

中国造船工程学会人才与教育学术委员会
教材建设学组推荐

船舶系列丛书

CHUANBO XILIE CONGSHU

船舶柴油机及安装 (第二版)

王福根 编

钱斐斐 主审



HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

船舶柴油机及安装

(第二版)

王福根 编
钱斐斐 主审

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书是根据中国船舶工业系统制定的《船舶工业专业课程教学大纲》要求而改编的。

全书共分为十一章,分别讲述船舶柴油机概述,船舶柴油机组组成与原理,船舶柴油机主要系统,船舶柴油机主要装置,船舶柴油机增压与废气利用,船舶柴油机主要装置与操纵机构,船舶柴油机测试,船舶柴油机装配,船舶柴油机检修和拆卸,船舶柴油机装船工艺,船舶柴油机故障处理,船舶柴油机运行管理和试验等。

本书有较强的专业实践性和系统性,符合教学大纲的基本要求,突出专业技能训练的特点,力求做到符合理论联系实际的教學目的。

本书可作为船舶修造的企业和技校及职校教学培训教材,也可作为船舶专业的员工自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

船舶柴油机及安装/王福根编. —2 版. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2011. 5
ISBN 978 - 7 - 5661 - 0121 - 1

I. ①船… II. ①王… III. ①船用柴油机
IV. ①U664. 121

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 072764 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心
开 本 787mm × 1 092mm 1/16
印 张 15. 25
字 数 375 千字
版 次 2004 年 7 月第 1 版 2011 年 6 月第 2 版
印 次 2011 年 6 月第 4 次印刷
定 价 27. 00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

船舶柴油机装置是现代船舶运行的最主要动力设备之一。而且它是一种应用得最广泛、最经济和最合理的船舶动力装置。为此,在编写本书过程中,作者力求满足国内外船舶与柴油机发展的需要,紧扣《船舶专业课程教学大纲》中课题的教学内容和要求,适应企业深化改革的需要。企业员工和同学可通过本书的学习掌握船舶柴油机的专业知识,成为合格的专业人才。

本教材的编写是以行业职工技术等级为依据,以企业的生产现状为基础,突出职业技能的培养,为求学用结合,亦为中国的经济腾飞,为中国从目前世界造船大国之一走向世界造船强国、造机强国提供一些帮助。

本书除了对船舶柴油机作基本知识讲述之外,还着重增设了柴油机装配、拆卸、实船吊装及性能测试等相关内容,以适应企业的实际需求和员工的动手能力的提高。

本书的再版发行是经过多年的实践和完善来完成的,作为教材,其课时为 60 ~ 80 学时。全书由高级教师钱斐斐女士主审。

在编写本书过程中,承蒙哈尔滨工程大学出版社及有关专家的支持和帮助,在此致以诚挚的敬意。

由于水平和时间所限,书中论述定有欠妥之处,恳请批评指正。

编 者

2011 年 4 月于上海

目 录

第一章 船舶柴油机概述.....	1
第一节 船用柴油机发展与应用.....	1
第二节 船舶柴油机传动和布置.....	5
习题	10
第二章 船舶柴油机组组成与原理	11
第一节 船舶柴油机主要组成	11
第二节 柴油机的名词和类型	13
第三节 四冲程柴油机工作原理	18
第四节 二冲程柴油机工作原理	22
第五节 船舶柴油机的受力分析	25
第六节 柴油机主要固定部件	26
第七节 船舶柴油机主要活动部件	33
习题	44
第三章 船舶柴油机主要系统	46
第一节 进排气系统	46
第二节 滑油系统	54
第三节 燃油系统	62
第四节 冷却系统	78
第五节 柴油机运行参数的自动控制和自动化	84
习题	88
第四章 船舶柴油机主要装置	89
第一节 启动装置	89
第二节 换向装置	95
第三节 调速装置.....	100
第四节 船舶柴油机操纵机构.....	110
习题.....	114
第五章 柴油机增压与废气利用.....	115
第一节 柴油机增压.....	115
第二节 废气涡轮增压器.....	118
第三节 典型废气涡轮增压器介绍.....	124
第四节 废气涡轮增压器的拆检.....	126
第五节 废气涡轮增压器的管理及故障排除.....	127
第六节 废气锅炉.....	132
习题.....	133

第六章 船舶柴油机装配工艺	134
第一节 柴油机装配工艺概述.....	134
第二节 柴油机部件的装配.....	135
第三节 柴油机曲轴臂距差的测量.....	154
习题.....	158
第七章 柴油机装船工艺	159
第一节 主机安装工艺概述.....	159
第二节 主机装船工艺实例.....	164
第三节 柴油机定位与固定.....	167
习题.....	173
第八章 柴油机正时测定与性能测试	174
第一节 柴油机正时测定.....	174
第二节 柴油机性能测试.....	178
习题.....	187
第九章 船舶柴油机检修与拆卸	188
第一节 主要部件的检修.....	188
第二节 主要部件的拆卸.....	201
习题.....	207
第十章 船舶柴油机应急处理与故障排除	208
第一节 船舶柴油机应急处理.....	208
第二节 船舶柴油机故障和排除.....	210
习题.....	215
第十一章 船舶柴油机运行管理和试验	216
第一节 船舶柴油机运行管理.....	216
第二节 船舶柴油机试验.....	229
第三节 船舶柴油机与螺旋桨的配合.....	234
习题.....	236

第一章 船舶柴油机概述

第一节 船用柴油机发展与应用

船舶柴油机动力装置,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。

柴油机是以柴油作为燃烧原料的一种内燃机。它的优点显著,故得到了迅速的发展和应用。柴油机与其他热机相比,有着无可比拟的优越性,它的特点是其能够赖以生存和发展的主要原因。

柴油机的主要特点有:

- (1)热效率较高,经济性较好;
- (2)可采用低质的燃油作为燃料;
- (3)功率范围较大;
- (4)尺寸体积较小,质量较轻;
- (5)操作管理较为方便;
- (6)安全性能较好,并具有良好的机动性。

由于柴油机具有上述特点,特别是具有能源消耗率低、经济性能好的独特优越性而得到广泛应用。柴油机在现代船舶动力中已占有绝对优势,它是目前最经济和最合理的一种船舶动力装置。柴油机动力基本上可用在各类军用、民用船舶中。我国自行制造的“远望号”航天测量船,就是采用柴油机作为动力而远航各大洋,并圆满完成了对“神舟号”宇宙飞船的海上跟踪测量任务。

柴油机技术进步在很大程度上促进了船舶技术的发展和革命,也揭示了船舶动力机械化发展的新篇章。

一、船舶柴油机发展简史

柴油机问世已有百年历史。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,使许多人想方设法将它应用于船舶。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。

瑞士人波希首先完成了废气蜗轮的增压试验,并于1925年安装在德国曼恩(MAN)公司生产的四冲程柴油机上。1951年,丹麦的B&W公司生产的二冲程柴油机上,采用废气涡轮增压,使该机功率提高35%,而燃油消耗下降 $13.6\text{ g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ 。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技术的影响,20世纪30年代后,世界上出现了焊接工艺结构,并在柴油机上得到应用。这对提高柴油机强度、刚度以及减轻质量起了重要作用。劣质重油远比柴油低廉,对船舶柴油机而言,能否采用劣质重油,是它在提高经济性方面与其他动力装置竞争的内容之一,所以人们开始对燃用重油进行了

大量试验。随着以后许多技术问题如腐蚀、污染的解决,几乎所有低速柴油机均开始使用黏度很高的燃油重油,这对降低船舶航运成本起了很大作用。

第二次世界大战以来,柴油机在焊接结构、废气涡轮增压以及使用劣质燃油等方面取得了多项重大技术成果,并逐步发展了船用柴油机系列。在这些技术成果中,废气涡轮增压技术在船用二冲程柴油机上的成功使用,是船用低速柴油机发展中的重要里程碑。

20 世纪 60 年代到 70 年代,船用低速柴油机进入了黄金时代,它在船舶动力装置中,取得了明显的压倒优势。各船用柴油机厂之间竞争激烈,柴油机技术也趋于完善。

20 世纪 80 年代以来,各类节能型柴油机大量出现,机型更新周期大大缩短(甚至为 2 ~ 3 年),各类柴油机均采用各种节能措施,降低油耗率,努力提高柴油机的有效热效率;同时,由于供给船用柴油机的燃油质量日益低劣,使得船用柴油机在使用劣质燃油的技术上,又有了新的发展。目前,现代船用低速柴油机的油耗率已降低到 $0.155 \sim 0.160 \text{ kg}/(\text{kW} \cdot \text{h})$,有效热效率可高达 55%。

随着柴油机节能技术的发展,柴油机的可靠性也有了长足的发展。现代船用柴油机发展中的另一个特点是控制与操纵自动化,即对船用柴油机及其附属设备进行自动化控制及自动监视。20 世纪 60 年代初,人们曾在控制室内,对主机集中控制与集中监视。20 世纪 70 年代,电子技术开始在柴油机上使用。20 世纪 80 年代,柴油机的电子控制技术已有了很大发展,除可监视柴油机的运行工况外,还可保持柴油机各运行参数的最佳值,以求得柴油机功率、燃油消耗和其他有关性能的最佳平衡,并由此发展了对柴油机的故障诊断和未来趋势预报等技术。

经过多年来的发展,船用柴油机已经达到了一个较高的技术水平。当前柴油机的发展可以概括为以节能为中心,充分兼顾排放与可靠性的要求,全面提高柴油机性能。根据此发展目标,今后的研究趋势为:

- (1) 提高经济性,包括节能、增压、低摩擦、低磨损等;
- (2) 提高可靠性与耐久性;
- (3) 降低转速、提高推进效率以降低航运成本;
- (4) 提高船舶柴油机自动化及遥控技术;
- (5) 降低柴油机排放,减少对大气层的污染。

低碳排放是现代柴油机面临的严重挑战,随着对船舶柴油机排放的限制,使得经济性的提高更加困难,这也是船舶柴油机发展中的新课题。

二、我国研制船用柴油机经历

我国制造船用柴油机主要经历了以下几个阶段。

1. 早期技术引进阶段

解放初,我国从前苏联引进了几种船用机型,以此为生产对象,新建了一批船用机型制造厂,这为我国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,开始初步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。

2. 自行研制阶段

20 世纪 60 年代初期,我国船用柴油机进入自行研制设计阶段。依靠自己的力量,我国造出了第一台 7ESDZ75/160 型船用低速大功率柴油机,安装在国产建造的第一艘万吨船“东风”号货船上。经过之后的多年奋斗,我国还造出了不少各种机型低速柴油机。

同时,为了加强国内船用柴油机的生产能力和科研力量,我国先后在诸多工厂充实了机械加工设备,增添了造机力量。中小型高速柴油机各机型和质量得到较大提高,并作为舰船的主辅机动力之用。例如采用较为先进的技术研制出的 G300 型等 17 种产品。

3. 引进先进技术和加速发展阶段

改革开放以来,我国在重视引进国外先进柴油机技术和实现国产化的同时,又进行了自行研制和改进提高机型开发工作。

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 等公司引进柴油机的专利技术几十项,生产的船用柴油机早已出口到国际市场。20 世纪 80 年代联合研制成功了 6L25/32 型中速柴油机一类产品。这些机型的技术性能指标均达到了当时先进水平,零部件均立足于国内生产。

随着造船工业的发展需要,按中国船舶工业总公司下属各工厂分工的要求,我国先后引进 Sulzer 公司和 MAN—B&W 公司柴油机系列产品,最小缸径 6S26MC 机和最大缸径 7RTA84C 机均制造成功。该系列柴油机的国产化率已达到 90% 左右。

20 世纪 80 年代后期,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%。

中国的船用柴油机从制造配件开始,到生产柴油机单机功率达 2.28 万千瓦的 7RTA84EB 型机,这个变化是巨大的。中国已具备设计和生产高性能低速船用柴油机的能力,为我国航运事业和船舶出口打下了基础,并且为加强海军建设,不断提供新的动力。

三、各类柴油机在船舶上应用

柴油机是一种压缩发火的往复式内燃机。它使用挥发性较差的柴油或劣质燃料油作为燃料。它采用燃料与空气在其气缸内部形成可燃混合气,并采用空气压缩形成的高温而自行发火的方法来做功的。这种工作特点使柴油机在热机领域内具有最高热效率,一般可达到 65% 左右,而且适合作为船用发动机使用。

今天,柴油机应用相当广泛,尤其在船用动力中,柴油机已占有了绝对领先地位。据国外船级社的统计,20 世纪末,全世界制造的载质量 2 000 t 以上船舶应用柴油机作为推进动力的,几乎已经达到 100%。柴油机具有能量损失小、热效率较高及在尺寸和质量方面的明显优势,因而在与其他热机竞争中占有明显的领先地位。

目前世界上船用低速柴油机的制造,仅有 MAN—B&W、Sulzer 和 Mitsubishi 三家。这三家机型的功率总数,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($D \geq 400$ mm)的中速机。这些中速机的技术指标在燃油耗、寿命、可靠性、劣质油应用方面,已与低速机大致相当。如豪华客轮“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%。

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。

在各种柴油机(高、中、低速)之间,各公司为求生存和发展,竞争激烈,因而推动了船用

柴油机技术不断进步。图 1-1、图 1-2 及图 1-3 所示为船舶柴油机应用情况。

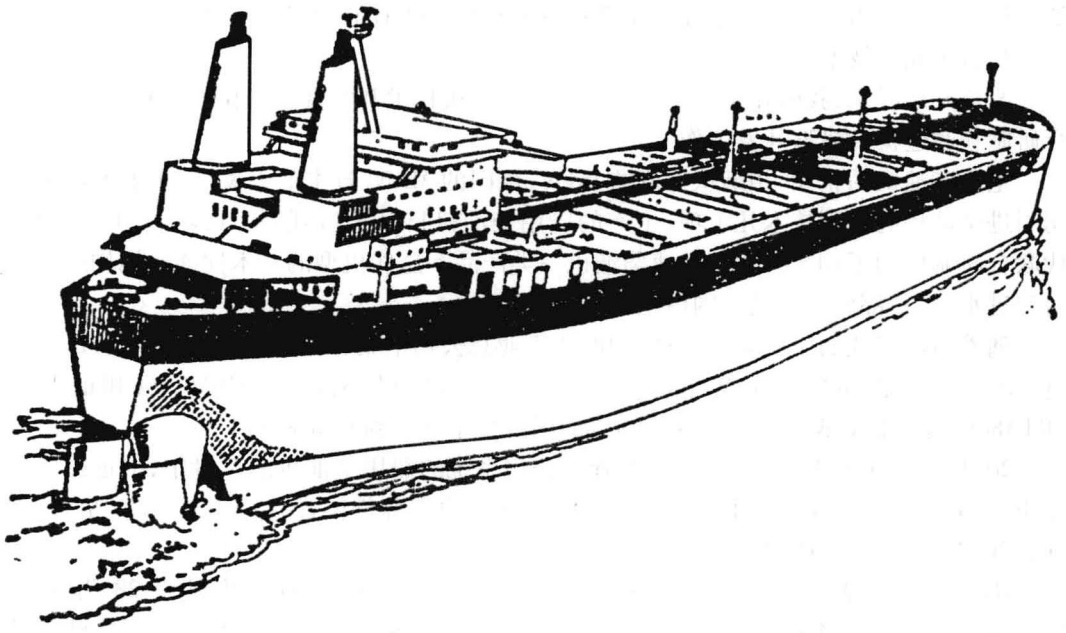


图 1-1 大型低速柴油机驱动的超级油轮

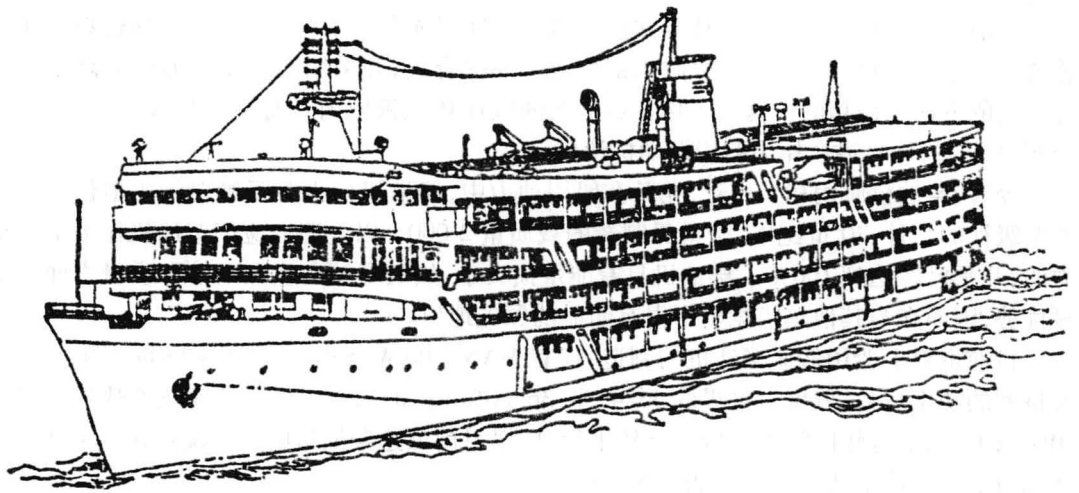


图 1-2 中速柴油机驱动的客船

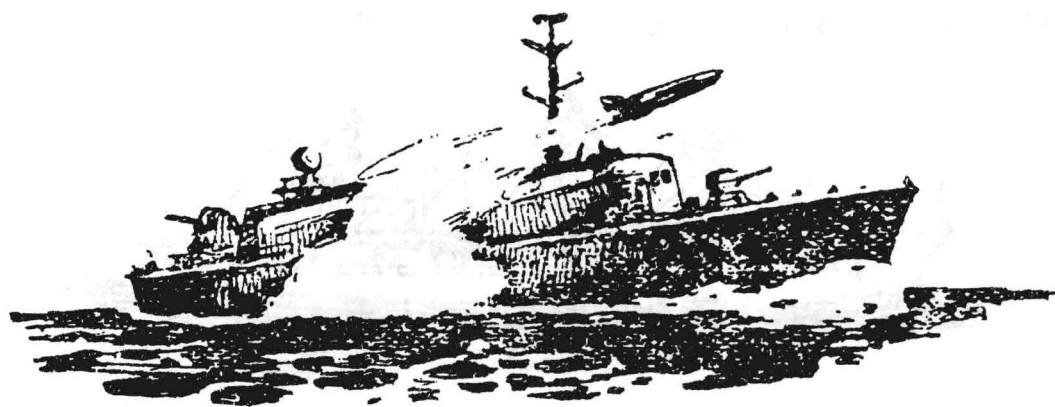


图 1-3 大功率高速柴油机驱动的导弹快艇

第二节 船舶柴油机传动和布置

一、船舶柴油机的传动形式

船用柴油机在船舶上除了用作发电、应急动力及特殊用途之外,主要用来作为船舶动力,推动船舶实现前进或倒退。下面介绍几种常见的柴油机推进传动形式及设备,以供大家了解船用柴油机在船上的功用。为适应不同用途的船舶和不同航区要求,国际上常见的船舶柴油机推进传动形式主要有四种。

1. 船舶柴油机直接传动

柴油主机与螺旋桨之间只设有传动轴系,而无其他传动设备,这样的传动装置称为直接传动装置,如图 1-4 所示。

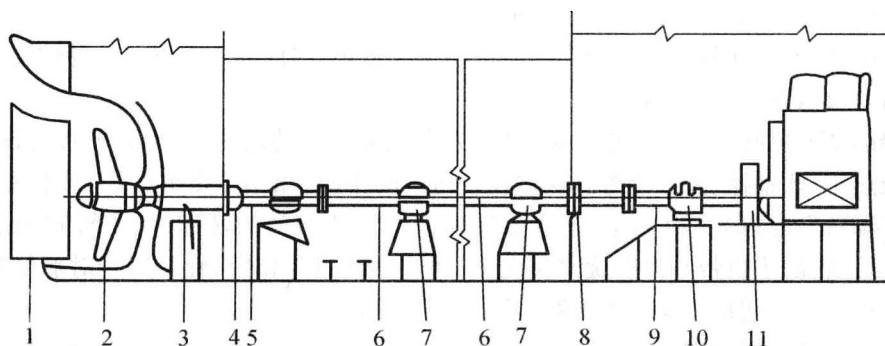


图 1-4 直接传动装置示意图

1—舵;2—螺旋桨;3—艉轴管;4—填料函;5—艉轴;6—中间轴;7—中间轴承;
8—隔舱填料函;9—推力轴;10—推力轴承;11—主机、飞轮

直接传动的特点是传动效率高,经济性好。目前,世界上许多船舶采用此类传动形式。我国船厂在制造万吨以上油、货轮时,也用这种传动方式,如图 1-5 所示。

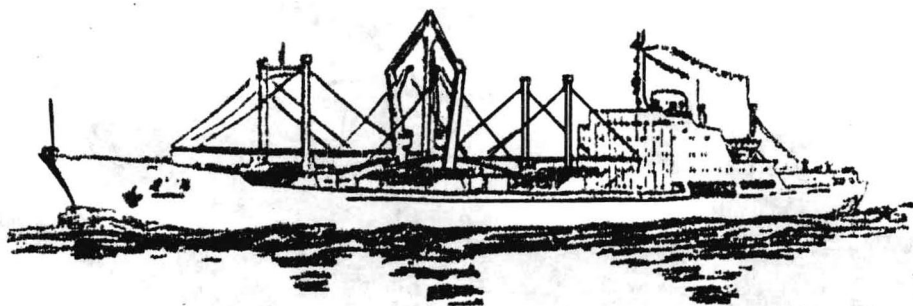


图 1-5 采用直接传动的货轮

此类船舶大多采用大功率、低速、中速柴油机,它耗油量低,可直接带动螺旋桨转动,是经济可靠性好的根本原因。但此类传动形式使主机的尺寸指标都很高,且螺旋桨自身直径通常比较大,故适用在海洋船舶中。

2. 间接传动

在主机与螺旋桨之间,除了传动轴系之外,还设置了减速齿轮箱和离合器等装置,我们称它们为间接传动装置,如图 1-6 所示。

当采用高、中速柴油机作主机时,配合以减速比适宜的减速齿轮箱,可以降低螺旋桨的转速,提高推进效率。这类主机为不可逆式,

免去倒车机构,其正倒车由离合器装置来实现。

由于高、中速柴油机的单位功率的质量和尺寸较小,因而易于布置。此种传动形式广泛应用于沿海及内河的中小型船舶上。

在船舶柴油机间接传动的推进装置中,为完成各种传动功能,必须设置传递设备,如中间齿轮减速箱、联轴器、离合器等。这些设备所起的作用有汇集(多机单桨)或分配(对单机带多桨或轴带发电机)主机功率;把主机转速改变为所需要的转速;使主机和螺旋桨离与合;使不可逆转的主机带动的螺旋桨实现正、倒转;减振和消除螺旋桨运转对船体和柴油机的冲击作用。采用间接传动的护卫舰如图 1-7 所示。

间接传动是主机和螺旋桨之间的功率传递除经过轴系外,还需经过某种特设的中间环节(离合或减速器等)的一种传动方式。

船用中间齿轮减速箱是通过齿轮系,将柴油主机的功率传递给螺旋桨的一种设备。这种齿轮减速箱可用于定距桨与可逆转主机所组成的推进系统中。螺旋桨的正反转向要靠齿轮箱来完成,这种能起着正倒转作用的减速齿轮箱称之为倒顺减速齿轮箱。如果这种齿轮

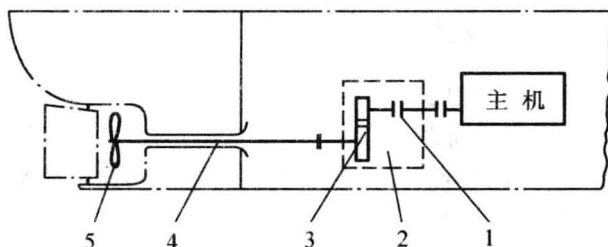


图 1-6 间接传动装置示意图

1—离合器;2—传动设备;3—减速齿轮;4—艮管;5—螺旋桨

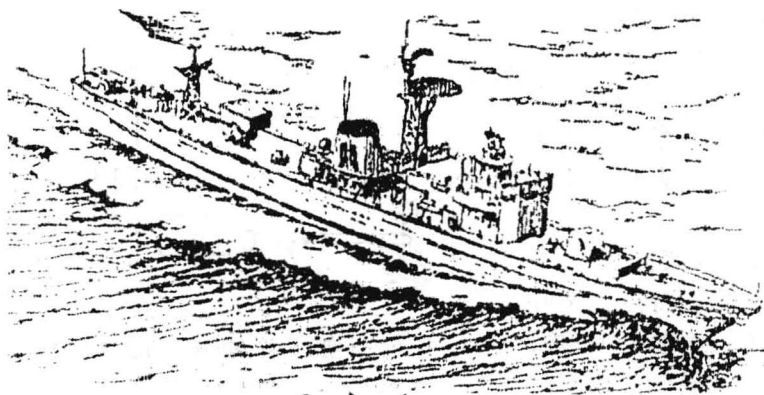


图 1-7 采用间接传动的护卫舰

减速箱增加了离与合的功能,那么就称之为离合倒顺减速齿轮箱。

另外,在双台或多台机并车时使用齿轮减速箱,称为并车减速齿轮箱。

综上所述,目前的中间齿轮减速箱主要起到减速、倒顺、离合、并车与分车等功能。

如图 1-8 所示为某艘 2 万 4 千吨散装货船所采用的双机并车齿轮机组装置图。

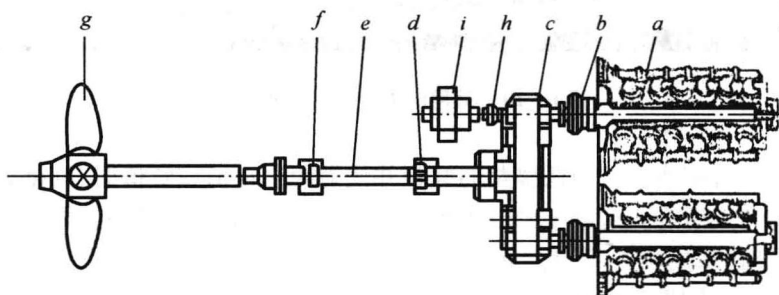


图 1-8 某 24 000 t 散装船双机并车齿轮机组装置图

a—主机;b—高弹性摩擦离合器;c—并车减速机组;d,f—轴承座;
e—中间轴;g—调距桨;h—弹性联轴器;i—轴带发电机

该船的两台柴油主机是并列布置的,并采用两个高弹性摩擦离合器,通过两个输入小齿轮,经惰齿轮后把功率传递到大齿轮上,然后带动调距桨来推动船舶前进。

多机并车齿轮减速装置,增强了中速柴油机与低速柴油机竞争的地位,使中速柴油机在船舶机舱高度尺寸受到严格限制,且功率较大的集装箱船和滚装船及各类军舰等得到广泛的应用。

3. 电力传动

电力传动由发电机和柴油主机推进装置两部分组成。柴油主机带动主发电机,所发出的电能经配电板,供给该船另一船舱里的推进电动机,用以驱动螺旋桨旋转,如图 1-9 所示。

电力传动装置的特点是主机的转速不受螺旋桨转速的限制,可采用高速或中速柴油机,且能在恒速下运转,转向不变。只需改变推进电动机的电流方向,就可实现螺旋桨的正反转,故主机可采用不可逆式柴油机操纵,简便、灵活。停航时,主机所发出的电力可供他用。

由于该传动装置具有操纵性能好、布置方便等优点,所以,在某些工程船舶和特种船舶上采用,如拖船、渡船、挖泥船、布缆船和破冰船等。采用电力传动的火车渡轮如图 1-10 所示。

4. 可调螺距螺旋桨传动

这种装置的结构特点是桨叶和桨毂分开制成。通过调距机构,可使螺旋桨的桨叶转动。改变桨的螺距,可以改变螺旋桨推力的

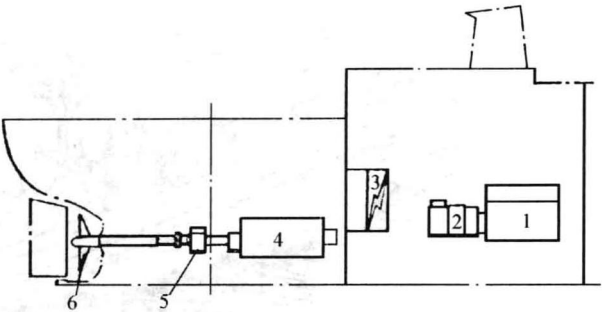


图 1-9 电力传动装置示意图

1—主柴油机;2—主发电机;3—配电板;4—螺旋桨推进电动机;
5—推力轴承;6—螺旋桨

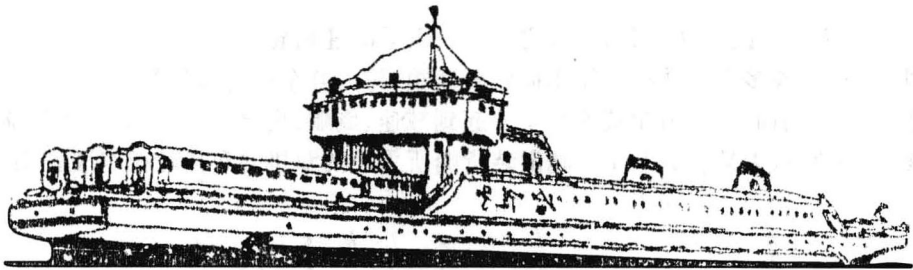


图 1-10 采用电力传动的火车渡轮

小,使桨及船的负荷相适应。当调整桨的螺距并使螺距为正值或负值时,则推力为正值或负值,船将开始前进或后退。这是一种较为新型的柴油机传动形式,其装置如图1-11 所示。

这种传动形式采用的是不可逆转的柴油机,使传动装置简化了许多。而且,通过调节螺旋桨的桨叶螺距角度,使柴油主机与螺旋桨之间获得良好的配合,改善了其经济性,增加了船舶的续航力。这种传动形式可适用于多种航行工况的船舶,如对机动性、操纵性要求较高或超低速航行的船舶。

二、典型的船舶柴油机动力装置

如图 1-12 所示为一种典型的万吨级货船的柴油机动力装置布置图。布置图中编号 1 为一台二冲程增压船用低速柴油主机。它通过中间轴 2 带动艉轴 4 旋转,艉轴上装有螺旋桨,推动了货船的前进。布置图中编号 3 为三台中速柴油机组成的发电机组,供全船设备和生活用电。

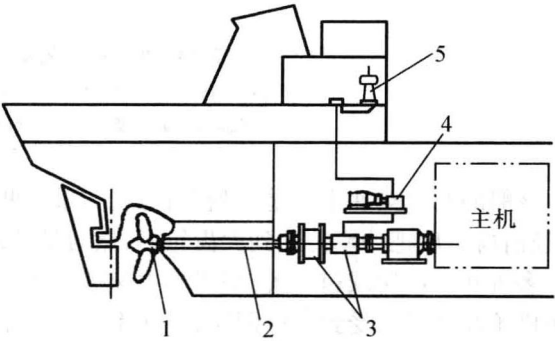


图 1-11 可调螺旋桨装置示意图

1—可调螺旋桨;2—传动轴;3—伺服器;
4—液压能源;5—遥控装置

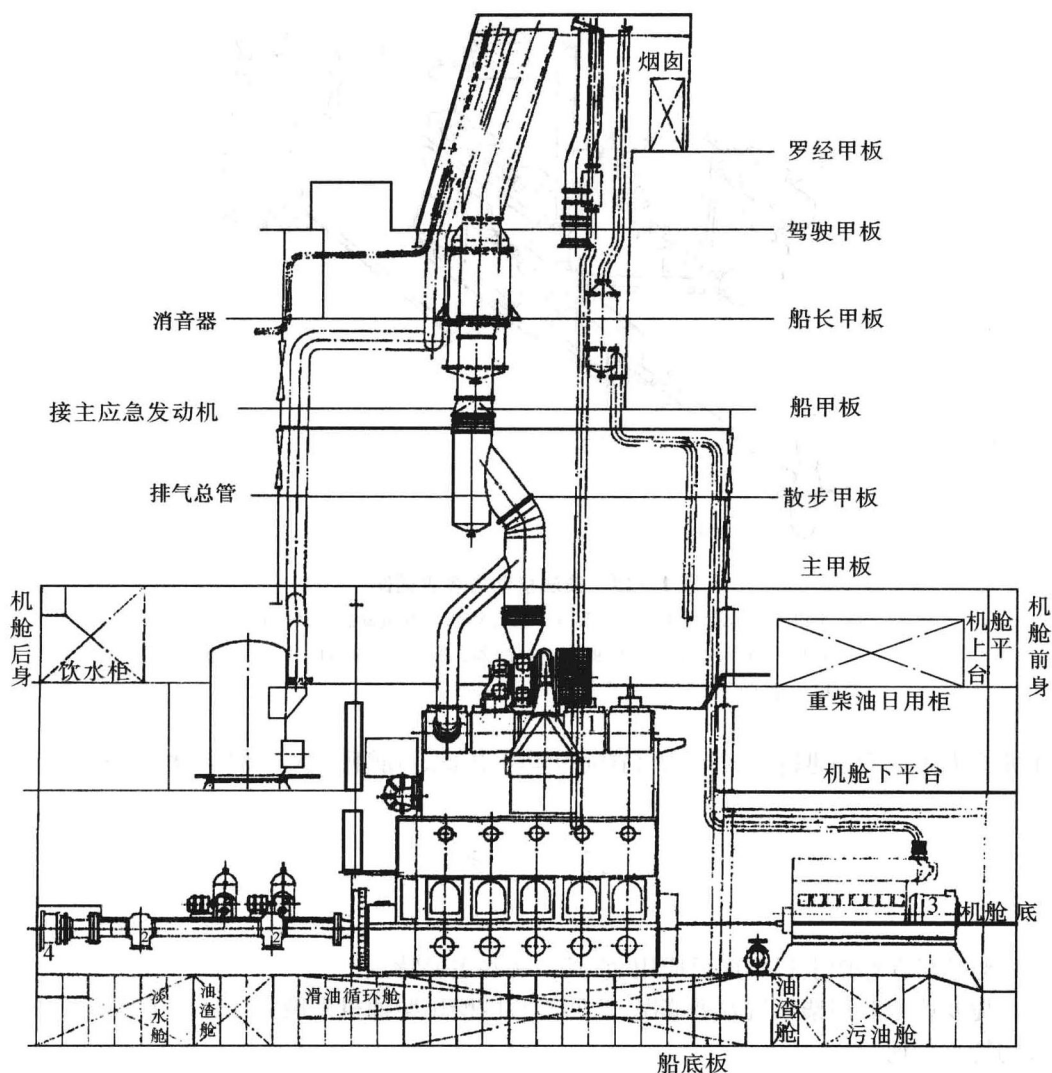


图 1-12 万吨级货船的柴油机动力装置布置图

1—二冲程增压船用低速柴油主机;2—中间轴;

3—三台中速柴油机组成的发电机组;4—艏轴

如图 1-13 所示为柴油机动力装置简图,图中柴油机是该动力装置的核心部分。

储存于燃油柜(舱)内的燃油,通过燃油输送泵 5 输入日用燃油柜 6 内,作为柴油机的供油源;燃料在柴油机内直接燃烧产生的热能,转变成使柴油机输出轴作旋转运动的机械能;通过推力轴、联轴节或减速箱等传动设备 2,带动传动轴 3,使螺旋桨 4 旋转,而螺旋桨旋转产生的动力,再通过传动轴 3 及推力轴承座,传给船体,使船舶前进。

为了保证柴油机能正常工作,柴油机中部分受热大的机件,必须用淡水冷却。从柴油机出来的热淡水,通过冷却器 11 用海水冷却,使热淡水变成冷淡水,再进入柴油机进行循环冷却。这样便构成了柴油机的淡水冷却系统和海水冷却系统。

柴油机的动力装置中,由于燃料直接在柴油机内燃烧,然后做功,因此,热损耗少。同时由于

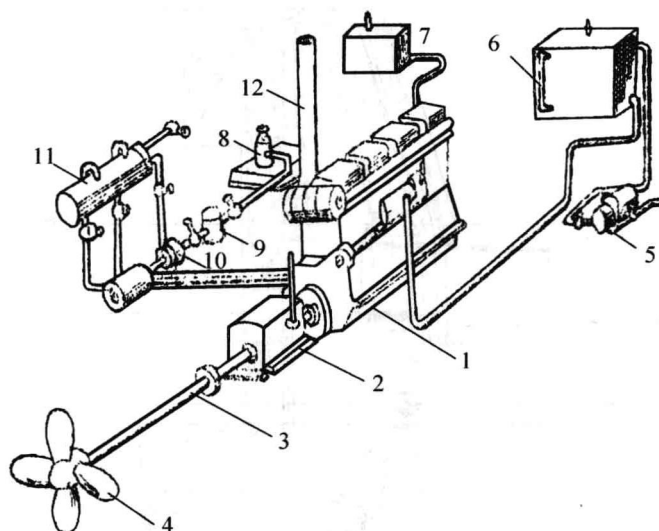


图 1-13 柴油机动力装置简图

1—主机;2—传动设备;3—轴系;4—螺旋桨;5—燃油输送泵;6—日用燃油柜;7—膨胀水箱;8—海底阀;9—过滤器;10—海水泵;11—淡水冷却器;12—排气管

柴油机操纵简便,启动迅速,整个动力装置简单紧凑,因此,目前舰船大多采用这种动力装置。

习 题

1. 柴油机在船舶上得到广泛应用,它具备哪些主要特点?
2. 扼要谈谈船用柴油机发展概况,并回答我国船用柴油机发展大致经历了哪些阶段,各阶段的特点如何。
3. 柴油机是一种什么样的发动机?
4. 船舶柴油机主要的推进传动类型有哪几种,特点是什么?
5. 船舶柴油机动力装置组成有哪些?
6. 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。

第二章 船舶柴油机组成与原理

第一节 船舶柴油机主要组成

柴油机是现代船舶航行的主要动力装置,是内燃机中的一种。它将液体燃料——柴油,以雾化形式喷入气缸中去,并与空气充分混合,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,柴油机自身必须具有一系列基本结构和相应系统。一台正常运转的柴油机,它的结构必须满足以下条件:

- (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喷入气缸,并与空气充分混合;
- (3)要有一整套专门机构(即活塞—连杆—曲柄机构),以便将热能转化成机械能;
- (4)必须能将做功后的废气及时迅速排扫出机外。

除此之外,燃料的燃烧需要在密闭环境中进行,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,还得设置各种专门的功能系统和装置。如为减少机件磨损,需要有润滑油系统;为了源源不断地供应高压洁净的柴油,需要有燃油系统;为提供新鲜空气和排除废气,需要有进排气系统;为及时散热并带走不必要的热量,需要有冷却系统。另外,为使柴油机满足船舶航行的需要,船用柴油机都设有启动、换向、调速和操纵等装置。

综上所述,船用柴油机的基本结构是由固定部件、活动部件等主要部件及辅助机构两大部分所组成的。

柴油机的主要部件是指燃料室部分(活塞、气缸、气缸盖)、曲柄连杆机构(十字头、连杆、曲轴和轴承)、机架、机座和贯穿螺栓等部件。这些部件构成柴油机的主体,它们工作的好坏,不但直接影响柴油机的技术性能指标,而且还和安全航行密切相关。统计表明,船用柴油机主要部件发生故障的情况,占柴油机故障总数的90%左右,由此可见,深入了解主要部件并提高工作质量,是降低柴油机故障发生率的重要一环。

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、气缸和气缸盖、主轴承组成。这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、机架合铸成一个整体,统称为机体。

固定部件的质量约占整台柴油机质量的70%左右。