

从运-10到C919,中国大飞机的苦难与辉煌

(上接第一版)

在C919之前,另一个角色不可忽视,那就是我国具有自主知识产权的新型涡扇支线飞机——ARJ21。

“从运-10到现在,我们干了一辈子,退休十来年后终于有一架取得适航证、具有市场竞争能力、可以自主经营的飞机交付客户。”刘乾西感叹说。除了产品本身,他认为,ARJ21项目更大意义是为中国民航发展闯出了一条路,为后续的大飞机项目奠定了基础。

2000年2月15日,朱镕基召集会议听取民用飞机发展思路汇报。他指出,此前最大的教训就是“用计划经济的一套、用搞军机的一套办法搞民航”。此次会议明确了我国民机要按照市场化机制发展。

在体制上,我国航空工业实现了改革创新。随着2008年中国商飞成立,中国航空工业完成了整合重组、军民分线,形成了民机产业的核心能力,拥有了参与世界民机市场竞争的主体以及民机产业化的责任主体。

通过ARJ21项目,我国民机发展还探索出“坚持以我为主、自主创新,在拥有自主知识产权的前提下,积极开展多种形式的国际合作”的发展途径;形成了“主制造商—供应商”模式。

刘乾西表示,我国已基本建成以中国商飞为核心、联合中航工业、辐射全国面向全球的民机产业体系。

经过数百年艰苦攻关,首架ARJ21-700飞机于2007年12月21日在上海总装下线,将近一年后完成首飞。但这并不意味着适航审定的完成。接下来的6年,它开始了艰辛的“路考”。

“ARJ21的适航审定是依据我国现有的行业法规——《中国民用航空规章》第25部《运输类飞机适航标准》(CCAR-25)。”郭博智介绍,该标准完全参照“FAA-25”标准,与国际标准接轨。认证过程中,FAA也一直参与,审查我国民航局是否具备适航审查能力。

“ARJ21共通过了528个试飞科目,398个适航条款。”郭博智说,每一个条款,用什么方法证明自己已符合;每一个科目怎么飞,需要哪些数据,数据怎么分析,此前在我国都是空白。从某种意义上说,这并不是一款飞机的试飞,而是一个国家的试飞。

首次参加的ARJ21受到的审查极为严格。刘乾西介绍,按照国际惯例,局方试飞科目的数量通常为申请人试飞项目数量的30%,而对ARJ21,该比例达到了80%。又如失速试飞项目,“空客A380只飞了256次,而我们飞了8220次。”他说。

为了与国际标准接轨,源自FAA的“考题”给试飞团队带来了重重困难。刘乾西举例说,高寒试飞项目要求飞行环境低于零下40摄氏度,为满足要求,只能在最冷的时候前往海拉尔试飞。头一次试飞不成功,只好返回修改,第二年再去。高温高湿试飞也是如此。“这两个项目试了十几次,花了几年时间。”他说,而美国却有可以进行零下50摄氏度至零下70摄氏度环境模拟的实验室,把飞机拉进去就能通过模拟完成试验项目。

对于适航审定项目中的2.5g全机稳态俯仰100%极限载荷静力试验,ARJ21-700飞机副总设计师朱广荣有着刻骨铭心的记忆。“2009年12月1日,我们所有强度专业的人都会记得。”他说。那天,在中国民航局局方代表、FAA适航代表、中国商飞领导及众多媒体的注视下,试验失败了。

飞机在遭遇紊流、阵风,或者飞行员在紧急情况下进行大幅度机动时,会导致机翼承受的载荷超出飞机的重量。按照标准,飞机极限载荷的设计值为飞机重量的2.5倍。极限载荷试验就是对试验样机机翼模拟加载2.5倍载荷,并持续3秒,以检验飞机的结构。“实际飞行中,永远不可能碰到极限载荷,但飞机的结构设计必须达到这样的强度。”朱广荣说。

然而试验刚加载到87%,机身断裂了。“原因很快

查明,是个低级计算失误。”朱广荣说,但经历了如此事故,民航局方、美方审查代表对强度团队的信任跌至谷底。沉重的压力、难言的委屈,朱广荣和同事们默默承受着。除了已经查明的错误,他们举一反三,将所有环节全面铺开,对每个细节反复核查。7个月后,第二次极限载荷试验取得成功。

“首次试验的失败无疑是件坏事,将整个型号的研制进度推迟了7个月。”朱广荣说,但这段经历,也为我国民机发展积累了经验。他表示,这是中国民航首次在重要试验中出现重大故障,此前我国并没有这方面处理经验。通过这一事例,科研团队与民航局方共同建立了从故障原因排查、修复,再到验证的一整套民机研制处理试验故障的程序。不仅得到民航局的高度认可,也重获FAA的信任。此后FAA对所有专业进行审查打分时,结构强度专业获得了全部绿灯。

2014年12月30日,ARJ21终于获得中国民航局颁发的型号合格证,同时也宣告中国具备该类飞机的适航审定能力。“该型号对我国民机技术、产业乃至整个民用航空工业贡献巨大。”郭博智表示。

今年11月2日,中国航空人研制了整整七载春秋的C919首架机总装下线,计划于明年首飞。它也将踏上适航审定的征程,但对这条路,我们不再是一无所知。从运-10到ARJ21再到C919,我国民用飞机及其产业发展产生了巨大变化,但一代代航空人矢志不渝的梦想和追求始终没有改变。

从“翅膀”到“内脏”的强劲, C919就是这么傲娇

C919是进军国际大飞机市场的先锋,为了打败竞争对手,它的设计性能超过了大部分同类机型。

首先,C919使用了LEAP-1C发动机,它是CFM56发动机的改进版,后者是世界上最为成熟,卖得最多的发动机。而LEAP-1C的燃油消耗比它的前辈减少16%。大客机是吃油老虎,省16%的燃油是显著优势。

为了减少空气阻力,C919的外形在成熟的客机模型上做了许多改进,机头、机身、翼梢、吊挂等,每个环节都有微小进步。加在一起,C919相对空客、波音的竞争对手,可以减阻5%。

“我们对供应商的选择一定通过全球竞争,看谁的质量最好,价格最便宜。”郭博智说,“通过竞争,我们就能给飞机选择最合适的系统,保证飞机经济、安全和环保。”

C919使用的最高端的铝锂合金和复合材料,占结构重量的五分之一还多,这使得飞机更轻;机翼和机体上的20多个钛合金部件,还使用了中国自研的激光粉末冶金技术(3D打印的一种)。

机舱内噪音,C919能降到60分贝以下,而同类机型则为80分贝。

C919的新型空气分配系统,让空气更新鲜、均匀。出风口设计在机舱顶部和行李架侧面,加快了空气流动,乘客更少会感到“冷热不均”。体感温度目标则根据中国人群实验数据而来。

着眼于国内市场,C919还针对高原、高温等环境下飞行的问题做了改进。

另外,C919团队研发了全球水平最高的一体式吊挂。发动机的油、电、控制信号,都要经过“吊挂”这个部件。C919的发动机控制部件和附属设备,都放进了吊挂。

“吊挂越小,发动机效率越高。”C919机体结构总装现场工程团队项目经理从昊说:“C919的吊挂体积缩小了,结构整合得极其紧凑。以往的反推都是挂在发动机上,现在则是挂在吊挂上。”

从昊介绍说,预冷器是用发动机热量给客舱提供暖风的。C919使用的预冷器是市面上最大一类,占用

空间大,还包含很多孔洞,影响到吊挂的结构。中国团队解决了这个问题。还有C919上的8个断离销(安全销),它们是吊挂一部分,在飞机撞击时会断开,让发动机脱离机身,不至于撕开翅膀上的油箱引起大火。但它们平时绝不能松动。断与不断,只有1.5%的区间。这个小部件挑战了设计、工艺、材料性能、热处理技术等。为此安排了1000多次实验。

C919具有高度模块化和综合化的航电系统,带包线保护功能的全数字电传飞控系统,这些软硬件结合的创新技术研发,都是中国人主导和负责的,跟同类飞机比都是佼佼者。

另外,由于中国人工成本相对较低,C919比波音和空客同等机型便宜。C919可能卖到5000万美元一架,而波音737和空客320则在6000万美元左右。

比起运-10,C919“成熟稳健”了许多,前者是每年只能飞几十个小时,每次降落后都要修修补补的试验机;后者立志成为带着近200人上天,安全飞上十几个小时,十几年不出故障的商业飞机。

过度追求国产化并不适合民机制造,组合是另一种创造

虽然C919技术指标出众,但由于其发动机等部件产自国外,许多人产生了质疑:“这能算作完全自主知识产权吗?”

当然算。C919项目常务副总设计师陈迎春向媒体表示,C919飞机的自主创新有几个重要标志。“在设计上,我们一分钱也没给外国人。我可以负责任地说,C919完全是自主设计。”他说。

陈迎春介绍,大飞机项目启动后,首先要做可行性研究和初步技术方案论证。初步技术方案设计也叫做概念设计,是最关键的部分,包括确定飞机机翼、机身、尾翼、发动机、起落架几大部件的布局,航程、座级的参数,以及装什么样的发动机和系统、发动机量级、电源功率等。“就像盖房子,先要构思房子盖几层,盖什么样式,使用什么建材。这很重要。”

随后是系统集成定义设计,主要是向供应商描述飞机,告诉他们发动机和系统的要求等。与此同时,我国开展了气动、结构强度和系统方案初步设计,通过仿真计算分析、制作模型、风洞试验和结构强度试验等,逐步确定飞机的气动外形和结构。

“气动外形由我国自行设计、试验完成。”陈迎春说,设计机翼时,集中了国内飞机气动专业百位顶尖专家,设计了500多副翼型,通过计算选出8副进行风洞试验验证,再选出4副相互评议,在总结四个方案的优点后合四为一进行验证,最后形成用在飞机上的机翼。

经过在欧美多国测试,这副机翼使C919的升阻比、巡航特性、失速特性、噪声水平、结冰特性等重要指标均优于竞争对手,获得了国外同行的高度认可。

参与C919翼型设计的西北工业大学飞行器设计工程教授白俊强表示,翼型设计是非常基础的研发,只能靠中国人自己从零摸索,在C919成功之后,中国人在气动外形设计方面,首次跟外国同行坐在了同一张讨论桌。

“飞机的机体,从设计、计算、试验、制造全是中国人自己做的。”陈迎春说,“我们还自主完成了飞机的系统集成。”

对于系统集成,许多人并不理解:“不就是组装吗?”

陈迎春表示,系统集成本身就是集成创新。

“飞机绝不是把零件买来装上就行了。要经过总体设计,从顶层开始将需求层层分解,让供应商按照要求来做。拿到零部件,我们要进行匹配设计,大规模集

成,再完成组装。”郭博智说,“许多外形上看不见的改变才是最难的。”

以备受争议的发动机为例,从昊介绍说,虽然C919的发动机购自CFM公司,但吊挂结构形式却属首创。这种一体式吊挂,将发动机的控制部件和附属设备都集成了进去,波音空客等大公司都没用过。他说:“以往的反推都是挂在发动机上,现在则是挂在吊挂上。没有前人做过,全靠我们自己试验。”

陈迎春说,飞机上复杂的大型系统如航电、飞控等,都被拆成子系统让供应商做,再由中方集成。比起购买整套系统,虽然增加了难度,但有助于掌握技术,为以后开发新型号积累经验。

有人觉得,既然是自主研制大飞机,就该尽量采用国产零部件,而非购买、集成国外产品。

郭博智认为,过度追求国产化概念,并不适合民用飞机制造。这与爱国情结、民族情结无关,民机产品需要国际化。

商飞公司采用的“主制造商—供应商”模式,早已在国际民机产业通行。刘乾西表示,如今民机产业特点是全球化、专业化、开放式的运作。“闭门造车”已不能适应当前的市场。“民机要求每个部件都达到统一标准,一个国家不可能什么都做到最好,必须依靠市场和制造全球化。”他说,在民机产业链中,主制造商是领导企业,和供应商形成战略同盟关系。“我们占据了主制造商这块高地,一说要造什么飞机,等于树立一面旗帜,可以‘招兵买马’。”

郭博智介绍,波音、空客也互为供应商,许多零部件也在中国生产。“一堆珍珠散落在全球各地,我们要把最好的拿回来,做一根绳把它串成项链。只要有一颗珍珠有瑕疵,项链就卖不上价钱。民机制造也是如此。”他说。

不过他认为,虽然不强求国产化,却要通过C919项目带动国内相关行业的提升。他介绍,作为C919的主制造商,中国商飞与波音、空客、庞巴迪、巴西航空工业公司等19家国际一流供应商展开了合作。但根据合同要求,我国与外国供应商建立了10多家合资公司,必须从合资公司交产品。“强迫外国跟国内企业合作,能帮助国内机载设备供应商站在巨人肩膀上,一起参与世界竞争。”他说,“从铆钉到接插件,从设备到系统,我们都要前进,让国内整个工业水平得到快速提升,最终形成国内外合理布局、有序竞争的供应商体系。”

从试飞到市场障碍重重,驰骋蓝天还需负重致远

尽管C919带着许多亮点成功下线,但要“飞”向市场,前方的跑道依然障碍重重。

大客机的喷气发动机,都是“大涵道比”涡扇型——螺旋高速旋转吸气,把空气吹向后方;其中大部分跟燃烧尾气一起推动飞机,小部分吹进燃烧室,两个的比例大于4:1就是大涵道比。飞机在音速以下飞行,4:1以上的比例可使能效达到最高;经常要超音速的战斗机,就得把更多空气送入燃烧室,产生更多高温尾气——这就是小涵道比涡喷发动机。

前苏联制造的军用航空发动机完全满足其庞大的空军需求,中国也早就能造大推力军用航空发动机。但民用航空发动机难得多,因为它不能容忍使用1000个小时后表现就大打折扣,也供不起高油耗。

目前在全球范围内成功的民用航空发动机公司,只有通用、普惠、罗·罗、通用与塞峰合资的CFM,以及普惠与日、德合资的IAE。这是一个资金、技术极度密集的行业,说到底只有两家美国公司和一家英国公司玩得转。一个新系列的发动机要几十年预研加研发,谁要挤入这个市场,需先做好几十年连续实验烧钱的准备,而且这钱还很可能打水漂。比起大飞机公司,一家成功的

全球航空发动机公司要难得多。

中国何时能够后来居上,让C919装上“中国心”?据了解,为解决发动机薄弱的问题,中航工业在2009年联合上海电气集团等国有企业共同发起成立了中航商用航空发动机有限责任公司,其主要目标是解决国产大涵道比发动机研发、制造、装配、试车、服务等方面的需求。

2012年第九届珠海航展上,中航工业首次对外公布了国产航空发动机追赶世界先进水平的“三步走”路线图。按照这一规划,中国将在2020年左右接近国际先进水平,并在随后一段时期内,实现在部分领域赶超世界先进水平的发展目标。这一规划被业内人士解释为是一个从“填空补缺”到“望其项背”,最终确保和发达国家“并驾齐驱”的过程。但按照目前的节奏,实现目标还有相当的数量。

5月份,国务院印发的《中国制造2025》指出,突破高推重比、先进涡桨(轴)发动机及大涵道比涡扇发动机技术,建立发动机自主发展工业体系,开发先进机载设备及系统,形成自主完整的航空产业链。

今年10月中旬,有消息称,我国正计划单独成立国家航空发动机集团公司来整合相关资产和技术力量。其将是与中航工业以及中国商飞属于同一级别的央企。这或许将在一定程度上加速航空发动机的研发进程。

“不谈‘中国心’的难,C919离终点撞线,还有一场障碍赛要跑。其‘探路者’ARJ21在11年又3个月的适航审查,超过6年试验试飞中遭遇的苦难,C919得再过一遍。”

“世界上大飞机的设计研制,没有一种是拖的。太复杂了。你想不到哪里会突然冒出来一个很长时间才能解决的问题。”郭博智说,“我们可能会投入6架飞机,试飞3年,完成所有的试飞科目,才能拿证。”

最终,C919要取得FAA和EASA(欧洲航空安全局)的适航证,进入欧美市场,才能被全球认同。有评论说,C919大量选择美欧知名厂商为合作伙伴,也是为未来领证开路。

据预测,未来20年全球航空需要新增32600架商用大飞机,总价值近5万亿美元。中国也会在未来10年内成为世界最大的航空运输市场。这也是C919拼命的动力之一。

C919面临着严峻的市场竞争。空客的新一代A320、波音的新一代B737与C919的市场定位几乎重合。即使中国商飞成功地兑现500多架意向订单,波音和空客两家也是比它高出一个数量级的供货商。

回首世界航空历史,中国商飞必须直面民用飞机奋斗路旁的累累残骸:麦道公司连年巨亏,1990年代被波音兼并;德国多尼尔公司1980年代崛起,1990年代就被兼并;制造多款著名飞机的康维尔公司1970年代退出民航市场;洛克希德公司在民航竞争中落败……中国商飞在跟空客、波音抗衡,但谁也无法预言胜利。

电视直播C919下线时,曾有中国网民评论:更高兴的是看到飞机旁边的工程师很年轻。这支团队主要来自北航、南航和西工大,担纲的技术管理者们大多三四十岁。他们还要打几十年的持久战。

“如今中国的国力增强,科技、工业水平提升,体制机制更加完善,民航业也发展得更现代化,方方面面的条件都已具备。ARJ21、C919等型号的研制推动了各行各业的创新,得到了一系列成果并广泛应用。”郭博智说,“我们现在肩负的责任,不仅是研制这两型飞机,还要把整个产业链、技术体系、管理体系搭建起来。但这需要一个过程。”

中科院发起成立科技“双创”联盟

科技日报讯(记者王怡)12月19日,中国科学院在京召开科技服务国民经济主战场座谈会,协同国内外科研机构、大学、人才机构、企业、科技孵化器和投资机构,发起了科技“双创”联盟,共同推动“大众创业,万众创新”,并在座谈会上签署相关科技合作协议。中国科学院院长白春礼、上海市市长杨雄、山东省省长郭树清、陕西省省长娄勤俭出席了座谈会,并见证了联盟的签约。

“双创”联盟以促进科技成果产业化、服务“大众创

业、万众创新”和制造业转型升级为宗旨,着力发挥科研院所科技资源、人才和科技平台优势,联合各类专业机构,创新体制机制,建立科技、产业与资本联动、融合的机制和环境,营造优良的“创新创业生态系统”。

中国科学院院长白春礼在会上介绍:“今年中国科学院为适应新的改革形势和发展要求,根据经济发展新常态的要求,对办院方针进行了调整,确定了‘三个面向’‘四个率先’的新方针,力争既要面向世界科技前沿,取得一批世界领先的重大创新成果,也要面向国家

重大需求、面向国民经济主战场,深入实施创新驱动发展战略,增强科技支撑与服务能力,突破一批重大关键共性技术问题,以科技创新服务经济社会发展。”

中国科学院国有资产经营有限责任公司、欧美同学会海归创业学院、中国技术交易所、中国科学院西安光学精密机械研究所、联想之星投资管理有限公司、中科院科技创新孵化投资有限责任公司、西安中科创星科技孵化器有限公司作为联盟发起单位的代表,参加了此次协议签约活动。

于缓存空间中,适用于运动中或飞机上等使用场景。此外,TiWatch还为开发者提供了丰富的开发接口,可定制属于自己的软件服务,如开发个性化课程表、头像表盘等。

李建彬透露,团队拟将TiWatch核心技术成果运用到其他可穿戴设备上,进一步打造低功耗、高安全、可扩展的透明健康可穿戴终端。可实现对慢性病患者持续监测的医疗健康透明智能终端产品;在机器人领域实现机器人实时切换功能,使机器人完成更多、更复杂的服务任务;在无人机领域实现无人机序列编程任务实时切换,让无人机序列能根据场景切换飞行阵型。

集中查验功能的公共服务平台。在中关村管委会、海关、检验检疫多方推动下,北平台建立了保税仓库、检验检疫监管中心,搭建一站式报关、报检和集中查验绿色通道,将口岸有效延伸至科研创新前沿,实现生物试剂耗材制品的“快报快检快放”;对试点企业实施诚信备案制度,细分风险分类管理等提高通关效率降低监管压力的措施,从而实现“口岸放行、平台查验、后续监管”的创新监管模式。

该平台位于昌平区中关村生命科学园,可有效辐射海淀、昌平的众多高校、科研院所、生物医药及技术服务企业,未来服务将辐射至京津冀地区。

进出口公共服务平台——中关村生命科学联合创新中心(以下简称“北平台”)正式启动运行。海关、检验检疫的报关、查验和放行流程都能在此一站完成,科研人员不再需要东奔西跑在多个部门间辗转了。

据介绍,北平台由检验检疫集中监管中心、公用型保税仓库和联合办事大厅三部分组成,是“设施专业、品类齐全,风险可控,通关便捷”兼具保税物流和检



乌东德水电站坝顶高程988米,最大坝高270米。左、右岸地下厂房各安装6台水轮发电机组,单机容量85万千瓦,电站装机容量1020万千瓦,年发电量389.1亿千瓦时。记者从中国长江三峡集团公司获悉,乌东德水电站装机容量1020万千瓦,建成后有望成为中国第三、世界第七的巨型水电站。专家认为,乌东德水电站超千亿元的动态投资将不但助力“稳增长”,还将为中国绿色发展增添新引擎。图为长江设计院工作人员介绍乌东德水电站工程概况。

新华社记者 吉哲鹏摄

新版“北京网”正式上线

科技日报讯(记者王小龙)首都城市综合信息服务平台,即新版“北京网”和“北京服务您”手机客户端12月18日正式上线。自此北京市民就能通过便捷的方式,享受到劳动就业、居家养老、交通出行、婚育服务、文体娱乐等10大主题的100多项便民融合服务。涵盖公共信息查询、社保办理、出入境证件在线办理、婚姻预约登记、网上预约挂号、交通违章查询缴费等。不少以前要跑多个办事机构,或需要多次往返才能办理成功的复杂政务事项,现在都可以一键便捷办理。除了网站和手机客户端外,市民还可通过支付宝、微博和微信三大平台

进行接入。

新“北京网”除保留原有的海量资讯服务并进行全新梳理整合外,还充分运用大数据以及“互联网+”手段,全面聚合政府服务资源、社会公共服务资源和商业便民资源,为北京市民及外来人员提供一站式政务、商业、公共服务。

据悉,新版“北京网”将采取公司化运营、民办公助的模式,由北京市经信委指导,神州数码负责建设和运营。这也是神州数码城市公共信息服务平台首度全面落地北京。

科研特殊物品进出口可享“一站式”服务

科技日报讯(记者蒋秀娟 韩义雷)“真是下单容易到手难,过了海关还有检验检疫环节,小白鼠检疫得找通州国检局,模式生物找顺义国检局,高风险特殊物品检疫又在另一个地儿,想进口一批特殊物品或生物材料真是不容易。”科研单位和企业常常这样感慨。

为解决特殊物品及生物材料通关复杂难题,12月18日,全国首家“一站式”特殊物品及生物材料