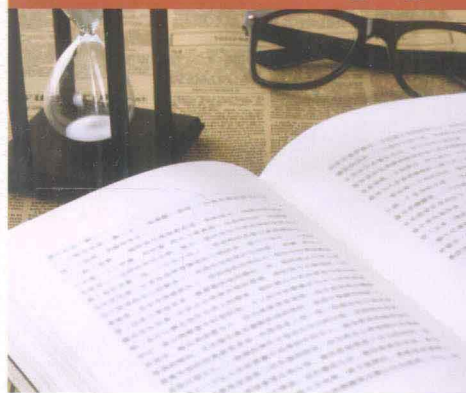


学者书屋系列

岁月带我前行

——船舶科技管理实证

王立康◎编著



哈尔滨工程大学出版社

岁月带我前行

——船舶科技管理实证

王立庚 编著



 哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书是由国防科技管理工作结合自己近四十年本职业务工作撰写的,由 30 篇文章组成,包括大量船用柴油机的引进、消化、自行研制等专业技术方面的文章,以及船舶国防科技型号研制、预先研究、技术基础研究等管理工作方面的文章。本书见证了我国船舶动力发展从引进到自主创新的管理历程,体现了船舶动力发展过程中的战略管理和系统管理思想,突出预研管理工作的重要意义。

本书可作为经管专业教师、学生参考用书以及供船舶动力研究和船舶科技管理工作人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

岁月带我前行:船舶科技管理实证/王立庚编著.
—哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2013.4
ISBN 978-7-5661-0567-7

I. ①岁… II. ①王… III. ①船舶技术-文集
IV. ①U66-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 073024 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 11
字 数 263 千字
版 次 2013 年 5 月第 1 版
印 次 2013 年 5 月第 1 次印刷
定 价 28.00 元
<http://www.hrbeupress.com>
E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

序

王立庚同志 1961 年毕业于大连理工学院(现大连理工大学)船舶动力专业,同年进入船舶行业国防工业管理部门,从事国防科技管理工作近四十年。1990 年任高级工程师之后,继续主管舰船动力科技工作,参与管理第一代引苏舰船动力产品的生产制造、改进提高及新机型的自主研发,改革开放后,舰船动力更新换代加速,不仅参与决策并主持引进部分国外先进机型、生产制造,为海军舰船动力发展做出重要贡献;与此同时,王立庚同志自 1986 年至 1994 年初,先后任船舶总公司军工局综合计划处副处长、处长,主要从事船舶工业国防科技预研管理工作。国防科技预先研究管理体系的建立是我国国防科技改革的核心内容,是确立我国国防工业自主发展,摆脱受制于人的必由之路和发展基础。其间在上级正确领导下,主持建立了健全的船舶工业国防科研决策、咨询和执行三个系统为一体的管理体系及预研管理有关规定、实施细则,主持编制“七五”和“八五”预研计划,通过计划的实施为船舶工业培养一支庞大、基础扎实的科技队伍和一支健全的预研管理队伍;1994 年 2 月,王立庚同志任原中国船舶工业总公司对独联体技术合作办公室主任,主持对独联体国家船舶工业国防科技引进工作,又称“934 工程”办公室,简称对俄办。先进军事技术引进受到西方发达国家的严格限制,独联体(特别是俄罗斯)国家几乎是唯一途径。“934 工程”是国家批准的专项技术引进工程,涉及的专业多,尖端技术含量高,政治敏感性强,保密要求严。对俄办 1994 年 8 月成立,到作者退休短短几年里,不但完成对俄办的组建工作,同时理顺了工作关系,加大引进工作力度,如以国防工业管理部门的身份,参与了潜艇的中俄政府间协议的谈判工作,组织并参与了与乌克兰黑海造船厂关于航母总装厂改造设计关键技术的引进项目的技术洽谈和合同签约工作,特别是主持了潜艇减振降噪技术的引进工作,今日来看这项技术能在十七八年前就引进了,其对我国潜艇减振降噪工作的重大意义是不言而喻的。

长期从事国防科技管理工作,作者养成了勤思考、勤动笔、勤于积累知识的良好习惯,仅是工作笔记就积攒了数百本。结合本职业务工作,撰写大量专业技术和业务工作方面的文章,鉴于保密等因素,仅选取三十篇汇集成册,以饷读者。文集中包含多篇专业技术文章,表明作者在繁忙的科技管理工作中,仍然坚持专业知识学习,不忘利于深化管理工作之初衷;体察当时广大科技人员的清苦与肯定预研成果的迫切需求,积极从技术政策上探求解决办法,并创造性制定了《预研项目完成阶段任务奖励的规定》与预研成果能评科技进步奖的《实施细则》。极大鼓舞科技人员的科研热情,表明作者深入群众,体贴群众,忠于职守的高贵品质。文集中的文章都是二十多年前写的,与现今的国防技术状况有了许多变化,

文章中的具体内容已很难适应需要,然而字里行间体现出的深入基层、服务基层的态度,认真、严谨、任劳任怨、注重调查的工作作风都是一个优秀科技管理人员的应有品质以及在指导思想、科技体制、运行机制等方面均有许多可借鉴的地方。

哈尔滨工程大学

王芝秋

2012年10月

自序

我从1961年9月参加工作至1998年4月退休,曾任技术员、工程师、高级工程师、教授级高工,37年的工作中亲历了中国船舶科技工作由小到大,从弱到强的发展。特别是在党的十一届三中全会以来,我国船舶科技工作坚持改革开放,在指导思想、科技体制、运行机制和产品结构等方面都发生了重大变化。对此,我记忆犹新,作为一名曾为此勤奋耕耘过的船舶科技管理工作,我更深感骄傲。

作为一名船舶科技管理工作,我为原中国船舶工业总公司国防科技重点实验室的建设工作作出了显著成绩。当时,原国防科工委要求船总建3~4个重点实验室,而船总基层申报数量远远超过原国防科工委要求。对此,是明哲保身,还是实事求是?我坚持实事求是的工作态度,深入基层调查研究,保护了基层科技人员的积极性。如,电磁兼容实验室,原航天航空部和原电子工业部都认为应该建在他们那里。我从舰船电磁兼容实验的特殊性出发,反复汇报,强调电磁兼容是舰船的特殊要求,经过多次汇报和争取,原国防科工委同意进行实地考察,并最终批准建在船总701研究所。又如,水声实验室,专家评审主张建在原哈船院,但715研究所也提出申报。面临船总内部意见不一致,则项目就不批的规定,怎么办?不能回避矛盾,要实事求是。我从实际出发,阐述并坚持发挥哈船院和715研究所两单位的各自优势的观点和意见,经过反复协商,终于取得了一致的看法,并得到上级批准,又在船总715研究所设立“声呐技术实验室”。这样,原国防科工委总共批准船总建设6个国防科技重点实验室。

值得自豪的是,在我工作期间曾主持制定了《船舶工业国防科学技术预先研究成果管理工作实施细则》《船舶工业国防科技应用、基础研究技术专业组工作的若干规定》《船舶工业国防科技应用、基础研究基金项目管理暂行条例》《船舶工业国防科技应用、基础研究合同管理实施细则》《船舶工业国防科技应用、基础研究完成阶段任务奖励的暂行规定》等九个船舶科技管理工作条例并得以实施,为船舶科技的法制化管理创出新局面。我主持建立的预研决策、咨询和执行三个系统为一体的管理体系具有全局性和开创性的技术管理工作,有利于实现决策的科学化和民主化,促进预研工作的开展。在“搞导弹不如卖山药蛋”的思潮影响下,船舶科技人才面临流失的危险。在此背景下,我主持制定了《从事船舶预先研究人员管理条例》,在上级领导的支持下得以实施,有效地保护和培养了人才,促进了船舶科技预先研究工作可持续发展,也得到船舶科技工作者的拥护和支持,得到原国防科工委的表扬。

本文集就是该时期的“工作拾零”,共计30篇论文,其中12篇是我和我的同事共同撰写的,特此说明。

退休十余载,作为中国船舶科技工作队伍中的一员,我感到有责任将其整理出来,献给仍战斗在船舶科技工作战线的同事们,献给我所热爱的中国船舶事业。期待并衷心地祝愿祖国的船舶事业蓬勃发展,代代长青!

脚踏实地,知难而进,的确不易!

脚踏实地,勇往直前,更加不易!

王立庚
2012 年 10 月

目 录

试论船用燃气轮机的技术发展途径	1
SZB—II 型数字式转速表和 SUY—I 型数字式燃油耗量自动测量装置的研制	7
论我国船用大功率高速柴油机的现状及其发展	10
浅谈 18E390V 型柴油机的研制与技术攻关	17
正确处理柴油机自行研制与引进的关系	20
略论船用柴油机引进技术的消化和提高	25
MTU 公司船用高速柴油机系列以及对其设计思想和技术特点的分析	33
大功率船用柴油机的发展分析	57
总结经验 深化改革 积极推行预研合同制	66
船舶工业国防科技预研实行合同制的做法和体会	71
总结经验 严格管理 再接再厉 把舰船动力预先研究工作提高到一个新水平	74
编制“八五”预研计划应注意的问题	78
关于编制“八五”预研计划有关问题	85
四冲程柴油机高增压的问题和措施	90
深化改革 试行舰船预研基金制	97
“七五”预研阶段技术成果汇编前言	99
总结经验 深化改革 加强管理 把船舶工业国防科技预研工作提高到一个新水平	100
充分发挥专业组的作用提高船舶预研计划决策的科学性	108
对原中国船舶工业总公司预研技术专业组工作的几点看法与体会	112
特种发动机现状及发展趋势	116
70 年代末的船用柴油机技术引进工作	121
试论船舶工业国防科技预研基金制的运行机制	124
《陶瓷发动机及零部件专辑》前言	128
树立新观念,认真办好特种发动机分会	129
我国特种发动机的发展对策	134
PA6-280 型舰用柴油机技术发展途径研究的总报告	138
PA6-280 型舰用柴油机技术引进消化及技术发展途径分析	142
12VE230ZC 型柴油机的最新发展	147
军用舰船动力装置科技发展战略研究报告	151
抓住时机,当好助手,努力完成对独联体国家军工技术引进工作 为舰船科技现代化服务	160

试论船用燃气轮机的技术发展途径

我国船用燃气轮机的发展如何适应实现四化的要求?怎样加快发展速度?当前的技术政策和发展途径是什么?这是一个重要的课题,也是一个值得研究的问题。

大家知道,技术政策和发展途径对科研、生产有着重要的意义。正确的技术政策必将推动科研、生产的发展;错误的技术政策必然阻碍科研、生产的发展;不制定明确的技术政策,在实际工作中必然带有很大的盲目性,实际上还是在执行某种技术政策。在新长征中,制定船用燃气轮机的技术政策和发展途径是非常必要的。为了探讨这个问题,抛砖引玉,在这里提出一些粗浅的看法,不妥之处,欢迎批评指正。

我国船用燃气轮机的研制工作开始于1958年。当时仿制的M1型燃气轮机,即404型加速燃气轮机,于1961年开始试车,1966年调试成功,1967年进行海上实船试验。虽然404型机的仿制是成功的,陆上试验和海上试验比较充分,在可靠性方面也采取了一些措施,但由于该机的技术性能落后等原因,没有投入正式生产,也没有进行改进提高工作。401型加速燃气轮机是舰船专用机,于1958年开始设计。首台样机于1969年试车,并取得单机试验成功。经过500小时台架试验后,1973年进行样机陆上技术鉴定。1977年进行转厂试制,1978年进行转厂试制样机的陆上鉴定,1979年进行陆上并机试验。在401型机的基础上,1969年进行401-Ⅱ全工况燃气轮机设计,1979年开始整机装配。401型和401-Ⅱ型是同一系列的产品,标准化程度较高。

国外船用燃气轮机的发展历史可以追溯到20世纪40年代初期。1942年英国茂伟公司根据英国国防部提出的航空发动机船用化改装的要求,研制G1型燃气轮机。经过五年多的时间,于1947年将G1型装在100吨的高速炮艇上作加速机,经过试验和改进,获得成功,从而开创了燃气轮机在舰船上应用的纪元。三十多年以来,国外船用燃气轮机的发展可以分为三个阶段。第一阶段,从20世纪40年代初到50年代末是船用燃气轮机的科研探索和试用阶段。在此期间,船用燃气轮机既有航空改装的,如英国G1型、G2型、苏联M1型,亦有舰船专用机,如英国RM60型、G6型,还有陆用重型结构燃气轮机派生的船用型,如英国EL60A型、瑞士TA8007型,形式多样。第二阶段,从20世纪60年代初到70年代初是第一代船用燃气轮机相继成熟和实用阶段。其代表产品有LM1500、FT4、奥林普斯TM3B、太因RM燃气轮机。在这期间,船用燃气轮机有航空改装的,也有舰船专用机,但陆用重型燃气轮机派生的已被淘汰。第三阶段,20世纪70年代初至今是第一代船用燃气轮机推广使用和第二代船用燃气轮机开始应用的阶段。在这期间,采用燃气轮机作动力已是明显的趋势。

1967年对涡喷8航空发动机进行船用化改装设计,即407型加速燃气轮机。1971年进行台架试验,1976年进行改进设计。1970年开始设计610型加速燃气轮机,由于“四人帮”的干扰破坏,又由于对设计方案没有把握,在技术上实施比较困难,继续研制存在许多问题,所以从1973年以来实际上处于停顿状态。根据这种情况,1978年正式停止该机的研制。1974年对涡桨6航空发动机提出改装设计任务,1975年进行船用化设计,即409型全工况燃气轮机,1976年至1978年进行3台改装机的制造,1979年进行燃气发生器的总装和

台架试车,并取得试验成功。回顾二十年来我国船用燃气轮机的发展过程,从中找出值得我们汲取的经验和教训,还是值得的。

第一,二十年来我国船用燃气轮机研制工作所取得的成绩是很大的,也是不容易的。我们的工人、技术人员、领导干部和各方面工作的有关同志,没有被林彪、“四人帮”的干扰所吓倒,没有被困难束缚住,这一点很可贵。

除了 407 型和 409 型是由航空发动机改装的以外,还曾经对 811 型航空发动机做过船用化改装设计,但由于主要技术性能落后等原因,未能安排试制。还对 915 型航空发动机进行了船用化方案讨论,并进行燃气发生器的顶切试验。由此可见,对航空发动机的船用化改装工作给予了一定的重视,做了大量的工作。

但是,我国船用燃气轮机搞了二十年,目前仍处于试制、试验阶段,尚未进入实用阶段。我们研制的机型不算少,但发展速度不算快,与实现四个现代化的要求相差很远。

第二,我们的实践已经表明,航空发动机船用化改装比研制专用机试制的周期短,所需的费用少。如 409 型机从改装设计到试车用了 5 年时间,每台试制价格约为 120 万元,每马力^①约 400 元。401 型机从设计到试车用了 12 年时间,每台试制价格为 300 万元,每马力约 500 元。当然,由于林彪、“四人帮”的干扰破坏,给科研生产造成了严重损失,加上科研试制和生产管理方面存在的问题,上述的试制周期和价格还不能完全说明科研生产的客观规律。但航空发动机船用化改装所需的时间少、费用省,这是确定无疑的。国外船用燃气轮机以航空发动机改装为主,以专用机的研制为辅,已成为普遍的做法。利用航空发动机改装有如下好处。一是航空改装的研制周期短。一般地说,航空改装的研制周期为 2~4 年,而专用机的研制周期为 5~7 年。以 FT9 燃气轮机为例,普拉特·惠特尼公司认为如从头开始研制的话,则需 5 年时间,而利用航空改装仅需 3 年。这是因为航空发动机改装可以充分利用航空发动机现成的研究成果、试验条件和生产基础。二是航空改装的研制费用少。研制专用机的投资经费通常是航空改装的几倍,甚至几十倍。如 FT9 型从头开始研制的话,则需投资 7 亿美元,而利用航空改装仅需花费 2 000 万美元。三是与研制专用机一样,航空改装也能满足舰船的战术、技术要求。一方面随着科学技术的日益发展,长寿命、低油耗、大功率航空发动机不断出现,相继成熟,成批生产,这为船用化改装工作提供了重要前提;另一方面由于船用化改装的研制水平逐步提高,改装设计、防腐蚀、抗冲击、消音、减振、测试技术、拆装维修及生产管理等日益完善,从而既保证了船用化改装能很好地满足现代化舰船对动力的要求,又提高了改装研制成功的把握性。

第三,造成我国船用燃气轮机二十年来发展缓慢的原因是什么?有客观原因,也有主观原因。一是船用燃气轮机的技术政策和发展途径不够明确,缺乏长远规划和统筹安排。由此所产生的后果是严重的,影响也是多方面的。二是燃气轮机的装船对象多变,所需数量变化很大,这直接影响到燃气轮机的研制工作顺利进行。三是有的船用燃气轮机试制没有列入国家计划,只是作为厂、所之间的协作,因而试制工作得不到保证。四是燃气轮机的科研和生产基地的建设始终未能解决好,科研试制的能力不强,生产基地没有完全形成。由此造成研制样机的数量少,各种试验工作都要挤在一台样机上进行。这样,不但拖长了研制周期,而且难以充分进行各种必要的试验研究工作。原材料、铸锻件的供应不能保证,协作渠道不够畅通。五是科研管理水平低,使现有的人力、物力、财力没有得到充分有效的

^① 1 马力 = 0.735 kW

发挥和利用。所有这些是造成试制周期长、问题多的一个不可忽视的原因,也是造成二十年来在技术发展上没有重大突破的一个重要原因。上述这些问题必须高度重视,进一步总结经验教训,采取有效的措施,认真加以解决。否则,不仅专用机的研制工作不可能迅速发展,而且航空发动机的船用化改装工作也将受到严重影响,更谈不上适应实现四化的要求。

国外船用燃气轮机的生产机型不断改进,新机型相继出现,这是国外船用燃气轮机发展过程中的一个显著特点。为了满足舰船不断增长的战术、技术要求,一方面很重视研制性能更好的机型,另一方面又致力于现有生产机型的改进。由于对现有生产机型不断地改进提高,从而相继出现它的变型。奥林普斯船用燃气轮机的发展过程就是一个实例。罗尔斯·罗依斯公司从 1963 年开始研制奥林普斯 TM1A 型机,1966 年首次装舰,经使用证明研制是成功的。该公司在生产 TM1A 型机的同时又研制 TM2A 型机,随后又研制 TM3B 型机。在 TM3B 型机已经大量装舰使用、有 16 个国家订购的情况下又改进、研制了 TM3C 型船用燃气轮机。

另一个实例是普拉特·惠特尼公司于 1962 年开始研制 FT4 型燃气轮机,1965 年首次装舰使用,到 1968 年大约发展 5 种变型:FT4A2, FT4A3, FT4A4, FT4A6, FT4A8。1969 年开始将高压涡轮第 1 级静叶首次采用空冷技术,于是又出现了新的变型:FT4A9, FT4A11, FT4A12。上述 FT4A 型系列发动机的结构基本相同,保持着 8 级低压轴流式压气机,7 级高压轴流式压气机,带有 8 个火焰筒的环管式燃烧室,单级高压涡轮,2 级低压涡轮和 2 级动力涡轮。1973 年以后又陆续研制成功 FT4C 系列,其型号有 FT4C-1, FT4C-1D, FT4C-2 和 FT4C-3F。十七年来,普拉特·惠特尼公司为研制改进 FT4 燃气轮机共耗用 1 亿美元以上,获得的主要成果是输出功率提高 60%,耗油率降低 15%。

通过上述实例分析不难看出这样做的好处,在继承的基础上不断创新,使科研和生产沿用原有的经验,零部件大部分通用,既节省了研制费用,缩短了研制周期,又增大了研制成功的把握性。此外,还有利于及时解决使用中出现的各种技术问题,确保产品质量,提高工作可靠性,扩大产品的应用范围。

国外船用燃气轮机发展过程中的另一个显著特点是,由于燃气轮机、蒸汽轮机和柴油机都有各自的特点,因此经常把它们联合起来组成联合动力装置。从而燃气轮机在舰船上的推进方式有多种形式。这主要取决于燃气轮机的技术发展水平。从发展历史来看,最早出现的是蒸-燃联合动力装置(COSAG),因为当时柴油机的单机功率小,寿命短,不得不采用蒸-燃联合动力装置。随着柴油机技术水平的提高,出现了柴-燃联合动力装置(CODAG)和柴-燃交替使用联合动力装置(CODOG)。在燃气轮机的技术水平有了新的提高,在调距桨得到满意的解决之后,才出现了燃-燃交替使用联合动力装置(COGOG)和燃-燃联合动力装置(COGAG)。

采用 COSAG, CODAG 和 COGAG 联合动力装置的舰船最大航速是由巡航机功率加上加速机功率获得的。采用 CODOG 和 COGOG 交替使用联合动力装置的舰船,其最大航速是由大功率燃气轮机的功率得到的。若以增大舰船续航力为主要目标, CODOG 和 COGOG 交替使用联合动力装置是理想的推进方式。COGOG 装置的优点在于发动机是燃气轮机,振动和噪音小,机组的质量与体积小,轮机人员少,启动快,加速性能好。COGAG 装置除上述优点外,还有减少燃气轮机型号,可以一机多用,可以减少舰船上的备件等优点。但由于在部分工况时耗油率偏高,因此增大了燃油消耗,这是 COGAG 装置的缺点。

还值得指出的是,国外船用燃气轮机的技术政策比较稳定。苏联舰队技术委员会于

1957 年的决议规定,鉴于常规蒸汽轮机装置不能满足现代舰艇对动力的要求,必须发展核动力和船用燃气轮机。事实表明,苏联按照 1957 年制定的技术政策大力发展了船用燃气轮机。目前苏联生产的燃气轮机有 Au-20 型(2 550 马力)、Au-24 型(4 250 马力)、M2 型(15 000 马力)和 HK144 型(25 000 马力)等。英国海军于 1968 年决定,今后设计和建造大、中型水面舰艇将全部采用燃气轮机作为动力。目前英国生产的船用燃气轮机有诺姆型(1 435 马力)、太因(4 250 马力)奥林普斯 TM3B 型以及正在研制的斯贝 SM1A 型等。美国目前生产的船用燃气轮机有 TF35 型(3 150 马力)、FT12 型(3 750 马力)、FT4 型和 LM2500 型;正在研制的有 990 型(5 000 马力)、FT9 型(33 000 马力)和 LM5000 型(50 000 马力)等。

关于我国船用燃气轮机的技术政策和发展途径问题,有的同志认为,舰船动力十年内应实现燃气轮机化;有人认为,舰船燃气轮机应以研制专用机和航空发动机改装相结合,两条腿走路,以专用机为主;有人认为,船用燃气轮机要靠陆用燃气轮机,走陆用燃气轮机派生的道路;还有人认为,目前发展船用燃气轮机没有条件,应着重发展船用柴油机,等等。这些提法是值得探讨的。

关于舰船的动力要实现燃气轮机化的问题。燃气轮机舰船固然具有许多优点,特别是对担负反潜或扫雷任务的舰艇,要求动力装置的噪音和振动小,采用燃气轮机是理想的。但要实现燃气轮机化必须在完成船用燃气轮机的科研探索、试验、试用阶段之后,有了成熟的船用燃气轮机,又具备了一定的生产能力,包括燃气轮机动力装置的所有的生产能力才能实现。在现有的基础上,用十年左右的时间完成船用燃气轮机的科研探索、试验、试用阶段是完全可能的。然而,这要付出极大的努力,要创造必要的条件,否则是难以实现的。至于 10 年左右要实现燃气轮机化是没有条件的。可以预计,由于用于船用燃气轮机的科研、生产和基建的投资有限,因此真正形成强有力的科研手段和生产能力必然处于实施之中;船用燃气轮机的主要技术性能指标不会高于船用柴油机,而生产成本高于柴油机,这样,在未来的 10 年内,柴油机仍然是一种重要的动力。由此可见,在技术政策上关于 10 年内实现燃气轮机化的提法是不现实的,也是不妥当的。

关于从陆用燃气轮机派生船用燃气轮机的问题。我国陆用燃气轮机虽然已经有了很大发展,形成了一定的生产能力,研制的机型也取得了一定的成果,但是从陆用燃气轮机派生船用燃气轮机是不合适的。

首先,因为目前陆用燃气轮机均属于重型结构,船用燃气轮机走移植陆用重型燃气轮机的路子,是不能满足现代化舰船的战术、技术要求的。国外船用燃气轮机的发展实践也已经表明了这一点。国外船用燃气轮机在技术发展途径上曾经发生过是采用陆用燃气轮机的重型结构还是采用航空发动机改装的轻型结构的争论。陆用燃气轮机是在蒸汽轮机和航空发动机这两类截然不同的传统设计和生产的基础上发展起来的,因而自然地使陆用燃气轮机形成了有明显差别的轻型结构和重型结构两种形式。这两种结构形式都直接影响到船用燃气轮机的发展。20 世纪 50 年代,英国研制了 EL60A 重型船用燃气轮机;60 年代,瑞士研制了 TA8007 重型船用燃气轮机,并装在西德科隆级护卫舰上。这两种结构形式竞争的结果,实践已经作出了回答:重型船用燃气轮机已被淘汰,轻型的得到了发展。这是因为重型船用燃气轮机装置体积庞大,布置分散,操作不便;轻型的装置简单,布置紧凑,质量惯性、容积惯性和热量惯性小,有利于快速启动和工况变动。重型结构采用粗厚零件,在高温作用下粗厚零件易于变形和断裂,这是由于热应力随零件厚度而增大的缘故。轻型结构的零件薄,尺寸小,采用浮动差胀结构,热膨胀间隙大,所以热应力小,有利于采用高得多

的燃气初温。

其次,目前陆用燃气轮机没有成熟的机型,无论是自行研制的,还是仿制的。因此进行船用化改装的基础尚不牢固。

再次,制定技术政策和发展途径应有全局观点和长远观点,使技术政策在一段时间内保持稳定。要适应四化要求,不能只考虑某一种因素,用临时措施来代替技术政策。有的同志说,陆用燃气轮机虽然质量重一些,尺寸大一些,耗油率也高一些,但比蒸汽轮机还优越,可以派生船用燃气轮机。如果照此去做,不但不会促进船用燃气轮机的发展,而且船用蒸汽轮机的改进、提高和发展也会受到影响。

根据当前的实际情况和国民经济的调整、改革、整顿、提高的方针,在总结我国二十年来船用燃气轮机科研生产的实践经验的基础上,并参考国外船用燃气轮机的发展途径和特点,对船用燃气轮机的技术政策和发展途径的提法建议如下:船用燃气轮机是舰船的重要动力之一,要用十年左右的时间完成从船用燃气轮机的科研探索、试制、试用阶段进入具有小批量生产和实用阶段,使燃气轮机在动力装置中开始占有一定的比例,为实现燃气轮机化打下基础,要足够重视柴-燃联合动力装置;要立足现有基础,继承二十年来的科研成果和经验,又要有新的研制起点,科研要走在生产的前面;要加强高效率部件的研究(如高压比跨音速压气机、高温燃烧室、长寿命高温轴承以及高温材料、冷却技术等),在技术上要有较大的突破,为研制第二代高性能的燃气轮机打下基础;要积极加强航空发动机的改装和专用机的试验、试制和试用,两条腿走路,以航空发动机船用化改装为主;要采取切实有效的措施,对航空改装的机型纳入主管部门的发展规划和计划,并落实到基层;对专用机的研制要创造一定的必要条件,以形成较强的研制能力,保证研制工作的正常进行和研制水平的不断提高。

技术政策应当明确在一定时间内要达到的目标。为了实现这个目标还应当明确通过什么技术发展途径。它包括对以前的科研工作如何继承,对新的科研工作如何起步,研制的重点是什么,先发展什么,后发展什么,不发展什么,以及根据需求和可能必须采取的主要措施,等等。应当指出,两条腿走路以航空发动机的船用化改装为主,同两条腿走路以研制专用机为主,有着很大的区别。在机型方面,以航空改装为主就是要使航空改装机在船用燃气轮机的机型中占有重要的比例,而专用机仅占次要的地位。换句话说,在船用燃气轮机的机型中,航空改装机和专用机应当互为补充,相辅相成,而侧重于航空改装机,从而形成比较完整的机型系列,以满足各种舰船动力的需要。在科研内容方面,以航空发动机的船用化改装为主,则科研的主要内容应放在船用化的改装方面。如适于海洋环境条件和舰船使用条件,抗腐蚀,抗冲击,减振,柴油燃烧,低工况性能,进气过滤、消音,调节控制,排气蜗壳,箱装体以及附属系统等。至于气动热力学,三元流理论,燃烧理论等研究,则为次要的。因为这方面的研究主要应利用航空发动机和有关基础理论的研究成果。换句话说,凡是能够直接利用,移植航空科研成果的,就没有必要搞重复的研究工作;凡是船用特殊的,必须作为重点,大力研究。在试制生产方面,以航空发动机船用化改装为主,则航空发动机改装的燃气发生器的试制生产应当依靠航空的生产能力,不应另起炉灶,再搞一套。当然,为了多、快、好省地拿出船用燃气轮机,在分工明确和大力协同的前提下,加强船用燃气轮机的科研手段和生产能力是完全必要的。因为研制船用燃气轮机不但需要整机的制造加工和试验,而且需要进行大量的各项部套、元件的加工和试验以及使用、保养、维修方面的研究工作。

关于 401 型机的生产和试用问题。从处理遗留下来的问题来说,从向前发展的观点来看,401 型机虽然不够理想,然而应当积极扶植,大力促进,维持现有的试生产能力,尽可能不使试生产完全断线,作为加速机,可以少量试用。从而达到如下目的:培养使用人员,积累试用经验,完成产品科研的全过程,为不断改进和研制性能先进的燃气轮机提供依据。401 型机没有必要再次转厂,因转厂就要再次花费试制时间和经费,而时间对研制产品尤为重要;还要造成现有的工艺装备的大量浪费。因此,401 型机应当抓紧进行装船试用,尽可能保持现有的生产能力,不必再次进行转厂。与此同时,要着手 401 型机的改进提高工作,以降低油耗,延长大修期,提高工作可靠性。

关于 401 - II 型机的研制和航空发动机船用化改装的关系问题。虽然两者在功率上有所重复,但不是对立的。第一,401 - II 型压气机试验已取得良好的成果,效率达 88%,整机装配已经开始,调整试验即将进行。由此可见,401 - II 型的研制工作已经走了一段路程,并取得了良好的成绩。当然,要拿到成熟的 401 - II 型机还有大量的工作要做。航空发动机的船用化改装还只限于一般讨论和初步论证。为了满足船用化要求,低压压气机和低压涡轮机要重新设计,燃烧室、承力系统和调节系统等都要进行较大的修改,因此,改装工作量是很大的,加上动力涡轮、排气蜗壳和箱装体等均要设计和试制,因而改装机的研制很可能需要一个较长的过程。第二,401 - II 型的技术性能虽然不算先进,但相当于国外已广泛使用的第一代船用燃气轮机的水平,而且研制的现实性强,所用原材料、铸锻件、外协件、外购件均立足于现有的工业水平,通过 401 - II 型机的研制,走完新产品研制的全过程,可进一步积累比较完整的研制经验,有利于提高科研水平,也是研制技术性能更先进的机型所不可缺少的一步。第三,继续研制 401 - II 型机是继承 20 年来科研成果和经验的具体体现,加速开展航空发动机船用化改装的研制工作使研制工作建立在新的起点上。由于航空发动机的性能比较先进,燃气初温、压比等参数较高,油耗、寿命、质量、尺寸、变工况范围等基本上能满足船用化的要求。航空机的图纸资料较完整,船用化改装机的生产工艺与航空机同属于一个序列。由此可见,在现实情况下进行船用化改装的基础是巩固的。第四,401 - II 型机和航空改装机的功率虽然有所重复,但这一挡功率适用于多种舰船,而且科研应走在生产的前面,科研要有储备,这符合多快好省的原则。因此,继续研制 401 - II 型机和加速开展航空改装机的研制,两者不是对立的。

原载《舰船科学技术》1980 年第 8 期

SZB—II 型数字式转速表和 SUY—I 型数字式燃油耗量自动测量装置的研制

为适应柴油机科研和生产发展的需要,为正确评价柴油机的性能,对柴油机参数的测量提出了越来越高的要求。就测量装置来说,主要是工作可靠,操作简单,测量精度高,测量速度快,能进行数据记录和数据处理。测量装置的数字化能满足上述要求,因此数字式测量装置正在国内外得到越来越广泛的应用。

一、设计思想

为促进柴油机科研和生产的发展,提供先进的测量装置,哈尔滨船舶工程学院于 1979 年着手进行柴油机缓变参数数字式测试系统的研制工作。SZB—II 型数字式转速表和 SUY—I 型数字式燃油耗量自动测量装置均作为柴油机缓变参数数字式测试系统的单元装置,同时又作为单据的测试装置。这样,将数字式测试系统的研制工作与单据的测试装置的研制工作结合起来。这种设计思想的好处是,在看准研究方向和奋斗目标的同时,循序渐进,量力而行,问题一个一个解决,从而有利于取得科研成果,有利于提高技术经济效果。

二、基本原理和技术规格

SZB—II 型数字式转速表是由转速传感器和电子计数器组成。转速传感器目前有光电式和磁电式两种。光电式传感器是利用光电变换原理将转速转换为电脉冲信号。磁电式传感器是利用电磁感应原理将转速转换为电脉冲信号。传感器产生的电脉冲信号的个数由电子计数器测定。因此,数字式转速表实质上是转数计。但 SZB—II 型具有计数和测速两种功能,即计数和测速可以转换,便于使用。

SZB—II 型数字式转速表的技术规格如下:

显示位数 4 位

测量范围与精度 转速 $0 \sim 9\,999 \pm 1$ 转/分

计数 $0 \sim 9\,999 \pm 1$ 个字

输出 (1)BCD 码

(2)打印或记录指令

外控 (1)计数时间

(2)计数与测速转换

SUY—I 型数字式燃油耗量自动测量装置是由燃油天平、下置油箱、控制器、电子计数器、配电箱、校验装置和传感器组成。其基本原理是通过测定柴油机消耗一定质量的燃油所用的时间或柴油机的转数,再通过计算得出柴油机的燃油消耗率。这就是说, SUY—I 型的基本工作原理与柴油机燃油消耗率的一般质量法测量原理相同,但 SUY—I 型的测量过程实现了自动化,节省人力,测量精度高,读数直观。

SUY—I 型的技术规格如下:

显示位数 4 位

测量范围 100 ~ 1 000 克

测量误差 < 0.5 克

测量时间 0 ~ 999.9 秒 ± 0.1 秒

测量转速 0 ~ 9 999 ± 1 转/分

输出 (1)BCD 码

(2)打印或记录指令

(3)校验信息

三、试用情况

SZB—II 型转速表于 1980 年在四川柴油机厂、红江机械厂、哈船院造船系和动力系分别进行了试用。各单位的试用情况表明, SZB—II 型转速表的工作稳定可靠, 操作简单, 直接进行数字显示, 观测方便, 测量精度高。

SUY—I 型燃油耗量自动测量装置于 1980 年和 1981 年上半年在四川柴油机厂和哈尔滨船舶修造厂分别进行了试用。试用情况表明, SUY—I 型的工作稳定可靠, 安装方便, 操作简单, 测量结果数字显示, 观测方便, 测量过程的自动化程度高, 节省人力, 与其他电子仪器相比, 抗干扰能力强, 测量精度达到了国外同类产品的先进水平。

因此, SZB—II 型转速表和 SUY—I 型燃油耗量测量装置都得到了各试用单位的好评。

四、例行试验

SZB—II 型和 SUY—I 型的例行试验是由黑龙江省电子产品例行试验站根据四机部电子测量仪表例行试验技术规范于 1981 年上半年进行的。例行试验的内容有静态性能试验、电源电压拉偏试验、高温试验、高温存放试验、潮湿试验、防潮存放试验、低温存放试验、振动试验、冲击试验和运输试验。例行试验结果表明, 该两项新产品都符合例行试验技术规范的要求, 性能稳定, 结构可靠, 观测方便。应当指出, 通过例行试验暴露出的问题是, SZB—II 型转速表数字面板装饰框在潮湿试验后发生锈蚀; SUY—I 型燃油耗量测量装置的数字面板装饰框也发生了锈蚀。因此, 数字面板装饰框的加工工艺有待改进。

五、通过鉴定

1981 年 7 月 15 日至 18 日, 六机部科技局在哈尔滨市召开了 SZB—II 型转速表和 SUY—I 型燃油耗量测量装置鉴定会。出席这次会议的有 21 个单位, 42 名代表。与会代表听取了哈船院关于该两项新产品研制情况的报告, 听取了四川柴油机厂和哈尔滨船舶修造厂关于试用情况的报告; 审阅了 SZB—II 型和 SUY—I 型的施工图纸和有关技术资料; 进行了鉴定样机的抽查试验; 通过了 SZB—II 型转速表和 SUY—I 型燃油耗量测量装置的鉴定书和会议纪要。

会议认为, SZB—II 型和 SUY—I 型的研制是成功的; 柴油机缓变参数数字式测试系统

的研制方向是正确的;数字式测试系统的研制和单元仪表的研制相结合的做法是好的。希望哈船院再接再厉,抓紧完成数字式测试系统的研制工作。当前应尽快开发大功率柴油机测试用的数字式燃油耗量自动测量装置的研制工作,以实现数字式油耗装置的系列化,为柴油机测试技术的发展,为柴油机实验室的现代化作出贡献。

原载《黑龙江军工》1981 年第 2 期