

船舶及海洋工程动力装置 设计指南

CHUANBO JI HAIYANG GONGCHENG DONGLIZHUANGZHI SHEJI ZHINAN

李建光 编著



上海振华重工丛书



责任编辑/徐正达
封面设计/潘 群

ISBN 978-7-5609-6072-2



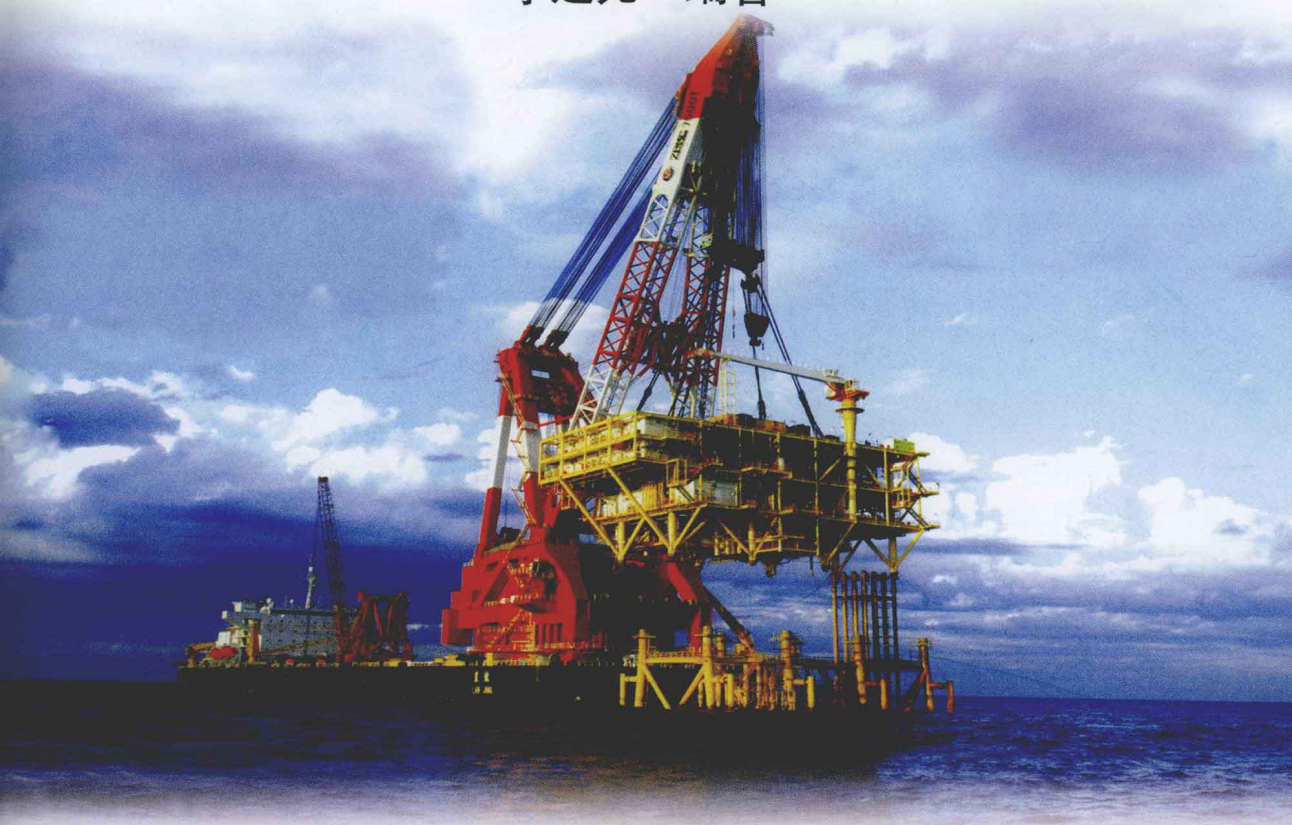
9 787560 960722 >

定价: 120.00元

船舶及海洋工程动力装置 设计指南

CHUANBO JI HAIYANG GONGCHENG DONGLIZHUANGZHI SHEJI ZHINAN

李建光 编著



上海振华重工丛书



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

《船舶及海洋工程动力装置设计指南》共分十一章,内容包括船舶及海洋工程动力装置概论、船舶主推进装置设计、船舶轴系设计、船舶推进轴系的扭转振动与控制设计、船舶轴系校中计算、船舶机舱自动化、船舶及海洋工程动力管路系统、船舶及海洋工程动力辅助管路系统、船舶系统设计、船舶热能供给系统设计、机舱规划设计与设备布置等,附录中给出了设计中需要用到标准规范、数据、符号等。

本书是从事船舶及海洋工程动力装置设计的技术人员必备的工具书,也可作为从事相关领域研究和教学的科技人员和教师的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

船舶及海洋工程动力装置设计指南/李建光 编著. —武汉:华中科技大学出版社,2010.9
ISBN 978-7-5609-6072-2

I. 船… II. 李… III. 船舶-动力装置-设计-指南 IV. U664.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 045181 号

船舶及海洋工程动力装置设计指南

李建光 编著

责任编辑:徐正达

封面设计:潘 群

责任校对:张 琳

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉佳年华科技有限公司

印 刷:湖北新华印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:26 插页:8

字 数:691 千字

版 次:2010 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:120.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

作者简介

1963年7月毕业于华中工学院造船系(现华中科技大学船舶及海洋工程学院)船舶内燃机设计与制造专业。

1963—1972年在上海沪东造船厂从事重大科研项目“导弹护卫舰主机390柴油机科研、设计和制造”工作,并担任项目试制组组长,该项目获国家科学技术进步一等奖。1969年代表沪东造船厂参加国务院造船工业第四个五年计划的制定。

1972—1980年在上海交通大学任教,先后给本科生主讲“柴油机结构设计”,给研究生主讲“200柴油机增压匹配设计及调整试验”等课程,编写了《柴油机结构设计》(1975年出版、1978年再版)教材;其间参与了国家重大科研项目“导弹快艇主机200柴油机科研、设计和制造”工作(上海交通大学承担试验机的研制),担任该项目的副总设计师;于1978年国家恢复技术职称评定后被上海交通大学评定为讲师。

1977—1980年期间,先后代表上海交通大学担任国家第六机械工业部、交通部、水利电力部、农业机械部等组织的国家鉴定委员会的副主任委员,分别对上海沪东造船厂研制生产的390柴油机、上海新中动力机厂研制生产的250柴油机、广州中国船厂研制生产的180柴油机、中国船舶工业总公司七一一研究所研制的195柴油机、上海船厂研制生产的300柴油机进行鉴定。

1980—1999年在中国船舶工业总公司第七研究院第七〇八研究所(中国船舶及海洋工程设计研究院)从事船舶动力装置研究、开发、设计工作,作为动力装置设计研究的主要成员之一,参与了国家重大科研项目“航天测量船‘远望’号工程”的工作,该项目获国家科学技术进步特等奖;担任国防重大科研项目“新型电子侦察船的研究、开发、设计”的副总设计师,获中国人民解放军装备部全优工程奖;1982年任我国首批设计的出口船——27 000 t散货轮的三个型号船舶机电设备技术配套的主任设计师,该产品获国家科学技术进步一等奖;曾担任多艘船舶的副总设计师和七〇八研究所一室技术及设备配套设计科科长、拆船技术咨询服务部主任等职;共发表研究论文40余篇,是中国《内燃机工程》杂志编辑部特邀审稿专家;1987年被中国船舶工业总公司评定为高级工程师。

1999—2007年先后受聘于上海科宁工程公司,任总工程师;受聘于江苏南京舜天机电工程公司,担任出口船舶(拖船、汽车渡船、金枪鱼渔船、围网渔船、高速玻璃钢巡逻艇、高速钢巡逻艇、综合补给船等)动力装置的技术主管。

2008年至今在上海振华重工(集团)公司工作,在公司设计、研发制造的100 000 t级(2×2000 t起重能力)多功能半潜式动力定位铺管船、27 m³抓斗式挖泥船、3 500 m³绞吸式挖泥船、800 t海洋起重平台、LG350钻井平台、900 000 t级(28 000 t起重能力)多功能半潜式动力定位铺管船、2 000 t(起重能力)全回转动力定位浮吊船等工作中,担任船舶及海洋工程动力装置设计及研发的技术顾问。

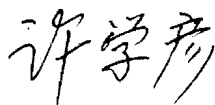


序

我国的改革开放至今已有 30 多年的时间,改革开放取得了举世瞩目的成就,以信息技术为代表的高新技术产业迅猛发展,经济建设日新月异。作为世界贸易组织的新成员,我国在进一步加强对外开放,顺应经济全球化潮流,主动参与国际竞争与合作的同时,也必将面对更为激烈的竞争和更加严峻的挑战。作为船舶及海洋工程动力装置的设计、研究、开发、制造的工作者,要参与激烈的竞争,迎接严峻的挑战,就必须积极、快速地开发具有国际先进水平、形成自身特色的高质量的新产品。

《船舶及海洋工程动力装置设计指南》是编著者在总结工作近五十年间,在研究、学习、教学、试验、设计、制造、试航的经验的基础上,以满足新产品开发设计的需要为宗旨而编写的。该书按照“实用可靠、内容齐全、简明易懂”的原则,重点推荐了许多实用的新技术,每一章节的设计单元都有设计及计算实例,强调实用性、启发性、开拓性和先进性相结合,构成了比较系统的、风格独特的编写方法,为我国从事该行业的广大科研、设计、教学、制造和使用的人员提供了必要的技术知识和资料,是新产品开发、设计极有用的参考书。

中国船舶工业集团公司第七〇八研究所研究员
中国科学院资深院士



2010 年 5 月 26 日

前 言

《船舶及海洋工程动力装置设计指南》是在我国船舶工业蓬勃大发展时期,船舶及海洋工程动力装置专业领域广大科技人员盼望的一部新书,它提供了在现代船舶及海洋工程动力装置设计及制造方面所需要的知识。笔者将在上海沪东造船厂从事设计、研究、制造,在上海交通大学从事教学、科研、设计、制造和在中国船舶工业总公司第七研究院第七〇八研究所(中国船舶及海洋工程设计研究院)从事设计、研究、交船试验等活动中积累的知识,将自己发表的40余篇论文中的部分内容,将自己对我国近几十年在船舶及海洋工程动力装置设计方面的发展进行研究的心得和总结编著成书,传授给年轻的科技工作者、专业教育工作者和工程技术人员,愿为振兴中国船舶工业,为建设一支规模宏大的船舶及海洋工程动力装置设计及制造队伍尽一份力量。该书也可作为高等院校船舶及海洋工程动力装置专业设计课程的参考书。

船舶及海洋工程设计和建造是一门综合性极强的学科,一艘现代化大型船舶及海洋工程的设计和建造,体现了一个国家科学技术的综合实力。船舶及海洋工程质量的提高,建造周期的缩短,制造成本的降低,以及工程管理水平的提高,无不与设计有关。但由于笔者知识水平有限,甚至有些设计观点和思路可能与船舶及海洋工程的飞跃发展有差距,因此书中难免存在错误和疏漏。希望广大船舶及海洋工程科技人员,特别是年轻人,能吸取书中有益的知识,纠正书中的错误,并不断创新,不断丰富和提高船舶及海洋工程动力装置系统设计的水平,为使我国的造船事业在21世纪中处于世界领先地位而努力奋斗。同时希望从事船舶及海洋工程动力装置研究、设计、制造、使用及教育培训的工作人员,无限热爱自己的事业,在技术上精益求精,在学术上敢于创新,在工作上有强烈的责任感、使命感、拼搏和奉献精神。

笔者退休后受聘于上海振华重工(集团)股份有限公司,为指导和培训公司船舶及海洋工程动力装置专业技术人员做一些工作,本书的初稿就是为给他们授课而编写的内部教材。公司的电气技术顾问陈健高级工程师审阅了本书稿,并提出不少宝贵意见,公司广大科技人员也提出了有益的建议和要求,在此深表感谢。

中国船舶工业集团公司第七研究院第七〇八研究所研究员、原副所长、总工程师,航天测量船“远望”号总设计师,船舶设计专家,中国科学院资深院士许学彦先生亲自为本书作序,对许先生给予的支持和肯定表示衷心感谢。

该书编写及出版过程中得到了上海振华重工(集团)股份有限公司总裁管彤贤先生、副总裁田洪先生、开发办副主任包锦平先生及办公室秘书丁瑛小姐等的大力支持,在此一并表示感谢。

李建光

2010年7月

目 录

第一章 船舶及海洋工程动力装置概论·····	(1)
第一节 船舶及海洋工程动力装置的功能和分类·····	(1)
第二节 船舶及海洋工程动力装置的组成·····	(3)
第三节 船舶及海洋工程动力装置设计的主要内容及注意事项·····	(26)
第四节 动力装置设计要求及设计阶段的划分·····	(28)
第五节 动力装置设计初始阶段的任务·····	(30)
第六节 合同设计阶段动力装置的设计工作·····	(33)
第二章 船舶主推进装置设计·····	(34)
第一节 主推进系统的设计论证·····	(34)
第二节 主机选型·····	(37)
第三节 减速齿轮箱的选配原则·····	(40)
第四节 船舶及海洋工程动力装置的节能设计·····	(45)
第五节 船机桨匹配的优化设计·····	(55)
第六节 船舶及海洋工程动力装置的主要机械设备计算书·····	(63)
第三章 船舶轴系设计·····	(74)
第一节 轴系的组成及设计任务·····	(74)
第二节 轴系种类及设计要点·····	(75)
第三节 轴系设计的常规计算·····	(78)
第四节 轴系材料·····	(79)
第五节 轴系中间轴承和艉管装置·····	(85)
第六节 联轴器·····	(92)
第七节 轴系加工要求及防腐·····	(97)
第八节 轴系强度计算实例·····	(101)
第九节 船舶大型过盈连接件的设计·····	(113)
第十节 舰船动力装置关键零件强度设计中有关系数的确定·····	(124)
第四章 船舶推进轴系的扭转振动与控制设计·····	(135)
第一节 概述·····	(135)
第二节 推进轴系的扭转振动计算方法·····	(136)
第三节 推进轴系扭转振动的控制措施·····	(153)
第四节 扭转振动计算实例·····	(155)

第五章 船舶轴系校中计算	(169)
第一节 校中计算的准备、状态因素和结果	(169)
第二节 校中的控制和轴承反力影响系数的应用.....	(172)
第六章 船舶机舱自动化	(175)
第一节 机舱自动化的基本要求.....	(175)
第二节 遥控系统.....	(179)
第三节 系统自动控制对象.....	(183)
第四节 监视项目.....	(188)
第五节 安全系统.....	(208)
第六节 微机网络管理系统.....	(210)
第七章 船舶及海洋工程动力管路系统	(215)
第一节 燃油管路系统设计.....	(215)
第二节 滑油管路系统设计.....	(217)
第三节 冷却管路系统设计.....	(220)
第四节 压缩空气管路系统设计.....	(221)
第五节 排气管路系统设计.....	(222)
第六节 机舱通风管路系统设计.....	(225)
第七节 机舱通风设计计算实例.....	(234)
第八章 船舶及海洋工程动力辅助管路系统	(239)
第一节 燃油辅助管路系统设计.....	(239)
第二节 滑油辅助管路系统设计.....	(251)
第三节 冷却水辅助管路系统设计.....	(258)
第四节 启动空气辅助设备管路系统设计.....	(269)
第五节 控制空气辅助设备管路系统设计.....	(271)
第九章 船舶系统设计	(273)
第一节 舱底水系统设计.....	(273)
第二节 压载水系统设计.....	(277)
第三节 消防系统设计.....	(281)
第四节 舰船水消防系统设计计算实例.....	(285)
第五节 供水系统设计.....	(295)
第六节 舱柜加热系统设计.....	(305)
第七节 透气、测量、注入和驳运管系统设计.....	(312)
第八节 疏排水及生活污水系统设计.....	(320)
第九节 船舶空调系统设计.....	(329)

第十章 船舶热能供给系统设计.....	(334)
第一节 蒸汽热能系统设计.....	(334)
第二节 热媒油加热系统设计.....	(345)
第三节 热水加热系统设计.....	(351)
第四节 电伴热带加热系统设计.....	(353)
第十一章 机舱规划设计与设备布置.....	(359)
第一节 机舱布置的基本规定.....	(359)
第二节 机舱位置及尺寸的确定.....	(362)
第三节 机舱布置要点.....	(364)
第四节 机舱布置实例.....	(367)
第五节 主机安装设计.....	(374)
参考文献.....	(380)
附录.....	(381)
附录 A 船用阀门目录	(381)
附录 B 管系附件目录	(385)
附录 C 紧固件标准目录	(390)
附录 D 船舶轴系标准目录	(400)
附录 E 沪东船用阀门目录	(401)
附录 F 常用单位换算简表	(408)
附录 G 常用物质、材料的物性值	(412)
附录 H 主要船级社与轮机有关部分入级符号	(419)
附录 I 常用英文缩略语	(420)

第一章 船舶及海洋工程动力装置概论

第一节 船舶及海洋工程动力装置的功能和分类

船舶及海洋工程动力装置是指保证船舶及海洋工程按任务需求进行航行、作业、停泊及船上各类人员正常工作和生活所必需的机电设备的综合体。船舶及海洋工程动力装置的主要任务是产生各种能量,并实现能量的转换、利用和分配,使船舶及海洋工程能正常航行、作业。所以,它有船舶及海洋工程的“心脏”之称。

现代船舶及海洋工程中的动力装置分为有自航能力的和非自航能力的两大类,有自航能力的按推进装置的形式,可分为以下五大类。

(1) 柴油机推进动力装置,如图 1-1 所示。



图 1-1 柴油机动力装置

(2) 汽轮机推进动力装置,其原理、核心部件分别如图 1-2、1-3 所示。

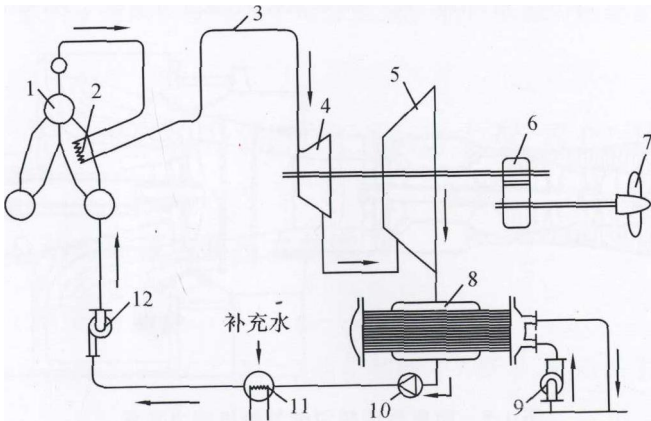


图 1-2 汽轮机动力装置原理图

1—锅炉 2—过热器 3—主蒸汽管路 4—高压汽轮机 5—低压汽轮机 6—减速齿轮
7—螺旋桨 8—冷凝器 9—冷却循环泵 10—凝水泵 11—给水预热器 12—给水泵

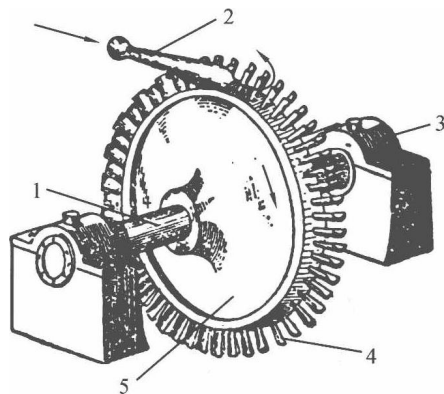


图 1-3 汽轮机动力推进装置核心部件

1—汽轮机轴 2—喷管 3—轴承 4—叶片 5—转轮(叶轮)

(3) 燃气轮机推进动力装置,如图 1-4、1-5 所示,其典型的三种原理图如图 1-6 所示。

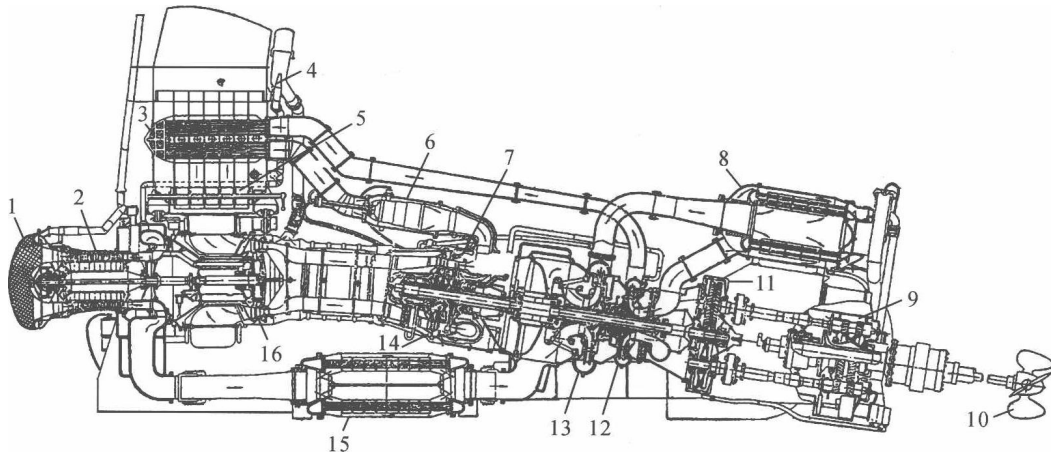


图 1-4 船用燃气轮机动力装置

1—防护网 2—轴流式压气机 3—回热器 4—轴室内空气用的引射器 5—用来旁通气体的可以旋转的节流气门
6—燃烧室 7—高压轮机 8—高压冷却器 9—齿轮传动的第二级 10—可变螺距推进器 11—齿轮传动的第一级
12—高压压气机的第二级 13—高压压气机的第一级 14—两级的中压轮机(主轮机) 15—低压冷却器 16—低压轮机

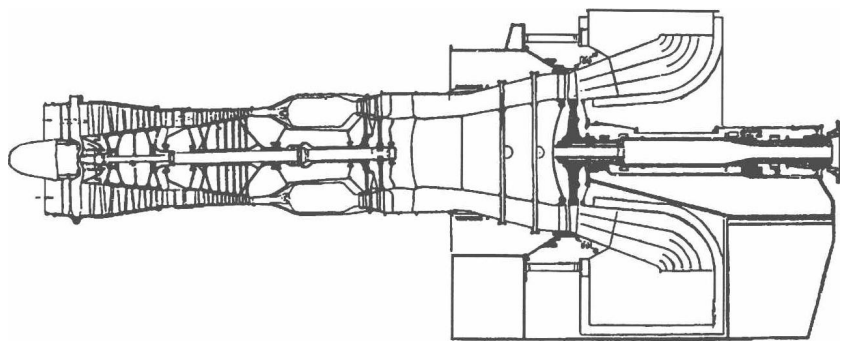


图 1-5 简单循环船用燃气轮机动力装置

(4) 核动力推进动力装置。

(5) 联合动力推进动力装置。

在以下的叙述中,常省去“推进”二字,如柴油机动力装置、汽轮机动力装置等。

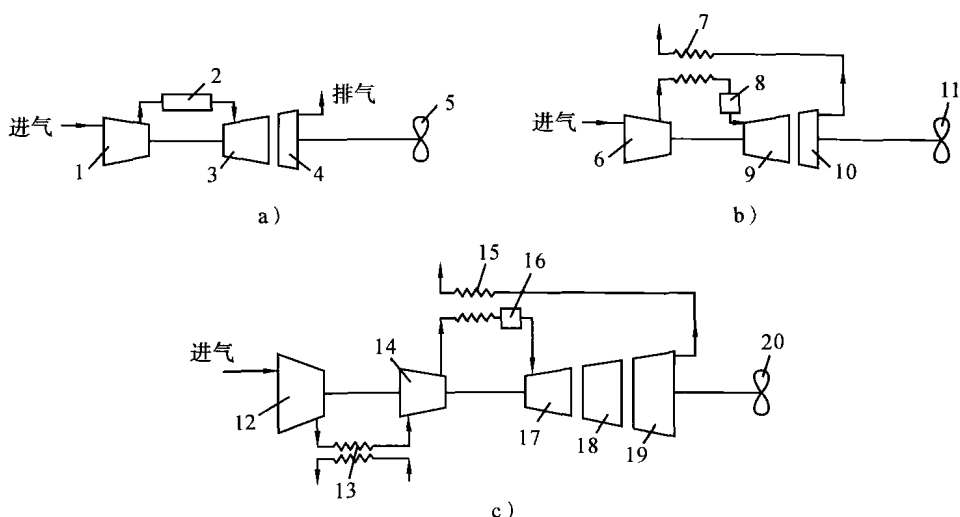


图 1-6 三种典型的燃气轮机动力装置原理图

a) 小功率 b) 中等功率 c) 大功率

1,6—压气机 2,8,16—燃烧室 3,9,17—高压涡轮机 4,10,19—低压涡轮机

5,11,20—螺旋桨 7,15—回热器 12—低压压气机 13—中冷器 14—高压压气机 18—中压涡轮机

现代民用船舶,如散货船、集装箱船、油船、滚装船、矿砂船、煤船、客货船、破冰船、极地考察船、海洋调查船、航天测量船、综合补给船、冷藏船、扫海测量船、旅游船、消防船、挖泥船、起重(浮吊)船、铺管船、液化气船、豪华邮轮、拖船、气垫船、渡船、渔政船、渔船等所采用的动力装置,绝大部分是柴油机动力装置,少部分为汽轮机动力装置。

现代海洋工程,如钻井平台、采油平台、起重平台、海洋拖轮等均采用柴油机动力装置。

在现代国防用的舰船中,在近海执行任务的舰船绝大部分采用中高速柴油机动力装置,而在中远海区域执行任务的舰船绝大部分采用联合动力装置(目前采用最多的为柴油机及燃气轮机联合动力装置),常规潜艇采用柴油机及电动机(蓄电池)联合动力装置;特大型舰船采用核动力装置。

有自航能力的船舶动力装置主要由推进装置,辅助装置,主动力系统及机舱自动化系统,船舶系统,船舶冷藏、空调及通风系统等五个部分组成。非自航能力的船舶及平台的动力装置由后四部分组成。

第二节 船舶及海洋工程动力装置的组成

一、典型船舶及动力装置主要技术参数

(一) 300 000 t 超大型油轮

我国自行设计和制造的 300 000 t 超大型油轮如图 1-7 所示,其船舶主尺度及动力装置简介如下。

1. 主尺度

(1) 船长 $L_{oa}=333.0\text{ m}$;(2) 垂线间长 $L_{pp}=320.0\text{ m}$;(3) 船宽 $B=60.0\text{ m}$;(4) 型深 $D=29.8\text{ m}$;



图 1-7 300 000 t 超大型油船

- (5) 吃水 $d=20.50\text{ m}$;
(6) 排水量 $\Delta=360\,088\text{ t}$;
(7) 装载量 $DW=308\,000\text{ t}$;
(8) 航速 $v_s=15.70\text{ kn}$ 。

2. 主机 MAN—B&W

- (1) 主机型号 S90MC—C;
(2) 主机数量 1 台;
(3) 缸径 $D=900\text{ mm}$;
(4) 冲程 $s=3\,188\text{ mm}$;
(5) 缸数 $z=6$;
(6) 转速 $n=76\text{ r/min}$;
(7) 平均有效压力 $p_e=19.0\times 10^5\text{ Pa}$;
(8) 燃油消耗率 $g_e=167\text{ g/(kW}\cdot\text{h)}$;
(9) 额定功率 $P_e=29\,400\text{ kW}$ 。

3. 柴油发电机组

- (1) 柴油发电机型号 MAN—B&W;
(2) 柴油发电机数量 3 台;
(3) 柴油机机型 8L23/30H;
(4) 柴油机转速 $n=750\text{ r/min}$;
(5) 额定功率 $P_e=1\,100\text{ kW}$;
(6) 发电机功率 $P=1\,040\text{ kW}$;
(7) 电压 $U=400\text{ V}$;
(8) 频率 $f=50\text{ Hz}$ 。

(二) 320 000 t 矿砂船

我国自行设计和建造的 320 000 t 超大型矿砂船如图 1-8 所示,该船的主动力装置与 300 000 t 油轮相近。



图 1-8 320 000 t 超大型矿砂船

(三) 900 000 t 铺管船

铺管船系列是近几年各国开发海洋资源而研发设计的新型海洋科研生产综合基地(浮岛)。图 1-9 为 900 000 t 铺管船的舱底简图。该船目前在筹建阶段,将用于海上作业。其第一项工作是将海洋上的新建平台整体吊装固定,把工作年限期满的旧平台整体拆卸,吊放到拖船上,运回陆地,防止在海洋上拆解而污染海洋。第二项工作是在铺管船上完成海洋石油管道和天然气管道落料、加工、焊接、防腐处理、管段法兰对接、牵引入海定位,完成石油管道和天然气管道在大洋深处的铺设任务。其主尺度及其他性能参数介绍如下。

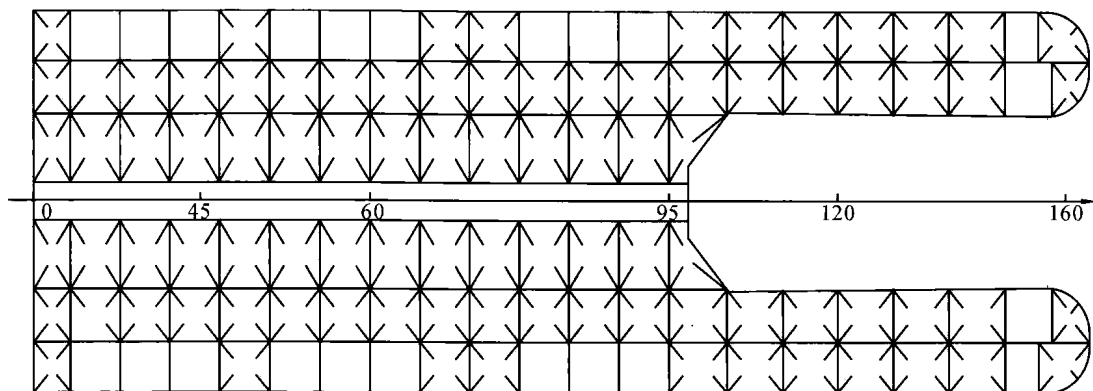


图 1-9 900 000 t 铺管船舱底简图

1. 主尺度

- | | |
|--|---|
| (1) 船长 $L_{oa}=375.0\text{ m}$; | (2) 垂线间长 $L_{pp}=360.0\text{ m}$; |
| (3) 船宽 $B=117\text{ m}$; | (4) 型深 $D=30\text{ m}$; |
| (5) 吃水 $d=27\text{ m}$; | (6) 凹槽长 $l=122\text{ m}$; |
| (7) 凹槽宽 $b=50\text{ m}$; | (8) 运输中排水量 $\Delta_r=349\ 000\text{ t}$; |
| (9) 最大排水量 $\Delta_{max}=896\ 000\text{ t}$; | (10) 运输中船自航速度 $v_s\approx 6\text{ kn}$ 。 |

2. 吊装、拆卸重物最大能力

- | | |
|------------------------------------|---|
| (1) 起升最大重量 $GW=28\ 000\text{ t}$; | (2) 起升高度 70 m 时限制重量 $G=3\ 000\text{ t}$ 。 |
|------------------------------------|---|

3. 锚机

- | | |
|---|-----------------|
| (1) 艏锚机 2 台, 锚链直径 162 mm; | (2) 艏锚每个重 55 t; |
| (3) 每个锚链长 550 m; | (4) 锚抓力 800 t; |
| (5) 艉锚缆绳绞车 1 台, 钢缆直径 77 mm, 钢缆长度 1 500 m, 重 7.5 t 的三角锚 1 个。 | |

4. 救生艇

- | |
|---|
| (1) 全封闭自动扶正电机驱动救生艇 10 艘, 每艘可容纳 120 人; |
| (2) 玻璃钢救助船 1 艘, 供 10 人乘坐; |
| (3) 充气式救生筏 10 艘, 每艘乘坐 25 人; |
| (4) 快速救助艇 2 艘, 每艘可救助 10 人, 艇上 3 人时喷水推进, 时速最低要求 30 kn。 |

5. 电站

(1) 有 4 个机舱, 安装了 9 台四冲程、中速(720 r/min)柴油发电机组: 3 号机舱装 3 台, 其他机舱各装 2 台。1 至 8 号机组, 每台柴油机功率为 11 200 kW, 各驱动一台 10 864 kW 发电机, 电压 11 kV, 频率 60 Hz。停泊发电机组, 柴油机功率为 5 040 kW, 驱动一台 4 870 kW 发电机, 电压 11 kV, 频率 60 Hz。9 台机组可并联运行, 但 7 台柴油机工作时应满足全船供电量

要求。

(2) 应急发电机组 1 台, 机组功率为 1 500 kW, 电压 440 V, 频率 60 Hz。

6. 推进器

用于动力定位的 12 个推进系统是一样的, 并由下列主要部分组成:

- (1) 带固定螺距螺旋桨的方位推进器;
- (2) 方位控制的液压动力单元和系统;
- (3) 专用的滑油系统;
- (4) 笼型异步电动机, 水冷;
- (5) 速度控制变频器, 水冷;
- (6) 双重网络界面型 DP(动力定位)系统;
- (7) 机旁操纵控制台;
- (8) 推进器系统电力系统的控制与检测;
- (9) 完整的 VMS(测速)域站;
- (10) 每台电动机功率为 6 000 kW;
- (11) 每小时 24 脉冲运转带双级绕组双供给变压器。

(四) 对我国船舶研究设计有重要影响的船舶系列

(1) 远洋航天测量船系列, 图 1-10 所示为“远望 3 号”远洋航天测量船, 该船是中国十大名船之一, 获国家科学技术进步特等奖。



图 1-10 “远望 3 号”远洋航天测量船

(2) 27 000 t 散货船系列, 图 1-11 所示为 27 000 t 散货船, 该船获国家科学技术进步一等奖。

(3) 新型电子侦察船系列, 图 1-12 所示为新型电子侦察船。

(4) 大型液化天然气运输(LNG)船系列, 图 1-13 所示为大型液化天然气运输船。

二、船舶推进装置

有自航能力船舶及海洋工程船的推进装置, 是指主动力发出一定功率, 经过传动设备和轴系带动螺旋桨, 推动船舶并保证船舶以一定航速前进, 同时能实现变速航行及倒车要求的一整套设备。

船舶推进装置是船舶动力装置中最重要的组成部分, 一般包括如下几个部分。



图 1-11 27 000 t 散货船



图 1-12 新型电子侦察船



图 1-13 大型液化天然气运输船

1. 主机

主机是指推动船舶航行的动力机,不同的船舶根据要求可设置一台或者数台主机,也可设置不同类型的主机。目前可供选用的主机有柴油机、汽轮机、燃气轮机等(在非自航船舶及海洋工程船或平台上,电站用柴油机亦称船舶主机)。