COMAC
棒球帽
炎炎夏日
清凉上市
佩戴舒适不勒头
加宽帽檐显脸小
两色可选
浅米色 商飞蓝
中国商飞
官方特许商品
COMAC OFFICIALLY LICENSED PRODUCT
中国商飞官方特许商品
COMAC
OFFICIALLY LICENSED PRODUCT

109
大飞机 JETLINER
2023.07

公务机

- 市场回暖 交付提速 —— 全球通用飞机市场回顾与展望
- 欧美推进航空复合材料高速制造技术开发
- ARJ21 大草原上的运营逻辑

大飞机 JETLINER

07 July
2023.07 | 总第109期
ISSN 2095-3399
9 772095 339235 07

图 | 李盛

05
卷首语

05 公务航空的风雨与彩虹
| 欧阳亮

06
资讯

08
封面文章

08 市场回暖 交付提速
——全球通用飞机市场回顾与展望
| 王妙香

13 公务航空的后疫情时代 | 杜婷

19 中国公务航空市场的突围 | 任治璐

24 重磅回归的 2023 欧洲公务航空展
| 海骜

30
航空制造

30 欧美推进航空复合材料高速制造技术开发 | 马筱逸 陈济桁

34 制造商加大售后市场布局 | 董帼雄

39 EcoPulse 能否开启电动飞行新篇章
| 静宇

43 “大白鲸”助力空客开拓新业务
| 刘振敏

48
航空运输

48 ARJ21 大草原上的运营逻辑 | 张凯敏

52 孟菲斯：航空货运的起飞之地
| 乔婧 李玉涛

57 5G 赋能——新一代航空宽带通信技术最新进展 | 刘禹彤

61 汉莎航空：结网授渔掘新机 | 王双武

64
人物

64 把地沟油变成航空燃油
——专访上海海洋大学海洋生态与环境学院副教授任德章 | 涵薏

67
科普

67 复合材料：为飞机插上神奇之翼 | 李东升

69
广告

69 当年的燕舞：一曲歌来一片情
如今的燕舞：燕展逐梦向未来 | 文夷

72
漫话航空

72 空客进军窄体客机市场
——世界商用飞机发展简史（十）
| 王思磊

▼ 本期导读

疫情使公务机的需求暴增。2020 年第一季度全球喷气式公务机的订单数较 2019 年同期增长近 3 倍，达到了 171 架。为应对市场的需求，各大主制造商纷纷推出了新的机型，比如空客以 A220 飞机为平台推出的 ACJ220 公务机等。

不但新机市场暴涨，三年疫情期间，二手机的数据也非常抢眼。客户在购买二手机时，往往表示“不能等，现在就要”，购买欲望强烈。

展望未来，公务航空的发展一方面需要主制造商和供应商应用最新的技术来提供更具经济性和舒适性的飞机，另一方面也需要运营商和管理者降低运营成本、提升服务效率、扩大服务对象，使公务航空在保持其私密、尊享、快捷等特色的同时，尽可能降低门槛，从而做大市场，引领产业持续健康稳定发展。

封面摄影：徐炳南

- 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

2023 年第 07 期 | 总第 109 期 | 07 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　王脊梁　颜康植　张竞霄

商务部
广告总监　吴皞　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

卷首语

公务航空的风雨与彩虹

文 | 欧阳亮

展望未来，公务航空的发展需要降低运营成本、提升服务效率、扩大服务对象，使公务航空在保持其私密、尊享、快捷等特色的同时，尽可能降低门槛，从而做大市场，引领产业持续健康稳定发展。

在新冠肺炎肆虐全球的三年间，全世界民航运输业受到极大冲击，但也不乏亮点：货运航空和公务航空的逆势增长不仅给疫情期间的灰暗天空带来了亮色，也给疫情后的民航恢复、发展带来新的增量。

货运航空和公务航空之所以能在疫情期间逆势增长，原因就在于两者的一个共同之处：都能够尽可能地减少与别人的接触。与陆运或水运相比，航空货运能够在相对封闭的环境中运行，同样，以小众、私密为特色的公务航空，也能尽量避免与大众的接触，从而成为疫情期间高净值人群争相选择的出行工具。

与传统的民用航空相比，公务航空的优势在于可以由客户确定起飞时间、始达地点及行程路线，因此，公务航空得以突出私密的特色，也正因此，公务航空形成了另一个特色：贵，故而只能面向高净值人群，为小众交通工具。

20 世纪 90 年代以来，随着波音、空客、巴航工业等相继进入公务机市场，全球公务航空发展快速而平稳，但 2008 年的金融危机打断了这一趋势，当年全球公务机的交付量出现了断崖式下跌，且低谷一直持续到 2016 年，之后市场缓慢复苏，直至 2020 年初出现了新冠肺炎疫情。

疫情使公务机的需求暴增。2020 年第一季度全球喷气式公务机的订单数较 2019 年同期增长近 3 倍，达到了 171 架。为应对市场需求，各大主制造商纷纷推出了新的机型，比如空客以 A220 飞机为平台推出的 ACJ220 公务机，湾流近两年推出了 G800、G700，达索航空推出了猎鹰 10X、猎鹰 6X，德事隆航空宣布将推出全新的塞斯纳奖状雅昇系列，庞巴迪推出了挑战者 3500 等。

不但新机市场暴涨，三年疫情期间，二手机的数据也非常抢眼。客户在购买二手机时，往往表示“不能等，现在就要”，购买欲望强烈。相关数据显示，2021 年上半年，中国公务航空集团经手的公务机中，超过 75% 是二手机；而 2015 年全年的数据中，这一比例仅有 10% 左右。庞巴迪还专门推出了“二手认证飞机”计划，为二手飞机提供最新的安全设备和舱室增强功能。

二手飞机市场的火爆凸显的是疫情对航空产业链的冲击所造成供应链吃紧、产能下降、成本上升等背景，而随着疫情管控的放松，航空产业链逐渐恢复，且部分公务航空的需求势必转移到传统运输航空，公务航空市场的供需将转向新的平衡。展望未来，公务航空的发展一方面需要主制造商和供应商应用最新的技术来提供更具经济性和舒适性的飞机，另一方面也需要运营商和管理者降低运营成本、提升服务效率、扩大服务对象，使公务航空在保持其私密、尊享、快捷等特色的同时，尽可能降低门槛，从而做大市场，引领产业持续健康稳定发展。

图 | 张孝毅

01 第二架 C919 飞机交付中国东方航空

2023 年 7 月 14 日，中国东方航空 B-919C 飞机“三证”颁发暨交付仪式在中国商飞祝桥基地试飞综合楼举行，标志着第二架 C919 飞机正式交付中国东方航空。B-919C 飞机于 2022 年 8 月开始部段对接，2023 年 2 月完成总装，2023 年 6 月完成生产试飞。

02 上半年全国民航行业运输生产基本恢复至疫情前水平

7 月 11 日，2023 年全国民航年中工作电视电话会议在京召开。上半年，全行业共完成运输总周转量 531.3 亿吨公里、旅客运输量 2.84 亿人次、货邮运输量 327.6 万吨，为 2019 年同期的 84.6%、88.2%、93.1%，行业运输生产基本恢复至疫情前水平。

03 运 12F 获得 EASA 颁发的型号合格证

7 月 13 日，航空工业哈飞研制的双发涡桨通勤类飞机运 12F 获得欧盟航空安全局（EASA）颁发的型号合格证。运 12F 于 2015 年 12 月 10 日获得中国民用航空局型号合格证，2016 年 2 月 22 日获得美国联邦航空管理局（FAA）型号认可。运 12F 飞机最大起飞重量 8.4 吨，最大载客量 19 人。

04 AG600 计划于 2024 年取得型号合格证

中国航空工业集团有限公司表示，我国自主研制的大型灭火 / 水上救援水陆两栖飞机 AG600 已完成典型灭火场景验证试飞科目，这标志着 AG600 已具备执行灭火任务能力。当前，具备完全自主配套核心机载系统的 AG600 已全面进入适航验证阶段，计划 2024 年度取得型号合格证。

05 谢利嘉荣退，柳青代理波音中国总裁

波音 7 月 10 日宣布，已经效力公司三十余载、并在过去四年中担任波音中国总裁的谢利嘉（Sherry Carbary）女士计划于年内退休；资深高管柳青先生将代理波音中国总裁职务，领导公司的在华战略、业务和合作，直至公司正式任命新的总裁。

06 A220 飞机加入空中客车五周年

7 月 10 日是 A220 飞机加入空中客车大家庭五周年的日子。五年来，A220 飞机拥有了两座总装设施（加拿大米拉贝尔、美国莫比尔），运营商数量增加五倍、遍布四大洲，已运载 9000 万人次乘客，航线超过 1100 条。

07 GE 在上海建成发动机现场支援服务快修厂

7 月 24 日，GE 航空航天集团宣布，在上海临港新片区正式建成 GE 航空航天发动机现场支援服务快修厂。该厂将成为中国民航业首家专业发动机快修厂，为中国及亚洲地区客户提供 LEAP-1A/1B、CFM56-5B/7B 等型号的发动机快修服务。未来将成为 LEAP-1C 即国产大飞机 C919 发动机的备用发动机库。身处大飞机产业园，能快速响应，第一时间为 ARJ21 及 C919 项目提供给力的现场支援服务。

08 霍尼韦尔 25 小时驾驶舱语音和飞行数据记录器获得认证

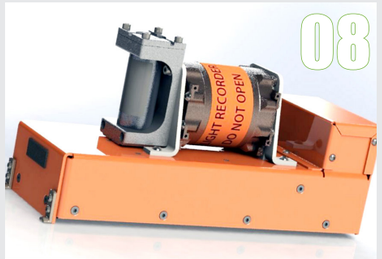
霍尼韦尔和柯蒂斯 - 莱特宣布，其共同开发的霍尼韦尔互联记录器 -25（HCR-25）驾驶舱语音记录器（CVR）和飞行数据记录器（FDR）的多种型号已获得波音 737、767 和 777 系列机型的型号认证。这是柯蒂斯 - 莱特首个在波音 737、767 和 777 系列机型上获得认证的产品。

09 赛峰收购柯林斯飞控系统业务

赛峰公司计划以 18 亿美元从柯林斯航空航天公司购买飞控系统业务。这笔纯现金收购交易将成为赛峰公司自 2018 年收购座椅制造商 Zodiac 以来最大的一笔交易，目标是针对快速发展的驾驶舱和飞控系统市场。

10 2023 年莫斯科航展推迟至 2024 年举行

莫斯科航展主办方发布声明称，原定于 2023 年举行的莫斯科航展将延期至 2024 年举办。原定于 2025 年举行的莫斯科航展将如期举办。莫斯科航展始创于 1993 年，每两年举办一次。按照原计划，2023 年莫斯科航展应于 7 月 25 日至 30 日在莫斯科东南的茹科夫斯基镇举行。



市场回暖 交付提速
——全球通用飞机市场回顾与展望

文 | 王妙香

2023 年 2 月 22 日，美国通用航空制造商协会 (GAMA) 在其年度行业状况新闻发布会上公布了 2022 年全球通用飞机交付量和交付总额。报告显示，通用飞机总交付额 268 亿美元，增长了 6.0%。固定翼活塞、涡轮螺旋桨和喷气公务机的总销售额为 229 亿美元。固定翼通用飞机交付量 2818 架，直升机 876 架（活塞直升机 194 架，涡轮直升机 682 架）。总体而言，与 2021 年相比，所有飞机细分市场的交付量均有所增加。

▼ 图 | www.ainonline.com

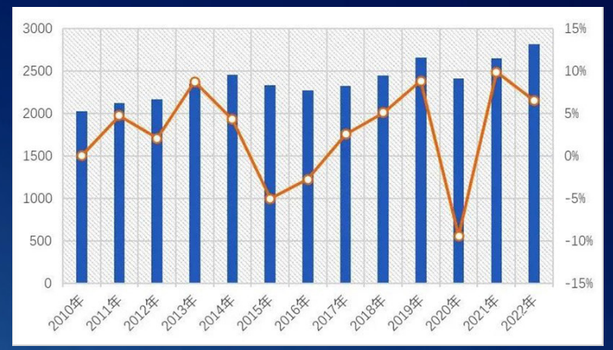
全球固定翼通用飞机交付量达到 10 年来最高水平

GAMA 报告收集了全球 39 家制造商的飞机交付数据，还包含 47 个国家的详细飞机登记数据，代表通用飞机交付市场的绝大部分。本次发布的 GAMA 的数据手册，不包括莱昂纳多直升机第四季度的数据，莱昂纳多直升机公司将于 2023 年 3 月中旬发布年终业绩。届时 GAMA 将更新 2022 年的数据。

2022 年通用航空飞机的出货量达到 10 年来最高水平，固定翼通航飞机交付总量 2818 架，相比 2021 年的 2646 架，增长了 6.5%，交付额从 2021 年的 216 亿美元上升到 2022 年的 229 亿美元，增长了 5.8%。

从细分市场来看，喷气公务机交付量略有增加。2022 年，全球喷气公务机交付 712 架，占全球交付量的 25.3%，交付量相比 2021 年的 710 架增加了 0.3%，仅增加了 2 架，但按价值计算增长了 4.5%。

飞机类型	2021	2022	增长率
活塞式飞机（架）	1,409	1,524	8.2%
涡轮螺旋桨飞机（架）	527	582	10.4%
公务机（架）	710	712	0.3%
飞机总数（架）	2,646	2,818	6.5%
飞机总账单（美元）	$21.6B	$22.9B	5.8%
活塞式直升机（架）	181	194	7.2%
涡轮直升机（架）	631	682	7.6%
直升机总数（架）	812	876	7.5%
直升机总账单（美元）	$3.7B	$4.0B	



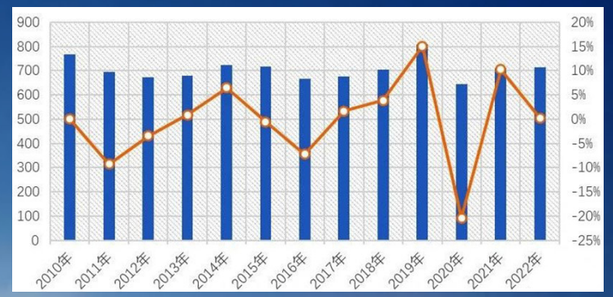


表 1| 2022 年度飞机交付量和交付额
表 2| 固定翼飞机近 10 年交付总量及趋势
表 3| 喷气公务机近 10 年交付总量及趋势

活塞飞机交付量增长较快。2022 年，活塞飞机交付量达到 1524 架，占全球交付量的 54%，相比 2021 年的 1409 架增长了 8.2%，增加了 115 架，是 2022 年表现较强劲的细分市场。

涡轮螺旋桨飞机交付量增长最快。涡桨飞机 2022 年度的交付量达到 582 架，占全球交付量的 21%，相比 2021 年的 527 架增长 10.4%，增加了 55 架，交付额增加 15%。

北美市场占据半壁江山并持续扩大

从通用飞机的出产地区分布来看，北美占据全球通航飞机交付量主导地位。

喷气公务机领域，北美地区一直居全球首位，其次是欧洲和亚太地区。从增长趋势看，北美在全球的比重呈上升趋势，而亚太地区、拉丁美洲地区占比波动性较大。2022 年北美占交付量的 67.6%，与过去 10 年相比，这一市场份额持续扩大。欧洲是公务机交付量的第二大市场，占比 16.3%。亚太地区占比 5.1%，位居第三。

活塞飞机领域，北美地区一直占主导地位，2022 年依然是最主要的市场，占比达 69.9%，比 2021 年 68.7% 的份额有所增加。欧洲占比 11.8%，相比 2021 年的 11.5% 小幅增加，今年欧洲地区超过亚太地区，成为活塞飞机领域的第二大市场。亚太地区占比为 9.7%，相比 2021 年 14.4% 的占比下降幅度较大，成为第三大市场。

涡桨飞机领域，仍然是北美地区占主导地位，其涡桨飞机采购量占全球交付量的 55.7%，相比 2021 年的 52.6% 进一步增加。第二大涡轮螺旋桨飞机交付市场是拉丁美洲市场，占 18.2%，相比 2021 年的 15.7% 进一步增加，成为涡桨飞机领域第二大市场，今年是拉美市场涡桨飞机采购量连续第二年超过欧洲和亚太地区。欧洲地区占比 10.7%，相比 2021 年有所下降，排名第三。

制造商交付情况

2022 年总体来看，庞巴迪、达索、巴航工业、湾流和德事隆航空等交付量和销售额都有所增加。

其中，德事隆航空飞机交付量领先。德事隆航空 2022 年全年交付 568 架活塞、涡轮螺旋桨和喷气公务机，相比 2021 年增加 24 架。

2022 年，德事隆航空强劲的交付表现主要来自创新成果和经典机型，三款新机型赛斯纳 408 天空信使、赛斯纳奖状 560 XLS 二代和赛斯纳奖状 525 M2 二代均已获得认证并开展交付，而其他标志性飞机产品也持续成为世界各地客户的首选，在喷气公务机、双发涡桨公务机、实用类涡桨飞机、中型公务机以及单驾驶公务机等类别的交付量中均处于行业领先地位。双发大型多用途涡桨飞机赛斯纳 408 天空信使于 2022 年 2 月 4 日在威奇托的工厂完成首架生产制造，首架量产飞机正式下线；3 月 14 日获得美国联邦航空管理局（FAA）型号合格证；5 月 9 日，德事隆航空向联邦快递公司（FedEx）交付首架赛斯纳 408 货机。

德事隆航空在 2022 年 5 月 24 日欧洲公务航空展上宣布，赛斯纳奖状 560 XLS 二代继两周前获得 FAA 认证后，又获得欧洲航空安全局（EASA）认证，为其在欧洲的交付铺平道路。该飞机为塞斯纳 560XL 的第四种改进型，在舱门、座椅、客舱管理系统等方面进行了提升。

赛斯纳奖状产品仍然是最受欢迎的喷气公务机。在公司 2022 年交付的 178 架喷气公务机中，具有里程碑意义的是 2022 年 2 月份一架奖状 700 经度飞机的交付，实现了第 8000 架奖状喷气公务机的交付，进一步巩固了奖状系列作为世界上最受欢迎的公务机系列之一的地位。

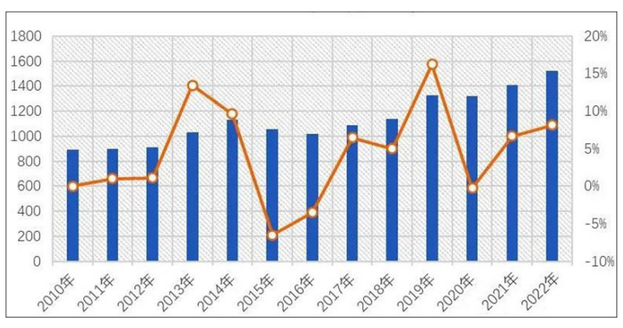
庞巴迪 2022 年共交付 123 架公务机，并在 2022 年 5 月推出了全新旗舰机型环球 8000。庞巴迪称，基于该公司环球 7500 的设计，环球 8000 将成为“空中最快的公务机”。2021 年 5 月，在美国航空航天局 F/A-18 飞机的伴飞下，一架环球 7500 测试飞机演示飞行时速度达到 1.015 马赫。预测环球 8000 的最大速度可达到 0.94 马赫，将于 2025 年开始投入使用。

巴航工业一直保持着在中轻型公务机领域完整的机型系列。2022 年，巴航工业共交付包含飞鸿 100EV、飞鸿 300、飞鸿 300E、领航 500 和领航 600 在内的共 102 架飞机，而 2021 年为 93 架。轻型公务机领域常年畅销的飞鸿 300 系列轻型公务机，2022 年共交付了 59 架，连续 11 年获此殊荣。2020 年全年完成 40 架的交付成绩，在 2021 年交付量继续攀高达到 56 架，截至目前，该系列机型交付量已累计超过 700 架。

飞鸿 300 系列连续 11 年荣膺全球最畅销轻型公务机。飞鸿 300 系列公务机目前在 36 个国家运营，飞行时数累计超过 180 万小时。这些成就凸显了巴航工业备受赞誉的飞机升级和创新能力，使该系列机型拥有同级别机型中最佳的性能，包括

图 | bjtonline.com

表 4 | 活塞飞机近 10 年交付总量及趋势
表 5 | 涡桨飞机近 10 年交付总量及趋势



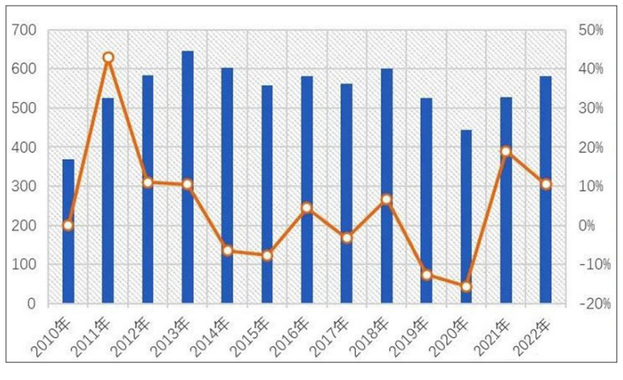


图 | 庞巴迪

航程、速度、客舱增压，以及行业领先的技术。

湾流公司 2022 年度共交付 120 架公务机，包含 24 架 G280 超中型公务机和 96 架 G500/G600 公务机系列，而 2021 年为 119 架，包含 16 架 G280 超中型公务机和 103 架 G500/G600 公务机系列。

2022 年 6 月，湾流 G800 公务机在佐治亚州萨凡纳 / 希尔顿黑德国际机场完成首飞，并在 6 月底至 7 月中旬期间完成了 10 次试飞，为跨大西洋飞往范堡罗国际航展做准备。首架湾流 G800 预计将在 2023 年开始交付客户。

法国大合公司 2022 年共交付 73 架 Kodiak 和 TBM 飞机，而 2021 年为 68 架。2022 年 7 月下旬，大合公司的 Kodiak 900 获得 FAA 的型号合格证，该款机型属于 Kodiak 100 系列机型的加长型，计划于 2023 年开始交付。继承了 Kodiak 100 作为野外短距起降（STOL）和多用途飞机的卓越品质，Kodiak 900 飞机机身长度延长了 3.9 英尺（1.19 米），可提供更多的乘客空间和货物空间，使客舱总容积增加了 20%，达到 309 立方英尺（8.75 立方米），有效负载更大，航程可达 2090 公里。

此外，其他公务机企业的交付也实现了缓步提升。达索航空 2022 年共交付 32 架公务机，皮拉图斯飞机公司交付 123 架飞机，泰克南交付 209 架飞机，航空工业集团收购的西锐公司交付了 629 架飞机，钻石飞机公司交付 239 架飞机，本田飞机公司交付 17 架喷气式飞机，派泊飞机公司交付了 236 架飞机。

GAMA 总裁兼首席执行官庞思镔（Pete Bunce）表示，尽管整个行业面临劳动力短缺和供应链方面的挑战，但通用航空制造业继续显示出日益增长的实力，产品开发涉及固定翼、旋翼和先进空中交通飞行器，通用航空业是全球民用航空安全和可持续发展的技术孵化器。这些安全、性能和可持续发展的努力都是建立在更轻的材料、新的结构和机翼设计、电传操纵控制取代较重的液压系统、增材制造减少部件数量、更轻的重量和更可靠的航空电子设备，以及可以使用 100% 可持续航空燃料混合飞行的发动机和机体的进步基础上的。当然，这些令人印象深刻的进展还没有涉及当前正在开发的电动、混合动力和氢动力推进的革命。航空业面临的最大问题之一是 FAA 的重新授权，期待 FAA 在美国重新授权时，美国国会将 FAA 的重点放在改善他们的流程上，以促进新技术的认证，并支持其全球范围内的验证工作，以提供安全性、性能和可持续性优势。■

公务航空的后疫情时代

文 | 杜婷

随着新冠肺炎疫情的结束和全球经济的逐步复苏，后疫情时代公务航空的发展成为了行业热议的话题之一。在新冠肺炎疫情在全球范围内爆发的特殊时期，公务航空灵活、私密、高效的优点得到了充分的发挥。2021 年，全球公务航空市场更是创下了单年最高累计飞行次数。同时，公务机制造商也为了迎合市场需求加快了新机型的研发，更多新机型有望加速进场。

图 | www.aeromagazine.net

新机型加速“进场”

过去两年，市场需求的增长点燃了公务机制造商的热情。全球公务机制造商们摩拳擦掌，纷纷推出了新的公务机型号和升级机型，这些新产品既是技术、速度的比拼，也是里程、空间的擂台。如今，这些新机型即将进入市场。

航空技术的进步让人类对飞行速度有了更高的要求，而公务机作为“时间机器”，其对速度的追求表现得更加淋漓尽致。湾流近两年推出的 G800、G700 与达索航空推出的猎鹰 10X 公务机都将对速度、舒适度的追求表现到了极致。

2022 年 10 月，湾流 G700 开启全球巡展，截至 2023 年 2 月，这一机型已经在全球六大洲的 20 多个国家亮相，并在全球巡展中创下了 25 项速度纪录，如在从新西兰基督城到洛杉矶的飞行中，共用时 12 小时 13 分钟，平均速度 0.87 马赫；从土耳其伊斯坦布尔到越南云屯国际机场，用时 9 小时 2 分钟，平均速度为 0.90 马赫。从乘坐舒适度来看，G700 拥有业内最低的客舱压力高度，即便是在 12497 米的高度飞行时，客舱压力高度为 889 米。

2023 年 6 月，湾流公司表示，公司已经与美国联邦航空局（FAA）合作完成了 G700 飞机多个认证测试点。其中，在佛罗里达州杰克逊维尔塞西尔机场进行的为期两个月的测试中，G700 在机场性能和飞行质量试验中展示出了良好的起飞、着陆、爬升稳定性和控制能力。此外，G700 还在美国航空航天局位于弗吉尼亚州沃格普斯岛的沃格普斯飞行基地完成了溅水试验，飞机以 60 节至 120 节的起飞和着陆速度在积水中完成了着陆和滑行动作。同时在飞越噪声试验中，G700 的噪音水平也远低于 FAA 的规定。尤为值得一提的是，在日内瓦举行的 2023 年欧洲公务航空大会上，G700 以 0.90 马赫的平均速度创造了城市间飞行纪录，从印度孟买出发，用 8 小时 34 分钟抵达目的地。

面对 G700、环球 7500 等新一代产品的竞争，达索推出了猎鹰 10X 公务机，旨在打造具有最大客舱空间和最先进技术的超远程公务机，根据计划，这一机型将在 2025 年左右投入市场。根据达索的规划，猎鹰 10X 将是公务航空市场的最高端平台。

达索首次在猎鹰 10X 公务机上采用了新型复合材料机翼，以实现增大强度、减轻重量和减小阻力的目标。猎鹰 10X 最大飞行速度可达 0.925 马赫，能够实现不经停飞行 13900 公里。这意味着搭乘猎鹰 10X 公务机可以轻松实现深圳到纽约、雅加达到伦敦的不间断直飞。

同时，猎鹰 10X 的客舱空间还是目前市场上所有超远程公务机中最大的，宽度达到 2.77 米，高度达到 2.03 米。在飞行速度方面，在 0.85 马赫速度下，猎鹰 10X 的航程可达到 13890 公里，最大飞行速度可达到 0.925 马赫。从客舱舒适度来看，猎鹰 10X 的光线通透感十分出色，客舱拥有 38 个舷窗，比猎鹰 8X 的舷窗面积大 50%。

除了猎鹰 10X，猎鹰 6X 也是达索主推的机型。与猎鹰 10X 一样，猎鹰 6X 也是一架具有超宽机身的公务机，客舱高度 1.98 米，客舱宽度 2.58 米。除了客舱区域，猎鹰 6X 的驾驶舱头顶空间也比同类型的公务机要大，防眩板的形状进一步拓展了视野，这些都大大提升了飞行员在空中和地面的情景感知能力。猎鹰 6X 客舱的这些独特设计已经收获了多项著名的设计奖项，其中就包括德国红点奖。同时，猎鹰 6X 的机舱属于超静音机舱，噪音控制的效果甚至超过了猎鹰 8X（48 分贝）。此外，

图 | 《航空周刊》

图 | 达索航空

猎鹰 6X 搭载了普惠 PW812D 发动机，最大航程可达 10186 公里，在 0.85 马赫时速下，可以实现从洛杉矶直飞伦敦，从圣保罗直飞芝加哥或者从巴黎直飞北京。目前，猎鹰 6X 的取证工作已经进入最后阶段，达索航空已经累计完成了 580 架次、1480 小时的试飞。达索公司表示，公司已经为猎鹰 6X 投入市场做好了充足的准备，其中包括模拟机、飞行员认证课程、MRO 网络配套等均已到位。

2023 年 5 月，德事隆航空宣布公司将推出全新的塞斯纳奖状雅昇（Ascend）系列，作为公司最畅销的塞斯纳 560XL 系列的最新机型。Ascend 系列将采用加普惠公司 PW545D 发动机，配备全新座舱和佳明 G5000 航电设备，舱内的平直地板能使乘客拥有更多空间旋转座椅，全新设计的舷窗也将比现有机型大近 15%。根据德事隆的规划，全新 Ascend 系列公务机将从 2025 年开始陆续交付市场。

除了追求速度之外，公务机制造商围绕“飞行本该酣畅”，就公务机舒适飞行推出了新的产品。庞巴迪推出挑战者 3500 公务机，通过采用新材料和舱壁加固等技术，使得飞机在 12497 米的高度飞行时客舱气压高度仅为 1478 米，比上一代挑战者 350 下降 31%，极大提升了飞行体验。

此外，各大公务机制造商发布的新产品都或多或少实现了新材料和新技术的突破，把公务飞行的品质和安全带到了新的高度。在湾流 G400 飞机中，屡获殊荣的 Symmery Flight Deck 彻底改变了飞行员的操作方式，极大提高了湾流 G400 的安全性和效率。主动控制侧杆通过触觉线索来增加飞行员之间的非语言交流。如今 G400 是业内最广泛使用触摸屏显示器的机型，搭配 Phase-of-Flight，可以大大减少飞行员的工作负荷与飞行启动时间。在沿袭挑战者 350 发动机、航空电子设备的基础上，庞巴迪在挑战者 3500 的驾驶舱增加了许多先进技术，如全新的自动油门系统，用以减轻飞行员的工作量。客舱管理系统也引入了语言控制、无线充电设备和非常炫酷的 24 英寸 4K 大显示屏等。

BBJ 与 ACJ 的角逐

在 2023 年 5 月举行的欧洲公务航空展上，波音收获了 4 架超豪华超远程 BBJ 订单，包括两架 BBJ787-8 和一架 BBJ737-7 的确认订单，以及一架 BBJ777-9 的意向订单。

BBJ 家族飞机配备了波音民用飞机的最新创新和技术，与前几代飞机相比，增强的环保性能减少了燃料使用。这些喷气式飞机为客户提供了覆盖全球的航程、效率和乘客舒适度的独特组合。

其中，BBJ737-7 作为同类机型中航程最长的非宽体公务机，BBJ737MAX 可以直飞 12200 公里，连接日内瓦和新加坡等全球枢纽。凭借更高的效率，BBJ737-7 减少了排放和油耗，同时降低了运营成本。BBJ787 梦想飞机凭借其富有远见的复合材料机身设计降低了油耗，航程可达 18420 公里。除了环保性能的改善，梦想飞机更低的客舱压力高度、更高的客舱空气湿度和可抵御乱流影响的先进平稳飞行技术，共同作用之下显著提高了乘客舒适度。BBJ777X 是第一款能够直飞世界上任何两个城市的公务机，飞行距离可达 20418 公里。工程设计改进和创新技术，包括使用了新型碳纤维复合材料机翼和全新发动机，提高了环保性能。与 BBJ787 梦想飞机一样，BBJ777X 可以提供领先的客舱舒适技术。

波音 BBJ 设计的每年飞行时间超过 4000 小时，可以提供比竞争机型更高的可靠性并保留更多的剩余价值。在波音的全球服务、零配件和维修网络的支持下，这些喷气式飞机可以在世界各地获得保障，客户将从更低的零件和培训成本中受益。

2023 年 5 月，空客交付了全球首架 ACJ220 公务机。作为空客公务机家族中的最新成员，空客于 2020 年与 Comlux 公司合作，将 A220 飞机进行改装推向公务航空市场。2023 年，Comlux 公司完成了内饰改装工作，并获得了欧洲航空安全局（EASA）的认证。随着首架 ACJ220 的交付，空客希望未来能够借助这一机型进一步扩大其在公务航空市场的份额。

空客表示，无论是从价格、航程还是客舱舒适性的角度考虑，ACJ220 都具备较强的市场竞争力。ACJ220 可以执飞绝大多数远程公务航线，且购买和运营成本更低、客舱也更为舒适。未来，空客还将通过提供模块化的客舱构型来进一步降低 ACJ220 的价格。同时空客还特别强调，ACJ220 不会影响 ACJ319neo 的销售。

除此之外，2023 年第一季度，空客还收获了一架 ACJ330neo 宽体公务机订单。数据显示，目前全球有 40 余架 ACJ330/340 在役，但其中有 26 架的在役时间已经超过 15 年，16 架在役时间超过 20 年。

二手公务机市场增速或将趋缓

2020 年，新冠肺炎疫情在全球范围内爆发之后，公务航空市场有一个十分有趣的现象，就是二手公务机市场率先得利。

Jefferies 和 Amstat 公司发布的数据显示，2021 年全球二手公务机市场库存明显下降，甚至一些二手公务机与一手新飞机相比，还出现了价格倒挂的现象。具体来看，中型公务机库存下降幅度最大，同比下降 57%，占现役公务机数量的 2.8%；大型客舱公务机库存同比下降 48%，占现役公务机数量的 3.8%。细化到公务机制造商来看，2021 年 11 月，公务机库存对于现役机队的占比分别是庞巴迪占 2.4%、德事隆航空占 1.9%、达索航空占 2.5%。

图 | fly-news.es

同时二手公务机市场的价格明显上涨，其中湾流公务机价格上涨幅度最大，同比上涨 27%，紧随其后的是庞巴迪、巴航工业、德事隆航空和达索航空，分别同比上涨 10%、8%、4% 和 3%。

市场需求的转变也让各大制造商纷纷开始调整对二手公务机市场的需求预测。其中，霍尼韦尔公司预测未来 5 年内全球 28% 的公务机机队将被二手公务机所替代，这一数字较 2020 年预测上调 3 个百分点。全球知名的公务机经销商 Jetcraft 公司预测，未来 5 年，全球预计约有 12261 架二手喷气式公务机要进入市场进行交易，预计销售额将达到 572 亿美元。以目前的增速预计，到 2025 年，全球预计有 2647 架二手公务机进入市场交易，销售额约 124 亿美元。

随着全球民航运输业的快速恢复，二手公务航空的市场也在悄然发生变化。根据分析机构 Jefferies 2023 年 5 月发布的最新数据，目前全球待售的二手公务机库存比 2022 年增加了 40%，在过去半年增加了 23%。但可用库存的百分比仍然只占总数的 3.3%，远低于 5.8% 的五年平均水平。其中，出厂不到 7 年的飞机库存升至 91%，但价格却上涨了 25%。目前可用库存中，大型公务机增长了 56%，中型公务机库存增长了 25%，轻型公务机库存增长了 51%。

这一分析与国际飞机经销协会（IADA）2023 年 4 月发布的数据不谋而合。IADA 的数据显示，2023 年第一季度，全球二手公务机交易量为 239 架，而 2022 年同期为 288 架。同时与前两年（2022 年和 2021 年）相比，2023 年第一季度的 52 笔交易中都经历了价格的下调。由此可见，随着市场逐步恢复正常，二手公务机市场增速也将逐步趋缓。

行业被寄予厚望

无论是从公务机制造商研发新机型的热情，还是各大机构发布的预测中， 不难感受到，行业对于公务航空市场的恢复寄予了厚望。但全球经济的走向、供应链的稳定等将对公务航空市场的长远发展有着深远影响。对此，GAMA 在最新发布的一份市场报告中也明确指出，对于公务航空市场的恢复仍然要持谨慎乐观的态度，而 2023 年或将是关键的一年。

首先，考虑到由于各国为应对疫情都采取了宽松的货币政策，未来通胀的风险是公务航空市场不得不考虑的因素。

其次，人员短缺也是公务航空市场进一步恢复将要面临的挑战。GAMA 指出，虽然美国《航空制造就业保护法》在疫情期间为行业保住了超过 31000 个岗位，但 GAMA 预测，仅公务航空市场短期内的人才缺口将在 20% 左右。更令人忧心的是，一些具有一定工程和项目经验的人员在疫情期间离职，这些都将成为行业复苏的不利因素。

此外，也不得不考虑由于疫情导致的供应链恢复问题，这些因素会直接影响新公务机的交付速度。航空业供应链长，任何一个环节出现延迟都会对飞机交付产生直接的影响。如今，为了重塑供应商的信心，一些飞机制造商又重新开始与供应商签署长期合同，但供应链的生产节奏完全恢复到疫情前的水平恐怕还需要时间。因此，业内不少专家和机构的报告均表示，综合考虑各种因素，预计新公务机的交付速度恢复到 2008 年的高峰时期仍需时日，但全球公务机市场的新飞机交付量在 2023 年有望恢复到疫情前水平。从这个角度来看，2023 年或将成为公务航空市场恢复的分水岭。■

中国公务航空市场的突围

文 | 任治璐

我国公务航空市场起步于 20 世纪末，虽然与欧美等发达地区相比起步较晚，但过去 20 多年，我国公务航空市场也经历了爆发式增长到需求迅速萎靡再到市场缓慢复苏的曲折历程。新冠肺炎疫情在全球爆发的 3 年多时间里，国内公务机运营商根据市场需求的变化，不断挖掘市场潜力，使得国内公务机包机市场逆势增长。如今，随着后疫情时代的到来，我国公务航空市场的发展走势也是业界关心的热点话题。

市场需求值得关注

我国公务航空的发展起步于 21 世纪初，但直到 2009 年，我国公务航空市场才迎来了第一个真正意义上的跃升式发展。当时业界一片欢呼，并称之为我国公务航空市场第一次“井喷式发展”。

之后，2011 年至 2013 年，即便全球公务航空市场发展惨淡，但在这三年间，我国公务航空市场的年复合增长率达到了惊人的 45%，呈现出一派欣欣向荣的景象。在这期间，我国还出台了《关于深化我国低空空域管理改革的意见》，在政策的利好下，我国一度成为了全球增长最快的公务航空市场。

然而，2014 年起，我国公务航空市场发展遭遇“寒潮”。此后，在国家经济发展步入新常态的背景下，有经济发展“晴雨表”之称的公务航空产业也成为了产业结构调整浪潮中的一员，并努力寻求转型发展之路。

从 2014 年到 2020 年期间，我国公务航空市场的发展可以称得上是“不温不火”。虽然各大飞机制造商都十分看好中国市场，但由于受到配套设施、人才储备等各方面因素的影响，我国公务航空市场的发展略显平淡。

2020 年，新冠肺炎疫情在全球范围内的爆发，使得国内公务机包机业务异军突起。数据显示，2021 年中国大陆公务航空市场规模达到 85.8 亿元，同比增长 20.2%。同时，随着中国经济发展的长期向好，预计到 2025 年，我国公务航空的市场规模将超过 100 亿元，同比增速有望达到 13%。由此可见，未来我国公务航空市场的需求依旧值得期待。

预计到 2025 年，我国公务航空的市场规模将超过 100 亿元，同比增速有望达到 13%。

图 | www.uas.aero

粤港澳成为新看点

2020 年 7 月 15 日，中国民航局印发《关于支持粤港澳大湾区民航协同发展的实施意见》，其中明确提出将大湾区建设成为世界一流的公务机运营管理中心，并提出到 2025 年，将粤港澳大湾区打造成世界级机场群。由此可见，在政策的大力扶持以及区域经济的快速发展下，粤港澳大湾区公务航空的发展已经渐近风口，区域内公务航空的发展潜能在短期内急剧释放将是大势所趋。

与京津冀和长三角地区公务航空发展有所不同，粤港澳大湾区公务航空起步较早。目前在中国机队规模较大的公务机运营商中，绝大多数都将主运营基地或基地之一选在大湾区。如华龙航空总部在北京，但同时实行“北京 + 香港”双基地运营模式；亚联公务机公司的总部则设立在深圳。同时，相比于京津冀和长三角地区，粤港澳大湾区包含三个关税区和四个主要城市，在公务机运营管理中具有极大的灵活性，十分有利于公务机运营商在不同的政策法规和金融环境下为客户选择更优的公务机运营管理方案。

随着粤港澳大湾区建设上升为国家战略，区域内公务航空的发展也越发引人关注。首当其冲的是各地地面资源建设的“装备竞赛”已经开始。香港国际机场的第三跑道将于 2024 年落成，届时会进一步提升香港的公务机服务能力与容量；深圳机场第三跑道项目也已于 2020 年 3 月开工，其中包括公务机二期机库项目，该项目已将公务机的未来发展容量纳入机场统一设计；广州白云机场三期扩建工程正在加速推进，预计将在 2023 年年底完成建设；珠海机场改扩建工程已于 2019 年底启动。此外，佛山、惠州等地也都在大力推进机场建设。由此可见，从硬件条件来看，未来粤港澳地区公务航空发展的硬件设施有望领跑亚太地区。但仅有良好的硬件设施仍不足以支撑该区域公务航空市场的发展。未来大湾区公务航空市场的发展仍需要加强“软实力”的建设。

鉴于粤港澳大湾区特殊的地理位置，公务机运营商可以探索“公务机+直升机”的运营模式，实现高端商务出行一体化保障服务。

业内曾有不少专家指出，创新在大湾区公务航空的发展中是一个非常重要的能力。对于运营商来说，创新产品服务十分重要。鉴于粤港澳大湾区特殊的地理位置，公务机运营商可以探索“公务机 + 直升机”的运营模式，实现高端商务出行一体化保障服务。粤港澳大湾区主要商务区远离机场，解决这“最后 50 公里”是最大限度凸显公务机时间管理机器效能的关键。未来，随着粤港澳大湾区新建商务区高空直升机机坪数量的不断增多、低空空域陆续开放、临时航线申请流程的简化，“公务机 + 直升机”的产品服务或将成为提升大湾区公务机产业竞争优势和激发潜在市场需求的新模式，值得公务机运营商进行市场探索。

另一个可以探索的创新是，大湾区 FBO 业务层面高度协同和资本层面交叉持股的体制和机制创新，从而为大湾区五大机场更深层次的协同发展探索全新路径。与运输航空业务相比，大湾区公务机产业更具商业属性和市场活力。可以期待，随

可以期待，随着大湾区以“公务机 + 直升机”模式高端商务出行“一体化”保障服务的推广，大湾区五大 FBO 的物理区位差异性将显著消失。

着大湾区以“公务机 + 直升机”模式高端商务出行“一体化”保障服务的推广，大湾区五大 FBO 的物理区位差异性将显著消失。加之粤港澳在建设大湾区协同发展背景下通关便捷和联检信息互联互通的陆续实现，大湾区公务机产业的“小流程”高端运输互检互认机制创新可以先行先试。

最后，粤港澳大湾区公务航空的发展还应做到错位发展，避免同质化竞争。事实上，近年来大湾区越来越多的运营商已经意识到，在市场和机遇面前，降低运营成本、提升服务效率、共同做大市场是该区域公务航空发展的出路。因此，诸如如何在运营领域构建一个横向的相互支援体系，通过航材共享、飞行员有序流动等举措，保障运营更顺畅的同时，尽可能地降低成本等都是值得探索的新路径。

挖掘潜力与建设能力

近几年，在政府不断降低运营企业准入门槛、简化运行程序、明确 FBO 建设运营的市场化方向等一系列政策引导下，我国公务航空市场的活力被不断激发。从长远来看，我国公务航空市场的健康发展还有很多工作要做。

首先，从宏观上来说，最重要的工作是补齐机场网络短板。要推动增加国内外可接纳公务航空服务的运输机场、通用机场设施供给，积极建设公务航空服务保障设施（包括航油、FBO 等）。优化时刻资源协调机制，密切公务航空与运输航空在繁忙机场时刻使用上的协同关系，改进空中交通服务提供模式。进一步发挥网络结构作用，建成分层次、有梯度的公务航空服务网络，实现公务航空服务的网络性、系统性平衡，提高网络化水平和运行效率，降低公务机运营成本。

图 | bjtonline.com

其次，要进一步丰富公务航空服务的内涵，扩大服务对象，降低服务成本，提供不同层次、不同标准的公务航空服务，建成定制化、专属化与亲民化、便捷化相结合的公务航空服务供给体系。在保证服务品质的前提下，尽可能满足不同层次消费者的需求。

第三，加强通用航空飞行人才队伍和专业维修人才队伍建设。要积极借鉴国外相关经验，尽快形成适合我国国情的专业技术人员培训体系，大幅提升公务航空及通用航空飞行人员培训能力，提高我国飞行人员驾驶技术和维修人员的专业技术水平。

第四，国产公务机也应抓住国内市场的发展机遇。作为 ARJ21 支线飞机的衍生机型，中国商飞 CBJ 公务机于 2021 年 3 月取得中国民航局颁发的型号合格证。这款飞机定位为中程、大型改装公务机。

根据中国商飞公布的数据，CBJ 公务机在加装辅助燃油箱的情况下，最大航程可达到 5700 公里左右，同时还具备出色的高原高温性能和复杂航线越障能力，在国内市场具有很好的航线适应能力。此外，对于客户来说，采购国产公务机可降低购机成本，并享受到本土化的服务。具体来看，采购国产飞机无需缴纳高昂的税费，运输过程更加快捷，购机审批流程更加简单（目前已经实行了备案制）。同时，本土化的优势对于国产公务机的售后来说也是提升竞争力的重要砝码。尤其是随着 CBJ 公务机的原型机 ARJ21 飞机在国内机队中的数量不断增加，相应的维修保障、售后支援体系正在不断完善，这些都将为未来 CBJ 公务机在国内市场的使用提供便利。

CBJ 公务机在加装辅助燃油箱的情况下，最大航程可达到 5700 公里左右，同时还具备出色的高原高温性能和复杂航线越障能力，在国内市场具有很好的航线适应能力。

然而在看到优势的同时，客观来说，也不得不承认，相对于国外主流的公务机制造商，中国商飞还存在着差距。与其他产品不同，价格只是客户选择公务机时的参考因素之一，但并非最重要的因素。从过去二十多年中国公务航空市场的发展来看，中国客户更偏向于选购湾流等国际主流公务机制造商的高端产品。这对于中国商飞来说，要进入公务航空市场就意味着，一开始就将面临与这些标杆企业的全面比较和正面竞争，这无疑会在相当程度上增加 CBJ 公务机市场开拓的难度。

因此，未来对于中国商飞公司来说，在公务航空市场的开拓上还有很多方面需要进一步完善。首先，当然是对公务机产品的进一步完善，着重解决客舱降噪、布局创新、内饰设计等方面的问题，从而不断提升飞机的市场竞争力。其次，要特别关注公务机品牌的构建。如今，无论是波音、空客，还是湾流、庞巴迪，这些企业在几十年的发展中，其公务机产品的企业形象已经深入人心，相比之下，我国高端制造业在品牌的塑造方面还略显不足。第三，要进一步完善售后服务和支援体系。公务机素有“时间机器”的美誉，这意味着除了飞机产品本身之外，对服务和支援体系也有很高的要求，这一点对于中国商飞公司来说意味着更大的挑战。■

封面文章

重磅回归的 2023 欧洲公务航空展

文 | 海骜

作为公务航空领域一年一度的行业盛会，欧洲公务航空展（EBACE）2023 年 5 月 23 日至 25 日在瑞士日内瓦举行。EBACE 是欧洲最大的公务航空展览会，该展会由美国公务航空协会与欧洲公务航空协会共同组织，自 2001 年开始每年一届在瑞士日内瓦国际机场及 Palexpo 展览中心举行。每年的 EBACE 不仅汇聚了公务机制造商，还有包机公司、租赁公司等公务航空领域的各方专业人士参与。本届欧洲公务航空展的主题是“更远、更快、更安全的飞行”和“航空业可持续发展”，来自全球各大公务机制造商的超过 50 架飞机进行了展示，其中不仅有全球首架 ACJ220 公务机，也有马斯克同款的湾流 G700 公务机。航展上所展示的新机型，让人们感受到了公务航空新时代的到来。

图 | assets.skiesmag.com

新机型首次“真机亮相”

在本届 EBACE 上，空客全球首架 ACJ220 公务机的到场成为了展会的亮点。

2020 年空客决定在 A220-100 飞机基础上进行全新设计，推出 ACJ220 公务机，并在推出当年就获得了首批 6 架订单，其中 2 架由逸华航空集团（Comlux）订购，本次在 EBACE 上展出的就是一架 Comlux 涂装的 ACJ220 公务机，这也是全球首架 ACJ220 飞机。

空客认为，ACJ220 首次提供了灵活的客舱目录以满足客户对大型以及远程公务机的需求。

“新平台、更高效”是 ACJ220 最大的特色。ACJ220 不仅可以与竞争机型使用相同的停放空间，而且可以在相同的机场起飞，但是客舱空间增加了三倍，同时运营成本也进一步降低。与上一代飞机相比，ACJ220 的噪声足迹可降低 50%，燃油消耗降低 25%。从航程上来看，ACJ220 的航程可达到 5650 海里（10500 公里），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直飞。

同时，ACJ220 公务机还可以配置高端 VIP 客舱，并且拥有灵活的客舱目录选择。此次参展的这架逸华航空的 ACJ220 公务机就选装了商务和贵宾休息室以及私人娱乐空间等，同时客舱还配备了大型可全平躺式座椅、美式特大号床、站立式花洒等，可以为机上乘客提供舒适的生活环境。

值得一提的是，逸华航空集团不仅是 ACJ220 的客户，同时也被选为对首批 15 架 ACJ220 公务机进行客舱安装的独家合作伙伴，其在印第安纳波利斯拥有经过空客公务机认证的完成中心，并在客舱安装和 VIP 客舱内饰升级方面拥有丰富的行业经验。

作为欧洲本土企业，湾流宇航在本届上航展参展面积最大。公司旗下所有主力机型全部亮相航展，两款正在取证中的 G700 和 G800 公务机也飞抵现场，吸引了许多业内人士的关注。

一直以来，湾流在大客舱公务航空市场的地位不容小觑，近年来公司不断推出新产品，为超远程公务机市场提供更多的细分机型。此次参展的 G700 由湾流于 2019 年推出，原计划 2022 年交付市场，但由于受到疫情影响，预计首架机的交付将推迟一年至 2023 年。为了推进相关试验

试飞工作，G700 试飞机队包括 5 架试飞飞机和一架配备齐全的量产型试飞飞机。此次 EBACE 上亮相的是 5 架试飞机中的一架。

G700 配备了湾流屡获大奖的 Symmetry Flight Deck ™（和谐驾驶舱）以及多项新型安全设备。除了主动控制侧杆和触摸屏技术之外，G700 驾驶舱还配备了高性能着陆预测系统。该系统可以提前警告飞行员可能偏离或冲出跑道，从而使其调整进近或进行复飞。与此同时，G700 的和谐驾驶舱还标配有增强飞行视景系统和双平视显示器综合视景系统。

航展期间，湾流公司表示，目前 5 架 G700 试验机的总飞行时间已经超过 4000 小时，在试飞的过程中创造了 40 项飞行速度纪录，并完成了 55000 海里的世界巡回飞行。如果进展顺利，G700 飞机将在 2023 年获得 FAA 颁发的适航证后交付客户。

与 G700 一样，此次亮相 EBACE 的 G800 也是该项目两架测试机中的一架。G800 是湾流所有机型中航程最长的一款，最大设计航程为 8000 海里（14816 公里）。2022 年 G800 飞机完成首飞，首飞期间使用了含有可持续航空燃料的混合燃料。

G800 采用了湾流最新的客舱技术，其中包括手工制作的符合人体工程学的座椅、高清昼夜照明系统、全行业最低客舱压力高度、等离子空气净化系统以及 16 个业内最大的舷窗等。

由于 G800 与 G700 都使用了罗罗公司的珍珠 700 发动机和同一款湾流最新研制的机翼，因此一些飞行试验在 G700 上已经完成，G800 的主要试验任务集中在飞机的控制和飞行性能上。根据湾流的计划，G800 公务机预计在 2024 年左右完成适航取证的相关工作。

市场暗藏新商机

与湾流的高调参展相比，本届 EBACE 上庞巴迪则较为低调，公司派出了环球 7500、挑战者 3500 和挑战者 605 参展。尽管参展机型并不多，但其中却暗藏“商机”。

庞巴迪环球 7500 在业内被称为“空中之家”，其客舱可容纳 19 名乘客，是业内最早的一款设计有四个起居空间和一个专门的机组人员休息区的公务机。未来，随着其他同级别新机型的进入，这一细分市场的竞争也将更激烈。

另一款亮相 EBACE 的挑战者 3500 是第一次在欧洲市场亮相。这款机型于 2022 年 9 月交付首家客户。挑战者 3500 是挑战者 350 的升级版，庞巴迪致力于将其打造成超中型公务机领域的标杆机型。为了实现这一目标，从驾驶舱到客舱，庞巴迪都在这款机型上采用了许多创新技术。例如在智能客舱方面，挑战者 3500 引入了许多创新功能，如语音控制、4K 娱乐、无线充电器等。2022 年，挑战者 3500 公务机还获得了红点产品设计奖中的“红点最佳设计奖”。

本届航展，“航空业可持续发展”是一个重要的主题，而挑战者 3500 恰恰契合了这一主题。挑战者 3500 是一款拥有“环保产品声明”（EPD）认证的超中型公务机。同时，挑战者 3500 还为客户提供了一系列更环保的选择，如高端可持续客舱材料；另一项可持续性措施，则是在公务航空领域引入先进的 Eco 应用程序解决方案。Eco 应用程序是由航空运输通信和信息技术领域的知名企业国际航空电讯集团开发的，利用了现有的采用 OptiFlight 解决方案的 eWAS Pilot。这款工具专用于优化飞行计划和降低燃油消耗，以便进一步降低飞机的故障率。

2023 年恰逢达索猎鹰品牌成立 60 周年。本届 EBACE 上，达索携猎鹰 8X、猎鹰 2000LXS 和仍在取证中的猎鹰 6X、猎鹰 10X 亮相，全面展示了其在中型公务机市场的强大实力。

达索猎鹰 6X 是公司正在研制中的一款远程超宽体双发公务机。猎鹰 6X 高 1.98 米，宽 2.58 米，最大航程 5500 海里（10186 公里），最高飞行速度 0.9 马赫。达索航空共生产了 3 架猎鹰 6X 试飞机用于试飞取证工作，此次参加 EBACE 的是第三架试飞机，拥有完整的机舱内饰。首架猎鹰 6X 于 2021 年 3 月完成首飞，原计划 2022 年获得适航证并投入市场，但由于受到疫情的影响，猎鹰 6X 的研制进度受到了一定的影响。截至 2023 年 5 月，猎鹰 6X 已经完成了 580 多次试飞，累计飞行时间超过 1480 小时，按计划将在 2023 年下半年获得型号合格证并投入市场。

猎鹰 10X 是达索公司最新研制的一款超远程双发公务机，飞机高度为 2.03 米，客舱宽度为 2.77 米，客舱宽度超过了一些支线飞机的客舱横截面。本次 EBACE 上，达索航空展示了猎鹰 10X 的完整飞行甲

图 | media.sandhills.com

图 | 达索航空

板和机舱模型。值得一提的是，尽管猎鹰 10X 还未投入使用，但其豪华的客舱内饰设计已经先后获得了“红点设计奖”和“芝加哥优良设计奖”。在动力系统方面，猎鹰 10X 采用了罗罗“珍珠”系列发动机中最新、功率最大的“珍珠 10X”涡扇发动机。达索表示，与上一代发动机相比，猎鹰 10X 的燃油消耗将降低 5%，并且可以 100% 兼容可持续航空燃料。

本届 EBACE 上，巴航工业的表现颇为引人关注。在参展机型方面，巴航工业派出了飞鸿 300E，这款机型已经连续 11 年蝉联全球最畅销轻型公务机。针对中型和超中型市场，公司展示了领航 500 和领航 600 两款机型，在大型公务机市场则派出了莱格赛 650。

在航展期间，巴航工业表示，近几年公司公务机产品在市场上保持了强劲的增长势头，其公务机产品的储备订单已经排到了 2025 年。就在 EBACE 前不久，巴航工业与 NetJets 宣布签署 250 架领航 500 公务机订单，以及一项全面的服务与支持协议，这份订单的总价值超过 50 亿美元。NetJets 一直与巴航工业保持着良好的合作关系，在 2021 年双方就曾签署协议，NetJets 向巴航工业订购超过 200 架飞鸿 300 公务机。

针对本届 EBACE“航空业可持续发展”的主题，巴航工业也向公众进行了重点阐述。公司表示，目前正在继续加大在可持续发展方面的努力，以实现其环境、社会和公司治理（ESG）目标。这一目标包括到 2030 年在全球范围内实现 100% 使用可再生能源；到 2040 年实现运营碳中和；到 2050 年助力航空业实现净零碳排放。为了实现这一目标，巴航工业此次参展的飞机都将采用先预定可持续航空燃料再申报二氧化碳排放的方式飞往日内瓦。在抵达日内瓦后，飞机将使用可持续航空燃料直至展会结束。

尤为值得一提的是，巴航工业在本届 EBACE 上透露了这样一个信息：在去年的 EBACE 上，公司与 4AIR 宣布向加入巴航工业公务机维修项目的巴航工业公务机新客户提供碳补偿。凡加入该项目的客户，都将通过 4AIR 获得 25 小时的免费碳中和飞行时间，以抵消他们在购买飞机当年的碳排放量。据悉，4AIR 碳补偿额度已经资助了多个项目，包括可再生能源项目、加强“吸”碳森林建设项目以及减少森林砍伐的项目，并由此带来了社会效益和经济效益。

新机型研制热度不减

在本届航展开幕当天，塞斯纳飞机公司就发布了其最新的中型公务机——奖状雅昇（Ascend），这也是奖状 56X 系列家族最新的升级版机型。塞斯纳奖状 56X 系列飞机包括奖状 Excel/XLS/XLS+/XLS Gen2 等机型，该系列作为公司的主力机型已累计销售超过 1100 架。

近年来，塞斯纳一直在不断对奖状 56X 系列飞机进行升级。在 2021 年的美国公务航空展上，公司宣布推出新一代奖状 560XLS Gen2。在奖状 560XLS Gen2 上，塞斯纳重点对客舱进行了改进，进一步提升了飞行员和乘客的舒适度以及飞行效率。乘客和飞行员在进入奖状 560XLS Gen2 时，一眼就会看到全新升级且带有照明的机舱舷梯和舷梯门。同时，奖状 560XLS Gen2 还配备了先进的无线客舱管理系统，包括触摸屏移动地图监视器、无线充电、客舱座位 USB 充电端口和可选装的 Bongiovi 沉浸式免扬声器音响系统。

此次，在 EBACE 上推出的最新一代奖状雅昇则在前几代机型升级的基础上又有了更多的技术改进。据塞斯纳介绍，奖状雅昇将配备全新客舱和佳明 G5000 航电设备。在内饰方面，舱内的平直地板能使乘客有更多的空间旋转座椅，全新设计的舷窗也将比现有机型的舷窗大近 15%。在动力系统方面，奖状雅昇将采用加普惠公司 PW545D 发动机。

图 | www.amlu.com

尽管日本在大型商用飞机领域的尝试遭遇了挫折，但是其依然没有放弃在公务航空领域的探索。本届 EBACE 上，日本本田公司展示旗下的 HondaJet Elite II 超轻型公务机，这也是这款机型第一次在欧洲市场亮相。本田公司表示，HondaJet Elite II 无论是飞行速度、飞行距离还是飞行高度，在超轻型公务机市场中都处于领先地位。这款飞机还采用了独特的翼上发动机支架配置（OTWEM）、自然层流机翼，机翼和机身都大量使用了复合材料。尤为值得一提的是，这款飞机采用的发动机是本田与 GE 公司联合研制的 GE-Honda HF120 发动机。

就在 EBACE 之后不久，本田公司还宣布将继续致力于研发 10 人座的轻型公务机 HondaJet 2600 概念机，目标是能够在 2028 年获得美国联邦航空局颁发的型号合格证。

2021 年美国公务航空展期间，本田公司宣布启动研发 HondaJet 2600 概念机项目。根据本田公司公布的信息，HondaJet 2600 概念机的设计灵感来自本田 HA-420，飞机设计的最大航程为 4862 公里，最大巡航速度为 833 公里 / 小时，最多可容纳 11 名乘客。经过 2 年多的摸索，本田公司在 2023 年 6 月公布信息表示，公司已经与发动机、航电系统、机身等重要的供应商签署了合作协议。根据本田公司的规划，由于发动机将采用国际主流制造商提供的成熟产品，未来 HondaJet 2600 的燃油效率将大幅提升，预计将较同级别轻型公务机提升 20%，同时公司还将致力于将这款产品打造成全球首款能够完成横跨美洲大陆飞行的轻型公务机。■

欧美推进航空复合材料高速制造技术开发

文 | 马筱逸 陈济桁

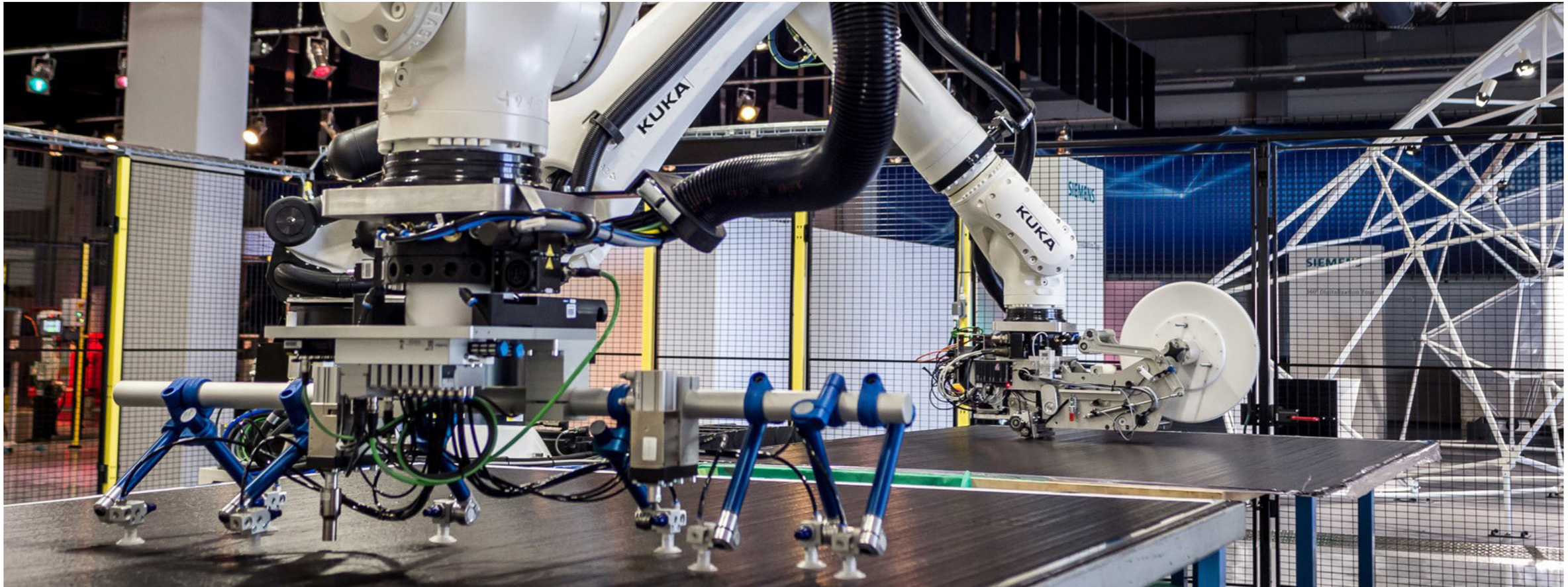
2023 年 3 月 17 日，美国航空航天局（NASA）宣布，已向 14 个研究团队提供了总金额 5000 万美元的合同，开展高速率复合材料飞机制造技术研发，攻关高生产效率的飞机复合材料结构先进制造工艺。综合美国与欧洲近期航空领域复合材料制造技术发展情况，高速、低成本制造技术已成为核心关切。

航空复合材料高速制造技术发展需求

从商用飞机市场的前景来看，庞大的市场需求对生产效率提出了更高的要求。波音公司预测，2022 年至 2041 年，全球新增客机需求量将超过 4.1 万架，其中窄体客机月均需求量约 129 架（20 年共计 3.088 万架），宽体客机月均需求量约 30 架（20 年共计 7230 架）。随着疫情结束市场回暖，航空公司对新飞机交付需求格外强烈，订单逐步增长。目前主要应用金属材料的波音 737 等窄体客机，每月产能极限约为 60 架；波音 787、空客 A350 是复合材料密集型宽体客机，产能仅为每月 10 架～ 14 架。未来，客机肯定会进一步加大复合材料用量，若产能不能提升，将难以满足市场需求。

与此同时，复合材料部件制造是当前提升商用飞机产能面临的瓶颈。波音 787 和 A350 的复合材料用量按重量计已达 50%，表明先进复合材料及其制造技术成为民机产业发展的关键支撑技术之一。但目前复合材料部件生产效率低、生产周期长、制造成本高，基于现有复合材料制造体系实现产能提升难度较大。此外，相关专业人才匮乏、专业设备难以调整、采购成本居高不下，阻碍了复合材料供应链效率提升。对复合材料供应商来说，发展高速、低成本复合材料制造能力势在必行。

图 | 空客



欧美设立重点项目技术攻关

航空业对先进复合材料制造和应用的迫切需求，促使美英等国提前布局，设立重点研发项目，推进高速低成本航空复合材料制造技术开发。经梳理分析，最主要的项目包括美国高速率复合材料飞机制造（HiCAM）及英国明日之翼（WOT）、航空航天与汽车供应链联合发展（ASCEND）等。

美国国家航空航天局于 2021 年推出高速率复合材料飞机制造项目，聚焦大型复合材料结构，旨在提高飞机复合材料结构制造效率，降低供应链成本，同时节省飞机燃料并降低碳排放。为全面实现高速、低成本制造目标，该项目聚焦下一代热固性、热塑性复合材料和液体成型工艺，同时针对航空复合材料部件的制造、装配和质检三个环节进行增效技术攻关。具体实施路径是：发展新材料以缩短传统高温热压罐固化时间，或直接选用满足非热压罐工艺的复合材料；减少零部件数量从而缩短装配时间，为此重点发展无需紧固件组装即可直接成型的大型复合材料部件；将目前质检中比较耗时的人工工序自动化，同步完善工业化制造流程。

高速率复合材料飞机制造项目主要面向美国先进复合材料联盟中的飞机制造商、设备与软件开发商、材料供应商、相关大学及科研机构等实施，美国航空航天局将为该项目直接投资 1.84 亿美元，项目参与者需匹配投资 1.36 亿美元，总经费达 3.2 亿美元。该项目为期 6 年，首先针对 787、777X 等飞机机身，完成生产成本和部件重量的系统级评估，然后确定目标，制造复合材料全尺寸部件，最终逐步实现工业化生产。

目前，该项目已于 2022 年年初确定目标结构件，计划 2023 年年底完成结构件演示，技术成熟度和制造成熟度均达到 4 级；2024 年确定全尺寸机身部件，2026 年年底完成机身部件演示验证，技术成熟度和制造成熟度达到 6 级。到 2027 年，工业化生产的机身部件需满足适航要求，材料至少达到技术成熟度和制造成熟度 6 级，其他基于模型的系统工程工具在项目验收时应达到 6 级技术成熟度。当该项目完成时，复合材料部件生产率应能支撑每月生产 80 架飞机的生产要求，组件净成本需降低 50%、减重需超过 2%，其他涉及材料和工程的技术指标应在误差范围内。

英国“明日之翼”于 2016 年启动，主要瞄准新型机翼概念的设计、制造和产业化，通过改进部件制造工艺、开发自动化程度更高的新装配方法以及采用模块化方式完成机翼及其内部系统的集成，提高 A320 系列飞机的月产量。项目的总体目标是减少工艺步骤、人工成本和零件数量。传统上由单个金属部件组装而成的结构将作为集成单元制造，以简化机翼组装并减少紧固件使用；同时，降低机翼内部结构复杂性，并在机翼最终装配前尽可能地集成设备。

目前该项目已接近尾声，在提高复合材料制造效率方面取得了显著成效。2023 年 1 月，英国国家复合材料中心领导的项目团队展示了其在项目中设计开发的超高速复合材料铺放系统，有望提供超 350 千克每小时的干纤维沉积率，与当前传统自动铺丝系统的 50 千克每小时相比，效率提高 6 倍；铺放速率可从 0.05 米每秒增至 0.5 米每秒，提高 9 倍。这标志着英国复合材料部件制造技术取得重大突破，将有力支撑大量应用复合材料的产品和装备产能提升。

航空航天与汽车供应链联合发展项目于 2021 年启动，对于该项目英国政府投资近 4000 万英镑，目标是在英国境内建立航空航天与汽车行业可共用的复合材料产品和供应链。该项目通过综合汽车行业的高速生产制造能力和航空航天领域产品的高性能、高质量等优势，在先进复合材料领域开启航空航天与高端汽车制造业供应链合作。项目覆盖从设计到检验的全生产流程，共包含五个主题：轻量化设计工具、未来材料体系、高速自动化、电气化与多功能化和集成混合结构。同时，提高复合材料回收价值是隐藏在这五个主题背后的一个潜在目标，最终目的是实现净零排放。该项目的主要特点是结合航空航天和汽车行业的优势，利用汽车行业生产准则优化设计和制造流程，验证高速制造航空航天结构部件的能力。

目前该项目已执行过半，英国复合材料产业链在吉凯恩航宇公司与汽车行业的迈凯伦公司两大行业巨头的带领下，围绕飞机中常用的帆片式翼梢小翼和汽车后地板结构等开展了相关合作，取得了积极成效。通过演示验证件，航空航天工业利用汽车领域的大规模高速制造技术，已成功将帆片式翼梢小翼关键制造工艺的时间缩短至原来的一半；汽车行业也成功实现了先进航空航天复合材料及制造技术的应用。由此，该项目已初步验证了相关高速、低成本先进复合材料制造技术的可行性。

从上述几个项目中不难看出，高性能复合材料，特别是航空航天主要采用的碳纤维复合材料是重要战略基础材料。美国、英国等发达国家如今都在着力开发航空复合材料高速制造技术，有望大幅释放复合材料制造潜能，提升民机生产效率，同步提升其他产品的产能。鉴于此，结合国内需求与情况，笔者提出三点建议：一是继续深化国产航空级复合材料的创新研发并不断扩大应用；二是关注高速低成本复合材料制造技术，打造国内生态系统；三是加强跨行业通用技术合作开发及推广应用，实现融合发展。■

图 | KUKA

制造商加大售后市场布局

文 | 董帼雄

随着航空运输市场的逐步复苏，飞机制造商和发动机制造商们不仅忙着“开足马力”提升产能，同时也在不断完善和布局各自的售后市场。空客在成都成立飞机全生命周期服务中心、GE 在上海成立航空航天发动机现场支援服务快修厂、巴航工业扩建服务中心、三菱重工“转战”售后服务市场，所有这些都预示着，后疫情时代，制造商们都在积极布局售后市场。

扩大售后市场规模

在新冠肺炎疫情发生前，航空领域的制造商们对售后市场的关注度都在不断提升。经历了疫情三年多的洗礼后，制造商们更是进一步认识到，做强售后市场不仅可以帮助企业进一步占据市场份额，更有助于企业抵抗行业低谷所带来的冲击。

图 | 赛峰集团

2023 年 7 月，发动机制造商 GE 公司宣布在上海临港新片区建设 GE 航空航天发动机现场支援服务快修厂。未来，这一工厂将成为中国民航业首家专业发动机快修厂，为中国及亚洲地区客户提供 LEAP-1A/1B、CFM56-5B/7B 等型号的发动机快修服务。对于在上海“重金”投资这一工厂，GE 表示，中国是 GE 全球最重要的战略市场之一，GE 看好未来中国航空市场的发展，也看好中国售后服务市场的增长，新厂的建立将为客户提供更加全面、高质量的发动机维修服务。

在此次快修厂成立之前，GE 在中国只能提供客户端的在翼、近翼维修，有进厂快修需求的发动机必须送到海外站点进行维修工作，周期较长。未来，快修厂完工之后，将帮助 GE 补齐在中国快修业务的短板，满足 GE/CFM 发动机在中国快修业务的需求。同时，GE 还表示，“快修”可以为客户提供日常维护，避免故障问题“积少成多”形成大修，且发动机维修时间最多可缩短 2/3。

根据 GE 的规划，新建成的快修厂占地面积 6400 平方米，将设有 6 条生产线，可执行包括风扇、压气机、燃烧室、高压涡轮、低压涡轮等单元体的更换和维修。同时通过精益管理，这 6 条生产线都可以通过工具的调整，灵活修理不同型号的发动机。

特别需要指出的是，未来这一快修厂还将是 C919 飞机所装载的 LEAP-1C 发动机的备用发动机库。GE 表示，按照国际最高标准建设的快修厂房可以确保发动机安全可靠地存储，可同时存储约 20 台发动机。由于快修厂也位于临港新片区，这将有助于未来为 ARJ21 和 C919 飞机提供更加快捷的现场支援服务。这也是 GE 本土化战略中的重要一环。

> 保守估计未来 20 年，中国将有超过 1000 架飞机退役（包括报废和提前退役），这些飞机流向飞机拆解市场意味着巨大的商机。

成功的本土化战略是空客在中国市场迅速崛起并超越竞争对手的关键。如今在售后市场，空客更是率先在中国成立了全生命周期服务中心。2023 年 4 月，空客与成都市政府、Tarmac Aerosave 公司合作成立合资公司，在成都建设飞机全生命周期服务中心，该中心将面向各种机型，提供飞机从停放、存储到维修、升级、改装、拆解和回收的一站式服务。

空客预测，以现有机队规模计算，中国境内有超过 10% 的飞机机龄超过 15 年，这些飞机已经进入或接近退役阶段。且由于中国民航市场的特殊性，机龄超过 20 年的飞机将强制退出客运市场，因此保守估计未来 20 年，中国将有超过 1000 架飞机退役（包括报废和提前退役），这些飞机流向飞机拆解市场意味着巨大的商机。

空客此时选择在中国成立飞机全生命

周期服务中心，正式提前布局这一“蓝海”。根据空客的规划，项目发展初期将主要进行 A320 系列窄体客机的 12/24 个月检修服务，2024 年开始进行 A320 系列飞机的拆解业务，第三季度将扩展到 A330 系列飞机的拆解业务。2025 年后，空客则会将业务范围拓展至 737 系列窄体客机和 777 系列宽体客机的检修和拆解业务，而这些型号恰恰都是目前中国市场保有量较高的几款机型。

完善售后市场布局

近两年来，全球支线飞机市场也经历了一轮洗盘，一些制造商退出了市场，仍然在这一细分市场“战斗”的制造商们则在加快完善售后市场布局。

2019 年，一条信息震惊航空业：日本三菱重工就收购 CRJ 项目与庞巴迪达成共识，而在此之前，庞巴迪以 1 欧元的价格，将 C 系列项目出售给了空客。相比空客与庞巴迪的交易，三菱重工的这一收购更多地被业界解读为“蛇吞象”。2023 年，在经历了数十年的研制后，三菱重工最终决定放弃 SpaceJet 项目的研制，这也意味着曾经被日本国民寄予厚望的支线飞机项目最终以失败告终。然而，尽管日本在支线飞机项目的研制上“摔了跟头”，但公司却有了更多的精力去重新梳理之前对庞巴迪的那场收购，并希望以支线飞机售后市场为依托，以另一种方式在商用航空市场占有一席之地。

在完成对 CRJ 项目售后维护和销售业务的收购后，三菱重工在加拿大蒙特利尔成立了子公司——MHIRJ 航空集团。新公司主要负责庞巴迪 CRJ 系列飞机的维护、客户支持和销售等业务，并在加拿大和美国设立了 4 个服务基地。通过在 CRJ 项目维修中所累积的经验，如今 MHIRJ 航空集团正开始拓展更多机型的维修业务。

图 | MHIRJ 航空集团

根据《航空周刊》的报道，MHIRJ 航空集团已经获得了两个巴航工业 ERJ145 大修业务合同。同时，公司还在积极开拓干线飞机的维修业务。公司目前已经具备了为 A220 系列飞机提供在翼 AOG 支援的能力。这也是公司维修能力从支线飞机拓展至干线飞机迈出的重要一步。

根据公司的规划，未来其位于西弗吉尼亚州布里奇波特的工厂将拥有 17 条维修生产线，其中包括 2022 年增加的 6 条维修生产线，该工厂将在 2023 年底前开始进行空客 A220 飞机非计划性的飞机大修工作（如快速在翼支持等），到 2024 年将开始进行空客 A220 飞机的定检维修工作。

另一个支线飞机制造商巴航工业则在不断从人力资源配置、维修服务基地布局调整等方面，对其售后服务体系进行调整和完善。

巴航工业的全球客户支持和售后服务业务创建于 2016 年，并逐步成为公司的核心业务之一。数据显示，2022 年，巴航工业售后服务与支持业务增长了 12%，达到 13 亿美元，占公司总收入的 28%。目前，巴航工业占据了北美市场 E170 和 E190 飞机大修业务 70% 的市场份额。近年来，公司更是在维修基地的设置上做了大量的工作。例如，公司早前宣布将出售其在美国的两个维修基地，但将扩建位于田纳西州的纳什维尔和巴西索罗卡巴的服务中心，从而更好地满足目前机队的运营。

> 近年来航空业另一个值得关注的现象就是制造商们都在通过专业化整合，积极完成从单纯的制造企业向制造服务企业转型。

尤为值得一提的是对索罗卡巴服务中心的扩建，扩建后该服务中心的面积将翻倍，并设有 4 个机库，而这也恰恰是为了符合近两年来巴西市场公务机销售的增长态势。该中心建成后的四个机库中，3 个将专门用于维护、修理和大修，另一个机库将支持公务机运营。未来，该中心将拥有一套完整的服务产品组合，可提供飞机维修、内饰翻新、机库服务、机场服务、短停服务以及飞机存放。同时，该中心还具备飞机改装能力，如将莱格赛 450 公务机改装为领航 500 公务机。

专业化整合助力售后业务发力

此外，近年来航空业另一个值得关注的现象就是制造商们都在通过专业化整合，积极完成从单纯的制造企业向制造服

目前，空客客户服务团队成员人数超过 5000 人，为客户提供飞行小时服务和航线可更换件、改装升级、航材和供应链支持、培训、飞行运行等全方位支援。空客在全球 150 多个城市配备了 300 余名客户服务代表。

务企业转型，而这种观念的转变在后疫情时代变得越来越重要。

2015 年，在完成从欧宇航集团到空客集团更名的同时，空客也开始了对集团售后服务相关业务的整合。在经过一番调整后，空客将集团旗下与售后服务相关的维修、飞行运行、升级改装、培训等业务整合至客户服务部门（Services byAirbus）。目前，空客客户服务团队成员来自 50 多个国家和地区，人数超过 5000 人，为客户提供飞行小时服务和航线可更换件、改装升级、航材和供应链支持、培训、飞行运行等全方位支援。空客在全球 150 多个城市配备了 300 余名客户服务代表。

针对航材保障，空客通过子公司欧航航空器材集团公司，为其全球客户提供航材保障和零部件支持，在全球拥有 1000 余名员工。针对维修服务，空客推出了飞行小时服务（FHS），包括针对零备件供应和维修的 FHS 备件服务，以及允许用户灵活组合各项维修服务的定制支援服务包。在培训方面，空客在全球 10 多个城市设立了培训中心，为客户提供飞行员、乘务员和维修人员培训服务。同时，为了保证这些业务量达数十亿美元的部门高效运转，空客一方面重新梳理和整合内部原本独立的各项业务资源，并尝试创造更灵活的客户响应机制，为客户提供更快速、便捷的服务。

与空客一样，波音也对售后服务领域进行了大规模重组，并制定了更宏伟的发展目标。2016 年，波音宣布在民用飞机集团、波音防务、空间与安全集团的基础上，组建一个新的业务部门——波音全球服务集团（BGS）。BGS 将聚焦供应链、数字航空、工程改装与维护、培训等四大领域。波音为其制订了宏伟的发展目标，到 2027 年，波音全球服务集团将成为全球最大的航空航天售后服务供应商，占据全球售后市场约 20% 的份额。

与此同时，波音还对其全球机队服务项目进行了重组。将之前的 Gold Care 机队服务项目重组为全球机队关怀项目（Global Fleet Care Program），实现与全球服务集团的名称统一。该项目主要包括机队工程解决方案、机队航材解决方案、机队集成解决方案三个层面的内容。此后，波音又扩大了该项目的覆盖范围，新增了发动机航线可更换组件支援服务，将服务范围向发动机领域拓展。

专业化的整合让 BGS 的业务即便是在疫情期间也经受住了考验。数据显示，2022 年，BGS 全年收入为 176 亿美元，其中民品和军品的收入占比约为 6 : 4。虽然 176 亿美元的收入与 2017 年 BGS 成立之初波音制定的到 2027 年要实现 500 亿美元收入的目标仍有巨大差距，但一个好现象是，随着航空业的逐步复苏，BGS 的业务也在快速复苏。在 2023 年 1 月的会议上，波音“掌门人”卡尔霍恩就曾表示，未来公司将继续加大在售后领域的投资，如抓住更多客改货市场的机会，进一步促进 BGS 业务的增长。■

EcoPulse 能否开启电动飞行新篇章

文 | 静宇

在 2023 年巴黎航展上，由空客、大合公司（Daher）和赛峰集团联合研发的分布式混合动力推进飞机验证机——EcoPulse 第一次以“真机”形式亮相，向公众展示了其最终的外部构型。4 年前，同样是在巴黎航展上，这三家企业联合宣布，将发挥各自优势，共同进行 EcoPulse 分布式混合电推进演示验证计划，同时该计划也得到了法国政府的大力支持。根据项目的研制目标，一旦该验证机能够以电动模式实现飞行就意味着分布式电推进技术首次从纸面变为现实，这对于电动飞行领域来说意味着重大的技术突破。

企业与政府联合推动

在 2019 年的巴黎航展上，尽管焦点仍然在传统飞机制造商之间的同台竞技上，但在那届航展上，对于“传统”的替代已是炙手可热的话题。

图 | 空客

随着国际民航组织（ICAO）提出了2050 年航空运输业实现净零排放的目标，欧盟等政府官方就开始推动相应的配套政策法规落地。从某种意义上来说，未来“环保”将进一步提高航空业的准入门槛。也正因为如此，在 2019 年的巴黎航展上，围绕着可持续航空燃料、氢动力飞机、eVTOL 电动垂直起降飞机等讨论尤为热烈。巴黎航展作为行业交流的舞台，也给创新留出了更多的空间。在此背景下，EcoPulse 项目应运而生。

EcoPulse 分布式电动推进演示验证项目由空客、大合公司和赛峰集团联合研制。根据规划，这一验证机项目融合了空客早先的全电验证机项目 E-FanX 以及赛峰与贝尔直升机公司合作研发的混合电推进垂直起降飞行器项目 Nexus 的技术特点。在资金方面，EcoPulse 项目得到了法国政府的大力支持。根据项目规划，EcoPulse 项目的研制经费约 2200 万欧元，其中一半由空客、大合与赛峰集团共同出资，另一半由法国航空管理局出资。

项目的分工方面也十分明确。其中，法国大合公司的主要工作是进行飞机改装、系统集成以及飞行测试。大合公司是一家涡桨飞机制造企业，EcoPulse 项目所使用的原型机就是该公司生产的 TBM900 涡桨飞机。大合公司的主要工作是将一架 TBM900 进行改装，飞机机头保留主螺旋桨，另外的 6 个分布式螺旋桨则安装在机翼前缘。空客主要负责高能量密度电池技术的研发和空气动力学建模。赛峰集团负责进行混合电推进动力系统的研发。

致力突破关键技术

作为一个验证机项目，EcoPulse 项目的最终目标是攻克实现航空业零碳排放过程中的一些关键技术难点。在这个项目中，重点将评估分布式电推进、机载整体能源效率、高压电力推进以及电池在未来飞机上集成潜力方面的优势。

在此特别要强调的是，EcoPulse 项目结合了分布式电推进布局与混合电推进架构这两种前沿技术。EcoPulse 构型与 NASA 的 X-57 麦克斯韦验证机概念类似，在机翼前缘分布式安装了 6 个螺旋桨，各由 1 台 45 千瓦的赛峰 ENGINeUS 电动机驱动（在 45 千瓦连续功率、2500 转 / 分转速下的功率密度为 2.5 千瓦 / 千克），通过电池或 100 千瓦的辅助动力装置供电；机头的主螺旋桨采用内燃机驱动，一方面可直接输出轴功率驱动螺旋桨，另一方面可发电，为电动机、机载系统和电池供电。EcoPulse 项目将整体评估分布式推进的潜在收益，如分布式螺旋桨在起飞、爬升阶段对于有效提高升力的助益，是否能够降低主发动机的功率需求等。

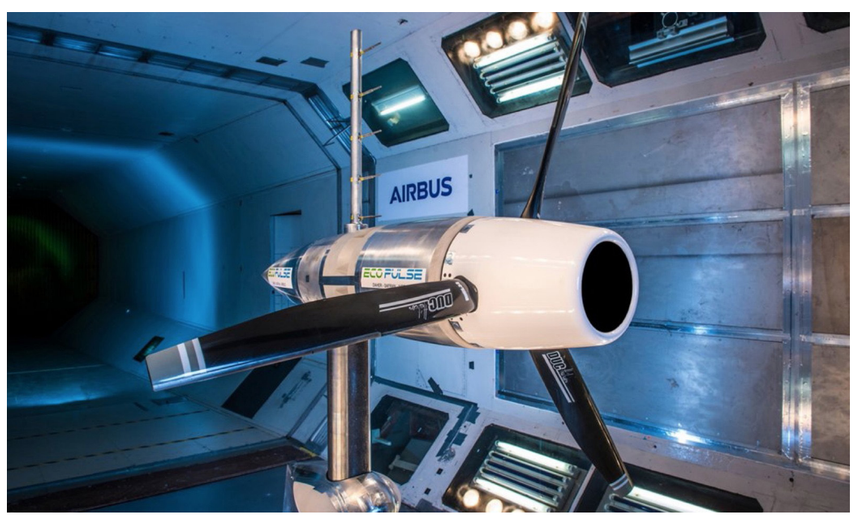


图 | 巴黎航展

混合电推进技术能够有效提升电动飞机的航程和载荷，是应对未来电动支线飞机甚至电动干线飞机的重要手段，但相应的，这一技术的复杂性也更高，难度也更大。EcoPulse 项目采用混合电推进构架，应用高电压体制，对于高电压配电与能量管理都提出了很高的技术要求。这方面的技术研发工作主要由赛峰集团主导。在设计上，不仅需要合理设计电网构架，还要针对电压水平设计相应的输电线和电路保护，然后再将这些创新的技术集成到飞机上。

项目进展顺利

在项目启动后的一年，2020 年，EcoPulse 项目完成了初步设计评审（PDR），开启了验证机基准配置的验证和确立阶段，并确认混合动力分布式推进系统的安全性与飞机的兼容性。同时，赛峰集团也在 2020 年确定了推进系统其他部件的安装连接接口以及电源管理系统、涡轮发电机和为推进器供电的高压电线。

EcoPulse 装配了赛峰集团研制的 ENGINeUS™ 电动机。ENGINeUS ™ 智能电动机是包含具有极高功率重量比和高度集成的功率电子传动系统的电动机，以实现轴转速的控制。这些优化后的智能、高效解决方案可适应从作动到推进的各种应用。ENGINeUS ™产品系列包括一系列输出功率高达 500 千瓦的电动机。该技术结合了多种关键转换、控制和电池接口功能，对电气构架进行了优化，电动机的机械和结构特性非常适合在飞机上使用。

图 | 空客

ENGINeUS™电动机额定功率范围广，配有能够将高性能动力电子设备集成到电动机中的智能系统，为迎接此类挑战提供了最佳解决方案。高性能电源电子设备与多相电机的集成确保了高可靠性，功率重量比超过 2.5 千瓦 / 千克（包含风冷智能电动机总重），每分钟 2500 转数下转矩重量比超过 15 牛米 / 千克（基于发电机部分重量）。

随后，空客也开始着手进行螺旋桨 / 短舱组件的风洞试验。这些测试的结果将有助于审定螺旋桨与电动机联动后的性能特征，并验证发动机的冷却程序。同时，空客还在推进模拟短舱空气动力学特性的相关工作。

目前，EcoPulse 项目已进入初始空气动力学测试阶段。尽管新冠肺炎疫情对于项目的进度造成了一定的影响，但随着疫

情的结束，进入 2023 年，EcoPulse 项目的研制进度也在稳步推进。

自今年年初以来，配备由赛峰集团提供的 e-Propellers（现阶段无动力）的 TBM 飞机已由其制造商大合公司在其位于法国塔布（Tarbes）的研发基地进行了试飞。初始阶段，飞机只安装了两台 e-Propellers，随后将逐步增加至四台，最终全部六台 e-Propellers 将会全部安装到位。每台 e-Propellers 都配备一个由 DUC 螺旋桨公司提供的三叶螺旋桨，并连接到一台创新的 50 千瓦“ENGINeUS”电动机上，该电动机安装在位于 e-Propellers 后部的吊舱中。

初始飞行测试允许试飞员驾驶由保留在机头的涡轮螺旋桨发动机提供动力的验证机，以便将他们的注意力集中在空气动力学、增加的惯性和吊舱及其螺旋桨对平台整体操纵特性的其他影响上。因此，该阶段对于该项目在今年晚些时候实现分布式混合动力飞行至关重要，届时，机翼上全部六台 e-Propellers 将全部运转。

一旦该验证机在今年晚些时候以电动模式飞行，它将标志着分布式电力推进（DEP）技术首次成为现实。从本质上讲，DEP 意味着一个独立的电源（或电源组合）可为分布在整个飞机上的数台发动机提供动力。

以 EcoPulse 为例，由空客提供的新型集成高压（约 800VDC）电池与赛峰集团提供的紧凑型机载 100 千瓦涡轮发电机共同为所有六台 SmartMotors 提供动力，该涡轮发电机包含一个紧凑型燃气轮机和一个发电机。空客在开发电池方面面临的挑战是使其重量轻、结构紧凑、具有非常高的功率和能量密度，同时符合环境法规（欧盟 REACH 等），并且能够安全地运行。

DEP 架构的核心是一个配电和整流单元（PDRU），负责保护高压网络、分配可用电力，以及高压电源线束，这两个设备都由赛峰集团负责开发。

DEP 还允许对推力进行微分控制。换句话说，SmartMotors 将由空客研发的飞行控制计算机（FCC）单独控制，以执行横向控制（从而减少对大型物理尾舵和 / 或副翼的依赖，潜在地减少重量和阻力）以及速度控制的任务。

与此同时，大合公司还提供了一些驾驶舱改进措施，允许飞行员通过一个特殊的全新面板简单地参与各种 DEP 模式（例如扭矩或速度控制），然后使用油门为动力操纵飞机（包括每个机翼一个的简单左右油门杠杆），还有一个侧杆来控制飞机的整体方向和轨迹。

对飞行员来说，最大的好处是他们不必考虑每个 e-Propeller 和 / 或飞行控制面无论单独还是组合情况下的实时动作，这方面由 FCC 逻辑负责处理。飞行员只需要通过飞行控制系统向飞机传达指令。

另一个实用功能是，与传统的燃气涡轮航空发动机（例如涡轮螺旋桨飞机）不同的是，每个 e-Propeller 转子的角位移可以被精确地监控和数字控制（可精确到 1 度），这使得每个螺旋桨相对于相邻的螺旋桨能够实现自动同步相位，以尽量减少飞行过程中的噪声和振动。作为另一个关键技术点，这一领域的相关技术将在即将到来的飞行测试活动中进行探索。总的来说，EcoPulse 是合作伙伴评估和确定未来混合动力飞机项目预期特性的绝佳机会。在对 6 个吊舱（无动力）进行初始飞行测试后，研究小组将准备对高压动力系统进行全面安装、启动和地面测试，包括涡轮发电机、电池和可运行的 e-Propellers。如果项目进展顺利，预计 2023 年晚些时候，该验证机将在 DEP 完全启动的情况下进行首飞。■

『大白鲸』助力空客开拓新业务

文 | 刘振敏

2023 年 7 月初，随着第六架也是最后一架“超级大白鲸”（Beluga XL，官方名称为 A330-700L）运输机在图卢兹工厂总装下线，空客的“超级大白鲸”运输队正式完成组建。

2020 年 1 月，以 A330 为基础研发的第二代“超级大白鲸”投入使用后，拥有“鲸鱼笑脸”涂装的这架飞机已经成为了当之无愧的“网红”。在刚刚下线的第六架机之前，已有 5 架不同涂装的“超级大白鲸”投入使用，并成为了空客工业系统的重要组成部分。

“超级机队”完成组建

空客自主研发的第一代超级运输机名为“大白鲸”（Beluga ST），它也是如今“超级大白鲸”运输机的上一代机型。“大白鲸”由 A300 为基础改装而来，受到当时技术条件的限制，这款运输机“先天不足”。

首先是航程不足，只能在欧洲境内进行部件的运输，执行其他区域的运输时需要频繁经停。其次，“大白鲸”的“体格”也逐渐难以适应超大型部件的运输。尤其是随着 A350XWB 等机型的诞生，“大白鲸”在一些部件的运输中更显得“力不从心”。于是，空客决定研制一款更大型的运输机。

但在当时，究竟选择哪款宽体客机为基础研制更大型的运输机，成为了摆在空客管理层面前的一个问题。有专家建议以 A380 为平台进行改装，这样一来既解决了航程的问题，也解决了超大型部件的运输问题。但最终这一提议未被采用，空客认为，A330 是新一代大型运输机最合适的选择。

之所以作出这一决定，空客是有多重考虑的。首先，新一代运输机与上一代“大白鲸”在技术上应有传承性。A330 本身就是用来替代 A300 与波音 767 竞争的机型，两者之间在技术上的传承性不言而喻。当然，A340 也是一个选择，但四发飞机的经济性较差，再加上新一代运输机主要用于欧盟内部转运部件，对航程和载重没有特别高的要求。相比之下，用 A330 来改装要比用 A340 经济得多。

其次，从经济性的角度来看，A330 也是最好的选择。“超级巨无霸”A380 虽然“体格”够大，但是生产成本太高，A350 虽然在技术上很先进，但市场保有量与 A330 相比还有很大差距。A330 作为空客最热销的一款宽体客机，市场保有量大，且未来 20 年内还会有改进型号生产，因此用 A330 来改装新一代运输机，可以大大降低生产成本和维护成本。

第三，从实用性的角度来看，用 A330 进行改装已经完全能够满足至少未来 20 年的需求。短期来看，空客暂时不会推出比 A380 更大型的商用飞机，也不会有比 A350 碳纤维机翼更长的机翼，由 A330 改装的运输机能够满足运输 A380 机身和两副 A350 机翼的装载要求。

为了体现机型的延续性，新一代运输机被空客命名为“超级大白鲸”。如今，新一代“超级大白鲸”是一款“混合结构”的飞机，它的前机身设计源自空客 A330-200F 货机，后部则来自空客 A330-300。应载重要求，空客 A330-200F 的前起落架结构与普通 A330-200 飞机略有不同，起落架与机身的连接点更低，前部机体结构也有所加强。

在飞机背鳍与垂直尾翼连接处、垂直尾翼底部、水平尾翼等部位，“超级大白鲸”都较“大白鲸”进行了升级。垂尾前缘翼根过渡面由此前的三角形再增加一个折角，相当于将垂尾直接延伸至货舱北部顶端，这样可以降低因货舱造成的气动损失。垂直尾翼底部、水平尾翼中央增加了长约 1 米的延伸盒，作为货舱尾部的收敛过渡，水平尾翼两侧像小翼一样的辅助鳍也加高了 1 米。这些气动外形的改变都将增加“超级大白鲸”的飞行稳定性。

如今，新一代“超级大白鲸”长 63.1 米，机身宽 8.8 米，机舱高度为 7.5 米，装配了罗罗遄达 700 发动机，最大有效载荷 51 吨，具有目前全球民用和军用飞机中最大的货舱容量，达到 2209 立方米。根据空客公布的信息，新一代“超级大白鲸”的装载能力提升 30%，运输周转时间减少了近一半。

2023 年 7 月下线的最后一架“超级大白鲸”在涂装上与早前的 5 架也有所不同，机身上喷涂了“Also flying outsize cargo to your destination”（也可将超大型货物运送至您的目的地），此外在前机身左侧还多了一副微笑眨眼的表情。随着这架灵动的“萌物”加入，空客的“超级运输机队”完成了组建。

超强的“带货”能力

拥有“鲸鱼笑脸”的超级大白鲸的“带货”能力十分可观。这是因为“超级大白鲸”的货舱宽度比“大白鲸”宽了近 1 米，因此在运输过程中更加“得心应手”。

例如，过去空客在总装 A330 和 A340 时，用“大白鲸”一次可以运输一对机翼。但到 A350 的生产时，由于飞机机翼更大，受制于货仓宽度的限制，“大白鲸”一次就只能运输一个机翼，而“超级大白鲸”一次能运输一对机翼，大大提高了大部件运输的效率。

从航程来看，“超级大白鲸”投入使用提高了空客分布在全球产业基地生产的部件的运输效率。目前，“大白鲸”从法国、德国、西班牙和英国的工厂运输部件到图卢兹和汉堡的商用飞机总装线，以及位于西班牙塞维利亚的 A400M 总装线。在该运输网络中，距离最远的是土耳其安卡拉，空客在这里有生产 A400M 部件的工厂。而在空客的全球供应链上，例如在中国和美国的转包生产商所生产的部件就不能采用空运了，因为这些厂家离欧洲太远，已经超出了“大白鲸”的航程。例如目前在中国的哈飞，空客也在生产 A320 和 A350 的尾翼部件，大部分是走中欧专列的，也有一部分走海路运输。与此对应，开设在中国天津和美国莫比尔的 A320 总装线上所需的部件，也是从欧洲通过货轮走海路运输，无法采用空运抵达。随着“超级大白鲸”的投入使用，未来空客在欧洲以外的部件运输将多一个选择。

随着“超级大白鲸”的投入使用，未来空客在欧洲以外的部件运输将多一个选择。

致力于开拓更大的市场

在新冠肺炎疫情发生前，“大白鲸”运输机每周运输的航班在 85 架次至 100 架次之间。如今，随着航空市场的逐步恢复，“超大部件”的运输量也将同步恢复。

图 | 空客

根据空客的规划，未来 6 架“超级大白鲸”将逐步取代“大白鲸”机队，在空客位于欧洲不同国家的 11 个工厂之间执行运输任务。退出空客零部件运输业务的“大白鲸”也不会退出运输市场，而是根据空客的规划去开拓更多的外部市场。

目前，“超级大白鲸”服务于空客的子公司空客国际运输公司（ATI）。根据空客的规划，未来 6 架“超级大白鲸”将逐步取代“大白鲸”机队，在空客位于欧洲不同国家的 11 个工厂之间执行运输任务。退出空客零部件运输业务的“大白鲸”也不会退出运输市场，而是根据空客的规划去开拓更多的外部市场。

对此，空客表示，“大白鲸”运输机的设计飞行架次为 3 万架次，但是目前来看，机队总体飞行架次约为 1.5 万架次，因此“退休”还为时过早。早前空客为了进一步提高“大白鲸”的运输效率还为其专门搭建了全新的货物装卸平台，这也是空客目前运输网络中唯一的双机位装卸设施。

在这一全新的装卸平台下，空客可以一次为两架“大白鲸”装卸货物，而以前的设施一次只能服务一架“大白鲸”。全新的装卸平台将“大白鲸”运输机的前部完全封闭，并专门改造了机库门，以适应机身形状，这样一来，即便在恶劣天气下也不会影响“大白鲸”装卸物资。例如，过去当风速大于 25 节时，“大白鲸”运输机就不能在露天进行装卸了，如今即便在 42 节的风速下，“大白鲸”运输机依然可以进行部件的装卸。而且，两个新的装卸平台都配备有自动装卸系统。该系统可以在卸货的同时准备下一批需要运输的物资，提高运转效率。在新的装卸平台下，“大白鲸”在 1 小时 20 分钟内就可以完成卸货并做好再次起飞的准备，并且飞机在装卸货物的同时还可以加油；而过去在露天作业时，完成同样的准备需要 2 小时 30 分钟。

效率的提升也为“大白鲸”迎来了更多的“运输订单”。2022 年 7 月，罗罗宣布租用“大白鲸”来运输公司旗下的大型民用航空发动机产品，而在此之前的十多年，罗罗都是选用安 -124 进行运输。随着俄乌冲突的爆发，西方国家对俄罗斯的制裁中也包括抵制使用安 -124 进行超大型货物的运输。这对于“大白鲸”运输机来说意味着更多的市场机遇。

2022 年 7 月，空客国际运输公司又注册成立了空客 Beluga 运输公司（AiBT），专门负责根据欧洲航空经营人许可证运营 5 架“大白鲸”运输机。根据空客的统计，2022 年“大白鲸”运输机共完成了 6 次空客业务以外的超大型货物的运输工作。从这个数据来看，“大白鲸”目前主要以运输空客零部件为主，但随着“超级大白鲸”机队完成组建，以及随着行业恢复后更多的外部机会，空客希望到 2025 年，5 架“大白鲸”运输机的主要任务是投入到对外部客户的服务中去，机队年运输能力力争提高至每年 200 架次。对于这个目标，空客认为是有望实现的。2023 年，随着疫情在全球范围内的结束，全球航空业需求逐步增强。2023 年 2 月，“大白鲸”运输队的任务排期已经有 50% 被预约，其中很多是全球范围内超大型货运的运输任务。相信未来，“大白鲸”将助力空客开拓更多大型货运市场业务。■

ARJ21 大草原上的运营逻辑

文 | 张凯敏

自 2021 年 8 月 1 日，国航投放 3 架 ARJ21 驻场运力开始，呼和浩特逐渐成为这款国产民机重要的运营枢纽。如今，除了国航内蒙古、天骄航空两家基地航空外，一二三航空、江西航空、华夏航空均使用 ARJ21 执飞呼和浩特航点，而成都航空则于近期将乌兰浩特作为运营枢纽之一。

此番，《大飞机》杂志记者从北京出发，先后走访呼和浩特、沈阳、通辽等多座城市，调研国航在大草原上为 ARJ21 打造运营网络的背后逻辑。

图 | 张凯敏

一个只卖全价经济舱的航班

行程 450 千米，你会选择哪种交通工具？

这是首都北京到内蒙古自治区首府呼和浩特之间的距离，两地间每日往返高铁动车约 30 对，最短运营时间约 2 小时 15 分。

最近，一名对航线颇有研究的业内朋友向记者透露了一个秘密：“你知道吗，北京与呼和浩特间有一个 ARJ21 执飞的航班，每天一班，机票只卖 Y 舱（全价经济舱），而且基本班班满座。”

记者查阅国航官网发现，近期无论是北京飞呼和浩特，还是返程，这条航线单程的销售舱位都只有经济舱 Y 舱，不含税费价格为 1030 元。除每周四外，均由 ARJ21 执飞，特别值得关注的是，临近出发两三天内的余票都不多，有的甚至只剩一两张。高铁方面，由北京北站或清远站开往呼和浩特站或呼和浩特东站的高铁、动车票基本都在 200 元上下。

国航航班全程实际飞行时间接近 1 小时，究竟哪些旅客会选择 5 倍的溢价去节省这 1 个多小时的时差呢？带着这样的疑问，记者于近日来到北京首都机场，搭乘这趟“只卖全价”的航班。

从北京首都机场飞往呼和浩特白塔机场，国航这趟航班号为 CA1111 的航班计划起飞时间为 14 时 30 分。13 时刚过，记者便早早来到首都机场 62 号登机口。不远处，国航飞往大庆的 CA1695 航班已经开始登机了，这趟航班同样由 ARJ21 执飞。

62 号登机口前，几名提前抵达的旅客已经在等候了。其中一名正在打电话的女士引起了记者的注意。记者与她攀谈了几句，了解到她在呼和浩特一所大学从事招生工作，先后在上海、北京处理完公务后，正赶回学校。“学校快放暑假了，赶紧回去把剩下的事料理完。”关于选择这趟航班，她表示，出差习惯了坐飞机，“速度快，而且受环境干扰较少。”

渐渐地，候机的旅客数量多了起来。登机后，记者发现飞机几乎满员。刘先生坐在记者身后，上飞机时手持护照登机的他引起了记者的注意。原来，刘先生购买了国航国际转国内的联程航班：“因为出一张票，两程只能登记一个证件，所以这段也用了护照。”据他介绍，因为经常需要赴境外出差，而呼和浩特出境航班较少，所以常常选择国航的中转航班，于是成为了 CA1111 航班的常客。

“简单来说，一个航班要取得经济效益有保持较高票价或尽可能提高客座率两种方式。”据曾经在一家航司供职的成先生介绍，所有机票都卖全价是航空公司追求单客收益最大化的方法，但也需要建立在一定上座率的基础上。北京到呼和浩特的人员往来密集，大量高铁班次也会满员，在此情况下不排除一些商务人士会选择更快捷、更商务的飞机航班出行。

“从航司使用的机型来看，因为客座量的关系，ARJ21 或许是能够维持这条航线运作的最经济选择，当然也有可能与呼和浩特枢纽飞机的利用率有关。”成先生还向记者透露，国航还在官网销售如呼和浩特 - 北京 - 首尔、胡志明市 - 北京 - 呼和浩特等中转联程机票，目前含税费最低票价约为 1380 元、1540 元，“这也是航空公司增加客座率的典型方式。”

比新加坡更快捷的呼和浩特中转

CA1111 航班顺利抵达呼和浩特，飞机还在滑行，便看到航站楼“呼和浩特”四个大字下方的廊桥连接着一溜支线飞机，有华夏航空的 CRJ900，有天津航空的 E190，边上则是中国国际航空的另一架 ARJ21……与这些飞机隔着一条滑行道，还有几架国航和天骄航空的 ARJ21 停靠远机位，最醒目的是一身全绿的天骄航空“内蒙古农信号”。

正在这时，一架国航 ARJ21 从廊桥被推出，记者查了一下飞行软件，是即将飞往通辽的 CA8125 航班。呼和浩特至通辽航线被国航打造成一条小有名气的“公交化”航线，目前每天执行 6 班往返航班，其中 5 班由 ARJ21 执飞。

16 时 15 分，记者的航班抵达停机位。紧接着，记者将要接续大约两小时后的 CA8101 航班飞往沈阳，中转时间会不会紧张？从廊桥抵达航站楼到达层，根据标识，右转可以前往行李提取处及出口，而几乎正对廊桥出口的便是一个中转柜台。柜台前没有人排队，记者把身份证递给窗口里的工作人员，在确认没有托运行李后，一张后续行程的登机牌便和身份证一起递到了记者手中。“您从左边自动扶梯上楼前往登机口即可，时间还挺宽裕的。”按照工作人员的指引，记者三两步便登上了自动扶梯，转眼便来到了出发层。安检，不存在的，记者眼前已然是一排登机口。此前，称赞新加坡、中国香港等机场转机十分方便，但这些中转还是需要在中转区或者登机口二次安检的，像呼和浩特机场这样一个自动扶梯便完成中转的服务，真是“舒适到家”了。

“呼和浩特机场还推出了‘经呼飞’服务，您如果在内蒙古自治区内的机场，经呼和浩特飞往第三地，可以在出发地完成托运并拿到后续全程的登机牌，行李直挂至目的地。在呼和浩特，您下机后直接上到出发层就可以完成整个中转过程。”自动扶梯口一位机场引导工作人员向记者介绍道。

第一次进入呼和浩特机场航站楼，用刘姥姥游大观园的速度“缓慢”移步到后续航班的 16 号登机口。即便如此，记者还是只花了不到 15 分钟就完成了中转。剩下大把候机时间，刚好可以观察 ARJ21 飞机在此的运作情况。

这里是国航和天骄航空的主场。因为时间已接近傍晚，天骄航空大部分航班任务已经结束，所以此刻更显忙碌的“地主”自然是国航了。除了连接北京、通辽以外，国航的 ARJ21 还从这里飞往海拉尔、乌兰浩特、锡林浩特、巴彦淖尔等大量自治区内航点，以及西安、沈阳等区外航点。

就在记者快要登机时，RY6675 航班抵达呼和浩特。江西航空 ARJ21 的突然加入，给记者的观察带来一丝惊喜。目前，江西航空每天都运营一班南昌至呼和浩特的直飞往返航班，另外每周二、四、六由 ARJ21 运营一班南昌经停临汾至呼和浩特的往返航班，RY6675 便是从临汾飞来。而每周一、三、五、日，一二三航空南昌经停洛阳至呼和浩特的航班则填补了江西航空 ARJ21 的空缺。

算上华夏航空不时用 ARJ21 执飞延安至呼和浩特等航班，5 家不同航司的国产民机在此高频率相会。此外，成都航空执飞成都天府经停巴彦淖尔至锡林浩特航线的 ARJ21 也隔天飞经呼和浩特上空。

探寻每天 5 趟往返航线的“内驱力”

前文提到，呼和浩特至通辽航线被国航打造成一条小有名气的“公交化”航线，目前由 ARJ21 每天执飞 5 班往返航班，为了一探究竟，记者从沈阳乘坐高铁来到通辽实地体验。

在通辽机场航站楼正对面，一块“中国蒙医药之都通辽欢迎您”的牌子竖立在广场上，进出航站楼的旅客络绎不绝。

记者所搭乘的 CA8120 航班被安排在 2 号登机口登机。计划登机时间临近，登机口前的队伍逐渐排了起来。记者粗略一数，大约有 70 多人登机。

“国航这条航线上座率还挺高的。”一名与记者同机的旅客在交谈中告诉记者，因为工作关系，经常会飞行于呼和浩特与通辽之间，“选择国航就是因为每天航班多，累积里程也是这样最方便，我马上就要飞到国航的银卡了，平时出门我也尽量都选择国航。”

这名旅客坦言，比起一些一线城市，通辽、甚至呼和浩特都还有很大比例旅客很少或者头一次坐飞机。正聊着，队伍前面有一名搭乘海航的旅客被登机口工作人员请到一边，尽管工作人员很耐心地一遍又一遍告诉他，搭乘的航班因为延误而更换登机口，让他在一边休息，待有确切消息了再通知他，可这位乘机经验可能不算丰富的旅客却怎么也不理解，于是登机的队伍就这样被耽搁了。“在内蒙古，这样的情况还挺多见的，希望有更多人能够有机会坐飞机出行……”记者身边的那位旅客一边张望着登机口的情况，一边继续与记者交谈。

目前，国航每天有 12 个航班往返于呼和浩特与通辽之间，其中 5 趟往返 10 个航班由 ARJ21 执飞。此前，我们曾报道一二三航空使用 ARJ21 飞机“公交化”运营上海至揭阳航线。据揭阳机场有关人士透露，本航季，由于浦东机场跑道修缮，一二三航空的“沪汕快线”有所减少，目前维持在 3 趟往返 6 个航班的规模。如此一来，国航呼和浩特至通辽航线成为本航季单个航司运营 ARJ21 密度最高的航线。此外，天骄航空呼和浩特经停通辽至海拉尔的航线也已每天运营，呼和浩特至通辽之间 ARJ21 的高密度纪录暂时难以撼动。

近日，ARJ21 印尼运营商翎亚航空（TransNusa）首席执行官达图克·伯纳德·弗朗西斯（Datuk Bernard Francis）对媒体表示：“我们发现频率比运力效果更好，这就是为什么我想尝试更频繁地使用运力较小的飞机。”国泰航空亦在其盈利核心香港至伦敦航线上长期使用波音 777 和空客 A350 保持每天四五个往返，而坚持不引进使用更大机型。

一名民航业内人士告诉记者，在上海 - 揭阳、呼和浩特 - 通辽这样的航线上，与大型枢纽之间的客流相比有明显的差距，此前使用国内民航机队主力波音 737 和空客 A320 系列飞机执飞，客流难以支撑足够多的班次，而引入座级为上述机型一半左右的 ARJ21 飞机，可以实现每天四五个单向航班，甚至更多，这样逐渐形成公交化运营，规模效应可以有效提升商务客流选择本航空公司航班的驱动力。

或许，对于 ARJ21 来说，挖掘上海—揭阳、呼和浩特—通辽这样“公交化”的航线，越多越好。■

孟菲斯：航空货运的起飞之地

文 | 乔婧 李玉涛

当前我国航空发展思路从“重客轻货”逐渐走向“客货并重”，我国航空物流正迎来重要窗口期。西安、郑州、鄂州等多个机场着力发展航空货运，提出打造中国版“孟菲斯”。孟菲斯机场作为全球第一大航空货运枢纽，无论从机场与企业互促发展，还是与高效物流、产业集群协同发展上都可谓是典型案例。同时要注意到孟菲斯成功的独特性，学习孟菲斯的经验更多是要考虑货运机场与运营商、机场与环境产业之间的内在关系，探讨机场发展与航空货运的深层次联系。为此，亟需挖掘孟菲斯机场的发展历程及成功经验，并结合我国实际情况进行经验借鉴，有助于促进我国航空物流及机场高质量发展。

图 | realestateguysradio.com

孟菲斯机场发展历程和概况

孟菲斯国际机场位于美国南部的中心地带，隶属于孟菲斯 - 谢尔比机场管理局并由其运营管理，全部股权由市政府持有。孟菲斯机场是美国最大的货运枢纽中心，设有 4 条跑道、67 个登机口、ABC 三个航站区和多个货物中心，是联邦快递总部所在地和 UPS 的转运中心。

孟菲斯机场于 1929 年开通，初期仅有 3 个机库和 1 条草皮跑道，每天 4 趟航班，客货运量很低，物流设施和内部管理水平不高。1973 年机场吸引联邦快递总部迁入并设立超级转运中心后，航空货运快速发展，到 1993 年成为世界上货物吞吐量第一和世界最繁忙的机场。此时孟菲斯机场还是西北航空的枢纽机场，是客货运兼顾的枢纽机场。西北航空与达美航空合并后于 2012 年关闭孟菲斯的枢纽节点，由此带来孟菲斯机场客货运结构重大改变，三年客运航班平均下降 18%，货运平均增长 8%，全货机从 35% 增长到超过 60%。孟菲斯机场成为以货为主、客为辅的专业性货运枢纽，到 2020 年货运吞吐量达到 4613 万吨，位居全球第一。

与此同时，孟菲斯重视机场对产业链、供应链的带动作用，着力构建世界级航空大都市，形成以联邦快递为代表的航空物流业，以 new breed、西门子医疗解决方案等为代表的第三方物流产业，以医疗设备器械、美敦力、国家眼库为代表的生物医药产业，以伟创力等为代表的临空电子信息产业，以体育休闲、高端酒店、企业总部为主的生活性和生产性服务业。

机场与联邦快递相互成就

机场通常共同服务于多家运输企业，孟菲斯机场开创了机场与核心运输企业高度依赖的发展模式。机场为联邦快递提供场地及相关配套设施，联邦快递以机场、超级转运中心和轴辐式网络强化运输时效和成本上的长期竞争力，并带动机场成为全球最大的货运机场之一，孟菲斯与联邦快递形成了互惠互赢携手共进的发展态势。

首先是以联邦快递为核心开展机场建设和服务。孟菲斯机场将四分之一的机场面积提供给联邦快递作为其作业区，该区域是与飞行区紧密相连的核心位置，租赁给联邦快递 70 万平方米货机坪、160 余个货机位以满足停 175 架和服务 684 架飞机要求。紧邻快递转运中心设立 3000 米长的东西朝向的货运专用跑道，该跑道是机场历时 15 年投入 1 亿多美元持续改扩建而成，可起降各类货运飞机，是世界上少有的国际机场专用货运跑道。

机场不断更新和完善物流设施设备，满足联邦快递精准到分的货运时间要求。机场跑道、机库、航站区均处于世界领先水平，多个货物中心可满足货物处理所有要求，货运设施和飞机维修设施持续更新完善，强化技术革命移动操作系统不断更新，使用中央计算机系统、包裹扫描系统、自动托运系统、电子通关系统等技术，创新条码扫描系统、追踪监控包裹信息系统。

机场在航次安排、地面交通、安全检查等细节上与联邦快递精准对接并给予细致服务，根据联邦快递运营和运输需求实行 7×24 小时机场设施配套服务，给予联邦快递在航线规划、起降排序方面优先权，构建夜间和中午两个航班波，强化地面服务效率，每架飞机落地从上轮档到卸下第一个箱子的间隔小于 5 分钟。

其次，联邦快递依托机场首创轴辐式网络模式。联邦快递以孟菲斯机场为核心建立通达全球的轴辐式网络，94% 的联邦快递货物都要通过孟菲斯机场中转后，再向全球 220 个国家和地区提供服务，这为

孟菲斯每月带来超过 5000 趟航班。由此，孟菲斯机场建立起辐射美国东西部乃至全球主要城市的航线网络，并提高货机满载率，降低航线网络运输成本，扩大联邦快递服务市场范围和市场竞争力。

同时，在孟菲斯机场建立超级转运中心，以其强大的分拣转运能力保障了货物高速运转需求。转运中心有世界领先的自动化分拣设施，白天和夜晚两个分拣系统日夜交替工作，快件从进入分拣系统到分拣完毕耗时不到 15 分钟，2011 年就实现 50 万件 / 小时的分拣水平。转运中心支撑联邦快递形成依赖少数核心枢纽中转的运营模式，从联通式网络发展成为轴辐式网络，通过规模效应降低了运输成本。据统计孟菲斯超级枢纽投入后联邦快递成本从 22 美元 / 件下降到 18.9 美元 / 件，降幅达到 14.3%。

机场与产业协同共生

联邦快递与机场的良好互促关系使孟菲斯在航空物流规模、服务设施、货运效率等方面具有领先地位，带动区域内物流管理、仓储、生物医疗等企业的兴起，使孟菲斯不仅成为交通枢纽城市，更成为吸引产业集聚的物流和供应链平台，是美国中东部地区经济发展引擎。

孟菲斯为满足联邦快递航空辐射式物流网络需要和弥补其陆运能力不足，加强传统公铁运输方式和货物代运公司布局，吸引 BNSF 设立多式联运场站、IMC(美国著名公铁联运公司) 设立区域中心，形成了高效便捷的全球性综合运输网络和多种联运服务能力。

与此同时，联邦快递的发展凸显出孟菲斯的货运价值，物流企业不断聚集并形成产业集群，为入驻孟菲斯的生产制造和销售企业提供全方位和多样化的物流服务。聚集了 UPS、DHL、ABX 等航空物流企业，Patterson Warehouses、Jacobaon Transportation、Intermodal Cartage Group、Marten Transport 等第三方物流企业，可提供物流仓储配送、全链条物流服务、多式联运及进出口服务、加急货物及冷链货物运输等多品类专业物流服务。

行业	公司	业务	影响
医疗制造	Smith & Nephew	知名骨科医疗设备及器械制造商	全球最大分拨中心
	MicroPort Orthopedics	新兴骨科医疗设备及器械制造商	美国总部
	Wright Medical Group	全球骨料医疗设备及器械制造商	美国总部
	Olympus	日本外科医疗设备制造商	医疗服务中心（包含维修服务)和医疗资产仓库
医疗服务	Advanced Toxicology	美国最大的通宵麻醉药品检测站	医学实验中心
	NEBC	世界最大的角膜银行,国家眼库中心	总部设立
医药批发	Mckesson Corporation	北美第一大医药批发商	设立配送中心
服装制造	Nike	知名运动服装品牌	1982 年建成第一个配送中心，2015 年建成全球最大配送中心
汽车制造	AutoZone	汽车零部件制造商	总部设立
零售	Target Corporation	美国第二大零售百货集团	大型配送中心
	Williams-Sonoma	家电家居零售商	配送中心
IT 服务	Dell	计算机售后维修中心	核心维修中心
	Flextronics	全球最大电子合约制造商	全球最大笔记本维修点

表 1 | 孟菲斯主要企业组织平台

当然，联邦快递快捷安全的航空货运服务和多样化的物流服务同样使孟菲斯在成本、效率、可靠性等方面具备优势，吸引众多具有高效物流需求的产业落脚。孟菲斯推动对机场周边土地进行复合型开发，强化产业链供应链上下游各环节集聚，形成了通航产业、物流业、制造业、维修服务业等产业链条。

同时，孟菲斯充分发挥了联邦快递航空运输的时间优势，打造物资中转、集散和组织中心，使企业不再需要广泛布点来满足产品时效需求，推动企业运作模式创新并吸引众多企业设立高附加值的总部中心。如戴尔在孟菲斯设立核心维修中心后撤销其分布在各地的几千家维修点，将商业模式改为快递上门收取维修电脑。Smith & Nephew 等医疗设备和器械制造商设立总部或分拨服务中心，利用孟菲斯高效快递服务实现单点服务全国全球。

此外，孟菲斯及美国政府重视机场对税收、就业、招商引资的贡献能力，在机场建设运营中给予大量支持。发展初期孟菲斯政府就大规模扩建机场、储备土地、修通机场和物流基地联通国家干线的公路等基础设施建设，以政府担保为联邦快递申请 20 年期限低息贷款并减免税收；在运营中，孟菲斯政府考虑到货运机场相对较窄的收入来源和偏固定的成本支出，每年为机场提供高额补贴，2011 年～ 2017 年平均补贴 3.2 万美元，最高达到 4.9 万美元。在机场改扩建中多级政府给予支持，2009 美国联邦航空管理局等部门为机场拨款 590 万美元，2011 年美国交通运输部拨款 700 万美元用于改善候机楼和滑行道、增强机场安全性等工程。

为保证航空大都市有序健康发展，美国联邦航空管理局将推动孟菲斯航空城交通系统发展的立法法案添加到在授权方案并构建了以孟菲斯指导委员会、孟菲斯机场发展公司（MAADC）、美国国会及个人参与献策的多元管理体制。

孟菲斯充分发挥了联邦快递航空运输的时间优势，打造物资中转、集散和组织中心，使企业不再需要广泛布点来满足产品时效需求，推动企业运作模式创新并吸引众多企业设立高附加值的总部中心。

他山之石助力我国航空货运发展

我国航空货运是从客机腹舱带货开始发展的，多依赖于客运设施及场地，50% 的国内货运量集中在北京、上海和广州三大枢纽机场，90% 的国际货运集中在北京、上海、广州、深圳、郑州五大枢纽机场。且大部分机场普遍存在货运综合基础设施投入不足、货运时刻需服从客运、机场货运场站建设与运营脱钩、分拨中转能力和设施不足、货运流线组织效率不足、不能提供全天候服务等问题，导致航空货运的规模效益难以得到充分发挥。

孟菲斯机场经验表明货运机场与客运机场在客货运空间主导布局、用地和建设规模、空地两侧的交通组织等方面具有较大差异。孟菲斯机场拥有以全货机停机坪和分拣中心为核心的空地联系和高效便捷的运输服务能力，特别强调设施和服务体系要满足联邦快递需求。未来，我国民航要差异化发展客货运机场。综合性货运机场要强化货运与客运的专业化分离，强化货运专用停机坪、停机位、时刻和地面服务。专业货运机场要以航空货运功能需求

—

未来，我国民航要差异化发展客货运机场。综合性货运机场要强化货运与客运的专业化分离，强化货运专用停机坪、停机位、时刻和地面服务。

—

为首要目标进行规划布局，推动建立以快递等企业为核心的系统化、专业化、集中化、智慧化的货运设施及相关配套，建设物流、仓储、分拣等货运处理及航站楼、口岸查验等机场设施，综合提升航空货运的专业化服务水平。

孟菲斯依托机场运输功能不断拓展物流及供应链服务，强化供应链服务中心和全产业链要素组织平台建设，实现对区域产业和经济发展的强有力带动。在货运机场的发展中需要转变对机场功能的认识，机场既是提供货物运输服务的枢纽节点，也是产业链和供应链聚集平台，更是推动城市经济转型升级的重要抓手。

一方面，加强机场与产业链、供应链的协同互促关系。新发展格局的构建要求交通运输组织再构与转型。航空物流作为高端消费和生产重要的流通方式，要强化对产业的支撑和带动作用。在机场建设的同时要统筹谋划临空经济产业，将基础设施建设与产业招商引资同步开展，根据城市发展情况精准设计产业链和供应链发展方案和政策，在规划阶段适当推动专业货运机场建设与运输组织、供应链产业链策划的融合联动审批，创新机场驱动城市经济高质量发展路径。

另一方面，政府要全方位算账，既要算“交通建设”账，更要算“经济带动”账。多国经验表明货运机场的收益性不如客运机场，孟菲斯机场在运营中利润率常年为负值，但为整个孟菲斯城输送了大量 GDP 和就业资源，政府给予机场高额的长期补贴以形成可持续发展。我国在建设货运机场中要正视货运机场的营利性差的现实问题，对机场的考量不能局限于机场本身，要从经济产业等综合角度考虑，通过土地财税等优惠政策和资金补贴等政策支持机场建设并保证机场的可持续运营。

长期以来，我国机场货运需求始终以“货从哪里来、货到哪里去”为预测思路和思考方式。究其内在，在发展思路上，受“重客轻货”影响，货运发展思路与客运类似，着重考虑满足所在地区的运输需求，缺少考虑区域乃至全国的中转服务需求。在服务能力上，航空货运以航司为承运人，货源多源自货代公司，缺乏快递、电商等可提供全链条物流运输服务的集运商、承运人，货源和运输主体不同导致机场缺乏货运统筹组织的市场主体，难以满足航空物流一体化的服务要求。

孟菲斯机场强化运输组织平台服务能力，利用联邦快递轴辐式货运网络使全球全国货物到孟菲斯中转，实现了从较少货运量到全球第一大航空货运枢纽的跨越式发展。可以看出，孟菲斯机场航空货运枢纽的兴起与货物的始发地和目的地并无直接关联，其枢纽选择和发展不完全依赖于本地货源，而在于便捷高效的转运能力和成为航线集结的几何中心，这是对传统货物运输的组织模式创新。因此，要加强货运机场货运布局研究，特别是注重谋划建设货运中转 / 分拨基地，强化货运的组织能力。在货运枢纽建设初期就要与基地货运航空公司或物流集成商形成合作基础，并建立与企业需求相适应的专业货运系统，机场运行中要加强与企业的联动协同，充分挖掘和利用企业的货源和运输网络，强化机场间、与货运网络间的联系，激发机场以及航空货运发展活力。■

5G 赋能——新一代航空宽带通信技术最新进展

文 | 刘禹彤

2021 年 4 月，中国民航局发布了《中国民航新一代航空宽带通信技术路线图》。路线图指出，“新一代航空宽带通信技术”主要包括 5G AeroMACS 2.0、5G LDACS 2.0、5G ATG 及 5G 公共网络等基于我国 5G 通信技术，具备低时延、高可靠、大带宽特性的航空宽带通信技术，兼顾航空卫星宽带通信技术等。

图 | internetprotocol.co

路线图概述

新一代航空宽带通信在民航行业应用的总体目标是：大力推进新一代航空宽带通信的应用，建设公用、专用相结合的民航 5G 网络，积极构建国际一流的现代化民航通信基础设施体系，助力智慧民航建设与运行。

新一代航空宽带通信技术在民航领域主要有以下四类典型应用场景：一是机场空侧场面区域面向航空器、车辆的移动通信，需要利用航空机场场面宽带移动通信系统（AeroMACS）这一航空专用通信网络解决；二是机场陆侧航站楼区域面向旅客的移动通信应用，可以利用公共网络解决；三是航路飞行阶段航空器与地面进行数据通信的空地数据链路，需要利用 L 频段航空宽带通信系统（LDACS）这一航空专用通信网络解决；四是航路飞行阶段面向航空器后舱的空中互联网应用及面向航空器前舱的辅助管理应用，可以利用运营商等提供的地空通信（ATG）网络解决。

考虑到新一代航空宽带通信技术应用是一项长期任务，需要分步实施，《路线图》将中国民航新一代航空宽带通信技术应用实施分为三个阶段，即近期（2021 年至 2025 年）、中期（2026 年至 2030 年）和远期（2031 年至 2035 年）。

近期到 2025 年底，主要目标是完成基于 5G AeroMACS 2.0 技术“机－车－场道－设施”协同运行应用示范并在行业推广，深化新一代航空宽带通信系统在民航各领域典型应用示范。

近期到 2025 年底，为示范推广阶段，主要目标是完成基于 5G AeroMACS 2.0 技术“机－车－场道－设施”协同运行应用示范并在行业内推广，深化新一代航空宽带通信系统在民航各领域典型应用示范；中期到 2030 年底，为全面应用阶段，主要目标是建成以新一代航空宽带通信系统为基础，公用、专用相结合的智慧网络基础设施，实现空管、机场、航空公司、服务保障等各主要运行要素的智能互联；远期到 2035 年底，为融合共享阶段，主要目标是构建空天地一体化的新一代航空宽带通信体系，实现民航行业应用“全覆盖”，全面实现民航生态圈各要素终端泛在互联、信息互操作共享。

新一代航空宽带通信技术最新进展

航空 5G 机场场面宽带移动通信系统（5G AeroMACS）是将 5G 应用于 AeroMACS 民航专用网络的新一代航空宽带通信技术；在民用机场范围内，使用 5091-5150MHz 航空专用频率，符合国际民航组织航空安全通信等级要求。5G AeroMACS 应用后，飞机驾驶舱、塔台、场面车辆及航空公司、机场运行控制部门间均可以通过航空 5G 专网准确、及时、快速地共享信息，如机场高精度数字地图，跑道、滑行道、廊桥、停机位占用情况，飞机、车辆实时位置，塔台发布的滑行路径等。

AeroMACS 1.0 基于 WiMAX（IEEE802.16e）标准通信，目前国内外已有多个机场完成了部署。AeroMACS 2.0 基于 5G 技术，将在机场场面区域提供更加高速与安全的无线宽带传输服务；目前由航科院牵头，华为、中电科航空电子有限公司等单位共同参与制定 AeroMACS 2.0 相关标准规范。

2022 年，中国民航局颁布了《航空 5G 机场场面宽带移动通信系统建设应用实施方案（2022 ～ 2025）》。作为航空 5G 通信技术在民航领域应用的首个具体指南，《方案》明确了 5G AeroMACS 的发展路径和重点工作，按照 2022 年、2023 至 2025 年两个时间节点分别提出了阶段性目标任务，明确了各项任务的责任单位，确保 5G AeroMACS 建设应用工作有序推进、见实见效。

L 频段数字航空通信系统（LDAC）是未来面向航路阶段的空地数据链路，它采用正交频分复用（OFDM）技术，符合先进航空电信网络协议（ATN/IPS），主要用于飞机与地面管制中心、航空公司运控的数据交换服务。根据国际民航组织（ICAO）航空系统组块升级（ASBU），LDACS 将逐渐替代现有的甚高频飞机通信寻址与报告系统（VHF ACARS）和甚高频数字链路模式 2（VDL Mode2）。5G 的新型调制编码、多址技术、大规模天线等技术将解决 LDAC 频率资源受限的问题。我国正大力发展5G LDACS 的标准体系建设、机载航电与地面设备研制以及 5G LDACS 的网络部署，其传输速率将大大提高。

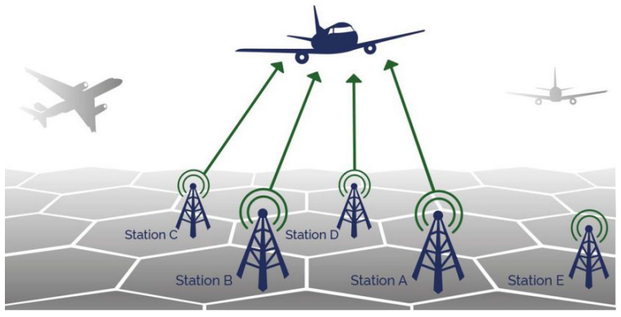
德国的罗德与施瓦茨公司正在积极开发 LDACS 以大幅提升空中交通控制通信的带宽，实现基于 IP 的现代通信。LDACS 通过使用为飞行通信预留的 L 波段频率部分，为商用航空提供了比 VDL Mode2 高 200 倍的数据吞吐量，并可实现加密保护。罗德与施瓦茨公司的 LDACS 设备预计将于 2028 年上市。

5G 地空通信系统（5G ATG）利用成熟的陆地移动通信技术，针对航空高速移动、广覆盖等特性进行定制化开发，在地面建设能够覆盖天空的专用基站，可有效解决高空立体覆盖问题，实现地空高速数据传送。5G ATG 服务可为航空旅客提供机上娱乐、机上办公及定制服务，还有广泛的行业应用前景，如航空公司的医疗救援、航班运营、空中气象及飞行安全需求，空管部门的智能化、数字化空管应用，地面远程行业控制应用等。

5G ATG 服务有广泛的行业应用前景，如航空公司的医疗救援、航班运营、空中气象及飞行安全需求，空管部门的智能化、数字化空管应用，地面远程行业控制应用等。

2023 年 4 月，工信部已申请批复中国

图 | researchgate.net
图 |satellitetoday.com



—

随着卫星通信和 5G 技术的不断发展和紧密结合，基于 5G 星地融合的航空宽带通信技术或将成为未来发展亮点。

—

移动使用其 4.9GHz 部分 5G 频率资源在国内有关省份开展 5G ATG 技术试验。中国移动表示其 5G ATG 方案可以为每架飞机提供 420Mbps 峰值下载速率，66Mbps 峰值上行速率，最大覆盖半径 300 千米，不到 1000 站即可实现全国航线覆盖。中国移动将率先联合中国飞行试验研究院开展国产大飞机试飞数据宽带传输验证，实现试飞机型海量数据快速卸载、实时飞机健康管理等应用，有效提升试飞数据分析效率。地点方面，将率先在山西和陕西两地展开试点；航司方面，国航、东航、南航、海航、川航等都做了试点，政策允许后将会开展部分在飞机型的改装。

2022 年 10 月，美国 Gogo 公司称已经部署了第 150 座 Gogo 5G ATG 信号塔，从而完成了美国大陆 100% 覆盖的 Gogo 5G 网络，为公务航空机上连接提供更快的速度、更大的容量和更多的功能，并将于 2023 年开始扩展到加拿大。Gogo 5G 预计平均传输速度约为 25 Mbps，峰值速度在 75 ～ 80 Mbps 范围内，旨在以极低的延迟提供高吞吐量，以满足对视频会议、直播电视和游戏需求。

航空卫星宽带通信系统按照工作频段可分为 L 频段、Ku 频段和 Ka 频段 。工作在 L 频段的海事卫星系统，其窄带 Classic Aero 通信服务正在向宽带 SB-S、SB 通信服务过渡；工作在 Ka、Ku 频段的宽带卫星系统主要有 VIASAT Ka、Inmarsat GX Ka、Panasonic Ku、GEEROW44 Ku、GOGO Ka/Ku 等 。

2023 年 2 月，航天科技集团研制的中星 26 号卫星成功发射。该卫星是一颗全 Ka 频段高通量通信卫星，是我国首颗超 100Gbps 容量的高通量卫星。中星 26 号卫星将为我国国土及周边地区的固定终端、车载终端、船载终端、机载终端提供高速、可靠、优质的宽带数据服务，在航空、航海、远程教育与医疗、自然灾害应急通信、自然保护区监测等领域发挥重要作用。

2022 年 6 月，在 3GPP R17（全球 5G 标准的第三个版本）中正式发布了 5G NTN 第一个标准规范，是基于 5G 的卫星透明转发通信标准协议，在原有 5G 地面蜂窝标准规范基础上，5G NTN 根据卫星通信的需求和技术特点，设计和制定可用于手机与高低轨卫星直接连接通信的技术规范。支持卫星通信网络单独组网，或与地面蜂窝通信系统联合组网，实现星地融合通信。2023 年 6 月，中信科移动称已实现业界首次 5G NTN 标准的端到端宽带卫星通信业务传输的技术试验验证。随着卫星通信和 5G 技术的不断发展和紧密结合，基于 5G 星地融合的航空宽带通信技术或将成为未来发展亮点。

未来航空移动通信技术正朝着宽带大容量、通信导航监视全球一体、基于性能要求的趋势发展。5G AeroMACS、5G LDACS、5G ATG 等“新一代航空宽带通信技术”将成为发展的热点。随着当前 5G 技术迅猛发展，我国坚持自主创新与开放合作相结合的理念，已在 5G 技术标准、核心关键技术、产业推动等方面引领全球发展。在民航领域，亟待结合航空移动通信现状，深度融合、应用 5G 技术赋能智慧民航，推动民用航空高质量安全发展，塑造民航业的全新未来。■

汉莎航空：结网授渔掘新机

文 | 王双武

5 月下旬，意大利经济和财政部与德国汉莎航空集团达成一项合作协议，同意汉莎航空集团以增资 3.25 亿欧元的方式收购意大利 ITA 航空 41% 的股权。作为合作协议的一部分，意大利经济和财政部承诺，同时向意大利 ITA 航空注资 2.5 亿欧元。也就是说，此次双方共同为意大利 ITA 航空注资 5.75 亿欧元。

双方在合作协议中明确，意大利经济和财政部同意汉莎航空集团在今后适当时机收购意大利 ITA 航空所有剩余股权。不过，届时市场收购价将基于意大利 ITA 航空业务经营情况而定。可以预见，在不久的将来，意大利 ITA 航空将成为汉莎航空集团旗下继汉莎航空、瑞士航空、奥地利航空、布鲁塞尔航空之后，以独立品牌运营的第五大航空公司。

帮助 ITA 航空劫后重生

由于受到爱尔兰瑞安航空等欧洲低成本航空公司的冲击，意大利 ITA 航空的前身意大利航空在国内和欧洲航线上一直未能摆脱经营困境，在过去 15 年里与

图 | lufthansagroup.com

真正和潜在的合作伙伴的一系列交易均告失败。2017 年，意大利航空启动清算程序，意大利政府一直推动投资者帮助意大利航空脱困。当时已经持有意大利航空少数股权的汉莎航空表示，对继续增资意大利航空没有兴趣，他们更关注的是破产重组后新公司的发展。

2021 年 10 月，经过破产重组的意大利 ITA 航空同样面临着低成本航空公司的威胁，也一直在寻找行业合作伙伴。2022 年 11 月，意大利 ITA 航空制定了 2023 年机队发展规划，计划在 2023 年引入 39 架全新一代飞机，包括 9 架空客 A330-900 宽体客机和 30 架空客 A320 窄体客机。到 2023 年底，意大利 ITA 航空机队规模将达到 96 架，机队中有 50% 是新一代客机。

法国是意大利 ITA 航空在欧洲继意大利之后的第二大市场。意大利 ITA 航空在罗马菲乌米西诺机场和米兰利纳特机场与法国巴黎戴高乐机场和奥利机场之间建立了紧密的航线连接。从今年 6 月 1 日起，意大利 ITA 航空加密了罗马菲乌米西诺机场至巴黎戴高乐机场和尼斯机场的航线航班。今年夏季，意大利 ITA 航空在两国之间每天最多将运营 14 个往返航班。

巴西圣保罗是意大利 ITA 航空在南美洲最主要的市场，也是意大利人前往南美洲的首选城市。今年 8 月，意大利 ITA 航空计划将罗马菲乌米西诺机场至巴西圣保罗机场的航班量由每周 7 班增加到 11 班，新增的 4 个航班将由空客 A330 飞机执飞。意大利 ITA 航空还计划在今年 10 月底开通罗马菲乌米西诺机场至巴西里约热内卢航线，每周 7 班。

汉莎航空集团是今年唯一在最新的投标中提交报价的公司。其在意大利北部已经运营了多洛米蒂航空，主要经营从意大利米兰、维罗纳、威尼斯到德国慕尼黑和法兰克福的航线。汉莎航空集团把意大利列为仅次于德国和美国的第三大重要市场。意大利是欧洲国内生产总值排名第三的经济体，以强劲的出口导向型经济为主。意大利还拥有许多著名旅游景点，是地中海地区十分重要的商务与休闲旅游市场。对汉莎航空集团来说，此时出手增资收购意大利 ITA 航空，不仅有利于集团网络的扩张，而且能巩固和提高其在地中海和南美洲的市场地位。

多管齐下开拓市场

汉莎航空集团认为，意大利是除本土外重要的商务与休闲旅游市场，其一直有收购意大利 ITA 航空的计划。汉莎航空集团打算先增资收购意大利 ITA 航空部分股权，并在以后适当时机收购其剩余股权。今年 1 月，汉莎航空集团向意大利经济和财政部提交了一份意向书，并建议双方就此签订一份谅解备忘录。双方表示，将基于谅解备忘录进一步开展谈判。谈判的主题集中在股权投资形式，以及意大利 ITA 航空与汉莎航空集团在商业运行上如何整合。

为了实现空地联运，为旅客提供更加便捷高效的运输服务，早在 2001 年，汉莎航空集团就与德国联邦铁路公司达成了空铁运输合作协议，在汉莎航空德国境内运行的机场与德国联邦铁路公司的火车进行接驳。如今，汉莎航空集团旗下航空公司在 40 个城市为旅客每周提供超过 3000 班次的铁路与公交地面联运服务。

今年 2 月，汉莎航空集团在罗马与意大利国家铁路公司签署了一份联合谅解备忘录，主要内容就是在意大利境内的支线机场开展地面运输衔接合作。此项合作将通过意大利国家铁路公司的网络，为汉莎航空集团的旅客往返意大利各机场提供有效的空铁联运服务。

汉莎航空集团监事会在今年 3 月同意汉莎航空集团购买 22 架远程宽体客机的订单，总价达 75 亿美元，包括 10 架空客 A350-1000、5 架空客 A350-900 和 7 架波音 787-9 梦想飞机。汉莎航空集团方面表示，此项采购符合集团中期财务规划。据悉，包括上述订单在内，汉莎航空集团将在未来几年内接收 108 架最新的远程宽体飞机。这些飞机将配备新一代座椅，在实现碳减排目标方面发挥重要作用。

目前，汉莎航空运营 3 架波音 787-9 梦想飞机，另外还有 2 架很快将交付使用。美国一直是汉莎航空的重要市场。从今年 5 月起，汉莎航空用全新的波音 787-9 梦想飞机执飞到美国和加拿大的航线。汉莎航空已经在德国法兰克福至美国达拉斯 - 沃斯堡航线上每周运营 6 个航班，在法兰克福至加拿大蒙特利尔航线上每周运营 7 个航班。汉莎航空还执飞法兰克福至美国科罗拉多州丹佛航线（每周 7 班）、至美国得克萨斯州奥斯汀航线（每周 3 班），以及至美国纽约纽瓦克航线（每周 7 班）。

汉莎航空计划在今年夏季新开法兰克福和慕尼黑至欧洲其他城市的航线。预计今年夏季，汉莎航空航线网络将覆盖全球 205 个目的地，基本恢复到疫情发生前水平。尤其是从法兰克福和慕尼黑出发的航班量将达到每周 5200 个，是疫情发生前水平的 87%。

提升客户出行体验

在客户调研与市场需求分析的基础上，汉莎航空计划投资 25 亿美元，在远程航线飞机全舱推出新一代升级改造的“阿莱格斯”座椅。新一代座椅更加突出个性化和独特性，汉莎航空将头等舱升级为“套间 +”产品，是一个墙壁触及天花板的完全封闭空间，套间内有一张大尺寸餐桌和两个宽大的座椅。如果有需要，旅客可将两个座椅合并成一张舒适的双人床。这种头等舱将在 2024 年接收的空客 A350 客机上亮相。

汉莎航空对商务舱套间也进行了升级改造，第一次为商务舱提供过道直入式套间。该套间有及胸高的隔墙和一扇滑动门，凸显舒适性和私密性。每个套间内有一台 27 英寸的显示器和充足的储物空间，以及衣柜和迷你吧。尤其是相邻两个套间还能通过移动隔板扩展成相互连通的空间，以便一起出行的伙伴享受更大、更私密的空间。商务舱套间内的座椅可以伸展成 2 米长的床，套间内还提供大尺寸餐桌、降噪耳机以及无线充电和蓝牙连接服务。所有座椅均配备了加热和冷却系统，旅客可以根据喜好灵活调节座椅温度。

自今年 2 月起，汉莎航空面向远程航线旅客推出了全新的机上餐食预订服务。旅客可在航班起飞 36 小时前，通过汉莎航空 App 线上预订包括凯撒鸡肉沙拉、甘薯三明治、柠檬芝士蛋糕等餐食。这些具有特色的餐食是汉莎航空与著名餐饮合作伙伴迪恩·大卫和达尔梅尔共同研发的，旅客预订后可在飞行途中以无线方式支付。汉莎航空认为，这项新的机上服务能改善机上餐食，同时也能减少食物浪费。

为提升客户出行体验，汉莎航空还基于客户需求重新开发了 App，并从今年 2 月起供客户下载使用。新的 App 界面简洁清晰，使用起来更加方便，运行速度大大加快。汉莎航空在新推出的 App 上采用了更加直观和现代化的设计，使旅客通过一种轻松的方式为出行作准备，尤其是订座和值机更加高效便捷。另外，新的数字钱包实现了无缝支付，为旅客出行账户提供了多种支付方式。随着新 App 的推出，汉莎航空集团旗下奥地利航空、布鲁塞尔航空和瑞士航空的旅客也能共享同一个 App。■

把地沟油变成航空燃油
——专访上海海洋大学海洋生态与环境学院副教授任德章

文 | 涵薏

任德章 | Ren Dezhang
上海海洋大学海洋生态与环境学院副教授

航空煤油是石油产品之一，是飞机涡轮发动机必不可少的高性能燃料。同时，在中国，每年废弃油脂（地沟油）就有 1000 万吨。如今，这两种风马牛不相及的物质因为高科技的加入“走”到了一起。

今年，上海海洋大学海洋生态与环境学院副教授任德章突破了传统工艺，让地沟油在温和条件下转变为航空煤油，“在温和条件下转化废弃油脂为可持续航空燃料”项目在今年中国 (上海) 国际技术进出口交易会上一经亮相就引起众多客商关注，成为上交会上的一个技术亮点。

全球领先

2017 年，任德章在上海交大环境科学与工程学院完成博士阶段的学习，当时他的专业方向是生物质领域的催化和转化。之后，任德章赴加拿大滑铁卢大学完成化工系博士后工作，研究方向依然是能源催化。2020 年，他回国来到上海海洋大学任教。

“我的研究工作主要是利用生物质替代石化资源合成化学品或者燃料，其主要目的是促进节能减排。化石能源如煤炭、石油、天然气过去一直深埋在地下，这部分有机碳长期与当前的碳循环脱离，工业革命后，人们开始大规模开采利用化石能源，因为燃烧使用所以造成了大量碳排放；生物质广义上就是指自然界的动植物，其富含大量有机碳，通过合适催化手段，可以替代石化资源合成化学品和燃料，以降低工业上对化石能源的依赖。”任德章表示。

为什么会把眼光投向航空煤油方向？任德章坦言，这个领域目前还有很多空白点可以进行探索。

航空是需要强大动力系统支持的交通领域，长途飞机需要的能源绝对量是非常大的，但到目前为止不管是锂离子电池还是燃料电池，都无法支持飞机的动力系统进行长距离的商业飞行，航空煤油无法在短时间内被新能源电池所替代。传统的航空煤油是从石油中分离并加工获得的 C8-C16 烃类物质，这种烃类或是支链的烃类，或是带苯环结构的烃类，达到一定的燃烧标准就能认定是航空煤油。目前，中国的原油对外依存度很高，利用具有长链碳原子数的废弃油脂脱氧合成为航空煤油是航空业促进碳减排的重要手段之一。

利用废弃油脂催化加氢脱氧工艺合成航空煤油是当前最为常用的合成工艺；但这种工艺通常需要一个高温高压过程用于脱去油脂分子中的氧，对于设备的要求比较高，且存在一定的安全风险，因此需要寻找更温和的反应工艺。任德章和同事们正在进行的研究工作在国内外都鲜有报道，处于全球领先地位。

三年攻关

任德章引用一些主流媒体报道的数据，给记者算了一笔经济账：“1 吨传统航空煤油燃烧后将排放 3.2 吨二氧化碳，目前我国的航煤消费量约 3000 万吨，如全部以生物航煤替代，按照每吨生物航煤减排 30% 来计算，一年可减排约 3300 万吨二氧化碳，相当于植树近 3 亿棵、近 2000 万辆经济型轿车停开一年。”

国际航空运输协会于 2021 年 10 月宣布，计划到 2050 年实现行业的净零排放，根据其制定的可持续航空燃料的发展目标，可持续航空燃料的需求量将从 2020 年的 5 万吨，增长到 2025 年的 630 万吨，再到 2050 年的 35800 万吨。2021 年发布的《国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》中提到，要大力推进先进生物液体燃料、可持续航空燃料等替代传统燃油。

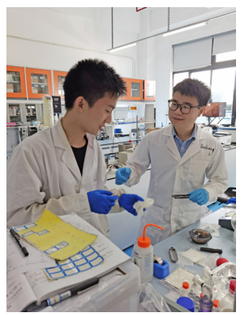
无论是从节能减排角度，还是从国家战略角度出发，任德章的研发项目都有较大的社会和经济价值。

研发的道路并非坦途。2020 年 3 月，当任德章回国时遭遇新冠肺炎疫情，各种困难也是随之而来。但是上海市相关部门和上海海洋大学对该项目青睐有加，对任德章的工作进行了有力的支持。当年，任德章就成功申报“上海市浦江人才计划”以及学校的相关项目，获得了一定的研发资助。2021 年，他又获得上海市领军海外青年人才资助。

三年中，任德章克服各种难题，带着几个研究生在实验室里各种鼓捣，催化剂试了一种又一种，工艺模式换了一个又一个，实验室里经常半夜还是灯火通明，科研曙光终于在他面前呈现。

目前团队已经通过内置高活性催化剂的循环反应设备实现了

> “我们将地沟油预处理后送到反应器中，在室温或者五六十度的条件下，就可以将地沟油脱氧合成烃类航煤，处理好的油水混合物再返回到预处理瓶中。由于煤油和水互不相容，静置容易分层，如果需要煤油的话，直接将上层煤油产品抽取出来就好。”



在温和条件下转化废弃油脂合成烃类航煤，避开高温高压和易燃易爆氢气，且具有设备易安装、小型化、模块化优点。

“我们将地沟油预处理后送到反应器中，在室温或者五六十度的条件下，就可以将地沟油脱氧合成烃类航煤，处理好的油水混合物再返回到预处理瓶中。由于煤油和水互不相容，静置容易分层，如果需要煤油的话，直接将上层煤油产品抽取出来就好。”任德章在一个化学反应器前向记者进行了示范。

英美资源集团是《财富》杂志世界 500 强之一，是一家在全球矿业和自然资源领域占有领先地位的企业。任德章的原创成果已经被他们“相中”，他的团队与英美资源集团签订协议，开发温和条件下转化废弃油脂合成可持续航煤技术，还受邀参加了今年的上海铂金周展会。

前景远大

“我们目前做出来的航空煤油成分与传统工艺产出的航空煤油几乎没有差别，但是在生产效率方面还有一些差距，这是需要慢慢改进的，目前我们处于科技成果的小试阶段，未来还要进行更加深入的研发，提高技术的稳定性，降低反应的能耗。”任德章说。

全球可持续航空燃料每年消费量已经从 2016 年的 6000 多吨增长到 2021 年的 80000 多吨，这些消费绝大多数发生于欧美。而在《“十四五”民航绿色发展专项规划》中，中国提出力争到 2025 年可持续航空燃料累计消费量达到 5 万吨。

任德章告诉记者，这些都是积极性的信号。未来也希望和中国的大型企业开始技术合作，希望中国企业能用我们的技术合成航空煤油。他也坦言，目前还在考虑研发该项技术特有的生产装备，未来将构成一个整体的技术体系、生产工艺和装备体系，全面服务中国的航空事业。■

复合材料：为飞机插上神奇之翼

文 | 李东升

航空界有这么一句话，“一代材料，一代飞机”。随着材料技术的不断发展，飞机产品性能也在逐渐提高。早期飞机用的材料是帆布和木头，到了 20 世纪四五十年代，现代民机基本上都是用铝合金，后来还用上了钛合金等先进材料。而这之后，碳纤维复合材料在航空领域结构材料中扮演着越来越重要的角色。

轻质、高强，复合材料的显著特点极大地满足了民用飞机结构轻量化、高可靠性、使用寿命长、效能高等需求。

复合材料是由两种及两种以上的材料，经过一定的复合工艺形成的一种新型材料。复合材料的特点就是它的组份，不同组份材料各自在物理性能上还是保留的，它的结合是一种物理结合，不是化学结合。

复合材料分类方法很多，可以按纤维品种分类，也可以按机体的品种分类，还可以按纤维的存在形式分类。我们在飞机上用得最多的是碳纤维增强树脂基复合材料（CFRP）。

复合材料最大的优势在于重量轻、强度高、刚度高。其密度仅相当于钢的四分之一，铝合金的 60%。所以，应用复合材料很大的一个动机是减重。另外，在性能上，复合材料一是抗疲劳性能好；二是耐腐蚀性能好；三是具有很强的可设计性，我们可以按任意的铺层比例和铺层方法

重量轻
密度仅为钢的 25%
铝合金的 60%

强度高
抗疲劳性能好
耐腐蚀

刚度高
可实现零膨胀率
整体成型

▲图 | 陈肖

▼ 图 | ny-engineers.com

去设计我们想要的材料。比如说航天器上用的复合材料，需要温度变化系数越小越好，这就可以通过比例和材料的组合，实现零膨胀率。最后，复合材料还有非常重要的一个优点，就是可以实现整体成形。

从乘客的角度来说，复合材料给我们带来的好处主要是舒适性。一般情况下，常规的金属飞机舱压保持在海拔 2400 米的高度，相当于在高原上的感觉。在这样的舱压下乘客感受到的舒适性较差。利用复合材料制成的机身，由于抗拉性能好，可以增加舱压，提高飞机的舒适性。

此外，金属对腐蚀敏感，如果机舱里边湿度大的话，客舱壁上会形成一些水珠，从而造成金属腐蚀。复合材料耐腐蚀，可以大幅提高机舱湿度，让乘客不再有干燥的感觉。

复合材料由两种或两种以上材料组成，材料和结构同时形成。这一点就跟我们传统的金属材料不一样，金属材料性能都是固定的，加工时只需要把金属材料做成需要的零件即可。但复合材料不一样，在制造之前它是散的，纤维是纤维，树脂是树脂。用复合材料做一个零件，包括原材料选择、工艺选择、工艺控制以及结构设计等复杂过程。

如何用好复合材料，实现“设计—制造—维修”一体化？要保证设计出来的零件一定要可制造，能造出来。这说起来很简单，但是要实施起来并不那么容易。如何充分考虑复合材料的特点，并结合现有工艺水平来设计，这是一个很大的课题。产品造出来后，还必须能够检测，要能够维修，这也需要考虑诸多因素。作为制造商，我们要考虑到飞机交出去以后，客户用的时候，一定要让它好用、好修、好检，这一点非常重要，也是一个很大的课题。

2018 年 10 月，中国商飞复材中心成立。4 年多以来，复材中心在复合材料结构件的原材料技术、结构设计技术、工艺技术、工装设计技术、制造技术、强度分析与试验验证技术等方面进行了多专业深度融合，成功进行了多项型号复合材料结构件研发技术攻关，如宽体机身壁板和尾翼梁等零件，填补了多项国内大尺寸复合材料零件空白。

面向未来，大飞机复材科技攻关还有更多的山峰需要翻越，复合材料研制的守正创新之路，道阻且长。但只要持续攻坚克难、锲而不舍、协同创新、追求卓越，定能乘势而上，大展宏图。■

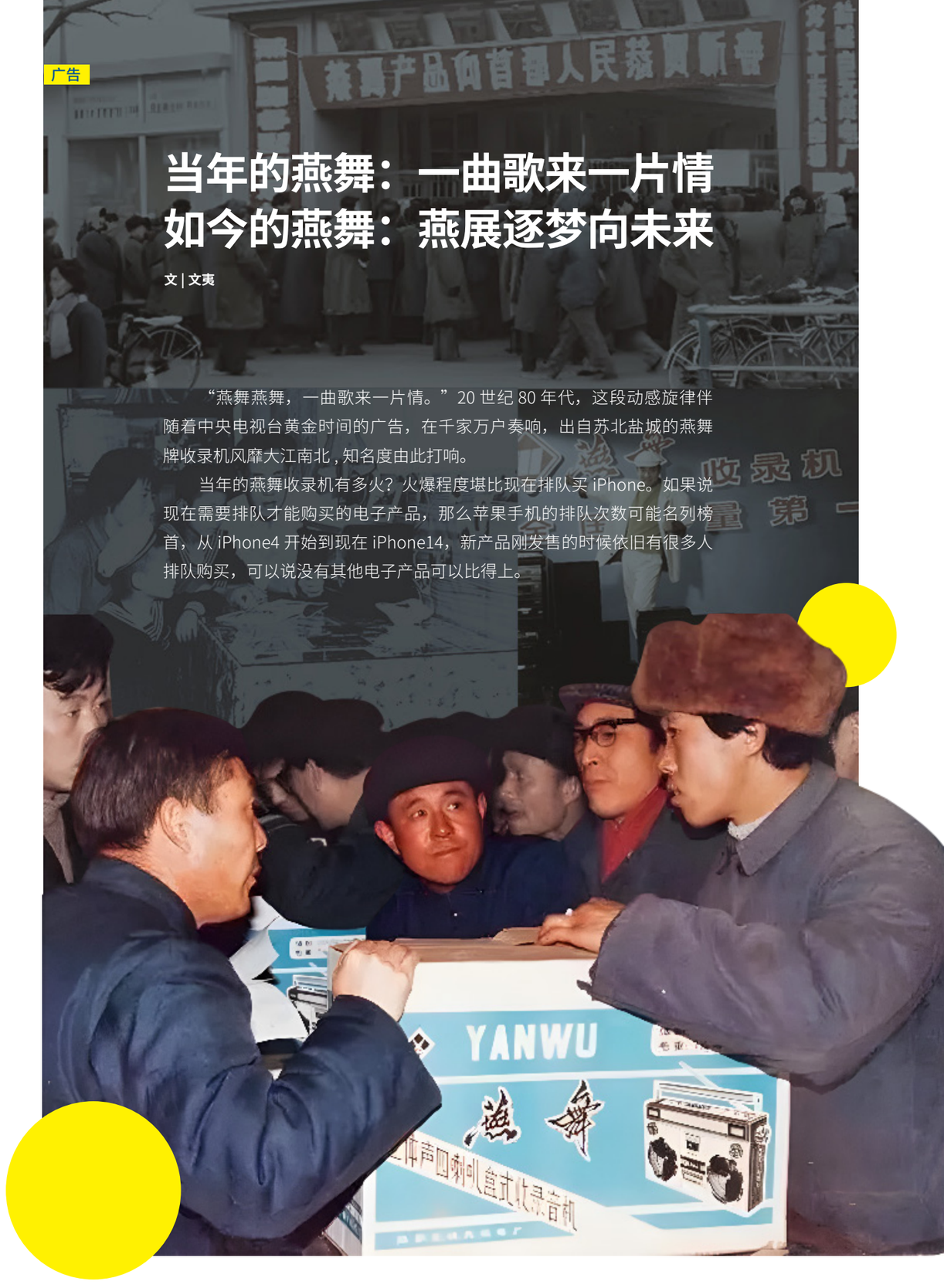
广告

当年的燕舞：一曲歌来一片情
如今的燕舞：燕展逐梦向未来

文 | 文夷

“燕舞燕舞，一曲歌来一片情。”20 世纪 80 年代，这段动感旋律伴随着中央电视台黄金时间的广告，在千家万户奏响，出自苏北盐城的燕舞牌收录机风靡大江南北，知名度由此打响。

当年的燕舞收录机有多火？火爆程度堪比现在排队买 iPhone。如果说现在需要排队才能购买的电子产品，那么苹果手机的排队次数可能名列榜首，从 iPhone4 开始到现在 iPhone14，新产品刚发售的时候依旧有很多人排队购买，可以说没有其他电子产品可以比得上。



燕舞集团公众号　燕舞商城公众号

“燕舞”的诞生

相关资料显示，燕舞的前身是盐城无线电厂，创建于 1967 年。20 世纪 80 年代，企业抓住改革开放的机遇，从一个只能装配收音机的小厂迅速发展成为全国最大的收录机生产基地。

据介绍，取名“燕舞”的原因，一是象征听收录机的时候如同莺歌燕舞一样，另外，燕舞还和盐城无线电厂的“盐”和“无”谐音。

不过此时的燕舞牌收音机无论是产品销量还是市场评价上都不如上海的“海燕”牌收录机，到了 1984 年，已经改名为燕舞厂的盐城无线电厂年产值不过几百万元，职工也只有四五百人。同时随着改革开始，三洋等日本品牌生产的卡式磁带收录机也进入国内，虽然价格较高，但市场反响不错，一度有奢侈品的称号。

燕舞厂的火爆

1983 年，看到国外产品的火爆，燕舞厂的技术人员通过逆向工程，成功研制出了 L1520 型便携式二波段单卡收录机。全新的燕舞牌收录机是根据大家喜欢喇叭多、声音大等特点而设计，这款收录机功能全、红灯闪闪，时髦风光，且价格远低于进口产品，因而一经推出便深受大家的欢迎，迅速打开市场，成为寻常百姓家的休闲产品。

当时收音机落伍了，台式收录机成为大家喜欢的产品，而且特别喜欢大音量的收录机。也因此为了抢购燕舞收录机，数千人冒着严寒排队购买，有的凌晨两三点起来冒着严寒排长队，就是为了能够买到一台燕舞牌收录机，第一时间体验到这款产品。

随着时代的发展，录音机成为家用电器进入千家万户，是除电视机外，人们接触音乐的又一来源。城市流行跳舞、健身，需要一台可以装上电池就可以出去用的收录机。这让燕舞敏锐地看到了市场的需求，抓住研发新品的契机，又推出了手提式收录机，深受城市青年的欢迎。马路上常见留着长发、穿着喇叭裤、拎着录音机的“新青年”，他们是当时的时尚先锋，也是我国改革开放以后最早的“追星族”。

由于燕舞的火爆，《人民日报》1984 年 1 月 21 日刊登了一篇《“燕舞”录音机为啥讨人喜？》的报道，专门描写燕舞收录机。

电视广告开山鼻祖

如果说燕舞凭借收录机火爆赢得大家广泛的关注之外，那么它的电视广告更是永载中国广告史。在 20 世纪 80 年代初，电视还是一个稀罕物，但到了 1984 年，电视机的普及率大大提升，这让很多产品想到在电视上做广告。当时的广告基本是两句广告词配上几个画面，比较简单，缺乏生动，难以深入脑海，但燕舞不一样，它的广告一经推出便火爆大江南北。

据介绍，1984 年，燕舞的电视广告正式登陆央视，燕舞推出了那句经典的广告词：“燕舞，燕舞，一曲歌来一片情。”这种以弹着吉他跳着霹雳舞活泼全新的方式和脍炙人口的广告词，一下子让大家记住了，也让燕舞牌收录机走进了千家万户，火爆大江南北。

燕舞，作为中国第一代标王，开启了中国广告时代，是盐城市乃至江苏省极少数本土成长起来的全国性品牌，是中国民族品牌的典范。

那是燕舞最为风光的岁月，随着市场的占有率和销售数字的高歌猛进，燕舞极速扩张，其新建的燕舞综合生产大楼成为当时盐城的地标。到了 1987 年，燕舞厂有 5000 名职工，且薪资和福利让这份职业成为全盐城人羡慕的地方。

燕舞奋进的今天

2018 年 12 月，盐城市委、市政府为加快盐城航空产业发展，打造空港经济增长极，成立江苏燕舞航空产业集团有限公司，为国有独资公司，注册资金 10 亿元。公司主要从事空港经济区内的基础设施建设、土地整理开发，空港物流、航空服务、航空产业投资与经营，参与县（市、区）通用航空产业和市内外航空资源的参股、投资、开发等。

2019 年 9 月 19 日，盐城市委、市政府决定通过并购重组的方式，将燕舞集团有限公司调整为市政府直属企业。将燕舞集团的出资人调整为盐城市人民政府，接受市国资委监管，明确燕舞集团为市一档企业建制，国有独资公司，将市政府持有的江苏燕舞航空产业集团有限公司 100% 股权划入燕舞集团。从此，燕舞集团进入新时代。

2021 年 11 月份，经盐城市委常委会批准，燕舞集团全面推进资产结构优化整合工作，坚持“集团—专业化平台—项目公司”组织架构，确立“8+3+N”的三级管控体系：“8”是指文化旅游、健康养老、酒店经营、体育运营、文化演艺、航空经济、投资建设和资产管理等二级板块；“3”是指大洋湾、丹顶鹤世遗之眼、南洋航空小镇等城市组团；“N”是指 N 个三级公司。

▼ 图 | 燕舞集团九大经营板块

01 文化旅游板块
以盐城市文化旅游投资发展有限公司为二级公司，主要负责全市文旅集散中心及分中心、智慧文旅平台、旅游年卡、文化创意策划、品牌推广、投资等运营管理工作，搭建文化创业产业孵化基地。

02 健康养老板块
以燕舞健康投资控股有限公司为二级公司，主要从事医疗、健康服务以及康养地产、康养项目的投资建设。

03 酒店经营板块
以燕舞酒店集团有限公司为二级公司，主要负责相关酒店、宾馆、饭店的招商、投资、运营管理和品牌输出等工作。

04 体育运营板块
以盐城市体育产业集团有限公司为二级公司，主要从事体育产业的投资、运营，承接大型体育赛事活动、体育培训等。

05 文化演艺板块
以盐城文化艺术发展有限公司（演艺集团）为二级公司，主要从事文化艺术交流活动的组织、策划和运营，承担有关演艺活动、艺术培训等，组建民乐团等工作。

06 航空经济板块
以燕舞航空产业投资有限公司为二级公司，主要从事航空产业、航空物流、航空培训等航空经济的投资、建设和运营管理。

07 投资建设板块
以燕舞开发投资有限公司为二级公司，主要从事相关产业的投资建设、土地整理开发、项目管理等。

08 资产管理板块
以燕舞资产管理公司为二级公司，主要从事资产运营管理，包括好人馆、海盐博物馆、水街及海盐文化风貌区等资产。

09 相关组团
包括大洋湾组团、南洋航空小镇组团、黄尖袁家尖项目、九龙口文旅综合体等。

燕展逐梦向未来

“燕展长空 舞动未来”站在新的起点上，燕舞集团将聚焦主业主责，深耕主体行业，强化战略布局。在加快实体化、市场化、多元化的步伐中，持续推动燕舞向“全市领军、全省全国领先”的文旅康养全产业链集团转型。转型后，围绕“专业运营、产业投资、公共服务”的功能定位，主要从事文化、旅游、康养、体育等资源的综合开发和运营管理，为全市“勇挑大梁”多作贡献，坚决扛起勇当沿海地区高质量发展排头兵的燕舞担当，为打造世界级旅游目的地贡献燕舞力量！

空客进军窄体客机市场
——世界商用飞机发展简史（十）

文 | 王思磊

王思磊

毕业于北京大学传播学专业，长期从事航空文化传播工作，现任职中国商飞公司。

空客的 A300 和 A310 飞机已经使美国的宽体客机市场有所松动，但是在 140 ～ 170 座客机市场，美国飞机依然占据着绝对的垄断位置。空客预计，到 20 世纪 90 年代末，可能会有 3000 架飞机需要替换，这是个巨大的市场，价值可以达到 500 亿至 700 亿美元。空客想要真正地对波音的垄断地位发起冲击，挑战以波音 727 和道格拉斯 DC-9 为代表的窄体客机市场是最好的时机。

窄体客机的新机遇

1978 年，美国放松了对航空运输的管制，并取消了美国民用航空局，一大批小规模的航空公司，通过机票价格战开始了和主流航空公司的竞争。

▼ 图 | commons.wikimedia.org

在 1978 年之前，美国民用航空局实际上是一个垄断企业，它制定了严格的机票价格体系，确保远程跨大西洋航线的票价居高不下，远远高出国内航线的好几倍。这样，一些大型航空公司通过受到高度保护的远程航线票价获取高利润，来补贴在国内短程航线的机票价格，从而将一些小型航空公司排挤出航空运输业。美国放松航空运输管制后，在北大西洋上空爆发了激烈的机票价格战，一些主流航空公司放弃了部分小的地方航线，集中精力于干线航线。同时，一大批小型航空公司乘虚而入，利用自由度大的优势，抢占地方航线。其中一些新的冒险家，如合众国国际航空公司（US Airways）、大众快车航空公司（People Express）借着放松航空管制的东风，度过了第二次全球石油危机而生存了下来。

20 世纪 80 年代初，通过小型航空公司提供的连接地方城市到枢纽城市的支线航线，再通过大型航空公司运营的枢纽城市之间的干线航线，发展了一个新的航空运输网络结构，称之为“枢纽辐射式”航线结构体系。随着其他各国政府相继放松对民用航空的管制，“枢纽辐射式”航线结构体系受到了极大的推动和不断的扩展，航空运输市场对于较小型飞机的需求急剧增加，新一代 150 座级的窄体客机迎来了发展新机遇。

但同时，麦道 DC-10 和洛克希德 L-1011 惨烈竞争的结局，又昭示了一个基本事实——两款几乎相同的飞机想在市场中平分秋色是不可能的。更何况，新型飞机的研制所需要的投资金额增长之快，使得项目的盈亏平衡点，要到新飞机交付几百架后才能实现。也就是说，民用航空制造业已不再是一个短期内有利可图的行业。这些，都给商用飞机领域的竞争者出了一道难题。

波音改进 737

在 20 世纪 80 年代，遥遥领先的波音公司，已将其产品线逐步更新为 737、747、757 和 767 四个基本型号，无论座级还是航程都已实现紧密互补，几乎已经覆盖了从 100 座级到 400 座级的整个市场，并且拥有良好的市场影响。这时，不过分扩展产品线就显得非常重要。因此，波音公司优先考虑的是系列机方面的延伸，通过逐步改进演化法，投入有限的资源，在新一代 150 座级客机市场上获取理想的占有率。

自 20 世纪 80 年代初起，波音公司就着手第二代 737，即 737-300 的改进工作。与初始型 737 相比，737-300 保留了 70% 的部件，将机身加长 2.63 米，并用两台最新的 CFM56 发动机替换了上一代 737 所使用的 JT8D 发动机。这一改进使得飞机载客量增加了约 20 人，而油耗却降低了 21%。两组数据的改进，让波音公司在一年半的时间里获得了破纪录的 1100 架飞机订单。这也预示着波音公司在系列机方面的延伸取得了巨大成功。

当波音公司将工作重心集中到 737-300 项目上时，欧洲人终于下定决心，进入美国人先前认为完全不属于他们的市场领域，开启了新一代 150 座级项目的研制。

空客研制 A320

与波音公司的选择不同，空客没有这一市场的基础产品，只有扩展空客家族产品线这一条路可走。但是，为了避免重蹈 DC-10 和 L-1011 两败俱伤的覆辙，欧洲人巧妙地避开了波音 737-300。他们敏锐地发现，全球商用飞机市场还可以容下座级比波音 737-300 略多一些，但又比波音 757 小一些的第三种双发中短程窄体客机。同时，空客也清醒地意识到，如果要和民航霸主波音争夺市场，单纯依靠座级的优势，是远远不够的，还必须大胆引进一系列最新的技术和创新措施，坚决走“技术推销”之路，研制出超越常规布局的飞机，让航空公司获得更好的经济性。于是，1984 年，A320 项目启动了。

在空客的描绘中，A320 将是一款可实现自动操纵的飞机，采用“电传操纵系统”新技术替代民用飞机传统的机械操纵系统，装备计算机自动操作系统、电子自我防护系统、微型侧向操纵杆和仅需 2 位飞行员的驾驶舱，这些都预示着运营成本将会大大降低，同时也将带来一场行业革命。

消息一出，立刻在航空界引起巨大震动，法国航空公司随即承诺订购 50 架。与此同时，来自美国的航空公司，也对 A320 的创新及其展现出的前所未有的经济性，产生了浓厚的兴趣，仅达美航空和联合航空两家公司的订购量，就达到了几十架。

当时，正在服役的商用飞机主要是机械式操作，需要通过机械连接，将驾驶员的操作指令传导到相应位置。随着飞机体型越来越大，需要的操作力量也越来越大，便演化出了液压式操作系统。它在机械式操作系统的基础上，通过添加液压装置，来辅助驾驶员的力量。但二者都有一个共同的缺陷，需要大量的机械传导装置或液压装置，从而导致过度占用机舱的空间和载重。而且，这样的操作系统，通常需要三人才能完成，除了两位驾驶员，还要再配备一名机械师。而电传操作系统，只需要在电脑控制台前按下按钮，就会有电信号通过电线传导到相应部位。这就极大地简化了飞机的结构设计，提高了飞机的效率，不仅使飞机驾驶和维修更方便，而且飞行更安全。

这项令各国航空公司青睐有加的创新，对欧洲航空工业而言，其实是一项磨炼多年的隐藏技术，早在“协和”号超音速客机上就已经得到成熟的应用。随着计算机技术的发展，它在大型喷气式客机上的应用，也就瓜熟蒂落。

1987 年 2 月 22 日，首架空客 A320 飞机在法国图卢兹成功下线并顺利完成首飞，次年投入商业运营。很长一段时间内，它与波音 737 系列在中短程干线飞机市场中分庭抗礼。2018 年底，A320 系列以在役 7251 架超越了波音 737 的 6757 架，成为商用飞机历史上销量最高的飞机。这一成就的达成与空客的另一关键决策有着极为重要的联系。

不同于换发 CFM56 的波音 737-300 项目，空客 A320 项目启动之初，就完全按照系列化发展的概念进行研发，第一代先推出基本型 A320，避开与波音 737-300 的正面竞争，并抢先占领 150 座级窄体客机市场；然后再推出加长型的 A321，标准两舱布局达到 185 座，载货量较 A320 基本型增加 40%；接着是缩短型 A319，其高原型改装具有优越的高原性能；最后是在 A319 基础上进一步缩短的 A318，它也是 A320 系列产品中最小的一款飞机。

经过 30 多年的努力，A320 系列不断巩固市场，覆盖了 120 ～ 220 座级、航程 2800 ～ 6500 千米的窄体客机市场，形成了完整的产品系列，给全球航空公司提供了选择的灵活性，并直接与 737-300/600/700/800/900ER 等第二代、第三代机型组成的波音 737 系列飞机展开激烈竞争。

在空客 A320 系列化发展的道路上，最具吸引力的还是其通用性。由于 A318、A319、A320 和 A321 具有相同的驾驶舱和操作程序，拥有一种机型飞行执照的驾驶员可以驾驶全部 4 个型号的飞机。也就是说，具有 A320 系列飞机驾驶员资格的驾驶员，可以随时随地驾驶 4 个型号飞机中的任何一种，给使用这些飞机的航空公司在机队、航班和驾驶员的调度方面，带来了极大的运营灵活性。

同时，由 A320 系列化研发的衍生机型，大量采用已研制的基本型飞机的部件、成品和系统，或仅做局部设计更改，一方面降低了研制周期和成本，另一方面还可以保证同一组机务人员能完成该系列所有飞机的维修工作，不仅方便了飞机的维护，也极大地降低了维修成本。

此后，空客不断将 A320 系列的这种通用性优势一直扩大到 A330、A340 和 A380 等系列飞机的发展中。而这正是波音的弱点，也是空客得以不断蚕食其市场份额，支撑起商用飞机的半壁江山，并在新机订购和交付两项指标上逐渐超越波音的重要原因。■

图 | 王脊梁