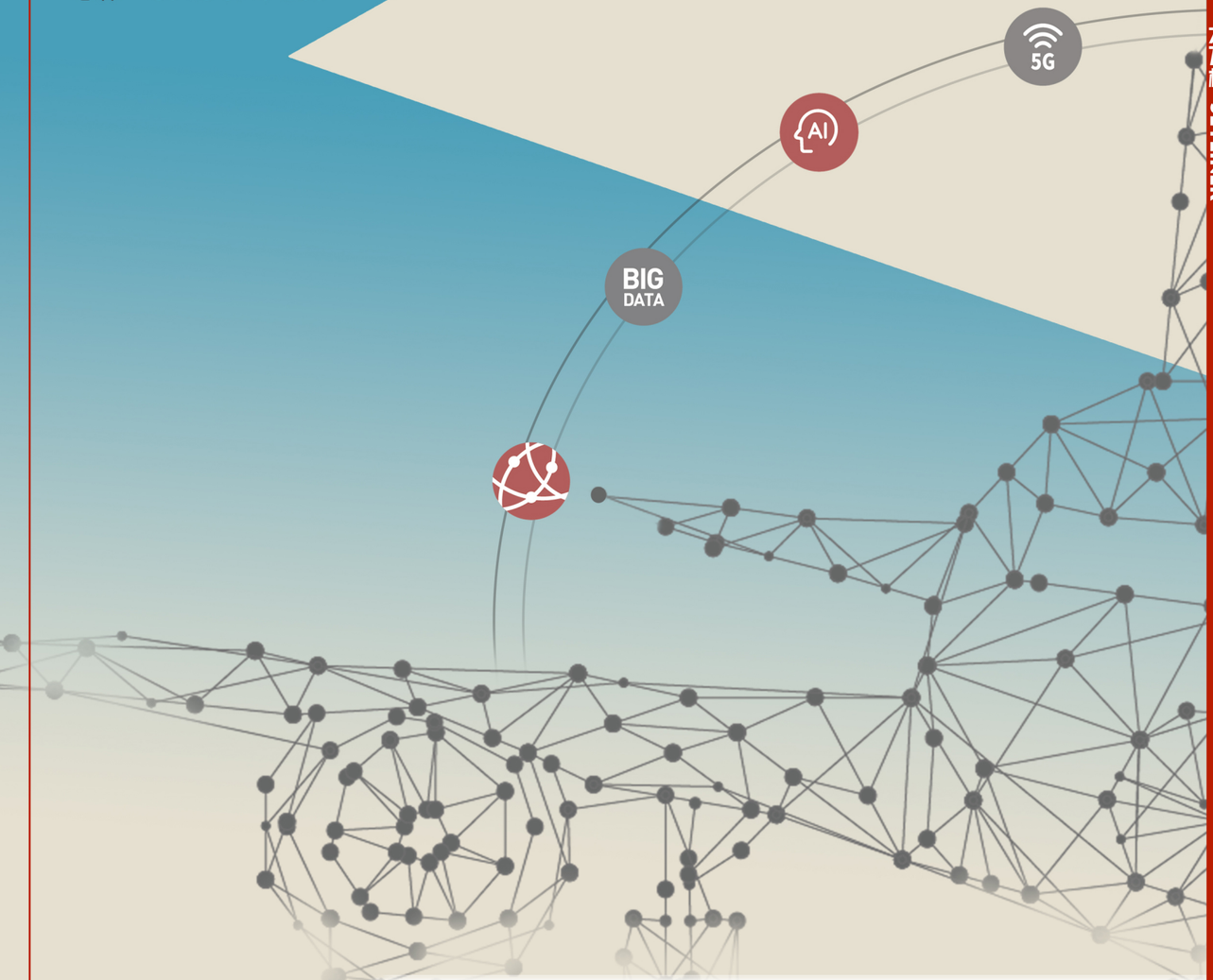
Ameco
飞机工程技术全球服务商

网址：www.ameco.com.cn
电话：+86-10-87494100

专业 精湛 高效
树立中国航空维修品牌标杆



each & every One
成就每一次飞行

091
大飞机 JETLINER
2022.01

智慧民航

机场的未来
智慧空管有多智慧

- 开启高质量发展新征程——2022 年全国民航工作会侧记
- 直面挑战的 MC-21 项目
- 制造商的新能源转型

大飞机 JETLINER

01 January
2022.01 | 总第091期
ISSN 2095-3399

←

试飞员赵鹏（右）
陈明（中）
赵生（左）
摄影 | 胡寅聪

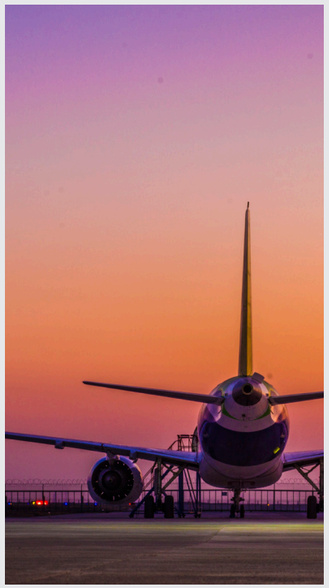
2008.11.28

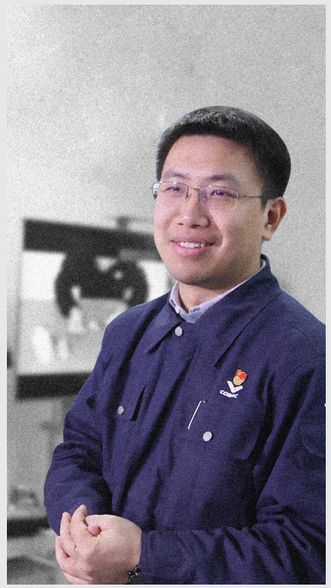
ARJ21 飞机在上海成功首飞
试飞员赵鹏、陈明、赵生

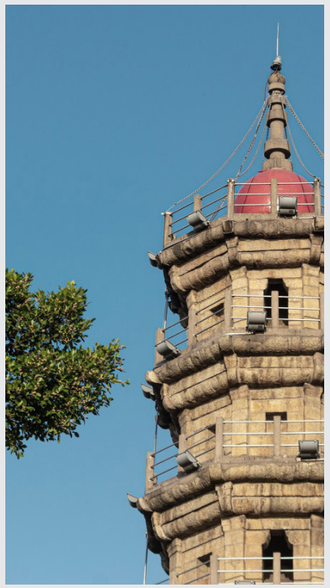
2008 年 11 月 28 日 12 时 23 分，由我国自主研制的首架喷气支线客机 ARJ21-700 飞机在上海大场机场飞上蓝天。首飞由赵鹏任左驾驶、陈明任右驾驶、赵生为机上观察员，地面塔台正指挥员为汤连刚、副指挥员为高卫东，由赵明禹、张启龙担任地面监控大厅正副指挥员。13 时 24 分，飞机平稳降落，首席试飞员赵鹏报告：飞行状态正常，试飞员操控感觉良好！

目录

Contents







05
卷首语

05 以“智慧”促进民航强国建设 | 欧阳亮

06
资讯

08
封面文章

08 机场的未来 | 张锐

13 智慧空管有多智慧

18 智慧监管怎么管 | 张恒 杨骁勇

23 我们离“出行一张脸”还有多远 | 林一易

27
航空制造

27 直面挑战的 MC-21 项目 | 刘振敏

32 737MAX 的“中国准飞证” | 曲小

36 制造商的新能源转型 | 董帼熊

41 欧洲航空工业的氢能布局 | 杜婷

46
航空运输

46 开启高质量发展新征程——
2022 年全国民航工作会侧记 | 彭静宇

50 中国民航的“六新”目标——
《“十四五”民用航空发展规划》
发布 | 彭冉冉

54 东航战略投资中国物流集团：
开启多式联运新模式 | 魏君

58 海航重整后的“分离式”发展 | 张晋

62
人物

62 陈智超：奋力追梦
助大飞机研制融合创新 | 周岑茗

65
科普

65 创新精神号：
航空电推的探索与展望 | 解铁军

68
专栏

68 罗星塔下说飞机 | 詹东新

72 “八一开航”——
新中国民航“第一飞” | 柏蓓

本期解读

世界正在经历新一轮科技革命和产业变革，以新一代信息技术融合应用为主要特征的智慧民航建设正全方位重塑民航业的形态、模式和格局，必将引领民航业的未来发展方向。我国在“数字中国”建设中，明确提出了建设智慧民航的任务。

目前，我国民航正处于疫情背景下的发展转折阶段，过去以单纯增加传统要素投入的方式已难以适应新形势下的发展要求，运输规模持续增长与资源保障能力不足的矛盾仍将是行业面临的主要发展矛盾，尤其是在未来 2030 年碳达峰和 2060 年碳中和的目标要求下，要想发展好，必须通过智慧民航建设，破解行业发展难题，拓展绿色发展上限，提升行业发展空间，构筑行业发展竞争新优势。

- 关注我们 -
FOLLOW US

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

大飞机

2022 年第 01 期 | 总第 091 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

主编 欧阳亮
执行主编 庄敏 林喆
副主编 柏蓓
编辑 哲良 张凯敏 郑小芳 周逸云
记者 李欣阳 李琰 赵婷婷 阳庭庭
美术编辑 卢之萍 刘晓雨
摄影记者 管超 王脊梁 颜康植 张竞霄 翟俊杰

国内发行 上海市报刊发行局
国内订阅 全国各地邮局
邮发代号 4-883

商务主管 吴頔
电话 021-20887110

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

以“智慧”促进民航强国建设

文 | 欧阳亮

到 2030 年，基本实现出行一张脸、物流一张单、通关一次检、运行一张网、监管一平台……

1 月 21 日，中国民航局《智慧民航建设路线图》提出，到 2025 年，民航数字化转型取得阶段性成果，初步实现出行一张脸、监管一平台，行业数字化转型有力推进、智能装备规模应用、出行体验显著改善、运行效率大幅提升、治理能力更加高效；到 2030 年，智能化应用取得关键性突破，基本实现出行一张脸、物流一张单、通关一次检、运行一张网、监管一平台；到 2035 年，智慧化融合实现全要素、全流程、全场景覆盖，全面实现“五个一”目标，民航业数字感知、数据决策、精益管理、精心服务能力大幅提升。

根据《路线图》，智慧民航建设不仅将打造智慧民航运输系统，使智慧出行、智慧空管、智慧机场、智慧监管落地实施，而且将构建民航与产业协同发展新格局，通过“民航 + 数字产业”、“民航 + 先进制造”、“民航 + 绿色低碳”等手段，使民航与新一轮科技革命更深入地融合，从而推动行业高质量发展，更快地促进民航强国建设。

目前，以人工智能为标志的新一轮科技革命风起云涌，以“智慧”为标志的各种应用，如智能手机、智能汽车、智慧工厂、智慧城市，已经或即将给人们的生活、生产带来颠覆性变化。在此基础上，智慧民航建设的提出，既是顺应科技变革潮流的适时之举，也是航空运输业破解发展难题、拓展市场空间、提升竞争优势的战略选择。

新冠肺炎疫情发生以来，全球的航空运输业遭遇了前所未有的冲击。虽然人们坚信疫情终会过去，但航空运输业显然不能期望以疫情前的技术、服务水准来实现复苏，借助新一轮科技革命孕育的成果——“智慧”手段来解决疫情前早已存在的，及疫情中新出现的发展难题，才可能使行业在疫情结束后获得真正的发展，而不是简单的反弹。

比如飞行安全，这是关于民航最受瞩目的话题，但全球航空安全水平已经长期徘徊在百万架次重大事故率 0.3~0.5 的平台。如果该比率不能获得突破性的降低，随着飞行量的放大，安全风险的绝对量无疑会越来越大，进而影响到民众对航空运输业的信心。

当然，在新一轮科技革命的加持下，航空制造业也好，航空运输业也好，都有信心通过新技术在精准性、预见性、协同性等方面优势，显著增强安全运行态势的预判能力，实现航空器全生命周期的监测、控制与管理，提高应急处置能力，从而将航空安全水平、服务水平提升到一个新的量级。

本期杂志从机场、空管、监管等角度解读智慧民航建设，希望就如何建设智慧民航引发读者更深入的思考，更希望能有读者从民机产业如何配合智慧民航建设的角度来思考、发言。

资讯 News

01
中国民航实现持续安全飞行“120+16”个月

2021 年，中国民航实现了运输航空持续安全飞行“120+16”个月、9876 万小时，空防安全 235 个月的新纪录；完成运输总周转量、旅客运输量和货邮运输量 857 亿吨公里、4.4 亿人次、732 万吨，同比提高 7.3、5.5 和 8.2 个百分点；全国颁证运输机场达 248 个。

02
成都航空西南培训中心揭牌成立

1 月 18 日，成都航空西南培训中心揭牌。通过培训中心，成都航空将完成涉及 ARJ21 机型客舱乘务员、安全员和飞行员训练的所有培训内容，不仅能更加有效地把控训练质量，还能大幅缩减培训成本，为国产民机事业和成都航空高质量发展作出积极贡献。

03
空客 2021 年交付 611 架飞机

2021 年，空中客车公司共向 88 家客户交付了 611 架民用飞机，比 2020 年增长 8%。截至 2021 年底，空中客车的储备订单为 7082 架。

04
波音 2021 年获得 909 架订单交付 340 架飞机

波音在 2021 年赢得了 909 架飞机的订单，包括取消订单在内，波音获得了 535 份净新订单，其中包括 56 架飞机的旧订单。此外，波音 2021 年向航空企业和其他买家交付了 340 架飞机，高于 2020 年的 157 架。

05
空客将在中国建立飞机全生命周期服务中心

空中客车 1 月 18 日宣布，将与合作伙伴在中国建立首个以可持续发展理念为主导的飞机“全生命周期”服务中心项目，该项目将面向各种机型，提供飞机从停放、存储到维修、升级、改装、拆解和回收的一站式服务。项目计划于今年动工，明年底投运。

09
X-59 静音超音速飞机将于今年首飞

美国国家航空航天局（NASA）研制的 X-59 静音超音速技术飞机（QueSST）将于 2022 年年底进行首飞。

06
柯林斯宇航将为波音 737 飞机提供新一代卫生间

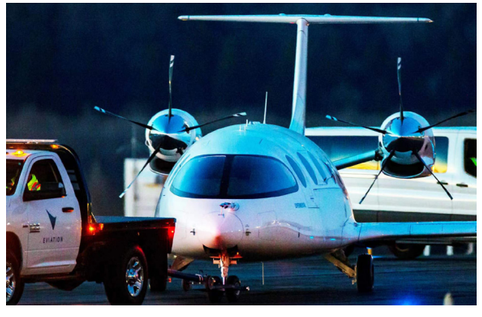
近日，波音公司选择柯林斯宇航作为 737 系列飞机新一代卫生间的长期供应商。新卫生间采用模块化设计，可客户化定制表面装饰和照明装置，并包含非接触式功能等。新一代卫生间预计将于 2025 年开始在新型 737 飞机上投入使用。

07
巴航工业与 Falko 签订 200 架 eVTOL 意向订单

巴航工业旗下 Eve 与全球商用支线飞机租赁领导者 Falko 日前宣布签署意向书，Falko 考虑订购 200 架电动垂直起降飞机 (eVTOL)，并与 Eve 建立商业合作伙伴关系，共同开发全球 eVTOL 运营商网络，以支持城市空中交通 (UAM) 的发展。

08
巴航工业完成商用航空业务重组

1 月 26 日，巴航工业已完成其商用航空业务主要 IT 系统和流程重组，此前该业务部门计划于 2020 年出售给波音。自 2020 年 5 月以来，巴航工业一直致力于重组。



10
9 座全电动通勤飞机爱丽丝即将首飞

以色列航空工业（Eviation）自主研发的全电动飞机“爱丽丝”不久前在美国阿灵顿市政机场进行地面滑行试飞，将择机正式首飞。

封面文章·一

机场的未来

文 | 张锐

编者按：中国民用航空局机场司司长张锐在 2021 年 12 月 8 日举办的第十九届民航信息化发展论坛上，发表了题为《我国智慧机场建设发展现状与未来》的演讲，讲话深度剖析了智慧机场建设中的特点、挑战和下一步工作重心，现将此文作为了解智慧机场发展的入口，以飨读者。

当前，智慧与创新已经成为民航业的鲜明特色。2021 年 4 月，在智慧民航建设领导小组第一次会议上，冯正霖局长明确指出：“智慧民航”是民航“十四五”期间的发展主线，可以说，数字与智慧化转型是民航业把握未来先机、赢得发展优势的关键一招。

进入新阶段，智慧机场建设全面推开，也呈现出了新的特点。全行业各单位认真贯彻落实会议精神，积极推进机场智慧化的发展转型，以智慧助推“四型机场”建设开展了探索实践，一段时间以来，各类新型技术设备先后在行业部署，众多便捷服务产品陆续在机场应用，整体上呈现出了百花齐放的特点。

智慧机场建设三个新亮点

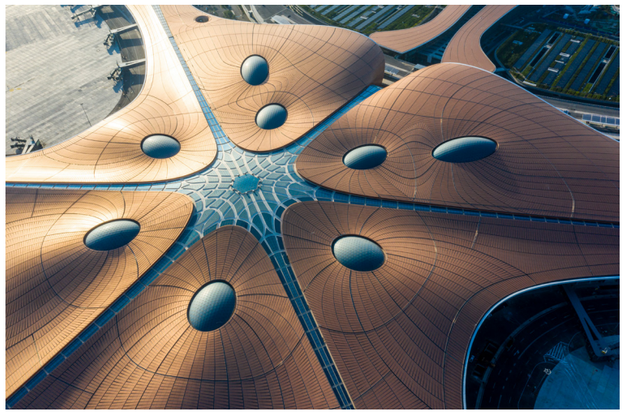
第一个亮点是智慧机场的智能建造成为新的发展趋势。在 2021 年 11 月 30 日召开的全国民航机场建设管理工作会议上，冯正霖局长指出要推动咨询和设计数字化转型，推动智慧工地建设，依托智慧化理念打造机场的品质工程建设。为推动智慧建造的有序发展，民航局发布了《推动民航智能建造与建筑工业化协同发展的行动方案》，明确未来五年的重点工作任务，围绕 BIM（建筑信息模型）领域正在针对分类与编码、设计、施工、运维四个部分的 BIM 标准征求行业意见，充分支持机场智慧建造技术的应用与发展。一年来以 BIM 为代表的智能建造和以装配式为代表的施工新工厂逐步在民航机场建造领域得到探索式应用。天府机场依次新建三条跑道，建立起了以 BIM 为辅助设计施工的工作模式；白云机场三期改扩建将运用预置装备化的机场滑行道桥和道面技术；在重庆新机场选址过程中，民航机场建设集团综合利用了 BIM、GIS（地理信息系统）和无人机等新技术，自主研发了机场数字化选址的辅助系统；鄂州机场创新应用智慧项目管理、数字工地数字施工与监控，一共完成了 BIM 模型 1500 余个，BIM 的构件 2000 万余个，打造了国内首个一次性交付实体工程与数字模型的机场项目，实现了 BIM 的正向设计。

> 智慧机场的智能建造成为新的发展趋势；机场的无人驾驶设备成为新业态；机场智慧管理呈现新模式。

第二个亮点是机场的无人驾驶设备成为新业态。无人驾驶技术在机场的应用探索成为智慧机场的一个全新的应用场景，大兴机场正在开展无人摆渡车和无人巡逻车两款车型的测试；长沙机场推进探索少人化的航空物流，在货站区域试用无人物流牵引车运输货物，同时引入无人摆渡车

↓
←

北京大兴国际机场
图 | 汪洋



并在停机坪开展测试；南京机场自行研制的登机桥远程驾驶系统已经进入测试阶段；厦门机场正在开展无人行李牵引车的试点应用；乌鲁木齐机场在今年 9 月一次性投入 5 台无人驾驶物流车在停机坪进行了试运行。为支持机场无人驾驶设备的应用，我们组建了国内权威课题组团队，对各交通领域的检验、测试、应用及管理政策进行了广泛而深入的调研，经过一年多的工作，我们制定了《机场无人驾驶设备应用路线图（2021-2025 年）》，并在机场建设管理工作会议上正式发布，为这一新型技术产品在民航机场推广应用提供了有效的政策依据。

第三个亮点是机场智慧管理呈现新模式。一年来，智慧机场正在从旅客服务、生产调度向智能运维、智能维养等应用场景不断拓展，同济大学与天府、咸阳机场合作，分别建成了首个单跑道全功能智能系统、多源信息融合智慧跑道系统，实现了跑道健康监测和运行安全的全生命周期的预警；武汉理工大学创新应用了地理光缆代替传统传感器，监测元件数量由百级单位提升到两万级单位水平；鄂州机场通过数字化施工方式，对施工全过程进行监控，对施工质量进行预测，改变了传统的靠监理航站事后检测的方式，为工程质量检测提供了有效依据。以智慧为驱动的新型机场建设正在从航站楼飞行区向机场全领域覆盖，从旅客服务、生产运行向机场全要素调整，从机场运营向规划设计全生命周期转变，智慧数字化转型正在逐步深层次融入民航机场的发展。

智慧机场建设的四个新挑战

2021 年是“四型机场”进入全面推进、转段进阶的跨越年，也是打造民航机场品质工程的开局年。在 2021 年 11 月 30 日召开的全国民航机场建设管理大会上，我们深入总结了当前智慧机场、“四型机场”建设的形势特点。我们认为，目前主要呈现出三个变化：一是工作方向从深化认识转向具体实施，更加强调落地性；二是工作思路从搭建框架转向细化分解，更加强调系统性；三是工作重心从示范先行转向全面推进，更加强调整体性。全行业总体上已经由“为什么”迈向了“怎么干”，由顶层框架设计细化分解为具体实施指南、由示范标杆带动转变为“一个也不能掉队”。

> 理念认识不够深入，工作推进存在挑战；
>
> 政策标准供给不够全面，制度保障存在挑战；
>
> 管理模式不能完全匹配，融合应用存在挑战；
>
> 科技创新还不能够完全支撑，自立自强存在挑战。

与此同时，我们也深刻认识到在推进智慧建设和“四型机场”建设的过程中还存在着四个方面的挑战：一是理念认识不够深入，工作推进存在挑战。目前仍然还有部分机场对智慧发展理念认识不深入不彻底，有些单位仍然认为智慧机场就是堆砌技术、采购新设备、搭建新系统，为智慧化而搞智慧，把工作手段和工作目标混淆；还有的单位盲目照搬照抄追赶潮流，别的机场用了我就用、国外有了我就效仿。智慧机场运营应该明确自身工作需求、工作目标，制定一体规划，以便捷旅客、运行安全和提高效率为导向开展智慧化转型。

二是政策标准供给不够全面，制度保障存在挑战。我们现行的政策标准已经不能够适应智慧化机场建设快速发展的需求，深化改革任务更加急切和紧迫。比如，我们制定了机场新技术推广应用的政策，但是名录的更新、机制的落地等方面都已经滞后了行业的发展，民航工程建设领域的概预算和工程定额由于发布时间比较早，涵盖内容有限，已经难以支撑智能和新型基础设施项目的建设，制约了智慧机场的需求；再比如，机场无人驾驶设备由于缺少具体的管理制度、检测机制和标准规范，目前整体上还处于“进不来、不敢用”的尴尬境地，特别是我们围绕着无人驾驶设备的全场景检测基地，目前行业还没有建立完善这样的检测环境。

三是管理模式不能完全匹配，融合应用存在挑战。民航机场生产运行和管理体系是环环相扣的整体系统，智慧机场建设不能只解决生产资料，更需要扎实厘顺运营管理机制，需要深入到生产关系调整的层面。比如，各类平台系统虽然先后部署，但是由于缺乏一体规划，数据无法实现互联互通，只能实现机场局部的分散问题，无法实现整体智慧，比如无人驾驶设备的应用还需要解决无人设备与有人设备、无人设备与航空器的同场协同运行问题，才能够有效发挥作用；再比如各类的刷脸刷码通关系统，如果没有深层次的优化全流程通关机制，就仍然无法避免困扰旅客的排长队的问题。民航局公安局已正式推出了差异化安检项目，在这方面迈出了实质性一步，为旅客真正带来了高效与便捷。

四是科技创新还不能够完全支撑，自立自强存在挑战。目前，我们在机场新技术和智慧系统方面的研发基础还不够牢固，自主创新能力还不够。比如，我们在机场规划设计中使用的仿真模拟软件大多来自国外，其中关键的逻辑算法和建模原理我们都不掌握，这些问题大大影响了仿真应用的效果；再比如，有的信息化企业和科研机构还缺乏对民航业务领域的深入了解，与行业融合仅仅停留在销售技术和产品层面，数字化技术与民航业务无法实现深层次的聚合创新，智慧产品对机场高质量发展无法充分地发挥效能。

↓

智慧机场运营应该明确自身工作需求、工作目标，制定一体规划，以便捷旅客、运行安全和提高效率为导向开展智慧化转型。

智慧机场建设的五个发力点

一是围绕政策体系发力，做好框架完善。抓紧推动《机场新技术推广应用管理办法》的出台，着力强化新型技术产品的应用支持，加快推进机场智能建造与建筑工业化行动方案的落地实施，完善指导文件体系，积极地鼓励相关机场试点示范，推进修订《机场工程预算定额和概预算管理办法》，为智能建造和新基建提供资金保障支持。

二是围绕标准体系发力，着力加强标准供给。重点针对 BIM、装配式施工、机场无人驾驶设备等行业迫切需要的领域，加快推进标准体系的构建与文件制定，积极地推动行业内外资源的融合，鼓励科研成果和实践产品及时向标准进行转化，不断完善标准体系的构建。

三是围绕推进体系发力，促进全员参与。目前我们发现，中小机场在智慧化建设方面发声少、参与性不强，下一步我们考虑要向中小机场倾斜，重点遴选一批示范案例，鼓励更多中小机场围绕旅客出行的基本需求，因地制宜地打造小而精、小而美的标杆项目，研究探索适宜中小机场开展智慧机场、“四型机场”建设的实现路径。

四是围绕创新体系发力，补强科技基础。“十四五”时期是民航机场科技创新提升技术引领发展的关键时期，我们要牢牢抓住科技创新的这个“牛鼻子”，紧密围绕智慧民航建设这条主线，聚焦提升机场规划设计水平，扎实开展基础研究储备，重点推进机场无人驾驶设备的推广应用，研究数字孪生机场实现路径，为优化机场建设，打造智慧化运营提供技术支撑。

五是围绕合作体系发力，强化工作协同。几年来，一大批中央企业和各个方面的科研院所积极响应行业发展需求，开展了大量的智慧机场的科研实践活动，为行业带来了大量有利资源。我们先后认定了 6 家民航机场工程中心和重点实验室，开展了一系列的智慧发展与科技创新工作，我们于 2021 年年初成立了民航工程建设标准化技术委员会，并在工程建设标准体系下设立了新基建的标准体系，希望更多的专家和研究机构能够加入进来，参与智慧机场标准体系建设，为我国智慧机场标准的国际化共同努力，我们还将继续搭建合作平台，希望进一步汇聚来自各方的力量，共同推进智慧机场、“四型机场”建设再上新台阶，为民航强国建设再出新力。

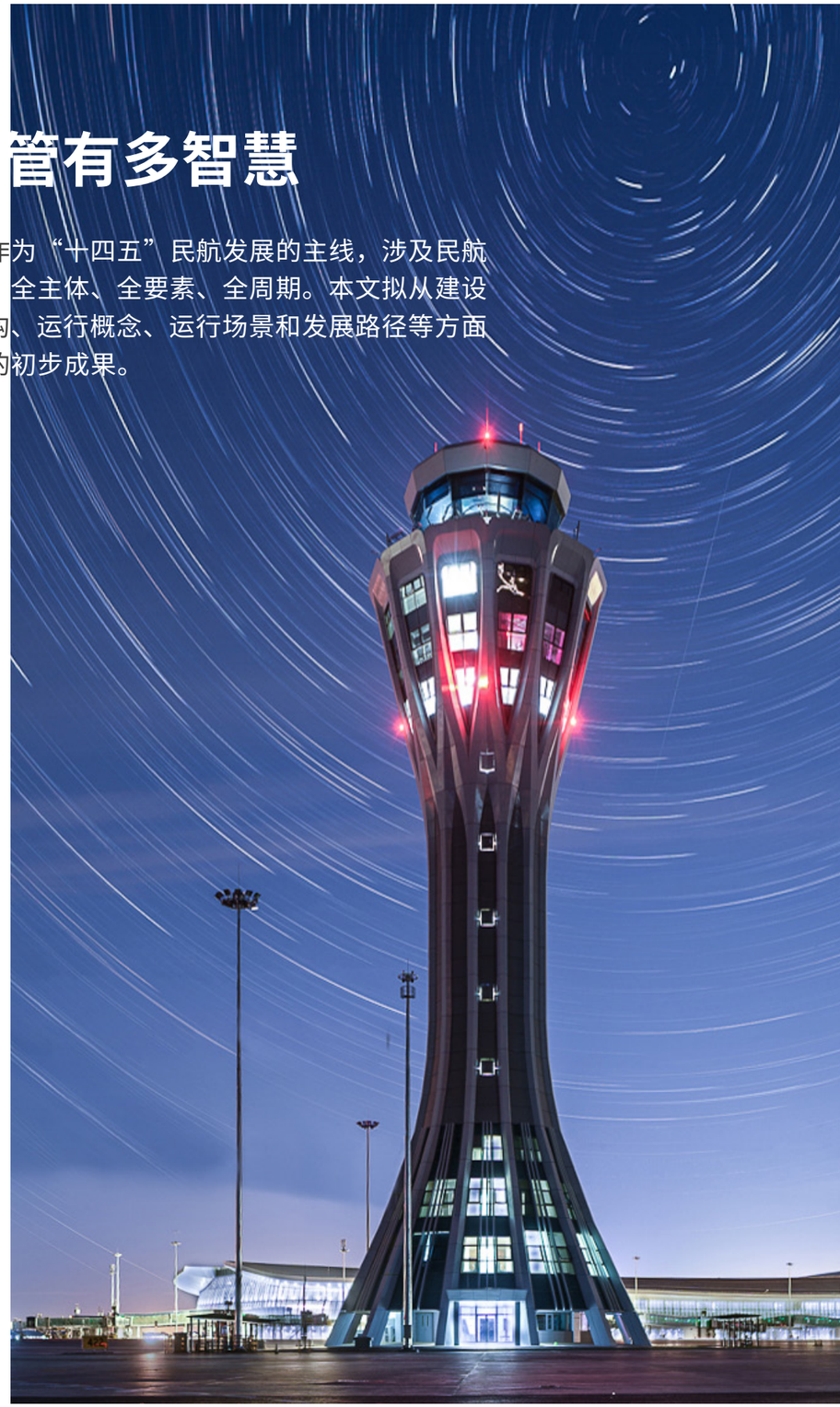
未来，智慧将成为民航机场的鲜明特色，发展前景广阔，但是任重而道远。我们迫切需要行业内外的各单位、各个行业的专家学者积极广泛地参与进来，齐心协力、共建共享，共同开创智慧机场、四型机场建设，打造品质工程，共同开创民航机场高质量发展的未来！■

> 围绕政策体系发力，做好框架完善；
>
> 围绕标准体系发力，着力加强标准供给；
>
> 围绕推进体系发力，促进全员参与；
>
> 围绕创新体系发力，补强科技基础；
>
> 围绕合作体系发力，强化工作协同。

封面文章·二

智慧空管有多智慧

智慧民航建设作为“十四五”民航发展的主线，涉及民航发展的全领域、全主体、全要素、全周期。本文拟从建设目标、组成架构、运行概念、运行场景和发展路径等方面介绍智慧空管的初步成果。



→ 北京大兴国际机场
图 | 汪洋

智慧民航建设作为“十四五”民航发展的主线，涉及民航发展的全领域、全主体、全要素、全周期。其中，智慧空管需要我们抢抓新一轮科技革命机遇，加速实现新一代信息通信技术与民航空管系统的深度融合，实现对空管系统安全、运行、服务等需求做出数字化处理、智能化响应和智慧化支撑，以智慧促安全、以智慧促运行、以智慧促服务，推动实现智慧空管。本文拟从建设目标、组成架构、运行概念、运行场景和发展路径等方面介绍智慧空管的初步成果。

智慧空管建设目标

智慧空管的智慧究竟要体现在哪里呢？未来的建设目标又是什么呢？总结下来，弹性敏捷适变、数据汇聚赋能、广泛协同交互、融合一体运行、科学智能决策等五条基本可以覆盖未来智慧空管的建设方向。

面对航空业快速发展变化，各类运行挑战日益复杂困难，航班运行需求呈现差异化、多样性、易变性等特点。通过技术驱动，使得空管的职能边界、运行流程、支撑条件、能力要求等能够弹性、敏捷、快速地变化以适应不同时期、不同地域、不同需求的运行挑战。

数据是运行管理的“血液”，通过建设一批通信、导航、监视、气象、情报等新型数字化基础设施，统一规划建设各级各地的数据中心、数据中台、数据仓库等，拓展感知范围，并形成海量数据治理能力，用数据说话，以数据驱动运行服务、业务流程、决策规划等转型升级，实现空管体系的数字化赋能。

弹性敏捷适变、数据汇聚赋能、广泛协同交互、融合一体运行、科学智能决策

基于统一兼容的数据交换标准和运行规范，形成一致的信息互操作语义，有效衔接不同运行主体之间的运行流程，实现空地、军民、国内与国际、多级管制单位、空管 - 机场 - 航司、民航与其他交通行业等多方之间的高效协同互操作运行。

通过信息融合、系统融合和运行融合，突破传统专业和系统界限，减少部门间协调，构建一种全新的一体化、互用式的空管运行模式，无缝衔接流量管理、排序管理、管制指挥全流程，服务航班“门到门”的运行，实现国际民航组织推荐的ATM（空中交通管理）概念。

基于海量数据赋能，充分运用各种智能化新技术，打造空管“智慧中枢”，培育面向复杂运行环境的计算推理、趋势预测、规律发现、科学决策等能力，实现对体系内各级各类一线运行人员和管理者的决策支持。

智慧空管组成架构

目前的研究表明，智慧空管组成架构大致是：通过智慧技术赋能智慧设施、智慧管理、智慧安全、智慧协同，共同支撑智慧运行和智慧服务。

智慧技术是指通过智慧技术应用，全面赋能新技术装备，助力智慧空管建设中各目标的实现。当前，赋能技术主要以云计算、大数据、物联网、人工智能、移动互联网、5G、北斗、区块链、量子计算等信息通信技术为代表，结合其他基础领域，如导航、新材料、航空器、控制、机器人、管理学、心理学、社会学等，通过智慧空管各种赋能技术的应用，全面赋能新技术装备，助力智慧空管建设中各目标的实现。

智慧空管组成架构大致是：通过智慧技术赋能智慧设施、智慧管理、智慧安全、智慧协同，共同支撑智慧运行和智慧服务。

智慧设施是指通过基础设施建设，构筑全面泛在感知和广域协同交互的能力。智慧设施包括感知互联系统和支撑平台两部分，感知互联系统通过建设包括通信设备、导航设备、监视设备、气象设备、民航通信网、互联网、物联网等在内的感知互联系统，构筑全面泛在感知和广域协同交互能力，融入全域数字化资源的泛在网络，为相关方提供网络化互联的“感知互联底座”。支撑平台包括 SWIM 广域信息交换平台、空管资源管理平台、空管云平台、空管大数据平台、协商平台、运行监控平台、民航一体化运行平台等在内的通用平台，集聚行业内外优势资源，统筹关键核心能力，发挥系统优势，实现多方高效协同运行。

智慧管理是指以数据赋能为驱动、以流程优化为核心，创新管理形态，提升综合管理能力。

智慧安全是指通过构建集中监管、分级监控的整体安全管理体系，实现信息安全、网络安全、服务安全、运行安全、运维安全、平台安全、战略安全等内容，为智慧空管提供全方位、多要素的安全运行保障。

智慧协同是指通过空管行业内的协同以及与外部的协同，形成“内外双协同”机制，提升智慧空管运行效率。智慧协同是智慧空管的重要智慧手段和能力倍增器。内协同是指空管各地区、分局、场站以及各部门的多层级架构，要求体系内多方高效配合，协调各类资源按需科学调配。

外协同是空管部门与机场、航空公司、军方、通航用户、周边国家、国际组织等多个利益相关方，通过一致、高效的信息交换加强协同，一是支撑保障我国军事国防、经济建设、社会发展等内循环重大需求，练好内功；在此基础之上，发挥我国航空大国、航空强国的影响力，引领地区以及国际航空领域标准、规则与法律法规的制定，掌握航空发展主导权。

智慧运行是指统筹各方资源，智能调配各种保障能力，通过智慧管制、智慧流量和智慧空域有效结合，实现安全高效、精准可预测、绿色经济的一体化智慧运行。

↓
智慧空管组成架构

智慧服务是指通过不同的服务架构，面向空管系统内外提供弹性、敏捷、灵活、智能的服务，具体包括智慧气象、智慧情报、智慧通航三方面内容。

智慧空管运行概念

智慧空管运行应该是一个基于面向多元需求的运行，以最大化保障多元用户的需求为目标，针对有人机 / 无人机运行、

临近空间运行、高速 / 低速运行、管制 / 非管制运行等不同运行需求，通过智慧手段打造差异化服务能力，优化服务流程，提供不同等级、形式、内容的服务，构建新型运行保障体系，面向多元用户空中服务需求灵活配置资源。

针对空管运行保障的各个业务环节、业务类型和决策需求进行数字化转型，形成空管领域数据积累与数据资产，打造数字化平台，改变当前依靠个人经验定性“拍板”决策的方式，依靠数据科学定量决策，优化现有运行流程，为达到更高能力的智慧运行水平奠定基础。

建立多方协同会商机制，通过智慧手段增强系统级的协同运行能力，减少人工协调的随意性、差异性，畅通军民航、空管、机场和航空公司等各方的信息和决策通道，增强地地协同、空地协同能力，提升军民协同、地区间协同、国家间协同水平，形成协同高效的运行体系。

以全局运行效能最优为目标，以网络化 TBO（基于航迹的运行）运行能力为基础，以每架航空器全生命周期航迹管理为抓手，从战略、预战术、战术三个不同阶段切入，形成流量管理、排序管理、管制指挥一体化运行的服务模式，减少多层级服务不连续导致的空间与时间资源浪费，实现 ICAO 推荐的 ATM 运行概念。

随着科技进步，具有人工智能的系统和设备更广泛地参与到空管运行中，需要重新鉴定管制员与智能化系统的关系，优化未来管制运行的模式，推动空管运行从“以人为主”，发展到“人机共治”，再到“机主人辅”，降低管制员工作负荷，提升系统运行效能和安全水平，最终实现智能化、智慧化运行。

优化未来管制运行的模式，推动空管运行从“以人为主”，发展到“人机共治”，再到“机主人辅”，提升系统运行效能和安全水平，最终实现智能化、智慧化运行。

智慧空管发展路径

2021 年是“十四五”建设开局之年，研究组在充分调研当前的空管运行现状与客观技术条件基础上，制定了智慧空管的发展路径。智慧空管的发展不能一蹴而就，应循序渐进，需要充分调研、全面论证、积极试点探索并稳妥推进，适时调整以响应行业需求的发展和变化，根据技术成熟度水平，不断进行发展路径的迭代。

发展路径的总体思路是近期目标积极稳妥，可指导“十四五”期间的空管体系建设与能力提升；中期目标适度超前，助力多领域民航强国建设，并根据第一阶段发展情况及时进行调整；远期目标科学前瞻，以体现未来空管、航空业发展趋势为主，并适时调整变化。

近期（2021-2025）以数字化、平台化为目标，重点突破新型基础设施建设，形成一套以数据中心为核心的新型基础设施（支撑）平台，构建一个天空地一体化的 CNS 网络；搭建数字化平台，增强数字治理能力，优化全民航运行协调的流量管理系统；打造信息共享平台，改进业务模块和业务运行方式。

新型基础设施建设主要针对新技术在通信、导航和监视方面的技术改进和完善。通过航空宽带通信和 5G 通信技术打造智慧空管的新型通信设施；通过北斗系统、GBAS/SBAS/ABAS 打造新型导航设施；通过相控阵雷达、图像识别和场面监视打造新型监视设施。通过构建天空地一体化的通信导航监视等传感设施网络，构成未来智慧空管运行的“神经末梢”，实现全面透彻感知、宽带泛在互联、智能协同运行等能力。

增强数据治理能力，通过数字化转型建设，统一全国各地各级的数据资产目录清单与体系标准，存储并治理生产运行过程中产生的各类数据，形成可观的数据资产目录。建设全国数据中心，构建一套以数据为核心的业务管理体系。

建立系统间数据交换标准，搭建运行信息交换共享平台，实现管制、流量、空域、气象、情报、通航、设施设备等信息交换。

中期（2026-2035）以智能化、协同化为目标，重点提升运行的自动化和智能化水平，具有较强能力的资源统一集中分配能力，保障多元混合需求运行。初步形成综合的 ATM 管理平台，完成以动态容量评估、智能流量管理、自主间隔管理等技术为支撑的资源集中配置系统，构建一个灵活精细、高效协同的空域管理系统，形成一套定义清晰、可互操作的运行标准体系和军民航协同运行机制。

动态容量和智能流量管理形成高效容流匹配机制。精准掌握空域容量的动态变化，利用智能决策技术将流量在时间和空间上分配在可用空域资源中。

多模式自主间隔管理针对不同类型运行需求和不同类型航空器性能，在涉及到不确定因素干扰、多方信息协同决策以及多种自动化设备融合等条件下，使用航迹冲突优化管理技术，进行高效的间隔计算和控制。

在综合 ATM 管理平台中，设计管制员画像库实现对管制员能力的精准掌控，并获取空域资源的时空属性，打造满足 4D 航迹运行的资源配置系统。

空管塔台
图 | 汪洋

从国家统一管制、军民融合运行发展的角度出发，针对全球空管一体化发展需求，结合国内外空管标准现状，兼容军民航各自标准规范要求，综合考虑新一代信息技术在空管中的应用，形成一套支撑军民航融合运行、兼容跨国互操作的智慧空管运行标准体系和运行机制。

远期（2036-2050）以智慧化、自主化为目标，构建以全面感知、泛在互联、智能决策和实时响应的智慧体系。围绕智慧空管的建设，打造以全 4D 航迹为基础的中央集中统一管理系统，形成一套高度精细化、智慧化的空管自动化系统，实现基于效能的运行，解决高密度复杂运行问题，实现量序迹一体化融合运行。

在运行方面，实现秒级飞行控制过程，由地面超级计算核心实施精准计算和管制，空中航空器执行管制指令，达到整体运行最优。在系统方面，完成智慧化 ATM 运行的态势感知、决策优化、复杂度控制、快速推演预测以及多重应急干预机制等诸多关键技术的研究和应用，逐步实现智慧化 ATM 运行。（本文摘自中国民航局空管局技术中心《智慧空管研究报告》）■

飞行标准监察员
图 | 民航华东地区管理局

↑

封面文章·三

智慧监管怎么管

文 | 张恒 杨骁勇

2021 年 4 月 6 日，中国民航局局长冯正霖在智慧民航建设领导小组第一次会议上的讲话中提出智慧民航建设是四个需要开拓的新局面之一，是民航业高质量发展的主攻方向；确定智慧民航的发展目标为“出行一张脸、物流一张单、通关一次检、运行一张网、监管一平台”；提出民航要加速与大数据、人工智能、移动互联网、云计算、区块链等新一轮信息技术深度融合并广泛应用到民航的建设中。

民航局在 2020 年底印发的《中国民用航空局关于推进新型基础设施建设五年行动方案》中首次明确了“智慧监管”的概念，提出了监管要以“非现场监管与现场监管相融合、行业整体监管与差异化监管相协调、法定自查与行业检查相促进”为方向发展。

最近几年是智慧民航建设的关键起步期，民航局提出围绕“智慧出行、智慧空管、智慧机场、智慧监管”等建设重点稳步推进整个行业的智慧化转型。作为智慧民航建设四大板块之一的智慧监管，对于整个智慧民航体系的建设，具有重要的支撑作用。本文尝试对民航智慧监管现状、特点与存在的问题简要分析，并为未来发展提出建议。

智慧监管的现状分析

我国民航基本的监管体系由自上而下的三个层级组成，前两个层级为民航局和民航地区管理局，民航监管局是第三层级同时也是第一线的监管机构，民航监察员是第一线的执法者，可依据《民用航空监察员行政执法手册》对所在辖区单位和个人贯彻执行民航法律、行政法规、规章和规范性文件的情况进行检查监督；对违法行为进行检查处理并办理行政处罚事项；参与行政复议和行政诉讼活动；针对当场发现的问题，可以要求其现场整改或定期整改；情况严重的或达到不安全事件以上级别的，报上级管理部门并输入航空安全信息报告系统，同时进行必要的调查。

长期以来，民航监管模式习惯于传统行政管理体制，属于“全局保姆式”监管、被动式监管和高耗能监管的模式，随着时代的发展，原有民航监管模式已呈现出不适应性。特别是随着通用航空的快速发展，尤其是无人机等新型监管对象的不断涌现，传统的针对大型航空运输企事业单位的监管模式，已经无法涵盖所有的民航运行主体。

> 整个行业监管的数字化、智能化、智慧化转型仍然存在很大的进步空间。

随着全球民用航空事业的飞速发展，各种新兴技术不断运用于民航运行实践中，传统的专业技术知识边界不断向外扩展，对于民航监管主体的专业技术要求越来越高。相较而言，民航监管队伍的数量规模有限，监管人员的专业结构相对滞后。据有关数据统计，飞标专业、适航专业、空管专业等对专业技术要求高的监察员仍然十分紧缺。传统的监管工作又主要依赖于监察员的经验来执法，这就导致监察员在工作时很容易因为判断失误或无相关经验出现执法不规范的现象，无法让监管主体与监管对象都满意，不仅降低工作效率，而且不利于局方的执法权威。

面对现行民航监管工作的不足，我国民航主管部门积极探索最合适的民航监管模式，不断创新监管技术与方法。民航局于 2018 年正式提出并大力推进采用“行业自律”监管方式，倡导“诚信管理”，实施“精准监管”，指导企事业单位深入开展“法定自查”的新监管模式。新监管模式重点强调以信用为基础，重点侧重于“法定自查”，从一定程度上削弱了民航局的监管范围，增加了监管对象的自由度。总体来讲，这项改革取得了一定效果，在解决民航监管领域所存在的突出问题上有一定的贡献。“法定自查”是局方从“保姆式”监管向系统性监管转变的关键。但是，新监管模式也存在由信任演变成隐患

的危机，需要引起高度关注。

总之，虽然目前我国民航也在不断改进监管机制，提升监管效率，但是从智慧监管的角度来看，整个监管的效率仍然不高，尤其是对新兴信息与通信技术优势的发挥还存在不足，整个行业监管的数字化、智能化、智慧化转型仍然存在很大的进步空间。

智慧监管的特点与作用

智慧民航的建设任务催生了行业对智慧监管的需求。冯正霖局长提出智慧民航强调对各种信息化和通信手段的应用，对各种关键信息的分析整合，以达到对行业安全、服务、运营、保障等需求做出数字化处理、智能化响应和智慧化支撑的最终建设目标。智慧监管作为智慧民航建设的保障性机制，参与整个智慧民航建设过程，关注各个民航运行关键环节，对于总体智慧化转型的成功实现具有举足轻重的作用。

在智慧监管的应用场景下，民航监管部门将结合大数据、人工智能、移动互联网、云计算、区块链等新兴信息技术，开创新的监管模式与系统，体现出高效、精准、系统化等特点。相比于传统监管模式，智慧监管可以收集全行业各种数据（如航空器的 QAR 数据、机场的音视频数据等），实现数据融合；利用 5G 技术，可以对数据进行快速收集和识别，实现对全行业的实时监管，并将发现的问题自动反馈至监管局，大大减轻监察员的工作量；可以利用数据挖掘技术，对收集的数据进行挖掘，对风险进行更及时的识别，并及时发出预警。对监管对象进行初步评估，并给出初步的改进建议，对经常出现问题的监管对象单位进行针对性的监管；利用云计算技术对实时监管的数据进行云端处理，定期总结分析，可以优化服务水平，提高民航的服务质量，提升监管对象单位的效益；利用人工智能与深度学习技术实现操作学习与进化，逐步替代人完成复杂问题，实现监管的人工智能化。

上述技术的应用可以大大提升民航监管局的工作效率，提高监管决策的准确性，有效提升公共服务水平，提高民航发展的质量，彻底改变传统的“保姆式”监管、被动式监管、高耗能监管，有利于实现高效监管、精准监管、系统监管的目标。智慧监管体系的建设有利于提升局方的监管效能，有利于提升民航的公共服务水平，有利于实现民航治理能力现代化，有利于智慧民航体系的建设，有利于我国民航高质量发展目标的顺利完成，有利于民航强国发展战略的早日实现。

智慧监管面临的挑战

新事物的出现，往往会伴随着各种各样的问题，民航智慧监管的发展也不例外。有些问题来源于民航旧有体制的制约，有些问题来源于民航系统同新兴技术应用之间的磨合，还有些问题来源于新兴技术本身的不完善。

民航智慧监管的建设涉及大量高新技术，对这些技术的应用需要大量的专业技术人才。而限于公共航空运输企事业单位的薪酬待遇问题，数量巨大的人才流失现象始终存在，这阻碍了新兴技术在智慧监管实际运行过程中的推广与实施。

由于监管主体与监管对象的立场不同，看待智慧监管系统发展的角度不同，且民航运行管理模式多种多样，各种利益权衡普遍存在于各个监督管理环节。以上现象导致在智慧监管系统的建设与使用过程中，难免会出现推诿扯皮、消极怠工、诚信自律程度不足等不良现象。另外，监管主体与监管对象也会因为沟通误差，导致系统对接时出现形式主义的现象。

智慧监管的实施需要监管技术的创新与进步，但是任何新兴技术的应用之初，都可能存在技术缺陷与误用滥用。类似于乘客信息泄露、隐私侵犯等问题，在行业监管过程中也可能出现。在智慧监管过程中，所有监管对象的海量数据汇聚于同一个系统平台，任何具有监管权限的监管人员都可能接触到一定范围内的原始数据，任何有技术能力违规侵入监管系统的非授权人员都可能获取隐私或保密信息。监管技术本身的缺陷，可能带来被监管对象数据泄露和隐私侵犯的风险，甚至出现技术滥用、科技作恶的现象，这对于智慧监管工作将带来巨大的技术挑战。

智慧监管的建设重点

针对目前民航智慧监管工作遇到的问题，提出以下几点建议：

智慧监管工作的推进需要完善的法律法规体系作为支撑，智慧监管作为一种新型的监管体系，必将面临许多新的挑战。监管中的执法规范、智能化技术标准和数据安全体系等新问题，均需要合法有效的法律法规进行统一。

新技术需要新的设施设备进行承载，例如 5G 移动互联网技术需要建设新的信号基站，云计算服务需要新的云端服务器与处理器等，因此在新技术广泛应用与推广之前，必须要做好相关的基础设施建设。

尽管智慧监管更加依赖技术力量，但人的因素仍然是监管工作的根本，人才队伍建设仍然处于监管工作的核心地位。那些既熟悉民航运行业务，又掌握先进数据挖掘与分析技术的监管人才会十分紧缺。相关公共航空运输企事业单位要引进人才，更要留住人才，应制定详细的人才培养计划，重点培养高素质科技创新人才和专业技能人才，打造一支能够胜任未来民航智慧监管业务创新的监管人才队伍。

民航局与地区管理局作为监管的主体单位，要积极与监管对象单位进行沟通交流，可制定相应的法律法规条款，要求监管对象强化监督措施实施力度，或利用奖惩措施积极进行调控引导，同时提供完备的技术支持与设备支持，让监管对象不再

航空卫生监察员（上）
适航维修监察员（下）
图 | 民航华东地区管理局

↑

智慧监管工作的推进需要完善的法律法规体系作为支撑，新技术需要新的设施设备进行承载，人才队伍建设仍然处于监管工作的核心地位。

有后顾之忧。

无论是监管主体单位还是监管对象单位，都应积极推进本单位监管信息安全体系的建设，从技术源头上杜绝和减少系统漏洞和安全风险。局方应该加大对相关岗位工作人员的保密教育培训工作，对新的监管系统安全性进行定期考核，并不断升级安全权限等级，加强保密工作，避免个人隐私数据泄露；制定相关法律法规，缩小“数字鸿沟”，让所有的民航乘客在新兴技术面前保持平等、公正；警惕智慧监管系统的安全漏洞，对技术的应用进行限制，保证相关技术只能用于特定的分析工作；最后，在维持系统智能化运行的同时，也要保持外在监督的“人为”掌控与把握。

智慧监管的发展方向

民航智慧监管建设将应用大数据、人工智能、移动互联网、云计算、区块链等新技术，相比传统的监管模式做到实时监管、精准监管、高效监管、系统监管，但是也面临许多技术与发展上的问题，需要民航监管主体与被监管单位协同解决。智慧监管的应用可以完善我国智慧民航体系的建设，有利于提升民航治理体系与治理能力的现代化，加速推进我国成为民航强国的进程。

按照当前国家层面的“数字中国”转型与行业层面的“智慧民航”转型，展望民航智慧监管未来可能实现的发展方向：一是智慧监管会建立统一的信息监管共享平台，利用数字化技术网络化、高效率、快响应的特点，快速处理数据，实现实时监管；二是智慧监管会促进通用航空的发展，相比于欧美民航发达地区，我国的低空空域政策相对保守，随着智慧监管的发展，未来可能会开放更多低空空域用于通用航空，这也会促进我国通用航空的崛起；

民航智慧监管中总结的成功经验也可能跨出民航行业限制，为经济社会全方位的数字化、智能化和智慧化转型贡献“民航智慧”。

三是智慧监管系统接入监管对象（如机场）的基础设施设备，提升监管对象自身对于基础设施设备的要求，进而促使我国民航为旅客提供高质量的服务；四是智慧监管可以发展虚拟现实技术用于监察员的培养中，可以结合 VR 技术与 AR 技术，对监察员进行专业培训与考核，可以有效解决我国相关专业监察员人员紧缺的问题；五是利用人工智能与大数据技术建立智能客服中心，智能处理旅客的投诉或遇到的问题，收集并反馈给相应监管对象，要求其整改；六是未来智慧监管可广泛应用于无人机领域。无人机技术近几年来发展迅速，数量也越来越多，与此同时发生的不安全事件也越来越多，但是无人机的监管工作却没有跟上，监察员对无人机进行监管时更多的是参考运输航空飞行器的监管办法。因为智慧监管的发展，无人机监管将会越来越智能化和精准化。

随着行业间的互融与交流，民航智慧监管中总结的成功经验也可能跨出民航行业限制，整合扩散到行业外的更广阔空间，为经济社会全方位的数字化、智能化和智慧化转型贡献“民航智慧”。（本文系中国民航飞行学院科研项目研究成果，项目编号 XKJ2018-12/JD100-19）■

封面文章·四

我们离“出行一张脸”还有多远

文 | 林一易

我们离“出行一张脸”的大目标还有多远，现在的智慧出行是怎样进化而来的，又在哪些方面可以更进一步？

↓

北京大兴国际机场候机厅
图 | 汪洋

科技的飞速发展，以及民航业对高新技术的迅速应用，让出行的智慧化程度越来越高，从出行计划制订到整个旅程结束，便利程度越来越高，旅客的体验越来越好。那么，我们离“出行一张脸”的大目标还有多远，现在的智慧出行是怎样进化而来的，又在哪些方面可以更进一步？

完成乘机出行前的最后一块拼图

2021 年底，民航局网站发布了一则消息：《40 家民用机场正式开通“易安检”服务》。经常出行的旅客会发现，这 40 家机场几乎涵盖了全部的省会城市，以及东部沿海省份的发达城市；民航业内人士更会意识到，这是千万级机场全部入列的节奏。而第一家“易安检”机场是什么时候出现的？答案是 2019 年 9 月，广州白云机场开启“易安检”模式。也就是说，只用了两年多一点时间，即使全行业受到了疫情的严重影响，这一全新模式仍在民航业如火如荼地推开。

为什么“易安检”备受各方青睐，是因为安检这一环节关涉空防安全，在整个乘机流程中是最后提速的。“易安检”相当于把这一环节借助高科技也尽可能地自动化了，而出于便利推广和保障安全的考虑，其最先服务的对象是经常乘机出行的旅客，既可以节省他们的出行时间，同时又确保这一新科技的应用能更有效——不然，很多携带禁限带物品的旅客堵在“易安检”通道，再高科技的设备也难保证快得起来，因而对新应用推广也非常不利。

民航对出行全流程的提速是从 2003 年电子客票的应用推广开始的。此前，在纸质客票阶段，旅客要想乘机出行，需要到航空公司的直属售票处或者代售网点购票，工作人员要在相关系统上完成开票操作，就如同银行柜台办理业务一样，一些环节还要经过内部多个人员的交叉复核，以及与外地同事的电话沟通，办票时间长，旅客体验差，而有了电子客票，借助科技的力量，旅客只要在电脑上点一点就能轻松购票，少了很多跑腿的时间，让出行变得更加简单。

随着2008年北京夏季奥运会的举办，国航在智慧出行的道路上前进了一大步，在国航主运营的首都机场 T3 航站楼，除了设置了诸多自助值机设备外，还率先投用了自助行李托运设备，自助打印行程单，以及推出了自助登机通道。2012 年，在国际航协第 68 届年会上，国航作为中国唯一一家在首都机场 T3 候机楼实现全流程自助服务的航空公司，获得了国际航协 Fast Travel（便捷旅行）项目金奖。

在民航业内部，尝试安检提速由来已久。2009 年底，为应对武广高铁通车，南航联手武汉天河机场和广州白云机场推出武广快线，为了减少航空旅客在地面的时间，相关旅客凭借二代身份证即可直接过检。随着信息化技术的不断应用和机场建设的日新月异，无纸化的推广让越来越多的机场开始支持二代身份证值机。2019 年 9 月，北京大兴机场投入运营后，智慧出行进入了新阶段，依托人脸识别和毫米波安检门等新技术新设备的应用，旅客安检体验进入了新阶段。人工验证环节被设备取代，只有在托运行李出现问题时才会有工作人员介入。除了安检，登机口也设置了人脸识别通道，旅客刷脸即可通过查验，比人工验证通道更快，在疫情防控常态化的当下，更是减少了人员接触，降低了疫情传播风险。

民航对出行全流程的提速是从 2003 年电子客票的应用推广开始的。

攻克航空出行中的两大难关

相比这些地面环节，要想让航空旅客整个出行流程体验更好，民航还要在两个地方下功夫。一个是机上上网，另一个是行李的全流程跟踪。

很多经常出国的朋友，在很早前就体验了国外航空公司的上网服务，但在国内这一业务的推进速度并不快，本世纪的第二个 10 年，各大航空公司才开始探索提供空中上网服务，这与此前一直不允许在飞机上开手机有一些关系。随着智能手机的大规模普及，虽然飞行全程禁止开机给不少商务人士提供了安心休息的最后一片净土，但也被很多人吐槽管理太严，没有手机空中娱乐内容单调，等等。2018 年 1 月，民航局发布《机上便携式电子设备 (PED) 使用评估指南》，各大航空公司从 1 月 18 日开始陆续宣布旅客可以在飞行全程使用具有飞行模式的手机，东航和海航甚至在当晚为谁能成为中国民航首个允许机上使用手机的航空公司而“卡点”安排航班、发布新闻。尽管海航在速度上稍微占先，但东航凭借 74 架飞机可以提供空中 Wi-Fi 服务，超过海航的 17 架可提供 Wi-Fi 服务的波音 787-9 飞机。

目前，中国民航的空中上网包括直接连接互联网和使用机上局域网两大类，前者又包括 Ku、Ka 两种卫星上网和地空宽带三种模式。来自 2022 年民航工作会的数据显示，2021 年，全民航有 842 架客机具备客舱无线网络服务能力，较 2020 年增长 29%。以国航为例，其具备客舱无线局域网系统的飞机占国航全机队的 81%，已执飞航班 37 余万架次；Ku 卫星网络飞机已执飞航班 1.1 余万架次，机上 Wi-Fi 累计服务旅客 500 多万人次。旅客登上国航的大部分航班，在手机开启飞行模式后，可以登录国航客舱局域网，选择平台上的上百部电影、短视频和近千首歌曲。

要想让航空旅客出行流程体验更好，民航还要在机上上网、行李的全流程跟踪上下功夫。

机上上网

↑

旅客出行除了自身要走得便捷、顺畅，还非常关心“不会说话的旅客”——自己的托运行李。过去一段时间，在航空出行的投诉量中，很大的比例是关于行李的错运、漏运和行李损坏上。怎么让托运行李和收取快递一样实时可见，RFID 技术成为破解瓶颈的重要手段。2017 年，这一技术率先在重庆机场 T3A 航站楼使用，用于更便捷、准确地分拣行李。而要想让行李全流程可见，需要包括航空公司、机场在内的整个民航系统的共同发力。2019 年春运，东航在国内民航业启用首个 RFID 行李全

↓

图 | 汪洋

程跟踪系统，首条航线为上海虹桥—武汉。

2020 年 9 月，民航局正式认定中国航信“航易行”平台为中国民航行李全流程跟踪系统公共信息平台。去年年底，民航局发布的最新数据显示，已有 25 家机场与行李公共信息平台建立了数据交换对接，对 5.9 万个航班上的 142 万余件行李实现了全流程跟踪。民航局将持续扩大行李跟踪服务的覆盖范围，在完成枢纽机场与公共信息平台全面对接的基础上，启动中小机场行李全流程跟踪服务机场端建设，以更全面的行李全流程跟踪服务进一步改善旅客航空出行体验。此外，国航、首都机场、中航信等单位已尝试将行李全流程跟踪工作成果应用于冬奥会行李保障工作。

为未来航空发展创造更大空间

未来的智慧出行会是什么样？民航“十四五”规划提出了 2035 年全面实现“五个一”的目标，即“出行一张脸、物流一张单、通关一次检、运行一张网、监管一平台”。具体到出行一张脸上，是要通过行业各主体之间、以及与其他交通方式之间共享与合作，实现“旅客刷脸出行”，全流程引导，旅客行李全流程可视，实现“门到门”服务，旅客出行一键化定制“航空 + 服务产品”，进一步丰富出行体验。

这当中，不管是刷脸，还是行李全流程可视与“门到门”，各大航空公司、机场都已经先行一步，下一步需要做的是怎样把这些服务内容从大型航空公司、大型机场向中小型航空公司、中小型机场覆盖，在后者资金、技术、人力都相对不足的情况下怎么样为旅客提供无差别的智慧出行服务。与此同时，还要考虑到老年人群体等特殊旅客的需要，要考虑到部分旅客群体对智慧出行了解度不够、掌握相关信息要花费更多时间等客观情况，为其提供更多获取信息的场景和现场支持引导，诸如开展为首乘旅客服务等。

> 要想办法与社会大众建立更广泛的连接，激发消费欲望，培育消费场景。

值得注意的是，即便是现有航空公司推出的备受好评的智慧出行产品，在细节上还有值得进一步完善提升的空间。比如，进驻北京大兴机场的各航空公司为了吸引客源，在旅客购买机票的同时就会推送大兴机场快轨或网约车优惠券，但对夜里到达大兴机场的旅客来说，航空公司赠送的相关地面交通票据有时无法使用，比如航空公司 App 提供的是白天正常时段的线路选择，而在深夜，大兴机场投入运行的是夜间巴士线路，旅客无法享受到这一优惠福利。再比如，越是科技应用多、人工减少多的地方，出现技术故障时会造成很大的难题，这提醒相关企业一方面提高技术系统的安全性和可靠性，另一方面做好充分的替代性的应急保障预案。

应该看到，已持续两年多的新冠肺炎疫情已经对航空业造成了很大的影响，除了被压抑的出行需求，从线下转到线上的商旅业务越来越多，后疫情时代，整个航空产业链的相关方都要更多地从出行人员的视角出发，在满足航空旅客个性化、多样化需求的同时，还要想办法与社会大众建立更广泛的连接，激发消费欲望，培育消费场景，这当中智慧出行大有可为，也必将大放光芒。■

伊尔库特 MC-21-300

↑

航空制造·一

直面挑战的 MC-21 项目

文 | 刘振敏

赶在 2021 年的最后两天，俄罗斯航空工业迎来了一个好消息：俄罗斯联邦航空运输署（FATA）向伊尔库特公司颁发了 MC-21-300 飞机的型号合格证以及设计组织批准书（DOA）。这意味着在经历了 4 年多的取证试飞后，被俄罗斯国内寄予厚望的 MC-21 飞机研制工作取得了重要的阶段性成果。

漫漫试飞路

2016 年 6 月，首架 MC-21 飞机原型机下线。2017 年 5 月 28 日，首架 MC-21 飞机原型机在伊尔库茨克实现首飞，这无疑是俄罗斯民用航空工业时隔几十年后的高光时刻。

如果说已投入航线运营的 SSJ-100 飞机是俄罗斯重返全球商用飞机市场的初步探索，那么 MC-21 项目则肩负着复兴俄罗斯商用飞机产业的重任。因此在 2007 年俄罗斯决定启动这一干线飞机项目的时候就对这款飞机有了明确的战略定位，即取代国内的图 -154、图 -204 等老旧机型，同时在国际市场上与空客 A320 和波音 737 进行正面竞争。

2016 年 6 月，首架 MC-21 飞机原型机下线。2017 年 5 月 28 日，首架 MC-21 飞机原型机在伊尔库茨克实现首飞，这无疑是俄罗斯民用航空工业时隔几十年后的高光时刻。回顾 MC-21 飞机的取证历程不难发现，2017 年是其取证过程中最为顺利的一年。

完成首飞后，俄罗斯各界备受鼓舞。首架原型机在首飞后不久又进行了多次试飞，飞行高度达到 1 万米，飞行速度达到 860 公里 / 小时。2017 年 10 月，首架原型机就完成了从伊尔库茨克到莫斯科郊外茹科夫斯基城的转场试飞，全程飞行距离 4500 公里，历时 6 小时 12 分钟。同一年，在加速推进另外三架 MC-21 飞机总装工作的同时，伊尔库特公司正式向俄罗斯联邦航空运输署和欧洲航空安全局递交适航申请。

但情况在 2018 年突然急转直下。这一年，美国突然宣布对在研的 MC-21 飞机中央翼盒和水平尾翼所使用的复合材料停止供货。随后，美国赫氏公司、日本东丽公司、比利时索尔维公司陆续宣布停止向 MC-21 飞机的制造商出口复合材料。这突如其来的“断供”一时间令 MC-21 飞机的研制蒙上了阴影。尽管如此，俄罗斯并没有放缓 MC-21 飞机的取证进度，试飞相关的工作仍在稳步推进。但相比 2017 年的高歌猛进，此后关于 MC-21 飞机的试飞进展见诸媒体的频率明显减少，取而代之的是俄罗斯民用航空工业国产化替代进度的加快。

2018 年 10 月，装配 MC-21 飞机的国产 PD-14 发动机获得俄罗斯联邦航空运输署颁发的型号合格证。2019 年，欧洲航空安全局正式参与 MC-21 飞机项目试飞，并在这一年参与了 3 次飞行测试工作，这对于 MC-21 飞机项目来说，是一件具有里程碑意义的事件。同年，第三架 MC-21 飞机投入试飞，并完成了首次国际飞行。2019 年年末，对于 MC-21 飞机项目来说，另一个里程碑意义的事件就是国产 PD-14 发动机率先获得了俄罗斯航空运输署颁发的型号合格证。同时，俄罗斯方面也表示，采用国产复合材料的原型机的测试和前期试验工作已接近尾声，各项数据均达到设计要求。

2020 年，第五架 MC-21 飞机完成首飞，与前 4 架飞机不同，这架飞机装配了国产 PD-14 发动机，这也意味着俄罗斯围绕 MC-21 飞机的取证工作迈入了新阶段。即一方面装配普惠发动机的 MC-21 飞机项目在加快取证的进度，先后完成了失速试飞、最小离地速度试飞、溅水试验等取证前主要试验，另一方面国产化替代也在不断加速。进入 2021 年，或许是刻意想减少外界对于 MC-21 飞机取证进度的关注，俄罗斯媒体对 MC-21 项目的报道并不多见。但 2021 年，围绕取证 , 俄罗斯在不断加快对关键试验的攻关，如在俄罗斯国内完成自然结冰试验等。2021 年 12 月，首架配备俄罗斯国内企业生产的复合材料机翼的 MC-21-300 飞机完成首飞，这意味着 MC-21 飞机的“卡脖子”技术正在逐一突破。

12 月 28 日，俄罗斯正式对外宣布，MC-21 飞机获得国内型号合格证，消息一出，业界哗然。但同时，俄罗斯方面也表示，此次获得型号合格证的 MC-21-300 飞机装配的是普惠公司 PW1400 发动机和进口复合材料。为了面对已经出现的断供情况，俄罗斯表示，2022 年将会把工作重点放在 MC-21 飞机的型号设计更改工作上。其中

如果说已投入航线运营的 SSJ-100 飞机是俄罗斯重返全球商用飞机市场的初步探索，那么 MC-21 项目则肩负着复兴俄罗斯商用飞机产业的重任。

↑

首先要做的就是对配备俄罗斯国产复合材料机翼的 MC-21 飞机进行型号设计更改认证。

坚定核心技术自主攻关

尽管对于俄罗斯来说，MC-21 飞机取得型号合格证是一个里程碑式的节点，但考虑到关键零部件可能出现的断供以及关键原材料已经出现的断供，MC-21 飞机项目还有很多难关需要一一攻克。但不可否认的是，在困难面前，俄罗斯国内上至国家层面，下至供应链企业十分团结，并形成了共识，那就是坚定推进核心技术的自主攻关。

从国家层面来看，在出现断供的情况后，俄罗斯政府很快出台了一系列政策，大力扶持国内配套企业积极配合主制造商伊尔库特公司。俄罗斯政府从制定明确的发展政策和扶持手段、落实支撑经费、项目考核等多方面、多维度支持 MC-21 项目的国产化替代。从 2018 年至今，许多 MC-21 飞机的配套企业都获得了政府的资金和政策支持。在世界局势越发扑朔迷离的当下，俄罗斯政府依旧毫不动摇地坚持对商用航空产业的支持，采取了一系列动态的发展和扶持措施。同为商用飞机市场的后来者，俄罗斯政府和企业的许多做法值得我们学习和借鉴。

↓

伊尔库特 MC-21-300 驾驶舱

此外，俄罗斯还接连出台了《2030 年前航空工业发展战略》和《2025 年前航空工业民用产品出口发展战略》，进一步为俄罗斯民用航空业夯实内部能力、拓展外部市场指明了方向。在这两个战略规划中，俄罗斯政府指出了未来商用飞机产业重点发展的几个方向。首先要改变工业模式，提高行业竞争力。要求主制造商和一级供应商将主要精力集中在核心能力建设上，重点关注设计研发、总装和售后服务工作，精简冗余的生产能力，逐步将底层生产工序外包。二级以下供应商主要由中小企业组成，定位全球市场，通过多样化经营加强竞争，保证批量生产和规模经济。

正是由于获得了国家层面的大力支持和政府层面的明确指引，俄罗斯国内配套企业参与商用飞机项目的积极性被充分调动了起来。很多企业都加大了自主研发力度，以支持 MC-21 飞机项目的国产化替代计划。例如，俄罗斯国内奥博宁斯克公司就为 MC-21 飞机研制了一种新型玻璃，这种玻璃的强度和重量相比同类产品有显著优势，并已在 2021 年年底完成了测试工作。老牌制造企业红宝石航空工业公司则正在为 MC-21 飞机项目研发国产能源和液压系统柱塞泵以及发电机驱动器。在俄罗斯工业发展基金会的支持下，红宝石公司已完成 MC-21 的多种机电产品研发工作。可以说，国家层面的大力支持和供应链企业的积极参与已经成为了 MC-21 飞机项目最强有力的支撑。也正因为如此，俄罗斯政府才有底气和信心向媒体表示，即便是受到了欧美等发达国家的无理制裁，但俄罗斯有信心，未来 MC-21 飞机项目的国产化率可以达到 97%。

前路依然布满荆棘

商用飞机产业的准入门槛极高，在干线飞机市场更是如此。长期以来，波音和空客都垄断着这一细分市场。近两年来，全球商用航空市场更是风云变幻，行业格局也已发生了新的变化。因此，对于俄罗斯来说，尽管 MC-21 飞机项目已经取得了国内适航证，但距离投入商业运营、获得商业成功还有很长的路要走。再叠加欧美等西方国家的制裁，可以预见，未来俄罗斯商用航空产业的发展将依然布满荆棘。

首当其冲的还是适航取证的问题。当前 MC-21 飞机获得的是俄罗斯国内的适航证，这也意味着在未获得 EASA 和 FAA 的适航认证前，这款飞机只能在俄罗斯国内投入使用。目前俄罗斯另一款支线飞机 SSJ-100 已经投入市场，但市场反映并不好。由于发动机故障频发和一些其他问题，飞机日利用率十分有限。再加上，近两年俄罗斯国内经济发展情况并不太好，民航运输市场对于干线飞机的需求并不大，对于 MC-21 飞机来说，国内市场显然无法让其实现盈亏平衡。

但国际市场的取证难度十分巨大。尽管 EASA 已经接受了 MC-21 飞机型号合格证申请，但最终是否会给 MC-21 飞机颁发型号合格证还存在很多变数。尤其是在国产化替代项目推进之后，大量俄制核心部件取证和原材料的取证工作将是一个巨大的挑战。更何况对于商用航空产业来说，型号合格证并不仅仅是一张进入市场的“通行证”，从某种程度来看，它更是一个行业门槛，想要进入，极为不易。

其次，至少从目前来看，俄罗斯尚未有一款商用飞机产品在国际市场获得真正意义上的成功。近年来，俄罗斯航空产业在经历了大规模的厂所合并和重组后，逐步恢复了生机和活力，在体制机制和运营管理上日渐和国际接轨。但是，毕竟时日尚短，SSJ100 项目虽然在研制模式、适航取证、客服体系建设等方面获得了突破性进展，但与波音、空客等老牌商用飞机制造商相比仍存在较大差异，尤其是在品牌的知名度和影响力方面。从目前来看，SSJ100 的销售情况并未达到预期。未来，MC-21 也可能面临同样的问题。从这个意义上说，作为世界商用航空市场的“新玩家”，俄罗斯的路还有很长。

最后从产品本身的竞争力来看，MC-21 飞机与目前市场主流产品相比也有差距。尽管在项目启动之初，俄罗斯为 MC-21 飞机项目注入了很多新技术，但目前来看，这些新技术和新材料未来或将主要依赖俄罗斯国内生产，这些替代产品的性能指标还有待时间的验证。同时，竞争对手波音和空客也在通过各种方式对其现有产品进行技术升级，因此即便去除国产化的影响，项目研制之初的技术优势随着时间的推移也在逐步消失。因此综上所述，对于俄罗斯商用航空产业来说，MC-21 飞机获得型号合格证固然值得庆祝，但真正要在全球商用航空市场占有一席之地，需要做的工作还有很多，荆棘和挑战依然将伴随左右。■

近年来，俄罗斯航空产业在经历了大规模的厂所合并和重组后，逐步恢复了生机和活力，在体制机制和运营管理上日渐和国际接轨。

波音 737MAX8
图 | 波音官网

航空制造·二

737MAX 的“中国准飞证”

文 | 曲小

2022 年新年伊始，一架海航涂装的 737MAX8 从太原苏武机场起飞调机飞往海口，这一次本来再平常不过的调机飞行，却在业界引起不小的波澜。不少媒体纷纷猜测，在停飞 32 个月之后，737MAX 是否将恢复在中国市场的运营。尽管此后，海航表示这只是一次普通的调机飞行，但考虑到 2021 年 12 月，中国民航局（CAAC）已经就 737MAX 机型复飞下发了适航指令征求意见，相信 737MAX 在中国市场的复飞只是时间问题。

CAAC 颁发“准考证”

赶在 2020 年的最后几天，737MAX 在美国本土率先恢复运营。一个月后，欧洲航空安全局和英国民航局几乎同时批准了 737MAX 在欧洲和英国地区恢复运营。随后在 2021 年间，包括加拿大、澳大利亚等在内的全球 30 多个国家适航当局给予了 737MAX 重回市场的“准飞证”，越来越多的 737MAX 机型得以重回蓝天。

作为全球率先决定停飞 737MAX 机型的适航当局，中国民航局对于这一机型何时能够在中国市场复飞一直秉持三个基本原则：一是飞机的设计更改必须获得适航批准；二是飞行员必须得到充分有效的训练；三是此前两起空难的调查结论必须是明确的，而且改进措施是有效的。

截至 2022 年 1 月，中国国内的 13 家航空公司共停飞了 97 架 737MAX 飞机，其中南航 24 架、国航 16 架、海航 11 架、上航 11 架、厦航 10 架、山航 7 架、深航 5 架、东航 3 架、祥鹏 3 架、奥凯 2 架、福州航 2 架、昆明航 2 架、九元航 1 架。除此之外，国内航司还有不少未接收的 737MAX。

2021 年 8 月初，一架注册号为 N7201S 的 737MAX7 试飞飞机从西雅图飞抵中国，这也是 737MAX 机型时隔近 30 个月后首次在中国领空进行飞行活动。据媒体报道，这架飞机来中国主要是为了通过中国民航局的审定试飞，为后续在中国重获适航许可证做准备。几天后，8 月 11 日，这架 737MAX7 从上海浦东机场起飞进行审定试飞，审查主体为中国民航上海航空器适航审定中心。

12 月 2 日，中国民航局颁布了关于《机动特性增强系统（MCAS）不安全状态的改正》的适航指令，确认相关改进措施能够消除该机动特性增强系统的不安全状态，这意味着 737MAX 距离在中国恢复运营向前迈进了一大步。

在民航局颁布的这份适航指令中，首先明确了造成印尼狮航和埃塞俄比亚航空两起空难的原因。即调查结果表明，两起事故的发生皆因当波音 737MAX8 飞机处于人工飞行且襟翼收上的状态，错误的单侧高迎角输入反复激活机动特性增强系统（MCAS），导致水平安定面重复低头配平，使飞行机组在多重告警的干扰下，无法有效识别定位故障并采取适当措施，最终造成飞机失去控制。

其次，这份指令也明确指出，为了解决上述不安全状态，波音启动了飞行控制系统软件和显示系统软件的设计更改工作。中国民用航空局在对波音提交的飞行控制系统软件设计更改、显示系统设计更改、飞机飞行手册修订、水平安定面配平线束敷设更改等相关改正措施开展了全面的评估后，确认相关改正措施能够消除上述不安全状态。

全面复飞还需时日

随着中国民航局这份适航指令的颁布，下一步 737MAX 要在中国市场恢复运营需要航空公司根据适航指令要求启动正式的更改工作以及相关的人员培训和其他准备工作。但真正在中国市场恢复运营还需要多长时间，可能还有很多除了飞机自身以外的因素需要考虑。

根据中国民航局颁发的适航指令，

复飞前要完成一系列的改装和升级工作，还需要考虑航空公司的索赔需求以及疫情对于国内民航市场的冲击。

下一步为解决飞机安全问题，需要航空公司贯彻以下更改措施：飞行控制计算机操作程序软件（FCC OPS）的安装与验证、MAX 显示系统软件（MDS）的安装与验证、水平安定面配平线束敷设更改、安装失速警告系统抖杆跳开关按键（带有颜色的键帽）、飞机飞行手册的修订、MEL 的修订、迎角（AOA）传感器系统的测试和运行准备飞行。因此，对于国内航空公司来说，在复飞前首先需要完成一系列的改装和升级工作，这其中不仅包括软硬件的升级，还包括手册修改、飞行员培训等一系列准备工作。同时，由于各航司的 737MAX 机型已经停放了较长时间，因此还需要对飞机进行必要的维护和检查工作。考虑到这些因素，737MAX 在中国市场恢复运营恐怕还需要一段时间。

此外，还有一个需要考虑的因素就是航空公司的索赔需求。由于 737MAX 的停飞给航空公司造成了巨大的经济损失，参照国际惯例，航空公司有权向波音进行索赔，此前美国西南航空已经向波音提起诉讼索赔 1 亿美元。目前国内东航是第一家就 737MAX 停飞向波音索赔的航空公司，之后国航、南航、厦航也已先后就 737MAX 停飞以及订单无法按时交付向波音提出索赔。

第三个或将影响 737MAX 在中国市场复飞的因素就是疫情对于国内民航市场的冲击。据经济观察报报道，由于疫情对于民航运输业的冲击巨大，2021 年国内民航窄体客机的整体利用率约为 6 小时 / 天，而 2020 年同期为 9 小时 / 天。从运力投放情况来看，2021 年民航客机座位投放数约为 64 万个，即便是国内所有 737MAX 机型全部复飞，也只增加不到 1.6 万个座位。考虑到目前国内疫情仍时有反复，未来航空公司在座位投放上或许会更加保守。也正因为如此，目前除了海航一架 737MAX8 在新年完成了一次调机飞行之外，其他航空公司都还没有实质性举措。因此，考虑到市场需求的变化，航空公司对于 737MAX 近期复飞的意愿恐怕并不会很强烈。

737MAX 事件敲响的警钟

尽管如今中美关系风云变幻，但波音从不掩饰对于中国市场的渴望，多位波音高管都曾公开表示过“中国市场对于波音至关重要”。华尔街同样也是这么认为的。海航的 737MAX 调机飞行直接令波音股价飙升。但客观来说，如今在中国市场，波音在与竞争对手的比拼中已明确处于劣势。

从波音自身来看，如何树立中国市场用户的信心是面临的最大考验。737MAX 的两起事故，无论对于普通公众还是业内人士来说，FAA 和波音都触及到了航空安全这条不能触及的红线。从这个角度来看，737MAX 对于公众来说已经不仅仅是一个机型复飞那么简单，它还关系到 FAA 的公信力和波音的企业诚信等。尤其是近几个月以来，仍时有 737MAX 的负面新闻出现，这无疑对其重获市场信任不是一件好事。

长期以来，波音与空客适航准入流程的区别主要体现在：空客是其与英、法、德、荷四国适航当局联合组成的适航机构，共同开展适航的鉴定和审批，空客的客户检查经理（CIM） 是公司聘请的第三方独立公司人员；而波音公司除将 FAA 的授权“据为己有”外，其质保系统人员、客户质量支持代表（CQS）曾一度为波音雇员。这也在一定程度上导致了 737MAX 飞机在缺少严密的分析研究和论证的情况下，对设计过程中的相关分析、实验、认证进行了针对性简化，并相继出现 KC-46 加油机遗留异物碎片、787 飞机安装有缺陷的零件、737NG 飞机翼身提前出现裂纹等一系列在内部监管环境下未能发现并予以纠正的技术质量问题。

波音在 737MAX 事件后，进行了组织机构调整，将超过 5 万名工程师整合纳入一个部门，其中包括一个新的产品与服务安全单位，让整个公司的安全责任统一起来。

在 737MAX 事件发生后，波音和 FAA 都进行了反思。波音在 737MAX 事件后，进行了组织机构调整，将超过 5 万名工程师整合纳入一个部门，其中包括一个新的产品与服务安全单位，让整个公司的安全责任统一起来。其次，波音还加强了对质量文化的关注，重振工程师文化，进一步赋权工程师进行安全和质量改进，并努力通过改革让公司未来在更高的透明度和及时性水平上识别、诊断并解决问题。FAA 方面则收回了监管权力，以更加独立的姿态参与波音飞机项目的审查。

其次，737MAX 事件从根源来看，与波音危机意识逐渐弱化、创新动力降低也有一定关系。

波音早在 707 等早期客机研制过程中，便沿袭了兼顾装卸效率、方便战时维护等军机设计理念，使得机体及发动机距地面高度较低、起落架较短，这些理念也体现在了 737 等后续机型的研发中。然而，为了应对客户对飞行效率要求的不断提高，波音不得不在原有老平台上不断挖掘潜力，其中就包括安装直径越来越大的发动机并不断上移安装位置。此后，随着 A320neo 项目的启动，波音匆匆上马 737MAX 项目，并与空客一样选装了新一代 LEAP 系列发动机。但由于发动机安装位置高过机翼，加剧了整机气动外形的恶化。同时，为了加快产品的推出，波音又将原本已十分紧张的工期在研制开工后又压缩了五六个月，出现了考虑不全面、验证不及时、考核不充分等一系列问题。此后，波音在设计、试飞等方面的配套体制机制和全过程质量管理的手段方法也没有适时调整，再加上监管跟进不及时，留给企业的自主裁量权比较大，出现了大量试验验证自我开展、自我监督、自我评价的情况，最终导致两起空难事故的发生。

如今对于波音来说，737MAX 未来的安全运营或已经影响到企业生死存亡。受疫情影响，全球航空公司对于宽体客机的需求极度萎靡，相比之下，窄体客机的市场需求却极为强劲。在 2021 年 11 月的迪拜航展上，空客获得的 408 架飞机订单中只有 2 架是宽体客机，而波音的订单也同样几乎都是 737MAX，并且这些订单绝大多数来自低成本航空公司和飞机租赁商。众所周知，在与老对手空客的较量中，波音在窄体客机方面一直处于劣势，在后疫情时代，经历过两次重大安全事故的 737MAX 能否战胜一向表现平稳的 A320neo 系列飞机仍然存疑。但无论如何，对于质量安全文化的重构或许是波音和其他飞机制造商在 737MAX 事件中最需要引以为戒的教训。■

瑞翔增程型双座电动飞机 RX1E-A

↑

航空制造·三

制造商的新能源转型

文 | 董帽雄

近年来，为了有效应对航空业面临的环境挑战，降低碳排放与噪声，无论是飞机制造商还是发动机制造商都在积极布局未来。这其中既有 ATR、巴航工业这样的支线飞机制造商，也有空客、波音这样的干线飞机制造商，除此之外，普惠、罗罗等动力系统供应商也积极参与其中。可以说，飞机制造商正与动力系统供应商等一起，加速推进一场新能源转型的革命。

通用电动飞机加速投入商运

相对干线飞机和支线飞机，通用飞机有结构简单、适航认证过程相对简单的优点，因此也成为了飞机制造商和发动机制造商新能源转型发展的前沿阵地。一方面，在通用飞机平台上进行验证可以快速投入商业运营、降低成本，另一方面也可以作为关键技术的验证平台，为后续在更大型飞机平台上使用积累经验。

从全球范围来看，目前已有一些通用飞机制造商完成了初步的探索，相应产品获得了适航证，并已计划投入商业运营。如加拿大海港航空公司与 MagniX 公司合作完成了全球首架商用飞机改装电动飞机。这架飞机由一个功率为 560 千瓦的电机替换原有活塞发动机。目前，这款飞机正在开展补充取证（STC）工作，计划于 2022 年投入短途商业运营。在完成了新能源转型之后，全新经过改装的采用电推进系统的飞机能够有效降低能源消耗与维护成本。据估计，采用全新动力装置的飞机在 5 年内的运营成本较传统飞机可降低 70% ～ 80%。

作为技术验证平台典型代表的还有 NASA 的 X-57 验证机与罗罗公司的“创新精神”验证机。X-57 项目是 NASA 在 2015 年提出的，旨在研究分布式电推进布局及相关技术。目前，该项目已经完成了基线飞机推进系统电动化试飞研究，正在开展分布式电推进改装。2019 年 11 月，NASA 展示了首款 X-57 电动原型机，预计其巡航状态能量效率较基线飞机提高 4 倍以上。未来如果这款飞机获得技术突破并投入市场，或将改变全球民用飞机市场格局。

“创新精神”验证机是罗罗在英国政府资助下开展的“加速飞行电气化”平台，采用全电推进系统和固定翼构型，设计功率 400 千瓦、速度 480 千米 / 小时。2021 年，“创新精神”验证机完成首飞，并打破了全电动飞机最快飞行速度。

涡扇支线飞机的演示验证

纵观全球，正在推进中的小型支线飞机的新能源转型项目有很多，有一些是计划采用混合电推进系统，也有一些则计划“一步到位”，采用氢能等清洁能源，但总体来看，所有项目基本都处于演示验证阶段。

联合技术公司正在开展的支线飞机混合电推进计划是基于庞巴迪冲 -8 支线飞机进行的，使用了 2 兆瓦级混合电推进系统替换一侧的 PW121 涡桨发动机，根据计

划，这一项目将在 2022 年首飞。发动机制造商罗罗公司开展了一个 2.5 兆瓦级混合电推进系统的研发工作，是当前航空领域容量最大的混合动力系统，目前已进入地面试验阶段。

老牌的涡桨支线飞机制造商 ATR 公司计划在 ATR42 和 ATR72 飞机上进行新能源转型计划。在 2021 年 11 月的迪拜航展上，ATR 公司与加普惠公司签署了一项针对 ATR42 和 ATR72-600 飞机的升级计划。该计划将在这两款机型中采用加普惠公司最新的 PW127XT 新型发动机取代之前传统的涡桨发动机。

加普惠公司的 PW127XT 新型发动机已实现了 50% 的可持续航空燃料（SAF）的支持，并计划在 2022 年第二季度之前实现 100% 采用 SAF。加普惠的 PW127XT 发动机是公司“下一代支线客机涡扇发动机（NGRT）”项目下研发的一款全新产品。这款产品通过提高压气机、涡轮机的功率和效率，挖掘传统动力形式涡桨发动机的效率极限。相比上一代 PW127 发动机，这款新发动机提高了 40% 左右的在翼时间、降低了 20% 的维护成本、提高了 3% 的燃油效率，并将发动机大修时间间隔延长至 2 万小时，每 10 年仅需要安排两次发动机例行检修。根据计划，全新的 PW127XT 发动机将在 2022 年第四季度之后装配所有 ATR 公司新生产的 ATR42 和 ATR72-600 飞机。

↓

罗罗公司的“创新精神”验证机

巴航工业的提前布局

2021 年 11 月 8 日，巴航工业在创新大会上正式向业界发布了一款名为 Energia 的新能源飞机，引发业界关注。Energia 系列包括 4 款飞机，其中两款 9 座级小型商务机（E9-HE 和 E9-FE）、一款 19 座级小型客机（E19-H2FC）和一款 35 ～ 50 座级小型客机（E50-H2GT）。4 款飞机采用的动力形式虽各不相同，但都以电能或氢能作为主要或辅助动力来源，来实现减少碳排放的目标。

尽管目前对这几款全新产品的公开信息并不多，但从媒体已经公布的信息中不难看出，巴航工业已表现出进入新能源民用航空领域，并提前布局产品、争夺市场份额的强烈意向和决心。

Energia 系列的 4 款飞机在总体和气动布局上具有很高的相似性，例如都采用常规气动布局、T 形尾翼和置于机身后部的螺旋桨发动机，但采用了 4 种不同的动力系统方案。截至当前，巴航工业已公布 Energia 系列四款飞机的外形概念图和主要目标性能，但仍未披露具体的外形设计尺寸。

根据巴航工业公布的计划，未来最先投入运营的是 9 座级小型商务机 E9-HE，又名“混动号”（Hybrid），该机设计航程为 500 英里（约 926 公里），计划于 2030 年前投入运营。E9-HE 采用混合电推进系统，一对置于机身侧后方的螺旋桨发动机可同时利用航空燃油和电池产生推力。电池在飞机起飞和爬升阶段供电，使发动机获得额外推力，在飞机巡航状态停止供电。电池的辅助功率可保证发动机在整个飞行过程中保持最佳工作状态，从而提高燃油利用率、减少碳排放。E9-HE 飞机的发动机可支持 100% 的可持续航空燃料（SAF），以进一步减少碳排放。

据巴航工业官方公布数据，当 E9-HE 飞机采用 100% 的 SAF 或 JetA1 航空燃料时，相比于传统纯动力方案，能够分别减少 90% 或 60% 的二氧化碳排放；后置螺旋桨发动机将比传统机翼下方吊挂方案减少 60% 外部噪声。根据目前的测试结果，发动机的电机部分仅靠风冷就可以保持理想工作状态，无须额外增加电机热管理系统。考虑到在电机辅助下，燃油发动机的峰值功率大幅降低，发动机的热管理复杂度也可有效降低，从而提升飞机飞行性能和稳定性。

9 座级小型商务机 E9-FE，又名“电动号”（Electric），设计航程为 200 英里（约 370 公里），计划于 2035 年前投入运营。E9-FE 采用纯电推进系统，配备单台电机，置于 T 形垂尾正上方，电机采用两组反向旋转的螺旋桨，电池位于机头处。巴航工业计划为 E9-HE 定制可拆卸电池组，以减少电池的更换时间、降低电池的使用和维护成本。E9-HE 的典型特征是接近滑翔机的大展弦比，该机具有“专为滑翔而设计（glider-inspired）的机翼”，从而可尽可能地提升飞机的气动性能，弥补电推进系统在能量密度方面的不足。据巴航工业官方公布数据， E9-FE 飞机能够实现整个飞行过程零排放，后置电机能够减少 80% 的外部噪声，是 Energia 系列中减噪效果最好的飞机，更适合靠近市中心的机场使用。

Energia 的新能源飞机

↑

19 座级小型客运飞机 E19-H2FC，又名“氢燃料电池号”（H2 Fuel Cell），设计航程为 200 英里（约 370 公里），与 E9-FE 同样计划于 2035 年前投入运营。E19-H2FC 飞机采用氢燃料电池电推进系统，采用一对置于机身侧后方的电机，机身内安装有储氢罐和能量转换装置，为电机提供电能。该机航程可以根据客户需求进行增程，但目前巴航工业未公开披露实现增程的具体技术细节。据巴航工业官方公布数据，E19-H2FC 飞机能够实现整个飞行过程零排放，后置电机能够减少 70% 的外部噪声。

计划最晚投入运营的是 35 ～ 50 座级小型客机 E50-H2GT，又名“氢涡轮号”（H_2 Gas Turbine），该机设计航程为 350 ～ 500 英里（约 648 ～ 926 公里），计划于 2040 年前投入运营。E50-H2GT 采用一对置于机身侧后方的涡轮螺旋桨发动机提供动力，该机最具特色的是，能够同时支持以液氢或航空燃油作为燃料。当执行短距离任务时，E50-H2GT 飞机将采用 100% 液氢作为燃料，设计航程为 350 英里（约 648 公里）；当执行远距离任务时，则可换为 100%SAF 作为燃料，设计航程为 500 英里（约 926 公里）。

中国企业的探索

在国内，一些通航企业和科研院所对电动飞机的研发并不晚，并且以亿航为代表的企业已经取得了一些阶段性成果。除此之外，高校和科研院所在电动飞行领域的积极性也颇高。

以亿航为例，其生产的垂直起降产品（eVTOL）不仅在 2020 年获得了中国民航局型号适航审定的受理，同时还获得了美国、挪威、加拿大等多个国家适航当局的特许飞行许可。

2021 年，亿航发布了一款名为 VT-30 的 eVTOL，这款双座飞机为混合动力结构，并采用了复合材料的机翼，设计航程达到 300 公里，设计续航时间 100 分钟。VT-30 尾部设有组合升降方向舵面，两侧分布有 8 个螺旋桨和一对固定的机翼，尾部设有推进螺旋桨，采用三余度电传操纵系统。根据亿航公司的规划，这款产品将与公司现有的 EH216 产品相互补充，并进一步针对城际间空中交通运输使用，从而进一步打造城市空中交通生态系统。

此外，在电动飞机的研发方面，作为国内唯一一所系统开展新能源电动飞机研制的科研机构——辽宁通航研究院充分发挥沈阳航空航天大学航空特色教育科研资源优势，积极探索推动新能源航空设计、制造、试验、适航、运营和人才培养的全产业链发展，使我国小型、轻型新能源飞机产业化水平处于全球领跑地位。该研究院研发的锐翔 RX1E 是国内首个具有自主知识产权并率先完成适航取证并进入市场的电动轻型运动飞机。目前已广泛用于飞行员培训、观光旅游飞行、高精度航拍航测等用途，相关产品已率先完成适航取证并进入市场，获得 148 架订单，已经交付 14 架，累计运行 3430 小时。在此基础上，辽宁通航研究院正在全力推进电动飞机谱系化发展，加快形成从双座到四座、陆上到水上、固定翼到旋转翼的新能源通用航空飞机发展格局。

此外，国家层面也高度重视新能源飞机的发展，工信部正着手制定“绿色能源航空器发展路线图”，针对电动、混合动力、氢能源和生物燃料等不同能源模式开展研究，形成绿色能源航空器发展路线图。与此同时，我国电动飞机标准规范和适航规章也在制定中。作为我国商用飞机项目研制主体的中国商飞公司近年来也十分关注绿色飞行技术。2021 年，中国商飞公司下属的北京民用飞机研发中心公布了一款采用复合材料机翼的 i-eVTOL 垂直起降飞机。但客观来说，在这一领域我国无论是在原始技术积累、产业链提前布局和专业人才培养方面都还存在短板，面对转型升级，还需要产业链上下游企业认真思考和提前谋篇布局。■

国家层面高度重视新能源飞机的发展，工信部正着手制定“绿色能源航空器发展路线图”，针对电动、混合动力、氢能源和生物燃料等不同能源模式开展研究，形成绿色能源航空器发展路线图。

航空制造·四

欧洲航空工业的氢能布局

文 | 杜婷

欧盟围绕未来氢能在各行业的应用制定了详细的发展规划，并将氢能定位为战略能源之后，欧洲航空业也快速跟进，围绕从氢能的生产、存储和应用到飞机设计、技术整合、机场运营开始了全产业链研究。

↓

Universal Hydrogen
氢能源飞机

近年来，全球应对气候变化的压力日益突出，氢能作为一种有望在多领域有效替代化石燃料的清洁能源受到了欧洲的高度关注。欧盟围绕未来氢能在各行业的应用制定了详细的发展规划，并将氢能定位为战略能源之后，欧洲航空业也快速跟进，围绕从氢能的生产、存储和应用到飞机设计、技术整合、机场运营开始了全产业链研究。

空客看好氢能源

2020 年，空客发布了一组氢能源飞机概念图，并计划在 2035 年左右将氢能源飞机投入市场。此后，欧洲其他产业链相关企业和美国一些初创公司也陆续表示，有意进军氢能源飞机市场。随着飞机制造商开始参与到供应链之中，巴黎的机场运营商开始选择合作伙伴进行基础设施装备的测试，欧洲航空安全局（EASA）开始关注这一新兴的研发领域。

针对氢能飞机研发，空客计划在 2020 ～ 2024 年进入为期 5 年的技术成熟期，在 2025 ～ 2027 年寻找资本和供应商并建立生产系统，在 2027 ～ 2028 年启动飞机生产计划，目标是在 2035 年将氢能飞机投入使用。同时，空客也表示，氢能源飞机的应用意味着产业链的重构，不仅需要空客投入研发资源，更需要产业链企业共同参与。

为了达到适合的能量密度必须使用液态氢，而氢在 -252℃以下才能液化，因此在液氢储存方面面临巨大挑战。

阿丽亚娜集团在其控股股东空客和赛峰的支持下也已开始了氢能源飞机的相关研发工作，并启动了一个名为 Hyperion 的项目。该项目主要用于研发飞机上的液氢分配系统等，部分资金来自法国政府对航空业的援助计划，公司计划在 2023 年对小型氢推进系统进行地面测试。

但是，氢能的利用还面临一些技术挑战。例如为了达到适合的能量密度必须使用液态氢，而氢在 -252℃以下才能液化，因此在液氢储存方面面临巨大挑战。另外，航空业作为全球性产业，氢能全球可用性就是关键问题，特别是如何以环保的方式制备氢气。例如，氢燃料是在全球范围内提供供给还是只在某些地区提供等。

对此，空客表示，相比航天业，航空业使用氢能源的环境更复杂。但尽管如此，考虑到航空业在常规燃料的使用中已经掌握了一些运营经验，因此相信未来也完全可以安全使用氢燃料。此外，空客对于未来氢能在支线飞机或中短程窄体客机的使用上持乐观态度。以 A320 系列飞机为例，空客认为除了常规的设计更改之外，未来利用氢能来提高飞机的使用效率也是一条值得探索的发展路径。

↓

空客零排放概念飞机 ZEROe
图 | 空客官网

EASA 关注氢能的应用

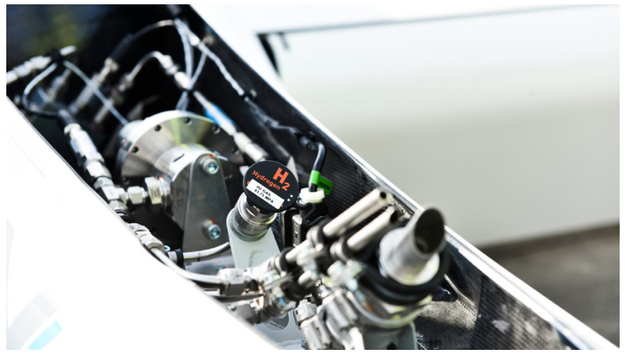
作为行业监管方，欧洲航空安全局认为，尽管氢能在航空业的大范围使用还需要时日，但有一些工作需要提前谋划。

目前，EASA 已经成立了科学委员会用来加强氢能应用方面的学术合作。EASA 预计，制定氢能使用的相关规章至少需要四五年时间，因此前期的认证分析工作需要尽早启动。同时，EASA 还十分关注氢能的运输链等问题。例如在加注燃料的时候，氢燃料的风险与目前 Jet-A1 燃料有着显著不同，因此必须对地面氢燃料运输网络进行认证，加注时间可能也需要监管，加注时必须与机场运营商进行沟通。这也意味着航空业向氢能转型，不仅涉及飞机产品，还需要机场在战略层面提前规划。在这方面，巴黎的一些机场已经开始着手进行尝试。

日前，巴黎机场运营商——Groupe ADP 领导 11 家公司开始了一个名为“H_2 枢纽机场项目”的研究工作，该项目包括研究以氢作为航空燃料的一些实地测试。目前，这一研究工作从收到的 124 份意向征集书中筛选出了 11 个项目，主要涉及 3 个领域，即氢能的生产、储存、运输和分配；氢能应用的多样化；氢能和其他副产品的回收。有不少法国当地企业已经开始参与这一项目，法国 Absolut 系统公司就是其中一家。

法国 Absolut 系统公司专门从事低温系统的研发，特别是用于科研、卫星和超导的系统。此前该公司已经开始与空客合作，进行商用飞机设计超导系统的研发。公司认为，其已有的研发经验可应用在未来氢能飞机的运营中，解决诸如气化倾向强烈的问题。

液氢在储罐中储存时，有一部分会气化，因此 Absolut 系统公司正在研究如何回收低温的气体氢。目前公司已经用多种气体进行了测试，技术处于 4 级成熟度（TRL4）的水平，估计在经过大量试验验证后，当技术成熟度达到 TRL 6 之后，该技术才能用于产品开发。



HY4 Aircraft 飞机的氢燃料储存在两个碳纤维罐中

↑

创新的制氢方案

2017 年，法国绿色能源供应商 Sakowin 表示已经具备了一种生产氢气的绿色解决方案。如果对氢气制取采用集中生产的方式，就必须对氢气进行运输和储存，那么氢能与石油能源相比就没有竞争力。天然气的储量预计还能维持数百年，是目前制取氢气最有效的来源。

天然气主要由甲烷（CH_4）构成，虽然燃烧甲烷的能效也很高，但会释放二氧化碳，而 Sakowin 公司的技术可以在不产生 CO_2 的情况下从甲烷中提取氢气。Sakowin 公司采用低能等离子体技术，工艺过程与从石油制品中生产“灰色”氢的重整过程相近，产生的碳则可以用于电池电极和轮胎。

制氢的紧凑型反应装置设置在一个独立的隔间内，通过 2 个或多个隔间的组合使系统模块化，由于反应装置可以安装在靠近使用氢能的地方，因此这种模块化的

生产模式可实现分布式生产。其中一个反应装置的功率需求约 80 千瓦，每天可以产生 1 吨的氢气，而且无需运输和储存环节。Sakowin 公司已经建成了一个在实验室环境下运行的原型设备，当前达到了 TRL4 的水平，有望在 2025 年上市量产型设备。

美国 Ways2H 公司成立于 2019 年，该公司也研发了一套系统用于氢能源生产。该公司使用的原料主要是各种有机废物，采用热化学转化工艺。日本蓝色能源公司（JBEC）和美国投资集团清洁能源公司是 Ways2H 的两大股东，其中 JBEC 从 21 世纪初开始研发相关技术，并在日本建造了 4 座测试设备来改进技术。

Ways2H 公司表示，最新版的反应设备自 2018 年以来一直在东京附近成功运行，公司在此基础上还设计了一种更紧凑、更便于运输的型号，设备制造已于 2021 年 3 月完成建设。该技术的原理是将有机物分解成分子，如甲烷、水、碳氧化物和氢，其中氢的含量达到 50% 以上，再使用气体分离技术来提取氢气。该技术的重要特征是温度管理，系统能够自稳定反应温度，防止温度过高而转化为危险的高压，也防止温度过低而导致焦油的形成。

可以用 Ways2H 公司这一技术处理的原料很多，包括木屑、城市垃圾、污水污泥或医疗废物等，该公司正准备在洛杉矶地区安装一个反应装置，每天可以用 1 吨城市垃圾生产 40 ～ 50 千克氢气。当然 Ways2H 公司的技术也能够处理机场中的可用垃圾。由于机场拥有自己的专属车队，是发展氢能基础设施的理想场所。Ways2H 预计巴黎戴高乐机场修建的设施每天将能够处理 24 吨垃圾，从中可以提取 1.5 吨氢气，足以供 300 辆氢燃料汽车使用。尽管目前这种设备还不能产生足够的氢来给飞机使用，但可为地面运营的车辆提供燃料。

此外，该制氢设施还具有分布式的特点，可将垃圾处理和制氢装置打造成微型网络，机场也不再需要付费运输垃圾，由此可见，Ways2H 公司提供的是一种循环经济的理念。

更安全的氢能储运和管理方案

Air Liquide 是一家专门为航天发射制造液氢和液氧的公司，公司目前正在研发“高容量、高输出和可快速连接的”液氢加注车。该车的成熟度已经达到了 TRL 5 的水平，预计在 2025 年可以投入市场，为机场的地面车辆加氢站提供燃料。由于公司也在运用冷凝蒸汽技术，因此能与法国 Absolut 系统公司的技术实现协同效应。

其他的氢燃料地面支援设施近期可能就会出现在机场，有地面动力装置、飞机拖车、行李拖车或装载机等类型，技术成熟度等级为 TRL6 ～ 9 不等。一家法德合资财团和 Engie 能源集团正在设计此类系统和车辆，并界定装备用途及培训驾驶员等。美国初创公司环球氢气公司计划将支线飞机改装为氢燃料电池飞机，使用模块化储氢罐对氢进行储存和运输。

法国民航局（DGAC）、国家工业环境与风险研究所（Ineris）和古斯塔夫埃菲尔大学联合成立了 H_2 应用联盟。由于氢将在机场内用于多种用途，因此必须解决一些安全和安保问题，并及早识别重要风险。

总体来看，很多氢能项目的成熟度还很低，整体可能只有 TRL2 水平，距离真正的运营还有很长的路要走。

例如装满易燃易爆性原料的储氢罐不应位于控制塔台旁边，且氢也可能面临 Jet-A1 燃料目前面临的问题，例如在加氢过程中可能会被其他车辆扯掉加氢管导致氢燃料泄漏等。要为这些风险做好准备，就需要设计一个安全系统来防止大面积泄漏。

因此，总体来看，很多氢能项目的成熟度还很低，整体可能只有 TRL2 水平，距离真正的运营还有很长的路要走。

氢能有望在多领域替代化石能源，航空是其应用领域之一

←

DLR 主导的示范工程

德国汉堡正着手筹建氢能源相关开发平台，为新能源航空产业发展应用做准备。根据规划，未来两年内，由德国汉堡市出资，德国航空航天研究中心（DLR）、汉莎航空技术公司、应用航空研究中心（ZAL）和汉堡机场将基于各自专业优势，联合开展一项制氢 / 储氢 / 用氢示范工程，进行氢能维护 / 地面处理过程的设计和测试，为全球航空产业氢能源安全、高效应用奠定基础。

研发团队由 DLR 领导，其中 DLR 负责氢能应用虚拟环境的开发，汉莎航空技术公司负责商用飞机平台维修和改装，ZAL 负责燃料电池和数字化验证，汉堡机场作为主要运营商负责定义未来液氢动力飞机的地面处理要求。

德国汉堡作为世界上最大的 3 个航空运输枢纽之一，在 2020 年提出了成为主要的氢能运用大都市的愿景。目前，汉堡港口、能源部门、工业界、航空界都参与其中，为氢能技术突破做准备。

DLR 的氢能应用项目第一阶段工作目标是在 2021 年底，由研发团队评估出最急需的研究领域，以确定攻关方向，在此基础上开展概念研究和相关测试。2022 年初开始概念验证实施，包括对一架退役的空客 A320 飞机进行改装。该机将配备液态氢制备所需的相关基础设施，作为汉莎技术公司汉堡基地的一个功能齐全的固定实验室。

同时，DLR 还将创建一个虚拟平台，通过参数化的高精度虚拟模型，验证在地面上使用氢能对飞机平台运行维护的具体要求。这些数字化过程可直接用于面向未来需求的飞机配置设计。

汉堡机场将基于专业技术储备，重点攻关解决氢能在机场的储存和输送问题。通过该试验项目，汉堡机场能够最终确定气体氢能源和液态氢能源之间的协同效应，并尽可能充分利用这种新能源。根据先期构想，气态氢将用作行李牵引车，液态氢将用作飞机能源。■

航空运输·一

开启高质量发展新征程

——2022 年全国民航工作会侧记

文 | 彭静宇

2021 年是国家“十四五”发展的开局之年。这一年，中国民航运输业在统筹疫情防控和促进行业复苏间艰难地寻找平衡，并在“至暗时刻”蹚出了一条缓慢复苏的“航道”。对此，在 1 月 10 日举行的 2022 年全国民航工作会议上，民航局局长冯正霖说到，“过去的一年，我国民航运输业面对疫情防控、经营亏损、安全压力等困难交织叠加的影响，坚持稳中求进，在逆境中展现了强大韧劲，难中有成、难中有进。”

2021 年，难中有进

回顾过去的 2021 年，中国民航运输业面临的挑战与考验甚至超过了新冠肺炎疫情初发的 2020 年。尽管随着疫苗接种率的稳步提高，新冠肺炎疫情的传播态势在全球范围内一度好转，但变异毒株的来袭以及国内疫情的零散传播，不仅使国际航线迟迟难以恢复，国内市场也在 2021 年先后错失了春运、暑运、国庆等传统生产旺季，行业的全面恢复面临严峻考验。

对此，中国民航局根据疫情防控形势的变化，修订升级疫情防控技术指南、升级航班和机场防控措施，牢牢扎紧民航疫情防控网。冯正霖在今年的民航工作会上表示，“确保疫情不通过航空途径传播既是民航人的责任，也是行业恢复发展的基石。”

与此同时，民航局还出台了相关政策为行业企业减负。如，2021 年 4 月 1 日起，民航发展基金征收标准再降 20%，再加上其他相关政策的出台，全年为行业降低成本近 100 亿元。

> 正是在“抓防控、谋发展”的背景下，2021 年我国民航运输业展现出了强劲的韧性。全年完成运输总周转量、旅客运输量和货邮运输量 857 亿吨公里、4.4 亿人次、732 万吨，同比提高 7.3 个、5.5 个和 8.2 个百分点，分别恢复至 2019 年 的 66.3%、66.8% 和 97.2%。

同时，全行业继续确保航空安全万无一失，民航运输实现持续安全飞行“120+16”个月、9876 万个小时，空防安全 235 个月，责任原因征候万时率同比下降 29.6%，通用航空事故万架次率同比下降 23.9%。

2021 年，在危机中寻求发展，升级“随心飞”、结合建党百年推出“红色航线”等创新产品和服务，进一步激发了国内航空市场的潜力。2021 年民航业在“干支通、全网联”等服务模式和百条红色旅游精品航线的推动下，全年新增航空人口 3563 万。

在航空货运方面，民航业更是为国家产业供应链稳定作出了突出的贡献。尽管客运航班数量的减少令货运承压，但是行业仍努力保持和提升国际货运网络的通达能力，并且相比客运，货运市场已基本恢复至疫情前的水平。

在基础设施建设方面，民航业并没有因为行业发展暂时受挫而放慢脚步。2021 年民航完成固定资产投资 1150 亿元，同比增长 6.4%，超额完成年度投资目标。民航“三中心”正式投运，沪蓉大通道正式贯通、京广大通道南段空域优化调整取得突破性进展，中俄联合体全球空间中心正式投入运行。全年民航新建运输机场 9 个，成都天府机场、青岛胶东国际机场正式投运，至此，全国颁证运输机场达到 248 个。

2021 年也是民航业进一步推进服务品质提升的一年。全年航班正常率达到 88%，连续 4 年保持在 80% 以上。同时，通过过去几年信息化建设的积累，我国已有 29 家机场实现身份证一证通行，66 家机场应用人脸识别技术、234 家机场实现“无纸化”便捷出行。尤为值得一提的是，在通航航班的便捷性方面也有了大大的提高。目前，国内通程航班覆盖范围和行李全流程跟踪范围进一步扩展，已有 40 家千万级大型机场开通了旅客“易安检”服务。在机场服务方面，全民航已有 842 架客机具备客舱无线网络服务能力，较 2020

年增加 29%。所有这些数据的背后，都意味着旅客出行便捷度和满意度的大幅提升。

2022，正视困难，更要坚定信心

2022 年新年伊始，全国各地不时有零散疫情发生，给民航业的春运蒙上了一层阴影，同时也意味着，新的一年，民航运输生产依然承受重压。对此，冯正霖在民航工作会上指出，“2022 年，全行业既要正视困难，又要坚定对我国全链条科学精准防控能力的信心，坚定对我国宏观经济大盘稳定的信心，坚定对我国超大规模内需市场潜力的信心，坚定对国家加大扶持民航业恢复发展力度的信心，坚定对我国民航自身基础实力的信心，全力促进行业恢复发展。”

对于新一年的发展，民航局在工作会上也制定了明确的目标：

力争 2022 年完成运输总周转量 1040 亿吨公里，旅客运输量 5.7 亿人次，货邮运输量 780 万吨，总体恢复至疫情前 85% 左右的水平，航班正常率稳定在 80% 以上，千万级以上机场平均放行正常率和始发航班正常率力争达到 85%。

此外，民航局也明确，在疫情不出现反复波动的情况下，力争实现行业整体扭亏增盈。

这一目标的设立，是建立在国内市场强大的内需基础上的。2021 年，我国新增的 3563 万航空人口中，有一半以上来自二三线城市。因此对于民航业来说，对新增航空人口，尤其是对下沉市场潜力的挖掘尤为重要，如果能够充分挖掘这一部分市场的潜力，将为行业恢复和未来发展积蓄强大的动力。

而这又延伸出曾一度困扰行业发展的问题，那就是企业如何形成差异化竞争优势的问题。新冠肺炎疫情的爆发，对于大型骨干航空公司来说，最大的困扰莫过于国际航线的大量停飞，而对于一些中小型航空公司来说，则暴露出了细分市场开拓不足的问题。对此，在今年的工作会上，民航局明确鼓励企业根据市场变化，调整市场策略，深耕细分市场，不搞“白菜价”恶性竞争。具体来说，就是鼓励大型骨干航空公司围绕各自核心市场，聚焦中远程商务旅客，鼓励中小航空公司专注支线市场。为此，民航局还专门出台了《民航局创新“干支通、全网连”服务模式实施意见》，指导航空公司加快拓展航线服务网络。同时，民航局还特别指出希望企业继续利用好现行中小机场、支线航空、通用航空等补贴政策。这对于中小型航空公司来说，无异于危机中蕴藏着巨大商机，值得行业企业深入研究和探索。

在航空货运方面，在此次工作会上，民航局指出，2022 年将利用市场扩大窗口期，进一步推进枢纽机场货运保障设施能力建设，提升航空物流企业的国际竞争力，充分发挥航空货运对畅通国民经济循环的战略支撑作用。事实上，航空货运这一行业短板正是由 2020 年突发的一场疫情所暴露出来的，对于中国民航来说，通过这几年的窗口期，加速基础设施建设和行业能力的规划，将有助于未来航空货运的健康发展。但需要指出的是，如何避免重复建设以及航空货运如何进一步融入铁路、海运等也需要提前进行谋划和布局。

2022，继续加快软硬实力建设

尽管过去两年，我国民航运输业的高速发展由于疫情被按下了暂停键，但是支撑我国民航业未来继续较快增长的基本面并没有发生改变。“十四五”期间我国航空运输市场依然增长潜力巨大，仍处于重要的战略发展机遇期。为了支撑行业的快速发展，民航局在工作会中指出，将继续巩固基础、完善政策和机制、深化改革和创新，为未来行业的复苏做好软硬件两手准备。

从硬件建设来看，2022 年民航局将进一步加大基础设施补短板的力度，围绕打造现代化国家综合机场体系，抓紧民用运输机场建设规划落实，力争在 2022 年底颁证运输机场数量达到 256 个。同时还将加快推进厦门新机场建设，推进广州、重庆、福州、长沙、西安等机场扩建。民航局特别指出，将加快提升机场货运保障能力，确保鄂州货运机场顺利投运。

从空域改革方面来看，这一稀缺资源一直是困扰民航业发展的难题，民航局表示，将进一步协调中央空管办推进空域分类划设与管理，重构全国骨干航路网。尤其是要继续推进长三角、粤港澳大湾区等繁忙空域优化，推动京津冀地区空域持续优化，逐步改善首都两场空域运行环境。围绕低空空域改革这一老生常谈的话题，民航局表示将加快低空空域的分类划设与管理，加快推进低空飞行服务保障体系建设，为通用航空的发展创造更好的环境。

从完善政策层面来看，航权开放政策是今年民航工作会上行业较为关注的话题。对此，民航局在工作会上明确表示，将进一步扩大航权资源储备，完善国际客运航权配置规则，实施更加灵活的国际货运航权配置政策。同时民航局在 2022 年将专门设立货邮飞行时刻池，优化货邮时刻供给政策，这对于航空货运市场的发展来说是一个非常好的信号。

从创新的层面来看，2022 年民航局将进一步借助信息化手段，提升行业的协同运行水平。民航局将出台《民用航空协同运行管理办法》，启动全国民航协同运行系统建设。在此基础上，将不断完善大面积航班延误处置和航班计划的动态调整机制，推动保障工作时间窗口前移。同时，还将进一步探索区域运管委建设，在主要机场群和热点城市对航线推动建立多场运管委联动机制，扩大对运行数据的共享范围，并计划在 2022 年初步完成所有运输航空公司、运输机场和空管相关数据资源的汇集共享。

同时，2022 年中国民航将继续利用市场恢复阶段这一低负载期，围绕高质量发展的主题，进一步推动做好智慧民航建设、民航绿色发展等工作。从推广电子登机牌到打造全流程飞行节能模式，从机场人脸识别技术的推广到东航实现首个国内“全生命周期碳中和航班”，过去几年民航智慧机场和绿色低碳行动正在有序推动中。在今年的工作会上，民航局表示将继续聚焦智慧民航主线，推动民航科技创新体系再升级，尤其要大力促进北斗导航、5G 航空应用等科技成果转化。

最后，在今年的工作会上，民航局还特别指出，2022 年将继续做好 C919、MA700、长江 -1000A、直 -15 等国家重点项目的审定工作。众所周知，一个国家的适航审定能力与制造能力是相辅相成的。过去几年，在国家一系列重点项目的发展过程中，我国的适航审定能力也有了长足的进步。因此，2022 年除了民航运输业本身的发展，局方对这些重点项目的审查工作进展也值得关注。■

航空运输·二

中国民航的“六新”目标

——《“十四五”民用航空发展规划》发布

文 | 彭冉冉

新年伊始，中国民用航空局、国家发改委、交通运输部联合印发《“十四五”民用航空发展规划》（以下简称《规划》）。在这份规划中，明确了我国民航 2035 年远期目标和“十四五”期间的六大目标，即服务安全水平再上新台阶、综合保障能力实现新提升、航空服务能力达到新水平、创新驱动发展取得新突破、绿色民航建设呈现新局面、行业治理能力取得新成效。“六新”发展目标擘画了一个更安全、更高质量、更有效率、更加公平、更可持续的现代民航体系。

↓

图 | 图虫·创意

“跳起来摘桃子”

总体来看，《规划》阐明了我国民航未来五年发展的指导思想、基本原则、目标要求和重大举措，规划期至 2025 年，展望至 2035 年。而在规划制定之初，民航局局长冯正霖就提出了“跳起来摘桃子”的规划工作要求。

具体来看，《规划》将“十四五”期间我国民航运输业的发展分为恢复期和积蓄期（2021~2022）、增长期和释放期（2023~2035）两个阶段。第一个阶段的工作重点是巩固疫情防控成果，调控运力、促进行业恢复，第二个阶段的工作重点则是进一步扩大国内市场需求、恢复国际市场运营，全面推进全行业快速发展。

《规划》明确到 2025 年我国颁证民航运输机场数量和运输机场跑道数量将由 2020 年的 241 个和 265 个提升至 270 个和 305 个，届时旅客运输量、航班起降架次将分别提升至 9.3 亿人次和 1700 万架次。

从数据来看，2015 年至 2019 年间，我国民航旅客运输量和航班起降架次的复合年增长率（CAGR）分别为 10.7% 和 8.0%，分别较“十二五”期间增长 2.4 个百分点和 0.5 个百分点，但基础设施保障能力已面临容量和效率双瓶颈。为了解决这一问题，《规划》明确到 2025 年我国颁证民航运输机场数量和运输机场跑道数量将由 2020 年的 241 个和 265 个提升至 270 个和 305 个，届时旅客运输量、航班起降架次将分别提升至 9.3 亿人次和 1700 万架次。

《规划》中还独辟章节鼓励航空公司进行业态和模式的创新，完善市场化机制，打造差异化航空产品。《规划》指出“十四五”期间要打造民航中国服务品牌，鼓励航司线上线下结合推进业态和模式的创新，延伸和升级服务产品，促进航空服务产品的多元化和差异化发展；同时完善市场运行机制，推进差异化航空服务收费改革。近年航空差异化产品的推出加快，2021 年 9 月开始实行《公共航空运输旅客

服务管理规定》，删除托运行李“一刀切”的收费规定，中联航等多家航司已自行制定相关标准，东航近期推出“一步到位”购票产品，创新地颠覆了民航“先买票后值机”的固有流程，更符合用户思维，龙头航企下场进行产品创新或将有助于引领行业营销体系的市场化变革，在“十四五”期间的相关政策鼓励下，民航产品或呈现差异化多层次的特点，有助于资源的优化配置。

更清晰的“运输网”

对于民航业来说，提升航空服务能力是民航发展的根本要求。在《规划》中，不仅对航空服务进行了专篇部署，还专门设置了《“十四五”航空运输网络专项规划》，对民航航线网络布局方案和重点建设任务都进行了整体部署，并明确了要加快构建完善国际航空运输网络、国际航空运输通道、航空枢纽功能三大体系，着力实施“干支通、全网联”、基本航空服务、“空中丝绸之路”、国际航空货运能力提升、国际航空枢纽强化等 5 大工程。

具体来看，一是优化国内航空运输网络体系。结合国家综合机场体系，提出构建国内三张网、推进两大工程的举措。其中，“三张网”是打造支撑有力的骨干网、构建普惠均衡的基础网和优化国内航空货运网；两大工程是全力推进“干支通、全网联”工程、继续推行基本航空服务工程。

二是畅通国际航空运输通道体系。按照“周边融、走廊通、通道畅”的导向，着力构建与对外开放格局相适应、安全高效的“一圈六廊五通道”体系。其中，重点推进“空中丝绸之路”建设和增强国际航空货运能力两大工程。预计到 2025 年，通航国家数量超过 70 个，其中通航共建“一带一路”国家数量超过 50 个；中国航空企业占我国国际货运市场份额超过 40%。

三是完善航空枢纽功能体系。航空枢纽是航空运输网络建设的重要支撑。《规划》明确了国际航空枢纽根据功能定位和区位优势，重点增强洲际连接、国际中转、辐射区域的功能；国际航空货运枢纽重点提升综合性国际航空货运枢纽功能，布局和建设鄂州等专业性货运枢纽；区域航空枢纽重点增强对支线机场的辐射带动作用，推动建设“干支通、全网联”的航空运输服务网络和支持面向特定区域的国际航空运输通道建设。同时，推动机场与各种交通方式深度融合，形成一批以机场为核心的现代化综合交通枢纽，实现枢纽机场轨道接入率达到 80% 的规划目标。

对于此次规划中提及的“干支通、全网联”的航空服务网络，笔者认为对于民航业长远发展来说具有重要的意义。创新“干支通，全网联”服务，一是通过增加现有机场之间的通达性，有利于发挥枢纽机场的辐射效应，强化干线、支线、通航短途运输之间的“供血”效应。二是通过完善通程航班“一次支付、一次值机、一次安检、行李直挂、全程无忧”五项基础服务标准，以旅客需求为导向，推行中转服务便利化，有助于提升旅客对中转航班服务的满意度和获得感。三是通过引导航空市场主体间深度合作，挖掘中转市场潜能，有助于提升现有航班客座利用率，助力疫情防控常态化下行业复苏发展。四是通过解决目前通航短途运输航线在干支机场的中转服务断点，有助于增加旅客乘坐通航短途运输航班意愿，带动支线航空发展，进而实现民航“两翼齐飞”。

此外，《规划》还强调了“十三五”期间我国航空物流、通用航空与国内制造业协同等领域仍有明显弱项，重点强调了“十四五”期间打造高效的、自主可控的航空物流网：提高国内线客机腹舱的利用率，在空港物流枢纽布局全货机航线网络，完善国际货运网络，提升货运枢纽的功能。同时加快市场主体的培育，引导航空物流企业入驻货运功能较强的机场，资源保障方面推动实施更高水平的航权开放政策，允许货运航班使用日间时刻。2020 年中方航司占中国国际货运市场份额的 33.8%，预计到 2025 年将超过 40%，可以预见，未来航空货运企业将受益于“十四五”期间的政策升级。

“工程单”与“政策包”

不同于以往，此次《规划》有一个创新的做法，就是聚焦行业发展的堵点、痛点和难点，围绕问题针对性强、全局带动面广和旅客切身感受最直接的领域，设置了容量挖潜提升工程、航空运输便捷工程、民航绿色低碳工程、科技创新引领工程、人才强业工程、产业系统示范工程等 6 大重点工程作为“十四五”期间的“工程单”和“政策包”。

以智慧民航建设为例，《规划》指出，“十四五”期间中国民航将全面推动行业数字化转型，带动行业智能化应用，实现行业智慧化融合。按照 2035 年实现“出行一张脸、物流一张单、通关一次检、运行一张网、监管一平台”的五个一目标，加快推动行业传统和新型基础设施深度融合，提升行业系统化、协同化、智能化、绿色化水平，智慧民航建设将成为多领域民航强国的强大支撑。

《规划》还特别强化了民航高质量发展的内涵，在指标设计中增加了便捷高效、创新智慧和绿色发展的目标，其中很多指标都牵涉智慧民航建设的成效。例如，体现智慧出行的千万级机场旅客全流程无纸化能力、行李全流程跟踪服务水平，预计到 2025 年分别达到 100% 和 90%；体现智慧物流的货运单证电子化率达到 80%；体现智慧运行的千万级以上机场近机位靠桥率达到 80%。此外，空管系统新增主要装备国产化率、主要企业科技研发投入占比也作为体现创新智慧的指标纳入规划，预计到 2025 年分别达到 80% 和 1%。

为了更好地落实“十四五”规划要求，近日民航局审议通过了《智慧民航建设路线图》。《路线图》将按照“体系发展引领、分域模块构建”的思路，以智慧出行、智慧空管、智慧机场和智慧监管为四个核心抓手，强化改革创新、科技创新、基础设施保障三大支撑，推进智慧航空运输和产业协同发展，以智慧塑造民航业的全新未来。

再看看近两年来另一个行业关注的热点话题——绿色民航。在量化指标上，《规划》根据国家绿色生态建设总体要求，并结合我国民航发展阶段特征，提出了运输航空吨公里二氧化碳排放和机场单位旅客能耗两项指标，预计到 2025 年五年累计平均值分别降低至 0.886 千克和 0.853 千克标准煤。为了实现这一目标，《规划》对提升政策管理和支撑能力、完善主体协同联动机制、突出重点治理内容、强化民航关键脱碳技术攻关等作出系统部署，提出路线图和时间表。《规划》专门提出健全生态友好的绿色发展体系，对完善行业绿色治理体系、推进资源节约集约利用、努力减缓民航对环境影响都作出部署。考虑到国家双碳工作要求，绿色发展是行业“十四五”期间的一项重点工作，规划提出民航绿色低碳工程。以强化科技创新能力和优化完善绿色发展政策为重点，加快碳市场机制建设、绿色标准建设、关键技术攻关、绿色标杆建设，支撑国家“双碳”目标，推动民航绿色发展取得实质性进展。■

图 | 东航集团

航空运输·三

东航战略投资中国物流集团：开启多式联运新模式

文 | 魏君

2021 年 12 月 6 日，经国务院批准，中国物流集团有限公司正式成立。这是我国迄今为止唯一一个以综合物流作为主业的新央企，在我国物流行业发展的历史上具有里程碑意义。对此，业界普遍认为，整合而成的中国物流集团将有望开启我国打造世界一流综合物流集团的新篇章。尤为值得关注的是，此次东航集团作为战略投资者入股中国物流集团，成为了唯一一家参股的民航企业。早前，东航集团旗下的东航物流已率先在国内实现了混合所有制改革和 A 股上市工作，此次战略参股中国物流集团，再次证明了东航在物流领域的布局已遥遥领先行业企业。

物流巨无霸诞生

2020 年突发的疫情使得我国物流领域的短板凸显，尤其是在综合物流服务方案提供方面缺乏有国际竞争力的大型、综合性企业。即便是在两年后的今天，我国海运、空运、中欧铁路运输等依旧处于拥堵状态，尤其在航空货运市场，由于受国际航线锐减的影响，运力短缺，运价居高不下。在此背景下，“促进现代化物流建设、保障国计民生”成为了我国物流行业亟需解决的问题。于是，在国家层面的统筹规划下，中国物流集团应运而生。

新组建的中国物流集团由原中国铁路物资集团有限公司与中国诚通控股有限公司物流板块的中国物资储运集团有限公司、华贸国际物流股份有限公司、中国物流股份有限公司、中国包装有限责任公司这 4 家企业为基础整合而成。同步引入中国东方航空集团有限公司、中国远洋海运集团有限公司、招商局集团有限公司作为战略投资者，形成紧密的战略协同。

从股权结构来看，国务院国资委和中国诚通控股集团有限公司分别持股 38.9%，东航、中远海运、招商局三家战略投资者分别持股 10%、7.3% 和 4.9%。因此，中国物流集团也成为了由国务院国资委直接监管的又一家股权多元化的中央企业。

从业务规模来看，中国物流集团无疑成为了我国物流领域的一家巨无霸企业。从业务网点分布来看，遍布国内 30 个省（市、区）及海外五大洲；拥有铁路专用线 120 余条；整合公路货运车辆近 300 万辆；国际班列纵横亚欧大陆。因此，这家超大型企业对自己未来的定位也已十分明确，在“十四五”乃至今后较长一段时间，将充分利用、整合现有资源，定位发展为“综合物流服务方案提供者、全球供应链组织者”，致力于打造具有全球竞争力的世界一流综合性现代化物流企业集团。

重构资源，强化优势

如今，我国已成为全球第一大物流市场、全球第二大消费市场和全球第一大贸易大国，因此也迫切需要培育与自身经济影响力相匹配的物流企业。

为此近几年来，为了解决多式联运、国际供应链管理等问题，交通运输部联合国家发展改革委组织开展了 70 个多式联运示范工程建设，综合效益初步显现。2018 年以来，我国不断落实推进运输结构调整三年行动计划，推动货运“公转铁”，在航空、铁路领域对国有资本进行混改，提升铁路、水路承担大宗货物运输的比例，提升多式联运效率。与多式联运同时推进的还有国际供应链管理。近年来，海外仓成为稳定外贸的重要举措之一，国家鼓励传统外贸企业、跨境电商和物流企业等主体积极参与海外仓建设。截至目前，我国海外仓数量已近 2000 个。但从长远来看，这些分散的资源无法满足未来发展的需要，因此中国物流集团的诞生有其必然性。

从资源整合情况来看，接收原中国铁路物资集团有限公司的铁路资源，发挥中

近年来，海外仓成为稳定外贸的重要举措之一，国家鼓励传统外贸企业、跨境电商和物流企业等主体积极参与海外仓建设。截至目前，我国海外仓数量已近 2000 个。但从长远来看，这些分散的资源无法满足未来发展的需要，因此中国物流集团的诞生有其必然性。

国物资储运集团有限公司大宗商品供应链、消费品物流的优势，港中旅华贸国际物流股份有限公司的国际货代发展优势，中国物流股份有限公司多式联运、国际货代等优势，战略引进中国东方航空集团、中国远洋海运集团、招商局集团等多家央企，涵盖并增强航空、海运、公路运输三方面的能力。中国物流集团勾勒了公铁水空相对完善的多式联运格局，并吸纳了较强的国际供应链管理资源。

但需要指出的是，对于整合而成的大型央企来说，“规模大”并不是重组的初衷，做大做强做优才是。尤其是对于中国物流集团这样一家关系供应链安全的企业来说更是如此。此次参与整合的企业在物流细分产业尽管都各有侧重，并且在仓储、运输和产业资源方面也都有各自深厚的积累，但客观来说在业务上也存在着一定的重合。未来，如何将重合业务达成有效协作、调动存量资源，实现“1+1>2”的效果将是中国物流集团首先需要解决的问题。

航空货运积极融入多式联运

一直以来，多式联运是我国综合物流体系中的薄弱环节，航空货运在我国物流体系中的占比十分有限。数据显示，在我国国际物流供应链中，水运承担了约 94% 的货运总量；以中欧班列、中亚班列为代表的铁路货运市场占有率为 3%，公路占有率为 3%，航空货运占有率仅为 0.2%。这一数字与过去几十年来，我国民航业的高速发展形成了强烈的反差。正是看到了这一潜在的商机，东航此次作为战略投资者，加入到了中国物流集团的重组中。

在我国国际物流供应链中，水运承担了约 94% 的货运总量；以中欧班列、中亚班列为代表的铁路货运市场占有率为 3%，公路占有率为 3%，航空货运占有率仅为 0.2%。

作为民航首家实现混合所有制改革试点的央企，东航物流在 2021 年 6 月完成在 A 股上市，不仅成为了我国首家实现航空客运和航空物流两项核心业务“双上市”的国有大型航空运输企业，也超预期完成了“三步走”的国企混合所有制改革。在完成混改之后，东航物流航空货运业务发展成绩十分亮眼。根据东航物流发布的业绩报告显示，2020 年公司净利润达到 23.7 亿元，2021 年更是一路高歌猛进，仅前三季度的净利润已经超过 2020 年全年。或许是尝到了甜头，此次东航积极参与中国物流集团的重组。显然与此前东航物流的重组主要着眼于混改业务不同，这一次东航又在民航业领先一步，着眼于多式联运的巨大市场。对此，东航相关负责人在中国物流集团的成立大会上表示，“未来东航将充分利用全球航空枢纽网络优势，为中国物流集团国家战略，打造自主可控产业链和供应链，创建具有全球竞争力的世界一流综合性现代物流企业集团，作出新的、更大的贡献。”事实上，放眼全球市场，航空货运都在多式联运中发挥着重要的作用。但在我国，航空货运的多式联运仍处于探索阶段。

↓
图 | 东航集团

目前航空货运主要参与了三种多式联运，分别是空陆联运、空海联运和空铁联运。其中，空陆联运是航空货运相关多式联运方式中发展相对成熟的联运方式。2018 年，交通运输部起草了《空陆联运集装货物转运操作规范》（征求意见稿），将空陆联运的定义规范为采用航空和公路两种运输方式完成的多式联运，包括陆运转航空和航空转陆运两种形式。从目前发展的情况来看，航空货运与公路运输之间存在竞合关系。公路运输具有价格优势，在国内快件、短距离运输方面占据主导地位；航空货运在运输附加值高的货物以及长距离运输方面具有优势。与此同时，航空货运在“最后一公里”的运送上依赖卡车，而分拨航空货物也是卡车重要的服务内容，从这方面看，两者又相互依存，共同促进。

空海联运业务目前在我国正如火如荼地进行着。目前主要的空海联运形式是把货物先由船运至国际中转港口，通过卡车运输到海港临近机场，通过空运至目的地。空海联运综合航空货运速度快、时效性强与海运运量大、成本低的特点，能对不同运量与不同运输时限的货物进行有机结合，具有在时间上比海运短，在运费上比航运低，又提高了时效性的特点。以中国经迪拜中转到非洲的空海联运产品为例，全程海运到非洲需要 25 天至 40 天，而空海联运只需要 15 天至 20 天。但开展空海联运业务的代理商需要同时具备海运和空运运输资质，货运代理要根据客户的路线、时限、费用等提供空海联运的运输方式。

与国外空铁联运业务已经发展得较为成熟不同，在我国空铁联运业务还处于初步试水的状态。在我国，空铁联运的概念最早是针对民航客运业务提出的。顾名思义就是将航空运输和铁路运输的优势相结合，发挥各自优势，方便旅客通过这种运营模式来实现航空与铁路之间的无缝换乘。此后，在货运方面也开始延伸出了货运空铁联运产品。

图 | 东航集团
↑

2017 年，四川机场集团、成都铁路局、中铁快运、四川航空和顺丰速运等多个单位共同推出了国内第一个空铁联运货运产品，并且实现了“一箱到底、一单到底”。之后，2018 年，中国民航局与中国铁路总公司签署《推进空铁联运战略合作协议》，双方旨在不断完善空铁联运的基础设施，创新空铁联运产品、提升空铁联运服务水平、扩大空铁联运信息共享、推进空铁联运示范工程等五个方面深化合作。这一战略合作的签订，客观上为解决联运设施不健全、信息不共享、安检不互认等问题完善了外部环境。但相比空陆联运和空海联运，空铁联运仍显稚嫩。

此次，东航战略入股中国物流集团或将为航空货运融入多式联运作出更多的探索。作为战略入股的股东，东航如何将其布局在全球的航空运输网络与其他控股股东现有资源进行高效结合，如何与其他股东通过合作，逐步搭建多式联运的信息平台、改善多式联运通关环境等，都是值得关注和期待。■

海口美兰国际机场

↑

航空运输·四

海航重整后的“分离式”发展

文 | 张晋

2021 年，在中国民航大事件中，海航的成功重整无疑算是一件。与此前盛传的国内三大航联手入主海航集团不同，最终辽宁方大集团以 410 亿元“接盘”海航集团的航空业务，海航集团机场板块的实际控股权则正式移交至战略投资者海南省发展控股有限公司，这意味着历时一年多的海航集团航空业务板块的重整画上了句号。

艰难的尘埃落定

在盲目扩张导致极高负债率和新冠肺炎疫情的双重冲击下，2021 年海航集团最终不得不向政府“求援”。

2021 年 1 月 29 日，海航集团发布声明，表示由于相关债权人不能清偿到期债务，申请法院对其进行破产重整。2021 年 2 月，海航集团依法进入破产重整程序，其中航空主业、机场板块、供销大集三大板块主体单独招募战略投资者加入重整，其中涉及三家上市公司和 321 家企业。

早在 2017 年，海航集团就陆续暴露出流动性危机，之后尽管公司开始通过出售非核心业务来弥补现金流的不足，但收效甚微。此后，新冠肺炎疫情的爆发更是成为了“压垮骆驼的最后一根稻草”。2020 年 2 月，海南省政府依法会同相关部门成立了海航集团联合工作组，全面主导和推动解决海航集团风险处置工作。

尽管联合工作组在入驻海航之前已做了充足的准备，但在推进重整的过程中仍发现，海航的实际情况比预想的更糟糕。根据公开信息显示，进入破产程序以来，联合工作组共接受了各方约 2 万亿债权的申报，最终确认债权 1.1 万亿元。在梳理巨额债务和异常复杂的股权关系的同时，联合工作组另一个十分重要的工作就是为海航积极引入新的战略投资者。

在经过近 1 年的努力和对有意参与海航重整的战略合作伙伴的筛选之后，海航集团的重整尘埃落定。2021 年 10 月，海航集团有限公司及其航空、机场、商业三个板块相关企业的破产重整计划（草案）获得债权人表决通过。之后，海南省高级法院公布对海航集团及相关企业破产重整案各项重整计划的核查结果。

根据重整方案，海航集团及其 321 家公司实质性合并重整后，将合并为一个企业，其相互间的持股均视为消灭，内部债务消灭，外部债务剔重（即主债与担保债权仅计算并清偿一次，为同一笔债务提供多笔担保仅计算并清偿一次）。重整后，海航集团将拆分为 4 个板块，分别为航空板块、机场板块、金融板块、商业及其他板块，且 4 个板块将各自独立运营。

其中，海航最为优质的航空业务板块迎来了新的战略投资者——辽宁方大集团。或许是之前方大集团的主营业务并不在民航运输领域，因此其此时选择耗费巨资入主风雨飘摇的海航自然也成为了媒体关注的焦点。海航集团另一个非常重要的资产——机场业务则毫无意外地被海南省发展控股有限公司收入囊中。考虑到未来海南自贸区的发展所蕴含的巨大商机，这一部分资产的重整也颇受关注。相比之下，

截至目前海航的金融业务和其他商业板块业务还未找到新的战略合作者。

方大“主政”海航航空业务

与机场业务在重整时更倾向于国有资本控股不同，海航航空运输业务为主的航空板块一开始就表现出希望寻找民营企业作为战略投资者的意向。最终参与竞标的三家企业——均瑶集团、复星集团和方大集团也都是民营企业。与前两家企业都或多或少涉及过民航业务不同，最终中标的辽宁方大集团在此之前并未涉及过航空领域。

如果时光倒回到 4 年前，或许方大集团自己都不会想到有一天会入主海航。彼时，海航的总资产达到 2047 亿元，而方大集团的总资产不过 708 亿元。但事实是，4 年后，方大集团以 410 亿元的“最高出价”，战胜了另外两家竞标企业，拿下了海航集团航空业务的控制权。

2021 年 6 月，海南方大航空发展有限公司在海南省海口市成立，注册资本 300 亿元。3 个月后，方大集团、方大航空与海航集团、海航控股及其十家子公司签署《重整投资协议》，方大航空以 123.2 亿元现金获得海航控股 44 亿股 A 股股票。同时，在上市公司体系外，海航集团管理人将其航空主业重新整合装入海航航空集团，方大航空将获得海航航空集团 95% 的股权，并通过海航航空集团持股 99% 的大新华航空及其全资子公司 American Aviation LDC. 间接持有海航控股 40.95 亿股股票，持股比例为 12.32%。至此，方大航空合计控制 *ST 海航 24.95% 股权，成为上市公司控股股东。

在方大入主海航航空业务之后，陆续在媒体的报道中，看到的都是海航的发展逐步向好的消息，但客观来说，由于疫情的影响仍在发酵，对于方大集团来说未来如何重整海航的航空业务依然是一件十分考验智慧的工作。

目前，海航与境内外飞机租赁商达成了债务重组方案，针对破产重整前的飞机租金欠款均给予了较大幅度的豁免。未来几年内，对于宽体客机的租金支付方式也从固定租金改为按小时收费。这些措施在一定程度上可以降低海航的运营支出，使其飞机租金支出成本基本降至国内三大航的水平。但这对于风雨飘摇的海航来说也只是杯水车薪。面对残酷的行业环境和净资产为负的局面，方大集团亟需带领海航走出困局，也正因为如此，其提出了“2022 年要实现盈利的目标”。为了实现这一目标，正式入主海航一个多月的方大集团正在加紧对公司业务进行建章立制，甚至希望在集团层面推进日成本管控制度。未来，方大能否打开局面，为海航注入新的发展活力还有待观察。

> 面对残酷的行业环境和净资产为负的局面，方大集团亟需带领海航走出困局，也正因为如此，其提出了“2022 年要实现盈利的目标”。

机场业务捆绑自贸区发展

海航机场板块的重整中，海南省国资委下属的海南省发展控股有限公司以 33 亿股、每股对价 2.59 元、总投资 85 亿元成为了上市公司海航基础新的实际控股人。2021 年 12 月 24 日，海航集团机场板块的实际控制权正式移交至战略投资者海南省发展控股有限公司。与此同时，上市公司“海航基础”也正式更名为“海南机场”。此举也意味着，海南本土三家机场重新回归本源，彻底完成了“去海航化”——海航机场不再，海南机场登场。这一点从长远来看，将有助于海南机场成为自贸港的重要窗口。

首先，国有资本的控股将更有利于海南机场依托航权开放政策，打造面向东南亚、印度洋、太平洋的国际航空枢纽。目前，海南自贸港是国内除香港以外，内地唯一实施第七航权政策的地区。今年美兰机场已开通 10 条国际及地区货运航线，其中包含海南省第一条第五航权航线，首条第七航权航线也有望年内开飞，随着航空运输业的自由化、便利化，海南机场将全面打造成为面向东南亚、印度洋、太平洋的航空枢纽。

其次，国有资本的控股更有利于海南三大机场实现一体化建设运营。伴随自贸港建设的高速发展，海南三大机场将形成 1.5 小时内经济圈。2019 年海南三大机场已实现近 4700 万人次旅客吞吐量，在当前国内处于领先水平，预计到 2025 年，三家机场吞吐量将达到 6200 万人次。此外，美兰三期建设已开始谋划，建设完毕后，仅美兰一家机场就将达到 7000 万人次的吞吐量，在国内将可以排进前 10。同时依托自贸港优势，封关后，机场作为重要通道口岸，将对标新加坡、香港，发展成为国际领先的标杆机场。

再次，国有资本控股更有利于海南各大机场充分利用自贸港“聚集效应”。抢抓海南自贸港发展机遇，美兰、凤凰、博鳌三家机场顶住疫情与重整双重压力，实现持续稳定运营，多项指标保持了高效增长态势。

数据显示，2021 年上半年，海航机场业务收入与其他机场集团相比，收入规模、体量并不小。其中，海口美兰机场的业绩表现更是十分“吸睛”。2021 年上半年，美兰机场实现营业收入 8.94 亿元，同比增长 46.92%，实现归属母公司净利润 3.45 亿元，同比增长 333.83%，是国内唯一一家归属母公司净利润超过 2019 年（疫情前）同期水平的机场。在回归国有控股之后，相信海南机场可以进一步依托自贸港各项政策优势，依托美兰机场 T2 航站楼投运，结合第七航权、离岛免税、保税航油等政策，逐步形成“集聚效应”，实现未来人流、客流、物流的几何倍数增长，真正成为连接自贸港与世界的空中桥梁。

第四，从海航机场板块的重整方案中可以发现，随着机场业务重归国有控股，也更有利于该板块为各个免税业务提供服务，进一步提质升级，协同持续做大海南免税市场规模，利用独有优势，从政府层面协调各航司及旅游机构做好机场免税与市内免税业务的整合联动与商业文化升级，为全球旅客提供无缝隙、全流程的免税服务体验。同时，在完成国有控股后，海南机场板块属于海南自贸港鼓励类产业，其企业所得税将按 15% 征收，再叠加享有保税航油、第七航权等自贸港政策，未来海南机场板块无论是人流、客流还是物流方面，都将有望实现几何级增长。

海航大厦

↑

人物

陈智超：奋力追梦 助大飞机研制融合创新

文 | 周岑茗

陈智超 | 2021 年度中国商飞公司“十大青年英才”

1988 年出生，中共党员，2010 年入职，现任上飞公司新一代信息技术融合创新团队技术负责人、副总工程师。2019 年荣获中国商飞优秀科技工作者，荣获 2019 年度“最美上飞人”等荣誉称号，入选 2021 年“上海科技青年 35 人引领计划”，荣获 2021 年度中国商飞公司“十大青年英才”称号。

图 | 上飞公司提供

↑

从参与大飞机研制传统创新相关的预先研究，到推动成立上飞公司青创中心孵化科技前沿课题项目，再到率先布局新一代信息技术在飞机研制的融合创新应用，陈智超始终望眼未来，奋力追梦，为大飞机研制蹚出一条“新”路。

“因为相信，所以看见”

创新是企业发展的动能，中国商飞公司党委书记、董事长贺东风曾说过：“一个组织要有三支队伍，其中就要有一支面向未来的预研队伍，眼睛永远向前看。”

如今，在上飞公司就有这样一支“眼睛向前”的队伍，他们致力于颠覆性的科技创新工作，聚焦研究新一代信息技术和大飞机研制的融合创新，不断开发创新场景并推动落地应用，持续推动建立行业标准。作为这支 150 余人创新团队的技术牵头人，陈智超在搞科研、带队伍、抓管理时常把“因为相信，所以看见”挂在嘴边。

大多数人的思维是：一个见都没见过的东西，如何能让人相信？这个思维模式，决定了大多数人先看自己拥有什么，然后再根据现有条件去设定目标。“很多人是因为看见而相信，只有很少一部分人是因为相信而看见。”陈智超笑称自己始终是那一部分“少数派”。

曾在上飞公司科技管理部工作的陈智超，当时最主要的工作就是预先研究。预先研究，简而言之就是研究怎么用新工艺、新技术、新方法把飞机造得更好。当时，更多还是关注型号工艺技术的创新，思路还没有完全打开，主要还是想着怎么让工艺更稳定、把零件造得更好。

于陈智超而言，从传统创新走向颠覆性创新，源自一次调研。2017 年下半年，时任科技管理部预先研究室室主任的陈智超，在时任科技管理部部长汪顺利的带领下，带队赴深圳的空客公司创新中心开展调研。

除了在本土建立的主要从事型号技术创新的中央研究院，空客公司在硅谷和深圳还分设了外部创新中心进行颠覆性技术创新。正是这次参观，让陈智超第一次领悟到了开放创新、融合创新带来的颠覆性创新的魅力和重要性，萌生了要换条路子搞创新的想法，“要走出传统创新的‘舒适圈’，踏上颠覆性创新的‘无人区’，这条道路必定艰难，但我相信未来可期。”陈智超说。

从深圳参观回来，陈智超跃跃欲试，在部门领导的支持下组建了一支创新团队，开启了研究融合创新项目的探索之路。据他回想，最早探索青年创新、融合创新的团队只有 5 人，而在公司党委、各级领导的关心支持下，现在创新的氛围愈加浓厚，越来越多的上飞青年选择加入了这支队伍，去探索新技术的应用，去因为相信所以看见。

“飞机和创新，我都热爱”

听说过陈智超的人，不少都知道他来自南京航空航天大学“大飞机班”，但鲜为人知的是他从大一到大三都是在南京航空航天大学的信息管理与信息系统专业学习，主要学习的就是编程代码和开发信息系统。

当被问及为何从信息管理与信息系统专业“摇身一变”成了交通运输专业时，陈智超激动地说：“当初，我在学校里看到一幅 C919 大型客机的海报，上面写着‘造中国人自己的飞机’，直击心灵，瞬间点燃了我的爱国情和飞机梦。”这张让陈智超记忆犹新的海报，便是当年第一届“大飞机班”在南京航空航天大学招募学员时张贴出来的。

心动更要行动，陈智超果断报名参加了“大飞机班”的选拔，通过层层遴选，最终有幸成为 30 名学员之一，转入民航学院交通运输专业进行定向培养。正是如此“特殊”的学生时代经历，为他后来走上飞机研制和信息技术融合创新奠定了扎实的专业基础。

因为热爱，所以坚持。从学生时代与大飞机结缘，到毕业后扎根飞机研制创新沃土，参与并见证中国大飞机事业的蓬勃发展，陈智超坦言，正因为始终有一份家国情怀于胸，不敢忘了初心，更要默默坚守着那份国产大飞机情怀，“我们正在干的是一份伟大的、意义非凡

的、能够感召人的事业，没有什么可以让我放弃它。”陈智超坚定地说。

同样，让陈智超无法放弃的还有“创新”这件事。当创新这条路上的“少数派”，说起来容易，面对质疑和挑战，他却坚持了下来。入职 11 年，有近 10 年都坚守在科技创新条线的陈智超，对一切“新”事物都充满好奇心，也锻炼出了捕捉“新”事物的敏锐触觉和能力。

“2018 年初，我们隐约感觉到云计算、大数据、人工智能等新一代信息通讯技术的运用将给工业带来革命性的变化。”捕捉到创新关键点的陈智超，一如既往地保持着对未知世界永不停息的探索热情，不仅成立了一个研究小团队，还与华为、联想、联通、腾讯等互联网行业的翘楚企业建立起了联系。

然而，想要尝试融合创新的最初并不顺利。因为行业和专业等方面的差异，团队同互联网企业从互相听不懂对方专业语言的“鸡同鸭讲”开始，陈智超带领团队进行了近半年多的学习，慢慢开始找到了一些方向，开启了新一代信息技术和大飞机制造融合创新的大门。

“不破楼兰终不还”

前途是光明的，道路是曲折的，是一切新事物发展的途径。如同所有新事物一样，新一代信息技术与大飞机制造的融合创新也并非一帆风顺。

2018 年下半年，“跨界融合真的能成功吗？”“新一代信息技术真的比原来更好吗？”“这样的探索，还不知道得多少年才能实现！”……无数质疑声也随之而来。

临渊羡鱼，不如退而结网。此时的陈智超和他的团队选择韬光养晦，在他们认为正确的道路上持之以恒、埋头苦干。

铆足劲、不放弃、干到底，陈智超带领团队认准目标，誓要干成拿下。2018 年 12 月 31 日，对陈智超来说是一个特殊的日子，让他印象深刻。这一天，不仅是 2018 年的最后一天，也是陈智超和他的团队披星戴月、全力以赴为总装制造中心搭建起工业园区私有云，完成相关网络建设的重要日子。通过不懈努力，2019 年 2 月，新一代信息技术覆盖应用的工业园区最终建成，并同时发布了 10 项工业创新场景。

努力就有收获，陈智超和他的团队逐渐迎来了春天，他们的创新实践也得到了国家和行业的认可。2019 年 8 月 12 日，工信部在中国商飞召开新一代信息技术与工业互联网融合创新相关的现场会，会上发布了工业互联网“512 工程”推进方案，还高度认可了陈智超团队的工业创新实践，并将其树立为全国的标杆示范。

“这个会议级别很高，我有幸能够进入会场。当听到我们被认可时，不由自主地流下了激动的眼泪。”陈智超坦言，每当回忆当时在会场的场景，心情依旧无比激动。对他和团队而言，这份重量级的肯定如同久旱逢甘霖，来得太及时了。

这次会议后，新一代信息技术与大飞机研制的融合创新不断加速，成果不断显现。正如陈智超所说，“就像长征一样，相信这件事的人就会汇集起来。”不断有更多的人加入这支创新团队，并坚持用“每天一个小变化，三个月一个大变化”的方式去创新。开发的场景数量也从 2019 年 2 月的 10 项，到 2019 年 5 月的 25 项，再到 2019 年 8 月的 50 项、2020 年 9 月的 100 余项，如今发展到 2021 年 6 月实现开发场景 250 余项、落地 50 余项。

在陈智超和他的团队共同努力下，新一代信息技术的低时延、高速率、大连接的优势在飞机生产研制现场应用或辅助应用中发挥得淋漓尽致。例如，开发应用 AR 辅助线缆装配在交付 ARJ21、C919 现场应用，使得装配效率提升两三倍；机器视觉检测系统在复材拼缝检测中应用，使检测效率提升 300%；云化双目相机检测，实时数据动态监控，让检测速率能够提升数十倍；智能打磨机器人的运用，不仅能提高效率 50% 以上，还可以降低 95% 的人员成本……对于陈智超而言，创新是一件让他快乐的事情，而这件他认准的事儿，不仅要干成，未来还要干得更好！ ■

科普

创新精神号：航空电推的探索与欲望

文 | 解铁军

打破世界速度纪录

罗尔斯 - 罗伊斯公司宣布“创新精神”号全电动飞机于 2021 年 11 月 16 日以 555.9 公里 / 小时（345.4 英里 / 小时）的速度飞行了 3 公里，打破了电动飞机速度世界纪录。在随后的测试中，“创新精神”号以 532.1 公里的时速飞行超过 15 公里，并用时 202 秒爬升到 3000 米，创造另两项新的世界纪录。这些速度纪录申请了国际航空运动联合会（FAI）认证，使“创新精神”号成为名副其实世界最快全电动飞机。

“创新精神”号电动飞机
图 | 罗尔斯 - 罗伊斯官网

↑

此前，电动飞机世界纪录于2017年由西门子使用Extra 330特技飞机改装的330LE电动飞机创造，最大飞行速度是210英里/小时（336公里/小时）。“创新精神”号打破并大大提高了该纪录。实际上，罗尔斯-罗伊斯于2019年收购了西门子的电动飞行业务单元，并逐步将其技术和项目整合到罗尔斯-罗伊斯电动业务。

“创新精神”号全电动飞机项目于2018年启动。项目预算6百万英镑，其中一半由英国政府资助。参与公司主要包括ElectricFlight、YASA和罗尔斯-罗伊斯电动业务部门。项目启动时的主要目的是探索以多电或全电推进为代表的航空的第三个时代，力争打破全电动飞机速度的世界纪录，以此来展示罗尔斯-罗伊斯及其合作伙伴的技术专长和能力，从而推动可持续绿色净零碳航空承诺的实现。

“创新精神”号概况

“创新精神”号的机体部分使用成熟的竞速飞机平台Sharp Nemesis NXT。“创新精神”号使用72千瓦时电池，大功率飞行大约可持续8分钟。锂电池封装后能量密度为155瓦时/公斤，电池壳体是机体结构的一部分。

“创新精神”号串联安装三个独立的750伏、133千瓦的电动机，总功率400千瓦共同驱动一副螺旋桨。包括电池包、控制器和电动机在内的主要驱动系统都装有主动冷却系统。机体结构重295kg，高压动力系统重200kg，电池系统重474kg，其它辅助系统及部件重175kg。

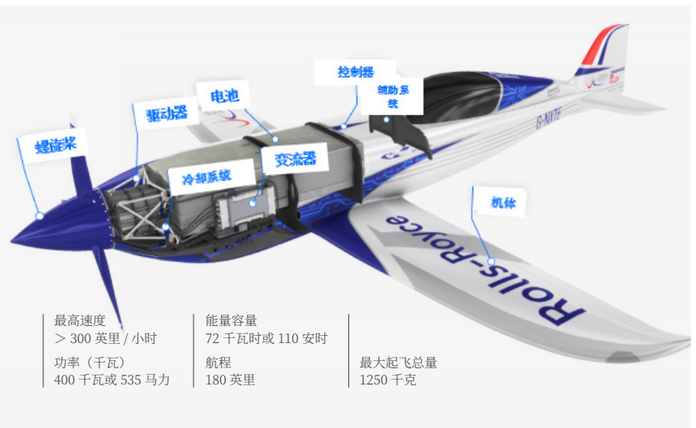
从上面的数据可以看出，系统中超过三分之一的重量是电池。在项目启动时，电动汽车界的电芯能量密度大约是240 wh/kg，由此对应的电池包能量密度大约是120 wh/kg。电芯和电池包辅助系统的重量比大约是50%比50%。“创新精神”号的主要挑战是将航空业控制安全的理念和设计标准带入到电池包的设计中，同时将电芯和电池包辅助系统的重量比提高到65%比35%。

不同于传统电动飞机将高能量密度作为主要的设计目标，“创新精神”号为了实现更高的速度，必须要提高飞机的功率密度。电动飞机的功率密度可以类比传统航空发动机的推重比，只有高功率密度才能支持更高的飞机飞行性能参数，比如速度或者机动性。为了实现高功率密度，“创新精神”号最快可以在8分钟内将电池包内的能量全部消耗，这在热管理和保证安全方面带来很高的挑战。

为了保证安全，“创新精神”号的电池包由三个电气上连接，但机械上独立的电池分包组成。这些电池包都由主动冷却系统来进行热管理。这种冗余设计提高了系统的安全性。电池包还进行了热失控的模拟。热失控模拟在60%充电状态、60度温度和创记录飞行的状态下进行。在人为将2个电芯加热到排气阀打开后，电池包在经历13个电芯熔化排气阀后停止热失控。为了实现热管理，抵御热失控，电池包的设计中采用多层级的防御措施。在电芯层仔细选择电化学设计、材料、电池生产工艺和电芯防御措施；在电芯选择上进行了大范围的电池表征；在电池组模设计中进行模块化设计并进行热测试；在电芯使用时严格控制使用参数；为了保证热包容，电池包带有快速压力释放功能并使用具有阻热能力的电芯分隔舱。

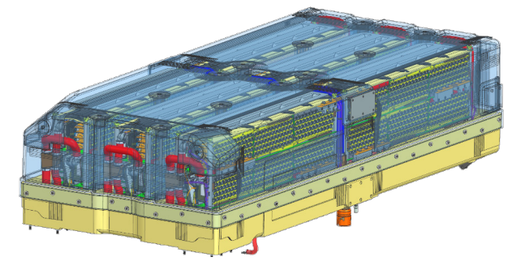
↓

“创新精神”号内部构成及性能参数



→

“创新精神”号所使用的电池示意图及其参数



	模组	电池包(18x 模组)
能量	4kWh	72kWh
电芯类型	圆柱形	圆柱形
'C'率（连续）[1]	8	8
'C'率（峰值）	12	12
系统能量 Wh	4,050	72,900
系统重量 kg	20	475
系统尺寸 (l.w.d, mm)	790 x 150 x 115	1800 x 815 x 405
系统体积 L	8	595
系统能量密度 Wh/Kg	200	155
系统能量密度 Wh/L	510	125
系统电压	120V	720V

“创新精神”号打破速度世界纪录是罗尔斯-罗伊斯在电动航空推进领域多年探索和耕耘的一个小结。罗尔斯-罗伊斯已经进行了超过1500次电动飞行，总飞行电能超过1万7千多千瓦时。完成的试验项目有Magnus eFusion、Extra 330LE、Flight Design F2e、ByeAerospace eFlyer 2和City Airbus。正在进行的项目有Tecnam P-VOLT全电动通勤飞机、Do228亚兆瓦级支线飞机，APUS i5混合推进项目等。罗尔斯-罗伊斯的目标是在本世纪20年代中期推出面向小型螺旋桨飞机、城市空中交通（UAM/AAM）和通勤市场的电动推进产品组合。这个组合包括电池包，电控和电动机。

航空电动推进有诸多优势。电动推进控制难度低、响应快，使它可以更方便快捷地应用在响应要求高的场合，比如城市空中交通（UAM/AAM）。与此同时，电动推进相对于燃气轮机的环境影响小，包括低/零空气污染、低噪音和低二氧化碳排放，这使电动推进适应性更高，并在航空可持续发展中发挥关键作用。航空电动推进的能源利用率也更高，在许多场景下高于往复式或燃气轮机推进系统；电池和电力电子器件近期的发展使航空电动推进成为可能。电动推进有可能带来新的出行方式，并重塑航空运输业。电动航空推进已经在一些领域展现出经济竞争力，比如说飞行培训领域。

在此背景下，基于在航空推进领域积累的行业经验和技术专长，罗尔斯-罗伊斯持续在电动航空领域进行投资。罗尔斯-罗伊斯是往复式发动机和燃气轮机领域的先驱和领导者，现在把电动航空当作航空的第三个时代未来重点发展。电动航空推进，同持续提高燃气轮机效率和扩大可持续航空燃料(SAF)的使用一起，构成了罗尔斯-罗伊斯推动可持续航空、实现净零碳的三大战略。希望“创新精神”号创造的速度世界纪录能让全社会更加关注航空电动推进的潜力，并共同促进航空电动推进的发展。

航空电动推进处于发展的初期，需要参与各方，特别是企业的持续的高质量创新活动来开发和应用新的技术；需要持续提高电动推进系统的能量密度、功率密度、可靠性、安全性和效率。电动航空推进的所有参与方，包括电芯、芯片等技术提供方，部件集成方和飞机集成方需要密切配合，对系统进行优化。将航空电动推进技术转变为适航的产品则需要相关法规和标准、测试方法和工业界同局方的密切沟通。最后，电动航空推进可能会重塑整个航空运输系统，影响机票预订，机场、空中交通管理以及包括电网在内的基础设施建设和改造。民航业界各方需要携手打造一个生态系统，共同促进大规模电动航空推进的早日实现，加速振奋后疫情时代民航的生机和活力，并为实现碳中和/净零碳排放做出贡献。■

詹东新

詹东新，浙江杭州人，中国作家协会会员，上海市作家协会理事。先后出版科普文集《飞遍天下》《享受飞行》《飞行与健康》《和飞机有千万个约会》《人类的翅膀》；主编心理学专著《"管制"压力》；写作出版长篇小说《钱江潮》《圆》《马上起飞》《飞往中国》《晨昏线》等。多家报刊、杂志专栏作者。公开发表或出版各类作品 250 余万字，多次获奖。

漫话航空史

罗星塔下说飞机

文 | 詹东新

马尾入海口的罗星塔是海上丝绸之路的耀眼标识，为海港之星，导航之眼。远来的船员，只要看见闽江入海口那飘然入云的高塔，就会从心底发出一声："马尾到了，中国到了。"

罗星塔，高 31.5 米，每层八个角，标于郑和下西洋的航图上，也出现在世界的航海图上。古塔保存完好，至今仍张挂着大量的导航灯，光照古今。光绪年间，塔处设一邮局，从世界各地发往马尾的信札，只要写上"中国塔"，便可寄达。罗星塔上观海景，也成了航海人眼中的风景。

多少年风雨，罗星塔见惯了海上升起的白帆，如今又听见了头顶飞机的马达声。

菁才计划

1918 年 1 月，福州船政局掌门人陈兆锵拿到了造飞机的"尚方宝剑"，挂出了"海军飞机工程处"的牌子，立马着手实施。然而，作为喝过洋墨水的技术专家，陈兆锵深知，水中游的和天上飞的根本是两码事。他不得不将目光转向，寻求"外脑"。

其实，北洋政府对此已作过铺垫。

1915 年，欧洲深陷战祸，远在大洋彼岸的美国趁机吸纳人才，埋头发展科技，航空工业迎来高速发展。北洋政府海军总长、福州人刘冠雄从海军中挑选青年才俊 10 多人赴美国学习航空——以福州人为骨干的海军，既是军事组织，也是半学术部门，其中学轮机的为清一色法国系，学驾驶指挥的都为英伦派，领军的将领基本都有留学法、英、德经历。在科技方面，刘冠雄的目光并不短视，不局限于同乡身上，而是广揽英才。他发现巴玉藻、王助等在英国留学的十多人，底子厚实，成绩优异，便通过外交渠道，抻着让其转往美国。为筹集经费，毕业于船政学堂的刘冠雄咬咬牙，变卖在意大利订购的军舰一艘，得款 30 余万元，方将英才赴美学习一摊子事擂定。

巴玉藻
（1892-1929）

王助
（1893-1965）

曾诒经
（1887-1961）

巴玉藻、王助、曾诒经、王孝丰等"四大金刚"都是 1909 年从水师学堂毕业，经层层遴选赴英国留学的优才。1911 年，四人先后进入纽卡斯尔阿姆士庄工学院。奉召去美国后，四人均入麻省理工学院航空工程系，这是麻省研究飞机制造的第二期学生，"辈分"很高。意想不到的是，几位超级学霸只争朝夕，只用了一年左右时间，就获取了麻省理工航空工程的硕士学位，并当选为美国自动机工程学会会员。

巴玉藻、王助毕业前后，国内政局纷乱不堪。留美学生们一时归国无门，决定先丰富自己的履历，在美国相关公司从事工程实践。后来，这几人皆成为蜚声海内外的航空大家。

巴玉藻，祖籍内蒙，出生于江苏镇江；王助，籍贯河北，出生于北京；曾诒经，福州人。几人毕业后，美国公司竞相抢挖。巴玉藻学业优异，先被美国寇提斯飞机公司聘为设计工程师，后被通用机械公司聘为总工程师。当时，美国刚成立的太平洋飞机公司被威廉·波音全资掌控，改为波音飞机公司，聘请王助为首任总工程师。王助不负众望，上任后即为波音设计出了 C 型水上飞机。王助研制的飞机起降平稳，既可民用运载物品，又能军用空中侦察。时一战正酣，美国已卷入战端，军方一次性订购了 50 架 C 型飞机。获大额订单后，波音站稳脚跟，赢得发展先机。至今，波音公司设在西雅图的博物馆内仍塑有王助铜像一座，上刻"波音第一个工程师"。曾诒经毕业后则在麻省专攻航空发动机，毕业后进入寇提斯公司研究飞机发动机，成为早期的航空动力专家。

国际航空科技的发展也影响到国内的布局。海军总长刘冠雄提出："飞机、潜艇为当务之急，非自制不足以助军威，非设专校不足以育人而收效果。"而在马尾主持船政的陈兆锵将军，在海军制造学校的基础上，开办海军飞潜学校，大力培养人才。巴玉藻、王助、曾诒经、王孝丰"四大金刚"再也坐不住了，毫不犹豫地放弃在美的大舞台，目光落定国内小舞台，和许多学子毅然相约回归。

甲型一号

"四大金刚"捯饬齐整，于 1917 年冬踏上故土，立即向北洋政府请求自制飞机。他们当即被派往福州船政局。巴、王虽不是福建人，但命运将他们与马尾紧紧联在了一起。他们的加盟，使海军飞机制造处的科技含量达到了世界级水平——马尾拥有了 4 位代表地球人

↑ 1918 年，巴玉藻（右）、曾诒经（左）、王孝丰（中）在福州船政局飞机制造工程处前合影
图片转自刘传标《船政人物图谱 上》

→ 图片转自福州市马尾区文化体育局《船政文物图录》

先进水平的航空奇才。

1918 年 1 月，北洋政府批准在马尾正式实施飞机制造计划，根据刘冠雄、陈兆锵的提名，巴玉藻为飞机工程处处长，王助、曾诒经、王孝丰为副处长。后来，王孝丰因故离开，马尾“战场”的执行主将为巴玉藻、王助、曾诒经三人。直接领导者为船政局长陈兆锵将军。

然而，马尾历来造船，造飞机这新玩意儿还面临多方面的困扰。首先是银子，原本海军部答应的 5 万元开办费，不知怎么就没了下文。陈兆锵望眼欲穿，反复催询，也等不来朝廷的半个子儿。他凭借江南造船所老所长的关系，从上海拉赞助 5 千元，相当于上头答应经费的十分之一，以解燃眉之急，又从造船厂调拨了拿得出手的铁肋厂等一些厂房及设备给巴、王、曾他们。另选空旷之地，搭建大棚一座，用作总装飞机的大车间。

简陋的工厂环境，丝毫没有削减巴、王、曾们火山一样的激情。一天，一名叫约翰逊的英国人观看了飞机厂蹩脚的装配工棚后，问：“你们这是做试验玩的，还是？”

巴玉藻一本正经地说：“这里是正式的总装车间。”

约翰逊狡黠地笑了笑，双肩一耸“嘿嘿，这里的飞机能上天？”

王助上前一步，笑得爽朗：“必定能上天。”

没有足够的条件，不等于他们会降低飞机制造门槛。对飞机用的钢铁、木材，他们选了又选，把关了又把关。在强度试验上，他们完全采用当时国际标准进行测试——沙袋加载法，以 10 磅重的沙袋分布在机翼至机身的各个部位，综合测试飞机在空中所受的各种压力。沙袋的总重量超过飞机本身重量的三倍，模拟飞机在空中的坚固程度。在分工方面，巴玉藻、王助负责总体，曾诒经负责动力。

也没统计他们闯过了多少道难关，经历了多少次反复，只知道在一年以后的 1919 年 8 月，我国第一架水上飞机——甲型一号成功“出厂”。从模型上看，这是一架双翼双桴水上飞机，上翼大于下翼，上翼面的弧度比下翼面的弧度稍大——机翼的弧度很好地利用了空气动力原理，双层机翼能产生足够的升力将飞机托举在空中。双桴则支撑飞机浮在水面，类似于飞机的腿。飞机的成绩单够亮眼：机高 3.88 米，长 9.32 米，翼展 13.7 米，机重 836 公斤，载重 1063 公斤，乘员 2 人；最大时速 126 公里，飞行高度 3690 米，航程 340 公里，续航时间 3 小时，总体性能指标媲美欧美。

巴、王们虽能造飞机，却不是飞行员，上不了天。为试飞这架单发螺旋桨飞机，防止重蹈冯如当年在广州的覆辙，孙中山的侍从副官、当时的航空局局长杨仙逸火速赶来福州，驾机试飞，甲型一号成功起降于罗星塔附近的水面上。试飞那天，消息不知怎么泄漏了出去，好奇的人们挤满了马尾海岸，人山人海，让杨仙逸不扬名都难。

从甲型一号上天至 1928 年，由马尾领跑的飞机制造业得到平稳发展，也带动了相关产业的小幅延伸。1922 年春，巴、王们又设计出了世上第一座水上飞机浮站，解决了当时海军水上飞机驻泊的难题。福州档案馆资料显示，马尾出厂的十多架教练机、海洋巡逻机、轰炸机的性能较当时的欧美造，只出其左，不在其右。巴玉藻主持飞机处的十年间，共设计出了甲乙丙丁戊己 6 种型号的水上飞机，他亲自主持制造 12 架，还有能携带鱼雷的轰炸机，成品交给海军使用，部分飞机参加了北伐战争。

马尾夕阳

马尾水上平台的异军突起，被甩在后面的东洋人紧紧盯上。日本特务机关培养出来的间谍穿着旗袍，说着汉语，出没在上海、天津、广州等开放城市的交际场合。1928 年夏天，巴玉藻在德国参加世界航空博览会，离开柏林后往英、法考察，交流了许多航空方面的心得，也从欧洲同行身上获得了许多新招式，准备回国大显身手，却不知有漂亮女性跟踪在尾。据说，巴玉藻坐船回到上海，参加过一次有关方举办的交谊舞会。舞至中歇，巴玉藻喝下了一杯“舞伴”递上的红酒，回到馆舍，略感不适，以为是酒精的缘故，也没有太当回事。行到马尾，发现全身酸麻，面部浮肿，不时口吐白沫。福州医院诊为小肠炎，但病情迟迟不见好转，方觉事大，陈兆锵不惜重金，派军舰从上海请来法国名医，诊断结果为脑部慢性中毒，但为时已晚，回天乏力。一代航空科学家过早陨落。37 岁，正是才华横溢的黄金期。

巴玉藻离世，王助接任处长，在马尾继续经营。

1930 年，国民政府组建海军司令部，渐以江浙系取代闽系。海军官员认为马尾离南京遥远，重心应向江浙沿海靠拢，而这时的江南造船所工业实力雄厚，规模已超马尾，上头一些人想把马尾海军制造飞机处搬到上海，合并进江南造船所，直归海军部管辖。

王助身上有“从一而终”的江湖习气，听说飞机处迁往上海，愤然辞去职务，跑到杭州笕桥去仿造美制轰炸机。由于单枪匹马，缺乏资金与团队，难有大起色。但他始终不放弃在新型飞机上的倾注，尤其在飞机尾轮方面独有建树，欧美航空界将他发明的飞机尾轮称为“王助轮”。我国航天泰斗钱学森在晚年曾亲手写下对自己影响至深的 10 多位名师，王助赫然在列，被他尊为“波音之父”。

“四剑客”散了三个，接力棒无奈中传到了曾诒经手中。学动力出身的曾诒经带领团队造了一架长途机，从福州一直飞到了汉口，降落长江水面，于 1931 年率飞机处的人马迁入上海江南造船所。在曾诒经主持下，飞机厂很快形成生产能力，1931 年至 1937 年抗战前夕，江南造船所飞机制造处共造出“江鹀”、“江鹋”等水陆两用飞机、陆地教练机 10 余架。尤为惹眼的是，曾诒经团队于 1934 年 7 月研制成功了能降落于“宁海”号军舰的舰载机“宁海二号”，飞机的机翼可以折叠收放，首创中国造舰载机。此外，曾诒经团队还仿制及组装了美式双翼陆上教练机 12 架。

抗战爆发后，曾诒经擦了擦眼泪，率领飞机制造处迁往西南大后方。撤退过程，翻越万水千山，每到驻地，曾诒经念念不忘手上的活，帮军方修理了一批又一批飞机，用于抗日战场。江南造船所飞机厂随着国军的大退却继续西撤，到蜀中的成都才立住脚跟，安顿下来，改名为飞机修理八厂。可见从东南沿海内迁的与飞机相关的企业不少，其中有名的如从南昌西撤的原中意合资的飞机制造厂，那可是中外最大的航空合作企业。到西南后，从美国回归的“四大剑客”，死的死，走的走，辞的辞，仅剩曾诒经单剑一柄，但他还是以马尾出身的技术人员为骨干，一边组装飞机，一边修理飞机，名扬大西南。然而，由于日军铁幕封锁，极度缺乏零配件及基础材料，西南航空业已碎片化，修理八厂举步艰难，渐趋式微，直至 1942 年美国加入战团，才有所起色。抗战胜利后，由曾诒经创建的空军飞机三厂被派往台湾接收日军残留的军工企业，在台中组建了一家飞机制造厂。至此，罗星塔下的马尾飞机制造处，已梅凋鹤老，走尽了它沧桑的脚步。

时代选择了马尾，马尾无愧于时代。虽然马尾与飞机的渊源不过十余年，但书写的那一笔令人难忘。巴、王、曾等世界级人才集聚马尾，也算航空界奇观，但他们却没有钱学森、陆士嘉等后来者的幸运。在当时一盘散沙的国家生态下，即使他们有爱因斯坦、普朗特之才，即使被钱学森尊为“航空之父”，也难有惊世作为，不过是被悲欢离合所导引，不禁让人仰天长叹。■

柏蓓

毕业于兰州大学新闻与传播学专业，长期从事航空新闻报道，现任职《大飞机》杂志社。公开发表各类文章 300 余万字，曾获得“上海新闻奖”三等奖、中国产业经济新闻奖一等奖、二等奖、三等奖等。多篇作品被《民航新闻实践与探索》《追梦大飞机》等收录。

漫话航空史

“八一开航”——新中国民航“第一飞”

文 | 柏蓓

1950 年 8 月 1 日，在这个距离从战争废墟中崛起的年轻共和国成立不足一年的时候，新中国民用航空第一条国内航线正式开航，史称“八一开航”。而这一飞，也被视作是新中国民航事业的“第一飞”，是新中国民航起步的重要标志。

其实，当天执行“第一飞”的有两架飞机，先后分别从天津和广州起飞，其中执飞“天津 - 武汉 - 重庆”（经停北京）航线的飞机为“XT-139”号；另一架为“北京”号，执行“广州 - 武汉 - 天津”航线，两架飞机当日中午先后降落在武汉，飞机所到之处均举行了盛大的庆祝活动。当天的《人民日报》《天津日报》还分别发表了《国内民用航空“八一”正式开航》的新闻报道和《飞行在自由祖国的天空》的署名文章。

“北京”号（XT-610 号）是由周总理命名、毛主席题字的一架美国康维尔 CV-240 型客机，是当时中国最大的飞机。这架飞机原本是中央航空公司的“空中行宫”号，在 1949 年 11 月 9 日“两航起义”当日作为带队长机从香港飞回北京。“XT-139”号飞机是原中国航空公司的 C-47 型飞机，也是“两航起义”北飞的 12 架飞机中的一架。

新中国民航蓝天亮翅的两名机长亦是“两航起义”当天驾驶原机的机长，“北京”号机长是大名鼎鼎抗战时期冒死开辟“驼峰”备用航线的潘国定，此时他已经是民航局总飞行师；另一位驾驶“XT-139”号飞机的机长是秦永棠，在北飞前是中国航空公司飞行时间最短、也最年轻的机长。

←

“八一开航”执行“第一飞”的“XT-139”号与机组成员

由于当时的广州，国民党的飞机经常飞来骚扰，空军还从外地调派刚刚组建的航空兵部队并携 P-51 战斗机进驻广州白云机场。开航仪式结束后，战斗机就升空飞向附近空域承担空中警戒任务。“北京”号在军乐队嘹亮的《义勇军进行曲》中起飞，并环绕白云机场上空飞行一周，向欢送者致意后，升入 8500 米的高空，向北飞行。

“八一开航”来之不易，新中国的民航事业每一步都走得十分艰辛。在 1949 年初的七届二中全会期间，中央军委作出成立军委航空局的决定，负责领导中国人民的航空事业。开国大典之后，1949 年 11 月 2 日，中共中央政治局会议决定，在中央人民政府人民革命军事委员会下设立民用航空局，管理民用航空事业。民航局成立仅一周，11 月 9 日，中国航空公司和中央航空公司全体员工 4000 余人，在两公司总经理刘敬宜、陈卓林率领下，毅然在香港发布起义通电，宣布脱离国民党，接受中华人民共和国中央人民政府领导。这就是上文中的“两航起义”。

两航是指 1930 年 8 月 1 日由国民政府和美国的公司合资成立的中国航空公司以及晚一年成立的中央航空公司。1931 年 2 月中德合资成立欧亚航空邮运股份有限公司，1943 年 3 月改组为中央航空运输公司。生逢乱世，初创时期的两家航空公司经营异常艰辛，但抗日战争后期的“驼峰空运”，以及抗战结束后从西南到各大城市需求旺盛的“复员运输”，给了两家公司迅速发展的机会。截至 1948 年底，中航已经拥有飞机 60 架，运输总周转量在当时的国际排名为第 8。央航也拥有 42 架运输飞机，其中 6 架是 CV-240 型飞机。

“两航起义”奠定了中国民航发展的基础。起义的两航员工陆续返回大陆，他们带来的人才、设备、技术，为开启和建设新中国民用航空事业及时提供了重要的物质基础与技术力量。此外，“两航起义”的成功还带动了在香港的 27 家机构起义，譬如：招商局、中国银行等。

其实，“八一开航”前一个月，即 1950 年 7 月 1 日，中苏民用航空股份公司成立，并开通北京赤塔、伊尔库茨克和阿拉木图三条国际航线。但是受当时条件所限，我国民航还不具备“飞出去”的能力，航线是由苏方执飞。因此，“八一开航”一直被看作是新中国民航“第一飞”。

1949 年 11 月 15 日，在欢迎“两航起义”到京全体人员的宴会上，周恩来说：“新中国的民航事业是从无到有、从小到大。建设新民航，人才是主要的，起义人员的前途是光明的。有了这‘星星之火’，一定能够‘燎原’。”

星星之火必定燎原，“八一开航”距今已过去 70 年，伴随着中国经济的腾飞，经过一代又一代航空人的不懈努力，新中国民航业如今已实现了历史性跨越，据中国民用航空局统计，截至 2020 年底，我国共有定期航班航线 5581 条；通航国内 237 个城市（不含港澳台地区），国内航空公司经营国际定期航班通航 62 个国家的 153 个城市。我国共有运输航空公司 64 家，全行业运输飞机 3903 架、通用飞机 2892 架；颁证运输机场达到 241 个。■

2016.6.28
ARJ21 首航

2016 年 6 月 28 日上午 9 时 25 分，成都航空公司首架 ARJ21 飞机执飞的航班（航班号：EU6679）搭载 70 名乘客从成都飞往上海，于 11 时 37 分抵达上海虹桥机场。13 时 26 分，“休息”了不到 2 小时，ARJ21 飞机再次腾空起飞返回成都，于 16 时 16 分降落在成都双流机场。

上海

成都

出发啦！