

支线航空

- 以使命担当开创国产民机事业的崭新明天
- 迈出复苏的步伐——有感第 54 届巴黎国际航空航天展览会
- 高原航线可供业载的有效供给



大飞机

JETLINER

06 June

2023.06 | 总第108期

ISSN 2095-3399



1 全球首架
C919
商业首航纪念

始发地 FROM 目的地 TO C919 BOARDING PASS
SHA → PEK 登机口 GATE 座位号 SEAT
49 19A
登机人 NAME OF PASSENGER 28MAY2023
飞宝 FEI BAO GATE CLOSING 15 MINUTES BEFORE DEPARTURE
登机口关闭 登机前15分钟关闭

1 全球首架C919
商业首航纪念

中国大飞机

始发地 FROM 目的地 TO C919 BOARDING PASS
SHA → PEK 登机口 GATE 座位号 SEAT
49 19A
登机人 NAME OF PASSENGER 28MAY2023
飞宝 FEI BAO GATE CLOSING 15 MINUTES BEFORE DEPARTURE
登机口关闭 登机前15分钟关闭

28MAY2023

中国商飞
官方特许商品
COMAC OFFICIALLY
LICENSED PRODUCT







05

卷首语

05 支线航空助力中西部腾飞 | 柏蓓

06

资讯

08

封面文章

08 以使命担当开创新民机事业的崭新明天 | 汤劲

14 国产支线飞机运营实践与思考 | 吴榕新

17 以核心枢纽带动支线机场发展
用支线喂给提升枢纽机场功能 | 杨学兵

20 通用航空助力内蒙古民航“两翼齐飞”
| 张军

24

航空制造

24 迈出复苏的步伐——有感第 54 届巴黎国际航空航天展览会 | 静宇

30 被“抛售”的 SSJ100 飞机项目
| 王诗吟

34 谁将是动力市场游戏规则的改变者
| 董帼雄

38 NASA “叫停” X-57 电动飞机项目
| 齐汀

42

航空运输

42 高高原航线可供业载的有效供给
| 柴雨丰 陈洁

46 法国取消国内短途航班对国产大飞机发展的启示 | 邓建邦

49 走在复苏路上的全球航空运输业
| 海骜

53 美国航司：票价高企，业绩承压 | 王双武

57

人物

57 身份在变，责任担当不变 | 张倩楠

61

科普

61 试飞中如何得到校准空速
| 邵庆龄 杨慧

63

漫话航空

63 图 -134：赫鲁晓夫钦点后置式发动机设计 | 乔善勋

68 空客与波音的正面交锋——世界商用飞机发展简史（九）
| 王思磊

71 大飞机西吉文创基地持续助力乡村振兴 | 徐显辉



▼ 本期导读

《“十四五”民用航空发展规划》提出打造“骨干网”、构建“基础网”，全力推进“干支通、全网联”，明确将网络化发展作为提升通达能力的关键抓手。而支线航空作为“承上启下”的“腰部中坚”，通过构建干支衔接、支支互联、支通互补的基础网络，以通达促通融服务国家战略的作用愈发不可替代。

7年前的6月28日，中国首款具有完全自主知识产权的喷气式支线客机ARJ21正式投入商业运营。7年来，中国民航人克服“无经验可循、无先例可鉴、无标准可依”的困难局面，密切配合、并肩作战，掌握了ARJ21飞机运行的基本规律，总结出一系列确保ARJ21飞机安全运行的经验，探索出一条ARJ21飞机商业运营的可持续发展道路，用实际行动践行了民航人的责任与担当。

封面摄影：毛燕



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

2023年第06期 | 总第108期 | 06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
常务副主任 周新民
副主任 谭万庚
委员 赵九方 吴永良 魏应彪
张玉金 沈波
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 周逸云
美术编辑 卢之萍 刘晓雨 刘伟

采访部

记者 李欣阳 李琰 赵婷婷 阳庭庭
摄影记者 管超 王育梁 颜康植 张竞霄

商务部

广告总监 吴崐 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 上海大邦律师事务所



中国民航全力打造的“干支通，全网联”航空运输网络，正是为了更加有效满足中小城市、边远地区民众的航空出行需求，持续提升旅客对航空运输的满意度、获得感。

卷首语

支线航空助力中西部腾飞

文 | 柏蓓

新疆有多大？小时候只知道约占中国陆地总面积的六分之一，后来才知道这相当于3个法国、7个英国。去过新疆后，真实体验了一把“开车一天竟跑不出一个县”，原来，从喀什到哈密就有1800多公里，而北京上海之间才1100多公里。

新疆太大，地广人稀，这里理所应当是支线航空“大显身手”之地。

6月2日，由中国首款具有完全自主知识产权的喷气式支线客机ARJ21执飞的成都航空“阿拉尔—伊宁—石河子”新航线首航，开启了ARJ21在新疆的区域化运行。随后，成都航空又开通了阿拉尔—库尔勒、阿拉尔—和田航线，联通南北疆五座机场。

ARJ21小小的身材，不仅拥有大大的天地，也承载着大大的使命，国产飞机正在加速构建干支结合、支支互联、衔接顺畅的航线网络。

6月28日，是ARJ21正式投入商业运营7周年的日子。作为ARJ21飞机首家用户和最大运营商，成都航空已在黑龙江、山东、四川等地开展支线区域化运营，聚力区域支线网络和支线枢纽建设，实现多基地、干支结合、国际国内、高原严寒机场等多场景运行。

内蒙古土地辽阔、人口稀少，东西跨度非常大，很适合发展支线航空。近些年，国航、华夏航空、天骄航空的ARJ21机队奋力开拓“干支通、全网联”，航线串起呼和浩特、乌兰浩特、通辽、海拉尔、巴彦淖尔、满洲里、赤峰、鄂尔多斯等地与北京、天津、西安、沈阳、长春、南昌、重庆等干线城市。

中国民航全力打造的“干支通，全网联”航空运输网络，正是为了更加有效地满足中小城市、边远地区民众的航空出行需求，持续提升旅客对航空运输的满意度、获得感。而ARJ21从设计之初，就考虑到要适应我国中西部和北部地区机场起降和复杂航路的营运要求，具有良好的高温高原性能和抗侧风能力，相比同类型飞机，ARJ21飞机客舱内部更宽、更高。让合适的机型匹配对应的航线，国产支线飞机ARJ21是“干支通”航线上的“排头兵”。

商业运营7年来，已有105架ARJ21交付客户（截至2023年6月6日），服务国内外近200条航线，累计运送旅客超过700万人次。我们的“阿娇”成功迈入主流支线飞机队伍，如今在航空市场上扮演着越来越重要的角色。

“引进一架飞机，带动一个产业”，鄂尔多斯更是围绕着国产民机建立支线运行生态试验田，将建设国产民机北方培训中心、维修中心、试飞中心和大飞机学院，让ARJ21的发展迎来更广阔的天地。

时光不负有心人，星光不负赶路人。随着5月28日C919大型客机成功商业首航，祖国的蓝天上，不仅有自主知识产权的支线飞机机队，也有了国产大飞机的身影，国产民机事业进入了转段进阶的新时期。此时此刻，我们有理由豪情万丈，但我们更坚信要脚踏实地，在未来的安全运营、经济运营、高质量运营的发展新征程中，民机人与民航人还需接续奋斗。



01 中国商飞公司参加第 54 届巴黎国际航空航天展览会

2023 年 6 月 19 日，第 54 届巴黎国际航空航天展览会在法国巴黎布尔歇会展中心开幕，中国商飞公司向公众展出了两款主力产品——C919 大型客机和 ARJ21 支线飞机的 1:20 模型。

02 国产民机 ARJ21 商业运营 7 周年

ARJ21 飞机自 2016 年 6 月 28 日首航以来，已实现 7 周年安全运营。截至 2023 年 5 月 31 日，该机型累计运营超 12 万架次，飞行近 20.8 万小时，运送旅客约 728.3 万人次。

03 中国总装的空客飞机首次交付欧洲客户

中国天津的空中客车亚洲民用飞机总装线，6 月 27 日向匈牙利威兹航空交付 1 架 A321neo 飞机。这是中国总装的空客飞机首次销往欧洲。

04 波音预测全球未来 20 年将需要 42600 架新民用飞机

波音在巴黎航展前夕发布 2023 年《民用航空市场展望》，预测全球到 2042 年的新民用飞机需求将达到 42595 架，总价值 8 万亿美元，其中亚太市场将占到全球需求的 40% 以上，其中一半来自中国。



05 巴航工业发布未来 20 年市场展望

巴航工业近期发布了未来 20 年 150 座级以下商用飞机市场展望。预测未来 20 年，全球对 150 座级以下新机需求共计 1.1 万架，价值 6560 亿美元。巴航工业强调了 150 座级以下飞机对于维护航司航线网络连通性的重要性，并指出远程办公、行业可持续发展等趋势将影响旅客的出行方式和市场对新机的需求。

06 空客、波音巴黎航展获“大单”

巴黎航展上，印度靛蓝航空（IndiGo）确认订购 500 架空客 A320 系列飞机，该笔订单也创下了商业航空史上最大单笔订单的纪录。此外，还有印度航空确认订购 250 架空客飞机，毛里求斯航空订购 3 架 A350 飞机，flynas 航空增购 30 架 A320neo 系列飞机，墨西哥 Volaris 航空订购 25 架 A321neo 飞机。

波音在航展期间也获得了 276 架订单，分别是印度航空订购 220 架、Avolon 订购 40 架 737 MAX 8、阿尔及利亚航空 8 架 737 MAX 9 和中华航空 8 架 787-9。

07 空客 A350 首飞十周年

2013 年 6 月 14 日，首架 A350 在法国图卢兹顺利完成首飞。目前，已有超过 2.7 亿人次乘客选择搭乘 A350 出行，“墨镜侠”出现在全球 1200 多条航线上。

08 俄政府计划为图 -214 项目拨款 418 亿卢布

6 月 22 日，俄罗斯总理米舒斯京表示，政府已决定从国家福利基金中为图 -214 窄体机的提产拨款 418 亿卢布（36 亿人民币）。预计从 2025 年起，图 -214 飞机年产量达到 10 架，米舒斯京希望未来的年产量进一步提升至 20 架。



09 伊尔 -96-400M 即将首飞

6 月 8 日，UAC 透露，首架伊尔 -96-400M 四发宽体客机原型机正在为首飞做准备。伊尔 -96-400M 是伊尔 -96-300 基本型的加长型，配备 PS-90A1 发动机和俄罗斯机载系统，最大载客量为 400 人。

10 GE 测试新型开放式风扇发动机架构

GE 使用世界上最快的超级计算机 Frontier，为下一代飞机测试新型开放式风扇发动机架构。测试表明，与现役最高效的发动机相比，未来发动机的油耗和二氧化碳均可至少降低 20%。

11 全球 7 大航空制造商 CTO 发布航空脱碳联合声明

6 月 15 日，全球 7 大航空制造商（空客、波音、达索、GE、普惠、罗罗、赛峰）首席技术官（CTO）发布联合声明，为推动民用航空至 2050 年实现净零碳排放的目标，继续研究有利于减排的飞机和推进技术、改善飞机运营和基础设施、支持加速 SAF 供应 / 使用的政策和措施。

12 IATA 上调航空业盈利预期，2023 年净利润将达 98 亿美元

IATA 宣布调整航空业 2023 年前景展望，预计行业盈利能力将会增强，包括航空业净利润预计将达 98 亿美元（净利润率 1.2%），是此前预测的 47 亿美元（2022 年 12 月）的 2 倍多，预计将有 43.5 亿人次出行，接近 2019 年的 45.4 亿人次。

崭新明天

文 | 汤劲

以使命担当
开创国产民机事业的

6月28日，是一个非比寻常的日子，也是一个意义重大的日子。7年前的6月28日，中国首款具有完全自主知识产权的喷气式支线客机ARJ21正式投入商业运营，如今，C919大型客机也已在一个月前成功首航。让我们一起回顾ARJ21飞机商业运营的风雨历程，一道展望ARJ21与C919实现“两翼齐飞”，研讨提升国产民机市场竞争力，携手共创美好明天。

回顾7年风雨兼程路，成都航空在局方的亲切关怀下，在股东单位无私帮助下，在社会各界的大力持下，不折不扣地践行习近平总书记关于大飞机事业的指示要求，与ARJ21飞机用户一道实现了从无到有的跨越和从能到专的蜕变。面对党和国家的重托，面对人民群众的殷切期盼，成都航空始终不忘初心、牢记使命，并以更高的眼光实施可持续发展战略，以更大的决心增强稳中求进的发展能力。

图 | 翟俊杰

奋发作为，负重前行

时代呼唤奋发作为，事业要求负重前行。7年来，中国民航人克服“无经验可循、无先例可鉴、无标准可依”的困难局面，密切配合、并肩作战，掌握了ARJ21飞机运行的基本规律，总结出系列确保ARJ21飞机安全运行的经验，探索出一条ARJ21飞机商业运营的可持续发展道路，用实际行动践行了民航人的责任与担当。

7年，一步一个脚印。ARJ21飞机设计优化持续开展，安全运行能力逐步提升，运行限制有条不紊解除。2020年7月，ARJ21飞机已无超出机型手册标准的任何运行限制，不断向国际成熟机型靠拢。在激动人心、催人奋进的建党100周年之际，ARJ21飞机累计生产下线100架，完成“百年百架”的历史性目标。

7年，一年一个台阶。从飞机接收、商业首航，到“两翼齐飞”，ARJ21飞机航线从1条增加至178条，航线网络覆盖了国内除港、澳、台和西藏自治区外的绝大部分地区，顺利完成飞出国门壮举，开通了哈尔滨—俄罗斯符拉迪沃斯托克航线。形成了以北京、成都、上海、广州、重庆、南昌、呼和浩特等国内城市为中心枢纽的运行格局，打开了以雅加达为中心、辐射东南亚的海外市场。2018年，ARJ21飞机安全载客达到10万人次；2020年，载客突破100万人次；2022年，安全运送旅客超过500万人次。首航以来（截至5月31日），机型累计运营超12万架次，飞行近20.8万小时，运送旅客约728.3万人次。历史车轮滚滚向前，国产民机事业必将伴随中华民族的伟大复兴而焕发璀璨荣光。

7年，一年一份答卷。习近平总书记9年前在视察中国商飞时，提出了“一定要把大飞机搞上去”的时代宣言，成为了激荡人心的新时代最强音。ARJ21飞机

自2016年6月28日实现商业首航始，商业用户队伍不断壮大，成都航空、天骄航空、江西航空、华夏航空等国内航司先后成为ARJ21飞机用户；2020年6月28日，ARJ21分别交付国航、东航、南航国内三大航空公司；2022年12月18日，正式交付首家海外客户印尼翎亚航空，开启ARJ21飞机商业运营新纪元，对于建设“一带一路”，构建“双循环”新发展格局具有重要意义。

时序轮替中，始终不变的是奋斗者的身姿；历史坐标上，始终清晰的是奋斗者的步伐。正是无数个为ARJ21飞机事业一往无前、义无反顾的你们、我们、他们，坚定坚如磐石的理想信念，满怀勇立潮头的进取精神，快马加鞭、奋力追赶国际民航先进水平，使“阿娇”成功迈入支线客机明星俱乐部。

功成不必在我，功成必定有我

作为ARJ21飞机规模化商业运营的先行者，7年来，我们保持“功成不必在我，功成必定有我”的境界胸怀，利用有限资源，全力将ARJ21飞机运营推向新的阶段。在这个充满艰难的探索历程中，我们牢固把握飞机运营各方面：

安全是最大的政治，也是最大的责任。我们始终以习近平总书记关于安全生产重要论述为统揽，坚决扛起政治责任，做实

首航至今，公司机队已持续安全飞行近7万架次、12万小时，安全运送旅客近400万人次，保持了平稳的安全态势。

做好安全生产工作，确保“两个绝对安全”。ARJ21飞机投入运营后，我们坚守安全生产红线，组织各部门制定安全保障方案，建立跨专业评估机制，夯实安全根基，推进以“三个敬畏”为内核的常态化作风建设走实走细，通过建立安全管控机制、丰富安全管理举措、强化安全管理力度等方式不断提升安全管控能力，有效保证了机队安全平稳运行。首航至今，公司机队已持续安全飞行近7万架次、12万小时，安全运送旅客近400万人次，保持了平稳的安全态势，为公司进入规模化运营奠定了坚实基础。

能力是发展的基础，也是奋进的底气。7年来，我们始终遵循有利于运行保障和有利于型号发展的基本原则，全面做好ARJ21飞机运行风险控制和组织保障。实现了延伸跨水、客改货运行，并开通了支线机场、一般高原机场以及部分特殊机场航班。我们自主论证分析了208个机场、1000余条航线，归纳总结极寒地区、高原机场等运行经验，整理汇编了《ARJ21飞机运行经验手册》，并积极分享运行经验，助力ARJ21飞机接轨国际成熟机型。在局方、飞机制造商等单位的指导和支持下，公司朝着“国产民机维修中心”方向探索，大胆尝试新维修项目建设，先后获得CF34发动机、APU(APS2600)、起落架更换、结构修理、无损检测等专项能力。随着大飞机示范产业园机库的建设，公司已取得高级别定检能力。

人才是崛起的根本，也是腾飞的动力。经过多年的精心培养，成都航空现阶段已具备一支思想过硬、政治过硬、能力过硬，“有难题就钻、有重任就扛”的专业人才队伍，成为我们ARJ21飞机运营增速的有力支撑。截至2023年5月31日，公司共计培养ARJ21飞行员252人、维修人员251人、航务人员64人、乘务员

7年来，我们始终把航线布局 and 市场营销作为第一要务，公司先后开通国内、国际航线150余条，累计通达城市80余个。围绕“短航程、多航段、干支通”的航线布局思路，做优以基地为中心的干支航线、支支航线建设，在“多飞”的基础上实现“精飞”。

256人、安全员70人。此外，公司还为局方、中国商飞、天骄航空、江西航空完成近30人的对外飞行员培养任务，同时完成外单位机务、航务和乘务近百人的专项培训，并派遣专人前往印尼翎亚航空开展技术支持工作，为行业运营好国产民机提供了大力支持。

市场是演武的校场，也是最终的战场。7年来，我们始终把航线布局 and 市场营销作为第一要务，公司先后开通国内、国际航线150余条，累计通达城市80余个，设有哈尔滨、威海、盐城、泉州等8个过夜基地。围绕“短航程、多航段、干支通”的航线布局思路，做优以基地为中心的干支航线、支支航线建设，在“多飞”的基础上实现“精飞”。不断拓展ARJ21飞机新的运行环境、探索新的运营模式，形成了东突、南固、西进、北扩的局面。东边以山东威海为基地，打造“环鲁飞”，并筹划开通日韩航线。南边巩固成都主基地航线网络，覆盖省内西昌、达州等支线，并向南开通沿海城市，后续拓展东南亚航线。西边挺进新疆，打造三条进疆通道，并联通疆内7座城市。北面以哈尔滨为中

心，通达黑龙江 9 个干支机场，目前正在复航俄罗斯符拉迪沃斯托克航线，届时可实现一天内坐国产飞机，就能从成都到达符拉迪沃斯托克。

效益是成败的标志，也是胜负的关键。ARJ21 飞机要在国内支线市场大放异彩，实现飞出国门、走向世界，必须通过经济性检验，形成对其他支线机型的竞争优势。为进一步提升 ARJ21 飞机经济性，形成了《关于 ARJ21 飞机经济性分析报告》，成立了经济运营专项组和相关执行机构，明确从六个方面推动降本增效工作。为进一步缩短全机队航材的交付周期和降低采购成本，目前已完成 27 项 PMA 件的开发并通过试装验证。国产轮胎已完成装机验证，性能与国外原厂件相当，航材保障成本节省近 50%；国产飞机蓄电池已全面装机应用，较国外供应商电瓶装机节省成本约 73%。

品牌是公司的形象，也是民机的符号。以创新方式与商标授权方开展多方面品牌合作，与金沙遗址博物馆联合发起 ARJ21 “金沙号”飞机喷涂征集大赛系列活动，以“走进国产民机，感受中国力量”为主题的井冈山—遵义—西昌—延安红色航线首航活动，获国家级主流媒体及一线媒体持续报道，刊发相关稿件共计 200 多篇次；先后参加珠海航展、四川航展、世博会、内蒙古展示飞行、北京大兴机场试飞等重大活动，接待多位国际友人，进一步提高了 ARJ21 飞机的国际知名度与影响力。

推动国产民机事业高质量发展

7 年来的 ARJ21 飞机商业运营实践深刻启示我们，做好国产民机工作，推动国产民机事业高质量发展，有以下体会，那就是必须做到“三个始终”：

坚持把党建引领贯穿国产民机事业始终。以习近平总书记对大飞机事业的重要讲话精神作为行动纲领、根本遵循。保持报国情怀，以政治站位彰显成航担当，立足走好践行“两个确立”和“两个维护”的第一方阵，以高质量党建工作引领国产民机事业发展。坚持“党建引领业务、业务促进党建”思路，开通了西昌—延安、银川—遵义等一批红色航线，并成功打造了国产民机重走长征路的重要活动。推出研学交流、红色观光等多款红色旅游定制产品，实现党建与民机事业发展的高度融合。

坚持把稳中求进发展思路贯穿民机事业始终。ARJ21 飞机商业运营以来，我们坚持稳中求进，不盲目、不冒进、不放弃，有信心、有决心、有耐心，按照机型运行限制解除和性能优化进度，科学把握飞机引进节奏，有步骤地推进航线网络构建工作，有计划地开展市场开拓和品牌宣传工作，有规划地开展市场培育和消费者信心提升工作。

坚持把协调合作机制贯穿国产民机事业始终。不怕巨浪高，只怕桨不齐。公司激发内部活力，在安全运行和经济性提升上保持与局方、飞机制造商以及 ARJ21 飞机运营航司的交流，各方发扬奉献精神、步调一致，共同解决 ARJ21 飞机运行问题，为飞机改进改型作出了巨大贡献。我们还将积极关注民机产业链条主体，控点补缺，团结兄弟航司、执飞机场、销售渠道代理人及其他保障单位，各方精诚合作，众志成城，补齐短板，开启新征程。

推动国产民机事业再上新台阶

披荆斩棘，昂扬的是精神力量，击鼓催征，不变的是追梦步伐。国产民机高质量发展恢宏画卷已经徐徐展开，我们将以

习近平新时代中国特色社会主义思想为指引，始终牢记习近平总书记对国产大飞机事业的指示精神和全国人民的嘱托，全力推动国产民机事业再上新台阶。新时期，我们将做到“四个确保”：

一是确保机队商业运营绝对安全。我们将针对国产民机运行特点，不断完善国产民机运行安全制度、标准体系、工作流程、手册制度，建立一套成熟的、符合国产民机特点的安全管理体系。持续改进 ARJ21 飞机在安全风险、安全差错、安全绩效、安全奖惩等方面的管理方法，有效管控 ARJ21 飞机核心风险，确保国产民机商业运营安全、稳定、高效。

二是确保运行保障能力有新进步。我们将加快推动示范运营积累的经验、技术、团队等优势转化为维修和培训能力。围绕生产运行保障需求，按需逐步完善国产 ARJ21 飞机维修能力和特业人员培训能力。推进科研项目与技术应用合作，围绕国产民机运营、维修、培训等多个方面，探索基于国产民机 + 科研创新的产学研合作，促进国产民机机载设施设备的国产化替代和应用。加强与制造商、科研院所等单位的全面合作，提升公司在国产民机“产学研生态圈”和“上下游产业链”的示范作用和战略地位。

三是确保机型市场竞争力有提升。我们将不断争创机队收入，不断优化航线结构，提高主要业务核心资源市场份额；在不断完善航网、增加时刻储备的同时，实施货运业务改革，全面提升货邮收入水平；开展深度维修利润中心管理试点，实现维修辅营、服务辅营、品牌辅营“三驾马车”齐头并进，全力提升小时收入。持续开展成本管控，积极开展节油管理，降低航油成本；推动可替代部 / 附件的多元化采购，配合公司机库建设，降低维修和航材采购成本；加强与相关单位的沟通与协商，降

低 ARJ21 飞机运营的销售、服务保障等费用，全力降低小时成本；以“科研有机融入生产”为目标，针对航空器及技术应用与国产化替代、信息平台开发、运行数据分析应用及能力提升研究开展系列科研工作，用新思路、新办法降低机队运营成本；坚持开展国产民机品牌宣传，以国产民机“两翼齐飞”着力点，提升大众认知度和市场美誉度。

四是确保多方协调机制得到巩固。我们将更加积极主动争取局方在 ARJ21 飞机商业运营中的指导，进一步巩固与“安全联盟”、FTC、MTC 及 CATP 会议成员的关系，强化调研沟通与项目合作，促进经验交流和资源共享；进一步增强与飞机制造商的联系，参与中国商飞技术互援，促进行业企业共同发展；积极参与竞争力创新中心理事会，深度推动构建“国产商用飞机生命共同体”，为聚集力量推动产业发展、谋划高水平科技自立自强和国产民机产业高质量发展贡献力量。

路虽远，行则将至；事虽难，做则必成。我们坚信，在新的征程中，我们只要时刻做好应对重大挑战、抵御未知风险、克服现实困难的准备，按照习近平总书记关于大飞机事业的指示和批示要求，就能找准方向，坚毅前行；在新的征程中，我们只要有局方、股东单位的正确带领，兄弟航司的大力支持，实现“民机梦”的信心就会愈加坚定，团结奋进的步伐就会更加整齐；在新的征程中，我们只要携手同心、荣辱与共，就能画好新时代的蓝图，答好新时代的考卷，用中国民航人的使命担当开创国产民机事业的新新明天。（作者系成都航空有限公司党委书记、董事长）■

国产支线飞机 运营实践与思考

文 | 吴榕新

习近平总书记强调，“我们要做一个强国，就一定要把装备制造业搞上去，把大飞机搞上去，起带动作用、标志性作用”。飞机制造业被称为是“工业之花”，在抢占全球产业价值链制高点、提升国家制造业整体竞争力等方面发挥着重要作用。作为航空运输企业“国家队”，南航坚决履行政治责任，以 ARJ21 飞机运营为契机，大力支持并推广使用国产支线飞机，助推我国飞机制造业的发展。

图 | 贺明

ARJ21 在南航

2019 年，南航与中国商飞签订了 35 架 ARJ21 飞机采购订单，自 2020 年 6 月引进第一架，目前已累计接收 16 架。综合考虑 ARJ21 飞机的技术特点、运行效率、保障体系等因素，南航将 15 架投放广州白云主基地，并着力打造第二运营基地，2023 年 3 月将 1 架投放南航汕头公司，执行广州至湛江、广州至洛阳、广州至揭阳、揭阳至台山等 26 条航线。目前，南航 ARJ21 飞机执飞的航线已涵盖中南、西南、华东、中原等地区。

南航抽调飞行、机务等专业技术人员，发挥运营管理和工程技术优势，建立国产飞机运行保障体系，确保安全运营，攻关飞机维修、飞行员自主培养、模拟机虚拟视景等关键领域，努力推动国产商用飞机的可靠性、经济性提升，推动建立飞机制造业与航空运输业之间的沟通协调机制，促进国产飞机研制更加契合市场需求。

2020 年 6 月投入运营以来，南航共保障 ARJ21 机队安全运行 16000 飞行小时，放行可靠度 99.87%，安全载客突破 70 万人次，ARJ21 飞机的安全性和可靠性得到充分检验，经济性也在不断提升。

民航业的“毛细血管”

支线航空是民航业的“毛细血管”，发展支线航空是民航强国建设的重要组成

部分。我国支线航空发展潜力巨大，机遇主要体现在三个方面：

一是支线航空需求潜力巨大。截至 2022 年，我国航空人口 4.3 亿（“航空人口”含义：中航信统计，2016 年至 2022 年，我国 14 亿人口中，坐过飞机的有 4.3 亿人），也就是说还有 9.7 亿人未坐过飞机。目前，我国年人均乘机次数仅为 0.47 次，与发达国家人均 3 次相比，仍有很大差距。同时，随着经济社会发展，区域差距不断缩小，下沉市场需求不断增长，航空运输结构也将相应调整，为支线航空发展提供了巨大的机遇。

二是航空枢纽建设离不开支线飞机。具有布局功能合理的国际航空枢纽，是民航强国的基本特征之一。支线飞机有利于适应不同市场需求，提高枢纽通达性，为枢纽建设提供有力的支撑。从国外经验看，支线围绕干线、干线支撑国际线是大型国际枢纽航线网络的普遍形态。美国三大航的支线飞机数量占其机队 35% 左右。相较而言，我国三大航的支线飞机运营还处在起步阶段，未来还有很大的成长空间。

三是行业政策支持支线航空发展。根据《新时代民航强国建设行动纲要》，我国到 2035 年要建成 450 个运输机场，新增的 200 多个机场，绝大多数为中小机场，都适合支线航空发展。近年来，民航局和国家发改委还出台了一系列支持支线航空发展的政策，包括飞机引进、补贴、税费等方面。由此可见，国内支线航空将迎来重要的发展窗口期。

同时，我们也要看到支线航空发展受制于经济效益、运营保障体系等因素的情况。目前，国产支线飞机在实现高质量运营上还面临一些挑战。在安全与可靠性方面，即使已经有百年历史的波音，仍然发生了严重安全问题。我国民用客机起步较晚，更要把安全可靠、树立市场信心作为重中之重。在运营经济性上，在座位数、航程、油耗等方面建立比较优势，是国产飞机实现弯道超车和可持续发展的前提。1000 公里以内的民航支线市场与高铁市场是有一定重叠的，国产支线飞机要想胜出，更要在提升经济性上下功夫。在技术保障方面，运营国产支线飞机是一项系统工程，需要飞机制造商、航空公司、机场通力协作，不断完善运行保障体系，提升支线机场机务维修能力，提高航材供应效率和供应链自主可控水平。

建言献策

在此，围绕推动国产支线飞机高质量发展，结合南航的一些实践提五点建议。

第一，建立国产支线飞机安全运营的交流机制。国内航空公司要针对支线航空运营的特点，从安全生产、航班运营、服务平台、运行保障等方面总结管理经验，开展沟通交流。特别是要针对国产支线航空特殊机型、点多面广、基础薄弱和保障困难等特点，重点做好安全运营方面的风

运营国产支线飞机是一项系统工程，需要飞机制造商、航空公司、机场通力协作，不断完善运行保障体系。

险防控和经验交流，为国产支线航空发展打好坚实的基础。

第二，优化完善国产支线飞机客户服务体系，围绕国产支线飞机的安全、舒适、经济运营，从专业培训、航材支援、维修支援、工程技术支援、运行支援等多个维度提供更具客户体验的服务。同时，持续改进量产型号飞机性能，提升国产支线飞机的安全运营裕度。

第三，加强对运营支线飞机的政策支持。支线航空客流量小、单位成本高，必须有相应的政策支持，鼓励引导航空公司优先使用国产支线飞机。建议对购买国产支线飞机提供信贷支持，对运营国产支线飞机免收民航发展基金、起降费等，扩大支线航空补贴范围，取消补贴标准与客座率挂钩等限制。

第四，加强对支线机场的政策支持，加快推进支线机场新增和改扩建工程，构建以 ARJ21 等机型为主的机场保障体系。引导航空公司、机场、支线飞机制造商联合共建，推进支线机场维修保障、服务保障等设施设备全面迭代升级。

第五，积极营造支线航空生态圈。支线航空的发展离不开地方政府和相关产业链的支持，要以支线航空市场为核心，在政府支持和产业扶持等方面为支线航空发展营造良好环境。相信随着支线航空的逐步发展壮大，也会对地方和相关产业的发展起到良好的促进作用，最终形成相互促进、共同发展的新格局。

南航将认真学习贯彻党的二十大精神，坚决扛起央企责任，积极助力国产飞机发展，服务“民航强国、交通强国、制造强国”建设，为全面建设社会主义现代化国家、全面推进中华民族伟大复兴作出新的更大的贡献。（作者系南航集团总经理助理、南航股份公司副总经理、南航工程技术分公司总经理）■

以核心枢纽带动支线机场发展 用支线喂给提升枢纽机场功能

文 | 杨学兵

民航“十四五”规划提出，要构建以骨干网、基础网为支撑的国内航线网络。骨干网以世界级机场群、国际航空枢纽、区域航空枢纽为核心，是国内航线网络的基本盘。基础网覆盖广大支线机场，是“干支通，全网联”的重要发力点。

2022 年 8 月，中国民航局局长宋志勇在民航局定点帮扶座谈会上，强调要加快推进乌鲁木齐国际航空枢纽建设，努力将乌鲁木齐机场打造成连接内地、东亚与欧洲，面向中亚、西亚地区的国际航空枢纽。要培育喀什、库尔勒、阿克苏、伊宁等区域次枢纽，加快建设“干支通，全网联”，提升边境地区航空运输服务水平。要加快形成“东西成扇、疆内成网、四通八达”的航空服务网络。

宋志勇关于枢纽机场、支线机场和航线网络的论述，不仅适用于新疆民航，也为全国航空运输网络发展指明了发展方向。

图 | 潘东华



“三级两梯队”

根据我们智库的研究，目前我国已经形成“三级两梯队”的航空枢纽功能体系。“三级”是指国际航空枢纽、国内航空枢纽、地区航空枢纽，“两梯队”是指每个层级的航空枢纽，都可以再细分为两个梯队。

在国际航空枢纽层级，北京、上海、广州为第一梯队，是“核心链接节点”。成都、深圳、昆明、西安、重庆、乌鲁木齐、哈尔滨等 7 个国际航空枢纽为第二梯队，是“主要链接节点”。区域航空枢纽的第一梯队，是根据区位优势，承担面向特定国际区域功能的航空枢纽，第二梯队主要面向国内航空运输市场。地区航空枢纽的两个梯队分别是面向省级区域的次级航空枢纽，以及面向地市区域的航空中心。

航空枢纽是国之重器，其构成要素很多。我们智库研究认为，核心要素是规模量级、中转效率、发展贡献。其中，规模量级又包括总运输量、国际运量和中转运量。此处强调中转运量，而没有强调中转率，主要是考虑任何两个枢纽的中转量更具有可比性。规模量级的评判标准是量级大小。

中转效率包括空空中转、空地中转和场内中转。空空中转是传统航空枢纽要素，近年来兴起的空铁联运成为我国民航最大的优势和特色。场内中转包括旅客从航站楼车道边步行至值机安检柜台，再步行至登机口，有的还需要乘坐摆渡车，这个中转对旅客体验更为关键。中转效率的评判标准是品级优劣。

发展贡献包括经济贡献和社会贡献，评判标准是能级强弱。综合起来，按照习近平总书记的要求，我们要“坚定不移做强做优做大”，推进航空枢纽实现规模量级大、中转品质优、发展能级强的高质量发展。

互相支撑，协同发展

众所周知，从全网看，仅仅实现航空枢纽高质量发展还远远不够。民航局文件指出，“十三五”期间，我国国内航线网络不断拓展，呈现良好发展态势。与此同时，在干支通结构失衡、机场互联互通以及中转服务等方面仍然存在痛点和堵点，与国家区域协调发展要求尚有差距。

民航局发布的《2022 年全国民用运输机场生产统计公报》显示，2022 年旅客吞吐量 1000 万人次以上的运输机场有 18 个，数量上只占 7%，而旅客吞吐量占比超过 50%。再加上 200 万～1000 万人次的 30 个机场（这个量级的机场也经常被界定为枢纽机场），数量上占比不超过 20%，吞吐量合计却超过 80%。再看 200 万人次以下的机场，共 206 个，数量上超过 80%，而旅客吞吐量占比不足 14%。相关统计数据显示，2019 年干支、支支之间的联通率仅为 14.6% 和 0.5%，远远低于干干机场之间 54.4% 的联通率。

为进一步优化国内航空运输网络体系，我们认为核心枢纽和支线机场要实现互相支撑，协同发展。一方面核心枢纽做强做优做大，离不开众多支线机场的支持。以首都机场为例，疫情前的 2019 年，首

“十三五”期间，我国国内航线网络不断拓展，呈现良好发展态势。与此同时，在干支通结构失衡、机场互联互通以及中转服务等方面仍然存在痛点和堵点，与国家区域协调发展要求尚有差距。

都机场往返国内支线机场的旅客吞吐量超过 600 万人次，航班 5.4 万架次。可以说，因为与支线机场的联通，首都机场增加了一个中型机场的运输量。同样，昆明航空枢纽发展成效显著，同样离不开云南优秀支线网络的支撑。

另一方面，核心枢纽要带动支线机场发展。于首都机场集团而言，由于其管理 7 个省（市、自治区）共 54 个机场，旗下核心枢纽要发挥两级带动作用：一级带动是京津冀世界级机场群核心枢纽对省会（首府）机场以及广大中小机场的辐射带动作用；二级带动是本省核心枢纽对本省和周边地区中小机场的辐射带动作用。

京津冀机场群具备优越的区位优势，对于吉林、内蒙古、黑龙江等地机场，借助京津冀机场群，特别是北京双枢纽的网络优势，可以更好地融入骨干网，最大限度提升自身通达性。以北京大兴国际机场为例，其东北至中南方向中转旅客占比超过 50%。

经过多年实践，首都机场集团打造了“经首都 串联飞”“尽兴飞”“经津乐道”“从家飞”“经昌飞”“经长飞”“经呼飞”“经哈飞”多个中转服务品牌，有力促进了干支间航线网络的互补和协同。但与此同时，由于有的城市距离省会较近，有的城市开通了到省会的高铁，导致部分支线不具备经省会中转的条件。而随着“干支通，全网联”的全面推进，借助合适的枢纽点开展通程航班，可以使支线再次迎来新的发展机遇。以齐齐哈尔为例。从齐齐哈尔出发，乘坐高铁最快不到 1.5 小时就能抵达省会哈尔滨，基本不具备开通航线航班的条件。2021 年夏航季，齐齐哈尔仅有 9 个通航点，每周出港航班 53 班。如果选择天津、大连为枢纽点开展通程航班业务，在不增加运力的情况下，2 小时内能连接的通程航班，可以使通航点增加 18 个，

周出港航班增加 30 班；4 小时通航点增加 42 个，航班增加 114 班。此外，齐齐哈尔至广州无直飞航班，查询时 OTA 会首推经天津的通程航班，同时还有多个经北京、天津的中转产品。这就是前文所讲京津冀世界级机场群发挥的重要作用。

支线机场发展路径

如何提升支线机场通达性，实现支线机场高质量发展，我们智库研发了一个 SeHUB 发展模型。基础好的支线要向次级枢纽（Secondary HUB）发展，比如云南的丽江、西双版纳，以及新疆的喀什、库尔勒、阿克苏、伊宁。暂时不具备条件的要坚持小而美（Small But Excellent）原则。所有支线机场，首先要向枢纽看齐（See hub），安全运行服务标准要高；第二要寻找适合自己的枢纽（Seek hub），第三要在服务好枢纽（Serve hub）的过程中实现自身高质量发展。

从全球范围看，超大规模的航空运输市场就三个：欧洲、北美、亚太。欧美核心枢纽已经进入成熟阶段，而亚太核心枢纽还在激烈竞争。以核心枢纽带动支线机场发展，用支线喂给提升枢纽机场功能，二者相互促进，互为支撑，相互成就。在双循环大背景下，随着骨干网和基础网的全网融合，集聚了发展动能和优势，为我国打造亚太核心枢纽提供了前所未有的机遇。通过全网合力打造亚太核心枢纽，同时带动中小机场高质量发展，这既是民航服务国家战略的重要体现，亦是吾辈民航人在新时代新征程上必将赢得的胜利和荣光。（作者系首都机场集团管理学院（智库）副院长）■

通用航空助力 内蒙古民航“两翼齐飞”

文 | 张军

内蒙古自治区幅员辽阔，地形东西狭长，再加上地广人稀，是发展通用航空、支线航空的福地。事实上，中国民航通航短途运输的起始之地正是内蒙古自治区呼伦贝尔的根河市。



图 | 蒙古机场集团



首破 1 万人次

2011 年 9 月 15 日，根河至海拉尔和满洲里的短途运输航线正式开通，开启了我国通用航空拓展服务领域的探索之路。2012 年 3 月，民航局批复“内蒙古呼伦贝尔拓展通用航空服务领域试点”，并将试点范围扩大到呼伦贝尔市全境。2016 年 1 月 31 日，巴彦淖尔市乌拉特中旗通用机场顺利首航，标志着通用航空短途运输服务拓展到内蒙古自治区全境。

2019 年是内蒙古通用航空发展值得记忆的日子。2019 年 12 月 12 日，乌拉特中旗通用机场完成短途运输 1738 架次，运输旅客 10217 人次，成为全国首家旅客吞吐量达到 1 万人次的通用机场。

通航“内蒙古方案”

从北方辽阔草原孕育，又在水草丰美的河套平原茁壮成长，我们历经了失败、探索、重生的艰难曲折，为中国通用航空短途运输贡献了一份“内蒙古方案”。

首先，试点“中心机场”运营管理模式，也就是将盟市某一支线机场确定为中心机场，盟市内其他通用机场由中心机场进行属地化管理，在规划投资、绩效考核、市场开发、财务管控、人力资源等方面实行一体化管理。如乌拉特中旗通用机场由中心机场巴彦淖尔机场公司统一管理。“中

心支线”机场发挥“一体化”的管理优势，有效整合内部人力资源，对管理人员和关键岗位的专业技术人员进行统一储备、培养和补充，统筹解决中心机场和区域内通用机场专业技术不均衡、关键岗位专业技术人员不足的问题。

其次，推行“全网通”运营模式。“全网通”也就是“通用 + 支线 + 干线”的运营模式。通用机场大多地处偏远，交通便捷性较差，而通航旅客的航空需求则不仅仅限于“中心机场”。为了整合零散的旅客需求与灵活的短途运输航班形成统一，打破通用机场从地域到信息的“孤岛效应”，真正实现航空运输的“最后一公里”，我们以乌拉特中旗通用机场为试点，进行了以下 4 个方面的探索：

航班“定期飞”——通航也“靠谱”。之前的短途运输具有班期不确定、时刻不确定、票价不确定的特点。同时，由于受天气、军事活动影响较大，航班常常取消，给百姓留下了通航“不靠谱”的印象。为了彻底扭转这一窘境，2018 年起我们开始尝试解决通航航班的正常性问题。第一步就是将灵活的短途运输改为定期飞行，固定航班、固定价格，并及时向社会公布。同时，我们在乌拉特中旗通用机场放置专用的保障车辆，当航班延误、取消时，机场可通过地面“专车速送”的服务，免费将旅客送至中心机场，确保旅客后续航班顺利成行。

销售“上网飞”——“孤岛”不再孤。通用机场给大家共同的感受就是：机场就像一个孤岛，游离于航空运输大体系之外。旅客只能通过电话或机场微信平台获取航班信息，而购票则必须去机场售票处。我们尝试的第二步，就是将短途运输的航班放在互联网上展示和销售。2017年12月15日，乌拉特中旗—包头航班成功接入互联网旅游平台，旅客可在网上一次性购买直达目的地的通程机票。这是国内首个接入互联网旅游平台(OTA平台)的通航航班。它解决了通用航空短途运输航班存在销售信息鸿沟的问题，扩大了通用航空短途运输的影响面，使得全国各地的旅客都能够通过主流销售平台了解通用

航班的信息。我们也推出了通用机场经中心机场、通用机场经干线机场中转的多种联程产品，旅客可通过中转到达全国大部分城市。通用航空的“孤岛效应”被彻底打破，通用航空已成功融入到航空运输大网中。

时刻“并表飞”——短途变通途。短途运输中转旅客到达中心机场后，需自行衔接后续航班，但由于航班衔接的“自发性、无序性”，导致中转等待时间过长。而有的又因为中转时间太短，后续航班无法衔接。因为出行需求得不到保证，很多旅客就放弃了选择短途运输航班。我们尝试的第三步，就是“并表飞”。通过前期的市场调研，我们了

解到乌拉特中旗旅客的中转需求主要集中在北京、呼和浩特、西安三个城市，所以我们将中心机场飞往这三个城市的时刻排在11：45至12：15之间，然后根据中心机场的航班时刻，倒排乌拉特中旗的起飞时刻。通过“确定需求”——“先排后续航班时刻”——“再排始发航班时刻”的方式，解决了旅客的后续中转衔接问题，满足了通用航空短途运输旅客相对零散的市场需求，“短途变通途”。

服务“省心飞”——让飞行更美好。我们在实施“并表飞”的同时，同步推出了针对短途运输旅客的“省心飞”。也就是：通用机场始发的旅客到达中转机场后，在机坪有专人接机、引导至专用休息室，并为其办理值机及行李转运服务，旅客全程“无忧省心”。目前，“中心机场”实现了30分钟快速中转服务保障，让短途运输的旅客体验到了航空运输的方便快捷。

地面调度指挥等模式的快速推进，将极大提升通用机场的安全裕度，有效降低通用机场的运营成本。

空防安全始终是我们管理运营通用机场的重点，目前我们已实现了集团所辖通用机场与民用机场安检工作的“四个统一”，即：安检设备统一、安检系统统一、安检人员资质统一、安检标准统一，大幅提升了通用机场的安全运行保障能力，也为下一步通航中转旅客的“一次安检”奠定了基础。

“五统一” 标准化建设

根据内蒙古自治区“十四五”通用航空发展专项规划，到2025年，内蒙古通用机场数量计划达到50个，到2035年，通用机场总数将达到100个左右。在自治区大力发展通航产业的背景下，内蒙古机场集团牵头负责，按照“统一标准、统一设计、统一前期、统一建设、统一融资”的原则统筹建设通用机场，并按照“统一运营管理、统一航线开发”的原则统筹运营。

此举不但发挥了通用机场交通性的基本功能，也体现了省时、省钱、省地、风险可控的统筹优势，创造了通用机场当年开工、当年投入运营的内蒙古速度。

未来，内蒙古机场集团将更加积极地投身到通用航空产业发展中，加快通用机场建设脚步，统筹开发通航航线、重视通航人才培养，切实践行“两翼齐飞”的战略目标，与交通强国共融，与人民群众共享！（作者系内蒙古机场集团副总经理）■

优化保障流程

为了更好地推进通用机场运行保障智能化进程，从2018年底开始，内蒙古机场集团通过与中航信合作，推进通航中转服务保障平台的建设，逐步实现了通用机场旅客值机办理、登机等地面保障环节的“智能化”与“信息化”。短途运输航线信息可在航旅纵横等平台展示，双方合作开发的“全网通”通航中转服务保障平台，可实现在内蒙古机场集团所辖通用机场与民用机场的中转，旅客出行“一票到底、行李直挂”。

内蒙古机场集团提高通用机场的“智慧”含量，强化科技支撑，向技术要安全、向技术要效益，大力推进科技创新在“远程管控”方面的应用，实现信息技术与运行保障的深度融合。随着通用机场“远程塔台”项目、中心配载、集中预报、集中

图 | 内蒙古机场集团



登机牌 BOARDING PASS					登机牌 BOARDING PASS	登机牌 BOARDING PASS	登机牌 BOARDING PASS	登机牌 BOARDING PASS
日期 DATE 14APR	航班 FLIGHT G5 67K9Q	舱位 CLASS W	序号 BD NO 007/ 005	姓名 NAME	航班 FLIGHT HU 7694	航班 FLIGHT HU 7694	航班 FLIGHT G5 4358	航班 FLIGHT G5 4358
始发站 FROM 乌兰浩特	第一程 G54358	座位号 SEAT 06C	登机时间 BDT 10:35	登机口 GATE 10	日期 DATE 14APR	日期 DATE 14APR	日期 DATE 14APR	日期 DATE 14APR
转机地 VIA 呼和浩特	第二程 HU7694	11A	12:15	32	目的地 TO 贵阳 KWE	目的地 TO 贵阳 KWE	目的地 TO 呼和 HET	目的地 TO 呼和 HET
到达地 TO 贵阳					座位号 SEAT 06C	座位号 SEAT 06C	座位号 SEAT 11A	座位号 SEAT 11A
ETKD 987201895481	GS 88002789456/ HU 3876908708				序号 BD NO 005	序号 BD NO 005	序号 BD NO 007	序号 BD NO 007
登机口于起飞前15分钟关闭 GATES CLOSE 15 MINUTES BEFORE DEPARTURE TIME								

迈出复苏的步伐 ——有感第 54 届巴黎国际 航空航天展览会

文 | 静宇

6 月的巴黎，清爽宜人的布尔歇机场，再度成为全球航空界的大秀场。2023 年 6 月 19 日至 25 日，受疫情影响，时隔 4 年后，巴黎国际航空航天展览会（以下简称“巴黎航展”）终于如期而至。

114 年前，法国人安德雷·格拉奈和罗伯特·埃斯诺·贝蒂里在巴黎大宫（Grand Palais）创办了第一届巴黎航展。在此之后，作为世界上最具影响力的航展之一，巴黎航展不仅见证了空客的诞生，也见证了“协和号”、波音 747、空客 A380 等一系列经典机型的全球首秀。如今，114 岁“高龄”的巴黎航展已经成为全球航空航天业最大的盛会，堪称行业发展的“风向标”。



图 | 陈诚



本届航展作为航空业告别新冠肺炎疫情后的首个大型国际航展，被寄予厚望，也被视为观察行业复苏的“窗口”。因此本届巴黎航展也将“复苏”列为主题。从航展主办方公布的数据中可以看出，行业正在迈出复苏的步伐，但国际形势的扑朔迷离、成本的上升、供应链的不稳定等因素，依然是行业复苏过程中不得不正视的问题。

印度市场活跃 航展再现大订单

航展既是业界同仁相互交流的平台，更是制造商之间的“战场”。本届航展，几乎航空业的“明星机型”悉数亮相，飞行表演依然是最受期待的。

航展首日，波音 737-10 和 777-9 都进行了精彩的飞行表演，A321XLR、E195-E2 等也在布尔歇的天空留下了身影。当这些飞机在布尔歇的天空中留下一道道壮丽的尾迹云时，地面仰望的人群中，有欢呼，有感慨，也有更多的憧憬。

当然无论飞行表演多么精彩，订单才是制造商们更关注的。航展首日，东道主空客就迎来了“开门红”。6 月 19 日，空客与印度市场份额最大的航空公司靛蓝航空（IndiGo）签订了 500 架 A320 系列飞机订单，这笔订单创下了商业航空史上最

大单笔订单的纪录。这笔史上最大的飞机订单，总金额高达 550 亿美元，预计将于 2030 年至 2035 年期间交付。在完成了这笔订单的签署后，靛蓝航空所订购的空客飞机总量达 1330 架，成为了 A320 系列飞机全球最大的用户。

2023 年 2 月，印度航空公司就宣布已经与空客和波音签署意向书，将采购 470 架飞机。这个订单数超过了十多年前美国航空公司一次性购买 460 架空客和波音飞机的订单总和，也使得印度航空的这笔交易成为商业航空史上当时最大的飞机采购订单。4 个月后，靛蓝航空再次抛出巨额订单，不禁令人对印度民航业强大的市场需求刮目相看。值得一提的是，2023 年 2 月的 470 架飞机订单中，其中空客获得的 250 架订单在本届巴黎航展上也得到了确认。

除此之外，中东地区领先的低成本航空公司沙特 Flynas 航空签订了 30 架 A320neo 系列飞机确认订单；墨西哥超低成本航空 Volaris 航空订购 25 架 A321neo 飞机。A220 系列飞机也收获了新订单，澳航集团确认增购 9 架 A220-300 飞机，根据计划，澳航将在 2023 年年底前接收首架 A220 飞机。

在宽体客机订单方面，A350 系列飞机也有收获。菲律宾航空确认订购 9 架 A350-1000 飞机，毛里求斯航空确认订购

3 架 A350 飞机，以拓展其欧洲和南亚地区的航线。可以说，从订单量的角度来看，空客无疑是本届航展最大的赢家。

相比空客，波音的订单则显得有些“平平无奇”。本届航展波音携 737MAX10、777-9X 和利雅得航空的首架 787-9 飞机亮相。本届航展，相比空客的 800 多架订单，波音只收获了 316 架订单。值得一提的是，中华航空在本届航展上与波音确认了 8 架 787-9 飞机订单。

同时，波音还在航展前夕发布了《2023 民用航空市场展望》。波音自 1961 年开始，每年持续发布《民用航空市场展望》，作为全球发布历史最长的民用飞机市场预测，这份报告在一定程度上也被视为行业的“晴雨表”。

在今年的预测报告中，波音指出到 2042 年全球市场民用飞机需求将达到 42595 架，总价值 8 万亿美元。其中，亚太市场将占到全球需求的 40% 以上，中国将占到其中的一半。南亚地区机队的年增长速度将超过 7%，为世界之最，其中印度的客流占到了该地区的 90% 以上，这一预测与印度的大手笔订单不谋而合。北美和欧洲地区的需求分别占到全球的 20%。在这份市场预测中，波音特别提到，到 2042 年，低成本航空将运营全球单通道机

队的 40% 以上，远超目前的 10%。

针对未来 20 年，全球市场对于不同机型的需求，波音在这份市场预测报告中也给出了答案。波音预测，新的单通道飞机将占到总交付量的 75% 以上，总量达到 32000 架以上。新的宽体飞机将达到总交付量的近 20%，这意味着大约有 7400 架新的宽体飞机将可以让航空公司开辟新的市场。在货机方面，波音预测，航空货运将继续引领全球贸易增长，市场将需要约 2800 架新货机，其中超过 900 架为全新宽体货机，其余为窄体货机和改装宽体货机。

此外，巴航工业在本届巴黎航展上的表现也值得关注。从订单来看，本届航展巴航工业 E2 系列飞机收获了一系列订单，其中包括西班牙加那利航空 6 架 E195-E2、租赁公司 Azorra 公司 15 架 E195-E2、租赁公司 Avolon 与波特航空 10 架 E195-E2 售后回租协议。从工业合作来看，本届航展巴航工业与兰州航空产业发展集团（以下简称“兰州航产集团”）签署了合作框架协议，巴航工业将向兰州航产集团提供 20 架 E 系列货机（E190F 和 E195F）的改装服务。同时，双方还将通过合作，在兰州建立 E190F 和 E195F 的客改货的改装工厂，从而支持并推动 E 系列客改货项目进入中国市场。

中国航空业的成长

1987 年，中国航空工业第一次走出国门参加的西方航展就是巴黎航展。那一年，我国仅有强 5C 强击机和歼教 7 高教机两种飞机进行了静态展示。30 多年后的今天，同样是在巴黎航展上，航空工业集团、中国商飞、中国航天科技等 20 多家中国企业参展，向世界展示了蓬勃向上的态势。

作为中国航空工业的龙头企业，本届巴黎航展上，航空工业集团公司展出了以歼 20 为代表的航空主战装备、以 AG600 为龙头的航空应急救援装备、以歼 10CE 领衔的老牌军贸劲旅，这些展品与展馆上方点缀着中国传统云纹的“飞翔之翼”主题造型遥相呼应。

作为中国商用航空领域的领军企业，中国商飞在本届航展向公众展示了全球瞩目的 C919 大型客机和 ARJ21 飞机的 1:20 模型。作为当前全球航空市场的一款全新的干线飞机，2022 年 12 月 9 日，中国商飞向东航交付了全球首架 C919 大型客机。2023 年 5 月 28 日，东航 C919 飞机完成商业首航，正式进入民航市场。根据中国商飞公布的信息，目前 C919 大型客机已累计获得 30 余家客户 1061 架订单，飞机

航线运行和批生产工作正在稳步进行。

另一款支线飞机 ARJ21 从 2016 年投入市场至今已 7 年，在经历了初期的“摸爬滚打”之后，这款机型目前在国内市场的总量已经超过 100 架，并在 2023 年走出国门，交付印尼翎亚航空，开始了海外运营。同时，ARJ21 的公务机、货机、医疗机等衍生机型也已获得中国民航局适航批准。

当前，新一轮科技革命和产业变革深入发展，人类要破解共同的发展难题，比以往任何时候都更需要国际合作和开放共享。在本届巴黎航展上，无论是航空工业还是中国商飞，都表示了开放合作的态度，向世界表达了中国航空业愿与各方携手合作、整合全球资源、实现互利共赢的态度。其中，商用飞机产业作为全球合作的典型行业，中国商飞在本届航展也表示，公司将在自主创新的同时，继续整合全球资源，协同高效运行，更好地服务全球旅客美好出行需求。

创新永远在路上

近年来，“脱碳”成为了航空业的热门话题。本届航展，除了“复苏”之外，“脱碳”也成为了航展的另一个主题。围绕着

▼
图 | 陈诚 陶冉



行业“脱碳”的目标，可持续航空燃料、电动飞机、氢能源飞机等也成为了本届航展的一大亮点，围绕这些项目，制造商们也纷纷亮出了其最新的研究成果。

本届巴黎航展，主办方首次开设了“巴黎空中交通”专区，规划了 1000 平方米的展示区，展示电动垂直起降（eVTOL）领域的创新技术与前沿技术。例如，Volocopter 公司的 2X eVTOL 在航展期间还进行了飞行演示，并将在 2024 年的巴黎奥运会上进行示范运营。此次航展展示的这架 2X eVTOL 飞机采用自动驾驶模式，乘客可以设定目的地，随后飞机将自动规划航线前往。据悉，在 2024 年巴黎奥运会上进行示范运营的飞机将采用一名驾驶员进行操作，以保证航线运营的安全性。此外，本次航展上，Lilium 公司还推出了 6 座 eVTOL 的机舱模型。目前，Lilium 公司已经与深圳宝安区政府签订了合作备忘录，未来将在宝安区设立 Lilium 的大湾区

总部，主要目的是为了未来更好地在大湾区进行运营。此次航展，Lilium 公司展示了可搭载 6 名乘客、飞行距离可达到 250 公里的 Lilium Jet 飞机。根据公司的规划，未来大湾区将是其首先开拓的市场，随后公司将以大湾区为基地，进一步开拓中国乃至亚太地区市场份额。

另一个值得关注的是，与传统的市场不同，在以 eVTOL 为代表的创新领域，一些小型初创公司表现出了非同一般的活力。法国初创企业腾飞飞行技术公司研制的 Atea 载人电动飞机已累计收获 555 份购买意向；美国初创公司 Archer 与美国联合航空公司签署了 100 架 eVTOL 订单；巴西飞行出租车公司 EVE 城市交通与挪威公司维德罗零号签署了 50 架 eVTOL 订单。这些订单令人不禁对这些初创企业刮目相看。

与初创公司不同，传统的飞机制造商似乎思考得更多。在航展前夕的巴黎航空论坛上，空客宣布将在本世纪 30 年代中

期以“相对传统”的设计来取代 A320neo 系列，同时推出氢动力飞机。其中，A320 系列很可能来自空客当前主推的“明日之翼”等概念。空客“明日之翼”项目同样起源于航空业 2050 年实现净零碳排放目标。空客认为，除了发动机优化之外，使机翼变得更长、更薄并且更轻是提高燃油效率、减少二氧化碳排放的最佳途径之一。空客希望，未来“明日之翼”可以与发动机制造商推出的开式转子、超扇等新一代发动机技术相结合，届时将有望将飞机的油耗降低 25% ~ 30%，并且从长远来看，这些飞机还能够使用 100% 的可持续航空燃料。

当然，对于航空业是否真的能在 2050 年实现净零碳排放的目标，行业仍有不同的声音。据悉，GE 对航空业高管开展的一项调查显示，有近三分之一的高管对 2050 年实现净零碳排放的目标持怀疑态度。由此可见，实现这一目标的难度之大。但无论如何，在环保的要求之下，从长远来看，“脱碳”将成为航空业的终极目标，而在实现目标的过程中，创新或将重塑航空业未来的天空。

复苏之路并不平坦

巴黎航展主办方公开的数据显示，本届航展共有来自 46 个国家的近 2500 家参展商参展。航展期间的观展人数超过 30 万人次，打破历史纪录。航展期间，共签订了价值 1500 亿美元的合同，尽管与行业鼎盛时期不可相提并论，但无疑从这些数据中，我们不难发现，全球航空业正在逐步复苏，但距离全面复苏，全行业仍有很多问题需要面对和解决。

首先是保证供应链的稳定。以空客为例，本届航展尽管已斩获了大量订单，但后续如何保证稳定交付是具有代表性的行

业问题。对于航空业而言，要提升飞机的产能绝不仅仅是飞机制造商单方面提升自身生产和管理能力就能实现的，更需要航空公司、供应链企业的支持和配合。

对此，空客曾对媒体透露，随着 2023 年第一季度新飞机交付放缓，困扰全球航空业的供应链危机可能会持续到 2024 年。对于飞机制造商来说，座椅、半导体等短缺都会导致产能提升的失败。尤其在后疫情时代，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、资金等各方面给予中小企业支持，这一点在竞争更为激烈的系统、部件等领域更为明显。

其次是解决人力资源短缺的问题。持续 3 年多的新冠肺炎疫情对于全行业的打击是巨大的，很多中小企业为了生存不得不大量裁员，如今行业进入恢复阶段后，人力资源短缺的问题开始暴露出来。显然，如今航空业已经正视这一问题，本届巴黎航展甚至还专门开辟了招聘专区，空客更是别出心裁地在停机坪放了一辆“就业卡车”以吸引更多的求职人员。

第三则是信心的建立。从根源上来看，航空运输市场的需求是航空业发展的根源。尽管制造商们发布的市场预测都偏向乐观，但从订单来看，全球航空公司短期仍然是谨慎的态度。这一点从宽体客机订单中体现得尤为明显。当然信心的建立需要全球经济的增长作为支撑，然而国际形势的瞬息万变给全球经济的发展蒙上了一层阴影，因此从以上角度来看，全球航空业的复苏之路或许将是曲折的。■



图 | 陈诚

被“抛售”的 SSJ100 飞机项目

文 | 王诗吟

2023 年 2 月 28 日，俄罗斯和意大利的合资企业 SuperJet International (SJI) 公司发布官方声明宣布，俄罗斯联合航空制造集团 (UAC) 已与阿联酋资本投资公司 Mark AB Capital Investments (Mark AB) 签署协议，UAC 将把自身持有的 SJI 全部 49% 股份出售给 Mark AB。在获得相关机构审批后，UAC 将退出 SSJ100 项目，结束对该项目的参与。这意味着，俄罗斯在苏联解体后研制的首款商用喷气客机项目遭遇重大挫折。



图 | aviation24



曾被寄予厚望的 SSJ100 项目

SSJ100 是俄罗斯在苏联解体后，按照西方适航标准研制的首款商用喷气客机。该项目于 2003 年 3 月在俄政府公开招标中获胜，包含 SSJ100B 基本型、

SSJ100LR 长航程型、SSJ100 B100 短距起降型和 SBJ 公务机。SSJ100 于 2008 年 5 月首飞，2011 年 1 月获得俄罗斯型号合格证，2012 年 2 月获得 EASA 型号合格证 (TC 证)，2011 年 4 月向亚美尼亚航空交付首架飞机并开始商业运营。

在 SSJ100 飞机项目中，俄罗斯采用了主制造商—供应商模式和国际合作，并引入西方战略合作伙伴。在 SSJ100 的研制过程中，俄罗斯飞机制造商苏霍伊民机公司 (2000 年由苏霍伊集团成立，主要负责 SSJ100 的开发、生产、总装、取证、交付和售后服务等工作，2020 年并入伊尔库特并成为其分部) 邀请波音担任咨询顾问，由后者提供营销、项目管理、产品研发和设计、售后服务等方面的咨询支持。

除机体结构件由俄罗斯本土企业提供外，SSJ100 的配套发动机 SaM146 由俄罗斯土星公司和法国赛峰公司合作研制，航电、飞控等机载系统由美国和欧洲供应商提供。2007 年，俄罗斯苏霍伊集团和意大利阿莱尼亚 (Alenia，现为莱奥纳多) 建立战略合作伙伴关系，并成立合资企业 SJI (其中莱奥纳多占股 51%，苏霍伊占股 49%)。2016 年，莱奥纳多将 SJI 41% 的股份出售给苏霍伊集团 (UAC 子公司，2022 年被 UAC 兼并)，仅保留 10% 的股份，苏霍伊集团的股份增至 90%。2022 年夏季，UAC 将苏霍伊集团持有的 41% 股份出售给意大利 Studio Guidotti International 公司，至此 SJI 的股份中，UAC、Studio

Guidotti International 和莱奥纳多的三家占股分别为 49%、41% 和 10%。SJI 总部位于意大利威尼斯，为 SSJ100 的 EASA 取证、西方市场销售与交付、人员培训以及售后服务等提供支持。

俄罗斯曾致力于将 SSJ100 交付海外市场。2005 年，俄罗斯曾预测，到 2024 年全球市场将销售 800 架 SSJ100，其中超过 60% 将销往海外市场。SSJ100 确实曾打入北美、欧洲等国际市场，例如墨西哥 Interjet 航空曾订购 30 架 SSJ100（接收 22 架）；爱尔兰 CityJet 航空曾订购 15 架（接收 7 架）。然而，据俄媒报道，SSJ100 的配套发动机 SaM146 实际大修间隔只有 2000 小时～4000 小时，远低于 7500 小时～8000 小时的设计间隔。此外，由于售后服务较差，SSJ100 因等待备件而经常“趴窝”停场，航空公司不得不停飞部分 SSJ100 用作备件源来保障剩余飞机运行。因此，CityJet 航空于 2019 年初退回 7 架飞机，并取消未接收订单，而 Interjet 航空也考虑退回飞机，后因 SSJ100 机队维护成本高叠加新冠肺炎疫情的影响，该公司于 2020 年底破产。截至目前，SSJ100 累计生产交付 209 架，其中 153 架处于运营中，主要在俄罗斯国内运营，储备订单剩余 74 架。

但自 2014 年以来，俄罗斯与西方关系恶化，SSJ100 的国际供应链存在断供风险，俄罗斯因而启动 SSJ100 的进口替代计划。2019 年，俄罗斯启动 SSJ-New 项目的研制工作。据俄罗斯方面透露，该机型是 SSJ100 的最新改型，将实现发动机、航电系统、液压系统、辅助动力系统（APU）等 38 个系统和零部件的进口替代，预计整机国产化率将达到 100%。截至目前，SSJ-New 的两架试验机体正在开展静力试验和疲劳试验，首架试飞机总装进度超过 90%，预计 2023 年年中首飞，年底完成取证并开始交付。

忍痛出售 SSJ100 项目

2022 年俄乌冲突爆发后，受美欧制裁的影响，国际供应商停止向 SSJ100 提供系统和零部件。例如，法国赛峰公司退出 SaM146 发动机项目合作，拒绝提供发动机零部件和售后服务；柯林斯、霍尼韦尔、泰雷兹等美欧供应商停止提供机载系统。2022 年，俄罗斯 UAC 利用库存勉强生产 10 架 SSJ100 后停产，目前位于俄罗斯阿穆尔河畔共青城的总装厂正将 SSJ100 生产线改造为 SSJ-New 生产线。在俄乌冲突持续以及对俄制裁短期难以撤销的背景下，广泛采用进口零部件的 SSJ100 项目在俄已名存实亡，俄罗斯也一直在考虑 SSJ100 的处置问题。

在 2023 年 2 月的印度航展期间，UAC 高管就曾表示考虑在印度实现该项目的本地化生产。只要印度方面愿意，UAC 可为其恢复 SSJ100 的供应链提供帮助。此次将项目出售给 SJI，是一次创新之举，将赋予该项目新生。

在遭遇海外客户退回飞机事件后，自 2020 年初以来 UAC 已将焦点转至国内市场。受俄乌冲突影响，EASA 已于 2022 年 3 月暂停 SSJ100 的型号合格证，SSJ100 的海外销售面临阻碍。意大利政府于 2022 年 5 月冻结 UAC 持有的 90% SJI 股份，资产价值 1.46 亿欧元。制裁叠加疫情影响的背景下，目前 SJI 员工已从巅峰时期的 250 人减至 110 人。此次股份出售，有助于 UAC 处置海外受限资产、专注国内市场。

SSJ100 项目前景分析

俄、意两国政府批准是 SSJ100 在海外重启生产的前提。值得一提的是，该交易只有在获得意大利和俄罗斯监管机构的批准后，SJI 的股份和资产才能取消冻结

并交易。交易完成后，阿联酋 Mark AB、意大利 Studio Guidotti International 和意大利莱奥纳多所持股份分别为 49%、41% 和 10%。SJI 已与 Mark AB 制定 SSJ100 重启生产计划，并计划投资 1.9 亿欧元用于新飞机构型的开发、威尼斯和阿联酋工厂建设以及增强飞机的市场竞争力，其中威尼斯工厂建设将耗费 1.1 亿欧元。

SJI 将跃升为主制造商。从公开资料来看，SJI 公司将从一个交付和售后中心成为一个掌握飞机研发、生产、销售、交付和服务等能力的主制造商。根据 SJI 的计划，SJI 总部将把握项目的大方向、负责产品管理、取得意大利和 EASA 认证。SJI 威尼斯工厂将成为设计机构批准（DOA）和生产机构批准（POA）的持证人，负责新构型飞机（如公务机、货机）的开发，管理全部的供应链，并负责市场营销、飞行和客舱机组人员培训、试飞、交付和客户支持。SJI 位于艾因国际机场（Al Ain International Airport）的阿联酋工厂将负责飞机的总装，预计 2025 年完成工厂建设，初始阶段年产量为 10 架～15 架。未来两个工厂的员工总数将达 800 人。此外，SJI 还预测，SSJ100 的客机、公务机和货机型号市场总需求不低于 240 架，大部分将销往阿联酋和印度市场。

TC 证归属和供应链重建存疑。一方面，从 SJI 的官方声明以及媒体公开报道来看，UAC 的交易暂未涉及 SSJ100 的 TC 证处置。目前，UAC 子公司伊尔库特仍持有 SSJ100 的 TC 证，并正全力研制全国产型 SSJ-New。未来，SSJ100 的 TC 证是否会被转让给 SJI，以及如何处理 SSJ-New 与 SSJ100 两款机型的关

系，需要继续关注。另一方面，SSJ100 的机体结构件以及配套发动机 SaM146 的部分零部件均由俄罗斯企业生产，SJI 要想重启 SSJ100 的

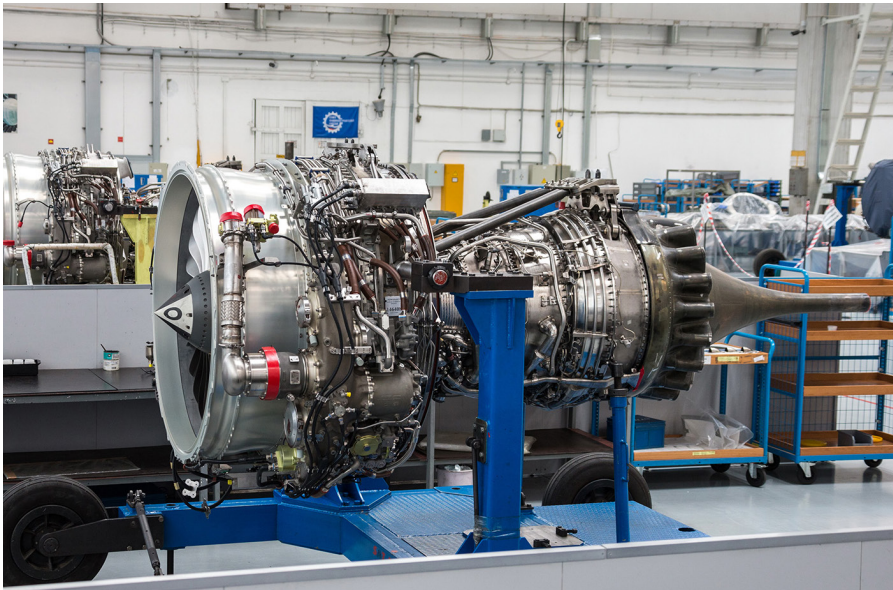


图 | vpk.name

生产，势必无法绕开对俄罗斯供应商的处置问题。若保留俄罗斯企业，则需考虑如何解决制裁背景下其参与项目的合规性问题。若替换俄罗斯供应商，则会增加项目重启生产的时间和成本。

作为曾被俄罗斯寄予厚望的项目，SSJ100 从立项至今刚好 20 年，而今走到了出售项目、处置海外资产的地步。一方面，受国际供应链断裂的影响，SSJ100 飞机在生产交付 200 多架后停产，远未达到项目盈亏平衡点，此次出售项目可以部分补偿亏损；另一方面，在当前地缘政治冲突日益紧张背景下，俄罗斯在航空制造领域实施进口替代计划，全力研制国产化机型，而在市场方面更多聚焦本国航司的飞机需求，因此处置海外资产也在情理之中。易手后 SSJ100 的市场表现和发展状况如何，仍需持续关注。■

谁将是动力市场游戏规则的改变者

文 | 董帼雄

2023 年 5 月 18 日，英国发动机制造商罗罗宣布，其被业内称为有望改变游戏规则 UltraFan 技术验证机在英国德比成功完成首次试车，且这次试车采用了 100% 可持续航空燃料（SAF）。这对于罗罗来说是一个历史性的时刻，是公司 54 年来首次对全新发动机构架完成试车。罗罗表示，这次成功试车确认了验证机所采用的整套技术的能力，将在提升当前和未来航空发动机效率方面迈出一大步。

就在罗罗宣布这一消息不久，2023 年巴黎航展前夕，CFM 国际公司宣布，其可持续发动机革命性验证项目（RISE）目前已经完成了 100 多项测试，预计将在

图 | airwaysmag.com



2020 年代中期进行地面和飞行测试。无论是 UltraFan 还是 RISE 项目，在行业巨头的规划中，未来的航空发动机已经有了“新模样”。

RISE：革命性验证项目

2021 年 6 月，GE 与赛峰集团共同宣布启动 RISE 项目，该项目将开发一系列颠覆性创新技术以推进新一代开式转子发动机的研发。需要指出的是，RISE 项目并不是直接研发下一代发动机产品，而是一项技术成熟与演示项目，瞄准未来市场进行一些关键技术的开发。

开式转子技术并不是新鲜的概念。早在 21 世纪初，随着油价的不断攀升以及生态环境的恶化，美国和欧洲先后推出了亚声速固定翼飞机项目（SFW）、FAA 持续低能耗、排放和噪声（CLEEN）计划、欧洲“净洁天空”计划等一系列计划，并在这些计划的推动下开展新一代开式转子发动机的研发。

在 RISE 项目之前，赛峰集团曾进行过一个名为 CROR 的项目，针对转开式转子项目。该项目以 M88 发动机为核心机，并在 2017 年完成地面试车。此次，RISE 项目则是建立在 GE 和赛峰公司联合研发的 GE36 开式转子发动机的基础上，其主要目标是研究新的开式转子构架，以大幅提高

热效率，同时 RISE 项目还将进行新的低排放燃烧室以及混合电力系统发电机研发。

2022 年 5 月，法国赛峰集团选择美国 ANSYS 公司的仿真软件承担 RISE 项目的计算开发工作，主要是改进发动机开放式风扇的结构设计，并对发动机进行热力学仿真。2022 年 7 月，空客确认将和 CFM 国际公司开展合作，在 2026 年之后对开式转子发动机进行飞行测试。飞行测试将选择空客 A380 飞行平台，主要实现以下目标：一是增强对发动机与飞机集成、空气动力学性能和提高推进系统效率等方面的研究；二是验证开式转子发动机的性能优势，如更高的燃油效率与碳减排能力；三是评估声学模型，研究噪声影响范围；四是确保与 100% 可持续航空燃料兼容。在 A380 试飞前，CFM 国际公司将进行发动机地面试验，并在 GE 航空的飞行测试运营中心开展前期验证工作。

RISE 项目最新进展

经过两年多的发展，在 2023 年 6 月 CFM 国际公司公布的信息中可以发现，目前 RISE 项目已经完成了 100 多项测试，这些测试为未来开放式风扇结构的验证打下了基础。

随着验证项目的不断推进，目前已经可以明确，RISE 项目将开发和验证一系列颠覆

性的创新技术，包括先进的发动机架构（如开放式风扇架构）、紧凑型发动机核心、先进的燃烧技术、热管理、混合动力、与可持续航空燃料实现 100% 兼容等。此外，随着新技术的不断成熟，RISE 项目还将对直接采用氢燃料作为动力进行地面和飞行测试。

CFM 国际公司表示，早期测试表明，未来以开放式风扇架构研发的新一代发动机的噪声表现将有可能超出预期。同时，在油耗和二氧化碳排放方面也有不俗的表现。根据计划，RISE 项目旨在实现油耗和二氧化碳排放量较现役最高效的单通道飞机发动机再减少 20% 以上。同时，CFM 国际公司也在进行相关技术验证，以满足严苛的非二氧化碳排放和噪声要求。根据目前的项目进展，CFM 国际公司计划在 2025 年左右进行地面和飞行测试。

超扇，被重新定义的下一代发动机

对于航空发动机行业来说，罗罗的三转子发动机构型曾经在一定程度上重新定义了大型航空发动机，从遑达 700 到遑达 XWB，罗罗始终致力于引领航空发动机市场的技术变革。

2014 年，为了继续巩固行业地位，罗罗公布了下一代航空发动机设计蓝图，革命性地大幅改进了发动机的结构和技术，其中包括新型发动机核心结构、CTi 风扇系统、先进的陶瓷基复合材料的使用等。同时，罗罗还继续开发和测试开式转子技术，以满足未来行业发展的需要。作为这些创新技术的载体，罗罗推出了研发 UltraFan 项目的计划。

UltraFan 技术验证机项目带有可变螺距风扇系统的齿轮箱设计，罗罗希望这项技术未来能够为大推力、高涵道比发动机提供有效动力，项目目标是油耗和排放比较第一代遑达发动机至少降低 25%。

此后，罗罗耗时 3 年多的时间进行了设计和与之相关的各类试验，直到 2018 年，罗罗才冻结了 UltraFan 发动机的构型。UltraFan 的工程设计关键特征包括：经过验证的全新 Advance 3 核心机架构与 ALECSys 先进低排放燃烧系统相结合，将最大程度提高燃油效率，减少排放；碳钛复合材料风扇叶片和复合材料机闸的使用；风扇齿轮设计为未来的高推力和高涵道比发动机提供高效动力。

2021 年，罗罗开始组装 UltraFan, 这一全球最大的航空发动机。同时，罗罗也表示，UltraFan 也是公司“智能发动机”愿景的一部分。在这款发动机中，每块风扇叶片都有一个数字孪生体，可以存储实际测试数据，帮助工程师预测发动机的服役性能。当发动机在罗罗全新的 80 号试车台进行测试时，可以收集超过 1 万个参数数据，并以每秒多达 20 万个样本的速率探测到最微小振动，而这些数据都将有助于罗罗进一步改进发动机性能。

动力齿轮箱（PGB）的使用是超扇发动机的一个重大创新。2022 年 3 月，罗罗公司完成超扇发动机的动力齿轮箱测试并将其发往英国进行总装，这也被视为是 UltraFan 技术验证项目取得的一个重大里程碑节点。

UltraFan 的动力齿轮箱采用行星式设计，每对齿轮传动的动力大于 F1 赛道起跑线上所有赛车功率的总和。早前，罗罗的这一动力齿轮箱就曾在测试中创下全球航空领域最大功率纪录，达到 8.7 万马力（64 兆瓦），这一功率足以给一个中型城市供电。

2022 年 4 月，罗罗开始首台超扇发动机验证机 UF001 的总装工作并已经完成了其零部件系统的组装工作。总装工作分模块进行，采用全新的吊架用以吊装验证机各模块，包括动力齿轮箱、风扇、超大复合材料风扇机匣、中压压气机、中压涡

轮、高压压气机以及压气机系统的结构接口等，安装系统直接延伸到发动机的核心机，以便更好地将发动机集成到飞机上，同时发动机也更便于运输和维护。2022 年 12 月，UF001 验证机完成总装，运往英国德比准备进行首次地面测试。

成功完成首次试车

2023 年 5 月，罗罗宣布 UltraFan 技术验证机在英国德比成功完成首次试车，并且这次试车采用了 100% 可持续航空燃料。此次成功试车确认了验证机所采用的整套技术的能力，罗罗认为，这是在提升当前和未来航空发动机效率方面迈出的一大步。具体来看，与全球最高效的现役大型航空发动机遑达 XWB 相比，UltraFan 的效率将进一步提升 10%。

罗罗表示，从短期内，可选择将 UltraFan 研发项目的技术应用到遑达系列发动机上，为客户带来更高的可用性、可靠性和效率。长期而言，UltraFan 拥有 25000 磅~ 110000 磅可扩缩推力技术，这意味着其有潜力在本世纪 30 年代为下一代窄体和宽体飞机提供动力。

此次试车是在罗罗 80 号试车台进行的，作为目前全球最大最智能的试车台，80 号试车台同样也可圈可点。罗罗 80 号试车台于 2019 年开始建设，2021 年 5 月正式启用，该试车台的建设耗资 9000 万英镑。80 号试车台的建设得到了英国航空航天技术研究所、英国创新署、欧盟“洁净天空”计划以及德国航空航天研究计划 LuFo 和德国勃兰登堡州的联合支持。80 号试车台内部面积达 7500 平方米，比英超足球场还要大，而独特的技术和系统设计使得它比其他试车台的功能更加强大。

在罗罗的长远规划中，80 号试车台将为其可持续发展战略提供有力支撑。首先，

80 号试车台将有助于公司持续提升燃气轮机的效率。80 号试车台既能用于测试遑达 XWB 和遑达 1000 等现有发动机，也能测试在研的 UltraFan 验证机。其次，可以促进可持续航空燃料的商业化应用。如今，可持续航空燃料已经被罗罗用作现有发动机的混用燃料。为此，80 号试车台配备了容量达 14 万升的燃油箱，可使用包括可持续航空燃料在内的不同类型燃料。此外，未来 80 号试车台还可以用于测试混合动力或全电动飞行系统。

有鉴于 UltraFan 项目的设计架构与罗罗在役的 4200 多台大型民用航空发动机截然不同，不仅采用了风扇齿轮设计，而且其尺寸也是业内其他企业从未生产过的。在如此尺度下开展验证机试车可以让罗罗能够根据客户的需求灵活缩放发动机。这也意味着，UltraFan 技术验证机项目如果能够获得成功，罗罗将在行业内具备独特的优势，将能够为航空业提供多种产品组合，其中包括两转子、三转子、直接驱动和风扇齿轮解决方案。

除了稳步推进 UltraFan 项目之外，罗罗近年来在 SAF 的使用上也投入了不小的精力，并取得了不俗的成绩。除了上文提到的 UltraFan 的首次试车使用了 100%SAF 之外，目前罗罗在产的全系列发动机均可使用与常规航油混合的 SAF 运行。到 2023 年年底，罗罗还将验证在产的遑达系列和公务航空发动机都能够兼容 100%SAF，以期取消 50% 混合比例的监管上限。2023 年下半年，在英国交通部和创新署的资助下，装载遑达 1000 发动机的维珍大西航航空的一架 787 飞机将采用 100%SAF 飞行，这将是全球首次采用 100%SAF 执飞的跨大西洋航线。由此可见，进入后疫情时代，航空动力市场的创新竞争将更为激烈，谁将是动力市场游戏规则的改变者，让我们一起拭目以待。■

NASA “叫停” X-57 电动飞机项目

文 | 齐汀

2023 年 6 月，美国航空航天局（NASA）宣布将在今年 9 月结束 X-57 电动飞机项目的相关研究工作。X-57 项目是 NASA 于 2016 年推出的，这也是继 X-43 项目之后，NASA 时隔数十年之后推出的首个由其独立完成的 X 系列飞机。根据 NASA 早前的计划，X-57 电动飞机将在 2023 年完成首飞，但由于受到疫情、资金、技术难题等多个因素的影响，NASA 最终决定终止 X-57 项目的研制工作。

图 | scitechdaily.com



传奇的 X 系列飞机

在飞行器设计领域，未知的技术障碍与难题比比皆是，即使通过风洞、模拟器和计算机仿真，也只能构建出一个理想状态下的模型，具体的试验数据仍需要研制专门用途的试验机来获得。

为了探索航空航天业的未知领域，NASA 在半个多世纪前就开始了 X 系列试验飞行器的研究工作。之所以起名 X 系列，是因为 X 是“Experimental”这个单词的缩写，即“试验”之意，同时也蕴涵着对未知领域探索的深层含义。

1945 年初，世界上第一架火箭动力试验机 XS-1（后来命名为 X-1）在美国军方的资助下首飞成功。此后 30 多年中，NASA 几乎每年都要研制一种以 X 冠名的试验飞行器，其研制速度快得惊人，这段时间成为 X 系列试验飞行器发展的黄金时期。

但好景不长，越南战场上的节节退败和苏联全球范围内的战略紧逼，使得美国开始进入战略调整阶段。在这种大环境下，X 系列试验飞行器的研制也陷入了停滞。从 1971 年至 1983 年，NASA 没有进行任何一款 X 试验机的研制工作。

里根上台后，沉寂多年的 X 系列试验飞行器计划终于迎来了转机。1984 年，X-29A 前掠翼试验机成功首飞，重新拉响了美国向未知航空航天领域前进的号角。20 世纪 90 年代，先后有 14 种 X 系列试

验飞行器投入研制，X 系列试验飞行器计划迎来了第二个黄金时代。

如今，X 系列试验飞行器已经不再单纯以“更高、更快”作为其发展目标了，跨大气层飞行器、太空营救系统、无人隐形武器投送平台等成为新的发展亮点。

在民用航空领域，NASA 将分布式电推进系统视为未来航空器的一个重要发展方向，认为这项技术在短途个人飞机、通勤飞机以及支线飞机上都有很好的应用前景。

为此，2016 年，NASA 批准了一项为期 3 年、总金额 1500 万美元的项目，对分布式电推进 X 验证机开展试飞验证工作，即 X-57 电动飞机项目。

X-57 验证机以意大利飞机制造商 Tecnam 公司生产的 P2006T 轻型活塞双发飞机为原型机改装而来。根据 NASA 最初的规划，是要在这一通勤飞机验证机上进行相关验证，积累试验数据，从而为未来在 60 ~ 90 座级混合电推进支线飞机上应用打下基础。

大胆的创新设计

从 X-57 的外形上就已经能看出 NASA 在这款验证机上的大胆创新。飞机上原来的机翼和两台汽油活塞发动机被安装了 14 台电动机的细长机翼所取代。其中，位于机翼前缘的 12 台较小的电动机用于巡航飞行。

在 NASA 最初的设计下，这种通过向一架飞机上多台发动机配送电力的方式可

以将飞机能耗降低 80%，将运营成本降低 40%。同时，减小的机翼还可以进一步提高气动效益。根据 NASA 早期的计算，前缘分布式电推进螺旋桨会产生一个 55 节（101.86 公里 / 小时）的机翼诱导速度，提高机翼升力，因此机翼可以更小，这对于减重、减阻大有裨益。前缘分布式电推进技术的优势还包括较高的推进系统冗余度（能够承受任何单个推进器故障）以及基于推力增强的鲁棒性飞行控制。电动机在 30 ~ 60 秒内能够产生超过 50% 的动力，以抵消桨叶或其他电动机的损失，也可以通过提升流过机翼的气流速度来避免失速。

另外，前缘高升力桨叶还可以在巡航状态时停止运转并折叠，以降低阻力。此时，仅有翼尖桨叶在工作，并从翼尖涡中获取能量。NASA 在 20 世纪 80 年代开展的风洞试验以及计算流体力学分析结果表明，这项技术可以提高 9% ~ 15% 的推进效率。对于更大、更快的涡桨支线飞机，则可将推进效率提高 20%。

除了推进效率的提升，NASA 预计采用前缘分布式电推进技术的飞行器总运营

成本可降低 30%。这一方面是由于气动集成的收益，另一方面是因为相对于航空燃油，电力成本要低得多。目前，电力成本仅为汽车汽油成本的一半，汽车汽油成本为航空燃油成本的一半，而航空燃油成本占据了通用航空运营成本的一半。因此，NASA 在早期的规划中还特别强调了与电池制造商的合作。

针对这个雄心勃勃的项目，NASA 在项目启动初期也制定了详细的研制计划。其中，在第一阶段 NASA 将采集 P2006T 飞机的飞行数据，以建立直接与 X 飞机比较的基线性能。第二阶段，在研发新型机翼的同时，原有飞机机翼的翼尖将安装巡航电动机和桨叶，取代 P2006T 的活塞发动机，并开展飞行试验来检查电池组、电动机和控制系统。第三阶段将包括翼尖采用电动机以及前缘采用短舱的分布式电推进机翼飞行试验。第四阶段将进行包括前缘分布式电动机和折叠桨叶构型的飞行试验。从长远目标来看，X-57 飞机仅仅是在更大的主流商用飞机上使用电力推进系统的第一步，但现实却比预想的要困难得多。

未能起飞的 X-57

在 2023 年 1 月，NASA 曾表示，希望能够在 2023 年上半年实现 X-57 项目的首飞。尽管这个目标已经比最初计划的时间推迟了多年，但如果能够实现首飞也将是航空史上具有纪念意义的一次飞行。因为，如果 X-57 能够实现首飞就意味着这款全新机身的飞机不仅可以完全实现电力推动，且两个大型发动机切换到分布在机翼上的许多小型螺旋桨（NASA 称之为 blown wing）还可以显著提高飞行效率和性能。但遗憾的是，最终 X-57 未能实现飞行。在过去的几年间，尽管 NASA 的设计团队不断对项目进行优化、改进和迭代，但困难还是远比想象中多得多。

无论是新型机身还是全新的动力来源，对于 X-57 项目来说都是一项非常具有挑战性的工作。从外形来看，飞机的机翼被完全重新设计，甚至当不需要螺旋桨的时候，它的叶片可以向后折叠以减少空气阻力。在飞行过程中，飞行员可以通过改变螺旋桨的速度和俯仰角，以适应起飞、降落和巡航所需要的不同飞行速度。

但从技术角度来看，NASA 要实现这些设想仍有很多目前难以逾越的技术难题。例如，在项目研制期间，NASA 设计团队就发现，能够承受高功率水平的最先进晶体管无法承受飞行中的振动和温度，最终只能用新一代碳化硅 MOSFET 模块解决这个问题。再比如，在 2017 年还曾因电池安全问题，NASA 设计团队对电池组进行了重新设计，但电池问题依然困扰着项目的进展。此后，飞行过程中电池的放电导致了过热的问题，NASA 工程师将电池模块的数量从 8 个增加到 16 个，并使用铝蜂窝隔板进行重新设计。此后，NASA 还不得不将机翼上的螺旋桨数量缩减至 2 个。2023 年 3 月开始，NASA 还

进行了高升力马达控制器硬件的功能测试和控制软件的验证，其中高升力螺旋桨已经完成了风洞测试，原计划完全集成的电机和螺旋桨测试应在 2023 年夏天开始。然而，最终在综合考虑项目研制资金、项目计划、技术可达性等多重因素之后，NASA 决定搁置带有新机翼和分布式推进系统的后续飞行测试计划，X-57 项目将在 2023 年终止。

尽管 X-57 最终未能飞上蓝天，但是这一项目依然留下了许多可借鉴的宝贵经验。例如，在 X-57 项目的研发过程中，NASA 成功研制了与被动冷却系统一起工作的高效逆变器。逆变器将飞机锂离子电池的直流电转换成交流电，可以供电机使用。在电磁干扰方面，NASA 还专门为 X-57 项目设计了一种滤波器，以防止噪声传回电池系统。

此外，NASA 在 X-57 项目中取得的部分技术成果已经开始在其他领域得以应用。例如，NASA 在 X-57 项目中电池方面的主要分包商已经可以实现 X-57 电池组的商业化设计。目前这一供应商已经与一个电动飞机设计团队签署合作协议，将共同进行电动垂直起降飞行器的研究工作。

当然 X-57 项目的终止也让我们思考，到底这种全新构型的飞机是否代表了行业的发展趋势。尽管电推进的好处显而易见，但如今可持续航空燃料、氢燃料的使用也已经进入了加速研发的新阶段，如果电池技术不能实现革命性突破的话，未来的可用性并不如可持续航空燃料或氢燃料。但无论如何，航空业的每一个进步都是伴随着一个个项目而来的，无论这些项目最终是否实现最初的设计，这条学习曲线都为未来项目的研发留下了一些宝贵的经验和积累。■



图 | NASA

高原航线可供业载的有效供给

文 | 柴雨丰 陈洁

高原航线具有运行条件复杂、安全冗余度预留标准高、机型投入单一等特点，导致其可供业载低于同机型平原航线的可供业载；同时高原航班的市场需求具有明显的季节性特征，对生产运行进行精细化组织，是现阶段化解高原航线可供业载与市场需求这一对结构性矛盾的关键。

图 | news.carnoc.com



可供业载的影响因素

飞机可供业载是民航运输飞机在每次运输飞行前，在确保安全运行的前提下，允许承载的最大商务载量。商务载量由旅客及手提行李、托运行李、货邮及集装箱板等构成，其中旅客及其手提行李按照配载部门的航线标准重量估算，其他商载项目按照实际过磅重量计算。可供业载代表飞机在航线上的创收潜能，是客货营销最基本的保障条件。

飞机可供业载受飞机性能、放行条件和燃油政策等因素的共同影响。飞机性能包括发动机推力、机体及起落架强度、轮胎载荷等指标；放行条件包括机场标高、场温及场压、机场净空条件、风向及风速、跑道长度及道面强度、机务适航状态等因素；燃油政策是飞机携带燃油量及其构成项目的确定原则，能最大限度兼顾航班的经济性与携带燃油的充足性。

飞机可供业载的计算受飞机限定起飞重量、限定落地重量、限定无油重量、飞机自身重量、航班起飞油量、落地剩余油量等因素的共同影响。其中：

限定起飞重量是根据飞机结构强度和发动机的推力，并结合机场跑道及气象条件、机务适航状态等因素后确定的飞机在起飞滑跑时全部重量的最大限度；限定落地重量是根据飞机起落架和机体所能承受冲击载荷、飞机刹车状况、机场跑道情况等因素确定的飞机着陆时全部重量的最大

限额；限定无油重量是飞机油箱未装载燃油时，飞机自身重量及实际商务载量之和的最大限度，主要受机翼自身结构强度、机翼与机身连接处最大承受升力的影响；飞机自身重量是空机重量、机上服务设施设备及机组人员、餐食及供应品等项目的重量之和；起飞油量是确保飞机符合燃油政策所必须加注的燃油量，由计划航程耗油、备份油量（包括飞抵备降机场耗油、目的地机场或备降机场上空盘旋等待耗油、不可预期油量等项目）共同组成。

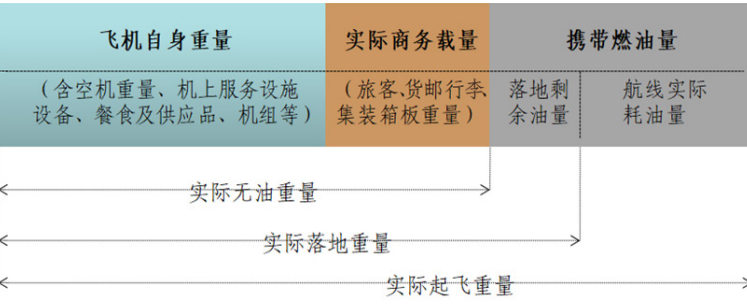
高原航线可供业载的供给现状

首先，可供业载当前及未来的调剂空间十分有限。目前适合高原飞行的机型

表 1 | 飞机可供业载的计算公式

表 2 | 飞机重量构成示意图
注：限定起飞重量、限定落地重量、限定无油重量统称飞机的性能重量；按照上述飞机可供业载计算公式计算并组织航班放行结载工作，可确保飞机实际起飞重量不超过限定起飞重量、实际落地重量不超过限定落地重量、实际无油重量不超过限定无油重量，避免出现安全隐患及事故。

项目	公式	备注
可供业载 A	限定起飞重量-飞机自身重量-起飞油量	取 A、B、C 中最小者作为该航班的可供业载。
可供业载 B	限定落地重量-飞机自身重量-落地剩余油量	
可供业载 C	限定无油重量-飞机自身重量	



种类较少，窄体机主要是经改装的 A319 及少量 B737-700，宽体机主要是经改装的 A330。在机场保障方面，除拉萨机场外，其他高高原机场只能供窄体机起降，通过飞机“小改大”等措施来提升高高原航线的可供业载供给并不可行。从机型升级挖潜方面看，全球高高原机场主要集中在亚洲喜马拉雅山脉、南美洲安第斯山脉周边少数几个国家。即使 A319 的高原性能出类拔萃，市场也决定了该机型小众化、非主流的特点。全球 A319 飞机（含平原型）

数量约占全球 A320 系列飞机的 14%，国内 A319 飞机（含平原型）数量约占我国民航客机的 4%。从研发新一代高高原机型的投入产出效率看，过多投入研发并不会带来丰厚的市场回报预期，飞机制造商对现有机型小打小闹、小修小补的局部改造是适应高高原市场的明智之举，因此通过飞机性能大幅升级来提高可供业载并不现实。

其次，可供业载的不平衡供给问题较为突出。受高高原地区特殊的地形地貌、复杂多变的气象条件、备降场稀少且相距较远等因素的影响，航空公司在高高原航线签派放行时必须预留更高的安全冗余度，如采取较平原航线携带更多的燃油量以应对航路及起降机场的突发情况、降低飞机的性能重量等措施，导致高高原与平原往来航线、高高原间往来航线的可供业载的不平衡问题十分突出，在运输旺季直接制约客货运的增收。

高高原航线可供业载挖潜的建议

综上所述，平原飞高高原航线，受性能重量下降、备份油量等因素的影响，去程航班可供业载的减载情况比较明显；高高原飞高高原航线，受性能重量下降、备份油量等因素的影响，来回程航班可供业载的减载情况均比较突出。高高原航线可供业载不充分、不平衡、调剂性差的问题在短期内很难发生根本性的转变，一方面是寄希望于国内更多高高原机场的建设投产，使备降场选择余地更加宽泛，备份油量会相应减少。同时航空公司必须加强生产运行的精细化组织，在飞机重量管理等方面要斤斤计较、精打细算。

一是实施飞机“瘦身”计划。主要是机上服务设施设备、餐食及供应品的合理减配，在飞机性能重量不变时，通过飞机

MEL 项目	放行数量	对运行的限制描述
27-51-01 缝翼和襟翼控制计算机（SFCC）	1	最大起飞性能限制重量减小 200kg
27-64-01 扰流板（1 号或 3 号扰流板）	2	最大起飞性能限制重量减小 800kg，所需着陆距离增加 10%。
27-92-02 地面扰流板控制系统	0	最大起飞性能限制重量减小 2800kg, 所需着陆距离增加 50%。

▲ 表 5 | 注：MEL 项目有设备（硬件）和系统（软件）两大类。影响可供业载的 MEL 项目诸如扰流板、刹车、机翼、起落架等设备及其控制系统的不正常工作。

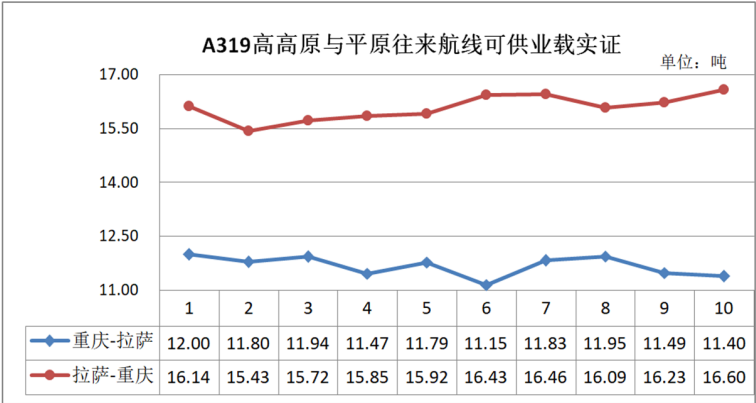
自身重量下降可相应提高可供业载。如各航司可针对高高原航线飞行时长短、未满员销售的特点，考虑水箱按照 50% 容积加注；还可简化餐食配备甚至是不配备餐食，或由地面人员在登机口发放简易餐食等，以减少机上餐车、餐食的配备数量和重量。控制空乘人员的配备数量，在生产旺季不在高高原航班上安排跟班实习的乘务学员。加强地面服务保障，原则上在起飞航站配备该航段的餐食及机上水，严格控制某个航站一次性配备来回程的餐食及机上水。

二是实施基于飞机性能的航线排班政策。各航空公司根据可供业载的经验值进行客货营销，但在实际执行承运任务时，航线编排的机型及座位数虽相同，但每架飞机的适航性能状态存在差异，特别是在执飞高高原航线时对可供业载的影响比较明显。比如出厂时性能重量相同的 A319 高原型飞机，因经历的维修等级不同、配置升级不同导致飞机的自身重量有 150 公斤左右的差异，暂不考虑性能重量变化因素、仅考虑飞机自重对可供业载的影响，选择自身重量轻的飞机可以增加 2 个销售座位数。对于可供业载敏感的航班，各航司要充分发挥 AOC 各部门派驻席位的信息及时共享、协同联动。

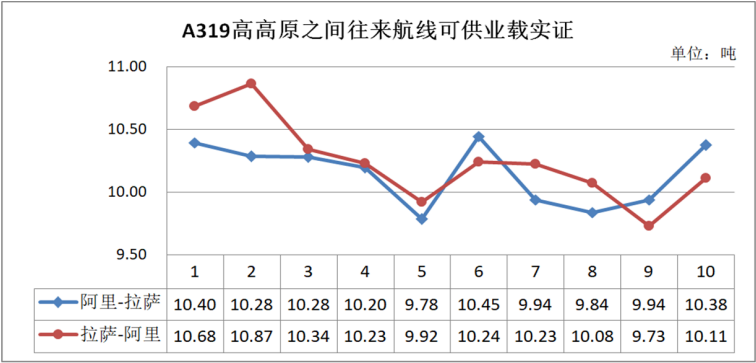
三是优化备份燃油政策的应用。根据

局方的相关规定，承运人航班需额外携带计划航程燃油的 10% 所需燃油、且不得低于以等待速度在目的地机场上空 450 米高度上在标准条件下飞行 15 分钟所需的燃油量，上述额外携带的油量称为不可预期燃油。同时局方对符合安全监管条件的航空公司，不可预期燃油的比例可由 10% 下降到 5%。对于 A319 执飞的 2 个小时以上航程的高高原航线，不可预期油量比例由 10% 下降到 5%，可相应增加可供业载 250 公斤左右，因此积极创造条件优化不可预期燃油政策，对高高原航线释放可供业载意义重大。另外各航司要充分利用 QAR、ACARS 等数据技术，对飞行员的驾驶过程进行监控，包括飞行高度达成率、备降场达成率等指标，在对实际飞行数据解析后可有针对性地优化飞行计划和备份油量政策。

四是高高原航线要审慎选择 MEL 放行。MEL 为最低设备清单放行，保留 MEL 放行使飞机在某些设备失效的情况下，仍可在安全裕度之内飞行，但以牺牲飞机的性能重量、起降条件、飞行高度、增加油耗量等为代价。在实操过程中，平原航线可适度应用 MEL 以提高其航班排班的应变能力，而高高原航线某些 MEL 放行对可供业载供给则是致命打击。■



▲ 表 3 | 注：上述数据为随机选取 2023 年 1 月国内某航司 A319 执飞的 20 个高高原与平原往来航班的配载舱单数据。A319 客舱配置 128 个座位，重庆 - 拉萨因备降场较远等原因需携带更高的备份油量，其可供业载在 11.5 吨左右，营销部门仅能按照 120 人预售客票，超售旅客及货邮业务只能等待候补。而拉萨 - 重庆因平原航线备降条件好、仅携带正常的备份油量，其可供业载在 16 吨左右，能够满足客货运营销的正常业载需求。



▲ 表 4 | 注：上述数据为随机选取 2023 年 1 月国内某航司 A319 执飞的 20 个高高原之间往来航班的配载舱单数据。A319 客舱配置 128 个座位，阿里、拉萨均为高高原机场，且受备降场较远的影响，往返航班需采取降低飞机的性能重量、携带更高的备份油量等措施，其可供业载在 10 吨左右，营销部门仅能按照 105 人预售客票，超售旅客及货邮业务只能等待候补。

法国取消国内短途航班对国产大飞机发展的启示

文 | 邓建邦

2023 年 5 月 23 日，法国正式颁布法令，取消部分国内短途航班。法国境内能通过铁路在 2.5 小时内完成的线路将不再提供固定航班这一出行方式，以减少碳排放。法国交通部长表示该举措是世界首创，符合政府鼓励绿色出行的政策。当前绿色、可持续发展已成为全球航空产业发展趋势，尽管减排、脱碳在技术和成本方面尚面临挑战，但不失为国产大飞机实现换道超车的机遇。



图 | Nexus Mods



法令影响有限，折射脱碳意愿

在法国，航班替代的议题于 2021 年提出，经过复杂而漫长的讨论，在 2022 年 12 月终获欧盟委员会批准，并在 2023 年 5 月签署生效，成为法国气候法的一部分。

这一法令是多方利益博弈后的妥协结果。尽管法国政府声称该法令是“温室气体减排政策中必不可少的一步和强有力的象征”，但受影响的航线不多。当前，仅巴黎（奥利机场）至波尔多（483 公里）、里昂（383 公里）、南特（327 公里）的 3 条航线受法令影响停飞。

法令自提出以来就遭到法国和欧洲机场行业协会的强烈反对，利益相关各方最终达成了折衷方案。首先，法令划定的 2.5 小时替换标准偏低，例如巴黎至马赛的高铁行程为 3 小时（669 公里），也具有替换航班的能力，但此次两地之间航线不受影响。其次，对替换航班的火车服务有“足够频次和连接互通性”的要求。由于没有足够的车次或方便的交通接驳，许多高铁行程在 2.5 小时内的路线依然可以选择乘飞机，例如从巴黎（戴高乐机场）乘机往返波尔多、里昂等城市。此外，该法令不适用于转机航班。

法令体现的是欧洲将航空运输作为减排脱碳的工作重点。尽管法令更像是政府的表态和“试水”，但也折射出欧洲国家推进航空减排脱碳的决心。近年来，全球为应对气候变化，低碳、脱碳意识高涨，可持续发展已成为国际政治、经济、能源转型的主旋律。航空碳排放占全球排放比例接近 3%，并以年均 4% ~ 5% 的速度增长，是减排的重点领域之一。相比其他行业，航空运输碳减排难度更大，因此成为减排、脱碳过程中的焦点领域。英国原商业、能源和产业战略部（BEIS）发布的温室气体转换系数显示，短程航班每名乘客每公里的碳排放为 133 克，是铁路出行（41 克）的 3 倍多。在此背景下，欧洲无论是各国政府部门还是航空企业，都将减排脱碳作为工作重点和突破方向。

对国产大飞机是挑战也是机遇

减排、脱碳成为赢得未来大飞机市场竞争的战略押注，从某种角度来看，欧美航空企业减排、脱碳暗藏战略野心。占全球航空运输业 75% 的窄体客机将在 2030 年 ~ 2040 年间迎来换代窗口。面对巨大的市场，欧美主要航空制造企业

—

国产大飞机减排、脱碳既是参与国际市场竞争的切实需要，也是换道超车的机遇所在。

—

计划依靠绿色航空来赢得竞争。空客选择氢动力发展路线，2020 年 9 月，空客宣布氢动力概念飞机“ZEROe”计划，目标在 2035 年实现商业运营。波音将可持续航空燃料（SAF）作为减排的主要途径，同时还积极开展“跨声速桁架支撑翼”等新构型飞机研究。西方国家若在航空减排、脱碳领域抢先突破相关技术，将会迅速转入产业化推广，形成以“零碳航空”为核心的新的技术护城河，同时划设新的技术标准和行业准入门槛。这将对我国国产大飞机的运营和参与国际市场竞争设置极高门槛。

减排、脱碳对国产大飞机既是竞争压力，也是发展机遇。2023 年 5 月 28 日，C919 成功实现商业运营。国产大飞机事业仍处于爬坡阶段，面对全球航空产业新一轮技术迭代，存在因“碳排放”被外部市场排挤的风险。另一方面，无论是氢动力还是可持续航空燃料（SAF），都处于起步阶段，技术成熟度低，氢动力技术在制备成本、安全存储和使用上还有较大难度；可持续航空燃料面临着原料收集难、制备效率低，以及飞机兼容性、耐久性、安全性等方面的挑战。在这些领域，我国与西方国家几乎站在同一起跑线上。在航空减排、脱碳的新赛道上，我国有实现技术反超从而带动产业整体跃升的机会。总之，国产大飞机减排、脱碳既是参与国际市场竞争的切实需要，也是换道超车的机遇所在。

相关启示

面对航空业对环保要求的日益严苛，我国商用飞机产业应及早布局相关研究，把握绿色航空新赛道机遇。

我国大飞机研制起步较晚，但也有产业模式切换代价较小的优势。建议有关部门主导推动，面向未来民航“双碳”目标及早布局，在绿色航空新赛道上赢得发展主动权，抢占未来“零碳航空”市场。

在整机项目上，可开展“零碳支线”“零碳公务机”“零碳通航”等预研项目；在航空动力上，开展可持续航空燃料（SAF）发动机、大功率电推进技术和氢动力发动机研究；在配套产业上，发挥我国丰富的低碳能源优势，聚集产学研力量开展可持续航空燃料（SAF）规模化制备、低成本制氢攻关。通过一系列正向减排设计和新技术的应用，在未来“零碳航空”时代获得后发优势。

其次，笔者建议，要坚定实施政策扶持，护航国产大飞机高飞远航。建议有关部门主导推动，打好“政策牌”，注重政策对产业发展的引导、扶持作用。

一是以“四链融合”引领绿色航空发展。通过政策宏观调控作用，激发创新链、产业链、资金链、人才链的活力，发挥链主企业优势，拧成一股绳，形成航空减排脱碳相关技术研发、中试转化、产业推广的良性循环。

二是借市场经济活力加快绿色航空发展。面向民营经济体和中小企业，出台一系列促进技术创新、汇集人才资源的政策，引导市场经济“活水”激活绿色航空建设。

三是结合国家高端航空装备技术创新中心等创新平台，增强相关航空前沿技术的产业化转化，并重点孵化培育专精特新企业，为国产大飞机后来居上蓄积力量。■

走在复苏路上的全球航空运输业

文 | 海鹭

随着全球航空运输业的逐步恢复，2023 年 6 月，国际航空运输协会（IATA）宣布调整航空业 2023 年前景展望，预计 2023 年全行业的盈利能力将进一步增强，达到 98 亿美元。同时，针对 2050 年全行业实现脱碳的目标，IATA 还公布了一系列路线图，涉及飞机技术、能源基础设施等诸多领域。

▼
图 | aviationbusinessme.com



载客率已恢复至疫情前水平

在国际航空运输协会公布的 2023 年第一季度全球航空客运数据中，全行业第一季度收入客公里（RPKs）已经回升至 2019 年第一季度的 85.9%，与 2022 年相比有了明显的改善。其中，欧洲和美洲之间的国际客运航线在恢复方面保持领先。亚太地区与全球其他地区之间国际运输航线显著增长，与 2022 年第一季度相比，亚洲市场内部收入客公里增长达到了 703.8%，由此可见，该区域航空运量已经触底反弹。

到了 5 月，全球航空客运市场仍在加速恢复。IATA 公布的数据显示，全球航空客运总量比去年同期增长 39.1%，这也意味着全球航空客运量已经恢复至 2019 年 96.1% 的水平。其中，亚太地区依然保持了强劲的复苏。IATA 公布的数据显示，亚太地区航司的增长速度领先于全球市场。数据显示，5 月亚太地区航空公司的客运量比 2022 年同期增长 156.7%。

然而与客运不同，航空货运市场需求则相对疲软。IATA 公布的 2023 年第一季度数据显示，全球货运吨公里（CTKs）低于 2022 年同期水平。其中，亚太地区虽然仍是全球最大的航空货运市场，但其市场份额有所下降，从 2019 年的 34.5% 下降至 2022 年的 32.4%。

亚太地区航司的增长速度领先于全球市场。数据显示，5 月亚太地区航空公司的客运量比 2022 年同期增长 156.7%。

到了 5 月，全球航空货运需求相对客运依旧较为疲软。IATA 公布的数据显示，5 月全球航空货运市场 CTKs 相比 2022 年同期降低 5.2%，运力方面则由于腹舱运力的增加，比 2022 年同期增长 14.5%。

同时，IATA 还在 5 月的报告中特别指出，航空货运运营环境的重要指标已经发生变化。一是，全球新出口订单的采购经理人指数（PMI）显示，新出口订单年缩减 1.4%，制造业 PMI 同比下降 5.2%，说明全球制造业需求正在下降。二是，全球供应商交货时间 PMI 上升，说明交货时间缩短，供应链有所缓解，但也显示出全球商品贸易需求的疲软。这两个因素都将对航空货运市场产生长期的影响。

IATA 乐观调整预测

根据前 5 个月全球航空运输业的恢复情况，6 月国际航空运输协会宣布调整全行业前景预期，预计全行业在 2023 年的净利润将达到 98 亿美元，这一数字较 IATA 在 2022 年 12 月（预测利润 47 亿美元）发布的预测增长了 2 倍，可见 IATA 对于行业发展的信心。

对此，国际航空运输协会理事长威利·沃尔什先生（Willie Walsh）表示：“2023 年航空公司的财务表现超出预期。几项积极的发展赋予行业更强劲的盈利能力。其中包括 2023 年年初，中国比预期提前解除疫情限制措施，这对全球航空运输业来说是一个利好。当然，尽管全球货运量并没有超过疫情期间的水平，但航空货运收入仍高于疫情前。此外，对于航空公司来说，尽管航油价格仍然处于高位，但 2023 年上半年，航油的价格已经有所下降，这些对于行业恢复来说都是好消息。”

具体来看，行业利润的增长需要航空出行需求的支撑。对此，IATA 预测，

2023 年预计将有 43.5 亿人次出行，接近 2019 年的 45.4 亿人次，而强劲的出行需求将支撑航空业的盈利。IATA 预测，2023 年航空业总收入预计将同比增长 9.7%，达到 8030 亿美元。如果这个目标能够实现的话，这也将是新冠肺炎疫情发生以来，全行业收入首次突破 8000 亿美元大关。在利润方面，IATA 预测，2023 年全行业营业利润将达到 224 亿美元，大大超过 2022 年 12 月预测的营业利润（32 亿美元），同时也是其 2022 年预测（101 亿美元）的两倍多。货运方面，考虑到全球经济增长的放缓，国际贸易量的下降，2023 年预计全球航空货运量将低于 2019 年，预计达到 5780 万吨。

同时，IATA 也指出，尽管全行业在 2023 年将实现盈利，但全球不同区域航空公司的表现将有所不同。其中，IATA 预计北美地区将是表现最为强劲的细分市场，预计 2023 年该区域的航空客运需求将超过疫情前的水平，有望实现 115 亿美元的净利润。

2022 年，欧洲地区航空公司在面对诸多困难的情况下已经实现了盈利，IATA 预计其 2023 年的盈利水平将进一步恢复，有望实现 51 亿美元的净利润。但是该地区也存在一些影响航空复苏的隐患，其

中包括俄乌冲突、区域内一些主要国家经济发展欠佳等。

相对北美和欧洲，亚太地区早前对于疫情的管控更加严格，因此总体来看，恢复不如上述两个区域快。但 IATA 指出，随着该区域所有国家都已经取消了旅行限制，全行业正在加速恢复，这一点从 5 月的行业数据中已经有了明显体现。因此，IATA 预计，2023 年亚太地区航空公司的客运量和运力都将大幅增长，区域内航司的财务表现将得到大幅改善，与其他地区的差距将进一步缩小。但 IATA 预计，2023 年亚太地区航空公司恐怕仍难以实现盈利，但亏损有望从 2022 年的 135 亿美元减少至亏损 69 亿美元。

2022 年，凭借着载客量的大幅提升，中东地区航空公司已经开始恢复盈利。进入 2023 年，随着该地区航空公司一直在加速重建其航线的国际网络，IATA 预计，2023 年中东地区航空公司的盈利水平将继续保持良好的发展态势，预计将可以实现 20 亿美元的盈利。

对于拉美地区，IATA 则表示，该地区航空公司的表现差异较大，但总体来看，由于经济发展面临一定的挑战，尽管 2023 年该地区航空业也将有所恢复，行业预计依然难以实现盈利，但亏损预计有所减少，



美国航司：票价高企，业绩承压

文 | 王双武

国际航空运输协会近期发布的一份报告显示，今年3月，全球航空旅客运输总量恢复到2019年同期的88%。其中，国内航线旅客运输量已达到2019年同期的99%，国际航线旅客运输量也已恢复到82%。今年第一季度，全球航空公司机票价格普遍上涨。英国《金融时报》指出，今年2月，全球排名前600条航线的平均票价正以27.4%的速度上涨。

在国际航空运输市场逐步复苏的过程中，作为全球航空运输业风向标的北美航空公司尤其是美国航企的经营表现自然引起行业和社会的关注。尽管全球市场逐步恢复和发展，但美国主流航空公司今年第一季度的经营业绩却不如预期。进入后疫情时代，美国航空运输市场又遭遇了新的发展障碍吗？

图 | usatoday.com



预计全年亏损额为14亿美元。

非洲地区尽管航空出行需求强劲，但是经济发展缓慢、基础设施不足等因素将继续困扰该区域航空业的发展。因此，IATA预计，2023年该区域预计亏损5亿美元，是全球所有区域中恢复最慢的区域。

脱碳是行业发展优先事项

在乐观调整了行业发展预期的同时，IATA同时也强调，2023年行业发展的优先事项包括可持续航空燃料（SAF）的生产激励措施，从而加快实现全行业净零碳排放，确保CORSIA（“国际航空碳抵消和减排计划”）作为适用于国际航空经济措施的完整性，提高空管效率，并始终如一地应用全球标准。

根据IATA公布的数据，2022年，全球SAF产量增加了2倍，达到24万吨。根据IATA早前的计划，到2030年，全球SAF产量如果能达到8000万吨，将为航空业的节能减排作出巨大的贡献。为了实现这个目标，IATA倡议，SAF产量的持续增长需要政策支持，以实现生产原料的多元化。为此，IATA还确定了实现SAF多样化的三个主要途径。

一是扩展其他已通过认证的SAF途径，例如酒精喷射合成石蜡煤油和费托合成；二是加速研发当前处于开发阶段的SAF生产途径；三是原料/原料转化技术的规模化。IATA强调，上述三项途径最终是否能够实现需要政府的政策领导。首先，需要协调核心的SAF政策，以减少对市场新入者的种种限制。其次，还需要政府站在长远的角度，给新技术的研发和生产设施的建设以资金和政策支持。

除了SAF之外，IATA对于2050年行业实现净零碳排放还发布了战略路线图。对此，威利·沃尔什表示：“路线图首次

详细评估了向2050年净零碳排放加速过渡所需的关键步骤，共同擘划出一个清晰明确的方向，并将随着我们在实现净零的道路上设立中间里程碑而不断发展。我必须强调，路线图不仅适用于航空公司，政府、供应商等各方也应该深度参与其中。IATA呼吁，所有航空业的利益相关方采取行动，提供必要的工具、政策和适合净零世界的产品，确保航空业的这场根本性变革取得成功。”

此次，IATA发布的路线图涵盖的范围较广。在航空器制造领域，IATA指出，航空业需要为实现净零排放目标研发更加高效的飞机和发动机，其中包括使用100%SAF、使用氢能或电池作为动力的新一代飞机、发动机等产品。

在运营的硬件设施方面，IATA指出机场等需要加强新能源和新燃料载体的基础设施建设，帮助航空公司消除使用SAF或者氢燃料方面的顾虑。在软件方面，IATA指出高效的空管将对提高运营效率、减少碳排放发挥积极的作用。为此，IATA倡议，自动化、大数据管理和新技术的融合是优化空中交通管理、提升航空运输系统整体效率的关键赋能因素。

在政策支持方面，IATA指出，需要全球统一的策略为航空业过渡至净零碳排放的未来提供激励和支持。与所有成功的能源转型一样，政府和行业利益相关方之间的合作对于创建实现脱碳目标的必要框架至关重要。

在资金方面，IATA指出，为实现2050年全行业净零排放的目标，预计需要5万亿美元融资，这些资金将被用于技术提升、基础设施建设、运营技术改进等方面。（本文数据来自国际航空运输协会）■

首季业绩不如预期

今年4月下旬，美国几家主流航空公司相继发布了今年第一季度经营报告。从公布的数据来看，除美国航空小幅盈利外，其他航空公司均出现不同程度的亏损。

今年第一季度，美国航空的营业收入比2022年同期增长37%，实现利润1000万美元，是自疫情爆发以来首次单季度实现盈利。数据显示，美国航空今年第一季度共执飞47.6万个航班，平均每天5300个航班，平均客座率达到了80%。

美国航空现有917架飞机服役，其中包括66架波音777和56架波音787，共计122架宽体机。因前期有波音767和空客A330飞机退役，美国航空目前的宽体机总数比2019年少45架。由于市场需求尚未完全恢复，美国航空及其合作伙伴仍有150架支线飞机停飞。美国航空方面表示，目前面临的最大困难是飞行员短缺，导致一些航班无法正常执飞。

美国联合航空今年第一季度实现营业收入114.3亿美元，比2022年同期增长51%。但是，该公司仍然净亏损1.94亿美元，合每股亏损59美分；2022年第一季度其净亏损14亿美元，合每股亏损4.24美元。自今年初以来，美国联合航空的单位运营成本上升了4%，尤其是支付的燃油价格为每加仑3.33美元，比2022年第一季度每加仑2.88美元增长了15.6%。

美国联合航空方面表示，目前休闲旅游市场表现强劲，但企业差旅预订表现乏力。旅游旺季即将到来，该公司预计今年第二季度将实现盈利，预期运力比去年同期增长18.5%，每股收益为3.5~4美元，收入增长14%~16%。

达美航空今年第一季度净亏损3.63亿美元，合每股亏损57美分；而2022年第一季度，达美航空净亏损9.4亿美元，合

每股亏损1.48美元。达美航空方面表示，亏损部分原因是与飞行员签订了一份为期4年、加薪34%的新合同。由于受到飞机延迟交付、人员短缺和飞行空域受限等因素影响，达美航空计划在今年第二季度适当减少运力投放，但预计销售额将同比增长15%~17%，营业收入约增长14.7%，每股收益为1.66美元。

美国西南航空今年第一季度旅客运输量同比增长10.6%，实现营业收入57亿美元（同比增长21.6%），但净亏损1.59亿美元。美国西南航空首席执行官兼总裁鲍勃·乔丹表示，今年第一季度公司亏损主要与2022年12月航班延误和取消有关，导致税后约2.94亿美元的财务损失；同时，今年1~2月许多旅客取消假日回程机票，以及旅行订单量急速减少，导致了约3.25亿美元损失。

运营面临多重压力

疫情在一定程度上改变了传统航空公司客户群的结构。在疫情发生前的美国航空运输市场上，纯商务旅客约占总数的40%。而自今年起，这一结构发生了根本变化，1/3是休闲旅客，1/3是娱乐兼商务的“混合旅客”，剩余1/3则是纯粹的商务旅客。娱乐兼商务的“混合旅客”带来的收益比之前商务旅客带来的收益高8%。

达美航空方面表示，企业差旅预订已经开始恢复，今年3月国际销售已经恢复到2019年同期水平。同时，该公司客户忠诚度计划的收入也有所增加，其中与美国运通的联名卡合作给达美航空带来了17亿美元收入，比去年同期增长38%。另外，头等舱和公务舱的销售收入超过了经济舱整体收入。

在这样的背景下，美国主流航空公司今年第一季度经营业绩却不如预期，原因

2022年9~11月，美国境内航空公司国内航线票价比2021年上涨了16%，国际航线票价更是上涨了31%。

何在？

由于波音公司和空客公司飞机延迟交付，美国境内航空公司不同程度受到运力短缺影响。美国西南航空原计划在今年接收90架飞机，但实际上只能接收70架，这导致该公司今年的运力比计划减少1个百分点。

根据Hopper提供的数据，2022年9月~11月，美国境内航空公司国内航线票价比2021年上涨了16%，国际航线票价更是上涨了31%。受国际航线票价上涨影响，对在疫情防控期间收入不佳的消费者来说，尽量不选择国际旅行，或者选择有较大汇率差的旅游目的地成为当下流行的做法。

同时，2022年圣诞假期，由于担心遇到大风暴、降雪天气而增加旅行开支或造成出行不便，1/5的美国人选择待在家里不旅行。对通货膨胀、票价上涨和航班不正常等忧虑加剧，以及航空公司人员短缺导致服务保障能力下降，在很大程度上增大了旅客出行的压力。

的确，人员短缺给美国的航空公司运行造成了一定程度的影响。例如，纽约地区航空管制员人手不足，导致该区域内航班量受到限制。美国联合航空和其他航空公司均表示，未来几个月将减少在纽约地区的航班量，并希望尽可能用大飞机执飞航班。

另外，航空公司还面临劳动力成本可能进一步增加的压力。捷蓝航空方面表示，

将在未来18个月给飞行员加薪21.5%。美国联合航空方面表示，同意在两年内给飞机维修工程师加薪16%~23%。面对劳动力成本增加，美国航企将面临更大经济压力。

高票价的双刃剑

2022年第四季度，美国境内航空公司平均票价与2019年和2021年同期相比有很大涨幅。作为传统网络型航企，美国航空、美国联合航空和达美航空的平均票价都远高于2019年同期水平；而对包括捷蓝航空和美国西南航空在内的一些低成本航空公司来说，票价涨幅则相对小一些。这是因为放开旅行限制后，市场需求强力反弹加速了机票价格持续上涨。

高企的机票价格为美国境内航空公司2022年下半年业绩增长创造了条件。2022年第四季度，美国航空、美国联合航空和达美航空的经营收入比2019年同期收入高15%。价格和需求的拉动帮助航空公司抵消了较高的燃油成本，也使得美国航企对恢复盈利充满信心。

虽然美国的通货膨胀速度有所放缓，到去年12月已降至15%，但自今年初以来，平均机票价格仍比2022年同期上涨超过40%，票价水平甚至比2019年同期还要高出10%以上。也就是说，过去3年机票价格共上涨了10.3%，每年递增约3.3%，已明显高于2016~2019年平均0.4%的涨幅。

经济下行导致市场出现了对价格的高度敏感性，加上2022年夏季发生过大面积航班延误和取消事件，对商务旅行市场产生了较大影响。会计师事务所德勤公司认为，随着2022年美国疫情防控措施的优化和旅行限制的解除，压抑已久的休闲旅游市场有回归到健康商业轨道的趋势。

身份在变，责任担当不变

文 | 张倩楠



王冰 | Wang Bing

研究员，飞机结构强度工程技术所副所长兼所总工程师、上海飞机设计研究院专家

1976年4月出生于辽宁省锦州市，2004年毕业于北京理工大学，入职中航第一飞机设计研究院上海分院从事ARJ21飞机结构设计工作，后续负责C919飞机结构设计、批产交付联络工程和结构强度能力建设工作。

多次获得中国航空学会科技进步奖、公司及上飞院科学技术成果奖。荣获中国商飞公司青年岗位能手、优秀共产党员、优秀科技工作者、“浦东新区十大杰出青年”、“上海市五一劳动奖章”等荣誉。

2022年7月5日至11月30日，尽管受美国境内票价高企影响，但航空旅游订座量已恢复到2019年同期的80%。

德勤公司在《2022年航空公司调查》中指出，85%的差旅经理表示，人们旅行的意愿受到了票价高企的影响，其中27%的人认为影响很大。与休闲旅游相比，商务旅行对航班正常运行要求更高。近50%的差旅经理表示，航班延误或取消会对企业经营产生很大影响，企业为此要付出额外的成本。因此，他们表示宁愿取消旅行，也不愿应对航班延误或取消带来的麻烦。

美国境内航空公司今年第一季度经营业绩与去年同期相比减亏幅度较大，但结果还是出乎航空公司对市场的预期。在后疫情时代，一些不确定因素开始显现，并影响航空公司的有效运行。德勤公司表示，通过近几个月的观察，航空公司和酒店的市场需求开始呈现复苏迹象，预计2023年美国商务旅行市场支出将是2019年水平的2/3。

旅客满意度下降

一方面，旅客出行需求增加；另一方面，飞机延迟交付、航空公司人员短缺和部分地区空域限制航班量等因素导致短期内机票价格飙升。2022年第四季度和2023年第一季度，美国境内航空公司的收入同比均有大幅增长。但根据J.D.Power发布的2023年北美地区航空公司满意度调查，航空公司收入增长是以牺牲客户满意度为代价的。

J.D.Power的旅客满意度调查基于机型、行李托运、值机、登机、成本、机上服务等8个因素对航空公司头等舱、公务舱和经济舱的服务进行综合评价。捷蓝航空连续第二年位居美国境内航空公司头等舱和公务舱服务满意度之首，达美航空和

美国联合航空分别位居第二、第三；在高端经济舱方面，达美航空位居第一，捷蓝航空和阿拉斯加航空分别位居第二、第三；在经济舱方面，美国西南航空连续第二年居首位，达美航空和捷蓝航空分别位居第二、第三。

调查结果显示，旅客满意度下降的最主要因素是机票成本和旅行相关费用增加，这也是旅客满意度自疫情发生以来连续第二年下降。虽然整体旅客满意度在下降，但头等舱和公务舱旅客满意度在上升。这是因为自解除旅行限制以来，头等舱和公务舱恢复了餐食、饮料供应服务。但是，对价格敏感的经济舱旅客满意度下降幅度最大。对他们而言，机票价格高企而没有下降空间，将导致出行成本增加，在一定程度上削弱出行意愿。

另外，2022年夏季发生大面积航班延误或取消，不仅给旅客出行带来严重影响，也造成了经济损失。此前，在遇到航班延误或取消时，航空公司仅对旅客未使用的客票和交运行李或预选座位进行退款。但是，航空公司为了减少自身损失，通常很难保证给旅客提供现金补偿，而是尽力说服旅客接受旅行代金券。

据悉，为了维护旅客出行权利，美国交通部正在制订一项新的旅客赔偿方案。如果因航班取消或延误导致旅客滞留，航空公司就要对旅客餐饮、住宿和重新预订等费用进行补偿。这也是美国政府首次要求航空公司除了对旅客机票退款，还要因航班延误或取消而对旅客产生的其他相关旅行费用进行补偿。

旅客出行满意度的提高将影响航空公司的经营成效。目前，美国主流航空公司均表示，随着远程国际航线逐步恢复和市场增长，今年第二季度业绩将有所提高。当然，如何提高旅客满意度，也是他们当下需要面对和解决的重要问题。■

王冰是个典型的工科生，平时不善言辞，整天笑呵呵的，可每当聊起技术问题，他就像换了一个人一样，立马进入状态，严肃起来，皱着眉头滔滔不绝地和别人展开讨论。“平时打交道和讲技术工作完全是两个不同状态的人。”大家都这样形容他。

把握“当下” 向前一步

2004年，王冰从北京理工大学硕士毕业，“设计飞机应该是一个特别高大上的项目。”抱着这样的想法，王冰加入了上飞院的前身——飞院上海分院。

“当时飞机结构设计专业只有60多人，刚来第一天就加班到晚上8点半，感受到了工作的氛围和压力。”王冰笑着说。那时候每年都有一个新目标，刚入职时正赶上ARJ21飞机结构详细设计，第二年随着中机身、前机身、中后机身等专业工作移交至位于阎良的一飞院后，他又投身于机头等专业的图纸发放、部段生产交付工作中。这期间上海其他行业快速发展，丰厚的薪资吸引了大批刚培养好的人才，周围离开的人很多，当问起王冰为什么没有动摇时，他只是说：“当

时刚来没多久，没想那么多。”

工作老搭档、上飞院结构强度所所长朱林刚评价王冰是一个很纯粹的人。面对每个新目标，他总是很低调务实，奔着解决问题而去，踏踏实实只想把事情干好。

为了提高工作效率，减少设计员重复性、事务性的工作量，2009 年，结构专业针对常用的软件进行了二次开发。开发之初提需求时，王冰不仅着眼于当前的发图需求，包括整个飞机全生命周期的需求都考虑得很全面。

上飞院结构强度所副所长兼翼面部部长彭国辉记得自己刚入职时，对王冰的清晰思路印象深刻，“软件开发过程中，针对复杂数模不一致的问题，大家就如何解决产生了争议，他和大家一起琢磨实现的路径有几种，如何最大程度实现易用、好用，符合工程思维同时贴近设计员实际操作习惯。”

“技术上我们针对全三维数字化做了一些探索，随着工作推进，我们发现技术上的突破可能还远远不够。”王冰还在工作过程中不断反思，“软件开发工作不只着眼于现在，而是要用长远的眼光看待问题，考虑到各种管理要素，不断完善工具平台，为后续设计工作提供

“软件开发工作不只着眼于现在，而是要用长远的眼光看待问题，考虑到各种管理要素，不断完善工具平台，为后续设计工作提供工具支撑。”

工具支撑。”

倾听客户的每一句意见

王冰这样的思维与习惯并非与生俱来，而是在一次次的经验教训中不断培养起来的。

2015 年底，首架 ARJ21 飞机交付成都航空后，王冰就开始在成都现场保障大队集中工作。先后驻扎成都现场近半年时间，王冰和团队成员们遇到了很多意想不到的问题，他甚至打趣说：“大家很重视客户的反馈，为了第一时间听到客户的声音，现场大办公室 100 多人坐得满满当当的，多震撼的场面！”

这是大家第一次真正面对面和客户沟通交流。最初客户提出的需求让设计人员们难以理解，甚至感觉航空公司在“吹毛求疵”，但深入接触、换位思考后，大家才发现事情并非如此。

比如，飞机交付后，航空公司

在使用过程中发现 ARJ21 飞机某些方面应该加以优化。也许设计人员会认为，适航条款对于这方面没有相关要求，不影响安全也不会导致飞机出现问题，但对于航空公司机务人员来说确实会影响日常使用体验。因此基于实际使用维护需求的大量设计优化工作大范围展开。

作为飞机交付后第一批直面客户的设计师，从只是对技术图纸负责到主动捕获客户需求，从使用设计语言转换成客户语言。王冰的转变比别人更快一些，他始终抱着“以客户为中心”的态度，第一时间虚心接受航空公司提出的问题，沟通完善解决技术问题，帮助后期开展优化工作。

这份转变来源于常驻现场发现的每一个问题，倾听的每一句意见，开展的每一次沟通。无论多晚，只要有问题，一个电话王冰就立刻赶往现场。“技术方面冰总是我们的‘大拿’，作为现场统筹结构专业的‘主心骨’，问题找不着头绪

▼ 图 | 陈宇辉



时，即使他也是第一次接触，冰总也能第一时间给予方向性指导，带领大家一步步攻克技术问题。”

翼面部固定前后缘室室主任万龙说道，“和冰总接触，印象最深的是，如何与客户、与其他专业人员沟通交流，如何站在客户的角度考虑问题、满足客户需求，冰总给我们做了很好的示范。潜移默化中，我们学会了不光要站在技术人员的角度思考问题，也要站在旁观者的角度思考。”

专业的背后是个人的不懈努力。排故期间，王冰总是办公现场最后一个关灯的人，每天事无巨细处理现场问题，付出了很多时间和心血。“到了现场，才能深切感受到飞机运营的急迫性和紧张感。ARJ21 航线排故时，压力非常大，一开始没有交付客户时是感受不到这样的压力的。”

这一次交付保障工作也给王冰留下了深刻的感悟：“现场看到的问题远比坐在办公室屏幕前更直观，解决问题的效率也更高。工作中我们总是关注‘救火队’，其实我们更应该把工作做在前面，因为

真正交付客户时才发现最终飞机要在市场上参与激烈残酷的竞争，必须提前考虑全面设计场景，尊重客户需求，多学习航空最佳实践，取长补短。前期初步设计阶段把基础打牢，后期就稳了。”

协同作战 合力攻坚

2018 年底，王冰成为上飞院联络工程部部长，2019 年底开始担任 C919 飞机第 7 架机架机长。在结构设计专业之外，他开始更多接触批产和交付，他的战场，也从

试飞中如何得到校准空速

文 | 邵庆龄 杨慧

设计研发的张江园区逐渐转到了生产制造的大场、祝桥厂房。“经常看到他像踩了风火轮似的连轴转，下午去祝桥办公，晚上又赶回张江开例会，在张江和祝桥之间来回跑。” C919 飞机第 7 架机副架机长范振民说。

第 7 架机是首架交付客户的飞机，根据最新适航程序，TC 前批产每一步推进都要得到局方认可，这对构型状态、现场问题处置、生产线连续都提出了很高的要求。面对挑战，王冰和架机团队、制造团队一起，组织推动每月向局方汇报批产现场问题和工程更改管控，严守批产程序规章。他积极协同各条线资源和力量，组织设计、工艺、制造、试飞等不同专业技术人员对各项问题集中快速处置，保障总装线连续、节拍优化及生产交付试飞。

“王冰是那种行胜于言的人。”朱林刚说。2022 年，C919 飞机交付工作进入攻坚冲刺阶段，突如其来的疫情打乱了计划，一开始被封控在家的王冰很着急，他想了很多办法做通居委的工作，逆行住进祝桥厂区，开始了前后近 3 个月的封闭办公。

疫情封闭期间，架机团队一直都有 20 多人常驻现场，大家紧盯一个目标，就是保住型号节点，

让 C919 飞机第 7 架机顺利首飞及支持取证任务。“冰总的工程思维给整个架机团队带来了不一样的感受。他从不会惧怕问题，而是愿意拥抱问题、解决问题。”范振民说，“每次排故的过程中，每个人都会想尽办法思考问题究竟出在哪里，那时候大家心里都有点着急，问题在脑海里经过了百转千回，时间压力压在每个人身上，讨论会上争得面红耳赤也是常有的事。”就是这样一支深耕技术、团结互助、忘我奉献的工程团队，用坚守和汗水保住了一个个节点。

技术上，王冰是一个非常扎实细致的人，当计划和技术问题交织在一起时，大家就特别紧张和焦虑，这时王冰总能寻找各方力量一起解决问题，把工作安排得井井有条。如果涉及到以前从没碰到的技术问题，他也未停止过学习，在攻克难关的过程中不断进步。

王冰特别喜欢拍照，随手拍是他记录生活的一种方式，他戏称一张照片里有飞机的元素才有灵魂。祝桥现场他有了更多机会接触飞机，于是拍一拍夕阳下的飞机，爬到试飞大楼楼顶看一看不远处浦东机场正在高滑的飞机，记下每一次起飞的瞬间……他的手机里存着各种各样飞机的照片。这份对工作

发自内心的热爱感染了周围的同事们，集智攻关的生活好像也丰富多彩了起来。

星光不负赶路人

这些年王冰的身份在变，角色在变，但初心从未更改，责任担当从未改变，对于飞机的热爱从未改变，对于技术的追求也从未停止。C919 飞机交付后，卸下架机长身份，王冰的工作迈入新阶段，他静下心来，有更多时间认真思考，把更多精力花在能力建设上。

飞机设计是一个和各行各业紧密接触、高频互动的工作，综合性要求很高，能力建设目标不仅仅是助力解决当前型号问题、保障航线顺畅运营、加快产品竞争力提升，更重要的是面向未来飞机的设计，利用好新材料、新工艺及先进设计技术的应用，打造真正安全、舒适、经济、环保的梦想飞机。

ARJ21 飞机交付提速时，王冰在大场参加完每天晚例会，经常很晚才能开车回家，半夜 12 点的南北高架依然车水马龙，他感叹为了梦想和明天奋斗的人竟然这么多。为了新目标、新梦想，王冰还在这条川流不息的奋斗路上努力向前。■

空速是指飞机相对于空气的速度，是计算飞机空气动力的必要参数，也是飞机航程推算的重要依据。我们都知道飞机的升力来源于流过机翼上下表面的气流速度差导致的气压差，因此空速决定了升力的大小，没有空速，升力便会消失，飞机就会从天上掉落下来。

而在实际的飞机飞行中，空速却有多多个“分身”——真空速、指示空速、校准空速……不能傻傻分不清楚。

真空速 (True Air Speed，缩写 TAS) 是飞机相对气流运动的真实速度。但在飞机上使用得多是指示空速和校准空速。

指示空速 (Indicated Air Speed，缩写 IAS) 又被叫作“表速”，是飞机上空速表指示的空速。它根据动压大小换算得到。空速表的刻度是按照海平面标准大气的密度制定，空速表的指针根据所感受到的动压转动。

校准空速 (Calibrated Air Speed，缩写 CAS) 是指修正了仪表误差和位置误差之后得到的指示空速。它对飞机的操纵性能和飞行安全有着重要的意义。同时，



它还是飞机自动驾驶仪、导航系统、飞行管理系统、飞行记录系统、中央告警系统等必需的重要输入。

因此，在飞机研发取证等阶段，空速校准试飞是一项基础性的十分重要的试飞科目。

空速校准试飞： 不断修正、不断接近

空速是由总压和静压计算得到的，要想获得准确的空速，必须获得准确的总压和静压。

飞机测量总压和静压之后，经过大气数据计算机的修正和计算，得到飞机飞行很重要的两个参数——空速和气压高度。其中飞机的空速信号是飞机各个系统的基石，直接关系到飞机的安全。它是飞行员操作的依据，如果飞机空速错误，飞行员操作会基于一个错误的基准，极易造成严重的空难。它也是各个飞机系统正常工作需要的条件信号，像高速保护功能输入等。

在飞机上，一般通过总压管测量总压，静压孔测量局部静压，或者通过空速管（也叫“皮托管”）测量总压和局部静压。然后通过静压修正获得飞机远场的静压，飞机计算机则根据总压与修正后的静压

空速校准试飞中，要进行一系列重量、高度、速度和构型下的稳定平飞，通过“拖锥”获得相关静压数据，经过数据处理得到参考静压，为误差修正提供数据源。

计算获得飞机的校准空速。

飞机通过空速管或总压管测量总压，空速管或总压管一般位于机翼前缘或飞机机头前部，管前面的开口正对气流，从而使管中的气流全部受阻，其压力就是总压。气流与总压管轴线夹角影响总压测量的精度。通过选用合适的总压管和布局合理的位置，总压测量可达到较高的精度。

与总压测量相比较，静压测量要困难得多。静压孔测量的是它所在处的静压，这个压力受迎角、速度、襟缝翼、起落架等因素的影响，需要经过修正，得到未受扰动的远场处的静压值，这个过程被称为静压源误差修正（SSEC）。空速校准试飞就是为了获得准确的静压源误差修正关系。

空速校准试飞中，要进行一系列重量、高度、速度和构型下的稳定平飞，通过“拖锥”获得相关静压数据，经过数据处理得到参考

静压，为误差修正提供数据源。空速校准研发获取源数据后，进行静压源误差修正设计。针对不同的设计进行桌面仿真，评估修正模型误差，确认误差满足要求后，冻结设计。待 SSEC 软件交付机上装载后，进行空速校准表明符合性试飞，表明空速精度水平。

在飞机研发取证等过程中，空速校准试飞是一项极其基础的科目，虽然基础却并不简单，主要是因为静压源误差与飞机的空速、迎角、襟缝翼、起落架等都有关，因此在试飞过程中，就需要规划不同构型、重量、高度、速度下的试飞，从而获取更加全面完善的试飞数据。另一方面，为了提高精度，分析数据时，设计人员甚至都调侃自己是“锱铢必较”，再小的细节误差都不能放过，在他们心中：只有经过空速校准的校准空速才是好空速！一如基石，坚而不移。■

图 -134： 赫鲁晓夫钦点后置式 发动机设计

文 | 乔善勋

图 -104 和图 -124 加起来的产量也只有 365 架，外销国家也是屈指可数，怎么看这两架客机都像是“试验品”。中国人有句古话：“事不过三”，前苏联的喷气式客机也是这样。图波列夫终于在图 -16 衍生的第三款喷气式客机上取得了阶段性胜利：图 -134 的产量达到 854 架，外销 40 多个国家！

图 -134 属于双发窄体客机，采用 T 形尾翼，发动机使用了后置式布局，和同时期的英国 BAC 1-11、美国的 DC-9 采用类似的设计方案。图 -134 还是苏联首款大量外销的喷气式客机，它除了广泛应用于苏联民航和苏联空军，还被东欧、拉丁美洲、亚洲和非洲多个国家采购。



乔善勋

毕业于北京航空航天大学交通运输专业，中国航空学会第一批航空科普专家、河南省航空业协会专家委员会秘书长，新媒体《航空之家》创办人，现任职河南工业贸易职业学院。已公开发表 64 篇专业文章、出版 2 本航空专著：《空难悲歌，航空安全背后的故事》、《空难启示录，谁是航空安全的金钥匙》。



图 -134：赫鲁晓夫钦点后置式发动机设计

官方发文

在 1960 年代初期，苏联和东欧社会主义国家的短途航空旅行多使用伊尔 -14 活塞式客机，它能搭载 36 名乘客。当时苏联已经诞生了第一代喷气式客机——图 -104，但它基本用于国际航线和国内干线航线。因此苏联境内也需要一款航程在 2000 公里、巡航时速在 800~900 公里、载客量为 40 人左右、能在短跑道机场起降的喷气式客机。

恰在此时，时任苏联领导人赫鲁晓夫访问法国，试乘了法国南部航空工业研发的 SE210 卡拉维尔式客机（Caravelle），这是一款中短途喷气式客机，它也是世界首款采用将发动机后置的喷气式客机。

法国设计师将嘈杂的喷气式发动机放置在客机尾部，让客舱的静谧性得以显著提升。安静的客舱给赫鲁晓夫留下深刻的印象。赫鲁晓夫回国不久后，图波列夫设计局便收到一份官方文件，要求他们研发一款后置发动机的客机。

1960 年 8 月 1 日，苏联部长会议颁布法令，委托图波列夫设计局开发一款 40 座级客机。该机型应搭载两台索洛维约夫 D-20P 涡轮喷气式发动机，有效载荷为 5 吨，航程达到 1500 公里。



迅速推出

安德烈·图波列夫的设计理念是快速完成项目，以便尽快将飞机投入批量生产，然后再持续改进和完善。图波列夫为了节省时间，决定将这架新设计的飞机命名为图 -124A。该机型采用图 -124 机身，没有大的改动。发动机采用后置式，尾翼面积比图 -124 大得多。

苏联民航在 1961 年更新了需求规则，要求新客机有更大的有效载荷和更多的座椅。图波列夫的设计师自然不敢怠慢，对图 -124 进行了深度改装：将机身加长，发动机移到尾部，尾翼修改成“T”形。单舱座位增加到 70 个，有效载荷增加至 7 吨，航程达到 2900 公里。

1962 年秋，第一架原型机开始建造，为了赶工，第一架机按

照 55 座布局。原型机在莫斯科图波列夫设计局的实验车间建造。一开始该项目主要设计师是德米特里·马尔科夫，1962 年他被调去处理军机项目。列昂尼德·谢利亚科夫被任命为首席设计师。

1963 年 7 月 29 日，图 -124A 第一架原型机（SSSR-45075）成功完成首飞，亚历山大·卡利纳担任试飞机组指挥官。

但很不幸，图 -124A 原型机在 1963 年 10 月 22 日测试失速特性时坠毁，机上所有人员均遇难。飞机当时进入俯仰姿态，机翼产生的湍流尾流困住了 T 形尾翼，导致飞机无法从失速中恢复。

英国当时研制的 BAC1-11 喷气式客机也因尾翼问题导致坠机，英国的工程师采取的方案更偏向于技术性，增加了防失速操控系统、重新设计尾翼。而图波列夫

的设计师的解决方案更加简单实用：将水平尾翼的安定面面积扩大 30%，就能显著增加飞机失速时改出的性能。

苏联民航要求新飞机比最初的设计还要大，因此设计师给新设计的飞机换装了推力更大的 D-30 双转子涡轮发动机。D-30 在 D-20P 的基础上研制，提高了涡轮进口温度，同时保持了低耗油率。这两款发动机的核心机和机匣大部分零件都能通用，D-30 增加了 1 级跨声速风扇和 2 级高压压气机，增加了压比和流量，从而增大了推力，降低了耗油率。

1964 年 9 月 9 日，图 -134 首架原型机完成首飞。1965 年，新客机被正式命名为图 -134。与此同时，图 -124 飞机正式停产。

传承与创新

索洛维耶夫设计局的工程师用了 3 年开发出 D-30 发动机，它可能是苏联研制的最重要的涡扇发动机，并衍生出很多型号。结果也证明 D-30 是苏联发动机发展史上最可靠的发动机之一，并获得了苏联国家奖。

图 -134 的奇特设计还包括机翼后掠 35°，其他同类飞机后掠角多为 25°至 28°。机翼上还采用双缝襟翼设计。早期的图 -134 发动机并未设计反推力装置，这就需要它借助刹车伞着陆。机上大多数电子设备都采用直流电工作，到 1969 年后，苏联从英国进口了一批电气设备，图 -134 才改为交流电。

虽然图 -134 的气动设计参考

了西方国家的设计，但在它身上还能看到浓厚的苏式飞机的样子。例如图 -134 的后起落架和其他图波列夫喷气式客机的设计如出一辙，这种设计也出现在图 -16 轰炸机、图 -104 和图 -124 客机上，同样也传承到图 -154 上。

早期型号的图 -134 的机鼻采用玻璃观察窗式设计，当时苏联境内的很多机场尚未普及雷达和辅助导航设备，图 -134 客机还为导航员保留了玻璃机鼻，这一独特的设计一直延续到图 -134A2 才被拿掉。图 -134 还使用低压轮胎，以满足在未铺装跑道的机场使用。

后来，图 -134 发动机在尾部安装了蛤壳形门式反推器，它用高压压气机的引气气动操作，反推开启的时候，用操纵机构将两扇蛤壳



图 -134：赫鲁晓夫钦点后置式发动机设计



▲ 图 -134A 着陆状态，襟翼展开 30°

▲ 早期图 -134 的导航观察窗



式反推力门向后转动，这会让气流折返，经过叶栅通道向斜前方排出，以产生反推力。这样图 -134 无须借助减速伞就能在短跑道上有效减速。

后续的现代化机型还安装了新的辅助动力系统（APU），这能让图 -134 自行启动发动机，以及

给客舱空调供电。

图 -134 设计有三个独立的液压系统。主液压系统升降起落架、收放扰流板、控制前轮转向、驱动雨刷、为方向舵液压系统提供助力。液压制动系统主要是主起落架的制动和紧急刹车。当主液压系统失灵

时，还有一套备用液压系统。

飞机发动机短舱和 APU 中配备了灭火系统，该系统分为三个步骤：第一阶段自动启动，第二、三阶段需要通过驾驶舱的灭火按钮手动启动。

图 -134 的设计寿命为 4 万飞行小时，25 年 /25000 次起降循环。而在实际运营中，图 -134 机龄能达到 40 年，飞行 5.5 万小时 /3.2 万次起降循环。

成功与失败

图 -134 客机定型后，图波列夫先后生产了 5 架机进行测试。1966 年，图 -134 在哈尔科夫的工厂开始批量生产，并在 1967 年正式交付苏联民航。苏联民航最先将图 -134 投放到莫斯科往返索契阿德列尔的国内航线。图 -134 取得国际适航证书后，苏联民航开始使用图 -134 执飞莫斯科飞往瑞典斯德哥尔摩的国际航线。

西方国家陆续进入喷气式客机时代后，东欧的社会主义国家寄望于苏联喷气式客机。图 -104 和图 -124 更像是苏联喷气机的试验品，只有捷克采购了少量早期产品，而图 -134 在出口市场上取得了里程碑式的进步。

1968 年，东德（德意志民主共和国）国际航空就引进了图 -134 客机，成为图 -134 首个海外客户。东德在历史上曾有研发喷气式客机的计划，但是在苏联的压力下，东德整个航空工业部门被裁撤，飞机自然是造不成了。

图 -134 走出国门后，捷克、南斯拉夫、保加利亚等国家也相继引进图 -134 客机。在生产的 800 多架图 -134 中，有 170 余架卖到了国际市场。

1966 年至 1984 年间，图 -134 系列客机在乌克兰哈尔科夫工厂产量达到 854 架，产量仅次于雅克 -40 和图 -154。多年的运营记录，也凸显出图 -134 的可靠性和效率。从可靠性系数来看，图 -134 证明自己几乎没有故障。

图 -134 一个显著的特点是在起飞和着陆期间，在逆风（30 米 / 秒）和侧风（20 米 / 秒）环境中均能保持正常运行。苏联大部分机场只有一条跑道，图 -134 在保障航班运营方面功不可没。到 1990 年代初，图 -134 在苏联国内就运送了超过 5 亿名旅客。

图 -134 除了作为客机使用，它还广泛应用在苏联的科研所。其中一架图 -134 就装上图 -22M 轰炸机的机头和雷达，改装成军用的



图 -134UBL。装上红外线摄像机就变成了农业测量用的图 -134SKh。还有一架改装为“暴风雪号”宇航员操作作用的图 -134BV，以及微重力训练用的图 -134LK。

图 -134 的缺点也相当突出，被认为是最嘈杂的客机。2002 年国际民航组织（ICAO）附录 16 第 3 章生效后，图 -134 受噪音限制，被禁止飞往西欧国家领空。

2007 年 3 月 17 日，俄罗斯联合航空 471 号航班（UT471）执飞从苏尔古特机场飞往别尔哥罗德国际机场的航班，中间经停萨马拉库鲁莫奇机场时，一架注册号 RA-65021 的图 -134A-3 客机发生硬着陆，导致飞机结构失效解体，机上 57 人中，导致 6 人死亡，20 人受伤。事故调查显示，UT471 号航班事故最大的可能原因是恶劣的天气和飞行员操作事故。

2008 年 1 月 1 日，图 -134 最大的运营商俄罗斯航空公司令旗下

所有该型客机退役。俄罗斯国内大部分图 -134 仅用作商务包机。

2011 年 6 月，时任俄罗斯总统德米特里·梅德韦杰夫指示俄罗斯交通部，从 2012 年起在商业航班上退出图 -134。2019 年 5 月 20 日，Alrosa 航空公司执飞了俄罗斯境内图 -134 客机最后一次客运飞行。现在苏霍伊超级喷气机 100（SSJ100）在俄罗斯民航中代替了图 -134 的位置。

飞行安全数据显示，在 1966 年至 2011 年间，一共有 76 架图 -134 发生机身损毁事件，共导致 1387 人遇难。

图 -134 最严重的一起事故是 1979 年 8 月 11 日，因空中交通管制错误，导致两架图 -134 客机在乌克兰第聂伯罗策任斯克附近相撞，事故造成两架客机上 178 人全部遇难。（本文图片由作者提供）■

空客与波音的正面交锋 ——世界商用飞机发展简史(九)

文 | 王思磊

20 世纪 70 年代中期，美国三大公司——波音、麦道、洛克希德，一度称霸全球民机市场，掌握着西方国家 95% 的宽体客机订单。闪亮登场的欧洲空客，仅仅用了 9 年时间，就在年度订单份额上一举超越了美国三大公司，名列榜首。波音以 1% 的差距屈居第二，麦道和洛克希德则双双遭遇订单的雪崩式下滑，陷入危局。这让美国人清醒地意识到，空客对他们构成了实实在在的威胁。于是，一场“民机新秀”与“老牌王者”之间的正面交锋开始上演。



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。

▼ 图 | forums.x-plane.org

空客的系列化之路

A300 飞机在全球民机市场上取得的突破性进展，使得空客公司乘胜前进，响应市场需求，启动 A300B 的派生型 A300B10，即 A310 项目的研制，试图建立一个

名副其实的宽体飞机系列。

为了打造这个飞机系列产品，A310 在 A300B 的基础上重新设计了发动机挂架，不仅适用于所选择的 4 种发动机型号，而且可与 A300B 采用相同的发动机。更重要的是，两种机型采用一种驾驶员

通用型号等级，具有某一型号资格的驾驶员经过简单差别培训就可以驾驶另一型飞机，这一通用性还适用于维护飞机的地勤人员和乘务员。就连驾驶员和工程技术人员的培训，也可以采用同一种培训系统和培训辅助设备，从而大大降低了航空公司的运营和维护成本。

同时，为了更好地适应市场需求，A310 在 A300B 的基础上，将机身长度缩短了 12 个隔框，使载客量从 266 ~ 361 人减少到 210 ~ 245 人。为了提升飞行性能，A310 还采用了新的增加展弦比和厚度的机翼、新的水平尾翼、新的双人机组和数字式驾驶舱，并且驾驶舱内采用了电子式飞机中央监控系统显示器、数字式自动飞行控制系统和飞行管理系统，以保证飞机在 II 类或 III 类气象条件下自动着陆。此外，A310 还设计了独特的重心配平油箱、碳刹车和径向轮胎。一系列的改进和新技术的应用，使得 A310 在首航前的几个月，就创造了 150 架确定和意向订单的纪录。

作为 A300B 的直接派生机型，A310 不仅以较低的成本实现了空客公司产品线的第一次系列化扩展，也为空客描绘出了更加乐观的未来。



1979年3月开始研制的B757将B727的尾吊三布局改为机翼吊挂的双发布局,并引进了一系列新技术,在飞机结构上也引进了先进铝合金和复合材料,从而使飞机的节油性能十分突出,相比B727平均油耗可以减少近40%。

波音的步步紧逼

20世纪70年代,波音凭借其四发远程窄体客机B707、三发中短程窄体客机B727、双发中短程窄体客机B737,以及四发远程宽体客机B747组成的紧密互补机型,占领了西方民机市场60%的份额。面对空客的挑战,波音自然无法坐视,而是先后启动了双发中远程宽体客机B767和双发中程窄体客机B757的研制。

这两款机型的启动,催生出了一对市场互补,设计、制造和操作上又拥有互换性的“空中姐妹”,从而完美地弥补了由于B707、B727等200座中远程客机退役而形成的市场空档,意图全面遏制空客的发展态势。

1979年3月开始研制的B757是直接 在B727机身的基础上加长开发的,所以还是窄体机身客机,但是将B727的尾吊三布局改为

机翼吊挂的双发布局,并引进了一系列新技术,包括当时最先进的高涵道比涡扇发动机,先进的超临界机翼,在飞机结构上也引进了先进铝合金和复合材料,从而使飞机的节油性能十分突出,相比727平均油耗可以减少近40%。

第一架B757于1982年2月19日首飞,但是当757开始投入市场运营时,正好遇到了全球经济大萧条,许多航空公司无力购买新的大型飞机,B757和当年的A300一样也几乎无人问津,直至20世纪80年代中期,世界经济复苏,而燃油价格一直居高不下,B757才以它优异的经济性和适应性迅速走俏。

于1978年7月开始研制的B767,则采用了全新的宽体机身双通道客舱设计,同样引进了一系列新技术,而且与B757有着很高的通用性,形成两机互相支持之势。

对波音来说,B767的直接竞

争对手自然是A310。可对空客来说,迎战B767的却是由A300B和A310构成的宽体姊妹系列。在同级别飞机中,A300B和A310具有最宽机身,确保了所有头等舱和公务舱的旅客都能获得靠窗或过道的座位,同时,一排8个座位的经济舱布局提供了比B767更大的空间,使每位旅客离过道的距离都不会超过一个座位。此外,相比B767,A310是一款已经服役飞机的直接派生机型,因此其技术风险也被降到了最低。

为了争夺市场,产品线尚不完备的空客又另辟蹊径,为目标客户量身定制了一系列融资计划,比如凡是订购空客飞机的航空公司都可以得到欧洲各国政府提供的低息贷款。这一举措的问世,立即将大西洋两岸四家制造商的空中竞争推向白热化。无论美国三大公司还是欧洲空客,谁都知道这样的竞争态势必然会影响飞机的市场价格,大幅削弱产品利润,但又无法主动离场。结果,波音在这场你死我活的竞争中进一步巩固了自己的领先地位,空客依赖于政府支持紧随其后,麦道和洛克希德却是节节败退。到了20世纪80年代,波音与空客“两强称霸”的格局已初现端倪。■

大飞机西吉文创基地持续助力乡村振兴

文 | 徐显辉

西吉县,隶属宁夏回族自治区固原市,位于宁夏南部,六盘山西麓,是宁夏人口第一大县,少数民族聚居县,国家和自治区扶贫开发重点县。西吉县是文化大县,红色革命圣地,文化旅游资源丰富,传统文化源远流长,以刺绣、编织、剪纸等非遗项目为代表的民间艺术保存比较完整。

中国商飞公司所属的上海《大飞机》杂志社有限公司,是大飞机文化传播的牵头实施单位。按照中国商飞公司党委对西吉乡村振兴定点帮扶工作有关要求,杂志社认真谋划文化帮扶工作,综合考虑西吉当地文化资源禀赋和乡村经济发展需要,联合当地政府机构和企业,在2022年创立了大飞机西吉文创基地。

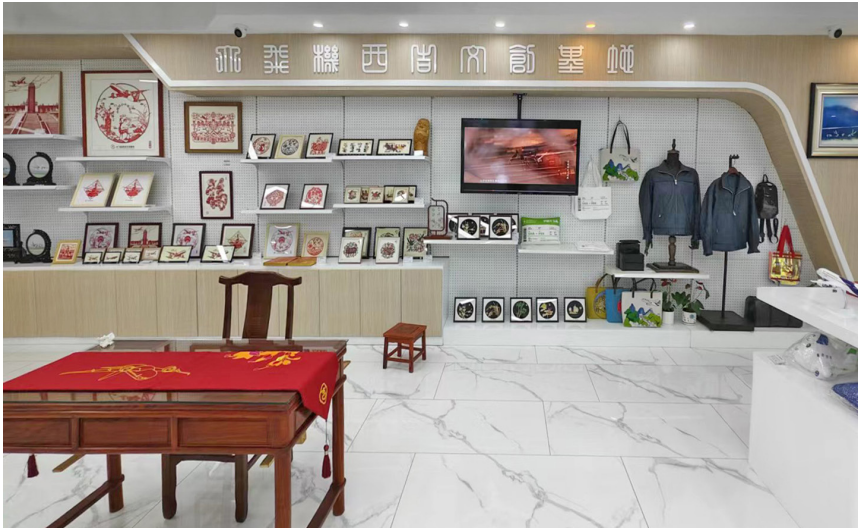
文创基地集特色文创产品的策划、创作、生产、展示、销售及培训等功能于一体,采取“1+5+N”模式,即以一个基地,牵引五家重点企业和合作社,带动N个非遗传承人和农户,将大飞机文化元素与西吉非遗工艺



徐显辉

中国商飞新闻中心副主任,上海《大飞机》杂志社有限公司副总经理,研究员级高级经济师。曾在新华社总社、北京2008年奥运会组委会、中国商飞办公室和中国商飞美国办事处、美国公司任职。





有机融合，开发特色文创产品。文创基地潜心研究，对非遗手工艺、特色原材料积极发掘，以文化赋能特色产品开发，以订单拉动农户增收，以产业助力乡村振兴。文创基地建成后，其平台搭建模式和运营模式成为产业帮扶亮点，被中国商飞公司评为 2022 年度定点帮扶优秀项目，同时成为西吉当地的文化地标。

以非遗技艺赋能，提升产品创新力。文创基地与西吉当地的刺绣、剪纸、编织、砖雕、根雕、皮影等多位非遗传承人建立合作关系，以订单为牵引，推动当地传统工艺持续升级，实现创造性转化和

创新性发展，把“指尖技艺”转化为“指尖经济”。当地合作社和农户以“宁夏绣”摆件、“两长（长城长征）”主题剪纸、时尚手工编织等产品为突破口，进一步提升传统非遗产品的创新力、观赏性、艺术性。针对年轻人消费观念创新开发并升级包装的非遗文化产品，如时尚刺绣桌旗、主题剪纸摆件、霓虹编织挂件等，丰富了非遗产品系列，增强了非遗传承活力，取得显著经济效益，惠及当地数千家农户，获得了良好社会反响。

以创意设计赋能，强化品牌传播力。文创基地发挥创意人员、设计人员的引领带动作用，推进“创

意下乡”，为西吉文化企业、农民专业合作社、农户等提供创意设计服务，推动更多时尚美术元素、艺术元素、大飞机元素，应用到当地乡村文化产品开发中，提升非遗传承人、农户的创作水平。比如文创基地带动开发的“美好生活，只要有你”礼盒，巧妙又唯美地整合了西吉当地生产的艾草香包，受到女士们的欢迎。比如文创基地带动开发的“山海蜜吉”蜂蜜伴手礼，通过创意设计和精美包装，将西吉乡土文化与当地原生态蜂蜜结合，对当地传统农产品进行升级，大大提升了品牌附加值。比如文创基地牵引开发的“大飞机与国宝”熊猫刺绣摆件，被一家国际航空制造企业选中，在巴黎航展期间作为特色伴手礼使用，传播了中国大飞机品牌形象和西吉非遗文化品牌形象。

以特色资源赋能，推进产业融合力。西吉当地文化项目以传统技艺居多，以传承人个体小工厂、工作室、作坊为主，人员少、资金少、平台小，产业化集聚度和市场化开拓度较低，束缚了文化项目的传承发展空间，阻碍了生产性保护目的实现。文创基地建成后，牵头从长三角地区引入文化产业链上的优质企业和资源，围绕西吉优势产业资源，打造产业生态圈。比如，为发挥西吉县牛羊养殖特色，文创基地联合国内知名的皮革制品企

业，利用当地优质的牛羊皮资源，开发飞行员皮夹克、皮手套、皮腰带等大飞机特色文创产品，首批价值近 20 万元的皮夹克，在 2022 年交付公司试飞中心飞行员和试飞工程师，持续满足集团客户和航空发烧友的需求，大大提升了原材料附加值，让更多农户受益，帮助完善西吉牛羊皮资源的产业生态链。文创基地在开发特色文创产品的基

础上，推进非遗与文创、资源与产业、文化与旅游融合，挖掘活化西吉优秀传统文化资源，带动乡村文化传播展示消费、地域品牌形象塑造、特色农产品销售，推动文化业态与乡村旅游融合，促进文化消费与旅游消费结合。

以教育培训赋能，激发文化传承力。西吉当地的非遗文化项目传承人年龄偏大，后继乏人，甚至

出现断代。有的项目本身传承人屈指可数，随着年龄增长，传承难度不断加大，项目保护处于“有人教无人学，有心学无人教”的状态。有的项目因为学艺周期长、经营收入低、未来成效难以预测等，无法吸引年轻人。文创基地建成后，对当地的自治区级和市级非遗项目进行重点梳理，重视活态传承和人才培养，以项目为牵引开展教育培训。一是“向内挖”，充分调动当地非遗传承人的主动性和积极性，开展形式丰富的带徒授艺，特别注重培养年富力强、富有情怀和技艺精湛的传承人。二是“请进来”，持续引进外部资源和力量，指导帮助当地合作社、非遗传承人提升产品开发理念、创意设计，扶持民间非遗保护项目的发展。三是“走出去”，组织当地非遗传承人代表、业务骨干，到江浙沪等经济发达地区优秀文化企业参观交流，参加刺绣、装裱、美感等方面的培训，提升产品开发能力，对接潜在合作机会，融入文化产业链。文创基地利用教育培训叠加效应，为西吉非遗文化的保护传承和振兴，为当地经济发展，注入了新的更大的内生动力。

文化兴，产业兴。大飞机西吉文创基地将继续坚持创新、融合、转化，持续助力西吉乡村振兴，持续传播大飞机文化。■



