

法国航空工业

从热气球到 A380：法国商用飞机发展之路 ○
航空业或面临产能压力 ○
高铁对民航的竞争优势及应对 ○

123

大飞机
JETLINER



C919 全球最新一代大型客机



* 右图为1:200比例 C919收藏级合金模型

大飞机

JETLINER

09 September

2024.09 | 总第123期

ISSN 2095-3399

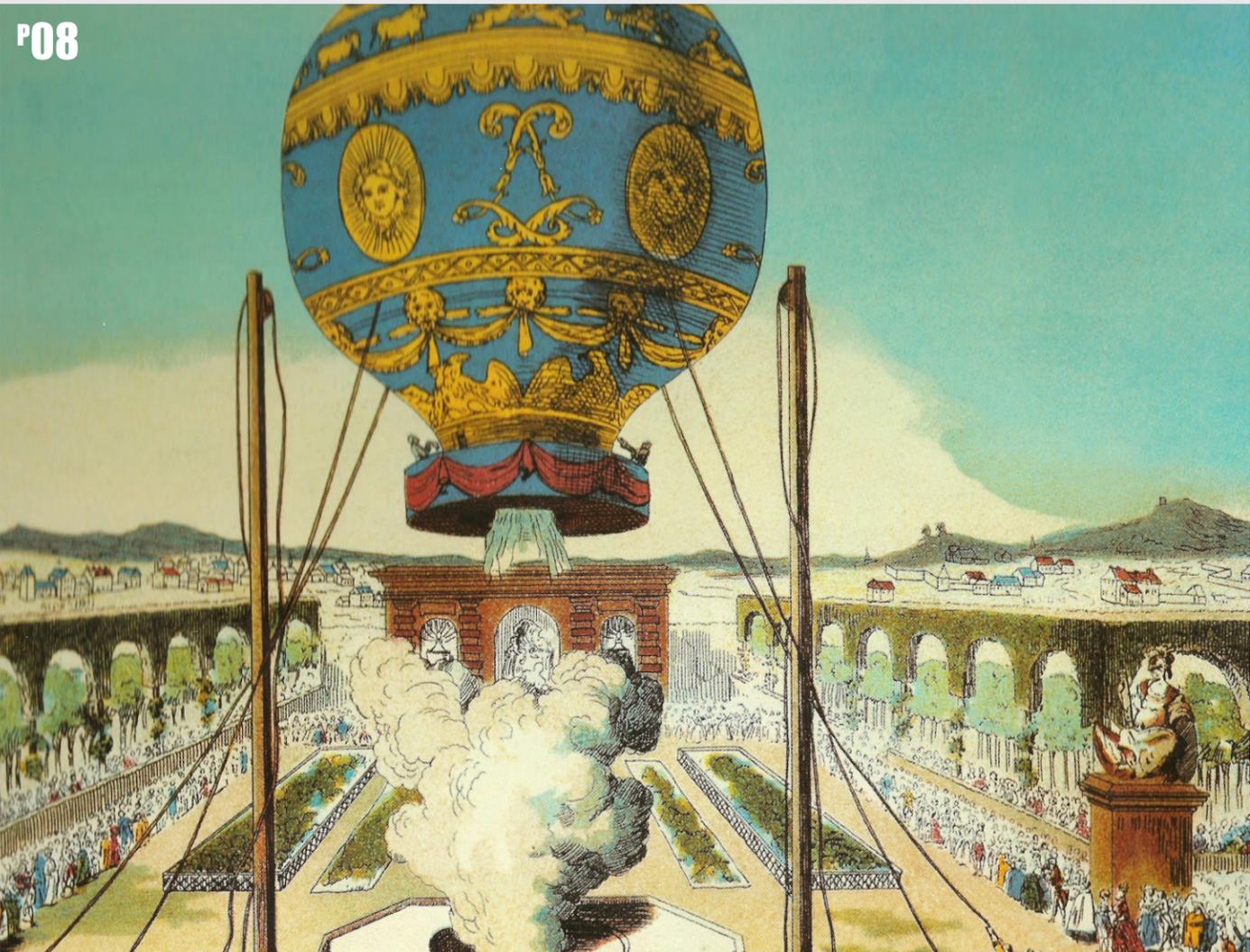


2024.09

C919 首次飞抵拉萨



图 | 王脊梁



P08



P27



P64



P45



P72

05 卷首语

05 航空工业发展的法国经验
| 士嘉

06 资讯

08 封面文章

08 从热气球到 A380:
法国商用飞机发展之路 | 王思磊

13 赛峰集团:
跨越三个世纪 面向未来航空 | 韩玉琪

18 成就空中客车的航空“父子兵” | 静宇

22 法国航空：“90后”遇“新”机 | 郑雪

27 航空制造

27 航空业或面临产能压力 | 魏君

31 英国氢能航空联盟《里程碑交付报告》
解读 | 李蕴 田涛

37 波音公司多措并举改进其安全
和质量管理体系 | 阴鹏艳

41 新订单能否助力
A330neo 打开新市场 | 刘振敏

45 航空运输

45 高铁对民航的竞争优势及应对
| 柴雨丰 王淳

49 暑运尾声的新契机 | 程佳俊

53 民航管理在低空经济发展中的新课题
| 顾胜勤

56 全球最赚钱的四家航空公司 | 赵巍

62 科普

62 飞机“饿了”怎么办 | 邓丁奇

64 漫话航空

64 航空史上的9月 | 黎时

67 云端书屋

67 航空是否“高科技”的三次定位
——《张彦仲传》摘编（十）
| 归永嘉 李韶华 雷杰佳

72 莱特飞机出事故 冯如着手建风洞
《翱翔云端的风筝》摘编（三）
| 胡海林



▼ 本期导读

法国是最早代表人类飞向蓝天的国家之一。早在1783年，蒙特哥菲尔兄弟就进行了首次热气球公开表演，1890年，克莱芒·阿代尔驾驶自己制造的飞机进行了人类历史上的首次飞行。之后，法国的航空工业飞速发展，在一战期间，飞机年产量仅次于英国，居世界第二，航空发动机年产量甚至超过英国，居世界第一。

但是，二战中，法国被德国占领，导致大量的技术人才流亡国外，许多大型设备也被劫往德国，法国航空工业因此陷入低谷。1950年，法国重整旗鼓，制定了振兴航空工业的五年计划，用10年时间引导其重现辉煌。法国航空工业走出低谷及至今保持高水平发展的经验，对我国及世界其他有志于发展航空工业的国家都有着极其重要的借鉴意义。



- 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

2024年第09期 | 总第123期 | 09月28日出版

中国标准连续出版物号

ISSN 2095-3399 CN 31-2060/U

主管主办 中国商用飞机有限责任公司

出版发行 上海《大飞机》杂志社有限公司

编委会

主任 贺东风
副主任 谭万庚
委员 魏应彪 沈波 戚学锋
于世海 罗兴平 李玲
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
美术编辑 卢之萍 刘晓雨

采访部

记者 李欣阳 李琰 赵婷婷 阳庭庭
摄影记者 管超 王脊梁 颜康植 张竞霄

商务部

广告总监 吴頔 021-20887110
发行主管 谭路 021-20887186

国内发行 上海市报刊发行局
国内订阅 全国各地邮局
邮发代号 4-883
地址 上海市浦东新区世博大道1919号
邮编 200126
电话 021-20887197
网址 www.comac.cc
电子邮箱 dfj@comac.cc
定价 人民币20元
印刷 上海申江印刷有限公司
法律顾问 远闻（上海）律师事务所

卷首语

航空工业发展的法国经验

文 | 士嘉



也许，法国的经验中并没有什么惊人之举，但能否建成一套厚植于科研与教育的体系，无疑是一国航空工业能否成功的保障。这正是法国经验的价值所在！

法国是最早代表人类飞向蓝天的国家之一。早在1783年，蒙特哥菲尔兄弟就进行了首次热气球公开表演，1890年，克莱芒·阿代尔驾驶自己制造的飞机进行了人类历史上的首次飞行。之后，法国的航空工业飞速发展，在一战期间，飞机年产量仅次于英国，居世界第二，航空发动机年产量居世界第一。

但是，二战中，法国被德国占领，导致大量的技术人才流亡国外，许多大型设备也被劫往德国，法国航空工业因此陷入低谷。1950年，法国重整旗鼓，制定了振兴航空工业的五年计划，用10年时间引导其重现辉煌。法国航空工业走出低谷及至今保持高水平发展的经验，对我国及世界其他有志于发展航空工业的国家都有着极其重要的借鉴意义。

首先，法国十分重视技术研发。戴高乐说：“我们必须不懈地推进我们的科学研究工作，否则我们会陷入可悲的平庸状态，甚至成为外国控股公司发明物和科学智能的殖民地。”在政府政策支持和大量资金的注入下，法国航空科研取得了显著成效。

其次，法国航空航天教育也比较发达，其航空教育可分为五类：一是培养高级研究、试验与设计人员的院校，主要有国立高等航空航天大学、国立高等航空制造工程师学院和国立高等机械与航空技术学院。二是转行教育学校，主要从事对非航空专业毕业的高等院校毕业生进行航空专业教育，以备将来胜任航空工程师职务。第三类是高级试飞员、飞行员和维护人员的学校。第四类是培养高级技术员的学校。第五类是非专门航空院校设置的航空专业。在这些院校中，位于图卢兹的国立高等航空航天大学最为著名。

法国航空科研具有以下特点。第一，重视新苗头。航空科研的定向，一方面以技术预测为依据，另一方面还善于抓住已经出现的新苗头和新动向。法国的科研院所对世界各国在航空科研方面所展示出来的新苗头非常敏感，而且能够不失时机坚决地抓住它进行研究，直至加以应用推广，超音速、变后掠翼、超临界机翼、电传操纵系统、主动控制技术、复合材料等都是如此。第二，重视远近结合。法国人认为，科研规划不是应付局面的临时措施，而应当在确定与当前急迫问题有关的研究项目的同时，考虑和安排未来发展需要的探索性课题，绝不允许牺牲将来而只顾现在。第三，重视大协作。法国航空科研管理部门非常重视与国内外进行广泛的协作与交流。第四，重视试验设备配套。法国从二战后恢复时期起，就抓重点试验设备的建设，对它们的配套问题给予格外注意，从而满足航空科研和生产的需要。

有了这些强有力的基础保障，仅用10年时间，法国航空工业就走出低谷进入了全面发展的阶段，并保持高水准发展至今。也许，法国的经验中并没有什么惊人之举，但能否建成一套厚植于科研与教育的体系，无疑是一国航空工业能否成功的保障。这也正是法国经验的价值所在！



02

01 C919 首次飞抵拉萨, 与 ARJ21 飞机相聚青藏高原

9月19日, 中国商飞公司一架 C919 飞机从四川成都双流国际机场起飞, 经过 2 小时 8 分钟飞行, 平稳降落在西藏拉萨贡嘎国际机场。这是 C919 飞机首次飞抵拉萨, 并与正在进行演示飞行的 ARJ21 飞机相聚“世界屋脊”青藏高原。此次 C919 飞抵拉萨是为了开展高原运行关键系统的研发试飞。

自 2024 年 8 月 21 日开始, ARJ21 飞机以四川成都、青海西宁和西藏拉萨为运行基地, 开展“环青藏高原”演示飞行, 执飞范围覆盖祖国四分之一国土, 并 4 次执飞世界海拔最高民用机场——稻城亚丁机场, 充分验证了 ARJ21 飞机高原运行的适应性。

02 国产大飞机 C919 承运旅客突破 50 万人次

9月1日, 在 MU9188 “成都天府—上海虹桥” 航班上诞生了 C919 第 50 万名旅客。自 2023 年 5 月 28 日投入商业运营以来, C919 已累计安全飞行超 1 万小时, 执行商业航班超 3700 班、承运旅客突破 50 万人次大关。



03

03 国航、南航首架 C919 相继投入商业运营

9月10日 13 时, 中国国际航空股份有限公司 CA1523 航班从北京首都机场飞抵上海虹桥机场, 标志着国航首架 C919 飞机成功首航, 并正式投入运营。

9月19日 12 时 11 分, 随着满载乘客的 CZ3539 航班从广州白云国际机场腾空而起飞往上海, 中国南方航空编号为 B-919J 的首架 C919 飞机正式迈入商业运营新阶段。

04 东航完成 C919 首次可持续航空燃料商业飞行

9月19日, 东航 C919 飞机首次加注 SAF (可持续航空燃料) 执行 MU9192 商业航班任务。该航班于当天 17 时 16 分从北京大兴起飞, 19 时 01 分抵达上海虹桥, 航班上的 129 名旅客成为首批体验国产大飞机加注 SAF 飞行的旅客。这次飞行也是 C919 飞机首次加注 SAF 的商业飞行。

05 波音 8 月交付 40 架飞机

8月, 波音商用飞机项目共获得新订单 22 架, 包括 20 架 737MAX 和 2 架 737 军用衍生机; 共交付 40 架, 包括 32 架 737MAX、1 架 767 军用衍生机、3 架 777 货机、1 架 787-8、2 架 787-9 和 1 架 787-10。

06 空客 8 月向 31 家客户交付 47 架飞机

8月, 空客新增订单 46 架; 1 月至 8 月新增订单 432 架, 其中净订单 413 架。A220 在 8 月获得 2024 年首笔订单, 2024 年初曾有 12 架订单调减, 1 月至 8 月 A220 净订单为 -2 架。8 月, 空客向 31 家客户交付 47 架; 1 月至 8 月共向 75 家客户交付了 447 架。

07 波音向中国交付 737MAX 飞机数量创 6 年来新高

波音 8 月向中国客户交付 9 架 737MAX, 为 2018 年 12 月以来的新高。波音目前有 64 架 737MAX8 飞机库存等待交付中国航司, 交付速度取决于航司接收飞机并将其纳入机队运营的速度。

08 2043 年中国将成为空客最大的服务市场

9月18日, 空客在其发布的 2024 年至 2043 年全球商用航空服务市场预测中提到, 2043 年, 中国将成为空客最大的服务市场, 服务市场价值 610 亿美元 (2024 年为 235 亿美元)。

09 俄 3 家航司订购 89 架国产飞机

9月5日, UAC 与国内 3 家航司签署 89 架国产飞机的意向订单, 预计 2035 年前交付。Smartavia 航空签署 45 架 MC-21-310 意向订单, 成为该机型的首家私营客户。俄极光航空 (Aurora) 签署 7 架意向订单——5 架 MC-21 和 2 架 SJ-100。俄伊尔航空 (IrAero) 签署 37 架意向订单——7 架 MC-21、21 架 SJ-100 和 9 架图 -214 窄体机。

10 2031 年全球飞机起落架市场将达到 571.4 亿美元

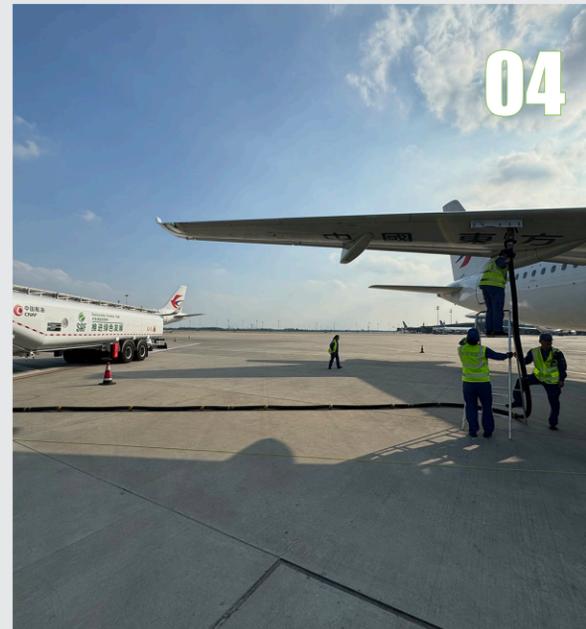
市场分析机构 Verified Market Research 在其发布有关 2024 年至 2031 年全球飞机起落架市场的预测报告中称, 2024 年全球飞机起落架市场价值为 156.6 亿美元, 2031 年将达到 571.4 亿美元, 复合年增长率为 17.56%。

11 MC-21 飞机可能推出一款缩短型

近日, 俄罗斯第一副总理曼图罗夫表示, MC-21 飞机将推出一款缩短型, 将机身缩短, 便于航司根据已知重量参数更有效地使用飞机, 在载客 140 ~ 150 人的情况下保持航程的原始参数。此外, 曼图罗夫还提到, 当前这款飞机正在筹备量产, 外观已接近定型。

12 GE 将推出新兴 MRO 技术

近日, GE 宣布, 旗下新服务技术加速中心 (STAC) 即将开业。该中心将专注于发动机的检测、维修和大修技术, GE 希望在其全球 MRO 网络中加以推广。STAC 的一项技术是使用基于 AI 的白光机器人检测识别裂纹、凹痕、划痕和腐蚀等缺陷, 使用 AI 来捕获和分析数据, 同时创建零件状况的数字记录。

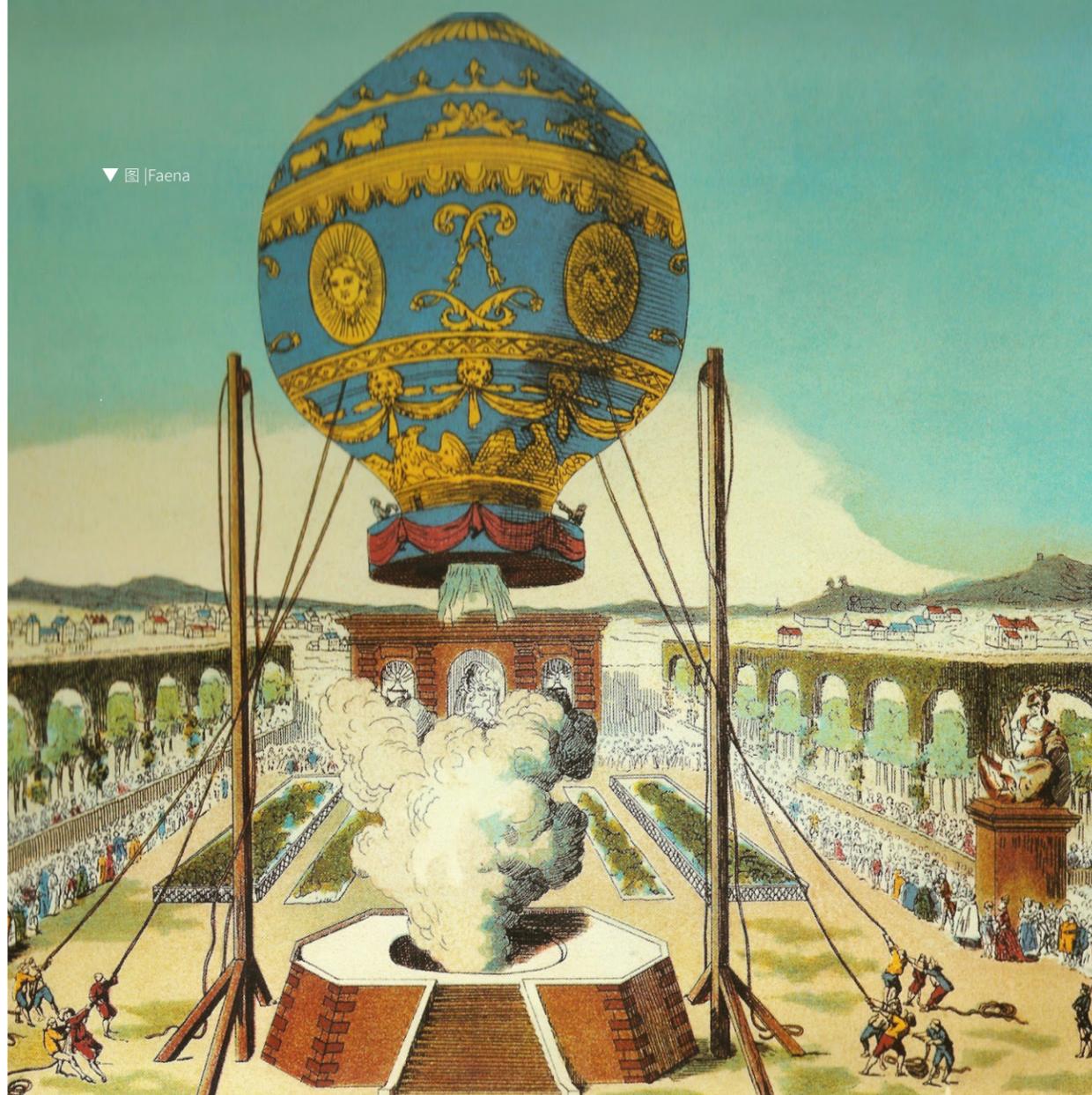


封面文章

从热气球到 A380： 法国商用飞机发展之路

文 | 王思磊

图 | Faena



如果要问 2024 年的世界盛事，巴黎奥运会肯定算是其中之一。在塞纳河上举行的 2024 年巴黎奥运会开幕式着实令人印象深刻。尤其是位于巴黎杜乐丽花园内的主火炬台，一个高 30 米、直径 22 米的热气球，让人不禁联想到 18 世纪法国的蒙特哥菲尔气球，那是人类早期对天空的探索与征服。作为欧洲老牌工业国，法国是世界上发展航空工业最早的国家之一，法国商用飞机的发展，在人类航空史上书写了浓墨重彩的一笔。

法国人的杰出贡献

人类对于实用性轻于空气的飞行器的探索与使用，首先出现在法国。1783 年 6 月 4 日，蒙特哥菲尔兄弟首次进行了热气球公开表演，9 月 19 日，又在凡尔赛宫为国王路易十六做了热气球载动物的飞行表演，同年 11 月，又成功实现了热气球载人飞行。1785 年 1 月 7 日，法国人布朗夏尔和美国富商杰弗里斯乘坐氢气球实现了人类历史上第一次从空中飞越海洋。

在飞艇的发明和研究上，法国人也走在前列。1784 年，在气球升空的基础上，法国陆军工兵部队的军官芒斯纳埃就设计了一艘飞艇，迈出了由气球到飞艇的重要一步，遗憾的是他的设计仅停留在纸上。1847 年，法国的罗伯特兄弟造出了与芒斯纳埃相类似的飞艇，这是人类历史上实际制造的第一艘飞艇。1852 年，法国人吉法

尔驾驶飞艇从巴黎起飞，实现了人类历史上第一次运用飞艇的载人飞行。1901 年，侨居法国的巴西人桑托斯·杜蒙驾驶他的第 6 号飞艇围绕埃菲尔铁塔飞行一周后安全返回原地，成为了第一个成功将汽油发动机用在飞艇上的人，推动飞艇在实用化上向前迈进了一步。

19 世纪末 20 世纪初，法国掀起了动力飞机研制的第一股热潮。1890 年，法国人克莱芒·阿代尔驾驶自己制造的飞机进行了人类历史上的首次飞行，在注册的专利中，阿代尔还为他的发明取了一个名字“AVION”，也就是法语“飞机”的意思，从此这个名字被广泛运用，直到现在。

1903 年美国莱特兄弟的成功，对欧洲特别是法国的航空先驱们产生了强烈的刺激，促使他们开始了新一阶段的研究试验。随后，桑托斯·杜蒙制造出了欧洲第



法国人路易·布莱里奥

一架动力载人飞机，并于1906年10月实现了欧洲首次持续、有动力、可操纵的飞行。1909年7月，法国人路易·布莱里奥驾驶飞机飞越了英吉利海峡，实现了人类第一次跨越国际、跨越海峡的动力飞行。与此同时，法国人亨利·法布尔设计了第一架水上飞机，并为水上飞机的发展作出了开创性的贡献，他也因此被称为“水上飞机之父”。在20世纪的头十年，法国的夏尔·瓦赞和加布里埃尔·瓦赞兄弟俩，作为优秀的飞机设计者和制造者，也在欧洲获得了很高的声誉。

法国还是最先把飞机作为武器使用的国家。在第一次世界大战中，法军就使用飞机来执行侦察和轰炸任务。第一次世界大战期间，法国是世界最大的航空武器供应国，至1918年，法国飞机年产量达到23696架，仅次于英国，居世界第二位；飞机发动机年产44559台，居世界第一位。由此可见，法国人对航空领域的探索、研究和实践，推动了整个人类航空工业的发展。

一战后的法国民用航空运输

第一次世界大战结束后，战场遗留的大量军用飞机和工厂过剩的生产能力必须寻找到出路，欧洲各国纷纷将战时的轰炸机改为民用客机，并以此为基础发展民用航空运输业。

法国政府大力支持民用航空运输业，专门成立了负责航空技术研究、飞机生产、空中导航以及气象服务的机构，并鼓励民间成立了第一家航空公司，在1918年的圣诞节当天开通了从本国土伦到西班牙巴塞罗那的国际航班。随后开通了连接德国的空中国际航线，这被看成是法国民航的重大突破。紧接着，法尔芒航空公司又开辟了巴黎到比利时布鲁塞尔每周一次的国

际定期航班，这也是世界上第一条定期国际航班。

1919年9月16日，巴黎到伦敦的空运业务开航，3天后由法国经营的伦敦到巴黎的客运航班开航。1919年法国已建立了8条民用航线，这些航线上使用最多的是布雷盖飞机和法尔芒飞机，都是从轰炸机改装而来。到1924年，法国航空公司的业务扩展到了12个国家，法国政府在政策和资金方面的扶持是法国航空运输业稳固发展的重要原因。

20世纪30年代，欧洲各大航空公司紧紧追随冒险家们的航迹开辟洲际航线。1930年，法国一家航空公司开办了巴黎到达喀尔的航班；1934年，法国航空公司开始了从法国飞越撒哈拉沙漠到达马达加斯加的定期航班；1935年，巴黎到印度的邮政直航开通，第二年开始了客运飞行。通过民航保存和壮大航空工业，是包括法国在内的欧洲各国的共识。

二战结束初期的法国航空工业

第二次世界大战中，法国被德军占领，法国航空工业的许多设备被劫往德国，技术人员大量流亡国外，航空科研和生产能力遭到严重破坏。第二次世界大战后，法国历届政府都十分重视航空工业的恢复和发展。1950年，法国开始执行第一个航空五年计划。在政府的大力扶持下，法国的航空工业走上了有计划的发展道路。

首先进行的是航空工业的进一步集中与国有化。20世纪30年代初，法国从事飞机整体研制的私营公司有二十多个，1936年的国有化使公司数量减为十几个。1945年后，法国航空工业合并、重组及国有化步伐进一步加快。到20世纪60年代末，法国从事飞机整体研制的公司只剩下四家，分别为国营的南方航空公司和北方

航空公司，私营的布雷盖飞机制造公司和二战后新成立的达索飞机制造公司。

其次是对航空企业进行专业分工，强调国内合作而不是竞争。1965年，法国国防装备部长皮埃尔·梅斯梅尔就对南方航空公司总裁亨利·齐格勒说：“你的公司今后将专门从事运输机、直升机和导弹的生产。如果你的公司继续生产战斗机，一方面会分散公司的精力，另一方面也不利于其他相关公司的发展。”这样的共识让法国几大航空企业进行了主营业务上的分工，北方航空公司主要致力于弹道导弹的发展，南方航空公司主要致力于军民用运输机和直升机的发展，达索飞机制造公司主要致力于战斗机的发展。

第三条措施是兴建和扩建航空科研机构，强化航空科研体系。当时在法国政府内部有这样一种清醒的认识：“在实验室和工厂失去我们的独立，比在战场上和外交会议上失去我们的独立具有更大的危险。”戴高乐也说：“我们必须不懈地推进我们的科学研究工作，否则我们会陷入可悲的平庸状态，甚至成为外国控股公司发明物和科学智能的殖民地。”由于政府政策支持和大量资金的注入，法国航空航天教育日益发达，航空科研成效显著。国家航空空间研究院、图卢兹航空试验中心和试飞中心等科研院所，都为法国后续航空工业的发展奠定了基础。

通过一系列有效的振兴措施，到了20世纪50年代末，法国已基本建成完整的航空科研与工业体系，航空产品已基本满足国内需要并有相当数量的出口，并在20世纪60年代得到迅速发展，成功研制和生产了一系列军用飞机和民用飞机。其中，能在商用飞机领域留下姓名的，当属“快帆”喷气客机和“协和”号超音速客机。

在世界商用飞机喷气时代的大幕缓缓拉开之际，法国人紧跟其上，研制出SE-



210型喷气客机，并于1955年完成首飞，人们亲切地称呼它为“快帆”。但是，由于飞机本身设计的缺陷和北美市场销售的失败，初出茅庐的“快帆”很快便被市场淘汰。在20世纪60年代世界商用飞机的超音速风暴中，英法联合研制出“协和”号超音速客机，创下了航班飞行的最快纪录，一时间成为王公贵族、商务巨贾、大牌明星和政界大员追捧的对象，风光无限。然而，由于“协和”号飞机经济性差、航程短、噪声污染严重等问题，在21世纪初期退出了历史舞台。

为空客作出重要贡献

20世纪70年代，法国航空工业进一步加快了重组。1970年1月1日，法国两大国有飞机制造公司——南方航空公司和北方航空公司又合并成国营航空航天工业公司，简称法国宇航公司，下设飞机分部、直升机分部、战术导弹分部和弹道导弹与

法国“快帆”喷气客机（上）
英法联合研制的“协和”
号超音速客机（下）



空间系统分部。在政府的引导下，私营的布雷盖飞机制造公司和达索飞机制造公司也在1971年7月21日完成重组，合并成新公司，全名为马塞尔·达索飞机—布雷盖航空公司，这一重组实现了法国军用飞机设计、生产和销售的集中。发动机企业也经历了重组和国有化进程，并在20世纪70年代形成国营航空发动机研究制造公司，也就是斯奈克玛公司。

经过上述合并重组，法国航空工业基本上集中于国营宇航公司、达索—布雷盖飞机公司和斯奈克玛公司。政府主导、高度集中、分工明确是20世纪70年代法国航空工业政策的鲜明特点。正是这样一个政府主导的航空工业集中行为，使法国航空领域的资源得到了充分有效的利用。

但是，面对美国同行的竞争，法国乃至欧洲的力量都显得弱小。尽管自身实力都不差，但欧洲各国在商用飞机领域“各自为政”的局面，导致欧洲没有一款飞机能够形成规模效应，也根本无法与美国飞机制造商进行竞争。这时，亨利·齐格勒的预言——“我们航空工业的未来依赖于欧洲各国的合作”，再次响彻欧洲大陆。

早在1966年，法、英、德三国政府就决定对欧洲的航空工业力量进行集中，由各国的主要航空企业组成一个联合集团，共同设计和制造一个被称为“欧洲空中客车”的客机项目，也就是A300。加入其中的是法国南方航空公司。1970年12月18日，空中客车工业集团正式成立，合并后的法国宇航公司占股46.7%。作为主要成员国之一的法国，为空客公司的发展壮大做出了不可磨灭的贡献。

法国人亨利·齐格勒临危受命为空客公司第一任总裁，带领空客开启了欧洲航空工业的未来；法国人罗歇·贝泰耶作为A300飞机项目的首席工程师，不仅让空客飞机家族枝繁叶茂，还最早开始关注客

户，关注航空公司的需求；还有法国人贝纳·拉蒂埃，在市场销售方面做了很多创新性工作，走出了欧洲飞机首次打入美国市场，开始在世界范围内挑战美国民机垄断地位的关键一步……

除此之外，法国的渐改创新型号研制模式和独特的国际合作战略，在空客公司的发展过程中也发挥了重要作用。

空客的成立就是法国国际合作战略的集中体现。法国当初力主欧洲合作研制大型干线客机，主要目的是打破美国干线客机一统天下的局面。无论从技术、资金、人力上看，还是从市场容量看，欧洲任一国家都无法同美国竞争。因此，法国紧紧拉住原西德和英国，一方面看重原西德的经济实力和英国在喷气发动机、机翼设计上的特长，另一方面也因为政府的干预而能牢牢掌握这几个国家的市场。

在空中客车计划中，技术与资金都不占优势的法国，却掌握着整个项目的控制权：空客总部设在法国，历任CEO几乎全是法国人，两条总装线有一条设在法国，多种配套发动机总装线设在法国，销售方面法国也处于主导地位。

空客系列化的成功又体现了法国的渐改创新思想。A300是基础型号，A310与A300的总体布局极为相似，机身、发动机、机载设备与A300有很大的通用性。A330和A340项目同时启动，一开始就充分考虑了共用技术和部件，大大降低了开发成本。除发动机数量和与发动机相关的系统外，两款机型有很大的通用性，其中85%的零部件可以互换，这也大大降低了维修成本，为客户带来更大便利和更大效益。正是因为系列化发展，让空客在与波音的竞争中节节胜利，取得了和波音在干线客机市场“平分秋色”的成绩。■

赛峰集团： 跨越三个世纪 面向未来航空

文 | 韩玉琪

法国在世界航空发展史中，可谓占据着举足轻重的地位。自18世纪末以来，从热气球、飞艇、早期飞机和直升机的研发和试飞，到发动机、起落架及各类航空设备的技术飞跃和大规模生产，法国在航空领域的创新和突破屡屡惊艳世界，一次又一次谱写实现人类飞行梦想的新篇章。在众多法国航空工业企业中，赛峰集团（Safran）在全球航空发展史中占据着重要地位。从这家跨越三个世纪的企业身上，我们不仅能纵览世界航空发展史的百年风云，还能展望未来航空科技的无限魅力。

▼ 图 | LEAP 发动机总装线



逐梦蓝天的世纪传奇

作为飞机制造商外全球第三大航空航天企业，赛峰集团的历史可以追溯到19世纪末。当时，世界航空业刚刚起步，在工业革命浪潮的推动下，一位位赛峰先驱者纷纷投身航空制造业，通过不断的技术创新和产能提升，逐步发展壮大，成为全球航空工业中一支不可忽视的力量。随后，在两次世界大战和政府订单激增的大背景下，航空业呈现出一片前所未有的繁荣景象。今日赛峰集团旗下诸多子公司的前身公司，都凭借其自身的技术和工业优势，通过不断合并重组，确立了其在航空领域的重要地位，也奠定了赛峰集团后来发展的坚实基础。

譬如，大家耳熟能详的斯奈克玛公司，就是赛峰飞机发动机公司的前身，其历史可以追溯到1895年。其开创者路易·塞甘于1905年创建了尼奥姆发动机公司，并于1908年生产出首台转子航空发动机。很快，飞行员们开始对这款重量轻但动力强劲的发动机产生了兴趣。法国人亨利·法尔曼于1909年8月27日驾驶配备尼奥姆Omega发动机的飞机，打破了飞行距离和飞行时间的世界纪录。1910年代，配备尼奥姆发动机的飞机及其飞行员创造了多项第一和一个又一个纪录。尼奥姆发动机也成为当时世界各地飞机的标杆。

同一时期发展起来的卓达宇航成立于1896年，也是历经波折幸存下来的历史最悠久的五大航空品牌之一。卓达宇航最早以制造飞艇和轻型航空器配件起家，凭借其对航空设备需求的敏锐洞察和不断创新，逐步转型为航空座椅和客舱系统领域的领军企业。2018年，卓达宇航加入赛峰集团，是今天赛峰客舱公司、赛峰座椅公司和赛峰航空系统公司的前身。

赛峰起落架系统公司的前身是梅西

埃-布加迪-道蒂公司，其历史可追溯至1920年。其创始人乔治·梅西埃制造出全球首台以恒定下降率测试起落架的设备。梅西埃-布加迪-道蒂公司是第一家使用铸造轻金属（铝、镁）制造飞机机轮的公司，并将这一技术用于起落架结构，后又于20世纪30年代初在收放式起落架领域取得了突破性成功，走在了飞机起落架发展的技术前沿。到1937年1月，公司已为90%的法国飞机及大部分欧洲各类型飞机提供设备，成为全球领先的飞机着陆装置制造商之一。

除上述公司外，赛峰集团旗下诸多其他子公司也是在这一时期发展壮大，逐渐成长为行业领军企业：伊斯帕诺-西扎公司于1911年成立，是现在赛峰传动系统公司的前身；拉比纳公司于1921年成立，是现在赛峰电气与电源公司的前身；萨基姆公司于1925年成立，是现在赛峰电子与防务公司的前身；透博梅卡公司于1938年成立，是现在赛峰直升机发动机公司的前身。

二战后，国有化浪潮席卷法国，法国各大航空制造企业响应政府号召，纷纷进行了国有化改革，并经历了一系列的合并与重组。这一时期的标志性事件，是1945年曾收购过其他多家航空公司的飞机发动机制造商尼奥姆 & 罗纳公司被收归国有，并更名为斯奈克玛公司，即现在的赛峰飞机发动机公司。与此同时，战后的和平进一步推动了航空技术突飞猛进的发展，国际交流与合作进一步加强，国际贸易日趋繁荣。响应时代的号召，这些赛峰先锋企业也在技术、产品和业务模式上不断创新，纷纷开始聚焦商用航空与国际合作。

譬如，20世纪50年代初，斯奈克玛公司的阿塔系列涡轮喷气发动机开始为达索公司的飞机提供动力并投入商用，这标志着其在技术和商业上取得成功的开始，并使斯奈克玛公司成为法国领先的发动机

制造商之一。

1974年，斯奈克玛公司与通用电气公司签订合作协议，成立CFM国际公司，开始生产CFM56发动机。在上一年雷克雅未克举行的历史性首脑会议上，蓬皮杜总统和尼克松总统就已为此伙伴关系奠定了基础。1982年，CFM56发动机投入使用，并自此为单通道商用飞机发动机奠定了行业标准，成为民航史上最畅销的发动机。

在飞机发动机外，赛峰集团旗下其他飞机设备制造企业也开始加快商业化和国际化进程，梅西埃-布加迪-道蒂公司于1985年为空客A300商用飞机提供首套碳刹车，令每架飞机减轻550公斤的重量。

2005年，斯奈克玛公司和萨基姆公司合并，赛峰集团自此正式成立，并步入了其历史进程的第三阶段。随着2013年对古德里奇电源系统公司的收购，赛峰集团成为飞机电气系统领域的全球领导者，并整合了此类系统相关设计的所有业务，创建了拉比纳电源系统公司，即今天的赛峰电气与电源公司。2018年，赛峰集团接管卓达宇航，并将其所有业务纳入到赛峰品牌下，赛峰集团规模进一步壮大。与此同时，CFM56发动机的继任者——CFM国际公司的LEAP发动机也于2016年开始服役，并凭借其高性能、经济性和环保性，成为商用航空史上订单增长速度最快的发动机。

作为世界航空发展史的参与者与见证者，今天，赛峰集团业务遍及全球，拥有92000名员工，2023年营业额达到232亿欧元。赛峰集团在窄体商用喷气飞机发动机、直升机涡轴发动机、起落架、机轮与碳刹车、飞机电气线路、紧急撤离滑梯、客舱内装，以及飞机座椅领域位列世界第一，在短舱、传动系统、氧气系统领域位列世界第二。

与中国航空业的共同成长

1964年，中法两国正式建交，法国成为第一个与新中国建交的西方大国。自建交初期起，能源和航空便是两国主要的合作领域。中法两国携手并进的60年，正逢中国航空业高速腾飞的60年。作为中法建交后第一批进入中国的法国企业，赛峰集团是这一发展奇迹的重要见证者和参与者，不断推动并深化两国之间在航空领域的合作，助力中国航空业高速和可持续发展。

将中国作为其全球最重要的核心市场之一，赛峰集团今天已深深扎根中国市场，在中国建立起一套全面工业体系的同时，不断拓展和完善研发、客户服务支持及MRO网络布局。如今，赛峰集团在中国已拥有20多家实体单位，约2500名员工，业务涵盖几乎所有航空细分领域，包括飞机发动机、直升机发动机、飞机起落架和刹车系统、短舱、布线系统、飞控系统、传动系统、机载系统、飞机座椅和客舱等航空产品。

今天，赛峰集团的产品和技术广泛应用于中国航空市场：超过80%在中国服役的商用飞机使用由其提供的机组人员氧气面罩；超过70%在大中华区服役和订购的窄体飞机正在或即将使用CFM56/LEAP系列发动机；超过60%在中国运营的商用飞机安装了赛峰集团的起落架、机轮和刹车；超过50%在中国服役的直升机采用了赛峰生产或授权生产的涡轴发动机；2800台赛峰短舱在中国航空公司服役；超过20家中国航空公司配备了赛峰客舱设备；赛峰集团为中国40多家航空公司的飞机配备了超过20万个旅客和机组人员座椅，同时40多年来一直为中国客户提供发动机测试设备和设施。

同时，赛峰集团不仅与中国民用航空

局、中国各大航空公司以及主要航空工业企业建立了强有力的合作伙伴关系，还深入参与中国的飞机、直升机和发动机项目，在加速中国航空业的腾飞和技术创新方面起到了重要作用。赛峰集团与中国商飞的合作始于 ARJ21，并随着 C919 项目不断深化，迄今已历经十余载春秋。2012 年，赛峰集团与中国商飞共同成立了上海赛飞航空线缆制造有限公司，负责飞机电气线路互联系统的开发、生产和支持服务。赛峰集团不断加强在华 MRO 布局，通过四川国际航空发动机维修有限公司和 2021 年新成立的赛峰短舱维修服务苏州公司，提供飞机发动机和短舱 MRO 服务。

在深耕中国市场的同时，赛峰集团还积极推动中国的航空教育和人才培养。赛峰集团开创行业先例，与中法高校联合创立了北京航空航天大学中法工程师学院、天津中欧航空工程师学院、上海交大-巴黎高科卓越工程师学院，致力打造中国顶尖航空工程师的摇篮。赛峰集团于 2006 年向中国民航大学捐赠了一台 CFM56-3 发动机，支持其对航空发动机的教学。自 1996 年起，赛峰集团通过参与设立的航空发动机维修培训中心（AEMTC），为超过 16000 名来自亚洲各地的技术人员提供了 CFM56 和 LEAP 发动机的维护修理培训。

赛峰集团在中国，不仅见证了中国航空业的腾飞和日益深化的中法航空领域合作，更为中法两国未来不断加强技术、工业、经济交流和文化融合构建了坚实的桥梁。展望未来，笔者相信中法两国将继续携手，加强合作与优势互补，共同推动航空业高质量和可持续的发展。

以技术创新助力绿色航空

致力于推进航空业可持续发展，构建更加美好的未来，赛峰集团将其 75% 的研

发预算用于减少航空运输对环境的影响，并推出了一系列创新技术和解决方案，包括新型发动机架构、轻量化材料、可持续燃料（SAF）以及混合电动技术，以支持 2050 年实现面向碳中和的航空转型。

在未来发动机的研发方面，2021 年赛峰集团与合作伙伴 GE 航空航天启动了 RISE（可持续发动机革命性创新）项目，其燃油效率将比 LEAP 发动机提升 20%，并能够 100% 兼容 SAF 或氢能源。这两项技术的结合将使飞机的碳排放量减少 80% 以上，推动航空业的脱碳进程。

为进一步降低飞机重量和燃油消耗，赛峰集团积极探索新材料和新生产工艺的应用。其中，复合材料将在实现飞机轻量化过程中发挥关键作用。譬如，LEAP 发动机使用的 3D 编织复合材料和树脂传递模塑工艺，不仅减轻了重量，还提升了燃油效率。

自 20 世纪 80 年代以来，赛峰集团一直引领聚合物基复合材料的应用。这些材料可承受高温，特别适用于燃烧室、涡轮机和喷口等部件。赛峰集团还开发了陶瓷基复合材料，可使重量减轻到原来的三分之一，并能承受高达 1300 摄氏度的高温，使发动机效率进一步提升。除了新材料，新的生产工艺也对航空业的可持续发展起到至关重要的作用。

在增材制造领域，赛峰集团也取得了显著进展。通过精确控制材料用量，减少浪费并降低能耗，赛峰集团已将增材制造成功应用于生产飞机零部件，如直升机发动机的燃油喷嘴。

此外，赛峰集团还通过产品研发与测试，大力推动 SAF 在航空领域的应用。与传统航空燃油相比，SAF 的碳排放显著减少。自 2007 年以来，赛峰集团就在其发动机上进行了诸多替代燃料测试。在中国，赛峰集团也携手合作伙伴进行 SAF 应用的



图 | 赛峰集团苏州工业基地

探索：2022 年，LEAP-1A 发动机助力在中国总装的空客 A320neo 首次可持续燃料（SAF）交付飞行；2023 年，赛峰阿赫耶 2D 发动机助力一架空客 H125 直升机成功使用 40% 混合比可持续航空燃料（SAF）进行了验证飞行，实现了国内首次直升机使用可持续航空燃料的飞行。

赛峰集团还在推进飞机电气化方面取得了重要进展。对于非推进功能，赛峰集团正在拓展其近几十年来一直在进行的研发，用更紧凑、可靠和灵活的电动装置取代传统的液压和气动系统。同时，赛峰集团对飞机推进系统不断开展混合动力技术的研发，使传统电机与新电动机协作，根据飞行阶段或任务需要交替或相互补充进行工作，以减少燃料消耗并提升传统电机的可操作性。随着飞机电气技术的快速发展，将来某些轻型飞机有可能 100% 使用电力推进，并使未来航空朝着多电飞机和全电飞机的新时代迈进。

赛峰集团一方面通过加大研发投入，研发出更加绿色环保的产品，为航空脱碳铺平道路；另一方面积极部署能源管理系

统，使其建筑楼宇和生产制造过程具有更高的能源效率，让工作场所变得更加环保。通过这一系列举措，赛峰集团不仅推动了航空业的绿色转型，还进一步巩固了其在航空尖端技术与工艺领域的领导地位。随着全球航空业向实现 2050 年碳中和目标的迈进，赛峰集团还将在重塑未来航空业的历史进程中继续发挥其关键作用。

回顾赛峰集团百余年的发展历程，从热气球时代的起步到现代航空运输的腾飞，从早期的机械制动到如今的高科技电气系统，创新精神始终深深刻在赛峰集团的基因中，使其在诸多航空细分领域都成为行业标杆，位于技术进步的前沿，推动航空产业的不断变革。中法建交之后，赛峰集团同样作为先驱者率先来到中国，深耕中国市场，将中法两国在航空领域的合作不断推向新高。面向充满变革的未来，笔者期待赛峰集团继续以卓越为导向，大胆创新，勇敢拓宽技术的边界，引领行业向更加环保和可持续的未来航空新时代阔步前进！■

成就空中客车的航空“父子兵”

文 | 静宇

中国有句俗语：“打仗亲兄弟，上阵父子兵。”在法国也有这样一对父子，他们的出现不仅成就了如今享誉全球的空中客车公司，更在世界航空发展史上留下了浓墨重彩的一笔，他们就是亨利·齐格勒与伯纳德·齐格勒。

亨利·齐格勒被誉为法国现代航空工业史上最伟大的领导人之一，他为战后欧洲航空航天业的大联合作出了巨大贡献。作为空中客车公司的创始人和首任总裁，他主导了空客的开山之作 A300 项目。

图 | geospace.com



伯纳德·齐格勒不仅是空客当前最畅销的机型 A320 之父，更是第一个将数字电传操纵和侧杆装置引入商用飞机的优秀飞机设计师与试飞工程师。他的创新设计不仅让空客在与波音的竞争中实现了弯道超车，更为全球航空飞行安全作出了巨大的贡献。

法国现代航空工业的领路人

二战后，欧洲的民用航空产业用四分五裂来形容是最恰当不过了。尽管从技术层面来看，欧洲并不比美国落后，但各国却都有着自己的小算盘，都想发展自己的民用航空工业。在当时，法国研发了“快帆”，英国有“三叉戟”、BAC-111 等飞机。从时间上来看，这些飞机差不多在同一时期推出市场，在欧洲内部恶性竞争，根本无法与美国抗衡。最终的结果就是美国占据了当时民用航空市场的绝大部分份额。

20 世纪 60 年代，欧洲工业界越来越清醒地意识到，想要与美国航空工业抗衡，唯有联合这一条路。但在当时，要联合法国、德国、英国等国家一起发展民用航空工业绝非易事。直到 1970 年，一位领军人物出现了，他就是亨利·齐格勒。在亨利的带领下，欧洲第一个跨国联合企业——空中客车诞生了，从此打破了美国独霸航空工业的局面。

亨利毕业于著名的巴黎理工综合大学及法国国立高等航空学院。二战前，他加入

了法国空军，在此期间他受到了戴高乐的器重。二战后，他被戴高乐委以重任，负责重建法国的飞机制造业。作为法国航空工业的领军人，他认为要重建欧洲的航空工业，很重要的一点就是要走合作的道路，其中就包括吸收德国参与空客的组建。

1968 年，亨利出任法国航空的第一任总裁，当时这家公司正在研发赫赫有名的协和飞机。协和飞机的技术成功振奋了当时欧洲航空界的信心，之后也就顺理成章地有了第二个合作项目——A300，这也是诞生于 1970 年的空客公司的首个商用飞机项目。

空客公司成立后，亨利被任命为首任总裁，牵头实施 A300 项目。但在当时，法国、英国、德国等国家的注意力都聚焦在协和飞机上，对于 A300 项目并不重视，更谈不上获得航空公司的支持。但亨利却不以为意，他锲而不舍地游说决策层，利用自己的影响力，克服来自各方面的压力，最终法国总统勉强同意给他 6 个月的时间拿出可行的设计方案。

亨利和工程技术人员一起，在充分考察了市场需求、分析了成本和风险因素之后，大胆提出了载客 250 人，动力装置选用与美国当时正在研制的新型三引擎喷气式飞机相同的动力产品的方案。之后，他又通过大量的商业运作，克服了经费等重重困难，终于，空客的第一架商用飞机诞生了。

作为空客的创始人之一，亨利凭借

着坚韧不拔的精神，以及对市场的敏锐洞察，带领空客渡过了创业初始的艰难，建立了富有活力的管理及组织结构，为今后空客乃至法国航空工业的发展奠定了坚实的基础。

共同的高光时刻

或许是受到了父亲的影响，小齐格勒从小就对飞行产生了浓厚的兴趣。1933年3月12日，伯纳德·齐格勒出生在塞纳河畔的布洛涅。在父亲的耳濡目染下，小齐格勒的求学经历几乎复制了父亲的道路：1954年从巴黎理工综合大学毕业，之后又分别在几所工程和飞行培训学院接受飞行员培训和军事教育。

毕业后，小齐格勒加入法国空军，成为一名战斗机飞行员。1956年，他参加了阿尔及利亚战争行动，并获得法国空军的两次嘉奖。之后，小齐格勒又在位于图卢兹的国家航空航天大学学习航空工程专业，之后又被派往巴黎的飞行测试学校学习，并成为了一名军机测试飞行员。

1970年，小齐格勒加入法国宇航公司，之后随着法国航空工业的整合，他进入了父亲牵头创立的空客公司。小齐格勒的加入被很多业内人士视为空客“至为重要的一次人才引进”，在之后近20年的时间里，父子二人更是共同携手创下了职业生涯的高光时刻。

1972年10月28日，小齐格勒作为试飞员成功试飞了首架A300B1原型机。这是空客历史上第一款投产的全球首款双发宽体客机，正是在老齐格勒的坚持之下才得以诞生的。于是，在A300B1首飞的那天，有媒体拍到了这样一张照片，小齐格勒驾驶飞机一飞冲天，老齐格勒在人群中，热泪盈眶。

伴随着A300的首飞，空客也开始了

她的辉煌发展之路。老齐格勒非常有前瞻性地提出，为了后续型号的发展，空客必须成立专业的综合飞行测试中心，于是一支由法国、英国和德国技术力量共同组建的综合飞行测试中心成立了，而小齐格勒被授命创立和组建空客新的飞行测试部门。1976年，小齐格勒成为空客飞行测试总监，并先后担任空客A300、A310、A320和A340的首席试飞员。

1993年6月，小齐格勒再次创造历史，他驾驶被誉为“世界巡游者”的A340-200飞机仅用48个小时就环绕地球一圈，期间仅经停新西兰奥克兰一站。

小齐格勒的威望不逊于他的父亲。在空客公司里，只有他的名字可以缩写成两个字母——B.Z.，大家一看到B.Z.就知道这是谁。2012年，在范堡罗航展上，英国《飞行国际》杂志为小齐格勒颁发了“终身成就奖”，在颁奖仪式上，主办方特意在现场摆放了他的父亲亨利·齐格勒在空客交付中心的画像（空客为纪念亨利·齐格勒为公司发展作出的杰出贡献，将图卢兹新建的交付中心命名为亨利·齐格勒交付中心）。

为航空安全作出巨大贡献

尽管小齐格勒可以算得上是“含着金钥匙出生”的富二代，但他痴迷于飞行，并且勇于创新。或许是曾有在空军服役的经历，因此在成为民用飞机试飞员后，他尤为关注飞行安全的问题。

作为空客飞行测试部门的负责人，他非常重视试飞员与飞机设计师之间的协同合作。正是在这种协同合作的机制下，小齐格勒创新性地将数字电传技术和侧杆控制装置引入A320项目，并在1987年大胆提出：“希望通过新技术的应用将商业飞行和飞行管理带入21世纪。”在当时，小齐格勒的这一想法并不被外界看好，甚

至还遭到了很多冷嘲热讽，但他毫不在意，坚定地将想法变为现实。

最初，A300是电传操纵技术早期的测试平台，该平台通过数字信号将飞行员的命令传输到飞机上。电传操纵凭借着出色的通用性、飞行安全性，大大减轻了飞行员的工作量，同时更少的机械部件以及所有飞机系统的实时监控等都有助于进一步提高航空飞行的安全性。

同时，作为飞行员，小齐格勒深知过去传统驾驶盘操纵的不便。于是他提出用侧杆代替传统的驾驶盘。侧杆的中立位置比较灵活，即使对于当时那些只接受过机械控制飞行训练的飞行员来说，侧杆也是非常容易操作的。同时，小齐格勒还确立了每架飞机只需要2名飞行员的技术标准，不再需要机械师，他还是玻璃驾驶舱、阴极射线管显示屏、自动驾驶仪的开发主导者。

尽管这些设计如今早已成为商用飞机的标配，但在当时，小齐格勒的这些创新设计受到了颇多的非议。当时的空客正处于艰难的发展初期，任何一个决策性的失误都会使企业被“扼杀在摇篮里”。因此，小齐格勒曾经在接受媒体采访时说道：“尽管我深信电传操纵技术的先进性，但在当时要下定决心在A320项目中全面实施这一技术，在我的职业生涯中也是最困难的决定之一。”

1987年2月，齐格勒作为副驾驶，参加了采用电传操控系统的A320飞机的首次试飞。之后，为了让公众和更多飞行员接受这一新技术，1984年，小齐格勒还邀请当时《飞行国际》的主编登机体验安装了电传操纵系统与侧杆的一架A300B2的测试飞行。事实证明，小齐格勒的坚持是正确的。

从航空安全的角度来看，如今电传操纵系统已经成为了商用飞机研制的标准，



图 | aerobuzz.fr

全球运营的采用电传操纵技术的商用飞机累计安全运营超过2亿飞行小时，大大降低了航空事故的发生率。

从企业战略发展的角度来看，采用创新技术的A320给了空客一次弯道超车的机会。如今，回过头来看，A320项目不仅仅是一架采用电传操纵技术的飞机，它更代表了这家年轻的企业在窄体客机市场的首次亮相。事实上，在小齐格勒提出将电传操纵系统用于商用飞机之前，波音也曾想过在当时的7J7项目中引入该技术，但最终波音没有率先走出这一步。相反，在小齐格勒的坚持下，年轻的空客更敢于创新，并凭借着这种创新的力量最终在竞争激烈的商用飞机市场占有了一席之地。而当今全球民航业惠及亿万旅客的安全纪录和成就也得益于小齐格勒当初在工程、设计、试飞和应用方面的积极推动和贡献。

齐格勒父子为法国航空工业服务的时间相加前后超过70年，如今他们的事迹已成为空客宝贵的精神遗产，他们的传奇成就也被全球航空业同仁所敬仰。■

法国航空： “90后”遇“新”机

文 | 郑雪

8月的法国巴黎奥运会开幕式上，当小王子与玫瑰、狐狸一同站在B612星球上，出现在奥赛博物馆的历史演变过程中，那画面仿佛从童话中跃然而出，书写着小王子的星际旅行，也不禁让人想到《小王子》作者——飞行员安托万·德·圣埃克苏佩里传奇的一生。作为法国邮政飞行的先驱，圣埃克苏佩里与法国航空公司（以下简称“法航”）有着很深的历史渊源。

今年恰逢中法建交60周年，也是中法文化旅游年。对于91岁的法航来说，这是特别的一年，法航—荷航集团迎来成立20周年，法航还作为

图 | simpleflying.com



2024年巴黎奥运会和残奥会的官方赞助商，耀眼了一整个夏季。可以说，“90后”的法航是一家历史悠久的航空公司，但同时又是一家富有创新精神的航空公司，从内而外地焕发着勃勃“新”机。在漫长的岁月里，久负盛名的法航究竟有着怎样的发展历程？它在中法两国航空市场上又演绎了一段怎样的故事呢？

跨越90余载的飞行之旅

作为现存为数不多成立于第二次世界大战前的航空公司，法航的发展历史，也是世界民航技术和业务进步的历史。

20世纪30年代，法国五大航空公司，包括东方航空、联合航空、法尔曼航空、CIDNA和欧洲邮递航空各具特色，是法国航空运输业的顶流级存在。1926年至1929年，年轻的圣埃克苏佩里曾在欧洲邮递航空担任飞行员，执飞图卢兹—达喀尔航线。1933年8月30日，在法国航空运输部部长皮埃尔·科特的支持下，法国这5家航空公司合并成为单一的国家航空公司。当时，新公司还没有名字，在新闻发布会上，记者乔治·拉法洛维奇提议取名“法国航空”并被采纳沿用至今。

第二次世界大战结束后，航空旅行需求旺盛，法航迎来了繁荣发展，将网络扩展到了非洲、亚洲和美洲，并增加了远程航线，如在1946年7月开通了巴黎—纽

约航线。

随着20世纪50年代第一架喷气式飞机的诞生，时速在900公里以上的飞机可不经停飞越大西洋，法航随之迎来了喷气时代的大发展。1959年，法航接收了其首架“快帆”客机，这是世界上第一款采用发动机后置尾吊布局的喷气式客机。一年以后，法航启用波音707客机，可以在8小时内将180名乘客从巴黎运送到纽约，将飞行时间缩短了近一半。

在20世纪60年代之前，法航主要专注于为国际旅客提供中转航班服务。有了波音707后，法航得以抢占国际市场份额。这款新机型不仅推动了法航在全球取得成功，还改变了航空旅行的格局。到1969年，法航的客运量超过550万人次，是10年前的两倍。在波音707的推动下，法航开始扩大其喷气式飞机的机队，引进了大量波音飞机，包括波音727、波音747和波音737。

进入1970年代，航空业进入大众运输时代，法航面临着石油危机和激烈的市场竞争。凭借波音747、空客A300等大型客机，法航持续拓展国际业务，进一步强化了其在国际市场上的地位。值得一提的是，法航还在1976年开始运营超音速飞机——协和飞机，主要执飞跨大西洋航线。协和飞机是法英两国联合研制的，1969年首飞，1976年正式投入商业运营，被认为是两国航空业的骄傲。由于运营费

用很高，票价也非常昂贵，协和飞机在短暂的运营史上几乎是精英阶层的专属。

进入新世纪，来自低成本航空公司的价格竞争和高速列车、欧洲之星列车在欧洲大陆的频繁穿梭，使得欧洲传统航企在短程运输市场上处于不利地位，行业整合被当作一剂良方。2004年5月，欧洲排名第二的法航收购了欧洲排名第四的荷兰皇家航空，组成欧洲最大、世界第三大航空集团——法航—荷航集团。法航和荷航维持双品牌独立经营，前者总部设在巴黎戴高乐机场，后者总部设在阿姆斯特丹史基浦机场。

如今，91岁高龄的法航和现存世界航企中历史最悠久、已经105岁的荷航携手走过了20年，法航—荷航集团已经成为世界上处于领先地位的航空集团，其优势表现在完善的航线网络、不断升级的产品和服务以及优秀的商业销售团队等方面。法航—荷航集团分别为法国、荷兰贡献了1.9%、2.3%的GDP。

历史长河中的“中法相遇”

法航与中国的历史最早可以追溯到20世纪30年代末。那是1938年，法航在成立5年之后便开通了巴黎—香港航线。1949年后，法航从开通第一条连通新中国与西方的航线开始，飞越半个多世纪，始终坚守深耕中国市场的承诺，在中国市场上创造了多项第一，见证并参与了中法关系的历史性成长。

时间的指针回拨至1964年。冷战正酣之时，一份40余字的中法建交联合公报如一记惊雷在国际舞台上引发了“外交核爆”，法国在西方大国中第一个同中华人民共和国建立正式外交关系。两年后，1966年6月1日，中法两国在巴黎签订《中华人民共和国政府和法兰西共和国政府航

空交通协定》（下称《协定》），标志着两国正式建立航空关系。《协定》对双方进行航空运输所需的航权作出了安排，为互相提供航空运输服务奠定了法律基础。

在《协定》签订3个多月后，1966年9月19日，一架有法航标志的波音707喷气式客机“舍农索城堡号”，载着首任法国驻中国大使吕西恩·佩耶、时任法航总裁约瑟夫·胡斯，从巴黎奥利机场起飞，中途停靠雅典、开罗、卡拉奇和金边，历经20小时40分钟，在9月20日抵达上海虹桥机场，法航巴黎—上海航线开通。

法航开通中国航线的意义不亚于又一次“外交核爆炸”。这条航线的开通，架起了新中国与西方沟通的第一座空中桥梁，是连通新中国与欧洲的第一条航线，法航也成为第一家与中华人民共和国通航的西方航空公司。

开航上海后，法航在近8年时间里在中国内地的通航点始终只有上海，这一局面一直持续到了1973年。1973年9月7日，法航巴黎—北京航线正式通航，所用机型为波音707，首航航班“奥特福城堡”号搭载的首批乘客，是正式出访中国的法兰西共和国总统乔治·蓬皮杜，以及随行的80名记者。首航航班从巴黎起飞后，中间只经停卡拉奇，全程飞行13小时20分钟。至此，法航成为第一家与新中国首都北京通航的西方航空公司。

由总统亲自参与的跨国航线首航，在世界航空史和外交史上都罕见。蓬皮杜总统亲自为法航的巴黎—北京航线开通揭开序幕后，法航巴黎—北京的定期航班正式代替之前的巴黎—上海航班，每周2班往返于中法两国首都之间。

随着中国进入改革开放的新时期，法航中国航线无论是执飞机型还是航班频次都发生了新的变化：1980年，法航采用了当时世界上最大的飞机波音747客货两

用飞机执飞北京航线；1994年，法航将北京—巴黎的每周3个航班改用波音747-400客机执飞；1998年，法航重开巴黎—上海航线，每周2班。

进入新世纪，法航与中国各家航空公司开展合作，并增开了中国二线城市飞往巴黎的航线。2004年，法航与南航合作开通广州—巴黎航线，每周5班；2012年，法航开通武汉—巴黎航线，成为首家在武汉和欧洲城市之间运营直达航班的航空公司。

随着中法两国商务合作和人员往来的增多，法航不断增加飞往中国的航班。在疫情发生前的2019年冬季，法航通航北京、上海、武汉、香港、台北5个航点，每周运营36个航班。而法航—荷航集团同其合作伙伴中国南方航空、中国东方航空、厦门航空一起，每周提供多达121个往返中欧的航班。

法航在不断开通中国新航线和使用新

机型执飞中国航线的同时，还为中国旅客提供精致的个性化服务和研发众多本土化服务产品。这些本土化服务产品包括在巴黎戴高乐机场，有会说普通话和广东话的接待人员为乘客服务，协助他们办理出发、到达和中转手续；在空中，从2003年开始，法航的空乘人员专门为接待中国乘客设计了一整套服务。此外，从1997年开始，往返中国的法航航班上全部有中文翻译人员，这使得法航成为中国第一家聘用空中翻译的外航。

后疫情时代的创新与发展

一场突如其来的新冠肺炎疫情，给全球航空运输业带来了重创，法航也难以独善其身。危机最严重时，法航—荷航集团每天损失高达1500万欧元。与其他航空公司类似，面对疫情冲击，法航采取了提前退役老旧飞机、裁减员工数量、争取政

图 | Airfrance



航空业或面临产能压力

文 | 魏君

根据国际航空运输协会 (IATA) 预测, 2024 年全行业净利润率为 3.1%。尽管从数值来看, 全球航空运输业在经历了疫情之后, 终于重回增长轨道, 但客观来说, 相对航空出行需求的增长, 新飞机的交付速度已经捉襟见肘。从波音和空客截至 2024 年 8 月公布的数据不难看出, 对于这两家全球最重要的飞机制造商来说, 要实现年初制定的交付目标, 难度颇大, 再加上供应链的恢复低于预期, 航空业或将面临较大的产能压力。

图 | cnbcafrica.com

府援助等措施, 持续削减成本, 不断提升效率。例如, 在疫情暴发之初, 法航就率先全面停飞了空客 A380 客机, 并将其提前退役。

如今, 法航—荷航集团已经迎来了新的发展。其 2023 年的业绩报告显示, 2023 年全年, 该集团实现营业收入 300 亿欧元, 比 2022 年增长 14%, 创历史新高; 实现营业利润 17 亿欧元, 营业利润率为 5.7%, 比上年提高 1.2 个百分点; 实现净利润 9.34 亿欧元, 自 2019 年以来首次实现 5 亿欧元的正股本回报。同时, 法航—荷航集团 2023 年的运力已经恢复到 2019 年的 93%, 载客率为 87%。

作为 2024 年巴黎奥运会和残奥会官方合作伙伴, 法航全体员工为运动员、观众和媒体记者提供了优质的航空运输服务, 在为行动不便或残疾旅客提供特殊关怀服务的同时, 也圆满完成了标枪、皮划艇、自行车、冲浪板等装备的运输保障。自 2016 年以来, 法航一直支持巴黎申办 2024 年奥运会和残奥会。为此, 法航还专门为 10 架飞机喷涂了奥运主题涂装, 标识灵感来自埃菲尔铁塔, 呈“24”字样。

自 1952 年起, 法航便成为奥运赛事的法国体育及国际代表团官方承运航空公司。作为 1992 年法国阿尔贝维尔冬奥会的全球官方承运航空公司, 以及法国奥运和残奥代表团的官方合作伙伴, 法航用时 2200 公里的协和飞机将奥运圣火从雅典运往巴黎。这一具有历史意义的行动创下了史上最快圣火传递纪录。

当然, 历史悠久的法航还将“创新”二字融入公司的 DNA, 并延续到后疫情时代。法航于 1958 年成立了运营研究部, 负责组织和促进公司内部创新, 目的是使法航与不断演变的技术进步相适应。到 20 世纪 90 年代, 法航使用历史数据和趋势识别技术, 显著提升了收入管理水平。21

世纪初, 法航利用大规模数据进行情景规划的方法被应用到维修业务中, 并制订了一种被称为 Prognos 的预测性维护解决方案。目前, 全球有 80 多家航空公司采用这一解决方案。

自 2023 年以来, 法航一直围绕生成式人工智能推进一场新的革命。如今, 已有 80 多个涉及生成式人工智能的项目在法航所有业务部门投入使用。通过综合使用聊天机器人, 使用预测机上行李重量和餐食数、计算航班携带水量的工具, 或优化航线以减少燃料消耗的生态驾驶系统, 法航使用人工智能来优化业务活动和资源, 预测需求, 持续提升旅客体验。

今年夏秋航季, 法航为 74 个国家的 189 个目的地提供服务, 运力供给接近疫情发生前水平。在中国市场上, 法航每周运营 21 个航班, 覆盖北京、上海、香港 3 个航点。法航正在对其波音 777-300ER 和空客 A350-900 客机进行翻新, 配备最新的长途客舱, 这项工作持续整个夏秋航季。全新客舱包括商务舱、尊享经济舱和经济舱, 构成法航全新旅行体验的基础。与全球其他目的地一样, 法航的全新客舱将为巴黎至上海和香港航线提供服务, 为旅客带来更加舒适的旅行体验。

“面对中国市场的潜力和未来发展趋势, 法航将继续发挥中法之间的空中桥梁作用, 提供更多符合市场需求的产品和服务, 以促进双方的文化交流。”法航—荷航集团大中国区总经理韦迈纶在接受媒体记者采访时说: “我们深知中国市场的重要性, 我们将继续在中国市场投入, 优化航线网络和提升服务质量, 提升旅客出行体验。我们相信在双方的共同努力下, 法航将与中国市场共同谱写更加美好的未来。”



空客：基于核心价值观提升产能

2024年9月6日，空客公布8月飞机订单和交付数据。数据显示，2024年8月，公司新增订单46架，当年共新增订单432架，去年同期数量为1257架。在交付数量方面，空客2024年8月共向31家客户交付了47架飞机，略低于去年同期的52架。在交付的新飞机中，A320系列飞机为36架，A220为5架，A330neo和A350分别为1架和5架。2024年1月至8月，空客共向全球75家客户交付447架飞机，略高于2023年同期的433架，但较2019年仍有一定差距。

从全年交付目标来看，2023年空客共交付了735架飞机，2024年年初，公司设定的交付目标为800架，之后公司又将目标调整为770架。但从1~8月的交付来看，要完成调整后目标也就意味着未来的4个月，空客至少要交付323架飞机，平均月交付量超过80架，压力不容小觑。

2024年7月末，空客发布上半年财报，报告显示，截至6月30日，共有8585架商用飞机的累计订单，其最畅销的窄体客机机位已经排到2030年以后。尽管市场对于新飞机的需求正在增长，但由于受到供应链不稳定、地缘冲突等多种因素的影响，空客不得不减缓其产能提速的步伐。

对此空客CEO傅里在一次媒体采访

在短期产能规划方面，A220的产能速率目标是在2026年达到月产14架，并重点关注该项目的工业成熟度和财务业绩表现。

中表示，“我对波音面临的一系列麻烦感到遗憾，这对整个行业都不利。同时我也对空客能在多大程度上加快生产交付速度持保留态度，毕竟空客同样在供应链方面存在着各种各样的挑战。”此外，由于航空业的特殊性，傅里特别强调，“未来空客任何扩大产能的举措都将基于空客‘安全、质量、诚信和合规’的核心价值观。”

得益于新兴市场的订单，在2024年第一季度财报中，空客已明确将进一步提升A350飞机的产能，即从2026年的月产10架提升至2028年的月产12架。

在短期产能规划方面，A220的产能速率目标是在2026年达到月产14架，并重点关注该项目的工业成熟度和财务业绩表现。2024年8月，空客收获了来自波罗的海航空的10架A220飞机订单，这也是该型飞机在今年收获的首笔订单。A320系列飞机方面，由于受到供应链短缺的影响，这一空客最赚钱的项目产能一直维持在48架左右，在彻底解决供应链问题之前，要实现月产75架恐怕难度较大，目前空客也已将这一提产目标的实现时间从2026年推迟到了2027年，这也可能会导致更多的飞机推迟交付。宽体飞机方面，2024年第一季度，空客A350飞机订单表现良好，共收获了71架订单。其中尤为值得一提的是在2024年4月收获了来自印度靛蓝航空的30架A350-900飞机确认订单，并保留70架可选订单，新飞机计划将从2027年开始陆续交付。目前，印度民航市场发展势头良好，根据预测，印度国际航空旅客数量将从2019年的6400万人增长至2030年的1.6亿人次，这也是为何靛蓝航空首次订购宽体客机的原因。得益于新兴市场的订单，空客已明确将进一步提升A350飞机的产能，即从2026年的月产10架提升至2028年的月产12架。另一款宽体客机A330飞机的产能则要在2024年实现月产4架的目标。

罢工进一步影响波音飞机交付

2023年，尽管与老对手空客在交付量上有着较大的差距，但作为近两年来困扰不断的737MAX系列飞机，波音也交付了396架。但进入2024年，波音依旧问题不断。2024年1月5日，一架737MAX9在起飞后不久发生机体结构件脱落事故，令市场对于737MAX的安全性再次蒙上阴影，对于正在全力以赴重塑市场信心的波音来说，这无疑又是一个打击。7月，波音向美国司法部承认737MAX在适航审定过程中存在欺骗行为，并认缴罚款、承诺整改，从而避免了漫长的庭审所导致的名誉损失和更严厉的惩罚。但波音的麻烦似乎并没有停止。

2024年8月，787飞机由于存在安全隐患，被美国联邦航空局要求全球航空公司开展检查，另一款正在研发中的777-9X飞机则因为机身部件故障存在安全隐患，被要求暂停试飞。同月，曾任职于洛克韦尔·柯林斯的航空业资深人士凯利·奥特伯格走马上任，成为波音新任掌门人。但即便奥特伯格在航空业拥有丰富的从业经验，想要将波音拉出泥潭也绝非易事。

数据显示，2024年上半年，波音仅收获了156架飞机订单，去年同期的数量为567架。同样的，波音飞机交付量在2024年也出现了较大的下滑。以交付量最大的窄体客机为例，2024年1月至5月，波音仅交付了101架窄体客机，平均月交付仅为20多架，2023年的月交付量约为32架。而在2022年，波音曾计划当年737MAX系列飞机的交付量在400~450架左右，新飞机交付下滑量由此可见一斑。

就在奥特伯格上任一个月后，9月13日，波音位于西雅图和波特兰地区的总装厂发生了大规模的罢工事件，3.3万工人（约占总人数的96%）经投票决定罢工以

数据显示，2024年上半年，波音仅收获了156架飞机订单，去年同期的数量为567架。同样的，波音飞机交付量在2024年也出现了较大的下滑。

表达对薪资的不满。罢工事件一发生便在全球航空业引起轰动。波音上一次大规模罢工发生在2008年，那次罢工导致波音总装厂停工长达52天，每天的现金流损失在1亿美元。

这次波音大规模罢工的导火索是9月8日波音与机械工人和航天工人国际联合会(IAM)达成初步协议，将在4年内完成员工25%的涨薪，同时降低劳工的医疗保险成本，增加休假时间等。但这一协议，与工人希望的40%涨薪存在着一定差距。对此，奥特伯格表示，“对于罢工事件，没有人会是赢家。希望员工能够与波音一起共渡难关，通过共同努力，波音可以重回正轨，但罢工只能让波音的复苏处于危险之中。”截至9月末，波音与IAM进行了两轮谈判，但双方仍未能达成共识。对此，奥特伯格也在给员工的邮件中表示，未来数日公司将不得不启动无薪休假，员工每工作四周休息一周，同时公司的高官也将在罢工期间相应减薪。

显然，这场罢工将进一步降低波音飞机的交付数量，如果波音不能尽快解决这一问题，不仅对自身的现金流来说是一个巨大的挑战，同样也会对供应链中的配套企业产生负面影响，这对于整个航空产业链的复苏都将产生一定影响。可以说此次罢工事件，对于新上任的奥特伯格来说是一个不小的挑战。

但从长远来看，市场对于波音飞机的需求还是巨大的。2024年8月，波音向中国市场交付了9架737MAX飞机，这一数字创下了6年来的新高。9月，中国国家开发银行旗下国银金租宣布订购50架737MAX8飞机，这一订单在当下无疑将有助于波音提振信心。

此外，2024年9月，波音与巴航工业围绕商用飞机项目收购的仲裁案也最终落地：波音向巴航工业支付1.5亿美元违约金，并表示未来希望继续与巴西在航空领域保持友好合作关系。这场持续了多年的并购纠纷也从侧面反映出了当前全球航空业复杂的格局。

供应链亦难以支撑产能提升

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，因此商用飞机的产能绝不是飞机制造商一家所能决定的。

以发动机为例，由于缺乏成熟的劳动力、足够的原材料以及新一代发动机面临的技术成熟度问题，或多或少都会对飞机制造商的产能提升造成一定的影响。2023年，由于普惠GTF发动机的问题，对空客A320neo的交付就造成了一定的困扰。对此，空客曾明确表示，虽然普惠GTF发动机的问题暂时还不会影响2023年新飞机的交付计划，但公司已经就2024年的飞机交付问题与普惠进行谈判。目前普惠公司正在努力提供更多的备用发动机，以减少因齿轮传动发动机成熟度和交付问题造成的影响。同样的，CFM国际公司当年的发动机生产速率与飞机制造商的累计订单数难以匹配，公司也一直在努力提升发动机的产量。

一场疫情不仅扰乱了航空业的发展，也打乱了产业链配套企业原有的生产节奏。如今，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。

以势必锐航空系统公司为例，这家2005年从波音剥离的企业，借助行业高速发展的东风，在2019年之前已成为众多航空主承包商的顶级结构供应商。波音737系列飞机包括机身在内的近70%的零部件以及787飞机的大部分部件都由其提供。此外，空客A350飞机的机身、梁翼等关键核心部件，A220飞机机翼等也都由势必锐航空系统公司提供。因此从公司的销售额来看，波音和空客占据了其绝大部分的业务，也正因为如此，疫情也直接导致了势必锐的生产业务遭受重创，产品质量出现下滑。

2024年，为了保证势必锐的正常运营，波音和空客更是围绕未来如何拆分这家企业进行探讨，最终目的都是确保各自飞机的正常交付。2024年7月，波音宣布以47亿美元收购势必锐航空系统公司。与此同时，空客也将收购势必锐的部分工厂，这些工厂之前负责生产空客的商用飞机项目。而势必锐或许只是产业链中小企业的缩影，但如何帮助这些企业走出困境对于行业未来的发展至关重要。

2023年，在法国政府的支持下，法国资管公司Tikehau Capital将管理用以支持法国航空供应链企业的基金Ace Aero Partenaires2，并与空客、赛峰、达索航空、泰雷兹、法国国家投资银行、法国农业信贷银行合作，募集8亿欧元以支持供应链企业，其中2024年第一季度计划完成募集4亿欧元。未来，或许需要更多企业、政府共同努力，促进供应链企业健康发展。■

英国氢能航空联盟《里程碑交付报告》解读

文 | 李蕴田涛

2024年3月，英国氢能航空联盟（HIA）发布了《里程碑交付报告》（以下简称《报告》），全面阐述了英国发展氢能航空所需的技术、监管、基础设施、金融政策和氢能供应等关键步骤和时间框架，提出了一系列发展建议，对于我国发展航空氢能具有一定借鉴意义。

图 | 100knots.com



发布背景

航空业是英国经济的支柱产业之一，每年对 GDP 的直接贡献超 220 亿英镑，另有 340 亿英镑用于出口航空零部件。英国航空业直接从业人员超 23 万人，是英国创新、知识产权、贸易和出口的代表性行业。

发达的航空产业同时带来了较大排放，英国航空业碳排放约占全英总排放量的 7%，远高于全球 2% 的平均值，实现以氢能航空为首的航空运输业碳减排刻不容缓。据《报告》统计，81% 的英国民众认为氢能是航空业脱碳的最佳选择，91% 的英国民众支持英国政府投资氢能航空业，强大的民意基础将有力支撑英国政府发展这一未来新兴产业。

总体上，英国在氢能航空领域已经有了较为强大的技术积淀，英国航空航天技术研究所 (ATI)、罗罗公司、GKN 航宇公司等政府科研机构与商业公司在飞机总体、发动机、储氢制氢等多方面开展了大量研究工作，总体水平处于世界前

沿。此外，据英国能源安全与净零排放部 (DESNZ) 预测，到 2050 年，英国航空业对氢能的需求将占整个交通运输业氢能需求的近 50%，具备巨大发展潜力。

HIA 主要任务

2023 年 9 月，易捷航空、罗罗公司、沃旭能源公司、空客公司、ZeroAvia 公司、GKN 航宇公司和布里斯托机场联合成立 HIA，将致力于解决氢能航空供应链和技术开发面临的一系列挑战，推动氢能的

HIA 将与英国政府、监管机构和其他利益相关者合作，加速发展英国的氢能航空工业，创造社会与经济效益，最终目标是再次引领世界航空工业的发展。

高效获取，并满足航空公司的运营需求。HIA 将与英国政府、监管机构和其他利益相关者合作，加速发展英国的氢能航空工业，创造社会与经济效益，最终目标是再次引领世界航空工业的发展。

《报告》主要分为“启动氢能动力航空”、“航空制氢”、“机场用氢”、“做好飞行准备”四个章节，通过案例分析，围绕英国氢能航空提供了全面系统的发展框架，包括技术研发、标准认证、基础设施、政策支持、氢能生产和人才培养等多个方面，给出了 2024 ~ 2050 年的分阶段发展关键建议。

启动氢能动力航空

总体上，氢能航空在技术研发、投融资、法律法规、认证与标准、人才培养方面都处于初级阶段，英国已经取得了一些成果并位于世界前列。在飞机设计方面，空客公司正在积极推进氢能飞机研究项目，在英国设立了研发中心和燃油系统设计团队，正在开展四型概念机的设计工作，计划在 2035 年实现商用。在动力系统方面，罗罗公司和易捷航空采用改进设计，完成了“珍珠”700 发动机的地面 100% 燃氢试验；GKN 航宇公司的 H2GEAR 项目将演示氢燃料电池系统，验证其为 90 座级飞机提供动力的可行性，HYFIVE 项目将进行氢电和氢燃烧系统的地面验证；ZeroAvia 公司在 HyFlyer 项目下完成了 ZA600 氢电系统的多次试飞，正在推进认证工作。

总体来看，氢能航空的技术开发仍处于初级阶段，需要在氢燃烧、压气机、冷却系统、氢燃料电池、热管理、噪声、非二氧化碳排放、储氢与分配等多领域开展持续深入的研究。因此建议英国政府持续支持氢能网络 (HCN, ATI 于 2023 年 4 月启动的投资项目) 的相关工作，推进两

个中型液氢测试中心的建设；持续完善英国的试验能力，特别是氢能航空所需的低温试验能力。

其次，英国在研发方面的公共投资仅限于技术成熟度 (TRL) 6 之前，而缺少 TRL6 ~ TRL9 的公共投资会减缓技术的商业化进程。建议修改相应政策以允许超过 TRL6 的公共投资，鼓励政府 + 私人的混合投资机制；将英国排放交易计划 (ETS) 筹集的资金作为新资金，投资于氢能航空技术的开发。

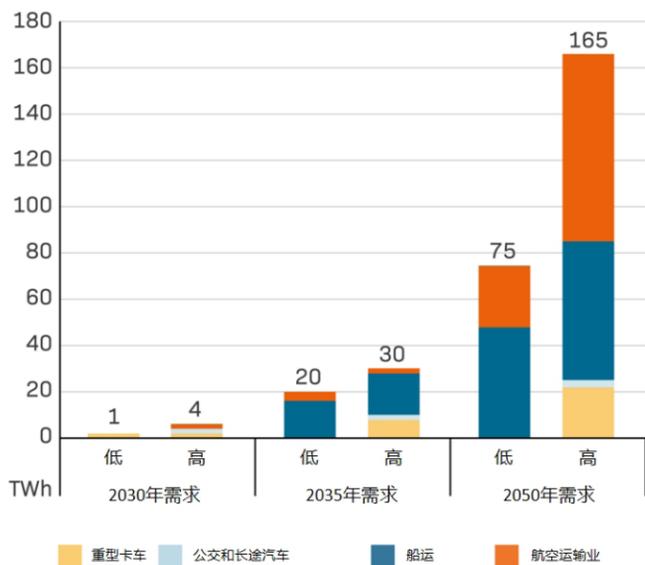
第三，氢能航空的投资门槛高、投资回报周期长 (超过 10 年)，必须降低投资风险才能提高投资者的意愿与信心，吸引长期资本的进驻。建议建立长期稳定的政府支持政策，保证未来至少 10 年的研发资金投入；将氢能航空纳入英国《绿色分类法》(即“环境可持续投资标准”)，增加投资回报率并增强长期投资信心；审查并修改英国《补贴控制法》中的限制性条款，减少政府投资氢能航空的壁垒，促进商业化。

第四，大规模的技术研究、开发与测试需要液氢燃料，英国没有液氢生产企业，罗罗公司的氢发动机测试也选择在国外开展，因此需在英国国内建立安全、价格可承受的液氢供应机制。建议开展液氢需求预测研究，为能源安全与净零排放提供准确的数据支撑；制氢行业应通过 HCN 与政府合作，多渠道保证液氢的短期与长期供应。

第五，氢能航空使飞机、发动机和所有相关技术的认证法规、行业标准发生了根本性改变，欧盟航空安全局 (EASA) 和英国民用航空管理局 (CAA) 已经启动了氢能航空的技术与标准认证研究，需加快这一进程并确保其安全性与现阶段标准相同。建议为 CAA 提供更多资源，开展包括 (但不限于) 防火、应急逃生、耐撞性、外场用氢的操作程序与规范等标准制定，

图 1 | 英国交通运输业对氢能的需求 (数据来源: DESNZ)

图 2 | 罗罗公司与易捷航空开展的涡扇发动机 100% 燃氢试验项目



研究现行标准之外需新增的规范标准；CAA 应代表英国与 EASA 和美国联邦航空管理局（FAA）合作，引领氢能飞机和相关基础设施的认证、监管。

第六，氢能航空的发展是全球性的，且竞争日益激烈，需要更多优秀人才的支持。建议英国政府设立国家氢能学院（NHA），于 2025 年开通运行，学院应具备机场氢能作业、氢能示范机场所需技能的培训能力；建立全球人才库，确保政府持续获得全球人才，以满足氢能航空不断增长的高技术需求。

航空制氢

氢能航空发展的基础是制备大量低碳氢能，英国政府已承诺到 2030 年年产 10GW 电解水氢。目前，英国正在快速加大绿氢产能，同时建设约 11 个绿氢生产项目。到 2037 年，英国低碳氢的总产能预计不会低于 27GW。但综合考虑氢能航空的研发需求、未来需求与 SAF 的制备需求等，当前世界的氢能产量还远不足以满足航空需要。

氢能航空的研发、测试阶段需要稳定可靠的国内氢能供应，英国当前实行的电

解制氢配额（HAR）方案限制了不同渠道的资本支持绿氢生产，可能影响氢能航空的早期开发测试。因此，建议引入不同的商业模式，取消部分限制，允许符合标准的风投公司参与氢能生产项目投资。

航空用氢规模预计从 2035 年起大幅增加，同时增加的还有对关键原材料，如氢燃料电池配件的需求。建议制定长期政策，大规模吸引私人投资提升氢能产量；组织氢、碳捕集与核能行业的代表性单位组成“2035～2050”工作组，明确评估未来氢产能，支撑政府的政策制定；为氢能生产制定短期确定性、长期指导性的融资机制，明确 2035～2050 年的工作计划；制定氢税政策，将其纳入法律条款；政府应承诺在未来大规模采购绿色氢能。

电解制氢成本高昂，主要原因是电力成本较高。建议给予低碳制氢企业税额减免优惠政策；在大型发电厂周围建设制氢工厂，当发电量超过实际需求时，利用余电低成本制氢。

机场用氢

在早期阶段，氢能可以液态或气态形式通过公路运输至机场。随着需求扩大，气态氢可通过管道直接供给机场，并在机场或附近工厂液化（大规模的液氢只能通过管道短距离运输）。无论采用何种形式，都需要大幅改造或新建氢能基础设施，以满足未来机场用氢需求。

当前，DESNZ 和英国国家天然气公司已经开展了相应工作。DESNZ 正在对英国氢能经济的发展前景、发展规模、位置和类型开展预测研究，以探索适合的商业模式，为基础设施建设提供支持。英国国家天然气公司领导了一个“项目联盟”，计划在本世纪 30 年代建成横跨全英国的“氢骨干网”，重新分配、新建输送管道，

氢气通过管道运输至机场后需液化处理，相关设施将使用大量土地与电力。《报告》预计在 2040～2045 年，这一需求将急剧增长。

连接天然气、氢能、热力、电力等主要工业集群，但目前该联盟还未与氢能航空相关部门开展业务对接。

随着氢能需求的增长，公路运输成本将迅速提高，且由于氢气管道输送的改造或新建周期较长，未来可能无法满足机场用氢需求。建议开展项目研究，预测氢气公路运输“临界点”，为氢气管道输送提供规划信息；机场应与邻近区域的氢能生产企业建立联系，探索未来氢能供应；航空业应尽快向“项目联盟”提供准确的航空氢气需求数据，“项目联盟”应根据该数据制定未来发展规划。

氢气通过管道运输至机场后需液化处理，相关设施将使用大量土地与电力。《报告》预计在 2040～2045 年，这一需求将急剧增长。建议政府在 2024 年制定并更新短期与中长期规划，确定未来氢运输、液化、储存涉及的机场土地与电力需求；2030 年启动机场液氢储存设施初步建设；与英国机场运营商协会（AOA）合作，探索建设低成本液氢储存设施；每个机场应制定各自的氢能基础设施发展计划。

做好飞行准备

氢能航空将大幅改变现有的机场布局，需要新建一系列机场设施、培养诸多新能力、制定新的标准与流程并提前准备

示范运行。

目前正在开展的项目包括：易捷航空与布里斯托机场牵头的 Acorn 项目，测试外场环境下安全使用氢气为地面设备供电，以协助制定外场用氢的安全指南与监管框架；格拉斯哥机场与 Ikigai 集团牵头的氢枢纽项目，研究绿氢生产、储存与使用方案，为该机场 2027 年试运行零排放航班做准备；空客公司的氢枢纽网络项目，成员涵盖美、英、法等 11 个国家的机场、航空公司、燃料供应商在内的超过 60 家单位，通过研究实施方案、制定法规标准等方式，助力实现整个氢能航空产业链的低碳运行；克兰菲尔德大学利用自己运营的机场和飞机，开展包括氢储存、加氢、机场设施、燃料认证、用氢安全、土地规划在内的广泛研究。

与目前的机场相比，氢能航空机场需要在各环节做出改变，如安全评估、应急计划、外场加氢许可等，加氢车辆也处于开发初期。建议建设氢能示范机场网络，在 18 个月内完成选址、资金与管理政策制定，各行业利用该网络开展测试，制定必要的标准、程序、流程与法规；制定气态和液态氢燃料的标准操作指南、流程；制定氢能机场基础设施建设指南，包括土地使用规划、危险化学品处置、一般安全制度等；加强氢燃料、液氢地面储存设施等的标准制定与监管。

关于氢能示范机场网络，建议利用目前已经具有氢基础设施的部分机场，如布里斯托机场、鹿特丹海牙机场等，加强国际合作，建设氢能机场网络；调整并集中资源，在英国改造建设首批 5 个示范机场，并以 2027 年前后开通氢能航班示范航线（支线涡桨）为目标实施规划。

氢能航空在较长时间内都将面临庞大的资金需求，包括基础设施采购与建设、氢燃料、飞机购买、航空公司与机场的初

图 3 | 《报告》预估的单程飞行（从布里斯托机场起飞）液氢需求量



期运营等。建议设立氢能航空过渡资金，覆盖基础设施采购与建设、氢燃料购买等初期运营成本；将氢能航空纳入英国排放交易计划（ETS），免除飞机采购税费、免缴航空乘客税（APD）、给予氢燃料使用补贴。

为保证氢能航空的顺利运营，需制定技能培训计划、重新培训现有员工、引进氢能专家。建议行业与学术界、政府密切合作，确定未来劳动力需求，花费几年时间开发培训课程；支持氢技能联盟（HSA）在制定技能发展战略方面的工作；为“未来飞行挑战”或类似项目提供额外资金，用于发展并提升氢行业技能；氢能示范机场与各行业广泛合作，确定技能培训需求与培训计划。

分阶段发展关键建议

下图梳理了《报告》提出的一些关键建议。一是持续技术开发，同时明确需求与目标，制定投资、安全、标准等一系列

政策与法规，开展行业技能培训。二是规划氢能示范机场网络，设立过渡资金，为示范机场的试运营创造条件，提升氢能航空的商业竞争力。三是建成氢能机场网络，持续供应低成本绿电。

《报告》根据英国国情与发展现状，针对氢能航空全产业链，从顶层设计到底层技术，提出了一系列措施建议，具有一定的指导与借鉴意义。

第一，需尽早明确需求，加速设计并落实顶层规划。《报告》以氢能在航空业中的需求为强牵引，建议在开展需求研究、掌握需求数据的基础上作出顶层规划与详细设计，优化有限资源、协调发展。同时，除制氢外，氢能航空几乎还处于早期阶段，要加速落实顶层规划，配合飞机可能的服役节点，提速各环节研究。

第二，需统筹全行业、全产业链发展氢能航空。氢能航空是一个全新的产业领域，不仅是航空，还涉及包括能源、金融、管理、教育在内的诸多行业与技术的交叉融合，各行业要形成合力突破核心技术，同时共同制定、执行安全标准与规范，加强风险管理和安全保障，巩固该新兴产业的发展根基。

第三，需高度重视投融资政策的力度与可持续性。投融资政策在新兴产业发展过程中扮演重要角色，要创新财政补贴制度，提升支持标准与力度，并保持政策的一贯性。在达到一定技术成熟度后，引入、扩大社会资本进入，推动形成完整的氢能产业链和生态圈，确保氢能航空的可持续发展。

应注意的是，氢能航空虽然是未来零碳飞行的重要手段，但其几乎颠覆现有民用航空的全产业链，投资规模、周期、不确定性与风险很大。因此，发展氢能航空的前提仍是大量论证与规划，并充分协调、权衡以 SAF 为代表的其他低风险航空减碳措施。■

波音公司多措并举改进其安全质量管理体系

文 | 阴鹏艳

2024年8月6日，美国运输安全委员会就波音737飞机应急门塞脱落事故举行听证会，审查了波音公司制造和检验、安全管理和质量管理体系等问题，强调了重视安全文化建设、加强质量监管的紧迫性。此前，波音向美国联邦航空管理局提交了安全和质量整改行动计划报告，相关举措对审视自身安全与质量管理体系，持续提升航空产品的安全与质量水平具有参考意义。

图 | Boeing



图4|《报告》提出的氢能航空分阶段发展关键建议

持续稳定的政策支持		吸引长期资本进驻投资		吸纳全球科研与技术人才	
近期 (2024年~2026年)					
• CAA应增加资金投入制定法规、标准	• 增加本土液氢供应支撑开发测试	• 融资机制改革	• 估算航空用氢需求	• 开展电力系统改革降低绿氢成本	• 机场与各方合作规划未来氢能供应、储存、分配与加氢设施建设
• 筹划建设氢能示范机场	• 加速私企对机场氢能基础设施的投资	• 允许TRL6以上的公共投资加速技术规模化	• 在2025年前建成国家氢能学院	• 确定未来劳动力需求并开发培训课程	• 为“未来飞行挑战”或类似技能提升项目提供额外资金支持
中期 (2027年~2030年)					
• 相关法规、标准基本成熟	• 为航空公司与机场设立氢能过渡资金	• 保证至少10年的稳定资金投入	• 明确2030年后的可再生能源、碳捕集、核能、氢能发展目标	• 研究提升氢能飞机的价格竞争力	• 初步建成氢能机场网络
• 研究确定氢能车辆-管道运输“临界点”	• 成立“2035-2050”工作组评估未来低碳（或无碳）氢产能				
远期 (2031年~2050年)					
• 建成并运营氢能机场网络	• 提供足够的可再生电力用于制氢与氢气液化				

背景情况

2024年1月5日，美国阿拉斯加航空公司一架737MAX9发生机舱侧门塞脱落事故。经调查，事故原因为4个门塞固定螺栓缺失。尽管造成该安全问题的具体细节及责任人至今未明确，但近年来波音产品频发安全和质量事故已引起高度关注。2月，美国联邦航空管理局组织授权专家小组发布审查报告，提出了27项调查结论及53项改进建议，明确指出了波音存在安全文化薄弱、安全管理体系冗杂、质量问题反馈不畅等问题，并要求波音在90天内对照改进建议，提报关于加强安全和管理的中长期改进计划；3月，美国联邦航空管理局完成对波音公司及其商用飞机部件主要供应商势必锐航空系统公司的审查，发现其在制造过程控制、零件处理和储存、产品控制中存在一系列不合规问题；5月30日，波音公司向美国联邦航空管理局提交整改报告，阐述了其在门塞脱落事故发生后采取的主要措施，提出了关键绩效指标，并制定了质量和安全整改计划，以期在产品安全和质量管理方面实现可考评的系统性转变。

主要举措

波音立即对事故相关生产系统及供应链采取了改进措施。一是改进生产系统。举措包括：修订舱门插头的制造计划及相应的培训、维修规划、飞机手册文件、拆装要求和检验标准；采取更多的质量控制措施，并在9个关键建造点位增加合规性检验；通过安全管理体系(SMS)和质量管理体系(QMS)处理机队和生产检验结果；邀请客户代表审查生产和质量规程；任命前美国海军官员作为安全和质量负责人，对生产系统进行独立评估；以质量和安全为重点，为

波音针对商用飞机项目提出了6项以质量和安全为重点的关键绩效指标(KPI)，每项指标均设有衡量准则和控制边界，数值超限将触发纠正措施和安全管理体系风险监测机制。

所有项目设置一致的关键绩效指标，并修订相应的管理办法和薪酬补偿模式。

二是改进供应链，具体举措包括：在势必锐航空系统公司实施更多质量控制措施并新增检验项，更新对机身装运至波音之前的批准放行要求；针对所有在波音工厂从事结构相关工作的供应商机械师，新增人员胜任力评估；向供应商发布公告，要求其加强自身合规性，降低交付件出现缺陷的风险。

同时，波音还提出六项关键监控指标确保生产系统健康稳定。波音针对商用飞机项目提出了6项以质量和安全为重点的关键绩效指标(KPI)，每项指标均设有衡量准则和控制边界，数值超限将触发纠正措施和安全管理体系风险监测机制。相关指标还可用于监测和评估产品安全和质量计划的改进效果，并作为未来生产提速时衡量生产系统成熟度的重要依据。

具体指标包括以下几点。第一是员工熟练程度，即衡量精通核心技能的员工比例。第二是不合格通告(NoE)返工小时数，即衡量在总装环节处理来自波音内部和供应商不合格工作所需进行的返工量。第三是供应短缺度，即衡量来自波音内部和供应商的每日供货短缺情况。第四是每架飞机返工小时数，即衡量在总装环节中每架

飞机花费的返工总时间。第五是下线遗留工作量，即衡量飞机总装环节中未完成事项的工作量。第六是交付前绩效，即衡量每架获出厂批准的飞机在交付前的质量缺陷水平。

三是波音明确了要在七个产品安全和质量重点领域的改进计划。首先是生产系统中深化实施安全管理体系。主要举措包括：加强安全管理体系与质量管理体系融合。在质量管理体系中实施明确定义的安全管理体系触发机制，强化生产安全审查委员会职责；持续推广数据驱动的报告和分析，通过安全管理体系风险注册表跟踪生产问题、进行风险控制和值监测。实施“移动就绪”流程以减少下线遗留工作。制定关键总装点位的建造里程碑准则，要求未达到准则要求的波音737不得移动至下一点位(除非开展安全风险评估并制定风险缓解计划)，未来该流程将推广至波音787、767和777。强化员工报告渠道。优化针对安全和质量问题的员工报告系统，加强正面宣传力度和对报告人的保密保护。实施后，2024年前两个月的报告数量同比增加5倍以上，未来还将进一步提升该系统的风险分析和风险预警能力。波音Speak Up员工报告系统自2019年设立以来已收到数千份问题举报，门塞脱落事故发生后，波音进一步鼓励员工提出产品和服务安全、质量和合规性问题，Speak Up系统中2024年前两个月提交的数量与2023年同期相比增加了500%以上。

二是确保生产系统合规，加强对关键领域的日常审查和持续改进。主要举措有更新外来物控制计划：包括修订规章制度及操作规程、开展额外培训等，已在737工厂中改进了外来物区域标识，将各工作区域外来物控制责任分配给车间主任，完善外来物控制预防度量指标等，并计划在2024年年底前发布关于外来物控制的新版

指示要求。加强工具控制：包括明确工具控制主责岗，在工具和收纳箱上采用跟踪技术，要求机械师在集中位置领取、使用和返还工具，加强对遗失工具的控制。加强零件和物料控制：包括集中在制品货架的管理职责，升级跟踪零件和物料的数字设备，改进库存控制等。严格遵守作业规程：包括强化培训与辅导，确保机械师遵守作业指导书和产品数据定义，并在年底对此进行评估和检查。

自2024年4月中旬试点条形码标签开始以来，737团队能够在几分钟内跟踪并找到零件，同时减少了零件丢失。此外，团队对存放零件半成品(WIP)机架进行了大修，使其能够在飞机组装过程中跟随移动。

三是简化质量流程和程序。主要举措包括全面评估质量管理体系中的400余项规章制度及操作规程，消除冗余与矛盾，创建更简洁、易于理解和应用的架构。加强拆装管理，在737返工和拆卸文件要求中明确禁止除制造和质量团队以外的人员发起拆卸指令，并在制造执行系统对拆装权限加以严格限制。加强签章管理，针对返工和下线遗留事项中跨区域作业的签章流程修订相关规章制度及操作规程，并加

图 | Boeing



强员工责任培训。

四是简化和改进安装计划。主要举措包括审查关键结构和系统的“设计-建造”流程，识别生产和维护环节的安全风险并加以改进。简化和明确安装计划的作业指导书。简要直观地为机械师和检验员提供执行任务所需的所有相关信息，修订 737 垫片和钻孔的概念验证安装计划，未来还将持续开展修订工作并对成效进行评估。

通过优化工厂现场信息系统，机械师访问工程图纸和安装计划变得更加简单，过去可能需要在多个程序中单击多达 10 次才能访问相关文档，实施改进后时间可缩短一半，且无需访问多个系统。

五是改进供应商监督和检测流程。主要举措包括提升数据分析能力。基于历史数据创建高级分析工具，分析供应链中的质量风险并指导行动。升级并标准化供应商监督流程。通过加强监测、取消作业等措施处理供应商质量问题，同时探索更广泛的供应商参与模式，并与一级供应商合作，为二级和三级供应商制定共同的监督流程。理顺供应商质量流程。帮助供应商更好地理解质量要求，收紧供应商异地作业和质量缺陷的验收标准，推动实现更好的质量绩效。推动质量安全问题对话。与行业合作伙伴探讨航空工业的质量挑战风险和补救措施，制定推广行业标准（如安全管理体系）并加速改进。

六是强化劳动力培训。主要举措包括丰富安全和质量培训课程。为新机械师和检验员增加 300 多小时的新课程，包括安全管理体系与安全文化、法规和流程、关键生产技能等。加强结构化在职培训。设置工厂现场教练和同行培训师，并对生产车间工作经验少于一年的机械师、少于两年的质量员进行培训和评估，确保其熟练掌握安全、质量和合规性要求。

七是促进形成安全与质量文化氛围。

主要举措包括每季度在全公司范围内组织质量和安全日活动，传播和分享安全、质量和合规性的见解与经验。创建“员工参与小组”，每周主持问题解决研讨会，并对员工上报的生产系统改进建议进行审查。为制造和质量相关主管领导制定技能提升计划，针对 737 项目领导层开展基础管理培训。多渠道扩大安全管理体系的宣传推广，如在工厂车间张贴宣传标识，制作安全、质量和合规性主题看板等。

对行业的启示

以波音安全和质量事故为戒、改进举措为镜，聚焦航空产品高质量稳定发展，市场竞争力持续提升，提出以下三点启示：

一是要注重安全与质量管理机制的有机融合。构建高水平质量与安全是打造高端制造业、发展高端航空装备的核心要求和根本遵循。因此，必须将安全作为质量管理的核心任务，构建以识别和降低产品安全风险为目标的安全管理体系，开展产品全生命周期安全管理流程、重点指标的梳理和优化，同时确保相关制度机制简洁易执行、操作规程清晰可追溯、安全状态透明可评估。

二是要利用安全与质量管理工具，充分发挥数据价值。依托先进数字技术和统一标准，构建安全和质量大数据池，分级分类实施挖掘分析、智能监测、趋势预警等，推动质量安全管理向事前预防转变；探索利用制造成熟度等工具开展制造和质量一体化管理，牵引先进制造体系建设和质量高效监管。

三是要强化安全与质量文化及平台机制建设。强化安全和质量文化的宣贯交流与系统培训，优化和完善问题报告渠道与正向反馈机制，激发能动活力，形成安全和管理齐抓共管、上下一盘棋的良好氛围。■

新订单能否助力 A330neo 打开新市场

文 | 刘振敏

2024 年 8 月，国泰航空宣布订购 30 架 A330-900 飞机，用以更新机队中的 A330-300 飞机，助力扩大在高密度区域航线的运营。根据计划，这一订单将从 2028 年开始陆续交付，此外国泰航空还确定了 30 架 A330neo 系列飞机的可选订单。过去几年，由于亚航 X、伊朗航空等航司的订单从空客的储备订单中消失，使得空客 A330neo 的订单相比竞争对手一直处于劣势，此次国泰航空的订单一方面让空客这一机型的确认订单已相比去年翻番，同时也有望带动亚太地区更多客户选择 A330neo。

图 | Flightradar24



新技术与成熟平台结合

在现有机型上做文章，将新的技术与成熟的平台结合，已成为商用飞机产品保持生命力的有效策略。A320neo 是这一策略最成功的市场范本，因此空客也希望能够将这一策略复制到 A330 项目。

2014 年，空客宣布对其历史上最成功的一款宽体客机 A330 通过换发进行技术升级。根据空客的规划，A330neo 包括 A330-800 和 A330-900 两种机型，前者用来替代 A330-200，后者用来替代 A330-300。发动机方面，空客选择了遑达 7000 发动机。这款发动机是基于遑达 1000-Ten 研制的，而遑达 1000-Ten 又是在遑达 1000 和遑达 XWB 基础上研制的。基于一个项目的成果开发下一个项目，罗罗公司凭借这一策略，扩大了其在包括 A330neo 项目在内的空客宽体客机动力市场的独占性。尽管之后 A330neo 项目的研发进度曾因发动机的问题被迫推迟，但遑达 7000 毫无疑问是一款优异的动力产品。在遑达 7000 研发过程中，罗罗公司大量使用了遑达 XWB 的技术。与遑达 700 相比，遑达 7000 发动机的风扇直径从 97.5 英寸增加到 112 英寸，涵道比则由 5:1 增加到 10:1，这使得飞机的燃油效率较在役 A330 提高了 11%，噪声降低 10 分贝。

三年后，2017 年 10 月，首架换发的 A330-900 在法国图卢兹完成首飞，首次飞行历时 4 小时 13 分钟。2018 年，首架 A330-900 飞机交付葡萄牙 TAP 航空，A330neo 也成为了空客历史上研发进度最快的机型。

无论是 A320neo 还是 A330neo，对于航空公司来说，都可以看到最直观的实惠——提高航程、增加有效载荷、降低单座直接成本。此外，换发的机型还能保持机队的高度通用性，降低航空公司的培训

和维护成本，其中包括有效减少了维护项目——无需进行机身疲劳取样，延长了检查间隔。同时，换发机型与现有机型在机体结构上有 95% 的通用性，飞行员只需要进行半天培训，就能从 A330 过渡到 A330neo 的飞行。2018 年首家用户葡萄牙 TAP 航空的飞行员上午抵达图卢兹，经过半天的培训，下午就能独立操纵飞机完成调机飞行。良好的通用性，对于 A330 的老客户来说，意味着 A330neo 能够无缝融入现有飞机机队中，这对于低成本航空公司来说是极具吸引力的。

除了发动机，A330neo 新在哪儿

对于航空公司客户来说，除了新发动机带来的燃油效率提升之外，来自飞机气动外形设计的优化和翼展的加长也让 A330neo 实现了降低 3% 油耗的目标。A330neo 外形中一个十分明显的特征就是空客为其量身定制的 A350XWB 式流线型鲨鳍小翼。该小翼由复合材料制成，相比在役的 A330（翼展为 60.3 米）的小翼，它和大翼完全融为一体，尺寸更大，A330neo 的翼展也因此增加至 64 米，有效提高了飞机的升阻比，减小了阻力。尽管翼展变长了，但并没有超过现役 A330 所使用的登机口限制，仍然满足 E 类机场的要求，地面运行不需要做出任何改变。

在客舱设计方面，作为 A330neo 项目持续发展的一部分，空客为这一机型的“飞行空间”（Airspace）客舱引入全新的增强功能。在 2024 年的飞机内饰博览会（AIX）上，空客首次公布了一款特别的 A330neo 全尺寸客舱模型，展示了全新的“飞行空间”客舱功能，其中包括全新可定制幻彩氛围灯和迎宾面板，客舱侧壁板、顶板和门框面板的新内衬以及电控可调光

舷窗（EDW）。这些新功能根据计划将从 2027 年到 2028 年之间向客户提供。特别值得一提的是，在提升整体乘客体验的同时，此次改进还促进了与更大的 A350 飞机保持协同一致，这些元素的结合将有助于实现 A330neo 整机减重约 100 公斤。

根据空客的规划，从 2026 年第一季度开始交付客户的所有 A330neo 飞机上，拥有“飞行空间”标志性图案的二号门迎客区拓展顶板照明将成为标准配置。可定制幻彩氛围灯将在 2027 年作为 A330neo 的高级选项推出。对于航空公司来说，这将是一个可通过 1600 万种颜色图案和独特模式来差异化定制一号门和二号门之间区域的关键选项。得益于“飞行空间”客舱侧面的行李架能够提供足够的存储空间，商务舱通常不再安装客舱中部的头顶行李箱。

在客舱内，新的侧壁板为每个靠窗座位提供了 5 毫米的额外肩部空间以及 5 厘米的额外脚部空间，这主要归功于重新设计的地板通风嵌板。根据空客估算，新的侧壁板和通风嵌板解决方案将为飞机减轻约 85 公斤的重量。同时，与之匹配的全新客舱顶板也比之前的设计更轻，从而为整个客舱节省了额外 10 公斤的重量。

A330neo 为客户提供的另一个可选配置则是由 Gentex 公司研发的电控可调光舷窗（EDW），这一配置目前已经成为了 A350 飞机上的可选配置。这款最新一代的电控可调光舷窗能够实现无缝调节、快速变暗，并且可以有效阻挡 99.999% 的可见光，以及来自太阳的红外能量。在安装了 A330neo 新的侧壁面板后，可轻松实现机电遮光罩与 EDW 部件之间的更换或互换。

市场表现未及预期

最初，空客对 A330neo 的市场前景颇为乐观，曾预计到 2030 年这一机型的

销售可达 1000 架至 1500 架，但事实上，这一机型自 2018 年交付首家客户以来，仅获得了 371 架订单。A330neo 的销售未及预期原因是多方面的。

首先 A330neo 项目启动之时，业界就曾有不同的声音。一些客户认为，要与 787 正面竞争，空客需要推出一款全新机型，因此空客将 A350 的研发放在了 A330neo 之前。当 A330neo 投入运营后，不少客户机队中的上一代 A330 仍正当年，因此在当时市场空间有限也很容易理解。

其次，突如其来的疫情对于全球航空运输市场的冲击是令人始料未及的。A330neo 项目的潜在客户名单中，低成本航空公司是一个非常重要的群体，例如 A330neo 的大客户亚航 X 公司就曾一次订购了 50 架 A330neo。事实上，亚航 X 公司对于 A330neo 项目起到了重要的推动作用。2014 年之前，亚航 X 公司就多次与空客就 A330 项目换发进行过多轮探讨。在疫情爆发前，全球低成本航空公司发展也十分迅猛，甚至很多大型航空公司都在着手组建自己的低成本航空公司，而中远程国际航线是廉航下一步的发展重点。例如，当时的卡塔尔航空、汉莎航空等都曾对廉航航线运营飞机进行考察。事实上，在 2020 年之前，低成本航空公司也多次下单 A330neo 飞机，占到了 A330neo 订单的一半以上。但疫情之后，很多低成本航空公司迫于压力不得不取消已有订单，其中就包括亚航 X 公司，这也使得 A330neo 的储备订单数量一直落后于竞争对手。

根据 Cirium 的数据统计显示，自 2018 年首架 A330-900 飞机投入运营之后，2019 年空客共有 280 架 A330-900 和 14 架 A330-800 飞机的储备订单，这也是目前为止这一机型的储备订单峰值。截至 2024 年 8 月，A330neo 的储备订单包括 212 架 A330-900 和 5 架 A330-800，其

中已有 134 架 A330-900 和 7 架 A330-800 已交付客户。相比之下，截至 2024 年 8 月，波音 787 的储备订单为 794 架，其中包括 596 架 787-9、163 架 787-10、34 架 787-8 和 1 架 787-8 公务机。全球航司已有 1145 架 787 系列飞机运营。

需发力打开新市场

随着时间的推移，如今不少航司的 A330 飞机将陆续面临退役，这对于 A330neo 来说具有天然的竞争优势。此次国泰航空的订单也证明了这一点。早前，国泰航空就曾在 787 和 A330neo 之间摇摆，但最终综合考虑各项因素之后选择了 A330neo。与国泰航空情况相似的还有美国达美航空。达美航空是目前 A330neo 的最大运营商，公司共有 29 架 A330neo 飞机在役，同时还有 10 架 A330neo 飞机将陆续交付。在此之前，达美航空曾订购波音 787-8，但最终在 2016 年将这一订单改为了 A330neo。这或许是与其宽体客机机队中已有 31 架 A330-300 和 11 架 A330-200 不无关系。

除此之外，越捷航空、维珍航空等也都计划用 A330neo 逐步替代现役机队中的 A330 飞机。其中，越捷航空将逐步用 A330neo 替代现役机龄在 9 年至 16 年的 A330 飞机。维珍航空则计划在 2028 年，将 787-9 的机队数量从目前的 17 架减少到 14 架，取消 2 架 A350-1000 飞机订单，扩大 A330neo 机队数量，在完成对 10 架 A330-300 飞机的替换和新飞机的补充后，A330-900 飞机的数量将达到 19 架。

牢牢抓住新兴市场成长的机遇正是欧洲飞机制造商空客近年来迅速崛起并逐步超越老牌劲旅波音的关键所在。相对于欧美市场，对于 A330neo 项目来说，亚洲市场，主要是中国市场的开拓较为关键。

以欧洲为例，汉莎航空、奥地利航空、瑞士航空等目前的宽体客机机队都以 787、777、A350 等为主，尽管如汉莎航空的子公司 ITA 航空曾表示会考虑增购 A330-900，但恐怕难有大手笔订单。

但在中国市场，根据 Cirium 的统计分析显示，目前中国航空公司运营的上一代 A330 飞机机队的平均航段距离为 2250 公里，而 A350、787 和 777 的平均航段距离分别为 2530 公里、2920 公里和 3780 公里。根据 Cirium 对中国航空公司在 2015 年至 2023 年间运营的航班分析，仅有 14% 的航班飞行距离超过 5000 公里，因此中国航空公司在大多数中短程航线上更多地使用 A330 机队会更具经济性。

根据《环球航空资讯》的最新数据显示，目前中国民航共有 220 架 A330 飞机，其中一半以上机龄超过 10 年，机龄 15 年以上的占 18%。考虑到中国民航机队的平均机龄为 9.8 年，因此对于空客来说也意味着时机已经到了。早前也曾有消息传出，国内航司有意订购 A330neo，但目前尚未有官方消息。

2017 年 9 月，空客在天津宣布正式启用欧洲以外首个宽体飞机完成和交付中心，当月从天津完成和交付中心下线的首架 A330 飞机交付天津航空。参考早前 A320 项目，未来如果空客能够在中国收获足够的 A330neo 订单的话，空客也有可能将 A330neo 飞机的完成和交付工作转移至中国。如果这一系列计划实现的话，不仅可以大大提升中欧航空合作的深度和广度，还将对空客在中国的业务发展产生一定的影响。届时，空客将很有可能扭转一直以来在宽体客机交付上落后于竞争对手波音的境况。A330neo 能否在中国复制 A320 系列飞机的市场成功值得关注。■

高铁对民航的竞争优势及应对

文 | 柴雨丰 王淳

民航和铁路在我国交通运输体系中各自扮演了重要的角色。但随着铁路基础建设的不断投产、高铁服务的比较优化和高铁运行速度的提升，在国内客运运输市场中，民航正在直面高铁的竞争冲击。从旅客的角度看，高铁在服务旅客便利出行等方面的竞争优势正在转化为市场优势，“铁进民退”正在不断蚕食民航的既定市场。

图 | Tim Cao



高铁较民航的竞争优势

首先，高铁的服务更便民。大中城市原本就有普通铁路的存在，高铁线路往往是对既有线路的改造，高铁车站多位于城市中心或附近，并且有地铁、公交、网约车的接驳，旅客出行更加方便、经济；高铁的中转衔接时间短，旅客在不出站时前后换乘车次的最小间隔时间可压缩在15分钟之内；除了出现山洪暴发、铁路路基冲垮等极端情况外，高铁适应全天候运行的能力强，出发及到达时间可以精确把控；在智慧出行应用方面，除购票外，旅客还可使用手机APP选择在餐车或停靠站点外卖订餐，上车后可以动态候补下段车票；高铁的运行时间多数集中在白天，旅客能够欣赏铁路沿线的风景，减轻旅途的枯燥感；当旅客厌倦了在车厢中久坐，可以随时不受限地在车厢内走动，列车停靠中途站点时可以下车吸烟、放松；铁路部门全面推行身份证刷证进出站服务，更符合旅游行业的主流。

其次，铁路更具服务弹性。高铁的承载及满足旅客需求的能力更强，比如春运和寒假期间，部分高铁列车会将餐车车厢的部分区域临时改造成儿童活动区，既满足了儿童好动玩耍的需求，又从娃娃阶段就培养高铁的忠实粉丝；高铁座位可以灵活调整，有座背倾斜角度调整、方向反转调整等，满足小团出行卡座互动的需求；为满足不同的出行需求，铁路提供高铁卧

铺、一等座、二等座等产品；自2024年6月15日开始，高铁打破了夜间不行驶的传统，在北京—香港、上海—香港间对开了夕发朝至的高铁车次；高铁在安检，旅客随身携带行李的重量、数量、体积的限制方面更加灵活；在出行高峰期，高铁会适量提供二等座无座票，满足迫切出行旅客的需要；高铁在车站停稳后即可开门上下客，不需要等客梯车、对接廊桥。高铁会根据旅客上下车的人数，开启不同数量的车门，旅客上下车占用时间短。

再次，铁路发展潜质巨大。截至2023年底，全国铁路营运里程为15.9万公里，其中高铁营运里程为4.5万公里。根据2020年铁路规划纲要，到2035年铁路营运里程为20万公里左右，其中高铁营运里程为7万公里左右，20万人口以上城市实现铁路覆盖，50万人口以上城市实现高铁通达。目前铁路有高铁、城际、动车、直快、特快、快速等多种车次种类，对应不同的行驶速度、票价水平和停靠站点。同时在同一列车中，有软卧、硬卧、软座、硬座、站票等多种票价产品，基本上能满足不同消费群体的出行需求，比如夕发朝至的快车卧铺票比高铁票的价格还要低，得到了中小企业差旅、退休族等群体的青睐。铁路的网路日臻完善，2024年6月15日国铁集团对铁路运行图进行调图，开通了连接长三角沪、浙、苏、皖四省市的高铁环线。如未来在珠三角、京津冀地区、蓉渝地区开通高铁环线，并形成多个铁路

局域网络和铁路枢纽，将进一步巩固铁路的优势地位。

最后，铁路的吸金效果显著。因民航国内航线与铁路的市场重合度较高，且铁路多以国内运输为主，在此将民航国内航线客运量与铁路客运量直接进行对比分析。2024年上半年，铁路旅客发送量20.96亿人次，同比2019年增长18.1%，民航国内旅客运输量3.21亿人次，同比2019年增长12.5%，铁路旅客发送量增速高于民航增速5.6个百分点，说明铁路市场份额在扩大。铁路的竞争优势正在转化为市场优势，吸金效应明显。从2024年上半年的春运、五一假期、端午假期的数据表现看，铁路旅客发送量较2019年同期的增速均不同程度地高于民航国内旅客运输量较2019年同期的增速，铁路部门在上半年三个关键期间的表现为其赢得了经济效益与社会贡献的双丰收。

民航如何突围应对

铁路的优势有其自然专属的特征，铁路的优势恰恰是民航的劣势，在短期内无法通过技术进步、管理提升在民航业内平移、复制该优势。面对铁路运输的来势汹汹，民航该如何应对？

在市场布局上必须扬长避短。尺有所长、寸有所短，铁路在网络、规模、大环境、客户群体等方面已经形成了一定的后发优势。总体看，民航相较于高铁在1000公里以下的市场，在旅客总出行时间上没有优势，价格上也不具有吸引力。基于以上原因，高铁在中短途运输中脱颖而出，特别是热点城市中“铁进民退”的情况比较普遍，比如成都—西安、北京—济南、成都—贵阳已经完全是铁路客运的天下。因此民航不应与高铁在双方高度重合竞争的市场进行正面交锋，在航班编排和运力投放方

空铁合作要有实质性的便民举措。必须发挥大交通体系下的大规划、大协同、大合作的作用。

面坚持“有所为、有所不为”的原则，即重点聚焦高高原航线、跨海航线、涉疆航线、1500公里以上国内航线、没有高铁覆盖的航线、国际航线等几大细分市场。即便是有高铁运行的航线，要错开时间段，比如国内大多数高铁是集中在上午时间段对开车，民航的班表出发时刻可以集中在下午及晚上的时间段。

空铁合作要有实质性的便民举措。必须发挥大交通体系下的大规划、大协同、大合作的作用。机场规划与铁路规划要一揽子考虑，不能各自为政，避免低效的基建投资。目前空铁合作给旅客带来的实质性便利并不多，比如仅仅局限于一站式购买空铁两段的客票。主要问题是机场与高铁站相距甚远，旅客中转并不方便，可开通免费中转巴士来引流。即使是飞机场、高铁站并存的综合立体交通枢纽，往往是一强一弱，铁路的发车量和通车站点也并不多，不能高效、多时段地支撑空铁联运。后续空铁合作的便民举措还需要细化，比如该机场要打造进出港的航班波，该高铁站要围绕进出港航班波进行适当的铁路运行图调图，明确合理的最短空铁衔接时间，当空铁一方延误导致旅客无法按原计划中转时，要有免费签转的保障。空铁双方要稳定一站式购票联运产品的供给比例，通过联程产品来引导旅客的消费习惯，不能因为旺季保高收益就降低联运产品的供给比例。对于地空联运，考虑设置专门的中转通道、托运行李是否直接送达高铁站台、

图1| 民航、铁路分阶段数据对比

注：2024年上半年数据、2019年上半年数据来自交通运输部网站。民航国内旅客运输量数据包含港澳台数据，因其占比较低，在此不予剔除。铁路旅客发送量含国际列车的数据，因其占比较低，在此不予剔除。春运、五一、端午假期的运量数据来自交通运输部网站，同比2019年增速为自行计算。

	2024年上半年运量 (亿人次)	同比2019年增速	春运日均运量 (万人次)	同比2019年增速	五一日均运量 (万人次)	同比2019年增速	端午日均运量 (万人次)	同比2019年增速
民航国内旅客运输量	3.21	12.5%	208.6	14.5%	199.4	14.2%	184.3	14.7%
铁路旅客发送量	20.96	18.1%	1208.9	18.8%	1835.3	26.0%	1534.9	21.0%
民航与铁路增速差	-	-5.6pt	-	-4.3pt	-	-11.8pt	-	-6.3pt

—
要加强行业整合力度，通过交叉持股等方式，加大行业间互动合作的深度和广度。
—

安检标准及责任划分等服务细节。

全力发挥民航业的合力作用。高铁之所以遍地开花，一方面是中国有自己独立自主的核心技术，同时归功于铁路体系是一家，政令畅通、人和业兴。民航当自强，避免内卷，杜绝业内“杀敌一千自损八百”的价格战。航空器、核心维修技术及供应链被国外少数厂商垄断，价格逐年上涨。油价、汇率波动剧烈，只能被动接受。各项成本的刚性特征明显，航空公司间没有任何打价格战的资本和底气。举全行业之力，在干线市场、城市间快线市场要充分发挥飞机飞得快、飞得直、飞得准点的特点，在去弯取直、空管放行、标准高度飞行等方面不断挖潜。要加强行业整合力度，通过交叉持股等方式，加大行业间互动合作的深度和广度。MRO 维修周期与运输生产淡旺季要尽可能形成互补的格局。在特定时期行业监管政策应适当偏离。对于春运、黄金周等生产旺季，全行业必须要全力保供，开通临时航班、红眼航班等方式，避免 2024 年春运海南岛离岛一票难求类似事件的再度发生。加强民航企业文化建设，领导干部带头非强制放弃在生产旺季期间休假，铆足劲抓收入、抓服务保障。

民航要主动进行供给侧改革。高铁对国内航线分流明显，另外国际航线并未全面复苏，国内、国际双轮驱动的动力明显不足。因此应主动下调行业的发展预期和飞机引进速度。对于 1500 公里以内且有

高铁运行的市场，除了航网、产品设计的需要外，民航要主动退缩。稳健经营、牢固树立过紧日子的思想、主动压缩非必要投资，严控风险、“降杠杆、减负债”、提高资本充足率是当务之急。旺季要开足马力保市场供应，加大对飞机可用率、航班执行率、机组执勤时间挖潜、机关空勤干部贡献小时数的考核力度，必要时开通红眼航班、申请政策偏离，争分夺秒去增投创收。淡季要通过减投、价格协调等控制低边际、负边际航线的亏损，对高级别的飞机定检维修尽可能安排在淡季进行。对于重保任务、抢险救灾任务，要无条件地执行。提倡飞机引进方式的多样化，解决资产底盘过重问题。

民航不能与高铁进行价格血拼。价格并不是引流的决定因素，以商务客人居多的京沪为例，京沪高铁 2023 年共承运 5325 万人次，很多商务客人改乘高铁出行是冲着高铁的综合服务体验。在淡季，北京大兴至上海虹桥的机票价格低于同期的北京至上海的高铁价格，价格低依然留住原有的客人。在高铁与民航重合竞争的市场，大力发展低成本航空似乎是出路。但国内航空公司的生产要素及其价格是完全市场化、国际化的，成本单价根本就降不下去。而铁路全部是国产化设备和技术，电气化比例高，运行成本有优势。铁路本身也会推出浮动票价，民航与高铁进行价格血拼是以卵击石。春秋航空以低成本运营著称，但其客舱座位狭窄、机上兜售商品、很多服务需要额外收费、乘机体验差等一直是乘客诟病的话题。春秋航空一直被业内羡慕但尚未被有效复制，说明低成本航空大面积在国内孕育的土壤和发展空间暂不成熟，民航靠低价策略与高铁竞争行不通。■

暑运尾声的新契机

文 | 程佳俊

2024 年的暑运，中国民航不负众望地交出了一份亮眼的成绩单。在暑运接近尾声之际，《关于推进国际航空枢纽建设的指导意见》（以下简称《指导意见》）的发布，更是为未来民航发展注入了强劲动力。在此背景的推动下，整个民航的运营能力将迎来全面的检验，也为未来国际航空枢纽建设的战略重点指明了方向。本文将回顾 2024 年暑运的市场表现，结合《指导意见》的解读，分析在全球复杂情况下，中国民航业的未来发展机遇与挑战。

图 | 赵婷婷



市场强势反弹 暑运需求旺盛

2024年暑运不仅是中国民航在下半年的“大考”，更是在全球航空市场逐步复苏的背景下，对中国民航综合实力的全方位“质检”。随着疫情的渐渐远去和全球经济的加速恢复，航空需求呈现出强劲反弹。尤其是中国国内旅游市场和国际出行需求的同步释放，使得今年的暑运在多个方面呈现出前所未有的繁荣景象。

首先，国内市场需求依旧旺盛，京津冀、长三角、珠三角、成渝双城经济圈，四大城市群的核心航线网络发挥了强大的支撑作用。这些核心城市之间的航线持续热度不减，特别是北京、上海、广州、深圳和成都五大城市的8个机场之间的24条主要航线，在暑运期间共运输了超过724.6万名旅客。这一数字不仅反映了经济发达地区的高出行需求，也证明了这些城市群在中国经济版图中的核心地位和航空运输的战略作用。

其次，支线机场的表现同样亮眼。在中国民航局“干支通、全网联”战略的持续推进下，越来越多的三四线城市机场显示出强劲的增长势头。阿勒泰、吐鲁番、六盘水等机场的旅客吞吐量同比增长超过80%，安康、丽江等旅游热点城市的机场更是保持了超过90%的高客座率。这种现象表明，随着中国中小城市的经济发展和居民收入的提高，出行方式的多样性也开始显现。其中，航空出行的便捷性和需求不断提升，民航运输的服务范围和深度正在快速扩张。

在国际市场上，2024年暑运则显现出前所未有的热度。特别是受巴黎奥运会的影响，中法之间的航空运输市场显著升温，成为这一时期的亮点之一。同时，随着疫情后留学、旅游等国际出行需求的集

中释放，亚洲邻国如日本、韩国，以及东南亚等目的地的航班需求快速攀升，国际客运航班量在暑运期间增长了近10%，每周航班量超过6300班次。这一趋势不仅反映了中国与这些国家和地区日益紧密的经济与人文交流，也标志着中国航空市场的国际化进程进入了一个新的阶段。

值得一提的是，暑运期间，中国民航还打破了历史单日旅客运输量的纪录，8月10日的单日运输量高达245.14万人次，这一数字不仅刷新了历史纪录，也表明了中国民航的运力调度能力和市场反应速度达到了一个新的高度。

运力供给优化 “量”到“质”的跨越

暑运期间，民航运力的供给不仅在数量上显著增加，更是在服务质量和资源配置上实现了全面优化，呈现出从“量”到“质”的积极转变，展示出了民航系统强大的灵活调度和应变能力。据统计，从7月1日至8月20日，民航共计保障航班95.3万班次，日均18682班，同比增加了7.9%。这种增长背后，体现了航空公司精准预判和应对高峰期需求的能力，通过灵活调整航班计划和合理配置机型，确保了航班数量的提升与运输效率的同步增长，与之高度匹配。尤其在暑运高峰时段，北京、上海、广州等重要城市的航线频次得到进一步加密，以更好地满足旅客的出行需求。

无独有偶，民航市场对暑运期间的运力分配，也是做足了充分的调研分析，尤其注重对热门的三四线城市及偏远地区的高度覆盖。不仅响应了国家推进“干支通、全网联”航空运输网络体系的政策，也提升了民航运输服务的广度。数据显示，暑运期间已有15万人次的旅客通过通程航

班服务，实现了“一次支付、一次值机、一次安检、行李直挂”的便捷出行体验。通过高标准的通程服务，三四线城市和偏远地区的旅客能够享受到与大城市同样便捷的航空服务，民航服务水平和普惠性也由此大幅提升。

与往年不同的是，今年暑运期间，空铁联运的便捷度已迈入两者融合发展的新高度。通过与铁路部门的合作，国航、东航、南航、川航等多家航空公司已实现与铁路12306系统的对接，为旅客提供“一票制”服务。这一创新不仅缩短了旅客在不同交通方式间的转换时间，还有效缓解了航空枢纽机场的客流压力，提升了整体运输效率。近期，民航局与铁路部门共同签署了《推进空铁联运高质量发展战略合作协议》，进一步巩固了空铁联运的制度化发展基础，推动数据共享、行程联动和服务整合。这一合作标志着空铁联运进入新的发展阶段，为未来综合交通体系的构建提供了重要借鉴。

战略新局 国际航空枢纽建设的重大机遇

在2024年暑运进入尾声时，《关于推进国际航空枢纽建设的指导意见》的发布，标志着中国民航在国际舞台上迎来一次战略性的新机遇。这一指导意见不仅为中国国际航空枢纽的高质量发展指明了明确方向，也为未来中国民航的全球竞争力注入了强劲动力。

国际航空枢纽的建设不仅是现代综合交通运输体系的重要组成部分，更是支撑国家对外开放和新发展格局的重要战略支点。暑运期间的优异表现，展示了中国民航在应对增长的市场需求、服务国家战略方面的巨大潜力。《指导意见》的出台，为中国民航未来的发展提供了清晰的

蓝图。

根据《指导意见》，中国计划在2025年基本形成国际航空枢纽功能体系，到2035年实现全面建成，并达到国际一流水平。到2050年，中国将打造一批世界级航空企业和枢纽，支撑中国成为全球领先的航空运输强国。这一分阶段的目标，描绘了中国民航的宏伟愿景。通过增强北京、上海、广州等主要枢纽的全球连接能力，中国将显著提升国际航空网络的覆盖面和连通度，进一步增强国际竞争力。

在国家推动国际航空枢纽建设的过程中，《指导意见》强调了国际航空枢纽作为航空运输体系核心节点和现代综合交通网络的重要作用。为有效服务国家战略和区域经济发展，《指导意见》提出了“3+7+N”的差异化、多层次功能定位，以全面提升国际航空枢纽的功能体系。北京、上海、广州三大枢纽将进一步强化全方位门户复合功能。这三大枢纽不仅是中国融入全球航空网络的关键节点，还将在国际航线覆盖和转运效率上实现新突破，从而推动中国民航的高质量发展，助力国家战略的实施。成都、深圳、重庆、昆明、西安、乌鲁木齐和哈尔滨七个城市的枢纽，将充分利用各自的地理优势，提升区位门户复合功能。通过打造强大的国际航线网络，这些枢纽将扩大区域影响力，并推动区域经济的协调发展。大连、南京、杭州、合肥等若干区域航空枢纽将在国家战略引领下，依托各自的区位优势，实现资源的有效配置。定位清晰的差异化发展策略，有助于避免同质化竞争和资源内耗，推动各枢纽的互补发展。

这种多层次的功能定位不仅优化了航空枢纽的资源配置，还减少了重复建设和资源浪费的风险。通过精准的战略布局，中国民航将在全球航空市场中获得更强的竞争力，为国家重大项目的落地提供有力

支撑。此外，推动专业和综合性航空货运枢纽的建设，也是《指导意见》的一项重要目标。通过提升货运能力，中国将增强国际航空枢纽的综合竞争力，巩固在全球物流链中的地位。《指导意见》的发布，标志着中国民航在国际市场上的新机遇，同时也为全球航空市场带来了新的竞争格局和合作机遇。这一战略新局推动其在全球航空行业中扮演更加重要的角色。

前景与挑战 全球化进程中的中国民航

中国民航在全球舞台上的崛起，带来了广阔的前景，但也面临着诸多挑战。在全球化加速发展的背景下，如何在国际竞争中巩固和提升自身地位，是中国民航未来发展的关键。

国际航空枢纽的建设为中国民航开辟了新的发展空间。北京、上海、广州等地将逐步成为全球航空网络的重要节点，进一步推动中国融入全球供应链和运输网络。“一带一路”倡议的推进，使这些枢纽不仅仅是交通节点，更是连接中国与世界的战略桥梁，为国际贸易和人员往来提供了更加便捷的航空服务。

众所周知，全球化带来的不仅是机遇，还有诸多不确定性。国际政治经济环境的动荡、局部军事冲突的持续影响，以及全球各国在航空政策上的博弈，都给中国民航的国际化进程增添了不少变数。在这样的背景下，如何应对外部环境的变化，保持稳定发展，是中国民航需要面对的重大挑战。不仅如此，技术创新与环保压力也对中国民航提出了更高的要求。随着全球航空业向低碳、环保方向转型，中国民航需要加快绿色航空的发展步伐。推广新型环保技术、优化航线设计、提升燃油效率等措施，将不仅有助于应对全球气候变

化，也将提升中国民航在国际市场中的竞争力。

与此同时，随着国际航空市场的日益开放和竞争的加剧，服务质量和运营效率成为中国民航企业赢得市场的重要因素。深化改革、创新经营模式，以及优化资源配置，将成为未来提升竞争力的关键。培养高素质人才和升级管理机制，也是确保中国民航持续发展的重要保障。面对这些挑战，中国民航需要以更加开放的姿态迎接全球化进程中的各种变化。在不断完善国际航空枢纽建设的基础上，增强自主创新能力，提升国际市场竞争力。只有在积极应对挑战的过程中不断前行，中国民航才能在全球航空业中占据更加重要的位置，实现从“航空大国”到“航空强国”的历史性跨越。

2024年暑运的结束为中国民航的未来发展带来了全新的思考方向。笔者认为，暑运是民航市场持续时间最长、最为重要的旺季周期之一，通过对暑运期间市场需求、运力供给及运营服务的深入分析，不难看出，中国民航在快速发展的同时，也面临着新机遇和挑战。旅客运输量的创纪录增长不仅反映了航空市场的强劲复苏，也预示着更为复杂的运营需求。在此背景下，国际航空枢纽战略的提出恰逢其时。通过对民航功能体系的差异化、多层次布局，中国民航将更有效地优化资源配置，提升国际竞争力。这一战略不仅服务于国家对外开放和区域经济发展的宏大目标，也为未来数年内中国民航的高质量发展提供了清晰的路径。■

民航管理在 低空经济发展中的新课题

文 | 顾胜勤

作为战略性新兴产业的重要赛道，低空经济开始“加速起飞”，全国近30个省（自治区、直辖市）将低空经济写入2024年《政府工作报告》。低空经济的发展与民航息息相关，民航作为国家民用航空事务的主管部门，推动低空经济的发展责无旁贷，制定体系化的法规与科学的政策为低空经济提供法律保障、指明发展方向等，具有重要的现实意义。本文对低空经济发展中的民航管理进行探讨。

体系化法规是中流砥柱

首先，制定体系化法规是低空经济发展的重要保障。低空经济不是一个简单的产业，而是以产业链为特征的新型产业，不仅跨行业，而且涉及多领域。目前，民航对低空经济虽然制定了一些条例与法规，但离低空经济发展需要还有一定距离，这就要求我们站在低空经济发展的战略高度，在现有法律法规的基础上，进一步完善低空经济法规体系化，确保各项法规之间的衔接和协调，为低空经济发展保驾护航。

制定适航审定的体系化法规。安全是低空经济发展的基石与前提，没有安全就没有低空经济的一切。飞行器是低空经济安全的源头，适航审定法规是确保安全的第一道防线。目前，民航管理部门已经制定了一些飞行器的适航审定法规，包括对传统有人驾驶航空器和无人机的适航审定，也制定和完善了相关技术规范标准。但低空经济作为一个新兴领域，尤其是低空飞行活动的特点，决定了其安全风险相对较高，这对民航适航审定的法规体系提出了更高要求。

目前针对低空飞行的安全监管体系还不够完善。在不同区域、不同部门对低空空域的划分标准存在差异，导致空域使用权限不明确，缺乏统一明确的安全标准和规范，增加了飞行冲突的风险。另外，管理规章不统一与监管手段相对落后，使得跨区域的低空飞行活动难以协调，对低空飞行活动的实时监控和风险预警能力不足。这给民航的管理工作也带来很大的难度与风险，需要加快制定和完善相关标准和规范体系，提高安全监管能力和水平。

制定空中交通规则与航路管理体系化法规。在低空经济发展中，空域资

源的合理配置和高效利用是关键，需根据国家空域资源分布和低空经济发展的需求，进行科学合理的空域规划，明确低空空域的使用范围、限制条件、飞行时间与高度等。但就当前低空空域管理机制而言，它仍然沿用传统的通航管理思路和方法，无法满足低空经济创新发展的需求。尤其在数据化与人工智能的推动下，低空经济领域新技术、新业态不断涌现，各种飞行器层出不穷，现有的空中交通规则与航路管理法规无法及时适应这些变化，需要与时俱进制定体系化法规，跟上发展的步伐。

制定体系化低空经济基础建设的相关法规与标准。低空经济基础建设是安全保障的基础，我们需要站在低空经济发展的全局高度制定相关法规与标准，这些法规与标准不仅针对通用机场，还要拓展到临时起降点等基础设施的技术标准、安全要求等，同时确保设施质量可靠，运行安全。需要指出的是，由于低空经济的飞行器起降点的差异性颇大，这一法规制定时更需要细致与严谨。如 eVTOL 的起降地点不一定在机场，有的在高层建筑顶上、有的在地面空地等。

制定体系化低空服务保障法规体系。民航不仅仅是低空经济的管理者，也是服务提供者。从民航自身来说，通过制定低空服务保障法规体系，可以优化服务流程，如简化审批程序、提高审批效率，提供“一站式”服务等等，提升低空服务的便捷性和时效性。另外，民航管理部门作为法规的供给者，应该主动与地方政府根据实际情况共同推进制定低空服务保障法规体系，使出台的低空服务保障法规体系切合实际情况，能够为地方低空经济指明发展目标、路径和措施。例如，深圳市率先出台了全国首部地方性法规《深圳经济特区低空经济产业促进条例》，就是民航与地方政府紧密合作的成果。

低空经济发展对民航管理的挑战

由于低空经济是信息化大数据与人工智能的产物，是以多领域与跨界行业交融在一起的新型产业，民航无论在管理理念还是管理方式上都面临着前所未有的挑战。

低空经济的跨领域、跨行业对民航管理的挑战。低空经济新型产业链涉足各个领域，包括设计材料、信息技术、制造技术等专业，同时也涉及到政府、民航、企业等相关方，这些跨领域、跨行业增加了空域管理的复杂性。例如，近日发布的《上海市信息通信业加快建设低空智联网，助力我市低空经济发展的指导意见》，文件中明确由市经济信息化委牵头，紧密协同市交通委、市公安局、民航华东局、空军上海基地等单位，建立军民地三方协同机制，组建具体工作专班，加快系统谋划、整体推进等，就需要民航学会跨领域、跨行业管理的协调艺术。

低空经济活动的多层次同样对民航管理带来挑战。一方面是空域资源管理难度增加，低空空域涉及军航、民航、通航等，空域划分和使用权限的协调难度增大。尤其是随着低空飞行器的数量和种类不断增加，低空空域资源变得日益紧张。如何合理规划和利用有限的空域资源，避免飞行冲突，这对民航管理是个新课题。另一方面，由于不同类型的低空飞行器具有不同的性能特点，要求民航管理必须具备更高的动态管理能力，以适应不同飞行器的实时飞行需求，以及快速响应各种突发情况和变化的抗风险能力。

低空经济是航空器与各种产业形态融合的新兴产业，这种多样性的经营方式，一是跨领域的经营方式的多样性，例如“农林+航空”、“旅游+航空”、“客货+航空”、“体育+航空”等融合模式。另一个是区

域的差异性，低空经济的发展不同于以往产业发展，它是以小飞机、短航线、小企业等为依托，具有地域窄、规模小等特点，受当地环境条件与经济发展状况关联度十分紧密，不同地域差异十分明显。这些多样性的经济方式与地域差异性对民航管理同样是一个极大的挑战。

最后，在监管层面上，随着低空经济的数据化与智能化程度日益增长，监管信息无法有效共享和协同，形成数据孤岛，数据共享成为管理的壁垒。这不仅增加了民航监管管理部门的工作难度，也降低了监管效率。由于无人机注册数量近年来快速增长，传统的监管手段已难以满足实际需求，容易形成监管空白和漏洞，故加快加强管理的智能化建设势在必行。

民航应该怎么做

首先，民航对低空经济的管理理念需要从管理转变为服务。这不仅是适应低空经济快速发展和多元化的要求，也是民航管理理念革命性的转变。一要从单一监管向综合服务转变。传统的民航管理往往侧重于对航空活动的单一监管，而低空经济的发展要求民航管理向综合服务转变。这包括提供飞行计划审批、空域使用协调、飞行安全监管等多方面的服务。二要从单纯制定法规政策转向注重用户需求和用户体验。通过优化服务流程、提高服务效率、降低服务成本等措施，提升用户对低空飞行的满意度和信任度，注重用户需求和用户体验。

其次，加快运用数据化与智能化，提升低空经济管理水平。搭建低空经济管理的数字化平台，形成数据管理生态系统。通过数字化平台对低空经济运营数据进行采集，实时对企业运营过程中的各项数据进行分析、用数据说话、用数据监管，运

用智能化实施管理。建立数据平台只是民航对低空经济管理的第二步，实施智能化才是重中之重。之所以这么说，是因为低空经济的安全、运营、服务、管理等最终都要依靠智能化的支撑与解决。民航要加快低空智联网建设，通过融合低空通信网、低空感知网、低空算力网等，实现低空空域的“人、机、物”智能互联，运用智能化特征识别技术对低空空域实现全域监测、实时追踪、安保预警、识别定位、反制处置等功能，确保低空飞行器的安全有序运行。

最后，协调管理将成为民航低空经济管理的主旋律。以协调为核心，优化资源整合与配置。要科学合理规划、分配和动态调整空域资源，以满足不同飞行活动的需求。另外，通过协调减少不必要的环节和流程，提高各环节的协同效率，降低整体运营成本；以协调为核心，建立健全安全管理体系和监管机制，确保低空飞行活动的安全性和可靠性，通过协调实时监控、风险评估、应急响应等措施，及时发现和消除安全隐患，保障低空经济的稳定发展；以协调为核心，实现效益或利益最大化。没有效益，企业无法生存，低空经济发展也将成为空中楼阁，民航的管理需要协调各方的利益，包括政府、企业、消费者等，确保各方在低空经济发展中都能获得合理的回报和利益，实现利益最大化与共赢。

综上所述，低空经济的发展为民航管理带来了新机遇与新挑战。民航管理应把握时代脉搏，积极应对挑战，以创新驱动发展，以法治为保障，以科学政策引领，推动低空经济持续健康发展，为我国经济社会发展注入新的动力。■

全球最赚钱的四家航空公司

文 | 赵巍

2023 年全球民航完成旅客运输量 42.87 亿人次，复苏到疫情前 2019 年的 94.4%；2023 年全球民航完成旅客周转量 82710 亿客公里，复苏到 2019 年的 95.2%；2023 年全球民航完成货运周转量 2410 亿吨公里，复苏到 2019 年的 94.9%。国际航空运输协会预估 2023 年全球航空公司整体扭亏盈利，预估 2023 年全球航空公司整体实现净利润 233 亿美元，净利润率 2.6%，资产回报率 4.7%。虽然全球航空整体扭亏，但是各个区域则出现分化，北美、欧洲和中东航空公司实现扭亏盈利，但是亚太、非洲和南美航空公司依然没有实现扭亏。其实亚太的绝大多数航空公司都已经实现扭亏盈利，包括全日空、大韩航空、新加坡航空、国泰航空、澳大利亚航空、泰国航空等，但是中国三大航依然亏损。

图 | Airlines.net



全球 11 家旅客运输量过亿的航空公司

2023 年全球民航旅客运输量复苏率只有 94.4%，但是众多优秀的航空公司旅客运输量已经超越疫情前水平，诸如美国四大航、欧洲瑞安航空、印度的靛蓝航空、土耳其航空和阿联酋航空等，而且有航空公司创出盈利历史记录，比如土耳其航空和阿联酋航空。

我们依据全球各地区主要航空公司最新年报和财报信息数据，初步统计出 2023 年全球有 11 家航空公司旅客运输量超过 1 亿人次。详见下表。旅客运输量的数据已经调整为 2023 年自然年度数据；净利润数据则是财年净利润数据，汇率按照年度平均汇率换算成美元。其中瑞安航空、阿联酋航空、印度靛蓝航空财年为 2023 年 4 月 1 日至 2024 年 3 月 31 日，其他航空公司财年为 2023 年自然年。

2023 年全球航空公司旅客运输量排名第一的是欧洲的瑞安航空，全年共完成旅客运输量 1.817 亿人次，2023 至 2024 财年实现净利润 20.69 亿美元。瑞安航空成立于 1985 年，是全球第二大的低成本航空公司（LCC），也是全球第一家超级低成本航空公司（ULCC）。瑞安航空主要经营欧洲市场，以中短途航线为主，具有绝对低票价优势和超强辅助收入能力、超强盈利能力，最新财年净利润率高达 14.26%，而资产负债率只有 55.67%，客座率高达

93%。当前瑞安航空机队规模 500 架，经营 95 个基地，联通 37 个国家 233 个机场，每日航班量达到 3600 架次。2023 年瑞安航空客运量创出历史记录，营业收入和净利润都创出历史记录。当前瑞安航空市值排名全球第二，仅次于达美航空。瑞安航空拥有 600 架的飞机订单，未来十年机队规模将超过 1100 架，旅客运输量将超过 3 亿人次。瑞安航空已经发展成为全球客运量最大的航空公司，也是全球国际旅客运输量最大的航空公司。瑞安的几乎全波音机队可能是未来发展的最大挑战。

全球客运排名第二的是美国西南航空，2023 年旅客运输量 1.718 亿人次，净利润 4.65 亿美元。西南航空是全球最大的低成本航空，也是全球保持 44 年连续盈利

表 1 | 全球主要航空公司运量和净利润统计表

排名	航空公司	旅客运输量(亿人)	净利润 (亿美元)
1	瑞安航空	1.817	20.69
2	西南航空	1.718	4.65
3	美国航空	1.644	8.22
4	达美航空	1.616	46.09
5	联合航空	1.340	26.18
6	南方航空	1.316	-4.374
7	中国国航	1.285	-2.227
8	汉莎航空	1.225	18.06
9	东方航空	1.156	-12.22
10	国际航空集团	1.156	28.66
11	印度靛蓝航空	1.031	10.89
12	法荷航空	0.936	10.08
13	土耳其航空	0.834	60.21
14	阿联酋航空	0.519	50.78

的航空公司。西南航空历史记录只有 2020 年亏损 30.74 亿元，最近 2021 到 2023 三年净利润分别为 9.77 亿美元、5.39 亿美元、4.65 亿美元。西南航空旅客运输量已经超越疫情前水平，但是最近三年利润波动很大，而且出现明显下滑。

第三名是美国航空，2023 年旅客运输量 1.644 亿人次，净利润 8.22 亿美元。美国航空机队规模全球第一，当前资产负债率 108.54%，是全球主要航空公司中唯一一家资不抵债的航空公司。

第四名是达美航空，2023 年旅客运输量 1.616 亿人次，净利润 46.09 亿美元。达美航空是当前市值最高的航空公司。

第五名是美国联合航空，2023 年旅客运输量 1.34 亿人次，净利润 26.18 亿美元。

第六名是中国南方航空，2023 年旅客运输量 1.318 亿人次，净利润亏损 4.374 亿美元。

第七名是中国国际航空，2023 年旅客运输量 1.285 亿人次，净利润亏损 2.227 亿美元。

第八名是德国汉莎航空，2023 年旅客运输量 1.225 亿人次，净利润 18.06 亿美元。

第九名是中国东方航空，2023 年旅客运输量 1.156 亿人次，净利润亏损 12.22 亿美元。中国三大航是 11 家过亿客运航空中亏损的三家航空公司。

第十名是欧洲的国际航空集团 (IAG)，2023 年旅客运输量 1.156 亿人次，净利润 28.66 亿美元。

第十一名是印度的靛蓝航空，2023 年旅客运输量 1.031 亿人次，2023 至 2024 财年净利润 10.89 亿美元。靛蓝航空 (IndiGo Airlines) 是印度的一家私营低成本航空公司，成立于 2006 年，主要运营国内定期航班，并且是亚洲最大的低成本航空公司，也是当前全球第三大低成本航空，仅次于美国的西南航空和欧洲的瑞安航空。靛蓝

航空机队规模 350 架，拥有空客超过 600 架的窄体机和宽体机订单，已经成为空客全球最大的客户。截至 2024 年 5 月，靛蓝航空提供飞往 23 个国家的 88 个国内目的地和 30 个国际目的地的航班服务。靛蓝航空在印度国内市场的份额为 61.4%，是印度最大的客运航空公司。靛蓝航空的历史只有 18 年，已经成为全球发展最快的航空公司。

另外我们综合陆续公布的航空公司年报信息，汇总如下：新加坡航空 2023 至 2024 财年实现净利润 26.75 亿新元，净利润率 14.08%；国泰航空 2023 年净利润 97.89 亿港元，净利润率 10.36%。全日空 2023 至 2024 财年净利润 1579 亿日元，净利润率大约 7.6%。大韩航空 2023 年净利润 9168 亿韩元，净利润率 6.3%。澳大利亚航空 2023 年净利润 17.46 亿澳元，净利润率 7.68%。

提供遴选和对比，2023 年（财年）全球最赚的四大航空公司应该是土耳其航空、阿联酋航空、达美航空和国际航空集团。

全球最赚钱的四家航空公司财报分析

土耳其横跨欧亚，连接东西，地理归属西亚，政治属于欧洲，是欧盟国家，也算是中东国家。土耳其航空成立于 1933 年，总部位于伊斯坦布尔，是土耳其国家航空公司。当前机队规模 440 架，航线网络辐射亚欧，联通全球，联通 122 个国家、289 个城市和 296 个机场。土耳其航空成就了伊斯坦布尔全球国际航空枢纽地位。2023 年土耳其航空旅客吞吐量 8338 万。2023 年土耳其航空业务量创出历史新高，而且营业收入和净利润也创出历史记录，同时净利润更是雄踞全球第一。

阿联酋航空是中东最大的航空公司。

阿联酋航空成立于 1985 年，总部位于迪拜，是全球发展最快的航空公司之一，拥有全球最大最多的宽体豪华机队，共 265 架，其中空客 A380 就有 115 架。航线网络遍布全球，联通 81 个国家、146 个城市和 151 个机场。迪拜国际机场现在是全球最大的国际客运航空枢纽。阿联酋航空最新财年（2023 至 2024 财年，2023 年 4 月 1 日至 2024 年 3 月 31 日）完成旅客运输量 5190 万，业务量创出历史记录，同时营业收入和净利润也创出其历史记录。阿联酋航空最新财年净利润 50.78 亿美元，位居全球第二。

达美航空成立于 1928 年，通过不断的兼并与收购，现在已经成为美国四大航的领头羊。达美航空当前市值 322 亿美元左右，市值超过美国航空和联合航空的市值总和，是唯一一家市值超过 300 亿美元的航空公司，一直稳居全球航空公司市值第一。达美航空 2023 年旅客运输量为全球第三，美国第二，旅客运输量和营业收入创出历史记录。2023 年达美航空实现净利润 46.09 亿美元，美国第一，全球第三。

国际航空集团 (IAG) 是欧洲的三大航之一，成员包括：英国航空、伊比利亚航空、爱尔兰航空和伏林航空。英国航空成立于 1924 年，总部位于伦敦。英国航空是世界上历史最悠久的航空公司之一，以其高品质的服务和广泛的航线网络而闻名。伊比利亚航空是西班牙的国家航空公

阿联酋航空是中东最大的航空公司。阿联酋航空成立于 1985 年，总部位于迪拜，是全球发展最快的航空公司之一，拥有全球最大最多的宽体豪华机队，其中空客 A380 就有 115 架。

司，成立于 1927 年，总部位于马德里。爱尔兰航空成立于 1936 年，总部位于都柏林，爱尔兰航空提供欧洲和北美地区的航线服务。伏林航空成立于 2004 年，总部位于巴塞罗那，伏林航空是一家低成本航空公司，提供欧洲地区的航线服务。国际航空集团 2023 年实现盈利 26.55 亿欧元，是欧洲最赚钱的航空公司，如果不算土耳其航空的话。

最新财年，达美航空营业总收入 580.48 亿美元，位居榜首，达美航空 2023 年创造出的 580 亿美元营业收入不仅是达美航空的历史记录，而且是全球航空公司的年度历史记录。阿联酋航空营业收入 373.81 亿美元，排名第二；国际航空集团 317.88 亿美元，排名第三；土耳其航空 209.42 亿美元，排名第四。

营业利润方面，达美航空营业利润

经营指标	单位	土耳其航空	阿联酋航空	达美航空	国际航空集团
营业收入	亿美元	209.42	373.81	580.48	317.88
营业利润	亿美元	39.59	58.20	60.89	39.22
净利润	亿美元	60.21	50.78	46.09	28.65
营业利润率	%	18.90%	15.57%	10.49%	12.34%
净利润率	%	28.75%	13.58%	7.94%	9.01%

表 2 | 全球最赚钱的四家航空公司最新财年经营业绩表

60.89 亿美元，也是第一，阿联酋航空 58.2 亿美元，排名第二；土耳其航空 39.59 亿美元，排名第三；国际航空集团 39.22 亿美元，排名第四。

净利润方面，土耳其航空实现净利润 60.21 亿美元，全球第一；阿联酋航空 50.78 亿美元，全球第二；达美航空 48.09 亿美元，全球第三，国际航空集团 28.65 亿美元，全球第四。

营业利润率方面，土耳其航空营业利润率 18.9%，排名第一；阿联酋航空 15.57%，排名第二；国际航空集团 12.34%，排名第三；达美航空 10.49%，排名第四。

净利润率方面，土耳其航空营业利润率 28.75%，排名第一；阿联酋航空 13.58%，排名第二；国际航空集团 9.01%，排名第三；达美航空 7.94%，排名第四。

土耳其航空营业利润落后于阿联酋航空，也低于其净利润。造成这种差异的主要原因是土耳其航空的递延税收收入的巨额贡献，贡献利润超过 30 亿美元。所谓递延税收收入，属于税收调整范畴。其实 2023 年海航控股实现扭亏盈利也是技术性盈利。另外，2013 年达美航空也曾经有过类似操作，2013 年达美航空递延税收收入贡献利润超过 80 亿美元，当年达美航空净利润高达 105.4 亿美元，创出全球航空公司历史记录，净利润率高达 28%。

我们再看最新财年结束，四大航空公司的资产状态和资本结构。

总资产方面，达美航空最新财年结束总资产 736.44 亿美元，排名第一；阿联酋航空 486.39 亿美元，排名第二；国际航空集团 406.67 亿美元，排名第三；土耳其航空 356.71 亿美元，排名第四。

总负债方面，达美航空最新财年结束总负债 625.39 亿美元，排名第一；国际航空集团 371.29 亿美元，排名第二；阿联酋航空 319.75 亿美元，排名第三；土耳其航空 202.08 亿美元，排名第四。

资产负债率方面，土耳其航空最新财年结束资产负债率 56.65%，排名第一；阿联酋航空 65.74%，排名第二；达美航空 84.92%，排名第三；国际航空集团 91.3%，排名第四。土耳其航空和阿联酋航空非常优秀，达美和国际航空集团也不错。

中国航空公司扭亏盈利仍需加油

2023 年亚洲大部分航空公司都已经实现扭亏盈利，但是中国三大航依然亏损，而且中国三大航是全球主要航空公司中亏损的三家航空公司。2024 年第一季度，中国民航强劲复苏，旅客运输量达到 1.8 亿人次，创出民航季度历史记录，但是中国三大航中南方航空扭亏，中国国航和东航继续亏损。

根据民航局的统计，2023 年的国内航线客运规模已经超过了疫情前水平，比 2019 年增长 1.5%。但如果加上国际市

2024 年国际航线和国际市场复苏还要创新进取，精细化的科学管理，不断创新的收益管理和不断深入的精益管理，中国的航空公司都要努力是实践。

场，整个 2023 年的旅客运输量 6.2 亿人次、货邮运输量 735.4 万吨，分别只恢复至 2019 年的 93.9%、97.6%。2023 年中国民航行业整体继续亏损，中国民航全行业累计亏损 210.7 亿，其中，航空公司亏损额为 58.8 亿。2023 年 7 家上市航空公司中三家扭亏盈利，分别是春秋航空、吉祥航空、海航控股，春秋航空创出收入和利润历史记录，并且成为中国最赚钱的航空公司，四家继续亏损，除三大航外还有华夏航空。2023 年民航局确认行业扭亏没有完成，2024 年仍需努力。业务复苏是扭亏的大前提，同时精益管理和管控成本也是精细活和基本功。2024 年国际航线和国际市场复苏还要凭借创新进取、精细化的科学管理、不断创新的收益管理和不断深入的精益管理，中国的航空公司都要努力实践。

中国航空公司提升经营能力和服务水平是一个长久永恒的话题。应该从以下六个方面持续努力，创新突围。

第一，航线优化与拓展。深入研究市场动态和需求变化，持续优化现有航线，削减低效益航线，集中资源投向高需求、高收益的航线。同时积极拓展新兴市场和潜力航线，包括国内外新的目的地和航线组合，以扩大市场覆盖范围，提升整体运营效益。

第二，效率提升与成本管控。加强航班运营管理，运用先进的调度系统提高航班安排的合理性和准点率，减少因延误等带来的成本增加。全面梳理成本结构，在采购、燃油管理等方面采取精细化措施，降低不必要的开支，实现成本的有效管控。

第三，客源开发与市场推广。利用大数据等技术精准分析旅客需求，开发针对不同群体的特色产品和服务，吸引更多潜在客源。加大市场推广力度，通过多样化的营销渠道和创新的推广方式，提升航空公司的品牌知名度和影响力，增加客源量。

第四，数字化转型与创新。加速推进数字化进程，在旅客服务、运营管理等方实现智能化升级，提高服务效率和质量。鼓励创新思维，探索新的商业模式和业务增长点，如航空电商、空地联运等。

第五，服务品质提升。强化员工培训，提高服务意识和专业水平，从细节入手提升旅客乘机体验。持续改进服务流程和设施，打造具有竞争力的高品质服务，增强旅客的满意度和忠诚度。

第六，国际合作与联盟。积极开展国际合作，与国外优秀航空公司建立战略联盟或合作关系，共享资源、协同发展，共同拓展国际市场份额，提升在全球航空业的竞争力。

未来十年，中国民航将超越美国，成为全球第一民航大国，乃至民航强国。要实现民航强国，需要一批全球一流的航空公司，中国航空公司要争机队规模全球第一，旅客运输量全球第一，营业收入全球第一，盈利能力全球第一。时代的趋势不会改变，前进的道路不会一帆风顺，而且注定会曲折艰辛。中国的航空公司需要眼界、胆识和魄力来创新破局。■

四大航空公司资产状态对比表

经营指标	单位	土耳其航空	阿联酋航空	达美航空	国际航空集团
总资产	亿美元	356.71	486.39	736.44	406.67
总负债	亿美元	202.08	319.75	625.39	371.29
资产负债率	%	56.65%	65.74%	84.92%	91.30%

飞机“饿了”怎么办

文 | 邓丁奇

在日常生活中，驾驶汽车的人都经历过驾驶台控制面板上提示油量不足告警的情形（当然，你要是电车，就提示你电量不足）。当油量表指向红色区域时，我们就知道该去加油站了，通常这个时候面板上还会出现一个黄色的加油桩，同时伴随一声单谐音。这一套声光电组合的目的就是要提醒你，车，它饿了。

因为没有油，我们的车就无法继续行驶，就跟人饿了一个道理，没劲了……

类似的情形在飞机上也会发生，但复杂程度远高于汽车。飞机飞行过程中，需要精确的燃油管理，以确保飞行安全。燃油不仅仅是发动机的“食粮”，更是飞机能够正常飞行和应对突发情况的重要保障。因此，燃油管理在航空业中占有极其重要的地位。今天，我们来聊一聊飞机低油位告警的相关问题。

吃饱喝足再去浪

通常情况下，飞机在飞行过程中不会轻易遇到低油位告警的情况。这是因为在每次飞行之前，地勤人员都会根据航线和飞行时间为飞机加注足够的燃油。加油时不仅会考虑到正常飞行所需的燃油量，还会预留一定的备用燃油。这种备用燃油用于应对意外情况，如天气突变导致的航线变更或者在目的地机场等待降落的时间延长。

每次飞行之前，航空公司和飞行员都会对燃油进行详细的规划和计算。这些计算包括航线长度、飞行高度、风速、天气状况等多种因素。飞行员还会根据飞行计划进行实际检查，确保燃油量充足。

一般来说，飞机在正常飞行过程中，燃油消耗是比较稳定和可预测的，因此很少会遇到燃油不足的情况。

此外，航空公司和飞行员都有严格的燃油管理规定和程序，确保飞机有足够的燃油进行安全飞行和着陆。例如，国际民航组织（ICAO）和各国的民航管理部门都制定了详细的燃油管理标准和要求，确保每架飞机在每次飞行中都有足够的燃油储备。这些标准和要求不仅适用于正常飞行，还包括应急情况下的燃油需求。

在每次飞行之前，燃油管理系统和飞行员都进行了充分的准备和检查，确保飞机在飞行过程中能够安全返回。因此，在正常情况下，飞机几乎不会出现因燃油不足而触发低油位告警的情况。

计划赶不上变化

但是，在一些特殊情况下，例如，飞机在飞行中出现漏油情况，那么飞机仍可

能遇到燃油不足的问题。这些情况下，飞机上的低油位告警系统将会发挥重要作用。

飞机上的低油位告警系统主要通过两种方式进行提示。第一种方式是通过油量传感器对燃油量进行测算。当油量低于设计值时，系统会提供告警。油量传感器通常安装在燃油箱内，通过测量燃油的重量或体积来确定燃油的实际剩余量。这种告警方式的优点是能够准确地反映燃油的实际剩余情况，及时发现燃油不足的问题。

第二种方式是通过油位传感器对液位进行测量。当液位低于指定水平时，也会触发告警。油位传感器通常安装在燃油箱的底部，通过测量燃油的高度来确定燃油的剩余量。这种传感器的优点是结构简单，成本较低，能够在燃油液位降低到一定程度时及时发出告警信号。

这两种方式的结合确保了告警系统的可靠性和准确性。通过对燃油量和液位的双重监测，能够有效地避免单一传感器故障导致的告警失效问题。低油位告警的设计初衷是为了在燃油即将耗尽前，及时提醒飞行员采取必要的措施，如改变航线飞往备用机场或者进行紧急降落。这样可以最大限度地保障飞行安全，避免因燃油耗尽而发生的飞行事故。

为啥这时候告诉你

关于低油位告警的触发时机，有三条相关法规或通告需要遵循。首先，根据 CCAR121 部的规定，最低油量应能支持飞机在机场标高 450 米的高度上以等待空速飞行 30 分钟。这一规定主要针对商业航班，确保在飞往繁忙机场时，如果需要在空中等待降落指令，飞机仍有足够的燃油进行等待并安全降落。30 分钟的等待时间能够确保飞机在等待过程中不会因为燃油不足而发生紧急情况，同时也为空中交通管制提供了足够的时间进行调度和安排。其次，CS25.1305 条款的要求也规定了当油箱内剩余燃油量仅能支持发动机巡航 30 分钟时，应触发低油位告警。

另外，根据 AC25-7D 中关于 25.959 条款的验证要求，低油位告警的油量应能保证飞机完成一次进近复飞并着陆。这一要求确保了在飞行过程中，如果出现需要复飞的情况（如跑道上障碍物或着陆条件不佳），飞机仍有足够的燃油完成复飞程序并安全着陆。

针对低油位告警的告警油量设计，通常的设计值应满足大于如上述三类要求计算结果的最大值，同时油位传感器对应的告警值和油量传感器计算后的告警值应在巡航姿态

下尽可能保持一致。

低油位告警在实际飞行中鲜有遇到，但一旦遭遇即为紧急情况，机组人员应结合实际情况及时处置以确保飞机安全。

下面给大家举一个真实的案例。荷兰低成本航空泛航航空公司注册号 PH-GUA 的波音 737-800 飞机，执行从赫罗纳（西班牙）到鹿特丹（荷兰）的 HV-5068 航班。飞机在鹿特丹 24 号跑道进近时，由于天气原因下降至 1500 英尺后，机组决定备降阿姆斯特丹。在向阿姆斯特丹 27 号跑道最后进近时，机组报告遭遇剧烈风切变且低油量告警。机组判断不具备着陆条件，故在 1000 英尺高度复飞，重新执行进近程序。塔台指挥其复飞 9 分钟后飞机在阿姆斯特丹 27 号跑道安全着陆。

综上所述，飞机低油位告警系统通过严格的设计和多重传感器的监控，在燃油不足的情况下及时提醒飞行员采取措施。这些规定和措施共同保障了飞行的安全，使得飞机能够安全着陆。希望通过本文的介绍，大家对飞机低油位告警有更深入的了解，也对航空安全有更强的信心。■

航空史上的 9 月

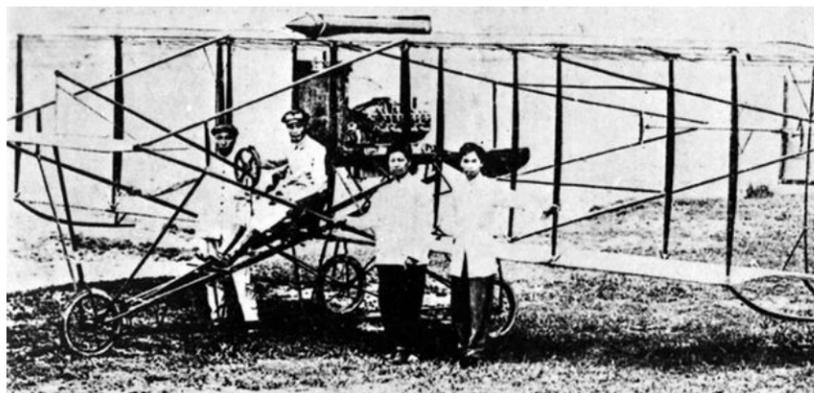
辑录 | 黎时

1908年9月5日，世界上第一架三翼机古比1号试飞。该机是一架试验机，由法国人安布罗斯·古比设计、瓦赞飞机工厂制造。

1909年9月21日，在美国旧金山奥克兰市郊，旅美华侨、中国第一个飞机制造家和飞行家冯如驾驶着自制的“冯如一号”飞机（从机翼、方向舵、螺旋桨到内燃机等大小部件全部自制）飞上了蓝天，并以802米的航程超过莱特兄弟首次试飞259米的成绩。

1909年9月25日，法国安德雷·格拉奈和罗伯特·埃斯诺-贝蒂里等几位航空先驱在巴黎市中心的大帕莱宫（Grand Palais）组织了第一届国际航空展览会，展期23天。展会头两天就吸引了10万

▼ “冯如一号”飞机



名观众。展品除一艘飞艇和三只气球外，主要是30架飞机，包括两个月前第一次成功飞越英吉利海峡的“布莱里奥”XI。该展会后来发展成今天两年一届的巴黎航展。

1928年9月18日，西班牙人切尔瓦驾驶“自转旋翼机”C-8从伦敦克罗伊登机场飞到巴黎布尔热机场，第一次飞越英吉利海峡，在1220米高空飞越40千米的海峡只用了18分钟。

1928年9月18日，德国LZ127“齐柏林伯爵”号飞艇首次试飞。该艇是充氢、刚性的载客飞艇。1928年开始商业运营，成为世界上第一个跨大西洋商务旅客航班。运营期间，飞艇共飞行590次，由36人机组操作，飞行里程超过

170万千米。

1929年9月12日，波音80型飞机首次试飞，该机是波音公司推出的美国第一架专门为乘客的舒适方便而设计的客机，与福特、福克和斯丁森等三发飞机一样，装三台发动机。

1929年9月27日至29日，法国人科斯泰和贝隆驾驶“布雷盖”19飞机从法国巴黎布尔热飞到中国齐齐哈尔，飞行7905千米，创造了一项新的世界飞行距离纪录。

1930年9月12日，美国泰勒（Taylor）飞机公司E-2“幼兽”（Cub）首次试飞，该机是一种轻小型飞机，后来发展出派帕（Piper）公司J-3“幼兽”，成为最受欢迎的通用航空飞机，到1947年停产时，各型“幼兽”生产了19888架。

1939年9月14日，俄裔美国人西科斯基研制的VS-300直升机的第一架样机，完成首次跳跃飞行。

1946年9月24日，国泰航空公司成立，最初主要飞香港到澳门、曼谷、马尼拉、上海、悉尼、西贡和新加坡的包机。

1949年9月4日，英国布里斯托公司研制的大型客机“布拉巴宗”首次试飞。

1957年9月17日，中国民

航使用伊尔-14（648号）飞机，从北京起飞经郑州、武汉、长沙至广州航线夜航试航成功。这是中国民航第一次长途航线夜航。

1959年9月18日，美国道格拉斯公司研制的第一种使用后掠式机翼的DC-8四发大型喷气客机，在泛美航空公司和联合航空公司同时投入使用。

1962年9月29日，法国南方公司研制的“快帆”第一次完成飞机自动着陆。

1967年9月26日，法国、西德、英国政府签署合作研制A300宽体客机的备忘录。

1974年9月28日，CFM国际公司正式成立。

1979年9月21日，英法运输部长决定，第20架协和飞机下线后停产。

1968年9月30日，第一架波音747下线。

1969年9月15日，美国塞斯纳500“奖状”在堪萨斯州威奇托首次试飞，是今天还在扩大的“奖状”系列的第一种机型。

1970年9月1日，美国洛克希德公司第一架L-1011“三星”飞机在棕榈谷出厂。

1970年9月3日，法国航空公司签订第一个购买A300客机的



▲ 运10喷气客机

合同。

1970年9月10日，第一架波音747-200出厂。

1980年9月23日，中国民航租机谈判小组与美国汉诺威公司就采用投资减税杠杆租赁方式签订中国民航引进波音747SP型飞机的租赁协议书，开创中国民航业利用外资融资租赁飞机的历程。

1980年9月26日，中国自行设计制造的运10喷气客机首次试飞。到1985年，运10共飞了130个起落、170个小时，最远航程3600千米，最大时速930千米，最高升限11000米，最长空中飞行时间4小时49分。

1987年9月20日，中国民航订购的首批10架波音757-200中的第一架到达广州。此后3年中，其余9架陆续到货，替换了民航全

部的英制“三叉戟”，是民航继续成批淘汰伊尔-62和伊尔-18之后的第三次“大换血”。

1988年9月28日，苏联伊尔-96宽体客机首次试飞。

1989年9月4日，国产运7飞机安全飞行“双十万”：累计安全飞行10.09万个小时，安全起落10.01万次。这是中国民机发展的一个里程碑。

1990年9月14日，第十七届国际航空科学大会（ICAS）在瑞典召开，中国成为ICAS六大常任理事国之一。

1992年9月10日，波音757-200开始执行成都-拉萨航线的飞行任务，大大缓解了运力不足、经济性差的问题。与波音707相比，757可以多载50%的载荷，却还节省50%的燃油，而且还解决了



▲ 别-200 两栖飞机

需要花原价3~5倍的价格去买707的备件的问题。

1997年9月8日，波音777-300出厂，以机身长73米夺得当时世界上最长客机的桂冠，但是几年后相继被空客公司四发的A340-600（75.3米）和波音747-8（76.4米）超过。

1998年9月2日，波音717型100座客机首次试飞，该机原来是麦道公司的MD95，麦道公司被兼并后，MD95在试飞前改名波音717。

1998年9月22日，随着一架运12出口埃及，中国累计出口民用飞机达100架，总交易额达到3亿美元，其中包括运12、运8、运7等机型。

1998年9月24日，俄罗斯别-200喷气式两栖飞机首次试飞。该机由别里耶夫飞机公司设计、伊尔库特工厂生产，可用于空中消防、搜索救援、海上巡逻和客货运输，能装载12吨水或72名乘客。

1999年9月16日，上海浦东国际机场正式通航。

2000年9月19日，中航一集团在上海大场将两架MD90飞机交付中国北方航空公司。中美合作生产干线飞机项目至此结束。

2001年9月11日，美国发生9·11事件，成为国际民用航空的转折点。

2001年9月11日，由亚历山大·哈鲁年科（Oleksandr Halunenko）机长驾驶安-225在一次飞行中创造了214项国家纪录和124项世界纪录。他们一次将5辆重达253.82吨的坦克，爬升至10570米高度，飞行1000公里远，时速达到763千米/时。

2006年9月25日，中国民航于1985年6月25日引进的第一架空客飞机（A310，注册号为B-2301）在安全服役20多年后光荣退役，空客于27日回购后将其捐赠给了中国民航博物馆。

2008年9月28日，历经1

年零3个月筹备与建设的空中客车A320天津总装线正式投产。这是空客在欧洲以外的第一条飞机总装线，总投资6亿美元。

2009年9月5日，大型灭火/水上救援水陆两栖飞机研制启动会议在湖北荆门中航工业特种飞行器研究所召开，继C919大型客机之后，我国又一重大民用飞机项目研制正式启动。

2019年9月25日，大兴机场正式投运，北京开始了“一市两场”运行。

2022年9月3日，由中航工业一飞院研制的“启明星50”大型太阳能无人机在陕西榆林首飞成功，持续飞行26分钟，飞机状态良好，各系统运行正常。

2022年9月29日，C919飞机型号合格证颁证仪式在北京首都机场隆重举行。

2022年9月30日，中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平在北京人民大会堂会见C919大型客机项目团队代表并参观项目成果展览，充分肯定C919大型客机研制任务取得的阶段性成就。■

航空是否“高科技”的三次定位 ——《张彦仲传》摘编（十）

文 | 归永嘉 李韶华 雷杰佳

航空工业建立60年来，关于航空是不是高科技产业，是不是战略产业，历史上有过三次定位的变化。

第一次是1956年，当时国家正在制订十二年发展规划，提出把喷气技术纳入国家重点规划。在确定什么是“尖端技术”时，开始提“两弹一机”（导弹、原子弹和飞机），后来又改为“两弹一星”（导弹、原子弹和卫星）。航空、船舶、兵器等被定位为“常规技术”。这是第一次关于航空是不是“尖端技术”的定位变化。

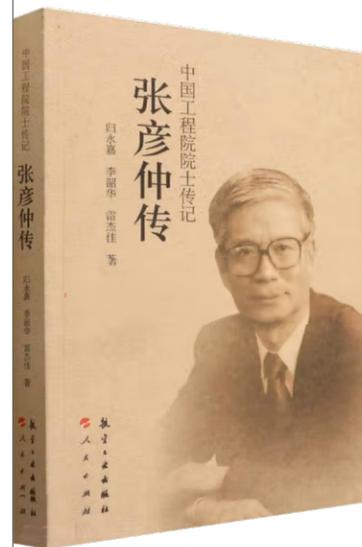
第二次是1986年3月，王大珩等四位老科学家给邓小平同志写信，建议应对星

球大战，发展高科技计划。经邓小平批准，国家实施“863”计划。“863”计划有七大领域，开始有航空航天领域，还成立了一个航空航天专家组，由屠善澄院士任组长，航空方面有顾诵芬、李志广等专家参加。但最后形成的“863”计划，只有航天领域，没有航空。航空没有被列入“863”计划。这是第二次关于航空是不是“高科技”的定位。

第三次是1995年，在制定《国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》时，有航空是不是高技术产业的分歧。经过争论，最后在1995年召开的党的十四届五中全会上，和1996年3月召开的八届全国人大四次会议上，以决议和法律形式明确了“航空高技术”的战略定位。

事情的经过是这样的：1995年5月26日至30日，中共中央、国务院在北京召开全国科学技

术大会。这次全国科学技术大会是改革开放以来，我国召开的第二次全国科学技术大会。大会号召全面落实“科技是第一生产力”的思想，提出“科教兴国”战略，加速全社会的科技进步，作出了《关于加速科学技术进步的决定》。实施科教兴国，把科技与教育摆在经济、社会发展的重要位置。大力发展高技术产业，增强国家的经济实力及向现实生产力转化的能力，提高全民族的科技文化素质，把经济发展转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。



张彦仲作为航空工业总公司的代表参加了这次大会。大会期间，讨论了《中共中央关于制订国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标的建议（征求意见稿）》。当时大家都注意到《征求意见稿》中提出的重点发展的“高技术领域”，没有把“航空”列入，这将对未来航空事业发展产生重大影响。为此，张彦仲等代表在大会上强烈呼吁把航空列入高科技产业。张彦仲还提出了“进一步明确航空工业的高技术产业地位”的建议和书面发言。

全国科学技术大会后，时任中共中央候补委员、航空工业总公司副总经理的张彦仲请中国科学院和中国工程院院士王大珩，中国工程院副院长、中国科学院院士师昌绪，国务院发展研究中心顾问、著名经济学家马宾，中国科协副主席、全国政协常委高镇宁，中国科学院院士、中国科协副主席、航天工业总公司科技委副主任庄逢甘，中国科学院和中国工程院院士、全国人大常务委员会委员顾诵芬等七位著

名专家，于1995年9月22日联名向党中央、国务院领导写信，建议在修改《征求意见稿》时，将航空工业列入高技术产业。建议信起草组织工作由张彦仲负责，原文如下：

关于把航空技术列为重点高技术领域的建议
江泽民总书记李鹏总理：

我们研究了《中共中央关于制订国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标的建议（征求意见稿）》，深受鼓舞。但注意到稿中提出的重点发展的高技术领域，未列入航空技术。与1991年七届人大四次会议通过的《关于国民经济和社会发展十年规划和第八个五年计划纲要》中“航空航天技术”的提法不同，这将在国内外造成重大影响。我们建议在修改《征求意见稿》时，还是维持原来的提法，把航空技术继续列为重点发展的高技术领域。

（一）航空技术确属高技术
航空工业是国际公认的高技术产业。按世界经济合作与发展组织

和《欧盟科学技术指标报告》的标准，都把航空工业列为高技术产业。

航空技术是不断创新的高技术。从20世纪40年代以来，以10年左右为周期，相继出现了以喷气、超声速巡航、宽体机身、低污染高效发动机、飞机综合化和隐身为标志的高新技术。它们的应用使军、民航空器的工作原理和性能发生了质的变化。

航空器是高技术的集成。大量单项高技术是航空器的技术基础，但没有先进的航空总体综合技术是研制不出高性能的航空器的。

（二）航空技术应列为重点高技术领域

航空技术是战略性高技术。海湾战争充分证实空中力量在现代高技术战争中起决定性的作用。先进的飞机与机载武器在未来各种规模的军事行动中是实际可用的主战武器，也是实现国家政治和外交目标的重要手段。没有先进的航空技术就没有巩固的国防，就难以应付现代战争。

发展民机是我国航空高技术产业化的必由之路。我国航空运输迅猛发展，对民用飞机的需求日益增长。预计未来20年外购飞机价格总额将达近千亿美元。这个受到世界关注与争夺的巨大市场绝不应该

“积极发展高技术及其产业。把握世界高技术发展的趋势，重点开发电子信息、生物、新材料、新能源、航空、航天、海洋等方面的新技术，在一些重要领域接近达到国际水平。”通过法律程序确定了“航空高技术”的战略定位。

拱手让给外国，要牢牢抓住这个机遇，大力发展我国的民用航空产业。

航空工业是国民经济发展的先导产业。航空技术的发展是带动相关产业科技进步的动力，是民用高技术的重要发源地。如20世纪50年代以来为航空配套建设的一些工业基地已成为对国民经济建设具有重大影响的企业，推动了我国冶金、橡胶、石化、轻工、电子、机械等工业部门的发展和技术水平的提高。因此，主要发达国家都把航空技术列为关键技术，近年来，韩国、新加坡等新兴工业国家和中国台湾地区均把发展航空工业作为推动其产业高技术化的主要举措。

（三）发展航空高技术必须重视的几个问题

当代的航空工业是国际性工业，加强国际合作就能充分利用国外的技术与资源，提高科研起点，是发展航空技术的重要途径。但在合作中，核心技术绝不会转让，必须以自身的技术实力为基础，强调

坚持以自力更生为主地开展国际合作和航空技术研究。

现代航空技术方兴未艾，在组织型号技术攻关的同时，要特别注意世界航空技术发展趋势，对未来航空发展具有突破性的前沿技术，必须提前开展研究，以提高自我创新能力，增强科技主动权，具有国际竞争能力。

航空技术多数具有军民两用性，成熟的军民航空技术能相互转移和促进，但各有特点。军用航空更强调产品的特殊功能、性能与生存力，民用航空更重视产品的安全性、经济性和舒适性。我国民用航空技术基础十分薄弱，必须加速发展。

面对冷战后军品生产规模收缩，世界航空工业正进行精干队伍的结构调整。我国航空工业已具有相当基础，但摊子过大、力量分散的问题一直未能解决。必须加速产业结构调整，集中力量，形成拳头，以更有效地发展航空事业。

我国航空工业与国外比还有较大差距，2010年是我国全面完成现代化建设的第二步发展部署，并向第三步战略目标迈出重大步伐的关键时刻。在这段时间内，如再不把航空技术抓上去，在综合国力竞争中将存在严重的缺陷，在军事上将陷于被动的困境，我国21世纪初近千亿美元的国内民机市场将继续被国外占领。为此，建议在修改《征求意见稿》时，将航空技术列为重点高技术领域。

王大珩、师昌绪、马宾、高镇宁、庄逢甘、张彦仲、顾诵芬

1995年9月22日

这个建议最后被党中央、国务院采纳。1995年9月25日至28日，党的十四届五中全会召开。时为中共中央候补委员的张彦仲出席全会，中纪委委员朱育理列席全会，又与大家一起，经过多方面、多渠道的反映，这一倡议被中央采纳。航空高技术终于写进十四届五中全会通过的《中共中央关于制订国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标建议》的决议中，以决议形式确立了“航空高技术”的战略地位，影响非常深远。在1996年3月召开的八届全国人

航空器是高技术的集成。大量单项高技术是航空器的技术基础，但没有先进的航空总体综合技术是研制不出高性能的航空器的。

OECD 确定的高技术产业	R&D 密集度
飞机、航空器制造业	22.7
办公及计算机设备制造业	17.5
通信设备制造业	10.4
医药品制造业	4.8
科学仪器制造业	4.8
电气设备制造业	4.4

大四次会议批准的《中华人民共和国国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》中指出：“积极发展高技术及其产业。把握世界高技术发展的趋势，重点开发电子信息、生物、新材料、新能源、航空、航天、海洋等方面的新技术，在一些重要领域接近达到国际水平。”通过法律程序确定了“航空高技术”的战略定位。

同时根据全国人大代表的议案，由国家计委牵头制定“中型客机研制生产特定政策”的工作已进入了调研、起草阶段。“航空高技术”战略地位的确立，对于统一全国思想，加速航空技术的发展，产生了深远的影响。

附

进一步明确航空工业的高技术产业地位

一、航空工业是国际公认的高技术产业

高技术产业是国际经济和科技竞争的重要阵地，高技术产业及其发展已被众多国家视为本国经济实力增长最强劲的推动力。

制定发展高技术产业政策的前提是需要对“高技术”进行界定。目前西方国家以下列三个指标作为界定高技术产业和产品的依据（1）R&D 密集度，如 R&D 经费占制造业总产出（以增加值计算）或总销售额的比重。（2）科技人员比重，如从事研究开发人员占职工总数的比重。（3）产品可见的技术复杂程度，如产品的技术水平、产品的生产设备、工艺水平等。通常，用

上述一个或几个指标的组合作为界定和划分高技术产业和产品类别的标准。

OECD（世界经济合作与发展组织）把 R&D 密集度作为界定高技术产业的标准。1986 年，OECD 将制造业中的六大产业界定为高技术产业（见左表）。其中，R&D 密集度的计算以 13 个 OECD 成员国的 22 个制造业行业 1980 年的数据为基础，产业分类采用 ISIC（国际标准产业分类）。1992 年 OECD 重新审定了上述定义，其界定结果仍未改变。OECD 的高技术产业界定方法在国际上已被广泛采用，包括美国在内的几乎所有发达国家都用此办法进行国际比较。

《欧盟科学技术指标报告（1994）》把有很高的经济增长率和国际竞争能力，有较大的就业潜力，同时 R&D 投入高于所有部门平均水平的航空航天制造业、化工产品制造业、医药品制造业、电气设备制造业、电子设备制造业、数字处理和办公设备制造业、汽车及零部件制造业、科学仪器制造业八大产业作为技术密集型或先导性产业。

以上资料表明，飞机、航空器制造业作为高技术产业是不容置疑的。

二、航空工业是国家的战略性新兴产业

世界航空工业发展的历史表明，许多国家把航空工业看作是关系国家安全、经济增长和技术进步的一个战略性产业。

首先，航空工业是国防力量的基础产业。海湾战争表明，未来战争是以飞机和战术导弹为主要进攻武器的高技术战争。如果没有强大的航空工业，就不可能应付现代战争，就不可能有巩固的国防。

其次，航空工业是国民经济发展的先导产业。当代先进的航空器高度集成了大量先进技术，它的发展必然带动我国有色金属、高温合金、橡胶工业以及石化、轻工、电子、机械等工业部门的发展和技术水平的提高。如，为使航空动力有更大的推重比，推动了轻质合金、复合材料的发展。由于航空高技术是综合性技术，它不仅带动了其他产业的发展，还引导新兴产业的形成，从而推动了工业技术的发展。

再次，航空工业是高附加值、高创汇率的重要产业。据日本资料介绍，按单位重量价值比较，如轮船为 1，则小轿车为 9，电子计算机为 300，喷气式民用飞机为 800，航空发动机为 1400；按附加

值率计算，航空产品为 44%，钢铁为 29%，汽车仅为 25%。美国出口一架波音 747 客机，可以弥补进口 12000 辆小轿车所造成的逆差。

同时，随着我国国民经济的发展，我国航空运输迅猛发展，对民用飞机的需求日益增长。据统计，截至 1993 年底中国民航及各地方航空公司共拥有各型运输飞机 373 架，其中进口 7 个国家 32 种型号飞机 310 架，占机队总数 83%；国产飞机仅有 63 架，占机队总数 17%。据英国宇航预测，1991 ~ 2011 年，中国需订购支线飞机 449 架；欧洲空中客车公司估计未来 20 年中国外购飞机价格总额将达 400 亿美元。我们认为，这个巨大的市场不应该拱手让给外国，要牢牢抓住这个机遇大力发展我国的民用航空工业。

三、统一认识，大力加强航空工业高技术产业地位

由于航空工业的特殊性质和重要地位，第二次世界大战后，美、英、法、德、苏联等国一直高度重视发展航空工业。经济发展较快的亚太地区，近年来也出现了大力发展航空工业的新局面。由于多方面原因，我国航空工业与世界先进水平存在不小差距。如不加快发展，中国就有丧失亚洲航空工业大国地

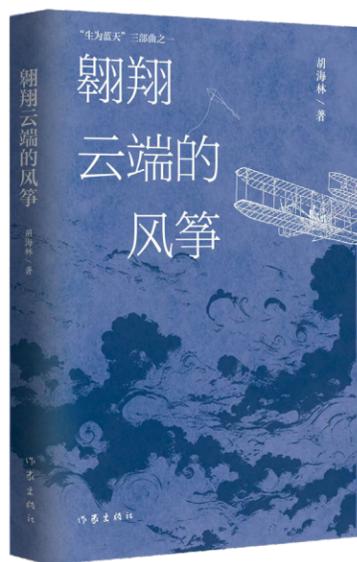
位的危险，并且对我国国民经济发展构成不利影响。

当前需要引起重视的问题是，有些同志把航空工业视为一般机械加工业，有的综合部门也未把航空工业列入高技术产业。早在 1991 年 3 月七届全国人大四次会议上，李鹏总理代表国务院所作的《关于国民经济和社会发展十年规划和第八个五年计划纲要的报告》中指出，“要注意跟踪世界新技术发展进程，努力在生物工程、电子信息技术、自动化技术、新材料、新能源、航空航天、海洋工程、激光、超导、通信等高新技术领域取得成果。”1991 年七届全国人大四次会议上，110 位全国人大代表提议制订航空工业振兴法议案，随后全国人大会议连续 4 次出现同一议案。并且，提议的人大代表人数越来越多，今年全国人大会议上有 314 名代表署名提议，要求大力振兴航空工业。这代表了全国广大人民群众的共同预期。所以，国家有关部门应该采取有力措施进一步明确和加强航空的高技术产业地位。（本文是张彦仲 1995 年 5 月在全国科学技术大会上的书面建议）■

莱特飞机出事故 冯如着手建风洞

——《翱翔云端的风筝》摘编（三）

文 | 胡海林



们。”

一听说朱三进带了喜鹊酒家的特色菜，几个人都喜笑颜开，司徒恩上前就要打开蒸笼看，被黄杞拦着，叫吴英南拿到灶厨间，再加炒两个菜，吃完再去伍·吉·典农场。

朱三进看见摆在院内工棚内的模型，好奇地问：“飞机怎么这么小啊？”冯如解释道：“这是模型，是全尺寸飞机的十分之一的模型。真的飞机比这大十倍啊！先做出模型，目的是检验飞机的平衡和稳定性问题，基本设计和布局的思路对不对，具不具备飞行的基本特性。”“那真的飞机做出来，这个还有用吗？”朱三进问。

“那它就没有用了。”冯如答道。

“那能送我吗？”朱三进紧跟着说道。

“能啊！等全尺寸飞机做好后，送给进哥作纪念。”冯如说道。朱三进脸上立刻绽开笑容，一拍巴掌，笑道：“太好了！多谢阿如，我摆在喜鹊酒家的最中央位置，还要做个案台与玻璃罩把它供起来，就跟供财神爷一样！”

“它就是财神爷！”黄杞说道，“你可不能几盘菜就把模型换去了，

怎么着也得有几桌菜！”

朱三进笑着说道：“几桌饭还有问题吗？上次在伍·吉·典农场开股东会筹备会我就说了，下次在我酒家开，我闭门歇业一天，免费提供餐食。张南还说免费供酒呢！”

一阵欢快笑声后，吴英南把饭菜端上石桌。黄杞问冯如：“这么好的菜，你这儿有酒吗？”冯如歉意地笑笑，说：“黄叔，我这哪会有酒？就吃饭吧。下午还要去伍·吉·典农场做事呢。”

几个人坐下便狼吞虎咽，风卷残云地很快吃完。朱三进又从长褂内掏出一本《工程》杂志递给冯如，说：“一个月前，有个鬼佬在我店里吃饭，遗落的一本书，我看里面有飞机的图案，就收了起来，想给你看看，有没有用。”冯如接过翻翻，里面居然刊登了法国桑托斯·杜蒙飞机的设计图。便笑着对朱三进说：“哎呀，进哥，有用。你是雪中送炭啊！我正在查询桑托斯·杜蒙飞机的资料呢！”

黄杞也说：“天助我们也，连进哥都这样关心飞机研制，我们一定能够成功！”

朱三进说：“我也是股东啊！阿如师傅把飞机研造出来，我们所

有华人脸上都有光，在鬼佬面前也能挺挺腰杆，扬眉吐气一把。而且我还有利益分配，能不时刻关心吗？”

几个人正聊得起劲，吴英南收拾石桌上的碗筷，朱竹泉推门进院，对吴英南嚷道：“舅舅，别收，我还饿着，没有吃午饭呢！”

司徒恩说：“竹泉，你真没有口福，就差小半个时辰，就有牛排与咕咾肉吃。”吴英南说：“我煎个荷包蛋吧。”朱竹泉拦住吴英南说：“反正没有口福，就这些剩饭菜，垫一垫肚子，不饿就行。”

朱竹泉边往嘴里扒拉剩饭菜，边对冯如说：“洛杉矶联系了几个可以去访谈的厂，你看我们什么时候动身？”

冯如说：“越快越好，我着急呢，也想见下梓材叔。”

朱竹泉说：“是啊！我也着急呀，跟枝哥也说了，优先股的经费差不多都花完了，剩下的要保证发动机的材料购置。黄叔还跟我说找居伊进货，装配五台卖给致公堂。我这里没有钱了！”朱竹泉把脸转向黄杞，接着说：“黄叔，这个你通过刘希煜到广东银行借贷吧！”

黄杞苦笑回答：“要是有钱

赚，当然可以向广东银行借。今天我跟兆槐过来，正跟阿如商量这个事呢！”

“过一会儿，我们到伍·吉·典农场去，跟张南叔与耀能叔一块议议吧。”冯如说道。

黄杞问朱三进：“你也去看看？”朱三进摆摆手，说：“我就不去了，看了阿如就放心，你们早点确定开股东会，我也会帮着扩展几个同胞一起支持。”朱三进起身拿起吴英南洗好放回瓷盘的抽屉蒸笼，对冯如说道：“阿如师傅，说好了啊！模型可要摆在我的店里啊！”

朱三进走后，冯如、黄杞一行便动身来到了伍·吉·典农场。张南与谭耀能、司徒恩带着两个场工正热火朝天地干活，跑道已经完全夯实，铺满了细沙粒。张南说：“这都是兆槐用牛车从南郊沙地拉来的。”

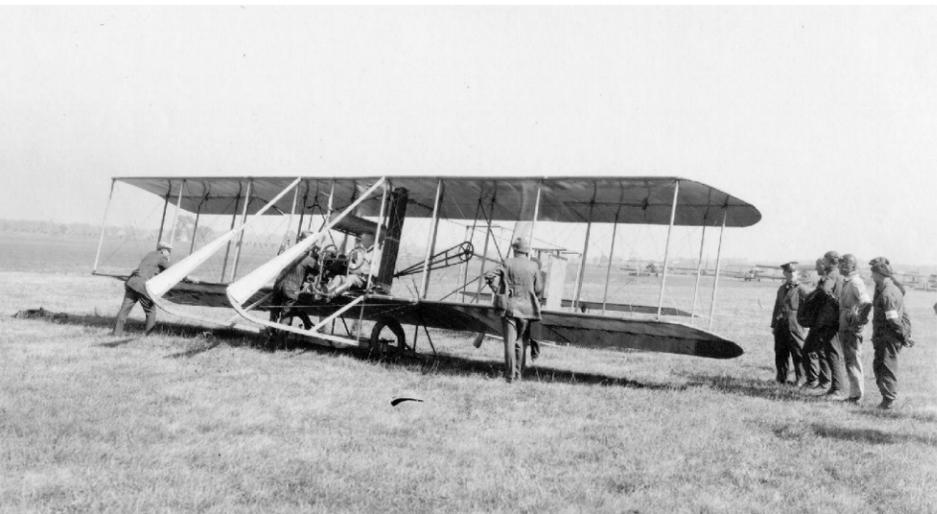
走进跑道旁边快要竣工的大工棚，冯如很激动，对张南、谭耀能说：“二位叔，真是辛苦你们了！”谭耀能说：“我们在设计上帮不上忙，只能打打下手，先把基础做好啊！这屋还是兆槐与司徒恩出力最多，把树砍伐来，又锯开，工具也少，

实在费力，幸得他们俩与两个场工年轻身体好。我们俩老家伙干不动事了。”

司徒恩说：“这些木材都是硬木，木质坚硬，做起来确实费劲。后面要用中国的木工具斧锯刨这些柞木，按尺寸剖解开，再刨刮切削铣挖打磨，制成各种形状和尺寸的构件，是很艰难，要费大工夫。”

冯如点点头，说：“是啊！我今天过来，就是说这个事，加工这些构件，也只能在这儿进行。用手工慢慢地打磨到光滑，组装机翼、尾翼、起落架和机身，得反复测量计算，按照设计的尺寸和精度，差不得一丝一毫啊！”

朱兆槐对冯如说：“师傅，你放心，洋人能做，我们华人一样能做。我在跟郑师傅学勘测时，他跟我讲，修两洋铁路时，很多技术难题都是靠华工来攻克的，架桥梁，打山洞，挖隧道，洋人都一筹莫展。华工师傅用圆周率去计算，用罗盘来定位置。郑师傅说，华工不仅仅卖苦力，也参加技术开发与设计。没有华工的技术，洋人不可能建成两洋铁路。”朱兆槐一席话激发了大家，都说无论如何要克服困难前行。谭耀能说：“阿如，我们华人



闯荡番国，都是九死一生过来的，人人都有一部受尽白人挤压和欺凌的血泪斑斑奋斗史。这些困难算什么！你教我们如何做就是。”

冯如不由得眼睛发热，心潮起伏。他向大家深深地鞠躬，然后拱手抱拳说道：“谢谢！谢谢！感谢亲人对我的鼎力支持！”

司徒恩说道：“师傅，你只管把图纸设计好，我们焚膏继晷，按你的模型架构，从机身、机翼和尾翼、起落架，一件件把构件先做出来！”

冯如说：“等大屋全部完工，把材料都搬进来，我也来待些日子，先挑选加工料，按体积、形状、大小、厚度等尺寸刨削出粗料，再精细打磨，雕琢出楔钉榫卯来。”

欧文斯给冯如打来电话，说布林肯邀请他9月10日到华盛顿看莱特兄弟的B型飞机表演，乔治也同行，问冯如愿不愿同行去观看？

欧文斯特别强调，这是美国政府战争部组织的飞行表演，检验B型飞机性能是否符合战争部合同规范，另外寇蒂斯的“六月甲虫”，也受邀参与表演飞行。可冯如囊中羞涩，连购置材料的费用都抠着花费，只好以太忙、离不开为由搪塞过去。

那几天，冯如每日都要抽时间看欧文斯与乔治写的报道：华盛顿全城几乎万人空巷，成千上万人前往飞行表演地梅尔堡观看飞行表演。先是寇蒂斯的“六月甲虫”号飞行表演，作为全美空中试验协会

月前美国国庆日首飞以一千五百米（四千九百二十一英尺）的创纪录里程飞行，一雪“红翼”“白翼”的前耻，获得了“科学美国人飞行大奖”和两千五百美元奖金而一举成名。虽然莱特兄弟的飞机早已超过这个指标，但《科学的美国人》杂志以莱特兄弟飞机没有官方记录为由，不予承认，不顾社会争议，硬是将奖杯、奖金授予了寇蒂斯。

现在梅尔堡有万名观众，有记者、摄影师、电影制片人见证，寇蒂斯驾驶“六月甲虫”号飞行了十六点一公里，而奥维尔飞行更出色，似乎憋足了劲，要让寇蒂斯相形见绌。连续几天持续飞行了五十八公里，而且莱特兄弟B型飞机结构上有了新改动，装上轮式起落架，前向鸭式升降舵也换成了欧洲人的机翼组件。但意想不到的是灾难突然降临了，就在本次飞行表演计划结束当天，9月17日上午，奥维尔驾机携带战争部负责采购的官员沃什尼斯基·塞弗里奇中尉，进行最后一次飞行。当他们在欢呼声中，作第四次绕圈飞行时，一副螺旋桨破裂，拉力骤然降低，飞机发生剧烈振动，致使一只螺旋桨从空中松脱。飞机摇晃几下，直坠地面，奥维尔·莱特严重受伤，塞弗里奇当场身亡。刚刚还赞美飞行表演完美，人类开始翱翔天空的

冯如慢慢抬起头，坚定说道：“那天黄叔不是说了吗？开弓没有回头箭。我今天加上一句，苟无成，毋宁死！李林塔尔出事故临终时说‘总得有人牺牲’，的确，研造飞机是要用生命作抵押，奋不顾身去追求，才能实现！”

美国众多报纸杂志，紧接着讥评战争部的文章便铺天盖地，认为他们头脑跟冒险家一样发热，不但把两万五千元扔到火里烧了，还把一个军人的命丢了！

看到这个消息，冯如惊得一屁股坐在椅子上，发起愣来。司徒恩不解，看着心情沉重的冯如，问道：“莱特兄弟飞行表演摔死了华盛顿的人，跟我们有什么关系？”

冯如说：“关系大着呢！莱特兄弟在飞机世界排名老大，在联邦政府组织的飞行表演大赛上失事，还死了个中尉。这对全世界研造飞机的事业都是打击，对我们扩展普通股更要造成困难。”

“那怎么办？”司徒恩听后也蒙圈了。冯如慢慢抬起头，坚定说道：“那天黄叔不是说了吗？开弓没有回头箭。我今天加上一句，苟无成，毋宁死！李林塔尔出事故临终时说‘总得有人牺牲’，的确，研造飞机，是要用生命作抵押，奋不顾身去追求，才能实现！”

这段时间，冯如心急如焚，内心像烈火一样燃烧着、像洪水裹挟着。正如冯如所料，朱竹泉跑来告诉他，普通股扩展受莱特兄弟飞机的伤亡事故影响很大，已经收了三百多股的钱都退股了，甚至还有两个优先股东都动了退股的心思。幸得刘一枝出面，才没有坚持退股。冯如对朱竹泉说：“先把人工钱省下吧，从这个月开始我就不从公司支出工钱，把钱用在材料购置上。”

黄杞看着眼圈发暗、人已消瘦的冯如，说道：“我们唯有加快往前赶，造出一架飞机飞起来，才会有商业机会，就有了发展。”又对朱竹泉说，“竹泉，我也不从公司支出工钱。”

冯如用手指拢拢凌乱的头发，对黄杞说道：“我是这么想的。黄叔，我得赶紧去趟洛杉矶，机身、机翼与起落架的构件都在制作，唯有发动机的材料还没有访厂落实。另外，这次莱特事故倒给我提了个醒，我想设计制造一个风洞，这个钱还是

省不得。当然莱特兄弟飞机事故原因是什么，现在还不知道。但我想很快报纸、杂志会登出来的。”

黄杞说：“工艺的事，不能省的绝不能省，再穷也不能省任何一道工序。这是马虎不得、要命的事！我跟竹泉说了，我从这个月开始不从公司支出工钱，竹泉他也不支出，以节省开支，把材料备齐。”

朱竹泉说：“我们下个月成行吧。我尽快落实好，我总想多筹点钱，采购材料时底气足些。”

黄杞说：“去了洛杉矶，直接先找我梓材兄，让他筹点款垫支一下。我也给他写封信，说明我们的近况。”

冯如忙了一个多月，终于完成了风洞建设。风洞主体是正方形管筒，采用直流引射式原理，由三年前给伍·吉·典农场舍照明用的那台一点五千瓦发动机，驱动风扇鼓风。这天他带着朱竹泉正忙着操作风动机，不断调整角度与风速进行试验，朱竹泉趴在石桌上边听冯如报数边认真记录。两人正紧张忙碌时，尼里不请自来，手里还拿着《流行机械学》和《飞行器》两本新出的杂志，说道：“这杂志刚登了华盛顿飞行表演莱特兄弟事故调查报告。请假过来，跟你谈谈。”

朱竹泉沏来一壶红茶，拿来锅盖大的半只面包，冯如切下三块，

再抹了点黄油，三人就坐在石桌旁边吃边谈。冯如先快速翻看事故分析报告，事故分析报告认为：莱特兄弟的飞机发生人员伤亡事故，不是偶然的。他们没有采取固有稳定设计，而是采用“翼尖翘曲”方法，通过不断操纵达到飞机自身的动态稳定。所以莱特飞机的稳定性完全取决于驾驶员的熟练程度，而且其螺旋桨位置是致命的根源。

尼里见冯如已浏览完，问道：“你认为报告分析如何？”

冯如回答：“分析很中肯，这个问题我早就想过，也关注到了。前段时间做模型，我就想找到解决平衡问题的方法，因为这比设计制造重量轻、强度大、升力足够的机翼和轻型动力装置要困难得多。所以我缩小了前升降舵面积，机翼后面加了水平安定面，加长了尾翼力臂。”接着，冯如又指了指简陋的风洞装置，说：“这是我刚做的，让竹泉帮着记录数据。我们能看到书与杂志上的资料，都没有数据。也被人视为绝密，不得丝毫透露，唯有自己来检验风切变强度。”

尼里点头附和，说道：“从原理上，的确要掌握第一手数据。飞行过程中，因为质量变化或外力作用，重心一定会发生偏移或移动，出现力矩不平衡。重心偏移过大，必定导致飞机失去平衡。”

两人起身在模型机身与机翼的纵轴横轴间比画着，讨论飞行器的水平翼安置位置的稳定性与控制力，平衡与转向，还有下压的空气流与上扬的空气流的切换。朱竹泉站在旁边用心倾听与记录。张南推门进来，见他们三人聚精会神讨论问题，也就静静站在一边。吴英南买菜回来，见张南一人站在那儿，赶紧上前招呼。

冯如也连忙停下讨论，歉意地对张南说道：“哎呀，张南叔，你来了也不说一下，让你站在边上，多不好意思呀！”

朱竹泉给张南倒上一杯红茶说道：“张南叔带来什么喜讯？”

张南对冯如说：“困难之际，也算一点喜讯吧。孙小姐告诉我，唐先生知道我们身陷资金困难之际，也知道致公堂无线电室的筹建人员，把无线电收发报机价格定得过低。他本来目的是通过建立无线电室，既帮助推广产品，扩大产品影响力，也通过盈利支持我们研造飞机。所以他跟黄总舵主反映了此事，黄总舵主已经指示，按市场价格采购，而且希望是采用了真空三极管新技术的无线电收发报机。”

朱竹泉拍着巴掌说：“太好了！这才是雪中送炭。”

冯如对尼里解释道：“奥维

尔·莱特在华盛顿的试飞坠地，给我们扩股筹资带来极大困难，已交了钱的普通股有很多人赎了回去，甚至入股的优先股东也想撤资。”

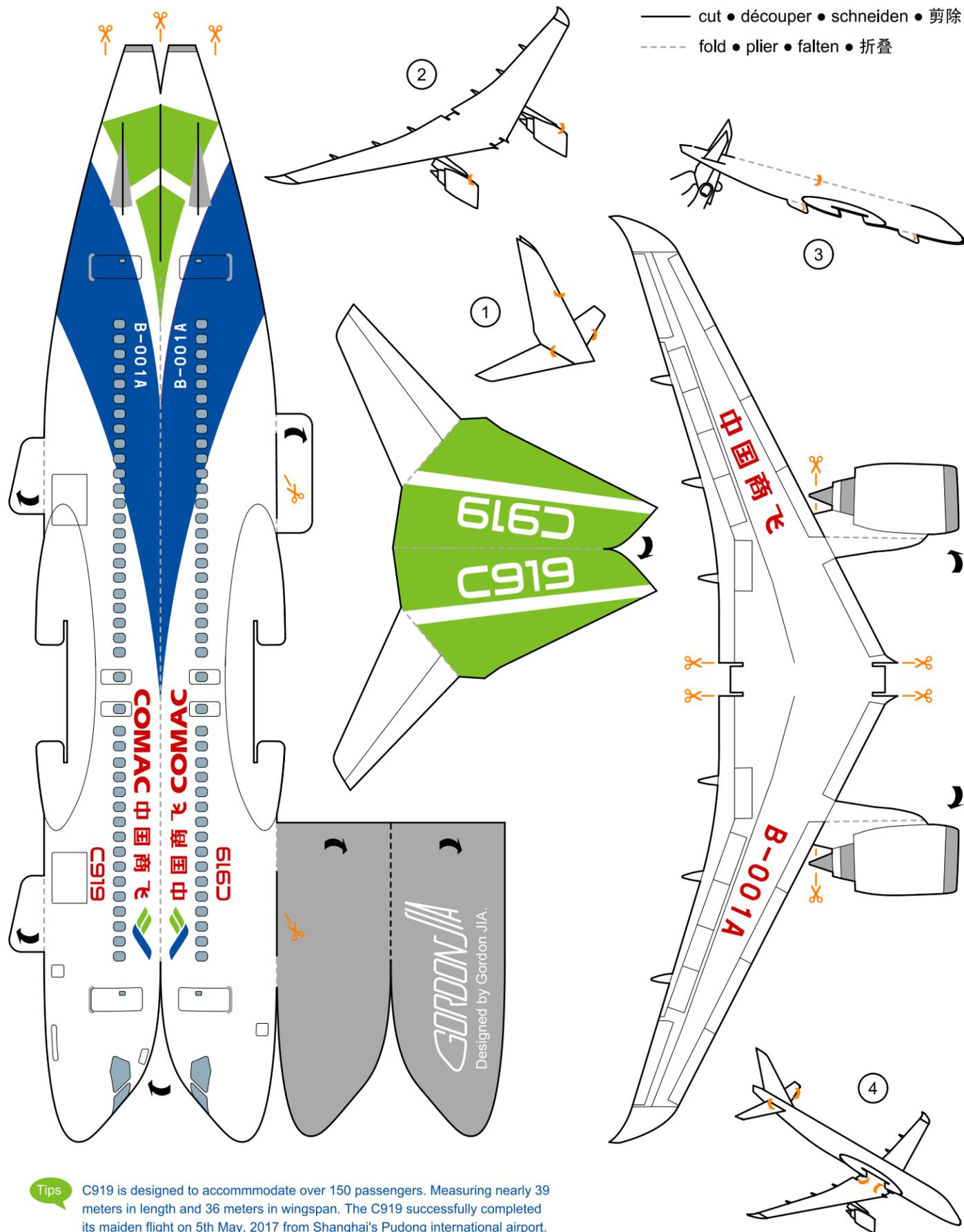
尼里说：“我恰恰要告诉你一个消息。虽然战争部的汤马斯·塞夫利奇中尉不幸遇难了，但战争部研究后仍认为，奥维尔·莱特的飞行表演是出色的，决定合同继续履行。莱特兄弟莱特 B 型飞机只需把问题解决好，就可向战争部交付。我相信这绝对可以堵住那些认为人类从此放弃飞行的人的嘴，一定能在美国掀起更疯狂的飞行热潮，研制飞机将会更加竞争激烈。很多著名发明家与实业家已经联手在做这件事了，听说福特就向寇蒂斯伸出了橄榄枝。”

张南对朱竹泉说：“尼里的消息很重要，找一找报纸，编抄一份摘要，给股东们寄一寄，让他们全面了解一下全世界航空的发展，尤其是美国的航空发展情况。”

冯如也对朱竹泉说：“张南叔的意见很对，我们确实要加强宣介，增强股东们对我们、对研造飞机的信心。” ■

COMAC C919

Paper cutout



C919 与 ARJ21 相聚青藏高原



图 | 王脊梁