

原则问题不让步 合作过程不扯皮

“三合一”中国大飞机强度试验团队为C919锻造“钢筋铁骨”

**不忘初心
牢记使命
庆祝建党97周年**

在位于浦东机场区域的中国航空工业飞机强度研究所，偌大的厂房里有一架银灰色的飞机，它就是C919国产大飞机的10001架机。第一眼看到10001架机，人们都会错愕一下，因为它看起来像是被“五花大绑”着——周边有钢铁框架包裹着，身上加装着各种管线、杠杆、胶布。而这一切“待遇”都源于它的使命：作为一架验证机，它要用自身承受各种极限测试来验证飞机的安全性。虽然永远无法翱翔蓝天，但却为国产大飞机C919的安全飞行、适航取证作出了不可替代的贡献，这是10001架机的使命，也是每天和它打交道的大飞机强度试验团队的注脚。

青年报记者 刘春霞

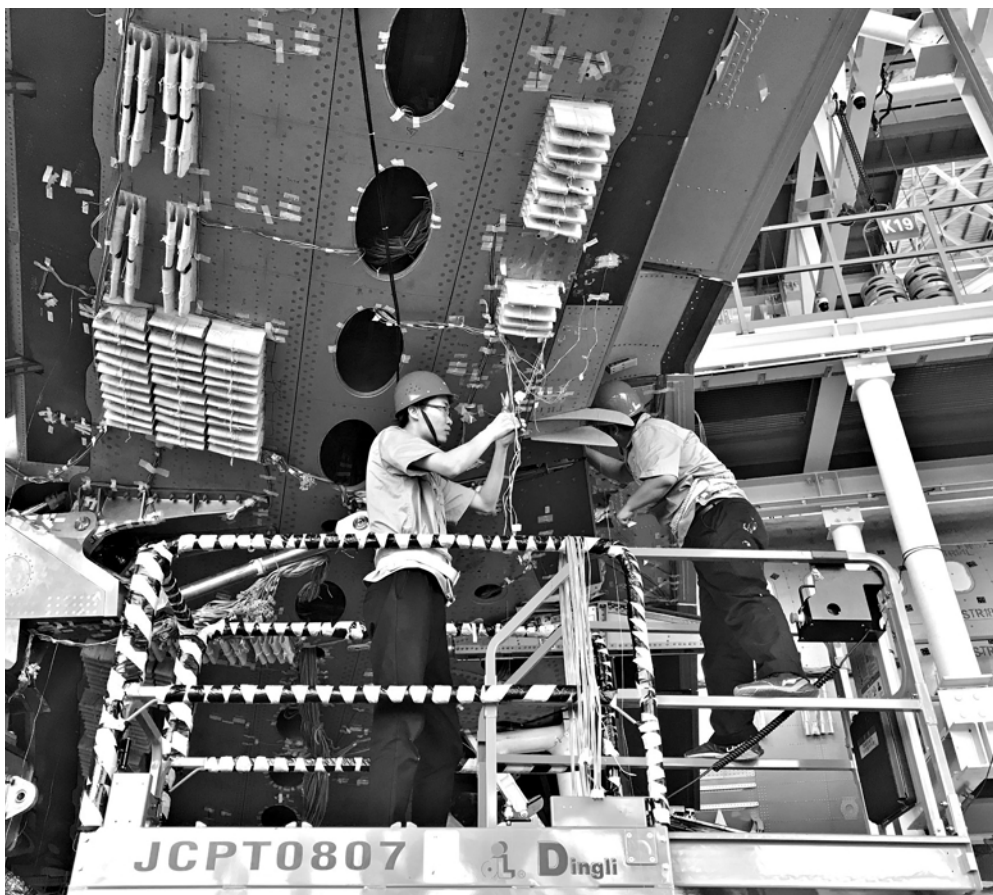
一个“考官”和两个“考生”组成的团队

中国大飞机强度试验团队是由一个“考官”和两个“考生”组成的团队。“考官”是中国民航局派出的上海审定中心结构强度团队，他们代表政府和公众，对飞机的安全性进行全面监督、审查和验证；两个“考生”是飞机所有方和研制方中国商飞公司所属的上海飞机设计研究院结构强度团队和我国唯一的飞机强度试验研究机构中国航空工业飞机强度研究所团队。两个“考生”共同开展C919大型客机全部结构强度试验的设计、实施，向“考官”表明和证明飞机结构和强度对于适航规章的符合性。

中国商飞上海飞机设计研究院强度技术部副部长、C919大型客机副主任设计师朱林刚介绍说，“考官”

和两个“考生”三方之间其实有各自明确的分工：商飞的设计团队，是要制造出满足适航条款要求的越轻越好的飞机；作为“考官”的适航团队，是要代表公众来监督、评判飞机是否是按照条款设计的；而航空工业强度所作为试验实施团队，则是要按商飞团队的要求和适航条款的要求，根据飞机的特点，进行试验方案的设计和最终实施。

虽然各自分工不同，甚至一定程度上要相互制约，但“考官”和“考生”却有一个共同的使命——携手为C919大型客机锻造可靠的“钢铁之躯”和“坚韧之翼”。也正因此，在以适航规章为准绳的同一标准下，一个“考官”和两个“考生”“三合一”，共同推进着各个试验项目。



大飞机强度试验团队能打硬仗，保证了C919强度试验的顺利进行。

青年报记者 刘春霞 摄

从ARJ21“2.5g”受挫到C919“2.5g”成功

一款新型大型客机从首飞到取得型号合格证，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、高湿、高寒、大侧风、溅水、最小离地速度、失速、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部分。这些试验包括强度试验、系统集成试验、机上地面试验、工程模拟器试验、设备鉴定试验等。每一个大试验科目下面又分许多子试验科目。如强度试验就包括了全机静力试验、全机疲劳试验、鸟撞试验等；全机静力试验又包含了最大垂直力着陆试验、增压舱增压试验、襟翼、缝翼等活动面静力试验、吊挂静力试验、主起落架连接区静力试验等试验。

2016年11月8日，C919大型客机迎来“出生”以来第一次也是最严酷的一次“展翅”。“加载5%，以5%为一级，逐级加至20%，检查设备”……“加载至50%。保载3秒”……“加载至85%。保载3秒”……随着红色数据不断变化，一条曲线同时在两侧大屏幕上跃动，就像做心电图一样，这是浑身贴满白色胶布带应变片的C919大型客机首架静力试验机内部的反应。此时，10001架机身上有近百个加载动作简点，几千个应力测量点测量着飞机机体“骨骼”在外部不断加荷载情况下的应变（局部）和变形（宏观）、变动、扭曲和硬度、韧度。

这次试验中，10001架机仿佛是“受刑”，伴随着持续加荷载，飞机开始显现明显的外部反应，机翼开始向上一点点翘起，当荷载达到试验规定

的100%时，翼尖向上翘起达到近2米！

最终，C919大飞机顺利通过了这项“酷刑”一般的全机2.5g静力试验，这表明它强健的骨骼与机体足以支撑它飞上蓝天，为首飞打下了一个坚实基础。

而这一刻，对大飞机强度试验团队的很多人来说，心头都是百般滋味、感慨万千，因为当年ARJ21飞机2.5g载荷试验时曾遭受重挫，当时，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。”回想起当年ARJ21飞机试验受挫，中国航空工业飞机强度研究所副总工程师唐吉运说道。由于ARJ21飞机结构无法继续承载，试验被迫中止，后续20多项静力试验也全部无法继续开展，正在全面展开的试飞工作也不得不全线陷入停滞。

在巨大的压力面前，强度团队从头再来，花了7个月时间，终于排摸出故障原因，制定了解决方案。2010年6月28日，ARJ21飞机2.5g极限载荷试验圆满成功。

虽然ARJ21飞机与C919大飞机的强度试验在技术上并没有继承性，但ARJ21的这次经历，让试验团队意识到，飞机最关键、最脆弱的地方往往是接口，也就是飞机部件的衔接处，而团队的“接口”也应该被重视。“总结之后，我们在此后的工作中，任何细节都不放过，这一定程度上也为C919试验成功打下了基础。”中国商飞公司上飞院飞机结构强度工程技术所中机身室副主任王强说道。

平均年龄30岁的年轻团队能打硬仗

今年5月11日是中国商飞公司十周岁“生日”，当天，位于上海浦东机场区域的C919大型客机静力实验室内，C919飞机全尺寸验证试验项目中开展的首项极限载荷试验，也是欧洲航空安全局(EASA)关注的首个结构强度验证试验——C919飞机10001架机增压舱增压极限载荷验证试验正在进行。

当载荷施加到137%限制载荷时，问题不期而至：后服务门上部密封件脱出形成缝隙过大，增压舱无法继续增压……飞机上的压力不得不减下来，但强度试验团队身上的压力却迅速升了起来。

审定中心结构强度审查组和上飞院结构强度设计团队以及航空工业强度所团队在试验现场第一时间研究讨论故障原因和解决方案，随后又召开了多轮审查会详细讨论试验中止后的数据复查、试验故障、理论分析和试验数据对比分析等工作。在不到一个月的时间里，设计人员完成了多轮故障排查、修改方案和机上实施后通过审查组的认可和检查。最终试验大纲获得中国民航局(CAAC)的批准和欧洲航空安全局(EASA)的认可。今年6月6日，10001架机增压舱增

压极限载荷试验顺利完成，同时也拉开了C919飞机结构极限载荷验证试验的序幕。

中国航空工业飞机强度研究所副总工程师唐吉运是个1984年参加工作的老航空人，在他看来，这个由三方组成的大飞机强度试验团队之所以能拧成一股绳，凭的就是大家身上的航空情结和强烈的使命感，“我们大家的目标是一致的，都是为了大飞机翱翔蓝天，所以我们三方的合作中，原则问题决不让步，但合作过程中从来不扯皮。”

让唐吉运印象深刻的是团队里的党员，关键时刻总是能冲在前头。大飞机强度试验团队共有800余人，党员占比约为75%。唐吉运说，一直以来，强度团队加班加点是常态，试验任务紧张的时候，根本没有节假日和周末的概念，而对于这些“得失”，团队里的成员根本不会考虑，“大家想的都是如何保证强度试验顺利完成，不拖研制的后腿，尤其是党员，还成立了突击队，攻坚克难。”唐吉运认为，正是这种“强力精神”，让大飞机强度试验团队这支平均年龄只有30来岁的年轻队伍成为一支能打硬仗、敢打硬仗的队伍，保证了C919强度试验的顺利进行。