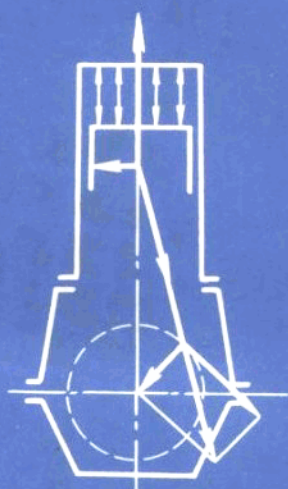


造船厂技校教材

船舶柴油机



哈尔滨工程大学出版社

U666.21
W18

425402

船舶柴油机

船舶技校教材编委会

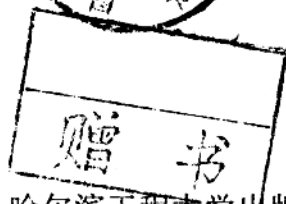
主任 韩 发
委员 韩 发 葛新辉 胡建忠 任 生
张铜 倪绍灵 何亚利 林柱传
金仲达 朱春元 汪 建

船舶技校教材编写组

基础课专业组	主编	胡建忠	副主编	汪 建
船体装配专业组	主编	葛新辉	副主编	魏东海
船舶电焊专业组	主编	任 生	副主编	周雅莺
船舶电工专业组	主编	倪绍灵	副主编	卢建明
船舶钳工专业组	主编	张铜	副主编	竺维伦
船舶管系专业组	主编	何亚利	副主编	叶 平
船舶木塑专业组	主编	汪 建	副主编	曹建民

本书编者 王福根

本书主审 缪根



00425402

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

0257/06

本书是根据 1990 年中国船舶工业总公司企业管理部制定的“船舶工业技工学校船舶钳工工种专业课程教学大纲”要求而编写的。

全书共分七章,分别讲述:柴油机主要组成与工作原理;柴油机主要部件;柴油机进排气、燃油、滑油和冷却系统;柴油机起动、换向、调速装置和操纵机构;废气涡轮增压器;柴油机主要零部件的拆装;柴油机试验与故障分析等。

本书是造船厂技校教材,也可作为青工培训和职工自学用书。

船 舶 柴 油 机

庄福根 编

责任编辑 李 英

哈尔滨工程大学出版社出版发行

新华书店经销

哈尔滨华升电脑排版有限公司排版

大庆市第一印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 10 字数 236 千字
1996 年 5 月 第 1 版 1996 年 5 月 第 1 次印刷

印数:1—3000

ISBN 7-81007-691-4

U·46 定价:9.30 元

前 言

技工学校担负着为企业培养中级技术工人的重任,其教学质量的高低影响到企业工人队伍素质和经济效益的提高。

中国船舶工业总公司所属技工学校大多数建立或恢复于“七五”期间。当时主要工种的教学内容,基本上停留在传统的造船工艺水平上,与80年代迅猛发展起来的新的造船工艺存在着明显的差距。在教学安排上忽视技能训练,技校毕业生走上生产岗位后表现出独立工作能力不强。为解决这一问题,总公司于1987年在首届船舶总公司技工学校校际协作会上明确提出技工学校教学改革方向,一是培养目标为中级技术工人,二是将原来的理论和实习教学的课时从1:1变为3:7,突出技能培训,增强学生的动手能力。并于1989年重新颁发了船舶类五大工种的教学计划及大纲,1992年成立了船舶总公司技工学校教材编写委员会。在编委会的领导下,由于各专业组主编、副主编和编审者努力工作,哈船院出版社及有关学校给予了大力支持,我们船舶工业系统技工学校第一批系统教材正式面世了,它必将对船舶工业技工学校的发展起到积极的推动作用。

这套教材包括船体装配工、船舶电焊工、船舶钳工、船舶电工、船舶管系工、船舶木塑工六大工种进行中级工培训的基础课、专业课和技能训练的教材。教材编写以工人技术等级标准为依据,以企业的生产技术现状为基础,突出对技校学生操作技能的培养,力求做到学用结合,改变以往技工培训教材内容偏多、偏难,学用脱离的情况。船舶行业特有工种有80多个,不可能每个工种都统一编写教材,这套教材的出版,无疑只是起个样板的作用,各技工学校可以参照这套教材编写其它工种的教材或讲义。同时,由于各企业的生产技术不一,这套教材也很难做到所有内容都适合各企业的培训要求,各企业的学校、教育部门可以根据技术等级标准和企业的生产技术要求,对教材内容进行删减和补充。这套教材同样适合在职工人的中级工培训。

由于整个成书过程比较仓促,与以前教材相比,内容变化较大,加上组织工作经验不够,编写水平有限,缺点和错误在所难免,敬请专家和教育工作者批评指正,以利再版时改正。

编委会

1995.6

编者的话

船舶柴油机装置是现代船舶运行的主要动力设备之一。因此,编写本书的指导思想从以下几个方面进行论述,即:1. 着眼于船舶工业的需要,突出船舶柴油机中重点问题;2. 适应目前技工学校学生水平,适应当前深化改革和造船形势发展的需要;3. 紧扣《船舶柴油机》的教学大纲中课题教学内容和要求。通过本书的学习,使学生掌握船舶柴油机的必备知识,并成为中级船舶钳工。

本书特点是,除了对一般柴油机的基础部分作重点说明之外,还适当增添柴油机的拆修、装配过程,以及船舶柴油机自动控制技术等内容。

本书以船舶上常见的国产 135 系型、国产 43/82 型和专利 R·T·A 型等柴油机为线索,贯穿全书。

全书由缪根富高级工程师主审。

由于水平和时间所限,书中论述确有欠妥之处,请指正。

目 录

绪论	1
第一章 柴油机主要组成与工作原理	7
第一节 柴油机主要组成	7
第二节 柴油机的专用名词、类型和型号	8
第三节 四冲程柴油机工作原理	14
第四节 二冲程柴油机工作原理	17
第五节 135 型柴油机简介	22
习题	24
第二章 船舶柴油机主要部件	25
第一节 船舶柴油机的受力分析	25
第二节 船舶柴油机主要固定部件	26
第三节 船舶柴油机主要活动部件	38
习题	55
第三章 船舶柴油机进排气、燃油、滑油和冷却系统	56
第一节 进排气系统	56
第二节 燃油系统	63
第三节 滑油系统	72
第四节 冷却系统	77
第五节 柴油机运行参数的自动控制	80
习题	82
第四章 船舶柴油机起动、换向、调速装置及操纵机构	84
第一节 起动装置	84
第二节 换向装置	91
第三节 调速装置	94
第四节 船舶柴油机操纵机构实例	98
习题	101
第五章 废气涡轮增压器	102
第一节 增压柴油机的概念	102
第二节 废气涡轮增压器	103
第三节 船用废气涡轮增压器实例介绍	108
第四节 废气涡轮增压器的拆装、检修和一般故障排除	110
习题	117
第六章 船舶柴油机主要零部件的拆装	118

第一节	拆装前的准备.....	118
第二节	柴油机主要零部件的拆卸.....	119
第三节	柴油机主要零部件的安装.....	126
第四节	柴油机曲轴臂距差的测量与调整.....	136
第五节	船舶柴油机的总装配.....	138
	习题.....	139
第七章	船舶柴油机试验与故障分析.....	140
第一节	船舶柴油机试验前的技术准备工作.....	140
第二节	船舶柴油机试验内容和要求.....	141
第三节	一般柴油机的常见故障和排除.....	145
	习题.....	148
	参考文献.....	149

绪 论

船舶动力的发展史上,经历了以人力和风力等来作为船舶推进的漫长岁月。直到18世纪,人们发明了蒸汽机并成功地在船舶上作为其动力应用之后,才开始揭示了船舶动力机械化发展的新篇章。

随着当代科学技术的进步,1892年德国人鲁道夫·狄赛尔先生获得柴油机的发明专利后,并在1898年生产出世界上第一台柴油机。柴油机问世后以其突出的优点和经济性,才使船舶动力有了极大的发展。柴油机与其它热机相比有无可比拟的优越性,因此今天船舶柴油机,根据它的特点是能够赖以生存和发展的主要原因。

一、船舶动力的类型

今天,船舶动力的类型在船舶动力装置中,一般根据其作为船舶推进、船舶的供电和其它辅助动力的机械型式,可列出以下几种类型:

1. 蒸汽动力装置

利用锅炉所产生的高温蒸汽作功的机器,称为蒸汽机。

蒸汽机可分为往复式蒸汽机和蒸汽轮机两种。

往复式蒸汽机是一种直接利用高温蒸汽来推动活塞作往复运动,从而再通过连杆的摆动运动变成曲轴的回转运动的一种动力装置。由于它的热效率很低,故现在船舶上已极少见到并逐渐淘汰。

蒸汽轮机又称“透平”机。它是用高温高压蒸汽的能量来转动叶轮,从而使轮轴作回转运动。现代船舶所采用的蒸汽动力装置,已不采用往复式蒸汽机作为船舶动力,而主要用蒸汽轮机装置作为船舶动力。

蒸汽轮机动力装置,现今大都广泛应用在大功率的军舰和特种要求的船舶上。我国首制的海上科学城——“远望号”航天测量船,就是采用该类型动力装置,并获得多次远赴南太平洋执行国防科研任务。

2. 内燃机动力装置

内燃机动力装置是利用燃料在机器内部燃烧所产生的燃气来作功的一种热机。

内燃机动力装置根据其所采用的燃料不同,具体可分成汽油机、煤气机、柴油机等多种类的热机。其中采用柴油机作为船舶动力装置的称为船舶柴油机。

本书中将要阐述的主要内容,即是本《船舶柴油机》教材的全部章节范围。故这里不作详细介绍。

3. 燃气轮机动力装置

燃气轮机动力装置亦属上述的内燃机种之一。它是利用燃料燃烧所产生的高温燃气,去推动叶轮作回转运动的一种热机,故称燃气轮机。

采用燃气轮机作为船舶主发动机(主机)的动力装置,称为船舶燃气动力装置。此

类动力装置目前应用在国外军舰上为多，而商船上采用此类装置的却少见。现代新型国产军舰已开始采用燃气轮机动力装置作为其动力。

4. 原子能动力装置

这类装置是利用其原子反应堆所发出的热能来产生蒸汽，并供给汽轮机回转做功的一种高技术的动力装置。

原子能动力装置最突出的是采用原子反应堆的设施，所以称为原子能动力装置。

此类动力装置（核动力）现代应用在大型、大功率军舰上，如航空母舰、巡洋舰、驱逐舰、核潜艇等。闻名的“列宁号”破冰船就是采用此类动力装置。

综观以上所述的多种船舶动力装置的类别，从目前世界上统计数字中知道，在各江、河、湖、海上航行的各类用途的船舶中，采用柴油机作为其主要动力的要占绝大多数。这是由于柴油机以其独特优越性而得到广泛应用。

二、柴油机在船舶中的应用

以柴油作为燃烧原料的内燃机，则称为柴油机。它的优点显著，故得到了迅速的发展与应用。

柴油机的主要特点是：

1. 热效率较高，经济性好；
2. 可采用重质的燃油作为燃料；
3. 功率范围广；
4. 体积小，重量轻；
5. 管理方便；
6. 安全性高。

由于柴油机具有上述优点，特别是柴油消耗率低，经济性能好，因此在船舶上的应用与日俱增。据统计，世界上各类船舶动力装置中，柴油机船舶的比例，在1927年只有4%，而到1955年就达55%。70年代中，世界上建造的柴油机船舶已占91%之多。近年来，在世界各大洋航行的商用船舶，其中80%以上是由柴油机来驱动的。所以，柴油机在现代船舶动力中已占有绝对优势，它是最经济和最合理的一种船舶动力装置。

我国江河多，海域广，海岸线长，再加上石油资源丰富，有发展船舶柴油机的优越自然条件。今天，在实现四个现代化和经济改革开放的过程中，我国船舶柴油机的事业将获得高速发展。

三、船舶柴油机发展简史

柴油机的发展已有90多年历史。德国工程师狄塞尔成功试验效率达26%的世界第一台等压加热柴油机，人们为表彰其功绩，故把柴油机命名为“狄塞尔发动机”。柴油机出现后，德国、瑞典、丹麦、瑞士等国相继获得该机的专利权。由于当时航运事业发展的需要，许多人都想设法将它应用于船舶。1903年俄国建造的油船“万达尔”号的航运成功，就依靠该船安装了由瑞典公司生产的三台四冲程柴油机，每台功率仅为88.3千瓦。1905年瑞士的苏尔寿公司建造了第一台直接反转式的二冲程柴油机。

1911年~1914年,瑞士人波希首先完成了废气涡轮的增压试验,并于1925年安装在德国曼恩(MAN)公司生产的四冲程柴油机上,结果使该机的功率提高了50%以上。1951年,丹麦的B&W公司最早在二冲程柴油机上采用废气涡轮增压,使该机功率提高35%,而燃油消耗下降13.6克/千瓦·小时。废气涡轮增压的采用,为提高船舶柴油机功率和经济性,找到了一条有效的途径。

柴油机机体的制造,很大程度上受到蒸汽机所采用铸造方法的影响。30年代末,出现了焊接工艺结构,并在大型二冲程十字头式低速柴油机上得到应用,这时,对提高柴油机强度、刚度以及减轻重量起了重要作用。

对船舶柴油机来说,能否采用重油,是它在提高经济性方面与其它动力装置相竞争的内容之一,因为重油的价格远比柴油低廉。在1948年前后,人们就开始对燃用重油进行了大量试验,随着许多技术问题(腐蚀、冷却、污染等)的解决,当前几乎所有低速柴油机都可燃用粘度较高的重油,包括大部分中速柴油机。降低柴油机的油耗,在低速及中速柴油机上采用劣质重油以降低航运成本。另外,在低速柴油机中采用长冲程结构型式,降低转速以提高推进效力,已成为目前船舶柴油机主要发展趋势。

近几十年来船舶柴油机,在遥控和自动化控制方面的发展也非常迅速,1960年以前已出现在驾驶室操纵中、小型柴油机的船舶。1960年以后大功率柴油机的遥控技术也得到很大发展。特别是近几年来随着电子技术和气动液动技术的飞跃发展,实现柴油机遥控和自动化控制程度也不断得到提高。“集中控制室”和“无人机舱”的应用,离不开柴油机自动化程度的保证。船舶柴油机自动化技术的提高,不仅可以减少管理人数,改善船员的工作条件,而且也提高了动力装置的经济性、机动性。因此,实现柴油机的遥控和自动化,已成为船舶柴油机发展的必然趋势。

四、目前国内船舶柴油机现状

造船业在经历了多年萧条之后,现已开始复苏,并保持上升趋势。据悉,目前主要几个造船国家,近年的造船订单已接满。这无疑对国际和我国船用柴油机制造业的发展和科技进步起到积极的推动作用。

目前世界上低速柴油机的制造,仅有MAN-B&W、Sulzer和Mitsubishi三家。这三种机型的功率总数,分别占世界的53.42%、36.06%和10.52%。由于低速机的热效率已达50%以上,加上近年国际石油价格又较平稳,所以目前低速柴油机的发展重点在于增加可靠性,简化结构,降低造价和对船舶市场的适应性。

当前中速大功率柴油机发展也很活跃,为了加强与低速机争夺市场,各中速机制造厂竞相开发大缸径($D \geq 400$ 毫米)的中速机。这些中速机的技术指标在燃油耗、寿命与可靠性、劣质油应用方面,已与低速机大致相当。如在豪华客轮“伊丽莎白皇后”号,就选用9台MAN-B&W的9L58/64大功率的中速柴油机,用来作电力推进,其主机综合热量利用率达到75%。因此,中速机发展潜力很大。

小型高速机一般均能水陆通用,且能主辅机通用,用途广泛,制造技术相对来说比较容易实现,所以发展迅速,机型很多。

各种柴油机(高、中、低速)之间,海外各公司之间为求得生存和发展,竞争激烈,

因而推动了柴油机的技术向前进步。

我国的船舶柴油机事业，在解放前是很落后的。不用说制造，就是连修理所需配备的零件也得依赖进口，在使用技术方面更是非常落后。直至解放后我国船机制造业才有了较快的发展。

中国从40年代开始，由仿制到自行研制各种类型船用柴油机，经历了各型柴油机的生产实践，并有了一定物质技术基础。

我国船舶柴油机发展，为适应远洋船和出口船舶的需要，经历了十分曲折道路：其中，60年代，由沪东造船厂依靠自力更生，造出了我国第一台7ESDZ75/160型船用低速大功率柴油机，安装在由江南造船厂建造的国产第一艘万吨轮“东风”号货船上。70年代期间，江南造船厂经过多年奋斗，也相继造出三台低速万匹马力的柴油机，为“风庆”号等三艘远洋巨轮提供主机推进动力。之后，大连船厂制造出弯流扫气的9ESDZ58/100型柴油机；上海船厂生产出6ESDZ/160机；宜昌船用柴油机厂制造的6ESDZ78/155型机……

随着造船事业的发展的需要，于1979年起按中国船舶工业总公司下属各厂分工要求，先后引进可制造Sulzer和MAN—B&W这两类柴油机的各种系列。现在最小缸径的6S26MC和6RTA38机，最大缸径的5L80MCE和7RTA84C机，均在我国制造成功。经过几年不懈努力，该两种系列柴油机的国产化率已达到80%以上。

在技术引进的同时，中国船舶工业总公司注意利用本国技术力量，并消化吸收国外技术，研制出6ESDZ34/82柴油机。自50年代末至70年代末，国内各厂先后制造36种型号（43、60、75、58、76、78毫米缸径）的船用低速柴油机，其中的43型机的技术比较成熟，性能稳定，结构可靠，使用方便，已于1984年通过部级鉴定，技术水平相当于国外70年代的同类机型。

中小型高速柴油机，自50年代以来，也从配件生产发展到整机仿制。这些配件的试制和生产制造，不仅支持了当时船舶的迫切需要，并为后来中国船用柴油机技术的发展积累了不少经验，培养和锻炼了人才。60年代，为了加强国内船用柴油机的生产能力和科研力量，先后在沪东造船厂、新中动力机厂和求新造船厂等诸工厂充实了机械加工设备，增添了造机力量。在此期间，其它工业部门的有关企业，也积极承担了船用柴油机的研制任务。其中主要有上海柴油机厂的12V180ZC型功率为735千瓦高速柴油机和著名的135型系列柴油机，潍坊柴油机厂的160系列机，无锡动力机厂的250系列中小型通用柴油机，曾被广泛用作各舰船的主、辅机动力之用。70年代采用较先进的技术指标研制出G300型等17种机型。80年代又联合研制成功的6L25/32型中速柴油机。此250型机的技术性能指标均达到当时先进水平，零、部件全立足国内。

实行改革开放以来，在重视引进国外先进柴油机技术和实现国产化的同时，又重视自行研制的柴油机的改进提高和机型开发工作，中国船用柴油机技术的发展开始进入了新的历史阶段。

五、解放后我国船用柴油机发展的三个阶段

1. 早期技术引进

50年代后期,我国从苏联引进了几种船用机型,以此为生产对象,新建了一批较大的船用机型制造厂,为我国造船用柴油机工业奠定了初步基础。通过对这些机型的设计、试制和使用,开始建立了我国船用柴油机的科研设计和工艺制造方面的技术队伍。

1958年以前,我国大功率低速船用柴油机的研制是个空白。以后,在这方面有较大的突破。第一台二冲程直流扫气低速重型船用柴油机 6ESDZ43/82 型(单机功率为 1472 千瓦,转速为 200 转/分),二冲程横流扫气的柴油机 6ESD60/106 (2208 千瓦,150 转/分)就是在之时期研制成功的。

2. 自行研制阶段

60年代初开始,我国船用柴油机进入自行研究设计阶段。开始对一些高、中、低速的大功率柴油机进行研制,并正式投产装船使用。

到 80 年代末,中国船舶工业总公司系统的船用柴油机总产量中,引进机产量的比重(按功率)已占 70%。而小批量生产的引进机的零部件国产化率已达 80%左右,例如,MAN20/27 型机已达到 94%。

中国的船用柴油机以 50 年代初制造配件开始,到 80 年代末生产出柴油机单机功率达 2.28 万千瓦的 7RTA84EB 型机,这个变化是巨大的。尤其改革开放以后,能在较短时期内掌握这些国际名牌船用柴油机的生产技术,并通过创新、消化,自行研制出各种新机型。中国已是具备设计和生产包括高性能船用柴油机的能力,为发展国内航运事业和出口船舶打下基础。并且为加强海军建设,不断提供一代又一代的新动力。

3. 引进先进技术和加速发展阶段

我国自 1979 年起,进入实行改革开放政策的新时期。有关生产柴油机的企业,相继从丹麦的 B&W、德国的 MAN、日本的大发、瑞士的 Sulzer 等公司引进生产柴油机的专利技术几十项,生产的船用柴油机已有许多台装船出口到国际市场,受到客户的欢迎。技术引进工作已有力地促进了我国船舶动力工业的迅速发展。

六、船舶柴油机动力装置的组成和布置

船舶柴油机的动力装置,是以柴油机为船舶主发动机的动力装置,柴油机是这种动力装置的核心部分,见图 0-1。贮存于燃油柜(舱)内的柴油,通过柴油输送泵送入日

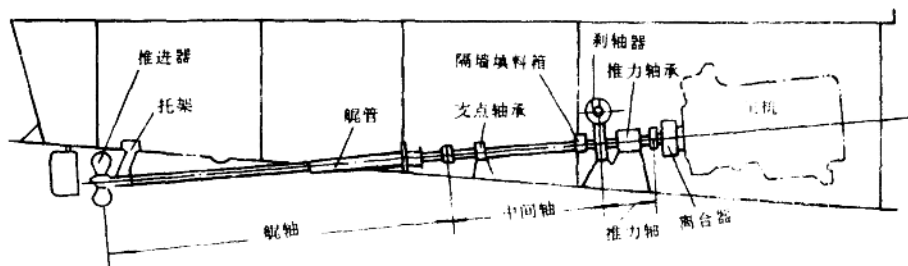


图 0-1 动力装置的组成

用燃油柜内，作为柴油机作功之用。燃料在柴油机内直接燃烧产生热能，而后转变为柴油机输出轴作旋转运动的机械能。柴油机和螺旋桨之间通过轴系连接。轴系将柴油机的转矩传递给螺旋桨，同时又将螺旋桨在水中旋转产生的转向力，通过推力轴承传给船体，以推动船体的前进或倒退。为了制造和安装方便，一般将整个轴系分割成若干段，用联轴节连接起来。沿着轴线布置若干个支点轴承，以保证轴系的正常运转。在轴承自船体向外伸出处，安装着艏轴管装置，它既是螺旋桨和尾轴转动的支承点，也是保证船舶水密的防漏装置。

船用柴油机向螺旋桨传递动力的方式，最常见的有直接传动和间接传动两种。直接传动的特点是：柴油机和螺旋桨之间不设变向装置，常用于可直接正反转的低速或中速大功率柴油机。间接传动的特点是：柴油机和螺旋桨之间设有减速齿轮箱或变向离合器，一般常用于小中型高速或中速柴油机。

习 题

1. 谈谈你对学习船舶柴油机的初步认识或打算，并提出具体要求。
2. 船舶的推进动力有哪几种常见类型？
3. 柴油机在船舶上应用，它具备哪些主要特点？
4. 我国的船用柴油机的发展，大致经历了哪三个阶段？各阶段的特点如何？
5. 目前我国和国际上船用柴油机现状如何？

第一章 柴油机主要组成与工作原理

柴油机是现代船舶航行的主要动力装置。

柴油机是内燃机中的一种。它是将液体燃料——柴油，以雾化形式喷入气缸中去，并在与空气充分混合下迅速燃烧膨胀，放出大量热量并转化成机械能。这样，活塞的往复运动由曲柄连杆机构变成旋转运动输出，带动船舶推进器——螺旋桨的转动，以推动船舶前进。

为了保证柴油机能顺利地运转工作，柴油机自身必须有一系列基本结构和相应的系统。

一台正常运转的柴油机，它的结构必须满足如下条件：

1. 要有足够的空气，并压缩到一定的值（即一定的温度和压力）。
2. 燃料（柴油）必须以高压雾化状态来喷入气缸，并与空气充分混合。
3. 要有一整套的专门机构，即活塞—连杆—曲柄机构，以能将热能转化成机械能。
4. 必须能将作功后的废气及时迅速排扫出机外。

除此之外，燃料的燃烧需要密封地进行，许多机件需要固定，因此还必须有坚固的固定的机件来承担。

为了使柴油机运转满足工况的需要，还得设置有各种专门的功能系统和装置。如为减少机件磨损需要有滑油系统；为源源不断地供应高压洁净的柴油，需有燃油系统；为提供新鲜空气和排除废气的进排气系统；为及时散热并带走不必要的热量需有冷却系统。另外，为使柴油机根据船舶航行的需要，船用柴油机都须设有起动、换向、调速和操纵等各类装置。

综上所述，船用柴油机的基本构造是由固定部件、活动部件等主要部件以及辅助机构的两大部分所组成。

第一节 柴油机主要组成

船舶柴油机的构造相当复杂，而且形式很多，但大体上均由主要部件和辅助机构所组成。而柴油机的主要部件又可分成固定部件和活动部件两大类。

一、固定部件

柴油机的固定部件是组成柴油机的主体。

固定部件主要由机座、机架、气缸、气缸盖和主轴承等组成。

这些部件形成了柴油机的气缸工作容积及曲柄箱空间，并支承其他机件及各种附属装置。而且，通常用螺栓把它们紧密地连接在一起，组成一个坚固的刚性整体。在中、小型柴油机中，为了简化工艺和提高构造的刚性，往往把机座、机架合铸成一体，统称

为机体。

固定部件的重量，约占整台柴油机总重量的 70% 左右。

二、活动部件

柴油机的活动部件是柴油机中极为重要的运动构件。

活动部件主要由活塞组件、连杆组件和曲轴组件等组成。

这些部件是将热能变为机械能，使活塞的往复运动通过连杆转变为曲轴的回转运动的主要构件。

在大型低速柴油机中，还装有活塞杆、十字头和滑块等部件。

上述柴油机的固定部件和活动部件，是柴油机工作的主要受力部件。

三、辅助机构

柴油机的辅助机构主要由以下各系统和装置所组成。

燃油系统、滑油系统、冷却系统和进排气系统，以及起动装置、换向装置、调速装置和操纵机构等。

另外，增压式柴油机上，还专门设置废气涡轮增压器的装置。

图 1-1 和图 1-2 分别为四冲程柴油机和二冲程柴油机的横剖视图。

掌握柴油机的专门理论知识和技能，除了知道柴油机主要组成之外，还必须掌握柴油机的专用名称与含义，及其型号和类型的区别。

第二节 柴油机的专用名词、类型和型号

一、柴油机的专用名词

柴油机有很多专用的名词术语，每一个名词术语都包含着一定的技术概念，现将常用的主要名词术语简述如下：

1. 气缸直径：指柴油机的气缸内径，以符号 D 表示，单位为毫米或厘米。
2. 上死点：活塞在气缸中运动到最上端的位置，即活塞离曲轴中心线最远的位置，见图 1-3。
3. 下死点：活塞在气缸中运动到最下端的位置，即活塞离曲轴中心线最近的位置。
4. 活塞行程（冲程）：上、下死点之间的距离，以符号 S 表示，单位为毫米或厘米。行程等于曲轴之曲柄半径的两倍，即 $S=2R$ 。一个行程相当于曲柄回转 180° 。
5. 压缩容积：活塞位于上死点时，与气缸盖底面之间容积（亦称燃烧室容积），以符号 V_c 表示。
6. 工作容积：活塞从上死点运动到下死点之间的气缸容积，以符号 V_s 表示。工作容积 V_s 可用公式求出， $V_s = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot S$ 。
7. 气缸总容积：活塞位于下死点时，活塞顶上的全部气缸容积，以符号 V_t 表示。

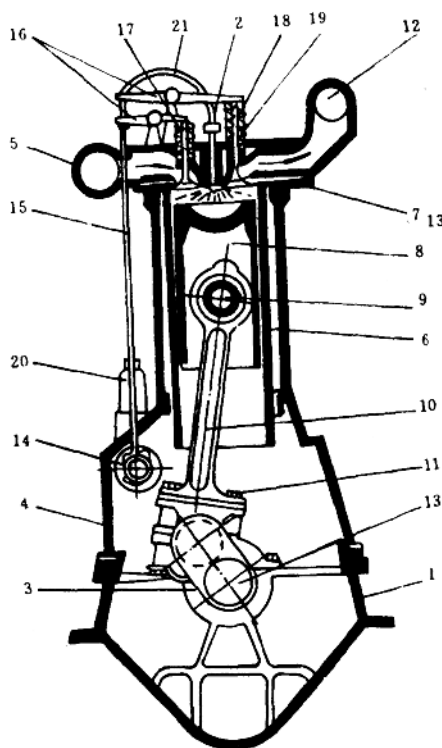


图 1-1 四冲程柴油机的主要部件

1-机座；2-喷油器；3-主轴承；4-机身；5-进气管；6-气缸套；7-缸盖；8-活塞；9-活塞销；10-连杆；11-连杆螺栓；12-排气管；13-曲轴；14-凸轮轴；15-顶杆；16-摇臂；17-进气阀；18-排气阀；19-气阀弹簧；20-高压燃油泵；21-高压油管

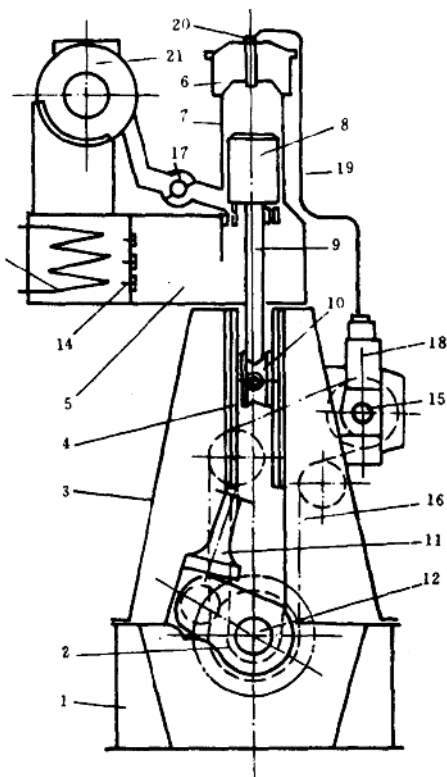


图 1-2 二冲程柴油机的主要部件

1-机座；2-主轴承；3-机架；4-导板；5-扫气箱；6-气缸盖；7-气缸体；8-活塞；9-活塞杆；10-十字头；11-连杆；12-曲轴；13-空气冷却器；14-口琴阀；15-凸轮轴；16-凸轮轴传动链；17-排气阀；18-燃油泵；19-燃油管；20-喷油器；21-增压器

$$V_u = V_c + V_s$$

8. 压缩比：是气缸总容积与压缩容积之比值，以符号 ϵ 表示。压缩比 ϵ 可用公式求出：

$$\epsilon = \frac{V_u}{V_c} = \frac{V_s + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_s}{V_c}$$

ϵ 是柴油机工作性能好坏的一个重要技术参数。柴油机调整时应按其说明书的要求进行。 ϵ 值太大，则使柴油机的应力增加，磨损严重； ϵ 值太小，则使柴油机的压缩压力和温度达不到额定值，从而造成燃烧恶化，起动困难。

高速柴油机的 ϵ 值取 15~19；

中速柴油机的 ϵ 值取 14~15;

低速柴油机的 ϵ 值取 11~13。

9. 过量空气系数: 每燃烧 1 公斤的燃料, 实际需要的空气量 L 与理论需要的空气量 L_0 之比值, 以符号 α

$$\text{表示, } \alpha = \frac{L}{L_0}$$

10. 压缩压力: 压缩冲程时, 活塞上行至上死点时的气缸内气体压力, 以符号 P_c 表示。测量 P_c 值, 可判断活塞和活塞环与气缸之间的气密性是否符合技术规定。一般柴油机的 P_c 值取 3~6 兆帕。

11. 爆发压力: 作功冲程时, 气缸内燃气的最大压力, 以符号 P_b 表示。

测定 P_b 值, 是判断柴油机的功能指标的一个极为重要手段。各种机型的柴油机, 其 P_b 值大小亦不同, 一般取 5~8 兆帕。现今新型柴油机的 P_b 值已超过 10 兆帕。

12. 平均指示压力: 以符号 P_i 表示。 P_i 值的大小, 是衡量各类柴油机先进性的标志。

13. 指示功率: 是指柴油机实际产生的功率, 以符号 N_i 表示。指示功率 N_i 可用下列公式计算:

$$N_i = \frac{P_i \cdot S \cdot F \cdot n \cdot m}{0.45} (\text{马力, } 1 \text{ 马力} = 0.735 \text{ 千瓦})$$

其中: P_i 为平均指示压力 (兆帕);

S 为活塞冲程 (米);

F 为活塞面积 (米²);

n 为柴油机每分钟转数 (转/分);

m 为柴油机冲程系数 (四冲程机的 m 取 1/2, 二冲程机 m 取 1)。

14. 有效功率: 又称为轴马力, 将柴油机自身摩擦及附件消耗的功除去后, 在飞轮端 (输出端) 测得的净功率, 以符号 N_e 表示。 N_e 值可在柴油机试验中, 用水力测功器测得。

$$N_e = N_i \cdot \eta_m (\eta_m \text{ 为机械效率})$$

15. 柴油机的扭矩: 是指柴油机输出轴的转动力矩。

16. 耗油量: 柴油机工作时, 每发出 1 马力在 1 小时所消耗的燃油量, 以符号 g_e 表示, 单位为克。 g_e 值大小是表明柴油机主要经济性指标, 用户很为重视。

17. 柴油机的转向: 船用柴油机的转动方向, 是视其输出轴的转向而言。规定方法: 由输出端 (最尾的气缸) 往自由端 (第一缸) 看, 凡输出轴按顺时针方向转动的, 称为“右转”, 俗称“顺车”; 逆时针方向转动的称为“左转”, 俗称“倒车”。对于可直接正反转的船用柴油机而言, 其旋转方向以船舶前进时柴油机转向为顺车方向。

18. 柴油机的增压: 是指柴油机采用提高进入气缸的空气压力来达到增加空气量的

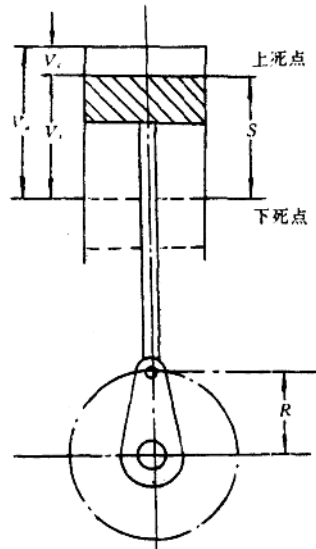


图 1-3 柴油机的专用名称