

# 中國航空之父



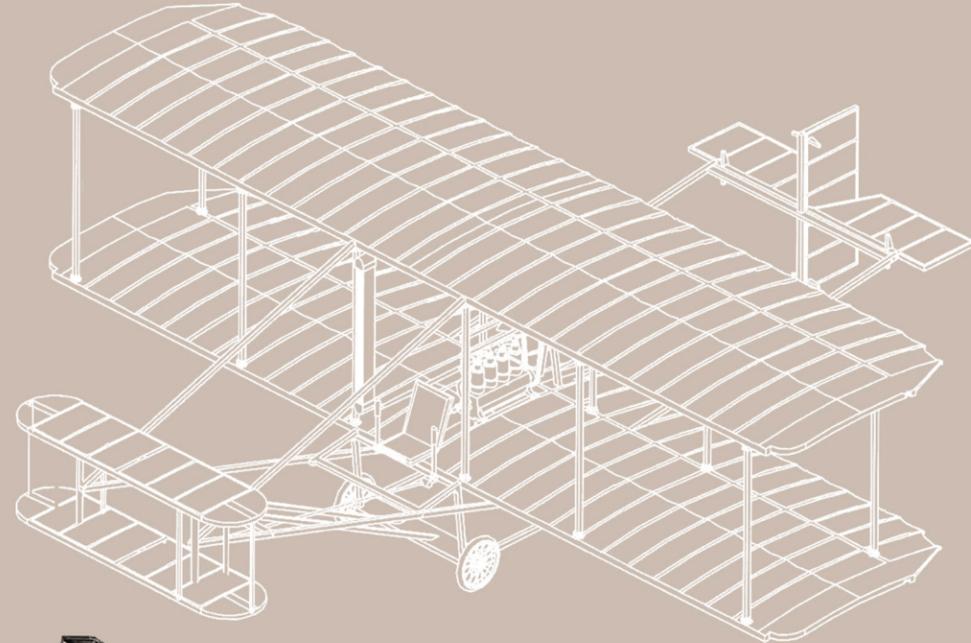
冯如  
FENG RU

1884.1.12—1912.8.25

广东恩平人，1894年赴美，学习机械制造。莱特兄弟发明飞机后，冯如决心依靠中国人的力量来制造飞机。在当地华侨的支持下，建立了中国人的第一家飞机制造厂。几经失败后，于1910年10月在旧金山国际飞行比赛中打破世界纪录，成为举世公认的飞机设计师、制造家和飞行家。  
1911年2月回国，立誓『壮国体，挽利权』，发展祖国的航空事业。1912年8月25日，在飞行表演中因飞机失事而牺牲。

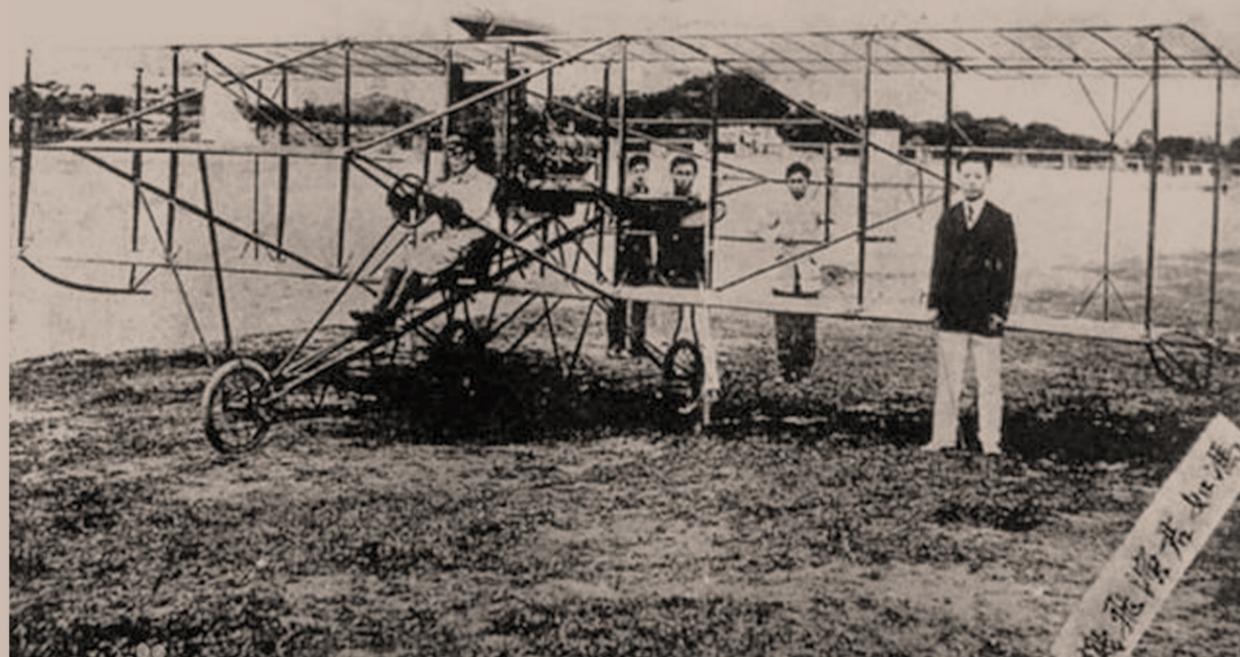
冯如：

我发誓要用毕生的精力为国家研制成飞机。  
苟无成，毋宁死！



冯如试飞成功后美国媒体的报道，使用了“中国人在航空技术上超过西方”的醒目标题

冯如在奥克兰自己的厂房内



# Contents



## 05

### 卷首语

05 对历史最好的致敬，是奋力书写新的华章 | 陈伟宁

## 06

### 资讯



## 08

### 封面文章

08 做好“先行者”，当好“答卷人” | 汤劲

14 以变应新 行稳致远——国航飞行总队执飞 ARJ21 异地运行一周年纪实 | 黄雨田 熊小亭 董田阳

17 揭阳，巧遇 | 张凯敏

20 他山之石——欧美支线航空的运营与补贴政策 | 岳云峰 唐道春



## 26

### 航空制造

26 曲折中缓步复苏的航空制造业——2022 年上半年全球航空制造业回顾 | 陈培儒

31 “订单潮”退去 航空业探寻新发展理念——有感 2022 年范堡罗航展 | 海鹭

36 航空业会否重拾超声速 | 董帼雄

40 从深挖细分市场到布局供应链本土化建设——有感空客细分市场策略 | 曲小



## 44

### 航空运输

44 我国支线航空运输市场发展潜力研究 | 高胜国

49 注重中短程核心航线品质 重构南昌机场空铁竞争格局——以 ARJ21 机型运营为例 | 邓龙龙

54 疫情反复中，中国民航艰难前行 | 张晋

59 以融合发展构筑大空管时代 | 王艺超



## 62

### 人物

62 外场的大飞机人 | 陈吟文

## 67

### 科普

67 “悬丝诊脉”之飞机结构健康监测 | 王军朋



## 69

### 专栏

69 出圈的闽良（上） | 詹东新

73 中国民航的首次洲际飞行 | 柏蓓

75 百年虹桥，点滴回忆 | 姜浩峰



## 本期解读

从2016年6月28日成功首航至今，ARJ21飞机已安全运营6周年。在连续三年疫情的背景下，全球民航业都遭遇了前所未有的困难，ARJ21飞机的客户们也遇到了危机。但各航空公司都没有坐等救援，而是积极开发新航线，开拓新“战场”，尽可能地提升ARJ21飞机的经济效益。比如，首家用户成都航空，从一开始就提出“国产、西部、支线、大飞机、大网络”的战略构想，如今已从一架ARJ21飞机发展到24架机队的规模运行，累计144条航线的全国布局、近10万小时的安全飞行及超过300万旅客的信任选择，不仅充分验证了ARJ21飞机的安全可靠，而且也彰显了ARJ21飞机在经济性方面的美好“钱”途。

发展支线航空，给民众出行提供一种安全可靠、经济实惠的交通方式，补齐综合交通运输网络的短板，是现代综合交通运输体系的必然要求和趋势，也是促进中国经济转型升级、拉动经济增长的有效途径。在建设支线航空网络的过程中，国产ARJ21飞机将发挥不可或缺的作用。



- 关注我们 -  
FOLLOW US

## 本刊声明：

1. 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。
2. 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。
3. 本刊支付的稿费已包括上述使用方式的稿费。

# 大飞机

2022年第07期 | 总第097期 | 07月30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 赵越让  
副主任 谭万庚  
委员 赵九方 吴永良 郭博智 周新民  
魏应彪 张玉金  
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

主编 欧阳亮  
执行主编 庄敏 林喆  
副主编 柏蓓  
编辑 哲良 张凯敏 郑小芳 周逸云  
记者 李欣阳 李琰 赵婷婷 阳庭庭  
美术编辑 卢之萍 刘晓雨 刘伟  
摄影记者 管超 王脊梁 颜康植 张竞霄 翟俊杰

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

商务主管 吴頔

电话 021-20887110

发行主管 谭路

电话 021-20887186

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



“在新的赶考之路上，我们能否继续交出优异答卷，关键在于有没有坚定的历史自信。”

## 卷首语

## 对历史最好的致敬，是奋力书写新的华章

文 | 陈伟宁

征途漫漫从头越，奋楫扬帆向未来。在喜迎党的二十大召开之际，我们迎来了中国共产党成立101周年。百年来，在党的坚强领导下，我们迎来了从站起来、富起来到强起来的伟大飞跃，迎来了从落后时代、跟上时代再到引领时代的伟大跨越，创造了中国历史乃至世界历史上的一个个奇迹。

习近平总书记在中共中央政治局党史学习教育专题民主生活会上指出，“在新的赶考之路上，我们能否继续交出优异答卷，关键在于有没有坚定的历史自信。”当前，世界面临百年未有之大变局，国际形势风云变幻，我国社会经济发展面临不少挑战，但不管遇到何种困难，只要我们坚定信心，保持战略定力，锲而不舍地做好自己的事情，就一定能够实现中华民族伟大复兴的目标。

国家如此，大飞机事业也是如此。近年来，虽然遭遇了多方面挑战，但全体大飞机人坚定目标、戮力同心、忘我奋斗，在型号研制和产业建设等方面取得了显著成绩。2022年上半年，我们克服疫情带来的影响，迎难而上推进各项重点任务，取得了来之不易的进展。

缅怀过去，是为了更好地面向未来。我们要牢记习近平总书记的嘱托，与时俱进推进新时代大飞机事业，始终牢记“国之大事”，统筹推进型号研制，充分发挥产业龙头带动作用，大力弘扬“航空强国、四个长期、永不放弃”大飞机精神，奋力走好新时代大飞机事业长征路。

对历史的最好致敬，是奋力书写新的更美篇章。让我们更加紧密地团结在以习近平同志为核心的党中央周围，忠诚拥护“两个确立”，坚决做到“两个维护”，奋力夺取大飞机事业新胜利，以实际行动和优异成绩迎接党的二十大胜利召开！

## 01

### 范堡罗航展闭幕

7月22日，世界第二大航空盛会——范堡罗航展落下帷幕。在本次航展上，空客共收获达美航空、易捷航空、南美航空三家航司 85 架订单，波音则斩获 232 架订单。



## 01



## 02

## 02

### 中国 4 家航空公司订购 292 架 A320neo 系列飞机

7月1日，东航、南航、国航及国航控股子公司深圳航空与空客共签订 292 架 A320neo 系列飞机订单。A320neo 系列飞机已获 130 余家客户 8000 余架订单，交付量超过 2200 架。



## 03

## 03

### 波音获批重启波音 787 梦想客机的交付工作

彭博社 7 月 29 日报道，FAA 批准了波音公司检查和修复波音 787 梦想客机碳纤维复合材料框架制造缺陷的计划，波音公司可以重新开始交付其 787 梦想飞机。因对波音的生产及检查方法存在担忧，FAA 于 2021 年 5 月要求波音暂停 787 的交付。

## 04

### 波音上半年交付 216 架飞机

7月12日，波音宣布，2022 年上半年累计获得 286 架订单，其中包括 233 架 737 MAX、21 架 777X、7 架 787-9、25 架 777 货机；累计交付 216 架飞机，包括 181 架 737 MAX、3 架 747-8 货机、5 架 767-300 货机、3 架 777-300ER、9 架 777 货机等。

## 05

### 空客 6 月新增订单 78 架

6月，空客新增订单 78 架，交付 60 架（7 架宽体机、53 架窄体机，其中 A320neo 系列 47 架）。1~6 月，总订单 442 架，被取消订单 183 架，净订单 259 架，共交付 295 架。截至 6 月底，空客商用飞机储备订单为 7046 架。

## 06

### NASA 为新一代单通道客机开发新技术

NASA 正在寻找合作伙伴，旨在为 21 世纪 30 年代投入使用的新一代低排放、单通道客机开发新技术，使美国到 2050 年实现航空碳净零排放，并确保美国单通道商用客机的市场竞争力。根据发布的合作提案公告，NASA 计划拟定一个或多个合同，以设计、制造、测试和试飞采用先进机身构型和相关技术制造的大型试验机。



## 05



## 09

## 07

### 俄工贸部为改进 PD-14 提供 66 亿卢布

7月13日，俄罗斯工贸部宣布为 PD-14 发动机改进方案进行招标，此次改进工作旨在增加发动机使用期限和维护间隔，提高发动机的可靠性。此次招标最高限价为 66 亿卢布（7.4 亿人民币），要求中标方在 2022 年 8 月至 2024 年 12 月期间完成相关工作。

## 08

### 普惠公布下一代 GTF 发动机技术路线图

普惠公司公布了下一代 GTF 发动机的技术路线图，计划在 2030 年前开发一款燃油效率较现有发动机至少高 10% 的新发动机。普惠首席可持续发展官表示，下一代 GTF 发动机的风扇直径将超越当前的 81 英寸，涵道比将从 12.5:1 提高到 15:1。新发动机的设计将基于三维编织复合材料。

## 09

### 罗罗将开始测试 UltraFan 验证机

罗罗表示，其首台 UltraFan 验证机的制造已接近完工，正为首次地面运行做准备。罗罗首席工程师 Andy Geer 表示，UltraFan 项目团队正在将 2800 件测试仪器安装在验证机上，预计 2022 年下半年，将在试验台 80 上进行 UltraFan 验证机的首次运行（采用 100% SAF）。

## 10

### 俄政府拨款近 70 亿卢布恢复飞机适航

7月20日，俄联邦政府发布法令，向 UAC 拨款 69.237 亿卢布（8.5 亿人民币），用于 2022~2023 年恢复至少 7 架飞机适航。该法令未指出飞机型号。

## 11

### 赛峰推出电动前起落架致动器

赛峰起落架系统公司为未来窄体和宽体飞机开发了一款电动前起落架转向和伸缩系统，该系统由飞机液压系统提供动力。赛峰表示，新系统既有助于飞机电气化，也通过简化结构实现了减重，且可即插即用，便于安装和维护。

# 做好「先行者」 当好「答卷人」

文一汤劲

成都航空与国产民机命运相连、使命相牵，始终致力于接收好、运营好、示范好国产 ARJ21 飞机，奋力承担国家、民航和股东赋予我们的光荣使命、历史重任，切实做好国产支线飞机示范运营的『先行者』。

十二年发展历程，我们不忘初心、牢记使命，坚定贯彻落实习近平总书记关于大飞机事业的重要指示批示精神，以扎扎实实的举措答好国产 ARJ21 飞机安全性、可靠性、经济性这『三个问题』，以实实在在的成绩交好国家最关心、行业最关注、旅客最关切的安全运营、可靠运行、效益发展这『三张答卷』，真正做到让国家放心、行业安心、旅客舒心。



成都航空与国产民机命运相连、使命相牵，始终致力于接收好、运营好、示范好国产 ARJ21 飞机，奋力承担国家、民航和股东赋予我们的光荣使命、历史重任，切实做好国产支线飞机示范运营的“先行者”。十二年发展历程，我们不忘初心、牢记使命，坚定贯彻落实习近平总书记关于大飞机事业的重要指示批示精神，以扎扎实实的举措答好国产 ARJ21 飞机安全性、可靠性、经济性这“三个问题”，以实实在在的成绩交好国家最关心、行业最关注、旅客最关切的安全运营、可靠运行、效益发展这“三张答卷”，真正做到让国家放心、行业安心、旅客舒心。

## 交好“安全运营卷”

成都航空是 ARJ21 飞机全球首家用户，成立伊始便提出“国产、西部、支线、大飞机、大网络”的战略构想，承载着股东愿景，承担着示范重任。成立至今，公司始终以大飞机事业的“坚定者”牢记重组成立初心，以大飞机事业的“奋进者”勇担示范运营使命，把国产民机安全运营作为公司第一战略、第一优势和第一竞争力。经过 6 年时间的市场检验、24 架机队的规模运行，累计 144 条航线的全国布局、近 10 万小时的安全飞行及超过 300 万旅客的信任选择，数据与时间充分验证了 ARJ21 飞机在安全上完全可信。

筹备接收到商业首航，实现从 0 到 1 的突破，安全始终贯穿工作各方面。成立之初，公司上下就全力投入到 ARJ21 飞机的筹备接收工作中，专门设置国产飞机项目部专项负责国产飞机运行准备，制定实施 EIS 项目管理计划与方案，抽调选派飞行、维修等技术骨干提前介入、重点培训，同步派驻监造人员开展现场协调对接，积极配合局方、商飞推进项目研制、设计优化、

交付安排，全力以赴、多措并举确保首架 ARJ21 飞机顺利接收和安全运行。2015 年 11 月 29 日，全球首架 ARJ21 飞机正式交付成都航空，为接收准备工作画上圆满句号。2016 年 6 月 28 日，在完成 100 余小时的安全验证飞行后，首架 ARJ21 飞机迅速投入商业首航，执飞成都—上海航线，正式揭开了国产民机工作重心从安全接收转向安全运行的序幕，全面开启了安全示范运营的发展历程。在这个过程中，我们始终将安全理念、安全规范、安全管理贯穿于工作的各个方面，以严谨科学的工作作风、技术过硬的专业队伍、规范有序的运营管理实现了 ARJ21 飞机的顺利接收、安全首航。

示范运营到规模运营，实现从 1 到 N 的跨越，安全始终贯穿发展全过程。首航至今，公司始终把确保国产民机安全运营作为首要任务，牢牢守住安全底线，实现连续 6 年安全运行，没有发生任何运输航空责任事故征候。我们坚持把确保安全运营作为服务广大旅客出行的最高准则，作为推动公司稳健发展的核心基石，作为实现国产民机成功运营的根本保证。在推动 ARJ21 飞机从 1 到 N 的规模发展的过程中，始终咬定安全发展目标，以扎扎实实的举措、方方面面的投入，一个航班接着一个航班盯住安全运行，一个环节接着一个环节抓好安全落实。用安全的运行支撑规模增长的发展需求，实现从首航时 1 架飞机、1 条航线、1 座基地增长到目前的 24 架飞机、43 条航线、6 座基地的持续安全运营，持续发展的星星之火正成燎原之势；用安全的保障应对运行环境的复杂变化，推动从干线机场到支线机场、从一般机场到高原机场、从国内航线到国际航线的安全顺畅运行；用安全的服务保障广大旅客的安心出行，满足从大众旅客到特殊旅客、从第 1 位旅客到第 300 万位旅客的安全舒心服务。

## 做好“可靠运行卷”

投入商业运营以来，成都航空始终坚守初心、坚定信心，在确保国产 ARJ21 飞机安全可靠、运行顺畅上主动作为，以最高的站位统筹运行安全，以最优的配置强化运行能力，以最强的保障提升运行水平。六年来，在机队规模快速增长的同时，国产 ARJ21 飞机运行总量、运行效率实现大幅提升，运行限制全部放开，运行稳定性、可靠性保持高位标准。经过 5 万余架次起降、近 4 万次航班飞行、超 80 座机场运行的全面检验，以 99.72% 的年度签派可靠率全面回答了国产 ARJ21 飞机在运行上平稳可靠。

坚持以细的举措、实的投入，提升国产 ARJ21 飞机运行能力。运行可靠首要在于运行能力过硬，成都航空牢固树立标杆意识，奋力发挥示范运营作用，主动投入人员和资源，不断提高国产 ARJ21 飞机运行能力，落实好国家推动国产民机稳步健康发展的目标任务。在保障上全力以赴，围绕交付计划和机队数量，科学储备相应飞行实力、保障资源，争取航线时刻、机

经过 5 万余架次起降、近 4 万次航班飞行、超 80 座机场运行的全面检验，以 99.72% 的年度签派可靠率全面回答了国产 ARJ21 飞机在运行上平稳可靠。

位资源、政策补贴，克服运营前期资金短缺、人员紧张、资源不足等困难与挑战，累计投入数亿元用于国产 ARJ21 飞机的接收准备与能力建设，在人员储备、资金准备、市场培育、技术培训、航材设备支援等方面下功夫、做足准备。在人员上择优配备，坚持以特业人才队伍建设推动国产 ARJ21 飞机运行能力提升，把思想过硬、业务过硬、技术过硬、作风过硬的专业队伍配备到运行一线，确保安全可靠。借助运行经验与能力积累，成都航空已经建设了一支经验丰富、技术过硬、结构合理、成熟稳定的 800 余人国产民机运行队伍，初步形成规模化和专业化人才优势。在能



力上加快建设，积极发挥作为国产 ARJ21 飞机首家用户的先发优势，把示范运营积累的经验、技术、团队等优势不断转化为维修、培训、科研等运行保障能力。经过持续建设，成都航空实现了飞行带飞训练、维修技术支援、航务乘务培训等能力输出，具备发动机、起落架更换和定检维修实力，参与国产民机北斗示范应用等科研合作项目，完成“客改货”首飞，获批延伸跨水运行，开航首条国际航线、高原航线，综合运行保障能力显著增强。

坚持以高的标准、好的成效，实现国产 ARJ21 飞机运行可靠。国产 ARJ21 飞机首航以来就是不断以更高运行标准实现更好运行成效的过程。严格把握运行标准，制定初期运行安全保障方案，做好运行风险控制和运行组织保障，完成国产 ARJ21 飞机航线分析，涉及国内 208 座机场、1000 余条航线，归纳总结极寒地区、高原机场等运行经验，汇编国产 ARJ21 飞机运行经验手册，同时基于运行数据加快推动构建“数字化处理、智能化响应、智慧化支撑”的运行管理体系。完全解除运行限制，稳步推进国产 ARJ21 飞机运行限制解除，在条件成熟、运行可靠的基础上，先后取消运行初期的夜间运行限制、污染跑道运行限制等 15 项运行限制项目，实现常态化顺畅运行，助力国产 ARJ21 飞机性能优化与型号改进。持续拓展运行能力，实现了从单一基地运行到多基地运行，从干线机场运行到支线机场运行，从国内航线运行到国际航线运行，从一般机场运行到高原、严寒、特殊机场运行，进一步验证了国产 ARJ21 飞机在不同环境、不同条件的运行可靠性以及环境适应性。顺利实现运行稳定，2016 年至 2021 年，随着运行保障能力不断提升，国产 ARJ21 飞机可用率大幅度提高，航班正常率追赶至行业平均水平，今年 1-6 月达到 95.07%，签

派可靠率和飞机利用率保持高位水平，实现了平稳顺畅运行的目标。

## 答好“效益发展卷”

历经六年示范运营，我们坚持一条一条航线持续开拓、一座一座基地重点培育、一个一个区域不断探索，推动国产 ARJ21 飞机迈入新的发展阶段，已由聚力示范运营转向推动规模化商业运营，正从确保安全顺畅运行转向实现安全、规模、质量、效率、效益并重发展。“十四五”时期，随着运行效率大幅提升、运营成本持续降低、运行模式不断创新、政策支持更有力度，国产 ARJ21 飞机实现了持续稳定的规模发展，在国内支线航空市场规模体量、市场竞争、经营质效等方面具备更大竞争优势，同时在促进中西部地区、中小机场的航空通勤、航网改善、乡村振兴、经济发展等方面发挥更多积极作用，得到地方政府的充分认可、赢得广大旅客的良好口碑，有力彰显了国产 ARJ21 飞机在效益上十分可期。

聚力运行效率提升，围绕规模运营、支线发展担当作为，在规模发展上充当主力。推进国产 ARJ21 飞机规模化运营、高效率运行是实现商业化成功的必由之路。从示范运营的“先行者”到规模运营的“领跑者”，成都航空始终把国产 ARJ21 飞机规模发展和效率提升作为核心目标贯穿于六年运营期，机队规模迅速达到 24 架，在册飞机日利用率突破 5 小时，为下一步实现效益发展打下坚实基础。支线运营规模迈上新台阶，六年时间，成都航空国产 ARJ21 飞机规模从 1 架发展至 24 架，年均增长达到 4 架，尤其近三年按年均 7 架飞机的速度快速增长，以超过 35% 的机队占比保持着国产 ARJ21 飞机最大运营商的领先地位，同时年旅客运输量迈上 100 万人

次的新台阶。“十四五”时期，成都航空国产 ARJ21 飞机将继续保持增长态势达到 30 架以上规模，届时年飞行小时、年旅客运输量分别超过 9 万小时和 200 万人次，进一步发挥规模运营主力军的领头作用。支线运行效率实现新突破，在规模增长的同时，得益于运行可靠性不断增强，国产 ARJ21 飞机运行效率连年跃升。2021 年，即使受疫情的冲击与影响，成都航空依旧加大工作力度和资源配置，推动国产 ARJ21 飞机从飞起来到好起来，大力实施运行效率提升专项工作，制定 38 个行动项、86 项具体举措，实现运行总量和日利用率双进位、双提升，全年飞行小时数超过 4 万小时，在册飞机日利用率达到 5 小时。未来几年，我们规划进一步提高国产 ARJ21 飞机运行效率，加快步伐推动飞机日利用率、客座率不断提升，飞机日利用率达到 8-9 小时，客座率保持在 80% 左右。

聚力经营效益提增，围绕模式创新、品牌建设持续探索，在商业运营上立标杆。我们提出把国产 ARJ21 飞机经营效益作为实现国产民机成功商业运营的核心目标，在收入端创新模式、拓展营收，在成本端精细化管理、严控成本，不断探索商业模式、运营样本，持续输出成熟经验、技术支持，在支线市场培育、运营模式创新等方面持续探索、丰富实践，致力于为国产 ARJ21 飞机成功商业运营闯出一条新路。瞄准支线机型定位精准发力，按照支线市场主力机型定位，聚焦中小机场和次级航空市场开发，构建“通达性好、便捷性高、经济性优”的支线网络和服务产品，为大众旅客提供更加美好的支线航空出行体验。聚力区域支线布局成环组网，在旅游资源丰富、支线机场较多的四川、黑龙江、山东等地投入支线运力、构建支线网络，以“支支互联、区域环飞”实现区域内航点连起来，以“干支结合、内外串飞”实现区域

外衔接快起来，提升支线竞争力。推进支线创新发展提增效益，多渠道发力、多方式创新支线营销与服务产品，提高经营收入，拓展航空辅营和业务合作，争取民航政策和地方补贴，探索通程联程、运力购买模式，优化运营成本结构，降低人员、维修、航油等大项成本，推动降本增效持续向好。高举国产支线品牌打造名片，围绕“国产民机、成都元素”两大资源和两大特色，在营销产品设计、市场品牌推广、特色服务打造等体现、融入、突出国产民机元素，推出“中国梦”、“金沙号”主题涂装，推进“国产民机+国产品牌”战略合作，让国产民机成为成都航空飞向全国的“空中飞行名片”。

历史总是眷顾坚定者、奋进者、搏击者，六年示范运营，我们用运行的数据、市场的验证、时间的检验、旅客的信任全面回答了、充分展示了国产 ARJ21 飞机安全完全可信、运行高度可靠、效益十分可期这三大核心问题。回顾这六年，历程、成绩极不平凡，国产 ARJ21 飞机实现了安全、顺畅运营，正转入规模、效益发展；奋进这六年，初心、信心越发坚定，国家和民航始终重视国产支线发展指引了前进征途，国产 ARJ21 飞机的安全性、可靠性、经济性持续增强凝聚了奋进力量；总结这六年，经验、启示弥足珍贵，一盘棋的顶层设计、多主体的协同发力、创新型的运营模式是国产 ARJ21 飞机稳步健康发展的重要保障和制胜法宝。再启程，成都航空将继续踔厉奋发、笃行不怠，在国产 ARJ21 飞机高质量发展进程中，彰显成航作为，做好“先行者”；贡献成航方案，当好“答卷人”，为加快实现国产民机规模化成功商业运营作出更大成绩！（作者为成都航空有限公司党委书记、董事长）■

封面文章

# 以变应新 行稳致远

## ——国航飞行总队执飞 ARJ21 异地运行一周年纪实

文 | 黄雨田 熊小亭 董田阳

2022年8月1日22时44分,在助航灯光的指引下,国航CA8164(乌兰浩特—呼和浩特)缓缓降落在呼和浩特白塔国际机场,这是国航飞行总队ARJ21大队当日最后一个落地的航班,标志着飞行总队执飞ARJ21机型在呼和浩特异地安全运行一周年。

这一年,在国航集团的有力领导下,国航飞行总队ARJ21大队不断积累安全运行经验、提升飞行技术水平,在内蒙航等兄弟单位的全力支持下,国产飞机ARJ21运行良好,生产能力进一步释放,整体状况安全平稳。



### 周密部署,主动应变 保障国产飞机安全运行

国航飞行总队深刻认识载国旗运行国产大飞机的重要意义,对ARJ21飞机运行工作从系统上定向、从管理上指导、从组织上保障,不断强化运行国产飞机的责任感使命感,以如履薄冰、稳扎稳打的状态保障ARJ21飞机安全运行。

“计划不如变化快,积极主动解万变”是ARJ21飞机呼和浩特异地运行一年来的真实写照。虽然前期制定了周密的工作方案,但2021年8月1日正式运行后,呼和浩特基地航班任务量经历了多次过山车式的起伏,同时交织着接新飞机、开新航线、沪蓉两地训练等多重任务。大队依托总队各支持部门,加强与公司运控、机务、飞管、内蒙航以及中国商飞等单位间的协商配合,动态调整,以充足措施和备份保障异地运行。

一是安排干部执行呼和任务环,发挥

干部保证飞行安全和管理双重作用,并确保呼和每天有一套备份组应对航班临时调整。二是合理搭建飞机环和任务环,完成生产任务的同时尽力保证航班的稳定性和正常性。三是坚持有强不用弱,合理搭配机组力量,确保人员能力与运行要求相匹配。四是与中国商飞建立了常态化沟通交流机制,通过定期交流研讨,不断提高安全运行品质。

呼和基地始发的航线冬季气象条件复杂,大风乱流天气、低温冰雪天气多发。大队通过三级例会、两级安全生产讲评会、安全周报等形式将冬季运行风险、相关操作规范及时提示到全员,层层压实安全管理责任;通过本场和模拟机专项训练,掌握大风乱流、风切变以及结冰提前模式下进近速度大的操纵特点和风险;制作学习课件组织全员开展换季学习,使队伍打牢了思想基础、技术基础,保障了首次呼和基地冬季飞行安全。

图 | 国航 ARJ21 大队



## 精心组织，打牢基础 锻造国产飞机过硬队伍

国航飞行总队着力打造一支与国产飞机共翱翔的高素质队伍，从思想、技术、作风三方面入手，结合双基地运行特点，不断深化ARJ21队伍建设。“思想建队”方面，持续贯彻“程序、节奏”的安全理念。坚持航后讲评制度，由值班干部结合当日运行情况进行现场讲评，收集解答机组在运行中遇到的问题，有针对性地进行风险提示并传达大队近期工作要求，强化队伍“安全第一”意识。

“技术建队”方面，以技术强化带动安全管理能力提升。科学利用QAR数据，提升干部应用水平和分析决策能力，并结合人员实际，建立安全品质评价机制，通过全方位、深层次分析，从掌握每一个人的技术特点入手，制定相应提升措施。“作风建设”方面，严格落实各类管理制度。深入推进飞行员作风负面清单，开展飞行检查员和飞行教员综合能力排查工作，实施驾驶员训练记录存档电子化，严格模拟机训练管理与实施。

在航班量相对较少时期，深化“打基础、利长远”的工作，提前完成了新开航线满洲里、西安、巴彦淖尔机场及相关备降机场航线培训。在上海模拟机训练因疫情暂停期间，主动思考解决方案，协调多方资源，经公司、总队、商飞多方努力，成功拓展了成都模拟机训练工作，减小了疫情对训练进度的影响，为人员技术资质保持争取了主动，为保证京呼两地生产运行打下了坚实基础。

## 从严从实，加强防控 确保ARJ21发展步履不停

国航飞行总队本着高度的政治责任感

和使命感，格外重视国产飞机运行的疫情防控工作，在ARJ21飞机运行先后经历了满洲里、呼和浩特、北京等地疫情时，叮嘱大队坚决守住来之不易的防控成果，持续加强队伍管理和培训。大队利用干部会、两级安全生产讲评会等形式不折不扣落实上级防控要求，及时更新大队生产运行疫情防控应对措施和检查单，制定应急处置预案，做到未雨绸缪。

2022年3月，上海突发疫情，大队17名在训人员被隔离在中国商飞公司园区和酒店长达60余天。大队迅速成立了以副大队长作为组长的临时党小组，带领在沪人员每日保持正常作息，坚持理论学习、身体锻炼；成立北京保障小组，给予物质和精神支持，定期与外训人员一对一视频电话，送上关心关爱，确保他们隔离期间的技术保持与状态稳定。

这一年，面对国内疫情反复，大、中队两级班子以变应变，“对症下药”——广泛开展谈心谈话、线上活动、心理辅导等工作，及时帮助单身宿舍人员解决等实际问题，对长期隔离人员统一进行政策宣贯并制定具体隔离、健康监测实施要求，切实加强人员防控教育和管理，确保要求落到实处、人员执行到位。

自2020年7月10日ARJ21飞机正式运行以来，相继开通7条北京出港（含北京一呼和往返）和7条呼和出港的国内航线，为北京连接内蒙，内蒙通达北方架起了一条条便利的“空中走廊”。

7月25日、29日，编号为B-652D和B-652H的两架ARJ21国产客机先后抵京，国航ARJ21机队规模增至9架。新机入列后，ARJ21大队生产保障能力得到进一步提升，呼和浩特运行力量得到进一步充实。按照国航集团的整体安排和统一部署，后续两架飞机将迅速投入航班生产，持续加密以呼和浩特为主运营基地的内蒙区内航线。■



一二三航空ARJ21航班  
在揭阳潮汕机场平稳落地  
图 | 张凯敏



7月12日，揭阳潮汕机场。  
一二三航空与成都航空的两个ARJ21航班  
刚好巧被安排在同一登机口  
先后登机  
图 | 翟俊杰



封面文章

# 揭阳，巧遇

文 | 张凯敏

揭阳，汕潮揭都市圈的一极，潮汕文化底蕴深厚，因地理环境独特，又有“岭南水城”“浮水葫芦”“水上莲花”等美称，不但有优美的风景，还有诱人的美食。估计会令大部分人意外的是，上海与揭阳之间的连接十分紧密，仅东航集团（含上航、一二三航空）一天就有12个航班往返于上海与揭阳之间。

2022年7月12日,《大飞机》杂志记者再次来到揭阳机场。上一次的记忆已经停留在5年前。那次飞揭阳的目的是旅游。对于吃货而言,关于潮汕地区最深的印象便是牛肉火锅、生牛肉丸、潮州肠粉、粿汁、烧鹅、粽球等等美食了。

这一次,因为工作原因,只能在揭阳机场航展楼前小走一会儿,以重拾当年的记忆。航站楼前的广场上,原来写有巨大机场三字码“SWA”的绿化雕塑已经被高架桥及工地取代,一片热火朝天的建设景象。

如今,高铁揭阳机场站已经投入运营,将机场与高铁揭阳、潮汕等站连接起来。

## 一个航班串联起家庭与公司

11时许,家住潮汕地区的洪先生结束了几天的假期,背着书包走进揭阳潮汕国际机场。他将搭乘这天的MU5264航班前往上海的公司报到。

“到上海发展已经好多年了,每个月回潮汕家里一次,我爱人和3岁的女儿都住在这边。”洪先生在上海一家广告公司工作,他告诉记者,“在外打拼,最盼望每个月回家这几天。”

连接洪先生家庭与工作地之间的主要交通工具是飞机。“每月一个往返,因为东航的班次比较丰富,所以我总是优先选择东航的航班。”

当得知该航班由东航旗下一二三航空ARJ21飞机运营,洪先生微笑着“哦”了一声。原来,他已经在多次旅途中遇到一二三航空了。

“这个飞机我有印象,比其他飞机略微小一点,但座位挺宽敞的,坐过好几次了。”他告诉记者,“头次遇到一二三航空是在一年多前,那时听客舱广播介绍说这是我们中国人自己研制的飞机,心里还有一点小小的激动。”

交谈中,洪先生与记者来到了值机柜台前。在揭阳,除了南航与春秋航空,东航与其他航空公司共用7~12号值机柜台。柜台前,机场工作人员一边引导分流旅客,一边对旅客目的地所需的防疫要求进行预检。一名工作人员告诉记者,上海是揭阳机场出发旅客的最主要目的地之一。因为没有托运行李,洪先生很快便完成了值机。

## 机电老板细品飞机内饰

在82号登机口前,坐着不少等待登机的旅客。吴先生跟刚刚在汕头开完会的同事一起聊天打发时间,在离家一个星期后,终于可以回上海了,而他的同事抵达上海后,还将转机前往包头。

登机后,发现吴先生刚巧坐在记者后一排,便与记者聊起了天。吴先生是一家机电设备企业的负责人,他告诉记者,因为业务需要,每年都有超过一个月的时间在外出差。

当得知乘坐的是国产商用飞机,吴先生直呼“想不到”,并兴奋地向记者询问ARJ21飞机目前的运营情况,以及在哪些航线可以坐到这款飞机。因为身处制造业,吴先生非常职业地“检查”起飞机内饰的各处“做工”。见记者好奇的眼神,他笑着说“这是我的职业病……”

## “希望成为C919的第一批乘客”

在MU5264航班上,还有一位“贵客”,他便是搭乘该航班返沪的中国科学院院士、复旦大学教授龚新高。初次搭乘ARJ21飞机的龚院士连连表示“幸运”,在航班“意见卡”上,他认真地写道:“祝愿一二三航空成为中国航空知名企业,服务中国梦早日实现。希望成为C919飞机的第一批乘客。”

据悉,本航季包括一二三航空在内,

东航每日都有6对直飞(含经停)航班往返于上海与揭阳之间。其中,一二三航空ARJ21飞机执飞的航班有3对。此外,一二三航空每天还执飞一对揭阳往返桂林的航班。事实上,揭阳成为除上海外,一二三航空ARJ21飞机航班最多的航点;而上海至揭阳航线也是ARJ21飞机执飞的所有航线中航班密度最大的一条。

一名民航业内人士告诉记者,对于商务旅客流较多的航线,航空公司往往会更多考虑航班密度,“因为商务客对航班的时刻非常敏感。”去年,东航推出首批33条“空中快线”,出了专属“品牌标识”,在各销售渠道、值机柜台、专属通道等服务触点向旅客呈现。较高密度的航班设置让旅客搭乘飞机如同搭乘穿梭巴士,受到广大商务旅客的欢迎。目前,上海至揭阳的航班密度实际上已经与部分“空中快线”十分接近。

“如果我们把客流总量设定为恒定,航班密度的大小便与航企投入机型的大小呈反比。”这名业内人士告诉记者,如果航空公司要增加一条航线的航班密度,就会考虑使用相对较小的机型。疫情前,香港至伦敦航线是国泰航空重点“吸金”航线,拥有大量商务旅客。当年在回应外界是否会引进A380客机时,国泰航空有关负责人表示,为了考虑给商务旅客更多的时刻选择,他们并不会考虑双层客机,因为那样会降低航班数量。实际运作中,国泰航空使用波音777-300ER执飞每天3对香港至希斯罗往返,使用空客A350-900执飞另外两对香港至盖特威克往返。

在一二三航空开设航线上海至汕头航线前,东航使用波音737-800、空客A320及A321等客机执飞该航线。“ARJ21飞机的加入或许为航企在原本由单通道客机运营的商务旅客较多的航线上增加了新的选项。”前述业内人士表示,“但考虑到航

班时刻资源、空域流量、使用成本等因素,用小机型提高航班密度的方法或许还要通过更多实际运营来给出最优解。”

## 把理念训练成“肌肉记忆”

“来,您这个箱子需要托运,我给您搬上去吧。”

本次采访得到了揭阳机场的大力支持。说上述这句话的是揭阳机场客服中心的蔡紫帆,当时她正带着记者在机场值机柜台前寻找MU5264的旅客。刚好一位年纪稍大的旅客走到我们面前,正在与记者交流的她的条件反射般上前一步,助旅客一臂之力。

深知民航“真情服务”理念,但是在履行其他工作职责的同时,心中依旧装着旅客还是让记者稍稍有点意外。在如此短的时间内,在并不是他人主动要求的情况下,自发地真情服务,相信这不仅仅是理念入心,而是已经训练成了肌肉记忆。

记者回想起一次在南昌的采访,也是在机场,江西航空党委工作部的同事领着记者赶路。刚好经过的一位旅客随身物品掉在地上,这位同事十分“自然”地上前捡起物品微笑着交到旅客手中。

近年来,“以客户为中心”的理念已深深镌刻在国产飞机产业链广大干部职工心中,为飞机客户着想,为下游业务部门着想,为下一道工序着想。当然,任何一个理念入心、入脑都需要时间与实践的磨练。马克思说:“在科学上没有平坦的大道,只有不畏劳苦沿着陡峭山路攀登的人,才有希望达到光辉的顶点。”希望通过知真理之甘,学而有思,反复学习,学以致用,最终让“以客户为中心”的理念成为全体大飞机人为人处世的肌肉记忆。■



座椅下方配有USB接口  
图|张凯敏



封面文章

# 他山之石—— 欧美支线航空的运营与补贴政策

文 | 岳云峰 唐道春

欧美支线航空在发展水平、运营规模、补贴政策等方面独具特点与竞争优势。美国支线航空通过与干线航空开展差异竞争、业务合作，在区域航空运输服务中占据了较大的市场份额并具备较强竞争实力；欧洲支线航空得益于规范、系统、有效的补贴政策，在服务边远地区的基本航空通勤和区域经济发展方面也发挥了积极作用。



图 | iNews



欧美支线航空在发展水平、运营规模、补贴政策等方面独具特点与竞争优势。美国支线航空通过与干线航空开展差异竞争、业务合作，在区域航空运输服务中占据了较大的市场份额并具备较强竞争实力；欧洲支线航空得益于规范、系统、有效的补贴政策，在服务边远地区的基本航空通勤和区域经济发展方面也发挥了积极作用。

我国与欧美在支线航空发展的经济环境、市场竞争、出行习惯等方面存在差异，但其支线航空发展特点、运营模式和扶持政策仍有一定借鉴和参考意义，尤其是在 ARJ21 飞机进入规模化商业运营新阶段，推进规模化运行、实现商业化成功需在国内市场培育、运营模式创新、政府政策支持等方面持续探索、丰富实践的背景下。

## 美国模式的特点

根据 RAA（美国支线航空协会）统计，近 10 年美国支线航空在机队规模、市场份额等指标方面保持相对稳定，呈现出较强的发展韧性和运营特点。

从行业规模看，体量“大”、态势“稳”。美国支线航空覆盖国内市场并辐射加拿大、墨西哥等邻国，在缺少高铁竞争的情况下，发展腹地广阔，市场份额较高，规模体量世界第一。OliverWyman 和美国运输部数据显示，目前美国 1834 架支线飞机约占美国机队总数的 23.63%、全球支线机队的 56%；支线旅客运输量、收入客英里、可供座英里、就业人数行业占比约为 10%-20%，支线离港航班量、日均航班量行业占比约为 30%~50%。发展态势方面，2011 年至 2019 年美国支线航空的机队规模、日均航班量、飞行小时数略有下降，但在年旅客运输量、年收入客英里、年可供座英里等方面保持稳定增长。

从运行特征看，效率“高”、航距“增”。疫情前，美国支线飞机的日利用率处于较高水平，2019 年螺旋桨支线飞机、中型支线飞机、大型支线飞机的日利用率分别约 7.3 小时、6.2 小时和 9.4 小时；支线航空客座率长期保持 75% 以上且不断增长，从 2011 年的 76.40% 增长至 2019 年的 79.88%；支线飞机平均座级持续增长、平均航距不断拉长，2011 年至 2020 年从 56 座增长至 65 座、758 公里增长至 808 公里。这一趋势主要是成本更低、座级更大的喷气支线飞机逐步替代座级较小的螺旋桨飞机成为支线主力机型，FAA 预测未来 20 年美国 50 座级以下支线飞机将陆续退出，70 座级至 90 座级支线飞机将进一步增加。随着平均航距拉长，美国支线航空的辐射范围扩大、集散能力增加，中短途运输的竞争力更强。

从航空公司看，数量“多”、竞争“强”。2011 年至 2020 年，美国支线航空公司数量稳定在 60 家以上，近年来数量有所减少，从 68 家减少至 62 家，但仍占美国航空公司总数的 78.48%。尽管美国支线航空公司数量较多，但支线市场集中度较高，头部支线航空公司竞争实力较强。2020 年，美国前十大支线航空公司机队数量占比达到 85.97%、旅客运输量占比达到 89.66%。尤其天西航空、共和航空和奋进航空等三家头部支线航空公司规模优势更加突出，其机队规模、旅客运输量占美国全部支线航空的近 50%，仅天西航空一家的机队数量、旅客运输量就占美国支线航空的近 30%。

从机场保障看，支撑“足”、通达“畅”。美国机场对支线航空发展的支撑作用尤为重要，2011 年至 2020 年美国始终保持 600 座以上机场提供支线航空保障与服务。2020 年有 627 个机场提供支线航空服务，且 439 个机场只提供支线航空



近十年来美国支线航空运营情况  
数据来源 | RAA2021 年度报告

项目 \ 年份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
航空公司数量	68	66	63	65	64	67	65	66	66	62
离港航班(百万架次)	4.59	4.46	4.34	4.11	3.87	3.81	3.68	3.86	3.81	2.34
每日平均离港班次	12570	12209	11898	11260	10613	10452	10081	10571	10447	6424
平均座位数	56	56	56	58	61	62	64	63	64	65
旅客运输量(百万)	162.18	161.34	159.13	157.56	156.56	154.92	153.29	159.06	165.17	73.28
平均行程(英里)	471	469	471	477	478	488	487	489	495	502
平均载运率	76.40%	78.01%	78.33%	79.94%	80.55%	79.56%	78.78%	79.37%	79.88%	58.40%
飞行小时(千小时)	5021	4853	4782	4522	4302	4255	4137	4346	4389	2616
收入客英里(十亿)	76.24	75.6	74.94	75.11	74.75	75.46	74.49	77.8	81.7	36.75
可用座英里(十亿)	99.78	96.9	95.67	93.95	92.8	94.84	94.55	98.02	102.27	62.93

服务。美国支线航空在大型枢纽机场获得较大市场份额，2020年美国前10大机场支线航班占比约22.42%-62.20%，全美31个州的支线离港航班量占航班总量的比例超过50%、13个州占比超过75%。总体而言，支线航空是美国航空服务的重要组成部分，覆盖美国94%的机场并提供行业43%的定期航班服务。较高的支线份额，为美国干线航空提供充足的中转客源，促进了干支协同发展。

从运营模式看，干支“合”、运营“分”。美国干支航空的差异竞争，“干支合作”是核心，“运营-运行”分离是特点。通常，大型航空公司提供支线票务预订、地面保障等，协助市场营销、商业推广等运营活动；支线航空公司以大型航空公司承运人的身份，按照协议要求在大型航空公司运营的枢纽机场和市场需求较低的周边城市之间运营支线航班。合作中，大型航空公司承担航油及其他成本费用波动的风险，支线航空公司则受益于运力购买合作保障，可以避免需求疲软、油价上涨等因素导致经营恶化的风险。美国支线航空公司最主要的收入来源于代码共享航班运营，大型航空公司根据航班数量、飞行时间向支线航空公司支付固定费用，同时结合航班量、准点率和其他运营指标完成情况给予额外奖励。例如，2020年天西

航空代码共享收入占比约96.88%。

## 欧洲发展机制

为维持基本、必要和稳定的航空运输服务，特别是在商业竞争环境下为难以实现经济效益的边远地区提供航空服务，欧盟制定并推行公共服务义务条款(PSO)，其具有以下特点。

明确了补贴范围和基本原则。按照PSO实施指南定义，欧盟成员国认为如果单靠市场主导不能提供可接受的航空服务水平进而导致区域发展目标不能充分实现时，由PSO提供连续、稳定、低价和最低运力的航空服务，提供市场保护、政策补贴两种保护措施，确保边远或欠发达地区获得航空通勤。欧盟1008/2008法案第16条规定了PSO基本原则：成员国实施PSO需向欧盟备案并与航空公司签订服务协议；运营PSO航线并非自动获得独家经营或补贴，航空公司自愿放弃权利则任意航空公司可以运营开放型PSO航线；PSO政策是“天空自由”的例外规定，须严格遵守公开透明、非歧视、相称性等原则规定和限制条件，不能限制欧盟内成员国或航空公司参与。

划分了航线类型和补贴标准。欧盟规定两类航线可以适用PSO政策。第一类航线是连接边远或欠发达地区机场，评估标准与地理位置、行政、商业、教育和医疗情况有关，欠发达地区以人均GDP或失业率进行评估。第二类航线是连接任意机场的瘦薄航线，根据欧盟大量PSO案例经验，年旅客运输量低于10万人次的航线通常视为瘦薄航线。当前，欧盟176条PSO航线中，第一类航线77条，第二类航线7条；同时属于第一、二类航线92条，占比52.27%。补贴标准方面，欧盟没有制定统一标准，由成员国根据航线运营情

况自主决定，但强调在考虑航线运营收入和合理利润的情况下，补贴不能超过航线运营的实际成本和承运人的竞标报价，同时要求承运人建立翔实准确的会计系统以便核算成本与收入，确保PSO补贴机制公开透明。

设定了运营要求和限制条件。PSO航线要求承运人按照连续性、稳定性、低票价和最低运力等服务标准在合同期内实施满足规定运营条件的航空服务。欧盟大多数国家PSO航线设定了运行条件，但在具体标准方面存在差异，其中最低运力投放、每周航班数量和机型座级是基本要求，而对运营期限、票价限制、居民优惠等限制条件则有不同考虑：最低运力方面，不同PSO航线因市场需求不同而差异巨大，其中72%的航线年最低座位数要求在10万个以下；每周航班方面，绝大部分PSO航线要求每周运营2个以上往返航班，以保证旅客能够当天往返或进行便捷的航班转接；机型座级方面，既有单独限制机型或最低座级的航线，也有同时要求两项条件的航线。现有PSO航线中，84.09%的航线由本国航空公司运营，93.18%的航线需全年运营，71.02%的航线提出最高票价限制，45.45%的航线要求给予优惠或折扣。

规定了竞标程序和审查机制。PSO区分了公开航线和独家运营航线，独家运营必须通过公开竞标方式取得运营资格。在竞标之前或过程中，如已有航空公司根据PSO规则提供定期航班服务，或其愿意提供等同航班服务且无需独家经营或航线补贴，则竞标程序终止。PSO航线独家运营期限一般不超过4年，竞标限于欧盟航空公司参与，实际运营中本国航空公司承运本国PSO航线的比例较高。欧盟要求各国建立PSO审查机制，对在竞标或审查过程中出现违反欧盟法律的情况能够采取可行

国家	PSO航线数量	年旅客运输量(万人次)	座位数要求(万座)	每周航班要求	座级要求(座)	全年运营要求	最高票价限制	居民优惠折扣
克罗地亚	10	47.92	0.38-33.50	1-28	/	否	否	否
塞浦路斯	1	3.44	3.74	2	≥100	是	是	否
捷克	3	1.40	3.65-4.58	11	≥35	是	是	否
爱沙尼亚	3	2.90	0.12-1.13	12-16	/	否	是	否
芬兰	3	2.09	2.47-4.52	10-15	≥29	是	是	是
法国	37	746.51	0.60-110	2-20	≥29	否	是	是
希腊	28	78.91	0.61-2.74	2-14	/	是	是	否
爱尔兰	3	12.48	4.38-7.01	14-33	≥8	是	是	是
意大利	11	290.56	11.26-85.10	2-63	≥53	否	是	是
立陶宛	1	/	61.15	4	≥98	否	否	否
葡萄牙	20	148.98	0.27-13.48	1-37	≥35	否	是	是
西班牙	23	502.41	68.80	0-98	≥19	否	否	是
瑞典	11	10.00	0.37-5	6-12	/	是	是	否
英国	22	32.50	0.17-23.15	2-20	≥32	是	是	是

措施进行有效审查。通常，欧盟委员会可就PSO基本原则或竞标程序对某一航线运营造成过度或不当限制展开调查并基于相关因素和事实作出裁决，也可以要求成员国对PSO航线相关事项予以进一步沟通或澄清，包括各国开通PSO航线的必要性、经济性、替代交通方式分析以及符合前述基本原则的证明等。

促进了支线发展和社会效益。PSO政策实施以来，为促进欧洲支线航空发展提供了有效支撑。目前，欧盟共有14个国家对176条PSO航线提供约2.19亿欧元补贴支持。其中，法国PSO航线最多，达到37条，2018年旅客运输量746.51万人次、补贴金额4680.45万欧元；其后依次为希腊28条、西班牙23条、英国22条，旅客运输量从数十万到数百万人次、补贴金额从数百万到数千万欧元不等。PSO航线补贴金额与旅客运输量没有直接关系，主要由各国根据航线情况和实际需求确定，但要求必须对促进地区经济和社会发展必要且重要。PSO政策为服务欧洲欠发达地区航空通勤和改善边远地区通达性发挥了重要而积极的作用，而地区通达性对

欧盟国家PSO航线的经营情况  
数据来源 | 欧盟PSO航线清单(最新更新为2018年版)



于经济发展、就业增长和社会融合至关重要。PSO 实施指南研究表明，地区通达性每提高 10%，则促进人均 GDP 增长 0.5%、GDP 总量增长 1%。

## 启示与借鉴

从以上分析可以看出，欧美支线航空形成了独具特色的商业模式和政策机制，在促进边远地区航空通勤、经济发展、就业改善、福利税收等方面发挥积极作用，实现了持续稳定的规模发展。相对而言，我国支线航空在运营规模化、发展稳定性、政策精准性等方面仍面临困难与挑战。笔者认为，对比中美市场发展的差距，再对比中欧政策体系的差异，中国可以在以下方面着手改善支线航空的发展。

在规模体量方面，相比美国体量“大”、实力“强”的特点，我国支线航空机队规模和市场占有率较小，支线航空公司竞争力偏弱，更需培育国内支线航空市场。2020 年，我国仅有 201 架支线飞机，占国内机队的 5.1%，占全球支线机队的 5.79%，远低于美国同口径 31.50%、53.37% 的比例。旅客运输量方面，2019 年我国支线机队旅客运输量约 2085 万人次，行业占比 3.16%，我国支线飞机数量和旅客运输量约为美国支线航空的十分之一。

目前，我国仅有 12 家航空公司运营支线飞机，而华夏航空、天津航空、成都航空的支线飞机数量合计仅占美国天西航空的 19.25%，差距明显。因此，建议进一步加强我国支线市场培育和旅客支线出行习惯培养，在中小机场较多、旅游资源丰富的地区培育支线市场需求，拓展支线服务范围，丰富支线运营场景，实现支线机队与中小机场相互带动、支线网络与旅游景点相互连接、支线航空与综合交通相互补充的发展格局，壮大发展空间。

企业兴则行业兴，建议重点扶持国内具有一定规模的支线航空公司发展壮大，形成规模效应，发挥头雁作用，对其支线基地布局、区域支线运营给予市场与政策支持。

在资源保障方面，相比美国支撑“足”、通达“畅”的特点，我国支线航空核心资源配给不足，中小机场与支线航空协同性不够，更需加大支线时刻资源倾斜。我国支线航空在千万级以上枢纽机场的平均市场份额不足 5%，在 200 万以下中小机场的平均市场份额低于 20%，远低于美国支线航空在同等规模机场 10% 和 60% 以上的份额水平，凸显出我国支线航空市场份额和资源配给不足的短板。同时，由于市场培育和补贴支持有限，支线覆盖率和通达性不高，其中干支机场通航率约 24%，支支机场通航率仅 0.4%，有限的支线运营空间严重影响支线飞机利用率，不利于在中短途市场取得竞争优势。

因此，借鉴美国枢纽机场提供较大比例支线航班服务的经验，建议给予国内支线航空运营一定比例的基本时刻保障，加大枢纽机场对支线航空的时刻配置，提升支线航空市场份额和发展空间，优化干支联运与网络衔接，促进干线网络与支线网络深度融合，实现支线航空与中小机场协同互补发展，提高支线航空运营质效。

在商业模式方面，相比美国干支“合”、运营“分”的特点，我国干支相互竞争多于彼此合作，暂未形成以干支结合促优势互补，更需强化干支航空差异定位。长期以来，国内干支航空公司在竞争中互占市场，缺少互补需求与协同合作，除通程航班外，干支合作范围小、程度浅、模式单一。干支缺少深度合作，国内支线只能直面干线和高铁竞争，发展空间受内外挤压：一方面，没有形成与大型航空公司顺畅的合作机制，没有实现与干线航空明确的错位

发展、互补互促；另一方面，不能通过合作安排提前锁定经营收入，避免市场波动、不确定性带来的经营风险。

因此，建议借鉴美国支线航空商业模式，强化国内干支航空发展的差异定位，鼓励支线航空公司专注支线运营和支线布局，引导大型航空公司专注枢纽网络和干线运营，支持大型航空公司采用购买运力、代码共享等方式，通过资源分配、政策区分、考核导向等方式实现干支航空公司错位发展、差异竞争，实现干支联运、优势互补。

在政策体系方面，相比欧盟统一、完善的政策体系，我国支线航空补贴政策多样分散，不同政策之间的协同性和互补性相对不足，更需研究支线航空政策融合。补贴政策是推动支线航空发展的有力支撑，我国已制定实施了支线航空补贴和中小机场补贴两项支线航空发展扶持政策，分别补贴运营支线航线的航空公司和年旅客吞吐量低于 200 万人次的中小机场；同时，民航局与青海省开展了基本航空服务计划试点，选择支线机场作为试点，探索改善偏远地区航空出行扶持模式。

对照欧盟政策体系，我国支线航空政策在统一性、系统性等方面仍有完善空间，建议进一步融合支线航空补贴、中小机场补贴与基本航空服务计划等支持政策，增加支线航空在中小机场运营的补贴力度，增强基本航空服务计划对支线航空的倾斜，扩大支线独飞航线和独家经营的政策保护，研究形成三位一体的支线补贴与激励体系。

在补贴激励方面，相比欧盟提供持续稳定、合理激励的补贴支持，我国支线航空补贴实行事后申报制度，没有考虑运营成本利润，更需提高支线补贴激励兑现。按照我国支线航空补贴政策规定，支线航空补贴按年度申请，上一年符合条件的补

贴金额纳入下一年度预算，补贴金额主要由支线类型、客座率确定的补贴标准乘以旅客运输量决定，其中连接藏区（不含西藏）、新疆区内机场的支线等情况补贴标准上浮 20%，同时只对运营西藏区内航线和连接西藏机场的跨区航线经核定的运营亏损全额予以补贴。

现有政策容易造成干线机型在低客座率的情况下获得更多补贴，对于支线机型执飞支线航线的补贴激励不够，同时暂未考虑支线运营成本差异以及合理利润等因素。因此，建议借鉴欧盟 PSO 补贴综合考虑支线运营成本、航线收入和合理利润的做法，提高我国支线补贴标准，补偿支线运营成本，考虑合理利润收入，促进支线航空稳定和可持续发展。

在服务标准方面，相比欧盟设定多项支线运营要求和限制条件，我国支线航空补贴政策缺少对支线服务标准的具体规定以及要求，更需增强政策精准性、针对性。当前，我国支线航空补贴政策明确了补贴年度内持续运营（淡季不停航）的服务要求，基本航空服务计划提出了航线安排（支线机场至省会/枢纽机场）、航班频次（早晚各一班）、不得减班（两个航季内）等运营规定，但没有结合具体航线或区域市场需求进一步明确运营与服务标准。

参考欧盟 PSO 补贴政策规定，建议进一步完善我国支线航空政策的支持范围、运营要求，通过设定明确的机型座级、航班数量、最低运力、票价限制、航班时刻等运营条件或标准，让政策标准更多适用于支线机型执飞支线航线并提供支线服务的情况，同时为干线航空公司提供枢纽网络接驳，给予支线航空更加精准的政策支持。■

航空制造

# 曲折中缓步复苏的航空制造业

## ——2022 年上半年全球航空制造业回顾

文 | 陈培儒

伴随着新冠肺炎疫情的起伏、俄乌冲突的影响以及全球竞争格局的扑朔迷离，航空制造业在百年未有之大变局中逐步复苏。但近两年，疫情及全球经济发展速度的放缓对航空制造企业造成了巨大的冲击。然而，机遇与危机总是并存的，进入 2022 年，全球航空制造业正在曲折中缓步复苏。

←

图 | 空客官网

### 空客波音喜忧参半

进入 2022 年，空客试图尽快走出危机，但市场需求萎靡及供应链难以跟上节奏等依然是困扰空客的主要难题。根据公司发布的 2022 年上半年业绩报告，公司上半年营业收入 248.1 亿欧元，实现同比增长，但较为遗憾的是，公司总部及商用飞机部门营业收入为 175.33 亿欧元，同比下降 2%。空客上半年净利润 19.01 亿欧元，同比减少 15%，自由现金流为 16.46 亿欧元，同比减少 18%。

事实上，供应链难以满足产能需求的问题已经困扰空客多年，如今在经历了疫情的洗礼后，不少中小企业为了生存，在过去两年大量裁员，使得产能问题更加凸显。其中，发动机产能不足的问题尤为突出。截至 2022 年 6 月底，空客有 26 架飞机因为发动机短缺而无法按时完成总装。此外，在综合考虑供应链问题后，空客已经将 2022 年飞机交付计划从早前的 720 架减少至 700 架，公司最畅销的 A320 系列飞机产能提速计划也随之变化，即从原来 2023 年年中实现月产 65 架，推迟至 2024 年年初实现这一目标。

但目前为止，空客并没有改变 A220、

A330neo 和 A350 系列飞机的产能提升计划。根据空客的规划，到 2025 年 A220 系列飞机产能将从现在的每月 5 架提升至 14 架；A330neo 系列飞机的产能从 2022 年年底的每月 2 架提升至每月 3 架；A350 系列飞机的产能从 2023 年年初的每月 5 架提升至每月 6 架。

为了实现这些目标，空客不仅加强与产业链企业的沟通，希望其能够更乐观地看待行业的长期发展，另一方面空客也在加快自身核心业务能力建设。2022 年年初，空客在法国总部成立专门的结构件子公司——Airbus Atlantic，之后又在德国成立了 Airbus Aerostructures 的结构件分公司，这两家企业将整合空客在全球各地的结构件生产能力，助力空客结构件业务与总装业务的协同发展，从协同创新的角度不断提升生产效率。初期，这两家公司将主要服务于空客项目和面向未来的零排放飞机项目。

总体来看，2022 年上半年波音商用飞机业务虽然较去年有所改善，但在一些细分市场，正在被竞争对手不断拉开差距。从窄体客机市场来看，A321XLR 的首飞意味着在这一细分市场，波音目前并没有可以与之抗衡的产品，但市场对于这一类型飞机的需求却较为可观。尽管从 2020 年 11 月 737MAX 复飞至今，这一型号已经累计飞行超过 150 万小时，但在中国市场这一机型仍未恢复运营，这也直接导致波音已多年未能在中国市场收获飞机订单。但竞争对手空客却在中国市场获得了百架新飞机订单。在宽体客机市场，尽管 7 月末波音 787 项目已经获得美国联邦航空安全局 (FAA) 的批准，将很快恢复交付，但也给公司造成了约 20 亿美元的额外异常成本。同时，根据《航空周刊》的报道，尽管早前波音以极低的生产速度维持这一机型的生产，但目前至少有 100 架 787 在

波音工厂等待交付。另一款被公司寄予厚望的 777X 项目也再次推迟交付时间。在货机市场，过去波音相比对手一直有着明显的优势，但如今空客已经开始加速争夺这一市场，并推出了 A350 系列飞机的衍生货机，获得了不俗的市场反映。

综合上述因素，目前波音无论是在订单量还是交付量上都落后于竞争对手空客。根据已经公开的数据显示，2022 年上半年空客共获得 442 架飞机订单，交付 295 架新飞机；波音收获 286 架飞机订单，交付 216 架飞机。从储备订单来看，截至 2022 年 6 月底，空客的储备订单为 7046 架，波音为 4239 架，空客的优势十分明显。

### 逆境中寻求新机

巴航工业 2022 年上半年的表现可以说很好地诠释了何为“逆境中寻求新机”。

2022 年 3 月，公司对外宣布正式启动 E190/E195 的客改货项目，并在 5 月和 6 月分别与北欧航空资本及一个匿名客户各达成 10 架确认订单。事实上，巴航工业此时将眼光投放至货机市场，一个很重要的原因也是后疫情时代新的市场需求所致。巴航工业曾表示，之所以现在启动客改货项目主要从三方面考虑。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，使市场对航空货运的需求空前高涨，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，长期租赁合同逐渐接近期满，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 年至 15 年。同时，巴航工业还强调，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，与窄体喷气货机相比，E 系列货机的运营成本可以减少 30%。

除了传统的飞机市场积极布局之外，巴航工业还在加速新能源转型。2022 年 5 月，巴航工业宣布签署一份电力购买协议，以确保到 2024 年，公司在巴西所使用的电力将 100% 来自可再生能源。这意味着，巴航工业将最初设定并对外公布的 2025 年的承诺目标，提前了整整一年。

在城市空中交通领域，巴航工业的子公司 Eve 在 2022 年上半年与 Zanite 公司完成合并后上市，并获得了 3.77 亿美元的收益，这笔收益将为公司 eVTOL 航空器的取证和投入市场提供研发资金。目前，巴航工业这家子公司已经与全球多家城市空中交通领域的运营商建立了合作伙伴关系，并获得了 1825 架 eVTOL 航空器订单。

由于受到欧美的制裁，俄罗斯民用航空工业遭受了巨大的冲击。为了应对挑战，2022 年上半年俄罗斯通过各种手段减少制裁对航空业发展的影响。例如，俄罗斯国

内仍在加快推进行业整合与并购。俄罗斯联合航空制造集团公司 (UAC) 在 2022 年上半年完成了对苏霍伊、米格的兼并，这意味着公司治理结构从过去的三级过渡到两级。通过这次合并，UAC 不仅成为了总部职能部门，同时还具备了直接管理生产及设计局、实施飞机项目和研发先进装备的功能。未来，UAC 将有望更好地从总体上分配行业资源。

此外，为了应对危机，2022 年上半年，俄罗斯通过政府牵头的方式召集行业企业举办民用飞机制造企业发展会议，共同研究俄罗斯民用飞机研制、市场开拓、进口替代计划实施等多项工作。在这次会议上，俄罗斯政府明确表示将在未来 3 年内提供超过 1220 亿卢布用于民用飞机的研制。同时，政府也将进一步引导国内航空公司购买本国研制的民用飞机。俄罗斯政府表示，在 2030 年将支持国内航空公司采购 583 架国产民机，实现俄罗斯本土研制的飞机在大型航空公司机队中占比达到 30% 的目标。在国产替代计划方面，政府将引导俄工贸部与俄罗斯技术集团一起对 MC-21 和 SSJ-100 项目的进口替代计划进行全面分析评估，并重点关注飞机批产和售后服务体系建设等问题，必要时将为售后服务体系建设等环节投入更多的资金支持。

图 | Auto Evolution



2022年6月末，俄罗斯政府又出台了《2030年俄罗斯联邦航空运输发展综合规划》，计划在未来7年，拨款7700亿卢布（约847亿元）用于支持航空运输业及航空制造业的发展。其中，约4000亿卢布（约440亿元）将直接用于支持国产飞机制造，计划生产1000多架国产飞机，从而将俄罗斯国内国产飞机在航空运输业中的占比从2021年的31%提升至81%。

### 供应商产能提升值得关注

2022年上半年，发动机产能的不足成为了困扰飞机制造商的难题。数据显示，2022年第一季度，CFM国际公司交付了239台LEAP系列发动机，虽然已经比去年同期交付量有所提升，但仍然无法满足飞机制造商的需求。另一个发动机制造商普惠公司也同样如此，由于下游供应商未能按时交付产品，公司2022年第一季度有近70台发动机未能按时完成总装，交付量甚至比去年还减少了18台，仅为119台。

目前，窄体客机是飞机制造商交付的主流产品，其中A320neo和737MAX又是其中的主打产品。从这两款机型所选用的发动机来看，CFM国际公司的LEAP 1B发动机是737MAX系列飞机的唯一可选发动机，A320neo则有LEAP 1A发动机和PW1000G两个可选动力装置。如今由于A320neo系列飞机的交付需求更大，因此发动机产能不足的问题对空客造成的困扰也更大。

为了解决产能不足的问题，发动机供应商正在制定相应解决方案，预计2022年下半年产能不足的问题将有所缓解。但需要指出的是，由于发动机的生产极为复杂，对供应链管理的要求极高，因此短期解决产能不足的问题恐怕并不现实。根据《航空周刊》预测，发动机产品产能不足

所导致的飞机产能下降问题还需要一段时间才能恢复，那些由于缺少发动机而无法完成总装的飞机至少要到2023年才能完成总装。

2022年上半年，另一个较为突出的问题就是由于生产成本的上涨，主制造商与供应商之间的关系也变得更加敏感。根据Jefferies分析师在2022年发布的一份原材料调查报告显示，2021年12月全球消费物价指数（CPI）上涨了7%，是1982年以来最大的月度上涨。今年由于受到大宗商品价格上涨和俄乌冲突等影响，预计铝、复合材料、钛、钢等材料的价格仍将继续上涨。预计与2019年疫情前相比，行业今年原材料价格将高出23%，到2023年将高出25%。这对于行业来说将是一个沉重的负担。

在劳动力成本方面，疫情后航空业在吸引成熟劳动力方面也面临挑战。过去2年多，由于受到疫情的影响，不少企业进行了裁员，如今当行业逐步复苏后，人力资源短缺问题凸显出来。在调查报告中显示，2022年全行业大约至少需要增加3%的人力资源才能满足行业复苏的需求，但高额的人力成本或许将超出劳动力增长所带来的收益。

为了抵消成本增加带来的影响，产业供应链企业不得不提高价格，将成本转嫁给客户，但事实上飞机销售的价格并没有水涨船高，这就形成了一个难以调和的矛盾。事实上，对于主制造商来说，还试图进一步压低供应商价格。但从长远来看，主制造商与供应商在一定程度上是利益共同体。重振供应链企业的信心，帮助产业链中的中小企业走出困境，对于主制造商的长远发展来说同样重要。■

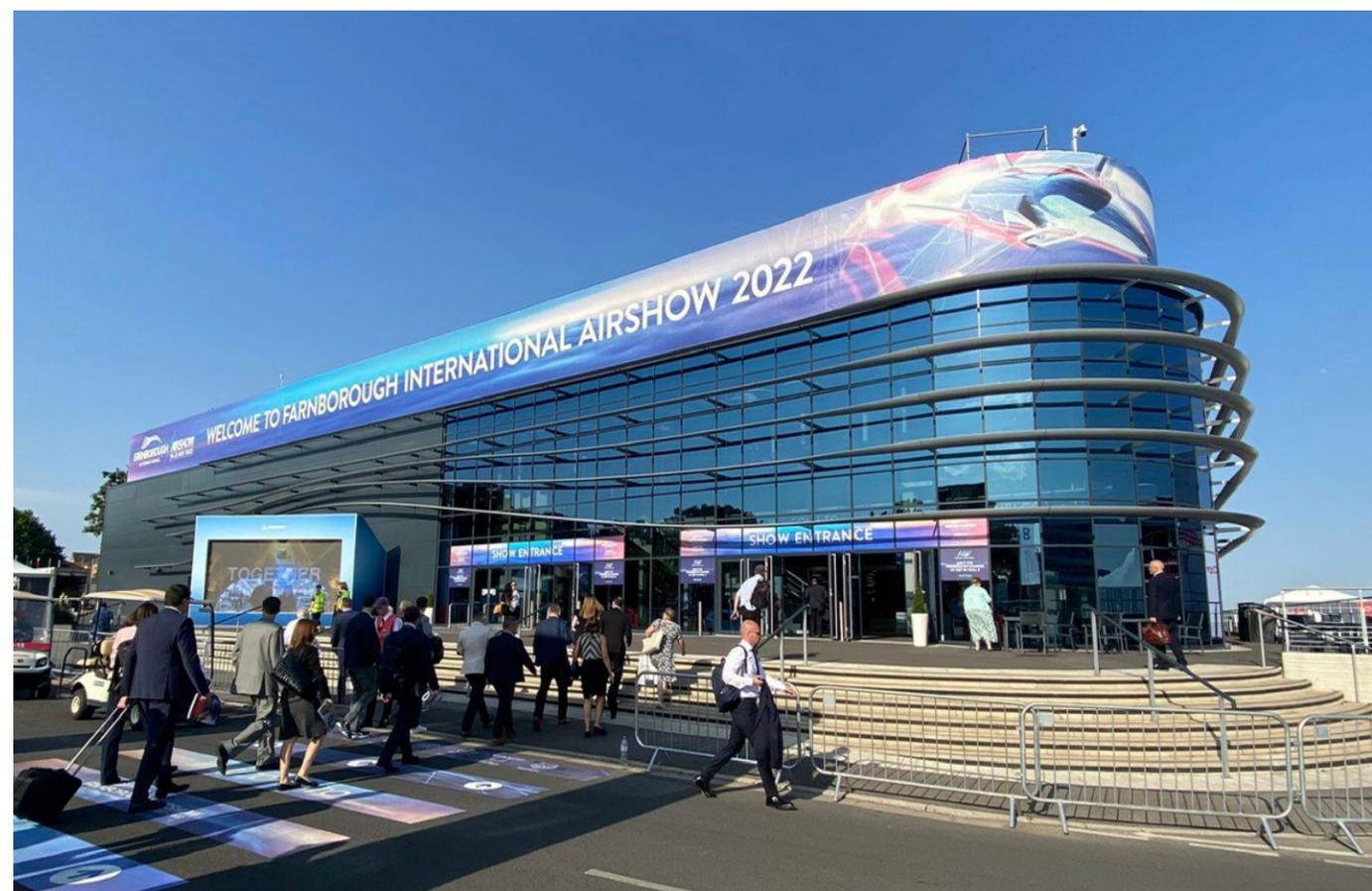
航空制造

## “订单潮”退去 航空业探寻新发展理念 ——有感 2022年范堡罗航展

文 | 海鹭

过去十多年，作为世界第二大航展的英国范堡罗航展不仅是企业沟通交流的重要平台，更是行业发展的晴雨表。2022年7月18日至22日，范堡罗航展如期在英国汉普郡举行，这也是自2020年新冠肺炎疫情在全球爆发之后，航空航天领域线下举办的最大规模航展。

↓  
图 | 范堡罗航展官网



过去十多年，作为世界第二大航展的英国范堡罗航展不仅是企业沟通交流的重要平台，更是行业发展的晴雨表。2022 年 7 月 18 日至 22 日，范堡罗航展如期在英国汉普郡举行，这也是自 2020 年新冠肺炎疫情在全球爆发之后，航空航天领域线下举办的最大规模航展。据统计，大约有 60 多架飞机参加本届航展，展会面积达到 8 万平米，参展观众数量达到 15 万人次，参展商及参展品牌达到 1500 余家，这些数字意味着全球航空航天业正在重回正轨。

### “订单潮”退去，市场谨慎乐观

由于受到疫情的影响，本次范堡罗航展是时隔四年之后再次举办的一届航展，因此参展商们都十分重视这一久违的行业盛会，纷纷携看家产品亮相航展。

在商用飞机产品方面，此次波音派出了 777-9 和 737-10 两款机型参展，这也是这两款机型首次在海外亮相。在本届航展上，这两款机型不仅进行了静态展示，还进行了演示飞行，并通过垂直起降等飞行姿态展现了飞机的良好性能。

空客携 A350 和 A220 两款商用飞机参展，显然作为在细分市场目前唯一可用的新一代飞机，空客希望能够通过航展进一步向潜在客户展示这两款飞机的良好性能，以期进一步开拓市场。

从订单数来看，波音在本届航展相比空客有更多的收获。根据 Cirium 的数据统计显示，本届航展波音共收获 255 架订单，占本届航展所有飞机订单数的一半以上，这主要归功于航展首日波音就收获了来自达美航空 100 架 737MAX10 的订单和 30 架波音其他飞机的选择权。根据计划，达美航空的这笔订单将从 2025 年开始交付，如果这些订单最终全部实现，将是达美和波音过去 10 年来最大的一笔交易，

订单总额将达到 176 亿美元。

空客本届航展共收获 85 架飞机订单，机型涉及 A220、A320neo 系列飞机和 A321XLR 飞机。其中最大的一笔单笔订单来自易捷航空，其订购了 56 架 A320neo 系列飞机。易捷航空目前是全球最大的空客单通道飞机运营商，公司运营超过 300 架 A320 系列飞机。

从订单数来看，显然疫情对航空业的影响仍在蔓延。在新冠肺炎疫情爆发之前，无论是巴黎航展还是范堡罗航展，通常飞机订单数合计可达到 800 架至 1500 架的规模。此外，市场对于宽体客机的需求依旧十分萎靡。本届航展，除了波音收获了一些 787 系列飞机订单之外，空客在宽体客机市场颗粒无收。这与 2021 年的迪拜航展十分相似。2021 年迪拜航展上，尽管飞机订单价值达到了百亿美元的规模，但远程宽体客机的订单数十分稀少，阿联酋航空、迪拜航空等中东土豪航空公司一掷千金，大量购买远程宽体客机的景象已经不复存在。

巴航工业在本届航展共收获 30 架飞机订单，客户主要来自北美市场，其中包括阿拉斯加航空的 E175 飞机订单和波特航空的 E195-E2 订单。尽管订单数并不多，但有一点需要关注的是，航展期间巴航工业收获了超过 250 架新概念涡轮螺旋桨飞机的意向订单。

一直深耕支线飞机市场的 ATR 公司本届航展收获了 58 架新飞机订单，机型包括 ATR42-600S 和 ATR72-600。此外，公司还与日本初创企业 Feel Air Holdings 签署了 36 架 ATR42 和 ATR72 意向订单。

尽管订单数与过去不可同日而语，但飞机制造商们依然对行业长远发展充满信心，这一点从波音和空客发布的市场预测报告可见一斑。

航展期间，飞机制造商发布市场预测报告，一方面是一种发挥影响力的手

段，另一方面也是凝聚市场共识、引领市场发展趋势的重要手段。在本届范堡罗航展上，波音发布《民用航空市场展望》（2022CMO），在这份预测报告中，波音认为，到 2041 年全球将需要 41000 架新飞机，这些飞机中将有一半左右用来替换现有飞机。在这份预测报告中，波音专门提及了长航程单通道飞机，公司认为这是一个正在崛起的新兴细分市场。同时，波音预测，中小型宽体客机的市场容量也将逐步增长，并将取代传统的四发宽体飞机，这也从侧面解释了为何此次波音在众多机型中选择 737-10 和 777-9 亮相范堡罗航展。另一个值得关注的是，或许是早前波音终止了与巴航工业的谈判，因此波音在市场预测报告中并没有提及喷气支线飞机市场，或许这也预示着，短期内波音并不打算涉足这一细分市场。

空客则在航展前一周发布了面向未来 20 年的商用飞机市场预测报告。与波音的市场预测报告将机型分为喷气式支线飞机、单通道客机、宽体客机和货运飞机不同，空客这次的市场预测报告在飞机类型划分上更加简化，只分了单通道客机和典型宽体客机两种，这也从侧面反映出空客产品谱系的发展思路。这种思路的转变或

许与空客收购 A220 飞机有着直接关系。凭借灵活性和通用性的优势，A220 正在抢占过去传统市场划分中所谓的 100 座级至 150 座级的支线航空市场。在报告中，空客指出，到 2041 年，全球客货运市场将需要新飞机 39490 架，其中绝大多数为单通道飞机，数量为 31610 架。以这种新的分类方式，空客预测，未来 20 年单通道飞机在全球新飞机交付中的占比将从其 2021 年市场预测的 76% 提高至 80%，宽体客机则占剩下的 20% 份额。

### 可持续发展成全行业焦点

本届航展上，可持续发展成为了热点话题，除了航展日每天都有相关倡议和企业间合作的发布会之外，无论是飞机制造商、发动机制造商还是产业链企业，都在不遗余力地宣传着各自的可持续发展理念与行动。

作为主办国，英国政府在航展首日就宣布航空业零排放战略（Jet Zero），并向公众发布了到 2050 年实现航空业净零排放的计划。此外，英国航空工业协会 ADS 也公布了净零排放的总体规划。

空客围绕“与客户携手，迈向绿色未



图 | 范堡罗航展官网

来”的可持续发展理念，航展期间，空客与加拿大航空、法荷航集团、易捷航空、国际航空集团、南美航空集团、汉莎集团和维珍大西洋航空等多家大型航空公司签署协议，共同探索未来通过直接从空气中捕获碳的技术提供碳消除额度的机会。

空客此次提出的直接空气碳捕获和储存（DACCS）是一种潜力很高的技术。这一技术使用大功率风扇直接从空气中过滤和去除二氧化碳排放，这些二氧化碳一旦从空气中被去除，将会被安全地永久储存在地质储层中。由于航空业无法在排放源头就直接将释放至大气中的二氧化碳捕获，这个直接从空气中捕获和储存碳的解决方案将使得航空业能够从大气中消除与其运营中排放量相当的二氧化碳量。

通过直接空气捕获技术进行碳消除是可持续航空燃料（SAF）等其他可减少二氧化碳排放解决方案的有益补充，能够解决无法直接消除的剩余排放。

作为协议的组成部分，这些航空公司已承诺可能从 2025 年到 2028 年就订购经过验证且持久的碳消除额度进行谈判。碳消除额度将由空客的合作伙伴 Occidental 公司低碳风险投资业务的子公司、直接空气捕获公司 Carbon Engineering 的全球渠道合作伙伴 1PointFive 公司颁发。空客与 1PointFive 的合作包括订购 40 万吨碳消除额度，将在四年内完成交付。

此外，空客还与 CFM 国际公司联手宣布，双方将共同对 CFM 的开放式风扇发动机架构开展飞行测试。作为 CFM 可持续发动机革命性创新（RISE）验证计划的一部分，该飞行测试验证机将安装在一架空客 A380 飞机上，旨在推进和加速先进推进技术的发展。相关飞行测试项目将于 2026 至 2030 年间在位于法国图卢兹的空客飞行测试中心进行。在使用 A380 进行试飞前，CFM 将在位于美国

加利福尼亚州维克托维尔的 GE 航空飞行测试运行中心进行发动机地面测试和飞行测试验证。

飞行测试项目将实现若干目标，这些目标将有助于提高未来发动机和飞机的效率，其中包括：提升对发动机与机翼整合和空气动力学性能的理解，提高推进系统效率；验证性能优势，包括更高的燃油效率，与当前效率领先的发动机相比进一步减少 20% 的二氧化碳排放；评估声学模型；确保可以兼容使用 100% 的可持续航空燃料。

发动机制造商 GE 公司在航展期间推出了“GE to Net Zero”，即以数字化形式全面展现 GE 航空为实现航空业 2050 净零排放所作出的各项创新努力。其中，在定义和开放下一代发动机技术方面，GE 共展示了三大关键演示项目，除了其合资公司 CFM 国际公司的 RISE 项目之外，GE 航空还与空客共同合作开展了氢动力飞行测试项目，与美国航空航天局、波音公司合作开展兆瓦级混合电力推进系统项目，航展期间 GE 向公众推介了这些项目，并表示未来 10 年，这些创新技术将通过多项地面测试和飞行测试得到验证，预计到 2030 年代中期开始应用在新一代商用飞机发动机上。

## 热火朝天的新项目

本届航展上，尽管传统的商用飞机市场表现平平，但无论是超音速客机、混合动力飞机还是电动垂直起降飞机（eVTOL）领域却是一番热火朝天的景象。

巴航工业在本次航展上首次向公众展示了电动垂直起降飞机全尺寸客舱模型，观众可以通过现场的增强现实技术（AR）更直观地探索巴航工业最新的 eVTOL 的外形特征。这款全新的 eVTOL 采用了复合翼构型，拥有 8 个垂直升力动力组件和

2 个推进式螺旋桨，持续航程可达到 100 公里，速度可达 200 公里/小时，可实现持续飞行 30 分钟。

空客展示了专为零排放飞行而设计的电动垂直起降飞行器——CityAirbus NextGen 的等比例模型。这款 eVTOL 配备固定翼、V 形尾翼以及 8 个电动螺旋桨，设计目标是可以搭载 4 名乘客实现零排放飞行，按计划原型机将在 2023 年首飞。

赛峰集团与 VoltAero 公司签署了供货协议，将为 VoltAero 公司 Cassio 330 原型机的并联混合动力推进系统提供 ENGINeUS100 智能电机。根据协议条款，赛峰电气与电源公司将在 2022 年年底前交付一台 ENGINeUS100 电机，用于混合动力推进系统的地面续航测试。2023 年提供符合试飞要求的 ENGINeUS100 电机，以开展 Cassio 330 原型机的飞行测试。该电机的认证计划于 2023 年年中进行。

为 Cassio 330 提供动力的 ENGINeUS100 在起飞时的最大额定功率将超过 150 千瓦，并将与一台 150 千瓦的热力发动机集成在由 VoltAero 公司持专利的混合动力推进装置中。ENGINeUS100 包含集成的电机控制器和用于热管理的优化空气冷却系统。

另一个发动机制造商罗罗公司与现代汽车集团宣布将联手把全电动推进和氢燃料电池技术推向先进空中交通（AAM）市场。本次双方签署的谅解备忘录包括五大战略目标，分别是就现代集团 AAM 部门的动力和推进系统技术开发和要求展开合作；合作实现罗罗的动力和推进系统在 AAM 市场的工业化；开发基于氢燃料电池的电动推进系统，为现代集团 RAM 平台提供能源来源；将共同开发的燃料电池电动推进系统推向更广泛的 AAM 市场；到 2025 年联合交付燃料电池电动飞机验证机。

在超声速客机方面，Boom 公司公布



图 | 范堡罗航展官网



了“序曲”（Overture）客机的最新设计细节。根据最新公布的信息，Overture 超声速飞机可以搭载 65 名至 80 名乘客，航程 4250 海里，可使用 100% SAF，按计划将在 2026 年开展试飞，2029 年投入商业运营。航展期间，Boom 公司与科林斯宇航签署协议，双方将合作评估和开发 Overture 项目的防冰系统；与赛峰集团签署协议，共同为 Overture 项目研发起落架系统。此前，Boom 公司已经与科林斯宇航、伊顿和赛峰起落架系统等在内的航空供应商合作，推出了用于超声速客机的铁鸟试验平台。

英国皇家空军快速能力办公室（RCO）、英国政府国防科学技术实验室（Dstl）、英国国家安全战略投资基金（NSSIF）、反作用发动机公司和罗罗公司等团体在航展上联合宣布，将共同研制“高超声速飞行器实验”（HVX）。据报道，在英国国家安全战略投资资金的资助下，HVX 项目已成立了一个名为“敏捷项目”的领导小组，以研发包括高超声速关键技术、创新的热管理系统等核心技术。目前，HVX 项目所研发的飞行器约 9 米，翼展为 4 米，能以高超声速投放任务载荷，再返回重复利用。如果项目进展顺利，将有望在 10 年内完成演示样机的制造。■

航空制造

# 航空业会否重拾超声速

文 | 董轲雄

近日，美国航空领域的初创公司 Boom Supersonic 研制的一款名为序曲（Overture）的超声速客机收获了来自美国联合航空公司的订单，而根据 Boom 公司的规划，这款飞机计划在 2024 年左右投产，2026 年投入运营。Overture 会否成为继协和号超声速飞机之后，又一款投入市场的超声速客机？从图纸到实物，超声速客机的商业化运营之路还有哪些难关需要攻克成为了业界热议的话题。

↓  
图 | CNN



尽管人类对于高速飞行的追求由来已久，但自 2003 年协和号飞机退出市场之后，民航业再也没有出现过一款可以投入运营的超声速客机。但近两年来，行业又再掀起了一阵超声速飞机的研发热潮。近日，美国航空领域的初创公司 Boom Supersonic 研制的一款名为序曲（Overture）的超声速客机收获了来自美国联合航空公司的订单，而根据 Boom 公司的规划，这款飞机计划在 2024 年左右投产，2026 年投入运营。Overture 会否成为继协和号超声速飞机之后，又一款投入市场的超声速客机？从图纸到实物，超声速客机的商业化运营之路还有哪些难关需要攻克成为了业界热议的话题。

## 重燃超声速梦想

人类首次成功研制出超过声速的飞行器是在二战时期。1943 年，美国研制的 X-1 验证机第一次实现了飞行速度 1.06 马赫，这是飞行器速度首次突破声障。

X-1 验证机的成功激发了人类研制民用超声速客机的热情。1956 年，英国成立了“超声速运输飞机委员会”，该委员会联合英国皇家飞行研究院和布里斯托尔飞机公司，共同研制超声速客机。一段时间后，英国政府发现仅凭一己之力难以实现突破，因此在欧洲范围内寻求合作伙伴。

1962 年，英法两国签署协议，双方决定合作研发超声速客机。由于多方面原因，研发过程并不顺利，双方在技术、理念上都有不小的分歧。就在同一时期，苏联也在研发超声速客机。1968 年，苏联研制的图 -144 超声速客机成功首飞，1975 年投入商业运营，开辟了航空史上的新时代。

由于飞机稳定性差、事故率高等原因，图 -144 在投入运营 3 年后就退出了航线。

而英法两国在经过十多年努力后，终于研制出协和号超声速客机。1976 年，协和号超声速客机完成了首个商业航班。

当时，协和号飞机主要用于从伦敦希思罗机场和法国戴高乐机场往返纽约肯尼迪国际机场的航线。飞机能够在 1.5 万米高空以 2.02 倍声速巡航，从巴黎飞到纽约只要 3 小时 20 分钟，比普通民航客机节省近一半时间。然而，协和号飞机也存在着一些重大缺陷，如高昂的运营成本和噪声过大等问题。

2000 年，法航 4590 号航班空难成为压垮协和号的最后一根稻草。在诸多因素的影响下，英航和法航决定于同年结束协和号飞机 27 年的商业飞行生涯。尽管结局有些悲惨，但不可否认，协和号飞机仍然是世界航空工业发展史上一个重要的里程碑。

十多年后，一个名叫 Blake Scholl 的航空极客开始思索如何在节省一半成本的前提下，让超声速客机重现辉煌。

2014 年，Blake Scholl 在美国丹佛市创立了一家名为 Boom Supersonic 的公司，这一次超声速客机的研发似乎又离市场近了一步。

## Boom 的大胆尝试

Boom 公司在研制超声速客机的原型机之前，先制造了一架名为 XB-1 的演示验证机，一方面是希望通过验证机来验证设计原则、驾驶舱人机工程学、飞行包线等技术，另一方面也希望其可以延续全球首款超声速飞机 X-1 的辉煌。

XB-1 原型机尺寸是未来量产版 Overture 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 Overture 超声速客机的各项技术，其中

包括高效的空气动力学设计、先进复合材料和高效率的推进系统等。

考虑到运营经济性，Boom 公司设计的超声速客机全长 52 米，翼展 18 米，巡航速度 2.2 马赫，比协和号飞机更快，最大航程可达 8300 公里。飞机客舱布局宽敞，与普通民航客机一样，设有触摸屏、工作台、舱顶行李架以及更大的舷窗。根据设计，Overture 超声速客机头等舱可搭载 30 名乘客，商务舱可搭载 15 名乘客。如果客舱全部按商务舱配置，最多可搭载 55 名乘客。

2016 年，Boom 公司公布了飞机的概念设计图。Overture 超声速客机采用展弦比为 1.5 的复合三角翼布局，机身使用碳纤维材料。在 Boom 公司的设计下，XB-1 的机身最高可承受超过 300F149°C 的温度，同时 XB-1 的流线型设计可以减少阻力并优化飞行效率。动力方面，采用 3 台推力为 67 千牛至 89 千牛的中涵道比涡轮风扇发动机。为了降低油耗，发动机将不带加力燃烧室。

过去几年里，不少人质疑 Overture 项目会走协和号的老路，但 Boom 公司表示，由于 XB-1 在空气动力学、材料和发动机三方面较协和号飞机有了相当大的改进，因此公司非常有信心这款飞机将获得商业成功。

## 新材料、新技术与新理念的应用

相比依靠风洞实验测试空气动力设计的协和号，Boom 采用了计算机虚拟风洞试验，不仅提高了试验效率，也提高了试验数据的准确性。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。

在动力方面，Overture 将采用先进的涡扇发动机，与主流亚声速飞机相仿，

对于航空公司来说不必承担额外的燃油费用。从目前已经完成的模拟飞行结果来看，与协和号相比，XB-1 验证机的燃油效率提高了近 30%。

从用户体验的角度来说，Boom 计划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。

此外，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。

同时，为了加快项目进度，Boom 公司还大胆采用了 3D 打印技术。据公开信息显示，XB-1 验证机定制的复合材料结构包括 3700 多个零件，其中包括起落架、飞行控制执行器和冷却系统等，为了提高生产效率，Boom 公司与 Stratasys 公司合作通过 3D 打印技术大大提高了生产效率，与 VELO 3D 打印公司合作，研发通过 3D 打印技术生产可用于飞机关键部位的最终零部件。

针对航空业对环保的要求日益严苛，Boom 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。Boom 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。目前，Boom 公司已经在地面试验中对这种可持续航空燃料进行了测试。

当然，XB-1 只是验证机项目，所有的试验验证都是为后续的 Overture 项目所服务的。根据 Boom 公司公布的信息，Overture 超声速客机的发动机将由罗罗

公司研制，飞机机身 63 米，座位数在 65 个至 88 个，飞行速度可达到 1.7 马赫，飞行高度 1.8 万米。

## 超声速重返市场仍有诸多挑战

对于一款商用飞机来说，技术成功和市场成功两者缺一不可。超声速客机面临的首要问题是乘客接受度和运营舒适性的挑战。以早前 X-42、X-51 无人试验飞行器来说，尽管速度能够达到声速的 7 倍，但将技术应用到商用领域时，还必须考虑到人体的承受极限和对环境的影响。

目前来看，超音速客机要投入商业运营还有几个难关需要攻克。首当其冲的是声爆和油耗这两大技术难题。无论是协和号还是图-114，在商业运营时都由于未能解决好声爆和油耗的问题，大大降低了市场竞争力。其中，声爆是飞行器在超声速飞行时产生的一种大气声学现象，当飞行器突破声障时，会产生巨大的能量，这些能量传到地面，会产生短暂而强烈的爆炸声。因此，声爆的强弱关系到超声速客机能否被允许在陆地上空飞行，若噪声问题得不到解决，超声速客机就很难被大众接受。

针对油耗问题，如上文所说 Boom 公司正在探索使用可持续航空燃料的可能。但众所周知，目前可持续航空燃料的价格要远高于传统航空燃油，因此短期来看，Overture 项目通过使用可持续航空燃料的方式来降低燃油成本的可能性很小。

若采用传统燃油的话，目前在研的超声速飞机的燃油效率要远低于传统飞机。不同于普通商用飞机采用的涡轮/涡扇喷气发动机，超声速客机要从零加速到高速，其发动机必须兼具低速和高速推进加速能力，还要实现高超声速飞行的水平起降，因此一般只能采用以火箭发动机为基础的



吸气式组合发动机。目前，尽管有多家发动机制造商已经参与了超声速客机的研制，但距离真正的商业应用还有许多挑战。根据美国国际清洁交通委员会的建模测试显示，每名超声速客机乘客的燃料消耗量是亚声速飞机的 5 倍，这意味着当前的发动机技术在降低超声速客机的二氧化碳排放方面还有很大的进步空间。

为了攻克这些技术难题，近年来航空业一直没有停止过探索。如为了降低声爆，NASA 在波音和洛克希德·马丁公司的支持下，开展了低声爆验证机飞行试验，以了解公众对低声爆的反应。NASA 的低声爆验证机采用单发设计，将模拟 80 座级至 100 座级、Ma1.6 至 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。Boom 公司则正在与罗罗公司合作，双方希望通过研发燃油效率更高的发动机产品来降低超音速客机的运营成本。双方的研发目标是使 Overture 超音速飞机的运营成本比协和号飞机低 75%，预计票价与当前民航客机的公务舱价格接近。■

图 | TGNR



航空制造

# 从深挖细分市场 到布局供应链本土化建设 ——有感空客细分市场策略

文 | 曲小

从最初的转包生产到将总装线落地中国，再到在中国成立创新中心，空客在中国的本土化战略越来越多元化，同时也让更多的中国航空企业加入到了空客全球航空产业链布局。

从2017年宣布收购庞巴迪C系列项目至今，通过5年时间的“打磨”，C系列飞机不仅拥有了更具“空客血统”的新名字——A220，同时在空客强有力的市场销售和运营体系的支持下，截至2022年5月，全球已有25家客户订购了741架A220系列飞机。在新冠肺炎疫情冲击全球航空业的大背景下，这一订单数是一个不错的成绩。近日，为了进一步向中国市场推广这一机型，空客举行了A220飞机媒体说明会，详细介绍这一款机型，空客强调，A220是公司所有机型中“中国制造”比例最高的一款。

## A220 完善空客产品谱系

在完成对A220系列飞机的收购之前，与竞争对手波音一样，空客的商用飞机产品都属于干线飞机范畴，但与波音一直不在意支线这一细分市场不同，空客早在20多年前就曾有意研发一款支线飞机。

当时，空客曾与中国、新加坡等合作，计划打造一款专门针对中国市场的125座左右、航程3700公里的新机型，也就是大家所熟知的AE31X机型。但最终由于三方对这一机型的定位出现了较大的分歧，最终空客退出了这一机型的研发。而这一机型的研发也是中国“三上三下”的商用飞机研制历程中的一段插曲。之后，空客经过一番权衡决定生产“缩小版”的A320系列飞机作为AE31X项目的替代

产品，就是后来的A318项目。

但遗憾的是，空客A318项目推出时正逢美国“9·11”恐怖袭击事件发生，全球航空业遭受重创，不少早先已经订购了这一机型的航空公司在“9·11”事件之后开始陆续取消订单。更重要的是，由于A318是在A320飞机基础上改进而来的，尽管这样的改进可以最大程度地降低公司研发成本，但美国联邦航空局和欧洲航空安全局在对这款机型进行认证时，都将其归为干线飞机。这意味着A318在投入市场之后，相比运营其他支线飞机，航空公司需要支付更多的机场建设费。在多重因素的共同作用下，A318系列飞机成为了空客历史上销售最为惨淡的一款产品。

因此，当2017年空客宣布收购C系列飞机时，不少分析师认为，空客抓住了千载难逢的机会圆了一直以来的“支线梦”。在完成了对C系列飞机的收购后，空客并没有对这一机型进行过多的改造，而是进一步明确了这款机型的座级，一方面避开与公司现有产品间的竞争，另一方面也实现了对公司已有产品谱系的完善。

目前，A220系列飞机共有两种型号，分别是A220-100和A220-300，其中后者的座位数在经过优化后可以达到135座至150座，很好地完善了空客在100座至150座级市场的产品谱系。

## 细分市场潜力可观

新冠肺炎疫情之后，客户对于机型的需求发生了较大的改变，从市场反应来看，航空公司对于小型飞机的需求远大于大型宽体客机。空客的市场预测报告也印证了这一点。

根据空客最新的全球市场预测，未来20年全球市场需要7250架座级在100座至150座的新飞机。在空客最为关注的中

国市场，其预测市场对于这一座级的飞机需求大约在1000架左右。已有的市场表现也印证了空客的预测。即便是在疫情之下大量飞机停飞时，A220飞机的使用率都远高于上一代同级别机型。据空客介绍，有3家全球主流航空公司的A220机队更是保持了近100%的使用率。截至2022年5月，空客已向全球15家运营商交付了超过210架A220飞机，执飞航线超过700条。

早前，按照空客的计划，到2025年A220飞机要实现盈利，为了实现这一目标，空客美国阿拉巴马州莫比尔市新建了一条A220飞机总装生产线。这个27万平方英尺的工厂拥有5个主要的组装车间，可以生产A220-100和A220-300两种型号的飞机。2020年5月，该生产线正式投产，首架从这里下线的飞机2020年年底交付给美国捷蓝航空。根据空客的规划，到2025年前后，这一生产线的年产量将达到40架至50架。

在北美建立生产线除了为满足产能的需求之外，也是为了更贴近北美客户。目前A220的订单中对美国几家航空公司的依赖度较高。根据《航空周刊》的数据显示，目前捷蓝航空、达美航空和Breeze航空是莫比尔生产线下线飞机的三家主要客户。截至2021年年末，这3家航空公司接收了该生产线生产的26架飞机，2022年到2024年将陆续接收40架、52架和44架。而除了北美客户之外，中国市场是未来A220飞机需要加快突破的潜力市场。

从产品本身来看，巴航工业E-Jet E2系列飞机与A220属同级别飞机，但巴航工业多年来在中国支线航空市场成绩平平。从此次A220媒体说明会来看，未来在中国的本土化战略或将是A220打开中国市场的重要筹码。

## A220 供应链本土化战略

作为全球最具活力的民用航空市场，中国市场对于飞机制造商的重要性不言而喻。相比竞争对手，空客十多年来针对中国市场的战略眼光可圈可点。从最初的转包生产到将总装线落地中国，再到在中国成立创新中心，空客在中国的本土化战略越来越多元化，同时也让更多的中国航空企业加入到了空客的全球航空产业链布局。目前，尽管 A220 飞机仍在国内适航认证中，但空客却正在加速 A220 在中国的本土化生产。

据空客介绍，目前国内共有 15 家供应商为空客 A220 提供材料、部件和组装服务，其中航空工业沈飞国际是空客 A220 项目最重要的供应商之一，为空客 A220 供应前机身、后机身、中机身、舱门和尾椎工作包。

此外，来自中国多地的供应商还向 A220 项目提供驾驶舱逃生门、驾驶舱地板、前起落架舱和面板、电子线束、7 系列铝合金、钛材料、紧固件、密封胶、涂漆、水平安定面与垂直尾翼前缘、升降舵、方向舵、天线整流罩以及驾驶舱面板等多种零部件。

空客表示，希望通过供应链本地化，进一步降低成本和二氧化碳排放。按计划，到 2025 年，空客将把 A220 的月产量提升至 14 架。届时，A220 在华的采购额将达到总采购额的 40% 左右。为此，空客与供应商进行了全面的产能评估、制定生产爬坡计划。针对不同的供应商，空客为其制定的计划也不同。为了更好地优化 A220 供应链，据介绍，空客将从以下三方面开展工作。

首先在原材料环节，A220 飞机以金属材料为主，国内目前已有供应商在供应铝合金和钛合金。未来空客将进一步加强

与国内材料供应商的合作，并以 A220 项目为带动，让中国企业能够提供更多可用于 A220 飞机的金属材料。这样一方面可以提高中国企业的参与程度，另一方面也有助于避免繁琐的进口环节，进一步降低成本和提高响应周期。

其次，空客还计划将 A220 飞机的一些零部件组装工作与其他机型进行整合。通过过去几十年的转包生产，空客在中国已有一批固定企业参与其飞机项目的零件和小组件装配工作。未来，空客将按照零件的技术类别进行分类整合，并把 A220 的零件跟其他机型的零件进行整合，形成规模优势，进而降低生产成本。

最后在装配方面，尤其是大部件装配上，空客希望供应商能够进一步优化装配流程和工艺，最大限度采用自动化装配方法，进一步提质增效，降低成本。

## A220 的市场机遇与挑战

目前，空客对 A220 飞机较大的改进是公务机款的 ACJ220。根据空客的规划，ACJ220 将是一款在 A220-100 基础上进行全新设计的飞机。ACJ220 将采用先进材料和技术，客舱将拥有比竞争对手强两倍的互联水平，全舱将配备 Wi-Fi 系统，以及诸如电致变色舷窗和 LED 照明等创新技术。

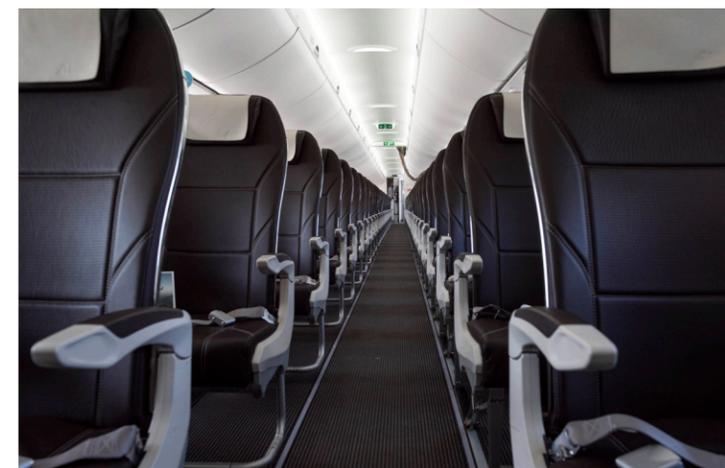
从公务机用户最关心的航程来看，ACJ220 十分具有竞争力。空客计划将 ACJ220 的航程增加到 5650 海里（超过 12 个飞行小时），能够在伦敦和洛杉矶、莫斯科和雅加达、东京和迪拜以及北京和墨尔本等城市间实现直飞。从客舱来看，ACJ220 的地板面积可达到 73 平方米，可划分为 6 个宽敞的 VIP 区域，并向客户提供精选的内饰布置以及全手工打造的家具。得益于客舱的多功能性和适合客户需

求的选装配置，ACJ220 能够容纳多达 18 名乘客自由地工作、交流、用餐和休息。

与此同时，空客强大的售后支持网络也将有助于未来 ACJ220 的销售。目前，全球共有 200 多架空客公务机在役，飞行范围遍及包括南极洲在内的各大洲，而空客强大的售后维护网络可以全方位地为公务机客户提供支持。空客一些为客户量身定制的个性化服务，如过去数十年中已向全球客户交付了约 90 架的客舱全包式“交钥匙”解决方案，也将同样运用在 ACJ220 公务机上。因此，未来 ACJ220 的市场表现可期。

当然，A220 项目也并不是完全高枕无忧的。目前，A220 系列的大部分订单都流向了较大的 A220-300。A220-100 适用于狭窄的长途航线，但航空公司如果在较短航线上运营 A220-100 的话，由于该机重量更大（A220-100 的最大起飞重量为 63 吨，比 E190-E2 的 56.4 吨和 E195-E2 的 61 吨更重），运营短程航线的成本会更高。因此，理论上，使用 E2 系列飞机可以更好地服务欧洲或美国的传统支线市场。但目前，包括最小的 E175-E2 在内的所有 E2 型号均不符合美国支线航空对于范围条款的限制，这给 E2 系列进入美国市场设置了障碍，而 A220 并不需要面对这种限制。

尤为值得一提的是，在 ACJ220 项目中，空客已经提高了飞机的航程，因此未来空客很有可能将同样的技术转移到 A220-300 飞机上，使其航程达到 4000 海里以上，如此就能够实现从美国飞越大西洋或向拉丁美洲飞更远的距离。此外，空客在销售中，如果能够打好“A320neo + A220”的组合牌的话，也将进一步带动 A220 的销售。这也是此前巴航工业试图与波音进行合作的重要原因之一，即希望通过提供类似产品组合的方式来带动 E2



系列飞机的销售。

另一个值得关注的是，空客是否会推出更大的 A220-500。对于这个猜测，空客一直没有给出正面的回应，早前只是表示，会根据市场需求综合考虑。但客观来看，空客推出这一机型的可能并不大。A220 具备高原起降的性能，从目前的市场表现可以看出，A220 在抢占 A319 的市场时十分“凶猛”，如果再推出更大型的 A220-500，将直接威胁到空客最畅销的 A320 系列飞机。尽管近年来，空客在不断对 A320 系列进行改进和完善，但是与 A220 相比，后者的技术先进性是显而易见的。站在空客的角度来看，当然不愿意那么早就让 A220 直接冲击自己的老牌机型。

因此，总体来看，对于空客来说，A220 系列飞机的加入以及随后将要进行的系列化发展都是一个丰富公司产品谱系、进一步巩固行业地位的良机。尤其是在后疫情时代，随着市场需求的转变，航空公司开始更关注小型商用飞机的运营，对于空客来说，A220 或将引发其在窄体客机市场的全新布局。■

图 | 空客官网



航空运输

# 我国支线航空运输市场发展潜力研究

文 | 高胜国

支线航空是航空运输业的一个重要组成部分，支线航空网络是干线网络的有效延伸和重要补充。本研究中支线航空主要是指利用设计座位为 30 座至 100 座的小型客机，运营大城市与中小城市之间、中小城市与中小城市之间等局部地区航线的中短途旅客运输服务。



## 发展支线航空意义重大

首先，支线航空在带动区域协调发展方面发挥着积极的作用。支线航空是快速联通中小城市和区域中心城市的重要途径，发展支线航空可有效释放二三线城市潜在航空出行需求，促进发达地区与欠发达地区人口、资本、信息、资源的高效流通，加速区域经济“内循环”，是推动地方经济高质量发展和满足人民群众美好生活需求的重要举措。

其次，发展支线航空对推进民航强国战略实施具有积极作用。支线航空是我国民航市场的突出短板，国内市场的中低客流航线和高客流航线的非重点时段合理配置支线运力，可有效提升行业资源使用效率，激发枢纽网络效能，拓展我国民航大众化市场空间，全面提升综合交通网络的通畅性。

第三，支线航空的发展支撑民族航空工业振兴。实现高质量、规模化运营是国产飞机成长的重要基石，大力发展国内支线航空，鼓励国产“新舟”系列和 ARJ21 飞机在国内支线航空市场的商业化运营，是现阶段推动我国民航业和航空工业持续、健康、融合发展的重要突破口。

## 我国支线航空市场发展现状

现阶段，我国基本实现从民航大国向单一航空运输强国的跨越，国内干线市场、国际航线市场发展相对成熟，但支线航空市场发展仍旧欠发达。2019年，我国民航运输航空国内航段旅客运输量达到61308万人次，是同期美国国内航段旅客运输量的93.4%，差距并不明显。而我国支线飞机（30座级-100座级）运输市场规模约仅为2085万人次，是同期美国国内同类市场旅客运输量的13.4%，我国国内运输市场与美国民航的主要差距在支线航空市场。

支线网络方面，2019年，国内支线航空共运营航线2246条，覆盖国内175个运输机场，支线航空市场规模占国内航空市场总规模的3.4%。市场空间分布方面，区别于我国民航总体市场，民航市场

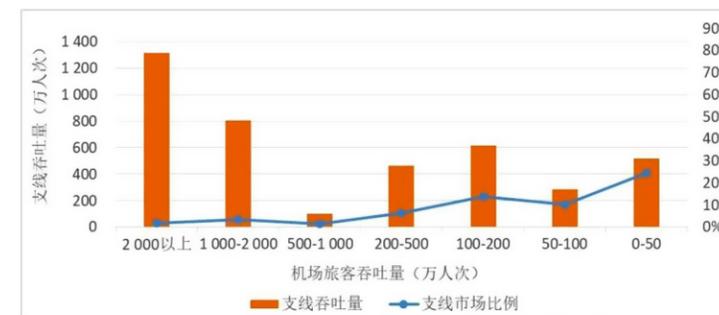
规模最大的华东地区，支线航空市场占比为12.8%，地区排名第五，总体市场份额排名靠后的华北和新疆地区，支线市场份额分别居地区排名第一和第四。承运人及机队方面，截至2020年底，我国民航业共有12家航空公司运营支线客运飞机，其中仅运营支线飞机有2家；行业在册支线客运飞机共计201架，其中ARJ21共42架、CRJ900共38架、ERJ系列共96架、MA60共25架。目前我国支线客运飞机尚未实现规模化运营，支线机队规模最大的三家航空公司是天津航空、华夏航空、幸福航空，分别运营支线飞机60架、40架和25架。

## 我国支线航空市场发展潜力分析

根据《全国民用运输机场布局规划》，“十四五”末，我国建成运输机场数量预计将达到320个左右，较“十三五”末期增长33%，而其中大部分为支线机场，我

国支线航空市场有较大发展空间。以下参考美国国内支线航空市场发展情况，通过运输机场、航线类型、航线航程三个视角分析支线市场渗透率，探讨我国支线航空市场发展潜力。美国国内机场众多，考虑与我国的可比性，本研究参考美国国家机场系统综合计划（NPIAS）中美国本土的主要商业服务机场（Commercial Service Primary Airports），共计336个；另外，美国民航经历放松管制改革之后市场化程度不断提高，经过多年来市场的充分竞争，其国内市场运力配置不断演变优化，目前，美国国内支线航空机型主要以CRJ和ERJ系列飞机为主，市场占比已达到20%，以下分析仅参考CRJ和ERJ系列市场情况，小于30座的通航运输不在统计之列。

支线航空在航程角度的渗透率方面，近年来，美国国内支线航空市场覆盖的航程越来越长，但仍以中短程市场为主。2019年，美国2000公里以内支线航空市场规模占支线市场总体的98%。800公里以内支线航空市场平均渗透率达到36.6%，800公里至2000公里支线航空市场平均渗透率达到15.1%。由于我国人口、经济主要集中分布在胡焕庸线以东区域，我国民航市场在2000公里以内市场的集中度更高，总体看中美国内2000公里以内市场规模基本相似，但目前我国800公里以内支线航空市场平均渗透率仅为7.8%，800公里至2000公里支线航空市场平均渗透率不足2%。从支线航空发展空间角度看，我国民航800公里以内航线是受高铁冲击的重点市场，市场总体规模较美国同类型市场小近1亿人次，该范畴市场空间较美国市场小约0.4亿人次；我国民航市场在800~2000公里范畴集中度较高，800~2000公里市场虽较美国同类型市场规模大0.6亿人次，但该市场支线航空渗透潜力较小，不足以弥补短途市场空铁竞争失去的市场空间，综合判



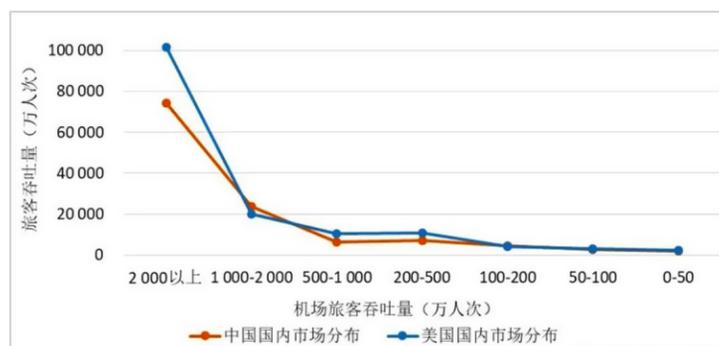
断，我国支线航空市场发展潜力空间达到1亿人次左右。

从运输机场市场结构角度看，美国国内运输机场和我国运输机场市场集中度基本相似，2019年国内旅客吞吐量两千万人次以上运输机场的市场份额占比均达到66%左右，千万级以上运输机场的市场占比均达到80%。但在不同规模级别的机场中，两国支线航空市场渗透率表现出较大差别，美国千万级以上机场的支线航空平均市场渗透率在13%左右，并且随着机场市场规模减小，其支线航空市场渗透率快速提高，市场规模在50万人次以下的机场支线航空市场渗透率接近80%，具体如图2所示。我国同级别机场支线航线渗透率统计显示，目前我国50万人次以下机场的支线航空渗透率最高，其市场占比仅为24.6%，千万级以上规模机场支线航空市场渗透率均不足5%，说明我国不同规模的机场发展支线航空均具有较大潜力空间。

根据航线（或航段）两端运输机场的规模对航线（或航段）进行定量分类，统计不同航段类型市场中支线航空市场的规模及市场渗透率，参考图1可以发现美国支线航空市场主要分布在航段类型1~7，即表示美国国内支线航空主要服务旅客吞吐量2000万以上机场连接2000万以下机场，以及旅客吞吐量1000万级机场之间的互联，且每种类型航段中支线市场年旅客运输规模基本在2000万人次左右（航段类

表3 | 我国支线市场分布及其市场占比

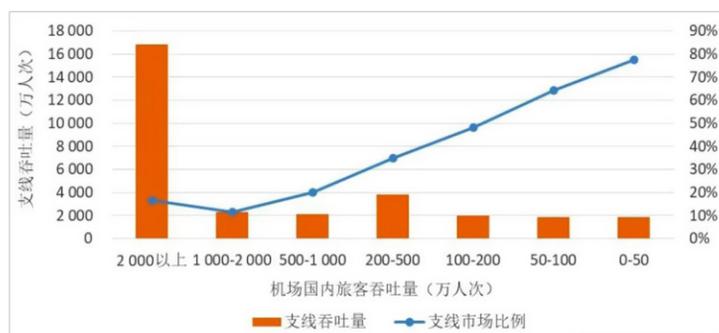
↑



→

表1 | 2019年中美民航市场机场维度分布统计

表2 | 美国支线市场分布及其市场占比

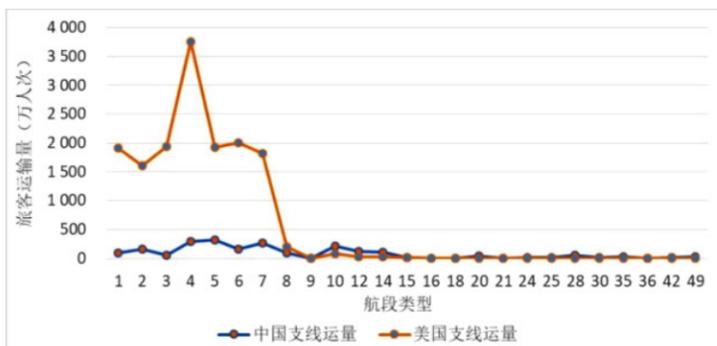


型4包括1\*4和2\*2两种类型，故其年旅客运输规模达到4000万人次左右），同时支线航空市场渗透率从航段类型1的6.5%增长至航段类型7的86.3%，其他类型航段（航段类型8~49）支线航空市场规模较小。美国支线航空在不同类型航段的分布充分说明了其支线航空重点围绕千万级以上机场布局，是国内枢纽网络的有效延伸，可以提升枢纽辐射能力。考虑我国民航枢纽机场时刻资源紧张，千万级以上机场大部分落入时刻主辅协调机场范畴，现阶段有限的时刻增量将倾向于干线运输，枢纽机场时刻资源保障将是支线航空发展的重要挑战。

### 我国支线航空市场发展的对策建议

鼓励支线网络和干线网络在枢纽机场的深度融合。支线网络和干线网络深度融合的节点在枢纽机场而非中小机场，现阶段我国大型枢纽机场容量趋于饱和、空域资源紧张，支线航空在枢纽机场难以获得同等的发展机会，考虑枢纽机场的发展实际，可鼓励部分地理区位好、保障能力足、发展意愿强的省会及区域中心城市机场建设支线航空示范运营基地，尤其通过资源配置和政策扶持合力推动国产支线运力的规模化运营，以枢纽市场及枢纽效应带动

表4 | 中美不同航线类型支线航空市场规模统计



笔者建议探索在财政补贴、税费优惠、管理机制等方面对于支线机场运营干支线飞机实施差异化扶持，通过政策和市场的双重引导，逐步扭转现阶段用大量干线飞机运营支线航班的资源错配局面。

支线航空的快速发展。

鼓励大型网络型航空公司深度参与支线航空市场发展。现阶段支线航空实际经营情况反映出支线航空的盈利能力较弱，单纯经营支线航空的商业价值难以获得市场认可，鼓励行业参考借鉴美国支线航空发展经验，以运力购买或收入分成模式推动大型网络型公司与支线航空在经营层面的协作，经营风险共担，或者开展股权合作，以大航空公司的品牌及网络效应加强干支网络衔接，同时鼓励大型网络型航空公司积极参与支线航空公司的通程航班、中转联程等全方位的联运合作，探索建立起高效的分工与合作新机制。

鼓励支线机场增加支线运力投入。基于支线飞机单座成本大于干线飞机的基本判断，市场可能直观认为干线飞机经济性更好，但是对于中低客流的支线航线，采用支线飞机运营的客座率、航班频次更高，航线通达性更好的同时可激发部分边际市场，同等规模的补贴支持下支线飞机对地方经济社会发展的支持作用可能更强。笔者建议探索在财政补贴、税费优惠、管理机制等方面对于支线机场运营干支线飞机实施差异化扶持，通过政策和市场的双重引导，逐步扭转现阶段用大量干线飞机运营支线航班的资源错配局面。

航空运输

## 注重中短程核心航线品质 重构南昌机场空铁竞争格局 ——以ARJ21机型运营为例

文 | 邓龙龙

2020年以来随着疫情与高铁持续密集的冲击，客运市场连续两年未能突破千万，诚然疫情是当前市场疲软的客观因素，但疫情不会永远持续，必须要重视疫情背后的危机所在——客运发展正在面临核心战略市场客源流失。



近年来，南昌机场在地方发展战略推动下，省市投入大量财政资金支持航空客货运输的发展。2017年，南昌机场旅客吞吐量增长39.1%，首次突破一千万人次；2018年客货增长速度分别为28.1%和58.1%，均列全国省会机场第一名，货邮吞吐量首次突破8万吨。2019年，客运量受市场需求和行业“控总量、调结构”政策等诸多因素影响，同比仅增长1%，已经显现了需求疲软、市场滞涨的迹象。2020年以来随着疫情与高铁持续密集的冲击，客运市场连续两年未能突破千万，诚然疫情是当前市场疲软的客观因素，但疫情不会永远持续，必须要重视疫情背后的危机所在——客运发展正在面临核心战略市场客源流失。

2013年9月向莆铁路开通之后，南昌机场至福州、泉州航班全部停航，厦门每天仅剩1班，闽三角市场迅速衰落；2014年10月沪昆高铁杭长段开通后，南昌机场往返上海航班从高峰每天13班锐减至每日5班，南京仅剩1至2班，杭州停航，长三角宁波、温州等其他活跃市场流失。2021年12月赣深高铁开通后，深圳、惠州市场立即受冲击，深圳从高峰每天十几班减少到现在的3到4班，惠州直接停航。影响更为深远的是包括广州在内的整个珠三角市场都在形成高铁惯性。国内经济最活跃的长三角、珠三角、闽三角三大城市群是本场的核心客源市场，客运市场失去了核心支撑，南昌机场未来的发展压力巨大。

从宏观来看，当前世界正处于大发展、大变革、大调整时期，国际和地区冲突持续加剧，党中央审时度势提出要构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局。从行业来看，国际客运业务在十四五期间内可能都无法恢复至2019年的状态，中国民航近年内将持续以

国内市场为主。从微观来看，在我国民航业持续以国内市场为主的大局下，南昌机场却失去了国内三大最重要的市场。以科学的方法探寻国内核心市场模式的重构来应对高铁的冲击是南昌机场未来发展应当重视的课题。

## 市场情况和分析

过去十年里，长珠闽三个战略市场中的7个主要城市旅客吞吐量占南昌机场年旅客吞吐量的比重持续下降。2013年向莆铁路开通之后，厦门、福州、泉州市场一路下行；2014年沪昆高铁杭长段开通之后，上海、南京市场明显下行；南昌至广州经长沙可实现高铁直达，广州市场占比也随之骤降；2012年7个重点城市贡献了当年旅客吞吐量的55%；到2021年7个重点城市仅剩5个通航，仅贡献了当年旅客吞吐量的16.6%，并且随着赣深高铁的通车，仅剩的深圳市场迎来了严峻挑战，运力锐减，预计2022年7个重点城市旅客吞吐量占比将下降至10%左右。十年时间支撑南昌机场发展的半壁江山已被高铁蚕食殆尽，支撑未来发展的基础形势严峻。

以2019年数据参考，南昌至上海航线公（商）务旅客占比达到40%，广州航线公（商）务旅客占比35%，深圳航线公（商）务旅客占比40%。在高铁的持续冲击下，仍然选择民航出行的多为公（商）务旅客。经过对商会等常旅客的市场调研，目前市场反馈，广深航班的时刻分布无法充分满足公（商）务旅客群体的需求，比如广州早上8点20分出港之后直到16点才有航班，再比如深圳上午10点25分出港之后到17点55分才有航班。与需求匹配的运力缺失是部分公商务旅客转向高铁的主要原因之一。而随着需求的持续外溢，航空公司的运力持续减少，有效供给的不

足与需求外溢使市场陷入了恶性循环。

经过对航空公司的访谈，目前深圳航线的订票时间产生了明显的变化，提前3~4天订票率仅有10%左右，最终航班执行时上座率能到55%~60%，从销售进度来看临近选择越来越多。根据市场规律，临近选择的多为公（商）务旅客，中长期选择的多为探亲、自由行旅客，临近选择旅客的比例上升一定程度上说明此航线的探亲、自由行等非公（商）务旅客正在进一步向其他交通方式流失。

高铁与民航的竞争主要体现在效率和成本两个方面。经过调研，目前民航的效率和成本仍然具有一定竞争力，最大的弱势在于航班的时刻和频率。以广州航线为例，南昌至广州日均开行14趟高铁车次，均为沪昆高铁经长沙转京广高铁线路，从抵达时间来看，整个上午都没有车次能抵达广州，同样从广州出发的列车也无法在上午抵达南昌；从出发时间来看，18点55分之后南昌再无出发车次选择，广州18点24分之后再无出发车次选择。然而从航班整体时刻分布来看，民航在早班、上午、晚班时段都有航班，具有充分优势。从票价来看，2022年1月份南昌至广州提前一周左右最低价格129元，平均价格在280元左右，含发展基金成交价在179~330元左右；广州至南昌机场最低成交价在409元，平均成交价在550元左右；往返的最低价格低于600元，平均价格在880元左右，航空往返经济成本远低于高铁二等座往返的944元。通行效率方面，南昌机场开通快线服务之后前往广州的旅客在航班起飞前30分钟到达机场即可，飞行时间以90分钟（实际飞行1小时15分钟左右）计算，航空出行门对门耗时约3小时30分钟，高铁最短耗时在5小时17分钟左右，航空出行时间成本优势明显。

综合时刻的可选择性、经济和时间成

本竞争性以及运力、旅客吞吐量、客座率等数据呈现趋势来看，广州航线面对高铁尚有一定竞争力。同理引申到上海、深圳市场，上午是没有高铁抵达的时段，晚上是没有高铁出发的时段，民航可立足于这个绝对优势对市场进行重构。

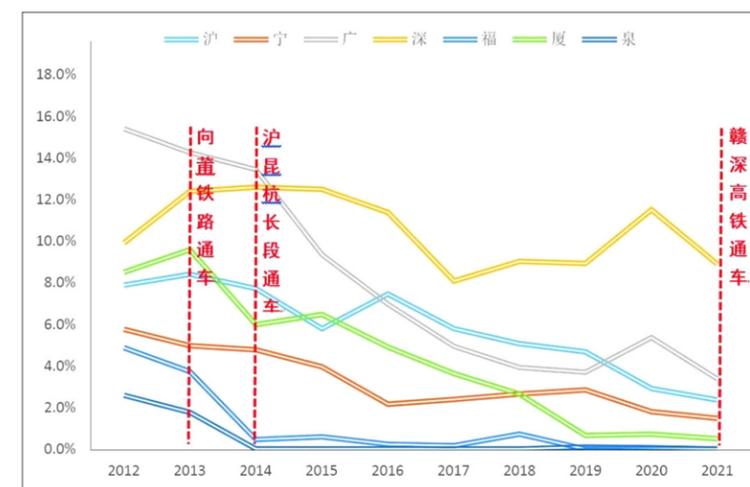
## 格局重构的可行性分析

首先是政府有规划。根据南昌相关政府部门发布的《十四五航空产业高质量发展规划》，南昌将加快打造航空制造、民航运输、航空服务、临空经济“四位一体”现代产业体系，到2025年，基本建成以研发制造为核心、以航空运营为驱动、以保障服务为牵引的全产业链航空产业集群，力争航空产业经济规模达到2600亿元。《规划》中还明确到2025年要引进两三家航空公司设立基地公司，引入10架以上国产C919飞机和ARJ21飞机在南昌开展商业化运营，在连接国内主要城市的直达航线和旅游航线中引入国产民用飞机。

其次是航空公司有需求。随着国产民机商用化的逐渐深入，在成都航、江西航之后，国航、东航、南航等大公司也开



长珠闽主要城市旅客吞吐量占比十年趋势



始了 ARJ21 飞机商用化的步伐。2020 年 6 月 28 日，三大航在中国商用飞机有限责任公司总装制造中心浦东基地接收了首架 ARJ21 飞机。三架飞机的同时交付标志着 ARJ21 飞机正式入编国际主流航空公司机队。

东航为做好 ARJ21 机型的市场运营，成立了一二三航空有限公司。该公司主要运营 ARJ21、C919 等国产飞机，秉持干支结合的经营理念，以立足长三角、服务沿海、辐射周边为发展目标。一二三航空目前拥有 7 架 ARJ21 飞机，到 2025 年前，该机型的机队规模将达到 35 架。

南航目前拥有 7 架 ARJ21 飞机，到 2025 年前，该机型的机队规模将达到 35 架。先期考虑部署在广州总部运营，依托南航最强的维护运行能力，优化保障方案，确保有序运行。同时，根据 ARJ21 飞机的航程和经济效率，南航将为其匹配最优航线，积累足够的运营经验。

当然要看到，目前 ARJ21 机型还是处于市场模式的探索期，根据市场显示，目前 ARJ21 机型的运营仍然没有十分可靠的经营模式来覆盖成本，后续持续扩大的机队规模对未来的发展形成不小的压力，对航空公司来说也同样需要探索 ARJ21 机型可持续发展的市场模式。

第三是市场有支撑。从地理区位来说，南昌是中国唯一一个与长三角、珠三角、闽三角同时毗邻的省份。

从人口流动情况来看，根据南昌政府发布人口普查数据显示，南昌户籍外出人口目的地高度集中，主要流向东南沿海经济发达的省份。南昌排在前五位的目的地分别为广东省、浙江省、福建省、上海市和江苏省，所占比重分别为 32.33%、26.43%、16.39%、8.42% 和 4.58%。

从战略因素来说，2019 年习近平总书记视察江西时强调，长三角一体化、粤港

澳大湾区建设等重大国家战略实施为江西省的发展带来重大机遇。江西作为中部省份之一，要抓住战略机遇，发挥自身优势，主动融入，找准定位。

从经济关联来说，南昌提出，要主动融入“一带一路”建设，全面对接长三角、粤港澳大湾区，打造全省对外开放“窗口”。2021 年 10 月 24 日，广东省广州市、深圳市、珠海市、佛山市、惠州市、东莞市、中山市七市与南昌战略合作框架协议签约仪式举行。南昌与粤港澳大湾区 7 个“核心节点”城市携手，再度加快南昌对接粤港澳大湾区步伐，进一步凝聚赣粤携手推动国家战略的合力，合作内容也迎来全方位升级。

从机场战略来说，目前南昌机场正立足于区位优势，全力打造低成本中转枢纽，依托于东航、春秋、江西等航空公司建立广覆盖、低成本的航线网络，并建立了便捷、高效的中转服务体系。长三角、珠三角不仅是南昌重要的经济伙伴，更是我国广袤的内陆经济发展的带动力量。除了江西本土至长三角、珠三角的 OD 旅客运输市场外，南昌机场可凭借前期建立的广覆盖、低成本航线网络和便捷、高效的中转服务体系承接我国东北、华北至珠三角的中转旅客以及西北、西南至长三角的中转旅客。

综上，从地理区位、人口流动、政治因素、经济关联、机场战略多方位来说，南昌机场至长三角、珠三角的客运市场都非常值得战略投入。

第四是同业少竞争。从市场总量来看，重构长三角、珠三角市场属于做增量市场，对南昌机场的存量市场不存在竞争性关系。从市场份额来说，南昌机场至上海是东航接近垄断的市场，2019 年东航贡献了上海航线 76% 的旅客吞吐量；珠三角是南航接近垄断的市场，2022 年夏航季南昌机场至广州航线上南航运力占比达到 76%。东航、南航在上海、广州航线增加



运力投入基本都不会面临同业的竞争。

最后是机场有保障。从机型保障来说，目前南昌机场常态化驻场 5 架 ARJ21 飞机运营，积累了丰富的 ARJ21 保障经验，同时对廊桥进行了专项改造，大幅提升了 ARJ21 的靠桥率。从资源保障来说，一方面南昌机场 C 指廊预计 2022 年上半年投入使用，C 指廊建成后，T2 航站楼将增加 20 个机位、16 个近机位、3 个远机位和 1 个隔离机位。另一方面南昌机场容量评估已经获批，高峰小时容量调整至 31 架次。

## 挑战与机遇并存

发展国产民机是国家战略，南昌机场主动引进 ARJ21 机型创新市场模式与高铁竞争，是积极探索民航突围高铁竞争的创新性行为，也符合地方政府深化航空产业发展战略目标，民航发展基金以及地方财政可给予一定程度支持，在市场探索时期降低经营成本。

在时刻效率方面，2019 年南昌机场单架次平均可供座位数为 170，ARJ21 机型的座位数仅有平均水平的 53%，在当前控总

量的政策背景下，对枢纽机场来说提升时刻利用效率是促进发展的重要手段。提升时刻使用效率包括提升单架次座位数、客座率、执行率等手段，上海、广州、深圳等大型门户枢纽机场在稀缺的时刻资源中会尽可能安排座位数多的大机型执飞航线，而 ARJ21 机型的大量投用反而会导致时刻利用效率的急剧下降。

在当前枢纽机场时刻资源日益紧张背景下，大量引入 ARJ21 机型更显枢纽机场对支持国家战略的担当，需要民航局支持国产民机在枢纽机场发展，对 ARJ21 机型在门户枢纽机场及区域枢纽机场给予一定量的时刻资源，不计总量或减半计量配额，提升国产民机的市场适应能力。

此外，目前 ARJ21 均为 90 座全经济舱布局，若要在上海、广州、深圳这类公商务旅客占比较高的航线加大投入，一方面可能会遇到高舱旅客市场认可度的问题，另一方面没有高舱旅客，对航班的收益亦会产生较大影响。建议航空公司及飞机制造商可适时对飞机舱位布局加以改造，以适应市场需求。■

航空运输

# 疫情反复中， 中国民航艰难前行

文 | 张晋

在疫情的反复冲击下，我国民航运输业正在遭遇前所未有的冲击。在全球民航业正在缓步复苏的当下，我国民航运输业的路在何方？



海口美兰国际机场



2022年上半年，受新冠肺炎疫情的冲击，中国民航运输业跌入低谷。根据全国民航年中工作会公布的数据显示，2022年上半年，中国民航业整体亏损1089亿元，这一数字超过了2020年和2021年民航业全年亏损额。截至2022年6月底，中国民航航空公司资产负债率达到82.2%，较2020年疫情发生之前上升了11.9个百分点，已有12家航空公司的负债率超过100%。在疫情的反复冲击下，我国民航运输业正在遭遇前所未有的冲击。在全球民航业正在缓步复苏的当下，我国民航运输业的路在何方？

## “血亏”的上半年

2022年3月开始，由于新冠肺炎疫情在国内多个城市反复，尤其是4月开始，北上广三大主要城市先后受到疫情的冲击，这使得民航客运业务遭受了断崖式下跌。根据民航局公布的数据，2022年上半年，中国民航日航班量曾一度跌至2967班，仅为2019年同期的17.8%。同时，新任民航局局长宋志勇更是强调，在疫情前，我国民航运输业实现了连续11年盈利，疫情发生的前一年，即2019年我国民航运输业利润总额达到549亿元。但过去两年半来，我国民航运输业已累计亏损近3000亿元。在2022年上半年，中国民航可以说迎来了疫情发生后的至暗时刻。

根据中国民航局的统计数据显示，疫情发生前的两年，即2018年和2019年，我国民航运输业营业收入均突破了1万亿元，但2022年上半年民航运输业营业收入只有3072亿元。上半年，全行业完成运输总周转量293.4亿吨公里、旅客运输量1.18亿人次、货邮运输量307.7万吨，日保障航班量约8000架次，这些数据仅为2019年同期的46.7%、36.7%、87.5%和50%。上半年全民航飞机日利用率只有4.4小时，较疫情前下降了4.9小时，全行业共有615架飞机停场封存，占全行业机队规模的15.2%。

根据航旅纵横发布的《2022年上半年民航出行数据报告》显示，2022年1月我国民航实际航班量与2021年同期基本持平，2月份甚至比去年同期增长24.91%，但这种增长的态势却因为3月开始国内长春、上海、北京等地疫情的发生，航班量明显下降。根据中国航协的数据显示，受疫情影响最严重的4月，我国境内机场保障客运航班起降177825架

次，环比3月下降45.05%，同比2021年下降77.87%。4月，民航日起降5928次，是2021年的22.14%，是2019年的22.91%。

从上半年机场吞吐量的情况来看，根据航旅纵横的数据显示，2022年上半年成都（双机场）、重庆、广州、北京（双机场）和昆明机场的吞吐量居全国前五。上海、北京的机场由于受到疫情影响，吞吐量明显下降。根据中国航协的数据，4月，上海浦东和虹桥两个机场的航班起降数同比下降超过99%，位列30个千万级机场中的第28、29位，可谓相当惨烈。也正因为北京、上海等核心市场遭受了严重的冲击，在很大程度上令国内运输市场更是雪上加霜。

但6月，从数据来看，行业有逐步向好的态势。根据中国航协的数据显示，6月我国境内航线日均执行航班量约为6982次，环比增长69.62%，且日航班量呈现了不断增长的态势，市场恢复趋势较为明显。从机票的价格来看，根据携程的统计数据，6月机票价格也实现了环比增长1%，比去年同期上涨23.9%，比2020年上涨66.1%。随着疫情得到了有效的遏制，在千万级机场中，6月上海浦东机场成为了起降国际/地区架次最多的机场。同时，由于较为强劲的暑运需求，国内航司6月在国内市场投放运力3623万座，环比增长65.11%。6月末，民航市场单日航班量连续突破1万班，总体恢复至疫情前约60%的水平，单日运送旅客量恢复至疫情前约49.4%。

## 政策扶持与企业花式自救

除了受疫情影响之外，另一个影响航司运营的重要因素则是航油价格的持续上涨。由于受到俄乌冲突等一系列外部因素

的影响，今年以来航油价格一直处于攀升阶段，这对本就举步维艰的航司来说，无异于一个沉重的打击。

在全国民航年中工作会上，民航局表示，上半年受国际油价大幅上涨的影响，行业燃油成本较去年同期增长222亿元，预计全年燃油成本增加将达到860亿元。此外，人民币对美元贬值，行业企业汇兑损失也较去年增长167亿元；而在疫情防控常态化的背景下，防疫物资的消耗等也成为了企业刚性成本中的重要一项。在多重因素的叠加之下更加剧了企业的经营困难。

航空运输业是国家重要的战略产业，因此今年以来，为了帮助企业走出困境，民航局也联合各部委出台了一系列的助企纾困政策。5月，民航局与财政部共同发布《关于阶段性实施国内客运航班运行财政补贴的通知》，《通知》明确了原则上每周内日均国内客运航班量低于或等于4500班（保持安全运行最低飞行航班数）时将启动财政补贴。《通知》设定最高亏损额补贴标准上限为每小时2.4万元，政策实施期限为2022年5月21日至2022年7月20日。

在此之前，国家对民航业的纾困政策也在不断加码。4月，国务院常务会议上，民航业被列为特困行业，随后又决定增加1500亿元民航应急贷款，支持航空业发行2000亿元债券，以有序增加国内国际客运航班。随后，各地政府也积极响应号召，及时出台包括民航纾困政策在内的稳经济措施。目前，国航、东航、南航这三大航空集团各获得了30亿元的注资，首都机场集团获注资20亿元。对于航司运营成本重要方面的燃油成本，民航局也积极协调各方，目前经协调，国产航油出厂价将实行阶段性让利，降低航油进销差价，此举预计全年可以为航空公司降低约33亿

元的燃油成本。

除了依靠政策扶持之外，面对严峻的形势，航空公司、机场等也在积极寻求“自救”的方式。与疫情发生之初，航司主要还是靠主营业务自救不同，如增加客改货项目，用货运收入弥补客运收入等，如今航司的“自救”也开始变得多元化，甚至跨界。

6月，三大航之一的南航发布公告表示，为满足业务运营需要，公司将新增互联网零售、互联网旅游平台、互联网酒店住宿平台等经营项目。同时公司还将开始试水外语培训等新业务领域，探索更多可能实现盈利的“副业”。

南航之所以会开设这一业务，是因为集团下属的南航培训中心拥有中国民航局授予的乘务员培训、飞行员英语等级测试考试、乘务员职业技能鉴定、货运安全检查员职业技能鉴定以及中国航协授予的航空运输销售代理业务（中级）等培训资质。从7月开始，南航培训中心已开始“试水”日语培训及组织航空夏令营活动。

东航旗下的上海东方航空食品有限公

司则从专营航食转型为兼具航食与地餐的企业，经营范围也从过去的专注航空领域扩展至商场超市等各类食品流通领域，这在中国民航属首家。这也意味着，东航休息室的“东航那碗面”将入驻美团外卖和饿了么这两大平台。

此外，“直播带货”也成为了企业“花式自救”的重要手段。春秋航空的老总上直播间卖机票；南航、华夏航空等航司的空姐上直播平台带货；川航物流电商平台做起了火锅外卖；厦门航空从生鲜卖到了口罩、酒精。

除了这些“花式”自救之外，一些企业在疫情的冲击下，不得不加快新一轮的重组。2021年6月，上海机场发布公告，公司计划以发行股份购买资产的方式购买上海机场（集团）有限公司持有的上海虹桥国际机场有限责任公司100%股权、上海机场集团物流发展有限公司100%股权以及上海浦东国际机场第四跑道相关资产。2022年4月，上海机场重大资产重组获中国证监会审批通过，7月21日完成了资产交割。这也意味着上海机场资产重组



已经全部完成，未来浦东、虹桥两场将实现整体上市。

另一个曾经在国内运输市场排行第四的航司，海航集团的重整仍在如火如荼地进行着。方大集团入主海航之后，一方面在重新建章立制，另一方面更重要的工作则是“清算”债务，并不断回归航空主业。如今的海航，过去的老股东在不断离场，新股东也在不断“换血”，叠加疫情的影响，“新海航”要实现年初设定的2022年盈利或许很难，但“瘦身”后的海航未来依然值得期待。

## 下半年靠什么反弹

尽管政策的扶持与航司的“花式”自救在一定程度上可以缓解企业的困境，但对于中国民航运输业来说，要真正实现复苏，显然还是要依靠自身、依靠主业。在疫情防控常态化的背景下，中国民航业下半年是否能够实现触底反弹也是业内关注的焦点。对于这个问题，民航局新任掌门人宋志勇在年中工作会上也作出了回应，并着重提及了要努力推动国际航空市场的恢复和发展。

根据民航局公布的数据显示，2022年我国国际客运市场依旧十分低迷。上半年我国国际航线旅客运输量仅为58.3万人，月均不足10万人，这一数字仅为2019年同期的1.6%，今年上半年熔断的国际航班高达990班。针对这一严峻的形势，宋志勇在民航年中工作会上表示，下半年中国民航将在严格执行熔断政策的基础上，进一步科学优化调整防控标准。他特别强调，下半年民航局将动态跟踪熔断航班确诊旅客，做好风险监测预警。持续优化熔断措施，降低对正常国际往来的影响。因时因势动态优化机组隔离、个人防护、核酸检测、驻外管理等措施，进一

步提升防控措施科学性、精准性。同时，他还表示，民航局将按照国务院联防联控机制部署和国际客运航班阶段性增班安排方案，制定常态化疫情防控下口岸机场接收国际航班方法，综合考虑地方接收保障能力和疫情传播风险，加快推进国际航空客运市场的恢复。如果下半年，通过更加精准的措施，国际航班能够加速恢复的话，将成为运输业恢复的重要支撑。而从目前来看，6月、7月，国内多家航司发布了新增或恢复多条国际航线的计划，其中一些航线已经突破了早前“五个一”政策的限制，而这成为了行业加速复苏的信号。

此外，另一个支撑民航业逐步恢复的重要因素是我国经济环境正逐步企稳。根据民航发展规划研究院的预测，随着我国国内疫情防控形势总体向好，各项稳增长政策效应逐渐显现，我国国民经济正企稳回升。预计下半年我国GDP增长6%以上，全年经济增长4.5%以上。这将为民航业的复苏创造良好的外部环境。事实上，6月、7月，我国境内航班数量正逐步企稳，市场对于航空出行的需求较为旺盛，旅客出行的意愿也越来越强。根据航旅纵横的报告显示，进入暑期，学生流、探亲流、自由行旅客持续增多。7月以来，国航、深圳航空、厦门航空、吉祥航空等多家航空公司都加大了暑期运力部署，新增多条国内航线。同时，国内三大航还陆续恢复多条国际航线，涉及欧洲、大洋洲、亚洲、北美等多个城市。国航、东航还加密了京沪航线，吉祥航空也恢复了京沪线。7月初，国内日均航班已经突破1万大关，可见国内民航市场复苏势头已经逐步显现，尽管与“黄金十年”不可同日而语，但中国民航的至暗时刻或许已经过去。■

## 航空运输

# 以融合发展构筑大空管时代

文 | 王艺超

**空中交通管理是高科技密集和新技术集成行业，也是保障民用航空安全高效运行的“神经中枢”，必须全面贯彻新发展理念，深入实施创新驱动发展战略，从而更好地服务行业发展，服务国家战略。**  
**在全球空中交通最繁忙、保障能力最强的地区——粤港澳大湾区，中国民航保障了2亿人次的年运输量，到2035年这一数字将达到3亿人次。民航旅客出行需求的增加、新出行方式的出现，对空中交通管理提出了更高要求。未来，融合发展将成为空管行业的大势所趋。**

## 无人驾驶航空器备受关注

飞行器的出现缩短了洲际出行时间，航空器的出现则拉近了人类与宇宙的距离。随着航空航天技术不断发展成熟以及成本的降低，邻近空间和亚轨道运行已呈现出常态化和商业化趋势，航空航天边界正在变得模糊。

除了让人类的探索脚步迈向更远，飞行技术的发展也让运输效率不断提高。目前，全球正发生着一场以无人驾驶交通为代表的运输模式变革，其发展孕育着巨大的潜能和动能。在美国、欧洲的交通发展愿景中，无人驾驶航空器都占有一席之地。在我国，今年6月发布的《“十四五”通用航空发展专项规划》也明确提出，拓展无人机应用领域，引导建立市场化、社会化服务保障体系，大力发展新型智能无人驾驶航空器驱动的低空新经济。鼓励载人无人驾驶等新型航空器的发展，带动城市空中交通快速发展。支持具备条件的地区加快推进无人驾驶航空试验基地（试验区）建设和运行。

大型无人机的出现，将把运输行业的效率提升到全新高度，这一点在物流领域表现得尤为明显。2020年8月，一架大型无人机从宁夏起飞，约一小时后抵达内蒙古，并降落在目的地机场。这是顺丰旗下大型无人机首次完成载货飞行，让大型无人机应用于物流场景成为现实。对物流产业来说，从有人飞行到无人飞行，迈出这一步非常重要。对于市场前景广阔的中国，大型无人机应用于航空物流领域，能有效解决我国偏远地区交通不畅、物流不便、成本高昂、运输效能低下等问题。

尽管大型无人机在生鲜农副产品、医疗用品、应急保障以及高附加值产品运输方面具有重要作用，但要想让其真正释放市场潜力、发挥商业价值，其实还有很长

的路要走。其中，很重要的一点就是如何保障无人机在航路上与有人驾驶航空器保持同等安全水平。这不仅需要无人机突破感知/避撞（DAA）等核心关键技术，还需要从场面运行、终端区域、航路航线三个层面真正将其纳入现有空管体系。

对此，国家空域技术重点实验室主任、研究员，中国工程院院士陈志杰认为，在空域管理方面，无人机需要解决三个方面的核心问题：无人机如何应对感知/避撞能力降低？怎样通过技术让无人机驾驶员或者管理者更直观地感知飞行距离、时间、速度等关键信息？有人驾驶与无人驾驶融合的着力点在哪里？

在这三个核心问题中，前两个主要涉及技术发展，第三个则侧重于运行管理。“目前，我们在空域管理方面，将运输航空、军事航空等分开进行规划。然而，从无人机驾驶航空需求方面来看，未来我们必须进行统筹考虑，推行空域统一管理，增强空域管理的整体性，实现分层治理。推动更多航天技术、设施、能力和信息服务民航空管，构建空天地一体化的民航控制系统，实现体系创新，服务全球空管发展。”

## 低空空域发展前景广阔

天空是一个立体空间。与地面交通相比，空中交通显然具有更大潜力。“我们都知道低空空域是一个非常具有前景的空间。未来，无人机以及飞行汽车等新型载运工具将在低空空域发挥更大作用。”南京航空航天大学通用航空与飞行学院副院长张洪海预测。

与大型无人机瞄准物流运输市场不同，城市地空交通的需求更加多元。在张洪海看来，“大型城市人口密集、需求更大，具有巨大的经济价值和社会价值。特别是在城市地面交通拥堵不断加剧的今天，如

UAM 航空器应该具有自动化程度高、智能化程度高的特点，是未来城市空中交通大众化、规模化、智能化发展的主要工具，因为只有这样才能催生低空经济，产生效益。

何提升交通出行体验是一个世界难题。目前，大家都在进行地下空间开发，但地下空间资源也是有限的。我们认为，未来，城市交通发展势必向上开发，而对 0 米至 500 米空间的开发利用已经成为热点研究方向。”

城市空中交通即 UAM（Urban Air Mobility）。目前，欧美地区已将其纳入先进城市空中交通范围。“由于城市空间有限，UAM 的发展基本上是构建以垂直起降为主，以点到点、门对门运输为主的全新立体交通系统。”张洪海表示，一般来说，UAM 航空器应该具有自动化程度高、智能化程度高的特点，是未来城市空中交通大众化、规模化、智能化发展的主要工具，因为只有这样才能催生低空经济，产生效益。

如今，不少国家已经开展了 UAM 方面的实验与探索。例如，韩国计划在 2025 年建成城市高速公路，划设相关专用空域，引入城市空管系统；巴西则表示将建设更加可持续的城市空中交通生态系统；法国建立了首个垂直机场，计划于 2024 年巴黎奥运会期间提供相关服务。

对于这一前沿领域，中国也在积极布局。2019 年，中共中央、国务院印发《交通强国建设纲要》提出，加强新型载运工具研发。瞄准新一代信息技术、人工智能、智能制造、新材料、新能源等世界科技前沿，加强对可能引发交通产业变革的前瞻

性、颠覆性技术研究。强化汽车、民用飞行器、船舶等装备动力传动系统研发，突破高效率、大推力/大功率发动机装备设备关键技术。2021 年，国务院印发《国家综合立体交通网规划纲要》，提出推进城市群内部交通运输一体化发展，明确要研究布局综合性通用机场，疏解繁忙机场的通用航空活动，发展城市直升机运输服务，构建城市群内部快速空中交通网络。

虽然发展前景良好，但 UAM 的发展也面临很多挑战。其中很重要的一点是，UAM 航空器在城市内部运行时如何保障安全？“UAM 产业的发展一定要先有流量，大流量、大规模、大众化才能取得效益。与此同时，作为一种城市交通系统，此类直升机和无人机也必须满足绿色、低碳要求。试想一下，如果直升机一直在头顶上嗡嗡作响，民众肯定无法接受。最重要的一点是，我们需要制定与之相适应的交通规则——一个安全、高效、经济、绿色、规范的城市空管体系。”张洪海说。

## 空中交通或将迎来大空管时代

在人工智能、大数据以及 5G 等技术的支持下，今天的空中交通网络正变得更加精密化、精细化。随着更多交通载运工具进入大众出行市场，空中交通或将迎来大空管时代。

在大空管时代，融合发展是关键。“无论是大型无人机还是城市地空直升机，其空中管理都是从隔离运行开始的，最终一定会演变成融合运行。”张洪海表示，“发展阶段不同以及航空器自动化程度不同，决定了管理方式不同。一开始，无人机是遥控的、手动的。但随着技术进步，无人机将实现自动起降、智能自主运行。在流量方面，其需求一开始可能比较小，但在商业化运营之后，一定要实现大规模运行。

即便达不到地面交通的规模，其也将成为地面交通的有效补充。目前，我们正处于起步阶段，在探索、在研究、在发展。”

与现有民航运输产业相比，大空管时代需要有针对性地解决一些问题。比如，如何解决“城市峡谷”问题？换句话说，在 0 米至 500 米的城市空间内，怎样才能建立一个全天候的、精密的、不受城市楼宇等建筑干扰的信息管理和指挥系统。再比如，在这些载运工具接入民航运输系统后，如何实现安全高效的管理和运行？就特点来说，空中交通具有很强的计划性和可控性。然而，UAM 的特点是实现高密度、大规模、多样化飞行，其灵活、机动的特点如何与现有的空管规则融合、优化，也是一项很大的挑战。

由此可见，融合运行的空中交通是一个全新体系，与传统民航空管系统有很大不同。在张洪海看来，“在城际、城乡发展时，融合运行需要考虑军民地民协同。”然而，想要充分展现其潜力，还要考虑航空与地方政府、地方产业的融合。

科技的发展与进步给空中交通管理带来了新可能，也带了很多前所未有的挑战。对于这些挑战，我们必须用新的发展理念和创新驱动发展战略去应对。

社会发展在提出难题的同时，也不吝于提供解决方案。事实上，与过去相比，我们拥有更多技术手段去应对日益多元的局面。例如，在信息方面，2020 年，北斗 3 号全球卫星导航系统 189 项性能指标、技术验证全部通过国际民航组织导航系统专家组会议审议，标志着北斗 3 号全球卫星导航系统为全球民航提供服务的能力得到国际认可。当越来越多的国产核心技术取得突破，越来越多的新技术、新设备投入应用时，中国民航也在更大、更多元的市场上，为更多旅客提供便捷、顺畅的出行体验。■



人物

## 外场的大飞机人

文 | 陈吟文 摄影 | 陈宇辉



这个夏天，对于在阎良战区外场奋斗的上飞院人来说，是充满信心、士气高涨的夏天。日常的试飞跟飞工作忙碌但不忙乱，即使遭遇突发问题，条线上的所有人都像训练有素的士兵，能迅速对情况作出反应，从自己分管的领域出发行动起来。井然的秩序感和沉稳的自信感构成了这个夏天的主基调。

这个夏天，也是百感交集的夏天。上飞院人有不断收获胜利的喜悦，有面对问题泰然处之的淡定，更有面对自己即将“毕业”的感慨。如果说，外场是一所大学，那么在这四五年时光里，上飞院人都有哪些难忘的经历？

### 心中有数，心中有度

飞机在成长，组织在成长，个人也在成长。这是许多外场上飞院人在这个夏天最深的感触。在这几年里，颤振 ASE 团队李效法有大半的时间都驻扎在外场一线，他说这次来到外场明显感觉到“顺了”：“一方面是飞机的状态好，还有一个是人和人、团队和团队之间的沟通都很顺畅，大家都有配合的默契和对彼此的信任。”

这份顺利并不是一蹴而就的

结果，而是大家前期一路摸爬滚打、一路吃苦后的共同成长。同一团队的孙亚军还记得，在和外场各个团队磨合的初期，因为对彼此需求及专业不够了解，大家几乎从早到晚都在协调开会，一遍遍地确认情况。但随着时间的推移，团队间对彼此的信任在加深：“磨合的过程，就是你让一步，我让一步，然后大家还是为了同一个目标，把事情往前推进。”

信任感的建立来之不易，如何能够合作愉快推进任务，李效法有两个心得，一个是“心中有数”，另一个是“心中有度”。所谓的“心中有数”是要把自己负责事项的情况都掌握全面：“当人家问起飞机的重量、飞机的状态，我们心里都要有数，这些数据在交流的时候不可能说‘我回去查查文件再告诉你’，人家对我们的信任度就会

下降。”

“心中有度”则是说，要对对方能够承受的工作量有个提前的度量：“我们要对对方做工作的难处有个提前的了解，不能把所有的压力都传递给其中的某一个环节，而是要把事情的工作量、工作内容提前告知人家，甚至帮忙一起分担及策划，只有大家都协调好了，才能齐心协力打有准备之仗。”

对于“磨合”，项目中队的吴英有更感性的认识。2020年，吴英刚到外场时，曾因为和其他团队的同事有误会，起了几句小争执。但随着工作的推进，双方不但误会解除了，合作也越来越顺畅。那位同事后来和吴英说，恰恰是因为那一次的较真，让他对心直口快的吴英印象深刻，而后的合作让他更加确信，彼此其实都是眼中有事、愿意做事的人。

一次，吴英在路上遇到那个团队的同事们正在飞机边合影留念，他们看到吴英，立马热情地招呼她一起来合影。吴英看到他们都穿着整齐的队服，有些不好意思上前。“不了不了，你们的合影，我来干啥。”“嘿！平时可是你老爱和我们说‘一个团队’，怎么现在你就不跟我们‘一个团队’了？”对方打趣道。吴英说，那一刻她的心里很甜。大飞机事业总是能让有共同信仰的人聚在一起共同奋斗，然后成为能把后背交给彼此的人。

## 担当与坚守

“咱院的同志在外场个个都能挑起大梁。”说起院里的同志，吴英的话匣子顿时打开了，一连蹦出了好多形容的话语：“有学霸气质”、“特别靠谱”、“不爱抱怨”……“有时候我们开玩笑说，上飞院的同志都特别‘卷’，而且专‘卷’自己。”

“卷”自己的实质，其实是一份永远无法放下的责任心。疫情期间，许多在外场有任务的团队都有“最美逆行”的经历。疫情形势一旦有不确定的苗头，上飞院人总会选择排除万难前往外场，宁可提前到场让人等飞机，也不愿因封控

原因延误现场工作。对于需要多方联动协调的试飞跟飞工作来说，只要有一方停滞了，全局的进度都会受到影响，上飞院人高度的责任心背后，大都有一个朴素的想法：把自己的事做好，不要给别人添麻烦。飞控系统部的梅存浩也是一位喜欢“卷”自己的上飞院人。作为科目负责人，梅存浩在外场几乎一肩挑起了整个科目的重点难点任务，在压力之下，他对自己的工作要求依旧是要“尽善尽美”，就算时间再紧迫，他都要把关好每一份经手的文件质量。

“设计师编写的各种输入文件，是下游专业执行的依据来源。如果按照错误的输入去执行，会给下游专业造成很多麻烦。所以我们自己的那块工作一定要做好。”在梅存浩看来，每一份给出的文件都是自己的一张名片、一块招牌，做设计师的第一要义，就是不能砸了自己的招牌。

不愿给别人添麻烦的上飞院人，在“被麻烦”的时候却很少抱怨，主动担责甚至成为一种习惯。今年3月，操稳团队的科目负责人吴戴鹏准备趁着工作间隙回上海一趟，陪陪家人。虽然只有两三天时间，离家已一个多月的他十分期待与家人的团聚。

晚上7点，飞机落地虹桥机场，吴戴鹏满怀期待地打开手机，却收到了妻子发来的令人无比纠结的消息：他家的小区刚刚新增一例阳性病例，目前小区执行“只进不出”的防疫政策，也就是说，一旦回小区，他就无法再次外出支援外场。

面对两难的境况，吴戴鹏没有多想，便决定原路返回外场。在征得妻子的理解后，他立刻买了最近一趟返程航班，重新投入战斗，这一出发就又是五个月。当被问起当时的心情，吴戴鹏说那时任务即将全面铺开，团队在一线的人数原本就不多，如果不回去，团队将要面临更大的压力。然后还有一——“特别感谢我媳妇儿的理解。”

对信仰的践行，很多时候只是一个人和自己悄无声息的较量，是平凡生活中一个又一个选择。你选择什么，你便成为什么。有这么一群人，他们选择了担当与坚守，选择成为大飞机设计师。

## 都是成长的过程

“只有来过外场，才能真正体会什么是‘战时状态’。这种紧迫感，如果没在外场锻炼经历，就很难深切体会到。”作为颤振ASE团队的一名老兵，范石磊觉

得经受住外场的锻炼，才能成为一名真正战士：“一个人在外场呆过，他在往后处理问题，哪怕是面对没见过的情況也不会惧怕，因为他经过外场的大风大浪，面对问题时是有信心、有方法的。”

许多外场上飞院人必经的“压力一刻”，是在正式试飞前，参加和试飞机组的交底会。在交底会上，试飞机组会从试飞专业的角度对设计师们提出各种问题，确保试飞安全的万无一失。而对操稳团队的李永涛和林佳铭来说，交底会是“压力测试会”，更是专业能力的“试金石”，是兼具挑战性和价值感的场合。

林佳铭把和试飞机组交底的过程比作“出招接招”，设计师不知道试飞机组会提出哪些问题，只有做好充分的准备，才能解答机组的疑问。如果机组抛出的“球”自己都能接住，那种快乐的感觉就好像打完一场酣畅淋漓的比赛。

最常“应战”机组问答的李永涛认为，和试飞员的交流互动，也是互相促进、共同成就的过程：“回答试飞员的问题不但是检验我们的专业能力，更是提升我们专业能力过程。从试飞员的角度看待设计，能更客观地感知到自己设计的好坏与否，了解要改进的原因。”



对信仰的践行，很多时候只是一个人和自己悄无声息的较量，是平凡生活中一个又一个选择。你选择什么，你便成为什么。有这么一群人，他们选择了担当与坚守，选择成为大飞机设计师。

外场如战场，最难打的仗往往给人留下最深刻的印象。对副架机长王冬明来说，难熬的一仗是在去年的年头上。那时，他接连肩负着几个重大的试验任务，任务量大，工作强度大，进度压力大，安全压力也很大。为了保证试验进行的气象窗口期，那个春节他留在外场加班，没有回家。

一个多月的时间里，王冬明哭过两回。第一回是在试验准备时给全机搭支架布铜网的时候。这项试验风险很高，几千伏的电压都要往飞机身上流过，因此准备阶段容不得半点闪失。压力最大的时候，王冬明跑去机库旁的地下室哭了一场。还有一回是在大年三十的晚上，和家人通完电话后，看着电视上热

闹的春节晚会，他的眼泪再次没绷住——那是他人生第一次在外边一个人过春节。

不过每次情绪释放之后，王冬明总是很快调整状态，回到机库继续带着大家干。他明白，此时不是他一个人在经受考验，团队的每一位队员都在竭力坚持着。为了这些可爱的年轻人，他也必须冲锋在前。功夫不负有心人，经过三十多天的紧张准备，试验在预期时间内一次性顺利通过了。那一刻，王冬明深刻体悟到苦尽甘来的成就感与喜悦感。

“被按在地上摩擦一次、脱一层皮，也蜕变一次。在外场，能得到成长的不仅有专业技术，还有管理能力、统筹能力、心态调整能

力等等。每一次试验试飞攻关都是一次成长的过程。”这或许是所有在外场奋战的上飞院人的体会。蜕变的过程也许痛苦，但也唯有经历蜕变，方能成长，展翅翱翔。

### 对飞机感情最深的地方

一线，是最贴近飞机的地方，也是对飞机感情最深的地方。对常驻于外场的上飞院人来说，提起飞机，他们说得最多的是“敬畏”——人要保持对试飞安全的敬畏之心。就算当下的试飞工作已经越来越顺，但在每天的早例会上，安全永远是强调的重点，是被摆在第一位的考虑因素。

副架机长王睿说，因为离飞机太近了，所以太能体会到试飞安全的重要性，任何一个微小的疏忽都有可能为试飞安全带来隐患。在工作中，王睿特别注重细节，在和别人沟通协调的时候绝不能出现“差不多就行”的情况，要保证双方的理解是同步的、是到位的。保障飞行安全“十拿九稳”还不行，要“十拿十稳”才行。

越是贴近，越是敬畏。但这种对飞机的敬畏并非源于忧虑与惶恐，而是一种有温度的牵绊。王睿

的公文双肩包上挂着一块“起落安妥”的小牌子，这是他特意定做的，也给了周围朋友一人一个，他说飞机安全是大家在外场的最大心愿。

王冬明说，在飞机旁边的时间越久，心中对飞机的敬畏就越重，感到“飞机是有‘灵性’的，会回应我们的态度”。依据他的观察，如果某段时间大家没有合作好，那么那段时间飞机的状态肯定会跟着人的状态一起变差，会有各种排查问题。但如果每个人都尽全力、想细致、做周全，那么在这种情况下飞机的状态一定是好的，试验试飞工作的开展一定是顺的。

这种和飞机紧密的联结感，是每个常驻在外场的上飞院人都熟悉的“沉浸式”体验。平日里，大家想的是飞机，讨论的是飞机，一切工作都围绕飞机，就连吃饭的时候聊天，也会聊着聊着往飞机的话题偏去。每次飞机起飞前，机库外总会有向飞机深情挥别的人，大家的目光紧跟着飞机滑行的路线，直至飞机起飞才逐渐散去。

副架机长王海强就是一个经常送飞机的人。在飞机边呆久了，无论停机坪上停着几架飞机，他只要扫一眼，就能认出自己分管的那架飞机，就像父母绝不会认错自己

的孩子一样。对王海强来说，自己分管的架机就像一本打开的相册，他知道飞机经历的每一处磨练，团队在外场走过的每一步路。

站在飞机旁，王海强和队友汪浩立刻就开启了回忆模式：“刚才说的齐心保障飞行的经历，就发生在这里。”“这边的机头区域，也有几个故事。”“对了！还有后机身尾橇改装那块，一定要去看看……”如果你看到了对着飞机滔滔不绝的上飞院人，那你一定能明白，什么是爱。

每当一个科目即将迎来收官，停机坪上就会格外热闹。大家在机库里，穿着红色的T恤，拿着早已准备好的鲜花和横幅，焦急地等待着飞机归来。飞机终于回来了！笑容洋溢在每个人脸上，大家都兴奋地朝着飞机快步走去，用鲜花和掌声迎接走下飞机的试飞机组，在飞机前迫不及待地拉起科目收官横幅，招呼战友们一起合影。

“来，我们准备拍照啦！大家看这边，一起说我们的飞机棒不棒？”“棒！”无论是镜头里还是镜头外没有参与合照的人们，在那一刻都异口同声地大声喊道。那叫喊声直冲云霄，如同白日里的烟花，在明朗的半空中绽放。■

科普

## “悬丝诊脉”之飞机结构健康监测

文 | 王军朋



在电视剧中，经常看到御医为娘娘、公主们诊病，不能直接望、闻、问、切，只能用丝线一端固定在病人的脉搏上，御医通过丝线另一端的脉象诊治病情，俗称“悬丝诊脉”。

←

图 | 陈宇辉

古时的“悬丝诊脉”不知是真还是假，而今，确切的“悬丝诊脉”已重现江湖。

在航空领域，为了解决“内伤诊断，防止带病上场”的问题，美军在 F-35 研制任务中明确了故障预测与健康监测（PHM）的技术要求。随后，世界各国相继在不同型号飞机研制中也提出 PHM 的技术要求，一时间，PHM 成为世界各国航空领域的研究热点。而结构 PHM 作为飞机 PHM 的重要组成部分，其重要实施途径正是传说中的“悬丝诊脉”，官名为结构健康监测技术。

飞机结构健康监测技术是指利用与结构集成一起的传感器或驱动器网络系统实现对飞机结构健康状况进行监测的综合技术。通过传感器及网络采集与结构健康相关的参数信号，建立结构健康状态特征参数与传感器信号之间的关系模型，从而获取结构的状态信息（如应力、应变、温度、损伤等），再结合先进的力学建模方法和结构耐久性/损伤容限分析技术，对飞机结构的寿命和损伤状态进行评估，从而实现对结构健康状态的连续监测。结构健康监测技术可以使飞机结构有效实施“视情维护”策略，对提高

## “悬丝诊脉”之飞机结构健康监测

结构效率和降低维护成本有巨大的应用潜力。简而言之，就是利用声光电磁等物理原理，实现结构完整性（大健康）监测与评估的统称。

中国飞机强度研究所作为我国在航空领域开展结构健康监测技术研究较早的单位之一，针对飞机结构“内伤”早期发现和精准诊断的工程需求，开展了理论研究、关键技术攻关以及创新性的技术探索等科研工作。通过十余年大量研究与试验，在飞机结构健康监测架构与策略、传感器技术工程适用性、结构载荷/损伤监测方法、结构健康监测仪器及集成等方面取得显著进步，并结合强度所飞机结构地面试验平台开展了多层次的技术验证和测试工作，目前部分研究成果已在飞机结构地面试验应用中发挥了重要作用，“悬丝诊脉”功力凸显。下面就让我们一起来看看强度所“悬丝诊脉”的过程及功效。

### “悬丝诊脉”之第一丝——状态监测

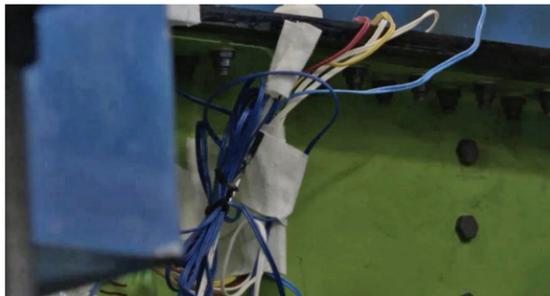
主要采用光纤光栅传感技术，实时获取结构的应变、温度特征参量，再以应变数据为输入，反演结构变形、载荷等实时状态，可谓对飞机的第一诊，确认结构健康状况是否有异常/变化。

→

传感器作为飞机的“神经”，可以把采集到的材料“受伤”信号反馈给服务器。（上）

服务器作为健康监测系统的“大脑”，不仅可以对飞机的健康状况作出评估，还可以作出飞机故障预测及保障决策，确保飞行安全。（下）

图|航空工业



强度所在基于光纤光栅传感器的状态监测方面，实现了光纤光栅传感器的工程应用能力，建立了应变—载荷关系测试方法和模型，建立了结构应变—变形模型，开发了应变—载荷数据处理及载荷监测软件，已在地面试验中应用，并在运营飞机、地铁中拓展应用。

### “悬丝诊脉”之第二丝——损伤监测

主要采用导波和声发射传感技术，利用压电效应和声发射现象，采集损伤特征信号，通过损伤特征信号分析，实现对结构损伤进行监测，损伤监测是对飞机第二诊，可确认结构是否有损伤、损伤位置和损伤大小。

强度所在损伤监测方面，按照由元件监测试验建立基本特征信号数据库，通过细节件、组合件等

逐级试验来考虑连接形式、部位、几何尺寸和环境等因素对信号的影响，进而得到实际可应用的损伤特征数据库的技术路线，开展了结构损伤监测研究。建立了基于导波和声发射传感技术的损伤监测识别、定位及定量等相关算法判据，开发了自动化分析软件和两代自主可控的导波损伤监测系统，构建了典型复合材料结构损伤诊断数据库，已在地面试验中应用，实现了结构损伤的早期预警。

强度所在健康评估方面，以无损检测、结构健康监测数据为输入，开展了监测数据驱动的健康评估方法研究，包括评估结构剩余强度和剩余寿命，国内首次构建了飞机结构健康诊断与寿命系统平台，通过在地面试验中的不断测试与优化，目前已在地面试验应用。同时，以此平台为基础，正在开展基于健康监测的飞机数字孪生技术研究。■



詹东新

浙江杭州人，中国作家协会会员，上海市作家协会理事。先后出版科普文集《飞遍天下》《享受飞行》《飞行与健康》《和飞机有千万个约会》《人类的翅膀》；主编心理学专著《“管制”压力》；写作出版长篇小说《钱江潮》《圆》《马上起飞》《飞往中国》《晨昏线》等。多家报刊、杂志专栏作者。公开发表或出版各类作品 250 余万字，多次获奖。

→

陕西省阎良机场 1974 年历史影像图  
图|北京亿景图网

漫话航空史

## 出圈的阎良（上）

文|詹东新

秋风起处，枫林尽染。

轻风下的石川河从北绕过小城阎良，河水泛起淡淡的青绿，波光潋滟，秋水伊人，迷醉在航空城。

### 航空城

在航空人心里，阎良的名声再响不过，谈航空、谈飞机、谈飞行，很难绕开阎良。它的名字和轰 6、运 7、飞豹、新舟、运 20 等飞机品牌连在一起，和陈一坚、唐长红院士连在一起，和滑俊、王昂、黄柄新、李中华、赵鹏等几代试飞豪杰连在一起。如今的阎良航空城驻有西安飞机制造公司（原 172 厂）、中航工业第一飞机设计研究院、中国飞行试验研究院等重量级单位，简称“两院一厂”，在中国航空工业领域扮演着台柱子的角色。

阎良航空新城如日中天，却也遮掩不住其厚重的历史。春秋战国时期，诸侯割据，战火连年，秦孝公为强秦公开招贤，引进“外脑”。商鞅自卫国入秦，提出“废井田、重农桑、奖军功、统一度量”等创意求变策略，被孝公全盘采纳，从此秦国强盛，凌驾于山东六国之上。商鞅变法的发生地就在西安东北的小城阎良。前有始祖爷轩辕黄帝在此铸鼎安天下，后有秦孝公启用商鞅在此推行新政，终使秦地崛起，一统天下。



## 出圈的阎良（上）

20世纪30年代，“九一八”事变后，国民政府设西安为西京，由行政院直辖，准备日本大举侵华时接替南京。抗战爆发，政府退往重庆，仍保留着西安隐形首都的规划，可见西安在中国版图中的江湖地位。共和国“三线”建设时期，搬往西安的科研院所和高校不计其数，中央将很多苏联援建项目也直接落户西安，硬是将西安打造成了北方第二大科技人才储备库，仅次于北京。而西安的卫星城阎良，顺此逻辑一番作为，成就我国争夺制空权的一大支点。

时光推移至1955年，依据毛泽东和周恩来的指示，我国决定建设重型飞机制造厂（代号172厂）和飞行研究院，作为第二个五年计划骨干项目，也是苏联援华的重点工程。1955至1957年间，通过对内蒙古集宁、新疆伊犁、甘肃张掖、陕西阎良、四川川西等十多个地点的踏勘比对，认定阎良在自然、地理、交通、经济等方面具备优势。

阎良位于关中平原东部偏北，距西安七十公里，南北有山，中间地势平坦开阔，海拔高度适中，气候温和，雨量适中，风沙较少，平均风速2.7米/秒，最大风速25.6米/秒，晴日远多于阴雨，全年有280天以上的飞行日，周边净空良好，试飞空域舒阔。阎良驻有空军

第十一航校，机场适合中型轰炸机、高速重型飞机起降。1957年，中央拍板，中国新兴的航空工业基地落户阎良。

场址选定，飞行研究院和172制造工厂同时开建，工作区、生活区统一规划，两家共用十一航校搬迁后留下的现成机场，可以省下数千万元的投资。1958年初，172厂张掖筹备处迁来阎良，5月8日开土动工。一厂一院历建八年，累计投入2亿元，于1966年建成，如从天外降落了一座占地100万平方米的大中型军、民用飞机研发、制造、试验基地。

阎良基地建设过程中，不断有新的院所加入进来，形成虹吸效应。1958年，空军第一航空工业工程技术学校从甘肃东迁，入境阎良，毕业生就近分配至172厂。1959年4月，飞行研究院（经多次体制改革，称谓不停变化，今为中国飞行试验研究院，简称试飞院）接收空军十一航校，正式落户阎良。试飞院仅用一年时间就完成了机场、大营房、小营房等改造任务，建成了国家级科研鉴定试飞基地，于1960年6月17日正式执行飞行鉴定与研究任务。1965年7月，隶属第三机械工业部（后来的航空工业部）的原国防部第七研究院第十研究所（代号603所，今为中国第一飞机

设计研究院，简称一飞院）搬入阎良。

有了172厂、试飞院、603所等拳头企事业的加入，数万航空精英云集古城，阎良成为我国唯一集飞机设计、生产制造、试飞与教学科研于一体的大型航空基地。据《阎良区志》记载，阎良基地自1966年投产以来，掀起了一股股航空风暴，先后仿制、研发了30多款飞机，阎良的名字从此和航空镶嵌。

## 运7

民用客机运7从这里起航。

20世纪50年代，洪都造出了运5。该型飞机的适航性和通用性好评如潮，在加装了涡轮增压器后还能进行高空作业，用来探测高空大气和测量地形地貌。这头小黄牛勤勤恳恳，干活从不叫苦叫累，没有丁点儿娇气，养着的成本不超过两辆卡车。

但是，按业内人士的说法，这款飞机啥都好，就是装得太少了，人只能装十几个，货不过两吨，还比不上不过一辆解放牌大卡车。三年自然灾害过去后，我国国民经济完成调整，各项数据连续向好，经济总量世界排名第七，国家开始实施第三个五年计划，对大中型民航机的空白再难以忽视。

天才设计师徐舜寿提议，以苏

制安-24型飞机为蓝本，造一款国产的中型（支线）客机。有人说：“美英都在搞喷气机，为啥不直接上？”徐舜寿说：“搞了半辈子飞机，我比谁都想上喷气机，上大飞机，我们先在军机上试，喷气客机总有一天会上天；不过眼下技术条件有限，先造出一款螺旋桨中型客机，为以后的大飞机探路。”徐舜寿又说：“我们不要一步跨到将来，先从少女到少妇，不能一下子到老太太了。”说得同行们都笑了。

对此，徐舜寿已有详细的方案，他将自己的打算形成书面文案，上报有关部门。1966年3月，同在阎良的603所、172工厂首肯了徐舜寿的方案，以联合行文的形式，上报《关于参照设计安-24的联合报告》。三机部研究后同意一厂一所方案，将报告呈送分管航空工业的军委副主席叶剑英。10月10日，叶剑英提起如椽之笔在报告上写下意见：“拟同意，请总理审示。”

周恩来的心情似乎比三机部还急，第二天即批示：“同意，外形应有所不同，力争1968年或1969年试成。”总理只给出了两年的设计与制造时间。

周恩来对国产飞机的渴望不是一般人能了解的，因为心头的伤口不时发作。他永远忘不了1955年4月的万隆会议。当时中国没有能飞

出国境的飞机，只能从印度航空租了架“克什米尔公主号”作为交通工具。但这架飞机早就被台湾特务机关盯上了，他们事先买通香港启德机场一名清洁工，在飞机的右翼轮舱处安放了定时炸弹。“克什米尔公主号”从香港起飞5小时后爆炸起火，坠落海面。除了3名机组成员生还，其余11名参会代表及中外新闻记者全部遇难。周恩来因受到缅甸总理吴努的邀请，临时绕道访缅，侥幸躲过劫难。为此，总理万分愧疚，对国产客机的研发十分上心。

当年10月27日，国务院国防工办正式行文，下达了按安-24型飞机参照设计的任务件，命名为“运7”。

接到批件后，航空工业界整体躁动起来，以阎良603所为主体，西安飞机厂、南昌洪都飞机厂、成都飞机厂派力量增援，共同组成了一支300人的队伍。

项目以西安飞机设计研究所所长徐舜寿为总设计师，立马投入工作。徐舜寿本着一向严谨的作风，要求测绘仿制工作循序渐进，从安-24原型机的测绘开始，扎扎实实向前推进。用材方面，也按徐舜寿的创思，尽量选用国产材料，尽可能多地国产化。担任总设计师后，他掌握着每个专业组、每个业务员

的能力及特长，亲自审核每一份设计报告。

运载50多人的运7不同于运5，更不是按运5几何尺寸的放大，它已经是一种支线客机，除了大量的逆向测绘工作，还有设计，既是仿，也是制。运7的零部件达到1.7万个，研制和生产需要采用许多新工艺新技术，比如钛合金成形、整体油箱制造、定向玻璃拉伸成形，都需要研究所和厂方攻城拔寨，逐一解锁。尽管如此，在徐舜寿严实、高效作风的熏化下，只花了一年多时间就完成了运7全部图纸的设计，包括工艺设备设计图纸和工艺流程。整套图纸共有51900标准页、473份技术条件和计算报告。运7的机载设备全部采购国内产品，全国380个厂所参与研发与制造，是一次航空业的大联合、大协作。

那些年，正是文化大革命最凶残的年代，运7也受到了严重的人为干扰，尽管如此，偏安西北一隅的西飞人还是艰难地完成了“三级跳”。1969年10月，飞机进入试生产；次年12月初，进行总装；12月25日，进行首场试飞。

## 徐舜寿

有奋斗就会有牺牲，没有悲壮哪来崇高。运7总师倒在了运7总

## 出圈的阎良（上）

装前夜。

徐舜寿少年入清华，留学美国，曾随聂荣臻元帅访苏，全盘吃透米格 21 设计原理，在实际工作中又不唯“米格论”，吸收美欧喷气战机两侧进气的优长，为我国歼 8 战机的设计定下了基调。为此，他的弟子顾诵芬院士（后为歼 8 之父）最有体会。民机方面，他深度参与了歼教 1、初教 6、运 5 的设计与制造，强调全国一盘棋，集中人力、技术攻关。调阎良 603 所后，徐舜寿主持了运 7 的技术方案，并担任总设计师，抽调全国各地技术骨干数百人，组成研制团队，硬是在一年左右时间完成了运 7 设计的全部图纸。

徐舜寿曾创建了我国第一个飞机设计所（沈阳 601 所），先后担任 601 所、603 所所长和设计总师，被授上校军衔，为我国多款型号的军、民机上天立下汗马功劳，他平时喜欢穿西装和皮夹克，爱喝咖啡，发型挺括；通晓英语和俄语，腔调倜傥；性格耿直，敢于发表不同意见。他自己主持小型会议时，谈吐随意，激动时站起身来，两手插兜，有时屁股翘上了会议桌。技术能力的过于强大，加上不肯屈服的个性，文革中被踢成“学术权威”，撤销职务，靠边稍息，并遭受批斗。

在靠边站的那些日子，他通过龚国政等弟子念念不忘运 7 的进展，用第三只眼睛看着运 7 一步步走向成品。龚国政曾劝他：“老师，现在局势这么乱，您还是先保全自己吧。”“苟利国家生死以，岂因祸福避趋之？”徐舜寿叹了口气说：“我个人不算什么，运 7 重要。搞设计必须坚持科学程序，前后衔接，逐次接近。我们是小步快跑，实际上每一小步，就是一次弹射。唉，我国在客机上需要补课的地方太多，不翻过火焰山，是到不了西天的。”他又说：“航空工业最好一个机型一个机型干下去，技术积累了，人才也培养出来了。”

徐舜寿在无厘头的批斗中，心中仍有翻滚的江河。他囿于斗室，没暇歇养，仍抱病编译了《飞机寿命》一书，并与人合作选编了《疲劳译文集》。他早先编译的《英汉航空工程名词字典》，像《新华字典》一样被航空人士当作床头书。而他翻译的《飞机构造学》《飞机强度学》，被航空院校选为教材。他的为人像水晶一样透明，将自己的所学所思倾囊相授给助手们。一代宗师的他，先后帮助、培养出了一批中国航空工业的栋梁之材，如两院院士顾诵芬、工程院院士屠基达、陈一坚、管德、陆孝彭，总师

或副总设计师程不时、陈嵩禄、郭松林、黄德森、高忠社、陈绍猷、吴克明、龚国政、付大卫等。

被人帮助是一种幸运，帮助别人也是一种幸福。

在我国坎坷的客机制造路上，徐舜寿提议并决策主导的运 7 也算闹出了大动静。20 世纪 80 年代，全国共有 56 架运 7 同时在线，在当时不算发达的国内航线，成为最大的机群。运 7 生产线也是西飞最繁忙的生产线。■

## 声明

《大飞机》杂志 2021 年 12 月刊登的《从飞机引进看我国民航业发展》一文，主要观点及多处数据与内容援引《我国民航运输机队的变化趋势分析》（作者赖志榕、廖晓杰、叶从鑫）一文，未标明出处。现已对《从飞机引进看我国民航业发展》一文撤稿，对于稿件审读过程中的疏漏，向作者致以歉意。《大飞机》杂志将进一步严格审校环节，树立良好学风。

《大飞机》杂志编辑部



## 柏蓓

毕业于兰州大学新闻与传播学专业，长期从事航空新闻报道，现任职《大飞机》杂志社。公开发表各类文章 300 余万字，曾获得“上海新闻奖”三等奖、中国产业经济新闻奖一等奖、二等奖、三等奖等。多篇作品被《民航新闻实践与探索》《追梦大飞机》等收录。



圆满完成出访坦桑尼亚任务返回后，周总理和 208 号机组以及民航局部分领导在 208 号机前合影  
图 | 腾讯网

## 漫话航空史

## 中国民航的首次洲际飞行

文 | 柏蓓

“迅速准备伊尔 -18 型专机，执行周恩来总理率政府代表团访问坦桑尼亚的专机任务。”1965 年 5 月 24 日，中国民航总局飞行大队第一任大队长张瑞霁接到命令。

中国自 1959 年 9 月起引进伊尔 -18，在一些航线上取代伊尔 -14 型飞机，担负起主要干线的运输飞行和大量专机、包机任务。这款飞机的到来，也标志着中国民航从使用活塞式螺旋桨飞机开始过渡到使用涡轮螺旋桨飞机。

周总理率团出访坦桑尼亚前，他提出要乘坐中国民航自己的飞机。在 20 世纪 60 年代以前，我国领导人乘坐中国飞机出访的国家，只限于周边建交的国家，远程航线都是包租外国航空公司的飞机。1965 年 3 月，周总理访问罗马尼亚时乘坐了巴基斯坦的波音飞机，当时被人问及为何不乘自己国家飞机，他国元首出访都是乘坐本国的专机。这次回国途中，周总理对随行的民航同志指示道：中国民航的飞机一定要飞出去！



## 中国民航的首次洲际飞行

但是，此去非洲东部、赤道以南的坦桑尼亚，将途径 12 个国家和地区，中国民航的飞机从未飞过这么长的航线，也从未到过如此之多的国家。周总理给了机组莫大的鼓励：“这是建国以来中国民航飞得最远的一次，我们一定要飞出去，我跟你们一起去实践。”

伊尔 -18 最大飞行高度是 10000 米，而航线必须经过平均海拔 5500 多米的昆仑山脉，一旦遇到下沉气流将很危险。此外，伊尔 -18 是苏制飞机，寒冷条件下起降肯定没问题，但是非洲天气炎热，发动机能否顺利启动？非洲地区经济不发达，机场、通讯设施落后，加之当时国际政治形势复杂，这次专机飞行挑战巨大。

面对没有先例可循的飞行，唯一的方法只有试航。1965 年 5 月 28 日，张瑞霭带领准备充分却心怀忐忑的 15 人机组踏上试航之路，4 天内把沿途 12 国的机场位置、导航台位置和频率、气象资料以及这些国家所规定的禁区等航线资料都了解透彻，每一个经停机场都了然于胸。6 月 1 日试航完成，提前到巴基斯坦做好检查并铅封飞机，等待周总理、陈

毅副总理和代表团一行乘坐空军专机抵巴。

1965 年 6 月 3 日，这架编号为“208”并有“中国民航”字样和国旗涂装的伊尔 -18 型专机，由 40 岁的张瑞霭领队，机长刘崇福、徐柏龄和飞行员郭绍会、李继成组成 3 个飞行机组，从卡拉奇起飞，开始了新中国民航最远的一次航程。

很快，在专机经停的第一站巴格达，第一次远航就遭遇了险情——当专机准备降落时，巴格达机场突然停电。降下去还是拉起来？降下去万一出问题呢？拉起来飞往第三国的话，油量不够、情报也不足……就在危机关头，周总理十分镇静地安慰机组：“我相信你们有处置能力，会找到办法的。”张瑞霭与刘崇福、徐柏龄 3 人经过短暂商量，果断决定：降落。凭借自身经验和过硬的飞行技术，在黄昏最后一丝余晖中，伊尔 -18 专机稳稳地降落在巴格达机场跑道上。而后，飞机加完油，机场依然没有电，专机在探照灯有限的照射下再次起飞。飞临苏丹时又遭遇热带风暴，飞机颠簸得像只风雨中的小飞蛾。

1965 年 6 月 4 日 16 时，日

夜兼程的伊尔 -18 专机准时飞抵坦桑尼亚首都达累斯萨拉姆机场。4 天访问结束后，机组再次遭遇难题：苏丹政变，全国戒严，机场关闭，回国航线被切断。紧急关头，周总理协调各方关系，最后借道尚未建交的埃塞俄比亚。但是临时借道，机组没有当地任何飞行资料，飞行难度可想而知。更意想不到的是在落地埃塞俄比亚首都亚的斯亚贝巴时，一场雷雨还与专机“抢跑”。当地机场塔台建议机组“复飞”，张瑞霭判断该情况已不能复飞，上空全是雷雨区，他果断下令降落。当飞机轰鸣着安全着陆时，一场倾盆大雨也如约而至。6 月 11 日 12 时，专机降落在北京西郊机场。

此次行程 4 万多公里，穿越赤道飞向南半球，在当时尚未回归国际民航组织、得不到相应国际航行支持和基本没有外援的情况下，中国民航第一次在洲际飞行的舞台上向全世界展示了自身的风采与实力。1972 年尼克松访华，在中国境内全程乘坐中国民航专机，打破“美国总统出国访问从来不乘坐他国飞机”的惯例。■



## 姜浩峰

《新民周刊》主笔。多年来在交通运输行业深耕。著有《坐火车游青藏亲历指南》等书。作为策展人，在 M50 爱普生影艺坊策划航空类摄影展《想飞》等。

漫话航空史

## 百年虹桥，点滴回忆

文 | 姜浩峰

大虹桥，如今有“宇宙中心”这么一个磅礴大气的绰号。

说它是绰号，无非是因为谁都知道宇宙的中心并不在上海西部的大虹桥；说它磅礴大气倒是一点也不假。

2021 年 6 月，是虹桥飞机场建成 100 周年。当时我就在想一件事——上海不止有一座机场。过去不止一座，如今不止一座，未来更不止一座。可百年来，能够长期作为机场存在，并长期使用的，几乎只有虹桥。不知这是否出乎当年建机场者所料呢？

从 1972 年 2 月尼克松总统访华，到 1986 年 10 月英国女王伊丽莎白二世访华，都曾在虹桥机场经停。这是虹桥机场的外事记忆中特别难以忘怀的所在。2022 年 2 月 22 日，虹桥机场 2 号航站楼 B 岛更新改造，暂停开放。未来，虹桥还会带来哪些令人难以忘怀的记忆呢？

## 从虹桥市到进博会

虹桥作为地名，早在明朝正德年间就出现在如今的上海市闵行区虹桥镇附近。当时称作“虹桥市”。当年的“市”，大约就是比镇更小、比集更大且固定的一个所在。在虹桥市北称北滩，市河南边还有一条南街。用今天的话说，“虹桥市”相当于一座微型城镇。

到了清代，“虹桥市”逐步发展成真正的一座市镇。到清末，南街已经相当繁荣，北街则有布庄、轧花场，全镇有 32 个行业、56 家店场。

这些年，我曾经去过虹桥镇几次，总感觉仍能在这里找到当年的风貌，尽管如今的“虹桥”二字，已经有了太多内涵。原本不是“虹桥”范畴的许多地方，都先后纳入了“虹桥”旗下——从虹桥机场，到虹桥路，再到虹桥开发区，之后又有大虹桥商务区。如今，即便吴淞江以北属于嘉定区的江桥地界，也有人冠以“北虹桥”之名。似乎沾着虹桥的盛名，就精贵一些。

既然如此，我就更愿意寻一寻“虹桥”二字的源头。

徜徉在如今的虹桥镇，其实能体悟到 21 世纪 20 年代，中国国际进口博览会的永久举办地为什么设在大虹桥了。

当年的虹桥镇，与所有江南市镇一样，贸易立市，逐步发展。如今

## 百年虹桥，点滴回忆

的进博会，某种程度上继承了此种传统。当然，如今的进博会，吸引了全球各地的客商。全球买买买，那架势，怎可能是昔日小小的虹桥镇可比。特别是如今的大虹桥，范围之大——涵盖了20世纪中叶上海“十区十县”范围中的诸如长宁、青浦、闵行、嘉定等地的地界。而影响之大——世人谁不知虹桥？

以21世纪20年代的视野而论，上海是不是一个在全中国范围衡量，交通便利、生产生活等等需求旺盛的所在呢？国家会展中心（上海）设址于此，中国国际进口博览会于此举办，恰如其分。

## 机场差点离开虹桥

不过，将上海定为进博会的永久举办地，且设置国家会展中心（上海），以及虹桥机场的保留、综合开发利用，这都涉及到顶层设计。

记得21世纪初，对于是否保留虹桥机场，是有过一段时间的争议的。

当年，浦东机场已经落成。而就铁路来说，在已经拥有位于天目路的上海火车站的情况下，位于徐汇区的上海南站也已经开工建造。我当时了解到的情况是——铁路系统将北上和南下列车大致作一

区分，京沪线列车保留在上海站到发，沪杭线列车更多迁往上海南站到发。

至于民航系统，则将更多的航班迁移到浦东机场起降。如此一来，在本世纪初有那么一两年时光，从不同渠道传出一些声音——有人建议将所有到沪航班迁往浦东机场，有人甚至建议不再保留虹桥机场。理由是虹桥已经相当靠近市区，即将迎来大发展，机场设在此地，似不合适。

从某种角度去理解城市规划的话，这样的说法不无道理，且有先例。譬如同在上海的龙华机场，民航华东管理局的办公楼都一度设在那里。可就因为城市规模的扩展，使得龙华机场基本没有保留航空功能。

机场尽量不要靠近市区中心，这一理念本来并没有错。甚至浦东机场的规划、选址有所微调，最后有关部门采纳了填海方案，也是为了不与待开发项目争土地。

然而，虹桥机场却又有其特殊性。先是因为在浦东机场刚启用时，虹桥保留了一些国内国际航班。当时，我还曾听苏州、无锡等地的朋友说，到上海乘飞机，还是从虹桥机场走比较方便——毕竟距离近，比去浦东要省许多舟车劳顿。当然，最重要的变化发生在高铁建

设大发展以后。显然，无论位于闸北（如今已并入新的静安区）的上海站，还是位于徐汇区的上海南站，都位于市区了。如果新建高铁线路引入这两座车站，成本难以估量。在虹桥建设高铁站，连接到市区的既有线，成为一种选择。由此，虹桥高铁站与虹桥机场结为一体，成为了如今人尽皆知的虹桥枢纽。

历经百年，虹桥还是那座连接上海与全国各地、与世界的虹桥，也依然是机场。

## 见证大历史

虹桥机场见证过大历史。

1937年8月9日17时许，日本海军陆战队中尉大山勇夫、一等水兵斋藤要藏开着一辆福特军车来到虹桥机场，开枪打死了中国守卫二等兵时景哲。中国守卫终于还击。大山、斋藤被击毙于路边和车内。这就是“上海虹桥机场事件”，日本称为“大山事件”。由此引发了“八一三”淞沪抗战。

历经了抗战艰辛岁月，抗战胜利后，虹桥机场先被国民政府用作空军机场，后于1946年划归民航。同年11月，机场由“中美合资中国航空公司”接管，并新建旅客休息室。可没过几个月，虹桥机

场又由国民政府交通部民用航空局技术员训练所接管。

当中国人民解放军于1949年5月22日解放虹桥机场的时候，发现机场设施毁损严重，仅有2条平行碎石跑道、3条滑行道、7条推机道和1座破损的机场大门。1950年4月，中共中央华东局决定重建虹桥机场。5月起，重建主跑道、滑行道及停机坪等，历时1年。这之后，虹桥机场一度仍属于军用。

1963年，虹桥机场开通上海到巴基斯坦卡拉奇的民航航线。这标志着虹桥机场成为军民合用机场。接下来，就是进一步扩建，直至从2800亩扩大到6500亩左右。

1971年，虹桥机场改为民用。紧接着，1972年2月，这座机场赢得了见证大历史的时刻。当年2月17日，尼克松从华盛顿登机。飞机一路向东，曾经分别降落在夏威夷和关岛，最后飞过琉球群岛之后进入中国领空，于2月21日上午降落在上海虹桥机场。

据当年在外交部礼宾司工作的唐龙彬回忆，他追随时任外交部副部长乔冠华、美大司司长章文晋、礼宾司副司长王海容，还有同事唐闻生、章含之等一起，专程到上海迎接。尼克松在虹桥机场的贵

宾室吃了一碗小馄饨。然后与中方人员一起，上了他那架绘有“THE SPIRIT OF 76”字样的“空军1号”，飞往北京。尼克松访华的最后一站也是上海。从虹桥机场飞回美国。

1984年4月26日至5月1日，时任美国总统里根应邀对中国进行国事访问，他是中美两国建交后首位在任上访华美国总统。当年4月30日，里根从北京飞抵上海虹桥机场，开始了他不到24小时的上海之旅，5月1日离境。里根到上海前，虹桥机场还发生了一个小插曲。据公安部科技司原副司长刘辛披露，“跑道、停机坪、下机梯、候机楼内休息室等都检查完了，市局的警犬却因搜爆能力训练不够而

拒绝搜索停机坪旁的草地，还在机场发起了脾气，狂叫不止，无论如何哄，它也不干活。”眼看里根的专机快降落了，刘辛一行只好让人把警犬牵到远处，动员了一批工作人员排着队，把草坪仔细搜索一遍。

之后，英国女王伊丽莎白二世、美国总统克林顿等外国政要到沪，都是走虹桥机场。这一情况自2001年亚太经合组织（APEC）峰会，开始变化。之后，各国领导人到沪，走浦东机场的较多。但虹桥机场的公务机基地建成后，又呈现了另一种高端大气上档次。

未来的虹桥机场，作为大虹桥的一个标识，依然会在大上海的西部闪亮出新的光辉。■





# 2020.7.15 南航 ARJ21 首航

7月15日上午9时42分

CZ3898 航班满载旅客

从广州白云国际机场腾空而起

飞往揭阳潮汕国际机场

标志着南航首架国产 ARJ21 飞机

正式迈入商业运营新征程

按照机队发展规划

预计到 2024 年

南航 ARJ21 机队规模将达到 35 架

**广州** GUANG ZHOU  
白云山国际机场

**揭阳** JIE YANG  
潮汕国际机场

