2019年4月17日 星期三 经济日报

大飞机

C919大型客机（COMAC C919），是中国首款按照最新国际适航标准，与美法等国企业合作研制组装的干线民用飞机。它是新时期中国真正面向市场的干线飞机，着眼于最主流的航空运输市场（150座级），完全按照国际主流适航标准和国际主流市场运营标准研制。

大国之翼 振翅高飞

经济日报·中国经济网记者 李治国 通讯员 袁秋雨

2017年5月5日，C919大型客机成功首飞。

我和我的祖国

今年2月22日，一架白色素雅涂装的ARJ21飞机从上海起飞，前往内蒙古呼和浩特白塔国际机场，这是中国商用飞机有限责任公司（简称“中国商飞”）向天骄航空交付的首架ARJ21飞机。截至目前，ARJ21飞机已累计安全运营超1万小时，投入运营11架，运送旅客超过30万人次。

在2018年11月6日开幕的中国航展上，CR929远程宽体客机1:1展示样机，在万众瞩目下掀开“红盖头”，这是CR929展示样机首次在国际航展上亮相。

2018年2月26日，中国商飞公司与华融金融租赁在北京签署30架C919大型客机购机协议。C919大型客机国内外用户达到28家，订单总数达到815架。随着ARJ21、C929、C919生产、研制步伐稳步推进，中国人的国产大飞机梦逐渐从梦想变成现实，大国之翼正在振翅高飞。

难忘那一天

2017年5月5日15时19分，经过78分钟的飞行，我国首款国际主流水准的干线飞机C919平安降落在上海浦东国际机场，首飞圆满成功。

这是一个历史性的时刻。

“下午14时，C919准时从上海浦东机场正常起飞，首先飞机逐渐爬升到3000米高度，对系统进行功能性检查，接着我们将速度降低到每小时120海里，开始进行不同襟翼卡位构型状态下的飞行试验，然后是感受性飞行，体验飞机俯仰、低头等姿态的操控感受。之后，我们会在高空模拟假想跑道，模拟进近、着陆和复飞过程，3个动作要一气呵成……”说起当天下午的飞行经历，首飞机长蔡俊一连说出了几乎所有的测试项目，“真正到了飞行中，一会儿就踏实了。这也是C919给我印象最深刻的一点，要说首飞给我最大的意外，就是没有意外。C919太稳定了”。

从滑行开始，C919就成为万众瞩目的焦点。在机头微微扬起、后轮腾空的那一刻，现场爆发出雷鸣般的掌声和欢呼声，大家纷纷向C919挥手。

2017年4月23日，吴光辉（中）现场指导C919大型客机101架机抬前轮试验。

2017年5月5日，C919首飞指挥大厅内相关人员正在紧张工作。

在中国商飞总装车间内，工作人员在吊装C919飞机发动机。

2015年11月2日，C919大型客机首架机总装下线，观众争相拍照留念。

C919飞机凝聚着千千万万名工作人员的心血，一些中国商飞公司的员工虽然不能进入首飞现场，但也用自己的方式表达着对C919的祝福。

在人群中，有一位老人特别引人注目，他就是程不时，当时已88岁高龄。这位当年“运-10”飞机的副总设计师，在C919首飞日，特意带来了年轻时用过的一把小提琴。在现场，当记者请他为C919首飞演奏一首小提琴曲时，他选了《我爱你中国》。斑驳的琴面上是岁月刻下的痕迹。

一项伟大的事业往往需要一代甚至是几代人砥砺前行。程不时老人说：“C919是中国民用飞机的新高度，它不只是一个机型的成功，更代表着一种能力，我们民族的能力！”

崎岖探索之路

中国商飞在上海浦东的厂区内，停放着一架“运-10”飞机，这架曾经飞越祖国千山万水的“运-10”飞机，是一个标志，也代表了一段历史。人们每每看到它，就会想起那段中国国产大飞机艰难、曲折的探索岁月。

C919大型客机（COMAC C919），是中国首款按照最新国际适航标准，与美法等国企业合作研制组装的干线民用飞机。C是China的首字母，也是商飞英文缩写COMAC的首字母，第一个“9”的寓意是天长地久，“19”代表的是中国首型大型客机最大载客量为190座。

从1970年我国自主研制的“运-10”立项，到C919成功首飞，中国人的“大飞机梦”穿越了47个春秋。它不仅标志着中国航空工业取得重大历史突破，也是中国创新驱动战略的重大时代成果。C919的特殊意义在于，它是新时期中国真正面向市场的干线飞机，着眼于最主流的航空运输市场（150座级），完全按照国际主流适航标准和国际主流市场运营标准研制的干线飞机。

历经ARJ21的探索，我国商用飞机的发展模式已经趋于完善，C919采用了与ARJ21同样的发展思路和模式，即坚持“以我为主”，按照“主制造商—供应商”模式研制生产。总装、交付、客户培训和服务基地设在上海；运作机制和管理模式市场化，实行国家、地方和企事业单位“共同投资、共担风险”；坚定以市场需求为导向，以满足国内市场需求为主，积极开拓国际市场，充分利用航空工业的优势，开展全国大协作。

可以说，从ARJ21到C919，我国逐渐摸索出一套综合研制、销售和产品支持等一系列现代商用飞机发展的理念与手段。

此时再回望C919首飞那一刻，我们就会发现，天空从未离我们如此之近。

自主创新之争

《华尔街日报》报道称，C919首飞是一个里程碑事件。近年来，中国正在努力升级自身的先进工业能力，在机器人、计算机芯片、电动车等领域均有进展，而C919将成为一个最新突破。

美国有线电视新闻网（CNN）认为，C919将使中国跻身全球为数不多的能够自主生产大型客机的国家行列，与美国、俄罗斯、巴西、加拿大、英国、法国和德国并驾齐驱。

然而，随着C919走向舞台中央，各种质疑的声音也甚嚣尘上。有人提出，C919的发动机、航电核心处理系统、部分材料都是从国际市场采购来的，是一个“黄皮白心”的攒机，中国“只是造了个壳”。

实际上，即使是波音空客，也不是自己生产所有零部件的。全球采购，是航空制造业的通用做法；把所有零部件整合在一起，才是重要的核心技术。

尽管C919的引擎和驾驶舱等一些系统部件是从国外进口的，但建造一架大型民航客机并不是某些人以为的那么简单，不是把零部件拼在一起就能上天了。C919机体结构集成团队项目管理办公室主任、高级工程师汤家力说：“作为飞机主制造商，我们的知识产权主要体现在5个方面，一是飞机的总体集成、总体设计；二是机体结构设计和平台搭建；三是后续适航验证和系统综合验证能力；四是供应商管理能力；五是市场服务和运营能力。飞机主制造商要管控系统设备制造商，但不是说自己必须具备这个能力。从这个角度看，我们的C919确确实实是国产大飞机。”

所以，说中国主要是给C919“造了个壳”，这是一种误解。总体集成正是大飞机制造的核心技术之一，集成技术的突破体现了中国航空制造业的巨大进步。

再战“2.5g试验”

C919虽然已首飞成功，但对C919来说，“折磨”与“熔炼”不过刚刚开始。

从首飞到取得型号合格证，一款新型大型客机要开展研发试飞、表明符合性试飞及型号合格审定试飞等阶段，要完成高温、大侧风颤振等1000多项符合性验证试验。同试飞一样，地面符合性验证试验也是适航验证的重要组成，其中就包括了强度试验。

何为强度？就好比要设计一把目标人群是小学生的椅子，椅子尺寸以及主要承载能力明确后，必须保证其安全性。可以坐多大、多重的小学生是“静强度”；那么坐10年而不坏，则是“疲劳强度”；如果小学生喜欢跳着坐上去，或者把某种东西直接砸上去，就会产生冲击载荷，椅子在这种状态下也不坏，就属于“动强度”。

中国商飞上海飞机设计研究院院长沈波说，飞机结构强度要想做得特别坚固不难，但重量就要随之加大。C919型号副总设计师周良道也表示，强度不是简单的越强越好。“我们对结构强度的定位是强而有度，尽量保证飞机重量指标的实现，这也是飞机结构强度的难点所在。”

2018年7月12日下午，C919大型客机全机2.5g机动平衡工况极限载荷静力试验在航空工业强度所上海分部正式开始。提起这个2.5g试验，不少商飞人有心理阴影。

2.5g试验为什么这么险？C919飞机副主任设计师赵峻峰说，机翼上面要产生自身重量2.5倍的升力。C919大概70吨，2.5倍就是170多吨。做极限试验时，还要加1.5倍的安全系数，相当于260多吨的载荷。上海审定中心结构强度室主任张迎春说：“强度设计是强而有力，这个极限就是一个分水岭，到了极限点哪怕再加一根稻草就压垮了，也是达到了要求；但如果没到这个点垮了，就是没有达标。”

ARJ21飞机2.5g载荷试验就曾遭受重挫。2009年12月1日，ARJ21飞机2.5g极限载荷试验过程中，当载荷施加到87%时，飞机龙骨梁后延伸段结构突然遭遇破坏。“我搞了一辈子强度试验，这种情况从未遇到过。”中国航空工业飞机强度研究所副总工程师唐吉运说。

截至2017年2月15日，C919静力试验机历经300多天共完成48项首飞前静力试验，保证了C919在2017年5月5日成功实现首飞。

如今，C919再战2.5g试验，试验团队内心更加沉稳，这是源于经历风雨后的信心和底气。

果然，这一次C919没有让世界失望，商飞人也没有让世界失望，C919大型客机全机2.5g机动平衡工况极限载荷静力试验取得圆满成功。

C919大型客机首飞机组人员合影。

总装车间里的“商飞人”

这里有一支坚强的队伍，他们坚韧而富有活力，他们强悍而不乏柔情。他们就是C919事业部总装车间里的商飞人。

回望研制历程，从打响机体对接总装开铆“第一枪”，到总装下线；从C919项目实现通电，开展机上功能试验，到发动机首次开车、整机交付试飞……总装车间259名员工，就像259根钢筋铁柱，以共同的目标、共同的信念，托举起C919首飞的荣耀。

“一架C919大型客机，有724根线缆、2328根导管、总长近80公里管线，零部件总数达250万个之多。”上海飞机制造有限公司C919事业部总装车间主任郑大勇说，C919首飞“百日攻关”的日子仍历历在目。

“C919项目有典型的‘两高两多’，那就是工艺技术要求高、装配质量要求高，试验维护项目多、先进技术应用多。”郑大勇说，大型客机制造是一项高度集成的系统工程，要跻身国际一流民机制造梯队，创新是必经之路。

在航空领域，有“轻一克，值千金”的说法，飞机重量每减少10克，30年可节省燃料超过1吨。总装车间开展了“飞机减重大比拼”，线束敷设班组的老技师卢扣章通过优化布线、采用轻量化辅助材料，摸索出一套线束减重工艺，使飞机一举减重20多公斤，一架飞机30年就能至少节油2000吨，经济效益达数百万元。

如果说个体偶然创新是“加法”，那么群体持续创新就是“乘法”。飞机装配技术创新涉及多领域、多专业，总装车间就采用“结对子”的方式，跨班组、跨岗位组建了智能制造、数字测量等12支创新团队，为飞机研制提质增效。

总装车间还开发出职工质量档案数字化管理系统，利用智能管理工具，自动统计技术熟练度，测评岗位胜任力，列出作业负面清单等。这一系统应用以来，先后梳理风险点100多个，归纳防范建议200多条，使产品一次提交合格率高于99.9%。

郑大勇说，我们的大飞机事业才刚刚起步，今后总装车间将继续努力把大家的心凝聚在一起，只有让全体员工持续保持“等不起的紧迫感、慢不得的危机感、坐不住的责任感”，才能争做“高原上的高峰”，展现新时代产业工人的风采。

起飞吧，中国大飞机

“C919是中国采用国际标准全新设计的新干线飞机。它凝聚着多方心血，它是中国的飞机，也是世界的飞机！”中国商用飞机有限责任公司副总经理、C919大型客机总设计师吴光辉说。

2018年11月6日，在第十二届中国国际航空航天博览会上，中国商飞公司发布《中国商飞公司市场预测年报（2018-2037）》，年报预测，未来20年，基于全球经济保持约2.9%的增长速度，全球旅客周转量（RPK）将以平均每年4.46%的速度递增，全球将有超过42702架新机交付，价值近6万亿美元（以2017年目录价格为基础），用于替代退役客机和支持机队的发展。

蓬勃的市场期待优秀的飞机，C919生逢其时。业内人士表示，C919首飞成功，中国大飞机迈向真正投入市场的征途刚刚开启。未来，它将面临三大挑战——飞机的安全性和经济性、投入市场时间、在客户心目中的品牌及形象。“C919的设计标准远高于适航标准，拿到适航证只是满足最低民用飞机进入市场的最低标准。”吴光辉说，会根据未来几年试飞和试验情况，确定接下来的时间表。

C919首飞成功两年来，已顺利进入试飞取证阶段，研制生产有序推进。根据计划，中国商飞公司将研制6架试飞飞机，目前101架、102架机以西安阎良、山东东营及江西南昌等为试飞基地开展试验试飞，103架机已完成发动机点火试验，于2018年底首飞成功。

随着一架架C919飞向蓝天，中国商飞与各个供应商已经结成“生命共同体”，组建了16家合资企业，按照“风险共担、利益共享、确保项目成功”的原则参与项目。这一商业模式的创新，标志着中国商用飞机研发理念正在发生深刻变化，原有的“自主研制”与“国际合作”的理念得到了全新突破。

在一架架C919背后，中国商用飞机也在推动整个工业体系实现一次全新起飞。据统计，在C919研制中，研制人员规划了102项关键技术攻关；先进材料首次在国产民机大规模应用；国内22个省市、200多家企业、36所高校、数十万产业人员参与研制……

中国商用飞机有限责任公司董事长贺东风表示，展望未来，把大型客机项目建设成为新时期改革开放的标志性工程和建设创新型国家的标志性工程，把中国商飞公司建设成为国际一流航空企业的使命光荣而又迫切。

本版照片均为资料图片

锲而不舍迎头赶上

吴兴世

建设者说

研制和发展大型民用飞机，是一个国家经济、工业、科技水平和综合实力的集中体现，该项目的实现对增强我国的综合国力、科技实力和国际竞争力具有重要的意义。

大飞机项目对我国航空工业意义重大，具有产业链长、关键度高、辐射带动作用大等特点，发展和研制大飞机项目能够有力推动我国经济快速增长，推动产业结构调整，带动产业技术升级，提高航空工业制造能力、管理能力和创新能力。

中国国产大飞机的成功研制，本身就是一部波澜壮阔的创业史，是新中国成立以来工业发展历程的一个缩影。几代中国民机人的艰苦探索和取得的辉煌成就表明，艰难困苦，玉汝于成。只要我们永葆在不断迎接挑战、克服困难中向前迈进的精神和勇气，就一定能够实现中华民族伟大复兴的中国梦。

中国国产大飞机的研制也让我们清醒地认识到，与大飞机一样，我们在许多领域和国际先进水平还有差距，与大飞机事业一样，才刚刚起步。前方的路还很长，还很艰险，但只要我们一以贯之、锲而不舍，就一定能迎头赶上。

首先，要继续完成各类实验，最终取得型号合格证，拿到走向市场的通行证；其次，做好批量生产的准备；再次，要通过高效安全的飞行记录来进入市场，站稳脚跟，今后在客户服务中实现发展，这条路仍很长。

从ARJ21立项前后的争议，到如今C919自主创新问题的争议，让我国的民用大飞机事业充满了各种不确定性，然而，我国航空人从不缺少执着精神和使命意识。“一定要让中国人自己的飞机飞起来”，是他们超越纷争、无畏前行的力量之源。展望未来，在世界航空发展的版图上，中国人在航空事业中的探索和创新，必将是浓墨重彩的一笔。

（作者为中国商飞公司专家咨询组成员、国家大型飞机重大专项专家委员会委员）