

COMAC 15<sup>th</sup> C919 镀金 / 镀银机模  
 2008 中国商用飞机有限责任公司  
 2023 成立 15 周年纪念



扫码下单



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

中国商飞  
 新闻中心出品

105 大飞机 JETLINER 2023.03

# ARJ21 运营之潮汕样本

- 国产商用飞机的“潮汕新解”
- 动力市场, 谁主沉浮——民用航空发动机市场展望
- 坚定信心, 谋划未来——2023 年我国国际航空货运市场展望



# 大飞机

JETLINER

03 March

2023.03 | 总第105期

ISSN 2095-3399



9 772095 339235 03





## 05

### 卷首语

05 ARJ21 走向商业成功 | 欧阳亮

## 06

### 资讯

## 08

### 封面文章

08 国产商用飞机的“潮汕新解”  
| 张凯敏

12 一次“丝滑”中转后的遐想  
| 张凯敏

14 广州之侧，揭阳潮汕机场何以“异军突起” | 欧阳亮

## 19

### 航空制造

19 动力市场，谁主沉浮  
——民用航空发动机市场展望 | 李蕴

25 产能，后疫情时代的又一道难题 | 齐汀

29 “协和”之后，航空业能否再现超声速 | 曲小

33 从“空中女王”谢幕看远程宽体客机发展 | 悦霖

## 37

### 航空运输

37 坚定信心 谋划未来  
——2023 年我国国际航空货运市场展望 | 尤怀墨 占芬

44 临空经济区借“机”起飞正当时  
| 高雅娜

48 亚太航空市场：  
2023 年复苏与崛起？ | 王双武

## 52

### 人物

52 周琦炜：C919“血管神经系统”的建造师 | 朱屠豪

## 56

### 科普

56 甚高频通信：  
指挥员的“顺风耳” | 张锡瑞

## 59

### 漫话航空

59 为什么我们需要中航材 | 李瀚明

62 世界商用飞机的超音速风暴  
——世界商用飞机发展简史（六）  
| 王思磊



#### ▼ 本期导读

自 ARJ21 飞机投入商业运营以来，各方就一直在探索如何取得商业成功。比如，成都航空以哈尔滨为基地，在东北开拓了包括漠河、黑河、抚远、五大连池、大兴安岭、建三江、满洲里、加格达奇等航点在内的航线网络，华夏航空用 ARJ21 开辟通程航班，江西航把 ARJ21 飞机与当地文化相结合，把飞机命名为“井冈山号”“景德镇号”“宜春号”“抚州汤显祖号”等，一二三航空用 ARJ21 飞机进行公交化运营，在上海与揭阳潮汕机场之间最多时一天往返达 6 对航班！

6 年多来，主制造商对 ARJ21 飞机的优化一直没有停止，航空公司在安排 ARJ21 航线方面已经取得了相当多经验，很多机场专门进行了改造，为 ARJ21 配备了廊桥等保障设备，使其起飞降落更方便，大多数乘客一听说乘坐的是国产飞机，更是马上露出了自豪的笑容。相信 ARJ21 飞机离商业成功不会太远了。

封面摄影：师晓宇、揭阳潮汕机场提供



- 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 03 期 | 总第 105 期 | 04 月 07 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 郭博智  
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 吴崧 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

## ARJ21 走向商业成功

文 | 欧阳亮



好飞机是飞出来的。  
这句话不仅是说飞机通过在运营过程中的优化会越来越好，也是说通过运营，飞机对市场的适应性会越来越越好。

我国第一款具有完全自主知识产权的喷气式支线客机 ARJ21 飞机自 2015 年 11 月 29 日交付首家用户成都航空，2016 年 6 月 28 日首航以来，已陆续交付包括国航、东航、南航、天骄航、江西航、华夏航等在内的多家航空公司。到 2022 年底，ARJ21 执飞航线超过 300 条，通航城市超过 100 座，载客量接近 600 万人次。

2023 年 3 月 18 日，ARJ21 飞机再次迎来新的节点——安全运行突破 20 万小时。这是 ARJ21 飞机达成的又一重要里程碑，标志着 ARJ21 飞机开始从安全顺畅运营全面迈向规模经济运营。

安全运行突破 20 万小时，应该说是时间这个最高裁判官给 ARJ21 飞机的技术成功评出了高分，接下来需要主制造商中国商飞公司和各运营商努力的是，如何用 ARJ21 飞机取得商业成功。

实际上，自 ARJ21 飞机投入商业运营以来，各方就一直在探索如何取得商业成功。比如，成都航空以哈尔滨为基地，在东北开拓了包括漠河、黑河、抚远、五大连池、大兴安岭、建三江、满洲里、加格达奇等航点在内的网络，华夏航空用 ARJ21 开辟通程航班，江西航空把 ARJ21 飞机与当地文化相结合，把飞机命名为“井冈山号”“景德镇号”“宜春号”“抚州汤显祖号”等，一二三航空用 ARJ21 飞机进行公交化运营，在上海与揭阳潮汕机场之间最多时一天往返达 6 对航班！

3 月上旬，笔者到揭阳潮汕机场和南航汕头公司采访，从机场工作人员、ARJ21 机长、乘务员及乘客处获得的信息，让笔者对 ARJ21 的商业成功又多了几分信心。

这信心来自于主制造商、航空公司、机场、乘客等几方面。从主制造商来说，ARJ21 投入商业运营之后，其对飞机的优化一直没有停止。

从航空公司来说，在安排 ARJ21 航线方面已经取得了相当多经验。ARJ21 飞机刚交付时，大家认为这是为中国西部高原、高原机场设计的飞机，应该尽量往西部飞，但现在 ARJ21 飞机在中东部点对点航线上的表现，让航空公司把 ARJ21 更多地留在了市场更大的中东部。

从机场来说，很多机场专门进行了改造，为 ARJ21 配备了廊桥等保障设备，使其起飞、降落、保障更方便。而从乘客的角度来说，大多数乘客一听说国产飞机，马上露出了自豪的笑容。

好飞机是飞出来的。这句话不仅是说飞机通过在运营过程中的优化会越来越好，也是说通过运营，飞机对市场的适应性会越来越越好。相信 ARJ21 的商业成功不会太远了。



### 01 ARJ21 飞机安全运行突破 20 万小时

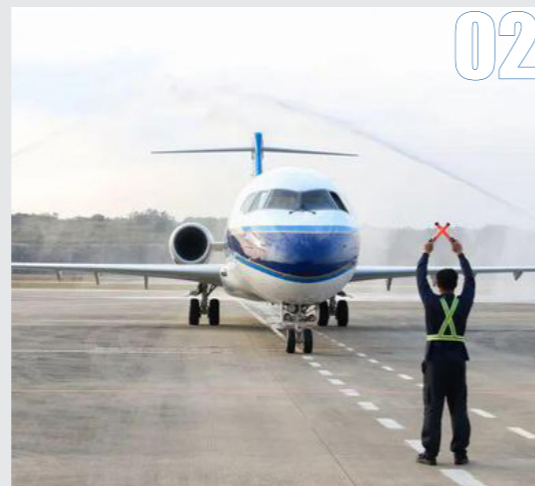
3月18日，ARJ21 飞机安全运行突破 20 万小时。这是继 2021 年运行突破 10 万小时、2022 年载客突破 500 万人次后，ARJ21 飞机达成的又一重要里程碑，标志着 ARJ21 飞机开始从安全顺畅运营全面迈向规模经济运营。

### 02 南航汕头公司接收首架 ARJ21 飞机

3月23日，南航汕头公司接收了一架注册号为 B-91A1 的 ARJ21 飞机，这是南航汕头公司的首架国产飞机。在 2022 年 11 月，南航就结合机型特点、支线航空市场需求等因素，在汕头公司增设了南航 ARJ21 飞机第二运营主基地。

### 03 天骄航空首条区外航线完成首航

3月26日8时15分，天骄航空一架冠名为“内蒙古农信号”的飞机由呼和浩特白塔国际机场起飞，在鄂尔多斯机场短暂停留后，于10时55分抵达延安南泥湾机场，标志着天骄航空首条内蒙古区外航线开通，实现了区外航点零突破，公司运营进入新阶段。



### 04 空客交付首架在天津总装的 A321

3月24日，天津空客 A320 系列总装线交付首架 A321。为具备 A321 生产和交付能力，2022 年 8 月，天津空客 A320 总装线进行了适配升级。这是该总装线 2008 年投入运营以来首次大型升级改造。

### 05 波音加快 737 MAX 生产

3月30日，波音民机首席执行官 Stan Deal 表示，公司将“很快”开始提升 737MAX 产能，超过目前每月生产 31 架的速度。报道称，波音计划到 2026 年底将 737MAX 的生产速度提高到每月 50 架。

### 06 第 1 架 777-300ER 客改货首飞

3月24日，第 1 架波音 777-300ER 改装的货机在以色列特拉维夫完成首飞，预计年内投入使用。该飞机由以色列航空航天工业公司进行货运改装，最大有效载荷 101.6 吨，由 2 台 GE90 发动机提供动力，货运运力与经济性都极具竞争力。777-300ER 改装货机已获大量订单，将成为远程货运领域的重要补充。

### 07 SSJ-New 将在未来 3 个月内首飞

3月23日，俄总理米舒斯京表示，SSJ-New 已于 2022 年完成气动试验，将配装俄产 PD-8 发动机并在未来 3 个月内首飞。

### 08 UAC 出售 SSJ100 项目合资公司股份

3月1日，飞行国际报道称，意大利莱昂纳多公司和俄罗斯联合飞机公司 (UAC) 的合资企业正在努力东山再起，包括计划在阿拉伯联合酋长国的一个新地点重新生产 SSJ100 支线飞机。这项工作的核心内容是将把 UAC 持有的 49% 的股份出售给总部在阿联酋的 Mark AB 资本投资公司。

### 09 波音公布 2 月订单和交付情况

2月，波音共交付飞机 28 架 (24 架 737MAX、1 架 737NG 军用衍生型、1 架 747-8 货机、1 架 777 货机和 1 架 787-10)，获得订单 5 架 (均为 737MAX)。



### 10 空客公布 2 月订单和交付情况

2月，空客交付飞机 46 架，其中窄体机 42 架、宽体机 4 架。新增订单 99 架，被取消订单 11 架，净订单 88 架。截至 2 月底，空客商用飞机储备订单量为 7297 架。

### 11 环球氢能公司完成其氢动力飞机首飞

3月3日，美国氢能航空初创企业环球氢能公司研制的氢燃料电池电推验证机 Dash 8 成功首飞。该机于当日 8 时 41 分从华盛顿州摩西湖的格兰特县国际机场起飞，持续飞行 15 分钟，飞行高度 1067 米，没有收起起落架。飞机使用美国 Plug Power 公司提供的氢燃料电池供电，以替换原普惠 PW123 涡桨发动机。

### 12 上海东站开工建设

3月25日，紧邻浦东机场的高铁站——上海东站正式开工建设。上海东站总建筑面积约 300 万平方米，车站规模为 14 台 30 线，车站建成后将是仅次于虹桥枢纽的上海第二大高铁站。根据计划，上海东站将于 2027 年建成。

# 国产商用飞机的 “潮汕新解”

文 | 张凯敏

▼  
揭阳市区  
图 | 张凯敏



CZ3894 航班轻盈地在揭阳潮汕国际机场落地，透过 ARJ21 飞机舷窗，《大飞机》杂志记者看到一架相同机型的南航客机正从不远处的航站楼廊桥边推出，准备出发。随着飞机的滑行，在远机位出现了更多 ARJ21 飞机，以南航涂装居多，中间也不乏一二三航空和成都航空的身影。

一转眼间，飞机已滑至停机位，是“令人愉悦”的廊桥下机。“的确，很多旅客都比较喜欢廊桥登机。”南航汕头公司地服部服务室副主任张彩玲告诉记者，尽管摆渡车登机的方式不可避免，但随着在揭阳潮汕机场运行的南航 ARJ21 飞机日渐增多，他们还是与揭阳潮汕机场积极沟通，尽可能让更多的航班能够靠上廊桥。

据介绍，南航目前在揭阳潮汕机场运行的 ARJ21 飞机共有 8 架，其中过夜为 6 架。“夏秋航季到来前，南航汕头公司将迎来第一架真正属于我们自己的 ARJ21 飞机。”对记者说这句话时，南航汕头公司董事长、党委书记崔华杰显得有些激动。

地处粤东服务汕头、潮州、揭阳三市的揭阳潮汕机场，为何能吸引如此规模的 ARJ21 飞机，南航汕头公司又缘何积极主动引进这款飞机，这便是记者此行所要探究的。

## 揭阳潮汕机场： 建设全国同体量最佳中转服务机场

图 | 张敏轩

梅州市，位于揭阳潮汕机场西北约 80 千米。梅州西站是梅州唯一的高铁站，梅汕高铁将这里与潮汕地区更紧密联系在一起，每天有 5 班动车从梅州西站出发途径揭阳机场站。

7 时许，记者抵达梅州西站。“以前，不少人出远门会选择在梅州机场坐飞机。高铁建成后，越来越多人选择去揭阳潮汕机场坐飞机，花 50 多元坐高铁，航班选择更多，票价更便宜。我们接单出远门的，十个里大概八九个都到高铁站。”网约车司机徐师傅告诉记者，他口中的高铁站便是眼前的梅州西站。

7 时 28 分，每天第一班列车将从这里始发，D3285 次列车抵达揭阳机场需要约 47 分钟，之后开往泉州、武汉。记者所在车厢的上座率大约有五六成，坐在邻座的旅客恰好也是同样前往揭阳机场站。他告诉记者，因为生意缘故经常外出，此次是从揭阳潮汕机场坐航班前往上海，再转机至石家庄。“梅州机场虽然距离市区很近，但航班少，现在去揭阳潮汕机场很方便，每次都从那边飞。”

8时15分，列车准点抵达揭阳机场站，与记者一同下车的旅客大约有四五十人。此后，从高铁站步行至航站楼用时仅约8分钟。在采访过程中记者发现，航班选择多、价格便宜、空铁联运方便，正让越来越多的梅州人舍近求远选择揭阳潮汕机场。

高铁站与航站楼之间的通道会路过机场停车楼，整个停车场被旅客的私家车停得满满当当是留给记者最直观的印象。“高铁建成后，有不少梅州的旅客选择揭阳潮汕机场出行。而潮汕地区的大部分旅客会选择私家车抵达机场，机场停车场每天28元封顶，价格还是比较亲民的。”揭阳潮汕机场公司企业发展部副部长刘思聪向记者介绍，粤东城际铁路正在建设中，包括汕头至潮汕机场段、潮汕机场至揭阳南站段、潮汕机场至潮州东站段、潮州东站段至汕头段、揭阳南站至揭阳站段。建成后，将进一步便捷揭阳潮汕机场旅客的出行。

据揭阳潮汕机场从OTA平台获取的客源地分布数据分享，机场客流主要分布为广东省内，江苏、浙江、北京、上海、湖南及成渝地区。目前，机场正与航司共建共享“潮尚飞”中转服务，由机场提供中转旅客过夜住宿、餐食，以及旅游等服务。据悉，揭阳潮汕机场的目标是建设全国同体量最佳中转服务机场。

### 南航汕头公司： 打造中国最好的运营国产飞机航空公司

从揭阳潮汕机场出发，驱车经甬莞高速至汕昆高速往南直行，便来到了这条高速公路沿海的尽头汕头市。

南航汕头公司办公地位于汕头市区北部。在崔华杰的办公桌上，摆放着一架1:100南航标准涂装ARJ21飞机模型。在他看来，这表达了要用好国产客机的决心。

“我是干机务出身，十分理解‘好飞机是飞出来的’这句话的含义。”

崔华杰告诉记者，为了把用好ARJ21飞机融入每一名职工思想，公司专门提出了“ARJ21文化愿景”——A代表“爱国情怀”，R代表“人民至上”，J代表“精益求精”，2代表“两两结合”（两点、两线、两面结合），1代表“一个目标”，即打造中国最好的运营国产飞机航空公司。

“这是我们高质量发展的目标所向。”崔华杰表示。据悉，南航汕头公司将引进国产客机列入2022年度“一企一策”党建融入中心考核指标，发挥公司党委和各级党组织引领发展方向、增强竞争实力、促进高质量发展的作用，推进汕头公司ARJ21机型引进和运营目标的实现。至2022年底，南航在揭阳机场运营ARJ21数量达到8架，其中6架为过夜运力。

“我们有情怀，也有信心飞好ARJ21这款国产客机。通过积极向南航总部争取引进，便有了汕头公司执管第一架ARJ21飞机的资质，相信之后会越来越多。”说到这里，崔华杰深情地望了一眼办公桌上的ARJ21飞机模型。

采访中，记者听到这样一个故事：春运期间的一天，郑州新郑机场人头攒动，CZ5126航班正在登机，步入客舱的正是一个前往揭阳的旅行团。见一位阿姨正在好奇地观察飞机，当值乘务长许守畅上前问候。得知阿姨是第一次坐飞机后，她告诉旅客即将搭乘的是我们国产客机。阿姨听了立刻露出自豪的笑容，竖起大拇指连连称赞：“Made in China, 真棒！”

“每一次登机广播，我都会在机型介绍时着重讲‘国产客机’这几个字，把我的自豪感传递给每一位旅客。”南航汕头公司飞行部副经理、ARJ21机长郑锐告诉记者，今年春运期间，ARJ21出色地完成了大量航线任务，“在揭阳到张家界、黄山、

井冈山、九华山（池州）等不少旅游航线上，都有国产客机忙碌的身影。飞机表现不错，操控性很好。”

据介绍，从2022年11月至今年2月期间，南航ARJ21在揭阳潮汕机场共飞行近600架次，承运旅客4.75万人次，平均客座率达75%。目前，南航是揭阳潮汕机场市场份额最大的主基地公司。

“我们在揭阳潮汕机场的定位，就是要打造支支结合、干支结合的二级枢纽。”据南航汕头公司总经理李荃介绍，南航在揭阳潮汕机场一方面要做好向广州等一级枢纽输送旅客的职能，另一方面也要通过毛细血管航线的衔接，一定程度上减轻一级枢纽的旅客、时刻等方面运营压力。

南航汕头公司的主力机型是波音737—800，载客量在170人左右，ARJ21的载客量则为90人左右。“揭阳出发到徐州、淮安、郑州或临沂等目的地的航班，ARJ21能够实现较好的上座率，确保这些航班常态化运营。”李荃告诉记者。

据了解，南航在揭阳潮汕机场最短中转衔接时间（MCT）为60分钟。“更短的衔接时间会给旅客转机带来便利，但也给我们地服保障人员带来一些挑战。”南航汕头公司地服部值机室副主任徐素娜表示，将与机场方面一道持续做好较短时间中转旅客的保障预案，从服务端为支支结合、干支结合创造优化的空间。

### 1+1>2 期待携手飞出“好飞机”

南航的揭阳至临沂以及徐州航线，全程都在1600千米左右，并列为揭阳出发ARJ21飞机执飞的最长航线。

据李荃介绍，南航汕头公司正在打造ARJ21两小时飞行圈。谈及揭阳至临沂航线，他脱口而出：“哦，两小时10分钟。”



图 | 张敏轩

这正是揭阳至临沂航班的计划飞行时间，对于这两条航线的特点，李荃也是如数家珍，并表示对于这些航点周边地区的客流情况也在密切关注，择机推出新航线。

据揭阳潮汕机场公司航线拓展室经理杨逸斯回忆，在向临沂潮汕商会了解到两地有长期往来的稳定客流后，便与航司沟通开设相应航线的可能性，通过努力终于实现通航，由南航汕头公司执飞揭阳至临沂，班期为每天一班，目前正使用ARJ21机型稳定执飞。据悉，机场方面会根据客源及航司特点积极配合航司开设航班，从而实现双赢。“与大型枢纽机场相比，揭阳潮汕机场时刻资源充裕，停机位也充足，非常欢迎更多ARJ21飞机的加入。”杨逸斯补充道。

据了解，潮汕人在潮汕地区、全国其他城市以及以泰国为代表的东南亚地区人口分布相当，相互之间都具有比较稳定的双向客流，为此南航汕头公司计划在即将到来的新航季使用ARJ21从揭阳出发执飞约20个航点，将新开珠海、遵义、桂林、舟山、台州、衢州和湛江航线。李荃表示，公司还将综合考虑ARJ21飞机“中国名片”的形象以及实际客流情况，适时推出揭阳至东南亚的国际航班。

与此同时，按照揭阳潮汕机场总体规划，将努力打造通达全国、连通东南亚的重要干线机场，力争到2030年机场旅客吞吐量超过1900万人次。■

# 一次“丝滑” 中转后的遐想

文 | 张凯敏

提到广州，有人喜欢它的活力，有人喜欢它的随性，也有人喜欢它的美食，而让记者初次记住这座城却是因为转机。

在“春（秋）季旅行节”盛行的年代，从上海飞往东南亚必定会“惦记”南航。如果说飞曼谷、清迈、普吉是因为税费较低，飞往其他东南亚国家则是因为其便捷的中转，花一个半小时完成国内、国际航班的衔接是家常便饭，印象中还有上海朋友出了上海—广州—大阪的中转行程，因为可以从虹桥出发，直飞没有这样的选择。

然而，因为种种原因，记者之前好几次都与广州转机体验擦肩而过。

## 必须给选择中转一个理由

前不久，因为采访前往潮汕地区，看了一下南航官网的机票，发现除了上海直飞揭阳，还有不少经广州中转航班，可以选择在中转地过夜，也可以选择当天中转，衔接时间最少只需 50 分钟，而且价格也较直飞有不少优惠，还可以选择从上海虹桥出发，这个选项在直飞航班中可是不存在的。

此外，从广州飞潮汕地区附近揭阳、梅州机场的，几乎清一色都是 ARJ21 执飞。情感因素自然是选择的一个重要理由，100 座以下飞机免收机场建设费的规定还让 ARJ21 执飞的航班可以享受“立减 50”的优惠。考虑到行程安排的便捷程度，记者决定去程飞上海—广州—梅州，回程飞揭阳—广州—上海，两个广东省内航段均由 ARJ21 执飞。

## 出发，略带“仪式感”

上海至梅州的行程为隔夜中转，第一程航班起飞时间是头天 22 时。按时抵达浦东机场，考虑到接续的第二程航班是第二天一早，时间可能比较匆忙，去值机柜台问下可否一起出两段的登机牌。

“去哪里？”“广州、梅州……”“梅州在哪里……”或许是因为浦东机场只有隔天一班经停梅州前往海口的航班，这个航点着实不常见；或许工作人员在猜测眼前这人究竟要去个什么“人迹罕至”的地方……短暂的小尴尬，记者简短的解释打消了误解，顺利拿到了上海至广州以及次日广州至梅州的登机牌。

▼  
揭阳潮汕机场  
图 | 张敏轩

小小的插曲增加了记者对整个转机体验的期待。在前往浦东 S2 卫星厅的摆渡列车上，望着手中两张联程登机牌，竟依稀有了即将搭乘国际航班的“仪式感”……

飞行全程除了因天气原因有些颠簸外一切正常，提前约半小时抵达广州白云机场。下飞机后，惊喜地发现 T2 航站楼为混流设计，即出发与到达的旅客同处一个楼层。“这样回程两小时中转能节约不少时间，还免去了二次安检的麻烦。”尽管已是深夜，但既然是来体验中转服务，那大脑暂时还不能“关机”。

跟随清晰的引导表示，记者很快路过行李提取处，自我确认了一下没有托运行李，便走出机场，不出意料找到了机场中转酒店的接驳车。从飞机落地到打开酒店房门，耗时不到一个小时。

次日一早，持第二程登机牌顺利地通过安检。在之前路过值机柜台看到排队的人群，提前打好登机牌的记者又一次感受到中转带来的便捷。

## 39 分钟，中转妥妥的

说到“便捷”二字，必须重点介绍回程在广州的经历。揭阳—广州—上海浦东的联程，记者原本在广州预留近 3 小时的转机时间，后因航班计划临时调整，中转时间被压缩到 1 小时 45 分钟。不过，由于广州白云机场混流的设计，让记者对整个换乘充满了信心。

当天，CZ5171 航班于 16 时 56 分在广州落地，17 时 04 分开始下客，约十分钟后摆渡车发车，17 时 25 分抵达航班楼，步行一分钟后与到达旅客分流，从一层走扶梯抵达出发层，一看位置，已经在一堆登机口面前了。也就是说，广州白云机场出发与到达混流的设计，避免了中转旅客二次安检，记者在揭阳机场通过安检后，便可以顺畅地抵

达目的地上海浦东。17 时 35 分，也就是在第一程航班落地后 39 分钟，记者便来到了后一程 CZ3586 航班登机口，距离航班计划登机时间还有足足 25 分钟。

## 中转能为 ARJ21 带来些什么

据南航官网介绍，其在白云机场国际转国际的最短中转衔接时间（MCT）为 60 分钟。记者查阅南航售票系统发现，有些可售国内接国内联程航班的中转衔接时间只需 50 分钟。

在广州这个南航的一级枢纽，777、787、A330、A350 等宽体机队主要用来执飞洲际以及国内大型枢纽航线，737 和 A320 等窄体机队执飞大量国内及东南亚地区航线，ARJ21 飞机主要承担广东省内及部分航程 2 小时以内航点的飞行任务。它们共同编织成一张航线网络，这其中包含了广州始发到达的目的地客流和经广州转机的中转客流。

在日常采访中，记者发现不少旅客都比较排斥中转航线，总觉得没有直飞来得“方便”。经过此次亲身体验，中转航班似乎并没有大部分人想象中的那么不适。对于时间并不十分匆忙的出行，或者说没有直飞航班通达的城市，中转可以带来更经济的出行价格，更多的航班、航司选择，一些中转机场或航司还推出了免费住宿、免费休息室、当地旅游等丰富多彩的中转产品，让中转地成为一次难忘的旅程。

《大飞机》杂志此前关注了旨在建设全国同体量最佳中转服务机场的揭阳潮汕机场。作为该机场市场份额最大的主基地航空，南航正将越来越多 ARJ21 飞机投入潮汕市场，与原本以 737 为主的机队形成配合。

试想，有南航在广州的全方位“丝滑”中转服务，加上越来越多揭阳潮汕同类机场的发展，或许 ARJ21 飞机还能寻觅更多属于自己的市场空间。■



# 广州之侧，揭阳潮汕机场何以“异军突起”

文 | 欧阳亮

2023年3月16日，《大飞机》杂志记者赶到揭阳潮汕机场，准备乘坐国产ARJ21飞机回沪。因为是远机位，被安排在一楼的候机厅。那个候机厅不大，大概100多平方米，81号~84号共4个登机口分列在两侧。记者一脚踏进大厅，刹那间有点回到老式火车站的恍惚：里面坐满了人，虽然以中年以上的人为主，但老中青都有，还有几个学龄前的小朋友，大家用各种方言热烈大声地说着话，关键是还有人在稀里哗啦地吃方便面。那味道，勾得从汕头出发时特意吃了一份炒糕粿的记者又有点饿了。

▼  
揭阳潮汕机场  
图 | 揭阳潮汕机场提供

“坐飞机也好坐火车也好，都是赶路而已嘛，高级不高级没有意义，方便才是第一位的。”一位从梅州过来的乘客向记者表示，他坐D7179次动车从梅州西站到揭阳机场站，全程27分钟，比从揭阳或汕头市区过来还快，而且揭阳机场的航线多，所以他出行很少在梅州机场坐飞机，而是来揭阳机场。

中国民航局发布的统计数据显示，2022年，揭阳潮汕机场旅客吞吐量为355万人次（2019年为735万人次），全国排名第43位，在广东省仅次于广州白云机场、深圳宝安机场、珠海金湾机场。“广州白云机场是广东乃至全国的一级枢纽，揭阳潮汕机场是二级枢纽。”揭阳潮汕机场公

司航线拓展室经理杨逸斯向记者表示，揭阳潮汕机场之所以能打造二级枢纽，有三个立足点：一是潮汕地区的经济体量够大；二是潮汕地区的人口够多；三是潮汕地区地理位置够好，刚好位于东南亚至东北亚航线的中间点。

## 经济发展的“弄潮儿”

所谓潮汕地区，乃是汕头、揭阳、潮州三市的合称，因为1991年才把原汕头市一分为三，成为三市并立的局面。其实，该地区历史悠久，最早可上溯至秦始皇三十三年（公元前214年）。当时，秦朝设戍所于五岭之一的揭阳岭，于是在当地



设置了揭阳县，隶属南海郡。隋开皇十一年（591年），朝廷把当地改称潮州府，此后潮州的名字一直用到清亡。汕头原本是潮州府澄海县的一部分，直到1921年才成立汕头市政厅，与澄海分治，而直属广东省政府的汕头市，则成立于1930年。

在古代，潮州属于未开发的烟瘴之地。所以才有韩愈那首著名的《左迁至蓝关示侄孙湘》。当时韩愈才从长安走到蓝关，对前途充满悲观，看到侄孙前来送行，不禁老泪纵横，“知汝远来应有意，好收吾骨瘴江边。”

但到近代以后，广东沿海开风气之先，与东南亚展开贸易，渐渐成为商贸发达地区。汕头的南澳、樟林、东里、达濠、海门等地凭借优良的地理条件成为东南沿海有名的港口，以至于远在欧洲的恩格斯都听说了汕头的大名，在其著作中称赞汕头是远东地区“唯一有点商业意义的口岸”。

从晚清到民国，在侨商和当地民族工商业者的努力下，潮汕地区经济发展一直位列全国前列。比如，1905年汕头就创办了昌华电灯公司，使当地成为广东省内继广州之后第二个使用电力照明的地区。1906年，由印尼侨商投资的潮汕铁路通车，这是中国历史上第一条由华侨投资兴建运营的商办铁路。1909年，侨商高绳芝开办振发织布厂，开创潮汕地区机器织布的先河。到20世纪30年代初，潮汕地区有规模的织布厂达数百家，成为当时国内重要的产布区之一。甚至今天，纺织服装仍然是潮汕地区的重要支柱产业之一。

在工业之外，侨商还大量投资城市建设。今天汕头市区重要的网红打卡地小公园片区，就有2000多栋房屋是由侨商建设的。交通运输方面，除了上文提及的潮汕铁路，1930年，汕头机场建成。1933年，中国航空公司又开设了汕头水上停机场，并开通了经停汕头的沪粤航线。可以说，

华侨资本的涌入和当地民族工商业的兴起，为潮汕地区经济的发展提供了雄厚的基础和强劲的动力。1933年，仅汕头市就有商行3411家，涉及55个行业，当年交易额达大洋6.92亿元，居全国第7，仅次于上海、天津、大连、汉口、胶州、广州。

新中国成立后，汕头作为当时广东省第二大城市，工农业都得到了较快发展。感光材料、超声仪器、电子器件、塑料罐头、机械等行业快速发展，汕头成为广东省重要的工业基地。说起汕头的感光材料产业，70后、80后们都会想起公元胶卷，那是汕头市公元感光材料工业总公司的产品。在没落之前，该公司创造了第一张相纸、第一卷彩色电影胶片等多个中国第一。

工农业的发展也为汕头的进出口奠定了底气。即使在当时被西方国家封锁的条件下，1978年，汕头的出口仍然达到1.6亿美元，比1958年增长5倍。

1980年，汕头被列为四大经济特区之一，开启了改革开放的新时代。又是侨商走在了投资汕头的前列。当年，汕头经济特区与泰国正大国际投资公司合作兴办中外合作企业汕头地毯厂，拿下了“001号”外商营业执照。40年来，汕头累计利用侨资近百亿美元，华侨捐资办公益事业也达到了百亿人民币。

如今，汕头市已发展出新能源、新材料、新一代电子信息、纺织服装、玩具创意、大健康等经济支柱产业，潮州市则主要以旅游业、陶瓷、食品、服装、电子、塑料、不锈钢制品、包装印刷、机电等产业为支撑，揭阳市又以小五金、纺织服装、制鞋、玉器加工及农产品为特色，都各自发展出在广东省乃至全国处于前列的产业集群。

“2022年，潮汕三市GDP合计超过了6500亿元，再加上汕尾，则接近8000亿元。如果把潮汕地区当作一个城市来参与排名的话，在广东省内仅次于深圳、广州、

佛山、东莞，能排到第五位，在全国也能排在30名开外。”一位专门研究区域经济的学者向记者表示：“可见潮汕地区的经济总量是很可观的，也正因为经济体量够大，才能够支撑潮汕机场的发展，才会出现你在机场看到的人挤人的场面。”

## “有潮水的地方就有潮人”

潮汕地区经济的发展，一个重要的支撑力量是当地的侨商。由于当地人多地少，唐宋时期即有潮汕人下南洋谋生。潮汕人把出国谋生称为“过番”，“过番”的人称为“番客”。明朝嘉靖以后，“过番”的规模越来越大，暹罗、菲律宾、印尼、越南等国都出现了潮汕人的聚集区。而到了清朝乾隆以后，人口进一步膨胀，再加上西方殖民者招募华工去开发南洋，潮汕地区的移民人数创下了新高。有资料显示，19世纪30年代，华侨华人至少占了曼谷40万居民的一半以上，可谓是“唐人之数，多于土番”。

根据相关学者的研究，1860年~1949年间，经过汕头口岸移民港澳和东南亚的人数，在140万人左右，其中多数是潮汕人。以头脑灵活著称的潮汕移民，对当地的经济、社会发展起到了巨大的推动作用。比如老一代的华侨领袖陈慈簧，经过几十年的奋斗成为泰国首富，留下了“再富也

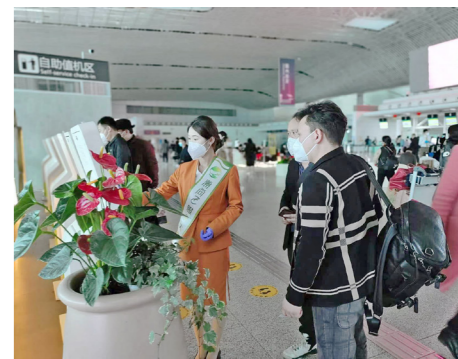
富唔（不）过慈簧爷”的俗语，又如目前在泰国和中国都深具影响力的泰国正大集团，其第一代创立者谢国民就是潮汕人。

当然，移民海外的潮汕人富裕之后，也不忘反哺家乡。上文提及的潮汕铁路、照明事业、纺织业等，都是侨商反哺家乡的具体行动。即使那些没能大发展的移民，也会不时将积蓄汇回家乡，助力留在家乡的父老妻儿的生活，并由此而形成了独特的“侨批”。

所谓侨批，是一种信、汇合一的特殊邮传载体，专指海外华侨通过海内外民间机构汇寄至国内的汇款和家书。大量海外汇款的到来，甚至促进了潮汕地区金融业的发展。1936年，汕头市内金融汇兑庄58家、收找业156家、侨批局55家，还有一家证券交易所（银业同业公会），汕头成为广东省东部地区的金融中心。

移民海外的潮汕人多，也是汕头被列为经济特区的原因之一。1991年，小平同志视察上海时，在讲话中谈到，当初确定四个经济特区，主要是从地理条件考虑的，“深圳毗邻香港，珠海靠近澳门，汕头是因为东南亚国家潮州人多，厦门是因为闽南人在外国经商的很多。”当然，潮汕人也不仅向海外发展，在国内几乎每个省市都有潮汕人，尤其是改革开放的桥头堡——深圳。据不完全统计，深圳的潮汕人达300万之多。

图 | 揭阳潮汕机场提供



“人多，是支撑潮汕机场发展的重要因素。”杨逸斯向记者表示，潮汕人口有3个1500万之说，即本地潮汕人口1500万，潮汕之外的国内有潮汕人1500万，海外还有潮汕人1500万，“这就给潮汕机场带来了巨大的需求。而且，这需求还是双向的，不像一般的旅游目的地，只有单向客流。”

### 省尾国角的“潮尚飞”

在潮汕方言中，潮汕人从地理位置出发，把家乡称为“省尾国角”。打开地图即可发现，这样的说法确实很形象。因为潮汕地区北环山，南临海，地处广东省东北部，再往北就是同样多山的福建了。不要说在交通不便的古代，从潮汕地区前往中原极为困难，即便是有了铁路网之后，去北方同样要到广州或厦门中转。

但是，陆路交通的不便，却也为航空运输业的发展埋下了伏笔。就像云南的丽江三义机场、西双版纳嘎洒机场、德宏芒市机场等，即使在疫情严重的2022年旅客吞吐量也在百万人次以上，疫情前的2019年丽江三义机场旅客吞吐量更是达到717万人次。这些机场的旅客吞吐量如此之大，主要原因当然是因为当地旅游资源丰富、旅游业发达，但也与云贵高原地面交通不便有很大的关联。

比如，从西双版纳到丽江，坐动车要7个小时，开车走高速要10个小时，然而坐飞机只需要1个小时。对比之下，航空的便利性非常突出。

“揭阳潮汕机场作为粤东地区的二级枢纽，通过打造‘潮尚飞’品牌，一是要打造以潮汕地区为圆心的2小时飞行圈，二是希望打造东南亚飞往东北亚的中转地。”杨逸斯表示。

“潮尚飞”是揭阳潮汕机场近几年来用心打造的品牌，着力从空间环境、设施设备、服务举措等多维度做好服务品质提升工作，聚焦提升旅客出行体验，持续优化服务举措，提供更加贴心、便捷的航空服务。

在疫情期间，为了让旅客健康、安心出行，揭阳机场推出了“无接触”乘机、“无纸化”出行和全流程自助服务，做好特殊旅客、无人陪伴儿童等爱心服务，为旅客带来温馨便捷的出行体验。尤其是针对假期“无陪儿童”的出行，机场专门为他们佩戴业务证件袋，提高“无陪儿童”辨识度，又安排工作人员全程陪同，进行“一对一”安全检查服务，让孩子、家长都能安心无忧。

“在航线安排方面，我们主要是跟着以潮商为代表的需求走。”杨逸斯表示，机场与各地的潮汕商会有着紧密的联系，一旦发现某地的市场需求旺盛，机场便会开展调研，在认为条件成熟后，即邀请航空公司来开设相关航线，“比如揭阳至上海航线，一天便有18个航班（含中转、经停）。”

在国际航线方面，揭阳潮汕机场将主要加密泰国方向的航班。“潮汕人以前过番就主要是去泰国，现在在曼谷等地的潮汕人非常多，他们回国经商、探亲访友、旅游的需求很大。”杨逸斯表示：“这就是我们的客源，我们要为他们做好服务。”■



## 动力市场，谁主沉浮 ——民用航空发动机市场展望

文 | 李蕴

图 | 欧阳亮



2022年，国际民航市场持续复苏势头，民用航空发动机领域也延续了近年来的高速发展态势。以美国开式转子发动机、齿轮传动发动机、英国超扇发动机和俄罗斯PD-8发动机为代表的各国新型发动机按计划推进研制，并取得重大进展。围绕民航运输业加速碳减排，世界多国政府和企业完成了很多实际工作。针对短期内减排，多型飞机使用100%可持续航空燃料完成首飞测试并通过技术创新加速燃料的商业化进程；针对中远期，英国政府发布氢动力技术路线图，多国企业围绕氢涡轮、氢燃料电池和混合电推进系统开展大量研发与测试工作，民用航空发动机市场正在加速变革。

### 俄罗斯民机涡扇发动机开展多项关键测试

PD-14发动机是俄罗斯自主研发的第一型民用涡扇发动机，用来配装俄国产MC-21客机。2022年10月，俄罗斯第二架配装PD-14发动机的MC-21原型机成功首飞，该机在完成另外两次试飞后抵达莫斯科附近的茹科夫斯基进行试飞认证，最终



图 | avid.ru

于2022年12月29日取得型号设计更改认证。随着该发动机快速成熟和俄罗斯对国产替代需求的迅速提高，2022年11月，俄罗斯国家技术集团开始提高PD-14发动机的生产和维修能力，计划在土星发动机公司新建一座发动机生产大楼，主要负责低压压气机部件生产组装，以及高压压气机静子叶片的生产，到2030年达到每年160台发动机的产量。同时，土星发动机公司将大幅提升发动机维修保障能力，预计将维修能力提高到每年250台。

PD-8发动机是俄罗斯为实现国产替代，配装SSJ-New支线客机和别-200水陆两栖飞机研发的8吨级涡扇发动机，沿用了部分PD-14发动机技术，预计列装后的需求量为每年100台。

2022年2月，俄罗斯联合发动机公司(UEC)为PD-8发动机开发了一套自动控制系统(ACS)，可控制推力和燃油消耗量，计划2023年完成鉴定并获得许可后开始量产。该控制系统完全由国产材料和电子元件组装而成。UEC于1月完成了该系统的微调和台架测试，之后将集成到发动机上进行地面台架测试。同月，UEC成功进行了PD-8发动机核心机的第一阶段认证测试，试验设施由中央航空发动机研究所提供，测试在中央航空发动机研究院的试验台上进行，模拟了12千米高度上飞机发动机的典型工作条件，并确认了此前计算的压气机热力学模型。

2022年3月，UEC成功测试了PD-8发动机短舱。5月，UEC完成PD-8发动机首台样机的台架测试。测试数据表明，样机设计方案正确，运行参数满足设计要求。此次测试分多阶段进行，UEC首先完成了PD-8样机自动控制系统调试，随后采用低慢车平稳启动并多次运行PD-8样机，记录了从“慢车”到“全速”等各种模式的基本参数。在俄罗斯航空发动机开发流程中，

首台样机台架测试是最为重要的阶段。整个阶段使用了500个传感器进行参数测量，以此评估发动机运行时零部件的热状态、耐久性和抗振性。此外，测试团队还检测了PD-8样机的进排气系统、润滑系统和燃油供给系统。深入分析采集的各种数据，有利于准确评估主要部件、系统的可操作性。

2022年12月，UEC在伊尔-76LL飞行试验台开展PD-8发动机飞行测试，测试记录了发动机转速、压力、温度等主要运行数据，以及其他能够验证结构设计和发动机运行安全所需的参数。测试发动机替换一台原有的D-30KP发动机，安装在机翼下方。之后，PD-8发动机将配装SSJ-New飞机开展飞行测试。

### 罗罗加速超扇发动机研制

超扇发动机是罗罗公司开发的一种齿轮传动涡扇发动机，采用全新核心机、多种新材料和可变桨距风扇，风扇直径达3.56米，与第一代遑达发动机(遑达700等)相比，燃油效率可提高25%。

超扇发动机的一个重大创新点是动力齿轮箱(PGB)的使用。2022年3月，罗罗公司完成超扇发动机的动力齿轮箱测试并将其发往英国进行总装。测试在德国达勒维茨工厂进行，轴承部分采用了丹麦测试系统研发公司专为超扇发动机开发的轴承试验台，该试验台采用了紧凑、灵活和模块化的设计，能够模拟极端操作和环境条件，可快速安装待测部件、支持高精度测量和快速组装，传动转速可达5000转/分以上，扭矩水平可达1500牛·米以上。针对轴承特定位置，该试验台可借助传感器获取多达350个测量数据，包括接近度、负载(通过液压系统施加)、倾斜度和温度等，其收集的大量高精度数据可用于后续分析，有助于加快开发过程，并为罗罗



公司新型动力齿轮箱研发的多个阶段提供连续测试。

图 | aviationnetworkhive.com

2022年4月，罗罗公司开始首台超扇发动机验证机UF001的总装工作并已经完成了其零部件系统的组装工作。总装工作分模块进行，采用全新的吊架用以吊装验证机各模块，包括动力齿轮箱、风扇、超大复合材料风扇机匣、中压压气机、中压涡轮、高压压气机以及压气机系统的结构接口等，安装系统直接延伸到发动机的核心机，以便更好地将发动机集成到飞机上，同时发动机也更便于运输和维护。

2022年12月，UF001验证机完成总装，运往英国德比准备进行首次地面测试。地面测试计划使用100%可持续航空燃料，在罗罗公司的80号试车台进行。罗罗公司在UF001验证机中安装了2800个传感器用于此次测试，大部分用于热量和叶片尖部数据的收集。同时开展测试的还有一台位于德国的动力齿轮箱(编号DP211)，该齿轮箱和集成到验证机上的另一台齿轮箱(编号DP214)测试时间稍微错开，如果任何一台在测试中发现问题，就让另一台重复此前测试过程，从而利用不同的测试

系统发现并解决问题。

## 普惠披露新一代产品研发细节

2022年7月，普惠公司披露了下一代齿轮传动涡扇（GTF）发动机技术细节，并计划于2025年开展验证机测试，2030年前投入市场。

根据公开信息显示，下一代GTF发动机比现有发动机燃油效率至少提高10%，其技术路线主要包括：增大风扇直径以将涵道比提高至15；采用效率更高的全行星齿轮结构以增大齿轮传动比，最低达到4:1；研究轻质结构技术，包括复合材料风扇叶片及风扇机匣，目前普惠公司GTF发动机采用的是铝钛材料风扇，下一代设计将基于三维编织复合材料。

当前，很多工作已经在进行中。普惠公司的重点工作之一是降低风扇压比，该项工作已经在FAA“持续降低能耗、排放和噪声”（CLEEN）项目的资助下完成了验证。同时，普惠公司还在NASA的资助下，开展小型核心机项目的研究，重点是提高压气机的空气动力学效率及密封性、提高涡轮的冷却能力以及开展燃烧室改进工作。普惠公司还依靠在加利福尼亚州的研发中心开发新型高温陶瓷基复合材料与涂层。

此外，普惠公司还与德国MTU公司合作研究水增强涡扇（WET）发动机，以应用在2035年下一代GTF发动机的改进型别上。该发动机细节于6月披露，核心是增加了一个冷凝器用来收集发动机废气中的水，增加了一个热交换器将水蒸发成蒸汽，注入燃烧室以进一步提高效率并减少燃烧过程中的氮氧化物排放。

## CFM 持续开式转子技术研发

2021年6月，CFM国际公司启动了“可

持续发动机革命创新”（RISE）项目，将进行一系列颠覆性技术的开发以推进其下一代航空发动机的研发，其核心是研究先进开式转子架构从而将燃料消耗和二氧化碳排放量均降低20%以上。

2022年5月，法国赛峰集团选择美国ANSYS公司的仿真软件承担RISE项目的计算开发工作，主要是改进发动机开放式风扇的结构设计并对发动机进行热力学仿真。ANSYS公司的开发工具具有很高的精确度和求解速度，可大幅缩短开发时间，显著精简仿真工作流程。

2022年7月，空客公司确认将和CFM国际公司开展合作，在2026年之后对开式转子发动机进行飞行测试。飞行测试将选择空客A380飞行台，主要实现以下目标：一是增强对发动机与飞机集成、空气动力学性能和提高推进系统效率等方面的研究；二是验证开式转子发动机的性能优势，如更高的燃油效率与碳减排能力；三是评估声学模型，研究噪声影响范围；四是确保与100%可持续航空燃料兼容。在A380试飞前，CFM国际公司将进行发动机地面试验，并在GE航空的飞行测试运营中心开展前期验证工作。

## 航空氢动力技术研究热度增加

2022年，随着世界各国在零碳航空理念上进一步达成共识，氢动力技术的发展在多方面提速。英国发布重磅报告，规划了氢动力在近期至中远期的发展路线。同时，世界多国在氢涡轮、氢燃料电池和氢基础技术领域取得了多项突破性进展。

2022年3月，英国航空航天技术研究所（ATI）在“零碳飞行”（FlyZero）项目研究成果中，得出了“采用绿色液态氢是大型商用飞机实现零碳排放的最有效途径”的结论。

该成果给出了氢能航空可行性报告和13个技术领域的发展路线图，包括氢燃料涡轮发动机及推进器、氢燃料电池、电推进系统、热管理、低温氢燃料系统和储存、空气动力学结构等6项关键技术，以及飞机系统、机场/航线/空域、材料、全生命周期影响、可持续客舱设计、加速设计与验证、制造等7项交叉技术。路线图明确了2050年前各阶段需要发展的技术内容、技术指标及相关使能要素。

2022年2月，普惠公司获得美国能源部（DoE）高级研究计划局（ARPA-E）380万美元资金，用于“氢蒸汽喷射间冷涡轮发动机”（HySITE）项目，该项目将为商业航空开发新型、高效的氢涡轮推进技术，包括低温液态氢与发动机燃料系统的集成技术、燃料喷射前预热技术以及氮氧化物减排技术，计划将氮氧化物的排放减少80%，并将下一代单通道客机的燃料消耗减少35%。项目将燃氢发动机与蒸汽注入-回收系统集成到一起，氢燃烧产生的水蒸气被收集起来，并通过热交换器形成冷凝水，一部分冷凝水蒸发，对进入燃烧室之前的氢燃料进行预热，剩下的液态水进入蒸发器。蒸发后的水蒸气分为两部分，一部分进入燃烧室，另一部分进入低压压

气机和高压压气机之间的间冷器。该技术可以最大程度实现焓平衡，减少氮氧化物排放并提高推力。

该项目前两年的研究将侧重于综合系统评估、概念部件设计和部件可行性测试，主要关注几个关键的使能技术，并研究与氢燃烧和蒸汽注入相关的复杂气体动力学和燃烧稳定性问题，同时重点关注蒸发器、冷凝器等部件的设计与集成。

2022年2月，CFM国际公司与空客公司签署协议，联合开发氢涡轮发动机技术，并进行地面和飞行测试。CFM国际公司负责改进GE公司“护照”涡扇发动机的燃烧室、燃料系统和控制系统以适合氢燃料燃烧。该发动机将安装在飞行台后部，以单独对发动机的排放和凝结尾迹进行监测，同时避免其他发动机的干扰。空客公司负责改进A380飞行台，包括储氢罐、燃料基础设施和分配系统，并用高密度液态氢进行前期测试。该飞行台将整个氢测试系统设置为飞机上的一个独立区域，不与任何其他系统进行交互。

2022年11月，罗罗公司联合易捷航空公司成功进行了氢燃料AE2100发动机的首次测试，此次测试是现役航空发动机首次成功在低速下运行氢燃料，达到重要里



里程碑节点。此次测试是双方 H2ZERO 计划的一部分，该计划初期将在英国使用氢燃料对 AE2100 涡桨发动机进行初步地面测试，后期将在美国使用氢燃料对庞巴迪“环球快车”5500 和 6500 公务机的“珍珠”15 涡扇发动机开展进一步地面测试与飞行测试，其目标是证明氢燃料可以在 2035 年左右为中小型飞机提供动力。

此外，2022 年氢燃料电池在小型飞机上进行了多项测试以提高技术成熟度。目前，氢燃料电池存在能量密度低、使用寿命短和单体输出功率低等问题，未来一段时间的核心发展趋势是以提升电池各部分的技术成熟度为主。

2022 年 4 月，德国 H2Fly 公司的四座 HY4 氢电飞机实现首次商业飞行，飞行距离 123 千米，飞行高度 2204 米。HY4 飞机采用双机身设计，在改装为液氢推进之前，采用气态氢燃料电池推进。在 HY4 基础上，公司将与德意志飞机公司共同开发氢电动版本的道尼尔 328 支线涡桨飞机，该项目获得了德国政府 3250 万美元的资助，预计 2025 年首飞。

2022 年 11 月，新加坡 H3 动力公司在—架小型无人驾驶飞机上测试了分布式氢燃料电池推进技术。该飞机采用分布式推进系统，安装在机翼下的模块化短舱中，每个短舱包含储氢装置、燃料电池、电机和螺旋桨。短舱的尺寸和数量可扩展，以支持无人驾驶和有人驾驶的货运和客运飞机的推进需求。该公司正在开发其下一代无人驾驶测试平台，该平台将具有六个独立的推进短舱和快速加氢能力。

2022 年 12 月，美国 ZeroAvia 公司获得英国民用航空管理局的飞行许可证，将于 2023 年首飞氢燃料电池原型机 ZA600。该原型机针对道尼尔 228 飞机的需求，将后者机翼左侧的 TPE331 发动机更换为 600 千瓦的氢电动力原型机，该原型机由英国

政府的 HyFlyer II 项目资助开发，系统还包括氢燃料电池、冷却系统、气态氢储罐以及备用电池，均安装在后机身内。

同时，基础领域的发展支撑航空氢动力向前推进。2022 年 4 月，德国宇航中心（DLR）成功开发出氢燃烧特种测量技术，并在高压燃烧室试验台的真实环境中完成了测试。该技术核心是一种可以观察到燃烧室内部的光学探针，通过该探针，可以观察到燃烧室内的氢火焰结构，从而为工业部门提供更多基础信息，加快氢燃烧室的部件设计进程。

同月，日本多家研究机构联合开发出一系列氢气液化所需的磁冷却合金。该系列合金基于 Er (Ho) Co<sub>2</sub> 材料，通过添加不同类型和数量的 3D 过渡金属元素，可生产出一系列化合物，能抵抗因反复施加磁场和温度波动而引起的劣化。该系列合金可以组合使用，将氢气从 77K 冷却到 20K，用于开发低成本、小尺寸的高性能磁制冷系统。

2022 年 9 月，欧洲在 Overleaf 项目下加速高性能液氢储罐的开发工作，该项目由“欧洲地平线”计划资助，参与者来自 6 个欧洲国家共 10 家企业。该液氢储罐与现有原型机相比，将实现减重 50%，其核心技术包括新型功能材料、高性能材料、隔热材料和氢气泄漏传感器等。

同月，欧盟“洁净天空 2”计划研制出一种新型氢燃烧室 LEAF。该燃烧室以传统燃气轮机的燃烧室为基础并进行重新设计，采用无焰氧化技术，借助高温燃烧产物使空气和燃料充分混合，显著减少氮氧化物和烟尘的排放。项目团队的初步测试显示，LEAF 燃烧室的 NO<sub>x</sub> 排放大幅减少，符合排放限制。接下来的实验将进一步验证燃烧室在大气、实验室条件下以及在更接近航空发动机实际运行条件下的氮氧化物减排性能。■

## 产能，后疫情时代的又一道难题

文 | 齐汀



进入 2023 年，全球航空运输业正在加速恢复。然而，三年新冠肺炎疫情无论对于航空运输业还是航空制造业来说，影响尚未完全消除。对于飞机制造商来说，进入后疫情时代获取更多订单，提升飞机交付速度无疑对提升企业盈利能力具有重要的意义。但由于疫情对于企业的现金流、对供应链企业的影响仍未全部消除，因此对于飞机制造商来说，如何与产业链企业、客户一起制定合理的飞机交付计划是后疫情时代面临的一个全新挑战。

图 | Ainonline.com

## 产能之惑

与其他行业不同，航空业投资巨大，产业链中的企业数以万计，因此商用飞机的交付量绝不是飞机制造商一家所能决定的。在新冠肺炎疫情发生之前，得益于全球航空运输业黄金二十年的发展，以波音和空客为主的商用飞机制造商不断提升飞机交付数量，带动了产业链大批企业的蓬勃发展。

但在 2018 年~2019 年间，就曾有业内人士担忧，尽管当时的储备订单足以支撑飞机制造商的产能提升计划，但这些储备订单中有一部分是具有“不确定性”的可选订单，如果全球经济出现下滑，这些订单将很有可能被取消，这也就意味着飞机制造商“激进”的提产计划将对整个产业链产生巨大的影响。

事实上，2015 年~2020 年的 5 年时间里，全球商用飞机订单数大幅增长，在各大国际航展上，航空公司一次购置百架窄体客机和中东地区航空公司豪置新型宽体客机的新闻时有发生。数据显示，截至 2019 年年末，空客的储备订单已经至少需要 7 年的时间去消化，而最受欢迎的 A320 系列飞机的产能已提升至月产 60 架。然而，事实上早在两年前，行业就曾有过这样的质疑：市场真的需要那么多新飞机吗？

但即便这样的质疑一直存在，在疫情爆发前的 2019 年，全球商用航空市场依然迎来了又一个新飞机交付的峰值。空客凭借着最后一个月的“加班加点”，最终实现了交付 863 架飞机的目标，相比之下，其 2018 年的交付量为 800 架。波音由于受到了 737MAX 全球停飞的影响，2019 年交付量仅为 380 架，但在 2018 年其交付量也已达 806 架。如果没有两次坠机事件，保守估计波音 2019 年交付量也将达到 860 架。

但即便交付量已经如此之高，制造商们仍将提产能作为企业的第一要务。这是因为，波音和空客都认为，未来 20 年全球每年大约需要 2000 架左右的新飞机。考虑到商用飞机市场至今仍然是双寡头垄断的局面，因此若以平分市场的方法计算，这两家企业新飞机的年交付量可达到 1000 架左右。2019 年空客的实际交付量已经开始接近这一目标，根据其后续提升产能的计划，两三年内就可实现年交付 1000 架的目标。而这也意味着，在未来的近 20 年时间里，这两家公司的飞机生产和交付已经没有了增长的空间。如果再考虑到这一市场其他飞机制造商的交付的话，可以很明确地推测出，即便没有疫情的发生，波音和空客的产能或许已经过剩。

2020 年，新冠肺炎疫情在全球范围内爆发，谁也不曾想到，这场突如其来的疫情对于行业造成了前所未有的冲击。大量飞机停飞，航空公司多年的盈利化为乌有，大批航空公司倒闭，市场对于新飞机的需求降至冰点。如今，尽管全球运输市场正在加速恢复，但不可否认，三年的疫情令行业“元气大伤”，除了上文提到的大量航空公司倒闭之外，商用飞机产业链中的许多中小企业也倒在了这场疫情之下。在此背景下，对于商用飞机制造商来说，制定合理、能被产业链企业认可的产能提升计划显得尤为重要。

## 保守的计划或更为可行

2022 年，欧美市场率先放松了疫情管控措施，相应的航空市场得到了一定程度的复苏，这也使得波音和空客这两大飞机制造商的飞机交付数量有了显著提升。

数据显示，2022 年波音共交付 480 架商用飞机，同比增长 41.2%。虽然这个数字远低于 2014 年~2018 年这几年间的平

均交付量（760 架），但很显然，波音已经走出了新冠肺炎疫情和 737MAX 坠机事件的影响。仅 2022 年 12 月，波音就交付了 53 架 737MAX、10 架 787 飞机，这是自 2020 年 3 月以来最高的单月交付量。

空客 2022 年最初制定的交付计划是 720 架，之后又调整至 700 架，但最终实际交付数为 661 架，同比增长 8%。尤为值得一提的是，2022 年空客 A320neo 系列飞机的交付量为 516 架，折算成月产为 43 架，远低于空客早前的产能计划。

进入 2023 年，波音和空客也先后制定了相应的生产计划，从总体来看，两家企业制定的计划都较为保守，并将重点放在“稳生产”与“强管理”两方面。

在窄体客机方面，2023 年波音将进一步提升 737MAX 的生产速度。公开信息显示，2023 年波音的目标是交付 450 架 737MAX 飞机，并在第二季度将这一型号飞机的产能提升至月产 33 架~34 架。同时，波音已与发动机供应商 CFM 国际公司达成一致，双方将共同努力，力争在 2023 年年底前实现月产 40 架左右的目标。与此同时，波音

还计划开设第 4 条 737 系列飞机的生产线，新的生产线计划将在 2024 年下半年正式投产。

在宽体客机方面，787 系列飞机无疑将是波音短期内的重点。这主要是因为 777X 项目的研制并不顺利，波音已在 2022 年 4 月将首架机的交付时间从 2023 年推迟至 2025 年，这个时间点比该项目启动时制定的计划晚了 5 年。为了降低库存，波音已经决定暂停 777X 的生产直至 2023 年。2022 年，787 的交付成绩也颇为理想，从 2021 年的交付 14 架增长至 31 架，同比增长 121.4%。相比竞争对手，波音一直在宽体客机市场占据优势，因此 2023 年 787 飞机的交付和生产曲线应该颇为乐观。

为了继续捍卫在窄体客机市场的领先优势，空客对于产能提升的计划也更为激进。事实上，在 2021 年空客就曾提出，希望在未来 4 年内将窄体客机的产能提升一倍。但当时，无论是航空运输业还是飞机制造商都深受疫情的困扰，空客的这一提议并没有得到产业链企业的回应，尤其是中小企业并不认可空客的这一产能提升计



图 | airbus

划。2022年年底，随着疫情在全球范围内逐步结束，空客再次提出提产计划。空客希望，在2023年~2024年间，A320系列飞机的产能可以提升月至产65架，并在2025年左右实现月产75架的水平。此外，空客还计划将A220系列飞机的产能从目前的月产6架提升至月产14架。为了实现这一目标，空客计划将继续新增生产线以满足产能提升的需求。

### 提产能需要全行业的配合

对于飞机制造商而言，提升产能不仅是单方面提升自身生产和管理能力就能实现的，更需要航空公司、供应链企业的支持和配合。

从波音和空客制定的产能计划来看，双方都将主要精力放在了窄体客机的产能提升上，这是因为后疫情时代，相对于宽体客机，航空公司更青睐于窄体客机。而事实上，这一趋势在疫情发生之前已有所显现。

新冠肺炎疫情爆发前，空客和波音都已经在逐步降低宽体客机的生产速率。2019年，空客宣布将A350XWB的月产降低至10架，并且表示短期内不会再提高产能。如果未来一两年内A350XWB的销售没有大的改观的话，预计到2024年，空客将继续下调这一机型的产能到月产7架以下。从目前航空公司表现来看，短期内无论是波音还是空客都不会盲目提升宽体客机的生产速度。

以波音为例，“空中女王”747在2023年2月交付了最后一架飞机；777-9的生产处于停滞状态；777/777X系列飞机的产能要到2025年~2026年恢复到月产4架左右的水平。

其次，合理的产能还关系到飞机制造商的议价能力。在疫情发生初期，空客和波音都对产能进行了一些调整，但现在看

来当初的调整明显过于乐观。目前，空客A320系列飞机的月产仍达到40架左右，仅比疫情前减少了三分之一。根据空客的计划，其希望在2023年就基本恢复至疫情前的水平。这意味着，如果行业能够一直维持高速恢复，这样的产能可谓皆大欢喜，但如果行业恢复并没有如此乐观的话，对于飞机制造商来说或许将会形成一定数量的飞机积压，这将在一定程度上减弱飞机制造商在与航空公司谈判时的议价能力。

第三，航空业是一个产业链非常长的产业，其中涉及全球范围内大大小小数十万家企业。因此，对于飞机制造商来说，产能的提升或者削减都将引发产业链的“多米诺骨牌”效应，对整个航空产业链造成影响。在新冠肺炎疫情爆发前，随着主制造商产能的步步提升，相关供应商也在不遗余力地提高配套产能。疫情爆发后，由于市场需求减少，制造商不得不降低产能，使得产业链配套企业原有的生产节奏被打乱，一些产业链中的中小企业破产，对航空产业链造成了一定的负面影响。这也是为何疫情发生后，世界各国纷纷为航空业输血的重要原因。如今，在后疫情时代，航空产业链或多或少经历了一轮残酷的洗牌，此时要提高产能，很重要的一点是要建立起产业链中中小企业的信心。对于飞机制造商来说，需要在技术、资金等各方面给予产业链中小企业信心，这一点在竞争更为激烈的系统、部件等领域更为明显。

因此，综合上述因素，如今对于飞机制造商来说，如何调整合适的生产速率不仅关系到企业的生存和长远发展，同时也将直接影响整个产业链的健康发展。然而，机遇与挑战总是并存的。谁能在复杂的市场环境中，以更快的速度掌握市场的需求变化，以更长远的眼光作出正确的战略选择，或将最终决定后疫情时代谁能坐上商用航空市场第一的宝座。■

## “协和”之后，航空业能否再现超声速

文 | 曲小

2003年10月24日，随着英国航空3架“协和”号超声速客机降落在伦敦希斯罗机场，这款载入人类航空史的飞机正式退出了舞台。对于“协和”号飞机的黯然离场，有专家称其是“被平民化时代抛弃的贵族高新技术”。30年后的今天，当我们总结“协和”号飞机的成败，也不得不承认，在商用航空市场，技术的发展必须与市场需求相结合。也正因为如此，如今尽管航空技术本身已经取得了突飞猛进的进步，但超声速飞机何时重回商用航空市场仍有诸多分歧。然而不可否认的是，人类对于“更快的飞行”依然有着无尽的渴望。

图 | Steve Flint





## “贵族技术”与“平民化时代”

人类首次成功研制出超过声速的飞行器是在二战时期。1943年，美国研制的X-1验证机第一次实现了飞行速度1.06马赫，这是飞行器速度首次突破声障。X-1验证机的研制成功激发了人类研制民用超声速客机的热情。1956年，英国成立了“超声速运输飞机委员会”，该委员会联合英国皇家飞行研究院和布里斯托尔飞机公司，共同研制超声速客机。一段时间后，英国政府发现仅凭一己之力难以实现突破，因此在欧洲范围内寻求合作伙伴。1962年，英法两国签署协议，双方决定合作研发超声速客机。1963年，戴高乐总统在一次演讲中首次将这款超声速飞机命名为“协和”号。

1969年3月，“协和”号飞机完成首飞，次年，其最大飞行速度突破马赫数2，这也意味着未来搭乘“协和”号飞机从纽约到巴黎的飞行时间被缩短至3.5小时，从巴黎到东京的飞行时间仅需7小时。此后，在克服了意见分歧、研发费用严重超预算等诸多困难后，1976年，“协和”号飞机正式投入商业运营。

单纯从技术本身来看，“协和”号飞机的S形前缘结合双三角翼设计，由计算机控制的可变发动机与电传操纵发动机，再加上4台罗罗公司研发的奥林匹斯593型大推力涡喷发动机，这些都保证了其出色的超声速巡航能力。但从商用运营的角度来看，“协和”号的缺点也是显而易见的。

首先是被诟病最多的噪音问题。由于声爆过高，美国联邦航空局率先对其发出了“禁飞令”，随后欧洲和亚洲的一些国家也宣布禁止“协和”号飞机飞越其领空。其次是受当时技术条件所限，“协和”号飞机的航程仅5100公里左右，这意味着这款飞机只能勉强飞越大西洋，“快”的

优势，在太平洋航线基本难以发挥。第三是过于高昂的运营成本。由于“协和”号飞机油耗高、载客量小，当时其票价比一般民航客机头等舱机票都要贵很多，这令许多乘客只能对其望而却步。

此后，“协和”号飞机在商用运营中又发生了几次重大的安全事故，其中最严重的是2000年7月的坠机事件，导致113人死亡，这次空难成为了压垮骆驼的最后一根稻草，极大地打击了民众对于超声速客机安全性的信任。尽管最终的调查显示，这起事故可能与另外一架DC-10客机在机场跑道掉落零件，扎破“协和”号飞机的轮胎有关，但无论结果如何，2003年“协和号”飞机被永久停飞。如今，在巴黎布尔热航空航天博物馆内，两架“协和”号飞机并行排列在一起，成为了世界航空史上一段令人难以忘怀的历史，激励着航空人继续对“速度”的追求。

## 超声速客机研发不易

进入21世纪，航空业对于超声速客机的研发又进入了一个新高潮，一些初创公司活跃在超声速客机研发领域。但近两年，一些企业黯然离场，一些型号的研制中制造商与发动机制造商有了不同的想法。

2021年，超声速飞机制造商Aerion公司宣布倒闭，公司发布公告称倒闭的原因是“公司无法获得新的投资”，这一消息令超声速客机的研发蒙上了一层阴影。

Aerion公司的AS2超声速客机于2008年开始研制，是当前超声速客机研制中较为成熟的一款。经过多年的设计优化和不断验证，2020年Aerion公司确定了AS2项目的最终设计：采用全新的后掠三角翼来取代层流设计，飞机机身长44米，翼展为24米，具有较大的前缘襟翼和后

缘襟翼，能够改善低速飞行性能，使发动机在低功率起飞阶段满足噪声规定。对于一直以来困扰着超声速飞机的噪声问题，Aerion公司已明确表示，AS2超声速公务机的设计严格按照FAA提出的噪声认证法规，即在采用有效感觉噪声级的评判标准下，其横测噪声不超过96.5分贝，飞越噪声不超过94分贝，进场噪声不超过100.2分贝。早前，Aerion公司还曾获得来自公务机运营商NetJets公司的订单。尽管公司的倒闭或多或少与新冠肺炎疫情对航空业的影响有关，但Aerion公司的负责人也表示，公司专注于超高净值市场的决定是错误的。从这个角度来看，Aerion公司在AS2项目上也犯了与当年“协和”号一样的错误。

另一个关注度颇高的超声速客机项目是Boom公司的Overture飞机。2021年，美联航宣布订购15架Overture超声速飞机及35架可选订单；同年，美国航空也宣布订购20架Overture和40架可选订单。值得一提的是，这两家企业都支付了部分“不可退还”的押金。

Overture超声速客机是一款四发飞机，设计机身长63米，飞行速度1.7马赫，飞行高度可达18300米，航程4250海里（约7800千米）预计可搭载65名~88名乘客，预计2024年投入生产，2029年实现首架交付。为了顺利实现批产目标，2023年2月，Boom公司启动了在北卡罗来纳州格林斯伯勒超级工厂的建设工作，该工厂占地面积62英亩，计划雇佣超过2300名工人。未来，这里将进行Overture超声速客机的总装、设备测试以及交付工作。根据北卡罗来纳州的经济学家估计，未来如果该项目进展顺利，将在20年为该州带来至少323亿美元的经济增长。此外，Boom公司还将在北卡罗来纳州的公立大学、社区学院和职业学校为学生提供200



多个实习机会，以培养飞机制造相关的专业技术工人。

尽管不少人质疑Overture项目是否会走“协和”号的老路，但Boom公司表示，Overture项目在空气动力学、材料和发动机三方面较“协和”号有了相当大的改进，因此公司非常有信心这款飞机将获得商业成功。但发动机制造商却与Boom公司有着不同的想法。2022年9月，罗罗公司宣布退出Overture超声速客机项目，此后GE、普惠等发动机制造商也表示，暂时没有研发用于超声速民用飞机动力装置的打算，这也意味着动力装置的缺失将成为Overture项目继续发展首先要解决的问题。

## 动力装置是关键

经过长期的预研和论证，全尺寸涡轮基冲压组合发动机是高超声速飞机动力系统的最佳解决方案。但事实上，要开发一款全新的此类发动机绝非易事。尤其是在新冠肺炎疫情之后，对于发动机制造商来说，短期内不可能花费大量的资金去研制一款全新的产品。因此，如何在发动机制造商已有产品中进行选择，并根据需要进

图 | boomsupersonic.com

行改进或在现有技术的基础上研制一款更具针对性的产品，成为了初创公司折中的选择。

对于超声速飞机发动机来说，较为适合的是涵道比为3~4的中等涵道比涡扇发动机。足够低的涵道比能够减少飞机起飞时的噪声，同时也不会引起太多的波阻，并保证足够高的燃油效率。对此，波音臭鼬工厂的飞行器设计与技术主任戴夫·理查森曾表示：“尽管如今新材料的发展已经能够让核心机的工作温度更高，但对于超声速飞机来说，这种循环参数并不是最理想的。相比之下，普惠公司的JT8D或GE公司的J79比如今新一代发动机更适合在超声速飞机上使用。”正因为如此，Boom公司曾为XB-1选择了J85发动机。Aerion公司选择的Affinity是一款双轴的中等涵道比发动机，集成了一个类似于战斗机的两级风扇和CFM56/F101的核心机，有9级高压压气机、单级高压涡轮和2级低压涡轮。它在设计上的独特之处在于有一个低阻力的进气锥，带有可调后缘的固定进口导流叶片和两级宽弦整体叶盘风扇。发动机尾部有一个复杂的陶瓷基复合材料排气混合组件，类似的设计在GE公司的“通行证”（Passport）发动机中曾使用过。此外，Affinity还使用了全权限数字式电子控制（FADEC）系统，被设计为既能在水面上空以Ma1.4进行超声速巡航，又能在陆地上空高效地亚声速飞行，而不用修改现有的适航章程。在合适的气候环境和复杂算法的控制下，AS2能以Ma1.2在陆地上空飞行而不产生声爆现象，并符合第五阶段关于飞机起飞和降落的噪声要求。对此，GE公司曾表示：“Affinity既不是一台涡喷发动机，也不是一台战斗机发动机，也不像曾经安装在协和号上的发动机，它是介于民用发动机和战斗机发动机两者之间的一款产品。”但如今，罗

罗已退出了Overture项目的研制，AS2项目也已宣告结束，未来发动机制造商又如何看待超声速客机项目的研制呢？

尽管GE曾为AS2项目研制了Affinity发动机，但公司已明确表示不会将主要精力投入到超声速民用飞机的研制中，这也意味着公司或不会参与Overture项目。普惠公司与GE持相同观点。尽管公司并没有公开对是否参与Overture项目表态，但根据媒体报道，普惠的高管层表示，“目前公司主要专注于亚声速民用发动机的研发，并没有将超声速客机发动机研发纳入业务发展范围。此外，由于超声速客机的单位乘客燃料消耗量是普通亚声速客机的7到9倍，这与普惠的可持续发展战略不符。”因此，短期内普惠投身超声速客机市场的可能性微乎其微。此外，赛峰、霍尼韦尔、IAE公司也没有参与超声速客机项目的计划。

对此，Boom公司表示，将继续寻找新的发动机合作伙伴。但客观来看，即便未来能够寻找到新的合作伙伴，考虑到针对项目重新研发的可能并不大，因此发动机与飞机的匹配性究竟如何将是一个未知数。但对于超声速客机而言，发动机关系着飞机的噪声、成本等诸多决定项目成败的关键因素。从这个角度来看，动力装置已经成为了超声速客机何时重回市场的关键。

此外，适航的问题也是困扰超声速客机重返商用航空市场的关键。目前，一些国家和组织正在加快超声速客机噪声标准的重新制定和相关适航工作的开展。例如，2023年~2025年，NASA将测试美国社区对飞机噪声的反映，测试数据将提供给国际民航组织（ICAO），并计划在2025年上半年完成噪声标准和巡航声爆限制规章的制定工作。■

# 从“空中女王”谢幕 看远程宽体客机发展

文 | 悦霖

2022年12月6日，最后一架“空中女王”——波音747飞机从位于埃弗雷特的总装厂房推出，这意味着经历了半个多世纪的发展，“空中女王”正式谢幕。作为世界上第一款双通道飞机，747的生产始于1967年，总产量达到1574架，它的客货两型共同发展的策略使其称得上是波音历史上最成功的机型之一，为巩固波音的行业地位发挥了十分重要的作用。如今，尽管747准备退出历史舞台，但是它所创造的商业成功依然值得学习和借鉴。



图 | RyanFletch



## 始于“豪赌时代”的 747

1958年，波音707的诞生让人类航空旅行发生了天翻地覆的变化。波音707不仅可以载客181人，还可以实现从美国到巴黎的直航，这使得更多人开始渴望周游世界，更多商人希望能够搭乘飞机开拓海外市场。之后几年，人们对于飞机的性能有了更高的要求，它们希望未来的飞机可以搭乘300人~400人，而且可以连续飞行得更远、更快。于是，747项目应运而生。但当时或许并没有人会想到，它会成为波音历史上最成功的机型之一。波音747的成功不仅仅是波音战略的成功，更是启动客户泛美航空、发动机制造商普惠公司这三家企业联合的一场“豪赌”。

20世纪60年代，世界民航业高速发展，当时的民航飞机已经无法满足民航业的快速发展。此时，泛美航空提出，希望波音能够研发一款比707更大的飞机，甚至希望能够有一款双层客机。尽管波音当时债务缠身，但仍然毅然上马了747项目，而接手这一项目的则是大名鼎鼎的乔·萨特。波音为747项目投入了12亿美元，差不多是当时公司全部的家底。747是波音飞机研制史上的一次革命，其基本型的机身宽5.59米，每排10个座位，最大载客量可达到490人。从外形上来看，747机头的驼峰设计，后来成为了这款飞机最明显的特点，而这一需求最初是来自泛美航空希望能够从机鼻进货的需求。尽管研制和生产过程十分艰辛，但1968年9月30日，首架747飞机正式出厂。1969年2月，首架747完成首飞。很快，泛美航空开始预售首航机票，头等舱票价375美元，经济舱票价210美元，机票销售一空。1970年1月，泛美航空和波音共同为747举办了盛大的首航仪式，首航航线从肯尼迪机场起飞，搭载324名乘客，历时6小时10分钟，抵达英国希

斯罗机场，“空中女王”正式登场。

波音747是首款应用大涵道比发动机的民用飞机，它的成功离不开发动机制造商普惠公司的鼎力支持。普惠为747飞机研制了JT9D发动机，但跨时代的飞机与突破性的发动机组合在一起，在当时的航空技术水平之下，必然会带来极大的风险和难度。因此，在747运营初期遇到了很多问题，也引发了外界对于747的质疑。但普惠和波音都顶住了压力，不断对飞机和发动机进行完善，尤其是20世纪70年代中后期，普惠公司大幅提升了发动机的可靠性和推力，747开始获得越来越多用户的认可。此后，在波音一代又一代设计师的努力下，747系列飞机在需求分析、设计理念、生产技术、研制模式等方面实现了一系列创新，实现了从747-100、747-200、747-300到747-400、747-8的家族化发展，取得了举世瞩目的技术成功和商业成功，铸就了航空史上的一段传奇。

## 四发飞机或成历史绝响

进入新世纪后，随着发动机技术的不断进步，双发宽体客机开始具备跨洋洲际飞行的能力，波音和空客也都推出了双发宽体客机。在此期间，空客还推出了“空中巨无霸”A380，但市场给出的答案却是，四发飞机或将成为历史绝响。

20世纪80年代，空客凭借A320开始在商用航空市场站稳脚跟，并开始尝试扮演追赶者的角色。随着《长程双发客机运营性能标准》(ETOPS)的颁布，符合标准的双发客机也可以运营跨洲长程航线，这彻底改变了当时国际航空业的格局。此时，已经投入运营的加长型767几乎第一时间被航空公司用于跨洲航线的运营。同时，介于767和747之间的777客机也获得了更多的市场份额。为了扭转局面，空

客推出了双发的A330和四发的A340。竞争的结果是，777和A330凭借优异的性能革了三发的麦道DC-10和洛克希德L1011的命，但是在四发飞机领域，A340却未能撼动747的江湖地位。

1992年范堡罗航展上，时任波音总裁的菲尔·康迪宣称正在考虑研发一款替代747的超大型客机。面对波音咄咄逼人的攻势，早就想在宽体客机市场反超的空客也不甘示弱地表示，公司也有意研发超大型客机，A380的种子在此刻种下。

2000年12月19日，在空客宣布有史以来最大的民机项目A380正式启动后，当时欧洲宇航防务集团联席董事长让·吕克·拉卡戴尔(Jean-Luc Lagardere)在图卢兹发表了讲话。他信心满满地说：“A380将拥有足够大的市场，它将改变航空运输业的格局，就像波音747飞机在上世纪70年代做到的那样。”

2005年，A380迎来首飞，在那一刻，A380不仅属于欧洲，属于图卢兹，更属于全世界。在A380之前，尽管通体双层客舱的设想早已在飞机设计师的脑海中出现过无数次，但即便是747也只是实现了一部分。空客汇集全欧洲的技术力量，克服了飞机放大后的各种技术挑战，三舱布局下的A380座位数达到500个以上，飞机的客单座燃

油比相当于一台小轿车。毫无疑问，这样的飞机确实十分适合枢纽机场之间客流量稳定的远程航线。然而，现实却是残酷的。

在20世纪90年代，747之所以能够获得成功，是因为当时全球航空运输业形成了典型的轴辐网络，即乘客从中小城市坐飞机到大型中心城市，而大型中心城市则充当集散地的角色。空客认为，随着航空客运量的逐年增加以及枢纽机场容量的饱和，这种轴辐网络的格局将继续主导航空运输市场。但市场却与空客的判断背道而驰。即便是在空客的大本营欧洲，也只有慕尼黑机场和希思罗机场有使用A380这样的巨型客机的需求，其他机场都没有空客希望看到的趋势。相反，随着经济全球化的发展，乘客已经不愿意在洲际航线上频繁转机，反而更倾向于高密度的直飞航线。

由于战略判断的失误，A380的订单问题一直困扰着空客。从2007年10月交付首架A380给新加坡航空后，尽管空客提出过多种改进方案希望能够获得更多客户的认可，但都收效甚微。从2015年开始，A380就几乎没有再获得新的订单，2019年A380的最大客户阿联酋航空宣布进一步缩减订单，使得空客不得不宣布从2021年开始停止交付A380飞机。2020年新冠肺炎疫情在全球范围内爆发，成为了加速A380



图 | [airlinestravel.ro](http://airlinestravel.ro)

飞机退出商业航空市场的“最后一根稻草”。

与此同时，时代的进步也让曾经辉煌一时的“空中女王”747在盈亏线上苦苦挣扎。2017年，达美航空作为最后一家运营747客机的美国航司，完成了最后一趟航班的运营。2022年12月，波音开始拆除747生产线。2023年1月，最后一架全新的747-8F货机交付亚特拉斯货运航空公司。波音747的完美谢幕和空客A380的黯然离场都是时代的选择，同时也意味着四发超大型飞机或将成为商用航空市场的历史绝响。

## 双发宽体客机的新一轮竞争

在过去，更低的单位成本主要通过更大的飞机来实现。但如今，发动机制造商的表现才是飞机效率能否提升的关键。如今，航空公司运营的小型宽体客机，如空客A350和波音787飞机等，都拥有与A380这类超大型飞机相接近的单位成本。即便是777-300ER飞机，其座英里成本都和A380相差不大。对于航空公司来说，如果超大型客机并没有帮助他们降低运营成本，那么他们为什么还要“冒险”为飞机安排更多的座位呢？也正因为如此，可以断定未来更高效的双发宽体客机才是主流机型，新机型的角逐也将更加激烈。

未来宽体客机市场新机型的竞争将主要集中在A350XWB、A330neo和波音787、777X系列之间。对此，波音已经公开表态，未来公司将专注于250~300座级飞机的市场，也就是777X和787系列飞机所对应的市场。

目前，波音777X的研制进度并不太顺利。从时间轴来看，777X研制的关键时期恰逢波音深陷737MAX事件的困局，同时还遭遇发动机延迟交付等外部因素影响。受737MAX事件影响，波音与FAA之间经历了一场信任危机。2021年，FAA就曾以

软件和硬件问题尚未得到解决为由，拒绝为777-9X的试飞原型机签发型号核准书，使得该项目的局方审定试飞计划不得不推迟。2022年4月，波音宣布，在综合考虑内外部各种因素后，决定将777-9X的交付时间从2023年年底推迟至2025年。目前，波音共下线了4架777-9X的试飞机。2022年10月，由于发动机故障，波音曾一度中断了777-9X的试飞工作，直到12月17日，试飞工作才重新恢复，但另外3架试飞机还未重启试飞任务。

在宽体客机市场，空客的市场份额一直落后于波音，但在机型的“高低配置”方面，空客相比波音给予客户更多的选择。目前，A330neo和A350XWB无论在飞机大小、航程、技术先进性和价格上都可谓两种配置。价格更加亲民的A330neo虽然“体格”较小，但其最紧凑的座级设置也可达到440座，非常适合区域内不超过5000海里的高密度航线。A350XWB则拥有更长的航程和更大的载重，客舱也更加舒适，因此非常适合中远程洲际航线。相比之下，777X的价格更高，且交付时间已被推迟至2025年。

此外，空客A321XLR虽然属于窄体客机，但在后疫情时代，“性价比”更高的A321XLR或将分流一部分小型宽体客机的订单。A321XLR设计载客量为180人~200人，航程4700海里（8700公里）。2022年6月，这一超远程单通道客机完成了首飞，12月空客又完成了这一机型的长航时飞行，飞行时间达到13小时。根据计划，如果进展顺利，A321XLR有望在2023年获得欧洲航空安全局的型号合格证，2024年投入市场。对于这一机型未来的市场表现，空客显然寄予厚望，无论是从座级还是航程来看，在细分市场目前还未有机型能与其形成正面竞争，其未来的市场表现值得期待。■

# 坚定信心 谋划未来

## ——2023年我国国际航空货运市场展望

文 | 尤怀墨 占芬

新冠肺炎疫情迁延三年，世界百年未有之大变局加速演进，俄乌冲突、中美贸易战、通货膨胀、能源危机、气候变化等因素交织，裹挟各大区域经济体纠缠其间，全球经济发展前景面临着巨大的不确定性，后疫情时代对我国国际航空货运的影响，可能远远大于前三年的“疫情时代”。

图 | aircargo.news



## “三升一降一化”

展望 2023 年，全球宏观环境呈现不确定性、脆弱性、复杂性、波动性特征，我国政策层面增强导向性和精准性，国际、国内宏观环境的变化对我国航空货运需求端、政策端、供给端和成本端产生“三升一降一化”的影响。

首先是世界经贸更具脆弱性，货运需求面临降温。全球经济受疫情反复、通胀压力上升等多重因素叠加冲击，衰退风险加剧。预计 2023 年，美国将进入滞涨期，欧洲进入衰退期，新兴国家进入金融危机风险期。据世界银行 1 月 10 日最新预测，2023 年全球经济增长将放缓至 1.7%，低于 2022 年 6 月预计的 3%，这将是继 2009 年和 2020 年的经济衰退后，接近 30 年来的最低增幅。据 IMF 和 WTO 于 2022 年 10 月份预测，全球贸易 2023 年增速将由 4 月份的预测值 3.4% 大幅下降至 1.0%。此外，11 月全球 PMI 下降 0.6 个百分点至 48.80。2022 年第四季度，全球海运费率断崖式下降，全球需求进入收缩状态。我

国作为世界工厂，在每一轮的全球经贸周期中，出口波动都大于全球贸易波动。

其次，大国博弈更具复杂性，贸易需求格局分化。2022 年，中国贸易增长主要来自欧美、东盟等地区。2023 年，地缘政治冲突带来衍生问题将继续发酵，拖累全球贸易增长，影响货运需求格局。一是欧洲供给缺口有望继续拉动我国出口贸易和航空物流增长；二是美对华相关制裁仍将拖累双边航空货运需求；三是东盟市场或成唯一有希望实现改善的区域。2022 年前 11 个月，我国与东盟贸易增长 15.5%，占我国外贸总值的 15.4%，其中中间品的贡献接近 70%。RCEP 于 2022 年生效后，将进一步利好航空货运需求。此外，2021 年以来，我国面向非洲、拉美等新兴市场的增速和规模总体均不低，新兴市场航空物流潜力不可小觑。

目前，我国面临国外需求降温、贸易替代效应趋弱、国内有效需求不足等问题，经济处于筑底回升期。党的二十大将高质量发展列为全面建设社会主义现代化国家的首要任务，提出着力提升产业链、供应

链韧性和安全水平，加快建设制造强国、交通强国等，将为经济发展注入新动力。2023 年，预计我国经济增长率为 4.5% 左右，将继续实施保通保畅、扩大消费、深化改革、促进开放等措施，有利于促进高科技产业、跨境电商、冷链等航空偏好型产业业态的发展。此外，随着各项稳增长政策的叠加效应、累积效应和延后效应在 2023 年进一步释放，航空货运将继续享受政策红利。

而全球及中国疫情防控政策的持续优化，将促进航空物流供给能力进一步提升，运价将进一步受到压制。一是腹舱运力有序恢复。预计 2023 年，疫情对产业链及航班等带来的负面影响将更小，促使腹舱运力有序提升。二是货机运力进一步提升。目前我国全行业货机引进数量超 15 架，引进数量已超 2021 年全年。此外，随着港口拥堵缓解，预计海运等其他交通方式供给能力也将进一步回升，航空货运价格水平或进一步回落。

总体来看，2023 年，国内政策持续发力、防疫政策科学优化、新兴业态持续升温、贸易伙伴多元化，有利于促进航空货运发展；全球经济衰退、地缘政治及油价波动等将成为干扰因素，增加航空货运发展波动性。

## 发展特征推演研判

疫情后我国航空物流的增长主要来自三方面效应，即总量效应、结构效应以及替代效应，在不同阶段，支撑增长逻辑的效应并不相同。第一阶段，2020 年二季度开始，我国凭借完善的供应链替代了部分受疫情冲击地区的出口份额，且随着海外经济修复也带动了外需的边际增长，全年国际航空货运呈现前低后高的走势，后期增长的主因是替代效应与结构效应。第二

阶段，随着海外经济重启，生产与出行逐渐恢复，我国对东盟、欧盟等生产型经济体的产品出口表现出极强韧性，总量效应是国际航空货运增长的核心动力，替代效应和结构效应对我国国际航空货运也均有正向影响。第三阶段，全球经济面临紧缩的货币政策环境，海外需求总体疲软，尽管三大效应对我国国际航空货运的影响依然为正，但拉动效果已有明显减弱。

综合研判，2023 年，总量效应对出口的正向作用将大幅走弱，甚至可能产生负向作用，欧美产业链回流在一定程度上可能弥补全球供需缺口，受制于东盟产业链重构和经济修复，我国供给份额的增长空间较小，即国际航空货运结构效应与份额效应的影响弹性将减弱。综合三大效应影响，2023 年我国国际航空货运市场将呈现整体回落的态势。但鉴于 2023 年全球货币政策可能前紧后缓，外需可能在后期有所回弹，以及今年前高后低的基数效应，预计 2023 年我国国际航空货运增速可能前低后高，因此在行业层面，亟需推动航空货运从增量扩能为主转向调整存量、做优增量并存的深度调整。

虽然 2023 年我国国际航空货运整体增速可能回落，但在“RCEP 政策红利、欧洲去制造业化、跨境电商持续升温”等因素影响下，我国国际航空货运仍会有结构性亮点：

一是机械、电子等传统工业品航空出口贸易有望扩张。在 RCEP 的框架下，未来一段时间内，自动数据处理设备、集成电路、汽车零件、存储设备等产品可以享受较大力度的关税优惠，加之国内相关产业链自身具备较强的竞争优势，以及欧洲囿于能源限制，对东南亚相关产品需求增长，因此 2023 年通过航空运输至东盟国家的机械、电子等货品将有望持续增长。

二是欧洲去制造业化将对我国的医药、



化工、汽车等行业带来出口替代机会。医药化工、汽车工业等是欧洲的战略支柱产业，近期随着欧洲能源成本大幅上升导致制造业转移外迁，我国的相关产品已显示出一定的替代效应。2022年三季度末，美国从我国进口的化工产品比重上行至11.5%左右，而自欧洲进口比重降至8.5%左右。预计2023年，我国通过航空方式运输的化工产品、汽车部件以及温敏湿敏等货品将获得供给替代和份额增长的机会。

三是跨境电商方兴未艾。据海关统计，中国跨境电商进出口5年增长近10倍，2021年规模达1.92万亿元，2022年上半年同比增长28.6%，根据商务部公布的《“十四五”电子商务发展规划》，预计2025年将达到2.5万亿元，年均增速将达到10%以上。随着通关电子化、贸易便利化程度提升，以及未来我国加入DEPA、持续深入推进跨境电商综试区建设等举措，跨境电商出口增速将高于传统外贸，对航空货运发展的支撑作用将更为显著。

2021年，在我国各种交通方式完成的进出口贸易总量中，航空运送货物价值占比达16.7%，远高于0.13%的运输量占比，空运方式货物单位价值达168.94美元/千克，接近全部交通运输方式货物单位价值的130倍。2023年，随着我国航空货运产品结构从劳动密集型产品继续向技术含量更高、所处价值链地位更高的产品转型，预计空运方式货物的单位价值将继续提升。

货品结构迭代与贸易方式变迁也将推动航空货运加快打通不同交通运输方式空间、时间界限，形成多层次、一体化、高质量的货运产品体系，进一步减少运输时间损耗并加强服务质量管控。2022年，东航物流依托多式联运推出“港到港”时限产品，其广州—洛杉矶、台北—巴黎、阿姆斯特丹—天津“港到港”空中中转时限产品全流程时间分别为35小时、51小时、

49小时，较普货产品全流程时间分别缩短37小时、24小时、24小时。预计2023年，更多优质平价的创新产品将不断提高航空货运的时效性、稳定性与安全性。

## 国际市场增速预测

根据上述分析，结合权威机构对全球经济增速预测和全球贸易增速预测，依照基准、乐观、悲观三种情景对我国国际航空货运市场增速进行预测。

基准情景下，全球经济下行，海外需求如期收缩，但我国供应链韧性犹在。美联储加息放缓但货币政策尚未全面转向，全球通胀缓慢回落，外需受到货币紧缩和通胀的双重挤压。美国和东盟供应链的回流和重构缓慢推进，但并未动摇我国产业链核心地位。该情景下，全球经济增速约为IMF、OECD等预测均值2.5%，全球贸易增速采用WTO预测值中位数1.0%，全球航空货运量增速采用IATA预测值-4.3%（较2021年下降12%），预计我国国际航空货运基本超过2019年水平，同比下降7%左右，约实现245万吨运输量。

乐观情景下，海外需求下行较为缓慢，国际国内疫情制约降低，供应链优势强化凸显。美联储加息放缓并于下半年货币政策转向宽松，海外加息潮逐渐退却。全球通胀回落且能源通胀压力随之缓解，外需下滑但仍有韧性。在国际国内生产消费复苏的推动下，国内产业链优势提升，新兴业态蓬勃发展。该情景下，全球经济增速、全球贸易增速、我国出口份额的预测值高于基准情形，预计我国国际航空货运约恢复至高于2019年同期水平7个百分点，同比下降2%左右，完成260万吨左右运输量。

悲观情景下，海外需求超预期下行，供应链托底支撑作用有限。美联储按照“更高的加息终点、更久的加息时间”路径持

续加息。受前期激进加息影响，美国经济走向衰退，欧洲陷入类滞胀的经济困境；俄乌冲突及其外溢影响加剧，对全球通胀和经济衰退推波助澜，外需加速下行；东盟大力推进产业重构计划，一定程度对我国形成出口替代。该情景下，全球经济增速、全球贸易增速、我国出口份额的预测值低于基准情形，在外需疲弱和供给不振的双重压力下，预计我国国际航空货运约恢复至2019年的97%左右的水平，约完成235万吨运输量，同比下降10%左右。

展望2023年，根据全球经济前景、加息节奏、能源危机、供应链冲击、地缘风险等因素的可能演化方向，我国国际航空货运发展情况大概率偏向基准情景和悲观情景之间，可能最终实现240万吨左右货运量。

## 航空物流发展思考

一要突破要素瓶颈，优化资源配置。

开展物流风险评估。开展国际物流供应链风险评估工作，引导国际多式联运各部门及供应链各环节的关键数据交换与共享，在基础设施及装备硬联通、规则标准及服务软联通、运营机制一体化等方面开展研究与应用工作，明确高科技产品、机器设备、汽车零件等主要货品的物流风险指数和改进措施。

动态掌握市场需求。加强与工信部、商务部、海关等部门及重点企业信息对接、数据共享，推动机场加强与临空经济区、综合保税区、跨境电子商务综合试验区、行业协会等合作互动，密切监测、实时掌握我国航空偏好型产业的航空货运实际需求，完善出口品牌管理与统计体系。依托



市场实际需求，调整航权谈判力度，优化航线航班管理。

精准牵引市场布局。一方面，审慎开展新设货运航司批筹等工作，充分用好用足当前运力资源，避免关键资源供给过度分散；另一方面，通过宏观政策引导、关键资源配置，精准牵引我国航空物流企业的航线网络布局，避免企业全部扎堆布局海外热门机场；鼓励企业进一步开发拉美、中东、非洲等新兴市场潜力，提升区域航线网络的均衡性，防范不对称依赖带来的负面影响。

提升数据治理水平。当前由于我国民航运行监控部门仅关注直连我国的航段，且部分外航航班计划和实际执行的情况易出现脱节，导致监管部门不能完全掌握外航的完整航线，亟需基于供应链思维，进一步完善货运航线航班统计的底层逻辑和数据基础，构建现代化航空货运统计制度，及时准确反映国际航空货运发展质量与服务水平，增强行业治理的科学性和有效性。

二要完善财政引导，激发主体活力。

加强多式联运合作支持力度。在《关

于支持国家综合货运枢纽补链强链的通知》的基础上，与其他交通运输方式研究出台内容更细分、对象更广泛的综合交通支持措施，鼓励多式联运组织模式创新，推动实现综合运力资源动态调整调配，着力提升枢纽基础设施的承载能力和衔接水平，为构建统一开放的交通运输市场夯实基础。

建立长期金融战略合作关系。建议从政府层面加强与我国进出口银行、国家开发银行、亚洲开发银行、亚洲基础设施投资银行等协同合作，加快航空物流企业海外运营保险立法和相关制度建设，充分发挥各类政策性金融工具的协同效应，分散航空物流企业海外运营风险，共同促进和保护我国航空物流企业海外运营权益，更好地支持我国航空物流企业“走出去”。

推进国际战略航线试点工作。围绕我国航司执飞的战略意义突出的航线推进试点工程，给予精准的财经支持政策，引导物流企业针对可能的供应链风险制订应急预案，实施断链断供替代预演，提高关键航线多国备份能力，必要时可通过牺牲部分“规模经济”以保障“安全优先”，以

应对航空物流供应链系统受到冲击甚至断链等不能正常运转的突发情况。

三要强化产业支撑，提升服务能力。

完善数字化国际物流新规则。在 RCEP 框架下，推动原产地规则、投资负面清单等主要内容在国内临空经济区、综合保税区、跨境电子商务综合试验区等园区先行先试，推动检验检疫标准、经认证的经营者率先实现互认合作，积极开展基于数字化的国际贸易规则探索，实现国际航空物流数据跨境安全有序流动，加快推动国际供应链全流程的透明化改造，推动我国主导的航空货运体系进一步向海外延伸。

构建近岸供应链服务新优势。推动各口岸海关、边检等进行监管压力测试，优先推进面向周边东北亚、东南亚国家的高标准规则和制度开放，为航空贸易发展和推动我国加入全面与进步跨太平洋伙伴关系协定（CPTPP）、数字经济伙伴关系协定（DEPA）等高标准自贸协定夯实基础；鼓励航空货运承运人进一步拓展东南亚、东北亚航线网络广度、厚度，推动培育新型、多元化的全球供应链体系，重点发展近岸供应链。

建设国际物资集采集运机制。提升我国关键产业国际供应链管理能力和推动关键产品生产制造企业与三大航、顺丰航等国际物流承运人以联盟形式联合，建立海外原料保供、集采和直采、集运基地，开展增值服务和国际综合物流业务，扩展在新兴市场航空+地面服务网络，创新高科技产品、跨境电商商品、冷链物流等重点货品货类的国际物流服务形式。

推动物流业制造业深度融合。推动我国国际航空货运企业与我先进生物医药材料、矿物等原材料、大容量电池、半导体等航空物流偏好型企业的合作，结合行业特征、技术特征，通过战略联盟、签订长单、技术合作、互相参股等方式建立综

合服务体系，提高航空物流企业对高技术企业物流需求的响应能力和定制化服务能力，提高中长期物流合同比例，共同打造产业链创新链网络。

鼓励海外资源共建共享共用。当前我国航空物流企业拓展海外市场以单打独斗为主，转运中心、地面配送企业及境外经贸合作区等相关建设存在重复投资、同构竞争、同源竞争等现象。建议从政府层面鼓励行业内部抱团出海，共建共享海外货站、转运中心、境外经贸合作区等基础设施资源，如以郑州机场布达佩斯海外货站的投用为契机，可鼓励我国航空物流企业欧洲航线以布达佩斯为集散枢纽，实现跨境贸易货物在中欧之间的集疏，避免资源空置以及重复建设。

四要优化风险管控，健全预警机制。

推动建立风险信息共享机制。建议借助行业协会、产学研合作平台等，建立健全高层级的海外风险信息发布平台，加强对黑天鹅、灰犀牛以及突发事件引致的“次生灾害”的预测预警、跟踪研判以及信息共享，强化航空货运企业海外安全风险的评估能力，降低不可抗因素对我国航空货运与供应链的影响。

深入研究海外节点物流政策。发挥政企学研合力，加快对“一带一路”、RCEP等海外重要节点国家的航空物流与关联产业政策研究，强化对物流企业境外布点连网合规性指导；研究布局建设、战略投资、长期租赁海外临空产业园区、物流工业园区、跨境转运区、货站等海外锚地的法律可行性与经济可行性，探索发展服务贸易、离岸加工和跨境电商等模式的技术可行性，强化与“一带一路”、RCEP国家的产业链深度嵌套，实现更为广义的“自主可控”。■



# 临空经济区 借“机”起飞正当时

文 | 高雅娜

3月17日，北京大兴国际机场临空经济区创新成果系列发布会召开，对外发布“北京大兴机场航空城”城市品牌，包括品牌名称、品牌定位、品牌口号、品牌愿景等，以此对外宣传推介临空区，树立临空区独特形象，实现国际一流的品牌塑造。早在一个月前，大兴机场临空区就发布消息称，27家“两区”建设重点项目企业成功落户临空区，实现了2023年的“开门红”。不止是北京，在深圳、成都、郑州、广州、青岛、武汉等全国多个城市，拔地而起的机场改变着城市，而依托机场发展的临空经济借“机”起飞、强势崛起，正在成为引领带动区域经济社会发展提质增效、转型升级的重要力量。

图 | Takefoto.cn

## 高质量发展的引擎

“临空经济区已成为枢纽经济、门户经济、流动经济联动发展的主战场，能够实现全球物流链、贸易链、产业链以及价值链的深度融合，吸引越来越多具有高附加值、高时效性以及全球采购、生产、分销等特点的战略性新兴产业在临空经济区

集聚发展。”中国民航大学临空经济研究中心主任曹允春曾撰文如是说。的确，临空经济正成为城市发展的新引擎，各地发展临空经济热情高涨。今年2月底发布的深圳市政府工作报告首次提出“世界级临空经济带”概念，提出“建设国际航空枢纽，推进空港型国家物流枢纽建设，打造世界级临空经济带”。深圳卫视《晚间报道》栏目对此进行解读称，临空经济是深圳经济发展一个非常重要的助推点，它对于深圳经济的未来发展，甚至在全球标杆城市发展中都具有指向标意义。

2022年底，《武鄂黄黄规划建设纲要大纲》（以下简称《大纲》）发布。《瞭望东方周刊》报道，《大纲》明确武鄂黄黄是武汉都市圈的核心。武汉新城作为武鄂黄黄城市中心，是武汉都市圈高质量发展和区域协同发展的主引擎。未来，武汉新城产业经济的一大支点就是光谷片区，而另一大支点则是鄂州花湖机场。

针对鄂州花湖机场临空经济区建设，《时代物流周刊》进行了解读。根据规划，依托鄂州花湖机场，鄂州临空区将建设“一港五区”功能组团，打造一座生态宜居的智慧空港新城。该机场临空经济区重点发展航空物流、智能制造、医疗健康、光电子信息四大主导产业，已吸引45家物流商、医药企业及临空类相关产业入驻，总投资620余亿元，项目落户平均不超过6个月。鄂州市临空经济区管理委员会主任尹俊武表示，随着鄂州花湖机场不断开辟航线，





临空区已成为武汉都市圈中最具活力的区域，正加速将机场枢纽优势转化为发展胜势。

近日，鄂州花湖机场传来好消息，鄂州—比利时列日航线正式开通。这是鄂州花湖机场开通的首条国际货运航线，将成为中欧经贸往来的高效安全航空物流通道。顺丰集团相关负责人表示，将以打造国际一流航空货运枢纽为目标，加快完成顺丰货运航线转场，与政府共同打造产业营商环境，围绕机场核心功能加强招商引资，推动行业生态健康向上发展，深化在鄂投资布局，助力鄂州高质量发展。

## 产业融合的新舞台

纵观世界各国，临空经济的发展需要强大的产业腹地来支撑。因此，国内临空经济区纷纷在产业上发力，搭建产业融合发展的新舞台。今年2月，北京大兴国际机场临空经济区（大兴片区）开展产业资源发布和项目签约活动，27家国家服务业扩大开放综合示范区和中国（北京）自由贸易试验区建设重点项目企业成功落户临空经济区。入驻企业既有涉及生命健康、航空保障等临空经济区支柱产业的企业，也有来自信息技术、人力资源、企业服务等专业领域的企业。目前，大兴国际机场临空经济区（廊坊片区）也正在联合知名央企、国企开展13个产业平台的合作招商签约活动。据统计，大兴国际机场临空经济区包括北京大兴和河北廊坊2个片区，注册企业达7138家，其中包括外资企业107家，一系列重点产业项目的落地为临空经济区发展注入了新动力。

在“一市两场”的北京，如今，首都机场临空经济区在活跃的创新创业氛围中，一批创新程度高、技术先进性强、设计理念新、自主知识性强、应用需求大的

科技企业正加速聚集。3月10日，首都机场临空经济区又有69家企业获北京市新一批高新技术企业资格认定，主要涉及医疗健康、新一代信息技术等领域。截至目前，园区内共有高新技术企业256家。当前，顺义区正以科技创新引领产业升级，带动航空服务、跨境金融、文化贸易、商务会展、数字贸易、医疗健康、国际寄递物流等“高精尖”产业集群高质量发展。

在山东青岛，青岛胶东临空经济示范区正在成为产业集聚发展的舞台。目前，青岛胶东临空经济示范区加快导入临空指向最佳产业。秉承“非空莫入”产业导入原则，提高亩均效益、投资强度等各项指标，形成完整的评价体系和落户流程。青岛胶东临空经济示范区瞄准世界500强、行业头部企业，聚焦航空航天、会展文旅、智能制造和生命健康等主导产业，带动产业链条向区外延伸，推动形成大青岛北部经济隆起带。

将目光转到10年前全国唯一由国务院批复设立的国家级航空经济综合实验区——郑州航空港区经济综合实验区。据中国新闻网消息，郑州航空港区10年间实现了从机场小镇到航空新城的跃升，建成了较为完备的产业体系，初步形成了“3+N”产业体系。“3”即三大千亿元级产业集群，即以富士康为头雁的智能终端产业集群，以兴港新能源为龙头的新能源产业集群，以超聚变为核心的服务器产业集群。“N”即生物医药、半导体、智能装备、新型显示、航空制造及新基建、航空物流、跨境电商等多个百亿元级产业集群。

走在临空产业前列的郑州航空港区已经尝到了产业发展的甜头。据统计，2022年，郑州航空港区生产总值达到1208亿元，外贸进出口完成4700亿元，占河南全省进出口总额的半壁江山。

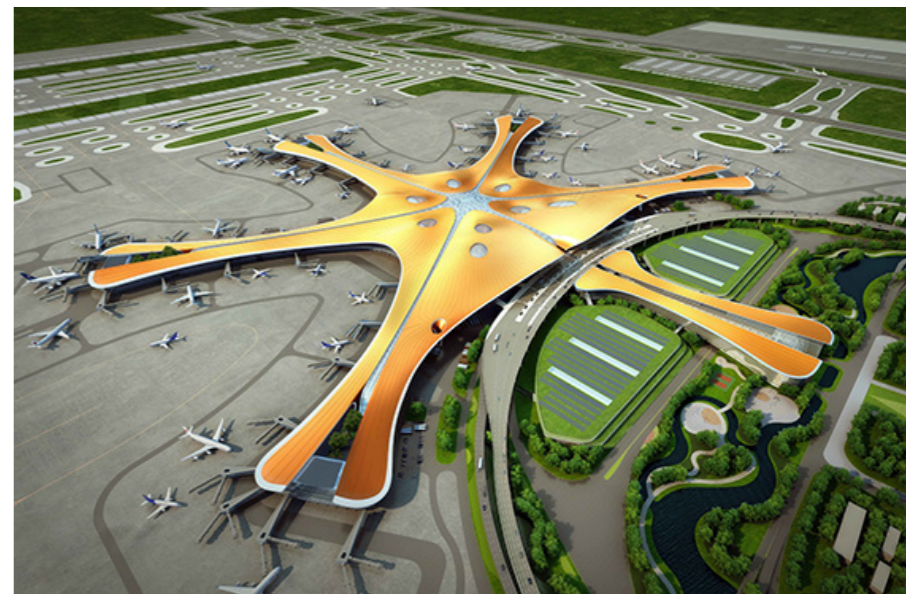
## 脱颖而出的秘诀

目前，我国规划建设了近80个临空经济区。那么，如何在众多临空经济区中站稳脚跟、脱颖而出呢？这就需要各临空经济区立足自身资源禀赋，遵循临空经济发展规律，科学配置资源，将机场的经济效益、产业效益、功能效益发挥到最大化。

近期，深圳临空经济发展战略正在酝酿中。《深圳特区报》报道，宝安拥有全国范围内罕见的“六龙汇聚”交通格局，兼具海港、空港、高铁、地铁、城际交通、高速路网的交通优势。特别是未来深中通道开通，不到半小时车程，珠江口东西两岸将紧密连接起来。未来，临空经济的发展方向是深入整合临空经济产业链，导入总部商务、国际商圈、会展经济、海洋经济、生态旅游等各种资源，推进“港—产—城”协同发展。

随着成渝机场群的横空出世，成渝临空经济区的发展迎来了新契机。前不久，四川省人民政府批复同意《成都天府临空经济区建设方案》。成都天府临空经济区有四个发展定位：成渝世界级机场群核心枢纽、临空产业创新发展高地、向西向南开放窗口、现代化空港新城。核心区将构建“一核四区”空间发展格局：“一核”即成都天府国际机场，规划面积20.85平方公里，加快机场客货运设施建设，不断提升机场运营能力和服务品质，全面拓展机场辐射范围；“四区”即航空物流与口岸贸易区、临空高端制造业区、临空现代服务业区、科技创新与成果转化区。

针对《成都天府临空经济区建设方案》，《每日经济新闻》记者采访了中国城市临空经济研究中心秘书长、北京临空国际技术研究院院长马剑。马剑认为，成都天府国际机场具备走出临空经济国际产能合作新道路的潜质，依托“一核四区”



空间发展格局，成都天府临空经济区的发展不可限量。《南方周末》也关注到了成渝机场群的发展。《机场定义城市：空港、产业与生活社区如何交融》一文指出，成都未来的看点在于，能否借助双4F机场的优势，造就一座消费、产业与生活融合的、真正意义上的“航空大都市”。成都市对空港的具体规划体现了后来者对前人智慧的吸纳和升华——从飞机维修业务到航空物流，从购物到布局的制造业和未来医学城，“航空大都市”的消费功能、产业功能正在显现。但这座城市的创新之处在于，在其他城市原有探索的基础之上书写新的文章。例如，成都天府国际机场向南辐射，联合泸州港、宜宾港、重庆港、万州港拓展东向出海大通道，为“空铁公水”多式联运体系的构建打下了基础。

融入区域经济社会发展、嵌入全球网络的临空经济区，正迈向新征程。■

图 | ttgchina.com

# 亚太航空市场： 2023 年复苏与崛起？

文 | 王双武

亚太航空公司协会近期发布的数据表明，当前航空旅行需求增长引起了亚太地区国际航空运输市场的反弹，尤其在 2022 年第四季度经营情况明显好转。就 2022 年 10 月而言，亚太地区航空公司执飞的国际航班客座率快速提升到 77.7%，虽然比 2019 年 10 月低 38.6%，但是国际旅客运输量达到 1210 万人次，比 2021 年 10 月的 140 万人次增长了 8 倍。

2022 年 1 月～10 月，亚洲地区航空公司国际航班旅客运输量达到 7400 万人次，比 2021 年同期增长 472%。目前，亚太地区同样面临经济通胀压力。另外，亚太地区一些国家解除边境限制的时间相对滞后，延缓了国际航空运输市场复苏的步伐。2023 年，亚太地区航空公司的市场发展前景如何？

## 航空旅游萌动复苏

国际航空运输协会 2023 年 2 月发布的一份报告表明，2022 年 12 月全球国际航线旅客运输量比 2021 年同期增长 80.2%，相当于 2019 年 12 月水平的 75.1%。2022 年全年国际航线旅客运输量比 2021 年增长 152.7%，相当于 2019 年国际航线旅客运输量的 62.2%。2022 年全球国际航线客公里收入比 2021 年增长 64.4%，相当于 2019 年的 68.5%。

亚太地区作为全球最大也是最重要的国际商贸和旅游市场，对全球经济的恢复与发展起到举足轻重的作用。由于亚太地区一些国家边境管控措施放松较缓慢，与北美洲和欧洲相比，2022 年亚太地区国际航空运输市场恢复也较缓慢。2021 年全球国际航空旅行人数是 2019 年的 25%，2022 年第一季度恢复至 2019 年同期的 48%，而亚太地区在 2022 年第一季度的国际航空旅行人数仅是 2019 年同期的 17%。

美国运通全球商务旅行公司在 2022 年 12 月发布的 2023 年航空监测报告指出，受航空运力、通货膨胀、外币汇率和燃油附加费等影响，预计 2023 年全球主要商业航线的机票价格将不断上涨。其中，欧洲与亚洲之间航线的经济舱票价预计将上涨 12%，商务舱票价将上涨 7.6%。但是，由于亚太地区国家边境开放时间相对较晚，随着市场需求和航班量增加，经济的恢复发展反而给价格上行带来了一些压力。

2019 年，全球航空运输业实现净利润 264 亿美元。国际航空运输协会 2022 年 12 月预测，全球航空业 2023 年总收入可达 7790 亿美元，净利润为 47 亿美元，将是自疫情暴发以来首次实现盈利的一年。北美将继续引领行业快速恢复发展，成为行业盈利最多的地区，其次是欧洲与中东。随着亚太地区主要国家自 2023 年初开始调整国际旅游政策，航空旅行需求将快速增长。

亚太地区航空公司在 2022 年的经营情况如何？亚太航空公司协会 2023 年 1 月公布的数据表明，亚太地区航空公司 2022 年国际旅客运输量达到 1.05 亿人次，比 2021 年的 1740 万人次增长了 507%，但这仅仅是 2019 年国际旅客运输量的 27%。2022 年亚太地区国际航线客公里收入比 2021 年增长 439%；可用座公里增长 144%；客座率比 2021 年的 32.9% 提高 39.9 个百分点，达到 72.8%。

由此可见，亚太地区航空运输市场开始呈现稳步增长趋势。取消边境管控和解除旅行限制是亚太地区航空公司加快复苏的契机，通过恢复航线和增加运力将进一步加快盈利的步伐。

## 旅游市场发生变化

旅游业是亚太地区许多国家经济发展

的主要支柱产业之一。经过疫情 3 年的煎熬，航空旅游市场的客流方向和游客消费心理均发生了一些改变。国家对旅游业的政策扶持和旅游创新项目的开发，将在很大程度上促进航空旅游市场的复苏。过去一年，亚太地区航空旅游市场出现了哪些变化？

在疫情防控措施上，2022 年亚太地区各国有所区别。2022 年 10 月的数据显示，亚太地区在入境游市场方面排名前 5 的国家是印度、新加坡、泰国、韩国和日本，游客人数分别是 2019 年同期的 63%、46%、40%、33% 和 23%；在出境游市场方面，排名前 5 的国家是马来西亚、印度、澳大利亚、韩国和日本，游客人数分别是 2019 年同期的 73%、61%、55%、31% 和 19%。另外，亚太地区商务出行人数是 2019 年同期的 27%，休闲和探亲人数是 2019 年同期的 21%。

2022 年，前往泰国旅游的游客人数仅有 600 万人次。泰国旅游行业理事会在今年 2 月 1 日预测，随着泰国旅游业快速恢复，预计今年前往泰国的国外游客将超过 3000 万人次，给泰国带来 3 万亿泰铢的旅游收入。而在 2019 年，到访泰国的国外游客为 4000 万人次。另外，泰国旅游业的发展在一定程度上依赖中国出境游市场，2019 年前往泰国旅游的中国游客人数占到泰国国外游客总人数的 1/4。

2022年3月，新加坡不再对完全接种疫苗的游客进行隔离，解除旅行限制在很大程度上刺激了新加坡旅游业的发展。新加坡适时抓住机遇恢复了会议、会展等大型商务活动，并第一次举办了亚洲国际旅游交易会和新加坡金融科技节两个专门的贸易展会，以及亚洲设计博览会等其他展会。2022年前往新加坡的国际游客人数达到630万人次，相当于2019年的33%；旅游收入接近143亿美元，相当于2019年的52%。数据表明，2022年新加坡入境旅游主要客源国是印度尼西亚（110万人次）、印度（68.6万人次）和马来西亚（59.1万人次）。

疫情发生前，日本是韩国主要国外游客来源国之一。受疫情防控影响，2020年日本前往韩国的游客为42.53万人次，比2019年减少86.9%；2021年为1.435万人次，比2020年减少96.6%。Fitch Solutions预测，2023年日本前往韩国的游客将在2022年7.72万人次的基础上增加到83.75万人次，增幅达984.9%。2019年，日本出境游最多的国家是美国、韩国、中国和泰国，出境游客人数达2470万人次。2020年，日本出境游客人数降为530万人次，比2019年减少78.3%；2021年为91.29万人次，比2020年减少82.9%。据预测，2023年日本出境游客人数将达到1380万人次，美国仍是日本最大出境游市场，出境游客人数预计将达420万人次，占日本出境游总人数的30.2%。随后依次是泰国（110万人次）、韩国（83.75万人次）、越南（77.85万人次）和新加坡（74.17万人次）。

2019年，中国入境澳大利亚游客人数超过143万人次，比2009年增长4倍，是澳大利亚入境游客人数最多的客源国。随着疫情暴发，2020年来自中国的游客人数比2019年减少99.7%，2021年仅有

3000多人次中国游客。截至2022年9月，前往澳大利亚的中国游客人数仅为6.2万人次。2019年，澳大利亚主要入境旅游客源国是中国（占15.8%）、新西兰（占15.5%）、美国（占9%）、英国（占7.9%）、日本（占5.3%）、新加坡（占5.1%）。

### 采取针对性策略

亚太地区航空公司2022年国际旅客运输量比2021年增长363.3%；运力投入增长129.9%；客座率提升37.3%，达到74%。疫情发生前，亚太地区航空公司旅客运输量超过全球航空客运量的1/3，但是其2022年旅客运输量仍比疫情发生前少45%，这导致2022年亚太地区不再是全球最大的旅游市场。而欧洲因稳步发展，航空旅行人数已经恢复到疫情发生前的85%，人数已经超过亚太地区。

另据亚太航空中心的数据，2019年有33.8亿人次旅客通过亚太地区的机场转机，但截至2022年底，这一数据已经下降到18.4亿人次。目前，在亚太地区目的地旅游国家中，大多数国家的旅游人数仍比2019年少50%。但也有例外，如印度的旅游人数仅比2019年少11%。

旅游情报与洞察机构ForwardKeys在2022年11月发布的数据表明，亚太地区航空运输市场的复苏在航程表现上有所差异。远程航线航班量在2022年第一、第二、第三和第四季度分别比2019年同期减少74%、61%、52%、44%，国内市场分别减少50%、40%、33%、23%，但在中短程国际航线上分别减少92%、85%、80%和69%。也就是说，2022年亚太地区远程国际航线和国内市场航班量恢复速度较快，而中短程国际航线航班量恢复相对较慢。

当然也有例外。国泰航空2022年的

时候旅客运输量比2021年增长291%，运力增长51.6%，客公里收入增长258.3%。国泰航空2022年业绩增长主要来自短程休闲旅游目的地航线，如中国香港至日本札幌、福冈，马来西亚槟城和孟加拉国达卡等29座城市的航线。国泰航空计划在2023年执飞至60个目的地的航线并增加航班频次，预计航班运力将是2019年的70%。中国内地是国泰航空主要的商务与休闲市场，随着中国香港与中国内地恢复通关，国泰航空自2月起每周执飞至中国内地14座城市的往返100个航班。

为加快市场复苏，亚太地区航空公司对市场发展采取了应对策略。例如，新加坡航空方面表示，2023年3月26日~10月29日，将在预期航空旅行需求旺盛的市场上投入更多运力，主要包括东亚、东南亚的一些国家，以及澳大利亚和美国。新加坡航空希望能在2024年将前往泰国曼谷、韩国首尔、斯里兰卡科伦坡，以及日本福冈、名古屋、大阪，澳大利亚悉尼和墨尔本等地的航班运力恢复到甚至超过疫情暴发前水平。

### 中国扮演重要角色

在亚太航空市场复苏进程中，中国将扮演重要角色。作为世界第二大经济体，中国的航空运输业在疫情前得到了迅速发展。中国航企通过合作不断拓展国际市场，国外航企不断新开中国航线，这些都加快了我国出入境旅游市场和商贸往来的快速发展。

然而，在过去3年中，亚太地区的航空公司均不同程度受到了重创。2022年9月，亚太地区航空公司国际旅客运输量相当于2019年同期的41.5%；而北美地区航空公司旅客运输量恢复进程较快，相当于2019年同期的89%。亚太地区一些国

家在疫情防控上采取了较为严格的措施，使得亚太航空业复苏速度较慢，但是自2022年4月起已出现扭转迹象。

随着2022年10月日本放松国际旅行限制和2023年初中国优化调整疫情防控措施，中国航企开始逐步恢复和加密国际航班。与此同时，汉莎航空、阿联酋航空等国外众多航企计划于今年上半年逐步恢复、加密中国航线航班，这对整个亚太地区国际航空旅游业的复苏将起到积极的促进作用。

疫情发生前，中国内地游客出境游的主要目的地除了中国香港和中国澳门，主要覆盖泰国、日本、韩国、越南、新加坡、美国、意大利和马来西亚。虽然澳大利亚不是中国出境游人数排名前10的国家和地区，但中国是澳大利亚入境旅游最大客源市场，澳大利亚从中国出境游市场获得了丰厚的旅游收入。

中国旅游研究院在今年2月的一份分析报告中预测，今年中国出入境旅游人数将达到9000万人次，仅相当于疫情发生前水平的31.5%；而中国国内旅游人数将达到45.5亿人次，比2022年增长80%。这将带来约4万亿元经济收入，比2022年增长约95%，但这一收入水平只是2019年的71%。

随着今年夏季旅游季节的开启和商务旅行活动的开展，亚太国家在旅游创新、会议会展、体育赛事等方面将举办越来越多的活动，这将进一步带动亚太地区及周边国家航空旅行市场快速复苏。但是市场恢复需要一个过程，亚太地区一些航空公司面临人力短缺、汇率变动、通胀压力、机型更新等问题，如果不发生意外重大事件的话，2023年有望实现盈利。但是，市场整体运营恢复到2019年的状态估计要等到2024年末。■

# 周琦炜： C919“血管神经系统” 的建造师

文 | 朱屺豪 图 | 唐静 王鑫 徐炳南 张兵



周琦炜 | Zhou Qiwei

上飞公司 C919 事业部 150（全机系统安装）工位工段长，“大飞机工匠”

1987 年出生，中共党员，技师，2006 年入职上飞，参与 ARJ21 飞机、C919 大型客机航电系统装配工作，现任上飞公司 C919 事业部 150（全机系统安装）工位工段长。荣获 2022 年“大国工匠年度人物”、C919 大型客机首飞会战“二等功”、中国商飞十大质量安全标兵、中国商飞十大青年英才、“大飞机工匠”等荣誉称号。

在大型客机总装现场，面对如蛛网般密集的电缆分布，布线、端接、组装，一干就是数小时……历经 16 年的航电系统装配工作，周琦炜对 C919 飞机上近 7 万根电缆的装配了如指掌，也淬炼出了一颗精益求精的匠心。

“我的生活就是面对飞机，所有的全部都在飞机上面。”周琦炜说。

作为上飞公司 C919 事业部 150（全机系统安装）工位工段长，36 岁的周琦炜入选了由中华全国总工会、中央广播电视总台联合举办的 2022 年“大国工匠年度人物”发布活动，荣获“大国工匠年度人物”荣誉称号。

对大飞机事业铁心执着，深耕技艺，挑战并实现一个个更高目标，或许是他成功的关键。

## 从学徒工到班组长

从机电一体化专业毕业的周琦炜想过自己的将来要与制造业打交道，但没想到的是，自己的那双手，会和中国大飞机结下不解之缘。

2006 年 5 月，ARJ21 飞机项目转入全面试制阶段，也正是在那一年，刚刚 20 岁的周琦炜毕业来

到了上飞，成为了 ARJ21 生产线上的电气装配工。他们要直接面对的，就是首架 ARJ21 飞机的总装。

“当时也没怎么想，但现在回过头来看，真的是赶上了个好机遇。”十多年后，周琦炜还能翻出几张“年轻”时的工作照片：稚嫩的脸庞，手拿着工具，一股钻研劲……和现在相比，多的是一分青涩，但对于未知领域的好奇心，从那时便已经开始。

大飞机是现代工业制造业领域高端设备的集大成者，然而由于空间限制等原因，飞机电传信号所需要用到的电缆和电气组件，都需要手工装配完成。师从当时的飞机特设系统总工段长卢扣章，周琦炜需要面对的是数不清的电缆、接头、控制器。

“从 ARJ21 开始知道了，飞机上的线每个通道是有定义的，有通信类的线、电源类的线，电源又分交流电跟直流电，它的敷设通道都是单独的，不能把看着差不多的线都绑在一块。”从事 ARJ21 飞机电缆操作的那段日子，是周琦炜“入门”这一行的开始，他慢慢熟悉了飞机上那“五花八门”的电缆。

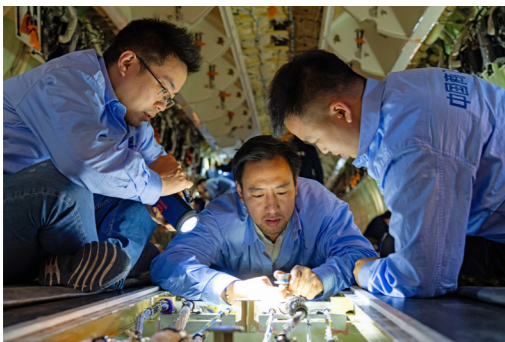
入职三年，周琦炜以一个普通电缆操作工的身份，参与完成了 ARJ21 四架飞机的系统总装。2008 年首架 ARJ21 首飞后，周琦炜跟随外场团队来到西安阎良，参与试验试飞保障与测试。那段时间，他与 ARJ21 飞机共同经历了高温高湿、自然结冰、高寒、大侧风等各种极端条件的考验，飞机在挑战极限，他也在快速成长。

2014 年，已经身经百战的周琦炜回到了上海的总装生产线，成为了一名班组长，而此时的上飞公

司也已经开始把研制重心延伸向 C919 项目。9 月 19 日，在东海之畔的浦东基地，首架机正式开始机体对接，周琦炜感觉到，更大的舞台正向他打开。

“从 ARJ21 研制批产、外场跟飞试验，一直到 C919 开始研制，我慢慢从心底感觉到自己是‘造飞机的’，工作中所有的东西都已经融入到我生活里面。”时光荏苒，飞机已经成了周琦炜生命的一部分。





在工作中，他和团队成员或站着、或蹲着，有时还要跪着、趴着，各种姿势一做就是一天。

“手感”的形成，背后是他在日常工作后，主动留下练习剥线、端接等操作，成千上万次重复后形成的“肌肉记忆”。



## 每一个动作都是精细活

让飞机这样一个庞然大物各系统、各部位能够顺利运转的，是如同人体血管与神经一样，遍布全身的 EWIS（电气线路互联系统）。

据统计，C919 全机共有 700 多束航空电缆，以根来计的话在 7 万的数量级，分布在飞机机头、机身、机翼、尾翼等全机各个区域，总

长加起来近 100 公里。而周琦炜的工作，就是带领团队，把它们分毫不差地安装起来，确保经络通畅。

比如在飞机前部正副驾驶正下方的电子设备舱，仅 3 个立方米左右的空间内，就有百余束电缆需要完成安装，并进行 200 多个连接器的装配，涉及到的标准件有上万个。布线、剥线、端接、组装……每个动作都是精细活，任何一处操作纰漏都可能导致后续试验的失败，与飞机质量安全密切相关。

“最重要的工具是我们的双手，大部分的工作还是人手去完成。”因为周琦炜是瘦高个儿、身手灵活，加上多年外场实战经验，车间把 C919 飞机的电气装配和全机电缆导通工作任务交给了他。在工作中，他和团队成员或站着、或蹲着，有时还要跪着、趴着，各种姿势一做就是一天。

工作环境的苛刻，并没有降低他对手上活的极端细致。“每根线都有唯一编号。看上去可能一样的线，里面其实有多种规格，就算简单的一个剥线操作，不同的线用的工具也不一样。”在周琦炜所在工位的工具箱内，各种工具琳琅满目，而他就是使用它们的高手。

飞机电缆剥线要求残留绝缘层最大不能超过 0.8 毫米，且已剥好的电线线芯绝大多数不允许有一根

断裂，使用剥线器或剥线钳手动剥线，很考验操作人员的手上功夫，而周琦炜却能在 3 秒内完成。“手感”的形成，背后是他在日常工作后，主动留下练习剥线、端接等操作，成千上万次重复后形成的“肌肉记忆”。

从 ARJ21 飞机装配时的一名操作工，到带领一个班组、一个工位，带着 80 多名兄弟一起干，周琦炜直言，内心更多了一种“时时放心不下”的感觉。对产品负责，他对装好的电缆都要一遍遍检查。

“飞机是在天上飞的，我做的东西关系到的是乘客的生命安全。”周琦炜说，心里有一分敬畏，做的东西都会多一分尊重。

## 手上有功夫，也要“肯动脑”

“我是靠手吃饭的。”这是周琦炜常挂在嘴边的一句话。但熟悉他的人都知道，“巧手”的背后是“肯动脑”。

2017 年，只因一句“C919 不首飞不刮胡子”，周琦炜成了众人眼中的“大胡子”。全新的飞机、全新的装配模式，纸质图纸也升级为三维数模，周琦炜快速学习软件的使用、数模的分析。为了更精准更快，他干脆住进了公司，这一住就是小半年，平日常到晚上 11 点

才离开车间。

“工位涉及的工作有 900 多份工艺文件，作为工段长就必须熟悉所有的内容，做好工作计划。”对 C919 飞机，从机头、机身、机翼到货舱、尾舱等区域的电缆敷设，周琦炜都一一涉足过，对 7 万根电缆的排布非常熟悉，“比如一根线从驾驶舱走到电子设备舱，怎么走、通过哪些区域、要多少长、注意些什么，自己心中会有数，会去了解工程设计的想法。”

首架 C919 飞机，周琦炜带领班组用 3 个半月完成了系统装配及排故、上电测试等全机导通工作。而到了第二架机，他把班组所有的装配大纲都梳理了一遍，优化装配流程，多环节交叉作业，75 天就完成了全部装配工作。到了 2018 年第三架 C919，装配周期更是缩短为 60 天，全机导通工作仅用了 8 天。

“既然做了，哪怕是一个卡箍、一根线，也要做到更好。”优化提升，永远是周琦炜孜孜以求的。

为了让操作空间更大一点，周琦炜改良装配方式，拿班组内常用的小塑料盒模拟机上实际结构，用卡箍将几十束线提前整理敷设，到上机操作时，只需要整体移入安装。机上活机下做，不仅愈加便捷，也减少了作业出错率。

心心在一艺，其艺必工。对周

琦炜来说，练就的扎实功底让他有了更多破难关的勇气。“一线人员作业不光要会做，还要想明白为什么这么做，要‘带脑’工作。”也正因这种进取之心，他不断精进工艺，挑战“疑难杂症”，在工位内也立起技术标杆。在他带领下，工位成员团结一致、躬耕技艺，在上海总装一线拼搏的同时，跟着 C919 飞机转战阎良、东营、敦煌等各地保障试飞改装，并把实战经验上升为理论。由他牵头制定的《连接器端接组装标准工作法》《电器穿墙件安装标准工作法》等十余部标准作业法，弥补了国内喷气式飞机电气系统安装调试实操的空白，从根本上提升了电气系统安装的质量和效率。而工具管理“一天四清点”、班组质量红队巡检、技术问题交流会、师徒带教等班组管理措施的落实，也让 150 工位不仅拿下中国商飞金牌班组荣誉，更是在 2022 年获评“上海市工人先锋号”称号。

“从学校毕业到现在，16 年时间，一架飞机上所有位置的电缆装配我都参与过，觉得这个辛苦还是有价值的。”认定一份事业，坚定地走下去，周琦炜和他的团队步伐坚实，这是一个毕生的选择。■

# 甚高频通信： 指挥员的“顺风耳”

文 | 张锡瑞

天空中没有红绿灯，亦没有交警，但试验飞机能够在天上“自由翱翔”安全飞行，进行一场完美的飞行试验。这离不开试飞指挥员的精准指挥，离不开地空信息的准确传递。飞多高，往哪飞，盘旋等待还是加入五边，如何避让相邻的航班，什么时候进场什么时候放飞，这些都要听指挥（管制）员的命令。那么，指挥员是如何将指挥信息及时准确地传达给空中的飞机并调配引导飞机飞行的呢？接下来我们一同看看甚高频地空通信技术在试飞任务中的重要作用。

## 甚高频及其传播方式

甚高频通信对我们来说并不陌生，甚高频 (Very high frequency, VHF) 是指频段为 30MHz 至 300MHz 的无线电电波。它是一种空间波，通过视距传输，以直射波为主。

小时候我们都玩过或者看别人玩过用石子“打水漂”，石子落入水中时会激起一圈一圈的涟漪，以石子下沉处为中心荡漾开来，向周围扩散去。当水波在前进时遇到池壁或其他障碍，水波就被反射回来，以相反的方向继续前进。

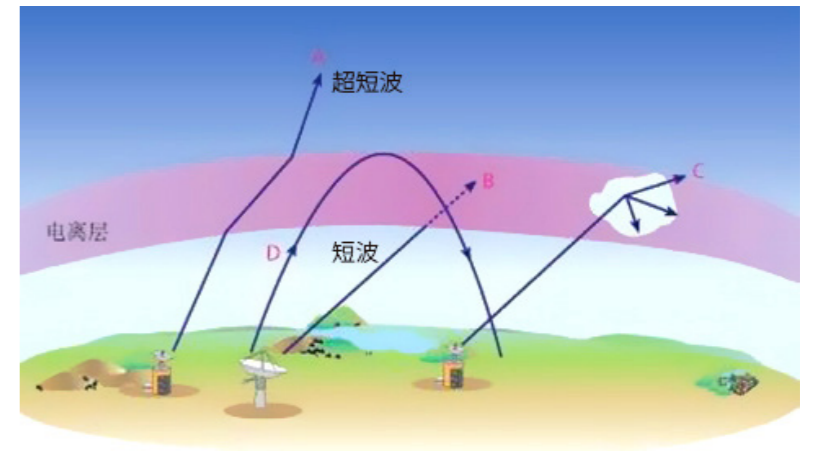
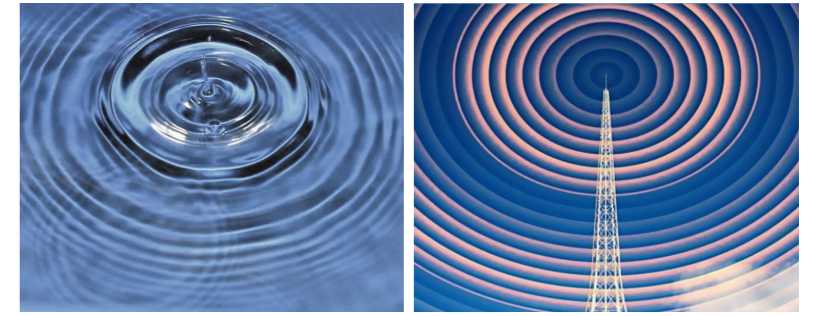
这与无线电波传播类似。不过水波能被我们肉眼看见，无线电波则是看不见摸不着的。无线电波被分为各种不同波段，甚高频就是其中一段。甚高频又叫超短波，他还有个兄弟叫短波。短波是依靠大气层中的一个天然屏障反射的，这个屏障叫作电离层，它大约在高度 50 公里至 1000 公里的空中。依靠这个电离层，无线电短波就能传播得很远。但由于大气电离层极易受到各种宇宙射线的影响，因此短波通信稳定性较差，航空器与地面的通信很容易受到无线电以及各种信道噪声的干扰。例如，遇到太阳耀斑爆发等宇宙现象，极端时会造成全球短波通信中断，这将严重威胁航空运输安全！

甚高频作为超短波，它能够穿透电离层，因此电离层不能反射，其发射和接收基本是在视距范围内，顾名思义，也叫视距传播。其作用距离随高度变化，可以提供快捷、可靠的地空视距范围内的通信。这也是为什么现在甚高频成为地空通信的主力军，早期风靡一时的高频通信逐渐被边缘化，渐渐地退出历史舞台。由于甚高频通信具有良好的传输性能及抗干扰能力强等特点，特别是甚高频低功率发射机技术逐渐成熟，各类航空器开始大量装备甚高频地空话音通信系统，为航空无线电航路业务提供通信服务。

## 甚高频地空通信系统

接下来我们了解一下甚高频地空通信系统 (VHF air-ground communication system)。它工作在 118 MHz 至 136.975 MHz 民航专用甚高频频段，是供飞机与地面台站、飞机与飞机之间进行双向话音和数据通信联络的装置，是目前民航飞机主要的通信工具，用于飞机在起飞、降落时或通过控制空域时机组人员和地面管制人员的双向话音通信。当遇到险情时，也可以通过甚高频向地面发出求救信号。那么甚高频通信系统都由哪些部件组成呢？总体来看，由收发信机、滤波器、遥控单元控制盒和天馈线等部分组成。收发信机用来发送和接收甚高频信号，通过滤波器滤掉杂波，经过天馈线系统发送和接收信号，从而完成通信的使命。

甚高频地空通信系统使用半双工方式工作，即在某一时刻，只允许一个发射机占用某一频率的信道。试飞员或者指挥员通过按下 PTT(Push to Talk) 按键发射信号，使用完成后释放信道以便其他用户使用。半双工通信的优势是采用广播方式工作，这意味着指挥员发射信号时，覆盖范围内的所有飞机均



▲ 水波与电磁波传播 (上)  
短波与超短波传播示意图 (下)

可收到其发射的信号，这便于其他飞机的飞行员掌握当前飞行空域状态，保证飞行安全。

## 甚高频通信过程及原理

知道了甚高频通信系统的组成，再来说说甚高频通信的过程及工作原理。生活中我们发现，女生说话普遍比男生音调高，更有穿透力，但是就算一个人喊破嗓子，声音也不会传得特别远。这是因为话音的频率很低，靠空气介质传播，速度大约每秒 340 米，并且衰减很快。所以要想千里传音，必须有两点要素：频率足够高，速度足够快。无线电通信就有这样的本事，利用

电磁波在空间中以光速传播来传递信息。

那么问题来了，话音信号如何转换成电信号，低频信号如何变成更高频率的信号呢？甚高频通信中将声音变成电信号的任务一般由话筒来完成。当指挥员对着话筒讲话时，话筒就输出相应的电压，这个电压的变化规律与声音的变化规律相同。接下来电信号进入发射机进行“加工”，提高频率后，利用天线进行电磁转换，最后将无线电波辐射出去，实现语音通信。天线之所以能将无线电波有效地辐射出去，天线长度必须和电磁波的波长相比拟。声音信号的频率范围约为 20Hz-20KHz，其波长范围为 15 千



米至 15000 千米，想要制造出与此尺寸相当的天线显然是很困难的。所以，这也是将电信号送入发射机加工的一个重要原因。在发射机中，将电信号“装载”到更高频率的电磁波上传播，就像坐上“复兴号”列车，不仅速度快，而且传得远，同时天线的尺寸也可以设计得很小（通常是米级的）。

我们人耳所能接收到的音频范围在 20Hz 至 20KHz，我们称其为音频。当无线电波传输到接收地点后，接收机的任务是把空中传送来的高频电磁波接收下来，变成低频

的话音信号。由于空中弥漫着各种频段的无线电信号，同一时间里接收天线所接收到的信号很复杂，不仅包括我们希望的信号，还包括其他频率的信号。就像列车到站，走下很多人，我们要在人群中找出那个我们想要接的人。因此，“选择性”成为无线电接收机质量的一个重要指标。通常会通过滤波器，滤除我们不需要的频率信号。然后将它恢复成原来的音频信号送到耳机，飞行员或指挥员就可以收听到需要的信号了。因此，甚高频通信系统也被亲切地称为“顺风耳”，千里传音，方能运筹帷幄。

### 在民机试飞中的应用

甚高频通信系统在试飞任务中，扮演着试飞员与指挥员之间沟通桥梁的角色。指挥员之所以可以运筹帷幄，千里传音，正是甚高频通信系统的功劳。一套简易的装置就能架起一道地空通信的桥梁。

（一）简易便携式甚高频系统。在一些寻找特殊气象条件开展“短平快”试飞科目的机场，往往不具备地空通信指挥的硬件条件，就需要通导工程师自备电台等硬件通信设备，在试验开展前完成设备的搭建及调试，以满足试飞指挥及监听

的保障需求。

大家经常在试飞外场看到一部梯子，它就是甚高频的天馈系统，简约却很重要，承担着外场试飞地空通信的重要职责。通常是由一部电台、一根天线、一根馈线、一个话筒、一部折叠梯，临时建起了一个兼有指挥和监听功能的简易通信系统。随着经验的积累，技术创新改进，逐渐加入了网络交换机、遥控单元，优化天线支撑杆，使得通信效果更好，更适合远程监听及试飞指挥。

（二）试飞中继站甚高频通信系统。在一些空域范围较广、甚高频地空通信设备（VHF）最大作用距离无法覆盖空域、影响试飞地空通信的情况下，可以通过建设甚高频通信系统中继站，对空域中的通信信号覆盖能力进行补充，类似于“接力棒”一样，在一个站址接收信号，通过地面传输链路，将信号数据送达指挥大厅，接力传递，实现信号补盲。

一场完美的飞行试验，离不开地空信息及时准确传递，甚高频通信系统作为指挥员的“顺风耳”，无论便携式抑或固定台站式，都肩负着千里传音的重要使命。在试飞任务中扮演着不可替代的重要作用。■

# 为什么我们需要中航材

文 | 李瀚明



李瀚明

时事评论和专栏作家。在美国伊利诺伊大学计算机工程系获得硕士学位后，投入数据分析领域，为世界各地的航空业提供全面而细致的数据分析服务。

图 | 空客

2023 年 4 月 6 日，中航材官微发布消息，中国航空器材集团公司与空客公司在北京签署了 160 架空客飞机的批量采购协议，其中包括 150 架 A320 系列飞机、10 架 A350 飞机，总价值约 200 亿美元。

航空圈之外的朋友也许觉得奇怪，为什么航空公司不直接找空客买飞机，而要经过“中间商”中航材去订购？其实，这一问题后面有两层误解：





▲ 图 | 航空圈

首先，中航材不是以“赚差价”为目的的“中间商”，其专业名称为“采购代理人”；其次，委托采购代理人去订购飞机，是全球航空界的惯常做法，甚至不止航空界，全球大宗商品的采购，都活跃着“采购代理人”的身影。

## 订单背后的“采购代理”模式

一般而言，在“采购代理”模式下供应商需要和中方签订两次订单：

第一次是和中国航空器材集团公司（中航材）签订。例如，2019年3月26日，中航材和空客签订了290架A320和10架A350的订单。

第二次是和最终用户签订。2022年7月1日，三大航分别和空

客签订了96架、100架和96架A320客机订单。

两次订单各有各的分工——在第一次订单（采购代理订单）内，空客会和中航材约定这批飞机的基础交货条件和价格，签订一份框架协议；在第二次订单（交付定制订单）中，空客会和各最终用户约定交货、付款的方式以及必要的额外定制项（及其额外的价格），签订具体采购协议。

这种交付模式下，中航材扮演着采购代理人（在不同英语国家有不同称呼——Purchasing Agent / Buying Agent / Indent Agent）的角色——接受到最终用户的委托后，为最终用户提供选型、砍价、验货、融资协调、文书制作等商务服务。

如果读者朋友在美国、日本或者国内大城市买过房子（尤其是别墅或者大平层）的话，可能会对这种模式比较熟悉：委托中介办理买房手续后，中介会提供挑选合适的房子、代你和卖方谈判价格、检验卖方提供产品的质量、帮忙办理按揭手续、起草买卖合同等一系列服务。在这样的模式下，作为买方的三大航等最终用户所需要的只是向作为卖方的空客直接支付最终价

格而已：卖方会按照事先签订的三方合同，向采购代理人（中航材）支付最终价格的一部分作为佣金。

这种采购代理模式在任何金额比较大的商品的买卖中都可以见到——从原油等大宗商品到飞机、轮船等大型设备，再到土地等不动产，都可以见到其身影。

在这种采购代理模式下，最特别的一种模式是“拼单团购”。正如房地产中介会组织“看房团”一样，中航材这样的采购代理人也有充足的动机组织一群最终用户一次下个大单。这种“拼单团购”模式至少有两方面的好处：

一是节约了文书工作的成本。由于同一批订单下的交付标的往往具有相同的交易条件，因此一般可以用同一份买卖合同模板处理，这就将起草买卖法律文书的工作量分摊到了更多的标的上，降低了单一标的所需要支付的采购成本。

二是通过集中订单，可以避免在价格谈判阶段向卖方暴露最终用户，从而在谈判中获得有利地位，获得更好的价格条件。这种模式事实上一般消费者也很熟悉——某家“拼”字开头，宣传语是“拼着买，才便宜”的电商平台就是这样的。

## 有“美航材”或者“日航材”吗

但是，我们在熟悉中航材的同时，却没听过有“美航材”或“日航材”这样的机构。这是因为，在海外，这种工作一般由飞机租赁公司“代劳”。例如，我们熟悉的第一大飞机租赁公司AerCap，其实有三块主要业务：

一是租赁业务——以经营租赁租出新旧飞机，或提供售后回租服务。

二是飞机贸易业务——帮助买家购买新旧飞机，并提供融资租赁服务。

三是资产管理（Asset management）业务——帮助卖家管理飞机资产。

第二大飞机租赁公司Avolon也是一样的——业务由租赁、飞机贸易和资产管理三部分组成。其中的飞机贸易业务，就是类似中航材的业务。SMBC Aviation Capital其实也有类似的业务。

这些飞机租赁公司也会像中航材一样，在提供飞机贸易业务时将不同最终客户的订单“拼单”。飞机租赁公司同时还可以“凑单”——将自身拟作为经营租赁资

产的飞机、受航空公司委托作为融资租赁资产的飞机和替航空公司购买的飞机凑成一个订单。

航空公司也可以达成综合委托协议——委托租赁公司向制造商采购X架飞机，其中A架飞机一次性支付货款，B架飞机由租赁公司提供融资租赁，C架飞机请租赁公司提供经营租赁……

但是，国内的飞机租赁公司还没有形成AerCap或者Avolon这样的采购规模——因此对它们而言，进入飞机贸易行业并不能依靠规模效应来取得优势。同时，中国的飞机租赁公司以银行背景居多，例如中银航空租赁（BOC Aviation），因此很多飞机租赁公司并没有进军飞机贸易行业的打算，而是聚焦在自己擅长的金融领域。

这么看来，在未来的一段时间内，中航材作为中国规模最大的飞机采购代理公司，还将继续存在；而这个行业对中国人来说，确实也只需要一家公司就够了——毕竟美国采购代理人也就一家GECAS（还给AerCap收购了）。■



# 世界商用飞机的 超音速风暴

## ——世界商用飞机发展简史(六)

文 | 王思磊

20世纪50年代以后，人类在喷气式飞行的道路上一路狂飙。在1969年的巴黎航展上，最耀眼的明星就是美国人乔·萨特设计的大型宽体客机波音747和英法合作研制的超音速客机“协和”号，这两款飞机代表了当时商用飞机的两个发展方向——更大的载客量和更快的速度。更快的速度无疑引来更多的关注，20世纪60年代末，世界商用飞机领域掀起了超音速风暴。



王思磊

毕业于北京大学传播学专业，长期从事航空文化传播工作，现任职中国商飞公司。

▼图 | Air France

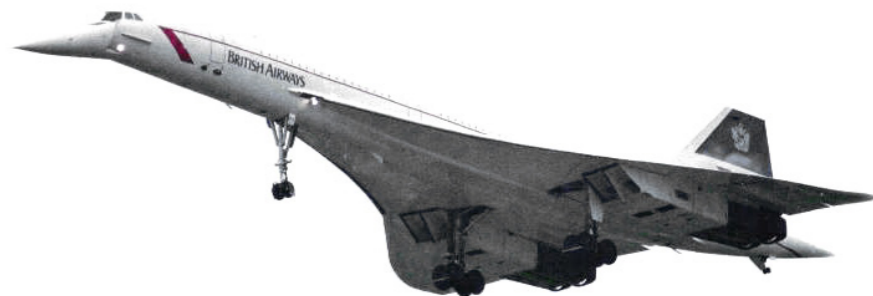


### 英法联合研制“协和”号

“协和”式超音速客机的构想相当早。20世纪50年代，喷气发动机、后掠翼和面积率的应用，使战斗机实现了超音速和2倍音速飞行。1954年2月，英国皇家飞机研究院空气动力学部成立了一个研究小组，研究超音速战斗机和轰炸机的可行性，并开始了超音速客机的初步研究和设计工作。

研究小组第一个规划目标是：设计两倍音速客机，航程达到中远程，至少能从欧洲大陆直飞纽约。基于这个目标，研究小组利用现有技术进行了初步设计。结果发现，无论采用什么布局，在起飞质量一定的情况下，载客量都很少，单座营运成本将是亚音速客机的5倍。即使把航程定得短一点，中途加油，载客量也只有50人，成本仍然很高。研究小组在1955年4月提交报告指出：任何常规布局的超声速客机，商业上都没有竞争力。

20世纪50年代中期到60年代初，正是涡动力学蓬勃发展的时期，并且许多理论上的预言已得到风洞试验的证实。更为重要的是，



为涡动力学做出开创性贡献的一大批卓有成就的气动学家都集聚在超音速运输机委员会。脱体涡理论的突破和超音速客机设计的完美结合，最终使“协和”号飞机选用了细长S形前缘机翼这一关键设计方案。

与此同时，法国也有类似的计划。法国南方飞机公司和达索公司联合进行研究，提出了超级快帆的设计方案，这是一种采用三角翼、巡航马赫数为2.2、可载客约70人的中程超音速客机设计方案，以戴高乐总统为首的法国政府大力支持这项计划并提供了资助。

在那个年代，英国的“彗星”、“三叉戟”，法国的“快帆”接连出师不利，不仅让英国和法国的商用飞机制造商寝食难安，更让梦想着依托航空工业振兴工业制造业体系的欧洲大陆一筹莫展。英法两国在难以言喻的苦涩中，审视着彼此。英国的飞机制造商规模太小，资金不足，研发资源不足。而这一切，法国人伸手就能够到，他们最缺的是毁于战争的技术。

为了不让自家的停机坪上永远停满波音707和道格拉斯DC-8，

英法两国终于迈出了久违、艰难但却更为现实的一步——联手反击。研制大型超音速喷气式客机，这条具有颠覆性的道路，成了他们重新夺回市场的唯一希望。

1962年11月28日，在法国总统戴高乐和英国首相麦克米伦的提议下，英法两国正式签署合作研发超音速客机的计划草案，把两国各自酝酿已久的原有方案合二为一。戴高乐还给这款计划研发的超音速客机取了个颇有深意的名字——“协和”，即“协同、合作”之意。而“协和”的总设计师，正是“快帆”的设计师——法国人皮埃尔·萨特，副总设计师则是英国的飞机设计大师——阿奇保·卢梭。两位大师强强联手，而他们要面对的，不仅是波音和道格拉斯这两个强大的对手，还有成堆的世界级难题，包括外形设计、结构设计、材料选择、动力系统以及稳定操纵等。

经过两国的通力合作，“协和”号原型机于1969年4月9日成功首飞。“协和”号机身长61.66米，翼展25.6米，机高12.2米，翼面积358.25平方米。可下垂的机鼻头锥是最显著的外观特征之一，这



既能在飞行时保持飞机的流线外形，又可以在滑行、起飞和着陆时改善飞行员的视野。“协和”号装有4台涡轮喷气发动机，由英国罗罗公司和法国斯奈克玛公司共同研制。该发动机单台推力169.32千牛，配备了一般在超音速战斗机上才使用的加力燃烧室。“协和”号的飞行速度超过音速的两倍，最大飞行马赫数可达2.04，巡航高度18000米，巡航速度达到2150千米/小时，最大载重航程5110千米。

1976年1月，“协和”号投入航线运营。最初英航“协和”号飞机伦敦至纽约航线的单程票价只比一般客机的头等舱票价高20%（约756美元）。但在石油危机、通货膨胀的推动下，机票价格迅速上涨，到2003年，伦敦至纽约的单程票价为6636英镑（约合9900

美元）。同样，法航来往巴黎和纽约的往返机票价格在1982年是3900美元，但到2000年票价已经达到8148美元。

尽管票价昂贵，但王公贵族、商务巨贾、大牌明星、政界大员对乘坐“协和”号旅行情有独钟，原因是它速度更快。“协和”飞机使欧洲到美国的飞行时间缩短了一半：从巴黎到纽约，波音747要飞7小时30分，而“协和”号只需3小时49分。1996年2月7日，“协和”飞机从伦敦飞抵纽约仅耗时2小时52分59秒，创下了航班飞行的最快纪录。

在“协和”飞机上不但可以体验到超音速飞行的感受，还可以欣赏到奇异的风光：它的飞行高度是亚音速客机的两倍，乘客可以欣赏到地球蜿蜒的曲线，在漆黑的夜间从巴黎或伦敦起飞，可以捕捉到

太阳的余晖。更有甚者，它可以赶超太阳：上午10时从伦敦起飞，到达纽约却是当地时间9时。

然而，由于飞机经济性差、航程短、噪声污染严重等问题，尽管在技术上“协和”号是成功的，但在商业上它却是个失败者。2003年4月，英航、法航突然同时宣布：“协和”号将于当年10月退役，理由是他们无法承担飞机高额的延寿费用。2003年10月24日，英航的3架“协和”号进行了告别飞行。至此，经营27年的“协和”号正式退出历史舞台。但它在航空史上的地位是无可替代的，它的飞行速度超过了地球自转，并带来了飞机设计的一场革命。

### 苏联的图-144

英法两国联合研制超音速客机的事实，立刻引起了全球竞争者的警觉。1963年，在美国空军学院的毕业典礼上，美国总统肯尼迪宣布启动国家超音速运输机项目，波音公司马上着手研发，并投入大量资源，这一项目被称为波音2707超音速项目。波音2707大量使用钛合金，由此使得它能够达到3马赫的巡航速度，同时还具有可变机翼。全尺寸实物模型于1966年建造出来，但可变机翼概念因过

于复杂而在1968年被放弃，随后改为固定翼版，并计划1970年首飞，1974年投入使用。但由于燃料成本上升、环境问题等理由，美国超音速客机项目在1971年被取消。

美国启动超音速项目，被苏联视作冷战中的挑衅，苏联航空工业部立刻下达了研制超音速客机的指令，主要性能指标与“协和”号相近。这个编号为图-144项目的研发重任，再一次落到图波列夫设计局。一时间，全球航空工业都开始了一场速度竞赛，仿佛谁能造出第一架超音速客机，谁就能赢得全世界。

“协和”号颠覆了人们对喷气式飞机的刻板印象，它有着可变式机鼻，独特的三角形机翼和矩形的发动机进气口，充满了强烈的科幻色彩，是一款足以让英法两国引以为傲的杰作。美中不足的是，尽管工程师们已经竭尽全力，但它还是没能成为世界上第一款超音速客机。早在“协和”号首飞的四个月前，图波列夫带领的苏联团队就后发先至，完成了图-144超音速客机的首飞，取得了这场超音速竞赛世界第一的荣誉。

尽管从外形上看，这两款飞机极其相似，但它们的差异其实非常大，都包含着大量独创的技术。

与图-144相比，“协和”号拥有两个明显的优点——刹车和发动机控制。“协和”号是首批使用碳纤维材料制造刹车的飞机，在飞机落地后能够经受让飞机减速所产生的巨大热量，而图-144使用的仍然是传统材料，安全性要略逊一筹。更大的差别在于发动机。“协和”号是首架飞行系统的重要部分完全由电脑控制的客机，它会不断改变进风口的形状，确保发动机以尽可能高的效率运转。同时，它还有一套飞行控制系统，能够微调机翼的形态，以减少超音速飞行时的拖拽力。在今天，这种电传操纵系统已经成为所有商用飞机必备的技术，但在当时，却是首次在商用飞机中使用。

同样，与“协和”号相比，图-144也有着独特的优势。图-144的体形更大、更长、也更重，它升入空中所需的动力更多。空载时，图-144的重量接近100吨，比“协和”飞机空载重20吨。它特别设计了可伸缩的鸭翼板，这样就能为它提供额外的升力，并能有效提高它在低速时的操纵能力。

一时瑜亮的“协和”号和图-144看上去实在难分高下，因此引发了西方世界与苏联之间一场漫长的口水战。欧洲人一口咬定，是苏联人的工业间谍窃取了“协和”号的资料，才使得图-144后发先至。

而苏联人则骄傲地宣称，是心胸狭窄的西方人不愿意承认他们输了，才肆意抹黑图-144。

1973年6月，苏联终于带着图-144站到了巴黎航展的舞台上。他们的目的很明确，就是要平息争论，与“协和”号一决高下。6月2日，“协和”号在航展上顺利完成了中规中矩的飞行表演。据《时代》杂志报道，图-144的试驾驶员米哈伊尔·科斯洛夫曾专门走到“协和”号的团队面前说：“你们就等着看我们飞吧。”第二天，图-144成功升空，科斯洛夫为了展示图-144的优越性能，开始尝试做出高难度动作。万众瞩目之下，图-144在空中突然翻转，坠入附近的一个村庄，机上6名机组人员和村庄里的8人因此丧生。

这次事故，让一时风头无二的图-144变得黯然失色。为了追求速度上的领先，他们忽略了商用飞机发展的客观规律，将可靠性、经济性和可维护性放到了次要地位。1978年6月，图-144改良版在预交付试飞中又一次坠机，就此彻底结束了“彗星”一般短暂的民用航空生涯，它累计进行了102次飞行，其中仅有55次是载客飞行。■

# 腾飞吧,中国大飞机 伍

## ——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2期 P80

转载自《连环画报》



40- 首飞成功后,运 10 又进行了一系列飞行试验,曾飞到北京、哈尔滨、广州、昆明、乌鲁木齐等地,并 7 次飞抵拉萨。



41- 受中国民航局委托,上海飞机设计研究所集精干人员编写了中国首部民机适航规章。大家每天聚集在上海大场机场的会议室里,逐字逐句推敲审定。马凤山在现场坐镇,负责整部规章的审稿,并亲自撰写了编制说明。



43- 马凤山长期忘我工作,积劳成疾。其实,8年前他就被查出患有肝病,但他一次又一次将病假条塞进抽屉。有一天,他感到腹痛难忍,只得去医院就诊。



42- 这是我国第一部适航规章,填补了我国民用飞机领域的一项空白,是我国航空工业史上的一项里程碑工作。



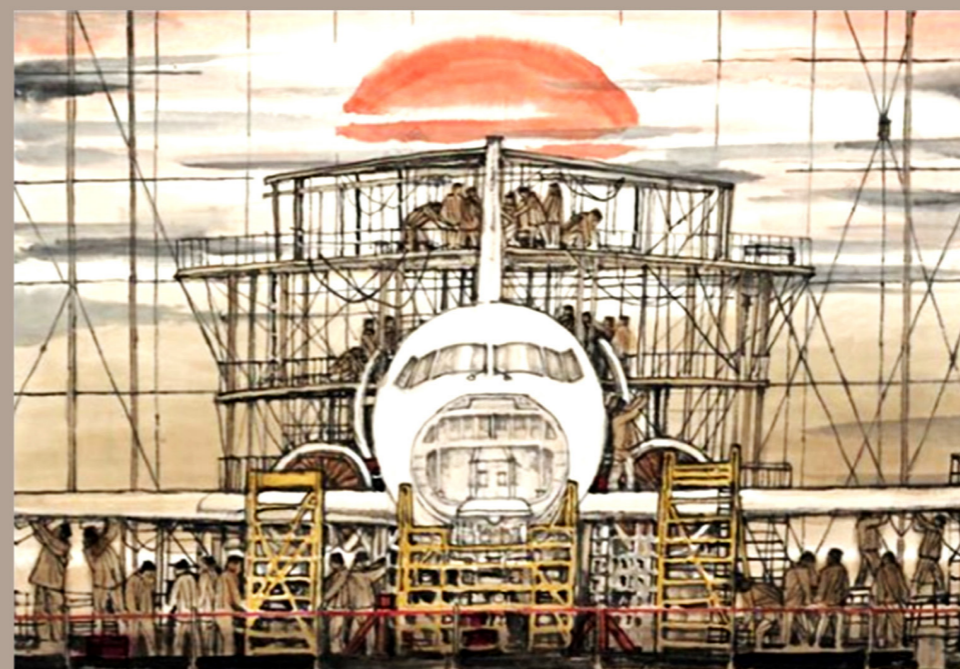
44- 对于医生的劝告,马凤山一笑了之。在他的心中,只装着祖国的大飞机。



45-1989年秋冬之交,马凤山抱病去杭州参加一场大型学术会议。他是会议主持人,虽然有病,却仍然每次到会。人们知道他身体不好,劝他只要帮忙把把关,不必每次都到场。他却笑笑说:“那多不好意思啊!”



46-1990年4月24日,把祖国的航空工业事业视为自己第一生命的马凤山,倒在了工作岗位上,唱响了一曲永不放弃的壮歌。



47- 马凤山作为我国培养的第一代飞机设计师,为我国的航空工业留下了宝贵财富。习近平总书记极为重视我国的航空工业,他在2014年5月23日视察中国商飞公司上海飞机设计研究院时说:“我们要做一个强国,就一定要把装备制造搞上去……”



48- 运 10 的故事已成为历史,但永不放弃的运 10 精神永存! 41 年南征北战,一生魂牵梦萦。马凤山不仅留下了技术财富,也播撒了为新中国奋斗的执着精神,激励着新一代大飞机人为中华民族的崛起贡献力量。

(完)