

第二章 船舶类型及用途



德育导学:

中国人民解放军海军山东舰-中国首艘自主建造的国产航母

中国人民解放军海军山东舰是中国首艘自主建造的国产航母，基于对前苏联库兹涅佐夫级航空母舰、中国辽宁号航空母舰的研究，由中国自行改进研发而成，是中国真正意义上的第一艘国产航空母舰。

2013 年 11 月开工，2015 年 3 月开始坞内建造，并于 2017 年 4 月 26 日下水。2018 年 5 月 13 日至 18 日，首艘国产航母完成了首次试航任务返港，8 月 26 日，国产航母开赴相关海域开展第二次海试。10 月 28 日上午，出海进行第三次海试。

2019 年 12 月 17 日，山东舰在海南三亚某军港交付海军。经中央军委批准，我国第一艘国产航母命名为“中国人民解放军海军山东舰”，舷号为“17”。

“辽宁舰”的舰体是利用重型载机巡洋舰瓦良格号改装来的，“山东舰”则是按照航空母舰的标准进行的设计。由于瓦良格号在设计之初，舰首正中的甲板下安装了 12 枚花岗岩反舰导弹，所以导致“辽宁舰”的甲板被占用大量空间；而“山东舰”不用受这种约束，结构设计更适合舰载航空兵作战需求，内部也有更大空间来装载舰载机。

舰岛，是航母的指挥控制中心。指的是航母甲板一侧的岛型建筑，现在服役的航母中，舰岛多在甲板右侧。舰岛内包括航海舰桥、飞行甲板调度室、航空舰桥和其他多种工作室。

“山东舰”的舰岛比“辽宁舰”有所缩短，但“山东舰”的舰岛比“辽宁舰”增加了一层舰桥，高度偏高。其中节省下来的甲板面积有利于舰载机调度，相控阵雷达位置更高，增加了远程海空探测距离。

同时，舰桥面积扩大，有利于指挥人员和航海人员的室内作业；航空指挥室不但面积扩大，也更加突出，视野得到较大改善，增加了指控便利性，有利于舰载战斗机起降安全保障。

“山东舰”经过对部分舷台的重新设计，甲板可用面积有所增加。加上舰岛的缩小，使得舰载机甲板调度更从容，效率更高，提高了起降、出动效率，有助于战斗力的提升。

“辽宁舰”上的雷达罩是凸起的圆弧形，而首艘国产航母上的则是平面。平面的雷达冷却性能更好，散热效果好，待机时间长。



中国人民解放军海军山东舰

第一节 船舶分类

船舶是水中运载工具的统称。由于人类社会的发展和科学技术的进步，船舶已被广泛用于交通、运输、生产、海洋开发和军事活动。即使是同种船舶，在船型、结构、设备、使用性能等方面也不尽相同。随着科学的进步和经济的不断发展，船舶日趋专业化，新型船舶的老年各类还在不断的出现。

由于各种船舶的用途、结构材料、航行状态和区域、动力装置及推进方式的不同，船舶分类的方式也很多。

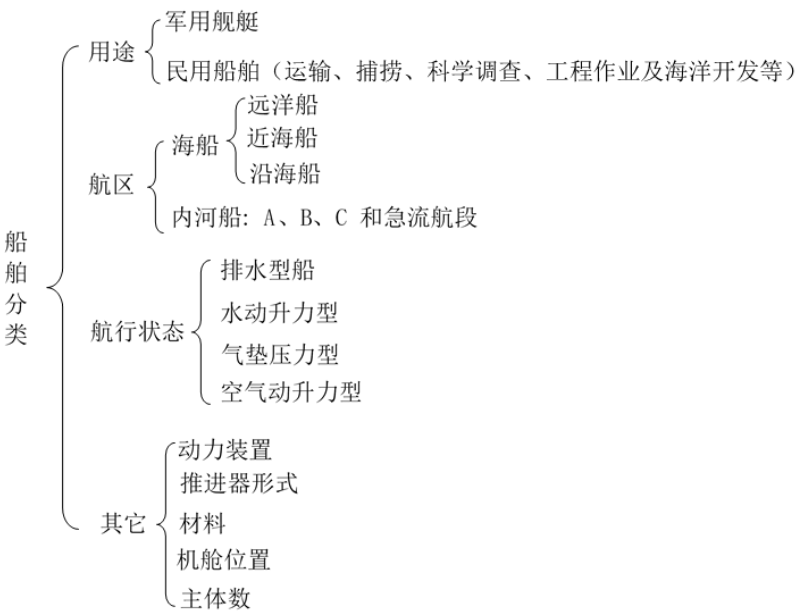


图 2-1 船舶分类方式

常用的分类方式有下列几种：

一、按船舶用途分类

船舶按其用途可分为军用船舶和民用船舶两大类。用于军事方面的船舶通常称为军舰或舰艇；军用船舶根据其所担负的战斗任务分为战斗舰艇和辅助舰船二类，战斗舰艇又可分为水面战斗舰艇和水下战斗舰艇(潜艇)。

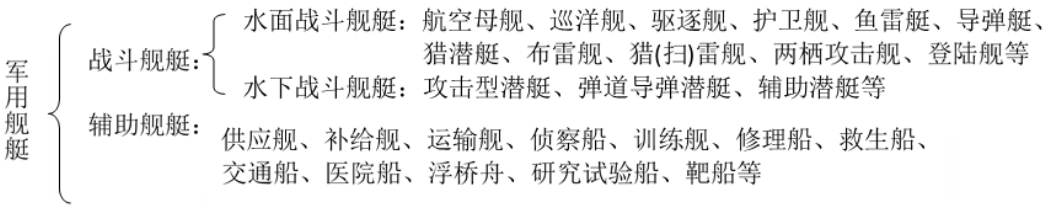


图 2-2 军用舰船分类

用于运输、捕捞、科学调查、工程作业及海洋开发等方面的船舶称为民用船舶。民用船舶根据其业务用途分为：

- 1、运输船舶，专门用于运载人员、货物车辆的船舶；
- 2、海洋开发用船舶，专门从事海洋调查研究、海洋资源利用和海洋环境保护的船舶；
- 3、渔业船舶，从事海上捕捞和水产品加工的船舶；
- 4、工程、工作船舶，专门为航行和航道服务，或从事水下工程作业的船舶。

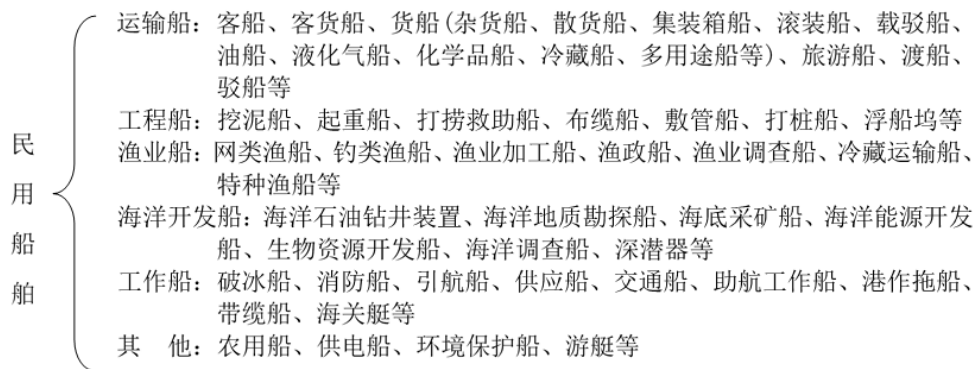


图 2-3 民用舰船分类

二、按航行区域分类

根据船舶航行区域的不同可分为海船和内河船。

海洋辽阔，自然条件差别很大，所以海洋的航区按照离岸远近、风压和波浪大小等情况进行区分。海船通常分为沿海船和远洋船。沿海船主要航行于沿海一定区域内（近岸不超过 25 海里的海域）；远洋船航行于各大洋之间的国际航线上，航程远、抗风浪要求高。除远洋船和沿海船外，航行于海峡两岸港口间的船舶，称海峡船，典型的有运载旅客和车辆的海峡渡轮；航行于北冰洋或南极海域的船舶，为极区船，由于极区内存有大量浮冰，极区船的结构有相应的加强。我国《海船稳性规范》将海域分为三个等级：I 类航区，即无限航区；II 类航区，一般指离开海岸不超过 200n mile（n mile：海里，1 海里=1.852 千米）；III 类航区，一般指离开海岸不超过 20n mile。不同航区的船舶结构强度和稳性等性能要求有所不同。

内河船主要航行于江、河、湖泊中，由于内河风浪小，结构和稳性要求相对弱些；受内河航道条件的限制，内河船吃水相对较小，显得“扁平”一些；同时，内河航道相对拥挤、急弯多，对内河船的操纵性能要求较高。我国长江水系，根据风浪大小，分成 A、B、C 三级航区和急流航段，对不同航区的船，稳性和结构强度标准有些差别。

三、按船舶在水中的航行状态分类

所谓航行状态是指船舶正常航行时，船体相对于水面的位置而言，就船舶航行状态而论，有潜入水下航行的潜水船，也有航行在水面的船舶。

我们通常所说的船，一般是指漂浮于水中航行的，船舶的重量由排开的水所提供的浮力来支持，这种船占船舶的大多数，称为排水型船。由于水中阻力比较大，排水型船如以较高速度航行时，遭受到的阻力很大，需消耗较大的功率。为提高船舶的航行速度，必须减少水阻力，经过不断研究，出现了滑艇、水翼艇、气垫船和掠海地效应船(冲翼艇)等新型高性能船。它们分别利用水动力、空气垫和地面(水面)效应来支持部分或全部船舶重量，使船舶部分或全部脱离水面，减少航行时阻力，提高航行速度。按其与水面的位置关系具体可分为以下几种：

1、排水型船：航行时，船体大部分浸于水中，船舶的重量全部依靠水的浮力支承。绝大部分水面船舶和水下潜艇都属于这一类。

2、水翼艇和滑艇：高速航行时，其重量主要依靠水动力，即作用在水翼上或艇底的升力支承，艇体大部分脱离水面。



图 2-4 水翼艇



图 2-5 气垫船

3、气垫船：其重量由高于大气压的静态气垫支承，船体完全脱离水面而由空气螺旋桨推进，这种船也可称为空气静力支撑船。

4、地效翼船：又称表面效应船、地效应船，船体带机翼，其重量靠贴近水面或地面高速行驶时所产生的表面效应升力支承，也可称为动态气垫支承船。



图 2-6 地效翼船



图 2-7 双体船

5、高速双体小水线面水翼船：在小水线面半潜式双体船两浮体之间加装水翼，高速行驶时，由浮体的浮力和水翼的升力共同支承船舶的重量，从而可有效提高其载重量。由于水翼的升力，航行时，主船体被托出水面，只有浮体沉于水中。

上述各类船舶，在静止停泊于水中时，其重量都是由水的浮力支承的。除排水型船外，其他船都是依靠局部或全部脱离水面，减小水阻力而不同程度地提高航行速度的。完全脱离水面的船具备了两栖航行的能力。

四、按船舶推进方式分类

目前绝大多数船舶都以各种形式的螺旋桨作为船舶的推进器，还有喷水推进和空气螺旋桨推进。个别船舶还采用了明轮、平旋轮、风帆助航等其他推进方式。

1、螺旋桨推进船

螺旋桨由若干叶面为螺旋面的桨叶与桨毂组成，是目前使用最为普遍的推进器。

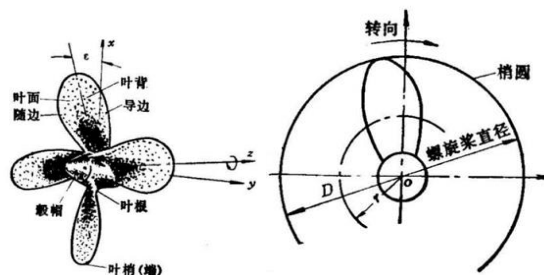


图 2-8 螺旋桨推进器

船用螺旋桨桨叶的数目通常为 3 叶、4 叶或 5 叶，一些军用舰船可达 6-7 叶，各叶片间所夹角度相等。螺旋桨通常装在船的尾部，

螺旋桨与尾轴的连接部分称为桨毂，在桨毂后端加一整流罩与桨毂形成一光顺流线形体，称为毂帽。桨叶就固定在桨毂上，由船尾向船首看时，所看到的螺旋桨桨叶的一面称为叶面（压力面），另一面称为叶背（吸力面），桨叶的外端为叶梢，而与桨毂的连接处称为叶根。螺旋桨旋转时叶梢的圆形轨迹称为螺旋桨桨盘，圆的直径称为螺旋桨的直径，螺旋桨正车旋转时桨叶边缘在前面者称为导边，另一边称为随边。螺旋桨的示意图见图 2-8。

2、喷水推进船

喷水推进是有别于传统螺旋桨推进的一种特殊的船舶推进方式，它主要是通过产生推进器进出口间单位时间内喷流和进流流体动量的增量来形成使船舶获得克服船体阻力前进或其他方向的操纵所需要的推力。典型的喷水推进装置结构主要由进水流道、推进泵、操舵倒航设备、液压系统和自动控制系统等部分组成。按照在舰船上布置位置的不同，可分为外悬式和内藏式等形式（2-9a、2-9b）。

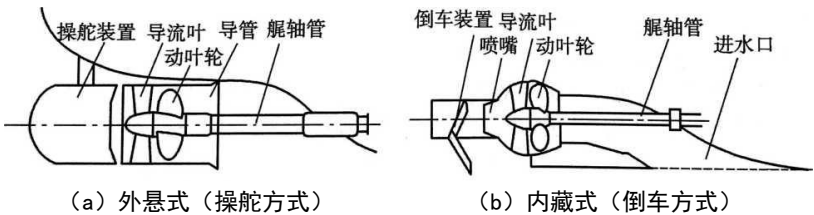


图 2-9 不同类型喷水推进装置结构示意图

喷水推进器主要有空泡性能好、振动小、低速航行时操纵性能好、可以适应不同的作业工况、可适应浅水作业船等特点。但也存在体积庞大、叶轮拆换复杂、会导致舰船排水量增大、低航速下推进效率差、造价较高等缺陷。

3、直翼推进船

采用直翼推进器作为推进装置的船叫直翼推进船。直翼推进器也称为直叶推进器、竖轴推进器、摆线推进器、平旋轮推进器等。它是一种装有垂直机翼型叶片的圆盘式推进器，叶片采用低阻升比和大展弦比的矩形机翼，叶片之间互相平行，并与圆盘的转动轴平行，叶片绕自身转轴自转的同时绕圆盘转轴公转（见图 2-10a），以产生方向一致的推力。它可在 360° 范围内快速改变推力方向及大小，因而可以具有较好的操纵性和机动性。

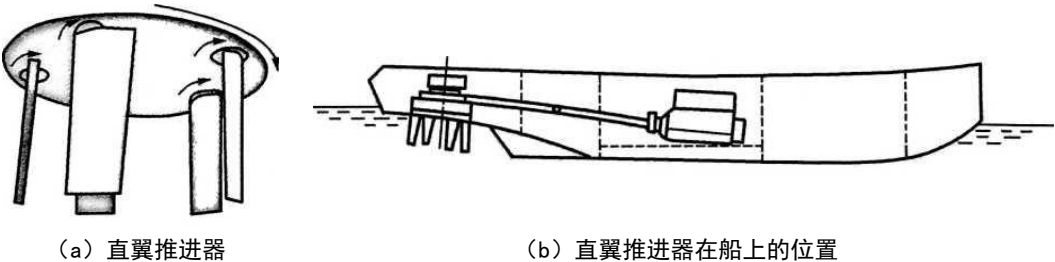


图 2-10 直翼推进器

直翼推进器作为一种船用推进装置，具有操纵性能优良、推进效率较高、适应于不同的工况和可在浅水中使用的优点。直翼推进器常用于对操纵性有特殊要求的船舶上。例如，港口工作船、拖轮、渡轮和起重浮吊以及军用舰船中的猎雷舰艇均有选用直翼推进器的。直翼推进器的缺点是结构复杂、造价较高，并且由于垂直机翼安装在船底外部，叶片容易损坏（见图 2-10b）。

4、吊舱推进船

船舶的推进动力装置是吊舱推进器的称为吊舱推进船。吊舱推进器可分为机械传动的 Z 型全回转舵桨推进器和电力驱动的吊舱式电力推进器两种主要形式。吊舱推进器的主要特点

是：它所驱动的螺旋桨可以随吊舱进行 360° 回转，从而实现了集推进装置与舵装置于一体的功能。

吊舱推进器的主要优点是操纵性能好。由于吊舱推进器可以在 360° 范围内进行旋转，它可以对船体实施矢量推进，提高了船舶操纵的灵活性，缩小了船舶的回转半径。采用吊舱推进器的船舶还可进行采用常规推进器的舰船无法完成的操纵，如进行原地回转、横向移动、急速后退和在微速范围内作操航等灵活的操纵。吊舱推进器的主要缺陷是：由于吊舱安置于船体外部，抗冲击能力弱，吊舱易受损坏；由于没有尾舵，船舶的航向稳定性较差，船舶横摇阻尼也较传统的船舶要小，也更容易出现大幅度横摇。

Z 型全回转舵桨推进器以两套锥齿轮组以机械传动的方式通过 Z 型轴系将主机发出的转矩传递到螺旋桨，螺旋桨可以绕竖向立轴轴线作 360° 的回转而发出全方位的推力。Z 型全回转舵桨推进器的示意图见图 2-11。

吊舱式电力推进器（又称 POD 推进器）是近年来发展起来的一种新型的船舶电力推进系统。吊舱式电力推进系统利用发电机把机械能转变成电能，再通过电动机把电能转换成机械能，从而实现了把原动机（主机）功率向推进器功率的非机械方式传递。吊舱式电力推进器典型结构如图 2-12 所示。

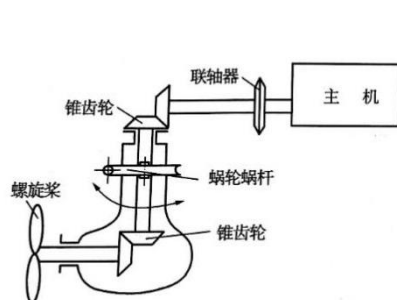


图 2-11 Z 型全回转舵桨推进器

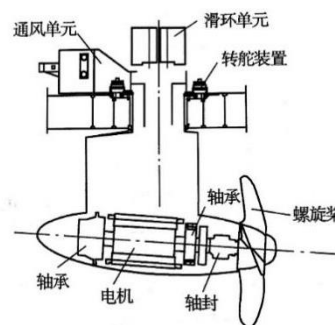


图 2-12 吊舱式电力推进模块结构

豪华游轮、FPSO、浮式海洋平台、滚装船、多用途海洋供应船、化学品船、军用舰船、科学考察船、布缆船、海洋调查船、破冰船、救捞船、大型渔船等对操纵性要求较高的船舶适宜于安装吊舱推进器。

5、明轮推进船

明轮推进器的前身是人力或畜力带动的轮桨，它的历史长达 3000 年，欧洲地中海地区 and 中国的造船工匠们都各自独立设计出了轮桨。在螺旋桨推进器没有发明前，用蒸汽机为动力的船舶大多采用桨轮作为推进器。

桨轮是一种在轮缘上装有许多桨片的巨大轮子。当船上的蒸汽机带动桨轮转动时，桨轮周边的桨片就不断地向后拨水，使船舶前进。因安装在船舷或船尾的桨轮下半部浸在水中，而上半部分露在水面，故桨轮又称明轮。装有明轮推进器的机动船舶成为明轮船，简称轮船。后来，螺旋桨推进器取代了明轮推进器，明轮船也被逐渐淘汰了。但是由于习惯和称呼通俗等原因，“轮船”这一名称却一直沿用下来。

明轮推进器结构笨重、效率低、明轮的叶片使用时易损坏，由于明轮推进器的这些弱点，到了 19 世纪 60 年代，明轮船被装着螺旋桨的蒸汽动力装置船所取代。目前明轮推进船只在吃水浅、航速低且无大风浪的内河船舶、旅游船中偶尔使用。



思考与创造：分析未来船舶可能广泛采用的推进方式？

五、船舶的其他分类方式

1、按动力装置分类

船舶出现初期，主要靠人力划桨和以风为动力(风帆)。近代以后，1807 年美国人富尔顿首先在“克雷门特”号明轮船上用蒸汽机作为推进动力，开创了蒸汽机船的时代。蒸汽机机构简单，造价低，但是热效率低、笨重、工作条件差。随着汽轮机和内燃机的出现，逐步被取代。

20 世纪初，汽轮机是大型船舶动力的主流，许多大功率船广泛采用汽轮机为动力装置，单机功率大，运转平稳无振动，使用可靠，可燃烧劣质油，但燃油量比柴油机高出近 40%。柴油机热效率高，在 20 世纪初应用于船舶作为动力时，单机功率较小，所以让汽轮机抢占了大功率动力装置的市场。

随着柴油机技术的发展，柴油机能使用廉价的渣油，燃料消耗率降低，热效率高，单机功率和可靠性都大为提高，这些突出的优点使之逐步取代了汽轮机。目前以柴油机为动力装置的船舶应用最为广泛。

燃汽轮机主要应用于军用舰艇，它单机功率大，体积小，重量轻，加速性能好，能随时启动并很快发出最大功率，很适合军舰的使用要求。

核动力装置主要用于大型军舰和潜艇，用核燃料代替普通燃料产生蒸汽推动轮机装置进而推进舰船。航行时所需携带的燃料大大减少，有利于远距离环球航行，无需添加燃料。

电力推进是利用各种动力装置发电或用燃料电池、蓄电池的电力，由电动机带动螺旋桨推进船舶。电力推进具有启动快、过载能力强等优点，适合负载变动较大的船采用。利用燃料电池和蓄电池作电力推进的船舶安静性好，常规潜艇水下航行时，通常利用蓄电池推进方式。

超导推进是电力推进的一种。由于近年来超导技术的突破而新出现的超导推进船是正处于研究阶段的船舶。日本研制的一艘超导推进船舶曾于 20 世纪 90 年代初成功地进行了试航。目前超导电磁推进仍处于研究和试验阶段，尚有不少问题有待解决。图 2-13 为一艘超导推进船舶。



图 2-13 超导推进船舶

2、按船体材料分类

船舶按船体材料可分为钢船、木船、铝合金船、玻璃钢船、水泥船等。钢船是以各种型钢及钢板为造船材料建造的船舶，从 19 世纪 80 年代开始，绝大部分船舶均采用钢材建造。钢船在 20 世纪 40 年代以前主要采用铆接结构，20 世纪 50 年代以后基本上都采用焊接结构。木船是以木材为主要材料，仅在板材连接处采用金属材料的船舶，19 世纪以前，几乎所有的船舶都是由木材建造。铝合金船是以铝合金为主要材料的船舶。玻璃钢船是以玻璃钢为主要材料的船舶。水泥船是以钢筋为骨架，捣以水泥凝结而形成的船舶。

3、按船的主体数目分类

可分为单体船、双体船（图 2-14）、三体船（图 2-15）、五体船等。单体船是最上层连

续甲板以下只有单一主船体结构的船舶，单体船是目前最常见的船舶。双体船由两个单船体（称为片体）横向固联在一起而构成，上部用甲板桥连接，体内设置动力装置、电站设备，甲板桥上部安置上层建筑。由于双体船的宽度比单体船大得多，它具有宽阔的甲板面和充裕的使用空间的优点，其稳定性明显优于单体船，且具有承受较大风浪的能力。但也存在船体结构复杂、航向稳定性差、海中遇浪航行时甲板桥底部受拍击严重等问题。三体船由三个船体组成，其中间为主船体，主尺度较大，约占排水体积的 90%，两侧并肩各有一个大小相同的辅助船体。三体船的主要特点是中高速阻力性能优于单体船和双体船，适航性优于单体船，甲板面积宽敞，便于舱室布置；其缺点是：结构复杂，重量较大，抨击可能使整个结构受损，设计难度大，操纵性稍差，建造、下水、锚泊和进坞比较困难。五体船型是近年来发展的一种新船型，具有高航速下阻力小和破舱稳性大的优点，在军事上，适合作为护卫舰、高速补给舰和航空母舰。其突出的性能引起了各国海军的注意和重视。

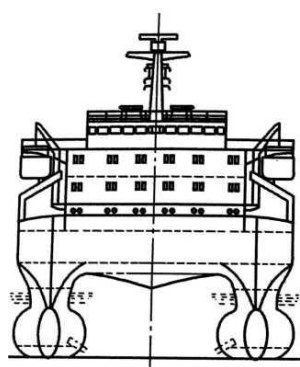


图 2-14 双体船

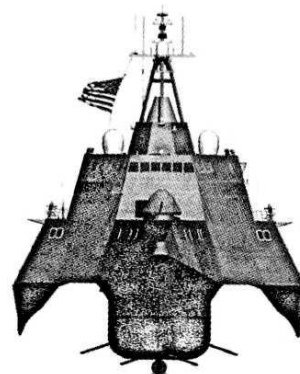


图 2-15 三体船

除上述分类外，船舶还可按机舱位置分为：中机型船，中尾机型船和尾机型船。按主体连续甲板的层数分类可分为单甲板船、双甲板船、多甲板船等。

各种分类方法中，最重要的、最能反映船舶特征的是按照船舶用途进行的分类，下面将对此作详细介绍。

第二节 民用船舶

用于运输、渔业、工程、海洋开发等方面以民用为目的的船舶统称为民用船舶。运输船舶是最常见数量最庞大的一类，它的种类也很多。

一、运输船舶

运输船舶分为客船和货船两类。由于运载对象不同，对船舶的设计要求也不同。客船是指专门用于运送旅客及其可携带行李的船舶；货船为专门承担货物运输的船舶。客船可分为远洋客船、近海客船、沿海客船和内河客船，以旅游为目的的远洋、近海和沿海客船往往也称为邮轮，内河的大型旅游船也被称为游轮。按货物的性质，货船可分为干货船和液货船。干货船是指以运载干燥货物为主，也可装运桶装液货的货船，它是最常见的货船；液货船是指用于运载散装液态货物的船舶。货船上除了大部分舱位都作堆储货物的货舱外，还需提供船员住宿、活动和装有必需设备的舱室。

干货船所承运的货物通常可分为：杂货、成组货物、散货、桶装液体货。杂货主要指日用杂货；成组货物是以某种容器或组合方式集合起来，外形匀称统一，重量比较大，便于装卸、转运的货物，如集装箱等；散货是指不加包装的块状、颗粒状、粉末状的货物，如粮食、

煤炭、水泥、矿砂、矿石、化肥等。

液货船所装载的液体货物主要有石油、酒、氨水、液化气等，其特点是易燃、易爆，有的在船舶破损后对环境污染大，有的化学品毒性极强，要特别考虑运输的安全可靠性。液货船分为油船、液化气船、液体化学品船等。

1、客船

根据《国际海上人命安全公约》，凡载客 12 人以上的船舶即为客船，无论是否同时载有货物。但船上工作人员、在海难救助中被救起的人员不能算作乘客。客船分为远洋客船、近洋客船、沿海客船、内河客船。

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。

安全性和舒适性对客船有更加严格的要求，客船的航速通常高于一般货船。客船必须满足一系列有关分舱、稳性、救生、消防、无线电通讯等方面的国际公约、规范的要求。

客船的外形特征是甲板层数多，上层建筑丰满，船艏大都呈阶梯形，使上层建筑及其他实体都包络在一个光顺的流线之内，以减少空气的阻力。客船的另一个显著特征是在船的顶层两边和船舷等处，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。

海洋和悦号的诞生让你惊讶于人类的想象力、创造力永无止境。这艘巨轮耗资 8 亿欧元（约 14 亿美元），共有 16 层甲板和 2700 个客舱，最多可搭载 6360 名游客和 2100 名船员，于 2016 年 5 月首航。



图 2-16 “海洋和悦号”邮轮



补充学习：

国产大型邮轮设计建造

现代意义上的豪华邮轮产业始于上世纪 70 年代早期。豪华邮轮是以多点海上旅游为主要目的的一种高端船型，是“可航行的海上星级饭店”。与其他高附加值船相比，豪华邮轮具有如下几个特点：设计繁杂、装饰考究、建造费时、船东挑剔、造价昂贵。大型豪华邮轮的船东多为世界著名的大船东，研发与建造这类船的技术与技巧，只集中在世界少数几家欧洲大船厂手中，没有设计与建造经验的造船国很难准确断定其研发与建造的难度。邮轮建造采用总段化、模块化建造，建造工程管理复杂。

2015 年 10 月，在国家主席习近平和英国前首相卡梅伦的见证下，中船集团联合中投公司与嘉年华集团签署邮轮运营三方合资协议。2017 年 2 月，在国家主席习近平和意大利总统马塔雷拉的见证下，中船集团与嘉年华集团、芬坎蒂尼集团签署 2+4 艘大型豪华邮轮建造意向协议。以芬坎蒂尼为嘉年华建造的 13.55 万总吨 VISTA 级邮轮为母型船。

通过建造大型邮轮，可以填补我国在这一船型领域的空白，有利于带动我国船舶设计建造整体技术水平的提升，促进配套业等其他行业增强能力、走出国门，推动我

国船舶工业从中低端向高端发展。



国产大型邮轮母型船

2、杂货船

杂货船又称统货船，用于载运各种包装、桶装以及成箱、成捆等件杂货的船舶（图 2-17）。为避免货物过分受压，通常设置多层甲板。一般具有 2~3 层全通甲板，根据船的大小设有 3~6 个货舱（图 2-18）。甲板上有高出甲板平面的舱口围壁而形成的货舱口，上面设有水密舱口盖，一般可自动启闭。上甲板上有时也装有不超过 10%载货量的甲板货。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。



图 2-17 杂货船

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、清水舱及燃料舱。在船的首尾分别设有首尾尖舱，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，供储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船，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。

近年来由于集装箱运输的蓬勃发展，杂货船已少有建造。现营运的杂货船向集装箱船型改造或向提供载运重、长、大件货运输的特种船型发展。

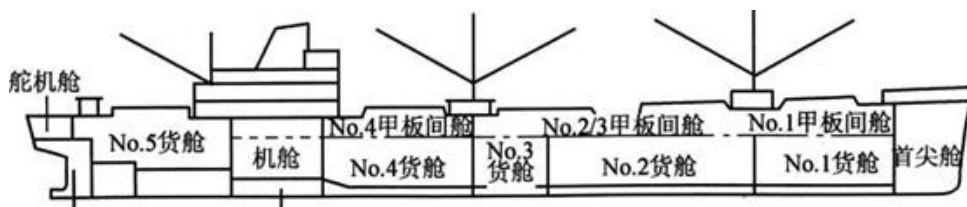


图 2-18 杂货船基本结构

3、散货船

散货船是指专门运输各种谷物、煤炭、矿砂等大宗散装货物的干货船。散货船的总吨位已占商船总吨位的 25% 以上，其数量仅次于各类油船，在商船中占第二位。散货的批量大，既可用船上也可用港口的装卸设备，如大型抓斗、传送带、气动机械等进行装卸由于港口装卸机械效率的显著提高，同时考虑到降低运营成本的需要，近年来散货船的吨位不断增大。由于在有大吨位散货船航行的港口码头上都有相应的装卸设备，所以 4 万吨以上的散货船一般都不设置起货设备，尤其是在特定的港口间进行专线运输的散货船。目前，散货船的最大载重量已达到 40 万吨。图 2-19 为散货船基本结构示意图。

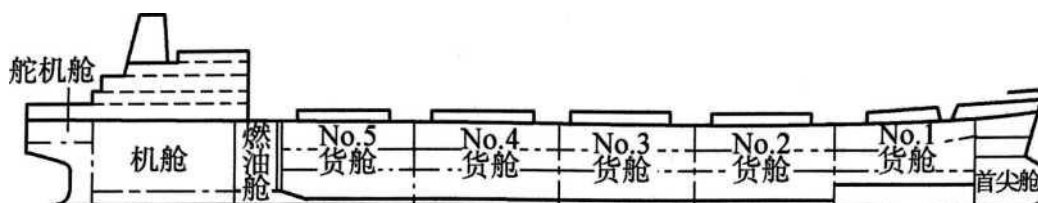


图 2-19 散货船基本结构图

散货船一般为尾机型，单甲板，具有双层底和顶边压载水舱，舱口较大，内底在两舷向上斜升，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，可限制货物在船舶航行时向两边移动，防止船稳性变差；另一方面散货船常会遇到空载返航的航行状态，需要足够的压载水和良好的压载航行性能。顶边压载水舱的设置可加大压载量，提高压载航行时的重心、加大横摇周期、减少横摇角度。如图 2-20a 所示是普通散货船的典型横剖面。这种横剖面结构形式除了有利于装压载水，提高空载性能外，还对装货、清舱有利。如图 2-20b 所示为矿砂船的横剖面，其结构与普通散货船有明显区别。这是因为所运载矿砂的积载因数较小，每吨矿砂所要求的舱容积只有普通散货的一半。为使矿砂船具有较缓和的摇摆和较长的摇摆周期，双层底设计得比较高。如图 2-20c 所示为矿砂/石油两用船的横剖面。矿砂/石油两用船 (Ore/Oil Carrier) 的全部或大部分中间舱用于装载矿砂，边舱和部分中间舱装载原油。即单运矿砂时装在中间舱；运油时则载于两侧边舱和部分中间舱。

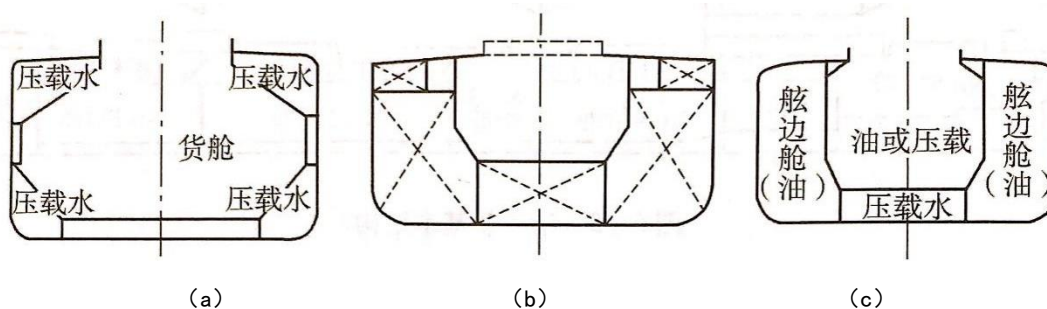


图 2-20 散货船典型横剖面图



补充学习：

2017 年 9 月，武船集团承制的世界最大散货运输船舶—40 万吨级超大型矿砂船 ORE TIAN-JIN 号，在该集团山东青岛基地下水。此后将用于巴西-中国航线铁矿砂运输。该船由上海船舶研究设计院设计，长 362 米、宽 65 米、深 30.4 米，甲板面积相当于 3 个足球场，比世界最大航空母舰美国“福特号”还长 25 米。拥有 7 个货舱并预留 1 个大型燃料储舱，续航里程达 25500 海里，具备环球航行能力。与世界现有大型矿砂船相比，ORE TIAN-JIN 耗油量降低近 20%，单位重量铁矿石运输成本降低 30%。



ORE TIAN-JIN 号超大型矿砂船

4、油船

油船是专门运输石油类液体货的船舶，油船有原油船和成品油船之分。在海上运输中，油船占了近一半。油船有独特的船型特征和外形布置，它只有一层纵通的单层强力甲板，平底；油船里面有纵横舱壁将油舱隔开(图 2-21)，其目的一是为了减小自由液面的影响及液体的摇荡，二是为了增加油船的结构强度；舱口小，水密性好，航行时不怕波浪涌上甲板，所以在满载航行时，其甲板边线几乎是接近水面的；石油产品是易燃物，很容易挥发和燃烧，过量的石油挥发气体还会引起爆炸，所以油船上的消防设备比较完善，油船在酷暑季节设有降温用的甲板淋水设备，在严寒季节，为了不使石油冻黏变稠，便于输送，在货油舱底铺设加温管系。



图 2-21 28000 t 油船油舱的分割



补充学习：

目前原油轮“凯桂”号是我国自主研发、自行设计建造的最大油轮。长 333 米，宽 60 米，船总高度 70 多米，相当于 23 层大厦的高度。型深 30.5 米，设计吃水 20.5 米，货舱深达 27 米，货舱容积不少于 360000 立方米，载重量达到 32 万吨，满载排水量是辽宁舰的 7 倍。船航速为 16.7 节(31 公里/小时)，续航力约 22000 海里(4 万多公里)，相当于绕地球赤道一圈中途也不用再加油。“凯桂”号由广船国际、中国船舶及海洋工程设计研究院研发设计，拥有自主知识产权。“凯桂”号等超大原油油轮的交付，改变了日本、韩国对超大型油轮(VLCC)的垄断。标志着中国造船有能力设计、建造世界上最大型的油船。



“凯桂”号超大原油油轮

5、集装箱船

集装箱船是专门用于集装箱运输的货船。集装箱船的突出优点是装卸速度快、货损率低、货运周期短、航次多。普通杂货船的缺点是装卸速度慢，劳动强度大，易货损，货运周期长，难以实现装卸作业机械化，其停泊港口的时间几乎占整个营运时间的 40%—50%，装卸费用占营运费用的 40%—60%。集装箱船还由于装卸人员减少，理货手续简化，包装费用节省，易于实现装卸作业机械化，从而使货运成本远远低于普通杂货船。

集装箱船货舱尺寸按集装箱标准规格设计，货舱开有大舱口。舷边设计成双层以补偿大舱口对船舶抗扭强度的不利影响。由于甲板上装载多层集装箱，重心高，受风面积大，可利用上下边舱压载以保证船舶的稳性。集装箱船多为双层船壳，尾机型设侧向推力器。大型集装箱船的航速 22—24kn，有的可达 30kn 左右。



补充学习：

中国建造、具有完全自主知识产权的超大型集装箱“中远海运宇宙”轮，它是我目前建成交付的最大集装箱船，也是当今世界最大箱位的集装箱船之一，最大载箱量为 21237 标准箱。该船长 400 米、型宽 58.6 米、型深 30.7 米，甲板面积比 4 个标准足球场还大。“宇宙轮”隶属于中远海运集团，服务于海洋联盟欧洲航线。此航线从天津港出发、次靠大连港，挂靠华北和华东地区各主要港口，途经新加坡抵达德国、比利时、荷兰、希腊等“一带一路”沿线国家，是服务“21 世纪海上丝绸之路”的黄金航线。



“中远海运宇宙”超大型集装箱

6、液体化学品船

液体化学品船是专门用于运输危险或有毒化学品，如醚、苯、醇、酸等的液货船。液体化学品船一般有如下分类方式：

(1) 按运货方式分类。有专用化学品船，这类船常用在专门航线上，运输特定的化学品，如磷酸化学品船等；多功能化学品船，这类船通常设有几十个隔离液货舱，各隔离液货舱设有完全独立的液货装卸系统和液货保护系统，能够同时运输多种化学品；化学品/成品油船，这类船既适合装运成品油，同时也适合装运某些化学品。

(2) 按货舱结构形式分类：整体式—货舱为船体结构一部分，货舱受力方式及所承受的载荷与相邻船体结构相同；独立式—货舱与船体结构不连接或不构成船体结构一部分。

(3) 按货舱材质分类：碳钢特涂货舱化学品船（常规船型）；不锈钢舱化学品船，这类船又可细分为部分不锈钢舱、全部不锈钢舱、纯不锈钢舱、复合不锈钢舱、带不锈钢甲板罐化学品船。

(4) 按国际海事组织(IMO)类型分类：IMO-I 型化学品船—该种船型装载的货品对环境或安全有非常严重的危险。该种船在海损时，即一旦碰撞或搁浅要求仍能保持浮性，而且不允许流出化学品；IMO-II 型化学品船—该种船型装载的货品对环境或安全有相当严重的危

险。该种船对货品的漏溢程度要求要比 I 型船低；IMO-III 型化学品船—该种船型装载的货品对环境或安全有足够严重的危险性，该种船要求最低。



补充学习：

下图为中航鼎衡 9900 吨不锈钢化学品船首制船，该船是首次尝试超冰区规范的船舶。外板设计采用佐敦 Marathon IQ 油漆整喷整涂工艺，施工难度大、周期短，且施工时对于外部环境温度要求较高。



中航鼎衡 9900 吨不锈钢化学品船

7、液化天然气船

液化天然气船，也称 LNG 船，是指将液化天然气（LNG）从液化厂运往接收站的专用船舶。天然气常温常压下为气体，而同等质量的 LNG 体积只有天然气的 1/600 左右，所以，为了提高天然气的运输效率，通常都将天然气液化成 LNG 进行运输。LNG 船目前的标准载货量在 12 万~15 万立方米之间。

现有的 LNG 船，按照储罐保冷结构形式分为独立储罐式（图 2-22）和膜式（图 2-23）两大类。独立储罐式的液货舱呈柱形、桶形、球形，储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。船体构件仅对储罐起支持和固定作用。膜式采用双壳结构，船体内壳即为液货舱的承载体，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，起到阻止液货泄漏的屏障作用，液货载荷通过膜、船体内壳及船体内外壳之间的绝热层直接传递到主船体。与独立储罐式结构相比，膜式结构的优点是舱室容积利用率高、结构重量轻。目前大多数 LNG 船采用这种结构。

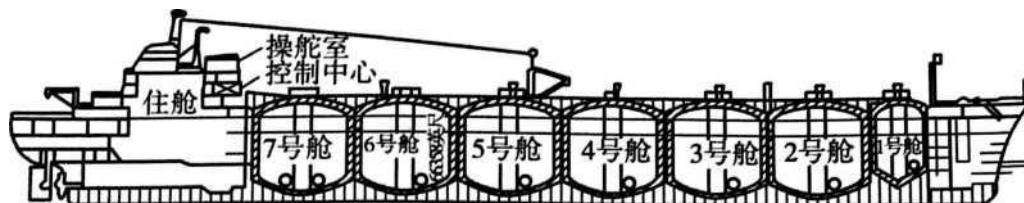


图 2-22 储罐式液化天然气船

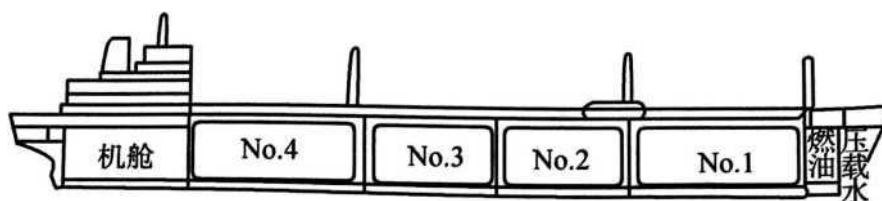


图 2-23 膜式液化天然气船



补充学习:

我国制造的第一艘液化天然气船“大鹏昊” 2008 年交付使用时是世界上最大的薄膜型 LNG 船，船长 292 m、宽 43.35 m、型深 26.25 m，装载量为 $1.47 \times 10^5 \text{ m}^3$ ，时速 19.5 kn，船上各种部件能实现 40 年抗疲劳工作，跻身全球“长寿”巨轮行列。



“大鹏昊”薄膜型 LNG 船

8、液化石油气船

液化石油气船，也称 LPG 船，主要运输以丙烷和丁烷为主要成分的石油碳氢化合物或两者的混合气，包括丙烯和丁烯，还有一些化工产品，近年来乙烯也列入其运输范围。依据载运各种气体的不同液化条件而分为全压式、半冷半压式和全冷式。液化气船因其特殊用途而产生了各方面的特殊要求，其技术难度大，代表当今世界的造船技术水平，船价为同吨位常规运输船的 2~3 倍，是一种高技术、高附加值的船舶。

由于液化天然气船可兼运液化石油气，但液化石油气船却不能用来装运液化天然气，所以液化石油气船的大型化不如液化天然气船发展快。

9、冷藏船

冷藏船是专门运输果品和肉类等易腐鲜货的船舶，如图 2-24 所示。在运输过程中冷藏舱保持一定的低温，以保证货物不致变质与腐烂，所以对制冷、隔热有特殊要求。船上备有大功率制冷装置，根据所运输货种不同，在船舱内设制冷管或冷风管，以维持所需的保冷温度。还要求制冷装置在船舶摇摆、振动及高温、潮湿的条件下，仍能保证正常工作。冷藏船常设置多层甲板，以防止下层货物受压损坏，冷藏船航速较高，又有较大的积载因数，所以尺度较同载重量的普通货船大。



图 2-24 冷藏船

10、滚装船

滚装船是将带有拖车底盘的集装箱或装在托盘上的其他货物作为一个货物单元，用拖车或叉车带动直接开进开出船舱的船，如图 2-25 所示。



图 2-25 滚装船

滚装船最初以汽车、拖车轮渡形式出现于海运船队中，以后逐渐发展成为运输货物的专用滚装货船。这种船具有多层甲板，尾部或舷侧设置有活动的尾封板。靠岸时，放下尾封板，载货车或拖车就可以直接“滚”进舱内，再由升降甲板运送到各层甲板上，从而大大提高了装卸效率。

滚装船的最大特点是装卸效率高，与普通货船的根本区别在于这种船不用吊装货物，而是用拖车进行水平装卸，极大提高了装卸效率。与集装箱船和普通货船相比，运输成本及装卸费用都要低，便于实现门到门运输，但船舶造价高，且舱室容积利用率低。因此，用于装卸繁忙的短程航线最为适宜。

11、载驳船

载驳船又称母子船，由一大型机动母船运载一批同规格的驳船(子船)，驳船作为货运单元可在其中装载各种货物和集装箱。当母船到达港口锚地时，不必靠码头，驳船直接由

母船卸下后，由拖船或推船运往目的地，而母船则装载好另一批驳船后就可开航。

载驳船通常在尾部设置龙门式吊驳起重机或升降平台，也有在母船的首或尾部设大门，由推船直接将驳船浮进浮出。

载驳船是联结海洋与内河运输的一种高效船型。可把大型母船从远洋或沿海运来的货物通过河流直接运往内地。其优点是：由于货物单元是驳船，装卸可以在港域内外任意地点进行。无需使用码头，不受水深限制，可缩短母船的停泊时间，不受码头拥挤影响，装卸效率高，适宜进行江海联运。

二、渔业船舶

渔业船舶(Fishing Vessel)是指从事渔业生产或渔业辅助工作船舶的总称。由于鱼类和捕捞对象的不同，其形式和特点也有所不同。

渔业船舶的特点有：①多数捕捞船只的船型较小，但为适应在风浪中连续航行、作业，要求有较好的稳定性、耐波性和适航性，结构需特别牢固；②作业期间载重量变化较大；③船用设备要求结构性能可靠，坚固耐用，维修方便；④主机功率较大，相对速度较高；⑤除配置一般船用设备外，还需配备捕捞设备、保鲜和加工设备、助渔设备等，渔舱要求隔热设施性能好；⑥现代渔船多数配备了卫星导航，自动驾驶仪等，渔捞设备均以机械化为主。

我国现有渔船总数达 106 万艘，是世界上渔船数量最多的国家，约占世界总数的 1/4，其中海洋渔船总数达 31.61 万艘。但我国海洋渔船渔业装备普遍比较落后，关键设备大多由国外进口。我国海洋渔船具有小型渔船多，大型船舶少；木质渔船多，钢质渔船少；沿岸渔船多，远海渔船少等特点。

1、拖网渔船

利用拖曳网具捕捞中、下层鱼类或甲壳类的渔船统称拖网渔船。拖网作业是网捕渔船中一种最主要的渔法。在海洋捕捞中，拖网渔船的产量占海洋捕捞总产量的 45% 以上。为了使拖网渔船能在恶劣海况下正常航行并坚持捕捞作业，一般要求其具有良好的稳定性、耐波性和坚固的船体结构。因经常起、放网具，要求这种渔船干舷低，作业甲板宽敞，并配置拖曳拉力较大的绞网机、起网吊杆和导向滑轮等捕捞装置，供拖网和吊起网具用。为了提高拖网时的航向稳定性，该类船多设计成尾纵倾式，以增加尾部吃水，便于保持正常的网形，提高捕鱼量并减少渔具的损坏。拖网渔船捕捞拖速一般为 $2\sim 6\text{kn}$ 。

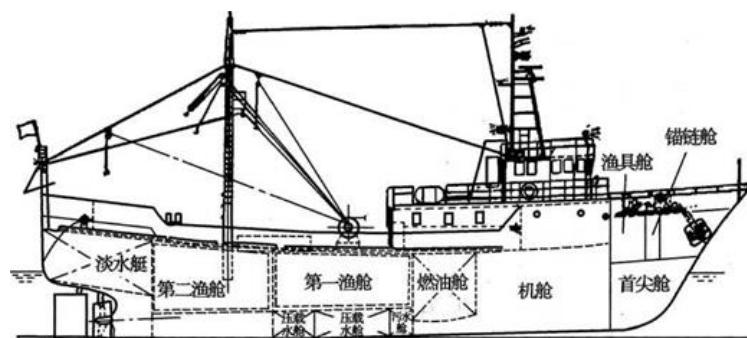


图 2-26 300t 尾滑道拖网渔船总布置图

2、围网渔船

围网渔船是指围捕游动敏捷的中上层集群性鱼类的专用渔船。世界围网渔业的年渔获量占海洋捕捞总渔获量的 20%~30%，在海洋渔业中占有重要地位。由于围网渔船所捕捞的中、上层鱼类游动敏捷，要求船的航速要快，回转灵活。有的船在首或首尾部设有侧推装置。尾部甲板宜宽敞，以便堆放庞大的网具和进行渔捞作业。桅杆高处设有瞭望台，用以观察鱼群。船上配置的渔捞机械较多，有括网绞机、上纲绞机、围网起网机(又称动力滑车)、理网机、舷边动力滚筒、吸鱼泵等，并设有工作艇。探测鱼群是围网作业的首要任务，除设有探鱼仪外，有的大型围网渔船上还设有直升机用以侦察鱼群，应用电子扫描声呐或人造卫星的遥测技术。

3、流网渔船

流网渔船是指从事流网作业，主要捕捉上、中、下各层水域鱼类的专用渔船。流网也称流刺网。流网是一种被动性渔法，结有浮子和沉子的网片，每片高约 12m，长约 20m。一般由 15~20 网片连成长达 3000~4000m 的网具，悬浮于鱼类洄游通道中形成一道直立于鱼群游动路线的网墙，拦截鱼类的游动通道，使鱼刺挂于网目而达到捕捞的目的。网眼大小按鱼的品种而定。网具一端由渔船牵住，另一端由特制的浮具支持。这些浮具上设置浮标灯、无线电浮标和信号旗等，都用以指示网具的流向和位置。作业时网具和停机的渔船均随风流漂动。流网结构简单，操作方便，渔获品种多，价格高，因此成为渔民最常用的渔具之一。

4、渔业加工船

渔业加工船又称渔业基地船，专用于在海上接受捕捞渔船的渔获物，将其加工成各种成品或半成品，在船上储藏或转运的船。就其使用性质来说，渔业加工船实际上是海上的渔业基地或浮动的渔品加工厂。它是渔业船舶中排水量最大的船，大型渔业加工船排水量在 1 万~4 万吨。

渔业加工船的主、辅机功率大，设备复杂，人员多，具备较强的加工、制冷能力。这种船有充裕的冷藏舱室及加工车间；有较广阔的作业甲板和较大的加工车间，以利处理和加工渔获物；有良好的导航通信设备，以便和基地港口或捕捞渔船保持联系；还有较强的起重能力。有的船还配有直升机，用于侦察、救助、运送伤病员等。

5、渔政船

渔政船，又称渔业保护船，是指在渔业专属水域执行国家渔业法规和国际渔业协定，对渔船实行监督和管理等渔政任务的船舶。主要用于渔场巡视并监督、检查渔船执行国家渔业法规的情况，保护水域环境，制止酷渔滥捕、违法排放油类、废弃物及其他有害物质，维护渔场生产秩序，处理渔业生产纠纷；也用于监督，检查国际渔业协定的执行情况，维护本国的渔业权益。有的渔政船兼负渔业生产指挥，发布渔情和气象通报以及海上医疗、海难救助等任务。

三、工程、工作船舶

船舶种类繁多，这里将不是直接从事交通运输、海洋开发、海洋工程和渔业生产的其他民用船舶，归入工程船舶或工作船舶一类。工作船舶和工程船舶的界线往往也难以截然划分。军用舰船中的修理船、救生船、医院船，渔业船舶中的渔政船也可视为工作船舶。

我们将从事航道保证、救助打捞、港口作业的船舶归类为工程船舶。工程船舶常装设成套的或各种有关的专业设备，专业性强，技术先进。凡是为船舶安全航行提供服务或从事与航行直接相关的专业工作的船舶则归类为工作船舶。

1、挖泥船

挖泥船是装有不同形式的挖掘输送系统，用以挖掘水底泥、沙、石块及清理水底杂物的工程船舶。近年来，由于航道疏浚工程任务的不断增多，对不同类型的挖泥船的需求也在不断地增加。挖泥船已经成为工程船舶中应用较多的船种，其形式多样，制造量也较大。根据挖泥方法的不同，挖泥船可分为吸扬式和斗式。



补充学习：

“造岛神器”天鲲号

2018年6月12日，首艘由我国自主设计建造的超大型自航绞吸挖泥船“天鲲号”成功完成首次试航。2019年1月9日，“天鲲号”首次接受真正海洋环境的考验，经过近3个月的挖泥、挖岩试验后顺利返航。这标志着其完成全部测试，正式具备投产能力。标志着中国疏浚装备研发建造能力进一步升级，已处于世界先进水平。

“天鲲号”全船长140米，宽27.8米，最大挖深35米，满载排水量17000t，设计航速12kn，总装机功率25843千瓦，设计每小时挖泥6000立方米，绞刀额定功率6600千瓦。主要用途是港口疏浚，挖砂、壤土、淤泥。

天鲲号配置了通用、粘土、挖岩和重型挖岩等4种类型的绞刀，适用于挖掘淤泥、粘土、密实砂质土、砾石、强风化岩以及单侧抗压强度45MPa的中弱风化岩。

这是目前亚洲最大最先进的绞吸船。中国自航绞吸挖泥船的自主研发实力再一次让世人惊叹。

从“天狮号”到“天鲸号”，再到现在的“天鲲号”，几十年来，我国的挖泥船先后走过了整船进口、国外设计国内建造、国内自主设计建造等阶段的曲折道路，经历了从无到有，从有到强的几十年艰难历程。近年来，国产疏浚装备还借“一带一路”积极出海，远赴马来西亚、俄罗斯、乌克兰等国家和地区，在海外擎起了中国疏浚的旗帜。

“天鲲号”的成功下水标志着中国成功复制了高铁的技术引进消化吸收再创新模式，是不折不扣的中国智造！无论是苏伊士运河开挖、巴拿马运河拓宽，还是远海岛礁建设，超大型疏浚及填海造陆工程都离不开钢铁巨轮——重型绞吸船的身影，绞吸

船也因此被广大网友喻为“造岛神器”。而除了促进一方经济发展之外，填海造陆还对维护国家主权与领土完整，以及国家的经济安全具有非常重要的意义。



“造岛神器”天鲲号

2、航标船

航标船是指设有起放航标的起重机和绞盘等设备，在航道与其附近的暗礁、浅滩、岩石处进行航标 布设、巡检、补给、修理、维护作业的 船舶。它的外形与小型货船相似，甲板上设有一台起吊航标的起重机，在首部设有货舱及宽敞的甲板，用来储放大型浮标，船上甲板室内有航标修理室和航标仪器仪表仓库。除布设航标外，平时用来定期巡视水上各处的灯塔，灯船，灯标，进行维护修理及更换电池等补给工作，它多用于内河。

3、打捞船

打捞船是用来打捞水下沉船、沉物及水面漂浮物的船。吃力浅，航速快，耐波性良好，定位准确。分为内河打捞船和海洋打捞船。前者排水量一般为 20~200 t，只配备吊杆、绞车及简易潜水设备；后者配备大型起吊设备，以及潜水、空气压缩机、水下电焊、水下切割、水泵、拖绞机械等设备。



补充学习：

“华天龙”号全回转打捞起重工程船

广州打捞局的“华天龙”号 4000 t 全回转打捞起重工程船 2007 年投入使用，它由上海振华港机公司研制。该船船体总长 174.85 m，宽 48 m，吊臂臂架长 109 m，最大吊力达 4000t。浮吊长 165 m，宽 48m，起升高度可以达到 95 m，它的一大特点就是起重臂可以放倒或旋转，十分灵活。普通的固定臂式起重机因其起重臂不能放倒，遇上恶劣的海况，起重臂常会变形损坏或折断。

“华天龙”号的投入使用，大大扩展了我国海事工程和救助打捞事业可涉猎的海域。

“华天龙”号的首项任务就是整体打捞沉没在广东阳江附近海域的宋代沉船“南海一号”。



“华天龙”号打捞起重船

4、救助船

救助船包括救助拖船和远洋打捞救生船。救助拖船用于对海上失事船舶进行援助抢险，应具有良好的稳性和耐波性，保证在恶劣的气象条件下能出航营救。航速应在 18 kn 以上。具有大功率的拖曳能力和可靠的拖带设备。为了扑灭失事船只可能发生的火灾，船上应有良好的消防设备，设有泡沫灭火舱，高速喷射泡沫灭火装置和液态氨舱，和外界的通讯联络应安全可靠。



补充学习：

东海救助局的 1.9 万马力全天候远洋救助船“东海救 101”是国内迄今自行设计、建造的救助船舶中尺度最大，功率最大，航速最快，抗风能力最强，装备最先进，救助功能最齐全的海洋专业救助船。“东海救 101”船长 116.95m，宽 16.20m，满载排水量 6513.13t，设计航速 22kn，自持力 30 天，续航力 10000 海里。该船主要用于海上遇难船舶的人命救生，执行船舶救助及拖带、消防灭火等救助作业，能对遇险船舶进行封舱、堵漏、排水、潜水等救助和夜间搜寻救助，可搭载获救人员 200 人。同时，该船首次在救助船上配置了直升机船载功能和 2 级动力定位系统（DP2）。“东海救 101”由上海船舶研究设计院设计、广州中船黄浦造船公司建造。



“东海救 101”远洋救助船

5、破冰船

破冰船用于在冰封水域开辟航道和救助被冰封的船舶。破冰船的破冰方式主要有以下几种：

（1）破冰船上主机开足马力，把自己的船首强行移到冰面上去。船首出现在冰面上的时候，由于损失了部分浮力，船体恢复了自己的重力，而这个极大的重力就能把冰压碎。这种破冰船的船首的水下部分就是因为这个缘故造得非常斜。为了加强作用力，有时候在船首的贮水舱里，还要贮满了水。在冰层的厚度不大的时候，通常采用这种破冰方式。

（2）利用船的重量和压载水的调节，来进行破冰（图 2-27）。首先把艏压载舱的水抽至尾压载舱，使船艏翘起、然后冲上冰层，再把尾压载舱的水抽回艏压载舱，靠水的重量冰层压碎。同时调节两舷水舱的水位使船左右摆动，就会将两旁的冰层压碎。完成一次作业后，倒车驶离冰层，并将艏压载舱的水抽回尾压载舱。重复上述过程，反复操作就能开辟出一条航道。为造成船身的较大纵倾和横向摇摆，其横向和纵向调节水舱的总容量约占船舶总排水量的 15%。并设大排量的水泵以快速调拨压载水。

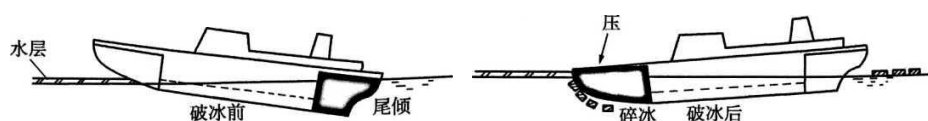


图 2-27 压载水的调节破冰示意图

（3）利用船的撞击作用来破冰。破冰时，破冰船向后退，然后用自己的全部质量向冰层冲撞。这时候起破冰作用的是运动着的破冰船的惯性力，而不是重力，换句话说，这时

候破冰船起的是一个撞锤的作用。当冰层较厚的时候，通常采用这种破冰船工作。

(4) 破冰船以特殊的装置，在首部水线下周围喷射高压气流进行破冰。由于破冰船在严寒危险地区工作，环境条件恶劣，在破冰过程中船体与冰块不断碰撞挤压。因此，破冰船的船体结构都特别加强，水线以下的外壳板根据要求加厚，肋骨布置较密。前倾且底部成斜坡形的首柱特别坚固。这种在水线以下成大倾斜角的船首部常称为“破冰”型船首。为了增强破冰效果，有的破冰船在首部加装 1-2 个推进器以协助破冰和快速地进行正车和倒车操作。



补充学习：

极地科考破冰船“雪龙2”号

2018 年 9 月 10 日，我国第一艘自主建造的极地科学考察破冰船正式下水。这艘船舶被正式命名为“雪龙2”号。

“雪龙2”号是以极地水域科学考察为首要任务，兼具一定的极地考察站后勤物资运输的“绿色”极地科学考察破冰船。用于开辟高纬度地区被冰封的航道，保障其他船只能够顺利进出冰封港口和锚地。

“雪龙2”号极地破冰船船长 122.5 米，船宽 22.3 米，船深 11.8 米，吃水 7.85 米，吃水排水量约 13990 吨，装载能力约 4500 吨，航速 12 节~15 节；结构强度满足 PC3 要求，具备艏艉双向破冰能力，艏向能在覆盖有 0.2 米厚积雪的 1.5 米厚冰层上以 2~3 节的速度连续破冰航行；装载全回转电力推进系统和 DP-2 动力定位系统；船上可搭载科考人员和船员共 90 人，续航力为 2 万海里。

“雪龙2”号极地破冰船是全球第一艘采用艏艉双向破冰技术的极地科考破冰船。艏艉的两个大型吊舱推进器，能够实现 360 度自由转动，形成很强的冰层切削力，因此在多冰脊的海域，就可以让艏艉来进行破冰。新船驾驶室设计为 360 度视野，这种机动性和灵活性使船更能适应极地冰区环境。这种破冰能力的突破将直接带来极地科考作业模式的改变。不仅可以延长科考作业的时间窗口。还能将科考作业的范围扩大，以便开展更充分的调查和研究。

该船建造技术指标对设计、建造和检验环节提出了极高的要求。经过技术攻关解决了重量重心控制技术、智能船舶系统技术、动力定位系统设计、超低温防护、减振降噪控制和月池系统安装调试技术等建造难点。



“雪龙2”号极地科考破冰船

6、浮船坞

浮船坞是指能在一定水域中沉浮和移动，用于修、造船用途的一种工程船舶，亦称浮坞。它可用于抬起其他船只进行修理或引渡过浅水区，也可以作为造船时船舶下水、上墩、水上合拢等作业的一种以车载船的浮动工具。浮船坞本身没有自航能力，它主要由坞体和坞墙两

部分结构组成。坞体顶部为抬船甲板，其表面平直，上面固定着许多方墩木，用来搁放被修船舶，甲板下部的坞体以纵横隔壁分隔成数量较多的水舱和压载舱，并通过强力的泵站调节坞的沉浮（图 2-28）。浮体两艘的升高结构为坞墙。船舶进坞时，依次打开各压载水舱注水，当坞下沉到足够深度后，关闭阀门，将船只引进浮船坞的抬船甲板，用压缩空气将水舱内的水排出，使船只坐落在抬船甲板的墩木上，最后浮船坞抬着船只一起上浮。

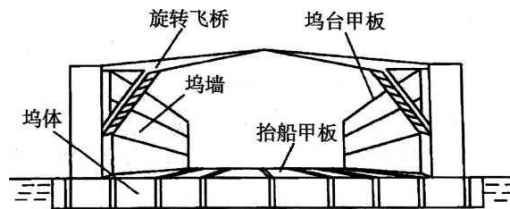


图 2-28 浮船坞示意图



补充学习：

“中海峨眉山”号 30 万吨级浮船坞

30 万吨级浮船坞“中海峨眉山”号是目前世界上最大的浮船坞。“中海峨眉山”浮船坞由上海船舶研究设计院负责总体设计，由中海工业有限公司自行建造，具有完全的自主知识产权。2008 年交付使用。“中海峨眉山”型深 28 m，总长 410 m，型宽 82 m，内宽 72 m，举力 8.5 万吨，这个浮船坞面积相当于 5 个足球场。该浮船坞采用了超大排量的进排水泵、阀门遥控等先进技术，实现中央控制室遥控操作，自动化程度高。可承修 1 万标准箱以上的集装箱船和目前世界上最大的油船和散货船。换句话说，它可以修理目前世界上航行中的所有船舶。



“中海峨眉山”号 30 万吨级浮船坞

7、打桩船

打桩船是将码头、水工建筑的桩柱打入水底作业的船舶。船体为一浮于水面的钢质箱型结构，在甲板上装有打桩架，并备有悬臂吊车，打桩架可前俯后仰以适应打斜桩的需要。打桩时桩架作为桩的导轨，重锤也沿桩架升降。打桩船分为桩架固定式和桩架全回转式，前者只能在船首进行打桩作业，后者既可在船首进行打桩作业，也可以在左右舷进行打桩作业。打桩船本身无前进动力，依靠拖船将其带到指定的桩地。打桩船广泛应用于桥梁、码头、水利工程、海洋工程施工。

8、消防船

消防船是专门用于扑灭营运中的船舶、油田、水上或临水建筑发生的火灾的专业船舶。消防船分专用消防船和多用途消防船两类。其主要消防设备有设在机舱内的多套大排量高压消防泵组和若干支水炮，船上通常还设置了全船水幕保护系统，消防人员在火灾现场处置事故时可有效保护自身安全。为对油田、油船及化学品运输船进行灭火，船上还需增设泡沫灭火舱，由喷枪喷射灭火剂灭火。为便于灭火操作，提高灭火效能，水枪可通过液压或机械装

置实现升降、伸缩、曲折、旋转。消防船船身漆成红色。对消防船，要求其操纵性好、主机功率大、耐波性好。

多用途消防船常兼作拖带、浮油回收和清除港口垃圾用。船上增设相应的设备，可提高船的使用效率。

9、引水船

送引水员登临被引船舶和接引水员离开被引船的小型艇称为引水船或引航船。外国船舶进入主权国家的领海水道和港口时，由主权国家港务监督部门派出引水员登上外国船，负责指挥，引领该船安全到港。外轮出港时也由引水员指挥、引领送往公海水道，完成任务后引水员才离开该船。这种制度也叫强制引水制度，其目的在于体现国家主权、保障港口和船舶的安全。某些复杂的水道，本国船舶为了保证安全，也有请求引水员(或称领港员)进行引航的，但这与强制引水的性质是不同的。

10、教学实习船

教学实习船是用于海洋和航海专业院校进行教学实习的船舶。



补充学习：

“育鲲”轮是大连海事大学投资建造的我国首艘自行开发设计、引进关键设备的专用航海教学实习船，是目前世界上最先进的专用远洋实习船之一(图 2-37)，2008 年投入使用。与世界同类教学实习船相比，该船专门针对航海类专业学生教学实习而进行设计，合理设置各类教学实习和科研场所。“育鲲”轮总长 116 m，型宽 18 m，型深 8.35 m，设计吃水 5.4 m，总吨位约 6000t。航速为 18 kn，持续航行能力 10000 海里。



“育鲲”号教学实习船

四、高性能船舶

常规排水型船舶，经过多年的研究，其性能已有很大的提高，但受船型的限制，性能的提高有一定的限度。

航速受限。排水型船航行时除摩擦阻力外，还有兴波阻力，前者由船的粘性引起，后者是航行时波浪引起的。尤其是航行时，船的兴波阻力的增加比船速的增加要快得多，这是排水型船的航速增加受限制的一个主要原因。

耐波性较差。所谓耐波性就是当船舶在风浪中航行时，具有足够的稳性和船体结构强度，并能保持一定的航速安全航行的能力，排水型船虽然采用各种减摇装置，但仍无法适应一些特殊船舶所需要的平稳作业的要求。

飞机问世后速度提高之快，启发了人们设想，如果船体的全部或部分脱离水面，既可能大大减少船的阻力，提高航速，也可能减少波浪对船舶的影响，提高耐波性。人们通过不断地研究探索，研制出有别于排水型船的高性能船，如滑行艇、水翼艇、气垫船、冲翼艇、小水线面双体船等，这些高性能船尚处于不断研究和完善阶段。部分船型已达到实用要求，随着技术的不断进步，新的高性能船型仍将不断涌现。

1、滑行艇

滑行艇如图 2-29 所示，静止及以较慢速度航行于水中时，艇体的重量同排水型船一样由浮力支承(即静水力支承)。当艇高速行驶时，艇进入滑行状态，艇首在水动力作用下脱离水面，仅部分艇底与水面接触，静水浮力大部分由水动力所代替，从而支承面和浸湿面积随速度增长而减少，船的阻力相应减少，为提高航速创造了条件。由于滑行艇有很高的航速，故广泛用于运动艇、交通艇、巡逻艇、鱼雷艇、导弹艇等。滑行艇的主要缺点是耐波性较差，不适于在大风浪中航行，滑行状态时波浪对艇体有很大冲击，对结构也有破坏作用，因此滑行艇的发展受到一定的限制。



图 2-29 滑行艇

2、水翼艇

水翼艇是指在艇体下面装有水翼的一种高速快艇。它是由滑行艇演变和发展产生的新船型。艇体与滑行艇相近，艇底加装水翼，水翼的断面呈机翼形状，运动时水翼受升力(即水动力)作用，当升力与排水量相等时，船体完全被抬出水面，只由水翼和支架与水接触，高速行驶时可以大大降低阻力。

水翼种类很多，如图 2-30 所示，通常可分为二类：割划式水翼和全浸式水翼。

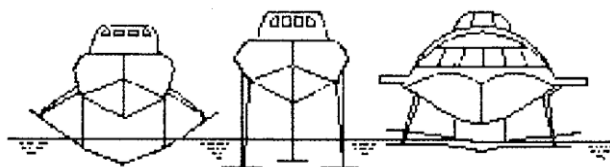


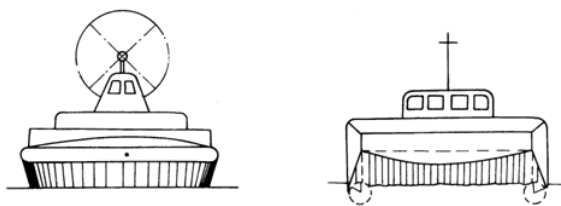
图 2-30 水翼的种类

水翼艇的缺点是：艇体之下有水翼，不适用浅航道，水翼宽往往大于船宽，靠码头不便，为减轻主机重量常采用高速内燃机或燃气轮机，使用寿命短，对燃油要求高，经济性较差。

3、气垫船

气垫船是通过鼓风机把空气送到船底下面，在船底形成空气垫以支持船体重量的一种高速船舶(属空气静力支承型)。当气垫的压力高于大气压时，可将船体全部抬出水面。航行时气垫将船体与水面隔开，使船的阻力大大降低，航速可达 80~100kn。气垫船有两种类型：全垫升式气垫船和侧壁式气垫船，如图 2-31 所示。

全垫升式气垫船如图 2-32 所示，船底四周用柔性围裙封闭，用空气螺旋桨推进。这种气垫船具有两栖能力，可以在水面、陆地、沼泽地、冰面和沙滩上行驶，但耐波性和机动性较差，噪声大，空气螺旋桨推进效率低，限制了两栖型气垫船的大型化。另有采用超空泡水动力螺旋桨或喷水推进的气垫船，推进效率高，吨位大、噪声小，但不具两栖性。



(a) 全垫升式 (b) 侧壁式

图 2-31 气垫船的形式



图 2-32 全垫升式气垫船

侧壁式气垫船是在两舷侧有刚性的侧壁插入水中，船的首尾端用气幕封闭。采用水动力螺旋桨或喷水推进。有较好的操纵性和稳定性，船只能在水面航行，无两栖能力。这种型式的气垫船经济性较好，可向大型化方向发展。

4、地效应船

气垫船是利用空气的表面静压效应获得空气对船体的支持力，掠海地效应船是利用空气动力的地面效应得到支持力。掠海地效应船又称冲翼艇、冲压式气垫船或气翼艇。

掠海地效应船在航行时不与水面直接接触，只是贴近水面飞行。当艇高速运行时，迫使气流进入艇与水面之间，空气被强烈的阻滞，使翼面下的压力增高，形成动态气垫，使艇体支持在水面以上一定距离的空气中，完全摆脱了水面，航速进一步提高，可达 150~200kn 以上。

5、小水线面双体船

小水线面双体船是 20 世纪 70 年代发展起来的一种高速新船型。它是半潜船船型中研究得最多的一种船型。研究表明，这种船型不仅耐波性优越，而且其他航海性能也较常规单体船型更佳，已日益引起人们的重视。

小水线面双体船由潜体、上体(包括桥体结构)和支柱三大部分组成，如图 2-33 所示。潜体做成鱼雷状，上体是水面以上的平台结构，可按需要布置各种设备。上体和潜体间由截面为流线型的支柱连接。这种船型在军用、民用方面都具有广阔的发展前景。



图 2-33 小水线面双体船

6、高速穿浪船

高速穿浪船是国际上 20 世纪 80 年代后期出现的一种由高速双体船和小水线面船概念复合而成的新型高性能船舶，发展非常迅速。这种新船型由浮体、支柱及中央艇体三部分组成，如图 2-34 所示。



图 2-34 高速穿浪船

高速穿浪船在静水和小风浪中，中央艇体离开水面，依靠两浮体掠水滑行；在大风浪中，细长浮体穿浪，支柱割划波浪航行，酷似小水线面船在波浪中航行，耐波性能显著改善。



思考与创造：基于以上高性能船舶原理设计一艘“高”性能船舶。

第三节 军用舰船

军用舰船是船舶的一种类别，通常装备有武器，是在海上进行战斗活动或勤务保障的海军船只，是海军的主要装备。军用舰船被认为是国家领土的部分，在外国领海和内水中航行或停泊时享有外交特权与豁免权。军用舰船主要用于海上机动作战、进行战略核突袭、保护己方或破坏敌方的海上交通线、进行封锁或反封锁、参加登陆或抗登陆作战，以及担负海上补给、运输、侦察、测量等保障勤务。对于军用舰船，国际上通常以满载排水量 500 t 为界作为划分舰与艇的标准，满载排水量超过 500 t 的军用舰船谓之“舰”，500 t 以下的谓之“艇”，但这只是一种粗略的划分。

一、作战舰船

1、航空母舰

航空母舰（简称航母）是一种以舰载机为主要作战武器的大型水面舰艇，是海军的水面战斗舰艇中最大的舰种。航空母舰实际上是把舰载机和大型战舰结合起来而构成的一种武器。航母装载的舰载机有战斗机、轰炸机、攻击机、反潜机、电子战机等多层次的作战用机，另外还配有预警机、空中加油机和侦察机等辅助性飞机，大型航母最多可携带舰载机 100 余架。航母能够在数百千米以外对敌方目标展开突袭，其制海半径超过 1000 km。航空母舰主要用于攻击水面舰艇、潜艇和运输舰船，袭击海岸设施和陆上目标，支援登陆作战，夺取作战海区的制空权和制海权，并担负编队的反潜指挥中心。航母按吨位分，有大型航空母舰（满载排水量 6 万~9 万吨以上）、中型航空母舰（满载排水量 3 万~6 万吨）和小型航空母舰（满载排水量 3 万吨以下）。航母排水量通常为万余吨至 8 万吨左右，最大的核动力航空母舰可达 10 万余吨，其航速为 26~35kn，续航力大。

航母一般不单独活动，它都是由其他舰只护航下行动，合称为航母编队或航母战斗群。

每个航母编队需要有一个战略母港，即航母的战略综合保障基地。在基地内，必须有航母靠泊补给休整的码头，还要有巡洋舰、驱逐舰、护卫舰、综合补给舰、快速战斗支援舰等系列属舰靠泊的码头。此外在附近还需要有机场以便对舰载机进行保养、维护。

航母是现代科技的结晶，是一种高技术密集的军事系统工程，主要的关键技术包括：航母本身及舰载机的设计技术、舰机适配技术、弹射技术、拦阻技术、武器技术、航母的动力

技术、航母钢板制造与焊接技术以及其他配套的各种设施保障技术等。图 2-35 为“林肯”号超级航空母舰。



图 2-35 “林肯”号超级航空母舰



思考与创造：查阅我国首艘航母“辽宁号”建造资料。

2、巡洋舰

巡洋舰是在排水量、火力、装甲防护等方面仅次于战列舰的大型水面舰艇，可以长时间巡航在海上，并以机动性好为主要特性，拥有较高的航速，并拥有同时对付多个作战目标的能力。巡洋舰装备有导弹、鱼雷、火炮和直升机等武器，具有多种作战能力，是主要用于远洋作战的大型水面战斗舰艇。巡洋舰航速高，续航力大，耐波性好，具有相当强的独立作战能力和指挥功能。图 2-36 为核动力导弹巡洋舰。



图 2-36 核动力导弹巡洋舰

巡洋舰在航空母舰编队时作为护卫兵力，在与驱逐舰协同作战时作为旗舰，也可单独执行战斗任务。其主要任务是保卫己方或破坏敌方的海上交通线，攻击敌方舰艇、港口、基地和岸上目标，支持登陆和抗登陆作战，掩护己方舰艇扫雷或布雷，以及防空、反潜、警戒、巡逻、为舰载机导航等。现代巡洋舰排水量 0.7 万~3.2 万吨，多数在 1 万吨左右，航速 30~35 kn。普遍装备有对空导弹、舰舰（地）导弹、反潜导弹和新型全自动中口径舰炮、多管小口径舰炮，配备有反潜直升机、鱼雷、电子对抗设备和先进的指挥控制自动化系统，具有较强的区域防空，对海、对岸攻击和一定的反潜作战能力。

3、驱逐舰

驱逐舰是以导弹、鱼雷、舰炮为主要武器，具有较强的多种作战能力的中型水面战斗舰艇，是海军舰队中重要舰种之一。驱逐舰能执行防空、反潜、反舰、对地攻击、护航、侦察、巡逻、警戒、布雷、火力支援以及攻击岸上目标等作战任务，有“海上多面手”称号。现代驱逐舰的满载排水量为 3500~10000 t，多数在 4000 t 左右，动力装置总功率一般在 4 万~7 万马力，最高可达 10 万马力，航速 30~38 kn。按使命分为防空型、反潜型、对海型和多用途型驱逐舰。按照排水量来分，驱逐舰可分为三种：大型驱逐舰，排水量在 4500 t 以上；中型驱逐舰，排水量在 2500~4500 t；小型驱逐舰，排水量在 2500 t 以下。把以导弹

作为主要武器的驱逐舰称为“导弹驱逐舰”。目前，核动力装置还仅仅在少数几艘驱逐舰上使用，大多数驱逐舰采用的仍是常规动力装置。图 2-37 为导弹驱逐舰。



图 2-37 导弹驱逐舰

美国阿利·伯克级驱逐舰是世界公认的现役最先进的驱逐舰。它的核心——“宙斯盾”作战系统是当今世界上最先进的舰载作战指挥系统，有很强的防空、反潜、反舰和反导能力，其中尤以防空见长。目前全球已有上百艘舰艇部署了或准备部署“宙斯盾”武器系统。

4、护卫舰

护卫舰是以导弹、舰炮和水中武器（鱼雷、水雷、深水炸弹）为主要武器的中小型水面战斗舰艇。按排水量分，护卫舰可分为轻型护卫舰（600~1800 t）和远洋护卫舰（1800t 以上）。轻型护卫舰主要保卫近海海区；远洋护卫舰主要在海洋交通线上作战。按使命任务可分为反潜型、对海型、防空型和多用途型护卫舰。现代护卫舰排水量为 600~5000 t，航速 24~32kn，续航力 4000~8000 海里。装有舰-舰导弹、舰-空导弹、反潜导弹、反潜鱼雷、火箭式深水炸弹和中小口径舰炮等武器系统以及雷达、声呐、电子对抗、指挥控制自动化系统等电子设备。有的还装载反潜直升机 1~2 架。轻型护卫舰多为柴油机动力装置；远洋护卫舰多采用柴油机-燃气轮机混合动力装置或全燃气轮机动力装置。

随着时代的推进，护卫舰有向大型化、燃机化、远洋化、导弹化、电子化、指挥自动化和多用途化等方向发展的趋势。图 2-38 为护卫舰。



图 2-38 护卫舰

5、潜艇

潜艇又称潜水艇，是指既能在水面航行，又能潜入水下活动和作战的舰艇。它一般装有爆炸威力较大的鱼雷或导弹武器，是海军的主要舰种之一。其优点是隐蔽性好、机动性大、突袭能力强、自持力和续航力强，主要用于攻击敌方水面舰船和潜艇，破坏敌海上交通线，对陆上战略目标实施常规或核打击，以摧毁敌方军事、政治、经济中心。潜艇也可用于布雷、侦察等。自 20 世纪 50 年代核动力潜艇研制成功并装备弹道导弹后，已成为具有战略意义的战斗舰艇。图 2-39 为核动力潜艇。

如何避开外界的搜索是保持潜艇隐蔽性和提高自身生存能力的关键。敌方的飞机、水面舰艇和水下潜艇主要是通过主动或被动声呐根据潜艇产生的各种噪声来搜寻潜艇的。因此，降低潜艇的噪声传播是提高潜艇隐蔽性的主要措施。在潜艇表面粘贴消声瓦或涂以消声涂层，采用泵喷推进器代替一般螺旋桨等措施都可有效降低其噪声辐射，在一定程度上避开声呐的搜索。



图 2-39 核动力潜艇



思考与创造：我国的军舰是如何命名的？

二、军用辅助舰船

除水面、水下作战舰艇外，还有相当数量的各类辅助舰船为作战舰艇服务，保障油、水、给养、武器弹药的补充，担任侦察、巡逻、训练、测量、修理、救生和医疗等任务，为战斗舰艇提供各种战勤保障和技术服务。不同的辅助舰船配备有与其用途相适应的各种设备及自卫武器。虽不直接参加战斗，它们却是海军中一支不可缺少的重要力量。

1、医院船

医院船是专门用于对伤病员及海上遇险者进行海上救护、治疗和运送的辅助舰船。按照《改善海上武装部队伤者、病者及遇船难者境遇之日内瓦公约》规定，医院船壳体的水线以上涂白色，两舷和甲板标有红十字图案，悬挂本国国旗和白底红十字旗，在任何情况下不受攻击和捕拿。

2、综合补给舰

舰队综合补给舰是海军舰艇系列中一个重要的舰种，其用途是作为海上机动作战编队的一员，伴随航母、驱逐舰、护卫舰等作战舰只，在航渡中及作战海域以横向补给（舰—舰之间）或垂直补给（直升机）等方式为主战舰只补充燃油、滑油、航空燃油、淡水、食品、备品、给养等消耗品和鱼雷、水雷、炮弹、导弹武器等各类消耗物资。

3、电子侦察船

电子侦察船是专门用于电子技术侦察的海军勤务舰船，这种长期在海上执行侦察任务的船舶，一般续航力都较大，有的超过 10000 海里，自持力可以达到 2 个月以上。电子侦察船装备有各种频段的无线电接收机、雷达接收机、终端解调和记录设备、信号分析仪器、接收天线、拖曳声呐等，有的还装备有电子干扰设备及少量自卫武器等，能接收并记录无线电通信、雷达和武器控制系统等电子设备所发射的电磁波信号，查明这些电子设备的技术参数和战术性能，获取对方的无线电通信、雷达配系、导弹发射甚至飞机起飞、舰艇出港、海洋环境和海底地形参数等军事情报。

4、远洋打捞救生船

远洋打捞救生船，有时也称潜艇救援舰，是用于救援失事潜艇与水面舰艇、飞机和落水人员，打捞沉没舰艇和进行其他潜水作业的海军勤务舰船。船上一般配备有声呐、深潜救生艇、潜水救生钟、减压舱、压缩空气系统和氮氮氧系统等，同时还配备有长距离通讯设备和直升机起降平台等。

中国海军 925 型“大江”级远洋打捞救生船是中国海军专门用于远洋打捞沉没舰艇和沉物，救助遇难舰艇、飞机和人员的防险救生船，具有综合救生保障能力。如图 2-40 所示。



图 2-40 中国海军 925 型“大江”级远洋打捞救生船

5、训练舰

训练舰是专门为海军培养指挥员和专业人员提供教学和训练场所的专用舰艇。

“郑和”号训练舰（舷号 81）是我国自行设计建造的第一艘远洋航海训练舰（图 2-41），1987 年 4 月在上海求新造船厂交付海军，划归大连舰艇学院管辖。该舰的服役结束了我国海军院校租用商船、渔船来提供学员航海实习的历史，这是中国海军成立以来，为海军院校建造的第一艘远洋航海训练舰，被誉为“中国军校第一舰”。



图 2-41 “郑和”号训练舰