

发人深省的航空喷气发动机发祥史 ——兼谈预先研究的基础作用

吴大观

(中国航空工业第一集团公司科学技术委员会, 北京 100012)

[摘要] 文章对鲜为后人详知的航空喷气发动机在世界上发祥的历史, 作了简要介绍。美国、前苏联和旧中国, 在40年代都买得英国喷气发动机的专利, 50多年以后的今天, 前两国在世界上形成两个航空大国, 而我国却远不能与其相比拟。经过对比分析, 事实证明狠抓发动机预先研究, 是发展发动机行业的关键条件之一。文章还为我国今后如何重视预先研究提出了改进的有效措施和意见。

[关键词] 航空喷气发动机; 基础研究; 预先研究

自20世纪40年代航空喷气发动机诞生起, 发展到今天已近60年。人们认识到航空喷气发动机是资金密集、知识密集和技术密集的高技术产品, 它的研制特点是费用高、周期长、难度大、风险多; 喷气发动机的研制条件, 一般需要有大量投入、雄厚的综合国力和高精度的工业, 特别是有赖于新材料和新工艺技术; 在研制技术上需要大量预先研究、技术储备和精深的技术基础; 还要有掌握先进技术的、有创新能力的领导和技术人才。随着高新技术的进步, 航空喷气发动机日新月异飞速发展, 短短60年中喷气发动机的推重比已从2提高到10, 在进入21世纪知识经济到来的新形势下, 预计到2020年前后, 航空发动机的推重比将提高到15~20。这表明世界航空发动机技术呈加速发展态势。

1 值得回顾的历史

20世纪30年代, 英国惠特尔(Whittle)喷气发动机取得第一个专利, 但直到1941年, 该发动机才完成首次飞行, 从此开创了世界现代燃气涡轮发动机的新时代。40年代中期, 英国罗-罗(Rolls-Royce)公司在惠特尔发动机的基础上发展了德温特(Derwent)和尼恩(Nene)等喷气发动

机^[1], 并装在英国“流星”和“超海军”军用机上使用。值得提出的是, 由于制造喷气发动机需要特殊加工技术, 罗-罗公司制造尼恩发动机的几台关键机床, 却是从美国进口的。喷气发动机诞生后, 带给世界其他国家技术发展的重大影响值得我们注意和深思。

1.1 良好的开端 截然不同的结果

第二次世界大战后, 英国的经济十分拮据, 急需资金恢复国内战争创伤, 于是就向国外出卖罗-罗公司尼恩喷气发动机的专利。当时美国、澳大利亚、苏联和旧中国都先后买得尼恩喷气发动机的专利^[2], 并派技术人员到罗-罗公司学习。旧中国航空委员会于1946年与美、苏先后获得尼恩发动机专利, 并于年底组织在英学习活塞式梅林(Merlin)发动机的技术人员16人到罗-罗公司学习培训, 于1947年10月结束。1948年将尼恩发动机的全部技术资料运到贵州大定(现名大方)航空发动机制造厂, 1949年初运去台湾, 以后就无声无息了。但是, 美、苏两国获得尼恩喷气发动机的专利后, 经过近60年的发展, 已经成为世界两个航空超级大国。美国的战斗机及其发动机的发展一代接一代, 并将以第四代F-22和JSF两种轻重搭配的先进战斗机进入21世纪。苏联买到英国专利以后, 如鱼得水, 两三年间在仿制成功并命名

为 PD-45 发动机之后, 立即转入自行设计并研制出加力推力为 3 380 daN 的 BK-1Φ 发动机。该发动机装在米格-17 飞机上参加抗美援朝战争, 其性能压倒美国的 F-86 战斗机。50 年代初我国在苏联的援助下, 于 1955 年即仿制成功米格-17 战斗机及其发动机。从买英国尼恩专利到仿制成功 BK-1Φ 发动机, 我国与美、苏几乎处于同一条起跑线上。但 50 多年之后的今天, 美、苏、中三国对喷气发动机的发展, 却得出了截然不同的结果, 这是值得我们认真总结和深思的。

1.2 在仿制道路上徘徊

历史总是无情的。回顾我国航空发动机的发展历史, 继仿制成功 BK-1Φ 之后, 接着又相继引进仿制了前苏联米格-19 飞机的 PD-9B 发动机和米格-21 飞机及其 P11Φ-300 发动机, 70 年代还仿制了苏联的 PD-3M 发动机 (装于轰六飞机); 70-80 年代买专利引进仿制了英国的斯贝 MK202 发动机; 到 90 年代又买到了俄罗斯的某型发动机大修专利; 小发动机则引进仿制了前苏联的两种型号及法国的阿赫耶等等, 总计达 18 种之多。这充分表明建国后 50 年中, 我国航空发动机行业一直在仿制的道路上徘徊不前。不仅如此, 即使 30 年前早已仿制成功并投入批量生产的发动机, 目前在部队使用中仍不断出现问题, 甚至造成一些重大事故, 难以保证空军飞行安全。这种现象难道还不值得我们认真思考吗?

2 得到什么启示

以上回顾了三个国家几乎同时引进英国喷气技术的历史, 美、苏与中国却出现两种截然不同的结果。当然美、苏当时是两个超级大国, 有数百年发展的工业技术基础, 有上百年的科学技术发展历史, 它们的财力、物力和综合国力, 我国是无法与其比拟的。研制和发展喷气发动机起主导作用的除了资金、综合国力和工业水平外, 一个国家的科技水平、教育水平和研究基础则起着另一面的主导作用。上述事实表明, 如若一个国家的科学技术水平、高等教育和研究基础都很落后, 即使给你大量资金, 要想及时掌握某些尖端技术, 事实证明也是很难如愿的。这已是公开的秘密。但是, 我国的“两弹一星”, 坚持了自力更生为主, 加强自主研究, 打好预研基础, 贯彻动力先行的方针, 于 1956 年把开发火箭技术首先纳入国家十二年科学

发展规划, 强调预研发展和型号研制并举, 在同样的工业基础和科技水平条件下, 同样可以发展起来, 并取得了举世瞩目的成就。而我国航空发动机长期不断引进和测仿, 忽视打好预研基础, 型号研制又追求高指标, 急于求成, 结果是举步维艰, 与国外先进水平相比, 差距越拉越大, 形成了鲜明的对比。由此也可以明显地看出, 航空发动机所走的不同的技术路子才是问题的症结所在。

自改革开放以后, 在社会主义市场经济体制下形成的大型企业中, 也有许多特别重视科研基础和不断创新的例子。例如: 春兰集团^[3]在科研上 90 年代初每年投入几千万元, 1997 年则达到 7 亿多元; 科技投入占销售额的比重达到 10% 以上, 接近世界发达国家大公司的水平; 在科研机构设置上, 制造厂有工艺科和技术科, 任务是改进工艺和提高产品质量; 分属三大产业集团公司的电器、动力、电子三个专业研究所, 主要承担 2~3 年后更新换代产品的研究开发; 属于集团领导的高级春兰研究院, 投资 15 亿元, 建起了 23 层高档科技大厦, 附设两个实验工厂以及智能控制、计算机、CAD 设计中心等, 集中大批科技精英, 重点搞技术创新, 开发 10~15 年以后的前瞻性产品, 这样的新型企业才有可能在世界上领先。春兰集团能有这样重视科研发展的喜人消息, 我们从事高科技的航空发动机研制的同志, 当从中得到新的启示。

3 往事已矣, 来者可追

我国航空发动机行业, 有 6 次失去抓预先研究、打好科研基础的机会。回忆往事, 令人感叹不已!

1) 50 年代中期, 我国仿制成功前苏联 BK-1Φ 喷气发动机后, 即开始研制喷气教练机的动力——喷发-1 发动机。当时是在没有预研基础条件下作为我国研制喷气发动机的首次尝试; 主观上想借研制小型发动机作突破口, 由小到大, 由简到繁, 采用缩型设计方法来设计喷气发动机, 以促进发动机研制试验生产使用的发展。不料, 在那大跃进的年代里, 追求高指标, 高速度, 结果喷发-1 发动机由于种种原因, 未能研制下去, 走了一条违反科研规律的高指标、急于求成、忽视预先研究的道路。

2) 60 年代初, 六院二所成立以后, 在“摸着石头过河”指导思想下, 摸透米格-21, 再稳步研

制自己的新机。但是，仍抵挡不住极左思潮的影响。在二所的试验设备建成后，却放弃了摸透，没有进行大量的试验研究，就仓促上马研制涡扇-6发动机，结果失去了狠抓预先研究，搞好技术储备的机会。

3) 60年代中期，仓促上马研制的涡扇-6，在“文革”期间，头脑更热，主要部件试验未按计划进行，即上整机试车，吃了不少苦头，却未悬崖勒马；在资金不足、困难重重的情况下，多次试验失败。20年的艰难历程，不得不于1986年宣告停研，预先研究工作，又失去一次机会。

4) 70年代中期，在买斯贝 MK202 发动机专利仿制生产热潮中，如果能吸取涡扇-6的研制经验教训，一方面买专利生产，另一方面大搞消化吃透英国罗-罗公司的研制技术，既能保证仿制质量，又可为自行研制打好预研基础。但是，当时是有大钱买专利，却无小钱做消化吃透工作，并热衷于大上斯贝改舰用燃气轮机，由于没有消化吃透斯贝，结果事与愿违，仍未成功。至今斯贝国产化还在进行中。

5) 80年代初，引进了某发动机以后，本应认识到先消化吃透的重要性，但是我们仍是急于求成，重点放在型号研制，未重点突出预先研究和消化吃透，不愿花功夫多做部件的理论分析和试验研究。现在新机正在研制过程中，不断出现各种技术问题，总感觉技术储备不足，难免又要重蹈覆辙。

6) 90年代改革开放以后，国际合作形势大好，俄罗斯和西方某些先进的发动机大批涌进，还有软件、试验设备、测试仪器，发动机研制技术得到了很大提高。这是引进技术、消化吃透、大搞预先研究、加强技术储备的最佳机遇，但迄今尚未听到有组织、有计划地来进行这项工作。

发动机的预先研究和技术储备，不只是新机研制的必需。实践证明，即使是批生产、改进改型和使用排故，缺少预先研究和技术储备，也是步履维艰，要想使产品技术创新则更是寸步难行。我们从近50年实践的苦果中，应该得到有益的启示。

4 亡羊补牢 时犹未晚，千里之行

始于足下

我国喷气发动机研制发展的起点基本上与发达国家同步，更是领先于亚洲其他国家。同样经历50年，它们有了惊人的发展和进步，推出一代又

一代先进发动机^[4]，但我们却长期在测仿中徘徊不前。当然，由于各国的条件不同，不能笼统地随意相比。在资金上我们不能与西方大国相比，工业基础和科技水平我们更是落后。但是有一点可以肯定，即前苏联和西方发达国家数十年来狠抓了研究和发展(R&D)，才使得它们的航空发动机取得巨大成就。当然，搞发动机是需要大量资金投入的。据统计1998年我国研究发展经费支出总额为63.5亿美元(占国内生产总值的0.66%)，仅及美国的1/30，日本的1/22^[5]。差距如此之大，有待我国今后社会主义市场经济蓬勃发展，综合国力大大加强，希望在21世纪初会有所增长。正当我国处在社会主义初级阶段，国防需要重点突出“两弹一星”的情况下，我国的航空工业、发动机行业，究竟应该怎样发展才符合我国国情，发动机行业本身应该重点抓什么？这是需要我们深思的问题。

根据当前国际形势和国内经济条件，我们应该利用航空发动机行业50年来打下的物质和技术基础，大力加强预先研究，以弥补过去基础工作上的失误。应利用近年来引进国外的军、民用发动机和引进的软件，抓住国际技术合作的有利时机，有计划有步骤地组织消化、吃透工作；还应利用已有的发动机部件和整机进行大量的补充摸底和验证试验，以得到大量试验数据来充实数据库，打好预研基础，为迎接21世纪研制先进发动机做好技术准备。亡羊补牢，时犹未晚。

我们还可以利用计算流体力学(CFD)和计算机仿真成果，以缩短发动机设计技术与国际先进水平的差距。在当今知识经济到来的时代，航空发动机研制技术正在进行一场设计革命，基本形成“传统设计”向“预测设计”的转变^[6]，今后研制发动机的周期将从过去的10~15年缩短到7~8年，甚至更短；试验机也可从过去的40~50台减少到10台左右。因此，我们若能老老实实补上打好预研基础这一课，利用CFD和计算机仿真成果，并争取更多的国际合作，通过大力协同，建立我国自己的设计软件体系，无疑将是我国航空发动机研制走出困境的有效途径。

参考文献

- [1] 英国罗·罗公司. 喷气发动机[M]. 罗·罗国际有限公司: 中国天津, 1996
- [2] 欧阳昌宇. 乌鸦洞的奇迹——中国历史上第一个航空发动机制造厂建成始末(1940-1949)[M]. 贵

- 阳：贵州人民出版社，1999
- [3] 费伟伟．不断创造新的“惊喜”——春兰集团发展纪实（一）[N]．人民日报，1999-05-17（1，2）
- [4] Guy Norris. CFM56: Engine of Change [J]. Flight international, 19~25 May, 1999, 30~32.
- [5] 游光荣．我国科学技术投入少 效率低 影响力弱 任重道远 [J]．科技导报，1999，（6）：11
- [6] 刘大响．跨世纪航空发动机技术的发展和建设 [A]．航空动力文集 [C]．珠海：'98 珠海航空学术会议，1998.20

Deep Thoughts on History of Gas Turbine Aeroengine

Wu Dagan

(Science and Technology Committee, AVIC I, Beijing 100012, China)

[Abstract] A brief description of the initiative history of gas turbine aeroengine which quite few people know is given. In the 1940's USA, the former Soviet Union and old China all bought the license of Nene gas turbine aeroengine from Rolls Royce Co. UK. Today, after 50 years, USA and the former Soviet Union have become the greatest aviation industrial nations in the world. The fact has proved that attaching importance to the fundamental pre-research on aeroengine is one of the key points in aeroengine development. Therefore measures on how to attach importance to the pre-research to ensure aeroengine industrial prosperity in China are put forward in this paper.

[Key words] gas turbine aeroengine; basic research; pre-research

院所介绍

昆明理工大学真空冶金及材料研究所

昆明理工大学真空冶金及材料研究所主要从事有色金属真空冶金方法和工艺的研究，以及开发和制备有色金属新材料。所长戴永年教授系中国工程院院士、博士生导师。研究所成立于1979年，现有骨干研究人员十余人，其中教授2人，高级工程师3人，副教授1人、副研究员1人，汇集了冶金理论、工艺、机械、自动化等方面的人才。至今，研究所已为中国冶金界培养了真空冶金研究方面的博士、硕士20多人。

主要研究领域：有色金属及合金的真空蒸馏提纯精炼及分离工艺；有色金属矿石及精矿和中间产品的处理；真空精炼及分离过程的理论、热力学及动力学性质、金属蒸气压的研究；有色金属冶炼新工艺、新技术、新设备的研究；超细或超微粉末材料的制备研究；实现真空冶金过程的合理炉型结构的设计。

主要研究成果：焊锡真空脱铅工艺及真空炉（国家发明四等奖，已在国内二十余个锡冶炼厂推广使用）；粗铅火法精炼新工艺（国家科技进步二等奖）；热镀锌渣真空蒸馏提锌工艺及真空炉（中国有色金属工业总公司科技进步二等奖，已在国内某厂使用）；硬锌及锌合金真空蒸馏提锌及富集稀贵金属（中国有色金属工业总公司科技进步二等奖，已在国内某厂推广使用）。完成了粗铅连续加锌提银的工业试验，填补了国内空白；铅-铋合金、锌-镉合金、铅银锌壳、铋银锌壳的真空蒸馏分离已完成扩大规模试验；粗锌、粗铋、粗铅、粗镉的真空精炼提纯；含砷物料真空脱砷的研究；超细或超微金属锰粉、金属锌粉、碳化硅粉、氧化硅粉的制备研究；锂、钙、锶、钡的提取研究，并研究出了相应的扩大规模试验设备。

建所迄今，始终坚持了技术创新和工程化、产业化的方向，开发成功的许多项科研成果在工厂得到了应用，为社会创造了效益。

（杨 斌）