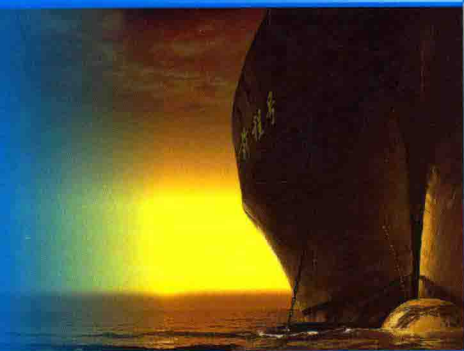
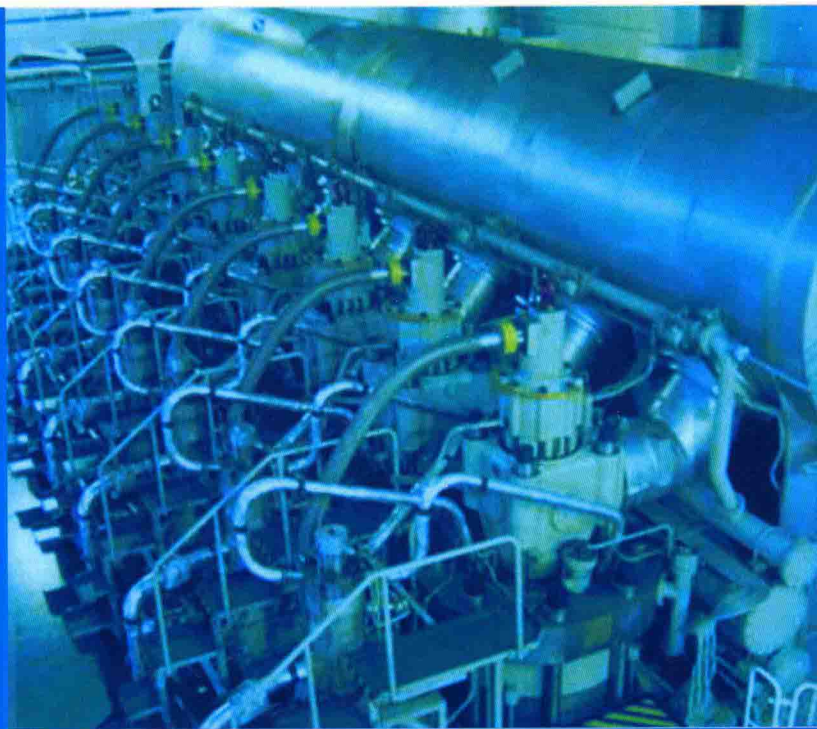




孙长飞 主编
吕奎 主审

轮机专业 认识实习



上海浦江教育出版社

轮机专业认识实习

孙长飞 主 编
吕 奎 主 审



上海浦江教育出版社

内 容 提 要

轮机专业认识实习是轮机工程技术专业学生学习专业课程之前的重要实践环节,它要求学生对船舶机舱设备、岗位工作环境及相应职责有大致地了解。本书针对海事职业技术学院学生课程实习时间短、专业知识相对薄弱、教学实习船条件有限等特点编写,目的是让学生在实习过程中,结合教材内容自学,并在教师的帮助下,完成学习目标,从而坚定专业思想,为今后的专业学习做好准备。

图书在版编目(CIP)数据

轮机专业认识实习/孙长飞主编. —上海:上海浦江教育出版社有限公司,2014.8

ISBN 978-7-81121-362-1

I. ①轮… II. ①孙… III. ①轮机—实习—高等职业教育—教材 IV. ①U676.4-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第190793号

上海浦江教育出版社出版

社址:上海市海港大道 1550 号上海海事大学校内 邮政编码:201306

电话:021-38284923(总编室) 38284910/12(发行) 38284910(传真)

上海图字印刷有限公司印装 上海浦江教育出版社发行

幅面尺寸:185 mm×260 mm 印张:7.75 字数:188 千字

2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑:倪项根 封面设计:赵宏义 责任校对:王 艳

定价:25.00 元

前 言

根据国家高等职业院校建设的精神,按照学院轮机工程技术专业人才培养模式改革和课证融通课程体系改革方案的要求,项目驱动,任务引领,提高学生的实际动手能力,提升学生的岗位核心竞争力,轮机工程学院组织编写了具有“项目驱动”“工学结合”“校企合作”和“理论与实践周期交替互动”特色的系列教材。

轮机专业认识实习是轮机工程技术专业学生学习专业课程之前的重要实践环节。它要求本专业学生对船舶机舱设备、岗位工作环境及相应职责有一个大致了解,坚定专业思想,为今后的专业学习做好准备。针对本课程实习时间短、学生基本无任何专业知识,加上教学实习船条件所限,我们编写了《轮机专业认识实习》一书,目的是让学生在实习过程中,结合教材内容自学,并在教师的帮助下,完成学习目标。

本书由江苏海事职业技术学院孙长飞主编,南京弘兆船务有限责任公司吕奎轮机长主审。其中项目一、项目六、项目七由孙长飞编写;项目二、项目四由张东方编写;项目三由梁恩胜编写;项目五由高超编写。全书由孙长飞统稿。

本书编写过程中得到江苏海事局、南京弘兆船务有限责任公司等单位的大力支持,有关专家对本教材的编写提出了许多有益的建议,在此表示感谢!

由于内容广泛,时间仓促,加上编者学识有限,书中难免有错误或不妥之处,敬请读者批评指正,感激之至。

编 者

2014年6月

目 录

项目一 船舶概况及舱室布置认知	1
模块1 船舶认知	2
模块2 船舶主要部位与舱室的布置认知	13
模块3 船舶主要技术参数认知	18
项目二 驾驶台及甲板机械设备认知	23
模块1 驾驶台及其设备	24
模块2 船舶甲板设备	29
项目三 主推进动力装置认知	37
模块1 船舶动力装置的认知	38
模块2 船舶柴油机动力装置的认知	41
模块3 船舶柴油机工作系统的认知	45
模块4 船舶推进装置及航速的认知	51
项目四 船舶辅机认知	55
模块1 船用泵	56
模块2 船用空气压缩机	63
模块3 船舶辅锅炉	65
模块4 船舶制淡装置	68
模块5 船舶防污染设备	70
模块6 制冷空调装置	72
模块7 船舶管系	74
项目五 船舶电力装置认知	81
模块1 船舶电力系统认知	82
模块2 发电机的并车与解列	90
模块3 船舶电气安全管理	92



项目六 轮机职责认知	95
模块1 船员配备及其岗位职责	96
模块2 轮机部船员值班制度与交接班制度	102
模块3 轮机部安全作业注意事项	105
项目七 船舶报警、消防与应急设备认知	111
模块1 船舶通信与报警系统	112
模块2 应变职责	114
模块3 机舱应急设备的认知	117

项目一

船舶概况及舱室布置认知

能力目标

使学员熟悉船舶的分类和发展历程,熟悉各类商船的特点,区分船舶的各种舱室,经训练后能够正确识别各类商船,形成对船舶的整体认知。

教学资源

各类船舶图片,模型4套。

教学组织

学员以班级为单位,分为4组,由1位实操教师进行集中讲解,然后分组讨论训练。

项目任务

1. 根据图片、模型正确识别各种商船;
2. 描述杂货船的基本特征;
3. 描述散货船的基本特征;
4. 描述集装箱船的基本特征;
5. 描述油船的基本特征;
6. 描述船舶各主要舱室。

评价指标

1. 正确识别各种图片、模型;
2. 对船舶概况与舱室布置描述准确,基本无误。

知识点

模块1 船舶认知

船舶是人类最早、最广泛使用的交通运输工具之一。千万年来,从原始的独木舟演变到如今大型、高速、远航、多用途及自动化的现代船舶,其中经历了数次重大的变革。机械动力装置的使用使船舶摆脱自然条件的束缚,增强动力,完善设施,提高可靠性和安全性;螺旋桨推进器的使用提高船舶的推进效率,提高航速;钢铁材料的使用和焊接技术的采用使船舶强度增大,提供向大型化发展的条件;近代电子技术的发展和电子设备的创新,使船舶向自动化方向迅速发展。

目前,人们已经能够广泛地使用各种类型的交通运输工具,如飞机、船舶、火车和汽车等,其中船舶被公认为是一种经济性好、运输量大的交通工具。随着全球经济的快速发展,当今世界贸易量的80%~90%要靠船舶运输。

凡从事水上运输旅客、货物及其他物资的船舶统称为运输船舶,或简称为商船。现代运输船舶的种类很多,用途十分广泛,分类的方法也很多,但大致上有以下几种区分方法:

- (1) 按航区分为无限航区、近洋航区、沿海航区、近岸航区船舶等。
- (2) 按动力设备分为内燃机船、蒸汽机船、核动力船等。
- (3) 按推进器型式分为螺旋桨船、明轮船、喷水推进船、喷气推进船、空气螺旋桨船等。
- (4) 按机舱位置分为舢机型船、艉机型船、舢艉机型船等。
- (5) 按造船材料分为钢船、木船、铝合金船、玻璃钢船、水泥船等。
- (6) 按货种(用途)分为干货船、液货船、客船、兼用船等。
- (7) 按装运方式分为散装船、集装箱船、滚装船、载驳船等。

最广泛采用的是按货种的区分法。目前的海洋运输船舶以钢质、内燃机驱动、螺旋桨推进为主要形式。近几十年来,为提高船速又发展了多种新型船舶,例如水翼船、气垫船、双体船等。

一、干货船

用于装载各种干货的船舶称为干货船。常见的有杂货船、集装箱船、滚装船、散货船、矿砂船、冷藏船、载驳船等。在干货船中,运木船、冷藏船、汽车运输船等又称为特种货船。

1. 杂货船

杂货船亦称普通货船,主要将各种机器设备、建材、日用百货包装成捆、成箱地装船运输。它是使用最广泛的一种运输船舶,见图1-1。杂货船有下列一些特征。

(1) 杂货船的载质量不可能很大,通常远洋杂货船总载质量约为1万~1.4万t,近洋为0.5万t左右,沿海为0.3万t以下。由于货源不足、货种杂、装卸速度慢、停港时间长,杂货船载质量过大会不经济。

(2) 为了理货方便,杂货船一般设有2~3层甲板。载质量为万吨级的杂货船,设有5~



6 个货舱。机舱位置多采用舢艖机型或艖机型。

(3) 杂货船一般都设有艏楼,在机舱的上部设有桥楼。

(4) 许多万吨级杂货船,因压载要求常设有深舱,深舱也可用来装载部分液货(如动、植物油等)。

(5) 杂货船一般都装有起货设备,多数以吊杆为主,也有的船装设液压旋转起货机(克令吊)。

(6) 大多数杂货船每个货舱一个舱口,但少数杂货船根据装卸货物的需要,采用双排舱。

(7) 不定期的杂货船一般为低速船,航速过高对于杂货船很不经济。远洋杂货船航速约为 14~18 kn,续航力为 1.2 万 n mile 以上;近洋杂货船的航速约为 13~15 kn;沿海杂货船的航速约为 11~13 kn。

(8) 杂货船一般都是一部主机、单螺旋桨、单舵。

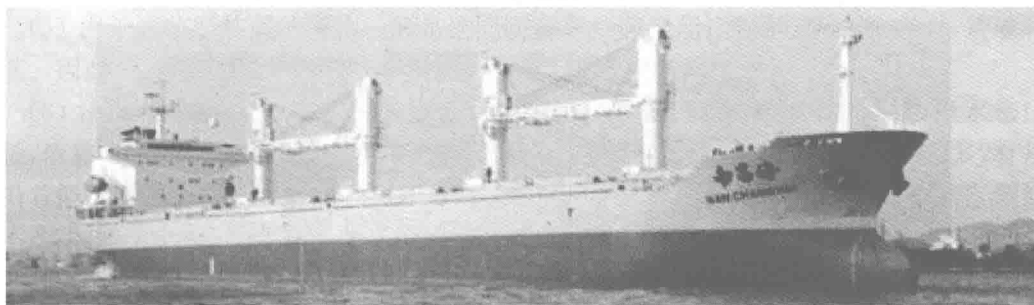
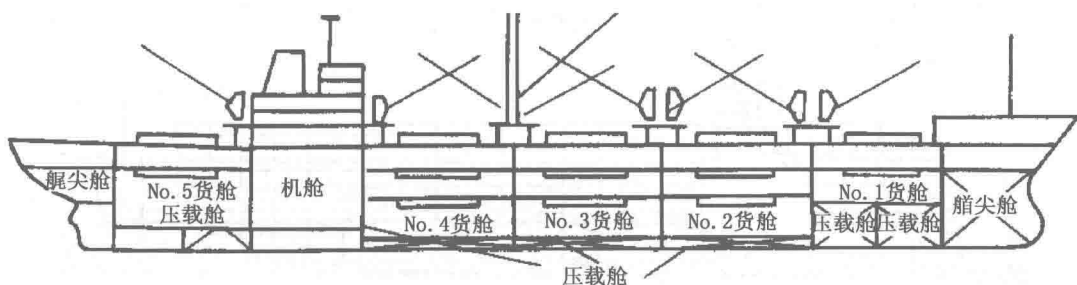


图 1-1 杂货船及其结构示意图

杂货船的主要缺点是:运载的各种杂货需要包装、捆绑才能装卸。装卸作业麻烦、时间长、劳动强度大、货易损、装卸效率低、货运周期长、成本高等。若把各种杂物预先装在统一规格的集装箱内,再装船运输,可以克服上述缺点。

2. 集装箱船

集装箱船是 20 世纪 50 年代后期发展起来的一种新型货船,是主要用来运输集装箱货物的船舶,见图 1-2。集装箱船可分为 3 种类型:①全集装箱船:这是一种专门装运集装箱、不装运其他货物的船。②半集装箱船:船长中部区域作为集装箱的专用货舱,而船的两端货舱装载杂货。③可变换的集装箱船:实际上是一种多用途船,这种船的货舱,根据需要可随时改变设施,既可装运集装箱,也可以装运其他普通杂货,以提高船舶的利用率。集装箱的



尺寸和质量大小、种类很多,目前按国际标准化组织(ISO)推荐的规格主要有 2 种型号:
①40 ft 集装箱:其长 $\times$ 高 $\times$ 宽为 40 ft $\times$ 8 ft $\times$ 8 ft(即 12.192 m $\times$ 2.438 m $\times$ 2.438 m);最大质量为 30.48 t。
②20 ft 集装箱:其长 $\times$ 高 $\times$ 宽为 20 ft $\times$ 8 ft $\times$ 8 ft(即 6.058 m $\times$ 2.438 m $\times$ 2.438 m);最大质量为 20.32 t。其中 20 ft 集装箱为标准箱(TEU),1 个 40 ft 集装箱相当于 2 个标准箱。有的集装箱自身带有制冷装置,用来运输冷冻食品,这种集装箱称为冷藏箱。

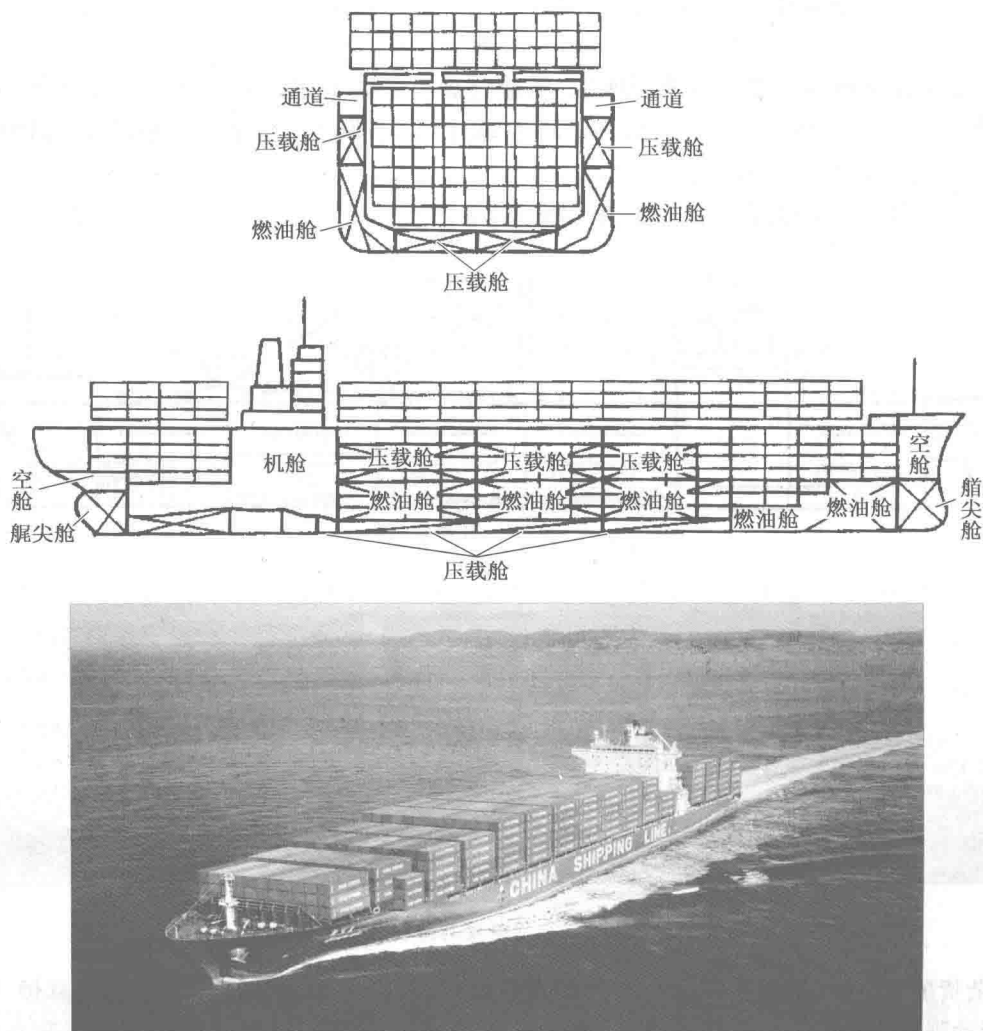


图 1-2 集装箱船及结构示意图

全集装箱船有下列主要特点:

(1) 由于集装箱是一个长方体,为了能充分地利用舱容,要求集装箱船的货舱尽可能方整,具有较大的型深。

(2) 在货舱内设置箱轨、柱子、水平桁材等,组成固定集装箱用的蜂窝状格栅。集装箱沿着导轨垂直放入格栅中,根据舱的大小可堆放 3~9 层同一规格的集装箱。在集装箱船的甲板上,一般设有固定集装箱用的专用设施,可堆放 2~4 层集装箱。



(3) 由于集装箱货物的特点,集装箱船都是单甲板船。舱口宽且长,一般设置 2~3 排舱口,舱口总宽度可达 70%~80%船宽,舱口长度为舱长的 75%~80%。甲板开口大,对船体需采取各种加强措施。

(4) 全集装箱船一般为双层船壳,可提高船体的抗扭强度,在 2 层船壳之间作为压载水舱。

(5) 除了使货舱尽可能地方整,以及便于在甲板上堆放集装箱,一般均采用艏机型或艉机型船。除个别集装箱船在船上装设集装箱的专用起货设备外,一般船上均不设起货设备,而是使用岸上的集装箱专用起吊设备。

(6) 集装箱船的主机功率大、船型较瘦、航速高,多数船为 2 台主机,双螺旋桨。

(7) 由于甲板上堆放集装箱,所以集装箱船的受风面积大,重心高度也大,对于船舶稳性、防摇、压载等一系列问题要采取相应的措施。

3. 滚装船

滚装船的货物装卸,不是从甲板上的货舱口垂直地吊进吊出,而是通过船舶首、尾或两舷的开口以及搭到码头上的跳板,用拖车或叉式装卸车把集装箱或货物连同带轮子的底盘,从船舱至码头拖进拖出。

滚装船的主要特征:

(1) 上甲板平整,无舷弧和梁拱,无起货设备和货舱口。

(2) 甲板面积大、层数多。装载小汽车的滚装船,甲板层数可达 10 层以上。

(3) 主甲板以下设有双层船壳,2 层船壳之间作为压载舱。

(4) 各层甲板上设有内跳板或升降平台,用来安装货物或供货车通行。

(5) 由于滚装船装载的货物一般是连同底盘车一起装船运输的,所占舱容大,货舱利用率低。因此,滚装船通常型深较大,水线以上的受风面积也大。

(6) 滚装船在艏部、艉部或两舷侧设有开口,但多数在船尾设有开口,并装设水密门和跳板,依靠机械机构或电动液压机构进行开闭和收放,见图 1-3。跳板的型式很多,有从艉部沿着船舶纵向中心线方向直升出船外的,称为艉直跳板。该式结构简单、质量轻,装卸货时不产生横倾,但要求船舶停靠突堤码头。艉斜跳板:是向船的一舷侧方向偏斜 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 角,因此要求船舶只能用一舷停靠码头。艉旋转跳板:跳板可以向船的两舷侧方向旋转或伸直,操作灵活方便,但结构复杂,质量大。

(7) 由于滚装船用拖车开进开出装卸货物,跳板与码头的坡度不能太大,所以要求船舶吃水在装卸货物的过程中变化不得很大。因此,必须用压载来调节吃水、纵横倾和稳性等,压载质量与载质量之比一般在 0.4~0.6 以上。

(8) 滚装船大多数装有艏部侧推力装置,以改善靠离码头的操纵性。

(9) 滚装船航速高,远洋滚装船的航速一般在 20~30 kn。

(10) 滚装船多数为艉机型,船型较瘦。

滚装船的主要优点是:不需要起货设备,货物在港口不需要转载就可以直接拖运至收货地点,缩短货物的周转时间,减小货损。

滚装船的主要缺点是:货舱的利用率比一般杂货船低,造价高;航行安全性问题解决相对困难;设在艉部的机舱体积小,工作条件差,尚待进一步解决。

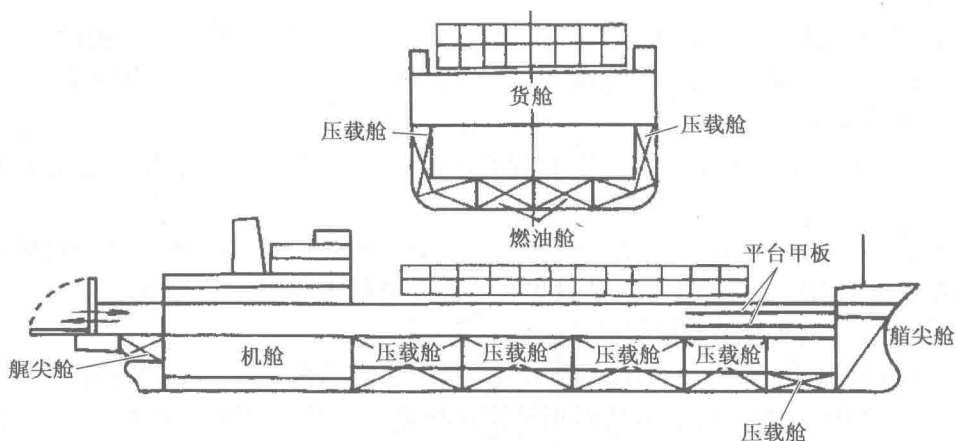


图 1-3 滚装船及结构示意图

4. 载驳船

载驳船是一种运送载货驳船的运输船舶。货物或集装箱装载在规格统一的驳船上,载驳船装运驳船航行,到目的港后卸下货驳,再由拖船将货驳分别拖向内河目的地,而母船可立即装载已载货的驳船另行驶向新的目的港,故载驳船又名子母船。

载驳船可完全不需要码头,但停泊水域必须广阔而不受风浪影响,并需配备有多个供周转的驳船队,其投资较大,故未能获得迅速发展,在使用上远不及集装箱船和滚装船那样广泛。

5. 散货船与矿砂船

散装运输谷物、煤、矿砂、盐、水泥等大宗干散货物的船舶都可以称为干散货船,或简称散货船。这些货物不需要包装成捆、成包、成箱装载运输,但是,由于谷物、煤和矿砂等的积载因数(每吨货物所占的体积)相差很大,所要求的货舱容积的大小、船体的结构、布置等诸方面有所不同。因此,一般习惯上仅把装载粮食、煤等货物积载因数相近的船舶称为散装货船,而装载积载因数较小的矿砂等货物的船舶称为矿砂船,见图 1-4。

散货船有下列一些主要特征:

(1) 散货船的货舱容积主要是按积载因数大致为 $1.20 \sim 1.60 \text{ m}^3/\text{t}$ 的货物如小麦、玉米、大豆、煤等为主要对象设计的;而矿砂船则是按积载因数为 $0.42 \sim 0.50 \text{ m}^3/\text{t}$ 的矿砂货

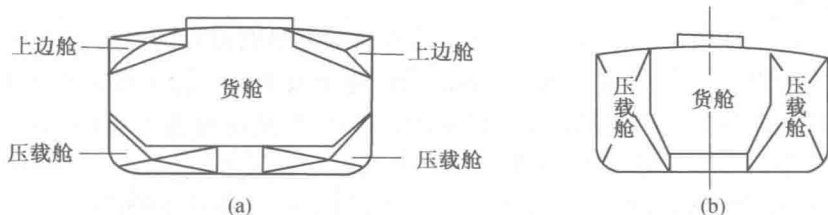


图 1-4 散货船与矿砂船中横剖面图

物设计的。

(2) 由于粮食、煤等散货的货源充足,装卸效率高,所以散货船的载质量较大。但是由于受到港口、航道等吃水的限制,以及世界经济形势的影响,散货船载质量的大小通常分为如下几个级别:①总载质量为 6 万吨级,通常称为巴拿马型。这是一种巴拿马运河所允许通过的最大船型,见图 1-5。②总载质量为 3.5~4 万吨级,称为轻便型散货船,见图 1-6。③总载质量为 2~2.7 万吨级,称为小型散货船。



图 1-5 巴拿马型散货船

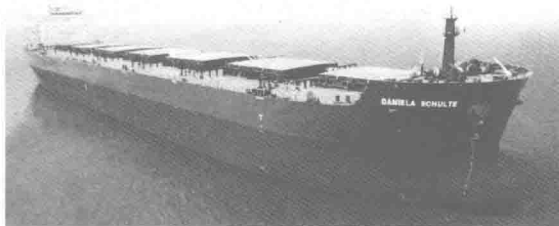


图 1-6 轻便型散货船

(3) 因为干散货船的货种单一,不怕挤压,便于装卸,所以都是单甲板船。

(4) 散货船都采用艏机型,船型肥大,机舱布置在艏部无困难。

(5) 散货船的货舱内,在舷侧的上、下角处设有上、下边舱。由于船舶在航行中谷物等货物会下沉和横向移动,对于船舶的横倾和稳性会产生不利的影响,上边舱可以减小谷物的横向移动,上边舱底部的斜板与水平面大约成 30° 角。下边舱是内底板在两舷边处向上升高而形成的,目的是使舱底货物能自然地流向舱中心部位,以便于卸货。

(6) 散货船一般都是单向运输一种货物,而船型又肥大,空载时双层底舱和上下边舱全部装满压载水,还达不到吃水要求。因此,往往还另外用 1~2 个货舱作为压载舱。

(7) 总载质量在 4 万吨级以下的散货船,一般船上都装设有起货设备,且大部分采用液压旋转吊。而总载质量在 5 万吨级以上的散货船,很多船上不装起货设备。

(8) 散货船的货舱口大,舱口围板高。高的舱口围板可起着添注漏斗的作用。

(9) 散货船也可以用来装载积载因数较小的矿砂等货物,但是由于矿砂的密度大,占的舱容小,船的重心过低。所以当装载矿砂时都是隔舱装货,这样可以提高船的重心。但是,这种散货船在设计上必须满足强度要求,并在装载计算书上予以注明。

(10) 散货船通常船速较低。设计船速在 14~15 kn。

矿砂船是散货船的一种。载质量较大,通常在 10 多万 t,属于重结构低速船。



6. 冷藏船

冷藏船是用于运输鱼、肉、禽、蛋、水果等冷冻食品和易腐鲜货的专用船舶。

通常受货源限制,总载质量不大,大多是数百吨至数千吨。为了提高冷藏船的利用率,目前常设计成能兼载集装箱和其他杂货的多用途冷藏船,吨位可达2万t左右。

冷藏船船型与一般货船相仿,其主要特点如下:

(1) 冷藏船的货舱(冷藏舱)常分成若干小舱,每个舱室都独立构成一个封闭的绝缘载货空间,以满足不同货种的温度要求。

(2) 冷藏舱的上、下甲板间或甲板与舱底之间高度较小,以防货物堆积过高而压损货物。

(3) 冷藏舱舱壁与门、盖都要求气密,并覆盖良好的绝缘材料,如泡沫塑料、铝箔等,使相邻货舱相互不影响或不感染。

(4) 船上有制冷机组,它包括电动机、压缩机、冷凝器及管系等。当采用多级制冷时还包括冷却器、冷风机等。货舱温度范围为 $-25^{\circ}\text{C}\sim+15^{\circ}\text{C}$,根据不同货种而选用适宜的温度。

(5) 冷藏船一般航速较高,近来设计的万吨级多用途冷藏船的航速均在20kn以上。

(6) 由于冷藏船的装卸效率和速度远不及集装箱船,所以冷藏货物用冷藏箱运输更为便捷。

目前冷藏运输主要通过冷藏集装箱完成。

二、液货船

民用运输船舶除运输上述杂货、散货等干货外,尚有一部分专门用以运输液态货物的液货船。随着世界经济的快速发展和对能源的巨大需求,这类船舶在现代商船中占有很大比例。液货船主要包括油船、液化气船和液体化学品船等三类。油船又可分为原油船和成品油船两种;液化气船则包括液化石油气船和液化天然气船两种;液体化学品船用以专门运输各种不同的液体化学品,如酸、醇、苯等。

1. 油船

通常所称的油船,多数是指运输原油的船,见图1-7。油船有下列一些主要特征:

(1) 载质量大。由于石油货源充足,装卸速度快,所以油船可以建造得很大。近海油船的总载质量通常为3万t左右,近洋油船为6万t左右。远洋的大油船为20万t左右,超级油船为30万t以上。最大的油船达到55万t。油船的载质量越大,运输成本越低,但是太大的油船要受到航道和港口的吃水限制。

(2) 大型油船与其他货船相比,船型较肥,这主要是考虑到船舶造价、空船压载吃水要求及总纵强度等原因。

(3) 油船都是艉机型船,机舱、锅炉舱布置在船尾部,使货油舱连接成一个整体,无须布置轴隧,减小艉轴长度,增加货舱容积,对于防火、防爆、油密等都十分有利。

(4) 油船通常是单甲板,单底结构。因为货舱范围内破损后,货油浮在水面上,舱内不至于大量进水,故油船除在机舱区域内设置双层底外,货油舱区域一般不设置双层底。但是,油船一旦发生海损事故往往会造成严重的海上油污染,所以近年来新建的原油船,要求必须设置双层底和双层船壳,并配备惰性气体保护系统,以增加运输的安全性,对于船长大

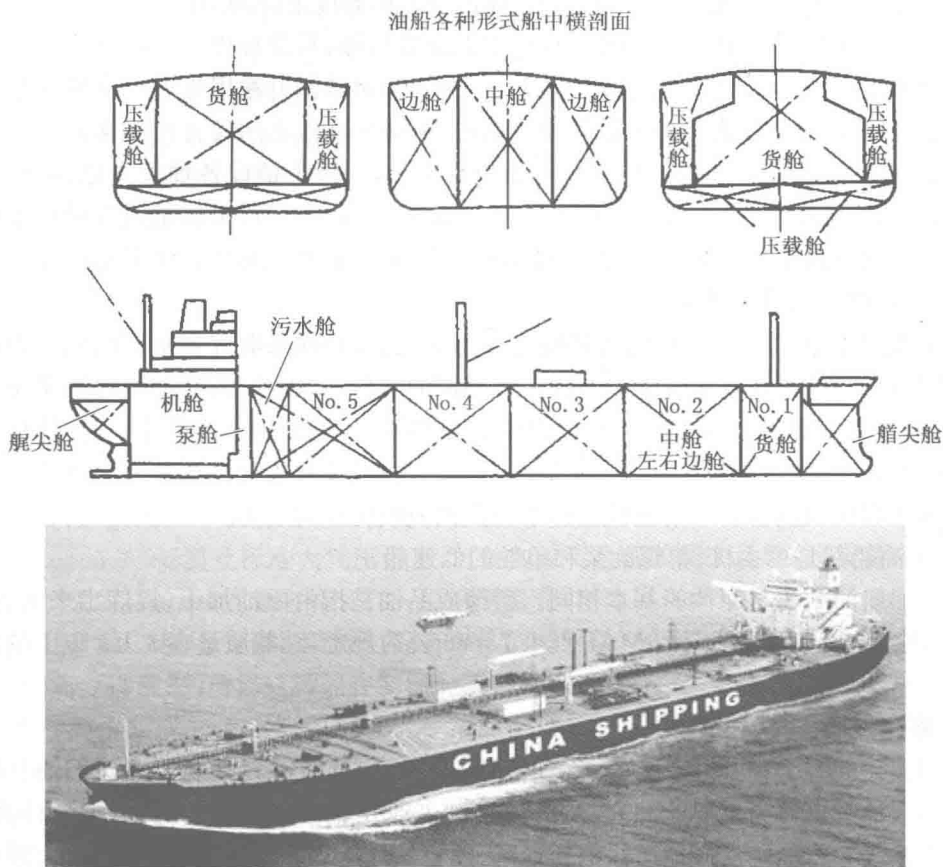


图 1-7 油船及结构示意

于 90 m 的油船,通常要求在货油舱内设置 2 道纵向连续的纵舱壁,目的是减小自由液面的影响及液体的摇荡,并可增加纵向强度。

(5) 设隔离空舱。为了防止油类的渗漏和防火防爆,在货油舱的后端设有隔离舱,与机舱、居住舱室等隔开。

(6) 设干货舱。由于艏机型船满载时艏部轻、重心前移、发生艏倾。为了调整纵倾,许多油船在艏尖舱之后设置一个空舱,舱内可以装载一点零星干货,故称为干货舱。

(7) 设压载舱。由于油船船型较肥,为了保证空载时必要的吃水和稳性,需要装载大量的压载水,压载舱约占货舱容积的 30%,有的高达 50%。过去油船的压载都是用一部分货油舱装压载水的,当压载水排放时会造成海洋油污染。MARPOL 73/78 公约规定,载质量为 2 万 t 以上的原油油船,均应设有专用的压载舱。

(8) 设污水舱。MAPROL 73/78 公约规定,船舶排放含油污水浓度不得超过 15 ppm。因此,清洗油舱的污水,要先集中在污水舱内再经过油水分离,达到防污要求方可排放。

(9) 设货油泵舱。货油泵舱是专门用来布置货油泵的舱。油船在装油时都使用岸上的泵,但在卸油时用船上的货油泵。为了防火,驱动货油泵的电动机或柴油机不能安装在泵舱中,应设在邻近的机舱或专用舱内,传动轴可穿过防火舱壁与泵相连。蒸汽动力的原动机可装在泵舱内。



(10) 设舱底加温管系。其目的是防止舱内货油因温度下降而凝固。

(11) 上层建筑。现代油船一般不在船中部设置桥楼,只设艏楼。起居处所等不允许布置在上甲板下面,必须位于上层建筑内,或位于货油舱以外的开敞甲板上的甲板室内。

(12) 步桥和通道设置。船的艏部设置艏楼,艏楼和艏楼之间设置与艏楼同样高度的步桥,亦称天桥。其作用是:因油船干舷低,甲板易上浪,甲板上铺设各种管系也多,在甲板上行走不安全,且易引起火灾,故在步桥上通行方便安全。步桥下面可以铺设各种管系和电缆等。大型油船可以不设置艏楼,也有不设步桥而是在甲板的下面从艏楼至船首设置一条封闭的通道,在通道内可铺设管路和电缆。

(13) 防火设施。油船上的防火是极为重要的大事,必须采取许多防火措施。如设置吸烟室,不准随处吸烟;在可能发生相互碰击和摩擦的部位,如舱口盖接触舱口处、步桥的伸缩接头处、吊杆与支架相接触的部位等,都用有色金属制成,避免因碰击产生火花;货油舱口的观察孔设有防火网,各种排气管、排烟管、通风管的出口,装有火星熄灭器或防火装置。各种甲板机械如锚机、起货机、系泊机械等都采用蒸汽或液压作为动力。

(14) 油船都是单主机、单螺旋桨和单舵的低速船。

成品油船的结构与原油船基本相同。所谓成品油是指由原油加工、提炼出来的各种油,如汽油、煤油、柴油、燃料油等。MAPROL 73/78 公约规定,总载质量在 3 万 t 以上的成品油船,需要设置专用压载舱。

2. 液化气船

所谓液化气有 2 种,即液化天然气和液化石油气。目前世界常规能源除石油、煤炭外,天然气和石油气也作为主要能源之一,广泛用于工业及城市民用方面,其需求量日益增加。为了把天然气和石油气从产地运往消耗地区,须将气体冷却和压缩成为液体,大大减小其体积,以便装载在船内运输。这种专用船即称为液化气船。液化气船是 20 世纪 60 年代后逐步发展起来的,目前全世界已形成一支数量可观的液化气船船队,见图 1-8。

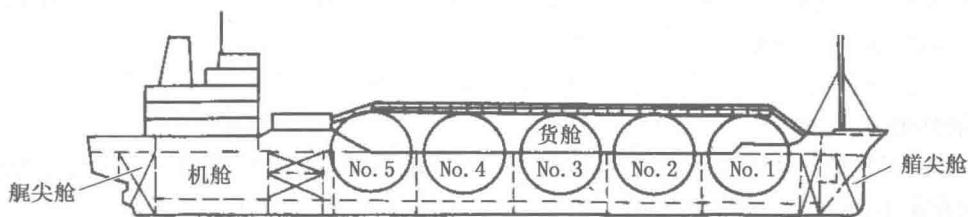


图 1-8 液化气船及结构示意图



由于天然气和石油气的物理性能不同,故液化时的压力和温度也有所不同,就使得这2种液化气的运输方式也不同。运输液化天然气船的英文缩写为LNG;运输液化石油气船的缩略语为LPG。液化气船载运液化气的方法,一般有罐式和膜式2种。罐式是在船舱中安装几个巨大的高压钢罐,钢罐可造成柱型、球型或筒型以便承受压力,材料为高强度钢。膜式是把船体货舱造成双层结构,船体内壳就是承载液货的壳,在液货舱里有一层镍合金薄板制成的膜,它可以承受极低温度而不至于脆裂,但它不能承受压力,液化的载荷通过膜壁和绝缘材料传递到船体上。在货舱内外壳之间还设有绝热层以使货舱内保持低温。绝热层一般用聚氯乙烯及玻璃纤维等材料制成。

天然气是埋藏在地下的可燃性气体,主要成分是甲烷,其中尚含有乙烷、丙烷及石蜡等成分,液化时须将这些成分分离出去,只留下高热值的甲烷。甲烷的液化临界点是4.864 MPa或 -80°C 。4.864 MPa是很高的压力,在储存运输时必须采用很坚固的容器,非常笨重不利于运输。为了避免高压,一般采用超低温,即在 -161.5°C 时,天然气在正常压力下即能液化,所以不必使用高压容器,而只要有优良的绝热层以保持低温即可。液化天然气在 -161.5°C 低温及标准大气压力下,可装在镍合金薄膜袋中运输,膜袋装在用铝合金或镍合金制成的货舱中,货舱之外又有一层钢制船壳,在2层之间设有绝缘层。这种装置的主要风险是泄漏。因为一旦发生泄漏,除有爆炸的危险外,如 -161.5°C 低温气流接触钢板外壳,钢材将立即脆裂,所以这种船在制造时工艺要求很高。

石油气的主要成分为丙烷和丁烷。在常温下,丙烷的液化压力为4.116 MPa,丁烷为3.675 MPa;而在标准大气压力下,丙烷的液化温度为 -42.2°C ,丁烷为 -0.5°C 。因此,石油气的液化相对天然气要容易。液化时可采用加压和冷却,用压力容器装载。所以在这种液化气船上可看到有几个巨大的压力罐,在压力罐外再衬以绝热防护材料。

3. 液体化学品船

液体化学品一般都具有易燃、易挥发、腐蚀性强等特性,有的还有毒性。因此对运输液体化学品的船舶在防止渗漏、防腐蚀、防火、防爆等各方面必须要特别予以注意。又由于液体化学品品种繁多,往往要同船运输,所以液体化学品船货舱的特点之一就是分舱多、货泵多,以便同时运输多种化学品,并且各有自己的专用货泵,不能混用,见图1-9。

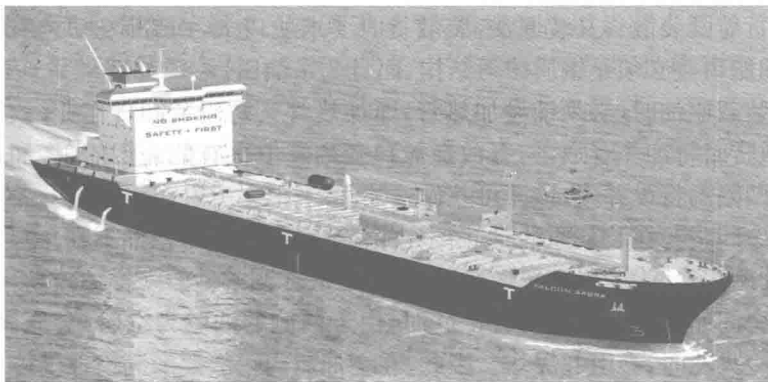


图1-9 液体化学品船

根据所运货物的特性,液体化学品船在设计与布置上可分为下列几种类型: