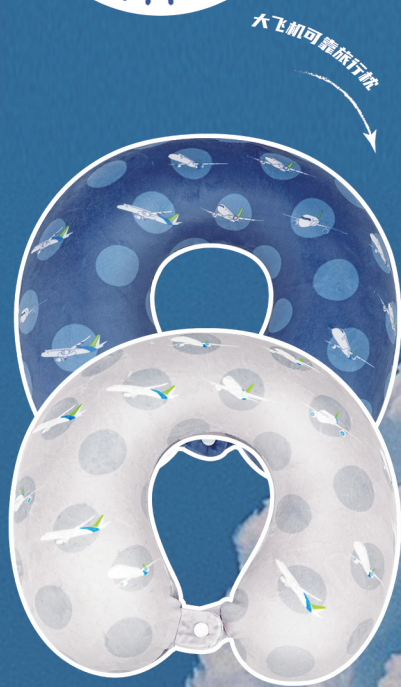


开春去旅行

春天是
远道而来的浪漫



中国商用飞机有限责任公司
COMAC Commercial Aircraft Corporation of China, Ltd.

COMAC



- 出品方 -
中国商飞新闻中心

103

大飞机 JETLINER

2023.01

回顾与展望

- 逆境下的“最高战争”——全球商用航空市场回顾与展望
- 黯然落幕的日本民机梦
- 2023 年国际航空客运市场展望和思考



大飞机

JETLINER

01 January

2023.01 | 总第103期

ISSN 2095-3399

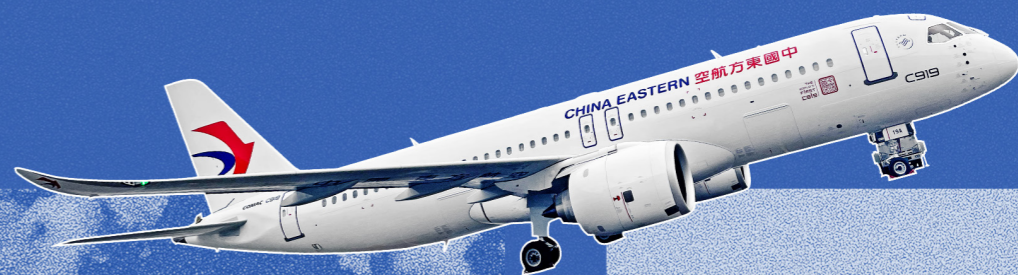


9 772095 339235

2022年12月26日，全球首架C919国产大飞机开启了100小时的验证飞行之旅，这标志着C919商业运营已进入“冲刺阶段”。由于C919是全球首发机型，在获得中国民航局型号合格证的基础上，东航还要开展空机验证试飞，以对飞机的运行安全性、维修可靠性以及各项运行保障能力进行验证和确认。

① 东航首架C919飞机在首都国际机场

SHANGHAI



QING DAO

XIAN

BEI JING

Contents



05

卷首语

05 发令枪已打响 | 欧阳亮

06

资讯

08

封面文章

08 逆境下的“最高战争”——全球商用航空市场回顾与展望 | 杜婷

15 艰难步出阴霾
民航将“逐步上扬” | 詹东新

19 航司：重整旗鼓待复苏 | 林一易

23 机场：期待人头攒动的“烟火气” | 慕琦

26 欧美航空运输市场复苏策略及借鉴
| 李艳伟

31

航空制造

31 黯然落幕的日本民机梦 | 岩石

36 新一代商用飞机的探索 | 董帼雄

40 小客舱蕴含大创新 | 张晋

44

航空运输

44 2023 年国际航空客运市场展望和思考
| 占芬 尤怀墨

50 国际航线：
暖意渐浓 吹响复苏号角 | 张丰繁

53 浅谈民机主制造商“以客户为中心”的
践行之路 | 杨斐

57

人物

57 试飞运营支持团队：“敢把后背给战友”
| 王心怡

62

科普

62 在地面飞行——飞行仿真技术的应用
| 任和

64

漫话航空

64 重读《未了的传奇——波音 747 的故事》
| 张聚恩

68 欧洲诞生世界第一架喷气客机
——世界商用飞机发展简史（四）
| 王思磊



本期解读

各种数据更能直观反映这个假期的火爆：春节档国内电影票房为 67.58 亿元，同比增长 11.89%；春节假期全国国内旅游出游 3.08 亿人次，同比增长 23.1%，实现国内旅游收入 3758.43 亿元，同比增长 30%；春节假期七天铁路累计发送旅客 5017 万人次，同比增长 57%，民航运输旅客 900 万人次，同比增长 79.8%。至于堵车，开车不开车的朋友都在小视频里刷到“长龙”了，但很多人堵着堵着却露出了笑容，流下了热泪。

是的，发令枪已经打响，我们又回到了拼经济的主赛道。过去三年，有些企业倒闭了，有些企业在裁员，也有些企业在蛰伏，更多的企业一直在咬牙坚持、在积极做着起跑的准备。2022 年 7 月 1 日，国航、东航、南航同日发布公告，宣布购买 A320neo 系列飞机共 292 架，9 月 22 日，南航公告旗下子公司厦门航空与空客签订协议，购买 40 架 A320neo 系列飞机。

封面摄影：徐炳南



- 关注我们 -
FOLLOW US

本刊声明：

1. 稿件从发表之日起，其专有出版权和网络传播权即授予本刊，同时许可本刊转授第三方使用。
2. 本刊作者保证，来稿中没有侵犯他人著作权或其他权利的内容，并将对此承担责任。
3. 本刊支付的稿费已包括上述使用方式的稿费。

大飞机

2023 年第 01 期 | 总第 103 期 | 01 月 30 日出版

中国标准连续出版物号

ISSN 2095-3399 CN 31-2060/U

主管主办 中国商用飞机有限责任公司

出版发行 上海《大飞机》杂志社有限公司

编委会

主任 贺东风
常务副主任 赵越让
副主任 谭万庚
委员 赵九方 吴永良 郭博智
周新民 魏应彪 张玉金
学术顾问 吴光辉

上海《大飞机》杂志社有限公司

总经理 程福江
总编辑 王刚
副总经理 徐显辉

总编室

主编 欧阳亮
执行主编 庄敏 林喆
副主编 柏蓓
文字编辑 哲良 张凯敏 郑小芳 周逸云
美术编辑 卢之萍 刘晓雨 刘伟

采访部

记者 李欣阳 李琰 赵婷婷 阳庭庭
摄影记者 管超 王脊梁 颜康植 张竞霄

商务部

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

国内发行 上海市报刊发行局
国内订阅 全国各地邮局
邮发代号 4-883

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



发令枪已经打响，我们又回到了拼经济的主赛道。
躺平不可取、躺赢不可能、奋斗正当时！

卷首语

发令枪已打响

文 | 欧阳亮

“烟火气”回来了！

2023 年的春节，相信超出大多数人的预料：节前，已有点跃跃欲试，又有点小心翼翼，节中，眼看到处“热气腾腾”，终于彻底放飞自我……不用说三亚、大理等传统旅游目的地“一房难求”，很多地方甚至出现了“一饭难求”：大年初三的傍晚，笔者在长沙坡子街，不仅没能吃上饭，面对著名的火宫殿及旁边的火神庙里汹涌的人潮，甚至都没敢进去。

各种数据更能直观反映这个假期的火爆：春节档国内电影票房为 67.58 亿元，同比增长 11.89%；春节假期全国国内旅游出游 3.08 亿人次，同比增长 23.1%，实现国内旅游收入 3758.43 亿元，同比增长 30%；春节假期七天铁路累计发送旅客 5017 万人次，同比增长 57%，民航运输旅客 900 万人次，同比增长 79.8%。至于堵车，开车不开车的朋友都在小视频里刷到“长龙”了，但很多人堵着堵着却露出了笑容，流下了热泪。

是的，发令枪已经打响，我们又回到了拼经济的主赛道。

过去三年，有些企业倒闭了，有些企业在裁员，也有些企业在蛰伏，更多的企业一直在咬牙坚持、在积极做着起跑的准备。2022 年 7 月 1 日，国航、东航、南航同日发布公告，宣布购买 A320neo 系列飞机共 292 架，9 月 22 日，南航公告旗下子公司厦门航空与空客签订协议，购买 40 架 A320neo 系列飞机。

2022 年 12 月 9 日，全球首架 C919 大型客机交付首家用户东航。C919 大型客机的首架交付是我国大飞机事业发展的又一重大里程碑，意味着历经几代人的努力，我国民航运输市场将首次拥有中国自主研发的喷气式干线飞机，大飞机事业迈入规模化系列化发展新征程，对推动全球航空产业链合作创新、加速我国民航运输市场供给侧结构性改革、助力构建国内国际双循环相互促进的新发展格局，具有重要意义。

如今，新一轮赛事已经开始，不管是遭遇挫折的、蛰伏蓄力的，还是负重前行的，在这个充满希望的春天，都已经全力出发。正所谓：躺平不可取、躺赢不可能、奋斗正当时！

01

C919 兔年首飞! 亮相南昌昌北机场

1月28日10:30, 中国东航全球首架C919国产大飞机执行MU7817次航班平稳落地南昌昌北国际机场, 这是C919飞机在癸卯兔年的首次飞行, C919飞机100小时验证飞行再添新航点。

03

2023年春节假期民航运送旅客900万人次 同比增长79.8%

2023年1月21日至27日(农历除夕至正月初六), 春节假期七天民航运输旅客900万人次, 比2022年春节同期增长79.8%; 平均客座率达76%, 比2022年增长20个百分点。假期七天民航保障航班83844班, 日均11977班, 比2022年增长33.6%; 航班正常率为98.2%, 比2022年上升1.1个百分点。

01



03



02

成都航 ARJ21 机队收入创新高

春运期间, 成都航空 ARJ21 机队客座率、小时收入、座公里收入等关键指标均取得新突破, 机队平均小时收入连续多日超过4万元。

春节期间, 成都航空新开“漠河—加格达奇—漠河”和“漠河—哈尔滨”航线, 平均小时收入超5万元, 最高小时收入达7.5万元, 创ARJ21机型开航以来的历史新高。

02



04

国航、东航各募资150亿元

1月7日, 中国国航、中国东航分别公告完成了2022年度增发。

国航向22家发行对象增发16.76亿股, 募集资金150亿元, 发行价格为8.95元/股。在减除发行费用后, 增发的108亿元将用于引进22架飞机项目, 42亿元将用于补充流动资金。

东航向20家发行对象增发34.17亿股, 募集资金150亿元, 发行价格为4.39元/股。在减除发行费用后, 增发的105亿元将用于引进38架飞机项目, 45亿元将用于补充流动资金。

05

空客波音发布2022年成绩单

1月10日, 空客、波音双双公布2022年成绩单。

空客2022年共向84家客户交付661架民用飞机, 共获得1078架新增订单, 订单净增820架。截至2022年12月底, 空中客车的储备订单为7239架。

波音2022年共交付480架飞机, 包括374架737 MAX, 13架其他737改型和93架宽体飞机。订单净增774架。截至2022年底, 波音民用飞机的待交付订单数为4578架飞机。

06

空客测试全新飞行员辅助系统 DragonFly

据媒体1月15日报道, 空客全资子公司UpNext正在测试全新的飞行员辅助系统DragonFly。该系统在紧急情况下可以挽救机组成员和乘客的生命: 万一在突发事件中机组人员无法掌控飞机, DragonFly系统可以实现自动降落。

07

波音计划新建一条737MAX生产线

1月30日, 波音宣布计划在埃弗雷特工厂新建一条737MAX生产线。新生产线将建在之前787生产线所在位置, 预计2024年下半年开始投产。为整合787项目产能, 波音于2021年中期完成了787在南卡罗来纳州工厂的集中生产, 埃弗雷特工厂不再生产787。

06



07



10



08

韩国 KAI 重组

据飞行国际1月3日报道, 为了更好地满足国内和国际国防市场的需求, 韩国航空航天工业公司(KAI)进行了重组。在保留现有结构的同时, KAI成立了一个新的研发部门——“未来融合技术研究所”, 该研究所将探索未来的飞机技术。此外, KAI还将建立一个新的客户服务中心。

09

SSJ-New 静力试验机体运抵新西伯利亚

1月11日, SSJ-New 静力试验机体从俄罗斯阿穆尔河畔共青城的总装厂运抵新西伯利亚, 将在西伯利亚航空科学研究所(SibNIIA)开展取证试验。与SSJ100相比, SSJ-New的机身、机翼、发动机和起落架发生设计变更, 因此需开展静力试验以确认飞机的静强度及其安全运行条件。

10

2022年GE利润同比增长66%

1月24日, GE公布: 2022年全年收益达261亿美元, 同比增长22%, 利润48亿美元, 同比增长66%。2022年, GE共交付商用航空发动机1663台(其中, Leap发动机1136台), 获得商用航空发动机新订单2127台(其中, Leap发动机1515台)。

封面文章

逆境下的“最高战争”

——全球商用航空市场回顾与展望

文 | 杜婷

↓

图 | 陈肖

历时3年之久的新冠肺炎疫情，终于在2022年年末进入到了尾声，全球航空业也随之迎来了转机。按照惯例，波音、空客等主要飞机制造商在2023年初陆续发布了2022年度业绩报告，虽然成绩单与巅峰时期不可同日而语，持续3年之久的疫情给行业留下的“伤疤”还需要更长的时间去恢复，但令人欣喜的是，2022年

对于全球商用飞机制造商来说，无疑是迎来转机的一年。

这一年来，对于波音、空客等行业巨头来说，逆境下的“最高战争”仍在继续，双方都面临着新的机遇和挑战；对于行业来说，新机型进入市场也意味着竞争将更加多元化。

新机型引得市场关注

2022年9月，中国商飞公司C919飞机获得中国民航局（CAAC）颁发的型号合格证，这也意味着全球单通道飞机市场将迎来一款全新机型。C919与当前民航主流的A320系列和737系列飞机属同级飞机，该机全机长38.9米，翼展35.8米，高11.95米，座级158~192座，航程为4075~5555公里。

作为当前市场最新的一款单通道干线飞机，C919在设计上也有其自身的特点。飞机采用了超临界机翼的设计，这样的设计可以减轻飞机的结构重量，增大结构空间及燃油容积，既能适应高速巡航飞行，又能保持较高的气动效率。这也是我国第一款完全自主设计的超临界机翼。此外，这款机型还采用了先进推进系统和先进材料，碳排放更低，燃油效率更高。尤为值得一提的是，C919驾驶舱装配了新一代集成式侧方操作杆，5块15.4英寸高清显示屏，以及先进的“静音”设计，可以有效降低飞行员的工作负荷。

在获颁型号合格证不久，2022年12月，中国商飞向全球首家用户东航交付了首架C919飞机，目前这架飞机正在进行商业运营前的航线验证飞行。作为全球首家用户，东航为首架C919配备了两舱布局，164座，包括8个公务舱座位和156个经济舱座位，均选用完全自主研发的新一代国产客舱座椅，而“乘坐舒适宽敞”





图 | IRKUT



将是 C919 今后服务旅客时鲜明的特色。

C919 飞机客舱拥有 2.25 米的过道高度，单曲圆弧造型设计的下拉式行李舱设计，能给旅客提供更大的顶部和前方视觉空间；多种情景化照明模式，较低的噪声水平，健康清新的空气质量，能为旅客提供更加舒适的乘坐环境。东航 C919 客舱还选装了共 20 个 12 英寸吊装显示器，支持高清 1080P 电影放映，这也是东航单通道机队首次引入 1080P 的节目装载。

另一款在研的全新单通道飞机是俄罗斯的 MC-21 飞机。2021 年 12 月，MC-21 飞机获得俄罗斯联邦航空运输局（FATA）颁发的型号合格证，但受俄乌冲突、欧美制裁等因素影响，西方供应商的断供使得俄罗斯不得不启动国产替代计划。因此，2022 年，MC-21 飞机项目的推进工作主要围绕国产化替代展开。

根据《民机战略与观察》的报道，截至 2022 年 10 月，主制造商伊尔库特公司已对 MC-21 飞机开展了 82 个飞机系统的国产化工作，其中涉及燃油箱保护系统、新一代电传动装置、航电系统原件等。2022 年 11 月，伊尔库特公司与俄罗斯航空的子公司 Rossiya 合作，使用 MC-21-300 的原型机开展空载飞行。12 月末，在 PD-14 发

动机装机完成 160 多个架次的试飞后，俄罗斯联邦航空运输局颁发 MC-21 飞机型号设计更改合格认证，确认飞机可采用 PD-14 发动机和国产复合材料机翼，这一认证被视为 MC-21 飞机国产化替代的里程碑事件。根据伊尔库特公司的规划，MC-21 国产化替代机型将在 2024 年左右完成所有试飞工作并获得本国的型号合格证，首批批产飞机将交付给俄罗斯国内航空公司。

衍生机型进展不一

除了上述两款新机型之外，波音、空客、巴航工业等衍生机型的研发工作进展不一。

波音两款机型 777X 和 737MAX10 的研制工作都遇到了一些阻碍。2022 年新年伊始，新加坡航展如期举行，777X 在航展上的表现十分惹眼，但随后其研制工作的进展却不尽如人意。从时间轴来看，777X 研制的关键时期恰逢波音深陷 737MAX 事件的困局，同时还遭遇发动机延迟交付等外部因素影响。受 737MAX 事件影响，波音与 FAA 之间经历了一场信任危机，2021 年 FAA 就曾以软件和硬件问题尚未得到解决为由，拒绝为 777-9X 的试飞原型机签发型号核准书，使得该项目的局方审定试飞计划不得不推迟。2022 年 4 月，波音宣布，在综合考虑内外部各种因素后，决定将 777-9X 的交付时间从 2023 年年底推迟至 2025 年。目前，波音共下线了 4 架 777-9X 的试飞机。2022 年 10 月，由于发动机故障，波音曾一度中断了 777-9X 的试飞工作，直到 12 月 17 日，试飞工作才重新恢复，但另外 3 架试飞机还未重启试飞任务。

737MAX10 的研制同样一波三折，这主要是因为受到早前 737MAX 坠机事件的影响。在发生两起坠机事件后，美国国

会发布相关法规，规定 FAA 不得向设计中不包括机组人员警告系统的运输类飞机颁发型号合格证。2022 年年末，美国国会和波音双方终于找到了折中的解决方案，即国会提出了新的修正案，但同时要求波音对 737MAX 系列飞机进行一系列安全增强功能改装，这也为 737MAX10 的取证扫除了障碍。如果进展顺利，预计 2023 年波音将会完成这一机型的取证工作，并陆续交付市场。相信作为 737MAX 系列中座级最大的一款机型，波音对其抗衡竞争对手是寄予厚望的。

相比之下，空客 A321XLR 的研制颇为顺利。2022 年 6 月，这一超远程单通道客机完成了首飞，12 月空客又完成了这一机型的长航时飞行，飞行时间达到 13 小时。根据计划，如果进展顺利，A321XLR 有望在 2023 年获得欧洲航空安全局的型号合格证，2024 年投入市场。对于这一机型未来的市场表现，空客显然寄予厚望，无论是从座级还是航程来看，在细分市场目前还未有机型能与其形成正面竞争，其未来的市场表现值得期待。

在衍生机型方面，巴航工业的一个大举措是在 2022 年 3 月正式启动 E190F 和 E195F 客改货项目（P2F），以满足电子商务及现代化贸易对航空货运的需求。根据计划首架改装货机将于 2024 年年初投入使用。同时巴航工业预计，未来 20 年全球市场将需要 700 架该级别的货机。两个月后，全球最大的支线飞机租赁公司 Nordic Aviation Capital 公司成为巴航工业 E 系列客改货项目的启动用户，计划从 2024 年开始陆续接收 10 架 E 系列客改货飞机。

交付与订单有所回暖

2023 年 1 月，波音和空客各自发布



业绩报告。业绩报告显示，2022 年，空客交付了 661 架飞机，比波音公司的 480 架多出 38%。从订单数来看，空客和波音 2022 年分别收获了 820 架和 774 架新增订单。空客未交付的储备订单量为 7239 架，波音为 4578 架。从总体来看，空客的实际交付数未能实现其年初设定的 700 架的目标，空客表示这主要是由于疫情导致供应商受限、俄乌冲突和劳动力短缺导致能源价格上涨等因素而未能实现。波音则无论是订单数还是交付数来看，都还未走出阴霾。

从交付来看，空客从 2021 年的 611 架小幅增长至 2022 年的 661 架，增幅为 8%，部分原因是 A321 飞机交付量首次超过了 A320 飞机（分别为 264 架和 262 架），同时 A220 飞机 2022 年的交付量与 2021 年相比只增加了 3 架（2021 年 50 架，2022 年 53 架）。从订单来看，窄体客机订单比 2021 年增长了 62%；由于亚航取消了大量 A330-900、卡塔尔航空取消了 A350-1000 订单，因此空客宽体客机订单的变化并不大。

疫情爆发前的 2019 年，空客全年飞

图 | Airbus





图 | airplanes.
itsabouttravelling.com



机交付量达到863架,公司预计到2024年,交付量将提升至每月65架,高于2022年的每月43架。到2025年左右,空客希望实现每月交付75架A321/A320。

波音2022年共收获了774架民用飞机净订单,包括561架737家族订单和213架双通道飞机订单。纳入订单取消和置换调整后,波音收获的民用飞机订单包括:561架737MAX订单,新增全日空、达美、国际航空集团等客户;213架宽体飞机订单,包括114架787、31架767和68架777;78架各型波音货机订单,包括45架767-300货机和当前型777货机订单;启动777-8货机并收获超过50架订单。

民用飞机交付包括:387架737,分别是374架737MAX和13架其他737改型;93架宽体飞机,分别是5架747、33架767、24架777和31架787;44架新造货机。

对此,波音表示,2022年公司主要的工作包括稳定737生产、恢复787交付、启动777-8货机,但最重要的是兑现对客户承诺。随着民航业的快速复苏,波音对737MAX和787飞机的市场前景充满信心,并表示将继续关注推动自身运营业

务和供应链的稳定性,同时在2023年及之后满足客户的需求。

总体来看,未来波音与空客双寡头垄断的格局将继续维持。对此波音表示,尽管目前波音在储备订单方面有所落后,但未来双方的份额将最终达到各占50%的水平。但客观来看,短期内恐怕难以实现这一格局,空客与波音储备订单在短期内或将维持6:4的比例。另一个值得关注的是,737MAX的取证推迟将进一步加大双方在单通道客机市场的份额差距。根据波音的计划,737MAX将在2023年完成取证,737MAX10的取证工作则已推迟至2024年,同时波音也已明确表示未来10年,公司不会启动新一代窄体客机的研制工作。这或许意味着,未来10年内,空客在窄体客机市场的领先地位将无人撼动。

支线市场表现不一

后疫情时代,市场需求的转变使得支线飞机市场中各制造商的表现各有不同。2021年,全球涡桨支线飞机市场曾出现过明显反弹,2022年市场整体维持了复苏的态势,但各制造商的表现不尽相同。

根据《环球航空资讯》的报道显示,从飞机利用率来看,大型涡桨支线飞机运行活动持续增加,不断接近疫情前水平。就执飞航班数量而言,ATR72-500/600是唯一超越2019年水平的机型,这在ATR-500上体现得尤为明显,较新的ATR-600反倒表现不尽如人意。Dash8-400的利用率虽然保持缓慢提高,但仍比2019年的运营水平下降了30%。在此,值得一提的是,2022年11月ATR42-600获得了中国民航局颁发的型号合格证,同时公司也表示已经从一家未披露的客户那里获得了三架飞机的确认订单。ATR公司毫不掩饰对中国市场的渴望。ATR预计到2035年,

中国将新建150多个机场,涡桨飞机将在开拓中短程稀薄的新航线网络中发挥关键作用,对高铁网络起到辅助作用。

喷气支线飞机的运营在2021年第二季度达到顶峰(仍然低于2019年水平),之后复苏便遭遇阻力,一个尤为明显的现象就是美国支线市场2022年夏季高峰期的运行数据未能创新高,反而略有下降。

符合美国“范围条款(scope clauses)”的最大机型,即E175和CRJ900,仍是最为活跃的机型,而E170、ERJ系列飞机和较小的CRJ系列飞机的利用率比2019年水平低30%~50%不等。造成这一情况的主要原因是美国支线飞机飞行员短缺。50座级喷气支线飞机由于本身运营成本就偏高,因此受市场影响也更大。

2022年,巴航工业依旧着力开拓北美市场,美国飞机租赁公司Azorra、美国航空、波特航空、途易集团等都先后订购了E系列飞机。未来,E2系列飞机要获得更多的订单,中国市场将是一个非常重要的战略市场。为此,巴航工业早在多年前就开始了谋篇布局。

2022年11月,巴航工业E190-E2获颁中国民航局型号合格证,同时另一款更大的E195-E2的取证工作也在推进中,预计将在2023年获得中国民航局型号合格证。一直以来,巴航工业都希望能够进一步拓展中国市场,在获得型号合格证后,这两款机型未来在中国市场的表现值得关注。

中国商飞ARJ21飞机在2022年并没有新增客户,但随着交付数量的增加,这款机型将正式踏入规模化运营。ARJ21飞机自2016年投入运营以来,保持了良好的安全运营纪录。这一方面与中国民航局严格的监管有着直接关系,另一方面中国商飞不断提高的客户服务体系也保障了飞机的稳定性和可靠性,有利于为未来



C919飞机投入市场树立信心。

但支线飞机的盈利性问题是一个全球性的问题,随着ARJ21飞机交付量的提升,作为制造商的中国商飞如何与现有客户,尤其是国内三大航一起探索支线飞机的盈利模式,对于这款飞机乃至国产商用飞机产业的健康发展来说都是一个十分重要的课题。2023年年初,ARJ21的首家用户成都航空在春运期间,用ARJ21开通“漠河-加格达奇-漠河”、“漠河-哈尔滨”航线,实现平均小时收入超5万元、最高小时收入7.5万元,创ARJ21开航以来的历史新高。由此可见,国产民机实现盈利大有可为。

2023: 高预期 抗通胀 保交付

对于已经到来的2023年,毫无疑问全行业都充满了期待。这一点从各大制造商发布的市场预测报告可见一斑。

波音发布的2022年《中国民用航空市场展望》中预测随着中国经济的增长,中国的民用飞机机队规模在未来20年中将增长一倍以上。波音预测未来20年期

图 | 贺明



中国市场方面，中国商飞预计到2041年将拥有10007架客机，其中单通道喷气客机6896架，双通道喷气客机2151架，喷气支线客机960架。中国航空市场将成为全球最大单一航空市场，引领未来全球航空市场增长。

间，全球机队年增速在2.8%左右，那代表20年后全球的机队规模会增长80%左右。未来20年，全球航司将需要41170架新飞机，单通道客机占75%，支线喷气机占5%，宽体客机占18%，货机占2%。

中国商飞发布的《市场预测年报(2022-2041)》预测，未来20年，全球航空旅客的周转量年均增长率为3.9%，各类型喷气客机的交付量将达到42428架，总价值约为6.4万亿美元。新货机和客改货飞机交付量为2991架。

中国市场方面，中国商飞预计到2041年将拥有10007架客机，其中单通道喷气客机6896架，双通道喷气客机2151架，喷气支线客机960架。中国航空市场将成为全球最大单一航空市场，引领未来全球航空市场增长。

全球知名飞机租赁商Avolon同样表示，2023年全球航空业将实现高速发展，其甚至乐观地预测，到2023年年中，全球航空运输量将恢复至疫情前的水平。

Avolon表示，欧洲和北美市场将率先复苏，中国市场进入2023年，随着疫情防控政策的调整，航空旅客运输量将大幅增长。Avolon公司表示，如今航空公司、

制造商和飞机租赁商正在共享一个行业发展的生态系统，三者需要通力合作来应对行业复苏过程中可能遇到的挑战。

然而尽管各方的预测都十分乐观，但客观来看，飞机制造商面临的产能提升压力、供应链面对的通胀压力、航司在快速恢复过程中的安全挑战等，都是行业复苏过程中不可避免的问题。

过去的三年，航空运输业遭受重创，如今随着行业的复苏，我们很高兴地看到航司的客座率在不断提高，但仅美国民航市场，近一两个月已频发安全问题，尽管未造成人员伤亡，但如何在民航快速复苏的同时，确保安全第一是首先要考虑的课题。

此外，对于产业链的供应商来说如何增强供应链的韧性，确保生产率重回疫情前水平也是一个必须跨越的难关。尤其对于主制造商、一级供应商来说，如何更好地应对供应链的成本上涨、价格变动，如何开展供应链成本评估等都是需要解决的问题。

对于主制造商来说，如何快速提升产能，满足客户对新飞机的需求也是后疫情时代的难题。在经历了疫情的冲击后，无论是供应商还是投资人都需要飞机制造商给出可实现的生产速率和交付计划。以波音2022年喜获的美联航百架订单为例，如何按时交付对于后疫情时代的波音来说就是一个不小的挑战。从目前其储备订单来看，今后几年波音若要满足美联航对新飞机的需求，又不影响对其他客户的交付计划，波音就必须提升737MAX的产能，但显然这无论是从波音内部还是供应链来说都非易事。因此，对于全行业来说，2023年要重整旗鼓，快速回到高速发展的轨道，仍然任重而道远。■

封面文章

艰难步出阴霾 民航将“逐步上扬”

文 | 詹东新

爆竹声声中，随着虎年的落幕，中国民航业最寒冷的冬天也渐渐远去，迎来温顺的兔年。新年新气象，孕育新希望。

图 | 张凯敏



极不寻常的一年

过去的一年，疫情下的中国民航业风雨飘摇，航司、机场、空管三驾马车苦苦挣扎，继续系统性亏损，国际国内航班同比下降超过三成，其中国际航班不足疫前的10%，渡过了艰难、极不寻常的一年。

1月6日，2023年全国民航工作会议在京召开。会议传达了国务院副总理刘鹤对民航工作的批示要求，总结回顾民航2022年工作和新时代十年发展成就，分析行业面临的形势，系统谋划未来一个时期民航工作，部署2023年民航重点任务。民航局局长宋志勇作了题为《深入贯彻落实党的二十大精神 奋力谱写交通强国民航新篇章 为全面建设社会主义现代化国家贡献民航力量》的工作报告。

通读上述工作报告，尽管苦历艰难，但民航多方面的工作还是可圈可点。

稳住行业发展基本盘。过去的一年，新冠肺炎疫情对行业影响的深度和持续性远超预期，但民航因时因势调整优化防控政策，协调争取并加快实施一揽子财税金融纾困政策，稳住了行业发展基本盘。去年全年，民航完成运输总周转量599.3亿吨公里、旅客运输量2.5亿人次、货邮吞吐量607.6万吨，恢复至疫情前的46.3%、38.1%、80.7%。

全国运输机场总数达到254个。过去的一年，民航加快100项重大基础设施项目前期工作和建设，完成固定资产投资1200亿元，连续3年超千亿，新建迁建机场8个，其中亚洲最大的专业货运机场——鄂州机场建成并投入运行。我国运输机场总数达到254个，通用机场399个。

京广大通道实现全线贯通。过去的一年，民航完成空域改革第一阶段任务，为全面完成国家空管体制改革打下坚实基础。历时8年的京广大通道实现全线贯通，

形成了纵贯南北2000多公里的空中大动脉，京津冀和粤港澳大湾区之间航路通行能力提升35%。全年净增扇区25个、航路航线32条、总里程2293公里。

完成北京冬奥会等重大运输保障任务。过去的一年，民航业圆满完成全国“两会”等航空运输保障任务。高质量完成北京冬奥会、冬残奥会重大运输保障任务，完成第五届上海进博会、珠海航展等重要活动保障任务。全年保障抗疫防疫航班1309架次，运输医疗人员近12万人次、防疫物资5633吨。

完成C919大型客机适航审定工作。过去的一年，民航克服各种困难，高效、高质量完成了C919大型客机适航审定工作，颁发型号合格证和生产许可证。首架C919于年底完成商业交付。

再次连任国际民航组织一类理事国。在去年召开的国际民航组织（ICAO）第41届大会上，我国再次成功连任一类理事国，并获颁杰出资源贡献奖。会上，积极宣介中国方案，全球发展倡议等十余项内容写入大会报告。积极开展双边交往，充分展现中国民航专业、自信、开放、合作的良好形象。

机遇与挑战同在

2022年底，国内防疫政策调整对民航业的预期无疑是正面的。然而，一个行业的恢复是一个循序渐进的过程，并不会一帆风顺，还会受到国际国内多种因素的综合影响，可以说机遇与挑战同在，困难和希望交织。

2022年，受俄乌战争、疫情等重大事件的影响，全球经济放缓，GDP同比增长预期下降，通胀增幅巨大。2023年，俄乌战争还在延续，经济的不确定性依旧，增长预期可能会更低，英国、欧盟、俄罗斯

及乌克兰，可能会经历从轻微到更为严重的衰退。据世贸组织预测，2023年世界贸易增长率将大幅放缓至1%左右。

经济放缓势必影响航空需求。去年欧洲一些航空公司受到俄乌战争的影响，亏损数十亿美元。亚太地区受到与疫情大流行相关的流动限制的制约，亏损数目更大。拉丁美洲在过去一年中表现出了增长势头，这在很大程度上要归功于该地区针对航空运输的防疫政策的严格程度低于其他区域，但预计今年仍将持续亏损。中东地区在一定程度上受益于局势的重新调整，卡塔尔的世界杯足球赛带来了新的机会，使得该地区在2022年的亏损减少到11亿美元，2023年或将恢复低微盈利。非洲一贯容易受到宏观经济逆风的影响，疫情增加了该地区经济体的脆弱性，并使互联互通变得更加复杂。预计该地区的航空公司在2022年亏损7亿美元，2023年将延续亏损2亿美元。北美与许多其他国家和地区相比，受益于更少、持续时间更短的旅游限制，促进了庞大的国内旅游市场和国际旅游，成为唯一一个在2022年恢复盈利的地区，除非发生重大意外事件，否则这一趋势预计将持续到2023年。

据国际航空运输协会估计，至2022年底，全球航空公司的净亏损约为69亿美元，而2021年和2020年分别为420亿美元和1377亿美元。与2021年相比，全球民航业2022年底的客运量增长约8.4%，客运收入达到4380亿美元，而2021年为2390亿美元。国际航空运输协会总干事威利·沃尔什表示，2022年底航空公司的客运量达到2019年的70%左右。根据国际航空运输协会预测，2022年行业复苏达到了疫情前70.6%的水平。

国际航空运输协会在其报告中解释：“尽管全球GDP增长放缓至1.3%(2022年为2.9%)，经济不确定性增加，但预期

的改善仍在进行。”协会预期，全球民航业有望在2023年实现盈利。

中国的情况有所不同。三年疫情对行业的伤害是结构性和系统性的。即使2023年民航业存在着报复性的反弹，也可能会出现供给不足的局面。从放开疫情管制较早的美国市场来看，在量化宽松与消费促进的综合政策影响下，民航业的恢复将带来盈利，但由于人力资源补充的滞后，运力总供给并不能快速恢复到疫情前的水平。

三年疫情，给全行业从供给到需求链都带来深刻变化。疫情中表现极强韧性的低成本航空公司可能率先走出低谷，但大量国有骨干航空公司由于成本、人员等因素的变化，走出困境的挑战更大。另一方面，长达几年的疫情对人们消费心理的影响可能是长期性的，航空出行仍然受到卫生健康安全要求和疫情发展不确定性的多重影响。恐惧心理会随着每一次病毒的变异和疫情的蔓延而波动，导致航空市场随之波动。在经历了去年底的大感染后，最大的不确定性是病毒变异与疫情变化给人们带来的心理恐惧。

国际关系的起伏变化，也将累及航空市场。有形与无形的战争、争端，“防疫双标”等都会导致消费者的心理变化，并最终影响航空运输市场结构与需求增长。

航空与铁路的竞争越演越烈，也将制约民航的复苏。截至2022年底，中国高铁里程达4.2万公里，对于1000公里以内的中短途旅程，高铁对民航业的替代效应一直在加强。在时间成本与经济成本相互制约的前提下，整体快速出行需求的增长速度，将会成为二者之间关系发展的决定性因素。在增长预期转弱的大背景下，即使有营销层面的合作，两者的关系中也将是竞争的一面表现得更为突出。

作为服务贸易的一部分，航空运输极易受地缘政治的影响。比如当前俄罗斯面

向不同国家关闭领空的措施，致使各家航司在欧洲航线上出现运营差异。此外，一个隐形的因素来自当下低碳、绿色条件下的航空摩擦。美国已借助《通胀消减法案》（IRA）对 SAF 实施了全产业链和供应链的大幅减免税收支持，其技术领先的意图已非常明显。

不过，虽然不利条件和制约因素众多，但我国民航恢复性行情必将来临。2023 年的中国民航有可能走出“逐步上扬”的基本态势，中间会有反复，需求增长高峰或许出现在第三季度，并有可能短期突破疫情前水平；受疫情反复与国际形势的影响，国际航班恢复的不确定性更大；“客货两重天”的现象仍将持续，行业整体盈利的挑战仍然很大。综上所述，2023 年，国内民航业困难与机遇同在，但恢复向上的格局已然形成。

总量恢复至疫情前 75% 水平

宋志勇谈到，2023 年民航工作的总体要求是完整、准确、全面贯彻新发展理念，坚持稳字当头、稳中求进，统筹安全与发展，统筹当前与长远，统筹供给侧结构性改革和扩大内需，牢牢守住航空安全底线，有效防范化解重大风险，稳步促进行业恢复发展，保持基础设施建设强度，进一步深化民航改革，高质量推进交通强国民航篇章建设。

新的一年，民航工作呈现出五个方面的重点。

2023 年，民航工作的首要当然是安全。有了安全不代表拥有一切，但没有安全就没有其他。新的一年里，民航业将坚持安全第一、预防为主、综合治理，坚持系统观念，坚持安全隐患零容忍，以“时时放心不下”的责任感抓好安全工作，做到严格落实安全生产责任、强化安全生产过程

管理、扎实做好隐患排查治理、提升行业安全监管效能。

其次，统筹疫情防控和行业恢复发展，着力推进航空运输市场安全有序恢复，争取摘掉三年连续亏损的帽子。2023 年，全国民航将按照“安全第一、市场主导、保障先行”的原则，在做好运行保障能力评估的基础上，把握好行业恢复发展的节奏，优化调整防控策略，积极开拓航空市场，提高协同运行水平。全年力争完成运输总周转量 976 亿吨公里，旅客运输量 4.6 亿人次，货邮运输量 617 万吨，总体恢复至疫情前 75% 左右水平，力争实现盈亏平衡。

三是大力夯实行业发展基础，增强民航服务国家战略承载力。要坚持打基础、谋长远、增后劲，充分发挥规划引领作用，加大基础设施建设力度，加快推进智慧民航建设，加强法治民航建设，深化民航科教创新，加强民航国际合作，为民航充分发挥战略产业作用夯实底座。

四是充分发扬斗争精神，扎实推进落实深化民航改革行动计划。要聚焦党中央、国务院深化改革部署，完成好涉及民航改革任务；聚焦民航主责主业，强化改革任务落实；聚焦行业管理机制创新，加大改革探索力度；并充分认识改革的紧迫性、艰巨性，把握关键领域，以更大气魄、更大力度破除制约行业发展的体制机制性障碍。

最后是全面落实新时代党的建设总要求，为改革发展提供坚强政治保证。将学习贯彻党的二十大精神引向深入，进一步强化政治建设，建设堪当重任的高素质干部队伍，深入开展党风廉政建设和反腐败斗争，加强思想政治工作和文化建设，为推动民航高质量发展提供坚强政治保证。

经过三年的剧烈阵痛，中国民航恐难重走以前的老路，也不可能简单复制美欧市场的行程，只能另起炉灶，创新发展，在新形势下开启新的征程。■

封面文章

航司：重整旗鼓待复苏

文 | 林一易

上下起落，这是民航飞机日常的工作形态。让人没有想到的是，2022 年，几乎所有国内航空公司自身也都经历了几次大的起落。尽管这一年是新冠肺炎疫情影响民航业的第三年，但其频繁程度和影响深度都超过了往年，好在航空公司尽可能地守护着旅客的安全，并在这一年年底迎来了再次起飞的好消息。

冲击：疫情并非唯一困难

2022 年的开始，没有 2020 年初疫情爆发的全国三十个省区市的重大突发公共卫生事件一级响应，2021 年春节的“就地过年”号召，航空公司以为自己拿到了一个不错的剧本。这年的春运市场表现虽然比不上 2019 年，但确实有所增长，让人看到了一丝光亮。

奈何从 2 月底开始，不利的消息就接连出现，俄乌冲突带来的油价上涨隐忧，深圳、上海两座超一线城市受奥密克戎病毒冲击，航班量大幅下降，使得整个行



图 | 海口美兰国际机场



陷入单日执飞航班不足3000班的低谷。

几家上海主基地航空公司的数据变得尤其难看。春秋航空日航班量自3月21日首次跌破百班次后，共计18天低于百班次，最低的一天只执飞了54班次。4月，其国内可用座公里数同比下降76.0%，客座率低至66.8%。吉祥航空2022年上半年旅客运输量同比下降了56.33%，其中4月、5月旅客运输量分别同比下降93.53%、89.06%，为历史最低水平。强大如东航，即便在国内有多个区域枢纽，其4月、5月的运力同比亦分别下降86.61%、78.08%，直到6月航班量才开始呈逐步恢复趋势。

就在航空公司摩拳擦掌准备在暑运期间火力全开时，8月初，海南、西藏、新疆等国内几个旅游资源丰富的省区陆续爆发疫情，进而连绵数月，使得航空公司对2022年的期盼再次遭遇冰封。

影响航空公司在2022年取得好收成的，并非只有疫情一个原因。往常遇到航空公司经营的小年，营业收入和营业支出的下降比率大概是差不多的，2022年各家航企的营业成本虽然因为航班量下降也有所下降，但下降幅度明显低于营业收入的下降幅度，主要原因是成本大头燃油价格的上涨。与此同时，受人民币兑美元贬值的影响，各家航企的财务费用也在攀升。2022年上半年，国航、东航、南航、海航的财务费用分别增加了32.48亿元、10.58亿元、27.71亿元、51.45亿元。

自救：为美好生活添翼

2022年8月的最后一天，山航第一架波音737-800货机举行交付仪式。尽管过去的两年里，山航飞过不少“客改货”航班，但真的把客机改成货机，并提出客货并举的发展策略，对于这家机队过百的

中型航空公司也是个非常重要的抉择。由于长期以来的客运市场收益远高于货运，航空公司鲜少会客货兼营，为数不多的还有为了拿到客运资格而以货运公司先行进场、曲线救国的。

然而，时移世易，疫情之下，人员流动受到疫情防控的严重影响，不能飞、飞不起来成为新常态，而承担产业链、供应链畅通之责的货运则咸鱼翻身，让众多客运航空公司看到了曙光。国航和南航2022年上半年分别执行客改货航班9851班和5478班，取得了不菲的收益。2022年11月，重庆突发疫情，总部在重庆的西部航空很快就向社会发布了定制客货运包机的服务方案，表示自身可提供政企单位复工复产、学生返乡返校、春运包机、医疗包机、客改货包机等产品。

一些航企还想方设法调配运力，尽可能地让航班飞起来。在2022年第二季度上海两场受到疫情影响几乎停摆的情况下，春秋航空围绕国内除上海以外的几大主要基地挖掘需求，进行航线网络调整。其第二大基地兰州承担了较多运力，新开了宁波往返阿勒泰经停兰州等航线，加密了兰州往返嘉峪关、兰州往返喀什等航线，并通过积极协调临时经营兰州往返哈尔滨等航线。

除此之外，石家庄、深圳、宁波和成都等基地也增开部分加密和临时经营航线以应对市场变化。更多航空公司选择了下沉，把目光放在了挖掘更多可能上。华夏航空新选定了安徽芜湖为区域枢纽，在该地新开通7条跨省航线。天津航空在江苏连云港花果山机场设立基地，计划投放3架过夜飞机。东海航空华东区域总部落户南通创新区，将进一步加速东海航空融入长三角世界级机场群战略步伐。

各家航企还抓住疫情不严重的当口推出新产品，抢占新市场。“为美好生活添翼”

的深航完成全机队舒适经济舱改造，正式推出舒适经济舱产品；创新推出公务舱次卡、机票盲盒、深情飞、月秒光、毕业季等产品。“锦绣潇湘新名片”湖南航空推出“云端”系列产品服务2.0版本，把拌米粉、臭豆腐、糖油粑粑等湖南美食和“云端新音乐”节目等陆续带上云霄，还借助同程航旅的互联网技术及旅游资源优势，充分挖掘湖南红色旅游、生态旅游等特色旅游资源。北部湾航空推出了超值经济舱、尊享经济舱等核心增值溢价产品以及首乘特惠、中转特惠、愉悦飞、宜起飞、西榆随心等随心飞系列产品，有效提高旅客出行意愿，实现产品增收创利与旅客体验提升的双赢。

担当：“零失误”“零投诉”“零感染”

2022年，国内各家航空公司承担了很多次重要航班保障任务，这当中难度最大、时间跨度最长的莫过于北京冬奥会、冬残奥会。再次牵手奥运，成为冬奥会和冬残奥会官方航空客运服务合作伙伴的国航，面对的是高峰保障集中和疫情防控的双重压力。为完成这一重要保障任务，国航累计派出近3000人次作为“战时”突击队参加“两集中”航班保障，直接保障涉奥航班409班、旅客18664人次、行李51473件次，取得了安全上万无一失和运输服务保障“零失误”“零投诉”“零感染”的成绩，得到北京市委市政府、北京冬奥组委和民航局的高度肯定。

这当中更不容易的是离港高峰保障，为实现“好来快走”的“快走”目标，国航主运营的T3航站楼被全部用于冬奥航班保障，而留给国航的将所有T3航站楼的国内航班转场到T2航站楼的时间只有34小时。同时，国航还必须做好从冬奥村

到首都机场T3航站楼的冬奥离港航班闭环运行保障。为此，国航向旅客发送转场提示短信30余万条，外呼通知旅客9000余人次，在T2增加11个值机柜台，完成各种地面车辆设备转场178辆/套，累计跨区拖曳飞机61架次……

2022年上半年，吉林和上海等地疫情形势较为严峻之时，国航内蒙古公司、江西航空、浙江长龙航空、厦门航空、青岛航空、祥鹏航空、中国南方航空、中国东方航空等航空公司第一时间将各地支援的医护人员快速送达，其中厦航在半天时间内出动15架包机从福州、厦门两地将1700多名福建援护医疗队员运抵上海。

2022年下半年，旅游目的地出现大规模疫情后，各家航空除了运送前去支援的医护人员，还承担了滞留旅客疏散的重任。8月9日至21日，海航、南航、首都航空、天津航空等就在海口、三亚执飞1048个航班，将17.79万滞留海南的外地旅客中的14.81万人送回家中。

2022年10月，内蒙古自治区党委决定对内蒙古驻呼高校大学生开展分批次分流返乡转运工作，各家航空公司在民航局的组织调度下又一次挺身而出。10月30日至11月12日，国航内蒙古公司、祥鹏航空、江西航空、南航、首都航空、厦门航空等共保障驻呼高校学生返乡包机39班，返乡学生5710人。天津航空、重庆航空、东海航空、北部湾航空等更多航空公司也做好了方案，随时准备接受相关任务。

在自身资金已经非常紧张的情况下，航空公司仍然不忘践行社会责任。2022年，南航向定点县新疆墨玉县、皮山县投入帮扶资金7279.5万元，通过集中发力开展招商引资，带动投资额3.5亿元。2022年8月，东航集团参与主办的第七届中华蜜蜂产业发展大会暨乡村振兴高质量发展论坛在其对口帮扶县——云南省临沧市沧源

侏族自治县召开，东航与当地政府及相关产业签署了新一轮合作协议。东航还发挥自身优势，坚持沧源、临沧等乡村振兴航线能排尽排、能飞尽飞。东航物流还计划赠送两县各 200 万的免费航空运输额度，助力当地打通货物运输的快速通道。

长龙航空于 2022 年 3 月引进空客 A319 高高原飞机，开通浙川高高原航线，逐步实现浙川对口协作及对口支援地区机场航线的全覆盖，同时使得绿水青山里盛产的优质农副产品快速飞向东部地区的千家万户，纷至沓来的航空旅客为帮扶地区带来更多的旅游收入。厦航加入联合国全球契约组织，并作为创始参与企业正式启动联合国全球契约组织“缓解海洋塑料污染，助力低碳经济转型”项目。

新局：C919 正式入列

2022 年 7 月 16 日，海南航空 HU7969 航班飞抵塞尔维亚贝尔格莱德机场，这是海南航空在北京地区复航的首批洲际定期客运航线之一。当日，塞尔维亚总统武契奇携该国财政部长、交通部长出席贝尔格莱德当地的接机仪式，对北京—贝尔格莱德航线的复航表示祝贺和欢迎。到 2022 年底，海南航空还恢复了从重庆、上海、深圳等多地始发的国际客运航线。

不只是海南航空，国内各大航空公司的国际航线条数比疫情防控的前两年都有了较大幅度的增加。同样对恢复国际航线利好的还有各种相关政策，航班熔断措施的调整，入境旅客和入境机组的隔离时间调整，都预示着因为疫情而陷入低谷的国际客运业务将重放光彩。

看好国际市场的不只有客运航空公司。2022 年，中国邮政航空公司申请扩大自身的国际业务经营范围，不局限于此前的只是至邻近国家的国际航空货邮运输业

务。有消息称，这家航空公司已经计划引进两架宽体货机，申请开飞北美货运航线。

不过，在货运方面先行一步的是顺丰航空。顺丰 2022 年新增加了拉合尔、纽约等国际航点，“覆盖全国、辐射亚洲、延伸欧美”的货运航线网络稳步完善。2022 年 11 月 27 日，顺丰航空还开通了鄂州花湖机场的首条货运航线，而这座国内首个货运枢纽机场，从一开始就被认为是顺丰航空未来加快国际化进程、实现高质量发展的运行中心。

入局航空货运市场的还有京东货运航空。2022 年 8 月 31 日，由京东集团和南通机场集团共同出资成立的江苏京东货运航空有限公司获颁运行合格证，这标志着江苏首家本土货运航空公司正式进入运营阶段。

尽管完全取消异地出行的疫情管控措施是 2022 年 12 月的事情，但各大航空公司显然早已在期盼春天。2022 年 7 月 1 日，国航、东航和南航同日发布公告，分别向空客购买 96 架、100 架和 96 架空客 A320neo 飞机，订单金额超过 300 亿美元。同年 9 月 22 日，厦航与空客公司签订协议，向空客公司购买 40 架空客 A320neo 系列飞机。而在这之前，厦航是国内最大的全波音机队航空公司。

但这些都不是 2022 年飞机交付领域的最大新闻。2022 年 12 月 9 日，东航接收了中国商飞制造的全球首架国产 C919 飞机。这不仅是国产大飞机事业发展的一个新的里程碑，更标志着国际民机市场正式迎来 ABC 时代。

站在 2023 年的开端回望 2022 年，有很多不易，很多困局，更有各家航企的奋力拼搏、无数航企人默默的坚守与奉献，相信经历了困境的砥砺与淬炼，2023 年的中国航企必将飞得更稳、飞得更高、飞得更好。■

封面文章

机场：期待人头攒动的“烟火气”

文 | 蔡琦

2017 年 2 月 23 日，习近平总书记在视察北京新机场建设时提出，北京新机场是“国家发展一个新的动力源”，明确该机场在国家发展中的重要地位。党的二十大报告提出“加快建设交通强国”“加快推动交通运输结构调整优化”，提出了民航服务中国式现代化的发展目标。民航作为国家重要战略产业的定位更加清晰，其在交通强国建设和全国现代化蓝图中的“开路先锋”作用更加凸现。

作为民航运输陆侧和空侧的业务转换节点，作为国家事权和地方组织的双重管理交点，作为民航产业和地方经济的协同发展触点，作为以新技术赋能民航发展新活力的应用场景亮点，全国机场必将在新时代为奋力谱写好交通强国民航新篇章，为全面建设社会主义现代化国家贡献磅礴机场力量、展现澎湃的机场动力。

“站好了岗、守好了门”

2022 年，在安全压力、疫情防控、经营亏损等多重复杂因素交织叠加的背景下，全国民航面临前所未有的困难局面。延宕三年的新冠肺炎疫情对行业影响的深度和持续性远超预期。2022 年日航班量最低时不足 3000 班，仅为 2019 年同期的 17.8%，运输规模仅相当于 2012 年水平，疫情以来全行业累计亏损近 4000 亿元。

作为民航业在落实国家三年“外防输入、内防扩散”总体要求的第一道，也是最重要的屏障，全国机场不惜牺牲自身业务量、放弃经济诉求，为国家、为行业“站好了岗、守好了门”。2022 年全国机场实现旅客吞吐量约 5 亿人次、货邮吞吐量 607.6 万吨，恢复至疫情前的 38.1%、80.7%。

在旅客运输和航班起降方面，2022 年全国机场旅客吞吐量超过 1000 万人次的机场分别是广州白云、深圳宝安、昆明长水、重庆江北、杭州萧山、成都双流、上海浦东、北京首都、西安咸阳、成都天府、上海虹桥、南京禄口、长沙黄花、武汉天河、北京大兴、海口美兰、厦门高崎，共有 17 家，其中广州白云机场和深圳宝安机场分别以 2634.4 万、2143.4 万人次，位列国内机场旅客吞吐量第一、

第二名，从一个侧面展现了广东省经济发展的韧性和活力。

值得一提的是，成都凭借双流和天府两场以 3105.7 万人次，位列国内城市旅客吞吐量第一，重庆江北机场以 2156.7 万人次，位列国内机场旅客吞吐量第四，充分展示了成渝航空客运市场的巨大潜力。广州白云、深圳宝安、昆明长水分别以 223143、190995、185625 的起降架次依次位居国内机场航班起降架次前三名。

在核心保障资源方面，截至 2022 年底，我国运输机场总数达到 254 个，通用机场 399 个，跑道 282 条，航站楼 1800.6 万平方米，机位 7328 个。其中 2022 年内新建迁建 8 个机场，亚洲最大的专业货运机场——鄂州机场建成投入运行，西藏山南隆子机场、日喀则定日机场建成通航。

在服务国家战略方面，在民航局和地方政府的大力支持和协同努力下，京津冀、长三角、粤港澳大湾区和成渝四大世界级机场群建设初具雏形，在国内各大机场的共同参与下，新时代“空中丝绸之路”加速构建。我国拥有包括 4 亿多中等收入群体在内的 14 亿人口所形成的超大规模市场空间，全国机场发展一定要面向巨大人口规模、持续增加的航空人口基数，这是服务中国式现代化建设的应有之意，更是必然要求。

春运实现“开门红”

随着国家疫情防控“新十条”颁布实施，我国战“疫”进入新阶段，这也注定 2023 年民航春运将一扫三年疫情阴霾，回归久违的多航班、大客流盛况，各地机场将再次呈现人头攒动、摩肩接踵的“烟火气”。我们有理由相信春运将率先吹响 2023 年民航业安全、有序、可持续恢复发展的冲锋号。全国机场将在 2023 年新年

伊始开启旅客运输、货邮保障、航班起降三大核心主业的恢复常态新征程。尽快补齐、抹平三年疫情这一“黑天鹅”事件对主业的重创，回归到疫情前机场三大核心业务指标的正常发展区间轨迹乃是全国机场发展的当务之急。

展望 2023 年，我们有理由相信：随着民航防控政策优化调整和及时到位，春运旅客运输量将有望实现“开门红”。虽然恢复至 2019 年水平会有难度，但是超过 2020 年同期乃是大概率结果。当然，这也取决于全国消费者对航空出行的信心恢复情况，尤其是各地取消以往的鼓励就地过年政策，春节前的“回家团聚”需求强劲释放。春节后，返岗、返校甚至出境的“三重”客流叠加将会助力 2023 年春运圆满收官。

展望 2023 年，我们有勇气达成：谱写好高质量建设交通强国的民航新篇章机场章节。1 月初闭幕的 2023 年全国民航工作会议，提出“按照安全第一、市场主导、保障先行的原则，在做好运行保障能力评估的基础上，把握好行业恢复发展的节奏。2023 年，力争完成运输总周转量 976 亿吨公里，旅客运输量 4.6 亿人次，货邮运输量 617 万吨，总体恢复至疫情前 75% 左右水平，力争实现盈亏平衡”的行业发展年度目标。我们要勇气满满，要对标对表，以只争朝夕、不负韶华的使命感，提高机场协同运行水平，积极开拓增量航空市场，以保障 2023 年春运为契机，力争将机场旅客吞吐和航班起降的大流量延续至全年，共筑行业恢复发展基石，打赢主业恢复攻坚战。

具体到机场高质量发展章节的 2023 年“起笔”，我们一定要锚定和聚焦全面提升助力实现“人享其行、物畅其流”的交通强国目标的服务能力，全力克服三年期间疫情主业被迫低位运行引致的机场综

合保障能力降低的不利影响，全程实施靶向施策，重点提高机场核心要素和关键资源的生产效率和服务贡献，走出更加重质量、提效率、讲效益的全国机场高质量发展的创新路径。

机场发展路径

高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务。全国民航坚持稳中求进、稳中提质、稳中增效，做好运输保障和生产组织各项工作，努力推动高质量发展。笔者认为：全国机场高质量发展路径的选择一定要围绕党的二十大最新部署，紧紧围绕中国式现代化的特征及其对民航产业升级和高质量发展所提出的新战略新目标。

首先，要增加航空人口基数，服务巨大人口规模。

中国式现代化是人口规模巨大的现代化。十四亿多人口的规模，资源环境条件约束很大，是我国现阶段最突出也是最大的国情，这也决定了中国式现代化绝对不能照搬照抄“外国模式”，发展途径与推进方式必然有自己的特点。民航发展牢牢坚持“发展为了人民”理念，构建畅通国内、拓展国际的航空客运网和优质高效、自主可控的航空物流网，更好地服务十四亿人民群众对美好生活的需求，以优质服务和丰富产品激发民众选择航空出行方式。全国机场高质量发展务必要面向巨大人口规模，力争持续增加航空人口基数。

其次，要引领区域经济发展服务人民共同富裕。中国式现代化是全体人民共同富裕的现代化。要让全体人民都过上好日子，都有机会凭自身的能力参与现代化进程，凭自身的贡献分享国家发展的成果。全国民航开启产业化就是更好地发挥其战略性、先导性作用，服务、带动甚至引领

区域经济高质量发展，进而服务人民共同富裕。全国机场高质量发展务必要紧紧围绕、科学把握更好地服从和服务于推动形成“以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进”的新发展格局，聚焦经济全球化时代区域经济发展的新态势和产业协同发展的新趋势，着力实现世界级城市群与机场群联动发展的同时，以临空经济和临空产业为区域经济注入活力、提供动力。

第三，要推进绿色发展，服务人与自然和谐共生。中国式现代化是人与自然和谐共生的现代化。纵观世界现代化史，工业化、城市化过程中对生态环境的破坏是一个通病。党的十八大后，坚决遏制住了生态环境破坏的势头，生态环境保护发生了历史性、转折性、全局性的变化，“绿水青山就是金山银山”的理念已经深入人心。全国机场高质量发展务必要坚定不移地走可持续发展的道路，以实现碳达峰、碳中和为引领，更加注重科技创新的战略支撑作用，从技术、运行、市场机制等方面统筹推进绿色机场建设，推动机场建设全生命周期的碳排放和碳中和的科学管理。

第四，要强化对外开放，自主可控服务和和平发展。中国式现代化是走和平发展道路的现代化。和平、发展、合作、共赢，是制度决定、文化使然。作为国际性最强、外向性最大的交通方式的重要组成部分，全国机场高质量发展务必要把握开放的前瞻性、主动性和可控性，以“空中丝绸之路”建设为契机，推动构建更大范围、更宽领域、更深层次的对外开放，全力将我国在机场建设、运营、管理、创新等方面的综合优势赋能“一带一路”沿线国家的枢纽机场。■

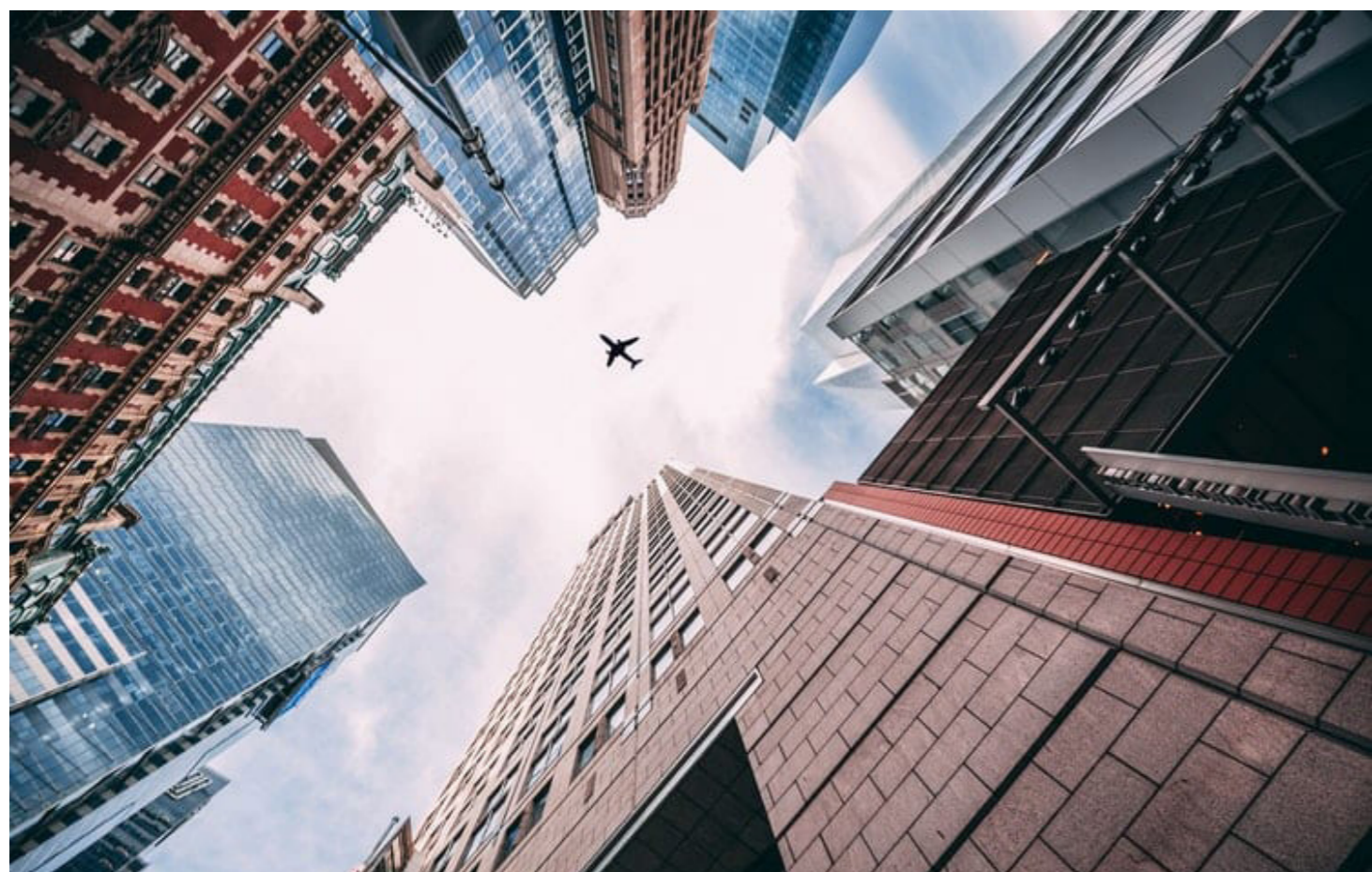
封面文章

欧美航空运输市场复苏策略及借鉴

文 | 李艳伟

新冠肺炎疫情肆虐三年有余，对全球经济都造成极大冲击。航空运输业是受冲击最大的行业之一，2022年，中国航空运输业亏损达2160亿元。不过，随着我国疫情防控政策的优化调整，2023年，中央及各地方政府都将政策重心调整至刺激消费、恢复经济上来。在此背景下，我国航空运输业将走出怎样的复苏态势？由于欧美对防疫政策的放开比中国早，因此对欧美民航运输市场走势的分析，对我国航空运输业的恢复具有一定参考借鉴意义。

↓
图 | TTG China



欧美政府的“有形之手”

以出港座位运力为衡量单位，从对2018年至2022年全球不同区域民航运输市场统计数据可以看出，受各国防疫政策影响，各区域恢复进程略有差异。2022年，北美洲恢复至疫情前2019年的72%，西欧恢复到疫情前的70%。我国所在的东北亚地区2022年出港航班座位运力比2021年有所降低，航班运力恢复为2019年的65.5%。

从图1可以看出，北美和西欧的航空运输业复苏速度和状况是全球最好的。笔者仔细梳理了欧美民航市场的变化，发现无论是欧美政府，还是其民航企业，都采取了非常积极的措施以应对危机。其中，美国政府的刺激政策，与其他国家相比，幅度尤其大，效果也非常明显。

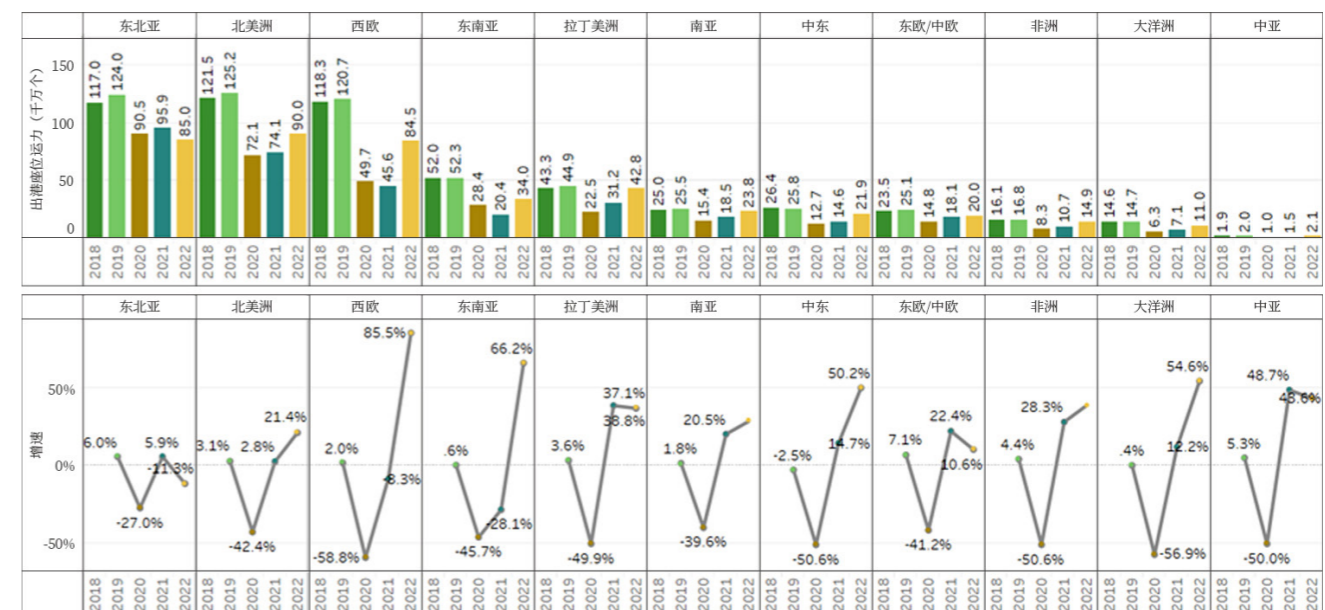
为了稳定经济运行，美国采取了一系列刺激政策。2020年3月27日，时任美国总统特朗普签署《新型冠状病毒救济、援助和经济安全法案》(Coronavirus Aid, Relief, and Economic Security Act),

即“CARES法案”，决定投入2.3万亿美元刺激经济。2021年2月，美国国会民主党人发布一项“全面计划”，向美国的航空公司、运输系统、机场和国家客运铁路以及美国国家铁路公司提供500多亿美元的额外援助，并制定一项30亿美元的计划，以帮助航空制造商支付薪资。

2021年3月，美国国会通过了更全面的总值达到1.9万亿美元的COVID-19援助法案。作为对特朗普政府“CARES法案”的延续与完善，该法案为交通部门提供300亿美元援助，其中，客运航空公司获得140亿美元，美国机场获得80亿美元，航空公司的承包商获得10亿美元，美国铁路公司获得15亿美元。而在过去的2020年3月至2021年2月，美国的航空公司已获得400亿美元的薪酬援助。

美国的机场大约能够拿到100亿美元的资助用于预防、应对新冠肺炎疫情。补助的方式是将“机场改进计划”(Airport Improvement Program, AIP)中联邦政府资助比例提高到100%，避免机场改进资金短缺的问题影响到计划的执行。此外，

↓
图1 | 2018年至2022年全球各区域出港座位运力规模及增速变化



“CARES 法案”还向所有的商业机场、备用机场和部分公有通用机场提供额外的资金支持。年旅客登机量在 1 万人次以上的基本商业服务机场，将根据吞吐量和现有“机场改进计划”项目资助额获得额外的补助；全商业服务机场将根据旅客登机量、负债和现有资金状况获得资助；通用机场主要是根据分类获得补贴。

欧盟一开始是想针对外国政府补贴带来的市场扭曲进行清理。2019 年欧盟委员会颁布了新的 712 号条例，允许对第三国航空公司获得的补贴进行审查。但随着全球疫情蔓延，712 号条例并未得到真正实施。2020 年 6 月欧委会发布了《论外国补贴对公平竞争影响的白皮书》，就外国补贴可能造成欧盟单一市场扭曲的问题提出了新的法律框架，并于 2021 年正式通过了以白皮书为基础的《关于扭曲内部市场的外国补贴的条例》草案。

欧洲各国也向各自的航空运输业提供补贴刺激。2020 年 6 月，法国宣布了一个涉及 150 亿欧元资金的援助计划，用于协助飞机制造商、航空公司等航空业部门。这笔资金不仅会帮助法航购买空客公司的

客机，而且其中的 70 亿欧元将用于给法航的贷款和贷款担保。

比法国的动作稍晚，德国向汉莎航空提供了一项涉及 90 亿欧元的纾困计划。根据该计划，汉莎航空获得了由德国政府担保的 30 亿欧元贷款，由德国政府提供的 57 亿欧元无投票权资金和 3 亿欧元股权增资，德国政府则相应持有汉莎航空 20% 的股权。

在法国、德国之外，其他国家的航空公司大多也得到了政府不同程度的援助。例如，爱尔兰航空在 2021 年获得了政府 5600 万欧元的新冠肺炎工资补贴。这些援助对于各航空公司扛过疫情的冲击并逐渐复苏无疑起到了非常重要的作用。

欧美航司的自救策略

在接受政府援助的同时，欧美的航空公司也在积极自救。新冠肺炎疫情对国际、国内航空运输都产生了巨大影响，但国际航班运力削减程度远高于国内航班的状况，航空公司努力寻找运力消化方式，竭尽全力对抗疫情带给航空运输需求走低

的影响。

自救方式之一，是对下沉市场进行进一步挖掘。

美国西南航空尝试通过拓展网络覆盖范围，谋求新市场的开拓。对比美西南航在美国国内的网络覆盖情况可以发现，其通航点数量由 2019 年的 88 个增长为 2022 年 106 个，增长了近 20 个。对美国国内下沉市场的运输需求进行挖掘是美西南航疫情期间的一项运营策略，但这种策略并不仅仅是美西南航独家专有，在美联航的航空运输市场策略中，也观察到了这种现象。美联航在美国国内的航线网络布局由 2019 年 268 个航点，增加为 2021 年的 302 个，增加了 34 个。可是，该航司在 2022 年又进行了市场策略调整，通航点数量下降为 277 个。

由此可见，对三四线下沉市场的需求挖掘成为美西南航空、美联航采取的应对疫情冲击的运力消化方式之一。并且，美联航根据市场情况，在 2021 年、2022 年对市场覆盖范围进行了动态调整，展现出较强的经营灵活性。

自救方式之二，是对已有核心市场需求的进一步挖掘。

并不是所有航司都采取了网络覆盖面上的扩张策略。在对美国航空、达美航空疫情前后的网络拓展比对中，可以发现，这两个航空公司的网络覆盖呈收缩状态，采用了主攻既有市场的做法。从网络覆盖范围上看，美国航空 2019 年在美国国内航点数量为 237 个，2021 年为 235 个，2022 年为 230 个，航点数量逐渐收缩。达美航空的美国国内航线网络布局，通航点数量由 2019 年的 228 个，降低为 2021 年、2022 年的 213 个，减少了 15 个。

不过，尽管网络覆盖范围没有扩张，但是达美航空在通达机场的可用运力在 2021 年、2022 年，相对于 2020 年的谷底，



获得了增长，如图 2 所示。选取达美航空在佐治亚州、纽约州的通航点运力增长情况进行考察，其运力增长主要聚集在亚特兰大机场、纽约肯尼迪机场等核心枢纽机场。

从上述两种方式可以看出，美国航司在疫情期间采取的是灵活多变的自救方式，有些航司专注于拓展网络覆盖范围，有些航司则深挖核心枢纽潜能，也有航司是两种方式都用。具体采用何种方式，明显是受到航司既有时刻资源、网络布局结构的影响。但无论采取哪种策略，都对航司的经营弹性能力提出较高要求，需要航空运输企业可以根据外部环境变化，采取相应的抵消负面影响策略。

中国的“一揽子”政策

疫情发生后，中国政府采取了更加多元化的经济刺激政策，围绕“六稳”“六保”要求，在出台减税、降费措施，补贴机场、航空公司的直接抗疫支出的同时，从优化、简化疫情期间行政管理手段、支持飞机改装等方面着手，出台了综合经济、运行、监管等措施的“一揽子”政策。通过协调实施民航企业留抵退税、暂停航空公司分支机构增值税预缴、协调国产航油出厂价格阶段性让

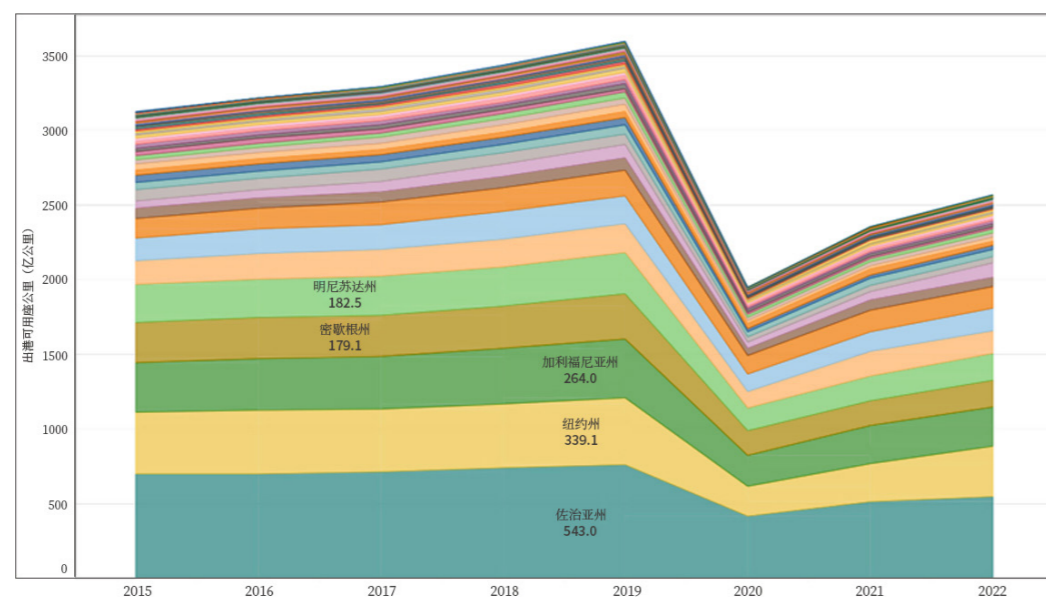


图 2 | 2015 年至 2022 年达美航空在美国国内出港可用座公里情况

图 | TTG China



利、协调推进阶段性缓缴社保、减免房产税和土地使用税等措施,形成助企纾困组合拳,有力支撑民航企业渡过难关。

在经济刺激政策方面,2020年5月27日财政部发布通知,对疫情期间受到影响的中外航空运输企业,中央财政安排资金予以支持。支持对象包括两类,一类为客舱内装货改装项目,另一类是从2020年4月1日起中外航司执飞的不载客国际货运航班。

2022年上半年,针对新冠肺炎疫情对民航业的影响,财政部联合民航局印发《财政部民航局关于阶段性实施国内客运航班运行财政补贴的通知》(财建【2022】142号),对国内客运航班实施了阶段性财政补贴政策。为充分发挥补贴政策对民航安全保畅通的促进作用,结合国内客运航班恢复情况、民航局对亏损航班的统计等情况,下半年对补贴政策进行了优化调整。

在我国总体防疫政策进行了优化调整之后,各地方政府纷纷出台促进航空运输发展恢复的政策支持。2022年12月,广州市政府常务会议审议通过了《广州市促进航空运输业高质量发展若干措施》,对客运和货运分别提出了相应的补贴政策。2023年1月,广西、厦门等地区也陆续出台促进航空运输恢复的经济刺激政策。

对我国航司的建议

首先,做好经验总结,并转化为制度成果。从其他国家及地区的疫情发展过程看,新冠肺炎疫情冲击呈现波峰波谷交替进行的状态。在过去三年疫情防控期间,我国出台的“客机载货”“时刻豁免”等特殊政策对原有规范作出了偏离或强化,具体的业务流程及操作也都发生了较大变化。这些都可以成为未来应对可能出现的

第二波疫情,或其他突发事件的宝贵经验。笔者建议有关部门及时对以往工作进行及时总结,在对相关规章、规范性文件进行修订时把相关经验固化为制度成果,更好地指导未来的工作。

其次,加大对政策实施的宣贯及评估工作。2023年,预计将是中央政府、地方政府及行业协会政策供给的密集期。基于此,笔者建议民航企业加大对政策的宣贯及落实,注重增强政策在执行层面的推进。一方面,加大对新出台政策的解读、引导。使受众理解政策出台的背景及重点,在落实中深化对政策的理解,提高政策执行质量。另一方面,探索增强政策实施后的评估,对政策实施后的推进落实进度、发挥的作用及效果等内容进行及时总结。根据实施后评估结果,形成动态优化调整机制。

第三,做好政策之间的衔接工作。美国对机场的补贴较好地利用了“机场改进计划”的基础,美国、欧盟、加拿大等交通运输部门对退票的指令也都与运输总条件管理等“平时”措施有较好的衔接。笔者建议民航企业借鉴此种做法,对平时管理的政策逻辑进行梳理,找准政策实施的抓手,做好平时状态和应急状态管理政策的衔接。

第四,民航企业应重点提升精细化管理能力及运营韧性。疫情对航空公司、运输机场,以及产业链上的其他环节,都造成巨大冲击。疫情之前民航发展主要动力来自于需求规模增长刺激,组织管理能力在增长中起到的作用较弱。如今,疫情对需求结构及供给都产生了较大影响,未来增长模式对战略管理能力、组织管理能力、运营管理能力、科技创新能力等方面的要求更为迫切。其中,精细化管理能力以及抗风险冲击的韧性增强能力更是运输企业需要着重提升的方面。■

航空制造

黯然落幕的日本民机梦

文 | 岩石

2023年新年伊始,一直悬而未决的日本Space Jet支线飞机项目最终尘埃落地。尽管全球航空市场已呈现复苏态势,但制造商三菱飞机公司在综合考虑各种因素后最终决定终止Space Jet项目,这也意味着日本政府历时10余年,耗资近1万亿日元(约合人民币512亿元)的支线飞机项目无疾而终,不禁令人唏嘘。



图 | newsroom.
aviator.aero



三菱飞机与 MRJ

对于想进入商用飞机市场的制造商来说，支线飞机的研发往往被视为突破口，这一方面是因为相对于大型客机研制，支线飞机的研制难度相对较低，另一方面则是行业巨头对这一细分市场并未过多投入。因此，当日本时隔半个世纪希望再次在世界商用飞机市场崭露头角时，支线飞机也成为了自然而然的选择。

作为继 YS-11 飞机项目后，第一次独立研发设计的商用飞机，日本政府的“出场”可谓是高调的。在 MRJ 项目启动之前的 20 年间，在商用飞机制造领域，日本一直扮演着“高级打工者”的角色，从成为世界顶级的专业机翼部件供应商到在波音、空客新一代飞机中以风险合作的形式参与核心部件的研发与生产，在复合材料领域，日本企业的研发生产能力甚至让波音都意识到了潜在的风险，开始将部分工作包从日本转移回国内，但这些显然不能满足日本在民用航空领域的野心，他们认为“如果一直为波音、空客打工，日本的航空工业将看不到希望”。

2006 年 9 月，日本国内最后一架 YS-11 飞机退出航线运营。2007 年三菱重工集团决定启动 MRJ 项目。但启动之初

该项目无人问津，直到 2008 年巴黎航展，全日空航空才签订了 25 架启动订单。三菱重工则联合三井、丰田、住友、日本政策投资银行等成立三菱飞机公司作为 MRJ 项目的主制造商，同时还退出了与庞巴迪合作的 CRJ 项目。

在 YS-11 飞机项目中，日本政府通过立法成立了国字号的日本飞机制造公司，即由政府出面牵头推动项目研制，川崎、三菱、富士等国内主要的工业企业作为参与方参与项目研制，但最终由于 YS-11 项目的失利，日本飞机制造公司也随之解散。因此，在启动 MRJ 项目时，日本政府不愿再充当“牵头人”的角色，于是三菱重工在参考波音、空客等飞机制造商研制模式后，提出采取“主制造商-供应商”模式，政府则作为一只“隐形的手”在幕后默默支持。日本政府希望这种更符合现代企业管理的模式能够让企业依靠自身的活力走向成功。对一向标榜“与国家同行”的三菱重工而言，则希望依托项目，在国家的支持下，对国内相关上下游产业进行整合，增强企业的实力。

16 年，7 次推迟为哪般

事实上，当年日本宣布启动 MRJ 项目时，业界并未感到意外，相反如今或许很多人都难以解释，为何拥有强大民机配套生产能力的日本，在 MRJ 项目上从设计到首飞整整花了 12 年时间，在后续的试验试飞中，更是颇多坎坷。

从时间轴来看，2003 年日本政府启动了一项为期 5 年的研究计划，以研究研发 30~90 座级国产支线飞机的可能。2004 年，作为项目牵头方的三菱重工发布了一款 30~50 座级支线飞机的原型机，一年后，三菱重工将飞机座级调整为 70~90 座级。3 年后，2007 年，三菱重

工首次在国际航展上展示了全尺寸机舱模型。但之后由于没有启动用户，直到 2008 年，MRJ 项目才正式启动。之后，MRJ 项目进展遭遇了种种挫折，在经历了多次延期之后，2019 年三菱飞机公司将 MRJ 项目更名为 Space Jet。之后，由于受到美国支线飞机范围条款限制，三菱飞机公司推出了满足条款要求的 76 座级飞机，即 Space Jet M100。2020 年，新冠肺炎疫情在全球爆发成为了压倒项目的“最后一根稻草”。Space Jet 项目在美国的试验被迫暂停，之后三菱飞机公司又将首架飞机的交付时间推迟至 2023 年，同时宣布启动 Space Jet M70 的研发。但不久后，母公司三菱重工的业务也受到了疫情的影响，大幅削减了 Space Jet 项目的研发经费，并关闭了三菱飞机公司在海外的所有分公司，将项目的研发工作迁移回日本本土。同年 10 月，在几乎毫无征兆的情况下，三菱飞机公司宣布将暂停 SpaceJet M90 相关研制工作，但强调与之相关的型号取证工作将继续推进。2023 年，经历了 7 次推迟的 Space Jet 项目最终无缘商用飞机市场。

对于 MRJ 项目，日本最初的乐观并非毫无依据。在 20 世纪 70 年代，YS-11 项目下马之后，日本政府重新规划了航空工业发展战略，三菱重工、富士重工、川

正因为拥有如此强大的民机配套生产能力，使日本忽略了自身在总体设计、供应商管控、适航标准监管等方面的短板，而这些短板恰恰造成了项目的重大延误。



图 | airman.jp

崎重工、新明和等日本企业很快发展成为世界级民用飞机部件风险合作伙伴和国际一流转包生产商。此外，以石川岛播磨重工业公司为代表的日本航空发动机以及机载设备和系统制造企业也借助转包生产与国际合作，在较短时间内迅速提升了自身的技术水平。

在大型客机制造方面，日本企业参与了从波音 737 到 787 的所有项目，并在 767 和 777 项目中分别占有 15% 和 22% 的份额。在发动机领域，川崎重工在罗罗公司的遄达 900 项目中占有 6% 的份额，同时还参与了 GE 公司 CF34-8C 的研制。

正因为拥有如此强大的民机配套生产能力，使日本忽略了自身在总体设计、供应商管控、适航标准监管等方面的短板，而这些短板恰恰造成了项目的重大延误。

在总体设计方面，最初日本考虑到本国在新材料方面的研发能力较强，并为波音多个型号生产过相应产品，因此其最初希望在 MRJ 项目中大量使用碳纤维材料，但在完成设计后发现要将设计转变为实物，难度很大。最终，三菱飞机公司不得不放弃将碳纤维材料作为机身主要部件材料的最初设计，导致大部分机身重新设计。

在供应商管控方面，日本作为年轻的



图 | airlinetravel.ro



主制造商也犯了不少错误。与 ARJ21 一样，MRJ 采用的也是国际通行的“主制造商—供应商”模式，发动机、航电系统等主要设备都来自欧美制造商。在项目研制过程中，普惠发动机和一些系统的推迟交付都对项目造成了一定程度的延迟。尽管后来，日本为了避免类似的事件发生，加强与海外供应商的联络，三菱公司在德国慕尼黑设立了负责管理飞机零部件质量和交付的基地，意在加强与供应商的合作并加快交付进度，但收效甚微。

在适航条款的把控上，日本也栽了大跟头，导致项目进度严重拖延。虽然日本民用航空局建立了类似美国联邦航空局（FAA）的法规系统，但在 MRJ 项目中，三菱飞机公司却低估了从日本民用航空局获得机构委任授权（ODA）资质所需投入的精力。甚至在研制进入到第 5 个年头，三菱重工才意识到他们所有的零部件都没有按照适航规定的要求记录生产过程，而这一重大失误直接导致了 MRJ 项目被推迟 18 个月。尤为值得一提的是，在 ODA 的工作过程中，尽管 FAA 一直在三菱飞机公司背后充当顾问的角色，但究竟发挥了多大的作用，事实或许已经给出了答案。

尽管日本在 MRJ 项目的研制中走了不少的弯路，但日本政府对于这一项目的支持却一直是不遗余力的。通过分析 MRJ 项目，不难发现环视当今航空市场的新来者，面对波音、空客等航空界翘楚的竞争，新手无不处于异常艰难的境地。即便是波音和空客，在起步阶段，也同样经历了这样或那样的困难，其最初的项目发展也可谓磕磕绊绊，最成功的型号都是在数十年之后才被开发出来。波音成为现代民机制造的“主角”是从波音 707 开始的，此时离公司成立已经近 40 年；其最成功的型号 737、747 则分别是在公司成立 50 多年后研发成功的。为巴西航空工业公司奠定

江山的 ERJ145 和 E-Jet 喷气系列的出现是在公司成立近 30 年之后，先前已经进行了多个型号的探索。

而综观世界民用飞机历史，像波音 747 和空客 A300 这样成功画出腾飞曲线、完整走过历程的例子并不多。更多的是还没有跃上高峰甚至刚刚画出轨迹就陡然陨落了。中国的“运 10”、日本的 YS-11 都是如此。YS-11 项目的失败不仅使日本政府承受了 360 亿日元的巨额亏损，也错过了世界民机产业发展的黄金时期。

如今，尽管 MRJ 项目最终以失败告终，但日本政府对项目研制过程中的支持确实不遗余力。在资金方面，日本政府先后总计投入近 1 万亿日元，远超最初的项目预算，这些资金有很大一部分被企业用于相关技术研发。因此，尽管 Space Jet 项目不尽如人意，但日本相关企业在项目研发过程中所培育的能力也是一笔宝贵的财富。此外，日本政府还制定了相关政策和法规，支持国内企业参与项目，鼓励航空公司采用本国制造的飞机等。

商用飞机以市场论成败

与作为一级供应商不同，主制造商一个非常重要的核心能力就是对市场需求的洞察和敏锐把握。而作为行业的新进者，往往欠缺这方面的能力，三菱飞机公司同样不能例外。

在这一点上，日本在 YS-11 项目上“摔过跟头”。20 世纪五六十年代，日本倾全国之力研发 YS-11 涡桨客机，希望借此项目大力发展航空工业。该项目的设计师全部都是在二战期间研发过王牌战机的“老法师”，其中就包括大名鼎鼎的零式战斗机设计师“鬼才”堀越二郎。

然而，“成也萧何，败也萧何”，这些军机设计师们在民机研发时融入了太



图 | aerocorner.com

多的军机元素，忽略了民机对于舒适性的要求。

1967 年中东战争后，阿拉伯国家集体对西方进行石油禁运，这一运动在 1973 年“赎罪日战争”前后达到高峰。随着石油价格的不断攀升，世界经济陷入萧条，民用飞机市场更是哀鸿遍野，性能落伍且缺乏亮点的 YS-11 不可避免地成为出局者。

在 Space Jet 项目中，三菱飞机公司对飞机的座级一直摇摆不定，后期更是在目标市场需求尚未明确时，就推出了不同座级的产品。尤其是为了获得北美市场的订单，满足美国支线飞机范围条款要求，在项目推进非常困难的时候，仍宣布推出新机型。但这些机型却在细分市场都有直接的竞争对手，市场前景未知。

回顾 Space Jet 项目的发展之路不难发现，对于商用飞机来说，市场和客户的需求是项目成功的关键，对于主制造商来说，系统集成能力并非部件研制能力的简单相加。

例如，从市场竞争的角度来看，巴航工业和庞巴迪都有相应的产品与 Space Jet M70 竞争。其中，巴航工业上一代 E170 与 Space Jet M70 的尺寸、航程最为接近，但巴航工业新一代 E2 系列飞机中并没有推出 E170 的后继机型。另一个竞争对手庞巴迪，其 CRJ900 的航程及尺寸与 Space Jet M70 接近，但座位数更多。在 C 系列飞机已经“入编”空客后，Space Jet M70 的市场空间将十分有限。更为关键的是，日本本国航空市场的需求十分有限，仅靠国内市场难以扶持项目获得市场成功。

从技术到市场，回顾 Space Jet 项目的发展之路不难发现，对于商用飞机来说，市场和客户的需求是项目成功的关键，对于主制造商来说，系统集成能力并非部件研制能力的简单相加。尽管日本企业在某些零部件研制领域具有很强的实力，但系统集成能力的不足严重影响了项目的发展。这也说明主制造商尽管可以采取多种形式的国际合作，但必须形成自己的关键技术 with 核心能力。这一点，必须引起足够的反思和关注。■

航空制造

新一代商用飞机的探索

文 | 董桐雄

一直以来，作为汇聚全球科技精华的产业，航空制造业承载、体现着人类在科技创新、生产组织模式创新等方面的最新成果，引领着世界工业发展的潮流和未来。欧洲和美国作为航空领域的传统强者，虽然在一些新技术的应用上有着不同的见解，但有一个观点是双方都高度认可的，那就是“创新决定航空业的未来”。正因为此，围绕未来商用航空市场下一代飞机的创新也都各自有着创新的探索和实践。

或将改变构型的新一代单通道飞机

对于新一代单通道飞机的构型是否要进行大刀阔斧的改革在欧美已经讨论了数十年，并且无论是美国还是欧盟都通过航空业发展战略规划，以不同的形式参与了多个预研项目以分析对现有商用飞机成熟构型进行改进的可能。



图 | aerospacepower.cn



进入 2023 年，随着航空业的复苏，行业创新脚步也开始提速。新年伊始，NASA 就宣布将与波音合作，开发一款全尺寸试验飞机（X-Plane），以验证低阻力跨声速桁架支撑机翼（TTBW）概念，并验证其未来在单通道客机市场使用的可行性。目前，NASA 已经与波音签署了《太空法案协议》，根据协议 NASA 将提供约 4.5 亿美元的资金，波音及其合作伙伴将提供 7.25 亿美元，以支持该验证项目的顺利实施。

围绕 TTBW 验证机，波音与 NASA 已有 10 余年的合作经历。TTBW 验证机是 NASA 可持续飞行验证机（SFD）计划的一部分，其他内容还包括混合动力涡扇发动机、可持续燃料、电气化动力系统、高速率复合材料制造和轨迹优化运营等项目。NASA 表示，相对于其他公司，波音此次提出的 SFD 方案具有显著优势，因此 NASA 最终决定与波音进行这一项目的合作，双方的目标是将 TTBW 从概念设计过渡至产品研发阶段。

根据《民机战略观察》的报道，波音公司就单通道跨声速桁架支撑机翼（TTBW）飞机系列提出了 VS-1 和 VS-2 两个版本。两者都基于 MD-90 机身，较小的 VS-1 可容纳 130 ~ 160 名乘客，而 180 ~ 210 座的 VS-2 具有更大的机翼和发动机。可持续飞行验证机 X-Plane 将采用缩短型 MD-90 机体。跨声速桁架支撑机翼的概念基于单通道飞机，采用细长而薄的机翼，结构上由桁架支撑。波音的设计方案中，TTBW 的展长比同级的传统单通道客机的悬臂翼长约 50%，使飞机具有更小的阻力，并且比传统客机更省油。与当今最高效的单通道飞机的传统悬臂式机翼相比，仅机翼设计就有望减少高达 10% 的燃油消耗。NASA 表示，未来如果将这一优势与更先进的发动机、复合材料等结合使用的话，TTBW 预计可以减少约 30%

的油耗和排放。

SFD 项目目标则是在飞机层面验证 TTBW 的效益，重点是验证 TTBW 和将机翼集成到飞机上所需的相关技术，包括数字电传飞行控制系统，可实现主动载荷减缓和颤振抑制，从而最大限度地减少较长机翼的重量代价。在与 NASA 此次合作之前，波音已经围绕 TTBW 的相关研发工作与行业合作伙伴一起共投入了约 1.1 亿美元，对于未来这一设计在单通道客机上的使用，波音持乐观态度。

NASA 的“三步走”规划

总体来看，NASA 对于美国商用航空市场的发展一直都有着明确的规划，无论是 TTBW 项目还是其他创新技术的研发，总体来看都是服务于其战略发展目标的。

2020 年 NASA 发布了战略实施规划，对未来 25 年 NASA 在航空领域的重点工作进行了详尽的描述，展示了美国民用航空业的长远发展规划。NASA 将战略规划的实施效果按近期（2015 年至 2025 年）、中期（2025 年至 2035 年）、远期（2035 年后）三个阶段进行了描述，其中有四方面的内容尤为值得关注。

第一，NASA 强调要进一步通过利用人工智能技术提高民航业安全运营水平。其中，2015 年至 2025 年，提升常规飞机跨所有飞行运行阶段的运行性能，实现新飞行器的初步进入；2025 年至 2035 年，逐步增加自主和协作空中交通管理，包括将无人机系统完全融入国家空域系统；2035 年后实现动态自主航迹服务和国家空域系统变革。

第二，推进民用超声速飞机的创新。2015 年至 2025 年，形成超声速民用飞机认证标准，开展包括确定声爆等级、发展低声爆设计工具与模型等工作；2025 年至

2035年，引入经济可承受的、低声爆、低噪声、低排放超声速运输机，着重研究新一代超声速运输机的降噪、降排放等关键技术；2035年之后，随着更多超声速飞机投入应用，重点围绕空中交通管理技术、高效飞行技术等开展研究。

第三，继续推进超高效亚声速运输机研究。2015年至2025年间，将通过先进技术的研发，不断提高在役飞机的运营效率；2025年至2035年，开展颠覆性创新概念、技术和方法的研究，开展大规模验证促进技术转移，从而使飞机的噪声和燃油效率获得明显改善，同时进一步加大电推进技术的应用；2035年后，将通过革命性的材料和飞机构型的改进，继续提高飞机的运营效率，目标是使民航机队的碳排放量较2005年降低50%。

第四，加强垂直起降航空器的研究和应用。在NASA的规划中，2015年至2025年，将主要围绕安全性、环保性展开研究，同时开始进行应用探索；2025年至2035年，提升垂直起降航空器的技术成熟度，尤其是更高效的动力系统研究工作，进一步降低噪声和碳排放等对环境的影响，扩大垂直起降飞机的应用范围，同时制定噪声、安全等方面的行业标准；2035年后，各种尺寸的垂直起降飞行器将广泛应用于运输和城市服务。

各种创新的碰撞

对于新一代飞机的探索，无论其外形发生怎样的变化，更环保、更安静、更快速、更智能一直都是各方努力争取实现的目标。

一些关注远期技术发展的研究人员将目光放在飞机平台和发动机新构型的研究上，这与NASA的观点不谋而合。NASA认为，如果合适的发动机技术成熟，到2025年燃油消耗可降低50%，到2030年

可降低60%。

NASA的相关研究表明，采用传统的筒状机身加机翼布局，结合先进的气动设计、结构设计和齿轮传动涡扇发动机，能够提高45%的燃油效率，但再进一步提高的空间很小。因此，超高效布局，包括混合翼身(HWB)、桁架支撑翼、升力体机身、嵌入式发动机和边界层抽吸等非传统布局正受到越来越多的关注。

NASA估计，到2030年之前，筒状机身加机翼的传统布局飞机依旧会是主流产品。这主要是因为制造商通过对飞机气动和结构设计的改进，可以降低飞行阻力，从而达到提高飞行效率的目的。例如，主动颤振抑制技术的不断发展可以让机翼变得更加细长、更有柔性，从而使飞机重量减轻，诱导阻力降低；自然层流和混合层流技术的进步，将使飞机摩擦阻力大大减小等。但考虑到大涵道比发动机和飞机的集成设计，飞机布局中或将出现上反的海鸥型机翼或者翼上安装发动机的新布局，这种新布局可以更好地容纳大尺寸、超高涵道比发动机。

此外，空客和NASA一致认为，到2030年左右，混合电推进系统将可以为100座级的飞机提供动力。下一步研发的重点将会放在对分布式推进的研究上。这是一种将机体和发动机更加紧密耦合产生附加收益的创新推进方式，可以获得其他方法无法达到的气动收益。

从飞机燃油的角度来看，民航业的终极目标是放弃使用化石燃料。从可持续能源提取的合成煤油将能延续液态燃料几十年的使用寿命，但最终航空界需要另外一种全新的环保能源。业界希望是电池或者其他高储能密度的装置会出现，从而助力航空业实现更加环保的未来。

此外，如何在提升各项性能的同时让飞行更加“安静”也是下一代商用飞机研

发的一个难题。现有的发动机技术能够让更大涵道比的涡扇发动机带来燃油消耗和噪声的同步降低，但从长远来看，仅靠提高发动机的涵道比将难以同时达到这两个要求。当发动机的涵道比越来越大时，发动机短舱将变得越来越细长，极限状态就是开式转子发动机。虽然这个具有划时代意义的产品能够在降低油耗方面交出极好的答卷，但由于短舱对声衰减的作用减弱，噪声会大大增加。

NASA认为，传统的筒状机身加机翼布局虽然在降低油耗方面仍有潜力可挖，但在降噪方面将越来越力不从心。尽管发动机本身的噪声会随着风扇直径的增加而降低，但如果继续将发动机安装在翼下的话，将对减噪造成很大的限制。因此，NASA对传统布局飞机所设定的目标是：在未来10~15年，相比FAA36部第4阶段标准累计噪声裕度达到20~30分贝。

当然，除了降低机体（包括起落架、缝翼和襟翼）噪声之外，制造商还需要采取措施减小发动机本身的噪声，而这需要采用新的飞机构型。保守的做法是对传统筒状机身加机翼布局的发动机位置进行调整，利用机翼和机身对发动机噪声进行屏蔽。NASA的研究表明，翼上安装短舱和中机身安装短舱能够降低30~40分贝的噪声。混合翼身布局(HWB)则能够提供最高达40~50分贝的噪声屏蔽。这种可屏蔽发动机噪声的创新布局，对于开式转子发动机来说是很有必要的。

此外，下一代飞机中针对降低飞行员工作量、提升乘客乘坐体验的各项研发也在同步推进中。随着航空技术的进步，飞机将变得越来越智能化，驾驶飞机也将变得简单而又轻松。

在德国慕尼黑理工大学和柏林工业大学共同研发的意念飞行设备测试中，飞行员只需戴上“意念头盔”，就能用他们的

意念操控飞机。这种头盔能够读取来自佩戴者大脑的电波信号，然后利用专门的算法将信号转化成电脑指令。测试中，有不同飞行经验的7人在飞行模拟器中，其中一人没有任何驾驶飞机的经验。测试结果显示，他们都可以精确地进行导航，并通过飞行驾驶执照考试。

如果这项技术得以实现，将减轻飞行员的工作负荷，飞行员将会有更多时间在驾驶舱管理其他事务，从而提高飞行安全水平。虽然此项研究才刚刚起步，但它似乎预示未来驾驶飞机的门槛会越来越低。

此外，更加智能的航电系统和航电设备也将不断提高飞行的安全性。在未来飞行器中，驾驶舱将用大尺寸显示屏替代前视窗，这样不但减少了飞机重量和阻力，而且有利于改善驾驶性能、提升安全性。在巡航时，通过使用GPS数据和飞行剖面信息进行驾驶，通过空中防撞系统(TCAS)和雷达，向飞行员报告潜在的碰撞信息。在夜间飞行时，可以用X波段雷达增大视频传感器的动态范围。在雨雾等恶劣天气和雷达信号不好的情况下，则可用计算机再现机场周围的地貌。在机场滑行时，通过装在前起落架及垂尾顶上的摄像头提供飞机跑道的全景视野。

在旅客的乘机体验方面，未来也将变得更加人性化。空客公司在未来飞机构想中，提出了“仿生智能客舱”的方案。在空客的设想中，未来飞机客舱将采用仿生学结构，模拟鸟类骨骼，采用智能化壁板，允许智能调节机舱温度和空气流通。飞机客舱的舱壁可以通过一个按钮变成全透明，让乘客可以360度观赏飞机外面的世界。概念客舱还将采用一个集成化的“神经网络”，在乘客和飞机之间建立一个智能化界面，感知乘客需求并对此作出反应，如座椅形状可根据乘客的身形而改变，从而提升乘客的舒适度。■

航空制造

小客舱蕴含大创新

文 | 张晋

在竞争激烈的商用航空市场，对于任何一家飞机制造商来说，启动新机型研制都要经过一番深思熟虑，因此，对现有机型进行改进已经成为飞机制造商在应对竞争时最常用的手段。过去，这种改进往往围绕着使用新材料、更换发动机等传统方式展开。但如今，制造商们将视野转向了客舱内饰领域，并通过与航空公司合作，通过选装不同的空中互联网、更轻薄舒适的座椅、更灵活的客舱布局来帮助航空公司在行业快速恢复时，获得更高的收益，从而实现共赢的目标。

更舒适的乘坐体验

在 2022 年举办的德国汉堡飞机内饰展览会上，欧洲设计公司 Teague 公司推出了一款名为“空气盾牌”的主打健康的客舱产品组合。这款产品通过将飞机的客舱高效空气微粒（HEPA）过滤器装置进行改装，让空气通过每位乘客头顶上方



图 | liveandletsfly.com



的通气孔到达每位乘客。

从外形上来看，“空气盾牌”是一个 3D 打印的部件，这个装置可以直接安装在位于乘客头顶上方的通气口处。通过利用来自乘客头顶上方的空气发生器的气流，“空气盾牌”装置可以将新鲜的净化空气形成如“空气叶片”般的气流屏，来调节客舱的气流，从而有效阻止空气中的飞沫传播。

与全新的客舱设计不同，这一设计无需对座椅进行重新取证，只需发布一个服务通告，航空公司用一晚上的时间就可以为一架飞机安装完毕这套装置。据悉，未来这款产品将有望应用于 A320neo 和 737MAX 系列飞机上。虽然新冠肺炎疫情已进入尾声，但疫情已经改变了乘客的很多习惯，因此这款产品在疫情后依然会成为航司为两舱客户提供的“贴心服务”。

英国普瑞斯特曼·古德设计公司推出了一款名为“纯净天空”的全新客舱设计理念，这一理念包括三个主要的元素：乘客的私人空间、卫生问题和无接触的旅行。同时，这一设计方案还对传统的两舱和经济舱进行了全新的布局，将客舱布局由传统的“等级”概念转变为“室”和“区”的概念。其中，经济舱用“纯净天空区”来代替，公务舱/头等舱则改称为“纯净天空室”。

“纯净天空区”每隔一排就设立一个分割板，座椅采取交错式布局，取消了每个座位上的机上娱乐系统，座椅背后的小桌板也被取消，取而代之的是从餐车上发

放的可夹式餐盘。

“纯净天空室”包括一个完全封闭的私人空间，由到顶的窗帘隔开。每个空间都拥有可与乘客的电子设备同步的、用手势感知控制的机上娱乐系统。飞机座椅被完全重新设计，减少使用拼合线，保有最少的织物结合缝隙，从而减少污垢的存留。还有一个模块化的设计方案，可以在乘客的头顶上方增加一个储物柜，用以存放乘客休息时使用的被褥和个人衣物。

客舱里的“隐藏利润”

后疫情时代，如 A321XLR 这样具备长航程飞行能力的窄体客机受到了越来越多航空公司的青睐。这也为业内带来了一个新的商机，即更加轻薄的经济舱座椅和更舒适的高端座椅。

早前新加坡航空就对其 737MAX8 机队的客舱布局进行了调整，并表示调整的目标是将窄体客机的乘坐体验提升到和宽体客机相似的水平。新航的这一调整也代表了后疫情时代很多航司的选择。为此，制造商们已纷纷“出招”。

巴航工业在其新一代 E-Jet E2 系列飞机上采用了复合材料座椅。知名座椅制造商 Expliseat 公司在上一代 E-Jet 系列飞机座椅基础上，设计出衍生型钛复合材料飞机座椅——TiSeat E2。该座椅采用预先倾斜设计，可折叠的小桌板更大，并且由于采用了一层 3D 复合材料，使舒适性更佳。得益于引入汽车座椅的设计理念，

E-Jet E2 系列座椅具备了现有经济舱座椅普遍所不具备的柔软和包裹性特点。在重量方面，TiSeat E2 系列座椅中，最轻的座椅单座重量仅为 5 千克。

如今，Expliseat 公司还在为波音 737MAX 和 A320neo 系列飞机研制新型复合材料座椅。据悉，当 737MAX10 飞机配备 TiSeat E2 系列类似的座椅后，相比传统座椅可为飞机减重 1.7 吨，可为航司节省可观的运营费用。

除了使用新材料来为座椅减重之外，一些座椅制造商还在尝试使用新技术在提升乘客舒适度的同时进一步提升座椅的使用寿命。如今我们不难发现，廉价航空公司的内饰已经不再是大家传统印象中那么“简陋”了。Breeze 航空在 2021 年引进的一架 A220-300 窄体客机中甚至还安装了 36 个赛峰公司生产的高端座椅。这架飞机的客舱采用了 2X2 布局，不仅让乘客多了一种选择，同时也让飞机客舱看上去“更加体面”。如今随着行业的加速复苏，对于制造商来说，廉价航空对客舱座椅需求的转变也是一个巨大的商机。为了满足市场需求，意大利的座椅生产商 Geven 公司研发了两款新一代座椅：Elemento 经济型座椅和 Materia 高端座椅系列。Geven 公司表示，在设计这两款座椅时，认真考虑了未来飞行中不同类型的乘客需求，包括他们对座椅本身的需求以及如何在设计中满足所有这些要求。

此外，另一个值得关注的现象是，为了进一步提升旅客乘坐的舒适度，同时提升航班的盈利能力，越来越多航空公司倾向于增加超级经济舱的座位数。对于旅客来说，相对于头等舱和公务舱，超级经济舱不需要旅客支付过高的票价，但座椅更宽、腿部空间更大，飞行过程的舒适度有明显提升。这意味着类似 Geven 公司研发的新一代座椅未来市场前景可期。

小改进发挥大作用

合理的客舱设计不仅可以提升乘客的乘机体验，而且可以有效提高乘务员的工作效率。空客 A220 在设计之初，听取了机组的建议，使飞机具备了更大的行李舱和更宽的过道，这使得飞机在投入运营之后受到了客户的好评。

瑞士国际航空公司在评价 A220 时表示，这款飞机的头顶行李舱大大提高了乘务员的工作效率，特别是飞机右侧“3+2”布局中 3 个座位上方的行李舱。这些行李舱可以容纳三件手提行李箱（标准尺寸）加外套和小件物品，这样可以使登机 / 离机过程更加顺畅。

波罗的海航空公司则表示，头顶行李舱对于日常业务帮助很大，与波音 737 飞机相比，A220 的行李舱要大得多，而且飞机的通道更宽，这也是一个很大的优势。当乘务员推着服务车行走在过道时，其他乘客想上洗手间或回到他们的座位，可以轻松地从手推车旁边通过，而不需要在后面排队等候。

此外，合理优化和改进机舱管理系统（CMS），也能够大大提高乘务员的工作效率，降低工作强度。在这方面，巴航工业进行了积极探索。E-Jet E2 系列飞机上，有两个 CMS 屏幕，一个在前厨房，另一个在后舱区域。CMS 系统通过一个触摸屏面板，为客舱服务集成了多个系统操作。它们与飞机的不同系统相连，用于控制多种客舱功能，包括飞机总体概况、呼叫乘务员、通知和登机音乐选择、机舱温度和照明控制、移动地图等。客舱管理系统还可以通过预先录制相关通知，减少乘务员的工作量。CMS 通过客舱扬声器播放预先录制好的通知，如登机须知、安全简报等，这些音频文件可通过 USB 上传到系统。然后，机组人员可以在图形用户界面中轻

松选择要播放的特定音频文件。由此可见，合理、高效的客舱设计对于提高机组人员的工作效率大有裨益。

2022 年年末交付首架用户的 C919 飞机客舱也有许多人性化的设计。在座椅方面，C919 飞机的中间座位比两侧座位宽了 1.5 厘米，可以很好地提升中间座位旅客的乘坐舒适度。在每个座椅的下方还有充电插头，可以在飞行途中为电子设备充电；座椅上还有可以上下拉动的靠枕，以满足不同身高人群的需要。另一个十分人性化的设计在 C919 的小桌子上。制造商中国商飞在 C919 的小桌子上设计了手机支架，这个周到的设计相信会受到很多乘客的喜爱。C919 的行李舱采用了下拉式的设计，圆弧顶设计也让空间感更强。这样的设计使得个子娇小的旅客也可以轻松使用行李架。在客舱照明方面，C919 配备了 LED 照明和情景照明。整个客舱照明有 10 种情景模式，除了常见的睡眠模式情景灯之外，C919 在夜航时客舱还有一种独特的灯光模式——彩虹灯。从这些细微的细节中可以看出，经历了 ARJ21 飞机项目的市场化探索后，中国的飞机制造商已经初步建立起了“以市场、以客户为中心”的理念。

细分市场的暗潮涌动

与航电系统、机体结构生产等领域一样，利润丰厚的飞机内饰市场近年来也在不断经历着并购与重组。

以飞机座椅市场为例，过去很长一段时间，卓达宇航集团、罗克韦尔柯林斯和瑞卡罗集团三家占据了整个市场超过 70% 的份额。其中，罗克韦尔柯林斯的市场份额为 30% ~ 35%，卓达宇航为 30%，瑞卡罗占 10%。但近几年，不断发生的并购与重组，使得客舱内饰市场的寡头垄断越发明显。

2016 年 10 月，罗克韦尔柯林斯宣布以 64 亿美元现金加股票收购机舱内饰制造商 B/E Aerospace。2017 年 1 月，赛峰集团宣布出资 97 亿欧元收购卓达宇航集团。几个月后，美国工业巨头联合技术公司 (UTC) 宣布收购罗克韦尔柯林斯，交易总金额约为 300 亿美元。

上述几项并购对飞机内饰市场造成了巨大冲击，以波音、空客为代表的主制造商开始担心未来自己在交易谈判中会处于劣势，因此，它们也开始进入这一领域。以波音为例，就收购了知名座椅生产商安道拓，直接从事飞机座椅生产。

中国企业也在行业并购中获得了更多发展机会。例如，中航客舱系统公司旗下的菲舍尔公司已经建立起了一套符合欧美适航标准的内饰生产体系，开始为 ARJ21 飞机提供内饰产品。航宇嘉泰的经济舱座椅已获 CAAC、FAA 和 EASA 认证，并取得波音、空客生产线装机资质，开始进入国际主流市场。

在新冠肺炎疫情的巨大冲击下，飞机内饰市场在过去两年依然出现了几起具有较大影响力的并购案。以机上娱乐与互联网业务为例，2020 年年末，国际通信卫星公司 (Intelsat) 与 Gogo 商用航空公司合并，仅这笔合并业务就涉及全球超过 3000 架商用飞机的机上娱乐系统安装。此后不久，Viasat 与 Inmarsat 公司在 2021 年 11 月宣布合并，这笔并购案中所涉及的两家企业覆盖了全球 32% 的已安装机上娱乐系统的机队以及 65% 计划安装机上娱乐系统的机队。在经历了这两起并购后，如今机上娱乐系统领域寡头垄断的局面已经初现。据有关机构预测，2025 年全球客舱内饰市场规模将达到 226 亿美元，面对如此庞大的市场，未来行业竞争或将愈加激烈。■

航空运输

2023 年国际航空 客运市场展望和思考

文 | 占芬 尤怀墨

预计 2023 年，受入境防疫措施放开、全球经济衰退、贸易格局深度调整、油汇市场波动加剧等因素影响，我国国际航空客运市场总体向好，但需求将呈现分化。



图 | 千图网

全球宏观形势分析

首先，全球入境措施放松，客运前景整体改善。虽然疫情仍是影响国际航空旅行恢复的重要原因，但全球出入境限制措施的边际放松有利于国际航空客运需求回暖。截至 1 月 4 日，全球有 127 个国家和地区取消了旅行限制，不要求中国入境游客进行相关检测或隔离，但也有部分欧美国家要求入境旅客出示疫苗、康复或检测证明等。跨境旅行限制的解除推升旅客出游信心回归。联合国世界旅游组织 2022 年 11 月 30 日发布的数据显示，2022 年 1

月至 9 月国际游客人数同比增加 133%，恢复到 2019 年的 63%。此外，去年 9 月以来，国际机票订单稳步恢复，恢复至 2019 年的 70% 以上，赶上了国内订票恢复程度。全球其他区域国际旅游的恢复将为我出境游提供更多旅游线路组合，助力我国国际航空市场恢复。

其次，全球经济大幅衰退，航空消费需求承压。经济环境将成为限制 2023 年国际航空市场发展的主要威胁。全球经济前景因乌克兰危机升级、美国激进加息等愈发黯淡，衰退风险加剧。据 IMF 在 2022 年 10 月发布的数据预测，全球经济





图 | 陈诚

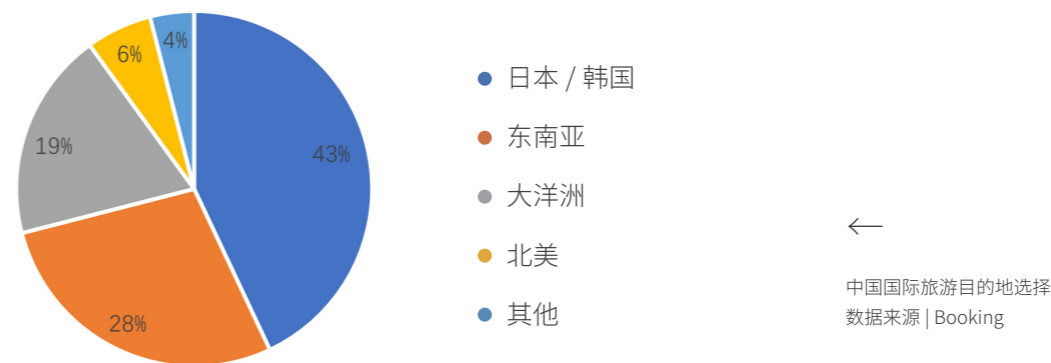
增长率预计将从2021年的6.0%下降至2022年的3.2%和2023年的2.7%；全球通胀将在2022年触顶，发达经济体将达到6.6%，新兴市场和发展中经济体将达到9.5%。主要经济体利率上升、能源和食品价格上涨，将降低消费者可支配收入，抬高旅行住宿、餐饮等成本，从而侵蚀消费者的旅游支付能力，减少旅行活动。此外，物价上涨还可能带来更大规模的罢工，航空公司除了面临人员短缺问题还将面临薪资上涨压力，这也对国际航空供给恢复带来一定压力。

第三，贸易格局深度调整，客运复苏格局分化。由贸易和投资活动引致的商务旅行需求是国际航空市场的重要组成部分。2022年1月至11月，我国外贸进出口总值38.34万亿元，同比增长8.6%，对世界出口贡献度稳居首位。受全球经济增速下滑、欧美消费疲软等因素的影响，预计2023年我国对外贸易增速将放缓，但整体而言，我国复苏向上的贸易活动将助力商务出行需求恢复。同时，放开商务群体出行限制是新形势下高水平对外开放的必然趋势，下半年以来，我国不仅开启多项签证的办理，国家相关部门还发布了

系列政策，对促进公商务出行需求提供了有力支撑。携程商旅数据显示，2022年1月至10月，出入境商旅机票订单量同比增长245%，国际商旅酒店订单量同比增长531%。预计2023年，我国航空商务出行需求将快于航空休闲出行需求的恢复。

分区域来看，预计2023年我国至周边国家、“一带一路”沿线国家等航空市场恢复将快于其他国际市场。受中美关系、俄乌冲突及产业链供应链重构等因素影响，全球贸易格局进入深度调整期，我国贸易结构发生了较大变化，新兴市场表现出更大活力。2022年1月至11月，东盟继续为我国第一大贸易伙伴，占我国外贸总值的15.4%。同期，中国与“一带一路”合作伙伴贸易额逆势增长20.4%，对RCEP其他14个成员国进出口同比增长7.9%。此外，自2022年8月24日起，中国允许持有效APEC商务旅行卡人员入境。可以预计，中国与东盟、金砖国家、“一带一路”沿线国家之间的商务旅行将会更加便利，相关航空出行需求也会步入回暖轨道。携程订票数据显示，2023年元旦至春节前夕，中国台北、中国澳门、首尔、新加坡、香港、曼谷、东京、伦敦、洛杉矶、悉尼是热门目的地TOP10城市。Booking的研究也显示中国出境目的地选择主要集中在周边国家。

第四，防疫入境政策放开，利好客运航线恢复。基于过去三年的大数据结果，我国对新冠病毒实行“乙类乙管”，疫情防控政策全面放开。自2023年1月8日起，入境后全员核酸检测和集中隔离全面取消。此外，入境航班熔断机制以及第一入境点等政策也取消；航空公司加快恢复国际航线，2022年冬春季航班计划国际航班数量同比增加106%。携程数据显示，2023年元旦跨境机票预订量同比增长



145%，春运跨境游热度则更高，预订量同比增长超过260%。供需两端的修复将推动国际航空触底反弹，进入新一轮景气上行周期。

同时，旅游利好密集释放。APEC商务旅行卡启用、香港入境隔离调整、澳门11月恢复接待内地旅游团等释放旅游利好信号。根据Booking发布的亚太地区旅游信心指数报告显示，89%的中国内地游客表示一年内有出行计划，63%的人表示一旦解除隔离措施就会出国旅行。预计随着防疫政策的转向以及春节回国需求的提前释放，中国出入境旅游市场在年底迎来回暖的窗口期，国际客运航班将持续增加，同时国际机票平均价格有望降低。

预测和展望

在国际旅游业方面，经济学人智库(EIU)旅游业2023年展望报告预计2022年国际旅客数量将同比增长60%，2023年将保持强劲复苏势头，同比增长30%，达到16亿人次，恢复到2019年的89%左右。但各地区复苏并不均衡，除中东地区全面复苏、东欧地区受俄乌冲突影响2025年复苏外，其他地区基本上预计在2024年迎来全面复苏。预计2023年亚太地区国际旅客数量接近3亿人次，中国出境旅客数量将同比翻倍增长，达到5900

万人次，但也仅相当于2019年的1/3。

2022年10月，61%的联合国世界旅游组织专家小组认为，国际游客人数可能会在2024年或更晚恢复到2019年的水平，27%的专家认为2023年会恢复到2019年的水平，27%的专家认为2023年会恢复到2019年的水平。UNWTO（世界旅游组织）假设了两种情形，乐观情形下2022年恢复到2019年的70%，悲观情形下恢复到55%。2022年11月，UNWTO预测2022年国际旅游人数将超过9亿人次，恢复到2019年的65%。

中国旅游研究院则在12月发布的报告中认为，伴随着入境旅游复苏和回暖的政策窗口逐步打开，今年入境旅游接待规模将超过2000万人次。预计到2023年，我国年入境旅游人次将达到2000万人次，入境旅游有望在2023年出现较显著的恢复。

出境方面，我国潜在出境旅游消费偏好变化明显，尽管安全诉求依然保持高位，但是游客出游信心开始加速恢复，更多旅客选择欧美作为旅行目的地；经济环境仍然是影响出境旅游复苏的主要因素，旅游产品的性价比最受游客关注。预计2023年，出境旅游复苏将是出境游客心理预期和现实条件不断磨合的长期复杂过程。

在航空客运市场方面，据全球航班数据提供商OAG最新数据显示，2022年全球航空业以2019年88%的运力收尾，较



根据国际航空运输协会 (IATA) 2022 年 12 月的报告, 预计 2023 年全球旅客运输量将超过 42 亿人次, 增长 30%, 恢复到 2019 年的 85% 左右。

2021 年高出近 1/3。截至 2022 年底, 航空运力达到约 47 亿个座位数。全球来看, 亚太地区运力虽落后于其他地区, 但正稳步回升。中亚地区的航空运力已较 2019 年高 25%, 拉丁美洲正强势复苏, 北美和中东地区已越来越趋近于 2019 年的运力水平, 国际航空市场恢复形势总体乐观。预计在 2024 年之前, 航空出行不太可能达到疫情前的水平。

2022 年 10 月, 国际机场理事会 (ACI) 预计 2022 年全球客运量为 68 亿人次, 恢复到 2019 年客运量的 74.4%, 到 2023 年底或 2024 年初, 整个行业将恢复到 2019 年的水平。从长远来看, 预计到 2040 年客运量将接近 180 亿人次。

分类别来看, 国内旅行预计到 2023 年将恢复到 2019 年的水平。全球国际客运量还需要将近一年的时间才能恢复, 预计到 2024 年下半年才能达到 2019 年的高

点, 到 2025 年全年恢复到 2019 年的水平。

分区域来看, 预计亚太地区复苏最慢, 2022 年仅达到 2019 年水平的 54.5%。预计到 2024 年底全年将恢复到 2019 年的水平, 但如果一些国家在取消疫情限制方面滞后, 则复苏可能会拖延到 2025 年。

根据国际航空运输协会 (IATA) 2022 年 12 月的报告, 预计 2023 年全球旅客运输量将超过 42 亿人次, 增长 30%, 恢复到 2019 年的 85% 左右, 其中国内航空量将恢复到 2019 年的 82%, 国际航空量将恢复到 2019 年的 66% 左右。从区域来看, 2023 年, 北美、中东、拉美将继续引领复苏, 亚太地区将恢复到 2019 年的 70% 左右。

中长期来看, 预计国际航空量将于 2025 年恢复到 2019 年的水平, 国内航空量将于 2024 年恢复到 2019 年的水平。预计亚太地区 2025 年才能完全恢复到 2019 年的水平。在有利的收入增长和人口因素的推动下, 亚太地区 2040 年旅客量将增长 25 亿人次, 平均年增长率约为 4.5%。

挑战与建议

2023 年, 我国国际航空客运市场发展面临疫情防控放开、出入境政策便利化等诸多利好因素, 但同时也面临诸多挑战, 一是部分国家针对我国入境游客采取更加

严格的防控政策; 二是疫情期间, 我国居民可自由支配收入下降, 国际航空出行支付能力; 三是由于人员流失等原因, 入境旅游保障体系受到严重冲击。总体而言, 国际航空市场的修复可能仍然呈现试探 - 恢复 - 增长的渐进过程, 预计 2023 年, 我国国际航空市场呈现高开稳走、加速回暖态势。根据我国国际航空市场需求复苏呈现的区域分化、类型分化等新特征, 笔者建议:

一是夯实安全生产基础, 推动行业稳妥恢复。重视传统运输安全风险和疫情衍生风险叠加带来的挑战, 做好客、货流与航班起降架次快速增长的安全生产准备, 加强对各类航空安全风险的实时监测、预警与辅助决策技术方面的研究与应用, 健全优化行业安全监管信息系统, 持续夯实民航安全管理体系, 确保行业安全有序恢复生产。

二是继续加大纾困力度, 推动降本增效。航空运输市场复苏需要一个过程, 目前行业仍处于巨额亏损中。减税降费、缓缴社保等政策大多截至 2023 年第一季度。按照目前的政策规定, 2023 年航空企业补缴压力较大, 可能会迎来刚性成本兑付高峰。同时受疫情防控政策放松的影响, 国外航司盈利能力持续增强, 外航在华航线网络复苏步伐也将更快, 不利于我国航空公司提高国际竞争力和自主可控能力。预计 2023 年我国航空公司的复苏速度仍将滞后国外, 为提高我国航司国际航线的开拓动力, 应继续加大纾困力度, 协助企业降本增效。建议适时延长优惠政策时限; 同时在机场航空性业务收费方面统一制定优惠政策; 在非航空性业务重要收费项目, 尤其是地面服务收费方面, 加强机场收费的监管和规范。

三是加强航权政策供给, 完善航线网络布局。积极抓住国际航空市场恢复的窗

口期, 根据民航国际化战略布局和十四五“一圈六廊五通道”国际航线网络规划, 推动航线网络调整优化, 促进国际航线网络按照“一圈六廊五通道”的格局进行恢复和发展。一方面按照“一圈六廊五通道”航线网络构建的需求加强航权谈判, 优先支持符合国际化战略发展方向的航线恢复; 另一方面完善航权时刻分配政策, 在资源配置过程中突出国际化战略布局导向, 促进我国国际航线网络在恢复中实现动态优化和重构。

四是加强对外协调, 做好海外消费者权益保护工作。预计 2023 年, 疫情带来的次生灾害对客运复苏影响将继续存在, 疫情引发的失业、后遗症等问题进一步加剧欧美劳动力短缺问题, 需求的快速复苏将给民航带来运营和劳动力方面的挑战, 机场拥挤、限流、航班取消、行李丢失等问题在希思罗等大型国际枢纽将继续存在。必须引导航空公司做好旅客海外消费者权益保护工作, 加大与国外航空管理局、海关、移民局、机场和合作航空公司的沟通协调力度, 确保旅客在境外的合法权益。

五是提升保障能力, 大力推动便利化。国际市场的恢复需要监管机构、机场、航司等提供系统性保障能力予以支撑。建议积极推动机场恢复国际客运航线、加强国际航班保障能力建设, 大力支持枢纽机场自助设备升级; 鼓励航空公司在客票订座平台中加大对国际目的地疫情态势、防疫政策等相关信息的提醒; 加大与海关、移民等部门跨价值链合作, 推动签证、出入境查验等流程优化, 提升整个航空出行链的便利性。■

区域	2020 年 同比	2021 年 同比	2022 年预测 (vs2019)	2023 年预测 (vs2019)
全球	-65.80%	21.80%	-29.40%	-14.50%
北美	-65.10%	74.70%	-8.60%	-2.80%
欧洲	-69.50%	27.50%	-18.60%	-11.30%
亚太	-62.00%	-12.80%	-55.70%	-29.20%
中东	-72.10%	8.50%	-20.70%	-2.20%
拉美	-62.50%	40.50%	-12.60%	-4.40%
非洲	-68.20%	17.00%	-32.30%	-13.70%

→

表 | 全球客运市场预测 (PRK)

航空运输

国际航线： 暖意渐浓 吹响复苏号角

文 | 张丰霖

新年伊始，北京、上海、广州、深圳等地机场迎来了防疫政策优化调整后的首批海外航班。在国际到达厅内，众多旅客与阔别已久的亲友见面，无论是久别重逢还是商务旅行，这一天大家已等了太久。此后不久，停滞了3年的出境团队游正式重启。在新一年的春天，国际航线也迎来了“春暖花开”。

自2022年12月28日民航局发布《关于恢复国际客运航班工作方案的通知》以来，国际民航市场复苏势头强劲，多家航空公司陆续新开、恢复、加密往返中国的国际航线航班，热门国际航线搜索量明显增长。分析人士认为，中国公民境外游、中国春节消费潮让人们感受到航空运输业复苏的强劲动力，也更加深切意识到中国民航对提振全球航空业的重要意义。

亚洲多国翘首以待中国游客

随着出境游持续升温，在多家航空公司加密国际和地区航线航班的同时，多国也翘首以待，热切期盼中国游客“回归”全球旅游市场。

据新华社等媒体消息，在曼谷素万那普机场，泰国副总理兼卫生部长、交通部长、旅游和体育部长一同到机场迎接首批前往泰国的中国游客，并向中国游客赠送花环、纪念袋，以及在泰国的医疗保健和旅行建议卡等。

在马尔代夫，维拉纳国际机场特意安排了喷射巨型水柱的“水门礼”，以高级别礼遇欢迎中国优化调整防疫政策后直飞马尔代夫的首个航班。

农历大年初一，印度尼西亚旅游部和巴厘岛省政府在巴厘岛机场举行欢迎仪式，喜迎2023年首架中国游客包机从深圳抵达巴厘岛。机场还为每位中国游客献上欢迎花环，赠送纪念品。

农历大年初三，菲律宾旅游部在马尼拉国际机场安排特色民乐表演迎接中国游客，身穿传统民族服装的菲律宾旅游部长为中国游客戴上串珠项链并送上伴手礼。

亚洲多国为何对中国游客如此重视？中国联合通讯社的文章以泰国为例阐释了原因。文章指出，2019年，泰国旅游业收入占该国国内生产总值的18%，在泰国4000万人次的国际游客中，约1098万人次是中国游客，其数量居入境泰国游客首位。不仅泰国，众多亚太国家都欢迎中国游客的到来。疫情发生之前，我国是亚洲最大的国际旅游目的地和客源地，与亚洲其他国家/地区互为最重要的客源地和目的地。2019年新加坡11%的入境游客来自中国；赴越南旅游的中

国游客数量在2019年达到580万人次，占越南国际游客总数的近30%；中国也是马来西亚旅游业非常重要的市场，2019年马来西亚接待了多达300万人次中国游客，极大地促进了该国经济发展。

可以预见，中国游客“回归”将为航空业、旅游业复苏带来新活力。

国际航线“上量”

自2022年12月28日民航局发布《关于恢复国际客运航班工作方案的通知》以来，多家航空公司陆续新开、恢复、加密往返中国的国际航线航班，国际民航市场恢复势头强劲。

航空公司方面，来自国航的数据显示，自1月8日以来，国航整体航班量恢复到2019年的88%。停航3年的澳大利亚和瑞士航线于近期恢复，随后，北京—澳大利亚墨尔本航线恢复，北京—澳大利亚悉尼航线恢复，北京—瑞士日内瓦航线恢复通航。东航方面，预计到2月28日，东航及旗下航空公司的国际和地区航线将恢复至60条，每周达到410班。东航国际航线航班也迎来新一批恢复及加密。例如，自1月23日起，东航新增上海浦东—澳大利亚墨尔本航班，达到每周3班；1月，上海浦东—匈牙利布达佩斯、上海浦东—新西兰奥克兰、上海—澳大利亚悉尼等航班将分别加密至每周3班。整个1月，东

航每周客运国际航线计划增至48条、184班。近期还计划新增上海至泰国普吉、清迈和马尔代夫马累等多个航点的航班，已有的上海浦东—泰国曼谷、昆明—柬埔寨金边、昆明—越南胡志明市、杭州—菲律宾马尼拉、青岛—阿联酋迪拜、温州—意大利罗马等航线航班计划加密。吉祥航空自1月18日起恢复每天1班上海浦东至泰国普吉、清迈航班，自1月22日起恢复每日1班南京—泰国普吉航班。春秋航空从1月起陆续恢复上海—中国香港、上海—中国台北、广州—泰国清迈等航线，未来计划恢复上海—新加坡航线，增班上海—泰国曼谷、广州—柬埔寨金边等航线。目前，春秋航空执飞的国际和地区航线共18条，运营至中国香港、中国澳门、中国台湾、韩国首尔仁川、日本东京成田、日本大阪关西、泰国曼谷、泰国清迈、泰国普吉、柬埔寨金边、马来西亚吉隆坡、新加坡等国际和地区航线。

机场方面，据中国网消息，春运期间，上海浦东国际机场运营的国内和港澳台地区客运航班数量明显增加，日均客运进出港航班达30班，较去年12月增长76%。根据预测，1月底，上海浦东机场预计通航30个国家的41个国际航点，日均国际客运进出港航班约30班，较去年12月增长20%；2月至3月，上海浦东机场的国际和地区客运航班数量还有望在1月的基础上继续增长23.3%。据《北京日报》消息，

自1月8日以来，首都机场国际和地区入境客运航班从T3D恢复到T2和T3E常态化运行，第一入境点航班全部回归北京。从具体航线来看，目前首都机场已经恢复一定规模的港澳台地区航线以及北美、欧洲、亚洲、非洲共23个国家的国际航线，周航班量达到180架次。同时，首都机场国际通关便利化政策已恢复实施，包括24小时过境免办、京津冀144小时过境免签和离境退税等政策，为国际旅客提供更好的出行体验。预计2月首都机场将迎来国际和地区客运航班量的进一步恢复，达到疫情发生前的20%以上。

春节期间国际航班旅客增势明显

为鼓励国际航班全面恢复，目前部分省份出台政策推动国际客运航线复航。湖南省成为首个出台政策专项对接国家关于全面复航国际航班的省份，致力于加快恢复构建“四小时航空经济圈”，对便利国际交往、促进招商引资均起到了积极推动作用。据《长沙晚报》消息，在湖南，凡是率先恢复国际（地区）航点、达到政策要求的均被列为支持对象，先飞先得，受益面广，预期明确。政策定位为短期鼓励性支持举措，与湖南省原有航线中长期支持政策叠加，航空公司等能够更清晰地测算成本、规划航线。该政策由开航奖励、运行奖励、客机腹舱带货奖励三部分构成，于2023年1月1日实施，或将显著推动国际（地区）航点恢复，特别是“四小时航空经济圈”亚洲区域航点。目前，湖南至泰国曼谷、马来西亚吉隆坡、越南河内、中国香港等航线已陆续复航，至新加坡、泰国清迈、越南芽庄等航点的航线运行正在积极筹备中。澎湃新闻援引相关消息指出，厦门也将出台促进国际航空客运高质量发展若干措施，包括支持开通亚洲客运

定期航线、开通洲际客运定期航线、开通国际客运非定期航线，支持重点国际客运定期航线以及旅行社开展国际及地区旅游业务，并对上述支持开通的航线和旅游业务等进行运营年度补贴，如对从厦门出入境直达亚洲新开通的定期航线，按不同航程每班给予6万元至12万元补贴，单条航线年度补贴上限为1000万元。

各项政策措施的出台，加之当前正值春运，国际航班旅客增势明显。中国民航网报道，春节假期7天，上海机场移民管理警察累计在浦东机场口岸查验出入境人员10.5万人次，同比增长150%；查验出入境客运航班587架次，同比增长160%。与往年不同的是，今年以旅游为主的出入境旅客增加明显，有2万余名内地居民经浦东机场出境旅游，占出入境总数的1/4，中国澳门、中国香港、中国台湾、泰国、美国等成为热门目的地。探亲、就业、商务旅客也有所增加，各占10%左右。据《北京日报》消息，春节假期（1月21日至27日），北京口岸出入境旅客量预计超过3.5万人次。据中国网消息，春节假期，昆明长水国际机场口岸出入境旅客达5100余人次，与2022年同期相比增长10倍，查验出入境航班59架次。

为此，各地机场的出入境边防检查站提前预测并向社会公布各口岸出入境人员流量高峰时段，引导广大旅客合理安排行程，错峰出行。同时采取提前开足人工查验通道、加强现场分流引导、增加咨询服务等多项措施，提升出入境旅客信息申报率，为旅客提供便捷高效的通关服务，保障旅客返乡过年、顺畅出游。

对于接下来的民航市场，相关人士认为，随着1月底部分国际和地区航班陆续恢复及加密，叠加2月6日即将试点恢复的中国公民出境团队游，春节后国际航班客流仍将持续增长。■

航空运输

浅谈民机主制造商 “以客户为中心”的践行之路

文 | 杨斐

“以客户为中心”的服务理念可以说是根植于民航业的一个重要理念。在民机制造领域，“以客户为中心”同样有着极其重要的属性，一个企业如果公司高层极度关注、全体员工人人重视、工作流程层层渗透，才有可能推出具有市场竞争力的世界级产品。



图 | 徐炳南



对于民机制造工业方如何“以客户为中心，为客户创造价值”，充分挖掘并放大主制造商市场平台价值，以我为主构建共生、共享、共融的民航生态圈，为已有产品成长迭代、新产品市场导入提供优良土壤，值得深思。

凝聚行业智慧，建设民机研制的融合开放大平台

在大变局的背景下，未来民航需要什么样的大飞机？这道命题不能仅仅由主制造商回答，而是要交给主制造商和民航业一起回答，才有可能答好。而中国民机产业作为后来者，为了赶超世界级的竞争者，我们又该如何走出一条差异化发展之路？

除了全面对标波音和空客外，需要深度挖掘和把握客户的深层次需求，追踪未来民航结构性变化态势。民航业素有周期性强、资金人力资源密集、投资回报率低的固有特性，抗风险能力弱，根据国际航协报告，1996年以来航空公司的总体经济回报从未超过行业加权平均资本成本（WACC），平均而言，航空公司产生的总投资资本回报率（ROIC）低于加权平均资本成本 2.4%，意味着民航业在行业发展形势向好时期依然是微利经营，未给股东创造合理的价值回报。自 2000 年以来，世界民航业的持续增长，高度依赖于经济全球化带来的扩张周期以及欧美民航运力的结构性优化，欧美主要航空公司的创新却难以再现 20 世纪八九十年代管制放松后欧美民航产业并购和生产力重构、产业链上下游资源整合、细分领域高度专业化、新模式和新技术应用风起云涌的繁荣景象。过去二十年世界民航最重要的创新可能是低成本航空的发展，商业模式创新和新技术应用成果不多。

面对未来数字化时代转型要求，

国际航协联合成员航司探索数字化转型的 NEXTT 解决方案，中国民航局也在十四五规划中提出推动智慧民航、四型机场、数字化航司等项目，国内三大航和海航等也曾尝试联合多方资源推进空地互联等项目。例如早在 2013 年，部分航司曾经尝试以客舱娱乐设备为产品销售和服务平台，尤其借助国际航线飞行过程中的封闭空间，整合国内外航空旅游上下游产业链，向旅客推出包含航司航线网络，产品服务，目的地出行、旅游、免税购物等围绕航空旅行的一站式航空旅游服务产品，拓宽辅营收入和利润来源，来改变传统以机票销售为主的单一商业模式，但是仅仅宽体机视频娱乐系统内容的更新甚至都需要数月时间，从系统上更是难以满足航司此类创新需求。由于进入门槛较高、航司难以掌控服务全链条、包括飞机在内的系统独立封闭致使数据碎片化分布等结构性问题，截至目前民航数字化转型的创新成果尚不突出，民航数字化进程实际已落后于其他很多行业，疫情前已有行业有识之士呼吁民航业亟需颠覆性重构，否则当前的商业模式和盈利模式难以继续维持。

时至今日，疫情对民航市场结构性的

把飞机作为数字化载体，尝试在空地互联、人机交互、一体化服务等深度挖掘和绑定航司运行保障和旅客服务需要，赋予航空公司独特的差异化竞争能力，可能是更有利于加强与民航在民机研制深度融合的可行之路。



图 | 徐炳南

冲击仍未消退，油价和人力成本维持高位运行，全球经济和贸易未来增长的不确定性，多重风险叠加对世界民航发展格局将产生长期深远影响。而航空公司的首要任务仍然是制定更好的运力管理策略，优化收益和客座率指标，有效利用飞机这种航司最主要的金融资产并且最大化资源使用效率。飞机作为重要的生产工具，如何能够帮助中国航司面对未来数字化竞争具有差异化竞争优势，除了考虑安全、经济、舒适、环保特性以满足航空公司基本的战略需求和运营需要，换个视角，把飞机作为数字化载体，尝试在空地互联、人机交互、一体化服务等深度挖掘和绑定航司运行保障和旅客服务需要，赋予航空公司独特的差异化竞争能力，可能是更有利于加强民机研制深度融合的可行之路。

因此，在借鉴已有型号研发经验持续完善民机研发论证体系的基础上，通过各种合作框架工作机制，在数字化转型等领域强化合作伙伴的需求挖掘和引导，全流程参与和融入，提升合作伙伴的成就感和荣誉感，形成竞相参与大飞机研制的良好

氛围势在必行。尤其是对于代表国家科技巅峰的更新型号的研制，更是需要集合中国民航资源和力量优势，这也是新型举国体制制度优势的展现。

借助时代大势，加快国产民机的市场推广和认知强化

在新时代背景下，国内民众对于国产民机给予高度期待，在市场导入期相比主要竞争对手，缩短了市场推广时间，节约了大量营销资源。但我们也需要清醒地认识到，可能也要防止另一种偏差，作为一款新机型，在投放市场实际运行中自然也会出现个别问题，这些问题在聚光灯下也有可能被过度放大，尤其是安全相关问题。因此，在市场推广阶段，如何把大势转化为优势，更需要依靠市场化的手段，将新机型技术特点以市场化的语言转化为旅客服务体验优点，和航司加强联合营销，持续扩大宣传声量，提升产品的市场美誉度。比如 2013 年 7 月海航作为国内最早引进波音 787 的航司之一，依托“中

国梦”的时代主题和 Dreamliner 的机型名称，将机型优势结合公司品牌宣传、航线网络和产品服务贯穿全流程设计，推出“圆梦中国”计划，围绕“圆梦飞翔”等五个子计划使不同类型旅客能够体验波音 787“更平稳的飞行、更低的座舱高度、更炫的灯光设计、更高的舷窗设计、更清新的空气、更安静的客舱”等六大机型优势和海航“东方之美”的服务产品，波音在其中也给与各类资源支持，甚至和航司联合召开媒体活动现身说法，波音 787 机型也获得媒体和旅客的广泛认可。

同时，要与首批客户密切联动，及时发现和快速解决运营中出现的问题。要积极鼓励和大力支持航司在运行保障、航线运营、营销服务、维修支持等方面的流程标准优化或模式技术创新，争取各方资源支持，做好行业内优秀案例分享和经验传承，为国产民机营造良好运营环境。

拓展交流方式，深化与民航多层次业务和人员交流

对于行业标杆公司的情况可予以参考。以波音为例，首先，波音业务支持作战能力非常强大，组织运行类似于总参谋部-各大战区-一线作战部队的模式。波音在全球各区域主要客户有驻场机务和专属销售，这两条业务线协作与航司的飞机引进办、规划、市场、维修、运行、客舱、飞行等各单位密切对接，及时把来自于一线的各类信息分别反馈给区域总部和美国总部，对于航司遇到的各类问题及时请求相关单位调动资源支持解决，体系化作战反应迅速，协同高效。

其次，除了与飞机相关的各条业务线直接面向航司的业务培训外，波音也针对客户具体问题安排常态化的业务交流和人员培训，例如对于希望开拓国外市场但

缺乏经验的航司，从航线开航、运行保障、产品设计、营销推广、品牌宣传、危机公关等依托自身资源针对性地给予专业化指导。

此外，波音也非常重视与航司干部的交流培训，邀请航司各层级干部参与不同类型的项目，比如民航中青班等也与波音定期联合举办项目，很多航司领导也以曾经在位于圣路易斯的波音干部培训学院受训为荣。长期以来，多层次的干部和人员交流使波音对全球范围内包括主要航司、甚至行业监管机构等都存在较大影响力，与行业上下游合作伙伴建立了全方位、深层次的业务对接和情感维系。

强化长效机制，发挥政策协调资源优势

切实解决客户遇到的飞机引进、航权时刻、航班运行、财政补贴、税费减免等各项政策问题。例如在 2022 年中国商飞公司客户大会的航司发言和讨论中，东航表示：将依托在西北、西南等区域的布局优势，使用 ARJ21 推进毛细血管战略。这些都为国产民机的商业化运营提供了很好的应用场景，若能与客户在市场运营过程中紧密协调配合，拓宽国产民机在不同场景下的更多商业实践，有助于为国产民机的市场化运营、开拓新的海外市场打造出一片天地。但是在此过程中，存在诸多关于适航审定、航权审批、航线运行等与飞机相关的问题，需要建立长效机制，通过多种渠道配合客户解决此类问题。■

人物

试飞运营支持团队： “敢把后背给战友”

文 | 王心怡



试飞运营支持团队：“敢把后背给战友”

在试飞一线有一群人，拥有着许多与大飞机的合影。每当迎一场胜利，团队里的伙伴总是会吆喝着大家合张影，照片里，旭日初升或是满天繁星，皑皑白雪或是明媚骄阳，四季、各地的美景风貌总是将他们心中的主角——大飞机装点得格外好看。在一线，几乎每一场胜利，他们都有幸见证。也几乎每一次战斗，都有着他们的身影。他们，就是跟着飞机走南闯北的试飞运营支持人。

“初见乍惊欢”

对飞机发自内心的喜欢是苏利焱带领的这支团队所拥有的共性。

团队里的新生力量孙熙尧和大飞机试飞一线缘分妙不可言。曾在新员工培训开营仪式中作为新员工代表分享他所在团队的工作：

“我们试飞运营支持部是一个‘见多识广’的部门，零上四十度的吐鲁番、零下四十度的海拉尔、风沙漫天的锡林浩特……飞机在哪里我们就在哪里。”即使这些都是他刚入职时在部门里“道听途说”来的，但是他说：“光听、光想像画面就已经很激动了！”

带着要到飞机身边去的迫切期望，培训结束的第二天也是建党百年之际，孙熙尧就背上行囊奔赴

一线，开始了外场跟飞生涯，启航新的征程。在那之后的一年时间里，孙熙尧总共跟飞了340天，终于吹到了东营胜利机场的海风、看到了敦煌莫高机场的满天繁星……成为了一名“见多识广”的新生代大飞机人。

最难忘的总是第一次。孙熙尧回想起第一次见到心心念念的大飞机时，心中抑制不住的喜悦与自豪：“我们的飞机真好看！一眼看过去它最为夺目！”只机场上的惊鸿一瞥，当晚他便激动得整夜睡不着，第二日起了个大早进入试飞现场，跟着师傅走进驾驶舱，他忍不住轻轻触碰了下椅背，那一刻，他的内心被满足感紧紧包裹：“原来，这就是大飞机的温度，那么真实，那么美好！”

“久处仍怦然”

如果说，这种对飞机的爱是“初见乍惊欢”，那么对于跟飞“老将们”来说，对飞机的爱更多是“久处仍怦然”。

赵继、李林剑、汪凌飞已然算是团队里的跟飞老将，自2017年便奔赴一线，开启与大飞机相伴的岁月。回想过去5年的跟飞时光，他们最为难忘的是在外场试飞过程中经历的重重困难和波折，三个人

不约而同地提起一个成语——千锤百炼。

“过程充满艰辛，但千锤百炼让每一场胜利都变得格外珍贵。”赵继说道。五年来，赵继攒下了每一张奔往外场的机票，他说：“看着机票，我就能回忆起在哪里，我们面对了怎样的问题，又是如何获得了胜利。”对每一位试飞支持人而言，一路见证胜利的过程，其实也是陪伴着大飞机向着更好改变的过程，所以格外珍贵。

对李林剑来说，除了试飞过程中的艰辛，最难忘的就是他人望向大飞机的目光。每当大飞机去往新的试飞场地，机场上的工作人员便会早早等在机坪，只为一睹大飞机的风采。第一次经历这样场面的李林剑，刚忙完一整晚的排故，疲惫不已，本想下了飞机立马赶往驻地休息片刻，一回过头刚好看见当地机场机务人员兴奋地聚在一起。

“真好看”“能亲眼见到太棒了”“好有气势”，大家的赞美声此起彼伏，李林剑顿时一扫疲惫、自发地当起了讲解员。“就像父母对自己的孩子，平常看惯了没感觉，但一有别人夸自己的孩子好，就觉得脸上倍有面儿！”他说道。

作为第一批来到东营基地的试飞工程支持人，汪凌飞始终难忘第一次排故经历。初来乍到的五个

小伙伴通宵达旦窝在机场旁一个临时搭建的房间内分析研究问题、查阅资料，面对第二日的机组交底紧张不已。那时的他们每人只分管一个专业便常常感到焦头烂额，时常聚在一起互相出主意、互相提气。五年后，他们每个人不仅在自己的专业上游刃有余，还可以彼此间互为AB角，纷纷成为多面手，成长为一线工程人员的核心力量。

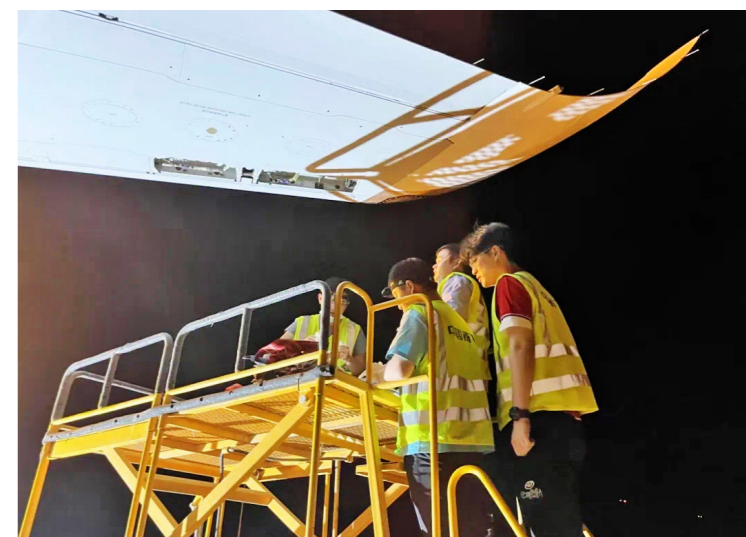
“外场跟飞，让我一直努力去做最好的那一个我。在这个过程中无论是飞机，还是我们都经历了千锤百炼，遇到了最好的自己、最好的伙伴和越来越好的大飞机。”汪凌飞动容地分享道。

“看似是我们陪着它在战斗，我们又何尝不是生逢其时，恰好遇见了它的成长。”这是每一位一线试飞支持人的心里话。大飞机带给所有人的自豪与爱，无论是初见时的惊鸿，还是千锤百炼后的珍贵，总是能在某一个时刻化为原动力，守护着试飞一线的他们勇破难题、竭力前进。

“解决问题才是主旋律”

试飞工程支持，就是为了解决试飞过程中发现的问题，保证现场型号任务能够按照计划顺利开展。

所以，如何面对问题是每个



试飞工程支持人的必修课。

苏利焱作为工程中队队长，遇到问题总是一马当先，长期的外场工作经验，使得她更能准确地抓住问题的根源所在，更清楚地知道机组需要哪些信息，“一听现象就能定位故障”是她的“必杀技”，是大家心服口服的苏姐。“除了找准问题，如何解决问题才是主旋律，很多时候你认为自己解决了，其实不然。”苏利焱说道。不同的角色看待问题的角度是不一样的，在苏姐看来，一线工程支持工作，就要使自己扮演多重角色，培养场景意识。面对问题，要像演员一般将自己置身于真实的使用场景，真听真看真感受不同角色看待问题的角度。

试飞运营支持团队：“敢把后背给战友”

这一点对于航电专业的李林剑来说深有体会。

作为一线面对问题的工程支持人员，为了能够更快更好地解决问题，李林剑有着自己的妙招——带着“角色扮演”紧盯试飞监控。从试飞员走进驾驶舱门的那一刹那，接下来的一举一动，李林剑促使自己在脑海里与试飞员一同进行——打开电源、开启APU、拉起操纵杆……“看起来日复一日的试飞监控略微枯燥，实际上当你沉浸式观看，会发现每一次都有一点不同，这一点不同可能就需要你在当下记住。”当飞机落地后，

李林剑也会第一时间前往飞机驾驶舱，带着脑海中的画面进行复盘。

一直以来，李林剑告诉自己，要担当问题的“传话筒”，在与机组交底时，主动一步、站在多个角色的角度快速准确地回答出机组的问题，提供最为及时有效的解决方法，也是每一次的沉浸式体验，为他的试飞支持工作带来了极大的便利。

解决问题的方法不同，那么带来的收获也不同。袁文铎认为一名合格的试飞工程支持人员，最需要的就是适时的阶段性总结，确保经验的有效传承。

适时的阶段性总结，一是对工作的阶段性总结，二是对经验的提炼性总结。“问题是相似的，但过程是不同的，找准每个问题之间的同与异，以小见大、举一反三、及时总结，才能把试飞工作做得更好。”袁文铎分享道。

在袁文铎看来，面对问题更需要实事求是地去学习、去思考，深挖技术的底层思维，让解决问题的方法直击问题要害并形成最优流程。在外场跟飞的过程中，袁文铎累计提炼并申请了10余项专利成果，这些硕果都来源于他每一次将问题解决到底的魄力。

在解决一个又一个问题的路上，团队里的每一个人都收获了思路、心态、能力、技术知识上的极大拓展，问题从不是试飞一线的主旋律，而这一过程中的所有收获才弥足珍贵。

“获得了机组的信任”

外场的每个人都不是孤立存在的，正如飞机的各系统之间相互互联，相互影响，相互配合，才能保证与飞机一同更顺更好地走下去。

“获得了机组的信任”在苏利焱看来，是带领团队多年跟飞的最大收获之一。

信任的建立很不易，然而信任在试飞一线是必需品。

试飞任务往往在一切不明朗、各方都在磨合阶段时，冒出的问题最多。早期一场机组交底会，机组人员站起来反映问题，一个人就能反映四五个问题，没想到的是后面又陆续站起来四五个人。“现如今，与我们一起奋战多年的机长在机组交底会上开始为我们说话了，对我们提供的解决问题的方案也越来越认可，我知道，问题提得少了那就是信任更多了。”苏利焱说道。

这样的信任是五年来试飞工

程支持团队用责任与专业一点点在机组心中建立起的，试飞机多机齐飞日益常态化，而这条艰辛的路所有人携手一起走得越来越顺。

除了获得机组的信任，“敢把后背给战友”也是试飞工程支持工作顺利推进的有力支撑。

一次临时任务，让试飞老将赵继与试飞新兵孙熙尧相遇，在此之前即使是一个部门的同事，由于跟飞任务的不同，他们对彼此只是“略有耳闻”。而这一次的临时任务比想象中的更为急难险重。

当天，两人简单打了声招呼快速分好工，就立马投入到紧张的排查工作中，经验丰富的赵继负责快速定位故障，而一旁的孙熙尧则利用自己的专业知识及时找到所需要的技术文件。第一次的合作便连轴转了22个小时，而这22小时，也让他们从陌生同事成为彼此欣赏、信任的战友。

“我们团队的人果然靠谱，临危不乱、技术到位的小孙很难看出只有一年的跟飞经验。”

“跟着专业过硬的赵哥，心很安，即使不停地发生突发状况，我们都稳扎稳打地坚持了下来。”

那一夜，他们工作地点的上空繁星点点，一阵忙碌过后，赵哥问小孙：“累吗？”小孙答道：“一

没留神，都到深夜了，今夜的星星可真亮！”“那我们拍张照记录下来吧，下一次一起奋战不知道什么时候了！”

“多年跟飞，我发现团队里的每一个人面对困难和挑战的行动都是无比统一的，即使身处各地，也会建立起无形的默契。因为并肩奋战，我收获了太多珍贵的友谊。在最终胜利的那一刻，最想分享内心激动和喜悦之情的，也是战友们。”谈及这份战友情，赵继略带哽咽地分享道。

试飞运营支持部共有42名成员加入了大飞机的一线战斗，占C919外场试验队工程中队人数的七成以上。

“试飞运营支持部的员工虽然分布在祖国的大江南北，但大家心往一处想、劲往一处使，作为一个团结的集体始终战斗在型号第一线。”部长苏利焱说道。

聚是一团火，散是满天星。5年的跟飞时光，拼搏奋战在各个大飞机试飞阵地上的他们，从未有过一张完整的团队合影，但每一个全力奋斗的身影汇聚起来，就是这段拼搏岁月最美好的诠释。■



科普

在地面飞行

——飞行仿真技术的应用

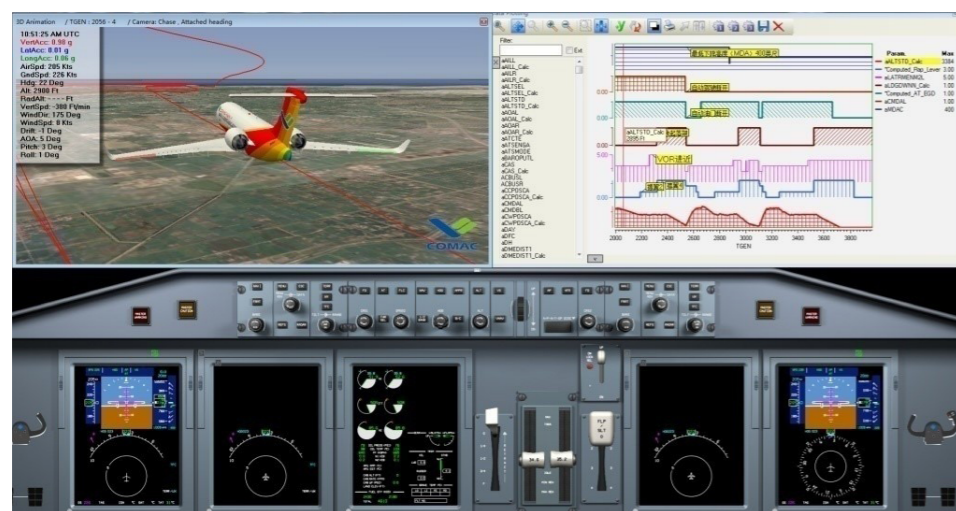
文 | 任和

仿真技术是综合数学、系统工程以及计算机技术等形成的一门综合性新技术。现代飞行模拟器是典型人在回路中的含硬件仿真系统，与风洞、喷气发动机试验台、结构环境试验设备并列为航空四大试验研究设施。飞行模拟器可以用来模拟飞机空中飞行与地面运行，对飞行员进行起飞、爬升、巡航、进近、着陆、机动飞行等训练，也可以对飞机飞行性能、操纵品质、机载系统性能进行分析研究。

飞行航迹再现

逼真度和实时性是飞行仿真系统的主要要求。飞机飞行系统、各个分系统的模型和飞机在空中遭遇的各种复杂气象条件都是数学模型。因此，准确地实现这些模型对提高飞行模拟器的逼真度是非常重要的。

飞行航迹再现主要是把机载飞行数据转换成三维场景、数据列表、二维曲线图以及数据表格等形式进行分析研究，还原飞行过程及状态。在三维场景中动态回放飞机飞行过程，可以直观准确地反映飞机实际起降情况、飞行过程、



←

图 1 | 飞行仿真

飞行程序、飞行姿态、仪表数据、飞机相对于参照物或障碍物（如跑道或地形地貌）的位置关系等。目前，在市场上存在多款视景仿真软件，其中大部分的视景仿真软件都是基于 OpenGL 函数库编制而成的（见图 1）。

全动飞行模拟器

在飞机运营阶段特别是初始运营阶段，飞机会暴露一系列的系统和结构故障，一些故障是飞机组件正常的可靠性衰减或使用缺陷导致的，有些故障可能是飞

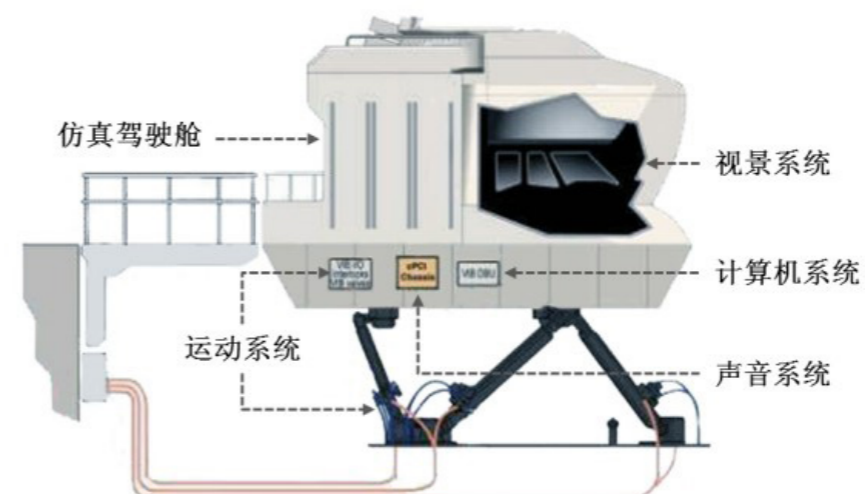
机系统设计缺陷导致的，需借助主机制造商专业的故障模拟仿真平台，研究故障原理加以改进。

以民用飞机为例，在设计研发阶段，需要建设全动飞行模拟器、航电系统综合试验台、铁鸟试验台、电源系统综合试验台、电网络试验台。这些平台主要针对民用飞机飞行品质与操稳特性、民用飞机自动飞行模拟与验证、民用飞机机载软件测试与适航验证、民用飞机系统综合等开展技术发展和研究工作。

全动飞行模拟器是地面综合实验设备，服务于飞机整个生命

周期。在飞机研制阶段可以进行飞行控制率开发验证和优化、飞行品质研究和评价、飞行故障的复现和分析、驾驶员参与设计和优化；在适航取证阶段，可以开展模拟器 MC8 试验和驾驶员资格规范 T5 测试等；在飞机持续运营阶段，可以开展飞行员转机型训练、定期复训、飞行问题复现等工作。

全动飞行模拟器的主要系统包括仿真驾驶舱，提供驾驶舱真实环境和仪器操纵；计算机系统，进行模型运算，提供飞行数据；视景系统，根据飞行数据提供真实的驾驶舱外视景，包括跑道、机场、大气环境等；运动系统，控制模拟器平台的姿态，给飞行员提供姿态和加速度感受；声音系统，模拟飞行中各种情况下的驾驶舱声音（见图 2）。■



←

图 2 | 飞行模拟机



张聚恩

1947年出生，航空科技专家，曾任中国航空学会秘书长、中国航空工业集团有限公司科技部部长。现任中国航空学会名誉副理事长、中国科协航空科学传播首席专家。

漫话航空

重读《未了的传奇——波音 747 的故事》

文 | 张聚恩

《未了的传奇——波音 747 的故事》一书，是 747 总设计师乔·萨特的回忆录（李果译，孙伟校，吴光辉审，航空工业出版社 2008 年发行）。这是本好书，语言朴素，感情真挚，好恶分明，于娓娓道来的叙事里，回顾 747 研发历程，使人得以了解当年遇到的重重困难，又被奋斗者们解决困难的真知、建树与激情所深深打动。虽然是 15 年前出版的书，当时已曾读过，但近日重读，有了些新感悟。用一句话概括，就是：我心中的波音 747 传奇的“了”与“未了”。

大师与经典

2016 年 8 月 30 日，747 之父、一代航空设计大师乔·萨特走了，享



→

乔·萨特作为总设计师，带领一个项目组成功研制出了世界上首款大型宽体远程喷气式客机——波音 747

年 95 岁。带着他未了的勇气、智慧和与世永存的成就，离开了他无比热爱、终生为之奋斗的航空事业。

作为一代杰出的、迄今最为成功的超大型客机，747 也正在淡出航空舞台，但 747 的设计理念，它的定义与构型，它的客货两型并发之策，它的商业成功的实践，构成一段不了的传奇，值得我们细细品味；其经验，也值得我们认真学习和借鉴。

乔·萨特生于 1921 年，1946 年加入波音，1965 年担任 747 总设计师。在这个岗位上，凭借他的洞察力、领导力、正直和才华，带领研发团队，仅用 28 个月完成设计，用 4 年时间完成研制与取证，奉献给世界一款堪称经典的运输类名机，其中的客运型为世界首例双通道宽体客机。他本人则成为公认的、20 世纪最伟大的飞机设计师之一。

乔·萨特是幸运的。他遇上了一个好时代，一个急需大型客机的时代；遇上了好领导——有魄力、敢于“豪赌”，赏识和信任他的董事会主席比尔·艾伦及其后任威尔逊。乔·萨特还亲建和亲率一支特别能战斗的研发团队，不仅水平高，而且特别能战斗，在最艰苦的时光

里，他们实行每周七天、每天十小时工作制，堪比我们中国航空人在攻关紧要年代实施的“6·11”工作制（每周 6 天工作，每天 11 小时）。

乔·萨特无疑是个好人、君子，但把个人品格与职业重任相融合，才更彰显其人格的魅力与价值，也才真正成就了属于他、属于波音，也属于全人类的一款航空杰作。作为一位总设计师，乔·萨特令我最为敬佩的是两点：一是技术上的远见卓识，二是坚毅和刚直的品性。

技术上的远见卓识集中体现在，他和他带领的团队为 747 做出的产品定义和构型。他的坚毅和刚直的品性则突出反映在，当诸多矛盾袭来时，作为团队领袖，敢讲真话，敢于以巨大的勇气，坚持正确的决策与主张，在面对困难时，找出解决之道，并坚定前行，直至胜利的彼岸。

“穷人”与“富人”

1965 年的波音，除了 737 和 727 加长型这样的相对较小的项目外，同时有三个重大项目：超声速运输机、阿波罗任务包和 747 研制。三个项目中，747 的位置最靠后，在内部资源有限的情况下，无论人

力还是财力，甚至工作环境与条件，747 的处境都很窘迫。以至多年后乔·萨特还慨叹：相比那些条件好的“富人”，747 团队是一群“穷人”，似乎是“后娘”养的。领导者对于 747 的慢待，皆因另外两个大项目太过耀眼夺目。

超声速运输机项目是由政府出资的任务，旨在开发出名为波音 2707 的超声速客机。那时，航空界几乎人人都相信，超声速运输机就是商用航空的出路。美国、苏联和欧洲都这样认为，于是在国家层面，展开近乎疯狂的竞争。波音把最有经验的工程师派到 2707 项目。

而参与阿波罗工程，更是政治任务，实为美国政府和肯尼迪总统站台。由于 1967 年 1 月发生发射台起火，致 3 名宇航员丧生的事故，项目的系统工程管理的难度与紧迫性陡增。此时，波音除了要完成阿波罗所需的“土星”5 运载火箭第一级的研制外，还成为最重要的主承包商，承担起阿波罗项目技术综合与评估的重任。为此，波音抽调数千名工程师，优先配置资源，做了他们所能做的一切。

乔·萨特在叙及这段往事时，写道：“数十年来，波音在这个被称为‘技术综合与评估’的项目中

重读《未了的传奇——波音 747 的故事》

所做出的贡献一直不为人所知，波音公司保持沉默的目的在于避免 NASA 陷入尴尬的局面。不过，在这么多年过去之后，这个话题已经解冻了。”这个话题就是 NASA 一度对阿波罗项目的工作失去控制，悄悄地向波音求助。其时的波音掌门人比尔·艾伦认为这个项目对于国家和世界具有重大意义，在内部资源十分紧张、财政也极为困难的情况下，挺身提供了帮助。最终的结局不错，但作为一家企业，波音未从这个项目中赚到钱，倒是赢得了名声、赢得了未来。

单层宽体双通道

就是在这样的背景下，44 岁的“年轻人”乔·萨特走马上任。面对急切而又强悍的用户——泛美航空，他首先对要研制的这款产品进行正确的定义与构型。那时，出于商业航空竞争的需要，泛美航空提出双层客机的产品设想与需求，而经过前期工作后，乔·萨特和他的团队提出单层双通道方案，并且想方设法，游说泛美，终于成功说服他们接受。

在某些资料中，介绍 747 的第一句话，往往是：“这是一款四发双层客机”。这是不对的！乔·萨

特在他的回忆录里，极富深情地讲述了由客户想要的“双层”变为他们心血结晶的“单层”构型的全过程，并且还写道：“我希望这本书能够帮助大家真正理解这件事的意义。”

乔·萨特基于对一款好的运输类飞机的深刻理解，综合运用当时所能得到的先进技术，创新性地提出真正意义上的“宽体双通道”概念，并由此发展成为最终的布局方案。为了同时满足货运型要求，机身前端采用了凸起的“驼峰外形”，即把驾驶舱提升，不与客舱同高，以便增设可开启的机头货舱门。铰接在机身上的机头能向一侧打开，货物经由此门可直接被装入货舱。出于空气动力学的考虑，在凸起的驾驶舱后面，添加了整流罩。为了充分利用整流罩下面的上层空间，在改型发展 747-400 型时，将其延长，扩为可容纳约 40 个座位的商务舱。

就此，乔·萨特别解释：“总体而言，747 主要还是一款单层客舱的飞机”。“它拥有一个单层、宽敞的双通道客舱，而不是上下两层的狭窄的客舱”。他还写道：“在决定采用单层舱的设计方案后，设计一款大型运输机的工作忽然变得易如反掌。货运容量及装载方式、

乘客登机及离机、客舱运行环境、空中服务，以及紧急情况下乘客的逃生问题都变得简单起来”。

乔·萨特在该书第五章里，还颇有深意地写道：“如果我们当初按照其他人的想法设计出一款双层舱飞机，波音公司不可能累计生产超过 1350 架 747 飞机（注：应为作者成书时），甚至连 300 架这个数目我都不敢想。在我看来，即使是波音公司内部，也未必能完全理解或欣赏我这个项目组所取得的成就”。

当然，747 成功的另一重要因素，是得益于大涵道比涡扇发动机的使用。普惠公司承担了这项任务，克服了许多困难，将单台推力一举从 707 配套发动机的不足 16000 磅，提高到 40000 磅。747 成为航空史上第一款采用大涵道比涡扇发动机的民用客机。从它开始，这成了标配。747 的成功也再次证明，航空发动机对于先进航空器的决定性作用。

传奇仍然“未了”

1966 年，泛美航空决定订购 25 架 747，并支付了 5.25 亿美元的订金。在 57 年前的航空市场，这堪称是一场豪赌：一方仅凭图纸

就订购、付定金，一方则冒险开建巨型工厂。因为制造如此之大、尾部有 6 层楼高的“巨无霸”，没有现成的工厂可以容纳。泛美订货的当年，波音投巨资，包括部分使用泛美的订金，在西雅图以北 35 公里的埃弗雷特新购买数百公顷土地，兴建起至今仍为全球最大单体建筑的总装厂。风险之大，用乔·萨特的话说，“如果 747 项目失败，波音和泛美都会垮掉。”

但他们最后成功了。今天回过头来看，这款首例宽体双通道客机以及客货型比翼齐飞的传世名机，之所以能在最需要的时间点上奉献给世界，其正确的产品定义与构型是成功的基础，而果断进行基础设施建设，迅速形成基本产能，则是成功的保障。优秀的设计师与优秀的企业家各负其责，珠联璧合，相得益彰，成就了伟大的 747 传奇。

747 是在 A380 问世之前世界上最大的客机，也是全世界第一款批产的宽体民机。自 1970 年投入服务后，到 A380 投入服务前，747 保持单机载客量最大的世界纪录长达 37 年。747 的经济性也达到很高水准，其单座运营成本比此前最好的喷气飞机还要低 30%。而在第一代宽体机中，从一开始，就按洲际飞行的航程要求，设计成

客运、货运两型的，惟有 747 这一款。747 货运型的成功甚至不亚于客运型，实际上，世界上近半数的空运货物是由 747 货机载运的（这是乔·萨特在该书引言里的原话）。

但是，正如世间一切物质都有生命周期一样，747 也走过了“高光时刻”而步入衰微阶段。在本书的最后，有一节是专门写 747-8 的，是作为“译者跋”出现的。我理解译者的苦心，我也理解波音公司为延续 747 的辉煌所做的最后的努力。但这十多年的努力，并未取得预期的好效果。

2005 年 11 月波音公司启动 747-8 项目，是在 747-400 基础上发展的，但它相对于 747-400 的变化要远大于 747-400 相对于 747 基本型的变化，包括重新设计机翼、驾驶舱和发动机采用波音 787 的技术。该机使用 4 台通用电气 GEnx-2B67 型发动机，单台推力 66500 磅。与 747-400 相比，燃油效率提高 16%，噪声降低 30%，且继续秉承当年的理念，同时开发客运（747-8I）与货运（747-8F）两型飞机。747-8 被称为“老树新花”，被看作延续 747 家族辉煌的希望。

2011 年 2 月 13 日，747-8 客

机举行下线仪式。42 年前，也是在 2 月，747 系列第一款飞机首飞，由此开创了宽体运输类飞机的时代，747 系列也一举成为波音最具盈利性的产品。89 岁高龄的乔·萨特应邀出席仪式，并在接受记者采访时表示，他对 747 项目的生命力十分乐观，预言 20 年后，747 家族还会推出新机型。但这一次，他的预言没有完全说中。

747 风光不再，特别是客机，已基本没有市场。原因在于，航空科技的持续发展，特别是发动机和机体结构材料的进步，使双发宽体客机成为洲际飞行和点对点中远距直航的主流机型。人们的认识很朴素，两引擎飞机能做的事，为什么要用四引擎呢？如果飞机功能接近，在激烈的市场竞争中，多引擎飞机注定陷入天然的劣势。四引擎的 747 退出历史舞台已是必然。先是客机，而后是货机，这一天终将到来。

在过去的这些年里，乔·萨特的卓越贡献为公司带来丰厚的商业回报，还带来了适应技术与市场变化的一定的弹性。在这个意义上，747 还在书写着“未了”的传奇，而乔·萨特和他的团队打造的那份为理想献身、追求至臻至美的精神财富将永不贬值。■



王思磊

毕业于北京大学传播学专业，长期从事航空文化传播工作，现任职中国商飞公司。

漫话航空

欧洲诞生世界第一架喷气客机

——世界商用飞机发展简史（四）

文 | 王思磊

二战结束后，德国因战败而被禁止发展航空工业，法国的航空工业则在战火中被完全摧毁，美国的波音和道格拉斯虽然在军用订单锐减带来的危机中挣扎，但在民机领域，美国仍然独占鳌头，道格拉斯的 DC 系列客机占领了大片市场。出于对可能丧失民用飞机市场的担心，此时的英国，开始酝酿属于自己的航空时代。

英国布拉巴宗计划

1942年12月，第二次世界大战陷入胶着状态，一切都在为战争服务。一天，刚刚担任飞机生产大臣不久的斯塔福德·克里普斯爵士，毫无征兆地受到了英国首相温斯顿·丘吉尔的召见。

出乎克里普斯爵士预料的是，丘吉尔询问的并不是战机研制状况，

而是英国运输机与客机发展水平。克里普斯爵士无奈地承认，英国所有的优质航空资源，全部投入到了战斗机和轰炸机的研发、生产之中，英国运输机与客机发展完全停滞。这让丘吉尔意识到，必须把一些精力投入到民用航空领域，重新开始制造承担民用航空运输的飞机。于是，他想到了一个人：约翰·穆尔·布拉巴宗勋爵。

1943年2月，在取得丘吉尔的任命后，布拉巴宗组建了一个由众多英国航空专家组成的布拉巴宗委员会，直属于英国飞机生产部，负责调查战后英国民用客机市场的需求，谋划英国民用航空的未来。在布拉巴宗邀请的专家名单中，一位与他颇有渊源的飞机设计师赫然在列，这就是杰弗里·德·哈维兰。

布拉巴宗与德·哈维兰的人生轨迹极其相似。同样是在1908年20岁出头时受到威尔伯·莱特在欧洲各国飞行表演的鼓舞，开始追逐飞行之梦。不同的是，布拉巴宗选择前往法国，跟随布莱里奥早期的合伙人瓦赞，学习飞行驾驶，德·哈维兰则选择向祖父融资，走上了自

主设计、研制飞机的道路。后来，布拉巴宗成了第一个飞上蓝天的英国人，也成了英国皇家空军的第一位飞行员。巧合的是，他所驾驶的正是德·哈维兰设计的第一款飞机。这是他们人生道路上的第一次交集，只不过那时候，谁也没有想不到，将来有一天他们还会坐在一起，讨论飞机与英国的未来。

“在全球化浪潮中，一个国家的航空工业应该足够强大，并具备持续占有未来市场的能力，否则它就将失去未来。”1943年3月，在提交给下议院的《布拉巴宗报告》中，布拉巴宗委员会言辞坚定地要求英国政府必须重视商用飞机的发展，并且提出了一个野心勃勃的宏伟蓝图，希望在英国同时开展9种商用飞机项目，其中包括4个军改民项目，和5种独立设计的覆盖各个航程的新型商用飞机项目，后者也被称为“五种设计”。这是人类历史上第一次有国家意识到“商用飞机是国家战略性产业”。

正所谓“英雄所见略同”，布拉巴宗和德·哈维兰都认为，由于战争期间美国集中力量进行轰炸

机和运输机的研制与生产，在战后和平年代的远程商用飞机竞争中，美国必将处于领先地位。英国唯一的机会，就是采取完全不同于从前那种按部就班的做法，通过实现大的跳跃，获得持续若干年的领先地位。可如何才能实现大的跳跃呢？德·哈维兰给出的答案是喷气式商用飞机。

令人遗憾的是，布拉巴宗委员会以商业逻辑不成立为由，全盘否定了德·哈维兰的建议。他们中的大多数人都认为，尽管喷气发动机已经在战争中被研发出来，可它的油耗太高，只适宜在军机上使用，无法引入商用市场。更何况，在当时英国下议院批准的方案中，两款最被寄予厚望的飞机，已经脱颖而出。一款是对标民航霸主 DC-3，正面挑战美国商用飞机制造商的“子爵”号涡桨客机，另一款是以布拉巴宗勋爵本人名字命名的“布拉巴宗”号客机。后者更是得到了下议院前所未有的高度支持，预算上不封顶。

对此，执拗的德·哈维兰全然不信，他凭借委员会成员的身份，



→

“彗星”号喷气式客机

欧洲诞生世界第一架喷气客机——世界商用飞机发展简史（四）

多方游说，最终在飞机生产部的支持下，接下了《布拉巴宗报告》提及的“五种设计”中最不被看好的项目——研发一款中短程喷气式邮航飞机。

“彗星”升起

这一邮航飞机采用喷气动力，是“布拉巴宗”IV型飞机，也就是著名的“彗星”号，由德·哈维兰公司研制。

1945年2月，德·哈维兰完成了新型客机DH.106的细节设计，并大胆应用了大角度后掠翼无尾布局。随后，他向航空部展示了新设计的后掠翼无尾客机方案，同时提出制造2架试验机，用以验证新方案的气动特性。很快，他的要求获得批准，被航空部正式编号DH.108，制造数量为2架。与此同时，对DH.108的风洞测试也已经展开，只是结论不免令人担忧。风洞测试结果显示，DH.108在低速飞行时容易发生“荷兰滚”现象，类似滑冰时人的摇摆姿势，接着便会发生连续的自动旋转运动，一面旋转一面急剧下降，俗称“尾旋”。而DH.108的设计没有用于增强飞行稳定性的尾翼，就会导致飞机很难从尾旋中改出，无法回到正常的飞行状态。

1946年4月，第一架DH.108的原型机下线，测试随即展开。试飞员由德·哈维兰的小儿子——小杰弗里担任。只见小杰弗里驾驶第一架DH.108的原型机一飞冲天，整整飞行了30分钟，展现出优异的性能。世界上第一款后掠翼无尾喷气式飞机诞生了。

为了加快制造进度，DH.108原型机使用DH.100“吸血鬼”喷气式飞机的机身进行改造，然而，在随后几周的多项试飞中，先前风洞测试的结果被证实了。设计师们紧接着进行了一系列改进，取得了一些好转。1946年8月，改进后的第二架DH.108原型机下线并成功首飞，次月又在一次非正式飞行中，打破了每小时991公里的绝对速度世界纪录，这极大地鼓舞了德·哈维兰。为了证明自己的选择是对的，也为了提高公司的声望，他决定向这份纪录发起新的挑战。

当月27日，小杰弗里按计划，在泰晤士河口进行挑战前的最后一次练习。一天前他已经驾驶第二架DH.108的原型机飞出了每小时1025公里的平飞速度，正式打破世界纪录只是时间问题。经过一系列准备，小杰弗里驾机起飞，计划利用小角度俯冲，不断提高飞行速度。然而，就在接近音速前的一刹那，飞机毫无征兆地突然解体，小

杰弗里当场殒命。

晴天霹雳。一年前，德·哈维兰的大儿子约翰已在“蚊”式战斗机的试飞中不幸遇难。白发人送黑发人，本就是人间最痛苦的遭遇，而德·哈维兰在短短两年间，失去两个儿子。他的夫人因为伤心过度，一度精神失常。德·哈维兰陷入了人生的至暗时刻。

可与人们想象中“就此沉沦”的景象不同，孤独的德·哈维兰没有停下脚步。在小杰弗里不幸遇难后，仅仅过了两周，他就回到工厂开始工作。此时，他彻底放弃了失速及螺旋性能不佳的DH.108，将其永久封存，重新启用带传统尾翼和方向舵的DH.106方案，继续前进。

1949年4月，一架与时代“格格不入”的新飞机被推出德·哈维兰公司的厂房，秘密进行发动机试车。它看上去像是从未来穿越而至，机身是铝制的，像镜子一样闪闪发光；机翼修长，略向后倾斜；没有螺旋桨，机身下面装了4台离心式“幽灵”涡喷发动机；客舱安装有36个座位，客舱两边还装配有矩形的大窗户，特意留给乘客欣赏外面风景，它将会飞到前所未有的12000米高度，首次带领人类进入平流层，鸟瞰大地的同时不必受到对流层风雪雷电的困扰。这，就是倾注了德·哈维兰半生心血的第一

架“彗星”号喷气式客机——“彗星”1型。

令人遗憾的是，德·哈维兰的妻子和两个儿子，再也看不到这一幕了。而德·哈维兰也一改此前热衷宣传的习惯，直到7月27日，才允许媒体进入机场参观。随后，“彗星”1型进行了滑跑试验。傍晚时分，媒体陆续离开机场，“彗星”1型才开始进行首次试飞，飞行持续了31分钟。10月25日，“彗星”1型又完成了从英国到利比亚的往返飞行，平均速度达到每小时721公里。在当时，这样的速度是其他任何在役的民航客机都远不能达到的。

“彗星”闪耀的光芒再也无法掩盖。在随后一年的试飞中，它飞过了世界上许许多多的大城市，创造了一系列飞行记录，也逐渐建立起了自己的号召力。于是，除了此前英国政府航空部支持订购的14架订单外，加拿大太平洋航空公司、法国空海联合运输公司和法国航空公司等又订购了8架。这8架订单对刚刚问世的“彗星”号客机来说，有着非同一般的意义，这是来自政府之外真正属于市场且是海外市场的订单。

1951年1月，为英国海外航空公司生产的第一架“彗星”号客机出厂，经过一年的试飞，于1952

年5月正式投入商业运营，各界人士纷纷预订机票，就连皇室成员也想尝试乘坐喷气式客机的滋味。

这架全世界唯一的喷气式客机商业飞行成功后，立即成为世人追捧的对象。短短数月内，英国各大航空公司的“彗星”号客机迅速增加，并开通了许多新的航线。与此同时，作为“彗星”号客机的制造商，德·哈维兰公司也获得了前所未有的大量订单。至此，人们真正清晰地看到了商业飞机的形态，以及它所承载的使命与未来，喷气时代的大幕徐徐拉开。

“彗星”陨落

然而不幸的是，“彗星”号客机投入使用后，接连出现了几次重大的空难事故。1953年3月，加拿大太平洋航空公司的一架“彗星”号客机从巴基斯坦卡拉奇机场起飞时坠毁，机上11人全部遇难。这是世界上第一起喷气客机的空难。短短一年之内，交付的9架“彗星”号客机就有4架坠毁，其中3架是在空中解体的，这不能不引起英国政府和航空专家的重视。血的教训使英国政府下令所有“彗星”号客机停飞检查。对飞机残骸进行分析后发现，发生空难的原因是飞机密封座舱结构发生疲劳损坏

所致。这是世界航空史上首次发现的因金属疲劳而导致飞机失事的事件。“彗星”号客机飞行高度高，金属表面在连续受到增压和减压作用时会发生疲劳，从而使结构强度降低。正是由于“彗星”号的教训，一门新的学科——疲劳力学诞生了。

据统计，自1952年投入航线到1970年，“彗星”号客机重大事故就发生21起，直接导致乘客死亡的事故就有11起。最惨重的一次发生在1970年7月3日，满载112名乘客的“彗星”号客机在空中遭遇事故，所有乘客包括机组人员全部遇难。

对德·哈维兰来说，曾经遭受的打击实在太大了。他的一家都致力于航空事业，并做出了巨大贡献，但也付出了惨痛的代价。他的两个儿子因驾机飞行而牺牲，他的又一个“儿子”——“彗星”号也走向了死亡。他在回忆录中说，失去两个儿子给了他很大的打击，是他人生的最大悲剧，“彗星”号的陨落给他的打击同样强烈。

不过，“彗星”号虽然陨落，但它呼唤起更多的后继者走上了喷气客机的舞台，并最终确立了喷气客机在航空运输领域牢不可破的地位。■

腾飞吧,中国大飞机 叁

——首架国产大飞机总设计师马凤山

编绘 | 吕梁

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

上接《大飞机》杂志第12期 P78

转载自《连环画报》



21-“708工程”设计组一开始工作十分艰难。他们在一家工厂的食堂,铺开门板和包装箱木板作为画图板来工作。



22-食堂要开饭了,设计人员就要腾出地方来,到露天去开会。设计组普遍缺乏研制大飞机的经验,面对一系列技术难题,马凤山组织大家畅所欲言,集思广益,最后由他做总结和点评。



24-马凤山在工作中展现了极高的领导和组织能力,制定出网络管理计划,又逐步细化落实,并以图表的形式表现出来。



23-当马凤山在上海全身心地投入运10飞机的研制时,妻子在陕西阎良患病住院,11岁的女儿也只能住院相伴。而马凤山独自带着一个9岁的儿子住在宿舍,既当爹又当娘,很是操劳。



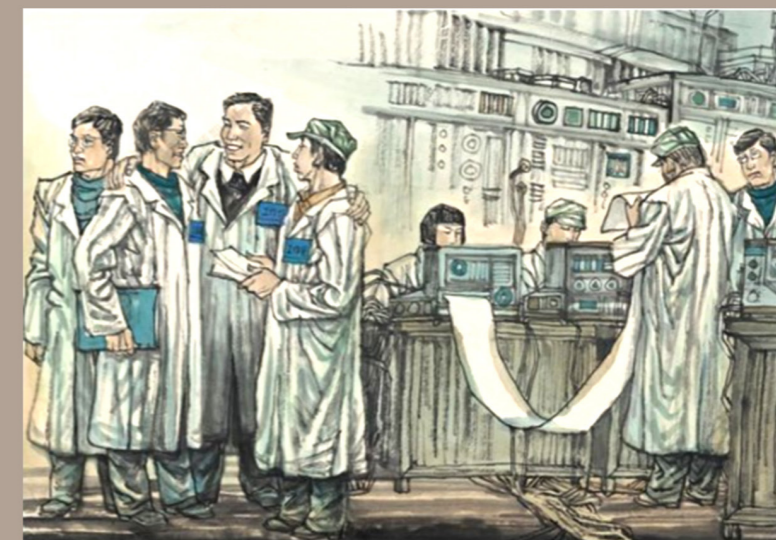
25-作为要在空中飞行的庞然大物,运10飞机的质量问题无疑是研制工作中的重中之重。因此,马凤山先后开展了7次大规模的质量复查活动。



26-马凤山亲自参加各种重要的设计试验,精心安排了163次必做的地面试验。



27-马凤山极为重视技术档案的管理和应用。他引入系统工程理念,形成了分阶段、分主线,纵横交叉、系统推进的“立体计划管理”,坚持“一切经过试验”的原则,形成了我国大型飞机设计的基本试验体系。



29-马凤山的技术思想非常具有前瞻性和创新性。他鼓励大家尽量利用国内为数不多的大中型计算机,先后开发各类应用软件138项,并为所里配备了当时较为先进的TQ-16计算机。



28-在工作时,马凤山说得最多的是“人命关天,质量第一”。他带领各级技术负责人对包括14.3万张图纸在内的技术报告、手册进行逐一审查。在10年的研制过程中,马凤山的团队没有出现过一次因为数据错误而造成的大返工。

未完待续……