

船舶动力装置原理与设计

朱树文 主编

上海交通大学出版社

J664.1

190-2

2-1-17
453494

船舶动力装置原理与设计

朱树文 主编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书主要介绍船舶动力装置的技术经济指标、组成、工作原理及基本结构与特性，围绕船舶动力装置的三种能量（推进力，电能和热能）的综合利用，对推进装置、传动设备与轴系、辅助装置、管路系统及其特性，以及动力装置的总体设计都分别作了详细的论述；本书以主推进装置为主，着重阐明船舶动力装置的基本理论和概念以及工作特性和设计问题；书中也反映了国内外轮机工程中的新技术和科研成果。

全书共分六章：第一章主要论述船舶动力装置的技术经济指标、组成、型式与特点；第二、三、四、五章主要论述工作原理、基本结构和工作特性；第六章主要介绍船舶动力装置的总体设计。

本书作为船舶动力装置专业教材，也可供造船系统（设计、研究及生产单位）的工程技术人员，航运系统（海上及内河）的工程技术人员和管理人员参考。

DZ31/69

船舶动力装置原理与设计

*

上海交通大学出版社出版

（淮海中路1984弄19号）

新华书店上海发行所发行

上海交通大学印刷厂印装

开本：787×1092毫米 1/16 印张：26.375 字数：650,000

1985年6月第1版 1985年6月第1次印刷

印数：1—2600

统一书号：13324·17 教材书目：2545

定价：5.90元

修 订 说 明

本书系根据1982年3月全国高等院校船舶动力类专业教材讨论会上修订的“船舶动力装置原理与设计”大纲编写的。

全书共分六章，着重阐明船舶动力装置的基本理论和概念、工作原理、结构与特性。以柴油机动力装置为主，对其他动力装置型式也作简要介绍；以主推进装置为主，兼顾辅助装置、辅助管路系统和总体设计，考虑到造船科学技术的发展，对热能综合利用，各种节能途径等方面的新技术和近代科研成果，也作了一定的介绍。总学时数为100学时。第一章叙述船舶动力装置的基本概念和技术经济指标。第二和第三章分别论述轴系与传动设备的工作原理、基本结构和特性，并分析了它们的设计参数及其选择。第四章论述管路系统与辅助装置，主要以低速柴油机动力装置为重点，详细地介绍了管路系统与设备的工作原理和设计问题。第五章船机桨的工况与配合特性是动力装置的理论基础，其中对典型推进装置的工况与配合特性都作了较全面的论述。第六章总体设计，根据我国目前的实际情况，论述了总体设计内容、总体设计思想和观点，以及解决实际问题的途径和方法。

由于各院校的专业性质和侧重面的差异，对本课程的要求和学时数的安排不尽相同，因此在内容安排上着重反映共性和基本内容，也可根据教学实际作适当的取舍。

本书的编写工作由上海交通大学动力装置教研室朱树文同志主持，集体编写而成。朱树文同志编写第一、第五及第六章；施仲箴同志编写第二章中§2-1、§2-2、§2-3；杨承参同志编写第二章中§2-4、§2-5；施润华同志编写第二章中§2-6；张乐天同志编写第三章；高鸢同志编写第四章中§4-1、§4-2、§4-3、§4-4、§4-5、§4-7、§4-8、§4-10、§4-11、§4-12、§4-13、§4-14、§4-15；任文江同志编写第四章中§4-6、§4-9、§4-16；邱树林同志编写第四章中§4-12的最后一段。

本书虽属修订本，但一方面鉴于在全国会议上拟订和通过的新编写大纲与原书大纲有很大差别，另一方面由于近年来在船舶动力装置科学技术上又有了较大发展。因此，在修订过程中，为了使内容与新编写大纲相一致，并及时反映船舶动力装置新技术的发展，故在本书编写内容上作了较大的更改。为了吸收有益的教学经验和教学内容，广泛地听取了同行的意见，参考了国内有关院校的同类教材。初稿完成后，由武汉水运工程学院动力装置教研室张乐天同志审稿。

本书在编写过程中，上海交通大学李铭慰教授对第一、第二及第六章提出了许多宝贵的书面意见，在此表示深切的谢意。

限于学识水平不高，经验不够，错误之处在所难免，请读者批评指正。

编 者

一九八五年五月

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1-1 船舶动力装置的含义及组成	(1)
§ 1-2 船舶动力装置型式及其特点	(2)
一 船舶推进装置型式及其特点	(4)
二 柴油机推进装置型式及其特点	(15)
§ 1-3 船舶动力装置的技术经济指标	(20)
一 动力装置技术指标	(20)
二 动力装置经济指标	(23)
三 动力装置性能指标	(25)
第二章 传动机组及传动设备	(28)
§ 2-1 概述	(28)
一 传动机组的含义及组成	(28)
二 传动机组的基本任务	(30)
§ 2-2 齿轮传动机组	(33)
一 基本配置方案	(33)
二 几个船用齿轮箱的尺寸与特性参数	(42)
三 齿轮传动机组总体设计中考虑的几个问题	(49)
§ 2-3 摩擦离合器	(52)
一 摩擦离合器的功能、工作原理及特性参数	(52)
二 摩擦离合器的典型结构及主尺寸决定	(56)
三 摩擦离合器的摩擦材料及其滑摩性能	(68)
§ 2-4 船用液力偶合器	(70)
一 偶合器工作原理	(70)
二 偶合器特性	(73)
三 偶合器在船舶推进装置中的应用	(78)
四 船用偶合器的典型结构	(79)
五 船用偶合器选型与计算	(83)
§ 2-5 船用弹性联轴节	(90)
一 弹性联轴节的作用	(90)
二 弹性联轴节结构与特性	(99)
三 弹性联轴节选型	(108)
§ 2-6 调距桨及其设备	(111)
一 调距桨的工作特性及其在船舶推进中的应用	(111)

二	调距桨装置的组成及其基本结构	(119)
第三章	船舶轴系的设计	(125)
§ 3-1	概述	(125)
一	含义、作用及组成	(125)
二	轴系的工作条件和要求	(125)
三	轴系布置的基本方法	(126)
四	轴系布置的典型实例	(131)
§ 3-2	传动轴的组成、结构、材料与计算	(136)
一	传动轴的组成	(136)
二	传动轴的结构	(136)
三	传动轴的材料	(142)
四	传动轴的基本轴径计算	(143)
五	传动轴的强度校核	(146)
§ 3-3	轴系附件的结构与选型	(149)
一	中间轴承	(149)
二	滑动式推力轴承	(156)
三	刚性联轴器	(163)
四	隔舱填料函	(167)
五	轴系制动器	(169)
§ 3-4	艏轴管装置的结构与选型	(171)
一	概述	(171)
二	艏管的结构型式与基本尺寸	(172)
三	艏管轴承	(173)
四	艏轴密封装置	(181)
五	艏轴管装置的润滑与冷却	(185)
§ 3-5	轴系合理的对中设计	(186)
一	力矩分配法计算的原理	(187)
二	力矩分配法计算的步骤	(189)
三	力矩分配的简捷法	(192)
四	轴承变位影响数的计算	(194)
五	轴段重量及截面的简化方法	(196)
六	轴承的负荷及允许比压	(199)
七	计算例题	(199)
八	轴系的最佳校中	(204)
第四章	管路系统与辅助装置	(205)
§ 4-1	管路系统定义与组成	(205)
§ 4-2	冷却管系原理	(206)
一	功用与形式	(206)
二	原理图	(209)

§ 4-3 燃油管系原理	(215)
一 功用与组成	(215)
二 燃油品种及性质	(217)
三 低质燃料油(重油)的使用	(222)
四 原理图	(225)
§ 4-4 滑油管系原理	(229)
一 功用与组成	(229)
二 滑油的品种	(230)
三 原理图	(232)
§ 4-5 压缩空气管系原理	(235)
一 功用	(235)
二 压缩空气的物理参数	(236)
三 原理图	(238)
§ 4-6 排气管系原理	(240)
一 功用及型式	(240)
二 排气管与补偿器	(242)
§ 4-7 舱底-压载水管系原理	(243)
一 舱底水管系	(243)
(一) 功用与要求	(243)
(二) 原理图	(244)
(三) 舱底污水分离	(244)
二 压载水管系原理	(248)
(一) 功用与要求	(248)
(二) 原理图	(249)
§ 4-8 消防管系原理	(251)
一 功用与种类	(251)
二 水消防管系	(252)
三 二氧化碳消防管系	(254)
四 1211 消防管系	(257)
§ 4-9 机舱通风管系原理	(259)
一 功用及种类	(259)
二 原理图	(262)
§ 4-10 生活水管系原理	(265)
一 功用及组成	(265)
二 原理图	(266)
§ 4-11 管系布置设计	(267)
一 布置原则	(267)
二 管系布置设计	(268)
§ 4-12 机械设备估算	(275)

一	舱柜容积估算	(275)
二	泵类排量估算	(280)
三	辅助设备容量与选型	(286)
§ 4-13	管路水力计算	(301)
一	简单管路	(301)
二	并联管路	(303)
三	分支管路	(304)
§ 4-14	小型船舶管系设计特点	(310)
一	燃油管系	(310)
二	滑油管系	(310)
三	压缩空气管系	(311)
四	舱底、压载、消防及生活水管系(诸水管系)	(312)
§ 4-15	船舶供电装置	(313)
一	船舶电站型式及其特点	(313)
二	电站容量及配置	(316)
三	机组选择与布置	(319)
§ 4-16	船舶供热装置及锅炉容量估算	(320)
一	船舶供热装置	(320)
二	锅炉容量估算	(330)
第五章	船机桨工况配合特性	(337)
§ 5-1	船机桨工况配合概述	(337)
§ 5-2	船、机、桨的特性	(340)
一	船舶柴油机的特性	(340)
二	船舶航行中的阻力特性	(342)
三	螺旋桨的推进特性	(345)
§ 5-3	基本推进装置工况配合特性	(351)
一	直接传动推进装置工况配合特性	(353)
二	带液力耦合器的工况配合特性	(355)
三	轴带负荷的工况配合特性	(358)
§ 5-4	并车推进装置工况配合特性	(360)
§ 5-5	多桨推进装置工况配合特性	(362)
§ 5-6	调距桨推进装置工况配合特性	(365)
一	调距桨基本特性	(365)
二	重载及拖曳工况配合特性	(366)
三	轻载及自由航行工况配合特性	(368)
四	部分主机运转的工况配合特性	(369)
五	调距桨轴带负荷工况配合特性	(371)
§ 5-7	过渡工况下的配合特性	(373)
一	启航、加速工况配合特性	(373)

二 急转向工况配合特性.....	(375)
三 紧急倒车工况配合特性.....	(378)
第六章 动力装置总体设计.....	(381)
§ 6-1 设计内容及设计方法.....	(381)
§ 6-2 设计工作的几个问题.....	(383)
一 运转经济性.....	(383)
二 机动性.....	(391)
三 生命力和可靠性.....	(393)
四 振动、冲击和噪声.....	(395)
§ 6-3 机舱规划.....	(398)
一 机舱的部位、数目和大小.....	(398)
二 机器设备在机舱内的安排.....	(399)
三 机舱布置实例.....	(401)
参考文献.....	(409)

第一章 绪 论

§ 1-1 船舶动力装置的含义及组成

船舶动力装置的主要任务是：为船舶提供各种能量和使用这些能量，以保证船舶的正常航行与安全，人员的正常生活与安全，以及完成各种作业等。所以，船舶动力装置是各种能量的产生、传递及消耗的全部机械、设备及系统的有机组合体。它是船舶的一个重要组成部分。

船舶动力装置中的机械、设备和系统，包括动力机械、工作机械、传动设备、滤清和储存设备、热交换器以及动力管系、全船管系和机舱自动化设备。

根据动力装置中各种能量的形式和特点，船舶动力装置可分以下几个部分：

(一) 推进装置：在给定的条件下，保证船舶正常航行所需的推进力的一整套设备，其中有：

i. 主发动机——为发出推进动力的原动机，和为主发动机服务的辅助设备和管系。主发动机有柴油机、蒸汽轮机、燃气轮机及蒸汽机等。

ii. 主锅炉——为蒸汽轮机和蒸汽机提供蒸汽的设备。包括为它服务的辅助设备和管系等。

iii. 推进器——发出推进力的工作机。主要有螺旋桨推进器、明轮推进器、直翼推进器和喷水推进器等。

iv. 传动设备——将原动机发出的推进动力传递给推进器的设备。包括减速器、离合器、联轴器、轴系、电力推进的专用设备以及为上述设备服务的管系等。

(二) 辅助装置：发出除供推进装置以外的各种能量，以供船舶航行、作业和生活的需要，保证上述能量输送和储存的各种设备，其中包括：

i. 发电机组——供应全船所需要的电能。主要有柴油发电机组，汽轮发电机组，轴带发电机组和余热发电机组以及为它们服务的管系和设备。

ii. 辅助锅炉装置——产生蒸汽供应全船加热、取暖等所需的热能。主要有辅助锅炉或余热锅炉以及为它们服务的管系和设备。

iii. 压缩空气系统——供应全船所需的压缩空气，以满足作业、启动及船舶用气等用途。主要有空气压缩机，贮气瓶，管系及其它设备。

(三) 机舱自动化设备：保证实现动力装置远距离操纵与集中控制，以改善工作条件，提高工作效率及减少维修工作等。主要有自动控制与调节系统，自动操纵系统及集中监测系统。

(四) 全船系统：保证船舶生命力和安全及船员和旅客正常生活的设备。其中安全方面有防水、防火、防爆炸、防漏泄、防烫伤及防损坏等系统和设备，以及生活方面有通风、取暖、空调、照明、供水、卫生、制淡及冷藏等系统和设备。

(五) 船舶设备，主要指甲板机械：保证船舶航行和停泊以及装卸货物所需的设备。

其中有锚及系船设备, 舵设备, 装卸设备, 吊艇设备及特殊设备(如敷设, 施放设备等)。

以上看出, 船舶动力装置是一个很复杂的能量综合体。然而, 根据船舶的用途和型式以及动力装置的复杂程度, 上列设备的配备是不相同的。

综上所述, 船舶动力装置的能量形式很多, 但从燃料的化学能转化来的只有三种能量: 推进动力、电能和热能。因此, 可以通过三种能量的产生、传递和消耗过程来描述船舶动力装置的含义和组成。图 1-1 表示为基本装置型式的能量从产生到消耗的转化过程, 该图为典型的柴油机动力装置, 在大中型民用船舶中, 这类装置是应用较广的一种型式。

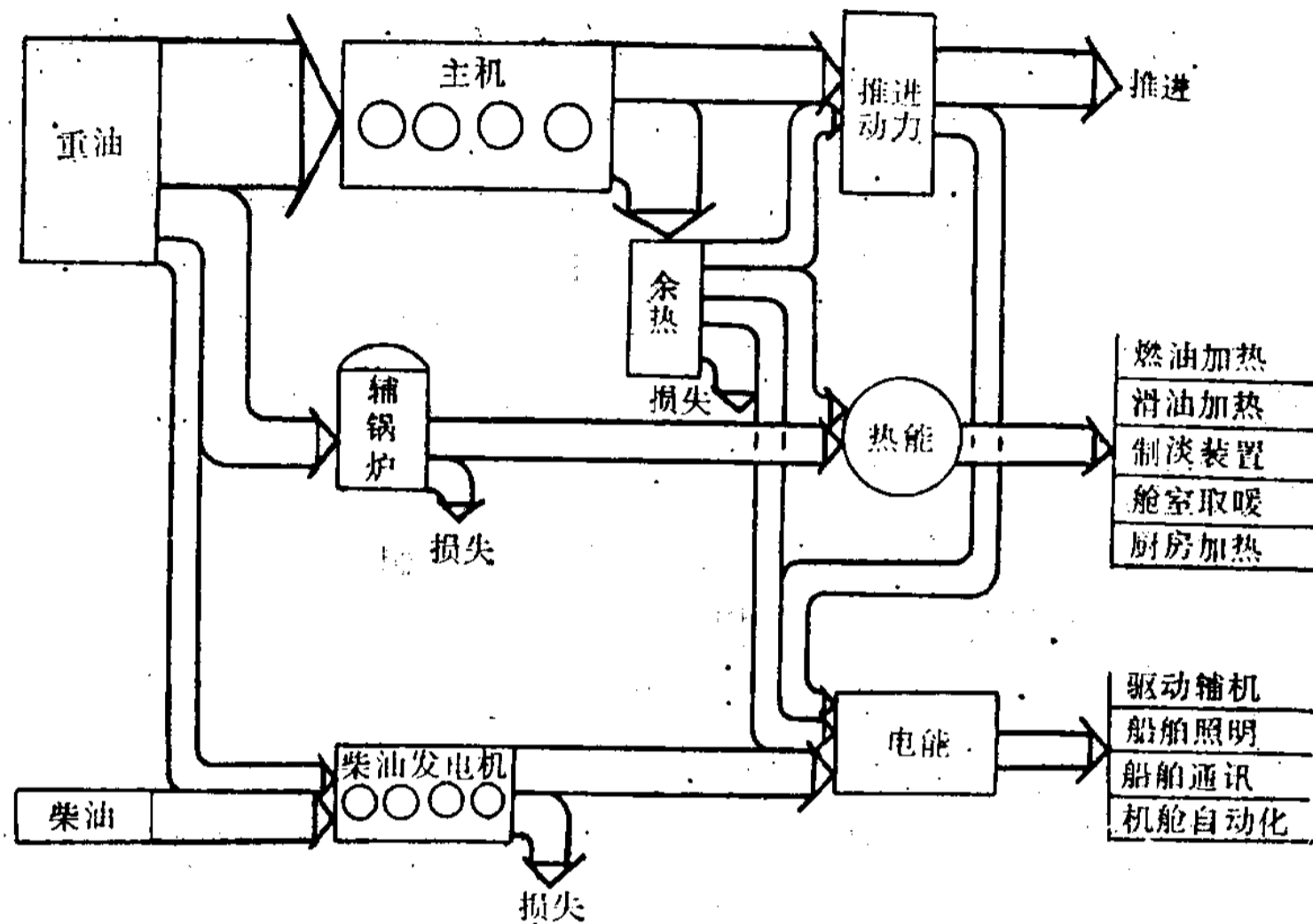


图 1-1 典型动力装置能量转换过程

从动力装置在一般船舶中的作用来看, 推进动力是决定船舶活动能力的根本依据, 所以提供推进动力是动力装置设计的根本任务。而推进动力所消耗的能量占动力装置总消耗能量的绝对多数, 如万匹马力以上的柴油机动力装置, 其推进装置输入能占总输入能的 90% 以上。因此, 推进装置的技术性能可以代表动力装置的特点。

如前所述, 动力装置研究的内容极为广泛, 本教材主要讨论柴油机动力装置, 而重点研究推进装置。

§ 1-2 船舶动力装置型式及其特点

随着航运事业的发展和造船科学技术日趋完善, 近十余年来, 船舶正向着大型化、快速化、专用化及高度自动化的方向发展。同时, 新型船舶也不断涌现。为了适应船舶发展的需要, 船舶动力装置在不断地提高单一机型动力装置性能的同时, 向着联合动力装置方向发展。就动力装置的发展趋势可归纳如下几个特点:

i. 由于石油价格暴涨, 燃料费用在整个船舶营运费用中占重要部分, 表 1-1 为 1979 年的部分船舶统计数据。节能问题, 降低燃料费用将决定船舶动力装置的发展方向。所以, 各

表1-1 燃油费用在船舶营运费用中所占的比例

船型 \ 项目	载重量(吨)	航速(节)	航行时间所占营运时间的比例(%)	燃油费用所占营运费用的比例(%)
定期货船	17000	17.0	50	33
集装箱船	2800(TEU)	21.5	80	57 70(蒸汽轮机装置)
	1300(TEU)	19.0	55	47
油轮	80000	16.0	70	51
	150000	16.0	70	52
	240000	16.0	70	60(蒸汽轮机装置)
散装货船	27000	15.0	58	35
	120000	15.0	84	60

注：表中数据，除括号外均为柴油机推进装置。

部门都以节能的观点来研究和设计动力装置，千方百计地降低动力装置的耗油量。

ii. 为适应船舶大型化和快速化的发展需要，目前动力装置单机功率增长速度很快，高速轻型柴油机的单机最大功率达到 8000 马力，950 缸径低速机的单机功率可达 56400 马力，600 缸径中速机的单机功率达 36000 马力，燃气轮机装置的单机功率达 50000 马力。而蒸汽轮机装置和核动力装置的单机功率还要大，只是由于受到单桨功率限制，而不能过大。

iii. 随着科学技术的迅速发展，动力装置的可靠性和寿命得到很快的提高。低速、中速大功率柴油机的寿命达几万小时以上，而燃气轮机装置的寿命亦达一万小时，蒸汽轮机装置的寿命就更长了，达 10 万小时以上。

iv. 从六十年代发展机舱自动化以来，已普遍实现了无人值班机舱。如主机遥控、集中监测、电站自动化、单元自动控制等。并正式在海船规范中规定“一定时间的无人值班机舱”的要求，多数规范中规定 24 小时无人值班机舱。

1970 年左右，电子计算机应用到动力装置的自动控制，并先后出现了电子计算机的数据处理，事故记录、事故分析和排除，以及所谓的“超自动化”船舶。如大、中型船舶上将驾驶和轮机“合而为一”，用电子计算机进行高度集中控制，在机舱自动化方面展现出广泛采用微型计算机的前景。

v. 为提高推进效率，大力研究各种推进方式。可调螺距螺旋桨已广泛应用，导流管螺旋桨日趋成熟，迭叶螺旋桨也已试用，同轴对转螺旋桨在大力研究和试验中。喷水推进、气水两相推进、水翼、气垫等新技术已被逐步推广。

根据上述的发展特点，出现了各种各样的动力装置型式，以满足各类船舶的发展需要，按主发动机类型可分为柴油机动力装置，蒸汽轮机动力装置，燃气轮机动力装置、核能动力装置和联合动力装置。

一、船舶推进装置型式及其特点

如前所述，从动力装置组成及其在船舶中的作用，推进装置是动力装置的主体。以各种不同类型的主发动机，不同型式的推进器和传动方式，可以组成许多型式的推进装置，以适应各种类型船舶的需要。图 1-2 列出各种组合型式：

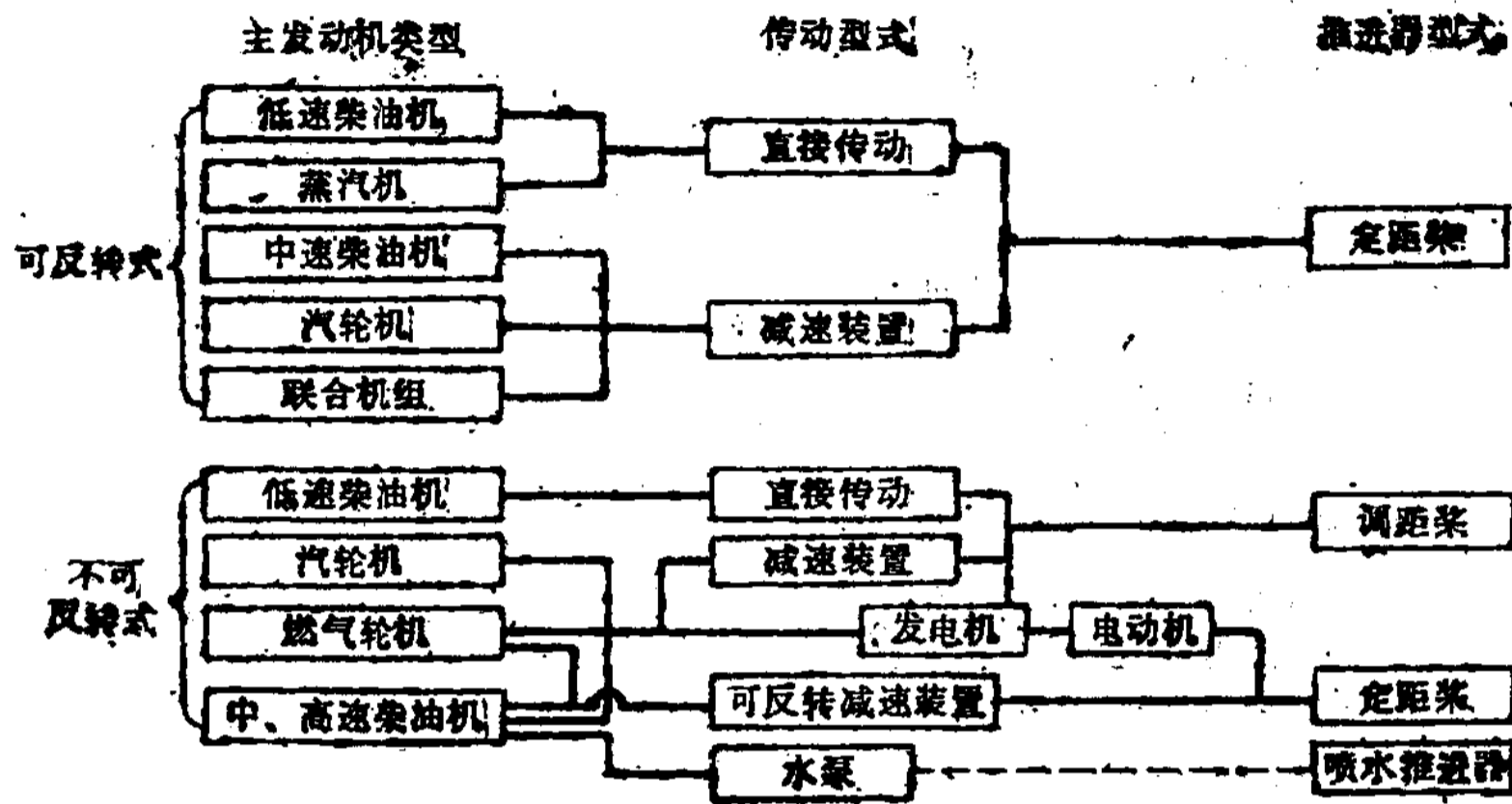


图 1-2 推进装置各种组合方案

现代推进装置组合形式，可分为五大类：

- 柴油机推进装置——其中有低速柴油机直接传动式；中、高速柴油机齿轮减速式；中、高速柴油机电传动式。
- 汽轮机推进装置——其中有汽轮机齿轮减速式；汽轮机电传动式。
- 燃气轮机推进装置——其中有燃气轮机齿轮减速式；燃气轮机电传动式。
- 联合推进装置——其中有柴油机-燃气轮机联合齿轮减速式；汽轮机-燃气轮机联合齿轮减速式；燃气轮机-汽轮机联合循环齿轮减速式。
- 核动力推进装置——其中有汽轮机齿轮减速式；汽轮机电传动式。

(一) 柴油机推进装置

柴油机推进装置具有比较优越的特性，在现代船舶中不论商船、渔船、工程船或各种军用舰艇都得到极为广泛的应用。从 1978 年至 1981 年每年完成的造船情况（柴油机船占造船总数的 98% 以上，柴油机船总功率占造船总功率的 90% 以上）可以明显地看出民用船舶中柴油机推进装置所占的地位。

对军用舰艇，就当前中小型快速舰艇的推进主机只有航空派生式燃气轮机和结构紧凑的轻型柴油机两种型式。从当前世界上装配推进主机的情况来看，在小型快速舰艇中柴油机推进装置占压倒优势。在较大一些的舰艇中，例如护卫舰，绝大多数采用联合推进装置，即柴油机或小功率燃气轮机作为巡航机，大功率燃气轮机作为加速机。中小型快速舰艇推荐采用的推进装置型式与推进功率、航速、排水量的关系如图 1-3 所示。其中排水量为 200~400 吨的导弹快艇的推进功率高于 20000 马力，完全可以用柴油机推进装置，其典型形式是四机四桨。

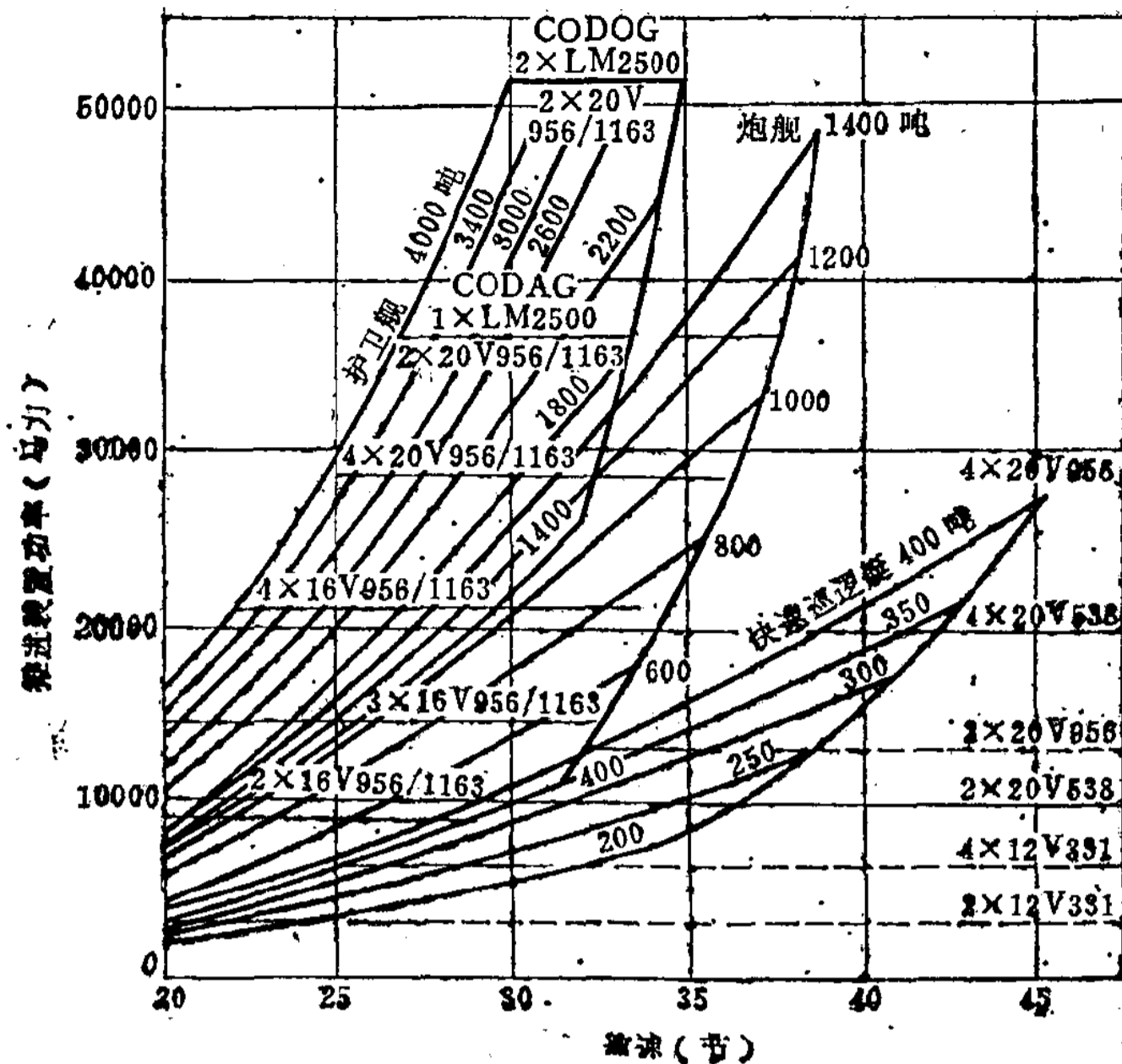


图 1-3 装置型式与航速、排水量、功率的关系

吨位较小的护卫舰也完全可以采用柴油机推进装置，其典型形式是四机二桨，所谓 CODAD 全柴油机推进装置。吨位较大的护卫舰或轻型驱逐舰，采用柴-燃共同使用 (CODAG) 或柴-燃交替使用 (CODOG) 的联合推进装置，以柴油机作为巡航机。

综上所述，柴油机推进装置所以在军民船舶上得到极为广泛的应用，从现代船舶的技术要求来分析，它具有如下特点：

1. 具有较高的经济性

柴油机推进装置问世以来，其经济性一直优于其他形式热机的动力装置，具有最低的耗油率。表 1-2 为高、中、低速柴油机的主要技术数据。RTA 系列的最低耗油率达到 122 克/马力小时，L-MC 系列的最低耗油率达到 118 克/马力小时，而中速机的耗油率低于 132 克/马力小时，这样低的耗油率，其他主发动机是无法比拟的。这是近十余年柴油机性能的重大突破。由于油价不断上涨，推进装置的耗油量成为决定船舶营运经济性的主要因素。所以，柴油机推进装置的发展重点转向能量综合利用，如减少所需马力，降低油耗；提高可靠性和简化维修保养以及燃用劣质燃料等。近年来航运部门投入巨额资金改装老式动力装置，就可以看出降低燃料费用的迫切感。因为巨额投资可从降低油耗节省下来的费用很快得到补偿，比继续使用油耗高的老式装置是经济的。

柴油机推进装置的另一个突出特点是：在宽广的负荷范围内具有较高的经济性。不但在全速工况 (通常为设计工况) 时有高的经济性，在低速工况时也有较高的经济性，如图 1-4 所示。这一特点要比蒸汽轮机推进装置和燃气轮机推进装置尤为突出，可以显著地提高舰船续航力，或者说，在给定的续航力的条件下，所需的燃料储备量大大减少，减少了占用舰艇的排水量。

表 1-2 高、中、低速柴油机的主要性能参数

性能参数	型式	中 速 机		低 速 机	
		高 速 机	中 高 速 机		中 速 机
转速(转/分)		1000—2500	600—1000	400—600	90—300(60)(二)
最低稳定转速 (%额定转速)		30—50	30—40		25 以下
单机功率(马力)		8000	10000	20000(36000)(一)	54000(56400)(一)
比重量(公斤/马力)		1.05—3.5	3.5—6.0	8.0—14	28—40
体积功率比 (马力/米 ³)		300—600	150—300	70—100	10—30
寿命(小时)		1000—9000	5000—10000	10000—30000	50000—80000(96000)(一)
耗油率(克/马力小时)		150—170	140—150(135)(二)		138(123)(二)
燃料品质(雷氏 1 号秒)		轻柴油	重油1500(3500)(一)		重油3500(6000)(一)

注(一)达到的最大值。(二)达到的最小值。

2. 机型众多, 功率范围宽广

随着航运事业的发展, 先后出现各种类型的船舶, 就船舶排水量而言, 小到几十吨, 大到几十万吨, 舰船的航速有了显著的提高, 就排水型船舶高达 40 节以上。所以, 各种船舶的功率要求很不相同, 作为推进装置的功率要从几百匹马力到几万匹马力。

目前正生产着大、中、小型, 高、中、低速的各种船用柴油机, 以满足各种类型船舶发展的需要, 表 1-3 所列各种类型船用柴油机及其性能参数。表中第一类型(序号 1)柴油机是一种低速、直接传动, 筒形活塞的发动机。该机采用高增压, 使结构紧凑、重量轻, 能燃用劣质重油, 操作方便, 维修保养费用低, 噪声低。某些国家长期来一直采用这种柴油机。

表中第二类型(序号 2)柴油机, 通常燃用柴油, 但为了降低燃油费用, 已开始燃用低级的重油(300~1000 秒, 雷氏 1 号)。作为推进主机, 主要用于装有倒顺车减速齿轮箱的渡船、拖船、渔船及小型船舶。

表中第三类型(序号 3)柴油机, 它结构紧凑, 重量轻、耗油率低、也能燃用劣质重油(1000~3500 秒, 雷氏 1 号)以及配置合理的减速齿轮箱, 降低螺旋桨转速, 提高推进效率, 减少推进马力、降低了燃料费用。以往多用于大型渡船及滚装船, 从七十年代开始被用于一般货船、集装箱船、冷藏船、散货船、矿砂船以及油船。至今, 这类柴油机得到了蓬勃发展, 与低速柴油机进行剧烈的竞争。近年来中速柴油机的装船台数占中、低速机总台数的 58%,

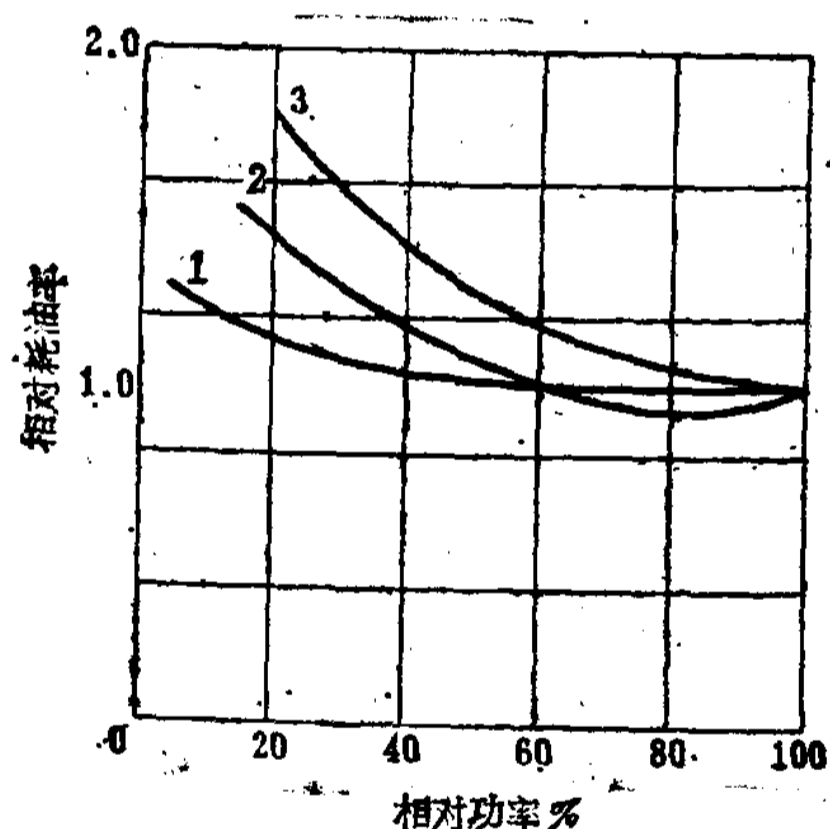


图 1-4 部分负荷时的相对耗油率%
1—柴油机推进装置; 2—汽轮机推进装置;
3—燃气轮机推进装置。

表 1-3 船用柴油机的性能参数范围

序号	柴油机类型	缸径×行程 (毫米)	转速 (转/分)	单缸功率 (马力/缸)	缸数 (个)	单机功率 (马力)	平均有效压力 (公斤/厘米 ²)	单位马力重量 (公斤/马力)
1	四冲程低速,中、小型柴油机	230×380— 580×1050	420—190	125—1083	6	750—6500	16—20	12.4—21
2	四冲程中、高速,中、小型柴油机	100×130— 280×340	2200— 680	17—400	6	102—2400	8—20	4.9—11.2
3	四冲程中速,中型柴油机	400×460— 650×650	520—400	650—1800	6—18 (24)(—)	4500— 32000	18—20.4 (25)(—)	8—15
4	二冲程低速,长行程,大、中型柴油机	缸径350—900 (1050)(—)	200—94	580—4600	5—9 (12)(—)	3500— 54000	12—15	28—40

注 (一)括弧内的数据表示最大值

其功率占中、低速机总功率的 36%，而且其所占比例有增加的趋势。

表中第四类型(序号 4)柴油机,有十字头式二冲程低速机和筒形活塞式二冲程低速机。

十字头式低速机由于转速低(见表 1-3),即使燃用劣质重油(1500~6000秒、雷氏 1 号)也容易得到完全燃烧,运转性能稳定,具有较高的可靠性和耐用性,至今仍是大、中型运输船舶的主要机型。

UE 系列柴油机是世界上唯一采用筒形活塞的二冲程低速柴油机。它结构简单,比十字头式柴油机价廉、维修保养费用低、与同功率的中速齿轮减速柴油机相比,更适宜于燃用低质重油,燃料费用低。主要用在 3000~10000 吨位的运输船舶上。

表 1-4 为几种常规动力装置的各项费用与低速柴油机动力装置的比较。表中数据也说明中速柴油机动力装置的优越性。

表 1-4 功率范围在 20000~25000 瓦几种动力装置的各种费用的比较

比较项目	低速柴油机 (作为 100%)	中速柴油机 (%)	蒸汽轮机(%)		燃气轮机(%) 带反转装置的
			无中间过热	有中间过热	
造 价	100	77	81	87	75
燃油消耗量	100	78	136	118	110
滑油消耗量	100	150	6	6	6
维护费	100	115	80	85	109
重 量	100	67	70	69	45
机舱长度	100	85	81	81	81

3. 高速轻型柴油机的单位重量轻、尺寸小, 其他辅助机械设备少

船舶动力装置主要技术要求之一是较小的重量, 以减少动力装置所占有的排水量, 这样可以增加船舶的净载重量, 或提高船舶的快速性和续航力, 对于小吨位的高速快艇尤其是如此。至于动力装置的体积, 对小吨位高速船舶尤其重要, 在不大的快艇里布置上万匹马力的动力装置, 没有小的尺寸是不可能的。就动力装置而言, 重量和外形尺寸在很大程度上取决于主发动机的重量和外形尺寸, 所以, 主发动机的重量和尺寸指标是至关重要的, 高速轻型柴油机不仅本体重量轻体积小, 而且有关辅件的尺寸也小, 辅件也少, 辅助装置紧凑。故高速轻型柴油机装置的尺寸重量比小功率燃气轮机装置轻小, 近年来, 轻型柴油机不断提高比功率, 结构紧凑, 具有良好的重量和体积指标(见表1-2)。

4. 有良好的机动性

现代柴油机推进装置操作简便, 启动迅速, 正倒车迅速而简单。从准备启动(备车)到启动主机约10分钟, 主机从冷态启动到全负荷一般不大于10分钟, 而应急时不超过3~4分钟。主机倒车所需时间, 不论采用那一种回行方式, 在几秒钟之内就可以完成。动力装置的机动性是舰艇的主要战术技术指标之一, 在现代导弹武器发展的今天, 尽快脱离某些危险区域更有意义, 它直接影响舰艇的综合快速反应。

综上所述, 说明了柴油机推进装置所以在船舶中占有重要地位的原因。近年来, 随着柴油机耗油率不断的降低, 比功率不断的提高, 单机功率增大, 结构更加紧凑, 机桨转速实现最佳匹配, 柴油机推进装置的地位更加突出。显而易见, 柴油机推进装置与其他推进装置相比, 在船舶中占有绝对优势, 是最重要的推进装置型式。

(二) 蒸汽轮机推进装置

众所周知, 长期来在大功率推进装置中, 蒸汽轮机推进装置一直占有优势。从六十年代至七十年代初船舶向着巨型化、快速化, 专用化和高度自动化的方向发展, 蒸汽轮机推进装置在大型和高速船舶中更占有绝对优势, 如表1-5所示。从表中看出, 蒸汽轮机推进装置船仅占约10%的总船数。其功率却占近50%的总功率。可见它在大型船舶中的地位。

表1-5 70年代建造的蒸汽轮机推进装置船舶情况(2000吨级以上的民用船舶)

年份	70	71	72	73	74	75	76
造船总数(艘)	1145	1211	1152	929	1012	1017	1064
蒸汽轮机推进装置船数(艘)	102	105	122	122	131	132	113
所占比例(%)	8.9	8.7	10.6	13.1	12.9	13.0	10.0
造船总吨位(百万吨)	35.11	39.12	43.87	46.39	54.74	60.35	55.73
蒸汽轮机推进装置船总吨位(百万吨)	17.48	18.26	21.22	23.81	28.74	31.83	26.98
所占比例(%)	49.8	46.7	48.4	51.3	52.5	52.7	48.4

将目前各种类型船舶的动力装置型式和功率范围作一统计, 可以得出很有价值的数, 如图1-5所示。从图中看出, 目前各种船舶装用的动力装置型式主要有两种, 功率小于