



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

船舶与制图

船体建造与修理专业

主编 魏莉洁



人民交通出版社

中等职业教育国家规划教材

Chuanbo Yu Zhitu

船舶与制图

(船体建造与修理专业)

主	编	魏莉洁
责任主审		陈宾康
审	稿	龚昌奇
		顿贺

人民交通出版社

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1 号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从 2001 年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的“职业教育课程改革和教材建设规划”，教育部全面启动了中等职业教育国家规划教材建设工作。交通职业教育教学指导委员会航海类学科委员会组织全国交通职业学校（院）的教师，根据教育部最新颁布的船舶驾驶、轮机管理、船体建造与修理专业的主干课程教学基本要求，编写了中等职业教育船舶驾驶、轮机管理、船体建造与修理专业国家规划教材共 28 册，并通过了全国中等职业教育教材审定委员会的审定。

本套教材的编写以国际、国内和行业的法规、规则及标准为依据，以职业岗位的需求为出发点，始终围绕职业教育的特点，具有较强的针对性。新教材较好地贯彻了“以全面素质为基础，以能力为本位”的教育教学指导思想，结合对培养学生的创新精神、职业道德等方面的要求，提出教学目标并组织教学内容。新教材在内容的编写上以“必需和够用”为原则，紧扣大纲，深度、广度适中，体现了理论和实践的结合，强化了技能训练的力度。新教材在理论体系、组织结构、内容描述上与传统教材有明显的区别。

本套教材是针对四年制中等职业教育编写的，也适用于船员的考证培训和船厂职工的自学。

《船舶与制图》是中等职业教育船体建造与修理专业国家规划教材之一，内容包括：船舶类型及航行性能、船体结构、船舶设备与系统、船体制图，共四篇。

参加本书编写工作的有：渤海船舶职业学院龚建松（编写第一、三篇）、渤海船舶职业学院魏莉洁（编写第二篇、第四篇的第一章）、渤海船舶职业学院刘雪梅（编写第四篇的第二、三、四、十章）、渤海船舶职业学院杨俊宝（编写第四篇的第五、六、七、八、九章）。

全书由渤海船舶职业学院魏莉洁担任主编，渤海船舶重工责任有限公司郭茂生担任主审。

本书由武汉理工大学陈宾康教授担任责任主审，龚昌奇、顿贺审稿。他们对书稿提出了宝贵意见，在此，表示衷心感谢。

限于编者经历及水平,教材内容很难覆盖全国各地的实际情况,希望各教学单位在积极选用和推广国家规划教材的同时,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,以便再版修订时改正。

交通职业技术学校教学指导委员会
航海类学科委员会
二〇〇二年五月

第一篇 船舶类型及航行性能

第一章 船舶类型	1
第一节 船舶分类	1
第二节 船舶类型与特点	2
习题	12
第二章 船体线型与主尺度	13
第一节 船体线型特点	13
第二节 船体主尺度、主尺度比和船型系数	16
习题	19
第三章 船舶航行性能	19
第一节 浮性	19
第二节 稳性	22
第三节 抗沉性	24
第四节 快速性	26
第五节 适航性	28
第六节 操纵性	30
习题	32

第二篇 船体结构

第一章 船体结构的一般知识	34
第一节 船体受力与船体强度	34
第二节 船体结构的形式	37
第三节 典型横剖面结构	39
习题	45
第二章 外板和甲板板	45
第一节 外板	45
第二节 甲板板	48
习题	51
第三章 船底结构	51
第一节 单层底结构	52

第二节 横骨架式双层底结构	54
第三节 纵骨架式双层底结构	58
第四节 散货船、油船和集装箱船船底结构特点	62
第五节 主机基座、轴隧和艉龙骨结构	67
习题	69
第四章 舷侧结构	70
第一节 横骨架式舷侧结构	70
第二节 纵骨架式舷侧结构	73
第三节 油船、散货船和集装箱船舷侧结构特点	74
第四节 舷墙和护舷材结构	79
习题	81
第五章 甲板结构	81
第一节 横骨架式甲板结构	82
第二节 纵骨架式甲板结构	84
第三节 货舱口、舱口悬臂梁和支柱结构	86
第四节 油船和散货船甲板结构特点	88
习题	91
第六章 舱壁结构	92
第一节 概述	92
第二节 平面舱壁	95
第三节 槽形舱壁和轻舱壁	97
习题	100
第七章 首尾端结构	100
第一节 概述	100
第二节 首端结构	103
第三节 尾端结构	108
习题	114
第八章 上层建筑和机舱棚结构	114
第一节 上层建筑概述	114
第二节 船楼结构及端部加强	115
第三节 甲板室结构	116

第四节 机舱棚结构	118
第五节 桅柱及其下的加强结构	120
习题	121
第九章 滚装船及军用船结构特点	121
第一节 滚装船结构特点	121
第二节 水面战斗舰艇结构特点	123
第三节 潜艇结构特点	125
习题	128

第三篇 船舶设备与系统

第一章 船舶设备	129
第一节 舵设备	129
第二节 锚泊设备	132
第三节 系泊设备	135
第四节 拖带和顶推设备	137
第五节 起货设备	140
第六节 关闭设备	142
第七节 救生设备	145
第八节 机舱设备	147
习题	151
第二章 船舶系统	152
第一节 舱底水系统和压载水系统	152
第二节 日用水系统	153
第三节 消防系统	156
第四节 通风系统	157
第五节 供暖系统	159
第六节 空调与制冷系统	159
习题	161

第四篇 船体制图

第一章 船体制图的一般规定	163
----------------------------	------------

第一节 图纸幅面和图样比例	163
第二节 书写方法	166
第三节 图线及其应用	167
第四节 船体图样中的图形符号	171
第五节 尺寸注法	172
第六节 金属船体构件理论线	176
第七节 船舶焊缝符号	178
习题	187
第二章 型线图	188
第一节 型线图的一般概念	188
第二节 型线图的三视图	189
第三节 型线图的尺寸标注	196
第四节 型线图的识读	199
第五节 型线图的绘制方法和步骤	200
习题	210
第三章 总布置图	211
第一节 总布置图的组成、表达内容及特点	211
第二节 总布置图的识读	216
第三节 总布置图的绘制方法和步骤	220
习题	221
第四章 船体结构节点图	225
第一节 板材与常用型材的表达方法	225
第二节 板、型材连接的画法	231
第三节 节点视图的绘制和识读方法	236
第四节 船体结构图样的表达方法	241
习题	248
第五章 中横剖面图	258
第一节 中横剖面图的组成和表达内容	258
第二节 中横剖面图的识读	260
第三节 绘制中横剖面图的方法和步骤	262
习题	264
第六章 基本结构图	266

第一节 基本结构图的组成和表达的内容	266
第二节 识读基本结构图	269
第三节 绘制基本结构图的方法和步骤	271
习题	273
第七章 肋骨型线图	273
第一节 肋骨型线图的组成和表达内容	273
第二节 识读肋骨型线图	275
第三节 绘制肋骨型线图	277
习题	279
第八章 外板展开图	280
第一节 外板展开图的组成、表达特点和内容	280
第二节 识读外板展开图	282
第三节 绘制外板展开图的步骤	283
习题	283
第九章 船体分段划分图	284
第一节 分段划分图的组成、表达内容和特点	284
第二节 分段划分图的识读	287
第三节 分段划分图的绘制方法和步骤	287
习题	288
第十章 船体分段结构图	289
第一节 分段结构图的组成和表达内容	289
第二节 分段结构图的识读	292
第三节 分段结构图的绘制方法和步骤	299
习题	302
附录 A 舷弧的做法	305
附录 B 船体常用型钢的规格和重量	306
附录 C 船体结构型材端部形状	314
附录 D 船体结构相贯切口与补板	317
附录 E 船体结构流水孔、透气孔、通焊孔	320
参考文献	323

第一篇 船舶类型及航行性能

众所周知,在我们人类赖以生存的地球上,海洋约占 70%,而陆地只占 30%,且陆地上布满了纵横交错的各种河流和星罗棋布的大小湖泊。因此,从古至今,船舶在人类社会的发展中起到了相当重要的作用。早期的船舶只是用做江河湖海的岸边捕捞鱼虾,其后发展为深水捕捞,随着生产的发展和生活的需要,船舶还用做水上运输和水上作战的工具,至近代船舶又用做水上工程和水下开发。随着科学的进步,现代船舶种类各种各样,且船舶尺度也较过去大得多,船上配备了各种先进的设备和现代化的航海仪器,船型更加优良,性能也越来越好。近些年来,各国已开发出许多新型高速船舶,并且更加重视节能和环境保护。

船舶与陆地上的建筑物不同,它在水中航行,经常会遇到狂风骇浪或急流险滩,因此要求船舶既要坚固耐用,又要具有良好的性能,此外还要有美观的造型和合理的经济性。本篇将分别对船舶类型、船型特征及尺度、船舶航行性能加以介绍。

第一章 船舶类型

随着经济和国防建设的发展,船舶的作用越来越重要,用途也更加广泛。船舶的类型繁多,性能各异。本章将主要介绍船舶的分类方法、船舶的不同类型及其特点。

第一节 船舶分类

船舶的种类很多。用于军事目的船舶叫军用船舶;用于运输、渔业、工程、海洋开发等方面的船舶,统称为民用船舶。船舶的分类方式也很多,具体有以下几种:

船舶按航行区域可分为海洋船舶、港湾船舶和内河船舶三大类。海洋船舶又分为远洋船舶、近洋船舶和沿海船舶三种。航行在江河湖泊上的船舶一般归于内河船舶类。

船舶按运动状态可分为排水型船、滑行船、腾空船三类。排水型船舶是指一切水上浮行和水下潜行的船舶。滑行船是指航行时船舶绝大部分露出水面而滑行的船舶,如快艇、水翼艇。腾空船舶是指船身在完全脱离水面的状态下运行的船舶,如气垫船。

船舶按推进方式可分为原始的撑篙、拉纤、划桨、摇橹等人力推进的船舶;依靠风帆、风车、风筒等风力推进的船舶;依靠各种机械推进的明轮船、喷水船、螺旋桨船、空气推进船等。

船舶按动力装置的不同可分为往复蒸汽机船、柴油机船、汽轮机船、燃气轮机船、电力推进船、联合动力装置船和核动力装置船。

船舶按造船材料可分为木船、水泥船、钢船、铝合金船和玻璃钢船等。

船舶按照用途的不同可分为以下七类:

运输船——客船、客货船、货船、渡船、驳船、拖船、推船、载驳船等。

工程船——挖泥船、起重船、浮船坞、救捞船、布设船、打桩船等。

海洋开发船——海上石油钻井装置、海洋调查船、深潜器等。

港务船——破冰船、消防船、引航船、供应船、交通船、助航工作船、浮油回收船等。

渔业船——网类鱼船、钓类鱼船、捕鲸船、渔业加工船、冷藏运输船等。

军用船舶——分为战斗舰艇和辅助舰船两大类,前者如航空母舰、巡洋舰、驱逐舰、护卫舰、鱼雷艇、导弹艇、猎潜艇、布雷舰、反水雷舰艇、潜艇等;后者如运输舰船、供应舰船、侦察船、通讯船等。

不同用途的船舶有不同的要求,在船型上、结构上、使用性能上和设备系统上各具特色。

第二节 船舶类型与特点

一、运输船舶

(一)客船

客船的主要任务是载运旅客及其携带的行李。对兼运少量货物的客船又称客货船。由于客船多为定班定线航行,通常亦称为客班船。

客船的外形如图 1-1-1 所示。其性能和设备需确保航行安全,在一定的风浪作用下不至于倾覆;在旅客集中于一舷时,或在船舶回航时,应保持相当的稳定性,不至于出现不利于安全和使旅客发生惊慌的过度倾斜,通常认为惊慌倾斜角度不应超过 $8^{\circ} \sim 10^{\circ}$;在一定数量的隔舱因破洞而淹水时仍能保持船舶不至于沉没;其结构应具有足够的强度;在构造上和选用材料方面均应有必要的防火措施;有符合要求的消防、救生、通信等设备。由于客船航速较高,通常采用双机双桨,使之在一个推进器发生故障时,另一个推进器仍能保证船舶继续航行。

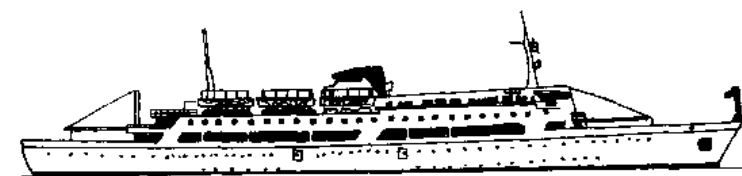


图 1-1-1 客船

客船还要为旅客提供较好的居住条件,包括旅客居住舱室应有良好的采光、照明、空气调节、卫生等设备,为旅客散步所需的宽敞的甲板和文娱、体育处所;此外客船多为多层甲板,在船的顶层两边,停放着数量较多的救生艇和其他救生工具。客船一般具有快速、平稳、灵活、安全、可靠和生活设施齐全等特点。

客船的种类很多,航行于大洋之间的运送旅客的大型客船称为远洋客船;航行于近洋各城市之间的客船称为近洋客船;航行于沿海各港口之间的客船称为沿海客船;航行于江河湖泊上的客船称为内河客船;船上旅客能够进行水面观光、旅行、游玩的客船称为旅游船。

(二)货船

货船是以载运货物为主的专用船舶,通常有干货船和液货船之分。杂货船、散货船、油船、液化气体船、化学品船、集装箱船、滚装船、载驳船等都属于货船。近年来还发展了多用途货

船。货船为提高经济效益,要求有足够舱容便于货物的装卸。

1. 杂货船

杂质船是干货船的一种,用来载运包装、袋装、桶装和箱装的货物。国际上杂货船的载货量,通常在 10 000 ~ 20 000t。这种万吨级的杂货船一般都有两层或两层以上甲板,4 ~ 6 个货舱,为了缩短装卸货物的时间,杂货船甲板上的货舱口特别大,并且配备了完善的起货设备,如吊货杆、起重绞车或回转式起重机等。

图 1-1-2 所示的“庆阳”号就是一艘单螺旋桨、双甲板、中后机型、球鼻型首、载货量为 13 000t 的现代远洋杂货船,总长 161.9m,型宽 21.2m,排水量 19 650t,最高航速 17kn,主机是 6 615kW 的柴油机,全船共有 5 个货舱,配有 3 ~ 5t 的起货吊杆 5 对,3 ~ 10t 的 2 对和 60t 的重型吊杆 1 根。

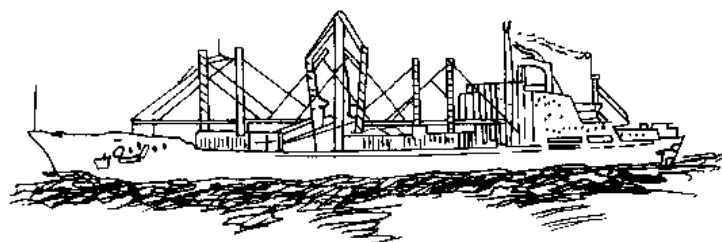


图 1-1-2 “庆阳”号远洋杂货船

2. 散货船

散货船是专门用来运送煤炭、矿砂、谷物、化肥、水泥、木材等散装货物的船舶。散货船都是单甲板,货舱口较大,装卸速度快。内底板在两舷向上斜升,使货物易于向中央集中。甲板下面两舷与舱口边做成倾斜的顶边舱,可以限制货物在船航行时向两边移动,防止船的稳性变坏;另一方面,在船空载时可以装压载水,散货船的压载水舱较多。目前散货船最大已达 27 万 t 左右,速度一般为 12 ~ 16kn。如图 1-1-3 所示为散货船。

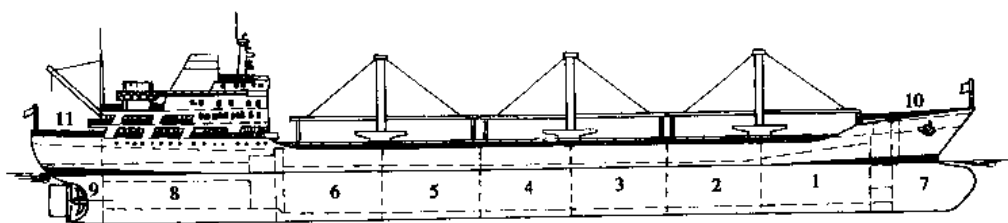


图 1-1-3 散货船

1 ~ 6-货舱;7-首尖舱;8-机舱;9-尾尖舱;10-首楼;11-尾楼

3. 集装箱船

集装箱船是装载规格统一的标准货箱(称为集装箱)的货船。把不同品种和规格的货物,先装进标准集装箱,再装上船运输,这样可缩短装卸货物时间,改善劳动条件,减少货损,提高经济效益。

集装箱船的舱口多采用大开口,甲板较小。货舱尺寸都按集装箱要求规格化。集装箱可以装在舱内,也可以装在甲板及舱口盖上。航速在 20kn 左右,最高可达 30kn。集装箱船上一般不设起货设备,因而需停靠专用集装箱码头。如图 1-1-4 所示为集装箱船。

4. 滚装船

滚装船是 20 世纪 50 年代末至 60 年代初开发的技术密集型船舶,它是由载货汽车或拖车

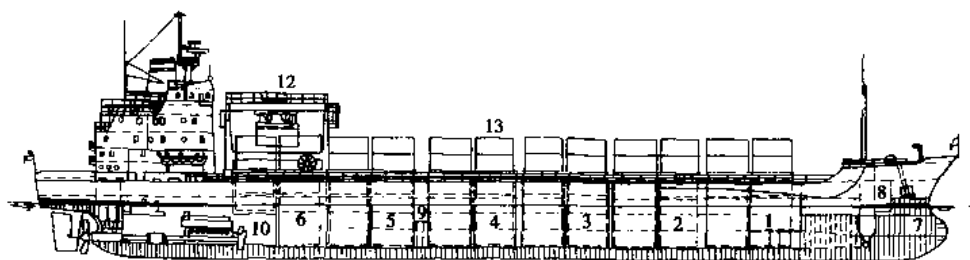


图 1-1-4 集装箱船

1~6-货舱;7-首尖舱;8-锚链舱;9-防摇水舱;10-机舱;11-尾尖舱;12-龙门架起货机;13-集装箱

直接将货物从码头装入和卸出,运输效率极高。滚装船货物的通道系统包括首门、尾门(跳板)、舷门(跳板)、舱内跳板、活动甲板及提升装置。为了车辆通行方便,机舱空间高度受到严格限制。舱内的通风和防火系统也较其他运输船舶的要求高。

如图 1-1-5 所示为滚装船的总布置图,其中图 a)主甲板以上的首端部可以用液压提升罩壳式首门,跳板从首部内放出作为车辆的通道;图 b)的尾部跳板与船中心线偏斜一角度,便于连接码头岸线供车辆进出船舱。在货舱内车辆甲板上装有舱内跳板作为各层甲板间的通道。

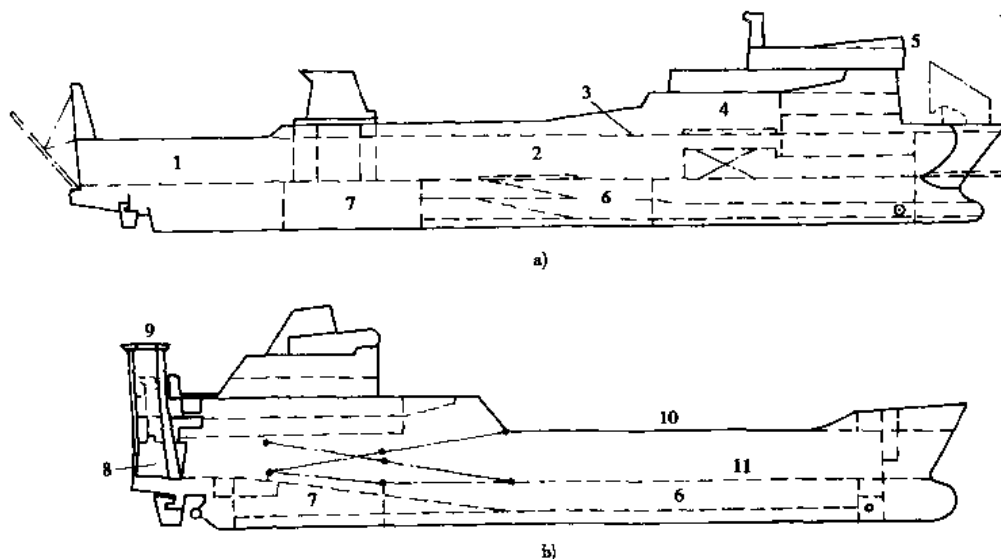


图 1-1-5 滚装船

1-主甲板;2-跳板;3-上甲板;4-提升甲板;5-罩壳式首门;6-货舱;7-机舱;8-尾门;9-偏斜式尾跳板;10-露天甲板;11-主甲板

5. 油船

油船是装运石油产品的液体货船。油船大小不等,从几百吨至几十万吨。巨型油船(VLCC 船)吨位为 20~30 万 t,超大型油船(ULCC 船)为 30 万 t 以上,油船在所有的船中属于吨位最大者,目前世界上油船的吨位最大达 70 万 t。油船的航速在 12~16kn 左右。油船分为装载原油和成品油两大类,前者吨位大于后者,如图 1-1-6 所示为油船。

油船对防火防爆要求特别高,所以油船上的消防设备比较完善。同时,为了减少太阳辐射热,控制舱内温度,油船外壳常漆成浅色。在酷暑季节设有降温用的甲板淋水设备,在严寒季节为了不使石油冻粘变稠,便于输送,备有蒸汽暖油装置。油船均为尾机型船,干舷较小,容易上浪,甲板上方设有供船员行走的步桥。油船没有大的货舱口,只有圆形油气膨胀舱口,并装有油密性好的舱口盖。随着人类对海洋污染的日益重视,要求油船为双壳体。

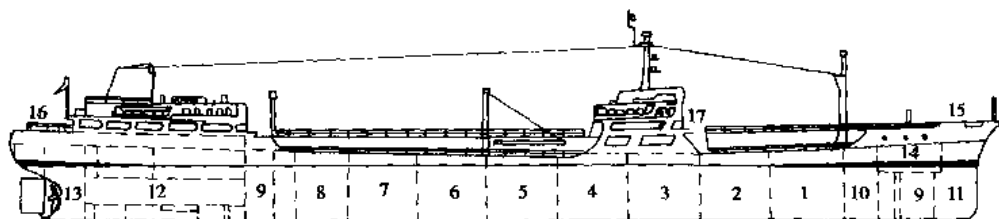


图 1-1-6 油船

1~8-油货舱;9-燃油舱;10-压载舱;11-首尖舱;12-机舱;13-尾尖舱;14-空舱;15-首楼;16-尾楼;17-桥楼

6. 液化气船

液化气船是用来运载液化气体的船舶。液化气分液化石油气(LPG)和液化天然气(LNG)。运载时先把天然气或石油气体通过加压或低温使其液化,然后把液化后的气体用高压泵打入球形或薄膜型的特殊的高压液舱内贮存。这类船舶结构复杂,造价昂贵。

液化天然气在运输途中要蒸发。为了减少损失,可将其输送到锅炉中去燃烧,故液化天然气船的动力装置都选用蒸汽轮机。如图 1-1-7 所示为液化天然气船简图。

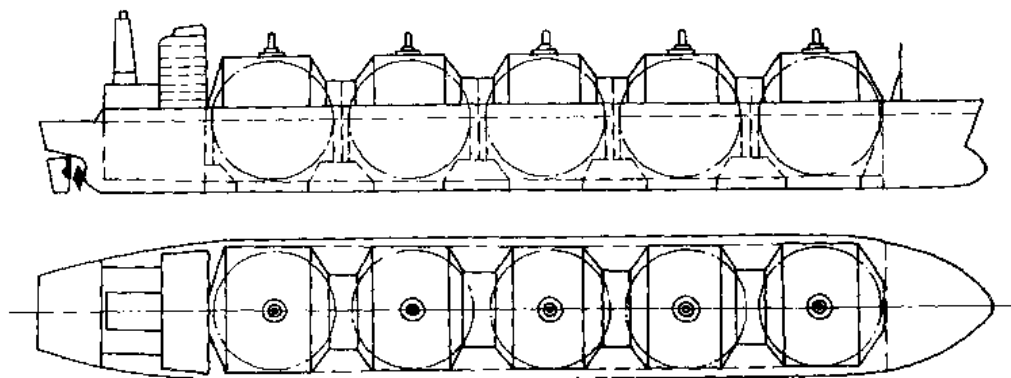


图 1-1-7 液化天然气船简图

(三)推、拖、驳船

拖船、顶推船和驳船编队组合成货物运输船队,较货船有更灵活的机动性和更大的运输量。

1. 拖船

拖船是用来拖曳没有自航能力的船舶、木排或协作大型船舶进出港口、靠离码头,或作救助海洋遇难船只的船舶。拖船没有装载货物的货舱,船身不大,但却装有大功率的推进主机和拖曳设备。所以拖船具有个子小、力气大的特点。如图 1-1-8 所示为内河拖船。

2. 顶推船

这类船舶的工作性质与拖船相似,它是专门用来顶推非自航货船的船舶。其最明显特征是在船首设顶推架。它与拖船相比有如下优点:推船与驳船连接后可前进也可倒退,拖船与驳船连接则只能前进不能倒退;推、驳船连接可自由回转或停止前进,拖、驳连接不能自由回转或随意停航;推船所推驳船可省去舵设备及舵手,拖、驳船队则每条驳船都需有舵设备和舵手;推、驳船队长度短,而拖、驳船队长度长;此外,顶推运输比拖带运输航速高。如图 1-1-9 所示为顶推船。

3. 驳船

它是泛指一切本身没有自航能力,而需拖船或顶推船带动的货船。驳船的特点是载货量

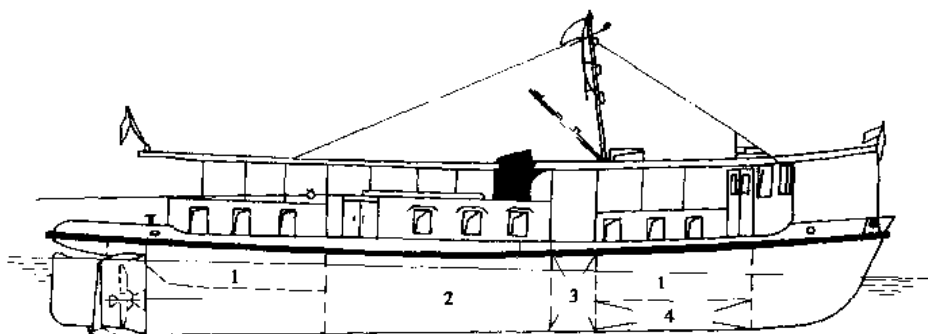


图 1-1-8 内河拖船

1-船员舱;2-机舱;3-油舱;4-压载水舱

大、吃水浅、设备简单,船上通常不设置装卸货物的起货设备。驳船一般为非机动船,本身没有推进装置(少数有推进器的驳船称为机动驳)。驳船与拖船或推船组成驳船船队,可以航行于狭窄水道和浅水航道,并可按运输货物的种类而随时编组,适应内河各港口货物运输的需要。如图 1-1-10 所示为甲板驳。

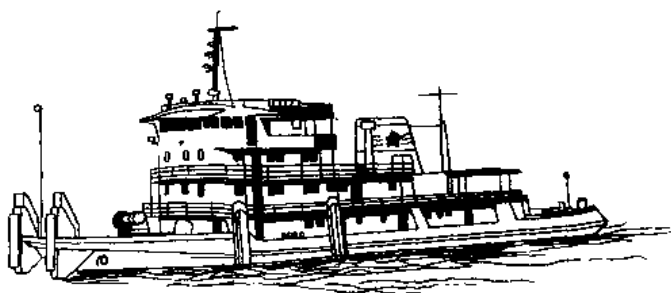


图 1-1-9 顶推船

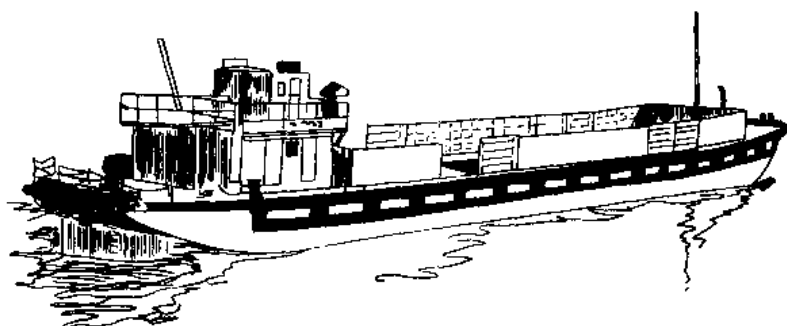


图 1-1-10 甲板驳

二、工作船、工程船及其他专用船

1. 供应船

供应船是指专门向到港船舶供应燃油、淡水、燃料、食品等的供油船、供水船、供煤船和食品供应船等,如图 1-1-11 所示。

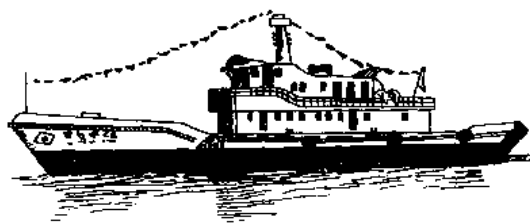


图 1-1-11 供水船

2. 破冰船

破冰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 1-1-12 所示。

3. 消防船

消防船是扑救港内船舶火灾或扑救码头临近建筑物火灾的工作船,如图 1-1-13 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。

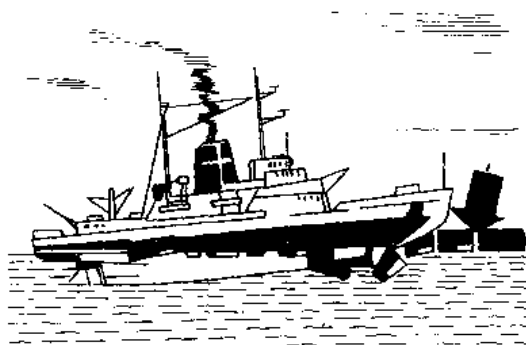


图 1-1-12 破冰船

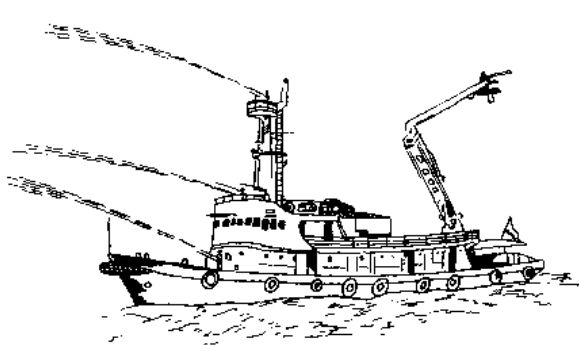


图 1-1-13 消防船

4. 挖泥船

挖泥船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、铲扬式和射流式等几种类型,如图 1-1-14 所示为耙吸式挖泥船。

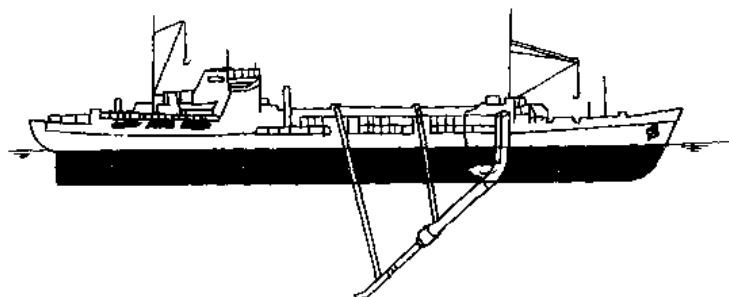


图 1-1-14 耙吸式挖泥船

5. 起重船

起重船是专门用于起重的工程船,又叫浮吊,有固定式和旋转式两种形式,如图 1-1-15 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以达 500t。

6. 海上石油钻井平台

海上石油钻井平台有多种形式,目前常用的有坐底式、自升式、半潜式钻井平台和钻井船等,如图 1-1-16 所示为半潜式钻井平台。

7. 敷缆船

敷缆船是敷设海底电缆的专用船,亦可兼作电缆维修船,如图 1-1-17 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,海底电缆通信方式将部分地被卫星通信取代。

8. 渔船

渔船是从事捕鱼和辅助捕鱼的船舶。按其作业方式分为拖网渔船、围网渔船、流网渔船、延绳钓渔船、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、海洋环境监控船、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。