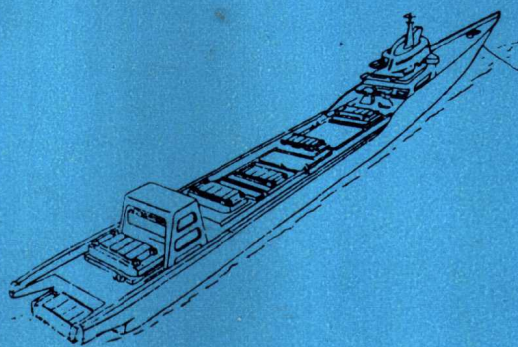


货 运 技 术

李 治 平 主 编



新 世 纪 出 版 社

货 运 技 术

HUO YUN JI SHU

李 治 平 主 编

新 世 纪 出 版 社

前 言

本书是根据上海海运学院航海系1989年制定的教学计划及《货运技术》教材编写大纲，为海船驾驶专业专科班编写的。

为帮助学员理解本课程的内容及熟练运算方法，在各章、节中都安排了计算例题和思考题。但为减少本书的篇幅，将另附《货运技术》习题集。

参加本书编写工作的有：李治平(绪论、第7、8、10、11章)，邱文昌(第2、12、13章)，吴善刚(第1、4、6章)，黄志(第3、5、9章)。全书内容由李治平修改定稿，沈玉如同志主审。

由于我们水平有限，书中不足之处，在所难免，希望读者批评指正。

编 者

1992年

绪 论

《货运技术》是研究船舶积载、货物装船、卸货及运输过程中货物管理的一门专业课程。它包括船舶货运及其所需的货物学知识和有关的船舶基础知识。

船舶积载是本课程研究和学习的重点。船舶积载是在船舶航次货运任务决定后，研究和确定货物在各货舱内正确、合理的配置及其堆装技术，即确定各货舱、各层舱装什么货，各装多少吨及货物在舱内的堆码与堆装工艺，並以一定的图式表示，通常称为积载计划。各类船舶的积载计划在形式及内容上均有所不同。

杂货船的积载计划是指船舶装货前编制的货物在船上装舱和堆码的计划。这个计划通常用一个简单明了的示意图来表示，即把船舶装载的各批货物的名称、卸货港、包装形式、件数、吨数、体积以及货物的装载位置等用图表的形式标示出来。这个图就叫做计划积载图，又称为货物积载图。

编制货物积载计划是一项非常细致的工作，需要考虑诸多的因素。货物在船上配置及堆装应保证船舶的安全、货物完好、装卸方便及良好的营运经济效果。因此，“安全、优质、快速、经济”是对船舶积载总的基本要求。船舶驾驶员及有关人员必须学好船舶积载的基本理论和基本知识，掌握编制货物积载计划的基本规律和基本技能，正确分析和解决各种矛盾，制订出较好的积载计划並付诸实施。由于货载、航线、挂港等情况不同，积载计划有时很容易编制，有时就相当复杂。无论情况如何，杂货船货物积载图编制过程中应考虑的一些因素，基本上是一致的。归纳起来，一个比较合理可行的货物积载计划，必须力求满足以下八项具体要求：

1. 充分利用船舶的装载能力；
2. 确保船体强度不受损伤；
3. 保证船舶具有适度的稳性；
4. 保证船舶具有适当的吃水差；
5. 保证货物的运输质量；
6. 满足中途港货物的合理装载；
7. 便于装卸，缩短船舶在港停泊时间；
8. 正确合理的舱面积载。

根据《货运技术》研究的对象和学习的重点，本课程的内容共有三篇。第一篇将分章介绍船舶和货物的基础知识。第二篇为杂货船运输，本篇的内容将根据杂货船货物积载计划编制的八项具体要求，结合船舶的稳性、强度和吃水差计算的基本原理以及货物的理化性质和装卸运输的要求，阐述船舶积载的基本理论和基本方法。同时专门安排一章的内容来讨论杂货船积载图的编制步骤和方法并辅以实例。在教学大纲中也安排了相应内容的课程设计，以使学员在实际的操作中掌握编制货物积载计划的基本规律和基本技能。第三篇为特殊货物与专用船舶运输。由于科学技术的发展，特殊货物的运量日益增加，船舶的类型也愈来愈多。

本篇将讨论特殊货物（如重大件货物、危险货物、散装液体货物及干散货）运输和专用船舶（如油轮、液化气体船与散装化学品船、散装货物船及集装箱船）积载计划的特点及装运注意事项。

目 录

绪论	I
----	---

第一篇 船舶与货物基础知识

第一章 船舶基础知识	1
第一节 船舶的分类及主要特点	1
第二节 船体几何形状	11
第三节 船舶的重量性能和容积性能	17
第四节 船舶的浮性、静水力曲线图和载重表	22
第五节 船舶吃水及干舷	33
第六节 船舶载重线标志及载重线海图	36
第二章 货物基础知识	41
第一节 货物的性质与分类	41
第二节 货物的包装与标志	45
第三节 货物的亏舱系数与积载因数	52
第四节 货物计量与自然损耗	54

第二篇 杂货船运输

第三章 充分利用船舶装载能力	58
第一节 船舶装载能力概述	58
第二节 航次净载重量计算	59
第三节 充分利用船舶装载能力的基本途径	64
第四节 航次货运量的确定	66
第四章 保证船舶具有适度的稳性	67
第一节 船舶稳性的概念及其计算	67
第二节 对船舶稳性的要求	99
第三节 船舶稳性的判断与调整	112
第四节 船舶横倾角的计算与调整	116
第五章 保证船体强度不受损伤	120
第一节 保证船体纵强度不受损伤	120
第二节 保证船体的局部强度不受损伤	135
第六章 保证船舶具有适当的吃水差	138
第一节 船舶对吃水差的要求	138

第二节	吃水差的计算与调整	140
第三节	吃水差计算图表	148
第七章	保证货运质量与快速装卸	156
第一节	产生海上货运质量事故的原因	156
第二节	保证货运质量的装载要求	157
第三节	船员的监舱理货	169
第四节	货物在航行途中的保管	170
第五节	货物装卸对积载的要求	176
第八章	杂货船积载图的编制与实施	181
第一节	杂货船积载计划的编制程序	181
第二节	货物装船与积载计划的实施	187
第三节	杂货船积载实例	188

第三篇 特殊货物与专用船舶运输

第九章	重大件货物运输	209
第一节	重大件货物的概念及装运特点	209
第二节	装卸重大件货物对船舶稳性的影响	211
第三节	重大件货物的加固绑扎	215
第十章	危险货物运输	218
第一节	危险货物的分类及特性	218
第二节	危险货物的承运及其装运与积载要求	225
第三节	《国际危规》和应急措施表与医疗急救指南简介及其查用方法	235
第十一章	散装液体货物运输	239
第一节	油轮运输	239
第二节	散装化学品船及液化气体船运输	267
第十二章	干散货船舶运输	278
第一节	船运散装谷物概述	278
第二节	散装谷物船舶的稳性计算	280
第三节	改善散装谷物船舶稳性的方法及其措施	294
第四节	《固体散货安全操作规则》概述	296
第五节	散装矿石船舶运输	303
第六节	散装货物的水尺计重	307
第十三章	集装箱船舶运输	317
第一节	集装箱运输概述	317
第二节	集装箱	318
第三节	集装箱船积载与装运特点	323

第一篇 船舶与货物基础知识

第一章 船舶基础知识

船舶是一种运输工具，它是能够装载物体，浮在水面上移动的工程建筑物。作为商船驾驶员，从船舶货运工作出发，首先应该了解和掌握的是船舶，尤其是商船的使用性能方面的理论知论。这就是本章所要介绍的船舶的分类及其特点，与装载能力有关的船舶若干要素和性能，以及以后各章将要陆续讨论的有关船舶稳性，强度和吃水差问题的基本理论。

第一节 船舶的分类及主要特点

船舶（这里指商船）的类型取决于其运输对象的品种。对于从事货物运输的货船，可按货物的形态分成干货船和液体货船两大类。此外，还有以旅客为运输对象的客船和客货船。

一、干货船

（一）杂货船

杂货船是商船中历史最悠久、使用最广泛的船种。它以运输各类裸装式、包装形式各异的成件干货为主，货种适应性强，航速一般不高。从结构上看，杂货船最显著的特点就是它具有两层以上的甲板（指自船尾一直延伸到船首的连续水平结构）或平台（指长度比船长小的水平结构），将船体内的空间分隔成若干层；沿首尾方面又设有许多横舱壁，把船内空间分成若干段。杂货船多层甲板、多层平台和较多横舱壁的设置，主要出于以下几个目的：

1. 保持船体的水密，保证船舶的抗沉性。船体最上一层连通甲板一般是具有水密性的，它与船体外壳所围成的水密空间决定了船舶可能受到浮力的最大值，因此，这一甲板是勘划船舶载重线的主要依据，称为干舷甲板，也可称为主甲板。横舱壁一般也是水密的，它将船体沿首尾方面分隔成许多互不漏水的船舱，一旦船体某处破损进水，水密的横舱壁能够阻止海水从一舱进入另一舱，避免船舶因进水过多而沉没。

2. 保证船体的强度。甲板和横舱壁同时也是船体承受各种外力的主要构件。杂货船多层甲板的结构特点，对于保证船舶的总纵强度是极为有利的。其中主甲板是船体承受纵向压缩和拉伸应力的主要构件，因此也称为强力甲板。为数众多的横舱壁对保证船体的横向强度和局部强度也是极为有利的。

3. 对船体内部空间进行分隔，为船舶运行提供工作空间，并满足件杂货运输的需要。甲板、平台和横舱壁将船内的空间分隔成众多的舱室，这些舱室按用途可划分为货舱、机舱、燃油舱（柜）和压载水舱等。

与其它类型的干货船相比，杂货舱装货部位最显著的特点是：它不仅沿首、尾方向由横

舱壁分隔成若干个货舱，而且每一货舱，通常都由甲板或平台分隔成二到三层。两层甲板的杂货船，通常把上一层甲板称为上甲板，即露天甲板一主甲板；下一层甲板称为下甲板。下甲板将货舱自上而下分成二层舱和底舱。三层甲板的杂货船，其甲板自上而下称为上甲板、中甲板和下甲板；最上层货舱称为上二层舱或上间舱，中间一层货舱称为下二层舱或下间舱，最下一层货舱称为底舱。在杂货船上，底舱的高度较大，二层舱的高度较小。各货舱的上、下各层甲板均设有舱口及舱盖，作为货物装卸的通道。

杂货船货舱的结构特点，很好地适应了件杂货货种杂、票数多、进出港频繁，以及包装相对脆弱、货物堆高受限的特点，为品种众多、性质各异的货物提供了良好的隔离条件。

除普通货舱外，杂货船上有时还设有一些专门用途的货舱，如贵重货舱（或称保险舱），火药库、深油舱及冷藏舱等。冷藏舱在不装冷藏货时，也可作为普通货舱装杂货。船舶空载航行时，深油舱也可作为压载水舱之用。

机舱是船舶安装主机、发电机组、蒸汽锅炉等动力机械装置的主要场所。目前建造的杂货船，机舱一般布置在船舶尾部，称为尾机船，以便利用船体中部较宽的部位布置货舱，这样对货物的装卸都有利，同时也有利于缓和船体强度方面的矛盾。早期建造的杂货船，也有将机舱布置在中部或中部偏后的，称为中机船或中后机船。杂货船机舱位置的不同对积载工作有较大的影响。

在船体内部沿船长方向的首、尾防撞舱之间，往往还设置内底。内底与外底之间是水密双层底空间，称为双层底舱，可供存放燃油、淡水及压载水等用。通常，燃油舱、淡水舱相对靠近船中，这样，燃油、淡水的消耗和补充对吃水差的影响较小。压载水舱则一般设置在船舶的首、尾部，这样有利于提高吃水差的调整效果。

此外，位于船舶首、尾部下部的狭小空间，分别称为首尖舱和尾尖舱，通常作为淡水舱或压载水舱。首尾部上层一般作为锚链舱和舵机舱。对于中机船和中后机船，在主机和螺旋桨之间的货舱和其它舱室内还设有轴隧，俗称地轴弄，以保护主机传动轴不受货物碰撞的影响。轴隧一般也是水密的。

为了方便货物的装、卸作业，杂货船的上甲板一般都设有吊杆、克令吊等起货设备。

图1—1和表1—1分别为杂货船“庆阳”轮的舱室布置图及其说明。

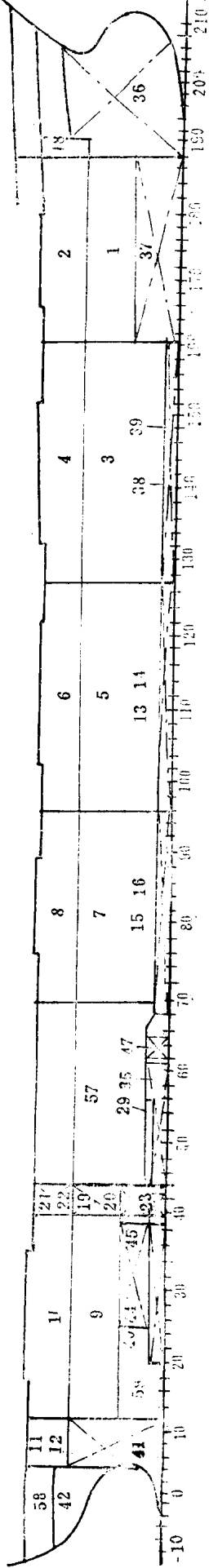
（二）散货船

在现代世界性的物资交流体系中，虽然件杂货贸易占着主导地位，但是某些种类的货物，例如粮食、矿砂、煤炭等，由于是国计民生的重要物资，或者是地区工业生产的主要原料及能源，在某一地区进、出口货流中占有相当的比重。随着地区工业的不断发展，这一趋势还将愈加明显。为了适应这些特殊货种的需要，提高运输效率，降低运输成本，一种专业化的运输手段应运而生，这就是干散货运输。由此而产生的一种专门化的运输船舶，就是散货船。根据船舶设计思想和对于货种的适应性，散货船又可分为专用散货船和兼用散货船（如矿、煤两用船）两种。

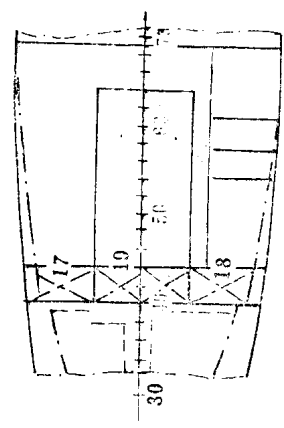
所谓散货，是指无包装的粉末、颗粒、块状或其它形状的货物。散货往往都具有一定程度的流动性，作为整船装运散货的专业化船舶，散货船的结构必须适应散货的特性，及由散货的特性所决定的散货装卸工艺和装卸机具的特点。因此，同杂货船相比，散货船在结构上具有如下特点：

表:—1

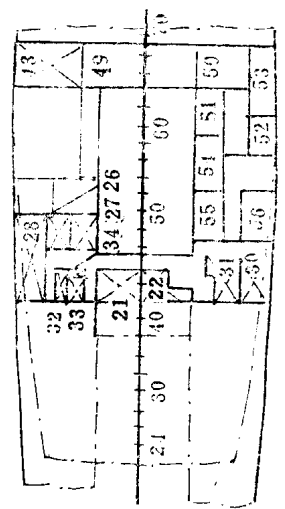
编号	舱名	编号	舱名
1	第一货舱 底舱	31	滑油 储存柜
2	第一货舱 二层舱	32	气缸油柜(左)
3	第二货舱 底舱	33	气缸油柜(右)
4	第二货舱 二层舱	34	气缸油 日用柜
5	第三货舱 底舱	35	污 滑油 舱
6	第三货舱 二层舱	36	首 尖 舱
7	第四货舱 底舱	37	No.1 压载水舱
8	第四货舱 二层舱	38	No.2 压载水舱(左)
9	第五货舱 底舱	39	No.2 压载水舱(右)
10	第五货舱 二层舱	40	No.3 压载水舱
11	贵重货物舱(左)	41	尾压载水深舱
12	贵重货物舱(右)	42	尾 尖 舱
13	No.1 燃油舱(左)	43	饮 水 柜
14	No.1 燃油舱(右)	44	淡水舱(左)
15	No.2 燃油舱(左)	45	淡水舱(右)
16	No.2 燃油舱(右)	46	锅 炉 水 舱
17	燃油深舱(左)	47	气缸冷却水舱
18	燃油深舱(右)	48	锚 链 舱
19	燃油沉淀舱(左)	49	备 品 间
20	燃油沉淀舱(右)	50	肉 库
21	燃油日用柜(左)	51	鱼 库
22	燃油日用柜(右)	52	乳 品 库
23	溢 油 舱	53	蔬 菜 库
24	柴 油 舱(左)	54	冰 机 室
25	柴 油 舱(右)	55	粮 食 库
26	柴油日用柜(左)	56	干 粮 库
27	柴油日用柜(右)	57	机 舱
28	柴油沉淀舱	58	舵 机 舱
29	滑油循环舱	59	轴 隧
30	滑油沉淀柜		



平台甲板



下甲板



船底

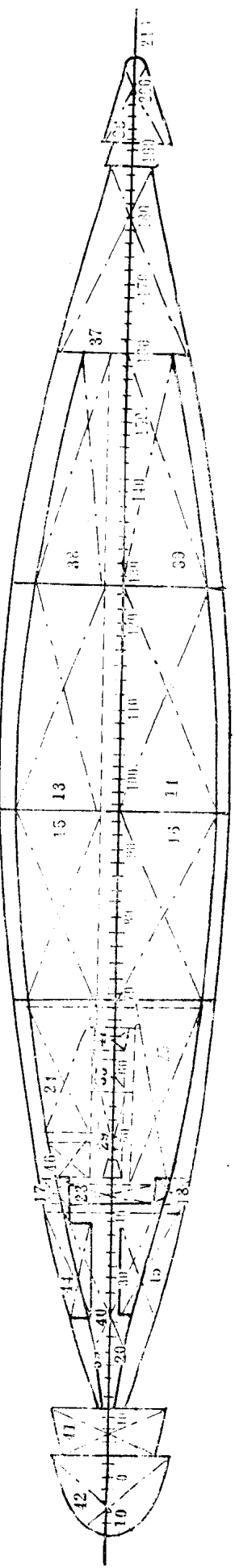


图 1-1

1. 由于专用散货船的运输对象品种单一，且无包装，不怕挤压，所以船舶货舱不需要分层。散货船通常都是单层甲板船。

2. 由于大宗散货流向单一，为了保证空载返航时，船舶具有适度的稳性和吃水差，专用散货船通常设有大容量的压载水舱，如顶边水舱、底边水舱、舷舱、双层底舱等。

3. 散货船的货舱结构，还与所运货物的密度有关。对于矿砂之类的重货，因其密度大，所需的舱容小，重心也低，为提高船舶的重心高度，保证其良好的适航性，故采用高双层底和大尺度舷舱的结构，如图1—2(a)所示。对于谷物之类的轻货，因其密度小，所需舱容大，重心高，故采用低双层底和顶边水舱、底边水舱的结构，如图1—2(b)所示。

4. 散装谷物船由于顶边水舱和底边水舱的设置，上、下方的舱壁呈斜面，减小了满舱时谷物发生横移而影响船舶稳性的可能性，同时还减少了装卸时清舱和平舱的工作量，便于散货的高效率装卸机械的使用。散装矿砂船大尺度舷舱的设置，也起到了类似的作用。

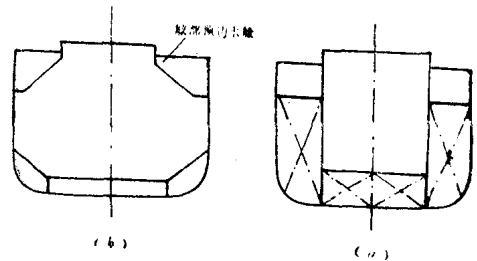


图 1—2 散装货船货舱区剖面图

5. 散货船一般采用尾机型结构。由于大宗散货一般由岸上的高效率装卸设备进行装卸作业，散货船上可以不设吊杆等起货设备。

(三) 集装箱船

集装箱运输自六十年代开始推行以来，已在世界范围内得到了飞速发展。1968年，国际标准化组织（ISO）提出了集装箱标准化草案，统一规定了集装箱的尺度、重量、强度等标准，使集装箱成为国际标准的运输设备。集装箱运输的实现，极大地提高了货物在运输工具之间的换装速度，降低了货物在运输途中的损耗和差错，把运输质量和运输效益提高到了一个空前的水平，使件杂货运输发生了重大的变革。

目前，世界上广泛使用的集装箱主要是：20ft标准集装箱，装货后重量可达15~20t，40ft集装箱，装货后重量可达30~35t。为适应如此重量和尺度的成组化货物在船上快速装卸和安全运输的需要，集装箱船在船舶结构上有如下特点：

1. 具有较大的舱口尺度。一般集装箱船舱口宽度占船宽的70%~80%，有些同货舱宽度相同。这样能使货舱内集装箱垂直地吊进或吊出舱口，不需横移，方便了装卸工作。舱口的长度和宽度应是集装箱长度、宽度的整数倍。

2. 由于集装箱本身必须达到一定的强度标准，允许有较多的堆码层数，因此集装箱船通常只设单层甲板。

3. 为防止集装箱因船舶横摇而发生位移，舱盖和甲板上设有集装箱系固设备，舱内设有格栅式货架。

4. 为弥补单甲板、大舱口结构带来的强度上的缺陷，集装箱船的舷侧结构为双重侧壁，横舱壁为双重横舱壁，船底为双层底，以增强纵向、横向和扭转强度。同时，双重侧壁，双重横舱壁和双层底的设置，也提供了大量的燃油、淡水及压载水的舱容。

5. 此外，集装箱船一般具有尾机型的机舱布置。驾驶室较高，以提供良好的瞭望视线。从经济角度出发，为适应整个集装箱运输体系的高效率，长航线的集装箱船一般具有较高的航速，它可达20~30kn。

集装箱船的外形和货舱结构分别由图1—3和图1—4所示。

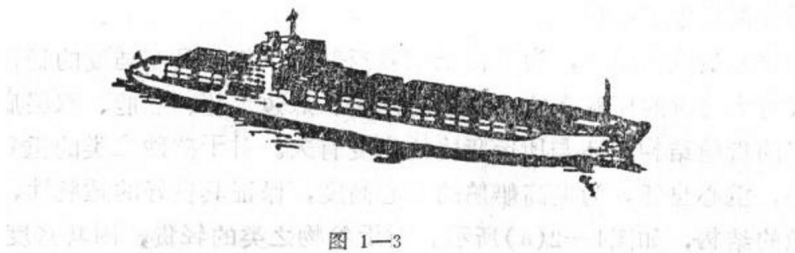


图 1—3

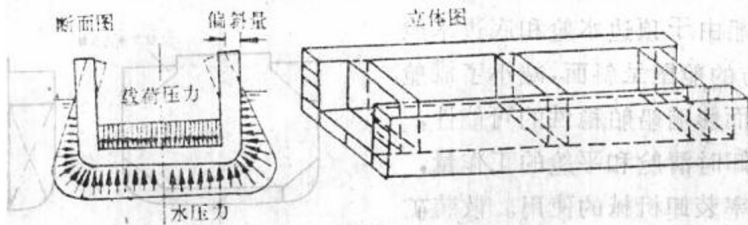


图 1—4

(四) 滚装船

集装箱在船上的装卸方式，除了采用起重机通过舱口吊上吊下以外，还可用拖车、铲车等车辆通过船舶首、尾或舷侧的通道（跳板）开上开下的方式进行装卸。运用这种装卸方式的船舶就是滚装船。

由于滚装船的装卸作业不通过舱口进行，因此滚装船具有平整而全通的上甲板，不设舱口。船内甲板一般有2—4层，各层甲板间有斜坡相通，以便车辆上下，也有使用升降平台使车辆进出各层甲板的。各层甲板间的高度较低，正好能容纳车辆载集装箱的高度。同时，舱内设有横舱壁，舱壁上开设无门槛的水密门。上甲板可堆装2—3层集装箱，甲板上有集装箱系固设备。

滚装船的机舱设在船尾，烟囱分装两舷以留出通道。上层建筑一般设在首部，以留出甲板载货部位。车辆上下船的通道一般是设在尾部的跳板，装卸时将跳板放下，一端搭在码头边沿使车辆上下。有的船也采用舷侧的舷门—跳板系统。

滚装船的外形与结构特点如图1—5和图1—6所示。

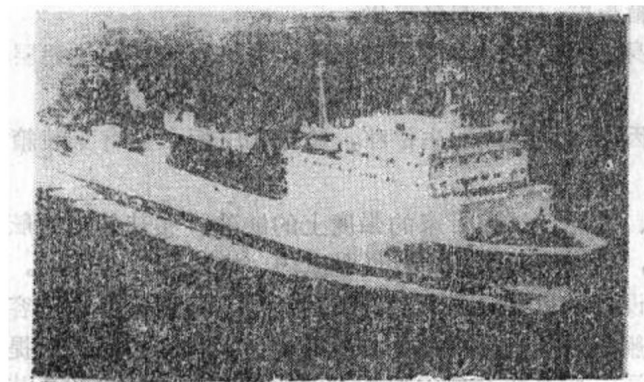


图 1—5

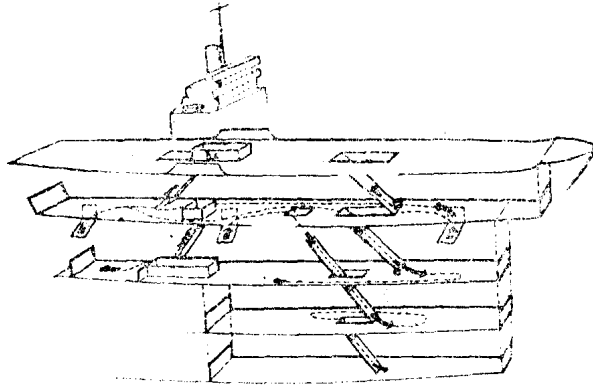


图 1-6

(五) 载驳船

件杂货的先进运输方式中,除了集装箱水陆联运外,还有一种适合于入海河流沿岸地区的江海联运的运输方式,即载驳船运输。载驳船又名子母船,即用统一规格的驳船装载货物,并把驳船装在大船上进行长途海上运输。到达转口港(通常在河口)后,将驳船卸下,然后由拖轮或推轮送达内河目的港。这是一种新颖的“门到门”式的江海联运,途中省去了许多装卸环节,加速了船舶的周转。

载驳船目前主要有以下几种类型:

1. “拉西”型(即门式起重机式)载驳船。这种形式的载驳船尾部有突出的悬尾,悬尾下方面临水面。上甲板两侧,在整个载货区域内设有门式起重机运行轨道,轨道一直延伸到悬尾上。轨道上设置了起重量达500t的门式起重机。装船时,驳船由推轮推入悬尾下的水面,然后由悬尾上的起重机吊起,并沿轨道送至固定舱位堆放。

从结构上看,“拉西”型载驳船为单层甲板、无双层底的尾机船。驾驶台上层建筑布置在船首,以便留出更多的甲板面积堆放驳船。货舱内设有驳船格栅和导柱,舱底板上装有固定驳船的配件,驳船顺着垂直导轨装入并固定在舱内。驳船的尺度已标准化,呈长方形(18.74×9.5 m²),满载吃水为2.58m,装载后的重量可达450t。货驳设有双层底,两端有防撞舱壁。驳船上设有四个吊钩,利于起重机将其吊进吊出。

“拉西”型载驳船的舱内和甲板都可装载货驳。舱内一般可装2—4层,甲板上可装1—2层。

“拉西”型载驳船外形如图1-7所示。

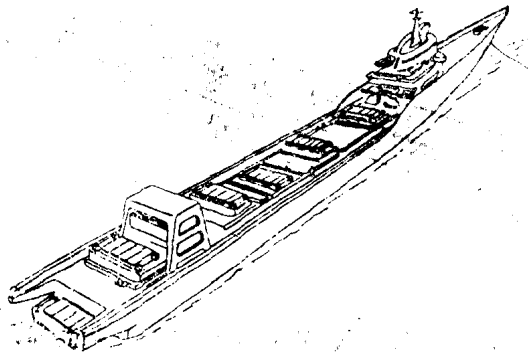


图 1-7

2. “西比”型和“巴卡特”型(即升降机式)载驳船。“西比”型载驳船为多层甲板船，其凹形尾部设有起重量为2000t的升降平台，其升降范围可从水面下一定深度达到各层甲板的高度。各层甲板上都设有轨道拖车系统。载驳船尾部敞开，由一个滑门封住。“西比”型载驳船标准尺度为 $29.7 \times 10.7 \times 3.2 \text{m}^3$ ，载货后重量可达1000t。装船时，升降平台降到水下一定深度，顶推船将两只驳船推上平台并固定，然后升到各层甲板的高度，再用拖车沿轨道送至指定位置的支座上安放。在下甲板装卸驳船时，滑门升起以提供通道。装在上甲板的驳船可以直接送到首楼的后缘。

“西比”型载驳船的外形特点如图1—8所示。

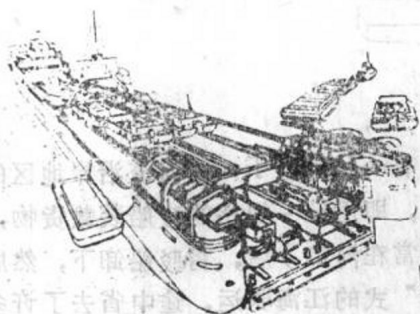


图 1—8

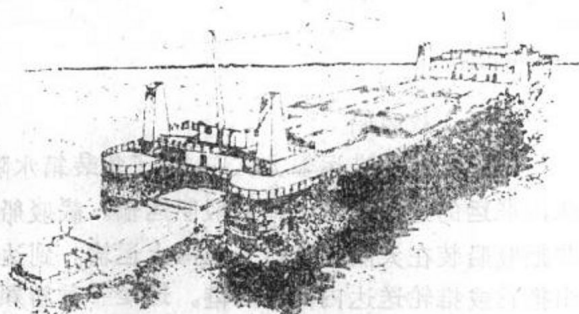


图 1—9

“巴卡特”型载驳船是双体单甲板载驳船，其载重量为2700t。其尾部的升降平台起重能力为400t，甲板上可载140t的“巴卡特”货驳($16.8 \times 4.6 \times 2.58 \text{m}^3$)10艘，两个甲板间还可绑拖370t的“拉西”货驳3艘。

“巴卡特”型载驳船的外形如图1—9所示。

3. 浮船坞式载驳船，又称浮上浮下式载驳船。这种载驳船设有单层或双层甲板。利用船体两侧的大容量压载舱压载，使载驳船下沉到一定深度，然后将设在船尾或船首的开门开启，让货驳浮进、浮出。

对具有双层甲板的载驳船，首先，将压载舱打满压载水，使船舶下沉到上甲板，将货驳导入指定位置后固定；然后，排出部分压载水使船舶浮至二层甲板，再将货驳导入二层甲板后固定。全部货驳装船后，排放全部压载水使船舶处于航行状态。浮船坞式载驳船因不需设置复杂的起货设备，所以较前两种载驳船优越。

浮船坞式载驳船的外形如图1—10所示。

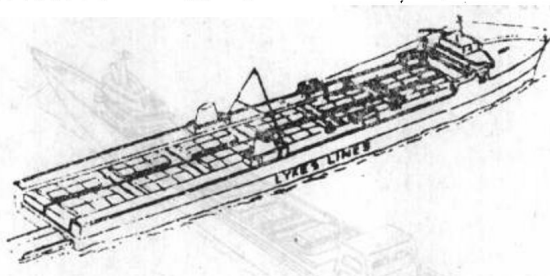


图 1—10

(六) 冷藏船

大多数食品类货物，如鱼、肉、蛋、奶制品及水果、蔬菜等，在常温条件下进行长时间的运输会发生腐败，以致失去食用价值。引起动物性食品货物腐败的主要原因是微生物的作

用，引起植物性食品货物腐败的主要原因是货物本身的呼吸作用。要防止货物在运输途中发生腐败，就必须有效地抑制这两种作用。因此，冷藏运输作为一种有效的手段，得到了极为广泛的应用。冷藏并运输鱼、肉、果、蔬等货物的船舶，总称为冷藏船。

冷藏船最大的特点，就是其货舱实际上就是一个大型冷藏库，可保持适合货物久藏的温度。冷藏舱所需的冷源由设置在机舱内的大型制冷机提供。为保证一定的制冷效率，冷藏舱的四壁、舱盖和柱子都敷覆有隔热材料，以防止外界热量传入。为使船员能及时掌握并控制舱内的温度、湿度、二氧化碳含量等舱内环境参数，冷藏舱内还装有各种远距离测量和记录装置。此外，为了有效地抑制各类微生物的繁殖和活动，舱内还设有臭氧发生器，使舱内在特定的持续时间内保持一定的臭氧浓度，以起到杀菌消毒的作用。

由于不同种类的货物所要求的冷藏温度不同，因此冷藏船还可按此要求进行细分，如专门运输水果的水果运输船，其中包括防腐要求较高的香蕉运输船。鱼、肉等动物性货物则在较低的温度下以冻结的状态进行运输，所以冷冻并运输这类货物的船舶称为冷冻船。

二、液货船

与固体状态相对应，货物的另一种存在形式就是液体状态。某些大宗液体货，如石油及其产品、液化石油气、液化天然气、液体化学品等，由于是重要的能源，或者是工业的重要原料或产品，由此运输量极大。为了提高运输效率，降低运输成本，大宗液体货最合理的运输方式就是散装运输，即液体货本身无容器，直接灌注在密封的船舱内进行运输。运输散装液体货的专业化船舶，就是液货船。

根据所运货物的品种，液货船可分为油轮和液体化学品船及液化气体船两大类

(一) 油轮

专门运输散装石油及其产品的船舶称为油轮。由于各类石油制品，如汽油、柴油、煤油等是当今世界最主要的能源，其运输需求量极大。因此，无论从数量和规模上看，油轮在液货船中所占的比例都是最大的。为了适应各种油品在运输、装卸和安全方面的要求，油轮在结构和设备方面具有以下特点：

1. 为了防止石油和石油蒸汽渗入机舱和其它舱室，油轮的机舱都设在尾部，货油舱与机舱之间设置油密隔离舱或泵舱进行隔离，以保证安全。所以，从外形上看，所有的油轮都是尾机型船。

2. 为适应装运多种油品的需要，减小货油对舱壁的冲击力，并降低舱内自由液面对船舶稳性的影响，油轮的装货部位设有多个纵向和横向的油密隔舱壁，把装货部分隔成众多小的油舱，其中纵向隔壁设置的数量视油轮规模的大小而定。一般船宽小于35 m的油轮，设1—2道纵向隔壁；船宽达到35 m或35 m以上的，可设3道纵向隔壁。纵向隔舱壁和横向隔舱均采用波形结构。纵向隔舱壁的波纹方向是水平的，而横向隔舱壁的波纹方向则是垂直的。舱壁的这种结构既可增强船体的纵向强度，又可大大降低纵、横舱壁本身的重量，节省造船材料，同时也有利于洗舱作业。

3. 由于油轮的货油舱内设置了多道纵、横隔舱壁，舱口小且可以密闭，所以油轮都具有较好的抗沉性及强度。因此，油轮的干舷不需要很高。为了解决甲板上浪危及人员安全的问题，一般在上层建筑与船首之间设置高架人行栈桥。

4. 关于油轮船底的设计，新旧船舶具有不同的特点。以前的油轮均不设双层底，这主要

是为了便于舱内油品的散热，有利于减少油品的挥发量，同时避免油气在双层底中积聚而形成爆炸的危险。由于油轮的货舱容积较小，局部船体破损后进水量不会太大，因此，从抗沉性的要求出发，油轮不设双层底也是允许的。但是，油轮不设双层底所带来的一个最大的问题，就是单层船底在船舶碰撞或搁浅后容易破损，造成油品泄漏，漏出的油品污染海洋，这个问题已日益引起重视。1978年国际防污协议书要求，新建的20,000t以上的原油船或30,000t以上的成品油船，必须设置双层底、双重侧壁或专用压载舱保护位置。因此，现在新建的大型油轮，一般都设置双层底或双重舷侧结构。

5. 为了满足油轮安全、高效地运输和装卸石油及其产品的需要，油轮都必须设置一系列管系和其它设备，包括：货油装卸管系；油舱清舱管系；货油加热管系；甲板洒水管系；油舱通气管系；油气驱除设备系统；洗舱设备系统；灭火及安全设备系统；液舱参数监控设备系统。

(二) 液化气船

由于世界性的能源紧张，除使用石油、煤炭外，天然气和石油气也作为主要能源之一被广泛应用于工业及城市民用方面，需求量日益增加。为了把天然气及石油气从产地远往消费地区，于是发展了一种专业化的船舶，就是液化气船。所谓液化气船，就是将气体冷却或压缩成液体状态，大大地减少它的体积后，装载在船内运输的船舶。目前，在各工业发达国家，液化气船已发展成一支可观的船队。

液化气有两种：液化天然气和液化石油气，运输时须将这两种气体压缩和冷却到适当的程度使之液化。由于天然气和石油气的物理性能不同，因此液化时的压力和温度也有所不同，这就使得两种液化气的运输方式也不同。运输液化天然气的船称液化天然气船，用英文简写LNG表示；运输液化石油气的船舶称液化石油气船，用英文简写LPG表示。

液化气船还可以从残存能力、货物被液化的方式等进行分类。而且，其液舱形式也有多种。有关内容在第十一章有比较详细的介绍。

图1—11为低温式液化气船的结构示意图。

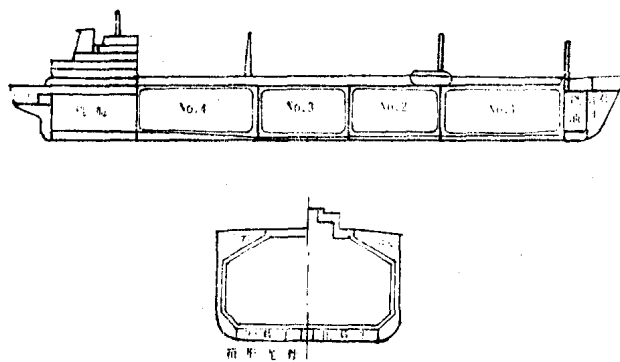


图 1—11 液化气船

(三) 液体化学品船

液体化学品一般都具有易燃、易爆、易挥发、腐蚀性强等特点，有的还有毒性。因此，对于运输液体化学品的船舶在防渗漏、防腐蚀、防火、防爆等方面必须特别予以注意。由于液体化学品舱往往需要同时装运多种化学品，所以这种船舶的特点之一就是分舱多，货泵多，各舱均有自己的专用货泵，不能混用。