

ARJ21

2018.3.26

ARJ21 飞机在冰岛凯夫拉维克国际机场 完成大侧风包线扩展审定试飞

2018年3月26日，中国民航局试飞员赵志强与申请人试飞员陈明驾驶着 ARJ21 飞机在冰岛凯夫拉维克国际机场完成大侧风包线扩展审定试飞，标志着 ARJ21 飞机具备适航规章要求的全部气象条件下的安全运营能力，对拓展 ARJ21 飞机的运营环境、提高飞机的市场运营效率具有重要意义。



→
左：赵志强
中：揭裕文
右：屈展文



Contents



05

卷首语

05 打造命运共同体 | 欧阳亮

08

来自合作伙伴的问候



10

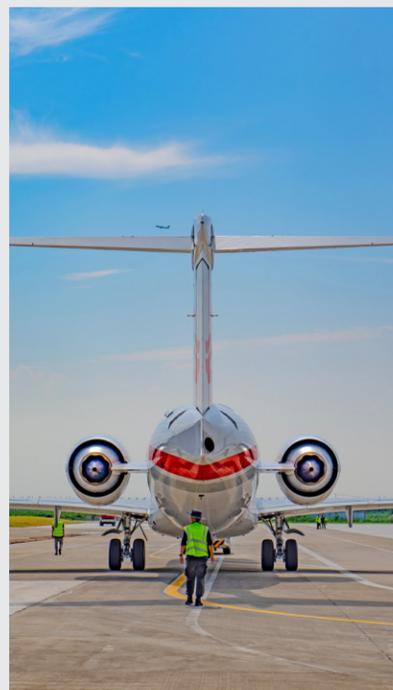
封面文章

10 霍尼韦尔与中国大飞机的美丽情缘 | 熊小妮

14 同行二十载 共筑蓝天梦——GE 航空与中国商飞携手走过的那些年 | 凌云

21 密切合作 携手同心——赛峰集团坚定支持中国商飞的蓝天伟业 | 崔广琪

26 砥砺前行 一路同行 | 欧季



31 仰望航灯闪烁 | 汤立宁

34 携手共进，逐梦蓝天——中航西飞 C919 大型客机项目研制历程

37 踔厉奋发 不负时代——从 9KG 到 7KG 的 ARJ21 座椅历程



41

航空制造

41 从 ARJ21 飞机运营谈对商用飞机客户服务的几点认识 | 柏文华

46 制造商鏖战货机市场 | 齐汀

50 一个时代的结束，新时代的开启——有感 A380 的氢能转型 | 陈培儒



54

航空运输

54 全球商用航空运输市场展望 | 尤怀墨

59 全国两会上的“航空之声” | 任治潞

63 从大湾区航空成立看香港航空市场发展 | 张晋



66

人物

66 周琳：把有效的时间用到值得做的事情上 | 张倩楠



本期解读

中国民机产业采取的是主制造商—供应商模式，这也是世界航空工业所采取的主流模式。在此模式下，建立稳定的供应链，既有利于降低成本，提高产品质量，提升工艺水平，更能加快对市场信息的获取和反应速度，而对于供应商来说，则在确保稳定的市场需求的同时，能更好地与客户进行沟通，从而提高产品质量，加快交货周期，并因此而获得更稳定且更高的利润。

多年来，我们看到，在风雨兼程中，各级供应商与中国商飞携手奋进，砥砺前行，真正结成了关心大飞机、支持大飞机、促进大飞机的“梦想共同体”。因此，本期杂志邀请霍尼韦尔、GE、赛峰、昂际航电、利勃海尔、利勃海尔中航起、成飞、西飞、航宇嘉泰等公司来分享与中国民机产业风雨同舟二十载、一起成长、一起奋斗的历程，让读者更深入地了解大飞机产业链的价值。



- 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03期 | 总第093期 | 03月30日出版

中国标准连续出版物号

ISSN 2095-3399 CN 31-2060/U

主管主办 中国商用飞机有限责任公司

出版发行 上海《大飞机》杂志社有限公司

编委会

主任 贺东风

常务副主任 赵越让

副主任 谭万庚

委员 赵九方 吴永良 郭博智 周新民

魏应彪 张玉金

学术顾问 吴光辉

上海《大飞机》杂志社有限公司

总经理 程福江

总编辑 王刚

副总经理 徐显辉

主编 欧阳亮

执行主编 庄敏 林喆

副主编 柏蓓

编辑 哲良 张凯敏 郑小芳 周逸云

记者 李欣阳 李琰 赵婷婷 阳庭庭

美术编辑 卢之萍 刘晓雨

摄影记者 管超 王脊梁 颜康植 张竞霄 翟俊杰

国内发行 上海市报刊发行局

国内订阅 全国各地邮局

邮发代号 4-883

商务主管 吴頔

电话 021-20887110

发行主管 谭路

电话 021-20887186

地址 上海市浦东新区世博大道1919号

邮编 200126

电话 021-20887197

网址 www.comac.cc

电子邮箱 dfj@comac.cc

定价 人民币20元

印刷 上海申江印刷有限公司

法律顾问 上海大邦律师事务所

卷首语

打造命运共同体

文 | 欧阳亮

跨入21世纪后，中国再次大踏步地向民机产业进军。2002年，ARJ21项目经国务院批准立项；2003年，项目完成预发展阶段评审，转入详细设计阶段；2006年，大型飞机重大专项被确定为16个国家重大科技专项之一，ARJ21项目转入全面试制阶段；2007年，国务院原则批准大型飞机研制重大科技专项正式立项，首架ARJ21飞机在上海总装下线；2008年，中国商飞在黄浦江畔成立，ARJ21在上海成功首飞。

此后，ARJ21项目、C919项目、CRJ929项目都取得了令人瞩目的成绩。目前，ARJ21飞机已交付多家用户，已开辟上百条航线，逐渐成为全国的乘客所熟悉；C919飞机正在进行密集的试验试飞，为取证交付做准备；CRJ929飞机则处于紧锣密鼓的研发之中。



多年来，我们看到，
各级供应商与中国商飞携手
奋进，砥砺前行，
真正结成了关心、支持、促
进大飞机的“梦想共同体”。

这些成绩的取得，固然首先是因为全体商飞人的努力，但与大飞机产业链的精诚合作也是密不可分的。中国商飞公司董事长贺东风在致辞中指出，我们将始终坚持开放合作，发挥产业龙头作用，推动大飞机产业体系建设，与全球伙伴精诚合作，共同构建“共享成就、共享荣耀、共享利益”的“事业共同体”，“相互理解、相互支持、合作共赢、共担风险”的“生命共同体”，和“关心大飞机、支持大飞机、促进大飞机”的“梦想共同体”。

中国民机产业采取的是主制造商—供应商模式，这也是世界航空工业所采取的主流模式。在此模式下，建立稳定的供应链，既有利于降低成本，提高产品质量，提升工艺水平，更能加快对市场信息的获取和反应速度，而对于供应商来说，则在确保稳定的市场需求的同时，能更好地与客户进行沟通，从而提高产品质量，加快交货周期，并因此而获得更稳定且更高的利润。

综合而言，主制造商与供应商建立稳定的价值链伙伴关系，打造“命运共同体”，是双方在竞争激烈的市场浪潮中消除不确定因素、专注于各自的核心竞争力，从而快速响应市场，提升产品和服务质量，增加客户满意度并进而提升市场份额的不二选择。

多年来，我们看到，在风雨兼程中，各级供应商与中国商飞携手奋进，砥砺前行，真正结成了关心大飞机、支持大飞机、促进大飞机的“梦想共同体”。因此，本期杂志邀请霍尼韦尔、GE、赛峰、利勃海尔、昂际航电、利勃海尔中航起、成飞、西飞、航宇嘉泰等公司来分享与中国民机产业风雨同舟二十载、一起成长、一起奋斗的历程，让读者更深入地了解大飞机产业链的价值。

01 ↓

成都航空 ARJ21 “环鲁飞” 空中公交网

3月6日，成都航空打造的升级版ARJ21飞机“环鲁飞”航线全新启航，通过济南机场实现与北上广深等大城市的干线机场相连接，提升支线机场对干线机场客运补给能力。



02 ↑

空中客车完成 A380 单发 100%SAF 首飞

近日，空客开启单发使用 100% 可持续航空燃料 (SAF) 的 A380 试飞试验。试飞燃料由法国道达尔能源提供，罗罗、普惠分别为该试验提供发动机、辅助动力装置方面的支持。

03 ←

霍尼韦尔拟在华建世界最大 SAF 生产设施

近日，霍尼韦尔宣布将与中国东方能源公司在广东省茂名市共同建设世界上最大的可持续航空燃料 (SAF) 生产设施，该设施年产量预计将达 100 万吨。

04 ↑

波音试图重启 787 生产

近日，波音公司与供应商开展谈判，讨论在 2023 年年底前为 7 架波音 787 提供服务的能力，同时试图重启 787 飞机的生产。波音于 2021 年年中暂停 787 飞机交付。

05 →

罗罗将投资 4 亿美元升级发动机测试设施

近日，罗罗表示，计划在印第安纳州投资 4 亿美元对发动机测试设施进行重大现代化改造。

06 →

泰雷兹公布 2021 年业绩

3月3日，泰雷兹公布其 2021 年业绩，公司订单金额同比增长 18% 至 199 亿欧元，销售额同比增长 5.3% 至 162 亿欧元，息税前利润同比增长 32.1% 至 16.49 亿欧元，调整后净收入同比增长 45% 至 13.61 亿欧元，自由经营现金流为 25.15 亿欧元。



07 →

达美航空和空中客车合作推进氢动力飞机项目

近日，达美航空与空中客车签署谅解备忘录，双方将合作推进后者氢动力飞机项目。达美航空将在机队和运营网络预期、氢动力商用飞机运营要求及基础设施要求方面为空中客车提供支持。



08 →

LEAP 发动机产量有望到 2023 年翻一番

近日，GE Aviation 表示，计划在 2023 年将 LEAP 发动机年产量提高至约 2000 台。但也表示，此次增产计划仍会受到处于恢复阶段的供应链的挑战。



09 →

EASA 发布全球首个垂直起降机场设计规范

3月24日，EASA 发布全球首个垂直起降机场设计指南，为行业相关方提供指导，以实现垂直起降机场的安全设计目标。垂直起降机场设计的特别之处在于机场上方的漏斗形区域——无障碍空间，这一概念是针对 VTOL 飞机的操控性能量身定制的，容易考量对环境和噪音的控制，适合在城市运营。



10 →

新西兰航空将开通世界上最长的直飞航线

新西兰航空计划从 9 月 17 日起每周运营三次从奥克兰直飞纽约的航班，奥克兰到纽约的航班是世界上最长的直飞航线之一。



Greetings

来自合作伙伴的问候

来自 GE 集团的问候

向伟明

GE 全球副总裁、GE 中国总裁
GE 航空集团大中华区总裁



“

从 ARJ21 到 C919，GE 航空和 CFM 国际是中国商飞可信、可靠的战略合作伙伴。

从 ARJ21 到 C919，GE 航空和 CFM 国际是中国商飞可信、可靠的战略合作伙伴。我们愿与商飞携手前行，以一流的产品和服务，为商飞提供有力支持与保障，助力中国航空事业的繁荣与发展。

“

尽管当前全球航空业正受到新冠肺炎疫情的巨大挑战，但我们坚信，只要业界伙伴携手努力，定能共克时艰。

过去几十年，中国航空工业以举世瞩目的效率，完成了从无到有的转变；而今，又在从有到强的方向上坚定不移地前行。

霍尼韦尔有幸参与其中，以多年来在全球航空业积累的经验、专业知识和解决方案，全力支持中国航空工业的发展。我们为飞机提供强劲可靠的动力，我们为天空打开互联的大门，我们为机组和乘客带来更好的飞行体验。

我们还一同见证了国产飞机 ARJ21 和 C919 直上九霄。我们无比自豪地看着 ARJ21 自交付以来执飞了一个又一个航班，我们从 C919 冲天而起的那一刻，就一直期待着它飞向更广阔的天空。

尽管当前全球航空业正受到新冠肺炎疫情的巨大挑战，但我们坚信，只要业界伙伴携手努力，定能共克时艰。最后，我们祝愿中国商飞发展越来越好，祝愿国产大飞机早日翱翔蓝天！

In the past few decades, China's aviation industry has completed the transformation from nothing to something with world-renowned efficiency. Now, it is moving forward unswervingly in the direction from good to strong.

Honeywell is honored to participate and fully supports the development of China's aviation industry. With the profound experience and expertise accumulated in the global aviation industry over the years, we provide reliable power, strong avionics, and innovative in-flight connectivity solution for the aircraft, we bring a better flight experience for the crew and passengers.

We also witnessed the home-grown aircraft ARJ21 and C919 soar to the sky. We were proud to see that ARJ21 has flown one flight after another since it was delivered. We have been looking forward to seeing C919 fly to the wider sky from the moment the C919 took off.

Although the global aviation industry is currently facing huge challenges from the pandemic, we firmly believe that if industry partners work together, we will be able to overcome the difficulties together. Finally, we wish COMAC a better development, and wish that the home-grown large aircraft will fly into the blue sky soon.

林世伟

霍尼韦尔航空航天集团亚太区前总裁

来自霍尼韦尔的问候

来自利勃海尔的问候



Nicolas BONLEUX

利勃海尔航空与运输有限公司
首席商务官

“

中国商飞作为商用飞机集成商的能力得到了快速提升，目前已达到全球先进水平。我们预计 C919 飞机将在市场上取得成功。

利勃海尔航空与中国商飞的关系起始于近 20 年前的 ARJ21 支线飞机项目。多年来，这一高质量的关系得到持续巩固。于我们而言，这一关系充满光明与希望。

C919 是中国商飞在商用飞机领域研发的首款干线飞机。经过数年的发展，中国商飞作为商用飞机集成商的能力得到了快速提升，目前已达到全球先进水平。我们预计 C919 飞机将在市场上取得成功。利勃海尔航空是从长远的角度进行考量，因为，为飞机项目提供重要系统的财务效益通常在飞机投入使用数年后方才体现。事实上，为这一型号的飞机开发两个主要的机载系统——空气管理系统和起落架系统而进行的投资，是相当可观的。

中国商飞在建立高效的供应商管理体系方面进展非常迅速，这在供应商大会、项目评审和供应商记分卡等方面得到了充分证明。利勃海尔航空不断收集航空航天领域的最佳实践经验以及与客户合作中的经验教训，并在持续改进系统时将这些经验和教训考虑在内，以便在为全球客户服务时提高质量。

祝中国商飞一切顺利！

Our relationship with COMAC, which started almost two decades ago with the ARJ 21 Regional Jet program, is of very high quality. It has been consolidating over the years and we consider this relationship as very promising for our company.

COMAC's ability to play the role of integrator of a commercial aircraft has enhanced very quickly over the years, and has now reached an outstanding level, considering that the C919 is the first commercial aircraft developed in this segment by COMAC. We foresee that the C919 aircraft will be a market success. We have a long-term view and the financial benefit of supplying major systems on-board an aircraft program is normally determined several years after the entry into service of the aircraft. Indeed, developing two major on-board systems like the air management and the landing gear constitutes a considerable investment on an aircraft of this size.

COMAC has been progressing very quickly in the set-up of an efficient supplier management system, as evidenced for example by the suppliers' conferences, the program review and the suppliers' scorecards. Liebherr-Aerospace continuously collects the best practices from the aerospace industry and the lessons learned from collaborating with customers, and it makes sure that its continuous improvement system takes them into account in order to improve its global performance for all customers. All the best for COMAC!

赛峰集团国际与公共事务高级执行副总裁
齐安杰
Alexandre Ziegler



来自赛峰集团的问候

“

让我们携手共进，将互信、紧密的合作化作推动我们行业振兴的动力，并使其成为民航领域中外友谊的典范！

中国商飞公司是赛峰集团珍视的合作伙伴，双方有着共同的利益和目标。赛峰集团非常荣幸与中国商飞密切合作已十余载，尤其是在 ARJ21 和 C919 项目方面。

在过去的这两年，尽管外部条件艰难，赛峰团队一如既往地支持中国商飞，全力推动我们的合作，并在多方面取得了丰硕的成果。

这场史无前例的危机必将鼓舞我们加强我们的共同战略，并本着我们日积月累的深厚互信精神，为双方的未来发展做好准备。

赛峰集团一定会持续坚定地支持中国商飞，全力协助中国商飞实现接下来的诸多重要里程碑，如 C919 的取证及产业化，以及飞机向客户的交付。

让我们携手共进，将互信、紧密的合作化作推动我们行业振兴的动力，并使其成为民航领域中外友谊的典范！

利勃海尔中航起董事长
Martin Wandel



“

我们不仅渴望提供最优质的产品，而且有责任引领民机起落架取得更加辉煌的成就，改善人们的生活和出行的需求。

中国商飞和利勃海尔中航起之间稳固而良好的合作关系，为中国民用航空的长期战略做贡献的共同目标的实现，奠定了良好的基础。在成长的道路上，我们一起攻坚克难、解决问题，以争取并提供最优质的产品和最卓越的服务。我们已经在 ARJ21 项目上建立了良好的合作关系，将在 C919 项目上加强合作，并将在未来的发展中持续深化合作。我们不仅渴望提供最优质的产品，而且有责任引领民机起落架取得更加辉煌的成就，改善人们的生活和出行的需求。在此全球供应商大会召开之际，我谨代表合资公司全体人员，祝福中国商飞！

"The strong and excellent working relationship between COMAC and LLA is a sound basis for the goal that we share, to contribute to the long term strategy for Chinese civil aviation. On our way, we solve problems and overcome obstacles together in order to strive for and provide utmost performance and quality. Our collaboration was founded already for the ARJ21 program, will be strengthened during the C919 program and will continue during up-coming developments. We are not only eager to provide the best possible products but also have an obligation to lead the industry towards higher achievements and improve life for mankind and its demand for mobility. Our best wishes for COMAC!"

来自利勃海尔中航起的问候

贝杰鸿
Jerôme Bendali
泰雷兹北亚区副总裁兼中国区首席执行官



来自泰雷兹的问候

“

期望未来能在 C919 飞机的航电系统优化以及未来的欧洲航空安全局 (EASA) 适航取证方面提供支持。

尽管受到疫情影响，中国航空业的发展依旧表现出强劲韧性和蓬勃动力。作为中国商用飞机有限责任公司的长期合作伙伴，泰雷兹一直致力于为国产商用飞机的发展贡献一己之力，不仅带来一流的技术和解决方案，还助力技术创新和绿色发展。泰雷兹通过在华合资企业——中电科泰雷兹航空电子有限公司，为中国首架国产大飞机 C919 开发机载娱乐系统，提供适应中国本土的解决方案。不仅如此，泰雷兹期望凭借自己的专长，未来能与中国商飞进一步深入探讨，在 C919 飞机的航电系统优化以及未来的欧洲航空安全局 (EASA) 适航取证方面提供支持。

泰雷兹将秉承初心，结合全球经验与中国创新，携手中国商飞为 ARJ21、C919 和未来宽体客机的成功安全运营共克时艰、砥砺前行！

“

中国商飞与中航西飞主供双方携手经历风雨，从研制到批产，经过了一次又一次的突破，为大飞机的阶段目标奠定了坚实基础。

大型客机研发和生产制造能力是一个国家航空水平的重要标志，也是一个国家整体实力的重要标志，中国的航空工业经过几十年的发展，取得了令世界瞩目的成果，在这成果背后是几代航空人的努力。

回顾历史，中国商飞与中航西飞主供双方携手经历风雨，从研制到批产，经过了一次又一次的突破，为大飞机的阶段目标奠定了坚实基础。

我们共同见证了 ARJ21 和 C919 的成长历程，为 ARJ21 在航线上一次次完美地运营感到骄傲和自豪，我们无比期待着 C919 飞机早日完成客户交付，开拓出更为广阔的市场。

风雨兼程中，让我们满怀信心和期待展望未来，以只争朝夕的劲头、坚忍不拔的毅力，坚定走好新时代大飞机事业长征路，奋力谱写新时代大飞机事业新篇章。

韩小军
中航西飞副总经理

来自中航西飞的问候

Greetings
来自合作伙伴
的问候



Honeywell

封面文章

霍尼韦尔与中国大飞机的美丽情缘

文 | 熊小妮



在霍尼韦尔航空航天集团（以下简称“霍尼韦尔”）美国总部的总裁办公室里，有一把铁铲——那是2012年8月8日，霍尼韦尔博云航空系统（湖南）有限公司在长沙奠基时，时任霍尼韦尔航空航天集团总裁马天明使用过的。该公司是霍尼韦尔与湖南博云新材料股份有限公司合作为中国大飞机C919打造的产业链的一环，C919使用的机轮刹车就出自该公司。

霍尼韦尔与中国航空业的合作由来已久，其亚太区总部就设在上海。早在本世纪初，霍尼韦尔就与中国航空工业集团有限公司在ARJ21支线飞机项目上精诚协作。中国商用飞机有限责任公司（以下简称“中国商飞”）2008年成立后，霍尼韦尔进一步深化了与中国航空业的合作关系，共同致力于C919飞机的设计与研发，并在数字化、企业社会责任等多个方面携手前行。

与国产飞机一起冲上云霄

大型客机被认为是现代工业的皇冠，是一个国家工业、科技水平的集中体现。在工业基础、研发经验、经济实力、市场需求和空间等多方面条件均已具备的情况下，中国国产大飞机项目应运而生。2008年5月，中国商飞作为实施国家大型飞机重大专项中大型客机项目的主体，在黄浦江畔成立。2009年1月，中国商飞正式发布首款单通道大型客机——C919。

C919旨在打造一款更安全、更经济、更舒适、更环保的机型。作为中国商飞重要的国际供应商之一，霍尼韦尔很荣幸获选为C919提供了四套先进的技术方案和综合配套服务，包括辅助动力系统、机轮与刹车、飞行控制工作包和导航工作包。

借助这些先进的技术方案，霍尼韦尔与中国商飞通力合作，为C919的客户、飞行员和乘客带来更加高效、安全与舒适的飞行体验。

在C919项目中，霍尼韦尔深度参与了产品研发、配套服务和软件解决方案等各个环节，以提升C919运营商和乘客的飞行体验，并助力中国商飞C919飞机总装下线。C919极为现代化的流畅外观，加之行业领先的能效表现，将使其跻身世界航空领域极具竞争力的机型之列，进一步推进中国航空运输产业的发展。

2017年5月5日，第一架C919飞机在上海浦东国际机场满载着努力和期待圆满首飞。2017年12月17日，C919飞机第二架机在上海浦东国际机场完成飞行，标志着C919大型客机逐步拉开全面试验试飞的新征程。2018年12月28日，C919飞机第三架机在上海浦东国际机场的第四跑道上平安降落。2019年8月1日，C919飞机第四架机，在完成了多个试验点、对飞机各系统进行了初始操纵检查后，顺利完成首次试飞任务。C919的每一次试飞，霍尼韦尔都与之一路同行。

C919首飞成功的那一天，时任霍尼韦尔航空航天集团亚太区总裁的林世伟激动地说道：“这一天，开创了一个新的历史。”国产大飞机C919从研制至今，无数的科研



人员为其注入了心血，奉献了一份力量。霍尼韦尔也荣幸地参与其中，让这一架承载着中国乃至全世界千千万万航空人梦想的大飞机，安全飞行，走向未来。

霍尼韦尔还获选与中国商飞携手为 ARJ21 飞机开发、生产并提供主飞行控制系统。业已投入商业运营的 ARJ21 是中国首款民用涡扇喷气式客机，它的成功是中国航空制造业史上一座重要的里程碑。ARJ21 适合中国和世界上多数支线航线使用，能适应复杂航路，能在中国西部的高温高原机场起降。目前已有架 ARJ21 飞机交付给多家航司，顺利投入商业运营。

霍尼韦尔主飞行控制系统能帮助减轻飞行员的工作量，并保持飞行安全。作为飞行员操控飞机的主要界面，该系统拥有先进的架构和功能，在副翼、扰流板、升降舵和方向舵上采用三轴电传飞控系统，有效减少了机身重量，缩短了定期及不定期飞机停放维护时间，并降低了运营成本。

霍尼韦尔 Aspire 400 卫星通信系统可以为驾驶舱提供高速安全的语音通信和数据连接服务。Aspire 400 系统可以让飞机更加安全地与空中交通管制和航空公司运营中心通信。与高频无线电相比，Aspire 400 为飞行员提供了更好的空中交通管制语音通信。此外，Aspire 400 能实现空地实时数据传输，效率得到提升，在需要改变航向来避免恶劣天气时，可提供极大帮助，让飞机飞得更安全、更高效，飞向更加广阔的市场。

与商飞共成长

霍尼韦尔与中国商飞的合作不仅是推动国产飞机起航，更是双方企业携手并进、共同成长的历程。

无论是于 2008 年至 2011 年就任霍尼韦尔航空航天集团亚太区总裁的马浩翔、

2011 年至 2016 年的总裁高博安、2016 年至 2022 年 3 月的总裁林世伟、现任总裁徐军，还是全球近千名参与支持 C919 项目的员工，都为参与了 C919 项目而深感自豪。双方高层也保持着密切的互访沟通，共同致力于推动国产飞机事业的发展。

霍尼韦尔与中国商飞的合作在获选参与 C919 项目后，得到了更进一步深化。霍尼韦尔中国本地工程师大部分都曾为 C919 项目提供支持；此外，霍尼韦尔在亚洲、北美和欧洲的数百名员工也参与了 C919 项目。

霍尼韦尔将其全球范围内的先进产品和经验本土化，为中国国产飞机推出量身定制的版本。霍尼韦尔明星产品 131-9 辅助动力装置（APU）已突破了 1 亿小时的安全运营时间，霍尼韦尔根据 C919 的实际情况对其进行最佳优化，量身定制了 HGT750 型号 APU，可有效降低航班延误及航班取消率，最大程度提升 C919 的运行表现。

此外，霍尼韦尔还进一步与中国企业通力合作，通过建立合资企业，为 C919 项目提供更加便捷的本土化生产供应支持。2012 年成立于湖南省长沙市的霍尼韦尔博云航空系统（湖南）有限公司，主要为中国商飞 C919 大型客机的机轮、轮胎和刹车系统提供碳刹车解决方案，进一步提升了 C919 项目的研发和生产制造水平。而成立于 2013 年 12 月的鸿翔飞控技术（西安）有限责任公司为 C919 提供电传飞控解决方案，该项合作有利于国内航空飞控系统技术与管理水平的提升和相关行业产业规模的扩大，同时也为国内航空企业走向世界提供了良好契机。

人才是产业发展和进步的核心。霍尼韦尔凭借其全球航空业数十年的经验积淀和专业知 识，2009 年，霍尼韦尔在上海成立了中国航空学院，为包括中国商飞在内的中国航空企业提供技术培训，以培养未

来航空领域的人才及领军者，助力中国航空事业的腾飞。

联手做公益

自 2008 年起，霍尼韦尔和中国商飞不仅在商业领域紧密合作，也把合作推向了更为广泛的领域。双方在企业社会责任领域携手，为中国西部地区提供更好的学习和条件、增建教育相关基础设施并促进现代化，共同推动中国西部地区教育资源的发展建设。

2015 年 9 月 7 日，“中国商飞—霍尼韦尔家园建设计划西吉行”在西吉县西坪小学举行，时任中国商飞公司总经理贺东风和霍尼韦尔亚太区总裁高博安还分别用中英文为孩子们上了一堂生动的大飞机课，孩子们踊跃提问，现场气氛热烈。此后，公司与霍尼韦尔在西吉开展合作扶贫共建“家园计划”，捐赠图书、计算机等教学设备和饮用水净化系统，建立“中国商飞—霍尼韦尔多功能学习天地”，加强了当地基础设施建设、互联互通以及资源开发。

作为中国商飞的重要合作伙伴，霍尼韦尔非常荣幸能够与中国商飞携手助力西吉县的教育事业，并衷心祝贺西吉县最终成功脱贫摘帽。霍尼韦尔和中国商飞也因双方拥有着共同的信念与热情——让我们所处的社会和世界变得更美好，而由业务层面的合作伙伴发展成为志同道合的精神伙伴。

共创绿色数字未来

可持续发展是世界的主题，绿色民航是行业发展的方向。中国民航拥有庞大的机队，高速发展的民航也造成了大量的碳排放。也正因为如此，节能减排方面点点滴滴的努力和成果能通过庞大的基数放大，

为碳达峰碳中和目标做出巨大贡献。

霍尼韦尔积极支持中国绿色民航事业，从诸多方面践行可持续发展的承诺：通过先进的航空电子设备解决方案，帮助提高运营效率；不断提升辅助动力装置和发动机的机械性能和效率，充分发挥每一滴燃料的能量；以先进的自动驾驶技术和电动、混动解决方案，推动绿色城市空中交通的发展；以互联提升整体效率；乃至研发替代性绿色航空燃料，从源头推动绿色民航发展。

今年 2 月，霍尼韦尔携手中国合作伙伴于广东省茂名市建设年产量达 100 万吨的可持续航空燃料（SAF）生产基地，帮助满足航空业日益增长的可持续燃料需求。霍尼韦尔希望通过与本土企业开展广泛合作，将上述有助实现航空碳减排的解决方案投入使用，助力中国“碳达峰”和“碳中和”目标的实现，并与合作伙伴一道肩负起对环境的承诺。

此外，数字化是提升航空业全面效率、可靠性和安全性的利器。霍尼韦尔专为中国市场设计的 JetWave MCS-8420 卫星通信系统，已获准接入中国卫通 Ka 高通量卫星网。霍尼韦尔希望能为国产飞机提供更多先进的数字化创新产品和解决方案，帮助其性能不断提升，提升效率和国际竞争力。

中国航空业已经取得了令世界瞩目的成就，并保持着强劲的增长动力，呈现出蓬勃发展之势，霍尼韦尔有幸深度参与了中国航空业的发展历程，见证了一个又一个历史性时刻。中国市场给包括霍尼韦尔在内的外资企业创造了更多发展机遇。霍尼韦尔将借助这一契机，一如既往地携手中国商飞，支持中国航空业的发展，助力中国航空制造业打造具有国际影响力的品牌和产品，赢得全球航空市场机会。■



封面文章

同行二十载 共筑蓝天梦 ——GE 航空与中国商飞 携手走过的那些年

文 | 凌云



2022年，是GE航空集团（以下简称“GE航空”）入华42周年，也是与国产商用飞机同行的第20载。

20年间，无论支线客机ARJ21项目还是干线客机C919项目，从提供飞机动力到打造“神经系统”，从试飞取证到售后维修，从市场开发到人才培养，GE航空及其合资公司与中国商飞的合作早已拓展至方方面面，也缔造出了一段段合作共赢的业界佳话。

作为供应商，GE航空与主制造商共生、共进、共荣。中国的百年航空梦，GE航空与中国航空人一起追逐。携手那些年的重要日历，让我们一页页翻开。

从不可能中结出硕果

作为中国第一款自主设计制造的喷气支线客机，ARJ21飞机足以载入中国航空业发展史册。而与中国就ARJ21项目开展合作，也为GE航空及其合资企业深度参与中国航空业发展，奠定了坚实基础。

不过，在2001年ARJ21项目启动前期，GE航空差点与其失之交臂。

2001年下旬，当GE总部决定要参与项目竞标时，已经比竞争对手晚了近一年时间。在此劣势条件下，现任GE全球副总裁、GE中国总裁、GE航空集团大中华区总裁向伟明，被总部选中担任ARJ项目商务经理，从零起步，挑战“不可能”。

“当时总部找到我谈ARJ21项目的时候，我毫不犹豫地接受了。这项任务既能体现公司的价值，又能参与中国国产飞机项目，实现我的航空情怀！那一年，我往返中美11次，夜里工作到12点之后更是家常便饭。”谈及20年前的那段经历，

向伟明依旧心潮澎湃。最终，在GE总部的大力支持下，CF34-10A发动机在这场龙争虎斗的竞标中后发致胜，拔得头筹！

然而，对于ARJ21这样被多方面寄予厚望的项目，签订发动机合同仅是万里长征第一步。作为中国第一款严格按照国际适航条款设计制造的客机，ARJ21项目从联合设计到总装下线到交付运营，每一步都经历了难以想象的挑战。

GE航空ARJ21现场项目前经理佟瑞军从2003年起就与中航商飞一起战斗在ARJ21项目上。据他回忆，2003年到2007年，从开始联合设计到改装下线，这5年是项目最困难的5年，其中又以2005年最为艰难。

佟瑞军记得，他当时经常去中航商飞在中山公园的总部大楼。楼内有些冷清，办公室气氛凝重。商飞同事有时会问：“你看我们的项目还进行得下去吗？”国外供应商的质疑声也泛起。

这一年也是GE航空领导频繁造访中国的一年。佟瑞军十分清晰地记得，有一



次去机场接机，时任 GE 航空小型发动机部总经理的 Chip Blankenship 下机后表情凝重。佟瑞军拿出事先准备好的未来几天的会议安排、讨论要点，两人在去酒店的路上，便讨论起 GE 航空如何在商飞困难时伸出援手，给予强有力的支持。

随后，Chip Blankenship 在访问中航商飞时强调了 GE 航空对 ARJ21 项目坚定不移的支持，也分享了 GE 航空在参与全球其他飞机制造商新飞机项目时的经验。中航商飞的领导对此印象深刻。后来，他们还给 Chip 起了一个很文艺的中文名字：薄雪霁，意思是雪后初晴，洒满阳光，也意含 ARJ21 项目度过了一段艰辛的起步时刻，走向光明。

同年，GE 航空还开启了与中航商飞的培训交流。项目初期，GE 航空向中航商飞提供了共计 800 余小时的培训，内容涵盖项目研发、项目管理、适航管理、构型控制等各个方面。商飞的市场和销售团队专程赴美参加培训，为日后项目流程制定、取证量产及市场开拓打下了坚实基础。

2020 年初，突然爆发的疫情给本已顺利开展的 ARJ21 项目徒增变数。对此，GE 航空驻商飞现场的客户支援团队，在疫情反复的大环境下，克服困难，多次及

时快速提供现场排故支持，为商飞在浦东、南昌交付中心的 ARJ21 飞机交付提供了发动机技术保障。

“比如，去年 9 月浦东机场疫情爆发，货运进港航班受到极大影响。GE 航空团队积极协调货运公司，第一时间寻找转运替代方案，及时发出现场急需的发动机，支持 ARJ21 生产线的批产工作。”现任 ARJ21 项目经理王昊一介绍道。

“从 ARJ21 项目开始，GE 航空对自己的定位就不是单纯的发动机供应商，而是希望通过双方努力，共同打造出一款令客户满意的飞机。”向伟明表示：“也正因如此，我们取得了商飞的高度信赖，双方精诚合作，结出硕果。”

合作范围已远超发动机

ARJ21 项目为 GE 航空与商飞的合作树立了成功典范，C919 项目则推动这棵“友谊”之树进一步开花结果。

2008 年范堡罗航展前夕，GE 航空与赛峰集团的平股合资公司 CFM 国际宣布启动 LEAP 发动机项目，为下一代单通道飞机提供动力。同年，中国商飞在上海成立，宣布研发单通道民用客机 C919，并启动发动机招标工作。

LEAP 发动机在完美传承 CFM56 高可靠性的同时，还采用多项创新技术，不仅油耗和排放均降低 15%，而且拥有更高利用率和更高可靠性。最终，其被中国商飞选中，C919 也成为了 LEAP 发动机的全球首个飞机项目。

一家新晋飞机制造商为其首款大型客机选择了一款全新发动机，可谓开全球之先河。这不仅得益于 LEAP 发动机的优良性能，还基于 GE 航空与中国商飞在 ARJ21 项目上的合作与信任，更是双方一致、开放、包容的价值观的体现。

一家新晋飞机制造商为其首款大型客机选择了一款全新发动机，可谓开全球之先河。这不仅得益于 LEAP 发动机的优良性能，还基于 GE 航空与中国商飞在 ARJ21 项目上的合作与信任，更是双方一致、开放、包容的价值观的体现。

如今，GE 航空与中国商飞在 C919 项目的合作范围已远远拓展到发动机之外。

参与 ARJ21 项目早期工作与中航商飞一起寻找启动用户的张志伟曾离开 GE 航空一段时间。C919 项目的感召，又吸引他回到了 GE 航空。如今，他担任 GE 航空集团中国项目总经理，全面牵头负责 GE 航空与商飞的所有合作项目。

“GE 航空与 CFM 国际致力于打造优质的本土团队，为中国商飞项目提供卓越的服务。我们相信，国产大飞机将驶向更广阔的天空。”张志伟表示。

回忆起这几年来的经历，令 C919 项目经理郝永江印象最深的，是新冠肺炎疫情带来的挑战。

“2020 年初，疫情突然爆发，试飞工作全部暂停。为了确保不耽误试飞工作的进行，GE/CFM 的现场试飞团队是当时上海市第一批派往外地的工作人员。团队登上中国商飞准备的大巴，驱车 10 小时赶赴东营试飞现场，马不停蹄，最终支持中国商飞完成了相关测试。”郝永江回忆道。

2022 年初，西安疫情爆发，GE/CFM 的外派试飞团队被隔离在阎良，最长时间达 50 天。在此期间，为了不耽误

试飞工作，在拿到当地特许证后，团队马上开展试飞相关的航后维护工作，从不敢间断。

“近期，国外航空业复苏较快，导致欧美局方人力紧张，一定程度上影响了发动机取证的文件审核。而国内的疫情叠加浦东机场洋山保税区自贸区模式切换，又给取证试飞、备件物流等带来了另一方面的挑战。”郝永江表示。

“疫情期间，我们的很多员工与中国商飞员工一起，始终奋斗在一线。”郝永江告诉《大飞机》记者。

“员工们及其家属克服了诸多困难，全力以赴，奋斗在中国商飞最需要的地方、最需要的时刻。目的只有一个：全力支持国产大飞机开展试飞取证，顺利



C919 飞机高温测试（上）
试飞团队与 C919 飞机第六架机合影（下）
图 | GE 航空



2009 年，C919 飞机项目选择了 LEAP 发动机
图 | GE 航空





2015年ARJ21首架交付成都航仪式(后排中为向伟明)
图 | GE航空

交付首家客户！”郝永江感慨道。

相互成就、共生共荣

“在中国开展业务，GE航空及其合资公司CFM国际始终秉承一个理念——我们不仅仅卖产品，还要把包括管理在内的很多成功理念、经验分享给客户，与客户建立战略合作伙伴关系，实现共同成长。”同时兼任CFM国际大中华区总裁的向伟明如是说道。

比如，GE航空的市场销售团队会与商飞分享经验，如何更高效地体现ARJ21的产品价值。又比如，GE航空正利用其全球销售网络，支持中国商飞在全球范围内进行ARJ21营销。

与中国商飞的合作也成就了GE航空在中国的发展，使得GE航空能够更深度地参与中国航空业的方方面面。

“曾经我们只需给航空公司提供支援和服务人员，但从2003年赢得ARJ21项目后，我们的工程技术团队、供应商体系等逐步建立壮大，双方还开展了大数据相关合作。确实是相互成就、共生共荣。”向伟明表示。

值得期待的是，2022年，GE航空、

“即使挑战重重，GE航空和CFM国际仍将在发动机生产交付、质量改善、现场支持和运营维护等各方面继续努力，全力以赴，为中国商飞实现2022年全年目标保驾护航。”

CFM国际和商飞的合作伙伴关系将在当前基础上，进一步振翅高飞。

诚然，疫情的影响仍在持续。过去两年，全球航空产业供应链及人力资源受到巨大冲击，部分原材料及次级供应商的生产制造、部件配套显著延迟。一个小小环节的推迟，就可能导致设计更改，分析报告提交时间延长，需要协调各方资源，动态调整项目进度。

这不仅仅考验合作双方的经验与能力，更考验着彼此的信任和毅力。

“即使挑战重重，GE航空和CFM国际仍将在发动机生产交付、质量改善、现场支持和运营维护等各方面继续努力，全力以赴，为中国商飞实现2022年全年目标保驾护航。”向伟明表示。

“很荣幸，在过去20年间，GE航空和CFM国际能够携手中国商飞，一路同行，相伴成长。融入中国市场，与合作伙伴实现共赢，是GE航空在华发展42年以来一直不变的理念。未来，我们将继续以一流的产品和服务，为中国商飞提供有力支持与保障，全面助力中国航空事业的繁荣与发展。”向伟明总结道。■



作为飞机制造商之外的全球第三大航空航天企业，赛峰集团与中国商飞的密切合作始于2008年，从ARJ21到C919，一路走来已历经十余载春秋。这背后是中国商飞对赛峰集团的长期信任与认可，是二者之间建立的牢固的伙伴关系，是赛峰团队与商飞团队的密切合作和携手同心。

赛峰集团在中国的发展已有100多年的历史，也是中法两国建交后首批进入中国市场的法国企业之一。“作为两国工业合作的两大支柱之一，中国航空业伴随着国家决定制造国产大飞机C919而得到蓬勃发展。”赛峰集团中国区总代表兼赛峰中国总经理白幻德（Philippe Bardol）说道：“赛峰集团很自豪能够成为实现这一雄心壮志的重要组成部分，并将继续支持中国商飞完成其即将实现的里程碑。”

全面合作，为C919提供大力支持

2008年，作为世界领先的飞行控制系统供应商之一，赛峰集团的驾驶舱控制系统入选ARJ21项目，自此赛峰集团与中国商飞开启了双方的互信合作。随后，赛峰集团的飞行员、机组成员和旅客座椅、水废水处理系统、控制面板和调光控制等诸多设备装配在了ARJ21飞机上。

源自ARJ21项目上的成功合作及对赛峰产品创新能力的深度认可，赛峰集团旗下多家子公司都参与到了C919项目中。2009年中国商飞选择LEAP集成推进系统为C919提供动力，即通过CFM国际公司提供的LEAP-1C发动机，以及通过奈赛公司提供的发动机短舱和反推装置。中国商飞是首家选择LEAP发动机的飞机制造商，将其作为C919的唯一西方推进系统。与前代产品相比，LEAP发动机的燃油消耗和二氧化碳排放量降低了15%，氮氧化物排放减少了50%，同时能够满足

更为严苛的噪音排放标准。该款发动机具有高性能、经济性和环保性，是商用航空史上订单增长速度最快的发动机。发动机短舱中60%的部件采用复合材料制造，其反推装置则围绕O型涵道概念进行开发，这一新型结构优化了整体推进系统的空气动力学性能，能减少燃油消耗。采用这一创新设计的反推装置首次在全球获得认证。此外，凭借其在飞机设备和内装领域的业务专长，赛峰集团还为C919提供防劫机驾驶舱门、备餐间、飞行员和机组成员座椅、盥洗室、水废水处理系统、旅客氧气系统和紧急撤离滑梯等一系列产品。

C919项目将赛峰集团与中国商飞的深入合作推向新的高度：早在2009年，中国商飞就与赛峰集团探讨成立电气线路互联系统（EWIS）合资公司的可能性。2012年，作为欧洲最大且拥有百年历史的电力系统公司，赛峰电气与电源公司和中国商飞共同成立上海赛飞航空线缆制造有限公司（以下简称“赛飞公司”）。赛飞公司负责C919飞机EWIS的设计、认证和制造。“赛飞”取意“赛峰”+“商飞”，因此，合资公司的名称本身就是赛峰集团与中国商飞紧密合作的象征。

为了支持C919未来的量产，赛峰集团还大力布局本地供应链、MRO（维护、修理和大修）和现有工业配套体系。2022年2月成立于苏州的赛峰短舱MRO修理厂也将于不久以后为C919飞机上的LEAP-1C发动机的短舱和反推装置提供维修。通过CFM国际公司，赛峰集团还致

力于为未来的C919提供更好的支持。作为CFM发动机除原产地美国和法国以外的第一个培训机构，航空发动机维修培训中心（AEMTC）已建设完成LEAP-1C发动机、短舱和CF34-10A发动机的维修培训能力，这是全球唯一能为中国国产支线客机ARJ21与国产大飞机C919提供发动机维修教育的培训中心。另外，赛峰集团还为中国的供应商提供必要的技术支持和培训，以确保项目顺利进行。

全力以赴，只为那耀眼的腾飞

2017年5月5日，C919首飞成功。十年一剑铸飞天，国产大飞机破茧成蝶，全世界成千上万曾经参与C919项目的人终于梦想成真！作为该机型最重要的外国供应商之一，赛峰集团中国区各团队兢兢业业，共同助力成就这一伟大的蓝天事业。

为数众多的工作包，意味着全方位的技术支持、7×24小时的待命。为了支持大飞机项目，赛峰集团在中国商飞上海飞机设计研究院派驻了工程师，为在不同试验室进行的地面测试提供支持。同时，在中国商飞浦东总装基地，也有赛峰集团和赛飞公司派驻的员工。此外，赛峰集团还在上海部署了一个项目小组，负责协调赛峰集团的工作，以支持中国商飞的各类需求，尤其是首飞工作。

赛峰航空座椅公司团队也为保障大飞机C919的首飞全力以赴，排除万难。2017年4月末，正值首飞前最后关键阶段，赛峰航空座椅公司现场支持经理徐秋梁在法国总部出差期间，接到上飞院工程师打来的电话，认为驾驶员座椅控制电缆可能存在影响首飞的潜在风险。“于是我们第一时间组织法国工厂项目经理以及商飞人员电话会议，最后决定由现场支持经理携带电缆备件提前改航班回国。航班于五一



劳动节当天早上落地首都机场，当天是该项目经理妻子的生日，但他没有回家，而是即刻转机飞往上海，并连夜会同上飞院团队一起解决了问题，保证了首飞的顺利进行。”徐秋梁回忆说：“5月5日，在浦东机场见证首飞的那一刻，随着C919腾空而起，我心中涌起激情无限，一切努力都是值得的！”

攻坚克难，全力保障试飞和交付

C919首飞成功之后，赛峰团队上上下下没有丝毫懈怠，立即开始着手接下来的一系列测试和试飞准备工作，全力以赴和时间赛跑。

赛飞公司齐心协力，在试飞阶段助力国产大飞机完成了多项里程碑式的任务。

2019年8月1日，C919飞机第四架机完成了首次飞行。飞机飞行了85分钟，随后安全降落在上海浦东国际机场。C919飞机第四架机承担进行航空电子系统等飞行测试任务，这也是赛飞电气互联系统产品的一个重要里程碑，为加速C919飞行试验任务铺平了道路。

为满足中国商飞需要，赛飞公司为紧要任务做好充分准备。2019年9月27日下午3点，赛飞收到客户紧急通知——需为试飞现场赶制一根线束产品，并且明确交付时间为9月30日之前。经过初步评估，该线束交付周期在5个工作日左右，意味着比客户的需求时间多两天。赛飞公司总经理杜科（Olivier Dubroeuq）回忆道：“收到指令后，赛飞公司立刻动员组织生产。工艺部门当晚立即安排加班直到完成布线图和工艺文件；生产单元挑选了富有经验的4名人员28日全天加班，在导线制备和库房人员高效率地完成配套准备后，他们便马上投入到紧张的敷设和端接工作当中。29日更是提前2小时（即早晨6点半）就来到公司继续工作。他们的辛苦付出为电测和终检赢得了时间，保障了交付。”可见，从收到需求到完成交付，赛飞各团队高效协作，在48小时内完成了“不可能”的任务，这是赛飞的速度，更是中国速度！

在ARJ21项目上，赛峰电子与防务公司也以同样的热情和敬业精神全力保障试飞的顺利进行。保障飞机的安全飞行是试飞支持的第一要务，航后检查发现的故障经常需要加班进行排除，尤其面对一些紧急情况，赛峰电子与防务公司团队每回都是7天24小时随时待命，并多次在凌晨和周末去试飞院配合上飞院与上飞公司进行排故。当时，赛峰电子与防务公司根据特殊要求，需要提供两套传感器临时加装在01驾机和第四驾机上，作为操稳试飞的一部分用于测量杆力数据。这是一次全新的尝试，要求调动赛峰全球团队紧密配合，在非常短的时间内保障测量数据的有效性和精度，难度相当之高。赛峰电子与防务公司现场工程师罗超回忆道：“在正式的操稳试飞前，需要对传感器进行精度测量，我配合上飞院飞控团队一起在飞机上做了很多次杆力测量实验，并将拿到的数据与法国的工程团队进行分析处理，将所得结果与上飞院、试飞院进行沟通解释，经过多轮的试验分析，最终确认了我们提供的传感器的可用性，为操稳试飞提供了强有力的支持。”为了表彰赛峰电子与防务公司团队在ARJ21飞机试飞取证过程中做出的贡献，中国商飞在2011年2月底年度供应商大会上授予其“ARJ21-700新支线飞机项目系统供应商试飞支持奖”。

不畏时艰，向最后的取证冲刺

2020年以来，新冠肺炎疫情打乱了世界的秩序，给航空业的生产 and 供应链带来了巨大的冲击，同时由于国际旅行的限制，很多外国专家无法亲临现场，这也为项目的推进和交付带来了诸多的困难和挑战。

多年来，赛峰短舱公司团队一直代表奈赛公司与中国商飞合作，支持C919飞机尤其是其短舱的开发。该团队努力为短

舱获得类型检查授权（TIA），该项授权对于启动飞行测试活动至关重要。为协助商飞获取飞机认证，该团队每天都会参与到飞行测试活动中，包括在零下35摄氏度到零上50摄氏度的极端条件下进行的测试。尽管后期的新冠肺炎疫情扰乱了日常工作，但赛峰短舱公司在分布于中国多个地点的6架测试机上克服了挑战，确保了短舱飞行安全。赛峰短舱团队专注于每次起飞和着陆，确保每个O型涵道反推装置的开启和闭合，保障了每次飞行任务的安全和成功。

最后，为了及时成功获颁型号合格证（TC）并为批量生产做好充分准备，赛峰短舱公司总部强化了现场支持团队，自2021年7月1日起任命赛峰短舱公司中国商飞项目代表秦文丞为当地团队经理。团队所展示出的高效工作得到了中国商飞的认可。

C919大飞机取证任务非常紧，赛峰集团必须按计划支持中国商飞完成应急撤离滑梯机上5次抛放试验，及全机应急撤离试验。5次抛放试验，是指每个滑梯都得连续抛放5次，每次都成功的情况下才算通过试验。且连续5次完成前，任何一次失败即使不是滑梯本身问题，都会导致该滑梯次数清零，重新开始计算。而且承担该项试验的试飞飞机同时还有其他试飞及试验任务，留给滑梯抛放试验的时间窗口比较有限。时间紧，任务重，而美国专家又因为疫情无法来中国支持试验，几乎所有的协调和支持工作的重担都落在了赛峰应急撤离滑梯区域支持经理荆永强身上。

回忆起对C919应急撤离滑梯抛放试验的支持，荆永强说道：“整个过程非常辛苦，滑梯打包或支持现场试验至凌晨，都是家常便饭。有一次晚上8点开会至凌晨3点，睡两个小时，凌晨5点爬起来赶

飞机去外场做试验。整个十一假期，都在等待做试验和进行试验中度过，常常因试验条件不具备，只能在外场等待至凌晨才进行试验。当过程中出现打包不过关导致滑梯抛放失败的问题，及美国同事需要目击试验及滑梯打包等情况时，和美国有时差令整个试验支持挑战非常大。凭着大家的不懈努力和坚持，试验最终取得了成功，这一切都是值得的！”

中国商飞工程和项目团队看在眼里，对赛峰集团应急撤离滑梯团队的工作给予了高度支持和好评，并为赛峰应急撤离滑梯区域支持经理颁发了中国商飞“大飞机奋斗者”奖章。该奖项中国商飞每季度才评选一次，每次从数千名商飞员工及外部支持人员中评选十余人。此次获奖人员中有两位来自C919供应商团队，其中之一就是赛峰应急撤离滑梯区域支持经理。

除了赛峰航空系统公司之外，赛峰电子与防务公司下属的美国航电分公司也于2021年4月凭借其为ARJ21项目提供的导光板和调光电源系统工作包获得了“2020年度交付准时奖”。在困难复杂的2020年，这项荣誉来之不易，是中国商飞对赛峰电子与防务公司在2020年施行的一系列措施的肯定和嘉奖，折射出该工作包下各个团队的协同并进。从管理层、供应链、生产、质量、物流及现场支持的高度配合和目标一致，体现了赛峰集团全力配合客户交付的承诺。

在中国各项目团队里充满激情的赛峰集团航空人，怀揣着为祖国大飞机事业添砖加瓦的决心不懈努力，他们为实现这一理想保驾护航，并同赛峰集团一道，深深扎根于中国航空业的发展进程。未来，中国商飞还将迎来更多的辉煌成就，赛峰集团希望能够一直陪伴左右，为其即将实现的各项里程碑带来衷心的祝贺与坚定的支持！■





封面文章

砥砺前行 一路同行

文 | 欧季

2022年，是昂际航电成立十周年。10年前，其母公司中国航空工业集团和 GE 航空集团凭借对中国航空事业的无限热忱和坚定承诺，怀揣着共同的愿景成立了一家专业提供民用航电产品和服务的合资企业——昂际航电。



10 YEARS

COMAC X AVIAGE SYSTEMS

因 C919 而生，10 年来伴随着 C919 项目成长，昂际航电与中国商飞携手同心，砥砺前行，为项目的成功不懈努力。回首 10 年发展的点点滴滴，昂际航电为能够助力中国大飞机梦的实现感到无比荣幸，也为所付出的努力感到无上光荣与自豪。

得益于母公司强大的技术传承、丰富的市场资源以及雄厚的资金支持，昂际航电从无到有，紧跟行业需求与发展，在过去十年经历了几个阶段。昂际航电以波音 787 航电系统的技术转让作为起跑线，在中国商飞的信任与支持下一路奋进到交付 C919 航电包，再到现阶段支持 C919 的测试取证，未来将继续为中国商飞更多的项目贡献力量。因 C919 而生，10 年来伴随着 C919 项目成长，昂际航电与中国商飞携手同心，砥砺前行，为项目的成功做出了不懈的努力。回首 10 年发展的点点滴滴，昂际航电为能够助力中国大飞机梦的实现感到无比荣幸，也为所付出的努力感到无上光荣与自豪。

在高精的航电领域里，专业的技术、严谨的工作流程及创新的研发能力是立身之本。在公司成立初期，双方母公司派驻了很多技术专家及管理团队，当时外派专家的比例达到 50% 以上。10 年间，昂际航电致力于建立本土研发能力，将技术转让消化为自主知识产权。如今母公司外派人数仅占公司总人数的 2%，将近 350 名员工中 80% 为工程技术人员，其中绝大部分都由昂际直接雇佣并培养。这些工

程技术人员也随着中国商飞的发展一路成长，与商飞团队建立了团结协作、彼此信任的深厚情谊。让我们来听听他们在商飞项目中的成长历程。

IMA 软硬件团队： 开发“最强大脑”

昂际航电聚集国内航空电子软硬件人才组建成立了 IMA 软硬件团队，团队共有软件开发组、软件验证组、硬件开发组、工具组、新产品预研组等五个小组，56 名团队成员。这些成员中大多具备航空经验，又经历了 C919 项目的历练，逐步成长为业内的专家。他们承担了 C919 “最强大脑”的 IMA 中央处理模块软硬件、飞机用户可选项数据表软件、中央机柜供电管理模块复杂电子硬件、中央机柜机械结构件及相关工具的研制和适航任务。

这些软硬件的研制等级保证均为安全级别最高的 Level A。如今 10 年春秋，IMA 软硬件团队所承担的全部软硬件已完成最后的 SOI#4 阶段适航审查，成为 C919 项目首批完成 SOI#4 审查的新研软

硬件项目。对于因 C919 项目而生的昂际航电而言，这一成绩得来不易。团队新研 50 多个被鉴定工具，共编写数十万条需求、数百万行代码和几倍于需求数的测试用例。一条条需求的研究，一行行代码的编制，一组组测试用例的验证，一次次正确性和完整性的分析，以及一份份生命周期数据的产生，都凝结了全体 IMA 硬件成员的辛勤付出，也见证了团队的发展和壮大，逐渐实现了从学跑，到跟跑，再到领跑的质的飞跃。

然而，飞跃的过程却充满艰辛，不是一帆风顺，也不是一蹴而就的。2018 年，中央机柜的供应商突然宣布全面终止航空业务。当年是 C919 飞机 IMA 产品的交付大年，C919 飞机第四架机及后续试飞飞机所使用的中央机柜都必须在当年完成交付。面对产品交付时限及供应商中止合作的双重压力，IMA 硬件团队与生产运营团队紧密合作、克服重重困难，在短短三个月内完成了对新的机柜材料和机柜生产供应商的所有考核评估和生产切换，同时完成机柜国产化的重要转换。最终中央机柜不仅按时完成所有交付任务，并全部符合商飞装机件产品的质量及适航要求。

2020 年初持续至今的新冠肺炎疫情也是一个巨大的挑战，项目中软件测试部

分原由国外外包公司完成，由于疫情影响，外国员工无法返回上海工作，造成验证团队人力资源的紧张。公司积极调配内部资源，在疫情最严重的时候更加忙碌地工作，逆风而行，将疫情的影响降低到最小，为 C919 项目进度争取了时间。

2020 年底，正是软硬件项目验证活动最紧张的时刻，作为验证活动重要组成部分的 WCET（最坏情况执行时间）分析工作，原计划的国外供应商无法满足项目进度节点要求。IMA 软硬件团队果断组织本土技术力量，迎难而上，将国外供应商的 WCET 分析工作收回公司内部，本土团队成员全力以赴连续几个月每天工作 12 小时，克服所有技术难点，最终保证对商飞的交付节点承诺不受影响。

IMA 平台健康管理（HM）软件的开发也是 IMA 软硬件团队与商飞紧密合作的项目。团队根据 C919 需求提出的可配置 HM 方案具备众多优势，但同时伴随着更大的挑战和难度。通过与商飞无障碍地频繁交流，IMA 软硬件团队与商飞最终共同制定最适合 C919 的可配置 HM 方案，也是综合考虑实现技术和适航难度的最优方案。

飞机可选项数据表（AOT）软件更是一个团队成长和发展的缩影。AOT 软件是 C919 项目中全新研发的高安全性软件，在没有先前软件借鉴的基础上，针对 C919 项目需求，IMA 软硬件团队与商飞共同研究制定了用户可更改软件的策略，并得到了局方的认可，同时为 C919 项目积累了实践经验。AOT 软件率先完成全部 SOI 适航审查充分证明了 IMA 软硬件团队设计开发和适航取证的能力真正达到了领跑的水平。

回首往事，与 C919 飞机共同奋斗的日子历历在目。昂际航电 IMA 软硬件团队始终如一，坚守初心，坚持优质产

品和优质服务，立足本土供应商，与商飞共同成长，定将为商飞更多的项目做出更大的贡献。

钱亚明：与时间赛跑

“能从头至尾见证并参与民用大飞机的研制和取证将成为你毕生的骄傲！更何况这将是我们的中国自己的第一架自主研发的大飞机！”

这是工程部 IMA 项目主管钱亚明在加入昂际航电的新员工导入课堂上的开场白。

过去 11 年，钱亚明深耕于 IMA 系统的研制开发，带领团队一次又一次地赶时间抢进度，在工程节点前交付 IMA 产品以确保商飞按时开展的飞行试验顺利进行，推进 C919 的研制计划实施。其中，最让钱亚明记忆犹新的就是首飞前的那段经历。

2017 年，为了确保能够按时交付首飞产品，整个 IMA 团队在实验室日夜奋战，采集完数据紧接着做数据分析，目的只为确保产品能够达到技术指标并满足首飞的安全要求。凌晨 2 点的实验室经常灯火通明，团队成员集中精力采集数据，第二天早上 8 点半又出现在公司继续做分析，排计划，追进度。大家都乐此不疲，始终保持旺盛的精力。整个团队夜以继日的辛勤工作确保了在首飞前圆满完成交付任务。

最终，来之不易的成功交付获得了商飞的认可。2017 年 5 月 5 日，钱亚明作为昂际代表团成员之一在首飞当日受邀来到浦东机场，亲眼目睹了 C919 首飞。看着 C919 一飞冲天的矫健身姿，钱亚明感慨万千，能够有幸参与代表先进制造业的国家名片项目 C919 的研制，被钱亚明定义为其一生的骄傲！那油然而生的自豪感也将驱动钱亚明与其团队继续砥砺前行！



昂际航电 GCAT 项目成员合影

帅卉颖：携梦想同行

小时候，帅卉颖梦想长大后能成为一名科学家，不断探索未知的自然世界。参加工作后，帅卉颖投入到 C919 项目的研发工作，逐渐体会到，看似简单的原理和看似浅显的知识，真正动手起来却没有那么简单，从此开启了一名典型的航空工程师的历程。

2012 年初，帅卉颖进入昂际航电从事 C919 显示软件开发，参与了前期的 C919 项目设计。在此后约一年半左右的时间里，帅卉颖与一群优秀的国内外专家一同工作，积累了国际先进的软件设计技术经验。2013 年，帅卉颖加入了昂际航电的 IMA 集成团队，此后围绕航电核心平台系统的 ICD 和配置，与团队一起设计生成了一套自动化的 IMA 资源配置测试方案。

2014 年起，帅卉颖开始从事 IMA 系统需求分析确认相关的工作。同年，中国商飞启动了 C919 飞机第一架机的 OATP 试验准备工作，帅卉颖加入了供应商现场支持队伍。虽然在祝桥开展的机上测试常常是凌晨开始，但能在现场亲历试验过程的经历，多年后仍然鼓



昂际代表团现场见证 C919 首飞



舞着她。C919 飞机第一架机首飞结束后，更多的 C919 的机上测试和试飞有条不紊地开展起来，随着机上试验的开展，团队发现了更多的问题，出现了大量的数据需要协助分析，经过历练的团队，技术支持工作和系统性的分析过程也日益完善。

2017 年，帅卉颖开启了新的征程，加入了由中国商飞、GE 公司和昂际航电成立的 GCAT 项目，先后进入了中国商飞航电试验室和美国 GE 的航电系统团队进行轮岗和学习，参与飞机航电级和 FMS/OMS 测试开发，增长了宝贵的跨专业领域的知识，领略了更多元的文化。通过 GCAT 项目，帅卉颖拓展了适航专业相关的知识，不断积累学识和经验，解决难题，为推动 C919 取证而努力。如今，帅卉颖成为了安全性工程师，在安全性分析领域继续攻关。

MRO： 为 C919 正式运维保驾护航

昂际航电除了核心航电产品，还不断研发新技术，积极开拓衍生业务。自

中国商飞是我们最重要的战略合作伙伴，确保所有商飞项目的成功是昂际航电的发展战略之一。

2018 年开始建设维修站 MRO，目前昂际航电已取得美国联邦航空管理局（FAA）和中国民用航空局（CAAC）双重认证，是亚太地区唯一原厂授权的波音 787 核心航电系统维修站。

今年 5 月，昂际航电 MRO 业务新增空客飞机系列的 DCDU（数据链控制和显示单元）维修项目（维修、检测及改装），获得美国联邦航空局（FAA）及中国民用航空局（CAAC）正式批准。昂际航电正逐步扩建 MRO 新能力，致力于更好地服务本土客户。昂际航电一直把助力 C919 项目的成功作为公司首要任务，可以说，昂际航电的 MRO 始于波音 787，但更多是为了未来 C919 运营的后方支援做好充分的准备。

十年磨一剑，剑出露锋芒，一剑破长空，身跃冲九霄！C919 项目的初步成功只是一个开始，昂际航电还将继续参与 C919 项目的后续环节。如今，昂际航电也在积极应标中国商飞的新项目，期望为新一代宽体客机及支线飞机的研制继续贡献我们的专长和努力。中国商飞是我们最重要的战略合作伙伴，确保所有商飞项目的成功是昂际航电的发展战略之一。未来，昂际航电将继续披荆斩棘，与中国商飞一路同行，逐梦蓝天。■



昂际航电 MRO 团队



中航成飞民用飞机有限责任公司作为国产 C919 大型客机项目机头部段唯一供应商，在 C919 项目伊始就参与其中。2008 年以来，成飞民机陪同 C919 项目经历了工程技术论证 - 工程样机生产 - 设计出图 - 原型机研制 - 批产……在中国商飞构建的命运共同体模式下，成飞民机全体大客项目团队挥洒汗水、分享荣耀，推动着 C919 大型客机从图纸走向实物，从车间飞向航线。

2008 年，是 C919 大型客机项目诞生之年。2008 年 6 月，大客项目技术方案联合论证会议在上海召开，成飞民机积极响应，派出联合专家团队赴上海参加会议。

交出满意的答卷

2009 年 9 月，成飞民机承揽的大客机头工程样机正式启动零件生产。经过 3 个月的拼搏努力，12 月 25 日，大客机头工程样机顺利在上海交付。

2012 年，成飞民机派驻以工程人员、设计人员为主的联合设计团队在上海开展 C919 大型客机项目机头部段联合设计工作。2012 年底，机头部段联合设计工作顺利结束，C919 项目进入设计发图阶段。

2013 年，成飞民机公司开始接收工程数据与技术文件、开展工艺准备、启动原材料采购。11 月 29 日，随着 C919 项目机

头部段零件逐步配套，首个机头部段（1/4 机头鸟撞试验件）正式开铆，12 月 31 日，1/4 机头鸟撞试验件顺利下线。

2014 年 1 月 26 日，C919 大型客机机头部段（10101 架）装配开铆仪式在成飞民机厂房顺利举行，标志着机头部段研制工作正式进入装配生产阶段。7 月 31 日，C919 项目机头部段按节点顺利完成装配下线，向客户交出一份满意答卷。

成飞民机按照中国商飞总体计划安排，于 2015 年 8 月份完成 10102 架机头交付；2015 年 10 月完成 10001 架机头交付；2017 年 5 月完成 10103 架机头交付；2018 年 8 月完成 10104 架机头交付；2018 年 12 月完成 10105 架机头交付；2019 年 5 月完成 10106 架机头交付；2019 年 10 月完成 10002 架机头交付。至此，成飞民机完成合同约定内的 2 架静力试验机头、6 架试飞试验机头交付。

2017 年 5 月 5 日，C919 大型客机首架试飞验证机在上海浦东机场成功首飞，祖国的蓝天上拥有完全自主产权、媲美国际新一代主流单通道客机的国产大飞机开始翱翔。成飞民机组织全体大客项目团队观看了 C919 大型客机首飞的直播视频。当飞机离开跑道、飞向蓝天时，热烈的掌声响起，自豪与荣耀充斥心间。这一刻，也应该是全体航空人骄傲且永远铭记的。

新园区新产线

成飞民机分享成功的喜悦与荣耀，也正视过程的艰难与辛苦。机头部段是飞机的重要部件，结构较为复杂，精度控制要求较高，零件制造难度较大。大尺寸双曲面蒙皮曲率变化大，成形回弹大，外形控制困难；四块风档窗框的设计使得窗框零件加工量巨大、精度要求高，过程变形控制难度大；钛合金蒙皮，超厚、超大铝合金蒙皮零件困难等等都是成飞民机实现研制生产过程中需要攻克的一个个难关。

面对项目研制生产过程中出现的难题、难关，成飞民机成立重点、难点课题攻关小组，抓好关键技术攻关工作。工艺技术人员通过反复论证、生产实践，突破了“大型天窗骨架零件加工技术”，“钛合金蒙

皮成型技术”及“机头下部超大尺寸蒙皮拉伸成型及化铣技术”等一系列关键零件制造技术瓶颈，为研制工作顺利开展提供了坚实的技术保证。

2020 年，随着研制任务结束，C919 大型客机项目正式进入批产阶段。成飞民机积极准备，配合中国商飞开展批产开工评审，对于研制遗留问题开展工艺优化。2020 年 10 月份，批产首批零件正式投产，2021 年 1 月 31 日，批产首架（10107 架）机头装配工作正式开铆，并于 5 月 20 日装配下线。

2021 年起，为适应中国商飞 C919 大型客机项目批产提速规划，成飞民机启动了新产业园新生产线的投产。2022 年 2 月，新生产线顺利通过中国商飞评审，启动首架机头装配验证工作，预计在 6 月份完成。新生产线的投产使用，将为中国商飞 C919 大型客机项目批产提速打下坚实的基础。

“让国产大飞机翱翔祖国的蓝天”是每一个航空人为之努力拼搏奋斗的梦想。如今，这个梦想正在逐步成为现实。成飞民机 C919 项目机头部段全体参研人员将以饱满的工作热情，充分发挥机头制造优势，投身国产大飞机事业，践行航空人“航空报国”的崇高使命。

相信在不久的将来，我们可以仰望星空，看国产大飞机航灯闪烁。■

↓
大客工程样机（左一）
C919 项目 1/4 机头鸟撞
试验件下线（左二）



↓
首架机头装配下线
（左一）
批产首架机头交付
（左二）

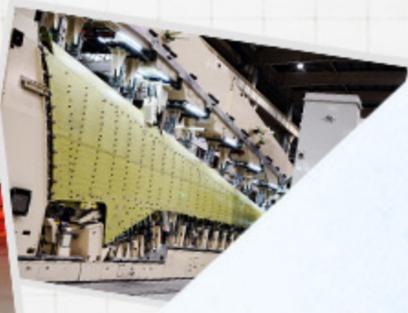


封面文章

携手共进 逐梦蓝天

——中航西飞 C919 大型客机项目研制历程

C919 项目被列入《国家中长期科学和技术发展规划纲要》确定的重大科技专项以来，中航西飞坚守“航空强国”之心，派遣专家组参与大型客机的技术论证，组建联合团队，严格按照适航规章及项目总指的要求，充分准备，积极开展相关的研制工作，圆满完成中国商飞所下达的所有型号研制生产任务。



中航西飞作为 C919 飞机最大的机体结构件供应商，承担了技术难度和工作量最大的中机身、中央翼、外翼翼盒、缝翼、襟翼、副翼 6 个工作包的研制任务，占到整个飞机结构的 35% 多，是结构供应商中任务量最多，技术难度最大的。为完成以上研制任务，西飞成立了近 20 个技术攻关团队，完成超厚壁喷丸成型研究、大型钛合金制件热处理变形研究、数字化装配技术研究等等的课题攻关，并在多个专业实现了模拟仿真，为大客项目研制按节点要求完成提供支持，实现了一个个里程碑节点。

一个个里程碑

2009 年 4 月至 5 月，完成 C919 飞机中机身（含中央翼）、外翼翼盒、外翼活动面（副翼、后缘襟翼、前缘缝翼、扰流板）、翼梢小翼 7 个工作包信息征询书的答复和投标文件的答复与提交工作，并参加了 C919 飞机机体结构国内供应商招标开标大会。

2009 年 5 月 26 日，中航西飞与上飞公司正式签署中机身（含中央翼）、外翼翼盒及其活动面（副翼、后缘襟翼、前缘缝翼和扰流板）6 个工作包的理解备忘录（MOU），荣幸地成为中国商飞 C919 飞机机体结构国内供应商。12 月 26 日，中航西飞与上飞公司签署 6 个工作包提前启动协议。

2009 年 11 月底，中国商飞启动了七大结构部段的研制工作，中航西飞承担了七大部段中难度最大、工作量最大的复合材料中央翼、襟翼及运动机构两大部段的研制任务。用来验证 C919 飞机结构设计、材料选用、制造工艺，同时模拟适航审查程序，为型号适航积累经验。2010 年 12 月 28 日，C919 大型客机中央翼、

襟翼及运动机构部段样件正式下线，标志着中航西飞参与 C919 客机研制工作取得重大进展。

2011 年 11 月 23 日 -25 日，民航华东局、上飞公司对中航西飞 C919 项目进行适航评估及开工条件评审；2011 年 12 月 20 日，C919 大型客机首件零件开工。

2012 年 1 月起，先后编制并发出 C919 项目中机身、中央翼等部段研制网络计划，明确技术准备、生产准备、零组件配套、部件装配等里程碑节点。

2012 年 2 月 15 日，为了化解 C919 飞机全机静力试验进度风险和技术风险，并对多项关键设计及制造技术进行预验证，从而降低首飞及适航取证风险，中国商飞与中航西飞签署协议确定中航西飞承担上飞院翼身组合体综合验证项目研制工作：（1）负责翼身组合体外翼翼盒、中机身（含中央翼）的制造装配；（2）负责翼身组合体前机身、中机身、中后机身装配对接；外翼翼盒与机身装配对接。

2012 年 2 月 29 日中航西飞发出《关于 C919 飞机翼身组合体研制工作启动通知》的项目指令，全面启动翼身组合体研制工作。

2013 年 4 月 23 日中航西飞发出《C919 大型客机项目研制批六个工作包生产专题计划》的项目指令，全面启动 C919 大型客机项目研制工作。

2013 年 11 月 25 日，由中航西飞制造的大客翼身组合体中机身、外翼翼盒总装大部段成功下线，标志着我国拥有自主知识产权的 C919 大型客机研制取得了重大的阶段性成果。来自中国商飞、中航工业、中航飞机、上飞公司、中航工业强度所、中航飞机中航西飞等单位的领导、参研人员及陕西日报、西安晚报、陕西电视台等新闻媒体的记者参加了总装下线仪式。

2014年2月28日，中航西飞完成了翼身组合体试验件部件制造和总装对接任务，标志着C919翼身组合体试验件中中航西飞工作任务圆满完成。化解了C919飞机全机静力试验进度风险和技术风险，并对多项关键设计及制造技术进行了预验证，降低了首飞及适航取证风险。

2014年完成C919飞机研制批首架中机身（含中央翼）、外翼翼盒、襟翼、副翼、缝翼工作包制造并交付，为首架C919飞机总装下线奠定了坚实基础。

2014年8月29日下午15:00，在中航西飞举办首架机（C919飞机第一架机）中机身（含中央翼）、副翼工作包交付仪式。2014年9月3日上午9时19分，装载C919飞机第一架机中机身（含中央翼）工作包的运输车从618厂房出发，运往上飞公司。

2019年8月21日，研制批最后一架机中央翼开始总装。

艰辛与激情

2018年10月9日按上飞公司三年滚动计划及材料采购授权，中航西飞下发了启动C919飞机预投产阶段金属材料采购项目指令。

2019年8月23日，上海飞机制造有限公司在上海浦东基地召开C919飞机机体结构件首批批产定单发放会议。

2019年9月25日航空工业中航西飞与上飞公司完成C919项目首批生产定单签定；9月26日在中航西飞数控加工车间举办C919大型客机项目批生产投产开工仪式暨批生产动员会。16点25分，中国商飞副总经理周新民宣布C919大型客机批生产首架机开工，中航西飞首件开工（C919飞机机翼翼盒右下前蒙皮数控加工），至此，标志着C919大客项目进

入批产阶段。

回首C919大型客机的研制历程，充满艰辛、充满激情。在研制期间，中国商飞公司的各级领导也对中航西飞所承担项目的研制给予了极大的关注和支持，并对中航西飞在C919大型客机项目中各项工作的有序推进给予了高度的评价。

在研制过程中，上海飞机设计研究院工程设计人员、上飞公司的驻厂代表也给予了大力支持，他们严谨细致的工作态度、吃苦耐劳的工作精神给大家留下了深刻的印象。尤其在首架及翼身组合体研制现场跟产期间，设计人员任劳任怨，24小时随叫随到，及时快速地解决现场的技术问题；同时，上海飞机制造有限公司在工艺规范提供及铝锂合金等材料采购及供货、质量问题的处置方面，也给予中航西飞诸多帮助，也为C919大型客机研制成功做出了贡献。

多年来，中航西飞从公司领导、到科研人员的每一份付出，都照亮着追梦的天空，推进航空强国的梦想加速实现。大型民机研制积累了丰富的技术和管理经验，也磨砺出一批具有新思维、新技术和新管理经验的复合型员工，为未来发展储备了丰厚的物资和人才。自型号研制以来，中航西飞连续3年荣获中国商飞年度优秀供应商金奖，中航西飞项目团队几乎年年都能收到主制造商发来的感谢信，收到对中航西飞为C919大客项目做出突出贡献的肯定。

展望未来，中航西飞将承继C919项目研制打下的良好基础，与中国商飞携手实现型号成功、企业共赢、员工自身价值实现，让中国的大飞机翱翔蓝天。■

封面文章

踔厉奋发 不负时代 ——从9kg到7kg的ARJ21座椅历程

湖北航宇嘉泰飞机设备有限公司（以下简称“嘉泰公司”）隶属于中航工业集团客舱公司，成立于1993年，位于湖北襄阳，诞生于我国航空救生科研院所，致力于公众航空安全，是我国民用航空机载设备领域中起步最早、发展最成熟、各类资质最齐全的企业。1995年获得CAAC认证，2011年获得FAA认证，2009年获得中国商飞供应商资质，2013年获得波音公司BFE座椅供应商资质，2018年获得空客供应商资质。



嘉泰公司是美国机动车工程师协会 (SAE) 航空座椅委员会会员单位, 作为我国在该行业唯一的代表, 在行业内的积极参与, 将有效地推动适航法规尤其是客舱安全法规方面的进步。

艰难起步、砥砺前行

我国的民用航空运输业发展迅速而且发展空间巨大, 是全球公认的增长最快的航空市场。但我国民用航空制造业起步晚、基础薄弱, 从原材料、器件、设备、系统到整机几乎全部长期依赖进口。其中民用航空座椅是典型的高门槛产品, 适航法规对座椅的动静态强度、结构设计可靠性、防火、电气安全性能和保证乘客安全撤离等方面有着详细严格的要求。

为保证 ARJ21 型飞机项目顺利开展, 嘉泰公司成立了专项研发团队, 根据飞机客舱布局尺寸、色彩搭配、企业文化等多方面的个性要求, 开展了经济舱座椅和公务舱座椅的设计工作。2003 年完成了座椅装机规范与相关技术资料的编写, 并为参加珠海航展、巴黎航展等展示样机提供了座椅, 配合 ARJ21 飞机的各种市场推广活动。



通过不懈的努力, 2007 年 1 月嘉泰公司向中国民航中南管理局适航审定处提交了 KKY400 系列旅客座椅的适航取证申请, 历经数十项试验验证通过适航审定, 于 2008 年 6 月取得中国民用航空局颁发的适航许可证书 (CTSOA)。2008 年 9 月开始, 先后提供 KKY400 型经济舱座椅和 KKY410 型公务舱座椅配装 ARJ21 飞机, 为 ARJ21 飞机顺利完成首飞、性能、装机验证等飞行试验等提供了强有力的保障。

嘉泰公司通过了中国商飞质保、技术、适航取证及售后服务能力的严格审核, 于 2009 年 12 月, 完成旅客座椅系统招标工作, 成为 ARJ21 项目旅客座椅系统合同供应商, 被成功添加到 ARJ21 项目的供应商清册中。

2010 年 10 月 17 日, 中国商飞所属上海飞机制造有限公司与中航工业航空救生装备有限公司 (简称中航工业航宇) 签订了《ARJ21 飞机旅客座椅框架合作协议》, 时任中国商飞公司副总经理罗荣怀等领导 and 多家新闻单位记者出席签字仪式, 标志着 ARJ21 飞机客舱系统研制工作全面完成。

2012 年, 中国商飞获得启动用户成都航空的飞机订单, 嘉泰公司全力以赴, 突破生产瓶颈, 在不到 3 个月的时间里交付了全机旅客座椅。至 2018 年共 7 年间, 嘉泰公司全力配合飞机交付需求, 陆续共交付 19 架成都航空 ARJ21 飞机座椅。

直面挑战、升级换代

随着 ARJ 机队规模的不断扩大, 客户需求也在不断提升, 嘉泰公司积极支持中国商飞满足客户要求。2018 年为满足新用户的需求, 提升飞机竞争力, 实现减重减排, 嘉泰公司投入资源, 成立了总经理挂

帅的天骄航空项目团队, 以最高优先级安排项目推进, 全过程贯彻“强品质, 保交付”要求, 不计成本、不计代价, 在不到 6 个月的时间里, 全新的 KKY140-11 公务舱座椅及 KKY421-11 经济舱座椅走过了“研发—试验—适航取证—制造—交付”的全过程, 可谓时间紧、任务重、难度大、要求高。

嘉泰公司贯彻了最新技术标准及质量要求, 座椅适航标准满足 CTSO-127b 要求; 首次为支线飞机量身定做“超薄”座椅, 采用“轻量化”设计; 首次在座椅上将电源系统集成设计, 满足乘客旅途新的需求; 产品外观新颖、舒适, 不高于 9kg 的单座重量, 集成了 USB 电源系统, 整机座椅减重近 10%, 保证了 90 座级装机单架总重量不超过 963kg, 78 座级装机单架总重量不超过 955.4 kg, 最大减重 77.6kg。

2019 年 7 月 26 日, 嘉泰座椅随天骄航空有限公司新购 ARJ21 飞机载客首航。嘉泰公司通过此次交付项目, 研制与产能经受住了考验, 充分体现了嘉泰公司对配套国产飞机的重视、对市场订单的尊重、对先进技术的孜孜以求。

支线理念、返璞归真

2020 年为了充分发挥 ARJ21 支线飞机的特点, 根据中国商飞要求, 嘉泰公司新研制一款超轻型旅客座椅, 适应经济型航线的需求, 新型座椅需实现典型座椅构型单座重量不大于 7.2kg。

嘉泰再次集中项目团队攻关, 在外观设计、舒适性评估、乘员防护、高可靠性、轻量化性材料、碳纤维靠背研发、一体式座椅垫几个重点方向入手, 进行了艰苦的战斗!

靠背使用全碳纤维材料一体成型, 相比较传统铝合金框架式座椅靠背, 整体重



←
ARJ21 飞机试验 (上)
工艺跟产 ARJ21 座椅 (中)
ARJ21 飞机公务舱座椅总装 (下)

量降低 40%。碳纤维靠背的工程化是一个摸索研发的过程, 涉及产品设计、强度计算、动态特性、模具设计、生产工艺研究和控制等方面。接口复杂, 结构存在内腔和内侧孔, 给模具设计和产品工艺设计带来困难。项目团队克服困难, 进行强度计算 50 余次, 优化产品三维, 模具设计生产和滑块再优化在 20 天内完成, 又在一个星期内进行工艺试验和打样 10 余次, 保证了产品通过最终性能测试。

扶手使用高强度工程塑料, 通过外观优化, 在保证为乘员手部提供有效支撑面

积的同时，减小扶手对座位宽度的占用，最大程度增加座位宽度，提供更大的座宽。

一体式座椅垫使用新型变密度泡沫材料，在乘坐面为乘客提供舒适柔软的触感，在底部结构承载面，使用高强度泡沫，为乘客提供可靠支撑。一体式坐垫替代传统金属次结构零件，降低座椅重量的同时，减少了零件数量，提升产品可靠性，降低运营维护难度。

2021年3月30日，项目取证团队克服四大难题，最终按项目预期取得CTSOA证书。KKY421-Slim 轻型经济舱旅客座椅，通过全新的设计及优化，实现单座重量下降20%、ARJ21-700飞机90座构型整机座椅792kg、减重156kg的项目减重目标。

全力配合、优质伙伴

座椅是整机中批量较大的机载设备，对飞机的品质和准时交付有着重要的影响。主机对座椅供应商有着非常严格的要求，供应商的产品设计开发、适航取证、生产管控、质量管理、售后服务等完全达到要求，才会授予供应商交付资质。在ARJ21机队规模不断扩大的过程中，嘉泰公司在各方面高质量、积极地配合中国商飞，为中国商飞各型号产品的研发和交付贡献了应有的力量。

目前在C919、ARJ21旅客座椅完成验证、装机的基础上，嘉泰公司参与电动驾驶员座椅、观察员座椅、乘务员座椅、VIP座椅等多机型、多产品型号的配套研发，在工业设计、人机工程、设备试验、乘员损伤仿真评估、供应链建设等多方面开展技术合作，更深刻地体会到主机的要求和客户的需求。

嘉泰公司持续为中国商飞及飞机用户提供座椅支持工作。坚持做好7×24

小时的客户服务支持，做到随叫随到，及时派驻外场代表在厂内解决座椅装机问题；主动联系总装试飞站等相关人员进行座椅维护培训，并提供座椅检查服务工作；定期与中国商飞的飞机驻场代表保持联系，实时了解座椅在运营过程中的使用动态，答疑解惑；联合中国商飞驻场代表与飞机用户进行走访座谈，配合服务好飞机用户。

自2016年以来，嘉泰公司每年参加中国商飞年度供应商大会、中期供应商大会、季度生产协调会等相关会议。公司以优异的表现，在年度供应商大会上陆续获得“2018年度优秀供应商银奖”、“2019年度拼搏奋斗奖”、“2020年度优秀供应商银奖”等优秀供应商奖项。自2018年以来，每年都收到中国商飞的感谢信。这也成为了嘉泰公司再接再厉、继续奋斗的动力源。

在实现中华民族伟大复兴的征程上，坚定不移发展国产民机事业是每个从事民机产业的民机人的共同理想和使命担当。面对复杂多变的国际形势和产业环境，唯有增强自主研发能力，健全国内民机产业链，以创新为驱动力才能实现国产民机发展的自主权。嘉泰公司以创新促发展，坚持客户导向，为客户创造价值；提升公司内部的市场意识和客户观，创新管理手段，传好各环节接力棒，确保市场需求向内部活动的快速转化。发扬务实担当精神，把好质量过程关，守好生存基本盘。

嘉泰公司将以厚积薄发的专业实力，用优质的产品、服务与方案，支持中国民机产业的快速发展，继续为中国航空企业的壮大、航空产品的国产化、为国产飞机翱翔蓝天贡献力量。嘉泰公司将一如既往地同中国商飞合作奋进，不负时代。■

航空制造

从ARJ21飞机运营谈 对商用飞机客户服务的几点认识

文 | 柏文华

2016.6.28 ARJ21 首航

2016年6月28日，ARJ21-700飞机由首家用户成都航空有限公司投入商业运行。截至2021年12月，已有9家用户66架飞机在航线安全运行超过12万小时，7.7万次起降。累积运行超过240条航线，通航近100个城市，安全运送旅客超过400万。



ARJ21 飞机的客户服务

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，为客户提供客户培训、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。客户培训包括面向航空公司的飞行、机务、乘务、签派、性能等运行和维护人员，提供飞机转机型培训和复训；航材支援旨在恰当的时间将恰当的航材送到恰当的地点，为此中国商飞建立了涵盖中心、区域和站点的三级航材网络，提供航材和地面支援设备（GSE）销售、寄售、租赁、交换和送修服务，并且与航空公司用户、MRO、航材供应商等建立了技术共享联盟（CATP, COMAC&Airlines Technical Pooling），实现技术信息共享、航材/GSE 资源共享以及维修人员资源共享；维修工程支援为客户提供维修大纲、维修计划等计划维修文件，提供工具和地面支援设备、机场设施设备适应性评估，建立维修能力和维修网络，开展机队维修成本分析以及机队可靠性监控；工程技术支援保障全年 365 天，每天 24 小时值班，及时解答客户提出的技术问题。在飞机故

—

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，为客户提供客户培训、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。

—

障停场（AOG）期间，组织资源支持客户尽快恢复飞机运营，根据实际情况派遣现场抢修队支援客户现场修理飞机。工程技术支援根据运营飞机情况发出改装类服务通告（SB）等服务文件以及超手册修理解决方案。为了支持客户运营好 ARJ21 飞机，中国商飞在每家客户都派驻了现场代表，在客户运营初期还派出现场团队支援客户在最短时间内熟悉并运行好飞机。作为航空公司飞行和维护飞机的“圣经”——技术出版物会在飞机交付前交给航空公司的飞行、机务、乘务和航务人员，随着飞机的运营会及时更新以满足客户使用需求。围绕着航空公司飞行、航务的需求，中国商飞还提供飞行运行支援，派出资深飞行员或飞行教员进行航线带飞，制定飞行操作程序，提供最低设备清单以及飞机性能、配载等方面的支持。

挑战与应对

从历史上的各型机型发展来看，每款新机型在刚投入市场后均会面临各种各样的挑战。ARJ21 飞机也不例外，其在客户服务或影响客户服务方面遇到的挑战主要有飞机的可靠性、维修性以及机场适应性，技术出版物以及快速响应速度和质量等。面对这些挑战，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。在可靠性提升方面，通过削峰行动、运行问题解决、可靠性调查、质量调查等专项实施使得飞机故障率显著下降，日利用率、可用率和签派可靠度明显提高。在维修性改进方面，通过“好维修专项”实施，减少了不必要的计划维修任务，降低了对特殊工具和维修技能的要求，提高了可接近性，提高了耗材、工具、标准件与市场主流的通用性，简化了维修程序，通过设计更改以及增加警告警戒信息，最大程度

减少了维修人为差错。在机场适应性方面，由于 ARJ21 飞机投入市场较晚并且属于支线飞机，机场适应性相对偏弱。中国商飞客服中心的工作团队实地走访了全国所有机场，在商飞、民航局机场司以及机场集团的共同努力下，实现了国内多个机场能停靠廊桥，能使用前三点通用系留方案。同时，商飞还联合第三方开发了 ARJ21 飞机适用的食品车和无杆牵引车。在技术出版物改进方面，通过对手册全面持续的改进，使得手册相关问题从最初的客户问题占比 71% 下降到 18%，其中飞机维修手册、故障隔离手册的维修程序和排故程序数量分别增加了 28% 和 24%，飞机图解零件目录中零件数量经过航线可更换件（LRU）分解专项后增加了 75%。在提高快速响应速度和质量方面，中国商飞打造了涵盖飞行、维修、性能、航材、技术出版物、数据分析、设计、制造各专业的“全科急诊室”，建立了总指挥长制度和应急响应机制，保障第一时间高效解决客户的运行问题。

运营实践中的一些体会

在笔者这些年参与的 ARJ21 飞机客

—

理念的重要性不言而喻，正如空客客服副总裁所讲“再先进的飞机，都要通过用户的使用才能体现价值，用户的满意是空客一直追求的目标”。

中国商飞董事长贺东风一直强调“以客户为中心，为客户创造价值”。

—

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。理念的重要性不言而喻，正如空客客服副总裁所讲“再先进的飞机，都要通过用户的使用才能体现价值，用户的满意是空客一直追求的目标”。中国商飞董事长贺东风一直强调“以客户为中心，为客户创造价值”。

业内关于客户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一



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）。国内产品支援往往是飞机交付后才开始，从事产品支援的人员难免陷于二传手的窘境，产品支援带给客户的感受是冰冷和不满。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。客户服务的范围更广，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，首先要有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飞机投入运营后支持的质量和效率。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。

设计工程做到位，飞机投入运行时的故障就会少，维修性会好，机场适应性也强。客服工程做到位，技术出版物的问题就会少，快速响应的速度和质量就会高。

客服工程研制与飞机设计研制过程类似，同样需要开展正向设计，即根据客户需求、市场竞争需求以及飞机可能的运行场景确定客户服务要求，在飞机研制阶段根据飞机设计方案同步开展维修工程分析与设计、飞行工程分析和设计，确定飞机维修总方案、飞行运行总方案，从而形成客户服务总方案。根据客户服务总方案开展各类服务产品开发和验证，如技术出版物编写与验证，计划维修任务制定，培训大纲、培训教材和培训课件编写，培训项目开发，GSE研制，航材需求预测，维修设施设备要求等，并在飞机试飞期间开展客户服务试运行，发现并解决客服产品问题和客服体系运行问题，这样在飞机投入运行时才能实现主制造商的客户服务准备到位。

在国产民机研制过程中，有个非常重要但被忽视的环节——维修设计。由于国内民机研制脱胎于军机研制体系，对飞机功能、性能、安全性重视高，对经济性、可靠性、维修性以及客户服务重视不够，对维修设计则更是缺少系统性研究。实际上飞机设计完成后并不能自然而然形成飞机应该如何维修的结果，飞机在预期运行环境下的维修需要专门的系统性分析和正向设计。

第四是对维修设计的认识。维修设计的目的是确定飞机如何维修，从本质上

讲是飞机设计在维修领域的延伸，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。以某机型前货舱机组氧气瓶充氧为例，设计要求在充氧时监测氧气瓶瓶体温度变化，控制充氧速率，这个要求是合理的。但这种方法只适用于生产线上氧气瓶在车间充好氧后安装到飞机上，而在航线飞机上这样的要求增加了机务的负担，因为这样的要求需要至少两名机务配合操作，而且在飞机内部监测氧气瓶温度变化的人员不能使用电器通讯设备，难以和飞机外控制充氧速率的人进行沟通。作为维修设计，应该从飞机航线上充氧场景出发，对机上氧气瓶充氧要求进行再分析，制定外场易于操作并满足设计对功能、性能要求的充氧任务。例如可以根据氧气使用情况分为更换氧气瓶和机上补氧两类任务，当氧气瓶压力低于更换压力值时（需充氧量大，温度变化大，但航线不常见），更换充好氧的氧气瓶而不是在飞机上充氧到此压力值。当氧气瓶压力低于补氧压力值时（需充氧量少，温度变化小，航线常见），在机上进行补氧，同时设定最大充氧速率，根据环境温度（而不是瓶体温度）控制充氧速率，这样既保证了安全，又将机务人员要求从2人减少到1人。

维修设计有两个方面的作用，一是通过维修工程分析和维修资源设计确定保持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。将这些要求分解形成设计和客服可落实的定性和定量要求。维修工程分析主要按照三条主线开展，一是计划维修主线，目前国际上

主要采用MSG-3的方法确定计划维修任务。二是非计划维修主线，非计划维修又分为故障分析和损伤分析，故障分析采用潜在失效模式和效果分析（FMEA分析）方法，确定各LRU的所有故障、故障表现形式（CAS、CMS、FDE等）、故障影响、导致故障的所有原因（包括其他系统触发的故障）、故障的确认和隔离方法、排故措施等；损伤分析则是采用损伤与特殊事件分析方法，确定飞机在使用过程中可能遇到的特殊事件以及新技术、新工艺带来的可能的损伤，如重着陆、擦尾、冲出跑道、部件腐蚀、漆层脱落等，采取分析、计算、试验的方法确定可接受的损伤标准以及损伤情况下的放行条件（包括空机调机），确定检查的范围、对象、检查标准，以及发现损伤后的临时和永久修理方案。三是使用与勤务分析，采用保障相关的操作分析（LROA）方法确定勤务工作、维修准备要求、飞机调平、称重、装载、卸载、包装、运输、存储、飞机抢修、除冰、除污等要求。在按照三条主线进行分析的过程中，需要结合维修经济性进行权衡分析，以确定合理的计划维修任务、非计划维修任务以及使用和勤务任务。在这三类任务确定后需要开展维修资源设计，确定各任务需要的维修人员技能、数量、航材、耗材、工具、GSE、维修标准、接近途径、维修和排故程序、修理工艺、修理方案、维修场地（在翼还是离翼，航线还是基地、车间）、以及何时进行维修工作，开展维修工作所需的维修工时等。维修设计的结果是明确了飞机何时、何地、何人、用何工具和耗材、如何进行维护，这些信息最终体现在技术出版物、培训资料、GSE、航材资料等客服产品中并提供给客户。■

航空制造

制造商鏖战货机市场

文 | 齐汀

继空客和波音相继推出全新货机型号后不久，商用飞机市场另一家企业巴西航空工业公司在3月正式宣布，将启动E190F和E195F客改货项目，以加速进入航空货运市场。



巴航 E195F 型号飞机
图 | 巴西航空



继空客和波音相继推出全新货机型号后不久，商用飞机市场另一家企业巴西航空工业公司在3月正式宣布，将启动E190F和E195F客改货项目，以加速进入航空货运市场。巴航工业表示，随着航空货运需求的持续快速增长，未来20年全球市场将需要约700架E系列飞机级别的货机，同时公司也强调，E系列货机并不会与波音、空客等货机机型正面竞争，相反，E系列客改货项目将精准定位于填补涡桨货机与大型窄体喷气货机之间的市场空白，且全球所有的二手E190和E195飞机都可以进行全货机改装。根据计划，首架改装货机将在2024年年初投入市场。事实上，新冠肺炎疫情爆发至今已两年多，对行业的影响仍在发酵，如今无论是新货机还是客改货市场都已经成为了飞机制造商新的“战场”。

需求推动制造商转变思路

由于受到新冠肺炎疫情影响，全球航空公司都面临着生存危机，客运业务更是遭受着前所未有的挑战。但相比之下，由于航空货运市场是运输物资和生产资料的重要途径，因此市场需求强劲，同时也出现了一定程度上货机供不应求的现象。根据国际航空运输协会发布的报告显示，2021年上半年全球航空货运增长率达到8%，创下了2017年以来的同期新高。一边是强劲的需求，另一边是货机的供不应求，直接导致了2021年全球航空货运运价大幅飙升，航空公司客改货业务需求旺盛。飞机制造商也看到了这一市场机遇，纷纷开始增设位于全球的客改货生产线。中国市场又一次成为了制造商关注的焦点。

2020年年初，新冠肺炎疫情发生后，我国航空货运与客运业务发展不均衡的短

板显现，为此国家层面开始陆续出台各项政策支持航空货运业务的发展。2022年2月，民航局在《“十四五”航空物流发展专项规划》中更是明确表示，发展航空物流对促进形成强大的国内市场、深度参与国际分工与合作、保障国际供应链稳定、服务国家重大战略实施和实现国家经济高质量发展具有重要意义。这无疑释放了积极的信号，也让波音、空客等飞机制造商进一步加快了在中国铺设客改货生产线的步伐。

在2021年的珠海航展上，波音宣布与广州飞机维修工程有限公司合作，新建两条波音767-300BCF货机改装生产线，该生产线预计今年就可以开始向客户交付产品。此后不久，波音又在新加坡航展上，再次与广州飞机维修工程有限公司牵手，新设第三条客改货生产线。毕竟在庞大的市场需求之下，制造商也很清楚，尽快向客户交付飞机意味着可以获得更多的收益。除此之外，由于波音早就开始深耕在中国的客改货市场，目前国内很多航空货运企业的主要运力都选用了波音737-300、737-400和757系列客改货机型，波音在国内也有十余条窄体货机的改装生产线，因此从短期来看，在窄体货机改装市场，波音的优势十分明显。

一直以来，空客无论是在新货机市场还是客改货市场的份额都明显落后于竞争对手，但从去年开始空客已经有计划地开始了“追赶”。除了在2021年年中，率先推出A350F货机之外，在2022年的新加坡航展上，空客宣布其客改货机型在中国市场的开拓有了新进展。空客表示，中国国家开发银行融资租赁公司旗下在爱尔兰的航空租赁子公司将把A330改装货机引入中国市场。信息显示，国开行租赁共订购了14架A330P2F改装货机，在由EFW公司完成改装后，其中3架将

在 2022 年和 2023 年陆续交付中国国内航空公司。对于空客来说，这个市场突破是一个很好的信息。一直以来，波音在宽体货机市场占据绝对领先的优势，空客 A330-300P2F 无论是在航程、业载等方面与 767-300ERF 都十分接近。但在中国市场，A330 客机的市场占有率较大，数据显示中国目前运营着超过 230 架 A330ceo 机型，未来如果这些机型能够通过改装进入中国市场，对于空客来说将是一笔十分可观的收入，同时对空客进一步拉大与竞争对手在市场占有率方面的差距十分有利。对此，空客相关负责人在接受媒体采访时曾表示，公司目前在中国单通道飞机市场的占有率达到 55%，宽体客机则达到 60%，但客货机相加后的市场占有率只有 53%。因此，如果空客能够在中国市场争取到更多货机的份额，将进一步巩固在中国市场的领先地位。

新型号货机搅局

2021 年 7 月，在毫无征兆之下空客宣布，经过董事会批准，公司将启动全新的 A350F 货机项目，这是继空客启动 A380 货机项目后，时隔 20 年公司再次推出大型货机项目。

相比竞争对手波音，空客在大型货机项目方面的经验十分有限。在 A350F 货机项目之前，空客仅推出过 A330-200 新货机项目。但由于航程短等原因，这一机型并未获得市场认可，在交付 38 架之后由于缺少订单，这一新货机项目无疾而终。因此，此次空客吸取了之前的教训，在项目启动之初就进行了充分的市场调研，并积极与客户进行沟通交流。目前空客已经向包括 UPS、DHL、卡塔尔航空等重点客户进行了产品推介。此次，空客推出的 A350F 货机，飞机全长约 70 米，

有效载荷为 90 吨以上，虽然小于波音最新的 777F（有效载荷为 102 吨），但远高于波音 767-300F 的 52.5 吨。在 2 月的新加坡航展上，新加坡航空与空客签署了 7 架 A350F 货机的确认订单。根据合约，空客将从 2025 年第四季度开始向新加坡航空交付 A350F 货机，以替换机队中老旧的 747-400F 货机，新加坡航空也成为了 A350F 货机的全球首家用户。对于 A350F 货机未来的前景，空客也信心满满。公司表示，未来几年全球市场将迎来宽体货机的更新潮，而目前市场上 777 货机机队的机龄较小、747F 和 MD-11F 等老旧客改货飞机将陆续需要更新，因此市场需求十分可观，而空客认为 A350F 作为新一代货机将具有很强的竞争实力。

波音自然不会将市场拱手相让，因此在空客推出 A350F 后不久，波音就在今年的新加坡航展上正式宣布启动 777XF 货机项目以正面应对挑战。目前在宽体货机市场，现有的 777F 货机是公司主要机型，已向全球客户交付 209 架，仍有 46 架新飞机待交付。尽管目前，777XF 货机项目的公开信息并不多，但毫无疑问这一新机型将相比基本构型增加航程，同时提升主货舱的集装箱装载能力。但需要特别指出的是，目前 777X 客机的研制仍在继续，相比 A350F，777XF 货机投入市场的时间还有一定的不确定性，因此未来大型宽体货机市场的格局或将有所改变。

此外，波音另一个隐患则来自于国际民用航空组织（ICAO）。2017 年 ICAO 通过的航空器二氧化碳排放标准从 2020 年起适用于新的航空器型号设计，并适用于截至 2023 年已经投产的航空器型号设计。该标准中规定，针对已经投产的航空器，如果到 2028 年仍未达标，将不能再生产，除非对其设计进行充分的修改。而现有的波音 767-300ERF 和基于波音 777-

200LR 设计的波音 777F 货机在 2028 年立法生效日期之前均无法满足要求。据美国环境保护署消息，受新冠肺炎疫情影响，波音公司已申请将碳排放达标的截止日期延长至 2038 年。

新支线货机项目出现

涡桨支线飞机制造商 ATR 公司近几年来在积极开拓货机市场。目前 ATR 公司有 5~9 吨的货机方案，主要提供两种货机，分别是基于第二代 ATR42/72-500 客改货飞机和基于第三代 ATR72-600 的全新货机。其中，前者的客改货方案主要通过第三方 STC 方式，可根据客户的要求提供标准货舱门型和可与大型喷气货机实现联运、能装载集装箱的大舱门型。后者则直接从图卢兹生产线交付，飞机在原厂交付时就具备包括大舱门、无窗机身、增强地板等。联邦快递已经成为了 ATR72-600 货机的启动用户。

ATR 公司表示，ATR72-600 这类小型货机十分适合低流量市场、适合客户用于开辟新的货运航线，将是喷气货机的重要补充。同时，在这一机型的研发上，ATR 公司与联邦快递充分合作，明确将其定位于 10 吨级市场解决方案，从而解决低流量航空货运市场覆盖难题。2017 年，联邦快递与 ATR 公司签署了 30 架 ATR72-600F 确认订单和 20 架意向订单，未来这些新货机将为联邦快递在货运枢纽与其他细分市场提供 10 吨以下的运力服务。

特别值得一提的是，ATR 公司还十分希望将这种与联邦快递的合作模式应用到中国市场。ATR 相关负责人在接受媒体采访时曾表示，目前中国市场航空货运高度集中于前五十大大航点，航司大都只关注枢纽货运点，对二三线城市的航空

货运业务挖掘不够。ATR 的货机产品恰恰可以为国内二三线城市群的货运业务提供支撑。

今年 3 月，巴航工业正式启动 E190F 和 E195F 客改货项目。对于为何此时宣布启动客改货项目，巴航工业认为主要从三方面考虑。第一是目前市场上多数小型窄体货机机龄偏大、油耗较高、污染排放高，并处于退役窗口期。第二是现代商业、贸易以及物流等行业正在经历转型，使市场对货运航空的需求空前高涨，对当日达和分散化运行的需求增长更是如此，而 E 系列货机可以很好匹配这类市场需求对飞机大小的要求。第三则是巴航工业第一批生产的 E 系列飞机如今大部分已有 10~15 年机龄，长期租赁合作也逐渐接近期满，开始进入替换周期，这一周期预计将持续十年以上。客改货项目可以使 E 系列飞机在退出客运市场后，再服役 10~15 年。同时，巴航工业还强调了 E 系列货机的性能和经济性优势。E 系列飞机的航程是市场上大型涡桨货机的 3 倍，且载货体积可增长 50% 以上，与窄体喷气货机相比，E 系列货机的运营成本可以减少 30%。根据巴航工业公开的信息，未来在巴西工厂进行的 E 系列客改货内容将包括安装主货舱门、货物装卸系统、地板加固、带门的 9G 隔板、货舱烟雾探测系统、主货舱 E 级灭火系统等，E190F 的业载约 10.7 吨，E195F 的业载为 12.3 吨。同样，中国市场也是巴航工业关注的重点。如今国内多个航空货运枢纽的建设正在推动航空货运向二三线城市下沉市场进行覆盖，未来支线货机在航空货运市场的表现值得关注。■

航空制造

一个时代的结束，新时代的开启

——有感 A380 的氢能转型

文 | 陈培儒

2022年2月22日，空客与CFM国际公司签署协议，双方将在2025年前后启动一项氢动力演示项目。该项目旨在对氢燃料发动机进行地面测试和试飞，为零排放飞机在2035年左右投入市场做好技术准备。这并不是空客第一个氢能项目，但与之前大为不同的是，这一项目将使用A380飞机作为试飞平台，搭载由空客研发的液氢罐，并在巡航阶段对氢燃料发动机进行测试。随着A380飞机逐步退出市场，不禁令人感慨，一个时代结束的同时，另一个新时代已经开启。



空中客车 ZEROe 涡扇概念飞机
图 | 空客官网



曾经的百亿豪赌

相比拥有百年历史的波音，欧洲飞机制造商空客20世纪80年代才凭借A320在商用航空市场站稳脚跟，并一直努力扮演追赶者的角色。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，公司也愿意研发超大型客机，A380的种子在此刻种下。此后，双方甚至还曾有意共同研发这一超大机型，但最终波音认为市场规模不足以覆盖巨额投资，选择了退出。空客却不愿意放弃这一可能打破波音对超远程航线垄断的机会，最终决定豪掷250亿欧元放手一搏。

尽管在研发过程中，空客遇到了很多困难，也走了不少弯路，但是2005年，这架全球最大的商用飞机迎来了首飞。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。但可惜的是，A380生不逢时。

技术先进不等于市场成功

从技术层面来看，A380无疑是一款优秀的飞机。但可惜的是，在商用航空市场上，并不是每一款技术先进的飞机都能获得成功。相反，只有真正符合市场需求的飞机才能获得市场的认可。

市场需求证明了“点对点+枢纽辐射结合”的复合航线运营已经成为主流，A380无法满足市场需求。好在空客很快意识到了这点。2006年，空客果断启动了A350项目，尽管在时间上已经不占优势，但A380项目中的很多先进技术还是被应用到了A350项目中。

2019年2月14日，这个本该充满浪漫氛围的日子，欧洲飞机制造商空客却不得不遗憾地对外宣布，由于A380最大的客户阿联酋航空将现有订单从162架减少到123架，以及缺少其他航空公司的储备订单，空客将从2021年开始停止交付A380。2020年，新冠肺炎疫情爆发，全球航空市场需求一落千丈。但对于A380来说，却迎来了一丝生机。由于货运需求的激增，全球一部分A380飞机在进行“客改货”之后被投入到了航空货运市场。但可惜的是，这部分需求只是短暂的。相反的，在后疫情时代，航空公司对于宽体货机的需求极度萎靡，即便是购买宽体客机，航空公司也更倾向于小尺寸的宽体客机。2022年2月，A380在中国

商业成功是商用飞机的终极目标，任何先进的技术都是为商业成功服务的。

从这个角度来说，什么才是一款真正的好飞机，答案是显而易见的，那就是能够为航空公司提供最大利润的飞机才是真正的好飞机。

唯一的客户南航最后两架 A380 从广州起飞，飞往位于美国的“飞机坟场”退役，令人唏嘘。

A380 的黯然离场给商用航空市场的其他参与者留下了深刻的思考。残酷的事实说明，在商用航空市场，对于任何一款新机型来说，商业成功是商用飞机的终极目标。任何的先进技术都是为商业成功服务的，当年的协和号和今天的 A380 都是技术上十分成功的机型，但未能契合客户需求让它们都不得不面临黯然退出的结局。从这个角度来说，什么才是一款真正的好飞机，答案是显而易见的，那就是能够为航空公司提供最大利润的飞机才是真正的好飞机。

其次，战略与市场分析对商用飞机项目的成败至关重要。当年，777 和 A330 的成功都已经预示了“点对点”运输模式的崛起，波音在看到市场需求转变时积极调整了自己的战略，787 的问世标志着波音转型的完成，而空客却只看到了竞争对手的产品，没有真正理解市场需求，最终作出了错误的战略选择。

尽管 A380 在商业上并不成功，但不可否认的是，它的问世给民航业和旅客提

供了舒适出行的新标杆。从机上酒吧到机上免税店，如果没有 A380，许多豪华的机上服务至今可能都还停留在纸面上。因此，不可否认“优雅的绿色巨人”仍是商用航空发展史上浓墨重彩的一笔。因此，在业界对 A380 的“命运”扼腕叹息的时候，空客却给了 A380 又一个新的舞台。

A380 的新舞台

空客对于氢能在航空业的应用一直持积极乐观的态度，并坚信氢能源是一种“前景光明的航空燃料，是实现未来航空业气候目标的关键”。早在 2020 年，空客就在行业内率先发布了 3 款代号为 ZEROe 的氢能源概念飞机，并表示这将是一款跨时代的产品，空客将在航空器能源转型的重要时刻发挥积极的作用。ZEROe 产品的发布让业界第一次看到了空客对于推动零排放飞行愿景的雄心。此次，空客以 A380 为平台，并联手 CFM 国际公司开展相关研发工作，再一次让业界看到了空客发展氢能源飞机的决心。

根据空客和 CFM 国际公司签署的协议，该项目旨在对氢燃料发动机进行地面和飞行测试，为 2035 年前将一款零排放飞机投入使用做好准备。该示范项目将使用一架 A380 测试飞机作为飞行测试平台，配备由空中客车在法国和德国的工厂准备的液氢罐。空中客车还将负责制定对氢推进系统的要求，监督飞行测试，并提供 A380 平台在巡航阶段对氢燃料发动机进行测试。

为了能够采用氢燃料运行，CFM 国际公司将对 GE Passport 发动机的燃烧室、燃料系统和控制系统进行改造。该发动机在美国组装，因其物理尺寸、先进的涡轮机械和燃油流动能力而被该项目选



空中客车 A380 型号飞机图 | 空客官网



用。它将被安装在飞行测试平台的后机身段上，以便对发动机的排放（包括尾迹）与为飞机提供动力的发动机的排放进行独立监测。CFM 将在 A380 飞行测试之前完成大量的地面测试。

根据空客公开信息可以得知，这架 A380 机身内将安装 4 个液氢罐，共携带 400 千克液氢，并配备可将氢燃料输送到发动机的燃料分配系统。飞机驾驶舱中，将安装额外的推力控制系统和用于监控性能的专用显示器，以管理氢发动机的推力。机上还将安装收集数据的传感器，相关数据可传回地面。这架 A380 计划在 2026 年开始试飞。

氢燃料发动机采用 GE Passport 发动机改装而来，将针对氢燃料改造燃烧室、燃料系统和控制系统。它将被安装在 A380 的后机身段，以便对发动机的排放（包括尾迹）进行监测，同时，可以与飞机本身的发动机排放进行对比。

监测目标包括氮氧化物和水蒸气的排放量。氢燃料产生的水蒸气是传统碳氢燃料的三倍，因此飞行中将收集相关数据，以表征不同大气条件对凝结尾迹形成的影响。

氢气的燃烧速度比喷气燃料快 10 倍，因此这将需要新技术来控制火焰并稳定燃烧。因此在高空对氢燃料发动机进行点火

将是 A380 飞行测试的关键项目之一。

氢气的燃料比碳氢燃料的温度更高，因此，改进过的 Passport 发动机将需要新材料和涂层，燃烧室涡轮的冷却机制也需要重新设计。此外，更高的温度会产生更多的氮氧化物，因此试飞将研究如何最大限度地减少其排放。

对于 CFM 来说，氢燃料的相关工作隶属于该公司的 RISE 计划。该计划于 2021 年 6 月启动，旨在展示一套用于未来超高效动力装置的技术，包括开式转子发动机等。虽然 RISE 计划面向净零碳排放，并不是完全针对氢燃料发动机，但 CFM 将氢能视为未来碳减排的必要路线之一，因此他们提前介入，使未来飞机动力系统能够使用 SAF 和氢。

CFM 与空客均希望落实他们在 2021 年 10 月签署的“航空运输行动小组”目标文件，即通过按照既定时间表，开发和测试零排放飞机技术，致力于实现 2050 年实现航空业净零碳排放的目标。

低温的氢燃料分配系统将需要新研发的燃料泵、管道、密封件和材料，还需要新型热交换器，将液氢转化为气态氢。该热交换器比传统的飞机热交换器具有更高的温差和压力。■

航空运输

全球商用航空运输市场展望

文 | 尤怀墨

自世界卫生组织于2020年1月30日宣布，将新型冠状病毒疫情列为国际关注的突发公共卫生事件（PHEIC），百年未遇的新冠肺炎疫情已延宕2年有余。然而，当前疫情冲击远未结束，世界经济不稳定性、不确定性激增，病毒频繁变异使得疫情形势更加严峻，也扰乱了全球航空运输市场的复苏节奏。

全球客运市场概览与初步研判

航空业是受新冠肺炎疫情冲击最大的行业之一，且由于疫情传播范围的扩大和时间的延长，航空业的复苏之路道阻且长。根据国际民用航空组织（ICAO）数据显示，2020年全球航空公司可用座位数较2019年同比减少50%，旅客人数同比下降60%，2021年有所恢复，可用座位数较2019年减少40%，旅客人数减少22.03亿人次，同比降幅49%。这种程度的需求崩塌在历史上前所未有。

此外，2021年受原油价格上涨影响，航空煤油价格持续走高，2021年平均油价约为4326元，较2020年全年提高了约39.7%，显著拖累了航空公司业绩复苏节奏。受此影响，2020年全球航空业客运总收入亏损达3720亿美元，2021年或将继续亏损3240亿美元。

全球航空市场恢复进度出现分化，国内市场较大、疫苗接种速度较快、政府政策限制较少的区域恢复速度远快于其他地区。2021年二、三季度，欧美地区疫苗覆盖率大幅提升，下半年以来英国、美国、欧盟等纷纷开始放松入境政策，不同地区的航空市场恢复进度出现分化。2021年年中，美国机场安检人数超过2019年同期的85%，其中，国际航线供给已恢复至疫情前50%。

然而，在全球疲于应对德尔塔毒株之际，奥密克戎变体又至。但美国并未对航空客运施加严格的限制，截至2021年12月，美国机场安检人数为2019年同期的95%，保持在疫情以来相对较高的恢复水平上，相对奥密克戎出现前没有明显回落。相比之下，荷兰、意大利等欧洲大陆国家在奥密克戎的巨大不确定性面前显得神经紧绷，亚太地区国家如中国、日本、澳大利亚等国因严格的防疫政策，国际航线恢复进度明显较慢。

尽管受变异毒株扰动，2022年航空公司可用座位数将恢复至2019年同期的77%~80%左右，旅客运输量有望恢复至2019年同期的69%~74%左右，其中，欧洲航空客运市场将引领全球复苏，洲内航线收入客公里有望恢复至2019年的75%，而亚洲洲内航线收入客公里将仅为2019年的11%，滞后于全球复苏速度；2023年至2024年，全球疫情若能得到有效的控制，各国入境



←

图 | Marmore MENA Intelligence

限制将逐渐放松，全球国际航空客运业务有望持续恢复至疫情前水平。

艰难前行的国内航空客运市场

我国航空运输业亦受到疫情的严重冲击。2020年，中国民航旅客运输量较2019年同比下降37%，2021年1~11月较2019年同比下降32%。由于疫情的反复扰动，2021年相比2020年的恢复程度有限，延后了航空业全面复苏的预期时点。

从航线结构上看，国内航线虽历经波折、大起大落，但总体在恢复之路上；而出境旅行仍然极其有限，国际航线受“五个一”政策影响，始终处于低位运行，与大流行之前的水平相比，国际航班座位数和乘客数量下降了95%。此外，针对国际旅行的严格公共卫生措施仍然有效，我国政府的指导方针是避免所有非必要出境旅行，入境或返程旅客需出示PCR检测阴性报告，并实行“14+7+7”检疫制度（酒店集中隔离14天；居家隔离1周；健康监测1周）。受此影响，国际航空旅行迄今尚无复苏迹象，中国航司的盈利与亏损情况也出现分化，国际航线占比大的国航亏损最为显著，而专注国内市场的航司则恢复更快。

从航司类型上看，疫情前，低成本航空在全球市场的份额一直在快速增长，低成本航空模式已经开始在世界各地成为普及航空出行的主力。疫情以来，我国航空业经历了至暗时刻，低成本航空同样未能幸免，业务量大受冲击。但可喜的是，与全服务航司相比，以春秋航空为代表的低成本航空随着国内需求加快复苏，恢复速度相对较快，以强大的抗风险能力和韧性在国内市场脱颖而出，抢占了市场先机。低成本航司复苏领跑的现象不仅发生在中

国市场，在欧洲和美国市场亦是如此，匈牙利的维兹航空和美国西南航空的业务复苏情况亦领先于同行。

从复苏节奏上看，中国航空市场国内恢复快于国际，但疫情反复扰动了恢复进程。疫情发生以来，国内运输量在2020年2月中旬探底，仅为疫情前同期的10%；2020年3~10月，随着国内疫情迅速得到控制，国内需求一路攀升，一度恢复至疫情前水平；2020年11月至2021年2月，冬季到来、局部地区疫情爆发、春运等一系列因素使得政府加强了出行管控、呼吁“就地过年”，航空需求再次探底；3~5月，春节过后国内需求快速反弹，直至五一黄金周，需求表现超出疫情前同期；6~8月，广深疫情、南京疫情爆发，被寄予厚望的暑运旺季不复存在，需求再探底；9~10月，随着疫情得到控制，需求再次复苏，但恢复进程再次被11-12月的局部疫情打断。疫情导致的出行管制造成国内需求的四次探底，即2020年2月和2021年2月、8月、11月，国内旅客运输量分别为疫情前同期的10%、25%、30%、26%。2021年波动次数增加，主要是德尔塔和奥密克戎变异毒株传播导致的。可见在疫情局部爆发的情形下，国内需求不太可能突破2020年2月的最低水平，且每次探底后，一旦疫情缓和、出行管控放松，被抑制的需求将迅速反弹，譬如2021年3~5月的恢复程度已接近疫情前的水平。

短期来看，随着冬奥会、残奥会、农历新年、两会、二十大等一系列重大活动和会议的临近，加之国内疫情呈多点散发态势，不仅国际航班的旅行限制将继续收紧，国内旅行也将面临更严格的措施。另一方面，虽然欧美国家、新加坡等国一度逐步放开入境，但在我国清零防疫政策下，“五个一”政策仍将继续执行，入境

管制也将继续，针对我国公民和外国公民入境旅行的检疫和检测要求短期内将不会放宽，国内市场供给过剩的局面仍将持续一段时间。

长期来看，随着疫苗加强针与口服特效药研发的推进，防疫政策与思路预期有一定的调整。就全球而言，最早开展疫苗接种计划的美英等国出现了病例的上升，但是日本、韩国、泰国、马来西亚等部分亚洲国家则享受到疫苗接种范围扩大的红利，其病例数皆随着疫苗接种范围的快速扩大而显著下降，低感染风险或将有助于未来与我国达成双边旅行协议，因此我国国际航空客运需求逐渐复苏的趋势是较为确定的。

供需失衡的全球航空货运市场

全球航空货运是国际贸易的派生性需求，也是其最重要的运输方式之一。随着全球供应链的发展和国际竞争加强，航空货运在经济发展中发挥着越来越重要的作用。新冠肺炎疫情发生以来，从防疫物资短缺、生产停摆，到“缺柜”“缺芯”“缺人”，全球产业链稳定和供应链畅通面临空前挑战，航空货运发展也迎来较大变化。

从供给端看，疫情期间，全球民航客机大量停运，导致客机腹仓运力供给大幅缩减，全货机成为主要运力来源。2021年，受人员短缺、港口作业能力受限、作业周期变长、船期延误等因素影响，欧美进口港堆场、集疏运设备满负荷运行，供应链各环节周转较为缓慢，进一步降低了有效运力供给，导致全球海运运价高涨，部分商家被迫选择航空货运，加剧了航空货运市场供需失衡。2021年1~11月，全球航空货运市场客用吨公里较2019年同期减少11.5%，而货运吨

公里则同比增长了6.7%，也因此导致全球航空市场“客改货”业务持续火爆。

从需求端看，疫情是跨境电商等新业态繁荣发展的催化剂。与传统业态相比，新兴消费快速发展为航空货运带来更广阔的发展空间。后疫情时代，线上购物成为全球消费的大趋势，跨境电商迎来放量增长，医药、疫苗、生鲜冷链、供应链物流等需求快速释放，全球航空货运呈现良好发展势头。2021年，由于基数效应消退，载运率同比增速回归常态，但绝对值自疫情爆发以来始终维持50%以上的高位，2021年1~11月全球载运率高达56.3%。

从价格端看，市场供求关系急速切换，在供需错配的大背景下，航空运价屡创历史新高，2021年12月，中国香港至北美航空货运价格达12.72美元/kg，与2019年同期（3.62美元/kg）相比增幅达251.38%；中国香港至欧洲航空货运价格达8.00美元/kg，与2019年同期（3.15美元/kg）相比增幅达153.97%；法兰克福至北美航空货运价格达5.21美元/kg，与2019年同期（1.76美元/kg）相比增幅达196.02%。

航空货运一直以来都与宏观环境和跨境贸易发展密切相关，周期性较强。据历史数据显示，航空货运与经济增长呈同向变化，且由于航空货运多针对高价值的高端消费品，需求弹性较大，一旦宏观经济下滑，居民可支配收入降低，其需求减少幅度往往较大，较客运市场而言更加脆弱。根据2022年1月世界银行发布的《全球经济展望》，随着2022年各国财政和货币支持政策陆续退出，全球经济增长或将显著放缓至4.1%，2023年进一步降至3.2%，与宏观经济同向变化的全球航空货运增幅或将有所放缓。

转型升级中的国内航空货运市场

2022年全国民航工作会议指出，2021年，我国民航努力保持和提升航空货运网络通达能力，并完成货邮运输量732万吨，同比提高8.2%，恢复至2019年的97.2%，这意味着在相关政策支持下，我国航空货邮运输市场已基本恢复至疫情发生前的水平。国际货运航班数量同比增长22%，达到20万架次，其中客改货航班6.9万班。

从航线结构看，2021年2月以来，受防疫物资需求减少、全货机供给有限等因素影响，我国货邮运输量整体增速明显回落，9月后，由于全球供应链体系运行不畅，国际航线货邮运输量有回升态势；截至10月（含部分11月），民航局国际航线审批结果显示2021年批复的国际货运加班包机超过3500班次，反映了短期内国际航空货运运力供给增加，动态匹配需求变动。整体而言，尽管国内航线货邮运输量远高于国际航线，但其恢复水平却低于国际航线。

从运行效率看，2010~2019年，我国民航正班载运率始终保持在70%以上，2020年受疫情影响下降至66.5%，2021年1~10月，回升至67.3%左右，预计随着疫情好转，我国航空货运运行效率将进一步恢复。

从发展动力看，航空货运是国内市场和国际市场联系的纽带，是国内循环和国际循环的重要沟通渠道，然而我国航空货运在长期粗放式的发展中积累了较多矛盾。在后疫情时期，国际政经关系快速变化，新兴消费市场跨越发展，民航高铁竞合等新趋势，均将驱动我国航空货运行业整体进入服务保障升级的竞争阶段，优质的服务链将成为大型航空物流企业参与全球物流链竞争的核心

发力点。顺丰、菜鸟、圆通等航空物流公司均不断探索由劳动力密集型向科技密集型发展模式转变，在自动化搬运、分拣以及立体仓储等方面硕果初现；东航物流与中铁快递在虹桥综合枢纽开通“空铁直通”，东航客机腹舱衔接虹桥高铁、行包和特快班列，建设“空铁联运”货物集散地，航空货运服务新发展格局的能力日益凸显。

短期来看，在新冠奥密克戎变体冲击下，我国“零新冠”策略将确保国内的经济活动不受影响，且我国具备完整的产业链体系，因此仍将保持全球制造强国地位；这一波奥密克戎疫情得到有效控制后，我国作为重要的中间品出口大国，短期内对外贸易较快增长的局面仍将继续，跨境电商、专线物流、冷链生鲜等新兴业务短期内也将促进我国航空物流快速发展。

长期来看，疫情导致的供应链瓶颈问题也使得很多发达国家更加重视自身供应链的稳定问题，开始倾向于将供应链向内收缩；同时，随着全球经济增长进入放缓期，全球价值链将在疫情叠加中美摩擦作用下加速调整，中美之间在高技术领域的价值链将出现很大程度的分离，并引起全球价值链逐步分裂为两个体系甚至多个体系，中国经济产业链供应链发生断点、堵点风险也将加大，我国出口贸易或将在多项“稳外贸”政策的支撑下，逐渐回归至新的平衡点；同时，国际客运航班的逐步恢复也将对全货机业务造成一定冲击，届时，我国国际航空货运量增速或将放缓，其中国际全货机货运量或将呈现下降态势，因此航空货运发展仍需践行审慎发展理念。■

航空运输

全国两会上的“航空之声”

文 | 任治潞

2022年3月11日，全国两会胜利闭幕。在为期一周多的“两会时间”里，来自国内航空制造业、民航运输业的代表委员们都纷纷建言献策，带着“航空强国”、“民航强国”建设者的自信参政议政。今年的两会期间，代表委员们围绕着优化支线航空发展政策、可持续航空燃料、航空物流业健康发展、通航发展的建设等方面提出的议题，恰恰都是目前我国航空业的热点、痛点、堵点、难点问题，因此也在行业内引起了热议。

支线飞机产业发展需要多方支持

支线航空作为我国民航运输业的“毛细血管”，近年来受到了越来越多的关注。为了扭转过去“重干线轻支线”的发展理念，民航局也在诸多规划中进一步明确了支线航空的地位，并明确“发展支线航空是民航强国建设的重要组成部分，不仅有利于全面提升我国民航运输和综合交通的通达性，也是推动各地区经济协调发展、满足人民日益增长的美好生活需要的重要举措”。因此近年来，支线航空的发展也是代表委员们的重要议题。

从2020年在全球蔓延的新冠肺炎疫情至今仍未结束，对于全球民航运输业来说都是一次致命的打击。对于支线航空运输企业来说，面临的冲击也更为明显。2016年，我国国产ARJ21飞机交付成都航空投入市场运营，到2020年，随着交付数量的增多，逐步跨入规模化运营的阶段。根据中国商飞公布的数据，截至2022年1月，国内市场9家用户共运营66架ARJ21飞机，在我国涡扇支线飞机机队占比为33%，累计安全飞行13.6万小时，运送旅客440万人次。但与全球其他运营商在运营支线飞机时遇到的问题一样，ARJ21飞机的运营商也同样面临着支线航空日均客流量小、单位成本高的问题。

对此，全国政协常委、中国航空运输协会理事长王昌顺认为，“民用飞机的研制是一个长期的过程，尽管相比国外，我国起步较晚，但从ARJ21飞机交付至今的表现来看，这款飞机的各项运行指标持续向好，在过去几年的运营中，安全性和可靠性都经受住了市场的考验。”对于未来，如何进一步助力支线航空运营，形成支线航空与国产飞机相互促进、共同发展的良性循环，王昌顺也提出了他的提议。

他认为，首先应该提高支线航空运营补贴标准，取消补贴标准与客座率挂钩的规定，对支线机型执行最高档补贴标准，尤其对保障基本航空服务需要的航线，按同类航线补

贴标准的50%予以上浮。第二是扩大补贴范围，将支线航空补贴范围由原跨省航段600公里以内(含)扩大到900公里以内(含)，取消省(自治区)内限定。第三是进一步完善飞机产业发展政策支持体系，对购买ARJ21飞机的运营商提供财税政策支持，免收民航发展基金、起降费等，对ARJ21飞机的运营效益、航班执行率等进行单独考核，对使用ARJ21飞机运营支线航空予以时刻配置上的倾斜。

此外，围绕支线航空的发展，全国人大代表、川航集团董事长李海鹰建议，要加快补齐中小机场短板。李海鹰认为，机场在支线航空的发展中也扮演着十分重要的角色。统筹推进规划建设，力争在机场远期社会效益与近期经济效益、当地经济规模和市场规范之间找到平衡点，让机场平稳步入正常运营的轨道也十分重要。因此，他建议，各级财政统筹专项资金加大对中小机场，特别是高原、高高原等特殊机场政策支持，鼓励地方政府通过购买航空运力、航线联营等合作方式，稳定航线经营品质，积极推进中小机场整合纳入区域或省级机场管理范围。

航空物流发展成为焦点

近两年来，由于国家层面大力推动航空物流的发展，因此在今年的两会上，围绕航空物流的健康、可持续发展，代表委员们也带来了许多建议。

鄂州花湖机场作为全球第四、亚洲第一的航空货运机场可谓是近一年来国内的“网红机场”。根据规划，2022年鄂州花湖机场将正式投入使用，因此围绕这一“网红货运机场”未来的发展，代表委员们也带来了提案。

王晓东、王永良、陈修言、高宗余等委员们向全国政协十三届五次会议提交联

名提案《关于依托鄂州花湖机场，打造我国内陆开放“新沿海”的建议》，其中提出了三点建议。

一是以武汉天河机场—鄂州花湖机场“航空客货双枢纽”为核心，打造国家级临空经济示范区，引导现代物流、高端制造、生物医药等适空产业聚集，形成特色产业集群，推动武汉城市圈同城化发展。支持顺丰航空、三大航空公司、骨干航空货运公司在临空经济区内发展基地航空，引进自营货运、三方货代、四方平台等航空货运主体，打造航空物流专业化公共平台，在航权分配、空域管理、时刻资源配置等方面对鄂州花湖机场给予倾斜，建立境内外货运联盟和多式联运代码共享，推行空中报关、电子报关、预约通关等便利化措施，提高通达性和效率。

二是打造我国综合交通枢纽第五极。赋予长江中游城市群为我国继渤海湾、长三角、粤港澳和成渝之后的第五极的战略定位。赋予鄂州花湖机场更高的功能定位，将其打造成为面向全球的供应链管理节点，提升巩固中国在新工业革命时代的国际地位。

三是完善鄂州花湖机场航线及多式联运体系。支持鄂州花湖机场构建“国内重点城市快线+圈内国际及地区航线+洲际直航”网络，打通连接世界、服务全国的“天上一张网”。支持加快鄂州花湖机场周边高速公路、铁路、港口建设，将其纳入国家重点项目库，建立以鄂州花湖机场为核心，铁水公空多式联运、高效集成的“4×4”集疏运体系，实现“1313”的通达目标，即10分钟接入全国高铁网，30分钟联通武汉黄黄，1小时与天河机场、阳逻港通达，3小时覆盖全国主要城市，形成“地上一张网”。

通航发展仍需进一步“破冰”

近年来，国家层面对通用航空产业发展越来越重视，也出台了多项政策，旨在将通用航空产业确定为战略新兴产业和我国经济发展新的增长点。在政策面的支持下，近年来我国通用航空产业的发展取得了一定的进展，但碍于诸如空域等问题一直未能得到解决，总体来看，我国通用航空产业相比国外成熟市场，仍处于“没飞起来，没热起来”的阶段。因此，在今年的两会上，有不少委员围绕着打通通用航空产业发展的堵点、痛点问题，提出了多项提案。

全国政协委员、民航局原副局长李健就再次围绕通航发展提交了提案，这也是他连续第五年提交的关于通航产业发展的提案。在今天的提案中，他提出，要“通过合理配置空地资源、加大扶持通用航空发展、广泛开展宣传教育等多手段多渠道，促进通用航空发展。”李健指出，我国目前对通航的空地资源投入相对较少，低空空域没有全面开放使用，通航机场建设相对滞后，这导致我国通航的运行优势无法充分发挥。

李健在两会期间接受《中国民航报》采访时表示，航空用地与公路和铁路用地相比微乎其微，有利于生态保护。近10年统计数据显示，民航投资约是公路投资的1/10，是铁路投资的1/5，而通航投资又只占民航投资很小的一部分。

他指出，目前通航发展规模与实际需求也不相适应。一方面，随着我国城镇化进程加快，轿车已进入普通百姓家，陆路交通在我国大中城市已经接近饱和，急需向空间要资源，发展立体交通。以美国为例，美国拥有通航飞机24万架，而我国拥有通航飞机不到3000架，发展规模并不能承接社会需求。另一方面，通航在

应急救援和保障人民群众生命财产安全方面具有独特优势。比如德国政府承担航空救援每年达6万多次，美国航空救援应急响应时间约为20分钟。

此外，对于通航运行安全，大众的认知也存在偏差。我国现有的规章标准和技术手段是可以有效保障通航飞行安全的。但由于媒体对通航安全过度关注，造成人民群众过分担心通航安全，政府有关部门也因过分担忧容易导致监管过度。因此，他希望通过自己的呼吁能改善这些状况。

而李健的提案与其他委员不谋而合。全国政协委员、网易首席执行官丁磊表示，“十四五”以来，我国的低空经济已进入蓄势待发的关键时期。因此，他建议逐步扩大低空开放范围和程度，推进我国通用航空及低空经济发展，打造促进航空领域发展的“新增长极”。他在提案中建议，可基于四川、海南、湖南等地低空开放试点经验，逐步扩大低空开放范围和限制，将通用航空机场建设纳入新基建；鼓励更多企业、技术、资本投入通用航空产业发展，支持发动机、航电等关键零部件的自主制造，形成产业链集群；同时，大



力培育通用航空产业关键人才，设立专项补贴，提高对全球优质产业人才的吸引力。

此外，全国人大代表、万丰奥特董事局主席陈爱则从制造商的角度提出了自己的建议。他提议，考虑到目前我国通航产业规模仍然较小，低空空域管理改革进展缓慢，通用航空器自主研发制造能力不足，通用航空运营服务薄弱等问题，建议联动通航核心制造企业，成立“中国通航产业制造业协会”，加快推动通用航空产业制造业高质量发展。可通过协会平台，集中通航产业制造业优势资源，协调解决制造商小而散、制造企业各自为战、研制生产缺乏全局性的规划和布局等问题，促进以通航整机为牵引的零部件制造集群的建立。

行业热点、难点被重点关注

在今年的两会期间，代表委员们不仅针对航空制造业、民航运输业当下的难点、热点问题提出了提案，更着眼行业长远发展提出了很多十分具有建设性的议案。

由于疫情导致民航运输企业巨额亏损，在今年的两会上代表委员提议，为了帮助航空公司渡过难关，建议延长航司纾困贷款期限。建议将现有的纾困贷款期限从1年期延长至3~5年期，缓解航空公司中长期资金压力，同时扩大纾困贷款的使用科目范围，确保航空公司的生存和飞行安全的投入，帮助航空公司平稳度过疫情期，推动行业 and 经济的复苏发展。

围绕绿色航空、“双碳”战略目标的实现，代表委员们也纷纷建言献策。全国政协委员、春秋航空董事长王煜建议，结合《四型机场绿色性能评价标准》，为行业制定形成一套完整、完善的国内机场

绿色发展评价标准和体系。他认为，所制定的国家标准应该包括：在机场的规划和建设方面，以资源节约、因地制宜、功能合理、降低成本为宗旨，机场航站楼等保障建筑设施在设计时，应强化“空间节能优先”的原则，制定“科学合理、技术适用、经济实用、绿色环保”的可持续发展建设方案。

王昌顺委员则提议，“加快可持续航空燃料产业的发展是解决航空碳排放问题的根本途径。”王昌顺在接受《中国民航报》采访时表示，目前我国民航“脱碳”形势十分严峻。从国际形势看，2016年10月，国际民航组织（ICAO）通过了国际航空碳抵消和减排计划（CORSIA）。如果严格执行，中国民航未来15年将需要购买超过6亿吨碳排放权。从国内形势看，我国经济长期向好，中等收入群体的规模不断扩大、比例不断提升，民航发展仍处于快速成长期，碳排放量与运输量高度正相关，发展与减排的矛盾十分突出。从行业发展对比看，全球已经有超过40家航空公司的30万个航班使用了可持续航空燃料。受产业政策、行业认证、价格等因素的制约，目前我国仅有少数航班使用了航空代用燃料。

因此他建议，一要制定产业发展政策，加快规划部署可持续航空燃料全产业链条，借鉴欧美实践经验，实施政策引导并给予资金支持。二要完善碳排放相关政策标准，充分发挥行业协会作用，构建考核评价体系，建立航空公司低碳运行与管理标准体系，设立民航低碳转型基金。三要积极参与全球航空碳排放治理，深度参与国际碳减排政策和技术标准制定，为中国民航可持续发展创造有利的外部条件。■

航空运输

从大湾区航空成立看香港航空市场发展

文 | 张晋

2022年2月，在经过两年多的努力后，大湾区航空有限公司终于获得了香港空运牌照局颁发的运营牌照。根据香港空运牌照局颁发的牌照，大湾区航空有限公司可运营104条航线，不限次往返香港国际机场运载乘客、货物等。这意味着继国泰航空、香港航空、香港快运航空、华民航空和香港货运航空后，大湾区航空成为了第六家在香港常态化运营的本土航空公司。这不仅意味着未来香港民航市场的竞争将更为激烈，同时也为未来粤港澳大湾区民航的竞争发展给出了新的考题。

挑战者启航

在如今特殊的市场环境之下，大湾区航空的破土而出对于香港本土航空公司来说其压力可想而知，更何况这一挑战者来势汹汹。

根据公开资料显示，大湾区航空成立于2010年5月，之后经历了多次更名。最初公司的注册名为东海航空，2019年1月17日更名为东海航空（香港），同年12月再次更名为香港紫荆航空。几个月后，2020年7月8日，更名为大湾区航空。就在大湾区航空筹建之时，香港本土最大的航空公司国泰航空正经历着一场前所未有的重组。作为香港最大的航空运输企业，国泰航空几乎串联着整个香港航空网络。国泰航空在香港与全球约220个航点中，有49个客运及17个货运航点为国泰航空独家运营。在持续一年多的重组中，国泰旗下的港龙航空走向破产，其手中的46条航线当时也引发了香港本土其他航空公司的“航线争夺战”。但当时正处于筹办阶段的大湾区航空错过了这次机会。此后，为了“拖延”大湾区航空的成立，国泰航空在香港监管部门组织的闭门听证会上采取了“拖延策略”。当时，相关监管机构希望国泰航空和香港航空提供对成立大湾区航空的反馈意见，但国泰航空表示需要28天时间准备相关材料，这也直接导致大湾区航空未能按原计划的2021年实现运营。回顾历史不难发现，在当年港龙航空、香港捷星、香港快运等成立之初，国泰航空都曾加以阻挠。

直到2月，大湾区航空终于获得了运营牌照，有关牌照自2022年2月21日起，有效期至2027年2月20日。根据大湾区航空官网发布的信息，公司计划开航内地市场、东南亚及西亚5个小时以内的航点，公司机队规模计划从2022年的7架737-800飞机扩大到2026年的30架左右。公司获批的104个目的地中，有48个航点为中国大陆城市，

其中包括北京、上海、杭州、成都、厦门等一二线城市，也有潍坊、盐城等三线城市，此外还有东京、首尔、曼谷等多个亚太地区热门目的地。

国泰航空缓慢复苏

尽管大湾区航空的横空出世对于国泰航空是一个利空，但完成重组后的国泰航空，通过大力发展货运业务，公司业绩有所好转。

在2020年完成了大规模的资产重组之后，香港特区政府将持有国泰航空6.08%的股份，国航的股份从29.99%降至28.17%，卡塔尔航空股份从9.99%降至9.38%，其他股东则从15.02%下降至14.11%，太古的股份尽管也从45%下降至42.26%，但仍对国泰航空拥有绝对控股权。

这也就意味着，尽管特区政府入股国泰航空，但是公司在股权结构上依然维持了原有的架构，从近一年多公司的运营表现来看，这种新的股权形式有助于公司在一个稳定的状态下运营。

2022年3月初，国泰航空公司2021年年报，业绩超过市场预期。年报显示，2021年集团实现收益455.87亿港元，同比下降2.9%，公司普通股股东应占亏损55.27亿港元，同比收窄74.5%，这主要得益于集团将更多的精力投放在了货运市场。

具体来看，国泰航空2021年的客运收益减至43.46亿港元，较2020年下跌61.6%。收入乘客公里减少79.5%。以可用座位公里计算的可载容量下跌61.8%。运载乘客共71.7万人次，平均每日载客1965人次，较2020年减少84.5%。乘客运载率为31.1%，而2020年则为58.0%。

但2021年，国泰航空货运业务表现特别强劲，2021年的货运收益为323.77亿港元，较2020年增加31.8%。货运收入吨公里下跌1.1%，以可用货运吨公里计算的可载货量下跌10.9%，而运载率则上升8.1个百分点至81.4%，收益率上升33.1%至3.94港元。

这主要得益于2021年最后几个月，国泰航空灵活调动机队安排货运业务，集团货运机队以最高的可载货量营运，并提供更多只载货客机航班。此外，集团的六架“货运客机”，即经局部改装的波音777-300ER客机，将其客舱的部分座椅移除以提供更多载货空间。2021年10月，国泰航空机队运载超过13.6万吨货物，这是自新冠肺炎疫情爆发以来最大的单月货运量。截至2022年3月，国泰航空及旗下航空公司累计向全球市场运送了超过1.9亿剂疫苗，可以说疫苗经济为国泰航空2021年业务转好提供了重要支撑。

此外，国泰航空旗下的香港快运和华民航空则表现各异。香港快运航空由于受到客运需求极度萎靡的影响，2021年亏损19.78亿港元，这一数字超过了2020年的17.23亿港元。华民航空作为全货运航空公司则得益于货运需求的强劲，2021年实现了盈利。

观念转变是香港民航业发展的关键

大湾区航空的成立对于香港航空业的影响，笔者认为无论是本土的大型企业国泰航空，还是新入局的大湾区航空都应该看清，真正的竞争不应该局限于本地市场的存量分化，企业应该站在更高的站位，积极拥抱香港融入国家发展大局，充分利用《粤港澳大湾区发展规划纲要》（以下简称，纲要）的政策支持，发挥好一国两制的强大优势。

在对于香港枢纽地位的捍卫上，以国泰航空为代表的香港本土航空公司一直处于“消极应战”的状态，并未主动思考如何持续推动香港国际枢纽的稳步扩张。但在《纲要》中，国家层面已经做出了谋划，香港本土航空公司应该充分利用这一难得的机遇。

《纲要》中提出了多式联运代号共享计划，这一计划允许搭乘飞机的乘客使用同一张飞机票搭乘其他模式的交通工具（如，跨境巴士或高速轮渡），帮助旅客更方便快捷地作出出行安排，鼓励乘客在大湾区使用多种形式的公共交通工具。同时还配套出台了多项简化跨境规则的措施，还在港珠澳大桥香港口岸和西九龙高铁站设置了香港国际机场登记设施。多式联运代号共享服务的拓展让那些在香港国际机场运营的航空公司能够提供衔接大湾区其他目的地的无缝对接式空运-陆路和空运-海运交通运输服务，进一步巩固了香港特别行政区在大湾区内的国际航空枢纽地位。考虑到2019年度大湾区乘客（除香港特别行政区乘客以外）的人数还不足一家以香港特别行政区为基地的大型航空公司乘客人数的10%，香港特别行政区的航空公司还有着巨大的发展潜力。大湾区内更为完善的交通运输体系也将自然而然地为香港国际机场和其他大湾区机场（尤其是广州白云国际机场和深圳宝安国际机场）带来发展其他与航空/交通运输相关业务的契机。

其次，香港本土航空公司还可以充分利用《纲要》的落地，积极融入国内市场，谋求更大的市场。香港本土航空公司应该充分利用好一国两制三个独立关税区的优势，在“一国两制”框架下，推进构建共商共建、共享共赢的区域民航协同发展体制机制和政策体系，真正落地化实现基础设施硬联通和体制机制软联通。参照西九

龙高铁站的一地两检创新式交通链接，可以考虑将香港T2航站楼设计为具备一地两检功能的国内航线市场为主体的航站楼，积极盘活香港本地航空旅游市场，并可很好地设计T2国内+T1国际联运航线产品，将香港航空市场融入国内大循环、又积极融入国际大循环的超级联系人作用发挥到极致。澳门机场的改扩建，可积极利用横琴与珠海机场建立共享机制。相应的，大湾区其他航空公司也应该充分利用好澳门、香港机场的国际航权优势与国际金融航空租赁与交易优势，积极设计将香港、澳门地区性航线国内化，将一国两制的政策用活用好。既积极推进香港、澳门成为中国走向一带一路及更宽广国际市场的桥头堡，又积极将港澳两地融入大湾区国内大循环的发展中来。

最后，香港民航管理方面也应该加强与内地民航局的沟通交流，尤其做好空域协调方面的工作。如统筹规划，建立大湾区世界级机场群，尤其是香港、深圳、广州、珠海、澳门五大干线机场在交叉的空域中加强空域协调和空管协作，优化调整空域结构，提高空域资源使用效率，提升空管保障能力。同时在佛山、惠州、潮汕、韶关等地打造好支线航线，并深化低空空域管理改革，加快通用航空发展，稳步发展跨境直升机服务，建设大湾区60分钟通行圈。将民航总局的“干支通、全网联”服务模式在大湾区示范性地落地实践。而这些创新业务对于香港本土航空公司来说都是新的机遇。此外，在双方民航主管方的共同牵头下，香港本土航空公司和内地航空公司之间还应该进一步探索航班代码共享等合作，避免过去曾出现过的“经港飞”等价格竞争性产品，避免内耗式客源争夺，将有利于内地与香港民航业的健康发展。■



文 | 张倩楠 图 | 刘倬群

人物

周琳：把有效的 时间用到值得做的事情上

周琳 | C919 型号副主任设计师

1975年4月出生于陕西省西安市，1998年毕业于北京航空航天大学。陆续参加ARJ21、C919和CR929的总体设计工作，先后获得上海市科学技术奖“二等奖”1次；公司级科学技术成果奖“三等奖”2次；C919飞机首飞立功个人“二等功”、ARJ21飞机个人“三等功”3次；荣获公司2021年度“最美商飞人”“先进个人”“大飞机奋斗者”“三八”红旗手、“商飞之星”“青年英才工程”导师、“突出贡献奖（个人）”等称号。

1999年10月3日，我国总装制造的首架MD90-30在上海大场机场试飞，作为新入职的周琳只是感觉懵懂和惊奇；2008年11月28日，ARJ21-700飞机首飞腾空时，她第一次感到激动和兴奋，自己的努力和坚持真的看到了成果；2017年5月5日，C919飞机在浦东机场一飞冲天，从负责第一个指标论证、第一张图纸设计到亲眼看着自己设计的飞机腾空，她心中只有油然而生的高兴和自豪，以及对国民机事业不断增强的信心！

工作二十余载，周琳有幸参与了四型飞机研制，亲历了三型飞机首飞，经历了从懵懂青年到业务骨干的蜕变，是名妥妥的“技术老将”。

“无论如何，还是要搞技术”

1998年，周琳从北京航空航天大学毕业。此时中国航空工业正处于低谷，全国很多航空单位没有飞机设计项目。她一心想搞技术，于是选择了当时正在进行MD90项目的上海飞机设计研究所（640所），开始了她与民机相伴的职业生涯。

“当时在学校听说640所与美国麦道公司合作，正在进行MD90项目，那时我觉得正好能赶上飞机项目挺好的，于是我就来了。”初入职场的周琳无疑是幸运的，当640所里的不少部门都在做民品时，她直接加入MD90-30项目，开始了联络工程的工作，也是MD90联络工程部最后一位新人。

联络工程部配备了与飞机相关的专业，每个专业组都由640所的老专家担任组长，在现场负责及时处理飞机总装制造中遇到的各类现场问题。总装厂房为每个专业设置了一个工位，方便工人遇到问题第一时间来对应工位找人。跟产现场，周琳真真切切坐在飞机跟前，一切都是新奇的，每天遇到的都是新问题，她第一次发现，原来学校专业所学与当前的工作还是有着不小的差距，她暗下决心，要跟着师傅们好好学，从零开始，一点一点积累。

周琳从小精力充沛、喜欢新

鲜事物，经常在父亲修灯接线时打下手，看到工人师傅修电梯，也要上去问一问原理，对解决工程问题特别感兴趣。正因为如此，潜意识里她觉得只要腿勤、手勤、嘴勤，肯尝试，就没有什么难事。

面对棘手的现场问题，她一边拿着小本子跟在每个专业组长身后，记录如何解决各类现场问题，通过经常与现场工人师傅沟通交流拉近距离，工人师傅也会给她讲些飞机制造方面的知识，慢慢时间久了，她对飞机的了解成倍增加。“在现场跟产1个月，对飞机的了解可比在学校学1年还多。”周琳感慨，工作期间她从未停止过学习的脚步。“联络工程部各专业老专家们经常给我们年轻人上理论课，讲解飞机各系统的原理，以及常见的问题和解决措施。当现场遇到问题了，不论是哪个专业的问题，我都会跟着老专家们去看他们如何处理，听他们讨论。如果听不懂了，就去图书馆查找资料、看书学习。”

就像干渴的树苗不断汲取着养分，周琳快速吸收着与飞机相关的知识，为后续的飞机设计工作积累经验储备能量。

成长，紧跟前人的脚步

随着2002年ARJ21项目立项，中国民机事业迎来了一次重

大机遇，这对于所有人也是一场挑战。ARJ21飞机作为我国首次按照国际民航规章自行研制、具有自主知识产权的中短程新型涡扇支线客机，一切都是新的。考虑到当时的联络工程部有丰富的麦道型号经验，同时各专业也相对完整，部门建制转成总体设计室，开始了ARJ21飞机的设计工作。老专家们借助之前运10和麦道的型号经验，带领着周琳这些有干劲的年轻人攻坚克难。面对科研条件薄弱的情况，周琳迎难而上，边学边干，全身心地投身于总体设计工作中。她研究适航条款，翻阅运10资料，对比竞争机型数据，经常泡在图书馆和资料室里，时常与各专业设计员讨论技术问题，争得面红耳赤。

2004年至2005年期间，640所人才流失严重。“那是最忙、最难的时候，走了一大批人，科室10个人，最少时就剩我和王敏2个人，每天的工作量非常大，协调时经常这个电话刚放下，另一个电话就响起，大家真的很辛苦。”即使如此，周琳也从没想过离开。“一心一意是我的生活态度，也是我的工作态度，既然做了，就专心致志，不要左顾右盼。更何况我热爱自己的航空事业，我要设计中国人自己的飞机！”

从2002年到2012年，周

“一心一意是我的生活态度，也是我的工作态度，既然做了，就专心致志，不要左顾右盼。更何况我热爱自己的航空事业，我要设计中国人自己的飞机！”



琳参加并负责了ARJ21展示样机设计、驾驶舱综合设计、电子电气设备舱布置、机头攻关专题、工程模拟器规划、发展型研究、新概念飞机经济性综合分析等工作，编写了大量顶层文件，陪着ARJ21飞机历经了初步设计、详细设计、生产制造、试验试飞等各个阶段。2012年9月，由她负责的应急撤离演示试验也进入关键阶段。全机应急撤离是一项大型综合性试验，涉及多个专业，试验条件严酷、参试人员多、组织难度大、安全风险高。她既是试验总策划，也是计时组组长，她一心扎在大场的试验厂房里，负责搭建试验团队、制定工作人员职责、讨论试验大纲、检查试验环节等各项纷繁复杂的工作，通宵达旦，从漫漫暗夜到天边曙光。

试验工作程序、前置试验梳理、志愿者招募要求、场地布置准备、监控系统布置等，都是一门门学问。“没有经验可以遵循，如何理解条款，如何与局方沟通都是一步步摸着石头过河。”周琳解释道。“她拥有出色的协调能力，每当团队进度受挫或者人员配置遇到困难，她总能争取到各方支持，与审查代表、客服公司、上飞公司、供应商等多方协调也常由她协调完成，这是一般技术人员不具备的能力。”作为并肩作战多年的战友王敏说道。

从制定每一份试验报告、确认每一个试验细节，到试验结束后的收尾工作，都倾注了她的全部心血。

历经4年时间，2次研发试验，2次正式试验，周琳带领团队克服重重困难，最终ARJ21-700飞机应急撤离演示试验以57秒94人成功撤离的成绩圆满画上了句号，极大地提升了中国商飞各级领导员工对ARJ21-700飞机取得型号合格证信心，可谓“宝剑锋从磨砺出，梅花香自苦寒来”。

传承，帮助更多年轻人进步

2007年，C919项目开始立项论证工作，周琳承接了组建总体方案小团队的任务，她从各专业挑选了十几位年轻人，在龙华10楼集中办公，开始了概念方案筹备工作。2008年，C919项目进入概念设计阶段，她负责组建总体方案论证团队，与团队成员一起规划总体方案的设计工作。总体方案设计在项目前期工作量是最大的，制定和论证飞机设计目标与要求，梳理关键技术，与来自全国各地400位同行们进行了一场“举全国之力，聚全球之智”的C919飞机联合设计（JET工作）。周琳负责总体布局设计，每个指标，每个细节，她和同事们都反复考虑斟酌。“C919飞

机从0到1，总体团队一点点论证，一点点查找，从一张图纸、一份报告，一路走过来。C919飞机一定要吸取ARJ21飞机设计经验，ARJ21项目曾经栽过的跟头、吃过的亏，一定要在C919项目上规避。”

2019年，一项大型试验的重任再次交给了周琳。此时，作为70后的“大姐大”，她已经成为了团队不可或缺的中坚力量，带着80后、90后们一起闯关，什么事都是亲力亲为。在刘明眼里，周琳是个很敬业的人。“人到中年，许多人早已‘躺平’，但在周姐的身上总有着使不完的精力和干劲儿。”

以往型号工作积累的经验，都成为了这次试验的宝贵财富。每次团队里年轻人写完技术报告，周琳都会逐字逐句批改，“小到语言逻辑是否通顺，基本格式是否正确，她都会仔细校对，对于技术细节，更是认真把关，常常改着改着转眼已是凌晨。”这样饱满的工作状态，谢辉松很是钦佩，“认真的人很多，但二十年如一日认真的人很少。”周琳常说这些都源于在联络工程部时640所老师傅们骨子里透出的精神，严谨、认真、执着，给她印象很深。上飞院原副总设计师费衡甫经常和年轻人说：“我们设计的飞机，以后自己和家人也会坐，可来不得半点马虎，安全第

一位！”

或许也是出身教师世家的缘故，“言传身教”在周琳身上体现得淋漓尽致。“传承”是这支队伍能够不断发展壮大的秘诀。她把曾经的型号经验毫无保留地传承给年轻的团队成员，利用沙盘推演，给每个试验工作组组长讲解试验要点，指出试验关键点和风险点。团队里的年轻人们如果工作上做得不对，她会第一时间手把手悉心指导，生活上有问题，她也会像“大姐”一样热心关怀。试验时有人质疑年轻人是否能扛起重任，周琳却有着不一样的看法：“现在的年轻人拥有更广的知识领域和更强的综合能力，作为技术负责人，只要在关键要点和计划节点上陪伴指点，没有什么不能完成。”事实证明，周琳和她的团队出色完成了试验任务。

作为一名型号基层骨干，周琳的二十多年光阴都在型号一线度过，初心未改，选择不悔。“星星之火，可以燎原。当把严谨的工作态度和乐于助人的精神带给更多年轻人，他们的成长进步于我而言更加真实、踏实，也更能收获幸福和满足。”■

2020.11.27

华夏航空 ARJ21 首航

2020年11月27日，一架名为“华夏通程号”的ARJ21飞机从重庆江北国际机场起飞，经过1小时40分钟的飞行，平稳降落延安。这标志着华夏航空首架ARJ21飞机正式投入商业运营。



太原
Tai yuan

延安
Yan an

重庆
Chong qing

