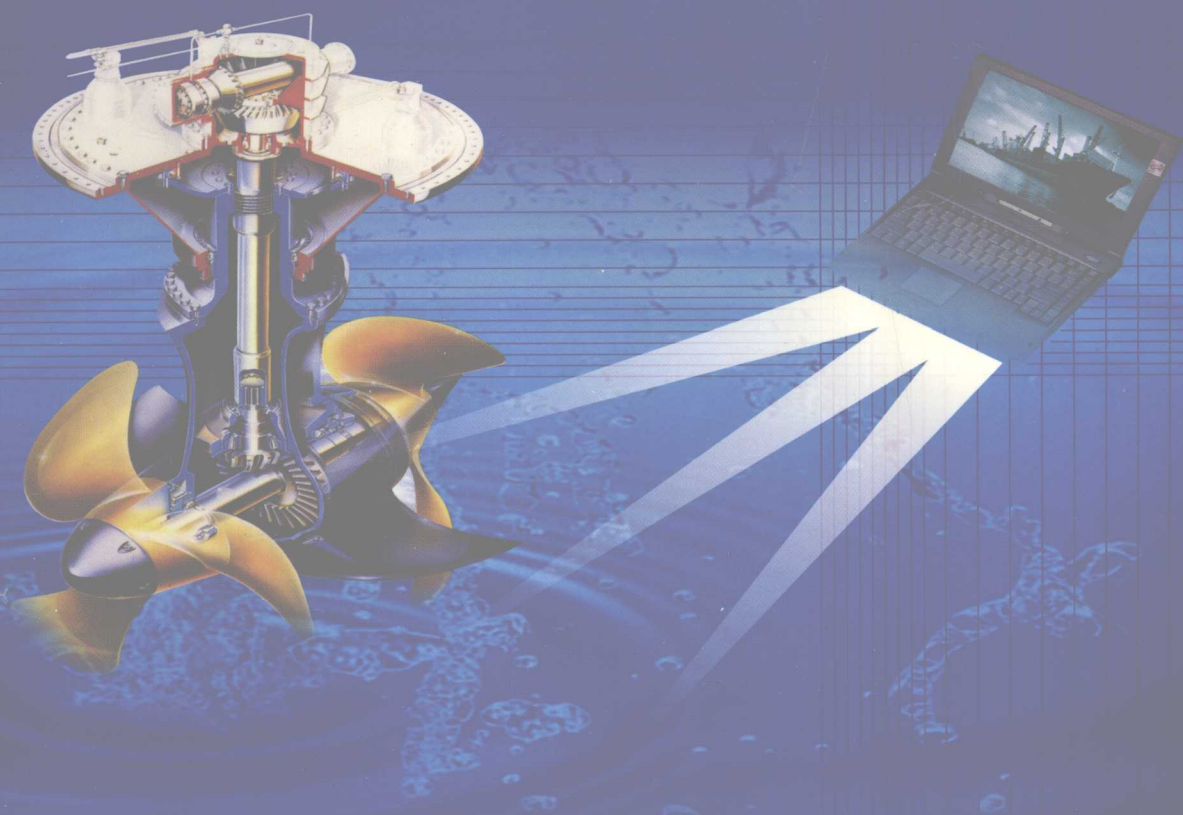


教育部高职高专教育教学改革试点专业教材

轮机管理

孙 明 主编

詹玉龙 主审



 大连海事大学出版社

教育部高职高专教育教学改革试点专业教材

轮机管理

明 主编
詹玉龙 主审

大连海事大学出版社

© 孙明 2005

图书在版编目(CIP)数据

轮机管理 / 孙明主编 .—大连 : 大连海事大学出版社, 2005.6
ISBN 7-5632-1855-6

I . 轮… II . 孙… III . 轮机—技术管理 IV . U676.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 036287 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌水桥 邮编:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail:cbs@dmupress.com

大连理工印刷有限公司印装

大连海事大学出版社发行

2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

幅面尺寸:185 mm×260 mm 印张:11.5

字数:284 千字 印数:1~1500 册

责任编辑:史洪源 王在凤 版式设计:海 韵

封面设计:王 艳 责任校对:枫 叶

定价:18.00 元

内容提要

本书是根据青岛远洋船员学院轮机管理专业《轮机管理课程教学大纲(普通专科)》编写的,是轮机管理专业主要的专业课程教材之一。

本书主要内容有船舶动力装置概述,船舶推进装置,船舶推进装置的工况配合特性,船舶管路系统,船舶防污染设备及管理,轮机自动化设备的技术管理,轮机节能技术,备件、物料、工具的管理与 AMOS 系统的使用,轮机安全运行及应急处理等。

本书主要供航海类院校轮机管理专业高职高专学生使用,也可作为广大轮机管理人员、机务管理人员业务学习和培训的参考教材。

前 言

2002年3月,青岛远洋船员学院的轮机管理专业被教育部批准为全国高职高专教育专业教学改革试点专业。“轮机管理”课程是轮机管理专业教学计划中设置的一门重要的专业课程。本书在编写过程中力求满足高职高专教育的特点,强调内容的实用性和对实际工作的指导意义。

本书在编写过程中得到了大连海事大学出版社的大力支持和帮助。中远散货运输有限公司总轮机长柳健雄高级轮机长、青岛育远劳务有限公司高级轮机长毛卫斌等专家对本书初稿进行了评审。专家们提出了宝贵的修改意见,保证了本书的出版质量,特致谢意!

本书第一章、第五章、第六章由蒋德志编写,第二章、第三章由孙明编写,第四章、第七章由曹海滨编写,第八章、第九章由于洋编写。全书由孙明主编,詹玉龙教授主审。

限于编者水平,书中难免有不妥之处,恳请读者指正。

编 者

2005年2月

目 录

第一章 船舶动力装置概述.....	(1)
第一节 船舶动力装置的组成和类型.....	(1)
第二节 对船舶动力装置的要求.....	(3)
第三节 动力装置的基本特性指标.....	(5)
第二章 船舶推进装置.....	(9)
第一节 船舶推进装置的传动方式.....	(9)
第二节 传动轴系的布置	(11)
第三节 传动轴系的结构	(18)
第四节 传递设备	(26)
第五节 螺旋桨	(35)
第六节 船舶侧推器及减摇装置的管理	(46)
第七节 船舶推进装置的管理	(50)
第三章 船舶推进装置的工况配合特性	(53)
第一节 船、机、桨的相互作用和螺旋桨的选配	(53)
第二节 船、机、桨在变工况时的配合特性	(61)
第四章 船舶管路系统	(73)
第一节 管路与附件	(73)
第二节 船舶系统的管理	(82)
第三节 特殊船舶管路系统	(95)
第五章 船舶防污染设备及管理.....	(100)
第一节 船舶油水分离设备和排油监控装置.....	(100)
第二节 船舶生活污水处理装置.....	(109)
第三节 船舶垃圾处理装置.....	(113)
第四节 船舶废气处理装置.....	(116)
第五节 船舶压载水的处理.....	(120)
第六章 轮机自动化设备的技术管理.....	(123)
第一节 船舶动力装置自动化的发展趋势.....	(123)
第二节 船舶动力装置自动化的管理.....	(124)
第三节 机舱管理计算机系统.....	(128)
第七章 轮机节能技术.....	(131)
第一节 船舶营运经济性的基本概念.....	(131)
第二节 营运船舶最佳航速的选择.....	(135)
第三节 船舶动力装置的余热利用概况.....	(137)
第四节 废气锅炉烟灰沉积与着火的预防.....	(141)
第五节 其他船舶动力装置余热利用装置.....	(145)

第八章 备件、物料、工具的管理与 AMOS 系统的使用	(150)
第一节 备件的数量要求	(150)
第二节 备件的管理	(152)
第三节 备件的订货系统	(154)
第四节 船舶物料的管理	(155)
第五节 工具的使用与管理	(156)
第六节 AMOS M & P 系统在现代轮机管理中的应用	(157)
第九章 轮机安全运行及应急处理	(162)
第一节 轮机部安全操作注意事项	(162)
第二节 船舶机舱消防安全措施	(165)
第三节 机舱应急设备的使用与管理	(167)
第四节 船舶搁浅、碰撞后应急安全措施	(169)
第五节 大风浪时轮机部安全管理事项	(171)
第六节 机动用车及主、副机发生故障后的安全措施	(172)
第七节 舵机失灵故障时的安全应急措施	(174)
参考文献	(176)

第一章 船舶动力装置概述

第一节 船舶动力装置的组成和类型

一、船舶动力装置的含义

船舶历史悠久,在以前相当长的岁月里,船舶都是以人力、风力为航行的动力。直到 1807 年“克莱蒙特”号这艘以蒸汽机为动力源的船舶建成,才开始了船舶以机械为推进动力的新纪元。当时由蒸汽机带动的桨轮推进器大部分露出水面,人们称之为“明轮”,而把装有明轮的船称为“轮船”,把产生蒸汽的锅炉和驱动明轮转动的蒸汽机等成套设备与系统称为“轮机”。现代船舶是船旗国的浮动领土,为了适应船舶营运、人员生活、财产和人员安全的需要,不仅推进设备逐步完善,而且还增加了船舶电站、起货机械、冷藏和空调装置、海水淡化装置以及饮水、蒸汽、压缩空气、压载、舱底水、消防等系统,因此,“轮机”是个相当广泛的范畴。“船舶动力装置”的含义和“轮机”基本相同,是为了满足船舶航行、各种作业、人员的生活、财产和人员的安全需要所设置的全部机械、设备和系统的总称。它是船舶的心脏。它的任务是多方面的,主要概括为:向船舶提供各种形式的能量(机械能、电能、热能),并转换和使用这些能量。通常我们把保证推进力的原动机称为“主机”;在柴油机船上,保证供电的原动机称为“副机”;保证供汽的锅炉称“辅锅炉”;而船上甲板机械、水力机械及其他机械称为“辅机”。“轮机管理”则是对整个船舶动力装置的管理。

二、船舶动力装置的组成

根据组成船舶动力装置的各种机械、设备和系统所起的作用不同,船舶动力装置可分为以下几个部分:

1. 推进装置

推进装置是推动船舶航行的装置,它是为保证船舶航行速度而设置的所有设备的总称。它包括主机、传动设备、轴系和推进器。主机发出动力,通过传动设备及轴系驱动推进器产生推力,使船舶克服阻力以某一航速航行。

2. 辅助装置

推进装置以外,其他各种产生能量的装置统称为辅助装置。它包括船舶电站、辅锅炉、液压泵站和压缩空气系统,它们分别产生电能、蒸汽热能、液压能和压缩空气。

3. 管路系统

管路系统又称管系,是为了某一专门用途而设置的输送流体(液体或气体)的成套设备。按用途不同,管路系统又分为两类:

(1) 动力系统

为推进装置和辅助装置服务的管路系统。它包括燃油系统、滑油系统、海/淡水冷却系统、蒸汽系统和压缩空气系统等。

(2) 船舶系统

为船舶平衡、稳性、人员生活和安全服务的管路系统,也称为辅助系统。它包括压载、舱底水、消防、日用海淡水、通风、冷藏和空调系统等。

4. 甲板机械

为保证船舶航向、停泊、装卸货物及起落重物等所设置的机械设备,也称为船舶设备。它包括舵机、锚机、绞缆机、起货机、尾门尾跳系统、吊艇机及舷梯升降机等。

5. 防污染设备

用来处理船上污水、油泥、生活污水、各种垃圾、动力装置排气以及压载水的设备。它包括油水分离器和排油监控装置、生活污水处理装置、焚烧炉、船舶废气处理装置以及压载水处理装置。

6. 自动化设备

为改善船员工作条件,提高动力装置技术性能、工作可靠性和营运安全以及降低营运成本所设置的设备。主要由遥控、自动调节、监视、报警和打印等设备组成。

船舶动力装置的组成随着船舶的大小、种类、用途、航线等情况不同将会有所变化。如油船设有货油泵和惰性气体系统而没有起货机械;经常靠离码头的船舶常设有侧推器;大型客船通常设有减摇装置;工程船根据任务不同就更各具特色。

三、船舶动力装置的类型

根据推进装置的形式不同,船舶动力装置可分为以下几类:

1. 蒸汽动力装置

根据运动方式的不同,蒸汽动力装置可分为往复式蒸汽机和回转式汽轮机两种。

(1) 往复式蒸汽机

往复式蒸汽机最早应用于海船,它具有结构简单、运转可靠、管理方便及噪声小等优点。但是其经济性差、体积和重量大,现在已经被其他船用发动机所代替。

(2) 回旋式汽轮机

主汽轮机单机功率大,运转平稳,摩擦、磨损小,振动轻,噪声小。但是其装置的热效率低,要配置重量尺寸较大的锅炉、冷凝器、减速齿轮装置以及其他辅助机械,因此装置的总重量和体积均较大,这就限制了它在中小船舶中的使用。然而近几十年来,由于汽轮机和锅炉效率的提高、装置造价的降低、装置燃油消耗率的降低以及采用低螺旋桨转速等措施,使它的应用范围有所扩大。在超大型油船和液化气船舶上,汽轮机动力装置的优越性更为突出。

2. 燃气动力装置

在燃气动力装置中,根据发动机运动方式不同,可分为柴油机动力装置和燃气轮机动力装置两种。

(1) 柴油机动力装置

柴油机不仅是热效率最高的一种热机,而且还具有起动迅速、部分负荷运转性能好、安全可靠、装置的重量较轻、功率范围大(从几千瓦至数万千瓦)等一系列优点。因此,船舶主机及发电副机现在多用这种发动机。在大、中型商船上所使用的柴油机有大型低速和大功率中速两大类。

大型低速柴油机动力装置自20世纪60年代起发展迅速,一方面是由于当时的船舶向大型化、高速化发展,需要大功率的发动机;另一方面是由于废气涡轮增压技术的进步,为大型低速机的发展提供了条件。20世纪70年代两次能源危机的冲击,从节能需要出发,船舶已不再

向大型化和高速化方向发展,除专业化船舶外,一般货船的航速降至 14 kn 左右。为了适应这种形势,大型低速柴油机的尺寸不仅不再增加,而且缸径也都将回到 1 000 mm 以内,并出现了小缸径的低速机(如 S26MC/MCE)。但目前随着集装箱船舶的大型化,大型低速机的缸径又有增大的趋势。

在大功率中速柴油机中,可通过合理选配减速比,使桨转速最佳,从而提高推进装置效率;单缸功率的提高和单机功率的增大,多台(2~4 台)发动机通过减速器驱动一个螺旋桨以及可带轴带发电机,都给中速机的发展创造了有利条件,特别是在滚装船和客船上,中速机的应用就更为广泛。目前中速机的耗油率仍然略高于低速机,运转中噪声也比较大,维护管理也不如低速机方便。

柴油机本身的热效率现在已提高到 50% 以上,在现阶段,进一步提高的空间已不太大。但通过对整个动力装置进行配套优化、加大废热利用的广度和深度,以进一步提高整个动力装置的经济性的研究将会加强。进入 21 世纪后,人类对自身生存的环境更加重视,为了当代人类健康,也为子孙后代创造一个良好的生存环境,使人类社会可持续发展,人们提出了“船舶更安全,海洋更清洁”的发展思路。因此可以设想将来柴油机的发展趋势:一是可靠性和维修性;二是智能化;三是绿色化;四是经济性。

(2) 燃气轮机动力装置

20 世纪 30 年代燃气轮机制造业开始兴盛起来,第一批作为商船主机的是在 20 世纪 50 年代。它的优点是单位重量和尺寸小,单机功率大,机动性高,操纵管理简便,便于实现自动化。但其经济性差,进排气管道大,机舱布置困难,低负荷运转性能差,不能直接倒车(需加离合器),叶片及燃气发生器均在高温高压下工作,寿命较短,以致目前商船很少采用这种动力装置。

3. 核动力装置

核动力装置的优点是所用燃料的重量极轻,船舶续航力很大。核燃料燃烧不用空气助燃,不用设进排气系统。但由于造价高,核分裂反应释放出大量放射性物质需要严加防护,操纵、管理、监控系统复杂,因此在商船上应用甚少。随着液体燃料资源的日趋枯竭,核动力装置的竞争能力有可能加强。

第二节 对船舶动力装置的要求

一、可靠性

动力装置的可靠性就是指在规定的时间内和说明书规定的工况条件下,动力装置能够按预定指标工作的能力(概率)。由于航行条件的特殊性和动力装置的复杂性,可靠性对船舶动力装置来说具有特别重要的意义。影响轮机可靠性的因素很多,主要有本身因素、外部条件、非人为因素和人为因素四方面。本身因素方面主要有设备的零部件、设备、系统等的设计、加工和安装等;外部条件方面主要有航行工况、操作程序、维护保养等;非人为因素方面主要有航行条件、材质、加工工业水平等;人为因素方面主要贯穿于设计、加工、安装、使用各个环节,主要有技术(在以上环节人所具备的技术)、环境(人机界面,人适应环境的能力)、训练(人所接受的专业训练)、配员及资格(在以上环节配备的人员数量、水平)、管理(在以上环节的管理程序)五方面。这五方面的因素相互制约,相互联系。

根据所有资料分析表明:船舶的主要故障大都发生在主推进装置(占 60%~80%)。迄今为止,可靠性研究仍主要集中在主推进装置上。

二、经济性

民用船舶在满足可靠性的前提下,要尽量提高其经济性。对于船舶动力装置的经济性,不能只从主机一项指标去衡量,要对整个动力装置进行综合分析,例如船舶初投资费、燃油费、滑油费、折旧费、维修费、保险费、港口费、代理费、淡水费、船员工资等。

三、机动性

船舶机动性是指改变船舶运动状态的灵敏性,它是船舶安全航行的重要保证。船舶起航、变速、倒航和回转性能是船舶机动性的主要体现,而船舶的机动性取决于动力装置的机动性,后者可由以下指标体现:

1. 起航时间

从接到起航命令开始,经过暖机、备车和冲试车,使发动机达到随时可用状态的时间。这段时间越短,机动性越好。这主要取决于燃油、滑油、冷却水、起动空气等辅助系统准备所需要的时间。对货船来说,起航时间没必要太短,而对一些特殊用途的船舶,如消防船、救助船、缉私船等就需要具有很短的起航时间。

2. 发动机由起动开始至全功率所需的时间

这段时间的长短主要取决于发动机的形式,影响发动机加速的因素是它的运动部件的质量惯性和受热部件的热惯性,热惯性影响更为突出,在这方面中速机优于低速机。另外,调距桨的加速性能优于定距桨。

3. 发动机换向所需的时间和可能的起动次数

发动机的换向时间是指主机在最低稳定转速时,从发出换向命令到主机以相反方向开始工作的时间。换向时间越短机动性越好。《钢质海船入级与建造规范》规定:主机换向时间不得大于 15 s。起动次数取决于空气瓶的容积和主机起动性能。《钢质海船入级与建造规范》规定:供主机起动用的空气瓶至少两个,其容量在不补充空气的情况下,对每台可换向的主机能在冷机条件下连续起动不少于 12 次,试验时,应正倒车交替进行。对每台不能换向的主机能在冷机条件下连续起动不少于 6 次。

4. 船舶由全速前进变为后退所需的时间(或滑行的距离)

由于受船舶惯性的影响,船舶由全速前进变为后退所需的时间总是大于发动机或螺旋桨换向所持续的时间。船舶开始倒航前滑行的距离主要取决于船舶的载重量、航速、主机的起动换向性能、空气瓶空气压力和主机倒车功率。滑行距离不能太大,对于货船一般要求不得大于船体长度的 6 倍,而客船不得超过 4 倍。

5. 发动机的最低稳定转速及转速禁区

发动机的最低稳定转速直接影响船舶微速航行性能。《钢质海船入级与建造规范》要求:一般低速柴油机的最低稳定转速不得高于额定转速的 30%,中速机不得高于 40%,高速机不得高于 45%。转速禁区是指引起船体或轴系共振的转速范围。在主机使用转速范围内,转速禁区越少、越窄越好。《钢质海船入级与建造规范》规定在转速表上用红色标出转速禁区。

四、重量和尺度

为了提高船舶的经济效益,应力求减少动力装置的重量和尺度。但装置重量和尺度的减少往往和发动机的寿命相矛盾。采用轴带发电机可减少柴油发电机的数量,有利于整个动力

装置重量的减少。采用新型结构材料和新工艺有可能减少机械设备零部件的重量,但这需要考虑能否满足经济性和可靠性。机舱宽度一般仅取决于船舶宽度,与发动机宽度无关。

五、续航力

续航力是指船舶不需要补充任何物品(燃油、滑油、淡水等)所能航行的最大距离或最长时间。它由船舶的航区和用途来决定。续航力不但和动力装置的经济性、物资储备量有关,也和航速有很大关系。现以 L 代表续航力,则

$$L = vt \text{ (n mile)} \quad (1-1)$$

式中: v ——船速, kn;

t ——航行时间, h。

如果已知燃油储备量 $\sum B_T(t)$ 及主机每小时消耗量 B_h (kg/h), 则可求出船舶动力装置工作时间 t (h)。

$$t = \frac{\sum B_T \times 10^3}{B_h}$$

因为 $B_h = b_e P_e$, 则有

$$L = \frac{v \sum B_T \times 10^3}{b_e P_e}$$

假设燃料储备量 $\sum B_T$ 固定不变, 且不同的航速时动力装置燃油消耗率 b_e 为常数, 若 $v_1 > v_0$, 则

$$L_1 = \frac{P_{e0}}{P_{e1}} \cdot \frac{v_1}{v_0} L_0$$

式中: v_1, v_0 ——航速;

L_1, P_{e1} ——航速为 v_1 时的续航力和动力装置的功率;

L_0, P_{e0} ——航速为 v_0 时的续航力和动力装置的功率。

将 $P_{e1} = A v_1^3$ 和 $P_{e0} = A v_0^3$ 代入上式, 则有

$$L_1 = L_0 \left(\frac{v_0}{v_1} \right)^2 \quad (1-2)$$

由此可见, 续航力与船速的平方成反比。

如果保持续航力相同 ($L = \text{常数}$), 同样可计算出在新的航速 $v_1 > v_0$ 时所需要的燃油储备量, 即

$$\sum B_{T1} = \sum B_{T0} \left(\frac{v_1}{v_0} \right)^2 \quad (1-3)$$

上式说明燃油储备量与船速的平方成正比。除了上述要求外, 还要求动力装置便于维护管理, 有一定的生命力, 有一定的自动化程度, 振动要轻, 噪声要小, 并能满足造船和验船规范。

第三节 动力装置的基本特性指标

一、船舶有效功率

船舶有效功率是指船舶航行时, 克服水、风对船体阻力所消耗的功率。船体阻力和船舶线

型、吃水、尺度、航速、海面状况及航道状况有关。动力装置的功率是按船舶的最大航速并考虑一定的储备后确定的。若船舶航行速度为 v_s (m/s), 此航速下的运动阻力为 R (N), 则船舶有效功率 P_R 为

$$P_R = R \cdot v_s \times 10^{-3} \text{ kW} \quad (1-4)$$

在新船设计时, 船舶有效功率可用“海军常数法”估算:

$$P_R = \frac{D^{2/3} \cdot v^3}{C_B} \text{ kW} \quad (1-5)$$

式中: D ——排水量, t;

v ——航速, kn;

C_B ——海军常数, 由已知母型船决定, 即

$$C_B = \frac{D_0^{2/3} v_0^3}{P_{R_0}}$$

式中: D_0, v_0, P_{R_0} ——母型船的排水量、航速和船舶有效功率, 都是已知值。

由于在主机发出的有效功率变为船舶有效功率的过程中, 存在着能量转换和传递损失, 因此船舶有效功率仅是主机有效功率 P_e 的一部分, 两者之间可用推进系数来表示

$$c = \frac{P_R}{P_e} \quad (1-6)$$

推进系数的数值范围一般为:

单桨船 0.70 ~ 0.80; 双桨船 0.60 ~ 0.70。

二、单位重量

1. 主机的单位重量 g_m 是指主机单位有效功率的重量, 即

$$g_m = \frac{G_m}{P_e} \text{ kg/kW} \quad (1-7)$$

式中: G_m ——主机总重量, kg;

P_e ——主机的有效功率, kW。

用 g_m 可比较不同类型主机间重量的差别, 一般转速越高 g_m 越小。

2. 装置的单位重量 g_z 是指主机单位有效功率的动力装置重量, 即

$$g_z = \frac{G_z}{P_e} \text{ kg/kW} \quad (1-8)$$

式中: G_z ——动力装置的总重量, kg。

三、相对重量

1. 主机的相对重量 α_m 是指主机重量与船舶满载排水量之比, 即

$$\alpha_m = \frac{G_m}{D} \text{ kg/t} \quad (1-9)$$

式中: D ——满载排水量, t。

2. 装置的相对重量 α_z 是指动力装置的总重量与船舶满载排水量之比, 即

$$\alpha_z = \frac{G_z}{D} \text{ kg/t} \quad (1-10)$$

四、机舱饱和度

它是表征机舱的面积和容积利用率的指标,并分别由面积饱和度和容积饱和度来表示。

1. 面积饱和度 K_s 是指每平方米机舱面积所分配的主机有效功率,即

$$K_s = \frac{P_e}{S} \quad \text{kW/m}^2 \quad (1-11)$$

式中: S ——机舱所占的面积, m^2 。

2. 容积饱和度 K_v 是指每立方米机舱容积所分配的主机有效功率,即

$$K_v = \frac{P_e}{V} \quad \text{kW/m}^3 \quad (1-12)$$

式中: V ——机舱所占的容积, m^3 。

K_s 和 K_v 大,表示机舱内机械设备布置得紧凑,利用程度高,但机舱的通风、散热差,轮机人员管理维修往往不方便。因此,应在保证动力装置正常工作及维修方便的前提下选取较大的 K_s 和 K_v 值。

五、动力装置燃料消耗率 b_z

指的是动力装置每小时燃油总消耗量与螺旋桨推动功率之比,即

$$b_z = \frac{B}{P_T} \quad \text{kg/kW} \cdot \text{h} \quad (1-13)$$

式中: B ——整个动力装置每小时的燃油消耗量,包括主机、柴油发电机和辅锅炉所消耗的燃油, kg/h ;

P_T ——螺旋桨推动功率, kW 。

六、动力装置有效热效率 η_z

指的是每小时螺旋桨推力功的相当热量与同样时间内动力装置消耗的燃油所放出的总热量之比,即

$$\eta_z = \frac{3600P_T}{BH_u} \quad (1-14)$$

式中: H_u ——燃油的低发热值,一般燃油 $H_u = 42707 \text{ kJ/kg}$ 。

将式(1-13)代入上式,可得出 b_z 与 η_z 间的关系为

$$\eta_z = \frac{3600}{b_z H_u}$$

b_z 与 η_z 都是针对动力装置本身的经济性而言的,它没有考虑船舶的航行特性。

七、每海里燃油消耗量 G_n

指船舶每航行 1 n mile 时动力装置所消耗的燃油总量,即

$$G_n = \frac{B}{v} \quad \text{kg/n mile} \quad (1-15)$$

考虑到船舶在稳定航行时,主机有效功率 $P_e = Av^3$ (A 为与航行条件有关的系数),代入上式则有

$$G_n = \frac{B_m + B_g + B_b}{v} = \frac{B_m}{P_e} Av^2 + \frac{B_g + B_b}{v} = Ab_m v^2 + \frac{B_g + B_b}{v} \quad (1-16)$$

式中: B_m, B_g, B_b ——分别为主机、柴油发电机和锅炉的每小时燃油消耗量, kg/h ;

b_m ——主机的燃油消耗率, $\text{kg/kW} \cdot \text{h}$ 。

G_n 是带有综合性质的指标, 它既考虑了动力装置本身的性能, 也考虑了船舶的航行性能。船舶航行时 B_g 和 B_b 基本上不变, 与航速无关, 在设有废气锅炉时 $B_b = 0$ 。由式(1-16)可知, G_n 是 b_m 和 v 的函数, 而 b_m 也随 v 变化。在低速航行时, 虽然 b_m 增大了, 但是 G_n 有可能降低, 这就是船舶在航次任务不紧时往往航行的速度较低以便节约燃油的道理。

八、船舶日耗油量 G_D

船舶在航行时每天都要计算实际燃油消耗量以上报公司或租家。船舶日耗油量是指每 24 h 全船所消耗的燃油总量, 有时也称为日耗油量, 可用下式表示

$$G_D = G_{Dm} + G_{Dg} + G_{Db} \quad \text{t/d} \quad (1-17)$$

式中: G_{Dm} , G_{Dg} , G_{Db} ——分别为主机、柴油发电机和锅炉的日耗油量, t/d 。

若船上其他地方也燃用燃油(如厨房), 也应计算在内。

第二章 船舶推进装置

第一节 船舶推进装置的传动方式

由于船舶用途、航区和推进性能的不一,推进装置所采用的传动方式也不一样。按传递到螺旋桨功率方式的不同,一般可分为直接传动、间接传动和特殊传动。

一、直接传动

直接传动是主机直接通过轴系把功率传给螺旋桨的传动方式。在这种传动方式中,无论任何工况,螺旋桨和主机始终具有相同的转向和转速。直接传动一般适用于采用大型低速柴油机为主机的船舶。

优点:

(1)结构简单,维护管理方便。只要安装时定位准确,平时管理中注意润滑冷却,一般不会出现大问题。

(2)经济性好,传动损失少,传动效率高。主机多为耗油率低的大型低速柴油机。螺旋桨转速较低,推进效率较高。

(3)工作可靠,寿命长。

缺点:整个动力装置的重量尺寸大,要求主机有可反转性能,机动性差;非设计工况下运转时经济性差;微速航行受到主机最低稳定转速的限制。

二、间接传动

间接传动是主机和螺旋桨之间的动力传递除经过轴系外,还经过某些特设的中间环节(离合器、减速器等)的一种传动方式。在这种传动方式中,主机转速与螺旋桨转速有差别或保持一定的转速比。这种传动方式多用于中、小型船舶以及以大功率中速柴油机、汽轮机和燃气轮机为主机的大型船舶。

优点:

(1)主机转速不受螺旋桨要求低转速的限制。只要适当选择减速比,就可使主机的转速适应螺旋桨的转速要求。

(2)轴系布置比较自由。主机曲轴和螺旋桨轴可以同心布置也可以不同心布置,以改善螺旋桨的工作条件。

(3)在带有倒顺车离合器时,主机不用换向,使主机结构简单,工作可靠,管理方便,机动性提高。

(4)有利于多机并车运行及设置轴带发电机。

缺点:轴系结构复杂,传动损失大,效率较低。

三、特殊传动

特殊传动是与直接和间接传动不同的一种传动方式。它通常是指Z型传动、电力传动、可调螺距螺旋桨传动、液压马达传动、喷水推进器传动装置等。下面简要介绍电力传动和Z

型传动。

1. 电力传动

电力传动是主机驱动主发电机,将发出的电供到主配电板,再由主配电板供电给主电动机,从而驱动螺旋桨运转的一种传动方式。电力传动主要用于破冰船、拖船、渡船等。这种传动方式的优点是:

- (1)主机和螺旋桨之间没有机械联系,可省去中间轴及轴承,机舱布置灵活;
- (2)主机转速不受螺旋桨转速的限制,可选用中、高速柴油机,并可在柴油机恒定转速下调节电动机转速,使螺旋桨转速得到均匀、大范围的调节;
- (3)螺旋桨反转是靠改变主电动机(直流)电流方向来完成的,倒车功率大,操纵容易,反转迅速,船舶机动性能提高;
- (4)主电动机对外界负荷的变化适应性好,甚至可以短时间堵转。

其缺点是:

- (1)需要经过机械能变电能、电能变机械能两次能量转换,传动效率低;
- (2)增加了主发电机及主电动机,使动力装置总的重量和尺寸都增加,造价和维护费用提高。

目前,随着自控技术的发展和环保要求的提高,电力推进正处于技术发展的黄金时期,吊舱式推进器的推出和变频技术的发展有力地推动了电力推进技术的应用和推广。吊舱(pod)推进器是电力推进的发展产物,俗称“动力舵”。方位吊舱推进器(Azipod)由芬兰的 ABB 公司和克瓦纳·马萨船厂联合研制。驱动螺旋桨的大型电机装在吊舱内,吊舱可以在垂直方向 360°任意方向转动,能产生水平任意方向上的力,因此船舶的操纵性得到极大提高。预计在不久的将来,电力推进很有可能代替传统的柴油机直接推进成为船舶推进方式的主流。

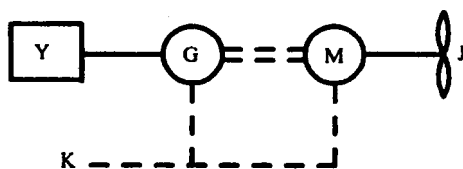


图 2-1 电力推进装置简图

Y-原动机;G-发电机;M-电动机;
J-螺旋桨;K-控制设备

2. Z 型传动

Z 型传动装置又称悬挂式螺旋桨装置,螺旋桨可绕垂直轴做 360°回转。它具有以下优点:

- (1)操纵性能好。螺旋桨的推力方向可以自由变化,使船舶操纵性能优于其他传动方式,特别是采用两台主机,而每台分别带动一个 Z 型传动装置时,可以使船舶原地回转、横向移动、快速进退以及微速航行等。
- (2)可以省掉舵、尾柱和尾轴管等结构,使船尾形状简单,船体阻力减少。
- (3)可以使用重量轻、体积小的中、高速柴油机,而不需要单独的减速齿轮装置,不需要主机有换向机构,可以延长柴油机使用寿命。

(4)另外,由于这种传动装置是垂直悬挂在船尾,可由船尾部甲板开口处吊装,检修不用进坞,可大大缩短修理时间。

尽管如此,由于结构上的原因,使传递功率受到一定限制,因而仅适用于小型船舶,特别适用于港作船和在狭窄航道中航行的船舶。

四、推进装置组合方案

传动方式不同,装置的性能也将不同,并且各有不同的优、缺点和适用条件,在进行传动方式的选型时要综合分析,权衡利弊,最后做出决策。