

目 录

史实概述

一、快艇及其他高速艇主机	(5)
二、潜艇柴油机	(7)
三、水面舰艇(不包括高速艇)与军辅船主机	(9)
四、舰船电站柴油机	(11)
五、结束语	(13)

主要产品

一、轻 12V180 型高速柴油机及其发展	(17)
二、轻 42—160 型高速柴油机及其发展	(19)
三、24—180 型高速柴油机	(21)
四、KE150ZC 系列高速柴油机	(22)
五、6E390C 型潜艇柴油机及其发展	(25)
六、6400ZC 型潜艇柴油机	(29)
七、6187C 型中速柴油机及其发展	(32)
八、12VE230ZC 型中速柴油机及其发展	(33)
九、6250Z 型中速柴油机及其发展	(36)
十、8300ZC 型中速柴油机	(37)
十一、350 系列中速柴油机	(39)
十二、VE390 系列中速柴油机	(41)
十三、E430 系列低速柴油机	(44)

大事记	(49)
-----------	------

文献资料	(61)
------------	------

- 一、四〇一厂设计任务书(节录)
- 二、四〇二厂设计任务书(节录)
- 三、1956~1967 年国家重要科学技术发展规划的第 43—5 项任务说明书(节录)
- 四、批准新中动力机厂测绘和制造 350 缸径系列柴油机技术任务书(节录)
- 五、6350—2 型柴油机样品试制鉴定书(节录)
- 六、“二四”协定中交付中华人民共和国政府的舰艇和海军技术器材的
制造技术资料清单(节录)
- 七、第一机械工业部第九局关于执行中苏两国“二四”协定转让舰艇制造的
专题报告(节录)
- 八、第一机械工业部颁发 1959 年度军事生产指标(求新造船厂部分)(节录)
- 九、“二四”协定主机转让制造安排方案(节录)
- 十、四〇七厂第二期扩建计划任务书
- 十一、舰(船)用柴油机系列化与生产定点安排问题的调查研究报告(节录)
- 十二、柴油机会议(301 会议)总结会上于笑虹付院长发言。
- 十三、关于 3Д12、3Д16、Д6С 三种发动机定型委员会的联合批复
- 十四、下达 120 型柴油机试制任务

- 十五、关于舰用柴油机系列选型的报告
- 十六、301 型柴油机试制鉴定书(节录)
- 十七、转发总参关于第七研究院组织体制调整的通知(节录)
- 十八、6300C 型船用柴油机鉴定书
- 十九、武隆中速柴油机厂设计任务书
- 二十、轻 12V180 型船用高速柴油机军工产品定型证书
- 二十一、39 型柴油机生产定型报告(节录)
- 二十二、12VE230ZC 型 2200 马力船用柴油机技术鉴定书
- 二十三、关于布置 120 高速柴油机赶超研制任务的通知
- 二十四、关于布置 24—180 柴油机研制任务的通知
- 二十五、关于由四〇七厂包建第二高速柴油机厂的通知
- 二十六、中型水面舰艇主机方案论证会议纪要的报告(节录)
- 二十七、关于布置 12000 马力中速柴油机研制任务的通知
- 二十八、18VE390 柴油机技术任务书(草案)(节录)
- 二十九、300 型柴油机研制工作讨论会议纪要(节录)
- 三十、关于重 12V180 船用柴油机定型报告的批复
- 三十一、24—180 型高速船用大马力柴油机研制鉴定报告(节录)
- 三十二、关于抓紧 12U300 主机研制工作的批复
- 三十三、国营宜昌低速大马力柴油机厂计划任务书(草案)(节录)
- 三十四、对“关于 40—200 型大马力高速柴油机科研试制问题的会议纪要”的批复
- 三十五、100%增压 8350ZC 型柴油机鉴定报告(节录)
- 三十六、关于结束 18E120ZC 柴油机研制工作的报告
- 三十七、关于 035 艇主机的调查报告(节录)
- 三十八、035 艇后续艇主机选型会议纪要
- 三十九、关于安排四〇五厂第二产品的通知
- 四十、“七四四”会议纪要(节录)
- 四十一、转发《同意轻 42—160 型柴油机生产定型》的批复
- 四十二、批准 SC450^{ZA}_{ZAY}型直流柴油发电机组设计、生产定型
- 四十三、12VE390 型柴油机鉴定报告书(节录)
- 四十四、6300ZC 型柴油机技术鉴定书(节录)
- 四十五、关于四川武隆中速柴油机厂(大部分技术力量)和湖北宜昌低速柴油机厂合并问题的批复
- 四十六、关于开展 12V280ZC 型柴油机方案设计的通知
- 四十七、18VE390 型柴油机第一期技术攻关成果鉴定(节录)
- 四十八、轻 42—160 型柴油机攻关成果鉴定会议纪要(节录)
- 四十九、18VE390A 型柴油机技术鉴定证书(节录)
- 五十、1Z39 型柴油机设计定型审查报告(节录)
- 五十一、12VE230ZC—Ⅰ型 3000 马力电遥控船用柴油机技术鉴定证书(节录)

- 五十二、轻 12—180—1 型柴油机技术鉴定证书(节录)
- 五十三、K48E150ZC 柴油机第三轮设计首制样机技术鉴定证书(节录)
- 五十四、400 $\frac{\text{Ca}}{\text{Ca1}}$ X—5,400 $\frac{\text{Ca}}{\text{Ca1}}$ X—5a 型舰用 400kW 柴油发电机组技术鉴定证书(节录)
- 五十五、“039”潜艇柴油发电机组柴油机选型论证(节录)
- 五十六、关于 K48E150ZC 柴油机处理意见的通知

回忆史料

- 一、海军配件试造委员会的回忆 吴文彰(65)
- 二、大型快艇主机初期研制工作的回忆 俞懋旦(66)
- 三、五十年代舰艇动力生产与科研的组织 余运生(67)
- 四、早期仿制苏联舰艇柴油机的归口联系 沈岳瑞 王云祥(69)
- 五、M50Φ—3 型柴油机的试制和发展 张用晦 贾身杰(71)
- 六、研制菱形 110 型对置活塞式柴油机的回忆 唐后启(73)
- 七、四三七厂试制 40Π 型柴油机的回忆 花玠如(74)
- 八、舰艇柴油机及其配套件专业化生产的组织与实施 刘齐键(75)
- 九、1065 型柴油机的研制 郑守智(77)
- 十、3 缸试验机在研制 9EDZ43/67A 型柴油机中的作用 沈维安(78)
- 十一、新中动力机厂试制和生产 4105 型柴油机的回忆 李晋淦(79)
- 十二、M503A—1 型柴油机的消化 朱炜青(80)
- 十三、“八·六”海战中的轻 12V180 型柴油机 韩天聪(81)
- 十四、对 M503A—1 型柴油机损坏事故分析及改进 龙叶初(82)
- 十五、回忆 12U300ZC 型柴油机的研制 杨炳青(83)
- 十六、6—40/46 型柴油机的研制 郑守智(85)
- 十七、废气涡轮增压柴油机在 09 型潜艇应急发电机组中的应用 李润华(86)
- 十八、200 系列柴油机的研制 肖惊生(87)
- 十九、12V200Z 型柴油机的研制 何大镛(88)
- 二十、70 年代末的船用柴油机技术引进工作 王立庚(89)
- 二十一、PA6—280 系列柴油机的试制 何金余(92)
- 二十二、20/27 系列柴油机的引进与试制 赵炯华(93)
- 二十三、舰用 400kW 柴油发电机组及其重 12V180 型柴油机的改进 倪忠诚(94)
- 二十四、6300Z 型柴油机在远洋打捞救生船上的试用 廖泽永(95)
- 二十五、PA6 用作潜艇主机的改型设计 孙富田(96)

主要研制单位简史

- 一、四〇三厂(含四〇六厂)军工科研生产简史 (101)
- 二、四〇五厂军工科研生产简史 (102)
- 三、四〇七厂军工科研生产简史 (104)
- 四、四〇八厂军工科研生产简史 (107)
- 五、四〇九厂军工科研生产简史 (109)
- 六、四三七厂舰艇柴油机科研生产简史 (111)

七、四三九厂舰艇柴油机科研生产简史	(113)
八、四六五厂军工生产简史	(115)
九、四六八厂军工生产简史	(116)
十、上海交通大学船舶内燃机专业军工科研简史	(119)
十一、哈尔滨船舶工程学院船舶内燃机专业军工科研简史	(121)
十二、中国人民解放军海军工程学院舰艇柴油机科研简史	(122)
十三、七一一所军工科研简史	(124)
人物资料	
一、王永良	(131)
二、毛学鸣	(131)
三、龙业初	(131)
四、孙建业	(132)
五、孙全柱	(132)
六、李在新	(132)
七、李渤仲	(133)
八、李庆科	(133)
九、余运生	(134)
十、沈岳瑞	(134)
十一、沈克勤	(134)
十二、沈维安	(135)
十三、杨炳青	(135)
十四、陈孟敏	(135)
十五、茅继庆	(136)
十六、俞懋旦	(136)
十七、唐后启	(136)
十八、唐敏晃	(137)
十九、蒋聪璠	(137)
二十、熊琳	(138)
附录	
附录一 50年代苏联转让制造的舰艇柴油机	(141)
附录二 舰艇柴油机及其主要附件生产厂	(141)
附录三 已研制或仿制成功的舰艇柴油机和海军曾用过的国产通用机型 (载至1987年底)	(143)

史 实 概 述

柴油机是中、小战斗舰艇和各类军辅船的主要动力。新中国成立时,既无舰艇柴油机的生产能力,又无科研力量。当时的舰艇,绝大部分是从国民党手中接收过来的,其动力全部由外国制造,型号复杂,品种繁多,维修所需的配件完全依靠进口。由于配件的来源被切断,严重影响舰艇的正常使用。中央重工业部船舶工业局从 1951 年开始承担海军提出的柴油机配件试制和生产任务,1952 年初又正式成立了海军配件试造委员会。通过测绘设计和组织生产,先后为海军供应了美国柴油机配件数十种,有力地支援了舰艇的维修工作。该委员会于 1956 年完成任务后奉命撤销。这批配件的试制是我国舰艇柴油机科研生产的前奏,为后来的发展积累了经验,培养锻炼了人材。

1950 年 8 月在海军建军会议上明确指出,近期内海军要建设一支轻型的海上战斗力量,初期以空、潜、快为主,其它兵种部队相应发展。从舰艇品种来说,以鱼雷潜艇和鱼雷快艇为重点,逐步发展驱逐舰、护卫舰(艇)、导弹快艇、猎潜艇、布雷舰、扫雷艇、登陆艇(舰)和各种辅助舰船。

考虑到当时国内的现实条件,海军建设计划中所需舰艇的配套动力,除向苏联购买外,还积极地为发展我国舰艇柴油机的科研生产创造条件。50 年代后期开始,一方面仿制苏联转让产品,另一方面自行研制新机型。我国舰艇柴油机的发展一直是沿着仿制和自行研制并举的道路前进的。

苏联转让产品是指根据我国政府和苏联政府在 1953 年 6 月签订的“六四”协定和 1959 年 2 月签订的“二四”协定由苏联转让给我国制造的 12 型舰艇主、辅柴油机(参阅附录表 1)。根据协定,苏联不仅供应产品图纸和有关技术文件,并提供样机,还派遣柴油机设计和制造专家来我国帮助仿制。

1960 年 8 月苏联政府单方面撕毁协定,突然撤走专家,拒绝供应所有尚未按协定提交的图纸资料和实物,其中包括功率为 4410kW 的大型快艇主机(型号 M504)全部图纸资料和样机。苏联的违约行为,给仿制工作带来一定的困难。这种情况下,领导部门组织了科研队伍,对各试制厂派遣工作组进行技术支持或协作。通过工厂的努力,除我国确定不生产的 M500TK 型高速柴油机和苏联未提供资料的 M504 型外,其余 10 型转让产品在 50 年代末至 70 年代初陆续试制成功,转入批产,逐步装备舰艇,取代进口机。在这些产品的试制过程中,十分重视国产化工作。批产后,除个别材料外,其余全部立足于国内。这些仿制产品及其改进型在较长时期内一直是我国舰艇的主要动力。

当仿制和自行研制产品均处于试制阶段时,海军建造舰船所需的动力除从苏联购买外,1964 年曾由西德进口了 MB820 型高速柴油机 200 台和 MD872 型 10 台。有条件时也积极选用民用船舶的动力。早在五十年代初,曾拟以宁波动力机厂生产的 5.9kW(8 马力)单缸柴油机用作小炮艇辅机,但因振动过大影响火炮射击准确度而作罢。50 年代中期,选用 6187C 型中速柴油机作为 50t 运输船主机,情况良好。该机是 1954 年由船舶工业管理局产品设计处与上海求新造船厂(四三九厂)共同研制的,功率 110kW(150 马力)。之后,又陆续选用了 6267C 型和 350、300、135、430 等系列柴油机,主要用于军辅船上。

1956 年 6 月完成了 1956~1967 年国家重要科学技术发展规划的编写。规划的第 43—5 项任务指出必须大力发展大功率的舰艇用动力。

60 年代初,海军为整顿杂乱的舰艇柴油机型号,使今后选型有所遵循,于 1962 年 10 月以参监四字第 2477 号文向总参提出舰艇柴油机系列选型报告。报告中列出专用和通用机 19 种

作为舰船近期采用的基本机型,其中包括了转让制造的 10 种机型。这是我国舰艇柴油机整理系列型谱的初步尝试,但后来因客观原因,未能继续充实完善。

为配合苏联转让产品的生产,1955 年 3 月国家计委批准新建高速柴油机厂(后称为河南柴油机厂、即四〇七厂)及中速柴油机厂(后称为陕西柴油机厂即四〇八厂)的设计任务书,又于 1960 年批准四〇七厂的扩建任务。四〇七厂的生产纲领是年产 M50 ϕ -3 型柴油机 600 台和 M503A 型柴油机 120 台。四〇八厂的生产纲领是年产 37 Π 型潜艇柴油机和 2 Π 100 型柴油机各 120 台。该两厂至今仍为我国舰艇柴油机专业生产厂中规模最大者。在新建工厂的同时,积极改造老厂,如上海新中动力机厂(四〇九厂)等;并在沪东造船厂(四三七厂)和上海求新造船厂(四三九厂)内扩大造机力量,使舰艇柴油机的制造能力迅速增长。另一方面,充分利用其他工业部门的造机力量,定点生产。如,在农业机械工业部上海柴油机厂生产重 12V180ZC 型高速柴油机,在上海汽轮机厂生产 12VE230ZC 型中速柴油机,分别在第五机械工业部吉林柴油机厂(六三六厂)和山西柴油机厂(六一六厂)生产 12V150C 和 6150C 型高速柴油机等。1965 年开始,第六机械工业部为贯彻三线建设的方针,在长江上游沿岸和四川省新建武隆柴油机厂(四〇六厂、后称为红卫机械厂)、四川柴油机厂(四〇五厂)、风雷机械厂(四〇四厂)及宜昌低速大马力柴油机厂(四〇三厂)等,形成了舰艇柴油机的后方生产基地。同时又建设了一批柴油机零部件和附件的专业生产厂。至 70 年代初,我国舰艇柴油机的专业化生产体系已基本建成,总生产能力不仅能满足海军建设需要,尚有较大的余力可为国民经济和对外贸易服务。至 1985 年底,我国舰艇柴油机及其主要附件生产厂如附录表 2 所列。

新中国成立时,没有独立的从事舰艇柴油机设计和科研的机构。1953 年,船舶工业局划归第一机械工业部领导后,改名为船舶工业管理局,下设船舶产品设计处,该处创建了船舶柴油机设计部门。1958 年船舶产品设计处改为船舶产品设计院,下设五个室,其中第四产品设计室(简称四室)负责船舶柴油机的设计与发展。与此同时,为开展舰船研究工作,集聚造船科技力量,海军各大部(修造、航保、通讯、军械、工程、航空兵等)均建立各专门研究所,至 1958 年末,又正式成立了海军科研部,其第一研究所担负舰船总体和动力的论证工作。1961 年组建舰艇研究院(即七院),第四产品设计室的柴油机部分连同海军科研部部分人员等合并为七院第三研究所的三一分所。1963 年三一分所改组为七院第十一研究所,后改称为七一一研究所,专门从事舰船柴油机的科研和设计工作。该所建成后,试验研究条件逐步完善,人员迅速充实,现为我国规模最大的柴油机及舰船动力装置设计研究单位。同时,从 50 年代开始,海军工程学院、大连工学院、哈尔滨军事工程学院、华中工学院、华南工学院等院校先后设立舰船内燃机或柴油机专业,培养专业人材,开展科研工作。1980 年以后,各舰艇柴油机制造厂也先后成立柴油机研究所。专业研究机构、院校和工厂相互结合,形成了一支庞大的科研队伍。这支科研队伍,通过仿制和自行研制,已累积有较丰富的经验,具有研制现代化舰艇柴油机的能力。

三十余年来,科研工作取得显著成绩,不仅配合生产克服了由于苏联专家撤退在仿制工作中所造成的困难,且使这些产品均有不同程度的改进提高,并发展了多种变型,扩大了使用范围;又按照海军需要,积极发展新机型,重点研制大型导弹快艇、新型常规潜艇和各类护卫舰的主机等。

70 年代末,为了进一步提高我国的科研水平和满足舰船出口的需要,第六机械工业部及其改组后的中国船舶工业总公司先后向瑞士、法国、丹麦、西德、日本等国购买了多型船用柴油机和附件的制造许可证。按许可证生产的柴油机,有的已用于或将用于海军。例如:从法国引

进由四〇八厂生产的 6PA6L 型高速柴油机将用作中型登陆舰主机,12PA6V 型用作 3000t 布雷舰、导弹护卫艇、大型登陆舰及综合补给船主机;四三七厂从法国引进生产的 12PC2-5 型中速柴油机已用于训练舰;四〇九厂从西德引进生产的 6L20/27 型中速柴油机已用作靶雷母舰和训练舰的辅机,等等。

综上所述,我国舰艇柴油机工业从零开始,经过三十六年的发展,已改变了完全依赖国外柴油机装备舰艇的局面。我国自行研制生产的机器也已在海军舰艇中使用,取得成效。

附录表 3 中列出已研制或仿制成功的舰艇柴油机以及曾选用过的民用机型。表中的机型均已通过鉴定,但并未全部已装备在舰艇上。

一、快艇及其他高速艇主机

我国海军于 1951 年成立了鱼雷快艇部队,当时配备的鱼雷快艇,全部是从苏联购买的,主机系 40 年代产品,其中还有第二次世界大战所用的美制汽油机。50 年代末芜湖造船厂等根据苏联图纸转让制造的第一批鱼雷快艇交海军使用,但其主机仍然是从苏联购买的。

根据“六四”协定和“二四”协定转让制造的三型快艇主机,有一型(M50 $\varnothing$ TK)未安排试制,另两型(M50 $\varnothing$ -3 和 M503A)均由四〇七厂生产。M50 $\varnothing$ -3 在六一六厂等定点协作单位的共同努力下,于 1961 年试制出首台样机,1964 年即转入成批生产。国产机型号为轻 12V180。该厂在消化苏联资料的基础上,对柴油机不断的研究改进,主要是降低制造成本,延长使用寿命,并改善运行经济性。为了扩大适用范围,先后发展了四种变型,可用作扫雷艇和巡逻艇主机以及电站发动机。至 1985 年底,轻 12V180 型柴油机共生产了 3300 多台,其中出口 864 台,在 1965 年“八·六”海战中,以轻 12V180 型柴油机为主机的护卫艇和鱼雷快艇发挥强大威力,建立战功,也证明该型柴油机具有良好的可靠性和实用性。

在四〇七厂加紧仿制 M50 $\varnothing$ -3 的同时,上海柴油机厂于 60 年代初试制成功我国首台自行研制的大功率高速柴油机,最大功率 735kW(1000 马力)。由于缸径与 M50 $\varnothing$ -3 型相同,缸数也一样,但整机重量较大,使用寿命较长,为区别起见,称之为重 12V180 型。该机主要用作高速炮艇主机,1966 年通过国家军工产品一级定型,定型后该厂又发展多种适合舰艇电站用的变型。自定型以来已生产 1400 余台,其中 10% 左右用于电站,并随舰艇出口巴基斯坦、斯里兰卡、孟加拉及越南等国。

M503A 型柴油机是苏联转让制造柴油机中功率最大、性能参数最高的机型,制造难度也较大,当图纸资料刚到我国时,苏联专家正准备撤退,所来的资料又不十分完整,况且所提供的样机是 A-1 改进型,而图纸是改进前的 A 型,更增加了试制的困难。

在四〇七厂准备试制 M503A-1 型柴油机前夕,1961 年 12 月由海军和七院在上海联合召开了“301”会议,讨论的重点是关于大型快艇主机问题,会议上肯定了坚决走仿制 M503A-1 型的道路;并确定在消化掌握该机的基础上改进提高,使功率达到 4410kW(6000 马力);同时不放松 K59 型二冲程复合式柴油机的研制。

K59 型柴油机的研制项目是 1958 年“二四”协定签订之前由海军提出的,其最大功率为 4410kW。当时海军要求海军工程学院的前身大连海军机械学校和船舶设计院四室各自进行方案设计。大连海校提出四冲程方案,四室提出二冲程复合式方案。在 1959 年 4 月召开的方案审查会上确定均继续进行深化工作。由于学校的教学任务较重,四冲程方案未能继续进行。

四室的方案转为研制项目,正式列入海军科研计划。该项目随着机构的调整,后改由七一一所负责。

按照“301”会议精神,七一一所与上海交通大学于1963年初共同组成M503A-1消化课题组,开展主要件和系统的反验算和整机平台试验验证工作,于1964年底结束。1965年四〇七厂开始投料试制M503A-1,克服了重重困难,1975年批准生产定型,命名为轻42-160型。但在使用中,发现质量上存在着滑油消耗率过大、离合器工作不可靠、连杆多次折断、调速器不稳、喷油器寿命短及铸件质量差等问题。经组织攻关,上述问题基本上得以克服,于1982年10月通过攻关成果鉴定,至1985年底,共生产了516台,其中出口33台。

“301”会议后,七一一所在北京工业学院、上海交通大学、海军三〇一厂(后改称四八〇八厂)和四〇九厂等单位的协作下,加紧了K59型高速柴油机的研制,进行了大量的设计、试验和分析研究工作,积累了很多有益的数据。通过试验发现在我国当时的条件下,复合式增压方案在短期内难以实现。于是1963年决定改为高增压方案,缸径和行程不变,仍保持二冲程特点,缸数由32增至48个。1968年确定总体布置为:气缸分三层水平排列,呈“王”字形。型号改为K48E2C。

1970年8月由七一一所的试制工厂(一一〇厂)完成样机制造,同年11月平台试验达到4410kW(6000马力),但未经耐久考核试验。为确保运转可靠性,经海军和六机部批准,K48E2C第一阶段的最大功率指标调整至3748kW(5100马力)。1977年11月,攻关改进后一一〇厂制造了3台运往青岛,由四八〇八厂安装在3110艇上进行海上试验,历经半年的多次试航,获得满意的结果。1985年3月通过技术鉴定,获1985年国家科技进步二等奖。1986年,中国船舶工业总公司以船军(1986)352号文下达关于K48E2C柴油机处理意见的通知,指出“七五”期间K48E2C柴油机无装船对象,研制工作乃不再继续。

早在1959年,船舶产品设计院四室在上海市的支持下开始设计对置活塞式三角形高速柴油机,缸径为120mm。不久,四〇九厂同意合作,负责试制,哈尔滨军事工程学院亦曾参加。1964年5月完成了三角形柴油机的样机制造,但在平台试验中发生事故,机器严重损坏,乃重新设计制造单缸和单列试验机,进行了大量的基础试验。1966年4月六机部根据“225”会议精神,正式下达了研制120型三角形柴油机的任务,要求最大功率2205kW(3000马力),用作海军高速指挥艇主机。1970年7月首制样机开始试验,同年11月达到设计性能,71年又制成第二台样机。但由于结构上在短期内不易过关,六机部于73年批准研制工作结束。

1966年6月六机部以六科字第706号文下达研制1500kW以上的快艇主机。七一一所提出了用二台轻12V180型柴油机合并,仍用二根曲轴而装在公共曲轴箱内,形成24缸的扇形机型,最大功率可达1727kW(2350马力)。1966年11月即试制完成,1968年12月通过鉴定,命名为24-180型。由四八〇五厂协作制成了三台整机,1970年8月由四二五厂装在027-5型导弹快艇上试航,航速达到52.1Kn。1967年5月,第六机械工业部以(67)六计字436号文通知四〇七厂准备生产,而1969年12月六机部又通知停止试制工作。

1968年初,上海柴油机厂与沪东造船厂签订协议,承担为028艇配套主机32×195型柴油机的研制工作。该机32缸,X型排列,缸径195mm,最大功率在1650r/min时为4410kW(6000马力)。先后制造了单缸和4缸单排试验机各一台,第一轮样机一台。在单排机上采用二级涡轮增压共运转了2000多小时。样机试验初期,曾出现过螺杆式滑油泵咬、主连杆断、增压器损坏、预燃室喷嘴断裂和气缸套穴蚀等问题。经反复攻关改进后,又制造了第二轮样机4台,

其中一台累计试验了 200 小时,其余 3 台装实艇进行海上试验。在实艇试验时又发现柴油机在低速时严重冒烟。后经大量试验研究,证实采用补燃增压系统可满足低速扭矩的设计要求。然而柴油机主付连杆、预燃室喷嘴的结构可靠性和补燃增压系统的付之实用均有待于进一步的研究。后因 028 艇的雷达和辅机等多项设备也未过关而取消了配套任务。32×195 柴油机于 74 年停止研制。

1971 年四〇七厂以轻 12V180 型柴油机为基础,研制 48 缸的 48—180 型柴油机,以满足大型导弹快艇的需要。虽然在性能上已达到设计要求,但发现结构太弱,乃停止研制。

60 年代末,以 K59 为生产纲领的四〇五厂即将建成,待机生产,而 K59 型柴油机的研制进度不够理想,于是 1970 年六机部以(70)六机军字第 303 号文批准四〇五厂研制 40—200 型高速柴油机,最大功率为 5880kW(8000 马力)。1971 年 12 月首台样机制造完毕,在加载试验时发现调速器的能力偏小,机器不能在高负荷下工作。于 1975 年另行设计 24 缸的 24W200 型柴油机。通过样机的平台性能试验和耐久试验,1979 年,达到设计指标,即 2940kW(4000 马力),1550r/min。但是当第二台 24W200 型柴油机与反转离合器配合试验时,离合器输油管多次出现故障。由于该机无装艇对象,研制工作未能继续。

在四〇五厂研制 24W200 型柴油机的同时,1971 年初上海交通大学也着手研制缸径为 200mm 的高速柴油机,试验件和样机均由该校实验工厂加工,首先开发 12 缸的 2205kW(3000 马力)机型,第一阶段指标为 1764kW(2400 马力)。样机试验达到 1548kW(2100 马力)。1977 年 5 月由六机部召开了现场会议,因学校不宜开发新机型,研制工作乃不再继续。

自 1958 年海军提出大型快艇主机的研制任务以来,历经 28 载,先后有八个单位研制过新机型,均未成为产品装备舰艇。1984 年开始,酝酿开发一种通用性较大的新型大功率四冲程高速柴油机系列,它不仅可满足巡逻型导弹快艇主机的要求,且可用于多种水面舰艇的全柴动力和巡航动力;也曾考虑过向国外引进合适的机型。1986 年七一一所完成了国内研制的方案论证,系列的功率范围自 2200—7350kW(3,000—10,000 马力)

二、潜艇柴油机

苏联转让制造的 37Д 型潜艇柴油机由四〇八厂试制。1956 年图纸资料到厂后,1962 年投产。1965 年 8 月结束了试制,转入小批生产,国产机的型号为 6E390C(简称 39 型),水面功率 1470kW(2000 马力),通气管状态下 981.6kW。至 1985 年,已生产 254 台,其中 215 台用于潜艇。

早在 1958 年,哈尔滨军事工程学院与海军一〇一厂(现改称四八〇五厂)曾合作研制菱形 110 型对置活塞式高速柴油机,拟装备 032 型潜艇,称为 101—3 型,得到“301”会议的支持。1962 年底,样机的零部件已完成 80%。但因该艇下马,研制工作亦随之终止。

虽然 6E390C 型柴油机用作“33”潜艇的主机较为适合,但对于下一代的常规潜艇则嫌功率不足。海军于 1959 年提出研制 2205kW(3000 马力)的 1065 型潜艇柴油机的战术技术任务书。1960 年 5 月在海军组织的方案审查会上确定采用缸径为 300mm 的四冲程 12 缸 U 型中速柴油机。由海军科研部、四〇八厂、上海交通大学、西安交通大学、船舶产品设计院四室、哈尔滨军事工程学院等单位组成设计组,在四〇八厂进行设计。1962 年,海军党委为了缩短战线集中技术力量,确保苏联转让制造产品的仿制任务,乃决定 1065 型柴油机的研制项目下马。七院三

一分所驻四〇八厂工作组协助四〇八厂仿制 37Д。

1965 年中央军委批准我国自行设计制造新型常规动力潜艇(035 型)。1966 年 2 月六机部在北京召开“225”会议,研究舰船主机发展及赶超规划。对于新型潜艇主机初步提出二个方案,即在 6E390C 型柴油机上实现二级增压和在仿制的 8300ZC 型柴油机基础上加以强化并增至 12 缸。1967 年 3 月确定 035 型艇主机选用后一方案,称为 12U300ZC 型。是时,正值 8300ZC 型柴油机准备转四〇六厂生产,故六机部安排样机在四〇六厂试制,设计工作以七一一所为主。1970 年 12 月首制样机加工完毕。1971 年 9 月在试验台上达到了技术任务书的初期功率指标(水面 2205kW,水下 1544kW)。但在试验中发现并车传动装置多次损坏,有待研究改进。

“225”会议后,虽然 6E390C 二级增压方案未选作 035 型艇主机,而四〇八厂仍对该柴油机积极地试验研究。1971 年已将水面工况功率提高至 1764kW(2400 马力),通气管下 1544kW(2100 马力)。

考虑到 12U300ZC 型柴油机的研制进度及 6E390C 型柴油机的改进试验结果,从战备需要及现实性出发,1970 年 10 月六机部以(70)六机字第 259 号文同意 035 型首制艇改装 6E390ZC 型柴油机。

至 1973 年,12U300ZC 型柴油机的后传动装置仍未得到彻底解决。四〇八厂对 6E390ZC 型柴油机进一步提高的试验仍在进行。该厂早在 1967 年初设计的 6—40/46 型亦在研制中,该机系四冲程自由涡轮增压柴油机。此外,江南造船厂根据 1969 年“1020”会议决定 035 型艇实行地区配套的精神,经上海市机电一局下达任务并征得六机部同意,与七一一所合作研制 6400ZC 型四冲程自由涡轮增压柴油机,驻江南造船厂的军代表室参加。该机于 1970 年 2 月开始设计,缸径 400mm,行程 490mm,性能指标与 12U300ZC 相同。1973 年 1 月完成水上和水下工况性能试验、耐久试验以及高背压启动等特殊试验,后又改进了总体布置使适合机舱情况。

上述四型柴油机均系为 035 型艇研制的。为便于选型,根据六机部、海军、七院领导的指示,组成 035 型艇主机调查组于 1973 年 11~12 月进行调查研究。调查组认为四型柴油机目前均处于研制阶段,尚需继续试验研究。但为使 035 型艇的建造不中断,在 6E390ZC 的改进型完成各项试验并经鉴定合格后作为 035 型主机比较合适;从 6400ZC 型柴油机已达到的指标来看,该机用于潜艇是有希望的,建议在完成试验和鉴定后装艇试用。1974 年 4 月在有海军、六机部、七院、造船统筹办公室等出席的 035 型后续艇主机选型会议上同意了调查组的意见。

会后,四〇八厂于 1975 年将 6E390ZC 改为 6E390ZC1 型(简称 1Z39 型),功率提高至 1912kW(水上)和 1765kW(水下),1975 年 3 月通过鉴定,1984 年批准设计定型,获中国船舶工业总公司 1985 年科技进步一等奖,至 1988 年已有 10 台装艇。根据 1974 年 5 月六机部(74)六科字第 395 号文确定 12U300ZC 型柴油机转为水面舰艇使用。6400ZC 型柴油机在 1976 年 5 月又进行了背压波动试验等工作,同年 9 月通过由六机部、海军和上海市革委会联合主持的鉴定,会上建议装艇试用,但由于当时对自由涡轮增压柴油机能否可靠地用于潜艇尚存在严重分歧意见,乃未能进行实艇试验。关于 6—40/46 型柴油机,由于 035 型艇主机的选型已定,故四〇八厂于 1977 年 8 月停止研制。

1972 年 11 月海军论证部提出电力驱动的新型潜艇方案,后来称为 039 型艇。该艇要求驱动发电机的柴油机功率亦为 2205kW(3000 马力),水下工况时为 1764kW(2400 马力),并要求用高速机。经过论证,认为以 240 型机车柴油机为基本型,进行变型设计是一个可取的方案。后因组织协调困难,此方案未能实现。

1979年,再次开始进行“039”艇主机的选型论证,1981年11月在四〇八厂举行的座谈会上讨论了以从法国引进的12PA6型柴油机为母型,修改设计,用机械增压代替原来的废气涡轮增压。1982年1月,六机部以(82)六机科字37号文通知开展上述修改的方案设计,由四〇八厂和七一一所同时分别进行,然后择优选定。后发现修改工作在技术上有一定的难度,且在外形尺寸方面对“039”艇不够理想。于是再次组织论证,重点考虑国外生产的机型。为做好论证工作,曾派代表团出国考察,直至1986年方才确定“039”首制艇的主机用从西德购买的MTU396SB83型自由涡轮增压柴油机。由于我国北方工业公司已在1984年向西德引进西德MTU396系列的专利制造权,正在六一六厂安排生产,因此后续艇则用六一六厂制造的引进机。“039”艇主机的选型工作从1972年开始,1986年结束,先后历经14年,两次出国考察,颇费周折。

在035型艇主机的选型过程中,由于对自由涡轮增压柴油机用于潜艇是否可靠产生分歧意见。因此在1979年底,海军装备部给海军工程学院下达了“对涡轮增压柴油机用于潜艇进行可行性研究”的课题。研究结论是自由涡轮增压柴油机用于潜艇是可行的。1984年4月该课题通过了海军装备部的鉴定。

为探索适合水下装置的新型柴油机,七一一所自1980年7月至1984年底开展了半闭式循环柴油机陆上模拟试验研究。试验说明半闭式循环柴油机作为水下动力是完全可行的。1983年9月至1986年5月又进行了闭式循环柴油机应用研究,通过计算与试验,掌握了工作过程特点并找到了技术关键。

1980年,七一一所开始研究化学热源与热气机组合成水下动力装置。该所早在1975年在上海市科委的支持下,已着手研究太阳能热气机,1977年在原理性样机试验中获得成功。热气机是一种外燃闭式循环、污染少、振动小、噪音低的发动机。如采用无气体反应产物的化学热源,则为潜艇的理想动力。至1985年在热气机结构方面,进行了大量试验研究,取得了阶段成果,但在化学热源方面,虽然亦取得一定的进展,但由于经费的不足,未继续进行。

三、水面舰艇(不包括高速艇)与军辅船主机

苏联转让制造的水面舰艇主机有中速柴油机和高速机各两型。40П型中速机由沪东造船厂和上海汽轮机厂同时自1962年开始试制。样机于1966年均通过鉴定。之后定点在上海汽轮机厂生产。生产纲领是每年产50台,国产机的型号为12VE230ZC,至1969年12月通过军工产品定型。至1985年底共生产416台,其中出口16台。1980年改进为12VE230ZC-1型,除降低燃油消耗率5%外,还装有电遥控装置。1983年7月经装艇试航后,通过鉴定,已有24台柴油机装艇运行。

1974年,六机部决定三线四〇五厂也生产12VE230ZC柴油机。1978年完成转厂试制。1980年通过鉴定。具有年产60台的能力。至1985年底四〇五厂已生产130余台,其中36台装艇出口。

1982年3月上海汽轮机厂与七一一所和四〇八厂合作,对12VE230ZC-1型再进行改进设计。功率从1617kW(2200马力)提高至2205kW(3000马力),油耗进一步降低至231.3g/kW·h,改进后的12VE230ZC-1型柴油机于1984年12月通过鉴定,并获得上海市1984年优秀新产品一等奖。同时四〇五厂与四六五厂合作,大连工学院也参加,分两个阶段对12VE230ZC

型柴油机改进提高:第一阶段降低油耗 6.4%,功率不变,型号改为 12VE230ZC-A,已于 1983 年 5 月通过鉴定;第二阶段重点是提高功率至 1984kW(2700 马力),1985 年 6 月达到功率指标,并于 1986 年 5 月再提高至 2205kW(3000 马力),但在进行耐久试车时发生故障,后因供电情况不正常,使试验工作未能继续。

另一种转让制造的舰艇中速柴油机是 9DM。1959 年 3 月一机部九局以(59)机密九字第 369 号文下达求新造船厂试制。苏联来的图纸资料不全,在船舶产品设计院四室的协助下,翻译复制并补齐图纸。于 1962 年 8 月样机加工完毕,同年 12 月通过鉴定转入小批生产,定为 8300ZC 型。该机主要用作猎潜艇,基地扫雷艇及中型军辅船等舰船主机。1965 年 5 月该厂成功地在台架上将 8300ZC 型的功率从 808kW(1100 马力)提高至 1102kW(1500 马力)。是时,六机部以部(65)六基创字第 491 号文要求求新造船厂和新中动力机厂在四川省武隆县包建四〇六厂,并将 300 型和 350 型两个系列柴油机转四〇六厂生产。从 1966 年开始求新造船厂正式停止柴油机生产。1981 年,四〇六厂奉命撤消并入四〇三厂,8300ZC 型柴油机的生产再次转厂,由四〇三厂继续生产。

3Д6 和 3Д12 是苏联转让制造的两型功率较小的高速柴油机,它们同属一个系列,可用作主机亦可作为辅机。3Д12 与我国 1956 年试制成功的坦克发动机是同一系列的两种不同用途的变型。在苏联转让制造的柴油机图纸资料未到我国之前,船舶产品设计处在测绘 3Д12 柴油机齿轮箱的基础上,设计了适合舰船用的变型,称为 12V150C 型并安排在生产坦克柴油机的六三六厂生产。12V150C 的结构基本上与 3Д12 相同,故不再安排 3Д12 的仿制。12V150C 型柴油机于 1962 年通过鉴定,至 1980 年共生产了近 2000 台,全部为海军订货。后来,经过改进提高,功率从 220kW 提高至 330kW(450 马力)。1974 年 12 月通过鉴定,定为 12V150ZC 型。

3Д6 安排在六一六厂试制,并定点生产,型号为 6150C 型。已累积生产了 313 台,广泛用作小艇主机和中型艇付机。1980 年以后因海军无订货,故未生产。

为了扩大用途,四〇八厂仿制的 6E390C 潜艇柴油机于 1963 年开始发展水面舰船用的变型,1966 年试制成功,定为 6E390D 型(简称 D39 型),功率 1360kW(1850 马力)、使用中发现振动过大,经上海交通大学协助改进,有所改善。至 1981 年共生产 41 台,用于中型登陆艇、打捞船、海测船及综合补给船等。后又对该机改为两级增压,发展了 6E390DZC(简称 DZ39)和 6E390DZC-1(简称 DZ39-1)两种改进型。前者 1985kW,1978 年有二台装于中型登陆艇;后者 1786kW,1984 年通过鉴定后用于海军 801 和 802 运输艇。

水面舰艇柴油机的研制重点是解决护卫舰的主机。1962 年,在北京召开的“65”护卫舰方案论证会上,确定每台主机功率应满足 2425kW(3300 马力)要求。1963 年在民用 6 缸 EDZ43/67 型柴油机的基础上进行 9 缸变形设计,并提高单缸功率,变型后代号为 9EDZ43/67A 型。该项研制工作由七一一所与沪东造船厂联合进行。1964 年 12 月通过鉴定。在 1965 年和 1966 年两年内沪东造船厂共生产了该型柴油机 10 台,分别装在东海舰队和南海舰队的舰上使用。同系列的 6 缸机(即 6EDZ43/67A)亦于 1966 年装上“930”艇,9EDZ43/67A 型柴油机是我国装备护卫舰的第一代自行设计产品,经使用反映良好。

1966 年 4 月七院根据“225”会议精神,召开了中型水面舰艇动力装置论证会,会上提出了 VE430 和 VE390 两个方案。前者是在 9EDZ43/67 型的基础上缩短活塞行程增加缸数,并经强化后的 V 形柴油机(即 EDZ43/53),四三七厂和七一一所于 1964 年已开始方案论证和制造单缸试验机,设计功率为 8085kW(11000 马力);后者是在 6E390C 型的基础上进行高增压,缸数

增至 18,设计功率为 8820kW。会后经上级决定,采用 VE390 方案。1966 年 6 月六机部以(66)六生字 724 号文布置了 8802kW 中速柴油机的研制任务,用作 053 型护卫舰主机。同年 7 月在上海成立了联合设计组,四三七厂为主任单位,七一一所及四〇八厂为付主任单位。通过单缸和 6V 机的大量试验,1969 年 9 月 18VE390ZC 样机制造完毕。1971 年 11 月装 053 型首制舰(531 舰)试验,但发现大量技术问题,经过研究改进,1974 年再次装上 531 舰,12 月完成了第一期工程试航验收。同年又遵照“815”会议的决定,研制同系列的 12VE390ZC 型柴油机,1975 年试制了 4 台装备两艘 053H 型舰,1977 年通过部级鉴定。但 18VE390ZC 型柴油机在试用中仍暴露不少问题。1978 年初,根据张爱萍付总参谋长指示,限期组织 18VE390ZC 型柴油机技术攻关。2 月 3 日成立了“18VE390ZC 型柴油机第一期技术攻关小组”,由陈云中任组长,王产良为付组长,下设的技术组由四三七厂的孙全柱和七一一所王永良负责。经两年多的努力,完成了 14 项攻关课题,于 1982 年通过了攻关成果鉴定,1984 年 7 月通过 18VE390ZCA 型柴油机鉴定。1980 年 12V390ZC 型柴油机自第 35 台起亦采用上述攻关成果,并将型号改为 12VE390ZCA。VE390 系列柴油机目前是我国护卫舰的主要动力,已生产 70 台,其中改进后的 A 型机获国家 1985 年科学技术进步壹等奖。

四〇四厂为了扩展沪东造船厂的 VE390 系列,发展了 6 缸直列机,1975 年 10 月开始方案设计,1979 年 6 月完成了平台鉴定,但由于装艇对象不明,需要量不大。四〇四厂自 1986 年停止制造柴油机后,6E390ZC 型机亦随之停产。

1978 年,海军为满足大功率中速舰艇柴油机的需要,曾支持第六机械工业部引进法国的 PC2—5 及 PA6 两系列柴油机。当时需建造大批登陆舰,打算以 PC2—5 为主机,后因计划改变,同时 18VE390ZC 型柴油机攻关成功,PC2—5 系列柴油机至今仍未能在海军建设中充分发挥作用。关于 PA6,原拟用作潜艇主机,由于外形尺寸偏大,且需修改设计,实现困难,现已用于水面舰艇。

此外,军辅船还选用了部分民用船舶柴油机。主要有:135 系列、6250ZC、6300C、六缸和八缸 350 以及 ESDZ43/82 系列等。

135 系列柴油机是通用性很广、功率复盖面很大的一种机型。它是上海柴油机厂于 60 年代初开发成功的,基本型于 1961 年通过鉴定,后又发展了长行程、增压和增压中冷等多种机型。使单缸功率从 14.7kW(20 马力)提高至 18.4kW(25 马力)、23.5kW(32 马力)和 29.4kW(40 马力),已扩散到全国多厂生产。舰艇和军辅船上选用的主要是 4、6 和 12 缸、单缸功率 18.4kW 和 23.5kW 的机型。

6300C 型柴油机是四三九厂在 1959 年参照苏联 18Д 型柴油机设计制造的。当年出样机,1964 年 6 月通过鉴定,该机的额定转速有 400 和 600r/min 两种,相应额定功率为 294 和 441kW。后因军民的需要量较大,逐步扩展至十余家工厂生产。

四、舰船电站柴油机

虽然“二四”协定中规定了转让制造三型辅机,即 248.5/11、448.5/11 和 4410.5/13。但在协定签订之前,我国已通过测绘仿制成功,并已成批生产供海军使用。

1953 年海军从苏联买了一批快艇,罗舜初付司令员指示从中抽出一艘,卸下其三联辅机组交一机部测绘仿制。三联机组包括 248.5/11 型柴油机、K2—150 型空压机及 KГ5.6 型发电

机。一机部分别布置在南昌柴油机厂、杭州通用机器厂及上海电机厂试制。经过两年多,1955年开始小批生产,柴油机定型为285,紧接着海军又从苏联购买的扫雷艇上拆下一台ДГ25型发电机组作为仿制的样机。柴油机是4 $\times$ 10.5/13型,试制成功后又发展了同系列的2缸和6缸,称为105系列。该厂又发展了485型柴油机,形成85系列。85和105两个系列是我国5.6—25kW舰艇电站主要机型。由于该两系列柴油机的通用性很强,特别是105系列,需要量很大,扩展到全国几十家柴油机厂生产。在性能上也不断提高。南昌柴油机厂将85系列的转速增大一倍,使单缸功率从3.67kW(5马力)提高至8.82kW(12马力)。改进提高后称为新85和新105系列。潮阳机械厂在105系列转速不变情况下,功率提高20%,油耗率降低7.5%。

40~200kW发电机组的动力多选用上海柴油机厂的135系列和六一六厂的6150型柴油机。135系列的功率范围很大,12V135ZD型的功率可达279kW(380马力),适用于200kW电站。

大于200kW电站多选用民用6250Z型柴油机。该机由原第一机械工业部红岩机器厂生产,发展了船用变型,额定功率200~441kW,可作为200~400kW发电机组的动力,亦可用作小型船舶的主机。后又发展了高增压机型。1968年10月四〇九厂从红岩机器厂引进了该机型,经过部分修改,于1971年6月试制成功,投入市场,定型为6250Z,功率496kW,1000r/min。同年10月又进行提高增压度的试验,经过多次改进。1980年7月6250GZC—I型通过鉴定,额定功率为470kW,转速600r/min。至1986年为止,包括高增压机型在内,已有25台作为军用,除4台分别用在武装渔船和海底布缆船作为主机外,其余均为400kW和630kW舰艇发电机组的动力。

上海柴油机厂生产的重12V180ZC型柴油机,自1966年通过舰艇柴油主机的鉴定后,随即开发用于“09”潜艇应急柴油发电机组的变型(型号为12V180GD、Da),由于水下工况特殊,进行了大量高背压模拟试验。1970年5月450kW应急发电机组通过鉴定验收,同年8月装艇试用,结果良好。这是我国第一次将废气涡轮增压柴油机用于潜艇,当时,在国际上也是一种较新的技术。70年代初12V180GD—1、—2型柴油机配400kW交流柴油发电机组用于051型舰,1974年通过鉴定。1984年又试验成功053H1、2护卫舰电站用的12V180ZCD—2、—3型柴油机,并进一步改善了燃油消耗率和调速性能,提高了大修期,还降低了机油消耗率(额定工况下为1.5g/kW·h)。机组使用该型柴油机为动力后,能保证在45℃高温环境下有足够的超负荷能力并能在30%低负荷下长期运行。该舰用的400kW柴油发电机组于1985年11月通过部级鉴定。

70年代末,“718”工程需要万吨级的打捞救生船,其电站选用630kW发电机组5套。电站动力采用日本大发公司的柴油机。当时四〇六厂建议将已下马的12U300ZC型柴油机,取其一列,变型为6缸柴油机,其功率可用于630kW发电机组。1980年5月6缸变型机装在J121打捞救生船上试用。1982年,该船参加我国太平洋首次水下发射火箭试验,虽然在执行任务过程中,发生过一些故障,但未影响任务的完成。试验后,上级决定仍改装日本大发机。

总之,目前各种不同的舰艇和军辅船电站均有适当的国产柴油机可选,水下用的电站柴油机亦有能力研制。尽管这些柴油机的性能尚不先进,但已可基本满足舰艇需要。自1979年以来中国船舶工业总公司已向西德、丹麦和日本等国的公司引进了多种适用于舰艇电站的高速和中速柴油机,四〇九厂生产的6L20/27型中速机已于1985年用作“906”、“679”等舰船的电站动力。

五、结束语

我国舰艇柴油机的研制和生产,实际上是从50年代中期开始发展的。当时在争取苏联技术转让的同时,大力开展自行研制工作,建设专业生产工厂。虽然60年代初期苏联单方面撕毁协定,撤回专家,中断供应技术资料,而10型转让制造产品仍陆续仿制成功。自行研制的重12V180ZC、24—180、9EDZ43/67A和6EDZ43/67A等型柴油机在60年代中也相继在舰艇上使用,使国产舰艇柴油机能满足海军当时的基本要求。在70年代中,各型转让制造柴油机均有不同程度的改进提高,并发展了变型;自行研制的中型护卫舰主机获得成功,“09”潜艇的应急电站柴油机也已通过鉴定,使国产舰艇柴油机已能够部份地满足新一代舰艇的需要。

值得注意的是,快艇和常规潜艇的主机除仿制者外,曾研制过的机型多达十余种,而实际装艇使用者甚少。造成这种局面的因素很多,除涉及整个柴油机行业的组织体制外,舰艇柴油机科研本身的因素,主要有:预先研究工作安排得太少,致使技术储备空虚,一旦舰艇需要,机的研制进度则跟不上舰艇建造速度;虚功过多,因研制项目系按舰艇建造的需要而安排的,但舰艇计划常常变动,使某些正在研制的机型因无装船对象不得不终止,半途而废;力量未集中使用,我国用于研制的财力、人力和物力均有限,而为同一目的,往往有几种机型同时研制,使研制力量分散;标准化工作重视不够,完整的系列型谱至今未制成,海军在用者多为专用机,致使新机型的研制往往需进行大量的基本试验,研制费用增大,周期加长,研制任务的技术指标有时要求过高,过分追求先进,现实性考虑不够等等。

回顾历史,认真总结过去的经验和教训对今后的发展是十分有益的,相信在90年代将有更多的先进新机型装备舰艇,我国舰艇柴油机事业亦将以更快的步伐向前迈进。

主 要 产 品

一、轻 12V180 型高速柴油机

轻 12V180 型高速柴油机是由苏联转让生产的快艇主机,苏联的型号是 M50 ϕ -3。第三机械工业部九局指定四〇七厂仿制。该厂于 1959 年投产,1961 年试制出首台样机。1964 年 6 月通过鉴定,生产定型。该型产品的图纸、技术文件、工艺资料以及大部份非标设备的图纸,均由苏联提供。

(一) 试制简况

1958 年四〇七厂将苏联图纸进行翻译、复制。图纸及技术文件中的材料牌号及所引用的标准,基本上按原图不变。同时对图纸进行了全面校对、修正了少量错漏之处,并按苏方提供的图纸更改通知,给予更改。1960 年全面投入试生产。试生产所需的缸盖、缸体和曲轴箱毛坯及曲轴、连杆成品由苏联提供,其余大部分零部件均由工厂自行制造,所用材料及外购件也由国内供应。1961 年初,按照海军的指示,七院三一分所驻四〇七厂工作组与工厂技术部门一起,对苏方提供及我方补充修改的图纸资料进行了全面审查与校对,并完成了工艺准备。1961 年末装配出首台样机,1962 年 4 月将一台样机进行耐久试验。第一次耐久试验时,由于凸轮轴轴承座下面夹入一平垫片,运转到 50h 凸轮轴折断,使试验暂停。然后重新装机试验,顺利地完成了 400h 耐久试验,各项性能参数达到设计要求。1963 年生产 16 台,其中 12 台装艇试用,试航一次成功。该产品需要的金属材料有 85 个牌号 537 种规格,非金属材料 597 种。根据上级安排,铸件、锻件、冲压件、以及调速器,高压油泵等分别由第五机械工业部所属六一六厂与六一七厂协作,铸锻件也不再需要苏联供应,经过努力 182 项外购件亦已基本定点。1964 年 6 月进行生产定型,投入批量生产。该产品广泛地装备在 62 型炮艇、025 及 026 型鱼雷快艇、024 型导弹快艇等作为主机。1965 年“八、六”海战与崇武以东海战中证明该机性能良好,操纵方便,在战斗中曾以最高航速连续行驶 5 个小时而主机未发现任何故障。1980 年该机型产品荣获第六机械工业部与河南省国防科工办优质产品称号。截至 1988 年底该厂共生产轻 12V180 及其变型柴油机 3434 台,生产备件相当于 536 台份。这些主机除满足了国内舰艇装备外还向十多个国家出口。

(二) 改进与变型的开发

四〇七厂于 1966 年及 1971 年两次组织有关人员进行了用户访问。根据用户意见在 1969 年至 1972 年间对产品图纸及技术文件进行了中国化。并对产品质量进行了改进提高,例如:

- 1、气缸体检查孔漏油、漏水现象,经采用了新试制的橡胶材料、选择适当的过盈度,并在曲轴箱与缸套之间增加了一道密封环等措施得到了解决。

- 2、连杆上端衬套在出厂试验中有烧伤或缩小情况。经采取冷挤压新工艺,在衬套内表面加镀铅锡层,并适当增大衬套与活塞销的配合间隙等措施后得以消除。

- 3、反转离合器换向爪盘产生冲击声,有时爪盘损坏。经研究后,作了如下改进:对单锥体选择了适当的表面光洁度,缩短滑动套筒推杆的长度,并对 36 只弹簧进行强压处理。

此后又根据在耐久试验中所暴露出来的问题,对柴油机的薄弱环节进一步加以改进。自 1966 年至 1980 年对结构的主要改进项目共计 47 项。由于结构改动较多,乃改为轻 12V180A 型。根据六机部(80)科字第 394 号文指示精神,于 1980 年 5 月份开始对改进后的轻 12V180A 型柴油机进行了 600h 台架耐久试验,经过了连续工作 625h 证明工作可靠,性能良好。1981 年

11月通过部级鉴定并获得科研成果二等奖。1982年6月对原试验机进行875h耐久试验,即前后共运转了1500h,拆检证明,除进气阀磨损较严重外其余零部件仍能继续使用。这说明轻12V180A型的耐用性比原机有较大幅度的提高。

四〇七厂除对轻12V180型柴油机的结构改进作了大量工作外,并大力发展变型机以扩大适用范围。主要变型机有下列各种:

1、轻12V180ZL柴油机

该机系以废气涡轮增压代替轻12V180型的机械增压,最大转速保持不变,而功率提高。1965年开始研制,采用2台VTR200废气涡轮增压器,并实现进气中冷,功率从882增大至1103kW。在额定功率时燃油消耗率不大于224g/kW·h,排气温度不高于650℃。1970年试生产4台,装在改装后的24型艇上作为主机。经试航,可使艇的航速提高至42kn(原为38kn)。但因柴油机情转时冒白烟进入舱内,使艇员无法工作,不得不终止试验,研制工作也随之告一段落。1974年又用大连热力机车研究所设计的80GP型涡轮增压器进行试验,并将功率提高至1471kW(转速仍为1900r/min),经过100h连续运转,出现缸盖垫片漏气、气缸盖和缸体发裂漏水、排温过高等现象,拆机后检查发现曲轴有明显弯曲。后改用四六七厂的GP85和北京工业学院设计的增压器,亦出现类似问题。于是放弃了功率提高过多的尝试,仍以1103kW为目标,选用大连热力机车研究所研制的径流涡轮增压器,亦未成功。1984年,洛阳会议将最大功率定为1029kW,1850r/min。1986年生产出第一台样机,经性能试验和400h台架耐久试验,情况良好,燃油消耗率仅215g/kW·h。1987年12月28日通过部级鉴定。

2、轻12V180—1型柴油机

为使轻12V180型柴油机适合“082”扫雷艇主机的要求,对轻12V180型柴油机进行变型设计。设计了减速比为2.864的行星齿轮减速器和新的滑油——回油泵组,将调速器的17种感应元件改用低磁材料,同时对轻12V180型柴油机进行了冲击试验、实船水下爆炸试验及低负荷工况试验。1985年4月第一台轻12V180—1型柴油机装配完成,用作082型扫雷艇主机。

该机的最大功率为809kW(转速1800r/min),在交变磁场下曲轴转速为1000~1718r/min时能长时间工作,在强磁场下曲轴转速为860~1000r/min,功率为59~184kW时,仍可照常运转。

1985年8月,轻12V180—1型机经受了性能试验及150h考核试验,情况良好。1985年9月通过部级鉴定。1986年完成了082型扫雷艇主动力系统陆上联调试验。1987年12月正式交付部队使用,使用证明完全满足了该艇的作战技术要求,获得中船总公司技术进步一等奖。

3、轻12V180—1A型与轻12V180—1B型柴油机

这两种变型是在轻12V180—1型柴油机的基础上,改变功率、转速或减速比。轻12V180—1A的最大功率为735kW,1718r/min,减速比与轻12V180—1型相同。已用于武装部队的边防巡逻艇、公安消防指挥艇、辑私艇等作为主机。轻12V180—1B型的减速比改为1.864,已作为总后双体船主机。

4、电站用的变型

1984年四〇七厂将轻12V180型柴油机的反转离合器取消,另设计新的动力输出箱,同时将最大功率降至551kW(1500r/min),使用寿命可达5000~6000h。经改变后形成轻12V180—2F变型机,可作为应急电站的主机。随后又试验成功了轻12V180—4型柴油机,其最大功率652kW,1600r/min。该机型曾用作喷水船主机,航行于乌苏里江,亦可用作气垫平台主机,如用

风扇冷却水箱,可作为运输工具的主机。

此外,曾于 1970 年试将 2 台或 4 台轻 12V180 型柴油机组成 24—180 或 48—180 型大功率高速机。但均未形成产品。

(三) 主要性能参数

轻 12V180 型是四冲程、水冷、V 形、12 缸、机械增压、带反转离合器的高速船用柴油机。它的主要特点是体积小、重量轻、结构紧凑、机动性能好、操纵灵活等。适用于各种快艇、巡逻艇、气垫船、交通艇、水翼艇等高速船的主机,也可用于柴油发电机组。该机及其变型的主要性能参数见表 1。

表 1 轻 12V180 及其变型柴油机主要性能参数

型 号		缸径 mm	行程 mm	功率/转速 kW/r/min		燃油消耗率 (额定功率时) g/kW·h	备 注
				最 大	全 工 况		
基本型	轻 12V180	180	200	882/1850	735/1700	266	
改进型	轻 12V180A	180	200	882/1850	735/1700	262	
变 型	轻 12V180—1	180	200	809/1800	735/1718	251.6+5%	
	轻 12V180—1A	180	200	735/1718	640/1600	244.8+5%	
	轻 12V180—1B	180	200	735/1718	640/1600	244.8+5%	
	轻 12V180—ZL	180	200	1030/1850	869/1700	不大于 224	
	轻 12V180—2F	180	200		577/1500	不大于 231	
	轻 12V180—4	180	200	662/1600	588/1500	不大于 238	

二、轻 42—160 型高速柴油机及其发展

轻 42—160 型高速柴油机是根据“二四协定”由苏联转让制造的 21 型导弹快艇和 027 I B 型鱼雷快艇主机。苏联型号是 M503A—1。第三机械工业部九局指定四〇七厂仿制。苏联提供的资料不全,而且提供的图纸资料是 M503A 的,而供应的机器却是改进后的 M503A—1 型。

(一) 试制简况

按照 1960 年与 1963 年苏联提供的 M503A 型柴油机的图纸和技术文件,参照 M503A—1 型机器,1964 年四〇七厂开始作生产准备工作,编制工艺,设计工装和非标准设备,并完成了全套试制用图纸。1966 年在七一一所等单位协助下完成了工艺规程、工装图纸以及其它生产用的技术文件和生产用的主要工艺装备。1965 年开始投料。当时从苏联进口的 M503A—1 型柴油机在装艇试用中发生故障,在七一一所、哈尔滨船舶工程学院、大连海军工程学院等单位协助下,经分析研究,对机器的结构作了一些改进,并将这些改进反映在试制的样机中。1969 年 4 月装出了第一台样机,同年第三季度又完成了 4 台样机,其中 3 台装艇试验,另 1 台留作 300h 保险期试车。未经定型即投入批生产,共生产了 141 台。这批产品在生产与使用中暴露出大量的技术与质量问题。乃于 1972 年开展质量普查并进行生产定型的准备工作。1975 年 4 月

上级批准生产定型。但由于“文化大革命”的干扰,对遗留的质量问题未能得到彻底解决。文革以后,工厂重新整顿产品质量,将技术问题与质量问题共归纳出 8 大关键、131 个问题并组织攻关。八大关键是:

1、连杆断裂。在设计、材料锻造、加工、热处理、喷丸、装配、搬运、操作中都存在一定问题,分别采取了措施。

2、离合器易烧。改进了结构,提高了抱紧力和光洁度,并采用了铜基粉末冶金摩擦片。

3、调速器稳定转速波动率超差及换向灭火。改进了设计,在起动限制器上加装止回阀,增加预供油时向蓄压器供油的管路,将调速器附加小弹簧的总压缩负荷增大,将操纵系统的各关节轴承改为刚性带减震环的结构,用硬质阳极化处理提高调速器体内孔的表面硬度,修改调速器柱塞和套筒进油口的重叠度等。

4、喷油器寿命短。加强了对组合射油泵箱在装配前的清理,更改材料并采用渗氮工艺,严格贯彻磨孔等工艺。

5、铝铸件质量差,使用中产生裂纹。改进提高铸造质量和改进设计增大铸件局部壁厚等。

6、导风轮折断。通过改变设计结构、避开共振区,并采用金属胶和模锻件。

7、滑油消耗量大。设计要求对滑油消耗量规定为不大于 $13.6\text{g/kW}\cdot\text{h}$ 。在某一个时期中曾达到 $54.4\text{g/kW}\cdot\text{h}$ 。经过改进设计,将活塞环由柱面环改为桶形环及扭曲环后,滑油消耗量已降到 $8.2\sim 9.5\text{g/kW}\cdot\text{h}$ 。

8、紧急停车阀失灵。将轴上装密封圈的槽适当减小后失灵现象基本消除。

此外还解决了一些质量问题,如涡轮轴承偏磨、轴瓦翻边裂纹、活塞环折断等。在 1980 年以后进行了连续五次 300h 保险期耐久试验均获得了成功。

1982 年 10 月 25 日六机部召开了轻 42—160 型柴油机攻关成果鉴定会。轻 42—160 型柴油机再一次通过了部级鉴定。截止 1988 年底共累计生产 536 台,生产备件相当于 106 台份。攻关后称为轻 42—160—1 型。

(二) 改进与变型的开发

为提高轻 42—160 的可靠性,研制了变型产品轻 42—160—3 型柴油机。轻 42—160—3 型柴油机是在保持轻 42—160 型原机增压度和功率不变的情况下,采用进气中冷的方法,使转速降低到 2000r/min 。1983 年开始设计,至 1985 年底完成了总体设计及整机改进设计并进行自制零部件的试验。中冷器选用铝合金板翅式结构,由新乡一三四厂设计和试制。1987 年完成了试验,获得成功。1987 年 12 月 28 日经过部级鉴定。

(三) 主要性能参数

轻 42—160 型是四冲程、水冷、星形、42 缸(每星 7 缸)、机械传动废气涡轮增压、带反转离合减速器的高速船用柴油机。适合用作大型快艇主机。按输出轴的转向分左、右机,左右机的零部件除减速装置外,全部通用。该机的主要特点是:功率大、体积小、重量轻、结构紧凑、加速性能好。它的主要性能参数见表 2。

表 2 轻 42—160 型柴油机及其改进型主要性能参数表

型 号	缸径 mm	行程 mm	最大功率/转速 kW/r/min	全功率/转速 kW/r/min	燃油消耗率 (全工况时) g/kW·h	备 注
轻 42—160	160	170	2941/2200	2426/2000	≤231	保险期 300h
轻 42—160—1	160	170	2941/2200	2426/2000	≤231	结构可靠性提高
轻 42—160—3	160	170	2941/2200	2426/2000	224.4+3%	第一次大修期 1000h

三、24—180 型高速柴油机

1965 年 4 月海军赵启民付司令员指示要尽快解决钢壳导弹快艇和四管鱼雷快艇所需的功率在 1500kW 以上的主机。七一一所经论证,提出了两台轻 12V180 型柴油机组合的方案,海军表示赞同,于 1966 年 4 月函请六机部安排研制。六机部于同年 6 月以六科字第 906 号文正式对七一一所下达研制任务。

(一) 试制简况

以两台轻 12V180 型柴油机组合方案,是将两台轻 12V180 的四列气缸装在一个共同的曲轴箱上,两根曲轴经齿轮箱并车,通过离合器输出功率。七一一所命刘锦任主任设计师,该所一一〇厂试制。

由于大多数零部件与轻 12V180 柴油机通用,故研制周期很短,从开始设计至样机装配完毕仅一年。1966 年 11 月样机装上平台开始试验。经过性能试验和 400h 耐久试车,证明发动机完全达到设计要求。68 年 12 月正式通过鉴定,定为 24—180 型。

1969 年由一一〇厂与四八〇五厂协作,加工了三台,装在 027 I 型导弹快艇上。在长江中游进行航行试验。曾因螺旋桨匹配不当使艇的航速达不到要求。经切割螺旋桨后,1976 年再行装艇试航。直至 1979 年 4 月实船试验结束,24—180 型主机始终处于完好状态。艇的航速达到 52.1Kn。

六机部原将 24—180 型柴油机定点在四〇七厂生产,于 1967 年 5 月以(67)六计字 436 号文通知四〇七厂,开始进行生产准备。后因计划改变,六机部于 1969 年 12 月又通知停止试制工作。

在研制过程中,克服了以下几个技术关键问题:

1、曲轴箱的设计

曲轴箱是一个关键部件,应有足够的强度和刚度。在开始设计之前,预先对曲轴箱进行了强度计算,光弹试验和铝质曲轴箱模拟加载试验。在设计过程中,采用贯穿的大拉紧螺栓等措施增大刚度。耐久试验和实艇使用表明,新设计的曲轴箱不仅有足够的强度,且其刚度优于轻 12V180 的曲轴箱。

2. 同步齿轮箱的设计

同步齿轮箱是 24—180 型柴油机新设计的另一重要部件。它的任务是将两根曲轴的功率合并至一根轴输出,它应有适当的弹性装置以承受负荷变动时的冲击载荷,又要有利于调整两

根曲轴之间的正时关系。通过大量计算和精心设计,采用二个主动齿轮和一个从动齿轮,从动齿轮通过花键弹性轴与倒顺离合器联接。变更主动齿轮与从动齿轮的齿数比可获得不同的输出转速(1000~2000r/min)

3. 扭振问题

在整机试验过程中,曾多次发现海水泵叶轮和弹性轴以及增压器传动弹性轴断裂。从这些断裂的情况来分析,是在最低稳定转速(500r/min)左右的扭振所致。经扭振计算和测试,得知这类对称分支的柴油机扭振系统可能发生对称振动、同相振动或者既非同相又非对称的振动,与两机(即组合成 24—180 的二台机器)对应气缸的发火间隔有关。因此将发火间隔从原来的 90°改为 0°。改变后轴不再断裂,但在 650r/min 时机器振动比以前剧烈。后又将发火间隔改为 60°,振动情况大有改善,轴亦不再断裂。

4. 两机同步问题

为保证所有气缸所发功率基本相等,采用一台调速器控制 24 缸的供油量,也就是用一台调速器控制两台组合式高压燃油泵。为了增大轻 12V180 调速器的驱动能力,适当地提高了调速器中的滑油压力。为了保证两根曲轴并车时所产生的冲击载荷为最小,设计中保留了轻 12V180 型柴油机的输出弹性齿轮。

5. 反转离合器的设计

为确保研制任务能按时完成,设计了二种反转离合器。一种是多摩擦片式液压操纵的离合器;另一种是借用轻 42—160 型柴油机离合器的主要零件改装设计而成的,由压缩空气操纵。两种离合器都经过了实船试验,证明性能良好,结构可靠。两种都有较大的扭矩储备。

这种以多台已成批生产的机器组合成大功率机型,是一种可行的扩大系列的办法。不仅研制周期短、组织生产快,而且研制费用少、生产准备的费用省。24—180 的研制成功,证实了其可行性。

(二) 主要性能参数

24—180 型是四冲程、水冷、双 V 形、24 缸、机械增压、带反转离合器的高速柴油机。适合用作各类高速艇主机。该机的主要特点是:大部分零部件与成批生产的轻 12V180 型柴油机通用,有利于组织生产;结构紧凑;可靠性高;并车机构兼有减速作用,减速比可在 1~2 之间变化。24—180 型柴油机的主要性能参数如下:

缸 径	180mm
行 程	200mm
最大功率/转率	1727kW/1850r/min
全功率/转速	1455kW/1700r/min
燃油消耗率(使用功率时)	258.5g/kW·h

四、KE150ZC 系列高速柴油机

1958 年海军提出研制大型导弹快艇主机的战术任务书,要求海军工程学院的前身大连海军机械学校和上海船舶产品设计院第四设计室分别提出 6000 马力快艇柴油机的方案论证报告。第四设计室采用英国 Nomad 型航空柴油机的结构原理,设计了复合式二冲程高速柴油机方案。1959 年 4 月在北京召开方案审查会议,审查通过。同年 11 月海军正式下文确定,并命名

为 K59 型高速柴油机,列入海军科研计划。

(一) 研制简况

1960 年,以上海船舶产品设计院四室为主,四〇七厂、北京工学院等单位派员参加,在四室主任沈岳瑞直接领导下,由熊琳、刘锦等同志负责 K59 型柴油机的技术设计。该机为二冲程、回流扫气、气缸呈 X 形排列、32 缸、补燃超高增压复合式柴油机。增压器为无级变速传动。气缸直径 150mm,活塞行程 185mm,最大转速 2000r/min,设计目标最大功率 4410kW(6000 马力)。体积紧凑,重量轻(0.68kg/kW),油耗 204g/kW·h。

1960 年在进行整机技术设计的同时,设计了单缸机,扫气模拟试验机,双排试验机等。两台单缸机均由青岛海军三〇一厂(后称四八〇八厂)制造,1961 年上半年完成,分别安装在上海船舶科学研究所(后迁到七一一所)和上海交大。该两台单缸机加工、安装、试验期间,正是我国三年经济困难时期。参加试验的同志,克服了物质和技术上的困难,自己动手,创造条件,使单缸机功率分别达到 100kW 和 112kW。扫气模拟试验机共试验了近 600 种气口方案,其中 45 号气口被采用。双排试验机由于结构设计和制造质量问题较多,未发挥作用。

根据单缸机的初步试验结果和设计工作的深入,发现按当时国内的技术水平、科研设施和制造能力,欲完成超高增压复合式方案困难重重,难以实现。乃于 1963 年起决定放弃该方案,改为高增压方案,仍保留二冲程回流扫气型式,缸径和行程亦不变,但缸数增至 48 缸,整机重量和体积相应增大。并决定先研制 12 缸的 V 形机。研制的目的是作为 4410kW 机型的中间试验机,同时亦拟作为产品取代苏联转让制造的 M50 $\varnothing$ -TK,用于 025 型快艇。12VE150ZC 型机的主要参数为:二冲程回流扫气、二级增压、中冷、V 形、缸径 150mm、活塞行程 185mm,最大转速 1900r/min 时,最大功率为 1102kW。

1964 年组织全所技术力量进行设计,在一一〇厂制造。12VE150 型柴油机由熊琳担任项目负责人,毛学鸣任主任设计师。12V 柴油机投产两台,奋战一年,64 年底试装一台。1965 年 10 月 1 日开始调整试验。因单缸试验基础不充分,增压器未达到设计效率,所选用的二级增压系统不能满足低转速大扭矩需要,柴油机功率仅达 970kW。

为加强基础试验工作,1964 年又制造了两台单缸机投入试验。3 号单缸机作性能攻关试验,提供的重大科研成果有“K-5”燃烧室、45 号气口及相匹配的燃油系统,使单缸性能大幅度改善。4 号单缸机作结构攻关试验,提供的重大科研成果有氮化缸套镀铬气环、L 环组合式活塞等,解决了活塞拉缸、热负荷、气缸盖开裂等技术关键。3 号和 4 号单缸机共运行近 10000h。为 K59 柴油机的研制作出了贡献。

在抓基础试验的同时,1966 年对 12VE150ZC 型机进行了全模拟试验。经论证和电算分析,改用传动式一级涡轮增压系统。1968 年重新设计与制造增压器,并对该机进行改装,1969 年 4 月 21 日达到 1102kW,各项运行参数正常,研制获得成功。

因 025 型快艇吨位太小,海军取消该型艇建造计划。以后又拟选为 082 型前放磁扫雷艇主机。但一一〇厂无批生产能力,故 12VE150ZC 型机未能成为产品,仅作为中间试验机,进行了各种性能与改进试验研究,共运行了 800 多小时。

1966 年又开始考虑高增压的 4410kW 柴油机,1966 年 12 月 12 日七一一所召开选型会议,会上提出了多种方案。1967 年到北海舰队现场征求意见,舰队表示:新设计的快艇主机希望避免倒置缸,以利维修和作战使用。1968 年决定采用李振中提出的“王”字形方案,即 48 个气缸水平布置,分成 6 列,呈王字形排列,每列 8 缸,同一平面的两列气缸的活塞由一根曲轴驱

动,三根曲轴功率经齿轮箱传至输出轴。柴油机型号为K48E150ZC(简称K48E)。由宣寿德任项目负责人,毛学鸣负责设计。

为配合“王”字形柴油机研制,验证了气缸体水平布置后,对磨损、冷却等问题带来的差异,以及进行了组合式隧道曲轴箱圆盘式曲轴,滚动式主轴承等新结构的研究。1968年设计,1969年制造了卧式双缸试验机,累积运转了1000多小时,不仅为提高活塞、连杆等零件的可靠性提供了依据,且为解决拉缸、热负荷、润滑油的选择等问题作出贡献。

1968年底正式开始设计K48E机,1969年5月完成。首制样机从1969年5月到1970年8月在一一〇厂完成制造和装配。1970年11月3日试验达到最高转速1900r/min,最大功率4410kW。本着科研工作要循序渐进的精神,为确保机器的可靠性,征得上级同意后,将整机的第一步功率指标定为3748kW(1750r/min)。在首制样机上进行过许多有价值的试验,如连杆轴瓦剥落、活塞拉缸攻关试验、增压系统调整试验、150h科研耐久试验等,共累积运行1000多小时。

按70年代国家规定,科研产品转制造厂生产,必须经实船试验。七院和海军为使K48E机早日转给工业部门生产,六机部下令制造K48E三台装艇机。1972年8月海军下文指示三台装艇机装于北海舰队3110艇上。

1971年以一一〇厂为主组织大会战,原计划1973年完成。由于七一一所计划内迁等原因,进度推迟到1976年总装出厂。1977年1月前完成了3台机出厂试验。在1977年2月,由北海舰队派“904”号登陆艇由上海运至青岛四八〇八厂装艇。

1977年9月在青岛,由海军与七院联合主持召开了“779”会议,讨论通过试航大纲。1977年10月28日海军四八〇八厂完成3110艇换装主机工程。1977年10月28日北海舰队确定魏岱峰为组长、丁人骏为付组长的试航领导小组。1977年11月至1978年5月在青岛试航,出海35个航次基本上完成了试验大纲内容,正常排水量最大航速可达44.5Kn。1978年5月在正常排水量可靠性试航时,因高航速下,艉托架轴承腾空而烧坏,轴系剧烈振动,导致填料函大量进水,后机、右机被迫停机,面临艇沉人亡危险,试航全体同志临危不惧,积极抢救,以单机安全返航,考验了K48E低速大扭矩性能,也锻炼了人。

1978年5月至1981年3110艇在上海沪东造船厂中修,并在上海继续完成满载排水量可靠性试航和适航性试验。1981年5月31日3110艇由上海自航至青岛。1981年5月14日至16日海军与七院联合主持在青岛召开海上试验总结会,正式移交海军继续使用,在实船试用中继续考核。

在三台装艇机试航成功的基础上,为进一步考核其可靠性,1978年8月六机部下文再投产4台(三台继续作装艇试验,一台陆上作耐久试验),后来海军要求追加一台,组成5台小批生产。

K48E机设计试验由宣寿德、毛学鸣同志负责。第三轮设计在1979年开始,1980年结束。第三轮设计吸收了首台样机试验、3110艇海上试验和课题研究的成果,对K48E机作了全面改进。

5台批生产方式改变了过去全由一一〇厂单独加工的局面,零部件由船舶系统的专业厂分散加工,一一〇厂负责总装。为此,1980年1月六机部在上海华山饭店召开“7912”会议,进行布置。从加工的质量和进度来看,证明这种加工方式是成功的。1982年11月由一一〇厂总装完成第五台样机。在1983年试验过程中,因活塞冷却油道未铸造通,引起2/3活塞烧坏而大

返工一次。1984年6月与1985年1月按照试验大纲分别进行400h鉴定耐久试验及300h验证试验,试验情况良好。1985年3月在上海由海军装备部和中国船舶工业总公司联合召开技术鉴定会,正式通过鉴定。鉴定的结论是填补了国内的一项空白,主要性能指标达到国际水平。获1985年国家科技进步二等奖。

1986年,中国船舶工业总公司以船军[1986]352号文下达关于K48E150ZC型柴油机处理意见的通知,指出“七五”期间K48E150ZC型无装船对象,所有试验机改作一般科研用,样机亦分别作出报废、封存和改为试验机的决定。

(二) 系列化设计

1979年初,长江航运局武汉分局为实现长江客运快速化,计划建造客运水翼艇,七〇八所选用K16E150ZC型机作为主机。七一一所也想利用此机会,完整KE150ZC系列和作军转民的尝试。1979年底完成全部设计并在一一〇厂投料3台,于1980年底总装完成1台。K16E150ZC型柴油机的技术参数是:16缸、气缸体为水平布置,增压中冷,民用时额定转速1450r/min,额定功率1029kW(1400马力),第一次大修期3000h以上;军用时最大转速为1750r/min,最大功率1250kW(1700马力)。郭祖义任主任设计师。

1981年12月完成500h鉴定耐久试验与全部性能鉴定测定试验。1982年5月七院主持召开技术鉴定会,通过鉴定。获得1982年中国船舶工业总公司重大科技成果二等奖。1982年12月又通过了200h补充耐久试验,获得上海船检局对耐久试验的认可。K16E150ZC型机累计运转2000h之多。因国民经济计划调整,长江水翼艇项目取消,该机亦因此停止研制。

K59型柴油机从方案确定到1984年K48E150ZC型第五台样机技术鉴定,经历了25载,自1963年更改高增压方案后亦费时11年。虽然尚未在大型导弹快艇上应用,但为今后研制大功率高速柴油机奠定了较好的技术基础。

(三) 主要性能参数

K48E150ZC型柴油机是二冲程回流扫气、水冷、W字形、48缸、机械传动废气涡轮增压、中冷、带反转离合减速器的大功率高速柴油机。适合用作大型快艇主机。它的主要特点是:结构紧凑、功率大、便于系列化等。K48E150ZC型柴油机的主要性能参数如下:

缸 径	150mm
行 程	185mm
最大功率/转速	3748kW/1750r/min
全功率/转速	3131kW/1600r/min
燃油消耗率(最大功率时)	245g/kW·h

五、6E390C型潜艇柴油机及其发展

6E390C型(简称39型)柴油机是50年代苏联转让给我国制造的舰艇柴油机之一。苏联的型号为37Д。它是03型潜艇的主机。第六机械工业部确定6E390C型柴油机由四〇八厂仿制和生产。

(一) 试制简况

苏联的图纸资料于1957年4月到厂,随即进行翻译复制、中国化以及技术资料的补充等工作。柴油机部份的设计资料于1957年底完成,离合器及辅机部分于1958年结束。之后,对

产品图纸资料开展了两次质量复查以及进行全面熟悉和消化理解工作。

1960 年根据上级指示,39 型柴油机要装备 033 型潜艇。柴油机转速控制由机旁操纵改为遥控操纵。其中调速器及排气联锁阀的图纸资料由苏联提供,离合器部份按实物测绘。按照海军决定,三一分所驻厂工作组协助工厂致力于 39 型机的仿制工作。图纸修改工作于 1962 年完成。

1957 年 11 月参照苏联工艺资料,结合工厂设备条件,按生产纲领编制工艺和设计工装及刀具夹具等。

1960 年 4 月正式按仿制工艺组织工具生产。至定型前,共生产工装 6720 项,供应标准工具 2398 项。

1964 年上半年,根据逐步达到生产纲领的精神和必须达到 30 台方能生产定型的要求,全面整理并编制了全套工艺文件和工装图纸资料。

39 型柴油机共需基本金属材料 147 个牌号,217 个品种、854 种规格。全部材料立足于国内。产品外购配套件共 220 项,先后与 11 个省 27 个单位建立供应关系,全部国内配套解决。产品共有铸件毛坯 240 种,锻件毛坯 432 种。铸锻件除曲轴和部份精密铸件外协外,全部由工厂自制。

1962 年第二季度,各加工制造车间开始按工艺投料生产。1964 年完成第一、二台 39 型柴油机的仿制,其中除排气阀和传动齿轮外,其余零件全部为国产件。首台机于 1964 年底完成 332h 的耐久试验,第二台机于 1965 年上半年完成了 500h 国产油料试验。

根据生产准备及产品技术状况,已经基本符合“军工产品定型工作条例(草案)”的要求。

1965 年 8 月 14 日至 16 日,六机部和海军装技部在四〇八厂召开 39 型柴油机生产定型会议。会议认为“四〇八厂现已具备批生产 39 型柴油机的条件,建议国务院军工产品定型委员会批准 39 型柴油机生产定型”。

四〇八厂试制的首台 39 型柴油机台架试验时,在环境温度为 23℃,平均排温限制在 371℃的条件下,柴油机实发功率为 1346kW(1830 马力)。工厂最初生产的十台 39 型柴油机,实发功率徘徊在 1294~1368kW 之间。定型委员会要求工厂集中力量使产品性能稳定地达到原设计指标 1470.6kW。为此,工厂向江南造船厂和哈尔滨军事工程学院各借用一台苏联进口的 37Д 型柴油机进行验证试验。从江南厂借来的机器实发 1353.5kW,哈军工的 1406kW,均低于原设计要求。虽然如此,工厂仍积极改进,除严格控制制造和装配质量外,采取了多种改进措施。如提高泵-喷油器和扫气泵的制造精度,加大气缸套扫气口截面等。通过努力,39 型柴油机在规定条件下,功率达到 1485kW,超过了原设计要求。

39 型柴油机在使用中也出现过一些问题,经采取适当措施后迅速得到解决。

由于不断地改进,39 型柴油机的结构和性能日趋完善。截止 1981 年底共生产 254 台,其中用作潜艇的为 215 台,民用发电的为 39 台。

在 39 型生产的同时,工厂大力开展提高和变型工作。至 1982 年,由于改进型已成熟,39 型乃不再生产。

(二) 改进与变型的开发

1965 年中央军委第 64 次常务会批准我国自行设计制造新型常规动力潜艇——“035”型。

为解决 035 型潜艇的主机,四〇八厂于 1966 年结合当时舰船动力赶超世界水平的需要,全面考虑了 6E390C 型柴油机改进提高方案。当时对 6E390C 型作为 035 型艇主机提出三种增

压方案;1. 螺杆泵机械增压;2. 废气涡轮增压器加罗茨泵二级增压;3. 废气涡轮增压器加废气抽气机。最后决定以第2方案为重点,积极开展方案设计。同时对螺杆泵作进一步调研。1967年1月提出了废气涡轮增压器设计任务书并在六机部协调下与铁道科学院及新中动力机厂开始联合设计废气涡轮增压器。同时于1966年下半年对螺杆泵进行了调研。

1967年3月,六机部在北京召开四型舰艇设计方案审查会和技术协调会议(代号315会议),会议认为:即使6E390C型柴油机功率可进一步提高,作为潜艇主机也是没有前途的。同年8月六机部以(67)生便字186号文撤消了6E390C的改进型及其增压器的研制。

1969年5月,鉴于当时战备需求的紧迫性,以及6E390C配50B增压器试验工作有了进展,同时12U300ZC型柴油机的研制进度拖延,六机部在北京召开035型潜艇动力改型会,决定首制艇仍用6E390C型柴油机的改进型。于是四〇八厂对废气涡轮增压器加罗茨泵二级增压的改进型加紧研制。工厂自制了径流式涡轮增压器,对6E390C型柴油机作了局部加强,并为适应二级增压的要求进行改装。

1970年3月开始磨合调整试验,试验过程中,不断出现故障,涡轮增压器导风轮叶片断裂,工作轮叶片全部损坏,乃宣告停止。

此时,工厂提出比较现实的三个罗茨泵增压加中冷方案,得到六机部和海军批准,型号为6E390ZC(简称Z39)。1970年六机部以(70)六机第259号文批准了主要设计指标,即水面状况的额定功率为1838kW(2500马力),通气管状态下,1544kW(2100马力),额定转速仍为500r/min。

鉴于通气管状态功率指标相当于原型机的1.57倍,机械负荷、热负荷和循环供油量相应增加。因此,除扫气系统改为三个罗茨泵另加三个中冷器外,对6E390C型柴油机主要零部件作了加强和改型设计。

1970年9月,Z39型样机组装完毕,台架试验正常。1971年11月开始耐久试验,试验中不断出现拉缸、扫气泵传动系统轴承烧伤、缸盖裂纹等故障,累计运行126h后停车拆检。采取一系列措施后于1971年2月再次耐久试验,5月结束,累计运行707h。在此期间除拉缸13次外,还发生中冷器漏水,导流板和消音器振裂以及扫气泵转子轴、摇臂轴和缸盖螺栓断裂等故障。

鉴于Z39型柴油机系“035”潜艇主机的过渡产品,按(71)六机科第305号文批复,不作正式鉴定。并将额定功率调整为1764kW(水上)和1544kW(水下)。

首批四台Z39型柴油机于1972年上半年出厂,分别安装在162艇和163艇上使用。

1970年7月四〇八厂在组织Z39型机试验的同时,开展了6E390ZC-1型(简称1Z39型)的研制。1Z39型样机是由Z39型样机改装而成,除用螺杆泵取代罗茨泵外,采用了加大柱塞直径和双排喷孔的泵喷油器,并相应地修改了进气消音器,曲轴箱抽风系统和润滑系统。螺杆泵由四〇八厂自行设计制造。1972年4月样机改装完成后,同年12月开始进行100小时性能试验,但仅运转50余小时,故障频频发生。经六机部批准,工厂重新设计制造样机,对原样机的薄弱部位加以改进,重大改进有12项。新样机于1973年7月开始试验,情况正常。1974年4月开始500h耐久试验。运行至418.5h,螺杆泵扭力轴断裂,试验被迫停止。1974年10月又开始第二次耐久试验,当运行至201h,螺杆泵传动齿轮的齿折断,试验再次被迫停止。鉴于两次耐久试验机器已运转了950h,经六机部同意,改进后第三次试验改为400h,耐久试验于1974年12月10日顺利结束。

1975年3月召开1Z39型柴油机鉴定会。1975年6月六机部以(75)六机科联字408号文

批复同意鉴定报告,批准小批量生产。

为准备定型,四〇八厂及时展开了可靠性和寿命问题的技术攻关。可靠性主要是解决拉缸、连杆小头铜套烧伤和传动齿轮断齿等问题。寿命方面主要是解决排气阀烧伤、第二道气环呆滞、冷却水腔壁空泡腐蚀、中冷器漏水、螺杆泵轴寿命短等。攻关工作先后在 1981 年 6 月和 1983 年 5 月取得成功。1984 年 4 月完成了定型试验。柴油机各项性能指标均已达到批准的技术要求,各主要零部件情况正常。同年 8 月 1Z39 型柴油机被批准设计定型,1Z39 型柴油机获中国船舶工业总公司 1985 年科技进步一等奖。截止 1988 年底,共生产了 10 台,分别装备 5 条潜艇。

为了扩大 39 型柴油机的用途,使单纯的潜艇主机发展为水面舰船兼用的动力,四〇八厂发展了水面舰船用的变型。

1963 年在 39 型原型机上增加换向装置,使成为可逆转的柴油机,定为 6E390DC 型(简称 D39 型),于 1966 年试制成功。

D39 型柴油机在转速为 500r/min 时,额定功率为 1360kW(1850 马力),其它各项指标均与 39 型的水面状况相同。D39 型柴油机用于中型登陆艇、打捞船、海测船及综合补给船等。

使用中存在的主要问题是柴油机振动较大。为克服振动大的缺点,在上海交通大学的配合下,柴油机内加装了兰契斯特平衡轮系,同时设计制造了大刚度底座,取得了较好的减振效果。

D39 型柴油机至 1981 年共生产了 41 台。

为增大功率研制了涡轮增压与罗茨泵串联的两级增压 6E390DZC(简称 DZ39)和 6E390DZC-1(简称 DZ39-1)两种变型。

首批两台 DZ39 型柴油机通过性能鉴定后于 1978 年出厂,装于中型登陆艇。1979 年完成试航,1980 年 2 月交付部队使用。使用中,拉缸和连杆小头衬套烧伤频繁发生,随着 1Z39 柴油机质量攻关,上述问题均已获得较好解决。

1984 年 4 台 DZ39-1 型柴油机通过鉴定后,安装在海军 801 和 802 运输艇上,情况良好。

1984 年后,D39、DZ39 和 DZ39-1 型柴油机相继被引进的 PA6 型柴油机取代。

(三) 主要性能参数

6E390C 型中速柴油机是二冲程、水冷、直列式、6 缸、罗茨泵扫气的潜艇主机。它的特点是工作可靠、能适应在通气管状况下工作。它的改进型 6E390ZC-1 用螺杆泵代替罗茨泵。又发展了水面舰艇用的变型三种。其主要性能参数见表 3。

表 3

型 号	缸径 mm	行程 mm	水 面 状 况			通 气 管 条 件 下		
			额定功率 kW	转 速 r/min	燃油消耗率 g/kW·h	功率 kW	转速 r/min	燃油消耗率 g/kW·h
6E390C	390	450	1470.6	500	258.4	981.6	465	—
6E390ZC	390	450	1764	500	299.2	1544	500	312.8
6E390ZC-1	390	450	1912	500	281.9~282.9	1765	500	274.9~279.9
6E390DC	390	450	1360	500	254.4	—	—	—
6E390DZC	390	450	1985*	500	238	—	—	—
6E390DZC-1	390	450	1786*	500	238	—	—	—

*系 12 小时功率。

六、6400ZC 型潜艇柴油机

根据 1969 年“1020”会议决定 035 型潜艇实行地区配套的精神,经上海市机电一局下达任务并征得六机部同意,由江南造船厂与七一一所合作研制 6400ZC 型柴油机,驻厂军代表室也参加,共同组成三结合试制小组。6400ZC 型柴油机用作 035 型潜艇主机。试制组成立后,在江南厂开展设计工作,七一一所陈明康任组长,陈明康调离后,改由蔡锦文、李国瑞和孙中章分别任正、付组长。

(一) 研制简况

为使 6400ZC 型柴油机具有较好的性能,采用了自由废气涡轮增压方案,并在设计中针对水下工况的使用要求采取了一些对策。

1. 随着排气背压的增加,涡轮增压器的工作条件将大为恶化,采用了三支脉增压系统,布置上使增压器与排气管之间和排气管与气缸盖废气出口之间的距离尽可能缩短。此外,还采用了有较大[时间—截面]值的凹弧排气凸轮等,使得废气脉冲能量得到较充分的利用。

2. 随着排气背压的增加和波动,扫气效果将明显下降。为此,在水下工况时尽量减少进气重叠角,以防止废气倒灌和采用有较大[时间—截面]值的凹弧进气凸轮和大容积进气箱,使气路畅通,气流稳定,改善了扫气效果。

3. 排气背压的升高带来了排温的升高。采用了冷却度较大的中冷器以降低扫气温度,水冷排气管以降低涡轮前废气温度以及具有相同线型但喷油提前角不同的两套燃油凸轮,使水下工况时的喷油提前角(20° 曲轴转角)大于水上工况时的喷油提前角(14° 曲轴转角)。

4. 由于 6400ZC 型柴油机水上工况和水下工况的工作条件相差很大,选用了主要为潜艇柴油机设计的 GP100 型增压器。这种增压器的特点是喷咀环截面积能从 60cm^2 到 100cm^2 之间调整,扩压器安装角有 12° 、 14° 、 17° 、 21° 四档可供选用,且做过不同真空度和背压下的台架试验。配 6400ZC 型柴油机并经调试后,采用的扩压器安装角为 17° ,喷咀环截面积为 90cm^2 ,能同时满足水上及水下两种工况的要求,在工况变换时无需变更喷咀环截面积。

6400ZC 型柴油机于 1970 年 2 月开始设计,采用当时盛行的边设计边施工的方法。当年 10 月即总装完毕,开始进行下列试验。

1. 性能调试(1970. 11~1972. 11)

鉴于同类型潜艇柴油机试验时曾发生过一些事故,尽管 6400ZC 型柴油机设计时结构上已采取预防性措施,试制组仍不敢掉以轻心。调试期间,由江南厂两位有丰富经验的老工人陆友新和朱如根同志操作并依靠他们耳听手摸作监测,避免了一些事故,使试验进展比较顺利。调试分两个阶段进行,先作水面工况调整。为考虑调整参数对水面和水下工况的兼容性,试验了多种进排气正时、燃油正时、喷咀面积和扩压器参数,因而调整时间较长,至 1971 年 5 月水面工况达到设计额定值(500r/min , 2205kW)。然后换用水下工作凸轮,作水下工况调试。在潜艇高背压、高真空工作条件下,自由涡轮增压的困难在于涡轮作功与压气机耗功间的不平衡,因此增大了排气阀开启提前角,经牺牲缸内工作过程的效率来弥补增压器所需功的不足,同时大幅度减小进排气阀开启重叠角以防止排气倒灌。调整工作出乎意外的顺利,1971 年 7 月达到水下工况设计额定值(500r/min , 1764kW)。试验表明,只要设计恰当,正确调整,涡轮增压的四冲程柴油机可以在潜艇工作条件下稳定工作。从那以后,又做过几种新凸轮方案试验,但收

效有限。

2. 耐久试验(1972.12—1973.1)

潜艇柴油机台架试验可靠性考核按耐久试验大纲进行。1972年12月18~31日完成水下工况300h试验。试验中曾发生连杆螺钉断裂事故(一根),经金相检查,发现裂纹处有超差的非金属夹杂物,而且连杆工作条件与潜艇工况关系不大,试制组认为不影响水下试验进程,更换合格品后继续进行,未再出现类似事故。1973年1月18~27日完成水面工况200h耐久试验,情况正常。试验时的状态参数见表4。

表4

项 目 \ 工 况		水上工况	水下工况
进 气 阀	开(上死点前)	72°	45°
	关(下死点后)	44°	35°
排 气 阀	开(下死点前)	56°	40°
	关(上死点后)	72°	50°
喷油提前角(上死点前)		14°	20°
高油 压泵	柱塞直径	28.5mm	
	柱塞行程	35mm	
喷 油 器	针阀直径	10mm	
	喷孔数	10	
	喷孔直径	0.7mm	
	雾化锥角	150°	
有效压缩比		12	
增压器喷嘴环截面积		90cm ²	
增压器扩压器安装角		17°	

耐久试验后,根据总体部门要求,江南厂制作了6400ZC型柴油机实尺木模,在“035”潜艇机舱分段中作装拆和维护保养可行性检查。据此,修改了部分系统布置和接口位置。

3. 潜艇主机工作条件实测(1976.1)

上述试验的环境条件取自苏联转让技术文件中的规定。为校核这些参数,在海军装备技术部的支持下,由七〇一所、上海交大和七一一所合作对南海舰队某“33型”潜艇主机工作条件作了测试。按顺浪、横浪和逆浪等情况测定主机工作时的真空、背压变化情况,证实在规定的使用情况下,原定要求基本合理。对6400ZC型柴油机水下工况试验的环境参数提出了修正建议,这些建议在以后的试验中得到反映。

4. 水下特殊工况试验(1976.5.17~1976.5.29)

这些属潜艇主机专项试验,包括:

(1) 高背压起动试验。按水下进排气正时(气阀重叠角 95°),背压为 0.078MPa 和 0.118MPa 下柴油机能带负荷($735\sim 882\text{kW}$)正常起动。

(2) 高背压运转试验。模拟废气排水工作条件,在背压为 0.069MPa 时,柴油机以低负荷(318kW)连续运转 15min ,工作正常。

(3) 不倒灌水转速测定。以带负荷情况运行,最低不倒灌水转速 295r/min ,功率 626kW 。

(4) 背压波动试验。在模拟五级海情条件下进行,即额定工况(500r/min , 1764kW)下,背压 $0.014\sim 0.042\text{MPa}$,部分工况(305r/min , 628kW)时,背压至 0.027MPa 。试验结果证明柴油机运转正常。

5. 鉴定试验(1976.8.9~1976.8.16)

根据海军和六机部(76)六机科联字 544 号文,由上海造船公司、海军上办等十一个单位组成 6400ZC 型柴油机鉴定试验组。1976 年 8 月,试验组按经批准的试验大纲对已试项目进行核查并对负荷特性试验、背压波动试验、高背压启动试验、不倒灌水转速试验等进行复试,试验组工作报告认为核查结果符合试验大纲要求。

6400ZC 型柴油机鉴定会于 1976 年 9 月 21~24 日在上海召开。会议由六机部、海装和上海市革会工交组共同主持。鉴定结论认为该机研制是成功的,试验结果已满足原定设计要求,同时提出装艇前要再作几项补充试验,以完善试验工作。

按鉴定会意见,又进行了下列补充试验:

(1) 水面工况限制特性试验。检查柴油机部分工况时的超负荷能力。

(2) 水下工况等背压运转试验。进行背压为 0.032 、 0.029 、 0.025 、 0.020MPa 下的特性试验,随着背压降低柴油机作功能力增大,油耗下降。

(3) 空载高背压试验。柴油机在 0.069MPa 背压下能以空载连续运行。这仍是模拟废气排水条件工作,空载下排温降低,有利于系统密封环的可靠工作。

(4) 空载高背压起动,背压 0.078MPa 下,柴油机起动过程正常。

(5) 进一步降低不倒灌水转速试验。通过缩小管道直径等方法降低了不倒灌水转速。

带负荷(500kW)下可达 275r/min

空载(26.5kW)下可达 350r/min

(6) 长时间背压波动运转试验。根据总体部门要求,按前述波动条件作 8 小时连续运行,工作稳定。

至此,6400ZC 柴油机已完成全部规定的试验和考核,前后共运转了 1300 余小时。大量的测试数据表明,在规定的各种潜艇工作条件下,6400ZC 型涡轮增压柴油机能正常工作,性能稳定,结构可靠。但由于当时自由涡轮增压柴油机能否可靠地用于潜艇尚存在严重分歧,因此,未能装艇试验。决定不装艇试用后对样机作了油封。

(二) 主要性能参数

6400ZC 型柴油机是四冲程、水冷、直列式、6 缸、废气涡轮增压中速柴油机。针对 35 型潜艇主机研制。它的特点是性能优越,特别是在通气管状况下。6400ZC 型柴油机的主要性能参数如下:

缸径	400mm
行程	490mm

额定转速	500r/min
额定功率水上	2205kW
水下	1764kW
燃油消耗率水上	238g/kW·h
水下	231g/kW·h

注:

1. 水上工况指环境温度 30℃, 环境压力 760mm 水银柱, 环境湿度 60%。
2. 水下工况指标环境温度 35℃, 海水温度 28℃, 吸气真空度 400mm 水柱, 环境湿度 90%, 排气背压 0.032MPa。

七、6187C 型中速柴油机及其发展

1952 年华东工业部从法商手中承租求新造船厂后, 在接管物资中发现该厂过去试制的 6 缸 110kW 和 4 缸 73kW 柴油机半成品各一台以及残缺不全的图纸。当时, 为建造小型运输船急需这档功率的主机。于是, 求新造船厂与船舶工业管理局所属的船舶产品设计处合作, 参照半成品和部分图纸研制 4187C 和 6187C 两型柴油机。

6187C 型柴油机自 1954 年试制成功至 1968 年共生产了 292 台, 配件 491 项, 其中军用 154 台, 配件 432 项。

(一) 试制简况

设计工作正在进行时, 试制工作已开始。当时, 求新造船厂的生产条件很差, 厂房破烂, 机床设备陈旧, 且无技术人员, 凭老工人的经验生产。在这种困难条件下, 于 1953 年 11 月完成 4187C 型样机的装配。同时, 6187C 型也开始投料加工。

正当 6187C 型机试制时, 船舶工业管理局对求新造船厂逐步进行技术改造。添置了精密机床, 增加了技术人员和工人, 建立了各种规章制度, 加强了工艺管理, 使生产逐渐走上正轨。1954 年试制成功了 110kW (150 马力) 的 6187C 型柴油机。海军亦选用该机作为巡逻艇、交通艇、50 吨运输船等军辅船主机。

由于生产条件差, 第一台样机的功率未达到设计指标, 仅 101kW。

(二) 改进提高

在产品质量尚未完全过关的情况下即转入小批生产, 致使在用产品经常发生事故, 主要是: 油头和油泵的质量不佳; 倒顺车装置不灵活, 且自动离位; 起动较困难等。针对上述问题逐个分析研究, 改进设计, 提高制造精度。同时, 采取了改变油头型式和喷油孔角度、加大高压油泵柱塞直径、增大压缩比、优化喷油和进排气正时、在进气阀上加装旋风耳等措施。使燃烧得以改善, 排气烟色亦好转, 额定功率因此而提高, 达到原设计指标。

1957 年又进一步对 6187C 型机作了一次较大的改进。主要有: 缩短气缸中心距, 由 370mm 缩短至 311mm; 改装进气管, 以减小进气阻力; 在曲轴传动齿轮两侧, 增加推力轴承, 以简化结构; 加设起动倒顺车联锁装置, 确保安全等。

改进后型号改为 6187CA 型。全机重量由 5200kg 减低到 4000kg, 相当原机重量的 77%, 功率由 110kW 升高至 132kW, 燃油消耗率降至 261g/kW·h。

1960 年, 在 6187CA 型机上试用了球墨铸铁曲轴, 装船情况良好。

(三) 发展增压机型

1958年求新厂制订了6187CA型柴油机赶英国1957年新产品EV及EVS型双排机身柴油机的目标,因此开始增压试验和研制双排机身。同年6月与船舶科学研究所合作研制废气涡轮增压器并进行配机试验,至1959年12月试验成功,柴油机功率提高至165kW,机型改为6187ZC,耗油率下降至246g/kW·h。试验时,先用轴流式增压器,由于涡轮叶片加工复杂,制造周期长,后改用TZ12J型径流式增压器。这是我国自行研制的第一台废气涡轮增压器。

轴流式增压器和径流式增压器都是由船舶科学研究所设计、求新造船厂试制的。径流式增压器先后造了两种,即TZ12J1型和TZ12J2型,它们的结构相似,但其技术参数和主要零件的尺寸有所变更:

用TZ12J1型增压器柴油机的功率达到183kW,配TZ12J2功率则为198kW。

从非增压机型提高为废气涡轮增压机型,仅增大了气阀开启重叠角;改用两段直径减小的排气管,进气管的直径加大;高压油泵柱塞套筒从 $\varnothing 11$ 改为 $\varnothing 13\text{mm}$;喷油孔由原 $6\times\varnothing 0.25$ 改为 $6\times\varnothing 0.30\text{mm}$ 。

在增压机型研制过程中,由于条件限制,增压器本身未作台架试验,直接配机。但对增压器的高速轴承进行了大量试验研究工作。在额定工况时,增压器转子转速高达20000r/min左右,且在涡轮端的轴承因受排气的传热影响,工作温度较高。对于滑动轴承,共研制了生铁轴承、铜银合金轴承、铝合金轴承和巴氏合金三油楔轴承等四种,经试验以三油楔巴氏合金轴承为好,基本上能满足增压器的要求。又对滚珠轴承进行了研究,在TZ12J1型增压器上用一般滚珠轴承,运转数小时滚珠支架即断裂烧坏。后在TZ12J2上改用高速滚珠轴承,采用强固式青铜球架,轴承以外圈定位,并用弹簧片减振。这种轴承在19000r/min连续运转72h,情况良好。

1959年在6187ZC型的基础上,扩大缸径至200mm,研制6200ZC型柴油机,1961年试制成功,但经鉴定后,奉上级指示转哈尔滨船厂生产。

(四) 主要性能参数

6187C型中速柴油机是四冲程、水冷、直列式、六缸、可反转的船用柴油机。在我国自行研制的柴油机中,它是首先用作军辅船主机者,也是我国首先出现的自行研制的废气涡轮增压机型。6187C及其改进型的主要性能参数见表5

表 5

型 号	缸径 mm	行程 mm	额定功率 kW	额定转速 r/min	燃油消耗率 g/kW·h	备 注
6187C	187	270	110	550	272	非增压
6187CA	187	270	132	550	261	改进后
6187ZC	187	270	165	550	246	涡轮增压

八、12VE230ZC型中速柴油机及其发展

12VE230ZC型中速柴油机是苏联按“二四”协定转让我国生产的舰艇柴油机之一。苏联型

号是 40Ⅱ,用作 037 型猎潜艇主机。原考虑由四〇八厂试制,因该厂正准备试制 37Ⅱ型潜艇主机,故未安排。1959 年第一机械工业部九局以(59)机密字第 369 号文对四三九厂下达试制计划时,除 9ⅡM 型柴油机外,亦将 40Ⅱ列入。而当时四三九厂的造机力量不宜同时试制两种产品,乃将 40Ⅱ改由四三七厂仿制。1962 年,上海市第一机电工业局以(62)沪-机电技字第 856 号文指示上海汽轮机厂于 1963 年开始也仿制 40Ⅱ。1963 年第一机械工业部以(63)机技字第 4490 号文对上海汽轮机厂正式下达了试制 40Ⅱ的计划。于是两个厂同时仿制。1963 年 5 月国家科委召开了“230 系列柴油机座谈会”,会议纪要中指出:两个工厂试制期间的设计技术责任及系列化、标准化、通用化由七一一所负责。

1974 年 5 月六机部以(74)六机计字第 374 号文确定 12VE230ZC 型柴油机为四〇五厂的第二产品。在该厂原设计纲领不变的情况下转换生产,按年产 60 台核算。

(一) 试制简况

四三七厂开始试制稍早于上海汽轮机厂,在 1965 年 12 月两厂先后试车成功。1966 年 3 月和 6 月分别在上海汽轮机厂和四三七厂召开鉴定会,与会代表认为试制是成功的,可转入小批试生产。我国生产的型号定为 12VE230ZC。由于四三七厂的造机任务较重,试制后不再生产,仅定点在上海汽轮机厂生产。生产纲领为年产 50 台,试制期间,攻克了机身镗孔,曲轴氮化等 200 余项技术难关,而且进行了大量的中国化工作,并力求简化材料的品种。原设计需要材料 234 种,已减少至 145 种。1969 年 12 月上海汽轮机厂生产的 12VE230ZC 型柴油机通过了由海军后勤部主持的军工产品定型会议。至 1985 年底,上海汽轮机厂共生产了 416 台,全部用作舰艇主机。其中出口 16 台。此外尚生产了 1350kW 发电机组 26 台,功率提高后的机型 5 台。

1974 年,四〇五厂接受生产 12VE230ZC 型柴油机的任务后,1978 年底完成了试制工作,1979 年又试生产了 5 台。1980 年 4 月通过鉴定。1982 年,四〇五厂生产的 12VE230ZC 型柴油机被六机部评为优质产品。至 1986 年底,四〇五厂共生产 12VE230ZC 型柴油机 138 台,其中装艇出口 26 台。

在文化大革命期间,四三九厂亦曾试制过 12VE230ZC 型柴油机 4 台,但未经鉴定。

(二) 改进与变型的开发

两个厂同时生产 12VE230ZC 型柴油机,互不通气,各自进行改进提高工作。

上海汽轮机厂在 1967 年已发展了发电用的变型,用于 1350kW 发电机组。1973 年成功地在 912-I 型消磁舰上使用,驱动 2100kW 脉冲电机消磁,并作为电力推动的动力。该舰航行 9700 余海里,对 100 艘舰艇消磁,证明柴油机工作可靠。1979 年六机部以(79)六机-联字第 1159 号文对 037 型艇的主机提出遥控操纵要求,于是该厂开始试制电遥控装置,同时进行降低燃油消耗率的研究。1981 年 5 月电遥控的 12VE230ZC 型柴油机通过国防工办召开的技术鉴定会,是时燃油消耗率已从 251.2g/kW·h 下降至 239.5g/kW·h 型号改为 12VE230ZC-I。1987 年获上海市科技成果二等奖。

1982 年 11 月,根据 037-I 型艇方案审查会议的要求,上海汽轮机厂与七〇一所签订了将功率提高至 2205kW 的研制协议。该项提高工作系与七一一所和四〇八厂合作进行。经试验研究,用单级废气涡轮增压系统代替原来的两级增压,修改了增压器元器件,并改进了缸盖流道、排气管、扫气口、喷油系统等。成功地把功率从 1617kW 提高至 2205kW(3000 马力),而仍保持 12 缸。1984 年 12 月通过部级鉴定,型号改为 12VE230ZC-I,获上海市 1984 年优秀新产品一等奖。首批四台机装于 037 改型艇上使用。上海汽轮机厂从 1988 年开始再次改进,使

在 2206kW 工况下燃油消耗率较 I 型机下降 9.5%, 达 210g/kW·h, 噪声级下降 12dB(A), 排温下降 30℃ 以上, 改进后的 I 型已于 1989 年 8 月 25 日通过局级技术鉴定。

四〇五厂试制的 12VE230ZC 型柴油机, 自 1980 年通过鉴定转入批量生产后, 首先是提高零部件的质量和机器工作可靠性。从生产和用户反馈的信息中发现问题, 确定需要改进的项目。主要的改进项目有 32 项, 如活塞顶镀层剥落等。通过努力, 至 1982 年已全部获得解决。于是开始进行改善性能和提高功率的研究。在中国船舶工业总公司的支持下, 以四〇五厂为主, 四六五厂、四六三厂、四四三厂, 大连内燃机车研究所、上海交通大学、华中工学院等单位参加工作。第一步以降低燃油消耗率为主, 称为 12VE230ZC-A 型; 第二步再提高功率, 型号为 12VE230ZC-B。A 型机仅更改燃油系统和调速控制系统, 其余结构与原机基本相同。所需的燃油系统和调速器于 1982 年初开始, 由四〇五厂和四六五厂联合研制, 同年 10 月即进行配机试验。随后进行 200h 连续运转。试验证明柴油机的油耗下降 12.2~13.6g/kW·h, 高工况下各缸排温约下降 30℃。1983 年 A 型机通过技术鉴定。1984 年获中国船舶工业总公司技术成果二等奖。

12VE230ZC-B 型柴油机的研制经各参加单位的共同努力, 样机于 1984 年底装配完毕。1985 年上半年在平台试验中, 功率已达到 1984.5kW 原定指标。根据当时有关方面的建议, 再将功率提高至 2205kW 进行试验。1986 年 5 月额定功率达到 2205kW, 于是 9 月开始进行耐久试验。试验中因射油泵的输油阀折断引起油泵凸轮损坏事故, 不得不停机修理。后因电力供应不正常, 未再进行试验。

此外, 四〇五厂与哈尔滨船舶工程学院联合研制 12VE230ZC 型柴油机的微处理机自动控制装置, 1983 年 10 月中国船舶工业总公司以规字 1433 号文批准。1984 年 10 月完成了微机自控系统的研制和柴油机的改装, 11 月进行配机试验, 1985 年 1 月通过技术鉴定。1986 年 3 月装上四二九厂建造的 037 型艇。试航中情况良好。1986 年 10 月随艇交部队使用, 微机自控装置获中国船舶工业总公司 1986 年重大科技成果二等奖。

(三) 主要性能参数

12VE230ZC 型柴油机是二冲程、水冷、V 形、12 缸、中速舰艇柴油机。原型为两级增压, 后发展了单级废气涡轮的改进型。主要性能参数见表 6。

表 6

型 号	缸径 mm	行程 mm	额定功率 kW	额定转速 r/min	燃油消耗率 g/kW·h	生产厂
12VE230ZC	230	300	1617	750	251.7+4%	上海汽轮机厂、四〇五厂
12VE230ZC-A	230	300	1617	750	235.4+4%	四〇五厂
12VE230ZC-B*	230	300	1984.5	750		四〇五厂
12VE230ZC-I	230	300	1617	750	239.5+3%	上海汽轮机厂
12VE230ZC-Ⅰ	230	300	2205	750	231.3+3%	上海汽轮机厂
12VE230ZC-Ⅱ	230	300	2206	750	210+3%	上海汽轮机厂

* 尚未经鉴定。

九、6250Z 型中速柴油机及其发展

1965 年,四〇九厂的主要产品 350 系列柴油机转四〇六厂生产后,该厂生产的柴油机仅有 4270 型。该机性能落后,正准备淘汰,为充分利用四〇九厂的生产设备和条件,经六机部同意,决定再生产一种功率范围为 441~882kW(600~1200 马力)的通用性较大的柴油机,既可供军辅船、渔船、沿海和内河船舶及特种工程船作主机,也可用作船舶电站和陆用电站的动力。

从 1968 年 5 月开始,四〇九厂进行了大量市场调查,着手选型工作。征得六机部同意,同年 10 月从红岩机器厂引进新 6250 型增压柴油机的图纸,该机系由上海内燃机研究所与红岩机器厂合作研制的。

(一) 试制简况

图纸引进后,1969 年 1 月开始按照船用要求和工厂特点,对部分图纸进行修改设计,同年 4 月即逐步投入试制。1970 年 6 月动车,经过耐久考核后,第一批 6250ZC 型柴油机于 1971 年 6 月出厂。配 YT750 型齿轮箱后供海军东海武装渔船作主机用。这次试制的机型,增压度较低。因此,成功后再提高增压度。1971 年 10 月第一台高增压机加工完成,型号改为 6250GZC。但在试验和使用中暴露了不少问题,经局部改进后,有所改善,1974 年 8 月在上上级主管机关主持下通过鉴定。1972 年春季为提高柴油机的可靠性将转速从 1000r/min 降至 750r/min,形成 6250GZC-1 型。

1973 年对该机再次改进,并进行了技术评定,改进后将额定转速降至 600r/min,型号为 6250GZC-I。

1977 年,6250GZC-I 型机配发电机作为船用电站获得成功并投入生产。

1979 年根据 GZC-I 型机在实船使用中反馈的信息,又对结构作了一次改进提高,使该产品的可靠性、适用性获得改善,成本也有所下降。

1980 年 7 月改进提高后的 GZC-I 型机在上上级主管机关的主持下召开了鉴定会,获得通过。

(二) 军船使用简况

自 1971 年 6 月 6250ZC 型柴油机试制成功以来,至 1986 年为止,包括高增压机型在内共生产 203 台,约 117026kW,其中用于军船者有 25 台。除 4 台分别用在武装渔船和海底布缆船作为主机外,其余均作为 400kW 和 630kW 船用柴油发电机组的动力,用于 4000 吨海洋调查船和 718 工程的四型船舶。

(三) 主要性能参数

6250ZC(或 6250Z)型柴油机是四冲程、水冷、直列式、6 缸、废气涡轮增压、不可反转的中速柴油机。与倒顺齿轮箱配用亦可作船舶主机。主要性能参数见表 7。

表 7

机 型	缸径 mm	行程 mm	额定功率 kW	额定转速 r/min	燃油消耗率 g/kW·h	备 注
6250ZC (6250Z)	250	270	496	1000	238+5%	
6250GZC (6250GZ)	250	270	808	1000	224+5%	
6250GZC— I (6250GZ— 1)	250	270	625	750	224+5%	
6250GZC— II (6250GZ— II)	250	270	470	600	231+5%	

十、8300ZC 型中速柴油机

8300ZC 型柴油机是我国最早试制成功的功率在 700kW 以上的舰艇柴油机。它是苏联转让给我国制造的舰艇柴油机之一,苏联的型号是 9DM。第一机械工业部九局于 1959 年 3 月以 (59)机密九字第 369 号文对上海求新造船厂(四三九厂)下达仿制任务。

(一) 试制简况

在苏联来的图纸资料中,缺少增压器叶片的线型图。技术文件和工艺文件基本没有。在第四船舶产品设计室的协助下,很快完成了图纸资料的翻译复制工作。试制时的工艺采用简单的工艺过程卡。为保证质量,设计制造了 160 套工装。试制中的技术关键主要有:含镍材料的代用;大型铸件质量不符合要求;代替模锻的铸钢件有缺陷;大件和精密件的加工困难等。在上海材料研究所的协助下,解决了材料代用问题。铸件质量一时难以提高,乃挑选较好者供样机使用。机加工困难则依靠老工人的智慧和手艺以土办法和土设备来克服。终于在 1962 年 9 月完成了两台样机的制造。同年 11 月底结束了 500h 耐久试验。12 月通过鉴定后交海军使用。同时转入小批生产。

为使 8300ZC 型柴油机能稳定地生产,上海求新造船厂抓紧了工艺试验,进一步完整了工艺装备和技术文件,共补编了各类技术文件 643 份,增补了工装和非标设备 1105 套,并对工艺性试制项目 35 项和过渡验收标准 61 项进行了攻关。1965 年 10 月,该厂基本上完成了 8300ZC 型柴油机生产定型的各项工作。但由于 1965 年 6 月已决定将 8300ZC 型柴油机转厂生产,故未办定型手续。至 1965 年底为止,共生产 8300ZC 型柴油机 25 台。

1965 年四〇六厂在四川兴建,六机部以 (65)六计列字 281 号文正式决定将四三九厂、四〇九厂的 300 和 350 系列中速柴油机全套生产线迁到新建的四〇六厂。四〇六厂于 1966 年 7 月正式投产。11 月 27 日转厂后的第一台柴油机诞生。为考核生产条件变化后对机器制造质量的影响,首台机根据六机部批复的 (66)六生字 1232 号文件精神,在原来出厂试验技术条件的基础上,额外增加 42h 持续功率试验。四〇六厂建厂 17 年中共生产了 8300ZC 柴油机 197 台以

及大量备件。1981年经国家机械委批准,决定四〇六厂与宜昌四〇三厂合并,从1982年四季度开始,四〇六厂筹备搬迁。关键设备陆续拆封待运,生产暂时中断。为满足用户需要,四〇三厂在抓紧安装从四川运来的设备的同时,预先筹建柴油机试验台,提前接纳用户的保养机。直至1985年,中速机的生产线在四〇三厂已基本形成。至86年底,由四〇三厂出厂的8300ZC型柴油机共有12台(其中保养机5台)。

(二) 使用情况

8300ZC型柴油机已有230多台在各地使用。绝大多数作军用。主要装备在扫雷舰、猎潜艇、捞雷艇、布缆船、海洋考察船、挖泥船和补给油船等舰船上作为主机。

早在1973年西沙反击战中,以8300ZC型柴油机为主机的某扫雷舰荣立战功。当时机舱受损涌进大量海水,机器被淹仍然正常运转,关键时刻不误战机,深得海军信赖。事后选用8300ZC作为主机的舰艇显著增多。统计西沙海战之后五年,即1974年至1978年,工厂交付使用的机器就有118台,占该机二十多年生产总台份一半以上。

该型机在使用中也曾出现过质量问题。例如:1980年底曾陆续发生铝活塞断裂事故,经调查研究,查清断裂原因是由于供应毛坯的协作厂在1975及1976两年内供给的活塞毛坯中出现严重疏松现象。事后委托武汉四六三厂另行铸出一批质量合格的毛坯,赶制出来后派人分头上门为用户免费更换。除上述事故外,尚未发现其它重大事故,用户基本上是满意的。

(三) 改进与提高

8300ZC型柴油机从仿制开始到两次转厂生产,在各个不同历史时期,改进产品质量,提高性能参数一直在不断地进行。主要有如下几方面:

1. 提高增压度试验

1965年,四三九厂对8300ZC型柴油机进行了将增压度提高到1.7的中增压试验。增压器由上海新中动力机厂提供。加装了中冷器,高压油泵和喷油器也作了适当修改。在台架上进行了50h全负荷和超负荷试验。拆开检查主要零部件情况良好。试验中,柴油机的功率由809kW提高至1103kW(1500马力),燃油消耗率从245g/kW·h降低到224g/kW·h,后来由于转厂生产,改进后的机型未生产。

2. 实现遥控

为适应当今舰船对主机遥控的要求,1979年8月先在试验台上用宜昌航海仪器厂生产的EJDY-I型电气遥控装置进行试配;1983年10月正式装在某捞雷艇的两台主机上。机器出厂前,对双机(左右型)遥控性能的同步性进行了试验,相应工况的转速偏差多在10r/min以下。

3. 柴油机自由端加装功率输出轴

1981年,为使机器能适应海军武装渔轮的任务要求,在曲轴前端,通过一对齿轮传动和一根有滚动轴承支撑的短轴输出部份功率。

4. 试用高锡铝合金轴瓦

8300ZC型的主轴瓦和连杆轴瓦传统使用钢背白合金材料,成本较高。1976年曾在一台机上试用20铝锡合金轴瓦情况良好。事后有几台相继采用这种材料,也供应过一部份备件,后因协作厂不愿意按图供货,质量不太稳定。因此未能推广使用。

5. 攻克高压油管容易断裂的难题

高压油管使用寿命短,用户常有反映。1985年工厂将其作为质量攻关项目,抽查了一批库

存成品,发现一部份油管接头的垫圈装反,拧紧时垫圈的棱边会压伤油管乳头的圆弧处,是加速油管破裂的外因;又从油管头部解剖分析,发现在过渡圆弧的内侧有折纹存在,它大大削弱了该处的强度,是导致断裂的内因。通过反复实验,查明折纹是由于模具进料量偏长所造成,只要进料量调节得适当,即可解决。

6. 结构上尽量满足我国船规要求,使柴油机安全性提高。

8300ZC型柴油机是仿制的,某些方面未能满足我国船舶建造规范的要求,为此补充设计了气缸安全阀,曲轴箱防爆门和滑油压力过低停车机构等。

(四) 主要性能参数

8300ZC型柴油机是四冲程、水冷、直列式、8缸、可反转、废气涡轮增压的中速船用柴油机。该机工作可靠,潜力较大,它的主要性能参数如下:

缸径	300mm
行程	380mm
额定功率	809kW
额定转速	600r/min
燃油消耗率	218+5%g/kW·h

十一、350 系列中速柴油机

350 系列柴油机是为船舶和电站发展的通用性较广的动力,军辅船上亦多装用。

我国第一个五年计划时期,随着国民经济的迅速发展,迫切需要 450~800kW 的中速柴油机。1954 年,上海新中动力机厂(四〇九厂)根据第一机械工业部第四机器工业管理局的(54)器四计生字第 449 号文,通过对捷克 6350、瑞士 S·L·M 及日本 F 等三型柴油机技术资料的分析比较,决定试制 6350C 型柴油机。后又发展了 8 缸、增压及发电机组用等多种机型,形成 350 系列。1966 年转至四〇六厂生产,同时四〇八厂亦生产。1983 年四〇六厂与四〇三厂合并,350 系列柴油机又随之由四〇三厂生产。四个厂共生产 350 系列柴油机 324 台,其中军用者 23 台。

(一) 试制简况

1954 年 7 月,由四〇九厂开始测绘。1955 年 9 月开始投料。1956 年 8 月试制成功第一台 6350—I 型船用左机,当时该机是我国试制成功的最大功率的中速柴油机。同年 12 月通过部级鉴定。1957 年 5 月试制成功第一台 6350—I 型船用右机,于同年 6 月鉴定。1957 年 9 月又试制成功第一台 6S350 型陆用发电柴油机,同年 11 月鉴定。

1963 年以前,由于四〇九厂的设备和工艺水平所限,该系列柴油机的曲轴全部从捷克进口。1963 年 7 月自第 96 台机开始,采用国内制造的曲轴。

根据第六机械工业部的决定,350 系列柴油机于 1966 年由四〇九厂转至四〇六厂生产。该厂系由四〇九厂和四三九厂抽调人员和设备组建而成。350 系列柴油机的图纸资料、工装模具全部移交给四〇六厂。当年四〇六厂即着手试制,翌年出产品。

在转厂生产的前夕,1965 年,四〇八厂亦开始生产 350 系列机。四〇八厂于 1966 年 9 月完成了 6350C 型机的试制,同年批生产了 10 台。

(二) 改进与变型的开发

1957 年第一机械工业部四局以(57)器四技综字第 385 号文指示,发展 8350 型增压柴油机作为川江客货轮主机。以代替进口的东德 6NVD43 型柴油机。1958 年二季度四〇九厂先在 6350 型柴油机上进行废气涡轮增压试验,采用美国 Elliott 公司的 BF-34 型废气涡轮增压器,柴油机功率由 441kW 提高至 683kW,耗油率降低 6%。1959 年研制 8350ZC 型(882kW)船用增压柴油机成功。同年 7 月通过鉴定,研制过程中,曾分二个阶段进行增压试验:前阶段采用瑞士 VTR320 型增压器,柴油机在 350r/min 时,功率从 558kW 提高至 882kW;后阶段采用四〇九厂自制的 50 号增压器,其性能与用瑞士增压器时基本相同。同时在该机上也按陆用发电要求进行试验,情况良好。

考虑柴油机增压以后,气缸内热量增加,为减少热负荷,故将原铸铁活塞改为铝活塞。

为了提高该系列柴油机的经济性,1958 年 10 月在 6350 陆用机上用国产页岩 2 号重柴油(雷氏粘度 75 秒)进行了 50h 性能试验,情况良好。此后在随机所带的燃油滤器、日用燃油箱等附件中都装有加热装置。

1964 年,为解决台架试验阶段的拉缸问题,成立了拉缸试验小组。经过大量的调查研究,采取多种措施,至 1965 年上半年拉缸现象基本上得到控制。

早在 1962 年,四〇九厂就开始对 6350 型柴油机改进设计,使能承受高增压。1963 年试制,并制造了单缸试验机,1965 年开始试验。1966 年随着产品转厂试验乃由四〇六厂继续。1968 年在 6 缸试验机上,功率提高至 772kW,1969 年再提高至 882kW(增压度为 100%)。试验中曾达到 1102kW,因进排气阀流通截面过小,增压器喘振,未能取得圆满结果。100%增压度的 6350C 型柴油机定为 6350GZC 型。1970 年 8 缸机亦发展了 8350GZC 型。1971 年 4 月由交通部、六机部联合组织鉴定,获得通过。

四〇八厂亦于 1974 年完成 6350ZC 型机的试制。该厂采用四六七厂生产的 50DP-8 型增压器,结构上亦有所改进。

多年来,四〇六厂与四〇八厂各自对 6350 型柴油机进行改进,致使两厂的生产图纸有一定差异,影响某柴零部件的互换。六机部曾于 1974 年 6 月在北京召开“350 柴油机图纸整顿工作会议”,但由于两个厂对于统一图纸各有具体困难,最后未能达到统一目的。

为了节约材料,降低成本,六机部于 1977 年组织有关院、所与四〇六厂共同合作,试制成功了钎基重稀土球墨铸铁曲轴,抗拉强度达 60kg/mm^2 ,延伸率达 2%,其中一根在柴油机上进行了 500h 耐久试验,情况良好,于 1977 年 12 月通过鉴定。此项成果获得 1978 年全国科学大会奖。但由于用户对球墨铸铁曲轴使用可靠性取怀疑态度,后未继续生产。

为了改善 350 系列柴油机的调速特性,从 1977 年起改为 YT111 型液压全制式调速器。

为了改善 350 系列柴油机的操作性能,实现“驾机合一”。于 1980 年四〇六厂与宜昌航海仪器厂合作,研制并配机试验了适应 350ZC 型船用柴油机的遥控装置 ZJDY-1 型,经多次配机实船试用,情况良好,至今已配机使用了 13 台套。

四〇八厂亦于 1981 年 11 月设计试制具有遥控操纵装置的 6350ZC^A_B 型柴油机,获得成功。又于同年 1 月完成以离心水泵代替往复泵的改进工作。1978~1980 年,四〇八厂亦发展了 100%增压的机型。

1984 年四〇三厂生产第一台 8350GZC 型柴油机,曾设计和制造脉冲转换器配 CZ355 增压器进行配机试验,但因未能达到预定效果而终止。

(三) 主要性能参数

350 系列柴油机是四冲程、水冷、直列式、中速柴油机。有 6 缸和 8 缸两种。有非增压型、50%增压型和 100%增压型。有船用和陆用之分,船用型可反转。船用型的主要性能参数见表 8。

表 8

型 号	缸径 mm	行程 mm	额定功率 kW	额定转速 r/min	燃油消耗率 g/kW·h	
6350C	350	500	441	350	234+5%	1974 年起已停产
6350ZC	350	500	661	350	220+5%	50%增压
6350GZC	350	500	882	350	220+5%	100%增压
8350C	350	500	588	350	234+5%	1974 年起已停产
8350ZC	350	500	882	350	220+5%	50%增压
8350GZC	350	500	1176	350	220+5%	100%增压

十二、VE390 系列中速柴油机

为满足建造中型护卫舰的需要,六机部于 1966 年以(66)六生字第 724 号文下达了 8820kW(12000 马力)中速柴油机的研制任务,要求于 1969 年 3 季度完成 3 台装船试用。1966 年 7 月,由四三七厂、七一一所和四〇八厂在四三七厂内组成“390 联合研究设计室”,四三七厂李庆科任主任,七一一所王永良和四〇八厂杨承洪(后改派谭汉雄)为付主任。三个单位首批共抽调 52 名技术人员,立即展开柴油机总体方案设计论证,编制 18VE390ZC 型柴油机技术任务书和研制措施规划,并开始设计 E390 单缸和 6VE390 试验机(简称 6V 试验机)。同年 10 月六机部以(66)六科字 1076 号文批准了技术任务书,任务书中规定功率不小于 8820kW,耗油率不高于 231g/kW·h,整机重量约 68t,大修期约 5000h,外形尺寸不大于 7.5×2.9×3.65m。

1974 年 8 月在海军“815”修船会议上,决定建造 053H 型舰。主机采用两台 12VE390ZC 型柴油机。11 月六机部在 053H 型舰扩大初步设计审查会上审定了 12VE390ZC 型柴油机的主要技术性能参数和设计方案,确定装舰功率为 5256kW。

(一) 研制简况

研制工作从单缸机、增压器和机架等关键部件开始,通过 6V 试验机,再研制 18 缸的样机。很多项目是从基础和零部件试验研究开始的,组织广泛协作,利用其他专业单位的试验和测量设备,落实了科研项目 17 大项 55 分项。上海交通大学、复旦大学、机械科学研究院、铁道科学研究院、钢铁研究院、中国科学院力学所、长春光学精密机械研究所、七〇三所、七〇四所和上海市计算中心等 15 个单位曾参加或承担科研协作。

由于文化大革命的影响,科研试验的进展无法满足设计进度的要求。致使某柴零部件,如缸盖、活塞、连杆、轴瓦以及某些系统只得参考 6E390C 和 12VE230ZC 等型柴油机的结构设计。

1966 年 7 至 10 月完成单缸机设计;1966 年 7 月至 1967 年 5 月完成 6V 试验机的设计;1967 年 6 月至 1968 年底完成 18VE390ZC 样机设计。390 联合研究设计室人员,最多时百余

人。因受文革的影响,七一一所和四〇八厂人员至1968年夏已基本撤离。

正当样机制造时,1969年6月海军要求将18VE390ZC型柴油机的功率提高至11025kW(15000马力),以满足053型舰动力装置改用两台柴油机的要求。于是单缸和6V试验机便按此新指标试验。

1969年9月18VE390ZC样机组装完成,投入试验,同年12月曾冲刺到8823kW,各缸平均排温高达526℃,涡轮前达600℃。1970年3月曾借外部风源,在8823kW工况下运行了1小时,是时排温分别为465和515℃。这说明增压系统较差。

1970年10月在首台样机上完成了增压系统的改装,增压器由GZ365型改为GZ380型,中冷器由2台KL73型改用4台KL59型,并相应地改装了进气管。开始时由于涡轮喷咀环面积过大,功率上不去,调小后情况有所好转。试验过程中,除解决了气缸套上部开裂和活塞顶部拉缸等结构问题外,排气阀盘、弹簧、高压油管、活塞螺钉、涡轮叶片、喷油器等频繁出现断裂,同时排温高、振动大,使性能和可靠性均达不到设计要求,且短期内难以解决。而053型首制舰(531舰)即将下水,乃于1971年5月决定将最大功率暂定为9920kW,以便装舰后进一步考验。第二台样机亦以同样指标于10月完成车间试验。

1972年6~7月,531舰在舟山进行为期一个月的主动力装置试验。由于机舱内的条件差,主机排温更高,冒黑烟,振动大,60%负荷以上基本不能用。

早在1971年6月,390研制组针对6V试验机和18VE390ZC样机存在的问题,组织技术攻关并进行第三台机的改进设计。在第三台设计中,针对振动大和单体的气缸水套裂,改为三缸一体结构;针对增压器易喘振和配机效果差,把机架的扫气箱分隔成三段,使每两只增压器为一系统。技术攻关又研制出高锡铝基合金轴瓦、水冷式喷油器、新喷油泵、带波纹管和排气导流片的排气管,扩压较好的进气管;还解决了排气阀弹簧和高压油管断裂,对排气阀盘和缸盖气道裂的情况也有较大改进。

技术攻关中,已开始设计研制球铁材料整体式F方案气缸盖,并在6V试验机上完成100h试验。也开始自行设计研制高效率的GZ680型增压器。

1973年7月至11月改进后的第三台18VE390ZC柴油机,完成了车间调试及交货试验。试验结果表明,性能和可靠性均有很大提高,一共运转600余小时,75%以上工况占450h。最大功率定为8823kW、转速为480r/min。

1973年12月1日,上海市造船公司、海后上海办事处以(73)上办字第044号批复,同意18VE390ZC第3、4台机装第2艘053型舰,第1和第2台机目前按第3台机标准修改后装053首制舰试用。

1974年11月5日至12月10日,改装后的18VE390ZC再次装上531舰后,在舟山基地顺利完成第一期工程试航验收。

1974年确定研制12VE390ZC型柴油机后,仍由四三七厂承担研制。由该厂造机技术组的柴油机设计研究组设计,具体设计研制工作由沈维安主持。12VE390ZC型与18VE390ZC型系同一系列,但作了改进,例如设计研制了效率高的椭圆管空气冷却器和进气支管、扫气箱前后分隔为两段、二次力偶平衡轮箱和橡胶硅油扭振减振器。新设计和部分新设计的部件有18个。减振器方案是与上海交通大学协作计算设计的。

1975年4月1日和5月4日两台样机动车。在当月较顺利地完成了出厂试验项目。性能、可靠性和振动情况与18VE390ZC相比均有显著改进,出厂功率定为5584kW(8000马力)。但

在拆检时发现,主轴瓦的穴蚀严重,厂党委即决定推迟装舰,发动群众攻关。仅一个多月基本攻克主轴瓦严重穴蚀,并从第3台起改变曲轴油孔设计,彻底解决了主轴瓦的穴蚀问题。首两台机于同年6月15日装舰,因海军急需053H型护卫舰,不允许12VE390ZC在设计上作更大的改变。在试生产和装舰使用中,也暴露了一些技术质量问题。1975年至1977年乃边试生产边攻关,厂党委责成邹子玉负责,390研制组由沈维安和丁雪根担任组长。这段时间除解决了上述主轴瓦穴蚀外,还克服了主轴承烧瓦、凸轮轴燃油差动损坏、排气阀折断、GZ380增压器滑动轴承可靠性,并基本上消除了排气阀盘裂纹、活塞联结螺钉断、铸焊缸盖气道开裂等,这些成果均反映在第9台机上。在这台机上顺利地完耐久和各项性能鉴定试验。拆检中发现增压器导风轮叶片有裂纹,部分活塞环的嵌铜环有剥落和松动,约有1/3的喷油器雾化不良,排气阀阀面和缸盖阀座面有麻点以及阀盘底面和缸盖底面在喷油咀周围积有白色硬质燃烧产物。

1977年7月,12VE390ZC型柴油机通过了六机部组织的鉴定。

(二) 改进与提高

1978年初,国防部长张爱萍同志指示,限期组织18VE390ZC型柴油机技术攻关。据此,2月3日在四三七厂成立了18VE390ZC型柴油机第一期技术攻关组。四三七厂孙全柱和七一一所王永良分别担任攻关技术组的正、付组长,随后四三七厂又增补李庆科和陆兆康两位付组长。

第一期技术攻关目标是解决操纵使用可靠、吊缸检修期应在1500h以上。第二期攻关目标是使技术性能和使用寿命更为提高。2月,六机部即批准了攻关技术规划,共14项攻关课题。经过一年多的努力,已经取得初步成果。GZ380增压器导风轮叶片裂纹和水泵密封寿命短等项目已完成;振动大有改善,起动换向的可靠性也得到解决;改进设计的气缸盖和配气机构,新喷油器和钻斜孔冷却的缸套等部件在6V试验机上已运行了540h。

1979年10月反映以上成果和新增压系统的第7台18VE390ZC型机开始试验。新增压系统是将六台增压器改为两台。配机结果,平均排温下降80℃,油耗降低13.5g/kW·h。虽然自行研制的GZ680增压器性能略优,但其轴承减振片多次损坏,因此选用了从国外购买的VTR501—2N型增压器。

1981年6月遵照六机部(80)六科字323号文进行攻关成果鉴定试验。试验情况良好,但在拆检中发现7只铝活塞销座出现裂纹,系属重大零件损坏,但不属于攻关项目。

1982年2月,根据六机部和海军(82)六机科联字68号文,在上海召开了18VE390ZC型柴油机第一期技术攻关成果鉴定会,通过了技术鉴定证书。型号改为18VE390ZCA。

关于活塞销座裂纹问题,经分析研究后将连杆小端及销座内侧改成阶梯式。这种设计在6V试验机上受了277h考验,并用在第8台整机上。

1983年8月,根据中船军联字[1983]160号文,按18VE390ZCA型柴油机鉴定试验大纲,对第8台机进行了各项性能和175h耐久试验。试验情况良好,但拆检时仍发现有5只活塞销座产生严重裂纹。因此,再次攻关,后将锻铝销座从自由锻改为模锻,又对调整垫片、活塞联结螺钉、活塞裙和销座的设计进行优化,并采用3种结构方案同时装在第8台机上进行两个175h连续试验。试验结果,3种方案均通过。因此,鉴定试车工作组同意对18VE390ZCA型柴油机进行鉴定。

1984年7月,根据中国船舶工业总公司和海军联合下达的船总军[1984]861号文,在上海召开了18VE390ZCA型柴油机整机鉴定会,会议通过了技术鉴定证书和会议纪要。

当 18VE390ZC 型柴油机的技术攻关已取得明显成效时,1980 年 12VE390ZC 型机自第 35 台起采用攻关成果,并将型号改为 12VE390ZCA。

在第 37 台 12VE390ZCA 上,曾将其增压系统改用两台 VTR401—2N 型增压器。配试成功后,1982 年至 1983 年向埃及出口的两艘 053HE 型舰装备的四台 12VE390ZCA 型机,则用这种新增压系统。

1985 年初,驻四三七厂军代表室提出国内使用的 12VE390ZCA 型柴油机也能改用两台 VTR401 型增压器。四三七厂造机研究所与军代表室研究后,决定改配两台 VTR354A 型增压器。

1986 年 10 月在第 55 台 12VE390ZCA 型机上完成了匹配两台 VTR354A 型增压器的试验。试验结果燃油消耗率下降 $10\text{g/kW}\cdot\text{h}$,11 月由海军上办主持了课题技术鉴定。

1987 年,12VE390ZCA 在改配 VTR354A 型增压器的基础上,又进行了放大排气凸轮作用张角,进而取消差动凸轮轴装置的简化换向系统的研究。最后的试验是在第 55 台和 56 台 12VE390ZCA 上完成的,起动换向时间和空气消耗都比原系统缩减一半,可靠性和经济效益也相应提高了。1988 年 7 月仍由海军上办主持,通过了简化换向系统研究课题的技术鉴定。

(三) 主要性能参数

VE390 系列中速柴油机是二冲程、水冷、V 形、12 或 18 缸、可反转、高增压舰用柴油机。多年来,共生产 70 台,总功率 446880kW。主要用作 053 型护卫舰主机,也装备了两艘大型登陆舰。

VE390A 系列柴油机,1984 年荣获六机部优质产品奖,1985 年获国家科学技术进步一等奖。

主要性能参数见表 9。

表 9 VE390 系列柴油机主要性能参数表

型 号	缸 径 mm	行 程 mm	最大工况		最大持续工况		燃油消耗率 $\leq\text{g/kW}\cdot\text{h}$	增压器 台 数
			功率 kW	转速 r/min	功率 kW	转速 r/min		
18VE390ZC	390	470	882	480	7938	463	231	6
12VE390ZC	390	470	588	480	5292	463	228	4
18VE390ZCA	390	470	882	480	7938	463	217.5	2
12VE390ZCA	390	470	588	480	5292	463	216	2

十三、E430 系列低速柴油机

新中国成立后,航运量日益增长,急需建造大吨位船舶,迫切要求生产大功率低速船用柴油机。1958 年初,曾向丹麦 B&W 公司进行过试探性接触,试图引进低速柴油机生产许可证,因条件苛刻而未成。在四三七厂邱飞付厂长的支持下,1958 年 5 月船舶产品设计院四室与四三七厂合作研制 6ESDZ43/82 型,由四室王永良主持设计,后又发展了 8 缸和 9 缸机型,形成 430 系列。

(一) 试制简况

在边设计、边投产的情况下,ESDZ43/82型柴油机的研制工作进展很快。该机系由四三七厂和上海船舶修造厂同时试制,非增压机型分别于10月1日及9月中旬空载动车成功。1959年9月完成涡轮增压器与柴油机的匹配试验。同年10月通过国家鉴定。额定功率定为1470kW(2000马力)。

1959年,为建造长江客轮和沿海渔业指导船的需要,将6ESDZ43/82型的行程缩短,改为筒形活塞式,转速从200增至250r/min,形成6EDZ43/67型,设计功率为1720kW。仍由王永良主持设计。并制造一台3缸试验机。在3缸机上试验时出现了一系列结构问题,如:活塞销与铜衬套咬死;沿气缸上滑油严重;活塞拉毛;排气阀弹簧振动大;排气顶杆滚轮与凸轮脱离等。经采取措施,改进活塞销衬套的油槽、曲轴箱内加装挡油隔板、在活塞裙上镶嵌三道耐磨铜环等,使部分结构问题基本上得到解决。在性能方面由于排温高,3缸机只能达到662kW。1960年11月首制两台6EDZ43/67型柴油机完成。为使能早日装船试用,决定将整机功率降至1324kW。

(二) 改进与提高

1. ESDZ43/82型的改进

6ESDZ43/82型机的设计功率为1618kW,而鉴定时仅达到1471kW。根据3缸试验机的试验结果,将排气凸轮的外形改为凸弧型,扩压器改用等扩张型,并放大喷咀环。1961年8月在第8台6ESDZ43/82型柴油机上采取上述措施进行试验,功率由1471kW提高至1618kW。

1963年四三七厂与七一一所共同对6ESDZ43/82型进行改进设计。主要内容为:机架、缸体改为整体式,油气并进起动以及活塞冷却套管、排气阀、弹簧、增压器等部件的改进,同时使设计图纸规范化。功率仍为1618kW,型号改为6ESDZ43/82A。1965年12月进行了性能鉴定,1966年3月装船使用。

1967年,6ESDZ43/82A改用DZ365增压器,结构上又对十字头轴承、活塞和调速器传动等薄弱环节作了改进,功率提高至1912kW,1968年12月通过鉴定。

1969年下半年,为满足沿海客运和海军辅助船的需要,四三七厂在6ESDZ43/82A型的基础上增加缸数,并提高增压度,使整机功率达3309kW,转速仍为200r/min,型号为9ESDZ43/82B。1970年7月首台机进行台架试验,虽在装船试用中暴露了一些问题,经研究改进后基本上得以克服。

1972年,四三七厂对6ESDZ43/82A和9ESDZ43/82B的图纸进行了全面整顿,所有零部件全部通用化,完成了6缸和9缸B型机的定型设计工作。在第5台9ESDZ43/82B型机上进行性能和150h耐久试验,通过了部级鉴定。

1973年四三七厂对鉴定中提出的排温和油耗偏高,调速器不能无级调速等问题,在第四台6ESDZ43/82B型机上组织攻关,通过对空气冷却器、压气机、增压系统、增压器配机的改进,使气缸示功效率提高,增压压力和供气量增大,排温下降20℃,油耗率下降约10g/kW·h。

1974年2月六机部在上海召开了“ESDZ43/82B型柴油机设计定型会议”,通过设计定型。

1982年5月,根据(81)六机科字2365号和(82)六科字109号文“关于改进43/82B型船用低速柴油机的通知”和补充通知,四三七厂组成了设计改进小组。1982年10月完成6ESDZ43/82C型机方案设计,1983年底完成样机制造和调试,于1984年1月完成鉴定试验并通过了样机鉴定。

C型机与B型机的单缸功率相同,研究改进重点在于降低油耗并力求提高可靠性和耐用性。C型机选用了效率较高的VTR454增压器或G7380D增压器,将脉冲增压改为等压增压,重新设计了排气凸轮,并采用了KLZ205型空气冷却器;重新设计了喷油泵,对喷油器和燃油凸轮也作了改进,为降低滑油消耗率,重新设计了活塞杆填料函。C型机燃油消耗率已下降至 $204\text{g/kW}\cdot\text{h}$,滑油消耗率仅 $2.72\text{g/kW}\cdot\text{h}$ 。

2. EDZ43/67型柴油机的改进

1962年海军建造一批65型护卫舰,决定选用在6EDZ43/67型机的基础上改进提高的9EDZ43/67A型柴油机,要求额定功率 2426kW ,由七一一所陈继厚、徐尔强主持设计。是时3缸试验机又取得了新的进展。改善了空气冷却器和进气管的流通性,改进了结构,经700h试验,其功率达到原设计指标 860kW ,且其可靠性也有提高。

9EDZ43/67A型机设计中,除充分吸取3缸试验机的成果和使用6EDZ43/67型的经验外,力求重量控制在75吨以内。

1964年12月,首台9EDZ43/67A型柴油机完成了性能和125h耐久试验,并通过了部级鉴定。

同系列的6缸机,即6EDZ43/67A于1963年9月开始研制,1966年装上930潜艇救生艇作为主机。1964年在3缸试验机上进一步完成了 985kW 、 280r/min 的试验和100h耐久试验,并通过鉴定。据此,1965年9月在第三台9EDZ43/67A型机上进行了 280r/min 、 2941kW (4000马力)的提高功率试验。由于考验时间不长,四三七厂建议仅允许作短时运行,每次以1小时为限。

中型护卫舰需要更大功率的主机,七一一所提出将EDZ43/67A型的行程进一步缩短至530mm,以便增加缸数排列成V形。1965年由四三七厂制造了单缸试验机。整机设计功率定为 8085kW 。在1966年4月七院召开的中型水面舰艇动力装置论证会上认为是可行的。后因上级决定中型护卫舰选用VE390系列柴油机作为主机,故VE430方案未继续研制。

(三) 主要性能参数

430系列低速柴油机自1958年诞生以来,经多次改进,至1986年共制造了177台,其中ESDZ43/82及其改进型163台,EDZ43/67及其改进型15台。用于军辅船者28台,作为65型护卫舰主机者10台。

该系列机是二冲程、水冷、直列式、6~9缸、废气涡轮增压、可反转低速柴油机。6ESDZ43/82B型柴油机1979年获国家军工产品银质奖,1980年获上海市和六机部优质产品证书。9ESDZ43/82B型柴油机,1980年获上海市和六机部优质产品证书。6ESDZ43/82C型柴油机,1985年获国家科学技术进步二等奖。

主要性能参数见表10。

表 10

型 号	缸径 mm	行程 mm	额定功率 kW	额定转速 r/min	燃油消耗率 $\leq$ g/kW·h	军用台数(至 1986 年止)
6ESDZ43/82	430	820	1470	200	231	2
8ESDZ43/82	430	820	1911	200	231	
6ESDZ43/82A	430	820	1617	200	224	2
6ESDZ43/82A	430	820	1911	200	224	4
6ESDZ43/82B	430	820	2205	200	217.5	2
9ESDZ43/82B	430	820	3308	200	217.5	18
6ESDZ43/82C	430	820	2205	200	204	/
9ESDZ43/82C	430	820	3308	200	204	/
6EDZ43/67A	430	670	1677	250	238	2
9EDZ43/67A	430	670	2426	250	238	10

大 事 记

1951 年

8 月 中央重工业部船舶工业局承担了海军提出的 10 种柴油机配件的试制和生产任务。

1952 年

1 月 在船舶工业局和海军的推动下,正式成立“海军配件试造委员会”,由船舶工业局程望局长兼任主任委员。该委员会的任务是以上海为基地,组织研制当时海军急需的柴油机配件。1956 年完成任务后撤销。

1 月 15 日 中法求新造船厂由华东工业部从法商手中接租,改名为求新机器厂。同年 9 月归船舶工业局领导,更名为国营求新造船厂。1954 年 9 月由上海市人民政府正式宣布接管,仍由船舶工业局领导。

11 月 1 日 正式批准私营新中工程公司为公私合营企业,改名为新中机器厂。1961 年 6 月划归第三机械工业部第九总局领导,命名为新中动力机厂,列入军工企业。

1953 年

1 月 船舶工业局技术处下设的设计组扩大为船舶产品设计处,柴油机研究设计是该处任务之一。

6 月 4 日 中国政府与苏联政府正式签订“六四”协定。协定中规定苏联政府向中国政府提供六型舰艇的生产技术文件。这些舰艇装有 M50 $\varnothing$ -1 $\cdot$ 2 $\cdot$ 3,37 Π ,9 Π M,3 Π 12 及 3 Π 6 等型舰艇柴油机。后来苏方也提供了上述柴油机的生产技术文件。

9 月 第一机械工业部南昌柴油机厂按海军要求测绘试制 285 型艇用辅机。1956 年开始小批生产,后又发展了 485 型,形成 85 系列。该系列柴油机用作小艇辅机。

1954 年

6 月 求新造船厂在船舶产品设计处合作下,研制成功军民通用的 6187C 型船用柴油机,额定功率 110kW,海军用作沿海巡逻艇、交通艇、50 吨运输船等军辅船主机。这是我国海军首次选用的国产机型。1959 年 12 月在船舶运输科学研究所协作下,废气涡轮增压试验成功,功率提高 50%,发展成 6187ZC 型。这是我国第一台装配国产涡轮增压器的船用柴油机。

10 月 南昌柴油机厂按海军要求测绘试制 4105 型船舶柴油机,试制成功后又发展 2105 和 6105 两型,形成 105 系列,该系列柴油机主要用作舰艇电站动力。

1955 年

8 月 22 日 国家计委(55)计机张字第 45 号文批准四〇一厂和四〇二厂设计任务书*。四〇一厂生产纲领为年产 M50 $\varnothing$ -3 柴油机 600 台 72 万匹马力,易损件 50~100%,其它另件按

* 四〇一厂后改为四〇七厂,四〇二厂后改为四〇八厂

主要产品劳动量 20% 计算。四〇二厂生产纲领为年产 37Д 和 2Д100 柴油机各 120 台,易损件 50~100%,其它零件按主要产品劳动量 20% 计算,喷油器和高压油泵 300 套。

12 月 船舶产品设计处按专业分为四个室,其中四室任务之一是负责舰艇柴油机设计研制工作。

1956 年

6 月 1956~1967 年国家重要科学技术发展规划编制完成。规划中第 43—5 项任务指出必须大力开展潜艇和快艇所需的大功率动力的研究。

12 月 25 日 新中动力机厂在测绘捷克机型的基础上试制的 6350C 型柴油机通过鉴定。该机在 350r/min 时,额定功率为 441kW(600 马力)。后又发展了 8 缸和废气涡轮增压机型,形成 350 系列。该系列为军民通用产品,海军用作军辅船主机。

1957 年

10 月 31 日 国家计委下发“关于解决成套供应海军装备的意见”中指出,在第一个五年计划中,由于我国工业基础薄弱,舰艇制造所需要的主机、付机几乎全部由国外供应。第二个五年计划中必须尽量解决这些问题,要做到成套供应海军装备。

1958 年

6 月 船舶工业局所属船舶产品设计处扩编为船舶产品设计院。该院第四产品设计室(简称四室)负责船舶柴油机的发展工作。同时,海军各大部为开展科研工作亦组建了相应的研究所,年末成立海军科研部,其第一研究所负责船舶总体和动力的论证工作。

11 月 海军提出研制大型快艇主机的战术技术任务要求,由海军工程学院的前身大连海军机械学校和船舶产品设计院四室同时编制 4410kW(6000 马力)快艇柴油机设计任务。1959 年 4 月召开方案审查会。大连海军机械学校提出四冲程扇型方案,四室提供二冲程复合式方案。海军要求两个方案继续深化。

1959 年

2 月 4 日 中国政府与苏联政府正式签订“二四”协定。其中苏方同意转让的制造权中有:M50ДTK、M503、M504、40Д 等型舰艇柴油机;柴油机辅机有:4ч8.5/11、6ч8.5/11、6ч10.5/13 等型。

3 月 一机部九局以(59)机密九字第 369 号文下达求新造船厂试制苏联转让制造的 8300ZC(9ДМ)型柴油机。1962 年样机通过鉴定转入小批生产。

7 月 15 日 第一机械工业部九局下达 8 型主机制造安排方案,其中柴油机 4 型,即 M503、M504、M50ДTK 高速柴油机由四〇七厂负责试造生产,40Д 中速柴油机由四〇八厂生产。

10 月 12 日 船舶工业局第四产品设计室和沪东造船厂联合研制的 6ESDZ43/82 型大功率船用低速柴油机通过国家鉴定。在 200r/min 时,额定功率为 1470kW(2000 马力)。该机于

1958年4月开始设计,上海交通大学和上海船厂亦参加,上海船舶运输科学研究所承担废气涡轮增压器设计。后经改进提高,1965年12月通过性能鉴定并改为6ESDZ43/82A型,功率提高30%,获《全国工业产品展览会》展品二等奖。1974年2月,再次改进提高的6缸和9缸ES-DZ43/82B型机,通过设计定型。6缸和9缸机的功率分别提高至2205和3307kW。在已生产的各型43/82柴油机中,约有20%用作军辅船主机。

11月 海军批准二冲程复合式高速柴油机的研制,命名为K59型,列入海军科研计划。1968年改为高增压方案,命名为K48E150ZC型。1970年11月样机在台架试验中曾达到设计功率。1977年11月~1978年5月,三台K48E装在3110快艇上进行海上试验获得成功。

1960年

2月 根据1959年海军下达研制2200千瓦(3000马力)的1065型潜艇柴油机战术技术要求,由海军科研部、四〇八厂、上海交大、西安交大、船舶产品设计院四室等单位组成联合设计组。1962年为了缩短战线,集中力量,确保苏联转让产品的仿制,1065研制任务下马,联合设计组解散。

7月 国家计委以计三顾字[1285]号文批准四〇七厂第二期扩建设计任务书,增加生产M503A型柴油机120台48万马力,备件为产品劳动量的20%。

7月18日 苏联政府片面撕毁了与我国签订的专家合同和科技合同,并通知我国政府,决定撤走全部在华苏联专家。在我国工作的柴油机专家于8月全部撤走,并停止设备和技术资料供应。

1961年

6月7日 海司务字第355号命令,组建国防部第七研究院。从事舰艇柴油机设计研究工作的三一分所亦同时成立。

12月 第三机械工业部、海军和七院联合召开“301”会议,讨论各型舰艇柴油机的发展,重点研究如何解决海军急需的大型导弹快艇主机。

1962年

6月1日 三机部与海军联合批准成立“3Д6、3Д12和Д6С船用发动机定型委员会”。3Д6(6150C)系由大同六一六厂根据苏联转让制造的图纸仿制。1962年8月通过鉴定。用作快艇主、辅机。3Д12(我国型号为12V150C)是在苏联转让制造图纸来华前,由船舶设计院四室在测绘其齿轮箱的基础上变型设计的,长春六三六厂生产,1962年12月通过鉴定。

10月18日 海军正式向总参提出舰艇柴油机系列选型报告,选择了11型19种柴油机作为舰艇近期选用的基本机型。

1963年

4月1日 七院三一分所改为国防部第七研究院第十一研究所(简称七院十一所),其主要任务是研究发展快艇、潜艇、各种水面舰艇和军辅船舶柴油机的新机型;消化、分析国外先进

机型,特别是对我国已接受苏联转让制造产品,进行中国化和改进提高的研究工作;协助工业部门开发新产品等。后来领导机关多次变动,但始终隶属于第七研究院领导。1976年1月,七院十一所改称为第六机械工业部第七研究院第七一一研究所(简称七一一所)。

6月1日 以苏联18Д型柴油机的主要技术参数为基础,1959年由求新造船厂试制的6300C型中速船用柴油机(后又加装离合器和空压机,改型为6300CA)通过部级鉴定,转入批产。该机在400r/min时,额定功率294kW(400马力)。后来该机转至全国多厂生产,并发展了8缸和增压机型,形成300系列。该系列柴油机用作海军军辅船主机。

6月4日 四〇七厂于1959年5月开始仿制的M50Д-3型柴油机通过生产定型转入成批生产,国产机的型号为轻12V180。这是我国自行生产的第一型快艇主机。

12月 由七院十一所和沪东造船厂联合研制的“65”型护卫舰主机9EDZ43/67A型柴油机通过鉴定,额定功率2425kW(3300马力)。该机是在43/82型柴油机的变型EDZ43/67的基础上改进设计的。

1965年

1月 第六机械工业部下达武隆中速柴油机厂设计任务书,该厂第二厂名为新乐机械厂,代号为国营第四〇六厂。并决定将四〇九厂、四三九厂的350和300系列柴油机大件加工及协作以外的中、小件加工和总装、试车部分的生产设备及人员迁往武隆合并建设本项目。生产纲领是年产350系列柴油机60台和8300ZC型柴油机30台,配件30%。

8月 四〇八厂于1962年3月开始投料仿制的37Д型柴油机,通过生产定型,国产机的型号为6E390C(简称“39”型)。该机是我国自行生产的第一代潜艇主机。在500r/min时,额定功率为1470kW。

12月 上海柴油机厂研制的重12V180ZC型柴油机通过鉴定。1967年2月国务院军工产品定型委员会批准生产定型,正式列为军工产品。该机系于1961年2月开始设计,最大功率为735kW(1000马力)。在研制重12V180ZC型柴油机的过程中,上海柴油机厂还专门建造了大功率船用柴油机车间。

12月 苏联转让制造的40Д型柴油机在沪东造船厂仿制成功,1966年通过鉴定。

1966年

3月 第六机械工业部在北京召开“225”会议,主要是讨论舰艇柴油机的发展及赶超规划。

3月 上海汽轮机厂仿制的苏联40Д型(即12VE230ZC型)柴油机通过部级鉴定。该机是按照上海市机电一局(62)沪一机电技字第856号文的指示于1963年开始试制的。1965年12月完成首制样机的性能试验。在750r/min时,额定功率为1617kW(2200马力)。1969年12月通过军工产品定型。

4月 第六机械工业部向新中动力机厂和七院十一所下达120三角形柴油机研制任务,用作高速指挥艇主机。该机早在1959年已开始试验研究工作,1970年完成首台样机,11月在性能上达到设计指标,即2200r/min时功率2205kW。

4月22日 根据“225”会议精神,300柴油机研制领导小组成立,求新造船厂任组长,大连

工学院和七院十一所为付组长。该小组的任务是在 8300ZC 型柴油机的基础上改进提高,在 1969 年前研制出“035”型潜艇所需的主机。9 月在研制工作会议上确定采用气缸呈 U 形排列的 12 缸型式,缸径 300mm,型号为 12U300ZC,由四〇六厂试制,1970 年 12 月完成首制样机,1972 年 6 月在平台上达到设计指标,但结构的可靠性有待改善,1974 年停止研制。

6 月 为解决 053 型护卫舰的主机,第六机械工业部决定由沪东造船厂、七院十一所和四〇八厂联合研制 18VE390ZC 型柴油机,9 月通过技术任务书,最大功率为 8820kW(12000 马力),相应转速为 515r/min。1969 年 9 月第一台样机开始试验,1974 年首制两台装在 053K 型舰上试用,转速改为 480r/min

10 月 第六机械工业部下达永进机械厂计划任务书,代号为四六八厂。生产纲领为年产高、中速齿轮箱 270 台套,随机齿轮 470 台份。

10 月 第六机械工业部下达国营跃进机械厂计划任务书,代号四六六厂,生产纲领为年产高、中速柴油机易损件 800 台份;承担四〇五、四〇六厂及其他配套厂所需的厂标标准件。

10 月 第六机械工业部下达江津增压器厂计划任务书,代号四六七厂。该厂为废气涡轮增压器专业生产厂。

10 月 2 日 第六机械工业部以(66)六计字第 1090 号文下达前进机械厂(代号四〇五厂)计划任务书,年产舰用高速柴油机(代表产品 K59)120 台。

11 月 1 日 1965 年转由四〇八厂生产的 6350C 柴油机通过鉴定。

12 月 四〇八厂研制成功 6E390C 潜艇柴油机的 6E390DC 变型,用于水面舰船,功率为 1360kW 后,又发展了两级增压机型 6E390DZC 及 6E390DZC-1,功率分别提高至 1985kW 和 1786kW。

2 月 第六机械工业部下达国营红江机械厂的计划任务书,代号为四六五厂,该厂为油泵油嘴专业生产厂,并生产调速器。

1968 年

1 月 国防科委批准七院十一所迁三线,定点在四川省南川县,工程代号为 7012,建设规模:人员 1600 人,建设面积 70346m²。1972 年 5 月中央军委批准当年第三季度由上海内迁,但上海市决定缓迁。直至 1974 年第六机械工业部才正式通知工程停止,七院十一所仍留上海。

12 月 31 日 轻 24-180 型高速柴油机及其配套的二号离合器通过鉴定。该机原拟用作钢壳导弹快艇和四管鱼雷快艇主机。1966 年 5 月,第六机械工业部下达研制任务。以七院十一所为主,四〇七厂、芜湖造船厂和杭州齿轮箱厂参加。1970 年 8 月三台装在 027-I 型导弹快艇试航成功,航速达 52.1 节。轻 24-180 型的最大功率为 1727kW。

1969 年

5 月 035 型艇动力会议上确定,由于 12U300ZC 型柴油机尚未成熟,首制艇改用四〇八厂的 6E390ZC 型柴油机的改进型 6E390ZC,要求 1971 年装艇使用。

12 月 17 日 六机部以(69)六机军字第 608 号文下达枝江中速柴油机厂的设计任务书,年生产中速柴油机 15 万匹马力(以 18VE390 型为代表产品)。工厂代号为四〇四厂。该厂从 1986 年开始,已不再生产柴油机。

1970 年

5 月 13 日 上海柴油机厂研制的,用作 09 核潜艇应急发电机组的 450kW 直流柴油发电机组通过鉴定,8 月装艇试用。该机组的动力是上海柴油机厂生产的重 12V180 柴油机的变型产品 12V180GD α 、D 型柴油机,能适应水下工况的要求。1975 年 5 月 6 日海军军工产品定型委员会批准了该机组生产定型,正式投入生产。这是我国第一次将废气涡轮增压柴油机成功地用于潜艇。

6 月 六机部以(70)六机军字 303 号文批准四〇五厂研制 40—200 型柴油机,最大功率 5880kW。1971 年 12 月首制样机完成,试验失败。1975 年另研制同系列的 24—200 型,1979 年样机达到设计指标,后由于离合器存在问题,再加上无装船对象,研制工作终止。

1971 年

3 月 四〇六厂在中增压 350 系列柴油机的基础上改进的 8350GZC 型机通过鉴定,功率自 882kW 提高至 1177kW。1969 年 11 月六缸机的功率已成功地从 662kW 提高至 882kW,形成 6350GZC 型。

6 月 新中动力机厂完成 6250ZC 型柴油机的试制,1000r/min 时额定功率 496kW。配 YT750 型齿轮箱,曾用作海军东海武装渔船主机。接着又提高增压度,研制 6250GZC 型柴油机。

1973 年

11~12 月 第六机械工业部、海军和七院共同组成 035 艇主机调查组。调查组的主要任务是了解 6E390ZC1、6400ZC、12U300ZC 及 6—40/46 四型 035 艇主机的研制情况,提出进一步试制、装艇和选型的意见。

1974 年

4 月 11 日 召开 035 艇后续艇主机选型会议,会议纪要中指出:035 艇后续艇装 6E390ZC—1 型柴油机,6400ZC 型柴油机待完成鉴定后装艇试用,12U300ZC 型柴油机改作水面舰艇主机。第六机械工业部于同年 5 月批准了此会议纪要。

5 月 第六机械工业部决定四〇五厂在生产纲领不变的情况下生产 12VE230ZC 柴油机。1975 年开始投产。1978 年完成二台样机,1979 年进入小批试制,1980 年通过鉴定。

12 月 3 日 六三六厂改进提高的 12V150ZC 型柴油机通过鉴定,该机是在 12V150C 型的基础上采用废气涡轮增压器,使整机功率从 220kW 提高到 330kW。

12 月 四〇七厂仿制的苏联转让产品 M503A—1 型柴油机通过生产定型,最大功率 2940kW(4000 马力),国产机型号为轻 42—160。该机是在七院十一所等单位协作下于 1964 年 12 月开始生产准备工作,1965 年投料,1969 年完成第一台样机。

1975 年

3 月 26 日 四〇八厂在 6E390C 型潜艇柴油机的基础上经过二次改进提高后的 6E390ZC1 型柴油机通过鉴定。水面工况功率提高了 30%(即 1912kW),通气管状态下的功率 1765kW。1984 年 8 月批准设计定型。1985 年获中国船舶工业总公司科学技术进步一等奖。

1976 年

4 月 四〇六厂将 12U300 型柴油机的一列 6 缸试制成功的 6300Z 型柴油机通过鉴定。1981 年装在 J121 打捞救生艇用作 630kW 发电机组的动力。可作主机用的 6300ZC 型于 1981 年 5 月通过部级鉴定。

9 月 6400ZC 型柴油机通过由第六机械工业部、海军装备部和上海市革委会联合主持的鉴定会。该机是在上海市革委会组织下,于 1970 年 2 月由七一一所与江南造船厂开始合作研制的,装船对象是 035 型潜艇。1976 年完成全部台架试验和水下工况模拟试验,均达到设计要求。

1977 年

7 月 沪东造船厂研制的 12VE390ZC 型柴油机通过鉴定,最大功率 5884kW(8000 马力),转速 480r/min。该机是为 053H 型舰研制的,与 18VE390ZC 型同属一个系列。沪东造船厂于 1974 年 9 月开始设计,1975 年试制 4 台装在两艘舰上试用。

1978 年

2 月 3 日 在第六机械工业部组织下,成立 18VE390ZC 型柴油机第一期攻关领导小组。由沪东造船厂、七一一所、四〇四厂和上海交通大学联合组成技术攻关组,对在生产和使用中发现的 14 个问题组织攻关。1982 年 2 月通过了技术攻关成果鉴定,并将改进后的机型改为 18VE390ZCA 型。作相应改进的 12VE390ZC 型亦改为 12VE390ZCA。

10 月 中国技术进口总公司与法国热机协会签署《许可证协议书》,引进 PC2 和 PA 两个系列的大功率柴油机制造许可证,由沪东造船厂和四〇八厂承担试制生产任务。沪东造船厂首制二台 12PC2-5 柴油机经法国热机协会签字认可后,于 1986 年用作“679”号训练舰主机。四〇八厂于 1983 年 5 月试制成功 PC2-5 和 PA6 两型柴油机并经法国热机协会认可,6PA6L 型用作中型登陆舰主机,12PA6V 型用作 3000 吨布雷舰、导弹护卫舰、大型登陆舰及综合补给船主机。

12 月 中国技术进口总公司与瑞士 BBC 公司签署《许可证协议书》,引进 VTR“0”“1”“4”系列涡轮增压器,国内接受单位是新中动力机厂和四六七厂。

1979 年

1 月 15 日 中国技术进口总公司与奥地利盖斯林格公司签署《许可证协议书》,引进联轴节和减震器,国内接受单位是四六八厂。

6月 四〇四厂在VE390系列的基础上发展的6E390ZC型柴油机通过鉴定。该机是六缸直立式,四〇四厂从1975年10月起开始设计、试制。

1980年

6月 六机部与西德罗曼·斯托尔福特公司签署《许可证协议书》,引进船用齿轮箱,国内接受单位是四六八厂。

7月 新中动力机厂试制的6250GZC—I型高增压中速柴油机通过鉴定,600r/min时,额定功率470kW,该机是在1971年7月试制的1000r/min 6250GZC型机基础上,为了提高其可靠性和经济性,进行了较大的改进。1972年将转速降至750r/min,形成6250GZC—I型。1973年再将转速降至600r/min,成为6250GZC—I型。该机尚有电站柴油机的变型,即6250GZ型。

7月24日 中国船舶工业贸易公司与西德MAN公司签订L+V20/27系列中速柴油机技术转让、合作生产和补偿贸易合同,国内接受单位是新中动力机厂和四〇五厂。

1981年

11月 四〇七厂改进提高的轻12V180A型机通过鉴定。该机是四〇七厂在1966~1980年期间,对仿制的轻12V180型改进了47项的成果。保险期及可靠性均有明显提高。

12月2日 第六机械工业部以(81)六计字2200文转发国家机械委员会同意四〇六厂大部分技术力量并入四〇三厂的批文。

12月21日 中国船舶工业贸易公司与日本大发柴油机株式会社签署《许可证协议》,引进大发PS、DS系列中速柴油机制造许可证,国内接受单位是四〇八厂和四七七厂。

1982年

1月 六机部以(82)六机科字37号文通知,以从法国引进的12PA6型柴油机为母型,改为机械增压,用作“039”艇主机。方案设计由四〇八厂和七一一所同时进行。

10月25日 四〇七厂对轻42—160型柴油机,经多年的质量攻关,攻克了八大关键131个问题,通过第六机械工业部组织的攻关成果鉴定。攻关后,机器的性能已优于苏联原机要求,型号改为轻42—160—1。1983年开始又进行加装空气冷却器的试验,在功率不变的情况下,大修期可提高至1000h,于1987年12月通过鉴定,型号改为轻42—160—3。

1983年

5月 四〇五厂12VE230ZC—A型中速柴油机通过鉴定,该机系12VE230ZC型柴油机的改进型,改进后降低油耗6.4%,功率不变。改进工作从1982年初开始由四〇五厂与四六五厂合作,大连工学院参加。此后,四〇五厂又进行提高功率至2205kW的改进工作。1985年达到功率指标,定为12VE230ZC—B型,但耐久试验未完成。

7月 上海汽轮机厂的2206kW(3000马力)12VE230ZC—I型通过鉴定,该机是12VE230ZC型的改进型,改进后除燃油耗率降低5%外,还装有电遥控装置。

9月24日 中国船舶工业贸易公司与西德GEA空冷器公司签订《船用柴油机空气冷却

器许可证合同》，国内接受单位是泰州光明机械厂和大冶船舶辅机厂。

1984 年

1 月 沪东造船厂在 6ESDZ43/82B 型柴油机基础上进一步改进提高的 6ESDZ43/82C 型机通过样机鉴定，并获 1985 年国家科学技术进步二等奖。C 型与 B 型机的功率相同，而燃油消耗率降低了 13.6g/kWh，仅 204g/kWh。

7 月 31 日 沪东造船厂生产的 8820kW(12000 马力)18VE390ZC 型中速柴油机经过长期试验、攻关和实舰使用，通过整机鉴定，并改为 18VE390ZCA 型。于 1985 年获国家科学技术进步一等奖。

12 月 12VE230ZC—I 型通过部级鉴定。该机是 12VE230ZC—I 型柴油机的改进型，由上海汽轮机厂、七一一所和四〇八厂合作改型设计。改进后，功率从 1617kW 提高至 2205kW(3000 马力)，油耗降低至 231.3g/kWh，获上海市 1984 年优秀新产品一等奖。

1985 年

1 月 中国船舶工业贸易公司与西德 MWM 公司签署《许可证合同》，引进 MWM202、226、234 和 604 系列高速柴油机制造许可证，国内接受单位是四〇七厂。

3 月 K48E150ZC 型柴油机以最大功率 3748kW(5100 马力)通过部级技术鉴定，获国家科技进步二等奖。

9 月 四〇七厂试制的轻 12V180—1 型扫雷艇主机通过部级鉴定。该机是轻 12V180 型的变型，1979 年开始研制，能满足军委常规装备领导小组对扫雪艇主机所提出的要求。1987 年 12 月交付海军使用，获中国船舶工业总公司科学技术进步一等奖。

11 月 30 日 为“053H—1、2”舰研制的 400kW 舰用发电机组通过部级鉴定。该机组的动力是上海柴油机厂研制的 12V180ZCaD—2 和 12V180ZCaD—3 型柴油机，它们是重 12V180ZC 型的变型。具有能在 30% 低负荷下可靠地运行，以及在机舱温度 8℃ 时不经预热能应急起动等优点。

11~12 月 新中动力机厂制造的 L20/27 型柴油机首次用于舰艇，作为 906 靶雷母舰和 679 训练舰辅机。

文 献 资 料

说 明

读者因工作需要查阅文献资料时,可按保密规定办理手续,向中国船舶工业总公司档案部门联系借阅。

回 忆 史 料

一、海军配件试造委员会的回忆

吴文彰

建国初期我国人民海军拥有的舰船多属日、美建造的旧船,而国民党所遗留下来的配件有限,当时也很难从国外进口。特别是美制舰艇柴油机配件更缺。由于配件供应得不到妥善解决,海军舰艇大多数有被迫停航的危险。为此,海军向重工业部提出要求协助解决修船所需的配件供应问题。

1951年冬,在重工业部船舶工业局程望局长与海军方面推动下筹建了“海军配件试造委员会”,原则上明确以上海为基地,海军拨经费20亿元(相当于现在20万元)。组织工作由船舶工业局全面负责,并邀请上海有关单位的技术人员担任委员,集思广益,共同研制,并以最快的速度进行仿制,成熟一个生产一批,以供海军舰船修理的急需。

海军配件试造委员会于1952年初正式组成并开展工作。委员会有委员14人,由船舶工业局局长兼任主任,本人也是委员之一,并兼秘书及技术组长。

参加研制的单位有:船舶工业局技术处、江南造船厂、上海船舶修造厂、上海吴淞柴油机厂、上海内燃机配件厂等。

研制的配件多属美国生产的GM567(12缸),GM278(18缸),GM268(3缸),Fairbank Morse(对置活塞型),Gray Marie(6缸)等机型。

配件备件的种类有:活塞、活塞环、喷油嘴偶件、喷油泵柱塞偶件、进排气阀、气阀弹簧、气缸套、轴瓦、活塞销、水泵等。

参加研制的技术人员有林文进、王永良等二十余人。

研制方法一般是:将海军所需试制的配件由技术组的技术人员分工测绘,制订技术条件和验收条件。然后由承制配件的工厂技术领导负责成立研制组,编制工艺程序,设计工装,试制样品,待验收和使用合格再投入批生产。技术组的人员下厂联系试造,或下厂协同工厂试制。

1952年夏,在海军及江南造船厂的支持下,为大型登陆舰辅机GM268(1100r/min, 100kW)试制的喷油嘴、油泵等配件装在柴油机上进行台架连续运行500h,同时将进口配件也运行500h,拆检后的对比证明国产配件在性能上、磨损上均无差异和逊色,有些尚优于美制配件。通过这一事实,克服了海军中某些不相信中国货,不敢用中国货的思想,配件试制工作得到更好地向纵深发展,海军所需的配件供应通过分期分批订货得到落实。1956年任务完成后配件试制委员会即奉命撤消,将所遗留未用款退还海军,器材设备移交新造船厂。

这次任务前后历时4年之久,效果甚好,有力地支援了海军的舰艇维修工作,有效地支援了海军完成保卫海防与我国抗美援朝反封锁的光荣任务。

二、大型快艇主机初期研制工作的回忆

俞懋旦

我国海军于1951年10月成立了第一支鱼雷快艇部队,当时配备了42艘鱼雷快艇,这些艇都是从苏联购置的,主机有的还是第二次世界大战所用的美制Parkard汽油机。1953年后,苏联向我国转让制造的五种型号舰艇的全部技术图纸中包括鱼雷快艇。图纸拿到后经过消化试造,到50年代末,芜湖造船厂才制出第一批转让制造的鱼雷快艇。这些艇的主机采用了苏联的M500-3型柴油机。建国初期我海军武器装备的来源主要依赖苏联。60年代初苏联政府单方面撕毁协定,撤走专家,停止供应装备。在当时的形势下,更促进了我国建设海军舰艇装备走以自力更生为主的道路。

1958年初,海军修造部提出设计大型快艇主柴油机的任务。这个任务交给了海军工程学院的前身大连海军机械学校,同时也交给了船舶工业管理局船舶产品设计院四室。两家同时分头进行。学校把这个任务落实到我和一批教师及一班高年级学生身上,组成二结合班子。当时我们没有搞系统设计的经验,更没有这方面的资料。那时正处于全国大跃进的年月,思想解放,敢想敢干。大家共同的心愿是为建设强大的海军,为发展海军装备做出贡献。

海军下达的任务指标很高,单机功率4410kW(6000马力),重量指标不得超过1.36kg/kW,尺寸要求更严。五十年代,对外是封闭的,既无图纸可查又无母型可参考,完成任务困难很大。海军了解到我们的困难,从航空部队调拨了一台报废的苏式飞机发动机AII482型汽油机。AII482机是七缸星型单排式发动机,马力不足一千。要达到功率要求只有多加气缸,做成“苞米型”。海军修造部薛宗华副部长刚从苏联回来,知道我们在设计快艇主机,他对我们说苏联出了一种新型高速大马力柴油机叫做M504,星型结构,据苏联人说它是世界上最先进的大功率高速机,结构复杂,工艺先进,至于图纸资料保密拿不到手,薛宗华同志要求我们搞出自己的大功率高速柴油机来。

我们在从确定性能参数到总体结构布置的初步设计中,主要是发扬民主,集中群众智慧,提出方案,群众评议。那时还没有计算机可用,只有依靠人力进行各种计算和选优。工作中考虑较多的是确定结构方案。经过评议,最后还是采用56缸扇型排列的四冲程高增压柴油机方案。气缸分七排每排八缸,气缸夹角为 40° ,底部为 120° 留下一个承油盘的位置。既是扇型排列就有倒置气缸的问题。如何排油,如何防止液压冲击,曲轴与连杆如何配合,整体曲轴分置连杆还是分置曲轴整体连杆。有些项目超过了初步设计范围,但考虑到方案的可行性,大家都乐意多做些工作。1959年底,海军领导机关在北京召开了方案审议会议,会议由海军科学技术研究部领导于笑虹同志亲自主持。参加汇审的有船舶产品设计院四室的方案和我校的方案。前一方案由该室主任沈岳瑞和工程师熊琳介绍,我校的方案由我介绍。当时参加会议的还有四〇七厂总工程师陈孟敏同志和其它工厂院校的柴油机专家。会议肯定了两个方案,要求回去后继续进行设计和试验。海军修造部指定海军旅顺四〇一厂与我校合作,四〇七厂与第四产品设计室合作,承担试制任务。回校后我们就组织人力从事单缸机设计制造和试验。在四〇一厂大力合作下单缸机做出来了,并进行了运行试验,在机上还安排了M燃烧系统的试验。开始一切都

顺利,但不久气缸盖出了故障,需要更换。在当时情况下要重做一个缸盖是不容易的,因为专项经费短缺,就这样停工待料,停停打打。时间一年年的过去,学校教学任务加重,参加工作的学生毕业离校,我们的方案只能置之高阁。

回顾 50 年代研制大型快艇主机的过程,由于缺少经验,同时在左的路线影响下,不顾我国柴油机工业的实际情况,过多追求高指标,片面强调群众运动,没有能集中力量尽早制定发展规划,踏踏实实地对准目标一抓到底,造成开头热,过后凉,有的有头无尾,有的时间拖得很长,人力物力化费很大,当然收获还是很大的,积累了经验和教训,培养并造就了一批专门人才。我校参加方案研制的一批同学经过真刀真枪的锻炼,丰富了知识,增强了处理实际问题的本领。毕业后被分配到军内外从事舰艇动力的岗位上,为发展舰艇柴油机事业做出了较大的贡献。

1959 年下半年,海军又下达了设计和试制排水量为 100t 的高速护卫艇及其动力装置的任务。当时由旅顺基地修理部具体领导和组织实施。积极参加该工作的有杨国光、施引、方继儒等同志。有一天刘华清司令员来到我校,当时他是北海舰队副司令员兼旅顺基地司令员,他来校后召见了我们,要我参加护卫艇主机的仿制工作,这项任务由旅顺四〇一厂承担并已确定仿制 MB820 机(非增压机)。并采用增压方案使功率提高至 992kW(1350 马力)。在短短的几个月里,在四〇一厂总工程师都先钧同志和设计科长吴天遗同志具体领导下完成了第一台样机的仿制。试车初期单机功率达到了 661kW,后连杆螺栓折断,连杆杆身折断,打坏气缸、活塞,经过更换配件再次试车,结束了试制任务。但后因该艇选用 M50 ϕ -3 作主机,四〇一厂所制的样机被送进地方大学作教学之用。这也是仿制过程中的一段小插曲。

时间过了三十多年,我国舰用动力从仿制到自行设计取得了显著的成绩和较大的发展。目前我国的舰用中高速柴油机已有了相当规模的生产基地,已有了一支自行设计和科研的专业队伍,但是在高速大功率柴油机方面,由于现代快艇为了增加现代化武器装备,提高续航力,改善适航性,加强突击能力,目前正向大型化发展,因此对主机的要求除功率指标外,在可靠性、使用寿命、经济性、减振降噪、自动化及监控等方面更为突出,而尺寸重量要求降低了。过去的轻型柴油机已不能满足要求,今后应从速选定一种通用重型大功率高速机系列加以发展,以满足轻型舰艇动力的需要。

(本文作者为原大连海军机械学校教授)

三、50 年代舰艇动力生产与科研的组织

余运生

1951 年初,我参军被分配到北京海军装备部门,随即派我们这些新参军的学生到工厂实习或到海校学习。临行前,海军参谋长罗舜初(不久他升为海军副司令)给我们讲话。大意说,当前我们面临很大困难,现有的舰艇主要是缴获国民党的或者是他们起义投诚的;地方政府也调拨了一些商船和渔船。总的说,数量少、性能差,破破烂烂。我们的任务很艰巨,国民党海军凭借暂时装备上的优势,盘据沿海岛屿,封锁沿海交通,破坏渔业生产,妄图扰乱人心,阻碍经济恢复。我们必须立足现有条件,配合陆军消灭这些残匪。从满清到国民党都是些官僚买办,

没有建立完整的舰船制造业,我们要在不长时期内建立这个基础。我们要争取苏联的帮助,逐步走到独立自主。别看我们现在很弱小,我们有能力迅速改变面貌。

经过一段时间的实习,我被调回北京,分配承办舰船动力方面的工作。作为机关的普通一兵,不太了解高层决策,只是有机会较早较多获得一些有关信息。当我们费力统计当时舰船主辅动力时,一直弄不出准确数字。那时的舰船太杂太破烂了,来自英美德日法等许多国家,有些动力连牌号都没有,甚至说不清气缸直径和活塞行程。各种类型的动力机械大约有 350 种(其中内燃主机 140 多种,内燃辅机 130 多种)。舰船航速一般都在 8kn 左右,有些甚至不能保证正常航行。这些老爷货,年久失修,磨损严重,没有配件来源,也没有图纸资料,等机器拆开了,拿损坏的零部件当样品进行仿制,因此千方百计组织配件制造,成了当时的重要任务之一。先是组织船厂干,后来推向其他专业工厂,1952 年海军与工业部一起组织了一个配件试造委员会,进行有计划的测绘仿制,陆续试制生产了几百种配件,供应紧张状况才逐渐缓和。

在抓老旧舰船修理的同时,海军早就制定了发展新型舰艇的计划,并努力促其实现。1952 年 4 月以肖劲光、罗舜初为首的海军代表团去苏联商谈几种新型舰艇及其主要设备在中国生产的问题,第二年六月达成政府间协定。不久,在苏联专家的帮助下,五种新型舰艇在我国六个船厂进行转让制造,大大提高了我国舰艇设计和制造工艺水平。1954 年,海军报请国家建设一系列的配套工厂。从 1955 年开始,国家计委陆续批准把这些配套厂列入建设计划。但是海军十分重视的两个柴油机厂的建设却很不顺利,争论激烈。苏联专家说,为保证产品质量,必须采用一定数量的专用机床,为发挥其效益,必须有一定数量的生产纲领。有人提出,海军要不了这么多,可缓建或不建,或先临时搞个车间。争论结果,决定把高速柴油机厂建成一个只是加工主要零部件的总装厂,锻、铸、冲压等毛坯件及燃油系统设备等全由外厂协作;而中速柴油机厂则是一个军民通用的工厂(舰艇动力和机车动力),具有较大的铸锻能力。这样有利于工厂专业化的发展。建厂方案定下来了,但国家一时拿不出那么多钱建设这两个厂。经海军报请军委批准,从 1957 年起,三年内海军共抽出 9000 万元,支援这两个厂的建设。

1958 年 10 月,以海军政委苏振华为首的中国政府代表团再去莫斯科商谈引进导弹舰艇及主要武器装备技术图纸和制造特许权事宜,其中舰艇动力有:M503,M504,M50 $\times$ TK、40Д 型柴油机,M-1 型燃气轮机和 TB-8 蒸汽动力装置等,为舰艇动力进一步立足于国内和技术发展创造了条件。1959 年 2 月签订协定,第二年被苏联撕毁了,M504 的图纸未能引进。

海军需要的舰艇动力品种很多,要开拓新来源。起初我们试图选用国产现成的动力。最早选用的是宁波动力机厂生产的单缸 8 马力柴油机,用作小炮艇辅机。该机震动很大,甚至影响火炮射击精度。1953 年海军从苏联买到一种新型快艇。罗舜初副司令就与当时一机部黄敬部长商定:停下一条快艇,卸下一套三联辅机 2 Φ 8.5/11 型柴油机、K2-150 型空压机和 KГ5.6 型发电机),海军出钱,黄敬部长以命令形式布置给南昌柴油机厂、杭州通用机器厂和上海电机厂测绘试制。当时大家对苏联装备了解很少,只因用于快艇,故列为“绝密”级。那时的技术水平,仿制此型动力并不轻松,耐久试验屡试屡坏,奋战两年多,到 1955 年开始小批生产。这种产品及其变型以后广泛用作舰艇辅机。紧接着海军从新进口的扫雷艇上拆下一台 ДГ25 型柴油发电机组作仿制样机,柴油机型号是 4 Φ $\frac{10.5}{13}$ 。后来又试制了同系列的 2 缸机和 6 缸机。此系列机先后扩展到全国几十家柴油机厂生产。

1956 年当我们得知国产坦克发动机试制成功,立即请求试制同系列的 3Д12 型船用主机。

由海军请船舶产品设计院测绘。由二机部安排到六三六厂、六一六厂、六一七厂和四一〇厂共同试制。耐久试验也不顺利,减振器多次损坏,甚至打破曲轴箱,在北京工业学院的帮助下,终于解决了问题。1959年开始小批生产,为海军和陆军大量需要的登陆艇解决了主机问题,也有一部分用作护卫艇主机。这是海军战斗舰艇使用国产柴油机的开始。

50年代末期,求新造船厂承担了仿制扫雷艇和猎潜艇9DM型主机的任务,工厂设备条件差,加工曲轴的车床据说还是张之洞时代的,因陋就简,从试制到小批生产。在此基础上建设了四〇六厂,开创了一条土法上马,由土到洋的道路。

1956年国家组织制订1956—1967年科技发展规划,海军派薛宗华副部长率领我们二十多个同志参加。按海军发展方针,规划重点放在潜艇和快艇上,因而动力发展规划是围绕这两种艇进行的。我们的目标是在已经引进或可能引进的基础上再跨一个大台阶;无法引进而我们又必需下决心自力更生搞。那时很少现成的科技情报资料,我们用了很长时间了解各国舰艇动力发展水平和趋势,向国内外专家征询意见,经过反复酝酿,推敲和协调,对快艇和轻型舰艇动力拟了两个课题:4410kW的高速柴油机和4410kW的燃气轮机;对潜艇也拟了两个课题:一是常规动力,水下功率2205kW;二是核动力,有待进一步配套论证。这些规划虽是粗线条的,但明确了目标和正式在国家规划中立了案,是以后行动的依据和动力。从1957年起,我们把这些规划要求与后来陆续建立的研究单位商讨,形成了后来的“K59”、“401”和“1065”的基本战术技术要求。1958年海军组建造船、兵器等5个研究所,后又成立海军科学技术研究部。这一年还由薛宗华同志负责组建“07办公室”,对核潜艇搞方案论证;1959年毛主席批示:“核潜艇,一万年也要搞出来”。进一步确定了这个大课题。以后虽然经历了许多艰难曲折,由于参与这些课题研究的同志长期百折不挠的努力,大部分研制任务终于能够实现。

50年代是我国从长期战乱走向和平建设的十年,百废待举,人财物奇缺。然而在这短短的十年中,海军装备建设的的确确取得了历史性的突破。这期间尽管国产动力供应不多,但立足国内生产和科研的大框架已经树立起来了。海军装备的奠基人罗舜初同志,曾经预言一定能迅速改变旧中国造船业的面貌,正在逐步成为现实。

四、早期仿制苏联舰艇柴油机的归口联系

沈岳瑞 王云祥

我国大功率柴油机制造工业在建国前是空白。抗战时自瑞士引进VD—25(6250),在昆明机器厂试制成功,是我国最早的尝试,但未能成批生产。抗战后期美国大批登陆艇在胜利后留在沿海及长江,担任军民运输任务,其所用主机都是柴油机。在运用和修理这些柴油机中培养了一批柴油机专业人员,在早期我国发展柴油机制造工业中起了一定的作用。

在建国初期,我国虽然测绘试制成功了一些中小型柴油机,并进行一定批量生产,但大规模正规生产船用柴油机,则始于50年代末期仿苏各种机型,无论从生产规模,各种机型的技术水平都是空前的。

我(沈岳瑞)当时是船舶产品设计院四室的主任。四室是归口联系苏联转让制造项目中船

用机电设备在国内的仿制,还包括标准化工作,除动力外,相当于苏联的四院。四院是苏联的船舶标准化院,当时苏联派来我国负责标准化和船用机电设备的首席专家是塔盖也夫。塔盖也夫是当时苏联四院的院长,在华期间和我们合作得很好,也提供了不少有关资料,对建立我国船舶工业标准化工作提供了不少有益的建议。

苏联制造的大功率柴油机由于作为舰艇主机,其发展得到苏共中央的关怀,与苏联海军同步增长,因此是有一定水平的。

早期这些柴油机在我国生产都是在中央有关领导的直接关怀下纳入国家计划,因此发展较快。当时四室是技术归口单位,几种主要机型的图纸资料翻译复制、专家接待、技术联系都由四室负责。

根据《二四协定》转让制造的大功率柴油机有:M503及M504高速柴油机,40Д中速柴油机,M50Д-TK高速柴油机。

上述主机部分按协定来华专家有M50Д-3及M50ДTK主机制造及试验组织安装专家一人,1959年3季度到达,在华1-5年;40Д总设计师主任设计专家1人,59年4季度到达,在华2年;M503柴油机主任设计师1人,59年4季度到达,在华2年。

在执行协定工作中,四室采取了以下两项原则:

1. 凡在九局范围以外的兄弟工业部门能担负试制及生产者尽可能交给该部门试制及生产,翻译复制工作同样移交。

2. 能在九局所属工厂(包括下放厂)内试制及生产者由产品设计院及船舶科学研究所担负翻译复制及图纸供应。

在执行协议过程中有以下情况:

1. M503及M504型柴油机上上级指定由四〇七厂负责试制,资料及图纸的翻译复制工作原则上应由该厂负责。但由于四〇七厂已派遣设计人员参加四室工作,而且该室自行设计的K59型复合式高速柴油机也将在四〇七厂试造,估计技术设计将于59年9月底完成,因此,M503及M504图纸到达后仍由四室负担翻译复制工作。

2. M50ДTK图纸与四〇七厂还试造的M50Д-3型基本相同,因此建议M50ДTK图纸到后直接移交给四〇七厂翻译复制,专家也出差到该厂工作。

3. 40Д柴油机根据文件规定由四〇八厂试制,但程望局长在沪时曾与求新及新中两厂商谈试制,我们意见是:如该型机器需量不多(每年20~30台以内)则可交给新中动力机厂试制。求新造船厂目前正在试制9ДМ及18Д型机,连同该厂原生产的6187型柴油机,以其规模而言,再生产40Д则型号太多,而新中目前只生产一种6350型柴油机,可充分利用其技术力量生产新的机型。如在四〇八厂试制,则翻译复制工作由该厂负担,若在新中或求新试制则由四室负担翻译复制工作。

4. 根据“一五”转让制造的经验,非造船厂图纸由局转发后未通知四室,而生产中发生问题承制厂找到四室,四室往往措手不及或图纸查不到去处的现象。为此在这次转让制造工作中凡交给非造船厂则希望有专人负责,必须登记,并通知四室发放去处及日期,如图纸经由设计院发放,则由院负责登记。

四室生产协作科(局工作组)负责办理委托试制手续,同时通知四室有关专业人员代局负责技术联系,试制完成后由协作科代表局参加鉴定工作。所有翻译复制主机图纸都要复印一份给四室。

所有主机方面的专家均由院统筹办理专家工作式。转移到工厂工作的专家也由院介绍到有关工厂。

正当我方按上述布置正常实施时,苏联采取突然袭击的作法,单方撕毁协议,并于1960年8月撤离全部专家,协议中规定的M504型机未能按协议移交,M503型机的资料也未到齐,致使我方蒙受很大困难。但是在自力更生方针指引下,由于领导的重视和从事第一线工作人员的努力,转让制造工作还是坚持下来了。

五、M50 $\varnothing$ -3型柴油机的试制和发展

张用晦 贾身杰

1956年国家筹建第一个船用高速柴油机厂(四〇七厂),第一机械工业部第四局委托济南柴油机厂成立M50 $\varnothing$ -3柴油机技术准备组。从上海柴油机厂和济南柴油机厂调来十余名技术人员。我(张用晦)作为济南柴油机厂的副总工程师受命兼管准备组工作。该组设在简陋的平房里,有一份外文图纸和一台进口M50 $\varnothing$ -3样机。十位年轻的技术工作者发奋图强,猛攻俄文,自己动手搞起一个简易试验台。开动样机(只开空转),结合实践消化资料,同时赴上海求新造船厂实地考察艇装进口M50 $\varnothing$ -3柴油机的实用情况。从历史发展过程来看,当时技术准备组实为四〇七厂设计科和产品研究所的雏型。

1958年春天,从各兄弟厂抽调支援新厂的技术人员接连不断地到达洛阳。四〇七厂相继建立了设计科、工艺科、基建设计科和机动科等技术部门。翻译图纸、消化资料进入高潮。同时将一台进口样机解体,就近放在楼下,随时观察对比和进行必要的测量。

苏联专家58年到洛阳,印象最深的是专家到厂后第一次请教,我们集中了一百余项图纸问题逐一询问。刚谈了几项问题,专家感到愕然,他不作答复,只要求将所有问题逐项笔译出来,随后他将这些提出来的问题报给列宁格勒工厂。该厂专门出了一期产品图纸更改通报。这说明虽然国外生产多年的图纸,也会存在不少问题,例如曲轴的通油孔方向开错、产品图纸与工艺规程不完全一致等。

1959年~1960年试制工作紧张地进行着。在五十年代我国工业都在起步阶段。当时生产高速轻型大功率柴油机相当困难,不仅是对高速机本身缺乏经验,即使是与之相配的电机仪表也均须有关兄弟工厂同步试制。1960年,苏联政府单方撕毁协议,国外支援断绝了,要靠国内的年轻专家搞出完全国产化的样机。时值自然灾害严重,食物不足,职工下班后要马上肩荷锄头去种小片荒地,这对于试制工作也不无影响。大量的工卡量具自制不暇,尤其是齿轮花键复杂刀具还靠外厂支援,虽然困难重重,而我们仍然坚持老实仿制,确保质量,实事求是,好中求快,一丝不苟。1961年11月第一台试制样机通过试车考核全面合格。

为了考验柴油机的使用可靠性和耐久性,工厂进行了多次耐久试车。从五十年代开始的400h,到70年代的1500h连续运转,试验次数不胜枚举,试验中出现过很多次事故,现将我印象较深的几次回忆如下:

1. 凸轮轴折断——第一台耐久试车用柴油机,编号1102-61- $\varnothing$ 3,当运转到58h,在

1600r/min, 667kW 的负荷下, 突然自动停车。检查发现右列的排气凸轮轴第二档油孔处折断。经磁性检查发现该凸轮轴发裂严重, 开始总认为是材质不良造成的事故, 再仔细检查, 发现在第二档凸轮轴轴承座下面误放了一个垫圈。我们加强了装配工艺纪律, 再未发生类似问题。

2. 阀座脱落——在一次耐久试车过程中, 突然发动机冒黑烟, 马力急剧下降, 试车人员正欲减速停车以查究竟。忽然黑烟消失, 马力返升, 一切又恢复正常, 令人莫解。但是如上险情间隔出现数次。分解检查时, 发现个别阀座(镶嵌在铝合金气缸头上的青铜座)有问题。它虽然仍座落在镶嵌槽内, 开车期间, 热膨胀引起它松脱出来, 随气阀面跳动一阵子, 又恢复原位。后将全部阀座镶嵌工序作了改进, 乃得以解决。

3. 水泵体铸件水道中的砂子和铝屑清理不净。在石墨密封圈高速旋转的离心力作用下, 将水泵体击穿。在其它耐久试车中即使未被击穿者, 但也出现被磨损的环槽。注意铸件清理工序之后也就消声匿迹了。

4. 海军战士在实用中, 对主机有“前怕狼, 后怕虎”之说。“前狼”是指增压器传动花键轴易断。“后虎”是指离合器换向时易响。我们将花键轴适当增加强度; 由氮化改为渗碳, 提高芯部强度, 注意圆角加工, 类似问题未再发生。1968年, 我们两个会同其它技术工作者, 深入车间, 花了一个半月的时间, 采取了一系列措施和改进, 经过多次实地试验, 彻底消除了响声。

M50 $\varnothing$ -3型柴油机国产化后, 根据我国发动机编号规则改称轻12V180型柴油机。

轻12V180型柴油机怎样提高单机总功率, 以满足海军加大舰艇排水量和加快航速的要求, 相应对策有三: 一是提高单缸功率, 二是增多缸数, 三是将机械增压改为废气涡轮增压加中间冷却器。首先要从单缸机进一步摸清其性能, 着手改进和提高。1970年自行设计和制造的180单缸机, 通过加大油泵柱塞直径和喷孔直径, 使单缸功率提高到147kW, 排温670℃, 油耗降到226g/kW·h, 取得了初步成效。

1971年底在单缸机成功的基础上, 设计和试制出48缸的48-180型柴油机。但在试车过程中, 当功率达到4888kW时, 增压器发生喘振现象。其它性能问题也逐渐暴露出来。加之当时所用减速器传动功率能力不足, 所以后来改试24缸的24-180型柴油机。通过改进扩压器高度, 减小喷咀环面积, 解决了喘振问题。相继又解决了排温过高等关键, 终于在1977年6月达到单机功率2940kW(4000马力), 排温670℃, 各缸温差45℃。示功图趋于正常, 性能过关, 获河南省重大科技成果奖。由于种种原因, 未能投产, 只作为技术储备。

轻12-180ZL型柴油机的研制, 主要是采用废气涡轮增压加中冷, 并解决了连杆折断、增压器打坏、机内进水等一系列问题; 提高了固定件强度; 更换加大的喷咀环和改进进气系统; 单机功率达到1029kW, 各工况耗油均比原机降低20~30%。达到了世界同类机型的先进水平。1987年通过船舶工业总公司的鉴定。

三十年来, 我们对轻12V180型柴油机发展做了大量工作, 改进和提高了结构与性能, 采用了废气涡轮增压和中冷。

由于该机重量轻、体积小、功率大、防磁性能好、使用可靠和价格低, 很受用户欢迎。现已广泛用于快艇、鱼雷艇、扫雷艇、水翼艇、交通艇、缉私艇、喷水船、气垫船、气垫平台以及发电机组各个方面, 得到很高的评价。

六、研制菱形 110 型对置活塞式柴油机的回忆

唐后启

1958 年在上海海军船舶修造厂(当时简称海军一〇一厂、即现在的四八〇五厂),由哈尔滨军事工程学院海军工程系舰艇内燃机及其动力装置专业教研室的师生一行约 30 人,在该厂的赵厂长大力支持下,选派了以韩进德工程师为首的工厂技术骨干共同组成了作为“032”小型潜艇主机的菱形 110 型对置活塞式高速大功率柴油机研制班子。

由于工厂的条件所限,我们的设计室设在该厂暂时不用的放样楼内,用板块和一些破烂桌子撑起来作为图桌。居住在师生号称的“上海大厦”内,实际上是自己动手在该厂一个低洼积水的棚棚中,先填上土,再用煤渣垫高,然后放上双人床,师生共居一室,朝夕相处,其乐融融。

1960 年仲夏的一天下午,单缸直立式试验机终于在试验台上安装就绪。下午三时许,发动机在无机故障的情况下运转起来了,在场的每个人的面孔无不流露出会心的微笑。

然而,就在这次试车时,发动机在空车暖机后,准备停车再次起动机时,不料发动机在断油后,不但不停,反而自动地飞向更高的转速 $2000\sim 2600\text{r/min}$ 。通过分析研究,终于发现,发生这种现象的基本原因就是滑油在特定的条件下参与了燃烧。于是采取了以下四条措施:

- (1) 尽量将上曲轴箱内的滑油快速地导入下曲轴箱;
- (2) 改变燃油凸轮的形线;
- (3) 通过改变刮油环的位置将集聚在气缸四周倾斜扫气口处的滑油,在活塞尚未打开扫气口前就导走;
- (4) 较长时间地进行活塞组与气缸套的磨合。通过以上措施,发动机的滑油耗量大幅度下降,从此发动机才操纵自如,各项试验研究工作才得以顺利进行。

在克服了滑油参与燃烧现象之后,接着又出现排气冒黑烟,油耗很大,排气管常出现再次燃烧爆炸的现象。后通过对喷油咀在试验台上的单项试验,发现原来想当然地对喷雾扇面的理解是错误的。在正确地安装喷油咀的位置,并对喷油咀的结构进行了一些改进后,缸内混合气的形成得到了显著的改进,排气冒黑烟的现象大大减轻,油耗也随之大幅度下降。总之,自从单缸和单排菱形试验机问世之后,克服了重重困难,最后终于基本上达到了设计指标,为多缸整机研制提供了可靠的依据。

由于该机型在我国当时的条件下取得这样的成果,尚属首创,为此颇受上级领导和国内同行的重视,有些单位还派人来学习和了解情况。

1961 年春,海军副司令赵启民曾在上海东海舰队招待所召集有关人员,听取了该机型研制成果的汇报,并商讨为该型机专门成立一个研究室的问题。

1961 年秋,经工厂领导的引荐,据说是一个来自东海舰队的苏联顾问,要来了解该型机的研制情况,并要我作介绍。当我介绍到该机信号警报系统中的滑油压力警报器比苏联 37Д 型潜艇发动机上采用的同样设备要小巧可靠时,引起了他的兴趣,他要我把图纸复制一份给他。我说,图纸资料是保密的,我无权决定,请通过东海舰队领导机关的正式公函来索取。后来我们也没有收到正式公函,此事也就不了了之。

直至 1962 年底约已加工完成多缸整机零部件的 80%，很快即可对多缸整机进行组装试验时，由于“032”小型潜艇下马，菱形 110 型对置活塞式柴油机的研制工作也随之夭折。

（本文作者为原哈尔滨军事工程学院讲师、课题负责人）

七、四三七厂试制 40Д 型柴油机的回忆

花 玠 如

40Д 型柴油机是苏联根据《二四协定》转让给我国制造的四型舰艇柴油机之一。1961 年第一机械工业部九局确定由四三七厂试制 2 台，并要求试制后尽快转入小批生产，具有年产 18 台的能力，全部零件应国产化，一切立足于国内。

当时四三七厂生产柴油机的历史很短，不足 4 年，况且其产品是加工精度要求不很高的大功率低速机，生产方式是单个生产。在分析消化 40Д 的图纸资料后，发现在工艺水平、加工设备及生产管理等方面均不适应 40Д 型柴油机的小批生产。为完成上级下达的试制和生产任务，经研究后，决定采取下列措施：

1. 成立造机技术科，指定我为副科长，全面负责 40Д 型柴油机的试制工作。
2. 增添必要的精密机床及设备；对机加工、工具、热处理、表面处理和装配车间以及计量室等部门进行改造。同时对原有机床的精度进行普查，不合格者积极修复。
3. 组织技术人员学习和消化 40Д 柴油机的图纸资料，讨论研究工艺难题，并提出解决办法。有些专题，如精密齿轮加工，过去四三七厂缺乏经验，乃指定专人负责，从消化产品图纸和工艺资料，到选定机床、调整机床、编订工艺，进行工艺试验以及指导生产等。又如关于图纸资料中所引用的苏联标准如何转化为我国标准的问题，指定了两人专门研究。外购件和外协件也指定专人消化资料、市场调查直至订货或委托试制等负责到底。
4. 从图纸资料的翻译、图纸审查、工艺试验、工夹具设计、工艺验证、组织生产及质量控制等一系列技术工作予以规范化，完整技术管理制度，以建立适合小批生产大功率中速柴油机的生产秩序和管理水平。

从 1962 年开始，认真执行上述措施，按试制计划进行，终于 1965 年完成样机的制造，1966 年通过部级鉴定。由于执行了必须待工艺验证合格后再加工零件的原则，在整个试制过程中未发生较大的零件报废和质量事故。

由于情况变化，1965 年上级指示四三七厂在完成 2 台试制任务后，转给 408 厂继续小批生产。因此，四三七厂陆续将全部资料、工夹具、大型工艺装备、木模、毛坯、半成品及多余零部件全部移交给四〇八厂。

虽然四三七厂花费大量人力、物力和财力试制 40Д 型柴油机而未正式生产，但通过试制使四三七厂具备了小批生产大功率中速柴油机的能力，为研制 VE390 系列和仿制 PC2—5 系列中速柴油机奠定了基础。

八、舰艇柴油机及其配套件 专业化生产的组织与实施

刘 齐 键

1963年9月,我被分到新成立的第六机械工业部二局,直至1984年在中国船舶工业总公司生产管理部工作期间,一直从事船用柴油机的生产技术管理。在此期间有三年多的时间从事四川三线厂建设中的生产技术准备管理,1978年以后主管过引进产品。

我回忆,从60年代初期到80年代用战斗舰艇主机的柴油机生产了如下主要品种:即轻12V180、轻42—160、6E390C、12VE230ZC、8300ZC、12VE390ZC和18VE390ZC等型。1978年以后,我国引进了法国的PC型中速机和PA6型高速机,也曾生产装于训练舰等军辅船上。

上述机型至今仍为我国舰艇的主要动力。除12VE390ZC和18VE390ZC两型外,其余均为苏联在50年代转让制造的产品。近三十年来,苏联对这些产品已多次更新换代,而我国仿制后,虽然也有一些改进,但远远赶不上国际水平的先进,与现代先进产品相比,其技术性能相当落后。另一方面,这些仿制产品在我国一直停留在舰艇专用,既未发展民用变型,亦未形成适用范围较广的系列。由于产品单一,致使生产批量有限,高速柴油机虽已建厂成批生产。年产量亦仅150~200台,中速机则更少,多在50台以下。

50年代末至60年代初,这些产品的图纸从苏联交给我国后,即开始生产组织工作。在苏联有偿援建的156项重点工程中,列有两项舰艇柴油机制造厂的建设,即四〇七和四〇八厂。

在四〇八厂的原生产纲领中,除6E390C型潜艇柴油机外,还有2A100型机车柴油机。这种军民结合的建厂纲领构思是比较好的,使生产设备得以充分利用。该厂的工种也是比较齐全的,包括冷、热加工、装配、试验及高压油泵油咀制造,还有专门的冷却器生产车间,可算是“大而全”。厂建成后,60年代中期就将机车用柴油机转给铁道部生产。从此四〇八厂变成潜艇主机的专业生产厂。致使后来战略转移,军品生产减少。该厂一直处于任务不足的局面。后将350系列中速机转该厂生产。70年代末又生产从法国引进的PA6和PC2—5以及从日本引进的大发电机。

四〇八厂在生产6E390C型机时,零部件的国产化也有一个过程,试制的初期需从苏联进口部份零部件,如排气阀传动齿轮等。后在国家和六机部有关部门的协助下逐步在国内建了原材料、外协件及配套件的定点供应网,其中曲轴锻件及其初加工开始定点在太原钢铁厂供应,后由六机部的武汉重型锻造厂供应。

四〇七厂建设比较完整,但一期设计中毛坯、冲压件和高压油泵油咀都由六一七、六一六厂协作供应。原二期扩建工程中,计划轻42—160型机所需的毛坯、冲压件和高压油泵、油咀都由四〇七厂自行生产。后按当时国防工业办公室的意见,把模锻件、冲压件及平锻件安排在洛阳拖拉机厂和洛阳轴承厂协作供应,只有铝锻件、高压油泵油咀和废气涡轮增压器由四〇七厂扩建车间自行解决。后来因为动叶片的锻造工艺要求高,洛阳拖拉机厂不能保证质量要求,不得不改由航空厂协作。四〇七厂为轻12V180和轻42—160型机作了大量的生产技术准备工作,由于当时该厂设备条件的限制,为了保证加工质量,制造了上万套的专用工艺装备;并与国内有关单位联系,安排定点供应原材料、毛坯和协作配套件,包括由沈阳炮弹厂供应缸套毛坯。

在轻 12V180 型的试制过程中进行了严格的工艺验证定型工作。主要工序实行了定工序、定设备、定操作人员的管理,为轻 12V180 型机批生产质量稳定打下了良好的基础。但是当轻 42—160 型机进行试制时,正赶上“文化大革命”,这方面的工作受到了极大的干扰和破坏,从目前的要求来看,当时轻 12V180 型的工艺试制定型质量管理还没有能达到全面质量管理在工序过程中能预先控制质量问题发生的水平。

8300ZC 型机开始安排在求新造船厂的柴油机车间生产,机身铸件和连杆锻件由江南造船厂协作。1965 年,该车间和四〇九厂生产 350 系列柴油机的部分一并迁往四川武隆,成立四〇六厂,于是 8300ZC 型机亦改由四〇六厂生产。十一届三中全会以后,由于四〇六厂交通不便,协作困难,生产力难于充分发挥,加之新建成的四〇三厂虽有较好的设备而缺少技术骨干和老工人,经六机部领导决定四〇六厂和四〇三厂合并,在合并后 8300ZC 型机亦由四〇三厂生产。

12VE230ZC 型机的生产安排几经曲折,先打算在四〇八厂试制。1959 年 3 月正式列入四三九厂的计划,转移的原因不能说和强调四〇八厂是专门的潜艇主机厂无关。后因四三九厂已试制了 8300ZC 型机,无力承担,乃转移到沪东造船厂试制。试制成功后,由于生产能力所限,不能满足“037”型艇建造的需要,于是定点在上海汽轮机厂生产。1965 年中期,大规模进行三线建设,在四川江津、永川等地兴建了第二高速柴油机厂(四〇五厂)和一批专业化的柴油机配套件生产厂。当时四〇五厂的纲领产品是正在研制的 K59,由于 K59 的研制进度落后于工厂的建设速度,于是第九设计院建议四〇五厂转产 12VE230ZC 型柴油机,既能批量生产满足“037”型艇的配套需要,又解决了工厂的生产问题。这个建议被六机部领导采纳,从设计上对原配备的设备作了调整,以适应 12VE230ZC 型机生产的需要。从此 12VE230ZC 型柴油机同时由上海汽轮机厂和四〇五厂生产。

关于配套件的专业化生产问题,1965 年以后开始引起重视,一方面在三线建设一系列配套件专业生产厂直属六机部,另一方面在地方企业中发展专业化生产配套件的归口厂。在三线建设的直属厂有:增压器厂、齿轮厂、油泵油咀调速器厂、易损件和泵厂、专用工装厂、重型铸造厂等。当时这一套厂的纲领产品主要是为四〇五厂和四〇六厂生产的柴油机配套。而建成后,则面向各个船用柴油机制造厂。

十一届三中全会以后,随着生产的需要,某些关键设备得到了相应的技术改造,齿轮箱厂和增压器厂分别引进了西德和瑞士的产品,配套对象逐渐扩大,现在推广到铁道、交通、水产、建材等部门,经济效益逐年增长,发挥了专业化厂的效果。专用工装厂的设置实践证明是不成功的,各厂试制时急需供应专用工装矛盾很集中,该厂不能及时供应,各厂纷纷设法自制或另找协作,后来专用工装厂很长一段时间没任务,除批量生产组合夹具外,只好另找别的产品生产。重型铸造厂的生产纲领主要是为六机部在四川的各厂供应毛坯并为四〇七厂供应模锻件,但由于四〇六厂迁并于宜昌四〇三厂,大铸件车间任务骤减。四〇七厂的模锻件也未全部转来,仅锻造了个别紧缺件,如连杆。因此重型铸锻厂任务不足,现已转产散车。

从地方企业中发展配套件专业生产厂的工作是 70 年代开始的,1975 年六机部决定对江苏南通航海机械厂投资扩建成船用柴油机滤清器专业化配套厂,后又确定湖北大冶船用辅机厂和江苏泰州光明机器厂为中冷器定点生产厂并给予适当投资。另一归口厂为江苏无锡减震器厂,专门生产橡胶减震器和弹性联轴节。此外,尚有调温器、遥控装置等专业生产厂。这些厂为舰船柴油机的配套作出了一定的贡献,近年来这些厂引进了国外先进技术,为引进机配套,

提高了生产引进机的国产化程度。

虽然配套件的专业化生产已初具规模,而零部件的专业化生产仍未发展,柴油机的主要零部件基本上均由各造机厂自行制造,仅有少量的厂际之间协作。这样的生产方式产量难以扩大,从而制造成本不易下降,质量也不易提高。

九、1065 型柴油机的研制

郑 守 智

1960年初,上级机关下达了1065型柴油机设计技术任务书,要求设计一种适合潜艇用的柴油机,其水下功率为2205kW,并考虑其变型可在水面舰艇上使用,形成系列后功率可达4410kW。

参加方案设计的有四〇八厂、高等院校和研究所。工厂接到任务书后,由设计科张宣诚科长领导,开始只有我一个技术员参加,协助科长估算性能参数,确定结构尺寸,画总图。后来又增加了两位技术员,进行主要部件分析计算、编写设计说明书和方案论证资料。

在第二次世界大战结束后,大多数欧洲潜艇制造国已改变第二次世界大战期间采用直接传动的中速柴油机,开始采用高速柴油机带齿轮箱或电力推进,因此张宣诚决定,柴油机的缸径选取270mm,行程选取300mm,转速定为900r/min,平均有效压力为1.45MPa。从耗气量和耗油量,以及潜艇的适应性方面考虑,决定选用四冲程V型柴油机,并可向高增压发展,形成系列产品。

1960年3月,西安交通大学动力机械系内燃机教研室的何新楷教师带领毕业实习学生12人,来厂共同参加方案设计。后又提出气缸呈U型布置的方案,该方案除尺寸重量有增加外,其他性能参数与V型相同,当时搞U型方案的因素之一就是受苏联新型潜艇柴油机Д43的影响,该机就是这种结构,V型和U型都选取12缸机。

为了在方案设计审查时有竞争能力,方案力求做得完善。在解决水下纯涡轮增压方面的困难时,曾考虑采用复合式增压方式,并考虑了水下高背压时增压器的密封性等问题。

方案设计审查会于1960年6月10日至18日在西安人民大厦召开。会议由海军一所夏桐所长主持。当时主要有两个方案比较,一个是西安交通大学和四〇八厂提出的缸径270mm,行程300mm,转速为900r/min的12V方案;另一个是上海交通大学和船舶产品设计院提出的缸径300mm,行程380mm,转速为675r/min的12U方案。会议决定选取300mm/380mm的12缸U形方案进行施工设计。

1960年7月在四〇八厂,由上海交通大学,船舶产品设计院四室,哈尔滨军事工程学院,海军一所及西安交通大学等单位的20位同志组成联合设计室,成立了四〇八厂第二设计科。由四〇八厂设计科科长张宣诚、船舶产品设计室章文华和海军一所沈永祥三人负责领导设计工作。我编在运动件组,由上海交通大学张晓男任组长,领导我和吴邦泉,开始运动件的设计和计算工作。

后来人员略有增减。这一时期正值国家困难时期,物资供应奇缺。设计室全体同志在生活

上极其困难的情况下,坚持日夜兼程,按时完成了设计任务,表现了很高的觉悟和饱满的工作热情。

1961年4月,设计室完成了单机试验机图纸设计。由于四〇八厂处于基建初期,工厂不具备生产条件,上级决定,单缸试验机制造由上海求新造船厂完成。设计室派孙宝壮负责单缸试验机的制造服务,在单缸试验机制造过程中,得到了求新造船厂总工程师李在新的大力支持和帮助。

1065柴油机由于很多客观原因停留在设计阶段。没有形成产品。但通过一年多的实践证明,组成联合设计室是当前完成某项任务的切实可行的好办法。通过1065型柴油机设计,培养和锻炼了技术队伍。

十、3缸试验机在研制 9EDZ43/67A 型 柴油机中的作用

沈维安

65型护卫舰主机 9EDZ43/67A 是在 6EDZ43/67 型柴油机的基础上设计的。设计时充分吸收了 3 缸试验机(3EDZ43/67)的试验成果。现将排气凸轮攻关和增压系统改进试验简况回忆如下:

由于在研制 6EDZ43/67 型柴油机时出现排气凸轮损坏。1961 年初乃组织小组进行攻关。我担任组长。经分析,导致排气凸轮下降边裂碎的原因主要是由于排气阀弹簧克服不了气阀机构的负惯性力,致使滚轮脱离凸轮并敲击凸轮下降边而被敲坏。因此,首先要解决弹簧和托盘机构中的问题,这属于弹簧攻关组的任务。对于排气凸轮本身,攻关小组对排气凸轮形状在设计上作了改进:(1)把下降边由切线改为凸弧型,以减小负的加速度,防止滚轮脱离;(2)针对上升边,则采取了完全相反的措施,把切线改为凹弧型,目的是加快气阀开启,减少初排气节流膨胀损失,企图提高增压柴油机性能。排气凸轮攻关改进的试验是在 3 缸试验机上进行的。

在 3 缸试验机上,发现涡轮增压器压气机的直叶型扩压器的叶片过于稠密,以及气流与叶片有脱离和阻塞现象。因而首先把扩压器等厚度的直叶片改为圆弧形,叶数由 45 减为 23,进口角由 18° 增至 21° 。由于没有增压器试验台,则利用仓库积压的四台小高炉鼓风机并联,再串一台大风量低压头的风机做为 3 缸试验机的风源,柴油机排气仍推动涡轮,压气机出口接上测量管道和仪表,通过改变柴油机工况和调节压气机输出,测得压气机特性曲线。扩压器改进后,压气机的特性场整个向大流量转移。同一转速增压比升高,且曲线变得平坦,压气机效率提高了。为适应改变的扩压器和排气凸轮,涡轮喷嘴截面也由 135cm^2 改为 156cm^2 ,则 3EDZ43/67 的性能获得明显改进,排温下降 30°C ,功率提高 11%,达到 736kW。1962 年,再把压气机出口至空气冷却器间的管段放长,以良好的扩压使压气机出口的气流动能有效地转化为压力能;同时放大空气冷却器,减少流阻损失和提高冷却效果。使 3EDZ43/67 功率再提高 10%,达到 809kW,排温尚有潜力。以上改进是决定 9EDZ43/67A 为 2427kW 的设计基础。

鉴于在功率方面尚有潜力,乃于 1964 年在 3 缸试验机上进行进一步提高功率的试验。新

的 DZ340 增压器压气蜗壳由方形截面改为椭圆形,并将涡轮喷嘴截面积放大到 177cm^2 。试验结果在 280r/min 985kW 时,排气温度并未升高。这样 9EDZ43/67A 型柴油机有可能达到 2942kW 。1965 年 9 月根据六机部(65)六技字 398 号文,在第三台 9EDZ43/67A 型机上组织了提高功率试验。在 280r/min , 2942kW 工况下运转了 11h。试验结果表明柴油机在热力性能方面尚有潜力,但结构上存在薄弱环节。

1965 年为进一步提高功率,改进的核心仍然是 DZ340 增压器:(1)把钢锻件铣制叶片前部热弯成圆弧形的整体压气机叶轮改为导风轮和压气叶轮两件,精密铸造的抛物线型导风轮和锻件铣制的压气叶轮,叶轮外径由 340mm 改为 390mm ;(2)重新设计扩压器、压气机内壳与新子午面相配。1966 年 6 月制成后,在 3EDZ43/67 试验机上只进行了初步调试,转速 250r/min 、功率达 1044kW 。因工厂转入研制 VE390 型柴油机而停止此项试验研究,但也为 390 柴油机增压器压气机研制提供了经验。以上试验研究改进工作是以四三七厂柴油机车间单缸试验站为主进行的,其成果也直接用于 ESDZ43/82 系列柴油机。

(本文作者为原 437 厂排气凸轮攻关小组和单缸试验站扫气增压小组组长)

十一、新中动力机厂试制和生产 4105 型柴油机的回忆

李 晋 淦

新中动力机厂根据苏联 4Ч10.5/13 型柴油机的制造供应技术条件,南昌柴油机厂的 1962 年图纸,苏联 1959 年出厂的柴油机实物以及海军监造部所提出的修改意见,并结合东海舰队、一〇一厂等单位所提供的实际使用情况,进行了部分修改设计。于 1963 年 1 月开始试制 4105 型柴油机。

产品图纸经原三机部九局和海军装备订货部(63)九二生密字第 1167/81 号和(63)装订四字 1273 号文联合批准。

4105 型柴油机为 4 缸,缸径 105mm ,额定功率 29.4kW (40 马力),额定转速 1500r/min 、燃油消耗率不大于 $286\text{g/kW}\cdot\text{h}$,总重量 600kg 。该机主要用作舰艇电站。

由于当时时间比较仓促,工艺的原则是抓住主要零件的质量来保证达到设计性能的要求,因此仅对曲轴、连杆编制了工序卡片,其它零件均编制过程卡,专用工装也考虑得较少,制造了 219 套,工装系数为 $219 \div 571 = 0.4$ (以自身机械加工件来计算)。第一台样机于 1963 年 12 月全部制造装配完成、动车。1964 年 2 月和 6 月分别完成了性能试验和 1500h 耐久试验。

遵照第六机械工业部二局(64)二密字第 05 号文指示于 1964 年 2 月成立 4105 型柴油机的鉴定委员会,1964 年 7 月通过了样机鉴定。鉴定委员会认为工厂所试制的 4105 型柴油机各项性能指标已达到技术任务书的要求,并基本上具备了生产条件,同意工厂转入小批试生产,交付使用。

为了贯彻军品产品质量第一,经研究在小批生产期间以月产 10 台为目标。为了在确保质量的前提下适当提高劳动生产率,在小批试制前先经工艺整顿,并充实工艺及工装。

4105 型柴油机共 30 个部套,重点整顿 10 个部套,部份整顿 12 个部套,不整顿 8 个部套。对机身、缸套、气缸头、飞轮、高压泵体、轴瓦、进排气阀等主要零件列为重点整顿零件。

经过整顿共增添专用工装 290 套,连同样机试制时专用工装 219 套,共计工装 509 套,工装系数为 0.9。其中主要零件 21 种有专用工装 249 套,工装系数为 11.8。

通过工艺整顿每台节约原材料 16kg,有 62 道工序做到了定人定机。

4105 型柴油机自 1964 年通过鉴定后,1964 年下半年小批试制 5 台,经过工艺验证,1965 年批生产 54 台,1966 年生产 21 台,累计生产 80 台,2352kW,后因工厂转生产其他机型而停止生产。

(本文作者为新中动力机厂原工艺科热加工组组长)

十二、M503A—1 型柴油机的消化

朱炜青

1962 年我从苏联学习回国就分配到七院三一研究所(即七一一所的前身),接受的第一项任务就是消化苏联转让制造的 M503A—1 型高速柴油机。

1963 年初,根据“301”会议的精神,由七一一所和上海交通大学共同组成了 M503A—1 消化研究课题组,我被指定为组长。经过一段时间的酝酿,制定了工作规划,很快得到七院的批准。根据当时可能组织的力量,首先开展了三方面的工作,即反验算,整机试验和生产服务。

反验算的目的是为了摸清设计思想,起到补缺技术文件的作用。这项工作由上海交通大学内燃机教研室进行。在李渤仲、陈大荣等老师的指导下,组织了部分应届毕业生,开展了工作,包括对星型发动机连杆机构的运动学、动力学和主要零部件的强度验算等。记得那时电子计算机还没有普及,唯一能用的运算工具是手摇和电动计算机。参加反算工作的同志在向交大借用的一间闷热的办公室里艰苦地奋战了一个酷暑,最后完成了一套 20 本共千余页的计算报告。

对引进样机进行整机试验,是为了实地考察发动机的性能和结构,由于进口样机数量有限,首制艇需装用三台,而且整机的保险期寿命仅 300h,所以要用一台来进行试验成了件大事。我们向上级保证,运转试验的时间不超过 100h,对试验机的结构不作任何破坏。为了试验,专门建立起一个大功率高速柴油机试验平台,作好各项测试仪表的准备。那时三一所刚建立,从事科研的物质条件很差,需要落实建台用的各种设备、设计测量用的各种专用传感器以及在测功器的选型等问题上曾遇到不少困难。由于技术文件规定对测功器的转动惯量有严格的要求,国产的测功器没有完全合适的,从国外引进又来不及。只好勉强选用中速柴油机用的 D4 型测功器。它的转动惯量过大,而且需要短期超速使用,经分析后采取了一些技术措施,终于调试好了试车台。1964 年 12 月 4 日,正当性能试验在平台上顺利进行时,传来了在试航中的一台主机(苏联提供的)严重损坏的消息。事隔不久,12 月 23 日,同样的情况在我们的平台上也出现了,这样,试验计划被迫中止,试验主机总共运转了 37.25h。

连续两台进口样机出现问题后,海军及六机部领导十分重视,1965 年 10 月成立事故调查

小组,除七一一所和四〇七厂外,尚有海军和六机部的代表以及四三七厂,哈尔滨军事工程学院、大连海军工程学院、上海交通大学等单位参加。

两台发生故障的主机都运往洛阳拆检。暴露的情况是类似的,都有一个缸排的连杆轴承严重烧坏,同时有的活塞已被咬死,几根副连杆被折断或折弯,其余的轴瓦也都有不同程度的磨伤。查明轴瓦故障的原因成为消化研究工作的主要新内容。

M503 是结构十分复杂紧凑的星型 42 缸柴油机。开始对故障原因众说纷云。调查组成员分头到各有关单位去进行调查,特别是到正在生产活塞式星型航空发动机的三三一厂和一二〇厂进行了调查。三机部的经验对我们有很大的启发。为查明情况决定做几项单项试验:即输油泵特性;整机各部油量分配;曲轴各档压降及喷油量的测定等。另外,对滑油品质的怀疑使我们对它发泡问题格外注意。1965 年严冬的一天上午,我们特地来到沪东造船厂的码头平台,观察空车运转时的供油量和油压变化,主机仅开动了 10 多分钟,大量的泡沫就从日用油箱中溢出,循环油量减少而油压仍保持正常。这说明滑油泡沫确实在作怪。后来针对滑油问题向石油部进行咨询,补做了 MK-22 滑油的发泡率试验,以便寻找对策。

一系列试验进行完毕之后,经过分析,发现在原设计的润滑系统中滑油从两端进入主机,前端进入的油首先供给前传动、增压器等,余下的再进入曲轴前端。而从发动机后端进入的滑油,先经定量油泵确保减速齿轮箱的需要,剩下的一点滑油才用来润滑承受着很大负荷的连杆轴瓦,所以轴瓦处于很不利的地位。加上滑油发泡的影响,致使油量短缺而烧轴瓦。内因是油路设计上的先天不足,而外因则是滑油发泡。

经研究针对上述两方面采取了措施,决定在反转离合器壳体的海水泵另侧增加了一个供油泵,单独为其供油,从而使后端进入曲轴的油量增加,同时经试验后决定,向 MK-22 滑油中添加微量甲基硅油抗泡剂。四〇七厂在修复故障机的同时采用了改进措施,修复后的机器经过 300h 耐久试验,证实轴瓦工作可靠。从此,四〇七厂才开始了小批量试制生产。

十三、“八·六”海战中的轻 12V180 型柴油机

韩天聪

轻 12V180 型柴油机是我国 50 年代末期从苏联引进制造的轻型高速大功率柴油机。河南柴油机厂自 60 年代初期开始制造,至 1985 年底已生产了 3000 多台,装备了我国海军大批快艇、护卫艇等。

在 1965 年的“八·六”海战中,人民海军驾驶着以轻 12V180 型柴油机为主机的护卫艇和鱼雷快艇一举击沉国民党海军“剑门”号(排水量 1250t)和“章江”号(排水量 450t)两艘舰艇。

“剑门”号和“章江”号的航速都不超过 20kn。在逼近过程中由原来相距 3.8nmile 拉大到 14nmile 的不利情况下,人民海军护卫艇和鱼雷快艇凭借速度优势进行追击。于 8 月 6 日晨二时许于兄弟岛海域双方接触。经过两次猛烈射击,“剑门”号和“章江”号被迫分开。“剑门”号向东方回避,“章江”号则被四艘护卫艇紧紧咬住。在激战中,护卫艇与敌艇同向运动,从距离 500m 一直打到 100m,“章江”号突然来了个急转弯,朝护卫艇队冲来,企图扰乱护卫艇的攻击

队形,寻隙逃窜。眼看敌我舰艇将会发生碰撞,千钧一发之际,护卫艇立即采取紧急倒车措施。由于轻 12V180 型柴油机具有迅速倒车的反应能力,才避免了护卫艇损坏沉没,保证能继续对“章江”号进行密集火力攻击。最后“章江”号起火爆炸沉没。

“章江”号被击沉后“剑门”号仍在外海徘徊,既不敢来,又不敢去。上级领导见此战机难得,命令护卫艇连续作战,同时另派五艘鱼雷快艇从云澳出击,以 42kn 航速赶往战区,共同作战。护卫艇在逼近“剑门”号 5~7nmile 时,一齐开火,“剑门”号中弹起火,失去还击能力,然后鱼雷快艇赶到,迅速占领有利阵位,在护卫艇掩护下实施鱼雷突击,“剑门”号中雷,很快沉没在东山岛海域。

人民海军艇队在 60 年代所以能取得这次海战胜利,轻 12V180 型柴油机给这些快艇、护卫艇提供了强大的动力是一个非常重要的因素。

轻 12V180 柴油机突出的优点是:体积小、重量轻、功率适中、操纵灵活、管理方便,很受海军舰队欢迎;在环境温度 15℃ 以上时,不需要暖机即可正常起动,在特殊情况下,可在环境温度 5~10℃ 情况下起动,因而缩短了备航时间。

十四、对 M503A—1 型柴油机 损坏事故分析及其改进

龙 叶 初

我国向苏联订购的 M503A—1 型柴油机在一九六二年陆续到货,这批柴油机在装艇使用时和台架试验中,先后连续损坏了三台。为了查明损坏原因,按照上级指示,于 1965 年 10 月以四〇七厂、七一一所为主组成了事故调查小组,参加小组工作的单位还有四三七厂、上海交大、哈尔滨军事工程学院、六机部造机局、海装动力处、大连海军工程学院、七〇一所、海军驻四〇七厂和四三七厂军代表室以及艇队人员。

在已损坏的三台柴油机中,属于第一批到货的有两台(台架试验和艇上使用各一台),另一台是第三批到货的,发生事故时,装艇的机器累计运转约 80h,台架试验的机器约运行 60h。

三台机器拆检时的具体情况:

第一台装艇机的第四星主连杆轴瓦烧坏;第 5、6、7 付连杆已拉断,曲轴轴颈已被磨出凹槽和凹坑,曲柄平面被连杆轴瓦凸边磨出一道沟槽,最深处约 1mm,其余轴瓦均有不同程度的磨损,较严重的铝钎镀层几乎全部磨掉,轻者局部磨损,瓦面露铜,未露铜的瓦面已变黑。有一个活塞的顶部被断了的气阀打成稀泥状。整个第四星活塞的顶部均与缸盖相撞,活塞顶已被撞粗,断了连杆的活塞都被卡在气缸的上部,整个星的进、排气阀阀杆均被撞弯。

台架试验机损坏情况与第一台基本相同,仅副连杆只断了第 7 缸一根,损坏的位置也是第四星,进、排气阀滚轮完好。

另一台装艇机损坏在第六星,副连杆没有断,损坏情况较轻,该星连杆轴瓦已被烧坏,铜合金已全部磨光,其余瓦面已有不同程度磨损,轻者表面有亮带,瓦面变暗色,重者瓦面露铜。此外,第七列缸体第 5 号螺柱被拉断。

为了比较和观察一下损坏规律,还拆开了一台经装船使用但未损坏的机器,拆开后发现四星连杆轴瓦瓦面磨损较严重,瓦面露铜,五星瓦面全部变成黑色,第二星有点状变黑,其余瓦面均有磨损亮带,还有第七列缸体第5号螺柱也被拉断。

经研究分析,认为事故可能是由于连杆轴瓦工作时烧伤引起,烧瓦的主要原因可能是供油压力低,油量不足;也可能是由于活塞卡缸,轴瓦超载造成。为了了解事故发生过程及其有关问题,除赴实地调查使用情况外,还检测了滑油泵流量,观察各连杆轴颈油量分布并对柴油机油道布置进行分析。发现滑油泵减压阀一打开,油压已达不到规定值;20号航空滑油在油温较低时,油箱内的泡沫很多,影响滑油泵供油量;油道布置不够合理,多部位油量分布不理想。

根据检测和分析的结果,采取了如下措施:

(1) 将曲轴后端输往离合减速器的油道与主油道分开,这样曲轴后端油道没有分流影响。

(2) 增加一小油泵,实际上是将原有的分流油泵直接由油箱抽油供给反转离合减速器,其流量在最高工况时大约为80~100L/min。

(3) 由于20号航空滑油粘度较高,且回油泵流量又大于压油泵,回油泵工作时处于半抽空状态,随时会有空气被吸进油泵,经齿轮搅拌后便形成泡沫,而又不易消失。经过试验,在滑油中加入少许二甲基硅油便取得较好的消除泡沫效果。硅油的加入量一般小于5ppm,对滑油质量没有什么影响。

为了验证上述分析和措施的正确性,在六机部和海军装备部的支持下,用一台苏联制造的新机器,进行修改及试验考核。在正式试验考核前,将机器拆开检查,对连杆轴瓦进行补充加工,使其与曲轴轴颈配合间隙达到设计要求范围之内,然后按出厂试验大纲进行调整和出厂试验,滑油压力一直稳定的规定值的上限1.1~1.2MPa(规定值为0.9~1.2MPa)。完成试验后,机器拆开检查,连杆轴瓦瓦面完整无损,其它部位也正常。

机器装复后按照耐久试验大纲进行耐久考核试验,按循环的方式开车,累计300h,在整个试验期间,虽然凸轮轴传动齿轮、反转离合减速器等部件曾出现过故障,但完成试验后机器拆开检查,连杆轴瓦瓦面镀层完好,曲轴轴瓦也几乎没有磨损。

这些措施在后来样机试制和批生产中,也取得了同样的效果。

(本文作者为原四〇七厂工程师,事故调查组成员)

十五、回忆12U300ZC型柴油机的研制

杨炳青

为解决潜艇用2205kW(3000马力)主机,1966年2月在六机部召开的“225”会议上,决定以上海四三九厂为组长,大连工学院和七一一所为副组长,组成300柴油机研制领导小组。要求439厂在8300ZC型柴油机的功率已从809kW提高至1103kW的基础上,再提高到1470kW,计划1969年出样机,用作潜艇主机。

1966年4月,300柴油机研制领导小组正式成立,组长为朱星(四三九厂厂长),郑世泽(七一一所副总工程师)和胡国栋(大连工学院教授)任副组长,参加该组的还有林允耀(四〇六厂

总工程师)和谢琦(四三九厂副总工程师)。

1966年9月,决定采用U型12缸型式,并初步明确了柴油机的主要技术参数。柴油机的方案设计于1967年2月在上海完成,3月审查通过。

为进一步落实研制任务,1967年3月25日,由刘放副部长主持在北京召开12U300型柴油机研制工作会议,决定在四〇六厂试制,设计以七一一所为主,施工设计在四〇六厂进行。

1968年8月,七一一所派设计人员下厂,与四〇六厂设计人员共同进行施工设计,大连工学院与四三九厂均派人参加。按上级指示将四三九厂的试验机移至四〇六厂,继续进行探索性试验,同时由于U型发动机在国内还是首次自行设计制造,且国外参考资料也不多,因此还从上海交大调拨一台英国制造的黑石牌U型发动机来厂,以供参考。由于当时正处在文革高潮期间,工作进度缓慢,单缸机施工设计图纸于1968年底完成后投产,1970年7月1日前夕装配完成动车,以后即投入各项试验,单缸机除作了大量性能模拟试验和零部件结构试验外,还曾先后做过二次500h的耐久考核试验。

整机施工设计图纸于1969年底完成,1970年投产,当年12月装配完成,一次动车成功。经磨合调整后,1971年初开始正式投入试验工作。整个试验工作可分二大部分,一是水面工况试验,二是水下工况试验。柴油机设计中考虑了为适应水上水下不同工况的需要,采用可调喷嘴环和两种不同进排气重叠角的凸轮。前者是针对GP100型增压器设计的,后者用拉动凸轮轴的方式来实现。通过大量试验,优化各系统的主要参数,使发动机水面功率达到2206kW,水下功率稳定在1544kW。若环境温度较低或排气背压较小,尚可达1765kW。此外还进行了调速特性试验、最低稳定转速试验和特殊工况试验。特殊工况试验包括高背压(0.078MPa)试验、高真空度(背压0.051、真空度0.0184)试验、背压波动(0.013~0.078MPa范围内以2~3s周期波动)试验、高背压启动和倒灌水试验等。倒灌水试验的排气系统按“035”艇实际使用情况进行模拟,由七〇一所提供设计图纸。

所有试验结果,基本上均能符合设计规定要求。但由于总进度拖迟,加上自由涡轮增压柴油机能否用于水下尚有争议,而且同步减速齿轮箱在试验中多次发生事故,一时难于解决。1970年10月六机部以(70)六机字259号文决定“035”首制艇改用6E390ZC型柴油机。又于1974年5月六机部以(74)六科字第395号文下达后续艇主机选型会议纪要,确定后续艇的主机用6E390ZC1型,12U300ZC型柴油机转为水面舰艇使用。从此结束了水下试验工作。

1974年,经联系,拟将12U300ZC机用于海洋石油数字地震勘探船,经六机部批准,后由于任务变化,未能实现。为满足海军急需630kW船用发电机组,工厂集中力量进行12U的变型产品,6300Z。1980年提供了五台6300Z型柴油机,配无锡电机厂的630kW电机,曾用作“718”工程的IJ121打捞救生船的发电机组。1982年10月6日该船成功地参加了我国在太平洋首次水下发射运载火箭的试验。该发电机组曾获1978年全国科学大会颁发的奖状。

(本文作者为原四〇六厂主任设计师)

十六、640/46 型柴油机的研制

郑守智

在十年动乱期间,四〇八厂的广大干部、技术人员和工人,自行设计了 40/46 柴油机,并制造了一台单缸试验机和六缸样机。设计、试制、试验历时十年之久。设计和试验过程中还得到了西安交通大学、华中工学院师生的帮助。

1967 年 3 月 10 日至 17 日,六机部科技局召开“12U300 柴油机设计审查会”,会议决定,四〇六厂的 12U300 型四冲程柴油机为新型潜艇主机。四〇八厂 6E390 型二冲程柴油机,由于耗气量大,振动噪音高等原因,不宜装备新型潜艇。

我厂副厂长兼副总工程师李在新同志,吸取国内外的经验,决定搞一型四冲程柴油机取代 6E390 型柴油机。既可用于潜艇,也可用于其他船舶或电站。当时提出了 28/30(即缸径 280mm,行程 300mm)和 40/46(即缸径 400mm,行程 460mm)两种方案。考虑工厂的实际情况,最后还是选取了在潜艇上直接传动的 6—40/46 型柴油机。

这项工作是 1967 年二季度开始的,设计工作 1969 年一季度结束。开始我是这个设计组的组长,人数最多时达 40 人。性能计算是与西安交通大学内燃机教研室共同完成的,设计时主要参考了厂内现有机型的图纸资料。设计组吸收了部分工艺人员参加设计工作,省掉了工艺会审程序。例如柴油机最大零件焊接机体,请搞过多年焊接工艺的同志负责设计,考虑问题周到仔细,出图又快又好。又如凸轮请搞凸轮制造的同志担任设计,很多工艺问题迎刃而解。

1968 年下半年,设计组经过改组,设计组的组长和付组长改由老工人担任,而许多重大技术问题,还是全组或下设的分小组的负责人参加讨论决定。

单缸试验机和六缸样机的制造和装配,仅用一年半的时间,这样的速度在工厂也是少有的。生产过程和装配过程出现的技术问题,由我和另外两个同志负责处理。

据有关 M6V40/46KBB 型柴油机的资料(该机在第二次世界大战时德国潜艇用得最多的柴油机)报导,在潜艇通气管工作时,使用废气涡轮增压是不成功的。此时增压器漏泄严重,而且功率折扣也很大,水下实际功率仅是水上功率的 40%左右。40/46 柴油机采用纯涡轮增压,为解决上述问题,采用了径流式涡轮,水上水下工况用可调喷嘴环和两套凸轮正时来实现,气阀重叠角水上比水下大得多。

径流式涡轮增压器的压气机直径 $\varnothing 280\text{mm}$,当时在国内尚无现成产品可选,乃由铁道科学院设计,由我厂试制,在铁道科学院进行平台试验。配机试验时,流量偏低,与柴油机不匹配,这是 40/46 柴油机试验中技术上最大的障碍。后来换成 VTR400H 型增压器,性能有很大改善。

40/46 柴油机从 1967 年下半年开始设计,到 1977 年 8 月结束试验,共用了 10 年时间。终止研制主要原因是由于 1974 年六机部和海军已确定新型潜艇“035”的主机,仍然采用四〇八厂改进提高的 6E390ZC1 型柴油机(即 1Z39 型);1974 年又引进了一台法国的 12PC2—5V 型样机,进行了测绘,拟进行仿制。致使 40/46 柴油机研制工作停顿。

40/46 柴油机虽然没有完成研制工作,但是锻炼了技术队伍,培养了技术力量,在设计思想上是合理的,采取的技术措施是可行的。并完成了试验车间的一期工程和二期工程土建任务,为工厂科研工作奠定了基础。

十七、废气涡轮增压柴油机在 09 型潜艇应急发电机组上的应用

李 润 华

09 型潜艇的应急发电机组是当核动力装置发生故障时使用的应急动力。机组能在环境温度 45°C ，海水温度 30°C ，进气真空 500mm 水柱、背压 4m 水柱时发出规定电力。

1965 年 09 型艇开始设计时，根据对应急电负荷的估算进行柴油机选型，提出二台轻 12V180 型或一台 16V180 型高速机二个方案。由于 16V180 型需新研制，作为潜艇用把握不大。当时七〇一所四室设计的“030”小型常规潜艇拟选用重 12V180ZC 型柴油机进行变型设计。于是 09 型艇设计单位七一九所乃与上海柴油机厂联系，并于 1967 年 7 月 28 日签订“技术协议书”。

为了满足潜艇特殊工况的要求，上海柴油机厂从 1967 年 2 月至 1968 年 2 月在重 12V180ZC 型柴油机上进行了大量试验，并根据试验结果进行变型设计。1968 年 4 月第一台样机诞生，开始台架试验。变型机改为 12V180GD、GDa 型，该机在环境温度 30°C 、进气真空度 500mm 水柱，排气背压 0.04MPa 条件下，转速 1500r/min 时，功率为 551kW。额定功率时，燃油消耗率小于 $272\text{g}/\text{kW}\cdot\text{h}$ ，滑油消耗率小于 $6.8\text{g}/\text{kW}\cdot\text{h}$ 。1969 年 10 月，在上海柴油机厂召开试验验收会议，对试验过程中出现的问题充分交换意见，针对机组起动性能差的问题，会后上海柴油机厂继续攻关。1970 年 5 月 13 日完成了 450kW 机组的鉴定验收试验，15 日九个单位参加的鉴定验收会议同意机组出厂。

1970 年 8 月第一套 450kW 柴油发电机组在 401 艇上安装，并且在 1971 年 5 月份顺利完成了机组和系统的码头系泊试验。但在系泊试验后，一次向蓄电池组充电过程中，发生了左机活塞及气缸套打碎的事故。后虽修复，但在 1974 年 3 月首制艇航行试验时试航领导小组决定柴油机在 82% 负荷下试验，由于事故后存在着对机组质量的担心，航行试验也未在通气管状态下考验柴油机组。

第二条艇之后的各套机组的性能和质量都有提高。

1975 年 5 月 6 日，海军军工产品定型委员会批准了 09 型艇应急柴油发电机组的定型申请。到 1976 年止，上柴厂共生产 14 台 12V180GD、GDa 型柴油机，安装在六艘 09 型艇上，并在 401 艇中修时更换了二台新机。

各艇航行试验中，由于主观原因及当时具体海情的限制，12V180GD、GDa 型柴油机一直未经受原设计要求的五级海情下通气管状态起动、运行、停车各种检验。1982 年 6 月，七〇一所和七一一所为摸索自由涡轮增压的四冲程高速柴油机是否适应高背压波动状态运行，在 402 艇上对该机进行了试验。当时海情为四级上限，并有五级强涌，六级大风，风速 12m/s ，背压最大波动 $0.0147\sim 0.0226\text{MPa}$ ，柴油机在通气管状态（排气喷嘴位于无风水线下 1.2m 处）下运转相当平稳，柴油机和涡轮增压器联合运行情况良好，起动和停车均安全可靠。

海军对 12V180GD、GDa 型潜艇用柴油机的不满意之处是：冷起动困难，噪音大，寿命低。尽管该型机存在这些缺点，但在 70 年代初我国人士对高速四冲程废气涡轮增压柴油机能否用

于潜艇持怀疑态度时,能获得成功,不仅填补了我国柴油机领域的一项空白,且以事实证明这种怀疑是多余的。由于这类潜艇柴油机的需要量不大,而工厂的科研经费有限,故对此型柴油机性能和结构的进一步提高,尚未继续进行。

(本文作者原在渤海造船厂工作,1980年调七一九所任工程师)

十八、200 系列柴油机的研制

肖惊生

200 系列柴油机是 70 年代四〇五厂研制的。原计划该系列能满足 1500~1700r/min,1764~5880kW 的各档转速和功率需要,可用作水面舰艇和导弹快艇主机。

200 系列柴油机已进行 40—200(5 列,每列 8 缸)和 24—200(3 列,每列 8 缸)两种机型的设计和样机制造。

40—200 柴油机气缸体呈星形布置,24—200 柴油机为扇形,三列缸体呈 W 状,两型柴油机均采用两个增压器和两个中冷器。

40—200 型柴油机设计于 1970 年,设计功率为 5880kW(8000 马力)。1971 年完成了样机制造和装配并开始试验。在性能调试中,因调速器工作能力不够,柴油机高工况加载有困难,调试工作暂停。为了进行结构考核,便将该机减少两列气缸进行试验。1650r/min 时,功率为 3013kW。存在的主要问题是排气温度偏高,一般在 700℃ 以上,环境温度高时可达 750℃,而这时燃油耗量却较低,一般不超过 218g/kW·h,有时仅在 204g/kW·h 左右。可是在低工况区,油耗又常在 285g/kW·h 以上。这些不正常情况,虽经过调整,但效果不明显,后来观察到是由于滑油进入燃烧室参加燃烧所致。在这些试验的基础上,于 1975 年设计了 24—200 型柴油机,1976 年投料试制,1978 年装成样机并完成了性能调试。

24—200 型柴油机开始时采用一个增压器和一个中冷器,但在调试前对以下零件进行了改进:活塞顶与裙部连接处的密封结构进行了修改,提高其密封性;刮油环槽回油道增加了泄油孔数量,便于泄油;活塞与缸套的配合间隙适当的减小等。这些措施是为了减少滑油窜入燃烧室。此外,还对排气管与涡轮进口的连接,中冷器及其进、出气管的连接也进行了修改,经过这些改进后,对降低排气温度取得了较好的效果,但油耗增加了。

后来选用了两台 45GP1101 型增压器代替原使用的一台 200 型增压器,同时也使用了两个中冷器,进、排气管的连接也作了相应的修改,其目的是企图通过这些改进来改善柴油机性能,经初步调试,效果显著。

在进行以上试验时,也曾进行过 1550r/min,2940kW 并按 $Ne=c \cdot n^{2.5}$ 推进特性试验,情况也正常。经过这阶段调试后,柴油机的最大功率与相应转速便标定为 2940kW,1550r/min。

为了进一步改善 45GP1101 增压器的配机特性,曾进行改变喷嘴环和扩压器的几何参数配机对比试验,经对比试验后,选用了三角形扩压器并将进口面积由 50.6cm² 改为 56cm²,喷嘴环面积也由 106cm² 改为 96cm²。采用这一方案后,柴油机在 1200r/min 以下部分工况区运行时,效率提高了 6~8%。在试验中,还进行了 110%超负荷试验,情况较好。

1980年1月按照六机部(79)六科字141号文批准的试验大纲完成了耐久考核试验。按大纲规定,耐久考核试验按循环方法进行,累计时间为300h,每8h为一个循环,每一个循环柴油机工况按推进特性在332~2940kW之间变动,其中应有两次连续运转24h和一次48h。

在耐久试验过程中,运转86h后,发现有一只活塞顶破裂,停车更换活塞。根据规定,停车前的试验作废,因而换上新活塞后又试验了320h。

完成耐久试验后,柴油机拆开检查,除两个活塞裙部下面发现裂纹及二个排气阀密封面被烧坏外,其它各零件均正常。

耐久试验以后,又对气缸套、活塞、活塞环等结构作了改进,滑油耗率已下降至4g/kW·h以下,这些成果已在第2台24—200型柴油机上应用。

当时由于四六八厂承担研制的减速齿轮箱尚处于加工制造阶段,未能配机试验,因而柴油机也未能进行考核空车起动、换向以及倒车运转等有关项目。

1980年5月根据六机部的通知,柴油机应配上减速齿轮箱再进行结构耐久考核试验后鉴定。于是工厂又投产第二台24—200型柴油机,在设计上对增压系统的元件作了重新布置,增压器性能也有了改进,但由于研制经费有限,有些更改项目没有完全实现。

第二台24—200型柴油机1983年6月装成,调试中测得的性能参数优于第一台,但在高工况试验中,减速齿轮箱的主输油管多次出现损坏事故,有待改进后才能可靠使用。后因没有装船对象以及经费不足等原因,耐久试验未继续进行,200系列柴油机的研制工作亦至此终止。

(本文作者为原四〇五厂设计科副科长)

十九、12V200Z型柴油机的研制

何大镛

1970年10月,通过调查研究了解到当时海军急需1470~2205kW(2000~3000马力)柴油机,因此,我校决定试制该档功率的高速轻型柴油机,正式向第六机械工机部上报了“关于生产12V200Z型柴油机的报告”。该机主要技术参数为:

型式:V型、四冲程、废气涡轮增压、中冷

缸径:200mm

行程:210mm

缸数:12

转速:1700~1800r/min

功率:1764~2205kW

燃油消耗率:231~245g/kW·h

当时,四〇五厂正在研制200系列高速机,12V200Z是该系列中的一种机型,许多零部件和配件均可通用。况且,我校的部分教师已协助四〇五厂进行了该系列柴油机的验算、设计、调试及增压器和齿轮箱的设计制造工作,两个单位共同研制同一系列柴油机是十分有利的。

1970年12月4日,六机部以(70)六机字446号文正式下达了研制任务,希力争于1972年上半年完成二台试验机。

1972年9月,基本上完成各零部件的设计工作,并相继投入机加工。同时,单缸试验机的模拟试验亦取得一定结果,在转速为1700r/min时,单缸功率已达到185kW。但排温偏高,油耗也偏高,尚需作进一步的试验与调整。

在研制过程中,配套件遇到很大困难,主轴承、泵喷嘴、调速器等均未能按原计划得到落实,使原定完成时间难于实现。

12V200Z型柴油机系由我校50余名教师、技术人员负责设计,校附属工厂进行加工,并得到了四〇五厂、四〇七厂、洛阳轴承厂等工厂的大力协助。

1975年6月样机总装完毕,同年12月16日动车,由于当时增压器拖了进度,先进行非增压的热磨合。1976年9月至1977年1月进行了增压器调整试验,并按螺旋桨三次方推进特性进行试验,配机调整试验总共运行24h40min,柴油机各项参数均较良好,基本上达到第一阶段的设计指标,即1764kW。

1977年5月,在六机部召开的关于12V200Z型柴油机研制情况汇报会上,最后确定12V200Z型柴油机的指标为1650r/min、功率1544kW,会后按上述要求继续进行了一系列试验。

1978年后,因国家舰艇内燃机发展规划有变化及其它原因,本项目下马,终止研制。

(本文作者为原上海交通大学教师,研制工作参加者)

二十、70年代末的船用柴油机技术引进工作

王立庚

这了适应船舶出口的需要,满足船舶国际市场和国内市场的需求,提高我国船用柴油机生产水平,增强打入国际市场的能力,中国船舶工业总公司(原六机部)自1978年以来,实行工贸结合,引进世界名牌柴油机及其配套件的制造技术,取得了显著的成绩。

1978年7月17日中国技术进口总公司与瑞士苏尔寿兄弟有限公司签署《船用二冲程十字头低速柴油机许可证协议》。这是中国船舶工业总公司船用柴油机技术引进达成的第一个协议。该协议产品包括RND68M、RND76M、RND90M、RLA56、RLA90、RNF68M和RNF90M系列所有型号的柴油机。上述各型柴油机在大连船用柴油机厂、上海船厂和宜昌船舶柴油机厂生产。

1980年7月31日中国船舶工业贸易公司又与丹麦B&W柴油机有限公司B&W工程部达成《二冲程、十字头、单作用、涡轮增压低速柴油机许可证协议》。该合同产品包括K/LGFC(45、55、67、80、90)和K/LGSC(45、55、67、80、90)系列的所有型号的柴油机。该合同产品由沪东造船厂和大连船用柴油机厂生产。1987年扩大宜昌船舶柴油机厂为合同产品生产厂。

1978年10月21日中国技术进口总公司与法国热机协会有限公司—阿尔斯通·大西洋船厂达成《PC2及PA6型柴油机许可证协议》。这是70年代末,中国船舶工业总公司引进的

中速和高速柴油机技术的第一个协议。该协议包括 PC2-2、PC2-3、PC2-5、PC2-5BTC 系列所有型号的中速柴油机以及 PA6、PA6BTC 系列所有型号的高速柴油机。沪东造船厂和陕西柴油机厂是许可证产品生产厂。

1985 年 1 月中国船舶工业贸易公司和西德 MWM 柴油机公司签订《技术转让许可证合同》，该合同产品包括 D202/302、D226B、D234、D604/604B 系列的各型号高速柴油机，河南柴油机厂、郑州第二柴油机厂、柳州汽车发动机厂是许可证产品生产厂。

1981 年 12 月 21 日中国船舶工业贸易公司与日本大发柴油机株式会社签订《大发柴油机许可证合同》。该合同包括 PK16、PS、DS 系列中速柴油机。安庆船用辅机厂（安庆船用柴油机厂）和陕西柴油机厂是许可证产品生产厂。6DS-22、6PSH-26、6DS-18 型柴油机已得到广泛使用。

1980 年 7 月 24 日，中国船舶工业贸易公司与西德曼恩·奥格斯堡—纽伦堡机械公司签订《中速柴油机专有技术转让、合作生产和补偿贸易合同》。该合同包括 L20/27、V20/27、ASL25/30、ASV25/30 系列所有型号的中速柴油机。新中动力机器厂和四川柴油机厂是许可证产品生产厂。

1980 年 6 月 13 日，原交通部工业局为满足我国内河和沿海航运的发展需要，由原交通部上海船厂与丹麦 B&W 柴油机有限公司 B&W 工程部签订《四冲程中速柴油机制造技术许可证协议书》。该协议包括 T23L、V23L、S28L、U28L 系列柴油机。上海船厂和镇江船用柴油机厂是许可证产品生产厂。镇江船用柴油机厂首批生产的三台 7T23L 型柴油机于 1984 年交付使用。

为了增强自力更生的能力，解决船用柴油机主要配套件的生产，在引进船用柴油机制造技术的同时，中国船舶工业总公司积极开展船用柴油机主要配套件的技术引进工作，也取得了明显的成绩。

1978 年 12 月中国技术进口总公司与瑞士布朗·鲍弗利有限公司签订废气涡轮增压器制造技术许可证协议。该协议包括 VTR……0、VTR……1、VTR……4 系列增压器。新中动力机器厂和江津增压器厂是许可证产品生产厂。到目前为止，VTR……0 系列和 VTR……1 系列增压器的国产化率达到 97% 以上，VTR……4 系列增压器的国产化率也达到 90% 以上。

1979 年 1 月 15 日，中国技术进口总公司与奥地利盖斯林格有限公司签订《联轴节和减震器许可证协议》。该协议包括弹性阻尼联轴节、挠性杆联轴节和弹性阻尼减震器三个系列产品。四川永进机械厂（四川齿轮箱厂）是许可证产品生产厂。

1980 年 6 月 12 日，中国船舶工业贸易公司与西德罗曼·斯托尔福斯公司签订《船用齿轮箱许可证协议》。该协议包括 GW、GC、GV 三个系列船用齿轮箱。四川永进机械厂（四川齿轮箱厂）是许可证产品生产厂。

1983 年 9 月 24 日，中国船舶工业贸易公司与西德 GEA 空冷器公司签订《船用柴油机空气冷却器许可证合同》，合同产品系指 GEA 公司生产纲领中所有空冷器和汽水分离器。泰州光明机械厂和大冶船舶辅机厂是许可证产品生产厂。

1985 年 5 月 7 日，中国船舶工业贸易公司与瑞典冷斯活塞环有限公司签订许可证合同，合同产品系指活塞直径由 $\varnothing 180$ 至 900mm，包括铸造、机加工、质量控制、包装以及镀铜、磷化、镀铬和等离子喷涂表面处理。活塞杆填料，包括铸造、机加工和质量控制。金州船机厂是许可证产品生产厂。

与日本三菱机械株式会社签订《自净式滤清器许可证合同》，包括 6·23、6·33、6·

24、6·40、6·50 五个型号的滤清器,南通航海机械厂是许可证产品生产厂。

与日本钢制所签订中速和中高速柴油机曲轴锻造技术许可证合同,合同产品的生产厂是武汉重型铸锻厂。现已生产出 20/27、12VE230、PA6、PC2 等柴油机全纤维锻曲轴。

在引进船用柴油机及其配套技术的同时,为适应对外开放和多种经营的需要,与有关厂商合作,组建了各种技术维修服务站。比如,上海船厂与瑞士苏尔寿公司合作成立的苏尔寿柴油机维修服务中心;上海船用柴油机研究所与西德 MWM 公司合作成立的中国—曼海姆维修服务站;上海船厂与 BBC 香港公司合作成立 BBC 增压器修理服务站,并在新港船厂设立了天津分站;文冲船厂与 BBC 香港公司合作成立的广州 BBC 增压器服务站,等等。

当回顾这一时期的工作时,我们进一步感到:70 年代末船用柴油机技术引进工作的特点是在引进前进行了一定的可行性论证、技术座谈、分析比较和实地考察;引进工作规模之大,持续时间之长,在船舶工业历史上也是从未有过的。70 年代末船用柴油机引进技术获得了显著的经济效益,这主要表现在以下几个方面:

1. 在许可证产品生产厂的努力下,在个有关单位的支持下,根据市场需求和计划安排,按引进技术组织船用柴油机生产,装船使用,不仅满足了出口船舶的需要,为我国船舶工业进入国际市场作出了重大成绩,而且为发展我国海上交通运输事业和海军建设作出了重要贡献。

2. 通过技术引进,不仅解决了工厂当时生产任务不足的问题,而且更重要的是提高了船舶工业造机行业的管理水平以及企业经营和生产的水平。

按引进技术组织船用柴油机生产,促进了船用柴油机专业化生产的发展,形成了协作配套网。引进技术加快了工厂技术改造的步伐,技术改造又推进国产化的实现。

到目前为止,船用低速柴油机的国产化率达到 75% 以上,中速和高速柴油机的国产化率达到 80% 左右。

3. 船用柴油机技术引进,不但满足了造船的需要,而且促进了机电产品的出口。比如沪东造船厂生产的 4L35MCE 型船用柴油机出口罗马尼亚;6L35MC 型低速柴油机向保加利亚出口,新中动力机厂生产的 4L20/27 型柴油发电机组向保加利亚出口;安庆船用柴油机厂已向日本销售大发柴油机配件和毛坯件,等等。

4. 通过引进技术的生产性消化工作,不但保证了产品质量,而且大大地提高了铸造、锻造、热加工、热处理、机加工、装配、试车以及采用国际标准,建立质量保证体系、售后服务等技术水平。

5. 通过引进技术的科研性消化工作,提高了船用柴油机科研水平,在中国船舶工业总公司关于引进和自行研制并行的技术政策的指导下,通过引进、消化、吸收和创新,增强了自行研制和新产品开发的能力,已经取得一批可喜成果。

船用柴油机引进技术十多年的实践已经证明,中国船舶工业总公司贯彻对外开放的政策,实行工贸结合,按照平等互利的原则,积极进行引进技术工作,方向是对头的,成绩是主要的,效益是显著的,动机和效果是一致的。但是,在引进技术方面存在着不足,这主要表现在:在船用发电柴油机引进技术方面,存在着某种重复引进的现象。在船用柴油机引进技术的消化、吸收和创新方面不能尽如人意,组织领导不够坚强有力,资金投入也不足。舰艇用高速大功率柴油机和某些柴油机主要配套件的引进技术工作至今尚有许多工作急需加强。

70 年代末船用柴油机技术引进工作,不但起到了历史性的重要作用,增强了造船工业自力更生的能力,提高了柴油机行业科学技术的起点,而且在未来的深化改革中必将进一步发挥

积极作用,为满足国内外船舶市场的需求,为四化建设作出更大的贡献。

本文承蒙研究员级高级工程师骆凤标等同志审阅。

(本文作者为原第六机械工业部科技局工程师)

二十一、PA6—280 系列柴油机的试制

何金余

1987年10月经国家计委同意,第六机械工业部通过中国技术进口总公司,与法国热机协会签订了“PC2和PA6型柴油机许可证协议”(协议编号为CFC70326),并决定PA6和PC2—5直列机安排在四〇八厂生产。PA6系列的主要技术参数如下:

缸径:280mm

行程:290mm

额定转速:1000r/min

额定单缸功率:295kW

燃油消耗率:209.4g/kWh

以第六机械工业部为组长的执行合同工作组于1979年6月赴法,商谈有关工艺资料的购买范围、中方人员赴法实习以及法方人员来华服务等问题。1979年10月至1980年5月,法方提供了6缸和12缸PA6—280型柴油机的全部图纸和技术文件。1980年先后派出三批人员赴法实习。

当法方资料到厂后,工厂立即着手进行材料、标准件、外购件、配套件以及基础标准的中国化和企业化工作,并确定进口件项目,对图纸和技术文件进行翻译、复制。

1980年试制6PA6L—280型柴油机2台,1982年9月第一台组装,经性能调试和交货试验,1983年5月完成100h耐久试车。原计划这2台试制机用于解放军后勤部的双体交通艇,因该艇改用其它机型,乃将一台于1986年装在东风5调度内燃机车上试用,至今已运行一万余小时,情况良好。另一台装于工厂试验车间作为试验机用。首制机的国产化率为20%。

1981年5月投产试制12PA6V—280,1984年6月完成全部性能试验和100h耐久试车,并通过法方认可。首制2台12缸机用于布雷舰。按海军和舰艇设计部门的要求,布雷舰首舰主动力系统在主机制造厂进行陆上联合调试。试验于1986年1月至3月在第二台12PA6V—280左机上进行。该型柴油机动力系统陆上联调试验在国内尚属首次,获得中国船舶工业总公司1987年科技进步三等奖。该主动力装置已装布雷舰使用。

为了对引进PA6型柴油机进一步消化理解,四〇八厂于1984年11月完成PA6单缸机及试验台装置,6缸试验机的试验台装置也于1985年完成,并配有比较先进的测试手段。已开展的试验研究项目有热负荷试验;进、排气系统试验、燃油系统试验,压缩比试验、磁化油试验等等,对PA6型柴油机消化理解、零部件国产化和今后改进提高提供了重要依据。

(本文作者为原四〇八厂主管工程师)

二十二、20/27 系列柴油机的引进与试制

赵炯华

为满足出口船舶和国内舰船的需要,1978 年第六机械工业部决定引进船用电站的制造技术,国家计委批准了这个项目,并拨专款 200 万美元,首先组织了船用电站选型小组,由六机部科技局、生产局、六〇一所、七院论证部、七〇四所、七一一所、新中动力机厂、四七七厂和无锡电机厂等单位派员组成。通过调查研究初步目标集中到西德 M·A·N 公司 20/27 柴油机和西德西门子公司的 1FCS 系列交流无刷发电机。

于 1979 年 11 月至 12 月,六机部派出考察团,赴西德考察和进行商务谈判。初步商谈达成了引进专有技术的意向书。1980 年 7 月中国船舶工业总公司和西德 M·A·N 公司在北京签订了 20/27 和 25/30 系列柴油机专有技术转让、合作生产和补偿贸易的合同,1980 年 9 月 16 日正式生效。

20/27 柴油机是西德 M·A·N 公司 1978 年开始研制设计的新机型,1980 年 5 月经重油定型试验通过 10 个国家船级社的认可,功率范围 250~1800KW,功率复盖面广,变型多,直列式有 4~9 缸,V 形有 12~18 缸,转速有 1000、900、750、720r/min 四档。

结构上可满足集控、遥控的要求。该机可燃用重油、柴油、煤气双燃料等多种燃料,燃用的重油最大粘度可达 3500S 列氏 1 号(目前已可达到 7000S 列氏 1 号)。

1980 年底 L20/27 柴油机的图纸和技术资料陆续来华,新中动力机厂即开始组织翻译消化,着手试制,1983 年初首批 5L20/27 柴油机配无锡电机厂制造的发电机得到英国劳氏船级社认可,装于由广州船厂制造的 18000t 出口船上,1984 年又开发制造了 6L20/27 和 7L20/27 柴油机,为海军训练舰、靶船提供了 6L20/27 船舶电站 7 套,为“远望号”海洋调查船提供了 7L20/27 船舶电站 4 套。1985 年 20/27 柴油机开始用作船舶主机,截止 1987 年底该厂已生产制造了各种 20/27 柴油机共 121 台,总功率 71000kW。

新中动力机厂生产的 20/27 柴油机,国产化程度逐年增长,如 5L20/27 柴油机至 1985 年底,国产化已达 86.8%(按价值算),1987 年达 94%。

新中动力机厂生产的 L20/27 柴油机,1984 年获上海市新产品奖,1985 年获上海市赶超优质产品奖和中国船舶工业总公司优质产品奖,1986 年获上海市科技进步三等奖,1987 年获中国船舶工业总公司引进主辅机国产化率一等奖及技术进步一等奖,国家经委优质产品银质奖。

在消化吸收方面,新中动力机厂也做了不少工作,并根据我国市场要求,对 20/27 柴油机进行了变型设计,适当地降低柴油机的输出功率,以简化和修改某些零部件的设计(将原锻钢曲轴改为球铁曲轴,采用高锡铝轴瓦等),使能全部采用国产零部件和配套附件,这一新机型开发后,将取代该厂现在的 6270 型柴油机,以取得更好的经济效益。

(本文作者为原第六机械工业部电站选型小组成员)

二十三、舰用 400kW 柴油发电机组及其重 12V180 型柴油机的改进

倪 忠 诚

1968 年上海柴油机厂为 051 型护卫舰发展了 400kW 柴油发电机组。其动力是用重 12V180ZC 型机的变型。由于作战的需要,舰艇所配备的发电机组在平时均有较大的余量,以致平时或待战状态所有的机型几乎均在很低负荷的工况下运行。而高速柴油机在低负荷下运转易上滑油,造成严重结焦。南海舰队曾有一台使用了 2000h 的机组在大修时发现柴油机排气管内结焦层厚度竟达 8mm,大大缩小了管道的通路,严重地影响了机组的使用性能,为了适应舰用辅机的使用情况,必须对柴油机进行较大的改进。

1981 年 3 月,一机部、农机部、海军和六机部联合召开会议提出了研制改进型 400kW 柴油发电机组的要求。会上,本人和上海电机厂丁鸿惠同志代表上海机电一局对配套的机组提出了具体的改进措施和研制方案,同年 8 月,海军上办和上海市机电一局联合召开了设计方案审查会,通过了设计方案。此后,为了海军 072 舰的急需,将改进的研究成果陆续用于产品投入海军使用。通过生产和使用的实践,逐步统一了机组制造厂、造船厂和研究所之间对机组技术要求的分歧意见。1983 年 11 月 4 日凌晨 1 时在北京西山靶场招待所由六机部军工局夏桐局长主持签订了《053H-2 舰 400kW 柴油机组试制技术协议》。《协议》要求柴油机能保证机组在环境温度 45℃ 下承受 440kW(110%额定功率)连续运行 1h 的过载能力,400kW4h 的工作能力,并能在 35~100%额定负荷下正常运行;瞬时调速率不大于 6%,稳定时间不大于 3s;燃油消耗率不大于 $(260+5\%)g/kW \cdot h$;滑油消耗率不大于 $4g/kW \cdot h$;在不低于规定的舱室温度时,柴油机冷态起动时间不超过 10s,热态起动时间不超过 5s,并延长第一次大修期至 3000h。

为了使机组既能在 45℃ 高温环境下具有足够的超负荷工作能力,又能在低负荷下长期正常运行,准确地选择额定点使在整个使用负荷范围内热负荷的变化较小以保证缸套和活塞组的良好密封是非常重要的。为此我们开展了广泛的分析研究和设计改进。取消了增压空气中间冷却器,改进了活塞和活塞环组。1981 年 5 月用改进零件改装的重 12V180 型柴油机通过了 500h 的低负荷(30%额定功率)长期运行试验,结果证明经过仔细分析论证所采取的措施是卓有成效的。额定工况时的机油消耗率为 $1.5g/kW \cdot h$,经拆卸检查,排气管内壁及增压器喷嘴环和涡轮通道除有少量积灰外结焦现象已经消除。

为了改善起动性能,探索了最佳的起动空气分配定时,并对液压调速器和燃油系统进行了改进。另外,还改进了预供油泵,调整了增压器的匹配和柴油机的压缩比等,最终使柴油机全面地达到了技术协议的要求。

为机组更适于海军使用,听取了海军、船厂等方面的意见,反映在机组的总体设计中,为适应机组遥控的要求设计了新的仪表系统,还与华通开关厂合作为未曾做过的短路试验设计了保安装置。在各制造厂、船厂和海军驻各厂的军代表室的大力协同下,采用改进的 12V180ZC.D-2 和 12V180ZC.D-3 型柴油机为动力的 400C.X-5 和 400C.1X-5a 型舰用 400kW 柴油发电机组于 1985 年 11 月通过了部级鉴定。鉴定委员会认为:机组改善了低负荷

运行性能,克服了原机组存在的长期低负荷运行严重结焦积炭的弊病;改善了起动性能,满足了在机舱温度 8℃时,冷却水、润滑油不预热能应急起动、迅速供电的要求;机组的调速性能及润滑油消耗率指标与国内外同类产品相比均较先进;鉴定试验项目齐全,特别是长期未能实现的诸如短路试验、45℃高温运行试验及 72 小时连续运行试验、单机 500h 的 30%低负荷运行试验等项目都进行了试验。通过技术鉴定,同意投入批量生产,装舰使用。该机组 1987 年获上海市科技进步二等奖。

(本文作者为原上海柴油机厂设计科副科长)

二十四、6300Z 型柴油机 在远洋打捞救生船上的试用

廖泽永

1982 年 10 月 2 日电台发布我国将在一定海域进行运载火箭试验。10 月 7 日和 12 日下午 2 时许,指挥所下达发射前的最后准备,紧随扣人心弦的计数信号之后,沉雷般一响,“巨浪”号穿出水面,尾部吐出红色火焰,腾空而起,直捣云霄,折向东南,消失在无边际的蓝天。不久,我国首次水下发射运载火箭试验成功与准确回收的快讯传来。我们担负 J121 打捞救生船上电站保驾的 10 名同志,既为国防力量的增强欢呼,也为 5 台辅机运行良好而高兴。数月来我们和海军战士一起,频繁航行于祖国北部海疆,不畏惊涛骇浪,日夜守护着机器,盼的是这一天到来。为保障船上正常供电,确保援救工作万无一失,已在海上坚持了 148 个白天与夜晚,而今正待命向基地返航。

昔日往事记忆犹新。万吨级远洋打捞救生船 J121、J302 和 J506 本来都是同期建造的三艘姐妹船,分别在三个舰队服役,所不同之处在于后两艘均采用从日本进口的大发机作辅机。唯独前者使用国产 6300Z 柴油机。当初选定国产机装船,阻力颇大,只因机组各项性能和耐久试验情况良好乃同意试用。回顾 1981 年底首次试航中,由于中冷器腐蚀和水泵轴封磨损引起漏水,以及一只水泵轴端开口销断落造成弹性齿轮牙齿损坏,由此刮起一股对国产机不信任的浪潮,并以备用为名,迫不及待地筹划向日本买机。在上级机关和兄弟单位支持与配合下,四〇六厂全力以赴,派出一个近 20 人的队伍,由马开钿副厂长率领,1982 年 2 月汇集于上海,对 5 台机进行全面、彻底地检修与保养,历时两个多月,解决各类大小问题 29 项,事后还留下数人随船参加保驾。5 月 22 日船起锚离开江南造船厂,带着重要使命,开始一次新的航程。

船上装有 5 台功率为 630kW 的 6300Z—TFH630/10 柴油发电机组,它除了供给船上生活和各种设备的用电外,还需靠它驱动主机辅助鼓风机。如此大型电站,其实常常仅使用一台机组;晚间停泊,用电量更少,一般只有 50kW 左右的照明用电,机组总是长时间处于低工况运行,显然对柴油机的燃烧不利。白天作业用电较多,如果单机负荷达到 500kW 以上,原则上需再增开一台机;船在航行状态或进出港时,出于安全考虑,往往也需两台机工作;三台机并电使用的情况很少,除非船上各种设备都同时投入工作。为了加强阶段性检查和保养,我们利用闲置机组采取轮番用的办法,以确保机组运转安全。截止 10 月 28 日船抵青岛码头,在海上历时

160天,累计运转时间近4000h,各台机组均达到700h左右。在长达数月之久的昼夜连续供电过程,仅发生过一次因故障停车造成短暂失电4min,那是9月2日3号机第4缸排气摆杆卡簧跳开,引起销轴逃脱而人为采取的紧急停车。最感到棘手的是5台机中有4台机的滑油冷却器扁管渗漏,虽对柴油机的使用未构成严重威胁,但由于持续时间之长,给船员造成不良的影响。可喜的是通过四〇八厂检修以后,前患已经根除。即使还产生一些其它的新问题,多属偶然原因,无损大局。根据原先要求,一旦任务结束之后,还需对柴油机进行抽检,方可对机器作出全面的评价。通过吊缸等多项检查,除发现凸轮有些麻点和燃烧室积碳外,其它一切正常,走合良好。

11月上旬的某一天,各方人员云集船上开会,有海军系统和工业部门各方面的人员参加。研究J121船电站的6300Z型柴油机问题。会上先听取了检修试验领导小组作有关电站使用和辅机拆检情况的详细汇报,然后就双方共同关心的实质性问题进行讨论和评价。争论的焦点集中在这5台国产6300Z型柴油机能否继续留用。用方承认此次5个多月的海上实船考核比首次52天试航情况有较大好转,但考虑到本船航区远,要求能在12级大风下正常航行,因此认为继续采用6300Z型柴油机作为该船电站的动力不太适当。后经上级决定,从日本进口大发机取代了5台国产6300Z型柴油机,将换下的机器改为陆上发电。

二十五、PA6用作潜艇主机的改型设计

孙富田

1978年10月,在海军支持下,第六机械工业部引进了法国热机协会的PA6—280柴油机专利,并由四〇八厂生产。PA6型柴油机,功率大,体积小,重量轻,适合新一代潜艇柴油机母型机的要求,因而引进时就把PA6改为潜艇柴油机作为用途之一进行了考虑。1979年4月,六机部和海军组织有关单位在我厂召开了PA6柴油机发展为潜艇主机技术要求座谈会,初步提出了主要设计指标。1981年10月,再次在我厂召开“039潜艇柴油机技术途径座谈会”,会议确定039潜艇柴油机采用机械增压方案。

1982年3月,我厂设计科在杨承洪、鲍效祖科长组织下正式成立039柴油机设计组(后来改为产品设计研究所第三设计室),张良使担任组长,除原来就参加这项工作的贝加瑜和我以外,又集中了十几名技术骨干。从4月份开始,与西安交通大学、华中工学院共同进行方案设计。为了尽快地高水平地研制出新一代潜艇主机,在参考国外先进机型的基础上,共设计出11个方案初稿。之后,1982年7月29日至8月3日在华中工学院举行的方案初选会上,评选出两个布置在柴油机前端的机械增压装置方案。会后集中对这两个方案分别进行了深化设计。同时,进行了工作过程电子计算机模拟分析计算及总体方案布置。

1983年3月,中国船舶工业总公司和海军组织有关单位在我厂召开方案设计审查会,参加会议的有18个单位61名代表。会议代表充分讨论审议了由我厂和七一一所分别提出的设计方案和论证报告,最后确定选用我厂提出的增压装置布置在柴油机自由端、液力偶合器置于第二级的两级齿轮增速方案。要求我厂在此基础上开展研制工作。会议代表从潜艇的隐蔽性、

可靠性出发,提出了8项研究课题。会议还组织有关单位审查了华中工学院设计的PA6单缸机图纸,对设计质量表示满意,认为可交我厂投入制造。1988年4月21日,中国船舶工业总公司以(1988)军字543号文批复了会议纪要。至此,PA6改型设计为12V280ZC型用作039新型潜艇主机的方案正式确定,其研制工作和PA6单缸机的生产在我厂全面展开。

1983年5月至1984年底主要进行了技术设计以及增压装置试制图纸的施工图设计。

这期间,曾先后两次参加艇的总体设计单位七〇一所召开的039动力系统工作会议。关于主机方面的中心议题是总体所提高排气背压和进气真空度要求后功率、油耗等指标的确定。经充分协商讨论,会议期间确定了039艇对主机、发电机、控制等各设备的技术要求,而发电机的型式,排气消音冷却器的安装,冷却水量的分配等问题尚待进一步协调。

1984年初,我厂设计科改为产品设计研究所,039设计室即改为第三设计室。当时刘贵方所长、张良使主任工程师主抓039主机研制工作。我担任室付主任兼主管机械增压装置设计,陈钦焕担任总体设计主管工程师。

机械增压装置是039主机的关键部件,是改型设计的重点,我们吸取了国内外的先进经验,进行了与七〇三所、陕西机械研究所等单位的行业合作,对各部件进行了多方案比较优化设计,于1984年9月完成了机械增压装置试制的全部施工图设计。

与此同时,总体组对柴油机的冷却、润滑、燃油、起动、进排气等系统进行了初步技术设计,对主机的8项专用功能进行了研究,提出了解决方案。

1984年10月中旬,王立庚代表总公司军工部到我厂检查039主机研制工作,对我厂的研制工作表示满意,认为机械增压装置可以投入试制。之后,我厂开始试制和平台试验设备的准备。

1984年11月,PA6单缸机(工厂代号1280)完成总装和试车台施工并动车运转。后来在该机上进行了探索性试验。

本着设备先行的原则,PA6改型为039潜艇主机的研制虽已走在前面,但艇的总体还处于方案设计阶段。随着时间的推移,技术的发展,常规动力潜艇主机的选型转向轻型高速柴油机,同时国外出现了几种可供选择的新机型,有关方面都希望039潜艇主动力有一个更高的起点。因而决定对039潜艇主机重新选型补充论证。

从1985年初到1986年7月,中国船舶工业总公司和海军多次召开会议,讨论研究039主机的补充论证和选型。1985年4月11~13日总公司在北京召开的“039动力工作会”实际上是总公司系统内的一次准备会。6月4~8日七院在北京院部召开了“039潜艇预研工作汇报会”。这次会规模大,有137名代表参加,会议对动力、武备、观通、导航等主要配套设备的研制情况进行了汇报检查,重点是动力的补充论证和主机的选型。当时有两种方案,一个是PA6改型设计的12V280ZC型柴油机,总体方案基本可行。另一个是拟引进法国热机协会的16PA4—200SMDS潜艇柴油机,可以全面满足任务书的性能指标。会议认为在没有充分的根据对这两种机型的比较做出结论以前,各自分别进行工作。

此后,按照总公司军工部的通知,我厂和有关单位进行了PA6方案的完善工作,并于1985年10月中旬在武昌召开的协调会上进行了总结汇报。同期,船舶总公司组织七〇一所、七一一所和我厂进行了PA4机的引进准备工作,并于1985年9月和11月先后组织了与法国热机协会和英国帕克斯曼公司的技术座谈。

中国船舶工业总公司和海军组成的联合出国考察团对法国、英国、西德的潜艇柴油机考察

回国之后,1986年7月,船舶总公司军工部和海军装技部在北京召开039主机选型补充论证会。会上七〇一所、七一一所、海军装备论证中心和我厂作了039主机选型补充论证报告,原五机部六一六厂也介绍了MTU396柴油机技术和引进生产情况,海军装技部和其他单位的代表也充分发表了意见。由于对主机选型意见有分歧,会议讨论十分热烈。最后尊重用户意见决定选用纯废气涡轮增压的西德MTU16V396SB83型柴油机作为039艇主机。至此,PA6改型设计为潜艇主机的研制工作正式结束,但作为我国第一次自行设计离心式压气机机械增压潜艇柴油机的实践将留在军工史中。

主要研制单位简史

一、四〇三厂(含四〇六厂)军工科研生产简史

四〇三厂(宜昌柴油机厂)地处湖北省宜昌市东郊,于1970年开始建设,由大连造船厂包建,原设计纲领是生产船用低速大功率柴油机11万kW。厂区占地面积近100万m²,生产建筑面积约13万m²。全厂共有13个车间。铸造车间有年产铁铸件4000t的能力。铸钢车间有2台电弧炉,可年产铸钢件7000吨。机加工方面有从西德、捷克和东德进口的5×5×15m龙门铣床,3.15×3.15×10m龙门刨床,W200型大型镗床,21m大型车床等高精度大型设备。金属结构车间具有年产3000t结构件的能力,备有进口的光电跟踪切割机,CO₂气体保护焊接机等先进设备,总装车间有100m长的试车台,可供3台7350kW的柴油机同时试车。各大件车间均有铁道直通。但是该厂在70年代技术力量薄弱,致使大型精密设备未能充分发挥作用。而当时在四川省武隆县的四〇六厂,因选址不当,交通十分不便,经营管理困难,使具有船用柴油机制造专门技术的生产技术力量得不到很好使用,造成工厂长年亏损。第六机械工业部为贯彻国民经济的调整方针,经国家机械委员会同意,于1981年8月起决定将四〇六厂的大部分技术力量并入四〇三厂。四〇六厂生产的350系列和8300ZC型柴油机和生产线一并迁至宜昌。两厂合并工作于1983年全部结束,从而使四〇三厂成为既生产低速机又生产中速机的专业工厂。合并后四〇三厂有职工3100人,其中工程技术人员近400人。

四〇六厂原是第六机械工业部在三线建设的第一个船用中速柴油机厂,由上海求新造船厂和新中动力机厂负责包建,支内职工808人,支内搬迁设备202台,建厂生产纲领为年产350系列柴油机60台8300ZC柴油机30台,另加零配件30%的当量。1965年初开始选点,1966年上半年建成,同年7月正式投产,年底就生产出第一批二台8300ZC型柴油机,供海军使用。四〇六厂建成后,上海求新造船厂及新中动力机厂不再生产8300ZC型及350系列柴油机。

8300ZC型柴油机几乎全部供军用,单机功率809kW,主要用作扫雷舰,布缆船,伪装侦察渔船、捞雷船、猎潜艇、海洋考察船等舰船主机。350系列中速柴油机功率从441~1177kW,大部份用于民用船舶和电站,亦有部分用作军辅船主机。

1966年至1982年,406厂生产各型柴油机如下表所列。

机 型	单 机 功 率 (kW)	生 产 台 数	总 功 率 (kW)
8300ZC	809	197	159,373
6350 ^Z ZC	662	55	36,410
8350 ^Z ZC	882	54	44,628
8350GZC	1177	6	7,062
6300Z	846	17	14,382
共 计		329	261585

四〇三厂至1986年底,已生产350系列柴油机7台,8300ZC型柴油机12台。

20年来,四〇三厂及四〇六厂在科研方面主要进行了下列工作:

1. 12U300ZC型柴油机的研制

12U300ZC型柴油机是根据“225”会议的精神为035型潜艇主机而研制的。研制工作自1966年开始,以四〇六厂和七一一所为主,大连工学院、求新造船厂等单位亦参加。12U300ZC型机系废气涡轮增压四冲程柴油机,水面工况功率2206kW,通气管状态下功率要求1544kW(低指标)或1765kW(高指标)。样机于1970年总装完成,开始试验,1971年基本上达到低指标要求。但同步齿轮箱发生多次事故,短期内难于解决,而且035型潜艇已选用6E390ZC1作为主机,乃于1974年停止研制。

2. 6300ZC和6300Z型柴油机

该两型柴油机是12U300ZC型的变型,即6缸单列机。1974年上半年由四〇六厂完成6300ZC型的设计,同年年底出样机。1979年又按整顿后的图纸重新试制,1981年5月通过部级鉴定,由于无具体装船任务,而且四〇六厂正准备迁至宜昌,故未正式投产。6300Z与6300ZC型基本相同,仅删去了反转装置而增加了高弹性联轴节,用于电站。1976年4月通过鉴定,1977年又进行了改进设计和图纸整顿。1981年曾有5台装上J121远洋打捞救生船作为发电辅机。用6300Z型柴油机作为动力的630kW发电机组于1978年获四川省和全国科学大会颁发的奖状。

3. 提高350系柴油机单缸功率的研究

四〇六厂为改进提高350型系列柴油机,于1968年10月成立由领导、技术人员和工人参加的三结合性能试验小组,在原662kW的6350ZC型柴油机上作了一些必要的改动,进行882kW的性能提高试验,于1969年11月,达到性能指标要求。在此试验基础上,又对8350ZC型柴油机进行改进,选用新增压器、增压空冷器、改进燃油系统,采用双水泵双油泵等措施,并对主要件作了部份修改,研制成功8350GZC型柴油机,功率从原883kW提高到1177kW,而柴油机的重量与外型尺寸基本不变,该机1971年通过鉴定投入小批生产。

4. 以铸铁曲轴代替锻钢曲轴的研究

350系列柴油机原用锻钢曲轴,长期存在曲轴短线的老大难问题。六机部于1977年4月,组织冶金部有色金属研究院,有色金属研究院广东分院、广州柴油机厂、一机部沈阳铸造研究所、北京钢铁学院及四〇六厂等七个单位,在四〇六厂进行6350ZC型柴油机球铁曲轴攻关试验,经过三个多月的紧张试验,浇出9根球铁曲轴,经热处理的4根曲轴本体抗拉强度 $\geq 588\text{MPa}$,达到设计要求,延伸率 ≥ 1.5 ,其中一根经装机进行500h耐久运行试验,情况良好,于1977年12月通过鉴定,此项成果获得1978年全国科学大会奖。

二、四〇五厂军工科研生产简史

(一) 概况

1966年5月13日六机部以(66)六机所字和589号文指示,由407厂在三线包建第二高速柴油机厂。1966年10月20日六机部以(66)六计字第1090号文下达设计任务书,确定第一厂名为国营武隆高速柴油机,第二厂名为国营前进机械厂,代号为四〇五厂。生产纲领是年产K59型高速大功率柴油机120台。并明确有色金属与黑色金属铸件和自由锻件、模锻件、滚珠

及滚柱轴承,工艺装备,增压器、齿轮及齿轮箱、活塞、活塞环、轴瓦、缸套、油泵、喷油咀和调速器以及标准件均由外厂协作供应。原厂址定在四川省武隆县土坎芥子溪,后发现水源不足,改在武隆县附近的笋沟,又因乌江在枯水季节不能通航,再次迁至江津县建厂,1968年10月才破土动工。

1969年3月六机部核定四〇五厂建筑面积122140m²,其中生产性建筑62230m²;职工定员3325人;金属切削设备504台,后根据实际需要,建设规模多次调整,至1981年,总建筑面积调整为155910m²,职工人数为3433人,金属切削设备为564台。

在建设过程中,由于生产纲领的产品未能落实,工厂的总体布置,生产组织及厂房设计均按一般大功率高速柴油机制造厂进行。1970年六机部同意四〇五厂研制40—200型柴油机,因此工厂第二阶段的厂房设计与工艺路线安排,在原生产纲领不变的情况下,已兼顾到40—200型柴油机的试制和生产要求。

1974年5月,六机部以(74)六机计字374号文通知四〇五厂生产12VE230ZC型中速柴油机,在原设计纲领不变的情况下转换生产,按生产60台核算。

1983年在中国船舶工业总公司的安排下,又生产从西德MAN公司引进的L+V20/27系列柴油机。

1983年12月24日405厂通过了基本建设竣工验收。

(二) 生产能力与生产简况

为适应生产需要,工厂的生产组织经过多次调整,现在全厂有十三个车间,即铸造车间,机加工车间(共4个),板金工车间,热处理车间,装配试验车间,设备维修车间,工具车间,新产品试制车间(由生产车间代管),自行车车间,木工车间等,另有一个水厂,该水厂供应江津地区四个厂(即四〇五、四六七、四六八、四六九厂)的用水。铸造车间设计生产能力为铝合金1150吨,黑色铸造年产450吨;机加工设备有2m×6m,2.5m×5.5m加工精度可达0.005mm的龙门铣床,可加工长4.25m,回转半径为0.45m,精度达0.005mm的曲轴磨床;热处理车间有长3m的热处炉和氮化炉;装配试车车间有起吊20t,高3.5m的装配和油封包装设备;试验台可供20t,长6m,输出功率367~5880kW的柴油机单机或成套机组调试,根据现有厂房和设备,可以满足缸径250mm左右,重20t,功率在5880kW以下的中、高速各种型号柴油机的科研和批量生产。

截止1986年底,全厂共有职工2233人,其中技术人员221人,占职工总数9.89%。

四〇五厂现阶段生产的舰艇柴油机仅有12VE230ZC型柴油机。

自1974年六机部确定12VE230ZC型柴油机为四〇五厂第二产品以后,1980年通过了部级鉴定。1982年10月被六机部评为优质产品。至1986年底,共生产了138台,其中装艇出口埃及33台、孟加拉4台,同时还生产了近700万元的备件。

1984年底完成了首批3台5L20/27型柴油机的试制,此后根据市场需要生产了6、7、8缸的L20/27系列柴油机,至1987年底,该系列柴油机的零部件国产化达75%以上。

(三) 产品的改进提高和新产品研发

1. 12VE230ZC型柴油机的改进提高

四〇五厂对12VE230ZC型柴油机的改进提高工作,大体上可分为两个阶段,第一阶段为提高零件质量和工作可靠性;第二阶段着重改善柴油机工作性能和提高功率。

第一阶段的工作内容主要是根据批量生产中访问用户时了解的情况确定的,总共归纳

成 32 个待改进的项目,至 1982 年基本上已完成,对产品质量有较大的提高。

1982 年开始着手性能提高工作。1982 年八月由船总军工部在北京主持召开了 12VE230ZC 型柴油机技术协调会,确定了提高的主要指标。先以降低燃油消耗率为主,然后再提高功率。改进提高工作由四〇五厂为主,大连内燃机车研究所、上海交通大学、华中工学院、四六五厂、四六三厂、四四三厂等单位参加。1983 年,降低油耗后的 12VE230ZCA 型机通过中国船舶工业总公司军工部和海军舰艇部联合组织的技术鉴定,并颁发 A 型机的技术证书。A 型机的油耗下降了 12~13.6g/kW·h,高工况下各缸排温下降了 30℃,反转功率和调速性能也有较大的改善。1984 年获中国船舶工业总公司科技成果二等奖。提高功率的试验,1986 年 5 月达到 2205kW(750r/min 时)及超负荷功率 2425kW(780r/min 时)。但在耐久试验中,油泵凸轮损坏,后因供电不正常,未继续试验。

2. 微处理机自动控制装置的研制

在中国船舶工业总公司的支持下,1983 年与哈尔滨船舶工程学院合作研制 12VE230ZC 型柴油机的微处理机自动控制装置。1985 年 1 月通过技术鉴定。1986 年装艇试航成功。获中国船舶工业总公司 1986 年科技成果二等奖。

3. 40—200 及 24—200 型柴油机的研制

1970 年四〇五厂提出自行研制 40—200 型大功率高速柴油机。经上级同意后,在四〇七厂和上海交通大学的支持和帮助下,1971 年完成了设计和制造,并在四〇七厂起动成功。1972 年样机运至四〇五厂。当时四〇五厂的试车台尚未建成,为了尽早试验,便在计划建造试验站的工地上先建基础,然后在基础上盖草棚,在草棚里进行试验,这种状况一直延续多年。

试验中,发现调速器工作能力不够,乃决定新设计调速器,1975 年已完成了设计工作,但未试制。为尽早考核柴油机性能,便将 40—200 柴油机减少 2 列气缸(每列 8 缸),并改变了进、排气,使其成为 24 缸柴油机。完成改型后,即投入试验,至 1975 年初,达到了 3013kW,1650r/min,同时 1974 年底开始考虑 24—200 柴油机的设计方案,1975 年设计完毕并随即投料加工。

第一台 24—200 型柴油机于 1978 年上半年装置完成,1979 年 4 月达到 2940kW,1550r/min。1980 年 1 月完成了耐久考核试验。但由于反转离合减速器当时尚未加工完毕,故未能随机考核。

1980 年 5 月六机部要求柴油机配上反转离合减速器后再进行耐久试验。于是四〇五厂投产第 2 台 24—200 型机,并对增压系统作了适当的改进。第二台机于 1983 年 6 月开始调试。在高工况试验时多次出现离合器输油管断裂事故,有待研究。由于无装船对象,而且经费困难,故耐久试验未继续进行。

三、四〇七厂军工科研生产简史

(一) 概况

四〇七厂是我国第一个五年计划期间 156 项重点建设项目之一,是生产轻型高速大功率柴油机的专业工厂。1955 年 8 月国家计划委员会以(55)计机张字第 45 号文批准了该厂设计任务书。厂址原拟建于山西省侯马市,厂名为高速柴油机厂,代号为四〇一厂。于 1957 年 9 月国家建设委员会以建发区安字第 898 号文批示决定高速柴油机厂迁至河南省洛阳市。1958 年

10月工厂更名为河南柴油机厂(代号407厂)。

工厂分两期进行建设,第一期工程是苏联设计的,生产纲领为M50 ϕ -3(即轻12V180)型柴油机年产600台共53万kW(72万马力)、备件为产品劳动量的20%。第二期工程由国内自行设计,增加生产M503A(即轻42-160)型柴油机年产120台,共35.3万kW(48万马力),备件为产品劳动量的20%。

1958年5月10日厂房破土兴建,至同年11月已有两个辅助车间开始制造工艺装备与非标准设备。至1959年5月生产车间中已有一部分产品零件投入试制。

为生产轻42-160型大功率高速柴油机,国家计划委员会于1960年7月批准第二期扩建工程。第二期由第九设计院负责设计。按照扩建任务书的规定,四〇七厂承担轻42-160型柴油机的机械加工、热处理、表面处理、焊接、装配试车、部份冲压件和部份铸锻件。模锻件毛坯由外厂协作供应,滑油滤器、燃油输送泵及预供油泵由第四机械工业部一一三厂供应。因此扩建的主要内容是:新建有色铸造车间,可年产铝铸件930t,青铜铸件65t;新建第二机械加工车间组,共17036m²;新建锻焊车间组;相应调整和扩大有关车间、试验室和计量室规模等。第二期工程于1966年基本完成。1968年10月六机部根据生产与试制过程中出现的问题,并结合拟增加生产24-180型柴油机,又适当地增加了机床和扩大厂房仓库面积。

工厂经过了三十年基本建设与生产建设,全厂占地面积为801804m²,建筑面积共322742m²。拥有各种设备3284台件,其中金属切削设备1314台。职工总数为6592人。其中:工程技术人员547人,工人4053人。1982年六机部以(82)六机基字374号文批准河南柴油机厂基本建设竣工验收。

(二) 仿制简况

1961年12月完成了2台M50 ϕ -3型柴油机的试制。经试验和400h保险期考核,各项性能参数均符合技术条件的要求。1964年6月通过了生产定型,转入批产,并正式命名为轻12V180型。在1981年以前,每年产量一般为200余台,而1981~1985年,平均年产量仅51.3台。该产品除满足海军要求外,还向十多个国家出口。1980年荣获第六机械工业部和河南国防科工办优质产品称号。

轻12V180型柴油机在试生产时,缸盖等铸件以及曲轴连杆等锻件均向苏联购买。至1963年铸件由六一六厂提供,模锻件由六一七厂提供。现在,铸铝件已可由四〇七厂自行解决。

轻42-160型柴油机的施工图纸和技术条件也是苏联提供的,而工艺资料则由四〇七厂在兄弟单位协助下编制。1965年开始投料,1969年4月第一台柴油机装配完毕,同年第三季度又完成4台,其中3台装艇试验,另1台用于耐久试车,在300小时耐久试验中当运转到167h时因连杆折断而停止。虽未经鉴定而自1970年至1972年上半年共生产轻42-160型柴油机141台。这些柴油机由于质量没有过关,暴露了不少问题。如废品率较高、超差回用多、在使用中故障多、退厂修理多。1972年下半年工厂着手开展了质量普查,并为准备定型而投料12台份,到1973年9月装配出7台,其中一台柴油机于1974年10月14日通过了保险期试车,于是申请生产定型。经过上级批准于1974年12月10日轻42-160型柴油机定型会议在洛阳召开。中央军委军工产品定型工作领导小组于1975年4月批复同意42-160型柴油机生产定型,并提出“为确保产品质量,在生产中要严格工艺、对遗留的质量问题应会同有关部门研究,采取具体措施尽快解决。但在“文化大革命”期间,由于生产受到干扰破坏,对遗留的柴油机质量问题未得解决。“文革”后,四〇七厂重新整顿产品质量,将轻42-160型柴油机的质量问题

共归纳出八大关键,131个问题,并采取了一系列措施组织攻关,同时结合产品质量问题,在生产车间建立了10个质量管理点,大力整顿和复查图纸及工艺文件;健全设备管理制度;并对全厂2500台生产设备进行普查。由六机部、河南省、洛阳市国防科工办及和11个部内兄弟工厂组成了整顿验收检查组,于1981年9月对工厂进行了整顿产品质量管理工作的检查验收。认为工厂的产品质量管理工作基本达到验收标准,同意验收并颁发了企业整顿验收合格证书。轻42—160型柴油机经多年的质量攻关,8大关键131个问题已基本攻克,于1982年10月25日六机部在洛阳召开了轻42—160型柴油机攻关成果鉴定会,会议肯定了攻关成果,确认该机质量过关。1984年9月企业整顿五项工作验收合格。

三、产品的改进与变型

四〇七厂于1958年6月建立产品设计科。1983年12月将产品设计科扩大为产品设计研究所。研究所共有128人,其中科技人员67名,所内设有2个机加工车间和5个试验台。多年来为产品改进提高和发展变型做了大量试验研究工作,取得了明显效果。

1. 轻12V180的改进提高

在1966年至1980年期间陆续对轻12V180型柴油机共改进了47项,于1980年5月将改进后的机型进行了600小时连续运转,情况良好,原轻12V180机存在的问题,如缸体裂,缸套穴蚀等均得到克服。1981年11月通过部级鉴定,并获科研成果二等奖,改进后改为轻18V180A型。1982年6月开始又对这台试验机进行了375h耐久试车。先后共运转1500h,试验后除进气阀磨损较严重外,其余零部件情况良好。

1984年开始对轻12V180型柴油机进行废气涡轮增压的试验,功率提高至1100kW。1985年第一台样机加工完毕,1987年顺利地进行了400h耐久试验,同年12月通过部级鉴定型号定为轻12V180ZL,燃油消耗率为 $215\text{g/kW}\cdot\text{h}$ 。

2. 轻12V180变型的发展

为了扩大适用范围,于1979年开始发展多种变型。有带行星齿轮减速器的轻12V180—1型、轻12V180—1A型和轻12V180—1B型;有降低功率、延长使用寿命的轻12V180—2F型和轻12V180—4型。其中轻12V180—1型机,1985年9月通过部级鉴定,获中国船舶工业总公司科技进步一等奖。

1971年,四〇七厂确定在轻12V180的基础上,发展24缸和48缸的机型。至1977年,虽然在性能上取得预期效果,而结构比较单薄,有待研究改进。后奉上级指示停止研制。

3. 轻42—160的改进提高

1983年,为了提高轻42—160型柴油机的可靠性和延长使用寿命,加装中间空气冷却器,型号改为轻42—160—3。1987年12月通过部级鉴定。虽然轻42—160—3型的功率未增大,而工作可靠性提高,第一次大修期可达1000h。

四、引进西方国家技术

1985年1月中国船舶工业总公司与西德MWM柴油机公司签定了高速柴油机制造技术转让许可证合同。同年4月由国家经委批准生效引进的机型是D604(D604B)、D234和226B三个系列高速机,主要技术参数如下表所列。引进的高速机是多品种多用途机型,其最低燃油消耗率仅 $187.8\text{g/kW}\cdot\text{h}$,一般第一次大修期为20,000h。

由于引进机采用了常规结构和一般材料,而且其主要配套件和零件如增压器、中冷器、活塞和活塞环等制造技术,国内已引进。因此,首制的D234型机,其国内自制率已达80%以上,

这些引进机目前尚未用于舰艇。

引进机的主要技术参数

机 型	D604B	D234	D226B
型式	四冲程、水冷	四冲程、水冷	四冲程、水冷
缸数	6、8、12、16	6、8、12、16	2、3、4、6
缸径 (mm)	170	128	105
行程 (mm)	195	140	120
燃油消耗率 (g/kW·h)	204(增压)	204(增压) 218(非增压)	218(增压) 231(非增压)
单缸最大功率 (kW)	120	60	30
转速范围 (r/min)	1000~1800	1500~2300	1500~2300

四、四〇八厂军工科研生产简史

(一) 概况

四〇八厂是我国第一个五年计划期间 156 项重点建设项目之一,是生产中速大功率柴油机的专业工厂。位于陕西省兴平县内,厂内有专用线与陇海铁路联结。

1955 年 4 月第一机械工业部四局成立四〇二厂筹备组。同年 8 月国家计划委员会批准四〇二厂的设计任务书,生产纲领为年产 37 π 和 2 π 100 型柴油机各 120 台,燃油系统 300 套。9 月四〇二厂改名为四〇八厂。1956 年 1 月四〇八厂筹备处在西安成立。

1961 年 12 月第三机械工业部根据国家计委指示,决定撤除 2 π 100 型柴油机的生产任务。1964 年 1 月,第六机械工业部调整四〇八厂的生产纲领为年产 6E390C 型(37 π)柴油机 120 台,40 π 型 60 台(后来未按排生产),各种冷却器 2000 台,燃油系统 200 台份。

1957 年 8 月开始福利区基建施工,1959 年 9 月开始厂区基建施工,至 1965 年 7 月各车间及辅助设施陆续建成投产,全长 4497.34m 的铁路专用线亦于 1959 年 12 月通车。1981 年 12 月,第六机械工业部以(81)六机基字 229 号文批准四〇八厂基本建设工程竣工验收。1984 年企业整顿验收合格。

四〇八厂自筹建开始至企业整顿验收,累计完成基本建设投资 11817 万元,占地面积 108.34 万 m²,房屋建筑面积 31.33 万 m²;全厂共有各类设备 3270 台,其中主要生产设备 1397 台,精密设备 20 台,大型设备 155 台,关键设备 134 台,部管设备 212 台;全厂共有职工 5256 人,其中生产工人 3127 人,工程技术人员 533 人,管理人员 547 人。到 1986 年底共计生产柴油机 470 台 525047kW。已成为一个冷热加工设备齐全技术力量较强,全能型的大型中速柴油机

厂。

（二）仿制与生产

四〇八厂在基建的同时开始进行仿制 37 π 型柴油机的准备工作。该柴油机是 03 型潜艇的主机,原系苏联克洛姆工厂的产品。1957 年 4 月苏方图纸资料到厂,立即开始了产品图纸资料的翻译复制、技术资料的补充和中国化等工作。柴油机部份的设计资料于 1957 年末译制完成,离合器及辅机部份于 1958 年完成。1959 年参照国外工艺资料结合工厂设备条件,按生产纲领编制 3 批生产工艺,相应的工装设计和标准资料的复制工作。1960 年 4 月正式按仿制工艺组织工具和工装生产,至定型前,合计制造了工装 6720 项,标准工具 2393 项,还进行了各类非标准设备的设计和制造,共 355 台。对于产品所需材料进行了国产化和代用工作。外购配套件共有 220 项,先后与 11 个省市,27 个单位建立了供应关系。

1961 年 5 月四〇八厂成立了仿制 39 型柴油机准备办公室,胡仪生同志任组长。1964 年完成 2 台 6E390C 型(简称 39 型)柴油机的仿制。1965 年 8 月,第六机械工业部和海军装技部在 408 厂召开 39 型柴油机生产定型会议,通过了生产定型。

四〇八厂最初生产的 10 台 6E390C 型柴油机,功率未达到原规定指标,徘徊在 1294~1368kW 之间。后以苏联制造的 37 π 进行对比试验,进口机亦未达到原指标。虽然如此,四〇八厂除严格控制制造和装配质量外,还通过试验研究采取有效措施,使额定功率达到 1485kW。此外还对在使用中出现的一些问题,采取适当的改进措施予以解决。因此 6E390C 型柴油机的结构和性能日趋完善。截至 1981 年底,共生产 254 台,其中用于潜艇者 215 台,另 39 台作民用电用。由于 6E390C 型的改进型已成熟,故自 1982 年开始停产。

根据第六机械工业部的安排,1965 年起,同时生产 6350C 型中速柴油机。1974 年末,增压的 6350ZC 型试制成功,乃于 1975 年淘汰 6350C 型以 6350ZC 型代替。至 1984 年底共生产 6350C 及 6350ZC 型 154 台,广泛用于军辅船和民用船舶。

1978 年,第六机械工业部决定将从法国热机协会引进的 PA6 系列和 PC2—5 直列机系列安排在四〇八厂生产。1980 年,四〇八厂共派出 21 人参加实习队赴法国培训。1983 年 5 月首制完成 2 台 6PA6—280 型柴油机,1984 年 6 月又完成 2 台 12PA6V—280,均获得法方认可。12PA6V—280 型柴油机用作布雷舰主机。用户要求该舰的主动力系统需在陆上进行联调试验。四〇八厂于 1986 年 3 月完成了这种试验,获得中国船舶工业总公司 1987 年度科研进步三等奖。

四〇八厂设有油泵油咀车间,具有生产各种中速柴油机燃油喷射装置的能力。多年来,为 6E390C、12VE230ZC、8300ZC、350 系列及 PA6 等型柴油机生产油泵、油咀,而且还配合这些机型的改进提高研制燃油喷射装置。

四〇八厂的焊接车间内,备有焊接冷却器扁管的专用设备。生产铜镍合金抗流扁管式滑油和淡水冷却器系列。冷却面积 8~22m²,配用于 6E390C、M50 $\varnothing$ —3、12VE230ZC 等型舰艇柴油机。

此外,四〇八厂还生产轮胎式摩擦离合器系列,规格有 40~1310N·m 五档。

三、科研设计工作

科研工作主要是围绕着 6E390C 型和 6350ZC 型柴油机的改进提高,PA6 型柴油机的变型设计和新机型的发展三方面进行。

1. 6E390C 型柴油机的改进提高

为解决 035 型潜艇主机,四〇八厂积极改进提高 6E390C 型,首先以 3 个罗茨泵增压加中冷、形成 6E39ZC 型(简称 Z39 型),在转速 500r/min 时,水面工况的额定功率 1764kW,通气管状况 1544kW,于 1971 年试制成功,1972 年装艇试用。然后将罗茨泵改用螺杆泵形成 6E390ZC1 型(简称 1Z39 型)在转速 500r/min,水面额定功率 1911kW,水下 1764kW,燃油消耗率 285g/kW·h,1975 年通过鉴定,1977 年装艇试用,1984 年 8 月批准设计定型,1985 年获中国船舶工业总公司科技进步一等奖。6E390ZC1 型柴油机被选定作为 035 型潜艇主机。

为使 6E390 型成为水上和水下舰艇兼用的动力,从 1963 年起,408 厂发展了可反转的 6E390DC 型柴油机(简称 D39 型),500r/min 时的额定功率 1360kW。曾用于中型登陆艇、打捞船、海洋测量船、综合补给舰以及民用拖轮等。使用中发现振动过大,后经上海交通大学协作改进。至 1981 年 6E390D 型共生产了 41 台。为进一步提高功率,四〇八厂研制成功涡轮增压器与罗茨串联加中冷器的两级增压柴油机,型号为 6E390DZC(简称 D239)和 6E390DZC1(简称 D239-1,)型,在 500r/min 时,12 小时功率分别为 1985kW 和 1786kW。6E390DZC 型于 1978 年通过鉴定,装备中型登陆艇。6E390DZC-1 型于 1984 年通过鉴定,装备运输艇。

2. 6350ZC 型柴油机的改进提高

四〇八厂自 1974 年试制成功 6350ZC 型柴油机后,1978 年 11 月又开始 100%增压的试验,机型定为 6350GZC。至 1980 年 3 月样机试验结束,各项性能均达到预期指标。

3. PA6 型柴油机的变型设计

为了满足 039 型潜艇的需要,1981 年 10 月举行了 PA6 改型的技术途径座谈会,确定采用机械增压方案。1982 年 1 月第六机械工业部通知四〇八厂和七一一所同时进行上述方案设计,然后择优选用。1983 年 3 月经过会议审查,确定选用四〇八厂提出的第二方案,1984 年 9 月完成技术设计,11 月完成单缸试验机总装并开始运转,后发现在外形尺寸方面对 039 型艇尚不理想,乃再次组织选型论证。1986 年 7 月决定选用西德 MTU 公司的产品,于是 PA6 潜艇柴油机的研制工作全面停止。

4. 6-40/46 型柴油机的开发

四〇八鉴于二冲程的 6E390C 型机具有耗气量和耗油量大,振动噪音高等缺点,1967 年决定研制一种新型四冲程柴油机,用作 035 型潜艇的需求。该机的缸径 400mm,行程 460mm,6 缸,称为 6-40/46 型。仅花 1 年半的时间,完成单缸试验机和样机的制造和总装,以后进行了大量的试验。1969 年 035 型艇已决定选用 6E390ZC 型,1977 年又引进了一台法国的 12PC2-5V 型机,它的缸径和行程与 6-40/46 机完全相同,并准备测绘仿制。6-40/46 型机的研制工作于 1977 年 8 月结束。

五、四〇九厂军工科研生产简史

(一) 概况

四〇九厂原名“新中工程股份有限公司”,创建于 1925 年 7 月,由支秉渊等 6 人,在“五卅”运动反对帝国主义,争取民族解放的启发下,立志走实业救国、复兴工业的道路,集资创业于上海。

建厂后,制造农田灌溉抽水机、小功率柴油机,兼造农产品加工设备,如碾米机等。

1937年8月,日本军侵犯上海,新中工程公司在炮火中抢运了一部分机器设备迁往内地。1938年经公司决定试制汽车用高速内燃机,国内第一台65马力汽车用汽油机在湖南祁阳试制成功。1939年改制成45马力煤气汽车发动机。抗战胜利后,公司在1946年8月迁回上海。

解放后,在我军解放沿海岛屿时,“新中”承担了为海军舰艇复制气缸头的任务。

1952年11月1日正式批准公司为公私合营企业。合营后改为新中机器厂,属华东工业部领导,各项工作逐步纳入正轨,生产任务明确,业务蒸蒸日上,开始生产船用柴油机。1958年起又正式开始试制各种型号的废气涡轮增压器,成为我国第一家生产增压器的工厂。后来又生产液压调速器。

1961年6月,该厂划归第三机械工业部第九总局领导,再次改为新中动力机厂,列入军工企业,代号为四〇九厂。开始生产舰艇柴油机。1963年开始,先后协助七院十一所研制K59和120型高速柴油机。

新中动力机厂曾于1960年和1965年分别支援“新新厂”和四〇六厂。不但支援大量职工,而且提供了大量的机床设备,使该厂的生产受到很大影响。第一次支援后,翌年的总产值下降64%;第二次350系列转厂后使该厂的柴油机生产不得不另行开发新产品。但是这种暂时现象很快得以恢复,1984年7月顺利地通过企业整顿验收。1985年获得国家二级计量单位称号,并被中国船舶工业总公司评为先进企业。1986年,国家经委授予“六五”技术进步先进企业单项奖,同年被评为上海船舶工业设备管理优秀单位。

至1986年,工厂占地面积96000m²,拥有各类金属切削机床349台,其中包括当前国内较为先进的数控加工中心和三坐标测量仪,全厂职工2200人,固定资产2200万元。

1952年11月公私合营后,从1953~1986年,共生产各种型号柴油机1932台,579153kW;292型汽油机12596台,188670kW;各种型号的增压器3789台;调速器1163台。

二、生产简况

公私合营后,1952年仿制成功西德道伊茨(Deutz)公司4270型中速柴油机,并将钢曲轴成功地改为密烘铸铁,1953年开始批产。1956~1957年仿制捷克斯柯达公司的6350型柴油机。1958年在此基础上发展8缸机型并进行废气涡轮增压,出现8350ZC型柴油机,350r/min时,额定功率为882kW。这是当时国内功率最大的船用中速柴油机。1960年6350亦增压成功,形成了350系列。

1963~1964年先后试制由七院十一所设计的K59双排试验机和120型单列柴油机。同年在支钟藩高级工程师主持下,试制成功4105型柴油机,该机用作舰艇辅机。

1966年按六机部的安排,与七院十一研究所合作研制18E120柴油机,该机最大功率为2205kW,2200r/min,用作海军高速指挥艇主机。1970年完成样机,同年11月达到设计指标。后因建艇计划改变,乃未继续研制。

1971年完成了6250ZC型柴油机的试制。1000r/min时,额定功率496kW。随即在此基础上进行高增压机型的研制,即6250GZC型。1972年为提高工作可靠性,将6250GZC型的转速降低至750r/min,成为6250GZC—I型。1973年又将转速降至600r/min,型号改为6250GZC—II。1977年针对使用中问题,改进了13个项目,进一步提高了经济性和可靠性。1978年6250GZC—II型研制成功,1980年通过鉴定。

为了适应柴油机发展的需要,1958年开始试制和生产各种型号增压器。在1972年以前,所有型号都是以瑞士、捷克、英国和美国等生产的增压器为母型进行仿制,大多数是轴流废气

涡轮增压,个别是径流式。如仿瑞士 BBC 公司 VTR320NC 型增压器,试制成功 TZ50X 型轴流废气涡轮增压器;以捷克 25NC 和 VTR250Pa 型为母型,仿制成功 TZ25X 型;仿美国 Elliatf 公司生产的增压器,试制成功 TZ35X 型;仿捷克 16N 型增压器,试制成功 TZ16X 型;仿英国 simms 公司增压器,试制成功 TZ8J 径流式涡轮增压器等。

1972 年以后,先后试制成功或设计研制的增压器有:GP500、TZ50B、GP100、GJ260、GPC450、TZ251、ZP750、XE800 等。其中 GP100 型是为 12U300ZC 型柴油机研制的,能适应水下特殊工况;GPC450 型是传动式涡轮增压器,为 18E120 型三角形柴油机研制。后又在 GP100 型的基础上试制 GP101 型增压器,配 6400ZC 型潜艇柴油机。

三、引进国外技术

1978 年 12 月,中国技术进口公司与瑞士 BBC 公司签署《许可证协议书》,引进 VTR0、1 和 4 系列涡轮增压器专利,由新中动力机厂和四六七厂试制。新中动力机厂已试制成功 VTR631、VTR501、VTR454 及 VTR564 等型轴流涡轮增压器。在径流增压器方面,有从西德随同柴油机引进的 NR20 和 NR15 以及从瑞士 BBC 公司引进的 RR153 型增压器。增压器的国产化程度已达 82% 以上。

1980 年 7 月,第六机械工业部与西德 MAN 公司签订 L+V20/27 系列中速柴油机技术转让合作生产和补偿贸易合同,国内由新中动力机厂和四〇五厂试制。L+V20/27 系列包括 4~9 缸的直列机和 12~18 缸的 V 形机,功率从 288 至 1800kW。新中动力机厂已先后完成了 4、5、6、7、8、9、12 缸机的试制,并投入小批量生产,产品已用于舰艇及军辅船电站,军用固定式应急电站,并已有出口,使用正在逐步扩大中。国产化程度已达 90% 以上。1988 年国产的 L+V20/27 柴油机获国家经委质量银质奖,该机及 VTR 增压器被评为中国船舶工业总公司科学技术进步一等奖,新中动力机厂被评为国家二级企业。

六、四三七厂舰艇柴油机科研生产简史

(一) 概况

四三七厂的前身是英商马勒机器造船厂,创建于 1928 年,1952 年 2 月 19 日由中央重工业部租用,更名为沪东造船厂,同年 8 月 15 日上海市军事管制委员会发布征用命令,改为国营沪东造船厂。征用时职工 283 人,设备十分简陋。1954 年为建造 01 型护卫舰进行了技术改造,1958 年、1970 年和 1985 年又进行了三次扩建。全厂现占地 90 万 m²,建筑面积 30 万 m²,职工 12,000 余人,各种设备 3600 多台,可建造六万吨级以下的船舶和目前我国最大缸径的船用柴油机,是我国船舶和船用柴油机主要生产厂家之一。该厂综合开发和生产能力大,适应性强,是一个以军为主、军民结合、船机并举、兼多种开发经营的大型企业。

1956 年,四三七厂在生产船用蒸汽机的基础上,开始了生产大功率船用柴油机的前期准备,1957 年为沪南卢家湾发电厂试制成瑞士 Sulser 柴油机的 760mm 大型气缸套和活塞环配件。1958 年 4 月,四三七厂开始与第一机械工业部船舶产品设计院第四产品设计室(以下简称四室)紧密合作,共同开发大功率低速船用柴油机,由四室派出设计队伍常驻四三七厂。

为了生产大功率柴油机,上级批准四三七厂新建 18000m² 的柴油机加工、装配和试车厂房,于 1960 年 1 月 1 日建成投入使用并正式建立了柴油机车间和柴油机车间单缸试验站。为

舰船柴油机的生产和发展奠定了基础。1961年在组织上设立了造机生产付厂长和付总工程师。1962年1月组织造机技术科,随后又重建锻冶科,各车间相应设立生产付主任和技术付主任,形成了造机技术生产管理体系。在技术改造措施方面,新建了热处理车间,改造了工具车间和计量室,增添了座标镗床、齿轮磨床、氮化、表面处理和精密计量等设备,对原有机床设备精度进行普查检修,并调整了生产路线。

四三七厂与四室及其后成立的七一一所一直保持着良好的合作关系,从共同开发低速机开始,后来发展到大功率中速舰用柴油机以及技术攻关等科研工作。七一一所驻厂人员于文化大革命开始后不久撤回,仅保留少数联系人员。

1969年7月四三七厂将造机技术科和柴油机车间单缸试验站合并建立了柴油机研究室,以加速新机型的研制。1979年扩大为柴油机研究所,又称造机研究所。

1978年10月中国技术进口总公司与法国热机学会(S·E·M·T)签订生产PA6和PC2-5柴油机许可证协议,四三七厂被指定为PC2-5系列柴油机图纸归口单位。

1980年7月六机部购买了丹麦B&M公司各种缸径低速柴油机系列的生产许可证。四三七厂被指定为国内生产单位之一。

1985年,四三七厂再次进行大规模技术改造,在造机方面又新建一座柴油机装配试验车间和金属结构车间,总面积为5784m²。增添了 $\varnothing 310$ 大型数控镗床,4m $\times$ 12m数控龙门铣床和数控铣床等;对 $\varnothing 90$ 导轨钻床进行了数控化改造,并建立了缸套、排气阀、缸盖、凸轮和喷油泵喷油器精密偶件5条生产线。生产能力大大地提高。至1990年,年产中、低速柴油机可达12万kW以上。

二、试制生产简况

1958年4月,与四室合作、开始设计、试制6ESDZ43/82型1676kW柴油机,其废气涡轮增压器系由船舶运输科学研究所设计。1959年10月样机完成了100h耐久试验,由民用船舶主机技术委员会组织了鉴定,额定功率为1471kW(2000马力)。这是我国第一台自行设计制造的船用低速大功率柴油机。

1959年在ESDZ43/82的基础上,变型设计成筒形活塞的6EDZ43/67,转速从200提高至250r/min,功率1721kW。1960年11月样机试验仍存在一些结构性能问题,乃将额定功率降到1323kW先行装船试用。后经改进,不仅使EDZ43/67型达到设计指标,且使ESDZ43/82型的功率提高至1617kW。

1961年11月三机部九局向四三七厂下达了试制12VE230ZC型(即40 π)柴油机任务,试制中,严格执行工夹具和工艺试验验证后方可投入生产,确保了产品质量。12VE230ZC共投料6台份,第一台样机于1965年9月组装完成。1966年3月试验结束,6月召开试制鉴定会,通过了试制鉴定。根据六机部指示,于1966年8月将全部图纸、技术资料、工艺装备、木模、半成品和多余的零部件,全部移交给四〇八厂。

1962年6月在65型护卫舰方案论证会上,决定设计、试制9EDZ43/67A型柴油机作为该舰主机,额定功率2427kW(3300马力),转速250r/min。设计以七院七一一所为主,科研试验和试制以工厂为主,1963年7月开工,1964年12月样机完成部级鉴定,至1966年共生产10台。在此期间还试制了2台6EDZ43/67A,用于海救930舰主机。

1963年工厂对渔船用6缸267/330型柴油机进行了攻关改进,用作海军80吨运输船、近海补给船和近海测量船主机。该机是1955年由船舶产品设计处与求新造船厂共同测绘仿制

的。四三七厂共生产了 253 台,有 71 台用于军辅船。

1963 年又与七院十一所合作对 6ESDZ43/82 型柴油机进行改进提高,使机身刚性增强,可靠性提高,额定功率仍为 1617kW,型号改为 ESDZ43/82A。1967 年四三七厂将 ESDZ43/82A 型柴油机的功率成功地提高至 1911kW,1968 年 12 月通过鉴定。

1969 年,四三七厂再次将 ESDZ43/82 系列的单缸功率提高,设计试制了 9ESDZ43/82B 型柴油机,额定功率 3309kW,1970 年装船使用,1972 年又设计了 6ESDZ43/82B。1974 年 2 月完成了 ESDZ43/82B 系列柴油机的设计定型鉴定。1982 年又将 ESDZ43/82B 型的脉冲增压改为等压增压,开发了 6ESDZ43/82C 型柴油机,于 1984 年 1 月通过部级鉴定。C 型机的功率虽然未提高,而燃油消耗率有较大改善。ESDZ43/82 系列柴油机共生产了 163 台,401524kW,用作军辅船主机者 26 台,74579kW。

1966 年开始,四三七厂与七一一所及四〇八厂联合研制 053 型护卫舰主机 18VE390ZC 型柴油机,要求整机功率 8826kW,1971 年 12 月首制两台机装 053 型首舰试验,但在 60%以上工况无法正常工作,于是 1971 年 6 月至 1973 年 12 月进行改进,1974 年 12 月再次装舰,顺利地完 成该舰第一期工程试航验收。

1974 年海军决定建造 053H 型护卫舰,以 12VE390ZC 型柴油机作为主机。四三七厂于 1975 年设计试制完成并装艇,1977 年 7 月通过部级鉴定。

1978 年 2 月开始,针对 18VE390ZC 型在舰上的使用情况,六机部组织了以四三七厂为主的 18VE390ZC 型柴油机第一期技术攻关,1982 年通过了攻关成果鉴定,型号改为 18VE390ZCA,1984 年 7 月 18VE390ZCA 型机通过部级鉴定。

截至 1986 年底止,VE390ZC 系列及其改进后的 A 型系列,共生产了 70 台,447184kW,主要用于 053H、H₁ 和 H₂ 型护卫舰以及大型登陆舰。

四三七厂试制、生产的 390 和 430 和 750(民用船舶用)三种缸径系列柴油机所用的废气涡轮增压器原都是该厂自己生产的。生产和开发过的增压器有:DZ340、DZ750、ZZ370、GZ365、GZ380、GZ750 和 GZ680 等型。

1982 年,四三七厂试制了 2 台从法国引进的 12PC2—5V 型柴油机,1986 年经改装后用作 679 训练舰主机。

1985 年,在消化吸收从丹麦引进的 B&M 低速柴油机后,与七一一所共同设计开发 6E34/82SDZC 型柴油机,该机的性能达到当代国际水平,1987 年 1 月通过部级鉴定。

截至 1987 年底,四三七厂共生产各型柴油机 552 台,1248070kW,其中用于海军者 181 台,573795kW。

七、四三九厂舰艇柴油机科研生产简史

求新造船厂(四三九厂)于 1902 年由私人创办。第一次世界大战后,转卖给法商经营,抗日战争期间,曾由日军接管,与江南造船所暂时合并,抗日胜利后,复由法商经营。解放后,1952 年 1 月由华东工业部向法商接租,改名为求新机器厂。同年 9 月改由第一机械工业部船舶工业局领导,更名为国营求新造船厂。1954 年 9 月 29 日经上海市军事管制委员会正式宣布接管,仍由船舶工业局领导。该厂刚接租时,设备简陋,仅有大小机床设备 65 台(其中 23 台不能使用),厂

房破旧,职工 163 人,无技术人员,生产全凭工人的经验,全厂开支仅靠修理小型船舶来勉强维持。接管后,政府给予支持,充实设备,增加技术力量,职工人数迅速增长,向造船和造机两方面同时发展。

1952 年在船舶工业局设计处的协助下,开始研制 4187C 型船用柴油机,成功后又发展 6 缸机和废气涡轮增压机型,1959 年底成为我国最早的船用柴油机系列。

为了 187 系列的更新换代,1960 年与船舶产品设计院四室共同设计 6200ZC 型柴油机,将 187 系列的缸径加大至 200mm 行程不变。取消反转机构以便船陆通用。1961 年试制成功后,根据上级指示,转给哈尔滨船厂生产。

1959 年,四三九厂又试制了 6300C 型柴油机,它是参照苏联 18Д 型柴油机设计的。试制时,该机 350r/min 时功率为 257kW。后来提高至 400r/min,294kW。1964 年 6 月通过部级鉴定,以后转至广州柴油机厂生产。

1959 年第一机械工业部九局下达 9ДМ 型柴油机的仿制任务。9ДМ 是苏联转让制造产品,但是不仅图纸不齐全,而且缺乏技术资料 and 工艺文件。这对技术力量比较薄弱、加工设备较差的四三九厂带来了很多困难。

为了加强柴油机的试制工作,1962 年 2 月,四三九厂新成立了技术二科,林允耀任科长专门负责柴油机设计、工艺和工装、非标设计工作。同时柴油机车间也得到加强,职工已增至 321 人。

根据上级指示精神,船舶产品设计院四室派出工作组参加 9ДМ 型柴油机的仿制工作。当时向苏联订购的增压器、热工仪表及 ЭИ69 等材料未到货,在大连造船厂加工的曲轴亦未落实,问题很多。在工人和技术人员共同努力下,首先设计制造了必要的专用工夹具 160 项。然后通过分析和试验,逐个解决进排气阀、燃油泵柱塞套筒、喷油咀针阀座、连杆螺栓等零件的材料代用问题。当时铸造质量不能满足要求,除研究改进铸造技术外,为了尽早出样机,乃不惜大量报废而求得合格品。例如缸盖,前后共浇注近 200 只,只有 1 只合格。又如机身、机座由沪东造船厂协作铸造 4 套,报废了 3 套。机床陈旧,精度差,乃依靠工人的技术来弥补。例如第一根曲轴是以人工修整出来的。就这样克服了一个又一个技术关,终于 1962 年 8 月完成了样机,同年 11 月完成全部试验。为了早日投产,针对样机试制中存在的薄弱环节和技术问题,将专用工夹具和非标设备增加至 1265 套;制订了工艺性试制项目 35 项;并充实工艺力量,任命了造机主管工艺师;编制了 8300ZC 型柴油机的技术组织措施计划,从而使各科室的生产技术准备工作在统一安排下进行,初步实现了科学管理。

9ДМ 型柴油机于 1962 年 12 月仿制成功,通过鉴定,这在四三九厂舰艇柴油机生产史上是一个转折点。标志着四三九厂在 10 年内已从一个设备简陋、厂房破旧、缺乏技术力量的工厂变成能生产中等功率舰艇柴油机的企业。

1964 年,在第六机械工业部要求于 1965 年达到军工产品生产定型的促进下,四三九厂又狠抓工艺验证、图纸复查、外协件及材料的协作定点等工作。使产品质量进一步提高,生产更为稳定。

1964 年 2 月第六机械工业部以(64)六基刘字 209 号文批复四三九厂的扩充设计,对造机部分同意纲领产品按 8300ZC 型柴油机 20 台和 6300ZC 型柴油机 20 台,为简化设计折合 8300ZC 型 30 台计算,新建 5 号车间(柴油机),并增添几台关键机床,投资 164.4 万元,由第九设计院设计。年内就完成了厂房建设,实际建筑面积 5276m²。

1965年是四三九厂造机史上创历史最高水平的一年,年产柴油机65台,15986kW,其中军品51台,11760kW。质量全面完成部下达的各项指标,其中8300ZC型柴油机全部为一级品。

8300ZC型柴油机生产稳定后,乃进行改进提高工作,采用更高压比的增压器、增加中冷器等措施,功率从808kW提高到1102kW(1500马力),燃油消耗率由245g/kW·h降低至231~224g/kW·h。

正当继续前进之际,1965年6月接第六机械工业部(65)六基刘字491号文指示:将求新厂的300系列柴油机和新中厂的350系列柴油机迁至四川武隆县生产。要求两厂支援,包建四〇六厂。为此,成立了联合办公室,具体负责内迁工作,共抽调各类设备198台,其中金属切削机床80台,职工261人,其中工人198名。

300系列柴油机内迁后,柴油机车间已残缺不全。在1967~1968年生产6187型柴油机9台后就完全停产。虽然,在文化大革命期间借助四〇八厂的工装试制了4台12VE230ZC型柴油机,后因毛坯件供应无着落和四〇五厂已上马试制等原因未能继续。

四三九厂造机13年,共生产柴油机9种机型558台,104845kW,其中军用200台,43100kW。另生产配件152116件,其中军用者109982件。

八、四六五厂军工生产简史

国营第四六五厂隶属于中国船舶工业总公司,是专门生产低速、中速、高速柴油机的高压燃油泵、喷咀、调速器的专业化工厂。

1967年2月20日第六机械工业部以(67)六计字101号文下达武隆油泵油咀厂设计任务书的通知和生产纲领,由四〇八厂包建,同年3月23日四〇八厂成立了筹建组,随即选定在四川涪陵县建厂,并于1967年5月6日得六机部(67)六基字392号文批复同意。后因交通不便等原因,于1968年9月六机部批准迁至四川永川县。1969年2月1日正式破土兴建,同年11月15日正式在永川启用第二厂名国营红江机械厂,代号为四六五厂。

1970年7月1日试生产出350系列柴油机的三对偶件。自1973年起,首次向国家上交利润16.27万元。1977年8月1日,六机部批复四六五厂竣工验收。

四六五厂具有生产各型舰艇柴油机油泵、油咀和调速器的能力;装有现代化的加工设备和检查设备,除进口的柱塞配磨专用磨床、高精度座面磨床、真空热处理炉、高速枪钻、精密圆度测量仪、液压调速器动态模拟试验等先进设备外,还大搞技术革新,自制专用设备,使产品的性能和质量进一步提高,如喷孔内倒圆的电火花加工设备等。

1977年四六五厂完成了六机部下达的12VE230ZC型柴油机高压燃油泵总成、喷油器总成和调速器的试制生产任务,并建成了泵咀式高压燃油泵试验台。1979年上级考核的八项经济指标全面完成,六机部授予四六五厂“大庆式企业”称号。1980年与1981年军品任务大幅度减少,工厂面临亏损局面。于是以提高经济效益为中心,军民结合,扩大生产的品种,多种经营,同时狠抓企业整顿工作。1984年7月经重庆船舶工业公司验收组检查验收合格。工厂生产的品种由原来生产纲领的5种机型发展至23种机型,其中有8种引进机的燃油泵和喷油器总成以及9个品种的调速器。主导产品300系列柴油机的喷油泵、喷油器被评为中国船舶工业总公司优质产品。

四六五厂在引进机的国产化方面也做了不少工作,获 1986 年中国船舶工业总公司引进机国产化二等奖。

四六五厂除按柴油机的要求供应油泵、喷油器和调速器外,还积极开展科研活动、开发新产品。1979 年与七一一所合作,共同研制一种新结构的调速器,其功能相当于我国已生产的 YT111 型。通过样机的平台试验,1986 年与 6260ZC 型柴油机匹配试航成功,1987 年 3 月通过鉴定,定为 CYT-15 型。1983 年配合 405 厂对 12VE230ZC 型柴油机的改进提高工作,研制所需的燃油系统,使改进后的柴油机燃油消耗降低 $13.6 \sim 16.3 \text{ g/kW} \cdot \text{h}$,获 1984 年中国船舶工业总公司技术进步二等奖。又在 YT111 型调速器的基础上,研制成功 TH-5 型调速器,使 12VE230ZC 型柴油机性能明显提高,获中国船舶工业总公司科技进步三等奖。

四六五厂成立 18 年来,先后多次被中国船舶工业总公司、四川省科工办、重庆市、重庆船舶工业公司评为“先进企业”、“设备管理先进”、“工业普查先进集体”、“精神文明单位”等。

至 1985 年底,四六五厂共有固定职工 1476 人,其中工人 838 人,工程技术人员 141 人,管理人员 219 人,服务人员 236 人,其它人员 42 人。1985 年全员劳动生产率 7717 元/人。固定资产原值 2502.9 万元,工业生产设备 735 台,其中金切设备 388 台,工厂占地面积 22.8 万 m^2 ,现有 9 个生产车间,15 个行政科室。

九、四六八厂军工生产简史

国营四川齿轮箱厂,原名永进机械厂,代号四六八厂,系中国船舶工业总公司所属齿轮箱、离合器、联轴节、减震器专业化工厂,工厂地处重庆市江津县。该厂是 1966 年 9 月经国家经济委员会和国防工业办公室以(66)办公字 247 号文批准建设。同年 10 月第六机械工业部以(66)六计字 1141 号文下达计划任务书,生产纲领为年产配高、中速柴油机齿轮箱 270 台套,随机齿轮 470 台份,四六八厂由大连造船厂包建,于 1972 年投产。

四六八厂总占地面积 20 多万 m^2 ,总建筑面积为 10 万 m^2 ,其中生产性建筑面积 5.4 万 m^2 。至 1985 年底,全厂职工 1266 人,其中工程技术人员 160 人,固定资产 500 万元,设备 900 多台,其中金属切削机床 263 台。

四六八厂自 1972 年投产以来,经历 14 年的发展,至 1986 年已成为具有相当规模的掌握专业设计、计算和制造技术的国家一级计量合格企业。

1979 年中国技术进口总公司与奥地利盖斯林格公司(GEISINGER)签署联轴节和减震器许可证协议书。1980 年中国船舶工业总公司与西德罗曼·斯托尔福特公司(LOHMANN & STOLTERFOHT)签署船用齿轮箱许可证协议书。这二个许可证协议书均由四六八厂负责执行。四六八厂积极仿制消化、吸收和应用专利技术,设计制造了舰船动力装置所需的 GW 系列可逆转减速齿轮箱、GC 系列减速齿轮箱、GVA 系列双输入单输出的并车齿轮;设计制造了用于各种动力装置的弹性阻尼联轴节、弹性阻尼减震器、挠性杆联轴节;还制造了多种高精度、硬齿面、特殊齿廓的齿轮及多种规格的铜基粉末冶金摩擦片。

四六八厂具有国内外比较先进的关键加工设备和测试设备,如表 1 所列。从表 1 所列的设备中可大致地了解四六八厂的生产能力。试验台方面,四六八厂建有 1250kW 的齿轮箱开式试验台和最大扭矩为 50500N·m 的齿轮箱封闭试验台。

四六八厂已基本上掌握了齿轮修形制造技术、可控气氛渗碳技术、液压无键锥度配合装配技术、铜基粉末冶金摩擦片制造技术等。

表1 四六八厂的关键设备

类别	设备名称	生产国	生产厂或公司	型 号	规 格
切 齿 设 备	滚齿机	国产		YQ31315	$\varnothing 3150 \times m24$
	滚齿机	捷克		OF16	$\varnothing 1600 \times m16$
	滚齿机	西德		L1200	$\varnothing 1200 \times m12$
	插齿机	瑞士	马格公司	SH100/140	$\varnothing 1450 \times m15$
	刨齿机	西德		60HS ₄	$\varnothing 600 \times m10$
磨 齿 设 备	磨齿机	瑞士	马格公司	HSS90S	$\varnothing 900 \times m20$
	磨齿机	瑞士	马格公司	HSS60/80BC	$\varnothing 820 \times m12$
	磨齿机	瑞士	马格公司	SD62	$\varnothing 620 \times m15$
	磨齿机	国产		Y70200	$\varnothing 2000 \times m20$
	磨齿机	东德	纳里斯公司	ZSTZ10A	$\varnothing 1660 \times m25$
	磨齿机	东德	纳里斯公司	ZSTZ1250	$\varnothing 1250 \times m18$
箱体 加工	落地镗床	苏联		T2657	主轴直径 $\varnothing 150$ 工作台 4663×4230
热处 理设 备	井式滴注可 控气氛渗碳 炉	西德	迪高莎公司	GSRU190/250	$\varnothing 1900 \times 2500$
测 量 设 备	渐开线齿轮 检查仪	西德	克林贝尔格公司	PFSU1600	$\varnothing 1800 \times m25$
	渐开线齿轮 检查仪	瑞士	马格公司	SP60	$\varnothing 650 \times m20$
	滚刀检查仪	西德		PWF250	$\varnothing 250 \times m20$
	单测头大齿 轮整体误差 测量仪	中国	成都工具研究所		$\varnothing 2000 \times m20$

齿轮修形制造技术是现代精密齿轮制造迅速发展的一项先进技术。齿廓修形齿轮的最高精度能稳定地达到 DIN4—5 级；齿向修正齿轮的最高精度亦能稳定达到 DIN5 级。可控气氛渗碳法能进行硬化层大于 3mm 的深层渗碳，齿轮经热处理后的机械性能、金相组织、碳浓度及硬度分布等方面，四六八厂已能达到西德罗曼公司的技术要求。四六八厂制造的铜基粉末冶金摩擦片具有摩擦系数较高，而静动摩擦系数之比值较低(1.3~1.5)等优点。

总之,四六八厂的产品已接近 80 年代初国际水平。

历年来为军工产品配套所生产的主要齿轮箱、联轴节和齿轮如表 2 所列。

表 2 四六八厂的主要军工产品
(至 1985 年止)

序号	产品型号和名称	生产年月及用途
1	GC013 型船用齿轮箱	1974 年 2 月开始试制,1976 年 12 月通过部级技术鉴定,为海军 MB820D6 型柴油机配套。
2	09 型应急齿轮箱	1976~1979 年生产,为 09 型艇配套。
3	Q50 型稳定平台传动装置	1976~1979 年生产,用于 051 及 053 型护卫舰
4	随机齿轮	1977 年生产,为沪东造船厂 12VE390ZC 型柴油机用
5	随机齿轮	1978~1985 年,为四〇五厂 12VE230ZC 型柴油机用
6	GC050 型船用齿轮箱	1978~1983 年试制,为四〇五厂 24—200 型柴油机配套
7	QCL3C 型离合器,K48E 型柴油机的同步齿轮箱等	1979~1983 年生产,为七一一所 K48E150 型柴油机配套
8	ZCTL480 型船用齿轮箱及联轴器	1980~1982 年试制,1982 年 5 月通过部级技术鉴定。为 791 武装渔轮配套。
9	GWC52·59 型齿轮箱及联轴节	1982~1983 年为 918 型布雷舰生产。 1984 年 1 月通过中国船检和西德罗曼公司认可
10	随机齿轮	1982 年开始为大连船用柴油机厂、上海船厂和四〇三厂生产,用于引进的 RL 和 RN 系列低速柴油机。
11	随机齿轮	1982~1983 年为沪东造船厂生产,1982~1985 年为四〇八厂生产,用于引进的 PC2—5 型柴油机
12	随机齿轮	1983 年开始为四〇九厂及四〇五厂生产,用于引进的 L+V20/27 系列柴油机

续 表

序号	产品型号和名称	生产年月及用途
13	GCS850 型齿轮箱及联轴节	1984~1986 年为 679 训练舰配套
14	D90/12.5 减震器	1982~1984 年为 053 型护卫舰及大型 登陆舰配套
15	D93/12.5 减震器	1985 年为 053H ₂ 型舰配套
16	YGFLS31.5—15 及 YGFLS35.5—16 挠 性杆联轴器	1984 年为 722—I 气垫登陆舰配套
17	GWC44.48 型齿轮箱及联轴节	1985 年为 792 舰配套,1986 年 1 月鉴定
18	625、1225 型齿轮箱	1978~1982 年为六一六厂配套,用于小 型登陆艇
19	303 型反转离合器	1974~1980 年为 6214 厂配套,用于特 种舟桥

十、上海交通大学船舶内燃机专业 军工科研简史

上海交通大学船舶内燃机教研室的前身是拟筹备成立的上海造船学院船舶内燃机教研室。这是在 1955 年 1 月,根据国务院高等院校院系调整的命令,由原大连工学院造船系与交通大学造船系等单位合并成立上海造船学院(筹)造船系后组建成立的。1957 年后,因交通大学迁校西安计划改变,由一校分设两地,而将上海造船学院并入上海交通大学。

学校曾先后隶属于第六机械工业部及国防科委的直属院校,1960 年后明确内燃机专业的主要方向为培养军用大功率柴油机的设计、制造、研究的高级工程技术人材。1976 年后,改为隶属于国家教学委员会。

从船舶内燃机教研室成立至今(目前已改称内燃机研究所),三十多年来,教研室已由最初的 5 名教师 5 名实验室工作人员发展成为拥有教授 5 名、副教授 12 名、讲师 10 名、助教 1 名、高级工程师 1 名、工程师 4 名以及技工等共 40 名工作人员的教学科研组织。在船舶内燃机,特别在大功率舰用柴油机的专业技术发展方面作出了重大贡献。为国家培养了大量专业技术人材;从 1956 年起到 1970 年共培养 15 届毕业生计 900 余名;“文化大革命”后期招收培养了两届工农兵大学生,于 1973 年及 1974 年毕业共 100 余名;1975 年后恢复高考招生,其间共培养毕业生 500 余名;1982 年起,原船舶动力系改为动力机械工程系,至今已培养内燃机类毕业生 240 余名。这些毕业生在我国各有关军工和民用机关、研究所、造船厂、造机厂等单位发挥

着重大作用,有不少已成为该领域内的主要领导骨干。同时船舶内燃机教研室在为我国海军大功率柴油机的科研、设计、制造等方面,开展了大量的科技活动,为海军舰艇用柴油机的技术发展作出了贡献。

从 1955 年以来,比较重大的教学和科研活动有:

(1) 自 1955 年到 1959 年,先后有施米廖尖和依斯托明两位苏联专家到教研室协助进行教学建设,先后开设新课“船舶内燃机动力装置设计”;及“船舶内燃机扭转振动”等课,并培养了 4 名研究生。对建设船舶内燃机专业起了重要作用。

(2) 1958 年左右,结合国内掀起的自行设计制造大型低速船用柴油机的高潮,船内教研室与船舶产品设计院四室、沪东造船厂等单位合作参加了大型机的设计研制工作。船内教研室李渤仲教授为技术负责人之一,教研室中不少成员参与了设计工作。

(3) 1959 年起,与船舶产品设计院四室合作,参与设计与研制“K59”快艇用高速大功率柴油机,该机为二冲程复合式高增压柴油机,整机功率达 4410kW。1961~1966 年间,在交大成立了“K59”2 号单缸试验机联合工作组。经过 5 年多努力工作。单缸试验机由装配、调试、试验,达到了原定单缸功率 147kW 的指标,受到国防科委的大会表扬,后因“文革”的影响,交大终止参与该项科研任务。

(4) 1962 年到 1963 年上海交大船内教研室承担了 M503A 型快艇主机的消化与反验算工作。该机为 7 星 42 缸 2940kW 柴油机。花了两年时间投入了 1962 和 1963 届毕业的两届内燃机毕业生,通过毕业设计的方式完成了全部反验算工作,写出了 40 余份反验算论证报告书,为制造厂制造该型柴油机提供了重要的设计依据和有关数据。

1980 年以后,由于轻 42—160 型柴油机多次发生连杆断裂事故,船内教研室又参与了大量的科研工作,为此建立了大型的连杆强度加载试验装置等,并在校内开展大合作,结合材料、化学等有关专业一起进行攻关,取得了成果。

(5) 1964~1967 年间与四〇七厂合作进行了将轻 12V180 型快艇柴油机改成自由废气涡轮增压式柴油机的研究(定名轻 12V180ZL 型)将原功率为 882kW 提高到 1102kW。交大承担了废气涡轮增压器与柴油机匹配运行的变工况计算分析。该机于 1967 年 12 月通过鉴定。

(6) 1970~1972 年间,船内教研室参与四〇五厂设计研制拟用于 21 艇作为主机的 40—200 型高速大功率星型柴油机,对该机的方案论证、动力分析、平衡设计以及主要运动件活塞、连杆、曲轴的强度等作了大量分析、试验和研究,包括对主要运动件进行三维光弹试验等。

(7) 1970 年到 1977 年间,交大船内教研室结合“文革”中的体制变动,与交大机械厂联合组成了二大队。结合对 40—200 型柴油机参加研制的过程,开展独立研制 12V200 型柴油机的工作,经六机部批准,正式自行研制。该机转速为 1700~1800r/min 功率为 1764~2205kW。先后历时 7 年,从设计、加工、装配、调试全部由交大独立进行,其间取得了四〇五厂、四〇七厂、洛阳轴承厂等单位的大力支持,于 1975 年 6 月完成样机装配工作,1975 年 12 月正式动车,经调试基本上达到了第一阶段的设计指标。后因稳定学校教学秩序等原因而下马停产。

(8) 1973 年至 1978 年间,交大船内教研室接受了六机部关于对 6E390DC 型柴油机进行减振研究的任务。由于由四〇八厂制造的 6E390DC 型柴油机的剧烈振动,使作为主机的 8 艘军辅船及 5 艘长江大型拖轮不能正常工作,损失巨大。经研究采用了对该机进行机内外配套正反转减振装置的措施,先后对 K420 舰(海洋测量舰),长江 3003 拖轮及 K200 舰(海洋气象舰)进行改装,并进行了鉴定,取得成功。因而海军装备部决定对其他各舰进行相同改装,曾获六机

部及上海市科技奖。

(9) 其它还参加了很多海军和地方部门的较重大的科研任务,如:

“065”型潜艇柴油机选型论证;

沪东造船厂 18VE390ZC 型护卫舰主机攻关;

增压器系列化发展规划研究等等。

十一、哈尔滨船舶工程学院 船舶内燃机专业军工科研简史

哈尔滨船舶工程学院动力系内燃机专业的前身是原哈尔滨军事工程学院海军工程系舰艇柴油机及其动力装置专业的延伸。该专业始建于 1954 年春。专业成立之初,由张稼益教授领导。张教授因病不能视事。一年后,苏联专家列契尼柯夫(Лечников)和萨瓦良斯基(Савряжский)先后来教研室(当时称为教授会)指导教学和实验室的建设,前者为舰艇柴油机专家,后者是柴油机动力装置专家。

专业的性质虽经数度变迁,但主要为我国海军建设事业和船舶工业培养具有较高学术造诣的舰船动力科研与设计人材的宗旨始终未变。

专业的发展,在十年动乱的文化大革命以前是黄金时代,由于当时的军事工程学院是全军最高的军事科学技术学府,领导重视,经费充足,设备比较完善,拥有内燃机专业的主要测试设备。

十年动乱期间,军事工程学院被肢解得七零八落。舰艇柴油机专业原准备搬迁武汉,正当一切设备已装箱待运时,又决定不搬,但已遭受到无法估量的损失。

船舶工程学院于 1971 年成立,内燃机专业亦同时诞生。从军事工程学院舰艇柴油机及其动力装置创建伊始,至 1987 年已有 34 年的历史,为国家培养了 962 名专业人材,也取得大量科研成果,主要科研项目有 25 项。

1956 年,研究了苏联 M50D-3 型柴油机在我国南海条件下的适应性。1959 年开始与海军一〇一厂合作研制菱形 110 型潜艇柴油机。该机是为 032 小型潜艇研制。由唐后启教师任总设计师和研制负责人。至 1960 年仲夏,单缸试验机制造完毕,并开始试验。在克服重重困难后,基本上达到原设计指标。1962 年底样机的加工已完成约 80% 时,由于 032 小型潜艇的建造下马,研制工作亦随之停止,在菱形 110 型柴油机停止研制后,于 1965 年~1967 年曾参加原由七院十一所和新中动力机厂合作研制的三角形 120 型对置活塞式柴油机。1965 年哈尔滨军事工程学院柴油机专业师生 20 余人,与新中动力机厂和七院十一所组成三结合研制小组。后来该研制任务下马后,单缸试验机、六缸直列机及 18 缸样机均移交船舶工程学院作教学用,至 1987 年仍保留在该院实验室内。

1964~1965 年,为解决 09 型潜艇的应急电站,与七院十一所合作对于轻 12V180 型柴油机是否适合用作潜艇电站动力进行了试验。

在 1960~1966 年期间,还参加了 1065 型柴油机的设计,四〇七厂仿制轻 42-160 型柴油

机的工装设计,四〇八厂改进提高 6E390C 型柴油机增压系统的研究等科研工作。

1971~1979 年主要是为四〇五、四〇七、四〇八厂的 40—200、24—180、轻 42—160 等型柴油机进行动力计算,6E390C 型柴油机废气涡轮增压系统进行分析研究,PA6 型柴油机引进的消化研究等。

此外,还在测试仪器和试验台方面进行过多项研制工作。如:1978 年研制的 40 点爆发压力巡回检测仪,1980 年研制的单点最高爆发压力测量仪,1983 年的滑油耗量测量仪,1984 年研制的单缸机自动控制台,1985 年研制的超高增压补燃试验台,1985 年的缸内火焰瞬时温度测量、缸内过程数据采集与处理研究等。

十二、中国人民解放军海军工程学院 舰艇柴油机科研简史

中国人民解放军海军工程学院前身——大连海军学校 1949 年 11 月在大连成立。从建校起,就设置了舰艇柴油机专业。初期,学制分别为一年、二年和三年,1954 年以后,学制改为本科四年,培养目标为海军三级以上舰艇机电部门指挥员。1959 年,又增设内燃机工程专业,培养工厂监造军代表。1960 年正式命名为海军工程学院。1963 年,经国务院批准为全国重点院校。1969 年 9 月,由大连迁至武汉。1970 年 5 月恢复招生,招收部队学员,学制三年。自 1979 年起,恢复向地方招生。目前设有“内燃机动力装置”、“内燃机”、“内燃机维修”三个教研室和三个实验室,一个“振动噪声研究室”。新建成实验室面积 3900m²,拥有一支包括 8 名教授、20 名副教授和高工共 60 多人的师资队伍。三十六年来,已培养了研究生 20 余人,本科生和大专生 4000 余人。

在坚持完成教学任务的同时,大力开展科学研究,已逐步形成了以柴油机性能改进、声振控制、故障诊断、监控仿真为主的科研方向,取得了 30 多项科研成果,其中获国家级奖 2 项,军队级奖 8 项。现就发展舰艇柴油机有关项目,简要介绍如下:

1. 1958 年 3 月,海军科研部下达设计大型导弹快艇主机任务,规定设计指标为功率 4410kW(6000 马力),单位马力重量不超过 1kg。同年 9 月,由俞懋旦教授和刘长义、陈兆良、杨家琨等教师结合应届毕业生组成设计组,进行方案设计。确定初步方案为四冲程星形结构、7 排,每排 8 缸;采用 M 燃烧系统,以减小噪声振动、降低油耗;采用压力冷却,以提高水温 and 热效率。并进行了热力、动力计算,主要零部件强度计算;绘制了整机纵横剖面图及机舱布置图;进行了各种系统设计。1959 年 4 月在北京参加评审,认为:海工方案战术技术论证充分、现实可能性较好。后因确定采用二冲程复合式方案,本方案在进行单缸机试验后即中断。

2. 1959 年海军根据发展高速炮艇的需要,要求我院协助旅顺四〇一厂(现为四八一〇厂)仿制西德 MB820Db 柴油机。学校派俞懋旦等同志参加,经过半年努力,生产了一台样机和一台单缸试验机,试车中能发出部份功率,由于仓促上马,制造工艺粗糙,质量问题很多。以后高速炮艇改用轻 12V180 型柴油机作主机,仿制工作没有继续。

3. 1979 年底,内燃机原理教研室唐开元、徐达人、许永良、孔祥煦等同志,对涡轮增压柴

油机用于潜艇主机进行可行性研究。在 6135ZC 增压柴油机上进行了水下工况的广泛模拟试验,证实四冲程涡轮增压柴油机用作潜艇主机是可行的。1984 年 4 月,由海军装备部组织鉴定,认为:“试验条件接近实际,试验内容更加广泛,结论是可信的”。为海军新型潜艇动力装置选型提供了依据。该成果获 1985 年解放军科技成果三等奖。

4. 1982 年 7 月,海军后勤部修理部下达《X4-85 柴油发电机组双层隔振装置》的研制任务。施引、陈汉彰、柴以福等同志研制该装置,在重量增加仅为全机组 1/3.9 的条件下,噪声降低 30dB 以上,从而大大降低了舰艇的振动,提高了舰员工作生活环境。1985 年 5 月,本装置指标通过修理部组织的技术鉴定,认为:“该装置达到了研制的要求,其性能指标居国内领先地位,其重量指标属国际先进水平”。本成果获 1986 年解放军科技成果一等奖,1987 年获国家科技进步二等奖。

5. 1983 年~1984 年,受四〇七厂委托,周政、王昌一、朱世玮等同志对轻 42-160 柴油机连杆区边缘断裂磨损烧熔问题进行研究。本课题从研究曲轴变形出发,进行了曲轴和机件刚度的测量;创造性地采用各自的刚度阵,根据连续梁原理,提出了全变矩双连续梁的理论,较精确地计算出曲轴变形量,并提出了加强机体刚度和改进连杆瓦型线的措施。工厂采用后,可靠性有一定提高。本拟进一步进行动态研究,限于工厂经济条件,未继续进行。

6. 1982 年~1983 年,海军修理部组织了《提高轻 42-160 型柴油机的可靠性和延长寿命的综合研究》课题。刘长义、武步轹、顾身清等同志参加了振动噪声监测项目;张天爵、黄鍾骅等同志参加了磨损、磨粒监测项目。对该机振动噪声进行连续监测和趋势分析,对润滑油样进行光谱和铁谱分析,取得了正常运行和故障的标准图谱及磨损极限门槛值。为延寿提供了依据。

7. 1983 年 1 月,受海军修理部委托,李之义、周运喜、胡玉龙、夏存华等同志进行了《轻 42-160 柴油机中冷技术研究》。本研究采用高效板翅式换热器,应用循环淡水冷却以及把中冷器与进气管结合成整体的结构方案,可以在不改变原机外形尺寸和安装环境条件下,使结构改动少,重量增加少。通过台架热力性能调正试验,发动机机械负荷显著降低,耗油率降低 5.9%。1986 年 6 月通过鉴定,认为“该方案结构设计有创新,比苏联相应改进型(M517 型)更优越,中冷器设计合理,为板翅式换热元件在舰船发动机上的应用开辟了新路,轻 42-160 型柴油机上采用中冷技术在国内是首次”。为我海军现有轻 42-160 型机的改装及制造厂组织改进型生产提供了依据。

8. 1984 年 3 月~10 月,唐开元、王昌一、杨家琨、黄次浩等同志,就发展我国第二代舰用大功率柴油机进行选型论证。本论证从海军舰艇发展的需要出发,在分析国内外舰用高速大功率柴油机的应用情况和我国第一代大功率柴油机研制、使用经验基础上,阐明了研制第二代高速大功率柴油机的必要性;并从柴油机技术发展的预测和我国实际情况出发,提出了第二代高速大功率柴油机应具备的性能指标。本论证提供海军领导机关和研究部门作为发展第二代高速大功率柴油机选型及制定动力政策时参考。论证的主要观点为海军领导机关所采纳。

9. 1984 年,海军司校字 037 号文批复,进行“柴油机动力装置的穴蚀试验研究”课题,由张天爵、黄鍾骅、董文成等同志承担。在充分研究机理的基础上,研制了早期诊断穴蚀的装置。在优选缓蚀剂的基础上,研制成功了一种水溶性防穴蚀添加剂。若按一定比例投入冷却水中,可以完全抑制冷却系统内的穴蚀破坏和防止化学腐蚀破坏,并具有消减水垢的作用。具有投量少、效果好、使用方便、经济效益高等特点。本产品获武汉黄鹤发明奖,已申请国家专利。

10. 1981 年底,海军修理部下达《柴油机振声监测》课题,由刘长义、高希复、武步轹等同

志负责研究工作。先后进行了气阀机构、供油系统和拉缸等故障诊断研究;对柴油机振源与声源的分离作了初步研究。对 16 艘 21 型导弹艇的 48 台主机的振动进行了详细测试,初步建立了标准谱。对 7 艘 051 型导弹驱逐舰机舱主要设备的振动噪声进行了全面测试,提出了初步的振动噪声验收参考标准和测点跟踪测试的限制曲线。本课题计划于 1988 年结题。

11. 1984 年,海军装备部科字第 033 号文下达《船用柴油机热力性能自动监测和控制》课题,由李幼鹏负责,徐达人等参加。研制了一套计算机数据采集和处理装置,对 6135 增压试验机进行了不同转速、负荷试验,取得了标准样本;又在燃油系统、进排气系统中设定了 13 种故障,进行了不同程度 30 多种工况的模拟试验,取得了故障样本,编制了包括专家系统在内的故障诊断程序,能对不同故障进行诊断。本课题计划在 1989 年结题。

12. 1984 年底,海军军校部下达研制《舰艇柴油机动力装置训练模拟器》的任务,由陈兆良、陈国钧、梁述海、朱从乔等同志承担。采用适用于中高速的双机双轴方案,用多台微机和单片机组成计算机网络,能完成正常、应急和故障状态的模拟训练。经阶段评审,认为属国内首创。在初步应用中,学员反应对训练实际操作能力是很好的。本课题计划在 1989 年结题。

其余还进行过研制“三角活塞旋转式柴油机”及“柴油机动力装置论证软件”等课题。

十三、七一一所军工科研简史

七一一所是我国主要的舰船柴油机及动力装置设计研究所。它的前身是第七研究院第三研究所三一分所。该分所是 1961 年 3 月以海军科研部技术研究部第一研究所驻各厂工作组人员、四〇七厂柴油机研究所筹备组和船舶设计院四室的部分技术力量为主组成,加上院派来行政、政工干部共 135 人。1963 年 4 月中国人民解放军总参谋部参办字第 30 号文通知以三一分所为基础组建第七研究院第十一研究所(以下简称七一一所)。该所的主要任务是为海军提供舰艇和军辅船所需的新机型的研制。1976 年 1 月七院将七〇三所所属的三六室划归七一一所建制后,七一一所的业务范围扩大为柴油机及舰船动力装置,包括蒸汽、燃气、柴油机及其联合动力装置。

七一一所至 1985 年底,拥有职工 1696 人,其中高级工程师 27 人,工程师 469 人,助理工程师和技术员 192 人。全所设有 14 个专业研究室和试制工厂 1 个。该所有各类试验(室)台 57 个。可试验单机功率在 5880kW 以下的高速柴油机和缸径在 300mm 以下的多缸机以及缸径在 400mm 以下的各种单缸试验机。并具有试验主要零部件和配套件的能力以及进行有关专业基础试验研究的条件。在动力装置方面,可试验 36000kW 的蒸汽轮机、燃气轮机及其并车装置。具有 70t/h 蒸汽的固定汽源和 8000t/h 的水泵站等。

试制工厂的代号为——〇厂。该厂的机械加工、热处理和有色金属铸造能力较强。多年来为所的科研工作完成了约 30000kW 的试验机和样机、数百台(套)试验设备以及大量的试验件。该厂具有试制缸径在 300mm 以下的中速和高速柴油机的能力。

建所以来,先后自行研制或与生产厂共同研制了二十余型的高、中、低速柴油机,完成了主要科研产品 114 项,其中已投产者 73 项,截至 1985 年底止,已获得科研成果 211 项,其中获国家级奖励者 18 项,全国科学大会奖励 12 项,部级及上海市奖励者 20 项,七院奖励 7 项。成果

中已推广应用 180 项,占 85%。

七一一所军工科研的发展,分成四个时期:

一、三一分所时期(1961.6~1963.3)

1961 年 3 月三一分所成立时,设在四〇七厂技校内,同年 10 月迁往上海。当时从船舶产品设计院转交来的任务繁重,乃执行边组建边科研的原则。

1962 年接收了第七研究院二所在上海南市区尚未建成的动力站。将其部分场房经过简单修整作为所部,又在站内建造了几个简易试验台,藉以开展试验工作。1962 年 8 月又接管了上海市机电一局下属的公用机器厂。该厂创建于 1948 年,位于上海市长宁区,接收时仅 168 人,主要生产矿山机械产品。接收后命名为三〇一厂,七一一所成立后改为一一〇工厂。同年 10 月国防科委批准了改造该厂的基建任务书,扩建面积 9850m²。1965 年 6 月土建基本结束,年底投入使用。

1963 年 2 月开始接受海军东海舰队在上海复兴岛的仓库和 705 所的部分办公用房,后来经过改造扩建,逐步成为柴油机试验研究基地。1963 年 4 月七院将船舶设计学校使用的上海静安区的四幢民房交三一分所使用。于是所部从南市区迁至静安区。至此,三一分所的工作、试验、试制场地均已落定,但分散在上海市四个区内。

这个时期的军工科研任务主要是:以派出工作组的形式协助工厂仿制苏联转让制造的五型舰艇柴油机;继续研制从船舶产品设计院四室转来的 K59 型快艇柴油机,1065 型潜艇柴油机及三角形 120 型对置活塞式高速柴油机;继续与沪东造船厂合作,改进提高 430 系列和研制 75/160 型低速柴油机。

二、成长时期(1963.5~1966.4)

1963 年七一一所成立时,全所职工已增至 362 人。这一时期仍然贯彻边建设、边科研的方针。随着苏联转让制造产品的仿制告一段落,驻厂工作组自 1964 年开始陆续撤回。

七一一所成立后,深感办公和试验场所的分散对科研工作不利,乃力图相对集中。1963 年 6 月,国家经委批准了上海综合动力站设计任务书。将柴油机动力装置的试验室均集中在南市区的动力站,后因土地面积不够,难于布置,乃仅将蒸汽动力装置部份建在原动力站内,柴油机试验场地另行选点。1964 年中央指示要调整一线,建设三线,七一一所的基建亦不得不移往内地。

这一时期的军工科研,除继续三一分所尚未完成的 K59 及 120 型柴油机外,新研制了 6EDZ43/67A 和 9EDZ43/67A 及 967A 两型低速柴油机,均由沪东造船厂生产,前者用于 930 型潜艇救生船,后者用作 65 型护卫舰主机。

1964 年根据七院下达的任务,在 K59 系列中先研制 12 缸的 K59-12V 型机。它既是 4410kW K59 柴油机的中间试验机,又可作为产品用于高速艇。K59-12V 设计完成后,由正在扩建的一一〇厂试制,1964 年完成样机制造,但试验中,发现增压系统不能很好地与柴油机匹配工作,于是一方面加强基础试验,获得性能较佳的“K-5”型燃烧室和 45 号气口;另一方面改以外部气源进行全模拟试验。1965 年底全模拟试验成功,达到 1100kW 功率指标。

120 型柴油机的研制,在这时期内主要是在单缸和单列试验机上进行基础试验,取得满意效果。第六机械工业部根据“225”会议精神,于 1966 年 4 月下达了研制三角形 120 型对置活塞式柴油机的任务,最大功率 2205kW,准备用作海军高速指挥艇主机。

三、在严重干扰下继续前进时期(1966.5~1976.12)

在这一时期内虽然受到文化大革命的干扰,使军工科研遭受严重挫折,科研秩序混乱,由于部分科技人员坚持工作,主要科研项目仍取得一定程度的进展,并开始研制潜艇柴油机。

通过一系列的试验和分析研究,发现在我国当时的条件下,复合式超高增压的 K59 在短期内难以实现。1968 年决定改为高增压的 K48E 型,功率指标不变,气缸呈“王”字形排列。1970 年 8 月完成样机制造,同年 11 月在平台上达到功率指标,但为确保可靠,上级同意将最大功率指标调整至 3748kW(5100 马力)。对主要技术问题进行攻关后,1977 年由一一〇厂制造三台运往青岛准备装艇试验,1968 年又对 K59-12V 进行改进,1969 年获得成功,各运行参数均达到设计规定值。1976 年 708 所拟选用 K59-12V 型机作为“082”前放磁扫雷艇主机,后因批量较小难予安排生产而放弃。

1970 年,新中动力机厂已将 120 型样机制造完成,平台试验中达到设计性能,即功率 2234kW,燃油耗率 213g/kW·h,曾在国防工业四新展览会上展出。

1966 年 6 月六机部下达了研制“027”快艇主机的任务。采用两台轻 12V180 型高速柴油机的四列气缸及气阀机构等部件,安装在一个共公的曲拐箱上。这种并车方案从设计至样机性能试验结束仅花半年时间,1968 年通过鉴定。由一一〇厂制造三台,1970 年在四二五厂装艇试航成功。

1967 年,七一一所与四〇六厂开始联合研制 12U300 型潜艇主机,在性能上已于 1971 年达到设计功率,而由于后传动装置的结构尚未过关,而且研制进度已赶不上需要,乃于 1972 年停止研制。同时上海市下达任务,要求七一一所协助江南造船厂为该厂建造的“035”潜艇研制柴油机。1970 年 2 月开始设计,型号为 6400ZC。7 月经样机平台试验达到设计指标,1976 年通过鉴定。6400ZC 型潜艇柴油机系自由废气涡轮增压,尚有人对用于潜艇持怀疑态度,故未能装艇使用。

1966 年开始,七一一所与沪东造船厂联合研制 053 型护卫舰主机,即 18VE390ZC 型中速柴油机。1974 年 12 月装舰试验成功。

在这一时期内不仅开展了各类舰船柴油机新机型的研制,并取得较多成果,而且还进行了多种配套件和动力装置方面的研制工作。例如,1970 年开始为“21”艇主机研制了 KQ2 型气动操纵系统,获 80 年国防工办重大技术改进成果二等奖;1966~1969 年完成“810”靶艇主机电动遥控装置,78 年获全国科学大会奖;1976 年开始研制“051”舰的付锅炉自动点火和熄火保护装置,获 82 年船舶总公司重大科技成果三等奖;1970 年~1975 年对“051”舰主锅炉及通风道进行了研究改进,获 77 年上海市重大科技成果奖等等。

这一时期内,除完成上述军工科研任务外,在三线建设方面进行大量工作。1965 年 7 月国防工办批准七一一所在河南宣阳县建设,同年 10 月六机部又通知停建,必须迁进大三线。1966 年 9 月七院批准七一一所的建设地点在四川省武隆县,同年 12 月动工。后因困难较多,1968 年 1 月经国防科委同意,改在四川省南川县建设,工程代号为 7012 工程。至 1972 年 3 月,主体部份已建 90%;工厂区已建完,部份设备已安装;办公、生产及生产用房均已基本完成。七一一所正准备迁往三线时,1972 年 9 月上海市革委会突然通知七一一所暂缓搬迁,把运动搞好后再进行。1974 年六机部正式通知 7012 工程停建,已建好的部份交地方使用。

四、充分发挥七一一所优势,在大力研制舰艇柴油机的同时,承担大型舰艇动力装置陆上试验进入全面的兴盛时期(1977 年以后)

K48E 型柴油机装上 3110 艇后,于 1977 年 11 月至 1978 年 5 月在青岛试航,出海 35 个航

次,基本完成试验大纲规定的内容,1981年5月正式移交海军使用。1985年3月由海军装备部和船舶总公司军工部联合召开技术鉴定会,正式通过鉴定。

由于18VE390ZC型柴油机在使用中出现技术问题,乃于1978年再与沪东造船厂联合攻关,攻关项目有14项。攻关后机器的结构有重大变动,故型号改为18VE390ZCA。1982年通过了攻关鉴定,1984年通过了18VE390ZCA型整机鉴定。

1975年,中央军委“718”工程领导小组和国防科委决定:为了确保主测量船动力装置的可靠性,由七一一所负责对新试制的两台主锅炉进行陆上试验,对汽轮发电机和柴油发电机作并车试验。1977年全部试验完成,为监视锅炉燃烧冒烟状况配套而研制的烟色计,获得成功,并随装置一起装船使用。

1979年~1980年,七一一所成功地进行了国内首制的882kW喷水推进轴流泵试验,获86年国防工办重大技术改进成果二等奖。

1980年为七〇三所研制的401型舰用燃气轮机并车动力装置进行了陆上试验,整个试验台的设计和测试系统是成功的。1984年~1985年又完成了409型燃气轮机的性能试验和耐久试车。

1978年开始进行热气机、绝热柴油机、COGAS和CODAG等新型特种发动机和动力装置的预研课题。研究热气机目的是用作潜艇动力;绝热柴油机不仅可提高热效率,且可增大战争时机器的可靠性;COGAS和CODAG是现代舰艇动力装置常用的装置。这些预研课题都已取得了阶段成果。此外,自1980年至1984年又开展了半闭式循环柴油机和闭式循环柴油机陆上模拟试验研究,均获得成效,为今后研制这类潜艇动力装置奠定了基础。

1979年,七一一所以“上海船用柴油机研究所”的名义对外开放,贯彻“保军转民”的方针。在完成军工科研任务的前提下,用剩余的科研力量为国民经济建设服务。仅在1984年~1986年三年内就取得了近50项科研成果。这些成果都分别收到明显的社会效益和经济效益。

人 物 资 料

一、王 永 良

1926年8月生,浙江鄞县人。中、低速舰船柴油机设计专家,高级工程师。1949年毕业于上海中华工业专科学校机械系。曾在东北公营农场管理局、船舶工业管理局工作,1960年起在七一一研究所前身三一分所工作。较长时期从事于中速和低速船用柴油机的研制工作,历任科长、产品主任工程师、研究室主任、所副总工程师等职。

50年代末至60年代,主持设计了我国第一台6ESDZ43/82二冲程十字头式低速船用柴油机,在此基础上又发展了6EDZ43/67、6EDZ43/67A及9EDZ43/67A二冲程筒型活塞低速船用柴油机,先后在沪东造船厂研制成功并批量生产,分别安装在民用船舶及65型护卫舰、930型潜艇救生船及其他军辅船作为主机。70年代与沪东造船厂、四〇八厂有关人员共同主持了18VE390ZC型二冲程舰用中速柴油机的研制,随后又作为该机技术攻关组负责人之一,在沪东造船厂的共同合作下,使该舰用柴油机的可靠性、经济性进一步提高,成为海军建造一批护卫舰的主动力。该产品于1985年获国家技术进步奖一等奖。除上述机型外,还主持和领导设计了其他多型船用中速柴油机,均获得奖励和投入批生产。该同志在组织研制开发中、低速舰船用柴油机方面具有较丰富的经验,30多年来为发展我国舰船柴油机的研制工作作出了贡献。

二、毛 学 鸣

1931年7月生,浙江省奉化市人。大功率高速柴油机设计专家,高级工程师。1955年毕业于上海交通大学动力机械系内燃机专业。毕业后即分配在原一机部船舶工业管理局产品设计室工作,从事低速大功率柴油机设计。后随组织变动,1963年转入七一一所的前身三一分所,开始大功率高速柴油机的设计研究,曾担任K59—12VE150ZC型柴油机主任设计师,也是K59系列柴油机项目负责人之一,主持K48E150ZC设计,在解决K48E150ZC柴油机王字形方案的总体设计、中央连杆轴瓦早期剥落、活塞头连杆螺纹开裂、K16E150ZC型柴油机增压器传动损坏等多项技术关键中作出贡献。新研制的K48E150ZC柴油机于1985年通过鉴定,主要性能指标达到国际水平,获1985年国家科学技术进步二等奖;K16E150ZC型柴油机获1983年中国船舶工业总公司重大科技成果二等奖。

三、龙 业 初

1929年11月生,广东文昌县人。高速舰艇柴油机设计专家,高级工程师。1955年毕业于华中工学院内燃机专业。曾在上海柴油机厂、四〇七厂、四〇五厂工作。自一九五七年起从事舰艇柴油机的研制工作。历任主任工程师、副科长、科长、副总工程师等职务。曾参与组织M503A—1型柴油机设计资料消化和事故分析,并提出了有效的改进措施。1966年起任40—200及24—200高速柴油机设计的总负责人。为设计制造大功率高速柴油机积累了经验。

1982年,龙业初同志任12VE230ZC型柴油机技术攻关及12VE230ZC—A、12VE230ZC—B型柴油机研制技术主要负责人之一。对柴油机的某些结构、工艺和材料作了改进,提高了该机的可靠性。并在兄弟厂、所、院校的协助下选择了较好的节油方案,确定了各种参数最佳配合关

系,修改了燃烧室和增压器等,对改进机型降低油耗、提高功率、改善操作性能、实现微机遥控等作出了成绩。

四、孙 建 业

1920年7月生,山东平度县人。1940年10月在山东海军后勤部兵工厂参加革命后,直至1981年离休为止,长期从事军事工业生产。历任生产组长、车间主任、工务科长、副厂长、厂长、党委书记兼厂长、局长兼党组书记。曾荣获渤海军区特等劳动模范称号,又相继荣立二等功一次、三等功二次,在兵工生产方面作出了杰出的贡献。1958年11月至1960年1月到苏联列宁格勒800号工厂实习。归国后任四〇七厂生产技术副厂长。组织领导试制我国首台舰艇高速柴油机——轻12V180,填补了海军装备的一项空白。该机型获六机部与河南省国防工办优质产品称号。

1966年按第六机械工业部的决定率领河南柴油机厂300余名职工和干部赴四川包建四〇五厂。在他领导下仅用了两年时间试制出两台优质的12VE230ZC型样机,荣获六机部优质产品称号。

五、孙 全 柱

1920年1月10日生,河北宁晋县人。舰船柴油机专家、高级工程师。1943年毕业于国立西北工学院。曾在昆明中央机器厂和上海招商局从事柴油机制造和修理工作,1949年起先后在华东造船建造委员会、船舶工业局和军管英联船厂担任科长,1952年调至沪东造船厂,历任生产科长、建造师室主任、副总工程师兼技术科长、副厂长兼副总工程师等职。

50年代中期主持试制完成“55甲”巡逻艇,曾短时领导“01”护卫舰的建造;自50年代末重点负责领导舰船大功率柴油机试制开发、改进研究和组织生产等工作,三十多年来沪东造船厂与七一一所等单位合作,自行研制成功五个系列十几种中、低速大功率舰船柴油机,为我国海军建设和民用船舶的发展做出了贡献。就舰艇柴油机领域,在他的组织领导下,60年代前半期研制成功9EDZ43/67A,用作65型护卫舰主机;70年代末80年初期担任18VE390ZC柴油机第一期技术攻关技术组组长,经过四年的努力,14项课题全部完成,使该型柴油机的性能、可靠性和寿命均有较大提高,使18VE390A和12VE390A型柴油机定型投产,并已成为海军护卫舰的主要动力。1985年VE390A型中速二冲程大功率柴油机荣获国家科学技术进步奖壹等奖,并获得获奖者个人荣誉证书。

六、李 在 新

1914年6月生,吉林省长春市人。中速柴油机制造专家,高级工程师。1938年毕业于同济大学机械系。解放后,为船舶工业局内燃机厂筹备处工程师,1952年任求新造船厂设计科副科长、副总工程师,1962年调四〇八厂任副厂长兼副总工程师。

1952~1953年,在他主持下,先后自行研制成功了4187C型和6187C型柴油机,在当时求新造船厂设备相当简陋条件下,能充分发挥群众力量,出色地组织了批量生产,满足了建造巡逻艇、交通艇、运输船等急需,在他组织下,1957年又对6187C型机作了一次较大的改进提高

工作,使该机重量减少 23%,油耗降低 4%;1958 年与船舶科学研究所合作研制了我国第一台废气涡轮增压器,并在 6187C 机上配机试验成功,使该机功率由 110kW 提高到 165kW。1960 年在苏联技术资料不全等困难条件下,采取各种措施,终于在 1962 年底试制成功 8300ZC (9DM)型舰艇用中速柴油机,填补了国内空白。此外,还主持研制了 6267C、6200ZC、6300C 等型柴油机。在四〇八厂期间他分管技术,在他主持下完成了潜艇用 6E390C 型柴油机试制及其改进型的试验研究工作;6—40/46 型柴油机的研制。

在引进法国热机协会的 PC2—5 型、PA6 型柴油机生产许可权中也做了很多工作。他为海军和航运事业作出了贡献。

七、李 渤 仲

1918 年 8 月 19 日生,北京人,蒙古族。内燃机专家、教授。1941 年毕业于西北工学院机械系并留校任教。后在昆明机器厂从事我国首次引进的 VD25 型柴油机的消化、国产化及发展工作。1945~48 年间赴英国留学。1948 年回国后在上海通用机器厂继续从事柴油机设计开发工作,1950 年支援东北建设应聘去大连大学任教,此后,历任大连工学院及上海交通大学内燃机副教授、教授、教研室主任等职。自 1954 年起开始首批培养国内的研究生,在我国建立学位制度后又是首批的硕士导师和博士导师。

1959 年起开始从事快艇柴油机的研究工作,对 M503 型快艇发动机进行消化及理论分析。担任国产第一台万匹机(东风轮主机)的主任设计师。1973 年为快艇轻 12V180 型柴油机首次解决了偏振问题并提出了相应的理论及分析方法。随后,又为低速柴油机解决了滚振问题,这些问题的提出及解决在国内及国际上都属开创性的工作。他还在中国人民解放军海军对外训练中做了大量训练用教材及发动机使用说明书的中译英工作,解决了援外任务的技术资料供应。主要译、著有“船用柴油机原理”“船舶内燃机扭转振动”“船用内燃机平衡”“内燃机轴系扭转振动”等书。发表的论文有“V 型发动机的偏振”等二十余篇。

八、李 庆 科

1931 年 5 月 19 日生,湖北省江陵县人。舰船柴油机高级工程师。1954 年毕业于大连工学院船舶内燃机及其装置专业。毕业后一直在沪东造船厂工作,曾任“01”护卫舰轮机主任建造师、柴油机车间技术组长、技术副主任、390 柴油机联合研究设计室主任、生产科副科长、造机技术科科长、造机研究所所长、造机副厂长和厂长等职务。

50 年代后期参加首台 6ESDZ43/82 型柴油机试制,具体主持试验并完成鉴定和装船试验;60 年代前半期负责 7ESDZ75/160、EDZ43/67 和 ESDZ43/82 柴油机试制、试验和改进技术工作;60 年代后半期主持 E390 单缸、6VE390 试验机和 18VE390 整机样机设计、试制、试验工作;70 年代后期从造船生产回到造机技术岗位后,在 12VE390 完成部级鉴定基础上,组织力量调查分析,对 18VE390 提出十几项改进课题,为 18VE390 第一期技术攻关的顺利开展打下了良好基础,并担任攻关技术组副组长,领导攻关工作;70 年代末和 80 年代初还负责主持了 12PC2—5V 柴油机许可证生产试制工作。VE390A 型中速二冲程大功率柴油机荣获 1985 年国家科学技术进步奖壹等奖,并获得个人获奖者荣誉证书。

九、余 运 生

1924年9月7日生,湖北荆门人。舰艇柴油机专家。1951年毕业于武汉大学机械系。同年参军,在海军装备技术部门历任技术员、工程师、科长、处长、舰船论证研究所付总工程师等职。

1956年参加全国十二年科研发展规划工作,规划论证了发展6000马力高速舰用柴油机和3000马力潜艇柴油机的主要指标,60年代初期提出了海军舰艇动力系列化、选型、筒型的建议,以后又多次参加或组织编制海军舰艇动力发展规划。在主要舰艇柴油机选型上曾多次为领导提供了决策的意见,积极促进了我国舰艇柴油机生产网点的建立。认真抓了舰用机型的鉴定、定型和质量管理工作,多次会同工业部门组织了轻42-160、6E390C、18VE390ZC、12VE230等型舰艇柴油机产品质量攻关和改进提高。担任舰船所副总工程师后,指导了海军第二代舰艇动力装置的战术技术要求论证,主持编制了海军舰艇动力“七五”发展规划和后十年设想(草案),积极推动了舰艇动力学术方面的研讨和交流。

十、沈 岳 瑞

1915年生,浙江镇海人。船用柴油机专家,高级工程师。1935年毕业于吴淞商船专科学校,1948年获英国纽卡斯尔(或新堡)德伦大学皇家学院(King's College, Newcastle ON-Tyne University of Durham)应用科学硕士学位。曾先后在国营招商局,重庆内河航运公司,重庆中央大学,交通大学,上海船舶修造厂,船舶产品设计院等单位任职任教。1961年后任七院十一所副所长兼总工程师,长期从事我国舰船用柴油机研究发展工作。在我国第一台万匹机ESDZ75/160远洋船用柴油机及K48E150ZC舰用大功率高速柴油机研制中,担任组织领导,参与技术攻关,达到较先进水平。至今从事斯特林发动机在我国的开发和综合运输科学的研究,先后在国内外发表论文五十余篇。1988年退休,仍担任七一一所博士生导师。

十一、沈 克 勤

1915年13月生,1969年逝世。上海市崇明县人。高速柴油机设计专家。1940年毕业于西北工业学院机械专业。1946年6月赴美国IOWA州大学实习农业机械工程。1947年回国后在中国农业机械公司吴淞厂担任保养组组长、副科长等职。1956年5月被任命为上海柴油机厂副总工程师。曾任上海市吴淞区政协委员。

1957年为我国自行设计135系列柴油机,1960年为发展我国废气涡轮增压高速大功率12V180柴油机,曾与工程技术人员一起研究具体设计方案。并在深入了解情况的基础上,根据我国的具体条件作出具体的设计方案和重大的决策,恰当地确定了既接近世界先进水平又为我国力所能及的技术指标。由于当时锻造设备的限制,大胆地采用球墨铸铁组合式曲轴,这为今后135系列柴油机和重12V180柴油机的稳定生产奠定了较好的技术基础。后又发展了多种舰船的主电站。为加强国防和国民经济建设起了一定的作用。

1963年8月曾赴捷克考察增压器设计与制造技术。1964年又赴日本对富士、新泻、池贝等工厂、研究所和学校的内燃机设计与制造进行技术考察。对工厂产品的不断提高提供了丰富的

技术储备。

十二、沈 维 安

1932年12月16日生于北京,辽宁新宾满族自治县人。柴油机科研设计专家,高级工程师。1956年毕业于交通大学,1957年初至沪东造船厂。最初从事柴油机配件试制,并筹建柴油机车间;自60年代起主要从事舰用柴油机研制,曾担任产品研制组长、室副主任,现任主任工程师及柴油机电站总设计师。

60年代前半期在从事3EDZ43/67型试验机科研试验期间,通过改进排气凸轮、增压器配机元件、进气系统和压气机,功率从662kW逐步提高到986kW,为9EDZ43/67A型柴油机的研制及ESDZ43/82柴油机功率提高作出了贡献。60年代中至今主要从事VE390柴油机研制,具体主持了GZ365增压器压气机研制、6VE390试验机试验改进、第三台18VE390设计改进技术攻关、12VE390设计研制攻关、18VE390第一期技术攻关性能课题、VE390A型机优化改进和VE390B型机方案设计论证。80年代还同时负责12PC2—5机试制,担任81训练舰动力装置配套副组长,在调试和主机起动问题改进中作出较大成绩,1978年获上海市科技大会先进科技工作者,1985年VE390A型中速二冲程大功率柴油机荣获国家科学技术进步奖一等奖,并获主要参加者荣誉证书。

十三、杨 炳 青

1927年9月生,上海市人。中速柴油机设计制造专家,高级工程师。1946年毕业于上海中法高级工业学校,1961年又在上海交通大学船舶动力装置专业毕业(夜校)。1946年参加工作后,一直从事船用柴油机的科研、试验等工作。曾先后在招商局第一批内燃机船“中字号”登陆艇任轮机员4年,解放后在船舶工业局从事柴油机设计工作10年,以后调工厂工作至今28年。历任产品设计组长、科研工程师、主任设计师等职。解放初期,在产品处从事柴油机配件试制、测绘仿制和低速大功率船用柴油机研制,是我国首台自行设计研制的6ESDZ43/82与7ESDZ75/160型低速柴油机组织者和技术领导人之一。1960年调入工厂后,先后在四〇九厂、四〇六厂、四〇三厂工作。从事250、270、300和350等系列船用柴油机的生产、改进、提高等工作。负责新产品12U300ZC、6300ZC和6300Z等型柴油机的设计、试制、试验工作,其中6300Z型机配630kW柴油发电机组曾装在海军J121船成功地参加了我国首次水下发射导弹试验,该产品曾获1978年全国科学大会奖。

十四、陈 孟 敏

1918年4月生,浙江省诸暨人。1934年7月入新中工程公司工作(现为新中动力机厂即四〇九厂),历任车间主任、工艺科长。1937年参加了中国第一台车用柴油机的制造、装配、试车工作。1958年到苏联列宁格勒800号工厂实习,回国后任四〇七厂第一副厂长兼总工程师。1964年赴朝鲜,担任专家工作组组长,出色地完成了任务,获朝鲜国防部电报的感谢与表扬。

在四〇七厂试制轻12V180型船用高速柴油机期间,陈孟敏同志负责组织生产与科研工作。在轻42—160型柴油机试制期间,负责组织攻关,解决了多项技术问题,作出了贡献。

十五、茅 继 庆

1920年11月生,1983年逝世。江苏省泰兴县人。高速柴油机设计专家,高级工程师。1942年毕业于浙江大学。

解放后,曾任中国农业机械公司和华东工业部机械设计师。进入上海吴淞机器厂(上海柴油机厂前身)后,担任柴油机试验工程师,设计科副科长,主管技术。

1950~1956年,茅继庆同志先后负责60马力煤气机、110型柴油机和165马力柴油机试验研究工作,在他辛勤努力下,这些发动机都能投入生产。1957年部局要求他和沈克勤同志构思设计研制20马力/每缸高速柴油机(即135系列),写出有较高水平的135型柴油机参数论证分析报告,他担任主任设计师,经年余的设计、研制,终于制成重量较轻,装配和制造工艺颇简,油耗颇低的多种用途的135型柴油机,于1963年通过部级鉴定,为我国自行设计高速柴油机作出了贡献。

1961年,茅继庆同志任重12V180型柴油机的主任设计师。在试制过程中,他与工人和技术人员共同分析,研究,解决拉缸、油耗率不稳等难关。

1975年后,茅继庆同志担任柴油机设计手册编委会付主任。

茅继庆同志曾撰写论文多篇,如“对第二代135型柴油机气缸盖的设计问题”等。

十六、俞 懋 旦

1915年10月生,江苏江阴县人。内燃机专家,副教授。1938年8月毕业于当时的陆军机械化学校,1940年2月毕业于浙江大学机械系,1949年12月毕业于美国柯罗拉多州州立大学研究生院,获硕士学位。1949年底回国,1950年2月参加中国人民解放军海军工作,从事舰艇内燃机动力装置的教学与研究,历任海军工程学院教授、内燃机系副主任、科研部部长、学院副军职顾问、中国内燃机学会常务理事、湖北省暨武汉市内燃机学会理事长等职。1976年1月加入中国共产党。

50年代起,俞懋旦为海军工程学院内燃机系的专业建设、师资培养、学员培养等作了大量工作。1958年负责301柴油机设计工作。1959年参加我国第一台铁道内燃机车研制工作,获得成功,为柴油机的主要技术指导。1978年施引教授等一起,研制我国第一台柴油机双层隔振装置,并亲自参加海上单、双层隔振装置的爆破对比试验,该课题获1986年解放军科技进步一等奖、1987年国家科技进步二等奖。

十七、唐 后 启

1925年7月15日生,安徽省来安县人。舰艇柴油机设计专家、副教授。1950年毕业于上海同济大学造船系。毕业后分配至南京华东军区司令部军事科学研究所工作,任实习研究员,曾参加水中爆破兵器的研究工作。抗美援朝时,参加我军苏制坦克装甲兵的教学与培训工作。1952年参加中国人民解放军军事工程学院的筹建工作。

历任中国人民解放军军事工程学院海军工程系和哈尔滨船舶工程学院动力系助教、讲师、付教授和黑龙江省内燃机学会理事长等职。先后译、著有《舰艇内燃机结构讲义》、《舰艇内燃机

设计——燃油喷射系统》、《116—型高速柴油机》、《内燃机的传热》等书。治学严谨,学术造诣深厚,从教 36 年来为国家培养了大批骨干人材。

从 1959~1966 年,曾先后两次担任菱形 110 型小型潜艇主机和水面舰艇 ∇ -120 型高速大功率柴油机的总设计师,负责领导该两型机三结合(厂、所、校)研制组,还为四〇七厂研制的高速大功率柴油机 24—180 的性能改进做了大量的研究改进工作。

十八、唐 敏 晃

1918 年 9 月生,海南万宁县人。柴油机设计制造专家,高级工程师。1942 年于上海交通大学机械工程系毕业。1948 年于上海加入中共地下党组织,任中共地下党支部书记。1949 年奉上海市军事管制委员会命令,接管华东工业部所属亚细亚钢铁厂,任军事代表兼代厂长。1955 年任一机部新厂筹建处主管工程师,先后出国考察芬兰和东欧各社会主义国家的船机制造业,负责筹建四〇七厂和四〇八厂。1958 年任四〇七厂副总工程师。1966 年任四〇八厂副总工程师、总工程师。1983 年底退二线,1986 年 7 月批准离休。

唐敏晃同志任四〇七厂副总工程师期间,能组织全厂有关人员于 1959 年完成了仿制 M50 $\varnothing$ -3 型柴油机的准备工作。1960 年苏联政府片面撕毁协议后,他能果断地解决仿制中的各项技术关键,对 M50 $\varnothing$ -3 型的仿制成功作出了贡献。

1966 年唐敏晃同志调任四〇八厂副总工程师。适逢十年动乱时期,他与全国大多数老干部一样经受了冲击,复职后发现产品质量下降,生产停滞不前。针对这种局面,他立即深入基层,组织广大干部、技术人员和工人进行了调查研究,先后查出影响产品质量的问题共 3374 条,针对揭露出来的问题,组织进行了认真细致的技术分析,分别采取有效措施,领导攻关队伍,至 1983 年 5 月,取得了全面成功,为四〇八厂优质高产打下了良好的技术基础。使 6E390ZC1 型柴油机的重大质量问题得到较好解决。

在试制从法国引进的 PC2-5 及 PA6 型柴油机时,唐敏晃同志亦能亲临现场指挥,认真处理各项技术关键。

25 年来,唐敏晃同志在我国中速和高速柴油机的发展事业中成绩显著。

十九、蒋 聪 亶

1925 年 7 月生,浙江省诸暨县人。中速柴油机设计制造专家,高级工程师。1948 年毕业于上海交通大学机械系。毕业后进新中动力机厂的前身新中工程公司工作至今,历任主任设计师,技术科长,总工程师等职,从事柴油机设计和制造 40 余年。1955 年开始任 350 系列柴油机的主任设计师,从仿制设计、试验、鉴定,批生产直至改进提高的全过程均直接参加。该系列柴油机满足了当时我国舰船急需 450~800kW 中速柴油机的需要。1958~1970 年参与七一一所和四〇九厂共同研制三角型 120 型对置活塞式高速柴油机。1972 年任 250 系列柴油机的主任设计师,克服了重大技术难关并获得成果。

1980 年起,主持引进联邦德国 MANL+V20/27 柴油机工作,包括出国考察、选型、引进资料消化、试制、国产化以及变型设计等,目前国产化率已达 94%。现已在多种船上用作发电机组的动力。该系列柴油机曾先后获上海市和中国船舶工业总公司技术进步一等奖,国家经委质量银质奖。

二十、熊 琳

1917年8月生,江西安义县人。大功率中速和高速柴油机设计专家,高级工程师。1939年毕业于上海交通大学机械工程学院。曾在资源委员会所属的江西车船厂、台湾高雄机器厂和中央机器公司工作。解放后,在华东工业部任工程师,1953年在船舶工业管理局产品设计处开始从事船用柴油机设计工作。1961年三一分所成立后,任副总工程师,1963年调整为七一一所后,他历任副总工程师、总工程师、顾问等职务,1988年退休,仍担任船舶标准化技术委员会船用柴油机分会主任委员。

1959~1966年担任K59和120两型军用大功率高速柴油机的技术负责人。70年代,组织了G300系列中速柴油机的研制。是我国船用柴油机标准化工作开创人之一。在七一一所,组织和技术领导试制工厂的改造、专业试验室的建设、测试条件的创立,对该所的建设作出了贡献。

著有《曲轴的设计》等书,发表了《高速大功率柴油机的发展与研究》等论文十余篇,并参加和组织编写《船用柴油机设计手册》。

附 录

附录一 50年代苏联转让制造的舰艇柴油机

序号	型 号		缸 径 mm	转 速 r/min	功 率 kW(马力)	主 要 用 途
	原 来	我国生产后				
1	M503A	42-160	160	2200	2940(4000)	大型导弹快艇主机
2	M50ØTK	未生产	180	1850	1110(1500)	
3	M50Ø-3	轻 12V180	180	1850	882(1200)	快艇和高速护卫舰主机
4	37Д	6E390C	390	500	1470	潜艇主机
5	40Д	12VE230ZC	230	780	1837.5(2500)	反潜护卫艇及登陆艇主机
6	9ДМ	8300ZC	300	600	882(1200)	基地扫雷艇及中型军辅船主机
7	2Ч8.5/11	285	85	1500	7.4(10)	小艇副机
8	4Ч8.5/11	485	85	1500	14.7(20)	小艇副机
9	4Ч105/13	4105	105	1500	29.4(40)	舰艇副机小艇主机
10	3Д6	6150C	150	1500	110(150)	小艇主机,其变型作舰艇副机
11	3Д12	12V150	150	1500	220(300)	小艇主机,其变型作舰艇付机

附录二 舰艇柴油机及其主要附件生产厂

序号	生 产 厂		工厂所在地	所生产的舰艇及军辅船用的 柴油机及其附件	备 注
	代号	厂 名			
1	2	3	4	5	6
1	403	宜昌船舶柴油机厂	湖北宜昌	8300ZC, 6300Z, 6350Z(ZC) 8350Z(ZC), 8350GZC	四〇六厂已于 1981 年 8 月并入该厂
2	405	四川柴油机厂	四川江津	12VE230ZC, L+V20/27 系 列 12VE230ZCA	
3	407	河南柴油机厂	河南洛阳	轻 12V180, 轻 12V180A, 轻 12V180ZL, 轻 12V180 -1, 轻 42-160, 轻 42-160 -3, D604B 系列, D234 系 列, D226B 系列。	
4	408	陕西柴油机厂	陕西兴平	6E390C, 6E390DZC-1, 6E390DC, 6E390DZC, 6E390DZC1, 6350ZC, 6350GZC, PA6 系列, 油泵及喷油器, 扁管滑油和 淡水冷却器, 轮胎式摩擦离 合器	

续 表

序号	生 产 厂		工厂所在地	所生产的舰艇及军辅船用的 柴油机及其附件	备 注
	代号	厂 名			
1	2	3	4	5	6
5	409	新中动力机厂	上海	6250Z(ZC), 6250GZC— I L+V20/27 系列, 废气涡轮 增压器, 调速器。	
6	437	沪东造船厂	上海	ESZD43/82 系列(包括 A、B 及 C 改进型), 9EZD43/ 67A, 6EZD43/67A, 18VE390Z, 18VE390ZCA, 12VE390ZC, 12VE390ZCA, PC2—5 系列	
7		上海汽轮机厂	上海	12VE230ZC, 12VE230ZC— I	
8		上海柴油机厂	上海	重 12V180ZC, 重 12V180Z 及其变型, 135 系列	
9		南昌柴油机厂	江西南昌	85 及 X85 系列, 105 系列	
10		广州柴油机厂	广州	6300ZC	
11	616	山西柴油机厂	山西大同	6150C	
12	636	吉林柴油机厂	吉林长春	12V150C, 12V150ZC	
13		潮阳机械厂	广东潮阳	X4105	
14	465	红江机械厂	四川永川	油泵、喷油器、调速器	
15	466	跃进机械厂	四川永川	易损件、标准件	
16	467	江津增压器厂	四川江津	增压器	
17	468	四川齿轮箱厂	四川江津	各类齿轮箱, 随机齿轮, 减震 器盖斯林格联轴节, 挠性杆 联轴节, 铜基粉末冶金摩擦 片	
18	471	武汉锻造厂	武汉	大型锻件毛坯, 模锻件	
19	479	重庆重型锻造厂	重庆	重型锻件	
20		南通航海机械厂	江苏南通	油滤器	
21		泰州光明机械厂	江苏泰州	空气冷却器	
22		大冶船舶辅机厂	湖北大冶	空气冷却器	

附录三 已研制或仿制成功的舰艇柴油机和海军曾用过的通用机型(截止1987年底)

序号	系 列	机 型	曾生产或 研制单位	缸径/行程 mm	功 率 kW(马力)	转 速 r/min	使 用 情 况	备 注
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	85	285	南昌柴油厂	85/110	7.4(10)	1500	小艇副机	
2	新 85	X285	南昌柴油厂	85/90	17.6(24)	3000	小艇副机	
		X485	南昌柴油厂	85/90	35.3(48)	3000	小艇副机	
3	105	4105	南昌柴油厂	105/130	29.4(40)	1500	小艇副机	
4	新 105	X4105	潮阳机械厂	105/120	35.3(45)	1500	小艇副机	
5	135	4135	上海柴油厂	135/140	58.8(80)	1500	艇和军辅船主副机	
		6135	上海柴油厂	135/140	88.2(120)	1500	艇和军辅船主副机	
		12V135	上海柴油厂	135/140	176.4~279 (240~380)	1500	艇和军辅船主副机	
6	150	6150C	六一六厂	150/180	110(150)	1500	艇和军辅船主副机	
		12V150C	六三六厂	150/180	220(300)	1500	小艇副机	
		12V150ZC	六三六厂	150/180	330(450)	1500	小艇副机	
7	E150	K48E150ZC	七一一所	150/185	*3748(5100)	1750	尚未使用,曾装艇试航成功	
8	轻 160	轻 42-160	四〇七厂	160/170	*2941(4000)	2200	导弹快艇主机	可靠性提高
		轻 42-160-1	四〇七厂	160/170	*2941(4000)	2200	导弹快艇主机	油耗降低,大修期延长
		轻 42-160-3	四〇七厂	160/170	*2941(4000)	2200	尚未装艇	耐用性提高
9	轻 180	轻 12V180	四〇七厂	180/200	*882(1200)	1850	鱼雷快艇,护卫艇主机	
		轻 12V180A	四〇七厂	180/200	*882(1200)	1850	鱼雷快艇,护卫艇主机	
		轻 12V180-1	四〇七厂	180/200	*809(1100)	1800	扫雷艇主机	
		轻 12V180ZL	四〇七厂	180/200	*1030(1400)	1850	尚未正式使用	

续表

序号	系 列	机 型	曾生产或 研制单位	缸径/行程 mm	功 率 kW(马力)	转 速 r/min	使 用 情 况	备 注
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	重 180	轻 12V180-2F	四〇七厂	180/200	577(785)	1500	尚未正式使用	可用作电站动力 未正式生产
		轻 12V180-4	四〇七厂	180/200	588(800)	1500	喷水船主机	
		轻 12V180-1A	四〇七厂	180/200	640(870)	1600	边防巡逻艇、缉私艇等主机	
		轻 24-180	七一一所	180/200	*1727(2350)	1850	曾在 027 I 艇上试用成功	
		重 12V180ZC	上海柴油机厂	180/205	*735(1000)	1545	高速炮艇主机	
11	187	12V180-GD	上海柴油机厂	180/205	配 450kW 发电机组	1500	09 型潜艇 应急发电机组的动力	09 型护卫舰电站动力
		12V180GD- ¹ / ₂	上海柴油机厂	180/205	配 400kW 发电机组	1500		
		12V180ZCD- ² / ₃	上海柴油机厂	180/205	配 400kW 发电机组	1500	053H 型护卫舰电站动力	
		6187C	四三九厂	187/270	110(150)	550	50 吨运输船等军辅船主机	
		6L20/27	四〇九厂	200/270	600(816)	1000	906、679 等舰副机	
12	L+V20/27							
13	E230	12VE230ZC	四〇五厂、 上海汽轮机厂	230/300	1617(2200)	750	猎潜艇主机	耗油率降低至 235.4g/kW 耗油率降低至 239.5 耗油率降低至 231.5
		12VE230ZC-A	四〇五厂	230/300	1617(2200)	750	猎潜艇主机	
		12VE230ZC-I	上海汽轮机厂	230/300	1617(2200)	750	猎潜艇主机	
		12VE230ZC-II	上海汽轮机厂	230/300	2205(3000)	750	037 改进艇主机	
		12VE230Z	上海汽轮机厂	230/300	配 1350kW 发电机组	750	电站原动机,在 912-I 型消 磁舰上驱动 2100kW 脉冲电机 消磁,并用于电力推进。	

续表

序号	系 列	机 型	曾生产或 研制单位	缸径/行程 mm	功 率 kW(马力)	转 速 r/min	使 用 情 况	备 注
1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	250	6250ZC (6250Z)	红岩机械厂	250/300	331(450)	600	军辅船主、副机	
		6250GZ	四〇九厂	250/270	496(675)	1000	军辅船主、副机	
		6250GZ-I	四〇九厂	250/270	808(1100)	1000	军辅船主、副机	
		6250GZ-II	四〇九厂	250/270	625(850)	750	军辅船主、副机	
		6250GZ-III	四〇九厂	250/270	470(640)	600	军辅船主、副机	
15	267	6267C	四三七厂、 四三九厂	267/330	184(250)	350	80吨运输船等军辅船主机	已停产
16	(PA6-280)	6280ZC (6PA6L)	四〇八厂	280/290	1764(2400)	1000	中型登陆舰主机	
		12V280ZC (12PA6V)	四〇八厂	280/290	3528(4800)	1000	大型登陆舰、布雷舰、 护卫艇主机	
17	300	6300C	四三九厂、广州柴 油机厂等	300/380	294~441	400~ 600	军辅船主机	
		6300ZC	广州柴油机厂等		(400~600)	600		
		8300ZC	四〇六厂、四〇三 厂、四三九厂	300/380	809(1100)	600	扫雷艇、捞雷艇、猎潜艇等 主机,军辅船主机	四〇六厂已并入四〇 三厂
		6300Z	四〇三厂、 四〇六厂	300/380	配 630kW 发电机组	600	J121 打捞救生船副机	四〇六厂已并入四〇 三厂
18	350	6350C	四〇六厂、四〇八 厂、四〇九厂	350/500	441(600)	350	军辅船主机	已停产,四〇六厂已 并入四〇三厂

续表

序号	系 列	机 型	曾生产或 研制单位	缸径/行程 mm	功 率 kW(马力)	转 速 r/min	使 用 情 况	备 注
1	2	3	4	5	6	7	8	9
19	E390	6350ZC	四〇三厂、四〇六 厂、四〇八厂、四〇 九厂	350/500	661(900)	350	军辅船主机	四〇六厂已并入四 〇三厂
		6350GZC	四〇三厂、四〇八厂	350/500	882(1200)	350	军辅船主机	已停产
		8350C	四〇六厂、四〇九厂	350/500	588(800)	350	军辅船主机	
		8350ZC	四〇三厂、四〇六 厂、四〇九厂	350/500	882(1200)	350	军辅船主机	
		8350GZC	四〇三厂	350/500	1176(1600)	350	军辅船主机	水下功率 982kW 水下功率 1544kW 水下功率 1765kW
		6E390C	四〇八厂	390/450	1470.6(2000)	500	潜艇主机	
		6E390ZC	四〇八厂	390/450	1764(2400)	500	潜艇主机	
		6E390ZC-1	四〇八厂	390/450	1912(2600)	500	潜艇主机	
		6E390DC	四〇八厂	390/450	1360(1850)	500	中型登陆艇打捞船综合补 给船海测船等主机	已不生产
		6E390DZC	四〇八厂	390/450	* 1985(2700)	500	中型登陆艇主机	
6E390DZC-1	四〇八厂	390/450	* 1786(2430)	500	军辅船主机			
12VE390ZC	四三七厂	390/470	* 588(8000)	480	护卫舰主机			
12VE390ZCA	四三七厂	390/470	* 588(8000)	480	护卫舰主机			
18VE390ZC	四三七厂	390/470	* 8820(12000)	480	护卫舰主机			
20	V390	18VE390ZCA	四三七厂	390/470	* 8820(12000)	480	护卫舰主	已不生产
		12V400ZC	四三七厂	400/460	5733(7800)	520	训练舰主机	
21	(PC2-5)	(12PC2-5V)						

续表

序号	系 列	机 型	曾生产或 研制单位	缸径/行程 mm	功 率 kW(马力)	转 速 r/min	使 用 情 况	备 注
1	2	3	4	5	6	7	8	9
22 400		6400ZC	江南造船厂	400/490	2205(3000)	500	潜艇主机,但未使用	水下功率 1764kW
23 E430		6ESDZ43/82	四三七厂	430/820	1470(2000)	200	军辅船主机	
		6ESDZ43/82A	四三七厂	430/820	1617(2200)	200	军辅船主机	
		6ESDZ43/82A	四三七厂	430/820	1911(2600)	200	军辅船主机	
		6ESDZ43/82B	四三七厂	430/820	2205(3000)	200	军辅船主机	
		9ESDZ43/82B	四三七厂	430/820	3308(4500)	200	军辅船主机	
		6EDZ43/67A	四三七厂	430/670	1677(2280)	250	930 潜艇救生艇主机	
		9EDZ43/67A	四三七厂	430/670	2426(3300)	250	65 型护卫舰主机	
		6ESDZ43/82C	四三七厂	430/820	2205(3000)	200	尚未使用	
		9ESDZ43/82C	437 厂	430/820	3308(4500)	200	尚未使用	

注:1. 表中所列机型,均经鉴定,但并未全都装备舰船使用

2. 表中所示功率均为最大持续运转功率,但标*者为最大功率,标**者为12小时功率。

编 后 语



《舰艇柴油机史料集》系根据国防科工委编纂《中国军事工业历史资料丛书》的要求，在中国船舶工业总公司《中国舰艇工业历史资料丛书》编辑部的指导下编纂的。主编单位为七一一研究所，副主编单位为沪东造船厂、四〇七厂和四〇八厂，参加编纂与审查的人员来自船舶总公司机关、四〇三厂、四〇五厂、四〇九厂、海军论证中心，武汉海军工程学院、求新造船厂、上海汽轮机厂和上海柴油机厂等单位。

自 1988 年 3 月编纂组成立后，约定近 90 人撰稿，搜集了大量历史资料，查阅了有关文献档案，走访了有关领导、专家和过来人，通过集体研究、细化讨论，逐步完善了本书的最后结构。从 1988 年 5 月 5 日第一次编纂工作会议到 1989 年 8 月向编辑部递交送审稿历时 14 个月，完成了征集、撰稿、编纂、初审、修改、复审、再修改、付印上报等一系列工作，最后经七位领导同志审定，完成了全书约 24.3 万字的总编纂。^{*}

本书的编纂工作按照“全面、系统、准确、有权威性”的十字方针，展示了建国近四十年舰艇柴油机发展的有关史实；真实地记载了领导机关、海军、科研单位、高等院校、工厂及协作单位广大职工、各级干部、科技人员及海军指战员在研究设计、生产及使用过程中的贡献；论述了舰艇柴油机的发展历程及宝贵经验。我们尽量邀请曾参加计划决策、研制、生产及使用的有关领导同志、权威人士和主要技术骨干参加编纂工作，使读者清楚地了解我国舰船柴油机发展道路和经验教训。该书除作为历史的见证之外，并为今后的发展提供有益的参考与借鉴。

在此，特向支持本书编纂工作的单位和所有提供史料的同志致以衷心感谢。

《舰艇柴油机史料集》编纂组

1990 年 9 月

^{*} 按编辑部原来的统一布署，本书的大事记写至 1985 年，但书中的部分内容已写至 1988 年，特此说明。