

C919已获815架订单 正加紧申请适航证

国产大飞机志存高远

本报记者 卢泽华



2017年5月5日，随着第一架C919大型客机从浦东国际机场第四跑道腾空而起，中国大型客机项目全面进入研发试飞和验证试飞阶段。如今，一年过去，C919第二架机（102架机）也顺利飞上蓝天，两架飞机已试飞共计23架次，国产大飞机正在“闯出”更广阔的蓝色天空。

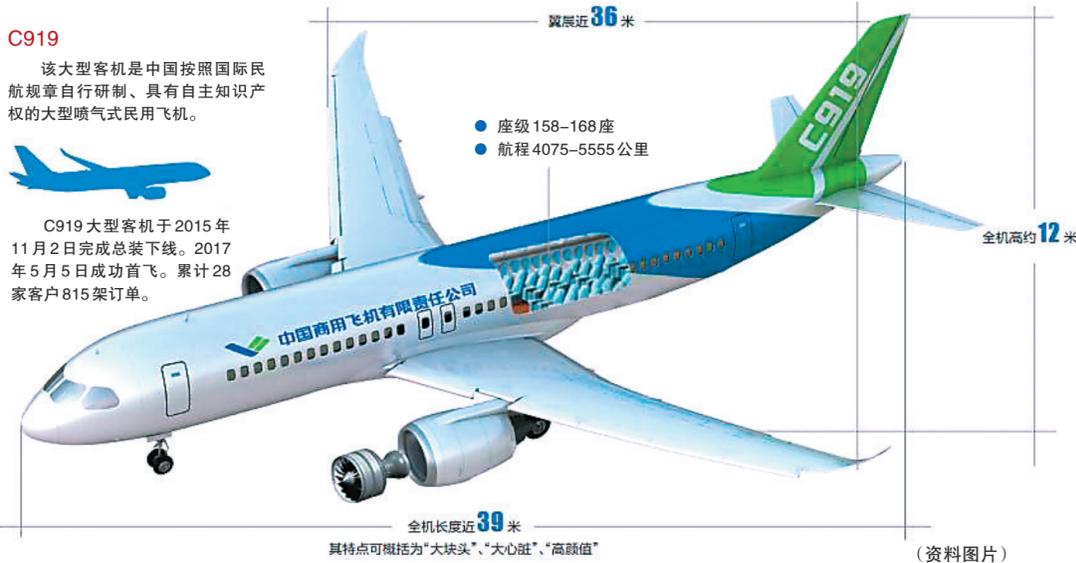
让大飞机早日翱翔蓝天，是几代中国人的梦想。首飞成功后的这一年，中国大飞机工业在技术研发、制造水准、商业运营等方面一路攻关，取得了巨大成果。同时，面对依然艰巨繁重的后续任务，国产大飞机工业正在朝打造新的“中国名片”而不懈努力。

C919

该大型客机是中国按照国际民航规章自行研制、具有自主知识产权的大型喷气式民用飞机。



C919大型客机于2015年11月2日完成总装下线。2017年5月5日成功首飞。累计28家客户815架订单。



(资料图片)

2018

3月24日，C919飞机102架机顺利完成第5次试飞。

2017

5月5日，C919大型客机在上海圆满首飞。12月17日，第二架C919飞机在上海浦东国际机场完成首次飞行。

2016

12月25日，C919飞机首架机交付试飞中心。

2015

11月2日，C919大型客机首架机在浦东基地正式总装下线。

2014

9月19日，C919大型客机首架机在中国商飞总装制造中心浦东基地开始结构总装。

2013

12月30日，C919飞机铁鸟试验台在中国商飞上飞院正式投用，C919项目系统验证工作正式启动。

2012

12月4日，历时19个月的C919飞机七大部件之一的复合材料后机身部件强度研究静力疲劳试验项目全部完成。

2011

12月9日，C919大型客机项目通过国家级初步设计评审，转入详细设计阶段。

2010

12月24日，中国民用航空局正式受理C919大型客机型号合格证申请。

2009

12月25日，C919大型客机机头工程样机主体结构在上海正式交付。

2008

5月11日，中国商飞公司在黄浦江畔成立。

2007

2月26日，国务院原则批准大型飞机研制重大科技专项正式立项。

2006

8月17日，国务院成立大型飞机重大专项领导小组。

C919大事记

资料来源：中国商飞公司
制图：卢泽华

商业订单接踵而至

今年2月，一项有关30架C919大型客机和20架ARJ21新支线飞机购机协议在北京签署，这是中国商飞公司在国产大飞机领域签署的又一大单。

据了解，中国商飞是实施国家大型飞机重大专项中大型客机项目的主体，也是统筹干线飞机和支线飞机发展、实现中国民用飞机产业化的主要载体。据该公司透露，截至目前，C919大型客机国内外用户达到28家，订单总数达到815架，ARJ21新支线飞机客户达到21家，订单总数达到453架。

“C919已取得国际国内28个用户的815架订单，说明这是一架受到市场欢迎的好飞机。”国产大飞机C919总设计师吴光辉表示。

与此同时，另一款由中国商飞研制的具有自主知识产权的中、短航线支线客机ARJ21-700，已投入商业运营一年有余。据中国商飞方面透露，目前已经交付成都航空的ARJ21新支线飞机已经安全运送旅客4.9万多人次。

除了获取商业订单，过去一年，中国大飞机还在技术攻关和飞行试验上取得骄人成绩。

据吴光辉介绍，C919一直在进行正常的改装工作。自去年5月首飞成功以来，C919两架飞机已试飞共计23架次。“这些改装不能同时进行，而是要随着试飞阶段的深入逐步展开。经过进一步的系统试验后，两架飞机还要到‘最寒冷的地方、最热的地方’等酷条件下试飞。”吴光辉说。

吴光辉还透露，目前国产大飞机已经申请了欧洲EASA适航证并得到受理，已经开展了两次适航取证活动。在管理和市场上，国产大飞机也收获了令人欣喜的表现，正通过中国民航和欧洲适航局的联合审查，确保飞机达到最好、最安全的状态。

自主攻关“航空心脏”

虽然C919已经成功首飞，还在国内国外取得了815架订单，但国产大飞机距离交付市场，还有一系列关键工作要完成。

比如，航空发动机、航电系统、高端材料等诸多航空核心技术就亟待突破。其中，最为重要的技术“命门”，就是配套自主研发的商用发动机。一直以来，航空发动机都是中国大飞机工业的“软肋”。中国航空发动机大多依赖进口，自主研发的型号较少。

“航空发动机附加值非常高。按产品单位重量创造的价值算，如果船舶为1，大型喷气飞机是800，航空发动机则是1400，搞航空发动机是高投入高回报。”国家航空发动机与燃气轮机重大专项副总设计师向巧表示。

事实上，早在2016年，国家就成立了中国航空发动机集团公司。这家新央企自此成为中国实施航空发动机和燃气轮机重大专项的责任主体，也彰显了中国自主打造“航空心脏”的决心。

国产大飞机C919何时拥有强劲“中国心”？向巧表示，C919发动机的研制正在按



照计划有序推进。中国航空发动机集团成立以来，航空发动机与燃气轮机重大专项有效开展，专门设立了产学研创新资金，通过需求牵引，集中国内高校和科研院所的优势资源共同攻关，在核心机部分关键技术已取得重要进展。“核心机的表现令人满意。”向巧说。

“自主设计研发大飞机，关键要看我们对核心技术的掌握。目前，我们已掌握了飞机整体的核心技术，一部分关键技术和设备还在逐步掌握中。我们可以先局部突破，然后以点带面。”吴光辉表示。

提升综合工业水平

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，把这么多零部件按照复杂的结构“组合”在一起绝非易事。也正因为这是一项高度集成的系统工程，大飞机制造才被称为“现代工业的王冠”，考验着一个国家的工业水平。

对此，参与C919客机后机身段装配任务的中国航天科工集团航天海鹰特种材料有限公司装配制造中心车间主任王巍深有体会。在整个装配任务中，全段零件723个，复合材料占51%。制孔试验需要完成15个项目，1800多块试片，制孔2万多个，每个孔的直径误差必须控制在0.03毫米以内，相当于头发丝粗细的1/3。为此，王巍带领班组成员，24小时全程加班，以精益求精的工匠精神完成这些工作。

“工作20多年，我见证了中国这些年工业水平的快速发展提高。国产大飞机C919就是令国人骄傲的中国制造。”王巍说。

事实上，作为高端制造业的集大成者，C919体现的不仅是一架大型飞机的价值，更关乎中国整个国家制造业的水平。

“航空产品技术密集度很高，它对工业基础工业的配套能力要求特别高，对工业化和信息化融合程度的要求也很高。”航空工业制造院院长李志强表示。

据了解，大飞机制造几乎融合了机械、电子材料、化工等所有门类的高新技术，对中国制造业具有极强的辐射和带动作用。在研制C919过程中，国内很多厂商在各自领域进行针对性技术研发，最后进行组装，这使中国各个行业基础工业水平获得了较大提升。随着一系列新技术、新材料、新工艺在国产大飞机上的应用，这些新成果也将实现批量生产，进而催生中国基础工业能力的进一步提升。

将有更多“兄弟姐妹”

据了解，今年起还将有更多国产大飞机飞上蓝天。第三架大飞机预计年底之前在浦东机场新建的第五跑道上首飞，2019年还将有3架计划试飞，共有6架飞机进行试飞，今年也将完成极限载荷静力试验。

根据计划，C919将制造6架试飞飞机，其中第一至第三架飞机主要承担性能、结构、操纵性等方面试飞；第四架飞机主要进行航空电子设备、照明等方面试飞；第五架飞机主要进行舱内环境控制、客舱系统、高温高寒等试飞科目；第六架飞机主要承担客舱系统、功能可靠性等试飞科目。

吴光辉说，目前中国商飞公司正全力以

赴加速C919的研制，今年计划研制15架ARJ21客机。宽体飞机也已纳入大飞机项目中。对于2018年的主要任务，吴光辉表示，将根据试飞中出现的问题，分阶段对飞机改进设计、升级软件等。“比如要进行飞控系统的调参，也就是比较参数初始值和在实际飞行中的表现值，调参后软件重新升级，逐步让飞机达到最好状态。”

同时，吴光辉还表示，未来将会出现命名为“929”等更多国产大飞机。“C919将会有更多‘兄弟姐妹’，更多的国产大飞机腾空而起。”

随着C919各项研发和试飞工作密集推进，接连收获各类订单，未来真正实现市场化后，将对世界大飞机市场产生哪些影响？

对此，业内人士表示，目前国内、国际干线客机市场基本被空客（Airbus）、波音（Boeing）两大国外巨头垄断，形成全球大飞机工业的“AB”格局。而国产大型客机C919的推出，则标志着中国将打破一直以来由欧美企业垄断市场的局面，有望进入世界民用航空市场顶级供应商阵营。这意味着世界的天空将开启由空客、波音和中国大飞机构成的全球民用大飞机“ABC”新格局。

图①：C919事业部总装车间。

图片来源：中国商飞公司

图②：2017年2月9日，上海飞机制造有限公司C919事业部副主任、技术部部长王辉在工作中。徐炳南摄（新华社发）

图③：2017年10月13日，深圳市民在体验C919模拟器。新华社记者毛思倩摄

图④：2017年8月25日，C919飞行模拟器在上海首次亮相。王冈摄（人民视觉）

近年来，中国在多个领域频频取得重大科技突破：天舟一号让走向深空更进一步，国产大飞机让梦想翱翔于蓝天之上，具有完全自主知识产权的“复兴号”奔驰在广袤大地，首艘国产航母下水，采用国产芯片的超级计算机“神威·太湖之光”全球超算三连冠……从无到有、从大到强，每一项科技成果的背后都是一代代科技人员接力研发、矢志不渝汇聚起来的力量。

如今，在建设科技强国的征程中，我们在重大科技领域已经取得系列突破，但基础研究的“短板”仍然较为突出。比如，基础材料供给能力不够强，机床制造工艺不够精，工业产品性能不够好。中国产业链条完整，但在不少领域面临着“能做到却不能做好”的问题。

为什么不能“做好”？在过去很长时间里，

我们的科学研究常常面临着一些矛盾：对科研人员而言，“数论文”和“数评奖”的评价体系与俯身做研究的精力投入不对等；对企业而言，买技术、买设备的高生产效率与从零做起、自主研发的慢产出回报率不平衡。这导致中国出现重大原创性成果缺乏、顶尖基础研究人才和团队比较匮乏，投入不足且结构不合理等现象和问题。

从科学史的角度分析，重大科研成果的

背后往往需要大量基础科研成果的长期积累，基础科学研究是整个科学体系的源头，是形成持续强大创新能力的关键。随着近年来的产业转型升级，我们越来越清楚地认识到，基础科学研究不能“搭便车”，更不能让基础科学研究成为中国科技创新的“阿喀琉斯之踵”。

就产业本身而言，基础研究往往关系到产业的发展，很多重要产业技术的研发都依赖于基础学科的研发。基础科学研究不能只靠

“自上而下”的统筹策划，还需要“自下而上”的自发萌芽，靠市场主导科研成果的转化。基础科学研究不是空中楼阁，作为一项全产业链衔接、全要素组合和全社会参与的系统工程，只有对创新要素进行优化组合，形成良好生态，科技成果转化的路径才会通畅和高效。

今年初，国务院印发《关于全面加强基础科学研究的若干意见》，对加强基础科学研究作出部署，明确了中国基础科学研究三步走

的发展目标，引导鼓励地方、企业和社会力量增加基础研究投入。

不谋万世者，不足谋一时；不谋全局者，不足谋一域。可以说，新科技革命发展的喜人态势为中国全面加强基础科学研究提供了时代机遇。通过正确处理开放创新和自主创新的关系，在基础技术、通用技术、非对称技术、“杀手锏”技术、前沿技术、颠覆性技术这三大核心技术领域超前部署、集中攻关，就有可能实现从跟跑到领跑的转变，在核心技术领域既能“做到”，更能“做好”。

品牌论

做到更要做好

王萌