



高等学校统编教材

符合 STCW 公约要求
航海类专业教学指导委员会推荐
交通部教育司审定
中华人民共和国港务监督局认可

船舶结构与设备

夏国忠 主编

陈君义 主审



大连海事大学出版社

前 言

本书为航海类大专院校统编教材,是按照大学本科教学大纲的要求而编写的。

本书是海洋船舶驾驶专业的主要专业课程之用书,内容有船艺的基本知识与基本技能,具有知识面广、实践性强的特点,体现了理论与实际相结合的原则。

本书由夏国忠教授主编,陈君义教授主审。其中第一篇、第二篇第一章和第二章由于洋编写,第二篇第三章和第四章由马加法编写,第三篇由夏国忠编写,第四篇由郭子瑞编写。全书由夏国忠统稿。大连海事大学海达船务公司贾新传船长提出许多宝贵意见,深表谢忱。

本书在编写过程中参考了许多同类教材,并作为参考文献将其目录列于最后,同时在每章的最后列出若干思考与复习题。全书力求理论正确,概念清楚,文字通顺,简明实用。由于编者水平有限,不足和错误之处请予指正。

编者

1997年9月

目 录

第一篇 船舶种类与船体结构

第一章 船舶常识.....	(1)
第一节 船舶种类.....	(1)
第二节 船舶各部位名称	(11)
思考与复习题	(13)
第二章 船体结构	(14)
第一节 船体受力与船体强度	(14)
第二节 船体结构用钢及其连接方法	(16)
第三节 船体结构的形式	(18)
第四节 外板与甲板板	(20)
第五节 船底结构	(21)
第六节 甲板结构	(26)
第七节 舷侧结构	(29)
第八节 舱壁结构	(31)
第九节 首尾结构	(34)
第十节 船舶管系	(38)
第十一节 油船货运管系	(44)
第十二节 船图识读	(50)
思考与复习题	(56)

第二篇 甲板设备

第一章 锚设备	(58)
第一节 锚	(58)
第二节 锚链	(62)
第三节 锚机与附属设备	(65)
第四节 锚泊作业	(69)
第五节 锚设备的检查保养	(74)
思考与复习题	(75)
第二章 系泊设备	(77)
第一节 系船缆	(77)

第二节	系缆装置	(79)
第三节	系离码头作业	(83)
第四节	系离浮筒作业	(86)
第五节	系泊设备的维修保养与安全使用	(88)
	思考与复习题	(89)
第三章	舵设备	(90)
第一节	舵设备的作用及组成	(90)
第二节	舵力转船力矩及极限舵角	(90)
第三节	舵的类型和结构	(91)
第四节	操舵装置	(96)
第五节	操舵装置的控制系統	(100)
第六节	自动舵	(103)
第七节	自适应自动舵	(107)
第八节	航迹舵	(109)
第九节	操舵要领及注意事项	(111)
第十节	舵设备的检查、保养与试验	(112)
	思考与复习题	(114)
第四章	装卸设备	(115)
第一节	起重机	(115)
第二节	吊杆	(118)
第三节	起货设备的绳索、索具强度要求和安全系数	(134)
第四节	起货设备的试验和检查保养	(136)
第五节	货舱盖	(138)
	思考与复习题	(140)

第三篇 船舶安全工作

第一章	船舶消防	(142)
第一节	燃烧基础知识	(142)
第二节	火灾种类及灭火剂	(146)
第三节	船舶消防管理	(150)
第四节	失火报警设备	(153)
第五节	消防用具及其配备	(156)
第六节	固定式灭火系统	(162)
第七节	油船防火防爆	(168)
	思考与复习题	(172)
第二章	船舶救生	(174)
第一节	救生设备的配备和要求	(174)
第二节	救生艇	(176)

第三节 吊艇架与其它降落装置·····	(183)
第四节 气胀式救生筏·····	(185)
第五节 救助艇·····	(189)
第六节 其他救生设备·····	(190)
第七节 无线电救生设备·····	(194)
思考与复习题·····	(197)
第三章 应变部署和演习·····	(198)
第一节 应变部署表的编制·····	(198)
第二节 应变信号·····	(198)
第三节 应变演习·····	(199)
第四节 防火控制图·····	(200)
思考与复习题·····	(200)

第四篇 船舶检验与修理

第一章 船舶检验·····	(201)
第一节 初次检验·····	(201)
第二节 保持入级检验·····	(204)
第三节 船舶法定检验·····	(206)
第四节 船舶法定证书和国际公约·····	(208)
思考与复习题·····	(211)
第二章 船舶修理·····	(212)
第一节 修船的种类·····	(212)
第二节 甲板部修船范围·····	(213)
第三节 修船的组织 and 准备·····	(213)
第四节 修理工程的验收和检验·····	(216)
第五节 船舶修理单·····	(218)
思考与复习题·····	(220)
参考文献·····	(221)

第一篇 船舶种类与船体结构

第一章 船舶常识

第一节 船舶种类

船舶是人们从事水上运输和水工作业的主要工具,其数目庞大,种类繁多。按船体材料分,有木船、钢船、水泥船和玻璃钢船等;按航行区域分,有远洋船、近海船、沿海船和内河船等;按动力装置分,有蒸汽机船、内燃机船、汽轮机船、电动船和核动力船等;按推进方式分,有明轮船、螺旋桨船、平旋推进器船和风帆助航船等;按航行方式分,有自航船和非自航船;按航行状态分,有排水型船和非排水型船。

以下按船舶的用途进行分类。

一、海洋运输船舶

1. 客船(passenger ship)

是用于运送旅客及其携带行李的船舶。对兼运少量货物的客船也称客货船。由于客船多为定期定线航行,故又称客班船。在洲际航空广为发展以前,国际间的邮政业务主要靠远洋客船承担,所以这种船又称为邮船。在 SOLAS 公约(即国际海上人命安全公约)中规定,凡载客超过 12 人者均视为客船。

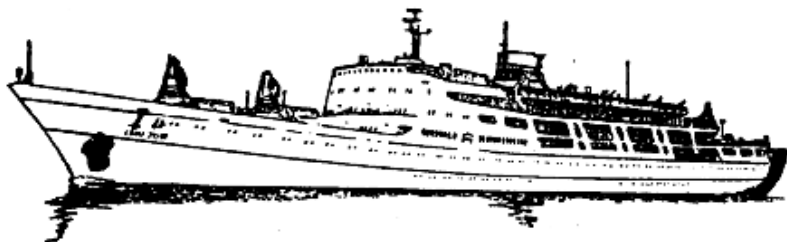


图 1-1-1 客船

客船的外形如图 1-1-1 所示。其特点是具有良好的航海性能,安全设备与生活设施齐全,上层建筑高大,航速较高(多数在 20 kn 左右)。有的短途客船采用水翼艇(hydrofil craft)和气囊船(hover craft),航速一般在 40 kn 以上,如图 1-1-2 和图 1-1-3 所示。

客船在西方国家曾有过辉煌的历史。但近 40 年来,客船尤其是大型客船,受到航空客运的巨大冲击,而逐渐向旅游方面过渡。与此相反,我国水上客运在近 20 年来发展迅速。据有关资料称,中国目前拥有世界上最大的客船船队。

2. 杂货船(general cargo ship)

又称普通货船,是最早出现的,也是目前最基本的一种货船,主要装运各种成捆、成包、成箱和桶装的杂件货。

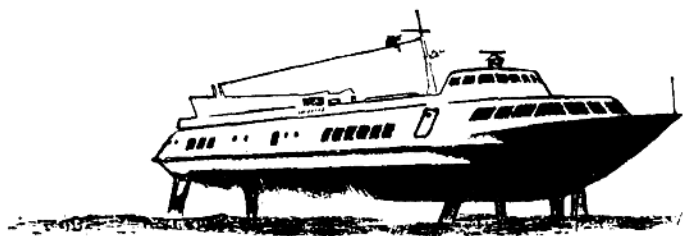


图 1-1-2 水翼艇

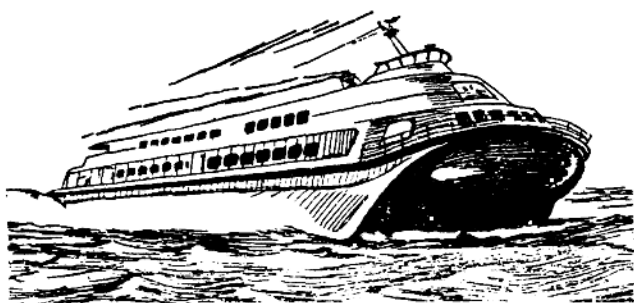


图 1-1-3 气垫船(侧壁式)

杂货船的外形如图 1-1-4 所示。其货舱一般分为上下两层或多层,以防底部货物被压损。舱口上通常设有 3 t~5 t 的起货设备,有的在个别舱口上还设有数十吨以上的大型起货设备。杂货船的优点是对货物种类与码头条件的适应性较强。其最大的缺点是受到装卸效率不高的限制,再加上杂件货的批量一般不大,故这类船的载重吨数始终徘徊在 2 万吨以内。

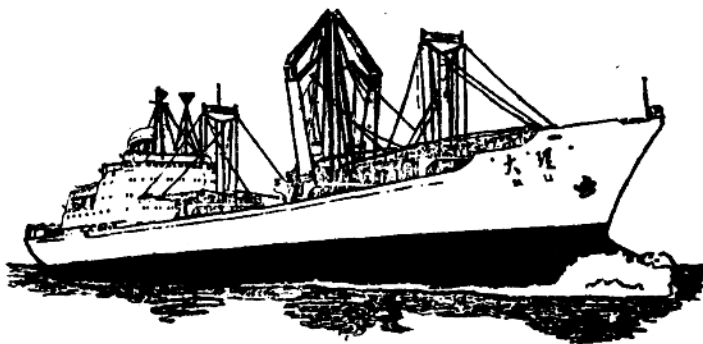


图 1-1-4 万吨级杂货船

3. 散货船(bulk carrier)

是专门装运谷物、煤炭、矿砂等大宗散货的船舶。这类船舶多为尾机型单甲板船,舱口也较大,并且多不配起货设备,如图 1-1-5 所示。

根据货种和结构形式的不同,散货船大体可分为以下几种:

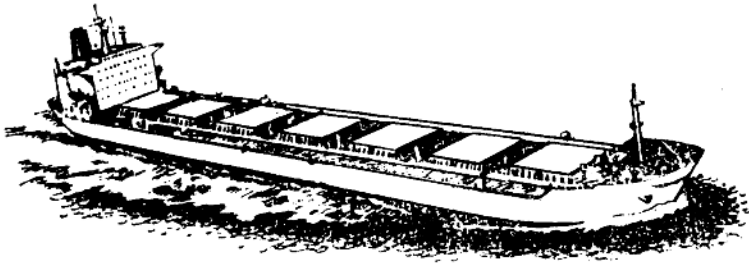


图 1-1-5 散货船

1) 通用型散货船: 是指装运谷物、煤炭等普通散货的船舶。其中专运散装谷物的称为散粮船(bulk grain carrier), 专运煤炭的称为运煤船(coal carrier)。这类船时常为单程运输, 因而需要较多的压载舱, 有时还需要选定某一货舱在空载时兼作压载舱。其货舱的典型特征如图 1-1-6(a) 所示。

2) 矿砂船(ore carrier): 是专运矿砂的散货船。矿砂的比重大, 所需的舱容小, 为了提高船舶重心以减小横摇频率, 双层底设置得较高, 如图 1-1-6(b) 所示。

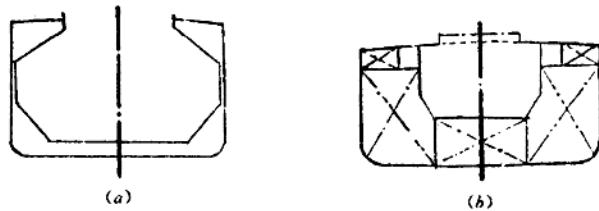


图 1-1-6 散货船货舱的典型特征

(a) 通用型散货船; (b) 矿砂船

3) 自卸式散货船: 是一种采用自卸系统的散货船。其货舱底部呈 W 形, 下面尖顶部位有开口, 可将货物漏到下面的纵向传动皮带上, 再经垂直提升机和悬臂运输皮带输送到码头上, 如图 1-1-7 所示。这种船不仅显著地缩减了停港时间, 而且对码头要求不高, 对需要中转的航线, 也可避免码头的再装卸。

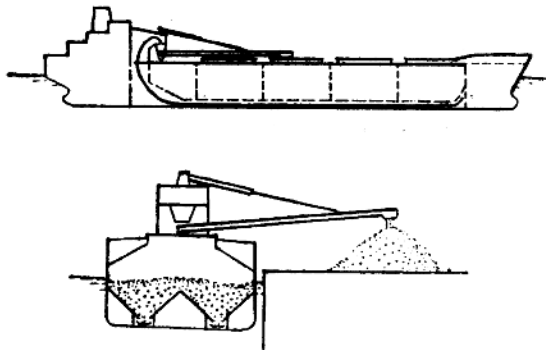


图 1-1-7 自卸式散货船示意图

散货船在战后发展很快,目前总吨数已占货船总吨数的30%以上,居第二位,其中单船最大载重量已近40万吨。我国近年来建造了数艘15万吨级出口散货船,标志着我国船舶工业又上了一个新台阶。

4. 木材船(timber carrier)

是专运木材的船舶。其船型与散货船相近。由于木材的比重小,体积大,有一部分要装在甲板上,因此在甲板两舷设有支柱以拦护木材,如图1-1-8所示。

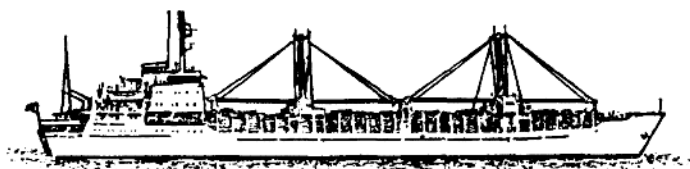


图 1-1-8 木材船

目前世界上几个木材进出口大国都拥有现代化的远洋木材船队,其他航运国家多采用由旧船改造而成的木材船,运输效率不高。

5. 集装箱船(container ship)

是指以装运集装箱货物为主的船舶。事先将货物装入集装箱内,再把集装箱装上船。这种运输方式的优点是装卸效率高,能减少货损货差。

集装箱船基本上可以分为全集装箱船和半集装箱船两大类。全集装箱船的货舱和甲板均能装载集装箱。货舱内设有格栅式货架,以利货箱的固定。其甲板和货舱盖是平直的,上面可以装2层~4层集装箱,如图1-1-9所示。这类船适合于货源充足的航线。通常船上不设起货设备,而利用码头上的专用设备装卸。半集装箱船因货源不稳定而在部分货舱装运集装箱,其他货舱装运杂货或散货。船上通常设有起货设备。

集装箱船的货舱口很大,为了保证船体强度,采用双层船壳。由于装卸效率高,经济航速也较高,多在20 kn以上。

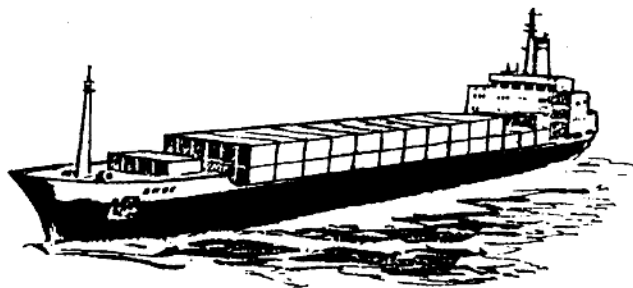


图 1-1-9 集装箱船

集装箱船的出现尽管不到40年,但是发展很快。目前的第五代集装箱船可载标准箱5 000 TEU以上。至1996年,已有可载6 000 TEU的集装箱船投入营运。

6. 滚装船(roll on/roll off ship, 缩写 Ro-Ro)

是一种采用水平装卸方式的船舶。它装运的货物主要是汽车和集装箱。装卸时,在船的尾

部、舷侧或首部,有跳板放到码头上,汽车或拖车通过跳板开上开下,实现货物的装卸。故滚装船又称开上开下船或滚上滚下船,如图 1-1-10 所示。

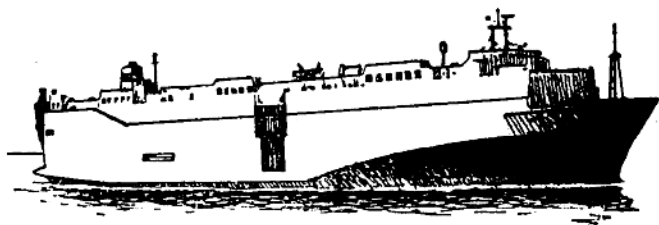


图 1-1-10 滚装船

滚装船的上层建筑高大,最上层的露天甲板平坦,无起货设备。货舱内设有纵通甲板,汽车或拖车可以通过坡道或升降平台进入上、下层舱内。滚装船对码头要求低,装卸效率高,船速较快。但舱容利用率低,造价高。

滚装船最早出现于 50 年代末。目前,全世界大小滚装船近 1 000 艘,主要为发达国家所拥有。从 1996 年订造和正在建造的情况看,滚装船在向大型化发展。

7. 载驳船(barge carrier)

又叫母子船。先将货物装在规格相同的小驳船里,再将这些驳船装到母船上一起运输,如图 1-1-11 所示。

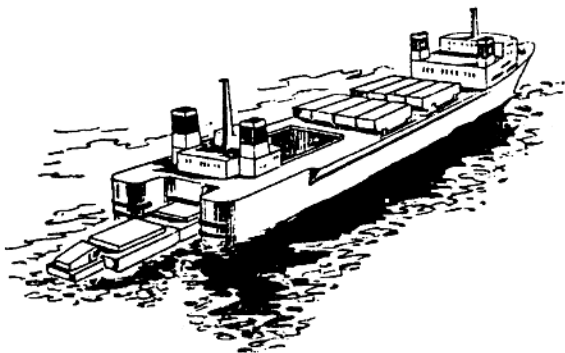


图 1-1-11 载驳船

载驳船的发展大体上分为三个阶段:第一阶段是 60 年代末建造的 LASH(lighter aboard ship)型载驳船,驳船靠母船尾部的龙门吊装卸;第二阶段是 sea-bee 型载驳船,驳船由母船尾部的升降平台从水中托起,再由输送机运到舱内;第三阶段是以浮船坞原理进行装卸的 Baco 型载驳船,驳船靠拖船即可直接浮进浮出。从船型上看,除上述三种外,还有依内河或港湾条件而专门设计的船型。

载驳船的装卸效率高,为普通货船的 30 倍以上。其运费低,不需要码头,非常适合海、河联运。但载驳船运输还存在许多实际问题,目前总的来说发展缓慢。

8. 冷藏船(refrigerated cargo ship)

是运送肉、蛋、水果等易腐货物的专用船。其船舶与杂货船相近,如图 1-1-12 所示。但货舱具有良好的隔热功能,并配有制冷装置。由于受货源批量的限制,冷藏船的吨位一般在万吨以

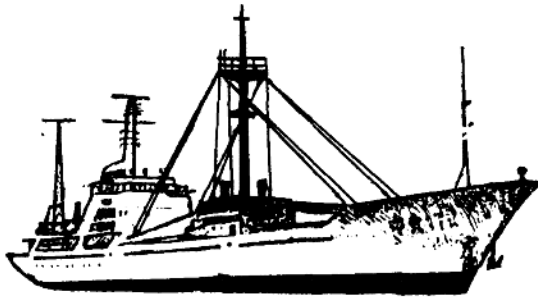


图 1-1-12 冷藏船

布置有许多管系、阀门,设置圆筒形油气膨胀舱口。为了确保船员通行安全,在首楼和尾楼之间设有人行步桥。大型油船干舷绝对值较大,常不设首楼,因而在甲板下设内部纵向通道。油船货舱中设有纵向舱壁,如图 1-1-14 所示。这样,既能减少自由液面对稳性的影响,又能增加总纵强度。老式油船货舱采用单层底结构,利用货油舱兼作压载舱。现代油船则采用双层船壳,

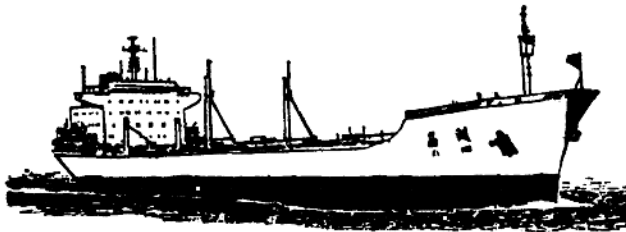


图 1-1-13 油船

老式油船货舱采用单层底结构,利用货油舱兼作压载舱。现代油船则采用双层船壳,

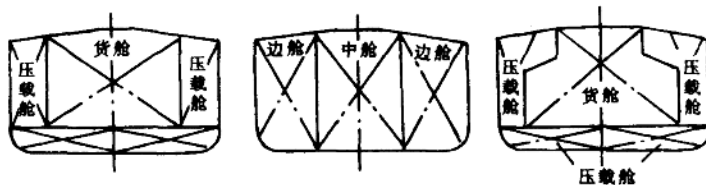


图 1-1-14 油船货舱中纵向舱壁

设有专用压载舱,以满足 1973 年国际防止船舶造成污染公约和 1978 年议定书的规定要求。

10. 液体化学品船(liquid chemical tanker)

外形与内部结构同油船相似,如图 1-1-15 所示。其装运的液体化学品多为有毒、易燃和强腐蚀性物质。为了便于装载和防止泄漏,液舱分得较小,且均设置双层底。有的船部分或全部的液舱采用不锈钢材料,以增强抗腐蚀能力。

11. 液化气船(liquid gas tanker)

有液化石油气船(liquid petroleum gas tanker 或 LPG tanker)和液化天然气船(liquid natural gas tanker 或 LNG tanker)两大类。

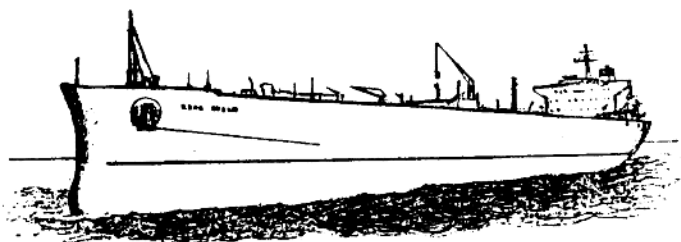


图 1-1-15 成品/液体化学品船

液化石油气船始建于 30 年代。目前,世界上约有 700 艘~800 艘。它装运的石油气的主要成分是丙烷,可以在常温下加压液化,也可在常压下冷冻液化。大型船一般采用冷冻方式。中小型船多采用加压方式,其货舱为球形或圆柱形耐压容器,如图 1-1-16 所示。

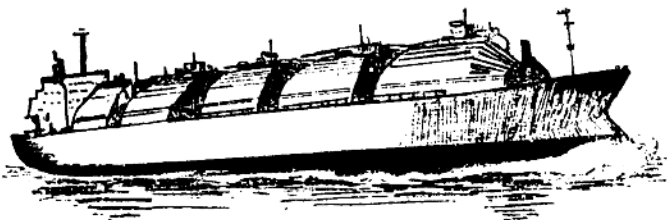


图 1-1-16 液化石油气船示意图

液化天然气船最早出现于 50 年代末。目前,世界上约有 100 多艘。天然气的主要成分是甲烷,在常压下的液化温度约为 -164°C ,因此货舱的结构、采用的材料和隔热装置必须满足极低温运输的要求。货舱的形状有球形、棱柱形等,如图 1-1-17 所示。

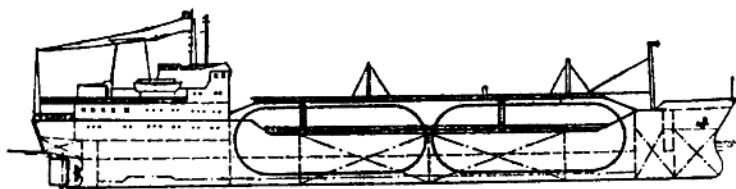


图 1-1-17 液化天然气船

12. 多用途船(multi-purpose ship)

主要有多用途杂货船和多用途散货船两大类。多用途杂货船由杂货船演变而来。近 20 年来,随着集装箱船的迅速普及与发展,一般杂货也逐渐趋向集装箱化。因此,一些现代杂货船具有装运多种类型货物的能力,而成为多用途船。其外形如图 1-1-18 所示。

多用途散货船由散货船演变而来。由于散货船多为单程运输,为了提高经济效益,返程时装运其他类型散装货物。常见的有矿—油两用船和矿—油—散三用船(oil bulk ore carrier 缩写为 O. B. O)。其货舱横剖面如图 1-1-19 所示。

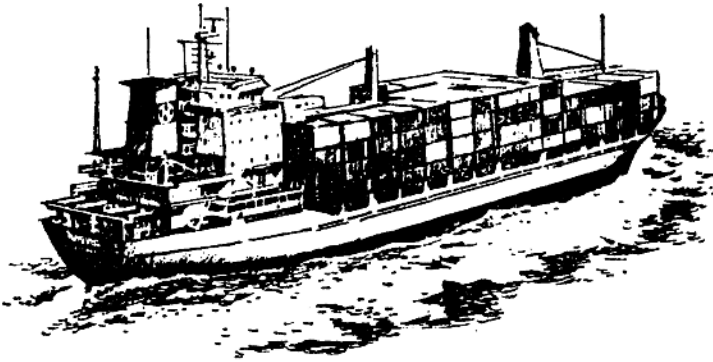


图 1-1-18 多用途杂货船



图 1-1-19 多用途散货船货舱横剖面

二、工作船、工程船及其他专用船

1. 拖轮(tug boat)

拖轮的尺寸较小,但功率大、强度高、稳性好、操作灵活,多用于协助他船进行港内操纵。大功率拖轮还可用于海上拖带。拖轮的外形如图 1-1-20 所示。

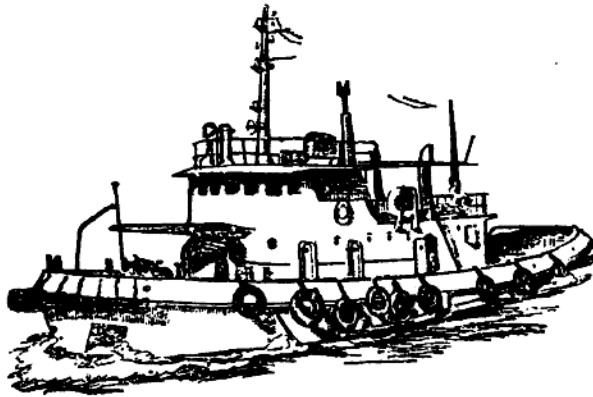


图 1-1-20 拖轮

2. 供应船(supply boat)

是指专门向到港船舶供应燃油的供油船和供应淡水的供水船,如图 1-1-21 所示。

3. 破冰船(ice breaker)

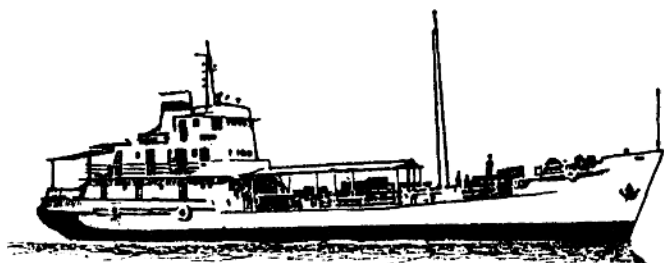


图 1-1-21 供油船

是专门用于破开航道上冰层和救助冰困船舶的工作船。船首呈前倾状并予以特别加强。首尾的左右舷均设有大的压载舱。破冰时使船首冲上冰层,再将尾压载水打到首压载舱,靠重力或船身左右晃动将冰压碎,如图 1-1-22 所示。

4. 海难救助船(rescue ship)

是专用于救援遇难船舶的工作船。其外形与大型拖轮相似,但航速较快,并配有各种救助设备。

5. 消防船(fire boat)

是扑救港内船舶火灾或扑救码头上临近建筑物火灾的工作船,如图 1-1-23 所示。船上设有多门消防炮,用以喷射泡沫或高压水柱。还设有液压升降台,用于扑救高处火灾。

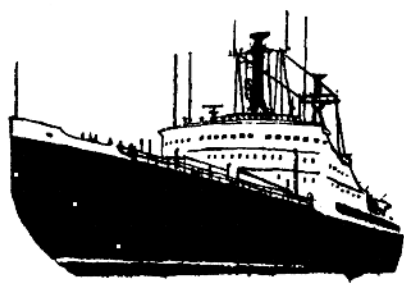


图 1-1-22 破冰船

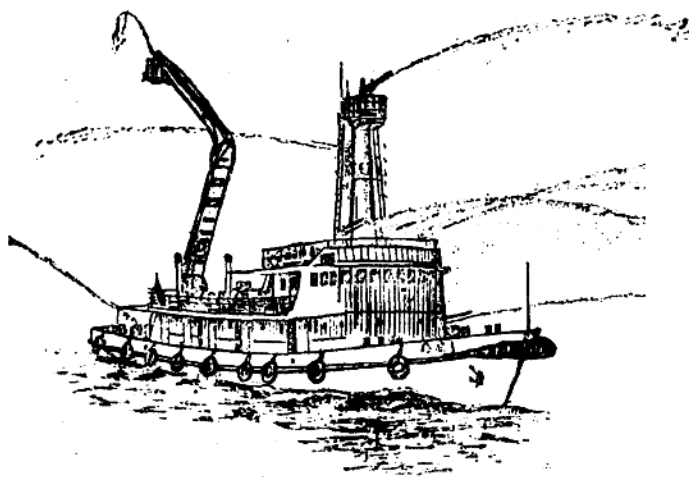


图 1-1-23 消防船

6. 挖泥船(dredger)

是用于疏浚航道的工程船。按其工作原理分为耙吸式、绞吸式、抓斗式、链斗式等几种类型,如图 1-1-24 所示。

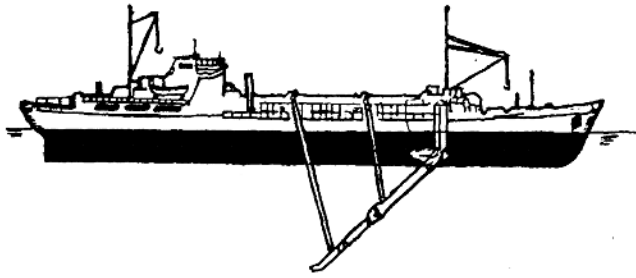


图 1-1-24 耙吸式挖泥船

7. 起重船(floating crane)

是专用于起重的工程船,又叫浮吊,如图 1-1-25 所示。它大多为非自航式,由拖轮拖带移动。浮吊的起重量从几十吨到几百吨不等,大型浮吊的起重量可达数千吨。

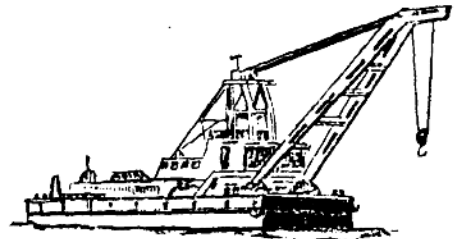


图 1-1-25 起重船

8. 科学考察船(scientific research ship)

是用于海洋水文、气象、地质和生物等研究考察的船舶,如图 1-1-26 所示。

9. 敷缆船(cable ship)

是敷设海底电缆的专用船,亦可兼作电

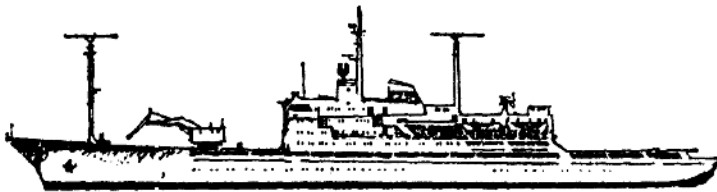


图 1-1-26 科学考察船

缆维修船,如图 1-1-27 所示。其首部形状较特殊,设有几个大直径的导缆滑轮。由于海底敷缆耗资巨大,将部分地为卫星通信取代。

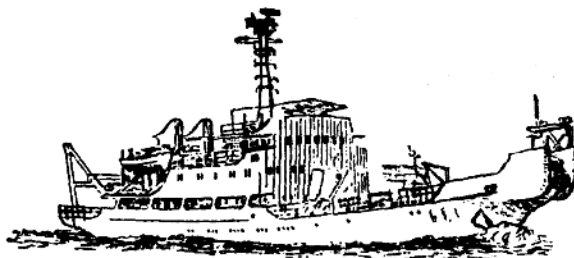


图 1-1-27 敷缆船

10. 渔船(fishing vessel)

是从事捕鱼和辅助捕鱼的船舶。按其作业方式分为拖网船、围网船、流网船、延绳钓船、捕鲸船和鱼类加工船等。

除了以上几种专用船舶外,还有海上钻井船、海洋环境监视船、浮油回收船、打桩船、打捞船、引航船和布设维修航标的航标船等。

第二节 船舶各部位名称

船舶包括主船体和上层建筑两部分。主船体(hull)即船舶主体,是指上甲板以下的船体。上甲板以上部分统称为上层建筑(superstructure)。

一、船体各主要部位、舱室名称

1. 部位名称

如图 1-1-28(b)所示,船的前端称为船首(head),习惯上称船头。船的后端称为船尾(stern)。中间部分称为船中(midship)。船首弯曲部分称为首部(bow)。船尾弯曲部分称为尾部(quarter)。

经过船首、船尾,将船体分成左右对称两部分的直线叫首尾线(fore and aft line)或纵中线。从船尾向船首看,首尾线的左边叫左舷(port),右边叫右舷(starboard)。向着船首的方向叫前方(ahead);向着船尾的方向叫后方(astern)。在最大船宽处垂直于首尾线的方向叫正横(abeam)。

图 1-1-28(a)中,位于船首轮廓线向前倾斜的构件叫首柱(stem)。位于船尾轮廓线的构件叫尾柱(stern post)。位于主船体最上层的首尾统长甲板叫上甲板(upper deck)。上甲板自船中向首尾逐渐翘起的垂直高度叫舷弧(sheer)。上甲板以下的甲板统称为下(层)甲板(lower deck)。自上而下分别称为二甲板(second deck)、三甲板(third deck)等。位于船体最下层的部分称为船底。只有一层船底板的称为单底(single bottom)。有两层船底板的称为双层底(double bottom)。沿船长方向将船内空间分隔成若干舱室的竖壁称横舱壁(transverse bulkhead)。它通常是不透水的,称为水密横舱壁(transverse watertight bulkhead)。其中最前端的水密横舱壁称为防撞舱壁(collision bulkhead),又称首尖舱舱壁。

图 1-1-28(c)中,两侧直立部分叫舷侧(ship side)。位于船底中心线的船底板叫平板龙骨(flat plate keel)。舷侧与船底交汇处的圆弧部分叫艍部(bilge)。甲板在中间拱起的高度叫梁拱(camber)。

2. 舱室名称

1) 首尖舱与尾尖舱:主船体最前端尖削部位的舱室称为首尖舱(forepeak tank)。最后端的称为尾尖舱(afterpeak tank)。首尾尖舱通常用作淡水舱或压载水舱。

2) 机舱(engine room):是安装主机、辅机、锅炉等设备的舱室。机舱在船中部的称为中机型船,又称三岛式船("three-island" ship)。在船尾部的称为尾机型船。在船中偏后的称为中尾机型船。

3) 货舱(cargo hold):是用于装载货物的舱室。货舱和机舱由垂直于首尾线的水密舱壁(watertight bulkhead)分隔而成。普通货船的货舱还常用下层甲板分隔成上下两部分,上边的称甲板间舱(tween deck),下边的称为底舱(lower hold)。

4) 双层底舱(double bottom tank):是位于双层底内部的舱室,通常用作压载水舱、燃油

舱、滑油舱等。

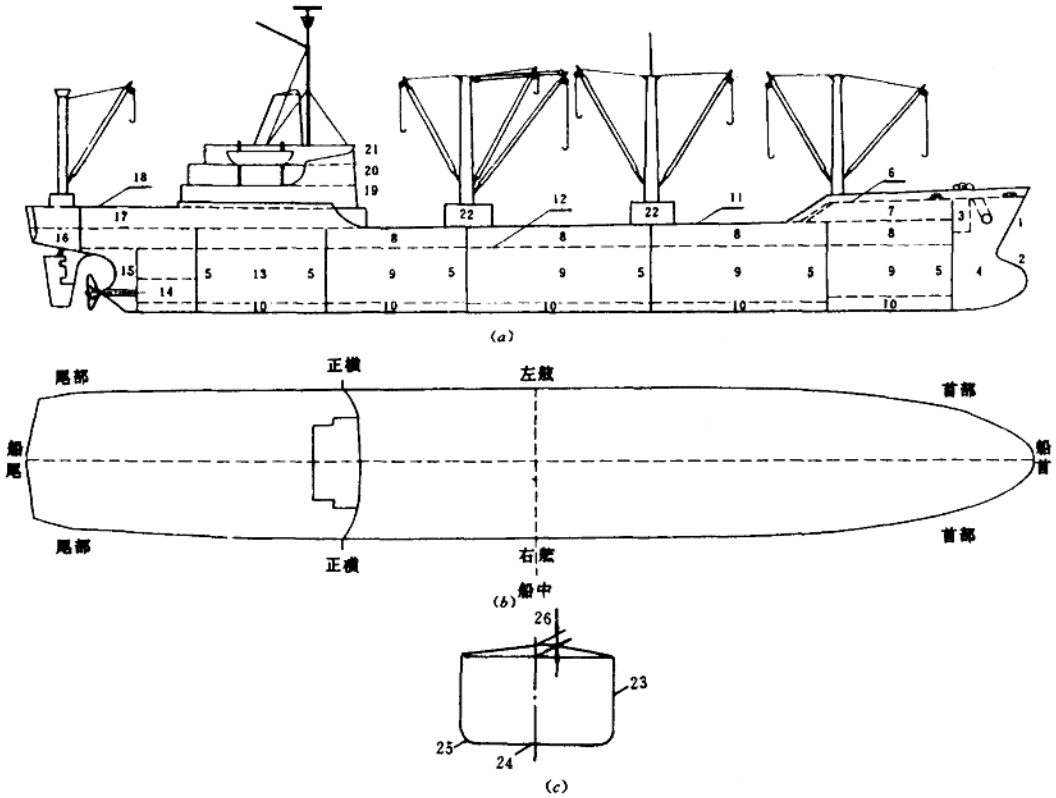


图 1-1-28 主船体主要部位、舱室名称

1-首柱;2-球鼻首;3-锚链舱;4-首尖舱;5-水密舱壁;6-首楼甲板;7-首楼;8-甲板间舱;9-货舱;10-双层底;11-上甲板;12-下甲板;13 机舱;14-轴隧;15-尾尖舱;16-舵机舱;17-尾楼;18-尾楼甲板;19-艇甲板;20-驾驶甲板;21-罗经甲板;22-桅屋;23-舷侧;24-平板龙骨;25-艉部;26-梁拱

二、上层建筑各部位名称

1. 首楼 (forecastle)

是位于船首部的船楼。其内部空间分成物料间、油漆间等。其顶层甲板称为首楼甲板。

2. 尾楼 (poop)

是位于船尾部的船楼。它上面的甲板称为尾楼甲板。

3. 桥楼 (bridge)

是位于船中部的船楼。尾机型船通常将桥楼与尾楼合并在一起。桥楼是船员生活及日常活动的场所。它由若干层甲板分隔而成。居住舱所在的甲板叫起居甲板 (accommodation deck)。救生艇所在的甲板叫艇甲板 (boat deck)。驾驶台所在的甲板叫驾驶甲板 (bridge deck)。标准罗经所在的甲板称为罗经甲板 (compass deck)。如果是平台,则称为罗经平台 (compass platform)。罗经甲板是桥楼上露天的最高一层甲板,俗称猴岛 (monkey island)。

4. 甲板室 (deck house)

是指宽度与船宽相差较大的围蔽建筑物。最常见的是围在桅柱周围的甲板室,称之为桅室