



十二届全国人大五次会议
全国政协十二届五次会议

两会
2017
特别策划
TEBIECEHUA

半个世纪前,搭载J58的“黑鸟(SR-71)”曾创造出临界高度24000米、最大时速3马赫(3倍音速)、转场航程4800公里的纪录。“我从没躲避过任何米格机或地对空导弹,如果我觉它们构成威胁,向前推油门就行了。”某“黑鸟”飞行员曾这样说。

“临界鹰(SR-72)”将使用涡轮发动机与双模式冲压发动机的组合体作为动力,SR-71的飞行员能在机舱内看到舱外“地球曲率和头顶上布满星星的黑色天空”,那么,SR-72会给人们带来什么壮丽的空天景观?

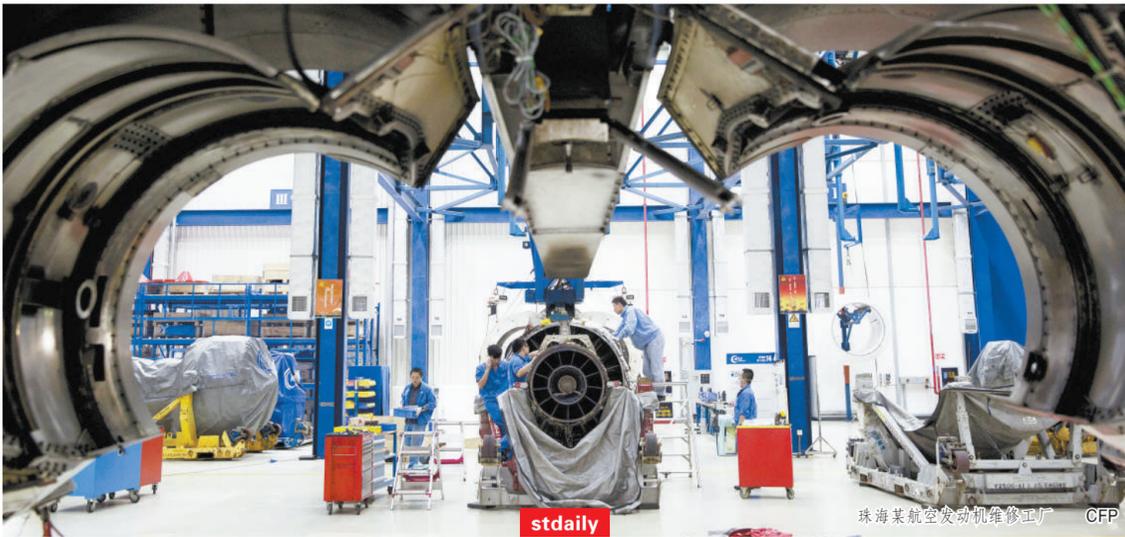
航空发动机:2030年超音速民航或商用

本报记者 矫阳

2月21日,中国航发集团在沈阳对新组建的重点型号研制工作组进行动员,集团党组书记、董事长曹建国要求集智攻关,加快推进型号研制。

21世纪,世界航空发动机技术发展是什么趋势?近日,记者就此问题专访了北京天骄航空产业投资有限公司创新研究院副院长、国家“千人计划”专家王光秋。

“21世纪,超超音速飞行是空天发展的方向,而涡轮冲压组合发动机,是支撑这一飞行的航空动力新技术。”王光秋说,这一先进的航空动力将使飞行速度达到音速的6倍(时速7344公里),他依此推测“超音速民航飞机或可在2030年实现商用,时速可达5000公里。按照这个速度,北京飞纽约只需2小时。”



stdaily

珠海某航空发动机维修工厂 CFP

60年,速度从100公里/小时到3马赫

更高、更快、更省和更安全,是人类对飞行器永恒的追求。

从活塞、涡喷到涡喷亚冲压变循环组合,航空速度从100公里/小时到3马赫(1马赫为1倍音速),用了60年。

1903年12月17日,世界首架飞机使用了一台汽油活塞发动机,飞行距离260米,最高时速100公里。

“在飞行速度大于600公里/小时后,螺旋桨效率会急剧下降。因此,采用活塞式航空发动机—螺旋桨组合的飞机,其飞行速度不可能达到声速以上。”王光秋说。

而喷气发动机和燃气涡轮发动机则能使新型航空发动机做到功率更大、重量更轻。其工作原理是进气、压缩、燃烧、排气。

喷气方式有几种?“大约有冲压、脉冲、涡轮、涡轮/冲压或者涡轮—火箭等几种,根据不同原理采用不同喷气方式。”王光秋解释说,低于音速时,采用涡

轮风扇方式;高亚音速和超音速时,采用涡轮喷气方式;当速度大于2倍音速之上,采用冲压方式。

上世纪60年代,普惠大胆尝试将涡喷与冲压组合在一起,行内称之为“变循环”,使航空推进技术实现了重大跨越。

这一新模式使J58发动机在半个世纪前横空出世。

1965年,搭载J58的“黑鸟(SR-71)”创造出最大时速3马赫的神奇。使“黑鸟”诞生以来,至今仍保持着使用空气发动机的载人飞机最快速度。

“J58发动机用一台发动机实现了两种不同的工作原理,采用涡喷与亚冲压两种模式组合,可以满足传统飞行模式和3倍音速以上飞行状态下的不同要求。在以3.2马赫飞行时,约70%推力来自以冲压模式工作的进气道。”王光秋说。

由J58开启的变循环组合模式新概念,持续引领了长达半个多世纪的航空推进技术发展。

30年,超音速巡航催生“燃油经济性”

J58发动机虽然惊艳,但是油耗奇高。公开资料显示,每小时油耗高达25万美元。

为追求经济性,低涵道比涡扇发动机概念于上世

纪50年代出现。在解释涡扇发动机时,王光秋说,“由于涡喷气流通道只有一个,高速效率较高,但十分废油。增加一个气流通道,则可实现推进效率高,油

耗低,因而能够获得较大的推重比。”

涵道比,是涡扇发动机外涵道与内涵道空气流量的比值。“对这个比值的不断改变,成为数十年来航空动力技术持续提高的但是高涵道比涡扇发动机仅适合亚音速飞行,要实现技术可行、具有良好燃油经济性的两倍音速飞行成为可能,仍需要解决一系列技术挑战。

一边需要无与伦比的亚音速和超音速性能,一边渴望优良的燃油经济性,变循环发动机的概念呼之欲出。

“传统涡喷发动机主要是通过采用加力燃烧技术实现加速和超音速飞行,而先进的变循环发动机则是通过

改变发动机的循环参数如涵道比等,更为高效地完成包括超音速飞行在内的不同飞行任务。”王光秋说。

上世纪80年代中期,面对超音速巡航的需求,相比普惠F-119稳健的技术方案,通用F-120大胆启用了超前的三涵道变循环概念,不仅结构简单得多,零件数也比F-119少40%。

“虽因技术太超前,用户最终选择了F-119,然F-120可谓虽败犹荣。”王光秋这样评价F-120,“也是因为通用对F-120新技术持续近30年的坚持,使美国预研技术始终和现役技术保持着合理的时间间隔,确保了技术领先优势。”

20年,涡轮冲压组合将速度推至6马赫

2013年11月,美国《航空周刊》杂志正式披露,洛克希德·马丁公司已开启SR-72高超音速无人侦察机研制。根据计划安排,SR-72项目将于2018年启动,2023年左右进行原型机试飞,于2030年左右服役。

资料显示,SR-72侦察机,代号“临界鹰”,取代“黑鸟(SR-71)”,是目前第四代战斗机最大飞行速度的三倍,甚至其飞行速度比一些常见的导弹还要快,堪称人类制造的“最快飞机”。

“临界鹰(SR-72)”的动力会采用什么组合?

王光秋分析,“临界鹰(SR-72)”将使用涡轮发动机与双模式冲压发动机的组合体作为动力,涡轮发动机将飞机加速到马赫数3后,亚超燃冲压发动机点火,

继续加速至马赫数5时,超燃冲压发动机点火并将飞机加速至马赫数6。当然,SR-72也会比SR-71更省油,效率更高。

这也意味着,“临界鹰”动力是将几种推力形式组合在一起,达到一个性能最优的目标。

这个组合会有哪几种方式,能达到什么效果?王光秋认为,如果以串联的涡轮亚燃冲压发动机组合方式,可达到4马赫速度;而用并联涡轮超燃冲压发动机组合方式,则可达6马赫速度。

半个世纪前,“黑鸟(SR-71)”飞到了24000米临界大气层的高度,不久的将来,“临界鹰(SR-72)”会给人们带来怎样壮丽的空天景观?

赢在未来

听TA说

邹正平:航发研究不以型号牵引为主

“这些年我国在航空发动机领域进步巨大,但跟国外差距并没明显缩小,原因就是国外也在进步。”邹正平认为,这与国外研究体系有很大关系。

两会前夕,在北京航空航天大学航空发动机气动热力国防重点实验室,笔者见到能源与动力工程学院教授邹正平。

欧美技术发达,重视每一个环节,在科学层次上对发动机内部机制进行细致的研究,以获得新的科学认知;又通过学术界与工程界紧密结合,将科学上的认知转换为工程上可用的新的设计方法和手段,并进行充分的实验验证,以提高技术成熟度,最终用于航空发动机型号的设计。

反观我们以前,不重视科学问题研究和技术的积累、验证,一切技术问题以型号牵引为主,即型号出现问题后再寻找技术上的解决方案。由于研制周期的限制,只能“头痛医头,脚痛医脚”。很多关键技术没有真正掌握,或是技术成熟度不够,导致设计者很难把握结果。这也是过去型号研制中问题多、周期长的根本原因。

“如何将基础研究和工程应用结合起来,非常重要。过去高校里不少老师,做基础研究完全不管工程上能否应用或如何应用,这也是在航空发动机领域,基础研究很长一段时间内得不到重视的重要原因。基础研究解不了航空发动机的‘近渴’。”邹正平开玩笑说,“就像做流体力学的,不知道水是湿的。”

“我们希望将基础研究和工程设计紧密联系起来,并在二者之间架起一座桥梁。”邹正平走的就是这条路,即从工程实践中提炼科学问题,进行细致的基础研究以产生新的物理认知;在此基础上,提炼相应的数学物理模型,并发展新的设计方法或手段;通

邹正平 北京航空航天大学能源与动力工程学院教授



过与航空发动机研究所的合作进行不同层次的验证,以提高技术成熟度。

这些年邹正平团队取得了不少成果,以航空发动机涡轮部件研究为例,如何降低涡轮部件的重量和尺寸对提高航空发动机的推重比具有重要意义。他们通过研究大幅度提高了涡轮叶片的气动负荷,从而减少涡轮叶片数量,甚至减少叶片排数,最终达到减轻重量的目的。

“飞机飞得越高,大气越稀薄,空气密度越小,航空发动机都会遇到雷诺数效应,即部件效率会呈明显下降趋势。”邹正平介绍,“夸张点说,如果飞机上到20公里高度,航空发动机低压涡轮部件效率,可能会下降6至10个百分点,意味着发动机的耗油率相应增加6%—10%。”邹正平花了大量时间,研究低压涡轮部件效率为何大幅降低。据了解,国外设计较好的航空发动机低压涡轮部件效率在20公里高度下降6%左右,而邹正平通过与航空发动机相关研究所合作,发展了相应的设计方法,实验表明变化幅度不到2%。

(叶枫)

主 编 林莉君
副 编 滕继濮
责任编辑 姜晨怡

研发趣事

张尚国:没有最好只有更好

张尚国是中国航发成都发动机公司(以下简称“成发”)叶片生产一线的一名普通党员,在叶片抛光战线上已经奋斗了17年,担负着重难点科研、外贸任务的加工试制。

2016年,成发叶片抛光中心作为叶片加工工序的枢纽,承担着全年任务生产节点、质量难点攻坚的重要使命。由于叶片抛光以手工操作为主,一天下来,抛光操作人员常常腰酸背痛。张尚国却一如既往地苦苦摸索科研产品抛光技术,主动加班加点完成各项生产任务,平均每天工作10小时以上。

在日常工作中,张尚国把每一件叶片都当成精品来做,他所抛光的叶片质量稳定可靠,叶型三坐标一次合格率均超98%以上,全年无废品。抛光加工叶片外形美观,得到检验员一致称赞,甚至作为检验标准。

近年来,随着公司产品结构的不断升级,以往的加工技术远远不能满足工艺需要。张尚国在工作中自觉学习新技术、新规范、新方法。利用业余时间对几千件

废品不断地抛、修、磨,并与标准件反复测量、比对,一点点地归纳出自己的经验,练就了过硬的叶片抛光技术。

2016年,张尚国个人的外贸合格率达到95%以上,科研产品一次合格率达到90%以上。同事在叶片抛光时遇到技术难题,张尚国会不厌其烦,耐心指导。他在返修叶片时,对出现问题的原因追根溯源,一定要找到加工者,帮助操作者查找原因,手把手指导操作加工,使操作者抛光技术得到快速提升,从而进一步提高叶片的合格率,减少返修量,减少资源浪费,节约了生产成本。

“工作没有最好,只有更好。”张尚国说。

(本报记者 矫阳)



黑科技

我国预研串联式涡轮冲压组合发动机

我国航空发动机目前水平如何?有什么代表性成果?《航空知识》杂志主编王亚南认为,国产涡扇10“太行”是三代航空发动机的典型代表型号。更为重要的是,涡扇10的列装,让我们首次拥有一个从研制完成到批量列装,到反馈改进的迭代完善历程。

据报道,原中航工业庆安公司在2015年上半年内先后完成了三型发动机多型产品的方案设计工作,并分别于5月、7月顺利通过主机所的方案评审。其中包括为某飞机配套的首次研制的串联式涡轮冲压组合发动机。

有业内人士分析,中国发动机既然是“串联”,其压缩机、燃烧室和尾喷管可能更加靠后,涡轮发动机的旁路则更加接近于其进气道部分。这样做的好处是可以将发动机拉长,从而缩小正面积以减小高速时的空气阻力。新研制的发动机控制方式已经由机械液压控制逐步升级为电传控制。同时开展的对某重点型号中涵道比发动机作动器的改型设计也颇有成效,不仅性能指标提高了25%以上,而且对高温提出了国内外罕见的要求。

(本报记者 矫阳)