARJ21海外运营的各项指标好于预期，飞机可用率、签派可靠度已连续4个月保持“两个100%”。

ARJ21海外运营将印尼作为第一“落点”，受到了来自航空公司、民航管理部门和旅客的好评，也为进一步开拓东南亚市场打下基础。

翎亚航空表示，ARJ21的优良性能和不断延伸完善的售后保障体系，使得翎亚航空更有信心。ARJ21印尼运营吸引了东盟国家高度关注，多国政府官员和航司客户到公司实地考察，表示希望将ARJ21引入本国市场、推动“亚洲飞机、联通亚洲”。

ARJ21海外运营的优异表现，为国产商用飞机加快出海步伐创造了有利条件。今年春节后，以新加坡航展为契机，C919和ARJ21开展“中国大飞机飞跃东南亚”系列市场开发活动，引发各界热烈反响，

取得良好效果。

中国商飞初步建立了海外市场关系网络，为后续沿“一带一路”稳步开发东南亚、中亚、中东等地区市场打下基础。

翎亚航空中方董事长刘晚亭告诉记者，翎亚航空未来将以雅加达、巴厘岛和美娜多为三个中心点形成航线覆盖网络，将ARJ21飞机执飞航线延伸到澳大利亚和中国。近期，翎亚航空将引进第3架ARJ21飞机，充实航线运营能力。刘晚亭认为，ARJ21在海外的运营充分验证了它将是一款旅客爱坐、航空公司爱飞、金融机构爱投的优秀商品，在东南亚市场运营前景很好。

“我们彼此有种联系是天然的，不仅是因为我们同样是民航业从业者，还因为我们都热爱蓝天、热爱飞行，为我们共同完成了一项事业而骄傲。”吴国芳说，“丹尼机长说ARJ21也是印尼的骄傲，还是亚洲人的骄傲，我非常感动，这是一种超越国界的认知，是一种超越文化、世界大联通的一种愿望。”

从基本型到延伸型 不断拓宽市场应用

新加坡航展上，西藏航空与中国商飞签署了10架国产新支线客机ARJ21“高原型”飞机订单。ARJ21在对高原市场进行积极开拓，ARJ21“高原型”最大起降高度为14500英尺，具备良好的高原机场起降性能和抗侧风能力，能够覆盖中国区域内大部分高高原机场。此前，ARJ21已经在高原市场进行演示飞行。

规模化、系列化发展是国产商用飞机的重要方向。国产商用飞机发展既是快步走，也是“并步走”。除“高原型”外，多种衍生机型都在同步推进，并已敲开市场大门。

新加坡航展的展馆内，中国商飞公司展台展出了1:32比例的ARJ21公务机、医疗机、应急救援指挥机、灭火机、货机。展会期间，河南航投与中国商飞签署了6架ARJ21衍生机型订单，包含ARJ21灭火机、ARJ21医疗机和ARJ21应急救援指挥机。

中国航空学会《航空知识》主编王亚南认为，这种非常快速的并行工作，得益于我们在产品研发阶段就已经考虑到了产品的系列化发展。这是市场需求使然。一款产品要在国际市场上有竞争力，必须瞄准国际上主流产品的状态和趋势。当前，国际市场上商用飞机呈现“家族化”发展态势，波音、空客已经非常熟悉这样的市场规则，他们的产品在这些领域已经高度成熟，因此我们需要快速实现系列化发展，捕捉市场机遇。

为拓展市场应用性，ARJ21在国内市场也进一步拓展，开展密集试飞。ARJ21历时一个月，完成覆盖新疆全部25座运输机场的演示飞行，在此期间，平均日利用率为9.2小时，总飞行276小时。9次执飞疆内海拔最高机场——塔什库尔干红其拉甫机场航线，充分验证了飞机对该机场程序和高高原运行的适应性，为后续在疆运营奠定了基础。

新疆机场集团营销委主管何青荷介绍，新疆是个广阔的大市场，支线航空具有不可替代的重要空中通道作用。国产商用飞机有条件在新疆市场构建起联通中亚五国的航空网络，500公里的“航空经济圈”将大大提高区域交通网络通达性和便利性。

王亚南认为，中国市场拥有丰富的运营场景，可以充分验证飞机的适应性，并构建支援保障体系，包括航材、维修、运营支持等，这一支援保障体系将助力国产商用飞机开拓更加广阔的海外市场。■

聚焦民航八大领域 助力经济提振

文 | 王鹏

2024年，中国民航市场迎来了自然增长的春天，实现了民航运输市场的开门红。这一喜人的开局不仅为我国航空业注入了强大的动力，更让我们对2024年的航空市场充满了新的期待。在这个充满希望的新一年里，我们有理由相信，中国民航将充分发挥自身优势，助力国家经济全面复苏，为推动我国经济社会持续健康发展贡献力量。本文将从民航市场的自然增长特点、航空业在经济发展中的作用以及我国民航事业的发展前景等方面展开论述。

民航迎来全面复苏

2024年，全球范围内的航空客运量预计将刷新纪录，达到47亿人次，总收入预计将达到9640亿美元。全球航空公司运力预计将超过2019年的水平，实现约10%的正增长，其中亚太地区尤其是中国市场的表现尤为抢眼。

国内市场方面，经历了2023年的疫后恢复阶段，2024年中国民航已步入新的发展周期，从恢复性增长过渡到自然性增长。国内市场的主导作用逐渐减弱，而国际市场的强劲复苏成为中国民航增长的新焦点。

展望全年，中国民航市场预计将全面超越疫情前水平，进入一个持续、快速、健康发展的新周期。随着国际航班的逐步恢复和增加，以及民航安全形势的持续稳定，中国民航业的发展前景令人鼓舞。这不仅将为国家经济的全面复苏提供强大动力，也将进一步提升中国在全球航空版图中的影响力。

随着民航市场的增长，国际和国内航线也将逐步适应新的市场需求和竞争环境。航空公司、机场和相关企业需要灵活调整策略，以应对市场变化，抓住发展机遇。同时，政府政策的支持、行业监管的优化以及科技创新的应用也将是推动民航市场健康发展的重要因素。

民航助力经济复苏大有可为

在年初的经济工作会上，提出了“稳中求进、以进求稳、先立后破”的工作总思路，以此为指导，民航业的发展不仅要守住安全底线，还要求积极推动新质生产力的提升。

稳，意味着在确保航空安全、航班正常等方面下功夫，为旅客提供安全、舒适的出行体验。进，则要求我们积极拓展市场，优化航线网络，提升服务水平，推动民航业与相关产业融合发展。在此基础上，我们将以创新为驱动，推广新技术、新业态，如智能化、绿色化、服务个性化和网络化，以提升民航业的生产效率和服务质量。通过“先立后破”的原则，我们先从稳定中求发展，再在发展中寻求新的突破，以实现民航业的可持续、高质量发展。

在科技创新方面，根据《智慧民航建设路线图》的指引，持续深化智慧民航体



系的建设。这个体系以透彻感知、泛在互联网、智能协同和开放共享为四大核心理念。通过在智慧出行、智慧空管、智慧机场和智慧监管这四个关键领域进行创新和改革，加强科技和基础设施的支撑，推动行业数字化转型向前发展。预计到2024年底，智能装备将得到更广泛的部署和应用，旅客的出行体验将得到进一步的改善，航空运行的效率将有显著提高，行业治理的能力也将变得更加高效。通过这些努力，民航数字化转型将取得重要的阶段性成果，为民航业在2025年实现“出行一张脸、监管一平台”的愿景打下坚实的基础。

在扩内需方面，民航业在疫后恢复期扮演着重要角色，不仅需要扩大内需，还需推动消费从复苏转向持续增长。为此，民航业应积极培训壮大新型消费，如与文旅旅游、体育赛事等新的消费增长点融合，以激发潜在消费。

民航业可以与旅游业紧密结合，推出一系列具有吸引力的旅游产品。通过与旅行社、景区合作，开发特色旅游线路，提供一站式服务，吸引更多游客。此外，还可通过增加对旅游热点城市和景区的航班，提升旅游目的地的可达性，进一步促进旅游消费。

民航业可以与文化产业深度融合。例如，与电影院、剧院、博物馆等文化场所合作，推出机票与文化活动的捆绑销售，吸引消费者参与。同时，民航业还可举办各类机上文化活动，如空中音乐会、艺术展览等，丰富旅客的出行体验，激发文化消费。

民航业与体育赛事的结合也将成为新的消费增长点。例如，与体育赛事主办方合作，推出赛事主题航班，提供赛事门票与机票的套餐服务。此外，还可借助民航业的优势，为体育赛事提供便捷的运输保障，吸引更多观众前往现场观赛，带动体

育消费。

在民营经济方面，民营航空在航空业中扮演着不可或缺的角色，其持续健康发展对于推动整个行业的技术进步、服务提升、市场多元化和国际竞争力具有重要意义。

2024年，针对民营航空活动，应在政策扶持上，制定有利于民营航空发展的政策，如税收优惠、财政补贴、简化审批流程等；提供公平的竞争环境，确保民营航空与国有航空在市场准入、资源分配等方面的公平性；放宽市场准入，鼓励更多的民营资本进入航空领域，尤其是支线航空和通用航空领域。

在资金支持上，提供优惠贷款和信贷支持，降低民营航空公司的融资成本。鼓励私募股权基金、风险投资等多元化投资方式，为民营航空提供资金来源。建立专项基金，支持民营航空的研发创新和业务扩展。在技术创新上，鼓励民营航空公司进行技术创新，如引进节能环保的飞机、提高航班运行效率的软件等。支持民营航空与科研机构、高等院校合作，共同开展航空技术的研究与开发。在人才培养上，加强航空专业人才的培养，提供飞行员、机务维修、航空管理等专业培训。鼓励民营航空公司与职业院校合作，建立产学研结合的人才培养机制。在市场开拓上，支持民营航空开拓国内外市场，如通过国际航线合作、参与国际航空联盟等方式。鼓励民营航空发展特色服务，满足不同旅客的需求，如低成本航空、个性化服务等。

对外开放方面，今年以来我国多家航空公司已连续多次宣布增班，除了复航北京—旧金山直飞航班，国航、东航、南航和厦航等航空公司复航了中美直飞航班。航班恢复逐步加速，释放了中美市场向好的积极信号，业内也积极持续看好市场潜力并积极响应增班，满足旅客旺盛的出行需求。2024年，中国的航空公司应与更多

国家和地区开放直飞航线，尤其是增加中美、中欧等关键航线的班次和容量。

在防风险方面，加强对航空公司、机场和航空器维修机构的监管，建立完善的风险识别和评估体系，对潜在的安全风险进行定期评估和监控，提高应对突发事件的能力。持续更新航空技术，对飞机和地面设备进行定期检查和升级，确保技术处于领先水平。加强网络安全防护，防止黑客攻击和信息泄露。通过飞行数据记录仪和其他监控设备，实时监控飞行状态，及时发现并处理飞行中的异常情况。实施科学的疲劳管理体系，确保飞行员和机组人员得到充足的休息，避免因疲劳导致的飞行事故。积极应对气候变化带来的影响，包括极端天气事件和海平面上升对航空运行的影响。

在城乡区域方面，通过制定区域航空发展规划，综合考虑不同地区的经济需求、旅游资源、交通条件等因素，以确保各地区在航空发展中得到充分的重视，从而实现区域间的均衡发展。加强中小城市和偏远地区机场的基础设施建设，提升这些地区的航空通达性，缩小城乡区域间的航空服务差距。优化航线网络布局，增加对中小城市和旅游热点地区的航班频次，提高航空服务的覆盖面和便利性。通过财政补贴、税收优惠等政策，鼓励航空公司运营支线航线，服务偏远地区。

在绿色低碳方面，中国民航在追求发展的同时，面临着能源消耗和环境保护的双重挑战。航空运输作为全球能源消耗和碳排放的重要来源，对环境的影响不容忽视。因此，民航业在追求经济增长的同时，必须采取措施提高能源利用效率，减少污染物排放，以保护生态环境。进一步优化飞行路线和飞行高度，实施机舱的节能技术改造，提高能源利用效率，减少燃油消耗和排放。在机场设计和运营中，采用节

能建筑材料和技术，如绿色屋顶、高效照明和供暖系统，优化机场地面服务设备，使用电动或混合动力车辆，减少排放。此外，实施废弃物分类回收制度，提高废弃物回收率，减少航空垃圾对环境的影响。推广使用可降解材料和减少一次性用品的使用，以减少塑料垃圾。

另一方面，绿色发展也为民航提供了新的发展机遇和动力。通过技术创新、管理优化等手段，民航可以实现绿色转型，提升行业竞争力。例如，通过智能化和自动化技术提高航班运行的精确性和效率，减少不必要的飞行时间和碳排放。同时，绿色航空技术的发展，如电动飞机和氢能飞机的研究，为航空业的长期可持续发展提供了新的方向。

在民生方面，为了提升民众的出行体验，中国民航正致力于扩展其航班网络，特别是在中小城市和偏远地区提供更多的直飞服务，让更多人享受到航空出行的便捷。在票价和预订系统方面，民航业正努力简化票价结构，提供一个更加透明和合理的票价体系。机场服务质量的提升也是民航业关注的重点。通过加强基础设施建设，如升级安检设备、值机柜台和登机口，机场的运营效率得到了显著提高，大幅减少了旅客的等待时间。同时，机场商业服务的多样化，包括餐饮、购物和娱乐设施的提升，使得旅客在候机期间能够享受到更加舒适和丰富的体验。

中国民航业在2024年将聚焦科技创新、扩内需、民营经济、对外开放、防风险、城乡区域发展、绿色低碳和民生等八个关键领域发力。通过推动科技创新，提升服务质量和效率，扩大内需和消费市场，激发民营经济活力，深化对外开放，加强风险防控，促进城乡区域平衡发展，推动绿色低碳转型，以及改善和提升民生水平，中国民航将为经济复苏注入强大动力。■

亚太航空市场： 2024 年能否恢复到 疫情前水平

文 | 王双武

根据国际航空运输协会公布的数据，2023 年全球民航业国际旅客运输量比 2022 年增长 41.6%，恢复到 2019 年水平的 88.6%。尤其是在第四季度，市场反弹相对强劲，恢复到 2019 年第四季度的 94.5%。2023 年，亚太地区国际旅客运输量比 2022 年增长 126.1%，运力增幅达 101.8%，客座率增长 9 个百分点，达到了 83.1%。

相对来说，2023 年亚太地区国际航空市场各项指标增长幅度远高于北美和欧洲等地区，亚太地区成为了全球航空运输市场的龙头，旅客运输量占到了全球的 35.53%。但是，受到多种不利因素的影响，2023 年亚太地区国际航空市场尚未恢复到疫情前水平。那么在 2024 年，亚太地区的航空市场能否恢复到疫情前水平呢？

增幅明显但尚未恢复

随着 2023 年初亚太地区一些主要国家，如中国和日本，逐步开放边境和解除旅行限制，亚太国际航空运输市场开始走上复苏的道路。尽管与北美洲和欧洲地区相比，亚太航空市场恢复的速度较慢，且差距较大，但是随着国际旅游市场需求和运力的增加，与 2022 年相比，2023 年亚太国际航空市场增长趋势明显，而增长幅度也成为全球航空运输业的一大亮点。尤其值得关注的是，亚太地区的航空公司在短程航线客公里收入方面增长强劲。

2023 年一季度至三季度，亚太地区航空公司的运力和旅客运输量均出现了大幅增长。与 2022 年同期对比，客公里收入增长了 171%，高于北美洲的 33%、欧洲的 25%、拉丁美洲的 31%、中东的 39% 和非洲的 48%；可用座公里数增长了 130%，远高于北美洲的 24%、欧洲的 19%、拉丁美洲的 28%、中东的 28% 和非洲的 43%。但是，亚太地区的国际旅客运输量仅恢复到了 2019 年的 69%，而同期北美洲、欧洲、拉丁美洲、中东和非洲分别恢复到疫情前的 100%、92%、92%、97% 和 89%。

在 2023 年前 9 个月，往返中国的国际旅客运输量仅为 2019 年的 34%。

但是由于中国边境逐步开放和运力增加，国际旅客运输量开始呈现逐步恢复态势，仅 2023 年 9 月已经恢复到 2019 年 9 月的 54%。随着市场的恢复和运力增加，往来中国的国际旅客运输量在 2024 年末预期将会全面恢复到疫情前水平，也将带动亚太地区的航空市场的稳定增长。

截止 2023 年 12 月底，亚太地区国际航班运力接近 2019 年水平的 85%，而欧洲和北美洲已经恢复到同期水平的 100% 和 110%。亚太地区国际运力的恢复虽然在逐步缩小差距，但值得关注的是东北亚市场反弹较弱，相当于 2019 年水平的 76%，这其中往返中国的运力投入仅相当于 2019 年的 62.6%，毫无疑问，中国国际航空运输市场的恢复对于整个亚太地区而言是至关重要的，也成为 2024 年市场恢复的一个焦点。

根据亚太航空公司协会公布的数据，2023 年亚太地区航空公司承运国际旅客超过了 2.785 亿人次，比 2022 年承运 1.067 亿人次增长了 161%，是 2019 年承运国际旅客 3.755 亿人次水平的 74%。在客公里收入方面，2023 年超过了 9966 亿美元，比 2022 年 4314 亿美元增长了 131%。在可用座公里方面，亚太地区航空公司运力达到了 12317.36 亿，比 2022 年 5972.63 亿增长了 106.2%。另外，在国际航班客座率方面增长明显，达到了 80.9%，比 2022 年 72.2% 增长了 8.7 个百分点，基本恢复到 2019 年水平。

经济放缓，驱动不足

2023 年，在亚太航空市场需求开始恢复的同时，一方面，地区经济发展动力不足，居民可支配收入减少；另一方面，航油价格上涨导致成本压力增加，在国际航空市场运力恢复的过程中，航空公司大

多采取了相对稳健的政策，在运力投入方面没有采取过激行为，更多的是考虑市场需求与运力的相对匹配，从而确保客座率的稳定提高。

2023 年亚太航空运输市场经历了一个艰难的过程。虽然在 2023 年初，亚太地区航空运输市场最主要的中国和日本两个国家逐步解除了边境限制并开放旅游，在 9 月份国际旅客运输量比 2022 年 9 月甚至是增长了一倍，达到了 2370 万人次，但是仍然相当于 2019 年水平的 81%。1~9 月共运输国际旅客超过了 1.94 亿人次，可仍然是 2019 年同期水平的 69%。

随着 2023 年初中国和日本两大主要航空市场开放以来，亚太地区的国际航空旅行市场开始逐步复苏，亚太其他航空公司对于地区航空运输经济的恢复也是充满了期望。但是，市场并没有出现众多航空公司期望的结果，旅客出行人数没有快速回升，市场需求量表现明显不足。为此，许多航空公司收缩了前往中国市场的运力。截至 2023 年底，往返中国的国际航班的运力投入仅仅恢复到 2019 年水平的 62.6%。而在日本国际航空旅游市场方面，出境休闲旅游人数增长趋缓；相反，入境日本的国际旅游市场却表现强劲。

2023 年亚太航空市场在稳步恢复的过程中，航空公司除了面临着一些主要航线运力限制之外，还面临着因航油价格变动带来的成本压力，以及外币汇率变动和通货膨胀造成地区经济缓慢增长的压力，这些在很大程度上影响了亚太地区航空市场的恢复步伐。即使这样，我们也看到在 2023 年，因东北亚国际旅行市场的需求增长，带动了中、韩、日之间航班量的增加，这还是促进了地区市场的发展。

对于亚太地区航空公司来说，国际市场的恢复是 2023 年的主题。然而，亚太地区国际航空市场的复苏没有出现预期

的效果，相比全球其他地区而言，复苏的脚步还是偏慢。截至2023年底，亚太地区国际航班运力投入持续上升，已经接近2019年的85%。对于亚太地区的航空公司而言，均希望国际旅客运输量能够在2024年下半年恢复到2019年水平。

需求带动运力引进

在疫情期间，大多数航空公司取消订单或推迟飞机交付。2022年航空市场开始逐步复苏，飞机交付量比2021年明显增多。由于国内市场出行需求比国际市场需求更容易恢复到2019年的水平，因此窄体机市场需求的反弹速度快于宽体机的需求。

随着亚太地区航空运输市场的向好发展，在一定程度上势必会带动商用客机市场在亚太地区的需求增长。在商用客机的需求方面，航空公司越来越重视经济性、舒适性、低燃油消耗、低碳排放，以及续航能力强的现代化客机。

澳航在2022年订购了12架空客A350-1000型飞机，在2023年又增购了12架。目前，因现有机型航程问题，只能选择中途经停点。澳航打算将这些飞机用于执飞从悉尼和墨尔本到纽约和伦敦非经停航线。但因空客飞机制造公司要为澳航订购的空客A350-1000型超远程飞机重新设计一个额外的油箱，预计这些飞机将在2026年中交付。

土耳其航空于2023年4月制定了公司10年规划，其中包括到2023年底机队规模达到435架，到2033年将超过800架。为此，土耳其航空在2023年12月宣布，将向空客公司订购220架飞机，其中包含50架空客A321、50架A350-900和15架A350-1000飞机。

为了能更加有效开拓国际市场，尤其是直飞跨太平洋到美国东部城市的航线，

大韩航空在今年3月宣布订购27架最多可容纳410名旅客的空客A350-1000，以及6架最多可容纳350名旅客的A350-900型，最远航程可达16000公里。大韩航空方面表示，还计划引进50架空客A321neo、30架波音787-8、10架波音787-9和20架波音787-10型飞机。

亚航在引进宽体客机空客A330neo的同时，在今年2月底宣布，将现有36架空客A321neo飞机的订单改为超远程单通道空客A321LR型飞机。据悉，亚航总共有362架空客A321neo飞机的订单，预计从2024年6月开始陆续交付。亚航方面表示，今后还会调整订单，把空客A321neo改为航程更远的空客A321XLR。

随着后疫情时代亚太地区航空市场的恢复和发展，泰国国际航空适时调整公司经营战略，缩小国际航线的数量和优化机型，退役了一部分包括空客A380在内的一些飞机，并根据公司经营发展的目标和市场的结构特征进行机队更新。泰国国际航空在已经运营有6架波音787-8和2架787-9飞机的基础上，在2024年2月新加坡航展上又订购了45架波音787-9飞机。

谋划布局，开拓市场

2024年第一季度，亚太地区航空公司的国际旅客运输量持续增长。根据亚太航空公司协会公布的数据，2024年1月，亚太地区航空公司国际旅客运输量达到了2700万人次，比2023年1月增长了49.4%，客座率为79.9%，国际旅客运输量相当于2019年的82%，客公里收入比2023年1月增长48.3%；2月国际旅客运输量为2700万人次，比2023年2月1730万人次增长了56.7%，客座率为81.6%，国际旅客运输量回升到2019年的89.2%，客公里收入比2023年2月增长

54.5%；3月份国际旅客运输量为2820万人次，比2023年3月运输2050万人次增长37.5%，客座率达到了82%，国际旅客总运输量相当于2019年的86.8%，客公里收入比2023年3月增长38.6%。

进出中国、日本、韩国、印度、泰国和新加坡等国的航班量，始终居于亚太地区航空市场运力投入的前位。尤其是中国和日本两个国家，是亚太地区航空运输市场的龙头。这两大市场的恢复和发展在很大程度上决定了亚太地区国际航空旅游市场的前景。在2024年春夏换季之际，包括中国在内的许多航空公司已经谋划和实施夏季旅游市场增班和新开一些国际航线。

大韩航空从4月2日起陆续恢复仁川机场至瑞士苏黎世、中国湖南张家界和郑州新郑机场航班，4月25日起恢复釜山至泰国曼谷航班；另外，将仁川机场到曼谷航班增至每日4班，到马尼拉航班增至每日3班。大韩航空还计划将仁川机场到匈牙利布达佩斯的航班增至每周4班，到美国达拉斯沃斯堡增至每周7班。据悉，大韩航空在今年国际航线运力能够恢复到疫情前的96%。

在2024年夏季，新加坡航空将采用空客A380飞机执飞法兰克福，在4月和6月将分别新开至比利时布鲁塞尔和英国伦敦盖特威克机场航线。新加坡航空在今年3月31日起，到上海由每天4班增加到每天5班；5月1日起，到北京每天2班增加到每天3班；8月1日起，到香港由现在的每天5班增加到每天6班。从3月31日起，到吉隆坡由每周47班增加到每周54班，从8月份开始增加到每周66班，另到迪拜由每周7班增至11班。3月31日起到6月26日，至墨尔本由每天4班增至5班。9月1日起，到东京羽田机场将增加到每天4班。

为了加快国际航线市场的恢复和满足

出行需求，全日空表示将坚定恢复因疫情停飞的航线和在现有航线上增加班次。从3月31日起将东京羽田机场至北京和上海的航班分别增至每天2班，从4月16日起恢复至香港的航班。另外，还将在7月分别将东京羽田机场至德国慕尼黑和法国巴黎航班增至每天1班，在8月份恢复至奥地利维也纳的航班。还将在冬季新开因疫情一直没有开航的羽田机场至意大利米兰、瑞典斯德哥尔摩和土耳其伊斯坦布尔航线。

为了打造全球第一家网络型低成本航空公司，亚航计划从今年起继续拓展国际市场，除了扩展北亚、中亚和大洋洲等新航线外，还将延伸到欧洲（包括伦敦、巴黎、阿姆斯特丹等）、非洲（包括开罗、内罗毕、开普敦等）和北美东海岸（包括纽约、迈阿密、多伦多等）等中远程航线。

不难看出，亚太地区的航空公司正在加快从疫情中走出。亚太地区是全球航空运输市场重要的组成部分，旅客运输量几乎占到全球总量的1/3。随着新冠肺炎疫情的结束，亚太地区的国际航空运输市场因多种原因，虽然2023年市场恢复增长幅度明显高于2022年，但是尚未完全恢复到疫情前水平，并且还落后于全球其他地区。

2024年第一季度，亚太航空市场呈现出良好的发展趋势，航空公司在进一步增投国际航线运力和新开国际航线的同时，也在精心筹划机队更新和市场拓展。今年，亚太航空市场依然面临着地缘政治矛盾、高航油价格、货币贬值和通货膨胀等诸多不利发展因素。航空市场能否在年底完全恢复至疫情前水平，只能说前途光明，但道路曲折。■

中国航空公司的常旅客计划为何发展缓慢

文 | 赵巍

航空公司常旅客计划 (Frequent Flyer Program, 简称 FFP) 是为了鼓励客户多次消费而推出的一种奖励计划。常旅客计划是航空公司经营客户价值、提高客户忠诚度和满意度、维持稳定客户收入的重要竞争手段。中国航空公司的常旅客计划已经发展超过 20 年, 但是现在依然大幅落后于欧美航空公司。

与全球优秀企业相比, 中国航空公司的常旅客计划发展落后, 主要是因为中国民航客运普及率太低, 常旅客计划的有效客户不足。中国航空公司发展常旅客计划需要不断创新和改进, 首先要创造最有利的环境, 其次要借鉴学习行业成功经验, 完善常旅客计划服务体系和内容, 优化常旅客计划的服务水平和实战能力, 提升会员服务水平和会员价值, 以适应市场需求和提高竞争力。

中美主要航空公司的常旅客计划发展情况

常旅客计划的发展历史可以追溯到 20 世纪 80 年代初期, 在民用商业航空自由市场竞争的背景下, 各大航空公司为了增加客户黏性、提高客户忠诚度, 纷纷推出各自的常旅客计划。常旅客计划的核心是积分累积和兑换奖励。通过常旅客计划, 客户可以在每次消费后获得积分或者里程, 这些积分或里程可以用来兑换免费机票、商品等。常旅客计划的实施可以帮助航空公司提高客户的忠诚度和满意度, 促进客户多次消费。对于客户来说, 常旅客计划可以让他们在消费的同时获得更多的回报, 提高消费的性价比。同时, 常旅客计划也可以让客户享受到更加个性化的服务, 例如优先办理登机手续、优先选择座位、优先登机。

美国航空公司于 1981 年首次引入了名为 “AAdvantage” 的常旅客计划。紧

接着, 美国联合航空公司也推出了名为 “MileagePlus” 的常旅客计划。1987 年, 美国航空与花旗银行达成战略合作协议, 推出了划时代的联名信用卡, 让里程的获取和积累不再仅仅局限于 “常旅客”, 而是扩展到任何一个普通人的日常消费, 这一举动彻底改变了整个 “常旅客计划” 的格局和命运。

达美航空公司的常旅客计划始于 1982 年, 命名为 “飞凡里程常客计划”。该计划以里程累积和奖励为核心, 为旅客提供各种优惠和特权。达美航空不断发展和完善其常旅客计划, 包括增加会员等级制度、提高积分兑换比例、提供更多优惠和特权等。同时, 达美航空还加强了与合作伙伴的合作, 如酒店、旅游景点等, 为会员提供更丰富的优惠和特权。

美国西南航空公司的常旅客计划发展历史可以追溯到 1981 年, 命名为 “Rapid Rewards”, 该计划以里程累积和奖励为核心, 为旅客提供各种优惠和特权。1983



航空公司	2022年辅助收入	辅助收入贡献	平均单客辅助收入	区域
United	\$7,881,371,000	17.50%	\$54.62	The Americas
Delta	\$7,817,110,000	17.50%	\$46.61	The Americas
American	\$7,711,216,000	15.70%	\$38.69	The Americas
Southwest (FF)	\$5,941,000,000	24.90%	\$46.93	The Americas
Ryanair Group	\$4,002,983,357	35.70%	\$23.74	Europe
easyJet	\$2,353,524,353	33.90%	\$33.77	Europe
Air France & KLM *	\$1,760,525,594	7.50%	\$37.77	Europe
Japan Airlines Group	\$1,459,973,152	14.30%	\$42.37	Asia & South Pacific
ANA Group	\$1,310,661,418	10.40%	\$33.83	Asia & South Pacific
Lufthansa Passenger Airlines	\$588,230,018	2.50%	\$5.78	Europe
IndiGo	\$499,539,903	7.10%	\$5.86	Asia & South Pacific
China Southern Group	\$290,860,107	2.20%	\$4.64	Asia & South Pacific
China Eastern Group	\$208,482,078	3.00%	\$4.90	Asia & South Pacific
AirAsia Aviation Group	\$203,571,016	16.10%	\$8.40	Asia & South Pacific

表 1 | 全球主要航空公司辅助收入对比情况
数据来源: Idea WORK

年，西南航空公司推出了用积分兑换免费机票的服务。1997年，西南航空公司与其他航空公司开展合作，会员可以通过乘坐合作航班来累积积分。2014年，西南航空公司的客户用积分购买了620万张机票，约占总收入客公里的11.0%。

中国航空公司的常旅客计划要晚于美国，最早可以追溯到1994年中国国际航空公司的常旅客计划——国航知音，至今已有30年历史。2013年，国航将原有的常旅客计划“国航知音”正式更名为“凤凰知音”，英文名称沿用“Phoenix Miles”，国航及国航系成员公司深圳航空、澳门航空、山东航空、北京航空、大连航空及西藏航空，实现在同一常旅客计划平台的运营，会员数量达到2500万人。

中国东方航空公司于1998年推出常旅客计划——东方万里行，至今已有26年发展历史。多年来，“东方万里行”始终秉承东航“以客为尊、倾心服务”的理念，不断创新奖励计划和服务流程，不断拓展合作伙伴和服务项目，已与国内外多家航空、金融、酒店、餐饮、旅游、租车、通讯等知名企业建立起广泛的常旅客积分

合作关系。2010年以来，东航陆续新增了广东发展银行、浦发银行、工商银行、御庭酒店、千禧酒店、至尊租车、神州租车和安飞士租车等多家合作伙伴，令众多“东方万里行”会员享受到了更丰富更超值的积分服务。

中国南方航空公司于1998年推出常旅客计划——明珠俱乐部，经过26年的发展，目前南航明珠会员已超过3500万。随着互联网的普及，南航逐渐推出一系列便捷服务，如自动累积里程、通过与南航合作的酒店、银行等进行消费来获取里程、便捷的电子支付等。随着科技的不断进步和消费者需求的不断变化，南航明珠俱乐部也在不断创新和完善，从而更好地服务旅客。

中国航空公司的常旅客计划发展滞后

如何科学评价航空公司的常旅客计划效果如何？不仅仅需要评价常旅客计划的规则体系和基本内容，更要用数据和逻辑说话，量化评估航空公司常旅客计划的收入水平、常旅客计划的收入效能，以及常旅客计划的收入贡献和利润贡献如何。那么，全球航空公司实施常旅客计划的情况怎么样？中国航空公司的常旅客计划发展在全球范围内处于什么水平？

本文引用长期跟踪全球航空公司辅助收入的专业研究机构Idea Works公司发布的《2023年全球航空公司辅助收入报告》中的数据，对比分析中国航空公司的辅助收入和常旅客计划发展水平以及与欧美航空公司之间的差距。

2022年，全球范围内辅助收入最高的10家航空公司以欧美航空公司为主。其中，第一名是美国的达美航空公司，2022年辅助收入79.87亿美元，占整体收入的贡献率是17.5%，平均每客户46.61美元；

第二名是美国联合航空公司，2022年辅助收入78.81亿美元，占整体收入贡献率是17.5%，平均每客户54.62美元；第三名是美国航空公司，2022年辅助收入77.11亿美元，占整体收入贡献率是15.7%，平均每客户38.6美元；第四名是美国西南航空公司，2022年辅助收入59.41亿美元，占整体收入贡献率是24.9%，平均每客户46.93美元；第五名是欧洲的瑞安航空公司，2022年辅助收入40亿美元，占整体收入贡献率是35.7%，平均每客户23.7美元。

对比来看，中国的航空公司普遍辅助收入规模不大，而且辅助收入占整体收入的贡献率很小。2022年，中国南方航空公司的辅助收入是2.9亿美元，占整体收入贡献率是2.2%，平均每客户4.64美元。中国东方航空公司2022年辅助收入2.08亿美元，占整体收入贡献率是3%，平均每客户4.9美元。详见表1。

中国航空公司的辅助收入水平落后于欧美航空公司，而且在辅助收入中已经发展很成熟的常旅客计划也更是大幅落后。美国四大航空公司的常旅客计划收入，每旅客能够达到30~40美元，而中国南方航空公司的常旅客计划收入，每旅客只有3.46美元，大约只相当于美国四大航的十分之一左右。详见表2。

中国航空公司的常旅客计划发展已经超过20年，为什么中国航空公司的常旅客计划与欧美存在巨大差距？原因到底是什么呢？

中国航空公司常旅客计划发展的制约因素

与全球优秀企业相比，中国航空公司的常旅客计划发展落后，主要是因为存在先天不足因素、航空普及率太低的缘故。欧美的民航普及率较高，使得航空旅行重

—

中国民航客运的普及率太低，多频次经常飞行的会员规模太少。常旅客计划的有效客户不足，是制约中国航空公司常旅客计划发展的一个主要原因。

—

复消费率很高。2019年，美国民航旅客运输量9.3亿人次，年人均乘机次数为2.8次，美国有超过88%的人口享受过商业航空运输服务。而2019年，中国民航旅客运输量6.6亿人次，年人均乘机次数只有0.47次，中国有超过10亿的人口从来就没有坐过飞机。中国绝大多数的民航客户，都是第一次乘坐飞机，下一次乘坐飞机还不知道何年何月。常旅客计划强调单一客户的多频次消费行为，在中国民航市场去掉绝大多数的单次体验消费，剩下的能够多次消费的商务旅客和高端客户规模就很小了。因此，在常旅客会员的规模方面，中国航空公司存在先天不足的因素。对比来看，中国移动的用户规模超过12亿，其中高端会员规模就超过3亿。相对于中国移动和美国四大航，中国三大航的会员规模和高端会员规模的差距非常大。

为什么中国航空公司的常旅客计划发展缓慢？主要是因为中国民航客运的普及率太低，多频次经常飞行的会员规模太少。常旅客计划的有效客户不足，是制约中国航空公司常旅客计划发展的一个主要原因。

根据美国交通运输部的统计数据，在1971年，49%的美国人享受过商业飞机旅行服务，过去一年内21%的美国人乘坐过商业飞机出行。2022年，87%的美国人享受过商业飞机旅行服务，过去一年内44%的美国人乘坐过商业飞机出行。2022

表2 | 全球主要航空公司常旅客计划收入情况对比
数据来源：Idea WORK

Frequent Flyer Revenue Analysis – 2022		
Airlines – Program Name	Frequent Flyer Revenue	Per Passenger
American - AAdvantage	\$5,800,000,000	\$29.10
Delta – SkyMiles	\$5,500,000,000	\$32.10
Southwest - Rapid Rewards	\$5,206,000,000	\$41.13
United - MileagePlus	\$4,565,000,000	\$31.64
Alaska - Mileage Plan	\$1,521,000,000	\$36.68
Air Canada - Aeroplan	\$970,177,195	\$26.84
LATAM - LATAM Pass	\$936,252,000	\$14.99
Qantas Group - Frequent Flyer	\$905,768,218	\$42.60
JetBlue - TrueBlue	\$899,000,000	\$22.72
GOL – SMILES	\$822,590,428	\$30.17
Azul – TudoAzul	\$417,793,810	\$15.20
Lufthansa - Miles & More	\$372,719,197	\$3.66
Hawaiian - HawaiianMiles	\$306,263,000	\$30.58
Air New Zealand - Airpoints	\$240,757,918	\$31.09
China Southern - Sky Pearl	\$216,690,034	\$3.46

年统计数据显示，美国人第一次乘飞机出行的年龄段客流分布是：5岁及5岁以下占比19%，6~10岁占比17%，11~15岁占比15%，16~20岁占比28%，21岁以上的占比21%。

根据美国联邦航空局（FAA）发布的关于美国民航普及率的统计数据，1978年，美国民航年人均乘机次数超过1.2次，2019年美国民航年人均乘机次数超过2.8次。

1978年，美国国会通过了《航空放松管制法》，正式废除了航空公司的航线和票价管制。该法案允许航空公司自由制定航线和票价，并鼓励航空公司进行市场竞争。《航空放松管制法》的实施导致了航空公司之间的竞争加剧，一些小型航空公司开始进入市场，提供低价机票和更好的服务。同时，一些大型航空公司也开始进行合并和重组，以提高竞争力。随着航空公司之间的竞争加剧，机票价格逐渐下降，服务质量逐渐提高。同时，航空公司也开始采用新技术和新管理方法，提高效率和降低成本。

回顾全球航空公司常旅客计划的发展历史，最早追溯到1979年，第一个比较完善的常旅客计划是美国航空公司的“AAdvantage”。之后，美国各大航空公司常旅客计划不断涌现，不断创新演化发展。1981年美国民航年人均乘机次数大约为1.3次。

常旅客计划的灵魂是多频次的会员服务，会员规模和会员重复消费频次成为制约常旅客计划发展的约束条件。

中国航空公司的常旅客计划最早始于中国国航1994年的知音计划，全面启动是1998年。按照中国国家统计局统计数据，1998年中国民航旅客运输量5754.8万，1998年中国人口12.4761亿，1998年中国民航年人均乘机次数只有0.046次。2019年，中国民航年人均乘机次数也只有0.47次。2021年中国民航客运普及率虽然提高十倍，但是中国民航客运普及率远低于美国民航1981年的水平（1.3次），更低于美国民航2019年的水平（2.8次）。2019年美国民航客运普及率大约是中国的6倍左右。

如果类比美国民航1981年年人均乘机次数1.3次，中国人口14亿左右，中国民航的旅客运输量要达到年18.2亿人次。这个目标要等到“十四五”以后才能实现，还要看中国民航业务发展规划以及国家民航发展战略。

常旅客计划的灵魂是多频次的会员服务，会员规模和会员重复消费频次成为制约常旅客计划发展的约束条件。中国民航客运普及率低，成为制约中国航空公司发展常旅客计划的最大障碍。

中国航空公司常旅客计划的困境与出路

常旅客计划已经成为全球航空公司辅助收入的最常规操作模式。面对困境，中国航空公司要不要做好常旅客计划？当然要做，而且必须做好常旅客计划，提高常旅客计划收入和贡献，提高客户满意度和客户永续价值，不断提升航空公司的利润和收益。

首先，必须对航空公司常旅客计划创造最有利的环境。按照中国式现代化的全体人民现代化要求，坚持民航普遍服务使命担当，保持战略定力加大投资，坚定不

移大力发展民航业务。中国交通强国建设，要求中国的公路、铁路、港口和民航的基础设施、业务规模和质量全球领先。当前，中国高铁里程全球第一，中国高速公路全球第一，中国大中型港口数量规模全球第一，但是中国民航基础设施规模差距很大，中国民航客运普及率落后于全球平均水平，更落后于欧美发达国家。让越来越多的中国人享受越来越多的民航服务，中国民航的客户群越来越大，中国民航客运普及率越来越高，中国航空公司的常旅客计划才能真正发展起来，才能创造新模式，创造新价值。

其次，中国航空公司必须借鉴学习行业成功经验，不断优化完善常旅客计划服务体系和内容，不断提升常旅客计划的服务水平和实战能力，不断提升会员服务水平和会员价值。

中国航空公司的常旅客计划在过去20余年取得一定的成就，但仍然面临一些困境和挑战。比如竞争激烈，里程价值下降，客户流失和新技术挑战。中国航空市场竞争激烈，航空公司需要提供更多的优惠和服务来吸引常旅客。航空公司可以通过提供更多的里程奖励、更好的会员服务和更多的合作伙伴来提高竞争力。由于航空公司成本上升和市场竞争加剧，里程价值可能会下降。航空公司可以通过调整奖励政策和提高兑换标准来保持里程价值。由于竞争激烈和客户需求的变化，航空公司可能会失去一些常旅客。航空公司可以通过提供更好的服务和更多的优惠来吸引客户，并加强与客户的沟通和联系。随着技术的不断发展，航空公司需要不断更新和改进常旅客计划的技术平台，以满足客户的需求和提高效率。航空公司可以通过与科技公司合作或投资于技术研发来解决技术挑战。

针对以上困境，中国航空公司可以采取以下措施来提高常旅客计划的竞争力和

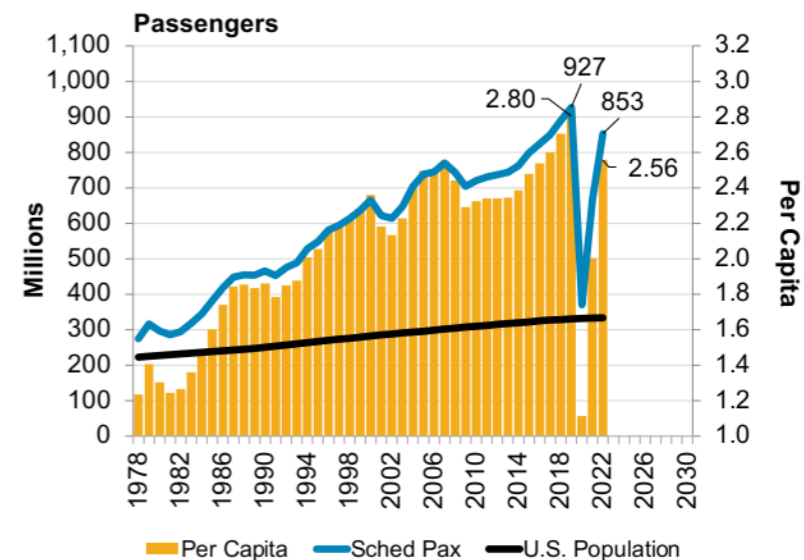


图1 | 美国民航客运普及率发展趋势图
数据来源：美国联邦航空局

吸引力。第一，提供更多的优惠和服务。航空公司可以提供更多的里程奖励、更好的会员服务和更多的合作伙伴，以吸引常旅客。第二，调整奖励政策和提高兑换标准。航空公司可以根据市场情况和成本情况调整奖励政策和提高兑换标准，以保持里程价值。第三，加强与客户的沟通和联系。航空公司可以通过定期与客户沟通、了解客户需求和提供个性化服务来加强与客户的联系。第四，投资技术，数字化转型智能化升级。航空公司可以投资于技术研发，以提高常旅客计划的技术平台和效率。第五，拓展海外市场。航空公司可以通过拓展海外市场来吸引更多的国际常旅客，并提高品牌知名度。

总之，中国航空公司的常旅客计划需要不断创新和改进，以适应市场需求和提高竞争力。通过提供更多的优惠和服务、调整奖励政策和提高兑换标准、加强与客户的沟通和联系、投资于技术研发和拓展海外市场等措施，航空公司可以提高常旅客计划的吸引力和竞争力，吸引更多的常旅客，并保持常旅客的忠诚度。■

“与国产大飞机一起劳动更光荣”

——C919 服务旅客的第一个劳动节

文 | 钱擎 宋梦菲

五一劳动节是广大旅客的节假日，而对于东航 C919 机组人员来说，则是一个工作日，也是他们与国产大飞机一起，服务南来北往旅客的第一个劳动节。

机长“王大”：与国产大飞机共成长

有着 21 年丰富飞行经验的机

长王江，现在是东航 C919 飞行部副总经理，他还有一个响当当的荣誉——两次获得“大飞机奋斗者”称号。由于资历深、人和气又帅气，和他一起飞行的机组成员都亲切地称呼他为“王大”。5月1日下午，他如往常一样严谨细致地完成航前检查，踏入了 C919 的驾驶舱，和同事们互道了节日祝福后，满载着旅客从上海虹桥机场飞往西安咸阳

机场。

西安是节假日期间的热门旅游地，假期首日的出行高峰加上国产大飞机的吸引力，这班 MU2160 航班客座率接近 100%。飞行过程中，王江始终保持着高度的专注和敏锐的观察力，确保为旅客飞出一段平稳舒适的航程。

“王大，这是今天航班旅客的飞行日志。”乘务长给王江递来

厚厚的一沓飞行日志，王江细致地翻开，签名回应。由于是劳动节，他看见日志上充满了旅客、飞友们对机组的节日祝福。这些日志和留言，是 C919 航班的一大特色。其实不仅是节假日，只要是 C919 执飞的航班，旅客都接近满员，王江还会遇到不少飞友跟着他一起飞完整个往返航班，最多的时候，一个航班上他能收到三四十本飞行日志。还有很多旅客会专门跟拍 C919 的照片，将各种各样的飞机“美照”夹在日志里送给机组留念。他在飞行中感受着旅客对国产大飞机的热情，也感受着肩膀上沉甸甸的责任。

王江说，C919 对他而言就像是一起成长起来的“好搭档”。早

在 2014 年，王江就被选为 3 名东航与商飞联合培养的 C919 试飞员之一；2017 年，他加入 C919 首家用户评估委员会；2022 年，东航 C919 飞行部成立，他成为首批机长。除了这次第一次和 C919 一起过“五一”，他还见证了 C919 的诸多“第一次”：第一次商业运行，第一次开通 3 条航线，第一次服务春运，最让他难忘的是，第一次把全球首架 C919 交付机飞到了新加坡参加航展，亲身参与感受国产大飞机在海外首秀的成功。

与 C919 这些年的缘分里，王江不仅仅经历着这些“第一次”，更有成为 C919 第一批管理人员后心境的成长 and 变化。“以前飞其他机型，一心只想着保证好安全，但

是现在，我们还要想如何把大飞机事业做好。”王江是 C919 飞行创新工作室领衔人，投入安全运行训练、飞机全面优化、飞行人才培养等工作；他还担任飞行教员，以打造“飞行员、研究员、设计员”的专家型 C919 飞行队伍为目标，一年来已经组织了 40 多场 C919 圆梦大讲堂，带领飞行员集中学习研讨。“在飞行之余，我们会让对某一领域研究深入的飞行员上台讲课，比如在空调系统、应急程序等方面有钻研、有体会的，我们都会鼓励他们分享心得，带着大家一起熟悉掌握新机型。”

由于工作忙碌，有两个女儿的王江陪伴家人的机会少了很多，而原是乘务员的妻子辞去工作，用



理解和支持组成国产大飞机“军功章的另一半”。原本，孩子并不太了解父亲的工作，直到去年，他去给上一年级的女儿所在班级讲了一堂关于国产大飞机的讲座，同学们都对他女儿投来了羡慕的目光，回到家，女儿对他说，“爸爸，原来你这么厉害啊！”讲到这里，王江眼里闪着光，这份光是他多年劳动的汗水折射而出，更是来自投身大飞机事业的自豪感。

重庆籍乘务长：在国产大飞机上俯瞰家乡

“海绮，前面就是你的家乡了。”在 C919 上海虹桥—成都天府的一次航班上，乘务长刘海绮在给机组送餐时，机长特意提醒她飞机前方就是重庆了。

有着 175 厘米高挑身材、大眼睛高鼻梁的东航 C919 乘务长刘海绮，是一个土生土长的重庆妹子，2016 年加入东航。凭借优秀的业务能力，在 2022 年成为第一批 C919 乘务员。今年 1 月，她和王江机长一起参与了 C919 赴新加坡的“海外首秀”。由于一门心思扑在工作上，天南地北地飞行，她往往一年到头只能回家乡一次。自从 C919 商业首航后，她最爱飞的

就是上海虹桥—成都天府航班，成都和重庆离得近，大飞机正好会经过重庆附近。每当这时，她瞅几眼舷窗外的连绵山脊，仿佛就能嗅到山城香香的火锅味、浓浓的家乡味。

这个五一劳动节，刘海绮排了航班任务，依然不能回家乡。她这几天飞的是上海虹桥—西安咸阳的航班。5 时 40 分，她就收拾好自己走出了家门。6 时 35 分签到，7 时 40 分上客，她要用最好的状态、温暖的笑容和贴心的服务，迎接假期出行的每一位旅客。

8 年的工作，刘海绮经历了从一名普通舱乘务员到头等舱乘务员、再到 C919 乘务长的蜕变。在她看来，乘务长的角色更像是一个“粘合剂”，不仅要在航前就开始关注客座率、配餐、行李情况等，更要与整个机组保持紧密沟通，对航程中的所有事项都有足够的把控能力。

现在已交付的 5 架 C919 每天大约执行 7 个航班。她基本上每周都保持着 4 天连飞 C919 的工作频率。针对目前已开通的上海虹桥往返北京大兴、成都天府、西安咸阳 3 条航线的特点，刘海绮总结了自己的一套服务关注重点，比如天府航线上小朋友和老年旅客居多，她会着重关注那些携老带幼的家庭出

游旅客，主动为他们提供帮助。大兴航线的旅游旅客一般比较少，她会思考如何能更好满足商务出差旅客的出行需求。

“在去年 5 月 28 日的 C919 商业首航航班上，那个穿红色制服的就是我。”“今年的新加坡航展上，我们都叫 C919 ‘网红打卡机’。”谈起与 C919 飞机和机组的共同回忆，刘海绮满是激动和骄傲。最令她温暖的，应该是 C919 给予她和团队的一种凝聚力和归属感：有一次飞成都，旅客专门给机组送了可爱的熊猫笔，让她非常感动和开心；她也把与 C919 机组的感情称为“战友情”，“现在 C919 飞行员和乘务员的队伍都越来越壮大，我们已经有 7 批、近 200 名 C919 乘务员了，我们一起经历了那么多历史性的‘大事件’，大家感情都非常好，就像战友一样。”

“劳动最光荣！与国产大飞机一起劳动更光荣，”刘海绮笑着说，“真心希望下一个劳动节，我们的 C919 能越来越多，飞的航线也越来越多。”她还有一个愿望，就是有一天 C919 能飞到重庆，那样她就可以经常与国产大飞机一起往返家乡。■

两栖飞机为什么会有三次首飞

文 | 覃俊娥

2020 年 7 月 26 日，大型灭火 / 水上救援水陆两栖飞机“鲲龙”AG600 在山东青岛团岛附近海域成功实现海上首飞，这是继 2017 年陆上首飞、2018 年水上首飞成功之后，项目研制取得的又一重大突破。从陆上到内湖，再到海上，AG600 飞机完美诠释了“水陆两栖”的特点，这艘“会游泳的飞机”“会飞的船”实现了“飞天入海”的梦想。

AG600 飞机是为满足我国森林灭火和水上救援的迫切需要，首次按照中国民航适航规章要求研制的大型特种用途飞机，是国家应急救援体系建设急需的重大航空装备。具有海上救援等功能的 AG600 飞机成功实现海上首飞，初步验证了飞机的适海性，探索海上试飞技术和试飞方法，为后续开展海上科研试飞，测试飞机海上抗浪性、操控特性、结构与系统的工作特性奠定了坚实的基础。



AG600飞机具有“水陆两栖、一机多型”的特殊性，决定了其有着与陆基飞机不同的三次首飞。陆上首飞和大多数其他类型的飞机一样，验证了飞机的基本功能和飞行性能，是型号实现从图纸到实物产品的重要环节。

水上首飞则是在湖面进行，验证飞机在面临突发火灾等灾害、灾难情况下，在浪高相对较小的湖面进行起降、汲水等功能。

而海上首飞主要检验飞机远海救援时，在海面的起降特性，检查飞机各系统在海洋环境下的工作情况，重点验证飞机海上抗浪能力、腐蚀防控等性能。同时，针对海洋高盐度、高湿度环境下带来的腐蚀防护问题，对飞机防腐效果进行评估，为未来飞机执行远海空中运输、海上应急救援等任务的做好准备。

飞机在陆上起飞和降落时依托坚硬平滑的跑道，依靠有缓冲作用的起落架系统，相对而言飞机的安全是有保障的。

而水上首飞和海上首飞都包括飞机“从空中降落到湖面或海面”和“从湖面或海面加速滑行升入空中”这两个阶段。

尤其是海面起降过程中，由于浪涌的波动起伏更大，更容易导



AG600飞机具有“水陆两栖、一机多型”的特殊性，决定了其有着与陆基飞机不同的三次首飞。陆上首飞和大多数其他类型的飞机一样，验证了飞机的基本功能和飞行性能，是型号实现从图纸到实物产品的重要环节。

致飞机发生上下颠簸和摇摆，专业术语叫“纵摇”。如果纵摇发散，飞机就会像海豚一样上蹿下跳，也就是所谓的“海豚跳”，严重的话飞机会失控。

那么，水上首飞和海上首飞究竟有什么不同呢？

起降环境不一样

海上首飞的地点在山东青岛团岛附近海域，相较于内陆水面环

境，有三方面不同，会给飞机的试飞工作带来额外的难度。

首先，盐度不同。水上首飞选择在湖面进行，湖泊中是天然淡水，水分盐度相对较低，对飞机各系统的腐蚀防护考验较小；而海上首飞在海上进行，海水盐度明显高于湖泊中的淡水，腐蚀性更强。因此，海洋环境对于试验机的防腐要求更高。

其次，密度不同。海水密度大，湖水密度小，飞机在水中受到的浮

力和起飞时需要克服的水的“粘性”也会有差异，而这种差异在飞机高速滑行时会更加明显，尤其在降落时。由于海水密度比湖水密度大2.5%，在同等飞行条件（飞行重量、飞行姿态、飞行速度、下降率）下，飞机在海面降落时，海水对飞机的反作用力相对湖水要大，这种差异会让飞行员觉得海面比淡水水面“偏硬”一些。

最后，波浪不一样。内陆湖面一般是由风形成的风浪，是短碎波浪，浪高相对较小，且波浪传播方向一般与风向一致。因此飞机在湖上起降时，一般选择迎风迎浪起降。而在海上则是“无风三尺浪”，浪高大、能量大，而且海面上波浪类型多，有由风形成的风浪、水下的整体运动形成的涌浪，还有大型船行波等，不同类型波浪可能同时存在，且传播方向不一致。同时，海面还伴有洋流和风等，会使得飞行环境变得更加复杂。

操纵特点不一样

水上首飞和海上首飞，飞行员的视觉感受和操纵要求不同。海面较湖面更为开阔，飞行员在降落时选择参考点不如湖面容易；海面环境较湖面环境相对复杂，试飞过

程中需要全面考虑风向、风速、洋流和浪涌，以及高温、高湿、高盐环境的综合影响；海上起降对飞机的波浪海面滑行稳定性、操纵特性、抗浪性、喷溅特性、防腐特性等要求更高。总体来说，海上首飞对飞行员的专业操作要求也更为严苛，相对应地海上试飞保障也更为复杂。

为此，飞行员只能在对飞机飞行特性足够了解的基础上，通过经验决定是逆风降落、逆海浪降落，还是正侧风、沿波峰等降落，有时或许顺风降落才是最好的选择，而在陆地机场上，大多数选择逆风降落。

而且一般来讲，在有波浪的海面，飞机在推油门加速起飞过程中，发动机拉力产生的低头力矩使飞机机头有一定的下俯，但如果在大波浪的作用下，机头反而抬起，在每个波浪过后，飞机头部会迅速下俯，并产生更大的下俯角。两栖飞机在海上高速滑行和起降过程中，保持飞机姿态是非常重要的。

因此，为避免海上起降过程中飞机姿态过大或过小，必须迅速调整操纵量，这必须依靠飞行员细心而又准确的操纵，才可以抑制飞机的纵摇，使飞机在整个起飞或者水过程中保持运动状态稳定。

检验重点不一样

由于飞机的使用环境不同，操纵特点不同，海上首飞和水上首飞对飞机各项性能考查、检验重点也有所不同。

湖面风浪浪高小、能量小，水上首飞主要是验证飞机各系统在水面的工作情况，并初步检查飞机水面起降操纵特性及性能，为后续飞机用于森林灭火和自然灾害防治体系建设提供支持。

而海上首飞是重点检验飞机喷溅特性、抗浪性、加速特性和水面操纵特性，检查飞机各系统在海洋环境中的工作情况，并收集海上飞行数据，为后续相关工作提供支撑。

无论是陆上首飞、水上首飞还是海上首飞，都是AG600从图纸变成试验机，由试验机走向客户市场的必经之路，都是为验证飞机的不同飞行特性，确保飞机性能实现、安全可靠的关键性飞行试验科目。

道阻且长，行则将至。航空人将一如既往，致力于提升航空工业特种用途飞机研制能力，争取早日让AG600飞到祖国和人民需要的地方，促进国家自然灾害防治体系和应急救援体系建设。■

加拿大商用飞机发展之路

——世界商用飞机发展简史（十六）

文 | 王思磊



王思磊

毕业于北京大学传播学专业，长期从事航空文化传播工作，现任职中国商飞公司。

1909年2月23日，加拿大人麦克科尔迪用一架美国制造的飞机在新斯科舍省巴特迪克的冰面上起飞，翻开了加拿大航空史的第一页。两次世界大战期间，美国的寇蒂斯公司、波音公司、弗利特公司、费尔柴尔德公司和英国的维克斯公司、德·哈维兰公司等均在加拿大成立了各自的子公司，以便向加拿大政府和飞机客户提供及时的服务。因此，在加拿大航空制造业发展的前几十年里，加拿大最重要的飞机制造公司都是美国和英国飞机制造公司的子公司。

第二次世界大战结束后，加拿大航空制造业逐步转向民用，在作为美国大型商用飞机转包商的同时，聚焦短距起落飞机和支线飞机研制，并取得辉煌成就，成为世界商用飞机发展史上一颗耀眼的明星。但在近十年里，由于研发成本、市场规模、国际竞争等多重因素，加拿大的航空制造业由盛转衰。

摸索中前进

20世纪50年代以来，通过一系列兼并和巩固，加拿大飞机公司（Canadair）和德·哈维兰飞机公司成为了加拿大两家最主要的飞机制造公司。

早在1946年，加拿大飞机公司就以“北星”飞机（道格拉斯DC-4的加拿大型）成功进军民用飞机领域。20世纪50年代末，又依托英国布里斯托不列颠尼亚型飞机，开发了涡轮螺旋桨的CL-44客机。20世纪60年代，还研制出了世界上唯一一种专门为森林灭火的飞机——CL-215。但是，加拿大飞机公司从未确定过一个明确的战略目标，总是在转包生产和自主设计之间摇摆不定。到了20世纪70年代，加拿大飞机公司始终未能研制出一款能够实现商业成功的飞机，从而走向衰退，并在1986年被庞巴迪公司收购。

20世纪50年代中期，德·哈维兰公司就与加拿大国家研究委员会合作，进行了短距起落飞机的研究，并于20世纪60年代成功研制出了20座级的DHC-6双发涡轮螺旋桨支线客机。20世纪70年代初，德·哈维兰预测未来城市间的短程短距起落支线客机市场将急剧扩大，50座4发的涡桨支线

飞机将有600架的市场需求。虽然这一想法得到了加拿大政府的认同，但其英国母公司霍克·西德利不愿再看到新的飞机加入竞争，因此拒绝投资，加拿大政府不得不在1974年收购德·哈维兰。而此后，由于加拿大政府私有化政策的出台，德·哈维兰公司于1985年被卖给了波音公司。1990年，波音公司集中精力于干线客机，无暇顾及德·哈维兰研制的支线客机，决定再次出售德·哈维兰公司。此刻，出于本国利益考虑，加拿大政府出面干预，不准法国和意大利的ATR公司购买，而是让庞巴迪公司出资51%，安大略省政府出资49%，收购了德·哈维兰公司。

漫漫摸索中，加拿大航空制造业寻找到了一种特有的商用飞机发展模式，那就是在成为美国大型商用飞机转包商的同时，专门从事短距起落飞机和支线客机的研制，而这也是波音、空客等商用飞机巨头忽略的地带。

庞巴迪一枝独秀

1942年，约瑟夫·阿德曼·庞巴迪创立了庞巴迪公司，以生产雪地运输工具为主。20世纪70年代开始从事轨道车辆的设计与生产。1986年收购加拿大飞机公司，从此

步入航空领域。20世纪80年代末至90年代中期是庞巴迪公司发展最为迅猛的时期，通过一系列收购、扩张和重组，公司实力不断壮大。

到21世纪初，庞巴迪公司保留了庞巴迪宇航集团、庞巴迪运输集团和庞巴迪资本集团三个集团，并将重点放在了宇航和运输业务上，成为了一家世界领先的提供从支线飞机和公务机到铁路运输设备的制造商，业务遍布世界各地。

在商用飞机领域，1989年，庞巴迪就启动了50座支线喷气式飞机CRJ（Canadair Regional Jet）计划。首架CRJ100飞机于1991年首飞，1992年获得加拿大型号认证并投入市场运营，1993年取得欧洲型号合格证。后又开发CRJ200、CRJ700和CRJ900系列飞机。CRJ700是CRJ200的70座派生机型，1997年启动，1999年首飞，2000年获得加拿大型号认证，2001年获得欧洲型号合格证，交付法国不列特航空公司，随后获得美国联邦航空局型号合格证。CRJ900是CRJ系列的加长型，载客86人，2001年首飞，2003年投入航线运营。CRJ系列支线飞机是北美短途旅行的主要机型。2007年，庞巴迪又推出100座的CRJ1000飞机。CRJ1000被称作CRJ系列的下一代飞机（next-



generation)，采用了全新的客舱，并增加了复合材料的使用。

20世纪90年代，庞巴迪的支线喷气飞机业务蓬勃发展，于1992年收购了波音公司的德·哈维兰部门，寻求进一步扩张。该部门位于加拿大，负责生产广受欢迎的Dash 8（冲9）系列支线涡轮螺旋桨飞机。1996年，Dash8Q系列涡桨飞机投入运营，包括37座的Q200，50座的Q300和70座的Q400。“Q”为安静型，采用了主动噪声控制技术。

除了商用飞机外，庞巴迪还拥有多种类型的公务喷气飞机，包括轻型与中型的利尔系列公务机，中型“挑战者”系列宽体公务机，以及超远程的“环球快车”系列。

庞巴迪支线飞机系列为航空公司提供了40座~90座，长短结合、喷气与螺旋桨飞机并有的灵活选择，迅速成为全球第三大商用飞机制造商。

大飞机梦曲折艰难

2001年9·11恐怖袭击，让全世界航空业迎来了寒冬，庞巴迪不得不出售祖传雪地车业务渡过难关，由此可见庞巴迪公司对航空业务的重视。寒冬过后，在支线飞机领域占据一席之地的庞巴迪，开始

向更高目标迈进。

2008年，庞巴迪正式启动定位为“大支线小干线飞机”的C系列飞机项目，座级100-160座，共有2个机型，分别是典型布局108座、高密度布局133座的CS100和典型布局130座、高密度布局160座的CS300。C系列飞机使用了大量类似于波音737和空客A320的干线飞机技术，直接进入了与空客A318和波音737-600竞争的地盘。

项目的研制过程并不顺利，2008年金融危机和C系列飞机发动机的开发问题，给庞巴迪带来了成本增加的巨大困扰。但凭借着在支线飞机研制方面的深厚基础，经过五年的不懈努力，首架C系列飞机在2013年成功首飞，2015年拿到加拿大适航证，2016年拿到了美国和欧洲的适航证。庞巴迪也乐观地认为，未来20年内，C系列客机将拥有50%的市场份额。

然而，未来的情况并不像加拿大人想象的那么乐观。2017年，波音公司使出“杀手锏”，要求特朗普政府以反倾销为由调查庞巴迪。同时还向美国政府提起控诉，要求裁定庞巴迪在2016年向达美航空销售75架CS100飞机的过程中采取了不正当的倾销手段，建议政府对该笔交易征收160%的高额

关税。由此可见，波音想要扼杀C系列飞机的意图已十分明显。

由于巨额的前期研发成本投入、疲软的销售业绩和一直无法增加的产能等问题，庞巴迪与波音的这起贸易争端也成为了庞巴迪投向空客“怀抱”的契机。2017年10月，空客宣布以象征性的1美元收购庞巴迪C系列飞机项目50.01%的股权。2018年7月1日，空客宣布庞巴迪C系列飞机控股股权收购正式完成。7月10日，宣布庞巴迪C系列更名为“A220”，包括A220-100和A220-300两种型号，分别对应原C系列飞机的CS100和CS300。至此，空客的“新产品”A220系列飞机和现有的以A320系列为代表的150座级以上的单通道飞机市场无缝对接，使空客产品覆盖了整个单通道飞机市场。

一切来得快，结束得也快。当年靠收购兼并发展壮大的庞巴迪，如今只能疯狂出售业务以求生存。2018年底，将涡桨支线飞机项目出售给了维京航空公司，将公务航空培训业务出售给了加拿大航空培训公司（CAE）；2019年6月，将CRJ支线飞机业务卖给了日本三菱重工；2021年初，宣布停止生产利尔系列公务机。至此，庞巴迪只剩下“挑战者”和“环球快车”两款公务机业务，其在航空领域所有的成功和骄傲，都化为了“昔日辉煌”。

恩平——中国航空文化的原点

文 | 欧阳亮



欧阳亮

中国商用飞机产业的观察者、记录者



汽车开出恩平市区，很快就进入到一片绿色的环绕之中：公路两旁主要是连片的稻田，稻田里蓄了浅浅的水，偶尔会反射太阳光刺一下眼睛，禾苗绿油油的，看着喜人。有时，窗外也会闪过一片香蕉林或者来不及辨别的小树林，又或者一只白色的、不知什么种类的鸟，让坐在车里的人们精神一振。

从恩平市区到冯如故居牛江镇昌梅村（冯如出生时叫杏圃村），大约25公里，车程半小时。汽车来到一个岔路口准备左转时，一个高大的冯如雕像映入眼帘——昌梅村到了。

为中国龙插上翅膀

被誉为“中国航空之父”的冯如，出生于1884年，从小就表现出心灵手巧的特质，喜欢制作风筝和车船等玩具。他曾经制作了一具大型风筝，下面挂两个木桶，并在众人质疑的眼神中飞上天空。12岁时，冯如随回乡省亲的表舅去美国旧金山，开始接触到西方科技。

当时，华人在美国备受歧视，再怎么吃苦耐劳，也很难在一间工厂长久工作。与已在美国时间较长的华人相比，小冯如遭受的苦难更多，被刁难、被虐待甚至被解雇成了他的日常。但冯如并不气馁，即使在工厂经历了12小时的辛苦劳作之后，回到家依然要挤出时间学习。

有点积蓄之后，冯如进入夜校攻读机器专业。因为他认识到：“今中国贫弱极矣，非学习机器不足以助工艺之发达。”经过多年刻苦学习，冯如成为一名优秀的机器发明家，不仅理论扎实，“三十六种机器无不通晓”，而且于技术领域多有突破。当时无线电通信技术才刚刚问世，冯如改良的无线电传送机就“能发能收，电码灵敏”。他设计的小型发电机，不但轻巧便捷，而且效率倍增，许多美国厂商都争相订购。

凭着在机器领域的钻研，冯如在美国华人圈已小有名气，如果继续沿着这条路走下去，他无疑将成为一位杰出的工程师、发明家，但1903年底莱特兄弟发明飞机的消息传来后，他立即认识到，飞机将是一件保疆卫土的利器，“倘得千数百只飞机分守中国港口，内地可保无虞，微特足以固吾圉，且足以摄强邻矣！”从此，“航空救国”便成了冯如人生的奋斗目标。

1909年9月21日，冯如在美国奥克兰市成功试飞由中国人自主研发制成的第一架飞机——“冯如1号”。1911年初，他又研制出一架更完善的飞机——“冯如2号”。冯如2号的成功震撼了美国主流世界，《旧金山星期日呼声报》用整版刊发长篇报道《他要为中国龙插上翅膀》，详细介绍了冯如的伟大成就。

1911年2月22日，冯如携



梁汉一

梁汉一（1917~2001），祖籍恩平圣堂歌马村，出生于美国加利福尼亚州。1906年入美国空军服役，被派到空军学校学习。1941年8月参加美国志愿援华抗日航空“飞虎队”，曾参与昆明、鄂西、常德、河南、长沙、衡阳、桂林、柳州等空战。1944年9月以“飞虎队”上尉身份在延安受到毛泽东接见。1941年8月至1945年8月间获中国政府嘉奖10多次，并获美国、英国政府颁发的飞行十字勋章。抗战胜利后，回到美国继续在空军服役。因战立战功，获授空军准将军衔。1972年2月任美国“空军一号”机长，飞载美国总统尼克松访华以实现中美建交，再受毛泽东接见。

张瑞芬

张瑞芬（1904.12.2~2003.9.21），恩平君堂黎塘大兴里人。高中毕业后赴美国南加州大学深造。1932年考入美国林肯航空学校，为唯一女生。1932年3月考取美国私人飞行执照，为首位华裔女性。1933年5月驾机从纽约飞往爱尔兰，为全球首个成功飞越大西洋的女性。1934年被美国妇女航空会吸纳为会员。1935年考取国际飞行执照，经历极端飞行。成为中国第一个女特技飞行员，多次参加国际飞行比赛获奖。抗战爆发后，驾机飞越美国华人聚居城市，宣传抗日和航空救国。1984年被南加州华人历史学会授予“献身当代之妇女”称号。其事迹入选美国航空名人堂、航空史籍和华人名人典籍。

两架飞机和制造飞机的设备启程回国。辛亥革命爆发后，冯如投身革命阵营，出任飞机长，并在广州创办了我国第二家飞机制造公司——广东飞行器公司。当年8月25日，冯如在试飞中不幸罹难，年仅28岁。

在第一代航空实践者群体中，冯如集设计家、制造家、飞行家、企业家于一体，是技术、知识最全面的一个。如果他想发财，只需留在美国，无论是从事机器制造还是从事航空，都可以轻易致富，但他制造飞机的目的是“壮国体，挽利权”，一俟冯如2号成功，就立即回国，体现了自己的拳拳赤子之心。在弥留之际，他毫不以生死为念，反嘱咐助手说：“吾死后，尔等勿因是失其进取之心，须知此为必有之阶段。”

群星耀恩平

在恩平市中心，有一座冯如广场。广场的高台上矗立着一尊冯如雕像，只见冯如潇洒地站着，右手插腰，左手拿着一个冯如2号的模型。在冯如雕像的两侧，各有一架中国人民解放军空军赠送的退役飞机。两架飞机机头昂起，直刺蓝天，既像是骄傲地为中国航空之父站岗，更像是告慰先辈，中国航空人继往

开来、勇往直前的脚步从未停止。

游客容易忽略的是，在广场旁边还有一个恩平航空名人雕像园，雕像园的中心是一个冯如2号模型，模型两边竖立着10尊恩平航空名人的雕像，他们的名字是：张瑞芬、梁汉一、黄洋扬、岑泽鑫、梁持旺、卢传铭、卢发喜、潘泽光、潘天佑、冯培德。

在这10人中，张瑞芬是唯一的女性，也是至今仍在全球航空界享有盛誉的女性。在10多年的飞行生涯中，张瑞芬创造了八项第一：第一个取得美国飞行执照的中国女子、第一个中国女特技飞行员、第一个轰动美国的中国女性飞行员、第一个在国际比赛中获得两项名次的中国女飞行员、第一个滑翔安全降落的中国女飞行员、第一个驾自置飞机访问美国各大城市的中国妇女、第一个驾机闯进美国空军基地的中国飞行员、第一个参加美国妇女航空协会的亚裔。

蔡廷锴将军在访美时得知她的事迹后，为她题词：“女界之光”，美国航空界则称她为“当代杰出女飞行家”。

张瑞芬1904年出生于恩平君堂镇黎塘（黎塘）村大兴里，父亲为旅美商人，家中较富裕，小时即开始练习钢琴。高中毕业后，张瑞芬

随母赴美与父亲团聚，并进入洛杉矶康纳域多利音乐学院学钢琴。张父为开阔女儿眼界，带她到洛杉矶Dycer机场学开车，但张瑞芬在学开车的过程中燃起了学飞行的愿望。在教官带飞12.5小时之后，张瑞芬即开始单飞。一年后，时年28岁、已有2个孩子的张瑞芬获得美国政府颁发的私人飞行执照，成为第一个获得该执照的中国女性，当时美国所有飞行员中，女性只有1%。

但张瑞芬没有就此止步，她相继又取得了商业、国际飞行执照。要知道，美国国际飞行执照是当时世界上最高规格的执照，很多精英飞行员都望尘莫及。至此，张瑞芬成为第一位拥有私人、商业、国际三种飞行执照的华人。

抗日战争全面爆发后，张瑞芬募集7000美元购买了一架飞机，准备回国开办航空学校，为中国空军培养飞行员。但她的一名学员在飞行中出现意外——机毁人亡，张瑞芬不得不终止回国抗日的梦想。雪上加霜的是，这之后她的弟弟和父亲相继去世，她父亲临终前更是嘱咐她放弃飞行。1942年，38岁的张瑞芬停止飞行，转而从商。

张瑞芬的经历够传奇了，但梁汉一的经历更加跌宕起伏。梁汉一祖籍恩平圣堂镇歌马村，其父亲梁

航空史上的 5 月

辑录 | 黎时

道安于 1912 年赴美，因此梁汉一和弟弟梁汉杰都出生在美国，但从兄弟俩的名字就可看出他们一家对祖国的思念之情。梁汉一 19 岁开始学习飞行，学成后在陈纳德的“飞虎队”任飞行员。1941 年，梁汉一随队回国参加抗日战争，驻扎昆明，曾参加昆明、鄂西、常德、河南、长沙、衡阳、桂林、柳州等地的空战。梁汉一作战英勇，击落敌机多架，受到中国政府嘉奖达 10 多次，并获美国、英国政府颁发的飞行十字勋章。1944 年 9 月，梁汉一以空军上尉身份受到毛泽东的接见。

1972 年，美国总统尼克松开启访华的“破冰之旅”，而他所乘坐的“空军一号”的机长就是梁汉一。在北京，毛泽东再次接见了梁汉一，得知他一直没机会回恩平家乡，嘱咐他说：“中国人都喜欢回家乡走走，以后还是找个机会回去看看吧。”临别时，毛主席还送他茅台酒以慰他的思乡之情。

1986 年，梁汉一以空军准将身份退休。第二年，他终于回到了魂牵梦绕的故乡。

航空文化结硕果

对恩平人来说，冯如、张瑞芬、梁汉一等航空名人既是家乡的骄傲，也是恩平城市特色的代

表。从 20 世纪初开始，恩平的发展就与航空有着千丝万缕的联系，今天，恩平更是高调亮出航空这块金字招牌，既招商引资，着力发展低空经济，又把航空文化注入校园，通过举办航空文化主题活动、全国青少年无人机大赛、打造航空文化研学目的地等方式，擦亮冯如文化品牌，在下一代中营造浓厚的航空文化氛围。

在发展低空经济方面，冯如航空科技精英奖获得者、中国航空研究院原常务副院长孙侠生为恩平总结了发展低空经济的六大优势：深厚的航空文化底蕴、扎实的工业基础、政府的支持与推广、良好的区位优势、丰富的旅游资源、良好的招商引资环境。“恩平围绕航空领域已有一定的产业积累，这为无人机、eVTOL 等低空经济相关产业的发展提供了良好的基础设施和产业链支持。”孙侠生表示，恩平位于大湾区黄金内湾，地理位置优越，交通便利，在物流和市场接入方面具有天生的优势，再加上恩平旅游资源丰富，因此又有发展低空经济的应用场景，如果能与深圳合作，建立“深圳总部+恩平基地”“深圳研发+恩平生产”的跨市战略组合布局，将为恩平探索自己的低空经济发展模式起到有效的推动作用。

恩平是这么想的，也是这么

做的。在编制了《恩平市低空经济发展扶持政策》《恩平低空经济产业链投资指南》《恩平低空经济产业链招商图谱》之后，恩平举全市之力打造了无人机产业园、无人机应用基地、科普基地、试飞基地等。坐落于恩平市大槐镇的无人机产业园已有博泰智能、鑫发展、金普仕、新熙丽等 4 家无人机上游企业、江声音响等无人机配套企业落户，广东鼎峰航空科技有限公司正在安装生产设备，很快就将投入生产。

在应用场景方面，恩平已建成 5 个无人机试飞基地和 4 个临时空域，泉林飞行主题馆已成为全国青少年无人机科学素质等级考务中心、广东省航空科普基地。航空研学已成为恩平航空文化的特色品牌，每年前来研学的人员超过 30 万人次。

无论是从航空产业，还是从航空教育、航空科普、航空旅游等角度来看，航空文化都已在恩平结出硕果。

4 月 28 日，在 2024 年恩平市低空经济发展大会上，中国航空学会举办了“中国航空文化研学地图原点发布仪式”。是的，在中国航空产业日益壮大的今天，我们应该牢记初心，不时地回望一下中国航空文化的原点——恩平。■

1913 年 5 月 10 日，俄裔美国人西科斯基牵头研制的一架重 4 吨多、翼展 28 米、机身长 19 米的四发飞机完成首次试飞，工人们称之为“大块头”，堪称今日大飞机的鼻祖。

1920 年 5 月 7 日，由英籍飞行员麦肯锡驾驶“京汉”号正式开通了京沪航线京津段航班。那天，飞机由北京南苑机场飞往天津，载有旅客 9 人及信函 35 封、新闻纸 40 件。1 小时后降落在天津佟楼赛马场，下午返回。这次航行揭开了我国民航运输史的第一页。

1926 年 5 月 9 日，美国人伯德和贝内特驾驶福克 F.VII/3m 飞机，凌晨 1 时从新奥勒松的孔格斯峡湾起飞，向北极点飞去，使用专门改造的太阳罗盘指引航向，9 点多到达极地，经过反复观测，证实确在北极极点上空，下午 4 点半返航，共飞行 2757 千米，完成了第一次北极飞行。

1927 年 5 月 20 日，波音 40A 首次飞行。这是波音公司第一架能搭载乘客的飞机。

1927 年 5 月 21 日，美国飞行员林德伯格（亦译林白）驾驶“圣路易斯精神”号飞机，经过 33 小时 30 分的空中飞行，以平均时速 173 千米飞越 5810 千米，横跨大西洋，从美国东海岸纽约单人不着

陆直飞法国巴黎，创造了当时很多人认为不可能的奇迹，显示了远程飞行的商业价值。

1928 年 5 月 31 日至 6 月 10 日，澳大利亚人查尔斯·金斯福德-史密斯机组，驾驶一架福克三发飞机“南十字”号，从美国加州奥克兰分 4 段飞到澳大利亚悉尼，83 小时 15 分钟飞了 11840 千米，完成人类第一次横跨太平洋的飞行。

1930 年 5 月 15 日，美国波音航空运输公司由注册护士艾伦·邱奇领导的第一个空乘组在从旧金山到芝加哥的波音 80A 航班上第一

次上岗，这一天成为全体“空姐”的生日。

1934 年 5 月 19 日，苏联图波列夫设计局“安特-20”（Ant-20）“马克西姆·高尔基”（Maxim Gorki）号首次飞行。这是当时世界上最大的飞机，装 8 台发动机，可搭载 80 名乘客，主要用作移动宣传办公室。

1935 年 5 月，中国第一位华侨女飞行家张瑞芬通过严格考试获得正式飞行执照，并被接纳为美国洛杉矶市航空协会会员，在美国航空界被誉为“飞行先锋”“当代最

▼ 林德伯格和他飞越大西洋用的“圣路易斯精神”号



杰出的女飞行员之一”。

1941年5月，中国航空公司一架DC-3由重庆飞往成都途中被日机截击，迫降宜宾，飞机右翼被炸毁，因当时没有备份机翼可用，便从香港找到一个DC-2的右翼，绑在DC-3机腹下运来宜宾，勉强装上，成为一架左翼长右翼短的特殊飞机，靠驾驶员高超的技术，该机经桂林转返香港基地。那架绝无仅有的飞机后来被称为DC-2 1/2。

1952年5月2日，英国海外航空公司(BOAC)“彗星1”的第一个定期航班，载客36名从伦敦希思罗机场出发，经停罗马、贝鲁特、喀土穆、恩德培、利文斯顿后，最后到达南非约翰内斯堡。这次飞行揭开了喷气时代的序幕。

1958年5月，中国自行设计的第一台涡轮喷气式发动机喷发1A(“红旗1”号)在沈阳航空发动机厂试制成功。该发动机的主任设计师为吴大观、副主任设计师为虞光裕。

1965年5月20日，加拿大德·哈维兰公司DHC.6“双水獭”双发螺旋桨飞机首次试飞。

1970年5月26日，苏联图波列夫设计局图-144超声速客机原型达到每小时2136千米的速度，成为世界上第一个超过2马赫的商业运输工具。

1972年5月26日，美国塞斯纳飞机公司第10万架飞机出厂，成为世界上第一家达到这个量产数字的公司。

1976年5月3日，美国泛美航空公司的一架747SP创造用1天22小时26分钟进行环球飞行的世界纪录后返回美国。它于5月1日起飞，并在德里和东京加油。

1982年5月27日，第一架采用双人驾驶舱的波音767完成首次试飞。

1991年5月10日，加拿大飞机公司喷气支线客机CRJ-100首次试飞，后发展出CRJ系列。

1995年5月30日，波音777成为航空史上第一种在开始投入使用就获准作“双发增程飞行”(ETOPS)的飞机。一周后，波音777在美国联合航空公司投入客运，成为世界上最大的双发喷气客机。

2000年5月24日，在中国上海完成组装的2架MD-90干线飞机由北方航空公司接收。

2003年5月31日，法航的“协和”客机进行了最后一次商业飞行。

2008年5月11日，中国商用飞机有限责任公司(简称“中国商飞”)在上海揭牌成立。

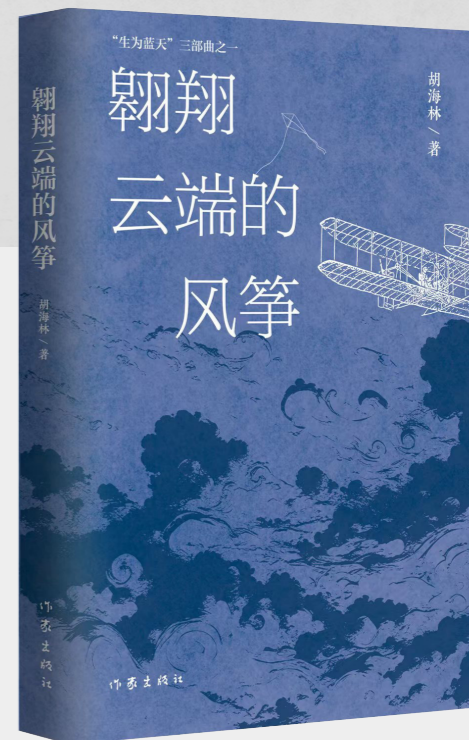
2008年5月19日，俄罗斯苏霍伊集团研制的SSJ100“超级喷气”首次试飞。

2011年5月22日，美籍华人陈玮驾驶TBM700涡轮螺旋桨飞机，从孟菲斯出发一路向东开始环球飞行，于7月12日降落在北京首都机场(是第一次有单引擎飞机降落首都机场)，在国内4站飞行和短暂休整后，继续飞过俄罗斯和白令海峡，到达阿拉斯加，最后于7月29日在阔别70天后，返回起点孟菲斯。陈玮成为“环球飞行”俱乐部的第167名成员，也是其中的第一位中国成员。

2017年5月5日，我国拥有自主知识产权的干线飞机C919在上海浦东国际机场完成首飞。试飞持续1小时20分钟后顺利降落，中华民族“大飞机梦”取得历史性的突破。

2022年5月31日，由我国自主研制的大型灭火/水上救援水陆两栖飞机“鲲龙”AG600全状态新构型灭火机在广东珠海首飞成功。

2023年5月19日，英国罗罗公司宣布其“超扇”(UltraFan)发动机技术验证机在英国德比成功完成首次试车，该次试车采用100%可持续航空燃料(SAF)。这对罗罗而言是一个历史性时刻——54年来首次对全新发动机架构完成试车，也证明了行业与政府携手合作所取得的成就。■



《翱翔云端的风筝》

作者：胡海林

出版社：作家出版社

定价：58元

出版日期：2024年6月

故事发生在19世纪末到20世纪初。那时美国排华浪潮迭起，华人处境艰难，生活水深火热。国内又民生凋敝，百姓困苦，去美国打工谋生，是广东五邑地区农民最好的出路。12岁的冯如随表舅吴英南赴美，童工谋生，屡遭欺辱，但他聪明好学，决心学造机器，回馈乡梓。在旧金山公理教会作童工时学会英文，钻研电机知识。为了实现自己做机器师的梦想，赴纽约船厂作学徒，却遭无端陷害，转投电机公司，再加盟同乡好友黄杞的机械配件修理公司，改进抽水机、打桩机、组装无线电收发报机、独立设计区域步进制拨号电话网络，

逐渐成为美国华人知名发明家与机器师。1903年受莱特兄弟飞机成功飞行影响，冯如立下“成一绝艺以归殮祖国，苟无成，毋宁死！”的壮志，苦学钻研航空制造与飞行技术，历尽千辛万苦，在奥克兰造出第一架飞机并试飞成功后，受邀率助手并携两架飞机回国，践行航空报国情怀，却因同情革命而遭清政府弃用，随即投身辛亥革命洪流，开创了中国的航空事业，被后人喻为“中国航空之父”。

本书也是一幅关于美国华人生活场景的生动画卷。作者透过细腻笔墨，曲折情节，复原了近代美国唐人街内有堂口相争，外

有洋人欺压的全景式苦难生存状态；再现了美国工业高速发展与世界航空业发轫时期，技术发明与市场竞争中尔虞我诈的真实生态场景。

这是作者以航空先驱人物为题材创作的系列长篇小说《生为蓝天》三部曲的第一部。第二部《凋落的翅膀》目前仍在创作中，预计年底交稿，明年上半年由作家出版社出版发行，全书预计在90万字左右，分上下两册。第三部《中国雏鹰》目前正在构思与资料收集。■



图 | 徐炳南