

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
交通职业教育教学指导委员会推荐教材

船舶管理

——轮机工程专业

主编 刘万鹤

主审 许乐平

大连海事大学出版社

前 言

高职高专航海类专业“十一五”规划教材(下称“系列教材”)是交通部科教司为了使高职航海类专业人才培养进一步符合《STCW78/95 公约》和我国海事局颁布的《中华人民共和国海船船员适任考试、评估和发证规则》要求而组织编写的。首批系列教材共 22 种(航海技术专业 11 种,轮机工程技术专业 11 种)。编审人员是由交通职业教育教学指导委员会航海类专业指导委员会在全国航海高职院校范围内组织遴选并聘请的专业教师。参加编审的人员普遍具有较丰富的航海高职教学经验与生产实践经历,其中主编和主审均具有副教授以上专业技术职务。

本系列教材依据 2006 年 3 月新版《高职高专院校海洋船舶驾驶(航海技术)专业教学指导方案》和《高职高专院校轮机工程技术教学指导方案》中相应课程大纲编写,适用于三年制高职高专航海技术和轮机工程技术专业学生使用,也可作为上述专业中等职业教育和船员培训教材或教学参考书。

本系列教材具有如下特点:

1. 较好地体现了《STCW78/95 公约》和《中华人民共和国海船船员适任考试、评估和发证规则》,强调知识更新、突出技能,有利于培养适应现代化船舶的航海技术应用性人才。

2. 紧密结合航海类专业人才培养目标和岗位任职条件,及时充实了新颁布的《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》(海船员[2005]412 号)内容,有利于增强高职航海类专业毕业生岗位就业能力。

3. 按照《高职高专院校海洋船舶驾驶(航海技术)专业教学指导方案》、《高职高专院校轮机工程技术教学指导方案》设计,使教材理论教学体系与实践教学体系在知识内容与职业技能之间做到相互交融。

4. 把培养合格海员所需的品格素质、知识素质、能力素质和身心素质贯彻教材当中,强化了高职航海类专业学生素质教育力度。

在本系列教材编写、统稿和审校过程中业经多方把关,力求做得更好。时逢教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材遴选,本系列教材中《船舶操纵》等 12 种教材入选其中。衷心感谢为本系列教材付梓而辛劳的海事局、行业协会、港航企业、航海院校各位专家的帮助和支持。

热切期待教材使用者对本系列教材存在的问题给予指正,欢迎大家积极建言献策,以利交通职业教育教学指导委员会航海类专业指导委员会适时组织人员对本系列教材内容进行修改、调整和充实。

交通职业教育教学指导委员会航海类专业指导委员会

2006 年 12 月

编者的话

本书是根据《STCW 78/95 公约》对海员适任标准七项“功能块”之一“船舶作业管理和人员管理”，以及中华人民共和国海事局 2006 年新的《船舶管理》考试大纲编写的。在编写过程中，力求反映当前相关国际公约、港口国监督、国内法律法规的最新变化，以及安全管理和防污染的最新要求，海员社会责任和权益保护等内容，注重以职业岗位的需求为出发点，围绕高等职业教育的特点和特色，具有较强的针对性；同时，注重贯彻“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，重点突出以“必需和够用”的原则，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。

本书是针对高职高专航海类专业高等职业教育编写的(100 课时)，也适用于轮机员的考证培训和轮机部船员、船厂职工的自学和实用参考书。

本书是高职高专航海类专业“十一五”规划教材，又是普通高等教育“十一五”国家级规划教材，同时也是 2007 年江苏省高等学校精品课程教材。内容包括运输船舶概述、船舶强度与结构、船舶管路系统、船舶适航性基本知识、船舶适航性控制、船舶营运安全管理、船舶修理与检验、船舶防污染、船舶安全操作与应急处理、船舶人员管理，共十章。

本书分工如下：江苏海事职业技术学院刘万鹤副教授(远洋轮机长)编写第一、二、三、九、十章，青岛远洋船员学院孙明副教授(远洋轮机长)编写第四章，江苏海事职业技术学院胡明华副教授(远洋轮机长)编写第五、六章，江苏海事职业技术学院周卫杰副教授(远洋轮机长)编写第七章，武汉航海职业技术学院吴文新讲师(远洋轮机长)编写第八章。全书由江苏海事职业技术学院刘万鹤副教授主编，上海海事大学许乐平教授主审。

在本书编写过程中，曾得到国内航海界很多专家、工程技术人员的许多热心帮助和指点，在此一并表示衷心的感谢。同时，也恳请广大专家、读者对书中出现的不妥之处提出批评、指正意见。

编者

2007 年 4 月

目 录

第一章 运输船舶概述	(1)
第一节 船舶发展概况	(1)
第二节 运输船舶的分类	(2)
第三节 干货船	(2)
第四节 液货船	(8)
第五节 兼用船	(11)
第六节 客船、客货船与滚装客船	(12)
第二章 船舶强度与结构	(14)
第一节 船体强度概念	(14)
第二节 船舶主要部位与舱室的布置	(17)
第三节 船体结构与构件	(21)
第四节 船体首尾端结构	(31)
第五节 机舱结构	(34)
第三章 船舶管路系统	(38)
第一节 船舶动力管系	(38)
第二节 船舶通用管统	(49)
第三节 船舶管系的管理与维修	(56)
第四章 船舶适航性基本知识	(65)
第一节 载重线与吃水标志	(65)
第二节 船舶浮性	(67)
第三节 船舶稳性	(74)
第四节 影响船舶稳性的因素和提高稳性的措施	(81)
第五节 船舶倾斜试验	(85)
第五章 船舶适航性控制	(87)
第一节 船舶抗沉性	(87)
第二节 船体结构密性和堵漏	(90)
第三节 船舶摇荡性与减摇装置	(100)
第四节 舵	(102)
第五节 锚与锚链	(106)
第六章 船舶营运安全管理	(110)
第一节 有关船舶安全的国际公约	(110)
第二节 我国船舶海上交通安全法规	(116)
第三节 ISM 规则与 SMS 审核概述	(119)
第四节 ISPS 规则与船舶保安审核与监督	(124)

第五节 港口国监督、船旗国管理及安全检查	(130)
第七章 船舶修理与检验	(138)
第一节 船舶修理的种类和要求	(138)
第二节 修船准备与组织工作	(140)
第三节 轮机坞修工程	(144)
第四节 船舶检验机构	(147)
第五节 船舶检验	(149)
第六节 船舶登记	(168)
第八章 船舶防污染	(177)
第一节 船舶对海洋环境的污染	(177)
第二节 船舶防污染的有关公约与规定	(179)
第三节 船舶防污染技术与装备	(200)
第四节 海上污染事故处理	(213)
第五节 船舶防污染文书	(215)
第六节 船上油污应急计划	(221)
第九章 船舶安全操作与应急处理	(226)
第一节 轮机部安全操作规程	(226)
第二节 机舱应急设备的使用及管理	(231)
第三节 船舶海事应急措施	(233)
第四节 恶劣海况下轮机部安全管理事项	(234)
第五节 全船失电时应采取的措施	(235)
第六节 船内通讯系统的布置与使用	(237)
第七节 船舶应变部署	(239)
第十章 船舶人员管理	(245)
第一节 船员与船员管理	(245)
第二节 《STCW 78/95 公约》简介	(256)
第三节 我国履约后的轮机部值班规则	(258)
第四节 中华人民共和国船员违法记分管理办法	(263)
附录 《船舶管理》考试大纲	(266)
参考文献	(272)

第一章 运输船舶概述

第一节 船舶发展概况

船舶作为人类最早、最广泛使用的一种交通运输工具,千万年来,从原始的独木舟演变到大型、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了自然条件的束缚,增大了动力,完善了设施,提高了可靠性和安全性;螺旋桨推进器的使用提高了船舶的推进效率,提高了航速;钢铁材料的使用和焊接技术的采用使船舶强度增大;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,虽然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、火车和汽车等,但是船舶仍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。地球表面有70%以上被水覆盖,在浩瀚的海洋、广阔的湖泊以及奔腾不息的江河上,我们到处都可以看到船舶活动,它在人类的的生活和经济发展中占据着非常重要的地位和不可替代的作用。现代大型船舶犹如一座活动在水面上的城市,具有足以保证全船人员生存的设备、设施和满足人们精神、文化生活需求的服务设施,并具有航行于世界各大洲的能力。高级旅游船甚至是一件艺术品,它的设备、设施和能力代表着一个地区、一个国家甚至整个人类文化、科学技术和生产力的发展水平。

随着造船技术和船舶自动化程度的不断提高与完善,目前一艘普通万吨级远洋货船其造价高达数千万美元(数亿元人民币),这还不包括船上的货物。而船上船员人数的配额又在逐步下降,这样,对船员(尤其是对高级船员)的素质要求就越来越高。为此,联合国国际海事组织(IMO)和我国政府历年来制定出一系列的公约和法规,而且还在不断地修正和完善,旨在保证船舶安全航行、保护海上人命财产、保护海洋环境。要实现这个主题,关键还是如何培养出新一代高素质的航海人才,这是国际社会和全世界航海界目前所共同关注的课题。

我国东临浩瀚的太平洋,拥有超过18 000 km长的海岸线和300万 km²的蓝色国土(海洋),沿海岛屿良港密布。自古以来,我们的祖先在航海方面就有过卓越而辉煌的成就。特别是15世纪初(明朝永乐年间),曾有过郑和七下西洋的伟大壮举,距今已有整整600年时间,比哥伦布横渡大西洋发现美洲新大陆还要早半个多世纪。当时郑和舰队走遍了南洋群岛、印度洋和阿拉伯海沿岸各地,远达北非洲的东海岸和红海地区。郑和舰队其规模之大、航程之远,在当时的世界上是无与伦比的。但是,在以后封建统治的几百年时间里,我国的航海事业没有得到应有的发展,到了清朝末年,已远远落后于世界。当年帝国主义列强就是从海上凭借坚船利炮,轰开了闭关自守的中国大门,把一个个不平等条约强加于中国人民,使我们的祖国、我们的民族承受了百年耻辱,这是我们永远不能忘记的。1949年新中国成立后,我国的造船业和航海业又得到了较快的发展。目前,我国已拥有相当水平的造船工业,能建造各种类型的现代化船舶。20世纪60年代初我国开展了远洋运输业务,短短几十年的发展,至今已形成一支具有雄厚力量的商船队,其总吨位已跻身世界前十位。

21 世纪是人类的海洋世纪。古老而又现代的航海事业与目前新兴的航空、航天事业一样,是体现一个国家、一个民族综合实力的象征。我们的国家要在新世纪全面实现四个现代化,而交通运输事业必定走在国民经济发展的前列。因此,努力学习、掌握世界一流的航海技术与船舶管理技能,振兴祖国的航海事业,让船舶更安全,使海洋更清洁,这是历史赋予我们的神圣使命。

第二节 运输船舶的分类

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,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、蒸汽轮机船、核动力船等。
3. 按推进器形式分为: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:中机型船、尾机型船、中尾机型船等。
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。

下面,将简要介绍几种广泛使用的常见运输船舶。

第三节 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。

一、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。

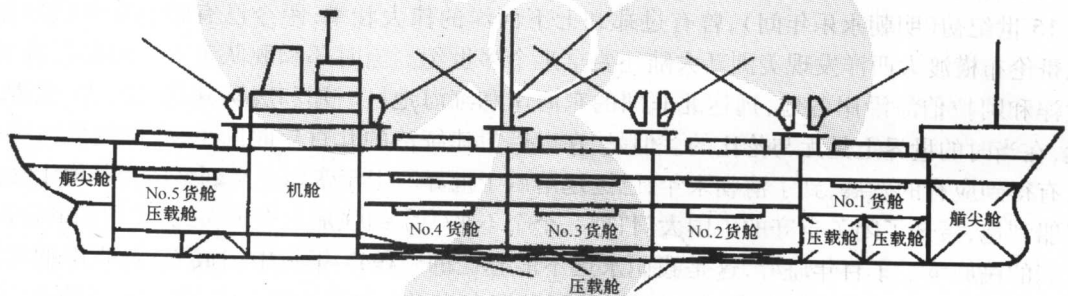


图 1-1 杂货船

杂货船有下列一些特征:

1. 杂货船的载重量不可能很大,通常远洋杂货船总载重量为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,杂货船载重量过大会不经济。

2. 为了理货方便,杂货船一般设有2~3层甲板。载重量为万吨级的杂货船,设有5~6个货舱。机舱位置多采用中尾机型或尾机型。

3. 杂货船一般都设有艏楼,在机舱的上部设有桥楼(见第二章)。

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,也有装设液压旋转吊(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,采用双排舱口。

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。远洋杂货船航速为14~18kn,续航力为1.2万海里以上;近洋杂货船的航速为13~15kn;沿海杂货船的航速为11~13kn。

8. 杂货船一般都是一部主机,单螺旋桨、单舵。

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。有装卸作业麻烦、时间长、劳动强度大、货易损、装卸效率低、货运周期长、成本高等缺点。若把各种杂货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。

二、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,如图1-2所示。集装箱船可分为三种类型:①全集装箱船:这是一种专门装运集装箱的船,不装运其他形式的货物。②半集装箱船:在船的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。

集装箱的尺寸和重量大小、种类很多,目前按国际标准化组织(ISO)推荐的规格主要有两种型号:①40ft集装箱:其长×高×宽为40ft×8ft×8ft(即12.192m×2.438m×2.438m);最大重量为30.48t。②20ft集装箱:其长×高×宽为20ft×8ft×8ft(即6.058m×2.438m×2.438m);最大重量为20.32t。其中20ft集装箱为标准箱(TEU),一个40ft集装箱等于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。

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。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。

2. 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%。

3. 甲板开口大,对船体总纵强度和扭转强度不利,需采取各种加强措施。全集装箱船一般为双层船壳,可提高船体的抗扭强度,在两层船壳之间作为压载水舱。

4. 为了使货舱尽可能地方整,以及便于在甲板上堆放集装箱,一般均采用尾机型或中尾机型船。

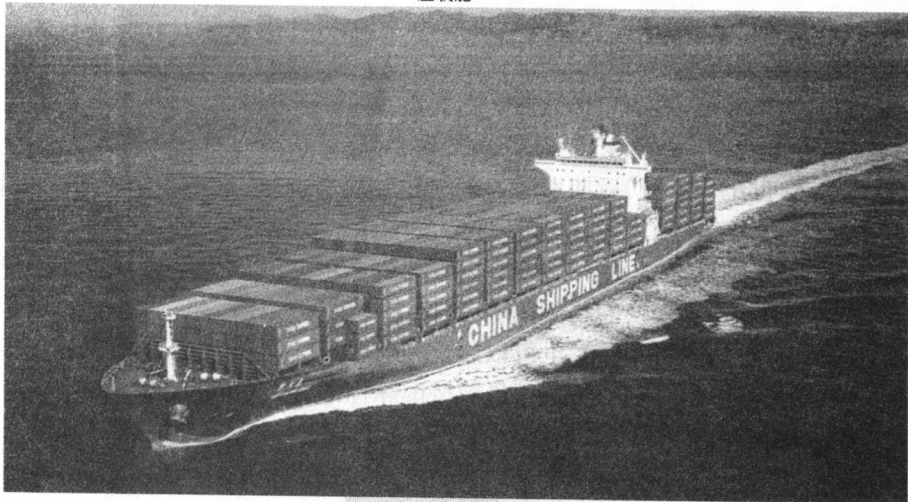
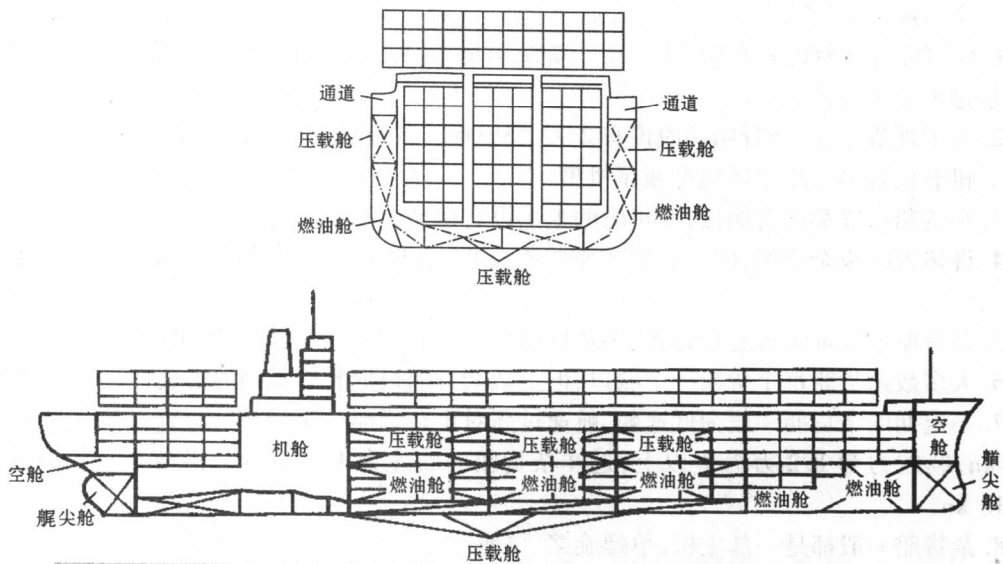


图 1-2 集装箱船

5. 除了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、船形较瘦、航速高,多数船为两台主机、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求采取相应的措施。

三、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。

滚装船的主要特征:

1. 滚装船的船体结构与杂货船、集装箱船等有许多不同之处。要求甲板面积大、层数多。装载小汽车的滚装船,甲板层数可达10层以上。其主甲板以下设有双层船壳,两层船壳之间作为压载水舱。在各层甲板上设有内跳板或升降平台,用来装卸货物或供货车通行。

2. 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。

3. 滚装船在首部、尾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,如图1-3所示。跳板的形式很多,有从尾部沿着船舶纵向中心线方向直伸出船外的,称为尾直跳板。尾直跳板:结构简单、重量轻,装卸货时不产生横倾,但要求船舶停靠突堤码头。尾斜跳板: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。尾旋转跳板:跳板可以向船的两舷侧方向旋转或伸直,操作灵活方便,但机构复杂,重量大。

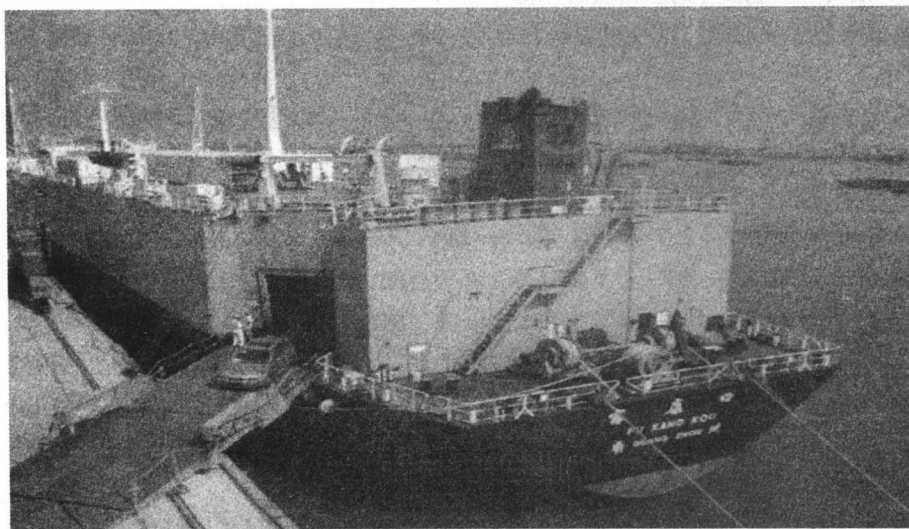
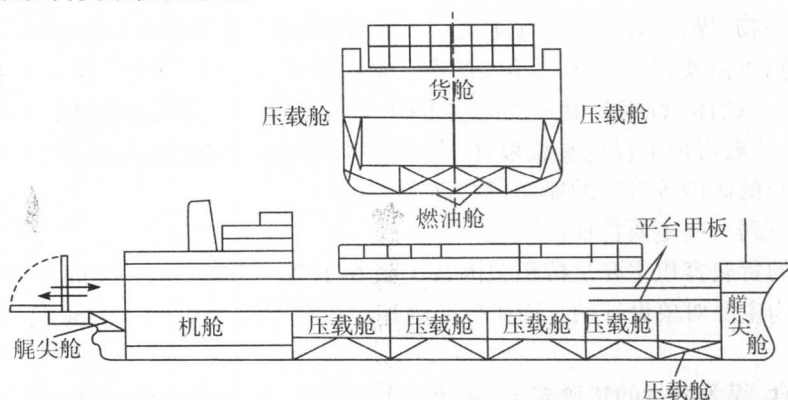


图1-3 滚装船

4. 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,压载重量与载重量之比一般为 $0.4 \sim 0.6$ 。

5. 滚装船大多数装有首部侧推力装置,以改善靠离码头的操纵性。

6. 滚装船航速高,远洋滚装船的航速一般为 20 ~ 30 kn。

7. 滚装船多数为尾机型,船形较瘦。

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;设在尾部的机舱体积小,工作条件差。

四、载驳船

载驳船是一种运转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,但停泊水域必须开阔而不受风浪影响,并需配备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。

五、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。

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在 $1.20 \sim 1.60 \text{ m}^3/\text{t}$ 之间的货物如小麦、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,所以散货船的载重量较大。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,散货船载重量的大小,通常分为如下几个级别:

(1) 总载重量为 6 万 t 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。

(2) 总载重量为 3.5 万 ~ 4 万 t 级,称为轻便型散货船。

(3) 总载重量为 2 万 ~ 2.7 万 t 级,称为小型散货船。

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. 散货船都采用尾机型,船形肥大,机舱布置在尾部无困难。

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晌,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呈 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,而船形又肥大,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. 总载重量在 4 万 t 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。而总载重量在 5 万 t 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填注漏斗的作用。

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,设计船速为 14 ~ 15 kn。

矿砂船是散货船的一种。载重量较大,通常在 10 万 t 以上,属于重结构低速船。这里就不多叙述,散货船与矿砂船中横剖面区别见图 1-4。

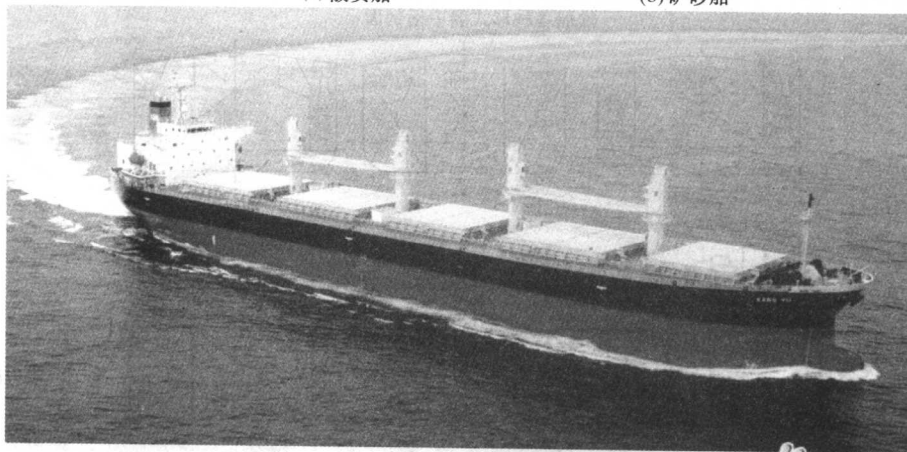
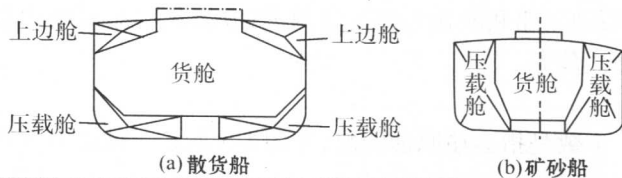


图 1-4 散货船与矿砂船及其中横剖面图

六、冷藏船

冷藏船是用于运输鱼、肉、禽、蛋、水果等食品和易腐鲜货的专用船舶。

通常受货源限制,吨位不大,常见的吨位是数百吨至数千吨。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。

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 $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}$,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 20 kn 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。

第四节 液货船

民用运输船舶除运输上述杂货、散货等干货外,还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、液化气船和液态化学品船三类。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;液态化学品船则用以专门运输各种不同的液态化学品,如酸、醇、苯等。

一、油船

通常所称的油船,多数是指运输原油的船,如图 1-5 所示。油船有下列一些主要特征:

油船各种形式船中横剖面

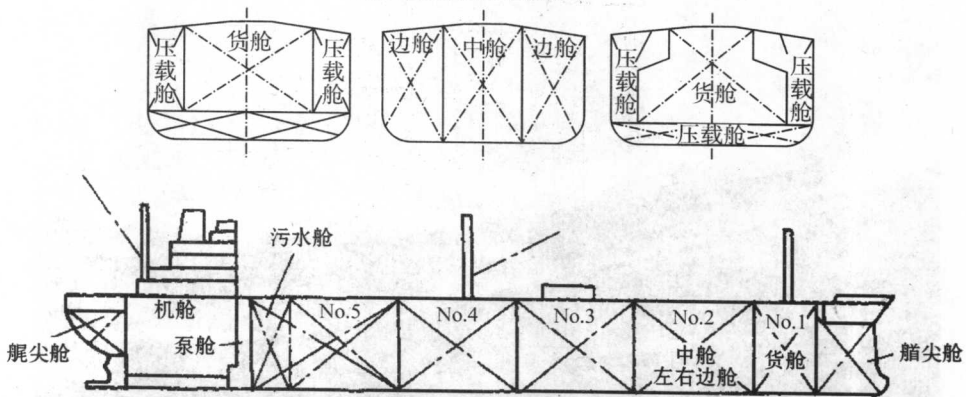


图 1-5 油船

1. 载重量大。由于石油货源充足,装卸速度快,所以油船可以建造得很大。近海油船的总载重量通常为 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。油船的载重量越大,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,船形较肥,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. 油船都是尾机型船,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,减小艏轴长度,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,故油船除了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。

5. 对于船长大于 90 m 的油船,通常要求在货油舱内设置两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。

6. 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炉舱、居住舱室等隔开。

7. 设干货舱。由于尾机型船满载时尾部轻、重心前移,会产生首倾。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。

8. 压载舱。由于油船船形较肥,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。据此,《MARPOL 73/78》国际防污公约规定,载重量为 2 万 t 以上的油船,均应设有专用的压载舱。

9. 设污水舱。国际防污公约规定,船舶排放含油污水浓度不得超过 15 ppm(15×10^{-6})。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。

10. 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,但在卸油时是用船上的货油泵。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。

11. 设舱底加温管系。其目的是防止舱内货油因温度下降凝固。

12. 上层建筑、步桥和通道设置。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。船的首部设置艏楼,艏楼和艉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,应采取许多必要的防火措施。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,避免因碰击发生火花;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,都是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。

成品油船其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。国际防污公约规定,总载重量在 3 万 t 以上的成品油船,需要设置专用压载舱。

二、液化气船

所谓液化气有两种,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,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 年代逐步发展起来的,目前已成为一支数量可观的船队。

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,就使得这两种液化气的运输方式也不同。运输液化天然气的船用英文缩写 LNG 表示;运输液化石油气的船则用 LPG 表示。液化气船载运液化气的方法,一般有罐式和膜式两种。罐式是在船舱中安装几个巨大的高压钢罐,钢罐可造成柱形、球形或筒形以便承受压力,材料用高强度钢制成。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 和 -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,而只要有优良的隔热层以保持低温即可。液化天然气在 -161.5°C 低温及大气压力下,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,在两层之间用绝缘物隔热。这种装置的主要问题是防止泄漏。因为一旦发生泄漏,除有爆炸的危险外,以 -161.5°C 低温气流接触钢板外壳,钢材将立即脆裂,所以在制造时工艺要求很高。

石油气的主要成分为丙烷与丁烷。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。

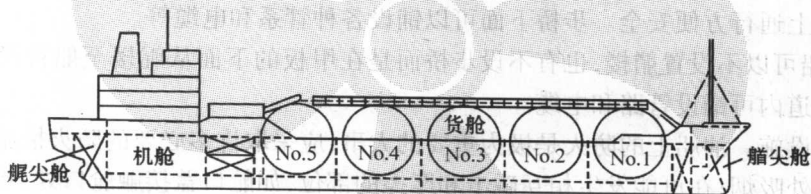


图 1-6 压力式 LPG 船

三、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

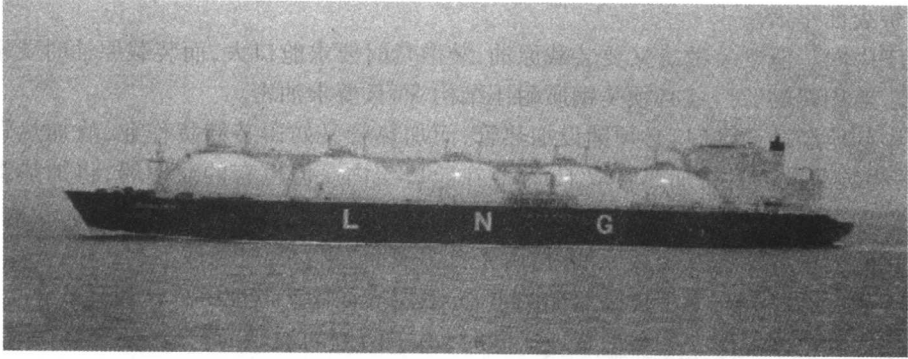


图 1-7 LNG 船

学品种繁多、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。

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:

1. 装载危险性最大货物的船舶具有双层底和双重外壳,双重外壳所形成的翼舱,其宽度不小于船宽的 $1/5$,这就使船舶一旦发生碰撞搁浅时,液体不至于漏出船外。
2. 装载危险性略小的货物的船舶也应具有双层底和双重船壳,但翼舱宽度可小于上一种情况。
3. 装载危险性更小的货物的船舶,结构与油船相似。如运送酸、碱等腐蚀性较强的货物的船舶,其货舱内壁、管系、泵等设备多采用不锈钢或以特殊耐腐材料覆盖。

第五节 兼用船

散货船、矿砂船和油船等专用船舶,虽然载重量都比较大,但是由于所运输的货物种类单一,回航不能装运其他种类货物,只好压载空放。兼用船亦称多用途船,是根据货物种类的变化,船舶在往返航程中,可以装载不同种类的货物,即既可以装载原油,也可以装载散货或矿砂的两用船或三用船。这样既提高运力,又降低运输成本。

1. 兼用船是在 20 世纪 60 年代开始大量发展起来。它的主要特点是:兼用船都是肥大形船,总载重量大多数在 15 万 ~ 25 万 t,结构上都设有中间舱和两侧边舱,并都设有双层底的单甲板船。

2. 兼用船主要有下列两种类型:

(1) 矿/油两用船:用于运输矿砂和原油,简称为 OO 船(Ore/Oil)。

这种船的中间货舱比较窄,占整个船舶货舱舱容的 40% ~ 50%。运输矿砂时装在中间货舱内,而运输原油时,装在两侧边舱和中间舱内。

(2) 矿/散/油三用船:用于运输矿砂、较轻的散货和原油,简称 OBO 船(Ore/Bulk/Oil)。

为了满足装载散货的要求,货舱的形状和散货船的货舱相似,设有上、下边舱,但是它有双层船壳。因此形成中间船舱和两侧边舱,中间船舱比较宽大,占整个船舶货舱容积的 70% 以上。中间船舱用来装散货和矿砂,当装矿砂时,因舱容较大,为了提高船舶重心,要隔舱装货。装载原油时,是装在中间舱和两侧边舱及上边舱的。

3. 为了不妨碍散货及矿砂的装卸作业,舱内各种加强结构均装设在边舱的一侧,而中间货

舱内的壁板表面平滑。

4. 由于中间货舱既装散货又要装载原油,装散货时要求舱口大,而装载原油时要求舱口尺寸小,因此,兼用船的舱口盖必须是钢质耐压结构,而且要求油密。

5. 当中间舱装载原油时,必须铺设加热管,而加热管又妨碍装卸货作业,故加热管是采用可拆式的,当装载散货时将加热管取下,存放在舱口盖内。但有的兼用船,将加热管固定在双层底顶部向下凹陷的特设井内,该井可兼作残油井用。

6. 兼用船的中间货舱在装载原油时,由于自由液面影响大,对稳性不利。

7. 对于矿/油两用船,为了提高船舶的重心,双层底如同矿砂船一样比较高。

8. 兼用船的中间船舱在装载散货或矿砂时,由于两侧的油舱为空舱,会充满油气,当装卸货物时的碰击发生火花,会引起爆炸,因此,在空油舱内一般要灌满惰性气体。

9. 兼用船都是尾机型、单螺旋桨的低速船。

10. 兼用船锈蚀比较严重,洗舱也很麻烦。

第六节 客船、客货船与滚装客船

客船系指载客超过 12 人的船舶,包括客货船舶。滚装客船系指《1974 年国际海上人命安全公约》所限定的、设有滚装货物处所或特种处所的客船。客船在结构分舱、稳性、机电设备、防火结构、救生设备、消防设施、无线电报、电话等方面的要求上,均与货船有许多不同之处。

客船有如下一些主要特点:

1. 客船的外形美观,采用飞剪式船首,首部甲板外瓢、上层建筑庞大、层数多且长、其两端呈阶梯形与船体一起形成流线型。

2. 客船水下线型较瘦,适用于中机型。这对于生活舱室设施和各种管系布置也较方便。

3. 为了布置旅客居住舱室的需要,客船设置多层甲板,大型客船的甲板多达 8~9 层,加上多层上层建筑;水线以上的干舷高,侧向受风面积大。

4. 客船要求在破舱进水后,要有足够的浮力和稳性。因此,水密横舱壁的间距较小。

5. 客船的防火要求较严格,主竖区防火舱壁、甲板、上层建筑等,必须采用不燃材料制作。而家具等设施要经过防火处理,在各个防火区之间的通道上要设防火门。

6. 由于客船的居住舱室均布置在水线以上,旅客又可以上下左右到处流动,所以船的重心高,船的侧向受风面积又大。故客船要求较高的稳性。一般需要装设有固定的压载,如生铁块等。对于客货船,水线以下的船舱尽可能用来装货。

7. 客船要按照《1974 年国际海上人命安全公约》的要求,配备有足够的救生设施。

8. 为了减小船的摇摆,大型豪华客船一般装设有减摇鳍,可减小横摇角 50%~80%。

9. 为了保证客船的航班使旅客预期到达目的地。客船的航速高、主机功率大,大部分客船都装设两部主机、双螺旋桨,也有的大型客船装有 4 部主机、4 个螺旋桨。一般国际航线大型客船,航速为 20~23 kn,个别高达 30 kn 以上。国内沿海客船的航速为 14~17 kn。