

# 多一点 · 其实多很多

LESS PRICE ————— MORE SURPRISE

预定与咨询:

0471-96175

WWW.TIANJIAO-AIR.COM



超级  
权益

## SUPER RIGHTS

**01** | 优享快速安检通道  
安检快人一步, 无需面对超长排队

**02** | 尊享头等舱休息室  
舒适、舒心

**03** | 30 公斤免费行李额  
不必为了没有免费行李额而忧心忡忡

**04** | 优惠、灵活的退改规则  
航班起飞前 4 小时 -30 天(不含)更有  
累计三次免费自愿变更权益

## 运行支持

- 波音: 探寻售后服务市场新机遇
- 全球化下的本地化服务——空客中国的运行支持体系侧记
- 为客户创造价值——中国商飞运行支持体系建设的若干瞬间



# 大飞机

JETLINER

**12** September

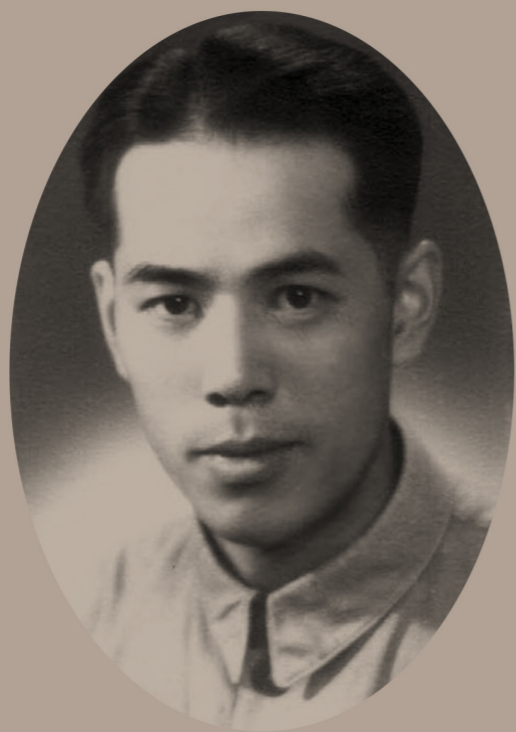
2022.12 | 总第102期

ISSN 2095-3399



9 772095 339228

# 中國航空工業先驅

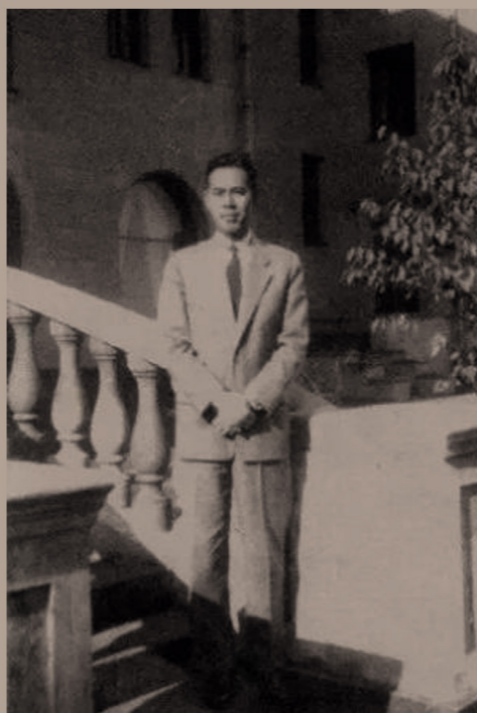


## 徐舜寿

XU SHUN SHOU

1917—1968

1917年8月21日出生于上海，1933年入读清华大学机械系航空专业，1937年考入中央大学航空机械特别专业研究生班。在成都航空委员会编辑处工作时，编写了极具实用价值的《英语航空工程名词字典》。后赴美留学，在韦德尔公司学习零件制造，在麦克唐纳公司学习飞机设计，并参与了FD-1和FD-2飞机的设计工作。1946年3月，到圣路易华盛顿大学研究生院攻读力学专业。20世纪50年代，在我国航空工业初创期作出了重要贡献，被苏联专家誉为航空工业局的飞机总工程师。1956年10月，主持创办了我国首个飞机设计室——沈阳飞机设计室，并担任主任设计师，同时担任歼教1喷气机的总设计师。1964年7月，徐舜寿奉命参与组建我国首个大型飞机设计所——西安飞机设计研究所，并担任该所技术副所长并兼任首任总设计师。参与了对米格-21、伊尔-28飞机的改型工作，并于1966年10月着手研制运7，1968年1月不幸离世。



← 回国参加航空建设的徐舜寿  
① 1958年，徐舜寿(左三)与设计师同仁在歼教1前合影



① 木制样机



② 112厂技术人员在设计图样



③ 徐舜寿与歼教1飞机试飞员于振武及试飞站工作人员讨论试飞问题

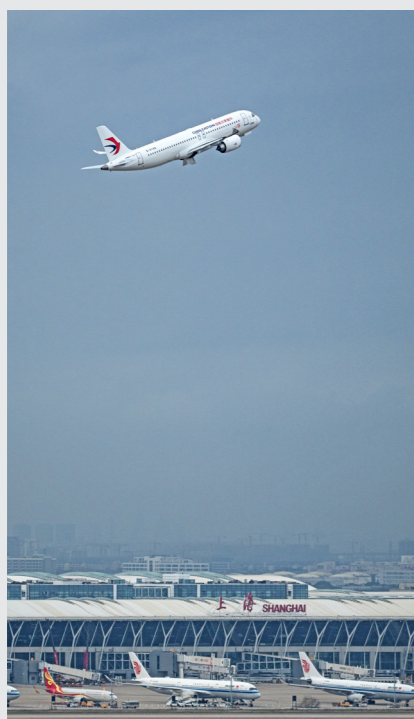


建国初期，新中国百废待兴。徐舜寿在没有外国专家援助、缺乏飞机专业设计人才和短缺经费的极端困难情况下，带领一代航空青年人才，仅用三个月便完成歼教1的全部设计图纸，在两年内研制出歼教1需要的材料、发动机，在那个年代堪称奇迹。

徐舜寿在研发歼教1的过程中，虽然主要参考对象是米格17战斗机，但是他并没有“唯米格论”，而是大胆将米格机的机头进气改为两侧进气布局，同时采用全机铝合金结构和下单翼式设计。

在歼教1飞机的方案评审中，徐舜寿了解到苏式飞机座舱盖容易顶头，操纵手柄偏大，因此专门派人收集了1400多名中国飞行员的身材数据。他发现苏联人上身短，因此座舱矮，同时，苏联人的手掌比中国人大，所以手柄设计得较宽。根据这些数据，歼教1进行了相应的改动。可以说，徐舜寿是国内人体工程学应用第一人。

# Contents



## 05

### 卷首语

05 从产品支援到客户服务——对商用飞机客户服务的四点认识 | 柏文华

## 06

### 2022 民机产业十大新闻



## 08

### 封面文章

08 波音：探寻售后服务市场新机遇 | 任治璐

12 全球化下的本地化服务——空客中国的运行支持体系侧记 | 杨文广

16 为客户创造价值——中国商飞运行支持体系建设的若干瞬间 | 刘客



## 20

### 航空制造

20 欧盟部署围绕“绿色协议”的航空技术创新 | 孙玉凯 王建杰

26 专业实验室：未来航空业竞争的战略核心 | 陈培儒

31 制造商深耕售后蓝海 | 静宇

36 航空业的数字化技术应用趋势 | 杜婷



## 39

### 航空运输

39 2023 年全球民航业能否扭亏盈利 | 赵巍

45 国内民航市场：持续回暖 复苏向好 | 张丰繁

49 全新空铁联运模式能否在中国落地 | 熊维

53 以航线网络建设为抓手 促进民航规范化、协同化、品质化 | 钟山



## 57

### 人物

57 尚峰：全球首架 C919 交付背后的故事 | 陈姗姗

## 61

### 科普

61 看得见的飞行：从“黑匣子”到飞行品质监控 | 任和

64 十四年磨一剑，GE 航空伴飞国产大飞机 | 文夷



## 67

### 漫话航空

67 一次永载史册的飞行 | 陈勇 王宏伟

72 世界商用飞机 1.0 时代（下）——世界商用飞机发展简史（三） | 王思磊



## 本期解读

2022年12月9日，全球首架C919飞机正式交付首架用户东方航空，预计明年上半年将投入商业运营。关于C919如何取得商业成功，有许多专业人士从各种角度进行了分析，其中对中国商飞的客户支持体系如何运作，也有相当关注。

从历史上的各型机型发展来看，每款新机型在投入市场之初都会面临各种各样的挑战。ARJ21飞机投入商业运营以来，同样遭遇了多种挑战，中国商飞坚持问题导向、目标导向，开展多个专项积极应对挑战，取得了明显的效果。笔者相信，经过ARJ21实践成长起来的商飞客服体系和专业队伍必将在C919的商业成功之路上发挥重要作用。



- 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12期 | 总第102期 | 12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

## 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 吴頔 021-20887110  
发行主管 谭路 021-20887186

国内发行 上海市报刊发行局  
国内订阅 全国各地邮局  
邮发代号 4-883

地址 上海市浦东新区世博大道1919号  
邮编 200126  
电话 021-20887197  
网址 www.comac.cc  
电子邮箱 dfj@comac.cc  
定价 人民币20元  
印刷 上海申江印刷有限公司  
法律顾问 上海大邦律师事务所



## 经过ARJ21实践成长起来的商飞客服体系和专业队伍必将在C919的商业成功之路上发挥重要作用。

## 卷首语

## 从产品支援到客户服务 ——对商用飞机客户服务的四点认识

文 | 柏文华

2022年12月9日，全球首架C919飞机正式交付东方航空，预计明年上半年将投入商业运营。关于C919如何取得商业成功，有许多专业人士从各种角度进行了分析，其中对中国商飞的客户服务体系如何运作，也有相当关注。其实，中国商飞旗下的ARJ21飞机在商业航线上已经运营了6年多，围绕ARJ21飞机安全、顺畅、经济的运营，中国商飞建立了较为完整的客户服务体系，培养了一支专业的客户服务队伍，为客户提供培训、航材支援、维修工程支援、工程技术支援、技术出版物、飞行运行支援等，获得了客户的好评。

在笔者这些年参与的ARJ21飞机客户服务体系建设、客户服务工程研制以及运行问题处理的实践中，对于客户服务有如下几点认识想与读者分享和探讨。

首先是对客户服务理念的认识。业内关于客服服务的理念并不明确，售后服务、产品支援、运行保障、售后支持这些杂乱称谓的背后体现的是理念的不同，对比产品支援和客户服务可以看出其理念差异性。产品支援是以飞机产品为核心，关心的是飞机产品问题，服务的是物（飞机），是一种被动式支援，其范围具有局限性（仅限于产品问题的解决）。而客户服务则是以客户为核心，关心客户所思、所想，关注客户面临的挑战和困难，服务的是人（用户），是一种主动式服务，能通过分析机队运营数据主动提供解决方案。

客服服务的范围更广，客户服务研制在型号项目启动时即开始，因此从事客户服务的人员能作为飞机运行后服务客户的主力，客户服务带给客户的感受是温暖和满意。作为民机主制造商，应该从产品支援向客户服务转变，坚持以客户为中心的服务理念。

其次是对客户服务体系的认识。要做好客户服务，首先要完整的客户服务体系作为保障，完整的客户服务体系是由主制造商的客服中心、型号的参研单位以及国内外供应商三层架构组成。在这个体系中客服中心承担主责，发挥着主导作用，主制造商的客服中心应该是专业的实体机构，而不是虚拟机构，虚拟机构容易导致客户服务限于二传手的境地，直接影响服务的质量和效率。这个体系中的参研单位和供应商在飞机研制时应该考虑客户服务提出的需求，实现面向维修和面向飞行运行的设计。

第三是对客户服务研制的认识。客户服务是研制和设计出来的，客户服务研制的好坏影响到运营支持的质量和效率。在飞机型号研制中，客户服务与飞机设计、制造相辅相成，设计工程要保证飞机实现预定功能和性能，并且能够维修和制造，制造工程根据设计意图制定工艺方案，实现飞机由图纸向实物的转变。客服工程则是在设计工程基础上研究飞机在预期运行场景下如何使用的问题，即如何飞行和运行、如何维护才能保持飞机固有功能和性能。

第四是对维修设计的认识。维修设计在客服工程研制中的作用相当于飞机研制的总体设计，其作用体现在两个方面，一是通过维修工程分析和维修资源设计确保飞机固有性能的维修维护任务以及所需维修资源，二是从飞机运行角度提出维修要求并协调设计，实现能维修、好维修的面向维修的设计。维修要求的提出主要根据客户需求、市场竞争需求以及预期的运行场景确定，包含飞机的维修策略、维修间隔、维修成本、维修性要求等。

从历史上的各型机型发展来看，每款新机型在投入市场之初都会面临各种各样的挑战。ARJ21飞机投入商业运营以来，同样遭遇了多种挑战，中国商飞坚持问题导向、目标导向，开展多个专项积极应对挑战，取得了明显的效果。笔者相信，经过ARJ21实践成长起来的商飞客服体系和专业队伍必将在C919的商业成功之路上发挥重要作用。

## 2022 民机产业十大新闻



01

## 习近平会见 C919 大型客机项目团队代表并参观项目成果展览

9月30日上午，中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平在北京人民大会堂会见 C919 大型客机项目团队代表并参观项目成果展览，充分肯定 C919 大型客机研制任务取得的阶段性成就。他强调，让中国大飞机翱翔蓝天，承载着国家意志、民族梦想、人民期盼，要充分发挥新型举国体制优势，坚持安全第一、质量第一，一以贯之、善始善终、久久为功，在关键核心技术攻关上取得更大突破，加快规模化和系列化发展，扎实推进制造强国建设，为全面建设社会主义现代化国家、实现中华民族伟大复兴的中国梦不懈奋斗。

02

## C919 大型客机研制取得重大进展

9月29日，C919 飞机型号合格证颁证仪式在北京首都机场隆重举行，中共中央、国务院对 C919 大型客机取得型号合格证专门致贺电。

11月29日，中国民航局向中国商飞公司颁发 C919 大型客机生产许可证。取得生产许可证是 C919 大型客机从设计研制阶段到批量生产阶段的重要里程碑，标志着 C919 大型客机向产业化发展迈出了坚实一步。

12月9日，一架编号为 B-919A 的 C919 大型客机从上海浦东国际机场启航飞往上海虹桥机场，标志着全球首架 C919 大型客机交付首家用户中国东方航空股份有限公司。

01



03

## ARJ21 首次交付海外

12月18日，我国自行研制具有完全自主知识产权的喷气式支线客机 ARJ21 正式交付首家海外客户印尼翎亚航空（TransNusa），这是中国的喷气式客机首次进入海外市场，对于建设“一带一路”、构建“双循环”新发展格局具有重要意义。

此次交付翎亚航空的 ARJ21 飞机为 95 座全经济舱布局，客舱内饰、旅客座椅以及外部涂装均为客户定制化设计，其中旅客座椅采用了全皮质座椅面料。飞机机身印有印尼国旗图案，外部涂装以翎亚航空 LOGO 的色调为基础进行了设计，蓝色代表天空，黄色代表人类，绿色代表大地。

04

## 七家租赁公司与商飞签署 C919 和 ARJ21 飞机订单

11月8日，在第十四届中国国际航空航天博览会上，国银金租、工银金租、建信金租、交银金租、招银金租、浦银租赁和苏银金租七家租赁公司与商飞公司签署了 300 架 C919 飞机确认订单和 30 架 ARJ21 飞机确认订单。

05

## 第十四届中国国际航空航天博览会圆满闭幕

11月13日，为期6天的第十四届中国国际航空航天博览会圆满闭幕。据珠海航展有限公司相关负责人介绍，本届航展共有来自43个国家和地区的740多家企业线上线下参展。展会期间，签订总值超过398亿美元的合作协议书，成交各种型号飞机549架，两项数据均创新高。

中国商飞公司携 C919 大型客机和 ARJ21 医疗机首次亮相中国航展，并通过馆内展览、室外静展和飞行表演等多种方式，向公众呈现大飞机事业取得的阶段性成就。

06

## AG600 全状态新构型灭火机首飞成功

5月31日，由中国航空工业集团研制的大型灭火/水上救援水陆两栖飞机“鲲龙”AG600 全状态新构型灭火机在广东珠海首飞成功。此次首飞的 AG600 全状态新构型灭火机最大起飞重量 60 吨，最大载水量 12 吨，填补了国产大型航空灭火飞机的空白。

07

## 波音 747 飞机停产

12月6日，美国波音公司表示，最后一架 747 飞机从位于华盛顿州埃弗雷特的工厂下线，将于明年年初交付给美国货运航空公司——亚特拉斯航空。这标志着 747 机型长达半个多世纪的生产历程结束，正式停产。据统计，波音累计生产了 1574 架 747 飞机。

08

## 空客 A321XLR 成功首飞

6月15日，空客首架超远程型 A321XLR 从汉堡芬肯维尔德机场起飞，进行了约 4 小时 35 分钟的首次试飞。A321XLR 被称为“航程最远的窄体客机”，最大起飞重量 101 吨，航程可达 4700 海里（8700 公里）。与上一代竞争机型相比，每个座位的燃油消耗量减少 30%，氮氧化物和噪声也均有显著降低。

09

## E190-E2 获颁中国型号认证

11月10日，巴航工业宣布 E190-E2 客机已获得中国民航局颁发的型号认证，标志着 E2 项目在中国迎来重要里程碑。此外，E195-E2 的取证工作也正在进行中，预计将于不久后取证。

10

## 民航局取消“五个一”和“一国一策”等调控措施

12月28日，民航局发布《关于恢复国际客运航班工作方案的通知》。通知规定，自 2023 年 1 月 8 日起，不再对国际客运航班实施“五个一”和“一国一策”等调控措施，中外航空公司按照双边运输协定安排运营定期客运航班。逐步恢复受理中外航空公司国际客运包机申请，取消入境航班 75% 客座率限制。

封面文章

# 波音： 探寻售后服务市场新机遇

文 | 任治潏

由于商用飞机的特殊性，对于飞机制造商来说，客户服务的范畴早已不再局限于交付运营阶段，而是延伸到了飞机产品的全生命周期。相应地，飞机制造商也在不断经历从制造业向制造服务业的转型。2016年，作为全球商用飞机产业的领军企业，波音公司宣布对公司业务进行整合，并专门成立波音全球服务集团（BGS）。在业界看来，此举是试图通过多元化业务以摆脱制造业的周期性起伏，试图依靠为飞机提供贯穿几十年生命周期的服务而获得稳定的收入。除此之外，波音还通过提供专业的数据分析等服务，进一步满足客户多元化的需求。



图 | 波音官网

## 不断丰富的售后服务体系

对于商用飞机的客户来说，在选择飞机产品时，不仅要考虑飞机本身的性能指标，制造商所具备的客户服务支援体系也是客户在选购飞机时要考虑的重要因素。甚至从另一个角度来看，制造商售后服务能力已成为其开拓市场的重要竞争手段。

对拥有百年历史的波音来说，在飞机产品谱系不断完善的同时，其售后服务体系也在不断丰富和完善。早在1999年，波音就成立了快速响应中心（RRC），其主要的就是加强正常工作时间之外对客户飞机运营工作的保障力度，协助客户处理各种AOG情况。客户可以通过快速响应中心提供的技术服务请求（TISR）向波音提交服务请求，波音通过PRC在线调动其遍布全球的资源，力求以最快的速度向客户提供及时的售后支援。目前，波音快响中心的工作职能已整合到Boeing Edge的品牌中。

同时，随着全球机队的不断变化，波音也在不断调整其全球机队服务项目。金色关怀（Gold Care）最早是波音针对787系列客机推出的产品售后服务包。2006年9月，波音完成了对Aviall公司的收购。作为全球最大的航空零部件分销商，Aviall为超过225家制造商分销其产品，并通过在北美、欧洲和亚太地区的客户服务中心为制造商提供大约100万件目

录产品。在完成了对Aviall公司的收购后，波音在2012年推出Boeing Edge的服务品牌，其中包括航材服务、机队服务、飞行服务、信息服务、整合服务与客户支持等多方面内容。

Boeing Edge的推出，很大程度上源于波音长期的技术储备、飞行数据积累以及对客户需求的预测，其最终目的都是为客户提供更具有针对性的服务解决方案，同时也意味着波音的服务体系进一步完善。2017年巴黎航展上，波音宣布将之前的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。随后，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。

## 整合客户服务业务

2016年，迎来百年华诞的波音公司在年末宣布，将在现有民用飞机集团（BCA）、波音防务、空间与安全集团（BDS）的基础上，新成立第三个业务部门——波音全球服务集团，该集团的首席执行官将直接向波音公司董事长汇报工作。此举意味着，波音将售后服务业务视为一项战略

发展重点。

波音全球服务集团整合了公司在民用航空服务部门和波音防务、空间与安全集团的全球服务与支持部门内部的核心能力。将部分防务和民用客户机队支持业务依然保持在现有两个业务部门之内的同时，BGS 将提供涵盖多个领域的服务，并整合包括 Aviall 和杰普逊等多家子公司的业务。

根据波音的规划，到 2027 年，BGS 能够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。这意味着，到 2027 年全球售后市场 2500 亿美元的份额中，波音将独占其中的 500 亿美元。

为了实现这一目标，商用飞机市场无疑是波音需要重点关注的。随着航空公司用户对于“个性化定制”的要求越来越高，波音也在不断完善其解决方案。

波音在推出其跨时代的 787 飞机时，一并推出了一款名为 Gold Care 的服务包（波音综合售后服务 Edge 的一部分），并有意将其打造成一种全面的机队维修和工程管理服务。Gold Care 象征着波音能够第一时间为客户提供综合全面的支援服务。作为基于按飞行小时计费的服务协议，Gold Care 包括工程、航材支持和维修。客户可以选择其中一项，也可以选择一揽子的服务包。

在最初推出时，Gold Care 由于过于“标准化”而被几乎所有航空公司拒绝。波音花了 2 年时间对这个售后服务包进行改进，增加了许多个性化的服务项目。此后，Gold Care 很快就吸引了全球超过 60 家航空公司购买。Gold Care 也从最初只作为波音 787 客户的服务选项，扩展到除了 767 之外的所有机型。

此外，波音还不断将大数据技术应用

于飞机健康管理（AHM）服务。飞机健康管理是波音公司数字化航空公司战略的重要组成部分，使用先进的大数据技术和分析技术帮助航空公司获得更高的飞机运行效率。

在波音看来，飞机健康管理是维修和工程系统的关键组成部分，其包含的数据、信息和知识能够实时跨组织共享。AHM 将远程收集、监控与飞机数据分析整合在一起，结合波音数十年的机队数据确定某架飞机的当前状态和未来的可用性。同时，AHM 也能够通过强化对飞机数据的实时监控，为飞机的维修提供预防性管理。

例如，飞机如果在飞行过程中遇到襟翼驱动的问题，此故障信息就可以通过 AHM 通知航空公司的维修控制部门，使航空公司在飞机着陆前就开始进行排故准备。航空公司通过分析系统信息确定问题根源和排故方案，在飞机到达之前将排故所需人员和航材准备到位，这样一来可以大大缩短维修时间，从而避免航班延误或者取消。

## 加速中国本土化布局

如今，在民用航空市场，“得中国市场者得天下”已经是一个不争的事实。在争夺中国飞机市场的过程中，波音与空客之间可谓是寸土必争。但在飞机销售以外的市场，两家企业却走了两条不同的道路。空客抢先在中国建立飞机总装生产线和研发中心，努力将其在中国的业务延伸至飞机销售的上游。波音则不同，他们认为“光在客厅里招呼客人是不够的”，着力于布局产业链的下游。

在空客总装线落户天津后，波音随即在北京成立了波音中国服务中心。该服务中心完全由本土工程师组成，借助于本土语言和本地时间的有利条件以及对中国文

化和行业的充分了解，通过各种沟通和交流，拉近中国航空公司和波音公司之间的距离，最大化地利用波音本部资源服务于中国的航空公司。在此之前，波音通常是通过驻场服务代表，为航空公司的日常运行提供技术支持，保持与波音总部民用航空服务部门的有效沟通。

中国服务中心是波音在美国以外成立的唯一的服务中心，面向中国所有的航空公司，负责监控波音飞机机队的运行，查找机队存在的共同问题，与西雅图的工程部门一起提供快捷有效的解决方案。中国服务中心还负责监督国内航空公司、维修企业与波音之间的技术沟通，在双向沟通不通畅时，中国服务中心会立即采取措施，澄清双方的观点和问题，以保证航空公司、维修企业与波音之间的高效沟通。波音对中国客户的重视程度由此可见一斑。

此外，通过政府特批，波音联合上海机场（集团）有限公司和上海航空有限公司，成立了上海波音航空改装维修工程有限公司，三家公司分别持股 60%、25% 和 15%。这是中国第一家外资控股的民航企业，也是波音在世界范围内控股的第一个改装维修企业。

此前，国内的飞机维修企业大都是由国内外航空公司合资组建的，如国航与汉莎航空合资成立的北京飞机维修工程有限公司，这些维修企业最初大多不涉及客改货业务。波音却独辟蹊径，将合资公司的业务重点放在了潜力巨大的客改货项目上。

波音的这一战略决策是有数据作为支撑的：一般民用客机在运营 5~6 年后，故障率就会增长，将客机改造为货机，对于航空公司来说不仅可以节省淘汰费用，而且价格要比新购置货机更加便宜。以波音 747 为例，其货机和客机的目录价格都在 1 亿美元以上，而服役超过 15 年的波



Boeing Goldcare Hangar  
Gatwick Airport



音 747-400 的市场售价不到 2000 万美元，加上改装费用约 1500 万美元，总成本只有 3500 万美元左右，对于航空公司来说十分具有吸引力。

无独有偶，波音还是目前国内另外一家具备客改货能力的厦门太古飞机工程有限公司的参股股东。可见，波音在中国飞机维护市场的渗透式布局已初见成效。

2020 年，新冠肺炎疫情在全球范围内爆发，市场对于客改货业务的需求随着增长。由于早前已在中国布局客改货业务，因此近两年波音增加了多条改装线以提升产能，如在广州飞机维修工程有限公司增设三条全新 767-300BCF 改装生产线。这意味着波音将通过本土化的策略，更快帮助航空公司填补运力缺口，毕竟在航空货运的黄金周期内，尽快扩大运力规模就意味着可以获得更大的收益。同样，在窄体客机的客改货市场，波音目前已经在中国布局了多达 12 条 737-800BCF 改装生产线，可谓占据了极大的先发优势。随着《“十四五”航空物流发展专项规划》的落地，未来在售后市场，围绕客改货业务的竞争也必将更为激烈。■

封面文章

# 全球化下的 本地化服务

## ——空客中国的运行 支持体系侧记

文 | 杨文广

2022年7月26日，空客公司飞机全生命周期服务项目在四川省成都市双流区正式开工建设。该项目是空客在欧洲之外建设的首个飞机循环利用项目，旨在引领航空循环经济高质量发展，并填补国内航空产业链末端空白领域。

根据相关规划，该项目总投资60亿元，拟用地面积919亩，预计2023年三季度建成投运。项目建成后，将构建一个世界领先、生态高效的飞机拆解和回收解决方案体系，开启飞机绿色循环经济新模式，为中国大飞机绿色循环产业探索路径。

### 建设四中心一平台

商用飞机的设计使用寿命一般为30年，但“高龄飞机”的维护成本会逐渐升高，因此客机达到一定的使用年限后，航空公司会考虑将其退役或转型为货机等。如何有效延长飞机的使用寿命，让其经济价值最大化？空客飞机全生命周期服务项目即着眼于此，力图为“高龄飞机”提供全新高效的解决方案。

“我们将为客户提供一站式服务，涵盖从飞机停运到恢复运营所需的所有相关内容。”空客全球执行副总裁、空客中国首席执行官徐岗表示，空客飞机全生命周期服务项目将重点打造“四中心一平台”，即停放维修中心、升级改

装中心、飞机拆解中心、客改货中心和航材交易平台。

徐岗表示，项目将为飞机所有者提供资产末期的技术管理解决方案，降低飞机资产残值损失风险。服务内容具体包括：飞机停放与存储，以及停放存储期间的维护工作和适航管理；飞机转租或恢复运营需要的升级改造工作；飞机机身维修维护；飞机拆解服务，包括航空部件拆除和剩余机体材料分解及绿色回收；客改货服务；二手飞机购买及二手可用航材的管理和贸易。

根据规划，到2030年，该项目预计累计存放飞机685架、拆解飞机98架、客改货飞机21架，实现产业规模达210.7亿元，其中综合营业收入47.6亿元、航空维修120亿元、航空金融43.1亿元。

“目前空客在中国市场的占比超过了50%。空客对未来中短期的中国市场持续看好。”徐岗表示，从2006年开始，中国市场已经成为空客在全球最大的单一市场，每年空客超过20%的飞机都交付给中国市场，中国市场对空客来说非常重要。

目前，已经有2000多架空客飞机在中国飞行，而且每年都在增加，这些飞机大部分都很年轻，但它们也会老化，需要维护和保养。空客在成都建立飞机全生命周期服务中心，使客户能直接享受到空客的飞机全生命周期服务，包括维护、维修、





停放、存储以及拆解和回收等，对客户最大限度地实现飞机价值、取得商业成功具有非常重要的意义。

## 引领飞行培训新趋势

2010年代，随着客流量不断增长，全球机队快速扩张，自动化、人工智能技术应用，以及飞行运行新概念的推广成为航空运营的主要趋势。这不仅对飞行员的综合素质和能力提出了更高的要求，也给飞行训练赋予了更大的责任。

根据飞行改革的新形势和新要求，结合中国民航局建设飞行员全生命周期管理体系（PLM）的战略思想，空客将先进的培训理念和中国实际融合起来，推出了循证训练服务（Evidence Based Training，下称 EBT）。

2022年3月，空客在华合资公司华欧航空培训有限公司正式获得了中国民航局培训试点机构资质，浙江长龙航空作为全球首家签订空客循证训练服务协议航空公司，将与空客携手探索飞行训练的新趋势，提升培训质量、运行安全和效率，助力浙江长龙航空实现其培训体系的全方位转型，并共同引领中国飞行培训新趋势。

传统的飞行训练通过统一的训练科目和训练时长，着眼于培养飞行员的操作能力，而新的训练体系——基于胜任能力的培训与评估（Competency Based Training and Assessment，下称 CBTA），增加了对飞行员综合胜任能力实际表现的关注，进行更有针对性的训练，能够帮助航空公司更好地应对各类挑战。循证训练则是这一新的训练体系在飞行员复训上的具体应用。

早在2006年，国际民航组织已提出CBTA的初步概念，此后的十多年里，这一训练体系不断完善，目前已得到全球民航的高度认同与推行。2020年，中国民航局正式启动了贯穿未来10年的飞行员技能全生命周期管理体系建设工作，将CBTA及EBT的培训理念和要求贯彻在全国各航司，并制定了飞行训练改革的宏伟蓝图，计划于2024年在各航司全面实施EBT训练。

得益于飞机制造商的优势，空客在飞行运营和培训领域积累了多年的先进经验和大量数据，空客全资子公司 Navblue 在分析航司运营数据方面也有着丰富的经验。结合航司实际运营和训练状态，空客为航司提供定制化的飞行训练解决方案。这种合作模式不仅具备针对性，更能够协助客户实现其飞行训练体系的全方位转型，提升整体运营安全和效率。

长龙航空曾是全球首家使用空客平视显示器（HUD）改装方案的航空公司，也是中国首家引进搭载 LEAP-1A 发动机的空客 A320neo 飞机的航空公司。多年来，长龙航空在机队管理、技术保障、飞行运行等方面与空客相互交流，共同成长。此次双方再度合作，空客将根据长龙航空运营情况，制订一系列客户化的飞行运行和培训服务方案，在未来6年里为长龙航空100名飞行教员提供相关培训。

## 及时响应客户需求

2021年9月30日，一场突如其来的罕见冰雹袭击了大连。在大连机场，4家空客运营商的24架飞机受到了多处不同程度的损伤。飞机的雷达罩、襟翼和其他复合材料舵面被砸出了大小不等、深浅不一的凹坑，受损严重的升降舵甚至被冰雹砸穿，大量飞机停场造成了航班大面积取消。

收到客户支援请求的第一时间，空客结构维修团队立刻开始了紧张的工作，快速成立了支援专班小组，并于次日赶赴大连。

此次雹击修理工作正值十月，刚好赶上航司为保障春运开始进行飞机检修的旺季，雹击影响的飞机数量和损伤之处又如此众多，短时间突增的巨大工作量成了空客客户服务团队的挑战。为保证每一架飞机尽早恢复运行，空客维修团队实施了“一人一机责任制”，即每一位工程师负责管理一架受损飞机的修理过程，监控整个流程进度，把控重要时间节点，协调内外资源，有序推动修理项目的完成。

空客结构维修工程师白云就是这样一位飞机“守护者”。她在本次雹击支援工作中负责整个维修管理流程的协调和保障工作。她表示：“时间紧、任务重、人手少是我们面临的最大挑战，短时间内处理如此众多的修理需求是我们从未遇到过的。现场进行了初步的损伤评估后，我们就要为这些飞机返回主基地或者大修机库进行维修做调机准备，真正开始维修前要做更加全面的评估，协调空客设计部门出具维修方案，并与空客全球的修理团队全天候保障客户修理过程中的各种支援需求。”

为了保障各方工作有序开展，白云每天组织空客各方总结回顾，加强内部沟通

与配合，优化工作流程，提升工作效率和质量。从雹击到全部飞机重新恢复运行的5个多月里，她日复一日，从未有过任何怨言。在她和所有团队成员的共同努力下，抢修期间共处理相关维修文件550份，堪称史上之最。

空客中国驻场代表曾维东回忆道：“最后一架飞机的修理给我留下了最深刻的印象，当时空客和客户的工程师在升降舵的方案上存在技术分歧，双方本着严谨的科学态度展开了四轮技术交流，在我的沟通和推动下，他们最终达成一致意见，使最后一架飞机重回蓝天。客户团队锲而不舍、努力钻研的专业精神也时刻感动着我。在这150多天里，我们经历了无数个周末，还有国庆节、元旦和春节等假期，但为了保障客户早日恢复运行，中国和欧洲的客服团队同心协力，与时间赛跑，放弃了宝贵的休假时间和与家人团聚的机会。当我们看到飞机全部重返蓝天的那一刻，每个人心中都无比自豪。”

三十多年来，空客中国与客户携手相伴，克服了无数复杂而严峻的挑战，相互支持、共同成长，共同推动航空业快速发展。这不仅得益于团队的专业能力和敬业精神，更得益于空客本地化与全球化相结合的服务战略。从 AIRTAC 北京应急处置中心的快速响应，到空客中国客服团队的大力支持，本地化让空客及时响应客户需求，并在同样的文化背景下用同样的语言倾听客户的心声，提供可行的解决方案。全球化让空客随时响应客户需求，无论在何时何地，中国、马来西亚、美国、欧洲的空客客服团队都通力合作，进行支援接力，保障客户全天候的服务支援。■



封面文章

# 为客户创造价值

## ——中国商飞运行支持体系建设的若干瞬间

文 | 刘客



图 | 万全

对中国商飞公司来说，2022年是丰收的一年。12月9日，全球首架C919交付首家客户东方航空；12月18日，ARJ21飞机交付首家海外用户印尼翎亚航空(TransNusa)。虽然首架ARJ21飞机交付已有7年之久，但接下来的一段时间，人们将严格审视C919飞机的运营情况，印尼客户在运营ARJ21飞机的过程中是否会遇到各种想不到的困难以及中国商飞将如何为客户提供运行支持。

中国大飞机的商业成功之路，固然有赖于设计，有赖于制造，有赖于试飞试验，更有赖于运行支持。自2015年11月29日交付首架ARJ21飞机以来，中国商飞的运行支持体系就一边接受各种考验，一边完善、优化，本着“以客户为中心”“为客户创造价值”的理念，成为助力中国大飞机取得商业成功的临门一脚。

### 青年精神素养提升工程

2022年12月16日，中国商飞客服公司开展了“踔厉奋发，勇毅前行，为夺取大飞机事业新胜利贡献青春力量”的青年精神素养提升工程第一课。

中国商飞客服公司相关领导为客服青年们讲授青年精神素养提升工程第一课。课程围绕“学深悟透笃行党的二十大精神，以行动纲领，在党和国家事业大局中准确把握大飞机战略定位”、“扎实全面提升青年精神素养，以精神谱系在新时代新征程中奋力开创大飞机事业新局面”、“全面加强青年和共青团工作，以理想信念在实践锻造中不断增强做中国人的志气、骨气、底气”三个部分，向客服青年们深入浅出地阐释了中国共产党第二十次全国代表大会的重要论述和精髓要义，勉励客服青年要不断继承发扬伟大建党精神及“两弹一星”精神等先进精神谱系，牢记习近平总书记的殷切嘱托，一以贯之、善始善终、久久为功，在新征程中奋力开创大飞机事业新局面。

在交流过程中，原C919大型客机外场试验队成员王康分享了自己的经验：从“以试飞为第一用户”的工作理念出发，提前介入客户服务产品、眼睛向内、问题导向；以“预则立，备交付”的方法把工作真正做到滴水不漏，确保各类试验顺畅实施、水到渠成。商飞海外客服支援团队



成员张清则给大家分享了自己的“三个意识”，即心中时刻装着客户的“客户意识”，主动挑起安全运营的“责任意识”，牢固树立“一切按手册执行，一切以手册为准”的“底线意识”，并详细阐明了自己如何从这“三个意识”出发，加深对“以客户为中心”内涵的理解，从而提升运行支持工作的经验。

类似的培训，自中国商飞客服公司成立以来，已经进行过许多次，培养出了一支客服铁军，并在与客户的磨合中赢得了客户的尊重。ARJ21飞机自2016年6月28日投入航线运营以来，运行表现一直良好，机队日渐扩大，载客量日渐增多，即使出于疫情的影响，近三年民航客运量大幅下降，但到2022年7月，ARJ21机队载客量已超过500万人次。这一切成绩的取得，都有在幕后默默贡献的中国商飞客服铁军的功劳。

## 及时的航材支援

最近三年，新冠肺炎疫情席卷全球，各行各业都受到冲击，作为交通运输行业一支的民航客运受到的冲击尤其严重。在此背景下，如何为客户提供及时的航线支

援服务，就显得格外重要。

2022年3月底，上海疫情非常严重，眼看中国商飞客服公司园区就有封控的风险，而客户的飞机仍在飞，航线支援绝对不能停。因此，客服公司决定在封控前把一部分航材运到成都，万一有需要，就从成都发货支援客户。

3月29日，5位“航材大白”刻不容缓，迅速投身航材出库工作中。

为提高效率，由蒋涛、杨冬辉分拣航材，江钧泽进行航材出库检查，董少哲与团队中唯一“女将”——徐佳颖负责核对、打印航材证书。

开展业务工作的同时，疫情防控要求不能忘，根据库房防疫期间作业要求，攻坚队员们身着“大白”战服，手戴胶皮手套，在库房中井然有序地进行航材检验和打包工作，虽然穿着防护服闷热又笨重，但却没有影响他们的工作效率。

航材打包过程中，物流室的刘艳也一刻不敢松懈，远程办公确认货物属性、件数，协调物流供应商完善各种通行提货。

在大家合力下，30日0点24分，22件航材全部打包完毕；早上9点10分，22件航材顺利交接给物流供应商，送往成都。

其实，排除一切困难及时地把航材送到客户手中，是中国商飞客服中心成立以来的传统，并非始自疫情之后。2019年8月9日，星期五，超强台风“利奇马”肆虐上海，“魔都结界”被打破，不少树木被刮倒，上海两个机场所有航班在狂风暴雨中全部停飞。下午5时左右，客服公司接到客户天骄航空请求，需要尽快提供航材备件。接到任务的客服公司航材支援部迅速组织好备件，联系物流发运。然而，联系到的所有物流公司都拒绝了发运请求：“‘利奇马’威力太大，所有物流都已经停了。”

正在焦虑之际，客户又提出了新的备件需求。这时已经是晚上12点了，航材支援部相关人员看了下窗外的风雨，拍案而起：“不能再让客户等下去了！既然物流公司不愿意送，我们自己开车送，送到郑州，就有航班可以直达呼和浩特了。”

幸运的是，就在发车之际，一家物流公司反馈：可以将航材送到石家庄！航材支援部紧急联系安排，终于在次日凌晨完成了发运，把急需的航材在最短时间内送到了客户手中。

## “为客户提供满意的知识服务”

我们在喜提新车时，厂家一般都会对客户进行简单的培训，告知客户该款新车在操控上有哪些需要注意的地方。而一架飞机在交付前后所需要进行的培训，更要复杂得多，不仅仅有针对飞行员操控方面的培训，还有飞行理论，以及针对机务、乘务、签派、性能等运行和维护人员的培训。

李楠就是中国商飞客服公司的培训教员之一。身为中国商飞客服公司客户培训与运行事业部飞行训练室主任的她，曾经参与完成ARJ21的T5测试、142取证、英文型别等级内部测试等ARJ21型号任务工作。参与培训工作以来，李楠把“为客户提供满意的知识服务”作为自己的使命，耐心倾听客户的声音，无论是带教新教员、设备测试验收，还是课程设计与开发，每一项工作她都认真对待，扎扎实实，严于律己，积极沉淀。

李楠牵头梳理科室整体业务流程，初步建立科室模块化管理雏形，聚力形成了稳固的模块化管理体系，并引入质量体系理念，形成了质量环—培训环—业务环为主体的三环式飞行训练管理模式，然后在培训中直面各种卡点，不断优化迭代，真

正做到为客户提供满意的知识服务。

在飞行员培训中，飞行模拟训练设备是必不可少的工具。在培训过程中，飞行模拟训练设备在长期高负荷高强度的运行使用下，总会有意想不到的问题和故障，影响正常训练任务，而许多学员在各自航司都有飞行任务，其训练时间的调整可能会影响他们后续的整体飞行计划。中国商飞客服公司飞行模拟训练设备运行支持班组就是为保障飞行模拟训练设备正常运转而设。面对不可控的环境和问题，该班组成员坦然面对各种问题，顺境不惰，逆境不馁，想客户所想，急客户所急，切切实实做好客户培训支持工作。

飞行模拟训练发生设备AOG故障时，就是值班工程师的“战场”，紧急情况下，对工程师们的技术要求及综合素质要求非常之高。客服公司飞行模拟训练设备运行支持班组通过经验和技术的积累，逐步建立了飞行模拟训练设备技术体系，保障了ARJ21飞行训练任务和各项科研试验工作的顺利开展。

随着ARJ21飞机大批量交付运行，客户培训需求剧增，多地多型号的飞行模拟训练设备导致技术压力也持续增大，班组因地制宜优化飞行模拟训练设备质量管理体系，建立运行人员属地化管理和客户管理多重机制，为各地分中心和客户培养专业飞行模拟训练设备运行工程师，团队还每月安排一名资深工程师前往成都分中心支持日常运行工作，效果显著。

随着飞机交付的增加，对运行支持体系的需求也会日益增多。从这个意义上讲，中国商飞运行支持体系的建设还有很长的路要走。但从出发的那天起，所有大飞机人的理念一直没有改变，那就是：以客户为中心，为客户创造价值。■



图 | 徐炳南

航空制造

# 欧盟部署围绕“绿色协议”的航空技术创新

文 | 孙玉凯 王建杰



图 | cannews



2022年9月29日，欧盟议会运输和旅游委员会发布《到2050年实现“绿色协议”目标的投资情景和路线图》研究报告（以下简称《报告》），深入分析了欧洲航空业为实现《航空绿色协议》2050年目标所需要的技术创新、运营改善和可持续航空燃料。

## 整体判断

《报告》认为，技术创新可使能源消耗量最多减少50%，改善空中交通管理使飞机以最佳速度和高度飞行可节省9%~11%的燃油，可持续航空燃料（滴入式燃料、氢、电）可减少20%~100%的排放。为了实现欧洲绿色航空协议目标，到2050年，欧洲民航运输业每年的燃料全周期排放量应当低于49.1百万吨，表1表明，仅靠技术创新和运营改善无法达到协议目标，可持续航空燃料的使用必不可少。

## 对主要技术的评估

《报告》对技术创新、运营改善和可持续航空燃料进行了评估。

针对技术创新，《报告》评估了新概念布局、气动和结构、动力系统技术领域的重点技术，分析其技术可行时间和当前技术成熟度，并评估了对减排的效用。《报告》提出，新概念布局技术（如翼身融合体）可显著降低燃料消耗，但这些技术可能在近几年内无法真正上机应用；非常规动力系统（如开式转子发动机）在提升效率的同时也面临着研发和应用挑战，最终可能仅限于中短程窄体飞机使用；其他复合结构、混合层流、超大涵道比涡扇发动机技术等正在不断发展，尽管无法大幅度减小排放，但更有可能在短期内上机应用。

表2给出了《报告》中的新概念布局技术发展概况。其中，翼身融合体技术虽然已研究多年，但目前未在任何商业项目中应用，该布局的发动机布置以及控制系

	燃料燃烧期排放量 (简称“燃烧期”)	燃料全周期排放量 (简称“全周期”)	减排百分比
基线(2020年)	150.2	184.8	—
技术创新+运营改善	67.0	82.4	55.4%
技术创新+运营改善+可持续航空燃料	31.6	18.4	90.1%



表1 | 2050年技术创新和可持续燃料对排放的影响  
(单位:百万吨)

统设计还存在较大挑战，乘客舒适性问题也需解决。边界层抽吸技术通过发动机吸入速度更慢的边界层来降低燃料消耗和机身阻力，但该技术需重新设计发动机以完成边界层抽吸，这是一项不小的挑战。无窗机身可使机身结构变得更轻，目前一些航空公司已为远离窗户的头等舱乘客使用舱外图像投影，未来或将在整个客舱使用。支撑翼 / 连接翼技术较成熟，可能用于 2035 年左右的新机型，特别是下一代窄体飞机。

表 3 给出了《报告》中传统布局的气动和结构技术发展概况，这些技术都可以结合在同一个机型上。其中，自然层流和混合层流技术分别通过优化翼型和主动流动控制，扩大层流边界层的区域，波音 787 垂尾已经开始使用混合层流技术，目前该技术正在推广应用到机翼和机身。沟槽壁面技术通过飞机表面与来流方向平行的细小沟槽来增加层流区域，虽达到上机应用的成熟度，但尚未广泛应用，主要难点是这些细小沟槽需额外的清洁和维护。复合材料在波音 787 和空客 A350 等机型都有应用，未来更大面积的应用将进一步

降低飞机 7% ~ 11% 的能耗。柔性变体技术使用更灵活的机翼结构与控制，在飞行过程中调整气动外形，但目前还存在不少难点，在 2040 年前不太可能在新机型上出现。降低巡航马赫数可降低飞行阻力，但缺点是飞行时间更长，某机型的巡航马赫数还需基于航空运输系统的整体效率确定。超大展弦比机翼则面临着结构大变形、气动伺服弹性、阵风载荷、飞机起降和停靠等一系列挑战，2035 年前不太可能广泛应用。

表 4 给出了《报告》中的动力系统技术发展概况。其中，超大涵道比涡扇技术虽能显著提升效率，但随着风扇半径增大，将引发风扇叶片叶尖速度过快问题，这就要求降低风扇转速；要维持效率提升就要提高低压涡轮转速，这就部分抵消了超大涵道比带来的性能提升。一种解决方法是使用齿轮传动技术，使低压涡轮和风扇均能在最佳转速运行，目前美国普惠公司 PW1000G 系列发动机和英国罗罗公司的超扇 (UltraFan) 技术验证发动机均采用该技术。复合材料叶片已开始应用，例如美国通用电气公司的 GE90 发动机和

罗罗公司的超扇验证机。对转开式转子发动机的推进效率更高，但速度更低，因此主要适用于中短程飞机，其最大的挑战来自噪声；诸多降噪研究取得了一定突破，使该技术可能在 2035 年上机应用。目前电池的能量密度对于大型客机来说仍然太低，但开发小型短程全电螺旋桨飞机是可行的，而对支线客机来说混合电推进是一种更好的减排方案；干线飞机降低碳排放则需选择零碳燃料，如氢燃料。理论上氢燃料燃气涡轮发动机是可行的，主要改变燃烧室的设计，但氢存储是一个很大的挑战；另一种方式是使用氢燃料电池电动发动机，氢燃料电池 + 电动机的组合将产生更高的整体效率。目前许多公司在研究电动或氢燃料飞机，但仅限于航程很短的小飞机。

除飞机平台的技术创新外，平台的运营改善也对实现减排目标有显著的提升。运营改善包括飞机停靠、滑行、起飞以及巡航方面的改善，如表 5 所示。其中，飞行轨迹优化包括使飞机以最佳高度和速度巡航、改进航班起飞和到达管理、机场协同决策等，目前“欧洲单一天空”计划正

在开展相关优化，该技术可使平均燃料消耗减少 9% ~ 11%。起飞滑行阶段，一方面，在满足起飞重量、跑道长度和机场天气条件等约束下，单发滑行 / 减少滑行引擎、减小起飞推力技术已经得到了广泛应用，两种技术既减少了燃料消耗和排放，又保证了足够的推力用于滑行和起飞。另一方面，使用电动滑行技术替代飞机依靠主发动机滑行也可减少滑行阶段排放，目前已经研制出一种电动拖轮，可将窄体客机从登机口拖到跑道；适用于宽体客机的电动滑行技术也在开发，该技术使用辅助动力装置提供的电力驱动飞机机轮滑行。在飞机停靠阶段，机上辅助动力装置可由机场地面固定电力系统和地面空调代替，维持飞机机载系统运行和舱内空调，该技术可极大降低停靠阶段的排放，但需在机场加装相关设备。

可持续航空燃料已经成为许多国家提高能源安全、保护生态环境、应对气候变化的重要举措，该燃料包括生物质制成的燃料以及燃烧过程零排放的氢燃料和电能等，如表 6 所示。其中，前三种是典型的生物质燃料，尤其是加氢处理氢酯和脂

技术	市场	技术可行时间	当前技术成熟度	减排百分比
翼身融合体	远程宽体机	2040 年	3~4 级	30%
边界层抽吸	远程宽体机	2030 年	3~4 级	8.5%
无窗机身	所有飞机	2035 年	4 级	0.7%
支撑翼 / 连接翼	中短程窄体机	2035 年	7 级	8%~15%

技术	市场	技术可行时间	当前技术成熟度	减排百分比
自然层流技术	所有飞机	当前可用 / 持续研究	4~5 级	5%~10%
混合层流技术	所有飞机	当前可用 / 持续研究	9 级 (平 / 垂尾) 6 级 (机翼)	10%~15%
沟槽壁面技术	所有飞机	当前可用	6 级	1%~2%
复合材料技术	所有飞机	当前可用	9 级	7%~11%
柔性变体技术	远程宽体机更适用	2040 年	3 级	2%~8%
巡航马赫数降低	远程宽体机	当前可用	7 级	5%
超大展弦比机翼	中短程窄体机	2035 年	4 级	11%~12%

技术	市场	技术可行时间	当前技术成熟度	减排百分比
超大涵道比涡扇技术	所有飞机	2035 年	7 级	最大可达 20%
超大压缩比技术	所有飞机	2035 年	7 级	15%~20%
齿轮传动技术	所有飞机	当前可用 (窄体)	7~9 级	5%
复合材料叶片技术	所有飞机	当前可用	9 级	—
对转开放式转子发动机	中短程窄体机	2035 年	5 级	14%
全电螺旋桨发动机	短程窄体机	2030 年	5~6 级	50%
混合电推进	中短程窄体机	2035 年	3 级	最大可达 40%
氢燃料电池电动螺旋桨发动机	中短程窄体机	2035 年	3 级	8%~10%
氢燃料电池电动喷气式发动机	所有飞机	2035 年	3 级	4%

→

表 2 | 新概念布局技术发展概况

表 3 | 传统布局的气动和结构技术发展概况

←

表 4 | 动力系统技术发展概况

肪酸-合成石蜡煤油技术目前已经成熟，这些生物质燃料来自废弃油、农业废物、脂肪或城市垃圾等相对廉价的生物原料，可在整个生命周期内明显减少温室气体排放，然而目前生物原料不足，制备效率不高，以及飞机兼容性、耐久性、安全性等多方面原因，一架飞机上该类燃料的使用比例最高为 50%，距完全使用仍有一定距离。氢燃料和电力均是零排放，整个生命周期的排放量取决于氢燃料和电力的制备途径，尽管许多公司正在开发全电力和氢燃料飞机原型机，但与生物燃料等不同，氢燃料和电力与现有飞机设计技术不兼容，需要大幅改进飞机气动、结构、机载系统和动力系统设计，才有可能实现氢燃料和全电力的使用。

## 启示与建议

绿色航空新技术的应用前景广阔但也面临诸多障碍，我国需综合多种因素开展未来民机技术体系构建和分析工作。

根据《报告》的评估，虽然技术创新能够减排高达 50%，但新技术的应用仍存在许多障碍。首先，考虑到新技术带来的项目风险以及适航等问题，飞机制造商可能会限制新研机型上新技术的使用占比。其次，当前节点下，波音、空客、中国商

飞等主要飞机制造商相对集中推出了新机型或升级机型，这可能表明在 2050 年之前应用大量新技术的新机型的发展空间和市场潜力有限；许多使用现有技术的飞机以及未来十年内交付的飞机，很可能在 2050 年仍在役，也会挤压在技术上有全面突破的新机型的市场占比。因此技术创新对民用航空市场的作用不能仅从技术层面评估，需结合民航市场运营情况和未来发展趋势进行综合分析，综合得出技术创新带来的整体效益，预测潜在的机会和挑战。

按此，建议我国相关部门组织研究机构 and 科研生产单位，结合技术、多维需求、可能条件等因素，针对绿色航空、普惠航空等民用飞机发展运用愿景，综合统筹开展技术体系梳理分析、技术发展态势评估、技术应用前景预测、技术难点挑战预判等工作，为我国民机把握前沿、持续发展、自主创新提供高价值的决策依据。

美欧对民航运输和民机领域未来图景的设计越来越详细和清晰，我国需依托覆盖民机发展全链条的研究论证团队综合研讨未来民机发展战略。

根据《报告》的预测，虽然技术创新+运营改善+可持续航空燃料可以减排 90% 以上，显著支持欧洲“绿色协议”目标的实现，但技术的应用落地不仅仅是改变平台设计、推出新机型，更需要改变取

技术	市场	技术可行时间	当前技术成熟度	减排百分比
飞行轨迹优化	所有飞机	当前可用	8 级	9%~11% (全程)
起飞推力减小	所有飞机	当前可用	9 级	最大可达 23% (起飞)
单发滑行	所有飞机	当前可用	9 级	20%~40% (滑行)
电动拖轮	窄体机	当前可用	9 级	100% (滑行)
电动滑行	宽体机	2030 年	7 级	100% (滑行)
地面固定电力和地面空调代替辅助动力装置	所有飞机	当前可用/需要机场投资	9 级	40%~75% (停靠)

→

表 5 | 运营改善措施发展概况

技术	市场	技术可行时间	当前技术成熟度	减排百分比
加氢处理氢酯和脂肪酸-合成石蜡煤油	所有飞机	当前小剂量可用 2030 年广泛使用	7~8 级	0% (燃烧期) 63%~90% (全周期)
酒精燃料	所有飞机	2030 年	6~7 级	0% (燃烧期) 45%~66% (全周期)
生物质燃料 (城市垃圾、木材+费托气化法)	所有飞机	2030 年	6~7 级	0% (燃烧期) 最大可达 90% (全周期)
合成碳氢化合物燃料 (氢电解+二氧化碳)	所有飞机	2030 年	—	0% (燃烧期) 最大可达 97% (全周期)
氢燃料	所有飞机	2030—2035 年 (小型) 2035—2040 年 (大型)	3 级	100% (燃烧期) 64% (全周期, 2030 年) 100% (全周期, 2050 年)
电力	短程窄体机	2030—2040 年	5~6 级	100% (燃烧期) 64% (全周期, 2030 年) 100% (全周期, 2050 年)

←

表 6 | 可持续航空燃料技术发展概况

证程序、商业模式和运营模式，使之适应新机型的运营。综合来看，美欧的相关研究机构，以减排为核心目标，对于民航运输和民机领域未来整体图景的分析和设计越来越详细和清晰，其未来路径也日益明确，为美欧从政府到社会，从工业界到学术界全面抢占未来民机发展主导权和技术优势做好了相当充分的准备。

当前，C919 飞机刚完成国内取证，大型宽体客机仍在开展研发工作，急需紧跟新技术发展变革，建立覆盖民机新概念布局/新技术研发、机场运营、航线管理、可持续航空燃料、地面设施保障等各链条在内的总体论证团队，持续研究、探讨和完善适应未来民机竞争环境和市场要求的发展战略路线和商业模式，明确适航取证、设施设备、管理运营等方面的需求，为我国通过提早论证、提前布局实现未来民机技术和产品的同步甚至领先发展提供支撑，实现更高水平的自立自强。

可持续航空燃料对于实现绿色航空发展愿景不可或缺，我国需求迫切，应用市

场广阔，应大力扶持相关产业。

美欧开展的诸多研究已显示，可持续航空燃料对于实现航空碳减排整体目标不可或缺。《报告》显示“技术创新+运营改善”的减排效果可达 55.4%，加上可持续航空燃料可一跃提升到 90.1%，再一次显示了可持续航空燃料可能带来的显著效果。

我国是民航运输大国，也是化石能源进口大国，生物燃料等可持续航空燃料的推广应用需求迫切、应用市场广阔。我国西北广大地区大量干旱、贫瘠的土地适宜麻疯树、亚麻荠等原料作物种植；我国人口众多，废弃油和城市垃圾等原料也十分充足。为助力实现我国实现“双碳”目标，建议从国家层面研究制定可持续航空燃料发展规划，加大科研投资，出台相关产业扶持政策，加速培育我国可持续航空燃料市场，及时制定相关标准，在国际可持续航空燃料领域占据举足轻重的话语权，保障我国民航运输和民机发展的前景。■

航空制造

# 专业实验室： 未来航空业竞争的战略核心

文 | 陈培儒

随着党的二十大胜利召开，我国航空工业也进入了一个新的发展时期。面对新形势、新要求，对标建设新时代航空强国的战略目标，我国航空业在激发创新活力、创新体制机制、完善航空业生态构建方面还有很长的路要走。而从顶层规划的角度来看，如何打破科研院所、高校、航空制造企业之间的壁垒，盘活各方资源，借鉴国外已有的成熟经验和做法，加快建设更多国家级实验室，从长远角度瞄准先进技术在航空领域的应用，开展更多跨学科、大协作、高投入、任务驱动的科技工作，将对加速我国航空工业的发展起到积极推进作用。



图 | spaceflightinsider



## 实验室：看不见的“推手”

在商用飞机项目的研发过程中，实验室就像一只“看不见”的手，在一定程度上主导着项目的进程。从功能上看，商用飞机项目中所涉及到的实验室主要分成两大类，分别是技术研究类实验室和技术验证类实验室。前者侧重于技术预研，为产品发展提供创新技术，实现当前产品与服务的改进，后者更关注于验证产品与服务的品质、安全性与可靠性等。

在 777 项目中，波音建立了当时全球第一个系统集成实验室，当时这个实验室的建成标志着商用飞机的设计、验证方法实现了重大突破。在 777 项目之前，飞机即便在投入商业运营后其设计都不能最终定型。但 777 项目中，波音建立了系统集成实验室并联通工程模拟驾驶舱组成了当时最好的商业仿真试验环境。在仿真实验室进行了充分试验之后，波音自 777 之后的项目，实现了飞机在交付客户时就达到“服务状态”，在保证飞机可靠性的前提下，大大加快了研发进程。由此可见，实验室能力建设是主制造商一项十分重要的核心能力建设。

近年来，以中国商飞公司为代表的商用飞机制造商也在不断加强实验室能力的建设。2009 年 12 月批准建设的国家商用飞机制造工程技术研究中心，成为国内航空制造领域首个国家级工程技术研究中心。该工程中心通过技术研发，先后突破了复合材料多梁盒段整体共固化、自动化装配、总装集成测试等一批瓶颈技术，并将新技术、新工艺、新材料的研究成果切实转化为生产力，有力支撑了型号的发展。2014 年，民用飞机模拟飞行国家重点实验室通过科技部组织的验收评审，意味着我国第一个国家级民机研发重点实验室正式落户中国商飞，这为我国开展民用飞机应用基础研究、关键技术和

共性技术研究提供了强大的能力平台和技术支撑。2016 年，国内首个民机燃油系统实验室在中国商飞上飞院揭牌成立，该实验室为 C919 大型客机和后续型号燃油系统综合实验顺利开展提供能力支持。除此之外，中航工业旗下专业从事航空复合材料研制与生产的合资企业菲舍尔航空部件（镇江）有限公司成立了菲舍尔实验室，专注于航空复合材料性能测试，目前该实验室已经通过了空客的资质认证，成为国内第一家获得空客认证的实验室。

但与国外先进航空制造企业相比，国内现有的实验室无论是在数量还是实验能力方面都有明显的差距。总体来说，国内现有的商用飞机实验室大多仍处于硬件设施设备投资建设、试验能力与技术研发能力加速培养阶段，还未充分发挥出行业发展的引领性作用，在有效满足型号研制、技术发展以及带动我国商用飞机产业发展的需求上还有很长的一段路要走。

## 知名国家级实验室

美国 NASA 兰利研究中心、俄罗斯中央空气流体力学研究院、法国航空航天研究院、德国航空航天中心等是历史最为悠久，且具有较强影响力的国家级实验室。从共性上来看，这些实验室都依托举国之力，肩负国家使命，瞄准未来 10~20 年，甚至更长一段时间内航空航天领域先进技术的研发。

美国兰利研究中心（Langley Research Center, LRC）是美国国家航空航天局（NASA）下设的研究机构。该研究中心以美国著名天文学家、飞行器先驱兰利（Langley Samuel Pierpont）的名字命名，是美国著名的飞行器地面试验中心。兰利研究中心成立至今先后推动了包括倾转旋翼、超临界机翼、数字电传、先进复

合材料、高超声速等关键核心技术的演示验证，完成成熟度6级以上，为波音、贝尔等企业研制航空器提供了成熟的先进技术储备。此外，兰利研究中心还承担了风洞、气候环境实验室等行业大型科研试验设施的建设、运营。据不完全统计，它拥有从亚声速、跨声速到高超声速的风洞试验设备20余座。

2022年8月，兰利研究中心在弗吉尼亚州汉普顿举行奠基仪式，开工建设新的大型垂直风洞，这也是兰利研究中心40多年来首个新风洞的开工建设，根据计划将在2024年投入使用。这个新的风洞设施名为飞行动力研究设施（FDRF），将为研究人员提供一个高度通用且具有成本效益的垂直风洞，用于支持NASA的任务研究和技术开发。根据公开信息，此次开工建设的新风洞设施将比兰利研究中心现有的两个风洞具有更大的能力，包括增加动态压力和雷诺数，减少自由流紊流，同时大大降低维护和运营成本。随着NASA实施的2050净零排放目标以及先进空中机动性和实验飞机等项目的研究，未来这一全新的风洞设备将在下一代航空测试方面发挥关键作用。

俄罗斯中央空气流体力学研究院（TsAGI）成立于1918年，它不仅是俄罗斯国家级科学中心，也是俄罗斯多家航空研究所的摇篮。TsAGI成立之初是为了满足一战后俄罗斯研制飞机的需求。20世纪30年代，TsAGI又陆续分离出一些独立的科研机构，如俄罗斯中央航空发动机研究院、全俄航空材料研究院、飞行试验研究院等。1994年，TsAGI被俄罗斯政府认定为国家科学中心，成为国家级研究院。进入新世纪，随着俄罗斯航空工业的整合，2014年，俄罗斯成立了茹科夫斯基国家研究中心（NRC），并由该中心统筹开展航空科研工作，TsAGI则作为NRC的5家成

员单位之一。

从能力来看，经过百年的发展与沉淀，TsAGI具备完善的实验基础设施，尤其在航空器空气动力学、结构强度方面具有很强的实力。近年来，TsAGI聚焦新一代飞行器的技术研究，围绕“飞翼”布局、低声爆超声速飞行器等开展了大量技术研究和试验，为俄罗斯航空工业的发展提供了强有力的技术储备。

作为法国政府所属的专业科研机构，法国航空航天研究院（ONERA）成立于1946年，如今已成为法国航空航天技术的基础研究和应用研究之间、政府部门和工业企业之间以及高校和企业之间沟通和衔接的桥梁。ONERA专注于技术成熟度2~6级的研究，主要涉及国防、航空和航天三大领域。近年来，针对下一代飞机的研发，ONERA牵头或参与了多项欧盟和法国民航局项目，涉及固定翼飞机、发动机、运输系统、无人机、直升机等多个领域。

ONERA下设8个研究中心和诸多实验设施，其中最具代表性的是包括欧洲最大的风洞S1MA在内的大型风洞群。这些风洞群不仅为法国航空航天企业提供了重要的支持，同时也为ONERA带来了可观的收益。此外，ONERA还是法国航空航天工业协会的重要成员之一，参与了后者多个工作组的研究工作。目前ONERA在空气动力学、发动机、高性能材料、多学科耦合等领域的研究成果已经被空客、赛峰等企业应用。

德国航空航天中心（DLR）由德国政府负责监督指导，是德国国家级研究中心，其研究领域覆盖航空、航天、能源、运输、安全和数字化等六大领域。DLR基础设施庞大，并拥有欧洲最大、世界第二的民用试验机队，共有固定翼和旋翼机13架。据统计，DLR平均每年每架试验飞机要执行各类飞行试验30多项，飞行时间约250小



←

图 | tsagi

时。同时，作为欧洲最大的航空科研机构，从研发、取证、制造和维护，DLR的24个航空专业几乎覆盖了从单个组件到整机再到空中交通系统的全链条系统研究，可以为下一代飞行器的研发工作提供有力的指导和支撑。

与此同时，DLR还提出了《DLR战略2030》，根据规划，DLR将围绕电动飞机、下一代商用飞机、城市空运、新一代救援直升机、高效运输系统、数字航空等领域着重开展相关研发工作，为欧洲航空业的发展提前谋篇布局。

## 企业主导的实验室

除了国家级的实验室之外，航空企业所主导的实验室在推动行业发展方面也起着积极的作用。作为全球领先的商用飞机制造商，波音和空客在试验室建设和试验能力的培育方面有着各自的特点。

波音技术预研实验资源主要由技术服务部的波音研究与技术中心管理，而其产品验证实验资源主要由技术服务部的波音试验与评估中心管理。与波音相比，空客技术预研实验资源归属未来项目办公室管理，规模相对较小。

总体来说，两家制造商都已经在全球

范围内构建了完善的研究与技术网络，实现了产品验证业务的全覆盖。双方实验室研究的重点技术都着重于提高飞机环保性与安全性，材料、气动技术、结构、制造、通信、信息技术、新能源、推进力等成为双方重点研究方向。在产品验证能力上，波音实验资源更丰富，几乎涵盖飞机研制所需的所有重点专业。因此，在产品验证试验资源方面，波音会将自己的试验资源对外开放，在满足自身试验需求的同时实现盈利。

从实验资源的分布看，波音与空客技术预研实验资源分布广泛，拥有众多研究中心。据统计，波音技术预研实验资源分布在11个波音研究与技术中心，其中有5个位于阿拉巴马、加利福尼亚、密苏里、南卡罗来纳和华盛顿州等美国境内，在本国有23个研究基地，共有员工约4000名。波音在这些基地都建立了相关实验室，进行重点技术研究，如信息安全创新实验室、即将建成的应用模拟与分析实验室等。全球其他地方的6个研究中心位于澳大利亚、巴西、中国、印度、俄罗斯和西班牙，这些地方的研究中心与当地院校、企业、研究机构等合作，利用当地实验资源进行技术研究。其中，波音产品验证实验资源由波音技术服务部统一管理并联系，波音技



术服务部管辖着分布在全美的 500 多处实验资源。

空客作为一家欧洲航空联合企业，实验资源散布于各国工程中心，以便利用欧洲各国的优势资源，达成试验目标并减少成本消耗。与波音不同，空客技术预研实验资源分布于北美、俄罗斯、印度、澳大利亚、日本与中国等地。空客集团创新部门在全球设立了 20 个研究与技术基地，位于 12 个国家，这些基地形成了空客的研究与技术创新网，由空客集团创新部统一管理。

空客集团创新部的主要基地位于巴黎的叙雷讷和慕尼黑的奥托布伦，其他位于图卢兹、南特、汉堡、不莱梅等地，另有东京与蒙特利尔两个研究中心。空客产品验证实验资源主要分布于空客工程中心，除了总部工程中心，空客的其他工程中心主要位于英国的菲尔顿、西班牙的塞维利亚、德国的汉堡与不莱梅。

在新技术的预研方面，波音技术预研实验资源专业能力包括先进设计、制造系统和工艺他，更智能、更独立、网络化的系统、先进飞机设计，新结构与材料技术等。目前，波音研究与技术中心在计算机流体力学和先进材料上都有很大突破。波音产品验证实验资源专业能力主要包括风洞试验、推进力试验、电磁试验、环境试验、结构试验、电气试验、材料与加工试验、应用模拟工程、未来自动化与智能制造模拟试验、试飞、计量等。

空客技术预研主要依赖母公司空客集团创新部，空客集团创新部网络结构与空客集团的研究与技术战略一致，形成 6 个跨国技术能力中心：复合材料技术，金属技术与蒙皮工程，结构工程、制造与航空机械，电子、通信与智能系统，系统工程、应用数学与信息技术，能源与推进力。空客产品验证能力主要是系统与集成试验能力，分布于空客的工程中心，其实验资源分布于各子中心，包括起落架、结构、系

统等方面的实验资源。

除了传统的试验室之外，空客从 2015 年开始尝试建立更具活力的商业实验室来培育初创企业。在这些新商业实验室的筹建过程中，空客借鉴了其他领域企业的合作经验，如微软与可口可乐的合作，尝试吸收更多跨行业的创新理念，从而更好地推动商用航空业的发展。

空客对于商业实验室的设想是将其视为一个着眼于开拓和创新的科技孵化器。空客集团意识到创新在企业未来发展中的核心作用，因而率先启动了商业实验室计划，向所有的空客员工以及希望进入航空航天这个特殊市场的外部企业开放。空客集团各专业领域的专家、供应商和客户，都会根据相应需求为各种创意提供支持和帮助，鼓励将产品投放到市场。此举的目的是持续带给这个行业创新的想法，不断为这个行业注入新的动力。

2015 年，空客在图卢兹建立了第一个商业实验室中心后，很快又相继在德国汉堡、印度班加罗尔建立了同样的中心。根据计划，下一个空客商业实验室将落户西班牙马德里，其最终目标是成立一个全球性的空客商业实验室网络。

与传统的实验室不同，这些商业实验室与初创公司合作的范围不会仅限于航空领域，而是扩展到不同的领域，如数字化、数据处理、通信网络、机器人技术等，但是这些项目应适用于航空业。商业实验室选择支持项目包括产品、服务或应用程序的开发，但不限于航空航天业。例如：数据分析与人工智能，数字设计与制造，自主与机器人，无人机与城市空运，电气化与连通，VR 与 AR，新空间解决方案与智慧城市，以及区块链与网络安全等。空客集团商业实验室正在寻找具有功能原型的初创公司，而且这些原型可以通过项目研发转化成市场需求的产品。■

航空制造

## 制造商深耕售后蓝海

文 | 静宇

近年来，无论是飞机制造商还是发动机制造商，对于售后服务市场的关注度都在不断提高。尤其是在新冠肺炎疫情对于航空业造成巨大冲击之后，制造商们进一步意识到，做强售后维护市场不仅可以帮助企业进一步占据市场份额，更有助于企业抵挡行业低谷所带来的冲击。这也使得在航空业内，无论是飞机制造商、发动机制造商还是一级供应商们，近年来都在从过去单纯的制造企业向制造服务商转型。而这种观念的转变也是企业在激烈的市场竞争中所必备的生存技能。



图 | aionline



## 潜力巨大的售后市场

《航空周刊》的一份调查报告显示，未来 5 年影响航空售后市场最关键的因素是原始设备制造商（OEM）对于市场的渗透和控制。报告显示，有 78% 的人认为，未来 3 年内，OEM 将继续充分利用其所掌握的知识产权（IP）更多地涉足售后维护市场，并从中获得更多的利润。事实上，随着全球机队规模的日益壮大，飞机、发动机、部件 OEM 越来越看好售后服务市场，纷纷将这部分市场收入列为其重要发展目标。

空客曾预测，到 2035 年全球售后服务支出（包括 MRO、飞行员和工程技术人员培训、飞机客舱和系统改造升级三类）总共将达到 3 万亿美元，其中 MRO 支出达 1.8 万亿美元，年均增长率为 4.6%，改造升级服务市场为 1800 亿美元（占 6%），其余为培训市场。同样，波音也预测，未来 10 年，全球售后服务市场的规模为 2.6 万亿美元，年均增长率为 3.5%，其中商用飞机售后市场为 1.45 万亿美元，占 55%。

OEM 之所以近年来越来越热衷于进军售后维护市场，主要有三方面的原因：

首先，OEM 现有的储备订单已达到一定数量，而且航油价格进入稳定期，老旧飞机并未出现大规模退役，因此预计未来 10 年内，新增订单数不会出现太多的增长。尤其是在新冠肺炎疫情之后，短时间内新飞机订单将持续回落。

其次，尽管新飞机的目录价格有一定涨幅，但实际售价远低于目录价格，OEM 从新飞机或发动机订单中获得的利润有限。唯有在销售新飞机或发动机时，绑定售后服务协议，才能获得更多的利润。

第三，由于 OEM 掌握着核心技术，在售后维护市场拥有更强的话语权，利润早已超过了销售产品本身。尤其是近年来，

巨额的研发成本、生产成本、人员成本等占据了总成本的很大比例，因此销售飞机或发动机本身的利润并不高，甚至还会亏本，但在售后市场则完全没有这个担忧。

第四，仅以 OEM 渗入售后维护市场的“杀手锏”航材为例，波音航材部的业务主要包括 Aviall 和波音自己的原厂件销售。2017 年，Aviall 公司的年收入近 40 亿美元，加上波音的原厂件业务，预计波音民用飞机航材部门的业务收入在 50 亿美元左右，占到了其整个民航售后服务市场收入的 70%。这也是为何越来越多的 OEM 希望控制自身的航材业务，也就是从源头抓起，把更多的飞机零部件生产供应掌握在自己手中。这也解释了为何近年来波音一直热衷于产业链的垂直整合。2018 年波音宣布以 32 亿美元收购零部件制造商 K LX，此举一方面是为了进一步壮大航材部门的力量；另一方面可以通过控制上游产业链，在市场竞争中抢占先机，因为 K LX 同时也是空客的重要供应商。对此，波音管理层更是曾公开表示：“通过垂直整合战略，不仅可以健全波音自身的飞机部件生产能力，帮助波音为客户提供更好的飞机产品，同时也能为后续增加服务收入。”

## 不断推进专业化整合

过去，无论是波音、空客，还是罗罗、巴航工业等制造商，在各自不同的业务领域都设立了相对独立的客户服务部门。但近几年来，这些制造商又纷纷将原本独立的军用和商用航空客户服务部门统一起来。这一客户服务架构的重建和相关业务的整合，对于制造商自身来说十分有利，但对整个航空售后服务市场来说却意味着迎来了一场不小的变革。

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 by Airbus）。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 9 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，同时也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。

事实证明，空客的这一业务整合是正确的。2015 年，新的客户服务部门成立后，空客来自于客户服务的收入便以每年 18% 的增长率快速增长。在 2015 年之前，空客更多专注于响应客户需求的服务，但在整合客户服务业务之后，空客的客户服务增加了更多的主动性，目标不仅限于为自己的客户提供服务，还希望找到更多的合作伙伴共同为客户提供服务。例如在中国，空客的合作伙伴不仅有政府部门，还包括中航材集团等。

与空客一样，波音也对售后服务领域进行了大规模重组，并制订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）。新集团将聚焦供应链、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。波音宣布将之前的 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。2017 年 11 月，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。

巴航工业也在 2016 年宣布组建统一的客户服务部门，2017 年在经过了几个月的业务调整后，新的巴航工业服务和支持（Services & Support）部门正式成立，公司表示整合新的客户服务部门的重要原因提升了自身和客户的运营效率，有效减少管理层级，实施更敏捷的决策流程。对巴航工业来说，建立统一的服务部门获得的明显优势是在部门内部可实现更紧密的配合。例如，从客户资源管理的角度来看，能够统一对待不同领域的客户。在旧的组织架构下，只有购买公务机的客户可在购买零备件时，使用信用卡结算方式，但在新的服务和支持部门中，这一支付方式已被推广至购买商用飞机的客户中。同时，公司还在继续优化客户服务业务，填补与维修、技术、航材和飞行培训服务相关的业务空白。例如，巴航工业近两年一直在加快布局 E 系列飞机在全球的飞行培训中心，已先后在南非、中国开设了新的培训中心。

## 不断优化服务模式

与主制造商有所不同，售后维护市场是发动机制造商最重要的利润来源，同时由于制造商掌握着核心技术，因此也具有相当的垄断地位。

以普惠公司为例，由于 GTF 系列发动机良好的市场表现，普惠在窄体客机发动机市场的份额有了明显提升。随着新一代窄体客机交付数不断增多，普惠也对其售后维护领域进行了调整。普惠推出了 EngineWise 服务品牌，重新梳理了售后服务产品组合，并以此为统一平台，利用尖端的数据分析、快速灵活的响应、更多的服务组合向客户提供机队管理计划、发动机大修、材料解决方案等创新服务，从而优化发动机性能，提升可靠性和可预测性。

对于普惠 V2500 发动机和 PW4000 发动机这样的成熟产品而言，EngineWise 可以基于客户需求提供更灵活的服务。对于新的 GTF 产品线，普惠的目标则是 75% 以上的客户能够与其签订全面售后维护协议。

与此同时，普惠还在加快全球航空维修网络的拓展。如今，普惠在全球已经建立了 8 家售后服务工厂来为 GTF 发动机提供支持，大修设施遍布三大洲，其中两家为普惠自有，分别是位于美国佐治亚州的哥伦比亚发动机中心和西棕榈滩发动机中心；同时，还有位于新加坡的普惠雄鹰服务亚洲公司（ESA），以及 MTU 航空发动机公司、日本石川岛播磨重工（IHI）、汉莎技术公司（LHT）、达美技术公司。

特别值得一提的是，中国维修企业——北京飞机维修工程有限公司（AMECO）已正式加入 GTF 发动机维修供应商网络，未来 AMECO 将在北京基地为 PW1100G-JM 发动机提供维护，而 AMECO 也成为了国内首家普惠 GTF 发动机维护、维修与大修

企业。

另一家发动机制造商巨头罗罗公司则是最早进入售后服务市场的航空企业。早在 20 世纪 90 年代，罗罗就推出了“全面服务”（Total Care）服务协议。罗罗最初的设想是从售后服务市场分一杯羹以补给发动机销售收入，随后各大发动机制造商和飞机主制造商都开始纷纷效仿罗罗的这一做法。

TotalCare 是一项基于飞行小时提供发动机全面维护的服务，这种服务与定价模式有利于航空公司转嫁运营风险。在最初的 TotalCare 服务协议中，罗罗主要为客户提供备发，并通过专业化的维修服务，满足航空公司非计划停场和持续运营的要求，航空公司则通过固定的费用开支，规避维修等不可预知成本。之后的几十年里，随着在役发动机数量的不断增多以及客户需求的多元化，罗罗不断补充和完善 TotalCare 的服务模式，形成了不同的产品表现形式，如 TotalCare Life、TotalCare Term、TotalCare Flex 等。

其中，“TotalCare Flex”是罗罗推出的一项基于飞行小时、针对成熟发动机运营商的范围更加广泛的产品，服务内容包括停场大修的发动机备发、二手器材使用、通过短时维修提升飞行循环数等。此外，罗罗还推出了名为 SelectCare 的固定价大修服务产品，这款产品有助于航空公司充分提高发动机在翼时间，降低运营风险，使维修成本具有可预测性，并在某一时期内，通过固定价格的维修服务使航空公司的大修成本趋于稳定。

同时，针对航空租赁企业在商用飞机和发动机采购中扮演了越来越重要的角色，罗罗还提出了“LessorCare”的口号，旨在更好地向租赁公司提供服务。LessorCare 不是一项单纯的产品，而是与租赁公司的共赢理念，意在通过加强合作，

打造出更加灵活创新的产品服务。

此外，罗罗还在不断寻求与更多独立第三方的共赢合作。目前，罗罗为遑达系列发动机用户提供包含航材支援在内的飞行小时大修服务，众多获得罗罗认证的三方 MRO 和由罗罗控股的维修工厂均可实施，这为航空公司提供了更加灵活的选择空间。

## 大数据是焦点

众所周知，与传统飞机相比，新一代飞机采用了大量的创新技术，其机载设备可收集和传输大量来自机体、发动机和关键部件的信息，所产生的运营和维修数据量呈几何倍数增长。同时，这些新飞机都配备了宽带网络通信系统，与外界的通讯能力也得到了极大提升，航空互联的特性日益明显。这些特性使 OEM 制造商拥有先天优势来打造全新的维修方式。因此，大数据成为了售后维护市场最热门的词汇，无论是飞机主制造商还是发动机制造商，都在试图通过大数据这个抓手，创新售后维护模式，占据更大的市场份额。

对于空客来说，近两年在售后维护市场最大的布局就是推出了新数据开放平台——“智慧天空”（Skywise）。智慧天空是一个数字化的平台，它允许航空公司、租赁商、供应商或者是制造商将拥有的数据上传至这一平台。该平台上整合了大量的数据，包括航空公司的运营中断历史、零件更换、航后报告、机组报告、飞机状况观测报告、完整的飞机机载数据、技术文件、服务通告、飞机/机队布局以及航班时刻等。

目前，空客以这个数字平台为基础开发了许多相应的软件。例如，其中一个可靠性分析的应用软件。基于“智慧天空”数据平台，该软件完成可靠性分析的速度

要比原来快 20 倍。另外一个避免发生运行中断等意外事件的预测性分析软件。通过这一软件，航空公司将可在问题发生前获得相应的告警，可实现由被动的计划性维修工作方式向更加主动的预测性维修工作方式转变。

巴航工业则为新一代 E-Jet E2 系列飞机配备了更先进的健康监控和分析工具（AHEAD-Pro）。这一基于网络的 AHEAD-Pro 系统，是巴航工业于数年前自行研发，具备更强大的硬件、软件和计算能力，全面优化了从数据采集到故障预测的飞机健康监测流程。该系统的一部分是在使用亚马逊云计算技术的内部系统 IKON 上运行，可从 E190-E2 飞机上获得比当前一代 E190 更多的数据。航空公司可从这个新一代数据分析平台上获得更多的产品改进、健康监控、趋势分析和零备件准备建议，从而节省在排故、零备件和人力等方面的成本。AHEAD Pro 能够帮助运营商以更有效、更高效的方式工作。对于巴航工业来说，掌握了这些数据也意味着在售后维护市场将获得更多的利润。

此外，尤为值得一提的是，除了过去常规的售后维护合同之外，OEM 还在通过积极收集和分析数据来帮助航空公司解决飞机运营过程中遇到的问题，从而开辟新的盈利途径。

例如，易捷航空与空客合作，通过向空客提供飞行数据，帮助空客不断完善单通道飞机的预测性维修方案。此外，易捷航空还通过使用空客研发的 A350 飞机健康监管平台，将独立的飞行传感数据与其内部信息数据进行比对，识别出现技术故障的前 100 位因素，检查每一个故障和事故征候，从而找出最适合飞机实时数据监控的信号。而这些新技术的应用，对于售后维护市场来说，不仅意味着一场新的技术革命，更意味着新一轮新的利润分配已拉开帷幕。■

航空制造

# 航空业的数字化技术应用趋势

文 | 杜婷

航空产品由于系统复杂、精度要求高，其质量非常依赖人们的技术水平。因此，现代航空产品的高质量要求与产品研制周期和人员培训时间的矛盾越来越突出。为了解决这一矛盾，勇于创新的工程师们开始向其他行业借鉴经验，通过虚拟现实技术（VR）、增强现实技术（AR）和大数据的应用，彻底颠覆了传统的飞机制造、维修、培训方式，航空智能制造的发展又翻开了新的篇章。

## GTF 发动机 VR 培训模拟器

相对于制造企业，航空公司在 VR 技术的应用方面走在了前列，他们很早就将 VR 技术用于提升乘客的乘机体验。以新加坡航空为例，公司为每位机组人员配备了一副微软公司的 VR 眼镜，能够识别每位乘客的身份信息，包括旅程终点、同伴旅客、餐饮喜好、过敏史或其他健康信息等，这样空乘就可以更快速有效解答乘客的常见问题。

如今，发动机制造商普惠公司也受此启发，将 VR 技术应用到了其最新的 GTF 发动机的维修培训中。普惠公司公开展示了其正在研发的 GTF 发动机 VR 培训模拟器。公司表示，过去传统的发动机维修培训过程，需要给每位学员准备厚厚的纸质材料，但现在有了 VR 培训模拟机后，将不再需要这些枯燥而又繁多的纸质材料。

借助 VR 技术，参加培训的工程师和维修人员可以直接看到发动机各部件在实际工作时是如何运转的，这是绝大多数人第一次目睹这一场景。VR 培训模拟机将发动机维修人员从过去传统的平面二维世界带入了立体的三维世界，通过详尽的三维动画短片，普惠公司可以向维修工程师直观地展示 GTF 发动机中各个零部件是如何相互配合进行运转的。例如，在培训过程中，培训教员可以使用 VR 技术将发动机短舱移除，让学员可以直观地看到短舱从发动机上剥离后会发生什么情况。

目前，普惠已经开始将 GTF 发动机 VR 模拟器用于员工和客户的培训，未来随着 VR 技术的不断成熟和更多 VR 工具的推出，普惠计划将 VR 技术应用于公司其他型号发动机的维修培训。除了普惠之外，业内其他供应商也在积极探索 VR 技术的应用。

知名的航电系统供应商罗克韦尔柯林斯公司也在开发 VR 技术平台，希望将 VR 技术用于从内饰座椅设计到技术人员培训等多个业务领域。早在 2014 年，罗

克韦尔柯林斯公司就开始与位于美国加利福尼亚的软件开发公司 WorldViz 虚拟现实软件公司合作，开发了专用于维修培训的 VR 应用工具。通过使用虚拟现实设备 Oculus Rift，使用者可以身临其境般“进入”飞机驾驶舱，进行故障诊断与排除。

知名的维修企业 Magnetic 公司去年推出了一款 3D 可视化飞机内饰体验服务，使 VR 技术成为客户参与客舱内饰设计的强大手段。以往，客户在挑选内饰材料时只能通过手掌大小的皮革或地毯样品选订内饰方案，这就会发生客舱完工后的效果与客户的预想出现偏差的现象。现在借助 VR 技术，客户可非常便利地查看应用不同材料后客舱的最终内饰设计效果，从而挑选出满意的装饰材料。这一服务目前已经成为 Magnetic 公司为客户提供高附加值服务的核心竞争力，也使该公司从众多竞争对手中脱颖而出。

## AR 技术应用不断深化

增强现实（AR）技术，是通过电脑技术，将虚拟的信息应用到真实世界，使真实的环境和虚拟的物体实时地叠加到同一个画面或空间中。

简单来说，AR 技术“增强”的是人获取信息和利用知识的能力，比如对复杂过程的动态、分步可视化，可减少培训时间和人为的操作失误。如今，在与工业物联网、智能可穿戴和移动设备相结合后，AR 技术能够让工程人员更好地融入到航空智能制造的工作环境。

近日，GE 公司将最新研发的智能扭矩扳手和增强现实技术用于了航空发动机的装配试点，结果发现这些智能工具不仅能带来效率的提升，还能有效避免装配维护错误。

GE 公司选择了业界知名的 Upskill

公司为其研发了一个名为 Skylight 的增强现实 AR 工业软件，该软件可以安装在谷歌智能眼镜 Google Glass 里来进行使用，并且配合了智能扳手进行项目试点。

试点工作在 GE 位于辛辛那提的发动机制造厂进行，有 15 名机械工程师参与了这些试验。试验过程中，每位工程师都佩戴了一副安装了 Skylight 软件的谷歌智能眼镜，并使用一个支持 WiFi 信号的阿特拉斯 - 科普柯 Saltus MWR-85 TA 智能扭矩扳手。

由于发动机设计十分复杂和精密，即便是一个不起眼的螺母都有可能造成严重的空中事故。在制造和维修过程中，一个螺母没有拧紧，轻则需要重新返厂维修，重则可能导致发动机在空中意外停车。而使用了智能扭矩扳手则可以避免这种情况的发生。

在工作过程中，佩戴谷歌智能眼镜的机械师，可以通过谷歌眼镜里安装的 Skylight 软件，随时查看维护过程中的分步指导和图像，并且不影响他们的实际视线。在机械师采用智能扭矩扳手进行螺母拧紧时，Skylight 软件又会通过谷歌智能眼镜提醒他们，让机械师可以实时调整力矩。在经过了一段时间的试验后，GE 公司发现使用了这套智能工具后，机械师在装配过程中的错误率明显下降，平均生产效率比使用传统工作方法的机械师提高了 8% ~ 12%。

空客公司将 AR 技术应用到了装配质量检查环节。在空客 A350、A380 的生产线上，“智能增强现实工具”（SART）可以辅助进行超过 6 万个管线定位托架的安装质量管理。操作人员利用 SART 访问飞机 3D 模型并将操作和安装结果与原始数字设计进行对比，以检查是否缺失、错误定位或托架损坏。检查完毕后，还会自动生成一份报告，报告中还包括不合格零

件的细节，使工作人员能够很快对其进行替换或者修理。利用 SART，A380 机身 8 万个托架的检查时间从 3 周缩短至 3 天。

## 数字化转型在加速

毫无疑问，大数据的应用已经成为了当今航空业炙手可热的话题。《航空周刊》最近的一份调查显示，有超过 75% 的发动机维修厂商正在利用大数据技术开展发动机维修业务。而以波音、空客为代表的主制造商也在不遗余力地部署大数据业务。波音和空客同时发布了新的数据分析平台，帮助航空公司缩短飞机停厂时间，为客户提供更准确的预测性维修。

空客发布的全新航空数据开放平台名为“智慧天空”，这个平台的设计目标是整合运营商、维修企业和制造商所拥有的数据，再利用全面的数据为航空公司和维修企业进行运营分析并提供决策参考，同时支持他们进行数字化转型。该平台整合的航空数据非常广泛，包括运营终端历史、机载传感器数据、机组报告、服务通告，甚至包括空客飞机的研发数据。

同时，空客还将其现有的数字产品，如飞机实时健康监控系统等转移至新数据平台上，并且正在增加服务项目，扩展新的合作伙伴。目前，空客已经与美国 Palantir 科技公司就“智慧天空”平台开展合作，并且与罗克韦尔柯林斯公司达成合作协议，由该公司为空客窄体飞机提供用于传输运营和维修数据的无线基础设施。此外，已经有一些航空公司围绕“智慧天空”平台的设想开始了概念验证试验，以帮助空客共同打造“智慧天空”。易捷航空作为“智慧天空”的首批试验者，其运营部门已经为该平台完成了为期两年的运行试验，以帮助空客开发单通道飞机的预测性维修算法。

波音则启动了名为 AnalytX 的数据分析服务，主要专注维修、工程、飞行操作、机组和供应链效率等方面。该数据分析服务将把波音公司各个业务领域的 800 余名数据分析专家集中在一起，利用科学的程序和方法将数据转化为可操作性的建议和客户解决方案，并提供给客户。在新业务启动的当天，波音公司与 5 家客户分别签订了涉及机队健康管理、机队油耗分析、疲劳风险管理等领域的数据分析协议。

达美航空是目前唯一一家同时选择波音和空客新数据分析平台服务的客户。继 2016 年为其 A330 机队选择采用空客的预测和风险管理（Prognostics and Risk Management）应用程序后，达美航空将与空客携手基于“智慧天空”平台开发预测性维修解决方案。达美航空计划将空客的预测和风险管理（PRM）应用程序与“智慧天空”平台结合在一起使用，以便更好地对部件进行分析。此外，达美航空还为其波音 717 机队选择了波音的飞机健康管理服务。

除了波音和空客的新数据分析平台，维修业还涌现出了众多数据分析平台，如著名的 GE 公司的 Predix、汉莎技术公司的 Aviator 和法荷航维修工程公司的 Prognos，以及其他制造商推出的数据分析和状态监控产品。其中，GE 公司通过 Predix 平台已经获取了 3 万台在役发动机的数据，其中大部分数据是从飞机上升和下降等关键飞行阶段所捕获的数据。汉莎技术正在使用其 Aviator 平台（其中包含预测性维修应用程序）为其庞大的客户群提供服务，法荷航维修工程公司则利用其 Prognos 工具开展机体和发动机的预测性维修工作，目前该平台所能提供的维修范围已经从发动机、机体拓展到了 APU。由此可见，在不久的将来，航空数据的“产出”将成为衡量航空业发展水平的重要指标之一。■

航空运输

# 2023 年全球民航业能否扭亏盈利

文 | 赵巍

2022 年，中国民航遭遇了疫情三年来的最低谷，中国民航企业将创出历史性巨亏。临近年底，中国抗疫进入新阶段，明年国家的中心工作将是聚焦恢复经济。2023 年，中国民航能否触底反弹、扭亏盈利？本文聚焦国际航协 IATA 在 2022 年底发布的航空市场预测，解析全球航空市场的复苏状态和未来趋势，判断中国民航的复苏发展。

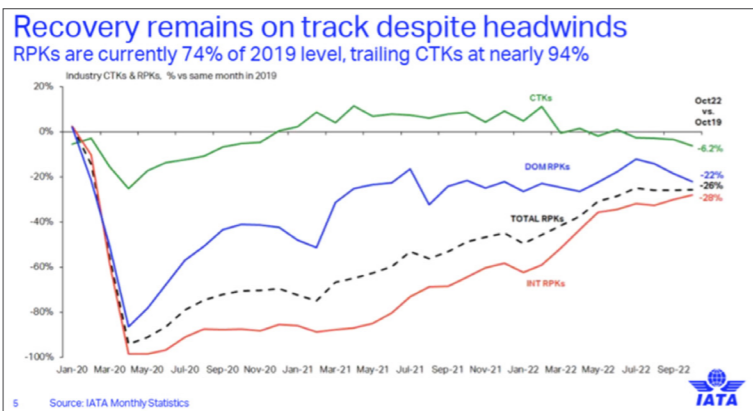
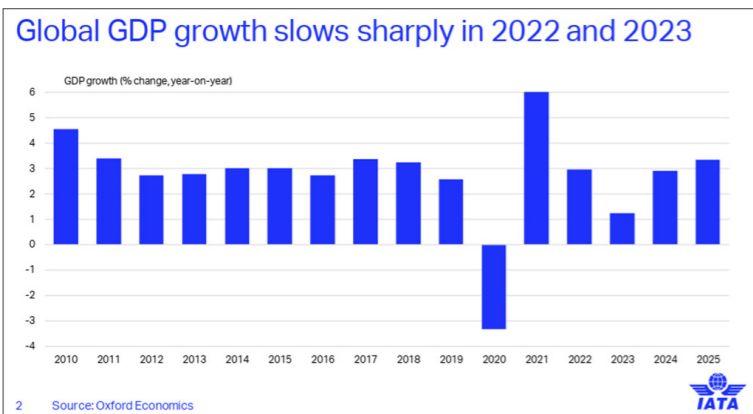


图 | 南方航空



### 复苏的逻辑：既要看疫情防控，更要看经济发展

对于民航业未来的发展预测要基于经济大背景，这是产业经济学的基本范式，国际航协的预测报告也是这个逻辑。2022年全球经济萎缩，2023年全球经济继续衰退。包括经合组织、国际货币基金组织、联合国和世界银行等都给出预测：2022年全球经济增速3%左右，2023年全球经济增速只有2%左右。但是，国际航协12月6日发布的年度市场展望报告，对于2022年和2023年的经济预测选取了一组更为悲观的数据。IATA选取的是牛津大学对全球经济的预测，认为2022年全球经济增速2.9%，2023年全球经济增速1.3%。全球经济的衰退必将对航空业的复苏造成持续的不确定冲击。



关于航空客运与货运的总体复苏预测。大疫情对航空货运的冲击比较小，2021年全球航空货运甚至实现了逆势增长。但是，2023年因为经济衰退，全球航空货运会出现小幅下滑。大疫情对于航空客运的冲击很大，尤其对国际客运的冲击更大。预测2022年，全球民航国内客运业务能够复苏到疫情前的80%左右，而国际客运业务只能复苏到疫情前的70%左右。

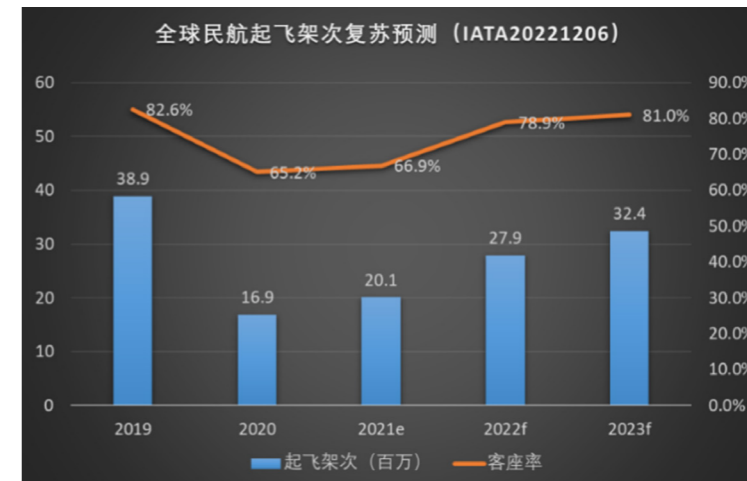
关于起飞架次和客座率的预测。2019年全球民航商业航班的起飞架次是3890万架次，客座率82.6%。2020年，全球民航起飞架次下降到1690万，客座率下滑到65.2%。2021年，全球民航起飞架次复苏到2010万，客座率小幅增长达到66.9%。预测2022年，全球商业航班将恢复到2790万架次，客座率复苏到78.9%。预测2023年，全球商业航班将复苏到3240万架次，客座率进一步复苏到81%。

关于民航客运量的预测。在起飞架次和客座率稳步恢复的基础上，全球民航客运量也在持续恢复。2019年，全球航空旅客运输量为45.43亿人次。2020年，全球民航客运量下滑到18.07亿人次，下降60.02%。2021年，全球民航客运量21.85亿人次，同比增长20.9%，相对于2019年的复苏率达到48.1%。预测2022年，全球民航客运量将恢复到34.24亿人次，同比大增56.7%，复苏率75.4%。预测2023年，全球民航客运量将恢复到41.89亿人次，同比增长22.4%，复苏率92.2%。

图1| 国际航协对全球经济增速的预测  
图2| 全球航空客运与货运复苏率预测

→

图3| 全球民航起飞架次和客座率预测  
表1| 全球民航客运量预测  
表2| 全球民航旅客周转量预测  
表3| 全球民航货运周转量预测



关于民航旅客周转量的预测。2019年，全球民航旅客周转量为8.688万亿客公里。预测2022年，全球民航旅客周转量将恢复到6.136万亿客公里，同比增长69.4%，复苏率70.6%。预测2023年，全球民航旅客周转量将恢复到7.43亿客公里，增长21.1%，复苏率85.5%。

关于货运周转量的预测。2019年，全球航空货运周转量为2540亿吨公里。2021年，全球航空货运周转量2720亿吨公里，同比2020年增长18.8%，达到了疫情前2019年的107.1%。预测2022年，全球航空货运周转量小幅下滑到2500亿吨公里，同比2021年下降8%，是2019年的98.4%。预测2023年，全球航空货运周转量大约2400亿吨公里，同比2022年下滑4.1%，是2019年的94.5%。

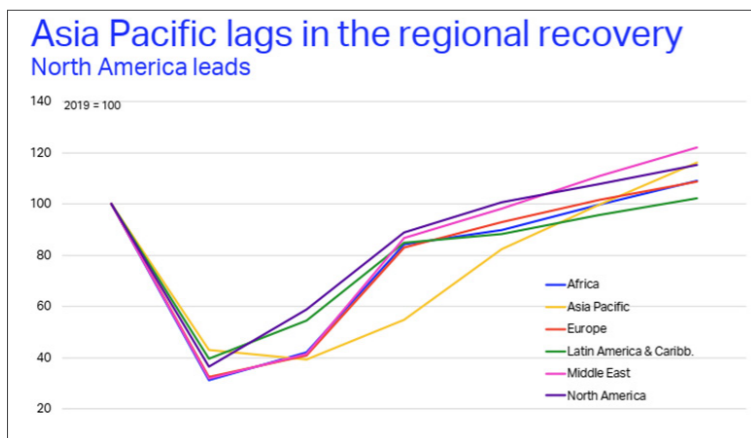
从全球各区域航空市场的情况看，各区域的复苏出现了明显的分化。亚太航空市场在2021年和2022年全面落后了，亚太的落后当然包括了民航的落后。

2019年亚太地区民航旅客周转量在全球的占比是34.3%。2020年亚太地区业务恢复最好，民航旅客周转量在全球的占比上升到37.4%。但是，2021年亚太在全球的占比下滑到29%，2022年将再次下滑到21.7%。这其中，中国民航业务下滑的影响因素很大。

年	旅客运输量 (亿)	变化率, %	复苏率, %
2019	45.43	3.8%	100.0%
2020	18.07	-60.2%	39.8%
2021e	21.85	20.9%	48.1%
2022f	34.24	56.7%	75.4%
2023f	41.89	22.4%	92.2%

年	RPK (亿客公里)	变化率, %	复苏率, %
2019	86880	4.1%	100.0%
2020	29740	-65.8%	34.2%
2021e	36230	21.8%	41.7%
2022f	61360	69.4%	70.6%
2023f	74300	21.1%	85.5%

年	FTK (亿吨公里)	变化率, %	复苏率, %
2019	2540	-3.2%	100.0%
2020	2290	-9.9%	90.2%
2021e	2720	18.8%	107.1%
2022f	2500	-8.0%	98.4%
2023f	2400	-4.1%	94.5%



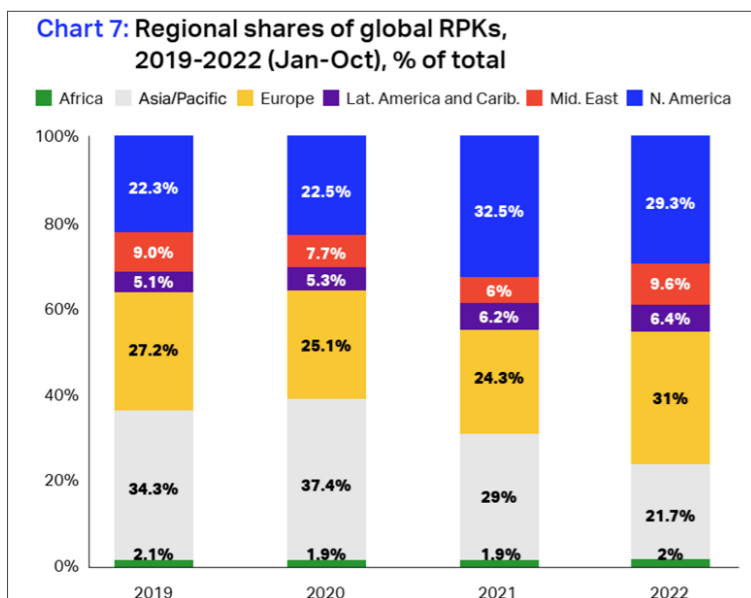
在全球航空市场的业务复苏过程中，区域的差异分化一定会影响到各区域航空公司的经营状态。

### 全球航空公司经营预测

三年疫情严重冲击全球民航业，民航业拖了全球经济的后腿。根据国际航协的统计，2019 年全球航空公司收入 8760 亿美元，预测 2022 年将恢复到 7540 亿美元，2023 年将恢复到 8120 亿美元。全球航空公司收入占全球 GDP 的占比，从疫情前 2019 年的 1%，下降到 2020 年的 0.4%，2022 年恢复到 0.7%，2023 年也只恢复到 0.8%。

2019 年以前，全球航空公司一直处于比较好的盈利状态。2018 年，全球航空公司净利润 273 亿美元，净利润率 3.4%。2019 年，全球航空公司净利润 264 亿美元，净利润率 3.1%。2020 年，全球航空公司巨亏 1377 亿美元，亏掉之前 5 年的利润累计之和。2021 年，全球航空公司亏损 420 亿美元。国际航协预测 2022 年全球航空公司依然要亏损 69 亿美元，预测 2023 年全球航空公司将整体扭亏，实现盈利 47 亿美元。

但是，全球各区域航空公司的经营状态存在很大差异。2022 年，北美航空公司率先实现扭亏盈利。预测 2023 年，除了北美之外，欧洲和中东的航空公司也能实现扭亏盈利，但是亚太和非洲的航空公司依然是亏损的。



Worldwide airline industry	2019	2020	2021e	2022f	2023f
Spend on air transport,\$bn	876	394	521	754	812
% change over year	3.6%	-55.0%	32.2%	44.8%	7.6%
% global GDP	1.0%	0.4%	0.5%	0.7%	0.8%



图 4 | 全球航空市场复苏区域分化  
图 5 | 各区域民航旅客周转量占比  
表 4 | 全球航空公司收入及占全球 GDP 比例  
图 6 | 全球航空公司净利润及利润率预测

国际航协预测，北美航空公司在 2022 年将实现盈利 99 亿美元，2023 年盈利 114 亿美元。欧洲航空公司在 2022 年亏损 31 亿美元，2023 年将实现扭亏盈利 6 亿美元。亚太航空公司 2019 年盈利 49 亿美元，2020 年巨亏 450 亿美元，2021 年亏损 148 亿美元，2022 年亏损 100 亿美元，2023 年还将亏损 66 亿美元。

国际航协对于全球各区域航空公司经营情况的预测，主要是基于航空公司的运力（有效客公里 ASK）和运量（收入客公里 RPK）这两大指标作出的判断。2022 年，北美航空公司的运力复苏率达到 93.7%，运量复苏率达到 91.4%，北美航空公司率先扭亏盈利没有意外。2022 年，亚太航空公司的运力只复苏到 51.1%，运量复苏率只有 44.3%，亚太航空公司的亏损是情理之中。2023 年，北美航空公司运力复苏率将达到 98.9%，运量复苏率 97.2%，欧洲航空公司的运力复苏率 89.1%，运量复苏率 88.7%。2023 年北美和欧洲的航空公司能够盈利属于正常状态。而 2023 年亚太航空公司的运力预测复苏率是 75%，运量复苏率是 70.8%，在这种复苏水平下，大概率还要继续亏损。

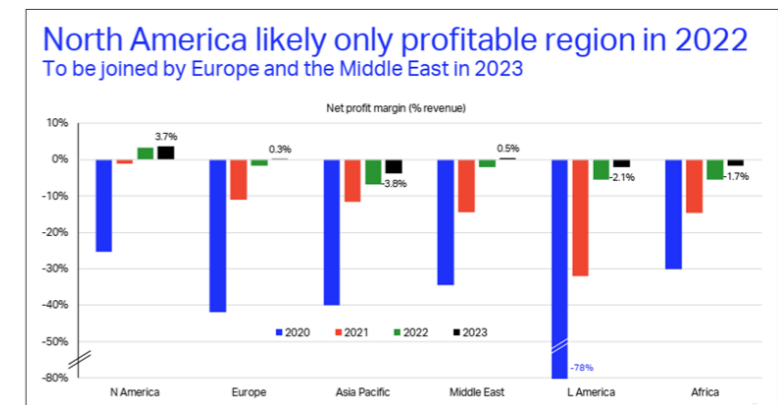
北美航空公司是以美国的航空公司为主，2022 年北美航空市场恢复好，美国的大部分航空公司都会扭亏盈利。中国航空公司在亚太的地位特殊、贡献很大，2022 年亚太航空市场持续低迷，中国航空公司将迎来历史性巨亏。那么，2023 年中国航空公司能扭亏盈利吗？

### 2023 年中国民航业经营预测

按照国际航协的预测逻辑，中国航空公司在 2022 年亏损，2023 年还会继续亏损。但笔者观察到，2022 年中国民航业务量跌入疫情三年的低谷，中国航空公司将

迎来历史巨亏。但是 2022 年第四季度中国抗疫政策重大调整，中国民航的业务量已经开始出现比较强劲的复苏。因此，笔者预测，从 2023 年第二季度开始，中国航空公司大概率能够实现扭亏。

回顾中国民航这几年的业务情况。2019 年，中国民航旅客运输量 6.6 亿，2020 年 4.18 亿，2021 年 4.4 亿。2022 年 1~11 月，中国民航旅客运输量只有 2.33 亿，全年预测大约 2.53 亿左右，只相当于 2019 年的 38% 左右。今年前三季度，中国四大航的亏损就已经超过 1000 亿，第四季度大概率还会亏损。2022 年全年，



净利润 (亿美元)	2019	2020	2021	2022F	2023F
北美	174	-351	-23	99	114
欧洲	65	-345	-121	-31	6
亚太	49	-450	-148	-100	-66
中东	-15	-94	-47	-11	3
拉美	-7	-119	-70	-20	-8
非洲	-3	-18	-11	-6	-2

区域	RPK 复苏率F		ASK 复苏率F	
	2022年	2023年	2022年	2023年
北美	91.4%	97.2%	93.7%	98.9%
欧洲	81.4%	88.7%	84.0%	89.1%
亚太	44.3%	70.8%	51.1%	75.5%
中东	79.3%	97.8%	78.0%	94.5%
拉美	87.4%	95.6%	88.6%	94.2%
非洲	67.7%	86.3%	68.9%	83.9%



图 7 | 全球各区域航空公司净利润率预测  
表 5 | 全球各区域航空公司净利润预测  
表 6 | 全球各区域航空公司 RPK 和 ASK 预测



中国航空公司将创历史记录巨亏。

展望 2023 年，中国航空公司能否扭亏，关键要看业务复苏，而民航的业务复苏是与抗疫政策紧密关联的。11 月 11 日，国家发布抗疫 20 条。12 月 7 日，抗疫新 10 条发布。当前，国内航空旅行已经没有疫情限制，国际航空旅行的限制条件也在不断优化和调整。12 月中旬开始，国内航班的复苏增速很快，但是还没有达到较高状态。而国际航班的复苏更复杂一些，既受到国内政策影响，还受到国际因素影响。现在美国、德国、日本等国家，因为疫情因素取消签证办公，都会影响到相应的国际航线。所以，当前我国的国际航班虽然在不断优化增长，但依然处于低谷。而国内的疫情还要经历最后的波峰考验，国际航空旅行的真正复苏，肯定要等到国内疫情的波峰冲击以后。

2023 年元旦和 2023 年春节，中国民航的国内航班和旅客运输量会得到比较好的复苏，但是应该注意，中国航空公司和

民航机场的一线工作人员必须要经历全国疫情高峰的冲击检验。民航一线工作人员作为疫情中的特殊监管人群，在全国疫情高峰中应该如何应对，怎么界定工作人员“阳过”、“阳康”以后的上岗标准，民航局和各航空公司、机场都需要尽快落实细化实施方案。

总之，随着中国抗疫进入新阶段，民航业将快速复苏，但是元旦春节前后将有几波疫情高峰的冲击。因此，我们预测 2023 年第一季度，中国航空公司将处于整体盈亏的临界状态，这时候有能盈利的航空公司，那绝对是优秀的企业标杆。从 2023 年第二季度开始，随着疫情高峰的过去，中国航空公司大概率开始业务量稳步复苏，实现扭亏为盈。2023 年中国民航一定能走出困境，我们有必胜的信心，未来引领全球航空业发展，我们更是信心百倍。■

航空运输

## 国内民航市场： 持续回暖 复苏向好

文 | 张丰霖

国内机票搜索量翻倍，航班量逐步增加……自防疫“新十条”发布以来，随着国内疫情防控政策不断优化调整，我国民航市场正在逐渐复苏。各机场、航空公司第一时间优化疫情防控措施，聚焦安全生产，加大运力投放力度，全力以赴推动航空市场恢复发展。目前，北京、上海、广州、深圳、成都、重庆、杭州等机场航班取消率降低，有效航班座位供给不断增加，助力经济活力不断释放。



图 | 成都航空



图 | 东方航空





图 | 中国商飞

## 回暖 近期航班量呈阶梯式上涨趋势

自12月7日防疫“新十条”发布以来，在线旅游平台的机票搜索量纷纷上涨，部分平台国内机票搜索量增长350%。而在通信行程卡取消通知发布后，12月12日0时至13时，部分平台春运期间机票搜索量基本与疫情发生前持平。

在机票搜索量上涨的同时，国内客运航班量也在稳步增长。相关数据显示，自12月初以来，国内航班量从日均不足3000架次逐步增加至4000架次。

机场方面，年旅客吞吐量千万级以上机场航班量均呈上涨趋势。《华夏时报》指出，22个千万级机场连续多日航班量增长，其中郑州新郑、重庆江北、乌鲁木齐地窝堡、成都双流、西安咸阳等机场连续增长达到9天或以上。支线机场也传来航班复苏的消息。《中国民航报》发布的消息指出，内蒙古机场集团支线机场航班架次恢复率已达到2019年同期的95%。其中，锡林浩特机场的航班架次恢复率为

169%，通辽机场为137%，包头机场为122%，呼伦贝尔机场为116%，以上4个支线机场的航班量已超过2019年同期水平；其他支线机场也基本实现全面复航。

利好政策带来的一系列市场反应，使航空市场信心大增，多家航空公司加大国内航班运力投放力度以满足旅客出行需求。《新京报》《每日经济新闻》聚焦多家航空公司加大运力投放力度的新闻，并认为中国民航市场总体上将重回上升趋势。防疫政策调整后，东航国内机票瞬时搜索量增长明显，国内机票销量也在12月7日下午迎来涨幅，当日机票销量较前一日增长23.4%，较月初增长100.7%，其中国内机票销量较月初增长120.5%。12月12日，东航国际和国内总航班量达1421架次，其中国内航班量达1379架次，较12月1日国内航班543架次增长超过150%；当日东航运输旅客近14万人次，较月初增长近140%。中国民航网的报道指出，这是今年暑运过后，东航航班量受疫情反复影响持续陷入低谷后迎来的快速回升期，其国内航班量连日来呈迅速增长态势。吉祥航空近日宣布将进一步加大国内航班运力投放力度，计划自12月中下旬起全面恢复包括广州、贵阳、成都等国内多个重点城市的航班。预计到12月下旬，吉祥航空每日平均航班量将增至250班左右，与今年12月上旬航班量相比翻番，基本达到2021年同期水平。南航近期也将陆续恢复和开通多条航线，包括恢复贵阳至华东、中南、东北等方向的航线航班；计划开通广州—阿勒泰直飞航线，每周五往返一班，这是南航目前航程时间最长的国内定期航班。春秋航空数据显示，截至12月13日，春秋航空每日航班量已从之前的约250架次增至近350架次，旅客运输量快速攀升。

值得一提的是，春运的来临也是民航

业一大利好。日前，在一些在线旅游平台上，春节前夕的机票搜索量暴涨至3年以来的最高点。

数据预计，2023年春运机票预订量将达到近三年峰值，接近疫情发生前的八成。有业内专家表示，距离今年春运到来不足一个月，在防疫政策调整优化下，人们的心态已从观望转为直接行动。随着商旅人员流动性率先释放，元旦、春节将迎来探亲、度假客流的显著增长，传统冬季冰雪游、暖冬游等消费市场也有望迎来实质性复苏。

## 包机 助力外贸“加速跑”

防疫“新十条”的发布，让外贸企业有了参与海外竞争的有利条件。从浙江“千团万企拓市场抢订单行动”登上热搜榜，到四川省商务厅包机“组团出海”赴欧洲拓展市场……全国多地政府陆续开展带队出国的行动，帮助企业组织包机，到海外抢订单、拓市场，誓要抢回“失去的时间”。

以登上热搜榜的浙江为例，其最早协商首都航空等航空公司，包机从杭州萧山国际机场起飞前往日本、欧洲抢订单、拓市场。《中国民航报》消息显示，首都航空的商务包机共计搭载来自嘉兴、杭州、宁波、湖州等地的50家企事业单位的96名工作人员，于12月4日至12月10日到日本东京开展为期7天的商务活动，主要任务是参加日本AFF展会（亚洲纺织成衣展），并进行商务拜访、考察、招商等。紧接着，12月5日，来自四川食品、医药、汽车、家具、农产品等行业31家外贸企业的40人乘坐民航商务包机飞赴法国、德国、意大利，开展为期9天的经贸促进活动。

此外，较受社会关注的是东航的商务



图 | 严龙



包机。东方网消息指出，12月9日，东航派出一架空客A330客机，执飞南京—法国巴黎包机航班，搭载江苏苏州商务经贸团近190人赴欧洲，前往法国巴黎、德国法兰克福等地开展订单洽谈和招商活动。搭乘此次包机航班的经贸团将在欧洲拜访西门子、克诺尔、法孚、凯辉基金等世界500强、全球行业头部企业和知名国际金融机构，同时进行城市推介、接洽知名商（协）会，并将在欧洲经济中心城市开展多场招商活动。

“一次见面，胜过千封邮件。”在这个过程中，中国民航无疑将扮演重要角色。东航在接到此次包机任务后，第一时间组织各部门设计航路、测算性能、申请时刻、制订包机保障计划和相关预案，同时积极与出境机场、海关、边防以及目的地国家各相关单位密切沟通，安排境内外人员进行保障，确保航班顺利运行。东航商务委有关人员在接受媒体采访时表示，特殊时期要有特殊举措，东航此次正是以超常规速度申请时刻、选定机型、调配飞机等，为推进加快复工复产按下了“快进键”，助力“加速跑”。

每年第四季度都是外贸行业的传统旺



季，不少省份提出了包机组团拼市场的需求。目前，山航等航空公司就发布公告称，在陆续恢复各地航线的同时将全面承接政企考察、公司团建等定制航班。可以预见，未来将有更多商务包机从中国出发前往世界各地。各个省份的商人将在政府的全力支持下，尽最大努力，把错过的找回来，把失去的拼回来。

## 复苏 离我们还有多远

从航班客运量的绝对值来看，当前的数据与疫情发生前的顶峰还有不短的距离。对此，不少专家认为，可以参考国外航空市场的复苏经验。新华财经援引国际航协数据指出，截至今年9月，美国航空市场无论是国内航线还是国际航线都基本接近2019年同期水平。招商证券分析称，美国民航业经历了两轮快速恢复期，2020年第二季度至2021年第二季度，美国国内航线实现大幅恢复，客座率接近2019年同期水平，国际航线同样快速恢复，但恢复程度低于国内航线；2022年1月至7月，国际航线客座率再一次恢复至2019年同期水平。此外，欧洲部分国家航班量恢复近九成，亚洲部分国家如日、韩等国际航线恢复不足五成。

参考国外民航复苏经验，多数媒体认为，虽然航班量将持续回升，但考虑到冬季疫情反复和各地防控情况，2023年春季后将是行业基本面真正改善的开始。《新京报》指出，对于航班恢复走势，从部分国家航班恢复率和防疫政策时间分布来看，放宽疫情管控之后，初期航班量迅速增长，达到峰值之后迅速回落，呈“倒U形”；中期线性恢复或局部震荡；后期趋于稳定，恢复率达到稳定值，稳定在疫情发生前八成上下。文章同时指

出，虽然其他国家的民航恢复曲线不一定契合我国民航实际情况，但仍具有一定参考价值。《每日经济新闻》文章指出，“民航市场需求的恢复=确定性回归+旅客信心重构”。旅客信心重构的趋势是必然的，但具体节奏具有不确定性。短期内民航市场可能出现三层分化。第一层，出行刚需强且经济活跃的城市，恢复速度较快；第二层，不同城市的第一波感染率不同，人们对新冠肺炎认知的变化不同步，导致民航市场恢复不同步；第三层，部分中小机场所在城市老龄化程度高、经济水平较低，疫情发展趋势不同，也会使得民航市场分化。

在关注复苏的同时，业内专家也结合中国民航实际情况提出了“两个适应”和“两个准备”。“两个适应”，一是“经济适应”，即民航不可能完全脱离经济发展整体态势，只有经济逐渐走稳走好走强，民航才有希望恢复到疫情发生前水平；二是“防疫适应”，根据公开信息，包括民航在内的各行业需要适应防疫形势变化，在此阶段，民航出行人数不会增加很多，部分航线还可能减少。“两个准备”，一是“安全准备”，长期大面积停飞对民航工作人员专业能力挑战极大，应积极准备，杜绝各种安全隐患；二是“服务准备”，包括空中和地面服务设施、人员和流程方面的调整，应结合新形势，推出适合的新产品。

尽管距离真正意义上的恢复正常仍有很长的一段路要走，但民航的复苏之路或已开启，寒冬中的民航市场终于迎来了一缕加快复苏的暖阳。■

航空运输

# 全新空铁联运模式 能否在中国落地

文 | 熊维

2022年7月，德国铁路公司（Deutsche Bahn）与星空联盟在法兰克福共同宣布，自2022年8月1日起，德铁将以非航司成员的身份，加入星空联盟。随着德国铁路公司的加入，世界上最大的航空联盟在成立25年之际，迎来了它的最新成员，也是它在铁路上的第一个成员。

## 德铁入星盟，航司与旅客双赢

根据最新公布的合作细节，此次星盟下的空铁联运具有以下几个显著特点：首先是一站式空铁“联程票”。旅客在星盟旗下的航司平台购买机票时，可以实现一站式的铁路+航空的购票体验，而无须在多个购票平台进行预订和支付。旅客在完成购票后，会直接获得机票+火车票的行程单（目前还不确定两段行程反映在一张行程单上，还是分开模式）。同时，由于铁路线路选择的加入，旅客有了更多的行程组合选择以及更加灵活的安排。

其次，常旅客将在德铁享受到星盟成员的优先待遇。星盟的各个等级的常旅客服务将会同步复制在德铁的旅行中。优先登机、更灵活的行李政策、贵宾厅使用，累积和兑换积分，这些服务的加入，无疑对于现有的常旅客来说，是个加分项，绝对是一项非常有吸引力和竞争力的安排。需要说明的是，与航空行程累积不同，并不是所有德铁车票都能够累积星盟积分，而仅限于空铁联运段。

那么，这样的模式对于航司和旅客来说，又有哪些显而易见的好处呢？

首先，对于星盟的航司来说，利用欧洲成熟的铁路网络、下沉市场，增加了市场的覆盖面。打个形象的比方，以德国市场为例，在没有德铁加入的情况下，国航飞德国的航班，在目的地只能是点对点的覆盖。虽然国航在出发地可以利用庞大的国内航线网络，汇集中转客流，但在目的地，却无法保证进一步将乘客运抵德国的每一个目的地。乘客下了客机，后面的就只能指望自己了。

目的地实现空铁联运，德铁的网络能够将法兰克福这一个点更加拓展成周边地区的一个面。国航在新的星盟模式下，理论上可以通过出发地与目的地的合作网络，全程覆盖每一段旅程。

其次，这种一站式的空铁模式，也对航司达成未来的减排有着极大的帮助。这一点，可能在当前还看不出什么效果，但在未来一定会是空铁联运对航司非常重要的吸引力。铁路相较于飞机，天然具有环保和低碳的优势。航空公司卖出一张空铁联运机票，旅客在全程的碳排放如何计算、如何分配，根据模式的不同，这类行程至少将有助于平摊航空段的碳排放数值。面对欧盟日益严格的碳排放税，确实有助于达成碳排放指标并获得更多的配额。这里可做的文章很多，最直接的一点，一年通过空铁联运的运量换算成航班量，变相也变成了航司减少飞行带来的碳抵消效果。

最后，空铁联运其实增强了各大航司在支线线路的市场竞争力。这些年，欧洲廉价航空市场增长非常迅速，廉航的市场覆盖往往也是大城市周边的中小机场以及连接枢纽与中小城市的支线航空市场。而这一市场恰好与铁路在 800 公里以下的竞争优势相重叠。如果德铁与航司在此类线路上有进一步的市场推广服务，弥补一点铁路在价格上相较于廉航的劣势，空铁联运势必会因为便利性和舒适性更加得到旅客的青睐。

对于旅客来说，同样也是好处多多。最显而易见的常旅客权益和购票、行李托运便利性已有提及。笔者更想强调的是，在面对航班不正常的情况下，旅客权益的保障力度会更加全面。

如果空铁联运是在一个行程单中，一个最为明显的变化就是，在出现铁路机械故障或者组织安排限制，导致晚点没赶上飞机的情况下，因为旅客购买的是空铁联

运产品，与中转航班不正常类似，旅客将被改签安排至最近的下一班。而如果没有空铁联运模式，此类问题会被视为因旅客自身原因导致的迟到。如果购买的就是退改签非常不灵活的低价票，迟到的旅客往往只能自己承担相应的损失。两相对比下，这样的变化和保障力度的增强是显而易见的。

此外，德铁的加入，将会让航空公司在航班不正常时可选择工具更加丰富。以欧洲最为突出的航司和机场罢工为例，以往在这种情况下，很多旅客只能苦等航司调整安排飞机。在运力有限的情况下，这种处理往往耗费大量的时间。而铁路线路的加入，很多航司便可选择通过火车班次来疏散机场的旅客，通过新的模式减缓机场的压力。当出现天气因素导致航班取消或者大面积延误时，也可以通过向旅客提供铁路班次来协助旅客调整行程。

以上这些可能的变化，都是在空铁联运之前无法想象的。当然，这个过程也是非常复杂的。德铁还需要跟所有的星盟成员一一落实和签署相关协议，整个工作难度可想而知，后续这项工作将如何推进还有待观察。

### 空铁联运产品催生新问题

革命性的产品自然也会导致很多我们意想不到的新问题和新的挑战，空铁联运也是如此。

虽然这一模式脱胎于汉莎与德铁数年的合作，但考虑到如此多德国以外航司加入，还是会有很多的不明确和容易产生纠纷的地方。

“航空运输期间”如何确定？行程单和单一票号是否适用于空铁联运产品？在以上讨论中，多次提到了行程单问题，也是笔者比较好奇的一个方面。考虑到如此

紧密的合作，在未来即将推出的空铁产品，是会像以往的航司联营或者协议下，将铁路票与机票段出在一个统一票号和行程单下呢？还是采用分别出票的模式？在当前的航司合作下，无论航段多么复杂，涉及多少承运人，行程单往往是判断运输关系性质的关键因素，进而会影响人身和货物损害赔偿标准。

如果比照航空模式，那么一张德铁 + 国航行程单下，在德国境内的铁路段同样也应该适用《蒙特利尔公约》关于责任赔偿限额的规定。

换句话说，空铁联运会涉及陆路运输阶段发生的损失是否应视为航空运输期间的损失，因此其可以依据《蒙特利尔公约》享有责任赔偿限额等对于承运人的保护性权利。

以货物运输为例，根据《蒙特利尔公约》第十八条，航空运输期间系指货物处于承运人掌管之下的期间。一般来说航空运输期间不包括机场外履行的任何陆路、海上或者内水运输过程。但如果此种运输是在履行航空运输合同时为了装载、交付或者转运而办理的，在没有相反证明的情况下，所发生的任何损失推定为在航空运输期间发生的事件造成的损失。

在此类货运空铁联运模式下，是否意味着铁路运输段适用于上述的规定而受公约责任限额的保护。抑或德国当地的铁路运输法律将在适用上更为合适？同理可推，旅客的空铁联运又该如何适用？细究公约原文，对航司主导的空铁联运产品，这一类问题的规定并不明晰。原因也正是当年立法时，并未想到空铁联运会纵深发展到如此深入合作的阶段。

笔者认为，星盟即将推出的模式，除了运输方式由飞机改为火车外，似乎与现有全部的航空运输合作并无性质上的区别，事实上已经将德铁视为一家“虚拟航



图 | 千图 Pro

空公司”来进行合作，由此便会带来一系列的潜在纠纷和法律争议。

除此以外，德铁与各家星盟成员的费用结算会通过怎样的流程完成？订票系统的数据交换又是通过何种模式？由于德铁并不是 IATA 成员，这个操作层面的问题处理不好，也会极大影响乘客的出行体验。

### 国铁会有机会加入星盟吗

那么，这种创新的空铁联运模式会在中国落地吗？就目前而言，笔者认为可能性并不大。

首先，来看一下空铁联运模式在中国有利的客观条件。与欧洲类似，中国有庞大、复杂以及更为先进的城际轨道交通网络。这一条件是空铁联运最为重要的客观条件，同时也是最难达到的。轨道网络越发达，通达性越便利，旅客搭乘空铁产品的意愿也就越强。除了欧洲以外，目前全球估计也就东亚具备这一基础。北美的航司就算意愿再强，这一产品也不会有多少商业性的可行性。

同时，这种模式还需要有足够的机场

与轨道交通的复合枢纽数量。

这一点，就不得不提到国内目前的标杆上海虹桥枢纽。目前，全国大多数的高铁枢纽基本也都在加紧与机场“联姻”。如果没有便捷的换乘，空铁产品的便利性将大打折扣。但在这些优势下，要想真正实现星盟成员的标准，确实还有不少的挑战。

回看过去十多年来航空与高铁的竞争和合作，国内的空铁联运模式探索了很多年，也取得了一定的进展，但目前还只是较为初步的订票以及行李联程的基本合作服务，与这次星盟与德铁合作的广度和深度都还有一定的差距。

目前，据笔者观察，国内的空铁联运模式还仅停留于订票阶段。早在十年前，国航就在华东地区推出过空铁产品。2012年，东航也正式与上海铁路局合作，启动空铁联运项目。国内目前的空铁联运产品大多数采用将铁路班次以虚拟航班形式录入航司订座系统的方式，在航空订座系统中实现了铁路运输段的销售。旅客购买“空铁联运”产品后，可在铁路列车发车90分钟前凭购票时使用的有效身份证件原件在指定地点换取火车票。通过航空与铁路运输间的无缝衔接，以一票通达的优势，为旅客出行提供更为便捷无忧的出行选择。简单说，目前的空铁联运更像是飞机+火车的购票组合，并未实现行程变更、会员体系共享、行程不正常应对等诸多功能。

其次，国铁会员体系的市场化水平还有待加强。前些年，国铁推出会员可以累积积分还引起了很多关注。虽然在会员服务以及待遇方面有了一定进步，但国铁的整个会员系统跟航空公司相比，还有很大的差距。

在现有的模式下，别说会员级别如何对接星盟，就连整个模式都还有不小的差

别。会员体系的整合其实也是一家新航司加入任何联盟所必须解决的难题。

第三，国铁甚至国内各航司不一定真的有意愿将空铁联运融入航空联盟。从国铁角度来看，花费大量精力，可能还有不菲的入盟费用，所带来的引流效果却太小。而且，世界三大航司联盟，以国内星盟与天合分庭抗礼的态势下，加入谁都不合适，都会影响与其他航司的合作。一碗水端平才是作为曾经的铁老大最为正确的选择。

从航司角度来说，作为星盟成员的国航显然不希望本可以借由其他航司带来的中转客流被高铁分走一杯羹。与德铁与汉莎的关系不同，三大航与国铁之间还是有不少直接竞争关系的航线。

市场环境的不同，决定了星盟所推广的空铁联运产品至少在现阶段并不适合中国市场。比起加入星盟，可能现在国铁考虑一下，如何提升境外乘客购票体验或许更具有现实意义。反倒是香港的海天码头在珠三角的水运接驳，澳门、珠海与香港机场的大巴接驳服务等，似乎更有机会发展成为今后各类航空联盟的非航司伙伴。因此，总体来说，虽然星盟的空铁联运模式并不适合我们，但其实还是能够从其合作模式中找到很多值得借鉴的地方。

例如，如何更好地深化空铁联运产品，发挥多式联运的整体社会和经济效益，最大化利用社会公共资源。高铁与航空本就不是冤家路窄，各自特有着独特的优势，中欧的经验都在说明，合作才是最终共同的选择。毕竟，回归原点，全世界的运输服务，终极目的不都是在完成如何让旅客更方便地实现出发地与目的地的连接。■

航空运输

## 以航线网络建设为抓手 促进民航 规范化、协同化、品质化

文 | 钟山

2022年年初，民航局出台了《民航局关于创新“干支通，全网联”服务模式实施意见》(以下简称《实施意见》)。《实施意见》将贯彻落实新时期民航“一二三四”总体工作思路，以“十四五”规划为牵引，以智慧民航建设为主线，持续优化航线网络建设，不断满足国家战略、人民出行、经济社会发展等目标要求，进一步释放国内潜在市场需求，提升基础网服务能力，加快打造保障有力、人民满意、竞争力强的国内航空运输服务体系，为新时代民航强国建设提供有力支撑。



图 | VariFlight Map



## 出台背景

多年来，民航局积极践行“人民航空为人民”，坚持改革创新、强化协同联动，通过开展国内中转旅客跨航司行李直挂服务试点，推动企业优化流程、搭建信息平台、建立协同机制等进一步改善中转服务，鼓励航空公司、机场等打造个性化、特色化、多元化的中转产品，如昆明机场“易畅转”和长沙机场“经长飞”，杭州机场的近机位“门到门”中转和特殊旅客中转“代跑腿”等，中转业务初步形成规模；同时持续加大在航线航班、机队运力、时刻资源等方面的政策支持，提升偏远与交通不便地区的航空出行保障，逐步完善以航线网络为核心的航空运输服务体系。

以支线航空为例，截至2021年底，我国境内支线机场总数达到176个，占全国运输机场的70.4%，约75%的支线机场分布在中西部地区。2021年，支线机场共完成旅客吞吐量7638.2万人次、起降架次228.3万架次，分别较2020年增长18.5%、15.1%，分别达到行业平均水平的3.1倍、1.9倍，在全国总量中的占比分别为8.4%、23.4%。总体而言，随着基础设施、航线航班等资源的逐步增加，中西部地区的航空服务水平得以优化和提升，为实现民航高质量发展、促进区域经济发展提供了重要支撑。

尽管国内航空运输市场发展取得了一些成效，但对于多领域民航强国和智慧民航建设而言，当前国内航线网络布局、机场互联互通以及推进中转便利化等方面仍存在以下问题：

关键资源配置不足。一是布局仍需完善。尽管目前已建成的支线和通航短途运输机场在促进地方经济发展、应急救援、国防等方面发挥了重要作用，但与人民群众需求和地方经济社会发展需要相比，中

西部地区支线机场布局仍有较大完善空间。二是运力严重不足。2020年，我国支线机队规模达到202架，仅占全部运输飞机总数的5.2%，且支线机队增速远低于同期支线机场旅客吞吐量年均增速。三是时刻等资源紧张。支线航线多为枢纽机场与支线机场相连的形式，虽然近年来航班时刻配置政策针对支线机场发展给予了一定扶持，但在实际运行中支线机场仍不同程度受到相关枢纽机场时刻资源不足、“控总量”指标等制约。四是网络结构不合理。2019年，全国仍有87个支线机场的通航城市数量不足10个，其中有46个支线机场日均航班量不足2班。

行业主体认识不一。对航空公司而言，大型航空公司自身航线网络较为发达，更倾向于引导旅客选择直飞或者在本航司中转，不会过多考虑旅客的时间和金钱成本，即使有更高效率的跨航司中转拼接机会，也不会主动推荐给旅客；而中、小规模航空公司则倾向于将此视为合作共赢，参与积极性更高。对机场而言，大型机场更加注重中转服务对其枢纽地位提升、旅客人流汇聚的促进作用，因而主动性更高；而中小机场则因担心投入大、周期长、见效慢而存在诸多顾虑。对旅客而言，普遍对中转航班的认可度不高，一提到中转航班首先想到的是很多的不确定性、很多的顾虑，比如中转产品单一、中转等候时间长、反复存取行李、重复安检，尤其是遇到航班延误造成衔接不畅或行李破损等问题时体验不佳，导致了旅客对中转航班较为排斥。

服务标准执行不同。由于中转服务涉及到不同航司和机场在航线资源、服务流程、地面保障、处置规范等诸多方面的对接，行业内尚未就此形成统一的标准，特别是通航短途运输与运输航空在航班计划、客票销售、客舱服务等方面存在较大差异。一是通航短途运输旅客信息难以进

入旅客订座系统（俗称“黑屏”），二是通航短途运输旅客不能托运行李，只能携带8公斤以内的随身行李，三是通航短途运输旅客在运输机场换乘航班时，需再次安检，四是通航短途运输售票班次因自身原因取消或者长时间延误，对旅客食宿保障等与运输航空存在一定差异，导致中转旅客乘机体验感不佳，也制约了民航比较优势的提升。

## 实施意义

“十四五”时期我国旅客运输量将超过9亿人次，运输机场数量将达270个以上，航空公司运力保障和空管部门运行保障将持续增强，民航将成为大众化、普及化的交通出行方式。但就目前而言，我国人均乘机不足0.5次，低于世界平均水平的0.87人次，更是远低于美国的2.48人次。多年来，由于中转服务产品不足、衔接效率不高、旅客体验不佳等因素，旅客视中转为畏途，极大限制了出行意愿。而空域、时刻资源难以短时间大幅度提升的窘境，又严重制约了机场间开辟更多的直达航线。这就意味着民航需要服务的人群越来越多，我们要积极推进中转服务便利化，打造无缝衔接的“干支通，全网联”的航空服务网络，提升旅客出行意愿、激发航空市场潜力，让更多人能够享受民航服务，满足三四线城市居民出行，助力区域协同和乡村振兴战略。

当前，我国民航迈上了从单一航空运输强国向多领域民航强国跨越的新征程，这是中国民航发展新的历史方位，也是民航“十四五”规划的基准起点。站在这一民航强国建设转段升阶的关键时期，必须着力巩固航空运输强国地位，重点聚焦行业在网络结构、运行效率、经营品质、综合保障能力等方面的不足，持续强化运输航空领域各基

我国民航迈上了从单一航空运输强国向多领域民航强国跨越的新征程，这是中国民航发展新的历史方位，也是民航“十四五”规划的基准起点。

本特征的成熟度。特别是支线和通航短途运输机场，作为“干支通、全网联”航空运输体系建设的重要组成部分，也是激发国内航空需求的基本盘，在发展过程中仍面临着关键资源配置不足、行业主体认识不一、服务标准执行不一、信息服务联通不足等亟需解决的瓶颈与短板。

“十四五”时期随着人们生活水平的提高，中高收入群体规模不断扩大，消费结构升级趋势明显，人民群众对航空服务的需求更加多样化和个性化，对全流程、高品质的航空服务有了更新的期待。为此，我们要把实施扩大内需战略同深化供给侧结构性改革有机结合起来，改变目前服务产品单一化、同质化等问题，统筹服务的供给侧和需求侧，在供给结构、供给质量上发力，创新“干支通，全网联”服务模式，在不依赖增加机队、机场等增量资源的前提下，对民航存量资源进行更精准的深入挖掘，增加现有支线、通航短途运输机场之间的通达性，提升航线网络运行效能，进一步强化比较优势，提升民航核心竞争力，在更高的起点、更高的标准上，提供更加符合旅客差异化需求的服务产品，加快培育完整内需体系，以创新驱动、高质量供给引领和创造新需求，全力推动民航实现高质量发展。

2022年年初民航局发布了《“十四五”民用航空发展规划》和《智慧民航建设路线图》，提出要创新“干支通，全网联”

服务模式,助力实施“出行一张脸”等目标。事实上,智慧民航建设是贯彻以人民为中心发展思想,加快推进民航供给侧结构性改革、拓展行业发展空间、更好服务国家战略、实现高质量发展的重要路径。创新“干支通,全网联”服务模式,有利于改善旅客航空出行体验、提升满意度和获得感;有利于发挥支线对干线的供血效应,提高航司客座利用率、提升航司经济效益;有利于发挥枢纽机场的辐射效应,增强枢纽地位、提升旅客流量,从而形成旅客、机场、航司乃至整个行业多方共赢的局面。

去年以来,长沙、深圳、昆明、郑州、兰州五家机场组建了“跨省中转通机场联盟”,首都机场联合海南航空、四川航空、地服公司(BGS)、在线商旅平台(OTA)推出了“经首都 连接飞”国内跨航司通程航班服务方案,实现了航空公司、机场等以联盟为纽带,以中转便利化为切入点,致力开拓中转服务互通、航线网络互联、客流收益互惠的新型合作模式,给全行业树立了新的样板。

## 重点任务

《实施意见》以试点为突破口,围绕法规标准、服务平台、资源配置、行业监管等关键节点开展工作,积极推进“五个一”工程,着重突破妨碍“干支通,全网联”服务模式运行效率的关键堵点,激发市场主体内生动力,将通航短途运输全面融入运输网络,全力构建中国民航“干支通,全网联”的运输航空服务体系,充分释放国内航空运输市场活力。

突破体制机制障碍,完善法规标准体系。从法规、规章、标准、规范各层次入手,全面梳理“干支通,全网联”服务相关的企业运行、资源配置、保障标准、市场监管等各方面存在问题,研究通航短途运输

纳入公共航空运输方式管理的可行性及相关举措,将有关法规修订完善工作全面纳入立法计划,构建一套国际接轨、行之有效的中转便利化与通程航班法规标准,提供有力的法治保障。

聚焦痛点堵点环节,开展试点示范工作。围绕干支、支支、支通等航线联通过程中存在的问题与瓶颈,鼓励企业联合机场、航司、OTA等积极探索发展新路径,研究干线与支线、支线与通用等相衔接的运行模式和协作机制,支持各地开展一批因地制宜、各具特色的“干支通,全网联”试点工程,建立试错容错机制,推进试点成果固化推广。

整合相关信息系统,搭建行业服务平台。一方面,以“智慧民航”建设为主线,推动航空运输的客票销售、航班运行、投诉管理等与通用航空业务系统协同,建设通程航班监管平台,实现“干支通,全网联”服务模式涉及的业务管理与监督系统融合互联,提升通程航班的保障能力与服务水平。另一方面,加快建设一个开放协同、公益共享的行业级中转便利化信息服务平台并推广应用,有效整合国内中转服务相关信息资源,不断提升各机场、航空公司的服务能力与中转便利化水平,真正为旅客提供“服务有温度、保障有力度”的航空出行体验。

优化关键资源配置,鼓励模式应用创新。推动深化“放管服”改革,形成一套开放有度、创新融合的通程航班服务监管体系。一方面,围绕运力投放、航线航班、起降时刻、航路划设、资金补贴等完善支持政策体系,进一步优化资源配置,鼓励市场主体开展干支通航线网络建设。另一方面,实施包容审慎的监管模式,鼓励航空公司、机场等市场主体通过创新技术、产品和商业模式,推进政策、管理、技术和服务创新,持续提升干支通中转便利化水平。■

## 人物

# 尚峰： 全球首架 C919 交付背后的故事

文 | 陈姗姗

## 尚峰

东航 C919 飞行部副总经理

总飞行时间:15200小时,原A320机型本场教员/飞行检查员。重要飞行任务:两岸直航首航任务(南京-台北),北京大兴机场、成都天府机场III类低能见度运行试飞,虹桥/浦东、西宁、南通等机场PBN程序试飞,东航A320机型拉萨、九寨、稻城、康定、日喀则、玉树、果洛等高原机场飞行程序试飞,以及华东、西北等地区多个新建机场试飞。

2022年12月9日11时39分,一架涂装有东航标志的国产大飞机C919从上海浦东国际机场起飞,12时2分,大飞机落地上海虹桥国际机场。

这架飞机是交付中国东方航空公司的首架C919飞机。东航也是C919飞机的全球首家用户。

东航C919飞行部副总经理尚峰,参加了这次只有23分钟的国产大飞机“首秀”飞行。

作为东航首架C919“首秀”飞行机组成员,尚峰说,这次飞行是他职业生涯中最值得纪念的第一次。



## 尚峰：全球首架 C919 交付背后的故事

## 梦想成真的时刻

在进入东航 C919 大队之前，尚峰是空客 A320 机型的本场教员、飞行检查员，总飞行时长达 15200 小时。

在此之前，尚峰的飞行生涯中，已经有过很多第一次。

他曾经执飞两岸直航首航任务（南京—台北），北京大兴机场、成都天府机场 III 类低能见运行试飞，虹桥 / 浦东、西宁、南通等机场 PBN 程序试飞，东航 A320 机型拉萨、九寨、稻城、康定、日喀则、玉树、果洛等高原机场飞行程序试飞，以及华东、西北等地区多个新建机场试飞。

但是能够成为东航首架 C919 “首秀”的飞行机组成员，尚峰还是觉得更值得纪念。“很长时间以来，我都关注着 C919 飞机的进展，期待能够早日驾驶中国大飞机。今天，C919 飞机交付东航，这是我梦想成真的一刻。”

尚峰介绍，虹桥机场和浦东机场离得很近，它们是东航的两个主基地机场，所以东航的飞行员对于两个机场之间的互相调机已经非常熟悉了，航路、地形都非常熟悉，“但这次是驾驶着中国大飞机 C919 在两场飞行，翱翔在我们的主基地机场上空，这是我们梦想实

现的时刻。”

尚峰所在的东航，也同样一直关注着 C919 飞机的进展，并成为国产大飞机的全球首家客户。

早在 2010 年，东航就与中国商飞签署 C919 大型客机启动用户协议，并签署了采购意向；2016 年 11 月 1 日，东航与中国商飞签署合作框架协议，成为 C919 大型客机的全球首家用户。东航还深度参与了 C919 机型的设计研发过程。

2021 年 3 月 1 日下午，东航与中国商飞正式签署国产大飞机 C919 购机合同，首批引进 5 架。当时，C919 飞机还在局方审定试飞阶段。

除了 5 架之外，东航还与商飞签署了另外 15 架 C919 飞机的意向合同。

民航业内人士林智杰对记者指出，民航业要畅通国内大循环，除了要“维护好飞机、运营好飞机”之外，关键是“能造好飞机”。一款好的飞机，不仅是造出来的，也是用出来的、改出来的。东航有较强的运营能力、维护能力和技术实力，能够帮助商飞尽快把国产大飞机改得更好。而 C919 能为东航在波音和空客之外，提供更多的选择，有助于提升战略安全，也有利于东航货比三家，

降低飞机采购成本。

## 严格选拔入列 C919 首飞

购机合同签署后，东航和商飞就开始对接并开展飞机投入运营的各项准备工作，包括新机型补充运行合格审定、专业人员培训及客户支援保障协议等谈判签署工作等。双方还称要通力协作，在飞机进出口、航材维修、物流仓储、新技术应用、航材支援、维修保障、飞机构型优化等领域加大合作及研究力度，确保首批次飞机高质量运营。

值得注意的是，东航最初是计划将 C919 飞机放在新成立的一二三航空运营的。

2020 年 2 月，东航全新命名的一家新航空公司“一二三航空”正式揭牌，当时的定位就是主要运营 ARJ21、C919 等国产飞机，秉持干支结合，立足长三角、服务沿海、辐射周边的发展目标，以运营国产商用飞机为主体，结合现有公务机业务，推动公共航空和公务航空“两翼齐飞”，打造“干支”结合的运输产品。

随后，一二三航空也陆续接收了多架支线飞机 ARJ21，不过随着 C919 飞机的交付临近，东航最终还是决定由本部自己运营。

尚峰是在 2022 年 9 月底被东航选拔成为第一批飞行员参加 C919 飞机首飞飞行员训练的。随后，公司又确定了他和另外两位同事完成东航第一架 C919 飞机交付飞行，这也是全球交付的首架 C919 飞机。

“接到消息后，我非常激动，因为我关注了 C919 飞机很多年，从飞机立项，到 2017 年 5 月 5 日首飞，我都持续关注。”尚峰说，“有很多 C919 飞机的试飞员也都是我的好朋友、老同事，我们进行了很多交流。所以，当得知可以首飞 C919 时，我非常兴奋！”

尚峰回忆，在首飞之前，他们首先参加了 C919 机型的改装训练，包括理论训练、模拟机训练等，“我们要非常认真、仔细地梳理飞机理论、特点等。”

2022 年 11 月 29 日，民航局为 15 名飞行员颁发了 C919 飞机机型别资质，尚峰就是这 15 人之一。

“随后，我们开始紧锣密鼓地筹备首架飞机的交付，包括细节和流程，飞行员和乘务员之间的协调沟通、机务团队配合等。”尚峰说：“在交付之前，我们和商飞试飞团队进行了很多交流，以便全面准确地掌握这架大飞机的特点。”



## 交付前的准备

2022 年 12 月 2 日，东航总经理李养民亲自为 C919 飞行部揭牌授旗。值得一提的是，揭牌授旗仪式还是在当天 9 时 19 分正式开始的。

李养民在授旗仪式上指出，让中国大飞机翱翔蓝天，承载着国家意志、民族梦想、人民期盼，C919 国产大飞机全球首机即将正式交付中国东航，国产大飞机事业也将从中国商飞研发制造的“上半场”转入中国民航商业运营的“下半场”。

尚峰介绍，考虑到 C919 大飞机对中国民航和东航的意义，公司

## 尚峰：全球首架 C919 交付背后的故事

非常重视机队的人员选拔和组建，目前机队有 24 名飞行员。

“我们从工作作风、技术等多个角度选拔组建飞行队伍，他们年轻有活力，拥有非常丰富的飞行经验，而且全部都是党员。”尚峰说，“我们不仅要把 C919 运行好、保障好，也要总结飞行经验，使机型不断优化成熟，为我们的同行、为其他飞行员把基础打好，把经验总结好。”

同样是在 12 月 2 日，尚峰和中国商飞的试飞员一起完成了交付机最后一次技术试飞。

“我对这次经历印象很深，当时和我们一起试飞的是吴鑫机长，他是 2017 年 5 月 5 日 C919 首飞的飞行员，在这次和吴鑫机长配合的试飞过程中，我收获很多，向他学习了很多经验和技能，让我对驾驶 C919 这架大飞机更有信心了。”尚峰说：“交付的前一天，我们还与商飞的飞行教员在模拟机上进行了首飞演练、训练，以确保此次调机、交付、首飞万无一失。”

作为东航 C919 飞行部副总经理，尚峰也介绍了 C919 机队目前开展训练的情况。

“除了改装训练之外，我们每周组织集中学习一次，每月模拟

机训练一次，都有着非常严格的标准。在 C919 投入航线运行的初期，我们还要制定详细的总结和计划。”尚峰说：“从之前的学习、考试、训练来看，C919 机型对飞行员来说比较友好，这也说明这个机型在人机界面等方面有一定成熟度。”

## 商业运营倒计时

在飞机交付东航后，旅客何时可以乘坐 C919 飞机进行商业飞行呢？

对此，东航方面介绍，由于 C919 是全球首发机型，在获得中国民航局初始批准的基础上，东航还要开展 100 小时以上的空机验证试飞，以对飞机的运行安全性、维修可靠性以及各项运行保障能力进行验证和确认。之后，东航将向局方申请《运行规范》，以获得 C919 飞机投入商业运行的最终批准。

目前，东航除了专门组建成立了 C919 飞行部，首批乘务组、首批机务工程师也已做好准备。

东航计划于近期开展 C919 验证飞行，除了上海两大机场之外，站点还包括北京首都、北京大兴、西安、昆明、广州、成都天府、兰州、海口、武汉、南昌、济南等。

而在完成上述准备之后，东航首架 C919 有望最早于 2023 年春满足民航局规章要求，投入商业载客运营，先期计划投入上海、北京、西安、昆明、广州、成都、深圳等地航线。而东航首批 C919 订单中的其余 4 架，也将在未来 2 年间陆续交付。

在 C919 正式投入商业运行之前，飞行员的首要任务就是按照民航局的总体要求，做好航线验证的准备。

对于能否保障好每一位旅客的安全出行，尚峰也充满信心。“在中国民航的体系中，对飞行员型别训练，也就是对飞行员新机型的改装训练有非常高的要求，每一个完成训练的飞行员都要经过非常严格的理论考试和模拟机考试。所以，也请旅客相信我们飞行员的技术能力，我们能够保障好每一位旅客的安全出行。”

“之前我已经飞过全国 200 多个机场，之后希望能够驾驶着国产大飞机，飞遍祖国的大江南北。”尚峰说：“未来，我也希望我们的国产大飞机能够飞遍全球各地。”■

## 科普

看得见的飞行：  
从“黑匣子”到飞行品质监控

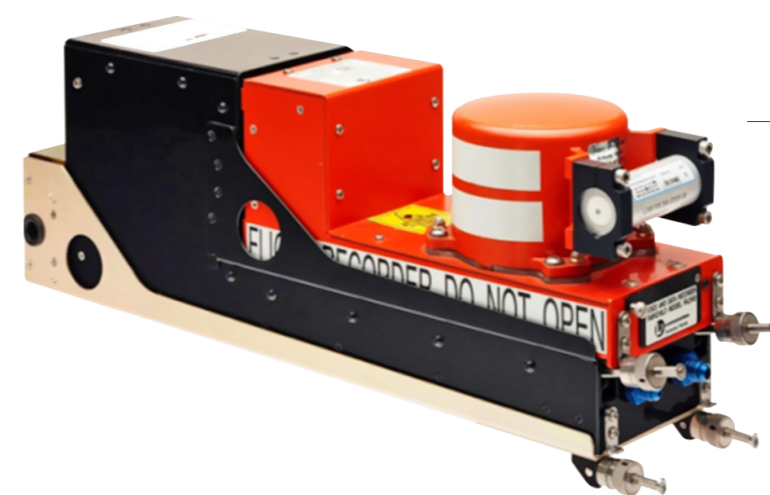
文 | 任和

为了查明飞行事故的真正原因，避免生命和财产损失，人们希望有一种设备能够记录飞机在飞行过程中，事故发生前的一段时间，乃至事故发生时刻的相关数据，为事故调查分析提供科学依据。20 世纪 50 年代，澳大利亚墨尔本航空研究实验室的戴维·沃伦（David Warren）博士发明了第一个飞行记录器原型，并开始飞机上试用，这就是新闻报道中经常提及的“黑匣子”。

## 飞行数据记录技术

飞行记录器，主要用于记录飞机的飞行数据以及驾驶舱声音，所记录的信息是飞行事故调查的关键数据，对判断事故原因起着至关重要的作用。飞行记录器通常包含两个：一个是飞行数据记录器（Flight Data Recorder, FDR），用于记录飞机的飞行数据，如飞行高度、速度、航向、姿态、发动机状况等；一个是驾驶舱语音记录器（Cockpit Voice Recorder, CVR），用于记录驾驶舱的声音，如飞行机组通话，机组与空管通话及飞机警告音等。

记录器上还安装水下定位信标（ULB），以方便寻找飞机事故后掉落在水

←  
飞行数据记录器



## 看得见的飞行：从“黑匣子”到飞行品质监控

域中的飞行记录器。ULB 安装在飞机飞行数据记录器（FDR）和驾驶舱语音记录器（CVR）的前缘，飞行记录器入水之后会触发水下定位信标工作，发射出频率为 37.5kHz 的超声波信号。可以利用声呐设备捕捉 ULB 的超声波信号，探测出飞行记录器及飞机所在位置。“黑匣子”的技术要求见表 1。

↓

表 1: FAR121.344 法规

性能指标	要求标准
耐燃烧能力	1100℃火完全覆盖燃烧一小时，260℃烤箱中 10 小时烘烤
耐静态挤压能力	六个主要几何轴心点施加 351.53 千克/平方厘米、持续 5 分钟的静压强挤压
耐穿透能力	一个 227 千克、底部安置有 6.35 毫米钢制撞针的重物从 3 米高落下撞击关键部位，钢棒接触面积直径小于 0.63 厘米
耐振动能力	在三轴向加载频率 5~500Hz、全幅值 0.91mm、加速度 10g 的振动波，每轴向持续 1 小时
耐冲击振动能力	三轴向施加半正弦波冲击振动，加速度峰值 3400g，持续时间不少于 6.5ms
耐液体浸泡能力	在航空器液体（燃油/滑油/灭火剂等）中浸泡 24 小时
耐海水浸泡能力	在海水浸泡 30 天
耐液压能力	在加压盐水罐（6100 米水深的液压）中放置 24 小时

## 快速转录记录器

快速转录记录器（QAR）是具有记录和下载性能的高容量记录器，其记录数据很容易被提取，是对 FDR 的飞行数据的 1 个备份，能更方便地从机上系统下载数据。可以用手提电脑通过小 USB 接口下载数据。无线快速转录记录器（WQAR）和 QAR 一样，是记录飞行数据的高容量记录器，但不需要人工下载数据。在飞机落地后，数据可通过无线网络自动下传地面，给飞机运行监控和飞机维修带来极大方便，现已得到了广泛应用。

## 飞行数据译码技术

飞行数据译码是指将以二进制数据流形式记录于记录器中的飞行数据，转换为工程数据。飞行原始数据只有经过译码，转换成直观的、具有单位或确切意义的工程数据，才能方便进行数据的分析与应用，进而了解飞机实际飞行状况及系统运行情况等。ARINC429 规范定义了一个数据字的单位、范围、分辨率、更新率以及有效位数值等。ARINC717 数据总线协议规范规定了飞行数据的记录结构。

实现飞行记录器（FDR、QAR）记录飞行数据译码的过程，就是对记录的原始二进制数据进行翻译的过程。译码可以手动计算单独进行，但更多的是通过计算机软件来批量处理。因此，进行译码的关键，就是在通用译码软件基础上建立相应机型的译码参数库。译码参数库实际是根据飞机参数（含 ARINC429 信号、模拟信号、离散信号）与 ARINC717 数据记录结构的映射关系建立的译码规则。因此，原始数据译码必不可少的条件有以

序号	监控项目	监控参数	监控点	偏差限值			备注
				轻度偏差	严重偏差	持续时间	
1	直线滑行速度大	地速	地面滑行	> 30kn	> 40kn	3s	跑道上除外
2	转弯滑行速度大	地速	地面滑行	> 15kn	> 18kn	2s	大于 60° 的转弯
3	起飞滑跑方向不稳定	磁航向，前空地开关	对正跑道,接通起飞马力至前轮离地	> 3°	> 5°	2s	偏离跑道方向
4	超过最大起飞重量	全重	—	—	>最大起飞重量 (kg)	—	—
5	中断起飞	空速	—	—	探测到	—	在速度大于 80kn 后又降至 60kn 以下

表 2: 监控参数示例

↑

下三条：（1）FDR 或 QAR 记录的原始数据；（2）飞行数据译码与分析软件，即译码软件（AirFASE、AGS、FLIDRAS、GRAF、LOMS 等）；（3）对应机型译码参数库。

## 飞行品质监控

飞行品质监控（FOQA, Flight Operation Quality Assurance）是指对飞行数据记录器的一系列飞行数据进行科学分析，以发现安全隐患、提高飞行操作的安全性、改善空中交通管制程序、指导机场与飞机的设计与维护。飞行品质监控的实施可及时发现飞行安全隐患，采取预防措施避免事故的发生。原中国民航总局 2001 年 1 月 1 日颁布了《飞行品质监控工作管理规定》，其中第二章第六条规定：飞行品质监控工作应成为航空公司的一项日常工作，监控范围

至少应该包括机组飞行品质和发动机状况。根据该管理规定的要求，各航空公司必须对所有指定机型的飞机加装 QAR 或具有相同功能的其他设备。通过飞行品质监控，飞行员可及时发现自身问题，提高职业素质和操纵品质，减少人为差错。利用飞行品质监控提供的详细飞行数据，航空公司可对飞行员的技术进行客观、公正的评判。可帮助发现飞行员自身弱点，对存在的技术问题进行针对性的培训。

飞行品质监控一般是制定监控项目的超限阈值，用采集的飞行数据作比较，辅助发现安全隐患、识别飞行安全趋势，及早采取预防措施。飞行品质监控的自动化可借助应用软件来实现，如 AGS、AirFASE 等。AirFASE 作为软件平台，提供数据原码译码、数据列表、仿真再现、超限事件触发等主功能。FAP（Flight Analysis Process）作为飞行品质监控程序，封装了所分析机型的译码规则、超限事件逻辑定义、监控标准等。FAP 必须基于 AirFASE 运行，不同的机型需要开发不同的 FAP。

## 维修品质监控

维修品质监控（Maintenance Operation Quality Assurance, MOQA）与飞行品质监控类似，建立以系统故障和维修操作作为监控对象的超限事件，通过监控运行期间超限事件触发的情况，综合判断设备状况及其寿命，采取提前换件和维修等措施，保证飞行安全，提高运行效率。以规避排查与维护过程中的盲目性，达到节约维修成本的目的。

传统的机务排故主要使用飞机状态监控系统（Airplane Condition Monitoring System, ACMS）的数据定位故障源，但维修品质监控可利用各类飞行数据对系统故障进行监控和排故。因为基于 ACMS 信息无法准确定位故障源，而使用 QAR 数据进行综合判断则能发挥其优势。

目前维修品质监控主要用于发动机性能监控（排气温度、滑油监控等）、系统故障监控（空调、液压系统故障等）、燃油监控（航线油耗技术）等，并没有形成统一的监控标准。■

科普

# 十四年磨一剑， GE 航空伴飞国产大飞机

文 | 文夷

2022年12月29日，中国东航从中国商飞手中接过全球首架C919飞机的钥匙，正式成为全球首家C919用户，标志着我国首架按照国际民航规章自行研制、具有自主知识产权的150座单通道干线客机，在完成适航取证后，正式编入国际主流航司机队，离商业运营更进一步。

在这背后，有一支数千人的团队，从C919飞机立项、设计、生产、试飞、取证到商业运营，前后历时十四年，全程保障，步履不停。这就是GE航空集团及其合资公司CFM国际组成的超强保障“天团”。

## 全方位保障安全商业运营

GE/CFM团队对于C919飞机后续的商业运营翘首以盼。“俗话说‘十年磨一剑’，但这把剑我们已经磨了14年。当全球首架C919飞机交付的时候，我的第一反应是这个项目终于可以开始接受市场检验了！”GE航空发动机系统设计与集成经理钟国华笑称。

GE/CFM为C919飞机提供的是一个整体推进系统解决方案，包括LEAP-1C发动机，以及短舱、反推等。这样一体化设计的好处，可使飞机整体结构降到最简单，有助于达到更好的空气动力学特性。简言之，就是更经济、更节油，同时性能达到更好。这在C919此前的取证试飞中得到了验证和确认。

“一直有人问我商业运营后敢不敢坐？有没有信心？我觉得这是一款好飞机，同时它有一个好发动机，GE/CFM有强大的支持团队，我充满信心，我只担心未来可能买不到C919的机票，毕竟初期运营时飞机数量较少。”钟国华补充道。

钟国华的这份自信，正是源于GE/CFM团队长达14年不分昼夜在C919项目上的支持投入。得益于与为C919机身独家一体化设计打造的整体推进系统，LEAP-1C推进系统在C919上的性能表现优于设计目标，比初期预估的更节油、更省钱。

而未来，GE/CFM团队也将向东航提供一系列支持以保障C919的安全商业

运营。

LEAP-1C机队管理经理邓超介绍：“GE/CFM已支持东航建立LEAP-1C的维修能力，包括发动机航线维护培训、航材工具采购，数据传输及远程诊断设置，以及开通CFM门户网站LEAP-1C的使用权限。”

此外，GE/CFM多部门组成的EIS支持团队会在交付后持续与东航进行沟通交流、答疑解惑，帮助东航快速熟悉新机型。“例如，东航同时也运营搭载LEAP-1A发动机的飞机，他们可能会想了解1A和1C的差异，1A日常运营积累的一些经验是否同样适用于1C，或者1C有什么独特的维护要求。就这些问题，我们的工程师都会和他们作一系列交流。另外我们也有代表会在初期验证飞行时去接飞机，希望通过持续沟通，在最开始就把包括前期14年的研发试飞维护经验，分享给航空公司的机组地勤、工程师以及一线工作人员。”邓超补充道。

GE/CFM在国内广泛布局的MRO网络将为LEAP-1C投入

服役后提供在翼支援及维修、维护和大修服务。GE航空、CFM国际与中国民航局等共同组建四川广汉航空发动机维修培训中心（AEMTC）已具备LEAP-1C发动机的维修培训能力。今年7月，首批东航机务人员就在此完成了LEAP-1C集成推进系统的维修培训。

与此同时，GE航空在上海的机队支援中心还将为服役后的C919提供全天候的技术支持和远程诊断监控支持，甚至可以对潜在的故障进行预测。

“每年我们会收到超过1亿条飞机数据，通过基于发动机物理和数学模型开发的预警系统，每年约15万个预警会被自动触发。随后，拥有丰富的发动机和航空公司运营经验的同事会对触发的预警进行评估和筛选，最终产生约1万个提示报告发给客户。客户在收到后，会依据相应的维护建议，对发动机进行检查和维护，提前发现可能的问题，并及时解决。”GE航空全球机队支援中心人员介绍，“GE航空在

发动机方面的丰富经验，加之我们先进的数据处理能力，能够实现高达90%的故障预测率，为安全飞行和客户的正常运营提供有力保障。”

## 助力C919挖掘更多潜力

自2017年5月5日C919成功首飞以来，5年时间里，6架C919试飞机分别在上海浦东、陕西阎良、江西南昌、山东东营、内蒙古锡林浩特、新疆吐鲁番、甘肃敦煌等地进行了不同科目的取证试飞工作，累积飞行时间达数千小时。

在5年的安全试飞中，GE/CFM团队配合商飞团队奔赴各地，不辞辛劳，为C919的各项取证试飞工作起到了保驾护航的关键作用。接下来，GE/CFM的工程及试飞团队仍将为C919的进一步优化进行努力，助力其飞到更多目的地。

目前6架C919试飞机仍然有试飞任务，例如第5架C919试飞机在近日飞上了海拔3535米的阿坝红原机场，这标志着C919首

## 十四年磨一剑，GE 航空伴飞国产大飞机

次成功试飞高原机场。

“虽然 C919 已经拿到型号合格证，能够保证一定飞行条件下的旅客安全，但继续试飞是为了让飞机和发动机的性能发挥到极致，比如可适应更极端的一些气候条件。这是没有止境的，要通过不断试飞才能实现。”钟国华介绍道。

进一步试飞也有助于挖掘 C919 的潜力，令其更环保、更省油。据了解，GE/CFM 正在与商飞共同探讨可持续航空燃料（SAF）的应用。目前，包括 LEAP-1C 在内的 GE/CFM 的所有发动机都可以采用经批准的 SAF，这也将助力航空业减排目标的实现。

“交付是开始商业运营的第一步。东航作为中国三大航之一，有着丰富的机队运营经验，这将为加快 C919 成熟运营和规模化发展提供有力保障。未来 GE/CFM 团队将持续关注并保障好 C919 的运营，积极倾听客户意见，配合商飞与航司对于 C919 后续发展和运营的要求，持续优化我们的产品和服务，助力 C919 的商业运营。”GE 航空中国航空项目总经理张志伟总结道。

## 大飞机心脏“背后的男人”

作为为 C919 机型独家打造的动力装置，LEAP-1C 在各大试飞现场的出色表现离不开 GE 航空工程团队夜以继日的付出。LEAP-1C 产品技术支援工程师陈铖对取证前最后一次的“功能和可靠性”验证试飞工作印象颇深。

为了最大化模拟航空公司的运营，一架试飞机一天要飞好几架次，这无疑对发动机的可靠性、利用率等指标提出了更为苛刻的要求。为了支持高强度、快节奏的试飞任务，工程团队从前期准备开始便花了颇多时间与心思。他们一面积极保持与总部的协同，争取扩大现场处置范围，同时还额外安排了同事在现场支援，以解燃眉之需。取证试飞结束前夕，工程团队更是三班倒、24 小时无缝衔接进行发动机的最后检查工作，积极配合商飞团队，确保试飞工作按计划进行。

终于，历时 18 天，150 小时飞行，此次“功能和可靠性”验证试飞任务圆满完成。

“LEAP-1C 的高可靠性和可用率是这次试飞成功的关键要素之一。LEAP-1C 在试飞过程中优异的表现远超我们的预期，CFM 试

飞团队功不可没。”商飞采供部副部长郭佳文介绍。

战寒霜、熬酷暑，工程团队常年漂泊在外，只为保障试飞工作顺利进行。无论是海拉尔零下四十四度高寒测试，还是在新疆吐鲁番进行的高温试飞，环境都极为苛刻。尤其面对新冠疫情，隔离条件艰苦，工程团队为了不影响工作进度，把酒店当成家。面对种种挑战，大家甘之如饴，一心只为国产大飞机 C919 能早日冲上云霄。正如 GE 航空产品支援工程主管工程师陈铖所说，如果不是抱有对航空事业的极大热忱是难以坚持下来的。

“从出发前的‘羽绒服’到归来时的‘短袖’，在外历经春夏秋冬。我现在已‘荣升’为酒店 VIP 会员，在保洁阿姨那边都混了个脸熟。”玩笑之下难掩陈铖因工作而无法陪伴家人的无奈。

一粒沙可以折射一个世界，陈铖的故事只是 GE/CFM 团队的一个缩影。在 C919 取证之后，GE/CFM 团队还将继续支持 C919 后续的试飞测试，最大化挖掘发动机潜力，增强其适应性，以满足更多航线要求。■

## 编者按：

1997 年 7 月 1 日，江泽民同志庄严宣告中国政府对香港恢复行使主权，漂泊的游子回归祖国母亲的怀抱。这是中华民族永载史册的盛事。在这一盛事的背后，有着各行各业的努力。保障出席香港政权交接仪式暨香港特别行政区政府成立庆典活动的中国政府代表团专机行动，是中国民航为这一盛事做出的努力之一。本文由《中国民航报》记者采写，首发于《中国民航报》1997 年 7 月 20 日头版。

## 漫话航空

## 一次永载史册的飞行

文 | 陈勇 王宏伟

1997 年 7 月 1 日零时 4 分，香港会展中心新翼五楼大会堂内，时任中华人民共和国主席江泽民庄严宣告：根据中英关于香港问题的联合声明，两国政府如期举行了香港交接仪式，宣告中国对香港恢复行使主权……大会堂内响起经久不息的掌声。

此时此刻，神州大地，12 亿华夏儿女载歌载舞；此时此刻，世界各地，每一个炎黄子孙心潮澎湃；此时此刻，香港启德机场大富豪酒店内，中国国际航空公司执行出席香港政权交接仪式暨香港特别行政区政府成立庆典中国政府代表团专机任务的机组人员已然进入梦乡……谁不想亲眼目睹这一积聚中华民族百年期待的庄严时刻，然而，此时此刻，睡觉却是他们的首要任务。启德机场停机坪上，细雨静静地冲刷着两架波音 747-400 机身上鲜艳的五星红旗和红色的凤凰，诉说着中国民航人一项神圣的使命……



→

江泽民同志 1995 年 7 月在专机上阅读《中国民航报》  
图 | 原载于《中国民航报》

一次永载史册的飞行



待命 激动与紧张相伴

1997年6月24日，国航现代化的飞行训练中心大会议厅里坐满了民航总局、华北局、国航、首都机场等单位的主要领导，一个内容绝密的会议正在紧张进行。总局总调度室主任正式下达专机任务：国航的3架波音747-400、2架波音767-300（其中一架767-300备机北京待命，一架747-400备机飞深圳待命），将送包括江泽民、李鹏、钱其琛在内的出席香港政权交接仪式暨香港特别行政区政府成立庆典活动的中国政府代表团一行239人，这是新中国民航史上最大的一次专机行动。国家主席、总理同时出行；同时出动4架现代化巨型、大型飞机；近百人的专机机组，这些均为新中国民航之最。时任中国民用航空总局局长陈光毅强调：一句话，把各项准备工作做得好上加好。绝不能出半点纰漏，绝不能有任何疏忽，绝不允许出现由于我们的原因造成的延误，必须做到万无一失。讲话中，陈光毅多次用到“绝对、必须”，仿佛在出征将士立下军令状。

中国民航总局成立了以陈光毅为组长，王开元（时任中国民航总局副局长）、王立安（时任中国民航总局副局长）、阎志祥、徐柏龄、殷文龙（时任国航总裁）、张富贵（时

任国航副总裁）参加的7人领导小组。总局任命阎志祥为专机总领队，徐柏龄、张富贵为领队。总领队统一协调、各领队分机负责，这种方式在中国民航的专机史上还是首次。时任中国民航总局副局长沈元康、时任民航中南管理局局长诸葛升坐镇深圳黄田机场前线指挥，作为专机经过的航路、经停和备降机场的主要领导挂帅指挥。

如此大规模、高规格的专机任务对于执行过5000多架次专机任务的国航飞行总队来说还是第一次。国航选出业务尖子组成飞行组和乘务组。飞行组成员里有正副总队长、两名大队长、一名副大队长，飞行员全部具备10000小时以上飞行经验，达到1/1带队机长标准；乘务组则由副总队长、乘务部党委书记、乘务业务处处长领军。5架飞机经AMECO机务人员精心维护后处于最佳适航状态。专机行动兵强马壮。

时间一天天临近，专机准备紧张有序地进行。6月25日，1号专机机长高殿榜赴港落实专机到港后的停机方式和代表团成员下机的礼宾程序。2号专机乘务长王银香赴港落实专机到港后的配餐问题。飞行组在核对航路、计划及主、备降机场的资料时，发现珠海/三灶机场的代号被误用为珠海/九洲机场，某导航台在两份资料上分别使用不

同名称，立刻将错误纠正。6月27日，5架专机试飞完毕，机组报告飞机性能良好，准备就绪。专机行动进入倒计时。激动、紧张，15万中国民航人屏息等待……

出征 迎着灿烂的阳光

1997年6月29日正午，北京首都国际机场专机坪，3架清洁一新的专机在夏日的骄阳下熠熠生辉。半空中，两只黄色大气球，拉起两个巨型条幅：“庆香港回归共创美好未来”、“一国两制是实现祖国和平统一的伟大创举”。

陈光毅与有关领导依次登上1号、2号、3号专机，为出征的机组送行。在2号专机驾驶舱内，当陈光毅得知由于阳光的曝晒，驾驶舱内温度达29度时，关切地询问机组是不是感觉有点儿热。机长陈景林告诉陈光毅，大伙儿心里更热，因为感到责任重大。陈光毅高兴地说，你们执行这次专机任务当感到无上光荣。他还特别询问了当晚飞机过夜的监护措施。

13时47分，钱其琛同志等人乘坐的波音767—300型3号专机关上舱门，跟随红色引导车，滑向跑道。14时16分，江泽民同志踏着红色地毯登上1号专机。上机后，江泽民热情地与已在前舱就座的邓

小平同志的夫人卓琳，时任全国政协副主席吴学谦，时任中央军委副主席张万年，时任全国政协副主席、民革中央主席何鲁丽，时任全国政协副主席马万琪等一一握手，记者们挤上前抢拍一个个珍贵镜头。乘务员躲避着记者的相机，小心翼翼、不声不响地送上热毛巾和可口的饮料。14时22分，1号专机滑出。

14时31分，李鹏同志缓步登上2号专机，在舱门口向送行的人群挥手道别。14时37分，机务撤去轮挡，2号专机滑出。

陈光毅和现场送行的民航领导放下挥动的手臂，此时，他们的心已随3架专机飞上万米高空……

1号专机客舱内，飘着优美动听的音乐，乘务员们为一些年事已高的首长送上事先准备好的低糖饮料。厨房内，乘务组正在准备为代表团开小吃。这时，乘务员向乘务长杨丽华报告，代表团反映，首长们刚用过午餐，还没有午休。杨丽华果断决定，更改预定程序，让首长们先睡个好觉。随即她巡视客舱，为首长们调整好座位，盖上毛毯，备好拖鞋。作为主管乘务工作的副总队长，出发前，杨丽华组织乘务员们学习了《香港基本法》，并确定了“热情、真挚、大方、礼貌、准确”的十字专机服务方针，她要求大家一定要让代表团百分之百地

↑ 本文原载于《中国民航报》1997年7月20日头版

## 一次永载史册的飞行

满意。头等舱内，江泽民同志认真审阅着交接仪式上的发言稿……

率先起飞的3号专机驾驶舱内，领队张富贵、机长王德明密切地注视着仪表显示的飞行数据，报务员李东生、戴文武始终与地面管制保持着联系，并不断将航路天气、飞行情况等有关数据传递给随后起飞的1、2号专机。飞机即将进入郑州管制区，机组得到报告：预飞航路天气不太好，云顶高，会造成颠簸，已有飞机请求绕行。为了让刚刚入睡的首长们好好地休息，机组果断决定爬升到最佳高度层。3架银鹰在蔚蓝的天空中平稳地飞向南方……

离深圳还有一个多小时的飞行时间，专机机组得到报告：深圳突降暴雨。各机组立即着手进行备降珠海的准备。

大雨倾盆的深圳黄田机场，沈元康焦急地看着腕上的手表，此时离专机到达仅有40分钟。气象部门送来报告，雷达显示：恶劣天气将迅速好转。40分钟后，奇迹出现，深圳上空云开雾散。

当日下午16时40分，3号专机平安落地香港。17时过后，被雨水冲刷得分外洁净的深圳黄田机场跑道上，经过2060公里飞行的1、2号专机依次顺利降落。飞机下，等候多时的沈元康拉住征尘未洗的机

组人员的手说：“同志们辛苦了，刚才，我接到陈光毅局长打来的电话，要我代表他谢谢大家。”

初战告捷！翌日，中国民航人将面对更加严峻的考验……

### 跨越 69 公里如行万里

看过大型纪录片《邓小平》的人都会记住这样一个镜头，当年，世纪伟人邓小平站在深圳国贸大厦顶层深情地眺望，香港鳞次栉比的建筑清晰可见，深圳离香港确实太近了，然而，中华民族跨越这段距离却用了155年。

6月30日，在东部太平洋副热带高压和西部低压槽的夹击下，整个珠江三角洲地区时有降雨，据民航气象部门报告，当日，深圳和香港大部分时间为小雨、中雨及强降雨。机场周围伴有浓积云和雷雨，云中颠簸，低空大风和风切变。如此恶劣的气象条件，直接影响飞行安全。事先，中国政府代表团制定了4套由深圳赴港方案：坐飞机、乘火车、坐轮船、乘汽车。其中，坐飞机是首选的最佳方案。因为，计划当日下午17时在香港启德机场举行欢迎仪式，各大电视台已架好了现场直播的摄像机；空中旅行便于沿途安全警卫；中国最高领导人

首次踏上香港的土地，乘机抵达更能显示国力的强大。

现实要求中国民航人作出迅速准确的决断。阎志祥、徐柏龄、张富贵3位领队，高殿榜、陈景林、王德明3位机长组成6人临时小组，坐阵气象中心，随时索取港深机场的气象资料。广州气象中心实时将多普勒气象雷达探测到的雷雨资料报到深圳；深圳机场气象台每隔15分钟传送一张雷达回波图给塔台和进近管制室。下午13时30分，深圳机场气象台台长庄松寿向沈副局长和6人小组汇报，预报室综合来自各方面的气象资料，得出结论：香港机场处于雷雨区边缘，专机到达时天气形势会有所好转。为慎重起见，沈元康又专门向香港民航处询问了情况。14时整，民航拿出缜密计划，时任国务院秘书长罗干拍板决定：1、2号专机按原定第一方案飞赴香港。

16时43分，2号专机准时起飞。5分钟后，1号专机腾空而起。

2号专机驾驶舱内，左座驾驶员李晓平手握操纵杆保持飞机姿态，观察员王沪军监控飞机的各类数据、信息和气象雷达显示，督促飞行动作落实；2名报务员传达地空指令，收听天气通播，保持与乘务员和两机间的联系；机长陈景林坐在右座

镇定指挥。短短69公里，20分钟的航程，机组精神高度集中，感觉时间过得真慢。

2号专机客舱内，乘务长王银香却觉得时间过得太快，为首长们端茶送水，乘务员脚步如飞。一位首长打趣地说，真该给你们每一位空姐发一双旱冰鞋。

17时3分，亿万收看直播的观众，从电视中看到，小雨中，李鹏同志的专机激起一片水花，平稳地降落在香港启德机场跑道上。5分钟后，江泽民同志的专机安全落地。专机机组长出了一口气，这20分钟飞行比跨越太平洋去旧金山还揪心，投入的精力够他们绕地球飞20圈的。

1号专机停稳的一刻，头等舱内，卓琳同志站起身，乘务员搀扶她从右座走到左座，透过舷窗，老人凝望着飘雨的香港，连声低语着，“好，很好”。

舱门打开，国航蓝白相间的雨伞下，江泽民同志、李鹏同志同时走下舷梯，踏上香港的土地。

### 归航 光荣属于祖国

7月1日，北京晴空万里，盛装的首都机场等待着归航的专机。

万米高空，1号专机客舱内，江泽民同志对乘务长杨丽华说，人

逢喜事精神爽，他和卓琳女士兴奋地唱起京戏。2号专机客舱内，李鹏同志伏案为中国民航执行此次永载史册的飞行写下：安全飞行欢迎香港回归。罗干同志走进驾驶舱看望机组，高兴地说：“民航为香港回归立了大功。机组高超的飞行技术、热情周到的服务体现了民航的精神风貌，特别是你们在困难的条件下，保证飞机按时到达，保证了飞行安全。我代表李鹏总理对民航、对机组表示感谢。”

当日11时50分和15时50分，李鹏、江泽民的专机先后落地首都机场。完成了神圣历史使命的中国政府代表团走下飞机，同样完成了神圣历史使命的专机机组人员走下舷梯。总领队阎志祥高兴地向陈光毅汇报，“您的要求我们都做到了”。

7月2日，参加完所有活动的钱其琛同志率领几十位部长、副部长登上3号专机踏上了归途。时任国务院外办主任刘华秋对乘务长刘玉梅说：“你们飞行好、服务好，我们吃得好、喝得好、心情好。”18时10分，3号专机降落在首都机场。中国民航执行的中国政府代表团出席香港政权交接仪式暨香港特别行政区政府成立庆典活动的专机任务圆满结束。

这次任务中还有这样一些无名

英雄，飞赴深圳待命的波音747—400型2466号备机在机长邢连滨的带领下，始终保持着高度的戒备状态。他们最早进入准备，最后解除备份，仿佛是映衬鲜花的绿叶。

7月3日，中国民航总局向中国国际航空公司，华北、中南管理局，北京首都、深圳黄田、广州白云、珠海机场发出慰问电，电文中说：“各单位领导和职工以饱满的精神状态和高度的政治责任感，按照总局提出的确保安全，准点飞行，优质服务的要求，全力以赴，密切合作，高质量、高标准地完成了任务，为香港回归做出了贡献，受到中央领导同志和代表团成员的好评。”同日，殷文龙收到了陈光毅签发的表扬信，信上说：“你们不愧是一支作风过硬、技术精湛、保障有力的飞行队伍，你们以实际行动体现了民航的风采，体现了国航人的形象。”

历史不会忘记这次历时4天的航行，民航不会忘记为了这次壮举洒下汗水的飞行、乘务、机务、空管、油料、地面服务、安全保障等部门的同志们和友邻单位的朋友们。

光荣属于15万中国民航人，光荣属于祖国！

（本文原载于《中国民航报》1997年7月20日头版）■



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。

漫话航空

# 世界商用飞机 1.0 时代（下）

## ——世界商用飞机发展简史（三）

文 | 王思磊

20 世纪 20 年代，有冒险精神的飞行勇士们进行了一系列飞越大西洋，从欧洲飞到澳洲、非洲，飞越南极、北极以及环球飞行的冒险旅程，虽然这些都是飞行的探险和试验，但它向世人证明了飞机作为长途交通运输工具的巨大潜力和优势。有远见的企业家们看到了其中的商机，各大航空公司紧紧追随飞行家们的航迹开辟航线。20 世纪 30 年代，一个世界性的航空运输网络初见端倪。但是，早期的商用飞机航程有限，载



客量不大，刚刚诞生只有 30 年的飞机远远不能满足迅速增长的民航运输需求。而正是这种需求，进一步促使飞机制造和航空技术跃上新台阶，终于在 20 世纪 30 年代促成了现代商用飞机的诞生。

### 洲际航线的开辟

在美国，最大的泛美航空公司于 1927 年 10 月建立了美国第一条国际航空邮路，即美国到古巴哈瓦那的航线。1929 年又开通了迈阿密到巴哈马拿骚的航线，之后航线不断延伸。到 1929 年底，整个加勒比地区的航空邮政都掌握在泛美航空公司手中，而这些航线上每周也都有定期班机往来。20 世纪 30 年代后，泛美航空公司的航线开始向亚洲延伸，并为此专门成立了太平洋分公司，专门负责与中国的航空邮政。1937 年泛美航空公司的航线已扩展到了欧洲。

欧洲的各大航空公司也在积极开辟洲际航线。早在 1921 年，英国皇家飞行员就开始建立“沙漠航空邮政”，开辟了伦敦到巴格达、开罗的航线。以此为基础，英国帝国航空公司开辟了英国到中东、印度和东南亚的三条航线，同时加紧了非洲的航线开发，1932 年 4 月伦敦到好望角的客运航线开通。法国和荷兰的航空公司是英国帝国航

空公司的对手，早在 1920 年法国航空公司就飞越了撒哈拉沙漠。1934 年开始了从法国飞越撒哈拉沙漠到达马达加斯加的定期航班。1936 年 5 月巴黎到印度的邮政直航开通，第二年开始了客运飞行。1926 年法国航空公司开创了飞越南大西洋直达智利圣地亚哥的航空邮政服务。1930 年另一家法国的航空公司开办了巴黎到达喀尔的航班。德国在开辟南大西洋航线时，飞机和飞艇同时并用。相比之下当时的飞艇优势明显胜于飞机，载重量大，航程远，客舱舒适，中途不需降落就可以到达南美。德国还使用多尼尔水上飞机，在大西洋上接力分段飞行，于 1934 年建立了南大西洋上的定期航邮业务，第二年航线越过了安第斯山延伸到了圣地亚哥。

洲际航线的纷纷建立，使世界各大洲的联系加强了，飞机在国际政治、商业中的作用也日益增强。

### 横空出世的现代商用飞机

在 20 世纪 20 年代的航空广告上，每个人都很开心，面带笑容，吃得很好。但这并非事实，至少不是全部。那时的大多数商用飞机，都是木质结构，座舱为长方形，舷窗在机身两侧，可以像绿皮火车一样随时拉开；座位也只有两排，行

李架只有一个，舱壁上一般有一幅地图，座舱下有一个呕吐盆。坐在这样的飞机里，很难让人和舒适联系在一起，噪音大、漏风、飞得很慢，而且发动机的尾气、汽油还有废弃物都会进入座舱；飞行高度也仅有 1500 米左右，空气流动不稳定，每遇天气不好就会非常颠簸。

然而，这还不是最糟糕的乘机体验。最初的商用飞机，乘客就坐在敞开的座舱内飞行，想要保暖或是降噪，只能穿上航空公司借出的飞行服。安全尚且不保，舒适更不用提。因而，尽管航空旅行变得越来越流行，航空公司开辟的航线也越来越多，但乘飞机旅行的人仍然不多，到 1931 年时，大约每年只有 50 万人乘坐飞机。新开的客运航线平均寿命只有一年左右。人们担心它的舒适度，但最大的担忧还是安全性。

1931 年 3 月 31 日，一架由美国环球航空公司执飞，从美国堪萨斯城飞往洛杉矶的福克 10 客机顺利起航。在万里晴空之中，灾难毫无征兆地发生了。飞机突然解体并坠毁，机上满载的 8 名乘客与机组人员无一生还。在遇难人员的名单中，一位备受瞩目的美式橄榄球传奇教练努特·洛克尼的名字赫然出现。恐怖的灾难加上名人的效应，让这条消息瞬间席卷了美国、欧洲甚至南美诸国各大报纸的头版

## 世界商用飞机 1.0 时代（下）——世界商用飞机发展简史（三）

头条，给刚刚起步的航空工业蒙上了一层阴影。

美国全国上下一致指责环球航空公司和它的木质客机。这次空难也从根本上动摇了公众对木质飞机的信心。在一片哀鸣声中，即将退休的威廉波音率先看到了机会，希望最后再给世界奉献一次惊喜。美国波音公司从 1930 年开始研制全金属客机，1933 被誉为世界航空史上第一架真正意义上的现代商用飞机——波音 247 全金属客机首飞成功，引起了航空界的广泛关注。

波音 247 具有流线型外形，起落架可以收放，采用下单翼结构，飞机的巡航速度为 248 千米/时，航程 776 千米，载客 10 人。机上座位舒适，不仅有洗手间，还配有 1 名空中小姐。波音 247 上装有两台功率为 410 千瓦的发动机，是第一种一台发动机失效后还可以满载爬升的双发商用飞机，也是第一

种配备有自动驾驶仪、操纵面配平片和除冰设备的商用飞机。

由于波音 247 飞机的乘坐条件和安全性大大改善，且速度比一般客机提高了几十千米每小时，所以很受航空公司的欢迎。仅美国联合航空公司一家就订购了 60 架，价值 400 万美元，这是当时世界上最大的一笔客机交易，它使得波音公司的生产线在一年内都处于饱和状态。波音 247 飞机的研制成功，也掀起了金属客机的竞争热潮。

### 第一款让航空公司盈利的商用飞机

美国环球航空公司被迫淘汰了所有木质客机。在波音 247 投入使用后，美国环球航空公司向所有飞机制造商公开招标一种新客机，要求这种新客机要全金属结构，采用 3 台发动机，载客量达到

10～12 人，航程 1600 千米，飞行速度在 230～250 千米/时之间，装有最先进的电子设备。

第一个响应招标的是美国道格拉斯公司，其认为 3 台发动机根本无法同两台发动机的波音 247 竞争，因此专门设计了一个两台发动机、且符合美国环球航空公司所有要求的方案，这就是 DC-1。

1933 年 7 月 1 日，DC-1 的样机成功首飞，各项指标均达到了设计要求，而且在高海拔的温斯洛机场成功地完成了单台发动机飞行试验。

尽管美国环球航空公司对试飞结果极为满意，但认为 DC-1 毕竟是一种没有经过市场检验的新飞机，因而还是决定购买波音 247 飞机。而波音公司此时正在为美国联合航空公司全力以赴地生产第一批波音 247 飞机，回绝了环球航空公司的订货要求，环球航空公司

转回来与道格拉斯公司签订了订购 20 架 DC-1 的合同，但是要求将飞机的座位数增加到 14 个。

不到一年时间，14 座的 DC-2 在 1934 年 5 月 11 日成功首飞。3 个月以后，DC-2 在英国—澳大利亚拉力赛中名列运输组的榜首，一下名声大振。

由于 DC-2 的速度比波音 247 还快，达到了 300 千米/时，航程是波音 247 的两倍，还能比波音 247 多载 4 位旅客，订单很快大增。除了环球航空公司把订单增加到 31 架外，还有来自欧洲和亚洲的新增用户。

为了应对 DC-2 的挑战，波音公司对波音 247 作了相应改进，如更换了功率更大的发动机，对客舱的内部重新进行了装饰等，但越改越觉得力不从心，特别是在客舱内部的宽敞性和舒适性上明显处于下风。

1935 年，道格拉斯的创始人唐纳德·道格拉斯接到美国航空公司老板的电话，对方要定制一批带卧铺的 DC-2，把 14 张座椅换成 10 张床。唐纳德心底虽不认同这一需求，但还是没能抵住总价值 79 万美元的订单诱惑，设计制造出了当时世界上最大且最省燃料的现代商用飞机，虽然这款飞机名为 DC-2 改进版，但实际却是一款全

新的飞机，开创了飞机的圆体机身设计。

正如唐纳德最初的担心，卧铺飞机并不能吸引乘客，很快就被打入“冷宫”。即便 DC-2 卧铺版从任何技术角度来讲，都是一款当时极其优秀的飞机，但这种违反乘客习惯的卧铺设置，还是遭到了市场无情的惩罚。除了美国航空公司的订单，一架也没卖出去。于是，老辣的唐纳德拿出了自己的撒手锏，将床铺全部换成座椅，这样就可以多搭载 50% 的乘客。他非常清楚，这对任何一家客运航空公司来说，都将是极大的诱惑。就这样，DC-3 诞生了。它的身上几乎具备了一切现代商用飞机的主要外观特征，除了那对带有鲜明时代特色的螺旋桨。

DC-3 的飞行速度达到 330 千米/时，航程比 DC-2 又加大了一倍，达到了 3400 千米，客舱的座椅布局可以根据不同航线的要求进行调整，最少可载 21 人，最多可载 32 人，比 DC-2 又增加了一倍还多。

载客量的增加使飞机的运营成本大大下降，根本改变了航空公司经营客运只亏不赚的局面，航空公司开始走上了不需要补贴就可自我发展的良性循环。相反，波音 247 的命运一落千丈，原来订购波

音 247 客机的航空公司纷纷改订 DC-3。到 1938 年，即 DC-3 投放市场不到 3 年的时间里，道格拉斯公司的 DC-2 和 DC-3 占据了美国客机市场的 80% 以上。

客运成本的降低，刺激了美国航空客运的发展，航空客运量自 1937 年后直线上升，1939 年达到 300 万人次，1940 年达到 400 万人次。可以毫不夸张地说，DC-3 是民用航空史上的一个重大里程碑，自 1935 年问世以来，共生产了 13000 余架。DC-3 主宰了一个时代，它在民用航空史上的地位是空前的。而道格拉斯公司也在现代商用飞机加长、加宽的演进中，成为天空新一代的霸主。

第二次世界大战大大推动了飞机技术的发展，各国飞机制造商也掀起了研制新型商用飞机的热潮。但是，当时的所有客机都采用以活塞发动机带动螺旋桨为动力，其速度已接近极限。尽管英国发展了一些比活塞式飞机飞得更高、更快一些的涡轮螺旋桨飞机，但如果要使飞机飞得更快，就必须采用新动力，一场商用飞机领域划时代的革命即将到来。■



# 腾飞吧,中国大飞机 贰

## ——首架国产大飞机总设计师马凤山

编绘 | 吕梁

在我国大型民用飞机研制的整个过程中,曾出现过许多无私奉献的科技工作者。其中,有一个新中国航空史上举足轻重的名字尤其不能忽视。他坚定地探索“自主设计中国人自己的大飞机”道路,形成了我国最早的大型客机技术体系,为大飞机事业跑出至关重要的第一棒。他就是新中国第一架大型喷气客机的总设计师和技术开拓者、杰出的技术领导和科技专家——马凤山。2019年,“最美奋斗者”名单公布,马凤山名列其中。时间见证了奋斗者永不停歇的脚步,谨将此作品献给为中华民族伟大复兴倾注无数心血的中国老一辈科技工作者。

上接《大飞机》杂志第 11 期封三  
转载自《连环画报》



11-1959年5月,马凤山一行赴苏联考察飞机静力试验和强度规范。



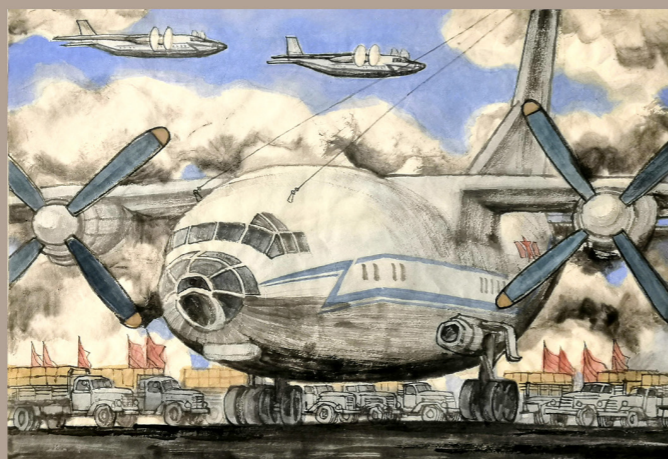
12-马凤山自学俄语,如饥似渴地吸收国外先进技术。苏联专家在作讲座时,再三强调不要记笔记,资料都会全部发往中国。只有马凤山一人仍然认真记下每一个宝贵数据。



13-其实,后来苏方并未给予任何资料,而马凤山的这些笔记成了厂部保密室中珍贵的机密资料。这就是著名的《马凤山笔记》。



14-1961年,随着轰6飞机研制项目的移交,马凤山来到西安飞机制造厂担任设计所所长,时年32岁。



15-1968年,马凤山又成为运8飞机设计的技术负责人,组织领导测绘设计工作。



16-文革期间,马凤山矢志不移,一心想要造出中国自己的大飞机。



17-马凤山以海纳百川的胸怀,广揽天下良才。对于处境艰难的老专家,他顶住压力,从各方面给予关心和照顾。



20-经周总理批准,国家计委、国防工业领导小组立项开始研制大型客机。那1970年8月,故命名为“708工程”。马凤山被任命为总设计师。于是,一项集全国之智、举国之力的航空工业攻坚战拉开了序幕。



18-有位专家受到冲击,马凤山不顾个人安危,鼓励他出来工作。



19-1969年国庆节前,毛主席路过上海。上海方面负责人汇报了工业生产情况。随即毛主席问:“有没有造飞机?”1970年7月,毛主席来上海时又提出同样的话题,他说:“上海工业技术基础这么好,可以搞飞机嘛。”消息传到研究所,群情振奋。

未完待续.....





# TAICANG

## 做航空 到太仓

### 太仓高新区欢迎您

#### 发展方向

- 航空基础材料与航空装备
- 航空整机装备
- 航空智能装备
- 航空高端服务

#### 发展目标

- 世界级航空配套制造集聚区
- 长三角航空智创引领示范区
- 民用航空机载研制先导区
- 中欧航空开放融合试验区

联系电话

18852951830



• 太仓高新区发布

• 太仓高新区招商网站