

“21 世纪航空动力发展”专栏

【编者按】 2000 年 9 月中国航空学会召开的 21 世纪航空动力发展研讨会上, 针对航空动力全行业的发展、发动机总体、结构强度、叶轮机、燃烧、传热、控制、材料、工艺、试验技术及动力传输等方面发表了多篇很有价值的综述和展望方面的文章。本刊特辟本专栏, 将陆续发表读者感兴趣的文章。本期首先发表刘大响院士的主题报告“对加快发展我国航空动力的思考”和航空动力专业分会主任陈大光教授的“推重比 15 一级发动机总体性能的设计的关键技术和难点分析”。

文章编号: 1000-8055 (2001) 01-0001-07

对加快发展我国航空动力的思考

刘大响

(中国航空工业第一集团公司 科学技术委员会, 北京 100012)

摘要: 发动机是飞机的“心脏”。我国航空发动机落后, 与世界先进水平的差距正在加大, 已成为制约军、民用飞机发展的“瓶颈”技术。造成这种状况的原因很多, 值得我们认真反思, 总结经验教训。虽然我国至今尚没有一个发动机型号走完自行研制的全过程, 但通过半个世纪的努力, 特别是近 20 年的快速发展, 我国具备了一定的新机研制能力和技术基础。面对新世纪, 挑战与机遇并存, 困难和希望同在。在目前的严峻形势下, 如何抓住机遇, 迎接挑战, 加快研制, 实现航空动力的“跨越式”发展, 本文提出了几条措施建议。

关键词: 航空发动机; 发展; 措施

中图分类号: V 23 **文献标识码:** A

1 前言

众所周知, 40 年代初, 英国和德国先后发明了燃气涡轮发动机, 使航空工业发生了一场革命, 飞机的速度、高度和机动性出现了历史性飞跃, 飞机从亚声速跨入了超声速飞行的新时代。在短短的半个世纪中, 航空动力技术的巨大进步, 对航空工业的迅猛发展起到了关键性的推动作用。动力技术已成为一个国家科技水平、军事实力和综

合国力的重要标志之一。

由于种种原因, 我国航空动力技术比较落后。早在 30 多年前, 周总理就指出: 我们的飞机得了“心脏病”。这种状况至今没有好转。动力落后严重制约了我军装备的更新换代, 已成为航空武器平台发展的“瓶颈”技术之一。目前, 我国不但民航客机动力市场已全部被国外占领, 而且新研军用飞机因为没有自研的先进发动机可用, 不得不买国外发动机, 或用其进行首飞, 或进行仿制

收稿日期: 2000- 09- 01; 修订日期: 2001- 02- 01

作者简介: 刘大响 (1937-), 男, 院士, 中国航空工业第一集团公司科学技术委员会副主任, 北京航空航天大学四系教授

改型。这种依赖于国外的局面,一旦国际形势突变,或在周边发生局部战争,我国装备就会因动力受制于人而陷入被动局面。值得特别注意的是,与周边国家和地区相比,我空军除了数量上尚具有一定优势之外,装备的技术水平有被赶上或超过的危险,形势十分严峻。航空动力已到了非解决不可的时候了,根治飞机“心脏病”刻不容缓!

2 国外航空动力技术的发展趋势

2.1 西方发达国家航空动力技术呈加速发展态势,我国的差距在进一步加大

从二战结束到 21 世纪初,喷气式战斗机大致经历了四次更新换代:

● 第一代:以涡轮喷气发动机为主,40~50 年代研制,50~60 年代获得广泛应用。表征发动机综合性能指标的推重比约 3~4。涡轮前燃气温度 1200~1300 K,典型机种有 J57, BK-1, PTF96 等。

● 第二代:主要是加力式涡轮喷气发动机,基本上是第一代的改型,还有少量涡轮风扇发动机,推重比 5~6,涡轮前燃气温度 1400~1550 K,典型机种有 J79, TF30, Spey, M K202, M53-P2, PTF300, P29-300 等。

● 第三代:主要是涡轮风扇发动机,技术上有很大进步,推重比 7~8,涡轮前温度 1600~1800 K。从 1973 年 F100 发动机最先投入使用以来,相继又有美国的 F404, F110, 西欧的 RB199, 法国的 M-88, 前苏联的 PTF33 和 AL31F 投入使用,成为美国、俄罗斯、我国周边国家和地区现役的第一线战斗主力机种,如 F14, F15, F16, F18, 幻影 2000, MMF29, CY27, CY30 等。

● 第四代:从 80 年代开始发展,目前仍处于研制阶段。推重比 9~10.5,涡轮前温度高达 1850~2000 K,主要用于第四代战斗机。其典型机种有美国的 F119, 西欧四国的 EJ200, 法国的 M88-III, 俄罗斯的 AL-41F。

目前,美、英第一代、二代均已退役,第三代是现役主力机种,由于其性能先进,且还在不断改进机型,服役期比第一、二代长很多,估计将使用到 2010 年左右,俄、法、日、印、韩等国二、三代并存,以第三代为主。

第四代战斗机是美、苏冷战对抗时期开始研制的,原计划 90 年代中期装备部队。自苏联和华约解体后,是否还需要继续发展,在美国和西欧开展了一场大辩论。许多国会议员提出,将 F-15,

F-16 经现代化改装后,就可以达到应付未来“地区冲突”的要求。在此影响下,德国曾一度退出欧洲战斗机 EF2000 发展计划。但辩论的结果认为: F-15, F-16 改装后,不能跨越代的鸿沟。为了满足“全球到达,全球力量”的战略目标,发展第四代战斗机是必须的。这场辩论使第四代战斗机的装备时间推迟了 10 年左右。第四代战斗机具有隐身、过失速机动、不加油超音速巡航、短距起降、超视距多目标攻击和装备更先进的航空电子与武器系统等许多特点,较之第三代具有全面优势。据报道, F22 与 F15 相比,每飞行小时的维修工时降低约 70%,其综合作战效能提高近 10 倍。美国将以联合战斗机 JSF (装单台 F119 发动机) 和 F22 两种第四代战斗机轻重搭配跨入 21 世纪,从 2003 年起陆续装备部队,全面取代现役的第三代战斗机,成为美国、部分西方国家、甚至我国部分周边国家和地区 21 世纪上半叶的主战机种。

西方各国对航空动力技术的预先研究一向给予极大重视,开展了一系列大型研究计划。如美国军方早从 50 年代中期就开始实施航空推进技术探索发展计划;70 年代初至 80 年代又相继实施了先进战术战斗机发动机计划 (ATFE)、先进涡轮发动机燃气发生器计划 (ATEGG) 和飞机推进分系统综合计划;70 年代末以来,美国政府 (由 NASA 主持) 也先后实施了发动机部件改进计划、高效节能发动机计划 (E³)、先进螺旋桨计划和发动机热端部件技术计划 (HOST)。正是这些研究计划,为各种先进军、民用发动机提供了坚实的技术基础,才使得美国达到了当今世界的领先水平,使军、民用发动机跨上了一个又一个技术新台阶。航空动力行业已成为世界各航空强国的军事工业和国民经济的重要支柱产业之一。

特别值得指出的是,美国在研制第四代 F119 发动机的同时,从 1988 年起的 15 年内又投入 50 亿美元巨资,由军方与政府联合主持实施“综合高性能发动机技术计划”(即 HPTET 计划);英国则着手进行先进军用核心发动机第 II 阶段计划 (ACME-II),其共同目标是利用计算流体力学 (CFD)、结构力学、燃烧、传热、新材料、新工艺、电子调节和计算机仿真等方面的最新成就,使推进系统的能力在现有基础上翻一番,预计 2020 年后有可能研制出第四代推重比 15~20 的发动机。这意味着他们用 15 年左右的时间,在推重比、耗油率、成本等方面的技术进步,取得相当于过去

30~40 年的成就,充分表明世界航空发动机技术呈现加速发展态势。我国与它们的差距正在进一步加大。

2.2 周边国家或地区的航空装备水平已经赶上或超过我国,对我国国家安全已构成严重威胁

日本早就与美国合作生产第三代 F110 发动机,并参与世界一流水平的大型民用涡扇发动机的国际合作研制,目前又正在与美、英合作研制飞行速度 5 倍于声速的 HYPR-9 组合循环发动机,力图在高超声速推进技术领域抢占领先地位;印度自行研制的 GTX-35V S 双转子涡扇发动机,推重比 7.5 左右,预计 2000 年将装在他们自行设计的 LCA 轻型歼击机上首飞;他们还准备引进 40 架装有推力矢量喷管的俄制 SU-30MKI 战斗机,并计划在 15 年内生产 200 架;台湾虽未独自研制航空发动机,但在美国人帮助下,合资研制了 TFE1042 涡扇发动机,并成功地应用于“经国号”轻型战斗机,此外继购买 150 架 F-16 之后,又引进 60 架幻影-2000,明显地提高了装备水平,增强了空军实力。可以说,我国空军(包括海航和陆航)的装备,除了数量上仍占一定优势以外,其技术水平已经或即将被这些周边国家和地区赶上和超过。这种严峻形势,对我国国家安全已构成了威胁。对此我们应有足够的认识。

3 我国航空动力状况和落后的主要原因

3.1 发展状况

我国航空动力从抗美援朝开始,经历了从无到有、从护维修理、仿制改型到自行设计的发展过程。在党和国家的大力支持下,建国 50 年来,航空动力行业在维护修理、仿制改型、民品开发等方面取了很大成绩,预先研究和新机研制也取得可喜进展,共产生了近 6 万台各型发动机,对保障战争胜利,国土防空和空军、海航和陆航的建设作出了积极贡献。

但是,我国航空动力长期在仿制中徘徊,走了不少弯路,与世界先进水平相比,差距是很大的。我国现役歼击机的动力装置大都是仿制前苏联的产品或其改进改型,推重比 5~5.5 左右,仅相当于国外早已淘汰的第二代水平;60 年代中期开始自行设计的涡扇×发动机,虽经近 20 年的努力,终因种种原因而中途下马;70 年代末从英国

引进专利生产的斯贝 MK202 涡扇发动机,其推重比只 5.05,至今尚未实现国产化;80 年代中期开始研制的涡扇发动机,预计还需几年时间才能设计定型;在民机动力方面,目前生产的仍然是仿制前苏联 50~60 年代的中小型涡桨和活塞式发动机,而大型民机动力基本上还是空白,民机发动机的预研,尚没有明确稳定的研究计划和经费渠道;在航改燃机方面,80 年代以来在成熟的航空发动机基础上改型了 6 种型号,生产了百余台,但在我国燃机 764 万千瓦的总装机容量中仅占百分之 5.4%。

从 80 年代初开始的高性能涡扇发动机预研,虽然取得了较好的进展,但距工程应用,尚有一段较长的路程要走。综合评估我国航空动力的总体技术水平,较国外相差一代半到两代,而且这种差距还在进一步拉大。

3.2 落后的主要原因

造成航空动力落后的原因是多方面的,也是长期积累下来的。我们认为主要原因有:

3.2.1 研究基础薄弱,技术储备不足,基础设施不全,型号研制缺乏必要的技术支持

几十年来,美、英、法和前苏联等国都投入大量资金,建立强大的试验研究基地,实施一系列发动机研究计划,积累了雄厚的技术储备,才研制出一代又一代先进发动机,达到了今天的高水平。而我国走的是一条从“使用维护→仿制→改进改型→型号研制→预先研究”的发展道路,对航空发动机技术的复杂性认识不足,“动力先行、预研先行”的原则没有得到普遍认同和有效贯彻。加之我国工业起步较发达国家要晚,工业和技术基础薄弱,发展起点低。在研制新机型号时可供直接借鉴的成熟技术少,往往只能从基础技术研究开始,致使型号研制与部件排故同步进行。再加上基础设施不全,研究、设计、制造、试验技术落后,缺乏一些关键性试验手段,许多材料、成辅件质量也难以保证,使型号研制缺乏必要的技术支持。

3.2.2 仿制机种过多,时间过长,不重视对引进技术的消化吸收,严重影响了我国航空发动机的自主创新发展

一个国家在发展初期,引进国外机种进行仿制或专利生产,即可解决部队装备的燃眉之急,又可借鉴国外的先进技术,这是必要的,无可非议的。新中国成立后,国家花费大量外汇创造了多

次引进的良好机遇, 我们本应该通过一、二两个机种的引进仿制, 在消化吸收和自主预研的基础上走出自行设计的路子来。但是, 几十年来, 我国专利引进或仿制的机种过多, 时间过长。据不完全统计, 40 年来我国先后仿制大、中、小发动机共 $\times\times$ 个型号, 包括活塞、涡喷、涡扇、涡轴、涡桨, 所引进的型号来自多个国家, 大都是当时的二、三流产品。更为关键的是, 引进仿制往往挤掉或削弱了国内的自行研制工作, 对引进机种在技术上没有认真组织消化吸收, 加之由于自己的技术基础差, 对引进机种也很难深入消化, 因而始终不能形成自己的设计和研制体系, 总拿不出自研的先进型号来满足部队装备的需求。飞机因等不及而不得不再来新一轮的引进仿制, 从而陷入了一再反复引进仿制的恶性循环。

长期的反复引进仿制或专利生产, 意味着我们始终落后于世界先进水平。这种状况如不迅速改变, 我国航空动力的发展和使用将始终走不出自己的路来, 这与航天工业主要依靠自主研制, 适当引进国外先进技术, 解决运载火箭和卫星发射动力的成功经验形成了鲜明的对照。

3 2 3 摊子大, 战线长, 包袱重, 搞了大量低水平的重复建设, 但长期困扰预研和型号研制的试验件和整机加工制造问题, 却始终没有得到很好的解决

由于各种历史原因, 我国发动机行业拥有一支庞大的职工队伍, 在一、三线共建有多套批生产工厂, 技术水平较低。而在军品产量急剧下降的新形势下, 却没有及时进行必要的结构调整和技术改造, 从而导致一方面是生产能力过剩, 另一方面又不适应现代新机研制“技术新、批量小、精度高、变化多、要求急”的特点, 使长期困扰预研和型号研制中的试验件和整机的加工制造问题, 始终没有得到很好解决; 许多新结构即使能设计出来, 却加工不出来, 要么大大拖延进度, 要么出现大量超差件。在目前航空发动机工厂面对市场激烈竞争的态势下, 这种情况将显得更加突出和严重。

3 2 4 研究经费严重不足, 投资强度低, 效果差

目前, 国外研制一种新型先进涡扇发动机的费用大约在 20 亿美元左右 (如法国 M 88 为 16 亿美元, 美国 F 119 为 26 亿美元)。在拥有雄厚技术基础的情况下, 为支持推重比 10 发动机的研制并

开展第五代推重比 15~20 的先进发动机关键技术研究; 美国 HPTET 计划从 1988~2003 年的 15 年中总计投入 50 亿美元巨资, 只此一项研究计划平均每年投入高达 3~4 亿美元。而我国实施的两项高性能发动机预研计划, 从 1980~2000 年 20 年中的总投入还不及美国一年经费的几分之一, 实在是相差太远了。

3 2 5 管理落后, 缺乏科学、民主的决策机制和稳定、权威的中长期发展规划

主要表现在:

(1) 领导机构重叠, 管理分散, 政出多门, 意见不一;

(2) 缺乏合乎国情的、权威的、稳定的中长期发展规划, 或者有了也难以坚持到底;

(3) 缺乏科学的决策程序, 型号和大型预研项目的“上马”和“下马”, 有时因人事变动或机构调整而出现大的反复;

(4) 没有协调处理好发动机与飞机 (平台)、型号与预研、全新研制与改进改型、自行研制与国外引进、工业部门与使用部门之间的关系;

(5) 人才的大量流失也是管理上的重大失误。

4 对发展我国航空动力的几点认识和建议

4 1 振兴航空, 动力先行, 相对独立, 优先发展, 下决心根治飞机“心脏病”

不可否认, 发动机只是飞机的一个分系统, 但它又是一个独立完整的系统工程, 有其自身的客观规律。纵观世界航空发达国家, 航空发动机都是相对独立并优先发展的。世界航空发展的历史充分表明: 人类在航空领域中每一次重大的革命性进展, 无不与航空发动机技术上的突破和进展有关。但几十年来, 我们总是将发动机放在飞机的从属地位, 一直沿用由飞机“牵引”发动机的指导思想, 有了飞机型号才能搞发动机, 一旦飞机型号下马, 发动机也跟着下马, 结果发动机研制始终赶不上飞机的进度, 不得不去购买装或制仿国外发动机, 从而陷入了不断引进、仿制的恶性循环怪圈。鉴于动力落后已成为制约我国航空工业发展的“瓶颈”, 我们必须首先在指导思想上要有所转变, 必须坚持“振兴航空, 动力先行, 相对独立, 优先发展”的思想。

4.2 国家尽早出台“航空法”,制定发展战略和中长期规划,改善组织管理,建立完整、稳定的决策和咨询系统,是一件刻不容缓的大量

(1) 呼吁国家尽快出台“航空法”,以确立军民航空技术在国民经济和国防建设中的重要地位和作用,形成科学、民主的决策程度;

(2) 在中央专委领导下,成立“国家航空协调领导小组”,将政府、军方、民航、工业和研究部门紧密地组织起来,形成强有力的统一领导;

(3) 制定既先进又符合中国国情、军情的发展战略和规划,滚动发展,保持其稳定性和连续性,尽快搞出军、民用航空动力的顶层设计,纳入国家军民用飞机发展战略体系;

(4) 按照先进的系统工程和并行工程方法,协调好需要与可能、飞机与发动机、型号与预研、全新研制与改进改型、自主研制与国外引进的关系;

(5) 成立国家级“航空发动机专家委员会”,保持其相对的稳定性和权威性,为“国家航空协调领导小组”提供决策咨询和技术支持;

(6) 改管理机制,完善决策、咨询、管理和监督的工作程序,并逐步做到使之分立,相互制约;

(7) 由于航空动力涉及国家安全,研制难度又大,且主要依靠国家财经投入,必须打破行业 and 单位壁垒,不再搞重复建设,发挥各家已有设备和人员的优势,实行全行业乃至全国的大协作,组成“国家队”,象抓“两弹一星”那样抓航空发动机。

4.3 切实重视预研工作,加强前期技术演示验证,促进预研成果向型号转移,把发动机预研提到战略高度上来抓

(1) 打基础,上水平,预研工作更要先行,必须超前发动机型号(10~15年)进行安排。不搞预研就急于上型号,或者有了型号才安排预研,许多部件的关键技术并未提前解决,往往整机调试与部件排故同步进行,必然使型号研制曲折反复,有时又不得不回过头去搞预研,临时组织攻关,导致研制进度一拖再拖,型号久攻不下,这种历史不能再重演了。

(2) 在高推预研基础上,以更高推重比为目标,开展“先进涡轮发动机关键技术”研究计划,作为“国家高科技重点预研项目”来抓。该计划应从中国国情实际出发,适度参考美国 IPTET

计划,不针对具体型号,在高起点上切实补好打基础这一课。充分开展基础理论研究和应用基础研究,突破关键技术,不断在高推重比发动机或在研型号上进行验证,成熟一项,推广一项,应用一项。

(3) 航空发动机基础理论研究很重要,但我国的差距十分明显,建议将军、民用航空发动机的一些重大基础理论和科学前沿问题,列入国家研究计划,开展深入研究,以支持军机、民用和燃机未来的发展。

(4) 核心机和验证机是把先进部件预研与型号设计衔接起来的桥梁,是全面验证、发展和应用预研成果并使之迅速向型号转移的重要阶段。没有这个阶段,预研成果很难向型号转化,结果必然会出现与型号的脱节现象。走核心机派生发展道路,这是国外行之有效的成功经验。应把预研与型号统一在一个长远的发展规划之中,在核心机/验证机阶段,采取互相搭接、渗透的办法,使预研和型号有机地衔接起来。

4.4 本着“有所为,有所不为”和“有限目标,重点突破”的原则,坚持改进改型和新机研制两条腿走路的方针,积极开展军、民、燃各型动力的研制

(1) 对现役机种的动力要给予必要的经费支持,以提高质量、延长寿命和可靠性增长为重点,适当改进性能,确保部队飞机安全可靠的使用。

(2) 对在研型号要强化领导,加大投资,确保按时完成研制任务。在此基础上要考虑系列发展,必要时可改为轰炸机和军用运输机使用的大涵道比涡扇发动机。

(3) 为赶上新一代战斗机的研制进度,要及早开展新型动力的预研和型号研制工作,统筹规划,分步实施,搞好顶层,协调发展。

(4) 对民机动力坚持“加强基础,扩大转包,风险投资,多方合作”的原则,面向国内外两个市场,走国际合作的发展道路;要加强民机动力的预研,争取在1~2个或2~3个部件上取得突破,以先进部件技术参与国际合作,在巨大的国内外市场中占有一席之地;当前要紧紧抓住支线客机引进动力的良好机遇,以市场换技术,搞好合作生产或合作研制。

(5) 对燃气轮机要以成熟的军用航空动力为基础,以轻型燃机和航改船动力为重点,以市场效益为中心,走国内外联合开发的道路。

4 5 坚持以我为主, 积极开展国际合作, 尽可能引进国外先进技术, 实施“跨越式”发展

开展国际合作, 引进先进技术, 可以提高起点, 少走弯路, 减小风险, 超过一些初级阶段, 实施“跨越式”发展。但是, 必须清醒地认识到, 国外不可能把一流的、关键的核心技术转移给我们, 靠买不可能实现我国装备现代化。对军用航空发动机来说, 我们必须把立足点放在自己的研究工作上, 引进的目的主要是提高我国自行研制的能力。所以, 要支持必需的专项经费, 用于对引进技术的消化、吸收, 以促进实现“跨越式”发展。

4 6 充分利用计算流体力学 (CFD) 和计算机仿真等最新技术成果, 建立并不断完善自己的设计体系, 是缩短与国际先进水平差距的有效途径

(1) 西方发达国家利用计算流体力学 (CFD)、计算结构力学、燃烧、传热、控制以及计算机仿真等最新技术成果, 正在进行一场“设计革命”, 已基本上完成从以大量试验为前提的“传统设计”向以 CFD 和计算机仿真为主要手段的“预测设计”的转变, 使发动机的研制周期从过去的 10~15 年缩短到 7~8 年, 试验从过去的 40~50 台减少到 10 台左右。

(2) 在我国预研和型号研制已有的软件基础上, 再适当引进并消化、吸收国外一些先进软件, 建立一套中国自己的设计软件体系和数值仿真系统, 不但是必要的, 也是有可能的。

(3) 建议集中一批高水平的优秀中青年科技骨干, 成立“中国航空发动机仿真研究中心”, 这是我国航空发动机走出困境, 以较少投入, 较快速度缩小与国际先进水平差距的有效途径。

4 7 加大投资力度, 并切实解决好设计、研究的试制力量和试验设备的建设及其更新改造问题

(1) 据资料统计, 国外发动机行业的科研费约占整个航空科研总经费的 1/4 以上。我国发动机行业, 总的经费投入不足, 预研经费更是偏低。希望在增加航空发动机经费总投入的同时, 要特别加大预研经费的比例。

(2) 增加资金投入, 要有利于促进产业结构调整 and 战略重组, 集中力量, 突破重点, 再也不

搞各种形式的重复建设;

(3) 要补充必要的加工设备, 逐步建立高水平的快速反应车间, 以切实解决预研和型号研制中试验件的加工进度和质量;

(4) 要重视缺口试验设备的补充建设, 同时提高试验, 测试和计量技术水平, 并搞好已建大型设备的维护、运行和保养, 解决其正常的经费渠道。

4 8 必须同步或提前安排发动机研制所需的关键材料和工艺技术研究

现代新型高性能航空发动机, 在很大程度上要依赖于先进的材料和工艺技术, 最好能将发动机设计、材料、工艺、试验等专业技术实行统一规划和管理, 以减少协调环节, 加快研究步伐, 赶上并满足未来型号研制的需要。

4 9 以人为本, 建立一支精干的高水平科技队伍

(1) 面对目前动力研究人才匮乏、青黄不接的现状, 建议适当延长部分关键岗位科技骨干的退休年龄, 以搞好新老交替;

(2) 建立健全有效的利益驱动和人才激励机制, 稳定和吸引一支精干的高水平中青年科技骨干队伍。这是航空动力行业, 乃至整个航空工业在新世纪能否抓住机遇, 实现快速发展的关键所在。

5 结束语

由于种种历史原因, 虽然我国至今尚未搞出一台能装备部队的自行设计的发动机, 但经过半个世纪的努力, 尤其是近 20 年的快速发展, 已为新机预研和型号研制打下了一定的经济、技术、物质和人才基础。新世纪的曙光已展现在我们面前, 综合国力的提高、知识经济的兴起、动力技术的飞速进步、国际合作环境的改善, 都为我国航空动力的快速发展创造了难得的机遇。目前, 世界各国都在抓紧制定或调整面向新世纪的发展战略, 争先抢占科技产业和经济发展的制高点。面对新世纪, 挑战与机遇并存, 困难和希望同在。只要我们抓住机遇, 弘扬“两弹一星”精神, 遵循科学规律, 加大投资力度, 改善组织管理, 稳定骨干人才, 我国的航空发动机事业是大有希望的。

(责任编辑 王震华)

SPECIAL COLUMN

Development of China's Aeroengines in 21st Century

[Abstract] The Symposium on “Development of China's Aeroengines in 21st Century” sponsored by CSAA was held in September 2000 year in Beijing. A lot of significant papers were presented to survey and forecast the development in the total aeroengine industry, aeroengine performance and design, structure and strength, turbomachinery, combustion and heat transfer, aeroengine control, materials and manufacturing, testing techniques, power transmission etc. We start this special column to publish the interesting ones of them from now on. For a start, we present the keynote lecture “Deliberation Upon Advance of Aeroengine Development in China” authored by Academician LU Da-Xiang and a survey paper “Performance-Related Key Technologies and Difficulties of Engine with Thrust to Weight Ratio up to the Level of 15” written by President of Aerospace Power Subociety of CSAA, professor CHEN Da-guang.

Deliberation Upon Advance of Aeroengine Development in China

LU Da-xiang

[Committee of Science and Technology, First Aviation Industry Corporation of China, Beijing 100012, China]

Abstract: Aeroengines seem to be the hearts of aircrafts. But the aeroengines in China lag behind the advanced world level and become the bottle neck in the development of our military and civil aircrafts. A lot of things account for this occurrence, that is worthy thinking out and summing up our experience and lessons. Thanks to our efforts in the latter half of the 20th century, particularly due to rapid development during the past two decades, we possess the capability and backbone of up-to-date aeroengine development. In front of new century there exist challenges and opportunities, as well as difficulties and chances of success. According to the deliberation mentioned in the paper, some proposals and measures are put forward to grasp the chances, to meet the challenges and advance the aeroengine development by leaps and bounds.

Key words: aircraft engines; development; measures

(The Chinese text of the following abstract is printed in PP8- 12)

Performance Related Key Technologies and Difficulties of Engines with Thrust to Weight Ratio up to Level of 15

CHEN Da-guang, ZHANG Jin, ZHU Zhi-li

(4th Dept., Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China)

Abstract: Performance-related critical technologies and difficulties in the development of engines with a thrust to weight ratio up to the level of 15 are considered. For typical flight roles, the selection of optimum cycle parameters of augmented turbofan engines based on integrated analysis is discussed. As thrust vectoring nozzle is the feature of advanced fighters, the difficulties in implementing thrust vectoring are summarized. The reduction of development cost and time consumed for development is very important. Numerical propulsion system simulation is one of the effective ways for engine design and development, as well as cost and time saving and must be the center of our attention. Engine condition monitoring and fault diagnosis may enhance engine operating safety and reduce direct operating cost, so that the development trend and key techniques of fault diagnosis are also surveyed. In conclusion some important tasks are presented.

Key words: aircraft engine; performance; technology; development