

目 录

史实概述

一、创业仿制阶段	(3)
(一)科研设计机构的组建	(3)
(二)转让技术资料的中国化	(4)
(三)建立生产配套体系,组织仿制	(4)
(四)船舶标准化工作开始起步	(5)
二、自行研制阶段	(5)
(一)推进动力系统辅助设备的开发	(5)
1. 汽轮辅机	(6)
2. 换热设备	(6)
3. 油分离机	(6)
4. 轴系传动设备	(6)
5. 特种推进装置	(7)
(二)航行锚泊机械的开发	(7)
1. 操舵机械	(7)
2. 锚泊机械	(8)
3. 减摇和稳定装置	(8)
(三)供应保障设备的开发	(9)
1. 电站设备	(9)
2. 辅锅炉	(9)
3. 海水淡化装置	(10)
4. 空调与制冷设备	(10)
(1)制冷机组	(10)
(2)空调装置	(10)
5. 压气机	(11)
6. 厨房设备	(11)
(四)作业机械和特种装置的开发	(11)
1. 打捞救生船的作业机械	(11)
2. 调查船和测量船的拖曳作业机械	(11)
3. 海上航行补给与接受装置	(12)
4. 舰载飞机起降设备	(12)
5. 潜艇升降装置	(12)
(五)通用设备和配件	(13)
1. 泵和风机	(13)

2. 液压件	(13)
3. 电机电器	(13)
4. 管系附件	(13)
(六)特辅机电设备的标准化与专业化生产	(14)
三、技术更新阶段	(14)
(一)产品的更新换代	(14)
1. 空气压缩机	(14)
2. 制冷压缩机	(15)
3. 空调装置	(15)
4. 海水淡化装置	(15)
5. 饮水处理装置	(15)
6. 非收放式减摇鳍装置	(15)
7. 补给与接受装置	(16)
8. 液压设备和配件	(16)
9. 供电设备	(16)
10. 潜艇外置式升降装置	(16)
(二)填补防污染设备空白	(16)
1. 油水分离装置	(16)
2. 生活污水处理装置	(16)
3. 固体废物处理装置	(17)
(三)引进国外特辅机电产品技术	(17)
(四)开发新技术向国际标准靠拢	(17)

主要产品

一、推进动力系统辅助设备	(21)
(一)09—1 大马力弹性离合器	(21)
(二)1100 马力液压式调距桨及主机—调距桨联合控制装置	(22)
(三)12000 马力调距桨装置(KC76/3 型)	(23)
二、航行锚泊机械	(24)
(一)09—1 艇舵装置	(24)
(二)650 千牛米主动舵电动液压舵机	(25)
(三)600 千牛液压尾锚机	(26)
(四)051 舰减摇鳍装置	(27)
(五)NJ5 型减摇鳍	(30)
(六)远望号航天测量船减摇鳍装置	(31)
(七)718 电影经纬仪稳定平台装置	(32)
三、供应保障设备	(34)
(一)核潜艇电站及电力系统	(34)
(二)QF6 汽轮发电机组	(35)
(三)33G 潜艇用 YJ—8 导弹电源装置	(36)

(四)CZK-2 型船舶电站自动控制装置	(37)
(五)1.75~2 吨/时闪发式蒸发装置	(38)
(六)BLK-130 船用半封闭螺杆式空调冷水机组	(39)
(七)ZKZ7 型集中式空调装置	(40)
(八)6610 电动空气压缩机	(42)
(九)09-2 汽轮螺杆式压缩机	(44)
四、作业机械和特种装置	(45)
(一)560 千牛电动液压折臂式起重机	(45)
(二)6000 米交流电动地质绞车	(46)
(三)海上纵向航行加油装置	(47)
(四)海上航行横向干货补给接受装置	(49)
(五)通气管升降装置	(50)
(六)925 侦察雷达天线升降装置	(51)
(七)瞬间大功率短波单边带超快速通信升降天线及其升降装置	(52)
(八)大型登陆舰双节折叠式首跳板	(53)
(九)918 舰布雷系统的布雷机和运雷机	(54)
五、通用设备和配件	(56)
(一)CSDY1 船用射流管电液伺服阀	(56)
(二)YMA-25000 径向球塞式内曲线液压马达	(57)
(三)Y-J 舰用交流异步电动机系列	(58)
六、防污染设备	(59)
(一)CYSC 型船用油水分离器	(59)
(二)YSCZ 系列油污水分离装置	(61)
(三)WC 系列舰艇生活污水处理装置	(62)
(四)WSH-100 船用生活污水处理装置	(63)
大事记	(65)
文献资料目录	
一、体制建制类	(95)
二、推进动力系统辅助设备类	(95)
三、航行锚泊机械类	(95)
四、供应保障设备类	(96)
五、作业机械和特种装置类	(96)
六、通用设备和配件类	(97)
七、防污染设备类	(97)
回忆史料	
一、回忆苏联专家索包连柯二、三事	计策、耿惠彬(101)
二、回忆舰船特辅机发展二、三事	朱士林(102)
三、忆第一个舰艇特机厂的诞生及其发展	柯成福(107)
四、09 三型汽轮辅机全负荷联调试验的回顾	李学虎、王德纯(110)

五、09-1 大马力弹性离合器 196 攻关试验	贾润康(112)
六、远望号汽轮发电机组减速齿轮降噪攻关追忆	林光良(114)
七、难忘的攻关战——KL95/4 型调距桨装置台架试验的回顾	刘训腾(115)
八、大功率调距桨装置研制的回顾	董俊增(117)
九、646 主机——调距桨联合控制装置研制的回忆	裘宪庄(118)
十、三次实船旋回试验的回忆	黄少梅(119)
十一、33 潜艇四机研制的技术突破	阮力田(121)
十二、650 千牛米主动舵电动液压舵机研制的回顾	崔若松(123)
十三、核潜艇舵装置研制的回顾	杨宗虞(125)
十四、330 千牛定位锚绞车研制中的几件事	钱金龙(126)
十五、051 舰减摇鳍装置的改进研究	渠慎诺(128)
十六、狂风巨浪中的船舶减摇装置	孟克勤(130)
十七、回顾七一八电影经纬仪稳定平台的研制	宋哲仁(131)
十八、051 电站汽轮——柴油发电机组并联运行试验研究工作的回顾	顾乃文(133)
十九、QF6 汽轮发电机调节系统研制的回顾	霍励强(135)
二十、大幅度滑变蒸汽参数调节系统的研制	赵振厚(136)
二十一、核潜艇电站和电力系统研制的回顾	林如璐(139)
二十二、研制船舶电站控制装置的日日夜夜	王之杰(141)
二十三、梅花香自苦寒来——忆电站微机控制装置的研制	王莉莉(143)
二十四、突破强磁场——记 082 扫雷机组柴油机集控装置的研制	雷莹辉(145)
二十五、051 舰 GSLF5/28 燃油锅炉研制的回忆	管吉美(146)
二十六、一次难忘的试航	曹鑫达(147)
二十七、BL201 溴化锂吸收式制冷机组研制工作的回顾	戴永庆(149)
二十八、核潜艇综合空调研制工作的回忆	七一九所三室空调组(151)
二十九、9K-15 空气压缩机的中国化仿制回顾	周关福(153)
三十、三进葫芦攻难关——09 艇汽轮螺杆式压缩机研制的回忆	曾传云(154)
三十一、舰船用涡旋式制冷压缩机研制的回顾	吴济生、何宜寿(157)
三十二、螺杆式压气机用于核潜艇低压吹除和水下通风换气的尝试	乔 玲(159)
三十三、难关终于攻克——66-10 电动空气压缩机的气阀寿命、 积炭和降低噪声问题的解决	汪长根(162)
三十四、在自力更生仿制新产品的日子里——64-115 自由活塞 压气机火焰环攻关回忆	陈德秀(164)
三十五、高压高速压缩机气阀的研制	王仁德(166)
三十六、560 千牛折臂式电动液压起重机研制的回顾	汪张棠(167)
三十七、救生艇绞车的重大技术改进	汪盛义(168)
三十八、远洋调查显威力——忆 6000 米交流电动地质绞车的研制 和应用	郑进富 周松青(169)
三十九、兵马未动、粮草先行——海上纵向航行加油装置研制的回忆	王为德(171)
四十、新型海上航行横向干货补给接受装置的诞生	蒋 荆(173)

四十一、常规潜艇升降装置历史情况的回顾	傅家璋(175)
四十二、33 艇通气管升降装置浮阀的改装	高国忠(176)
四十三、关于 900 号天线生产及其升降装置制造的回顾	邱宏生(177)
四十四、挫折和喜悦——回忆 900 号天线及升降装置研制过程	钱涌涛(179)
四十五、关于 33 潜艇鞭状天线升降装置的试制	肖国胜(181)
四十六、我们如何攻克了升降装置的桅杆加工难关	邱宏生(182)
四十七、大型登陆舰双节折叠式首跳板研究设计的回忆	冯国祥(184)
四十八、忆 918 工程运布雷系统装置的生产与联调	金文庆(186)
四十九、成功来之不易——09 艇大容量电动液压三螺杆泵研制的回顾	李福天(189)
五十、核潜艇舷外泵变压力端面密封装置的攻关	李学虎(191)
五十一、向国际先进水平迈进	李福天(192)
五十二、船用双进风空调风机试制的回顾	宋孝煜(194)
五十三、20 兆帕气动液压蓄压器研制的回顾	陈务章(195)
五十四、蝶阀展翅——记核潜艇液动高压大口径蝶阀的研制	张银权(197)
五十五、船用射流管电液伺服阀研制的回忆	张继义(198)
五十六、导弹核潜艇 20 兆帕液压系统研制过程的回顾	杨学宁、张帆(200)
五十七、33 艇速潜问题的解决	曹苗根(203)
五十八、核潜艇用 1200 千瓦船用同步发电机的研制	章以刚(205)
五十九、回顾 30 千瓦中频机组研制过程	於志海(207)
六十、船用电器的防冲击原理及其在 CJ914 系列接触器上的应用	蒋德祥(209)
六十一、军油船惰性气体防爆系统的研制	沈德昌(211)
六十二、军委付主席观看 417 单人水中运行器汇报表演	黄孟南(212)
六十三、YSCZ 新一代舰船油污水分离装置	卓诚裕(214)
六十四、CYSC 型船用油水分离器研制的回忆	殷叶龙(215)
六十五、舰艇生活污水处理装置的研制	张百祁(216)

主要研制单位简史

一、七〇四所研制舰艇特辅机简史	(221)
二、七一九所研制潜艇特辅机简史	(223)
三、七〇八所研制特辅机简史	(225)
四、七〇一所研制舰艇特辅机简史	(225)
五、四六一厂生产舰艇特辅机简史	(226)
六、四七六厂生产研制特辅机简史	(227)

人物资料

一、计策	(233)
二、王之杰	(233)
三、王星朗	(233)
四、王振瑯	(234)
五、王崇善	(234)
六、历以强	(235)

七、石元力	(235)
八、卢 英	(235)
九、冯国祥	(236)
十、朱士林	(236)
十一、肖国胜	(237)
十二、吴文彰	(237)
十三、金文庆	(237)
十四、於志海	(238)
十五、张百祁	(238)
十六、张继义	(239)
十七、卓诚裕	(239)
十八、周林森	(239)
十九、杨宗虞	(240)
二十、柯成福	(240)
二十一、赵振厚	(241)
二十二、高国忠	(241)
二十三、钱涌涛	(241)
二十四、贾润康	(242)
二十五、龚之森	(242)
二十六、章以刚	(242)
二十七、渠慎诺	(243)
二十八、程 远	(243)
二十九、崔若松	(244)
三十、焦俊峰	(244)
三十一、董俊增	(245)
三十二、詹海波	(245)
三十三、蔡祖宏	(246)
三十四、蔡顺清	(246)
三十五、傅家璋	(247)
三十六、潘贤德	(247)
三十七、霍励强	(247)
三十八、戴永庆	(248)

附 录

一、报刊摘录	(251)
(一)七〇四所研制成船舶油污水处理装置(1979年7月23日《解放日报》)	(251)
(二)在上海的国防科研单位和中科院有关研究所为运载火箭试验作出了贡献 (1980年6月15日《解放日报》)	(251)
(三)乘风破浪天涯追踪——参加南太平洋运载火箭试验的导弹驱逐舰护航编队 战斗生活纪实(《舰船知识》1980年第8期)	(252)

(四)避开台风后继续向东南挺进 我南极考察船队进入原定航线 (1984年11月27日《解放日报》)	(252)
(五)南极考察队航程逾万海里(1984年12月19日《文汇报》)	(252)
(六)惊心动魄的五天五夜(《舰船知识》1986年第4期)	(253)
(七)海军首次在太平洋进行多舰船多方向补给训练(1987年5月30日《人民日报》)	(253)
(八)国防现代化建设又放光彩 我海军拥有远洋后勤保障能力 (1987年6月8日《人民日报》)	(254)
二、舰艇特辅机设备获奖项目统计表	(255)
三、舰艇特辅机设备主要产品登记表	(263)
编后语	

史 实 概 述

22

23

24

25

特辅机电设备是舰船的基础设施。现代舰船配置的特辅机电设备通常包括：为航行锚泊服务的操舵机械、锚泊机械、推进装置和减摇装置；为舰船提供辅助能源、给养和环境保障的电站设备、辅锅炉设备、液压动力设备、压气机组、油净化设备、水净化设备、海水淡化装置、空调装置、冷藏装置和厨房设备；为安全和防污染服务的防爆灭火装置、油水分离装置、生活污水处理和固体废物处理装置；以及为全船各系统配套的基础机电设备和器件。有些舰船还配有执行某种专项任务的特种装置或作业机械，如舰载飞机起降系留设施、海上航行补给或接受装置等。

旧中国的船舶工业，物质技术基础十分薄弱，配套辅机设备的科研生产几乎是一穷二白，只能修造少量往复蒸汽机船舶配套的舱室辅机、甲板机械和管系附件。新中国成立以来，根据海军装备建设和水运事业发展的需要，我国的舰船特辅机电设备的科研生产从无到有，由小到大，经历了三个发展阶段。

一、创业仿制阶段

1953年6月4日中苏两国政府签订了关于供应装备和在军舰制造方面对中国给予技术援助的协定（简称《六四协定》）。以此为契机，开始了我国制造军用舰船的新里程。在其后的十多年间，结合《六四协定》转让制造舰艇的装配建造，以及中苏两国政府于1959年2月4日签订的第二个供应设备和技术援助协定（简称《二四协定》）转让制造舰艇的仿制，我国舰船特辅机电设备的发展，以实现转让产品国产化为目标，仿制了一批重要的电动辅机和大量的基础机电设备及器件，并结合自行研制导弹驱逐舰和核动力潜艇的配套需要，开展了蒸汽轮机动力装置配套辅机的技术论证和研制准备工作。与此同时，还组建了特辅机电设备的专业研究设计机构、试验基地和生产厂家，为我国舰船特辅机电设备由仿制转向自行研制创造了必要的物质技术条件。

（一）科研设计机构的组建

1950年中央重工业部船舶工业局设立的设计组是新中国成立后建立的第一个船舶设计机构。1953年船舶工业局划入第一机械工业部建制，并改名为船舶工业管理局，其所属的设计组扩建为船舶产品设计处。1954年为配合《六四协定》转让制造舰艇的装配建造，由船舶产品设计处抽调技术力量专门成立了船舶产品设计分处。1955年船舶产品设计分处和船舶设计处分别更名为第一产品设计室和第二产品设计室。1956年以第一产品设计室的一个专业科为基础，组建成第三产品设计室。同年，又从第一产品设计室和第二产品设计室抽调机电专业的人员组建第四产品设计室，专门从事舰船机电设备和基础配件的设计和中国化工作，并兼有船舶标准化中心机构的职能。第四产品设计室的建立，加强了船舶设备设计力量，并使其分工趋向专门化。1958年船舶工业管理局划入第三机械工业部建制，其所属的几个产品设计室组合成船舶产品设计院，在不改变原来各产品设计室专业分工的条件下，进一步加强了组织领导和相互之间的协调。1960年为了克服苏联中断对华技术援助所造成的困难，中央决定集中海军和工业部门的科研力量，组建中国舰艇研究院（国防部第七研究院），属国防部建制，由国防科委和海军共同领导和管理。与此同时，以船舶产品设计院四室的辅助机电专业为基础，组建成七院第七〇四研究所。七〇四所成立初期设有特机、辅机、电气设备和通用标准设备四个专业研究室和一个试制工厂。1964年动工兴建舰船环境条件试验室和十多个专业试验室，为舰船辅助机电设备全性能试验配备了必要的测试条件。60年代后期，基本建成了拥有必要试制试验手段，能承担舰船特辅机电设备和配套基础件应用开发研究任务的综合性研究所。

（二）转让技术资料的中国化

转让技术资料的中国化是产品中国化的先导。1953年底,按《六四协定》转让的6601护卫舰、6602鱼雷快艇、6603鱼雷潜艇、6604猎潜艇和6605基地扫雷艇的图纸资料运抵上海,由船舶工业局产品设计分处负责接收和翻译复制。第四产品设计室成立后,有关机电设备的转让技术资料由设计分处(第一产品设计室)移交给四室。1959年苏联按照《二四协定》转让给我国的6621导弹快艇、6623导弹快艇、6625鱼雷快艇、6631导弹潜艇、6633鱼雷潜艇和51项专用设备的技术资料,由船舶产品设计院四室负责其中机电设备和通用、标准资料的翻译复制。1960年7月苏方撕毁协定,召回在华专家,中断技术资料和设备器材的供应。为了立足国内,依靠自己的力量完成《二四协定》的仿制任务,1962年7月由三机部九局、海军监造部和七院组成联合工作组,组织对“六四”、“二四”两个协定有关的转让技术资料进行全面清理。根据联合工作组确定的配套摸底范围和要求,七〇四所组织力量对200余套辅助机电设备的转让图纸和文件,4.9万余份通用图纸以及大量的专业标准和产品技术条件进行了清查,并按照图纸文件的隶属关系一代一代地完成配套,编就了《转让制造成套设备产品图样资料目录》、《通用图样目录》和《舰船机电产品配套目录》共17册37分册。在此基础上,根据仿制工作的需要,以掌握原设计意图和设计方法为重点,消化转让制造产品的技术资料,校正原图的错误,补充原设计的不足,配齐缺漏的图纸文件,并结合国内的材料供应状况和生产加工条件,进一步形成适合我国工厂施工的中国化图纸资料。

（三）建立生产配套体系,组织仿制

建立生产配套体系是做好仿制工作的基础。50年代中期起,根据转让制造舰艇国产化的需要,陆续在船舶工业系统内部组织有关研究设计机构和生产工厂合作,对一些急需的辅机设备进行仿制。

特辅机电设备仿制工作是从高压空气压缩机开始的。1957年着手测绘仿制ДК-2自由活塞压气机。60年代初又仿制了ЭК-15和ЭК-10两种电动往复式压气机。ДК-2型压气机由发气机和压气机两部分组成,在发气机内以燃烧柴油产生的燃气推动压气机活塞压缩空气,其排气压力为20兆帕。仿制过程中,接触燃气的火焰环屡屡烧毁,活塞环频频断裂,压气量也一度达不到预期的指标。经过多年攻关,直到1964年经过1500小时耐久试验后才通过鉴定。ЭК-10压气机排气压力为40兆帕,转速为1450转/分。仿制中,V形机架的焊接、铝合金铸造和锰黄铜铸锻件以及高精度运动部件的加工都是前所未有的难题。性能试验时气阀阀片极易碎裂。经过反复摸索改进,直到1967年才完成仿制。在仿制三型高压空气压缩机的同时,还组织仿制了K-5压缩制冷机组、BXД型扁管水冷却器、MXД型扁管油冷却器等辅机设备。

随着《二四协定》转让制造舰艇仿制工作的全面展开,特辅机电设备的仿制工作,以全国工业为依托,按照产品的特点和国内的生产条件,逐项落实技术归口单位和生产单位。1963年前后,第一机械工业部与第三机械工业部联合召开有关专业会议,就利用国内机电行业的生产能力和条件仿制同类船用产品作出具体安排。随后,生产泵和风机的有关专业厂分别仿制了ЭДЖН型和6МВ型消防兼疏水泵、ЭСН型卫生泵、ЭКН型凝水泵和ВЛН型冷却泵等10多个规格的离心泵,2Л-1型活塞式舱底水泵、ЭСКН型柱塞泵、ЭНН型双螺杆油泵、HBB型三螺杆液压泵、BCH型喷射泵等五型容积泵;以及离心风机系列和轴流风机系列,其中包括研制难度较大的串并联离心泵、电动三螺杆液压泵和球面蜗轮蜗杆传动的往复泵。生产电机电器的有关专业厂仿制了五种直流发电机系列、五种直流幅压电动机系列和五种变流机,以及大量的控制

电器和配电电器。生产仪器仪表的有关专业厂仿制了 20 多种热工仪表和电工仪表。此外,制冷机专业生产厂还仿制了成套冷藏装置。

另在船舶工业系统内部也积极组织船厂的机电设备修造力量仿制了几百个品种规格的阀门、滤器、管道连接件和部分直流电机电器及辅机,其中包括仿制难度较大的空气减压阀和安全阀等产品。

为了舰船专用机械和特种装置的定点生产,还专门新建了特辅机专业生产厂。国内首家船用特辅机专业生产厂是于 1967 年开始筹建的。当时根据船舶工业局的决定将苏联援建的渤海船厂特机车间和电焊车间分别独立建厂。1958 年又决定将两个厂合并,定名为武汉船用特机厂。1961 年 5 月又将武汉船用特机厂与铸锻中心合并,更名为武汉船用机械厂。工厂投产后,主要生产潜艇升降装置、鱼雷发射管和航行锚泊机械等七大类 100 多个品种的特辅机。国内另一个辅机专业骨干厂是于 1959 年 10 月以筹建中的南京重型机器厂为基础,由中央和地方共同投资扩建的南京船用辅机厂。建厂初期侧重于生产泵、压气机、离合器、离心分油机和空气冷却、净化设备等船舶机舱辅机,后经两次扩建,不仅生产舱室辅机的能力有所增强,并且兼有生产各类甲板机械的能力。辅机专业厂的兴建,不仅解决舰艇特种机械设备的生产问题,而且对常规辅机的生产能力也起到了补充作用。

(四)船舶标准化工作开始起步

标准化工作是推动行业技术进步和组织专业化生产的重要基础。我国舰船特辅机电设备的标准化工作,最初是根据苏联专家建议,参照苏联模式,建立了以船舶工业局第四产品设计室为标准化中心机构,并由各地区有关厂、所和设计室建立的船舶标准化联系组织,构成标准化工作网。中心机构的主要任务是为局管范围内的标准化工作进行具体的业务指导和组织管理,制订有关的条例和规划,研究报导国内外标准化工作动态,组织翻译出版国外的标准。1956 年召开了两次标准化工作会议,会上邀请苏联专家介绍经验,成立了国外现行标准审查委员会,制订并通过了 1958—1960 船舶标准化工作规划,审查通过了 11 项船舶专业标准、16 项船用辅机系列型谱以及水泵、风机、热交换器、舵机、锚机等产品的统一化图册。1959 年又召开了第三次船舶标准化工作会议,会上讨论通过了六项基本工作条例,落实了 1959—1961 船舶标准化工作规则,批准发布了 98 项船舶标准。1960 年召开了船用小五金、灯具、电气、辅机、管系附件、舾装设备等标准化与专业化生产会议。七院组建后不久,三机部九局成立了船舶标准化研究所,接替原船舶设计院四室成为船舶标准化中心机构。

二、自行研制阶段

60 年代中期,随着《二四协定》仿制舰艇的建成,特辅机电设备的发展开始转入全面自行研制阶段。在 10 多年间,结合 10 型战斗舰艇和 30 多型军辅船舶的配套需要,着重从填补国内蒸汽轮机动力装置配套辅机的空白,扩大泵、风机、压气机、辅锅炉、换热器和管系附件等产品的品种规格,新开发减摇稳定装置、海水淡化装置、空调制冷装置和消音减振器件;实现航行锚泊机械和专用作业机械驱动的液压化、电站自动化和电制交流化等方面推动特辅机电技术的进步,陆续完成了 1000 余项新设备和器件的研制,进一步充实了舰船设备的配套基础和科研生产力量。

(一)推进动力系统辅机设备的开发

我国自行研制的第一代战斗舰艇和军辅船中,051 驱逐舰、09 核潜艇和 718 测量船等几型

主要舰船均采用蒸汽轮机动力装置,配合其主机工作的辅助设备也随之得到发展。

1. 汽轮辅机 蒸汽动力系统配套辅机主要包括:为锅炉提供燃油、给水和助燃空气,以及为汽轮机输送滑油、冷却水和抽出凝水的水泵、油泵和风机。在 051 舰、09 艇和 718 测量船上,这类辅机共有 10 余台,其中大部分采用汽轮机驱动。国内首次研制的汽轮辅机特点是:转速高,负荷变幅大,结构也比较复杂。其中研制难度较大的有 051 舰的给水泵、09 艇的循环水泵和给水泵。051 舰的给水泵是一台结构独特的多级离心泵。它将动力装置凝水——给水系统的凝水泵、增压泵和给水泵组合在一起,同由一台汽轮机驱动,排量达 180 吨/时,转速为 7800 转/分,功率约 600 千瓦。其轴承和轴封都采用了比较新颖的结构,泵的下轴承所用的水润滑轴承由四氟乙烯粉与青铜粉冷压烧结而成,具有较好的耐磨性,由于直接用 104℃ 的给水润滑,简化了润滑系统,排除了由于用油润滑而可能污染给水之弊。泵的轴封采用金属迷宫与浸四氟乙烯填料组成的复合密封,提高了运行的可靠性和维修性。09 艇的给水泵汽轮机采用饱和蒸汽为工质,泵的流量和压头变幅大,在其装艇运行初期曾发生过轴瓦烧毁的故障,后经多年攻关,才得到解决。09 艇的循环泵吸入压头随潜艇下潜深度变化而变化,最大压力达 3 兆帕。水泵排量也需随主机功率的变化而变化。这台水泵采用了尼龙与片状石墨压铸而成的海水润滑轴承,水泵轴封原设计采用金属迷宫与软填料组成的复合密封,后因密封性能不良而改用专门研制的机械密封。80 年代初,为使泵的排量能随艇的航速、主机功率和水温的变化自动调节,采用计算机控制以提高其调节性能。

2. 换热设备 换热设备是保证舰船动力系统有效运行和提高其经济性的重要保障。自 60 年代中期起,为配合新舰船的研制从三方面扩大换热设备的品种,一是研制给水除氧加热器,保证给水含氧量不大于 0.05 毫克/升。国内研制的首台产品是 051 舰用的 150 吨/时给水除氧加热器。这台产品采用喷水型结构,经过压力喷射和蒸汽引射使给水在器内形成雾状水滴与加热蒸汽接触换热,逸出溶解在水中的气体。此后又为 718 测量船研制了一台采用填料层结构的除氧加热器,其填料层由大量的塑料环组成,加热蒸汽穿过填料层时与附着在环表面的水膜接触换热,逸出溶解在水中的气体。二是开发了多种高压冷却器和加热器,以满足 09 艇的特殊需要。这类换热设备的研制,着重解决管子与管板的钎接和焊接,双层管板和双金属板端盖爆炸复合成形等有关的设计和工艺问题。三是研制了高效紧凑的油冷却器,以满足 390 柴油机的配套需要。首次研制的轧制低肋管油冷却器,其重量尺寸比同等换热条件的光管冷却器大大缩小。

3. 油分离机 净化燃油和滑油是保障动力系统可靠运行的需要。早在 60 年代初,我国就曾研制过利用锥形盘旋转产生的离心力,使油料中的杂质水分与油液分离的 500 升/时油分离机。通过这台产品的研制,掌握了分离盘与传动机构的设计制造和运动部件的平衡等关键技术。1966 年起陆续开发了 1500 升/时、3000 升/时和 5000 升/时三档规格的油分离机,分别用于 09 艇和 718 测量船等多型战斗舰艇和军辅船上,初步形成了产品系列。70 年代开始,以提高产品性能,实现自动化操作为目标,研制了 3000 升/时和 5000 升/时全自动油分离机。这些产品采用了部分排渣与全部清渣相结合的清渣机构,配有排油程序控制、自动停油、跑油报警和电机过载保护等控制保护设施。与早期开发的产品相比,提高了技术经济特性,有节油、省时、省力等优点。

4. 轴系传动设备 结合第一代自行研制舰船的配套需要,研制了推力轴承、离合器、联轴节、齿轮箱和艉轴密封等一系列新产品。其中结构复杂,技术难度较大的有大马力弹性离合器。

1966年起为09艇首次研制900千牛米弹性离合器。其主体部分由空气弹簧联轴节与气胎摩擦式离合器组成,具有较高的弹性,能补偿轴系变形和隔声减振。1975年又为072登陆艇研制了气胎式弹性离合器,其气胎并列布置,结构极为紧凑,维修保养也很方便。70年代后期开始,研制了气胎压力检测报警装置,改进提高了离合器工作的安全可靠性和。

5. 特种推进装置 早在50年代,我国的一些船厂就曾为渔船和港口拖船设计制造过调距桨。苏联转让的05扫雷艇也曾采用调距桨。我国舰用调距桨的自行研制工作就是在此基础上起步的。自1964年开始至70年代中期先后研制了8种规格的产品,分别用于扫雷艇、电子侦察船,捞雷船等40多艘军辅船上,其单桨功率从1100马力到12000马力,最大桨叶直径达3.13米。1964年开始研制的1100马力调距桨采用电气——液压系统驱动桨毂内的往复油缸活塞带动与之相连的曲柄滑板机构以调整桨叶角度;用无触点自整角机组成远距离同步随动指示桨叶角度;桨叶位置用配油器与桨毂之间的液压锁止阀固定,叶根轴承与桨毂组成一体。其后研制的产品主要侧重于增大单桨功率,改进完善电控系统和转叶机构。1971年为电子侦察船研制的12000马力调距桨,其液压系统的工作压力提高到12兆帕,转叶机构首次采用独特的活塞杆滑板和缸盖连杆驱动的双曲柄销结构;电控系统改用可控硅晶体管开关线路组成的无触点继电随动系统,提高了控制精度和可靠性。1974年起开展了主机——调距桨联合控制装置的预先研究。按照主机与螺距的最佳配合程序,用凸轮分别控制主机转速和调距桨螺距,并于1982年首次装于646扫海测量船上使用。在发展主推进用调距桨的同时,1975年还为718测量船研制了艏部定向用的调距桨。该装置与主动舵联合控制,使测量船能以 $24^{\circ}/\text{分}$ 平均角速度原地回转,从而保证了测量设备必需的工作视场。国内首次研制的这台艏部定向装置,采用了平板隧道型调距桨,大扭矩螺旋伞齿传动,端面密封采用机械密封。此外,结合09艇推进方案的探讨,还研制过对转桨样机。

(二)航行锚泊机械的开发

第一代自行研制的战斗舰艇和军辅船多属排水量和续航力较大的新舰种。这些舰船的研制,推动了操舵、锚泊、减摇等航行锚泊机械的发展。

1. 操舵机械 舰船上设置舵机操纵舵装置以保持或调整舰船航向,是保证舰船安全航行的需要。我国自行研制的舰艇,除了65护卫舰采用电动机械式舵机外,其它战斗舰艇和军辅船普遍选用电动液压舵机。国内首台舰用电动液压舵机是于1968年开始为051舰研制的。其液压系统采用3F阀控制的变量泵系统,工作压力为16兆帕,推舵机构采用活塞式,舵机扭矩为400千牛米。其后的发展侧重于提高液压系统的安全可靠性,主要是用湿式电磁阀取代干式电磁阀;改善密封质量,以减少漏油;采用双向平衡阀取代液压滑阀作为油泵机组的连锁机构以提高稳舵效果。此外,还新研制了柱塞式和转叶式推舵机构。1970年为053K舰研制的250千牛米电动液压舵机采用了柱塞式不带导板的拨叉推舵机构。1974年为073中型登陆舰研制的电动液压舵机,设有两套液压源,能迅速切换工作,液压系统的元件组装成一体,并首次采用了新研制的双向平衡阀,圆满解决了“锁舵”和“跑舵”问题。在完成上述几台产品研制的同时,还为09核潜艇和718测量船研制了要求特殊的电动液压舵机。09艇的舵装置包括艏升降舵、方向舵和舰水平舵,分别操纵艇的航向和潜浮。艏舰舵各用一台350千牛米和200千牛米的液压舵机带动。舵机设有独立的液压源,应急时也可引入全船液压动力,其工作压力达21兆帕。为了在中央操纵部位进行液压动力的切换,液压系统中设有二位四通换向阀。液压泵采用轴向变量泵,其变量过程的过渡时间和准确性,能够满足自动舵安全可靠工作的需要,整个舵机系统

与自动操舵仪协同动作,能有效地保证需要的转舵角度、转舵速度和稳定精度。718 测量船舵机的特殊之处在于:它不仅要满足船舶航行时的操舵需要,而且要在漂移定位时能在 $\pm 90^\circ$ 范围内操舵。为了满足这种特殊要求,其推舵机构采用独特的舵柄和四只车辆油缸作星形布置,并用四个电液阀组成配流系统以保证在 $\pm 90^\circ$ 范围内连续平稳地操舵。这台舵机还用桥式单向阀组克服推舵机构的困油问题,用双向平衡阀改善稳舵效果。

2. 锚泊机械 舰船上设置锚泊机械是保证其安全停泊的需要。我国自行研制的军用舰船多半采用液压驱动的锚泊机械。1966 年起为 051 舰研制的液压起锚绞盘,采用开式液压系统,由配有恒功率机构的液压泵站提供动力,用 IJMC-100 液压马达经一级行星齿轮减速驱动绞盘,液压系统的工作压力为 10 兆帕。同年为 09-1 艇研制的立式电动锚机,自带磁制动器,用两级行星齿轮减速。1970 年为 028 艇研制的液压系统绞盘采用开式液压系统,节流调速,并专门研制了钢球内曲线低速液压马达驱动绞盘。同期为 09-2 艇研制的液压起锚绞盘,利用全船液压系统提供动力,用 IJMC-100 液压马达经两级 ZK-H 行星齿轮减速驱动绞盘,液压系统工作压力达 21 兆帕。70 年代中期开始,为配合海洋调查船、打捞救生船和登陆艇的研制,开发了深水锚机、定位锚绞车和液压舰锚机。1974 年为 718 打捞救生船研制的 33 吨定位锚绞车,首次采用了远程显示计数和 100 吨测力装置,成功地解决了深水定位抛锚问题。1975 年为 072、073 登陆舰研制了 600 千牛和 250 千牛液压舰锚机,供登陆舰冲滩时抛锚定位用。这类舰锚机用恒功率变量泵提供液压动力,用两级调速的 YMA-25000 型钢球柱塞式内曲线马达驱动锚机滚筒,并设有排绳机构和液压刹车。

3. 减摇和稳定装置 舰艇上设置减摇装置是保证舰艇战斗力的有效发挥和提高舰艇适航性的需要。自 60 年代初起的 10 多年间,共研制了 8 种规格的产品,分别用于驱逐舰、护卫舰和测量船等 20 余艘舰船上,其最小鳍面积不足 1 米²,最大鳍面积达 6 米²,减摇效果一般为 70%~80%。1963 年为 0105 艇研制的非收放式减摇鳍是我国开发这类产品的首次尝试,其主要部件系借用坦克稳定器和飞机助力器改装而成。随后又借用 KC-100 型高炮自动跟踪系统作为转鳍机构,为 0111 艇研制了一套非收放式减摇鳍。1966 年起减摇鳍的发展转向收放式减摇鳍的开发。首套收放式减摇鳍是为 051 舰研制的。该产品用角度陀螺和角速度陀螺取得的信号,通过电液伺服系统驱动和控制减摇鳍,液压系统采用 3F 阀控制的变量泵系统,电控系统采用电子管电路,两鳍合用一套液压源,鳍的收放由往复油缸的活塞通过曲柄连杆机构驱动。1970 年前后又为 053K 护卫舰、718 测量船和调查船研制了类似的减摇鳍。其结构和电液控制系统均有所改进,主要是用晶体管电路代了电子管电路,液压元件由分散布置改为组装集成体,鳍的收放分别用了回转油缸和带锁油缸。在总结多套减摇鳍设计和使用经验的基础上,1975 年起对 051 舰减摇鳍进行全面改进,增设了航速调节器以提高变工况条件下的安全性;每鳍各设一套液压源,方便了减摇鳍的单独控制和收放;改进了角速度陀螺,并以积分器和微分器分别取得角度和角加速度信号,较好地解决了航速调节器与三个控制信号的迭加技术;选用性能优良的射流管伺服阀取代喷嘴挡板伺服阀,用集成电路运算放大器取代晶体管分离元件,大大提高了电液伺服系统的稳定性和可靠性。随后生产的 051 驱逐舰都采用了这种改进型收放式减摇鳍。为了保证 718 测量船的高精度测量要求,还专门研制了电影经纬仪稳定平台。该平台采用数字计算机引导,力矩电机驱动,在跟踪精度、速度、加速度等方面满足了激光电影经纬仪平台的要求,测量设备所感受到的横摇角减小到角分级。除了以上装舰产品的研制之外,还就 09-2 艇采用主动式动力陀螺稳定装置和 718 测量船采用半主动式减摇水舱,进行过

技术论证和模型试验。

(三)供应保障设备的开发

舰船上供应保障设备主要是为各类机电设备的运行和舰员的正常生活提供电能、蒸汽、淡水、压缩空气、液压动力和舱室环境保障条件。新舰船的研制,推动了供应保障设备技术的发展。

1. 电站设备 电站是生产和供应全船电能、实现舰船电气化的基础和关键。我国自 60 年代起,以电制交流化为主导,陆续开发了舰用汽轮发电机组,舰用柴油发电机组和保证电站稳定运行的调频、调压和调载设备,并带动了相关电气设备的发展。国内率先采用交流电制的舰艇为 65 舰。其电站由一台 100 千瓦的柴油发电机组组成,发电机为同步交流发电机,励磁系统采用带励磁机的相复励装置。随后又陆续为 051 舰、09 艇和 718 测量船研制了汽轮发电机组。051 舰电站由两台汽轮发电机和三台柴油发电机组组成,电站容量 2000 千瓦,汽轮机工作蒸汽随主机工况变化而变化,自动调节系统能适应大幅度滑变参数运行,既能发出所需的功率,又能保持高精度的调节品质,调节不等率不大于 $2 \pm 0.2\%$ 。发电机的励磁系统首次采用可控硅相复励装置,其电压调整率可达 $\pm 1\%$ 。汽轮发电机与柴油发电机并联运行时,采用频载调节装置以保证各发电机按比例分担有功功率,电网频率得以保持稳定。09 艇电站采用 1200 千瓦汽轮发电机组,并设有两台 450 千瓦柴油发电机组供应急发电使用。汽轮机的工作蒸汽为饱和蒸汽,冷却水为变压力舷外海水,最大水压达 3 兆帕,发电机采用带励磁机的复式励磁系统,闭路循环冷却,并车运行采用自动并车装置。电站控制首次采用多功能发配电集中操纵管理和监视。60 年代末期又为 718 测量船研制了由五台 1200 千瓦汽轮发电机组组成的电站。上述三套电站的研制成功,初步解决了交流发电设备的原动机调速、发电机调压和多机组并车运行等关键技术问题,后续的发展主要集中于进一步改进和完善调频、调压和调载设备,并在提高运行可靠性基础上实现电站自动化。70 年代初,柴油机制造厂纷纷研制动态性能好、突卸负载稳定时间短的液压调速器以取代机械调速器,用三次谐波励磁取消相复励变压器,不仅大大减小了尺寸和重量,而且可把电压调整率提高到 $\pm 1\%$ 范围之内。70 年代中后期,船用无刷同步发电机和自励恒压装置相继研制成功,把我国的励磁调压技术提高到新的水平。在此期间,还以小规模集成电路和分立元件混合结构,更新自动并车和调频调载装置,并增加了具有逻辑功能的发电机组自动启动和分级卸载装置以实现电站控制自动化。

2. 辅锅炉 辅锅炉在舰船上的应用,主要是为了生产生活杂用蒸汽。早在 50 年代,我国就曾设计制造过一些民船用蒸汽锅炉,60 年代起陆续开发了五种燃油辅锅炉,并分别用于驱逐舰、护卫舰、登陆艇和一些军辅船上。1965 年开始为 051 舰研制的燃油水管锅炉,其蒸发量为 5 吨/时,蒸发压力为 2.8 兆帕,采用双面燃烧,前后炉壁均装有燃烧器,炉膛热负荷比一般民用锅炉高出三倍以上,燃烧机构采用水力控制。其后开发的几种锅炉主要从三个方面推动其技术进步:一是强化辐射对流传热,提高炉膛热负荷,以缩减锅炉本体尺寸和重量。为此曾设计制造过长直水管锅炉用于中小型舰船上,但因其炉壁温度过高、炉管容易烧毁而未能普遍推广应用;二是实现锅炉操作自动化。经过研究试验,对锅炉的燃烧控制、水位控制、自动点火以及蒸发压力过高、水位过低、给水断流和熄火发出报警并加以保护,60 年代中期以后开发的立式直水管锅炉、立式横水管锅炉和卧式火管锅炉,基本上都实现了自动操作;三是适应燃油劣质的趋势,开展燃油预处理和燃烧设备的研究,专门研制了机械雾化的枪式燃烧器和离心雾化的转杯燃烧器。

3. 海水淡化装置 舰艇上设置海水淡化装置生产淡水是提高舰艇自给续航力保证舰员正常生活的需要。早在 50 年代后期我国就曾为东风号远洋货轮设计制造过蒸馏淡化装置。60 年代中期开始,陆续开发了五种蒸馏淡化装置,分别用于 10 多型战斗舰艇和军辅船上。首台舰用蒸馏装置是于 1965 年开始为 09 艇研制的沸腾式蒸馏装置,其日产淡水量达 50 吨。研制中针对核动力系统补给水水质要求特别高和凝汽器冷却水压力随艇下潜深度而变化这两个特点,采用机械分离和水洗措施净化蒸汽;采用高强度钢板与镍铜板爆炸复合成形制造凝汽器的承压构件。1966 年开始为 051 艇研制的又一台沸腾蒸馏装置,其日产淡水量为 55 吨。研制中着重从稳定蒸发过程、强化汽水分离、减轻结垢和全套设备组装等方面采取改进措施,使沸腾蒸馏技术前进了一大步。1970 年开始为 718 测量船首次研制了一台多级闪发蒸馏装置,其日产淡水量为 45 吨。这一装置用加热海水降压蒸发取代沸腾蒸发,有利于减少换热面结垢并稳定蒸发过程,从根本上提高了装置的可靠性和维修性。在研制锅炉补给水蒸馏装置的同时,还专门为柴油机动力舰船和核动力潜艇,分别研制了废热蒸馏装置和电热压气蒸馏装置,生产生活用淡水。废热蒸馏装置以柴油机缸套水为热源,海水在高真空状态下蒸发,淡化水成本低,蒸发过程稳定,换热面结垢少。电热压气蒸馏装置是一种运用热泵原理工作的淡化装置。研制中重点对强化蒸发过程、提高成品水水质、防垢除垢和回收余热采取措施,力求节省能耗、紧缩尺寸、提高运行可靠性,达到整体性能的优化。此外,在发展利用电能生产淡水方面,还对用转鼓型换热面实现薄膜蒸馏和反渗透脱盐等新技术进行了探索。

4. 空调与制冷设备 调节控制舰艇舱室的温度和湿度,净化舱室空气,是改善舱室环境条件保障战斗力的需要。60 年代中期开始,新开发了多种制冷机组和空调装置,空调在舰艇上的应用由潜艇扩展到水面舰船,并逐步趋于普及。

(1) 制冷机组 制冷机组是空调、冷藏装置的冷源。为了适应各类舰船的不同需要,陆续开发了活塞式压缩制冷机组、离心式压缩制冷机组和溴化锂吸收式制冷机组。国内首次研制的 4HV7 活塞式制冷压缩机是在 206.5 制冷机仿制基础上进行的。新研制的制冷机组具有能量调节功能,压缩机转速提高到 1450 转/分,适用 R_{12} 、 R_{22} 、 R_{717} 三种工质,制冷量为 3.2 万大卡/时。研制中成功地解决了提高转速和能量调节有关的技术问题,成为舰船空调、冷藏装置广泛选用的机型。离心式压缩制冷机组和溴化锂吸收式制冷机组都是在 1965 年开始为 09 艇研制的。离心式压缩制冷机组以其结构紧凑、经济耐用和运转平稳等特点,特别适用于制冷量较大的场合。为 09 艇研制的产品,其制冷量为 50 万大卡/时,制冷剂采用 F11。研制中着重就耐氟电机、压缩机轴封、高压海水冷却和能量调节等关键技术进行了攻关。09-2 艇选用的溴化锂吸收式制冷机,以其噪声低、无运动部件、可靠耐用等突出优点,而被认为是核潜艇空调较理想的冷源。研制中着重就溴化锂溶液的传热和腐蚀,高压冷凝器的结构工艺,以及配套的抽气装置和屏蔽泵进行了技术攻关。

(2) 空调装置 国内早期自行研制的 65 舰、037 艇和 051 舰普遍采用低风压低风速空调系统,除专门研制空气冷却器外,其它配套设备均采用现成产品。70 年代开始,相继开发了三种不同型式的空调系统,053 舰各舱分设风机——盘管机组,812 船采用集中式空调,718 测量船采用分区集中式空调。集中式空调的应用,是我国舰船空调由低压头低风压向高压头高风速发展,由散件组合向集成化过渡的开端。为了高压头高风速的应用,专门研制了高压空调风机等关键设备,中央空调装置的进风、净化、消音、加热、冷却、加温、风量分配和水量调节等功能也初步配齐。70 年代末又专门研制了高压低噪声集中空调装置,开发了低噪声双进风空调风

机,干蒸汽加湿器、温度补偿调节和出风静压控制等先进的部套件和调节手段,装置集成化、模块化以及系统配套件的完整性都得到提高,空调的性能也得到改进。在发展生活空调的同时,还为舰艇的弹药库研制了调控精度较高,具有防爆功能的特种空调器。1966年至1976年间,又研制了弹药库风机盘管机组和兼有循环冷却及换气通风功效的空调器。

5. 压气机 60年代后期起,结合潜艇空气净化装置和潜水换气通风系统的配套需要,研制了多种特殊用途的压气机。1969年为09-2艇 CO_2 吸收装置研制了 CO_2 压缩机。该压缩机为一级压缩的封闭式机组,采用了挠性双向轴端密封和高效油水分离技术,以及进气压力控制和排气超压保护等控制保护措施,不仅大大缩小了机组的重量和尺寸,而且提高了运行的安全可靠。1970年为09-2艇研制的水下换气通风和低压吹除用的汽轮压气机,采用螺杆式结构。研究设计过程中针对零流量状态下启动而不发生喘振这一要求,从压气选型、进排气管系的配置和汽轮机与压缩机的相互匹配进行了充分的论证,在结构工艺上为圆弧螺杆的制造、高速转轴的有效密封以及机组减振降噪采取了得力的措施,从而保证了压气机在排气阀关闭状态下能平稳地启动,在启动停机时不致发生海水倒灌,较好地满足了使用要求。在发展特殊用途压气机的同时,对高压空气压缩机性能的提高和机型的优化也作了努力。1970年开始研制CV4/200型高速压气机。在其研制中发现,随着压气机转速的提高,引发出积炭严重、气阀易损、噪声振动加剧等一系列致命缺陷而未能装艇使用。同期研制的另一种新机型是摆盘压气机,研制中由于其复杂的摆盘机构屡遭毁损,致未能实现产品化。

6. 厨房设备 为保障舰员生活的厨房设备主要包括灶具、食品加工、食品冷藏等有关的设备。仿制舰艇的厨房灶具主要采用电灶。由于这种灶具难以完全适应我国的饮食习惯和烹饪要求,在自行研制舰船上开始以燃油灶取代电灶。最初开发了滴油灶,但其性能不良。随后又研制了气化油灶,其性能有所改进,但因其燃油气化在管道内腔进行,极易积炭堵塞,热效率和使用寿命也不理想。1979年研制了外循环式气化油灶,基本克服了前两种油灶的缺点,燃烧充分无烟、不积炭、热效率高、节油效果显著,因而迅速在各类舰艇和军辅船上广为应用。在食品加工机械方面,开发了万能机、洗碗机以及和面机,初步实现了食品加工机械化。在食品冷藏方面,研制了1500~18000大卡/时三档规格的食品冷库。

(四)作业机械和特种装置的开发

在第一代自行研制的战斗舰艇和军辅船中,为了完成其特定使命或进行某项专门作业的需要,新开发了不少作业机械和特种装置,主要有:

1. 打捞救生船的作业机械 70年代中期为718打捞救生船进行打捞救生作业的需要,专门研制了560千牛起重量的电动液压双钩双折臂回转式起重机,深潜救生艇与加压舱对接的转台和氮氧自动配气装置。电动液压双钩双折臂回转式起重机与一般回转式起重机的不同之处在于,为了适应在海上安全作业的需要,设置了液压—气动缓冲机构,自动挂钩用的恒张力绞车和信号电缆绞车,以及吊程、幅度指示器和限位报警等保护装置。深潜救生艇与加压舱对接的转台,为承载35吨的液压转台,在承载情况下可进行回转、升降和水平方向的动作,调整艇的位置,以保证与加压舱准确地对接。氮氧自动配气装置是为潜水员现场配置氮氧、氮氧和氮氮氧混合气。70年代后期又为917捞雷船设计制造了双折臂回转吊,其起重量达140千牛,备有可回转摆动的抓具,用以抓取任意倾斜的圆柱物体,并可自动遥控操作。

2. 调查船和测量船的拖曳作业机械 70年代中期结合718工程调查船和测量船的研制,陆续开发了200米、500米、1200米电动水文绞车;6000米、11200米液压水文绞车;1200米、

2500 米、1000 公斤电缆绞车;1200 米、6000 米地质绞车和 13700 米底楼拖网绞车。此外还为扫雷舰设计制造了扫雷绞车、为扫海船设计制造了扫海绞车、为海洋拖船设计制造 160 千牛和 350 千牛自动拖缆机。这些拖曳绞车为了适应海上作业需要,都有一定的特殊要求和研制难度,水文绞车要设置计数器、限位器并具有较好的调速性能;地质绞车要设置着底信号显示器,并具有较广的调速范围,能适应长期连续工作;底楼拖网绞车要配有恒张力系统自动收放缆绳,特别是超过万米以上缆索的排绳机构设计难度更大;电缆绞车要能间歇收放电缆,绞车滚筒能自动调速。

3. 海上航行补给与接受装置 利用两船之间架设索道为海上执勤舰船补充军需给养,是提高战斗舰艇续航力,战斗力和利用率的需要。我国海上航行补给装置的开发是从 70 年代中期研制纵向加油装置开始的,随后又结合 718 油水补给船的需要研制了横向补给装置,并在驱逐舰和护卫舰等战斗舰艇上陆续补装了接受装置。首台纵向加油装置是利用漂浮在水面上输送油水的软管进行补给作业,软管两端分别与补给船和接收船的输油管相接,在补给船上设有绞车用以收放软管,补给作业结束前,用扫线球清扫软管中的残油。这套补给装置适用于较高海情下两船纵向间距 90~120 米进行补给作业。为 718 油水补给船研制的横向补给装置,以补给油水为主,也可补给少量干货。这套装置利用在平行的两船间架设的高架索和鞍座索,将补给的油水管或货筐悬挂其上,高架索一端设有平衡重锤和绞车,用以补偿两船间距的变化维持其恒张力,鞍座索用手控双卷筒绞车收放,挂在索道上的软管或货筐也随索收放。这套装置可在四级海情下两船相距 40 米时进行补给作业。在发展油水补给船补给装置的同时,一些驱逐舰上也相继补装了接受装置。1977 年为 051 舰加装的接受装置由接受柱、液货接受头、干货接受头和导向滑轮等组成,可在四级海情下接受由补给船发送的干货和液货。

4. 舰载飞机起降设备 舰载飞机起降设备是保证飞机在舰艇上安全降落,进出机库和系留的设施。我国对直升机舰面设施的研制是从 1975 年配合 718 打捞救生船的需要开始的。首次研制的产品是根据超黄蜂型直升机着舰的需要,采用了功能比较齐全的拉降装置。直升机的降落,依靠飞机上的引索与拉降绞车的拉降索相连,牵动飞机缓缓下降。拉降绞车的伺服系统控制钢索的收放以补偿舰船升沉摇摆的影响,使钢索张力保持恒定;飞机伸出的主探杆进入夹紧装置方框内之后,借助光电效应使夹紧装置的夹紧梁驱动机构动作,夹住飞机的探杆并将飞机固定。随后校正飞机位置,用可调恒速度绞车牵引飞机进入机库。1979 年完成拉降装置台架试验后,由于直升机自由着舰试验比较顺利,加之交船时间紧迫,致未安排陆上联试和装舰服役。此外,在 70 年代初期,还对航空母舰舰载飞机起飞降落服务的弹射装置、阻拦装置和灯光助降装置等舱面特种装置的研制做过方案探讨和技术论证工作。

6. 潜艇升降装置

潜艇上为潜望镜、通气管和各种天线而设的升降装置,是保证潜艇在水中潜航时进行观察、通讯和通气的需要。我国 60 年代为 035 艇和 09 艇研制的升降装置,其导向支承、密封填料函、液压升降机构和底部缓冲器等结构与仿制的 33 艇升降装置大体相同。035 艇通气管升降装置采用了改进的轻浮子阀,并在顶部围栏圈内加装防水板,从而能在较高的海情和航速下避免进水。035 艇的侦察雷达天线升降装置由于其天线较重,活动管直径达 300 毫米,专门研制了高强度钢卷焊的复合管,其外表为不锈钢板。在后续艇上为了简化制造工艺采用了 924 不锈钢坯加工成无缝钢管。1965 年为 09 艇研制的 900 号天线采用液压和钢索传动的可伸缩天线,其升降装置具有三套液压系统,桅杆长度达 8 米,采用双向密封,由于耐压筒体比较庞大,为了

控制天线高度还专门设置了一套升降程序控制系统和在艇内观察天线高度的指示器。09-2艇为星光导航潜望镜研制的升降装置,采用四节双作用伸缩式升降液压机,各节液压缸的升降采用程序控制,升降装置的缓冲器采用液压节流控制。另外,还为09-2艇研制了卫星通讯天线升降装置。

(五) 通用设备和配件

通用设备和配件是各类舰船特辅机电产品成套的基础。为了研制各类新型特辅机电产品,与其配套的通用设备和器件也相应得到发展。

1. 泵和风机 泵和风机是舱室辅机和全船性船舶系统的配套基础。在第一代自行研制的舰船中,结合全船性系统的配套需要,扩充了离心泵、往复泵和喷射泵的产品规格,并逐步形成产品系列;围绕新型特辅机产品的开发,研制了一大批电动泵和风机,其主要产品有:为海水淡化装置和冷凝设备配套的高吸入性能的凝水泵、排盐喷射泵、抽气喷射泵以及柱塞式排盐泵;为辅锅炉配套的旋涡给水泵、炉水循环泵、鼓风机和燃油泵;为通风空调和制冷装置配套的低噪声风机、轴流风机和屏蔽泵。此外还开发了输送滑油的多种螺杆泵和齿轮泵。这些泵和风机的研制成功,不仅扩大了产品的品种规格,而且在结构和性能上都比仿制产品有所改进,同时还为产品的标准化、系列化创造了条件。

2. 液压件 液压泵、马达和阀件是潜艇液压动力站和甲板机械液压化的配套基础。结合第一代自行研制舰船的配套需要,陆续开发了螺杆式高压液压泵、蓄压器、低速油马达、伺服阀和其他液压件。09-1液压泵的排量为6米³/时,压力为10兆帕。09-2液压泵的排量为5米³/时、压力为20兆帕。这些液压泵的排量虽小,但压力较高,由此引出的难题主要是:转轴密封要求高、轴承所受的推力大,细长螺杆和高精度深孔加工也很困难,为了避开加工工艺上的难题,采用了独特的分段式从动螺杆和螺杆衬套。液压站的另一项重要设备是高压蓄压器。09-2蓄压器采用离心铸造衬造衬里的双金属结构,专门设计了结构新颖的X型密封环,并采用高压密封油脂较好地解决了蓄压器活塞密封问题。由于20兆帕级液压站系统和设备在国内尚属首次研制,为了做到万无一失,在1968年至1975年间专门进行陆上模拟试验,主要试验项目包括液压油的压燃特性测定,加载运行的稳定性试验和新研制液压阀件的性能试验。通过典型系统陆上试验为实艇使用20兆帕液压系统扫清了技术障碍。

3. 电机电器 在开发舰用电站设备的同时,电机电器也得到相应的发展。在电动机方面,陆续研制了0.4~100千瓦,转速为3000~6000转/分的J₂H和JO₂H交流异步电动机;JZ₂H和JZF-H系列的单速、双速和三速船用异步起重电机,其最大功率达60千瓦;在变换机方面,新研制了2~15千瓦,由交流50赫工频变换为中频400赫、500赫或1000赫的变频机;2~8千瓦直流电变换成中频400赫或500赫的变流机;1.5~5千瓦直流电变换成单相或三相工频电流的变流机。在中频电机方面研制了12~200千瓦,电压230~400伏、50赫的中频无刷发电机。在电器方面研制了CJH-15和CZH-15交直流接触器、CJ914系列交流接触器;DZ系列舰用塑料外壳式自动空气开关、DW94系列选择型框架式自动空气开关;LK911主令控制器、GG-21逆功率继电器、QZH直流起动器和防爆行程开关等。这些电机电器都能较好地满足船用环境条件的要求。

4. 管系附件 结合自行研制舰船上各种油、水、空气、蒸汽系统的需要,开发了大口径蝶阀、结构紧凑的球阀、反应灵敏的调压阀和减压阀、全扬程安全阀以及多种油水滤器等新品种。常用截流阀、止回阀等产品也增加了不少新规格。

（六）特辅机电设备的标准化与专业化生产

60年代起,以仿制产品技术资料为基础,陆续制订了一批标准。1963年,根据国家科委的要求,由一机部、三机部、交通部、水产部、海军监造部、科委计量局和七院等单位组成船用设备标准化领导小组,组织专业标准的重审和编制工作。舰船特辅机电设备方面,相应成立了通用机械、电机电器和热工仪表三个标准化工作组。

在自行研制第一代舰艇阶段,特辅机电设备的品种规格有了大幅度的增长。当时,新的特辅机电设备基本上按照“工程型号带设备”的原则安排设计和生产,产品规格档次和结构形式因船而异,缺乏有力的横向协调和纵向管理,以致逐渐出现了产品规格档次分布极不规则和同一规格的产品有多种不同结构型式的混乱局面,既不利于组织专业化定点生产,也不便于使用维护。为了改变这种状况,1973年召开了全国船舶标准化工作会议,由四部一院(海军装备部、第六机械工业部、交通部、农牧渔业部和第七研究院)共同组成船舶标准化委员会,从建立健全各级标准化组织机构、研究制订船舶标准化技术政策、安排落实标准编制任务和加强标准化管理等方面推动船舶标准化工作,并相应成立了49个专业技术归口组,把分散在各个部门的造船力量组织起来,开展船舶标准化工作。其中有关特辅机电设备的专业组有管系附件、甲板机械、机舱辅机、辅锅炉、热交换器、液压气动、电气等专业组。这一阶段标准化工作的基本做法是配合专业化生产的需要,对已经设计制造的产品进行选型简型,优化产品结构和性能,确定系列参数,制订通用技术条件和试验方法,力求以最少的品种规格满足最大的需要。在甲板机械方面,提出了舵机、锚机、系统绞盘、起锚系统绞盘等产品的标准系列;在机舱辅机方面,提出了泵、风机、压气机和制冷机等产品的13项标准系列;在辅锅炉热交换器方面提出水管锅炉、烟管锅炉、压力容器、海水淡化装置、管式热交换器等产品的6项标准系列。此外,对标准化基础工作较好的管系附件等方面的产品标准也有进一步的发展。

1964年中央提出建设三线后方基地的战略决策,船舶工业建设的重点也由沿海向内地转移。根据分区自成体系的规划布局原则,首先在四川东部和广西地区建设造船总装厂和船舶配套设备厂。1967年底正式决定在广西梧州建立华南船用舾装件厂,生产操舵机械和锚泊机械;在四川永川建立永川液压件厂,生产船用液压件。1970年在四川万县筹建两个船用特辅机厂,生产特辅机和电控设备。同期,按照“三区一线”建立独立完整的造船工业体系部署,在长江中游江西湖北地区,以两个造船厂为中心,相应筹建了九江船用机械厂和湖口阀门厂等一批船舶特辅机厂。此外,还在华东、东北(含华北)、华南地区,选择了一批地方工厂作为生产船舶特辅机的归口厂和协作配套网点,进一步扩充了船舶特辅机电设备的专业化生产配套体系。

三、技术更新阶段

70年代中期,特别是改革开放以来,围绕第一代自行研制产品的改进完善和新一代舰船的配套需要,以提高产品综合技术水平为重点,从填补国内安全防污染设备的空白,扩大空调制冷、海水淡化、饮水净化和减摇稳定等装置的品种,提高常用锚泊机械、舱室辅机和液压电气等基础件的性能以及实现产品系列化等方面推动特辅机电设备器件的技术进步。

（一）产品更新换代

1. 空气压缩机 空气压缩机的技术更新是从提高高压空气压缩机的可靠性入手的。70年代中期开始,根据66—10高压空气压缩机气阀积炭易损、噪声振动剧烈等缺陷,新研制了环形阀片和波形弹簧组成的气阀取代蝶形阀,使阀的寿命由200小时提高到1000小时;修改了

压气机的冷却系统以强化气缸冷却避免积炭;重新分配压气机的各级压缩比,加大第三级缸径,并采取消音减振措施,机组噪声由 97 分贝降到 85 分贝,整台机组的振动状况有明显改善,比功率也有所下降。

2. 制冷压缩机 为了适应日益普及的舰船集中空调发展的需要,1976 年起以螺杆式压缩制冷机为重点,开发新一代产品。首次研制的螺杆制冷压缩机采用密合性较好的单边不对称转子,应用喷油冷却,并借电机转子的离心力使油与冷剂分离,机组能量采用滑阀调节,调节范围可从 10%到 100%。整台机组具有简单紧凑、易维修、噪声低等特点,现已成为新一代舰船集中空调用制冷机的主流机型。在首台 13 万大卡/时半封闭螺杆式压缩制冷机研制成功的基础上,又为 052 舰研制了 6 万大卡/时、30 万大卡/时两档规格的新产品,逐步形成产品系列。在此同时,为了节省空调制冷的能耗,还开展了利用舰船动力系统余热的氟利昂透平驱动制冷机的研究探索。

3. 空调装置 在完成低噪声集中空调装置的改进完善之后,以扩大品种,提高效能为重点,开发新一代空调装置。80 年代以来,陆续为 051G 舰、271 登陆舰和 052 舰研制了一批结构新颖的新产品。为 051G 舰研制了 U 形空调装置以及与其配套的风机盘管机组和侧壁布风器。这套装置结构紧凑、控制灵敏可靠、空调效果也有所改善。为 271 登陆舰研制的空调装置,在全套设备集成化方面达到新的高度,方便了空调装置在舰上的安装布置和操作管理。为 052 舰新研制了配有可变风量外转子风机的低噪声空调器、由一台冷机配合多台空调器工作的分体式空调器、具有防护净化功能的机舱循环通风装置、液力驱动的防爆空调器等产品,空调系统附件也增加了防火风阀、球形布风器等新品种。这些新产品的研制成功,为在舰上建立安静舒适的生活舱室空调和安全可靠的防爆舱室空调打下了基础。

4. 海水淡化装置 70 年代中后期开始,以强化蒸馏过程、优化产品结构为重点,推动海水淡化装置的技术更新。沸腾蒸馏过程的强化,主要是研制波纹板换热面以取代传统的管式换热面。这种换热面具有传热性能好、单位体积内配置的换热面积大、拆装方便等特点,从而为淡化装置整体结构的优化和可靠性维修的性能提高铺平了道路。80 年代运用这一成果开发了三档规格的产品分别用于新造舰船上生产淡水。这种产品一般是以柴油机缸套水废热淡化海水,配上蒸汽引射器也可用蒸汽为热源工作。闪发过程的强化主要是以射流喷淋方式代替常用的注水降压蒸发。由于射流喷淋可以扩大蒸发表面,减少汽化阻力,从而有利于闪发效率的提高,按照这种闪发方式研制成的淡化装置已被用于 052 舰生产淡水。

5. 饮水处理装置 舰船饮水处理装置的发展是从仿制开始的。早期采用的处理过程是用漂粉精消毒,天然白云石矿化和活性炭吸附悬浮有机物并脱氯。70 年代末开始,研究开发的目标集中于处理方法的改进和成套设备的集成化方面。在消毒方法上,为了避免氯化消毒可能出现的氯仿,曾试用过高铁酸钾、三碘树脂等消毒剂,后来改用紫外线消毒取代化学方法消毒;在矿化方法上,用天然白云石加工成滤芯以提高矿化作用的稳定性。此外,还增加充气处理以强化矿化作用并改善水味。自 80 年代起,051 改装舰和 052 舰都相继采用了功能齐全、成套设备组成一体的新一代饮水处理装置。

6. 非收放式减摇鳍装置 在收放式减摇鳍装置技术趋于成熟、并形成产品系列之后,技术开发的重点开始转向非收放式减摇鳍的研制和被动式减摇水舱的研究。1981 年起陆续为 918 布雷舰、814 近海侦察船和 679 训练舰设计制造了鳍面积各为 2.5 m^2 、 3 m^2 和 4 m^2 的非收放式减摇鳍,这些产品简化了液压系统,电控系统采用印刷电路板和运算放大器,鳍面为小

展弦比机翼。1985年起为052舰研制的减摇鳍装置,首次采用微机控制,微机选用980JX型抗恶劣环境的加固机,控制软件包含五个程序,全部操作在集控室内遥控。

7. 补给与接受装置 70年代中后期为油水补给船和051舰研制的横向补给与接受装置,只能满足低海情作业需要,为了保证在高海情下安全、快速和有效地实施补给与接受作业,自80年代起开展了新一代接受装置的研制和高架索横向补给装置的先期开发研究。新研制的接受装置设置了液压缓冲、气动解脱和恒速升降等机构,为确保高海情下安全平稳地接受易损物品创造了条件。高海情横向补给装置的先期开发研究,从解决内外牵索系统的关键技术入手,开展了全系统的陆上试验研究,取得了系统设计所需的资料。

8. 液压设备和配件 为了配合航行锚泊机械的改进提高,自70年代后期开始,加强了基础液压件的研究开发,陆续研制了CZB轴向柱塞泵、轴向球塞液压马达、比例复合阀、换向阀、球阀、比例先导阀、二通插装阀和电液伺服阀等新产品。特别是射流管伺服阀的研制成功,并以之取代喷嘴挡板伺服阀用于各类航行锚泊机械,基本消除了由于堵、卡、漂等故障引起整机失控的潜在危险,大大提高了电液伺服系统的可靠性;而二通插装阀的开发应用,则为液压系统的集成创造了良好的条件。

9. 供电设备 在基本实现电制交流化和电站自动化之后,舰船电站技术的发展,主要集中于应用微机控制和提高供电可靠性。70年代初开发了具有控制、检测、监视和故障处理功能的电站微机自动控制系统。这套系统鉴定后又为037-I艇研制了装艇产品。80年代中期开始研制不间断源,以保证舰上的要害负载失电时能自动转由不间断电源供电。052舰首次采用这种设备以提高供电的可靠性。此外,为了满足舰艇用电设备的特殊需要,自70年代后期起还开发了导弹电源和声纳储能电源等新产品。

10. 潜艇外置式升降装置

将升降装置置于潜艇耐压壳之外,对于舱内的布置和提高潜艇的性能都很有利。70年代末首次设计了导流型桅杆,并进行了台架试验,解决了用高强度钢代替不锈钢、活动附加支承结构、舷外信号开关、液压阻尼减震和电气控制系统等技术难题,为其应用扫除了技术障碍。

(二) 填补防污染设备空白

1. 油水分离装置 为了满足国际海协1973年制订的防止船舶造成水域污染公约对油污水排放的规定,世界各国的舰船都陆续装设了油水分离装置净化油性污水。我国自70年代中后期开始,研究开发这类产品。首制产品采用重力分离与强制分离相结合方式,在重力分离级借助油与水的密度和粘度不同使其自然分离,在强制分离级则采用专门的油粒聚合元件,使细微油粒聚合成粗大的颗粒而后分离。国内第一代油水分离装置有两种不同的设计,一种是用金属丝网制成的聚合元件,另一种是用亲油纤维材料制成的聚合元件。在完成第一代产品的研制之后,以优化产品结构和性能为重点,进行第二次开发,主要是用塑料网代替金属网以节省有色金属材料并减轻装置重量,用装置下游设泵抽水的真空式分离器取代上游设泵注水的压力式分离器,以避免因水泵搅动而使油粒分散油水乳化,影响分离效果。在优化产品的同时,为适应从多个底舱抽取油污水的需要,还专门研制了多吸头控制系统。

2. 生活污水处理装置 为了满足国际海协1973年制订的防止船舶造成水域污染公约对生活污水排放的规定,自70年代后期起,着手开发舰船生活污水处理装置。早期的研究侧重于用物理化学方法处理污水,并就此进行了两种方案的试验研究,一种是对洗涤水与粪便水混合后的稀释液用物理化学法进行再处理。其处理过程分为三步,第一步是用滤网使固相粪块与水

液粗分离,随后向水液注入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 灭菌消毒并促使水液中的悬浮物絮结,最后用斜板沉淀柜使水液中的絮体沉淀;另一种方案只处理粪便水,其处理过程也分为三步,所不同的是采用次氯酸钠絮凝消毒,并用气浮法强化絮体与水液的分离。在完成第一代生活污水处理装置之后,研究开发的目标转向生化法处理装置的研制。80年代开发了生物膜污水处理装置,其特点是采用软填料培育消解污水的微生物,强化其生物降解过程,这种处理方法克服了一般物化法和生化法处理污水的缺点,综合了物化法和生化法的优点,装置结构紧凑、操作方便、净化功能强、无副作用。此后,又为配合真空污水收集系统的应用研制了粉碎消毒储存柜和两级生化法污水处理装置,以适应高浓度粪便污水的净化需要。

3. 固体废物处理装置 为了满足国际海协 73 年制订的防止船舶造成水域污染公约为对垃圾排放的规定,自 1977 年着手进行焚烧炉装置的研制。首台焚烧炉用于焚烧固体废弃物、油污和污泥,油污和污泥在焚烧前按适当比例混和在一起,经搅拌、粉碎形成热质较稳定的均质液,喷入焚烧炉内用燃油引火焚烧,固体垃圾投入专设的密闭焚烧室内热解自焚。此后又开发了具有回收烟气余热功能的锅炉——焚烧炉联合装置。鉴于焚烧法处理废弃物和油污污泥的能耗高,所占舱容大,在开发了两种焚烧炉之后,便开始研究更经济的处理办法,结合 052 舰的需要新研制了粉碎机压实施用于处理固体废弃物。

(三) 引进国外特辅机电产品技术

在自主开发新产品的同时,自 1983 年起,陆续从国外引进了船用齿轮箱、调距桨、艉轴密封、中低压空气压缩机、强制循环锅炉、转杯燃烧器、原油洗舱机、生化法污水处理装置、焚烧炉、惰性气体防爆装置、水喷淋灭火系统、泡沫灭火系统、卤代烷 1301 系统、舵机、锚机、锚绞车、甲板起货机、无刷电机、液压泵和液压马达等 20 多项产品的专有技术。引进这些技术,不仅提高了我国民船配套辅机设备的生产技术水平,而且也为提高我国军品的研制起点提供了有用的借鉴,其中有些产品,如强制循环锅炉、水喷淋灭火系统、卤代烷 1301 灭火系统、泡沫灭火系统等,已直接为新研制的舰艇所采用。

(四) 开发新技术,向国际标准靠拢

80 年代,为了贯彻国家关于采用国际标准和等效采用国外先进标准的技术政策,特辅机电专业根据船舶总公司 603 所的统一安排,参照国外的军用标准,陆续编制了一些产品标准和通用技术标准。这些标准不仅考虑了专业化生产的需要,更重要的是面向使用,突出了可靠性、维修性要求。新一代舰船设备的研制也都按照这些标准或参照美国军用标准进行。改革开放以来,为了向国际标准靠拢,还以全面提高产品效能为重点,跟踪国外新技术,开展特辅机电应用基础技术的预先研究,为新一代舰船特辅机电设备的研制打基础、上水平。在 10 多年间,围绕气体压缩机机型的优化、流体传热与净化过程的强化、供电品质的改善、电液控制精度和可靠性的提高,以及机电一体化技术,加强特辅机电新技术的研究,推动航行锚泊机械与特种装置、环境控制与保护装置和各种供应保障设备在可靠、适用、经济和自动化等方面的技术进步,陆续开展了单螺杆压缩机、旋涡制冷压缩机、针肋型热管、薄膜蒸发与冷凝、流态化传热、高浓度污水净化、乳化油污水净化、压缩空气去湿除油、液压系统油液净化、中频发电机调频调压、电子调速器、大功率液压泵的比例控制和伺服控制、防爆隔膜泵、异形行星齿轮液压泵、数字式液压阀等数十项关键技术的研究,为新产品的开发扫清了技术障碍,其中有些项目已在新研制的舰艇得到应用。

经过 40 年的建设,我国现已拥有一支由有关研究所、高等院校和工厂设计部门的专业技

术人员组成的特辅机设备研究设计队伍,创建了比较完备的舰船环境条件试验检测机构 and 各类特辅机电设备的研究试验基地,建成了由 10 多个专业生产厂和数以百计的生产协作网点组成的生产配套体系,初步形成了需求牵引与技术发展推动相结合和多层次推动技术进步的新模式,以及产品不断推陈出新的新格局。经过厂、所合作精心仿制和研制的一代又一代特辅机电产品,在我国的舰船上为保卫祖国和建设祖国作出了重要的贡献。

主 要 产 品

一、推进动力系统辅助设备

(一) 09-1 大马力弹性离合器

09-1 大马力弹性离合器是〇九工程的关键设备。它是由空气弹簧联轴节与气胎摩擦式离合器复合而成的高弹性离合器。它被设置在 09 艇轴系上,用以进行主透平齿轮机组与轴系之间的离合,并以优异的弹性性能起减震隔音作用和满足由于主机组整体减震而引起的轴系径向、轴向及角度位移偏差的补偿要求。

1965 年秋,六机部七一九所提出任务建议书。1966 年 11 月正式提出《大马力弹性离合器技术任务书》,由七〇四所一室贾润康主持设计,陈兆煊、庄景铨、张清满、叶廷轩、郭有锡等参加,由陕西柴油机厂制造并承担总装和试验,工艺负责人为田宗玉;弹性元件(空气弹簧和气胎)由化工部上海橡胶制品四厂生产,陈嘉祥负责;摩擦片由建材部天津石棉制品厂生产。

1965 年冬,课题组开始广泛收集国内外有关资料,精心设计由各种不同弹性元件组成的四种方案。经审查,一致同意采用西德伏尔康公司空气弹簧联轴节与气胎摩擦式离合器复合而成的高弹性离合器方案。为确保一次成功,专门设计了功率比为 10:1 的模拟离合器,经反复试验使其性能达到预期要求,为进一步设计正样机提供了大量的设计参数。1966 年底,完成 09-1 大马力弹性离合器全套施工图纸及试验设备图低,并发厂制造。对关键元件空气弹簧经过 20 多次失败,不断改进,终于使爆破压力稳定在 7.5 兆帕以上,达到设计要求。上海橡胶四厂采用内胎预先硫化的新工艺,制造出世界上最大的气胎。1968 年底在四〇八厂进行总装和静态试验,并运往一九六工地进行陆上台架联调试验,动、静态性能均能达到要求。1970 年 4 月通过阶段鉴定验收。1971 年装有本装置的 401 艇下水试航,顺利交付海军使用,对质量表示满意。

装置有以下特点:

1. 传递功率大,操纵灵活可靠。
2. 具有高的弹性,减震隔音性能优良。
3. 能补偿巨大的轴系径向、轴向及角位移,附加反力小。

该装置研制成功不仅填补国内空白,也为空气弹簧、气胎的设计计算、制造打下了基础。技术水平接近国际先进水平,某些指标(尺寸,径向和轴向刚度等)超过西德伏尔康公司同类产品。

1974 年,七院科技部主持召开了该装置设计、生产定型筹备会议。1975 年,由海定委主持于陕西柴油机厂召开了 09-1 大马力弹性离合器和应急轮胎离合器设计、生产定型鉴定会议,通过了定型申请报告。1975 年 5 月 6 日,海定委以(75)海军字第 193 号文,批准〇九-1 工程两型离合器设计、生产定型。

至今,该装置已生产 6 台,先后装在一九六工地、401、402、403、404、406 艇上,经多年使用,海军反映情况良好,安全可靠。但更换气胎较困难,中修时需割开耐压壳体方能更换。

1978 年,该产品先后荣获六机部第七研究院科学大会奖,上海市科学大会奖及全国科学大会奖状。

(二)1100 马力液压式调距桨及主机——调距桨联合控制装置

1100 马力液压式调距桨装置(KL/3 型)是 6610 基地扫雷舰主推进系统中的重要设备。在主机不改变转向和转速条件下,通过操纵调距桨桨叶,使其处于不同位置,舰船可获得前进、停止和后退状态,任意调节航速,减少主机磨损,充分利用主机功率,实现扫雷舰的各种工作状态。(自由航行、拖带切割扫雷具、电磁扫雷具、音响扫雷具以及联合扫雷等)

1964 年,七〇八所提出技术任务委托书,由七〇四所一室诸竹、董俊增主持设计及试制试验,主要参加者有周行健、裘宪庄、黄少梅等同志。四〇工厂制造,工艺负责人胡继宗。在调查研究基础上进行方案论证,同年 10 月通过方案审查。1965 年初完成该装置及陆上台架试验设备的施工设计。同年 5 月至次年 12 月对该装置的电控系统、液压系统、配油器、高压回转密封等技术关键进行中间试验,在此基础上重新设计方案。1966 年底加工装配完成。1970 年 10 月完成台架试验,1968 年初,安装在上海吴淞水警区 380 扫雷舰上进行系泊、海上试验,并交付使用。1974 年 9 月 18 日至 23 日,七院在苏州主持召开定型会议,1974 年 12 月 28 日,海定委以(74)海定字第 520 号文批准二级设计定型。

鉴定意见为:“该装置研制是成功的,经过六年多实船试用的考验,证明性能稳定,使用安全可靠,操纵维护方便,生命力较强,改善了舰船的操纵性,提高了舰船的机动性。各项战术技术指标满足技术任务书规定和部队使用要求。”

投产至今已生产 35 条舰用设备(70 台套),装备 6610 及布缆船、训练船、扫海测量船、捞雷船等 30 余艘舰船上,普遍反映性能良好,安全可靠,深得海军欢迎。

该装置有如下特点:

1. 采用电气——液压式继电随动系统,简单可靠,工作平稳,可实现远距离操纵。
2. 驱动装置布置在艉部内,而伺服阀布置在舱内,结构紧凑,维修更换方便。
3. 采用锁止阀稳距,可节能及提高液压件寿命。
4. 创制新型密封结构,采用新密封材料(聚四氟乙烯填加铜粉和 SiO_2 粉等)。
5. 叶根轴承与桨毂为整体式,强度高、尺寸小、工艺性好。

该装置 1978 年荣获全国科学大会奖状。

在研制成功上述装置基础上,七〇四所一室特种推进科根据国际上特种推进发展趋势,结合海军舰艇发展的需要,于 1974 年上半年提出主机——调距桨联合控制装置预研课题,并开始收集、消化资料,方案论证。1976 年进行试验室电子线路模拟试验。1978 年 3 月,七〇八所提出为 646 扫海测量船设计主机——调距桨联控装置,由七〇四所一室裘宪庄主持设计,苏州船用机械厂制造。主要参加者有胡光超、吴佳静、周行健、张国田、庄才亮、胡铨铨、田治喜等同志。

该装置是利用一根操纵手把,按照主机转速与调距桨螺距的最佳配合关系,同时控制主机转速和调距桨螺距的自动控制装置,达到最佳配合,提高推进装置总效率,节省主机燃油,减少船舶营运费用,提高舰船续航能力,提高舰船的操纵性、可靠性、安全性,保护主机过载。

1978 年 7 月通过方案审查,并进行施工设计,1981 年初总装调试完成并进行样机座台试验。5 月完成生产试制鉴定。1982 年 7 月在广西梧州四四九厂进行实船安装及船台上调整,10 月进行系泊试验,对该装置进行全面考核。1983 年 1 月完成实船试验,进行了联控操纵,分控操纵、应急操纵、海况调节、负荷控制(静态模拟)等试验,全面考核装置性能,满足课题任务书

与使用要求。

1983年11月,在广州仑头三八二〇四部队,由船舶总公司军工部,海装舰艇部联合主持召开该装置鉴定会,认为“该联控装置是国内首次研制,其主要性能满足了课题任务书的要求,设计是正确的,研制是成功的,改善了船舶的机动性,提高了船舶的自动化程度和操纵安全可靠。”

1986年1月,顺利完成负荷控制动态补充试验。

研制中遇到的主要技术关键为调距桨螺距和主机转速最佳配合的程序设计及负荷控制的设定负荷的依据。研制人员首先弄清概念,查找理论根据,确定方案。在样机研制成功后,进行座台试验,充分论证方案的可行性及可靠性,使该装置研制一次成功。

该装置具有下列特点:

1. 采用主机转速与调距桨螺距的最佳配合程序,达到推进装置最高总效率。
2. 采用螺距凸轮和转速凸轮,提高了工作可靠性。
3. 采用自动负荷控制,自动调整主机功率,保护主机超负荷。
4. 电轴系统的使用,简化了本装置的多部位操纵设备,节省电子元器件,提高使用可靠性。
5. 使用电动伺服机构驱动主机的调速手轮,伺服机构能输出10公斤·厘米的额定扭矩。
6. 选用精密线性电位器作为控制、指示信号的发送器,直流电压表作为螺距指示表,选用线性集成电路,提高了螺距控制,转速控制精度及螺距指示精度。误差达 $\pm 0.5^\circ$ 螺距角。

该装置生产1台,装于南海舰队646扫海测量船上。

该装置的研制成功填补了国内空白,对大功率调距桨的研制和使用提供了有利条件,促进机舱自动化。

该装置与瑞典卡美瓦(KAMEWA)公司的电遥控系统ERCI(1983年底技术引进)相比,主要性能基本接近,某些方面更适合我国海军特点。经过5年使用,部队反映“工作可靠、使用方便,提高了舰船的操纵性和快速性,减轻轮机部门的值班,提高了自动化程度,能够节省主机燃油,设计研制是成功的。”

该装置1987年荣获船舶总公司1985年度科技进步二等奖。

(三)12000 马力调距桨装置(KL76/3 型)

KL76/3型调距桨装置为812电子侦察船主动力推进系统18V390E(12000马力,480转/分)中速柴油机配套设计,在主机不改变转向的情况下,通过调整桨叶位置,来改变船舶的航行状态,以满足电子侦察船对操纵性、机动性、稳定的微速和低速要求。

1971年3月,七院科技部下达研制任务,七〇一所正式提出技术任务委托书,七〇四所一室董俊增、廖奋驹主持,裘宪庄、丁涌、滕正之、刘训腾等参加设计,天津新河船厂制造。本装置功率大,负载大,技术难度高,为国内首次研制的大功率可调螺距螺旋桨装置(过去只研制过1100马力)。课题组人员从国内科研力量、工业生产水平、电子元器件、液压元件现状出发,于1971年3月开始设计。为确保研制成功,先后进行了模型桨叶的散水、空泡、水动力扭矩和自航试验;高压回转密封试验;电控系统中间试验及船用条件试验等。

1980年研制成功并装东明01船,1981年9月配合主机码头动车及磨合,从1982年初到1984年1月,该装置经历了航渡、海上航行试验及中海情试验,海上累计运转600余小时,运转正常,工作稳定可靠,操纵方便灵活,维护保养简便,提高了812产品的操纵性、机动性,实现

了稳定的低速和微速航行,减轻了轮机人员的劳动强度。1984年1月,该装置随船交部队使用。

该装置的主要特点:

1. 螺旋桨转叶机构首次采用新颖的活塞杆滑板和缸盖连杆驱动的双曲柄销结构,其结构紧凑,出力较大,力的平衡性好。(到目前尚未见到国外实船使用报导)
2. 高压回转密封为液压平衡型,密封压力高(12兆帕)结构简单,密封可靠。
3. 桨叶稳距采用液压锁止阀,并布置在配油轴法兰里,维修方便。
4. 液压系统为H阀芯卸荷,减少能量消耗及液压阀件的磨损,延长阀件使用年限。
5. 电控系统采用可控硅晶体管开关线路等组成的无触点继电随动系统,控制精度高,安全可靠,不需要经常维护保养。

1984年10月,由船舶总公司军工部和海装技术部舰艇部联合主持在厦门召开鉴定会。认为:“该调距桨装置的设计有一定的特点,材料设备全部国产,……试航出海50多次,累计运转600多小时,调距桨操纵方便灵活,运转平稳可靠,满足了技术任务书的要求。……这么大功率调距桨装置研制成功,在国内还是第一次,所取得的经验是非常宝贵的,它为国内更大功率调距桨装置的研制打下了一定的基础。”

该装置已生产一艘船的设备(左、右机各一套)。

该装置1985年荣获七院科技成果一等奖。1988年荣获船舶总公司1987年度科技进步三等奖。

二、航行锚泊机械

(一)09-1 艇舵装置

核潜艇舵装置包括方向舵,艏升降舵和围壳舵,它不仅能使潜艇进行航向的改变,也可使潜艇在垂直面上进行机动。该装置的工作可靠性直接影响到潜艇的性能指标和安全,因此舵装置是潜艇上至关重要的一项设备,也是核潜艇研制过程中的“七朵金花”之一。

1965年随着核潜艇研制工程上马,相应地提出了研制运用于核潜艇的舵装置。并由七一九所和七〇四所共同论证。原该任务下达给七〇四所,通过论证和一段工作后认为该装置与总体联系较密切,故改为七一九所负责设计,并由七〇四所参加,与自动舵的匹配由七〇七所负责。主要设计人员有:杨宗虞、顾信娥、夏列国、冯国枢、林汉兴和蔡明伦等,由武汉船用机械厂制造。

舵装置的主要技术性能如下:

方向舵转满舵 $\pm 35^\circ$ 时所需时间不大于15秒;

艏升降舵从上浮满舵到下潜满舵转舵 $\pm 30^\circ$ 时,时间不大于15秒;

围壳舵从上浮到下潜转 50° 满舵角的时间不大于15秒;

1965年12月在七院院内第二次09协调会上,七一九所提出了独立式液压传动的方案,即仅在应急时采用全船液压能源。经与七〇四所共同论证,并在广泛国内调研、大量的设计计算及试验工作基础上,于1968年7月,在七院原院长于笑虹亲自主持的会议上最后正式确定

了舵装置的方案,首先是通过已生产的轴向变量泵进行修改,其中包括从泵体的材料到结构,为了满足自动舵和安全可靠性的需要进行了变量过程中的过渡时间的测试和满负荷连续变量 1000 多小时的寿命试验,从而落实了装置的核心部件。1968 年初,在天津七〇七所(导航设备研究所)进行了舵装置和自动舵的陆上联调试验,完成了舵机中的泵、油缸及各种附件工作可靠性的考核;对舵机系统和自动操舵仪的匹配作了检验和转舵角度、转舵速度、稳定精度及误差等参数作了检验和修正。通过试验对装艇设备提出了修改意见。为了实现机组快速转换,以确保艇在高速和应急情况下的可靠性又研制了带强制切断的两位四通换向阀。在四六一厂的配合下及时地将舵装置提供给核潜艇的首制艇,舵装置于 1971 年 8 月核潜艇首次试航中得到使用和考验。试验表明:舵装置设计基本上是成功的;使用自动或随动方式操舵都很方便。1974 年在四六一厂还进行了舵装置的应急传动装置的补充试验。除采用了油压加载示力外,还采用钢弦式测功仪测定扭矩和效率,试验结果比较满意。1974 年通过了设计、生产定型,1975 年海定委批准了舵装置二级设计、生产定型。该装置共生产 5 套,分别装于攻击型核潜艇上。

舵装置的技术特点如下:

1. 该装置采用了与过去我国制造的常规潜艇不同的液压能源,即独立式液压系统,在应急时采用全船液压系统。
2. 该装置适应了核潜艇的水滴形线型,如:改用了围壳舵;舵升降舵的传动形式也与常规潜艇不同。
3. 首先在潜艇上采用了 21 兆帕的高压液压能源系统,为潜艇采用 21 兆帕液压系统创造了条件。
4. 为了在潜艇中央操纵部位能立即进行机组转换,设置了专用二位四通液控换向阀,其作用要求接通新启动泵和油缸的油路或切断原工作泵与油缸之间的油路,以避免原工作泵发生油马达现象。

(二)650 千牛米主动舵电动液压舵机

650 千牛米主动舵电动液压舵机是航天测量船航行和测量时必不可少的设备。航行时,舵机与自动操舵仪配合,使船准确到达目的地。作业时,尤其是在远程运载火箭试验时,航天测量船要在预先指定的位置用电经纬仪摄下火箭重返大气层溅落海中的弹道轨迹,要求测量船保持固定的方位与坐标原定位置,要用主动舵的首部定向装置纠正风浪引起的漂移,操纵船舶,以达到准确测量之目的。

船舶航行时,该舵机在 $\pm 35^\circ$ 范围内操纵;漂移定位时,舵要在 $\pm 90^\circ$ 范围内操舵,这是本舵机不同于其它舵机的特点和难点之一。

该舵机由推舵机构、油泵动力机组及各种工况的电气控制系统组成。

1968 年 4 月,六机部七院六四工作组提出研制任务书,由七〇四研究所崔若松同志主持设计,江南造船厂制造(工艺负责人:叶长松),主要参加者:武世才、林汉兴、王凤珍、孙正浩。当月开始方案设计,同年 9 月技术设计,1969 年 9 月完成施工设计,图纸发厂制造。

由于总体选用七〇七所研制的 4212 自动舵作为该船的自动驾驶设备,由于存在限位不可靠等技术问题,因此舵机设计中限位和应急操纵进行了专门研究,提出新方案,对关键部件进行中间试验。推舵机构采用类似法国 DUIOSE 的型式。1976 年,自动舵改用球阀控制舵机

主泵限位问题、应急操舵问题都得解决。该舵机生产2台,分别装远望1、2号船。1978年进行系泊、航行试验。1979年进行扩大试验,均达到设计指标。

该舵机液压系统有如下特点:

1. 采用特殊形式的舵柄及4个车辆油缸作星形布置,组成DUIOSE推舵机构,使舵机能回转 $\pm 90^\circ$ 。

2. 采用4个电液阀组成的配流系统,帮助推舵机构克服死点位置,保证了 $\pm 90^\circ$ 操舵能连续、平稳运行。

3. 采用板式集成液压系统,使连结管路大大简化,减少了尺寸,提高了舵机的可靠性和可维性。

4. 采用液动滑阀作为两油泵电动机组的联锁机构,在双向平衡阀没有引进以前,是一种较好的办法,但有跑舵现象。1983年采用双向平衡阀技术代替了液动滑阀,使稳舵效果得到很大改善。

5. 采用了多功能的桥式单向阀组(包括液控单向阀及溢流阀),既解决了推舵机构特有的困油问题,也使更油补油、溢油等问题同时解决。

6. 设有分配阀箱,当出现单一故障后,能将故障的部分隔离,使舵机有较高的生命力。

7. 采用了各种位置控制的附加逻辑电路,使各种附加功能得以完成。

1980年以来,远望号多次执行远程运载火箭发射、地球同步通讯卫星测量、水下导弹发射等任务,航程10000多海里,舵机工作一直正常,安全可靠,性能指标先进,指战员称该舵机是“全船最可靠的机电设备之一”。

1980年,该舵机荣获国防科委1978、1979年度重大科研成果三等奖。

(三)600千牛液压尾锚机

该尾锚机是072大型登陆舰的主要技术装备之一,安装在舰艇尾部。其战斗使命是供舰艇登陆冲滩时抛出尾锚固定舰位,保持舰首航向。退滩时用于收缆,借助尾锚抓力及主机倒车动力,将舰艇拉下登陆滩头退出阵地。该机也可作其他舰船的起、抛锚使用,结构简单、性能可靠。

1975年,六机部《关于发送大中登战术技术任务书及设计初步审查会议纪要》函中,确定大中登尾锚机采用液压方案,明确由七〇八所设计,四七六厂制造,主持设计人:徐炳岳、王骏贤;工艺负责人:邓绪林、余林凤。

主要技术参数:

起锚拉力与速度:

最大拉力: 600千牛

最大拉力时的绳速: ≥ 2.3 米/分

最大绳速: 65~110米/分

最大绳速时的拉力: 40~10千牛

中速时的绳速: 14~38米/分

中速时的拉力: 30~90千牛

付滚筒拉力: ≥ 50 千牛

滚筒最大容绳量: 350米

钢丝绳:

型号 D-6×37+1-52+160-T-Z-b

液压马达:YMA-25000

外形尺寸:(长×宽×高)3710×2988×2060 毫米

该装置由两台二级调速的 YMA-25000 型钢球柱塞式内曲线液压马达、两台液压离合器、传动轴、加载轴、主、副滚筒、排绳装置和液压刹车等部件组成。

1975 年开始方案设计,1976 年 6 月完成全部施工设计并发四七六厂制造,1977 年 3 季度完成第一套产品。1978 年进行交船试验,1979 年 5 月进行扩大试验和台架性能试验。完成了负荷、速度、油压等项目的试验和测量,完成刹车、离合器性能测试,均达到设计要求。此期间完成了与此装置配套的 YMA-25000 低速大扭矩内曲线液压马达设计、制造任务,并于 1981 年通过国家部级鉴定。

1981 年 1 月,由六机部科技局主持在南京通过 600 千牛尾锚机技术鉴定,同意批量生产装备海军舰艇。

该装置主要技术特点:

1. 选用二级速比的液压马达和恒功率变量泵,有较好的调速控制特性,足以适应变速范围大的要求;

2. 采用液压传动,无须频繁起动电动机,不形成大的冲击电流,对舰船电站负荷影响小;

3. 液压动力源可与舰船其他液压系统共用,可使装备减轻重量,缩小体积;

4. 操作简便,只需要扳动操纵手柄的位置即可。紧急抛锚还备有应急手轮;

5. 装有副滚筒可供系泊带缆或拖曳非自行装备上舰时使用。

该装置生产 3 套,装于 072 大型登陆舰,经训练和执行战备任务,尾锚机性能良好。

该装置 1982 年荣获国务院国防工业办公室国防工业重要科技成果四等奖。

其中 YMA-25000 型液压马达获国防工业办技术进步三等奖。

(四)051 舰减摇鳍装置

该减摇鳍装置用来减小 051 舰在风浪中航行时的横摇角,提高适航性,改善和提高武器攻击的命中率;当舰艇在静水中航行时,可产生周期 6~12 秒的人工横摇,以进行舰员的适航性训练及射击训练。

1966 年,七〇一所提出 051 舰减摇鳍装置研制任务,由七〇四所渠慎诺主持设计,大连造船厂、广州造船厂、中华造船厂、四六一厂、四五二厂等工厂制造。

该装置研制过程分为两个阶段:

第一阶段:1966 年到 1976 年产品鉴定为止

由七〇四所渠慎诺、张本良、徐安昌、黎汉荣、许德荣等参与设计,大连造船厂姜雁秋,中华造船厂陈润锦,广州造船厂刘少峰参与工艺编制。

课题组在总结 0105 艇固定式减摇鳍装置成功经验的基础上,调查研究,广泛收集资料,设计了中型舰艇可收放式减摇鳍装置方案。1967 年底全部完成施工图纸,由四六一厂生产液压机组,四二六厂生产执行机构及鳍组,四五二厂生产电控设备。1970 年 6 月,该装置由四二六厂组装成套安装在 051 首制舰 105 上,进行静水航行、生摇试验,其性能参数与设计基本相符。1973 年 11 月,105 舰在舟山海区进行减摇鳍装置海上扩大试验,预试约 20 分钟,感到有明显减摇效果。正式试验 6 分钟,因伺服系统管路破裂而中断试验。这是我国自行研制的减摇鳍装

置在中型军舰上进行海上试验,虽中途中断,但已有明显减摇效果。

1975年12月10日开始,在广东湛江以外海区,对广州造船厂制造的160舰进行减摇鳍装置高海情试验,历时一个月,海况为6级,减摇效果达65%,剩余横摇角 4.3° ,基本上满足设计任务书要求。

1976年7月23日到28日,由六机部和七院主持,在上海召开第一阶段研制的减摇鳍装置鉴定会,会议认为“051舰减摇鳍装置通过各舰的生摇试验,160舰高海情试验,证明在6级海情、18节航速下,其性能基本达到设计任务书要求,减摇效果较好。整套装置的设计、制造基本是成功的。”从投产至1978年已生产11套减摇鳍装置,同年本装置荣获全国科学大会奖状。

第二阶段:1975年到1985年设计定型为止

由七〇四所渠慎诺、蔡经矿、田跃良、魏柏永、张本良、黎汉荣、吕学臣等参与设计,中华造船厂陈润锦,四六一厂史和成,四五二厂于书坤等参与工艺编制。

第一阶段研制的减摇鳍装置,虽主要技术性能达到了设计要求,但由于当时的历史条件,不适当地强调边设计、边施工、边装船、边试用、边改进的原则,没有按科学程序办事,在装舰前未进行必要的中间试验和成套陆上台架试验,致使产品质量不高,可靠性较差。

为实现海军对减摇鳍装置可靠使用的要求,七〇四所于1975年提出减摇鳍装置结构和系统的改进研制课题,重新按科研程序进行各种试验研究。同时,七〇一所再次向七〇四所提出本装置改进设计任务。课题组对液压件、控制系统、执行机构等均进行了改进。1978年4月,该装置在七〇四所进行了全套陆上联调试验(12个项目),取得大量数据。同年8月,在上海召开陆上台架试验鉴定会,与会代表一致认为:“该装置结构合理,布置得当,实验室试验工作准备充分,可靠性较以前的减摇鳍装置有较大的提高,性能指标达到设计要求。”

1982年1月16日,由海军装技部组织在舟山地区132舰进行高海情试验,试验现场在3%保证率下波高为3.3米,进行了横浪、尾斜浪减摇试验,并分别用单信号、三信号进行试验,横浪单信号减摇效果达70.7%。

1985年6月召开定型审查会议。同年8月3日,海定委以(1985)海定字第358号文批准051舰减摇鳍装置设计定型,代号为NJ-2。从1975年至1988年,已生产5套改进后的减摇鳍装置。同年本装置荣获船舶总公司科技进步二等奖。

该装置主要特点如下:

1. 增设了航速调节器,保护鳍轴不因受力过大而损坏。
2. 采用改进后的角速度陀螺,并用积分器和微分器取得角度和角加速度讯号,去掉价值昂贵的角度陀螺,以简化系统降低成本。
3. 采用新研制成功性能较好的CDYI型电液伺服阀,代替GM-2型电液伺服阀,提高伺服系统的稳定性和可靠性。并开始采用近年研制成功的CSDYI型射流管电液伺服阀,使稳定性、可靠性进一步提高。
4. 大反馈转换元件采用精密齿轮齿条结构,由专业厂定点生产,以提高产品的精度和可靠性。
5. 两舷各配独立的液压机组,可单独收放鳍,方便离靠码头和训练,取消了定位油缸,使液压系统简化。
6. 选用集成电路运算放大器,取代分离元件,提高了各电子部件的可靠性,减小结构尺寸。
7. 较好地解决了航速调节器和角度、角速度、角加速度三个控制讯号迭加的技术问题,提

高了系统在尾斜浪时的减摇效果。

8. 采用国产的 Cr18Mn8Ni5 不锈钢及 H₂ 不锈钢耐酸钢(上海材料研究所研制)作为水下活动件的耐腐蚀材料,实船多年使用证明,这两种材料在海水中有很好的防蚀性能。

研制中经过试验验证,攻克了下述技术关键:

1. 采用新研制成功性能较好的 CDYI 型电液伺服阀。

电液伺服阀是减摇鳍控制系统中将电信号转变成液压讯号并进行功率放大的关键元件,其稳定性及可靠性直接影响装置的性能及可靠性。研制初期,由于国产电液伺服阀处于初试阶段,故只能选用仿日本 3F 阀的国产 GM-2 型电液伺服阀,由于此阀性能差,致使减摇鳍装置无法稳定可靠地工作。为突破此难关,七〇四所与上海交通大学、四四一厂共同组成伺服阀攻关小组,认真分析 GM-2 阀使用中存在的问题及缺陷,决定对该阀的力矩马达、阀芯、阀套、零件调整等结构进行重新设计,改进加工工艺,终于研制出性能较好的 CDYI 型电液伺服阀,提高了装置控制系统的稳定性和可靠性,在此基础上,七〇四所又研制成功抗污染能力强的 CSDYI 型射流管电液伺服阀,并应用于本装置,使系统性能进一步提高。

2. 去掉三自由度陀螺仪,采用改进后的角速度陀螺

根据总体所任务书要求,减摇鳍装置应有角度、角速度、角加速度三个横摇控制讯号,通常采用三自由度陀螺仪来获得角度讯号,但结构复杂,价格昂贵。课题组根据实践经验决定去掉此陀螺仪,而采用经过改进的角速度陀螺,并用积分器和微分器来获得角度和角加速度控制讯号,经过反复试验、调整,增加必要的校正网路,获得满意效果。此方案研制成功,大大简化了控制系统,降低成本,并推广到其它型号减摇鳍装置中。

3. 改进油箱结构,提高油液清洁度。

为了保证电液伺服系统稳定可靠工作,一方面改进油箱结构,使伺服系统回路的油箱与辅助系统回路的油箱分开,以避免伺服系统回路的油液受到污染。同时制定严格的油液系统管路清洗规程及油液自身清洗规程,提高了油液清洁度。

4. 认真做好装置的陆上性能试验。

实践证明,陆上试验是检验一个装置性能的初步的试金石。根据第一阶段研制的经验教训,重点加强了陆上联调试验,试验过程中,曾发现主油泵出口处密封圈被吹掉二次故障,经分析,由于转鳍回路中国产三位四通电磁换向质量不好,造成“死区”过大所致。经修改转鳍回路设计,将安全阀移至主油泵与三位四通电磁换向阀之间,使问题得以解决。

该减摇鳍装置装于全部国产 051 舰,经 10 余年使用。在执行重大国防科研任务、试航训练、出国访问、南海战备巡逻等均使用该装置,获得明显减摇效果,改善了舰员的工作,提高了战斗力,深受部队欢迎。

1980 年 6 月 5 日,南海舰队 160 舰来信反映:“我舰消摆装置(即减摇鳍装置),在执行 580 任务的一个多月中,累计工作 223 小时,其中 5 月 3 日至 6 日连续工作 56 小时,最高海情达 5 级,创造了海上编队有消摆装置的舰船中工作时间最长的记录。消摆装置运转良好,有明显的减摇效果,大大减少了我舰晕船呕吐的人数。由于晕船人数减少,从占全舰 45% 的人增加了体重这一点来看,也从侧面反映了消摆装置起了一定作用。消摆装置在航行一个多月以来未出现较大的故障,为保证舰员工作和休息创造了良好的条件。”

使用中尚存在因液压油质量不好,滤器易堵,电气部分的质量毛病等,有待进一步提高和改进。

(五) NJ5 型减摇鳍

NJ5 型减摇鳍装置用于减少舰艇 053H 在风浪中的横摇,改善舰艇的适航性,提高武备系统射击命中率,改善指战员的工作和生活条件,提高战斗力,提高舰艇在风浪中的快速性。在 2 级海情以下,可生摇进行试航性训练。

1982 年 10 月,船舶总公司军工部与哈尔滨船舶工业学院签订了研制 053H 型舰减摇鳍的科研项目试制合同,由哈船院李国斌、荆兆寿、汤振明、李积德等同志设计,四五二厂、四八七厂制造。

1982 年 4 月完成方案设计,并经审查会议通过,首制样机由哈尔滨船舶修造厂和佳木斯电子仪器厂生产,1984 年 6 月,样机加工完成,8 月末结束台架试验,完成了 4 个随动系统和全部控制系统的对接联调、加载试验,全部达到技术指标。1984 年 9 月在哈尔滨召开了 053H 型减摇鳍台架性能鉴定会,认为样机性能稳定可靠,可以装舰进一步进行海上试验。10 月样机发至沪东造船厂,11 月在四八〇五厂对 533 舰进行减摇鳍加装,12 月中旬系泊试验。1985 年 2 月在舟山进行海上生摇和减摇试验。同年 2 月 8 日完成了五级海情下的减摇试验,减摇效果达 90%。(三信号时)

1985 年 3 月 25 日至 4 月 1 日,在海军上办召开了 NJ5 型减摇鳍海试技术鉴定会,会议纪要指出:“以平均残留摇摆角计算,达到了 90%的减摇效果,证明 NJ5 型减摇鳍的减摇性能满足设计指标要求,并具有一定的先进水平。”“同意正式列装交由部队使用。”

1986 年 5 月,在九江四四一厂对电控系统进行了型式试验和船用条件考核,全部达到军标要求。

1987 年 6 月,在哈船院台架试验室进行了电源拉偏和 100 小时连续工作考核试验,证明系统能满足长期工作的需要。

该装置有如下特点:

1. 采用前小后大两对不同面积的鳍,充分利用了船框线内的展向尺寸,有利于不同面积,各种对数的组合和鳍及机械组合体,液控装置的系列化。

2. 液压控制装置管路集成化,控制相对独立可以对每个电液随动系统进行单机调试,自检便于安装、调试、维修、保养。

3. 操纵和控制系统通用化,设置了独立可调的比例、微分、积分三信号控制,适用于不同谐摇周期的舰船。

4. 设置了浪级调节,使系统在高于设计海情工作时,保持良好的工况,提高了可靠性。

5. 设置了故障显示和自动保护系统,对油温、油位、滤器等工况进行故障显示与保护。

1987 年 10 月,海定委定型工作组在哈尔滨召开 NJ5 型减摇鳍设计定型审查会议。同年 11 月海定委批准该装置设计定型。

该减摇鳍首批生产 3 套(分别装于 533、535、536 舰),修改设计后生产 3 套(分别装于 555、545、544 舰),设计定型后生产 2 套(拟装于 537、534 舰)为 053H1 老舰加装的四套正在生产中。

首制产品在设计、定型前累计使用 226 小时,部队的评价是:“通过实际使用,系统运行比较可靠,维护保养比较方便,系统的自动化程度较高,……该系统电控部分性能稳定可靠,除反馈插头松动外,两年多来未发生任何其他故障。”

后来加装的几艘导弹护卫舰,在去南海执行战备任务中,均使用过此减摇鳍,在风浪中获得很好的减摇效果。该装置属装舰设备中性能和可靠性较好的装备之一。

(六)远望号航天测量船减摇鳍装置

该减摇鳍装置(型号JQ-6)装在七一八工程航天测量船远望1号、远望2号及远洋调查船向阳红10号上。作为一级稳定装置,保证船在风浪中航行时,减小船体横摇角,提高适航性;在风浪中执行观测任务时,减小船舶横摇角,能使测量设备便于捕捉目标,跟踪目标,保证有足够的测量精度。

中央专委1965年第十三次会议提出研制任务,于1966年9月起在北京双桥进行方案论证(当时称三船方案论证)。第七研究院六四工作组根据总体方案论证书于1968年4月向七〇四所提出委托任务书。由该所一室孟克勤主持设计,主要参加设计人员有史芳、朱文候、邵润龙、崔喜仲、王学星、王丽芳、林国文、贺振生等。江南造船厂何运昌、叶长松、陈汉斌,上海地质仪器厂甘雁鸿、四六一厂王国成等参与制造工艺设计。

研制大体分三个阶段进行:

1. 方案论证及设计方案审查

1966年9月下旬起,在北京进行方案论证,后迁至上海南翔继续深入地论证减摇方案。1971年6月完成施工图设计并将图纸分发至大连造船厂及江南造船厂。1974年9月,七一八工程领导小组在北京召开749会议,复审七一八工程主测量船总体设计方案,会后,六四工作组对总体参数作了相应修改,课题组也对原减摇装置施工图设计做了相应修改。

2. 建造系泊试验

向阳红10号、远望1号、2号于1975年相继开工建造,减摇鳍装置在车间进行了液压、执行机构例行试验、电控模拟试验,码头系统联调。通过试验,解决了设计、建造中的一些问题。

3. 航行试验

从1977年起,向阳红10号首先进行航行试验。减摇鳍系统性能试航一次成功。1978年发现水下十字头等处渗水,经检系水下密封材料聚胶脂橡胶原材料性能不好,导致过快硬化所致。1979年更换密封材料后,远望1、2号也相继试航成功。同年10月份,向阳红10号在舟山海域进行风浪航行试验,按试验大纲进行鉴定试验验收,减摇效果达70%~83%。

该装置主要特点如下:

1. 装置容量大。是目前国内最大的减摇鳍装置,单鳍面积6平方米,额定工况下,升力370千牛。由于设备庞大,又是大功率的自控系统,因此设计、制造、密封等均有一定难度。由于采用了中高压液压系统,因此重量指标居国际先进水平(如向阳红10号,该装置总重占船排水量的0.5%,而与之相当的进口耀华轮,其减摇鳍装置总重为其排水量的0.68%)。

2. 稳定效果好,由于航天测量船的特殊使命,要求设备保精度工作。该装置经10多年七下太平洋多次执行测量任务证明:可实现在6级海况下,3%保证率、波高4.75米、航速18节时,剩余横摇角小于5°,经不同航向测试,减摇效果为70%~85%,与国外同类型减摇装置介绍的减摇效果基本相同。

3. 研制了带液压机械锁的收放油缸,省去了一个插拨销分系统,该收放缸在见到的国外减摇装置资料中尚未看到。

4. 液压系统高度集成化,大大减少了管系附件,电控系统采用晶体管,体积小、性能比较稳

定、操作维修较方便。

5. 除机舱操纵外,在驾驶室设有操纵、复示显示设备、实现遥控。

6. 水下运转零件耐蚀性能良好,水下 14 年依然光亮如初。

7. 运转参数显示多,便于掌握设备工作情况。

8. 角速度、角度、角加速度三信号控制。

研制中攻克了下述技术关键:

1. **带锁收放装置。**该收放缸可省去一个插拨销分系统,且可避免长期不工作时,销子锈蚀、导致插拨困难问题。研制过程中,没有可参考的计算资料,主持人认真分析诸运动构件的工作、受力情况、反复计算,在选材和热处理方面进行了大量工作,设计人员到施工车间,及时处理施工中的问题,工厂组成了以技术骨干为主体的攻关小组,制定了制造和装配工艺,因而一次试验成功,并小批量生产。

2. **液压系统转臂主回路换向冲击。**液压机构试验时换向冲击十分严重,经反复试验,找出了冲击原因。改进设计,较好地解决了换向冲击问题,为以后的换向回路设计提供了试验依据。

3. **小反馈装置创新。**该部件为系统中的关键之一,根据 1968 年与钱学森同志座谈时,他提出解决问题的思路,即要千方百计地想出一个能完成我们使命的最简的装置(或说办法),经过反复比较,终于设计出与以往截然不同的小反馈装置,简单且调正方便。

4. **水下密封装置。**由于本减摇臂装置目前国内最大的装置(臂轴回转密封直径 $\phi 460$ 毫米,十字头回转密封直径达 $\phi 900$ 毫米),且受不均匀负荷,密封困难。在大量调查研究基础上,选取较合理的密封结构、密封材料,获得满意解决。

5. **两对臂同步问题。**在同一条船上装两对收放式减摇臂为国内首创,其同步问题至关重要,课题组从设计到试验均认真对待,使其顺利解决。

总之,在研制过程中,采用分析与试验结合的办法妥善地解决了系统中的问题,保证了研制顺利成功。

装船十多年来,远望 1、2 号航天测量船多次远航南太平洋执行 580、9182、331、332 等运载火箭、导弹水下发射、卫星跟踪测量任务,作为一级稳定装置,给多种测量设备提供了稳定的工作基础,保证了测量精度;向阳红 10 号船赴南极考察,途经气候恶劣风急浪高的西风带,船摇近 30° ,经减摇船稳至 7° 以下。改善了船员的工作、生活条件,保证了设备和船的安全,船员说“该装置是为船员造福的装置”。多年来,该装置获得各船船员一致好评,曾多次见诸报端。但某些电气液压元件质量不高,故障时有发生,需经常维修更换,尚需进一步改进。

该装置共生产 5 套,分别装于远望 1、2 号(各装两套)、向阳红 10 号(一套)。

该装置 1980 年获国防科委 1978、1979 年度科技进步二等奖。

(七)718 电影经纬仪稳定平台装置

718 电影经纬仪稳定平台是远望号航天测量船光学测量系统中一个重要组成部分。用于激光电影经纬仪在海上进行科学测量时,提供高精度的稳定平台,以保证电影经纬仪在船舶由于风浪摇摆时能精确地跟踪目标,可靠地进行测量。

1970 年 6 月,在 623 会议上,国防科委提出此装置研制任务。七院以(70)院科 694 号文下达任务,初始方案由七〇四所林荣璋、龙家福负责设计,现行方案由七〇四所一室蔡顺清、宋哲仁主持设计,刘旭亮、张海昆等参加;沪东造船厂制造,工艺负责人吴炳根。同年 10 月,由中国

科学院长春光学精密机械研究所(经纬仪研制单位)具体提出任务书初稿,12月确定技术指标,并根据总体要求确定采用“惯导平台测定船舶摇摆姿态角信息,经中心计算机处理送出角度、角速度数码信息引导平台系统的控制流程”方案,其平台专用数控机由七〇九所研制,主持人为高正中,1971年,在北京304会议上,七〇四所提出“电液伺服——电控系统”方案,经讨论原则通过并开始施工设计。后由于长春光机所经纬仪方案变动,平台设计停止。

1974年8月,在北京823会议上,长春光机所对稳定平台提出新要求,由于该稳定平台为国内至今负载惯量最大,水平精度要求又相当高的船用稳定平台,如采用惯用的以方位水平仪或常规陀螺仪为基准信号源的模拟式连续系统,虽其系统本身精度能达到15角分,但加之方位水平仪本身误差就要超差;如采用液压方案或常规机电系统方案,则环境条件不允许或刚度、精度难以保证。如采用力矩马达直接驱动新技术,而空间位置不允许。七〇四所经多方调研探讨,分析比较,最后采用了以全船中心计算机为引导源,其执行元件采用力矩马达加低速比传动的全机电方案。于是,在1974年10月749会议上,该所提出纯机电式随动系统平台方案,执行元件采用直流力矩电机,用上海南洋电机厂生产的DTM-6型改装。1975年10月,平台全部施工图纸发往沪东造船厂,1978年11月加工完毕,七〇四所、七〇九所进行3个月调机工作。1979年2月22日由国防科委组织通过了稳定平台陆上鉴定。认为“承载这么大,要求又这么高的稳定平台在国内还是首次研制。该稳定平台在跟踪精度、速度和加速度方面基本满足任务书要求,稳定平台的设计制造是成功的,性能是好的。”同年3月与经纬仪联合调试成功,5月平台出厂由水路运往江南造船厂装船。

1979年12月至1980年3月先后进行试航和海上演习,1980年4月,出海执行580任务。其间装置累计运行94小时以上,在中心计算机数学引导正常情况下,平台运转平稳,纵横两向水平精度均满足要求,水平误差一般在5角分之内,最大不超过10角分。设备连续工作无故障,光学系统对平台装置的数学引导方案可行,数控装置功能完整,平台机电伺服系统可靠,设备技术状态良好。

1980年10月在江阴国防科委二十三基地,由七〇四所、七〇九所、沪东造船厂和国防科委二十三基地联合会签了《激光电影经纬仪稳定平台交接协议书》,正式交付部队使用。

本装置为专用设备,共生产两台,分别装远望1、2号船。

该装置的特点为:

国内首次研制的大负载(4.5吨)、高精度(海上动态跟踪误差 ≤ 10 角分)稳定平台。系统采用了数字计算机引导,直流力矩电机驱动等先进技术。性能指标先进,在跟踪精度、速度、加速度、装置刚度等方面均满足了激光电影经纬仪的特殊要求。在国外科技和情报资料中尚未发现有类似装置的报导。

该设备自1979年12月投入实船使用以来,数十次参加海上试验及我国首次远程运载火箭发射任务(代号580),我国首次水下发射运载火箭任务(代号9182),我国首次发射同步卫星任务(代号331)等多次国家重大科研项目,设备一直处于良好状态,平台跟踪精度在 ± 15 角分之内,电气部分故障少,机械部分未发生故障,使用部队表示满意。

该装置1980年荣获国防科委1978、1979年度科技成果二等奖。

三、供应保障设备

(一)核潜艇电站电力系统

核潜艇的电站和电力系统为全艇发配电中心,它保证全艇所有设备的正常工作。根据核潜艇的各种运行工况,经论证和计算,由原七院十五所(现划归七一九所)提出各电站的组成设备的任务书,在此基础上由 719 所林如琚抓总设计电力系统。

电站由以下几部分组成:

1. 汽轮发电机组:机组由七〇四所设计,上海汽轮机厂和上海电机厂制造。机组成套控制设备由七一九所研制,上海华通开关厂生产。

2. 主变流机组:机组由上海电机厂设计和制造,机组成套控制设备由七一九所研制,上海华通开关厂生产。

3. 30 千瓦中频机组:由七一九所、上海先锋电机厂、上海直流电机厂和上海开关厂共同设计研制。

4. 应急柴油发电机组:由上海柴油机厂和上海电机厂制造,控制与配电设备由七一九所设计。

5. 铅酸蓄电池组:选用常规潜艇用铅—1 型铅酸蓄电池。

电站设备和系统的研制大体分为以下几个阶段:

1. 准备阶段:主要是调查研究,参与原七院十五所负责的陆上模式堆工程(简称一九六工程)电气部分的研究设计和下厂研制,但一九六工程的电站设备与电力系统同核潜艇上的电站电力系统有很大的不同。

2. 设计阶段:其中除电站控制设备由七一九所研制外,派出了技术人员到各协作单位参加工作,并贯彻总体设计要求。

3. 总体施工设计阶段:除参加设备研制外,完成了首制核潜艇的全尺寸模型建造,解决如隔壁电缆盒耐高温高压的密封等重大的关键工艺问题。

4. 安装试验阶段:参加了设备制造厂的设备调试和验收,设备的上艇安装及艇的系泊试验和航行试验。

核潜艇电站和电力系统同其它舰艇相比较有三大特点:一是电站容量大,系统复杂,供电连续性与可靠性的要求高;二是兼有水面舰船和常规潜艇双重特征;三是用电负荷单机容量大,控制系统复杂等。

该电站和电力系统中的 1200 千瓦汽轮发电机组,由直流辐压电机拖动的交流发电功率为 200 千瓦的可逆主变流机组以及与此相匹配的可控相复励调压系统与扩大机调频系统等,均属国内首次研制的具有国内先进水平的设备,电站控制中心是我国船舶上首次实现了多功能的发配电集中操纵管理与监视;30 千瓦中频发电机组及其采用的半导体技术控制系统,其调压调频精度小于 $\pm 1\%$,不仅当时国内先进,也与国际水平相当,促进了新的 800 安培、1500 安培、2500 安培船用 DW94 系列自动空气断路器,600 安培、400 安培交直流接触器、同期保护继电器、LW92 系列控制开关等器件的开发应用,在电力系统的保护设计上采用四级保护系统

等。

整个电站和电力系统是与核潜艇总体一起于1975年定型,电站的设备组成部分也分别于1974年和1975年通过技术鉴定和设计、生产定型。1975年海军定型委员会批准09-1工程汽轮发电机组设计生产定型;批准09-1工程主变流机组及控制屏设计、生产定型;批准ZGK-30型400周30千瓦变流机组设计、生产定型和批准SC4502AY型直流柴油发电机组设计、生产定型等。

该电站和电力系统通过装艇使用,各条艇的系泊试验和航行试验的考核,认为设计符合使用要求,能保证艇在反应堆正常运行时和事故停堆后所处的应急工况下的不间断供电,电网品质良好,各主要配电设备性能良好。

1978年该电站电力系统荣获全国科学大会奖。

(二)QF6 汽轮发电机组

QF6 汽轮发电机组系051导弹驱逐舰主电站设置的发电机组,供全舰武备、观通、导航及生活设施用电。

1960年10月,海军科研一所通过原船舶产品设计院七室提出QF6汽轮发电机组研制任务,由船舶设计院四室汽轮机科赵振厚、林光良(后期)主持设计,朱钧良、王德纯、朱紫震、徐奕璋等参加,南京汽轮电机厂制造,工艺负责人:秦宝兴、黄克圣、江昌鱼、余庆松、王宗达。

主要技术参数:

额定功率: $N_0=400$ 千瓦

额定转速: $n_0=8500$ 转/分

蒸汽参数有三组:

1. $P_0=2.3$ 兆帕, $t_0=300^\circ\text{C}$, $P_2=0.015$ 兆帕

2. $P_0=5.3$ 兆帕, $t_0=425^\circ\text{C}$, $P_2=0.020$ 兆帕

3. $P_0=6.5$ 兆帕, $t_0=405^\circ\text{C}$, $P_2=0.010$ 兆帕

此外,还有饱和参数工况及背压参数工况。

课题组接受任务之后,组织力量进行调研和消化国外参考资料,1961年进行初步扩大设计、施工图设计,1962年6月与南京汽轮机厂签订试制协议。1963年初工厂试制首台样机,后因故停顿,1964年底恢复生产,于1967年3月首台样机总装完毕,并进行工厂空负荷试验,同年7月第二台样机制成。1969年初两台样机在上海三六室动力站进行陆上全面性能试验,同时还进行汽轮发电机组与柴油发电机组两种异型机组的并车试验。

1970年3月,在南京由七〇四所和南京汽轮电机厂主持召开QF6汽轮发电机组产品鉴定会,认为“经过上海动力站三个多月全面性能试验的考核,机组安全可靠,运行良好。机组的主要性能都达到或超过了技术条件所规定的各项指标。”1970年底进行码头系泊试验,1972年完成航行试验,1974年海定委批准二级设计生产定型。

主要技术关键的解决:

1. 大幅度滑变蒸汽参数自动调节系统的研制

051舰汽轮发电机组要保证昼夜不间断供电,蒸汽来自主锅炉,它随着舰艇所处不同战斗状态而有不同的运行工况要求,这样要求汽轮发电机组必须在大幅度的蒸汽参数变化之下仍能正常运转,发出所需功率。而且调节品质高,调节不等率为 $2\%\pm 0.2\%$ (国内一般调节不等

率为5%~6%)。课题组历经数年,经过无数次试验、失败,修改,前后设计四个方案,终于研制出理想的变参数自动调节系统。

60年代初期,汽轮机设计处于初级阶段,课题组在一无图纸,二无国外资料情况下,由张文芳(负责静态设计)、林光良(负责动态分析)等同志进行研制,1963年在复查原设计和进行动态分析时,发现系统静态可行,但动态不稳定。同年9月完成调节系统第二次方案设计,先造出适应变参特性的调压器。在部套单独试验性能达到要求后,在系统试验中又解决了同步器位置安装不当,空负载试验汽轮机没有启动能力等问题,终于在1966年底研制出变参数汽轮机自动调节系统,经装机试验证明性能良好,安全可靠,为国内首创,是液压调节技术的一项突破,达当时国际先进水平。

2. 机组通流部分的设计

既要保证多种变工况要求,又要安全可靠经济性高,给设计带来一定难度。

3. 051 电站中汽轮发电机组和柴油发电机组两种不同原动机并联运行问题。

1970年至今,该汽轮发电机组已生产30余台,全部装于051舰,首制舰105已航行数万海里,经历各种海情和远航的考验,证明机组安全可靠、性能良好。1980年,4艘051舰参加580试验护航任务,跨越赤道,远航南太平洋,航程数千海里,机组工作良好。1985年底,海军132舰首次访问南亚三国,归国途中遇到数天11级大风、海情7级的恶劣天气,机组经受了狂风恶浪考验,胜利完成出访任务。在不同海域、不同海情下,QF6汽轮发电机组均能安全可靠地供电,受到海军指战员好评。但存在汽封漏气和机组噪声较大问题,有待进一步改进。

该装置荣获1978年全国科学大会奖状。

(三)33G 潜艇用 YJ-8 导弹电源装置

该装置是33G潜艇中YJ-8导弹系统中主要分系统之一。它能将该潜艇上蓄电池175~320伏的直流幅压电转换成28.5伏500安低压大电流直流幅压电,作为导弹系统之电源。满足导弹及其附属的指挥仪、计算机等对电源参数变动范围极严的要求。

该装置由幅压电动机、直流发电机、自动控制装置、配电箱、直流磁力起动器、变阻器箱及调压变阻器等组成。

1978年9月,航天部三院三部向七〇四所提出委托任务书,交流机组由七〇四所设计,上海南洋电机厂制造。控制装置由七〇四所设计、制造。七〇四所负责技术抓总。参加研制本装置的主要人员有:唐秀国、宣国权、李志高、黄康令、陈翠华、方涨森、祝惠芳。

课题组经调查研究、收集资料、模拟线路试验,提出电源装置初步方案。1979年7月,由海军、船舶总公司、航天部在天津召开797会议,审查通过了电源装置方案。1981年3月七〇四所与四三八厂签订电源装置成套供货合同,经过线路试验、中间试验,取得初步数据后进行技术设计。同年10月,通过了电源装置技术条件、成套试验大纲及机组、自动控制箱结构。1982年4月完成整套电源装置的试制。同年6月在上海,由船舶总公司军工部、海军装技部组织通过装艇技术鉴定会,同意该装置交船厂装艇试用。

1982年2月底至6月初,进行出厂及电源装置陆上成套试验,达到委托任务书要求及YJ-8导弹电源装置技术条件。1983年9月在武昌造船厂进行该装置系泊试验,各种工况均能正常工作,绝缘电阻、电机火花、启动、负载运行及静态负荷试验均满足研制任务书要求。1983年底至1985年上半年,33G潜艇在航行试验和导弹打靶试验中连续使用本装置4000小时以上,

电源装置运行正常,调压等指标均符合技术要求。

1986年1月航天部、船舶总公司、海军主持在北京召开8633G会议上通过电源装置技术鉴定。鉴定意见为:“33G潜艇用YJ-8导弹电源装置系为33G艇用YJ-8导弹系统新研制的成套设备,是导弹武器系统中主要的分系统之一。”“该装置在输入直流电压为175~320伏大幅度变化,输出又是低压500安大电流和体积小的情况下,由于采用了PI调节器,按励磁比例最佳控制的大功率晶体管调速、调压等措施,使其静态和动态调压精度超过美国军用标准,为国内先进水平。此装置的研究工作,国内无先例。”“从1983年至1985年上半年经过系统试验,航行试验和导弹武器系统动态瞄准精度试验,实弹打靶试验等较长时间的大型试验使用考验,导弹电源装置工作稳定可靠,性能良好,各项指标符合委托任务书和技术条件,满足导弹武器系统的使用要求。”

该装置主要技术特点:

1. 国内首创

水面舰艇导弹电源通常由交流恒压380伏,通过整流或由直流恒压220伏转换成低压直流恒压电源。而33G潜艇要求将175~320伏直流电转换成低压大电流(500安)恒压电源:由于输入电压大幅度变化引起电动机转速及发电机电压相应大幅度变化,维持恒压将很困难,必须采取一系列自动控制措施才能产现。故此本装置技术较复杂,难度较大,属国内首创。

2. 静态电压调整精度高

要求电源装置静态调整率不大于 $\pm 4\%$ (即不超过1.1伏),而一般国内低压发电机的静态调整率为 $\pm 7\%$,本装置试验结果:自动I可达 $\pm 1.75\%$,自动II可达 $\pm 0.175\%$ 。

3. 动态电压偏差指标高

要求每隔1~2秒能连续起动5发导弹负载,每发起动电流达300安培,起动瞬间要求最低瞬时电压不小于21.5伏,最高瞬时电压不大于31伏,稳定时间不超过3秒。

4. 设备体积要求严格

由于潜艇舱室狭小,给设计、试制试验、大电流发热温升带来许多困难。

5. 可靠性要求高,确保导弹正常发射

在研制过程中,为达到较高的静态和动态调压率的要求和很高的可靠性,及解决大功率晶体管耐高压、无线电干扰、大电流发热、火花等技术关键。课题组一方面充分考虑、精心设计,采取多种措施,几个方案一同上,以防止某一方案达不到要求时有补救的余地。另一方面在试制和试验过程中发现问题,及时分析,找出原因加以解决。

该电源装置试制两套,一套做型式试验,一套装艇。

该装置1984年荣获七院1982年度科技成果三等奖。经1986年鉴定后,1988年荣获船舶总公司1987年度科技进步三等奖。

(四) CZK-2型船舶电站自动控制装置

CZK-2型船舶电站自动控制装置为037-I艇而研制,用于对三台柴油发电机组成的主电站实行集中控制,艇员可在集控室内对机组进行操作、控制和监测。

1980年3月,七〇一所提出委托任务书,由七〇四所三室王之杰主持设计,肖伯琴、鲍乐令、钟良月、唐石膏、陈玉芳、谢建萍等参加。该室承接制造和调试。4月完成技术设计。1981年

2月完成自控装置出厂试验,8月完成船用环境条件试验,8月下旬在安徽省六八九一厂通过鉴定,首批试制3台,装在688艇上。之后装置又经过陆上成套、系泊、航行试验。1983年6月28日,船舶总公司华东物质配套管理处在上海组织鉴定。认为“成套电站运行基本稳定,可靠,功能正常,各种主要设备性能良好,配套基本合理,各项指标达到037-I艇集控电路技术条件,可交付部队使用。”

至今已生产6套装置,装于037-I艇,经实船使用,反映操作方便,减轻了艇员的劳动强度,改善了工作环境,提高了舰艇的战斗力和生命力。

该装置在CZK-I型电站自动控制装置基础上改进研制而成。它具有系统控制功能齐全,采用无触点元件逻辑控制、功能模块等优点,攻克了强、弱电信号之间干扰等技术关键,用HTL电路代替TTL电路,提高装置抗干扰性。达到当时国际先进水平。

该装置1986年荣获船舶总公司1984年度科技进步三等奖。是我国军用舰艇第一台电站自动控制装置。

(五)1.75~2吨/时闪发式蒸发装置

该装置以蒸汽(新汽或废汽)为热源,将海水加热蒸发淡化成含盐量极低的纯净淡水,作为蒸汽动力装置舰船主、辅锅炉的补给水。

1968年9月,七〇八所六四工作组为设计七一八工程主测量船向七〇四所提出研制《炉水蒸发装置委托任务书》,七〇四所根据主船动力装置型式、补水量和水质、续航力等要求,经分析论证推荐该船采用闪发式蒸发装置。1970年8月,六四工作组再次提出委托任务书,由七〇四所四室曹鑫达、周美忠主持设计,冯永祥、杨丽华参加,江南造船厂制造,工艺负责人李天明、陆泯、黄忠。

装置主要技术性能参数:

产水量:1.75~2吨/时

产品水质:含盐度 ≤ 9 毫克/升

碱度 $\leq 0.1H^{\circ}$

硬度 $\leq 0.1H^{\circ}$

加热蒸汽:压力0.25兆帕

温度130℃

耗量1.73~1.94吨/时

1981年8月完成全部技术文件和施工图纸,1976年江南造船厂开工制造,考虑到加工工艺,对蒸发器壳体板及换热器铜端盖材料进行更换,厂所协商,共同制订合理的焊接工艺流程,并制订环氧树脂配方、涂刷工艺和干燥技术要求,首批4台产品于1977年9月顺利完工交货。同年11月在三六室动力站对装置和管路进行紧密性检查、冷态运转、调试及人造盐水性能测试,其结果接近设计指标。1978年6月底,两艘船进入系泊调试,经冷态运转后进入热态调试,空气抽除装置工作蒸汽压力定为1.5兆帕,装置投入系泊运转,淡化浦江水补给锅炉。1978年底,两船进行首航半月有余,1979年3月又进行第二次试航。首试时进入海区后装置曾一度出现故障,经排除后作了局部改进,操作人员掌握和熟练了运行操作,取得更满意的结果。装置运转更加稳定可靠,为主锅炉提供了充足而优质的补给水。造水机产量达2.54吨/小时,造水盐度 < 0.6 毫克/升,已超过设计指标。

该装置主要技术特点如下:

1. 采用独特的淡化工艺流程

其特点是海水被加热与热海水蒸发汽化在不同时、空内进行。海水在不沸腾条件下受热,而后在另一空间内降压,呈不稳定过热态,靠自身降温放热使部分海水汽化,致使传热面上结垢可能性减少,装置不清洗连续运行的时间大为增加(清洗周期 90 天以上),保证了航天测量船的远航要求。

2. 蒸汽带湿量小,水品质好,运行稳定。

由于注水元件选用闪发效率高的罩帽式喷淋元件,增大蒸发镜面有利于水分子汽化,减少了蒸汽带湿量,采取汽水分离强化措施,解决了高温降与水品质要求高的矛盾。

3. 为了便于操纵、稳定运行,设置了集中操作台,除备有必要的显示与操作设施外,还配备有淡水水位、海水加热温度自动控制设施,实行产水品质超盐度报警和自动切换保护装置,达到正常运行时不必有专人管理的要求。

该装置生产 4 台,分别装于远望 1、2 号船。该装置装船运行已 10 余年,远望号多次出海训练及远航南太平洋,执行 580、9182、331 等国防科研观测任务。经受 6 级以上风浪考验。装置运行稳定、工作可靠、保证了锅炉供水和主机正常运转,获得船员好评。

该产品 1980 年荣获国防科委 1978、1979 年度科研成果二等奖。

(六)BLK-130 船用半封闭螺杆式空调冷水机组

该冷水机组适用于各种舰艇,作为全舰空调设备的冷源,提供冷水(8~10℃)供全舰空调降温去湿之用。为舰员提供良好、舒适的工作、生活条件。也为精密仪器、重要设备提供必需的冷却条件。

1976 年 2 月,七〇四所二室冷冻机科根据国际上制冷设备发展趋势,结合国内生产水平及海军舰艇的需要,提出船用半封闭螺杆式空调制冷装置科研课题。同年七院下达科研项目,由周林森主持设计,无锡制冷设备厂、无锡县电机厂制造。主要参加者:于火春、周关富、夏群鹤、李维善等。

主要技术性能参数:

螺杆转子直径:125 毫米

螺杆转子长度:125 毫米

螺杆压缩机排量:172 立方米/小时

工质:R22

空调工况产冷量:130000 卡/小时

空调工况轴功率:34 千瓦

冷却水量:40 立方米/小时

机组噪音:74 分贝

在国内既无样机(该机型只有美国生产),又无资料情况下,课题组在边摸索、边试验、边设计、边生产情况下进行研制,用一年时间进行大量基础试验、模拟试验和方案计算,并作材料试验和 1:10 模拟样机试验,找到比较理想的材料和结构,为设计工作打下基础。1978 年完成第一台样机制造,并经过 500 小时机组型式试验和全性能曲线测定,自动化调试,电器控制箱冲

击、摇摆及高湿试验；机组噪音；振动及启动电流的测定。通过试验表明，机组主要性能指标达到设计要求，电机工作可靠。

该装置主要技术特点：

1. 压缩机、电动机、分油器三者置于同一机体中。由于电动机置于压缩机后侧，这样电动机不仅是压缩机的动力源，而且利用其离心力兼作冷剂和冷冻油的分油器，从而大大缩小油分离器尺寸，使机组紧凑、重量轻、噪音振动小，消除了冷剂泄漏的隐患。

2. 半封闭电机为本机组关键设备，此外还先后攻克了新转子线型，能量自动调节（可在10%~100%范围内自动无级进行）和耐腐蚀、耐高温等技术关键。

3. 由于无活塞、阀片等易碎零件，不受液体冲击，运转平稳可靠，使用寿命长（可达3~5万小时）。

1979年1月，在无锡由第六机械工业部第七研究院主持，54个单位，112名代表参加通过了样机鉴定，会议纪要指出：“经过对该机的性能测定和拆检，代表们认为主要性能指标达到设计要求。主要零部件的几何尺寸良好，转子表面光洁度较高。主要易损部件的磨损基本正常，电机工作性能和绝缘性能良好，电机试制是成功的，装置运转平稳、噪音低、振动小，主要性能指标达到了设计要求。因此，研制是基本成功的。”与会代表认为BLK-130空调装置采用了较为先进的设计方案，通过试制试验，基本解决了装置压缩机、电动机、自动控制 and 附属设备的材料、结构、工艺等技术关键。它为我国设计同类型装置积累了经验，填补了我国半封闭螺杆制冷压缩机的空白。

该产品鉴定后小批量生产300余台，用于051、远望1、2号、922、648等舰船上，经实船使用普遍反映机组尺寸紧凑、体积小、重量轻、噪音低，操作方便，已通过军检。大量用于剧场、宾馆、音乐厅、冷库等民用部门，受到用户普遍好评。

该装置1979年荣获上海市重大科技成果三等奖，江苏省重大科技成果二等奖，1980年荣获国防工办1978、1979年度重大技术改进成果二等奖。

（七）ZKZ7型集中式空调装置

该集中空调装置是舰船空调系统的核心设备，集中处理空气，供工作舱、居住舱、弹药库、精密仪器室及其它舱室进行温度、湿度调节，适用于各种类型军用舰艇、军辅船舶及钻井平台等。

1977年初，七〇四所四室空调组为解决舰船空调系统关键设备，吸收国外先进技术，结合国内实际情况，提出ZKZ7型船用集中式空调装置研制课题，主要技术负责人：郁庆华、陈广贤，由泰州光明机械厂制造。工艺负责人：朱恩源、金银程，其专用设备船用高压低噪音双进风空调风机由该所二室宋孝煜主持设计，青岛风机厂试制，外转子内置式空调用电机由该所三室周关富、杨宝林设计、无锡电机厂制造。

主要性能参数：

额定风量：7000立方米/小时

剩余静压：1700帕

冷量：65000卡/小时

热量：72000卡/小时

蒸汽耗量：175公斤/小时

电机功率:10 千瓦

噪声:72 分贝

课题组通过和丹麦、瑞典、日本等国的船用空调有关公司进行技术座谈,收集国外先进资料并进行分析比较,到进口货轮云松号等船上测试风量、风压等参数,1978 年进行方案论证,提出大蜗壳双进风高压低噪音专用风机、热保护干式自动加湿器等 6 种新型部件研制任务。1979 年进行部套设计和整机施工设计,1981 年初完成样机试制,并进行大能量集中式空调装置全天候性能试验,历时 1 年达到国外同类产品性能指标。1982 年 12 月由江苏省机械工业厅和船舶总公司七院科技部联合主持通过技术鉴定。认为“空调器吸取了国际上出现的新技术,整体分段组装,结构紧凑,研制了一系列新型高效部套,降低了噪音,设计和工艺都有所创新,把我国船舶空调设备的设计和制造提高到新的水平,研制是成功的。”该装置属国内首创,为全船性集中空调填补了国内空白。

该装置的主要技术特点如下:

1. 高度集成化,分段组合式。

该空调装置把进风静压箱、静压调节器、预热器、风机、消音器、蒸发冷却器、加湿器、再热器、出风静压箱、制冷管系等部套组合成一体,配上完整的温度、湿度自动调节阀组及控制箱,构成高度集中的中央空调装置。结构上采用分段组装形式,具有相当灵活性,可根据不同船舶实际需要,增添和删减某些部套,适应各种类型空调系统的要求。

2. 采用先进的嵌条密封,并以专用角形关节联接,克服了国内空调器普遍存在的漏风、漏水等现象。同时简化结构,减轻装置重量,无外露螺栓,表面光洁整齐。

3. 研制了双进风、大蜗壳、高压低噪音空调风机,采用合理消音措施,在满足输送压头的前提下,装置具有较低的送风噪音和环境噪音,与 CQ、CJ 型船用风机或陆用风机相比有很大进步。

4. 研制出新型高效空气换热器。设计了一种新型凹凸板肋型,它能造成适当的肋间扰动,提高气侧换热系数,阻力系数较小,同时并不妨碍凝水的下流。

5. 设计了新型双层空心折板式档水器。它使凝水避开主气流,挡水率高,阻力小,除水效果良好。

6. 研制了一种进口风门法静压调节装置,它能控制出风箱静压为定值,从而保持各根风管风量稳定。

7. 研制了一套干蒸汽自动加湿装置。它能保证喷出的加湿蒸汽皆为干蒸汽,同时可作比例(或双位)调节,使各舱室湿度恒定。

8. 研究了双脉冲温度补偿调节,具有先进完善的控制系统,适用于不同气候的航区。

9. 采用符合 IMCO 规定的可燃性消音绝热材料,保证舰船安全性。

研制中攻克了下述技术关键:

1. 较好地解决了高性能与紧凑性的矛盾

装置采用全封闭结构,要求高空调品质(温度、湿度、新鲜度、噪音、调节性能等),而舰艇空间狭窄,对装置的外形尺寸及重量有苛刻的要求。为解决这一矛盾,对装置各部套进行剖析,对性能起重要影响的九个方面单列课题,研制专门的新型元件,合理地解决了矛盾,使总体性能指标大幅度提高。

2. 积极创造实验条件,认真检验装置效果

研制过程中,在十分困难条件下,课题组自己动手,想方设法创造了人工气候环境。配置各种能源,设计了大型试验台。对各种新型部套和整机进行了前后近一年的热工试验,获得许多宝贵的第一手数据,为改进装置性能提供了坚实的基础,并完成我国首次陆上大型空调装置全面热工试验。

3. 将样机扩展为系列,满足各种舰船需要。

样机制成后,课题组积极推广应用,将科研成果转化为生产力,为满足各种舰船的特殊要求,不断改进设计,扩展为系列产品,及时收集实船使用反馈意见,再进行修改,使集中式空调装置不断完善,并研制出第二代更为紧凑及有效的新空调装置。

科研样机鉴定后,集中式空调装置在国内舰船获得全面推广,泰州光明机械厂转入批量生产,已装船近 200 台套,用于远望 1、2 号、051G、053H、037、679、814、向阳红 10 号、报地号等军舰及军辅船上,使用性能良好,普遍受到好评,向阳红 10 号在南极考察中,跨越赤道直达南极,空调装置一直运行良好,调节方便,为考察队员提供了舒适的生活环境。271 登陆艇在南海航行执行战备任务,指战员称该空调装置是海军战士的避暑之地。装有该空调装置的郑和号训练舰,已横穿太平洋首次访问美国,该装置在客船、货轮、石油钻井平台、工厂、宾馆中也获得广泛应用。

该装置 1985 年荣获船舶总公司 1983 年度重大科技成果三等奖及江苏省重大科技成果三等奖。

(八)6610 电动空气压缩机

该电动空气压缩机装于常规潜艇和核潜艇,是潜艇高压压缩空气重要气源。用于潜艇沉浮、起动主机、鱼雷、导弹发射等,压缩空气系统是潜艇的第二生命线。

该空压机是按苏联 3K-10 空气机测绘仿制而成,有下列型号:

型 号	名 称	研制时间	备 注
3K-10-1	电动空气压缩机 (苏联样机)	1961~1966	由 3K-10-1 测绘仿制而成
66-10	电动空气压缩机 (直流)		
66-10-1	电动空气压缩机 (交流)	1966~1968	
66-10-A	电动空气压缩机	1978~1981	更改了 66-10 的气阀结构和冷却管路
66-10-2	电动空气压缩机	1981~1987	66-10 更新产品,装有消声器、减振器、气阀,改进了冷却管路,并采用金属软管

1961 年 5 月,海军科研部和三机部九局发出联合通知《有关 3K-10 空压机等辅机测绘工作由》成立测绘组,由汪长根任组长进行仿制设计。沈阳气体压缩机厂制造。

1961 年 11 月在旅顺基地进行测绘前性能试验,1962 年 1 月正式测绘,月底完成测绘草图,6 月将施工图纸及文件发至制造厂。1965 年 7 月总装完成,并进行调整试验、性能试验和 1070 小时耐久试验。发现Ⅲ、Ⅳ级排气阀结焦严重,Ⅳ级活塞杆断裂,气阀弹簧变形等问题。经

更换零件试验继续进行。同年12月,由一机部、六机部、海军装备部联合组织在沈阳气体压缩要厂通过技术鉴定,认为9K-10-1型(66-10)电动空压机产品的设计与试制是成功的,样机结构参数、性能指标等达到了设计规定,能够满足使用要求。1966年7月,对66-10进行船用条件考核顺利通过,同年12月7日,海委在上海召开9K-10定型会议,正式命名为66-10电动空气压缩机。正式投产至1985年底,已生产直流机组398台,交流机组153台,基本满足海军潜艇需要,但存在容易积炭、气阀寿命短、振动大、噪声高等问题。

1978年,根据海军《关于33艇存在问题及处理办法》一文的要求,为解决66-10空压机阀片易碎的结焦两大问题,七〇四所与沈阳气体压缩机厂签订了改进试制的协议书,由汪长根主持设计,首先将碟型阀改为环片阀,更改水路加强冷却,试验取得良好效果。定型为66-10-A,已生产10台,供新33艇使用。

以后又在66-10-A基础上作较大改进,重新设计曲轴箱以上的固定件,增强气缸冷却,增加进气消声器,加大三级缸径,重新分配压比,改进安全阀弹簧等。此机型定名为66-10-2。沈阳气体压缩机厂于1985年6月完成一台,年底在七〇四所完成样机性能耐久试验、船用条件试验,1986年4月在七〇四所通过鉴定,会议认为“该产品与原66-10型电动空压机比较,在降噪、隔振、气阀寿命、安全阀的可靠性以及解决积炭等方面取得了突破性进展,其主要技术性能指标,如噪声、比功率、气阀寿命等达到或接近国外同类产品先进水平。”已投入小批量生产,江南造船厂、武昌造船厂已用此装艇。

66-10空压机的技术特点:

1. 压力高(40.53兆帕):级数少(四级压缩),转速高(1330转/分,最高达1450转/分)。
2. 选用夹角为60°的V型结构,二、三、四级冷却共同一只壳体,故机器外形尺寸小,结构紧凑,由于大量采用焊接件代替铸件,又采用一些轻金属,所以机器重量轻。

66-10-2空压机由汪长根、王仁德(后期)主持设计,除保持66-10特点之外,在性能上有较大改进,研制中主要解决了三个技术关键:

1. 积炭问题

由汪长根同志负责从两方面解决,首先降低温度加强冷却。将Ⅲ、Ⅳ级缸盖改为水冷却缸盖,更改冷却水管路,提高冷却效果。其次选用高质量润滑油,在66-10-2耐久试验中,用N100号(DAB级)往复式压缩机润滑油,具有很高的抗氧化性能及抗乳化性能。1000小时试验中未发生由于积炭而影响机器正常运行的情况。

2. 气阀寿命问题

1973年9月,为满足66-10-A等高压空气压缩机的需要,七〇四所王仁德、冯爱玉等提出高压、高速压缩机气阀研制任务。1978年通过鉴定,该气阀为螺纹接头环片阀,具有寿命长、可靠性高、耐腐蚀、互换性好等特点。原碟形阀寿命不足200小时,后经过合理结构设计,环片阀片材料采用TC3钛合金,圆柱弹簧改为片状弹簧,材料选用半奥氏体不锈钢沉淀钢(代号69111)。经耐久试验证明,阀片寿命可达800小时,弹簧片、阀体等零件可以超过1000小时。

3. 降低噪声问题

1983年单列课题。由七〇四所陈德秀主持设计。首先探明噪声源,经过噪声频谱分析确定66-10空压机是以进气脉动为重要噪声源,设计改进了进气消声器,采用阻抗复合式结构,消除高频噪声。对进气管道及气腔、通道进行改进设计,使气流流速减慢并减少阻力损失,以达到良好消声效果。经最后测试,噪声值由原来dBA=97降低到dBA=85.3,和电机噪声相似。在

1985 年鉴定会上,代表们认为压气机在降噪方面取得突破性进展。

在 66—10 电动空气压缩机整个研制过程中,主要参加人员有:七〇四研究所汪长根、王仁德、陈德秀、周千载、周关福、蒋玉华。沈阳气体压缩机厂:王玉蕃、杨永久。

20 余年来,66—10 电动空气压缩机已生产 570 余台,广泛用于各种潜艇,性能不断提高改进,已成为比较成熟的系列化产品,是舰艇装备中深受欢迎的设备之一。

气阀攻关项目 1984 年获船舶总公司 1982 年度科技成果三等奖。降噪课题 1988 年荣获船舶总公司 1987 年度科技进步三等奖。

(九)09—2 汽轮螺杆式压缩机

QLG45 型汽轮螺杆式压缩机是〇九工程配套的关键设备。供 09 艇作低压吹除及艇内通风换气之用。

由于 09 首制艇水下通风换气系统采用汽轮离心式鼓风机,不能在排气外舌阀关闭状态下启动,并发生喘振现象,无法实现水下通风换气。海军作为 09—1 艇遗留攻关项目提出。七一九所会同七〇四所、杭州汽轮机厂组成联合论证组,对各种方案进行分析比较,1970 年 5 月,在七院主持的杭州会议上决定采用汽轮螺杆式压缩机方案。

会后,由杭州汽轮机厂、七〇四所、七一九所、国家建委建筑物理研究所组成联合设计组。主要技术负责人:余恩荪、曾传云、张金士、乔玲、张敬凯。主要参加者:闵为龙、沈名山、任坚、姚棣富、王明枢。同年 6 月,由七〇四所、七一九所、杭州汽轮机厂七人组成方案调查组,到上海压缩机厂、一机部通用机械研究所等 13 个单位对螺杆压缩机设计、制造、使用情况进行调查,收集资料。8 月完成汽轮螺杆式压缩机直联和减速方案设计,8 月通过方案审查,年底完成全套施工图纸。1971 年投产,1972 年 8 月杭州汽轮机厂完成机组总装,经过部套试验及陆上性能试验,基本达到设计指标。1973 年 5 月在青岛汽轮机厂进行了全负荷试验及全模拟试验取得成功,同意装艇使用。

1973 年 7 月通过技术鉴定,1875 年海定委以(75)海定字 327 号文批准设计生产定型。

由汽轮机拖动螺杆式压缩机组属国内首创,其转子直径达 450 毫米,转速高(5000 转/分),尺寸小,重量轻,结构简单,紧凑,微穿孔板型消声器性能先进,属国内先进水平。

研制中攻克了下述技术关键:

1. 对称圆弧螺杆型线设计,刀具样板计算、加工和检验:专用机床的设计、制造、螺杆转子结构选择、同步齿轮加工等。

2. 机组螺杆气缸漏油缺陷的排除。

用增加油封和气封长度及前气封通大气等措施解决压气机因进气负压太高而吸油这个关键技术问题。

3. 气动断路油门的研制,解决了压缩机背压升高至最大压力(28370 帕)时,汽轮机主汽门自动关闭停机的技术问题。

4. 经改进设计,现场研制,攻克了压缩机排气逆止阀跳动问题。

5. 微穿孔板消声器的研制解决了螺杆式压缩机的固有特点——噪声大的问题。首批设计、制造了矿棉阻抗复合型的进、出口消声器,后续消声器采用微穿孔板,使机旁噪声由 130 分贝以上降低到 100 分贝,消声效果明显。

6. 攻克了螺杆式压气机承担水下通风换气工况的重大技术难关。

1973年,在青岛汽轮机厂用人造水箱,在容积、阻力、压力及流速等方面模拟实艇吹除系统,进行全模拟试验获得成功。

该机组共生产3台,装于09艇。

经实艇多年使用,海军反映汽轮螺杆式压缩机比汽轮离心式鼓风机性能优越,吹除功率大,不会发生喘振现象,操作十分简便,工作安全可靠,深受使用部门欢迎。

该装置1978年荣获全国科技大会重大科技成果奖。

四、作业机械和特种装置

(一)560千牛电动液压折臂式起重机

560千牛电动液压折臂式起重机是七一八工程远洋打捞船(代号925)上的一项主要设备,布置在该船主甲板的前部,用来完成七一八工程规定的水上吊放和打捞任务。此外,该起重机还承担三级援潜任务中深潜救生艇(代号7103)和救生钟的起吊回收任务以及重件吊运作业。

1974年4月,七一八工程工作组向七〇八所三室正式下达设计委托任务书,由该室汪张棠主持设计,江南造船厂制造。主要参加者:朱生山、储志杰、蒋成章、张太洁。1975年3月,完成全部图纸及技术文件,1977年制成第一台560千牛起重机,装于J302远洋打捞救生船上,经码头吊重试验合格后交付海军使用。接着又制造出第二、三台,分别装于J121、J506两艘远洋打捞救生船上。

该起重机为电动液压双钩双折臂式,每钩最大起重量为28吨,最大幅度为15米,起升速度7米/分,回转一周时间为4分钟,主甲板以上吊高13米,水面以下吊程150米。

该起重机有如下特点:

1. 结构形态可以保证海上安全起吊。

由于普通的回转起重机和吊货杆无法保证风浪中起吊作业的安全,经分析研究和造波水池模型起吊试验,在起重机结构形态上进行创新。研制出电动液压双钩双折臂式起重机,用液压油缸推动上下吊臂,使之曲折自如。吊臂头部能接近水面,缩短起吊钢索的自由长度,减少被吊物的摆动,达到起放平稳、操作方便、安全可靠。

2. 为减轻冲击载荷,保护设备,特别设计液压——气动缓冲器,可保证长15米,高4米,排水量达56吨的深潜救生艇起吊安全。还装有自动挂钩时用的恒张力绞车和信号电缆绞车。

3. 采用双钩,间距4米,吊臂采用高强度低合金钢板焊接的箱形结构,以减轻重量,增加强度。

4. 设置了吊程、幅度指示器和限位报警等保护装置。

5. 采用集中控制,操作方便,安全可靠。

1980年5月,在我国首次向南太平洋海域发射运载火箭试验中,J302和J121两船担任测量回收任务。该起重机配合了海上抛锚和布标作业。在圆满完成任后,J302船即进入三级援潜齐装配套工程阶段,该起重机是7103深潜救生艇起吊回收系统中的主要设备,先后在江南造船厂码头、宝山锚地和长江口外海面进行了模拟艇的吊放试验取得成功。接着在黄海海面进行实艇吊放回收试验。在三级海况下,自动挂钩7103艇,安全地收艇放置到与加压舱正确对中

的转台座架上。起重机工作正常,设备完好,液压——气动缓冲器、恒张力绞车和信号电缆绞车在风浪起吊中均发挥了良好的作用。以后几年中,J302 船配合 7103 艇的各项海上试验,进行了几百次的起吊回收,均安全可靠地完成了任务。

1983 年,J121 船进行救生钟海上试验,该起重机保证了试验任务的顺利完成。1984 年冬,J121 船随向阳红 10 号远洋调查船一起参加我国首次南极考察。该起重机吊运了大量的物质器材,为创建长城站发挥了重要作用。

该起重机构造复杂、设备繁多、功能多样、居国内首创。(迄今为止尚未见到国外报导这样的起重机)达到国际先进水平,是国内海洋工程船用于风浪条件下作业的起重量最大的起重机。

该起重机 1981 年荣获国防科委七—八、〇九工程科研成果四等奖。

(二)6000 米交流电动地质绞车

6000 米交流电动地质绞车是海洋调查船的重要设备之一,作为该船进行深海海洋地质调查和生物拖网的重要设备,也供起升、下放仪器和拖网之用。

该绞车由底座、电动机、减速齿轮箱、滚筒、钢缆、排绳机构、计数装置、测力计、刹车等组成。

1979 年,国家海洋局东海分局(79)国东字第 175 号文指出:“向阳红 10 号船原有 6000 米地质绞车不能使用,同时向阳红 9 号同类产品也存在同样问题”。据此,国家海洋局后勤部下达任务,委托船舶总公司第七〇四研究所重新研制 6000 米交流电动地质绞车,周松青、郑进富主持设计,吴代月、王崇满等同志参加,由江苏射阳轻工机械厂制造。工艺负责人:翟成章、魏枫林、游积禄。

该绞车绳端最大负荷 10 千牛(包括破土力 5 千牛),钢索长度 6000 米,收放绳速度(1. 绞车卷筒外层最低速度小于 15 米/分;2. 绞车卷筒外层最高速度 105~115 米/分)。

1980 年初进行调研和方案设计,4 月通过方案审查,同意采用七〇四所设计的带有排绳、刹车、计数器、测力计、减速器等机构的卧式单滚筒电动绞车方案,确定了主要技术参数。同时考虑到进行陆上台架海况模拟试验的需要专门设计了一台 10 吨直流电动加载绞车。8 月完成全套施工图纸发厂制造。绞车配套的专用船用交流变极起重电动机由上海先锋电机厂设计和试制。无锡船用电机厂承担控制屏的制作。

1981 年 3 月产品制成,并在射阳轻工机械厂进行空车负荷、超负荷、制动器、排绳、海况模拟等全面试验,掌握了排绳规律,验证了制动器的操纵力、排绳调节力。对卷筒倒板强度作了应有的增加,保证了海上实船作业。

1982 年 6 月 6 日~8 日,对海洋 11 号、12 号船的 6000 米交流电动地质绞车进行深海实船试验,在专业试航情况中写道:“特别是 6000 米地质绞车海上试验证明:设计和制造是成功的,能满足使用要求,绞车的三挡速度选择合理,排绳整齐,手动调节次数少,操纵方便而且省力。”

1982 年 10 月,向阳红 5 号船在南海中沙群岛隐砂滩附近水深 4100 米采用该绞车进行深水作业,海底表面采样两次,柱状采样两次,均获得圆满成功。[见国海南海调字(1982)104 号] 1983 年 3 月 20 日,向阳红 10 号船在水深 1000 米,阵风 8~9 级,海况 6 级以上恶劣条件下,进

行绞车试验同样取得圆满成功。

该绞车具有以下技术特点：

1. 绞车总体布置合理，结构紧凑。使用浮动式计数测力架，使绞车内力达到最小值；排绳支架安装在减速器上，结构合理。

2. 绞车具有足够的强度和刚度。

3. 选用特殊设计专用交流变频起重电动机，满足宽速比、长工作制使用要求，具有较大调速范围。由于采用电动机温升自动控制保护方法，保证电机在恶劣实际工况下当温升超过允许值时自动停止运行。

4. 设计专用的闭式减速器，结构紧凑，噪音降低。

据国内外资料记载，深水绞车的排绳问题一直未有很好解决。课题组在设计中选用了浮动式排绳架，使绞车承受较小的内力，改善了排绳条件。对导螺杆螺距，首尾螺距的减小尺寸进行精心计算，通过海况模拟试验，掌握其排绳规律，根据钢丝绳新旧公差的变化，重新确定传动比，终于使排绳达到基本整齐，攻克了这一技术关键。

绞车的强度（特别是深水绞车卷筒侧板的强度）是绞车设计中的关键问题之一。课题组通过海况模拟试验，发现侧板有塑性变形，直接影响整台绞车的使用性能。在理论计算的基础上，对其强度进行加强。在以后的试验中，卷筒侧板只发现允许范围内的弹性变形，较圆满地解决了卷筒侧板的强度计算问题。

1983年4月14日至16日，由船舶总公司七院科技部主持，在制造厂对该绞车进行技术鉴定，代表们一致认为：绞车设计合理、结构紧凑、性能优良、造型美观、操作简便安全、电动机功率等级、工作时间、调速范围选择适宜，使用单位深感满意。

该绞车生产10台，分别装于向阳红5号、10号、9号、极地号、海洋11号、12号、科学实验2号等调查船上。

1985年1月20日至2月12日的24天中，向阳红5号船在南大洋使用本绞车进行74次深水作业，其中大型箱式表面采样12次，抓斗表面采样30次，柱状采样32次，全部深水作业顺利完成，获得船员一致好评。

向阳红10号及极地号调查船多次赴南极考察，经受恶劣风暴考验，顺利完成南极地区深水海洋底质表面采样和柱状采样任务，并兼作拖网绞车进行拖网作业，在不同水深捕捞各种海洋浮游生物，捕获大量磷虾，为开发海洋进行科学研究提供了大量样品和资料。

该绞车1985年荣获船舶总公司1983年度科技成果三等奖。

（三）海上纵向航行加油装置

海上纵向航行加油装置是现代舰艇海上后勤保障的技术装备之一。供舰艇在航行中通过漂浮软管管道系统，由补给船（或油船）对战斗舰艇补给油料或清水使用，提高舰艇的续航力和战斗力。

该装置由加油绞车、漂浮软管、快速接头、固定、导向装置、扫线装置等组成。装置分为I型产品、II型产品。

I型产品

1874年3月，七〇四所根据西沙海战海上补给工作不足，未能取得对南越海军作战更大战绩的经验教训，王为德等同志提出纵向航行加油装置（I型）研制任务，由海军东沟油库、四

○工厂、上海化纤十一厂、上海消防水带厂、上海橡胶厂联合配套制造。

1974年,课题组到东海舰队各型油船进行调查,取得有关参数,并搜集国外资料制订方案,1975年首台装置制成(软管口径100毫米,爆破压力2.4兆帕),同年6月,由T823拖轮和X602油船到吴淞口横沙岛海面作编队及收、放漂浮软管试验,取得初步成果。由于船距变化,软管拉断,使首次试验中断。1975年11月底,由X602和X614船在金塘湾海区进行编队及软管内充水、油等介质试验,获得可贵的技术数据。1976年,利用已完成制造的成套设备在象山海区进行持续的海上试验取得成功。同年10月在象山港由东海舰队辅助船大队召开鉴定会,决定扩大使用到海军3000吨油轮及X615、Y950、X575等军辅船上。主要参加研制人员为:七〇四研究所王为德、曾谭安、蒋荆,东海舰队油料处郑恩民、海后油料部邓安之,上海消防水带厂赵祥,上海橡胶厂陶玉林,上海化纤十一厂张仁桂等。

Ⅰ型产品

1981年3月,为解决906靶雷船纵向航行补给油、水问题;七〇八所提出研制任务,仍由七〇四所王为德主持设计;江苏省清江机器制造厂制造和配套。工艺负责人:华宗孟、张庆普、1986年完成Ⅰ型纵向航行补给油水装置,同年9月,在清江机器厂由船舶总公司华办主持通过交货验收。该装置的特点为:结构简单、设备紧凑、使用方便、安全可靠、适用面大、机动性强。

该装置研制中,解决了下述技术关键:

1. 尼龙橡胶漂浮软管的研制。

该软管为海上加油重要设备。是在海面上承受内压及外部拉力作用的特殊软管,必须具有较高的纵向抗拉强度和径向爆破力及小的膨胀率,并要求重量轻且可卷绕。课题组通过调研、分析及核算,提出符合国情的技术要求,由上海化纤十一厂承担尼龙单丝的试制,试验合格后由上海消防水带厂编织或软管增强织物,经热定型处理后交上海橡胶厂,按耐油要求配方、调制内胶层,并经硫化处理解决了强度和膨胀问题。终于研制成耐油、耐老化、高强度、低膨胀、抗拉可折叠具有浮力的海上加油尼龙橡胶漂浮软管。该软管采用三层组合结构,内层用耐油的丁腈橡胶;中层为尼龙编织物;外层用耐海水腐蚀的氯丁橡胶,并较好地解决了3层构件的粘合问题。

2. 扫线装置。

该装置用于海上加油结束后,排除软管内部之剩油。课题组参照国外钢管扫线原理,结合总后油料部门使用经验,采用压缩空气推动海棉橡胶扫线球原理,使扫线后管内剩油减少到仅1%~2%范围,达国际先进水平。

3. 软管绞车及附件。

设计专用软管绞车,供连续放管、捞取、输油及其后的扫线等工序使用,大大缩短作业时间。

该装置Ⅰ型产品经大连造船厂改装后装于我国三艘油水补给船上。1980年执行580任务,X615、X950船圆满完成对各舰船油料补给任务。

1985年12月,X615船随132舰出访南亚三国归国途中,遇到数天10~11级大风,海情7级,132舰燃油已不多,急需加油,X615利用此装置对132加油成功,保证舰员返航,经受严峻考验,获海军好评。

该装置于1978年分别荣获船舶总公司七院重大科技成果奖、上海市科技成果奖及全国科学大会奖状。

(四)海上航行横向干货补给接受装置

该装置是战斗舰艇进行海上供应保障的重要舰面装备。保证舰艇在海上航行中迅速、安全地补给接受导弹、航空鱼雷、火箭、炮弹、深水炸弹等精密武器装备及桶装油料、主副食品等各类干货及进行人员传送,从而大大增强作战舰艇的生命力和战斗力,延伸作战半径,扩大作战效果。

1982年5月,为了改善051舰海上航行干货补给接受装置的性能,解决使用中存在的冲击大、工作不平稳、作业不安全、应急自动解脱不可靠等问题,七〇四所开展了新的接受装置论证设计工作。由蒋荆主持设计,凌芝、葛润荣、朱士林、李瑚、姚国昌等参加。1983年泰州航海电器厂完成了部套件和整机的制造及工厂试验。生产总指挥宋宏陵,工艺负责人蒋云伍。1984年完成陆上补给接受联动试验总装及模拟海况下的全套陆上试验验证(补给距离30米,模拟舰船摇摆周期7~12秒)。1985年下半年进行适应性改装并装于132舰。同年在舟山基地码头进行系泊试验,接着在日本鹿儿岛海域,由X615远洋补给船对132舰在船距40米,航速12节,5级海情下进行首次海上对接试验,成功地补给了主副食品、桶装油料、易碎物品及模拟人员传送。证明该装置技术性能全部满足补给要求,达到战术技术性能指标。

该装置主要技术特点:

1. 结构新颖、功能齐全,补给货物种类繁多,满足战斗舰艇各种需要,属国内首台研制。
2. 缓冲装置先进,缓冲功能十分明显。

该缓冲器由封闭式的特殊液压吸能腔体,缓冲柱和复原弹簧,缓冲头等组成,它具有吸收大能量的二级缓冲特性。解决了补给物着舰冲击的危险。其结构紧凑,能量多级可调,有较大幅度超工况能力。

3. 该接受头具有缓冲、导向、应急解脱、抓取定位及跟踪高架索道随机运动各种功能,可提高补给海情和扩大补给品种,提高舰艇战斗力。

4. 具有超小型应急解脱保护装置,主体200立方毫米,可在5.5吨负荷下锁定,或两秒内用气动或手动安全打开释放缆索,保证作业人员和舰船的安全,提高舰艇战斗机动性。

5. 成功地设计了恒定升降传动系统,它可以保证在舰艇大幅度不规则运动及补给站错位情况下安全实施补给,不会产生失重和始终保持一定升降速度,能安全平稳接受补给物。

6. 装置通过特殊构件可增装受油(水)头,接受油料和淡水的补给,使装置具有接受干、液货补给的兼容性(目前国际上尚无应用实例)。

7. 装置总体采用薄壁高强度结构,重量大为减轻,为英、美等国同类装置的1/2到1/3,深受部队欢迎。

8. 提高了整个补给海情,海况达5级,在舰艇横摇角达15°时尚能安全接受补给,具有实战性。

研制中攻克了下述主要技术难关:

1. 研制了先进的缓冲装置

在海上横向干货补给中,由于补给物品和人员在传送着舰瞬间产生很大瞬间冲击加速度(风浪大时更为突出),为保证舰艇在风浪中不规则运动复杂工况下安全接受导弹、鱼雷等精密武器弹药及传送人员,缓冲成为十分重要的关键技术。研制中,课题组综合分析了国外各种缓冲装置的性能及优缺点,应用节流技术设计了多种结构型体,经技术经济分析及可靠性论证确

定采用全封闭式双腔自循环缓冲装置,活塞采用双金属结构,经运用 28 种冲击能量级别数百次试验验证,完全达到预定的高技术性能要求,示波仪冲击曲线上最大峰值也大大小于北约集团(NATO)同类装置的允许缓冲值(4 克)。为模拟真实补给着舰时的冲击工况,课题组运用能量转换原理研制了新颖的可调能量水平恒速冲击测试台,保证了新颖缓冲装置的一次性研制成功。

2. 研制新型接受头端部导向装置

该装置是补给装置能否被接受的先导性技术关键,以保证补给船送过来的补给小车正确无误地进入接受头,具有较高难度。课题组运用“运动包络”原理,借助于运动极值求得接受头端部的导向结构,解决了高海情下的安全接受。

3. 攻克了应急快速的自动解脱技术难关

补给舰船在海上作业时,如遇敌导弹等袭击或危及舰船事故等应急情况下,要求两舰立即分离,为保证完成此功能,课题组利用力的转换原理,研制了特殊的斜面啮合勾体及超载自动解脱机构,可在高达 5.5 吨以上高负载下锁定或在 2 秒内用气动或手动安全打开释放缆索,当负载超过额定值时将立即自动松脱索道,有效保证了舰船的安全。

4. 解决了封闭索道系统恒定张紧技术问题

海上进行补给时,由于受风浪的影响,舰艇要升降、摇摆,伴随高架索道之张力变化,升降牵引力也将随之频繁波动,另外,当补给舰船前后错位时,接受头也将水平摆动,导致补给物处于颠簸升降或失重状态,将造成补给物损坏,对导弹等精密武器在大风浪中补给威胁更大,课题组采用同轴旋转原理,借助于特殊的机械导向结构设计升降传动系统,使封闭索道系统在运转全过程中始终呈恒定张紧状,保证了补给物在作业中可以恒速升降,以达到绝对安全的要求。

1985 年 11 月至 1986 年 1 月,该舰与 X615 船出访南亚 3 国,该装置发挥了重要作用,在适应性远航及此次出访航行中,共进行 11 次海上航行横向补给(各种蔬菜、粮食、肉类、啤酒、汽水、桶装机油等),补给物品净重 16187 公斤,海情 4 级,航速 12 节,两船间距 40 米,舰员反映该装置先进,缓冲功能十分明显,应急解脱安全可靠,使用安全,操作简便,满足实战使用要求。

1985 年 5 月在上海,由七院科技部主持通过陆上技术鉴定。1986 年 6 月在舟山由海军装技部主持通过实船使用鉴定。鉴定意见认为:“本接受装置经 X615 和 132 舰系泊试验,海上补给试验及出访南亚三国航渡中实际补给考核,部队认为采用七〇四所研制的接受装置,其干货补给接受性能有明显改善,它具有缓冲性能显著、货筐定位平稳、应急解脱机构安全可靠、货筐降落甲板位置离船舷远、人员作业安全、使用操作维修简便,舰员容易掌握,结构合理,运行安全可靠,使用中未发生任何故障,深受部队欢迎。”

该装置已生产 2 套,装于 132 及 679 等舰,正逐步向 053 舰及 051 舰推广应用。

该装置 1988 年荣获船舶总公司 1987 年度科技进步二等奖。

(五)通气管升降装置

通气管升降装置的功能是当潜艇处于通气管状态航行时,向柴油机舱或全船通风系统供给空气。

该装置采用液压升降。当装置工作时,通过液压升降机,将活动空气围阱和浮阀升起,并把

浮阀升出海面。装置不工作时收回原位。

主要技术参数如下:

	33 艇	035 艇
通气管状态下最大航速:	10 节	12 节
通气管状态下最大海况:	4 级	5 级
活动空气围阱行程:	850 毫米	850 毫米
活动空气围阱全升全降时间:	5~10 秒	5~10 秒
升降机最大工作压力:	10 兆帕	10 兆帕
活动空气围阱的内径:	400 毫米	450 毫米

该装置的关键部件是浮阀,具有以下功能:

1. 装置处于正常工作状态时,浮阀应处于开启状态,使吸气气路畅通。
2. 在上浪情况下,海水淹没浮阀时或由于误操作原因,使浮阀没入水中时,浮阀应及时自动关闭,反之应及时自动开启。
3. 当潜艇下潜深度为 15~20 米时,浮阀自动开启,海水自动注入空气围阱。

在 33 和 035 型潜艇上浮阀均采用浮子式。33 艇的该装置为仿制产品。在使用过程中,由于浮阀动作不灵,曾发生多起进水事故。为此进行了改进设计,制造作了 4 种方案进行对比试验,经充分试验和试用比较后,认为 33 型轻浮子浮阀能满足使用要求,工作安全可靠,对原老浮阀进行了换装。经部队使用没有发生类似上述进水事故。为此,该项目获 1978 年全国科学大会奖。

035 艇的通气管升降装置是自行设计的。提高了使用航速,浮阀结构也采用上述原理,经实艇试航考核,性能良好。于 1984 年 9 月通过定型。该项目获得七院 1985 年度重大科学技术研究成果三等奖。

该装置主要研制者:高国忠、刘文阁、程新民、高文英、徐路生

(六)925 侦察雷达天线升降装置

925 侦察雷达天线升降装置作为升降 925 侦察雷达天线用,它由我国自行设计研制,为 035 型常规攻击型潜艇配套设备。当潜艇处于潜望状态、通气管状态和水面状态航行时,升起 925 侦察雷达天线,使雷达能正常工作。

该装置采用液压升降式,其主要性能如下:

通气管状态航行时的最大适用航速:12 节

最大适用海况:5 级

活动杆行程:4720 毫米

全升时间:30±3 秒

全降时间:32±3 秒

活动杆外径:300 毫米

液缸最大工作压力:10 兆帕

活动杆材料选用 924 不锈钢无缝钢管或选用包复管(内管用高强度合金钢,外面包复 1Cr18Ni9Ti 不锈钢板)。活动杆材料的选用和供应问题是本装置的设计关键,过去活动杆的材料大多从国外进口解决,为了立足国内结合当时的生产条件,采用了包复管材料,即采用 909 钢板卷焊成三段,然后再用环焊缝焊成一根整体管胚,在管胚外面包复 2 毫米厚 1Cr18Ni9Ti 的不锈钢板。并于 1972 年由四六一厂生产试制了第一套 925 侦察雷达天线升降装置,装 035 首艇试用。后因 924 钢订货困难,在 1986 年 5 月对其进行勘验,认为 035 首艇包复管使用 10 多年后,质量完好,符合使用要求。为此,确定今后在订不到 924 钢材的情况下,仍采用包复型管材,并采取了一些改进措施。该项目获船舶总公司 1988 年度科技进步三等奖。

为了进一步改善活动杆的供应条件,经多方努力,沈阳金属研究所在齐钢的配合下,研制成了高强度不锈钢 924 钢种,并由齐钢冶炼、制成锻胚、经掏孔制成 925 侦察雷达天线升降装置所需的活杆管胚,并由四六一厂制成装置装于 035 I 艇上试用。经实艇考核,性能良好,于 1984 年通过设计定型。该项目荣获七院 1985 年度重大科学技术研究成果三等奖。

该装置主要研制者:傅家璋、王桂兰、冯元龙、徐路生、陈兰生

(七)瞬间大功率短波单边带超快速通信升降天线及其升降装置

瞬间大功率短波单边带超快速通信升降天线及其升降装置系统,系统(简称九 00 号工程)中的一关键项目,旨在通过该天线和升降装置保证当核潜艇处于潜望深度航行时,快速地、隐蔽地建立与基地的通信联系,确保及时地在远离国土时完成作战指挥的任务。

早在 1958 年,超快速通信系统已列入国家科研重点项目,并由电子工业部电子工业研究院(简称十院)研制。1965 年核潜艇的设计研制提到议事日程上后,为解决该系统在核潜艇上的运用,其天线的研制成为较突出的技术关键问题,1965 年由七院下达了研制任务,并决定成立联合设计小组,由十院十九所(电子研究院通信研究所),七〇六所(通信研究所)和七一九所(核潜艇总体设计研究所)等派员组成。由原七〇六所十室主任陆建勋技术抓总。升降装置由七一九所设计,首批液压升和钢索传动降的升降式天线由设计小组设计,后改进为全液压升降的天线由七二二所归口,由武汉船用机械厂(四六一厂)制造,主要参与研制者有钱涌涛、郇兆玉、王大鹏、康如新、占海波等人。升降天线的行程为 4626 毫米,两节天线全部升起时天线的有效高度为 5926 毫米;两节天线全部降下时天线的有效高度为 1300 毫米;天线全升时间 15~20 秒,天线桅杆升降装置其桅杆行程为 6300 毫米;桅杆外径为 270 毫米;桅杆全升时间 40±5 秒。当潜艇处于潜望深度,航速不大于 7 节和海况不大于 5 级时天线和桅杆可以完全升起,为了适应不同频率的要求和提高天线的发射效率该天线的高度是可调的。

1965 年进行了九〇〇工程的方案讨论会,会上确定由七院指定单位进行天线的研制,并决定由十院十九所、七一九所和七〇六所组成联合设计小组,进行调研、论证和设计计算。1966 年 10 月由七院主持召开了天线方案审查会,会上认为可伸缩 6 米鞭状升降天线电性能较好,结构简单,比较容易实现,并确定七一九所为设计小组组长单位。

整个天线研制分模型、初样、正样三个研制阶段。制作模型是为提供天线的电气性能试验用,初样是为正机设计生产提供充分的条件。

1969 年 10 月设计小组会同南京无线电厂、南京航海仪器厂以及十院十九所在天线的模型和初样上进行 900 号天线机电联试,除了反复对模型进行 3 千瓦通电试验解决了天线绝缘子表面击穿问题外,其它项目均成功,测试数据基本达到要求。

在克服和完成有关电气性能,材料性能,初样的钛合金、不锈钢、玻璃钢等加工工艺技术关键后,1970年夏在四六一厂进行900号天线及升降装置的台架试验和机电联调试验。试验中曾不断发生故障和意外爆炸事故,设计小组没有为此丧失信心,却认真分析事故发生原因,积极寻求技术上的解决途径,终于获得圆满结果。根据试验的情况,设计小组完成了天线的修改设计、四六一厂完成了试制,在克服了试验中存在的一系列问题后,及时地提供了核潜艇的首制艇的安装和使用。后七二二所在此基础上于1974年设计了全液压型天线,四六一厂于1977年开始试制,1978年底试制了两台全液压式天线以及升降装置,以上装置经工厂台架试验和实艇使用证明达到了战术技术指标,满足潜艇的使用要求。

该装置有如下特点:

1. 天线能承受1.5万伏的电压,能与15千瓦的发射机相配合。
2. 天线能在1.3~6米的范围内调节,以便随着通信频率的变化,达到较高的匹配状态。
3. 能在潜艇内指示天线的升起高度,设有高度指示器和隔离油缸。

该装置于1972年通过了技术鉴定,根据艇队使用和反映的存在问题对天线又作了部分修改,增设了干燥系统,改善了绝缘子绝缘电阻等问题。1975年海定委以(75)海定字317号文批准“09-1”900号天线及其升降装置设计、定型(因此时天线改用全液压式故未进行生产定型,但后来生产定型一直没有进行。)

该装置的研制成功是一项重要技术突破,为后来的天线及其升降装置的技术发展提供了宝贵的经验。为此,九〇〇工程于1978年获全国科学大会奖。

(八)大型登陆舰双节折迭式首跳板

双节折迭式首跳板安装在大型登陆舰首部,用于登滩时,装在舰内的坦克、火炮、车辆、人员或物质等通过首跳板直接登陆上岸,进行登陆作战。

1975年,中央军委下达了研制072登陆舰的任务,由七〇八所承担。作为重要登陆设备的大型登陆舰双节折迭式首跳板由一室冯国祥同志主持设计,张宝根等同志参加,中华造船厂制造,工艺负责人:陈方杰。

该装置采用液压折迭式双节跳板,总长17米(第一节长10.5米,第二节长6.5米)安全通行负荷为40吨。

该装置的主要技术关键为:

1. 折迭机构的设计

在没有国外参考资料情况下,课题组进行分析研究,提出钢索传动、液压铰链传动等方案,最后采用液压油缸传动的四连杆折迭机构。其特点为:结构紧凑、传动简单、操作简便、制造维修方便、安全可靠,在使用中取得理想的效果。

2. 跳板收放传动装置的设计

采用液压油缸滑轮组绞车通过钢索和链条传动。具有传动力大、体积小、结构简单、制造方便和使用安全的特点。同时在钢索前端加链条,可用止链器任意调节跳板起跳的角度,还同时兼作负荷通过时支承,减轻了跳板自重,提高了舰的登陆性能。

3. 防滑问题的解决

研究各种坦克的履带花纹,进行陆上坦克爬坡试验,确定采用不同间距布置的小方块,提高了跳板的防滑性能。中华造船厂认真按图施工,制造安装一次成功。跳板在船台上进行强度

试验,在码头上进行了收放传动试验,均达到设计指标。1978 年底交付部队使用。1979 年 5 月在浙江省普陀山千步沙进行大型登陆舰扩大登陆试验,共登滩 10 余次,装卸了坦克、火炮、车辆和人员,并在坦克通过跳板时,进行了应力测试,达到了设计指标,得到使用部队和领导机关的好评。该装置部队已使用 9 年,除了液压件有漏油外,其它机构与部件无损坏现象。与单节跳板相比不仅具有坡度小的优点,可适合于装载各种车辆。而且可在比车辆甲板高的码头上装卸货物。072 大型登陆舰由于采用了双节首跳板改进了船型,航速达到 20.7 节,深受部队欢迎。

1980 年 5 月,072 大型登陆舰通过了国家鉴定,首跳板也通过鉴定。鉴定意见认为“17 米折迭式吊桥(跳板)结构简单、安全可靠,放下时坡度 8°,坦克、车辆上下方便、可靠”。

该装置共制造 3 台,全部装于 072 大型登陆舰。该跳板研制成功为国内首创,与国外同类型首跳板相比,在传动方式与折迭机构上也达到国际上相同水平,某些方面有独到之处。

该装置 1980 年荣获国防科工委颁发的科学技术进步二等奖。

(九)918 舰布雷系统的布雷机和运雷机

918 舰用计算机控制精确布雷系统是现代化布雷舰专用成套布雷设备。是该舰完成战术使命的主要战术手段和技术装备。主要作近海、海峡、水道按地理座标精确布设水雷雷阵之用,为我国首次自行研制的自动化程度较高和能够精确布雷的先进装置。

该系统由下列设备组成:

1. 液压转桥式布雷机 6 台
2. 布雷控制仪和布雷控制台
3. 导航系统舰台和布雷控制计算机
4. 液压运雷装置 1 套(含 8 条雷轨)
5. 升降平台 2 台
6. 液压折臂起重机 2 台

1981 年 11 月 11 日,六机部下达了《液压转桥式布雷机设计任务书》。1982 年 1 月 15 日下达了《布雷舰运雷装置设计任务书》。1982 年 6 月 12 日,船舶总公司下达了《918 布雷系统技术指标》。

布雷系统由七〇八研究所技术总负责,技术和设计总负责人童增墉。参加研制的有 6 个单位,研制人员 100 余人,历时 7 年多。

液压转桥式布雷机和液压运雷装置,由七〇八所童增墉主持设计,主要参加者为方柏生、汤万英、李福根、潘其标、王骏贤、赵家训,由四七六厂制造,项目负责人:金文庆、阮力田,主要参加者为缪绍钧、陈凤良、陈顺林、唐连富等。配套液压、电气设备由昆山液压件厂施工设计并制造,由马健、徐永兴、高海福等分工负责。

1981 年 3 月,开始调查研究,收集资料,进行设计工作,至 1982 年下半年,自锁拉钩等运雷装置的关键设备的模型试验获得成功。1983 年 11 月,运雷装置液压系统原理性试验取得成功,这样为全面完成运雷装置研制工作奠定了基础。1984 年 3 月 25 日,在四七六厂顺利完成了布雷机首制样机单机型式试验,并通过审查。同年 5 月 15 日至 18 日,918 布雷系统的液压泵站和控制设备通过了验收鉴定。至 11 月全面完成了布雷机和运雷装置的单机研制工作。

布雷控制仪由七〇八所施承运主持设计,四四二厂进行施工设计并制造,李中坚、李福宝、

陈新宇负责,1984年8月调试完毕并完成单机试验。

1987年4月七〇七所李谦主持研制的布雷控制计算机通过技术鉴定。

1984年10月,在四七六厂对布雷装置、布雷控制仪和运雷装置进行陆上联试,七〇八所、四七六厂、四四二厂、昆山液压件厂、驻厂军代表室参加,经预试、正式试验、联试鉴定,历时66天于12月14日结束。鉴定认为布雷系统的各单机设计基本上是成功的,具有较高的自动化程度、性能良好。各设备制造质量良好,满足系统要求。整个系统能按照预定要求正常连续运转和完成布雷作业,在陆上联试中工作可靠。

该装置于1987年在四二六厂装舰,10月下旬进行系统调试,11月份开始在旅顺基地进行了19项系泊试验,7项航行试验和4项扩大试验。12月2日在海上进行布雷机带负载连续工作和布雷精度试验,海况恶劣,7级风浪,舰体激烈摇摆,模拟投下168枚水雷,均在允许误差范围之内。12月4日进行布雷作业试验,采用定位自动控制方式,实布28枚填砂水雷,投雷点误差均在7米以内。系统各部分工作平稳、安全可靠、系统海试获圆满成功,通过验收合格。

该布雷系统的主要特点为:

1. 能布放各型锚雷和沉底雷,及新研制的更大型水雷。
2. 具有各种布雷功能:如,实施定位自动控制精确布雷,实施定时自动控制布雷;手动控制布雷;人力应急布雷等。
3. 具有供战士操演用的预试工况。
4. 可任意设定投入工作的布雷机数(2~6台)及其循环次序,可按需要任意设定布雷间隔时间(0.1~79.9秒)可按雷线要求进行分批(1~8批)组合投雷。
5. 具有废雷处理、故障跳轨,同时进行补放水雷的功能。
6. 布雷控制仪具有布雷机各基本动作或故障的指示和示警功能。当布雷机故障时,布雷控制仪能及时作出跳轨处理,继续控制后续布雷机工作。
7. 具有多种记录和显示功能:
自动记录布雷作业各种参数并出具总结性文件;能显示布雷作业过程中的各种数据;能自动记录应急布雷时有关参数;
8. 一次投雷数可达200枚。
9. 最快投雷速度为12枚/分。
10. 投雷精度高,可达 ± 20 米,一般在 ± 10 米以内。总之,本系统具有布雷精度高,投雷速度快,功能多,自动化程度高等优点,它的研制成功使我国舰用布雷装备从此步入了现代化的行列。

由于本系统具有独创性,各设备均为新研制的装置,研究设计和制造过程中,遇到许多技术难题,经过理论分析、结构更新、理论计算、改进工艺、反复试验、最终均逐一加以解决,使系统各项功能、技术指标达到设计要求。

研制中解决的主要技术关键如下:

1. 液压转桥式布雷机

- (1) 研制雷扣——弧板机构,解决了投雷精度和使水雷从静止转入平稳地作投雷运动问题。
- (2) 解决了恰当的水雷离机速度和正确的水雷入水姿态,保证布雷质量。
- (3) 研制成功能自行起降的牵引臂机构,解决了正确牵引水雷雷列问题。

(4)解决转桥的大开叉结构、收放桥结构等特殊结构的设计和制造问题。

(5)解决了薄钢板竹箱式结构的焊接、热处理和火控校型等高科技工艺问题。解决了不锈钢与多种低合金钢的焊接和内表面淬火问题。

2. 液压运雷装置

(1)成功地解决了舰上牵引雷列的技术难题(张紧牵引、平稳起步、停止制动及程序控制等)。

(2)解决了用于牵引雷列的自锁拉钩设计制造问题,满足了快速上钩(2~3秒)、自动锁紧、自动脱钩等技术要求。

(3)解决了雷间连接钩设计、制造问题,可在受力状态下快速脱下(2~3秒)。

(4)解决了雷列在停止牵引时,不会因为舰的纵摇而可能发生的倒退问题。

该装置交部队使用后,工作平稳、安全可靠,性能良好,1985年2月,船舶总公司为918舰布雷系统陆上联试成功,给予七〇八所、四七六厂、四四二厂奖状及2万元现金奖励。

该产品荣获1988年度船舶总公司科技进步二等奖,1989年度国家发明三等奖。

五、通用设备和配件

(一)CSDY1 船用射流管电液伺服阀

CSDY1 船用射流管电液伺服阀是为解决海军电液伺服控制系统急需而自行研制的专用伺服阀。它适用于水面、水下各种舰船的舵机、减摇鳍装置、声呐装置、雷达稳定平台及回转装置、火炮稳定及回转装置、导弹发射装置、飞机拉降装置、海上航行补给装置、潜望镜回转装置等的电液伺服控制系统中。

长期以来,海军舰船电液伺服控制系统中采用仿日的3F双喷嘴挡板电液伺服阀,由于存在堵、卡、漂等缺点,经常发生故障,导致各种装置失控发生事故,故此海军提出研制新型电液伺服阀解决燃眉之急。

1976年7月,七〇四所张继义、赵振厚、王学星、夏家琪、徐奕璋等在广泛收集资料、调查研究基础上,经七院批准,开始研制新型伺服阀,进行产品技术设计、施工设计及实验设备、实验夹具等的设计,由四〇工厂制造。负责人:叶焕奋、卢建民。1979年10月,初样零件加工完成,经过几个月的安装调试,于1980年完成3台样机,初步达到设计要求。经改造,于1981年4月完成5台鉴定样机力矩马达,经过无数次的试验、失败、改进,终于获得成功。1981年12月通过技术鉴定。现已批量生产,满足国内各种舰船电液伺服控制系统的需要。

由于该阀的结构和工作原理与国内生产的双喷嘴挡板型电液伺服阀完全不同,在设计计算中克服了两个复杂静不定结构问题,解决了加工工艺路线长而复杂、精度要求高的技术关键(锥度、椭圆度、母线不直度在2微米以内,表面光洁度▽▽▽▽12等)攻克了高温银焊10余种不同材料性能不变等技术关键。

该阀有如下特点:

1. 干式力矩马达,40个零件整体焊接,结构牢固,零件稳定。可抗1级振动、颠簸和400g加速度冲击。

2. 力矩马达上的前置级为单输入型射流放大器,克服了双喷嘴挡板型伺服阀(双输入型)跑舵的缺点。

3. 抗油液污染能力强(过油断面大),可使用 NAS1638 的 7~8 级油液而不会发生堵塞故障。

4. 使用寿命长,可达 11.5 万小时以上。

该产品为美国 Abex 航空公司军事专利,船舶总公司曾与其谈判,因价格未谈妥。该阀研制成功为一突破,填补了国内空白。

1981 年 12 月 28 日通过鉴定。结论为“该阀基本上达到了国外同类产品的先进水平,填补了国内空白。具有性能良好、抗污染能力强、安全可靠、寿命长、通用性广等优点,能满足舰船设备的使用要求。”由四〇工厂投入小批量生产,已生产 200 余台,广泛用于 051、053H 等各种舰船的电液伺服控制系统中,也推广到冶金、纺织、机械、水电、化工等部门。用户普遍反映性能良好、安全可靠。

该阀 1985 年荣获船舶总公司和第七研究院科技成果二等奖。

(二)YMA——25000 径向球塞式曲线液压马达

YMA——25000 液压马达,是为国产大、中型登陆舰艏锚机所研制的关键设备,此种径向球塞式内曲线液压马达具有转速低、输出扭矩大、传动效率高等优点,使艏锚机能保证完成登陆舰登陆冲滩、退滩收缆等战斗使命。

主要技术参数:

最大排量:25 升/转

最高压力:20 兆帕

最高转速:32 升/分

1975 年,六机部《关于发送大中登战斗技术任务书及设计初步审查会议纪要》函中,确定大中登艏锚机采用液压方案,开始艏锚机设计。1978 年进行 YMA——25000 液压马达的设计,由七〇八所王骏贤主持设计,徐炳岳等参加,四七六厂制造,工艺负责人:周福祥。

由于国内研制液压马达尚属起步阶段,没有成功的经验可借鉴,研制中遇到两大难题:

1. 球塞副拉毛。

2. 配细轴与配油套咬死。

为解决上述技术难关,课题组通过查阅资料,大量试验,探索设计的理论根据,较好地解决了球塞副动静压支承理论研究问题,获得较佳的动静态特性,使球塞副拉毛现象圆满解决。接着对配油副进行试验。从流体力学,摩擦学的角度分析了配油轴同向压力平衡问题,改进了配油副的材质和热处理工艺,经反复试验不断改进,终于解决了配油轴与配油套的咬死问题。

1979 年进行耐久性试验,遇到液压马达定子内曲线表面早期疲劳剥落问题,直接影响液压马达的使用寿命及可靠性。课题组应用滚动接触疲劳的动态剪应力理论对内曲线表面受力情况进行理论分析,并对其进行材料质量、热处理的微观质量分析,找出问题症结,改进设计,把好质量关,终于攻克了这一技术、工艺难题。

该液压马达相继进行了 1000 小时耐久性试验,10 万次冲击试验,超负荷试验,超速试验及 90℃ 高温试验,均顺利通过验收交货。

该液压马达组装于 600 千牛液压艏锚机后,1981 年通过国家级鉴定。

072 大型登陆舰经登陆训练和执行战斗任务,舰锚机工作正常,YMA——25000 液压马达运行平稳,性能良好,达到设计要求,受到使用部队的好评。

该产品荣获国务院国防工办科技成果进步三等奖。

(三)Y—J 舰用交流异步电动机系列

Y—J 舰用交流异步电动机是新一代舰用电动机,是 JO₂—H 船用交流电动机系列的更新换代产品。适用于水面舰艇和潜艇上作驱动各种机械(如泵、通风机、压缩机、液压机械及其辅助设备)用,是量大面广的舰船电气设备的基本元件。

1985 年 1 月,国防科工委在北京召开的 5230 会议上,决定为 052 舰研制新一代舰用交流异步电动机系列。由此,船舶总公司七院七〇一所向七〇四所提出 1—85—009 委托任务书。同时,船舶总公司以船总技[1985]376 号文向七〇四所下达编制 CB1173—87《舰用交流异步电动机技术条件》任务,而后,中国人民解放军海军 052 工程办公室委托七〇四所军代表室和七〇四所签订了 052 舰交流异步电机研制合同。

该系列项目技术负责人章以刚,主持设计人杨宝林,参加者:潘惠民、钱明珍、陈翠娣、李瑞年、方涨森、许军。65~71 机座号试制厂为奉化微型电机厂,试制工艺负责人夏惠民,80~280 机座号试制厂为温州电机厂,试制工艺负责人为蔡寿宜,施方久,周康民,林纪良。

本系列电动机主要技术指标:

1. 环境温度:50℃,相对湿度:95%,并有凝露、盐雾、霉菌、油雾。

2. 倾斜与摇摆:

卧式电动机:轴向下和向上各倾斜 15°;

立式电动机:从正常位置向任何方向倾斜 15°,在横摇 45°下运行。

3. 振动:符合 JB852—66 规定。

4. 冲击:符合 JB851—82 规定。

5. 噪声:R 级

6. 整个系列功率范围:

0.25~90 千瓦,共 21 个功率等级,分 2、4、6、8 级,13 个基座号,4 种安装方式,264 个品种。

7. 结构型式:全封闭、自扇冷式。

8. 起动性能:按国标的 N、NY 设计。

9. 电制:380 伏,50 赫。

10. 功率等级和安装尺寸符合 IEC 标准。

11. 在额定电压和频率下,承受不少于 160%额定转矩的最大转矩而不停止转动或不发生转速突度。

12. 可靠性:设计寿命不少于 40000 小时,轴承使用寿命 10000 小时。

13. 40 千瓦以上电动机增加加热器,提高其绝缘性能。

14. 满足 052 舰用条件。

1985 年 8 月,七〇四所与温州电机厂合作,研制成功 22、30 千瓦舰用低噪声电动机,对如何降低电动机的空气噪声、机械噪声、电磁噪声取得经验,于是开始 Y—J 系列电动机的设计工作。同年 8 月完成了 CB1173—××《舰用交流异步电动机技术条件》征求意见稿,广泛听取

海军、造船厂、辅机厂、总体所使用部门的意见,1986年3月在上海通过标准审查,1987年船舶总公司批准作为该系列电机设计、制造和验收依据。

1985年下半年至1989年8月,相继完成Y-J全套系列交流异步电动机的设计、研制和鉴定工作。

该系列电动机与JO₂-H船用交流电动机系列比较有下列突出优点:

1. 效率高,平均效率比JO₂-H提高0.41%;
2. 堵转转矩平均值比JO₂-H高33%,可降低电机的过安装容量,节约一次性投资。
3. 最大转矩实测值超过额定值2.5倍,而JO₂-H最大转矩为额定值的2倍,提高了电动机承受冲击载荷的能力。
4. 提高了起动过程的最小转矩,比JO₂-H系列提高25%。
5. 噪声、振动值小,噪音达到GB755-81规定的R级,振动为国标规定的N级。
6. 在输出功率相同时,其体积比JO₂-H系列小15%,重量平均比JO₂-H系列轻12%。
7. 可靠的绝缘结构,浸海水试验后,绝缘性能良好。

研制中主要解决了下述技术关键:

1. 降噪和减振

设计中,采用了一系列技术措施(如:在小机座中采用波形弹簧片,改进风扇形状,提高某些关键部件的精度,采用电机专用轴承等)使15千瓦以下电动机全部达到国标的S级(优等级),15千瓦以上部分S级,部分R级。

2. 合理的电磁设计

经过计算分析,合理选择电动机的定子内、外径,气隙值、电磁负荷和槽配合,使本系列电机的最大转矩、最小转矩、堵转转矩和起动电流均满足美国MIL标准。

3. 满足舰用条件的结构设计

全系列电动机采用全钢结构,较好地解决了焊接和精密铸钢等关键工艺,具有良好的耐冲击振动性能,符合MIL标准中对作战舰艇的要求。

Y-J舰用交流异步电动机的研制成功,为促进舰艇交流异步电动机的更新换代,为提高舰船机电设备的作战能力有着重要的意义。该电动机不仅满足052舰的要求,而且也适用于其它军用舰艇和出口舰只,是量大面广的产品,有较好的通用性。

至今,该系列电动机已生产近6000千瓦,400余台,已装在051G、053、037、053HT等舰艇上,与双130、双100火炮随动系统,VS1.5空压机,6610空压机、减摇装置、舵机、消磁机组、泵、起锚机液压系统,输弹机等配套,性能良好,质量可靠。

该电动机即将用于052舰和F25T舰上。

Y-J交流异步电动机系列荣获1990年度船舶总公司科技进步二等奖。

六、防污染设备

(一)CYSC型船用油水分离器

该油水分离器用于处理各类舰船及海上平台的油性污水,使其达到国际排放标准,防止对

港口水域和海洋水域的油性污染。

根据军委《军港和舰船防止污染管理条例》的要求,1984年,海军下达了关于现役舰船加装防污设备论证的通知,决定对15型现役舰船加装防污油水分离设备,由四七六厂进行研制。该厂组织技术人员进行调研论证,环保技术设计研究所殷叶龙同志提出以承包方式研制CYSC型船用油水分离器,主要参加者山如兴。经收集资料,参照美国、英国、西德、日本的先进油水分离设备,进行综合模拟试验,1984年7月开始设计,1985年初完成了具有80年代先进水平的CYSC-0.5型油水分离器样机。在中国船检局验船师、厂质量检查部门监督下,按国际海协IMO有关规范进行了两次持续300小时以上的可靠性试验。并按规范要求进行了粗粒化元件各种试验,各项指标均达到设计要求,有些性能还超过了国外同类设备,得到中国船检局的型式认可证书。

在此基础上完成了七种不同规格(0.1立方米/时,0.25立方米/时,0.5立方米/时,1立方米/时,2立方米/时,3立方米/时,5立方米/时)的油水分离器,以满足各种舰船加装的需要,并制成全部样机。抽取0.5立方米/时,3立方米/时两种规格按IMO A393(+)的有关试验规定进行了各种型式试验,委托南京大学环境科学研究所对处理后水质进行化验,其含油量<10毫克/升,完全达到设计要求。

1985年,在海军Y756舰进行实舰试用。反映性能比较可靠,自动化程度较高,具有结构紧凑、操作方便等优点,满足舰船使用要求。同年6月12日,海军选型论证组在四七六厂召开舰船加装油水分离器现场观摩会。海军负责选型主管部门,东海、南海、北海舰队研究室及其他有关部门代表出席了会议,经观看现场表演及研制、使用介绍,代表均表示满意,确定该系列产品作为目前海军舰船加装防污染设备的定型产品。

1985年10月19日,中国造船工程学会修船技术学术委员会组织的10人专家小组在关于15型海军现役舰船加装防污染设备选型方案论证会上给予了确认。

1986年至1987年间,海军装备修理部在四七六厂订购60余台不同规格的CYSC型油水分离器,提供海军舰船使用。1987年,四七六厂与海军东海研究室共同研制完成了油水分离器自动化辅助系统舰船多吸干头自动控制系统,得到国家专利(专利号为87211379),填补这一领域的空白。

该装置主要技术特点:

1. 采用国际上比较先进的处理方法和工艺流程,重力+粗粒化+过滤。处理效率高,性能可靠。处理后排放水含油量<10毫克/升,达国内先进水平。
2. 粗粒化过滤滤芯为本装置技术关键,参照日本设备研制而成,性能先进。
3. 装置结构紧凑,自动化程度高,使用寿命长,更换方便。

该系列产品1985年全部通过船用防污染设备型式试验认可。同年得到国际海事组织(IMO)的通报认可,准许装于出口、远洋舰船,1986年5月,得到中华人民共和国船舶检验局签发的型式认可证书。

1985年至1987年,四七六厂已生产300多台该装置,出口东南亚80余台,获用户普遍好评。

该系列产品1987年荣获船舶总公司部优质产品称号。

(二)YSCZ 系列油污水分离装置

油污水分离装置是舰艇的重要防污染设备。用来处理舰艇的油性污水,去除水中油分,以确保舰艇在服役期间排放的油污水符合规定排放标准,防止对港口水域和海洋的油性污染。

根据国际上对舰船防污染要求,1974 年七〇四所开展舰艇油污水处理装置的研制工作,技术指标按 IMO(国际海事组织)要求而定。由该所卓诚裕主持研制,先后研制成三个系列,15 个品种的油污水分离设备。秦皇岛船用机械厂、常州市第二航海仪器厂、顺德船舶机械厂、常阴沙环保设备厂、上海船舶设备研究所、江都环保设备厂等制造。

其主要技术性能参数:

经处理后排放水含油量低于 10 毫克/升。

分油元件使用寿命 2000 小时以上。

1977 年,七〇四所会同船检局上海分局、上海港务监督、上海远洋运输公司等单位首次在国内提出排水含油量小于 10 毫克/升舱底油污水处理装置的研究课题。以卓诚裕为主组成课题组,成员有文馨奋(船检局上海分局)、贡年宝(上海港务监督)、郑伟(上海远洋运输公司)、黄建和(上海海洋渔业公司)及七〇四所王季芳、张永修、陈志斌等。由七〇四所负责样机设计,上海海洋渔业公司制造安装。经严格的各项性能试验,YSCZ—CJ 油污水分离装置的科研样机于 1979 年 5 月在国内率先通过鉴定。该装置在国际上首创采用金属网分油元件,1980 年正式定型并投入批量生产,在国内第一个获得船舶检验局产品认可证书。1984 年本装置率先被 IMO 列为符合 73/78 国防污染公约设备,并通函世界各国予以公认,取得了国际通用的油水分离及过滤设备型式试验证书。1986 年又完成采用合成材料网的 YSCZ—DM 系列的定型工作。同年 12 月,由上海科学院组织,通过 TH 系列大容量油污水分离装置鉴定。

该装置的主要技术特点为采用网状分油元件,为国际首创,有良好的分油性能及长期工作稳定性,大大提高分油元件使用寿命,突破了国际上主张采用亲油材料的传统理论,其性能达国际先进水平。在油污水处理技术研究领域中,如何提高油滴聚合元件使用寿命,简化处理装置结构,降低运行维修费用为急需解决的技术关键问题。为研制新型的油滴聚合元件,课题组首先在试验室内对有关材料(如:聚丙烯粒子、聚氨脂泡沫塑料、塑料微空管、玻璃纤维布、尼龙丝布、活性炭、金属丝网等)组成的油滴聚合元件进行除油性能的测试,确定出口排水中含油量随时间变化情况 & 测试处理量随时间变化情况。

试验结果表明,经过三级塑料微孔管处理后的油水混合物,出水含油量均在 10 毫克/升以下。各种材料经比较,双金属网组成的油滴聚合元件显示出其独特的优越性。可以保持长期除油性能的稳定。1984 年起,又从金属网扩展到合成材料网,并在油水分离装置中得到广泛推广。新一代的 DM 系列、TH 系列油污水分离装置均采用此元件,降低了装置的成本、重量和尺寸。

1979 年 5 月,第七研究院主持在上海通过该装置技术鉴定。1980 年 8 月,由江苏省工业厅等单位主持通过产品鉴定。

产品生产至今,已销售 2000 余台,占领国内市场的 2/3。该装置先后装于 072、037、053H、051G、向阳红 10 号等各类舰船,工作稳定,性能可靠,深受部队欢迎。

1980 年,YSCZ 型新一代分离装置首开我国辅机单机出口记录,首次销往香港,接着又销往新加坡,为国家创汇 10 多万美元。同年上海船厂为罗马尼亚建 4 艘拖轮又首次采用该装置,

开创了出口船采用国产船用防污染设备的先例,几年来已为国家节汇近 500 万美元。

1985 年底,装于向阳红 10 号船的该装置,在首次南极考察中,往返 142 天,经过地区气温最高 34℃,最低 0℃,途经阿根廷、智利等港口,该装置承受各种恶劣气象条件考核,装置工作稳定可靠,船员使用很满意。

1986 年 10 月,采用网状元件的油污水分离装置获得中华人民共和国专利局实用新型专利证书,专利号:85 2 03865 8。

该产品 1980 年获国防工办 1978、1979 年度重大技术改进成果二等奖。

1983 年获船舶总公司优秀产品奖。

1984 年获江苏省优质产品奖。

1984 年获国家银质奖。

1988 年在首届国际专利及新技术展览会获铜质奖。

1988 年 TH-1200 大容量油污水分离装置获国家环保局科学技术进步二等奖。

1989 年获上海市专利成果实施二等奖。

(三)WC 系列舰艇生活污水处理装置

该装置用于处理舰艇中人体排出废物为主的生活污水,使其达到国际排放标准进行排放,保护港口、海岸、海洋水域免遭污染。舰船装此装置及与之配套的先进卫生设备后,可使舰员的生活环境得到改善,减少传染病,有利于提高人员的战斗力。

为了贯彻联合国 IMO 组织《1977 年国际防止船舶造成污染公约》,1979 年七〇四所提出舰艇生活污水处理装置预研课题,由张百祁主持设计,沙洲锅炉厂、泰兴船舶机械厂制造。主要参加者:七〇四所徐树兰、何洪祥、王静贤、朱静安、曹鑫达、朱国栋,沙洲锅炉厂黄泉源,泰兴船舶机械厂李耀原、丁利民。

其主要性能参数为:

排放水水质:

悬浮固体(SS) ≥ 50 毫克/升

生化需氧量(BOD₅) ≥ 50 毫克/升

大肠菌群数 ≥ 250 个/100 毫升

经设计施工制造及各项性能试验,于 1980 年 1 月完成首台 WCC 型再循环式生活污水处理装置的技术鉴定;1981 年 1 月完成首台 WCE 型物化法装置的装船产品;1983 年 12 月完成首台 WCB 型生化法装置的研究工作;1984 年 6 月完成 WCH 型粉碎——消毒贮存柜的装船产品。

该装置主要技术特点如下:

1. 采用软性填料附着生物膜,强化了生化接触过程(接触时间为 6 小时),使装置尺寸相应减少。

2. 采用软性填料,具有挂膜容易、成膜快的特点(2~3 天即可产生生物膜)。在停机时,生物膜悬浮在水中有一定的表面充氧和营养储存的生活环境,不受短暂停机影响,生物膜适应负荷能力较强。

3. 电气控制系统中设有定时开关,可断续供气、节能且保养菌种。

4. 结构上采用方箱外形,内壁半圆管加强,框顶设集气室,有利于抑制液面晃动,二级流道

隔开,提高处理效率。

研制中攻克了下述技术关键:

1. 生物膜的使用,经过调查,筛选,试验,选定专利申请报告中所述规格,并经大量实践运行考核,获得船检认可。

2. 结构选型,经过多次样机,试验挖补样机结构获得最佳流程和外形。

3. 粉碎泵自行研制,采用带刀无堵塞型叶轮。

4. 计量泵自行研制,采用无阀蠕动型偏心泵。

5. 电气控制自行研制,经过型式试验,采用断续控制。

1986年8月由船舶总公司七院主持,召开WCB型生化法生活污水处理装置鉴定会,鉴定意见为:“船用生活污水处理装置中使用软性填料附着生物膜在国内外首次使用,具有挂膜容易、成膜快、强化生化接触过程,提高工效,紧缩装置尺寸,起动时间短、无二次污染等特点。装置设有电气控制定时运行设施,可断续供气,节能,保菌,适应负荷变化能力强。装置的研制成功,填补了国内空白。”

该装置处理的污水排放水质符合我国国家和部级规范、标准以及国际海事组织(IMO)的有关法规。装置经远洋、近海、港口等船舶适用和陆上城市环保、旅游等设施试用。经国际联机检索查明,在船用生活污水处理技术方面达到国际先进水平。

从1980年1月首台污水处理装置研制成到今已有100余台装置装设在各类船舶上,其中由军方验收的有30余台,用在远望1、2号、J121、053H、906、679等军舰及军辅船上,在首次南极考察、远航南太平洋等重大任务中,该装置经受恶劣海况考验,实船使用反映良好,改善了指战员的卫生条件,节约大量外汇。

1986年12月,船用生活污水处理装置获得中华人民共和国专利局专利证书,专利号:852 05853 5

WCC型再循环式生活污水处理装置荣获1980年度七院科技成果二等奖。

(四) WSH—100 船用生活污水处理装置

该装置用于处理舰船中以人体排出废物为主的生活污水,使其达到国际排放标准进行排放,防止对港口、海岸、海洋水域的污染。

1977年6月,四七六厂苏育琪等同志根据IMO组织1977年国际防止船舶造成污染公约提出船用生活污水处理装置课题论证报告,并收集资料,进行调查、分析、比较,确定采取物理——化学法处理船用生活污水方案。从1977年11月至1978年12月进行方案验证试验,证明用氢氧化钙处理生活污水方法可行,经处理后的水质较好。

1977年12月,七〇八所和四七六厂共同签订为891船配套的船用生活污水处理装置设计任务书。1978年初,六机部下达研制计划,正式开始研制WSH—100船用生活污水处理装置,主要参加者:高玲福。

其主要性能参数:

1. 处理能力 100人(7米³/天)

2. 排放水质

悬浮固体<50毫克/升

生化耗氧量<50毫克/升

大肠菌群数 <250 个/100 毫升

3. 消耗功率 3 千瓦

该装置由分离混合箱、絮凝箱、药剂箱、污泥吹除箱等组成。

1978 年 3 月完成试验样机图纸设计,4 月完成样机制造。同年 5 月至 1979 年 4 月,对该装置进行大量试验,获得第一手资料,不断改进于 1979 年 10 月完成正式样机制造。1981 年 1 月,六机部科研技术局主持在南京通过陆上试验鉴定。认为“主要技术参数达到设计要求,处理水指标达到国际排放标准。装置为自动控制,结构紧凑、外型尺寸小。WSH—100 船用生活污水处理装置的设计和制造是成功的,为防止船舶造成水域污染提供了新型的防污染设备。”

该装置主要技术特点:

1. 采用物理——化学法处理生活污水,氢氧化钙为药剂。

2. 吸收国外先进技术,采用英国威尔逊公司的分离过渡部分,丹麦阿特拉斯污水处理装置的絮凝、沉淀部分,其性能达 80 年代国际水平。

3. 装置全自动控制,材料立足国内,结构紧凑,外形尺寸小。

1981 年 6 月,该装置获得中华人民共和国船舶检验局船用产品证书。

同年装 814 电子侦察船使用,性能稳定可靠,深受欢迎。

大 事 记

1950年

10月 中央重工业部船舶工业局在上海正式成立,政务院任命程望为局长。

1953年

1月 船舶工业局划归第一机械工业部,改名为船舶工业管理局,并迁址北京。

5月 船舶工业管理局技术处中的设计组扩建为船舶产品设计处。工程技术人员达250人,其中工程师48人。内设船舶辅机专业组(技术人员6人),承担蒸汽驱动的起锚机、舵机、水泵和起货机的设计工作,满足货轮所需辅机的需要。通过设计工作,培养了我国第一批船舶辅机技术人员。

6月4日 中国政府与苏联政府正式签订《关于供应海军装备及在军舰制造方面对中国给予技术援助的协定》简称《六四协定》。据协定,苏联将5型舰艇(6601、6602、6603、6604、6605)的制造权有偿转让给中国。1953年至1955年间,苏联向我国提供五型共81艘舰艇的成套材料、设备、工艺、技术资料,由中国各造船厂装配建造。同时,苏联还提供全套技术图纸和资料供中国仿制。

1954年

5月 为了做好从苏联运来的图纸、资料的翻译和校对工作,在上海成立了一机部船舶工业管理局船舶产品设计分处。

12月 该处成立五科(综合科),专门负责五型舰艇中所采用的通用图、规格图、苏联国家标准、苏联造船工业部颁标准和指导性技术文件的翻译校对工作,共50人。配备4名苏联专家,科内设置6个专业组(轮机、电气、舾装、管系、化工、材料)。

1955年

12月 为了科学管理苏联运来的大量图纸资料,请苏联资料专家洛克耶诺夫对资料管理人员进行授课5个月。

1956年

5月 第一机械工业部第九局决定,将第一个五年计划156个重点项目中的五三一厂的特种机车间和电焊条车间分别独立建厂。1958年,又决定将这两个厂合并建设,厂名为武汉船用特种机械厂。第一任指挥长:张珉,党委书记:申子谦。

11月1日 第四产品设计室在上海成立。沈岳瑞任主任兼总工程师,程远任副主任,人员约100人。下设主机科、锅炉热交换器科、船舶辅机科、舾装科、管系科、技术科、电气科、资料科、技术检查科。近期军工任务主要是整理和消化《六四协定》中舰艇辅机设备的资料及其中国

化标准化工作。

1957年

1月 第四产品设计室发展至243人(其中工程师27人,其他技术人员149人),除继续完成苏联转让制造的图纸、技术文件的翻译校对工作外,逐步转向自行设计船舶设备和按苏联标准作为蓝本开展中国船舶标准化工作。

3月 根据程望局长电话指示,组织四室20余人组成测绘组,对苏联ДК₂自由活塞压气机(1954年产品)进行性能测试和测绘,历时1年完成全部图纸。

5月20日至24日 船舶工业第一次标准化工作会议在上海交通大学举行,30个单位参加,程望局长对标准化工作作了重要讲话,苏联专家组长塔盖耶夫、别立克应邀到会并介绍经验,明确第四产品设计室是船舶标准化中心机构,提出1958~1960年标准化工作。

8月3日 船舶工业管理局下达4ДК-115自由活塞压气机仿制任务,由沪东造船厂及第四产品设计室承担。

1958年

2月 第一、二机械工业部合并为第一机械工业部,船舶工业管理局仍隶属一机部,改名为第九工业管理局(简称九局)。

3月 为了有效地组织专业生产,提高产品质量,第四产品设计室担负起编制船舶辅机设备标准化工作的任务,先后完成:机舱动力系统辅机中通风机、通用泵、货油泵等22种参数标准草案;生活辅机及航行安全设备中热交换器、消防泵等4种参数标准草案;甲板机械中,锚泊机械、操舵机械、装卸机械等15种参数标准草案。

5月7日 九局正式通知成立武汉新厂联合筹备处,统筹武汉船用机械厂和铸锻中心厂的基本建设,定址武汉市青山区咸河湾。同年8月20日,武汉船用特种机械厂正式破土动工。

8月1日 南京重型机器厂破土动工兴建。南京市委第一书记彭冲主持开工典礼,后缓建。1959年10月,由中央和地方共同投资,重新上马,改名为南京船用辅机厂(附设铸锻中心)。1961年6月1日,工厂正式列为中央直属企业,隶属三机部九局;同年12月,工厂命名为国营第四七六厂,主要生产船用甲板机械、舱室辅机。第一任党委书记兼厂长马昭宏。后经国家两次投资扩建,工厂建成为我国大中型船舶辅机专业生产厂之一。

8月13日 一机部船舶产品设计院成立,以船舶工业管理局第一、二、三、四、五产品设计室为基础组成。并分别改名为船舶产品设计院一室、二室、三室、四室、五室。至1961年6月扩大为8个专业设计室。

9月 沪东造船厂完成第一台ДК₂自由活塞压气机仿制样机的试验和鉴定及船用条件试验。其主要性能达到苏联ДК₂标准。1961年3月沪东造船厂试制第二台产品,翌年通过技术鉴定。

10月 第四产品设计室承担6人气胀式救生筏设计,由沈阳第四橡胶厂生产。1966年4月,上海橡胶工业公司对改进的QJF-10型气胀救生筏组织鉴定。该筏由上海橡胶四厂投产,广泛用于军舰、军辅船及民船上,在海难事故中已用此筏救起近百人。

1959年

2月4日 中国政府与苏联政府签订《关于在中国海军制造舰艇方面给予中华人民共和国技术援助的协定》(简称《二四协定》)。协定规定,苏联向中国有偿转让5种型号舰艇、(31、33、21、23、25)2种型号导弹、9种型号舰用主机、51项设备的设计技术图纸资料及制造特许权,同时派专家来华指导。

4月 第一产品设计室提出《GSCF5/28 燃油锅炉设计任务书》(原用于63舰,后改为56舰,1965年改为051舰)。由四室承担,大连造船厂、中华造船厂、广州造船厂分别建造。1960年设计。1969年在大连通过了技术鉴定,1974年10月,海定委批准该产品设计生产定型。本产品用于全部051舰,经多次改进,性能良好,工作可靠。

5月 第四产品设计室对HBB-1.4电动三螺杆液压泵的苏联图纸进行翻译复制。1959年在江南造船厂试制,1961年试制成功。后又在天津工业泵厂生产,1964年通过鉴定。因推力轴承寿命太短,又对此技术攻关,使其达到1000小时,已批量生产,装于33潜艇,是全艇液压系统的关键设备,反映良好。

8月 第一产品设计室根据33、31的要求,提出6CBLG-07型电动立式串并联自吸式离心泵设计任务。由四室承担。按苏联6MBx2型图纸翻译复制,由武昌造船厂、江南造船厂试制。1960年转给天津第二水泵厂生产。已用于33、09、航标船、打捞船上。

9月 第一产品设计室以63产品名义,提出400千瓦汽轮发电机设计任务,由华南工学院负责发电机设计,后由七〇四所三室归口,并承担苏联转让产品100千瓦MC-117/4发电机的仿制消化工作。1962年,由华南工学院、南京汽轮机厂、七〇四所组成三结合设计小组,完成了发电机技术条件、绝缘规范及设计计算方案。1963年1月完成施工设计。七〇一所后又提出《051舰400千瓦汽轮发电机委托任务书》。经技术攻关,较好地解决了不同原动机发电机并联运行问题。共生产发电机75台套,调频调载装置26台。用于全部051舰,经多年使用,性能基本良好,无重大事故发生。

11月23日 在上海召开第三次标准化工作会议。程望局长主持并作了《关于开展标准化工作若干问题》的报告,沈岳瑞主任作工作总结。会议修正通过了6项船舶专业标准化工作条例,讨论落实1959~1961年船舶标准工作规划。

1960年

1月1日 在接收原船用辅机仪表厂(上海市安远路764号)的厂房、设备和部分工人的基础上,四室抽调人员组成工厂的管理和技术班底,建立了第四产品设计室试验工厂,从事特辅机产品试制、试验工作。厂长:苏翼臣,副厂长:朱淞。当年职工95人,第二年达165人。

5月 为配合仿制舰艇上某些特殊装置与设备的工作,四室设置了特机科。科长:蔡祖宏。建立起输弹机、鱼雷发射管、扫雷具、可调螺距螺旋桨等设计业务。

6月 第四产品设计室对苏联ЭВ54/В等六套风机图纸进行翻译、仿制,分别在天津、沈阳鼓风机厂试制。为满足我国舰艇的需要,又自行设计了CQ、CLQ型风机,编制系列标准(JB641-65、CBM2212、2213-85),性能上已略优于日本西芝公司MF产品。1982年11月召开CLQ

-27, CLQ-39 型船用离心通风机鉴定会议。该产品广泛用于各种舰艇,具有尺寸小、重量轻、耐腐蚀、稳定可靠等优点。

第四产品设计室承担 2Π-1 型电动往复式舱底泵样机测绘工作。1961 年至 1964 年,由武昌造船厂进行试制试验。同年 7 月进行鉴定,性能达到设计要求。1965 年转至重庆水泵厂生产,1975 年 3 月定型会议通过。装舰多年,性能良好,使用可靠。

7 月 由于《二四协定》苏联转让制造的 5 型舰艇中均选用 5 人气胀救生筏,但供图、资料不全,国内无法生产。第四产品设计室对苏制产品进行测绘、中国化,并由上海橡胶制品四厂试制,于 1963 年试制成功,满足了各型舰艇配套的需要。

7 月 16 日 苏联政府片面撕毁了与我国签订的专家合同,科技合同,致使《六四协定》和《二四协定》的舰艇转让制造工作陷入困境。为了补救由于苏联撤走专家,停止供应技术资料、图纸造成的困难,第四产品设计室成立第三工作组(由霍励强工程师负责),统一组织通用设备图纸的配套、补齐和中国化工作。

8 月 第四产品设计室受一室委托,仿制苏联 ПЛ 型(CJ 型)船用离心通风机,由上海鼓风机厂制造。1961 年,进行测绘仿制,1963 年根据苏联产品技术条件(BTY626-3471-58)的规定,编制《潜艇用风机标准》,附入 JB641-65 中。已生产数百台。在舰艇上广泛应用,使用情况良好。

第四产品设计室受第一产品设计室委托,以苏联 УΦΠ-1 型为母型,仿制设计 HL-4、HL-4-1 型冷藏装置,由上海冷气机厂和重庆冷冻机厂制造,用于舰艇伙食冷库及存放食品的舱室。1975 年在上海召开定型会议。1961 年至 1987 年共生产 250 套,广泛用于各种舰艇,反映较好。

10 月 第一产品设计室向第四产品设计室提出 QC-1 型汽轮给水泵机组设计任务。以苏联 ИКТБ-180 机组为母型参数进行设计,1970 年进行整机性能试验,5 月通过鉴定。1974 年海定委批准二级设计生产定型。该产品共生产 60 台,装于 051 舰,运行中曾发生过汽缸螺栓断裂现象。经改进后,一直运行良好。

11 月 第四产品设计室辅机科接受 6 台辅机设计任务,其中 QGF-1 型汽轮鼓风机由杭州汽轮机厂制造。1965 年 12 月完成首台样机试制。1969 年完成改进型设计。该产品采用新颖转子结构,居国内之首。1974 年海定委批准该产品二级设计生产定型,共生产 60 台,装于 051 舰,使用良好。

船舶产品设计院七室向四室提出 QRI 型汽轮燃油泵设计任务,由四室设计,哈尔滨汽轮机厂制造。该机以苏联 THH4/1A 为母型进行修改设计,1970 年 10 月首台制成,经过台架试验,1975 年 5 月海定委批准设计生产定型,已生产 30 余台,全部装于 051 舰,实舰使用 10 余年,海军评价较高。

第四产品设计室以苏联 ТПЖХ 系列中 ТПЖХ150/8 为母型,进行翻译复制,设计 051 汽轮消防泵,由大连汽轮机厂制造。1963 年 12 月首台样机制成,1974 年 11 月海定委批准 QXF150-80 汽轮消防泵设计生产定型,共生产 30 余台。

12 月 船舶产品设计院七室提出 051 汽轮滑油泵(QHY150-80)研制任务,由四室设计,哈尔滨汽轮机厂制造。该产品以苏联产品 ТМН100/А 为母型,进行中国化改进而成。1970 年 10 月首台试制完成,后由 5 螺杆泵取代两螺杆泵,性能有较大提高。

海军科研部一所提出 QF6 汽轮发电机组研制任务,由第四产品设计室承担。南京汽轮机

厂制造。1967年造出首台样机,7月造出第二台,并进行各种性能试验。1970年3月通过鉴定,1974年海定委批准设计生产定型。研制成功的变参数汽轮机自动调节系统,完全满足运行技术要求,为国内首创,达到苏联同类产品性能指标。该装置已生产30余台,装备051舰电站。经多年实舰使用,性能良好。但存在汽封漏气,机组噪声较大问题,有待进一步改进。

1961年

3月 第四产品设计室承担9K-15空气压缩机仿制任务,首台样机由七〇四所四〇工厂制造。先后完成苏联转让图纸中国化工作、台架试验及250小时连续运转试验,主要性能指标达到设计要求。1962年转入上海合众冷冻机厂小批量生产,完成1000小时寿命试验。1965年8月,对该机组进行船用条件考核。1965年转产至上海精业机器厂批量生产,已生产250台,用于各种潜艇提供高压空气,反映较好。

3月22日 经三机部批准,上海航海仪器厂成立,代号为四四二厂。首任厂长陈惠人,党委书记唐坚柏。职工总数969人,主要产品航海—I型陀螺罗经。至1989年,职工总数1439人,工程技术人员370人,固定资产1528万元,年产值2918万元,主要从事船用导航仪器及液压元件的生产。

5月 七〇一所二室设计,大连造船厂制造的1201潜水加压舱,运往上海海军医学研究所安装,并进行各种性能试验。为解决潜艇艇员快速漂浮脱险问题,1977年9月,七一九所对此设备进行现场改装设计,由沪东造船厂施工。1983年9月,海军医学研究所潜水生理研究室使用此设备,成功地完成了模拟10~100米15人次快速上浮脱险的实用性试验。1985年8月,成功地完成60米深度经鱼雷发射管快速上浮脱险人体模拟试验。

5月23日 九局通知撤消武汉新厂联合筹备处,将武汉船用特种机器厂和铸锻中心厂合并为武汉船用机械厂,工厂代号为四六一厂。厂长吴杰,党委书记申子谦,1963年11月26日,六机部通知恢复四七一厂(即铸锻中心厂)建设,翌年5月16日,四六一厂与四七一厂正式分开办公。

5月31日 海军科研部和三机部九局发出联合通知《有关9K-10空压机等辅机测绘工作由》成立测绘组。1961年11月在旅顺基地进行测绘前性能试验,1962年1月完成测绘,由沈阳气体压缩机厂制造,1966年12月在上海召开定型会议,正式命名为66-10电动空气压缩机,至1985年底,已生产直流机组398台,交流机组153台,基本满足海军潜艇需要。但也存在容易积炭、气阀寿命短、振动大、噪音高等问题。

6月7日 中国人民解放军发布《组建国防部第七研究院及所属的所、室》的命令,决定以船舶设计院四室特辅机部分为基础组成特辅机研究所,番号为国防部第七研究院第四研究所,代号为1274部队。

6月19日 国防部命令,任命王星朗为七〇四所所长,傅必福为政治委员。

7月 根据七院总体任务和方针,明确七〇四所的基本任务是:组织承担军民舰船特辅机电设备与标准化工作的研究、设计、试制、试验和鉴定等工作,并确定近几年的主要力量放在《二四协定》的21、31、33等仿制产品方面的方针。

8月 为了弄清苏联转让的通用设备图纸完整性,七〇四所组织力量,开展对通用设备所属的图纸进行大配套工作。1963年底配套完毕,其形式为《船舶机电产品配套目录》,共17大

册,37分册。

1962年

8月 七〇四所为进一步整理五型舰艇来华的通用图纸数量及有关情况,按照苏联的 CI—637—51《图纸管理制度》的分类要求和我国制订的 CB13—59《船舶通用图纸的编号规则》的顺序,编写出《船舶通用图纸资料总目录》共13大册。

1963年

1月 七〇一所提出65护卫舰100千牛米双舵电动舵机研制任务,由七〇四所设计。在仿制6601护卫舰基础上进行中国化设计。它为电动蜗杆舵扇舵机,由江南造船厂制造。1966年5月装船,实船使用性能良好,安全可靠。

根据六机部、七院领导要求,七〇四所组织技术人员对09艇用60吨重稳定陀螺进行可行性和方案探讨,经收集资料,分析、研究、计算,形成初步方案。后因09总体取消了采用稳定陀螺方案,将此资料整理存档。

3月 七〇四所为便于研究、设计工作的开展,将苏联转让的成套舰船设备按专业分类,编写出《转让制造成套设备产品图样资料总目录》。

3月16日 国防部第七研究院院长刘华清、政委戴润生向军委报告《二四协定》仿制情况时称:“迄今为仿制五型(21、23、25、33、31)舰艇,译制近16万页图纸文件,补充2.4万页缺图,清查260000万页配套设备图纸资料。摸清苏联转让制造产品通用设备图纸资料工作,至1963年底基本结束,形成了《转让制造成套设备产品图样资料总目录》、《通用图总目录》及《船舶机电产品配套目录》共17大册,37分册。

5月 我国正式开展研制减摇鳍装置试验样机工作,由七〇四所一室减摇鳍装置科负责进行。为0105艇设计的整个装置的控制和液压部分,采用坦克稳定器和飞机助力器改装而成。样机于1965年装船,1966年完成实船试验,并建立了减摇装置陆上试验台架。

8月 七〇四所三室根据船舶电气设备的需要,开始研究CJH—15和CZH—15型船用交直流接触器,由江苏泰州电工器材厂制造。1970年样品试制,1971年12月在泰州由江苏省国防工办主持通过技术鉴定。

10月23日 六机部、七院联合通知成立船舶标准化小组。组长程辛,副组长杜春武、王星朗,下设造船工业标准化联合办公室。

12月30日 国防科委以(63)科一字第1483号文批准七〇〇五工程扩初设计。1964年1月在上海市衡山路10号破土动工。该工程建筑面积28500平方米,总投资597万元,包括环境条件试验室6个,特辅机电专业和公用试验室20个。后来根据国家调整方针进行了压缩,1968年11月竣工,实际竣工面积11989平方米,投资316万元,重点保证了舰船环境条件试验室及10多个专业试验室。为发展舰艇特辅机的研究、设计、生产提供了当时国内先进的试验、测试设备和手段。

1964年

3月 七〇一所将33艇轴系图纸翻译复制,并提供给四六一厂,1967年完成首制,并转入小批生产。1974年10月提供定型图,同年12月12日,因轴系的设计权随艇归口江南造船厂,该产品随艇定型。

5月 七〇八研究所提出1100马力液压式可变螺距机械委托任务,由七〇四所设计和试制试验,四〇工厂制造。用于6610基地扫雷舰。这是我国第一个自行研制的调距桨装置。1967年底,装舰进行系泊、海上试验并交付使用。1974年9月,由七院主持在苏州召开KL42/3型1100马力液压式调距桨定型会议。同年12月海定委批准二级设计定型。到1978年本产品共生产40台套。装备基地扫雷舰、布缆船、训练舰、扫海测量船等。

根据七部联合通知,组织有一机部、六机部、总字735部队等系统参加的北海地区舰船机电设备调查,内容有环境温度、湿度、冲击振动、绝缘电阻、无线电干扰、噪声、摇摆倾斜、盐雾取样等。同时了解通用机电设备和热工仪表使用情况,整理出9万余字报告,为舰船设备的设计和标准制订工作提供了基础资料。

6月 七〇四所在广泛调查国内舰船基础上,以仿苏电器元件为基础,进行QZH系列船用直流磁力起动器的全系列产品技术设计。1965年至1966年,在上海电器厂进行全系列34种规格施工设计,试制成功后,进行冲击振动等船用条件考核。该起动器广泛用于直流船舶舱室机械、甲板机械的起动,具有电动机长期过载、过电流、失压等保护装置。

7月 七〇四所开始研究开发油船烟气防爆系统,并在大庆15号油轮上进行原理系统实船试验,所设计的3个系统均获得船检审查和认可。

七〇六所研制675声呐升降回转装置。由四六一厂制造,1971年底试制完毕,1978年5月18日批准设计定型,1978年1月该装置转至六一二厂生产。

8月17日 在上海召开4JK-115自由活塞压气机定型鉴定会。1964年11月30日海定委批准设计定型。从投产至1985年,泰州海光机械厂、海军五〇一厂等,已生产2000余台,广泛用于各种舰艇,是我国研制时间最早、使用最广泛、生产台数最多的舰艇用压缩机。

1965年

2月 第七研究院下达BL201溴化锂吸收式制冷机研制任务。由上海第一冷冻机厂、七〇四所、一机部通用机械研究所、七一九所组成联合设计组。由上海第一冷冻机厂制造,1972年制成。1973年7月召开Ⅰ型鉴定会,认为性能比Ⅰ型有进一步提高。1983年装于406艇,运行至今,已使用5000余小时,并经历持续一个月的运转。海军反映使用方便,易于管理,未发生故障,为09-2艇航行中的主要空调设备。

3月 原七一五所提出50万大卡全封闭式离心机制冷机组研制任务,由一机部通用机械研究所、七一九所、重庆通用机器厂和哈尔滨电机厂联合设计。1969年试制成功。同年9月技术鉴定。1970年4月,在第二套机组上进行补充鉴定。1975年,海定委批准设计和生产定型。

七〇四所承担研制ZFS20型海水淡化装置任务,由秦皇岛船用机械厂制造。1968年首台样机试制成功,用于718救护舰和679、906等舰船上,实船使用性能良好。

七〇四所和七一八所联合设计 09 艇用 RS-1/500 型有害气体燃烧装置,1967 年在大连九〇工厂完成设计性样机的试制、试验。1969 年 11 月,由四七六厂完成首艇 3 台装置的试制和试验,各项技术指标均达到设计要求。1970 年 5 月,在邯郸通过技术鉴定。该装置共生产 12 台,经实艇多年使用,性能稳定,运转正常,满足部队使用要求。

3 月 30 日至 31 日 由四六一厂制造的 6610 仿苏式扫雷舰舵机、锚机、绞车、吊车、卷车等产品通过鉴定。

4 月 七〇八所提出 ZF-240 液压控制单速、双速船用齿轮箱设计任务,由七〇四所和杭州齿轮箱厂联合设计,1966 年 5 月制成,并进行 1500 小时耐久试验及 1500 小时换向试验,性能达到设计要求,1967 年 3 月在杭州通过部级鉴定,同年 8 月在黄河进行铁路舟桥试验,性能良好。已生产万台,用于 993 舟桥及其它船舶。

10 月 七一九所提出核潜艇用《8000 大卡/小时冷藏装置设计任务书》,由七一九所、七〇四所、一机部通用机械研究所、重庆冷冻机厂联合设计。1966 年进行技术审查,1969 年 11 月通过技术鉴定。

原七一五所提出研制 50 吨/天海水蒸发装置任务。由七〇四所设计,大连造船厂、秦皇岛船用机械厂制造,1969 年制成首台产品,经陆上台架试验、鉴定后装 09-1 艇使用。1974 年,六机部下达后续艇任务。同年 9 月在上海召开设计生产定型会议。共生产 7 台,使用情况基本良好。

在瞬间大功率短波发射机方案讨论会上决定由七一九所、一〇一九所、七二二所组成论证小组进行天线和升降装置的论证,提出了三个方案。1970 年首台样机试制完成、装艇,1975 年,海定委批准设计定型。1977 年 12 月,四六一厂完成该装置的全液压式伸缩天线试制任务,达到设计指标要求,与天线高度指示器匹配正常,同意装 09-2 首艇使用。

原七一五所和七一九所提出 09 艇电站电力系统各发电机组及其主机机组设计任务,包括两台汽轮发电机组、两台主变流机组、两台 30 千瓦中频机组、应急柴油发电机组,铅-1,铅酸蓄电池组。分别由上海电机厂、上海华通开关厂、先锋电机厂、上海直流电机厂、上海开关厂、上海柴油机厂和七〇四所等单位参加试制,由七一九所负责电站的技术抓总和电站控制屏的设计。1970 年试制完成并装艇使用。通过系泊、航行试验的考核,核潜艇电站电力系统的设计基本符合使用要求,能保证艇在反应堆正常运行时和事故停堆后所处的应急工况下不间断地供电,电网品质良好,各主要配电设备性能正常。1975 年,海定委批准设计生产定型。

11 月 原七一五所提出 DRY-15 型油分离机研制任务,由四七六厂设计和制造,1969 年 8 月通过技术鉴定。该产品 1981 年获分离机械行业评比优胜红旗,1984 年荣获省、部优质产品称号。

12 月 原七一五所向七〇四所提出《09 汽轮主循环泵委托任务书》,由七〇四所为主,原七一五所、七一九所、上海汽轮机厂、上海水泵厂参加的联合设计组设计,上海汽轮机厂、上海水泵厂制造。1968 年完成首台样机试制,1971 年完成定型泵全负荷试验,1975 年海定委批准设计生产定型。1981 年攻克了变压力机械密封关键。本装置已生产 7 套 14 台机组,装于全部 09 艇使用,经 982 深潜试验,变压力轴封性能良好,安全可靠,获得海军好评。

原七一五所向七〇四研究所提出 09-1 汽轮给水泵研制任务。由七〇四所、上海汽轮机厂、沈阳水泵厂联合设计,1968 年首台样机制成,1969 年全负荷试验完毕。该机组因负荷变化压力波动大,使推力轴承磨损严重。1975 年七院下达攻关项目,1981 年圆满解决,该机组生产

14 台,装于 09 艇,攻关后使用情况良好。

七一九所与七一八所签订 09 艇《DY-1/3 型电解水制氧装置研制技术协议书》,由七一八所设计,上海新建机器厂、四七六厂负责制造。1966 年成立联合设计组,决定采用乳头状主极板电解槽方案。1968 年 1 月完成首台装置试制,1972 年 1 月参加海上综合空调 47 小时密封试验,性能良好。1975 年 6 月海定委批准设计生产定型。该装置共生产 5 套,全部装于 09-1 艇,经多年使用性能稳定,反映良好。

在论证基础上,提出 09-1 艇舵装置采用独立式液压传动方案。由七一九所等设计,七〇七所、七〇四所参加,四六一厂制造。1970 年在天津七〇七所对舵系统的性能和工作可靠性进行了全面试验,同年 5 月首制整套舵机提交四三一厂,1974 年对舵装置的应急传动装置进行试验。1975 年 10 月,海定委批准该装置二级设计生产定型。

12 月 20 日 原七一五所提出《909-07006 透平发电机组委托任务书》(G01 型),由七〇四所为主,原七一五所、七一九所、上海汽轮机厂、上海交通大学、上海电机厂、南京汽轮发电机厂、三六室、华通开关厂制造。1966 年 4 月,对〇九工程三型汽轮机组进行方案设计审查。1968 年底总装完成,并进行性能试验。1975 年 4 月 10 日,海定委批准汽轮发电机组设计、生产定型,共生产 7 套、14 型机组,经 09 艇长期运行,性能良好,耐用可靠,后又被选用作为七一八工程远望号主发电机。

1966 年

1 月 2 日 七一九所提出 09-1 大马力弹性离合器研制任务,由七〇四所一室设计,四〇八厂制造,弹性元件(空气弹簧和轮胎)由化工部上海橡胶制品四厂生产。1971 年装有该装置的 401 艇进行水下试航,顺利交付海军使用,反映良好。

3 月 七一九所提出 09 用大容量电动液压三螺杆泵研制任务,由七〇四所承担,重庆水泵厂制造。1968 年试制成功,1970 年通过鉴定。实艇使用反映性能良好,从未出过故障,运行正常、可靠。

哈尔滨军事工程学院在大连造船厂协作下,研制成功小型不可收式减摇鳍装置,安装在海军 0111 型快艇上。

4 月 七院院长刘华清在院党委会上宣布:“我院的仿制任务已基本结束,开始全面转入自行研究设计阶段。”

召开 09 艇起锚绞盘方案审查会,决定采用行星减速传动的电动起锚装置,由七一九所设计,四六一厂制造。1968 年 1 月完成施工设计,1970 年 5 月制成交付船厂。1975 年 10 月 16 日,海定委批准设计生产定型。

7 月 七一九所提出 09 用两种大排量疏水阀研制任务,由七〇四所承担。该任务包括恒温——活塞式疏水阀和浮球——活塞式疏水阀。已生产 20 余只,实艇使用情况良好。

8 月 22 日至 23 日 七院在北京召开小潜艇,6633 改进型艇,中、小型火炮导弹艇,小四管鱼雷快艇等五型舰艇协调会议。

9 月 四六一厂完成 33 潜艇升降装置 6 种 7 台首批产品包括攻击雷达升降回转桅杆装置,通气筒升降装置,无线电天线升降装置,潜望镜液压升降机(对空、对海各一台),环形天线升降桅杆装置,侦察雷达升降桅杆装置。经六机部主持鉴定,确认符合设计和使用要求,1967 年开始转入批量生产。

七〇一所提出《051 舰减摇鳍装置任务书》，由七〇四所设计，四六一厂生产液压机组，四二六厂生产执行机构及鳍组，四五二厂生产电控设备。1970 年 6 月，该装置由四二六厂组装成套并安装在 051 首制舰上，进行静水航行试验、生摇试验，其性能参数与设计基本相符。1973 年 11 月，首舰在舟山海区进行减摇鳍装置海上扩大试验。获得明显减摇效果。

10 月 七一九所为 09 艇提出《30 千瓦中频变流机组设计任务书》。委托上海先锋电机厂（负责 GTD-30-300 型中频发电机），上海直流电机厂（负责 ZC-83 型直流电动机），上海开关厂（联合研制 ZPK-30 型中频控制屏）承担。1969 年完成第一套中频变流机组的试制任务，并进行陆上台架试验，经全负荷考核，其性能基本满足使用要求。1970 年 10 月在改进并成套调试结束后，安装于 09 艇上使用。1975 年，海定委批准 ZGK-30 型 400 周 30 千瓦变流机组二级设计生产定型。

七〇一所三室提出 051 舰用 $\varnothing 40/34$ 电动液压起锚绞盘研制任务，由七〇四所设计。1970 年 12 月，首台在四六一厂制成并装舰出海试验。根据出现的问题将备用油泵机组改为电动机拖动，改进后实船使用良好。1974 年 4 月在大连造船厂召开生产定型会议。1974 年 7 月海定委批准设计、生产定型。

七〇一所提出 051 舰 55 吨/天炉水蒸发装置研制任务，由七〇四所设计，四三三厂、四二四厂、四二六厂制造。1967 年完成设计和制造。经系泊、航行试验，对出现冷凝面不足等问题进行改进，1976 年 3 月在秦皇岛船用机械厂通过鉴定，1978 年海定委批准设计生产定型。

1967 年

3 月 七一九所提出低压吹除用鼓风机研制任务，由七〇四所、七一九所、杭州汽轮机厂等单位组成联合设计组，杭州汽轮机厂制造。1967 年 6 月开始施工设计，1968 年 12 月完成第一台样机试制，由七一九所组织陆上全模拟试验，1969 年 4 月整个机组试验结束并交付使用。

七一九所提出 09-1 轴系研制任务，七一九所负责主轴系、尾轴填料箱供图，七〇四所负责推力轴承设计、冷却器供图，由四六一厂制造。1969 年，完成首艇试制任务。1974 年，在 7409 会议上通过鉴定并同意生产定型。

12 月 29 日 六机部下发机密(67)六计字第 1104 号文《关于下达华南船用舾装件厂设计任务书的通知》，1968 年 5 月，六机部批准建立国营六二〇一厂，厂址在广西梧州市郊钱鉴白云山冲。1968 年 9 月 8 日破土动工兴建，第一任厂领导人为谭继祥、郑华、景占魁、冯汉卿、丁玉祥。1971 年 1 月正式投产，有职工 1110 人，固定资产 39.78 万元，主要产品为 33、25 大项配套件。

12 月 31 日 六机部在四川省永川县城北余家院子动工兴建国营川东液压件厂（现为国营重庆液压件厂），代号四六二厂，第一任厂长宫恩亮，书记马腾旺，总工程师朱来定。至 1989 年，有职工 1387 人，主要设备 381 台，年产值 1507 万元，主要为 33、09 等产品生产液压机、蓄压器及各种专用阀件。

1968 年

2 月 中央专委在北京饭店召开 7223 会议，审查七一八工程主测量船总体方案，采纳主

动式减摇鳍和被动式水舱联合使用方案。1970年6月,北京623会议上确定在主测量船上装减摇鳍和主动式减摇水舱。由七〇四所设计,江南造船厂、上海安亭地质仪器厂制造。1975年至1979年,七一八工程远望1、2号、向阳红10号船减摇鳍装置相继建造成功。1979年在舟山海域适航试验,减摇效果达70%~80%。

4月 七一九所向七院汇报09-2艇初步方案及关键项目时,提出全艇采用20兆帕液压系统有较多优越性。经院研究同意开展工作。由院组织,七〇四所任组长,七一九所、七〇一所派人参加试验研究小组,在七〇四所创造条件及外协,进行20兆帕液压系统配套陆上试验研究。在各设备、附件试制试验及压燃试验后,进行全系统配套试验。结果表明,系统各设备、附件匹配,系统功能达到要求,无压燃危险。1979年11月在上海浦江饭店通过鉴定,可以装艇使用。

6月 七一九所提出09-2汽轮螺杆式压缩机(QLG-45型)研制任务,由杭州汽轮机厂、七〇四所、七一九所联合设计。1973年5月完成全负荷模拟试验并通过鉴定,1974年设计、生产定型。1981年至1982年完成系泊航行试验,海军反映,该压缩机吹除功率大,不发生喘振现象,操作方便,安全可靠,深受欢迎。属国内首创。

7月 七一九所提出09艇导弹发射筒均压系统用自动调压阀和专用安全阀研制任务,由七〇四所、七一九所、上海减压器厂联合设计,上海减压器厂试制。实艇使用中,调压阀的动力膜片被剪断,经研究采取把内气路改成外气路,以增强密封面宽度,改进后,阀性能稳定良好,获艇员好评。

8月 六机部下文四七六厂,为江南造船厂生产33艇用起锚绞盘、首水平舵、尾水平舵、尾垂直舵装置的任务,由七〇一所提供设计图纸,1969年试制成功并通过台架试验。至1976年,共生产16条艇用设备,多年来实艇使用可靠,性能良好。

9月 七〇八研究所六四工作组为七一八工程主测量船提出1.75~2吨/时闪发式蒸发装置研制任务,由七〇四所设计,江南造船厂制造。1976年至1977年9月,先后进行陆上系泊、航行试验,并交付使用,经远望号多年使用和执行重大远航任务,装置性能良好,指战员比较满意。

六四工作组提出七一八工程主测量船用650千牛米主动舵电动液压舵机研制任务,由七〇四所设计,江南造船厂制造。1978年装有大舵机的远望1、2号相继进行了系泊、航行试验,1979年又进行扩大试航均达到设计指标。1980年5月,执行580任务远航南太平洋,以后又执行水下发射导弹、同步通讯卫星发射的观察测量任务,舵机工作正常可靠,性能指标达到了设计任务书要求。舰员反映舵机是全船最可靠的机电设备之一。

七一九所提出《泡沫灭火装置研制任务书》,由上海震旦消防机械厂与七一九所共同研制。1970年6月5日通过鉴定,供09艇使用。

七一九所提出《20兆帕气动液压蓄压器委托任务书》,由七〇四所设计,四〇工厂和上海新沪钢铁厂制造样机,产品由湖北省沙市棉花机械厂生产。1973年完成4台样机并参加了09-2艇20兆帕液压系统陆上配套试验,1979年11月进行出厂鉴定,后又进行3万次循环耐久试验。经实艇使用情况良好。

10月 为解决09-1首艇减小阻力问题,受七一九所委托,七〇四所开始研究设计液压高压大口径蝶阀(D740X-30),上海第二石油机械厂、沪东造船厂制造。1970年开始试制,几经努力克服各种困难终于成功。1976年3月,在四三七厂通过鉴定。从1973年至1982年共生

产8批64套,用于09-1及09-2艇。经多年实船使用和参加09艇300米深潜试验,蝶阀动作与密封正常,材料无腐蚀现象,操作灵活安全可靠。艇员反映,比过去用的闸阀和通海阀要好得多,获广泛好评。

11月 七〇八所为七一八工程提出《7000立方米/小时高压中央空调器委托任务书》,由七〇四所设计,上海通惠机器厂制造。1976年试制完毕、投产。1977年装船使用。用于远望1、2号和643、925等船的空调通风。装置结构紧凑,形式新颖,获海军及国防科委好评。

1969年

5月 七〇四所与上海压缩机厂联合设计的CV-2/200型电动压缩机,从1966年10月至1969年7月完成样机性能试验和1000小时耐久性试验。经鉴定各项指标均达到设计要求,填补国内舰艇电动压缩机空档,标志我国舰艇压缩机进入独立研制新阶段。

7月 七一九所提出20兆帕高压螺杆液压泵研制任务,由沈阳水泵厂设计和生产。1970年试制样机10台并作考核试验。1971年又开始设计攻关,1975年通过鉴定。

12月 七一九所向七一八所提出515-3型电解水制氧装置研制任务,由七一八所设计,四七六厂制造。1971年造出装艇机,1972年至1974年先后完成静态、动态、降低小室电压等试验。1975年3月,由七院主持在邯郸通过鉴定,同意装艇使用。

由七〇四所三室技术负责,在上海三六室动力站完成051首舰电站400千瓦汽轮发电机组与柴油发电机组单机并车陆上试验。

为解决09-1艇用CO₂膜式压缩机体积大、重量重的矛盾,七一八所提出研制09-2艇用活塞式CO₂压缩机的任务。由七〇四所设计,四〇工厂、上海第一压缩机厂制造。1970年试制样机两台,经各种性能及船用条件试验,解决了漏油、耐腐蚀等问题,于1981年通过鉴定。已装09-1艇,使用正常,工作可靠。

为解决31艇进行水下发射弹道导弹试验的交流电源问题,七一九所提出31艇30千瓦工频变流机组研制任务书,七一九所负责技术抓总并承担控制设备设计,上海革新电机厂、上海直流电机厂、上海开关厂、大连造船厂参加研制。1975年完成三套机组及控制设备,并进行出厂配套试验。1976年与航天部一院的负载进行匹配试验,1978年装艇。1982年保证了31艇水下发射运载火箭试验成功。设备运行一直良好。

1970年

3月 七一九所提出09-2液压起锚绞盘设计任务,由七〇四所设计,四六一厂制造。1978年1月完成产品试制、试验和鉴定,基本达到设计性能指标,满足实船使用要求。

3月26日 九江船用机械厂在江西省瑞昌县南阳公社夏坂大队兴建,代号四九一厂,第一任厂长王普林,书记周祥奎,副总工程师孙忠正。至1989年,有职工1047人,工程技术人员111人,设备438台,年产值1600万元,主要从事船用辅锅炉、高压氧舱、液化气贮罐等装置的生产制造。

5月 七一九所提出09-2潜艇液压舵机研制任务,由七〇四所五室设计,四六一厂制造。舵机由方向舵、尾升降舵、首升降舵组成,1979年产品完工,经陆上台架试验后装船。运行

至今性能良好。

七〇四所为七一八工程主测量船研制 120 千牛起艇机,以满足起吊玻璃钢快艇之需要。它采用牙嵌式离合器及带超越离合器的带式制动器,由江南造船厂制造。经远望号船多年运行,使用情况良好。

6 月 在北京 623 会议上,确定由七〇四所和沪东造船厂共同负责研制七一八工程主测量船电影经纬仪稳定平台。同年 10 月,中国科学院长春光学精密机械研究所(平台研制单位)提出任务书,平台随动系统专用数控机由七〇九所负责研制。1970 年 2 月 22 日,国防科委科技部委托测量通信总体研究所在沪东造船厂主持召开 792 会议,对七一八电影经纬仪稳定平台进行检测鉴定。1979 年 12 月,装备于远望 1、2 号的本装置参加了近海试航、演练和 580 任务,累计各运行 94 小时以上,设备精度满足要求,水平误差一般在 5 角分之内,设备连续运行无故障,在高海况下跟踪良好,获船员好评。

7 月 09-1 首艇升降装置由七一九所设计,四六一厂试制,(8 种 9 台)在排除各种干扰,边施工边修改图纸情况下,通过台架试验检测,达到了战术技术性能指标,同意装艇使用。

8 月 七〇八所六四工作组提出《七一八工程主测量船首部定向装置设计技术任务书》,由七〇四所设计,机械系统由江南造船厂制造,电控系统由苏州船用机械厂制造。该装置为国内首次自行研制的调距桨侧推装置。1979 年 4 月完成实船试验及交货验收,共生产两套,装于远望 1、2 号船上,经过 10 年运行,累计使用时间约 2000 小时,运行情况良好,为船离靠码头,进出港航行提供许多方便。

七一八所与四七六厂组成联合设计组,共同设计 035 艇消氢滤器,由四六七厂制造。1971 年首台样机试制成功,装 035 艇使用良好。后转产武汉仪表厂。

9 月 七一九所完成四节双作用伸缩式潜望镜液压机设计,1976 年四六一厂试制成功,1979 年通过试验鉴定。超过了国内液压机水平,具有行程升力大的特点(为现有产品的一倍)。装 09-2 艇使用,情况良好。

1971 年

3 月 七〇一研究所提出《12000 马力调距桨装置(KL76/3 型)技术任务委托书》,由七〇四所设计,天津新河船厂制造,为国内首次研制的大功率可调螺距螺旋桨装置。1984 年 10 月 13 日,由船舶总公司军工部、海装舰艇部共同主持在厦门通过技术鉴定。

5 月 035 潜艇装备的 353 甲天线升降装置、924 升降装置及通气管升降装置,由七〇一所研制、四六一厂制造,试制成功后交部队使用。

8 月 造船工业领导小组决定开展航空母舰研制工作(代号 707 工程),经论证研究后,由国防工业领导小组将航母弹射装置、阻拦装置、灯光助降装置、飞机升降装置四项研制任务经院下达给七〇四所。立即组织技术人员开展工作。阻拦装置经空军提出与海军协商同意,将广州空军科研小组的任务和人员交七院统一组成联合研制组,统一计划任务开展工作。1972 年完成方案设计,并上报申请组织方案审查。弹射装置成立了研制组,广泛收集资料,调查研究,在此基础上确定指标进行选型方案论证,提出 707 工程弹射器选型论证报告。后因航母任务下马,技术资料整理归案保存。

1972年

5月 六机部向四七六厂下达 YXS-1/27 型二氧化碳吸收装置转厂定点生产试制任务。本产品由七一八所设计,四七六厂制造。1978 年完成试制,1979 年 3 月通过技术鉴定,并装艇使用。

1973年

8月 秦皇岛船用机械厂在该市海港区动工兴建,1974 年 1 月投产,第一任厂长王广祺,支部书记马复兴,1984 年 1 月 10 日起划归中国船舶工业总公司建制,代号四七〇厂。至 1989 年,有职工 326 人,工程技术人员 73 名,固定资产 591 万元,主要从事海水淡化装置、油污水处理装置,除氧器、疏水器等装置生产,并具有完善的物理、化学、无损探伤、水中氯离子分析、水中油分析等检测手段。

9月 为满足 66-10A 等各种高压空气压缩机的需要,七〇四所二室提出高压、高速压缩机气阀研制任务,由四〇工厂试制,浙江衢州机械厂协作制成。1978 年通过鉴定,广泛用于 051、053、33、037 等舰艇压缩机上,反映良好。

10月25日 船舶标准化委员会公布成立 48 个专业组。属于特辅机专业范围的有电机电器、甲板机械、通用机械、造水装置、辅锅炉、管系附件、液压元件等专业组。

11月 一机部和六机部联合下达 CJ914-10,20,40,80,150 舰用新系列交流接触器统一设计任务,成立联合设计组。组长单位为上海电器科学研究所,付组长单位:七〇四所、沈阳低压开关厂。制造单位为江苏无锡船用电器厂(CJ914-10),江苏泰州电工器材厂(CJ914-20),天津第二开关厂(CJ914-40),沈阳低压开关厂(CJ914-80),上海人民电器厂(CJ914-150)。同年 12 月完成全系列模型制造。1974 年 3 月通过模型鉴定,10 月全部样品试制完成,11 月于南海 132 舰进行实弹射击和深弹爆炸试验。1975 年 12 月,由两部联合主持,通过全系列产品技术鉴定。该系列产品广泛用于军民舰船,性能稳定,工作可靠,反映良好。

12月3日 《舰船电气设备规范》编制组在上海交通大学成立并开始工作。历时 2 年完成我国第一部舰船建造规范,经上级批准于 1976 年 8 月 16 日开始。1985 年 4 月 25 日由国防科学技术工业委员会批准为国家军用标准 CB13-84。

1974年

3月 七〇四所提出纵向航行加油装置(1型)研制任务,由海军东沟油库、四〇工厂、上海化纤 11 厂、上海消防水带厂、上海橡胶厂联合配套制造。1975 年首台装置制成。1976 年进行海上试验取得成功。同年 10 月在东海舰队通过鉴定,并决定扩大使用到海军 3000 吨油轮及 X615 等军辅船上。

4月 七〇八所三室承担 560 千牛电动液压折臂式起重机设计任务,江南造船厂制造。1977 年底制成,装在七一八工程远洋打捞船 J302 上,后该机装在 J121、J506 船上。

在大连召开的设备定型会议上,提出解决 051 舰遗留的 PS200-7 型排疏水泵流量太小

问题,要求七〇四所重新设计 PS-200-8 型船用排水喷射泵(流量 200 立方米/小时),1978 年 3 月研制成功,继而提出研制新一代 CP 型船用排疏水喷射泵任务,取代 PS 产品。六机部于 1980 年 2 月正式下达任务,列为标准项目。1982 年 5 月,CP20-7 型泵在泰县船用泵厂试制成功,其效率达 31%,超过苏联同类产品(26.2%)。1984 年 3 月在江苏泰县通过鉴定,并广泛用于 051G、053 等舰,据反映,产品质量稳定可靠,使用方便。

5 月 根据六机部(74)船标委第二号文,由设计、生产、使用等 14 个单位代表,在七〇四所集中,于 1975 年完成《船用往复式液压舵机》标准集编工作。073-2 中登选用的 YD-160 型液压舵机,为标准中一档,由七〇四所设计,江苏省清江机器厂制造。1979 年 5 月通过鉴定。

5 月 13 日 船标委甲板机械专业组、锚机等标准集编组在上海成立。七〇四所任组长。专业标准于 1978 年发布。

6 月 根据国际防污公约和 IMO 海事组织的规定,七〇四所提出舰艇油污水分分离装置研制课题并设计。由秦皇岛船用机械厂、常州第二航海仪器厂、顺德船舶机械厂等制造。1979 年完成 YSCZ-CJ 型装置。该型采用金属网分油元件属国际首创,1980 年定型,第一个获船检证书和 IMO 通函认可。同年产品出口,创汇近 10 万美元。1985 年完成 YSCZ 型设计鉴定,并获国家专利,1986 年完成 YSCZ-DM 型设计。产品装于 072、037、051G、向阳红 10 号等多型舰船,工作稳定,性能可靠,深得船员欢迎。

7 月 七〇四所开展主机——调距桨联合控制装置预研课题,进行方案论证,1976 年进行实验室电子模拟试验。1978 年 3 月,七〇八所提出 646 船主机——调距桨联合控制装置研制任务,由七〇四所设计。1981 年 8 月,苏州船用机械厂完成生产试制鉴定,1983 年 1 月完成实船试验,年底通过技术鉴定。

8 月 七〇一所再次向七〇四所提出 051 舰减摇鳍装置改进设计。1978 年 4 月,该装置在七〇四所进行了全套陆上联调试验,8 月,通过陆上台架试验鉴定。1982 年 1 月,由海军装技部组织在舟山地区 132 舰进行高海情试验,减摇效果达到 70.7%。1985 年 8 月海定委批准设计、生产定型。

9 月 七〇八所提出《七一八工程打捞船用 630 千瓦发电机自励恒压装置委托任务书》。1975 年沪东造船厂提出《053H 用 400 千瓦发电机自励恒压装置委托任务书》。由七〇四所和华通开关厂联合设计,华通开关厂制造。其性能指标达到美国军用 MIL 标准。1976 年 7 月通过鉴定,已在许多舰船上应用。

11 月 镇江船舶辅机厂在镇江市润州区越河街兴建,从事甲板机械生产,第一任厂长兼党委书记施明哲,1982 年 5 月,划归船舶总公司领导,代号四六四厂。至 1989 年,有职工 670 人,主要设备 271 台,年产甲板机械 400 台套,试验设备 23 台。

12 月 由七一九所设计,四六一厂制造的 09-1 六种升降装置定型会议由六机部主持召开。会议认为,潜望镜升降装置、搜索雷达升降回转装置、侦察雷达升降装置、1.8 米天线升降装置、通气管升降装置空气筒已具备设计和生产定型条件,900 号天线升降装置已具备设计定型条件,同意申请定型。

ZSP-5 型海水制淡装置由江苏省国防工业局主持在南京鉴定。该装置由七〇四所设计,四七六厂、湖北大冶电机厂和六二〇一厂生产,用于 33、035 潜艇及 053 舰上,经多年使用,反映良好。

1975年

1月 七〇四所与七一九所共同调研和论证,提出5吨/天压汽式蒸馏装置科研课题。6月完成样机设计,1976年4月四〇工厂完成试制。12月通过样机技术鉴定并用于09艇。后转产至秦皇岛船用机械厂生产。1979年3月通过生产鉴定。经实艇使用多年,海军反映该装置操作简便,性能稳定,热回收效率高(达92%~96%),较好地解决了09艇生活用水问题。

2月 七〇八所提出1000公斤电缆绞车研制任务,由七〇四所五室设计,江南造船厂、江南造船厂、沪东造船厂、清江机器厂制造。该产品装于多艘海洋调查船、646扫海测量船上。1985年12月在我国首次南极考察中,装在向阳红10号船上的该绞车情况良好,性能可靠,测得海底磁场参数,为开发海洋提供了科学数据。

2月26日 海军司令部下达《关于718工程直升机系统战术技术任务书事》,由七〇四所四室设计,四〇工厂制造,1979年9月完成系统台架试验,达到要求指标。同年12月,将装置运往青岛机场,重新安装恢复性能试验。1980年2月,海军航空兵部在沪召开直升机系统工作会议,决定拉降装置安装工作暂停。1981年海军航空兵部来文暂停研制拉降装置,要求装置、技术资料封存。

3月 在陕西柴油机厂通过09-1大马力弹性离合器和应急轮胎离合器设计、生产定型鉴定。同年5月,海定委批准设计生产定型,已生产6台,装于196工地及核潜艇上,多年使用情况良好。但更换气胎较困难。

为解决3F型湿式双喷嘴挡板电液伺服阀经常出现故障,导致舰艇险些造成重大事故的问题,船标委和六机部科技局提出CDY双喷嘴挡板电液伺服阀研制任务,由四四一厂四分厂、七〇四所一室、交大六〇三教研室组成研制组。1975年10月研制成功。1976年8月在九江通过技术鉴定并投入批量生产。该阀已生产近千只,广泛用于各型舰船的减摇鳍装置、声呐装置、053舵机及其它电液伺服控制系统,用户反映尚好。

5月 根据六机部《关于发送大中登战术技术任务书及设计初步方案审查会议纪要》,七〇八所设计072、073登陆舰用600千牛及250千牛液压尾锚机。四七六厂制造。1977年三季度完成第一套产品,1978年交船试验,1981年1月通过国家部级鉴定。

七〇四所研制160千牛起艇机,由四六一厂制造,满足了072大型登陆舰吊、放小型登陆艇的需要。该设计采用结构简单、制造方便的偏心式制动器和牙嵌式离合器,性能良好。该产品也用于679训练舰上。

七〇四所三室为逐步解决实现舰船机舱自动化问题,提出船用40点巡回检测装置预研课题。1977年研制出科研样机,1978年进行实船试验,进行船用环境条件考核。1980年1月通过样机鉴定。

6月5日~14日 船标委甲板机械、辅锅炉、造水装置、通用机械和电机电器五个专业组,在宁波联合召开第一次归口工作会议,对归口工作进行小结,并讨论各专业标准化10年规划,重申现行标准32项,审查新标准草案26项。

8月 中央军委下达研制072登陆舰的任务,大型登陆舰折迭式双吊首跳板,由七〇八所一室设计,中华造船厂制造。1978年底交付海军使用。1979年5月通过扩大试验,登陆10余次,装卸坦克、大炮、车辆和人员,性能良好。1980年该装置随072舰同时通过鉴定,共制造3

台,经多年使用,反映良好。

1976年

1月15日 四机部、六机部、海军司令部联合通知有关单位设计研制331卫星通讯天线升降装置任务,由七一九所设计,四六一厂制造。1979年12月完成装置桅杆的试制任务。1980年1月通过试制鉴定,装09-2艇后通过了系泊试验和航行试验。1984年初在实际使用条件下参加了我国第一期卫星通讯工程的试验和试用,取得良好效果。

1月20日 六机部以(76)六机计字48号文批准了七〇四所综合试验室设计任务书。同年5月10日七院以(76)院后字83号文批准扩大设计。同年4月开工,1978年10月竣工,面积3135平方米,投资89万元。该试验室建成后,为较大型舰艇特辅机设备装置和系统的陆上试验创造了条件,先后进行了热交换器、绞车、发电机液压调速装置、大马力弹性离合器自动报警装置、直升机拉降装置模拟试验、海上横向补给油水、干货补给接收装置、内外牵索系统陆上试验等,显示出多功能综合利用的优越性。

2月 七〇四所二室提出BLK-J30船用半封闭螺杆式空调机组预研课题,经七院批准下达科研项目。无锡制冷设备厂、无锡县电机厂制造。1978年完成第一台样机制造,1979年1月,由七院主持在无锡通过样机鉴定。此后生产300余台,用于051和远望1、2号等多型舰船上,普遍反映机组尺寸紧凑、体积小、重量轻、操作方便。

4月 七〇四所四室开始研制ZKZ7型船用集中式空调装置,装置中船用双进风空调风机和外转子内装式空调用电机研制任务,由该所二室和三室分别承担,历时两年完成了装置和部件的全性能试验,并经船检认可,1982年12月通过技术鉴定。至今,已生产200余台套,用于各型军辅船上,经实船使用,空调效果好,安全可靠,深得船员欢迎。

7月 七〇四所提出CSDY1型船用射流管电液伺服阀预研课题,四〇工厂试制。1980年完成5台鉴定样机。解决了设计计算中两个复杂静不定结构问题等技术关键。1981年12月在上海通过技术鉴定,该阀研制成功填补了国内空白。已生产200多台,广泛用于各型舰船的电液伺服系统中。经多年使用,性能良好,用户比较满意。

10月 七四所在海军东海舰队后勤部油料处,海后油料部等单位协作下,研制的我国首台纵向航行加油装置通过全面试验鉴定。为我国舰艇远航海上后勤支援提供了技术保障,填补了我国海上补给的空白。

12月10日 在湛江以外海区,对160导弹驱逐舰进行了减摇鳍装置高海情鉴定试验,历时一个月,海况为6级,减摇效果为65%(剩余横摇为 $\pm 4.3^\circ$),基本上满足了设计任务书的要求。同年7月,由六机部、七院主持,在上海通过鉴定,至1978年已生产七套减摇鳍装置。

1977年

4月 六机部、海军联合下达卧式双缸液压机研制任务,由七〇四所负责液压机设计。1978年1月,江南造船厂完成样机试制并通过台架试验,1979年3月、9月两次会同七〇一所在潜二十二支队246艇上进行出海试验,取得良好效果,满足实艇使用需要。提高了33潜艇的隐蔽性和战术性能。1980年11月,在上海通过技术鉴定。

6月 四七六厂开始研制船用生活污水处理装置,确定用物理——化学法处理方案,并进行验证试验。12月与七〇八所共同签订装置设计任务书,正式研制 WSH-100 型船用生活污水处理装置,1979年10月完成正式样机试制。1981年1月通过技术鉴定,6月获得船检认可证书。并装于814电子侦察船上使用。

六机部在江苏省南京市江苏饭店召开甲板机械专业会议(776会议),罗坦副部长参加。会议对舰船用甲板机械进行选型、简型、分工、定点,并安排有关企业进行试制生产,防止了甲板机械试制生产的盲目性。会议同时安排了液压件的生产。

7月 为解决由多台柴油发电机组成的舰船电站实现全自动控制,七〇四所三室提出 CZK-1 型船舶电站自动控制装置研制课题,1979年完成样机试制,1980年1月由七院主持通过鉴定(性能指标达到西德西门子公司及瑞典 ASEA 公司同类产品 70 年代水平)。

8月 由七〇四所设计,沙洲船用锅炉厂制造的 WHSO. 7-7 全自动卧式锅炉机组通过技术鉴定,该机组用于 072、073、消磁船等。经实船使用,反映制造质量良好,性能可靠,获得海军好评。

七〇四所四室开始研制 CFZ-40 型船用焚烧炉装置,1978年七〇八所为 643 乙船提出委托任务书,由七〇四所设计 CFZ-30 型多功能焚烧炉,沙洲船用锅炉厂制造,1979年9月完成样机制造。1980年1月通过鉴定。已生产 20 台,用于 813 电子侦察船及其它军辅船上,使用情况良好。

8月18日~22日 船舶标准化委员会辅锅炉专业组在江苏沙洲召开第二次归口工作会议。讨论“五五”期间规划。

9月 根据海军提出的 051 舰海上补给接受战术技术使用要求,七〇一所主持设计,大连造船厂制造海上补给接受装置。1979年制成装舰进行液、干货补给。在陆上、港湾、海上补给试验中,基本达到设计要求。在执行 580 任务和 132 舰访问南亚三国时,利用该装置向 051 舰补给燃油、水、食品,起了重大作用。但尚存在一些问题,有待改进。

12月17日 七院下达加快喷水推进技术研究工作的通知。文中确定 1200 马力轴流推进泵的研究设计及总的技术责任由七〇八所负责,七〇四、七〇二、七一一所参加。四〇工厂、八〇工厂、一一〇工厂分别担任试制工作。喷水推进泵采用卧式双级轴流泵型式。1978年4月开始设计,经过模型和实泵各种试验,达到设计要求。1980年5月在上海通过鉴定(技术指标超过国内喷水推进泵的先进水平,并接近国际水平)。它安装在 982-I 型高速滑行艇上,1984年进行试航。

1978年

3月 七一九所为〇九工程提出了《30 万大卡/小时制冷机组任务书》,由重庆通用机器厂试制。

4月 七〇四所提出独立式惰性气体系统研制课题,与船检局上海办事处共同承担。1980年开发出接近国际先进水平的中压空气雾化式烟气再循环燃烧器。1981年完成独立式惰性气体发生装置科研样机设计制造和试验工作。1981年底通过技术鉴定和船检认可。

5月 七一九所潜艇外置式升降装置正式开题,列为七院院管重点课题项目。1979年完成课题论证,1980年10月完成样机设计,1982年10月在四六一厂完成样机试制并进行台架试

验和全面测试。1983年11月在七院主持下通过技术鉴定。

六机部在四川永川四六二厂召开船用液压元件专业会议(7851会议),罗坦副部长参加。会议对舰船用液压元件进行选型、分工、定点,并安排了1978年至1980年船用液压元件产品试制、攻关、鉴定计划。会上共安排舰船用液压元件278项,经过三年的努力,共完成试制鉴定100余种,使舰船用液压元件基本立足于六机部内自行解决,度过了全国对液压元件缺口短线的困难时期。

6月 七〇一所提出33艇改装用电液换向阀研制任务,七〇四所研制,四〇工厂制造。1979年12月样机试制完成。1980年完成系列样机试验工作。1981年9月在上海通过鉴定。该阀内泄小,工作安全可靠,具有应急手动。满足了海军提出的使用要求。1982年在33G艇上使用至今一切正常,效果良好,解决了舰艇急需的液压元件。

7月 海军下达《关于33艇存在问题及解决办法》文,要求解决66-10空压机阀片易碎和结焦两大问题。由七〇四所与沈阳气体压机厂签订了改进试制协议。1985年底完成样机性能及耐久试验、船用条件试验。1986年4月通过鉴定,噪声、比功率、气阀寿命等主要指标达到或接近国外同类产品先进水平。已投入小批量生产。

8月 七〇八所委托七〇四所研制4500马力可调螺旋桨装置(KL95-4型),由四六一厂制造,电控部分由苏州船用机械厂生产配套。1981年11月完工并在陆上台架右桨样机进行试验,测定了样机在假轴静止和转动状态下的各种性能,累计调距1500次。1982年2月10日,六机部主持通过鉴定,1983年1月交付部队,反映使用正常,操作方便、平稳、灵活,改善和提高了船舶的机动性能。1985年12月在上海通过产品技术鉴定。

根据总参谋部、国防工办的批文,六机部、海军同八机总局在北京联合召开33型潜艇改装鹰击1号导弹方案审查会,确定由七〇一所设计、四六一厂试制925G侦察雷达升降装置和358攻击雷达升降装置。1979年3月完成施工设计,1982年9月试制完成并装艇,试验获得成功,1986年6月通过设计鉴定。

七〇八所委托七〇四所研制917捞雷船用140千牛米液压折臂吊,由四六一厂制造。1983年完成两台,经陆上性能试验达到设计要求。1983年8月由六机部军工局主持通过技术鉴定,1984年元月装船,多年训练捞雷使用,情况一直良好。

9月 航天部三院三部提出33G潜艇用YJ-8导弹电源装置研制任务,交流机组由七〇四所设计,上海南洋电机厂制造。1979年7月,在天津召开797会议,审查通过设计方案。1982年4月完成整套电源装置试制,至1985年6月,33G潜艇在航行试验和导弹打靶试验中使用该装置4000小时以上。装置运行正常,调压指标符合技术要求。1986年1月在北京通过技术鉴定,属国内首创,调压精度超过美国军用标准。

1979年

1月 四六一厂完成09-2艇771和772潜望镜、液压升降机试制任务,由六机部二局主持通过出厂鉴定。

3月 为解决海上工作艇、救生艇、深潜器起吊挂钩中伤人事故问题,七〇八所提出艇快速挂脱装置研究课题。1980年12月在八〇工厂造出第一台样机。经各种性能试验考核获得成功。装于B234布缆船上,经使用考核,反映很好。1982年11月由七〇八所,南海舰队装备技术

部在湛江组织通过鉴定。已由八〇工厂、江苏泰县铸钢厂、杭州船舶修造厂批量生产。1983年在国际海事技术学术会议及展览会上发表论文。1984年该装置荣获国家三等发明奖。1985年参加全国首届发明展览会,被推荐参加第十四届日内瓦国际发明展览会。

10月 七〇一所与七〇四所签订《082艇扫雷机组柴油机集控装置委托任务书》,1981年10月完成方案设计,1982年10月完成首制样机并进行环境条件和强磁场试验。1983年在上海由七院主持技术鉴定。该装置研制中解决了强磁场和强烈冲击振动及由于控制对象转动惯量大需准确控制机组转速等技术难关。

11月 七院下达海上航行横向补给装置内、外牵索系统陆上研究试验的预研课题,由七〇四所四室设计,四〇工厂制造。1979年完成方案论证,1981年5月样机制成,1982年5月完成陆上性能联调试验测试。同年12月完成样机鉴定。

七〇四所提出舰艇生活污水处理装置预研课题,沙洲锅炉厂、泰兴船舶机械厂制造。同年完成首台WCC型再循环式生活污水处理装置并通过鉴定。1981年1月完成首台WCE型物化法装置的装船产品;1983年12月完成WCH型粉碎——消毒贮存柜处理装置装船产品。至1987年,该装置已有30余台安装在远望1、2号,J121、906等各型舰船上。经多年实船使用反映良好。

1980年

1月10至14日 六机部会同海军及有关工业部在大连召开了七一八工程油水补给船海上横向补给装置及051舰接受系统技术鉴定会议。海军杨国宇副司令员,六机部张有萱副部长参加。36个单位80余名代表到会。该两装置由七〇一所设计,大连造船厂制造,经陆地模拟试验,港湾对接试验以及4~5级海情下两船海上干货、液货对接试验等,证明该装置和接收系统符合设计任务书要求,达到了预期目的,为海军装备建设作出了贡献。在1980年执行580任务和1985年132舰和X615船访问南亚三国时,实施向051舰补给燃油、水、食品,发挥了重大作用。

1月18日 在夏桐局长主持的专门会议上,决定037-1艇采用电站自控装置。七〇一所于1980年3月提出委托任务书,由七〇四所三室承担,命名为CZK-2型船舶电站自动控制装置。1981年2月完成出厂试验,同年8月在安徽省六八九一厂通过技术鉴定。已生产6台装置,装于037-1艇。

3月 根据船舶总公司科技局召开的630千瓦船舶电站自动化协调会议的建议,七〇四所三室开始研制船舶电站微机自动控制系统,1982年引进Cromemco、CS-3微机系统做系统开发,以SCS单极做控制机单板。1983年软硬件全面开展工作,1985年配三台柴油发电机组联机调试,累计1000小时,证明系统功能齐全、动作可靠。1986年9月,在上海由七院科技部主持通过技术鉴定。会议认为该系统为国内首创,集船舶电站的各种控制、检测、监视、报警、故障处理等功能为一体,控制精度高。它将用于037-2艇电站及南京工程兵坑道电站。

4月 由六机部、海军主持,对七〇四所设计、四〇八厂生产的072轮胎离合器进行鉴定。经过四〇八厂单胎台架静力试验和927舰的5600海里航行试验,证明该离合器具有传递扭矩大、操纵性能好、径向尺寸小的优点,并有一定的减震和补偿轴系变形能力。

5月 我国向南太平洋发射运载火箭,远望1、2号船参加执行任务。减摇鳍投入了正常工

作,取得了低速测量的宝贵减摇效果。1982年10月,我国首次进行水下发射导弹试验,远望1号船使用减摇装置,横摇不超过 $\pm 2^\circ$ 。1984年11月至1985年4月,向阳红10号船赴南极考察,遇到特大风浪,使用减摇鳍船横摇减至 7° 左右,给考察队员创造了良好的工作、生活条件,保证了考察任务胜利完成。

6月 四六一厂试制成功桅杆材料为924不锈钢的924天线升降装置,并通过生产鉴定,此大口径高强度不锈钢管由中国科学院沈阳金属研究所、齐齐哈尔钢厂等单位研制。1984年12月,在四三八厂召开232艇924(包覆型)桅杆勘验会议,认为桅杆性能良好,同意继续装艇使用。

6月20日 六机部下达任务,由七〇四所研制64—115自由活塞压气机的集中控制系统。1983年12月集控装置完成了各项实机试验,并在四三〇六厂生产的两台机器上进行试验,并获得成功,扩大了该压缩机的使用范围。

10月8日 六机部标准化工作会议在重庆召开。邓永清副部长作了题为《船舶标准化工作必须适应新的形势,迈开大步前进》的工作报告。会议原则通过了《六机部标准化管理办法》等文件,并表彰了标准化工作先进集体和个人。

1981年

1月 六机部下文要求918舰安装非收放式减摇鳍装置,1982年2月,七〇八所提出任务书。七〇四所设计、四〇工厂制造。1984年9月,设备制造安装完毕。同年进行陆上台架成套联调试验。1981年1月,通过台架试验鉴定。1987年9月进行系泊、航行试验一次成功,顺利交船,该装置较以前的减摇鳍装置有较大提高,获军方好评。

2月 七〇八所研制的560千牛电动液压折臂式起重机先后在江南造船厂、宝山锚地和长江口外海面进行7103模拟艇的吊放试验,取得成功。10月在黄海海面进行实艇起吊回收试验,经受三级海况考验,起重机工作正常。以后,J302船配合7103艇各项海上试验,进行几百次起吊回收,均安全可靠地完成了任务。

3月 为解决906靶雷船纵向航行补给油水任务,七〇四所于1986年完成Ⅱ型纵向加油(水)装置研制任务,由江苏省淮阴市清江机器制造厂制造和配套。1986年9月交货,并投入使用。

4月 四三九厂与四七六厂签订《关于制造350千牛自动拖缆机的技术协议》,图纸选用四二四厂为718拖轮设计的350千牛自动拖缆机。该装置为923破冰船之关键设备。1983年6月研制成功。1983年5月30日至6月4日在东海花鸟山海域进行实船拖带试验,完成全部试验项目,拖缆机性能正常,工作完好,并具有一定超载能力。

9月 远望1号、远望2号在执行9182任务中均采用七〇四所设计、沪东造船厂制造的稳定平台模拟引导转换装置引导电影经纬仪稳定平台,使其圆满完成任务。从1982年5月20日的海上动态校正到10月,该装置经受了海上130余天环境试验,设备技术状态良好。

11月11日 六机部以(81)六机科联字2032号文中,下达了918布雷舰《液压转桥式布雷机设计任务书》和《布雷控制设备任务书》。1982年1月15日,在(82)六机科联字22号文中下达了《布雷舰运雷装置设计任务书》,1982年6月12日,船舶总公司以中船军联字[1982]33文下达918布雷系统技术指标,该任务由七〇八所技术抓总,6个单位,100余人参加研制。其

中,液压转桥式布雷机和液压运雷装置由七〇八所设计,四七六厂制造,配套液压、电气设备由昆山液压件厂施工设计及制造,1981年3月开始设计,1984年3月在四七六厂完成布雷机首制样机台架投雷试验,同年4月型式试验通过审查,5月布雷系统的液压泵站和控制设备通过验收鉴定,全面完成布雷机和运雷装置的单机研制工作。布雷控制仪由七〇八所研制原理性样机并作技术设计,四四二厂负责施工设计和制造。1981年11月开始研究设计,1982年12月审查通过原理样机,1984年8月完成布雷控制仪的研制和单位机试验。由七〇七所研制的布雷控制计算机于1987年4月通过技术鉴定。

1982年

2月 七〇八所提出814减摇鳍研制任务,由七〇四所设计,四〇工厂负责液压机械制造,电控设备由七〇四所一室研制。该装置为非收放式减摇鳍,舰前后各装一对。1984年2月完成样机和台架试验,7月经验收出厂,1986年8月完成船坞安装,1987年1月进行海上静水航行及波浪航行试验,性能指标达到任务书要求。

为解决运送低闪点危险油品易燃易爆问题,温州造船厂与七〇四所签订《关于200吨汽油船惰性气体系统和独立式惰性气体发生装置设计技术协议书》,由温州造船厂制造。1983年9月,完成试制及台架试验、装船前鉴定。1984年9月完成整个系统安装、调试及效用试验。经部队实船使用,反映很好,提高了军油船的安全可靠性。

七〇八所完成了CYS-2船用液压升降平台图纸设计,由四七六厂试制。1984年9月总装完成,并进行台架型式试验和陆上配套调整试验。1987年12月实船试验中,该平台经受了七级风浪海况的考验,进行上下甲板转运水雷,工作平稳安全可靠,通过验收合格,交付海军使用,获各方面好评。

3月2日 船标技委甲板机械委员会在上海成立。主任委员为七〇四所舒忠铨,副主任委员为长江船舶设计院刘健夫、南京船用辅机厂邓绪林。2~9日召开了第一次分委员会扩大会议,讨论通过了《分委会工作简则》和《秘书组工作简则》以及1982年工作要点,审查3项标准草案和甲板机械标准体系表。

5月 为了改善051舰海上航行干货补给接收装置的性能及解决使用中存在的问题,七〇四所开展新的接受装置论证、设计工作。1983年泰州航海电器厂完成了部套件和整机的制造及试验,1985年装于132舰,与X615船出访南亚三国时,装于两船的海上横向干货补给接受装置接受头发挥了重要作用。1986年6月在定海通过实船应用鉴定。

9月 上海国际海事会议期间,英国Muirhead公司展出为美国海军FFG-7级驱逐舰研制的以微处理机为基础的减摇鳍控制系统。在此启发下,七〇四所一室开始了微处理机减摇鳍控制器研究,1984年完成硬件设计、试验及原理样机的试制、联调,1985年完成正样机的试制、联调和控制器箱体设计、试制及软件研制。1986年全部完成。年底审查小组对该样机进行审查,认为研制成功,国内尚无先例。

10月 船舶总公司军工部与哈尔滨船舶工程学院签订研制053H型舰减摇鳍科研试制项目研制合同。由该院设计、四五二厂、四八七厂制造。1983年3月完成全部设计图纸,首制样机由哈尔滨船舶修造厂和佳木斯电子仪器厂生产。1984年9月通过台架性能鉴定。1984年11月在533舰加装减摇鳍。1985年2月进行五级海情减摇试验,减摇效果达90%。1987年11月海

定委批准设计定型。该装置已生产 8 套,装 053H 舰,经部队使用,反映系统比较可靠,维护保养较方便,在南海执行战备任务中,获得较好的减摇效果。

1983 年

2 月 七〇八所提出 679 舰减摇鳍装置(JQB-4 型)设计任务,由七〇四所一室设计,机械、液压装置由四八七厂制造,电控部分由七〇四所研制(该装置为国内排水量最大的不可收式减摇鳍装置)。1985 年 8 月完成全套电控装置任务,同年 11 月进行陆上台架试验,1986 年 1 月在上海通过鉴定。1987 年,679 舰赴我国南海执行任务,遇到大风浪,启动减摇鳍装置运行后,横摇大为减少,船员反映减摇效果很明显。

3 月 七〇四所一室减摇鳍科承担编制部标准《减摇鳍装置技术条件》任务,在总结 20 余年研究、设计、试验和试制经验的基础上,于 1985 年 10 月编制完成。

4 月 由七院科技部主持,对七〇四所研制的 6000 米交流电动地质绞车在江苏省射阳县轻工机械厂通过鉴定。在首次南极考察中,装于向阳红 10 号船的该绞车共使用 74 次,进行地质取样、捞取磷虾等海洋浮游生物,经受了 8 级风浪的考验。该绞车也装于极地号等海洋调查船,使用情况均良好。

5 月 七〇八所委托七〇四所四室研制 QFP8.5A 救生艇(8.5 米全封闭式 57 人普通型),1984 年在江阴玻璃钢厂试制,1985 年 4 月制成。试验经船检认可,同年 12 月通过产品鉴定并投入批量生产。后转厂至宁波福明造船厂制造。该艇用于远望号等船,性能安全可靠,船员反映较好。

7 月 船舶总公司引进瑞典卡美瓦(KAMEWA)公司可调螺距螺旋桨、侧向推进器、全回转推力器制造技术,并安排在四六一厂、苏州船用机械厂及大连船用柴油机厂(后补充)生产,已为 906 舰等舰船配套可调桨和侧推器 30 余台。

9 月 七〇八所和四七六厂联合设计 20 千牛×12.5 米液压折臂式起重机,由四七六厂制造。1984 年 9 月制成并通过陆上台架试验,鉴定后出厂。生产 2 台,为 918 布雷舰吊装水雷设备。1987 年 12 月经实船试验考核,性能良好,交付使用。

七二二所提出三根天线改装任务并与七〇一所签订复合天线升降装置设计合同,由四六一厂试制。1984 年 9 月完成施工设计,1985 年 3 月完成试制并装 227 艇进行试验。同年 12 月完成航行试验。1987 年 10 月通过设计鉴定。

中国船舶贸易公司、南京船用辅机厂和英国哈姆沃西公司签订了船舶和平台用生活污水处理装置的许可证合同(CBT-8316),同年 11 月正式生效。四七六厂对英国哈姆沃西首批五种规格的图纸资料,经翻译整理消化及赴英国技术培训后,初步掌握了 ST 系列生活污水处理装置的设计和制造技术。1984 年 8 月完成首台样机制造及陆上性能试验,达到了英国设计的性能指标。1986 年,装于 906 船使用,试航性能良好。现国内已有 16 种船型选用 ST 系列装置,普遍反映技术先进,质量可靠。

1984 年

6 月 经船舶总公司批准,六二〇一厂第二厂名为国营华南船舶机械厂。该厂有职工

1508人,工程技术人员近250名,固定资产3207万元,主要生产130和240船用齿轮箱、液压舵机、液压吊机、液压折臂吊、起锚机、绞盘和原油洗舱机等装置。并拥有与之配套的各种现代化试验设备。

7月 四七六厂研制CYSC型船用油水分离器,1985年制成并通过型式试验。同年6月海军在该厂召开舰船加装油水分离器现场观摩会推广此装置。至1987年已提供60余台装于海军舰艇。经海军Y756船试用,反映良好。1985年获船检型式认可证书。同年得到国际海事组织(IMO)认可通报。已批量生产300多台,出口80余台。其自动化辅助系统多吸干头吸水自动控制装置得到国家专利(专利号为:87211379)。

9月 设计定型工作组对035艇部分升降装置进行审查,通气管升降装置(整套)经实艇试用证明,装置工作正常,性能满足使用要求,符合海军下达的战术指标。925升降装置(整套)经实艇试用证明,装置工作正常,各项指标基本达到原设计要求,能满足实艇使用。该两装置已具备设计定型条件,投入小批量生产装备部队。

10月10日 四七六厂开始对918布雷舰用布雷机、布雷控制仪和运雷装置进行陆上联试,七〇八所、四七六厂、四四二厂和昆山液压件元件厂及有关军代表参加。经预试、正式试验、联试鉴定,历时66天,于12月14日胜利结束。通过联试使布雷机、布雷控制仪和运雷装置成功地形成系统,实现了定时自动控制布雷及其它功能。

1985年

1月 国防科工委在北京召开5203会议上,决定为052舰研制新一代舰用异步电动机系列。由此,七〇一所向七〇四所提出1-85-009委托任务书。船舶总公司以船总技[1985]376号文向七〇四所下达编制CB1173-87《舰用交流异步电动机技术条件》任务。七〇四所负责技术设计,65-71机座号由奉化微型电机厂试制,80-280机座号由温州电机厂试制。同年8月完成CB-1173-87《舰用交流异步电动机技术条件》征求意见稿,1986年5月通过标准审查,1987年船舶总公司批准作为该系列电机设计、制造、验收的依据。1985年下半年至1989年8月,相继完成Y-J全系列交流异步电动机的设计、研制、鉴定工作。

2月 船舶总公司引进了美国克莱顿公司舰船和海洋平台用强制循环辅锅炉制造技术,现已为051舰配套,并被052舰选用。

6月 七〇一所提出052舰减摇鳍装置研制任务,由七〇四所一室设计,四八七厂制造。1987年1月开始微机控制研究,系统硬件采用七〇九所研制的908JX抗恶劣环境微型计算机系列,模块性能良好,该装置全部操作、监视在集中控制室进行遥控系统操纵。该装置为现役舰船减摇鳍装置的更新换代产品,目前尚在研制中。

8月 根据机械工业部军工局、海军装备部技术部、中国船舶工业总公司物质部联合发出(85)军生字56号文精神,在上海电器科学研究所成立了舰用YH新系列交流异步电动机设计、试制工作组。由上海电器科学研究所、七〇四所、海军规范室、船舶总公司华办、上海电机公司、五一电机厂、大连电机厂组成工作组。当年9月开始工作,在广泛调查研究基础上,分析、消化MIL有关标准,进行电磁方案分析等工作,于1986年初完成《舰用三相异步电动机技术条件》(试制用)编制工作。5月6日至8日在江苏泰县召开有领导机关、使用、设计、研究、生产等20余个单位参加的审查会议。

12月 X615 船随 132 导弹驱逐舰出访南亚三国的途中,遇到数天 10~11 级大风,海情 7 级,132 舰燃油已剩不多,急需加油。X615 船利用七〇四所研制成功、经大连造船厂改装的纵向航行加油装置对 132 舰加油成功。使该装置经受严峻考验,得到海军好评。

12月9日~10日 由七〇四所和上海航海仪器厂共同研制的船用 25N 直流湿式电磁铁在上海通过鉴定。该产品采用新技术、新结构,在国内首次解决了船用电液控制阀的电磁铁配套问题。达到国际 80 年代初先进水平,曾在北京国际液压气动展览会上展出。

1986 年

2月1日 经船舶总公司批准,南京船用辅机厂改名为绿洲机器厂,工厂职工近 3500 名,工程技术人员近 500 名,固定资产 5400 万元,拥有分离机、工程甲板机械、液压起重机和环保设备等四项专业的制造、安装技术,现已被国家列为大中型骨干企业和外贸扩权企业。

7月30日 在小平岛对 035 潜艇通气管升降装置浮阀进行实艇试验,将新浮阀行程增大 12 毫米后,对改善艇上真空度有明显作用,性能指标符合设计要求,满足 035 艇使用要求。

9月1日 六〇三所在上海召开船舶辅机专业主要产品采用国际标准和国外先进标准七五规划讨论会,提出七五期间船舶辅机专业 55 种主要产品采用国际标准和国外先进标准共 400 项,其中机舱辅机 133 项,辅锅炉及防污染设备 132 项,液压及气动元件 135 项。

10月 船舶总公司军工部向七〇四所下达舰船制冷空调技术研究预研任务。该任务属于国防科技七五预研行业重点预研项目,由四二室承担。1987 年 3 月完成 W-48 型开启式旋涡制冷压缩机的几何参数,受力状况等运算微机计算程序编制及施工图纸的设计。由四〇工厂制造。1988 年 8 月制成样机。在此基础上,又进行 W-55 型全封闭旋涡制冷压缩机的设计,由上海嘉定机械厂制造,1989 年 12 月造出样机。1990 年进行试验装置加工、安装、调试及性能试验。同年 12 月,由船舶总公司军工部在上海主持科学技术成果鉴定会。会议认为“样机体现出了旋涡式制冷压缩机效率高,结构简单,体积小,重量轻,运行平稳,振动小,噪声低,可靠性高等优点”有较好的应用前景,应尽快转入批量生产。

12月9日 船舶总公司在北京召开加速采用国际标准工作会议。王荣生副总经理作了题为《大力采用国际标准,提高船舶产品质量》的工作报告。表彰了先进集体,向从事船舶标准化工作 20 年以上的职工颁发了荣誉证书。

1987 年

1月 918 舰布雷系统在四二六厂装舰,10 月安装完毕。10 月 20 日至 12 月 5 日在旅顺进行系统调试。旅顺基地快六支队,大连船舶工业公司、海军驻沈阳军代表办事处、七〇八所、四二六厂、旅顺基地司令部科技队、扫雷十一大队、驻厂军代表、海装兵器部、舰艇部、船舶总公司军工部等单位的代表参加了试验。其间共进行了 19 项系泊试验、7 项航行试验和 4 项扩大试验。12 月 2 日,在海上进行布雷机带负载连续工作和布雷精度试验,海况恶劣,西北风 7 级,阵风 8 级,舰体激烈摇摆,海浪冲击布雷机,模拟投下 168 枚水雷,误差均在允许范围之内,取得圆满成功。

4月 679 舰减摇鳍装置进行静水航行试验,先后进行了静倾、驾驶台紧急停止静倾、航速

调节低速归零和生摇试验等项目,经考核均达到设计要求。生摇周期为 10.3°秒,转鳍角为±20°时,船的横摇角为±13°。

6月 根据国防科学技术工业委员会(1987)计基字第 85 号文及国家机械委(87)机委科字 75 号文的要求,在上海电器科学研究所召开编制国军标《舰用三相异步电动机技术条件》讨论会,确定了编制原则、安排工作进度。1988 年 6 月完成送审稿,9 月审查通过。由江苏省泰县电机厂、上海五·一电机厂、上海革新电机厂、上海先锋电机厂、大连电机厂分别对 J—Y—H 系列舰用三相异步电动机进行试制。1989 年 10 月 19 日在江苏泰县对全系列电动机进行鉴定,部分小容量电动机已应用于舰艇上。

七〇四所完成了“Y—J 舰用交流电动机系列”中 90~200 七个机座,44 个规格的全套图纸,温州电机厂进行了 10 个规格、20 台样机的试制。船舶总公司七院、浙江省机械工业厅在温州市联合组织鉴定。1989 年 6 月,又完成了 80、225、250、280 四个机座号,由船舶总公司物质部和军工部,海军舰艇部和机械电子部军工司在温州联合召开鉴定会。

1988 年

4月 1979 年至今,六〇三所和七〇四所先后派出蔡振仲、林文进等 15 人次参加国际标准化组织和国际电工委员会标准化学术会议,对促进船舶辅机标准采用国际标准和加强国际交流起到较大作用。

1989 年

8月 奉化微型电机厂完成 Y—J 舰用交流电动机系列中 63、71 两个机座号研制,由船舶总公司物质部、海装舰艇部在奉化溪口联合召开鉴定会。三个会议均认为本系列电动机全部达到委托任务书的技术要求,主要指标接近和达到美国 MIL 标准。已生产 400 余台,近 6000 千瓦,已安装在 051G、053、037、053HT、052、F25T 等舰艇上,实艇使用反映良好、Y—J 舰用交流异步电动机系列荣获 1990 年度船舶总公司科技进步三等奖。

文献资料目录

一、体制建制类

- (一)关于南京船用辅机厂划归中央第三机械工业部直接领导的报告(1961. 6. 1)
- (二)组建国防部第七研究院及所属的所室(1961. 6. 14)[院务字第 009 号(61)]
- (三)公布七院各研究所下属所、室番号(1961. 7. 25)[院计字第 452 号(61)]

二、推进动力系统辅助设备类

- (一)〇九工程三台辅透平机组试验任务书(1967. 5. 6)
- (二)051 机组辅机汽轮滑油泵鉴定报告(1970. 4. 2)
- (三)051 工程辅机汽轮滑油泵鉴定报告(1970. 8. 28)
- (四)DRY-15 型油分离器首制样机鉴定书(1968. 9)
- (五)发送〇九工程大马力弹性离合器方案审查会议纪要(1966. 4. 20)[(66)四九字第 208 号]

- (六)1100 马力液压式调距桨实船使用情况汇报(1974. 8)
- (七)主机调距桨联合控制装置使用小结(1983. 9)
- (八)主机——调距桨联合控制装置技术鉴定证书(1983. 11. 29)
- (九)KL76/3 型调距桨试用情况报告(1984. 5)
- (十)KL76/3 型调距桨装置技术鉴定证书(1984. 10. 13)
- (十一)KL95/4 调距桨装置实船使用小结(1984. 6)
- (十二)KL95/4 调距桨装置技术鉴定证书(节录)(1985. 12. 8)

三、航行锚泊机械类

- (一)关于发送甲板机械专业会议纪要的通知(1977. 8. 15)
- (二)第六机械工业部外事局公函(1980. 11. 6)
- (三)09-1 首艇舵装置实艇使用报告(1974. 12)
- (四)09-1 舵装置主要设备定型报告(1974. 12. 18)
- (五)25T 液压尾锚机技术鉴定证书(1981. 1. 17)
- (六)60T 液压尾锚机技术鉴定证书(1981. 1. 8)
- (七)国防科委 7223 会议纪要(1968. 3. 8)
- (八)051 舰消摆装置鉴定试验报告(1976. 6. 30)
- (九)051 舰消摆装置鉴定会议纪要(1976. 7. 28)
- (十)对 051 舰减摇鳍装置使用的反映(1980. 6. 5)
- (十一)051 舰减摇鳍装置设计定型审查报告(1985. 6. 15)
- (十二)批准 051 舰减摇鳍装置设计定型(1985. 8. 3)[(1985)海定字第 358 号]
- (十三)053H 型减摇鳍(首制)台架性能鉴定会议纪要(1984. 9. 19)
- (十四)053HI 舰 NJ5 型减摇鳍海试技术鉴定会议纪要(1985. 5. 13)[船军联(1985)124 号]
- (十五)向阳红 10 号远洋调查船减摇鳍装置(JQ6)航行试验报告(1979. 11)
- (十六)向阳红 10 号减摇鳍装置使用情况(1985. 4. 26)
- (十七)JQ6 减摇鳍装置使用情况和意见(1985. 4. 27)
- (十八)国防科委 304 会议稳定平台方案讨论分纪要(1971. 3)

(十九)激光电影经纬仪稳定平台交换协议书(1980.10)

(二十)中国人民解放军八九九六一部队公函(1985.4.26)

(二十一)关于转发七一八、〇九工程科研成果奖励项目的通知(1980.4.4)[(80)院科字第146号]

四、供应保障设备类

(一)关于051舰主电站汽轮——柴油发电机组并联运行试验工作结束的报告(1970.1)[(70)四电字第033号]

(二)051汽轮发电机组鉴定书(1970.3.17)[汽电革生(70)字第036号、(70)四革生字第048号]

(三)105舰发电机并联运行试验情况(1976.12.12)

(四)33G潜艇用YJ-8导弹电源装置鉴定证书(1986.1.29)

(五)船舶电站中的微型计算机控制系统技术鉴定证书(1966.9)

(六)072辅锅炉机组陆上试验鉴定会议纪要(1977.8.21)

(七)50吨/天造水装置鉴定书(1970.4.1)

(八)ZPS-5型海水制淡装置鉴定报告(1974.12.23)

(九)BLK-130船用半封闭螺杆式空调装置样机鉴定会议纪要(1979.1.16)[(79)院科字第46号]

(十)ZKZ7型船用集中式空调器技术鉴定证书(1982.12.19)

(十一)仿苏BK-15空气压缩机鉴定报告(1964.12.11)

(十二)BK10-1型电动空气压缩机鉴定书(1965.12)

(十三)BK10-1型电动空气压缩机设计定型会议纪要(1966.12)

(十四)66-10空压机降噪试验研究鉴定书(1985.12.30)

(十五)66-10-2型电动空气压缩机技术鉴定证书(1986.4.28)[沈机鉴字(86)007号]

(十六)舰船用容积式旋涡制冷压缩机研究技术成果鉴定证书(1990.12.22)

五、作业机械和特种装置类

(一)QFP8·5A救生艇技术鉴定证书(1985.4.26)

(二)40KN交流电动救生艇绞车产品鉴定证书(1986.4.3)

(三)救生艇绞车标准验收会议纪要(1983.1.17)[(83)船标甲分字第002号]

(四)关于发送工作艇快速挂钩鉴定证书的通知(1982.12.3)

(五)发明证书(1984.6)(A01089)

(六)关于转发718工程海上补给系统技术鉴定会议纪要及3号油水船发电机组的批复(1980.3.10)

(七)906船纵向航行加油装置验收会议纪要(1986.6.26)[中船华东(86)内字129号]

(八)海上航行补给干货接受装置技术鉴定证书(1985.6.21)

(九)海上航行横向干货补给接受装置接受头实船使用鉴定证书(1986.6.26)

(十)关于七〇四所研制的新型干货补给接受装置使用情况报告(1986.5)

(十一)〇九-1工程升降装置定型报告(1974.12.15)

(十二)331卫星通讯天线升降装置技术鉴定证书(1980.2.11)

- (十三)09—I艇用双作用伸缩式潜望镜液压机技术鉴定证书(1980.2.11)
- (十四)潜艇外置式升降装置技术鉴定证书(1983.1.28)
- (十五)关于072大型登陆舰首舰扩大试验情况报告(1979.8.27)
- (十六)072型大型登陆舰技术鉴定书(1979)[(80)六机科联字729号]
- (十七)大型登陆舰技术鉴定会议纪要(1979)
- (十八)300吨汽油船惰性气体系统实船运行试验小结(1984.9.11)[(1984)车船字第198号]

六、通用设备和配件类

- (一)CP20-3,CP10-3水喷射泵技术鉴定证书(1981.12.21)
- (二)CP5-3,CP30-3,CP20-7型船用排疏水喷射泵技术鉴定证书(1984.3.20)
- (三)CLQ-27,CLQ-39型船用离心通风机技术鉴定证书(1983.1.5)
- (四)关于召开船用液压元件专业会议的通知(1978.3.11)
- (五)关于加速发展船用液压元件生产的通知(1978.6.28)
- (六)CSDY1型射流管电液伺服阀技术鉴定证书(1981.12.28)
- (七)CSDY1型射流管电液伺服阀样机技术鉴定会议纪要(1981.12.28)
- (八)关于CSDY1船用射流管电液伺服阀的使用报告(1985.4.30)
- (九)关于使用CSDY1-30射流管伺服阀的报告(1986.12.19)
- (十)卧式双缸液压机技术鉴定证书(1980.11.18)
- (十一)船用25N直流湿式电磁铁技术鉴定证书(1985.12.10)[上船司(86)生字第154号]
- (十二)052舰用Y-J系列舰用交流异步电动机技术鉴定证书(1989.7)
- (十三)30千瓦中频机组控制设备的研究设计技术鉴定证书(1978.6)

七、防污染设备类

- (一)向阳红10号南极首次考察金属网油滴聚合元件使用情况报告(1985.4.19)
- (二)CYSC型油污水分离装置使用情况(1987.8.14)
- (三)实用新型专利证书(1989.4.18)(23111号)
- (四)关于YSCZ型系列油污水处理装置实船使用情况(1985.5.2)
- (五)实用新型专利证书(1986.10.9)(第2094号)
- (六)WC-120型再循环式污水处理装置和CFZ-40型船用焚烧炉科研样机技术鉴定会议纪要(1980.1.24)[(80)四科字第028号]
- (七)WSH-100船用生活污水处理装置技术鉴定证书(1981.1.9)
- (八)船用产品证书(WSH-100船用生活污水处理装置)(1981.6)(编号:No 81-64-62-01)
- (九)关于船舶及平台用生活污水处理装置许可证合同的批复(1983.10.29)[(83)外经贸技字第281号]
- (十)WCB型生化法生活污水处理装置技术鉴定证书(1986.8.5)
- (十一)实用新型专利证书(1986.12.4)(第3449号)

回 忆 史 料

一、回忆苏联专家索包连柯二、三事

计 策 耿惠彬

1959年,我们在从事苏联转让图纸的翻译复制工作中,结识了苏联专家索包连柯。在与索包连柯相处的日子里,我们都有不少值得回忆的往事。这里记叙的只是有关工作方面的片断,提供大家对当时工作情景的一般了解。

索包连柯是苏联波罗的海造船厂的锅炉工程师,在第二次世界大战列宁格勒被围期间,在一切为了前线的关键时刻,受命研究锅炉燃烧装置,是苏联战后第一代巡洋舰(即赫鲁晓夫访问英国所乘坐的军舰)锅炉动力机组的设计人员之一。该型动力机组是苏联大型水面舰艇所用的机组的原型。

锅炉设计工作中的关键之一是燃烧装置,在研制燃烧装置过程中,需要作许多静态和动态试验,索包连柯参加了试验研究的全过程,颇有心得。

根据中苏《二四协定》,他被派到原船舶工业管理局第四产品设计室担任 KB—76 型锅炉的图纸翻译的指导工作。

KB—76 型锅炉是在上面所述的第一代巡洋舰用锅炉机组的基础上改进提高而成。苏联当时发来了施工图纸。

在华工作期间,索包连柯具有下面几个特点:

(一) 认真指导

对工作认真负责,每天准时上班,对当天要作的工作作出周密的安排。初期负责核对图纸,中方则翻译图纸,并派技术人员对译文进行校对。他对图纸的质量要求特别高,经常说,图纸上的一个错误,往往会付出昂贵的经济代价。因此,他对翻译复制后的图纸,曾先是校对尺寸数字和材料符号,其次让翻译把图上的技术条件再译成俄文,由他来判断译文是否确切,经过这样一个过程,他认为图纸质量已完全信得过,可以放心地用来投产了。由于当时生产条件不具备,但是他说,这套图纸是完全信得过的。

在清查图纸配套完整性时,他仔细地记录所缺的每张图号和技术条件及标准号,及时请苏联商务代表处向国内索取。有一部分图纸系借用件,已随其他产品发到中国。他在回国以后还寄来一份清单,说明所缺图纸何时随何产品发到中国,给我们查找资料提供了有利的条件。

他还对我方技术人员介绍该产品的选型过程、设计思想、苏联舰用锅炉发展沿革及同英、美、德舰用锅炉的比较,使我们对舰用锅炉技术特点有更多的了解。

(二) 帮助审核中国自行设计的锅炉

当时我国准备自行发展一艘舰艇,其中锅炉由第四产品设计室负责设计。我方技术人员根据收集到的英美资料及自己在民用锅炉方面的实践经验,提出了一个方案设计,请索包连柯专家审核。

当时中苏关系已经趋于紧张,其他专业的专家对类似的工作大都拒绝作答,他出于对中国

人民的友谊,却一口答应,对图纸作了审核,并且提出了宝贵的意见。

(三) 善于体谅别人,坚持中苏友谊

记得有这么几件事:在他刚到中国时,恰逢中国春节,当时第四产品设计室的上级单位船舶产品设计院举行迎春宴会,在上海衡山饭店宴请苏联专家。由于秘书工作的疏忽,请柬未能送到专家手中,待宴会即将开始时,还不见索包连柯及其夫人的影子。不得已,由室主任沈岳瑞前往探问情由。在了解到这一情况后,沈主任提出歉意,并表示要对秘书进行严肃批评。索包连柯专家却说人总有疏忽的时候,不必过于认真。

他到中国时患有较严重的肩周炎,右手只能抬到齐耳的高度。室领导让翻译陪他去上海华东医院诊治,经过中医推拿和热敷,大约一个月的疗程过去后,病情有明显的好转,手的肘关节已经可以伸到齐头顶的高度。他对医务人员表示深切的感谢,并且说,中医是世界上最先进的医术,回国以后一定要把自己的治疗经过向亲友们宣传,使他们对中医有更深入的了解。

在中苏关系日趋紧张的日子里,索包连柯从自身的经验中感到中国人民对他的无微不至的关怀,在生活上的照顾及健康上的关心,使他深受感动。他说我们都是社会主义国家,又都饱受二次大战之苦,我们都应该使自己的国家强大起来,同时又要加强互相的支援。当他被迫撤回苏联时,他含着眼泪把自己一台心爱的收音机送给第四产品设计室作为纪念。

他送的这台友谊牌收音机一直放在第四产品设计室。每当收播新闻或音乐时,人们会不由自主地想起这位老专家的友谊。

(作者计策原为七〇四研究所副所长、副总工程师、技术顾问、研究员级高级工程师;耿惠彬为第七〇四研究所情报室主任、研究员级高级工程师)

二、回忆舰船特辅机发展二、三事

朱 士 林

舰船特辅机专业研究所成立已近 30 年,我作为在院机关负责管理特辅机专业的工作者。目睹了它的发展变化,也参与它的一些工作的研究和决策。由于特辅机专业工作多而繁杂,回忆起来,千头万绪,难以下笔。现就我知晓或参加过的部分工作情况作简要的回顾。

(一) 摸清家底,配套成龙

1961 年,院明确七〇四所任务是:组织承担舰船特辅机电设备与标准化工作的研究、设计、试制、试验和鉴定等工作。近几年主要任务是《二四协定》产品 21、33 的仿制,摸清对苏联转让产品的通用设备图纸完整性。当时很多单位反映苏联转让产品图纸资料不全,缺技术条件、无样机,有些图纸也是张冠李戴,差错很多,仿制工作很难进行,纷纷要求七〇四所供图并派人下厂。由于各方面认识不统一,影响面很大,我们作为技术责任单位工作显得被动。清理整顿图纸成为当时的中心任务,院根据上级指示和实际工作需要,下决心要理清这堆乱麻。1962 年初,就明确七〇四所为中心配套机构,必要时以全部力量进行舰艇设备图纸配套工作,并决定在七〇四所建立配套师制度,组织大配套工作。于是大家开玩笑地说:我们七〇四所不是特辅机研究所,简直就成了配套所。院、所领导也不断强调,虽是配套工作,当配角,但这项工作确实

很重要,这叫摸清家底,配套成龙。清理配套工作既繁杂又辛苦,大家整天在外面出差,清查翻找资料,吃不好,睡不好。仅1962年上半年七〇四所就有80多次先后到9个地区45个工厂进行调查和技术交底,签订了122项指导配套仿制技术协议。当年7月28日,七院会同九局、海军监造部在上海又组织了配套定额摸底工作小组,主要是摸清八型(33、31、21、23、25、039、0111、6610)舰艇的配套。要求达到三全:1. 舰艇配套项目全;2. 成套机组项目全;3. 全所需要的数量全。五清:1. 规格型号清;2. 技术条件清;3. 图纸样材清;4. 设计归口及工业归口清;5. 试制生产情况清。七〇四所在所领导带领下,立即组织主要技术力量(约60多名技术人员)对通用设备图纸资料进行了大清查、大配套,查对了49265份图纸。后来七院向海军党委报告配套定额摸底情况时称:“成套设备和配套件共1985项,其中有图样有技术条件的1393项,需解决供图的456项,有待查明的136项”。

1963年3月16日,刘华清院长、戴润生政委向军委报告《二、四协定》仿制情况时称:“迄今为仿制五型(21、23、25、33、31)译制近16万页图纸文件,补充24000页缺图,清查26万页配套设备图纸资料”。摸清苏联转让制造产品通用设备图纸资料工作,直到1963年底才基本结束。形成了《转让制造成套设备产品图样资料总目录》、《通用图总目录》以及《船舶机电产品配套目录》共17大册,37分册。这是七〇四建所初期,为舰船特辅机专业科研、生产作出的一大贡献,为顺利地进行仿制和中国化工作,提供了可靠的技术基础和依据。

(二) 试验手段,国内首创

“组织承担军民舰船特辅机电设备与标准化工作的研究、设计、试验和鉴定等工作。……”这是七〇四所更重要的方向任务。仿制产品造出后如何试验?在哪试验?特别是中国化的产品和将来自己设计的产品,怎么证明性能达到了指标?又怎能说明它满足舰船环境条件的标准(苏联)要求?这些问题在院、所的组织管理、技术领导者脑子里思索得更多。院、所都共同感到特辅机研究所应在上海建立试验研究手段才能适应发展的需要,才能承担起上述任务。于是决定请所里研究提出建议,所里指定吴文彰副总工程师组织一班人进行研究并提出了建议,1963年1月四所上报基本建设设计任务书,院审核后上报国防科委。1963年4月19日批准上报国家计委,同年6月28日计委以(63)计防薄字2039号文批准。与此同时开展扩初设计,同年院以计字第1088号文批准建立29个试验室。后经所进行研究、调整合并并在扩初设计上报时为26个试验室。其中环境条件试验室6个,特辅机电专业和公用试验室20个。国防科委在审批扩初设计时院、所向国防科委作了详细汇报并回答了提出的问题。1963年12月30日,国防科委以(63)科一字第1483号文批准扩初设计。请看多快的速度,这样大的工程一年内连任务书、扩初设计经多道审批全部办完。1964年1月,七〇〇五工程在上海衡山路十号破土开工了。一个建筑面积23500平方米,总投资597万元的国防科研工作开始了。这在当时作为一线的海上,能搞这么大规模的新建工程是没有的,也引起上海各界的注目。全院和全所对工程都给予热情支持,各级领导到上海都要查问一下工程进展情况。工程技术负责人吴文彰副总工程师付出了不少心血,不断思考使之更加完善实用。然而在施工现场,不管是春夏秋冬,还是刮风下雨,也不分白天晚上,为保证施工进度和质量,总有一个身穿布衫、头戴草帽的人在巡查施工情况,现场解决问题,他就是七〇四所副所长聂健民。

工程进展较顺利。1965年国家调整压缩在一线的基建规模,根据上级指示,七〇〇工程压缩较大,实验竣工面积11989平方米,投资316万元。重点保了舰船环境条件试验室和十多个专业试验室。工程于1968年11月竣工。这些试验室都是按苏联60年代标准和技术性能建造

的,在当时为国内最先进的试验室,建成后轰动了整个造船界各科研、生产、使用部门,纷纷要求来参观学习或把产品送来做试验。这些试验室做了大量的科研试验研究和产品检测试验,出具了大量试验报告,自然地形成了舰船环境条件和特辅机电设备性能试验研究的权威单位。为造船工业、科研和特辅机的发展做出了贡献。

为了适应新的发展需要,满足国标、国军标、国际标准的试验要求,我于1984年又提出对原有低温、湿热和盐雾等试验室进行改造的设想,投资90.5万元,改造后的这些试验室经验收技术指标能满足上述三种标准的要求。20多年来,舰船环境条件试验室除承担千余项特辅机电设备试验外,还承担了声呐站、导航雷达、舰炮随动系统、鱼雷、导弹、计算机、指挥仪等电子设备和武器装备系统的试验,为促进整个造船工业科研的发展发挥了重要的作用。这些试验室在1987年又经我们多方努力说明理由,将试验站列入国家“七五”事业单位重点技术改造项目。1988年已由中国船检局通过认可,被认定为中国船检局认可的检测机构。为了适应军民舰船发展的需要,大型新型特辅机电设备随之不断出现,为此又提出需建设能综合使用的大型设备试验室。1976年1月20日,经六机部(76)六机计字48号文批准综合试验室设计任务书,同年5月10日院以(76)院后字83号文批准扩大初步设计。1976年4月开工,1978年10月竣工面积3135平方米,投资89万元。该试验室建成后,为较大型设备装置和系统的陆上试验创造了条件,已先后进行了热交换器、绞车、发电机液压调速装置、大马力弹性离合器自动报警装置、直升机拉降装置模拟试验;海上横向补给油水、干货补给接受装置、内外牵索系统等陆上试验,使用效果较好,显示出多功能综合利用的优越性。

(三) 发展专业,不断开拓

舰船特辅机研究所在1961年成立时,已明确了方向任务和专业设置,随着我国舰船发展的需要和本专业技术发展情况,而不断研究、开拓发展。1962年院上海分交会议后,七〇四所统计有73个专业,后经调整归并为33个专业。这些数字只是随着专业变化的自然统计数,并不一定是特辅机专业的属类。但它说明需要抓住关键,突出重点,不断发现和开拓新设备、新专业,提高技术水平,才能显出优势。这是我多年来管理特辅机科研工作的基本思路。

1. 在仿制的同时,1963年就积极支持将0105艇小型减摇鳍装置列入计划,开展设计和试验工作。这也是我们抓自行设计工作的开始,1965年装艇,1966年完成实艇试验,试验表明我国第一台自行设计的减摇鳍装置基本取得成功。为此写了专题简报上报,引起一定程度的重视。

2. 1964年,七〇八所为6610扫雷舰配套,向七〇四所提出了《1100匹马力液压式可变螺距桨装置委托任务书》。因原苏联可调桨虽有图纸但是机械式生产工艺太复杂,且性能也不理想。由于七〇八所大胆提出,七〇四所大胆承担,经院研究和了解后也大胆列入计划并决定在四〇工厂试制样机。我认为这是三个大胆的结晶。经4年设计、试制生产,7年装艇使用,性能比苏联原装的要好,舰艇战士爱不释手。就是这样好的设备,要忍重难,历艰辛,做宣传,才为各家所认识。终于在1974年9月由我主持在苏州召开了二级设计定型会。同年12月海定委批准定型后批量生产40~50套装备部队。

3. 1963年院、部领导向我布置两项任务:(1)叫我在七〇四所组织小范围少数人对09艇用60吨稳定陀螺进行可能性和方案探讨。经收集资料加设想分析研究、计算,技术上可以做到,方案也形成。后因09总体取消了采用稳定陀螺方案,将此工作资料整理存档。(2)组织以七〇四所为主,七一九所派人参加研究09艇半导体制冷装置。经调研、试验,分析研究后大家

认为半导体制冷耗电量太大,国内半导体纯度不高,价格昂贵,不宜采用。并于1965年2月院下达溴化锂吸收式制冷装置研制任务,由七〇四所、通用所、七一九所、上海一冷厂联合设计,一冷厂制造。1972年试制成功,为09艇提供了理想的制冷装置。

4. 1963年,七〇四所研制出托盘式输弹机,经试验室试验取得成功,代替了苏联老式输弹机,受到海军欢迎。以后又将此技术转到民用开发效果显著。

5. 1968年,院根据七一九所汇报09-2初步方案和关键项目时,全艇采用20兆帕液压系统有较多优越性,经研究同意开展工作。由院组织以七〇四所为组长,七一九、七〇一所派人参加组成试验研究小组,在七〇四所创造一定的条件和外协,进行20兆帕液压系统配套陆上试验研究。在各设备、附件试制试验和压燃试验后,进行全系统配套试验。经试验表明,系统各设备、附件匹配,系统功能达到要求,无压燃危险等。1979年11月在上海浦江饭店由我主持鉴定,可以装艇使用。

6. 1968年,总参二部提出要研制一种水下载人坦克的设想,经我们几次交换意见,认为这种设想要在水下实现,就可能是一种敞开式微型潜艇,困难太大。后又提出人(轻潜水员)在10米水深前面有机器把人拖着前进也行,人要受得了,机器不能太重。于是决定将此任务下达给七〇四所设计,试制样机。七一二所研制电池。设计代号为:417单人水下运行器。

7. 反渗透海水淡化装置任务两上两下,现在预研规划又提出此任务。

1966年,第一次作为预研任务提出,重点是科学院化学所研究脱盐膜,经两年研究和试验室小样试验脱盐率不理想,又因该所人员变动而停顿下来。1970年,七一九所正式提出任务委托要求,由七〇四所负责本体研究设计,海洋局二所负责脱盐膜研究。1974年,四〇工厂加工出几付样机隔板,在杭州用二所膜装配试验,结果脱盐率只达到94%~97%,膜的机械性能也不好,二所表示再要提高有困难,没有把握,又搁置下来。该装置主要技术关键在脱盐膜,其次是高压水泵。膜的研制单位仍在落实中。

8. 1968年院同意七〇四所研制对转桨装置(09曾设想采用对转桨),为结合落实与长沙航运局合作,他们提供一条内河船改装,我们提供设备并支付部分改装费(大约是150~200匹马力主机),经改装试验,推进效率有提高,因加工有一定难度,装置尺寸增大,进一步推广尚有困难。在长沙由我主持鉴定后,技术资料整理存档。

9. 1971年,造船工业领导小组要开展707航空母舰研制任务。经讨论研究后,由国防工业领导小组将航母弹射装置、阻拦装置、灯光助降装置和飞机升降装置4项研制任务,经院下达给七〇四所,立即组织人员分四摊开展工作。其中阻拦装置由我联络经空军提出与海军协商同意,将广州空军科研小组的任务和人员交七院统一组成联合研制组,统一计划任务,开展工作。1972年阻拦装置已完成方案设计,并上报要求组织方案审查。后因707航母下马,而随之下马,技术资料整理归档保存。当时经请示院领导,由我起草给海军领导报告,因弹射装置、阻拦装置技术复杂,研制周期长,建议改为预研,放慢速度,研究不断线,作为技术储备,以便后用。因海军没有正式批复,只得资料整理存档。

10. 为打捞导弹数据舱的直升飞机能安全着舰,1975年2月海司下达研制七一八工程直升机拉降装置任务。经研究决定由七〇四所研制,任务艰巨而光荣,立即组织人员加班加点,一切开绿灯,各级领导都十分关心。当时张爱萍副秘书长也有指示,不能因拉降装置而影响整个七一八工程执行任务的计划。每次研究问题或审查工作等都是海航(刘处长)、六机部科技局(刘恩弟科长)、七院科技部(朱士林)三家联合到会,采用现场研究解决问题的方法,统一协调

计划,密切配合,因而工程进展较快。该装置一面加紧研制,一面直升机部队加强模拟着舰训练,另一方面在青岛流亭机场加紧施工建制陆上拉降试验台。陈云中副院长、钟桂臣部长到施工现场指导检查工作。1979年9月完成研制,并在刚建成的综合试验室装配试验。同年12月运到青岛流亭机场安装,准备做拉降超黄峰直升机陆上试验。由于直升机自由着舰训练非常成功。飞行员提出不用拉降也能保证安全着舰,并立下军令状。1980年2月,海航在沪召开直升机系统工作会议决定,执行718任务时间紧迫,拉降装置船上安装工作暂停。1981年,海航正式行文通知《暂停研制拉降装置任务》,并要求将技术资料整理存档。青岛流亭机场的试验设备海航也作了处理。

11. 海上航行横向干货补给接受任务的由来:1978年冬大连棒槌岛会议上,有人提出现在油水补给船只能补给油水,不能进行干货补给,又无单位搞,需要向国外购买。我立即表示,七院可以研究解决这个问题。当场有人指着我说,你们能搞出来?你要负责任。我说七院能搞出来,我负责任。会后回到北京向部、院领导汇报,我的意见得到了支持,并叫我负责组织这项工作。我查阅资料并与四所有关同志共同研究,他们热情很高,叫我牵头。1979年由我召集研究讨论如何搞法,会上我提出总的预研设想和具体方案及实施方法和步骤,经讨论完全同意我的意见。立即填报任务书,11月院正式下达《海上航行横向补给装置内、外牵索系统陆上研究试验》预研任务。当年拨款40万元为样机试制费。1982年5月完成陆上性能调试试验测试。我们在现场不断研究处理有关技术问题。同年12月我主持陆上样机试验鉴定,为海上横向补给奠定了技术基础。1982年5月,在取得技术基本成功的基础上,为解决干货补给接受和提高油水补给装置性能,开展了有针对性的工程研制,我也直接参加了这项工作,经多次试验研究、改进,直至认为较理想为止。1985年5月,在上海七〇四所综合试验室由我主持通过陆上技术鉴定,可以装舰试用。1986年6月在舟山由东海舰队主持通过实船使用鉴定。该装置在访问南亚三国中发挥了重要作用。我作为一名直接参加者,从1978年冬承担“七院能搞出来”的责任,历经7年半时间与大家共同努力,终于搞了出来,感到无比的欣慰。这一整套技术和预研成果将在903综合补给船上全部体现出来。

12. 1976年初,七〇四所周林森向我提出要搞船用半封闭螺杆制冷机组,并介绍了一些情况,经学习发现这是个先进的舰船设备。我表示支持应该搞,赶快填报课题任务书,同年2月就批准下达,并不断到无锡制冷设备厂现场研究帮助解决问题。1976年1月,由我主持在无锡召开了较大型的样机鉴定会,评价很高。它已用于051、远望号等舰船上,反映良好。052舰在设备选型时我主张国内研制30万大卡半封闭螺杆式空调制冷机组。因为我确知,13万大卡半封闭螺杆式空调制冷机组研制的全过程,有把握推荐采用国内研究方案。为此还呈报了我作为该项目管理负责人的报告,以示负责。同时邵立文也作了口头担保。

13. 1987年初,七〇四所何宜寿、吴济生两人合作要开发旋蜗式制冷机组,何宜寿专程到北京向我介绍了情况和资料,我一听感到是制冷技术发展的一种方向,当即同意列项开展工作,补办任务书申报和审批手续。他们几年来艰苦工作不讲条件,不计报酬,克服各种困难,于1990年12月通过样机鉴定,发展前景可望。

14. 多年来我也有积极支持、参与并投入一定的经费和人力,但其结果不够理想的项目。如摆盘式空压机、氟利昂蒸汽透平制冷机等。科研是允许不成功的,本不为怪。但我作为管理者可以从思考,寻找到有用的启迪。

(本文作者为第七研究院综合技术处处长)

三、忆第一个舰艇特机厂的诞生及其发展

柯 成 福

根据原第一机械工业部 1956 年 6 月 4 日的四三一厂设计任务协议书,苏联在 1957 年 5 月编制的扩大初步设计,经原船舶工业管理局勘察选址于 1958 年确定在湖北省武昌青山区武东建设特种机械厂(代号:四六一厂,现名武汉船用机械厂)。原设计生产纲领为小型潜艇、护航舰、基地扫雷艇,反潜护卫艇等舰艇配套的鱼雷发射装置、升降装置、液压传动装置、舵机、推进器、减摇装置、轴系、管系阀件等产品,年产量为 5950 吨。1962 年贯彻“调整、巩固、充实、提高”的八字方针,经一机部 1962 年 5 月 2 日审批,并以(1962)机密计字 067 号文上报国家计委备案,对特机厂设计纲领,年产量调整为 4920 吨。

舰艇特机厂于 1958 年 8 月动土开建;1962 年建成正式投产。在 1961 年调试设备试生产中,首制产品为 64 式单管深水炸弹发射炮。由于当时生产条件尚不具备,生产线还没有开通。每加工一个零件都很费劲,要做大量动力、工具、毛坯、原材料等方面的准备工作。有些事没有考虑到,临时冒出问题,有点手忙脚乱。工人对此边生产、边准备的情况形容为“现炒现卖”。在一般零件加工接近尾声时,唯独剩下一结构形状复杂,加工精度要求高的“炮尾”零件,成了试制生产中的“拦路虎”。工厂工程技术人员和工人老师傅望着零件的施工图发愁,眼看发射炮就要开始总装,它却拖了后腿。大家心情既兴奋又焦急,你一言,我一语,出谋献策,提出了许多合理化建议,终于找到了比较可行的加工方案。但事情并不是一帆风顺,“炮尾”虽然加工出来了,可是按施工图纸要求检查,尚有一些缺陷,只好靠钳工师傅的高超手艺予以弥补。到发射炮开始进入总装阶段,又面临一个问题,如何进行靶场试验?工厂选定远离厂区北面的空地上,打下简易的安装发射炮的基础。在测定发射炮发射后的落地处,铺上一层厚厚的稻草,以防假弹落地后受损。经过一番准备,首炮终于 1962 年初试发成功。职工亲眼看到劳动成果和建厂后首次生产出的产品,无不欢欣鼓舞,庆贺初战告捷。在打响第一炮后,接连累计生产了 212 门,先后安装在 037 反潜护卫艇和 053 导弹护卫舰使用。1962 年工厂全面投产后,组织了 7421 鱼雷发射管的试制。1963 年首批完成 6 管后,进入批量生产,累计生产 400 余管,满足了 25 铝质鱼雷快艇和 26 铜质鱼雷快艇建造的需要。在 33 中型鱼雷潜艇苏联转让制造(材料、设备全套进口)4 艘后,1964 年至 1965 年间从第五号艇开始,原材料、配套设备要全部立足国内制造。这样,四六一厂承担的 7431 鱼雷发射管,6 种升降装置(含 353 雷达天线升降装置、柴油机水下工作废气筒升降装置、鞭状天线升降装置、潜望镜升降装置、环状天线升降装置、侦察雷达天线升降装置),轴系(含艏轴、推力轴、推力轴承、填料箱、制动器),艏绞盘、艏艉水平舵、垂直舵以及管系阀件等项目,就全面铺开试制生产。它给所有新建生产车间的投产既带来了压力,也带来了动力。配合上述试制生产任务,各方面的生产技术准备工作很快展开。工程技术人员在消化产品设计图纸之后,结合工厂加工设备的实际情况,着手编制各种施工工艺,设计工艺装备。在时间紧,任务重的情况下,技术科办公室夜晚灯光通明,夜以继日地加班加点。物资供应人员四出奔跑,寻找原材料、辅料的货源和铸锻毛坯的协作。如升降装置用料是 1Cr 18Ni 9Ti,

长度8~10米无缝不锈钢管,国内不产,要申办进口。鱼雷发射管的双金属导轨需要有关钢厂专门轧制。鱼雷发射管的铸、锻毛坯协作件,品种多,要求高,更是令人头痛。发射管前端有个叫前围栏不锈钢锻件,需要2500吨水压机锻造成型后,中间再冲孔,粗加工后在前端面还要堆一层铜合金。发射管前、后盖都是特种铸钢件,开启前盖有个液压缸铸铜件,外形很象望远镜,可是铸造起来,成品率很低。四七一厂铸造工人老师傅为了攻克铸造质量关,费了不少心血。设备管理人员不仅忙着各种加工设备调试动车,还要考虑安排非标准专用设备的制造。为保证发射管试制生产,设计制造了2台专用加工设备:其一,铣削加工发射管内鱼雷导轨槽的长槽铣机床;其二,精搪发射管内双金属导轨面的搪管机。发射管的主要部件(如发射阀等)根据设计图纸要求要在厂内调试合格后才能进行总装。工程技术人员模拟水下的工况,设计一种试验台,叫做“假海”,以适应这种特殊要求的试验。各种升降装置的出厂试验需要建座室内高架试验台,究竟建在那儿合适?工厂有关人员考虑来,考虑去,就选择了工厂最高厂房的4号车间西端,但通过计算高度还嫌不够,就挖地三尺,解决了这个难题。为了解决艏轴铜套的缸套问题,以及推力轴承的试验。又相应设计制造了非标准工艺装备和试验台。通常,一座新建工厂在全面投产之前要做许许多多的生产技术准备工作,由于舰艇配套设备技术要求高,所有产品都要在厂内作试验并经驻厂军代表检验认可后才能出厂。所以,它的生产、技术准备工作就更加复杂而艰巨。在精心组织和充分准备的情况下,33中型鱼雷潜艇的7431鱼雷发射管、各种升降装置、液压机,轴系和管系阀件等产品的试制生产在四六一厂全面开工了。经历了近两年的技术攻关、试制生产和产品试验等一系列工作,终于在1966年完成了第一套国产的特种机械设备,成功地安装在江南造船厂建造的第五号33潜艇上。通过第一套特种机械的试制生产,不仅为四六一厂打通了各条生产线,建立和完善了测试试验手段,同时在试制生产实践中,培养锻炼了一批工程技术人员和生产管理干部,为后续常规鱼雷潜艇特种机械批量生产和09核潜艇的特种机械研制,打下了坚实基础。

1968年下半年,海军提出在南方建造33潜艇的要求。经原六机部研究决定利用黄埔造船厂的场地,由江南造船厂、武昌造船厂分别组织人员到广州负责建造。此任务代号为八二八工程。由于各级领导的重视,准备工作抓得很紧,工程很快开工了。1970年春天,第二号艇、第三号艇艇体均进入分段建造的关键时刻。由于鱼雷发射管供货跟不上,艏、艉两个分段处于停工待件状态,严重影响了两艘艇大合拢进度。工程指挥部副总指挥李衡生,以高度的责任心和使命感,向六机部告急,并亲自赶赴武汉四六一现场。六机部立即作出决定,由王全带队,组织部机关人员下厂蹲点(作者是下厂工作组的成员之一),协助工厂把生产搞上去。工作组到厂后,住在工人宿舍,吃在职工食堂,每周抽出一定时间参加车间劳动,向职工宣传军工生产任务的重要性和紧迫性,与工厂领导共同研究如何把八二八工程急需的鱼雷发射管赶制出来和所应采取的紧急措施。四六一厂三号车间(即鱼雷发射管总装车间)立即行动起来,昼夜连续奋战,机床飞转,响声不断,焊花闪闪,光耀夺目。李副总指挥身穿工作服,一边参加劳动,一边给工人师傅递送茶水,关怀备至,他的行动深深地感动了工人师傅的心,大大激励了工人劳动热情。工人和干部为了八二八工程,每天连续工作十几个小时,眼睛熬红了,嗓子嘶哑了,从不叫苦、叫累。一位女焊工钻进直径不到600毫米的发射管内焊接双金属导轨,由于工作空间小,通风条件差(因为为了保证焊接质量,不能向管内吹风扇),在管内每焊完一条焊缝出来,就汗流满面。但她以工作为重,毫无怨言。钳工师傅为了争分夺秒,就吃在车间,睡在车间,他们实在太累太困了,就在临时搭起来的更衣间内闭上眼,打一会儿瞌睡。我当时在六机部机关,分管特辅机生产

工作。看到由于鱼雷发射管生产进度跟不上,而拖了八二八工程后腿,几百名职工在广州工地停工,感到压力很大。我到了工厂就主动下车间跟班劳动。开始帮助干些简单的活,如用锉刀修修毛刺,运送毛坯和半成品件。以后在老师傅的指导下,用丝锥攻螺钉孔的螺纹和协助安装发射管前、后盖等部件。虽然有点累,但看到老师傅认真负责工作的作风和忘我劳动的精神,深受感动,决心不完成任务决不罢休。记得在最紧张时刻,每晚只睡2~3小时。人虽瘦了,但鱼雷发射管的生产进度赶上来了,心里感到高兴。1970年4月24日晚,当工人、技术人员和管理干部在车间劳动现场,听到中央人民广播电台播出我国成功地发射第一颗人造地球卫星的消息和听到人造地球卫星传回的“东方红”歌曲声,大家无不欢欣鼓舞,高兴得跳起来。工人老师傅说:“我们国家人造地球卫星都上了天,我们要加倍努力把八二八工程急需的鱼雷发射管搞出来”。经过四六一厂领导干部的精心组织和各方面人员的共同努力,八二八工程急需的6艘潜艇所需的48根鱼雷发射管,于1970年上半年全部完成了。这样紧迫而繁重的任务,对一个新建不久的工厂来说是一次严峻的考验。接着又承担了技术要求更高的09核潜艇、051中型火炮导弹驱逐舰和035鱼雷潜艇的特种机械制造任务。1970年国家批准新建了双130舰炮生产线,还试制生产了双130舰炮。四六一厂建厂以来,为33、035提供了鱼雷发射装置、升降装置、轴系、管系阀件等共100船套;为09-1艇提供了鱼雷发射装置、升降装置、轴系、推进器、艏、艉绞盘、艏艉升降舵、方向舵共5船套;为051提供了双130舰炮4座,减摇装置2船套。为海军装备建设作出了积极贡献。

1980年以来,由于军品生产任务削减,工厂在保留军品生产能力的前提下,积极开发民品生产任务。为满足出口船舶和国内远洋运输船舶建造的需要。1981年以来,先后从日本石川岛播磨株式会社、日本川崎重工业株式会社、瑞典卡米瓦公司、日本舵波公司引进了锚机、绞车、起货机、克令吊、液压舵机、可调螺距螺旋桨、尾轴密封装置等专利技术。并与法国BLM公司合作生产电动甲板机械。1985年取得了国家劳动部颁布的三类压力容器生产许可证。这些民品任务的开发,起到以民养军的积极作用。近年来,四六一厂除大批量生产民用船舶的甲板机械和石化行业的三类压力容器外。还继续生产035鱼雷潜艇的特种机械以及其它舰艇配套的109三联装发射装置、7436大深度发射装置。先后还为航天部100号工程提供了113吨静重式测力机和为西昌卫星发射架提供了液压系统。1991年正在安排039潜艇特种机械和052舰液压舵机的试制生产。

目前,四六一厂已经形成了技术力量雄厚,工艺手段齐全,生产力很强的一座军民结合的大型舰船特、辅机专业制造厂。它拥有职工4400余人,其中,工程技术人员近400人。拥有各种加工设备1100多台,其中机械加工设备600余台。大型设备110多台,主要有20米、16米、11米长轴车床,6.3米、3.4米大型立式车床,2×8米、2×4米龙门刨床。∅280毫米搪铣床,10米、12米、15米深孔钻床、大型落地搪床以及高精度数控加工机床等。热加工设备主要有5吨、2吨模锻锤、3吨自由锻锤。冷加工设备有800吨、300吨油压机,大型卷板机、11辊校平机、25×6000毫米剪切机,并有4米井式热处理等设备。1989年全厂工业生产总产值已突破亿元大关。它是中国船舶工业总公司直属的特、辅机生产骨干工厂之一。

(作者为中国船舶工业总公司生产经营部原处长、高级工程师)

四、09 三型汽轮辅机全负荷联调试验的回顾

李学虎 王德纯

09 核潜艇三型汽轮辅机(汽轮发电机组、主汽轮循环泵组、汽轮给水泵组)是 09 动力装置中 8 大关键设备之一,进行全负荷试验是对各机组进行联调和检验机组各项性能指标必不可少的手段,是保证三型辅机在艇中安全可靠运行的必要步骤。该试验是我国舰艇设备的一项大型系统工程项目,1966 年,当设计工作接近尾声时,按核动力总体所原七一五所的要求,成立了联合试验筹备小组,准备进行陆上全负荷试验,从试验设备、系统、台架的设计,测试仪器仪表的选购、校核,汽、水、油、电的输送、供应。以及测试人员的培训、操作,到机组的调试、运转,数据的整理、分析、讨论、复验、直至达标验收,历时 5 年,其复杂之程度,数据采集量之大,动用设备、人力之规模;试验周期之长在舰艇设备研制中都是少有的,整个全负荷联调试验分两个步骤进行。

(一) 全负荷联调试验第一战场——第七研究院上海动力站

1967 年在三型汽轮辅机制造厂无全负荷试验条件,为保证机组安全可靠工作又必须进行全负荷试验的困难境况下,由国防工办、海军 09 办、一机部一办和六机部共同选定,国防工办批准第七研究院上海动力站(原三六室)为三型汽轮辅机全负荷试验基地,由七〇四研究所担任试验组长,三六室和七一五研究所(已部分划归核工业部)任副组长,参加单位有上海汽轮机厂、上海电机厂、上海水泵厂、上海华通开关厂、沈阳水泵厂、上海阀门厂、四三一厂、七一九研究所、华东电力设计院、武汉热工研究所、海军驻上海汽轮机厂军代表室。由组长、副组长勘察了试验基地的简陋设备后,立即组成以七〇四所为主,7 个单位参加的试验设备设计组,按三型辅机分成 3 个设计小组。因地制宜设计能满足三型汽轮辅机全负荷试验要求的整套试验设备,三六室把主厂房基建图纸拿到设计组,大家在平面图上如同摆“积木”一样,在有限空间编织着试验网络图。还不时争地盘、争空间。

汽轮发电机组分为汽轮机、发电机、冷凝器三大独立部分,每个部分又要若干辅机配套,通过汽、水、油、电复杂管路及控制线路把三大独立部分有机协调地联配起来,测度仪器仪表并入运转网络中,左右型两台发电机还需并车试验。主汽轮循环泵是立式机组,口径大、排量高,又需承受 0.3 兆帕水压力,最大排量达 5000 吨/时。汽轮给水泵组是汽轮机轴与泵叶轮直联卧式高转速机组,体积小、重量轻、两台给水泵需通过蒸汽调节阀进行控制达到并车运行。

在“一万年也要搞出来”,“一不怕苦、二不怕死”口号激励下,大家团结一致、大力协同,克服许多难以想象的困难,争取了宝贵时间。在那“史无前例”的日子里,参加试验工作的领导、工程技术人员、工人、海军代表脑海中想着“为国争光”,我们所干的事业也是史无前例的,工作不讲条件,不图报酬。在试验设备安装时,自己动手开行车,紧螺钉,直至烧焊管路。试验系统检漏时大家在机器管道之间爬上爬下“捉漏”几小时,忘记吃饭直到捉住为止。有一次,到了下班时间,主汽轮循环泵 $\varnothing 550$ 毫米大闸阀突然漏水,黄浦江水涌进试验场地在威胁机组安全的紧急关头,试验组人员闻讯从四面八方冲向漏水点,直到制服漏水,已是晚上八九点钟了,全身湿

透,还饿着肚皮,可是大家有说不出的愉快。

在安装试验设备的紧张日子里,试验组七〇四所部分人员在阶级兄弟需要血液的呼声中,不顾多日疲劳,毅然献出 200CC 鲜血后,第二天又投入了紧张的安装工作。试验组全体人员早来晚归,没有最长工作时间,只有最短工作时间的规定。

发电机组试验用水电阻,主循环泵试验中大口径文丘里管,高压供水泵,供汽锅炉及输送管道和抽气器等关键设备,经努力都一一解决。经过春夏秋冬,酷暑严寒的洗礼,初具规模的三型汽轮辅机试验设备及试验台先后安装在动力站,此时此刻,三六室的人员比试验组中其他单位的人员心里更甜。

好事多磨,三型汽轮辅机试验过程中,不是缺油,就是少煤,蒸汽质量不稳,调速器超调,连日阴雨使电气设备失灵……。致使试验反复进行,领导及参试人员现场研究,及时解决了一个又一个难题。汽轮发电机 1200 千瓦、两台并车试验最大蒸汽量达到 30 吨/时,而三六室小锅炉蒸汽量只有 10 吨/时。为保证机组性能可靠,满足试验需要,千方百计,想方设法创造条件也要上。利用 051 舰主锅炉烧蒸汽,参数不符要求,经减温减压处理,硬是变成了 09 艇汽轮发电机所需的饱和蒸汽参数。汽轮主循环泵耐 300 米深水压力试验需要每小时 5000 吨/时的 3 兆帕压力水无法解决,经反复讨论、论证,拆掉泵叶轮,用高压泵向主循环泵体内注入 3 兆帕压力水的方法进行运转试验,取得了难以取得的宝贵数据。

经过四个春秋(1968 年~1972 年),前后百余人的不懈努力,奋力拼搏,终于完成了 12 台套三型汽轮辅机组的全负荷联调试验任务。参试人员看着我国自己的核潜艇,并装有经自己的双手研制和试验的三型汽轮辅机组,心潮澎湃,热血沸腾,自豪感油然而生,这是无法用语言来表达的啊!

(二) 全负荷联调试验第二战场——艇内全负荷联调试验

按国防科工委决定,80 年代三型汽轮辅机组转入艇内全负荷联调试验,参试人员大都是第一战场上的精兵强将。09 总师办担任试验组长,四三一厂和七〇四所任副组长。机组生产厂和七一九所及军代表室等各路人马几十人涌入狭窄的舱室里,在半封闭的环境中继续艰苦奋战。第二战场同第一战场是截然不同的两个场面,每条艇装三型汽轮辅机 6 台,试验前已在艇上安装就位,其他有关机组都已安装待联调,所用蒸汽由四三一厂锅炉提供岸气,调试完成后再换接艇内反应堆蒸汽,进行系泊试验。

艇内联调试验大致分为三个阶段:

1. 三型汽轮辅机联调试验前的安装检查。这一工作主要由四三一厂和海军驻四三一厂军代表为主,制造厂、设计单位派员协助完成。
2. 单机性能与系统中其他设备匹配调试。
3. 两台机组并车与系统中附属配套设备(包括电控、自控设备)联调试验。按《系泊试验大纲》进行。

三型汽轮辅机试验是艇内多种设备系统同步试验中较复杂的部分,与此同时试验的还有相当多的项目交叉进行或同时进行配合试验。因此,艇内本来就很狭小的空间,这时就更加显得拥挤。全艇只有两个通外孔洞,经常排队出入,空气混浊,内外温差甚大,气味异常。有些参试人员在艇内坚持工作 2~3 小时后,就得爬出艇外来透口气。有的参试人员在艇内坚持不住,一爬出艇就呕吐。为了抢时间、争主动,参试人员中带病坚持进艇试验的不乏其人。有时因通风系统故障或尚未安装完毕,舱内温度高达近 50℃。有的参试人员赤膊上阵,调试人员挥汗如

雨，一丝不苟，认真操作，准确记录，实在坚持不住，就爬出艇外喝口水。工作服被汗水浸透了，脱下让太阳晒晒，穿上再钻进艇内继续试验。为了调准一个参数，为了完成一项调试，全体参试人员竟忘了开饭时间，不拿出准确可靠数据决不罢休。

汽轮发电机的动态调速率是一项重要技术指标，每次调试都要动员大批人马，耗工费时，有时参试人员累得精疲力尽，多次反复调，还是不达标。回到宿舍大家不约而同讨论，甚至争论不休，场面十分热烈，出谋献策者有之，沮丧、气馁者有之。参试各单位拧成一股绳，大力协同，互相鼓励，充分发挥各自优势和专长，终于克服一个个难关，连续奋战 24 小时，使并车成功。

主循环泵试验前轴承盘车偏紧，为了确保一次试验成功，不放过一个细小的疑点，一定要找出原因，检查水润滑下轴承时，看不见，摸不着，参试人员拆下出口挠性接管，从泵出口爬进泵内，再将头部向下弯 90°方能拆卸。检查轴承间隙，唯恐一人判断有误，再换人爬进去检查，就是凭着对工作极端负责的一颗心，凭着对 09 的多年深厚感情，连续 3 人不怕脏、不怕苦，不顾人身危险，终于排除故障，保证试验顺利进行。

在参试人员的共同努力下，紧密协作，扫除障碍，不断前进，分阶段于 1981 年完成 406 艇，1984 年完成 403 艇，1986 年完成 404 艇，1990 年完成 405 艇的三型汽轮辅机调试。10 年共完成 4 条艇 24 套汽轮辅机的联调、试验任务。

参试人员中，有不少是三型汽轮辅机的设计者，他们运用智慧，在没有先例的情况下，设计出了三型汽轮辅机组，从 1967 年筹建动力站时投入战斗，直至 1990 年第一代核潜艇研制结束。现在他们又投入了第二代核潜艇的设计工作中。参试人员中还有不少四三一厂的领导和工人师傅，他们从 1969 年动力站联调试验就加入了战斗，直到 1990 年 405 艇试验完毕，自始至终是战斗员，又是战场主力军。

通过 20 多个春秋的联调试验，众多的参试者头发均已花白，脸上布满皱纹，戴上了老花镜。这些久经“沙场”的人们受到了锻炼，增长了知识和才干，他们已经和 09 核潜艇结下了亲缘，他们为海军现代化建设付出了宝贵的年华和心血，付出了代价，尝到了奋斗中的酸甜苦辣，他们既普通又平凡，其精神却高尚和伟大。

（作者李学虎为第七〇四研究所二室副主任、高级工程师；王德纯为该室支部书记、副主任、高级工程师）

五、09—1 大马力弹性离合器 196 攻关试验

贾 润 康

1969 年夏，我和张清满奉命从上海来到峨嵋山下青衣江畔的 196 工地，参加 09—1 大马力弹性离合器的安装调试工作，当天即投入工作。现场离宿营地有 10 多公里，汽车在山道上东转西拐，这里风景优美，气候凉爽。在靠近成昆铁路不远的山坡上，矗立着 120 米高的特大烟囱，这就是 196 工地试验现场。进车间一看，半截“大鲸”躺在中央，反应堆和主机都已安装就位，等待调试。09—1 大马力弹性离合器已到位，正在安装，大功率测功器也在紧张地安装。经过半个多月的战斗，全部设备都安装完毕，即将试汽车。工地指挥彭士禄已飞北京向周总理

汇报,确定了启堆日期。消息传来,工地一片欢腾,决心要精心安装,精心试验,争取一次成功,向“八一”献上一份厚礼。

不料,就在试汽车前两天,大马力弹性离合器却出现两个故障:一是配气轴承充不进气,离合器无法接合;二是8对16只空气弹簧有两只内胎漏气严重,封不住气。怎么办?我们立即向工地领导汇报,决不拖工地后腿,一定抓紧时间排除故障,保证按时启堆。决心是下了,但做起来谈何容易。两只空气弹簧内胎破裂,又没有备件,即使有,更换也很困难。直径近3米的离合器早已装上,再拆下来是不可能的,唯一的办法是设法进入离合器内部,装拆工作也只好在离合器芯部进行。经过仔细观察,发现离合器主动盘上4个通风孔内恰好有一只空气弹簧座因重量平衡关系削去了一只角,我和小张就从此钻进离合器芯部。这个意外的发现使我找到了今后在艇上更换空气弹簧的具体办法(以后生产时在4个通风口处的空气弹簧座都削去一只角),人钻进去后,需开动主机进行盘车,使其到达一定位置才能工作,虽然转速不高但线速度还是很大的,我们像踩风车那样保持着平衡,虽然危险,却感觉有趣。我们利用空气弹簧充气当千斤顶使用,为了保持离合器的径向平衡,8对空气弹簧只能配成6对了(对称分布),幸好大马力弹性离合器的储备系数为2,6对空气弹簧也能承受全功率扭矩。我们奋战了一天一夜,终于在试汽车(用锅炉蒸汽供主机用,3%额定功率)前完成了大马力弹性离合器空气弹簧的充气密封试验工作。但是由于时间关系配气轴承充不进气的问题来不及解决,幸好试汽车只有3%额定功率,只好采用应急螺栓把主、从动鼓联接起来应付一下。

试汽车按期进行了,主机和减速齿轮箱工作情况良好,测功器工作正常,但大马力弹性离合器还充不上气,如果不解决,就不能按时启堆,全工地的人们都在期望着我们。8小时试汽车一结束,我们立即投入战斗,经过仔细察看,原来是配气轴承上机械密封的皮碗尺寸轴向小了2毫米,因此封不住气。找到了原因,解决的办法也就有了。我们立即设计了新的胶木密封环,突击加工,经过反复多次试验和修改胶木环尺寸,并增加总管进气量,终于获得成功,使离合器充上了气。操作的战士还不放心,一定要把气充得足足的,致使信号指示板上出现了红灯亮时(表示气压已大于额定值)他才放心。

我国第一座核动力装置按原定时间启堆,汽压不断上升,流入主机,只见大马力弹性离合器徐徐转动,迅即飞快地转了起来。而且越转越快,直到每分钟达到200转/分。“成功了!”试验现场一片欢腾,我也沉浸在成功的喜悦之中,忘记了几天来战斗的疲劳。接着做全功率耐久试验。此期间,八一电影制片厂拍制了影片,大马力弹性离合器第一个摄入镜头,因为飞快转动的大马力弹性离合器是试验成功最突出的象征。

09—1大马力弹性离合器在196工地接受了最严峻的考验,它在轴线不对中,径向4毫米、轴向8毫米时仍能可靠地工作,这一事实雄辩地说明了我们当时的研制,在产品性能方面已达到了国际同类产品的先进水平。

20年过去了,产品经历了实际使用的考验,配合核潜艇完成了各项任务,海军很满意。但作为该产品的主持设计师不能停滞不前,要敢于否定自己,发扬当年攻关试验的精神,为研制新的大功率弹性离合器事业作出新贡献。

(作者为第七〇四研究所一室高级工程师)

六、远望号汽轮发电机组减速齿轮降噪攻关追忆

林 光 良

1986年3月,我突然收到一封又大又沉由北京寄来的航空信,信封的落款是:“北京二一七信箱”。由于在我们工作中,基本上与北京厂、所、院校没有什么联系,于是一种好奇心驱使我急切地将信打开。一看,却是“第16届国际噪声控制工程学术会议”秘书处发来的第一轮通知,要我撰写文章参加1987年9月在北京召开的第16届国际噪声控制工程学术会议。

得此“通知”,心中既喜又不解,喜的是意外有幸地应邀参加这种大型国际会议;不解的则不知为何会将“通知”发给我?后经细想才恍然大悟:大概因为1985年底我在《噪声与振动控制》杂志上发表过一篇题为《船用高转速大速比齿轮传动的降噪》文章的缘故。该文是针对三三一工程中远望号汽轮发电机组齿轮降噪攻关成功后写的总结。

三三一工程是我国航天技术在80年代初期发展到一个新阶段的标志,为完成这一工程,需做很多工作,而远望号汽轮发电机组齿轮降噪攻关项目便是其中之一。

此课题早在1978年11月莫干山该机组鉴定会上就已提出,当时由于受到各种条件的限制而搁置。远望号投入运行以后,由于齿轮噪声大(最高达107分贝),已经成为该船的一大公害,它使长期工作在其周围的战士身心健康受到很大的影响。年轻的战士入伍时身强力壮,但在此机组旁边工作一段时间后,有的患神经衰弱,有的得了胃病,有的血压升高,有的鼓膜增厚……。因此战士反映强烈,领导十分重视(据说已惊动了当时国防科工委的某副主任,并亲自过问此事)。为解决这一问题,廿三基地修船监用处多年来一直在积极地想方设法,四处寻找协助攻关单位,曾与有关院校、厂所联系过,但都因降噪要求过高(低于95分贝)而没有人承担,所以年复一年地拖了下来。而在此期间,我们也在积极地搜集资料,了解国内齿轮加工的新动向,直到1983年夏天,我们认为已具备一定的条件,才承担了三三一工程中这一攻关项目。

此项攻关的途径,曾听到各种设想,有的认为只要通过调整圆弧齿轮的中心距即可达到降噪的目的,有的则认为改用双圆弧齿轮,有的认为在润滑油中加添加剂即可收到降低噪声的效果,有的认为在齿轮箱体上敷以吸声材料等等途径来实现降噪。而我们则采用高精度渐开线齿轮代替原来单圆弧齿轮的方案。

在高转速汽轮机传动中使用高精度的齿轮传动本在情理之中,但以前由于我国齿轮加工设备落后,所以还难达到很高的精度。以往在汽轮机传动中,能用到6级精度(按新标准)就不错了。但精度低其噪声大已为许多资料所阐明,因此我们决定把它的加工精度提高到一个新的台阶,以打破“高精度”这一不敢闯的“禁区”!

根据我国1983年新制定的齿轮精度等级,5级以上已属高精度,我们权衡了技术要求和制造费用之后,决定采用4级精度,4级与6级相比,从字面上仅是两级之差,但要跃上这一新台阶又谈何容易?国内汽轮机行业的工厂还没有遇到过加工这么高精度的齿轮,所以都不乐于承接这一加工任务。因此,我们向齿轮加工行业寻找帮助。高精度,并不仅仅是加工的事,首先要求设计出来的齿轮结构要合理,以便保证收到高精度的效果。这本来对重新设计并不太困

难,然而现在是对原远望号上汽轮发电机组中的减速齿轮进行降噪改造,要在不改变原来安装尺寸、又要保证原有强度的苛刻条件下进行改进设计,所以难上加难。为此,进行了各种方案的设计比较和分析计算之后,才得到一个既满足原来安装与强度的要求,又满足加工条件以达到降噪的目的,即我们在结构和加工程序上作了重大改变。以往,加工“人”字齿时是在加工好单个斜齿轮之后再套装成“人”字齿的,其最大缺点是尽管单件加工精度很高,但套装后难以确保“人”字的中心线精确度,所以安装后运行时接触仍然不理想,噪声还是很大。此次,我们则采取将分立零件先套装成为一个整体而后再加工的方法,便大大地提高了加工后的精度效果。除了机械加工予以充份考虑之外,还对热处理提出了严格的要求,要除透内应力,防止热变形。为此,反复进行了多次试验,当这些满意的高精度齿轮加工好后,并不等于达到了降噪的目的。船上安装时还应采取必要的措施,否则将前功尽弃。根据我们对舰船汽轮发电机组运行多年观察积累的经验,这次安装时,我们并没有按照齿轮精度规范中对应精度所采用的对应侧隙,而是采取了超规范的齿侧间隙(较规范中规定的侧隙偏大)。经采取种种措施后,终于收到了预期的效果。

1985年仲夏,我们来到骄阳似火的江阴,冒着酷暑进行安装与测试(此时部队其它部门都因高温而半休),经过一个多星期的奋战,先后对原机组的噪声进行了测量,然而装上新齿轮,再在同等的环境条件下进行复测。经丹麦BK噪声仪测得:改装前圆弧齿轮处的噪声为107分贝,而改装后高精度渐开线齿轮处的噪声仅为92分贝,一下子降低了15分贝,大大地改善了机舱的工作环境,比我国海军规范中所规定的95分贝还要低。其降噪效果十分显著,得到了廿三基地和远望号上指战员的好评。

由于此次降噪效果显著,达到国际齿轮噪声标准(ISO)即美国AGMA295.04和西德VDI2159—70标准所规定的分贝数,因此具有一定的先进性。在此基础上,我对此攻关技术工作进行了总结并撰写了题为《船用高转速大速比的齿轮传动降噪》一文,1985年底,在《噪声与振动控制》第6期上发表了这篇文章,也许这就是我被通知参加第16届国际噪声控制工程学术会议的到来吧!

(作者为第七〇四研究所二室高级工程师)

七、难忘的攻关战

——KL95/4型调距桨装置台架试验的回顾

刘 训 腾

巨大的车间里静悄悄,大行车的吊钩悬挂在试验场地的半空中,供试验照明用的“小太阳”熄灭了,只有北侧墙壁上一盏电灯在闪亮,灯下一字排开十几张地铺。昨天,这里曾是我们试验小组的同志晚上作短暂休息的地方。今天大家都回去休息了。我在招待所睡不着,独自来到了试验场地上。闻着拆开的零件散发出的油气,望着一排排空铺,我思绪万千,紧张热烈的试验场景又浮在我的眼前。20多日来,我们KL95/4调距桨课题组、制造厂负责人和工人师傅为了保证进度,吃在车间,住在车间,在完成了总装工作后,又开始了全面考核调距桨质量的连续运转

试验。1981年11月16日上午8点,武汉四六一厂4号车间里马达欢叫,桨轴高速旋转起来,随着操纵的指令,高压油液经配油器进入旋转着的桨壳油缸中,推动活塞传动桨叶向正车螺距或向倒车螺距变化,螺旋桨卷起的劲风一会向前,一会向后,呼呼作响。我从试验台这一头走到那一头,不断地与各个岗位上值班人员进行联系,记录核对试验数据,研究处理试验中遇到的有关问题。紧张和责任感驱散了疲劳,转眼几天几夜过去了。今天是连续运转试验最后一天,上午8点,随着一声令下,高速旋转着的桨轴终于慢慢地停了下来。这些天,试验进展顺利,各种记录数据符合设计要求。现在面临的最后一关就是拆检,如果磨损量也合格,KL95/4调距桨就能装舰服役了。今天一早,厂军代表和质检科的人员就来了,试验小组的同志虽然工作了几天几夜,眼里充满了血丝,仍然精神振奋地投入了拆检工作。下午3点,产品的主要部件配油器被打开了,我突然发现配油器下箱体油液下积了一层灰黑色的沉淀物,我摸了一下眼睛,怀疑是眼睛出了问题。取样一看,粘稠糊的沉淀物是聚四氟乙烯粉末,里面还夹着黄灿灿的青铜粉。根据经验,我立刻判断肯定是高压密封塑料环出了问题。顿时我的头嗡的响了一下,只觉得天旋地转起来,我赶忙伸手扶住了箱体。卸去高压密封塑料环,配油轴光洁的柱面上磨出了四道环形槽,阳光透过车间高大的玻璃窗照在四道环形槽上发出四道环形光,犹如四支利箭刺向我的心。人们纷纷向配油器围过来,军代表和试验小组人员的脸上布满了阴云。我望着拆开的配油器呆了足足有3分钟,然而理智战胜了感情,我马上意识到,自己是装置主持设计人,我的一举一动都会对试验小组人员产生较大的影响。我强打精神,跟工厂负责人员碰头后,立即叫参试人员过来,我说:“这个产品一共有5个部件,现在有4个部件合格了,就剩下1个配油器部件不合格,离交货期还有一段时间,我们是能够解决配油器问题的……。这些天,大家辛苦了,今天晚上不加班,回去休息吧!”“老刘,你每天比我们还辛苦,今天晚上你也休息吧!”张师傅说着就拉着我的手往回走。我赶忙回答说:“好!今天晚上我也休息!”脑子里回忆着白天的情景,脚步又停在了配油器跟前。光线太暗,我打开了手电筒,在配油轴的环形槽上照了又照。突然,我认识到配油轴表面磨损太大可能是配油轴金属表面组织不致密,硬度不够引起的,工厂采用34CrNiMOA材料代替40Cr,从强度上讲是足够的,但调质处理后硬度明显下降。理论和实践表明,在配油轴和塑料环组成的密封磨擦副中,配油轴的硬度应是很高的,为了减少磨损,一定要提高配油轴表面硬度。检查了配油轴,我又蹲下来仔细察看高压密封塑料环,发现该环内部组织非常疏松,用指甲抠也能抠下一些粉末,原因是烧结温度和时间没有达到要求,青铜粉填料没有和聚四氟乙烯细粒有机地结合在一起,是塑料环本身质量有问题,而不是油质和其他原因引起的。原因找到了,我打着手电筒赶忙来到了办公室,查找有关资料,连夜写出了解决配油器磨损问题的技术方案,要求对配油轴表面进行滚压处理,请协作厂按新工艺重新压制高压密封塑料环。这是结合当时实际情况,既能节省开支,又能保证产品质量的方案。工厂主管工艺师单玉林同志很支持我,试验小组同志很信任我,和我一起出主意想办法。经过20多天的准备,在课题组丁涌,张国田,庄才亮等工程师支持配合下,又进行了第二次连续运转试验。经拆检表明,配油轴表面光洁如新,测不出有磨损,塑料环也磨损甚微,完全符合设计要求。KL95/4调距桨试验成功了。军代表看着检验报告笑容满面,张师傅望着配油器眉开眼笑,青年师傅哼着小曲清理着场地,我和课题组同志们也沉浸在成功后的幸福喜悦之中。我们一边抚摸着巨大的铜合金螺旋桨叶片,一边憧憬着装配有KL95/4调距桨推进装置的我国第一艘电子侦察船将劈波斩浪,保卫着祖国万里海疆。

(作者为第七〇四研究所一室高级工程师)

八、大功率调距桨装置研制的回顾

董俊增

1971年3月初,我在北京七院院部开会。当会议即将结束时,接到所里的电报,大意是让我会议结束后不要回沪,立即赶赴天津塘沽新河船厂,主持812电子侦察船用12000马力大功率调距桨装置的研制工作。

大型电子侦察船是中央首长亲自批准建造的重要国防装备,是一项非常重大的政治任务。而大功率调距桨装置是该侦察船主动力系统中的关键设备,国内尚未研制过。组织上把这样重要的任务交给我来主持,是组织和领导对我的信任,任务十分艰巨。

对调距桨装置的研制,厂所之间作了具体的分工,明确双方的责任。我们对调距桨装置的设计负全部技术责任,船厂对制造及工艺负责。

我与四所派来共同参加研制工作的人员,几乎同时到达塘沽新河船厂。3月的天津塘沽,天气仍很寒冷,新河船厂的生活和工作条件较差。他们尽最大的努力,把他们安排在刚刚接收的部队营房里,厕所和自来水都在室外,室内生火炉取暖。整个营区是一片白花花的盐碱地,十分荒凉。当七〇一研究所对大功率调距桨装置技术要求初步明确后,我们研制组的人员就投入紧张的战斗,夜以继日地工作。在10多天的时间里,拿出了全套装置的设计方案和主要零部件的具体结构设计图。与船厂有关人员研究讨论后,便进行技术施工设计。

由于总体设计的具体条件限制,又因调距桨转速高功率大,给研究工作带来很多困难。当时,国内尚没有研制生产和使用大功率调距桨装置的经验可借鉴,就是国外生产调距桨的著名公司的产品,像这样大功率的往往转速是偏低的。针对转速高功率大的特点,大胆地设计新结构方案,以及采用高压调距油压和可控硅开关线路等一系列措施。

为了实现这一方案,首先拟定对桨叶进行水池、空泡筒流体性能试验、可控硅开关线路设计试验及控制系统船用条件试验、高压回转密封结构中间试验。经研制组和工人、干部几年的共同努力,反复试验修改,终于取得了满意的结果,为大功率调距桨装置研制成功打下了可靠的技术基础。研制过程中,科研人员经常驻新河船厂配合施工,解决生产过程中遇到的各种技术问题。同时也得了海装、六机部、天津国防工办和七院等领导机关的关心和支持。经过10多年的共同努力,12000马力大功率调距桨装置终于研制成功,安装在812电子侦察船上。经过试验特别是海上长时间的使用,证明各主要技术指标都达到了技术任务书的要求,满足了侦察船最大航速、长时间稳定低速和各种操纵性能的要求。这台装置的研制成功不仅为海军提供了新的装备,也为更大功率调距桨装置的研制打下了良好的基础。1984年10月由海装舰艇部、船舶总公司军工部共同主持召开了大功率调距桨装置的技术鉴定会,得到与会代表一致好评。

(作者为第七〇四研究所一室副主任、高级工程师)

九、646 主机—调距桨联合控制装置研制的回忆

袁 宪 庄

主机—调距桨联合控制装置,立题于1974年4月。鉴于国外同行先后均研制成功,本着国外有的,我们也要有的想法开展了课题研究。另外在KL76/3型12000马力调距桨的研制过程中也碰到一些技术问题,如调距油压高达9.0~12兆帕,假如调距桨控制系统能使主机转速与调距桨螺距按一定的程序调整,那么调距桨的调距油压就有可能降低,这对大功率调距桨的设计将颇有好处。

主机—调距桨联合控制装置的方案于1978年6月通过审查。船舶总公司第七〇八研究所四室设计的646扫海测量船需用主机—调距桨联合控制,1978年4月向七〇四所提出委托任务书。由于我们原先选择的研制对象即8300ZC主机和1100马力液压式调距桨与646扫海测量船选用的主机、调距桨型号一致,因此本课题的名称也随之改为646主机—调距桨联合控制装置。

该装置研制在国内尚属首次,碰到的技术问题也很多。首先是主机与调距桨螺距之间选择什么控制方式?国外资料中有主机扭矩与螺距控制、主机排气温度与螺距控制、主机燃油齿条与螺距控制、主机转速与螺距控制等方式。我们通过分析论证,选择主机转速与螺距控制方式。所以选择 $f=n \cdot H/D$ 的函数关系,有几个方面的考虑:第一,转速和螺距这两个参数容易检测,容易控制;第二,如果 $f=n \cdot H/D$ 即转速与螺距之间的控制程序失效,还可以有条退路,可用转速和螺距分别遥控,也就是相当于把主机转速遥控系统和调距桨螺距控制系统合在一起。这比原先在机旁控制主机转速要优越一些,但这种控制程序有它不足的地方,即只有在设计工况时转速与螺距之间的控制程序较理想,如果离开设计工况,主机可能超负荷,这是不允许的。因此,在主机转速与螺距的控制程序基础上,又增加一个自动负荷控制系统,弥补转速与螺距控制程序的不足。对转速与螺距控制程序的理论计算又是一个技术难题。在这期间,我曾参加过几次外国调距桨生产公司来华的技术座谈,但总是令人失望。后来还是在我自己的一本俄文书籍中得到了启发,又去请教上海交通大学二系李铭慰老师。李老师也很感兴趣,把他的一份《调距桨螺距与主机转速最佳匹配》手稿借给我学习,使这一工作顺利完成。

俗话说,万事开头难。方案一定,技术设计和施工设计就较为顺利。设计完成后,我所委托苏州船用机械厂代加工,即加工费用由我所承担,技术责任、产品调试和试验由我们负责。经过共同努力,于1986年4月召开装船样机的认可会。646主机—调距桨联合控制装置于1982年7月在广西梧州四四九厂装船。我们课题组的人员克服种种困难,特别是高温的天气(船体车间内气温高达39℃,船甲板和舱室内的温度更高),积极配合工厂的老师傅工作。从电缆的连接到调试,由于是新产品,调试由我们七〇四所负责。在码头调试中,螺距的控制、指示精度调整比较麻烦,指标定得较高。在已装船使用的调距桨控制系统中为最高的指标,误差为 ± 0.5 度螺距角。我们曾先后三次向工厂检验科和驻厂军代表室报验,前两次报检都是由于个别点超过 ± 0.5 度误差和读数误差的原因未能通过。经过仔细调整和全面检查,第三次报验,数据全

部符合要求,达到了误差小于 ± 0.5 度螺距角的指标。工厂检验部门和军代表对产品的性能与质量严格把关,执法如山,即使对我这个“立法”人的工作,也同样严格检查。另外,我们在定技术指标时不能盲目追求先进,有时对产品性能的改善并不明显,而付出的代价可能是较大的,当然对关键的技术性能还是应该严格要求。在各方面的积极配合和大力协助下,646主机—调距桨联控装置于1982年12月初开始随船试航,先配合船的常规试航,最后于1983年1月5~6日两天测试了该装置的实船试验数据,肯定了本装置达到技术任务书的要求,满足了实船使用性能的要求,填补了国内空白。646主机—调距桨联合控制装置主机转速和调距桨螺距的控制程序设计是合理的,在实船试验时测得的数据,也表明用主机—调距桨联合控制比主机、调距桨单独控制效率高,如同为航速14节和同样的海况条件下,使用本装置,则主机功率为629.6马力,比油耗为179.89克/马力·小时;而用转速和螺距分开控制时,则所需主机功率为693.87马力,比油耗为188.82克/马力·小时。对于负荷控制系统的试验,由于试验大纲要求在6级海况下进行,在该船试航期间找不到这样条件,只做了功能性静态试验。负荷控制于1984年11月进行了补充试验。利用船舶转弯人为造成主机超负荷,检验自动负荷控制是否能把超负荷那台主机所带的调距桨螺距角降低,即减小主机负荷。经过试验,得到了较为满意效果。参加负荷控制补充试验的各方和驻厂军代表一致认为达到了设计要求,满足使用性能。

因是首次研制,该装置也存在着一些不足的地方,比如驾驶室操纵台体积较大,结构设计不够紧凑,外形不够美观。另外主机转速和调距桨螺距的控制程序是利用两只机械凸轮即转速凸轮来实现的,因此成本高,修正控制程序必须重新加工凸轮。而如果用电子电路来组成转速与螺距的控制程序,则成本可降低,调整较方便。如象1983年底我国引进瑞典KAMEWA公司ERCI电子遥控系统一样。主机—调距桨联合控制装置实船试验成功一年以后,我国才获瑞典KAMEWA调距桨的生产许可证。

1983年11月,中国船舶工业总公司军工部和海军装备技术部舰艇部组织并通过了该装置的技术鉴定。1987年1月经中国船舶工业总公司评审,646主机—调距桨联合控制装置获技术进步二等奖。

(作者为第七〇四研究所一室高级工程师)

十、三次实船旋回试验的回忆

黄 少 梅

现在,船舶侧推器的应用已在国内得到了认可。但在20年前,我们还只能见到样本上的示意图和作用效果的大致介绍。七一八工程主测量船的艏部定向装置选型就是在这样的条件下提出的。

我们搞设备的任务是要解决设备本身的技术问题,但也更关心设备在使用中的船舶总体效果。于是提出了一个问题:这条船装设这样大小的侧推器,它产生的推力是否足以在6级风浪下保持船漂泊状态下的方位稳定性。搞推进的人,本来是用螺旋桨的推力来获得船的运动速度,而现在却是使船不动,除要弄清外部的作用载荷之外,还要弄清船在外力作用下的运动规

律。经过一番研究,大家觉得船在侧推器作用下的回转特性是不易用理论分析解决的,只有进行实船试验才更现实些。

1969年7月,在芜湖港的火车渡轮东方红号上进行了首次试验。东方红号是一条2000多吨排水量船,艏艉各装一只185千瓦的管道式横向螺旋桨。说实在的,要让这样大的一条船在长江里停掉主机作回旋运动,心里都没有底。大家抱着试试看的心情到了轮渡站,向接待人员说明试验的意义和要求,得到站领导大力支持,并和军代表、技术组人员一起把试验方案、日程、计划都搞了出来。要找一次满载车箱的机会在江心做试验。船由船长指挥,旁边有人了望,七〇八所的老梁代表我方在驾驶室指点试验要求。车箱上船后记下艏艉吃水,船到江中便开始作旋回试验。按商定的方案单机工作作6次旋回,双机工作作4次旋回。为去掉水流的影响,分别从顺流方向与逆流方向开始旋回。测试的时间只用了43分钟,但实际上却用了半天时间。因为每次旋回,船都被冲到下游老远的地方,从顺流转向逆流时更是如此,船开回来花了不少时间。港口水域船多,不开主机便使船实际上失去了机动能力。试验时,机舱里的师傅一直处于紧张状态,随时要准备启动主机。了望哨更紧张,只好干替船长着急。总算平安无事,我们拿到了第一批实船试验资料,从去到回只花了6天时间。

东方红船的试验,在船型相似性与流场条件方面不甚满意,打算作进一步的试验。一是利用挖泥船的吸泥泵喷水来产生侧推力,记录船在持续侧推力作用下的方位——时间变化规律(用自动记录仪);再是希望能对风浪条件下用侧推器保持船方位的情形有个感性认识。作此试验需有风浪才行。为了找“风”,我们先去了上海徐家汇气象台请求预报。他们说目前的技术水平还难以作出精确的中期预报。我们要在渤海湾用天津航道局的船作试验,只好先派人到天津气象台“借风”。他们说南方来的台风不易在渤海成浪,而冷空气是由陆上向海方向吹的,也不易在近海成浪。这样,等风的事只好作罢。于是便去天津航道局联系红旗号挖泥船(两万吨级耙吸式挖泥船)进行试验事。试验内容只能是静水旋回。8月28日,船专程从海河驶入渤海湾,完成了旋回试验。

泥浆泵喷水推力需在码头试验时测出,这只好在海河航道局的码头边进行。试验时船紧靠码头,艏横缆上接有拉力计,艉缆也应稍松开。试验时大家都很紧张,也很小心,1050马力的泥浆泵向码头下冲水会不会把码头冲坏呢?万一钢缆崩断了船会不会闯向海河对岸呢?直到试验结束大家才松了口气。这次码头试验前后共用了40天,为以后的实船码头试验提供了可贵的实践经验。

1973年,工程重审后又开工了。这时,上海航道局从日本进口的两万吨级上海号挖泥船上装有800马力的侧推器。我们向有关部门提供了这个信息。总体所决定再次组织实船试验。目的是按上海号的参数复验一下原先的分析计算,同时看一看真实侧推器的工作状态。这次试验的参试人员中增加了江南造船厂的技术人员(江南厂是负责建造测量船和制造侧推装置的单位)。由于大家已有过去试验的经验,所以,这次试验取得了较理想的结果。

根据几次实船试验数据与计算数据的对比分析,船的旋回惯性常数与角速度阻尼常数计算误差竟是很有规律的。后来的装置实船试验资料也证实了这一结果。按照这一情况修正了原来的技术指标,取消了定向装置的自动定向功能,改为遥控型侧推器。

718主测量船艏部定向装置的研制终究是首次,用今天的眼光看还存在一些不足之处,技术状态也不很先进。但在当时,还是从选型论证到实船使用走过一个完整的研制过程。为了保证产品的装船质量,我们也做了部分技术的中间试验。

到今天,有些事情已过去 20 年了,定向装置已使用了 10 多年。翻翻当时的工作日记还记得有很多当事人的名字和为工程作出贡献的单位,也许他们还不知道当时的忘我工作变成了今天的物质效益,但他们是确确实实对国防建设有功劳的人,每想到这,我就忘记了疲劳和烦恼,对未来充满信心和自豪。

(作者为第〇四研究所一室高级工程师)

十一、33 潜艇四机研制的技术突破

阮 力 田

33 潜艇四机包括首升降舵、尾升降舵、尾方向舵和首部锚机,在我厂首批研制中遇到不少重大技术难关,经过大家共同努力被一一攻破,下面就主要技术关键的突破分别进行叙述:

(一) 双金属结构中的大面积铜堆焊

四机中有 5~6 种零件都是双金属材料结构,成为不用紧固件装配的一个(双金属)零件。为确保水下潜艇的安全,对于在海水中工作的构件均采用铜堆焊钢表面以抗拒盐蚀。例如首、尾舵装置中的推、拉导向滑动装置的全部零、部件,首锚机在海水中工作的零、部件等,都是铜、钢焊接件的双金属结构。该焊接件既不能有裂纹又不能有剥落现象发生。

我们历经多次反复攻关,用多次试样进行试制才摸索出一整套成功的经验。现将平面铜堆焊和圆柱铜堆焊介绍于下:

平面铜堆焊(面积达 0.3 平方米以上)。堆焊之前,钢母体表面光洁度达 ∇_3 即可。并将堆焊表面用清洁液清洗干净,然后放在简易的煤炭炉中进行预热。预热炉要用鼓风机来控制钢体温度,当达到 350°C 时就可进行堆焊操作。然后温度要控制在 $800^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 之间。堆焊一个零件必须从头到尾不停息地干到完成为止,不能中途停顿以免温度不均而影响堆焊质量。

为了在堆焊之后变形量最少,又能使经过堆焊加热的变形能加工出来符合质量要求,我们在圆柱体的细长比方面进行了反复的研究,终于得出一个经验数据的细长比值为 $D/L=0.08\sim 0.1$ 。我们选用的母材与零件的材料相一致均为 40CX 钢和 H62 黄铜焊条。在用试棒操作时,只有试棒合格才能投入产品施工,所以对试棒的长度之间的比例也进行了研究,最后得出一个成功的比值,即 $L_2+L_3\geq(2\sim 3)L_1$, L_1 必须选择在 L_2 和 L_3 之间。

堆焊操作开始先用火枪预热 L_2 和 L_3 ,达到 350°C 后开始在 L_1 处堆焊操作。这样一来在全长的 L 上温度就达到全部均匀,既控制了工作的变形量,又控制了因热胀不均匀而有剥落的可能性。一个工作连续堆焊操作完工后立即放入稻草灰中进行保温缓慢冷却,经反复试验摸索,终于把这个操作工艺用于工件上,全部达到质量要求。

(二) 实施压缸的镜面磨削

实施压缸是水下潜艇的主要操舵油缸,由于潜艇的工作环境恶劣,对压缸的强度和精度要求特别高(缸的内壁光洁度 $\nabla\nabla\nabla\nabla_{11}$)。为此要采用镜面磨削工艺。

由于压缸的材质和体积决定了压缸的镜面磨不许作试样,只能实打实一次性成功。这样一来把许多高级车工都难住了,尽管按工艺文件操作,但当时都不敢上去干,原因是,在文革期间

干好了没有什么好处,干坏了可能被诬为破坏军工产品的罪人。我冥思苦想想出了一个办法,就和一位老车工商量,用压缸本身当试样进行试制,先将压缸内孔 $\varnothing 320$ 车到 $\varnothing 310$,小10毫米进行试制,成功了就按此经验再加工到 $\varnothing 320$,这样一讲工人同意干了。试制分三道工序进行:

1, 把压缸内孔车到 $\varnothing 310$ 光洁度为 $\nabla\nabla_6$ 。

2, 用普通小砂轮磨削到 $\nabla\nabla\nabla_8$ 以上,柴油冲洗。

3, 用氧化铝细砂轮磨削加液压来回进行,并且用压力0.4兆帕的柴油泵管口对着磨头冲刷,让磨削的微粒冲去。这样加工的方法约3~4个班就达到 $\nabla\nabla\nabla\nabla_{11}$ 。该工艺成功之后就直接用于 $\varnothing 320$ 的实际尺寸加工,全部获得成功。

(三) 球面蜗轮付制造和效率测试新技术

球面蜗轮传动是50年代末才从苏联引进的新技术,在60年代传到我厂也是一项制造工艺要求很高的新技术。在研制33四机中首次遇到它,除了向江南造船厂学习成套加工工艺外,还翻阅苏联的翻译文献进行消化,设计工装刀具,改装滚齿机床等一整套复杂的工艺设施,进行步步摸索,边干边改才取得成功。到目前为止,我厂在船用甲板机械产品中都已广泛使用球面蜗轮传动机构,但在蜗杆的倒波部份仍然用人工修整倒波和工作表面人工抛光到 $\nabla\nabla\nabla_7$ 。机械设备仍不能适应于蜗杆曲面的高精度磨削加工。由于球面蜗轮传动中的蜗轮和蜗杆几何形状非常复杂,应用其上的工装、刀具、机床改装等工艺设施也相应复杂。

整套33四机有三种类型的球面蜗轮减速器,有卧式的,也有立式的,由于形状和传动比大小各异,故此试验设施也设计三套。试验项目主要是测效率,如何测效率?我们对试验原理进行论证,从技术资料中查阅有两种:一是机械杠杆原理,二是电动机反扭矩测试原理。两者相比杠杆原理比较可靠,测试方便,数据容易捕捉,计算公式简单,测试精度基本准确,试验设备造价较低,所以我就采用了杠杆原理测试法。

其公式如下:

$$\eta = \frac{M_{出}}{M_{入}} = \frac{P \cdot L}{975 \times \frac{N}{n}}$$

式中: η ——球面副的整机机械效率

P——输出力矩端部的负载(公斤)

L——输出力矩的臂长(厘米)

N——输入电机功率(千瓦)

n——输入电机的转速(转/分)

式中, η 是要测试的数据,N、n、P、L均为已知数,而P、L是我们要设计的参数。

用杠杆原理如何设计P、L值的机构呢?对于阅历较浅的我只好以最简单的物理学中杠杆秤的原理解决P和L的设计,思路找到了,但无资料可借鉴。我开始调研,由于信息不灵通,只能在已研制过33潜艇的厂家去求教,由于他们都不生产,但有幸在江南厂看到破旧的测试装置,在此启发下,我设计了试验装置,用螺杆来调节磨擦轮的磨擦力矩 M_1 的大小和杠杆,砝码的 $P \times L$ 力矩平衡的原理来测出效率 η 。

经过一个多月的设计,请教论证,修改完善,终于调试成功。第一台装置成功后,第二台、第三台陆续制成。测试结果蜗轮箱机械效率达到82%左右,产品试制合格。上述技术突破之后,

“33”潜艇锚机的整机效率测试台也一举成功。

这座高大的试验台可模拟锚机实船使用工况,也可按锚机的试验大纲进行试验,既能对各个零部件的使用安全可靠进行考核,也能测试出锚机整机制造的机械效率 η ,对锚机的制造质量进行全面考核。

其机械效率 η :

$$\eta = \frac{P \cdot V}{6120N}$$

式中:P——加载砝码的重量(公斤)

V——起锚时的锚链线速度(米/分)

N——电机的输出功率(千瓦)

对于一个几百号人的小厂,在技术力量薄弱,技术人员缺少,的情况下,对33四机的高、精、尖技术突破,是一段多么艰难困苦的奋斗工作。它的研制成功为四七六厂后来发展大中型甲板机械奠定了技术基础,为国家作出了一定贡献。

(作者为四七六厂高级工程师)

十二、650 千牛米主动舵电动液压舵机研制的回顾

崔 若 松

1968年4月,在七〇四所的会议室里,六·四工作组的同志介绍718主测量船对舵机的功能及要求时说:“发射远程运载火箭试验中,主测量船要在预先指定的位置用经纬仪摄下运载火箭重返大气层溅落海中的弹道轨迹,要求测量船在水平方位及相对地球经纬度的坐标保持不变。由于海上有风、浪、流的影响,船随时有改变预定位置的可能,要消除这种影响,船就要有低速推进、横向漂移,及原地回转的能力。这种能力要靠主动舵配合艏部定向装置来实现。主动舵的舵机既要象普通舵机一样在船舶航行时操纵船舶,又要在船舶漂流状态时控制船舶定位。前者转舵 $\pm 35^\circ$,最大扭矩650千牛米。后者扭矩虽不大,但却要转动 $\pm 90^\circ$ 。根据我们对国内舵机的了解,这样大的舵机要转动 $\pm 90^\circ$ 是有难度的。如技术上有困难,至少也要能转到 $\pm 70^\circ$ 。”

当我们进一步了解到主动舵的转舵角减少 20° ,主动舵推进器推力的利用率就要减少6%。对于主动舵推力本来就不富裕的主测量船来说,则是不得已而为之。课题组的同志们认为,应该尽可能使推舵机构能转到 $\pm 90^\circ$,主动舵多一分推力,将来试验就多一分成功的把握。我们深知肩上担子的份量。

60年代我国已能建造万吨级船舶,也能建造750千牛米的液压舵机。但这种舵机别说转 $\pm 90^\circ$,就是 $\pm 50^\circ$ 也很难实现。实践号与东方红号两艘海洋调查船都是采用主动舵,系电力传动的型式。转舵扭矩只有100千牛米,当扭矩大到650千牛米时,其自动控制的性能则无法满足自动操舵仪的要求。因此650千牛米主动舵电动液压舵机的技术方案只好另辟蹊径。

经过调查研究和方案讨论后,在实现转舵 $\pm 90^\circ$ 的问题上,存在两种意见:一是采用常规的

液压系统及特殊的推舵机构来实现,另一种则是采用常规的推舵机构稍加变形及特殊的液压系统来实现。前者设计上较易,但工艺难度大,如采用油缸齿条齿轮传动,其齿条齿轮的模数将大到 65,一般船厂均无法加工,而且整机的长度尺寸大,安装也不方便。转叶式液压舵机占地面积较小,但 650 千牛米舵机单叶片转叶式油缸的内径要 2 米多。当时,我国转叶式液压舵叶尚无制造成功的先例,在国外,这样规格的转叶油缸也属大型,制造也有一定的困难。质量难于保证,势必影响舵机的可靠性,而可靠性则是舵机最重要的性能之一。后者元件均为普通元件,工艺较成熟,但设计难度大,调试工作量大,研制的风险也大。经过全科同志的讨论并报领导认可,决定采用第二种方法。为了稳妥起见,对关键部分进行中间试验,以检验方案的可行性。最后,推舵机构决定采用类似法国 DUIOSE 的型式。

推舵机构的型式确定以后,液压系统的方案就成了舵机成败的关键。该舵机的液压系统概括起来有五大特点:

(1) 为使推舵机构能转 $\pm 90^\circ$,采用电液阀配流方案,即四个油缸在向某一方向推动舵柄转动时,有一对油缸会到达死点位置,此时电液阀切换油缸进排油的管路,这对油缸被另一对油缸带过死点后大家一起把舵转到 90° 。由于油缸过死点位置时活塞运动速度及两腔的油的流速均为零,此时切换管路不会引起液压冲击,舵也不会停顿,保证了舵机运动的连续性。

(2) 由于油缸越过死点位置后,油路进行了切换,油缸进油与回油之间比例发生变化。对闭式系统来说,存在回油不足要补油和回油过剩要放油的问题。该问题是通过两个液控单向阀组成的梭阀来解决的。这种作用还会使闭式系统中的油能得到更替,对散热及减少磨损也有好处。

(3) 采用液动滑阀作为两油泵电动机组的联锁机构,在双向平衡阀没有引进以前,与棘轮棘爪机构相比不失是一种较好的办法。051 和 09-2 的液压舵机都采用了这种结构,后来掌握了双向平衡技术,就用它代替了液动滑阀,使稳舵效果得到很大的改善。

(4) 采用液压集成块结构,使管路大大简化,提高了舵机的可靠性与可维性。

(5) 设有分配阀箱,当出现单一故障后,能将故障的部分隔离,使舵机有较高的生命力。

经过课题组同志的共同努力,全套施工图纸于 1969 年完成。通过江南厂的精心制造与艰苦的调试,1978 年远望号航天测量船进行了常规试航,舵机顺利提交。1980 年我国远程运载火箭发射成功,远望号胜利归来。我们到船上调查舵机的使用情况,船上的领导和战士们都反映舵机是船上最可靠的设备之一。1983 年,当用双向平衡阀替换了滑动滑阀后,我随远望 1 号船参加了第一次发射地球同步通讯卫星测量的保驾任务。三次往返测量地点,航程近万里,历时 3 个月,亲身体验了舵机的工作情况。作为一个科技工作者,当亲眼看到自己主持研制的产品经受了各种考验时,内心的喜悦是无法用语言来形容的,同时也意识到这不是终点,而是一个新的进军的开始。

(作者为第七〇四研究所五室主任、高级工程师)

十三、核潜艇舵装置研制的回顾

杨宗虞

舵装置是核潜艇的一个主要设备,要求百分之百的可靠,以确保核潜艇航行的安全。1965年我接受该项任务,前后共开过6次方案审查会。会后,进行了大量的设计计算、调查研究和试验工作。经过两年多时间,于1968年7月,在七院于笑虹院长亲自主持的会议上才正式确定了舵装置方案。

舵装置包括艇内舵机系统和艇外传动装置两大部分。由于核潜艇排水量大、航速高和水滴形尾部空间狭窄等特点,给选择舵机系统和布置带来新的课题。原想将常规潜艇上的舵机系统相应扩大,搬到核潜艇中来已无法实现,而手中仅有的一张国外潜艇舵机系统图,因国内尚无21兆帕高压螺杆泵设备,故不能仿效。为此,重新设计出既要满足核潜艇操纵性要求又要结合国内设备配套的方案已势在必行。研制工作中我曾提出两种方案,即用10兆帕全船液压系统作动力来实现操舵的全船液压系统方案和用变量泵机组供油来实现操舵的21兆帕独立式系统方案。考虑到我国第一条核潜艇的重大政治意义和舵装置是直接关系到潜艇生命安全的关键设备,从我内心来说,采用前一个方案较为稳妥,主要理由是:(1)该方案在常规潜艇上得到了应用,有一定的设计资料可供借鉴和较多的使用经验;(2)主要设备和附件容易落实;(3)正因为是成熟的方案,研制工作中阻碍较少,可少担些风险。但是从大量的计算数据上可见,前一方案的致命弱点是计算压力过低,仅为7.3兆帕(当时20兆帕螺杆泵未试制出来),排量低,造成舵装置设备过多,重量加大,比独立式系统方案重2.94吨,容积多占3立方米,在机动性和可靠性等方面都不如独立式系统。故在1965年12月的方案审查会上,初步确定以独立式方案来开展研制工作。

独立式系统方案有明显的优点,但这些问题必须解决:

(1)变量泵是关键设备,当时有的泵的压力和排量尚可,但变量方向时间滞后,不能满足自动操舵仪的要求;有的泵从结构和材质不符合船用条件。(2)采用了独立式方案,自动操舵仪需重新设计,两者之间匹配需在陆上联调试验合格后才允许装艇。(3)新方案采用21兆帕高压系统,这在60年代的舰船上是从未有过的,因此其安全性和系统附件配套问题要妥善解决。

为了实现新方案,开始了对上述问题的探索 and 追求。

变量泵是舵装置的“心脏”。1965年寒冬腊月,我和七〇四所的蔡明伦同志从上海出发,转辗武汉、太原、天津、北京、沈阳等地,行程2000多公里,经过调查比较,最后选择了北京起重机器厂生产的ZB—75和ZB—40型轴向变量泵。为使这两型泵更适合舵装置的要求,我所顾信娥、七〇七所孙玉才和我三人驻该厂,与厂的领导和技术人员对泵的图纸作了反复研究,从泵体材料到泵体结构均有修改,由ZB—75、ZB—40型改为ZBY—75、ZBY40型,后又改为ZBYS—75、ZBYS—40型。此外,并做了变量过程中的过渡时间的测试和满负荷连续变量1000多小时的寿命试验。修改后的泵经试验,各项指标已基本满足舵装置的要求,这是经过6个月日夜奋斗的结果。

变量泵的改型成功仅仅是舵装置新方案实现的第一步,而整个系统(包括舵机系统和自动操舵仪匹配)需经陆上联调试验,确保工作可靠和系统精度才是真正的关键。试验在天津七〇七所进行,我与冯国枢同志先参加这项工作。从试验室基建、试验设备订货、安装、调试只有一年时间。为争取时间,各项工作齐头并进,即使十分紧赶,最后留给调试的时间已不足90天。1968年春节,家家欢聚迎新辞旧之时,我们是在试验室中渡过的。多少个日日夜夜,大家默默地紧张工作着,没有任何怨言和牢骚,亦没要过一分钱的加班补贴,全凭着对海军建设的事业心、责任感和热忱的奉献精神。经过80多天工作,对舵机中的泵、油缸及各种附件的工作进行了可靠性考核;对舵机系统和自动操舵仪之匹配作了检验;对舵机系统和自动操舵仪的转舵角度、转舵速度、稳定精度及误差等参数作了检验的修正;通过试验对装艇设备提出了修改意见。

为使新的操舵系统在装艇后的使用和维修工作更加完善,我们又对以下问题开展了研究:(1)该方案设有两套机组,一套运行时,另一套备用,为实现机组快速转换,确保潜艇在高速和危急情况下的安全,我们又研究设计了带强制切断的两位四通切换阀。(2)潜艇中尾部有方向舵和尾升降舵,如按各两套配置(包括补油泵机组)则共有8套机组,使设备在狭小的艇尾部的布置安装及管路电缆的敷设难以解决。为此,我们提出了研制双出轴电机,两端各带1台泵,减少了4套机组,解决了上述问题。(3)根据操舵特性,我们大胆地利用电机短期过载能力,将主变量泵用电机功率由55千瓦降为30千瓦,即满足了操舵要求又节省了空间。(4)由于艇是水滴形线型,尾部舷外部分收缩率大,空间狭小,虽从结构上进行了加强,但在螺旋桨的推力、振动以及操舵时产生的水压力(最大能达200吨)作用下,尾部结构将不可避免地产生变形,影响舵轴的转动甚至卡舵,为此研究设计了舵轴轴承处的大尺寸的球轴承。

1971年8月23日,我国第一艘核艇首次试航,操舵装置成功地经受了使用的考验。1974年通过了定型会议审查。

先后参加这项研制工作的,还有我所的顾信娥、夏列国、徐贵平、顾金良和赵肃亭等,并得到了闵耀元、陈源、冯国枢等的帮助。七〇四所林汉兴、蔡明伦参与了部分设计工作。此外,还得到七〇七所孙玉才、胡文光、苏景波等的配合和帮助。

10余年来,我们研制的舵装置在核潜艇的各项训练与试验任务中,发挥了重要的作用。作为一个科技工作者,我感到莫大的欣慰和鼓舞。

(作者为第七一九研究所计划经营处副处长、高级工程师)

十四、330 千牛定位锚绞车研制中的几件事

钱 金 龙

33吨定位锚绞车是718工程925型打捞救生船用于定位打捞救生工程中不可缺少的关键设备,国内尚无这样的大型设备。1971年开始,我负责该项目的设计、研制工作,深感责任重、难度大。

方案的确定和产品的改进

在研制过程中,我们对液压和电动两方案进行了分析比较。根据国内制造水平,采用电动方案比较可靠。当时 627 工程的勘探 1 号正急需 33 吨电动定位锚绞车,为此,特研制了 6 台首制样机应用于勘探 1 号船。1974 年,在延安饭店 718 两型船方案审查会议上,我介绍了 33 吨电动定位锚绞车在船上的使用情况,引起代表们重视。根据会议要求,需在勘探 1 号的使用基础上作改进设计,并配备 100 吨测力计数装置和涂油器,配套应用于 J302 打捞救生船上。

1977 年 8 月长沙会议提出,为了加速抛锚定位,配合拖轮拖带钢缆速度,我又着手改进设计,增加了离合器和手动刹车装置,配合应用于 J506 船和 J121 船上。设备的改进,使定位抛锚取得了快速性和定位正确性的效果。

千米粗缆排缆难题的攻克

33 吨定位锚绞车,需卷绕直径 56.5 毫米、长 1250 米粗钢缆,保证绞车在工作负荷下正常工作是十分困难的课题。工厂在钢缆排绕问题上多次失败,厂方召集各方面有关专家和技术人员进行磋商,许多同志感到棘手,觉得难以解决。我根据多年的实践经验,认为排缆可以解决,关键是:(1)要有适当的预紧力;(2)初始调整要正确。对于这样大型的设备加预紧力需要专门的加载装置,费用大,工厂感到有困难,我建议在海上调试排缆。会议采纳了我的建议。

1981 年 10 月底至 12 月 15 日,J121 船在码头作 50 吨吊重试验后,在渤海湾 60 米深海域作定位抛锚试验。首先 5 台定位锚绞车进行单锚自抛、自起兼作排缆调整试验。开始时,工人师傅根据自己多年的经验(没采纳我的意见),利用 2 号机进行排缆调试,反复进行多次,花了两天之久,也没有获得成功。军代表、试航领导小组有关领导与我商量,最后决定由我亲自动手调试。我把钢缆放剩数圈,进行一次性调整后作连续收绞 1250 米钢缆,直至锚破土为止,顺利地取得了极为整齐的理想效果,反复收放千米均无显著变化,在场人员均很惊讶。在这次试验中,首次取得 5 台定位锚绞车在第一层调整排缆后达到排缆均为良好的程度,并获得千米粗缆一次调整,使排缆整齐的初步经验。工人小师傅开老师傅的玩笑说:“技师毕竟不如工程师。”其实,我当时还是技术员。改革开放以来,某厂引进三用拖轮技术,外国专家以同样的方法冠以神秘的“专利”卖给某厂,而我们自己创造的经验用过而丢之脑后,真令人费解。

扣人心弦的夜晚

海上的夜晚一片寂静,J121 船在 60 米海深区域(4 级海况,最大流速 3 节,最大风力 6 级,4 级浪)海浪翻滚的情况下,作定位抛锚考核试验。忙碌了一天的我睡在床上,由于试验没有做完,一直放心不下,只听得“嘣,嘣……”好似船体崩裂的巨声把我惊醒。我提心吊胆,深怕出事。隔壁航仪厂老汪不时敲敲舱壁喊:“老钱!老钱!会不会出事?……。”我多次起床,披上棉大衣,冒着严寒到各定位系统观察,遇到八所的同志,也都是同样极度紧张的心情,期待试验取得成功,又互劝对方回去休息。这一次,我根本无法入睡。36 小时过去了,一台一台定位锚绞车顺利地起锚。总算万事大吉,万吨级大型船舶取得首次定位抛锚成功,胜利的喜悦和失败的担心同时留在我的脑海中。

在试验中,绞车经受了超负荷 20% 的考核,测力计数装置始终显示传来的数据,试验取得良好结果。这次试验也肯定了深水锚可作领水锚使用,进一步证明深水锚系统是不可缺少的。

我们以喜悦的心情迎来良好的评价。朱麟和我及时把试验成功的佳音报告单位,让参加这一工作的同志们共同分享盼望已久的喜讯。

(作者为第七〇四研究所工程师)

十五、051 舰减摇鳍装置的改进研究

渠 慎 诺

我国首制导弹驱逐舰——105 舰,迎着朝阳,徐徐驶向大连试验海区,进行首次静水航行试验。蔚兰的天空,碧绿的海水,还有那被螺旋桨翻起的雪白浪花,……。极目远眺天水一色的神怡景象,却不能使我的心情平静下来。

我与大家多年辛勤劳动的成果——我国首制 051 舰收放式减摇鳍装置今天就要进行考核了,这对小鳍能在这平静的海面上使这个庞然大物摇起来吗?忧心疑虑冲击着以往的自信,思虑万千。准备试验的命令下达了,不安的心情却突然平静下来。机器开始启动,一对带襟的鳍从船中的艏部缓缓放出舷外,掀下生摇按钮,鳍按照生摇讯号规律性动作起来,随之整个舰身摇了起来,而且越摇越大,一直摇到 ± 20 多度横摇角才稳定下来。试验成功了!多年预想的目的达到了!正当我们沉浸在欢乐之中时,突然,下达了“停止生摇”的命令。我们感到惶然,接着又受到指挥部门的批评:“怎么搞的,把舰摇翻了怎么交待?”虽然我们受到了“批评”,但每个参试人员的脸上都无法掩饰内心的喜悦,这毕竟是我们首次探索取得成功的前奏啊!

生摇试验后,该装置在南海湛江地区进行了风力 8~9 级、浪高 5 米的高海情试验。减摇效果达到 65%,基本上满足了任务书的要求。在执行 580 任务中,该装置发挥了良好的作用。正如 162 舰的信中所说:“在执行 580 任务的一个多月中,减摇装置累计工作 223 小时,其中 5 月 3 日至 5 月 6 日连续工作 56 小时,最高海情达 5 级,创造了海上编队有减摇装置舰船的最长工作记录。减摆装置运转良好,有明显的减摇效果。大大减少了晕船呕吐人数,从全舰 45% 的人增加了体重一点看,反映了减摇装置起了一定作用……。”见到自己主持研制的装置取得了成效,心中感到无限的欣慰。然而,使我仍不能放心的是该装置从 1967 年开始研制,正值十年浩劫,严重干扰了科技工作的进展。研究所里两派对立,形同水火,制造厂武斗不断,生产不能正常进行,研制程序被打破了,研制过程中一个重要环节——陆上台架试验被挤掉了,致使该装置的一些缺陷无法在陆上予以排除,产品的可靠性将受到很大影响,装舰后必然要暴露出来。如何总结以往的经验教训,克服现有装置中的缺陷,结合我国的实际情况,为海军研制一套较理想的收放式减摇鳍装置便成了我朝思暮想的课题。在责任心事业心的驱使下,我便与课题组的同志们一道,于 1975 年提出了 051 舰减摇鳍装置改进研究课题。

如何使美好的愿望变成现实呢?千头万绪似乎无从着手,但路毕竟是人走出来的,我们既然迈出了可喜的第一步,也就有能力走好下一步路。我们以责任心事业心为动力,遵循严格的科研程序,经过调查研究,终于又迈出了稳健的一步。

1975 年,我们大都到了不惑之年,虽说各自都在实际工作中增长了知识才干,积累了一定的实践经验,但过重的家务负担,体质的下降,也难胜负荷。为了用更理想的减摇鳍装置装备海

军,大家仍不辞辛劳,到各舰队及工厂调查情况,倾听意见。结合自己的亲身体会认真地总结经验教训,在提高可靠性、可维性、简化操作的前题下,对第一代 051 舰减摇鳍装置的成功经验予以肯定继承;可简化的设备予以简化,不合理的结构布置予以彻底改进;对某些既可体现产品先进性又符合发展方向的元件,予以改进或保留。例如我们去掉了原来的电子管,采用了集成块直流电液随动系统。我们组织力量与上海交大、442 厂联合研制了可靠性较高的新型电液伺服阀。这不仅解决了本装置的遗留问题,也为研制新型的电液伺服阀打下了基础。经过反复讨论、计算、修改,最终制订了较适合我国国情的理想方案。

为了争取时间,大家奋战 3 个月,于 1975 年年底完成了近 200 平方米的设计图纸及技术文件。而后分兵两路:一路在上海中华造船厂,制造液压机组、执行机构、鳍组和试验用的加载设备及试验台架;另一路到远离上海数千里之外的四川万县四五二厂,制造电控设备、反馈装置及试验用的控制台、摇摆台。时值 10 年动乱后期,“四人帮”的干扰破坏使国民经济到了崩溃边缘,各地供应紧张,人民生活困苦,四川万县更是困苦不堪,副食品供应奇缺。我们下厂的人员每个星期只能领到一顿 0.2 元的肉票,每天吃的几乎都是咸水青菜。尽管如此,为了早日搞出高质量的产品,大家仍然坚持与工厂的技术人员、工人师傅一起干,经常加班加点,日夜奋战,有的同志一次出差就长达 99 天之久。由于同志们忘我的辛勤劳动,第二代 051 舰减摇鳍装置连同其试验设备于 1978 年初完成。1978 年 3 月全部设备运抵我所,大家急海军所急,在综合实验室刚刚建成,起重设备尚不能使用的情况下,我们在起重师傅的配合下,肩抗,滚抬,硬是将 10 吨重的设备安装就位。在联调过程中,又遇到多年少有的持续高温(达 38~41℃),国产测试仪器在如此环境温度下已不能正常工作。我们买来了冰块放在测试仪器周围降温,而我们参试人员却顶着酷暑,忍受着虫叮蚊咬,精神振奋地日夜战斗。经过近 90 多天的苦战,终于顺利完成了陆上台架试验。辛勤劳动取得了可喜的收获,1978 年六机部主持召开了该装置陆上台架实验鉴定会,与会代表一致认为:“该装置结构合理,布置得当,实验室工作准备充分,可靠性较以前的装置有较大的提高,性能指标达到了设计要求。”

对船用特种设备减摇鳍装置来说,它的最后的检验不是在陆地而是在大风大浪的海上来考验它的性能。我们抓紧时间于 1979 年 3 月完成了实舰安装和系泊试验。同年 8 月完成了海上生摇试验。两年后,1982 年 2 月终于盼到了高海情天气,大家怀着激动的心情,冒着狂风巨浪,乘 132 舰驶向了试验海区。我们忍受着三餐不进,四肢无力、五脏翻腾的晕船痛苦,苦战一天,终于完成了高海情试验。试验证明减摇效果较第一代减摇鳍装置提高 10%,性能接近国际水平,可靠性较好。1985 年,海军定型委员会批准该装置设计定型。

回忆这 10 年的工作,虽说尝尽了酸甜苦辣,斑白了头发,带上了花镜,但想到我们为国家研制出了首次经海军定型委员会批准的设计定型产品,心中多少有些宽慰。

(作者为第七〇四研究所副总工程师、研究员级高级工程师)

十六、狂风巨浪中的船舶减摇装置

孟克勤

1980年5月,我国首次向南太平洋发射运载火箭试验。我随远望2号主测量船到南太平洋(东经 $173^{\circ}33'$,南纬 $7^{\circ}03'$ 为中心70海里)海域,执行火箭再入段的测量任务。

5月13日,涌浪象一座座会移动的灰兰色的大山,向我船铺天盖地压来,碰到船舷,涌浪突然耸立起来,浪击船壳发出船欲断裂、令人心颤的猛烈撞击声,船随涌浪的猛烈运动急剧地升沉摇晃着。由于装载直升飞机的船没有减摇装置,飞机难以起飞,取消了末区演练。而这时,远望2号船的减摇装置启动了,4个6平方米的鳍,在控制规律作用下,象鱼儿在风浪中游动时的鳍一样转动着,产生的巨大“升力”抗拒着涌浪对船的推力,船奇迹般地被稳定下来了。这时,涌浪击舷的海水,被撕成了兰澄澄似水晶一样剔透的浪花,蔚为奇观。

5月18日,我国第一颗待发的洲际导弹高高地矗立在发射架上,远望2号主测量船处于一级战斗部署,每人都全神贯注着自己负责的设备(我对减摇装置的正常工作负技术责任)。这天,由于遥测雷达突然故障,达不到 -4° 仰角,如果船体摇摆大于 4° ,则难以抓到低弹道目标。因此,更要求减摇装置保证船体的稳定。14时28分,火箭飞过船的上空,从记录仪上看到船体稳定在 $\pm 1.9^{\circ}$ 以内。遥测跟踪目标正常,180雷达跟踪目标正常……惯导记录的一百个波中, $2^{\circ}\sim 2.1^{\circ}$ 的波仅有3个,其余均在 1.9° 以下,减摇装置给测量设备提供了稳定的基础,满足了遥测雷达的苛刻要求。火箭象流星一样,发出金色的光芒,溅落在预定海域。

“东五”全程飞行,
今日首战成功,
似流星如闪电,
瞬时海上巨浪溅,
啊!胜利了,伙伴!
多年研制的辛苦,
迎来了欢笑的今天。

1982年9月间,我国首次进行水下发射运载火箭试验。我随舰队参加火箭落点测量工作,登上远望1号主测量船。9月23日,舰队合练,当时刮着7~8级大风。定位船—800吨级的拖轮横摇达40多度,不仅无法烧水做饭,而且船的安全受到了威胁,发出了呼救信号。19号台风袭来,尽管舰队避开台风,但仍有8级大风呼啸,风急浪高,波测高达5米以上,浪象万马奔腾似的起伏群山,向我船压来,使船产生了剧烈地摇摆。启动减摇鳍装置之后,船被稳定下来,破浪航行,船上仪器正常运转,人们照旧工作。

国防科委二十三基地的政委来到减摇装置舱,笑咪咪地说:“这个装置真好,解决了人们因摇摆剧烈而难以工作的问题。”接着又询问:“它把船的摇摆角减小了几度?”我没急于回答,而让战士按下“停止”工作按钮,船立即剧烈摇晃起来,他站不稳了,抓住了扶手,一看船横倾仪,横摇角在 $\pm 9^{\circ}\sim \pm 11^{\circ}$ 之间。30多米高的船,上层建筑的摇摆幅值大得惊人,在驾驶室看,舰像

要翻了一样。他说“赶快开机”。战士启动工作按钮,船立即稳定下来,横倾仪的指针在 $\pm 2^\circ \sim \pm 3^\circ$ 之间。他握住我的手说:“你们为部队研制了好装置,谢谢!”我内心甜滋滋的,这是对我们工作的最好褒奖啊,近10年辛劳换来的成功,被人理解了,认识了。

1984年至1985年,向阳红10号船与J121舰首次赴南极考察。途经西风带,持续的巨风,卷起惊涛骇浪,浪高达10多米,真像大山一样向船压来。没有减摇装置的J121舰横摇角竟达 35° 左右,很多舰员在长时间剧烈摇晃下纷纷病倒。而主尺度和排水量与J121舰基本相当的向阳红10号船,启用了减摇鳍装置后,横摇角被稳定在 $\pm 7^\circ$ 以内。良好的工作和生活条件,保证了考察队员的身体健康,保证了考察任务的完成。考察队员深有感触地说,在狂风巨浪中航行,减摇装置是给我们造福的装置。

向阳红10号船于1984年11月27日和12月19日,两次由南极海域发报,在《文汇》、《解放》日报上作了报道,赞誉了减摇装置设计师们的出色工作。我作为该工程的主持设计师深感欣慰,我将为发展我国舰船减摇装置事业继续贡献出自己的全部力量。

(作者为第七〇四研究所一室高级工程师)

十七、回顾七一八激光电影经纬仪稳定平台的研制

宋哲仁

七一八电影经纬仪稳定平台是远望号航天测量船光学测量控制系统中的一个重要组成部分,用于稳定激光电影经纬仪,使其在摇摆着的船上工作时亦能稳定、精确地跟踪目标。经纬仪自身重4500公斤,其质心到自身底面高度为700毫米。经纬仪要求平台在6级海情下的水平精度为均方根误差值不大于5角分。由此可见,负载大、精度高是该装置的基本特点。这样的大型稳定平台不仅国内属首创,即便在国外至今也未见有可供参考的资料。因此该课题是一项具有相当难度的科研项目。

该项研制工作从1960年6月任务下达,经过两次方案大变更,技术设计、施工设计、加工制造、陆上安装调试、光学测量控制系统陆上联调、实船安装调试、海上演练、参加580任务、图纸资料完工整理,直到1980年10月正式移交给国防科工委江阴二十三基地使用,前后整整花了10年多时间。1970年始,该项任务由林荣璋、龙家福两人主持,他们先后因解决两地关系而调往外地。自1974年开始,该课题由蔡顺清和我两人主持。我于1971年底即开始参加这项工作,当时采用的是液压方案。“九一三”事件以后近三年时间内,该项工作进展极其缓慢,电控部分在安亭地质仪器厂支持下已基本安装好,而机械部分尚未动工,课题人员调走与另行安排的变化很大。1974年初,得到七一八工程要重新上马的消息后,蔡顺清、宋哲仁、刘旭亮等人便重新审查了原方案,感到原方案不适于远望号电影经纬仪的特定环境。因为在经纬仪的正下方就是精度要求非常高的惯导平台,而且悬挂在稳定平台下方的复示平台上又是一面供光测用的大型反射平面镜。这些都要求本装置不仅稳定精度要高,运行要非常平衡,而且环境要干净。但是根据我国现实的工艺水平,要让一台复杂的液压控制系统不漏油是不可能的。为此我们走访了长春光机所、哈尔滨工业大学,初步考虑改用机电方案。同年8月,蔡顺清和我两人在参加光

测系统的一次会议期间,到北京中科院电工研究所进行了考察,从而坚定了我们对方案进行大变动的决心。在这次会上重新明确了《七一八激光电影经纬仪稳定平台任务书》(修改稿)。同年,749会议上对原结构形式作了部份修改,最后确定了现行的纯机电实施方案。协作关系不变,七〇四所负责总技术归口、研究设计和试验,沪东造船厂负责生产制造,七〇九所负责专用数控机的研制调试工作。鉴于任务紧迫和设备空间原因,装置中的力矩电机就采用南洋电机厂已生产过的DTM—6型改装,没有另行设计更理想的电机。由于力矩不够,只得采用低速力矩电机经低传动比齿轮箱再去驱动负载。这种方案在当时来说也算是一种创新吧。

1975年国防科工委在苏州召开了754会议,会议对七一八工程进度做了更明确的部署。为了赶进度,课题组全体人员全力以赴,新方案平台的全部机械施工图于1975年10月底发往沪东造船厂。按照一般科研产品程序,像这样的新课题在正式投产之前应有一个样机试制阶段,但鉴于该装置不仅规模大,总重量近30吨,而且造价高,制造周期又长,客观上也根本不允许先搞样机,再搞装舰设备。这就给我们的系统调试和控制线路参数的确定带来了很大困难。就我自己来说,心中没有十分把握,担心产品正式调试时会出事故,大返工,给国家造成损失,影响整个工程的进度。基于此,我根据负载特点提出了把转动惯量折算到电机轴端的仿真模拟试验方案。结果仅用40余公斤的铅块就模拟了22吨重,1200公斤·米秒²转动惯量的可动部件。按照这一试验方法试出的参数与实际情况完全相符。试验过程中暴露和解决了不少问题。并于1977年底在试验室将模拟系统与七〇九所研制的数控机接口联调,取得了满意的效果,为正式调机做好了充分的准备工作。沪东造船厂于1978年11月底加工组装本体完毕。七〇四所、七〇九所从1978年11月到1979年2月进行了历时3个月的调机工作。1979年2月22日在沪东造船厂由国防科委组织召开了718激光电影经纬仪稳定平台陆上鉴定会,3月在沪东造船厂电气车间与长春光机所的电影经纬仪联合调试,取得圆满成功。5月15日稳定平台出厂,由水路运往江南造船厂装船。此后是实船安装、性能恢复、陆上标校等工作。1979年12月至1980年3月,装备于远望1号、远望2号两台稳定平台先后参加了试航和近海演练。1980年4月远航南太平洋执行580任务,我和张海昆分随远望1号、远望2号远航南太平洋负责设备保驾,6月上旬胜利返回江阴基地。1980年10月在江阴二十三基地正式办理了移交手续。由七〇四所、七〇九所、沪东造船厂和国防科委二十三基地联合汇签了《激光电影经纬仪稳定平台交接协议书》,正式将稳定平台装置交给了使用部队(中国人民解放军国防科委二十三基地)。至此,稳定平台装置的研制任务圆满完成。

该装置装船至今已有8年多时间,先后参加了我国首次远程运载火箭发射任务、首次水下发射运载火箭任务、首次发射同步卫星任务等多次国家重大科研试验项目。设备一直处于良好状态,作为主持设计人之我的能为海军建设作出贡献感到莫大的欣慰。

(作者为第七〇四研究所一室党支部书记、副主任、高级工程师)

十八、051 电站汽轮——柴油发电机组 并联运行试验研究工作的回顾

顾 乃 文

051 舰是我国自行研制的中型导弹驱逐舰,其主动力装置为汽轮机,从而决定了它的电源设备是汽轮和柴油发电机组混合型电站,根据总体设计方案其电制采用交流。前电站设置一台汽轮发电机组和两台柴油发电机组,后电站设置一台汽轮发电机组和一台柴油发电机组。为提高电站供电的连续性和可靠性,前后电站的发电机组应能长期稳定并联运行以提高舰船的战斗性能和生命力。

1958 年“大跃进”时,国内民用船舶才刚刚开始推行交流化。各方面的经验都很缺乏,研制这样的舰用电站设备面临的困难很大,我能亲自参与研制并最终亲自指挥整个电站的成套试验,不仅在工作上是一个重大的锻炼和提高,也是我一生中难以忘记的重大经历。

051 舰电站 400 千瓦交流发电机的设计是我国舰船电站交流发电机从仿制转向自行设计的开始。1961 年我从大学毕业来所工作,领导不久要我负责舰用 400 千瓦发电机的设计工作,当时我国还未自行研制过舰船用发电机,对舰用电机的特殊要求不甚了解,技术上有些神秘化,电机厂一般不愿单独承接研制任务。在那个历史年代,采取学校、工厂和研究所三结合的形式设计发电机,并以学校为主,华南工学院庄捷元、南京汽轮机厂闵大毅、凌根娣同志和我组成的联合设计小组进行技术设计,先后克服了资料缺乏、没有经验、加工等困难,完成了发电机、励磁系统、设计研制和试验任务。同时,我所赵振厚等人和南京汽轮机厂合作完成了汽轮机设计、试制任务。

1966 年 7 月在南京海军军事工程学院召开的 051 产品技术协调会上,为保证舰船的机动性,在两台汽轮发电机基础上又增加了 3 台柴油发电机组(因柴油机起动迅速)。由于两组机型均为国内首创产品,不同机型,并联运行在技术上难度很大,而并联系统是否稳定为技术上成功之关键。总体设计做了两手准备,万一并车不成就采取分区供电方案。但为提高电站供电的连续性和可靠性又必须进行并联运行。

由于总体对系统供电品质的要求很高,单机的调频和调压精度要求很高,特性很平,但从并联运行稳定性的角度来看,又要求单机调频和调压性能应具有一定的下降特性。为了处理好单机和并联运行这种性能上的矛盾,为了保证系统的稳定性,即使单机调频调压特性具有一定的下降特性,又要供电系统具有较高的电能品质,向总体推荐了采用调频调载装置。

汽轮机调速系统是由四二室林光良参考苏联资料设计的,而柴油机调速系统为上海柴油机厂仿美国 Waod-Ward 公司 U8-8 调速器,而且还刚开始着手研制,对其性能不大明确。为了达到并联运行的目的,解决有功功率均匀分配问题,汽轮机和柴油机的调速特性应尽量一致,稳态调速率在 0~5% 范围内可调,动态调速率预定为 4%。但随着时间的推移,认识的深入,由于调速系统本身及其调节对象的不同,原来想法很难实现。在 1967 年与上海柴油机厂签订技术协议时,柴油机动态调速率改为力争 7%,而在实际交货时柴油机发电机组的动态调率只能

达到 8%，而汽轮发电机组的动态调速率仍为 4%，稳态调速率为 2%，只好降低了要求。

为了保证并联运行机组之间无功功率的均匀分配，我们也做了在调压校正器中加调差环节和并联运行均压线二手准备。1969 年根据海军的要求，七院下达任务，对 051 首舰电站设备等四型辅机应先在陆上进行成套试验，待性能达到要求后才能装舰。电站成套试验的任务，所里明确由我室承担并责成我担任试验总指挥。这对我来说无疑是一个十分繁重的任务，因为不仅要负责技术抓总，而且还要负责组织协调，感到压力很大。在试验设备安装施工中，我所张庆宏、张海华作为四所施工现场的常驻代表，不怕苦，不怕累，处理繁琐的事务工作，解决遇到的各种问题，认真踏实地完成了任务，是对我工作的有力支持。

参加成套试验的单位有：大连造船厂、七〇一所、南京汽轮电机厂、上海柴油机厂、广州船厂、海军装备部、北海舰队、南海舰队等，参试人员达二、三十人。组织、协调这样一大班子人去完成每个机组性能调试和相互间并联运行，对我来说是头一次，思想负担很重，真像一根拉紧的弦，那几十个日日夜夜在我记忆中留下了深刻的印象。除了南汽和上柴二厂的工人师傅的积极支持外，我要特别感谢南汽厂的黄雨岩和上柴厂的杜金娟以及所有配合试验的人员，是在他们积极配合下总算演完了这台戏，胜利完成了任务。

这次试验进行了两台汽轮发电机组、三台柴油发电机组、一台汽轮发电机组和一台柴油机组以及一台汽轮发电机组和两台柴油发电机组的并联运行，全部为国内自行研制的产品，技术状态属国内先进水平，试验结果基本上达到了预期的效果。汽轮发电机组与一台柴油发电机或两台柴油发电机组均能稳定并联运行，尤其在调频调载装置投入工作时，并联运行机组总功率在 $20\% \sim 100\% \sim 20\% P_{He}$ ，功率因数在 $0.6 \sim 0.9$ 范围内变化时，有功功率分配不均匀度在 5% 以内，效果比较明显。励磁系统在稳态电压调整率为 $2\% U_n$ 的条件下加直流均压线措施，就能保证无功分配均匀和系统稳定，解列时脱开均压线就能平稳地转移无功负载。

柴油发电机组和汽轮发电机组动态特性的不一致问题，原来曾担心并联运行后突加负载的动态过程会有问题，通过试验证明原来的预测是正确的，但不够全面和深入。原来只注意了突加负载时的最大转速降的不同，没有考虑到突加负载瞬间转速下降陡度即 $\frac{dn}{dt}$ ，由于汽轮机

及其调速系统的惯性大， $\frac{dn}{dt}$ 小，而柴油机及其调速系统的惯性小， $\frac{dn}{dt}$ 大，在突加负载的起始阶段惯性大的机组将承担较大的负载，因此突加负载不能过大。在一次并联运行试验时，汽轮机和柴油机各带半载的工况下，突加 420 千瓦负载时听到汽轮机齿轮箱发出了一声沉重的冲击声，大家都很惊慌，汽轮机厂的人员更担心汽轮机会受到损伤。在汽轮机的拆检中总算未发现任何损伤。根据记录的示波图可以看出，由于前述原因，在动态过程开始时汽轮机把突加的 420 千瓦负载全部承担了起来，这样造成了汽轮机 150% 超载，而后由于汽轮机转速的下降又把一部分负载转移到柴油机一边，柴油机又把一部分负载返回汽轮机，如此相互转移的负载逐步缩小，一直到稳定为止。这个试验的工况实际上并不存在，但恰恰揭示了事物的本质，加深了我们的认识，对类似性质的并联运行机组提供了指导的经验，进一步考验了 051 供电系统的稳定性。

这次试验在我国造船史上是第一次，我们参试人员都付出了不少心血，收获很大。对后来的机组配套具有深远的影响，尤其在技术上前进了一大步，为研制新的舰船电站打下了坚实的基础。

（作者为第七〇四研究所三室高级工程师）

十九、QF—6 汽轮发电机调节系统研制的回顾

霍 励 强

QF—6 汽轮发电机组是 051 导弹驱逐舰上的一台主要设备。它除了要符合舰船规范所规定的各项船用条件之外,还要满足两项比较高的要求:一是它必须在大幅度的蒸汽参数变化之下仍能正常运转,发出所需的功率;二是调节质量要求比较高,调节不等率为 $2 \pm 0.2\%$ 。如果达不到这些要求,将影响舰艇的总体性能。面对这样一个重要而高要求的设备,上级曾考虑引进样机或图纸,从仿制入手比较稳妥,后又考虑自行设计,请苏联专家进行指导。但是,1960 年 7 月苏联政府单方面中止协定,撤走了在华的全部苏联专家,致使这些想法都不能实现。于是,只能依靠自己的力量,走自力更生的路。虽然困难重重,但却是一条光明大道!

自己干,首先碰到的是人材方面的困难。老四室辅机科没有人是学汽轮机专业的,搞这项工作的几位同志都是“半路出家”,更不用说搞调节系统的专业人材了。其次是资料缺乏,国内所有的汽轮机调节系统,其不等率都在 $5\% \sim 6\%$ 之间,这些资料均不迁用。60 年代初期,电液调节尚未广泛应用,要达到 $2 \pm 0.2\%$ 不等率的调节精度确实不是容易的事。

在党的自力更生方针的鼓舞下,同志们并没有被困难所吓倒。辅机科的俞鸿宇、张文芳、曹天霸同志毅然挑起这一重担,以仅有的一些 TD—600 汽轮机调节系统的资料为基础,进行学习分析,提出了第一个设计方案。毕竟由于缺乏经验,又是从来没有搞过的高难度设计。这一方案经一机部汽锅研究所自控室调节组协助我们共同分析论证,结论是:该系统静态是可行的,但动态不稳定。因此只好重新设计,另起炉灶。

方案被否定了,大家并没有气馁,他们早已作好反复的思想准备。针对第一次设计的局限性,决定更广泛深入地收集资料,请教专家。一个偶然的机会,张文芳从一位技术人员的学习笔记中得到一份十分简单的调节原理图。根据这张原理图,新设计开始了。张文芳负责静态设计,林光良负责动态分析。经过一个多月的日夜奋战,终于在 1963 年 9 月间完成 QF—6 机组调节系统的第二次方案设计。不久,这一方案经汽锅研究所、上汽厂、七院三六室等单位的共同会审,肯定了它在理论上的正确性。而要使这个方案经过施工设计和样机的试制试验,成为现实的机器,还有很长的一段路要走。

南京汽轮机厂是 QF—6 样机试制厂。设计组成员深入到工厂车间和那里的技术员、工人一起工作学习,经过无数个日日夜夜的辛勤劳动,1965 年新调节系统部套试验开始。试验中调压器和调速器的试验反复次数最多,周期最长。调压器的测试数据偏离理论计算值甚远。如果调压器特性达不到理论计算值,则变参数的运行将无法实现。这时〇九工程的几台汽轮机设计工作也已全面铺开,设计组的张文芳被抽去参加另一项工作。面对这一致命的难题,林光良独自一人通过大量的统计数据,逐个工况点试凑,反复计算和修改调压器的型线窗口,终于造出适应变参数特性的调压器。调速器在试验中,也产生了偏离理论计算值的问题,赵振厚在林光良修改的型线窗口基础上,提出增大窗口两端余量的设计,从而完善了该型线窗口的工作范围,使该系统具有一定的超载能力。经过一年左右反复试验,部套特性的理论值与实际值基本

相符了。

部套单独试验性能达到设计要求,不等于整个系统能正常工作。部套总成之后,他们之间能否相互协调,还需通过进一步试验验证。QF—6 调节系统试验大约在 1966 年初开始,试验中发现了两个问题:

一是同步器安装位置问题。原设计的同步器置于错油门上方,与调速器隔离,动作不灵活。赵振厚提出把同步器改放在调速器上方,问题便解决了。

二是空负载试验时,汽轮机没有自动启动能力。按理说,机器启动后,调节系统应能使调节阀全开,但结果正相反,转速升高时,调节阀反而关闭,以致试验时要用人力将调节阀撬开。面对这一问题,当时小组内存在两种不同意见:一种意见认为需在系统内添置一启动器,以提高其启动能力;另一种意见认为该现象与系统中的油路走向有关,只要改变油路连接,便可解决问题。双方各持己见,似乎都有道理。由于我们对这些问题还没有经验,缺乏感性认识,所以决定付诸实践来检验。在试制的两台样机中,一台加启动器,另一台则在调节系统的油路连接上作了修改。1969 年初,这两台样机在三六室动力站进行了全负荷试验,均达到了设计要求。经参加试验的设计、制造、使用各方商议之后,确认后一个方案比较简单易行,同样可以达到目的。就这样,我国第一套自行设计的变参数,高品质的汽轮发电机调节系统终于诞生了。

(作者原为第七〇四研究所二室总工程师、研究员级高级工程师)

二十、大幅度滑变蒸汽参数调节系统的研制

赵 振 厚

1960 年 10 月,我接受了 QF6 汽轮发电机组的主持设计和研制任务。由于装在导弹驱逐舰上使用,汽轮发电机组的战术技术要求很高,环境条件恶劣,属国内首次设计研制,所以非常艰巨。其中有许多技术问题属于科研项目,涉及到经济性、舰船环境条件下的稳定可靠性、大幅度滑变蒸汽参数调节系统等技术领域。这些领域国内尚未触及过更谈不到实践经验,而且由于军工保密关系,国外资料很难收集到。

我作为主持设计人,在研制过程中除了组织和指导课题全体人员各个阶段的工作外,还亲自解决了大量技术关键。例如影响汽轮机出力和经济性的超音速喷咀直壁斜切口的壅塞问题,汽轮机转子动平衡要求和减速齿轮加工精度要求如何能在国内现有条件下制造出来并保证产品的性能指标问题,挠性支撑焊缝出现严重缺陷后在国内首次采用预应力的整体结构问题,发电机三相短路时保护机组的安全措施问题,调节系统最后装机的改进方案以及机组在舰船纵倾横摇和强冲击下的稳定可靠性等问题。

QF6 汽轮发电机组在设计研制过程中,遇到的最大困难是大幅度滑变蒸汽参数调节系统。从扩初设计到装机试车试验,前后更改过四次。扩初设计阶段,由于对设计要求未理解透,曾参考苏联 TD600 船用汽轮发电机组调节系统的结构,设计出本机组调节系统(下称第一方案)。经分析,这一方案根本无法满足大幅度滑变蒸汽参数调节的要求,故在扩初设计审查时就

被推翻。施工设计阶段,在第一方案的基础上增加了蒸汽参数(压力)调节环节,修改成调节系统的第二方案。这时,我们对此调节系统设计技术上的难度才有了一定认识,并且由于当时在自动控制理论方面的水平限制,还难以在较短时间内独立进行这种复杂的调节系统的静态和动态性能理论分析与计算,因而尚难判别该方案是否能研制成功。为此,经所室领导研究决定:将大幅度滑变蒸汽参数调节系统列为单项科研课题。并报七院和国防科委批准,委托给原上海汽轮机锅炉研究所对第二方案的调节系统进行动态品质的理论分析与计算。同时,课题组安排张文芳和林光良两人重点进行调节系统的理论分析研究工作。1962年,在配合汽锅所开展第二方案调节系统研究工作的过程中,借阅了汽锅所李培植在苏联留学时所收集到的季洛夫工厂有关滑变参数调节系统的部分设计方案资料,并且广泛收集到包括苏联舰用、船用和陆用汽轮发电机组调节系统在内的图纸资料、文献和图书。在此期间,课题组确定既要第二方案进行分析计算,又要考虑第二方案失败后能立即提出修改方案。因此,在与汽锅所配合分析计算第二方案的同时,抓紧培养人才,开展调节系统的研究工作。

1963年上半年,张文芳和林光良同志已初步分析出第二方案有原理性的错误后,课题组即抓紧探讨新的调节系统方案。我协助张文芳参考苏联TD12等滑变参数调节系统原理、跃进号货轮主汽轮机调节系统及TD600汽轮发电机组调节系统的具体结构,探讨可能实现的方案。1963年9月,汽锅所的研究报告结论为:大幅度滑变蒸汽参数调节系统的第二方案中有原理性错误,动态不稳定。因而该方案判定失败。幸而课题组张文芳等早已探讨过可能实现的第三方案,并在国庆节后完成大幅度滑变蒸汽参数调节系统的初步设计。经审查会议通过后,完成调节系统第三方案的施工设计,并投入试制,同时编制出详细的部套和系统试验台上静态性能试验大纲。比1964年到1966年,调节系统第三方案进行了大量试验,取得了丰富的实验数据,而且几乎每一个部套都进行了结构参数的局部修改,但结构原理和形式并未改动。通过试验台上反复的静态性能试验和林光良同志为主所做的调节系统第三方案的动态分析与计算,已充分证明此方案的调节系统是能研制成功的。

在此方案中,采用定排量的螺杆泵提供调节油,同时螺杆泵兼作机组起动停机时的备用油泵。但在试验台试验期间,螺杆泵尚未试制出来,因而不得不用节流孔组合模拟螺杆泵定排量供油的措施,但效果不理想。为此曾引起课题组着手探讨用离心泵代替螺杆泵直接供给调节油的可能性,唯因未能深入下去而中断。

1966年春,螺杆泵试制出来进行部套性能试验时,虽然性能良好,达到和接近各项技术指标,但发现螺杆泵与离心泵相比抗污染能力很差。当吸口滤网有油污淤塞时,就引起严重振动,污染淤塞严重时则产生气蚀而无法工作。我和在场参加试验的人员都很担心,将来装在舰上运行时,一旦螺杆泵吸口滤网有淤塞时,调节系统就会失控使整个汽轮发电机组无法正常运行,甚至造成严重事故。为此,我和南京汽轮机厂的工人师傅,从使用安全可靠的观点出发,极力主张螺杆泵不应参加调节系统的正常运行,而改用离心泵直接供应调节系统的调压油,螺杆泵仅作为机组起动停车时的备用泵使用,这样可提高机组运行的可靠性。

然而,改用离心泵代替螺杆泵供应调节油,在自控理论上有着原则性的差别,技术上相当复杂。螺杆泵属于容积泵,其排量只随螺杆泵的转速变化而与管路阻力无关(忽略内泄)。由于螺杆泵是用电动机拖动的,所以转速恒定,其排量也恒定。离心泵的排量既随转速的变化而变化,又与管路阻力的变化密切相关,且呈非线性关系(即不是比例关系)。该机组中的离心泵装在汽轮机的主轴上,汽轮发电机组的转速变化必然带动离心泵的转速相应变化。在调节系统的第三

方案中,离心泵供应汽轮发电机组的转速脉冲信号油压、油动机的动力油,此外还供应注油器的高压油、保护组合的超速信号油压以及汽轮机和减速齿轮箱的润滑油,已经相当复杂。如果改用离心泵代替螺杆泵再供应调节系统的调节油,各路用油量的变化,特别是油动机的用油量变化会对离心泵的压头有明显的影响,反过来又对离心泵的排量有影响,因此采用一台离心泵供应汽轮发电机组的全部用油,对大幅度滑变蒸汽参数的调节系统性能影响程度更大,因素更为复杂。因此改用离心泵代替螺杆泵供应调节油的调节系统,理论上更加复杂,设计技术上难度更大。

在自动控制领域里,非线性因素是常有出现的,而且严格地说是不可避免的,问题是非线性因素的影响程度以及如何采取有效措施减小其影响程度。

深入分析离心泵的特性可看出:压关与排量的变化曲线绝大部分是直线段或接近于直线,只在靠近设计的最大排量附近才出现曲线段。如果在调节系统的设计时,选取离心泵的供油量均在直线段或接近于线性段时,就可减小各路用油变化对调节油压力变化的影响。再看离心泵的压力变化与转速变化的平方成正比,但就本机组所用的离心泵其特性和使用转速的变化范围而言,其变化程度是有限而且是可控的,亦即只要合理地选择调节系统的有关参数,并在设计计算中掌握其变化规律,采取有效的技术措施,完全可以研制成功的。何况就离心泵单独供油这一点而言,国内外舰船和陆用汽轮发电机组上已经有调节系统长期运行为证。

基于以上分析,1966年春,我开始对离心泵单独供机组全部用油的调节系统进行了探讨,提出了改用离心泵代替螺杆泵供调节油的调节系统改进方案(第四方案),并两次编写与修改了改进方案的调节系统静态性能分析计算。经过试验台上反复试验,改进方案的调节系统静态性能均已达到设计要求。唯因当时我在自动控制理论方面的水平所限,而且时间紧迫未能进行改进方案调节系统的动态品质理论分析与计算,仅以相近的舰船和陆用汽轮发电机组调节系统结构对比方式,进行结构稳定性判别的粗略定性分析。

1966年4季度,经室领导开会审查讨论后决定,将改进方案的调节系统装在QF6汽轮发电机组上进行试车试验考核。1967年春,在试制厂进行QF6汽轮发电机组的空载和部分负载试车试验后,改进方案的调节系统静动态性能良好。唯因螺杆泵的排量太小,机组起动停机时润滑油压过低,不安全,同时改进方案的调节系统亦无自起动能力,因而改用了排量较大的螺杆泵。1967年夏,第二台机组试车时证明加大螺杆泵的排量后,调节系统能自起动。

两台QF6汽轮发电机组研制样机于1969年底到1970年初在上海动力站进行了全负荷鉴定试验,1974年前又装051舰多次进行了航行试验以及长期运行考核,充分证明QF6汽轮发电机组全面达到了战术技术指标的要求。1974年10月,海军军工产品定型委员会批准该机组为设计生产二级定型,并获全国科学大会成果奖。

(作者为第七〇四研究所电液伺服技术开发部研究员级高级工程师)

二十一、核潜艇电站和电力系统研制的回顾

林 如 琚

核潜艇的电站和电力系统是一个国家船舶电气工业和技术水平的标志,它同其它舰船相比有三个特点:一是电站容量大、系统复杂、供电连续性与可靠性的要求很高;二是兼有水面舰船与常规动力潜艇双重特征;三是用电负荷单机容量大,控制系统复杂。因此核潜艇电站和电力系统的研制具有特殊的技术难度。

1965年研制工作开始,摆在我们面前的困难是:没有参考母型和参考资料;参加研制工作的绝大部分同志都是刚从学校出来的大学毕业生,缺乏工作经验;我国造船工业落后,船舶电气工业处在仿制苏联产品尚未构成完整体系的阶段。要使研制的设备与系统同先进的核潜艇技术相匹配,是一件不容易的事。

我们的研制工作首先从“情报入手”,从零星点滴材料中综合国内外技术的发展动向与发展水平,又走向全国许多城市和工厂,进行广泛而深入的调查研究,在“骑驴找马”、立足现实、力求先进的总指导方针下,确定了电站和电力系统的主参数,制定了基本方案,提出了各设备研制任务书。后又深入各研制现场,同兄弟研究所和工厂的广大干部、技术人员、工人相结合,密切协作,边研究、边设计、边生产制造,经过约6年的努力,完成了首艇电站设备与系统的研制任务。

首制艇的电站设备与系统的研制大体分为四个阶段:第一阶段是准备阶段,我们主要做了调查研究与学习,派出一部分人员参加原七院十五所负责的一九六工程(陆上模式堆)电气部分的研究设计,我们的一些人员还作为主要成员,参加了设备的下厂研制。一九六工程电站设备与电力系统虽然同核潜艇的电站电力系统有很大不同,但毕竟为我们提供了电力为核动力系统服务特点的一次研制实践,为后来的研制工作提供了一部分基础。第二阶段是设备研制与总体方案设计。我们在进行电站和电力系统的总体第一、第二阶段设计(相当于方案设计和设计)的同时,组织了相当大的力量投入设备的研制。其中除电站控制设备由我们自己负责研制外,对其余设备均派出人员,到各协作的研究所参加学习和工作,带去总体设计要求予以贯彻。第三阶段是总体施工设计阶段。除少数人坚持在设备研制现场外,其余力量全部投入施工设计。我们完成了首制艇全尺寸模型建造,并经工厂的技术人员和工人的共同努力,解决了研制工作中(如隔壁电缆合耐高温高压的密封等)许多重大的关键工艺问题。第四阶段是安装试验阶段。我们参加了设备制造厂的设备调试和验收,设备的上艇安装有及系泊与航行试验。

核潜艇电站是全船配电中心,它的研制成功为我国船舶电气技术树立了一个新的标志。1200千瓦汽轮发电机组、由直流幅压电机拖动的交流发电功率为200千瓦的可逆主变流机组以及与此相匹配的可控相复励调压系统与扩大机调频系统等,均是国内第一次研制的具有国内先进水平的设备;电站控制中心是在我国船舶上首次实现了多功能的配电集中操纵管理与监视;30千瓦中频发电机组及其采用的半导体技术控制系统,其调压调频精度小于 $\pm 3\%$,

这不仅在国内是先进的,而且 also 与国际水平相当;促进了新的 1500 安培、2500 安培船用自动空气断路器(DW94)、600 安培和 400 安培交直流接触器、同期保护断路器、LW92 系列控制开关等等器件的开发应用,填补了国内船用电器的一部分空白。参加电站控制系统设备研究设计的主要成员有我所的於志海、柯善祥、洪席文、胡绍权、卢祖成以及上海开关厂的徐振球等同志,汽轮发电机为 704 所章以刚、杨荣光等研究设计,主变流机组为上海电机厂的姜承模、李银良设计,主要生产厂有上海汽轮机厂、上海电机厂、上海开关厂、上海先锋电机厂、上海直流电机厂、上海电器厂等。在核潜艇电力系统总体的设计中,遇到了五个方面的主要难题:其一,全船穿舱主干线电缆约有 21000 米、130 种规格,有大截面(3×150 平方毫米、 1×300 平方毫米)大容量的电力电缆,有信号极微弱(微安、微伏级)的信号传输电缆,因此如何成束合理走向,如何保证不产生交叉信号干扰,如何保证应急电缆束的安全可靠等等,均是较棘手的问题;其二,反应堆在艇的中部,环境条件恶劣,不仅有核辐射,而且仓内环境温度达 55°C 、湿度高达 100%,在特殊情况下,仓内竟达 200°C 高温和 20 个大气压,在这些条件下如何保证隔壁电缆盒的密封,是安全的重大问题;其三,1200 千瓦汽轮发电机的引线,按船用电机要求设置了接线盒,由 15 根 1×300 平方毫米的电缆进行引流,这些电缆成束工作状态具有大量的热量,所以如何成束排列,使其不占较大空间又有良好冷却条件以保证其安全,又是一个难题;其四,核潜艇停靠码头停堆后,约耗 600 千瓦的岸电,在冷启动时约需 1400 千瓦左右之功率,这样大容量的岸电装置,国内没有,该岸电装置除了容量大之外,还要求在靠离码头时,拆接线方便、保证密封,因此该装置的设计除本身的体积小、及发热引起一系列问题之外,还涉及到艇体强度、结构等复杂因素;其五,配电装置多而且容量大,国内没有制造过,尤其在短路情况下,配电装置的安全问题更没有把握。针对上述五个方面难点,我们同有关厂、所协作,进行了大量试验研究,取得合理方案。主要有:主干电缆敷设按强弱信号分束加特殊措施相结合,作到不交叉;电缆盒密封上采用了特殊的能防核辐射以耐高温高压的密封材料与结构形式;分层分列间隔成束敷设汽轮发电机引线;特殊的体积小容量为 600 千瓦之固定岸电装置和 1400 千瓦之临时岸电装置;研制了丁基橡胶绝缘电缆;对配电装置进行短路的电动力试验校验等。林龙济、潘崇品等为参加解决上述技术难关起到了重要作用。

核潜艇电站和电力系统的设计,还贯彻了一仓不沉性的原则,采用双控制方案或增设隔离环节,对供电生命力的提高有重大作用。在电力系统的保护设计上,我们注重于正确性与准确性,尽可能避免或限制人为失误造成的事故。主要的措施有:通过短路电流计算、设计了网络的四级保护系统;对重要的设备系统设置了事故保护连锁;对并车设置了同期保护;发电机组有超速保护等等。为使自动空气断路器保护整定值准确,经反复试验后,将原按单相分别整定的 DW94 系列开关改用三相同时通电整定。

核潜艇辅机单机容量大、控制要求高,其中动力系统辅机(如反应堆上 220 千瓦主循环泵和主副汽轮机所属的辅机)由于控制要求高,大都采取专门研制。我们是在一九六工程所用设备基础上,进行了舰用化修改设计研制而成;船舶系统辅机如 90 千瓦高压空气压缩机、55 千瓦 20 兆帕液压泵等,也是专门研究设计制造。核潜艇在应急工况下,交流电源由两台 200 千瓦主变流机组供给,因此对辅机启动电流有小于 400 安的限制,以保证应急系统供电的绝对安全。对于应急工况下需启动 180 千瓦制冷机组,则采用定时主变对拖来实现。对辅机控制系统设备的研制,我们采用了提任务书直接下厂同生产厂共同设计并参加调试的办法。

应急动力系统是核潜艇在核动力故障时唯一提供航行和全船供电的系统,它是核潜艇生

命力系统之一。它由我所归口抓总,我们根据该系统在核潜艇上的地位和要求,研制了该系统的两台 450 千瓦柴油发电机及其控制与配电设备,研制了 465 马力的应急电力推进系统。我所钟美州是参加这个系统的研制主要成员之一,七一二研究所承担了应急电力推进系统设备的研究设计。

70 年代初期基本完成首制艇研制之后,我们又先后投入并完成了后续艇、定型艇、导弹核潜艇电站设备的研制工作。在边实践边总结中不断提高设计水平与研制质量。70 年代后期以后的 10 余年中,我们又根据科学技术水平的发展,进行了第一代艇改进提高的研制工作与第二代核潜艇的电站电力系统的预研工作。微机技术用于核潜艇电站和电力系统控制也已迈开步子,并有了初步成果,预计到第二代核潜艇会以先进的船舶电气技术来武装电站电力系统。

核潜艇电站和电力系统的研究设计获得 1978 年全国科学大会奖,这是党和人民给预我们的崇高荣誉。这个荣誉也凝聚了上述提到和尚未提到的许多兄弟研究所和工厂中的干部、技术人员和工人的心血,我们衷心地感谢他们所作的无私奉献和给予我们的支持与帮助。

参加核潜艇电站和电力系统研究设计的我所成员,除上述已提到的之外,还有:刘梅林、李惠、黄孝金、林国桢、孙连吉、朱祥根、田福秋、孙增年、周德建、王汉香、金惠菊、李金波、陆林焜、许应品、张孝彬、孟光清、阎修俊、王永福、王小元、姜节明、戴树基、廖元洪、张惠民、王成全等。我先后同潘崇品、王汉香、刘梅林等人作为专业组负责人,共同主持了核潜艇电站电力系统的研制,我们的工作得到了大家的支持与帮助。

(作者为第七一九研究所高级工程师)

二十二、研制船舶电站控制装置的日日夜夜

王之杰

经历了 10 年浩劫后的中国大地,似乎一切都得从头开始。1976 年深秋,广大科技人员却感到了春天的温暖。关闭了 10 年的科技界开始复甦,人人都有那么一股子劲,要把失去的时间夺回来。

有关船舶电站自动化的内容,尽管在 60 年代后期,随着船电交流化的发展,已经开始使用我们国产的部分自动化装置(自动并车装置和调频调载装置)。但就全自动化的船舶电站来说,虽在 70 年代初经过了几番论证但没有开展研制,留下的只是几页论证报告。1977 年,船舶电站自动控制装置的研究课题落到了我的身上,由我和顾乃文共同主持。当时,周围的人们对船舶电站自动化的内容了解甚微,我只从一本杂志中看到了一份英国的资料,才知道其中的部分含义。那时,对船舶电站的自动化是从较低级的集中控制再到实现较高级的全自动化,分两步实现还是一步完成也有着不同的意见。此后,我参加了六机部科技局组织的电站自动化调查组,对国内多家用户、船厂和总体设计部门进行了调研,汇集了各方的意见,使我定下了一步实现船舶电站全盘自动化的设想。对我来说,要实现这一目标,困难是明摆着的。

首先是技术上的困难,我们手头上没有国外同类产品稍许详细一点资料,不了解国外同行当时的水平和发展动向;甚至连船舶电站自动化的功能究竟应包括哪些都不清楚;我们课题

组的近10名人员对于搞自动控制都属“半路出家”，对于集成电路的知识更是十分缺乏。于是，一开始我就去请西北军事电讯工程学院来我所出差的老师，从集成电路的引脚、生产厂、基本原理和典型应用等讲了半天课。接着就是边学边干，边干边学。连我们自己都难以相信，就凭我们几个“半路出家”的技术人员怎能在短期内拿出象样的成果来。但我们之间谁也没有把这句话讲出去，甚至丝毫没有流露出畏难情绪。为了某一个环节的线路设计我们经常一连几天几夜反复商讨、反复试验、反复改进。每个人各尽其职，仅仅用了近一年的时间就完成了各单元部件的模拟调试（其中还包括我们自己画线路，制印刷板、焊元件、接线等大量的工作）。由于船舶电站的自动控制是一个多变量的闭环控制系统，每一环节都必须严格按照总体逻辑的要求去完成各自的功能。我作为总体设计负责人，既要对总体控制的要求有一个明确的概念，又要对每一环节提出具体的要求，并对某些接口进行协调。这对于当时国内尚无借鉴的产品，又无国外产品的详细资料的我们来说，在开始编制流程框图时就遇到了难处，只能根据我们以往在船舶电站方面的实践知识，经过讨论研究确定了我们自行设计的一套流程。从现在我们所掌握的国外著名厂商在70年代以至今天仍大量应用的同类产品（如西德 Siemens 公司生产的 EEA22 装置，瑞典 ASEA 公司生产的 GENA—S 装置）来看，相比之下，我们的控制装置其功能已近乎包罗了国外产品的全部功能。

1979年，装置与柴油发电机组一起联机调试，工作进入了关键时刻。严冬，为了保证白天的试验，清晨4、5点钟就开始了水箱、机体的预热，在噪音高达110分贝以上的环境下，一干就是10几个小时；盛夏，冒着机房里40℃以上的高温，男同志个个光着膀子，女同志的衣衫则是从早到晚泡着汗水。干累了，跑到门口用自来水冲冲脚，这就是最好的休息，最大享受了。经过连续近10个月日日夜夜的联调试验，终于达到了预想的效果。

1980年1月18日，在上海建国饭店，由六机部主持召开我们研制的国内首台“船舶电站自动控制装置”鉴定会，会议期间为代表们作了现场表演，试验室里的3台柴油发电机组按照预定的程序，时而停止，时而运转，包括了自动启动、自动并车、自动负荷分配、自动恒频，按照负荷的大小自动确定运行机组的台数、故障报警、故障处理、电网失电时的应急恢复供电和重载询问等全套自动化功能，满足了无人机舱船舶对其电站自动化功能的要求。到会代表以惊奇的眼光注视表演的全过程，并都给予了较高的评价。

鉴定会议期间，六机部军工局夏桐局长当即召集七〇一所、求新船厂、有关海军代表等一起商定：037—1艇马上修改设计，决定采用我们设计的电站控制装置。这无疑是对我们莫大的鼓励和鞭策。两年多的辛苦，终于看到了成绩。感谢上级领导对我们的支持。有什么还能比自己亲手设计、制造的产品被社会、被人们接受更高兴呢！1981年底国际海事会议期间，瑞典 ASEA 公司的代表在听取并观看了我们的产品介绍后说：“你们做得比我们好”。

回想起当年攻关的日日夜夜，我们同样也不会忘记为改建一个船舶电站试验室所付出的心血。试验室是两间相邻的试验室的山墙所围成的梯形房间。屋顶铺的油毛毡，里面除了原有的两台柴油发电机组外，就只有一个近4平方米的钢筋水泥砌成的水池，要增加一台柴油发电机组就必须把水池般掉，要成为一个船舶自动电站的试验室还必须重新特制六屏配电屏。从采购到加工，从焊接到装配一切都是我们自己动手，没有一个工人，没有一件象样的工具，为了搬掉水池，只有一把风镐，几把榔头、凿子加上几双知识分子的手。就这样我们大干了起来，手起了泡，虎口震裂了，侧过身子用手帕一包又干了起来。血渍拌和着汗水终于冲走了水池。用40年代的工具，在干70年代的先进科技项目，这就是当时的国情。要增加一台柴油发电机组，仓

库里只有一台原来作为主机用的柴油机,为了与发电机对接,必须将机上的原带的飞轮罩壳截去一段,又是我们这些同志,硬是拿了手电钻在罩壳的一周打了近400个孔后用凿子凿下,砂轮打平。所有这些,现在想起来真是令人难以想象。1979年的一天,海军司令员刘华清同志来我们试验室视察,为我们自己动手、艰苦创业的精神所感动,当听说每逢下雨天,我们还得在试验室内撑着雨伞做试验时说:“我们的同志是艰苦奋斗有余,科学精神不足”。确实,我们不希望这种苦干的历史重演,但愿这种精神永存。

我要感谢朝夕相处共同战斗的同伴:顾乃文、李熙明、肖伯琴、钟如森、钟良月、孙昌鹏、鲍乐令、陈玉芳,还有我当时的直接领导温宝仓、袁海林、黄旦新。他们都是这一过程的当事人,这一段历史的见证人,每一步科研成果都有他们辛勤的劳动和汗水。

(作者为第七〇四研究所三室主任,高级工程师)

二十三、梅花香自苦寒来 ——忆电站微机控制装置的研制

王 莉 莉

80年代,电子革命浪潮的狂飙席卷了我国工业界,大规模集成电路的出现,微电脑的问世震撼着自动控制领域,推动其作进一步的技术更新。船舶电站控制是踏步观望,还是率先起步?

1980年秋,我科研制的“船舶电站控制装置”刚鉴定,就毅然决定开题研究“船舶电站微机自动控制系统”。由于我在交大旁听了一段130计算机课程,电站微机控制研究任务就“历史地”落在我的身上,当时我对计算机只有皮毛的了解,既没有上计算机操作过,也没有经过正规的学习和培训,对微型计算机更是一窍不通,对于研究的途径、开发工具、从何处下手,真似大海捞针,无从着手。组内人员虽曾参加过单个装置的研制,却没有一人参加过“自动化”课题,对船舶电站全自动化的整体内容了解甚微,一切都得从零开始。另外,微机电站控制在外国也是方兴未艾,手头的资料奇缺,只有一本中远公司“德大”轮上的使用说明书寥寥数语,极简单的几张功能流程图,使我们本来就沉重的心情更增添了几分迷惘……。

怎么办?头绪万千,不能理清了再开始。困难重重,需要一个个去解决。时间不等人,必须在战争中学会战争,在游泳中学会游泳。我们一边到科学会堂听微机课程,一边组成了一个三人小组,对国内外微机生产情况作了调查,消化了日本西芝公司的有关资料,引进美国cromemco“cs-3”微机系统作为系统开发,修建了计算机房。从数字脉冲电路、模/数转换技术到微型计算机;从程序设计基础到操作系统;无论是硬件还是软件,我们都如饥似渴地学习。虽然都已过了而立之年,家里都有繁重的家务,不管刮风下雪,不管夏日炎炎,大家不辞辛劳,横穿半个上海到复兴岛去学习,从不间断。通过一段时间艰辛的努力,初步掌握了微机原理及有关知识。

在用新技术武装自己的同时,我们确定了总体方案,在硬软件方面全面铺开了工作。由于第一次搞微机应用,国内在微机应用上也没有成熟的经验可以借鉴,而电站控制又是一个多台机、多参数、多功能的综合实时控制。如何使一台微机同时担当起由多台柴油发电机组组成的

电站多种繁杂的控制功能?在总体流程上是用软件查询,还是硬件中断?组内人员经过反复讨论,又去交大、机械学院等多方求教,终于确定了软硬结合分时工作方式作为系统流程的主线。接着组内人员分头进行工作,搞硬件的人员进行主机板、接口板及外围电路板的设计、试制,搞软件的人员编写和调试系统应用软件。软硬件单独调试完成后,进行模拟试验,软硬件联调。

……计算机房时而静悄悄地,时而听到轻轻的按键声,时而听到嗒嗒的打印声和打印纸的悉悉声。从白天就拉上的窗帘里很难判断出此刻是白天?还是黑夜?调试、打印、计算、修改,再调试、再打印……为了完成自动同步功能程序的模拟调试,这样的连续作战已是第30天了。自动同步是电站自动控制的一个重要功能。要求投入时间快、准确性高,实时性要求特别高,而整个电站系统又是一个多台机、多参数、多功能的综合控制,这就大大提高了实现的技术难度。我们把采集的数据放入存贮单元,再打印出来计算核对,在各类数据的采集次序上,在计算范围的确定上,不放过任何一个细节,经过反复试验,反复修改,终于使这个难度最大的控制功能达到了良好的技术指标和稳定可靠的性能,为以后的联机调试打好了基础。

就这样,我们将10个控制功能一个个在开发系统上联调成功,又在控制机上通过调试,眼看要与柴油发电机组联机调试了。一个沉重的打击又扑面而来,这段期间,我爱人不幸患了癌症,两次开刀,三次住院,此时病灶已转移到肝,肝部积水,病情恶化。我往返奔波于医院与试验室间,尽力想做好所有的事。我既想做好课题的试验工作,又要护理病人,寻药求医,还得照顾家中未成年的孩子。我把资料带到医院在护理的间隙看,把图纸带到家时画。我尽力想做到不影响试验进程,但是力不从心。感谢王之杰、连永杰在此期间对组内工作的关照,使研制、试验工作没有中断。但是由于我个人的不幸遭遇,还是使试验的进程受到了影响。

1986年,抹去伤心的泪,我又全身心地投入装置与柴油发电机组的联机调试工作。通过模拟调试,原理上已经可行,实际联机将会怎样呢?3台柴油发电机运行时发出震耳欲聋的响声,噪音高达100多分贝,夏天试验室里又热又潮,还有蚊子,跳蚤也乘虚而入,不断骚扰。面临着试验室设备陈旧,柴油发电机组年久失修,伙伴们没有泄气。对微机控制而言,电站是一个恶劣的强电环境,因此,我们又面临着抗电磁干扰的严峻问题,容量几百安培的主开关的分合,几十安培接触器的动作都可能通过线路或场的途径影响微机的正常动作,虽然输入输出回路采用了光电耦合隔离和电磁隔离,但硬件中断信号很容易受到强电设备操作的干扰。起初我们没有认识到这个问题,为了满足快速实时反应,在控制系统中设置了较多的硬件中断,这在原理上是可行的,但联机调试后,就遇到了麻烦,特别是主开关分合之后,动作往往产生失误。一个月来,尽管在电源和负载之间采取了一系列抗干扰措施,试验仍屡遭失败,简直到了“山穷水尽”的地步。最后,不得不忍痛推倒重来,以软件查询替代众多的硬件中断,并采取了一些软件保护措施,才又一次见到了“柳暗花明”,通过了IEC电磁兼容试验。

1986年9月,由院召开了我们研制的国内首台“船舶电站微机自动控制系统”鉴定会。会议期间为代表们作了现场表演,与会代表充分肯定了我们的成绩,给科研样机以极高的评价,一致认为“系统的功能齐全,技术性能指标接近国际先进水平,采用微型计算机对多台不同容量机组并联运行的船舶电站进行多功能综合实时控制是国内首次研制成功,较之常规控制有型小、体轻、功能全、可靠性高,灵活性适用性强的优点”,有关单位表示要立即用于037—Ⅰ型艇电站,南京军区工程兵接着又与我们签订了供货合同,科研样机的成功使我所在船舶电站控制领域又跃居到领先地位。听着赞美话语,看着几年辛劳的结晶,大家脸上露出了欣慰的笑容。回忆这几年的工作,走过的弯路,甜酸苦辣五味具有,更多的还是苦涩。但几度春秋,我们的心

血没有白花,几个寒暑,我们的汗水没有白流,我们为科研领域填补了一项空白而感到由衷的高兴。为科研工作作出牺牲,虽苦犹甜。

(作者为第七〇四研究所三室高级工程师)

二十四、突 破 强 磁 场

——记 082 扫雷机组柴油机集控装置的研制

雷 莹 辉

1978年,船舶总公司七〇八研究所正在进行082扫雷艇方案论证,并准备进行技术设计和落实各有关设备的研制工作。当我听到这一信息时,兴奋异常,觉得又有了为祖国海军事业贡献力量的机会。通过积极努力争取,我们接到了扫雷机组柴油机集控装置研制任务。

但仔细一想,这是一项难度较大,要求很高的任务。082是一艘港湾艇具合一式扫雷艇,在实施扫雷作业时,要求实现机舱无人,其自动化程度高,可靠性要求高。艇上的设备不但要在强磁场中,还要在引爆水雷的爆炸中,抗住强冲击、强振动的影响而准确无误地工作。这对我及课题组的人员来讲,都是第一次。“强磁场”只有书本上的概念,控制装置在强磁中工作会是什么样子,谁也没看过。至于实现集成电路的控制,更是个新鲜事。当时我们连集成电路的各引脚都有什么功能还不十分清楚,只有样本上淡薄的概念,工作中也未接触过。回想起来,完全是凭着一颗颗赤诚的心,才勇敢地接受了这一任务。

随着时间的推移和对课题了解的逐步深入,不由得冒出一身冷汗,这是块硬骨头,万一装置在雷区出了毛病,那结果将不堪设想。当时我们既没有强磁场试验室,也没有测试强磁场的仪器,真是一穷二白。如何攻下强磁场这一关?我曾冥思苦想,好长时间晚上久久不能入睡,我也曾有过退却的想法,但这只是一闪念。既然有为填补我国技术上空白的决心和干劲,为什么不敢去干呢?路是人走出来的,外国人能办的事,我们也一定能干出来。

首要的任务是创造一个可以试验的环境和场地,这是开展工作最重要的先决条件。为此,我们自制土设备,即产生强磁的设备。没材料,参试人员自己到市场上去买,自己动手试制强磁场设备。经过大家的共同努力,两台强磁场试验设备诞生了。为测定产生的磁场强度,所内没有这样设备,我们就到各有关单位去求援,能借则借,尽量少花钱多办事。当时我只有一个念头,既然没有可借鉴的书面资料,那只有一条路,就是向试验要成果。我们就是在大量反复试验的基础上,在试验中找答案,求生存、求前进,一步一个脚印地走了过来。

碰到的第一关是执行部件能否在强磁场中工作。事先我们也有种种设想(例如采用屏蔽罩),从理论上讲可以抗住强磁场的影响,不会产生误动作。可是当我们小心翼翼地将选用的各种元器件放到试验磁场中以后,居然屏蔽的航空继电器误动作,电磁铁衔铁也吸住,出乎我们的意料,顿时心里很紧张和沉重,这种方案是否可行?参试人员的心里蒙上了一层阴影,甚至忘记了应马上换放置方向,改变其相对位置,而傻呆在那里。但时间提醒了我们,几经变换位置,还是找到了磁场影响最小的位置,加了屏蔽的元器件还是能在强磁场的环境中正常工作的。这一结论使我信心倍增,仿佛看到了实扫战雷成功的前景。

控制装置的出口,在实验中得到了突破性的进展,但控制装置能否抗住强磁场的影响心中无数。我们的控制对象,是带有一吨重大飞轮的柴油发电机组,好像一匹脱缰的野马,弄不好,就可能造成飞车事故。为了做到万无一失,经过一个月的日夜奋战,搞好控制方案,经试验其功能达到了预期目的。但在试验中发现,当大吊车开动,距试验场地很近时就对其形成干扰,虽然事先已经采取了各种防干扰措施,但加到集成电路的何处最为有效,只有求助于试验和实践。边学边干,在试验中求得了圆满的解决。为了证实我们的设想,自己动手制做比较正规的控制装置做进一步的试验。时值盛夏酷暑,个个汗流浹背,出汗的两手将画稿纸都沾了起来,滴下的汗水将刚画好的印刷板图的墨迹都迷糊了,那只好重画。经过两周的日夜奋战,试验用的装置制成了。为尽早解决实艇使用中可能遇到的问题,我们找来了许多干扰源,进行干扰试验和配机试验。在众多干扰源中,75安接触器产生干扰有时抗不住,真是一波未平一波又起,一关比一关难,大伤脑筋,吃不好,睡不着;向别人请教也未得以解决,一连数日毫无进展。我们心急如焚,难道就通不过了?功夫不负有心人,借助于仪表查出了问题。加大一个触发器上抗干扰电容容量,我们乘胜追击,将装置放到强磁场中去,顺利过关,在后来做成正式装置时,为满足使用的需要,我们在功能上作些改变。当将样机放到磁场中试验,经过4个小时装置正常,大家都发出会心的微笑,但到了第5个小时,突然,出现了振荡器停振的异常现象,几分钟后,又恢复了正常。这突如其来的现象,把大家弄得昏头转向。这是怎么回事?为了弄清它,又延长了4小时,一切又恢复正常。第二次从头做起,又发现类似情况。为解决它,我连续几天试验、研究均无结果,大家只好坐下来,反复对比研究,用集体的智慧,找出了钳位不够的原因,终于通过各种试验取得了成功。

该装置经过实扫战雷的考验,性能可靠,运行良好,这是参试人员多年共同努力的结果。他们是张庆宏、梁爱华、倪玉书和赵跃平。

(作者为第七〇四研究所三室高级工程师)

二十五、051 舰 GSLF5/28 燃油锅炉研制的回忆

管 吉 美

1960年,我参加工作不到两年,就参加了研制GSLF5/28舰用辅锅炉的任务。此课题原系苏联技术转让项目,由于众所周知的原因,苏方停止了供图,我们仅从苏联进口的一份“临时供应技术条件”的资料中,看到一张很粗略的外型图。在此基础上尽了最大努力,于1960年绘制成全套施工图,走上了自行设计的第一步。但是,用于那一条舰呢?又经过了几年的波折,从56舰的论证,63舰的论证,直到051舰才落实了试制任务,为此我和科内人员以最大的热情投入了此项军工任务。

根据051舰的战术技术要求,该辅锅炉用于副透平发电用,其蒸汽参数相当于民用船舶的主锅炉,而其尺度、重量指标小于1/2,其燃烧方式又采用双面燃烧高热负荷的结构。给研制增加了难度。

在设计、试验中,我们碰到不少困难,一步一个脚印地向前走。为满足051舰的技术要求,

对原设计作了修改和补充,并确立了三个小课题:(1)燃烧器及燃烧系统的选型;(2)提高饱和蒸汽干度收集装置的选型;(3)实炉陆上试验和主要性能测定。

首先要在 2.57 立方米的炉膛容积,1.6 米长的炉膛深度内组织好合理的完善的双面燃烧是一个技术关键课题。在当时国内条件下,没有一个能提供进行此项试验的实验场地。我们只能先设计、制造试验装置,特别是制造双面燃烧模拟热态试验台,由于经费不足不可能按常规方法制造,在立新船厂废品堆中找到一只 1.6 米的波形炉胆,又在船厂的大力协助下造出了焊制的热态台,但试验场地还未落实。我们与交大锅炉试验室联系,在他们的帮助下,借用了该校热工试验室场地,才开始安装又遇到“文革”的影响,没有工人,仅在一名师傅指导下,我们与交大老师自己动手制造和安装全部配件和管路,用一年多时间终于进入调试阶段。边调试、边改造,进行了多种规格燃烧器测定,经过了几百次反复试验,终于为首台燃烧器样机设计提供了第一手资料,完成了双面燃烧热态测定。其间还邀请了有实践经验的司炉工和护卫舰锅炉军士长参加我们的试验评定工作,吸取不少宝贵的意见和建议,攻下了第一关。

1967 年下半年,051 辅锅炉正式在大连船厂投产试制,由工作的需要,又把我推上了课题负责人岗位,承担起试制、试验、鉴定和定型工作。在同志们的配合下,边学边干,深入船厂,我下车间边当技术员,边当生产协调员,配合工厂试制工作。有好几次来到大连,由于处在“武斗”高潮中,在旅馆里常常半夜突然把我们叫到底层,就是上班也提心吊胆地在武装监视的马路上走。在这动荡的年代里,用了两年多时间造出首台锅炉,心里也得到一点安慰。

为了确保辅锅炉如期上舰安装封舱,决定在陆上进行整体试验,与大连船厂组成联合试验小组。可是船厂没有一个车间能适合进行此项试验,经过调研最后确定在码头用锅炉房外的露天场地进行,这样解决了 5 吨/时蒸汽出路以及尽量利用现有油箱和水箱的问题。条件很艰苦,待设备及锅炉安装完毕后,已进入深秋,北方的寒流袭来,锅炉及管路都穿上了外衣(架设的帆布棚)人却在寒风中工作,到了深夜更使我们难以忍受。当时在一种精神的支持下,边续奋战了 15 天,终于完成了国内首台双面燃烧高炉膛热负荷舰用辅锅炉测定(包括多工况调试,蒸汽干度多方案测定),性能达到了原设计要求,填补了国内空白,受到大连船厂的领导和军代表的赞扬。

1970 年后,随着广州船厂、中华船厂、湘潭锅炉厂等单位生产需要,对此成果编制了全套完工定型图纸,并为解决首舰锅炉(左型)烟道走向不合理,绘制了一套右型锅炉。对原锅炉自动调节增加了燃烧自动控制,使锅炉更趋完整,达到 051 舰总体设计要求。1978 年此项科研成果荣获全国科学大会奖。

我通过主持此项课题受到了锻炼,提高了业务水平,也学到了很多书本上学不到的东西,深深感到所厂大协作是我国科学进步的重要保证,应该充分发扬。虽然现在我已离开了专业第一线,走上了科技管理的岗位,但这一段共同战斗所走过的路程是永不忘怀的。

(作者为第七〇四研究所工程师)

二十六、一次难忘的试航

曹 鑫 达

远洋航行的船舶,其船员和乘员的生活、动力系统以及某些生产作业均缺不了淡水。由于它的航程长、活动范围广,一次远航要带几十甚至几百吨淡水,要占据可观的舱容。海水淡化是解决船舶淡水自给的一条有效途径。

远望号航天测量船为蒸汽动力装置,它的重要设备之一锅炉需要补充高纯度淡水,水的总含盐度要求低于 8PPm。因此,必须将总含盐量为 35000PPm 的海水淡化成 8PPm 以下的高品质水。其次,该船航行和测量作业连续时间较长,要求海水淡化装置能连续运行不少于 90 天,而不必停机清洗。

自 60 年代初至 70 年代中的 10 余年里,我们七〇四所先后研制成多种蒸馏法海水淡化装置,满足了舰船发展需要。1970 年,我和周美忠承接了为远望号研制一种新型的“闪发式海水淡化装置”任务。它具有运行稳定、清洗周期长、易于自动化组合化以及操作简便等特点。过去我们已做过部份预研工作,仅用了半年多时间完成了技术设计和施工设计。1977 年初,江南造船厂才投产制造,在厂所密切协作下,当年 9 月首批 4 台装置顺利完工。又用人造盐水进行陆上台架试验,证明装置的产水量和产水质量均达到了设计要求,可以装船。经系泊试验和使用,情况很理想,没出现什么意外。

几个月后,装置接受实船使用考验的时刻终于到来了,1978 年 12 月 26 日早晨,天气寒冷而晴朗,远望 1 号迎着朝阳起锚驶向长江口,海上航行试验开始了。我和周美忠自上船放下行李后就一头钻进了机舱,与值更工人师傅和战士一起踏上舷侧闪发式蒸发装置的操作台,早做好了备航工作。自锅炉升火后就起动了装置,一直稳定运转着。虽然平安无事,但是谁也无心去甲板上吸一口新鲜空气,看看浦江两岸的风光和穿梭来往在江上的各式大小船舶。大家凝视着各种仪表,听着机炉舱内各类泵机运转的混响声。整个白天在轻松有序的气氛中过去了。

天色渐暗,时至黄昏,船将长驱直入驶向深海,此时在近海回旋航行,以对各种设备作最后的检查观察。在闷热和噪音环境里,人更容易感到疲劳,我们都希望装置能争口气。然而,事与愿违,突然间发现集控台上的盐度计指针在缓缓转动,正在趋于上升。我的心随着指针的转动被绞得越来越紧。无情的指针毫不留情地上升到设定的最高盐度 9PPm,并且很快直线上升,估计到了几十几百。报警红灯闪亮,报警铃声丁铃铃响。遇到了以前从未出现过的异常情况。我表面上虽很镇静,但内心已预感到这将是一个很棘手的问题,将要经受一次严峻的考验。如果不能在短时间内找到问题的症结予以解决,将影响整个试航。理智要求我们立刻行动,当即与厂技术人员、工人师傅和战士一起,一边从看得见摸得着的自动调节器、阀、仪表和水泵等设备着手,反复查找问题,一边试着调整运行参数精心操作,企图得到较佳的工作点,可是均不奏效。机舱内的情况早就惊动了试航领导小组,消息不胫而走。测量船抛锚停航过夜,出师不利引起了参试人员的不安与关注。

当晚 11 点左右,试航领导小组召集了有关人员会议,听取汇报商量对策。我在会上简要汇

报了淡化装置在陆上用人造盐水模拟试验和系泊试验情况,认为从技术上看装置的性能是完全达到设计要求的,出现的异常现象必有隐患存在。建议首先检查用海水冷却的各个冷凝器和海水加热器是否渗漏,其次通过人孔检查进水罩和汽水分离器是否完好。此外要求动力管系采取措施保证装置工作蒸汽供汽压力稳定。经讨论决定调集铜工、钳工和起重工突击抢修,(由江南造船厂修安车间陆三民同志负责)。时间不等人,大家立即分别行动准备夜战。人马很快调集全齐,机旁架起了临时照明和起重吊架,舱内顿时热闹非凡,拆检工作紧张而有条不紊地进行着。大家干了个通宵,天色渐明,大家都感到很疲倦,然而为了尽快复航,匆匆吃了早餐又投入了战斗。又忙碌了一个白天,终于找到了隐患。我们通过用 0.3 兆帕压力进行泵水试漏,发现右机组海水外部加热器和左机组空气抽除装置的冷凝器均有渗漏。同时在检漏过程中,我从有机观察窗隐约看到有一长条形物件倾倒在闪发室内,因靠近舱壁,地方狭小光线不足难以辨认。之后我与老周移来了工作灯仔细察看,确认是第Ⅰ和第Ⅲ级闪发室海水进水罩及其固定架被冲落,海水畅通无阻地直喷淡水腔,势必使蒸馏水含盐度大大升高。我们要求工厂打开人孔盖检查,果然如此,这是因固装螺栓断裂而引起。还发现一个汽水分离器脱落了两片分离片。一天一夜的艰苦努力并没有白费。几个隐患被找出,增强了对该装置的信任度,大家忘记了连续作战的疲劳。将故障排除完已是深夜了,大家顾不上休息,马上起动装置,逐步达到了稳定运行状态,粗粗看它的产水品质还是百余 ppm,但我注意到盐度计指针正在慢慢向低值转动。我想这是由于装置故障时被海水污染了,现在由高品质产水冲洗,心中有了底也就踏实多了。几小时后产水品质已降到了 3~4PPm,完全符合锅炉补水的品质要求。在场人员如释重负,虽然没有欢腾跳跃,却个个面露笑容,两天两夜的奋战倦意一扫而光。兴奋之时不能掉以轻心,坚守着岗位,生怕再出现反复。装置运行着,高品质产水哗哗的流入贮水舱。在我们紧急抢修时,尽管全船对淡水供应采取管制措施,但贮水仅剩 1/5,如不及时补充,船有被拖回厂的可能。基地虽派过供水水船来补给,但因水质不合要求以及输送上的困难未能达到目的。现在淡水舱慢慢满了起来,停泊后第三天,气笛一声长鸣,远望号起锚复航直驶大海,迎接大风巨浪的挑战。

(作者为第七〇四研究所四室高级工程师)

二十七、BL201 溴化锂吸收式 制冷机组研制工作的回顾

戴 永 庆

溴化锂吸收式制冷机组的研制工作是〇九工程中十大关键项目之一。对于核潜艇来说,密闭舱室的空气调节设施至关重要,它不仅关系到艇员生活和工作的适宜环境,而且还须保证电子仪器、仪表的正常工作,提高潜艇的战斗能力。如果,一旦制冷机组失灵,全艇将处于 50℃ 以上的高温状态,其后果难以设想。

根据七一九所对 09 艇空调系统制冷机配置方案论证结果,选用了溴化锂吸收式制冷机作为空气调节的主要设备。为此,1965 年六机部第七研究院给七〇四所下达了研制 09 艇用溴化锂吸收式制冷机的任务。同年 10 月,第一机械工业部在北京召开的〇九工程专业会议上,确定

了这个项目的设计和试制进度。

溴化锂吸收式制冷机的研制工作是以“三结合”联合研制的方式进行的。上海第一冷冻机厂的曹渊明同志任组长,我作为设计单位和任务提出单位的代表任副组长,另一位副组长是第一机械工业部通用机械研究所的吴进发同志。郑玉清、任金禄、邵志清、陈厚秀等都参加了研制组的工作。在研制工作中,还得到情报研究室耿惠彬等的大力支持和配合。

产品的研制首先从样机的研制工作开始,联合设计组的人员查阅了大量的国内外资料,经过反复研究,先后设计研制了5万千卡/时与2万千卡/时两台溴化锂吸收式制冷机样机。通过两年多的实践,样机的制冷量达到了设计指标。接着又对样机进行了横摇45°的船用条件试验,及在实船上进行了防冲击试验。样机的试制试验成功,为产品的研制打下了基础。

在样机的设计计算中,我发现采用日本、苏联、德国等国家出版的溴化锂水溶液特性图表计算,其结果相差甚大,有的偏差高达15%~20%。因此,我提出了进行国产溴化锂水溶液特性参数测定的科研课题。在810香山会议上,我们委托上海复旦大学化学系承担《国产溴化锂水溶液特性参数测定》的课题,委托西安交通大学热工教研组承担了《溴化锂水溶液传热试验》的课题。这三个基础研究课题工作量很大,特别是由复旦大学承担的课题,他们组织了数十人的力量,经过一年多的工作,才测得了完整的国产溴化锂水溶液特性参数。该资料已成为我国设计溴化锂吸收式制冷机的主要计算依据。

在样机研制与基础试验的基础上,1968年开始进行BL201(I)溴化锂吸收式制冷机的研制。试制过程中,郑玉清与哈尔滨焊接研究所的孙敦武,上海锅炉厂的顾溥锦等合作,解决了在645-Ⅱ钢板上堆焊B30铜镍合金的工艺;由上海第一冷冻机厂黄云大,黄照发师傅解决了管板与管子连接处的氩弧焊接工艺等技术关键。

我主持了机组的试验工作。试验在三六室试验场进行。在半年多的试验中,我们日以继夜地工作,度过了无数个不眠之夜,不断地为试验中出现的问题排忧解难。当机组的制冷量达不到设计要求时,我们采用堵管的方法,提高流速,增强换热效果;在机组的制冷量达到设计值后,我们进行了完整的机组全性能工况测试;在上海恒温控制器厂王惠康,上海调节器厂宋适年等配合下,几经反复,完成了机组的自动冷量调节试验;我们还进行了屏蔽泵与机组的匹配试验,不凝性气体对机组性能影响的试验等。通过这些完整的试验,对提高我国溴化锂吸收式制冷机的操作和维护保养水平均有一定的作用。

在BL201(I)溴化锂吸收式制冷机组试验的基础上,我发现机组尚有潜力,因此又提出在原外形尺寸不变的前提下,重新研制BL201(I)溴化锂吸收式制冷机组,将机组的制冷量由原45万千卡/时提高到55万千卡/时的建议。这一建议得到了七一九所与上海第一冷冻机厂的支持。于是,由我负责主持了BL201(I)机组的设计、试制和试验,从而使机组的性能指标得到进一步提高。

BL201(I)机组较BL201(I)机组具有更大的优点,因此,海军四三一厂、七一九所决定将BL201(I)机组装于09-2艇使用。

作为一种新型的空调制冷设备—溴化锂吸收式制冷机组第一次在潜艇中使用,加之设备的存放期已近10年,这就增加了装艇、使用工作中的难度。我们协助四三一厂参加了装艇前的准备与检验工作,并参加机组的系泊试验与航行试验工作。在这两次试验中,由于机组的主要运动部件屏蔽泵屡出故障,某些人一度对使用好这台机组产生了怀疑,甚至个别负责人表示,在中修后将这台机组从09-2艇上拆除,换上成熟的离心式制冷机,准备判以“死刑”。在此情

况下,我和上海第一冷冻机厂、上海水泵厂、上海人民电机厂有关同志,多次到试验现场,对屏蔽泵进行修复,并更换主要部件,以保证屏蔽泵的质量。通过屏蔽泵的修复,以及操作人员工作经验的不断积累,BL201 溴化锂吸收式制冷机组的性能已很稳定,声誉愈来愈高。它在 09 艇上使用了 7000 小时,并经历了一个月的持续运转,各项指标稳定,操作也很方便,深受舰队战士的欢迎。

1978 年,BL201 机组荣获全国科学大会奖。我本人因此参加了全国科学大会,并获先进工作者奖。

(作者为第七〇四研究所二室主任、研究员级高级工程师)

二十八、核潜艇综合空调研制工作的回忆

七一九所三室空调组

保证核潜艇能在水下长期航行和执行战斗任务必须解决艇内的人工气候问题,否则艇在水下的优越性就得不到发挥,从而失去了核潜艇的真正意义。为此综合空调、再生和净化列为核潜艇研制中的七朵金花之一。

为了响应毛主席“核潜艇一万年也要搞出来”的伟大号召,1958 年成立了海军核潜艇研究室。当时人工气候专业在国内尚属空白,各大专院校也无这方面的人材,故大多数人员是改行来搞人工气候的研究设计工作。为了提高专业人员的业务素质,采取走出去,请进来,向有关专家和老师请教和学习的方法,收集与消化国外情报资料,进行关键项目的立题研究和关键设备技术任务书的提出。1963 年后核潜艇工程暂时下马,但主要工作仍在进行。1965 年组建核潜艇研究所时又将专业人员重新集中起来,并加以充实,成立了综合空调组。该组人员在最高峰时约 40 人左右。在整个研制工作中主要参加者有:张全、周忠耀、姚国健、陆开利、童丽生、郑万烈、许端向、乔玲、汪志坚、陆荣国和任耀根等人。

过去仿制潜艇的空调仅仅起到去湿的作用,为了满足核潜艇人员和设备的正常工作,首先要解决动力舱的环境工作条件。第一步工作是分析、论证和计算舱室的热湿负荷,并根据计算的结果提出制冷机、空气冷却器等主要设备的任务书。

首先是落实和研制制冷机。最初与上海第一冷冻机厂联合设计了 100 万大卡/时半封闭式离心制冷机,因 09 工程暂时下马而终止。1965 年重新上马后,我组又根据科学技术的发展,提出了 50 万大卡/时全封闭式离心制冷机的任务书,并由第一工业机械部通用机械研究所,重庆通用机械厂、哈尔滨电机厂和我组组成联合设计组。经多年努力,在解决了耐氟导线,轴封,节流装置和叶轮制作以及承受高压海水的冷凝器等一系列技术问题后,于 1969 年试制成功并装艇使用,完全满足使用要求。

为了提高核潜艇空调的生命力,1967 年又着手研制新型的 40 万大卡/时溴化锂制冷机组。由七〇四所、北京通用机械所、上海第一冷冻机厂和我组组成联合设计组。通过样机试验、性能试验后,达到了设计任务书规定的各项性能参数。改进设计后的Ⅱ型机组,又作了补充鉴定,经装艇使用满足了艇上要求。为了提高艇的安静性,我组还和七〇四所一起研制了一台

1000 大卡/时的半导体空调器,后因半导体器件昂贵,耗电量大等因素,而未被采用。

空气冷却器是带走动力舱内大量热湿负荷的关键设备。我组在江南造船厂的简易工棚内建立了试验台架,对当时国内主要型式的翅片管空气冷却器进行了试验和测试,最后选择了传热性能好,结构紧凑的螺旋铜丝式空气冷却器。由我组设计的这些冷却器在艇上长期使用。

全船通风系统为综合空调的主要组成部分之一。由于核潜艇采用了应急柴油机动力装置,在它不工作时的通气管航行工况中,艇内的通风换气将利用低压吹除鼓风机来进行,由于汽轮离心式鼓风机用于艇上尚属首次,没有实际使用经验。在零流量启动时产生喘振,在该工况下不能进行通风换气。为了解决此问题,组织了攻关小组,由七一九所任组长,杭州汽轮机厂任副组长。提出了汽轮螺杆式压气机方案,并以联合设计组形式进行研制。1973 年在青岛汽轮机厂进行了机组全负荷和通气管状态下的全模拟试验,结果良好。机组和系统匹配较好。1982 年在艇上进行试验获得良好效果。

为了达到较好的性能,在设计中对综合空调系统采用了相对集中和分散的办法。例如空调系统,生活舱,主、副机舱,堆舱都有自己独立的系统。以防止各舱室的气体相互乱窜;而通风换气系统则采用集中式,舱外的新鲜空气可同时到达各舱,而各舱的污浊空气可同时排出。

人工气候的另一主要组成部分是空气的再生和净化。我组从收集情报资料着手,分析了国外核潜艇情况,结合当时国内工业水平,提出了制氧装置和二氧化碳吸收装置的主要方案和技术任务书。后由七一一所、通用机械研究所、上海医工研究所、新建机械厂和我组等单位联合研制。经多年攻关获得一次性成功。七一一所又根据我组提出的任务书研制了中压制氧装置也获得成功。以上两设备和有害气体燃烧装置、静电净化器、静电除尘器、消氧器、一氧化碳过滤器、活性炭过滤器和放射性净化滤器等组成了再生净化系统,使艇内空气得到有效地再生和净化,从而使各种有害气体的浓度控制在卫生标准允许范围以内。

为测量艇上舱室氢、氧和二氧化碳的含量。在仿制的基础上,我组和七一一所及北京分析仪器厂联合研制成功了热磁式固定式氧气分析器,热导式氢气和二氧化碳固定式分析仪,可随时自动巡回或手动测示各舱室空气中各主要成分的含量,供操作人员根据情况启用有关设备。此外,还配有各种手提式轻便分析仪测定一氧化碳、氧化氮等气体含量。之后我组与大连化学物理研究所等单位研制成功气相色谱综合分析仪,可增加测量项目(一氧化碳、甲烷和氟里昂)等。这样使艇上的空气监测手段更趋完善。

为了使再生净化部分提供更可靠的设计基础,我组委托大连化学物理研究所对常规潜艇的大气组分进行分析。该所制定了 13 种有害气体的测定方法,并会同七一一所、海军医学研究所(简称海六所)与我组共同在常规潜艇上进行了 4 次现场测定,分析了常规潜艇的空气组分,获得了有害气体的最大浓度和平均浓度,并考核了有害气体的测定方法。在此基础上七一一所为了模拟核潜艇的工况,建立了密封试验室,按艇自持力的要求进行测试和可靠性运行试验来考核再生净化系统中的设备。随后海六所在模拟实艇环境条件下进行了艇员长期生活耐久力试验。上述试验均获得圆满成功,为保证核潜艇上人工气候的可行性打下了稳固的基础。

1985 年核潜艇首次进行了最大自给力的考核试验,历时 90 昼夜,其中水下航行 69 昼夜,最长一次水下连续航行 25 昼夜,创造了我国潜艇史中最高新记录。在给中央军委的试验情况报告中提及:“综合空调系统,这是保证水下连续航行的关键,系统中设备长时间工作正常,氧气浓度可保持在 21~23%,二氧化碳浓度低于 1%,舱室温、湿度达到人员生活和设备使用要求。……舱室的有害气体浓度和放射性剂量水平大多在允许标准内。……已在艇上定性定量

的 15 种有害气体中,除一氧化碳、硫化氢、氟里昂—12 和氯气超过标准外,其余 11 种在标准范围内。”

实践证明,核潜艇上创造的人工气候的设计研制是成功的,它标志着我国在这个领域中达到了一个新的高度。为此,1978 年核潜艇综合空调系统设计荣获全国科学大会奖。与其配套的各种设备也相应地获得国家科学大会奖,部级、省级和院级技术成果等奖励。它凝聚了广大科技人员和工人的智慧和血汗,也标志着我国有能力在技术上赶上世界先进水平。

随着技术的发展,我组虽在后续的核潜艇上不断地进行完善和改进,但在有机污染物方面还不能达到有效控制。今后将努力提高艇上定量监测气体的技术,扩充检测种类,提高测量精度,提高仪器的可靠性和响应性能;研究控制有害气体的产生和浓度的新技术;研究降低二氧化碳浓度到 0.5% 的吸收装置的优化参数,新型催化燃烧工艺和吸附材料等的研究,为核潜艇上的人工气候更上一层楼,作出新的贡献。

二十九、9K—15 空气压缩机的中国化仿制回顾

周 关 福

1961 年我所为贯彻中央军委提出的“仿制入手自立更生研制海军装备”的方针,以 9K—15 电动空气压缩机组作为仿制入手中国化的试制产品,并列入院、所的重点项目,亦是全所两只“老鼠”中的一只,安排在四〇工厂试制。所室领导亲自指挥,在一年半期间内经历了设计图纸的中国化、工装夹具的设计与加工、样机的试制以及试验台架的设计安装等大量工作,完成了样机的性能调试和 250 小时的耐久试验,样机一次试制成功,圆满地完成了上级交给的任务。

9K—15 电动空气压缩机组是一种高压(20 兆帕)、大排气量(200 立方米/小时)的空气压缩机组,分直流机组(用于潜艇)、交流机组(用于基地配气站)两种型式,是舰艇高压空气系统中重要的配套设备。水下舰艇利用高压空气作为发射鱼雷、潜艇上浮下沉、舱室压力平衡以及气动元件的操纵等气源;水面舰艇主要用作发射鱼雷;在基地上广泛用于鱼雷充气以及各种承受高压设备、部套、零件的泵压试验。高压空气压缩机是现代舰艇必不可少的设备,中国化仿制这种设备,对海军建设是极其迫切和十分重要的。

9K—15 电动空气压缩机组是海军第一台高压大排气量空气压缩机组,在样机中国化仿制中,工作量相当大,碰到的困难和技术问题很多。首先,参加该项产品的人员均是改行第一次接触高压空气压缩机,专业上很生疏,对该设备心中无数,试验中也存在一定的危险性。当时,作为技术资料,仅有一套苏联翻译复制的施工图纸,该图纸与产品是否一致还是一个问题,其它可借鉴的技术资料几乎没有。研制小组的人员靠着一颗红心、二只手,在一年半内,先后攻下了 4 个阶段的各种技术关键:在施工图纸阶段、校核纠正了约 200 多处图纸上的错误和问题,进行了图纸文件中苏联标准的中国化工作,补充了压缩机的热力计算以及重要零件的强度计算;在样机试制中先后解决了连杆球头的加工工艺、结构十分复杂的箱形机架的翻砂工艺以及一极进气滑阀的配气机构的定位安装等重大工艺技术;在性能试验及耐久试验中,设计并建立

了「一」电力拖动系统、设计安装了试验台架。在交通大学压缩机试验室的协助下,校核了测量排气量用的流量喷嘴,以及在东海舰队的支持下提供了容积法测量排气量的高压大容量气瓶;在台架试验中得到了原所副总工程师吴文彰、林文进的精心指导和帮助;船用环境试验中,在国内既无试验设备,又没有做过的情况下,设计并制造了固定倾斜试验台架,电加热的空气加热装置,较顺利地完成了固定倾斜台架试验,电加热的空气加热装置,较顺利地完成了固定倾斜试验和高温试验,基本上达到了船用环境试验的要求,并得到海军及有关单位的专家认可。

9K-15 电动空气压缩机的中国化仿制成功,填补了海军军用高压空气压缩机的空白,为后来研制海军用高压高速,更为先进的空气压缩机奠定了坚实的基础,其研制总结报告为国防部第七研究院专题出版。1962 年由一机部军工局作为 0 非项目下达到上海市机电一局军工处所属的合众冷冻机厂(现为上海第一冷冻机厂)进行小批试制 10 台,从 1964 年起由上海市机电一局军工处转产至上海精业机器厂(现为上海第一压缩机厂)专辟封闭车间进行批量生产,每年约 60 台,前后共生产约 300 台。为海军及时提供了装舰和基地用高压空气压缩机组,对国防建设作出了一定的贡献。目前该机组已被 9K-10 电动空气压缩机组代替,而其结构简单、操作维护方便、工作可靠、寿命长、噪声低、振动小以及造价低廉等特点,已普遍用于化工、仪表、海军基地等厂矿场所作为高压空气设备,进一步为国民经济建设服务,取得了明显的经济效益。

(作者为第七〇四研究所二室高级工程师)

三十、三进葫芦攻难关

——09 艇汽轮螺杆式压缩机研制的回忆

曾传云

汽轮螺杆式压缩机是 09-2 艇的重要配套设备,它既能用于低压吹除,又能用于艇内通风换气工况。该设备的研制成功经历了一段曲折而又艰难的历程。

(一)

09 艇第一代吹除设备选用了汽轮吹除鼓风机。1967 年由总体所提交七〇四所和杭州汽轮机厂研制。1969 年在上海三六室动力站进行试验,结果表明:机组的技术性能虽然达到了任务书的要求,但不能在排气外舌阀关闭状态下启动。这是离心式鼓风机的特性——零流量启动发生喘振所决定的。鼓风机喘振时发出的响声,就象开炮一样,宣告了此台机组只有接旁通管后才能用于低压吹除,而不能用于水下通风换气工况。

为了向 09 艇提供性能完好的吹除设备,1970 年 5 月总体所又提出了 09-2 汽轮螺杆式压缩机的研制任务。该任务仍由七〇四所和杭州汽轮机厂承担。在吸取了离心鼓风机喘振的经验教训后,我们更加关心和重视设备的选择。七〇四所、七一九所和杭汽厂组成了联合论证

组,对汽轮离心式鼓风机和汽轮螺杆式压缩机两种方案进行分析比较。认为螺杆式压缩机在理论上不存在零流量下的喘振问题,故选用汽轮螺杆压缩机能满足 09 艇水下特殊工况的要求。

联合设计组仍由七〇四所、杭汽厂和国家建委物理所组成。汽轮机由我主持设计,闵为龙参加;压缩机由张金土主持设计、沈名山参加;杭汽厂参加设计者有余恩荪和任坚;物理所的张敬凯负责消声器设计。

(二)

用汽轮机拖动螺杆式压缩机这种型式的机组在国内尚属首台。当时,我们都未搞过螺杆压缩机,困难是不言而喻的。特别是直径为 450 毫米的螺杆制造在国内尚属空白,选择何种结构的汽轮机与螺杆压缩机相联,既要保持一定的 U/Co 和级效率,又不至于使螺杆圆周速度过高而导致噪声过大等等。带上这些问题我们组织了厂、所联合调查组,到上海、天津和北京的压缩机制造厂和使用单位进行调查,并广泛参考了国内外螺杆压缩机的样本、资料。经过方案调查和方案设计,认为汽轮机与压缩机直联方案比减速方案具有结构紧凑、重量轻、尺寸小、工艺性好等优点,能满足任务书提出的要求,最后确定采用直联方案。

据西德 GHH 公司、英国 Howden 公司和瑞典 SRM 公司介绍,一般的内压比 $\tau_k=2.5\sim 3.5$,转子圆周速度 $u=80\sim 105$ 米/秒。而本机组的 $u=117.8$ 米/秒,已经超过了国内外推荐的范围。由高转速($n=5000$ 转/分)引起的机组振动、强度和噪声问题又将是一大难题。

1970 年 8 月,联合设计组汇合杭州。当时,正值炎热的盛夏,大家撇开个人和家庭的一切困难。冒着酷暑,熬着半山地区的蚊咬虫叮,日夜加班加点、精心设计、精心施工。攻克了对称圆弧螺杆型线设计、刀具样板计算、加工和检验等一个又一个难关,在不到半年时间内就完成了共有 6000 多个零件、52 个部套、近 700 张图纸的机组施工设计,这在我所设计史上也是少见的。

为了加工螺杆转子,杭汽厂花了一年时间自行设计制造了一台 X8501 螺杆专用铣床,终于解决了机组关键的部件——螺杆加工问题。1972 年 8 月机组全部制造完毕,并进入总装试车阶段。在机组试车时意料不到的问题出现了,主要是在高转速、高压比、大排量情况下,压缩机因负压端致使轴封漏油。漏油问题将影响到潜艇的隐蔽性和安全可靠,必须加以解决。为此,我们多次召开现场会议,并参考了许多日本、瑞典的压缩机资料,对可能引起漏油的结构进行修改设计,并与工人师傅一起边修改边试验,终于把导致漏油的因素一个个寻找出来。经过几个昼夜的连续苦战,20 多次开车试验,终于找到了最有效的措施,即增加油封和气封的轴向长度,并采用前气封与油封分开通大气的结构。最后,在机组定型修改设计中彻底地解决了轴封漏油这个棘手问题。

(三)

为了证实该机组能适应低压吹除和水下通风换气工况,七一九所提出一定要做系统全模拟试验,亦即模拟实艇上吹除系统的实际管道和设备。在额定工况下进行吹除工况试验,检查机组和系统是否会发生海水倒灌现象。1973 年 2 月,浙江旅馆试验工作会议上通过了全模拟试验大纲,并决定增设出口逆止阀,保证机组安全可靠地在青岛进行吹除试验。试验在水箱最高水位为 3.5 米情况下进行吹除。当外舌阀打开后,水箱中的水被气流从喷嘴中吹出水箱,水花冲向天空,启动和停机都不会发生海水倒灌,完全证实了机组可适应水下通风换气的工况。

试验取得了极大的成功！

(四)

三进葫芦攻难关。机组装艇后，1982年9月进行系泊试验。开始时由四三一厂交船队自己进行试验，发现压缩机排气温度高达 230°C ，远远超过机组在青岛全负荷试验的 145°C ，便打电报通知我所和杭汽厂派员解决问题。为此我与张金土等相约杭汽厂金铭一进葫芦岛。经上艇启动机组升速时，发现压缩机出口处烫手，排气温度高达 200°C 以上。当场检查进气管路，由于艇上管道过长过细，弯头阀门又多，估计进气流动阻力很大。而且进口消声器处的滤网安装了二层80目和二层9目的不锈钢丝网，造成进气压力损失太大、压缩机进气端负压太高。吸入压力达到0.79大气压，超过了 $0.85\sim 1.05$ 大气压的设计范围。如保持出口压力为2.6大气压，势必增加压比，导致排气温度升高。于是我们要求减少吸入滤网，放大目数、增加进气通流面积。七一九所施祖培同意在压缩机进气口处管道上开一个直径为150毫米的吸风口，使吸入真空度降低到了110毫米汞柱以下，排气温度低于 145°C 。

采取上述措施后，我们再次相约余恩荪二进葫芦岛，准备与四三一厂和该厂军代表一起确定机组的使用转速和吸入真空度。但当机组升速至4500转/分时，又冒出了一个又一个新问题。首先是压缩机排气逆止阀跳动问题。二是汽轮机汽封漏泄和主汽门漏油。三是轴承润滑油进水问题。

这三个问题中最严重的是排气逆止阀跳动问题。该阀装在压缩机排气出口的法兰上，在全模拟试验时，逆止阀尚未装试，定型机组在工厂试车时逆止阀跳动声音很轻、并未引起人们的注意。但到了装艇试验时却产生了意想不到的严重问题。由于压缩机是在出口阀门关闭的状态下启动的。随着汽轮机转速升高，排气逆止阀跳动愈加剧烈。阀盘来回撞击阀体，发出巨大的响声。参试人员个个胆颤心惊，万一阀盘上的螺钉、垫片被振落到气缸内，就会使螺杆咬死，真直接影响到机组安全。

面对严峻的现实，我们只有一条路可走，那就是想办法改造逆止阀。按照调试会议纪要，也要求七〇四所和七一九所尽快解决逆止阀的跳动问题。当时，我感到压力很大，出于责任心和荣誉感，我不得不在很短的时间内考虑了逆止阀的改进方案，并带上方案图三进葫芦岛。1982年12月7日，在四三一厂由彭士禄部长主持的404艇调试问题现场会议上，针对螺杆压缩机排气逆止阀跳动问题，我介绍了改进方案（即在原结构上稍加改动的气垫方案）；七一九所邓伯裕也介绍了他的机械方案（即结构不同的机械杠杆式手操方案）。彭部长听后并比较了这两种方案，最后在会上决定，“先试七〇四所的改进方案，由四三一厂配合；如七〇四所的方案不成功，则改用七一九所的机械方案。”

按照我提供的改进后的逆止阀图低，在七一九所施祖培和四三一厂朱学夫的密切配合下，经过一周时间紧张的现场加工和安装并在机组上反复进行了4次调试，终于使逆止阀跳动的声音消除了，阀的工作平稳、振动很小。事实证明，逆止阀的改进设计获得了成功。此外，汽封漏汽和滑油进水等问题也都在现场一一被攻克了。回顾在葫芦岛的一个月，是我一生中最高兴最难忘的时候，同时也是我心理和身体上倍受煎熬的日子。因长期出差，劳累过度，动过两次手术的肛裂毛病又发作了，几乎天天在流血。但当我乘着祖国建造的09艇劈波斩浪进行航行试验时，看到我们自己设计制造的机组已经完全正常运行，一切又都感到心满意足了。

（作者为第七〇四研究所二室高级工程师）

三十一、舰船用涡旋式制冷压缩机研制的回顾

吴济生、何宜寿

涡旋式制冷压缩机是 80 年代问世的一种新型制冷压缩机,在当今各式制冷压缩机中,它有最好的综合性能指标,没有易损的进、排气阀,结构简单、零件数量少,可以设计成体积小、重量轻、运转平稳、振动小、噪声低的高可靠性压缩机。尤其它具有很高的容积效率,是一种理想的高节能产品,它已成为国际制冷行业中引为注目并积极研制开发的对象。作为从事舰船制冷压缩机研制工作的我们,希望这样先进的压缩机应用于我国舰船上,于是提出了预先研究开题建议书,经船舶总公司军工部批准,于 1986 年 10 月正式开展了“舰船用涡旋式制冷压缩机”课题的研究工作。

从搜集的技术资料中我们知道,涡旋式压缩机的机构原理早在 1905 年就出现在美国专利中,为什么直到 1976 年才由美国 Arthur D little 公司研制出作为核潜艇用的氦气压缩机试验样机,提交海军试验室试验,1982 年左右在日本日立公司和 SANDEN 公司才出现用于分体式空调器和汽车空调的涡旋式制冷压缩机呢?以及现今领导各先进工业国家的有关企业仍处在积极研制开发之中呢?由此可知,开发出可实用的产品,在技术有很大的难度是其主要原因之一。1987 年在广州一次与外商的座谈会上,国内学者询问涡旋式制冷压缩机发展情况时,日本日立公司代表就表示中国在上没有加工涡旋式制冷压缩机的水平。此后,在国内制冷界对此也出现了两种不同的意见:一是认为外商过份跨大了技术难度,按照我国自立更生的传统,制冷界技术人员的能力是能搞出这种新型制冷压缩机的;另一种意见认为技术难度很大,要担很大风险,目前确实不具备条件。面对这一客观事实,我们现已立题,开始了此项研究工作,能否研制成功呢?从已走过的短短一段历程中体会到,开展此项研制工作的确技术难度很大,困难不少、主要是如下两点:

一是缺乏涡旋式制冷压缩机设计的基本理论方面的资料。在我们开展研究工作时,虽然国外涡旋式压缩机方面的技术资料不少,特别是专利资料更多,但关于涡旋式压缩设计理论方面的资料,如压缩机基本性能参数与结构参数之间的几何关系,运动学、力学关系等方面的论述都没有,更谈不上较完善和较成熟的设计理论资料了。如果仅凭经验仓促开展研制样机的设计,势必要走弯路,成功的可能性小。

二是涡旋式压缩机的关键零件——一对涡体的加工技术不同于零件是由圆柱面、平面组合而成的加工技术。它是由渐开线曲面和平面组合而成,它的形状、尺寸、精度、位置尺寸精度要求很高,大多尺寸公差要求控制在微米级精度。我们知道,如果零件是由圆柱面、平面组合,将尺寸公差控制在微米级精度并非难事,但是对于有渐开线曲面的涡体尺寸公差控制在微米级精度,加工技术上的难度就很高了。如果采用高精度数控机床加工,其成本将会急剧上升,失去了开发的价值。

要研制成功涡旋式制冷压缩机,技术难点还很多,诸如因大量带液压缩涡体损坏问题,涡体轴向推力问题,油润滑问题等等,无论是那一个技术问题解决不了都会导致研究工作的失败。虽然技术难题不少,难度也很大,但是我们认为只要有勇气、有信心,本着科学态度,勤思索,勤动手,一步一个脚印地走下去,是可以解决这些技术难题的。我们以极其慎重、认真的态度,绝不存侥幸的心理,花了大量的时间、精力进行分析、论证,对每一个技术难题的解决方案尽量做到有充分的理论依据,使之心中有数。涡旋式压缩机机构虽然简单,但运动轨迹特殊,构件受力状态复杂,为了加深对一些技术难题本质的认识,根据该机构运动规律,经反复思索、推导,确立了一套较完整的力学模型、数学模型,解决了制冷压缩机的性能参数与结构参数之间的几何关系,运动学关系,力学关系等设计的基本理论,并使用计算机反复模拟制冷压缩机各种工况时,各有关构件受力变化规律和量值大小,从而在结构设计、材料选取上有较充分的理论依据,做到心中有数。后来,从国外杂志发表的论文中,看到涡旋式压缩机机构的力学模型、数学模型,在建模中所考虑的各有关因素以及关键构件受力规律与我们推导建立的模型,涉及的因素,构件受力规律基本一致。这更说明我们前期的分析、论证的结果有一定实用价值,更增强了研制工作的信心。此外我们在充分消化国外技术资料的基础上,对其所发表的涡旋式压缩机各种结构也进行了详细的分析,从中得到启发,找出适合我国目前加工技术水平的结构。例如对日本日立公司生产的全封闭式涡旋制冷压缩机结构的分析,从他们公布的高容积效率结果来看,压缩机的结构特点是他们充分利用了高精度数控机床加工技术的优势,采取高尺寸精度,构件之间“刚性”配合来保证压缩气体的密封获得高容积效率的。显然,根据目前我国高精度数控机床为数极少,且加工成本昂贵,我们不宜走这条路。而只能在结构上另想办法,使构件之间“柔性”配合,轴向密封采用具有弹性的端面涡形密封条,曲面之间的径向密封采用可变曲轴半径结构,利用动涡体运动的离心力,使曲面之间有一个适当的接触力,使两曲面自动接触,保证径向密封,从而获得高的容积效率。同时适当降低零件尺寸精度,以适合我国目前加工技术水平,降低加工成本的目的。当然采用轴向、径向具有自动调节功能的“柔性”结构,不可避免的会带来新的技术问题,如怎样控制适当的曲面接触力,使接触力在任何工况下,任一位置时接触力始终大于零,但又不能过大,而加速曲面之间的磨损,当产生大量带液而压缩过载时,不使涡体损坏,又能克服接触力,使两曲面自动离开而泄载。对于这类技术问题,我们通过调整设计的结构参数,按推导出的力学模型、数学模型,来确定所希望的量值。这样一来只是增加了设计分析的工作量而已。为解决加工技术难题,我们除了在压缩机结构设计上想办法,从根本上降低加工精度要求外,同时还对各种加工方案进行了认真细致的分析比较,决定采用一般机床改装的加工方案或直接用数控机床加工的方案,但均必须按圆周运动与直线运动合成方式,而不宜按直角坐标运动合成方式加工,通过实际加工实践证明,能保证渐开线曲面的形状精度和粗糙度的要求。

我们除了进行大量的分析、论证,做“纸上谈兵”的工作之外,也十分重视实践。从理论上推导出来的一些结论,都是以忽略了一些因素的理想约束条件为前提的,势必与实际不十分相符。何况我们推导出的数学模型,并未经实践的检验,某一关键影响因素未考虑到也是十分可能的。因此在可能条件下,尽最大的努力自己动手进行一些中间试验,自己动手装配机器,调整机器的有关结构参数进行试验,在每一实践活动中,仔细观察分析,尽可能进行各式各样的检测、试验,加以验证。

在整个样机的研制过程中,工作并不是一帆风顺,非但因技术难度大而受到波折走过弯

路,而且客观条件也带来不少困难。比如研制经费不足,就很难按设想的研制工作计划一步一步地走下去。在研制初期,对涡旋式压缩机毫无一点感性认识的我们是多么想知道国外涡旋式压缩机的具体结构是怎样的,与我们设想的是否吻合?多么想制造一台实物模型,直观了解机构运动规律,便于受力状况分析,建立有效的力学模型?在研制工作的中后期又是多么想能多试制几种不同结构方案的样机以便分析试验结果,选取最佳结构?多么想能增添一些测试设备,多些测试项目来验证设计构想的效果等等。然而受到经费的限制,这一切都只能想想而已。虽然如此,但我们并未改变初衷,那怕因客观条件,导致研究工作失败,也要为今后有条件时,能提供一些在技术上可借鉴的经验教训,只要有一线希望就要坚持下去。1990年底终于完成了样机研制工作,样机的性能指标达到并超过了预期研究的要求,压比在8以下,压缩空气时的容积效率高达95%以上,大大超过了当今国际上最先进的活塞式和其它形式的气体压缩机的容积效率,作为制冷压缩机的关键指标,在标准工况下的能效比(即单位输入功率的制冷量)亦远远超过活塞式制冷压缩机,接近美国涡旋式制冷压缩机试验样机指标,高于市场品的指标,达到国际先进水平。除效率高外,样机也体现了涡旋式制冷压缩机应具有的结构简单、体积小、重量轻、运转平稳、振动小、噪声低、可靠性高等特点。因此1990年底由船舶总公司军工部主持成立的以上海市制冷学会理事长、上海交大尉迟斌教授为组长的专家鉴定组,通过现场实测,在鉴定结论中一致肯定了样机上述优点并获得好评。

回顾整个研制过程,我们的体会就是要相信自己,本着实事求是的科学态度,一步一个脚印,坚持下去。

(两位作者均为第七〇四研究所二室高级工程师)

三十二、螺杆式压气机用于核潜艇低压吹除和水下通风换气的尝试

乔 玲

一艘潜艇的长期水下航行,是处在一个密闭的环境中,即便具有比较完善的环境控制系统,诸如空调、净化、供氧、负离子发生器等设备,制造人工气候条件,但较之自然大气环境仍有很大差异。因此我们总得设法使外界新鲜空气引入艇内,并将艇内污浊空气排除出去。我们通常把用于这一目的装置系统称为水下通风换气系统。

(一)

09-1首制艇的水下通风换气系统采用了离心式压气机组。在系泊试验中,发现该系统不能进行低压吹除,更无法实现水下通风换气。问题在于该机组有一个固有的特性,即在一定背压下相应有一个最小特征流量。当机组启动后,其排气流量小于某一背压下的最小特征流量,机组就会产生喘振现象。如不排除,就会导致机组损坏,甚至产生严重后果。由于艇上压气机排出口到水下排气外舌阀之间的管道容积是有限的,因此当机组一启动,在没有达到额定转速前,很快就会建立背压(因为此时外舌阀是处于关闭位置),在该背压下,压气机的流量早已超过了相应压力下的特征流量,因此如不采取补救措施,机组的喘振现象是不可避免的。就现有

系统欲达到低压吹除的目的,只有采取加装旁道通管路的办法来解决。然而,水下通风换气仍无法实现。海军把这个问题列为09-1艇遗留攻关项目,并要求我所牵头解决。09任务当务之急不能耽搁,所里将这个技术难题交给了我,我和助手姚隶富,挑起了这副担子。我们俩查阅了有关压气机的大量文献资料,经过分析比较,我认为适合我们这种特定使用工况的机型,只能是容积式压气机。而容积式中又只能是螺杆式而不能是活塞式。由于没有先例可借鉴,因此必须要有充分的论据才行。

我所杨学宁得知我的设想后,热情地帮我找来了(苏联)潜艇的压缩机资料给我参考,它原用于过氧化氢动力装置的二氧化碳与废气系统,对变工况具有良好的适应能力,这一点正是我所需要的,根据这一重要依据,我经过了充分准备并与有关同志反复研究,1970年4月在廿三基地召开的09技术协调会上,我首次正式提出了研制螺杆式压气机的主张。

(二)

在潜艇水下通风换气系统中,采用螺杆式压气机组代替原来的离心式压气机组在我国还是第一次。一些人对我的设想感到突然,提出了异议。理由是重新研制一种机型需要10多万元科研经费,再则新机型是否象我所说的那样适应使用工况,还需要进一步论证。这次会议决定,由七一九所牵头,七〇四所、杭州汽轮机厂和七一九所派人参加共同组成联合选型论证组,对究竟采用何种机型进行深入调研。会后,我和姚隶富对使用工况又作了详细的计算和分析,接着就赴杭州组建机组选型联合论证组,正式开展联合论证工作。论证组分两个小组,第一小组的任务是在原方案基础上,对离心式压气机的匹配和整个系统提出改进方案。第二小组任务是对螺杆式压气机用于系统的适用性,尤其对变工况的适应性进行分析论证。最后由我根据两个小组的论证材料进行综合性分析论证。经过一个多月的紧张工作,最后论证表明采用离心式压气机组带来系统复杂化,体积庞大,在潜艇的狭小空间无法安装。同时由于环节较多,容易发生误操作。而采用螺杆式压气机组,由于是容积式机型,不会有喘振,对变工况的适应性好,体积小,安装方便,环节少,制作简便,安全可靠性好。这样的分析论证,很快在论证组内取得了一致。1970年5月在七院主持下,在杭州召开了由上级领导机关、使用部队、四三一厂、四三一厂军代表室、七〇四所、七一九所及杭州汽轮机厂等单位的领导和代表参加的机组选型论证审查会。会上我代表论证组作了汇报。经过会议的热烈讨论,一致同意由论证组提出的采用螺杆式压气机组方案。

会后,按分工,由我所提出机组的技术任务书,并由我担任技术负责人。参加设计的成员有七〇四所(设备所)、杭州汽轮机厂(制造厂)和七一九所(总体的人员)组成联合设计组。

(三)

1972年8月,设计组胜利地完成了螺杆式压气机组的方案设计和施工设计。并通过了审查,完成了机组的试制。遵照周总理的“精心设计、精心施工、充分试验,做到万无一失”的指示和09设备先陆上后海上的研制原则,首先,在陆上进行全模拟试验。由于当时杭州汽轮机厂的锅炉蒸汽产量不能满足要求,因此通过上级领导机关跟青岛市有关部门疏通渠道,得到了青岛汽轮机厂和青岛发电厂的大力支持。青岛汽轮机厂提供试验场地和加工试验台架。青岛发电厂提供试验用蒸汽。

台架加工正值严冬腊月,满天飞雪,寒风刺骨,工人师傅和技术人员为了一个共同目标

——早日拿下09,顶风冒雪,在十分艰难的条件下,不到两周的时间完成了“假海”施工任务。七院09办公室马祥渠为这次试验给予了很大支持,并代表院机关亲自到现场检查工作和进行协调。青岛市公安局侦察处处长对我们的试验很关注,在保卫保密方面做了大量工作。七〇四所聂健民副所长曾为这次试验亲自到青岛作了安排。七〇四所和杭州汽轮机厂用两辆汽车把机组拉到青岛,准时安装。所有这一切,为试验任务的顺利进行提供了可靠保证。

试验队由七〇四所、七一九所和杭州汽轮机厂二、三十人组成,试验共分两个阶段,第一阶段是机组的性能试验,由七〇四所曾传云任组长。全模拟试验由我任组长和现场总指挥,全模拟试验主要是考核机组与系统的匹配性能和机组在水下通风换气工况下对变工况的适应性。由于要模拟实艇使用工况,因此机组安装在厂房内,好比潜艇的舱室。系统管路和“假海”在厂房外,好比潜艇的舷外。试验前,按实艇操作岗位作了精心布置,制订了岗位职责,明确各自责任和注意事项,规定了联络信号,并用灯光信号进行联络。按分工,由杭汽厂试车工金师傅开车,七一九所姚隽富协助我在场外按我发出的信号对外舌阀操作手实行指令,七〇四所人员进行记录。

试验开始,大家按预先布置的分工坚守岗位。我站在机组旁的指挥板前,按下预备的音响信号,然后下令“开车”。随着金师傅逐渐旋开汽轮机进汽阀门,只见机组的转速表的指针迅速地朝顺时针方向转动,排气管路内压力表指针向指定值逼近。由于机组噪音很大(外界为130分贝),加上第一次真实操作,操作员精神十分紧张,在压力没有达到设定值时,就提前打开了外舌阀。从管系的观察窗上看到有倒灌水的现象,场外指挥见此情况,突然下令关闭外舌阀,管系内顿时压力骤然上升,机组噪音沉闷,为了保护机组安全,我即令汽机操作手紧急停车。此时,我的心怦怦跳个不停,好象要蹦出体外似的。随即我跃出窗户,站到场外指挥面前问个究竟,只见他目瞪口呆。说真的,一旦出了问题,“阶级斗争”的大棒随时会鞭打到我的脑门上,既然我是技术负责人,又是试验现场的总指挥,这顶帽子是非给我戴不可。事后回到住处,反而害怕起来了。当然我也理解到他心里也很害怕的,为此我单独与他交待了操作规定,并鼓励他一要细心,二要大胆,遇事不要慌,只要按规定去操作是不会有问题的,即使出了问题,由我来负责。过了一会,他的心情平静了下来,他与外舌阀操作手商量了一下,我又回到场内指挥地点,进行第二次试验。汽机进汽阀逐渐打开,我盯着转速表和压气机排气压力表。当排气压力上升到规定值后,指挥板上出现场外传来的外舌阀已打开的信号。随着外舌阀打开,管内压缩气体吹除外舌阀外的水柱,管内压力迅速下降到预先计算的吹干后的阻力值。与此同时,机组因背压下降而转速迅速上升,只听场外哗啦一声,“假海”翻腾,水箱周围顿时一片倾盆大雨,场面十分壮观。试验组的人员个个笑逐颜开,水箱四周的人员在突如其来的“大雨”中欢腾跳跃,他们在巨大噪音环境中相互点头致喜交流感情。试验成功了!

后来,我们又进行了几次试验,记录了开启外舌阀的最佳压力值,机组相应的最佳转速,折算到最佳流量数据,为实艇提供了可靠依据。09部队首长和领导机关的人员以及第二批艇员莅临现场观看了我们的汇报表演,对我们的工作给予很高评价。

历时半年多时间的试验工作于1973年5月胜利结束。

(四)

机组经陆上性能试验和全模拟试验后,回杭汽厂进行了检修,然后运往四三一厂现场安装。经艇上实际操作试验,无论是用作低压吹除还是水下通风换气工况,均达到了系统设计要

求,获得一次成功。由此可见,机组的选型是正确的,机组与系统的匹配,机组对变工况的适应性都是好的。经艇员实际操练,普遍反映操作十分简便,工作安全可靠。实践证明,螺杆式压气机组用于核潜艇低压吹除和 underwater 通风换气工况的尝试是成功的,从而填补了我国一项技术空白,得到了上级领导机关和海军的肯定和赞扬。1980年,螺杆式压气机组的设计研制工作荣获全国科学大会奖,低压吹除和 underwater 通风换气系统获七院科技成果三等奖。

(作者为第七一九研究所高级工程师)

三十三、难关终于攻克

——66-10 电动空气压缩机的气阀寿命、积炭和降低噪声问题的解决

汪 长 根

66-10 空气压缩机是按苏联 9K-10 空压机测绘仿制而成,1966 年经鉴定后付诸使用。该机经过几年潜艇上的实际运行,普遍存在积炭和气阀寿命短的问题,严重影响潜艇的可靠性。潜艇每次出海执勤归来,首先要检修空压机。气阀和管道到处都有积炭,通道常被堵死,需全部拆开才能清洗干净;气阀寿命短也是很大的麻烦。20 只 I 级进气阀,18 只排气阀,究竟坏了哪一只,要花费许多时间才能检查出来,再加潜艇机舱空间很小,拆装检修很不方便。海军为此大伤脑筋,不得不预制数百台空压机和大量气阀存放仓库待用。为了解决这些问题,1978 年海军装备技术部将它定为五型舰艇的遗留问题之一,要求七〇四所作为攻关项目安排。我作为 66-10 空压机的主持设计人,义不容辞地承担起这个责任。经过两年的努力,终于完成了改进设计的任务,并改善了机器的噪音问题。1980 年 6 月至 9 月,我们会同沈阳气体压缩机厂及驻该厂军代表,在七〇四所压缩机试验室对改进后的压缩机进行了 1000 小时耐久试验,检查该机积炭及气阀寿命的情况。机器在 20 兆帕、1330 转/分工况下正常运转。试验取得成功,气阀寿命及积炭等问题都得到较满意的解决。

1. 气阀寿命试验

改进设计中,我们将 66-10 空压机上的 62 只碟形阀全部换上环片阀。新型环片阀阀片材料为 TC3 钛合金,弹簧片材料为 69111 不锈钢片,阀体材料仍旧为 BA113-3。环片阀由七〇四所四〇工厂制造。试验表明:新型环片阀寿命超过了原来的碟形阀。当空压机运转 800 小时后,1 级进气阀仅有 5 片由于磨损而引起漏气。试验证明新型环片阀寿命可达到 800 小时(原来不超过 200 小时),而其中弹簧片、阀体等零件可以超过 1000 小时。

2. 积炭试验

新设计的环片阀碟形结构合理,通道面积大,降低了气流速度。另外采用可靠性准则进行验算,选择了合理的弹簧力与升程高度,因此气阀的可靠性有了大幅度提高。我们从润滑油和温度两方面着手解决积炭问题。在 1000 小时耐久试验中,我们共试了 3 种润滑油:用 19 号压缩机油(有添加剂)运行 500 小时,用 20 号柴油机油运行 300 小时,用 20 号航空机油运行 200 小时。总的说,1000 小时中未发生由于积炭而影响机器的正常运转。虽有点轻微积炭,个别气

阀呈黑色,但气孔通道均未堵塞,机器排量正常。三种油试验结果比较,19号压缩机油较好(含添加剂),20号柴油机油也可以代用,20号航空机油最差。

为了降低温度,我们对试验样机作了一些改动,如Ⅲ、Ⅳ级缸头改为水冷却,冷却水管路路线也作了合理地更改。首先冷却Ⅰ级冷却器的目的是为了降低Ⅰ级温度,最后冷却气缸体是为了减小冷却水与气缸内气体的温差,达到减少凝水析出的目的,以便改善积炭。

气阀与积炭两者之间有较密切的关系。气阀密封性差易漏气,使得气体温度升高,容易产生积炭。积炭后,气阀工作不正常又容易使阀片破损。原碟形阀产生积炭的情况较多,尤其在东海较严重,十几个小时甚至几个小时阀孔就因堵塞而不能工作。使用了新型环片阀后,加强维护、保养,使得积炭情况明显好转。

试验正好在夏季的高温季节进行,进气温度一般在30℃以上;水温最低为25℃,一般在28℃以上;进行高温试验时,气温为40~45℃,水温为32℃。每种润滑油都进行一次高温试验,总共约40小时。

1000小时耐久试验中由于新型环片阀的改进设计,加工质量较好,从而改善了气阀性能,提高了寿命,积炭明显改善。同时,也由于重视了油的质量,改进了冷却系统,使积炭问题基本得到了解决。潜艇的隐蔽性是舰艇性能的一个重要指标,原66—10空压机的噪声高达108分贝,这不仅影响潜艇的战斗性能,而且也影响到艇员的工作与生活环境。气阀与积炭问题解决后,为了进一步提高66—10的性能综合指标,开展了该空压机降噪试验研究。降噪工作从1981年开始到1985年底结束并通过鉴定。降噪工作主要由陈德秀负责,汪长根、王仁德等参加。

降噪的工作程序是:先探明噪声源,然后有针对性地采取降噪措施,并通过试验加以验证。我们根据船舶总公司系统工程部提出的任务书,在保证主要性能指标即外形尺寸基本保持不变的条件下,要求噪声下降5分贝或达到90分贝的要求。先经过噪声频谱分析确定66—10空压机的进气脉动为主要噪声源,然后,我们设计改进了进气消声器来降低噪音。由于潜艇空间位置的限制,消声器的设计应力求体积小,阻力损失小。又重新设计Ⅰ级气缸体,以便于消声器的安装,因为原66—10Ⅰ级进气是从每只独立的进气阀吸入空气而没有公共进气通道,所以将气缸改成适合于安装消声器同时又有公共进气通道的结构。进气管道及气腔的通道都经过精心设计,使其气体流速减缓并减小它的阻力损失,以达到良好的消声效果。通过最后试验测试,噪声声压级下降到85.3分贝。1985年底在上海召开的鉴定会上,到会代表对这一成就均给予较高的评价,认为它在压气机的降噪方面取得了突破性进展。鉴定书评语写道,“其主要经济技术指标优于国内同类产品,噪声性能达到了国外同类产品的先进水平。”

66—10空压机的积炭、气阀、降噪问题解决后,又进一步将6种规格的气阀统一为3种气阀,压比分配也作了适当调整,机器性能有了进一步提高。机器型号由66—10改为66—10—2,并于1986年通过了鉴定。目前武昌造船厂,江南造船厂都在用66—10—2装艇,沈阳气体压缩机厂在进行小批量生产。66—10—2空压机的先进性与可靠性已逐步为海军和各舰船总体设计所公认。如果说,80年代以前主要是66—10型号机,那末80年代之后将主要是66—10—2的时代了。为满足水面舰艇的需要,我们又设计了66—10—3交流机组。目前,66—10空压机已经成为比较成熟的系列化产品了,是舰艇装备中深受欢迎的最重要的设备之一。

(作者为第七〇四研究所二室研究员级高级工程师)

三十四、在自力更生仿制新产品的日子里

——64—115 自由活塞压气机火焰环攻关回忆

陈德秀

64—115 自由活塞压气机是仿制苏联的舰用空气压缩机。从 1957 年测绘开始到 1964 年设计定型,先后经历了两次试制,历时 7 年。我从 1962 年起担任该机试制联络 3 年多,亲身经历了十几项攻关工作。火焰环攻关是该机试制中最关键的一仗。

1963 年夏天,64—115 试制与中国化两项工作同时进行着。我按科长何延林工程师的安排,每周去沪东造船厂二、三次掌握熟悉试制试验的全部情况,共同解决出现的问题。这一天,我清晨就离开地处淮海西路的宿舍,经过两个多小时的颠簸,来到沪东造船厂造机车间。走进门,我本能地察觉出车间噪声中少了一个熟悉的声音,一种异样的感觉使我意识到情况不妙。加快步子走进试车房,只见 64—115 试验机已被全部拆散,零部件摆满了半个房间,机架上只固定着柴油机体。降温用的电风扇在呼呼地转,房间里却找不到一个人。我习惯地把易损件和摩擦部件位察看了一遍,再翻开试车记录,一切都明白了:机器累积运转了 870 小时,火焰环(靠近动力缸燃烧室的第一道活塞环,本机采用“L”形截面)断裂了三根,排气量下降了 18%,前两天还能勉强维持,今日凌晨已经再也转不起来了。按耐久试验大纲规定,原定的 1000 小时耐久试验,不得不宣告失败。作为这个项目的参加者,我的心情是沉重的。我茫然站在那里,车间副主任杨汉源走进来,装配组长张早根师傅、技术组长袁经泰也来了,张师傅还是憨厚地笑着,不说什么,袁经泰一副疲劳的面孔,摇着头向我打招呼,好象在说,“全完了,还得从头来”。杨主任胸有成竹地把我拉到柴油机体旁,先用手电筒照亮气缸镜面给我看,又让我用手伸进气缸里去摸那燃烧室附近磨损造成的“肩架”(台阶),以反问口气对我说:“火焰环不就是在这肩架上撞坏的吗?”其实,我也早已发现这一情况,因此,立即对他的观点表示同意:火焰环断裂同气磨损有着密切关系,要解决这个问题,必须先提高气缸的耐磨性,避免出现火焰环受撞击的情况,同时也要加强环本身承受高压高温冲击的能力。一个彻底解决火焰环断裂问题的方案正在酝酿着。

火焰环断裂问题,去年(1962)夏天就已经暴露出来了。由于大家都拿不出良策,设计、制造双方都意识到问题的严重性和艰巨性。何科长并不派“重兵”把守,而派我这个新战士承担。我看出他准备打“持久战”的意图,从访问专家和查阅资料入手,他还亲自帮我访问了舰船柴油机研究所的几位老工程师,后来从该所借来一本书名为《活塞环》的德文专著。这本书有一块砖那么厚。就一个机械零件写出这么多文字,足见其权威性。书中列述了 20 多条活塞环断裂的原因,从材料到结构,从专业人员熟知的气口卡断到环本身振动损坏,润滑不足,环槽过紧,燃烧不良……写得很全面。可是,我们几个人琢磨了好几天,觉得主要问题还是材料问题,因为我国的铸造工艺与国外差距很大。经过一个月左右的准备,作为攻关的第一个措施出笼了,由七〇四所出面委托机械学院材料研究所立专题进行研究。为了排除非环本身的因素(即环的工作环境,如环槽尺寸、与环对磨的气缸套、排气温度等因素),不久,第二个攻关措施也出台,把沪东

造船厂生产的火焰环交由海军 501 厂装到苏制 ДК-2 机上使用,以便通过对比尽快找出症结所在。

作为一个新手,我十分佩服何科长的安排。在问题找不到头绪时,既想到内因又考虑到外因。在人力不足的情况下会充分利用协作单位的力量。

材料研究所王琼礼工程师花了几个月的时间陆续报告出分析化验结果,国产火焰环和苏制进口环相比,在化学成份、金相组织和机械性能等方面都没有明显的差距。这样,对材料的怀疑基本上可以排除。可是火焰环本身结构尺寸是否有问题,因为是测绘产品而很少去怀疑。大学教科书里的观点,我那时记忆犹新,要从零件的损坏情况去判断损坏原因。我仔细观察过每一根断裂的火焰环,怀疑过裂纹起点处的圆角太小,表面光洁度太低,多次测量的结果否定了我的猜想。我还怀疑过润滑不足,因为损坏的环拆下时总是干干的……。从船厂回来的路上我常在新华书店里查阅图书杂志直到他们关门……。我不相信这个问题解决不了,可事实上还没有解决。

时间进入了 1963 年,攻关工作在缓慢地前进着。三级压力高、排量低等重大关键相继解决了。海军 501 厂的实机试验仍然没有结果。我每个月不定期去这个厂二、三次,直到 1963 年 4 月耐久试验开始时,他们的几台机器才运转了 100 多小时。

由于国际形势的变化,苏联已不向我国供应这种压缩机,而我国自行建造的潜艇急需这种机器安装。于是奉上级命令,边降低产品性能指标生产,边进行试验。870 小时试验后,在一次交货中发现消声器超重 20 公斤,经多方查找原因才找出是由于其外壳钢板厚了 2 毫米。这件事启发了我们,火焰环的尺寸是否也有问题?为什么它总是在径向尺寸最小的过渡处裂开?我把这一想法汇报给何延林,他支持我到现场进行复测。

这天,天气晴朗。我着装整齐地来到地处上海某岛的海军 652 仓库。递上介绍信,说明来意后,上尉仓库主任见我穿着黄色的陆军装佩戴中尉军衔有些不解。但当他得知我在为海军服务,并正在为自行建造自由活塞压气机而工作时,其高兴的心情溢于言表。他象接待亲人一样为我安排吃饭、午睡,派战士配合我工作。下午进入库房,那位战士告诉我,我所需要的火焰环已经不多了,急待补充。他拿出了五、六根,替我先洗去油封,我用分厘卡加上滚珠巧妙地测出了圆弧厚度,每环测五个点。测出的几十个尺寸清楚地表明:国内生产的火焰球,厚度尺寸比原型小了 0.2 毫米。这对于工作条件严酷,厚度只有 2 毫米的特殊活塞环来说,是一个不可忽视的数字!

1963 年 7 月,沪东造船厂、七〇四所和海军代表根据一年半里掌握的各种情况,决定加厚火焰环的厚度,动力缸松孔镀铬后,以 63008 号机器重新进行耐久试验。为了制订松孔镀铬技术要求和实施这一要求,我和监造师黄锦庭多次往返于沪东造船厂与立新船厂之间。立新厂给了我们无私的援助,花了 3 个多月的时间,彻底解决了松孔镀铬问题。

1963 年 12 月 7 日,新样机的耐久试验开始了。500 小时跑完了,1000 小时跑完了,气缸和火焰环安然无恙!人们奔走相告,笑逐颜开。机组顺利通过鉴定后,又增加了 500 小时试验,机器仍然十分正常。这 1500 小时的试验已经超过了苏联产品的寿命!我为亲自参加这一试验而高兴和自豪。试验期间,杨汉源主任把自己的家给我作宿舍,他也成了我的良师益友。

小小的活塞环,我们为它耗去了 32 个月的时间,动员了几十个人的力量。真是攻关才知开路难啊!

(作者为第七〇四研究所二室高级工程师)

三十五、高压高速压缩机气阀的研制

王 仁 德

众所周知,压缩机是舰船的重要辅机。潜艇浮起、柴油机起动、导弹及鱼雷发射、火炮吹洗、气动仪表以及生活供气等均要使用压缩空气。

气阀是压缩机的重要易损零部件,有压缩机的心脏之称。60年代初期,由于我国技术水平还不高,活塞式压缩机气阀质量差,寿命较短,当时有“香烟阀片”之说(意思是一支烟还未抽完,压缩机阀片就坏了)。这当然是夸张之说,但的确说明我国压缩机气阀寿命较短。由于舰艇压缩机在高速、高压、高温、高湿的海洋条件下工作,比陆用压缩机气阀更容易损坏。不解决此问题,舰艇压缩机的质量就没有保证。我所1962年开始压缩机气阀研究课题,主持人是贾一标工程师(我是主要参加者之一)。至1965年我们完成了气阀静吹气试验台,耐久性试验台,密封性试验装置,以及气阀运动规律仪器的设计、加工、装配和调试工作。1964年贾一标调任他职,气阀课题就由我主持。1965年由于设计革命的影响,我们的气阀研究刚刚起步就暂停了,但已打下了一定的基础,气阀研究工作开始入门。1965年,我随66—10空压机下厂工作组到沈阳气体压缩机厂搞“三结合”,解决66—10空压机气阀寿命短的问题。我和厂里工人、技术人员一起讨论攻关方案,跑材料,去弹簧厂,自己卷绕圆柱弹簧,并用土办法进行热处理。通过实际的摸索,找到了阀弹簧损坏的原因,先后攻克了弹簧力刚度、弹簧钢丝质量卷绕节距、1Cr18Ni9Ti钢热处理温度(严格控制在 $320^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$)等技术关键,将该空压机气阀寿命提高到200小时,使其顺利通过鉴定。

1969年,我所研制028艇用CZO·81/150和035艇用CV4/200高转数空压机时又遇到气阀寿命短的问题,致使CV4空压机不能过关,故1973年我们又提出高速高压压缩机气阀寿命试验研究课题。该课题前期由我主持,后期改由冯爱玉主持,并于1978年完成。将舰船压缩机气阀寿命提高到500小时,基本解决了舰船压缩机的气阀问题,提高了舰船压缩机的可靠性,达到了国内先进水平。该课题荣获船舶总公司1982年度重大科技成果三等奖。

该课题解决的技术关键问题有:1. 气阀结构方面,首创了螺纹接头环片阀,用通道大受力好的环片阀取代了易于损坏的碟形阀,用适合压缩机气阀工作的波形片弹簧取代了圆柱弹簧;2. 设计方面,完善了用可靠性准则设计带有波形片弹簧的环片阀的设计方法并可上机优化设计,关键是弹簧力和升程要匹配合理;3. 材料方面,国内独家采用高强度Cr12Mn5Ni4Mo3Al半奥氏体沉淀硬化不锈钢带材制造弹簧片和TC3钛合金板制造阀片;4. 气阀加工工艺方面,掌握了Cr12Mn5Ni4Mo3Al材料的热处理工艺,从而保证了气阀质量。

近几年我们在高压高速压缩机气阀研究方面又取得一些进展,一方面加强了基础理论研究,另一方面加强了实用研究和推广应用。在基础理论方面,我们完善了可靠性准则设计气阀的方法以及用电子仪器测试气阀运动曲线。在静吹气试验台上,测得各种气阀的流动阻力。在实用研究和推广应用方面,我们结合新设计的产品和已使用产品气阀存在的问题进行攻关,先后解决了CZO·41/150空压机气阀寿命问题,并制造了VF206和VS1.5空压机气阀,也取

得了较好的效果。

我所近几年形成研制和生产相结合的体制,研究室研制出的新气阀由我所四〇工厂组织批量生产,推广使用。为推广这一研制成果,汪长根等又设计了 66—10 空压机用环片阀,由我所四〇工厂批量生产,供生产厂家和舰艇部队使用,现已有数十台潜艇空压机使用新研制的环片阀,工厂已生产近 200 万元的高压气阀,其气阀质量在国内处于领先地位。近几年,我们又完成了高压压缩机进口和国产气阀的消化分析研究,我所四〇工厂生产的压缩机气阀品种规格已达到数十种之多,今后将有更新、寿命更长的气阀问世,并将气阀扩大到陆用范围使用。

(作者为第七〇四研究所二室高级工程师)

三十六、560 千牛折臂式电动液压 起重机研制的回顾

汪 张 棠

560 千牛起重机是 925 型远洋打捞救生船上的一项主要设备,布置在主甲板的前部,用来完成七—八工程规定的水面吊放和打捞任务。此外,它还担任三级援潜任务中深潜救生艇(代号:7103)和救生钟的起吊回收以及重件吊运作业。

1974 年 4 月,七—八工程工作组向七〇八所三室下达设计委托任务书。1975 年 3 月,该室完成了全部施工图纸和技术文件。江南造船厂于 1977 年底制成第一台 560 千牛起重机,装在第一艘 925 型远洋打捞救生船(J302)上,经码头吊重试验合格后,交付海军使用。接着又制造了第二和第三台,分别装在 J121 和 J506 两艘远洋打捞救生船上。

1980 年 5 月,J302 和 J121 两船参加执行七—八任务,即我国首次向南太平洋海域发射运载火箭试验中,担任海上测量回收任务,560 千牛起重机配合了海上抛锚和布标作业。在圆满完成七—八任务后,J302 船即进入三级援潜齐装配套工程阶段。560 千牛起重机是 7103 深潜救生艇起吊回收系统中的主要设备,先后在江南造船厂码头、宝山锚地和长江口外海面进行了模型艇的吊放试验,取得了成功。接着又在黄海海面进行实艇吊放回收试验。在 3 级海况下,自动挂钩 7103 艇,安全地收艇放置到与加压舱正确对口的转台座架上。在保证海上起吊回收工作中,液压—气动缓冲器、恒张力绞车和信号电缆绞车在风浪起吊时均起了良好的作用。以后的几年中,在 7103 艇的各项海上试验和使用中,进行了几百次的起吊回收,均安全可靠地完成了任务。

J121 船于 1983 年进行救生钟海上试验,560 千牛起重机保证了试验任务的完成。1984 年冬季,J121 船与远洋综合调查船向阳红 10 号一起参加我国首次南极考察。560 千牛起重机吊运了大量的物资器材,发挥了重要作用。

560 千牛起重机为电动液压双钩双折臂式,每钩最大起重量为 280 千牛,最大幅度为 15 米,起升速度为 7 米/分,迤转一周时间为 4 分钟,主甲板以上吊高 13 米,水面以下吊程 15 米。

560 千牛起重机的结构形态可以保证海上安全起吊。以前,在打捞船航标船等海洋工程船

上常采用吊货杆或普通的回转起重机。在风浪作用下,船舶不断摇晃,无法控制被吊物的剧烈摆动,起吊回收十分危险,经常发生伤人毁物事故。美国就曾经发生过深潜工作艇阿尔文号起吊时掉入大西洋底事故。许多事例证明,普通的起重设备不适合这类海上的特殊作业,经过研究分析和造波水池模型起吊试验,我们在起重机的结构形态上作了创新,研制出了电动液压双钩双折臂式起重机,用液压油缸推动上下吊臂,使之曲折自如。吊臂头部能接近水面。这样就大大缩短了起吊钢索的自由长度,减少了被吊物的摆动,达到起放平稳,操作方便,安全可靠,解决了普通起重机不能在风浪条件下安全起吊作业这个难题。为了保证长15米、高4米、排水量达56吨的深潜救生艇的安全起吊,还给起重机设计了双钩,其间距为4米。当然,这给吊臂的结构设计带来了很大困难,为此,吊臂采用了高强度低合金钢板焊接的箱形结构。为了减少冲击载荷,保护设备,又特别设计了液压—气动缓冲器,设置了吊程与幅度指示器和限位报警等保护装置。560千牛折臂式电动液压起重机的构造复杂,设备繁多,功能多样,故采用了集中控制。经过十年使用,证明其性能优良,不仅是国内首创,而且也达到了国际先进水平。迄今为止,仍是国内海洋工程船用于风浪条件下作业的起重量最大的起重机。

560千牛折臂式电动液压起重机荣获国防科委七一八工程和〇九工程科研成果四等奖。

(作者为第七〇八研究所高级工程师)

三十七、救生艇绞车的重大技术改进

汪 盛 义

救生艇绞车的发展过程是一个较长的过程,在这期间对救生艇绞车作了几次重大的技术改进。

从1975年开始,由许宝茂主持研制072舰用的160千牛起艇机。在研制过程中,考虑到原来的带超越离合器的带式制动器的结构较复杂,制造困难。于是,决心加以改进,采用结构简单、制造方便的偏心式制动器。该机于1976年4月完成设计,由四六一厂试制,并装舰使用。在装舰试验中发现在放艇时,起艇机的振动较大。为此,许宝茂、许心田、章敏达和我又进一步对该制动器进行细致的分析研究,发现振动是因为制动器的制动轮过大,且动平衡性能欠佳所致。针对以上原因,立即进行修改返工。修改后的起艇机装舰后,使用性能良好。在此基础上,课题组人员继续对偏心式制动器的偏心距及制动力等技术关键问题进行分析、研究。

1978年5月,课题组根据六机部(78)六机科字第133号文的要求,对CB505—66标准项目进行修改,该项目由许心田主持。5月中旬,在七〇四研究所召开了有设计研究部门、造船厂及使用单位有关技术人员参加的大型座谈会,广泛征求对救生艇绞车的意见和要求。课题组以40千牛交流电动救生艇绞车作为样机,对其主要性能参数、结构形式等进行了详细的讨论,并确定了设计方案。制动器仍采用偏心式制动器的形式,并要求将绞车原来的铸钢结构改为焊接结构。此时,我负责绞车减速器的设计工作,采用钢板焊接成箱形的减速器结构,和折线式布置的齿轮传动形式,以使减速器的结构更加紧凑。该绞车经过课题组全体人员的日夜奋战,同年6月就完成了设计工作,并立即在广州建设机器厂投入试制。8月底绞车加工完毕,9月初课题组人员赴厂参加试验。由于经验不足,采取连续长时间的试验,制动次数过频,试验条件要比实

际使用情况更恶劣,发热很厉害,甚至出现偏心套与制动轴有咬合现象。为此,课题组人员专门对制动器的调整、制动材料及偏心套配合间隙进行研究试验。经过一个月的反复试验,该机终于获得成功。

该机与原机相比较,不仅绞车的面貌焕然一新,而且整机重量(不包括电动机)减轻了48.9%;材料消耗减少46.6%;成本降低45%。1980年,获得国防工办颁发的重大技术改进成果三等奖。

随着时代的前进,海上石油勘探事业也有很大发展。救生艇也由敞开式发展成耐火封闭式救生艇。因此,对救生艇绞车又提出了新的课题和要求。以前对敞开式救生艇的下放,是在船员都进入救生艇内,再由一人在船上将救生艇降落到水面后,从逃生索进入救生艇。这种操作方法,对封闭式救生艇来说,船上的操作人员就无法进入救生艇。按照封闭救生艇下放时操作方式,操作人员必须在救生艇内遥控操作放艇。这在国内还属新的课题。

1981年4月,我主持研制海洋石油勘探局的勘探船使用的75/65千瓦交流电动救生艇绞车。为满足在艇内遥控放艇的要求,采用了机械遥控操纵装置。这样,操作人员在救生艇内就可以通过操纵钢丝绳来控制制动器,使救生艇在下放过程中可以任意停留在所要停留的位置上。1981年9月完成绞车设计后,在江苏射阳轻工机械厂投入试制。试验中,需要对遥控装置进行模拟放艇试验。而做该项试验必须要有人员随吊盘一起上升,随后再由人操纵钢丝绳,模拟放艇。而提升高度较高,做该项试验有一定危险性,但试验又必须要做。当时,在采取了一些必要保护措施后,由我充当试验员角色。试验的提升高度由低逐渐加高,经过多次试验,遥控装置的工作稳定可靠,获得了成功。该机于1982年3月通过鉴定。翌年1月,章敏达、刘华明冒着寒风赴青岛北海船厂对该机进行船上安装调试工作。春节,我和工厂两位师傅又赶到北海船厂参加实船试验。在实艇吊放中,该装置亦能满足同步收放、下放过程中能任意停留的要求。

在绞车设计中,我们还采用了装于减速箱体外的离心式离合器,改变了以前所用的装于减速箱内的锥形离合器和锥形摩擦离合器的形式,使救生艇绞车的操作及使用性能更可靠,制造安装亦方便,成本也降低。该救生艇绞车获得了上海市人民政府颁发的1982年重大科技成果三等奖。

以上几次的重大技术改进,为救生艇绞车能赶上世界同类产品的先进水平,打下了良好基础。现在,救生艇绞车已在各类舰艇和军辅船中大量应用,而且在民用船舶上也应用十分广泛。

(作者为第七〇四研究所五室工程师)

三十八、远洋调查显威力

——忆6000米交流电动地质绞车的研制和应用

郑进富 周松青

向阳红10号海洋调查船装有两台我所设计、江苏射阳船舶辅机厂制造的6000米交流电动地质绞车。在多次赴南极考察中,该绞车经受了世界上最严寒气候和最猛烈风暴的考验,顺利地完成了南极地区深水海洋底质表面采样和柱状采样的任务,并兼作拖网绞车进行拖网作

业,在不同水深捕捞各种海洋浮游生物,捕获大量南极磷虾。所有这些均为了解海洋环境要素的分布状况和变化规律、海洋资源开发、海洋工程建设、海洋环境保护和科学研究提供了基本资料和有研究价值的样品。在1984年12月至1985年4月的一次南极考察中,向阳红10号船使用这台绞车和大型箱式采集器,在8个地区采集海底沉积物,对开发海洋有机地球化学研究有重要意义。这台绞车在进行各种作业中工作正常,操作简便、安全可靠,得到使用单位的好评。

这台绞车的研制经历了不寻常的历程。1972年12月初,我们参加了向阳红10号海洋调查船太平洋专业试航,当时该船安装的不是现在这台经过南极考察考验的地质绞车,而是一台老式的6000米交流电动地质绞车。调查船在日本冲绳岛附近水深4000米左右地区深水作业,进行深水底质表面采样和柱状采样,由于这台绞车的卷筒严重变形,排绳导螺杆和导杆弯曲,排绳机构月牙块断裂,开式减速器和电动机严重发热,采样还没有完成预定任务就不能使用了。已经放出去的5000多米钢索和采集仪器只好借助两只手动葫芦代替排绳装置,并在消防龙头不断地向电动机和开式减速器浇淋海水的环境下才勉强地拉了上来。

这次专业试航给我们留下极为深刻和难忘的印象。作为绞车研制工作者,深感内疚和不安,决心要研制出新的6000米交流电动地质绞车来填补这个空白。我们针对老的地质绞车存在的问题和设计任务书的要求,在新的地质绞车设计中,着重采取了以下措施:

(1)加强了绞车整体的强度和刚性。

(2)设计专用的闭式减速器。其高速级采用斜齿轮传动,使绞车结构紧凑、噪音降低。

(3)排绳装置选择出绳方向对排绳导杆具有较小的径向力。采用浮动式计数测力架,使绞车内力最小。排绳支架安装在减速器上面,使绞车总体布置合理,结构紧凑。

(4)选用特殊设计专用的船用交流变频起重电动机,满足宽速比长工作制的使用要求。并采用电动机温升自动控制保护方法,保证当电动机的温升在恶劣实际工况下超过其允许值时自动停止运行。

(5)绞车必须先经过陆上台架排绳试验和海况模拟试验合格以后才允许装船。为此,我们在研制地质绞车的同时,还研制一台比地质绞车大,拉力为100千牛的加载绞车及其电力拖动自动控制系统。

众所周知,过去国内绞车制造厂对绞车出厂试验仅仅进行例行试验(如空车试验、吊重试验、刹车试验等),对于容绳量达几千米甚至上万米的深水作业绞车,制造厂无法进行海况模拟试验。而对于绳端负荷较重钢索直径较大的地质绞车来说,几十层卷紧的钢索对卷筒凸缘的侧向力是很大的,不经过陆上海况模拟试验,仅吊重试验是无法反应出来的。向阳红10号船原来安装的老地质绞车就是一个明显例子。

新研制绞车首台样机除了进行陆上台架例行试验外,着重进行排绳试验和海况模拟试验。根据经验,该绞车卷筒的凸缘已具有足够的强度和刚性,但是通过海况模拟试验后,我们对其进行精确的测量,发现试验后的绞车卷筒长度(卷筒两凸缘之间的开档距离)比试验前的卷筒长度大4.78毫米。这一塑性变形,对绞车排绳整齐将有很大影响。为确保绞车质量,我们重新修改设计和制造了新的卷筒,整台绞车重做海况模拟试验,再进行复测。结果表明,卷筒长度在试验前后没有塑性变形,只有1.6毫米弹性变形。这样,我们才放心绞车出厂装船。

由于我们严格地把好绞车质量关,很快就赢得使用单位的信任和赞赏,并纷纷前来订购。到目前为止,6000米交流电动地质绞车除安装在向阳红10号海洋调查船以外,还安装在极地

号、向阳红5号、向阳红9号、海洋11号、海洋12号、科学实验2号等10多条调查船上。同类地质绞车在这些船上的使用情况都很好。

1982年10月下旬,我参加了向阳红5号实船试验。船在中沙群岛隐砂滩附近水深4100米左右进行深水作业,海底表面采样2次,柱状采样2次,4次试验都获得圆满成功。此外,1985年1月20日到2月12日,向阳红5号船在南大洋使用本绞车进行74次深水作业,其中用大型箱式表面采样12次,抓斗表面采样30次,柱状采样32次,全部作业都顺利完成,获得船员的一致好评。

6000米交流电动地质绞车已应用了10个春秋,无论在南极考察中,还是在南海中沙群岛实船试验中,或是在南大洋实际作业中,都十分圆满地完成了各项作业任务。鉴定会上一致认为,绞车设计合理,结构紧凑,性能优良,造型美观,运转平稳可靠,操作简便安全。电动机功率的等级、工作时间、调速范围选择适宜。在目前国内调查船使用各类作业绞车的排绳问题均未过关的情况下,该绞车能在各种速度下作少量人工调节就能使排绳基本整齐,使用单位深感满意。

我们在看到绞车许多优点的同时,也清醒了解到还存在的不足之处,如排绳问题尚未彻底解决,采集器着底指示尚需进一步改进等。我们相信,只要有关单位重视积极创造条件,这些问题是不难解决的。一代更先进的绞车将在我们手中诞生,我们愿为国家海洋开发事业作出更多的贡献。

(作者郑进富为第七〇四所五室党支部书记、副主任、高级工程师;周松青为该室高级工程师)

三十九、兵马未动,粮草先行

——海上纵向航行加油装置研制的回忆

王 为 德

“兵马未动,粮草先行”,这是我国古代军事家的一句格言,说明在运输不发达的古代已认识到后期补给的重要性。“车轮滚滚”依靠人民群众支持提供后勤保障的手段,已在解放战争中立下了历史功绩。对于现代战争,如没有一套现代化的后勤支援体系,要取得战斗的胜利将是不可能的,对于海军更是如此。

1974年初,我正着手从事海上补给课题的开拓性研究工作,南越政府为侵占我国的西沙群岛,不断派遣其舰艇对我西沙诸岛进行侵犯和扰乱,我海军为捍卫主权、保卫西沙,对其进行了严励惩戒,并击溃敌舰艇数艘,收复永乐等诸岛,取得了战斗的胜利。但也付出了代价,其中主要问题之一是我海军海上后勤支援力量薄弱,海上补给技术落后,战斗舰艇在取胜后急需补充给养弹药以便乘胜追击时,无专用补给船及时为其加油和补充弹药、给养,最后出现了世界海军史上罕见的派遣潜艇为水面舰艇补给油料的事迹,由于贻误战机,使敌舰逃逸,未能取得更大的战果。此事给我留下深刻的印象,增强了对海上补给工作责任感与迫切感。当时课题虽处于调研阶段,但我决心一定要为解决我国海军的这一薄弱环节作出努力。带着这种强烈的感

情走上调研征途。

通过对海军东海舰队的了解得悉：海上补给应先解决海上加油问题，这是当务之急。我选定《海上纵向航行加油装置》作为研究海上航行补给课题的突破口。经与海军东海舰队辅助船大队（后称辅大）联系，我们的设想得到他们的支持。同时，舰队后勤部油料科的同志也积极主动地与我们配合，为我们提供上船调研的条件和参与协调、联系工作。由于海上补给是一新课题，我缺乏感性与理性认识，通过查阅国外资料了解到，漂浮软管法是一种较佳的纵向航行加油方式，但是，漂浮软管系在水面上承受内压及外部拉力作用的特殊软管，它必需具有较高的爆破强度和抗拉强度，并要求重量轻可卷绕。我国尚无该种产品，为此，研究柔性漂浮软管又是课题中的一个重点。为设计该软管，经多方探查得悉江南船厂具有为 33 潜艇加油的软管可供参考，经与江南厂磋商后借用了直径为 100 毫米和聚氯乙烯软管 150 米供作海上测试拉力数据使用，以供作设计漂浮软管的第一性资料。接着进行纵向加油绞车、快速接头及固定、导向装置等设备的设计工作。

为正式开展工作，1975 年 3 月，由我所汇同海军东海舰队后勤部、装技部共同向海军后勤部、装技部和七院科技部提出《关于研制海上航行补给纵向加油装置》的联合报告，指明由七〇四所负责研究设计，四〇工厂负责制造，海军负责试验鉴定工作。通过各方的共同艰苦努力，于同年 5 月完成了海上测试所需的设备准备工作。为保证测试顺利进行，东海舰队“辅大”又多次调船出海作编队航行训练。1975 年 6 月 2 日，“辅大”调遣 T823 拖船和 X602 油船到吴淞口横沙岛附近海面作编队及收、放漂浮软管试验，编队中 X602 航行在前面作为补给船，T823 跟随其后作接收船，两船前后间距 100 米，作为海上补给首次设计者的我看到实船作业编队航行时既兴奋又紧张，唯恐发生故障，而参试的两位船长担子更重，担心万一舵机发生故障，其后果将不堪设想。因此开始编队时两船距离总是不理想，经多次调整，基本上“稳定”在 100 米左右。为抓紧可贵的“条件”及时间，按预定步骤由 X602 放引缆浮标，接着放软管，T823 捞取后使漂浮软管呈 U 形状态在舷侧拖曳，初步达到了设计要求的工况，同时向管内注水，以模拟输油之工况，此时参试人员兴高彩烈，祝贺取得的初步成果。正值大家高兴之际，突然发现连于两船间的软管被拉直并离水面呈拖索状态，T823 与 X602 的船距突然增大，“啪啦”一声，软管拉断，使首次试验就此中断。

编队返航后，我们冷静下来认真总结经验，共同分析原因以后指出：海上纵向航行加油除技术装备必须完善外，操船技术更为重要。补给船在稳定船速、航向后，接收船必须跟随其后调整航速，以确保船距的“稳定”，其次，通讯联络亦必须及时和通畅。此后又进一步调整装备并拟订较详细的试验内容与步骤，要求测试出两船在最佳纵向和横向船位时漂浮软管内充以不同介质软管的拉力值，以及软管在水中的 U 形变化时对拉力的影响等数据，以供作设计柔性软管的第一性资料。

1975 年 11 月 29 日，万里晴空，海面平静，X602（排水量 2200 吨）和 X614（排水量 600 吨）船同时由上海出发驶往金塘湾海区，作连续多次的实船编队航行，接着按预定要求作试验。首先进行不同的纵、横船距软管拉力试验，其后分别对软管内充以水、油和空气等介质试验。由于准备充分及吸取以往教训，故试验进展顺利，获得了一系列十分可贵的技术数据，为设计漂浮软管和绞车提供了第一性资料。根据实船测得的数据由七〇四所设计，海军后勤油料部出经费，东海舰队油料科协调，经多方协作委托上海化纤 11 厂，上海消防水带厂和上海橡胶厂联合试生产出我国第一条供海上补给使用的柔性漂浮软管（后定型为 HY77 型）。该软管的诞生是

军民结合、厂所结合的成果,是“共同一棋”的思想体现,是发扬共产主义协作与无私援助的一曲凯歌。

1976年10月30日至11月4日,由海军东海舰队组织,对成套新研制的纵向航行加油装置进行全面试验鉴定,当日天空晴朗,风力5~6级,由X601和X602(排水量均为2200吨)两艘油船分别担任补给船和接收船,在象山石浦海区进行了为期6天的试验。内容包括对漂浮软管的收、放试验;补给油料和淡水试验;扫线试验;软管抗拉和爆破试验等,试验结果证明该成套装置性能良好,符合设计要求。接着通过内部鉴定,庆功祝贺,并建议在东海舰队内继续作使用试验后扩大推广。

我国第一代海上纵向航行加油装置从此诞生,它为我国海军海上后勤支援提供了技术保障,填补了国内空白。该种纵向航行加油装置通过10几年的使用证明其性能较国外优越,使用亦较简便。目前我国在纵向补给方面已趋成熟,并为舰队在多次远航中立下汗马功劳,经过7级海情的严峻考验,为中国海军增添了光辉,使人民海军能远航三大洋,五大洲,执行各种任务。当时参与研究、制造、试验的人员已分赴各地,未能共享成功之欢乐。但他们的功绩人们是永远不会忘怀的。

(作者为第七〇四研究所四室高级工程师)

四十、新型海上航行横向干货 补给接受装置的诞生

蒋 荆

1985年深秋,阳光直照着万里海涛,日本国鹿儿岛附近的公海洋面上,我导弹驱逐舰紧随在远洋油水补给舰后,劈波斩浪。一会儿,驱逐舰加大主机转速打右舵迅速进入航行补给阵位,随着响起清脆的尖啸声,只见一条细细的尼龙撇缆绳银蛇般地由空中径直向我接受舰穿来,绳端部金属头刚着甲板,只见六个战士扑向着落点,十分麻利地收取绳索……高架索端部索节转环刚到接受头前,只见一名战士右手托环伸向应急脱勾,另一战士当即拔掉弹簧保除销……3秒钟轻而易举地完成全部上勾定位,补给站长禁不住高兴地喊起来:“好家伙,顶用,安全”。两位舰长的出色船技使两舰距离保持在40~42米,顶风破浪向前进。步话机中传来了指挥中心的命令:“干货补给接受装置空车升降运行”。显然,这对装置而言是一项苛求的考验,接受头上承受着仰角大于25度的25千牛大拉力,接受头的升降力全部由起动绞车承担。随着绞车卷筒的徐徐转动,接受头平顺地沿着导轨向下运动,回升,运动平稳,补给站长向指挥中心报出了第一个喜讯:“超工况牵引成功!”

指挥中心下达了空车补给接受作业的命令,补给传送小车自补给舰羊角门桅顶站滑过来了,离接受头端部3米、2米、1米……冲进了接受头导向装置,缓冲器立即动作,传送小车动能明显减小,速度骤然减小,变化十分平顺,完全没有冲击,最后被定位装置精确定位,锁住了,下降,整个作业是那么平稳可靠,一切同空车一样顺利。

接着进行了负荷补给接受作业。传送小车下挂着沉重的货框,“嘿!真不简单”不知那位战

士叫道：“货框装这么重补给物，行吗？”话音未落，小车已连同补给物进入接受头端部导向装置。在这关键时刻几十对眼睛紧紧盯住传送小车，喧闹的现场一下静了下来，只听见风浪撞击声。小车紧紧贴在缓冲器顶杆，快速而又十分平稳地进入精确位置，小车像被磁铁吸住一样，说停就停，升、降平稳可靠……全舰爆发出赞美的欢呼：“真棒！成功了，一次性成功了！”新一代具有先进综合性功能的中国海军补给接受装置在辽阔的太平洋上宣告诞生了！我和参加研制的工程技术人员都抑制不住内心的激动，流出了欢乐的泪花，我们纷纷与舰上指战员互相祝贺，这是经历了5~6个春秋寒暑艰苦奋战结出的硕果啊！

海上，人们在欢呼，海浪一个接一个使劲地拍打着舰舷，那一幕幕艰辛研制的情景又浮现在我的眼前。在国防科委和海军下达任务之际，我和参加研制的工程师们都清楚地意识到这是项既光荣又有很大技术难度的课题，为了使装置达到英、美等北约集团同类装置的先进水平，必须解决一系列技术关键。

6年前，在与英国“考文垂”号导弹舰舰长交谈时，他就明确指出：“一套好的接受装置必需首先要有好的缓冲功能，要补给导弹的主要关键也在于此。”这短促话语多年来盘旋在我脑际。补给物到达接受舰瞬间具有很大冲击动能，会对补给物产生冲击，要安全迅速补给接受武器弹药，特别在补给导弹、鱼雷等精密装备更需要有特殊的缓冲装置。为使其具有更大效用，研制中采用超速着舰工况的大能量缓冲功能，在详细分析反复论证的基础上，最后选用了节流原理，运用多腔整体封闭式结构来达到超小型大能量的总体要求。单机试验时为满足直线冲击缓冲要求，我们又利用能量转换原理研制了特殊的冲击缓冲测试台。主管该项工作的女工程师凌芝采用28种能量级进行了数百次试验验证，经过2年多的努力，终于圆满完成了单机研制。十六线示波仪记录纸上显示最大能量级冲击下的瞬时冲击峰值仅接近2.5g，已超前于现代北约集团等国海军同类装置的水平。

封闭式多级液压缓冲器首战告捷更振奋了斗志，我们转向了第二个关键——应急保险脱勾装置。该装置将保证空袭等各种紧急情况下可自动、手动解脱高架索道，以保证舰艇战斗机动性，一般装置体积笨重功能不全，经与负责该项工程师葛润荣研究，精心设计成功超小型强力快速脱勾装置，整体结构仅为单边200毫米的立方体，配以特殊的斜面啮合勾体，加上连动机构，发挥“一两拨千斤”的功效。该装置获得了经劳氏船级社认可合格证书。这次“海试”证实，如本舰在补给作业中遭到敌方导弹等空袭时，完全可在2秒内安全解脱缆索，保证两舰的战斗机动性。

研制中的第三个技术关键是舰在航行摇摆时的对接问题。

航行在茫茫洋面上的两艘舰船各具有六个自由度，是不规则的复杂运动，接受头端部运动则更为复杂。为解决此问题，我们采用该部位“运动包络”来进行端部导向装置的设计。实船使用证明，在额定海况或舰船在横摇15度时，传送小车仍能正确无误地被引导进入接受头，有效地保证了补给安全进行。

在静止的陆地上要保持定向恒速升降显然是件容易的事，可在海上运动体上却截然不同。补给作业中两舰会前后错位，造成升降索道时紧时松，且变化幅值大，这将直接影响到补给物品的安全，特别是补给接受导弹等精密武器。我决定以同轴旋转原理为依据，设计了特殊的机械导向结构，保证封闭索道在运动全过程中始终呈恒定张紧状，即使战斗舰艇在大风浪中升沉周期快，补给物也绝不会出现“失重”……。

在艰辛研制的日日夜夜，随着工作的深入，又接连攻克了接受头随机跟踪高架索运动、补

给小车精确定位、薄壁高强度结构等 10 大技术关键……在 1984 年暑气逼人的夏季,开始了陆上总装调试,七〇四所综合试验室沸腾起来了,人们用汗水竖起了接受柱、补给柱、传送索道、模拟海情干扰系统……,传送负荷一直增加到 1.4 吨,红色庞大对空模拟导弹在架空索道上平稳传送、接受、冲击加速度仪器萤光屏上,弹体遭受的冲击值小于 2.5g,绝对安全……。

浩瀚的太平洋上,两艘军舰在舰长的指挥下始终保持着平行队形进行补给作业,舰首升沉已逾 3 米,航海长向舰长报告:“阵风 7 级,航速 14 节”,驾驶室横倾角指示摆针已指向 15 度,随着补给舰总指挥部的补给命令,补给品一次接一次地送到了我们导弹驱逐舰。最后一项是“伤员”传送,平稳的传送、准确的接收、安全降落甲板被送进手术室“治疗”,一切是那么圆满、平稳。这时各战位充分运用各自设备相互祝贺(补给站用步话机、通讯兵用摩氏信号灯、驾驶室用超短波电台……),欢呼声又一次响彻太平洋上空,一切都在喧腾,多美好难忘的时刻呀!置身在那激动的时刻,经验丰富的老舰长精辟地指出,这种新型装置的诞生将把我战斗舰艇的补给工况从原来 3 级海情提高到 5 级,达到了世界同类先进水平;它使补给品种从单一性大米扩大到各类弹药精密武备和人员传送;其优异的缓冲功能彻底改变了原来弹簧将物品反弹至舷外的危险情况,从而真正使装置具备了先进的“软接受”功能(实测缓冲功能已优于北约集团同类装置);而且安全可靠的应急保护解脱装置绝对保证了舰艇的机动性、安全性。这时,站在一边的东海舰队司令部指挥员早已耐不住插言道:“还有一点就是咱军舰今后具备了夜间补给的能力了。从北边的对马海峡到西南马六甲海峡的整个战斗海域可进行全天候补给,这将具有多么大的实战意义啊!”

浪花一次又一次溅扑着我的脸,我已分不清是激动的泪花。还是洁白的浪花。祖国,我们终于成功了!海军新一代先进功能的补给接受装置诞生了。无论白昼黑夜,无论南沙北海,“装置”赋予了战舰补给接受能力,赋予战舰强大的海上生命力和战斗力。

成功时刻我们更感谢国防科委、海军、船舶总公司在研制中的关注和指导,感谢七院科技部和海军东海舰队的直接组织实施。

(作者为第七〇四研究所四室高级工程师)

四十一、常规潜艇升降装置历史情况的回顾

傅 家 璋

03 型潜艇在初期的转让制造过程中,各类升降装置(包括无线电天线升降装置、雷达天线升降装置、潜望镜升降装置和通气管装置)全部由苏联成套供应,国内没有仿制过。

1954 年,苏联的设计图纸和技术文件陆续来到船舶局第一产品设计室,苏联专家库德林对设计室的翻译和技术人员进行了系统性的讲课,使我们在较短的时间里基本上掌握了 03 型潜艇各类升降装置的结构、动作原理和实战中的使用情况,并较顺利地完成了苏联资料的翻译和技校工作。

03 型潜艇定点在上海江南造船厂和武昌造船厂建造。苏联的工艺专家也来到了江南造船

厂,第一产品设计室也派出技术人员到两个船厂配合各类升降装置的安装和系泊试验工作,并参加了 03 型潜艇的航行和交货试验。通过这一过程,使我们进一步掌握了升降装置的专业知识。

33 型潜艇转让制造过程中,苏联没有派升降装置专业的专家来我国,但向我们提供了比转让制造阶段所用的更为完整的设计资料——各类升降装置的计算书、说明书、证明书和全套施工图纸。七〇一所四室的翻译和技术人员对上述资料进行了翻译、技校工作。因为有了过去 03 型潜艇转让制造的经验 and 经过苏联专家指导的过程,所以在 33 型潜艇转让制造过程中,虽然没有苏联专家指导,也能较正确地完 成这些资料的翻译和技校工作,较快地掌握各类升降装置的结构、动作原理和设计计算方法等,并在配合工厂施工过程中,较好地解决了施工过程中出现的问题。

33 型潜艇转让制造过程中,苏联只提供我国 6 条艇用的升降装置,江南厂的第 5 条艇和武昌厂的第 3 条艇(又称“自力更生”艇)开始立足于国内试制。1964~1965 年间,七〇一所四室派出专业技术人员到武汉四六一厂(武汉船用机械厂)配合各类升降装置的试制工作。因为在 03 型潜艇建造过程中,国内未生产过任何潜艇用的升降装置,工厂过去也未接触过这些专用设备,所以对于四六一厂来说困难是不少的。七〇一所驻厂技术人员,首先对工厂的同志系统讲授了各类升降装置的结构、动作原理以及实战中的使用情况,在施工和台架试验工作中,驻厂技术人员又处理了大量的技术问题以及图纸中出现的错误,与四六一厂的同志一起圆满地完成了“自力更生”艇的 6 种 7 套升降装置(环状天线升降装置、鞭状天线升降装置、搜索雷达天线升降装置、侦察雷达天线升降装置、通气管装置和两根潜望镜用的液压升降机)的试制工作。后续 33 型潜艇用的全部升降装置都是由四六一厂提供的。

(作者为第七〇一研究所高级工程师)

四十二、33 艇通气管升降装置浮阀的改装

高 国 忠

潜艇的主要特点是隐蔽作战,经常处于水下航行状态。对于常规潜艇,必需经常充电而处于通气管航行状态(大约占潜艇整个航行时间的 1/4)。此时,潜艇仅把通气管升降装置的浮阀升出海面,通过浮阀及管道把空气引入主柴油机舱。为确保潜艇充电时能安全航行,要求浮阀动作灵敏可靠(因为浮阀升出海面越高,潜艇的隐蔽性越差),上浪时要浮阀自动关闭,防止海水进入机舱。退浪时则要求浮阀自动开启,使进入机舱的空气通道畅通。33 潜艇的浮阀是浮子式的,依靠浮子的浮力来完成浮阀的启闭功能。原浮阀重量重、灵活性和可靠性差,不能正常工作。由于 33 浮阀的失灵,曾发生了多起进水事故(如 143 艇在一次通气管航行时,因深度控制不好,潜艇突然埋水,而浮阀又不能及时自动关闭,酿成两个舱大量进水约 11 吨,主电机、空气压缩机均被淹;139 艇有一次也曾进了 2 吨水;142 艇在使用过程中也进过水,危及潜艇的安全)。为了防止此类事故,只好减小艇的下潜深度,致使指挥台围壳暴露海面。

东海舰队和南海舰队在操作条令中还增加了一条补充规定：“当潜艇下潜到8米以下时，应关闭柴油机进气挡板，艇上升时，再把挡板打开。”这样使艇员在操作时非常紧张。为此，1970年在大榭召开的33艇局部修改会议上，提出了更改浮阀结构的要求。按此次会议要求，1971年做了一个杠杆式浮阀，经东海舰队二十二支队装142艇试验，浮阀的灵敏性有了提高，但却有吸住现象（即浮阀因埋水关闭后，舱内气压降低，当潜艇上浮到通气管正常航行深度时，浮阀吸住不能自动开启）。后由支队的一位业务长在浮阀上装了一根拉力弹簧，用以增加浮阀的升力，情况有了改善。但后因弹簧生锈等原因，此方案未加推广。

1973年11月，六机部召开的四型舰艇部分配套设备定型预备会议上，又提出了更改浮阀结构的要求。会议确定七〇一所、四六一厂承担改装任务。根据会议精神，考虑了三种形式：

1. 33改进型轻浮子浮阀（浮子重量减轻9公斤，并在结构上还增加了一些排水孔）；
2. 33改进型重浮子浮阀（浮子重量不减，其它结构更改）；
3. 杠杆式浮阀，并增加可调节的配重。

根据海司(74)装装字第108号文“关于33潜艇通气管升降装置浮阀试验问题”的通知精神，由33升降装置定型筹备组组成33浮阀试验小组，该组由四六一厂、四六一厂军代表室、七〇一所四室的人员组成，并邀请33艇定型组及北海校派员参加。1974年6月11日至6月21日，在北海舰队青岛二支队进行了4种型式的阀（33艇原浮阀和上述3种浮阀）的对比试验与观察，为了确保试验安全，每次试验先用主电机航行，检查浮阀的运动情况，然后再用柴油机通气管航行作试验。检查观察时，主要采用在浮阀上加装一根标杆。试验时，将潜望镜升到目镜在地铺板上方的高度，人就爬在铺板上，观察波浪中浮阀及标杆的上下动作情况及进水情况。随后又于1974年7月2日至7月20日在东海舰队穿山二十二支队进行了3种型式浮阀的试验与观察。1974年9月25日至9月31日又在南海舰队安游潜艇三十二支队进行了3种型式浮阀的试验与观察，经过充分的实际试验对比，一致认为33改进型轻浮子浮阀能满足使用要求，工作安全可靠。之后，33潜艇均采用了这种改进型的轻浮子浮阀，克服了因浮阀失灵而导致进水事故的问题。为此，该项目荣获1978年全国科学大会奖。

（作者为第七〇一研究所四室高级工程师）

四十三、关于900号天线生产及其升降装置制造的回顾

邱宏生

900号天线是供核潜艇配套使用的产品。该产品由升降装置和天线两部分组成，分别由七一九所和七二二所设计，四六一厂制造。1970年起开始试制，1973年完成了初样制造。初样的天线部分是利用滑轮组使天线升降，工艺结构较为复杂，使用起来容易发生故障。七二二的在1974~1975年重新设计了全液压型900号天线。四六一厂于1977年开始试制，1978年底为定型艇生产试制了两台900号全液压升降装置。经工厂台架试验，完全达到了设计要求。实艇使

用证明,战术性能良好,完全满足了潜艇的使用要求。

900号天线是核潜艇各种升降天线中最为复杂的一种天线。它具有3套液压系统,分别用于耐压密封筒的开盖、桅杆和天线的升降。耐压筒体积庞大,外径大于800毫米,长7米左右,其加工及4.5兆帕压力的密封试验具有相当大的难度,桅杆为1Cr18Ni9Ti不锈钢管,成品外径280dc4,孔径230毫米长达8米以上,这比一般潜艇同类桅杆都大,外圆的粗糙度为0.8,直线度为1000毫米,内外圆同轴度0.5毫米,可见综合技术要求是很高的。四六一厂的工程技术人员同工人一起,不断总结经验,攻克一个个难关,加工出完全合乎设计要求的桅杆(加工方法详见桅杆加工一文)。装在桅杆内液缸上部的天线是这个产品的核心,它是一种双作用伸缩式套筒油,类似拉杆天线,可以升降三节,总行程6785毫米;三节天线的升降均以压力油为动力。第一节天线是直径为30毫米的钛合金管。管长3米,由于材料机械性能的屈服限大约是45号钢的三倍,塑性变形小,切削很困难;天线外圆部分因直线性校直极难,第一根钛管校直连续几个昼夜才完成。第二和第三节天线均为双层管,外层为1Cr18Ni9Ti不锈钢,内管为调质的40Cr合金结构钢。天线的四种管子的孔径小(最小孔径49D4毫米,)且较长(均为3米),管壁也很薄(6毫米),长径比达60以上,我们从未加工过这种小深孔,外圆加工也很困难。因孔小,打孔用的镗杆、镗头必然小,刚性差,因孔小,铁屑不易排出,特别是不锈钢不易断屑,孔内排屑更为困难。我们总结了多年深孔加工的经验,针对这4种管子的几何尺寸、材料性能等特点,制定了正确的加工工艺,设计制造了合理的工装,选用不同牌号的刀具,选择了正确的切削用量,与工人密切配合,在不到40天的时间里,完成了两套天线四种孔径各种管子的加工,完全达到了设计要求。四六一厂在深小孔管子加工上有了新的突破。

为了使天线对地绝缘,天线的油缸体采用玻璃钢。用玻璃钢作为油缸体属国内罕见。缸体坯料浇制由上海耀华玻璃厂作,浇制工艺程序是:按要求的油缸孔径制造一个芯轴,在轴的两端一定位置分别固定上、下套管。轴上涂好脱模剂。按一定的配方调好环氧树脂粘结剂,用脱脂的玻璃纤维布裹上粘结剂在芯轴及上下套管上缠绕,到一定尺寸后,让芯轴旋转并在特定温度下烘烤定型。抽出芯轴后就是玻璃钢油缸坯体。这种缸体机械加工要特别细心,因其性脆,强度远比钢材小,加工时夹紧力应小而均匀,以防脆裂。该缸体是一层层浇制的,因而上下端面加工过的油缸一旦受油压后,容易产生分层,我们曾经因此报废一台缸体。我们吸取了这些教训,采取了避免分层的办法:在机械加工之前,用调好的环氧树脂粘结剂在液缸两端补高,待干固后再加工,这样就不会损伤原先浇制的本体,不暴露各层端面,压力油就不可能将其分开。试验证明这种先补后加工的方法是成功的。

900号天线的重要部件——高度指示器,是活塞油缸结构。开始时按图制造,经试验发现油缸内壁大面积深度拉伤。我们反复分析了各种情况,主要原因乃是自由活塞的厚度欠薄。经加厚后,试验成功。

总装试验十分复杂。8名工人用了约一个月的时间才安装完毕。整套装置安装到试验台架上后,总高12.4米,桅杆及天线全部升起时达25.4米,超过了厂房顶的高度。为了试验能进行,我们在房顶上开了一个孔。此外,进入天线油缸的压力油并不是直接来自液压站,中间还联通有隔离油缸,高度指示器等。这两个部件置于试验台旁边。试验时,台架上下、厂房顶及液压站四部分均需要操作人员。三个液压系统需严格操作顺序,只有耐压筒盖打开后,桅杆才能升起,之后天线才能升起。因试验大纲规定的操纵台并没有联锁保险装置,一旦误操,就会产生严重后果。为了保证试验顺利进行,我们采取了如下措施:1.组织全体参试人员统一思想,认真学

习、熟悉试验大纲的内容;2. 统一指挥,明确分工,分头把关;3. 专人做好各项试验记录;4. 购置了步话机,以便与房顶试验人员联系。这样,试验进行得较为顺利。为了取得正确的试验结果,参试人员精心装配,耐心调试,有时为了解决某一问题,不惜拆散全部装置。例如,三节天线升起的秩序应该是Ⅱ→Ⅰ→Ⅰ,但实际却是Ⅱ→Ⅰ→Ⅰ。为解决这一问题,我们先后两次拆装天线,检查全部尺寸和装配质量。第一次发现第二节天线外管弯曲了1.3毫米,校直后重新安装试验,升降秩序仍不对,第二次拆开检查,又从结构动作原理分析,发现设计上的一个错误:第二节活塞密封环上端圆柱面的配合间隙小,实测0.1毫米。压力油流过此段的液压阻力大,使第二节上升所需压力大于第一节上升压力,因而第二节滞于第一节上升。我们将间隙加大到0.3毫米以后,再进行试验,获得了成功。

整个产品试验要测量100多个数据,时值三九严冬,试验日以继夜。厂房内本来就寒气袭人,在房顶上测量试验,冷风如刀割面,可是我们参试人员没有一个退却,眼熬红了,在台架下靠柱假寐片刻,一旦开始试验,大家就又精神抖擞,毫不懈怠松劲。实测数据证明,各项试验完全达到了设计要求,经过8年的艰苦奋战,900号天线的制造终于获得成功。

(作者为第四六一厂高级工程师)

四十四、挫折和喜悦

——回忆900号天线及升降装置的研制过程

钱 涌 涛

在09艇指挥台围壳顶上耸立着众多的升降装置,其中有一支矗立最高、并能不时地调节天线高度的装置就是瞬间大功率短波超快速通信天线及升降装置,简称900号通信天线升降装置。

09艇的通信系统被誉为核潜艇研制项目中的“8朵金花”之一,900号通信天线则是该系统中的一个关键项目。

1965年,七院决定成立这一项研制课题的联合设计小组。由七一九所、七〇六所(通信研究所)和十院十九所(电子研究院通信研究所)3个单位派员组成。1966年2月,全体成员在石家庄集中,经过两个多月的初探工作后,小组迁至武汉七〇六所十室,在当时的十室主任陆建勋同志组织领导下正式开始工作。

设计小组的成员多数是20来岁的年轻人,作为设计小组组长的我也是刚出校门不到两年。大家在资料缺乏没有经验可靠借鉴的情况下研制高难度天线装置,困难是可想而知的。

900号天线应该是怎样一支天线呢?1966年,我国还没有人造通信卫星,也不可能在世界各大洲设立中转基地,要保证核潜艇的通信能力,除了增大通信机功率,提高天线的通信效率,别无其他选择。为此,发射机的功率将增大到15千瓦,通信频率为3~30兆赫;天线在全功率工作时,其末端承受电压为15千伏;天线和升降装置应能在水深30米、潜望状态下航速7节和海情5级时升起工作;升降装置的升距要保证将天线送出水面0.5米以上;天线的有效高度在1.3~6米范围内;要能随着通信频率的变化作相应高度调节,保证天线达到较高的匹配状

态。

研制工作从学习、调研到方案构思,从参数论证到技术计算,经过近5个月的努力,完成了方案论证。

1966年10月,在北京召开了方案审查会,我代表设计小组作了方案工作汇报。会议确定了选用方案,制定了研制计划,落实了经费,并委托武汉四六一厂承担900号天线的试制生产。

陆建勋主任为900号天线的研制制订了三个工作阶段:即模型——初样——正样。制作模型是提供天线的电气性能试验。初样是为正机设计生产提供直接参考。

在900号天线的研制过程中,试验工作是大量的,除了模型试验外,我们还进行了双向密封试验(液压油含水比例击穿电压测量),液压软管高压运动试验;疏水膜海水拖曳试验,鞭天线杆陆上车速和江面船速试验。

1969年10月,设计小组会同四机部七一四厂(南京无线电厂)、十院十九所和南京航海仪器厂等单位在南京七一四厂进行900号天线的机电联试。

上述这些试验项目,除了反复对模型进行3千瓦通电试验,解决了天线绝缘子表面击穿问题外,其他项目试验均甚为成功,测试数据基本上达到技术战术指标。

1970年夏,各协作单位汇聚武汉四六一厂,900号天线及升降装置进入台架试验和机电联调阶段。各方会师一堂,等待着对自己几年来工作成果的检验,期待着分享胜利的喜悦。台架试验顺利成功,技术参数达到指标。就在大家喜气洋洋庆功的时候,天线装置突发故障,它因绳索断裂降不下来。是结构设计不合理吗?为什么一顿午饭的时间天线会自行上升200毫米?是安装质量不好吗,为什么液压管道内会出现棉纱铁渣?在此情况下,我们只能将试验台架上的装置倒架重来,很快天线重新矗起来了,准备机电联试。900号发射机也在台架旁安装完毕,就在推闸通电的一瞬间,“轰”的一声,闸刀爆炸,七一四厂李宏安工程师和四三一厂一位工人师傅都负了伤。我看着被抬上救护车的同志,心情极其沉重悲伤。更严重的是爆炸事故后的一天深夜,临时搭起的机房又突然起火,机房一片灰烬。好在我们设计小组的同志事先已把发射机的中心部分转移,免遭了厄运。一连串的事故迫使联试中断。设计小组在接踵而来的事故面前,没有气馁,没有丧失信心,我和郇兆玉、王大鹏、康如新等几位同志认真分析了事故发生的原因,积极寻求技术上的解决措施。此后,我们又经过近10次试验,决定重新进行结构设计,并用钢索代替尼龙绳改进传动结构。

设计小组很快完成了天线的修改设计,并由四六一厂完成了试制,终于克服了试验中存在的一系列问题。1972年底,通过了技术鉴定。1974年进行了设计定型。

设计小组在将近10年的工作中,不断研究探索,克服一个个技术难关,终于为我国填补了这项技术空白。虽然后来七一九所又对天线的升降装置作了部分修改,增设了干燥系统,改善了绝缘子绝缘电阻值下降等问题。但该装置的研制成功仍是一项重要的突破。为后来天线及其升降装置的技术发展提供了宝贵的经验。1978年,这项研究成果获得全国科学大会奖。

(作者为第七一九研究所高级工程师)

四十五、关于 33 潜艇鞭状天线升降装置的试制

肖 国 胜

33 潜艇鞭状天线升降装置于 1965 年 3 月 16 日至 1966 年 2 月 7 日在四六一厂试制,当时我任工厂主管工艺技术员。由于是首次加工不锈钢活动管,试制中出现了不少困难,先后克服了活动管深孔加工、壁厚差检测、外圆加工及装配咬死等技术难关,用了近一年的时间才完成这项任务。

在深孔加工之初,由于缺乏深孔加工经验,再加上又是不锈钢材料,便采取边加工边摸索的办法,即不采用一次加工成功,在余量范围内分四次加工。经过大半年时间,克服了许多困难,通过工艺切削试验,终于探索总结出一套工艺方法及工艺装备,为以后活动管深孔加工以及 711 大炮身管加工奠定了基础。

活动管壁厚差的检测曾一度成为拦路虎,就当时的技术条件看,确实难以满足检测要求。大家动了许多脑筋,最后受到德国轴承线仪的启发,决定用照光仪检查管子的壁厚差。我们的办法是:在被测量的管子内孔处放一个刻有十字线的照光板,当管子转动时用照光仪检查并读出编摆数值,同时在相应的断面外圆处用百分表打出外圆的跳动量,再求出壁厚差,检测效果很好。

其外圆精加工也由磨削工艺改为砂轮超精工艺。原定磨削工艺需将 8 米车床进行改造不说外,困难最大的是不锈钢粘砂轮磨削性能差,达不到质量要求。1965 年我厂从北京双革展览会上学习回来后,工厂开始自制超精砂轮,设计制造了工装,一次试超成功。为了长期生产需要,必须走通用化道路,为此 1967 年我们与武汉砂轮厂联系,两厂共同研制超精砂轮,该厂成为我厂超精砂轮的定点供应厂。经过十几年的使用和改进,该工艺不仅可用于外圆超精加工,还可超精内孔、平面、球面和曲线面;不仅可用双砂轮超精,也可用单个或 3~4 个砂轮超精,大大地提高了工作效率。

液缸头与活动管螺纹连接过程中曾发生了两次咬死、切除液缸头事故。第一次事故发生后,并未引起大家重视,第二次才引起重视。军代表、七〇一所都派人来参加这次分析研究工作。经分析认为:1. 这种不锈钢的塑性大,硬度低,冷作硬化性能强,不宜与低硬度的金属采用螺纹结合;2. 由于焊接变形对螺纹的影响;3. 由于加工时螺纹几何形状不够精确。于是我们采用了相应的对策,液缸头加长增加导向,还可减少螺纹焊接变形;孔套铜套,在铜套上车螺纹并提高螺纹精度;采用二硫化钼润滑剂,彻底解决了这一问题。

鞭状天线升降装置试制成功,是设计院、军代表、工厂共同努力的结果。

当时在我厂检查工作的七院院长刘华清同志看望了试制人员,并与大家合影留念。对我们是很大的鼓励和支持。

(作者为武汉船用机械厂副总工程师、高级工程师)

四十六、我们如何攻克了升降装置的桅杆加工难关

邱 宏 生

桅杆是各类潜艇升降装置中的一个关键部件。1966年,四六一厂试制成功33潜艇升降装置。随着生产的发展,产量不断加大。到1973年前后,一年生产10多条33潜艇配套用升降装置桅杆30~40根;又先后试制了33G、035、035G、09潜艇的升降装置。产量增大,质量却还没有完全过关,超差件比例很大,突出的问题是壁厚超差和外圆弯曲度大。1973年外圆超精有了进展,1975年深孔加工有所改进。外圆精车开始试用宽刀,管子加工质量有所好转。但由于种种原因,有一段时间没有坚持这种工艺。1978年全国开展第一次质量月活动,我们通过走访用户,更深入了对质量问题的认识,先后改进和完善了深孔加工工艺,外圆精加工应用强力跟刀架配合宽刀的新工艺。产品质量和生产效率都相应提高,壁厚超差零件极少出现,因弯曲超差而从厂外拖回返修的现象已消除。实践证明,采用加工长大不锈钢管的工艺是比较先进的,桅杆的加工质量有很大提高。

1. 桅杆的材料特性和几何特点

桅杆的材料,除035潜艇的924桅杆外,都采用1Cr18Ni9Ti不锈钢管,该材料有如下特性:(1)韧性大,切屑不易被分离。它的抗拉强度并不太高,但其综合机械性能高,延伸率、断面收缩率和冲击值分别是45号钢的2.5倍、1.4倍和2倍。韧性越大,切削变形越困难。因此,切削一定体积的不锈钢比切削同体积的低碳钢所花的能量高得多。(2)高温下强度高,温度高达700℃仍不降低其机械性能,切屑不易分离,刀具磨损加快。(3)导热率低,只有0.039,大约只有40号钢的1/4,切削热不能及时传递开,集中在切屑分离面和刀具的前刀面上,刀具的切削刃就容易产生过热现象,失去切削作用或加速刀具磨损。此外,这种不锈钢的加工硬化现象也很严重。总之,不锈钢属于难于加工的材料之列。

各类桅杆外径为200~300毫米,孔径为163~269毫米,长度均在8米以上,长径比在30~40之间,因此桅杆属于深孔柔性轴。我们知道,内孔与外径的比值在0.7以下时,轴的刚度下降还不明显,而桅杆的这个比值在0.79~0.9之间,这个比值越大,轴的惯性矩越小,即轴的刚度越小。因此桅杆的刚度相对于实心轴的刚度下降了40%~65%。由桅杆几何尺寸决定的这些特点,给桅杆加工带来了很大的困难。另外,桅杆的精度要求也很高,尺寸精度dc4,光洁度 ∇_4 ,外圆母线直线度为 $\frac{1000}{0.1}$,壁厚差0.5毫米,显而易见,要达到这些要求并非轻而易举。

2. 加工质量差的原因分析

1975年以前,我厂桅杆的外圆精车是用尖刀配中心架的方法,有时甚至架两个中心架。由于不易接刀,容易造成外圆精度差,光洁度差,壁厚差大,弯曲度大,有的桅杆外内间壁厚差竟达1.4毫米,弯曲度全长达3~4毫米。主要原因是:

(1)材料组织不均匀,材料的内应力未消除,加工后内应力重新分布,甚至加工中都会引起

弯曲变形。毛坯本身弯曲度大,校直后又没有进行时效处理,加工后内部应力逐渐恢复,引起弯曲。材料特性本身决定了工艺性不好。

(2)在工艺方面,切削用量太大,切削力与切削热引起变形;镗孔后内孔直线性不好,外圆加工后造成壁厚不均,运转中产生离心力,加剧管子的弯曲;中心架的使用使工件产生静不定,特别是使用两个中心架更是如此。为了保证直线性及几何精度,加工过程中必须使工件架位中心始终在机床的回转中心上。然而做到这一点是很难的;有时为了消除壁厚差,还要用中心架强制车削,自然会引起弯曲。即使校直了,还会逐渐恢复,留下后遗症;刀具的耐用度差,要经常接刀,影响光洁度;使用中心架,工件的刚度虽然有所提高,但在两点间的刚度仍不足,在切削力作用及热变形的影响下,引起外圆尺寸精度、几何精度下降。此外,操作者的技术不熟练、机床精度不高也是原因之一。

(3)零件的几何特点给机械加工带来了困难。

3. 较为成熟的工艺

挫折和失败不断教育了我们,开动脑筋,寻找新的解决办法,经过无数次试验,终于掌握了一套加工桅杆的成熟工艺。就是:

①照光^{上猪龙}→②粗车Ⅰ→③校直→④时效→⑤深孔Ⅰ→
→⑥照光^{上猪龙}→⑦粗车Ⅱ→⑧校直→⑨时效→⑩深孔Ⅱ→
→⑪照光→⑫半精车→⑬照光→⑭焊法兰→⑮精车→
→⑯超精→⑰划线→⑱钻孔→⑲压力试验

根据毛坯情况,以上工艺会有所改变。如毛坯直线性很好,工人的技术素质又高,则工序①→⑤就可省掉。

照光,是加工管类零件必不可少的工序之一。其主要作用为检查内孔弯曲情况;将猪龙外圆调到与内孔同心,作为车外圆时的架位;检查内孔与外圆的壁厚差;校直,尽量少用或不用,因弯曲太大非用不可时,则必须进行时效处理。

深孔加工走的弯路较多。我们曾采用过五刃镗刀,结果不理想。根据苏联有关资料及国内老厂介绍的经验,都是镗头上加硬质合金导向条,有时镗头的后面还要跟一个导向接头,并且单刀镗头与浮动镗头分开。但是这种方法对于加工桅杆是不合适的。因为桅杆属于深孔柔性轴,孔大,镗头及导向头很重,镗杆伸长以后,镗头向下弯曲,影响加工孔的直线性,这是产生壁厚差的原因之一。硬质合金导向有强制导向作用,要求导向与孔配合间隙适当,否则起不到导向的作用。刀具磨损后,导向与孔的间隙减小而烧坏导向。另外,每加工一个尺寸的孔,都要换一次镗头或导向条,很烦琐。我们改用组合镗头,即在镗头前部装两把单刀,后装一把浮动镗刀,单刀切削,浮刀则是保证孔的尺寸均匀和光洁度。采用材质好,强度高度的桦木作导向条,加工时工件端面人为缺口将导向条切成与孔径一样大,导向的效果很好,孔的直线性有很大改善,降低了成本,提高了工作效率。

精车,是保证桅杆外圆直线性和壁厚容差的关键一步。桅杆试制初期,采用YG8硬质合金单刀车削。为防止变形,切削用量都很小,但结果并不理想。我们总结经验,探索新的工艺,采用强力跟刀架配合宽刀切削,不仅保证了直线性和壁厚容差,同时也大大提高了效率。其原因是:①采用了强力跟刀架大大提高了工件的刚度(桅杆在机床两顶尖之间使用一个中心架时,其刚度提高8倍。使用跟刀架时,其刚度提高200倍)。②采用跟刀架切削,提高了工件刚度在

纵向的均匀性。在工件刚度比较差的情况下,除设法提高工件刚度外,还需使工件刚度纵向均匀性提高。纵向刚度越均匀,加工时就可避免鞍形和鼓形问题。刀具由刚度最弱处移到总长四分之三处(离床头),使用中心架时刚度变化了78%,而使用跟刀架只变化32%。③跟刀架以机床导轨为基准。在前一道工序尺寸较为均匀的前提下,它能使工件的中心始终在机床的回转中心上,保证了桅杆的圆柱度,还能修正管子少量弯曲,提高外圆的直线性。④在切削面积相同时,宽刀切削力比单刀大,但单位长度上的径向切削力却减少了。因此,工件对刀具的磨擦减小,增加了刀具的耐用度。刀具向下安装,切削力的反作用力压向跟刀架,刀具就不会产生振动,不会挖刀。采用YG8硬质合金刀片,刀宽20毫米,两边各有4毫米宽倾角为4°的修前刃,刃口锋利(前角25°),加上润滑充足,加工后的外圆光滑平直,为超精加工也提供了良好条件。10多年来,四六一厂应用这种工艺更加成熟,桅杆加工的难题已完全解决。一根根优质桅杆由我厂造出,装备于国产各种潜艇,胜利完成各项训练和战备任务。

(作者为四六一厂高级工程师)

四十七、大型登陆舰双节折叠式 首跳板研究设计的回忆

冯 国 祥

1975年,中央军委批准下达了研制大型登陆舰的任务,由七〇八所研究设计,项目代号为072。同时,随之也承担了大型登陆舰上的重要登陆设备——首跳板的研究设计任务。

根据072大型登陆舰的战术技术任务书的规定,舰的航速要求在18节以上。这样的航速对于一般战斗舰艇是正常的巡航速度,但对于登陆舰艇则是十分高的技术指标。由于登陆舰需要在滩头登陆装卸坦克、车辆、人员等。其首吃水受到了限制。我国原有“山”字号登陆舰的首吃水仅为1米,同时舰首没有要求一定宽度的首跳板,因而首部线型肥钝,如“山”字号的首部设计水线面平近水角达65度。故它的航速仅为11节。从国内外对登陆舰的船型研究结果表明,增加首吃水,削瘦首部线型是减小阻力提高航速和改善适航性最理想的途径。但首部船型的变化与首跳板有密切的联系。这是因为登陆舰的首吃水受到登陆装备的涉水深度的限制,如大型登陆舰的任务书规定:在登陆排水量时,舰在2度坡的滩头搁滩后,跳板首端的涉水深度不大于1米。加大的吃水必须用加长的跳板来保证其涉水深度。首部线型削瘦后,为保持首部通道的宽度,跳板根部的位置必须后移,跳板在船体内的长度亦要增加。

第二次世界大战以后,美英等国研究建造了速度较快的登陆舰,都是从研究首跳板着手。50年代,美国采用了架设浮箱引桥的方式,即在登陆舰的两舷挂有可架桥的浮箱,在接近滩头时,放下浮箱在舰首架起引桥,以达到减小涉水深度的目的。如萨福克群号首吃水为1.22米,航速为17.5节。在以后的10年里,美国着手研究航速为20节的登陆舰,先后研究试验了10个跳板方案,最后推出了由上甲板收放的长达34米铝质跳板,使舰首吃水达到6英尺(1.82米),舰的航速达到20节,这是新的突破。在这之前,英国在1964年建造了后勤登陆舰兰西洛爵士号,采用了3节跳板,航速为17节。

大型登陆舰首跳板拟采用什么形式,美国新港号上 34 米长跳板是很吸引人的,但这种跳板占了上甲板的很大面积,影响装载。新港号仅具有与大型登陆舰相同的登陆装载量,但其尺度与排水量比大型登陆舰要大得多,且该跳板传动机构复杂,操作时间长,收放跳板需 12 分钟,在平坦的滩头还要架设浮箱引桥。这些对于第一梯队需直接在敌人炮火下登陆输送部队上岸的大型登陆舰是不足取的。此外,新港号跳板放下后的坡度达 21 度,对装卸爬坡能力较差的轮式车辆也带来困难。如果采用常规的单节跳板,由于跳板的长度较长,收藏时会伸出首部甲板,不仅有损于舰的外观,而且影响首炮的射角。

跳板的长度,在大型登陆舰方案设计时,登陆首吃水定为 1.3 米,比规定的涉水深度大 0.3 米。在 2°坡登陆时则跳板需长出首垂线 9 米,跳板在船体内的长度约为 6 米,这样,首跳板的总长需要 15 米以上。根据大型登陆舰首部线型及跳板的收藏位置,确定采用双节折叠式跳板,总长 17 米。第一节跳板长 10.5 米,宽 4.6 米,结构厚 0.55 米。第二节跳板长 6.5 米,宽 3.8 米,结构厚 0.38 米。跳板上安全承载能力为 40 吨。

折叠机构是跳板的主要技术关键。设计时没有找到国外折叠跳板的资料,仅参考了国外一些舱口盖上的机构,进行了分析研究,提出了几种方案。如钢索传动,这种形式,设备简单,但操作十分复杂且不安全,只能作为应急传动用;液压铰链传动,这是比较好的形式,但制造精度高,加工困难,当时国内尚未生产过大型液压铰链,根据国外资料,液压铰链的尺寸较大,在 072 大型登陆舰的跳板上安装有困难,最后采用了液压油缸传动的四连杆折叠机构,这种机构结构紧凑,传动简单,操作简便,制造维修方便,安全可靠,在使用中取得了理想的效果。这种机构在国内是第一次设计制造。

跳板的第二个技术关键是跳板收放传动装置的设计。我们采用了液压油缸滑轮级绞车通过钢索和链条传动。它比电动绞车或液压绞车具有更大的优越性,便于舰首的布置。由于链条传动可以采用止链器作为第一节跳板的固定链,使第一节跳板在任意角度的位置上支承负荷,与第二节跳板分开受力,减小了跳板受力的跨距,减轻了跳板的重量,并使跳板能适应各种坡度甚至可在比坦克甲板高的码头上搁滩,提高了舰的登陆性能。这种形式在国外登陆舰上未曾用过。

跳板的第三个问题是防滑。目前国内外登陆舰上常见的防滑形式是在跳板面板上焊上长条的防滑方钢,这对不同车辆的防滑效果不一。坦克在跳板上时有发生打滑现象,我们研究了各种坦克的履带花纹,采用了不同间距布置的小方块,并进行了陆上坦克爬坡试验,提高了防滑性能。

072 舰首制于 1979 年 5 月在浙江省普陀山千步沙进行了扩大登陆试验,共登滩 10 余次,装卸了坦克、火炮、汽车和步兵等,在舰超载的情况下,首吃水达到 1.6 米以上。在规定的坡度上登陆后,其首端的涉水深度都满足了装备的性能要求。跳板收放时间不到 3 分钟,跳板放下后的坡度仅为 8°,比规定的指标大有提高。072 大型登陆舰由于采用了双节长跳板改进了船型,航速达到 20.7 节,深受部队和领导机关的好评。

1980 年 5 月,072 大型登陆舰通过了国家鉴定,首跳板也通过了鉴定。鉴定意见是:“17 米折叠式吊桥(跳板)结构简单、安全可靠、放下时坡度 8°,坦克、车辆上下方便、可靠。”大型登陆舰首跳板荣获国防工办 1980 年颁发的重大技术改进成果奖二等奖。

(作者为第七〇八研究所高级工程师)

四十八、忆 918 工程运布雷系统 装置的生产与联想

金 文 庆

918 运布雷系统是中国船舶工业总公司军工部和海军装备技术部下达的一项研制任务,是一项具有一定自动化程度和能较精确布雷的系统工程。根据中船军联字(1982)33 号文决定,该系统由七〇八所设计,四七六厂为主制造。

该系统是布雷舰完成作战使命的重要战术手段和技术装备,是 814 布雷舰的关键系统,它由 20 千牛 $\times$ 12.5 米液压折臂吊、船用液压升降平台、6 台液压转臂式布雷机、8 套液压运雷装置等 4 大部份组成。该任务是我厂有史以来人、财、物、时、空投入最大、难度最大、水平最高,从而也是最艰巨的一项军工任务。

我厂于 1983 年初开始进行技术和生产准备,工厂党委和厂部十分重视这一任务,决定成立 918 领导小组,由我任组长,组织了强有力的技术班子,于 1984 年上半年完成各单位的试制任务,并进行了单机鉴定试验。根据大连 921 会议纪要及中船军联字(1983)329 号文的批复意见决定,成立陆上联调小组,四七六厂任组长,七〇八所、四七六厂军代表室、四四二厂为副组长。在总公司军工部和海军装备技术部的关心下,由七〇八所技术指导,各副组长单位与配套单位(昆山液压泵厂等)的大力协作下,于 1984 年 12 月在四七六厂陆上联调试验台上对布雷系统按总公司和海军批准的《918 布雷系统陆上联调试验大纲》完成了各项试验,还进行了全系统 6 小时连续工作试验。其中包括相当于投放 700 枚水雷的连续模拟工况试验。1984 年 12 月 10 日至 14 日,由船舶总公司和海装兵器部在四七六厂联合主持召开了 918 布雷系统陆上联试鉴定会,并通过了陆上联试鉴定证书。

1987 年底又取得了装舰后的系统调试以及系泊、航行,扩大海上试验,达到了预定的技术指标,顺利地完成了海上布雷作业。于当年 12 月正式交付海军使用。

以下就 4 大装置试生产及整个系统的联调情况作以下简要的回忆:

(一) 单机试制

1. 布雷机

布雷机是布雷系统的主要作战设备,它承担多种水雷的投布,(锚-1#、锚-4#、沉-1#等水雷)。装船位置又分上、下甲板,操作功能有电操、液操和手动应急操纵等复杂工况,其结构为液压转臂式。能自动起桥、脱扣、落桥、复扣,并能收桥等功能,而且前 4 个动作单机周期时间有严格要求。为保证单机设计和制造质量,我们决定先试制一台样机,经试验审查合格后再进行批量生产。

首制样机于 1984 年一季度完成,4 月份召开了首制样机审查会。通过试验审查,证明样机的主要参数都达到了设计任务书的要求。5 月,七〇八所对图纸上存在的问题进行了修改,6 月开始 6 台布雷机正式小批生产,10 月完成并提交单机鉴定试验,12 月参加了系统陆上联调试验,顺利完成了布雷机的研制任务。

样机分两步进行试制。事实证明这是保证布雷机质量必不可少的步骤,通过首制样机的试制,在设计图纸方面发现了6个主要问题。即:(1)为增加防锈能力,布雷机转桥上的雷轨及限位器垫板等改用不锈钢制造。(2)转桥支腿改为实心结构。(3)在布雷机尾部增加配重,以解决收桥、起落桥的稳定性。(4)把转臂改短,以解决放桥的动作。(5)增加存放位置的固定机构。(6)增加底座刚性等。在工艺实施方面也作了不少改进。布雷机主要件都是焊接件,其中以转桥和底座最难加工,已列为由领导小组直接抓的6大重点攻关项目之一。近4米长的转桥,要使焊有薄而很长的不锈钢导轨面基本平行,就必须步步严格控制变形。焊接机加工的副生产长和工程技术人员唐连福、汪昌官、汪俊源等及工人同志们采用主梁配对一致,成对对称焊接,正反变形抵消法,边焊、边校、边退火,经过多次的反复试验终于完成了小变形焊接与加工任务。

2. 运雷装置

运雷装置由运雷绞车、复位绞车、自锁拉钩、雷间连接钩以及液压操纵系统等组成。其中,油马达为内曲线钢球壳转式,结构复杂,精密度高,我厂于1983年已完成架台试验,寿命试验,并通过了技术鉴定,具有足够的可靠性。为运雷绞车的试制成功奠定了基础。该绞车在单机试验,陆上联试,海上试验中均未出现过运转故障。其它设备通过试验改进后,也能满足使用要求。其中,自锁拉钩的设计思路是非常巧妙的。它是一种快速的装卸工具,要求有40千牛的牵引力,而脱扣力又小于5公斤。但要真正达到上述要求又十分困难,我厂的姚孟德师傅带着臂伤(手臂打着石膏,吊着绷带)日夜在现场反复研究调试,并提出增加档杆的建议,他和主管设计师共同研究改进后圆满达标。

这又是6大攻关之一。8条雷轨共配置16台运雷绞车,该绞车采用我厂攻关成功的ZCKQM-E6.3油马达。起初大家都怀疑它能否牵引由数十个雷组成的雷列,但试验下来从未出现过问题,甚至钢丝绳在试验中也被拉断过,但马达依然正常。

3. 20千牛×12.5米液压折臂吊

它能以其头部靠近海面,进行平稳可靠的海面与其它吊装作业。该吊由我厂玉建宁、汪超英、周福祥等同志参加施工设计。在试制中遇到了15个较大的问题,组织了单机攻关,其中为适应360°回转的全方位要求,进行6大攻关项目之一的回转接头攻关,此外还有改善刹车,防止油路中的冲击减小,吊重下滑以及防止漏油等。记得有一次试验时,由于一只比例阀突然大量喷油,使在场的同志们浇了满头,油顺着颈子向内衣流去,十分难受,但大家仍坚持试验下去。七〇八所的王俊贤和七〇四所的技术人员与我厂陈顺林、王崇善、陆纪明、王建宁和刚走上工作岗位的女大学生汪超英以及殷国军等同志们日夜奋战在现场,终于按要求完成了单机的试制。

4. CYS-2000船用液压升降平台

它可供上下甲板间的水雷运送,它可以10~12米/分的上升速度平稳运行,运雷操作简便、安全、可靠、自动化程度较高。试制中,在七〇八所赵家训等同志们的参加下,陈凤良等改进了设计,增加了框架的刚度,以及侧面面板的刚度,在制造中简化了工序,攻克了焊接变形及导轨导轮的加工安装调试等,陈顺林等同志改进了油路,解决了小油缸的伸缩问题使之伸缩平稳进行。

(二) 布雷系统联调试验

1. 陆上联调试验

布雷系统是布雷舰的关键设备,单机质量的好坏还不能反映整个系统的性能,为了保证产品质量,根据大连 921 会议及中船军联字 1983 年 329 号文的批复意见,于 1984 年 12 月在四七六厂进行了布雷系统陆上联调试验。参加试验的设备有:

(1)布雷控制仪 1 台(四四二厂)。

(2)布雷装置 1 套,包括:布雷机 6 台(四七六厂);布雷泵站 1 台(昆山液压件厂);布雷控制台 1 个和机旁操纵台 4 个(昆山液压件厂)。

(3)一条雷轨的运雷装置,包括:运雷绞车 2 台,自锁拉钩,雷间连接钩,牵引板,复位绞车等(四七六厂);运雷操纵台 1 个,运雷泵站 1 个及有关电气设备,首尾伐组等(昆山液压件厂)。

还有实习水雷沉—1#、锚—1#、锚—4#各 3 个(重量与战雷相同)。铺设雷轨一条,30 米长雷轨并适合于作雷列防倒装置的防倒试验,同时设雷坑 1 个,可以连续下 3 个水雷。

为了保证陆上联调的顺利进行,我厂缪绍钧等同志负责设计了布“旱雷”的系统,为了使脱扣的雷能顺利下滑,对滑道也经过了许多次的调整和改进。对上千根液压系统的管路根根做了仔细的清洁与检查工作。联调中,要求布雷机单个动作周期在 20 秒以内,脱扣动作不一致性误差小于 1 秒,从而保证一定航速下的精确布雷,这又成了很大的难题,也是重大重点攻关项目之一。在七〇八所童增墉主管设计师的指导下,经厂军代表汤纪德、王松宁等同志日夜参加配合,陈顺林、张德义、殷国军等同志共同努力,对液压、机械各相关部位反复调整后,我们在联调中的实测值,单个动作周期最长为 17 秒。脱扣动作的不一致性误差最大仅为 0.59 秒,完满地保证了设计指标的要求。

整个试验按《918 布雷系统陆上联调试验大纲》逐条进行,试验证明布雷机动作周期在 20 秒以内,完全满足布雷系统技术性能指标的需要。并测定了 6 台布雷机空载脱扣动作时间不一致性误差均小于 1 秒,证明了该系统性能达到了布雷精度的要求。试验还进行了全系统 6 小时的连续工作运行(相当于投放水雷 700 枚),系统没有发生任何故障。通过陆上联调试验,解决了一系列布雷联合作业所必需的重大技术问题,试验工况基本满足模拟实船使用要求,为实船试验创造了良好的条件。船舶总公司军工局夏桐局长多次参加并指导联调小组工作,并亲自指导参加了陆上联调的鉴定会。海军及七〇八所等单位领导也十分关心。

几年来的准备,最紧张的时刻是在 1984 年这一年,最后一个季度进入了陆上联调最紧张的时期,全厂上下、群情振奋,一个目标一个劲,要人有人,要物有物,全厂都为 918 工程开绿灯。每个职工都能为参加 918 工程而感到兴奋和自豪。当年在联调的准备工作中就采用了网络计划技术,越到后期,各节点的推进应越有力。记得对最后一台布雷机要求在联调现场安装完毕的时间,仅与计划节点的时间要求差二个半小时。参加试验的研究所、军代表及各工厂的 5 个联调单位,在联调小组的领导下,大家携手日以继夜地艰苦奋斗在布雷,那紧张和激动人心的场面,真可谱写一支军民、厂所、厂厂间团结协作、奋力拼搏的交响曲。

2. 海上联调试验

918 布雷系统 1984 年 12 月通过陆上联调鉴定后,1987 年 5 月开始在大连造船厂 814 布雷舰上安装,由于该系统复杂,涉及面广,加上存放时间长,给调试工作带来了很大的困难。在海军旅顺基地的大力支持下,大连造船厂于 1987 年 10 月召集了七〇八所、七〇七所、四七六厂、四四二厂、昆山液压件厂等单位,共计 200 余人。在海军旅顺基地集中力量进行海上试验,分为系泊试验,航行试验和扩大试验。

经过舰上安装调试的布雷系统,首先要在码头进行系泊试验。1987年11月29日按照系泊试验的要求,投水雷4枚,并对布雷机进行6小时的连续工作试验,情况良好,完全符合试验大纲的要求。紧接着又进行了航海试验:投布水雷3枚,布雷机负载试验200次,考核布雷精度。这天虽然风浪很大,海况恶劣,但试验还是取得了成功,布雷精度达到了设计要求。

扩大试验,模拟实战海况进行,按照预定计算机程序,由导航定位分系统(长河三号机动台接受机,微波测距仪、导航计算机、打印机、主、副显示器等组成)发出指令投布水雷28枚(其中沉—1#14枚,锚—1#7枚,锚—4#7枚)由于操作不熟练,在试验中曾出现过失误,改正后试验继续进行,完成了扩大试验的项目。经在场领导和专家们评议,该系统主要技术战术指标达到了设计要求,通过一系列的海上试验,布雷系统的主要考核指标达到了设计要求,为我国海军现代化作出了贡献。

我厂派出了阮力田、陈顺林、高先忠、张德义、陆纪明、吴品泉等9位同志前往旅顺试验基地,参加有20多个单位参加的海上联调试验。数月来他们远离工厂、离开生病的亲人,离开临终的父母和战士一起在大风大浪里,在酷热转又寒冬的甲板上,忍着呕吐病痛,象战士一样顽强地战斗着,他们以奥斯特洛夫斯基“共同的事业,共同的斗争,可以使人们忍受一切力量”的座右铭,为我国的海军现代化建设共同谱写了可歌可泣的壮丽篇章。

(本文作者为原四七六厂生产技术副厂长、总工程师、高级工程师)

四十九、成功来之不易

——09艇大容量电动液压三螺杆泵研制的回顾

李 福 天

1965年底,研制09艇的重要设备之一——大容量电动液压三螺杆泵作为一项政治任务下达了,当时的心情是喜忧参半。60年代,我国自行研制三螺杆泵刚起步不久,自行设计高压三螺杆泵尚属空白,鉴于高压三螺杆泵大多为军用,那时西方的一些公司在样本中也不把它列入,而下达的大容量电动液压三螺杆泵压力达10兆帕,困难是不言而喻的。能否如期研制成功这一产品,就成了我心头的重石。

设计方案通过后,制造厂试制中面临一个难以逾越的障碍:工厂加工螺杆衬套三个相互平行的细长孔,精度达不到图纸要求。镗孔失败了,制造拉刀耗资不少,加工也失败了……。工厂提出了修改图纸降低精度的要求。但是,三螺杆泵是一种加工精度要求较高的产品,高压三螺杆泵尤其如此,如何使设计既能满足性能和可靠性的要求,又能使加工达到这一要求,这是摆在我面前的一个难题。我反复审查了原设计方案的合理性,结论是无情的:精度要求不能降低!日子一天天的过去,离要求出样机的日期迫近了,我几乎天天冥思苦想,心如火燎。后退已无路,作为政治任务,必须要按时完成。摆在我面前的出路只有一条:迎着困难上。我明白按常规设计已不可能解决问题,必须大胆创新,另辟蹊径,才能走出山穷水尽的境地。

一个被我放弃的方案再次浮现在我的脑海：利用从动螺杆可以分段的原理，采用分段式的螺杆衬套。这样，螺杆衬套分两段，可以使细长孔变短，加工精度就容易得到保证。这种方案，国外是有采用的，世界著名的三螺杆泵制造厂瑞典的 IMO 公司还以此申请了英国专利。这个方案在开始设计时就曾考虑过，但是如何使分段的螺杆衬套再结合成一体，又确保其精度使螺杆能正常地运转。这一结构在 IMO 公司的专利中只有简略的说明，正是这个难题使我放弃了分段式的方案。然而，采用分段式结构的方案原理是正确的，分段加工能确保精度，这是一条十分诱人的途径。经过反复考虑，坚定了采用分段式结构方案的决心。在与制造厂共同努力下，一种新的把分段的螺杆衬套结合成一体的设计产生了。这一方案适合于小批量生产，结构也较简单。经过试加工，达到了设计的要求。就这样，在大容量电动液压三螺杆泵中出现了我国首次采用的分段式从动螺杆和螺杆衬套的结构，为产品的研制成功奠定了基础。

为了向 09 艇提供高质量的产品，我考虑到当时国产三螺杆泵的推力轴承寿命较短，与 09 艇要求产品寿命较长有差距，就决定在设计时加以改进。我在总结以往推力轴承研究的成败得失后，找出问题的症结所在——结构方面存在缺陷使油膜破坏，从而大胆地对结构进行了改进。试验证明，经 1000 小时连续运行，该产品的推力轴承依然完好，比以往三螺杆泵推力轴承的寿命有了较为明显的提高。见到自己的努力取得了成效，真有说不出的高兴。

大容量电动液压三螺杆泵研制开始，正值“十年浩劫”，形势严重，两派对立，工厂所在地荷枪实弹，武斗不断，破坏了正常的生产秩序，给研制工作带来极大的困难。面对这严峻的形势，为了确保研制工作能顺利进展，及时为 09 艇提供合格的装备，我和工厂的技术人员走出设计室，到车间守着一道道工序，亲自参加质量检验，严格把住质量关，为了确保两台产品的质量，竟加工了 11 付螺杆。令人感动的是，制造厂内处于“割据”状态严重对立的两派工人师傅，在这项任务面前还能合作，使试制工作免遭中断。研制工作进入到装配、试验阶段，正是武斗最严重的时期，当地出现了宵禁。我和工厂的有关人员常常日夜奋战，回不了旅馆，就在集体宿舍中轮流休息。面对着出现的种种困难，大家只有一个信念——及时为 09 提供高质量的产品。由于合理的规章制度被彻底破坏，尽管我们作了种种努力，试验时依然屡屡出现意想不到的因素，导致试验一次次的失败。但是大家并不气馁，把造成失败的因素一个个找出来，一一排除。最后，当试制样机终于经受了 1000 小时耐久性试验性能完全符合设计要求时，大家情绪十分高涨，沉浸在胜利的喜悦之中。尽管此时已是半夜一点多钟，工厂的技术人员、工人师傅依然不顾戒严令，一定要送我去旅馆休息。当时正值冬夜，阴云低垂，夜空中没有星光，漆黑的寒夜，街上没有路灯，清清冷冷，没有一个行人，只有呼呼的寒风和墙上残留的武斗弹痕。有谁能想到，竟有这么一群人，不顾严酷的现实，在街头漫步，兴高采烈地谈天说地，在为大容量电动液压三螺杆泵的研制成功而欢呼。这真是一个使我终生难忘的夜晚。

成功来之不易，丰收是属于辛勤耕耘的人。几年之后，当我看到国外公开的资料中公布着名闻全球的 IMO 公司与我们研制的同规格产品 ALA45-4L，其容积效率略高于我们、而总效率却低 2% 时，我简直有些不敢相信。但这一事实说明了我们当时的研制，在产品性能方面已达到了国际同类产品的水平。

20 多年过去了，产品经历了实际使用的考验，当我了解到 09 艇的设计单位、海军对该产品的反应比较满意时，心头总是充满了喜悦。

（作者为第七〇四研究所二室高级工程师）

五十、核潜艇舷外泵变压力 端面密封装置的攻关

李 学 虎

通常的泵轴密封,设计者不需多加任何思考就可绘制出来,因为泵轴的漏泄是理所当然的。多少年来就是这样的结构,这样的漏泄。舰船中的各种泵,这个漏,那个漏,大家都漏,见漏不怪。

1965年,我在天津工业泵厂协助工厂试制33艇中苏联转让中国化了的几台泵。其中几台舷外泵轴密封真使人头痛,在0.3兆帕试验时,不发热成滴状漏泄,在1兆帕试验时密封就发热了。当进口压力升至2兆帕时,密封部位冒烟燃烧,赶紧把压盖放松,让水漏出,使温度下降,但为时已晚,填料已烧坏。虽同工厂多次试验改进,也没能解决高低压力转换过程中,既不发热,也不超标漏泄的矛盾。

1966年1月,我代表七〇四研究所被派往上海水泵厂,下厂设计09主汽轮循环泵。“一万年也要搞出来”的豪言壮语催我回沪。搬上自己的台子到工厂设计科,背起自己的行李住进工厂宿舍。为了避免再发生天津工业泵厂的局面,在设计09主汽轮循环泵轴密封时,着实费了一番脑筋,和工厂技术人员一起分析资料,制订方案,反复试验,终于勉强达到了一个大家都能接受,自己也认为还不错的迷宫填料联合密封体。在不烧坏的原则下,0~3兆帕水压变化时,平均漏水不超过250毫升/分,总算交了货。谁知在09艇上使用一段时间后,发现填料密封部分还是好景不长。要么不漏就发热,要不发热就得漏泄。主汽轮循环泵轴封还好,副循环泵轴封漏泄更严重,甚至下潜70米深度就喷漏,搞得艇员不知所措,神经紧张。

这一严重问题在7709会议上被提到一定的高度,被称作09艇三漏之一。有关设计、制造及专业研究所都被召来,共同研究解决办法,两个制造工厂都明确表示:我们是加工厂按图施工,不能从事潜艇舷外泵变压力轴封的研究任务。事情理所当然落到七〇四研究所头上。国防科工委以会议纪要的形式下达了攻关任务,解决09艇舷外泵轴封在0.03兆帕~3.3兆帕水压力(水面至水下300米深度)变化范围,轴封不需专人调整漏泄不超过容忍程度,且不发热烧坏。由七〇四所任攻关组长,有关单位参加。第一个目标先解决8台舷外泵。搞好了再推广以解燃眉之急。

我作为攻关组长,既感光荣,又担心搞不成。手头没有现成资料。外国是怎么搞的不知道,四大洋中那么多各种潜艇游戈,人家肯定是搞成功了。我们做了三个方案,以求一个成功就解决了这个技术难关。

七一九所有关同志送来了MIL标准有关章节,水泵厂同志拿来试验设备参考图,并帮助加工设备,攻关组中有关同志取来海水成份表……,经3年努力,在国防科工委、船舶总公司、七院领导的关怀和有力支持下模拟试验台终于运转。自动化程度和设备功能当时堪称国内一流。试验条件具备了,我们研制的密封装置到底哪一个方案能成功心里谁也没底。为了争取在1982年国防科工委确定的换装新型变压力密封装置最后期限之前完成攻关任务,三个方案同

时试验考核,以最快速度筛选方案。每天连续试验 16 小时,开两班运转,节假日不休息。经 52 天共 1119 小时记录运转试验。启动、停止 202 次,取得了意想不到的好成绩。其主要指标均达到 MIL 标准。我们欣喜若狂,欢呼跳跃,几十个日日夜夜的连续战斗终于获得了成果。很快将成功方案扩大到三个规格,经检查试验均告成功。

1981 年 9 月通过技术鉴定,先后改装 402 艇,404 艇 8 台舷外泵,经长期航行考核,艇员表示相当满意。将 09 舷外泵变压力端面密封经变形设计,又先后改装 10 多条 33 艇均告成功,并获好评。

由于 300 米深水试验尚未考核。各方面都在高兴之余又似乎感到美中不足。尽管模拟试验台做过 300 米深水模拟试验。总觉得与实艇考核并非完全一致。多年来,由于 09 艇确实存在诸如舷外泵漏泄严重等一些问题,不具备深水试验条件,经过对遗留问题的逐步改进提高,许多问题相继得到解决(定型艇就是较好地解决遗留问题的第一条艇)。1986 年舷外泵变压力端面密封在该艇进行了全面改装,使通海设备中又增加了一个可靠性。该艇具备了深水试验的前提条件。

1988 年,海军决定在南海对定型艇进行深水试验(代号 982 试验),这是全面检验我国第一代核潜艇性能的里程碑。经 200 米,300 米深水航行考核,性能完全达到要求。大轴径每分钟只漏几个 CC,中小直径几乎不漏,也不发热,再一次证明舷外泵变压力端面密封装置的可靠性,各方面都很满意。经过 10 年的努力,我们终于完成了上级下达的攻关任务,为 09 艇作出了应有的贡献。

(作者为第七〇四研究所二室副主任、高级工程师)

五十一、向国际先进水平迈进

李 福 天

1975 年,作为 051 舰遗留问题之一的 200 立方米/时排水喷射泵的任务落到了我们身上。看起来,水喷射泵结构十分简单,又没有旋转的零部件,与众多复杂的设备相比,难以冠上“设备”二字。然而它被作为遗留问题郑重提出,是由于它是舰船的重要设备之一,是舰船发生破舱时不可缺少的排水设备。过去,我国一直没有专人搞这方面的研制工作,只是沿用了 50 年代的苏联转让产品,其效率仅为 20% 左右,唯一为 051 舰自行设计的 200 立方米/时喷射泵,流量只达到 140 立方米/时。当时,我们从未搞过这方面的工作,把握不大;只是考虑到 051 舰的问题必须解决,才勉强接受了任务,而在性能指标方面也无意去追求高的目标,(流量仅定为 160 立方米/时,争取达到 200 立方米/时)。

通过调研,发现从流体力学角度开展的理论研究成果与实际应用之间还存在着不小的距离,国内外有关水喷射泵的多种设计计算方法差异极大。而我又是第一次承担研制产品的任务,完全没有经验,失败与成功的可能性同时并存。

一开始,我们对原仿苏产品作了一系列试验,使我惊讶的是:这些产品完全不适用于我国

的水面舰艇。原来,我国水面舰艇使用的排疏水喷射泵的工作水实际最高压力为0.7兆帕左右,而苏联转让产品的工作水压力分别为1、1.2和1.4兆帕。当把其工作水压力降到0.7兆帕时,流量就大大下降,实际上失去了使用价值。显然,这是我国所有水面舰艇存在的一个重大隐患。一旦舰艇发生破舱,就会造成舰毁人亡的严重恶果。但是我国又没有其它的水喷射泵可以选用,实际上,我们面对的已不单是为051舰研制出一台合格的产品问题,而是应该主动承担起研制适合国情的新一代船用水喷射泵的任务。

为了实现水喷射泵更新换代的目标,我们先通过200立方米/时产品的研制,以积累经验,探索技术的深浅。依据国内外的各种计算方法,综合分析比较,选择计算出来的四种 m 值(喉咀比)作方案设计,然后进行大量试验,比较各种方法的优劣,确定较为实用的设计计算方法。试验的结果不仅达到了200立方米/时流量,效率还达到26.6%,略高于苏联同规格产品(效率为26.2%)的水平。

初战告捷,大大增强我们向更高目标进取的信心。由于当时“文革”刚结束,虽然我们一再反映,但这样一个不起眼的产品并没有引起哪个领导部门的重视。我们决定不再等待,先干起来再说。我们确定先从研制成本较低、又有用户需求的民船用水喷射泵着手,以解决新产品研制经费的来源。

为了节省试制成本、缩短研制周期,我们采用先搞模型泵,然后以性能较好的模型泵进行相似法设计,这在我国还是首次应用于水喷射泵的设计。尽管我们缺乏经验。但坚信这是一条捷径。我们改变了苏联仅以喉咀比作为唯一的相似准则这一不完全正确的观点,在相似法设计中作了相应的改变,同时通过试验进行验证和修正。在搞模型泵时又采用多种方案进行比较,以期获得高效率的模型。采取这些措施,使新产品比200立方米/时的产品更上一层楼,使新一代的CP型系列产品的效率提高到30%以上,达到国际水平。在研制过程中,为了尽量减少损失,吸入室的设计采用了与苏、日等国不同的方法,同时也从理论上进行探讨。通过大量试验,我们发现国内外资料中有了定论的汽蚀发生点不符合实际情况,就进行深入地研究,终于提出了否定“液态喷射泵汽蚀流量比”的论点,建立了“液态喷射泵极限过流能力”原理这一理论。这些论证在学术会上得到了国内同行的赞同。有了该理论作指导,设计中不仅取消了传统的汽蚀计算,扩大了水喷射泵的设计“自由度”,而且还提出了旨在提高产品性能的修正设计方法。通过研制产品的实践,证明了我们提出的修正设计方法是有实用价值的。也正是依靠这种方法,使我们的产品效率得到了提高。“皇天不负苦心人”,这一成果使我们有了实现船用水喷射泵更新换代的可能,向国际先进水平迈出了有力的一步。

在此基础上,我们开始解决舰艇用水喷射泵的研制。虽然上级没有下达任务,但我们主动向总体所宣传,终于使他们下达了任务书。尽管由于科研经费下达渠道的改变,我们没有获得研制经费,但为了使舰艇早日装备合格的设备,在制造厂的合作下,研制工作十分顺利,新一代的CP型产品不仅效率全部超过30%,高于目前苏联同类产品26.2%的水平,也超过了日本“新仓”株式会社同类产品的水平。与仿苏产品相比,结构作了改进,效率几乎提高50%,取得较好的经济效益。

经过10余年的奋斗,终于取得了超出预期的效果。困难也锻炼了我们,技术水平得到提高。课题组的每一个人都为自己能为我国海军的现代化作出贡献而感到自豪。

(作者为第七〇四研究所二室高级工程师)

五十二、船用双进风空调风机试制的回顾

宋孝煜

随着我国造船工业的发展,空调技术在船舶上也相应得到了广泛的应用。近年来为了提高空调质量,采用空气集中处理。因此船舶空调向高压头(高风速)发展。但是高压、高速势必带来许多新矛盾,突出的是噪声剧增。为了解决这一问题,我在1978年6月承担了低噪声高压空调装置专用风机的研制任务。一起参加研制的还有裴汉民和刘杏根同志。

研制适合高压空调的低噪声风机,又要对其尺寸大小有一定限制。这使风机设计更复杂,难度更高。因此我们认为单纯的空气动力计算不易正确设计最佳风机。对不同结构参数的模型进行试验比较是一条可靠而有效的方法。鉴于双进风风机结构复杂,成本较高,性能测试比较麻烦,因此我们首先设计单进风的风机模型来进行试验。

我们在试验室因陋就简地自己动手制造塑料焊枪,加热用电炉等一些必要设备。接着就按初步设计的数据制造简易的机壳和叶片模具,然后把聚氯乙烯板加热成型后进行焊接。开始由于经验不足,有时塑料板加热不够,难以成型或成型后与型线不吻合;有时塑料板加热过度,又使塑料板分层起泡而成为废品。通过不断的观察、试验,逐步掌握了依据塑料板材的各种厚度、大小,确定加热的时间,熟悉了加工技术,由于塑料风机加工切割方便,因此我们在短短的几个月中,设计试制了10多种不同的风机叶轮和机壳,进风管等。对不同的叶片进、出口角,叶片数,叶轮宽度的风机模型进行一系列的性能和噪声试验,分析比较其性能和噪声。

为了降低风机噪声,我们还曾在机壳和进风管上采用敷设塑料穿孔板,泡沫塑料等吸音材料的方法来进行试验,试验结果能降低5分贝(A)左右的噪声,但是这使风机工艺结构复杂,尺寸变大,同时吸声材料易老化、易燃、微穿孔板易堵塞等问题,又要增加维修、保养的困难。因此我们感到主要还是从采用正确合理的风机结构参数来改善风机的空气动力性能,降低风机噪声。

由于塑料风机叶轮加工精度较差,因此我们在1978年11月根据塑料风机试验结果,设计了3只铝合金的叶轮和一只进风管,并请青岛风机厂协作加工。

接着又对这些叶轮进行了一系列比较详细的性能试验和噪声试验。对这些数据经过汇总、整理后,进行了讨论分析。认为叶轮采用后弯的双园弧长叶片,能使叶轮中气体扩压和加速过程平缓,气体离开叶轮时绝对速度较小,因而气体扩压损失较小,空气流动性能较佳,静压提高,从而提高了风机的效率,也降低了风机蜗流噪声。这也是提高本风机的压力系数的主要措施,有利于减小风机尺寸,这些都是本任务的主要目标。为了改善进口气流的流动性能,进风管采用锥弧形结构。

根据试验结果,我们选择空气动力性能较佳,噪声较低的模型作为实物样机的母型,从而基本上已能确定本风机叶型的各项参数。但是由于船用双进风空调风机结构比较特殊,又要考虑易于安装、拆卸等情况,因此在结构上也要进行一定研究考虑。而国内又无同类型的风机,因

此我们在1979年11月9日到上海航道局的劲松号挖泥船上参观丹麦进口的双进风空调风机的结构型式。另外,还参考了丹麦nordisk公司风机产品样本上示意图的结构。同时考虑到国产的轴承产品情况,采用了可装拆的双支承的结构形式,轴承采用国产的双列调心球轴承。于1980年完成了双进风空调风机的设计施工图。并委托青岛风机厂生产试制。1981年在青岛风机厂试验室对试制完毕的双进风空调风机进行实物样机的性能和噪声试验。试验结果全部达到设计要求。在1981年10月召开的船用双进风机空调风机样机技术鉴定会上,与会代表认为该风机有较好的空气动力性能,其技术性能指标达到了设计要求,样机的研制是成功的。

此后该风机运达江苏泰州光明厂,与该厂刚研制完成的ZKZ7型船用空调器进行配套试验。1982年在该厂试验室按与实际运行条件相近的模拟工况下作整体试验,证实该风机与空调装置换热器匹配良好,机组空气动力性能满足空调器的要求,并使空调器的出口噪声得到降低。1982年12月29日通过了该空调器的技术鉴定,该风机也获得好评。

该风机的研制成功,为我国舰船空调事业填补了空白,并为我们今后设计空调风机,降低风机的噪声积累了经验。

(作者为第七〇四研究所二室工程师)

五十三、20兆帕气动液压蓄压器研制的回顾

陈 务 章

世界上所有的潜艇几乎都采用泵——蓄压器动力站作为全船液压系统动力源。由于蓄压器对潜艇的生命力有着至关重要的作用,而且容量大,要求高。所以,它是全艇液压系统的关键设备之一。

在我国,舰用蓄压器从进口、自动研制到现在出口国外经历了艰难的历程。60年代前,我国潜艇用的10兆帕蓄压器都是从苏联进口的,质量较差,经常要进行补焊,但总算解决了有无问题。由于苏联单方中止协议,撤走专家,促进了我国走自力更生的道路。江南造船厂、四二六厂、四一六厂、六二〇一厂等厂都对艇用蓄压器进行了大量的探索和研制。特别是四二六厂,在1968年大胆地采用爆炸胀型新工艺试制了一批艇用蓄压器并取得初步成绩,在江南造船厂液压动力站进行了200次循环试验后装艇试用。但由于该蓄压器双金属层容易产生脱壳现象,活塞被卡住,尚未取得最后成功。使蓄压器成为“水下老大难”之一。1969年,“09—2”20兆帕液压系统上马,并由七一九所和七〇四所组成了一个液压元件调查组,(主要成员有:王关澄、曹祥根、徐惠鸣、黄人豪等)。经过广泛深入的调查,没有找到满足09—2液压系统要求的合适产品,以及舰用蓄压器设计方面的详细参考资料。同年9月31日,七一九所向七〇四所正式提出研制“09—2”20兆帕蓄压器任务书,并列为七〇四所的攻关项目之一,由我主持设计。在当时10兆帕舰用蓄压器还没有过关的情况下接受此任务,确实感到压力很大。

调查研究和制订方案是研制工作中必不可少的重要程序。通过认真地调查研究,使我对艇用蓄压器的性能、结构、材料方面有所了解,同时对研制20兆帕舰用蓄压器的各种困难(材料、工艺、高压容器技术、动态密封等)进行摸底,做到心中有数。

方案的决策对研制工作的成败和质量控制起着重要的作用。由于潜艇用蓄压器往往用海洋压缩空气作工介质,有较强的腐蚀性,所以国外均用优质材料制造潜艇用蓄压器(美国采用铜镍合金,日本采用维塔尔铝系精炼合金,苏联采用铜钢双金属)。据此我设想了几个方案进行分析比较:采用不锈钢制造,在我国材料短缺,工艺困难;采用内壁镀铬工艺,担心镀层脱落,可靠性差;采用铜钢双金属结构,但工艺过不了关。是否可以采用玻璃钢层复合结构呢?我决定进行探索性的试验研究,并与同济大学玻璃钢结构研究所合作(合作者陈铭甫),对其进行计算分析和模拟试验。结果发现由于玻璃钢弹性模量太小,蓄压器径向变形超差过大,此方案只好被否定,确实到了“山穷水尽”的地步。又再次深入调查双金属工艺的可能性,并与新沪钢铁厂等有关单位进行了多次反复的讨论和研究,认为采用离心铸造双金属工艺成功的可能性较大,厂方愿意合作,我们结成伙伴,组成了联合攻关组,由周志南、周克永同志负责,由新沪钢铁厂承担蓄压器的双金属离心铸造。在该厂的仓库开辟了一个蓄压器双金属铸造车间。经过一年多几十次的反复试验,终于掌握了关键的工艺参数,攻克多年来没有解决的蓄压器双金属难关,于1971年底制成了第一台离心铸造双金属蓄压器,并在1972年美国总统尼克松访华期间在上海工业展览馆展出。

陆上试验样机由七〇四所四〇工厂加工和装配,何式禹、潘鹤林等同志为解决加工工艺难关作出了贡献。

20兆帕蓄压器属于三类高压容器。由于当时我国有关压力容器的设计规范和标准很不完善,更缺乏双金属压力容器的设计规范。为校核设计质量,我们在上海化学工业研究院进行了双金属蓄压器的爆破试验,不但取得了蓄压器受压状态下的应力分布实测数据,而且为保证在舰艇上安全使用取得了可靠的依据。为了确保蓄压器活塞的动态密封,又设计了一种结构新颖的X型密封环。该环相当于两个O型圈的作用,在活塞往复运动时不会发生扭曲现象。由上海橡胶制品研究所张银林同志试制成功(已经通过鉴定)。由于同时采用了高压油封等措施,经试验和使用证实,这种密封结构十分可靠。

从1973年到1975年,蓄压器投入“09—2”20兆帕液压系统的陆上试验。并进行2000次循环试验。各项性能均达到设计要求,1975年在上海浦江饭店通过了陆上试验系统的鉴定,会议同意进行装艇样机生产。定点于湖北沙市棉花机械厂。1979年该厂完成了4台装艇蓄压器样机的任务并通过鉴定。后来又为七一九所生产两台,并进行30000次耐久性循环试验。

通过长期的大量试验和实艇使用证明,产品研制是成功的。它不但填补了我国艇用蓄压器的一项空白,而且由于“双金属工艺”的突破,摘掉了“水下老大难”的帽子,使我国从蓄压器进口变成为出口国,为国家争得了荣誉和外汇。该产品荣获1978年全国科学大会奖,我和课题组同志们感到莫大的欣慰和自豪。

(作者为第七〇四研究所四室工程师)

五十四、蝶阀展翅

——记核潜艇液动高压大口径蝶阀的研制

张 银 权

09—1 潜艇主循环冷却水系统分左右舷通向四个通海口,每个出海口需串联两套截止设备。由于这两套设备构造庞大,不得不把液动通海门安装在艇体耐压壳之外。它们象鼓起的四个大包,每个包足可以容纳一头黄牛。破坏了艇体线型,增加了航行阻力。这个问题被列为 09 五大难题之一。从 1968 年开始,09 办公室和负责潜艇总体设计的七一九所多次提出研制蝶阀的要求。1969 年,七一九所向我所正式提出了 09 高压大口径蝶阀的设计委托书,在各级领导、科内同志的热情鼓励和支持下,我承接了这项事关重大而又光荣的任务。

蝶阀与其它阀门相比,它是一种结构简单性能优越的阀门,它在国际上的发展只不过 10 来年历史。据我所知,从 50 年代初开始,欧美的发达国家之所以能发展蝶阀技术,主要取决于两个基本因素,即两种技术的突出作用。一是实现了高分子聚合橡胶的技术,这种橡胶具有完美的弹性柔软性、耐磨性、耐蚀性和耐寒性等优点,是制作蝶阀密封圈最理想的材料。此外,二次大战以后,一些发达国家的现代化工业迅速发展,机械制造工艺水平有了很大的提高,能制造出各种结构的金属以及非金属的蝶阀密封圈,为蝶阀的发展和提高创造了条件。根据 09 的要求,委托书规定了蝶阀的设计参数:工作压力为 3 兆帕,强度试验压力 4.5 兆帕,密封性试验压力 3.8 兆帕;通径 550 毫米;流通介质为腐蚀性很强的海水,要求密封圈使用寿命为 10 年。扶摇直上的指标与当时国内生产的蝶阀相比较真有天壤之别,当时国内生产蝶阀的最高工作压力仅为 1 兆帕,即使现在的生产水平也只能达到 1.6 兆帕。所以在后来的设计、生产与试验中的困难是可想而知的。

我国的工业技术基础比较差,但为了 09 工程的胜利完成,我们以艰苦创业的精神,凭借着大协作的优势,逐一扫除了前进道路的障碍,在 4 年的时间里,终于拿下了完全符合设计要求的液动高压大口径蝶阀的研究成果。在试验过程中特别得到俞致彤等同志的大力协助,为蝶阀的胜利完成起了很大的作用。研制中的主要技术关键如下:

1. 选择阀的主密封结构是最重要的技术关键。因为是高压,一般强制密封结构的蝶阀已不适用了。因此,一定要设计适合于高压工况下可靠工作的新颖密封结构才能达到上述要求。为此,对阀的主密封结构进行了一年左右调研,对资料进行了细致全面反复的分析比较,最后决定采用充压式密封结构蝶阀,为整个阀的结构设计确定了基调。充压式密封蝶阀的原理与自行车内胎充气相似。当阀蝶板旋转至关闭位置后,电磁滑阀动作,打开通向橡胶空心密封圈的充压管路,充压介质进入橡胶空心密封圈,密封圈受压后向外膨胀,使密封圈紧贴蝶板外圆密封面,达到完全密封。根据试验结果表明,充压介质压力只要稍大于管道流通介质压力就能达到密封。

充压密封蝶阀的特点:

(1) 不充压时,阀蝶板密封面和阀座橡胶空心密封圈之间存在 1 毫米间隙,从而使得蝶板

启闭时与阀座无相对摩擦,橡胶空心密封圈无磨损,经久耐用。

(2)由于蝶板启闭时与阀座密封圈无摩擦,所以密封力矩等于零,使阀的总操纵力矩很小。

(3)充压密封结构蝶阀适用于绝大多数流通介质,如橡胶密封圈适用于各种常温的腐蚀介质,不受介质压力的限制,可应用于低压、中压与高压等工况。适用于低温,也适用于高温。只要改变密封圈材料即可满足要求,如高温工况可采用金属空心密封圈,也不受口径大小的限制。

2. 由于阀流通介质是腐蚀性很强的海水,一般耐海水锡青铜材料已不适用于阀的主零件,如:阀体、蝶板、阀杆等,而一定要选用高强度不锈钢材料。这种耐海水高强度不锈钢材料在国内还属于空白。不解决这个问题,蝶阀的研制就无法前进。中科院上海冶金研究所十分重视我们的研制项目,他们建立了8人的课题组,经过数年研究,最后成功地获得最佳的超低碳高强度复相奥氏体耐海水不锈钢材料,有力地支援了我们的工作。

3. 蝶阀主密封圈需要经久耐用、耐海水腐蚀的高性能橡胶,这也是我国当时所没有的。上海橡胶制品研究所专门研制耐海水牌号的橡胶,该所在接到委托任务后,也成立了3人的课题组,对各种配方进行筛选,并作性能测试分析的比较,确定并研制了氯苯橡胶、次为氯丁橡胶作为密封圈材料。

这几个关键技术问题的解决为整个蝶阀的研制铺平了道路,从初步设计到最后的试验鉴定,许多工作都是与生产厂相结合进行的。先是在上海第二石油机机械厂,后因考虑批量生产的问题又转到沪东造船厂,为使研制工作一次性成功,我们取稳步前进的工作程序。初步设计后,先作模拟试验,再进行施工设计。试制工作中,又以零件和部套为单元逐个试验测定,发现问题,即作修正,不断改进提高,从而克服了一个又一个的技术关键,解决了许多原先未预料到的问题。经过28次的试验和挫折,终于在第29次试验中获得成功。为了证明阀的可靠性,在流通介质为3兆帕的工况下,做了1000余次阀的启闭动作试验,无漏泄现象,接着又对密封圈进行了长达6个月的10兆帕的并压试验,取得成功证明了阀的高度密封可靠性。

从1969年开始,经历了4年多的艰辛,终于在1973年由沪东造船厂制造出了第一批高性能大口径蝶阀。割除了09身上的4个大包,为09展翅创造了有利条件。这项研究成果于1976年通过国家级鉴定,它的性能完全符合设计要求,第一批蝶阀在09—2艇上使用了8年,一切正常,从而获得了七院研制项目的“五朵金花”的荣称。1978年,获得了“全国科学技术工作中作出重大贡献”的奖状。

(作者为第七〇四研究所八室高级工程师)

五十五、船用射流管电液伺服阀研制的回忆

张 继 义

60年代初我国的海军建立不久,是一支比较弱的部队,没有大中型舰艇,更谈不上导弹舰艇,也没有自己制造的军舰。“为了反对帝国主义的侵略,我们一定要建立强大的海军”这一教导我牢记心间。我觉得,我所从事的减摇鳍装置研制工作是非常有意义的。它为“猛虎”添翼,大大地增强了舰艇在大风大浪中的适航能力,增加了打击敌人的战斗力。

1970年,1971年……我们添翼的猛虎——051、053、718、向阳红10号相继诞生、下水,服役了。看到由中国人自己制造的战舰航行在万里海疆,我内心有说不出的喜悦和兴奋。

这几艘舰艇下水服役不久,传来了051从大连到上海的途中,突然冲向小平岛,在长江口外冲撞外国商船。09艇自动下沉20几公尺的不幸消息,由于海军战士的紧急抢救,才避免了重大事故的发生。经调查,都是由于仿日的“3F”双喷咀挡板电液伺服阀发生故障而引起的。叶帅发火了,六机部命令九江四四一厂停止3F阀的生产。真是不幸!六机部组织上海七〇四所、九江四四一厂和上海交通大学组成调查组,对3F进行了调查研究。确认3F有堵、卡、漂三大缺点。一个人四肢的动作是由大脑发出指令信号,通过中枢神经的传递控制作用来实现的。3F阀在各种自动控制系统中就起着类似于中枢神经的传递控制作用,可见相当重要。3F阀的停产,造成了新建舰艇没有阀用,现役舰艇没有备件的局面。

1975年初,上海七〇四所、上海交通大学和九江四四一厂组成三结合攻关组,接受了六机部下达的,在3F安装尺寸不变的前提下,研制克服3F阀堵、卡、漂三大缺点的新伺服阀。把喷咀孔径加大,把喷咀到挡板之间的距离加大以克服堵的问题,把3F阀中的分节阀套改为整体阀套以解决“卡”的问题,把湿式马达改为干式马达,把粉末冶金油滤器改为不锈钢网焊接结构以解决“漂”的问题。设计指导思想是正确的,接着便是加工工艺和加工的难题。由于当时保密制度十分严格,无法从兄弟单位搞到这些资料,我们唯一的办法就是依靠自己和工人师傅组织起来,夜以继日,连轴转——攻关。从设计开始到6台样机的研制成功仅用了6个月的时间,新的CDY1型干式力矩马达双喷咀挡板电液伺服阀诞生了。从而解决了海军现役舰艇的备件,新造舰艇的可靠元件问题。至1978年,CDY1型伺服阀制造了近千台,装备了海军各型舰艇的舵机,减摇鳍装置、声纳等电液自动控制系统中使用。该阀的加速研制解决了海军的燃眉之急,曾荣获1978年上海市科技大会奖,1978年全国科学大会重大科技成果奖。

CDY1伺服阀的研制成功解决了海军暂时的燃眉之急,但该阀尚有它的不足之处。其使用压力只限于7兆帕,流量只限于20升/分,动态频率指标为30赫,结构较大,较笨重,不能满足舰船上雷达、火炮、导弹发射等系统的使用要求。对于海军来说,各种舰艇都使用一种伺服阀,可以减少备件品种,容易培养战士使用,更换和维修技能,进而增加了海军的生命力和战斗力。

为此,在研制CDY1型伺服阀的同时,我们在国内进行了广泛的调查研究,搜集国内有关资料,经过认真地分析论证,认为射流管型电液伺服阀具有很多比CDY1型伺服阀更优越的地方:干式力矩马达上的近40个零件不用螺钉连接,而是采用紧压配合银钎焊接成一个整体,可抗I级冲击,I级振动,I级颠簸。喷咀比双喷咀伺服阀中最小过油面积大4至8倍,抗油液污染的能力极强,在飞机上对9000台阀经7年的跟踪调查,寿命可达11.5万小时,真可称得上是安全可靠、抗污染能力强、寿命长的产品。因此,这种阀最适合于海军舰艇的使用。1976年我写了《射流管电液伺服阀的研制报告》,得到了七〇四所、七院、六机部的批准。从此我便全力投入射流管电液伺服阀的设计和研制工作。

1964年,三机部接收了从越南战场上打下美国飞机残骸中的一台射流管电液伺服阀,1965年三机部就开始了射流管伺服阀的研制(仿制)。由于它的设计计算难,力矩马达上近40个零件的银焊要求高(焊接后要保持每个零件的原有性能),零部件的加工工艺难且复杂,至1976年尚未研制成功。三机部是航空工业部,他们研制不出来,那么我们就研制出来吗?能克服设计计算、焊接、加工工艺试验等一系列困难吗?“明知山有虎,偏向虎山行”,我不怕当“白专”,下决心也要攻下这个难关,为猛虎添一个可靠的翼(因为当时我是搞减摇鳍装置课题的,

伺服阀的故障使得该装置可靠性很差,经常出故障而不能使用)。

随着改革开放,外国先进技术不断引进,“买四化”的风吹得很猛,对我的压力很大。我心想,一旦买专利谈判成功,我就要写失败报告了。我和科内同志及工人师傅们加快研制的步伐,夜以继日地干呀干呀,经过两次反复(两次失败),合格的力矩马达终于成功了。面对客观形势,1981年8月所领导下令,“12月31日不通过技术鉴定,1982年1月1日就写失败报告”,这意味着什么,再清楚不过了。瞬时间压力增大了10倍,从那时起至开完鉴定会,我废寝忘食,和同志们没日没夜地干,为了海军的强大,为了研制出射流管电液伺服阀,就是累死我也心甘。给1000万美金,外国人不卖给我们专利,为争这口气,我偏要把它干出来。先后做了大小近千次各种试验,经过无数次失败,终于在同年10月份试验成功了6台合格的射流管电液伺服阀。再经一系列的鉴定试验,终于在1981年12月26日通过技术鉴定。鉴定会结论是:“该阀基本上达到了国外同类产品的先进水平,填补了国内空白。具有性能良好、抗污染能力强、安全可靠、寿命长、通用性广等突出优点。能够满足舰船设备配套的需要。”该阀荣获了七院和船舶总公司科技成果二等奖。

射流管电液伺服阀的研制成功,为中国人争了一口气,为祖国增添了光彩,它的成功是我们工作在这个战场上的每个同志心血的结晶。几年来,在射流管伺服阀研制成功的基础上,我们先后又研制成功了“中流量射流管电液伺服阀”,“水轮机调速射流管电液伺服阀”“燃气轮机三线圈电余度射流管电液伺服阀”。我相信,经过我们的努力工作,射流管电液伺服阀专业将飞快发展,如一朵朵盛开的红花点缀着祖国的万里山河。

(作者为第七〇四研究所电液伺服阀技术开发部主任、高级工程师)

五十六、导弹核潜艇 20 兆帕液压系统研制过程的回顾

杨学宁 张 帆

20兆帕全船液压系统承担着为艇上舵机、通海阀、通气阀,各种升降装置,鱼雷和导弹发射系统等500多个用户提供能源。它由一条回油总管和三条输油压力总管贯穿全艇形成环状网络。能互备、卸荷和自动转换。它是核潜艇上重要的生命力保障系统。

(一)问题的提出

1965年,核潜艇作为一项工程任务经国家批准后下达有关研制单位。在鱼雷核潜艇论证时,若按33仿制艇的设备设计的话,在总体布置上感到很困难,为此舵装置首先采用了21兆帕的独立液压系统来克服以上困难。1966年又开始导弹核潜艇的论证,为了满足导弹发射装置的需要,如仍采用10兆帕液压系统,将使整个导弹舱的布置成为不可能。所以采用20兆帕全船液压系统成为艇重大技术关键之一。

鉴于以上情况,当时七一九所系统组组长王关澄和曹祥根等人在武备组组长兼室临时技术负责人杨学宁的协助下,对仿制的导弹常规潜艇上20兆帕液压系统和附件作了详细研究,对国内航空部门以及主要生产厂作了初步的调研,认为20兆帕液压系统立足于国内研制生产

是可能的,也是现实的。为此,在一次所技术讨论会上,决定向七〇四所和有关单位提出 20 兆帕液压系统的研制任务,从而想在液压系统方面上一个新的台阶,但作为备用方案拟采用局部独立的 21 兆帕的液压动力源。1967 年 11 月七一九所以(67)所科字第 0135 号文向七〇四所初步提出了拟请承担的工程协作项目,并于 1968 年 4 月正式提出了详细的研制设计任务书。

(二)20 兆帕液压系统论证小组的成立

20 兆帕液压系统的研制任务提出后,首先得到七院和院技术职能部门的支持。鉴于 035 艇也有提高液压系统压力的需要,为使工作落到实处和进一步地集思广益。院建议成立 20 兆帕液压系统论证组,由七〇四所、七〇一所和七一九所组成。七〇四所为组长单位,并于 1968 年 10 月 3 日正式成立和开展工作。论证组主要侧重于系统中的设备和附件的论证,并对大连造船厂、江南造船厂、武昌造船厂、沈阳水泵二厂、榆茨液压元件厂以及航空、石油、重型机械和工程机械部门等 20 多个单位进行了调研,于 1969 年结束了论证工作。结论是积极的,认为研制工作是有基础的,能在要求的期限内提供装艇设备,并提出了在陆上进行全液压系统[含设备和附件]的模拟试验,将试验中出现的问题及早地得到解决,以不影响艇的进度。

(三)20 兆帕液压泵的研制

液压泵是整个系统的核心,也是主要关键设备。经论证后确定采用电动三螺杆泵。该泵属于高压小流量螺杆泵。在设计和生产方面具有较大的难度,七一九所于 1969 年提出了研制任务书,由沈阳水泵厂负责设计制造。1970 年试制出首台样机,初试表明结构和密封都存在问题。又经一年努力制造出第一台正式样机,并在厂内进行了 500 小时带负荷的运行试验,同时测试了全部性能及噪声和振动。先生产 4 台样机供系统陆上试验用。在试验过程中曾有 2 台泵卡死过,通过 800 小时试验后泵的流量大大下降,说明满足不了要求。为此,1972 年底王关澄和张帆专程向 09 办公室陈佑铭和七院夏桐汇报了上海试验结果,并建议组织技术攻关。1973 年 1 月在沈阳辽宁大厦由 09 办公室主持泵的技术攻关会,有关领导机关和单位参加,会上着重分析了存在技术问题的原因,提出了许多结构和工艺上的改进意见。

当时 09—2 艇已开工,泵能否研制成功将直接影响到整个艇的进度。为此各方面都十分关注,参与研制人员也积极地查阅资料并考虑解决措施。1973 年由七一九所主持审查了沈泵厂的设计图纸,七〇四所也派员参加。这次审查设计图纸有重大突破,即建议将螺杆轴向力由高压平衡改为低压平衡,从而改善了螺杆的工作条件,奠定了泵研制成功的基础。该泵共制造了 10 台,并经 1000 小时的运行试验,泵的性能良好,为此荣获全国科学大会奖。

(四)蓄能器的研制

过去 10 兆帕的蓄能器都从苏联进口,由于中苏关系恶化,不得不走自立更生的道路。用爆炸成型新工艺制造蓄能器,但尚存在一些缺点,在研制 20 兆帕的蓄能器的过程中,作了多方案的探讨和研究试制工作,最后,制成了用离心浇铸的双金属蓄能器。同时,设计了一种结构较新颖的 X 型密封环。在陆上试验时,进行了 2000 次循环试验,各项性能指标均达到要求,后由湖北沙市棉花机械厂生产,并装艇使用,从而解决了液压系统一大关键设备。

(五)20 兆帕液压系统用油材料的研制

根据艇队及各方面的反映,认为原用的 2055 液压油性能不稳定,对设备有锈蚀作用,且有刺激味和沉淀等缺点。为此七一九所提出了 20 兆帕液压油的任务书,并由海后油料研究所承担研制,要求新油有良好的粘—温性能,防压燃,高闪点和低点,良好的电气性能和防辐射性能等。这些要求很苛刻,并相互存在一定的矛盾,用常规方法几乎无法制取,最后决定采用 40 号

矿物油(40%)和特3号乙基硅油(60%)加系统添加剂配制而成,代号为“207”油,结果满足要求,但经济性差,价格昂贵。

后又因原料供应政策变动,又研制代用油,但性能不如“207”油,且价格未降,不够理想,但还是能满足艇队使用要求。目前拟再研制一性能切合实际,满足使用要求又经济的液压油。

(六)20兆帕液压系统其它附件的研制

这些附件主要包括定比减压阀、应急截止阀、卸荷阀、电液球阀和手动球阀、回油压力保持阀、电磁卸荷阀、单向阀、高压软管、压力继电器和高压精油滤器等。以上附件除卸荷阀外,均为专用,由七〇四所设计,6502厂等制造。由于历史条件等原因,在设计制造中欠考虑,故通用性不强,可靠性也差,但它们在系统中起到了应有的作用。随着技术的发展,在第二代产品上将更换性能更好,可靠性高和通用性强的附件。

(七)陆上试验

1969年12月,由七院主持召开了09—2协调会(代号1209会议),一致同意09—2的20兆帕液压系统必需进行陆上试验,并成立陆上试验组,由七〇四所负责抓总,七〇一所、七一九所、海后油料研究室和四三一厂参加、根据1209会议决定,陆上试验项目为:

1. 进行20兆帕液压油的压燃特性的测定试验;
2. 进行20兆帕液压系统动力站典型负载的连续稳定性试验;
3. 进行液压系统附件的性能测定试验。

1970年初试验组正式成立,并由杨顺华负责。随即开展了各项试验的组织工作,编制试验工作计划和试验大纲,落实试验用的器材和设备,试验场地的改建以及整个试验设备的布置安装工作。

1970年7月由七院主持审查,并通过了有关试验大纲。首先进行了压燃试验,鉴于美国核潜艇曾发生过液压系统压缩燃爆事故,故试验目的主要是通过模拟试验,摸清产生压燃的条件和找出有效的预防措施。试验本着因陋就简,土洋结合的原则,加工制造了所需试验设备。除试验组外,上海内燃机研究所,七一一所也派员参加,第一阶段是不加油试验,第二阶段为加油试验,鉴于该试验存在着高压爆炸的危险,所以选择在上海警备区所属某海滨海岸炮部队驻地进行。试验是在不同直径,长度和不同类型的截止阀门,以不同的开启速度和气瓶压力以及不同的管路死端压力等情况下进行。通过试验提出了预防压燃措施和注意事项。

接着进行20兆帕液压系统动力站和相应附件陆上试验、试验目的是考核系统、设备和附件等设计的合理性和其运行的安全可靠。试验分为三个阶段。第一阶段为设备和附件的基本数据测定。第二阶段为安全保护装置和减压系统的检查试验以及附件的动作准确性等的检查。第三阶段为综合性稳定运行试验。包括卸荷回路、减压回路、保压系统、保护系统、保护装置、液压油、双金属蓄压器、高压螺杆泵等的试验。整个试验从1972年4月开始一直延续到1975年年底。在试验中发现了主泵卸荷时产生液锈和撞击现象。主泵咬死,有些附件个别性能尚不满足要求。经过反复摸索和多次试验以及对设备、附件的结构改进,试验中发现的问题都得以很好的解决或改善。

1976年5月在上海浦江饭店由七院主持召开了鉴定会。会议认为试验工作做得比较充分,通过试验证明液压系统设计是可行的,配置的设备附件是合适的。工作是匹配协调的。

(八)20兆帕液压泵的脉动试验和蓄能器的寿命试验

通过陆上试验为装艇的设备提供了可靠使用的前提,为了进一步从严考核泵与蓄能器的

配合使用,做到万无一失,以及弄清当蓄能器充油超压后和系统卸荷产生的液压冲压等实际问题,七一九所张帆等又提出 20 兆帕螺杆泵的脉动试验课题研究的建议,在上级的支持和批准下,在七一九所的工棚中建立了简易的台架进行该试验,在泵和蓄能器一起进行脉动试验和寿命试验的整个过程中通过 25,000 次充放试验,以模拟实艇上的使用状态,并录取了近百万个数据和 500 米的记录曲线。经分析以上数据,发现充油时蓄能器将达到 24 兆帕,卸荷冲击压力高达 1.3 倍的工作压力,为使用提供了参考数据。试验结束后,泵和蓄能器均能正常工作。该试验荣获国防科工委成果四等奖。

(九)装艇使用情况

20 兆帕液压系统在导弹核潜艇上通过了系泊试验、航行试验和艇队的日常训练和配合完成了导弹水下发射。在数年使用实践中表明,液压系统设计基本上是成功的,满足了艇的使用要求,可以说是一次设计成功。成绩巨大,但付出的代价也是巨大的。目前系统仍存在一些问题,为此又提出了综合治理液压系统的方案。1989 年 8 月经专家审查,上级批准,并正式通过,预期综合治理后整个液压系统的可靠性和有关性能将大为改善,特别是可以根除卡泵和导弹发射时供压不足等缺点。

(十)展望

从 10 兆帕的液压系统提高到 20 兆帕的液压系统,无疑地对核潜艇技术水平的提高起了很大的作用,特别是解决了导弹核潜艇上一重大技术关键,这也是研制人员对核潜艇的一大贡献。由于历史条件的限制,必然还存在一些不足之处,在总结第一代 20 兆帕液压系统的经验教训的同时吸收目前国内外先进的技术,在可靠性分析的基础上运用计算机辅助设计,不断地改善系统,以便用于第二代导弹核潜艇上。

(作者杨学宁为第七一九研究所三室主任工程师、研究员级高级工程师;张帆为第七一九研究所三室高级工程师)

五十七、33 艇速潜问题的解决

曹 苗 根

“速潜”是潜艇的“绝招”,是其他类型舰艇都不具备的战术动作,是隐蔽自己、规避敌方进攻的有力手段,又是避撞潜越的有效措施。潜望镜深度是潜艇经常出没活动的深度,但却容易被敌方侦察发现,潜艇如能迅速实施速潜就隐蔽了自己,变挨打局面为主动位置,这一深度活动的潜艇又有触碰水面航行船只的危险,潜艇如能迅速实施速潜是避撞潜越的有效措施。

33 型潜艇是我国海军的主要装备,无论在数量和战略上都占有重要地位。当时这类潜艇在战术上存在一个严重问题——在潜望镜深度不能正常实施速潜动作。其原因是液压机出力太小,不能直接打开速潜水仓通海阀,而是要通过向水仓内充入压缩空气压力,来平衡舷外海水对通海阀阀板上作用的静压力,并在液压机开启通海阀后,又需将水仓内空气收回并排放入艇仓内,舷外海水才注入水仓。这些过程由岗位水兵手工操纵需很长时间,致使速潜时间很长,达不到条令规定时间的训练科目。1975 年某 33 艇的一次出海训练时,在潜望镜深度 8~9 米机动航行,海面初起视度良好,继后出现大雾,突然从潜望镜中发现正前方有渔轮已距离很近,

艇长即令速潜,终因液压机即刻打不开速潜水仓通海阀未能实施速潜避碰,造成了相撞事故致使潜望镜撞坏。又有一次也曾发生某33艇与某国商船相撞。两次事故的经济损失达数十万元。如是发生在战事中,后果更不堪设想。

上级领导和海军首长十分重视和关心这项研制任务,以(77)六机生联字210号和(77)装字215号联函下达任务,要求设计新的液压机,从根本上解决这一问题,并提出合理速潜操纵方案。1977年初,我接受了速潜柜用卧式双缸液压机研制任务,工作一开始,首先要提出和确定液压机方案。如按常规设计,其结构的外形尺寸和安装尺寸会增大很多。但现役33艇内的液压机仓空间紧凑不允许再增大;其耐压壳体上的杯形管节安装尺寸、仓底疏水管走向均不容改变;只能在液压机外形尺寸(410×640×340毫米)内进行设计。这样才能解决现役33艇大批换装的方便。

能不能在原液压机的基础上,以增大油缸直径的途径来解决呢?于是对原液压机的结构和原理作了全面分析,根据新液压机少次间断使用条件,通过受力构件反复核算和某些结构的改进,如提高曲柄连杆和销构件的承载强度,工艺上拉开匹配的表面硬度以增强抗擦伤能力,并把固定销接改为浮动,还优化采用聚氨酯新材料密封圈应用到油缸中以降低摩擦力和解决漏油等措施。这一方案很快得到七〇一所、上海江南造船厂和驻厂军代表的赞同。方案确定后,很快绘制设计图纸并送江南造船厂制造。我所又开始周密地制定液压机车间试验文件和采用先进的非电量电测技术的测试手段,并同工厂的液压机施工保持密切的联系。

1978年1月,两台液压机样机完成了施工。当即成立了综合试验小组,经2月和9月两次车间试验终于取得了满意的试验数据和结果。

1. 工作油压力7.7~8.1兆帕时,液压机全行程150毫米提升1.7吨重物动作正常。

2. 通过2000次承载下动作寿命试验,经拆检顶杆、曲轴和销等受力构件,外观良好,无发现有任何损伤,表明受力构件具有良好的强度、抗挤压和抗擦伤性能。

3. 工作油缸的起动和工作过渡特性良好。

4. 工作油缸密封良好,无任何漏油。经拆检未发现聚氨酯密封圈有肉眼可见的磨损。

液压机车间试验获得成功,给试验小组全体人员极大的鼓舞,又一起为继续装艇出海试验制定试验方案。

海军首长十分关心这项任务的进展,及时下达了(78)装订字1161号函,东海廿二支队246艇在1978年12月进江南造船厂换装了液压机。1979年3月和9月,综合试验小组两次来到东海廿二支队进行实艇出海试验,海军支队首长十分关心并亲自参加试验,取得了良好的结果:

1. 经过换装的液压机达到了在水下7~10米打开速潜柜通海阀的使用要求,并较实艇使用还有裕度,即在水下13米深度时也能使用。从而扩大了速潜柜的使用范围,提高了33型潜艇的隐蔽性和战术性能。

2. 采用换装的液压机按合理速潜操纵方案实施速潜可靠又安全。速潜过程中艇体纵倾在7°之内,深度超越不大于5米,8节艇速的速潜时间在40秒内,达到了海军速潜条令规定的时间要求。浮潜效果更显著,缩短下潜时间达27%以上。

经海军246艇一年多的速潜科目训练和实艇使用后,1980年11月由原六机部生产调度局和海装订货部组织的33型潜艇速潜柜换装液压机和合理速潜操纵方案审定会议在上海召开,246艇艇长表示尝到了换装液压机后按合理速潜操纵方案速潜的甜头,认为换装液压机有

推广价值。海军有关支队代表也表示赞同,并建议尽快推广使用,以提高海军装备质量和战斗力。

该项成果 1980 年荣获国防工业科学技术研究成果评选委员会颁发的重大技术改进成果二等奖,对我们是莫大的鼓励和鞭策。

(作者为第七〇四研究所六室工程师)

五十八、核潜艇用 1200 千瓦船用同步发电机的研制

章 以 刚

我于 1965 年 9 月开始参加〇九工程汽轮发电机的研制工作,当时大学毕业才 3 年,还未接触过船用发电机的设计工作。核潜艇用 1200 千瓦发电机是国内最大的船用发电机,并有许多特殊要求,因此组织上把这样重要的任务交给我,心情非常激动,一心一意要把这项工作搞好。

刚接任务时,02 单位十五所要求我所从设备角度提一份技术要求书,特别是汽轮机和发电机的转速匹配问题,希望我们进行论证。我查阅了许多资料,并下厂调查研究,于 1965 年 10 月编写出 1200 千瓦汽轮发电机技术要求,对于发电机转速、冷却方式、电压调节进行了专题讨论。同年 12 月 18 日 02 单位十五所正式向六机部七院四所、上海汽轮机厂、上海电机厂、华通开关厂提出《909—07006 透平发电机组委托任务书》,采纳了我们的建议,发电机转速为 1500 转/分,发电机采用强迫闭路循环的冷却方式,其静态和动态电压调整率也与我们提出的要求相一致。

1966 年初,国防科委赖坚局长、二机部贾局长和其他领导来我所,程远副所长主持会议,成立了由七院四所、上海汽轮机厂、上海电机厂等单位参加的统一设计组。讨论了设计工作进度、机组配套、下厂设计、技术文件与图纸签字等问题,明确按工厂编制图号。同时强调了设计工作要贯彻“大力协同、立足于国内、从现实出发”的精神。当时正值设计革命,要求科技人员下楼出院,到生产第一线去。于是,我在 1966 年初带了行李铺盖,下到上海电机厂,一边参加设计工作,一边与工人同吃、同住、同劳动。从 1966 年开始设计,到 1975 年产品定型,断断续续在上海电机厂工作和生活了 10 年,这是我一生中难忘的 10 年。

下面,就核潜艇用 1200 千瓦船用同步发电机研制工作中,几个主要技术问题的确定和解决回忆如下:

1. 发电机励磁方式

最早,在编写《1200 千瓦汽轮发电机技术要求》时,我曾建议发电机取消直流励磁机,采用自励装置,并认为自励装置应该是发电机的一个组成部份。但 02 单位十五所提出的委托任务书中,发电机励磁方式采用带励磁机的复式励磁系统,并且十五所与上海华通开关厂另有协议,机组调压系统的技术设计以 02 单位十五所为主,施工设计以上海华通开关厂为主。这样,我们承担的工作范围不包括调压系统,仅为发电机和直流励磁机两部份。1966 年 4 月 1 日~4

日在我所召开的三台副汽轮机组方案审查会上发现,由于发电机带励磁机,机组轴向长度要增加1米左右,总体布置有困难。我们和上海电机厂联合发言,认为国内发电机的自激恒压系统已搞过很多产品,今后也是发展方向,建议取消励磁机,采用相复励系统,这样可以解决总体布置上的困难。将它作为一项重点项目,各单位大力协同,争取尽早搞出来。当时上海电机厂林傅荣同志在会上表态,为了配合此项试验,用户什么时候要发电机,电机就什么时候提供,以后励磁装置试到什么时候,发电机就陪到什么时候。会上02单位十五所认为自励恒压虽然是发展方向,但目前还不成熟,故不宜采用相复励系统,但同意立即着手准备。后来,他们在提出1200千瓦船用同步发电机设计的补充要求时,就明确发电机的结构设计应考虑到今后取消励磁机,安装自励装置的可能性。为此我们将发电机的机座设计成平顶,考虑今后便于安装自励装置。

2. 发电机的轴承结构

在方案设计阶段,为了缩短发电机的轴向长度,我们将发电机采用滚动轴承结构,该结构简单,倾斜时不漏油。但在1966年8月2日~5日召开的技术设计审查会上,总体部门提出发电机采用滚动轴承结构后,电机轴承寿命短,电机在艇上掉换轴承拆装维护困难。会后我到上海滚动轴承厂和海军一〇一厂调查,该厂叶宏达同志反映,根据01舰苏MC发电机的使用情况,苏联轴承一般用3~5年,约5000小时掉换一次,当时国产工人牌轴承一般用到一年就要掉换。我们又带着这个问题下车间三结合讨论,车间老师傅又提出掉换轴承时要卸装励磁机,重装励磁机对中不良,将引起整流子凸片,碳刷跳动,建议改用滑动轴承。在听取生产和使用两方面的意见后,我下决心采用滑动轴承结构,但当时上海电机厂只有陆用座式滑动轴承的设计、制造经验,它不满足轴向长度短、倾斜摇摆时不漏油的要求。之后,我花费了很多时间,查阅了很多资料,终于在一所资料室找到一张苏MC船用发电机带端盖式滑动轴承的装配图,就根据这张图纸的启发,我与上海电机厂华慎康同志设计了端盖式自润滑滑动轴承的方案。9月6日又下车间讨论,工人师傅再一次肯定了发电机采用滑动轴承结构的方向,并提出要注意两个问题:

- (1)端盖式滑动轴承离风扇近,可能会抽油;
- (2)推力盘外径应不使转子风扇装配复杂化。

后我又与上海电机厂设计科同志讨论,他们认为方案中采用自润滑油盘使轴承结构复杂,建议采用单一的强制润滑,由汽轮机滑油系统供油。这样,经与汽轮机厂的同志协商,他们认为发电机采用强制润滑增加了离心泵的供油量,由于离心泵同时作为汽轮机的调节泵,增加供油量将影响调节系统的稳定性,要我们精确计算油量,然后在设计油路系统时采用节流阀控制油量。我回想起,当时对于推动滑动轴承的计算没有经验,找到十二所同志从苏联带回来的一份内部资料才完成计算。并对汽轮机厂保证油量不超过13升/分,才把强制润滑的方案确定下来。

随着设计工作的深入,二室张文芳、杨荣光同志在设计整个机组油路系统图时,发现潜艇下潜纵倾30°时汽轮机油箱中的滑油倒灌问题。由于油箱在潜艇中不是集中的,而是每个机组自备,置于汽轮机端的机架下面,发现在潜艇下潜纵倾30°时,由于油箱中心线距发电机励磁机端滑动轴承有3.5米,因此,就有可能使油箱和油管中的滑油倒灌于发电机轴承而溢入电机内部,这就大大地影响机组的可靠性。我们反复商量,决定发电机出油管路装有回油齿轮泵,使发电机的滑油压力进、压力出,出油压力足以大于油平面倾斜时所产生的压力。齿轮油泵由交

流电动机带动,发电机运行时齿轮油泵一直开动,在齿轮油泵故障时,转动三通旋塞手柄的方向而旁通。这样,终于解决了滑油倒灌问题。

3. 发电机的空气冷却器问题

空气冷却器的作用是通过其中海水的流动将电机的热量带走,它既要满足耐海水腐蚀要求,又要承受潜艇下潜时的水压。这台冷却器技术设计由四室余翥暖、施宗云同志负责,施工设计由我与程汝宏同志承担。由于冷却器安放在电机机座下,冷却器的尺寸受到公共底座宽度的限制,因此放弃了传统的用螺栓密封水室的结构,而是在冷却器进水和出水法兰一端,用弯管与冷却管银焊连接,在另一端用锡铜管作水室,与冷却管银焊连接。为满足耐海水腐蚀的要求,冷却管与弯管为 70—30 铜镍合金管。为了确定不同材料银焊连接的耐腐蚀性能,由大连九所进行耐海水腐蚀试验。

一九六工程用首制产品完成后,由于弯管处地位小,银焊焊接困难,需经常补焊,给制造带来了困难。原设计考虑的化学冲洗又不落实,使用维修困难。因此,十九所提出冷却器修改设计。该任务由四室吉增荣承担,修改设计后冷却器的特点是冷却管为绕簧式,采用镶管加焊接的方法、固定于管板上,水管和管板采用螺钉联接。

首台产品于 1968 年 9 月在上海电机厂完成试制,然后在上海汽轮机厂对汽轮发电机组进行了全负荷试验,首套产品装于一九六工程。此后,又为一九五工程、09—2 艇生产两套汽轮发电机组,并进行了全负荷试车。

根据三次全负荷试验结果与一九六、一九五工程的运行经验,证实发电机性能稳定。按照海军军工产品定型委员会的要求,于 1974 年对汽轮发电机组的设计、生产定型进行了审查,一致认为机组可以定型生产。

最近,我国核潜艇首次 300 米深水下潜试验和水下发射运载火箭成功的消息传来,作为核潜艇研制中普通一兵的我,喜悦的心情是无法用语言表达的。我可以自豪地说,我也为我国核潜艇的研制出过力,流过汗。

(作者为第七〇四研究所三室高级工程师)

五十九、回顾 30 千瓦中频机组的研制过程

於 志 海

1965 年〇九工程上马了,由于〇九工程的特殊性,许多设备是当时国内没有的,30 千瓦中频发电机及其控制设备就是其中之一。

按照〇九工程的技术任务书,30 千瓦中频发电机由上海先锋电机厂研制,机组的控制设备由我所设计并由上海华通开关厂生产。1966 年 4 月开始,胡绍权同志肩负该项任务驻上海华通开关厂 5 年,负责向上海先锋电机厂、上海华通开关厂做技术交底和开展控制设备的研究工作。设计工作分两步走,第一步是研究设计一九六工程(陆上模拟堆)的 30 千瓦中频机组,第二步是在一九六工程的基础上进行改进提高,作为 09 艇的装艇设备。

回顾起来,我们从 1966 年 4 月至 1969 年初,花了 3 年时间完成了用于一九六工程的 30

千瓦中频机组的研制任务。该机组带有励磁机、直流电动机,不但有并激绕组,而且还有控制绕组。这样,它的自动控制装置所需要的功率就比较小,经过调研和论证,我们提出并采用了当时比较先进的晶体管控制磁放大器系统。该套控制设备含有:直流启动回路、自动恒压装置、自动恒频装置、超速保护装置、过流、过压保护装置等。那时,胡绍权同志和我都是刚出校门一两年的青年人,研究设计这么复杂的控制设备感到压力很大,但同时也感到能为我国的核潜艇研究设计产品是很光荣的,所以也充满了信心和责任感。

来到上海华通开关厂后,我们就从调查资料中学习研究,边设计、边试验。那时,我们白天在资料室和试验室里工作,晚上就在宿舍里设计、修改图纸,节假日也很少有时间休息。到1967年6月,不仅完成了控制设备的设计工作,还与开关厂的技术人员一起完成了控制屏的结构设计。1968年初,该套设备生产出来后,进行了一系列试验。开环调试成功,接着控制屏的安装、接线、调试也完成了,按期在上海先锋电机厂做配套试验。我们的住处距上海先锋电机厂较远,且交通也不方便,每天上下班要步行一个半小时。经过3个月时间的调试和不断完善,机组性能完全达到设计要求。1969年4月机组运到了一九六工程基地。

在搞一九六工程机组的同时,我们也考虑用于09艇装艇设备的改进问题。由于艇上空间有限,要压缩机组长度,只好取消励磁机,这样一九六工程的30千瓦中频机组的控制设备就不能完全适用。经过调研和论证后,我们认为当时先进的可控硅技术比较理想,虽然在我国舰船上还没有应用,但在其他方面已有采用,技术上也比较成熟,完全可以用在机组设计中。这个想法得到了领导的同意和支持。胡绍权和我商量后,决定利用试验室里的10千瓦中频发电机组进行可控硅自动恒压和自动恒频装置的研究。不久,做出了平板样机,并在机组上做配套试验。经过长时间的运行取得了满意的结果,从而使我们对30千瓦中频机组采用可控硅设计自动恒压和自动恒频装置坚定了信心。

1969年5月,研究设计工作开始了,由于30千瓦中频机组的特殊条件,对控制设备要求相对要高些,譬如直流原动机幅压为185~320伏,功率为40千瓦,由于电源电压波动大,转速变化也大,这样对调频器的要求要比一般的调频器高得多;另一方面,可控硅在导通过程中要产生尖脉冲,对其他中频用电设备有影响。通过调研开拓了我们的思路,了解到两个交流绕组如果在电气上相差90度就可以不受影响,因而30千瓦中频发电机组电源采用多绕组输出。两个绕组分别独立供给自动恒压装置和自动恒频装置,一个绕组是工作绕组向其他用电负荷供电。对所产生的尖脉冲问题,我们反复多次试验研究后,决定采用两个在电和磁方面完全独立的电源作为可控硅的电源。经过半年时间的努力,完成了设计和试验工作,同时还完成了印刷电路的绘制和插件的设计工作。那段时间,我们在办公室、试验室不知度过了多少个不眠之夜。记得印刷电路板加工组装后,在进行开环特性试验时,发现两个可控硅导通角不对称,经反复试验分析,才发现是交流电源走线不合理所引起。类似这样的问题出现不少,不管是设计上的,工艺上的或元件上的毛病,一旦发现,就连续作战,直到问题解决为止。

1970年,机组在上海先锋电机厂做综合性配套试验,对机组的每个装置进行考核,解决了试验中出现的问题。试验结果达到了设计指标。1970年10月正式装在09艇上,经过系泊试验、航行试验和多年运行考核,均证明机组性能稳定、工作可靠,受到有关方面的好评,该项成果获国防科委科技成果三等奖。

(作者为第七一九研究所高级工程师)

六十、舰用电器的防冲击原理及其在 CJ914 系列接触器上的运用

蒋 德 祥

舰船受到的冲击主要来自：水雷或深水炸弹在水下爆炸引起的球形冲击波；炮弹或鱼雷的直接攻击；空中炸弹爆炸（包括核爆炸）和舰船本身武器发射产生的由空气传播的冲击波。在舰船受到猛烈冲击但尚未导致致命损伤的情况下可靠工作，这是舰船电器设备必须具备的重要性能。对提高舰艇的战斗力和舰船的安全航行具有极其重要的意义。

舰船电器设备品种多、应用面广，控制着舰船的各种设备（如各种泵，电动舵机、锚机、声光信号及用作电气连锁等）。因此，在战斗中任何一个电器元件的误动作或机械损坏都可能带来难以估计的后果。由于平时难以发现电器产品有无可靠的耐冲击、耐振动性能，只有在激烈的海战中才能明显表现出来，从而严重影响战机或造成严重的损失。第二次世界大战中，英国舰艇受到水雷攻击，引起全船性失控，遭到巨大损失。因此，英国最先开始在这方面进行研究。现在，世界各国都重视防冲击理论的研究，并且付诸实施。

我国在 60~70 年代的舰艇，所用的电器设备大都是陆用（一般工业用）产品经防霉、防潮、防盐雾（即“三防”）处理后用到舰艇上的。使用后存在不少问题。例如某艇用舵机磁力站，其中所用的接触器是 CZ3-22/22TH，即为陆用加“三防”产品。在该艇打炮、4 台主机同时开动、主机突然倒车或刹车时常有误动作发生。严重影响舵机工作。在码头试用时舵机工作一般均正常，但当出航主机开动后，由于振动大，舵机常发生故障，因此在战斗时战士只得用人工操舵。BQ1 型电磁起动器由于船舶振动、主机车速突然变化以及发炮等原因引起误动作，造成被控泵停车时有发生。为使其运转，只得用人工办法顶住触头或用线扎紧动触头或静触头，使其强迫运行。据战士反映，JQL1 消防泵控制箱中的接触器在 6~7 级风浪中就发生误动作，使被控泵突然停车；有时由于舰艇本身打炮等原因，接触器衔铁释放，艇上只得派专人顶住接触器衔铁才能运行。

此类问题过去在舰船上经常发生。为此，必须采取一些特殊措施解决舰用电器的防冲击、振动问题。舰船电器受到强烈冲击时可能产生机械损伤或误动作两种主要后果。机械损伤通常使电器设备构件发生断裂或永久变形，如果损伤严重，不能继续完成其预定的功能，则认为电器设备因冲击而损坏。电器设备的误动作是指舰船受到冲击时导致电器设备功能显著变化，应该动作时不动作，不应该动作时反而动作，这是不允许的。“防冲击”这个概念不仅需要防止电器设备因冲击引起的机械损坏，而且需要电器设备在冲击期间和冲击后可靠动作，不产生误动作。

一般，按下列原则防止电器设备的机械损坏：

1. 尽可能减轻电器设备运动部件的重量，并尽量提高构件的强度；
2. 减小支承件刚度；
3. 电器设备构件应力分布均匀，避免应力集中；

4. 塑料、陶瓷零件应选用高强度材料。

防止误动作的原理主要有平衡、锁扣、延时和过死点机构等。平衡原理包括单轴平衡和多轴平衡。单轴平衡机构主要防止曲线加速度引起的误动作(一般情况下,舰船受到的冲击加速度均为线性加速度)。多轴平衡机构可防止旋转加速度引起的误动作,这种机构较为复杂。锁扣原理包括惯性锁扣、电磁锁扣和手动锁扣。惯性锁扣较为常用。

根据产品的具体结构选用合理的防冲击机构,可有效地达到防止冲击所引起的误动作。我们在设计 CJ914 系列舰用交流接触器时,根据选型方案:立体布置;磁系统在下方,触头系统在上方;铁芯为直动式,设计了独特的单轴平衡双杆防冲击机构。该机构由连杆和转盘等组成。为便于拆装,将其设计成一个独立的组件。

上述机构的防冲击原理为:

机构通过两根轴将连杆与接触器的两个可动铁芯相连,两根连杆上铆有短轴锁通过转盘互相制约,迫使两根连杆只能在同一平面内作上、下移动,即一根连杆的向上运动必然伴随另一根连杆相反的向下运动。当接触器受到由船体传递过去的冲击加速度时,根据作用力和反作用力原理,必有一个方向相反的惯性力作用于机构,驱使两根连杆作向上或向下运动。但由于防冲击机构本身的制约,两根连杆不可能同时向一个方向运动,从而有效地防止了接触器运动部件的误动作。

在舰船电器受到强烈冲击的情况下,除防止运动机构发生相对运动外,还必须保证动、静辅助触头本身不发生相对位移。一般的桥式辅助触头,其静触头为刚性固定在触头基座上。当受到冲击加速度时,总有一个惯性力驱使动触头与静触头分离。为了避免该现象发生,将 CJ914 系列辅助触头设计成弹性随动触头。其特点是:在惯性力作用下,其静触头与动触头一样,同时得到一个相对于触头基座的运动初速度,使两者同时移动,保持良好接触。

为了验证上述原理的正确性和设计的合理性。我们做了大量的试验验证工作。首先在实验室内按现行冲击、振动标准做了严格的试验,并安排南海某舰进行实弹射击试验,都得到了满意的结果。在南海 051 舰实弹射击试验时,将整个系列 5 个电流等级的试品分成三组,共 15 台试品分别安装在舰艇受冲击、振动最严重的部位(如深水炸弹发射管附近,中主炮基座下面)。根据经验丰富的舰艇指挥官意见,试验按严酷的条件进行。即三门主炮齐发(炮弹直径为 100 毫米),发射方向与舰船轴线成 90° ,仰角 46° ;深弹爆炸中心距船体 80 米左右(船体安全半径为 75 米),航速“前进 3”(19 海里/小时),定深 30 米。试品均经受了考验,无机械损坏和误动作。

为了考核接触器的耐久运行性能,又将全系列产品分别安装在南海某舰、广州海运局红旗 110 轮和上海海运局风华轮上运行半年,反映良好,运行正常。

(作者为第七〇四研究所三室高级工程师)

六十一、军油船惰性气体防爆系统的研制

沈 德 昌

以惰性气体保护油船货油舱的设想由来已久。鉴于这项技术比较复杂,加之对船来说,设置这一类防爆系统除了对油船的安全有所得益以外,在赢利上没有任何好处。却要增加一部份造价和维护、保养系统的费用。因此,该系统在油船上真正得到比较广泛的应用一直延迟至 60 年代。

60 年代末,有三条 20 万吨级以上的超级油船在不到一周的时间内相继发生爆炸,震惊了国际航运界,迫使人们调查失事原因并寻求对策。最终发现,最行之有效的货油舱防爆措施是在承运低闪点危险油品的油船上设置惰性气体防爆系统,用它提供的惰性气体置换货油舱内的含有一定浓度可燃气体的空气,使舱内在任何时候均处于一种惰性不可燃状态。为了尽可能杜绝这类会导致船毁人亡恶性爆炸事故,1974 年,国际海协颁布的国际海上人命安全公约(SOLAS 公约)及其 1978 年议定书将强制安装这类惰性气体防爆系统的油船吨位降低到 2 万吨级。目前公约已经生效,包括我国在内的所有国家的油船,只要其吨位在 2 万吨级以上都不得不遵循公约的规定,在船上设置惰性气体防爆系统。

船舶总公司第七〇四研究所以前曾先后为我国的几条大油船(其中包括单点系泊贮油船)研制过几套以锅炉烟气作气源的惰性烟气系统。也研制过独立式惰性气体发生装置的实验室样机。但以发生装置作气源装置的惰性气体防爆系统在国内首次用到船上并使之成为实用化的系统,是以我为主研制的《300 吨军用汽油船惰性气体防爆系统》。我国军用油船的吨位大部份都比较小,而且以往从来没在任何一条船上安装过惰性气体防爆系统。1982 年初,总后车船部为了使部队的运油船能更安全可靠地投入战备使用,决定在新造的一批载重量为 300 吨的汽油船的第一条上设置惰性气体防爆系统,并将此任务委托七〇四研究所承担。

以在炉膛内用低压空气雾化燃油、尽可能实现化学当量燃烧以烧却空气中的氧分产生惰性气体的装置,以前我们曾研制过一台实验室样机,也进行过鉴定。但是,此样机离能够装船实用尚有一定的距离,它采用的是一种砖衬炉膛,该炉膛无论在维护保养上,还是装置本身安全方面均不够完善。此外,由于样机的规格比实际需要大,也无法直接应用。由于汽油船除了吨位、可设置系统中装置、设备的舱容特别小以外,船的吃水非常浅,而且船上可供的动力电也与一般船不一样,采用交、直流两种电制(即白天由辅柴油发电机发电,晚上辅机停止工作靠蓄电池直流电供船上部份设备用电)。这无疑对同样需要满足国际公约及船检规范的惰性气体系统本身来说,增加了设计的难度及系统控制上的复杂程度。因此可以说,在吨位如此小的油船上设置惰性气体防爆系统不仅在军内、国内前所未见属于首创,即使在国际上迄今为止也没有先例。

载重量只有 300 吨的汽油船与按公约及规范要求设有惰性气体防爆系统的油船相比,只能算是一条微型油船。惰性气体防爆系统也是世界上最小的一套系统。“麻雀虽小,五脏俱全”,不仅大系统中所有的设备,从安装在机舱里的各种泵、风机、装置本体以及安装在甲板上的防止油气倒流的保安装置等到安装在控制室、泵舱乃至驾驶台的监控报警设备无一可简,相

反为了适应这条船吃水浅、两种电制的特定条件,我们研制的惰性气体发生装置还专门配备了一台排水泵抽除装置内的排水。为了便于控制液位,该排水泵设计成与给水泵同步启动及停止;防止油气倒流的保安装置——甲板水封则配备了交、直流交替自动切换启动的供水泵,以维持 24 小时连续供水;惰性气体发生装置的燃烧炉膛则采用结构独特的双层水夹套冷却,使装置燃烧炉膛的外壁温度严格控制在易于生成盐垢的临界结垢温度下。整个装置及系统的操作和维护保养十分简便,结构紧凑,而且可以自动运行。燃烧式惰性气体发生装置的台架试验及装船后整个系统的效用试验都验证了为 300 吨军用汽油船研制的超小型惰性气体防爆系统是一项成功的设计,填补了空白。

随着这条小型军用汽油船的服役,研制的惰性气体系统也正式投入了使用。部队多年的使用记录表明,无论燃烧式惰性气体发生装置还是整个惰性气体防爆系统都十分可靠,操作和保养也很简便,为该油船的安全使用提供了可靠的保证。部队反映,由于该油船安装了我们研制的这套新颖系统,指战员们感到有一种安全感。目前,他们不仅为自己部队运输战备用油,还积极地地方上运输危险油品,直接为该部队创造了收益,密切了军民关系。我们所研制的军油船惰性气体防爆系统,为部队的建设及新装备的开发作出了一定的贡献。

(作者为第七〇四研究所八室高级工程师)

六十二、军委副主席观看 417 单人水中运行器汇报表演

黄 孟 南

1974 年 8 月下旬,总参二部曲参谋专程来我所传达总部首长的指示,要我所 417 单人水中运行器研制组的有关同志去北京执行一项重要任务,需马上出发。当所领导通知我及其他 3 位同志时,曲参谋已为我们安排好了第二天去北京的机票。

翌日到了机场才知道与我们同行的还有沪东造船厂两位师傅。大家急于想知道这次去北京执行任务的背景情况,曲参谋便向我们介绍起情况来。原来,417 单人水中运行器研制成功后,总参二部决定在湛江组织沿海 6 大军区(即北京、沈阳、济南、南京、福州、广州)的两栖侦察队进行训练。为此,总部特向军委写了报告。当时主持军委日常工作的叶剑英副主席看了报告后指示总部,要先在北京亲自观看该侦察装备的表演,然后再审批这项训练计划,而且时间就在那几天。二部首长为确保汇报表演的成功,故特派曲参谋来上海把我们接去北京做好保障工作。听了曲参谋的这番介绍,我们顿时感到有点紧张,也意识到这是一项十分光荣的任务。

赴京后,我们和两栖侦察队调来的同志开始了紧张的准备工作的,十分仔细地反复检查了所有器材,并进行充电、试车及现场使用,确保设备万无一失。

汇报表演的地点安排在西山的一个游泳池,离我们驻地较远。所有装备检查完毕后,便由车接去那里配合部队作适应性训练。原估计,个把星期准能完成这项任务,但过了两天,负责汇报表演的现场指挥雍参谋却告诉我们,说叶副主席前两天刚离开北京去外地视察工作,需要一段时间才能回来,要我们在这段时间与部队同志一起抓紧训练。于是,我们每天上午下午两次

去现场进行训练。在这期间，雍参谋详细地向我们介绍这次汇报表演的科目，要求侦察员驾驶运行器潜入水中作定深定向航行，在10分钟内将预先布置在水下某一区域的水雷排除并带出水面。我们感到这是一次难度较大的表演。虽然游泳池范围不大，但潜入水下后要不断改变方向，这给侦察员搜索水下目标带来不少困难。侦察员们为了能以优良成绩向军委首长汇报，每天都认真训练，毫不松劲。

9月10日，我们接到通知，中央各机械工业部门的领导要来观看该装备的表演。9月12日，解放军各总部，各军兵种领导也来观看表演，其中有粟裕、张宗逊、张才干、钟赤兵等高级将领，每次表演都很成功。据情况判断，向叶副主席等军委首长作汇报表演的时间不会太久了。

9月18日，我们与往常一样去西山游泳池。到了现场，一看观礼台的布置却与往常不同，我们估计叶副主席要来观看汇报表演了。不出所料，雍参谋向我们透露了这一消息，说叶剑英、徐向前、聂荣臻等军委首长下午来观看装备表演，要我们抓紧时间，认真检查装备，做到万无一失。我们听到这一消息兴奋异常，立即紧张地行动起来。

下午两点多钟，总部首长首先来到现场。李达副总理作为汇报表演的现场总指挥认真地听取了准备工作的情况汇报。两点半钟左右，叶副主席来了。他神采奕奕，精神焕发，进入现场后，就兴冲冲地走到停放装备的池边仔细地观看装备。这时，雍参谋便上去向叶副主席汇报417单人水中运行器的各种性能，并一一解答了叶副主席的问题。过了不久，徐向前、聂荣臻两位老帅先后来到现场。叶副主席与徐、聂两位副主席相互间亲切问候后便在观礼台上就座。按计划，两点三刻开始表演，但作为当时副主席的王洪文还迟迟未到，致使表演未能准时开始，直到三点左右王洪文才匆匆赶到。

李达副总理请示叶副主席后，汇报表演便开始了。全付武装的侦察员接到执行任务的命令便立即起动运行器，一跃而上，迅速潜入水下。顿时，场上一片肃静，人们的眼睛不约而同地投向水面，但水面显得十分平静，什么也见不到，大家还是一个劲地在搜索着，一分钟，二分钟……。这时，叶副主席离开了座位，在游泳池边来回地走动。仔细观察水面，看是否留下运行器在水下运行的痕迹。突然，侦察员驾驶着运行器冒出了水面，手中高高地举起被排除的水雷徐徐地向观礼台驶去。这时，全场顿时活跃起来，几位副主席脸上露出了满意的微笑，我们也为汇报表演的成功欢欣喜悦。

侦察员上岸后不久，雍参谋通知我们，说叶副主席要接见我们参加汇报表演的同志。在雍参谋的引导下，我们来到观礼台。叶副主席满面笑容地从座位上站起来，与我们一一握手，并指示说：“初步成功，继续努力”。尔后，叶副主席对着徐、聂两位副主席说：“你们两位副主席也与大家见见面啊！”这时，徐聂两位老帅也从座位上站起来与我们握手。

当天晚上，总部首长设便宴招待我们，庆贺汇报表演的成功。席间，雍参谋告诉我们，叶副主席当场批准了417单人水中运行器的训练计划，还通知我们作好准备，参加11月在湛江的训练。

（作者为第七〇四研究所四室高级工程师）

六十三、YSCZ 新一代舰船油污水分离装置

卓 诚 裕

油污染作为环境公害之一,早已引起国际社会的关注。舰船产生的油性污水是水域油污染的主要污染源之一,联合国海事组织(IMO)自1954年起就已制订了防止船舶造成污染的国际公约。到70年代,对船舶排污的限制越来越严,著名的73/78国际防污染公约,已经成为各国设计、建造舰船所必须遵循的法规之一,研制新一代的舰船油污水分离装置成了当务之急。据此,从1974年开始研制船用油污水分离装置的七〇四所,通过对大容量油污水分离装置的研制,积累了一定的经验,于1976年会同船检局上海分局、上海港务监督、上海远洋运输公司等单位,提出了研制舱底油污水处理装置的研究课题,于1979年5月10日至13日在上海通过了科研样机的鉴定。被誉为油污水处理技术重大突破的这种新型分离装置在我国首次研制成功,对于推动IMO73/78国际防污公约在我国的实施,满足舰船防污染设备的配套急需,提供了有力的保障,对保护我国的水域和海洋环境具有重要的意义。

自1979年11月起,首次装有YSCZ型新一代油污水分离装置(以下简称分离装置)的上海远洋运输公司淮安轮远航朝鲜、香港、新加坡、马来西亚等地区和国家港口试用成功,揭开了我国研制的油污水分离装置在各类舰船上装船使用的序幕。紧接我国建造的大批舰船(大型登陆舰、油船、油水补给船、航标船等军辅船;猎潜艇、护卫舰、导弹驱逐舰等战斗舰艇;出口舰船、出访舰船和远洋考察舰船等)都相继装设YSCZ型油污水分离装置。该装置成了我国最早装舰使用的船舶防污染设备。它为我国舰船出访成功,为我国船舶首次南极考察成功作出了应有的贡献。远涉重洋南极考察主船的使用表明,新一代分离装置性能良好,工作可靠、受到船员的欢迎。

1980年,YSCZ型新一代分离装置又首开我国船舶辅机单机出口的记录,首次销往香港地区,继后又进入新加坡市场,为国家创汇十多万美元。同年,上海船厂为罗马尼亚建4艘拖轮又首次采用这种装置,开创了出口船采用国产船用防污染设备的先例,几年来已为国家节汇近500万美元。

1984年2月,YSCZ型分离装置率先被列为符合73/78国际防污染公约的船用防污染设备,由联合国海事组织(IMO)通函世界各国予以公认,成为我国第一个被国际公认的船用防污染设备。1986年10月又被国家专利局授予专利权,成为我国最早取得专利权船舶防污染设备之一。

YSCZ型油污水分离装置的关键元件—金属网分油元件是该装置取得成功的主要秘诀。在国际上首创的网状分油元件,以其独特的良好分油性能和长期工作的稳定性使其进入国际先进水平的行列。1981年参加国际海事展览会的美国著名的生产油水分离器厂家B Butterworth公司代表,在听取论文报告和观看试验室样机表演后惊呼:“美国的油水分离器无法进入中国的市场!”

YSCZ型新一代舰船油污水分离装置先后荣获国防工办重大科研成果贰等奖;省、部优质产品奖;国家银质奖;国家经委优秀科技成果奖。面对这些奖状、成绩使我不会忘记当年顶风冒

雨的上舰调研,试验室里甜酸苦辣、赤日炎炎的上舰调试等日日夜夜,更不会忘记各协作单位为分离装置的研制成功所作出的积极贡献。

上海港务监督的贡年宝,上海远洋运输公司的郑伟、施漱龙、周建宗等和我们一起奔走于各类舰船,为研究工作提供大量的国外先进分离装置的资料,为确定研究工作的技术路线、技术方案及分油元件的筛选提供了科学的依据;船舶检验局上海分局的文馨奋、董守廉、陈学顺、尹家庆等为确保分离装置的性能符合 73/78 公约的规定和实船使用提出了不少有益的意见和建议。(对分离装置进行长期的倾斜和通油 25% 的长期连续试验这一至关重要的建议就是由文馨奋提出的。)正是作了这种严格的试验,为分离装置在实船使用中能长期稳定可靠运行创造了条件;于 1977 年参加本项目研制的上海海洋渔业公司,派出了以黄建和同志为首的试制、试验、按装工作队伍,前后达 20 多人,工作达半年之久,为确保试验成功作出了重要的贡献;上海远洋运输公司的郑伟专门提供了配套泵的实物,使分离装置如虎添翼,并以极大的自信心,毅然决定将科研样机首次装船远航使用,为分离装置的最后成功奠定了坚实的基础,又为分离装置的推广、使用开辟了道路。回忆起当时能敢于将样机装于远洋船试用,这需要多大的自信心呵!这种高度的负责精神,这种敢担风险的无私精神,作为课题负责人的我永生难忘。正是由于各协作单位的通力协作、精心培育才使这棵新苗茁壮成长,取得今天这样的成绩。当然我还要感谢那些为这棵新苗的出土、成长作出贡献的许许多多付出血汗的工人、管理人员和各级领导。但愿我们能永远牢记这一经验,为科研百花园的盛开出新的贡献。

(作者为第七〇四研究所四室主任、高级工程师)

六十四, CYSC 型船用油水分离器研制的回忆

殷 叶 龙

从 1982 年起,国家先后颁布了有关“海洋环境保护”、“水污染防治”和“防止船舶污染海域”的法规和管理条例。接着,军委也颁发了《军港和舰船防治污染管理条例》。1984 年,海军下达了关于现役舰船加装防污设备论证的通知,并决定对 15 型现役舰船加装防污的油水分离设备进行选型论证。我厂接到这一任务后,立即组织人员从事调研论证。鉴于当时我国各厂家生产的全过滤式油水分离器均不能满足舰船加装的要求,为了尽快研制出合乎要求的油水分离设备,当年,我厂曾与西德 HDW、RWO 等厂商洽谈,走合作生产和技术引进的途径,但终因外商要价太高、关键零部件的专利权不肯转让而告吹。

在此情况下,我开始收集整理国内外有关资料,经进一步调研和论证后,认为国内完全有条件有能力自动研制新一代船用油水分离器。据此,我主动向工厂领导打报告,提出本人愿意以承包的方式承担该项设备的设计研制工作,力争在最短时间内拿出成果。厂部对我的要求给予了很大的支持和帮助。一个以我为主管主任设计的研制试制小组很快地成立起来了。

经过研制小组全体同志们共同努力,在不到半年的时间里,研制完成了具有 80 年代先进水平的 CYSC-0.5 型油水分离器样机。样机在中国船检局验船师、厂质量检验部门的监督下,按国际海协 IMO 有关规范进行了两次持续 300 小时以上的可靠性试验。同时,还按照规范要求,进行了粗粒化元件的各种试验。通过试验证明,各项指标均达到设计要求,有些性能还超

过了国外同类设备。得到中国船检局的型式认可证书。在此基础上,我们又设计研制了7种不同规格的油水分离器,形成系列化产品,并按IMO规范要求,通过了各种试验,得到中国船检局的认可和国际IMO的认可通报。

海军的主管部门对我厂在短期内自行研制完成的第二代CYSC型系列油水分离器极为关注,并组织东海Y756舰进行了为期一年多的实船使用考核试验,取得了良好的效果。1985年6月,海军选型论证组在国营绿洲机器厂召开了舰船加装油水分离器的现场观摩会。代表们在工厂试验室观看了现场试验,对我厂为海军舰船加装防污设备作出的积极努力表示满意,一致认为我厂自行研制的CYSC系列油水分离器具有国内80年代先进水平,完全可满足海军舰船的使用要求,并确定该系列产品可作为目前海军舰船加装的定点产品。1985年10月19日,中国造船工程学会修船技术学术委员会组织的10人专家小组在“关于十五型海军现役舰船加装防污染设备选型方案论证”会上给予了确认。1986年至1987年间,海军装备修理部先后在我厂订购了60余台不同规格的CYSC型油水分离器,提供海军舰船使用。

为了进一步确保油水分离器的使用可靠性,便于海军战士在舰船多吸干头情况下的操作和管理,我们在海军东海研究室、驻厂军代表室的大力支持和帮助下,于1987年共同研制完成了油水分离器自动化辅助系统“舰船多吸干头自动控制系统”,从而得到国家专利(专利号为87211379),填补了我国舰船在多吸干头情况下自动化工作的空白。

现在,我厂生产的CYSC型系列油水分离器,不但使用在军舰上,还大批量应用在各种民用船舶上。1986年至1987年,该产品已批量生产了300多台,其中出口东南亚80余台,是我国目前唯一批量出口的防污染设备。该系列产品荣获1987年中国船舶工业总公司部优质产品称号。

(作者为国营绿洲机器厂工程师)

六十五、舰船生活污水处理装置的研制

张 百 祁

1973年,世界上第一次颁布了《国际防止船舶造成污染公约》。由于该公约只规定了一些原则的条款,没有制定详细的实施细则,故没有引起世界上多数人的重视,因而也迟迟得不到正式通过。

经常在图书馆资料室翻阅外国杂志的一些技术人中,从中发现了一些苗头,议论起是否要开发一项新的专业的设想。1976年,由卢英副主任正式召集几个人立题进行研究。我就是其中之一。

这个新专业是跨于船舶与污水处理两个专业之间的边缘学科。我们这些从事舰船特种辅助设备的专业人员对污水处理比较陌生,好在这以前有一些从事舰艇海水淡化和净水处理的基础,加上又去同济大学旁听进修了这门课程,所以较快地进入了“角色”,开始干了起来。首先是广泛收集资料,然后择其中22篇有参考价值的文献翻译整理成册,于1978年出版。是年,国际海协也将1973年的公约进一步推进实施(即现时通称的73/78公约及议定书)。我国远洋船舶停靠国外港口,因任意排放污水频频受罚的消息不时传来。世界上各国厂商研制成

功的各种舰船污水处理装置也纷纷出现。我国第一台舰船用再循环式生活污水处理装置样机的蓝图也初次问世。

不管是什么专业,对于一个科技人员来说,总是非常认真地去看待的。而有些人就不会这样理解,蛮像样的工程师怎么整天摆弄起粪便污水来?这有什么研究头的!实验室里,显微镜下,专心致志地观看细菌。样机试验室内建造了专用厕所,样机柜上开了一个很大的玻璃窗,细心地观察粉碎粒度,生化处理效果,整天整天地琢磨。突然一根污水管爆裂了,洒得周围的人一头一身。样机装到船上后跟船调试、加药、取样测试……。经过非常严格和完整的研制程序,终于通过了技术鉴定,进入了批量投产。为什么大家会这样如醉如痴地去做,我想,因为大家都把舰艇生活污水处理看成是一门科学。

1979年,我随船舶总公司组织的污水污物处理考察团到英国和欧州去考察,一连走了20几家公司,大开眼界。这在当时还是很稀罕的事。回来后,当然非常兴奋,但当我拿起笔要设计自己的装置时就犹豫起来。国外一家公司生产一种型号一种原理的设备,都说自己的好。我们呢?搞什么型式?这就要充分论证分析。国外有专用的实验室,精良的设备;有较好的工业基础,大部分配件都有市购品。在我国,则应从部件研究开始,还要建试验室。这样虽然花了不少外围战的精力,但一个扎实的研究基地终于出现了。

我是有一点“野心”的,要么不搞,要搞就要像样地搞,要成为这个专业的权威,要占领这个专业。国外一个公司搞一种型式,我们对几种基本的型式都要搞,从再循环式、物化法、生化法、单人集成、贮存柜、粉碎稀释到真空系统等样样尝试过了。因为我国是海洋国家,有众多的船队,一种型式的装置不能满足五花八门的要求,也就谈不上占领整个航运界。当然,其他单位也要搞这个专业,从目前来看,国内80%的装置是由七〇四所开发的,占领是达到了,是不是权威还要公众来评论。

1982年,装有所开发的生活污水处理装置的军辅船,向阳红09轮、实验3号轮试航归来;1985年J121船出访考察南极洲。补给船、运输船、油水船都成功了。1986年,远望1号和远望2号考察太平洋经受了考验,战斗舰艇也开始安装。这些消息都使我们非常兴奋,也使我非常紧张,简直对这突如其来的“上升期”有些措手不及。尽管这样,为了生存,为了发展,我们又从船上走到陆上,承接了约10项陆用工业废水处理工程和10余项陆用宾馆生活污水处理装置的设计任务。队伍在扩大,专业在延伸,也为所内创造了较多的收益。

回顾10余年来的历程,甜酸苦辣都尝过,值得总结经验教训的有以下几点:

1. 在开始阶段并不急于设计样机,而是广泛收集资料,调查研究,分析论证,然后才能找到正确的技术途径。

2. 重视部套件的研究,由部件到整体,由外围到核心,层层攻克关键。

3. 坚持实验室的试验,问题逐一解决,不急于装船,避免问题成堆无法解决。

4. 人员要精、要再学习。领导要有远见,舍得投资。

5. 要取得上级支持及外界的舆论赞同。

(作者为第七〇四研究所副总工程师、研究员级高级工程师)

主要研制单位简史

一、七〇四所研制舰艇特辅机简史

一、概况

第七〇四研究所是专门从事舰船辅助机电设备和特种装置的研究所。位于上海市衡山路10号。现有职工1580余人,其中高级工程师180余人,工程师与助理工程师770余人。它的前身是1956年建立的第四产品设计室,后经1961年改建为七〇四所,至今已有30多年历史。

30多年来,七〇四所一直服务于海军装备建设和船舶制造行业,前后为150多型舰艇和军辅民船设计研制了约2100多项配套设备,其中有290多项研究成果达到国内先进水平,170多项分别获得国家、部(委)和省市级的科技成果奖。通过多年的科研实践和各项业务建设,所内已建有8个专业研究室,形成以航行锚泊设备、辅助动力设备、舱室环境控制设备、生活保障设备、防污染设备、安全保护设备、以及液压、电气等各类基础机电设备和配件为主体的门类比较齐全的研究设计体系。此外,还设有试验检测中心、实验工厂、情报资料室和印刷厂,建立了28个专业试验室和船用环境条件试验室,可为各类舰船设备样机进行模拟气候环境与机械环境条件的全性能试验,保证了全所各专业技术的更新发展。

二、组织机构和工作任务的变化

七〇四所前身是第四产品设计室,隶属船舶工业管理局领导,于1956年在第一产品设计室的综合科和第二产品设计室的通用机械组、蒸汽动力组、内燃机组、机械工艺组、电机组和管系组等技术力量的基础上组建成立。建室初期职工200余人,1960年达到660余人。该室设有重型柴油机、中小型动力机、锅炉及热交换器、甲板机械、舱室机械、特种机械及船用电气、舾装和管系附件等专业科组。其主要任务是配合军用舰艇的转让制造和民用船舶的发展,承担船用机电设备和配件的设计及中国化工作;同时,又作为行业标准化工作的中心机构在船舶工业管理局领导下,为局管范围的船舶标准化进行具体的组织管理和标准化业务指导。

1961年7月,第四产品设计室经改编组建,划出主动力专业,保留特辅机电设备专业,正式成立第四研究所,成为第七研究院下属的舰船特辅机电设备研究所。首任所长王星朗,党委书记傅必福,总工程师曾超群。建所初期设有特种机械、舱室辅机、电气和标准设备4个研究室和1个实验工厂(它于1960年由第四产品设计室建立)。随着事业的发展,技术力量不断壮大,试验手段得到加强,研究设计的领域也日益有所扩展。1963~1965年,以七〇〇五工程为重点,陆续兴建了13个专业试验室和5个船用条件试验室;1964年,从特种机械室内分出甲板机械室;同年又建立了情报资料室和协调管理各试验室工作的综合试验站。1978年前后,标准设备研究室新开辟出海上航行补给、直升机着舰,生活污水处理、油污水处理、废物焚烧和防爆灭火等一批新的专业研究阵地,专业结构也作了相应调整。与此同时,又集中了几个研究室液压专业的研究人员,新建了液压元件研究室。综合试验站继1978年新建了一座大型综合性试验车间以后,又改造了船用环境条件试验室,其它专业试验室的试验设施也陆续有所增补完善。1986年,根据七院决定,试验站的环境条件试验部分与七院标准化研究室合并,组成中国舰船研究院环境条件、标准化研究检测中心。至1989年全所已有8个专业研究室及实验工厂、情报资料室、印刷厂和标准化试验检测中心,形成一所以机电技术为中心的多专业、多功能综合性的研究设计机构。

三、研究设计工作阶段

1956~1988年,大致可分为四个阶段:

1. 初期的自行设计和仿制工作

第四产品设计室成立初期,承接主要内河和沿海运输船舶的机电设备的设计,如:1500马力和2400马力的往复蒸汽机动力装置、锅炉与热交换设备以及各种蒸汽甲板机械和舱室机械设备。随后,又开发了2200马力和8800马力船用柴油机,并设计了一批电力驱动的甲板机械和舱室机械设备。在此期间,着重进行了《六四协定》五型舰艇的设备中国化工作及《二四协定》部分舰艇设备的仿制准备。

2. 仿制为主,向自行研制过渡

七〇四所成立后,在七院领导下,全面贯彻“军民结合,以军为主”的方针,从“仿制入手”,深入学习和消化苏联技术,完成《二四协定》舰艇的设备仿制,重点保证6621和6633两型舰艇的建造。自1961年起组织力量全面整理《六四协定》和《二四协定》引进的200余套辅助机电设备的图纸和文件,5万余份通用件图纸以及大量的苏联造船工业的专业标准和产品技术条件。在消化引进技术资料的基础上,更正原图的错差,补齐缺漏的图纸文件,并结合我国的材料供应状况和生产工艺条件,进一步形成适合我国工厂施工的中国化资料。对于只有设备实物而未引进图纸资料的辅机,则通过试验和测绘取得有关的性能数据和结构资料,然后开展中国化设计。其间编制了《船舶通用图纸总目录》共17分册(含设备总图11904份)、《船舶机电成套设备图纸资料目录》共5分册(含125台机组与器件),初步达到设备与器件的齐装配套。于此,还配合3种高压压气机、8种型式的电动水泵风机、直流电机电器、20多个品种规格的仪器仪表、几百个品种规格的管系附件的仿制,还为万吨轮等各类民用船舶设计配套了各种设备装置。同时,各专业也为自行设计新舰船做了一些先期技术开发和准备。

3. 以工程型号带设备研制

1966年开始,09核潜艇、051导弹驱逐舰先后上马。1967年,718三船研制工程亦经中央军委批准实施。七〇四所同七院各所一样,同步进入了自行研制的新时期。该所围绕这些工程项目和后来国家陆续下达的军民品任务,以“工程型号带设备”的原则,先后完成了近800项新设备和各项附属装置的研制任务。其中,09共361项,051共215项,718共85项,万吨远洋货船共88项。这一阶段,各专业均取得了重要的技术进步,填补了蒸汽动力装置配套辅机的技术空白,扩大了泵、风机、压缩机、供热换热设备、管系附件、舾装设备和配件的品种规格;新开发了减摇稳定、特种推进、制冷空调、消声减振、输弹机械等机械设备;实现了操舵锚泊和起重拖曳机械的液压化,电站自动化和电气设备的交流化。通过实践不仅为海军装备建设提供了众多的技术装备,更重要的是锻炼提高了队伍的素质和水平,充实了科研手段,为后来的研究设计工作的进一步提高,打下了较坚实的基础。

4. 科研先行和技术开发

从70年代中期开始,辅助机电设备的研究设计,总体上逐步转入“科研先行”轨道。按照先研制样机或关键部件试验后,再作产品施工设计的正常程序开展工作。近10多年来,根据舰船技术的发展需要,先后安排的预研课题已逾180多项。这批预研项目的实施,相继开发了具有较高性能的油污水处理、生活污水处理、废物焚烧炉等环境保护与防污染技术,以及独立式惰性气体系统;改进提高了泵、风机、电机、电器、阀件等基础机电设备的技术性能;增进改善了调距桨、空压机、各种液压泵、液压马达和一批液压控制系统的基础阀件的工作特性;在开发新技术应用的基础上,拓宽了数字阀、二通插装阀和伺服阀的应用领域,发展了新一代的具有微机

集控式的非收放式减摇鳍装置;研制了半封闭螺杆制冷机组、集中式高性能空调装置、射流闪发式海水淡化装置、耐火救生设备以及有特殊要求的导弹电源、声呐储能电源装置等一批新设备;突破了高架索横向补给与接受装置和弹鼓式自供弹系统的技术关键;随着近代控制技术的发展,在应用微机控制技术、舰船电站自动化和机舱巡回检测监控技术方面,均已步入实际应用,取得明显的成绩。这一时期还引进了 10 多项船用辅助机电设备的新技术和大量的国外先进标准,对于舰用设备的改进提高和开拓创新提供了很好的借鉴。其中有些设备,如强制循环水管锅炉已经用于新研制的 052 舰上。通过一批批预研项目的研究,不仅拓展了技术的更新换代,而且在应用新实验技术、采用计算机辅助设计和仿真研究等方面也取得一部份较好的成效,具有了组织多学科多专业完成大型综合性研究项目的经验,标志所的部分技术工作已开始踏上新起点,从传统的经验型向近代的科学实验型转变。

四、科技工作的改革

1979 年以来,七〇四所贯彻执行“科学技术必须面向经济建设”的指导方针和军工科研单位向军民结合型体制转变的要求,结合自身实际情况,逐步实行了所长负责制、有偿合同制的全经济自主和“一业为主,多种经营”,加速了从单纯科研型向科研经营型的转变。近 10 年来,在积极开展第二代国内自行研制舰艇装备的同时,不断加强技术储备,学习引进先进技术,为加速舰船辅助机电设备的升级换代,为发展更新一代的产品打基础,上水平;通过灵活多样的形式,加强了与社会的横向联系,扩大了业务领域,开拓了技术市场,逐步形成跨地区、跨部门、跨行业的立体网络;在对内搞活的同时,还加强了对外联系与技术交流,先后与 30 多个国家和地区的 100 多家公司企业建立了业务联系,有 3 家外国公司在上海设立了技术服务站。

科技工作的改革,开辟了一条新的战线,将七〇四所的工作推向了新时期。深刻地改变了过去封闭单一的工作程式,扩展了科技工作的视野和服务面。运用新的形式和方法,经过两条战线的互相渗透转化,舰船设备的科学研究事业可望提升到一个新的更高的层面。

二、七一九所研制潜艇特辅机简史

在早期的技术引进仿制阶段,潜艇用的主要特辅机均为进口,设计部门亦以仿制为主要方法配合潜艇建造和配置设备的制造。

1965 年在七〇一所二室的基础上组建七一九所。该所船用机械系统室设有潜艇装置组,主要从事升降装置、舵、锚机等专门设备的自行设计工作。该组人员 10~18 人。

核潜艇升降装置包括:大功率短波超快速通信升降无线电天线及其升降装置,搜索雷达、侦察雷达升降装置,通气状态用空气筒和废气筒升降装置,1.8 米无线电天线升降装置,潜望镜升降液压机等。

除大功率短波超快速通信天线及其升降装置外,其余升降装置基本上是参考 6633 艇和 6631 艇的升降装置设计的。武汉船用机械厂在建厂和制造中已考虑了这些装置的特点,故没有遇到什么关键性技术问题。瞬间大功率短波单边带超快速通信系统早于 1958 年已列为国家重点工程项目,1965 年〇九工程上马后,解决该通信系统在艇上的运用已成为比较突出的重大技术问题,鉴于七一九所对潜艇总体的特点较为熟悉,为此提出的可伸缩 6 米鞭状天线方案,具有较好的电气性能和结构较为容易实现的优点。同时成立的天线研究设计小组由七一九

所任组长。并承担了首艇的 900 号天线及其升降装置的设计任务。通过论证和探讨,设计了液压升起与钢索下降传动方案的可伸缩天线及其配套的升降装置。首先在武汉船用机械厂进行了模型样机的试制,解决了原理可行性及耐高压电气绝缘等技术关键,随后再完成正样的研制。为了控制通信天线的高度。专门设置了一套升降程序控制系统和室内观察天线高度的指示器。后来,七二二所又在该天线的基础上设计研制了 8 米全液压伸缩式天线,通过试验和鉴定取代了原 6 米可伸缩天线。该天线及其升降装置的设计研制是成功的,不仅在潜艇上使用良好,同时也为水面舰艇通信系统提供了重要技术装备。1976 年~1980 年间完成了 331 卫星通讯天线升降装置的研制任务,保证了导弹核潜艇及时参加我国第一期卫星通信工程的试验和使用。成为我国第一艘战斗舰艇使用卫星通信手段。该升降装置荣获国防科工委科技成果四等奖。

从事舵装置研究设计的专业人员有 3~4 人。舵装置包括方向舵和首、尾升降舵装置。由于核潜艇的排水量大。水下航速高和机动性要求高等特点,1965 年 12 月,七一九所与七〇四所提出了独立式和全船液压传动舵的方案。该任务原先下达给七〇四所。经一段工作后,一致认为该舵装置系统与潜艇总体设计的联系比较密切,是一项特殊的装置设计任务。为此明确,这项设计工作乃由七一九所主持为宜,负责装置的设计、校审和计划进度的安排,七〇四所则参加研制阶段的工作。

潜艇上采用指挥室围壳舵在我国潜艇史上尚属首次。该舵和其它舵装置在实艇的使用要求中得到了考验。

1965 年底,七一九所和七〇四所分别做出 09 艇用起锚绞盘装置的方案。1966 年方案审查会议决定,采用行星齿轮减速传动的电动起锚绞盘装置。由七一九所担任此项设计任务,武汉船用机械厂负责制造。

此后,由于 09-2 艇总体设计的需要,又进行了潜艇双作用伸缩式潜望镜升降液压机的设计研制。该机用于星光导航和对空潜望镜的升降装置,具有更大升起重量能力和更大的潜望力,并获得国防科工委科技成果四等奖。通过实船多年使用,性能良好。

此后,还设计 09-2 艇通气管用空气筒升降装置。

除以上特辅机外,七一九所还设计了厨房残渣抛出装置和气幕弹发射装置、鱼雷装载装置、轴系和尾轴管以及密封装置。还与其它研究设计单位和工厂共同研制了高压液压螺杆泵、50 万大卡/时全封闭离心式制冷机组、8000 大卡/时冷藏装置、泡沫灭火设备以及滑油泵和排盐泵等设备。

鉴于潜艇总体要求,四室还设计了核潜艇电站电力系统,它包括汽轮发电机组和主变流机组的控制屏和主配电板及电气控制台。该项目 1978 年获全国科学大会奖。在此期间,还设计了 30 千瓦中频机组,采用了可控硅晶体管控制,精度较高。1980 年获国防科工委科研成果三等奖。

早在 1961 年,原七〇一所二室根据军事医学研究所的要求设计了潜水加压水仓,并由大连造船厂建造。后来,国外成功地实现了快速漂浮脱险方法,1977 年七院下达了关于潜水加压仓的改装设计任务给七一九所,要求在原潜水加压水仓的基础上改装可供快速漂浮用的调压筒,以便从事不减压快速漂浮出艇脱险方法的试验和研究,1987 年完成了改装施工设计。1985 年海军医学研究所成功地进行了 60 米深度经鱼雷发射管快速上浮人体模拟试验。

根据科研先行的原则,按照先研制样机,后设计装艇产品的正常程序,七一九所又进行了

外置式升降装置的研制工作。1979年正式开题;并被列为七院院管重点课题;1982年在武汉船用机械厂的协助下完成了样机试制;同年完成了试验台架试验。1983年由七院主持通过了技术鉴定,1984年获七院科技成果二等奖。

三、七〇八研究所研制特辅机简史

七〇八所是我国船舶工业系统规模最大、历史最悠久的舰船及海洋工程设计研究所。

全所职工1800人,其中高级工程师和工程师1000多人,各种专业20多个,配置相当齐全。该所自1978年开放以来,不但同国内,而且同国外近30个国家和地区的造船界、航运界以及科研机构、船级社、院校厂商建立了友好合作关系。

1950~1985年间,共完成各类舰船产品和海洋工程研究设计720多型,其中各类舰艇和军辅船近300型。先后建成交付使用的产品为460多型,占设计型号总数的65%,其中军品和民品差不多各占一半。同时还完成200多项课题研究工作。科研设计成果荣获国家级科技进步奖、国家发明奖、全国科学大会奖以及省部级奖等共有150多项,其中有国家级科技进步特等奖2项和一等奖3项。

结合各类舰艇和军辅船研制的需要,还进行了近50项军用特辅机的研究设计工作,如各种液压锚机、液压马达、折臂式起重机、绞车、高速喷水推进泵、倒车装置液压系统、加压舱、布雷机、运雷装置、登陆长吊桥和工作艇快速脱挂钩装置等。其中获得国家发明奖以及部级奖励的有9项,占项目总数约五分之一。

工作艇快速脱挂钩装置为风浪区作业艇成功地解决了吊放这一大难题,使用方便可靠,是国内首创。获得了国家三等发明奖。560千牛折臂式电动液压起重机是925型远洋打捞救生船的一项主要设备,用来完成七一八工程规定的水面吊放和打捞任务,并担任三级援潜任务中的深潜救生和救生钟的起吊回收以及重件吊运作业。在我国首次向南太平洋海域发射运载火箭试验中,在1983年进行救生钟海上试验中,在1984年冬季J121船与向阳红10号船一起参加我国首次南极考察中,该起重机均成功地发挥了重要作用。经过长期使用,证明该机性能良好,达到了国际先进水平,迄今为止,仍是国内海洋工程军辅船用于风浪条件下作业的起重量最大的起重机。1980年获得七一八、〇九工程科研成果四等奖。

072型大型登陆舰长吊桥设计采用液压双节折迭式结构,先进可靠,操纵灵活,提高了登陆退滩性能,减少了阻力,提高了航速。该设计是国内首创,达到国际先进水平。1979年获得国防工办重大技术改进成果二等奖。

1200马力喷水推进轴流泵,是供982 I型高速滑翔艇用,1980年研制成功。鉴定会认为该泵超过了国内喷水推进泵的先进水平,接近国际水平。这样大功率的船用轴流式喷水推进泵为国内首创,1980年荣获国防工办重要科技成果二等奖。

四、七〇一所研制舰艇特辅机简史

第七〇一研究所是担负海军水面战斗舰艇和常规潜艇总体研究设计任务的科研机构。

1961年6月,以海军原第一研究所设计部分、三机部船舶产品设计院的三室、六室、七室、八室为基础组建成国防部第七研究院第一研究所,即七〇一所。1965年属六机部领导,1982年

改属船舶工业总公司。全所现有职工 1450 人,其中高级工程师 222 名,工程师 488 名。

七〇一所建立后,进行并完成了《二四协定》各军用舰艇转让制造的技术归口工作。1963 年起,先后转入导弹快艇、鱼雷快艇、高速炮艇、驱逐舰、护卫舰、反潜护卫艇、常规潜艇等多型舰艇的自行设计研究工作。其中有 29 项科研成果获国家级奖励,54 项获部、省级奖励,为海军武器装备的现代化建设作出了重要贡献。目前,已在从事新一代驱逐舰、新型常规潜艇等舰艇的研究设计,并为军贸出口,包括为国外设计研究一些新型舰艇。

七〇一所作为舰艇总体研究所在特辅机研制工作中的作用,主要有两个方面。一是从总体、系统的角度上负责特辅机配套的完整性、性能和接口的协调性以及装舰的正确性;二是参与部分特辅机的具体研制工作。

在舰艇仿制阶段,七〇一所承担了部分设备试制中的技术问题处理,此后又组织图纸中国化工作。如 6633 潜艇舵装置的应急电动舵机、艏升降舵收推转舵机构、锚装置的电动绞盘、通气管和潜望镜升降装置等。

在转入舰艇自行研究设计之后,七〇一所全面担负起舰艇特辅机装置的选型配套。根据舰艇战术性能要求,对系统组成中的特辅机提出配置方案,着手编制特辅机的研制要求或研制委托任务书。在对国内外资料进行大量调研基础上,确定研制可行性,同时从系统角度确定该特辅机的功能要求、性能指标、装舰要素、接口关系等一系列研制基本参数。在设备研制过程中,七〇一所还要不断进行协调,直至设备研制成功,装舰试验并交付部队正常使用。以 051 型驱逐舰一个动力系统为例,该系统除主机、主锅炉等主设备外,共有较大型的汽轮辅机 7 种 18 台,电动辅机 11 种 24 台以柴油发电机组、燃气轮机消防泵、辅锅炉等辅助机械 21 种 48 台,其中还未包括各种热交换器和调节阀件等较小的设备。通过舰总体研究设计及设备研制单位的共同努力,才使如此复杂的系统配套成龙,满足舰总体性能的要求。此外,七〇一所还承担了部分装置的研究设计。如 035 型潜艇 925G 雷达升降装置、通气管升降装置,方向舵实施压机等。

根据所内按舰种分室的组织状况,从事上述工作的专业科、组分属于各产品研究室的组成。

五、四六一厂生产舰艇特辅机简史

武汉船用机械厂隶属中国船舶工业总公司领导,主要生产舰船用的各种甲板机械和特种辅助机械设备。

1956 年 5 月,第一机械工业部第九局决定:将第一个五年计划的 156 个重点项目中的 531 厂的特机车间和电焊条车间分别独立建厂。1958 年又决定将这两个厂合并建设,定名为武汉船用特种机械厂。为此成立武汉新厂联合筹备处,统筹武汉船用特种机械厂和铸锻中心厂的基本建设,定址武汉市青山区戚河湾。1961 年 5 月 23 日,九局通知撤销武汉新厂联合筹备处,将武汉船用特种机械厂和铸锻中心厂合并为武汉船用机械厂,代号四六一厂。工厂现有职工 4365 人,固定资产原值 7994.6 余万元,机械加工设备 600 余台,厂区 64.25 万平方米。

武汉船用机械厂自 1962 年陆续投产以来,生产纲领几经变化,形成了品种多、批量小、难度大的生产特点。在 7 大类 125 种主要特机产品的生产过程中,广大职工克服困难,勇于攻关,为海军建设作出了较大的贡献。

1980 年 9 月 10 日和 1981 年 5 月 15 日,工厂分别从日本国石川岛播磨重工业株式会社

(IHI)和川崎重工业株式会社(KHI)引进了 IHI 全系列液压甲板机械, KHI 两个系列电动液压舵机的制造技术。其后又与日本国神户制钢、法国 BLM、瑞典卡美瓦等公司开展许可证贸易, 形成了巨大的船用产品生产能力。

武汉船用机械厂在军工产品生产中, 由单件产品发展到整舰(艇)配套产品。6633 潜艇是第一个艇型, 工厂承担了该艇的鱼雷发射管、升降装置、轴系及阀件、液压操作器和首尾舵机等特种机械的配套生产。图纸分别由七〇五所, 七〇一所等单位提供。1974~1975 年, 上述配套产品先后定型, 并有一定批量生产。在 6633 潜艇的基础上, 经过改进, 其鱼雷发射管、升降装置、轴系等均可用于 035 常规潜艇上。〇九工程是我国自行设计的核动力鱼雷潜艇, 工厂承担了这项工程的鱼雷发射管、升降装置、轴系、舵机、螺旋桨、锚机、气缸和水缸的生产。1967 年初陆续投入试制, 1970 年各配套产品先后完工, 1974 年底~1975 年底陆续生产定型, 唯 900* 天线升降装置因故未能定型。09-2 潜艇设备于 1971 年陆续开工, 但因毛坯供应、设备方案修改和协调等问题, 直到 1979 年才陆续完工收尾。

051 舰的减摇鳍装置、675 声纳升降回转装置以及轴系、舵机、锚机等, 由武汉船用机械厂承担生产。减摇鳍装置由七〇四所设计, 1979 年 6 月投入生产, 1981 年 9 月完成整机加载联调试验。675 装置由七〇五所提供图纸, 工厂于 1970 年 9 月投入生产, 第一台未试验即出厂装艇。但由于设计上存在一些问题, 导致升降杆漏油严重而报废。七〇六所修改设计方案, 并采纳了工厂增加 V 形密封圈的建议后, 1978 年 5 月 18 日批准设计定型。1978 年 1 月, 六机部决定将 675 回转装置转六一二厂生产。

6610 产品是仿苏式扫雷舰, 武汉船用机械厂主要承担其舵机、锚机、绞车、吊车和卷车的生产。其图纸来源既有苏联图纸, 又有本国研究所的设计图纸, 还有四三八厂根据实艇测绘的图纸, 在试制过程中出现过许多问题。工厂于 1963 年底陆续开工, 至 1965 年底首舰全部完工, 通过鉴定, 形成批量生产, 但未作定型。

武汉船用机械厂自 1971 年开始, 先后向援助坦桑尼亚、罗马尼亚、朝鲜等国的舰船, 配套提供了鱼雷发射管、升降装置、轴系等产品。

80 年代工厂进入保证军品, 大力发展民品的新时期, 在生产规模和技术进步方面取得了长足的发展。

六、四七六厂生产研制舰艇特辅机简史

四七六厂(绿洲机器厂), 是我国大型船舶辅机专业生产厂, 是船舶总公司 20 个重点企业之一。30 年来, 四七六厂在船舶辅机行业发挥了骨干作用, 为中国造船工业和海军建设作出了重要贡献。

工厂前身南京重型机器厂于 1958 年 8 月 1 日破土动工兴建, 原设计年产铸锻件 10.1 万吨, 生产冶金、矿山机械产品 3.51 万吨, 基建投资 9135.9 万元, 后停建。1959 年 10 月, 由中央和地方共同投资, 工厂恢复建设并改名为南京船用辅机厂(附设铸锻中心), 设计年产铸锻件 4.175 万吨, 生产船用辅机 1.06 万吨, 基建投资 6756 万元。1960 年, 工厂职工人数已达 1700 人。1961 年 6 月, 工厂被正式列为中央直属企业, 隶属三机部九局。同年 12 月, 被命名为国营第四七六厂, 第二厂名南京船用辅机厂, 后又一度缓建并精简了职工。1964 年 7 月 30 日, 六机部批准了四七六厂补编设计, 重新核定工厂生产纲领: 年产船用辅机 890 吨, 投资 609.3 万元,

职工 900 人,工厂正式开始建设。1968、1973 年先后两次扩建,1980 年两次扩建任务结束,整个工厂建设前后延续近 20 年。使四七六厂建成为具有相当规模的机器制造企业,成为我国舰艇特辅机生产的重要基地。1982 年 3 月,六机部批准四七六厂竣工验收。

“六五”期间,四七六厂认真贯彻改革开放政策,并通过分离机等生产线的改造,引进国外先进制造技术,使设计制造能力得到进一步发展。1986 年 2 月 1 日,经船舶总公司批准,第二厂名改为国营绿洲机器厂。工厂现有 4 个公司、8 个分厂、4 个专业产品设计所;职工 3500 名,工程技术人员近 500 名,其中高级工程师 59 名;固定资产 5400 万元;厂区面积 45 万平方米,房屋建筑面积 16.29 万平方米;加工、测试设备 1100 余台,电动、液压产品试验台(站)5 个,其中甲板机械试验台静负荷拉力达 100 吨,具有铸锻、热处理、表面处理、机械加工、焊接冷作等综合性生产能力和电气设备生产及大型设备安装能力。

四七六厂研制生产舰艇特辅机,经历了一个从小到大,从少到多,从外来供图到联合设计,再发展到自行独立设计及引进国外 80 年代产品技术的过程,大致分三个阶段:

第一阶段(1960~1963),边基建边试生产,为军工生产起步阶段。

1960 年 6 月,工厂开始试生产。1961 年 4 月,小批试制 $1\frac{1}{2}$ 离心泵,三季度,开始试制铝镁合金铸件。1962 年三季度,攻克了铝镁合金研制关,开始小批生产军用船舶配套机械,如 PH-20、PH-32 手摇泵。1963 年,成批生产四联辅机的三联(舱底泵、空压机、离合器)及登陆艇维修换装用的各种小型齿轮油泵,38#、39# 螺齿式海水泵。1961~1963 年,工厂试制生产产品 12 种 2567 台。

第二阶段(1964~1977),厂所挂钩,联合设计研制,形成独立的船舶辅机专业制造力量。

1964 年,四七六厂由试制转入批量生产。1965 年,从工艺简单的小型舱室用清洗泵类扩大到 CLJ25×25、CLJ160×25 立式电动泵,铸造能力从铸铁扩大到铸铜铸铝,产品毛坯基本自给。同年,还仿制了上海航海仪器厂的 500 升/小时油分离机。1966 年,试制七〇四所设计的 DZY-30 型油分离机。在此基础上,又与七〇四所联合设计,试制了 DRY-15 型油分离机,并形成批量生产。该机用于 09 艇滑油净化,1980 年获全国分离机行业评比优胜红旗,1984 年获部、省优质产品称号。70 年代初,发展到工厂能改型设计,其中重大改型设计产品 DZY-50 型油分离机用于七一八工程船的油料净化分离,该产品获 1978 年全国科学大会奖,1980 年获部、省优质产品称号,1981 年获国家银质奖。DBY-30 型油发离机是国内首次设计具有程序控制的部排结构的新型分离机,接近国际先进水平。在研制分离机过程中,工厂先后解决了螺旋大齿轮与小齿轮的精度、光洁度及材料问题,攻克了分离盘旋薄、分离筒翻边模锻等工艺关键。

经过 1968 年一次扩建,工厂具备了生产小型船用甲板机械能力,首制了 $\phi 19/22$ 手动电动两用锚机、10 千牛米舵机。1971 年,为 33 潜艇配套试生产了锚机、垂直舵、水平舵,并形成批量生产。1973 年经两次扩建,使工厂能生产大中型甲板机械,如 50 千牛、80 千牛尾绞缆机, $\phi 31/34$ 、 $\phi 43/46$ 、 $\phi 49/53$ 绞盘,250 千牛拖缆机等。1979 年,工厂自行设计制造了国内第一座静负荷 1000 千牛、动负荷 600 千牛的甲板机械试验站,从而完善了大中型船用甲板辅机的检测试验手段,为装备大中型登陆舰配套的 250 千牛、600 千牛液压艏锚机顺利通过陆上负荷试验,为 1981 年初通过船舶总公司和海军的鉴定创造了条件。250 千牛、600 千牛液压艏锚机获 1980 年国防工业重要科技成果四等奖。在哈尔滨工业大学支持下,首次设计出国内 25 升大排量内曲线横梁马达。在为大中登配套的艏锚机用的 25 升钢球马达研制中,与七〇八所共同攻克了

材料、热处理、磨削、装配等试制难关,完成了 800 小时 10 万次冲击及高温、超速等严格耐久试验,标志工厂大排量低速大扭矩油马达技术达到国内先进水平。在研制甲板机械产品过程中,还解决了 6633、035 艇舵轴铜堆焊、24 艇 $\phi 11/13$ 锚机刚轮、柔轮及球面蜗轮副等的技术关键。

环保设备研制是四七六厂新产品发展中的后起之秀。60 年代末,与七一八所联合研制成功我国第一艘核潜艇的重要配套产品有害气体燃烧装置、制氧装置、二氧化碳吸收装置。研制过程中,解决了制氧机极板工装、冲压焊接工艺,不锈钢焊接技术关键。该三项产品是解决艇员水下生命安全的关键设备,被誉为核潜艇的五朵金花之一,获 1978 年全国科学大会奖。70 年代,四七六厂研制生产了 718 主测量船用的制氢装置,常规潜艇用的海水淡化装置、电子侦察船用的船用生活污水处理装置,并开始自行设计研制各种板式热交换器。

第三阶段(1978 年后),自行设计并引进国外先进制造技术,工厂不断获得新发展。

建厂初期,工厂只有一个产品设计组。1972 年,成立了设计科。1978 年,组建了有 6 个专业设计室的产品设计研究所。现已形成分离技术、工程甲板机械技术、环保技术(含压力容器)、电气技术专业设计所。

1980 年,总参下达 918 布雷舰研制任务。由七〇八所负责主要设计,四七六厂于 1983 年开始准备,1984 年完成单机试制,其中有布雷机、运雷装置、升降平台及 20 千牛折臂吊。同年完成了单机鉴定与布雷系统陆上联调鉴定。运雷布雷系统 1987 年装于 814 舰,并完成了系泊、航行与海上扩大试验,经受了严峻考验。运雷布雷系统是布雷舰的两大关键系统之一,填补了国内空白,具有较高自动化水平,能够精确布雷的一项重要系统工程。它具有一定的世界先进水平,是四七六厂历时最长、规模最大、水平最高的一项军工研制任务。

80 年代初,工厂能完全独立自行设计新型分离机产品,现发展到 34 种机型,用于 11 个行业 40 个工艺流程中;采用国际标准,自行设计组合式锚机,获国内同行评审通过;自行设计 YSC、CYSC、LYSC 系列油水分离器,获 IMO 认可并出口东南亚地区,还与驻厂军代表室共同组织了军民共建活动,为部队提供了全优的各类油水分离器。1984 年至 1986 年,对分离机生产线进行了重点技术改造,引进了数控、高级检测设备,现已形成年产千台分离机的生产能力。

1980 年 2 月,工厂引进了西德利布赫尔公司船用起重机技术。通过技术改造,增加了起重机生产线,并解决了塔身、臂架的冷作焊接、喷丸除锈、油漆等工艺问题。

1983 年,引进了英国哈姆沃西公司船用及平台用生活污水处理装置制造技术。这是一种新颖的环保设备,采用生化法使各项技术性能指标符合国际排放标准,广泛用于船舶、高层建筑及旅游区。

1984 年 6 月,从挪威戈拉——麦陶尔公司引进用于船舶、平台及医院的油污泥、污物及固体垃圾处理的 OG 系列污物焚烧炉。1983 年,与丹麦阿特拉斯公司签订了合作生产阿特拉斯造水机协议。引进之后,工厂重视引进技术的消化吸收工作。国产化率已分别达 60%~90%,其中生活污水处理装置国产化率已达 90%以上,获船舶总公司国产化二等奖。

目前,工厂已具有甲板及起重机械、分离机、环保装置、液压马达、电气产品等多种门类系列产品的设计制造能力,成为国内比较完善的舰船辅机的配套基地。工厂的生产设备、科研力量及其管理水平,也在逐步完善,不断发展和提高。四七六厂已被国家正式列为大型骨干企业和外贸扩权企业。

人 物 资 料

一、计 策

浙江嘉兴人,1919年生,研究员级高级工程师。1945年毕业于重庆交通大学轮机专业,1950~1960年相继在船舶工业管理局第二产品设计室、第四产品设计室任职,1961年后,在第七研究院第七〇四研究所任四室主任兼总工程师,1969年后曾历任第七〇四研究所副总工程师、副所长等职。在此期间,曾担任中国造船学会船舶轮机委员会副主任委员、辅机学组组长,上海造船学会常务理事,第三届全国人大代表,第五、第六届全国政协委员。

从50年代开始,他就从事锅炉与热工技术方面的设计研究工作,是建国后船舶动力装置领域中的开拓者与奠基人之一。他主持的乙型小港客货轮和5000吨货轮等早期著名船舶的动力系统的设计,为中国船舶工业进入自行设计建造作出了特殊的贡献,从而获1955年和1956年上海市人民政府的两次嘉奖,分别被授予上海市工业劳动模范和先进工作者称号。

从50年代中期至60年代初,他组织领导了对苏联转让舰艇锅炉动力设备的研究消化。在引进苏联技术中,他结合中国国情,改进应用设计规范,革新传统的锅炉结构,提高整体性能,起到了积极推动作用。

之后,在研制我国新一代舰艇设备的工作中,在规划和组织技术的发展中,仍积极推动舰船辅锅炉及有关热交换技术的研究设计,从60年代中期开始,就筹集力量,注重舰船特种系统的研究开发,为后来人相继推出海水淡化、防污染技术,海上干货液货补给等新技术新设备打下了基础。

二、王之杰

江苏省溧阳县人,1942年6月生。1963年9月毕业于哈尔滨工业大学电机系电器专业,分配在第七〇四研究所三室工作,从事舰艇电器的研究设计。历任技术员、工程师、电站科科长。现任第七四研究所三室主任,高级工程师。

从1964年起,他参加了我国自行设计制造的1000安舰船用框架式自动空气断路器研制工作,提出了用惯性锁扣技术,解决舰用断路器抗冲击的技术关键。1977年起主持研究设计舰船电站全自动控制装置,1980年1月在国内率先通过鉴定,其控制功能达到70年代国际水平,荣获国防工办重要科技成果二等奖。同年又主持设计了我国第一台舰用CZK-2型船舶电站自动控制装置参与我国第一套舰用自动电站的设计,并用于037-1型艇中,分别荣获中国船舶工业总公司科技成果三、四等奖。其后又为053H2舰主持设计了电站自动控制装置。1987年担任室主任后,组织全室人员为我国新一代舰艇039、052等研制了多项设备,取得科研成果。组织研制了我国第一台舰用微机控制的自动电站装置,已用于037-2艇。

三、王星朗

安徽省太和县人,1919年生。1938~1949年间,在豫皖地区历任中共区党委委员、区长、区委书记、县党委委员、组织部长等职。建国后,于1954~1982年间,历任第一机械工业部船舶工业管理局干部处长、第一产品设计室主任兼党委书记、船舶设计院副院长、第七〇四研究所所

长、党委书记。他曾任上海造船学会理事、副理事长、党组副书记,并任中国造船学会理事。

1954年,参加船舶工业和海军装备的建设工作。开始在中央部属机关为筹建新建舰艇与设备制造厂主持干部的规划管理和组织调配,并在中央技术室任副主任,直接参与建造09艇的初期筹备工作。1958年,他领导了中国第一所舰艇设计室的工作,为该室主要创建人之一。尔后,又参与规划和建设了含有7个设计室的船舶设计院,使其成为初期的舰船研究设计基地。其间,他组织团结技术专家,从舰艇设计工作方面组织实施了国家“一五”和“二五”海军装备建设计划,具体贯彻执行了中苏《六四协定》和《二四协定》的实施工作,保证了海军初期装备建造任务的完成。

1961年,他参与第七研究院的组织建设,具体负责第七〇四研究所的组织领导工作,为该所主要创建人。20多年中,他勤勉工作,艰苦创业,善于团结和领导党内外干部和技术专家,积极发展了舰艇特辅机专业技术,不断开发新的设备和装备,为七〇四研究所成为技术不断进步的综合性研究机构奠定了重要物质基础。并在海军建设的更新时期,为新一代舰艇09、051、718等主要工程的组织装备任务作出了重要贡献。

四、王振瑯

福建省惠安县人,1942年生。1964年8月毕业福建省厦门集美水产专科学校渔业机械化专业,同年分配在七〇八所工作,现任第七〇八研究所高级工程师,1984年荣记大功一次。

20余年来,他一直从事军辅船的研制工作。为了解决部队指战员改善挂钩装置的难题,他打破专业界限,勇于探索革新,经过精心调查研究,多次修改设计方案,反复实验,终于做出新的结构设计,圆满解决了小艇的挂钩和在风浪颠簸下自行脱开的问题,经B234艇试验获圆满成功。

他撰写《工作艇快速挂脱(钩)装置》论文,推荐给“国际海事技术展览会”交流,得到同行好评。该装置1984年荣获国家三等发明奖。

五、王崇善

上海市崇明县人,1939年生。1962年毕业于哈尔滨工业大学动力机械系,分配至南京船用辅机厂(现国营绿洲机器厂),长期从事舰船辅机的设计、制造工作,历任技术科科长、车间技术主任、设计研究所副所长、副总工程师、副厂长等职。现任国营绿洲机器厂总经济师、高级工程师、中国造船工程学会轮机委员会委员、辅机学组副组长。

60年代末,他是我国第一艘核潜艇重要配套产品有害气体燃烧装置、制氧装置、二氧化碳吸收装置的研制总负责人,并具体负责有害气体燃烧装置的生产技术工作。该3项产品是解决艇员水下生命安全的关键设备,1978年荣获全国科学大会奖及国家科技成果二等奖。

70年代,他组织研制718主测量船用的制氢装置及常规潜艇用海水淡化装置。80年代组织研制918布雷舰的布雷系统设备,为我国这类舰船的辅机设备研制作出了贡献。

六、厉以强

江苏省仪征市人,1931年2月生。1956年毕业于上海交通大学船舶蒸汽动力装置专业,长期服职第七〇一研究所,历任动力组组长,机械科副科长等职。现任第七〇四研究所总工程师室高级工程师。

他长期从事水面舰艇动力装置的研究设计工作,为037、051、053等舰艇的主、辅机进行论证选型,提出研制任务书和技术条件。根据051舰蒸汽动力装置的设计,他为30多种辅机和设备进行选型论证,并按总体要求和辅机特性提出技术要求和接口参数的协调,圆满完成051动力装置辅机的研制、生产、试验、鉴定与定型任务。

1976年,负责主持051舰定型重大攻关项目“主锅炉进排气道改进和辅锅炉全自动点火”任务,通过对鼓风机进排气道的模拟试验,对132舰进排气道做了重大修改,提高了鼓风机出口参数,保证了该舰主锅炉和主机发出全功率。该项目1980年荣获国防工办重大技术改进四等奖。1987年,包括该项目的“132舰现代化改装”荣获船舶总公司科技进步一等奖、国家科技进步二等奖。

1983年,调入七〇四所科技处,后转总工程师室工作,负责预研项目的选题、立项及项目实施、鉴定等管理工作。至1990年共立项50余项,有些已取得成果,达到或接近国际先进水平。参加编制船舶总公司造船造机长远规划,上海市15年规划,国防科工委“七五”、“八五”船舶工业国防科技应用、基础研究项目计划等工作。

七、石元力

山东省平原县人,1931年11月生。1955年毕业于西北工业大学机械系。曾任西安交通大学助教,武汉重型机床厂技术员,1960年调入武汉船用机械厂,现为该厂高级工程师。

20余年来,他主要从事33、035、035G常规潜艇,09-1、09-2核动力潜艇,051导弹驱逐舰等升降装置的工艺技术工作。1965年参加试制09艇1.8米天线升降装置,参加攻克关键件大口径不锈钢管的深孔加工工艺难关。在09艇900#天线升降装置、09-2艇331卫星通讯天线升降装置和33潜艇通气管升降装置等试制和改进研制中,他参与技术论证,技术设计和施工设计重要研讨会,并配合现场施工,发挥重要作用。331卫星通讯天线升降装置等项目荣获国防科委科研成果四等奖、国家集体质量银质奖。

八、卢英

江苏省海安县人,1934年生。1956年毕业于上海交通大学造船系蒸汽动力装置专业,1957年在船舶工业管理局第四产品设计室,任技术员、工程师。1961年后,在第七研究院第七〇四研究所历任科长、研究室副主任、主任,现任副所长兼总工程师,研究员级高级工程师。

50年代,他主持设计过多种船用热交换设备。60年代初,主持过苏联转让KB76舰用主锅炉的译制消化工作和110吨/时大型舰用主锅炉的方案设计。其后,他致力于船舶特种系统及其设备的研究开发,先后主持或组织指导了6633、035、053、051、718、09等各类舰艇海水淡化

装置和热交换设备的设计与研究。此外,还组织领导了新型热交换器和大量常规热交换器的设计。70年代中期,在他主管研究室技术领导工作中,组织对板式蒸馏装置、塔式射流闪发蒸发装置、集中式空调装置等新产品的开发的同时,带头做好新兴专业的开发和关键技术突破的前期准备及方案确定工作。经过近10年的努力,在原有的专业技术基础上引伸扩展,相继开发了生活污水处理、油污水处理、消防、舱面特种装置、废物焚烧,水下生命支持和水下作业工具等7个新的专业研究领域。这些新技术领域的开发成功,巩固和发展了研究所在这方面的技术领先地位。

1984年他担任副所长兼任所总工程师后,主管技术开发和管理,他组织领导和舰船辅助机电设备技术发展规划的制订,提出发展舰艇特辅机研究大量课题,调整改善各专业技术结构,指导一些专业研究重点的转移和新专业领域的开拓。为建立和发展舰船特辅机新兴专业,拓宽技术领域作出了积极的贡献。

九、冯国祥

浙江余姚人,1938年9月生。1961年7月毕业于上海交通大学船舶制造系。历任第七〇八研究所技术员、工程师、组长、科长、船舶产品设计专业联系人,产品主管等职。现任高级工程师。

他是072大型登陆舰液压双节折迭式首跳板的课题负责人和主要设计者。该跳板是072大型登陆舰的主要设备,根据总体性能,为减小舰的阻力,宜增加舰的首吃水,采用长跳板以保持舰的登陆性能。该装置属国内首次设计,国外也无详细资料。他大胆设想,进行了多方案探讨,经比较分析,确定了采用液压四连杆机构的折迭方案和液压油缸滑轮组绞车的传动机械。经攻克折迭机构设计、跳板收放传动装置设计、跳板防滑等技术关键,取得一次成功,达到国际同类产品的水平。这项成果对改善登陆性能起到关键作用,1980年荣获国防科工委科学技术进步二等奖。

十、朱士林

安徽省芜湖市人,1937年生。1956年毕业于海军技术学校轮机专业。历任学员、机电长、技术员、参谋、助理员、工程师、副处长等职,现任第七研究院综合技术处处长,中国造船学会轮机委员会辅机学组成员,船舶总公司特辅机电技术专业组副组长,国家级计量认证船舶组评审员。

1960年,在海军造船技术研究室从事特辅机和船舶系统研究设计工作。1962年起负责特辅机研究所的科技管理工作。负责组织编制和提出特辅机研究方向任务、机构、人员。专业设置、试验研究、试制条件建设发展规划和年度计划的组织实施。组织主持和参与各型舰船总体、系统和特辅机电设备的技术、进度协调,组织主持或参与各型舰船(21、33、31、051、09、6610、七一八工程、035、053、052、039等)的特辅机电设备方案,技术设计审查、审批,验收、鉴定、定型等工作。负责编制和提出特辅机技术攻关、预研项目的规划和计划,以及其任务书的审查和批准。积极参加并注意发现、开拓特辅机电新设备、新专业和新技术应用,促进了特辅机的不断发展与更新。1987年海上航行横向干货补给接受装置获船舶总公司科技进步二等奖,他

是主要完成者之一,荣获奖励证书。

十一、肖国胜

湖北省汉阳区人,1938年生。1957年毕业于汉口机器制造学校,同年分配至武昌造船厂,1958年底调入武汉船用机械厂,现为该厂副总工程师、高级工程师。

多年来他主要从事舰艇升降装置、武备等设备的设计、工艺和技术管理工作,并从事引进国外甲板机械产品的消化吸收等技术工作。曾参加33、035、09等潜艇的升降装置从试制到生产的全过程。

在33潜艇升降装置试制过程中,他提出主要件加工工艺方案,编制全套工艺材料,其中活动管、液缸、浮阀壳体等重要部件加工工艺经20年生产实践考核,仍为标准工艺。在双130舰炮试制中,他与技术人员、工人一道,攻下多级锥孔搪杆加工、同心度样柱加工、身管电解加工、身管药室测量、弹簧筒内孔磨削等关键项目,特别是提出了借位加工深度工艺方案,挽救了三根身管,受到行家们的高度称赞。在09-1核潜艇900#天线升降装置生产中,他提出预应力理论,经改进设计实施克服了钢丝绳多次被拉断的弊病。

十二、吴文彰

湖北省汉口市人,1915年生。研究员级高级工程师。1941年于重庆大学机械系毕业,1943—1946年留学英国,进修车船用柴油动力机的设计与研制。回国后任上海江南造船厂工程师。1950年后任船舶工业管理局船用内燃机厂筹备组副组长,1956年起在该局第四产品设计室任副总工程师。1961年后任第七研究院第七〇四研究所的二室总工程师及所副总工程师,第七研究院科学技术委员会委员、学位评定委员会委员,上海市徐汇区第七届人大代表。

他是我国船舶动力机技术的先期开拓者之一,尤擅于柴油动力机的制作工艺和实验技术。曾于50年代组织领导了150马力和250马力船用柴油机、2400马力单流蒸汽机及30大气压空气压缩机的研制生产工作。建国初,还属职海军配件试造委员会,为海军仿制成功多种急需的动力机配件。在抗美援朝和抗美援朝战争中,都曾以丰富的实践经验,为舰船的动力机配套设备的研制作出了贡献。

60年代初至60年代中期,为了保证舰船设备技术的研究发展需要,他组织领导和具体规划了我国第一代船用中小型机电设备环境条件和性能试验基地——七〇四研究所综合试验站的建设。这为后来船用特辅机电设备技术的进步,为新一代舰艇的设备研制与更新发挥了极其重要的作用。

十三、金文庆

河北省正定县人,1938年11月生。1962年毕业于北京钢铁学院金属学系,后到国营第四七六厂工作。历任技术员、工程师、冶金科科长,现任四七六厂高级工程师、副厂长、总工程师,并任中国计量测试学会理事、南京计量测试学会副理事长,被聘为中国机械工程学会失效分析专家。

他在为舰艇配套的油分离机、锚机、舵机、绞盘及低速大扭矩液压马达等的产品研制工作中,在材料试验、理化检测、无损探伤、工艺编制及审查、试验装置与非标设计、关键炉改造等方面,以及主持或参加重大工艺攻关中均取得了成绩。在负责 33 潜艇舵轴重大质量问题分析、大中登陆舰用低速大扭矩 YMA-25000 油马达关键件一定子(导轨)的失效分析,051 导弹发射架摆线针轮减速器高硬度高精度摆线齿轮等关键件及冷装工艺攻关中,作出了重要贡献,保证了产品研制顺利进行,满足了舰艇配套的需要。撰写的《33CrNi₃MoA 大截面轴件质量分析》、《接触疲劳与定子的失效分析》、《定子的热处理与质量控制》等论文分别在部、省学术交流会发表,被评为南京市优秀论文。

他在任 918 工程运布雷系统陆上联调总指挥工作中,与七〇八所等单位共同努力,攻克了 3865 毫米长奥氏体不锈钢超长薄轨的异性钢焊接变形,高难度旋转接头、液压马达研制等六大关键,在研制单机基础上,顺利进行了陆上联调模拟、陆上联调鉴定,并组织了上舰安装、服务与扩大海试以及最终的鉴定工作。该系统具有国内先进水平,填补了海军建设的一项空白。

十四、於志海

湖北省黄梅县人,1942 年 1 月生。1965 年毕业于华中工学院造船系船电专业。现为第七一九研究所高级工程师。

参加工作后,在北京七院原十五所参加核潜艇陆上模式堆的电站设备研究设计。其中作为主要成员承担了 200 千瓦主变流机组启动、控制、调频、调压系统的研究设计、试制。回所后继续参加 09—1 首艇电站设备的研制,并独立承担了 200 千瓦变流机组的研究设计。还参加主发电机及整个电站控制系统、30 千瓦中频机组等设备的研制。参加了首制艇电站生产、调试、验收、定型及系泊、航行试验的全过程,独立处理了全艇电气专业特别是电站方面的一系列重大技术问题,为核潜艇电站的安全可靠运行作出了贡献。

十五、张百祁

上海市人,1939 年 6 月生。1962 年毕业于上海交通大学船舶动力系,分配至七〇四研究所工作。现任第七〇四研究所副总工程师、研究员级高级工程师、第四研究室主任,兼任国家船检局防污染分技术委员会副主任。

他先后主持和参加研制 09 艇用 R01-500 型有害气体燃烧装置和 5 吨/天电力压汽式蒸馏装置,均获全国科学大会奖。1978 年研究开发船舶防污染设备,主持研制的 WC-120 再循环式和 WCB 系列生化法两种生活污水处理装置,均获七院科技成果二等奖。参加引进平台用生活污水处理装置技术,荣获国家经委优秀科技成果二等奖。参加河水处理装置的研究获上海市科学院科技成果三等奖。1985 年船用污水处理装置获国家专利发明证书(专利号:85205853)。1984 年担任室主任后,组织领导全室科研设计任务,并兼任部分特辅机电设备的预研、型号研制技术主管负责人,并从事经营开发。他长期从事海水淡化及船舶防污染设备研究开发,为该专业的建立和发展作出了一定的贡献。

十六、张继义

河北省三河县人,1938年生。1963年毕业于哈尔滨工业大学液压专业,同年服职第七〇四研究所。现任该所电液伺服技术开发部主任、高级工程师。

初期,他参加了051、053舰减摇鳍装置的设计、研制和试验工作。1975年开始从事伺服技术的研究,参与主持CDY1-20G双喷嘴挡板伺服阀的设计研制工作。经与九江441厂、上海交通大学共同协作攻关,获得成功,该成果荣获全国科学大会重大成果奖。其后,他于1976年独立主持射流管电液伺服阀的高难课题,攻克设计、结构、加工、焊接等一系列技术难关,经千余次攻关试验,1981年底成功地通过鉴定。该阀结构牢固,性能稳定、抗油液污染能力强、使用寿命长。该项技术的突破,极大地推动了各类控制系统的发展与应用。该阀荣获船舶总公司科技成果二等奖。射流管电液伺服阀已先后应用到09、051、053、718、037等数十条各类舰船的控制系统中,此外在民用冶金、材料、制塑、橡胶、机械等行业也均得到推广使用。它已被列为国家级高技术“火炬”计划的开发项目。

他参与编制的《CB-1012-82船用液压伺服技术条件》,获得1985年船舶总公司标准二等奖,个人被授予七院节能先进工作者称号和奖励。

十七、卓诚裕

广东省中山县人,1939年12月生。1962年毕业于上海交通大学船舶动力系船舶动力装置专业。现为第七〇四研究所高级工程师。尤里卡国际发明奖金获得者,中国专利“油污水分离装置”(CN85203805)的发明者。

从1974年起,从事舰船污染防治设备的研究开发工作,为了满足国际上对舰船防污染提出的严格要求,在成功地研制成我国第一台油船用大容量油污水分离装置基础上,他于1976~1979年自行主持研制“处理舰船舱底油污水分离装置”。该装置在国际上首创采用网状油滴聚合元件,填补国内空白,荣获国防工办重大技术改进成果二等奖,1986年获中华人民共和国专利局《实用新型专利证书》,1989年在比利时布鲁塞尔举行的国际发明博览会上荣获尤里卡国际发明奖金奖。

他主持设计的YSCZ系列油污水分离装置,是国内最早被军船采用的防污染设备,已广泛应用在037-1、037-2、051、053H、072、布雷舰、运油船、电站船等各型战斗舰艇和军辅船上,工作稳定,性能可靠,深受部队欢迎。该装置随出口舰船出口,率先进入国际市场,获国家银质奖,是被联合国海事组织(IMO)通过认可的我国第一台自行研制的防污染设备。

十八、周林森

江苏省江都县人,1937年生。1956年毕业于上海船舶制造学校船舶机械制造专业。现为第七〇四研究所二室冷冻机科副科长,高级工程师。

1960年起,从事船舶制冷空调专业的研究设计工作,先后为海军舰艇制冷空调设备主持设计了冷冻自控附件(电磁阀、膨胀阀、继电器等)制冷热交换设备及舰船空调和冷藏装置。

1876年为了向海军提供更先进的制冷设备,主持设计 BLK-130 船用半封闭螺杆式空调冷水机组,该机型是国际上 70 年代发展起来的新品种,设计奇特,具有制冷量大、体积小、噪音振动小、运行安全可靠等特点(当时仅美国有此产品)。经过艰苦的探索研究,进行大量基础试验、模拟试验和方案计算,攻克许多技术关键,用两年半时间研制成功我国第一台半封闭螺杆式冷水机组,其主要性能指标达到美国同类产品水平,填补了我国空白。该产品荣获国防科工委科技成果二等奖,上海市重大科技成果三等奖,江苏省重大科技成果二等奖,已广泛应用在 718、051、052、072、922 等各类舰船上,并推广到工厂、企业、文化设施等部门,深受用户欢迎。

十九、杨宗虞

浙江省绍兴人,1938 年生。1959 年毕业于上海船舶制造学校轮机专业。历任技术员、工程师、副组长等职,现任第七研究院第七一九研究所计经处副处长,高级工程师。

1960 年起,参加 31 潜艇仿制工作,负责舵、锚等装置中国化设计,承担 039 大型潜艇方案设计中舵装置等的研究设计工作。

1965 年主持核潜艇舵装置设计工作,鉴于该艇要求舵装置功率大,不能采用仿制常规潜的原型结构。经论证和调研最后确定采用 21 兆帕的高压独立液压系统作为动力的液压舵机及新的传动机构。在研制过程中,对主要设备和文件作了必要的更改和反复试验。为使舵装置能与自动操舵仪相互匹配可靠工作,积极参加该项联调试验,装舰后获得圆满成功,满足核潜艇使用要求。

而后又参加了导弹核潜艇舵装置研究设计工作,为改善核潜艇离靠码头的性能又主持了辅助推进装置的研制课题工作。

多年来他为核潜艇舵装置研制作出了一定的贡献。

二十、柯成福

福建省闽侯县人,1930 年 10 月生。1949 年毕业于福建省省立高级航空机械、商船学校轮机科。先后在一机部船舶工业管理局生产处,三机部第九局技术处、生产处,六机部生产局造机处,造机局动力处、特辅机处,中国船舶工业总公司生产管理部造机处、生产经营部生产二处工作,历任科长、副处长、处长、工程师、高级工程师等职。

1956 年,参加了四六一厂(武汉船用机械厂)筹建工作,参与产品生产纲领和工厂设计任务书的调研和审定工作。参加南京四七六厂(南京船用辅机厂)选址和交接工作。组织了 33、21、037、09、051、035 等型舰艇的升降装置、鱼雷发射装置、锚泊装置、操舵装置、减摇装置、推进装置等特辅机产品的试制、鉴定和生产协调等工作。1968 年~1969 年,他深入四六一厂,协助组织并圆满完成了 828 工程和 33 潜艇的鱼雷发射装置和升降装置的研制任务。组织了 64-115 型空气压缩机水泵、气阀的技术攻关和鉴定,解决了五型舰艇中这一遗留问题。组织处理了远望 2 号折臂吊变幅油缸抖动、漏油、刹车油缸弹簧变型等质量问题。组织解决了海军 1000 吨油轮 25 千牛米转叶式液压舵机咬缸等质量问题。参加 052 舰辅锅炉的选型并组织九江船用机械厂进行强制循环辅锅炉试制生产和零部件、配套件国产化工作。

近 40 年来,他为舰船特辅机的生产技术管理、产品试验、鉴定、定型,做了大量组织协调工

作,为满足各种舰船建造需要,及时解决生产中存在的问题,付出了辛勤劳动。

二十一、赵振厚

内蒙呼和浩特市人,1929年生。1954年毕业于大连工学院造船系轮机专业。现任第七研究院第七〇四研究所电液伺服技术开发部技术顾问,研究员级高级工程师。

初期,主要从事机械制造工艺、设备设计和船用蒸汽主机的试制工作。1958年随苏联专家学习船舶汽轮主机的设计技术后,主持了民用船舶主汽轮机、废汽透平等的设计工作。

1960年开始,主持051舰汽轮发电机组的研制工作,经过努力,取得诸多技术难关的突破,全面达到战术技术指标,填补了国内这项技术的空白。1974年通过海军军工产品二级定型。1978年获全国科学大会奖。

1975年开始,他参加了CDY1电液伺服阀的研制工作。研制成果获得全国科学大会重大成果奖。之后,他又以新的技术论据,提出了研制适合舰船使用要求的射流管电液伺服阀的建议,并具体参与了这项技术的方案论证、结构性能计算和各项关键技术的研究。

1978年后,他一面组织领导了电液伺服控制技术的专业建设、伺服元件技术发展规划和试制试验手段的建议,一面又组织力量促进射流管电液伺服阀的研制进程,并于1981年获得成功。这项技术达到了国外同类产品的先进水平,填补了国内空白。获得七院和船舶总公司科技进步二等奖。他对电液伺服阀控制技术专业的建设和发展作出了一定的贡献。

二十二、高国忠

江苏省无锡县人,1938年4月生。1956年毕业于上海船舶制造学校机械系。现任第七〇一研究所四室武备、特种装置科副科长、高级工程师。

从1956年开始,他先后参加03、33潜艇的仿制工作。30多年来,一直从事常规潜艇特种辅机的研究设计工作。为33艇改进型浮阀的主要技术负责人之一,该项目荣获1978年全国科学大会奖。1974年参加我国首次33艇大深度深潜试验。负责操舵系统的检测工作,荣记三等功。1978年他主持33G1潜艇358和925G升降装置的设计,1982年负责潜艇用复合天线升降装置的设计,已在33艇上改装成功。他是我国自行设计制造的035型潜艇特种辅机设计预研、鉴定定型阶段的主要负责人。他直接参与设计的035艇通气管升降装置,荣获1986年七院科技成果三等奖,925升降装置包覆管设计荣获1988年中国船舶工业总公司科技进步三等奖。

二十三、钱涌涛

江苏省常熟县人,1942年11月生。1963年毕业于上海船舶制造学校动力装置专业。现为第七一九研究所特种装置高级工程师。

1965年开始,他从事核潜艇升降装置的研究,担任鞭状天线项目设计组长,与其他同志一起提出可伸缩6米鞭状天线的方案。在不到一年时间里,攻克了天线和升降装置的主要技术关键。该设备通过实艇使用和试验,运行情况良好。1976年以他为首主持设计卫星通信天线升降装置,经过四年艰苦工作完成试制并通过技术鉴定。1984年在实际使用条件下参加了我国第

一期卫星通信工程试验,实艇使用性能良好,达到设计要求。该项目荣获1980年国防科委科技成果四等奖。

为了从根本上改变设备落后于艇总体的进度状况,以他为主提出了外置式升降装置的研究课题,首先采用了流线型桅杆等技术。通过台架试验、考核及测试,各项技术参数均达到设计要求。该项目荣获1984年七院科技成果二等奖。

二十四、贾润康

江苏省无锡市人,1938年6月生。1961年毕业于西安交通大学机械制造系机械制造工艺金属切削机床及工具专业,现为第七〇四研究所一室船舶推进轴系传动科高级工程师。

他长期从事船用减速齿轮箱、离合器、弹性联轴器和推力轴承的研究设计工作,曾主持或参与09-1核潜艇大马力弹性离合器和应急轮胎离合器、主推力轴承,035艇主轮胎离合器,072大型登陆舰主轮胎离合器支援舰减速齿轮箱等项目的研究设计工作。09-1大马力弹性离合器荣获全国科学大会奖,072主轮胎离合器荣获国防科工委技术成果三等奖。

他一直从事舰船推进轴系传动装置研究设计工作,是该专业的技术带头人,对专业的建设和发展作出了一定的贡献。

二十五、龚之森

江苏省苏州市人,1933年4月生。1955年毕业于苏南工业专科学校机械系,曾在南京晨光机器厂设计所工作。1960年4月起在南京船用辅机厂(国营绿洲机器厂)从事舰艇特辅机生产研制、组织领导工作,历任工程师、设计科长、技术科厂、厂副总工程师、总工程师,现任国营绿洲机器厂厂长,南京绿洲机器制造公司总经理,江苏省造船工程学会副理事长,中国造船工程学会理事。

1955~1960年,在南京晨光机器厂参加了160迫击炮试制攻关。主持测绘设计中国第一套鱼雷发射管、深水炸弹发射炮及导弹地面加注设备。60年代初主管南京船用辅机厂建厂初期的产品选型和各种舰艇用泵、空压机、四联辅机的测绘、改进设计、试制鉴定工作,为建成我国第一个船舶辅机生产厂,形成独立的船舶辅机专业制造力量作出了贡献。1968年,主持并组织领导中国自行设计的第一代离心分油机(DRY-15型)的方案论证工作,该产品荣获1984年度省、部优质产品称号。1974年负责DZY-50型油分离机小批生产性定型工作,解决了军用舰船及万吨货轮的重油作燃料问题,该产品获国家银质奖。1978年后,规划筹建了工厂设计研究所,组织领导离心分油机、甲板机械、液压起重机和环保装置的新品开发研制及试验台、站的建设工作,通过技术引进和组织生产船用液压起重机、生活污水处理装置、海水淡化装置、焚烧炉等一批具有国际先进水平的产品。他任厂长期间,工厂获得很大发展,现已被国家正式列为大、中型骨干企业和外贸扩权企业。

二十六、章以刚

浙江省三门县人,1939年生。1962年毕业于上海交通大学电机系电机专业,现任第七〇四

研究所电机科科长,高级工程师。

1965年起,主持设计了09核潜艇用1200千瓦船用交流发电机。该电机是国内最大的船用交流发电机,在电磁设计上采用带海水冷却器的全封闭结构和端盖式滑动轴承,故噪声低,绝缘性能良好,利于舱室降温。端盖式滑动轴承解决了总体对发电机轴向长度短的要求,使其寿命延长、维护方便。该电机经09艇长期使用,性能良好,耐用可靠,后又被选用为七一八工程主测量船的主发电机。

1987年,他主持309声纳电源用飞轮储能电动中频发电机组的设计工作,采用高速飞轮涡流制动器技术,解决大惯量高速电动机的起动发热技术关键,装舰样机接近和相当于美国AN/SQS-26AX声纳的飞轮储能电源水平,有些指标超过了美国声纳电源水平。他还是Y-J舰用交流电动机系列项目的技术负责人,组织系列设计工作,通过三次鉴定,完成63~28013个机座号电机的试制,性能基本上达到美国MIL标准的要求。

他是《舰船电气规范》主要起草人之一,荣获1978年全国科学大会奖。他主编的《CB1104-84舰用交流发电机技术条件》和《CJB847.2-90舰用交流电能品质》标准,前者获船舶总公司科技进步二等奖。

二十七、渠慎诺

江苏省丰县人,1936年5月生。1961年毕业于大连工学院造船系船舶内燃机专业,分配在第七研究院第七〇四研究所工作,历任技术员、工程师、室副主任、室主任、副所长、现任所副总工程师、研究员级高级工程师。

1961年从事液压传动专业研究工作,1963年参加0105艇固定式减摇鳍装置的研制,负责液压系统的设计及实验室安装调试。1967年至1976年,主持051舰收放式减摇鳍装置研制工作,在既无完整资料又无样机情况下,调查研究,首次将电液伺服阀应用到减摇鳍装置中。1976年160舰在南海进行高海情试验,减摇效果达65%,该装置荣获1978年全国科学大会奖。

为进一步实现海军对减摇鳍装置可靠使用的要求,他于1975~1985年主持《减摇鳍装置结构和系统的改进研究》课题,对液压件、控制系统、执行机构进行改进,实现三个信号控制,进行了全面的陆上性能试验,实船高海情试验,减摇效果达70.7%,各项性能指标均有所提高。1985年海定委批准二级设计定型,同年荣获船舶总公司科技进步二等奖。此外,在管理全室科技工作中,还参加718、812、918、814等舰船减摇鳍装置的方案制定及图纸的审校工作。他是减摇鳍装置专业的主要创始人和技术带头人,对该专业技术的开拓和发展作出了一定的贡献。

二十八、程 远

江苏省常熟市人,1918年生。1938年参加新四军,主要从事兵工军械的生产,历任指导员、厂长和军械处处长等职。建国后,曾任海军一〇一厂厂长。1956年始,任船舶工业管理局第四产品设计室副主任、总支书记。1961~1980年,任第七研究院第七〇四研究所副所长。

在抗日战争和解放战争时期,就在党的领导下组织军工生产。解放后,积极投身海军装备建设,是我国舰船设备设计机构——第四产品设计室的主要创建人,后来又是第七研究院特辅机械研究所的主要组建者和领导人之一。

长期以来,他深入实际,密切联系群众,模范执行党的知识分子政策。在组织领导工作中,十分重视科技工作的特点,重视科研工作的管理和实验手段的建设。50年代末,他亲临现场,组织建立了第一个船舶辅机的实验工厂。兹后又于60年代中,为舰船设备的综合性试验基地建设做了大量组织领导工作。

几十年中,他虚心与技术专家合作共事,共同领导完成了从初期的产品设计,之后的苏联转让产品的仿制和中国化,到新一代设备自行研制的全过程。尤其在他兼任七〇四所〇九办公室主任,组织领导09、051等新型舰艇辅机设备的研制和配套工作中,更是经常深入第一线,了解实情,组织力量,指挥协调,保证了各型舰船的设备总装。他以毕生精神,奉献给了船舶工业和海军装备建设。

二十九、崔若松

湖北省武汉市人,1944年2月生。1963年毕业于武汉船舶工业学校发射装置专业,分配到七〇四研究所五室工作,现任第七〇四研究所五室主任、高级工程师,全国船用机械标准化技术委员会委员,甲板机械分委员会主任委员。

多年来,他主要从事舰艇操舵装置的研究设计工作,1970年与广州造船厂合作研制650千牛米转叶式液压舵机,属国内首创,用于广州远洋公司的辽阳、信阳号等万吨轮上。该产品荣获全国科学大会奖。1968年为七一八工程主测量船研究设计650千牛米主动舵电动液压舵机,供主测量船航行操舵和漂流定位用,其最大特点能转舵 $\pm 90^\circ$,填补国内空白。经远望号多年执行国防科研任务,舵机一直工作正常,安全可靠。该装置荣获国防科委科技成果三等奖。他还主持设计了舵机系列产品中160/250、25/40、10/16千牛米柱塞式液压舵机及25千牛米转叶式液压舵机,装备各种军辅民用船舶。

他著作的《转叶式液压舵机的效率》、《转叶式液压舵机的试验》、《主动舵操舵装置的探讨》、《电液同步舵机系列》、《输弹装置可靠性试验》等论文以及主编的《海洋船舶液压舵机》、《水面舰船液压舵机》、《液压舵机通用技术条件》、《液压舵机型式试验方法》、《液压舵机出厂试验方法》等船舶专业标准,在甲板机械行业舵机技术领域内具有一定影响。

三十、焦俊峰

辽宁省黑山县人,1933年5月生。1958年毕业于大连海运学院轮机系,分配到海军装备技术部门工作,病故前为海军装技部辅船处助理员,高级工程师。

1959年至1965年,参加12—150型高速柴油机的试制和定型工作,提出了21项设计修改项目,使柴油机一次试车成功。1969至1987年,主管七一八工程五型12艘船的研制、建造,参加战术技术要求论证,设计方案审查,交船试航,技术进度协调等重大项目或阶段的组织工作,处理了J121船定位锚出口滚轮改装,主测量船船体焊缝复查等重大技术问题,使七一八工程船队在执行580、331、9182、814、打捞210失事潜艇,远航训练,南极考察等任务中,安全可靠圆满地完成了任务。1972年,援越扫雷任务急需312、058型扫雷艇,他多次深入现场,与工厂、军代表一道研究解决了低速扫雷问题,取得扫爆47枚水雷的战绩,出色完成任务,荣获国家科学大会奖。在南沙斗争中,他配合修理部门,进行U911船的抢修和575船的改装工作,亲

自到设备厂订货,到船厂落实改装所需图纸,及时完成了任务。

他 30 余年来在海军装备建设中兢兢业业,辛勤工作,一丝不苟,以科学严谨态度处理各项技术问题,三次荣立三等功,多次获嘉奖。

三十一、董俊增

辽宁省辽阳县人,1936 年生。1962 年 7 月毕业于大连工学院造船系船舶柴油机专业,分配在第七〇四研究所一室工作。历任技术员、工程师、特种推进科负责人,现任第七〇四研究所一室副主任、高级工程师。

1964 年起参加主持 KL42/3 型调距桨设计工作。在产品试制试验中,组织技术攻关和改进设计,解决了原设计中的技术问题,成功地研制了抱轴式高压回转密封,采用锁正阀稳距,H 型阀芯卸荷的液压系统等技术,该成果荣获 1978 年全国科学大会奖。

1971 年,主持国内最大功率(12000 马力)调距桨装置的研制工作,攻克多项技术关键,获得一次成功,荣获船舶总公司军工部重大军工产品奖和科技进步三等奖,七院科技进步一等奖。1983 年起,参加船用及平台可调式主推调距桨、侧推器、全回转推力器技术引进的可行性研究工作,为主要技术负责人之一。参与引进调距桨 79KS/4 型消化工作。提出 906 船用进口的 PGA-58 型先进调速器,改装在 43/82 型国产柴油机上,取代国产的 YT555 型调速器,使引进的“机—桨”联控装置的性能和水平达到卡麦华公司的先进水平。

他还主持 077 扫雷艇燃气轮机调距桨的论证,053K 护卫舰调距桨的预研工作,主持 ZCJ-1 型主、侧推进装置承包工程的全套产品设计、生产和技术服务工作,均取得较好效果。

三十二、詹海波

湖北省黄陂县人,1934 年生。1959 年毕业于华南工学院机械系,同年分配至武汉船用机械厂,曾任职该厂研究员级高级工程师、总工程师。

1960 年起,多年从事产品设计和车间技术工作,主管试制和生产各类升降装置、部分轴系、鱼雷发射装置、甲板机械、烟幕施放器等产品的技术工作,取得一系列技术改造、技术革新及技术攻关成果。

1969 年 11 月,詹海波等接受了改进 33 艇浮阀的任务。他们分析了原苏联浮阀设计中的不足,通过大量计算,重新设计了浮阀。在没有参考资料的情况下,经过近两年努力,于 1975 年成功地试制出改进型浮阀,解决了该艇一项重要技术关键。该项目获 1978 年全国科学大会奖和国家银质产品奖。

他在军品的试制和生产中,对产品的设计、工艺和制造提出了一系列修改意见,均取得较好效果。1969 年对 33 潜艇 353 天线升降装置的改进设计,减少了部件,减轻了重量,提高了使用性能;1970 年,09-1 侦察雷达升降装置泵压达不到设计要求,经他分析研究为天线端部螺钉孔设计错误所致,由 16 孔改为 32 孔后获得成功;1974 年 33 艇通气管升降装置行程长期超差问题,经他反复计算,提出正确数据,终于得到解决。

他勤于钻研、深入生产第一线,善于发现问题和解决问题,取得了一系列科技成果,1978 年被评为省级劳动模范。

三十三、蔡祖宏

上海市青浦县人,1918年生,研究员级高级工程师。1942年毕业于上海交通大学,兹后,留学美国密歇根大学,获机械工程硕士学位。1949年归国后,一直从事船舶机械设备的研究与设计。1956年起,在船舶工业管理局第四产品设计室历任蒸汽动力机科科长,中小型动力机科科长。1961年后,在第七研究院第七〇四研究所历任特种机械研究室总工程师,甲板机械研究室主任和总工程师。他是上海市第七届和第十一届的人大代表。

在新中国船舶动力机技术发展史上,他是最早的开拓者之一。50年代至60年代初期,就主要从事船舶主动力机械设备和中、小型动力机的设计和研制工作。曾主持设计2400马力单流蒸汽机,并参与设计研制1500马力三胀式蒸汽机以及其它的动力设备,对船舶动力的装备配套及国产化作出了重要贡献。

60年代中期始,转向组织领导甲板机械及舰船特种机械的技术工作。先后主持和领导了13700米液压底楼拖网绞车、1200千牛重吊起重机和330千牛定位绞车等一批重要设备的研制。

1973年,指导研究了水弹道学综合试验室减压拖曳水池的关键装置——拖曳系统的方案、结构及主要技术参数,保证了实验室的建成,获得1987年国家科学技术进步一等奖。

在研究总结船舶甲板机械技术发展的基础上,先后发表《线性自动调节原理》、《国外甲板机械系统介绍》等论文著作。对于如何确定救生艇绞车试验负荷及有关甲板机械标准文件的若干条款均有重要见解和建议,绝大部分已被1981年和1984年甲板机械国际标准会议采纳。

几十年来,他在甲板机械自动化液压化的技术发展中,多有建树,推动了我国甲板机械的更新换代与技术进步。

三十四、蔡顺清

河北迁安县人,1934年生。1956年毕业于上海交通大学造船工程系船舶内燃机装置专业。现任第七研究院第七〇四研究所副总工程师,第四一研究室主任工程师,研究员级高级工程师。

1956~1957年,他在上海沪东造船厂从事机械设备的设计工作。1958年进船舶工业管理局第四产品设计室,参与我国第一台自行设计的2000马力船用低速柴油机的研制工作,获得国家二等奖。此后,主持了8800马力船用低速重型柴油机操纵系统的设计。

1962年从事舰船特辅机研制工作,开始组织创建船舶减摇鳍专业,1963年主持设计了我军第一套0105艇固定式减摇鳍装置,1965年装艇,其减摇效果达78%。

1967年,他主持051减摇鳍装置方案设计和初步设计,为该专业技术的发展打下了基础。

1975年~1979年,他主持研究七一八工程的电影经纬仪稳定平台装置,其负载大、精度高,系统采用计算机引导,直流力矩电机驱动等先进技术,性能指标先进,深得使用部队欢迎。该装置1980年荣获国防科委科技成果二等奖。

1982年后主管全室科研设计工作,负责减摇鳍装置、特种推进、轴系传动等技术的发展规划,主编《减摇鳍装置系列型谱》。他是减摇鳍装置专业的主要创始人和技术带头人,对该专业

技术的开拓发展作出了较大的贡献。

三十五、傅家璋

江苏省南京市人,1935年6月生。1955年毕业于南京机械制造学校机械系,现为第七〇一研究所高级工程师。

参加工作后,在苏联专家指导下,从事03型潜艇的转让制造工作,后又相继参加核潜艇特种辅机预研,33型潜艇仿制,03、035型潜艇的自行设计工作。曾任潜艇特种装置专业组长、七院驻四六一厂联合工作组组长,《潜艇潜望镜和升降装置流体动力和振动规律的试验研究》课题组组长。在潜艇特种装置研究、设计试验方面积累了丰富的经验。

在担任七院驻四六一厂联合工作组组长期间,较好地完成了33型潜艇6种7套升降装置试制的配合工作,解决了大量的加工、装配和调试中出现的问题,为潜艇装备立足于国内作出了贡献。在负责33型潜艇通气管浮阀改进的工作中发挥了重要作用,该项目荣获1978年全国科学大会奖。

三十六、潘贤德

江苏省射阳县人,1938年10月生。1961年毕业于海军工程学院内燃机系,现任海军装技部舰艇部处长。

1964年在海军装技部特辅机处组织参加了对现役舰艇特辅机的调查及清理工作。由于当时现役舰艇多为接收国民党所得,特辅机设备陈旧,性能落后,型号繁杂,用途单一,不成系列,必须进行统一规划。他根据海军舰艇现状及国内外技术发展趋势,克服各种困难,初步组织制订了舰艇特辅机规划。

随着舰艇特辅机从仿制走向自行研制,其标准化工作列入议事日程,并越来越重要。60年代起,在船舶标准化委员会领导下,组织了海军军代表系统参加标准化专业组,配合工业部门共同开展标准化工作。

近几年来,他又组织军代表及有关厂、所编制舰艇用特辅机系列型谱,第一批减摇鳍等8个项目已通过评审,即将全面展开。

他长期从事舰艇特辅机工作,对舰艇特辅机专业的发展作出了一定贡献。

三十七、霍励强

广东南海县人,1920年生,研究员级高级工程师。1944年毕业于同济大学机械系。1952年起致力于船舶辅机的设计研究。1956年在船舶工业管理局第四产品设计室任职舱室机械科科长。1961年后,在第七研究院第七〇四研究所历任辅机研究室副总工程师、总工程师等职。在此期间,他曾担任流体工程学会常务理事,船舶工程学会学术委员和辅机学组组长等学会工作。

在新中国船舶技术的发展历史中,他是船舶辅机技术及设备研制的最早开拓者之一。从50年代初开始,即着手进行各类舱室辅机的设计研究,对早期的船舶设备的建造与配套作出

了贡献。此后,一面从事自行研究设计,一面组织人员从事苏联转让技术的学习消化工作,全面提高了各类辅机的技术水平,并向国产化推进,为我国第一批舰艇的建造贡献了力量。在此基础上,他组织编订了舱室机械、甲板机械标准系列参数和统一化图册,为后来设备的标准化系列化建立了基础。

1961年起,他先行组织了自行研制新型舰艇 051 的辅机设计。1965 年后,作为〇九工程辅机技术总负责人,组织了全面的技术攻关,研制了适合新舰艇的一代新设备,带动了辅机技术的全面提高,保证了新一代舰艇的设备配套。

1973 年后,他主要致力于丰富船舶设备文献的工作。参加了《英汉舰船科技词汇》、《船舶名词术语》等书的编订。帮助和指导专业人员编写了《通风机》、《叶片泵》、《制冷装置》等著作,并亲自作了审校。他的几十年工作实践,不仅组织建立了船舶辅机技术的研究设计体制,同时也培育了一批从事这门技术的专门人材。

三十八、戴永庆

江苏泰兴人,1937 年生。1961 年毕业于西安交通大学动力机械系,同年进第七〇四研究所,从事制冷设备的研究与设计工作。现任第七〇四研究所二室主任,研究员级高级工程师,中国制冷学会理事,上海市制冷学会常务理事兼第二专业委员会主任,上海市冷冻空调机械工业协会理事。

1965 年起,他主持研究舰用溴化锂吸收式制冷机,进行了溴化锂水溶液缓蚀试验、物理参数测定与工质传热等基础试验,取得了这项技术的突破和发展,研制成功 BL201(I)和 BL201(II)两型装置。这项技术的成功不仅解决了 09 等舰艇装置装备的急需,同时也推动了民用制冷工业的发展。1978 年他参加了全国科学大会,荣获重大科技成果奖和大会授予的先进科技工作者称号。同年,又被授予上海市先进科技工作者称号。

1984 年后,组织领导了 052 舰 30 万千卡/时半封闭螺杆冷水机组、6 万千卡/时半封闭螺杆冷水机组及 8000 千卡/时食品冷藏装置的研制工作,并取得了螺杆压缩机制冷技术的成功。

鉴于这些研究工作的实践,他著有《溴化锂水溶液喷射泵的无因次特性》、《溴化锂吸收式制冷机在舰船上应用》等论文,并主持编写了《溴化锂吸收式制冷机》专著。他为我国制冷技术的发展尤其对溴化锂吸收式制冷技术的开发与应用,作出了突出的贡献。

附 录

一、报刊摘录

(一)七〇四所研制成船舶油污水处理装置

本报讯 七〇四研究所在上海港务监督、船舶检验局上海办事处、上海远洋公司和上海海洋渔业公司等单位协作下,最近研制成功符合国际和我国防止水域油污染规定的船舶油污水处理装置。

这种船舶油污水处理装置,主要用来处理船舶产生的舱底油污水。舱底油污水沾有船舶所使用的各种油类,如果不加处理,任意排放,不但污秽环境,而且会破坏水域的生态平衡。因此,油污染被认为是一种公害,引起世界各国的关注。目前国外产品一般都采用重力分离和过滤吸附等方法除去水中油份。这类装置结构复杂,而且由于材料的阻塞或饱和,使用一段时间后,要进行冲洗或再生,以恢复过滤吸附材料的活力。七〇四所等单位研制成功的船舶油污水处理装置,由于采用了新型油滴聚合元件,能使细小的油粒在其内聚合成滴,最后上浮分离,消除“阻塞”及“饱和”的通病,无需反复冲洗或再生,大大简化操作步骤,提高使用寿命。

最近,有关科研设计、船舶检验、港务监督、生产使用及大专院校等五十三个单位的一百二十余名代表在上海召开技术鉴定会,认为这种装置结构简单,操作管理简便,造价低廉,适宜于各类船舶处理舱底油污水之用,这种处理技术也可供陆上油污水处理借鉴。(江海乐)

——摘自《解放日报》1979年7月23日

(二)在上海的国防科研单位和中科院有关研究所为运载火箭试验作出了贡献

本报讯 在我国第一次运载火箭发射试验中,在上海的一些国防科研单位和中国科学院有关研究所为我国远洋作业舰船和火箭的有关设计、研制承担了科研任务,作出了应有的贡献。

七〇八研究所科技人员为这次试验精心设计了远洋测量船、海洋考察船、打捞救生船等专用船只。这在国内是首创,技术上具有七十年代国际先进水平,性能要求高、设备多、难度大。研究设计人员与使用单位密切配合,使船舶设计的各项技术指标达到了比较先进的水平。运载火箭试验海上编队的我国自制舰船中,每条船上都有七〇四所研究、设计的设备。在“远望”号测量船上,这个所研制了近百项设备,其中有四项荣获国防科委二等奖。他们研制了“远望”号海水淡化装置是我国目前船用最大的造水装置。工程师曹鑫达、周美忠精心调试,确保安全可靠,在航行中这个装置连续向锅炉供应高质量的蒸馏水,保证了远航南太平洋。该所还为“远望”号研制成功特种装置。解决了测量船在深海作业时船舶漂移问题。七一一研究所承担了大型护航舰主机和“远望”号测量船锅炉的研制任务。在陆上试验阶段,该所科技人员提出口号:“宁让问题暴露在试验站,不让隐患带上舰船。”三六室汽机组的同志在试验中高度负责,对主机一百五十多个测点进行严格测试,获得上万个数据,保证主机的设计要求。为了准确测试炉内温度,女技术员华静不顾天热炉烤,几次钻进出口仅有四十厘米宽的炉膛内装测点。他们胜利完成了

各项研制任务。中国科学院上海硅酸盐研究所科技人员独立自主,奋发图强,研制成功了具有我国特色的新型复合材料,在多次试验成功的基础上,为我国这次发射运载火箭提供了一项关键部件。

七〇四、七〇八研究所有关科技人员还到现场参加了我国这次运载火箭的试验,他们顶海风,战巨浪,克服晕船呕吐的困难,圆满完成了任务。七〇四所有五位科技人员随船远航,他们保证有关仪器设备正常工作,及时排除故障。在运载火箭溅落海洋前半分钟里,保证了测量船经纬仪及时捕获目标,拍下数百张弹头飞行姿态照片,精确地记录了火箭溅落前的有关数据,完成了落区测量任务。

——摘自《解放日报》1980年6月15日第一版

(三)乘风破浪天涯追踪

——参加南太平洋运载火箭试验的导弹驱逐舰护航编队战斗生活纪实

大洋补油

五月×日,太平洋少云到多云中涌小浪日从东方冉冉升起,放射万道金光。突然,护航编队接到通报:“预计明天航线上会有台风,望加强防台准备”。于是,编队指挥员决定对所有的驱逐舰提前进行海上加油。

海上航行加油是提高舰艇续航力的重要手段。驱逐舰的续航力和自持力是有限的,海上加油问题不解决,驱逐舰要离开基地远航太平洋就不可能。这天,洋面上虽然是小涌小浪,但舰船仍然摇摆到十多度。当107舰驶向X950油水补给船,操纵稍有不稳很容易发生碰撞。舰长沉着下达航令,及时修正航向,保证准确无偏差。在二船平行航行保持最佳时,一枚撇缆火箭突然从X950船上飞出,正好落在107舰甲板正中央。接着,拖出缆绳,引出钢索,几分钟就把油、水管对接上,重油及淡水源源不断输向107舰,这就足够战舰航行好几天了。……

——摘自《舰船知识》1980年第8期

(四)避开台风后继续向东南挺进,我南极考察船队进入原定航线

本报11月26日专电记者李文祺报道:赴南极考察的我船编队乘风破浪于今晚八时(北京时间)通过关岛水域已进入原定航线。现以每小时十七节的航速继续向东南挺进。至此我船已航行一千五百十海里。

我船避开今年十九、二十号台风后,太平洋的巨大涌浪不时向两船冲击,船体晃动剧烈,向阳红十号船为保持船体平稳,及时施放了防摇鳍,这个装置似鸟之两翼,装在船体中央,能减轻船体的倾斜度。船长张志挺对记者说:我船有先进装备,就是再大一点的涌浪也不怕。请转告南征者的家属们,我们都平安。

——摘自《解放日报》1984年11月27日

(五)南极考察队航程逾万海里

本报南极考察船“向阳红10号”十二月十八日专电 特派记者陈可雄报道:我国南极考察船队在风急浪高的西风带奋力搏斗六天,航行二千五百多海里,今天已胜利驶至拉丁美洲最南

端的合恩角海域,将于十九日抵达阿根廷乌斯怀亚港。

向阳红10号船和J121船进入南纬四十度以后,一直在恶劣的条件下航行。两船全体成员齐心协力,顽强拼搏。南大洋考察队员坚持进行太平洋航线的最后一段海洋综合考察,向阳红十号船在西风带还试放了七〇四研究所设计制造的防摇鳍,使摇摆大为减弱,取得明显效果。

至此,这两艘船已完成首航太平洋一万海里的航程,中国南极考察队全体队员健康、平安、南大洋考察队在途经西太平洋岛弧海沟、中太平洋海盆和东南太平洋中脊等几个主要海区,在从赤道到高纬地区的八十多个纬度距和一百五十个经度距中,获得了重力、磁力和水深测线资料,汲取海洋表层海水五十四个基点,数百个样品,还采集到气溶胶大气尘埃样品十多个,这是我国首次获得研究太平洋的较为全面的第一手资料。

我国南极考察队将于二十七日在南极半岛的乔治帝岛登陆,开始建站工作。

——摘自《文汇报》1984年12月19日

(六)惊心动魄的五天五夜

编队满载着南亚三国人民的深厚友谊,踏上了返航的征程。今年1月4日下午,编队顺利通过马六甲海峡,进入南海,刚入还是风平浪静的海面,转眼间便掀起了狂涛。5日上午,阵风达11级,浪高8米,涌长近百米。排排涌浪呼啸着压向编队,使两万多吨*的132舰一跃上浪尖,连舰首底部的球鼻首都露出来了;掉进涌谷时,整个舰体又几乎被水淹没。面对这险恶的环境,全体官兵团结一心,同狂风巨浪展开了殊死的搏斗。

6日傍晚,132舰舰深水炸弹门被涌浪掀开,海水灌满了弹库。深弹库的隔壁是舵房,在海水的冲击下,壁板不时发出“嘎嘎”响声。情况万分紧急,几名官兵迅速赶到舰尾钻进深弹库,在齐胸深的海水中奋力堵漏。经过四小时的“拉锯战”才排除险情。

7日清晨,132舰向编队指挥所报告,要求补油。下午3时,补油开始。迎着狂风恶浪,132舰从后方徐徐靠近X615舰。当两舰前后相距120米时,X615舰放下了浮标。浮标红白相间。呈椭圆形,它跃过座浪峰,慢慢漂向132舰。132舰甲板上伫立着十几位水兵,他们用尼龙绳把身子拴牢,一头系在栏杆和缆车上。当浮标靠近舰舷时,大家便冒着被浪涌卷走的危险,奋力去套。刚刚套住,一个涌浪打来,人摔倒了,浮标脱落了;再套,又被涌浪打落。经过反复努力。战士们才套住浮标。然后,十几个人用尽全力,往上拉油管。整整两个小时,X615舰在8级风浪下,为132舰补油160吨。官兵们以自己的大智大勇,创造了人民海军海上补给的新记录。

1月19日上午,编队终于闯出风浪区,踏上返回祖国的坦途。……

摘自《舰船知识》1986年第4期

(七)海军首次在太平洋进行多舰船多方向补给训练

新华社上海5月29日电(记者杨国钧、黄彩虹)我国海军远洋补给船首次在太平洋海域成功地进行了从左、右两舷和艏部同时对三艘军舰补给油料和食品的训练。

负责这次训练的东海舰队一位高级军官说,远洋补给船在左、右两舷和艏部同时对三艘军

*原稿如此,报导吨位有误。

舰补给干、液货,是我国海军远洋后勤补给的新突破。它的成功,为提高舰艇的海上作战能力进一步提供了保证。

担任这次补给任务的“丰仓”号补给船船长,41岁的朱林荣告诉记者,在近一个半小时的补给过程中,“丰仓”号向三艘军舰补给了1000多吨的燃油、柴油和几百吨淡水及主副食品。

据悉,多向多舰补给是这次远洋训练的几十个训练课目之一。其它训练课目有海上救生、水面舰艇协同演习等。

摘自《人民日报》1987年5月30日

(八)国防现代化建设又放光彩,我海军拥有远洋后勤保障能力

新华社北京6月7日电(记者黄彩虹)海军后勤部部长李春明今天对本报记者说,中国海军目前已拥有中远海后勤保障能力,舰船编队远航太平洋、印度洋、能伴随提供油、水、主副食品等生活和物资器材的补给。

这位部长介绍说,海军后勤部队拥有多种勤务船只,其中补给船、油船、水船、测量船、运输船、拖船等有数百艘,勤务船只的吨位比十年前增加了近两倍,近几年还装备了远洋油水补给船。这种远洋油水补给船,可配合战斗舰艇编队在中远海实施两舷干、液货补给和人员换乘,补给效率较高,从而使海上后勤保障能力大大加强。

据悉,海军和地方科研生产单位共同研制成功的海上纵向航行加油装置,已被陆续装备在海军千吨以上的油船。与此同时,还研制成功了高架索、无码头岸滩以及锚泊补给装置,使海上后勤保障有多种手段。海军遍及各地的军港、机场、供应站、仓库、油库、医院、技术维修中心、勤务船只等现代化设施和装备,初步构成了海上后勤保障能力体系,有效地提高了海军后勤的综合保障能力和快速支援能力。今年5月,“丰仓”号远洋补给舰在太平洋海域成功地从左、右两舷和艏部同时为两艘驱逐舰和一艘护卫舰补给油料、食品,这在中国海军史上是第一次。

摘自《人民日报》1987年6月8日

二、舰艇特辅机设备获奖项目统计表

序号	奖励名称	获 奖 项 目	等 级	时 间	备 注
1	全国科学大会奖	09 艇电站电力系统		1978 年	
2	"	09 综合空调系统研究设计		1978 年	
3	"	09--1 大马力弹性离合器		1978 年	上海市科学大会奖
4	"	09-1 50 吨/天造水装置		1978 年	上海市科学大会奖
5	"	051 减摇鳍装置		1978 年	
6	"	09--1 900 井天线升降装置		1978 年	
7	"	675 声纳升降回转装置		1978 年	
8	"	051 电站		1978 年	上海市科学大会奖
9	"	051 汽轮发电机组		1978 年	上海市科学大会奖
10	"	QCF-1 汽轮鼓风机		1978 年	
11	"	051 汽轮给水泵机组		1978 年	
12	"	QRI 型汽轮燃油泵		1978 年	
13	"	CSLF5/28 燃油水管辅锅炉		1978 年	上海市科学大会奖
14	"	高压螺杆液压泵		1978 年	国防科委重大科技成果三等奖
15	"	20 兆帕液压蓄压器		1978 年	上海市科学大会奖
16	"	5 吨/天电力压汽蒸馏装置		1978 年	上海市科学大会奖
17	"	QLC-45 型汽轮螺杆压气机组		1978 年	
18	"	QHY150-40 型汽轮滑油泵		1978 年	
19	"	ZFH-K 型船用直流发电机		1978 年	上海市科学大会奖
20	"	CJH-15, CZH-15 船用交直流接触器、CJ914 系列船用交流接触器		1978 年	上海市科学大会奖
21	"	1100 马力可调螺旋距螺旋桨		1978 年	上海市科学大会奖
22	"	RS-1/500 型有害气体燃烧装置		1978 年	
23	"	JKC-2Z 和 KJQ 型空气过滤器		1978 年	
24	"	XQ-1/250 型消氢滤器		1978 年	
25	"	ZSP-5 型海水制淡装置		1978 年	
26	"	DY-1/3 型电解水制氧装置		1978 年	河北省科技成果奖
27	"	DZY-50 型矿物油分离器		1978 年	国家银质奖
28	"	海上纵向航行加油装置		1978 年	上海市科学大会奖
29	"	CDY 系列电液伺服阀		1978 年	上海市科学大会奖

续表

序号	奖励名称	获 奖 项 目	等 级	时 间	备 注
30	"	海水蝶阀		1978 年	上海市科学大会奖
31	全国科学大会奖	船用螺杆泵		1978 年	
32	"	BL201 溴化锂空调装置		1978 年	上海市科学大会奖
33	国家级科技进步奖	海上横向高架索干、液货补给装置	一等	1985 年	
34	"	8 米玻璃钢耐火封闭式救生艇	三等	1985 年	
35	"	锅炉清灰剂	三等	1985 年	
36	"	舰船电子设备环境试验方法	三等	1987 年	国防专用
37	国家发明奖	918 舰布雷系统	三等	1989 年	
38	"	艇快速挂脱装置	三等	1984 年	
39	国家银质奖	倒车装置液压系统			
40	国防科委科研成果奖	海上高架索恒张力横向补给装置	一等	1980 年	
41	"	JQ-6 收放式减摇鳍装置	二等	1980 年	
42	"	718 电影经纬仪稳定平台	二等	1980 年	
43	"	TZ-F 型 630 千瓦自励恒压装置	四等	1980 年	
44	"	七一八工程主测量船舶部定向装置	二等	1980 年	
45	"	1.75~2 吨/时闪发式蒸馏装置	二等	1980 年	
46	"	5 吨/天电力压汽式蒸馏装置	三等	1980 年	
47	"	650 千牛米主动能液压舵机	三等	1980 年	
48	"	七一八工程加压舱用呼吸装具及面罩	三等	1980 年	
49	"	20 兆帕气动液压蓄压器	四等	1980 年	
50	"	09 自动调压阀和专用安全阀	四等	1980 年	
51	"	09-2 立式起锚机	四等	1980 年	
52	"	波纹管恒温式疏水器	四等	1980 年	
53	"	浮球式双阀盘疏水器	四等	1980 年	
54	"	氮氮氧半自动配气装置样机	四等	1980 年	
55	"	CFQ323-7 型强制循环废气锅炉	四等	1980 年	
56	"	7000 米 ³ /时高压空调装置	四等	1980 年	
57	"	331 天线升降装置	四等	1980 年	
58	"	大型潜望镜伸缩式升降压机	四等	1980 年	
59	国防科工委科研成果奖	大型登陆舰 17 米双节折叠式首吊桥	二等	1980 年	
60	"	30 千瓦中频机组及其控制设备	三等	1980 年	

续表

序号	奖励名称	获 奖 项 目	等 级	时 间	备 注
61	尤里卡国际 发明博览会	油污水分离装置	金奖	1989 年	
62	国防工办 重大技术 改进成果奖	CNJM3·2 液压马达	二等	1980 年	
63	国防工办 重大技术改进 成果奖	BLK-130 船用半封闭螺杆式空调装置	二等	1980 年	
64	"	船舶油污水处理装置	二等	1980 年	
65	"	YD-160 型液压舵机	三等	1980 年	
66	"	船舶电站巡回检测装置	三等	1980 年	
67	"	TJD4 型交流电动起艇机	三等	1980 年	
68	"	电动系绞盘标准和系列产品	四等	1980 年	
69	"	电动起锚机标准和系列产品	四等	1980 年	
70	"	电动起锚系绞盘标准和系列产品	四等	1980 年	
71	"	280 千牛/560 千牛电动液压折臂式起重机	四等	1980 年	
72	国防工办重要 科技成果奖	船舶电站自动控制装置	二等	1981 年	
73	"	1200 马力 982 I 泵	二等	1982 年	
74	国防工办重要 科技成果奖	玻璃钢封闭式耐火救生艇	三等	1981 年	
75	"	WHS0.7-7 型船用全自动卧式火管锅炉机组	三等	1981 年	
76	"	072 轮胎离合器	三等	1981 年	
77	"	3000 米电动深水锚绞车	三等	1981 年	
78	"	KL36/3 可调螺距螺旋桨	三等	1981 年	
79	"	KL60/4 900 马力可调螺距螺旋桨	三等	1981 年	
80	"	YMA-25000 液压马达	三等	1982 年	
81	"	海底电缆埋设专用信号电缆绞车	三等	1982 年	
82	"	120 点巡回检测装置	四等	1981 年	
83	"	Dg400 电液控制自动密封球阀	四等	1981 年	
84	"	LXH-S 型船用防爆行程开关	四等	1981 年	
85	"	BDK 系列船用并车电抗器以及系列标准	四等	1981 年	
86	"	600 千牛液压尾锚机	四等	1982 年	
87	"	250 千牛液压尾锚机	四等	1982 年	
88	中国船舶 工业总公司 科技成果奖	ZT/Y-16 型 160 千牛液压自动拖缆机	三等	1982 年	
89	"	φ10、20、32 舰艇用电液换向阀	三等	1982 年	

续表

序号	奖励名称	获 奖 项 目	等 级	时 间	备 注
90	"	高压高速压缩机气阀寿命试验研究	三等	1982 年	
91	"	CZ240/30 型电动空压机	三等	1983 年	
92	"	CZ240/30 型船用中压压缩机气阀	三等	1983 年	
93	"	6000 米交流电动地质绞车	三等	1983 年	
94	中国船舶工业总公司科技成果奖	3XZ II-150 型蒸汽两效溴化锂吸收式制冷机	三等	1983 年	
95	"	ZKZ7 型船用集中式空调器	三等	1983 年	
96	"	双进风空调风机	三等	1983 年	
97	"	ZFS-20 海水淡化装置	三等	1983 年	
98	"	ZFSB-20 海水淡化装置	三等	1983 年	
99	"	CZZ,M0.1 轴向柱塞式液压马达	三等	1983 年	
100	"	2CQKM-E6.3 液压马达	三等	1983 年	
101	"	YD220 型 320/400 千牛米液压舵机	四等	1982 年	
102	"	PS10-2,PS20-3 型船用水喷射泵	四等	1982 年	
103	"	035 5 吨/天造水装置	四等	1982 年	
104	"	DNW 型 0、2、1、2、4 凝水泵	四等	1982 年	
105	"	CZK-2 船舶电站自动控制装置	四等	1986 年	
106	中国船舶工业总公司重要科技成果奖	潜望镜液压升降机	三等	1982 年	
107	中国船舶工业总公司科技进步奖	船用舱底油污水分分离装置(CB1032、1033-83)	一等	1985 年	
108	"	潜艇噪声振动控制研究设计及 33 艇改装应用	一等	1989 年	
109	"	051 减摇鳍装置(改进设计)	二等	1985 年	
110	"	主机——调距桨联合控制装置	二等	1985 年	
111	"	舰用交流发电机技术条件	二等	1985 年	
112	"	Y-J 交流异步电动机系列	二等	1990 年	
113	"	YSCZ 系列油污水分分离装置	二等	1991 年	
114	"	救生艇绞车	二等	1985 年	
115	"	全封闭式救生艇类型和基本参数	二等	1985 年	
116	"	舰船电磁兼容研究	二等	1987 年	
117	"	海上航行补给干货接受装置	二等	1987 年	
118	"	DXT-150-40 型电液调速器	二等	1989 年	

续表

序号	奖励名称	获 奖 项 目	等 级	时 间	备 注
119	"	船用排疏水喷射泵技术条件等二项标准成果 (CB*3159,3160-83)	三等	1984 年	
120	"	船用辅锅炉控制箱通用技术条件(标准)	三等	1984 年	
121	"	船用可调螺距螺旋桨主要尺寸参数系列(标准) (CB*3165-83)	三等	1984 年	
122	"	高压螺纹接头手动球阀(标准)CB*3191-83	三等	1984 年	
123	"	船舶电站自动控制装置技术条件等二项标准成果 CB*3152,3153-83	三等	1984 年	
124	中国船舶 工业总公司 科技进步奖	082 艇调距桨装置	三等	1991 年	
125	"	082 主机——调距桨联控装置	三等	1991 年	
126	"	船用防爆风机	三等	1991 年	
127	"	7103 救生艇水下作业机械手	三等	1990 年	
128	"	舰用变压器等项标准成果(CB1007,1008-83)	三等	1984 年	
129	"	舰船液压比例控制元件	三等	1985 年	
130	"	2×16 千牛米电液同步舵机	三等	1985 年	
131	"	起锚机和起锚绞盘	三等	1985 年	
132	"	QHZ 型汽化油灶	三等	1984 年	
133	"	DF-20 型可吊式气胀救生筏	三等	1984 年	
134	"	CZCD-60 型舰船用直流幅压接触器	三等	1984 年	
135	"	037-1 艇 120 千瓦自动电站	三等	1984 年	
136	"	三通插装阀及应用(推广)	三等	1984 年	
137	"	锚技术条件(标准)	三等	1984 年	
138	"	36 吨/24 小时组合式海水蒸发装置	三等	1989 年	
139	"	船舶减摇装置通用技术条件	三等	1991 年	
140	"	舰用电动中频、工频发电机组技术条件	三等	1991 年	
141	"	工作艇绞车等三项标准成果(CB3893-83, CB3135-83,3150-83 等三项合为一项得奖)	三等	1984 年	
142	"	船用柴油机发电机组技术条件(CB*3151-83)	三等	1984 年	
143	"	船用配电箱	三等	1985 年	
144	"	船用电工试验板	三等	1985 年	
145	"	船舶机舱自动控制和监测装置、振动、高温、湿热 试验方法	三等	1985 年	
146	"	转杯式燃烧器技术条件	三等	1985 年	
147	"	CP 型船用排疏水喷射泵	三等	1987 年	

续表

序号	奖励名称	获 奖 项 目	等 级	时 间	备 注
148	"	变幅式救生筏降落装置	三等	1987 年	
149	"	3/5 吨交流电动起货绞车和单杆起货装置	三等	1987 年	
150	"	船用燃油炉灶通用技术条件	三等	1987 年	
151	中国船舶 工业总公司 科技成果奖	交流电动起锚和系泊机械控制设备技术条件	三等	1987 年	
152	"	舰用交流柴油发电机组通用技术条件	三等	1987 年	
153	"	KL76/3, KL95/4 型调距桨装置	三等	1987 年	
154	"	RP ₁₂ 舵桨机	三等	1987 年	
155	中国船舶 工业总公司 科技成果奖	变压力端面密封装置	三等	1987 年	
156	"	66—10 空压机降噪试验研究	三等	1987 年	
157	"	33G 用 YJ—8 导弹电源装置	三等	1987 年	
158	"	WCB 型生化法生活污水处理装置	三等	1987 年	
159	"	船用 25N 直流湿式电磁铁	三等	1987 年	
160	"	36 吨/24 小时组合式海水蒸发装置	三等	1988 年	
161	"	LRF 系列热解焚烧炉	三等	1988 年	
162	"	中流量射流管电液伺服阀	三等	1989 年	
163	"	40CWZ—4 及 50CWZ—6 船用卧式自吸离心泵	三等	1989 年	
164	"	20 千牛×12.5 米液压折臂式起重机	三等		
165	六机部重大 技术改进奖	φ43/46 电动起锚系统绞盘	四等	1979 年	
166	上海市 科学大会奖	JKQ—2A 和 KJQ 型静电空气过滤器		1978 年	
167	"	QLC—45 型汽轮螺杆压气机组		1978 年	
168	上海市 科技成果奖	7.5/6.5 吨交流电动起艇机	三等	1984 年	
169	"	3×2Ⅱ—150 蒸汽两效溴化锂吸收式制冷机	三等	1984 年	
170	"	QHZ 型汽化油灶	三等	1986 年	
171	上海市科技 情报成果奖	溴化锂吸收式制冷机情报服务	三等	1986 年	
172	"	舰船海上航行补给装置情报服务	三等	1986 年	
173	"	国外可调距螺旋桨情报研究	三等	1986 年	
174	上海市 科技进步奖	3XZⅡ—150H 型低压蒸汽两效溴化锂吸收式制冷机	三等	1987 年	
175	"	SL—1~4 型磁化节油器	三等	1988 年	
176	机械电子部 科技进步奖	液压控制的试验方法	三等	1989 年	
177	"	液压马达空载排量测定方法	三等	1989 年	

续表

序 号	奖励名称	获 奖 项 目	等 级	时 间	备 注
178	交通部 科技成果奖	八米救生艇玻璃耐火封闭式救生艇	二等	1985 年	
179	国家环境 保护局环保 科技进步奖	船舶油污水处理装置	三等	1985 年	
180	标准局国家 标准成果奖	船舶舱底油污水分离装置	二等	1987 年	
181	辽宁省 科技进步奖	6 吨液压折臂式起重机	二等		
182	部优产品 称 号	SYSC 系列油水分离器		1987 年	
183	中国船舶工业 总公司七院 科技成果奖	外置式升降装置	二等	1980 年	
184	"	DY-T 型电解水制氧装置	二等	1977 年	

三、舰艇特辅机设备主要产品登记表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
1	051 汽轮消防泵 (QXF150-80)	七〇四所	大连汽轮机厂 沈阳汽轮机厂	1961~1964.7	30 台	051 舰	曹天坝、蒋国鑫、曾传云、 闵为龙、王德纯、王继成	
2	051 汽轮给水泵 (QG-1 型)	七〇四所	杭州汽轮机厂 上海水泵厂	1961~1974	60 台	051 舰	吴士芳、朱钧良、丁 恢、 夏振国、高春芳、蒋国鑫、 项祖明、陶水清	
3	TMH100/A 汽轮滑油泵	七〇四所	哈尔滨汽轮机厂	1961~1974	60 台	051 舰	俞鸿宇、招耀晃、王德纯、 何继春、徐荣达	
4	051 汽轮燃油泵 (QR I 型)	七〇四所	哈尔滨汽轮机厂	1960~1974	12 台	051 舰	王德纯、招耀晃、何继春、 徐荣达	
5	09-1 汽轮 给水泵	七〇四所 上海汽轮机厂 沈阳水泵厂	上海汽轮机厂 沈阳水泵厂	1965~1981	14 台	09-2 艇	吴士芳、夏振国、陶心康、 徐亦成、高春芳、杨传康、 李林根	
6	09 汽轮 主循环泵	七〇四所	上海汽轮机厂 上海水泵厂	1965~1977	14 台	09-1 艇 09-2 艇	项祖明、杨荣光、李学虎	
7	051 汽轮鼓风机 (QGF-1 型)	七〇四所	杭州汽轮机厂	1963~1965.12	60 台	051 舰	郭长洲、曹天坝、沈勇基、 茅福柏、赵惠民	
8	汽轮离心式鼓风机 (QGF-2 型)	七〇四所等单位 联合设计	杭州汽轮机厂	1966~1969	3 台	09-1 艇	曾传云、黄均煌、沈勇基、 李强荣、张金土、任 坚、 余恩荪	
9	CYP-150 给水除氧器	七〇四所	四七〇厂	4 年	24 台	051 舰	余翥暖、杨丽华、徐伟原、 孟广生	
10	DRY-15 型 油分离心机	四七六厂 七〇四所	四七六厂	1966~1968	军品 6 台 共 2719 台	09-1 艇 09-2 艇 军民船舶	刘令勋、邱维林、卢新华、 牛家新、陆保功、任凤山、 孙育云、陈式仪、蒋祖裕	
11	DZY-50 型 矿物油分离心机	四七六厂	四七六厂	1971~1974	军品 2 台 共 1723 台	718 工程器	王崇善、邱维林、屠林昌、 严建国、刘令勋、牛家新、 陆保功、任凤山、金振华	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
12	09-1 推力轴承 09-2 推力轴承	七〇四所	四六一厂	3 年	6 台	09-1 艇 09-2 艇	毕占一、郑永才、罗育文、 郭木泉、全永清	
13	09-1 大马力 弹性离合器	七〇四所	陕西柴油机厂、四厂 上海橡胶制品厂 天津石棉制品厂	1966~1974	6 套	09-1 艇 09-2 艇	贾润康、陈兆德、庄景铨、 张清满、叶廷升、郭有儒、 田宗玉、张国钧、陈嘉祥	
14	072 轮胎离合器	七〇四所	四〇八厂 上海橡胶制品四厂	1976~1980	2 套	072 大型登陆舰	张清满、庄景铨、顾石仁、 贾润康、张国钧、刘鸿彪	
15	ZF-240 液压 控制单速、双速 船用齿轮箱	七〇四所 杭州齿轮箱厂	杭州齿轮箱厂	1966.1~1967.8	9800 余台	993 铁路舟桥 机动舟、渔船、拖船 等	胡惠雅、范胜东、庄景铨、 张清满、阙永兴、李冠华、 张秀洁	
16	主减速器	七〇三所	四七六厂		4 台	051 舰	林文泉、俞大刚、隋文学、 金文庆、朱达高、应克浩、 唐永贵、孙永伶、王镇海	
17	09-1 轴系 09-2 轴系	七一九所	四六一厂	1968~1971	6 台	09-1 艇 09-2 艇	郭木泉、全永清	
18	33 轴系	七〇一所	四六一厂	1964~1965	95 台	33 艇	郭木泉、陈发贵、全永清	
19	1100 马力液压 式可变螺距机械	七〇四所	四〇工厂 苏州船用机械厂	1964~1974	70 台套	6610 舰 991-2 型布缆船 082 扫雷艇 训练船 扫海测量船 捞雷船	褚竺、董俊增、胡继宗、 周行健、裴宪庄、黄少梅、 李惠民	
20	KL36/3 可调 螺距螺旋桨	七〇四所	四〇工厂	1973~1980	2 套	037G 猎潜艇	胡光超、陈昌铸、周行健、 刘巨灵、谢文希、周桂芹、 刘治家、袁晓冬	
21	KL60/4 900 马力可调螺 距螺旋桨	七〇四所	苏州船用机械厂	1977~1980	1 套	230 拖轮	田治喜、潘炳基、张国田、 庄才亮、刘巨灵、胡光超、 陆观信	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
22	082 艇 调距桨装置	七〇四所	四〇工厂	1982~1986	2套	082 艇	刘巨灵、谢文希、潘炳基、 田治喜、陈昌铸	
23	12000 马力 调距桨装置 (KL76/3 型)	七〇四所	天津新河船厂	1971~1984	2套	812 电子侦察船	董俊增、廖奋驹、卜占彪、 袁宪庄、丁涌、滕正之、 刘训腾	
24	646 船 主机——调距桨 联合控制装置	七〇四所	苏州船用机械厂	1974~1983	1台	646 扫海船	袁宪庄、胡光超、周行健、 吴佳静、李浩泉、张国田、 庄才亮、胡镇德、田治喜	
25	4500 马力 可调螺旋桨装置 (KL95/4 型)	七〇四所	四六一厂、 苏州船用机械厂	1978.8~ 1985.12	2台套	V350 舰 (电子侦察船)	刘训腾、丁涌、庄才亮、 单玉林、方文放、张国田、 刘巨灵、李银叙、王海文、 王志祥	
26	可变螺旋桨	七〇八所	广州造船厂	1970	2台	991 海洋打捞船	隆国基、陈守铭	
27	七一八工程 主测量船舶部 定向装置	七〇四所	苏州船用机械厂 江南造船厂	1967~1979	2台	远望 1、2 号	黄少梅、胡惠雅、叶长松、 廖奋驹、谢文希、袁晓冬、 李人叙、胡光超	
28	侧向推力装置	七〇八所	中华造船厂	1977	14台	890 海缆布放船 991—2 布缆船 904 海洋救生船	周纪洪、顾鸿、王滇庆、 曾杜祥	
29	三叶舵——螺旋 形斗倒车装置	七〇八所	常州玻璃船厂	1979	约 200 台	982 边防巡逻艇	周纪洪、顾鸿、王滇庆、 曾松祥	
30	箱形舵——螺旋 形斗倒车装置	七〇八所	海门玻璃船厂	1979~1981	150 台	喷水艇 70 马力武警公安艇	周纪洪、汪锦源、王滇庆	
31	箱形舵——螺旋 形斗倒车装置	七〇八所	哈尔滨造船厂	1979~1980	1台	1200 马力边防 喷水巡逻艇	周纪洪、何况勤、汪锦源	
32	16 千瓦米 液压舵机	七〇四所	六二〇一厂		2台	公安巡逻艇	武世才、孙正浩、唐也达	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
33	40千牛米 液压舵机	七〇四所	六二〇一厂		2台	公安巡逻艇 216艇	王凤珍、富焕生、林汉兴、 蔡明伦	
34	25千牛米舵机	七〇四所	六二〇一厂		1台	600T 登陆艇	孙正浩、武世才、林汉兴	
35	250千牛米 电动液压舵机	七〇四所	四六一厂 沪东造船厂 六二〇一厂	1968~1974	30台	053艇 053K艇	富焕生、武世才、唐也达、 王凤珍、陈雪飞、周景德、 王泉生、林汉生、杨荣群	
36	400千牛米 电动液压舵机	七〇四所	大连造船厂	1964~1965	15台	051艇	朱光迪、洪银生、王凤珍、 熊家庆、张雁秋、陈盛锦、 王泉生	活塞式
37	400千牛米 电动液压舵机	七〇四所	六二〇一厂	1978~1981	3台	904补给船 679训练舰	王凤珍、林汉兴、唐也达、 王泉生、杨荣群、柴美珍、 周景德	柱塞式
38	650千牛米主动 舵电动液压舵机	七〇四所	江南造船厂	1968~1980	2台	远望1,2号	崔若松、武世才、林汉兴、 洪银生、陈东升、郑进富、 叶长松	
39	250千牛米舵机	七〇四所	六二〇一厂		1台	073登陆舰	崔若松、林汉兴	
40	100千牛米双舵 电动舵机	七〇四所	江南造船厂	1963.1~1966.5	6台	65艇	孙正浩、戴经平、沈世鸿	
41	YD-160型液 压舵机	七〇四所	江苏清江机器厂	1976.1~ 1979.10	50台	多种舰船	林汉兴、孙正浩、洪银生、 王泉生、周新亚	
42	首升降舵推舵机	七〇一所归口	四三八厂			33,035艇		
43	艏升降舵	江南造船厂	四七六厂	1968~1969	16台	33艇 035艇	邓绪林、阮力田、赵启明、 张小毛、周德新、徐惠祚、 金文庆、戴道才、徐炳泉	
44	艉升降舵	江南造船厂	四七六厂	1968~1969	16台	33艇 035艇	邓绪林、阮力田、赵启明、 张小毛、周德新、金文庆、 姜希明、汤镇庚、朱建宁	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
45	舰方向舵	江南造船厂	四七六厂	1968~1969	16台	33艇 035艇	邓绪林、阮力田、赵启明、 张小毛、周德新、金文庆、 戴道才、姜希明、朱建宁	
46	09-2潜艇液压舵机	七〇四所	四六一厂	1969~1980	5台	09-2艇	武世才、林汉兴、洪银生、 贝新祥、蔡明伦	
47	舵{方向舵 装量{舰升降舵 舰升降舵	七一九所	四六一厂	1965~1971	5套	09-1艇	杨宗模、顾信娥、夏列国、徐 贇平	
48	φ15电动锚绞盘	七〇四所	六二〇一厂		7台	公安巡逻艇	戴经平、申太宗、陆岳平	
49	φ22锚绞盘	七〇四所	六二〇一厂		4台	216艇	申太宗等	
50	φ28电动锚绞盘	七〇四所	六二〇一厂		1台	600T供水船	申太宗、魏桂秋	
51	09-2液压起锚绞盘	七〇四所	四六一厂	1969~1978	6台	09-2艇	刘森泉、申太宗、王德宝、 刘义洲	
52	φ43/46电动起锚系绳绞盘	七〇四所	四七六厂	1976~1979	24台	072大型登陆舰 民用船舶	申太宗、陆岳平、邓绪林、 金钢、徐文修、陆顺华、 李洪威、吴士威、钟国友、 朱达高、汤镇庚、蒋鑫林	
53	锚机	七一九所	四六一厂	1965~1971	5台	09-1艇	李开璜、杨宗虞、张福山、 顾金良	
54	φ28电动锚机	江南造船厂	四七六厂	1968~1969	16台	33艇、 035艇	邓绪林、阮力田、赵启明、 张小毛、徐惠森、戴道才	
55	电动立式锚机	七〇一所、 湖北省江陵船舶 甲板机械厂归口	湖北江陵船舶 甲板机械厂			33艇 035艇	史彤仙、朱祥宝	
56	25千牛组合式 液压锚机	七〇八所	四七六厂	1981~1982	2台	688抛锚艇	王骏贤、郭荣木、张洁清、 戴其冒、姚和生、吴永成、 蒋鑫林	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
57	434/40 电动液 压起锚系统绞盘	七〇四所	四二六厂 四二六厂 四三三厂 四三四厂 四七六厂	1966.12~1974	30 台	051 舰	戴经平、王大元、陆岳平、 刘森泉、姜雁秋、陈润锦、 顾正生、邓绪林、高玲福、 张小毛	
58	600 千牛液压压 锚机	七〇八所	四七六厂	1978~1980	4 台	072 大型登陆艇	徐炳岳、王骏贤、邓绪林、 余林凤、顾正生、张德义、 汤镇庚、龚新国、蒋鑫林、 韩越宁	
59	16 千牛液压压 锚机	七〇八所	长沙船舶厂	1984~1985	2 台	271 型通用登陆艇	王骏贤	
60	250 千牛液压压 锚机	七〇八所	四七六厂	1978~1980	8 台	073-2 中型登陆艇 及 271 型通用登陆 艇	徐炳岳、王骏贤、邓绪林、 余林凤、张德文、张仁权、 王亚洲、汤镇庚、高富生	
61	456.5X1250 米 定位锚绞车	七〇四所	江南造船厂 沪东造船厂	1972~1977	16 台	J121 船 J302 船 J506 船	钱金龙、蔡祖宏、蒋成章	
62	3000 米电动深 水锚绞车	七〇四所	江南造船厂	1968~1980	3 台	J121 船 J506 船 J302 船	朱 麟、王崇满、蒋成章、 吴云仙、熊志侠、鲍洪顺	
63	180 千牛自动抛 锚钢绞绞车	七〇八所	广州船厂 武昌船厂	1978~	12 台	922 型 922 型打捞救生船	王振璐、蓝仁瑞、梁梓华、 郭少兴、吴宗荣	
64	051 舰减摇鳍装 置	七〇四所	大连造船厂、 广州造船厂、 中华造船厂、 四六二厂、 四五二厂	1967~1978	7 套	051 舰	梁镇诺、张本良、徐安昌、 许德裕、姜雁秋、黎汉荣、 陈润锦、田嗣良、刘少峰、 吕学臣、贺振生	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
65	《051 舰减摇鳍装置》改进设计	七〇四所	大连造船厂、 广州造船厂、 中华造船厂、 四六二厂、 四五二厂	1975~1985	7 套	051 舰	蔡慎诺、蔡经矿、田耀良、 黎汉荣、魏柏永、吕学臣、 徐安昌、陈润锦、史和成、 于书坤	
66	NJ5 型减摇鳍装置	哈尔滨船舶工程学院	哈尔滨船舶修造厂、 佳木斯电子仪器厂、 四五二厂、 四八七厂	1982.10~ 1985.3	11 套	053H 舰	李国斌、荆兆寿、汤振明、 李积德	
67	JQ6 型减摇鳍装置	七〇四所	江南造船厂、 上海安亭地质仪器厂、 四六一厂	1970~1979	5 套	远望 1、2 号、 向阳红 10 号	孟克勤、邵润龙、史芳、 朱文候、崔喜仲、叶长松、 陈汉斌、王学星、王丽芳、 林国文、何运昌、甘雁鸿、 王国成、贺振生	
68	JQB-4 型减摇鳍装置	七〇四所	四八七厂	1983~1986	1 套	679 舰	蔡经矿、张本良、周宗泽、 廖明声、王贵富、曹向前	
69	814 非收放式减摇鳍装置	七〇四所	四〇工厂	1982~1984	2 套	V841 侦察船	朱文候、谭宝华、孟克勤、 史芳、桂喜仲、左新民、 刘妙根	
70	918 布雷舰减摇鳍装置	七〇四所	四〇工厂	1981.12~ 1987.10	1 套	918 布雷舰	张海昆、何载权、黎汉荣、 林国文、梁用武、佟以芳、 左新民、许德榕、田耀良、 阙永兴、刘美珠、朱刘妙根	
71	JQB-5 型减摇鳍装置	七〇四所	四八七厂 七〇四所 七〇九所	1987~1991	2 套	052 舰	魏柏永、田耀良、焦依、 张本良、梁用武、王贵富、 曹向前、崔喜仲、林国文、 何载权、徐有英、王丽芳、 胡铁健、张学宁	
72	七一八电影经纬仪稳定平台装置	七〇四所	沪东造船厂	1970.6~ 1980.11	2 台	远望 1、2 号	蔡顺清、宋哲仁、刘旭亮、 张海昆、王明星、吴炳根	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
73	稳定平台模拟 引导转换装置	七〇四所	沪东造船厂	1980.10~ 1982.12	2台	远望1、2号	刘旭亮、宋哲仁	
74	CYS-2000 船 用液压升降平台	七〇八所	四七六厂	1981~1984	2台	814 布雷舰	赵家训、陈凤良、殷国军、 吴应泉	
75	QF6 型汽轮发 电机组	七〇四所	南京汽轮机厂	1961~1974	30台	051 舰	赵振厚、林光良、张文芳、 朱紫震、徐奕璋、郭绍英、 秦宝兴、黄克圣、江昌鱼、 余庆松、王宗达	
76	051 电站及发电 机组	华南工学院 七〇四所 南京汽轮机厂	南京汽轮机厂 上海柴油机厂	1962~1973	65台	051 舰	顾乃文、肖靖国、庄捷元、 闵大毅、凌根梯、王莉莉、 佟恩涛	
77	核潜艇电站电力 系统	七一九所抓总 七〇四所 上海电机厂	上海电机厂 上海华通开关厂 上海汽轮机厂	1966~1975	12套	09-1 艇 09-2 艇	林如琨、潘崇品、刘梅林、 胡修权、钟龙济、于志海、 洪席文、林王汉、李国祯、 戴树基、林国栋、李惠、 孙连吉、林国栋、李惠、 金惠菊、朱光祥、卢祖建、 王永福、孟祥清、陆林昆、 柯善祥、张孝彬、章以刚、 姜承模、徐振球、杨荣光、 许应品、李银良、王小元、 孙增年、李金波、姜金	
78	CZK-2 型船舶 电站自动控制装 置	七〇四所	七〇四所	1980~1983	6套	037-1 艇	王之杰、肖伯琴、鲍乐令、 钟良月、唐石青、陈玉芳、 谢建萍	
79	YJ-8 导弹电源 装置	七〇四所	上海南洋电机厂 七〇四所	1978~1986	2套	33G 艇	唐秀国、宣国权、李志高、 黄康令、陈翠华、方涨森、 祝惠芳	
80	TZ-F 型自动 励磁装置	七〇四所 上海华通开关厂	上海华通开关厂	1974~1976	4台	053H 舰 718 航天测量船	唐秀国、王有藩、李秀荣	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
81	船舶电站微机自动控制系统	七〇四所	七〇四所	1980~1986	4套	037-1艇 南京军区工程兵部	王莉莉、戴爱珍、连永杰、王元熙、李晓欣、赵跃平、雷莹辉	
82	09-1汽轮发电机组	七〇四所	上海汽轮机厂	1966~1974.10	12套	09-1艇 09-2艇	张文芳、杨荣光、闵为龙、杨祖培	
83	CZK-1型船舶电站自动控制装置	七〇四所	七〇四所	1977~1978	4套	037-1艇	王之杰、顾乃文、肖伯琴、鲍乐令、李熙明、钟良月	
84	SK-1型扫雷机组柴油集控装置	七〇四所	七〇四所	1981~1983	1套	082艇	雷莹辉、梁爱华、赵跃平、张庆宏、倪玉书	
85	船用自动辅助锅炉机组	七〇四所	大连造船厂	1965~1969	约10台	073登陆舰 6000T油轮等	张传联、黄湘培、丘崇济	
86	GFQ323-7型强制循环废气锅炉	七〇四所	江南造船厂	1976~1979	4台	J121船 J302船 J506船 向阳红10号船	丘崇济、钮侠升、陈汉斌	
87	WHS0.7-7全自动卧式烟管锅炉机组	七〇四所	江苏省沙洲船用锅炉厂	1976.5~1977.7	50台	073登陆舰 073登陆舰 民用船舶	黄湘培、张传联、蒋财根、程惠峰	
88	GSCF5/28燃油锅炉	七〇四所	大连造船厂 中华造船厂	1959~1974	15台	051艇	陈耀华、管吉美、蒋承熙、丁丽慈、张景星	
89	EO-150-1 EO-60-1型 辅锅炉	美国克雷顿工业公司 九江船用机械厂	九江船用机械厂	1年	各1台	052艇	王志强、吴宝联、周卫、董继周	
90	ZSP-5型海水制冰装置	原设计: 七〇四所 改进设计: 四七六厂	四七六厂	1971~1974	92台	33艇 035艇 053艇	王崇善、苏育琪、徐嘉孙、李德文、高玲福、张永洁、李荣富、山如兴	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
91	DY-5 电力压 汽式海水淡化装 置	七〇四所	四七〇厂	2年	11台	09艇	张百祁、朱国栋、卢英、 施宗云、陈志勇、谷少云、 赵军	
92	1.75-2吨/时内 发式蒸发装置	七〇四所	江南造船厂	1968~1979	4台	远望1、2号	曹鑫达、周美忠、杨丽华	
93	ZFS20型海水淡 化装置	七〇四所	秦皇岛船用机械厂	1965~1985	40余台	718拖轮、 向阳红10号等船	余鑫暖、杨丽华、何亦芳、 周美忠、陈志勇、段秉银、 王玉璇	
94	5吨/天压汽式 蒸馏装置	七〇四所	四〇工厂	1974.7~ 1977.4	5台	09-1艇 09-2艇	张百祁、朱国栋、卢英、 左新民、施宗云、张树兰	采用 电力压 罗茨式 汽式蒸 馏法
95	55吨/天炉水发 装置	七〇四所	四三三厂、 四三四厂、 四二六厂、 秦皇岛船用机械厂	1966~1978	30台	051舰	温善昌、卢英、沈德昌、 庄瑞初、周美忠、陈志勇、 周显岳、田茂康、苏会生	
96	5吨/天澄水装 置	七〇四所	江南造船厂 大连造船厂 大连造船厂	1968~1979	50余台	33艇 035艇 053艇 051艇	朱国栋、卢英、夏伟江 周美忠、董福安	
97	50吨/天海水蒸 发装置	七〇四所	秦皇岛船用机械厂 大连造船厂	1965~1975	7台	09-1艇 09-2艇	杨丽华、卢英、曹鑫达 陈志勇、徐文浩、段秉银、 冯永祥	
98	ZFZ-5 饮水装 置	七〇四所	四七〇厂	3年	13台	051舰	朱国栋、卢英、夏伟江 周美忠、孟广生	
99	36吨/天组合式 海水蒸发装置	七〇四所	四七〇厂	2年	1台	样机	冯永祥、庄瑞初、周美忠、 段秉银、赵军	
100	DXZ-20 闪蒸 海水淡化装置	七〇四所	四七〇厂	2年	2台	052舰	朱国栋、周美忠、冯永祥、 庄瑞初、段秉银、杨会川	
101	18立方厘米淡水 冷却器	七〇四所	南通船用机械厂	1988.12~ 1989.7	2台	073登陆舰	何亦芳、庄瑞初、朱国栋、 顾桂平、王坤宝	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
102	30立方米淡水冷却器	七〇四所	南通船用机械厂	1989.8~1990.2	6台	073登陆艇 904补给船	何亦芳、庄瑞初、朱国栋、顾桂平、王坤宝	
103	CBF30X0离心式制冷机组	重庆通用机器厂 合肥通用研究所	重庆通用机械厂	1978~1984	1台	样机	申济川、陈功胜、樊高定等	
104	HL-4-1冷藏装置	七〇四所	上海冷气机厂 重庆冷冻机厂	1975~1987	300套	33艇 035艇	朱双涛、汪敏、张荣根、钱晓钟、曹仁林	
105	HL-4冷藏装置	七〇四所	上海冷气机厂 重庆冷冻机厂	1960~1987	250套	65艇 21艇	朱双涛、汪敏、张荣根、钱晓钟、曹仁林	
106	SL-8-1冷藏装置	重庆冷冻机厂、 七一九所等单位 联合设计	重庆冷冻机厂	1965~1969	6台	09-1艇 09-2艇		
107	BL201溴化锂吸收式制冷机	七〇四所、 上海第一冷冻机厂、 七一九所、 合肥通用机械研究所	上海第一冷冻机厂	1968~1973	2台	09-2艇	戴永庆、曹渊明、吴进发、郑玉清、林捷姦、陈厚秀、黄云大、张洪良、邵志清、伍金禄	
108	BLK-130船用半封闭螺杆式空调冷水机组	七〇四所	无锡制冷设备厂、 无锡县电机厂	1976~1979	300台	053舰、 远望1、2号、 922、648等舰船	周林森、于火春、周解荣、吴济生、周关富、张征生、沈锡亮、李惟善、夏群鹤	
109	BFTL-50-41离心式制冷机组	重庆通用机器厂、 七〇四所、 七一九所等单位 联合设计	重庆通用机械厂	1965~1970	11台	09-1艇 09-2艇 718航天测量船	申济川、庄琴南	
110	09综合空调系统	七一九所抓总 七〇四所 七一八所 北京通用机械研究所 杭州汽轮机厂 上海第一冷冻机厂 上海医工研究所	重庆通用机械厂 上海第一冷冻机厂 杭州汽轮机厂 青岛汽轮机厂 北京分析仪器厂	1965~1985	6套	09-1艇 09-2艇	张全、周忠耀、姚国健、陆开利、董丽生、郑万烈、许端向、陆荣国、任耀根、乔玲、汪志坚	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
111	ZKZ7 型船用集中式空调系列装置	七〇四所	泰州光明机械厂	1977~1982	1000 台	各种舰船	郁庆华、陈广贤、施宗云、陈凤章、张淑兰、金键程、朱恩源、宋孝煜、周关富、杨宝林	
112	YXS-1/27 型二氧化碳吸收装置	七一八所	四七六厂	1974~1979	1 台	09-1 艇	周国忠、姚和生、姚孟德、林锦华、高玲福、汤锁庚、丁四海	
113	DY-1/3 型电解除水制氧装置	七一八所	四七六厂	1965~1975	5 台	09-1 艇	王崇善、卞才良、王金业、姚和生、周国忠、姚孟德、汤锁庚、齐为顺	
114	DY-7 型电解除水制氧装置	七一八所	四七六厂	1969~1975	1 台	09-2 艇	王崇善、周国忠、姚和生、姚孟德、孙永俭、王金叶、汤锁庚、齐为顺	
115	RS-1/500 型有害气体燃烧装置	七〇四所 七一八所	四七六厂	1965~1974	21 台	09-1 艇 09-2 艇	王崇善、李德文、朱达高、孙永俭、丁四海、姚和生、苗培荣、李淮南	
116	RS-1/500 型有害气体燃烧装置	七〇四所 七一八所	九〇工厂	1968~1970	15 套	09 艇	张百祁、施宗云、王静贤、卢英、林玉书、李淑芳、沈致保	
117	静电空气过滤器	七〇四所	北京陶然亭静电设备厂	1965~1973		09 艇	马连富	
118	LQK3.2-47 型空气冷却器及空气加热分离器	七〇四所	四七六厂	1970~1972	6 套		郁庆华、王崇善、招锦荣、李德文、姚和生、朱荣华、高玲福、汤锁庚	
119	XQ-1/250 型消氢滤器	七一八所 四七六厂	四七六厂	1970~1971	5 套	035 艇	金至嘉、王立澄、郭长武、李德文、李荣富、姚和生、王金柱	
120	氮氧平衡自动配气装置样机	七〇四所	上海减压器厂	1976~1979	8 台	925 船潜水站(U121)	朱连生、张洁贞、曹俊荣、汤于柏	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
121	3K-15 空气压缩机	七〇四所	四〇工厂、 上海第一冷冻机厂、 上海压缩机厂	1961~1972	250 台	33 艇 03 艇 海军基地	周关福、贾一标、王光、 邓恒照、蔡雪荣	
122	氟气压缩机	七〇四所	上海第二压缩机厂	1970~1972	4 台	09-2 艇	刘天杰、毛香玉、陈文元、 成正根	
123	09-2 二氧化碳压缩机	七〇四所	四〇工厂 上海第一压缩机厂	1969.1~ 1978.12	8 套	09-2 艇	周关福、由志高、蒋玉华、 邵祥生、石银涛	
124	W-55 型舰船用容积式螺旋制冷压缩机	七〇四所	上海嘉定机械厂	1986.10~ 1990.12	3 台	样机	吴济生、何宜寿、张卫、 陈昌铸、唐伯其	
125	66-10 电动空气压缩机	七〇四所	沈阳气体压缩机厂	1961~1987	571 台	33 艇、09 艇	汪长根、王仁德、陈德秀、 蒋玉华、周关福、王玉蕃、 杨永久	用于舰艇提供压缩空气
126	09-2 汽轮螺杆式压缩机 (QLG-45 型)	七〇四所 杭州汽轮机厂	杭州汽轮机厂	1970~1982	3 台	09-1 艇 09-2 艇	曾传云、张金土、余恩荪	
127	C203A 汽轮螺杆式压气机	七〇四所等单位 联合设计	杭州汽轮机厂	1970~1974	2 台	09-2 艇	曾传云、闵为龙、张金土、 沈名山、余恩荪、伍坚	
128	C203B 汽轮螺杆式压气机	七〇四所等单位 联合设计	杭州汽轮机厂	1970~1974	1 台	09-2 艇	曾传云、闵为龙、张金土、 沈名山、余恩荪、伍坚	
129	高压、高速压缩机气阀	七〇四所	四〇工厂	1980~1988	1500 只	33 艇 09 艇 037 艇等	王仁德、冯爱玉、汪长根、 胡继宗、吴博亮、叶焕奋	
130	船用中压压缩机气阀	七〇四所	南京压缩机厂	1980~1982	约 2000 个	用于中压压缩机	蔡乙编、陈文元、朱爱华、 吴博亮	
131	QYZ 型汽化油灶	七〇四所	安庆船用电器厂 四八五厂	1975~1977		21 艇	华关木、潘申生	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
132	2千牛 X12.5 米 液压折臂式起重 机	七〇八所 四七六厂	四七六厂	~1984.10	2台	814 布雷舰	王建国、汪超英、周福祥、 连豹、金文庆、钟宜雅、 殷国军、陆纪明、张小毛、 陈顺林、王崇善、刘金平	
133	150 千牛折臂式 起重機	七〇八所	广州造船厂 锦州矿山机械厂	1972~1973	2台	922 I 922 II 打捞船	张鹏、张太信、林荣秋、 孟招娣、孙吉泉	
134	140 千牛米液压 折臂伸缩回转起 重机	七〇四所	四六一厂	1978~1984	2台	917 捞雷船	刘富良、王伯年	
135	280 千牛电动液 压折臂式起重機	七〇八所	江南造船厂	1974~1978	1台	925 远洋打捞救生 船	金国斐、付裕虎、曾全德、 储志杰、张太信、王振郎	
136	560 千牛电动液 压折臂式起重機	七〇八所	江南造船厂	1974~1978	3台	925 远洋打捞救生 船	汪张棠、朱生山、储志杰、 蒋成章、张太信	
137	60 千牛液压折 臂式起重機	七〇八所	锦州矿山机械厂 广州造船厂	1971~1982	10台	远望号、 922 I、 922 II、 电子侦察船	毛祖雷、孙吉泉、丛培林、 张太信、林荣秋	
138	门架式起重機	七〇八所	中华造船厂	1979~1980	3台	布缆船	陈永悦、张太信	
139	12 千牛航标起 重机	七〇八所	江南造船厂	1968	1台	985 航标船	汪张棠	
140	100 千牛升降回 转装置	七〇八所	江南造船厂	1968~1970	1台	639 艇	余昭允、曹永禄、史达、 夏明德	
141	15 千牛液压回 转吊	七〇四所	六二〇一厂		1台	H42		
142	TJD4 型交流电 动起艇机	七〇四所	广州建设机器厂	1978.4~ 1978.11	约 200 台	各类舰船	许心田、汪盛义、章敏达、 许宝茂、袁竹健、陈颖	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
143	救生艇绞车	七〇四所	四六一厂 四七六厂 广州建设机器厂	1971~1976	每年约200台	各类舰船	汪盛义、章敏达、许宝茂、 许心田、刘华明、胡忠刚、 陈颖	
144	100千牛救生艇绞车	七〇四所	江苏射阳船舶辅机厂	1989~1991	12台	远望1、2号 904补给船	许宝茂、汪盛义、袁竹健、 杨伟基、朱荣福、陈锦云	
145	63千牛起艇机	七〇四所	六二〇一厂		1台	H2177艇	汪盛义等	
146	40千牛起艇机	七〇四所	六二〇一厂		1台	H2177艇	汪盛义等	
147	A57重力侧磁式封闭艇吊艇架	上海船舶设计院	四六四厂	1986.1~ 1987.1	8付	远望1、2号	蒋宜良、吴岗虎等	
148	RC30—W重力滑轨式吊艇架	七〇四所	四六四厂	1989.4~ 1990.8	8付	053HT舰	蒋宜良等	
149	110千牛跨甲板式吊艇架	七〇四所	四六四厂	1990~1991	8付	904船	蒋宜良等	
150	RC30—W重力滑轨式吊艇架	七〇四所	四六四厂	1991	4付	053舰	蒋宜良等	
151	6000米交流电动地质绞车	七〇四所	江苏射阳轻工机械厂	1980~1983	10台	向阳红10号	周松青、郑进富、后德荣、 赵婉婉、王崇清、莫守常、 王玉琴、程成章、魏枫林、 游积禄	
152	6000米液压水文绞车	七〇四所	江南造船厂 沪东造船厂	1974~1979	20余台	向阳红10号 海洋调查船等	吴代月、赵婉婉、许发柱、 张如明、胡春仙等	
153	10千牛绞梯绞车	七〇四所	六二〇一厂	1983~1984	约100台	各类舰船	朱荣福、章敏达、许宝茂、 莫守常、谢跃敏、张绮弘	
154	051G电动电缆绞车		四六四厂	1989~1990	4台	051舰	李强波等	
155	海底电缆埋设专用信号电缆绞车	七〇八所	中华造船厂	1978~1980	4台	991、890海洋布缆船	魏虎仁、李曼丽、蓝仁瑞	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
156	1000 公斤 电缆绞车	七〇四所	江南造船厂 沪东造船厂 清江机器厂	1975~1985	5 台	向阳红 10、14、16 号、近海扫海测量船	顾耀芳、许宝茂、后德荣	
157	30 千牛 扫海绞车	七〇四所	清江机器制造厂	1978~1985	2 台	扫海船	郭翠珍、吴士威、李万忠、候锦升	
158	扫海绞车	七〇八所	清江机器制造厂	1974~1978	2 台	扫海船	夏明德、余昭允、郑婉贞	
159	330 千牛 定位锚绞车	七〇四所	江南造船厂	1971~1981	15 台	J121 J302 J506 等船	钱金龙、蔡祖宏、蒋成章	
160	350 千牛 自动拖绞机	四七六厂	四七六厂	1981.5~1983.6	1 台	C723 破冰船	邓绪林、林义泉、周永豫、席廷芳、张小毛、汪俊源、王迎、阮力田、李金琢	
161	双滚筒布缆机	七〇八所	中华造船厂	1980~1982	3 台	890 型海缆布放作业船	张太佑、王德义、陈方杰	
162	350 千牛 液压缓冲器	七〇四所	江南造船厂	1968~1980	5 台	向阳红 10 号、J121、J302、J506 等船	王崇清、赵婉婉、蒋成章、吴云仙、熊志侠、鲍洪顺	
163	轮胎式拉缆	七〇八所	中华造船厂	1979	6 台	890 海洋布缆船	储志杰	
164	10 千牛 米 液压绞链	七〇八所	武昌造船厂	1964	4 台	922 打捞船	魏虎仁	
165	海上纵向航行加油装置	七〇四所	海军东沟油库 四〇一厂 上海化纤十一厂 上海消防水带厂 上海橡胶厂 大连造船厂 江苏省清江市仪器厂 无锡光学仪器厂	1974~1989	7 台	X615 船 Y950 船 X575 船 904 船	王为德、蒋荆、曾潭安、郑恩民、邓安之、赵华宗、陶玉林、张仁桂、华宗孟、张庆普、居时荣、姚国昌、李锡卿、郭易鑫、居征	I、II 型产品
166	海上航行横向干货补给接受装置	七〇四所	泰州航海电器厂 常熟锅炉辅机厂	1982~1985	14 套	051 舰 679 舰 053 舰 052 舰	蒋荆、凌李、葛润荣、朱士林、李瑚、姚国昌、宋宏陵、蒋云伍、郭振华、郑向东、王君科	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
167	海上横向高架索干、液货补给装置	大连造船厂	大连造船厂	1973~1979	3套	X615等三艘远洋油水补给船	唐汉臣、朱完文、李言炳、李永文、郑福明	
168	925雷达升降装置	七〇一所	四六一厂	1981~1984	1台	035艇	傅家璋、王桂兰、冯之龙、闫崇达、石元力、彭爱华、程远、徐路生、陈兰生	已设计定型
169	925G雷达升降装置	七〇一所	四六一厂	~1986	1套	33导弹改装艇	詹海波、王国成、肖国胜、刘传华、黄秀兰、陈兰生	已设计定型
170	353雷达升降装置	七〇一所	四六一厂	~1975		33艇	詹海波、王国成、肖国胜、刘传华、黄秀兰、傅家璋、孙映芳	仿制品已定型
171	353甲雷达升降装置	七〇一所	四六一厂	3年	95台	035艇 035G艇	闫崇达、黄佩玉、石元力、彭爱华、程远、傅家彰、孙映芳	
172	358雷达升降装置	上海江南造船厂 上海交大 七〇一所归口	四六一厂	1983~1986.5	1台	33导弹改装艇	闫崇达、王兆华、朱立康、彭爱华、程远、黄佩玉、石元力、高群等	已设计定型
173	无线电天线升降装置	七〇一所归口	四六一厂	1972~1975	101台	33艇 035艇	肖国胜、詹海波、石元力、李安昌、王金池、黄德友、闫崇达、王兆华、任季平、胡崇才、邱宏生、吴志华、袁荣唐、程远、黄秀兰、黄佩玉	仿制品已定型
174	复合天线升降装置	七〇一所	四六一厂	1987.4~1987.10	1台	33改装艇	闫崇达、王兆华、朱立康、彭爱华、程远、黄佩玉、石元力、王桂兰、陈兰生等	已设计定型
175	通气管升降装置	七〇一所归口 七〇一所	四六一厂 四六一厂	~1975		33艇 33艇	高国忠、刘之阔、程新民、高文英、徐路生 高国忠、刘文阔、程新民、高文英、徐路生	采用重浮子式浮筒 采用轻浮子式浮筒

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
176	通气管升降装置	七〇一所	四六一厂	1981~1984.9	95 台	035 艇 33 艇等	高国忠、刘文阁、程新民、 肖崇达、黄佩玉、石元力、 彭爱华、程远、高文英、 徐路生	已设计 定型
177	环形天线桅杆升降装置	七〇一所	四六一厂	1972~1975	107 台	33 艇	肖国胜、石元力、 李安昌、王金池、黄德友、 闫崇达、王兆华、任季平、 胡才先、邱宏生、吴志华、 袁荣康、程远、黄秀三、 黄佩玉	
178	675 声纳升降回转装置	七〇六所	四六一厂	7 年	12 台	105 舰等	王金池、李江发、王天经、 石元力	
179	潜望镜升降液压机	七一九所	四六一厂	1966~1970	10 台	09-1 艇	钱涌涛、傅林森、刘忠良、 肖国胜、石元力、詹海波、 黄秀兰、李安昌、王多池、 黄德友、闫崇达、王兆华、 任季平、胡才先、邱宏生等	
180	771、772 大型潜望镜伸缩式液压升降机	七一九所	四六一厂	1968~1979	2 台	09-2 艇	刘忠良、肖国胜、肖国胜、 石元力、詹海波、黄秀三、 李安昌、王金池、黄德友、 闫崇达、王兆华、任季平等	
181	900 号天线升降装置	七一九所	四六一厂	1965~1971	6 套	09-1 艇 09-2 艇	钱涌涛、王大鹏、邵兆玉、 肖国胜、石元力、詹海波、 黄秀兰、李安昌、王金池、 黄德友、闫崇达、王兆华、 任季平、胡才先、邱宏生、 吴志华、袁荣康、程远等	
182	353 搜索雷达天线升降装置	七一九所	四六一厂	1965~1971	6 套	09-1 艇 09-2 艇	李廷、张福山、刘忠良、 肖国胜、石元力、詹海波、 黄秀三、李安昌、王金池、 黄德友、闫崇达、王兆华、 任季平、胡才先、邱宏生、 吴志华、袁荣康、程远、 黄秀祥、周兆瑜、谭之乃	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
183	924 侦察雷达升降装置	七一九所	四六一厂	1965~1971	5套	09-1艇	傅林森、钱涌涛、张福山、肖国胜、石元力、詹海波、黄秀兰、李安昌、王金池、黄德友、闫崇达、王兆华、任季平、胡才先、邱宏生等	
184	1.8米天线升降装置	七一九所	四六一厂	1965~1971	6套	09-1艇 09-2艇	李廷、刘忠良、张福山、肖国胜、石元力、詹海波、黄秀兰、李安昌、王金池、黄德友、闫崇达、王兆华等	
185	环状天线升降装置	七〇一所 七一九所	四六一厂	1965~1971	6套	09-1艇 09-2艇	李廷、王运辉、张福山、肖国胜、石元力、詹海波、黄秀兰、李安昌、王金池、黄德友、闫崇达、王兆华、任季平、胡才先、邱宏生等	
186	通气管空气筒升降装置	七一九所	四六一厂	1965~1971	5套	09-1艇	张福林、戴顺禄、李柏林、肖国胜、石元力、詹海波、黄秀兰、李安昌、王金池、黄德友、闫崇达、王兆华、任季平、胡才先、邱宏生等	
187	通气管空气筒升降装置	七一九所	四六一厂	1969~1974	1套	09-2艇	钱季宰、戴顺禄、夏三方、肖国胜、石元力、詹海波、黄秀兰、李安昌、王金池、黄德友、闫崇达、王兆华等	
188	潜望镜液压升降装置	七〇一所	四六一厂	1972~1975	245台	33艇 035艇	肖国胜、詹海波、石元力、李安昌、王金池、黄德友、闫崇达、任季平、胡才先、邱宏生、吴志华	仿制品型
189	921 雷达升降装置	七〇一所	四六一厂	~1975		33艇	詹海波、王国成、肖国胜、刘传华、黄秀兰	仿制品型
190	675 声纳升降回转装置	七〇六所	四六一厂		12台	105舰等	王金池、李红发、王天经、石元力	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
191	通气管废气筒升降装置	七一九所	四六一厂	1965~1971	5套	09-1艇	王树荣、霍玉生、戴顺禄、肖国胜、石元力、詹海波、黄秀兰、李安昌、王金池、黄德友、闫崇达、王兆华等	
192	331卫星通讯天线升降装置	七一九所	四六一厂	1976~1980	1套	09-2艇	钱涌涛、王大鹏、石元力、肖国胜、魏圣传、齐兰英、程远、闫崇达	
193	外置式升降装置	七一九所	四六一厂	1978~1982	1套	样机	钱涌涛、王大鹏等	预研产品
194	大型登陆舰双节折叠式首跳板	七〇八所	中华造船厂	1976~1979	3套	072登陆舰	冯国祥、张宝根、陈方杰	
195	布雷机	七〇八所	四七六厂	1982~1984	6台	814布雷舰	童增塘、方柏生、汤万英、金文庆、缪绍钧、李福根、潘其标、阮力田、陈凤良、陈顺林、唐连富、殷国军	
196	运雷机	七〇八所	四七六厂	1982~1984	16台	814布雷舰	童增塘、方柏生、汤万英、金文庆、缪绍钧、孟庆珍、姚孟德、陈宝根、李福根、潘其标、阮力田、王忠伟	
197	鱼雷装载装置	七一九所	锦州矿山机械厂	1970~1980	1套	09-2艇	宋浙云、赵师海等	
198	厨房残渣抛出装 置	七一九所	四三八厂 锦州矿山机械厂	1966~1970	6套	09-1艇 09-2艇	邢素琴、张福山等	
199	拆倒天线传动装 置	七一九所	四六一厂	1965~1971	6套	09-1艇 09-2艇	李廷、刘忠良等	
200	气幕弹发射装置	七一九所	江南造船厂 渤海造船厂	1965~1968	6套	09-1艇 09-2艇	韩玉琴等	
201	鱼雷装载装置	七一九所	中华造船厂 锦州矿山机械厂	1965~1971	5套	09-1艇	李家骥、杨学宁等	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
202	HBB-14 电动三螺杆液压泵	七〇四所	江南造船厂 天津工业泵厂	1959~1965	约 200 台	03 艇 33 艇 31 艇 035 艇	刘杏根、严子炎、路逸湘、李福天、高恒卿	
203	2HL10-40 电动燃油泵	七〇四所	广州造船厂	1965~1969	48 台	051 舰	裴汉民、严子炎、刘杏根、李福天	
204	电动五螺杆泵	七〇四所	广州造船厂	1968~1969		051 舰	周均燕、严子炎、李福天、刘杏根、赵善禄、黄元	
205	船用螺杆泵	七〇四所	天津工业泵厂	1964~1966		各类舰船	路逸湘、高恒卿	
206	3LV50D-200 电动液压螺杆泵	沈阳水泵厂 七〇四所	重庆水泵厂	1968~1970	4 台	09-1 艇 09-2 艇	陈焕文、周均燕、李福天、严子炎	
207	高压螺杆式液压泵 (3LU50D-200 型)	沈阳水泵厂	沈阳水泵厂	1969~1975	10 台	09-2 艇	陈焕文	
208	立式液压螺杆泵 (3CCI-70X3X22/10 (3GC36X12) 型)	天津工业水泵厂	天津工业水泵厂	1973~1974	8 台	09-1 艇		
209	09 用大容量电动液压三螺杆泵 (3GYL-6/100)	七〇四所	重庆水泵厂	1966~1968	4 台	09-1 艇	李福天、余兴林、赵元德	
210	6CBLG-7 型电动立式串并联自吸式离心泵	七〇四所	武昌造船厂 江南造船厂 天津工业泵厂	1960~1963	约 400 台	051 舰 053 舰 037 艇 民用船舶	刘杏根、薛振夷、张秀娟、高恒卿、蔡德久	
211	船用卧式离心泵	七〇四所	广宁船用泵厂	1983~1984	400 余台	军民舰船	钱荆桑、于 萍、曾昌华	
212	400 马力 982 泵	七〇八所	广宁船用泵厂 哈尔滨水泵厂 常州水泵厂	1973~1980	160 台	总后 982 边防巡逻艇推进用	沈奉海、王立祥	
213	450 马力 982E 泵	七〇八所	广宁船用泵厂 常州水泵厂	1978~1987	20 台	总后及武警小型巡逻艇推进用	沈奉海、王立祥	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
214	1200 马力 982 I 泵	七〇八所	广宁船用泵厂	1978~1980	1 台	982 艇	沈奉海、王立祥	
215	70 马力 喷水泵	七〇八所	广宁船用泵厂 中船总五〇一二厂	1982~1986	150 台	武警及公安部队使用	沈 昉、沈奉海	
216	CP 型船用排硫水喷射泵	七〇四所	江苏泰县船用泵厂	1978~1989	1000 余台	全部水面舰艇、部分出口船及部分民用船舶	李福天、周均燕、陆智敏、于永泰、严本之	
217	2Π--1 (2DL-20/35) 型电动往复活塞泵	七〇四所	武昌造船厂 重庆水泵厂 湖北荆州通用机械厂	1960~1975	300 台	33 艇、035 艇、039 艇	裴汉民、朱双娣、严子炎、沈名山、吴元芳、张少骥、陈杏君、张先涛、陈金华	
218	DNW 型 0、2、1、2、3 凝水泵	七〇四所	泰县东风机械厂	1978~1981	约 200 台	各型海水淡化装置	余禽暖、何亦芳、朱国栋、何东武、夏伟江	
219	PJ(CJ) 型船用离心通风机	七〇四所	上海鼓风机厂 武汉鼓风机厂	1960~1987	几百台(每艘艇约 6 台)	各种舰艇	李强荣、严子炎、虞鸿余、张秀娟、宋孝煜、沈阿发	
220	船用离心通风机系列(3B 型、CQ 型、CLQ 型)	七〇四所	沈阳鼓风机厂 天津鼓风机厂 上海鼓风机厂 广州鼓风机厂 青岛鼓风机厂	1960~1987	3B 型 1000 台、LQ 型 数万台、CLQ 型约 1000 多台	各种舰艇	李强荣、严子炎、韩世杰、王以哲、冯克刚、沈阿发	
221	蓄压器	四六二厂	四六二厂			33 艇、09 艇		
222	20 兆帕气动液压蓄压器	七〇四所	四〇二厂 上海新沪钢铁厂	1969.10~1979.12	10 台	09-2 艇	陈务章、何式禹、潘鹤林、张银林、	
223	CNJM3.2 液压马达	七〇四所	六二〇一厂、四〇二厂	1975~1978	30 余台	各类液压机械	王大元、宣森根、雍小源、张寅生、刘森泉、陈昌铸、史美璇	
224	CZZ MO. 1 轴向柱塞式液压马达	七〇四所		1978~1982		油马达操纵阀	李栋仁	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
225	YMA-25000 液压马达	七〇八所	四七六厂	1978~1980	24台	大、中型登陆舰及其 它设备	王骏贤、徐炳岳、周福祥、 竺子龙、牛家新、金文庆、 屠文学、徐承泽、邓绪林	
226	2CQKM-E6.3 液压马达	七〇八所	四七六厂	1981~1982	20台	688 吨铺艇及 918 布雷艇	王骏贤、孟庆珍、屠文学、 竺子龙、汪伟、史森元、 王健贵、汪俊源、孙茂利	
227	2CQJM-E6.3 液 压马达	七〇八所	长沙船舶厂	1984~1985	10台	271 型通用登陆艇	王骏贤等	
228	液压机	四六二厂	四六二厂			33 艇、09 艇		
229	铺穴盖液压机	四六二厂	四六二厂			33 艇、09 艇		
230	33 艇速滑柜用 卧式双缸液压机	七〇四所	江南造船厂	1977~1979	近 60 台	33 艇 035 艇	曹苗根、陈厚根	
231	Dg400 电液控制 自动密封球阀	七〇四所	大连造船厂 阀门厂	1967~1981	4 个	09 艇	贝学成、郭豪根	
232	33 艇改装用电 液换向阀	七〇四所	四〇二厂	1978~1981	8 台	33 艇	黄人豪、关崇珍、左新民、 王福华、曹苗根	
233	CSDY1 射流管 电液伺服阀	七〇四所	四〇二厂	1976~1981	200 余台	051 舰 053H 舰等	张继义、赵振厚、王学星、 夏家琪、徐笑章、叶焕奋、 卢建民	
234	船用 25N 直流 溢式电磁铁	七〇四所	上海航海仪器厂	~1985	几千台	035 艇 工程船舶	曹苗根、黄人豪、忻定根	
235	舵及倒车装置液 压系统	七〇八所	南京 83518 部队工 厂	1979~1980	1 台	50 吨运输船	金 志	
236	倒车装置液压系 统	七〇八所	常州玻璃钢船厂		1 台	982G 型高速巡逻艇	余昭允、郑婉贞	
237	倒车装置液压系 统	七〇八所	常州玻璃钢船厂	1986	1 台	982F 艇	郑婉贞	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
238	潜艇用幅压电动机	七〇四所	上海直流电机厂	1961~1971		33艇 35艇	宋仲贤、宣国权、卢云、袁海林、朱谋栋	
239	船用直流发电机	七〇四所	无锡电机厂	1968~1971		21艇 027艇	蔡金林、袁海林、张秋庭、翟人同、苏绍吉	
240	中频机组	七〇四所	四〇二厂 西安微电机厂	1964~1965	1台	五型舰艇	周关富、林兆平、左新民、徐杰	
241	30千瓦中频机组及其控制设备	七一九所	上海先锋电机厂、 上海直流电机厂、 上海华通开关厂	1966~1978	12台	09-1艇 09-2艇	胡绍权、於志海	
242	09-1 1200KW船用交流同步发电机	七〇四所 上海电机厂	上海电机厂	1965~1975	16套	09-1艇 09-2艇 远望1、2号	章以刚、丁鸿惠、程汝宏	
243	Y-J舰用交流异步电动机系列	七〇四所	温州电机厂 奉化微电机厂	1985~1989	400余台	051G舰、053舰、 037艇、 053HT舰、 052舰 F25T舰	章以刚、杨宝林、潘惠民、 钱明珍、夏惠民、蔡寿宜、 施方久、陈翠娟、李瑞年、 方落森、周康民、林纪良、 许军	
244	082艇检测报警装置	七〇四所	七〇四所	1981~1984	1套	082艇	陆中定	
245	DW94系列选择型框架式自动空气开关	上海华通开关厂 七〇四所 上海电器科学研究所	上海华通开关厂	1966~1971	2000台左右	09-1艇 09-2艇	胡其良、戚志勇、李尧根、 胡月玲、孙琦铭、唐长德、 蒋忠明、王之杰	
246	舰用塑料外壳式自动空气开关(DZ91、DZ910、DZP910系列)	七〇四所 上海华通开关厂	上海华通开关厂 泰州电工器材厂	1963~1975	约4000台	各种舰船	邢维如、邢贞鼎、陈德泰、 周有为、张顺林	
247	QZH系列船用直流磁力起动器	七〇四所	上海电器厂	1964~1966	1000余套	各种舰艇	林 曦、王德泉、戴爱珍、 戎德宝等	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
248	船用防爆行程开关	七〇四所	无锡船用电器厂	1977~1979	约150台	051舰	蒋德祥、李竹奇	
249	BDK系列船用并车电抗器	七〇四所	泰州变压器厂	1978~1980		向阳红10号 643调查船 053H舰等	吴明富、钱卫	
250	船用交直流接触器(CJH-15、CZH-15、CJ914-10、20、40、80、150)	七〇四所 上海电器科学研究所	江苏泰州电工器材厂、 江苏无锡船用电器厂、 天津第二开关厂、 沈阳低压开关厂、 上海人民电器厂	1964~1975	约6000台	各种舰艇、船舶	蒋德祥、黄福生、曹振家、 陈锦章、戴爱珍、孙衍津、 陆锦生、姚秀英、韦熔江、 孙琦铭、庞一玮	用于舰艇交直流电机控制
251	独立式惰性气体系统	七〇四所	大连造船厂 柳州空压机厂 沪江风机厂 上海渔轮修造船厂	1964~1981	4套	万吨级油轮	盛百正	
252	军油船惰性气体防爆系统	七〇四所	温州造船厂	1982.2~ 1984.9	1套	300吨军用汽油船	沈德昌、王阿根	
253	QJF-10型气囊救生筏	七〇四所	沈阳第四橡胶厂	1958~1959	1套	民用船舶	张国铨、夏传本	
254	QFP8.5A救生艇	七〇四所	宁波福明造船厂 无锡玻璃钢厂 江阴玻璃船厂	1983.12~ 1985.5	约30条	远望1、2号等	王惠霖、覃政凤、汪家深、 冯夫祥、陈振年、丁玉飞	
255	09用自动调压阀和专用安全阀	七〇四所 七一九所 上海减压器厂	上海减压器厂	1976~1979	6台	09-2艇	徐世明、陆顺昌	
256	液压高压大口径蝶阀	七〇四所	上海第二石油机械厂 沪东造船厂	1967~1976	40台	09艇	张银权、俞致彤、胡明月、 王文兴、周德龙	

续表

序号	产品名称、型号	研究(设计)单位	制造单位	研制周期	数 量	使用舰(艇)船	主要参加人员	备注
257	09 大排量疏水阀	七〇四所	大连造船厂 六五〇厂	1966.7~ 1971.8	20 只	09-1 艇	顾锡璋等	
258	大排量疏水器	七〇四所	四七〇厂	2 年	196 台	09 艇 051 艇	顾锡璋、孟广生	
259	浮球式双阀盘疏水器	七〇四所	秦皇岛船机厂	1977~1979		09 艇	顾锡璋等	
260	波纹管恒温式疏水器	七〇四所	秦皇岛船机厂	1977~1979		09 艇	顾锡璋等	
261	WC 系列舰艇生活污水处理装置	七〇四所	沙洲锅炉厂 泰兴船舶机械厂	1979~1986	100 余台	远望 1、2 号 053H 舰 906 船 J121 船 679 训练舰等	张百祁、徐树兰、何洪祥、 王静贤、朱静安、曹鑫达、 朱国栋、黄泉源、李耀原、 丁利民	
262	WSH-100 船用生活污水处理装置	四七六厂	四七六厂	1977~1980	2 台	电子侦察船	苏育琪、高玲福、王金叶、 戴 玲、李德文、胡凯频	
263	YSCZ 系列油污水分离装置	七〇四所	秦皇岛船用机械厂 常州第二航海仪器厂 顺德船舶机械厂 常州环保设备厂 江都环保设备厂	1974~1986	1500 台	072 登陆舰 037 艇 053H 舰 051G 舰 向阳红 10 号船等	卓诚裕、王季芳、张永修、 文馨奋、贡年宝、郑 伟、 黄建和、陈志斌、周祥兴、 赵景友、徐 军	
264	CYSC 系列油水分离器	四七六厂	四七六厂	1984~1985	250 台	各类舰船	殷叶龙、山如兴、俞大刚、 苏育琪、钱忠平、许禹平、 应克浩、陆永贵、王亚洲	
265	CFZ-40 型船用焚烧炉装置	七〇四所	沙洲船用锅炉厂	1977~1980	8 台	813 侦察船 军民船船	张传联、黄瑞金、管吉美、 程惠峰	

编 后 语

《舰艇特辅机史料集》经过五年的工作已经问世,这是我国舰艇特辅机行业的一件喜事。我们编纂组的全体同志,在国防科工委和船舶总公司军工史资料征集领导小组领导下,在各参编单位领导关心和支持下,在各有关院、所、厂、院校、使用部队、海军驻厂、所军代表室协助下,通过艰苦而细致、严肃而认真的辛勤劳动,为今人和后人提供了一部比较全面、系统、翔实、有参考价值的舰艇特辅机历史资料,感到欣慰。

1987年4月在镇江召开《中国舰艇工业历史资料丛书》编纂工作会议,确定编纂《舰艇特辅机史料集》,并明确七〇四所为编纂组主编单位,七一九所为副主编单位,七〇一所、七〇八所、四六一厂、四七六厂为参编单位。1988年初完成“篇目编写提纲”,向有关研究所、工厂、院校、部队等有关单位和人员广泛征集资料。根据国防科工委、船舶总公司关于军工史史料整理和编纂的统一要求,按“史实概述”、“主要产品”、“大事记”、“文献资料目录”、“回忆史料”、“主要研制单位简史”、“人物资料”、“附录”等八个部分进行编写。1989年底完成初稿,1990年10月在上海召开编审会议,认为内容丰富充实、较全面系统地反映了近40年来舰艇特辅机科研、设计、生产、制造、使用的发展情况,突出了以科研生产为主线。经进一步补充和修改,于1992年10月召开编辑工作会议,确定送“审定稿”。经过领导审定和修改,形成本书,共48万字(含文献资料)。

编纂过程中,船舶总公司军工史编纂领导小组程辛、夏桐、钟桂臣等领导多次来所检查指导军工史编纂工作并参加编辑、编审会议,船舶总公司、七院军工史办公室多次来所给予具体地指导和帮助,各有关单位领导和技术人员在百忙工作中,提供了大量翔实的资料和照片,并撰写文章。在此,对支持这项工作的单位和个人表示衷心地感谢。

对建国近40年来舰艇特辅机发展的资料进行征集、整理和编纂,对我们来说是一项全新的工作。加之舰艇特辅机门类专业众多,型号繁杂而零乱,给编辑工作更增加了困难。由于缺乏经验,水平有限,更由于征集到的史料还不够完整,因此难免有错误和遗漏,还有不尽人意的地方,请读者提出修改和补充意见,不胜感激。

《舰艇特辅机史料集》编纂组

1992年12月