

船舶概论

金长奎 编著

上海海运学院

船舶概论

金长奎 编著

上海海运学院

前 言

《船舶概论》原由上海海运学院船舶原理教研室于1986年编写，几年以来，除被本院部分系采用外，还为其他港航企业或成人高校作为教材使用。在船舶科学技术飞速发展的今天，为进一步深化教学改革，有必要在原版基础上，不断充实新的教学内容，以提高教材水平。

本书以对船舶尚未具有感性认识的初学者为对象，从感性到理性，理论联系实际，由浅入深地阐述船舶的整体及各项航海性能的概念。

本书由船型入门，以船舶总布置（图）、船舶型线（图）、船体结构（图）三大主干部分为重点，环绕船舶各项航海性能展开讨论。在静力学中对于大倾角稳性概念，稳性交叉曲线及稳性标准，作了较详细的介绍。对动力学中的阻力、推进、摇摆、操纵部分，从实际用船角度出发，或增加一些实践内容，或对浅水、受限制航道对船舶性能的影响，增加了较多概念，以利实际用船。书中所推荐公式，重应用、重概念，而不重推导。此外，并附有应用实例、习题和思考题。

本书可供水运系统有关高校、中专、职校及技校等部门作教材使用，也可供水运系统的科技人员、管理干部、船员及技工自学参考。

本书在编写过程中得到教研室同志们的支持和帮助，最后经徐信炎副教授主审定稿。

由于编写时间仓促，教材内容涉及范围广泛，限于编者水平，容有不当之处，望批评指正。

编 者
于上海海运学院

目 录

第一章 运输船舶	(1)
第一节 运输船舶的分类.....	(1)
第二节 典型运输船舶.....	(2)
第三节 新型船舶.....	(14)
第二章 船舶的总体布置图	(21)
第一节 船舶的外形及术语.....	(21)
第二节 船型类别及图解.....	(23)
第三节 船舶总布置的基本原则及体现.....	(29)
第三章 船体型线图及主要参数	(45)
第一节 船体型线图.....	(45)
第二节 船体形状特点.....	(51)
第三节 船体主要尺度及主要尺度比.....	(52)
第四节 船型系数.....	(54)
第五节 世界三大运河及圣劳伦斯航道对通航船舶尺度的要求.....	(56)
第四章 浮性	(58)
第一节 船舶漂浮原理和条件.....	(58)
第二节 船舶排水量和载重量.....	(58)
第三节 重心和浮心.....	(60)
第四节 平均吃水的变化.....	(63)
第五节 载重标尺、储备浮力.....	(65)
第六节 干舷的载重线标志.....	(67)
第七节 船舶登记吨位及吨位标志.....	(69)
第五章 稳性	(72)
第一节 稳性分类.....	(72)
第二节 船舶的三种平衡状态.....	(72)
第三节 初稳性高度和初稳性公式.....	(74)
第四节 静水力曲线图.....	(79)
第五节 船上货物移动对浮态和稳性的影响.....	(82)
第六节 悬挂货物, 自由液面对稳性的影响.....	(87)
第七节 装卸重物对船舶浮态和稳性的影响.....	(91)
第八节 倾斜试验.....	(93)
第九节 大倾角稳性与静稳性.....	(94)

第十节 动稳性	(98)
第十一节 稳性衡准	(99)
第六章 抗沉性	(103)
第一节 船舶海损及抗沉性	(103)
第二节 破舱进水对浮态和稳性的影响	(103)
第三节 船舶分舱	(105)
第七章 船舶阻力	(109)
第一节 快速性的基本概念	(109)
第二节 船舶阻力分类	(110)
第三节 基本阻力曲线	(117)
第四节 受限制航道的船舶阻力	(118)
第五节 船模阻力试验	(121)
第六节 船舶功率的估算方法	(122)
第八章 船舶推进	(125)
第一节 船舶推进方式	(125)
第二节 螺旋桨的外形及几何参数	(126)
第三节 螺旋桨的工作原理	(131)
第四节 船体与螺旋桨之间的相互影响	(133)
第五节 螺旋桨的空泡现象	(136)
第六节 船舶主机的效率	(138)
第九章 船舶摇摆	(140)
第一节 船舶摇摆简介	(140)
第二节 船舶摇摆的名词解释	(140)
第三节 船舶在静水中的摇摆	(141)
第四节 船舶在波浪中的摇摆	(142)
第五节 减摇装置	(144)
第十章 船舶操纵性	(148)
第一节 操纵性概述	(148)
第二节 舵	(148)
第三节 航向稳定性	(150)
第四节 回转性	(151)
第五节 船舶操纵性指数	(155)
第六节 受限制航道对操纵性影响	(159)
第十一章 船体强度与结构	(163)
第一节 船体强度概念	(163)
第二节 船体主要构件名称及骨架型式	(167)
第三节 船体结构	(171)
第四节 几种典型货船的结构特点	(179)

第五节	基本结构图.....	(183)
第十二章	船舶设备.....	(188)
第一节	舵设备.....	(188)
第二节	系泊设备及锚设备.....	(192)
第三节	起货设备.....	(194)
第四节	救生设备.....	(196)
第十三章	船级社, 船舶检验局及船舶规范.....	(201)
第一节	船级社.....	(201)
第二节	中华人民共和国船舶检验局(代号ZC).....	(201)
第三节	劳氏船级社(代号LR).....	(202)
第四节	国际船级社协会.....	(202)
第五节	船舶规范.....	(203)
第六节	船舶检验.....	(203)
第七节	船舶检验证书.....	(204)

第一章 运输船舶

第一节 运输船舶的分类

船舶发展至今，其种类是多种多样的，要正确的划分其类别，比较困难。船舶通常要经过设计、建造、下水、航运、修理、拆卸等几个阶段，在每一阶段，不同的专业从不同的角度可将船舶划分成不同的类别。

比如，在船舶设计阶段，以船舶航行状态划分，有排水量航行船舶、潜水航行船舶、滑行船及腾空船；从动力设备的类型划分，又有蒸汽机船、内燃机船、汽轮机船等。在船舶建造阶段，按照船体结构形式来区分，则可将船舶分成横骨架式、纵骨架式、纵横骨架式；按造船材料区分，则可将船舶分成木船、钢船、铝合金船、玻璃钢船和水泥船等。在船舶营运阶段根据调度需要，可按船期将船舶划分成定期班船和不定期班船；从航区角度又可将船分成远洋船舶、近海船舶、沿海船舶及江河船舶等。总之，船舶分类的例子是举不胜举的，它是以行业及专业的需要来进行排列组合的分类，在实践工作中完全有可能根据讨论问题的需要产生新的船舶分类。

在海洋及水路运输系统中，常按船舶用途分类：

1. 客船 它是以载运旅客为主的专用船舶，通常也载运小量的货物和邮件等。载客的舒适性、安全性与快速性，是客船的主要技术指标。为获得舒适的舱室布置，须有足够大的甲板面积和空间。这就决定了客船有较多的甲板层数。考虑到采光和通风的条件，客船的上层建筑较为发达，客船的抗沉、防火、救生等安全规定均十分严格，减摇、避震的要求也高。航速较快，主机的贮备功率亦大，绝大多数是定期班船。

2. 货船 它是以载运货物为主的运输船舶（允许搭载12人以下的旅客），主要装运货物是杂货、液货、散货、大件货、冷藏货和车辆等。货船须依据所装的货种及包装的形式，充分而有效地利用船体内的货舱空间，合理地选择结构形式，并配备相应高效的装卸设备，以缩短船舶停靠码头的装卸时间，提高营运经济性。货船主甲板以上的上层建筑并不发达，考虑运输的经济性，通常放于尾部或船中略后处。货船在抗沉及救生等方面的要求，一般略低于客船，而消防则根据所载货物的品种及性质有时比客船更加严格。

3. 拖船 它是一种以自身发出的牵引力来拖曳没有自航能力的船舶、漂浮物，或协助大型船舶进出港口，靠离码头，也可作用海难救护船用。拖船产生的拖力，除克服拖船自身运动产生的阻力外，还要提供给被拖带船只，因此，它的马力选择较大，主机尺度亦大，机舱所占船体的空间也明显的大于其他舱室。拖船为了发出较大的拖力，它的螺旋桨尺寸也比常规的大。考虑到拖船在拖带作业时与他船或其他物体碰撞的机会较多，船体结构一般比其他船舶来的坚固，在船首、船尾、两舷装有橡胶制品的碰撞装置。为了保证拖船在港湾、河道中拖带时的操纵灵活性，尺度的选择使船型显得短小肥胖。在安全性方面，拖船除满足常规稳性外，还必须具有规范所规定的在拖带他船时的急牵稳性要求。

4. 顶推船 它的作用与拖船类同,但作业方式是用顶推法来顶推非自航的货船、驳船等。顶推船比拖船优越的地方是顶推船与被顶船连成一体,航行时进退一致,可以自由回转,被推船不须设置操舵设备;此外,顶推运输与拖带运输相比可以提高航速,船队之间通过电缆及管路可以互供油水、电力;不足之处推船船队长度短于拖船船队,运载量不如拖船。

5. 工程船 它是航道整治、协助筑港、水利建设、打捞等海洋工程船舶的统称。随着用途的变化,结构、性能、造型、尺度、装备等变化也较大。常见的工程船舶有挖泥船、打捞船、测量船、浮船坞、起重船、打桩船和布设船等。

6. 辅助船 它是保证船舶进行正常运输和生产的船舶。随着用途的变化,交通艇、供应船、消防船、引航船和浮码头等,形式也是多种多样的。

第二节 典型运输船舶

一、按运载物性质分类的船舶

船舶以运载物的性质分类,可分成客船和货船两大类。货船通常含有干货船、液货船与冷藏船等。若按载运货物的具体品种分类,干货船又可分成杂货船、散货船;液货船可分成油船、液化气体船、液体化学品船。客船可按航运分为远洋船舶、沿海船舶、近海船舶、内河船舶等,下面就这些常见典型船舶作一介绍。

1. 杂货船 杂货船用于载运各种包装、桶装、箱装和成捆等件杂货,又称普通货船,如图1—1所示。它是一种使用最广泛的运输船舶,数量在世界商船队中居首位。

杂货船一般没有固定的航线和船期,而是根据货源情况及货运需要航行于各港口之间,除载运件货外,也可载运散装货或大件货等。杂货船既有航行于内河的数百吨的小船,也有从事远洋国际贸易的2万载重吨级以上的大船。杂货船的营运不追求高速,而注重经济性和安全性,要求尽量多装货物,提高装卸效率,减少船员人数和保证航行安全。杂货船一般不载客,但根据国际公约关于货船的定义之一,载客人数的不得超过12人,故有的杂货船仍可有12人以下的客位。

杂货船具有2~3层全通甲板,根据船的大小设有3~6个货舱。甲板上有高出甲板平面的舱口围壁而形成的货舱口,在上设有水密舱口盖,一般可自动启闭。上甲板上有时也装有不超10%载货量的甲板货。在上甲板货舱口两端设有吊杆或立式塔形吊车,用于装卸货物。有的杂货船还备有1~2付重型吊杆,用于装卸大件重货。机舱设在船舶的中部或尾部。前者有利于调整船舶纵倾,后者可增大载货容积,但空载时有较大的纵倾。

杂货船底部常采用双层底结构。双层底内部划分成格栅形的舱室,能阻止船底破损后海水进入货舱,并可增强船体强度。双层底部空间可用作压载水舱、淡水舱及燃料舱。在船的首尾分别设有首尾舱,以防船舶首尾端部碰撞破损时海水进入大舱,起到保证船舶的安全作用,并可作为淡水舱或压载水舱,供贮存淡水和调节船舶纵倾之用。为了进一步提高对各种货物的适应能力,新的杂货船尽量设计成多用途型,以便既能运送普通件杂货,也能兼运散货、大件货、部分集装箱以及冷藏货等,这种船被称为多用途船。近年来万吨级多用途船发展较快。

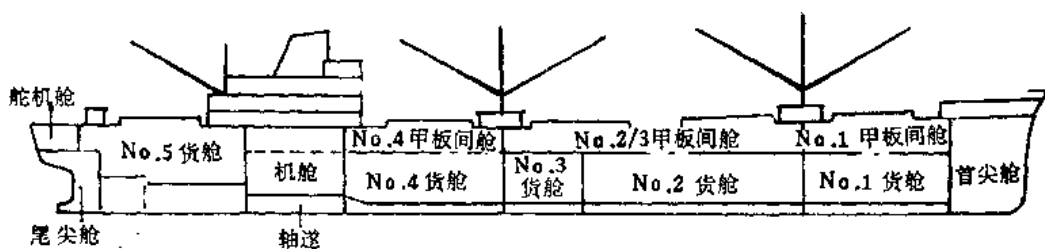


图1-1 杂货船

2. 散货船 散货船是运载粉末状、颗粒状、块状等非包装大宗货物的船舶，如图1-2所示。由于散货船的装卸作业只有系靠岸壁时才能进行，故尺度受到航道港口水深及码头建筑的限制，载重量很少越过20万吨。几种常见的散货船吨位为：可以通航于圣劳伦斯水道，进出五大湖的2~4万吨级的“灵便型”，可通过巴拿马运河，6~7万吨级的“巴拿马运河型”；以及只能绕经非洲好望角或南美洲海角而长途航行的，载重量为10~18万吨级的“海角型”。

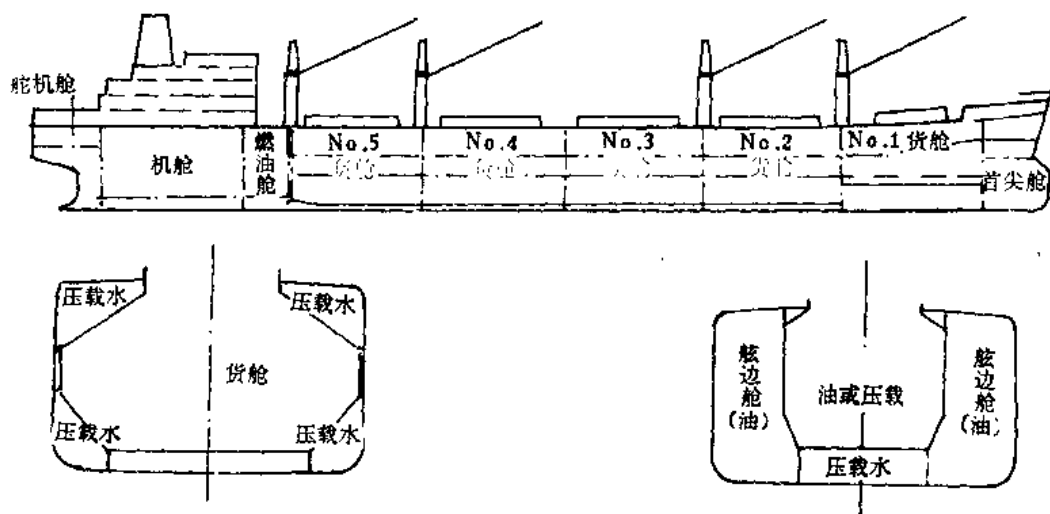


图1-2 散货船

由于散装货物的流向固定，常是单向运输（回程空放），运价又特别低，在航行中货物还会产生移动，故对船型的主要要求为大型、构造简单、装卸方便、造价低廉、加快周转、降低运输成本，并注意提高安全性与空载航行的性能。

散货船货种单一，批量较大，对隔离要求不高，故只设单层甲板。各种散货轻重相差很大，为了满载轻货，就要有较大的货舱容积。装重货时则采用隔舱装载的办法，以免因货物重心过低，引起船舶剧烈摇摆而影响适航性，以及重量分布过分集中而影响强度，故有些船便采用大小舱相间的布置方式，为此，对船体结构须进行加强，以适应集中载荷引起的强度问题。为提高装卸效率，货舱口开得比杂货船更大，其宽度可达船宽的70%。散货舱在沿舱口两侧甲板下做成向下外倾 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 的角，而双层底上部两侧以 35° 角度向两舷斜升，使货舱的

横截面呈上下为斗状的八角形，如图1—2所示。这种结构在航行中可以限制货物表面移动，提高船舶的安全性，在装卸时既可消灭死角，又可利用货物的自然流动，加快装卸速度。两舷上下封闭部分用作边压载水舱，尤其是甲板下的翼舱，对调节船舶重心作用很大。为保证散货船回程空放航行中的适航性与稳性，常将船中部的一个货舱作为兼用压载水舱，以补足双层底与边压载水舱之不足，也可防止压载航行时船体的中拱。散货船常将机舱设在船尾部，这样尾机船的尺度与造价都比中机船明显降低，空航时螺旋桨较易浸没于水中以改善船舶的航行性能，同时尾机船使货舱能够得到宽敞而方整的空间以利装卸。大吨位散货船营运的航线，港口固定，並都具备装卸设备，故4万吨以上的散货船一般不设起货装置。中小型散货船，考虑到它的航线港口不定性及装卸的灵活性一般设有装卸设备。散货船以装运散货为主，但为了避免单程散货（回程空放），有的散货船上也备有一定的干货舱用以载运少量杂货，或利用一部分压载舱装载石油，这种型式的散货船称为兼用散货船。

为了载运不同种类的大宗散装货，如煤、铁矿砂、谷物等的需要，各种类型的专用散货船迅速出现，它们有运煤船、运粮船、运铁矿船、车辆——散货船、散装水泥船等。

3. 油船 油船是专门用于载运散装石油等液体货物的船舶，如图1—3所示。

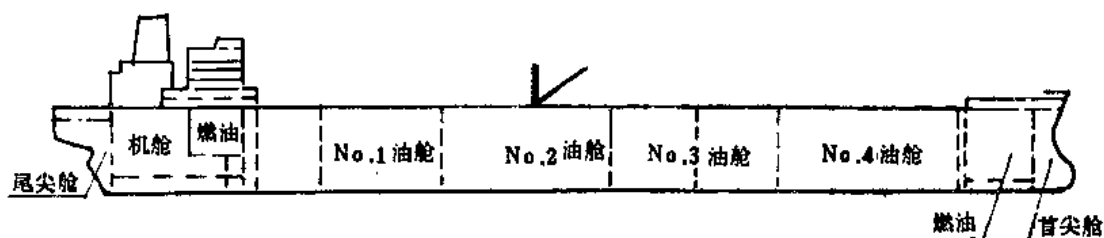


图1—3 油船

油船的设计、布置及设备等都必須适应石油易于流动、挥发、燃烧、爆炸及污染等特性。油船对防火安全要求十分严格，如国际海事协会1978年的议定书规定，载重量2万吨以上新造的油船须有惰性气体防爆设施，为了防止烟囱火星散落到货油舱区域而引起火灾，机舱须设在船尾部。尾机型油船，空载时船尾保持一定的吃水以利于螺旋桨的工作。为了防止石油在船体内部渗漏，在货油舱区前后两端与首尖舱或机舱、泵舱之间必须加设隔离舱。对船体破损，石油外溢所造成的水域污染，大型油轮在结构设计上常采用双层底或双层舷侧的办法加以解决。油船的装卸都使用专门的大流量货油泵及管系，它能在几小时到一昼夜间把全船的货油装卸完毕。为便于卸清舱底残油，还设有扫舱管系及增加大粘度货油流动性的加热管系，甲板上一般不设大的货舱开口。货舱内部为了控制自由液面的流动性造成对船舶稳性的不利影响，常设1~3道纵向隔离舱壁。为便利不同油种的分别装载，一般油舱常用4~10道横向舱壁实行分隔。小型油船不设专用压载水舱，全船的舱容、型深和干舷均较小，满载航行时甲板离水而较近，易于上浪，所以小型油船常在甲板上架设步桥，供船员通行。油船的上层建筑较短，船体长度与深度之比较大，形态瘦长，所受弯曲力矩较大，故结构多数采用纵骨架式，改善了纵向强度並节约了造船钢材。油船运输常是单向性，即回程空放，须装载大量压载水，以保持一定的吃水。为防止含油压载水污染海域，除普遍设置存放洗舱水的污油舱以外，对新造的2万载重吨以上原油和3万吨以上成品油船，须有专用压载水舱。较小的油船，在压载前将油舱洗净，并严格控制排放压载水的含油量。

油船除具有以上共性外,按载油性质可分为原油船和成品油船两种。

原油油的油种单一和吨位大。由于货油批量较大与港口系泊技术的发展,使它在航道许可的条件下,尽可能地大型化,以取得更高的经济效益。

在二次大战期间,常规油船一般为2万载重吨,50年代发展至3—4万吨。1967年和1974年苏伊士运河两次关闭期间,由原油产地波斯湾到欧美的原油绕道非洲好望角,使航程增加了 $\frac{1}{2}$ 到 $\frac{3}{4}$,由于船舶尺度不受该航线的限制,因此加剧了油船大型化的迅猛发展。20多万吨的“超级油船”(VLCC, Very Large Crude Carrier)和30万吨级的“特级油船”(ULCC, Ultra Large Crude Carrier)在现时已超过了世界油船总吨位的半数,近年来还出现了一些50多万吨的大船,如法国的“皮埃尔·吉劳马号”以及1980年日本将一艘载重量为42万吨油船“海上巨人”号改建为载重量56万吨的世界最大油船。

成品油船受货物批量与港口设备条件的限制,一般较小,近年来出现的最大船舶载重量约为7万吨。由于成品油品种较多,为不使混装,船上应装有较多的独立装卸油泵与管系。

4. 液化气船 液化气船有两种,一种是液化天然气运输船(LNG船Liquified natural gas carrier),另一种是液化石油气运输船(LPG船Liquified petroleum gas carrier)。由于这两种气体的液化工艺不一样,因此,它们的运输方式也不同。

液化天然气船:在常压上要液化天然气,其温度就须达到负164℃的深冷,在这样低的温度下,一般船用碳素钢均呈脆性,无法保证船体的强度,为此液化天然气船(LNG船)的液货舱就要用能够承受低温而不致脆裂的镍合金钢或铝合金来制造。同时,为防止低温度液态天然气影响船体结构造成低温脆裂,液货舱和船体结构之间必须有优良的绝热层,起到既要防止船体构件的过冷又要使液货的蒸发量维持在最低值的作用。

液货船应和船体外壳间保持一定的隔离空间,以防在碰撞、搁浅后破坏液货舱。根据液化气体船液货舱的结构不同,它可分成独立贮罐式和膜式两种。早期的液化天然气船都为独立贮罐式,如图1—4所示。它的液货舱是呈柱形、筒形、球形,贮罐本身具有一定的强度和刚度,能承受液货作用在其上的载荷。船体构件仅对贮罐起到支持及固定作用。膜式构造的液化天然气船如图1—5所示,采用双壳结构,船体内壳即为液货舱的承载壳,在承载壳表面敷有一层由镍合金薄板或铝合金薄板制成的膜,它与低温液货直接接触,只能起到阻止液货泄漏的屏障作用而不能承载,所有液货作用于其上的载荷均通过膜,船体内壳及内外壳之间的绝热层直接传递到主船体上去。膜式结构与独立贮罐式结构相比,最大优点是,舱室容积利用率高,结构重量轻,近年来的新船及大船多数采用膜式结构。

液化天然气船与相同载重吨的油船比较,前者的体积大,技术要求高,设备复杂,造价随主尺度的加大而成倍的增加。现在的液化天然气船一般都设有气体再液化装置,故也可运送液化石油气。

液化石油气船:石油气可以在常温下通过加压,或在常压下通过冷冻使其液化。根据液化的方法不同可以将船分为压力式、半冷冻半压力式及冷冻式三种。

压力式就是将几个具有一定耐压的贮罐装在船上,液化气在高压下维持其液态。这种方式构造简单,现今6 000m³以下的小船还普遍采用这种船型。由冷冻液化后所得的体积比加压液化后所得之体积还要小2%~6%,所以60年代初期出现半冷冻半压力式船,进而发展到冷

冻式船（液货舱内温度约为负 50°C ，压力约为 0.28P. ），这种船为双壳结构。液货舱用耐低温的合金钢并衬以良好的绝热材料，其容量大都在 $10\,000\text{m}^3$ 以上，船上设有气体再液化装置，可以将蒸发后的石油气再液化后送回液货舱。

由于液化天然气船可以兼运液化石油气，但液化石油气船却不能用以运送液化天然气，故液化石油气船的大型化不如液化天然气船发展快，一般均不超过 $100\,000\text{m}^3$ 。

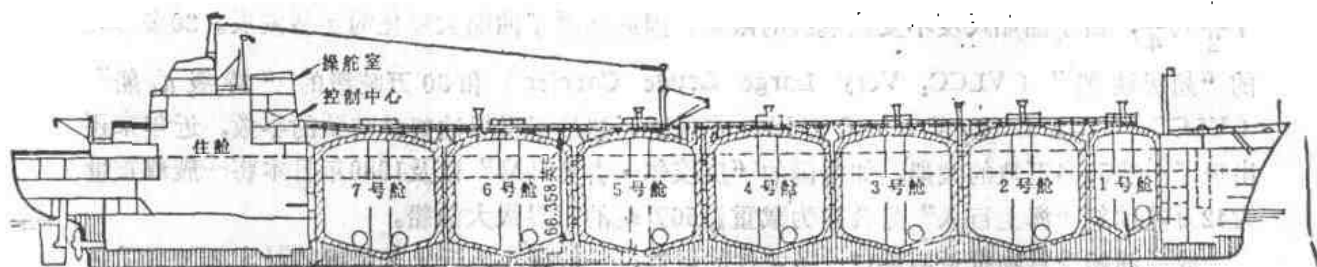


图1-4 贮罐式液化气体船

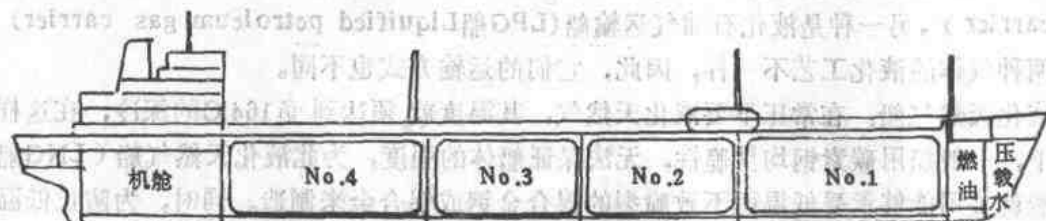


图1-5 膜式液化气体船

5. 液体化学品船 液体化学品船的运输对象，主要为醚、苯、醇、酸等具有强烈腐蚀性、臭味和毒性的货物，因而对船舶的耐腐蚀性，防漏泄性与抗沉性有更高的要求，通常设双层底和双重舷侧板。又因液体化学品品种繁多，往往需要同船运输，所以货舱分隔较多，以便运输多种化学品，并且各有自己专用的货泵和管系。货舱内壁和管系采用不锈钢或抗蚀涂料，且对货物围护和各种系统的分隔都有周密的布置。

根据所运货物特性，这类船舶一般可分为三种，船舶设计及布置亦根据三种不同情况而异：①装载危险性最大货物的船舶应具有双层底和双重舷侧，双重舷侧所形成的翼舱的宽度不小于 $\frac{1}{5}$ 船宽，这就可防止船舶一旦碰撞搁浅后，液体不致泄漏出船外；②装载危险性略小的货物的船舶也应具有双层底和双重舷侧，但翼舱宽度可小于第一种情况；③装载危险性更小的货物的船舶，其构造与油船相似。运送酸、碱等腐蚀性较强货物的船舶，其货舱内壁、

管系、泵等设备均采用不锈钢或以橡胶等耐腐蚀材料复盖。

6. 冷藏船 冷藏船是专门用于运输鱼、肉、禽、蛋、水果、蔬菜等冷冻和易腐鲜货的船舶。

因受货源限制，专用冷藏船吨位不大，常见吨位为数百吨至数千吨。如图1—6所示，为提高冷藏船的利用率，目前常设计成能兼载集装箱和其他件杂货的多用途冷藏船，吨位可达2万吨左右。

冷藏船与一般货船主要差别在于：冷藏船的货舱（冷藏舱）常分割得较小，每个舱室都构成独立的、密闭的绝缘载货空间，以满足不同货种对温度的要求；为防止货物堆积过高而压损货物，冷藏舱的上下甲板间或甲板与舱底之间的高度较小；冷藏舱舱壁与门、盖都要求气密，並覆盖良好的绝缘材料，如泡沫塑料、铝箔等；舱内须有良好的防潮设备，使相邻货舱互不影响，互不感染；冷藏船上需装备高效的制冷机组，当采用多级制冷时还包括盐卤冷却器、冷风机等设备；冷藏设备应保证船舶在摇摆、振动以及高温、高湿条件下正常运行，与海水、盐雾等接触处的机械另部件要采取防腐措施。冷藏舱的制冷剂级别：一级制冷剂为氟里昂；二级制冷剂一般为盐水；三级制冷剂为冷空气。冷藏舱温度范围为 $-25^{\circ}\text{C} \sim +15^{\circ}\text{C}$ 左右，根据不同货种选用适宜的温度。

冷藏船航速一般较高，近年来设计的万吨级多用途冷藏船的航速均在20n mile/h(20Kn)以上。

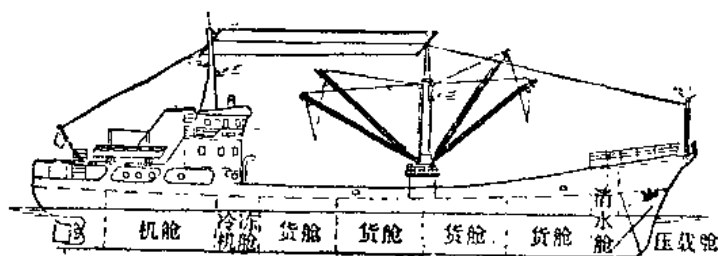


图1—6 冷藏船

7. 客船 客船以载客为主，一般携带少量货物，定班定线航行。按航行的海区 and 要求的适居性，客船分为远洋客船、近海客船、沿海客船和内河客船等。在《国际海上人命安全公约》中规定，凡载客超过12人以上的海船须按客船标准要求进行设计及配备，所以严格地讲，载客超过12人者均应视为客船，不论是否以载客为主。

对客船的要求首先是安全可靠，具有良好的适航性和居住条件，航行速度要求较快。远洋客船（图1—7）的排水量一般都在万吨级以上；近海客船（图1—8）的排水量约为5 000t~10 000t；沿海客船（图1—9）的排水量一般在5 000t以下；内河客船则更小些（图1—10）。

为了旅客的安全，客船上规定配备足够的救生设备，如救生艇、救生筏、救生圈和救生衣等。消防也有严格的规定，对要求高的客船上的舱室设备、家俱和床上用品等经防火处理。此外，客船上还要求装备完善而高效的通讯设备、照明设备，有的还设有空调系统。有些客船为了减少在海洋中航行时的颠簸，船上还装有减摇水舱或防摇鳍等减摇措施。

客船外型美观、大方，多数是首尾向流线型，上层建筑庞大，有的多达7~8层甲板，一般内河客船也有5~6层甲板。上层建筑内除布置住舱外，还有供旅客用的餐厅、酒吧、舞

厅、诊疗室、阅览室和卖品部等服务性舱室，有宽敞的甲板走廊供旅客活动，大型远洋客船还设置露天游泳池和室外运动场。

中小型沿海客船的航速一般为 $16\sim 18K_n$ ，大型高速客船的航速达 $20K_n$ 以上。

客船与其他交通工具比较，具有客运量大、费用低、安全度大、旅客占用的活动面积大等优点。

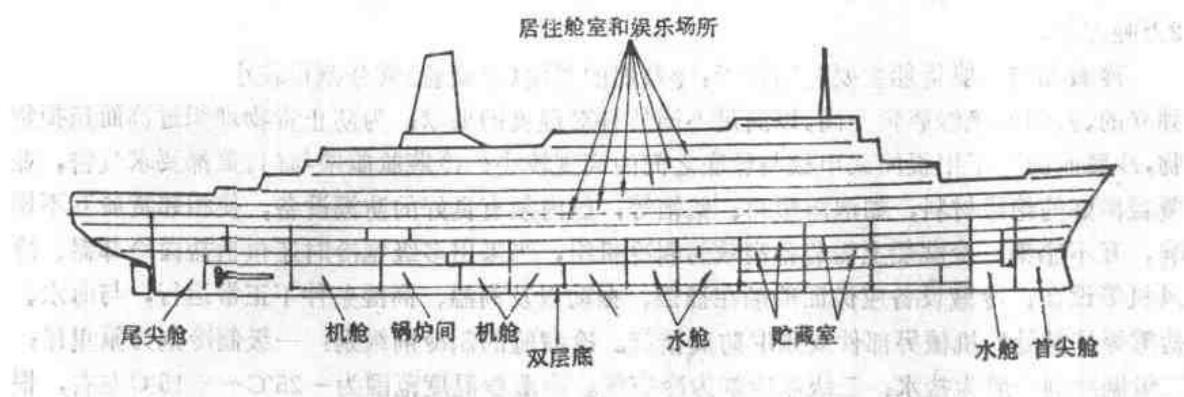


图1-7 远洋客船

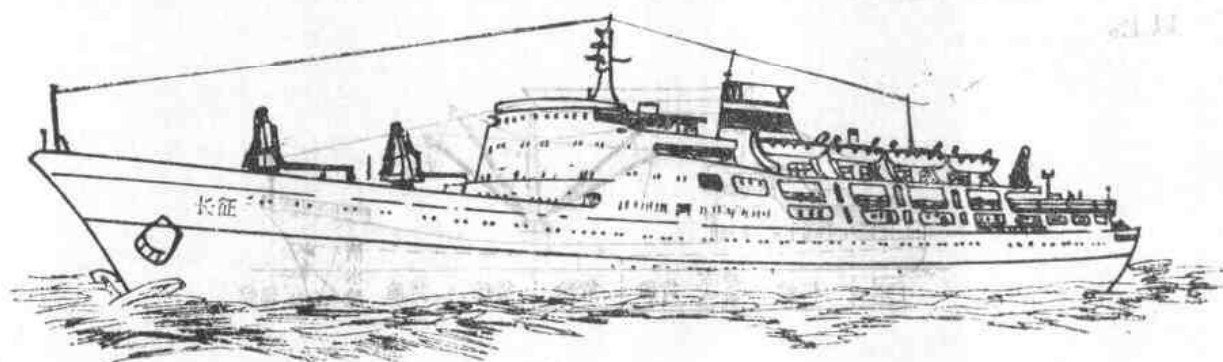


图1-8 近海客船

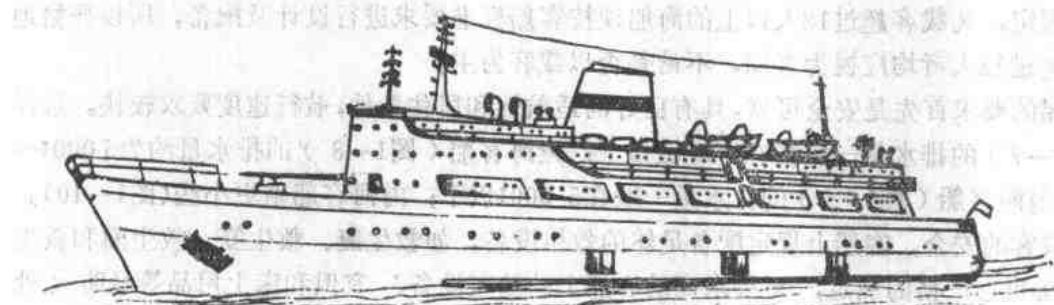


图1-9 沿海客船

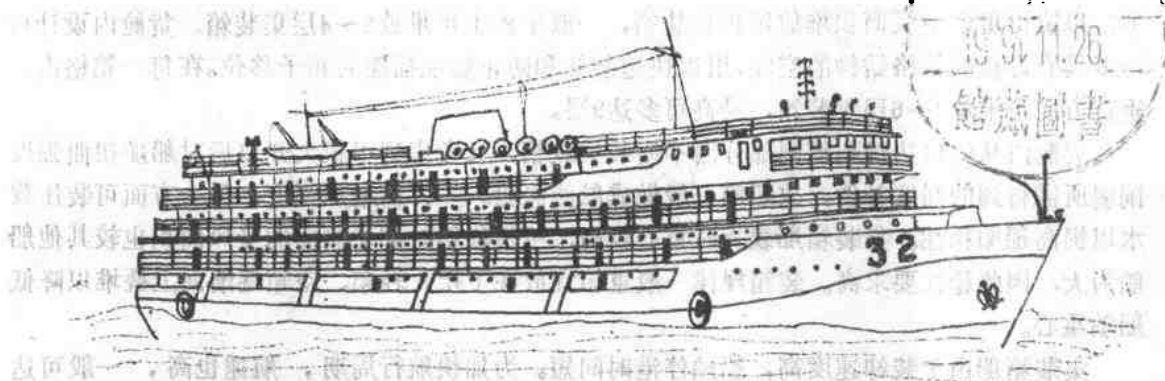


图1-10 内河客船

二、集装箱运输船的类型及自卸货船

二次大战以后，船舶大型化的发展波及到各种船型，如出现了48万吨超级油轮，16万吨超级矿砂船，专门装运水泥、液化石油气（LPG）以及其他各种散装货船，但与日常生活密切相关的定期杂货船，装卸工作主要还是靠斗抓网兜的落后方式。统计资料表明，定期杂货船停泊时间占航次时间达40%~50%，而油船、散货船的停泊时间仅占航次时间10%~15%。由此可见，普通定期杂货船的营运效率低于油船和散货船。因此改革船型，更新装卸工艺，提高装卸效率，缩短船舶停靠码头时间，是提高杂货船运输经济性的主要技术目标。

近几十年发展起来的集装箱运输为杂货船的高效运输提供了良好的条件。集装箱运输是将件杂货集装于统一标准尺寸的大型包装箱（集装箱）内，使产品运输规格化，便于实行装卸和运输自动化。采用集装箱杂货运输，其装卸效率可以提高十几倍，不但减轻了劳动强度，防止了货物的损坏，加速了车船的周转，加快了货物的送达，节省了包装费用，简化了理货手续，而且减少了营运费用，降低了运输成本。目前，国际上通用的集装箱有1C型（8'×8'×20'），1CC型（8'×8'6"×20'），1A型（8'×8'×40'），1AA型（8'×8'6"×40'）四种。

集装箱运输船舶以装卸方式来分类有：吊装式集装箱船（普通集装箱船）、滚装式集装箱船（简称滚装船）和浮装式集装箱船（又称载驳船）三种。

除此之外，对于散货船，近来也越来越多地兴建能够自动装卸散货的自卸货船，从而使散货的装卸效率大幅度上升，船舶的吨位也越趋大型化。

1. 吊装式集装箱船：吊装式集装箱船就是通常所指的集装箱船。它又可分杂货—集装箱两用船、半集装箱船和全集装箱船（又名集装箱专用船或全集装箱船，如图1-11所示）等三种，其中以全集装箱船属典型。

在吊装式集装箱船上，有带装卸桥和不带船用集装箱装卸桥的两种。由于船用集装箱装卸桥的重量很大，造价也高，所以在港口条件允许的情况下，都希望使用港口集装箱装卸设备，而不愿建造带船用装卸桥的集装箱船。

集装箱船在船型与结构方面与常规杂货船有明显的不同，它的船型瘦削，只具有单层连续甲桥。上甲桥平直，其上有大开口的货舱口，舱口宽度可达船宽的70%~80%。采用尾机型船

型，以留出更多甲板面积堆放甲板集装箱，一般甲板上可堆放2~4层集装箱。货舱内设计成许多具有导轨的箱格结构的空间，用以快速装卸和防止船舶摇摆时箱子移位。在每一箱格内，垂直方向可堆放4~6层集装箱，最高可多达9层。

货舱内从舱口边缘到舷侧部分因不便装集装箱，又考虑到甲板大开口后对船舶扭曲强度削弱所需得到的强度补偿，故船侧一般做成舷侧深舱。一方面增加强度，另一方面可装压载水以提高船舶稳性。集装箱船载货时重心较高，甲板载箱时船舶侧面的受风面积也较其他船舶为大，因此稳性要求高。装箱规律一般重箱宜放在下层，轻箱、空箱逐渐向上叠堆以降低船舶重心。

集装箱船由于装卸速度快，船舶停港时间短。为加快航行周期，航速也高，一般可达18~21 kn，最高可达33 kn，最大主机功率可达(120 000马力)故需用三台主机。近年来由于世界性能源危机的影响，集装箱船的航速已有显著下降趋势。

国际上表示全集装箱船大小常用的术语是：第一代集装箱船(装箱数700~1 000只，载重量11 000t)；第二代集装箱船(装箱数1 500只，载重量30 000t)；第三代集装箱船(装箱数2 500~3 000只，载重量40 000t)。

一般说集装箱船与普通杂货船相比，具有吨位大、航速快、装卸效率高三大特点。

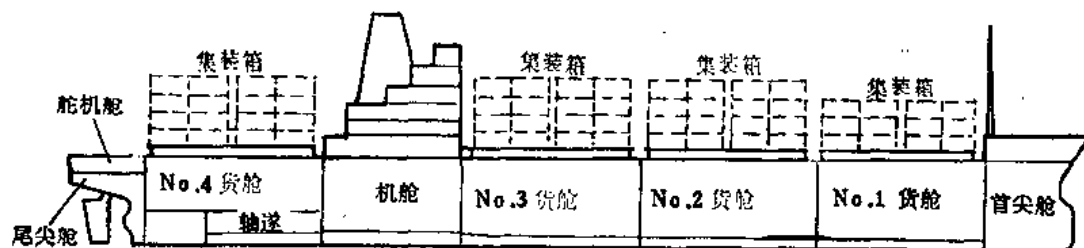


图1-11 全集装箱船

2. 滚装式集装箱船：滚装式集装箱船又称滚装船。它是由火车渡轮和汽车渡轮发展起来的一种新船型。车辆或载有集装箱的叉车可通过与码头相联的吊桥或跳板直接进入货舱，故又称滚上滚下船。

采用滚装船运载货物，可减少装卸环节，大大提高装卸效率，缩短船舶营运周期，实行了门——门的运输服务。

从船型来看，远洋航线上使用的滚装船，可分为三种类型：

- (1) 具有多层甲板和货舱的滚装船(码头吊桥)；
- (2) 船上装有尾斜跳板和多层全通甲板的滚装船(船上跳板)；
- (3) 吊装——滚装两用船(码头吊桥)。

目前使用最多的是具有尾斜跳板和多层全通甲板的第二类滚装船，如图1-12所示。

一般滚装船的上甲板平整全通。上甲板下用多层甲板来分割船体空间成为载货舱室，各层甲板之间用斜跳板或升降平台连通，便于车辆或货物运送至各层甲板。为增大甲板面积用于载货，故上层建筑尽量置于船舶两端——船首或船尾。机舱设在尾部。为减少动力装置的体积，机器一般采用中速柴油机。为避免占用货舱空间，影响车辆行驶，烟道、烟囱位于两舷。各层甲板较低，正好容纳拖车与装集装箱所需的高度。有的滚装船为装运大件货而将各层甲板

做成可变的。

滚装船的跳板开口设在舷侧，但一般开在尾部。开口处装有较大的铰接式跳板，跳板以 $35^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 角度斜搭到岸上，即为尾斜跳板。尾斜跳板的使用，使船舶只能用规定的一舷靠码头，不但对船舶的靠离带来麻烦。而且外型也不美观，使用时还会产生较大的倾斜力矩。采用新型的转动式跳板能左右转动 33° ，避免了上述缺点，使用也方便。该类跳板的宽度可达14m，长50m，能承受100t~180t的负荷，可同时供2~3排满载的车辆通行。

目前，滚装船在设计上仍存在一些问題，如货物重心较高，对船舶的稳性不利；船内水密横向舱壁较少，影响到船舶的抗沉性；货舱内支柱较少，影响了甲板强度；车辆在舱内大量排放的废气，要具有大通风量的设备。

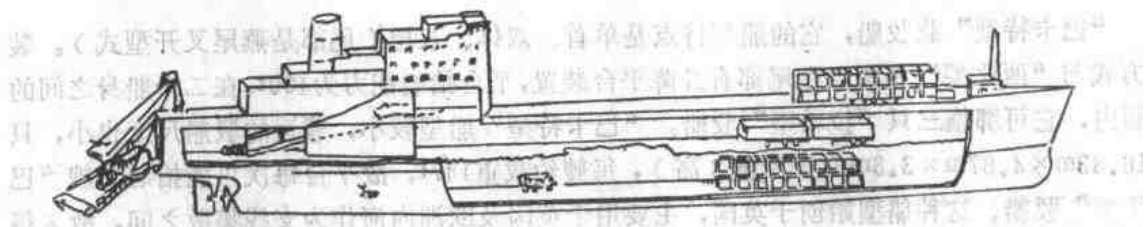


图1—12 滚装式集装箱船

3. 浮装式集装箱船（载驳船） 浮装式集装箱船又称载驳船。因为这种船上装载有大量的驳船，所以这些驳船本身就被看成是一种特殊的集装箱（即所谓浮动集装箱）。

载驳船是一种用来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，由拖船拖至装卸水域，将载货驳船装于载驳船上，长途航运到中转港后，再将驳船卸于装卸水域，由拖轮将驳船队拖到目的地，完成海河联运，实行门到门的运输，省去了许多中间装卸环节，加速了船舶周转率。载驳船又名母子船。

目前，载驳船有三种类型。“拉希”式载驳货船(Lighter Aboard Ship简称LASH)，如图1—13所示，又叫普通载驳货船；“西比”式载驳船(Sea—Bee Carrier)，如图1—14所示，又叫海蜂式载驳货船；上述二类是载驳货船中的主要船型，且都是40 000吨级的大型船舶。后来又发展了一种名叫“巴卡特”的小型载驳货船(Barge Aboard Catamaran简称BACAT)，如图1—15所示，又叫双体载驳船，其载重量为2 700t。

“拉希”式载驳货船的驳船舱结构与全集装箱船一样，也是一种分格结构船。舱内设有许多驳格，每一驳格内可垂直堆装四层驳船。甲板上也可堆装二层驳船。它利用装置在船尾的可沿船舶纵向移动悬尾式驳船起重机进行装卸驳船。起重机的起重能力为510t。船尾设有升降井，装载时，驳船由起重机从升降井中吊起，然后起重机沿着装置在两侧的纵向轨道，将驳船从船尾运送到上甲板的各舱口上，并逐渐自首向尾进行装舱，装满后用舱口盖板盖没舱口。装载每一驳船所需时间平均为15分钟。每小时的装卸效率为1 500t。

目前，驳船的尺度和载重量尚无国际统一标准，主要根据货流量、航道的宽度和深度、船闸的过门尺寸来确定。“拉希型”驳船尺度一般为 $18.17\text{m}\times 9.5\text{m}\times 4.4\text{m}$ （长×宽×高），载重量约375t。甲板上面有一个约为船宽80%~90%的舱口，双层底，二端为浮力空箱，以保证安全。

“西比型”载驳船的特点是甲板上不开舱口，驳船实行水平移动装卸法。舱内设有三层