

普通高等教育“十三五”规划教材



船舶管路设计基础

CHUANBO GUANLU SHEJI JICHU

>>> 陈宁 王军 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

船舶管路设计基础

陈宁 王军 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书以管路系统为研究对象,内容涵盖船舶动力装置系统、蒸汽系统、舱底排水及疏水系统、生活水系统、消防系统、管材与附件和计算机辅助快速设计等7个章节内容。强调船舶各管路系统的组成、功能、原理和设计计算方法,结合船舶设计规范及工艺,将计算机辅助设计技术应用于管路系统原理图快速设计,以期能够提高轮机工程师对船舶系统设计的合理性和可靠性,并能够在工作中提高设计效率。

本书可作为高等院校本、专科相关专业的“船舶管路系统设计”课程的专业教材,也可作为船舶制造企业设计部门职工教育的教材和船舶机专业的研究生使用的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

船舶管路设计基础/陈宁,王军编著. —北京:国防工业出版社,2017. 1

ISBN 978-7-118-10523-0

I. ①船… II. ①陈…②王… III. ①船舶管系—设计 IV. ①U664. 84

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 200880 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

三河市德鑫印刷有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 12¼ 字数 313 千字

2017 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 29.80 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

序

海洋世纪的来临,为人类带来了全面开发和利用海洋资源的激情。走向深蓝,是我国全面复兴的重要标志。海洋产业将成为我国国民经济发展新的产业支柱。作为面向海洋的装备工业,随着海洋经济的发展,将迎来新的机遇、新的挑战和新的发展空间。

船舶及海工装备的管路系统如同人类围绕心脏输送体液,保障机体正常工作的动脉与静脉血管一样,它围绕着船舶及海工装备的主要动力机械,输送着各种工质,保障着船舶及海工装备的运行与安全。因此,在船舶及海工装备的设计中极其重要。

本书从船舶管路系统的详细设计出发,详细介绍了船舶各系统的工作原理、综合布置所需注意的各主要环节、工质输送流量设计计算方法、管路及附件的通径选型、耐压等级的确定方法以及计算机在船舶管路系统详细设计中的 CAD 设计信息系统的开发方法等。对指导学生在船舶设计中优化系统布局,提升船舶管路系统综合布置合理性和科学性,具有鲜明的指导作用。

我国船舶工业正经历着由造船大国向造船强国发展过程质的飞跃之中,因此,本书的编辑出版将有利于我国对于船舶及海工装备系统设计人才的培养,提高在校大学生对于轮机系统详细设计方法的认识和设计能力,同时,也可以指导船舶生产与设计企业的设计人员、监造人员,为我国船舶及海洋装备工业建设一支专业配套、结构合理、素质精良的造船人才队伍起到促进作用。

潘镜芙

2016年7月30日

前 言

船舶管路系统设计是一门多学科综合应用的技术,它包含了船舶设计中动力装置系统、蒸汽系统、舱底排水、稳性调控系统、疏水系统、生活水系统、消防系统以及特种液货船舶的液货驳运系统等多个系统的内容与设计要求。本书在介绍船舶管路系统设计的同时,还介绍了管材附件的选用方法和计算机辅助快速设计方法。这些都是轮机设计工程师在进行船舶机舱系统设计时所必须掌握的设计知识。作为以船舶为主要研究对象的高等院校教师,为造船企业培养适用的综合设计人才是我们义不容辞的责任。为此,作者通过多年教学和科研工作积累,特别是在参与国内大型造船企业的船舶系统设计工作基础上,收集了多型船舶的轮机系统设计图纸,并加以研究、整理和总结,编写了本书。

本书主要内容包括船舶动力装置系统、蒸汽系统、舱底排水及疏水系统、生活水系统、消防系统、管材与附件和计算机辅助快速设计方法等7个章节的内容。第一章船舶动力装置系统,主要介绍了燃油系统、滑油管系、冷却管系、压缩空气管系、排气系统;第二章蒸汽系统,介绍了蒸汽系统的一般规定、箱柜蒸汽加热管系、蒸汽伴行及锅炉给水系统、蒸汽取暖系统;第三章舱底排水及疏水系统,介绍了排水系统、移注系统、放水系统、疏水系统、油污水处理装置;第四章生活水系统,介绍了饮水系统、洗涤水系统、淡水系统、海水系统、供水系统的机械设备;第五章消防系统,主要介绍了水消防系统、水幕系统、卤化烃 1211 液体灭火系统、喷注系统、水雾系统;第六章管材与附件,介绍了各类船用管子的种类、规格、特性及选用的一般原则,管路附件等;第七章计算机辅助快速设计,介绍了图块及图块属性定义与提取、图像块菜单、用 VB 开发 AutoCAD、船舶管路设计 P&ID 系统。

在编写过程中本书突出了三点:一是强调掌握船舶各管路系统的组成、功能介绍和设计计算;二是通过设计计算突出船舶管路设计的管材及附件的选型;三是注重管路设计中的计算机技术应用和快速设计方法的使用,提高轮机工程师设计的合理性和管路系统设计的可靠性。

上述各章可按相近内容组成若干模块,实现模块化教学,模块之间内容相互独立。在教学过程中,可根据学时数,选择和组织教学内容。本课程是一门实践性很强的课程,通过本课程的学习可使学生掌握船舶管路系统设计的一般专业知识。

本书第一、二、四、七章由陈宁编写,第三、五、六章由王军编写,全书由陈宁负责汇总和整理。

本书承蒙赵良才教授、陈剑夫教授在百忙之中仔细审阅全稿并提出了许多宝贵意见,在此深表谢意。

由于水平有限,时间仓促,书中难免有欠妥之处,请读者不吝指教。

编著者

目 录

第一章 船舶动力装置系统	1
第一节 燃油管系	2
第二节 滑油管系	9
第三节 冷却管系	16
第四节 压缩空气管系	25
第五节 排气系统	28
第二章 蒸汽系统	33
第一节 蒸汽系统的一般规定	33
第二节 箱柜蒸汽加热管系的一般规定	35
第三节 蒸汽伴行及锅炉给水系统的一般规定	36
第四节 蒸汽取暖系统	37
第三章 舱底排水及疏水系统	42
第一节 排水系统	42
第二节 移注系统	49
第三节 放水系统	50
第四节 疏水系统	53
第五节 油污水处理装置	61
第四章 生活水系统	65
第一节 饮水系统	65
第二节 洗涤水系统	67
第三节 淡水系统	70
第四节 海水系统	72
第五节 供水系统的机械设备	74
第六节 粪便污水系统设计	87
第五章 消防系统	106
第一节 水消防系统	106
第二节 水幕系统	115
第三节 卤化烃 1211 液体灭火系统	116
第四节 喷注系统	128
第五节 水雾系统	137
第六节 蒸汽灭火系统	138
第七节 消防附件	139

第六章 管材与附件	146
第一节 船用管子的种类、规格、特性及选用的一般原则	146
第二节 管路附件	148
第七章 计算机辅助快速设计	169
第一节 图块及图块属性定义与提取	169
第二节 图像块菜单	180
第三节 用 VBA 开发 AutoCAD	183
第四节 船舶管路设计 P&ID 系统简介	186
参考文献	189

第一章 船舶动力装置系统

现代船舶动力装置,按推进装置的形式,可分为五大类:①柴油机推进动力装置;②蒸汽轮机推进动力装置;③燃气轮机推进动力装置;④核动力推进动力装置;⑤联合动力推进装置。

现代民用船舶中,所采用的动力装置系统绝大多数是柴油机动力装置,因此,本书主要介绍以柴油机为动力装置的船舶,图 1-1 为船舶柴油机动力装置系统燃油供应系统原理图。

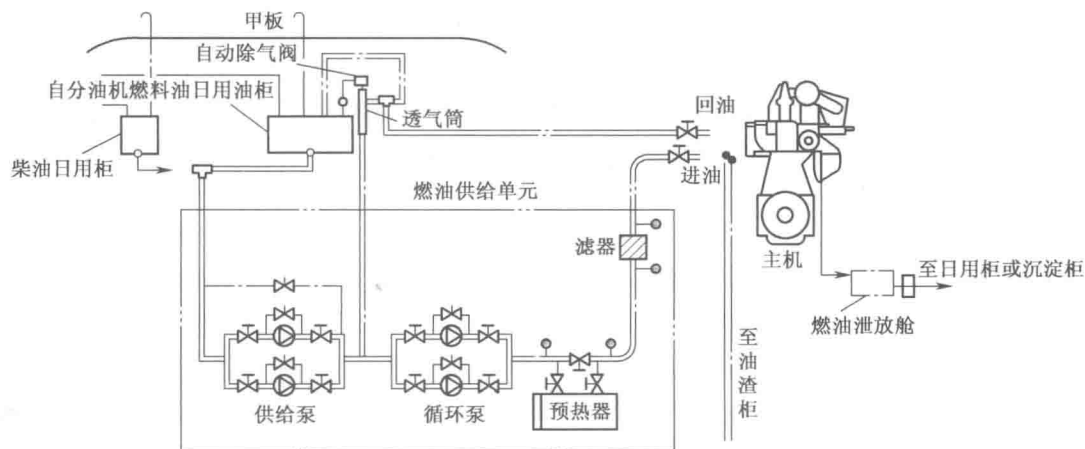


图 1-1 船舶柴油机动力装置系统燃油供应系统原理图

柴油机燃油系统包括三大功能系统,分别是输送、日用和净化。

1. 燃油输送系统

燃油输送系统是为了实现船上各燃油舱柜间驳运及注入排出而设计的,所以,系统应包括燃油舱柜、输送泵、通岸接头和相应的管子与阀件。通过管路的正确连接和阀件的正确设置,实现规格书所要求的注入、调拨和溢流等功能。

设计前,要认真阅读规格书和规范的有关章节,落实本系统所涉及的舱柜和设备所要求的输送功能。

设计时,应注意如下几个方面。

(1) 规格书无特殊要求,注入管应直接注入至各储油舱,再通过输送泵送至各日用柜和沉淀柜,各种油类的注入总管应设有安全阀,泄油至溢流舱,泄油管配液流视察器。

(2) 所有用泵注入的燃油舱柜都要有不小于注入管直径的溢流管,溢流至相应的溢流舱或储油舱,具体规定见各船级社规范,溢流管要配液流视察器。

(3) 从日用柜至沉淀柜的溢流,在日用柜的管子上都要开透气孔以防止虹吸作用,两柜的连接管处要有液流视察器。

(4) 装在日用柜和沉淀柜壁上低于液面的阀,有的船级社规范对其材料有具体的规定,选阀时应予以注意。

(5) 一般情况下输送系统的介质,温度和压力都是较低的,所以系统的管材选用Ⅲ级管

即可。

(6) 通岸接头处要配有温度计、压力表和取样考克。

(7) 燃油输送泵和柴油输送泵互为备用时,两泵进口与出口的连通管中,双联盲板法兰要设在截止阀柴油侧。

2. 燃油日用系统

燃油日用系统是为主机、辅机、锅炉等烧油设备能正常服务而设计的系统,主要内容是根据设备的要求,配置适当的油柜、油泵、加热器、滤器、阀件和管子等,保证所供给的燃油在数量、质量、温度和压力等各方面都能满足设备正常运行的要求。

在设计时,应注意如下几方面:

(1) 认真阅读规格书有关章节和各有关设备的资料,了解清楚设备燃烧对燃油的要求,以便能准确地配置各种附属的设备。

(2) 加温加压后的燃油,要根据不同船级社的规范要求,准确地给予管子和附件相应的定级,使今后在材料订购、加工和检验等方面都能满足船检的要求。

(3) 如果主机和辅机共用一个供油系统,则要考虑其供油和回油管的压力调整能分别满足主、辅机的不同要求。

3. 燃油净化系统

燃油净化系统需进行分油机流量计算。按规格书的要求进行分油机的选用,并按计算出的通流量进行分油机型号的选定。

在系统设计时应注意如下几个方面。

(1) 对于两台分油机,管路连接应做到既能串联又能并联或单机工作,以便使用者根据实际需要按所用分油机的规定进行操作。

对于 HFO,尤其是密度达 $991\text{kg}/\text{m}^3$ (15°C) 者,为改善分离效果,厂商推荐串联使用。第一台作分离水分用(Purifier),第二台作分离杂质用(Clarifier),当需大量分水时,则需两台并联使用。

对于密度达到 $1010\text{kg}/\text{m}^3$ (15°C)、黏度达 $700\text{mm}^2/\text{s}$ (50°C) 的燃料油,Alfa-Laval 公司推荐使用 FOPX/FMPX 分油机,并同时推荐单机使用而不推荐双机串联,而仅在油中出现过量淤渣和水时,可双机并联。而 Westfalia 则推荐,当油中出现过量水分时使用并联,当油中出现过量淤渣时使用串联。

(2) 分油机的供油泵可以是独立布置的,也可以是与分油机安装在一起的整体式的。选用分油机时应向厂商明确。一般,对大中型船舶,多选用独立布置供油泵,以便适应机舱中燃油柜及分油机的布置,达到较好的吸油、泵油效果。该泵可布置在沉淀柜附近。

(3) 由于分油机厂商所提供的供油泵的排量不可能正好与分油机所需要的计算流量相配,而常偏大。因此,应在供油系的出口管路上安装一个恒流量调节阀,使进分油机的流量恒定,而多余的油则返回沉淀柜。

第一节 燃油管系

一、燃油管系的作用及组成

燃油管系的基本任务是保证动力装置在燃油方面的需要。燃油管系的组成和型式与发动

机型式、舰船类型及所用燃油的种类有密切的关系,例如:燃气轮对日用燃油的油质要求就要高一些,为此需配置除水设备。但是一切燃油管系一般能实现下列各项职能。

(1) 贮藏:有足够大的油舱容积,能够满足最大续航力的要求。大多数船舶的燃油贮藏在双层底油舱及深油舱中,潜艇的燃油则贮藏在耐压壳外的燃油压载水舱中及耐压壳体内的燃油舱中。小型船舶也有做成柜的型式安放在机舱内。

(2) 注入:根据舰船的续航力要求,确定燃油装载量,设有燃油注入管路,由基地或其他舰船装入贮藏舱。

(3) 调拨:能将各油舱的燃油互相调拨或输送到别的油舱柜,以及自本船调拨至他船。

(4) 燃油净化与供应:将燃油中的水分和杂质分离出来,然后将净化后的燃油向发动机输送,并保证供应不断。发动机使用的燃油有燃料油、重柴油和轻柴油三种。燃油中含有一定的杂质和水分,因此根据发动机对油质的不同要求,在进入发动机之前应予净化。净化的方式有聚水型滤器、机械分离和沉淀三种方法。

(5) 测量:燃油贮藏的舱柜中,为保证不断地供应发动机用油的需要,必须设有测量和指示舱柜内油面高低的指示装置。一般贮油舱设有测量管与自动测量装置,测其贮藏量、消耗量。

(6) 加热:在使用燃料油、重柴油的燃油管系中,燃油在舱、柜中,在分油机和过滤器、燃油输送泵、发动机高压油泵等之前,以及输送管路中均需进行加热,以提高油温而降低其黏性,使油具有良好的流动性。

一般舰船内燃动力装置的燃油管系组成如图 1-2 所示:燃油由供油船或基地码头用软管接头与舰船甲板上的装油管接头连接,注入燃油舱,贮油舱的数量根据舰船的具体情况而定,贮油舱一般设有一根吸油管,油舱的舱顶最高处设有透气管,以便舱内的燃油贮量变化时,其上方的空气可以自由排出或向内补充。透气管出口位置应在最大破舱水线之上,以免海水从透气管口进入贮油舱,引起船体进一步下沉。

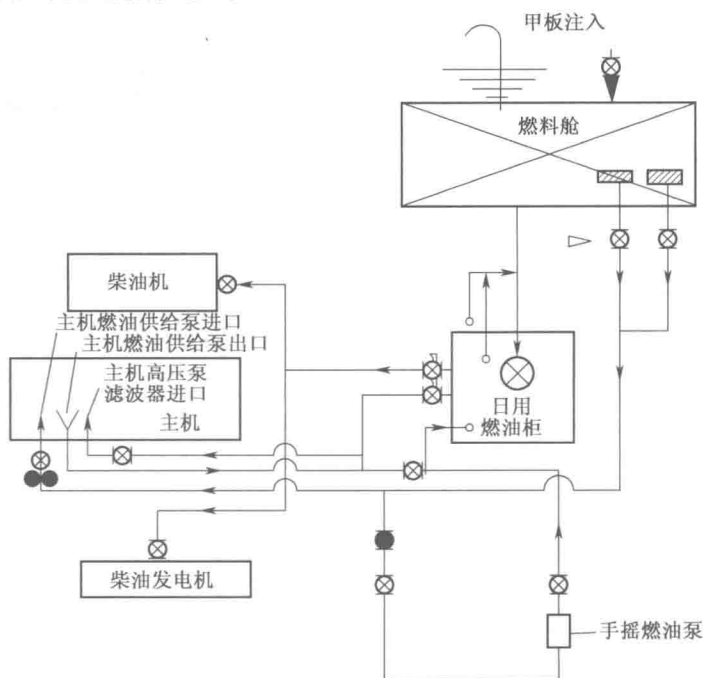


图 1-2 一般船舶内燃动力装置的燃油管系组成

在实际管理工作中,常常需要将各贮油舱之间的燃油相互调拨,将燃油驳运至日用燃油舱、柜,有时甚至将本船的燃油调给别船使用。燃油管系的设计必须能够实施这些工作。

燃油的驳运工作必须有独立燃油输送泵或手摇泵辅助。

燃油在到达发动机高压油泵之前,必须严格地清除其中的固体杂质和水分,清除工作分阶段进行,大量的水分和重量较大的固体,先用沉淀法自油中析出,此后用不同过滤精度的滤器在到发动机以前的管路上分多次将软细的固体滤出,混在油中的微量水分及固体杂质在中大型船舶上则常常利用离心分离机进行清除。

对于民用船舶,日用燃油柜一般放在比发动机稍高的位置处,使燃油自日用油柜到达发动机的燃油系统时有足够的静压头。日用油柜上应有测量油位的指示器,以便测量燃油的耗量,日用油柜装满时可由溢流管返回油舱。

二、补重式燃油管系

舰船的燃油贮藏量随着航行的时间增加而逐渐减少。燃料贮藏量的减少引起排水量下降和船的重心转移。这些变化对某些舰船的浮态将产生重大的影响,最显著的是潜艇。

远程潜艇的燃油贮量常占其排水量的 10% 以上,如果采用一般燃油管系,当燃油大量消耗之后,船体将大量上浮或发生倾斜。所以必须在燃油消耗的同时自动将海水引入贮藏柜,以海水重量抵偿消耗掉的燃油重量,这种管系称为补重式燃油管系或置换管系。相应地,其在贮藏、调拨和计量方法上也具有独特之处。补重式燃油管系实际上是一种自动式的压载管系。补重式燃油管系中贮存油舱的组合型式通常为三种组合:独立式、串联式、分组式。分组式是最常用的一种油柜使用方法,它外部用独立式,内部用串联式,是混合消耗形式。图 1-3 是燃油补重管原理图,其中共计 9 个油舱,其中 1 号燃油舱在耐压壳体内,其余均在耐压壳体和非耐压壳体之间。4'、7'、8'号燃油压载水舱,一般只有在远程航行时才作油舱使用,共分成 4 组,燃油消耗次序如下:先由 8'、7'、4'号燃油压载水舱,经 4'号燃油压载水舱消耗。然而由 2、3、4 号油舱,经 4 号燃油舱消耗。其次由 6、5 号燃油舱,经 5 号油舱消耗。最后由 1 号油舱消耗。

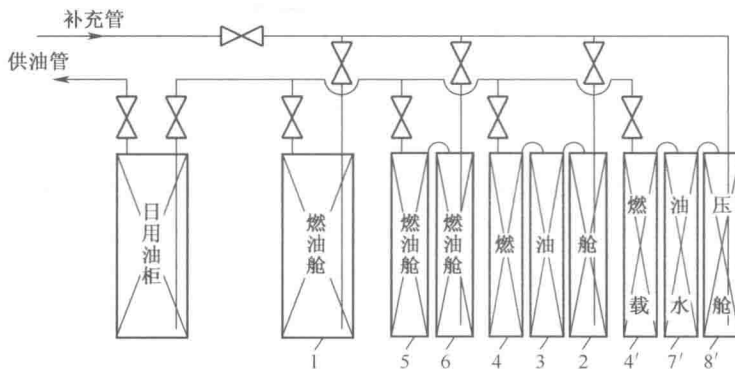


图 1-3 燃油补重管系原理图

在消耗燃油时,用补重水输入燃油舱将燃油压至日用油柜。

按顺序消耗过程中,要经常注意油舱油量消耗情况,如发现检查管内有水出现时,应立即停止使用并转换油舱。

每一油舱上的附属设备管路如图 1-4 所示。

两根检查管分别用来测量油舱是否已经装满和用完,打开该管的阀,在漏斗处,检查流出

的是油或水,以此来判别。

充气阀在必要时向油舱内送入压缩空气,借以排除舱内的油或水。放气阀仅在新艇下水第一次装入燃油或修船时,油舱的油和水被排空,竣工后又重新装船的情况下才使用,此时舱内全是空气,装油时打开放气阀,让舱内空气全部排出舱外,装油完毕后,在正常使用中,放气阀始终关闭。

三、燃油贮存量及设备的估算

各种舰船燃油贮存量计算有所不同,主要是因为航行工况等有所不同,但其基本原理是一样的。

(1) 燃油贮存量计算:

$$Q^R = Q^z + Q^f + Q^g \quad (1-1)$$

式中 Q^R ——燃油储备量(t);

Q^z ——主机总耗油量(t);

Q^f ——辅机在航行工况、停泊工况、装卸货工况下(军用舰艇为满足续航力和自给力情况下)总耗油量(t);

Q^g ——辅锅炉总耗油量(t)。

(2) 主机耗油量计算:

$$Q^z = g_e^z \times N_e^z \times T \times 10^{-3} \quad (1-2)$$

式中 g_e^z ——主机每马力小时的耗油率(g/hp·h);注:1 马力 \approx 0.735 千瓦。

N_e^z ——主机长期持续运转的最大输出功率(hp);

T ——续航力(h)。

在计算舰艇的燃油贮存量时, N_e^z 以特定巡航速度下所需的发动机功率进行计算。

(3) 辅机耗油量计算:

$$Q^f = g_e^f \times N_e^f \times T \times 10^{-3} = g_e^f \times (N_{e_1}^f \times T_1 + N_{e_2}^f \times T_2 + N_{e_3}^f \times T_3) \times 10^{-3} \quad (1-3)$$

式中 g_e^f ——辅机每马力小时的耗油率(假定在各种工况下取同一值)(g/hp·h);

N_e^f ——辅机功率(hp);

$N_{e_1}^f, N_{e_2}^f, N_{e_3}^f$ ——柴油发电机组在航行工况、停泊工况、装卸货工况的功率(hp);

T_1, T_2, T_3 ——三种工况下相应的时间(h)。

(4) 辅锅炉耗油量计算:

$$Q^g = \frac{D(i_1 - i_2)}{Q_H^p \times \eta_g} \times (t_1 + t_2) \times t \times 10^{-3} \quad (1-4)$$

式中 D ——辅锅炉蒸发量(kg/h);

i_1 ——蒸汽热焓(kcal/kg);

i_2 ——辅锅炉给水热焓(kcal/kg);

Q_H^p ——燃油低发热值(kcal/kg);

η_g ——辅锅炉效率;

t_1 ——在规定航速续航力下辅锅炉使用的时间(d);

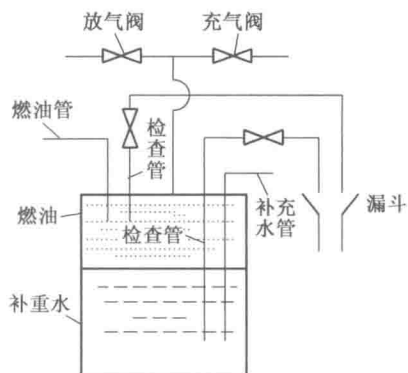


图 1-4 油舱上的附属设备管路图

t_2 ——停泊时使用辅锅炉的时间(d);

t ——每天辅锅炉使用的时间(h)。

(5) 燃油贮油舱容积计算:

燃油贮油舱的总容积是根据燃油储备量而定的。

油舱容积计算:

$$V = Q^R \times \frac{1}{\gamma} \times K \times C \times \eta_V \quad (1-5)$$

式中 V ——油舱容积(m^3);

γ ——燃油密度(t/m^3);

K ——风浪系数,海船一般取 1.15~1.2;

C ——储备系数,一般取 1.1;

η_V ——容积系数,一般取 1.15。

注:若主机采用重油或燃料油,则油舱总贮藏量中应有 20%为轻柴油,作为主机进出港启动及停车之用,并作为加热和净化设备发生故障时的应急用油。

(6) 主机日用油柜容积计算:

$$V_r = g_e^z \times N_e^z \times \frac{1}{\gamma} \times \frac{1}{C_r} \times T_r \times 10^{-6} \quad (1-6)$$

式中 C_r ——容积系数,轻柴油采用 0.9,重柴油或燃料油采用 0.8;

T_r ——供给时间(军用舰艇日用燃油舱柜的容量只要满足主、辅机在持续功率下运行 4h 的耗油量);

V_r ——油舱容积(m^3)。

注:日用油柜数量根据计算容积,通常燃料油或重油可设置两个,轮流使用,轻柴油一般可取用一个,如容积过大时,最好隔开。

(7) 辅机日用油柜容积计算(以 V_f 表示):

计算同主机日用油柜容积。

(8) 辅锅炉日用油柜容积计算(以 V_g 表示):

计算同主机日用油柜容积。

(9) 燃油沉淀柜容积计算:

使用含杂质和水分较多的燃油,可采用沉淀柜来澄清,燃油在沉淀柜中一般要沉淀 24h 以上,具体时间视油的品质以及温度等条件而定。沉淀柜的容积计算如下:

$$V_c = g_e^z \times N_e^z \times T_c \times \frac{1}{\gamma} \times C_c \times 10^{-6} \quad (1-7)$$

式中 T_c ——计算时间,一般取 24~48h;

V_c ——沉淀柜容积(m^3);

C_c ——容积系数,一般取 0.8。

(10) 油渣柜容积计算:

油渣柜用来存放离心分油器中分离出来的水分、杂质和油渣,容量可根据使用燃油的性质及主机总耗量来决定,一般取用的容积计算为

$$V_z = g_e^z \times N_e^z \times T_z \times \frac{1}{\gamma} \times \frac{1}{C_z} \times 10^{-6} \quad (1-8)$$

式中 T_z ——计算时间,一般取 3h;

C_z ——容积系数,一般取 0.9;

V_z ——油渣柜容积(m^3)。

(11) 燃油输送泵计算:

① 排量:

$$Q = \frac{V_r + V_f + V_g + \dots}{T} \quad (1-9)$$

式中 T ——注油时间,一般取 0.5~1h;

Q ——输送泵的排量(m^3/h)。

② 压头:一般采用 20~35 mH_2O 。

③ 选型及轴功率计算:根据计算所得能量及压头,选择现成系列产品,一般采用电动齿轮泵,大型船舶采用螺杆泵,轴功率计算如下:

$$N_r = \frac{Q \times H \times \gamma \times 10^3}{3600 \times 75 \times \eta_1 \times \eta_2} \quad (1-10)$$

式中 Q ——油泵排量(m^3/h);

H ——油泵使用压头(mH_2O);

γ ——油密度(t/m^3);

N_r ——油泵轴功率(hp);

η_1 ——油泵效率,齿轮泵取 0.4~0.60;

η_2 ——油类黏度对油泵功率的影响,由下式计算:

$$\eta_2 = \frac{1}{1 + \frac{{}^\circ E_{50} \times v}{24.2 \times P}} \quad (1-11)$$

式中 ${}^\circ E_{50}$ ——液体的恩氏黏度(温度在 50 $^\circ\text{C}$ 时);

v ——油泵齿轮的圆周速度(m/s);

P ——油泵压头(mH_2O)。

(12) 离心分油机流量的决定,一般以 8h 以内能分离主机工作 24h 所需的用量计算。由下式计算:

$$Q_e = K \times g_e^z \times N_e^z \times \frac{24}{8} \times \frac{1}{\gamma} \times 10^{-3} \quad (1-12)$$

式中 Q_e ——离心分油机的流量(L/h);

K ——考虑油类黏度影响的系数,燃料油取 2~25,重柴油取 1.2~1.5。

分油机的能量可以根据经验数据来决定,见表 1-1。

表 1-1 分油器能量

主机功率/hp	200~400	400~700	700~1200	1200~1800	1800~3500	3500 以上
分油机流量/(L/h)	75~275	175~650	300~1200	800~3000	1200~4500	2500~8000

(13) 分油加热器。分油加热器的加热温度和燃油黏度与分油器的性能有关,一般说,燃油黏度越大则加热温度要求越高。轻柴油在分离前可以不必加热。燃料油为保证分油器性能一般可加热至 75~90 $^\circ\text{C}$,如加热温度不足时可以降低分离燃油量以相适应。加热器一般与分

油器成套供应。

(14) 油舱及油柜加热计算。

使用重柴油及燃料油需要加热,以便于输送和滤清,加热温度由燃油的黏度决定。一般情况下,燃料油舱加热温度为 20~32℃ 保证燃油的可泵性,但最高不超过 40℃;沉淀柜加热温度为 40~60℃,日用油柜保温 60℃,重柴油可稍低。加热所需要的热量大致分为以下四部分:

- ① 将燃油自最初温度加热到设计要求温度的实际吸收热量。
- ② 经油舱(柜)壁与外界空气相接触的散热损失。
- ③ 经油舱壁与外界海水或江水相接触的散热损失。
- ④ 经油舱壁与相邻油舱或舱室所散失的热量。

上述四部分的热量都可以用理论方法进行计算:

① 燃油加热所需的热量:

$$Q_1 = \frac{G[C_2 \times (t_2 - t_1)]}{T} \times 1000 \quad (1-13)$$

式中 G ——燃油量(t);

t_2 ——燃油加热终了时的温度(℃);

t_1 ——燃油加热开始时的温度(℃);

T ——燃油加热时间(h);

C_2 ——燃油比热(kcal/kg·℃),其值为

$$C_2 = (0.345 + 0.0009t_H) \times (2.1 - \gamma)$$

t_H ——加热平均温度, $t_H = \frac{2}{3}t_2 + \frac{1}{3}t_1$;

γ ——燃油密度(t/m³)。

② 由船底、船舷、舱壁散热损失的热量:

$$Q_2 = U \times A \times (t_H - t_c) \quad (1-14)$$

式中 A ——与海水或空气接触的传热面面积(m²);

t_c ——外界物质温度(海水或舱内舱外的空气)(℃);

U ——与海水或空气接触面的传热系数(kcal/m²·h·℃);

与海水接触时,则 $U \approx 25 \sim 40$ (当海水温度为 0℃ 时),在内河船上, U 值可参考表 1-2 的平均数值。

表 1-2 U 值数

与传热面接触的外界物质	外界温度/ t_c /℃	U /kcal/m ² ·h·℃
河水(船底及船舷)	+3	6.0
外界空气(船舷及甲板)	-5	3.0
空气,在隔离舱及邻舱(舱壁)	+5~+15	1~3.5
空气,在燃油表面上	+15	0.5

③ 燃油加热所需总热量:

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (1-15)$$

④ 燃油加热所需蒸发汽量:

$$D = \frac{Q}{(i - i_1) \times 0.95} \quad (1-16)$$

式中 i ——蒸汽热焓(kcal/kg);

i_1 ——凝结水热焓(kcal/kg);

0.95——蒸汽流动时的热量损失剩余率。

⑤ 加热时所需的加热面积:

$$F = \frac{Q}{K(t_n - t_H)} \quad (1-17)$$

式中 t_n ——加热蒸汽的平均温度, $t_n = \frac{t_3 + t_4}{2}$ (°C);

t_3 ——蒸汽温度(°C);

t_4 ——凝水温度(°C);

K ——加热器的传热系数(kcal/m²·h·°C), 钢管制成的加热盘管的传热系数按下式计算:

$$K = 1.57 \sqrt[4]{\frac{t_n - t_H}{\nu d}} \times 10^4 \quad (1-18)$$

其中: ν ——运动黏度(cm²/s);

d ——加热盘管外径(m)。

⑥ 加热管外径计算:

$$d = \sqrt{\frac{4D}{11300\gamma_n \cdot Z \cdot V}} \quad (1-19)$$

式中 γ_n ——蒸汽的密度(kg/m³);

Z ——并联加热盘管的数目(无并联者 $Z=1$);

V ——蒸汽的理想流速, 取 10~30m/s。

⑦ 需要加热的长度:

$$L = \frac{F}{\pi d} \quad (1-20)$$

第二节 滑油管系

一、滑油管系的任务及组成

滑油管系的基本任务是保证供应主、辅机, 压缩机, 传动设备及轴系等各运动部件一定压力和温度的滑油进行润滑和冷却。其目的是在两个接触机件间以液体摩擦防止发生干摩擦, 从而减低摩擦功的消耗, 减少磨损, 以及带走机件中因摩擦而产生的金属屑和炭渣等有害物质。

滑油与燃油不同, 除因部分滑油烧掉或变质而需要更换部分滑油外, 其余极大部分经重新处理后可再行利用。故滑油的消耗量比燃油要小得多, 柴油机的滑油消耗率一般仅为 2~7g/hp·h, 蒸汽轮机与燃汽轮机(包括减速齿轮箱)的滑油消耗率为 1g/hp·h 左右。

为了延长滑油的使用期, 对大中型舰船的滑油管系设置滑油分离机。分离机及其管系布

置应保证机组在停机或运行过程中,能分离滑油中渗入的水分和杂质。

滑油管系仍包括注入、贮藏、输送、净化、供应及计量等六个部。

二、滑油管系的设计一般要求

钢质海船的滑油管系的设计要求见有关规定,而军用舰艇滑油管系的设计与布置应满足如下要求。

(1) 每台主、辅机组,应有各自独立的滑油系统。

(2) 标准排水量在 1000t 以上的舰船,每台主机应设两台滑油泵,其中至少有一台为独立动力的备用泵。每台泵的容量应能满足主机最大功率工作时所需的油量。

(3) 主、辅柴油机的滑油泵如为柴油机本身带动,一般均需设置预注油泵,小型柴油机除外,管系中的其他滑油泵,在压头和容量满足下,亦可作为预注油泵。预注油泵一般应满足下列要求:

① 作为发电机组的柴油机,其电动预注油泵的电源应来自蓄电池,否则还需设置应急手动预注油泵;

② 电动预注油泵的连续工作时间应能满足柴油机的起动要求,一般应不少于 1min。

(4) 可直接换向且自带滑油泵的柴油主机,若未设置独立的备用泵,应设有供主机换向时润滑的油泵。

(5) 辅汽轮机的滑油泵应由本身带动,并设有满足起动和停机时润滑的辅助油泵。

(6) 废汽涡轮增压器的滑油若由柴油机自带泵供给时,应设有备用泵或其他措施,当柴油机停车后,应能自动接入增压器滑油管系工作。

(7) 滑油管系中应设有抽除各油舱中沉渣的手动泵。

(8) 柴油机滑油泵的吸入管路应装设磁性过滤器。输出管路应装设精滤器。

(9) 主机滑油管系的滤器应为双联式。功率大于 300hp 的柴油机滑油管系应设有滑油高温、低温报警装置,一般还应设有滑油低压自动停车装置。

(10) 主汽轮机组的滑油总管应与主机保护装置相连,在总管油压降低至极限值时,主机应迅速停车,并发出灯光和声响报警信号。

(11) 柴油机组滑油管系应设置能自动调温的恒温器。该恒温器还应设有手控装置。

(12) 滑油输送泵的管系应和主机滑油管相连接。

(13) 主汽轮机组备用滑油泵的动力源,应不受主动力源故障的影响。备用泵应设有自动设备,当滑油总管油压降低到规定值时,备用泵应能立即自动起动,并发出灯光和声响报警信号。

(14) 主汽轮机的轴承及减速齿轮箱各滑油管上应装设调压阀,其开启位置应加以固定。

(15) 主汽轮机组滑油泵的压出管路应装设截止止回阀。

(16) 滑油管系安装后应有防锈油封措施。滑油管系必须经滑油压力循环清洗合格后,方可向机组供油。

(17) 大中型舰船的滑油管系应设置滑油分离器,分离器及其管系布置应保证机组在停机或运转过程中,能分离滑中渗入的水分和杂质。

(18) 主汽轮组滑油管系应设置滑油加热器。加热器能量应保证在 30min 内将系统中全部滑油从 8℃ 加热到 30℃。

(19) 主汽轮机组的滑油冷却器应采用二级冷却。机组在最大功率工作时,滑油冷却器一