打破封锁自主设计研发 中国民机7年终于圆梦

国产大飞机首次向公众揭开面纱

本报记者 叶薇

国产大飞机今日首次开出厂房,首飞进入倒计时 本报记者 陈梦泽 摄

今天上午，在中国商飞公司新建成的总装制造中心浦东基地厂房内，随着两扇帷幕缓缓拉开，一架全新的商用大飞机慢慢开出来,呈直线开出厂房外,全场所有人的目光都在追逐它的身影。

“7年多设计研发,我参与了6年,看着它一步步从图纸变成了真机，有种想哭的冲动。”大飞机研制人员余圣晖的话,大概是所有幕后工作人员的心声。这一幕,对中国民机人来说,太值得珍藏。

我国自主研制的C919大型客机正式下线，这不仅标志着C919首架机的机体大部段对接和机载系统安装工作正式完成,已经达到可进行地面试验的状态，更标志着我国大型客机项目工程发展阶段研制取得了阶段性成果,首飞进入“倒计时”。

国产大飞机将在浦东批产

这是国产大飞机首次向公众揭开面纱。它缓缓从总装厂房“滑”出,姿态舒展。机身“佩戴”着中国商飞特有的标志色蓝绿“丝巾”。机尾和机身上都刻有型号“C919”字样。从去年开始,C919的各个部段从五湖四海运抵中国商飞总装制造中心浦东基地。前机身、机头、中机身、中后机身、中机身中央翼、副翼、后机身前段……要把这么多大部段严丝合缝组装起来,难度不小。

如果把各个部段比作一块块积木,那么拼搭过程要完成三大关。

第一关是设计。C919要具备什么性能,满足怎样条件下的飞行要求,安全性、经济性、舒适性的标准如何……这些都是飞机设计者需要完成的工作。

第二关是分解,飞机的总体要求,需要分解到每一个零部件。要按每一个零部件的技术要求寻找供应商,保证供应商按照要求来提供产品,还需要控制零部件供应商的生产进度。每块“积木”,内藏成千上万个零件,其装配与测量方案,供应商都要一一提供。前一块安装前,还要对下一块提“总控要求”。

第三关是集成，也就是C919进入的总装阶段。最好的发动机并不一定成就最好的飞机,这是因为飞机是一个整体,要提高机体性能,要实现最佳匹配。

在C919项目中，先进材料首次在国产民机大规模应用,第三代铝锂合金材料、先进复合材料在C919机体结构用量分别达到8.8%和12%。在各种材料的生产加工过程中,研制人员碰到许多难题。比如,由于飞机蒙皮形状特殊,长、大、薄,一般只有2毫米左右,最厚也不超过6毫米,所以在铣切时刀具易晃,很容易造成铣薄铣穿。C919引进了亚洲第一台、全球第二台蒙皮镜像铣设备进行蒙皮加工。刚开始加工时,支撑头在蒙皮外表面运动，给如同镜子般光洁的外表面带来明显的磨损痕迹,要知道,飞机蒙皮对表面粗糙度的要求很高，哪怕表面有一条小划痕都会影响飞机的疲劳寿命。工程人员连夜与供应商一起协调解决办法,在增加了装夹工装、调整了工艺参数等方法后,最后加工质量终于达标。

去年9月19日,C919大型客机在上海浦东总装制造中心开始总装。部总装车间引入了机身及全机对接装配、水平尾翼装配、中央翼装配、中机身装配和总装移动5条先进生产线,采用了自动化制孔、钻铆设备、自动测量调姿对接系统、AGV自动运输车、AMS飞机移动系统等设备。

相比支线飞机ARJ21,C919生产线引进更科学更先进的生产管理理念，机身对接速度明显加快。随着民机管理技术水平的提高,今后越来越多的系统将模块化集成,飞机总装更加简单、快速。浦东基地也将成为未来国产大型客机的批生产中心。

“三鸟”联试环环相扣

与总装并行开展的还有各项实验工程。在上海飞机设计研究院,研制人员正在全力备战“三鸟”平台。

“通俗讲,总装就相当于造房子,然后是搭系统，往房子里装冰箱空调床等家具家电用品,装扮新家。‘三鸟’平台,就是做系统试验,验证家里装修好了后能不能用,住得是否舒适。”总体气动部操稳特性室副主任余圣晖形象地说。

一是“铁鸟”。铁鸟试验台全称“飞控液压系统综合试验台架”，是飞机系统综合、优化设计、适航取证和交付运营、持续适航必不可少的关键试验设施。走进C919大型客机铁鸟大厅,记者立即被眼前这个漂亮精致的机舱、外形与真机差异不大的试验台所吸引:延展的双翅,高翘的尾巴,仿佛一只振翅待飞的雄鹰。实际上,“铁鸟”永远不可能飞上天空,“把所有问题留在地面”是它的终极使命,为的是能让真机更加安全地在天飞行。

铁鸟平台上,飞行员还要“上机驾驶”,初步规划3个机组，共9名飞行员在首飞前将完成2轮飞行员在环试验，模拟航线飞行。“有些设计问题会在这个阶段暴露出来。我们还要模拟极限工况,测试验证飞机的状态。”铁鸟实验室工程师袁闻起介绍说,比如,飞机有两个升降舵,研发人员做试验验证,当一个舵面坏掉时,另一个能否正常让飞行员完成动作。

二是“铜鸟”,主要指飞机的液压系统试验,它相当于飞机的“公共能源”。“在飞机上,起落架收放、油箱空气增压、前轮转弯、主轮刹车,风挡雨刷刮水等都要用到液压系统。”

三是“电鸟”,指的是飞机航电系统试验。“通信、导航、显示、气象雷达、飞行记录等都要靠它来保障。”

“铜鸟”“电鸟”其实是研发人员对液压系统和航电系统的昵称。从外观上看,它们并不像“铁鸟”那样像一架展翅的飞机。“三鸟联试”最大的意义是为首飞做准备,通过模拟飞机的各种状态，保证最低飞行品质和飞行安全。

从零开始打破“封锁”

“这个传递函数需要更新,我们后天讨论更新结果”,“不能等到后天,明天一早我们就能弄好”,“这个词应该写全称,需要更新一下”……在上飞院综合试验楼的控制率联合攻关小组里，这样的讨论画面几乎天天上演。

C919大型客机采用的是全权限电传飞控系统,其中的核心技术——控制律,是国内第一次自行研发设计。

“可以把控制律理解成装载在供应商计算机里的一套软件系统，它能全面提升飞机操纵品质,提高飞行安全性,减轻驾驶员负担。其中最核心的算法,发达国家是严格限制出口与转让的。最难的地方就是国内相关领域的研究几乎为零，没有经验可以借鉴。”余圣晖说。

一切从零开始，其艰难困苦，可想而知。“首先要提出设计要求，但我们没有做过，只好按照国外资料，尝试性地提一部分,大家都是摸着石头过河,如果随着工作的开展,要修改设计要求,我们很多工作又要重来一遍。”

控制律攻关团队办公室里，横竖摆着两排桌子,每个位置上放着一台电脑,没有一点多余的摆设。每位团队成员都专心致志地盯着自己的电脑，键盘敲击声此起彼伏。打开一个文件，满屏幕密密麻麻的数字,着实让人眼晕。“这是风洞试验的数据,通过这些数据要计算出飞控系统的关键指标。数据处理工作量非常大,有时候基础数据里面‘混’进个别无效数据,会影响整个计算结果，我们就要从所有数据里面辨别出无效数据,然后重新计算。”

控制律研发，起点低，标准可一点不低。C919项目采用放宽静稳定性设计,这令其相比竞争机型具有更好的经济性能,但同时带来操稳品质下降的问题，需要控制律进行补偿。

2009年，法航一架空客330空中解体,机上人员全部遇难。对于空难事故的推测之一,就是空速表出现问题,显示了错误的飞行速度,飞机在进入雷区前,飞行员拉杆过猛,飞机仰角过大,导致飞机失速,发动机骤停。余圣晖告诉记者:“我们设计的电传操纵系统，可以将仰角控制在一定范围内,超过这个范围,飞行员再拉杆,飞机仰角也不会增加,保障了飞行安全。”

对余圣晖来说,自从加入商飞,他的工作就和“控制律”三个字密不可分。“研发周期很漫长,打下了一个山头,总有另一座山头矗立在前方。但我们很自豪，也很有信心,没有什么山头是我们征服不了的!”

记者手记

造大飞机是一种民族自信

大飞机研制,中国有没有必要做,能做成什么样?在寻找答案的过程中,常常在网络上听到一些“左右不是”的言论。

一说,中国航空工业基础太差,连个飞机都造不出来;一说,买波音和空客就够了,干嘛又搞什么国产大飞机,纯属烧钱;一说,C919的核心部件都是国外的,我们就只能造造“壳子”,还有一说,即便造出来,也没人敢坐。真是造也不是,不造也不是。

不能不承认，我们和航空制造基础强大的美德等国相比,确实差距明显。但承认差距,不代表只能坐等、放弃,甚至俯首称臣。落后并不可怕,安于落后、永远觉得矮人一头的想法才可怕。

在称为商飞“头脑中心”的上海飞机设计研究院，经常能看到30岁不到的年轻人和白发苍苍的外国老头交流的场景。前者是商飞的研发人员,可能是刚毕业的职场新鲜人；后者是外方供应商派驻人员,是为波音、空客等大公司服务三四十年的资深工程师。

一开始,我们的研制人员跟外方交流总是战战兢兢,毕竟很多东西都不懂,人家说什么就是什么。五六年过去了,如今我们和外方工程师的交流越来越顺畅,越来越平等,技术语言越来越相通。这些三十出头的研发人员，眼角眉梢都透出自信和坚定。这是一种为别人做代工时永远也不会出现的神采。

研发人员从国外供应商工程师那里学到了很多经验,却也经常遭遇外方项目人员的霸道、傲慢。当供应商犯错时,他们死活不承认,因为承认就意味着要改动,一改就是一大笔费用。我们的研发人员必须要通过大量试验、数据、报告,证明是他们错了而不是我们。这个证明能力也是逐步提升的。与供应商的拉锯、对抗再到通力合作,当我们自身的水平提升了,我们的话语权也随之增强了。

这些小细节，也许能从一个侧面回答我们为什么要造大飞机。在全球采购时代,没有一家飞机制造商会制造所有的零部件，波音和空客也是通过全球采购实现集成总装。C919同样是自己设计、总装,面向全球采购。针对先进的气动布局、结构材料和机载系统,研制人员共规划了102项关键技术攻关,包括飞机发动机一体化设计、电传飞控系统控制律设计、主动控制技术等。我们可以骄傲地说,C919具有完全自主知识产权；我们也可以自信地说,中国完全有能力造自己的大飞机。

本报记者 叶薇