

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

世界科技全景百卷书 (22)

船舶

 **eBOOK**
网络资源 免费下载

船 舶

早期的水上运载工具

原始工具

筏是人类最早的水上运载工具。

远古时代，生活在水边的人们，羡慕鱼儿能在水中戏游，叹息自己无法逾越宽阔的江河。

偶然，有人看见又大又重的树木落入江河中却总是漂浮在水面上，发现有些物体是有浮性的，就试着借助浮性良好的物体浮水渡河。

经过漫长的岁月，人们动手制作出了用许多根木头扎在一起的水上运载工具——木筏。有的地方生长竹子，那儿的人就用许多根大毛竹编扎在一起，制成竹筏。乘筏渡水，人在筏上，不仅不再受浸泡之苦，而且还可以运载一些物品，这比抱着浮具游渡可稳妥多了。

但是，筏还不能算船。水上运载工具必须具备了容器的形态，并且具有干舷，才可以算作舟、船，筏并不具备这些特征。

独木舟的问世，使人类文明史上出现了船的雏形。独木舟是用一段圆木制成的舟船，它产生于新石器时代。人们利用火和石斧等工具，把砍倒的树木中间掏空，就制作成了可以运载人和物品的独木舟。

在我国浙江余姚河姆渡新石器遗址出土的文物中，发现了独木舟模型，这是 7000 年前新石器时代的遗物，这说明，至少在 7000 年前，我国已经有了独木舟。

有了筏和独木舟，人们便可以到深水区去捕捞，扩大了水上生产活动的领域。

人们的生产活动需要更长更大的船，可是独木舟的容量受到原木体积的限制，而且砍倒并掏空一棵大树也很不容易。到了青铜器时代，人们制造出了比石器锋利得多的金属工具，不仅减少了砍伐树木的难度，而且能够将圆木剖成木板。能工巧匠们便使用斧、凿等金属工具将木板拼接起来，造出了木板船。

用木板造船使船身的长度、宽度不再受原木的限制，人们将许许多多的短板、窄板拼接成了又长又大的木板船。用木板造船是人类造船史上一次划时代的飞跃，为后来建造更大的船打下了基础。

早期的筏、船全靠人力来推进，所使用的工具主要是篙、桨和橹等。

篙是一根长长的木杆和竹竿，将它伸入到河底，船上的人用力向后推动篙，使船筏前进。

桨则是划水的工具。从浙江省余姚河姆渡新石器遗址出土的几支木桨来看，有桨面和桨柄宽度差不多的整体窄桨片，有桨面长于桨柄的整体宽桨片，还有桨面和桨柄分别由两块木料制成、用绳索捆扎在一起的组合式宽桨片。篙只能在浅水中使用，桨就不受此限制了。

橹也是通过划水推进船舶的工具，它还是中国的一大发明！在长沙出土的西汉船模中已有一支橹，这说明我国早在公元前 1 世纪时，已经发明和使用了橹。橹有点像桨，但比桨大；它的划水方式也和桨不同，桨划水时要不时地露出水面，而橹却不用出水，橹板的剖面呈弓形，在水中左右摆动时就能形成推力，使船只前进。后来，橹传入了欧洲，还被英国海军引用了呢！据说，轮船上的螺旋推进器还是受到橹的启发而发明的。

最早用篙来开船

船诞生后，就有个如何使船按照人们指定方向航行的问题。

起初，原始人类扒在浮木上，用手、脚划击水流，利用水对手脚的反作用力推动船只前进；后来，人们就用树枝、木片来推动前进；再后来，又在树枝、木片的基础上出现了用竹竿或木棒制成的篙子，用它支撑水底或岸边的物体，使船前进。

为了增加篙的使用寿命和增加篙子的用途，人们又在篙的下端包上铁制的尖尖的篙头，并在篙头上安装了铁钩，尖篙头用于支撑河岸和河底，铁钩用以钩住别的船或岸边的物体而使船移动。

由于篙子制造方便、使用简便，所以，即使其他推进工具发展起来以后，篙子仍被广泛地使用。现在，江南水乡、塞北平原，人们仍常常可见用篙撑船。一些小型机动船，也备有竹篙。船只离、靠码头均用篙子，就是大河船和海轮上，也都在船舷或船尾部修建有撑篙用的走廊，以便在浅滩航行或靠岸时助一臂之力。

不过，篙子撑船也有缺点，其只能在河面窄、水浅的河流中使用，一旦遇上河宽、水深的江河、大海，篙子简直毫无用处，因为，篙子撑不到河边、水底！

看到这里，也许有人会问：“加长篙子不就可以解决问题了吗？”是的，对于一些不太深、不太宽的河，加长篙子也能解决这一难题，可是，篙子的长度毕竟有限，对于更深、更宽的河，加长篙子也够不着河岸、河底。况且，篙子加得太长，重量就增加了，使用很不方便，篙子过重，人也拿不动了。

篙子就这样日渐从船舶的主要推进工具的位置上退了下来。

让我们荡起双桨

前面我们曾经说过，原始人类扒在浮木上，用手、脚划击水流推动船只前进。后来，人们又把木头削成扁形，用作划水，利用水的反作用力推动船只前进。这，大概就是最早的桨。

尽管原始的桨极其简陋，但是，它的发明却使人类彻底摆脱了河岸、海底的束缚，因为，人类借助桨已经能够在远离岸边和篙子够不着底的水面航行了。

桨诞生的准确时间已难以考证，但在我国出土的文物中发现，在 7000 多年前浙江余姚河姆渡遗址、5000 多年前的浙江杭州水田畈和吴兴钱山漾遗址中都发现有早期使用的短桨。尽管加工均较为粗糙，但从桨板面积分析，当时的人类已经意识到划水面积越大，推进船只的力量也越大，船只航行的速度也越快。

随着造船技术水平的提高，船体逐渐增大，船舷也越来越高，原先的短桨就显得不适应了。于是，人们就把桨柄加长，桨板加宽，做成长桨。短桨变成长桨之后，桨的重量也就增加了，握在手中操作显得很沉重。于是，人们便将持桨的方式逐步改成“搁”在船舷上的“搁桨”。为了防止滑动，人们又在船舷上设置了一个支承点——桨座。有了桨座这个点，桨就变成了杠杆，划桨便显得轻松、方便了。

为了提高船舶航行速度，人们除了加宽桨面之外，还增加了桨的数量。桨多了，船只航行的速度也就加快了。特别到了后来，随着船只参加战争，人类对船只的航行速度要求也越来越高，于是，多桨船就出现了。

多桨船的桨之多在历史上曾发展到了令人难以相信的程度。人们不仅在船的两舷配上了桨，还在船的高度方向配上了几层划桨手。在长沙的一座西汉墓中曾出土过一只木船模型，上面竟有 16 支完整的长桨。梁朝侯景军中使用的一种高速快艇，竟有 160 支长桨，其进退相当迅速。当时，人们曾形容它像风、电一般迅速。

以桨划船的方法在世界各地都诞生过，至今有的地方还广泛地使用船桨呢！

大海航行靠舵手

操纵船的航行方向的设备——舵是中国历史上的一大发明，也是中国对于世界造船和航运事业的一大贡献。

舵是由桨演变而来的。早期人们是通过划桨动作的变更来控制船只的航行方向，后来逐渐出现了专司航向的舵桨，并把其安装在船尾。舵桨从此便失去了划水的职能，不再离开水面，仅靠在水中左右摆动来掌握航向。其外形也不断得到改进，特别是桨翼变短变宽，增大了与水的接触面积，加强了控制方向的性能。舵也在这基础上应运而生了。

早期的舵柱是由舵尾斜伸而出的，还保留有舵的痕迹。在舵的实际应用中，人们对其不断加以改进，把舵柱改为垂直伸进水中，舵面跟舵柱的联接位置，也由舵面中部移至边上，于是变成了垂直舵。同时，还出现了平面舵，就是把一部分舵面面积分布在舵柱的前方，从而缩短舵压中心与舵轴的距离，减少转舵力矩，使操纵更加轻便。此外，中国古代还发明了一种开孔舵，就是在舵面上打许多小孔，这样不但转舵较为省力，而且由于水的表面张力的作用，不影响舵的性能，可称得上是一种别具匠心的发明。

舵的作用原理与桨不同，桨是通过划水时所产生的反作用力推动船只前进的。舵不划水，但当船舶航行的时候，船尾所产生的水流会在舵面上形成水压——舵压，由于舵压的作用，船舶就能改变航行的方向。舵压虽然很小，但是因为它与船舶的重心距离比较大，所以使船体转动的力矩也比较大。根据杠杆原理，即可得知其推动船舶转动的功效很强，只要舵的大小适当，满载的大船也可在舵的作用下自如转向。正如南来周去非在所著《岭外代答》中所说：“如一丝引千钧于山岳震颓之地，真凌波之至宝也。”

舵大约在 10 世纪时被阿拉伯航海者所引用，12 世纪时又由阿拉伯传进欧洲。舵的使用使远洋航行成为可能，因此欧洲学者把舵的引进和使用，作为开创 15 世纪大航海时代的科学条件之一。

特别值得指出的是，类似宋代时使用的平衡舵，欧洲直到 18 世纪末、19 世纪初方开始采用，而且至今仍是船舶设计中降低转舵力矩的一个最普遍和有效的措施。

鱼儿的尾巴变成橹

橹是中国在造船和航行技术中的一项杰出成就，有位美国学者甚至称它

“可能是中国发明中最科学的一个”。

用桨划水使船前进，只是在划水的时候做有用功（实功），而在桨离开水面后的整个过程都做无用功（虚功），人力之浪费是可想而知的。能否找到一个巧妙的办法，使划动既省力又能连续做有用功呢？人们经过不倦地探索，终于发明了新的船舶工具——橹。

在历史上有这么个传说，说巧匠鲁班看到鱼儿摇动尾巴向前游动，就削木为橹。橹虽然不是鲁班发明的，但这传说却反映了橹是依据鱼儿摇尾前进的道理而创制的。根据出土船模和文献记载，可以看到橹在公元前1世纪时已经问世。

橹的外形有点像桨，但比较大，支在船尾或船侧的橹担上，入水一端的剖面呈弓形，另一端系在船上。用手摇动橹担绳，使伸入水中的橹板左右摆动。橹板摆动的时候，船只跟水接触的前后部分就会产生压力差，形成推力，推动船只前进，就像鱼儿摆尾前进一样。橹从桨的间歇划水变成连续划水，提高了功效，因此有“一橹三桨”的说法，意思是橹的效率可以达到桨的3倍。陆游更用“健橹飞如插羽翰”的诗句，来形容用橹推进的船像火箭一样快捷。而且橹巧妙地利用杠杆原理，只要来回推动橹担绳就可以摇动船只前进，减轻了用桨划水要把桨提出水面的笨重劳动，操作轻便，连老人、妇女、小孩都能够操纵。因此，这种结构简单、轻巧和高效率的船舶推进装置一经问世，便迅速地得到了推广，并在应用中不断改进。

橹最初是安装在船侧的，后来单橹船的橹移到了船尾。大船则安装有多支橹，橹数有8橹、10橹，以至多达36橹的，有的装在船尾，有的装在船侧。橹的大小亦视船只的大小而不等，有1人、2人、6人摇的橹，也有10人以至20人、30人摇的橹。元代阿拉伯旅行家伊本·拔图塔在其所著《游记》中，记述有中国船上的橹，说：有的“像桅杆一样大，要用十到十五人来工作”，而且“一定要站着”；在沙船里大约有20支橹，要30人面对面地站成两行，往来摇动。为了使每个人所使的力整齐划一，在摇橹时要齐声合唱，经常喊的是“啦、啦、啦”。这段记述，为我们描绘了一幅生动的摇橹图景，使我们仿佛听到了橹手们合唱摇橹号子的声音，看到橹手们摇橹推动船只前进的情景。

17、18世纪时，来华的传教士把橹介绍到欧洲，引起了重视。1742年英国海军在改造船舰的试验中，曾在一只小帆船上安装了“一组中国式摇橹”。18世纪末、19世纪初发明的螺旋推进器，亦曾受过橹的影响。

顺风扬帆启航程

篙、桨、橹，都是一些运用人力的船舶推进工具，但人力毕竟有限，用人力来推进船舶，远远不能满足人类的需要。

要想船儿跑得快，就得寻找能替代人力的新的动力。

人类在长期航行的实践中发现，风能翻船也能推动船舶的航行，顺风航行，不用划桨也能前进。后来，人们进一步发现，风推动船舶的力量不仅与风本身的大小有关，而且与船体受风面积有关，受风面积大，船舶航行的速度就快。于是，人们开始尝试着将衣服等捆绑在船体上的竖木上招风，很快就发现，船舶航行的速度加快了。后来，人类专门制成了兽皮和其他织物，在顺风时挂在船体上招风，逆风时就降下来，于是，早期的帆就这样诞生了。

中外帆船诞生具体时间均不甚清楚，从史料记载来看，中外帆船诞生的时间相近，均在公元前 3000 多年前。帆可以分为方帆、斜帆和挂帆三种形式。最早的帆是方帆，主要出现在我国和古埃及。方帆由布制成，形状实际上是长方形的，呈正装式样，它们藏在上下两桁之间，固定在船桅上。由于这种只能利用顺风，侧风、斜风和顶风等无法利用，只能将帆收起来。于是，人们又改变了帆幕的装置方式，使两边对称的正装方式改变成两边不对称的斜装方式，这种不对称的斜装方式两边受风力不向，形成了一个压力差，从而可以接受侧向的风来推进船只前进。同时，人们还发现只需将固定挂帆改为可以随着风向改变而改变的挂帆，就能够随意利用各个方向的风推动船舶前进了。当风从侧面吹起，只要把帆转动，使之与风成一个角度，帆上就受到推船前进的风力。在这种情况下，风也推船向横向移动，这只需利用舵使船头稍稍迎着风向，便可抵消横向移动的影响。如果风从前侧方向吹来，可以把帆转得更多一些，使帆与风向保持一个角度，帆上仍然可以得到推船前进的风力，不过比侧风所得到的风力小一些。如果风是迎面吹来的，人们将帆转到最大角度——纵向，在逆风航行时，船走的是“Z”字航线，如果船是迎着北风向北航行，就轮流朝东北和西北方向开，“Z”字航线在总体上是顶风，在每一曲折中又把顶风转化为侧风或前侧风，船就在这种曲折中不断前进。

为了更加有效地利用风力，提高船舶的航行速度，单桅单帆的帆船逐渐演变成多桅多帆的帆船，一艘船上的船帆甚至可达近百幅，而且帆的种类各不相同，从而极大地利用了风力。

帆增加了，船舶的航行速度也加快了，但倘若遇上风暴，来不及收降的船帆很可能变成翻船亡人的罪魁祸首。在航海实践中，人们摸索到了许多减帆、收帆的方法。要收帆时，只要把上桁降下，帆便卷起，还可以用帆索，从甲板上掷过帆桁，拉紧帆索，把帆索拴在桁上。为了减帆方便，可以把下部的帆和上部的帆分离开来。减帆时，把下部的帆卸下，船的速度就会降低。也可把整片的帆分成许多小块，需要减帆时，只要把小帆收起来就行了，不需要卷叠整个大帆。

公元 15 世纪之后，我国劳动人民又开始将帆船上的篷帆加以简化，大多数船上仅有两根至三根大桅，即使是长达 60 米，载重几百吨的大船，也仅设置两根至三根大桅，外加两、三根小桅，且每一根桅上仅挂一面帆。帆的数量减少了，风力却没有减少。人们在减少帆的数量的同时，把每一面帆加高、加宽，提高了每面帆的受风面积。同时，人们还将用竹片或席子编成的席子帆改为夹有竹条的布帆，从而使船帆变得简单而有效果。

在我国南海海面，人们还把帆的下风（也就是桅后的宽边）的边缘做成折角或曲线形，上部较小而下部较宽大，这种形状的帆，风压力中心更低，船所受的力矩就小，不易被风吹翻。当船遇大风时，把帆逐步放落，帆的面积迅速减少，船所受风力也迅速减小。而在升帆时，帆面积迅速增大，可充分利用风力行船。

船帆，至今仍深受人们所喜爱的无偿动力源，甚至连一些国家海军的训练舰，至今采用的仍是帆动力。

导航设备指南针

导航设备就是引导船舶航行的设备，大家对这个名字也许不甚清楚，但

对被誉爲我国古代四大发明之一的指南针这一我国古代著名的导航设备却是很熟悉的。

大家知道，人类在陆上行走还常常迷路，在科学技术还不发达的古代，船舶一旦行入茫茫大海，要想辨明航行的方向、航船所在地就更加困难了。

在船舶诞生之初，人类从来也不敢贸然远行，船舶也只能在海岸附近航行，船舶航行最远处就是人类目力所能达到的最远处。之后，人类发现，每天日影最短的时候太阳的方位恰好是正南，用它可以判定东西南北；后来人类又发现，北极星恒定在北方的方位，而北斗星一直在北极星的附近，指示着北极星的方位，夜间可以用它来判知东西南北。这样，人类便开始借助日月星辰判断海上航行的方向了。这种古老的天文导航方法，在我国古代叫做“牵星过洋术”。东晋时代名叫法显的和尚曾在他的《佛国记》中记载了他在 1500 多年前从印度乘船回国途中借助日月星辰导航的过程。

到了 800 多年前的宋代，海船上装上了我们祖先的伟大发明之一——指南针，出现了磁罗径，导航方法有了新的发展。1119 年宋人朱彧所著的《萍州可谈》记有“舟师识地理，夜则观星，昼则观日，阴晦观指南针或以绳钩取海底泥，嗅之便知所至。”这形象地介绍了当时的导航方法，也说明指南针已在当时得到了应用。

我国历史上最著名的航海家是明代的郑和，自 1405 年至 1403 年的 25 年间，他曾先后七次率庞大的船队往返于南洋、印度洋和阿拉伯海，南至爪哇，西到非洲东海岸，规模最大的一次远航由 63 条大船和 2.7 万多人组成，而这样一支庞人的船队同样是采用“牵星过洋术”而导航的。

“牵星过洋术”是应用《过洋牵星图》而判断船队航行所在地的。大家都知道，有些星星靠近人们的头顶，有些星星靠近海水和天空的交线——水天线，它们从水天线向上仰起的角度是不同的。航海者在不同的时间不同的地点航行，看到的星座不同，星星的仰角也不同。而《过洋牵星图》标记的就是船舶在不同时间不同地点看到的星星仰角。航海者在航行中，使用一种简单的测角仪，测量从水天线到星星的仰角。测量日月星辰的仰角，既要看到日、月、星星，又要看到水天线。晴朗的白天，能够看到本天线和太阳，晚上虽然有很多星星，但是，看不到水天线，黄昏和黎明的时分，既可以看到星星，又可以看到水天线，只有在这个时间，才能测量星星的仰角。把测量的结果，和一幅幅“过洋牵星图”去比较，参照图上记载，就可以知道船队所在的大略位置，从而决定继续航行的方向。

我国最初的指南针采用的是水浮法，后来，水浮法指南针被称为水罗盘，即把磁化了的铁针穿过灯芯草，浮在水上，磁针浮在水上转动来指引方向。把指南浮针与方位盘结合在一起，就成了水罗盘。在明嘉靖年间以前，我国一直使用水罗盘，其制作简单方便，但不太平稳，易随船舶的摇动而摇晃。指南针于十二三世纪传入阿拉伯，后又传入欧洲。之后，欧洲人将磁针放在钉子尖端，可自由转动，制成了旱罗盘，旱罗盘有固定的支点，不像水罗盘那样不平稳，性能更适用于航海，故在明嘉靖年间，我国也开始使用旱罗盘。

指南针应用于航海，是航海史上的一项划时代的创举。可以这样说，如果没有指南针，就不会有近代航海事业的大发展，就不会有地理大发现，就不会有各国间大规模的经济贸易和文化交流，更不会带来丰富多彩的近代文明。马克思曾这样宣称：“指南针打开了世界市场并建立了殖民地。”（《马克思恩格斯全集》第 47 卷第 427 页）

此后，人类又发明了电罗径、雷达、卫星导航仪，其导航方法与古老的天文导航、指南针导航大相径庭，这里，我们就不一一述说了。

远方的灯塔

虽然对任何不能靠岸的船来说，靠星星的指引比在白天还容易航行，但是希腊人在公元前 5 世纪就知道在夜里用灯塔来指示港口了；而灯塔在地中海的出现，无疑要比在希腊早得多。虽然最早的不朽建筑是讲希腊语的人搞的，然而最著名的灯塔却是亚历山大城的法老所建（约建于公元前 300 ~ 280 年）。斯特拉波描述亚历山大的灯塔说：“在这个小岛的末端，岩石屹立，水环浪打，悬崖上用白色大理石建造了一座灯塔，美丽壮观，有许多层。以这个小岛的名称命名。”古代的另一世界奇观——罗得的巨像，也是一座灯塔。后来的人们普遍认为这是太阳神阿波罗的像，他两脚分开，横跨在罗得港。它确实是一尊巨像，为利西普斯的学生查尔斯所建，但他一定是站在这个海港的入口处的什么地方，两脚绝不会横跨港口。这尊像用青铜塑成，毁于公元前 224 年的一次地震。

所有早期的灯塔（包括罗马人建的许多灯塔，比如在公元 43 年后不久，为了帮助侵略部队，在多佛建的灯塔）都是应用石料或毛石建成的塔，在塔尖上的一个容器里燃烧木柴或煤炭。

灯塔到 18 世纪才有一些改进：英国的埃迪斯通灯塔，最初是木结构（建于 1698 年，毁于 1703 年的一次风暴），后来改成橡木和铁结构（建于 1708 年，毁于 1755 年的一次火灾），最后又由斯米顿于 1759 年改成混凝土结构。三种结构的埃迪斯通灯塔都点蜡烛，后面用简单的金属镜反射蜡烛光。

1784 年，阿冈德发明了一种适用于灯塔的燃油装置，但是这种装置到 19 世纪末就不用了，因为这时有了乙炔气体，在这之前（1862）还出现了电碳弧光灯。现在是使用氙高压弧光灯。

阿冈德的灯芯和一个抛物线状的金属镜一起使用。1822 年，弗雷斯内尔制造出了一种透镜，能将光束聚集起来投射出去；他使用这种方法改进了灯塔的照明。这种复合透镜一直到现在还在使用。

水密隔舱好办法

宋元时期，在西太平洋和印度洋的远洋交通中，中国船舶一枝独秀，占据着主导性的地位。不但中国人乘中国的船，沿岸各国，包括阿拉伯的商人、教徒、使节，也大多乘坐中国船。其重要原因之一是中国船舶安全可靠，而这是与水密隔舱结构的采用分不开的。

所谓水密隔舱，就是用隔舱板把船舱分隔成各自独立的一个个舱区。这种结构至迟在唐代即出现。泉州湾出土的宋代海船被分为 13 个舱，韩国新安海域出土的元代中国船分为 8 个舱。从这两艘古船上，可以看到当时水密隔舱结构的形式。

水密隔舱的采用，是造船史上的一项重大创新。它改进了船舶结构，提高了船舶性能。

首先，它提高了船舶的抗沉能力，增加了人员和货物在航行中的安全性。由于各舱各自独立，即使有一、二个，甚至几个舱破损进水，水也不会流入

其他的舱。从船的整体看，其浮力依然存在，不至沉没。如果进水较多，船体支撑不了，可以抛弃货物，减少负载，便能延缓下沉速度。这样，就可以立刻进行修补，或者驶到就近的港口修补。而没有水密隔舱结构的船舶，情况就完全不同，只要底壳破损进水，水就会漫及全舱。破损不大还可封堵，破损较大时，由于海水压力很大，就无法封堵，只好眼睁睁地看着船舶连同人员和货物葬身海底。由此可见水密隔舱结构意义之重大。

其次，由于厚实的隔舱板与船壳板紧密钉合，增加了船体的横向强度。而且隔舱板实际上起着肋骨的作用，从而取代了肋骨，简化了造船的工艺，并使船体结构更加坚固。

而且，由于分舱，不同的货主可以同时在各个舱中装货或取货，提高了装卸效率，货物也便于管理。

正因为水密隔舱结构的优越性，因此它问世之后，很快被推广，并受到中外客商的欢迎。元代意大利旅行家马可·波罗在它的《游记》中，曾记述了中国的水密隔舱，说：“比较大一些的船，有十三个货舱，就是船里面的隔舱，是用硬木板装隔的，（与船壳）很紧地钉在一起。如此，若船发生意外，忽然触礁或受到鲸鱼的撞击而产生漏洞，这种事故是经常发生的……船员一旦发现漏洞，立即将舱里的货物，搬到别的舱里。由于这种舱隔绝得十分严密，所以一舱进水，并不影响其他船舱。等船员将损坏的地方修复后，将货物仍搬回原处。”

大约 18 世纪末，水密隔舱结构开始引起西方的重视。1787 年，美国著名科学家和政治家富兰克林在关于美国和法国间的邮船计划的信中，即指出采用中国的分舱方法，“对于乘客将是一种莫大的鼓励”。1795 年，英国在改造海军舰船时，就明确提出引用中国的水密隔舱结构。其主持者本瑟姆将军说，他所造的船，“有增加强度的隔板，它们可以保护船只，免得进水而沉没，正像现在中国人做的一样。”从此，中国的水密隔舱结构，逐渐为欧美，以至世界各国的造船界所采用。

船舶略览

现代轮船的始祖

所谓车船，是一种带轮状推进器的船只。它以轮桨代替桨和橹作为推进工具，以脚踏轮桨取代划桨和摇橹。现国内外科技史家均一致公认，车船是近代轮船的始祖。

车船在 8 世纪时已经问世。其最早的文字记载，见于《旧唐书·李皋传》，说李皋“常运心巧思为战舰，挟二轮蹈之，翔风鼓浪，疾若挂帆席，所造省易而久固”。也有人认为南北朝时祖冲之所造的“千里船”，可以日行 100 多里，就是车船，但由于有关记载的文字过于简略，没有只言片语提到船上构造，故难于确定。

车船自出现后就一直被作为军事用船，南宋时期是其发展的鼎盛时期。这时期先后建造了大批车船，船体大小不一，轮数有四车、六车、八车、九车、十数车、二三十车，最多者达九十车。大型车船一般长 20~30 丈，吃水深 1 丈左右，可以载 600~700 名士兵。最大的车船能载 1000 多人，长 36 丈，宽 4 丈 1 尺，高达 7.2 丈。大中型车船上置有重型武器拍竿，制如大桅，长 10 余丈，上置巨石，下作轳轳贯其颠，遇到敌船时，即用拍竿发射巨石，将敌船击碎，战斗力很强。同时车船行驶快捷，进退皆可，轮桨外有护板防护，故在水战中屡建奇功。其著名的战例有：

1130 年，洞庭湖钟相发动了反对南宋王朝的起义，钟相牺牲后，杨么继任为总首领。在宋军与义军的战斗中，宋军的都料匠高宣曾造 20 至 23 车的大船，能载战士 200~300 人，使义军的小船无法抵挡。后来，车船连同制造者高宣被义军俘获，在二个月中高宣为义军建造大小车船 10 余艘，皆有二重或三重楼，轮数多者有 22 车、24 车，大者可载千余人。于是义军愈益雄壮，“浮舟湖中，以轮激水，其行如飞，旁置撞竿（即拍竿），官舟迎之辄碎”，屡挫宋军。至 1135 年，杨么义军才因叛徒出卖，为岳飞所败。在历史小说《说岳全传》第 28 到 30 回中，描述的岳飞与太湖起义军杨虎所进行的战斗，就是根据这段史实而编写的。

1161 年，40 万金兵在国主海陵王完颜亮亲自率领下抵达采石（今安徽马鞍山市东岸），试图强渡长江，驻守采石的 18000 名宋军，在虞允文的带领下顽强抵抗。十一月初八日，完颜亮指挥几百艘战船强渡长江，为首的 70 艘已抵达南岸，岸上宋军拼死抗击。这时，虞允文派遣车船猛烈冲击中流的金兵战船。由于金兵战船底阔如箱，行动不便，又不熟悉江中航道，大多动弹不了，故被宋军车船撞沉的达一半以上。经终日激战，宋军取得了采石第一战的胜利。第二天又打退金兵的反扑，终于保住了采石，逼使金兵退回扬州。虞允文估计金兵将会进攻京口（今江苏镇江），继续南犯，于是率领 16000 人援助京口。他命令士兵踏车船在大江中来回巡防，船在江中回转如飞，令金兵惊骇不已，始终无法渡过长江。不久，金兵内乱，完颜亮被杀，南渡计划宣告失败。

现代的轮船虽然已经没有“轮”了，但其所以称之为轮船，乃是因为它最初是有“轮”的。最著名的轮船制造者是美国工程师富尔顿，1807 年他在纽约制造的用蒸汽机做动力的明轮船“克莱蒙脱”号，其外形就与中国古代的车船相似。虽然我们还不知道轮船和车船有没有渊源关系，但其出现比中

国的车船晚了 1000 多年。

舫船与联环舟

连体船是中国历史上在造船工艺方面的重大发明。其连接方式有两种，一种是横向连接，一种是纵向连接，舫船与联环舟分别是这两种连接方式的代表。

横向连接的连体船在二千年前的周代就已出现。当时有由多只船体连成的“造舟”，专供天子乘坐；有由 4 只船体连成的“维舟”，供诸侯乘坐；有由两只船体连成的“方舟”，供大夫一级的官员使用。“方”即为舫，是并两船为一船的专门称谓。由于由多只船体连成的船行动不便，因此，战国以后舫船成为主要的用船。

战国末期秦国国相张仪在劝说楚王不要与秦为敌时说，秦国西面据有巴蜀，大船积粟，自岷山浮江而下，至楚境 3000 余里，“舫船载卒，一舫载五十人与三月之食，下水而浮，一日行三百余里，里数虽多，然而不费牛马之力”，用不上 10 日就可到达楚国边关。

汉初酈食其在劝齐王田广归汉的时候，曾分析当时天下归汉的大势，说，在刘邦的号召下，“诸侯之兵四面而至，蜀汉之粟方船而下。”

上列两段史籍记载，可见在战国和汉代时，舫船是重要的运输船只。直到南北朝时，长江和湘江一带，仍呈现着“方船连轴”的繁盛景象。

舫船在必要时还可以分解成单体船，可以说是世界上最早的分解船。西晋末期，顾荣被朝廷拜为侍中之职，从苏州起程赴任，到徐州时遇到战乱，便弃车乘舫船回返。至下邳（今江苏睢宁西北），他把舫船拆开，使用单船，日夜航行五六百里，终得避开战乱，安全返回家中。

由于大中型船舶的发展，舫船在南北朝以后就逐渐被淘汰了。舫的含义也起了变化，成了有雕饰彩绘的游船之代称。但是，随着科学技术的发展，一些历史上被否定的事物，它的作用又重新被人们所认识，在更高的发展阶段中获得了新的生命。现代出现的双体船就是这样，并已被应用于客货运输、海洋勘探等方面。

联环舟为纵向连接的连体船，是明代水军的一种特殊用船。船长 15 米左右，“外视之若一舟，分则为二舟”。前半截占全长的 $\frac{1}{3}$ ，后半截占 $\frac{2}{3}$ 。

前截后部钉有两个大铁环，后截前部装有两个铁钩。把铁钩钩住铁环，两舟成一舟；让钩脱离铁环，一舟又分为两舟。水战时，前截装易燃易爆的火药，后截载划桨的兵士，利用顺风或顺流冲击敌船。前截前端钉有带倒须的大钉数枚，撞上敌船后可与敌船钉连，使敌船难于解脱，而自身则因撞击的作用，环钩自解。然后兵士点燃火药炸毁或焚烧敌船，并划后截船返回本营。联环舟的使用在历史上被称为“水战之奇策”。现美国河运中应用的分解船，明确说明是学自中国，其构造和原理与联环舟一致。

桨轮船问世在中国

一位早期的欧洲发明人曾有过关于制造桨轮船的设想，但没有制造出来。有一份不知作者姓名的手稿，题目是《抗战》。人们认为这份手稿是公

元 4 世纪末的。文中建议设计一只六个桨轮的船，用三头牛作为动力，牛不停地绕圈子拉着桨轮转动，就像磨坊里磨粉一样。人们认为以前未必有这种船，但是我们必须承认，就桨轮船而言，最先有这个想法的似乎是欧洲人。但最先制造出桨轮船的人是中国人，这两者之间没有什么联系。因此，在欧洲这个想法没有产生什么结果，而在我国却导致了几千只桨轮船的产生。

桨轮船最早是在公元 418 年的一份我国水军行动的报告中记载的。这次行动是南朝刘宋的一位水军将领王镇恶指挥的。在公元 670 年编的史书中有这样一段描述：

“王镇恶的军队所乘之船都是有篷掩护的猛冲式小战船，水手都隐藏在船内。羌人看见那些船只沿渭河前进，但看不见一个驾船人。由于北方人从未看见过这种船，所以他们每个人都非常惊恐，都称之为神功。”

公元 494 年至公元 497 年，祖冲之制造了一只改进的船，被称为“千里船”，在南京的新亭江试用，它不用风力，一天能行很远。它代表了精心设计的桨轮船。

梁朝的一位水军将领徐世谱，在公元 552 年同侯景作战时使用了桨轮船，他们称之为“水轮船”。在另一次同上述反抗者的作战中，水军将领王僧辩的舰队里有一种船行驶甚快。“双龙夹舰”故“行甚迅疾”（“双龙”应是“双轮”之误）。公元 573 年，在黎阳的围攻战中，另一位水军将领黄法𩑦（也是一位很有名的军事工程师），制造并使用的一些“步舰”显然是用脚踩来操作的桨轮船。

在公元 782 年至公元 785 年之间，唐曹王李皋任杭州知府时，进一步改进了桨轮船，史书记载：

“李皋常热衷于制作真正的机器，造战船，使船侧装两个轮子，以踏车使其转动。这种船像风一样运动，掀起波浪如同挂有风帆。建造方法简易而有效，所以船也就坚固耐用。”

书中还提到，船比冲锋的马跑得更快。

在中世纪的宋朝，桨轮式战船确实已问世，它们通常是无舵的，但动作机动，一会儿用用这个桨轮，一会儿用用那个桨轮，使船具有惊人的灵活性。有六个桨轮，或许一边三个，另一边两个等等。轮船能够突然冲进或迅速退出敌人的船队，给敌人严重打击。他们的一些船只在船头有撞杆装备。

据《宋令要稿》记载，公元 1168 年，水军将领史正志制造了一只 100 吨的战船，由一个有 12 个叶片组成的桨轮来驱动。这意味着一些桨轮船是艉明轮船。像人们常描述的那样，船有奇数的桨轮，那就是一个桨轮在船尾，其他桨轮在船的两边对称地成对组成。然而，即使桨轮在船的左右侧互相对应，它们完全可以单个独立工作。因此可以让一个桨轮停着，让对应的另一个桨轮转动，这很像方向盘的作用。

我国有一本书中载有关于从公元 1130 年开始的一些水军桨轮船制造情况的报告：

“高宣原是黄河水军卫队和都水监白波车运司木工头领。他献上一件桨轮船说明书，他宣称这种船可以克敌制胜……他在数日内就制作出了一只八轮船的样船。令人踏船轮于江流上下，证明此船往返均快速而易于操作。船两边有护船轮，因此外面看不见船轮。只见船行如龙，观者认为它是神奇之物。

“后来逐渐增加轮数和体积，以至建造起二十至二十三轮的大轮船，可

运载的人数达二百到三百人之多。敌人的小船，都抵挡不住这种船的进攻。”

这时桨轮船都叫做“轮船”。在这之前，有几个世纪中，桨轮船的名称很混乱，人们给船定了各种各样好听的名称，后来才统一了。“轮船”的技术改进很快。不久程昌富制造了约91米长的“轮船”，能载700~800人。

起义者（杨么）劫走一些“轮船”，并捉走工程师高宣。于是便开始了军备赛。有一段时间，起义者制造的“轮船”比南宋制造的“轮船”更大更好。两个月内，起义者已拥有10多艘多层的“轮船”。这些船比朝廷的船制造得更坚固，更好用。

在斗争的高峰时期，起义者的船队控制着几百艘这种“轮船”。应该强调的一点是，这些船是不适合海上行动的。所有水上战斗都在内河和湖泊里进行。在元朝时期，由于水军的活动更多是在海洋不在内河，因此桨轮船的用途大大削弱。但在公元12世纪，宋朝同起义者作战的高潮时，桨轮船的制造确实发展到了最高峰。

朝廷的军队反过来模仿起义者的桨轮船，而且制造的船更大，有110米长，12米宽，桅杆22米高。从记载看，“轮船”上的人员最多曾达200人。后来桨轮船的数量和重要性都下降了，不过在现代以前，它们还一直发挥着作用，只到现代才销声匿迹。公元1841年，鸦片战争期间，我国在抗英战斗中还使用了这种船只。英国人当时相信，这些船是因为中国人看到英国海军的桨轮船而很快仿制出来的，殊不知我国到那时使用这种船的历史已达16个世纪了。公元1929年，桨轮船还一直在广州附近的珠江上来回运送乘客，不过现在一艘也没有留下来。

端午节赛龙舟

提起龙舟，大家一定会想到端午节的“赛龙船”。

人们传说赛龙舟起源于纪念我国古代诗人屈原的活动。公元前278年，屈原投汨罗江而死，当地居民怕水中的龙吞噬他的尸体，就把船装饰成龙状，在江面上敲锣打鼓，驱赶水中的龙。后来，每年的端午节就演变成了赛龙舟活动。

其实，赛龙舟早在屈原之前就已经存在，只是没有制度化，而且龙舟一开始也不是为参加划船比赛而创制的，它的前身是一种比较狭长的木板船。船体细长，稳定性能较差，在风高浪急时易被冲翻。当时人们不懂这个道理，天真地认为船遇风浪沉没是因为水中有“龙”在兴风作浪，若在船上画上龙纹或者把船建造得和龙相似，水中的龙就以为是自己的同类，就不会兴风作浪，翻船吃人了。正因如此，早期的龙舟诞生了。

龙舟并没有给人们的水上生产带来安全，但龙舟美观的外表却令人们着迷，后来，龙舟甚至被帝王们看中，成了他们享乐的工具，于是，龙舟越造越大，达到登峰造极的地步。如隋炀帝在公元605年8月从洛阳出游扬州时乘坐的龙舟高达45尺，分4层，长200尺，分为各种房间100多个，全部用金玉装饰。上重下轻的大龙舟还是人类历史上第一次在船底部加了压载铸铁块的船，充分说明我们是最早使用压载法造船的国家。

郑和下西洋

明朝永乐至宣德年间（1405~1433年）近30年的时间内，在我国古代航海史上出现了一个高峰，郑和率领着一支由二三万人和二三百艘海船组成的庞大的船队，七下西洋，其船队规模之大，航程之远，次数之频繁，所到国家之多，在当时世界上都是绝无仅有的。

郑和是凭借着当时先进的航海技术和造船技术七下西洋的，郑和船队的二三百艘海船是明初我国造船技术的集中体现。当时，人们把郑和下西洋所用的船称为“大宝船”“艚”这个字大家或许没有见过，在郑和下西洋之前，字典中也没有这个字，后来，据传说，“艚”是西洋诸国对郑和船队船大、规模大、载宝多的赞誉，大艚宝船也由此得名。

在郑和首次下西洋前两年，人们开始在南京龙江造船厂和江苏太仓浏河等地建造大宝船。据史料记载，造船工匠是从江西、福建、湖广、浙江等地汇集来的造船名师，所造出的宝船，大船约长44丈4尺（约150米），宽18丈（约60米）。

从上述船长、宽数据可以看出，郑和大宝船的长、宽比例是比较小的，就是说，郑和宝船与当时的其他船舶和现代船舶相比较，是很宽的。宽的船体对航行速度不利，为什么用于远洋的郑和宝船却如此之宽呢？原来，当时船舶均由木材建造，作为远洋航行的船只，就需要随带大量的人员和食品以及应付各种需要的财物，也就是说需要大的载重量和众多的舱室，而要增大载重量和舱室，就需要增加船长和船宽。船长了，抗击海水冲击的能力就会降低，而郑和船队远洋又常常会遇上狂风恶浪，因而航行速度在远洋航行中相比较却显得次要。于是，郑和宝船就造得较为宽阔了。

郑和宝船是帆船，据史料介绍，每艘宝船有9道桅，12面帆。据《中国舰船史》一书作者、海军工程学院唐志拨教授分析，郑和宝船甲板以下有四至五层舱室，水线以下有两层半舱室，水线以上有两层或两层半舱室，吃水4.4米，排水量为0.5~1万吨。这在当时，已经是极为罕见、无与伦比了。

郑和船队的大宝船是永远值得中国人民骄傲的。

轮船时期

船舶的飞跃发展

学过物理的人都知道，水的比重为 1，比重比水大的物质将沉入水中。

钢铁的比重为 7.8，所以，拿一块钢铁掷入水中，它很快就会沉入水底。

可是，大家又会发现这样一个现象，现代船舶大多是由钢铁制造的，它们不仅自身浮在水上，而且还能装载很多东西。这又是为什么呢？

了解浮力的朋友会很快告诉我们，钢铁船舶之所以能浮在水上，是由于受到浮力作用。

浮力是古希腊物理学家阿基米德在 2000 年前发现的，而且，阿基米德根据自身的反复实践得出了这样一条规律：物体在水中所受的浮力的大小和物体本身所排开的水的重量相等。如果物体所受的浮力大于自身重量的话，物体就会浮在水面。相反，如果物体所受的浮力小于自身重量，物体将会沉入水中。

铁块沉入水中是因为铁块本身所受的浮力小于铁块本身的重量，而一旦我们将铁块稍加改变，情况将又会有所变化。比如，把铁块压成铁板，然后加工成一只空心的盒子。当铁盒子放入水中时，盒子本身所受的浮力与盒子排开的水的重量相同，浮力作用于盒子的底部，支撑着盒子，使它不会沉没。要是盒子重量增加，盒子就会下沉，那么，盒子排开的水就会增加，也就是说，盒子本身所受的浮力就会增加。一旦盒子本身的重量比盒子本身排开的水的重量轻时，盒子就不会下沉。

钢铁轮船与铁盒子在水上漂浮的道理一样。轮船所以不会沉入水中而在水中漂浮，是由于轮船浸在水中的体积比用来做成船壳的钢铁本身的体积大得多。

大家知道，船舶浮在水上所排开的水的重量叫排水量，它与船体在水中所以受到的浮力大小相等。船体浸在水中的深度称为吃水，由于船体建造前后左右不均，故船体各部分吃水并不相同，一般测量船体艏部的艏吃水和船体艉部的艉吃水。船体和水面的交线称为吃水线，也叫水线。船体浸在水中所受的浮力大小随着载物的多少而变化，货装多了，船体浸在水中的深度增加了，船在水中所受的浮力也增加了。

不过，钢铁成为造船材料是经过了一番激烈斗争而得以实现的。

钢铁最初是与其他金属（比如铜）一起走上船舶的。当时，钢铁等金属用来包裹木船船舷，防止木船被撞坏。后来，战船出现了，人们又在船首和船尾包裹厚厚的钢铁，用以撞击敌船。

经过长时间的实践，有人萌生了这样一个想法：如果将木船外表全部用钢铁包裹，那么用作战船将更加牢固。于是，铁壳木质船出现了。

铁壳木质船的长期使用使人们发现了这样一些现象，一个船只的木质全部腐烂之后，其铁壳仍能浮在水面上。于是，又一种设想萌生了：用钢铁做成钢铁船。

用钢铁做成钢铁船的设想一出现，一些意想不到的阻拦纷纷出现了：

有人说：铁船易生锈，难保养。后来，人们发明了防锈漆，初步解决了铁船生锈的问题。

又有人说：铁船重，跑不快。可事实说明，由于钢铁坚固，船壳可以做

薄些，所以，钢铁船体比装载同样吨位货物的木船还要轻。而且，钢铁船体比木质船体外壳所受的阻力小，所以，钢铁船舶比同样吨位的木船跑得更快。

还有人说：钢铁船如若中了炮弹，铁壳破裂会炸伤人。后来的事实说明，炮弹击中铁船不会燃烧，铁壳破裂后也不乱飞，而且，如果在船体的重要部分装上厚厚的钢铁壳，大炮甚至炸不开它。

至于什么“铁壳惹鬼”、“铁壳不吉利”、“铁壳影响海龙王巡视”之类的迷信说法，更是不值一驳。

不过，钢铁船舶的建造就有个外壳连接的问题。最初，人们是用螺钉、铆钉连接的。由于这种方法笨重、劳动量大、质量差，影响了钢铁船舶的发展。后来，焊接工艺出现了，于是，用焊条来使构件熔化而连接在一起的新型钢铁船舶出现了。

现在，大多数船舶是用焊接工艺连接而成的钢铁船舶。

早期船舶的推进工具是篙、桨、橹、帆。那么，现代船舶是用什么来推进的呢？

也许有人会说，现代船舶还有用篙、桨、橹、帆来推进的。是的。但是，现代船舶中用篙、桨、橹、帆来推进的，是一些非常次要的小船，与原始船舶一样，它们被人们称为“慢牛”，而现代的船舶主要是用机器带动推进器运转来推进船舶航行的。用机器来推进的船舶被人们称为“机动船”或“轮船”，更有人形象地称它为“水上快马”。

最早应用在船舶上的机器是蒸汽机，它出现于 19 世纪初。蒸汽机由汽缸、活塞、气阀、曲轴、连杆等组成，当用煤或其他燃料将锅炉中的水烧成蒸汽，蒸汽又通过气阀进入气缸，借助蒸汽的推力，推动活塞做往复运动，由连杆带动曲轴做往复运动，曲轴带动桨轮运转，从而推动船舶前进。

由于蒸汽机结构简单、方便，因此而风靡一时，我国也于 1865 年建成了第一艘蒸汽轮船，该船每小时可航行 25 公里。

不过，蒸汽机体积大、重量大，但发出的马力却非常小，蒸汽机带动小船航行速度尚可，一旦带动吨位较大的船，速度就显得降低了，甚至比不上一些航速较快的帆船！

后来，科学家们又在蒸汽机的基础上发明了蒸汽轮机。蒸汽轮机是让锅炉中烧出来的蒸汽通过喷嘴冲到装有叶片的轮上，使叶片转动，进而带动推进器推动船舶。与蒸汽机相比，蒸汽轮机效率高、马力大、振动小，重量、体积也小。

不过，蒸汽轮机也有难以克服的缺点：构造复杂，制造困难，造价高，不能开倒车。于是，人们又开始了更新型机器的研制工作。

1897 年，德国人基塞尔发明了一种可使用较重、较低廉燃料油的内燃机。内燃机由气缸、活塞、连杆、曲轴构成，利用燃油在气缸内直接燃烧，燃烧后气体膨胀，推动活塞运动，再通过连杆，使曲轴转动，带动推进器。与蒸汽机相比，内燃机具有体积小、效率高、功率大等一系列无可比拟的优点，因而很快就被用做船舶的动力。内燃机的燃料有柴油、汽油、煤油、煤气、天然气等，依据所使用燃料的不同，分别称为柴油机、汽油机、煤油机、煤气机、天然气机等。船用内燃机主要是柴油机。目前，内燃机已广泛应用于各种类型的船舶上，成为当前最主要的船舶动力。

随着海洋运输和海上军事竞争的日益加剧，船越造越大，速度要求也越来越高，内燃机就显得力不从心了，而且为适应大功率的要求，内燃机的体

积也过于庞大，一艘万吨级船舶所用的柴油机竟有三层楼高！最近 40 年时间内，人们又发明了新型的旋转式发动机——燃气轮机。它具有马力大、启动迅速、噪音低、维护管理容易、换装主机时间短的优点，是船舶动力的又一革新。

在燃气轮机中，空气先经过压缩机压缩，提高温度，通入燃烧室，燃油在燃烧室中燃烧后，产生高温燃气，再通过喷嘴冲动装有叶片的转子，或者直接通过叶片而喷出，使转子高速转动。

在发展内燃机、燃气轮机的同时，人们还发明了核动力和超导推进动力。核动力即原子能动力，通过原子能反应堆产生出原子能，进而带动推进器运转。超导动力即利用超导原理制成的超导电机推进船舶前进。

在发展机器动力的同时，船舶推进器也得到了发展。最初，船舶推进器采用的是酷似我国古代车船上轮子一样的桨轮，后来，人们发现了早在 15 世纪的螺旋桨构思很有新意，并在 1802 年由美国新泽西州人约翰·史莠文斯造成了第一艘螺旋桨船。尽管这条螺旋桨船和富尔顿之后设计的螺旋桨船均建成，但是，人们却不能相信小小的螺旋桨会比巨大的桨轮优越，所以，在螺旋桨出现之后很长的一段时间内，蒸汽动力远洋船仍很少用螺旋桨推进，而是采用舷侧明轮打水推进。装在舷侧的明轮在风浪较平静时航行比较顺利，在风浪较大时，由于轮船的剧烈横摇，往往一侧的桨轮脱离水面无法打水，使桨轮空转，不仅浪费动力使船速减慢，而且使船舶难以操纵。1844 年，“大不列颠”号用蒸汽机带动螺旋桨推动轮船横渡大西洋成功，证明了螺旋桨推进的可靠性。1845 年，英国海军部又在用螺旋桨推进的巡洋舰“响尾蛇”号和用明轮推进的汽船“爱里克托”号之间安排了一场有趣的比赛。动力相当的两艘船的船尾相互系牢，获得信号后就全速开航。“响尾蛇”号的螺旋桨飞快地转动，“爱里克托”号的明轮猛打着水。结果是前者获胜，后来被倒拖过来，船尾向前以 2.5 节的速度被拖着跑。

这一场震惊造船界的水上“拔河”比赛以螺旋桨的胜利告终。但是，保守的英国海军部还是不肯在所有的军舰上装备螺旋桨。直到 19 世纪中叶，帝俄的大炮在克里米亚海战中把英国军舰上的明轮推进器轻易地击毁后，才使英国海军清醒。从此，英国才将所有的军舰上的推进器都改为螺旋桨。与此同时，其他各国海军也吸取了英国海军的教训，纷纷采用螺旋桨。之后，商船也逐步以螺旋桨代替明轮。

天文导航和指南针导航这两种方法使人们摆脱了海岸，但在雾天、阴天和复杂的海区就可能出现误差而酿成悲剧。后来无线电导航和雷达导航以及卫星导航诞生后，人类才真正地做到了“海阔凭船行”，才真正地获得了海上航行的自由。航海学家们把其称为“并不轰动但极有力量的航海革命”。

无线电导航就是接收沿岸设置的导航台中较近的两个导航台同时发来的无线电信号，根据这两个导航台发出信号到达舰船的时间差计算出这两个导航台与船只之间的距离差。比如距离差为零，那么，船只只能在两个导航台连线的垂直线上的任何一点。比如距离差为 100，那就可能在图上划出的曲线上得到一个距离差曲线，当然无法测出舰位，但既然测一个时差可得一个距离差曲线，那么连续测两个时差，或者两部仪器同时测一个时差，两条距离差曲线的交点就是舰位了。以上介绍的就是无线电导航最基本的原理。后来人们又变测时差为测信号电磁波的相位差，从而提高了导航精确度和导航距离。

雷达导航是依靠雷达荧光屏上目标显示的变化情况而引导航行的。大家都知道，雷达是由天线、发射机、接收机、显示器、电源组成的，而雷达也是利用无线电来测定目标方位、距离的。当雷达的发射机发射出的电波遇到障碍后，就被反射回来，被接收机接收到，便在显示器的荧光屏上显示出来。根据回波的方向便可测定目标的方位，根据发射电波到回收电波的时间，可计算出被测定目标的距离。船舶在海上航行时，打开雷达，周围二三十海里的目标都显示在荧光屏上。只要选择近而显影清楚的小岛、海角等目标，测定三个目标的距离，以目标为圆心，距离为半径，用圆规画出三个圆弧，圆弧的交点就是舰位了。知道了舰位，也就知道了船舶应该航行的方向。在雾、雨、雪等不易看清前方的情况下，整个航行途中均启动雷达，还可防止与其他船舶相撞。这与前面测知舰位的方法相反，即时刻观察本船前方有无“目标”，如有，则在荧光屏的亮点上用色笔点描出点“1”，过1~2分钟，亮点移动，得出点“2”，再过1~2分钟，亮点再移动，得出点“3”。把1、2、3三点连成一线，如果连线指向荧光屏中心或接近中心，也就是指向本船的话，表明跟来船有碰撞危险，应采取避让措施。假如1、2、3点连线是1、2'、3'三点，即连线指离荧光屏中心（即船位），就不存在碰撞危险，不必避让。

卫星导航是借助卫星引导船舶航行的方法。研究和应用卫星进行导航时间很短，至今才有40多年的历史。1957年，美国霍普金斯大学应用物理实验室的研究人员在跟踪前苏联发射的世界上第一颗人造地球卫星的时候，忽生奇想：既然我们站在地球上能够测出卫星的位置，那么，人们运用卫星也一定能够测出地球上一些设施的位置。这一设想萌生后不久，人类就进入了用人造卫星进行导航的新时代。

导航卫星直径只有50厘米，尽管它的个头不大，但它小小的身躯中却装满了多样种的现代化仪器，有无线电接收机、信息编译器和存贮器，这些仪器能接收地面送来的信息，进行编译工作，然后将信息存起来。另外，卫星上还装有无线电发射机，不断地按规定的程序向地球播发信息。在卫星体外的下面装有一副天线，既能收信息，又能发信息。卫星体外的上面伸出一根很长的杆，杆顶有一重物，在卫星绕地球飞行时，由于离心力的作用，重物总是保持在外边，结果，使卫星下面的天线始终向着地球，保证了无线电联络不间断。

导航卫星上的电子仪器是需要电的，那么卫星上的电源是哪里来的，也许有人会猜想上面建个小发电站，也有人猜想是用发射卫星前带去的蓄电池，其实都不是。卫星上的电源是受到太阳光照射时就产生电能的太阳能电池。当然，卫星还带有蓄电池。当太阳光照到卫星时，太阳能电池一边给各个仪器供电，同时还给蓄电池充电，当卫星飞到地球的背阴部分时，太阳光照不到卫星，太阳能电池不发电，蓄电池就成为电子仪器的电源了。

卫星导航实际上也是一个为船舶定船位的问题，它和前述的天文导航中测星星定船位有很多共同之处，都只要知道在不同时间星星或卫星和地球上船舶位置的具体关系，通过计算或作图把船舶的位置确定下来。不过，这一切均已被科学家们完成了，根据这一原理设置的卫星导航仪就装在现代船舶上，每当测量时，导航仪内的电子计算机便能够根据电子仪器自动测量的数据自动计算出舰船的位置，并在荧光显示器上显示出来。

发明轮船

自从有了船，大大方便了人们的水上运输。但是，这些船都是靠风力和人力行驶的。船能不能摆脱对风力、人力的依赖，而能自己行驶呢？于是，轮船的发明就在这美好的愿望下开始了。

1769年，英国人瓦特在前人的基础上制造出了比较完善的蒸汽机，给当时的工业生产带来了福音，也给古老的船只注入了新鲜血液。人们开始想着把蒸汽机装上船，来推动船只航行，使船儿再也不需依靠风力和人力来行驶。

美国发明家菲奇最先取得了成果。1787年，他建成了世界上第一艘蒸汽独木舟。独木舟的两侧各安上3支一组的长桨，蒸汽机装在船上带动这些长桨交替划动，从而驱使船儿向前行驶。

菲奇在一条小河中试航，他坐在船上开启蒸汽机，小船真的动了起来，渐渐地由慢到快向前划行，6支长桨在两边交替划动。

“菲奇，让我们也到船上玩玩。”岸上有人大声喊。

“不行呀，这船太小。”菲奇看看自己的发明，船真的太小了，坐不下两个人。

“那就造得大一点嘛！”岸上的人对菲奇倒是信心十足。

是啊，造个大一点的蒸汽船！这次小小的蒸汽“独木舟”试航给了菲奇很多启发，也使他发现了很多还需要改进的地方。

这以后，菲奇对他的蒸汽船反复改进，又建造出了一艘新型的大蒸汽船。建造这艘船花掉了他多年的积蓄，怎么办呢？菲奇想：如果用这艘船来载客或者运货，不也可以挣点钱吗？于是，他到处征集投资者，为他的蒸汽船募钱。终于，1790年的夏天，在特拉华河上开辟了从费城到巴林顿之间的定期航线，蒸汽船就在这条航线上来回运行。但不幸的是，由于旅客和货物来源不太多，再加上蒸汽船上的蒸汽机常常会出点故障，这条航线钱没赚到，反而亏了本。很多投资者绝望了，他们撤回了投资，蒸汽船也被迫停航。

人们再也看不到菲奇的身影了。无力改变境况的菲奇，在无可奈何伤心绝望中吞下了大量安眠药，自杀了。

继菲奇之后，英国发明家薛明敦于1802年制成了“邓达斯”号蒸汽船，他计划把它用于拖带运河里的船只。在当时，船只都是由马拉的，而且还形成了一个强大的马拉业主组织，所以，薛明敦想用蒸汽船拖船的消息一传出，立刻像炸了马蜂窝。马拉业主们眼看他们的利益将受到威胁，立即组织起来，反对薛明敦，硬说机动船形成的波浪会损坏堤岸，以这种荒唐的理由作借口，阻挠了薛明敦这项计划的实施。

就这样，菲奇和薛明敦虽然都造出了世界上最早的蒸汽机船，都付出了很大的代价，菲奇还为此送了命，但他们都没能赢得轮船发明者的荣誉。

这顶桂冠最终戴在了富尔顿的头上。

富尔顿，1765年出生于美国宾夕法尼亚州兰开斯特城的一个贫苦农民家里。他很小的时候，父亲就去世了。因为家里穷，他9岁才上学，只读了几年书，就到珠宝商店当学徒去了。14岁时，他又在一位制枪匠那里学习汽枪制造技术。

虽然生活很艰苦，但富尔顿活泼好动的天性依然如故。他常划着小船到河中玩耍。咦，船怎么游动起来了！没有划桨，风平浪静的，船怎么会动呢？富尔顿看到自己的双脚在水中动，他明白了：原来是自己的双脚起了长桨的

作用，推动了船儿游动。爱动脑筋的富尔顿想：用双脚总不方便，如果用手来摇动一个在水中转的轮子，不也可以前进吗？还可以不划桨，能省多少力气呀！富尔顿真的动手干起来，他在船尾部装了一个可以转动的轮子，用手摇动，船就向前滑行了。富尔顿可高兴啦！不过，他还不满足，他想要是用工厂里面那种蒸汽机来带动桨轮，不就更好了吗？

富尔顿从小还十分喜爱绘画，17岁时曾专门到费城学画，并在一家机器厂做机械制图工作。22岁时，他又到英国伦敦继续深造学画，但他对轮船的兴趣始终不减。除了学画，他把主要精力都用于钻研科学技术。他发明了大理石锯割机、纺麻机、麻绳搓编机等新式机械，并有机会仔细观察研究了薛明敦那被马业主们搁置起来的“邓达斯”蒸汽轮船，看到了许多书本上看不到的东西。更为幸运的是，他还结识了发明蒸汽机的瓦特，两人甚至成了朋友。瓦特常给他讲自己是怎样改进蒸汽机的，富尔顿听得津津有味，很受启发。他把全部精力都投入轮船的发明中去，投入到从小就萌发的梦一般的理想的实现中去。

1799年拿破仑在法国上台前后，法国和英国一直处于对立状态。1805年4月，英国又鼓动俄国、奥地利等国重新参加反法战争。为此，拿破仑积极准备渡海进攻英国。富尔顿听到这个消息，赶紧来到巴黎求见拿破仑。他把画的蒸汽轮船图纸和模型呈给拿破仑看，希望拿破仑能按他的设计图纸制造蒸汽船，以便能快速渡过英吉利海峡。富尔顿这样做，是希望得到拿破仑经济上的支持。但拿破仑根本不相信这种设计，他甚至把富尔顿看成一个招摇撞骗的人，大声嚷嚷着把富尔顿赶出了办公室。拿破仑对在场的人解释发火的原因时说：“他要使我相信，能够用开水推动船。哼！”看来拿破仑对蒸汽机真是一无所知。

富尔顿碰了壁，但不幸中却有大幸，他的设计引起了当时在场的美国驻法国公使利文斯顿的注意，原来他也是个轮船发明迷。

利文斯顿赶忙跑出去，拉住气呼呼往回走着的富尔顿，笑着说：“别生气，来，咱们找个地方聊聊”。不由分说，利文斯顿拉着富尔顿找到一家优雅的咖啡馆，两人坐下，边喝边聊。

从利文斯顿口中，富尔顿知道他是美国驻法公使，也喜欢造轮船。于是，富尔顿一扫刚才的郁闷，他滔滔不绝地对利文斯顿谈他的想法，他的设计。利文斯顿也非常高兴，说：“好，从现在开始，咱们一起干，我给你撑腰。”富尔顿紧紧握住了利文斯顿的手。

利文斯顿还常邀请富尔顿去他的寓所吃饭、交谈，并使富尔顿在轮船制造上获得了可靠的经济后盾。

1803年，富尔顿在塞纳河上建成了一艘长70英尺、宽8英尺的大轮船。试航的日子定在8月10日。他和妻子、利文斯顿，还有许多支持他的朋友，以及一起造船的工人都兴奋而焦急地等待着试航这一天的到来；并且仔仔细细地对船的各个角落都进行了检查，生怕试航时发生意外情况。但是，意外的发生却不是试航中，而是在试航前。8月9日晚上，一阵狂风恶浪突然袭来，把轮船拦腰截成两段，眨眼间船便沉入河底。沉船的另一原因是当时的蒸汽机太重。

多年的心血毁于一旦，怎么不叫人心痛！风平浪息了，富尔顿站在河岸上望着滔滔河水，他哭了，多年来的努力，多年来遭受的辛苦像一齐涌上心头。

几度春秋，几度风雨，富尔顿仍然情系轮船。他擦干泪水，决心继续努力。

1807年，富尔顿举家离开欧洲，回到了祖国。他面对挫折，没有灰心丧气，而是重新振作精神，又筹措资金、人员，重新设计造船。不久，在美国纽约的哈得逊河上，他造起了一艘名为“克莱蒙特”号的轮船。

这艘船很大，长达40米，它没有人们习惯看到的橹，在船体两侧各有一个大水车式的轮子；它也没有令人熟悉的帆和桅杆，只是矗立着一个冒黑烟和火星的大烟囱……这可成了纽约街头巷尾的特大新闻，人们谁也没见过这样的怪船，它像一个庞然大物停泊在哈得逊河上。

试航的日子终于来到了，富尔顿在对“克莱蒙特”号作了全面细致的检查后，决定于8月17日在哈得逊河上试航。为了宣传轮船的威力，他邀请了各界人士前来观赏，许多人也正想亲眼看到这怪船到底会发生什么怪事，所以也都不请自来。正是夏季，天气炎热，火辣辣的太阳当头照，但是人们仍然撑着遮阳伞，摇着扇子，来到被太阳烤得热烘烘的河岸，等着看新鲜事。轮船还未试航，岸边已是人声鼎沸，热闹非凡。

试航时间快到了，嘀嗒，嘀嗒，开船！富尔顿一声令下，船体缓缓离开船座向河中滑去。“轰轰轰”，由富尔顿设计、瓦特亲手制造的发动机响起来了，两侧的水轮拍打着河水，“克莱蒙特”号航行开始了。岸上的人们顿时看得惊呆了，他们欢呼起来，纷纷和船上载的客人招呼。船上的人们，随着船的航行，一路浏览了两岸柔和美丽的风光；而岸上的人呢，则发狂一样地紧跟着行驶着的轮船奔跑、追赶，别有一番情景。

32个小时过去了，“克莱蒙特”号胜利到达了预期目的地，从纽约抵达相距240千米的哈得逊河上游小城阿尔巴尼。而以前的人力风力船航行这段路程，即使赶上顺风的好天气，也要行驶48个小时。“克莱蒙特”号理所当然地赢得了它应有的位置，它再也不是怪船了，而成了哈得逊河上的定期班轮，来往于纽约与阿巴尼城之间。

富尔顿真的成功了，从小的梦幻终于成为现实，还有什么比这更令人高兴的呢？

富尔顿的成功，也使人们深深认识到了轮船的威力，它正式揭开了航运史上轮船时代的序幕。因此，尽管在富尔顿之前造轮船的人，有菲奇、薛明敦等不下10人，但世界公认的轮船发明人是富尔顿。

发明电动船

自从发现了电，发明了蓄电池以后，人们始终在设法扩大它的用途。将电用于日常生活、工业生产，当然也忘不了交通工具，电动船的发明便是其中一例。

卡尔·福里森是德国西门子公司的总工程师。19世纪80年代初期开始，他就十分注意有关电、蓄电池的信息，因为他有一个愿望，“发明一种用电来驱动的船只！”以往发明的船都是用蒸汽机、汽轮机作为动力的，能不能改用蓄电池呢？”

带着这个问题，福里森走访了许多造船厂，所有的回答都使他感到不满意。最后，他来到了汉堡的一家蒸汽船制造厂。

福里森向厂长先生请求说：“我们为了试验一下蓄电池的应用领域，需

要一条小型的螺旋桨船，贵厂不知能否为我们特制一条？”

厂长先生考虑了一下说，“这种船，我们以前虽然没有造过，不过，福里森先生，我们还是很有兴趣和您合作的。这样吧，您先说一下你们这条船有什么具体要求，我们再一起讨论一下，好不好？”

于是，福里森一五一十地将他的设想和要求告诉了厂长，最后，船厂以 3250 马克的价格达成了制造这条特殊船只的合同，并答应于 1886 年 9 月交货。

到了交货的时间，福里森又一次来到这家船厂，呈现在他眼前的是一条长 11.5 米、宽 2 米、吃水深 80 厘米的船只。他将这艘船命名为“埃雷拉”，福里森在这条船上装上了 80 个蓄电池，但到哪里去试航呢？按规定，试航必须得到警察局的批准，于是他向皇家警察局提出申请，要求允许他的电动螺旋桨船能在上下施普雷河及所连接的湖泊和运河中航行，警察局很快批准了福里森的要求。福里森立即把“埃雷拉”运到了波内斯霍夫的西门子公司，因为这 80 个蓄电池要在那里充电，它是西门子公司建立的一家蓄电池工厂。

试航那天，下施普雷河两岸人头济济，微风吹拂下的河水，泛起层层波光。这艘电动船在河中显得格外娇小，虽说它也可载客 30 人。

“启航！”随着一声响亮的声音，“埃雷拉”缓缓地开出了码头，经过 1 个半小时的时间，它运行了 14 千米的距离。福里森的梦想成真了！

1886 年 10 月 8 日的《南德意志日报》作了详尽的报道：“在柏林，几乎每天都可以看到一条以电力驱动的船航行在下施普雷河上，它是西门子的产品，由蓄电池作为船的动力，蓄电池工作时间为 3 小时，充电时间为 6~8 小时，这 80 个蓄电池装在船中央甲板下……”

一时间，人们争相前往观看这世界上第一艘用电驱动的“怪船”。

1891 年，在法兰克福国际电子博览会上，“埃雷拉”电动船大出风头，被放在其他展品旁一同展出。但这以后，人们便逐渐地忘记了它，它只是作为电动船的开路先锋被永远载入了史册。

利用海浪动力

18 世纪中叶，有一艘英国捕鲸船在北冰洋发现一头漂浮在海面上的死鲸，捕鲸人员划着小艇赶上去，企图把鲸叉住，然后拖回母船加工利用。可是，他们拼命划桨，却始终追不上随浪漂流的死鲸。

这件事吸引了许多科学家的注意，他们经过研究终于弄清了真相。原来，漂在海面的虽是一条死鲸，但它的鳍却起着一种“动力机”的作用，它把海浪摇动的能变为推动其前进之力。因而死鲸也能随波逐流，竟使小艇望鲸莫及。

海浪具有很大的能量，巨大的海浪曾经把一块 13 吨重的岩石抛到 20 米高处；强烈的波涛，曾围打过 35 米高的灯塔，并把它摧毁；苏格兰附近的巨浪，威力达到每平方米 29 吨，曾把 2600 吨重的防波堤卷入海中。这么大的能量能用于航行吗？

有人曾作过计算，一艘巨轮在海上航行，如果遇到 7.5 万马力的海浪，海浪的一部分能量散失，一部分被反射变为较小的海浪，还有一部分不小的能量，使巨轮产生摇摆，估计这部分能量约有 1.1 万马力，如果能把它变为船只航行的动力，那就是一举两得，既能得到船只前进的动力，又可减轻船

只的摇摆。

1980年夏，挪威的特隆赫姆船模试验所，成功地进行了用波能推动船舶的试验。这项新的试验是电力工程师埃纳·亚科布森在奥斯陆海湾完成的。波能船有一个特殊装置，该装置是在船体下安装一根轴，轴上有10个金属活动片，类似鱼鳍。金属片在波浪的推动下，上下运动，驱动船舶前进。试验结果表明，摇动幅度达31度时，船在发动机停机的情况下，能获得每小时11海里的航速。波能船在迎浪前进时比顺波而下时的速度更快，因为迎浪前进时，浪涛对金属片的冲击力量更大一些。亚科布森设计的波能船长达50米。

目前不少国家已成功地试制了海浪动力潜艇。实验表明，一艘装有总翼面191.5平方米，长达100米的潜艇，在两米长的海浪冲击下，可以达到常规潜艇的水面巡航速度。

波能船以海浪作动力，前景非常广阔。

装上“翅膀”的快艇

滑行艇在水面航行时，艇底还有相当大的部分表面浸在水中，它影响航速的进一步提高。有人为此提出给快艇装上“翅膀”，让它能“飞”起来的设想。经过多次研究试验，便产生了水翼艇。

水翼艇的艇底形状和冲翼艇相近，不同的只是在艇底装了一副或二副水翼。水翼的形状类似飞机的机翼，其横断面通常采用圆背形或弓形，其作用原理与飞机机翼的作用原理相近。当装有水翼的艇体高速航行时，水流由水翼剖面前端流至后端时，由于水翼与水流之间有一个冲角，水流被水翼面压在下面，从而对翼面产生向上的压力。另一方面，水流经过水翼上面时，水流走的路程较远，流速较快，压力因而降低，这样，水翼就产生向上的升力。当升力超过艇重时，就将艇体抬出了水面（或部分抬出水面），从而大大减小了水的阻力，提高了船体的航行速度。

水翼艇的分类方法很多，按水翼数目的多少可分为单水翼和双水翼；按水翼与水平面的相对位置可分为割划式、全浸式和浅浸式三种；按控制方式可分为自控和非自控；按载荷分配不同可分为鸡式和鸭式；按翼面水流产生空泡的程度可分为亚空泡和超空泡；按能否收放分为固定与收缩或转折等几种。而大多数人是按割划式、全浸式、浅浸式进行分类的。

割划式水翼具有自稳性，即在风和浪等外力干扰下产生横倾或纵倾时，能自动调节左右舷的升力或整个水翼升力，使艇体恢复平稳。但是，风浪大时，耐波性较差。一般用于内河、湖泊和沿海航行的水翼船舶上。

全浸式水翼较为先进，受波浪的干扰影响小，能将艇体的航速提高到60节左右。不过，当其浸深超过舷长时没有自稳性，必须有一套自动控制系统来保持其飞高和纵向、横向稳定性；又因吃水深且水翼伸出舷外较多而影响排水航行和靠离码头，为此需增设一套水翼上翻机构，因此结构复杂而造价高。一般用于适航性要求高的海洋水翼艇上。

浅浸式水翼介于全浸式与割划式之间，其性能、用途也介于其间。

水翼艇的艇体大多采用铝合金制造，部分采用高强度钢制造，而水翼则采用不锈钢或钛合金制造。其动力装置一般采用轻型高速柴油机或燃气轮机，大多以水螺旋桨推进，只有全浸式自控双水翼艇采用喷水推进器推进。

水翼艇具有良好的快速性。在静水中，与同吨位的排水型艇、滑翔艇相比，航速最高。全浸式自控双水翼艇还具有优越的适航性，能比同吨位的其他艇型提高两级海情左右。此外，水翼艇航行时形成的尾浪和航迹较小，传入水下的噪音也较小，对附近其他船舶的影响较小。

尽管如此，水翼艇也存在一些缺点。如向大型化方向发展较困难；因受水翼空泡的限制，航速超过 70 节以后，再提高航速困难较大；结构复杂、吃水深、宽度大的水翼艇较难操纵。

水翼艇的应用与滑翔艇相近，在民用方面，可用作轻型、高速、短途用的客船、客货船、渡船、游艇、体育赛艇、消防艇，在军用方面，可用作导弹艇、鱼雷艇、猎潜艇、巡逻艇等。

80 年代以后，水翼艇正在朝大型化、高速化、水翼自动控制化、燃气轮机化、喷水推进化等方向发展。据介绍，美国正在大刀阔斧地对传统水翼装置进行改进，企图能研制出航速超过 80 节、1000 吨级的远洋水翼船。

形似飞机的冲翼艇

冲翼艇是气垫船的一种。它是一种外型像飞机。艇体两侧有大型机翼，艇尾有大面积的空气方向舵和水平舵，靠空气螺旋桨或喷气发动机推进的船只。它利用安装在船体上的机翼贴近水面或地面飞行时所产生的表面效应力形成气垫而支持艇重，能在水面航行或腾空低飞，又称飞翼艇。

尽管冲翼艇属于气垫船的一种，但其研制工作却比气垫船早得多，早在本世纪 30 年代就已经开始了，不过，就是到今天，冲翼艇仍处于试验阶段而未进入实用。

与其他船舶相比，冲翼艇有如下几个特点：（1）具有很高的航速。由于冲翼艇的艇体完全脱离水面，故其所受的阻力小，航速高，可达 100 ~ 300 节；（2）具有优越的适航性。冲翼艇一般离水面几米高飞行，故不受波浪或很少受波浪的影响；（3）具有良好的两栖性。能在水面、地面、雪面、沙漠、沼泽地、草原等飞行，并能飞越一定高度的障碍，比气垫船的两栖性还要好；（4）具有独特的超低空飞行性能，能在 30 米以内高度上飞行，比飞机的隐蔽性高得多；（5）具有较好的经济性，冲翼艇比同样重量和航速的气垫船和水翼艇所花费的主机功率小；（6）航行中的稳定性、操纵性、可靠性还不高，航程也较短。

冲翼艇的结构为飞机式，艇上的仪器大多数也来自飞机，其外壳一般为铝质。可用作导弹艇、登陆艇、护卫艇等高速攻击艇和客艇、游艇、交通艇等民用船只。

海上连理枝

所谓双体船，就是有两个并列的船体，上部由构架或连续甲板连接的船只，或者是两舷各有一至两个平衡浮筒的单体船。

显而易见，双体船比单体船的稳性好，甲板面积大，用构架连接起来的双体船，两个船体之间便于安装起重装置，这对海上救生及进行其他海上作业是极为重要的。前苏联曾成功地使用过专门打捞失事潜艇用的“公社”号双体客船。70 年代，前苏联造船专家建造了“实验”号双体渔船和“休养”

号江河双体游艇，设计并开始成批生产大型海上双体船和货船。美国海军也建有两艘用于深水救生工作的双体船。

以上所讲的是传统的双体船，在本世纪 60 年代，一种新型的名叫半潜双体船（又称小水线面双体船）的船型受到了重视。半潜双体船是一种介于潜艇和水面船之间的特殊船型，这种船由下体、水上船体（即上体）、支柱（或称支架）三个主要部分组成。下体是两个全潜于水下、彼此平行且相对称、形状与潜艇或鱼雷相似的浮体，是半潜双体船产生浮力的主要部分。上体是一个完全高出于水面以上，形状大致像一只长方形的箱体，内部是舱室，上面是宽敞的甲板。支柱是穿透水面将上体、下体连成一体的垂直翼状体，它的内部容积可做为上下体之间的通道。每个下体可以由一个或两个，甚至多个支柱与上体相连。支柱的水线面很细瘦，但由于各支柱的水线面分散在左右前后，间隔较大，因此对于船的中线面和船长中点具有足够的面积矩，也就能够充分保证船的纵向和横向的静稳性。支柱的水下体积还提供了小部分浮力。

与其他船舶相比，小水线面双体船有如下几个特点：（1）低的兴波阻力。双体船的湿表面积约为等排水量单体船的二倍多，所以小水线面双体船的摩擦阻力比常规单体船大一倍以上。形状阻力在较宽的速度范围内几乎保持不变，即使船型局部稍加变化也没有明显的反应。而兴波阻力则无论在船的速度和形状改变时都会非常敏感地引起变化。小水线面双体船的主要排水体积——下体完全潜于水下，支柱露出水面的水线面积又很小，这样就有效地减少了兴波阻力。特别是高速时，它的优越性更加显露，总阻力显著低于常规的单体船。在 30~50 节，其阻力优于已有的水面舰船，包括水翼艇和气垫船。（2）良好的耐波性。小水线面双体船完全潜于水中的下体和它的小的水线面使海浪对它扰动力较之常规的单体船大为降低，在波浪中的运动幅度大大地小于常规的单体船，且在风浪中失速小，能保持较高的航速性能。（3）宽敞的甲板面积。随着科学技术和武器的日益发展，水面舰艇特别是巡洋舰、驱逐舰、护卫舰这一类多用途的战斗舰艇，它的有限的甲板面积和舱室容积已经不能满足容纳多种武器和日益复杂的自动控制设备的要求，相比之下，小水线面双体船则具有从首到尾利用率很高的箱形水上船体和宽敞的甲板面积，为设置多种武器和停放直升飞机提供了极为有利的条件。（4）声纳探测效果好。常规水面舰艇的舰体声纳在高速航行或在波涛汹涌的海洋中航行时，本舰的噪声对声纳接收器的干扰很大。在速度超过 25 节或在舰艇上颠下簸的大浪中，声纳实际上是不起作用的。小水线面双体船由于具备航行稳定、下体全潜于水中、螺旋桨噪音低，外界对声纳干扰小等优异条件，可以更好地搜索、捕获、分辨和跟踪目标，提高了声纳的探测效果，增大了它的使用适应性。另外，小水线面双体船的双体并列形式还便于声纳装置的布置。（5）与常规单体船相比，小水线面双体船由于其船体形状几乎全是平面与圆柱体，从而还具有施工工艺简单、生产成本低、建造周期短等优点。（6）小水线面双体船也存在一些缺点，如结构自重较大，湿表面积过大，低速时总阻力较单体船为高；吃水深，不适宜狭窄和浅水航道航行。

长着“大鼻子”的船

大家都知道，船在水中航行会产生波浪，而波浪又增加了船舶航行的阻

力，降低船速，引起船体摇摆，冲击堤岸，影响船舶安全航行，因此，减少和消除波浪的影响是船舶发展中的一件极其重要的事情。

球鼻首船就是为了减少兴波阻力而出现的新船型。乍一看，这种船舶，从外形到内部构造与一般船只没有什么不同，只是在船首装了个埋在水线下的“大鼻子”。

船首的“大鼻子”设计得当，可以使船体与球鼻分别形成的波浪的波峰与波谷相遇而相互抵消，同时，还由于它首部线型改善，水线部分船体曲度缓和，对减少涡流阻力、提高船舶推进效率很有用。

球鼻首船的球鼻形状多种多样：有从前面看上去像一滴水的水滴型球鼻；有在船的前端伸出一个长长的尖角的撞角型球鼻；有像圆筒，圆筒体顶端是一个半球或椭圆球的圆筒型球鼻；还有从侧面看上去是“S”形、正面看上去是“V”形的S—V型球鼻，以及柱形、菱形、鱼雷形等各种形状的球鼻。一般说来，不同形状的球鼻适合不同种类的船舶，例如，水滴型球鼻比较适用于航速较高的客货船，撞角型球鼻适用于丰满的油船、矿石船和散装货船。

球鼻首船适宜于海上航行，可用作客船、货船、油船。目前，国产新型万吨轮，大多采用了球鼻首。

当然，球鼻首船也有不少缺点，例如，离靠码头和起抛锚时容易把球鼻碰坏；风浪大时，球鼻的效果也不太理想；球鼻本身易受损坏。

未来海运超导船

随着科学技术的高速发展，科学家还在不断地构想设计更加先进的船舶。超导体电磁推进船就是其中一种奇特的新型船舶，现在还只有一艘模型船，是由日本的神户商船大学造的。它全长3.6米，重700千克，船上没有螺旋桨，也没有发动机，但它却能在海上自如地航行。

那么，它究竟靠什么来前进呢？原来，超导船是利用电磁力来驱动的，普通的电磁知识告诉我们，当通电线圈产生的磁场与放在磁场中的通电导体相互作用时，导体会受到电磁场的作用力，而导体也将给通电线圈一个反作用力，超导船就是根据这个原理制造的。船的左右舷装着电极，向海水通以电流，船壳内安置着一个强大的超导电磁体，用来产生强大的磁场，这样海水就会受到磁力的作用，被推向后方，于是船头被推向前进，当改变海水中电流的大小和方向时，就能改变船的速度和方向。

超导船不用电动机，不用螺旋桨，可以实现高速度、高效率无噪音航行。

随着今天超导材料的发展，将不断出现新型的超导材料，超导船所需要的磁场强度就可以达到了，这个梦想终将会成为现实。

超导船将在不久的将来成为海上的先进交通工具。

现代的船舶世界可大了，当然远不止这些新型船。还有很多设想中的先进船舶，它们总是会越来越快捷，也越来越舒适安全。

海上巨无霸

“什么军舰是最大的军舰！”看到这个问题，大家一定会异口同声地回答：“航空母舰”。

是的，航空母舰是现有舰种中吨位、体积、作战能力等方面均居首位的

大型舰艇，人称“浮动的海上机场”。

人们之所以将航空母舰称为“浮动的海上机场”，主要因为航空母舰是一种以舰载飞机为主要武器的大型水上舰只，而且，航空母舰上最显眼的就是与陆地飞机场跑道相似的飞行甲板。在一般舰艇上，主甲板最长只有 200 米左右，最短的只有 10 多米，最宽也不超过 40 米，最窄只有几米。相比较而言，航空母舰的飞行甲板就显得特别大、特别宽，并且呈多边形形状，航空母舰飞行甲板的面积要比一般舰艇大几倍甚至十几倍。如美国“尼米兹”级核动力航空母舰总长 332.9 米，飞行甲板宽 76.8 米，相当三个多足球场的面积。

航空母舰的大还不仅仅体现在飞行甲板的面积上，现代航空母舰的舰体高度少则 40 多米，多则有 70 多米，相当于一二十层大厦的高度，可与座落在北京长安街上的“北京饭店”比高低。航空母舰既大又高，舱室当然不少了。如美国的“小鹰”级航空母舰，全舰共有 1500 个大小不同的舱室，相当于“北京饭店”房间的总数。

航空母舰的大还体现在排水量上，排水量小的也有 2 万吨，大的可达 9 万吨以上，不论其他，仅美国“肯尼迪”号航空母舰上的两个锚，每个就重达 30 吨，锚链重达 246 吨；美国“企业”号航空母舰上有 4 个螺旋桨，每个螺旋桨直径达 6 米以上，重量也近 30 吨。

航空母舰“大”的第四个体现就是载有多种武器与大量弹药。航空母舰上装载的飞机有歼击机、攻击机、反潜机、预警机、侦察机、加油机、救护机等多种多样，少至 40 多架，多至近百架。除此之外，航空母舰上还装备有各类火炮和导弹发射架等自卫武器。

航空母舰“大”的第五个体现就是电子设备数量惊人。一艘现代航空母舰，仅各种雷达发射机就有 80 余部，接收机约有 150 余部，雷达天线近 70 个，无线电台百余部，此外还有各种各样的“战术数据系统”，它指挥各种武器迅速准确地对敌射击。

航空母舰“大”的第六个体现就是发动机的“劲儿”特别大。如美国“尼米兹”级航空母舰的满载排水量为 91400 吨，相当于 9000 辆装满货物的解放牌卡车或 1100 多个装满货物的火车皮的总重量，可航空母舰航行起来的速度却不慢，达 30~35 节，相当于一般客轮的 3~4 倍，而这一切，全是由于航空母舰有一套“劲儿”特大的动力装置。就“尼米兹”号航空母舰而言，其动力装置的功率竟达 30 万匹马力，差不多与一座中等城市厂矿企业所需的动力相当。此外，航空母舰上所需要的用电量也很大，一般现代化的航空母舰的总发电量达 2 万千瓦，与一座中等城市照明用电量持平。

在所有的兵器中，航空母舰最大，站在有 3 个足球场大的飞行甲板上，人们会常常感到自身的渺小，但是，与陆地机场相比，航空母舰上的飞行甲板又太小了，两者相差四五十倍，而航空母舰上的飞机却比一般陆地机场多得多，那么，航空母舰上的飞机怎样在这窄小的“机场”上起飞的呢？原来，现代航空母舰上均有斜角甲板，升降机、弹射器、助降器、拦阻索五大“法宝”。

斜角甲板由直通飞行甲板和斜角飞行甲板组成，两个甲板分别供飞机起飞和降落用。直通飞行甲板在舰的前部，专供飞行起飞用，它的上面有两座弹射器，飞机利用弹射器起飞，每次可起飞 2 架，直通飞行甲板一般长 70~90 米，甲板的前端伸出两个像山羊角似的长条，叫“回收角”，它的周围设

有尼龙网，用来回收飞机弹射后所抛下的拖索。斜角甲板位于飞行甲板的左侧，与舰艇首尾中心夹 $6^{\circ} \sim 13^{\circ}$ 角，上面装有拦阻索，供飞机降落时用。飞机降落时，速度很大，当机轮着舰后，飞机仍有很大的冲力高速向前跑，机身下特别的尾钩钩住四根拦阻索中的任意一根，拦阻索产生很大的阻尼力，使飞机滑行一段不长的距离（80 米以内）停下来，然后拖到停机区，或者拖到升降机口进入机库。

现代飞机需加速到一定速度（如喷气式飞机需加速到 350 公里/小时）才能离地起飞。在航空母舰的飞行甲板这样短的跑道上，单靠飞机自己滑跑加速飞行是不行的，飞机等不及飞机加速离甲板就已经滑出甲板而掉到海里，为此现代航空母舰上都有使飞机加速的弹射器。弹射器像大弓一样，能将飞机像射一支箭一样射出去，飞机利用弹射器可在 60 米左右的距离加速到起飞速度。

助降装置是引导飞机正确着舰的装置。飞机着舰时，着舰点必须很准确，太前了或偏了一个角度，飞机就可能冲出斜角甲板掉到海里；太后了，飞机就上不了甲板而与舰尾相撞。助降装置像台阶一样，一步步引导飞机准确地降到飞行甲板上。透镜式助降装置是较早的助降装置，它的发明有一段有趣的故事。一天，一位名叫古德哈特的海军中校看到女秘书对着镜子涂口红，忽然灵机一动，随即在镜子上涂上口红，又把镜子放到办公桌的中间，然后瞧着镜子上的口红标记，练习用下颏触接办公桌的桌面，他如愿了。由此原理而制成的透镜式助降装置也研制成功了。现在，人们又研制成功了“全天候电子助降系统”，其原理是运用跟踪雷达校正着舰点。

拦阻索实际上就是一根大强度的绳索，末端连着液压阻尼缓冲器，其垂直于斜角甲板的中心线，自斜角甲板尾端 60 米处开始，向舰首方向每 14 米横设一根，一连设置 4~5 根，飞机滑跑 60~90 米后完全停下来，地勤人员立即跑上去，将拦阻索从飞机着舰钩上脱下来。除拦阻索外，航空母舰上还设置有应急拦机网，以使飞机着舰钩放不下或其他原因时对飞机进行强力拦阻。

升降机是将飞机从机库甲板搬到飞行甲板或从降落区搬回机库的升降装置，根据所处位置不同可分为舷内升降机和舷侧升降机两种。

现代航空母舰分排水量在 3 万吨以上、能携带上百架飞机的重航空母舰，排水量在 1~3 万吨、携带 45 架左右飞机的轻航空母舰，排水量只有 1 万吨左右、设有装甲和水下防护舱的护航航空母舰三大类。按排水量大小，人们又将航空母舰分为大、中、小三类，6 万吨以上为大型航空母舰，2~6 万吨为中型航空母舰，2 万吨以下为小型航空母舰。此外，人们还按所担负的作战使命将其分为攻击型航空母舰、反潜型航空母舰和泛用型航空母舰三大类。

航空母舰诞生历史并不长。1910 年 11 月，美国人在轻巡洋舰“伯明翰”号上铺设了一条 26 米长的木制飞行跑道，第一次使飞机从舰艇上起飞。两个月后，美国人又一次在巡洋舰“宾夕法尼亚”号的后甲板上铺设了长 36 米的木制跑道，并每隔一米装一条两端拴着沙袋的绳索进行了着舰试验。这两次试验的成功，使航空母舰的诞生成为可能。1918 年，英国海军将一艘巡洋舰的前、后甲板上的主炮塔拆除，铺上木制跑道，以甲板中部的上层建筑为界，前面的跑道供飞机起飞用，后面的跑道供飞机降落用，这艘改装后的巡洋舰被称为“飞机搭载舰”，它能载 20 架飞机，是人类史上第一艘用旧军舰改装

成的航空母舰。1922年，美国将一艘运煤船改装成全通式飞机甲板的航空母舰“兰格利”号。1922年底，人类史上第一艘专门设计建造的航空母舰“凤翔”号航空母舰在日本诞生了，这艘航空母舰已初步具有现代航空母舰的样子，具有全通式飞行甲板，上层建筑很小，且位于右舷，该舰排水量7000多吨，长160多米，航速25节，携带飞机21架。

不过，航空母舰的发展并不一帆风顺，从其诞生到第二次世界大战初期，人们还迷恋“巨舰大炮”，将战列舰和巡洋舰当作海战的主力，而将航空母舰看成辅助兵力，直到1941年12月7日，日本海军以6艘航空母舰和2艘战列舰、3艘巡洋舰和9艘驱逐舰偷袭珍珠港成功之后，人们才发现了航空母舰不可小视的作战能力。之后的珊瑚海海战、中途岛海战又一次证明航空母舰起到决定海战胜负的主导作用。这几次海战震惊了各国海军，各海军强国纷纷掀起建造新型航空母舰的热潮。据不完全统计，到第二次世界大战结束时，各国已建成或正在建造的航空母舰有200艘左右！

第二次世界大战结束后，各海军大国都把主要的人力、物力投入到设计建造新型的航空母舰和其他新型舰艇上，他们不是追求数量上的多，而是从作战威力上入手。总之，尽管第二次世界大战后，航空母舰的数量不断下降，但由于采用了新技术，航空母舰的战术、技术性能有了很大的提高，作战能力大多了。

随着科学技术的日益发展，航空母舰目标大、造价高等缺点也日益显露，为此，军事科学家和造舰工程师们认为，未来的航空母舰将向如下几个方向发展：

1. 向小型廉价化方向发展：小型航空母舰造价低、目标小，又具有广泛的用途，是经济能力较弱小国家获得海空制空权的经济做法，也是海军强国大型航空母舰的补充。况且，垂直起降机和直升机的发展使小型航空母舰具有早先大型航空母舰的作战能力。

2. 向新船型方向发展：气垫船和双体船是50年代后出现的新船型。气垫船快速、经济并具有两栖性，而且航速快、机动性好，不受鱼雷和水雷的威胁，而且，当气垫船航速达100节后，气垫航空母舰上的飞机不需借助弹射器和拉阻装置就能顺利起降。双体船是两个船身共用一个主甲板，甲板面积大，航速较高（可达50节）和稳性好，有利于飞机起降。

3. 向水下型方向发展：现代航空母舰体积庞大，目标大，容易遭到敌方导弹和飞机袭击，而一旦进入水下，隐蔽性大增，是未来最为理想的航空母舰。据巴西的《标题》杂志1990年披露，美国和原苏联均相继开始了潜水航空母舰的研制工作。文章说，潜水航空母舰悄悄浮出水面，无声地打开巨大的舱门，伸出两个起重机，吊着两架飞机。飞机两架两架起飞，总共6架战斗机飞向目标。接着，潜水航空母舰紧闭舱门沉入海底，整个过程不到20分钟。一小时后，飞机飞到潜水航空母舰等待地点，母舰重新浮出水面，通过起重机两架两架地把飞机收回。

从目前的发展趋势看，航空母舰无论在现在还是未来，均将成为海战的主力。

常规潜艇

近年来，我海军潜艇部队引起了世界各国的关注和兴趣，许多外宾来中

国，都把参观潜艇列入“重要日程”。据不完全统计，我海军潜艇部队已接待了来自世界几十个国家的近百批党政军代表团，至于其他来参观的外宾，就无法一一统计了。

在前来参观的外宾中，有当过潜艇艇员的总统、总理、国防部长、海军司令、舰队司令，可以说，他们都是行家里手。

在上海，一位当过潜艇艇员的西方潜艇强国的总统坦率地说：“你们的常规潜艇不少地方比我国好。”

在大连，一位身穿洁白海军礼服的外国海军司令幽默地说：“我担心的不是你们的潜艇污染了我的衣服，而是担心我的衣服是否会污染你们的潜艇。”

在青岛，一位发展中国家的总理参观后激动地说：“我参观过许多国家的潜艇，就数你们的潜艇最适合我国使用，能卖几艘给我们吗？”

这就是中国海军的常规潜艇，它正向着现代化方向发展。要想更系统地了解常规潜艇，必须从常规潜艇的发展历史说起。

潜艇的历史相当久远，最早可以追溯到 2000 多年以前。当时的罗马国王亚历山大有一天好奇心大发，命令工匠赶制一个能沉入海底的玻璃容器，来观看水底奇观及水族生物的生活情形。然而，真正潜艇的鼻祖恐怕要算 17 世纪初的荷兰物理学家科尼利斯·德雷尔，他于 20 年代初制造了一条潜水船，以划桨作动力。这艘木质潜水船，外面蒙有一层涂油的牛皮，可以下潜 4~5 米。船内装有羊皮水囊，当皮囊灌满了水，船就下潜，把羊皮囊内的水挤压出去，船就上浮到水面。

第一次世界大战初期，潜艇只起辅助作用，但在战斗中它们却常常出奇制胜，成为海上作战的一种有效兵器。仅 1917 年头 4 个月，德国潜艇击沉协约国船只的吨位数就超过了 200 万吨。在第二次世界大战中，潜艇已发展成为种类最多的战斗舰艇，共拥有 690 余艘，其足迹几乎遍及各大洋，先后击沉了 300 余艘大、中型水面战舰，同时还击沉了运输船只约 5000 艘，总吨位达 1500 万吨，约占被击沉舰船总吨位的 70%。

第二次世界大战后，各国对潜艇的改进和研制极为重视，尤其是前苏联，除了加紧研制核潜艇外，非常重视常规潜艇的研制和建造，这是因为常规潜艇体积小、机动灵活、噪音低且造价廉。

据国外报道，目前世界上常规潜艇数量首屈一指的是前苏联，共 150 余艘（也有说 170 余艘）；型号也最多，有 9 种型号。美国在此领域却相形见绌，战后仅建成 5 种型号服役。倒是德国、日本、法国、英国比较热衷此类潜艇，如海岸线不太长的前联邦德国居然拥有 24 艘常规潜艇。

在旧中国，有海无防，国民党海军当然谈不上有潜艇。新中国成立不久，我国海军立即组建了潜艇学习队，任务是向前苏联太平洋舰队驻旅顺的潜艇支队学习潜艇业务。1954 年 6 月 19 日，经毛泽东主席批准，在周恩来总理的直接指导下，正式成立了我国第一支潜艇部队；海军独立潜水艇大队。大队下辖 2 艘又老又旧的小型潜艇；“新中国 11 号”和“新中国 12 号”。同年 7 月，又接收了另外 2 艘潜艇，分别命名为“国防 21 号”和“国防 22 号”。9 月，海军独立潜水艇大队进行了改编，加上 1955 年新从前苏联接收的 2 艘潜艇，从此，中国人民海军有了自己的潜艇部队。

潜艇部队是一种在水下进行战斗的兵种。要充分发挥潜艇部队坚持水下作战的特点，平时就要进行练技术、练战术、练思想、练作风、练生活的水

下远航训练。我国的潜艇部队远航训练，早在 1959 年 7 月就开始了。参加第一次远航的有三艘潜艇：426、425、414。当时进行远航，困难很多：没有航行资料、没有操作经验、没有完整的备品、没有适用的成套食品。但三艇指战员迎着困难上，硬是闯出了路子，完成了为期 22 天的远航任务。用今天的标准来看，当时的远航够不上真正的远航，不过它起到了“开道取经”的作用，意义是深远的。现在，我国的常规潜艇最大自给力、航行距离和深度，均可以达到潜艇性能所能达到的最大限度。

40 年来，我国的潜艇经过了准备阶段、初建阶段、发展阶段，现已开始全面向现代化迈进。我国的潜艇也早已由购买阶段、仿制阶段，而进入自制阶段。无论是潜艇的数量和吨位都增加了数十倍，支持潜艇活动的基地保障能力也增加了几十倍，至于潜艇质量的提高，更不是用数字可以计算的。它们已成为近海防御、中远海作战的一支重要突击力量。

潜艇使用初期，一些潜艇还装备有从 25~100 毫米的不同口径的火炮。但到 60 年代末，几乎所有的作战潜艇都取消了甲板炮。

在此后相当长的一段时间里，我潜艇使用的武器主要有鱼雷和水雷。80 年代起，我海军又研制并逐步装配了反舰导弹，以增强攻击能力。

目前，飞航式导弹已风靡世界各国海军，其中佼佼者为美国和前苏联。美国飞航导弹发展起步早，型号多，特别是近 10 多年来研制成功的“战斧”在海湾战争中曾多次使用，取得了一定的战果。它共分为 4 个型号：BGM—109AC（潜射攻击型）、BGM—109B（舰/潜射反舰型）、BGM—109C（舰/潜射对陆基常规攻击型）、BGM—109G（陆基机动核攻击型）。

前苏联海军起步虽晚，但从未放松过对飞航式导弹的研制和建造，经过 30 年的努力，终于发展成为一支在数量、型号和作战能力上首屈一指的巡航导弹潜艇部队。

核潜艇的问世一度曾使常规潜艇黯然失色，发展几度停滞。然而，常规潜艇仍以其自身独特的魅力：艇体小、机动灵活、噪音低及造价便宜，渡过了难关，重新受到各国海军的垂青。特别是 70 年代以来，各项高科技的发展与应用，使得常规潜艇全面焕发了青春，它的许多战术、技术性能大为提高，几乎可与某些核潜艇相媲美。

一是水下航速明显提高。目前各国建造的常规潜艇已有不少采用了大直径、小长宽比的小滴型艇体，并在易产生气泡的舰桥附近安装了导流罩，以保证艇体的流线型，降低水的阻力；同时采用大功率的高速、中高速柴油机，致使常规潜艇的水下航速增至 20 节左右，最高的达 25 节以上。

二是隐蔽性增强。隐蔽性对于潜艇来说至关重要，为此潜艇专家绞尽脑汁，殚思竭虑，主要着重从降低噪音、增大潜深和减少暴露等环节入手。为了降低噪音，开始使用多叶片螺旋桨，对容易产生噪音的机件安装减震、隔音装置，在艇壳上敷设吸音材料等。潜艇的潜深也由于高强度钢的使用而大幅度地提高。

三是攻击威力骤增。常规潜艇的传统鱼雷武器经过战后几十年的翻新、改进，现已出现制导鱼雷、核弹头等多种新型鱼雷。现今常规潜艇装设导弹也已不再是稀罕事。不仅如此，前苏联的常规潜艇还安装了弹道式导弹，使常规潜艇的攻击威力急剧增加。

不过，最使各国军事家感兴趣的是：常规动力领域的研究又有了全新的突破，一些不同以往的动力相继问世，使常规潜艇的续航力等出现了里程碑

性的变革。诸如燃料电池、过氧化氢动力装置的使用，改变了传统的柴油动力系统固有的必须在通气管状态下，靠柴油机充电或直接带动螺旋桨，使潜艇航行的方法，真正步入续航力大、自给力强的阶段。

核潜艇

新中国成立之后，各条战线处于蓬勃发展之中。为了使人民解放军在未来战争中永远立于不败之地，党中央及时指示：“在壮大陆军的基础上，加强海军、空军及二炮部队的建设。”当时还很弱小的海军，为了能够迅速建设成为一支海上突击力量，迫切要求各种类型齐全的武器装备补入。

建造核潜艇的设想便在当时科学技术还很落后的状况下酝酿着。1955年，毛泽东主席在一次会议上第一次庄严指出：中国已经进入了开始要“钻原子能”这样的历史新时期。1958年10月，国务院和中央军委就指示当时以某原子能研究所为主，开始潜艇核动力装置的开发研究工作。但由于人才奇缺，除了少数几个人懂得核科学之外，大多数科学工作者对核的了解还是较为肤浅的。当时世界上也只有美苏两国拥有核潜艇，为了不致于使中国成为其军事上有力的竞争对手，它们都对我国封锁资料。我们曾向前苏联提出给予帮助的请求，而当时的苏联领导人却说，可以提供帮助，但要组建联合舰队。

在开始核动力潜艇研究时，某原子能研究所所掌握的核潜艇资料几乎为零。同时，国内当时也没有计算机等多功能计算工具和先进的测量仪表，一切只能上法上马，在这种条件下开始核动力的研究工作，成功性极为渺茫，难怪中国核潜艇下水的消息报道后，世界各国政府首脑、军事界、政治界、科技界、新闻舆论界都认为这是一个难以捉摸的谜。

我国的科学工作者们怀着一颗报效祖国的赤诚之心，在某原子能研究所的李毅、孟戈非、连培生的带领下，只凭国外新闻报道中的只言片语和几个了解核科学的人所掌握的核反应原理便投入了这场高难度的工作中去了。

目标只有一个，就是建成具有大的续航力、高的推进功率、有着战略威慑力的核动力推进潜艇。当时，某原子能研究所组成的核动力研究室的成员大都是刚刚从大学物理、化学、锅炉、数学等专业毕业的大学生，他们对核动力设计工作不很了解。随着时间的流逝，在他们的艰辛探索下，对反应堆的类型、功率匹配以及动力传动方式方面都提出了可行性的方案，随后，核反应堆的总体方案和运行参数也确定下来了。

接着便开始了紧张的总体和具体布置工作。第一任总设计师彭士禄就曾知晓，某国核动力船舶的设计方案中核反应堆第一回路采用200个大气压作为选定压力，按理，这是别人成功的经验，但是彭士禄还是本着对工作极端负责的态度，重新画曲线列算式，计算结果表明：如果选用200个大气压，则会引起临界热流太低，可能会烧坏元件，甚至还会发生不可估计的大事故。是认定自己的结果还是盲从于国外权威？科学只相信真理，彭士禄经过多次重新计算，毫不含糊地指200个大气压作为一回路选定气压是错误的。他认为，根据工程热力学的理论，70~90个大气压的临界热流最大，但是为了安全，不可取最佳值，在选定了一个合适的安全系数之后，应取XXX值作为第一回路的选定压力值。

初露头角的潜艇核动力方案设计，遇到了三年自然灾害时期，国家面临

着很多困难，核动力潜艇工程只能忍痛下马了，剩下一个由 50 多人组成的核动力研究室在工程下马之后，他们仍然没有停止对核动力潜艇孜孜不倦的探索。总设计师彭士禄想了一个办法，由他本人和曹铎、蒋滨森等几个了解核动力专家给全研究室开了五门课——反应堆物理、工程热力学、自动控制、结构以及动力装置。

50 人就在这人少事多的情况下边学边干开了。这期间，他们在极为艰难的环境下还完成了各种可行性论证。之后，他们一行几百人于 1965 年来到四川青衣江畔一块未经开发的地区建造了一个与艇上大小、结构等实际情况一样的陆地模式堆，在陆基核反应堆上作了各种工况和负荷试验，同时为了实战要求，潜艇核动力设计研究室的工作人员曾在反应堆冷热以及严重倾斜状态下进行了上千次试验，以确保核潜艇实战要求核反应堆在极短时间内实现大范围的功率变化的需求。

同时，为核潜艇生产配套元件的厂家也面临着一系列考验，比如反应堆一回路主泵的电机定子必须全密封，主泵还要求双转速，而设计人员当时仅从国外一本杂志上看到过一张整体外形照片，设计人员只得会同工厂技术人员和工人一起，讨论研究，终于造出了一台中国式的全密封的，而且噪音小、性能先进的主泵。参加此项工作的工人师傅硬是迎着困难完成了全部核潜艇所用的元件。

1970 年 4 月 18 日，核潜艇陆基模式堆的安装工作完成了，5 月 1 日开始试车，7 月 30 日试验达到满功率运行，12 月 26 日，中国海军的第一艘攻击型核潜艇终于像巨鲸一样下水了。1974 年 8 月 1 日，中央军委将第一艘核潜艇命名为“长征一号”，正式编入了人民海军的战斗序列。从此，中国成为世界上第 5 个拥有核潜艇的国家。

美国于 1945 年 12 月 13 日正式提出了原子能的作用将是“转动世界上的车轮和推进世界的船舶”，1946 年 6 月底委派海军上校海曼·里科费带领他的实验动力反应堆海军小组开始了核动力潜艇的研究工作。1954 年，美国第一艘也是世界第一艘核潜艇“鸚鵡螺”号下水了。1959 年，美国的第一艘弹道导弹型核潜艇也研制成功了。70 年代初，号称“当代潜艇之王”的美国第 4 代弹道导弹核潜艇“三叉戟”号下水了，“三叉戟”核潜艇外形似一枚狭长的鱼雷，全长 170.7 米，艇宽 12.8 米，水下排水量 18700 吨，是第一艘核潜艇“鸚鵡螺”的五倍，据外刊估计，“三叉戟”潜艇可能采用透平驱动可变速的电机推进，从而取消了变速齿轮箱的巨大噪音，因而具有高度的隐蔽性和机动性。此外，“三叉戟”核潜艇还装有球形基阵的综合雷达，它能同时向球形方位发出波束，大大提高了探测速度和功率。更为特殊的是，“三叉戟”核潜艇带有“魔士”装置，一旦“三叉戟”核潜艇遭猎潜武器追击，受操纵的“魔士”就可离开“三叉戟”本体，高速穿行于水下，同时还不断发射出虚假的螺旋桨噪音，巧妙地引诱追踪的舰艇和反潜飞机，从而使本体逃出被追的险境。

前苏联海军核潜艇研制工作是从 1954 年开始的，其攻击型核潜艇的第一代为 1958 年建成的“W”级核潜艇，其技术水平与美国的“鸚鵡螺”级相当。1958 年至 1963 年之间，前苏联共建成了 9 艘 H 级核潜艇。1980 年 9 月，前苏联建成了当今最大的核潜艇——“台风”级核潜艇。该艇长 180 米，宽 24 米，水下排水量 3 万吨，航速可达 30 节，携带射程为 4200 海里的战略导弹 20 枚。

此外，英国、法国也有核潜艇，但其性能均未超过美苏两国。

战列舰

战列舰是一种主要在远洋活动，装备有强大的舰炮武器、装甲防护与防雷舱的大型战斗舰艇，在第二次世界大战结束之前相当长的时间内，曾经是舰队的主力战舰，故此也称为主力舰或战斗舰。

战列舰名称起源于 300 年前的 17 世纪，当时，所有用于海战的船舶都是木质帆船，两舷开设着一个个舷门，在每一个舷门的门洞里布置一门火炮，带轮子的火炮直接放在甲板上，火炮甲板最多可达三层，共装火炮 100 门左右。当时，海战的战术是把战船前后排成一列，使各船的火炮都对准敌舰，依次向敌舰发动进攻。多次海战后，人们发现，只有那些吨位较大，防护能力较好、火炮进攻力强的战舰才能发挥较好的作战效果，才有可能坚持保持在战斗队列上，于是，人们便开始将这些吨位大、防护力好、火炮威力强的战船称之为“战列舰”。在这种思想的指导下，战列舰不断发展，成为海战的中坚与主力。

成为主力舰之后的战列舰逐渐形成了如下特点：具有口径大、射程远的舰炮；具有防御一般武器的装甲防护和水下防护隔舱；能在恶劣条件下长时间在远洋机动作战；具有完善的观察通信设备。

19 世纪中叶，蒸汽机和螺旋桨开始在战列舰上应用，但由于人们对蒸汽机的功能不放心，所以，风帆仍未废除，而且仍以风帆作为船舶的主动力，蒸汽机只是在无风时或出入港口时使用。1859 年，世界上第一艘木壳装甲舰“光荣”号在法国诞生了，次年，世界上第一艘铁壳装甲舰“勇士”号也在英国下水，不过，它们同样保留着风帆，仍为机帆并用。

1873 年，人类造舰史上最早将风帆从舰桅上去掉的纯粹的蒸汽机动力战列舰“蹂躏”号在英国诞生了，它标志着机器动力的最后胜利，标志着船舶史上新技术革命的来临，这艘铁甲舰首尾各装有一座双联装 305 毫米的火炮。1892 年，英国又建造了世界上第一艘钢质装甲舰“君主”号战列舰，这艘战列舰满载排水量 15585 吨，航速达到创纪录的 18 节，该级舰干舷高，前后甲板各装有一座双联装 343 毫米炮塔炮，两舷还装有副炮。该舰一建成，立即给人以耳目一新之感，很快就成为各国战列舰设计的样板，并被公认为近代战列舰的鼻祖。

第一次世界大战前，美国一位名叫马汉的海军军官于 1890 年撰写的《制海权对历史的影响》轰动了各海军强国，马汉在该书中宣扬了这样一个观点：谁取得了制海权，谁就能夺得世界霸权，而谁要取得制海权，就要拥有强大的海上武力，就要建造装有大口径火炮的重型战舰。在这一思想的指导下，各海军强国开始了一场建造重型战舰的狂热竞赛。1906 年，英国建造了新型战列舰“无畏”号，德国也不甘示弱，建造了排水量更大、装甲更厚、舰炮口径更大的战列舰。英国公开发表声明，你造一艘，我就造两艘，以此来对抗德国。与此同时，日、美及其他一些海军强国，也紧紧跟上了这场军备竞赛。这期间新建的装甲舰都加强了火炮数量，提高了防护能力，火炮数量由 4 门增加到 10~12 门，蒸汽往复机也为蒸汽涡轮机所代替，排水量增大到 2 万吨左右。

1914 年，第一次世界大战爆发，英德双方酝酿已久的海上决战到来了，

两国的战列舰在海上展开了前所未有的海上厮杀。后来，由于鱼雷艇和水雷武器的日益发展和完善，战列舰的主战地位越来越不稳固，为了能保住战列舰的主导地位，一些军事专家在第一次世界大战末期设计和建造了吨位更大、炮口径更大、防护能力更强的战列舰，其主炮口径竟达 406~457 毫米，装甲厚度竟达 381 毫米，排水量达 5 万吨。如此庞大的舰艇，其航速仍然保持在 30 节以上。

第一次世界大战之后的 1921 年 11 月，英美日法意五国在华盛顿召开了海军裁军会议，会上签订了一份限制舰只总吨位的 15 年条约，条约专门对战列舰作了如下规定：标准排水量不得超过 35000 吨，主炮口径不得超过 406 毫米。这一条约的签订，使战列舰在其后的 10 多年间暂时出现了停滞发展的局面，可好景不长，到 1934 年，眼看条约行将到期时，各国均提前突破条约的限制而进行新舰的设计。

这一时期建造的战列舰是战列舰发展史上的顶峰，设计时更加重视了舰体的防御能力。当时，由于航空兵发展迅速，战列舰的副炮一般均取为高平两用炮，并加装了大量自动高射炮，同时，装甲的厚度一般改与主炮口径相同的尺寸，并注意了水下的防护，考虑在数枚鱼雷进水后仍能继续作战，当时的战列舰排水量有的竟超过 6 万吨，航速超过 30 节。1941 年 5 月 24 日，英国和德国的新型战列舰摆开了争斗架式，战斗中，德国海军的“俾斯麦”号战列舰在激战中显示了惊人的生命力，战斗充分证明这一时期防御设计思想的正确性。但同时，战列舰在飞机、鱼雷时代需要航空母舰或其他舰只护卫、灵活性差等缺点也充分暴露。

尽管战列舰在二次世界大战后期的雄风已不复存在，且显得黯然失色，但战列舰的拥有国并未停止战列舰的研制工作，日本就是其中的典型。还在华盛顿海军裁军会议条约期限生效的时间里，日本就开始研制一种被后人称为“超级巨舰”的战列舰，并于 1937 年 11 月和 1938 年 3 月分别建造超级巨型战列舰“大和”号和“武藏”号。经过 4 年多时间的苦心建造，这两艘超级巨舰分别于 1941 年 12 月 16 日和 1942 年 8 月 5 日竣工并服役。这种人类史上最大的战列舰，舰长 263 米，舰宽 38.9 米，满载排水量 7.3 万吨，吃水 10.4 米，航速 27 节，甲板以上的上层建筑有 13 层，全舰有 1000 多个舱室。该舰还拥有 6 座世界上最大口径的主炮，口径竟达 460 毫米，每发炮弹重 1.5 吨，最大射程达 41 公里。除此之外，舰上还有各类副炮 147 门和 6 架水上飞机。全舰艇部用 5 层钢板防护，最厚处达 410 毫米，创造了战列舰装甲厚度的最厚纪录。当一枚鱼雷命中时，该舰不会影响战斗力，同一舷被两枚鱼雷命中后，仍能保持战斗力，简直是一座不沉的海上堡垒！

可就是这两座浮动海上堡垒，就是这两张几次海战均未舍得动用的“王牌”，却在第一次参战中就被飞机轻易击垮。那是 1944 年 10 月 22 日，日本海军准备用这两张“王牌”压住美登陆部队的编队。还在两舰远程突袭过程中，美海军航空母舰上的侦察机就发现了它们。不一会，航空母舰上的舰载飞机 6 次对两艘超级巨舰实施攻击。两艘巨舰活似两只活靶，被舰载飞机打得左躲右藏。最后，“武藏”号被 20 枚鱼雷和 17 枚炸弹击中，与 1023 名舰员一起葬身海底；“大和”号虽侥幸带伤逃回本土，但后来又在次年 4 月 6 日的一次战斗中被 12 枚鱼雷和 7 枚炸弹击中而沉没。

“武藏”号和“大和”号的沉没，标志着巨舰大炮主宰海洋的历史一去不复返了。至此，战列舰逐渐没落。第二次世界大战后，核武器和导弹性能

日益增强，海军航空兵和轻型舰艇可以携带这些威力强大的武器，并能远距离使用，使得战列舰这样庞大而昂贵的军舰易于遭受攻击而又缺乏足够的防护能力。因此，在第二次世界大战之后，各国都停止了对战列舰的建造，原有的战列舰也大都退出现役，部分被封存。

历史进入 80 年代后，美国海军的决策人士认为，如果将以大炮为主要武器的战列舰进行现代化改装，战列舰仍将具有各类现代化军舰无可比拟的作战威力。他们认为，战列舰舰体庞大，能容纳大量的最新型作战武器，特别是“战斧”巡航导弹，它既能对付海上目标，又能进攻陆上基地，其反舰型射程 250 海里(约合 460 公里)，对地型射程可达 700 海里(约合 1300 公里)，而一般航空母舰上的舰载攻击飞机的进攻射程也不过是 400~500 公里的目标，因此，“战斧”导弹与舰载飞机的作用已相近，甚或超过它。加之舰载导弹的垂直发射技术当时已经解决，可节约舰上的容积，同一发射装置还可发射反舰、防空、反潜等各类不同用途的导弹，拆除舰炮后的战列舰可布置 400 枚垂直发射的导弹，从而有着惊人的对空、对潜、对海、对地的攻击能力。同时，拆除主炮后的战列舰将有较宽裕的空余甲板，可搭载垂直起降飞机，从而使战列舰又获得轻型航空母舰的功能。为此，美国海军决定对“依阿华”级 4 艘战列舰进行改装。

“依阿华”级战列舰是 1943 年到 1944 年间建成的战列舰发展史上的最后一代战列舰，共 4 艘。它的舱面上密密麻麻地布置有上百门火炮，其中口径最大的是三座三联装 406 毫米火炮，最厚处装甲厚达 430 毫米，舰长 270.4 米，宽 33 米，吃水 11.6 米，标准排水量 4.5 万吨，满载排水量为 5.8 万吨。“依阿华”级战列舰建成后，曾参加过支援太平洋诸多的登陆战。不过，在战斗中其均处于辅助地位，只有“密苏里”号战列舰成了名舰，因为日本无条件投降签字仪式是在其前甲板上进行的。美国入侵朝鲜的战争爆发后，该级战列舰曾对朝鲜沿海进行过炮击，但到 1954 年，均相继退役、封存。

“依阿华”级战列舰的改装分两个阶段实施。第一阶段主要拆除 4 座双联装 127 毫米副炮，腾出地方装设 4 座八联装“战斧”巡航导弹发射装置、4 座四联装“捕鲸叉”反舰导弹发射器、4 座密集阵六管 20 炮、3 架直升机，并更换新型号的雷达探测设备，改用现代化的指挥、控制、通信系统，增设电子战系统。4 艘“依阿华”级战列舰分别于 1982 年、1984 年、1986 年、1989 年完成第一阶段改装并重新服役。第二阶段改装将结合大修进行，主要是拆除全部或部分主炮，撤去全部 127 毫米副炮，以装设垂直导弹发射系统，并在后甲板加装一层飞行甲板，下设机库，携带 12 架垂直/短距起降飞机或直升机。一旦第二阶段改装全部完成，美国海军将以这 4 艘战列舰为主体组建“水面突击群”，用以协同航母编队或独立进行作战，并可用作指挥舰。据介绍，改装后的战列舰编制军官人数达 65 人，编制士兵人数达 1445 人，共计 1510 人。

尽管美国军界对战列舰的复活充满信心，但改用的战列舰却不尽如人意，甚至还发生过炮炸亡人的重大事故。其他国家的一些军事专家认为，重新复活战列舰实在是一种愚昧而不现实的举动。

不知是否应验了那些军事专家们的预测，这些重新启用的战列舰于 1990、1992 年相继退出了现役，再次被封存。最后一艘被封存的战列舰是那艘有名的“密苏里”号。

巡洋舰

舰载飞机诞生前的很长一段时间里，海战的胜负决定于军舰吨位的大小和火炮口径的大小。那时的巡洋舰和战列舰一样，成了海洋的主宰。

巡洋舰是军舰中较早出现的一个舰种。自从战列舰一诞生，与战列舰为伴作为混合舰队核心之一的巡洋舰也就诞生了。

最早的巡洋舰诞生在美国南北战争时期。当时，北军为了封锁南军占领区的海岸，需要大量舰艇，而一般应征的船只又经受不了风浪的袭击，为此，北军建造成功了一艘不同于以往的铁甲舰。该舰的舰体露在水面的部分很小，船舷水线以上部分、甲板和中央旋转炮台等均用铁皮包裹，使得南军的大型战舰无法对付，这种不同一般的铁甲舰就是现代巡洋舰的前身。

最初的巡洋舰是以舰炮作为主要战斗兵器的一种大型水面战斗舰艇。它比战列舰小，火力也较战列舰弱，装甲也较薄（有些巡洋舰甚至没有装甲）。但它也有自己的优点，比较轻快、敏捷，在协助战列舰作战时能有效地抢占阵位和有效地掩护战列舰作战，同时巡洋舰作为一种大型水面舰艇也可单独在海洋上担任巡逻和袭击敌方舰艇的任务。

但是，早先的巡洋舰的发展也并不是一帆风顺的。当时，美国海军部由于对风帆舰船的续航力非常信任，认为风是一种取之不尽的能源，于是在1869年竟颁发了要求舰艇在航行时全部使用风帆，舰艇在建造时以风帆为主动力、以蒸汽机为辅动力的命令，从而阻碍了技术的进步。美国总工程师杰明·F·伊舍任德设计了一艘快速巡洋舰“万潘诺格”号，就因为他把风帆作为蒸汽动力的辅助手段而遭到保守的军官们的愤怒指责。“万潘诺格”号舰身狭长，由于采用了高热蒸汽，速度在当时达到惊人的程度，1868年试航时最高为17.7节，在38小时内平均为16.6节。可是那些身居海军高位的军官担心这样下去领导权会落入工程师的手中，竟然命令继续在改进风帆上下功夫，并进一步拆除许多军舰上的锅炉。“万潘诺格”号从此再也没有能够出海，无声无息地靠在码头上烂掉了。就这样一折腾，使得美国海军舰艇到21年之后才再次达到“万潘诺格”号巡洋舰的速度。

第一次世界大战之后，各国不约而同地于1922年在美国华盛顿签订了限制大规模军舰发展的协议，进而出现了所谓的华盛顿式巡洋舰。华盛顿式巡洋舰的标准排水量要求小于1万吨，主炮口径小于203毫米，且主炮的数量不可超过10门，航速要求小于35节。协议签订之后，各国发现这样的炮口径仍然不利于限制军舰的发展，于是又协商定为在152毫米之内。

不过协议终归是协议，只不过是一张无生命的纸，人却是有思维的生命体，所以协议并未能限制住大舰巨炮的竞争。各帝国主义国家只是希望他国停止建造大型军舰，而让自己秘密地建造大舰，以便在今后的海战中占有绝对的优势。

当时德国秘密建造了三艘排水量在1万到1.5万吨的“袖珍战列舰”，它的航速快于当时的战列舰，达28节，而火力又强于当时的巡洋舰，有8门280毫米火炮，后来人们改称这种舰为重巡洋舰。

由于飞机在陆战中起了很大作用，而航空母舰不仅数量不足，而且作战技术性能也不完善，于是在第二次世界大战之前，某些巡洋舰就装备了飞机。不过当时的巡洋舰上舰载飞机都是螺旋桨式的水上飞机，只能用于侦察而不能用于作战，但正由于这些飞机的装备，使巡洋舰发挥潜在的能力大大加强

了。

第二次世界大战一开始，巡洋舰就成了海战中必不可少的一种有强大攻势的海军兵器。此时由于巡洋舰的五花八门、大小不一，人们将巡洋舰分成重巡洋舰和轻巡洋舰。重巡洋舰就是主炮口径在 203 毫米以上，排水量超过 1 万吨的巡洋舰；而主炮口径在 152 毫米以下，排水量在 1 万吨以下的巡洋舰则称为轻巡洋舰。由于战争的需要，德国后来用快速商船和辅助舰船改装成一种用于保卫己方海上交通线和对己方舰船进行护航的辅助巡洋舰。不久，各国发现这种用于巡航作战的辅助巡洋舰很有用处，于是纷纷模仿。

由于航空母舰的发展和潜艇作战能力的提高，巡洋舰与战列舰一样，在二次大战的末期，其作用日渐下降。

战列舰由于航空母舰和潜艇的发展而终被淘汰，那么巡洋舰会不会也遭此厄运呢？

巡洋舰要想在海洋上有立身之处，就得适应战争的需要，所以二次世界大战后几个主要国家都对它进行了现代化的改造，使它从动力装置、指挥系统、操作系统、武器攻击系统等方面进行了更新换代，实现了武器导弹化、技术指挥电子化和高功率动力装置的自动化。

1953 年，美国在其重巡洋舰“巴尔的摩”号上装了“天师星-1”导弹发射装置；在 1955 年到 1956 年间，对两艘“波士顿”级巡洋舰进行改装，在它们的上面装备导弹武器；1958 年到 1959 年间又对两艘巡洋舰进行了改装，装备了高射导弹、反潜导弹，使之能对付空中和水中潜艇的攻击，从而从巡洋舰中分化出新型的巡洋舰——防空巡洋舰和反潜巡洋舰。加之直升机在巡洋舰上的应用，使得巡洋舰的耳目作用范围更加广阔，同时巡洋舰还保留了鱼雷发射管和舰炮武器。

由于美国对巡洋舰的改装使巡洋舰作战能力提高很多，1955 年，英国也开始对巡洋舰进行现代化的改装，在它们的巡洋舰上装备了舰对舰导弹和防空导弹。法国也不甘示弱，在二次大战后，专门建造了防空巡洋舰，并把原有的部分轻巡洋舰改装成为防空巡洋舰。此种防空巡洋舰以高炮为主要武器，舰上装有 8 门口径为 127 毫米双联装炮和其他辅助火炮，并装有一架直升机。

1954 年，世界上第一艘核动力潜艇“鹦鹉螺”号正式建成下水，标志着一个新时代的开始。核潜艇的建成为水面舰艇动力装置的改进提供了一个途径，不久，核动力就开始用于水面舰船。1.7 万吨的巡洋舰“长滩”号于 1957 年 12 月 2 日开始动工，这艘巡洋舰不仅是首次使用核动力的海军水面舰船，而且是第二次世界大战以来的第一艘新式巡洋舰，它第一次用导弹武器代替了主炮。第一艘核动力巡洋舰在与第一艘核动力航空母舰“企业”号和第一艘核动力驱逐舰“班布里奇”号编成世界上第一支核动力特遣舰队作环球航行时，根本没用任何燃料、食品或其他物资的中途补给，从而使这种作为航空母舰警戒舰艇或作为协同中小型舰艇的核心的巡洋舰能够远离基地长期在海上活动。

导弹巡洋舰在各国成功地完成各种演练要求，使前苏联的海军发现“导弹巡洋舰及其他导弹舰艇上安装有威力强大的高射导弹火药武器、搜索空中目标的雷达和指挥控制武器的雷达，可以有效地抗击敌人的空袭。”（引自前苏联戈尔什科夫《国家海上威力》一书）于是 60 年代初，前苏联海军开始发展导弹巡洋舰。

战争的需要和美国等国家的导弹巡洋舰的成功刺激了前苏联人对导弹巡洋舰的研制过程，从 1962 年到 70 年代初，前苏联人共研制成功了三代导弹巡洋舰。到了 1973 年，前苏联又发展了一种具有高度战斗力和大量武器装备的第四代导弹巡洋舰“卡拉”级导弹巡洋舰。该舰排水量 9700 多吨，长度 175 米，宽 18.3 米，航速 34 节，装备有 8 个 SS—N—14 反潜导弹发射筒，10 个鱼雷发射管以及反潜火箭发射装置，再加上防空火炮和对空导弹，直升飞机机库和飞行平台在舰的舰部。“卡拉”级导弹巡洋舰的武器比其他国家海军的任何一艘同类型的军舰都强。

70 年代后期，前苏联又开始建造大型的核动力推进的巡洋舰——“基洛夫”级核动力导弹巡洋舰。这种核动力巡洋舰的排水量大约 2.5 万吨，比美国新建成的核动力巡洋舰大一倍，采用核动力推进，使前苏联的巡洋舰发展到新的水平，从而能在远洋以高的持续航速单独执行任务和作为航空母舰特遣队的重要组成部分。

巡洋舰在不停地发展。美国研制成功了一种被称之为“90 年代战舰”的“宙斯盾”导弹巡洋舰。“宙斯盾”导弹巡洋舰具有对空、对海、对潜三维作战的能力和抗击空面、水中、水下联合攻击的能力，它主要装备了“宙斯盾”武器系统。“宙斯盾”武器系统是由 SPY—1A 多功能相控阵雷达、指挥控制系统、武器控制系统、火控系统、导弹及发射装置系统等组成。这是一种以防空为主的快速反应综合武器系统，它备有 68 枚“标准—2”防空导弹和 20 枚“阿斯洛克”反潜导弹，此外，舰上还备有 16 枚“鱼叉”舰对舰导弹以及鱼雷发射管等。“宙斯盾”导弹巡洋舰满载排水量为 8910 吨，全长 173 米，航速 30 节，续航力 6000 海里，这是当今世界上最先进的一种巡洋舰。

巡洋舰曾经与战列舰一样被称为战斗堡垒而显赫一时，又随着航空母舰和潜艇的发展而使战斗作用下降，后来由于导弹武器取代火炮使巡洋舰的作用又得以回升。透过巡洋舰这弯弯曲曲的航迹，我们一定能够预测出未来巡洋舰的模样。

护卫舰

护卫舰，被称为海上守护神。

1991 年 1 月 17 日，以美国为首的多国部队对伊拉克开始了全面的空袭。空袭部队中的相当一部分飞机来自美国海军的 6 艘航空母舰。在这之前，伊拉克总统萨达姆曾多次宣称，要派其精锐部队炸毁美国海军的航空母舰，但后来一直未能实现。为什么呢？原来，美国海军航空母舰的周围部署有以护卫舰为主的护航舰艇。

护卫舰是一种以反潜、护航为主的轻型军舰，现代护卫舰的排水量为 1000~2000 吨，最大可达 3000 多吨，其航速在 20~30 节左右，主要装备有大口径火炮、鱼雷发射器、火箭或深弹发射器、反潜和对空导弹、反潜直升机等。

护卫舰的产生和具有上述作战能力是经过历次海战的经验教训发展形成的。19 世纪及 20 世纪初，由于各国没有专职护卫其他军舰的舰艇，军舰在码头或集结地锚泊和系泊时，经常受到敌对国舰艇突如其来的袭击。直到本世纪初，专职护卫舰艇才出现在碧波大海上。首批专职护卫舰艇基于主要用

于港湾警戒和护卫，故排水量仅 400~600 吨，抗风能力也较差，而且主机功率小、航速低，作战能力弱。

第一次世界大战爆发后，德国利用潜艇优势，大打潜艇战，仅 1915 年，就有 259 艘英舰船被德国潜艇击沉，且德国的海上袭击舰也非常活跃，1914 年德国的“埃姆登”号巡洋舰就击沉了 15 艘协约国军舰和商船。第二次世界大战初期，德国潜艇更是猖獗无比，从 1942 年 8 月到 1943 年第一季度，德国潜艇平均每月击沉舰船的吨位超过 50 万吨。可见，当时舰艇的护航能力是何等之弱。

战争的血腥惊醒了人们，于是掀起了一股狂热建造护卫舰的热潮。二次世界大战期间，各国建造了大量的护卫舰，仅英、美、法、德、意五国就建造了 1800 多艘护卫舰，这些在血水刺激之下建造的护卫舰在反潜能力和防空能力上不断加强，装备了大功率声纳和深水炸弹用以搜索袭击敌方潜艇，装备各种舰炮用以对付敌人大型舰艇和空中飞机的袭击。

护卫舰在第二次世界大战中后期的海战中屡建功勋，从而奠定了其在海军中的地位。第二次世界大战后，由于火箭、导弹和电子技术的迅猛发展，护卫舰得到了极大改进。

我人民海军的第一支护卫舰部队是 1949 年 11 月正式组建的，当时叫第一舰大队和第二舰大队。这支护卫舰部队拥有的舰艇都是渡江战役后接收、征用的一些陈旧舰艇，舰型不一，装备也极其简陋。由于国民党飞机的狂轰滥炸，这支部队不得不于 1950 年 2 月沿长江上驶武汉。1950 年 4 月，解放军防空力量加强了，空中威胁基本解除，这支部队陆续从武汉返回南京，并扩建为华东军区海军 6 舰队。1955 年 1 月 18 日，该部 4 艘护卫舰和炮舰、鱼雷艇、护卫艇等舰船协同陆、空军解放了一江山岛。1955 年 10 月，这支部队改名为护卫舰 6 支队，下属 3 个大队，拥有护卫舰 14 艘。这 14 艘护卫舰中，既有从国民党海军接收过来的，也有通过香港向西方有关国家购买的。鉴于建国初期人民海军装备落后的状况，1952 年，我国与前苏联商谈购买了某些战斗舰艇的成套材料、设备，经协商，前苏联同意将部分舰艇的制造权有偿地转让给中国，由中国造船厂自行装配制造。1953 年，我国正式向前苏联购买了包括护卫舰在内的五种型号舰艇的全部技术图纸和一批材料、设备。1957 年 1 月，人民海军依靠国外图纸自行制造的第一艘护卫舰进行了海上试航，全部试验共出海航行 22 次，进行了鱼雷发射、火炮射击和雷达、声纳捕捉目标等试验。

随着国家经济力量和海上航运、渔业生产、海洋科学调查以及海上石油开采等事业的发展，海军舰艇执行海上勤务日趋频繁，海军原有的老旧杂型护卫舰越来越不能适应需要。60 年代初，舰艇研究院 701 研究所设计了排水量 1000 多吨的火炮护卫舰。这是我国第一次自行设计的 1000 吨级水面舰艇，舰上安装了自行设计的柴油机，采用了交流电制的设备，新设计的火炮护卫舰经受过 12 级台风的考验，执行过多种远航任务，安全航行 10 万余海里。最远巡逻点到达南沙群岛的曾母暗沙附近。这艘护卫舰的研制成功表明中国水面舰艇的研制已从小型舰艇向中型舰艇过渡。

1967 年 4 月，中央军委批准了海军装备科研的第三个五年计划，该计划中将新型护卫舰、驱逐舰和中型潜艇等列入了工作日程。1968 年，新型导弹护卫舰的研制工作正式开始。后来，由于多方面原因，特别是“又化大革命”的干扰，此项研究工作迟迟未能进行。后来，为解决部队急需，决定采用过

渡性的办法，即充分利用旧舰的各种设备，并运用改装导弹艇的成功经验，开始建造对海型导弹护卫舰（053H型）。1975年2月，第一艘053H型导弹护卫舰开工建造，6月28日下水，12月28日交付部队使用。粉碎“四人帮”之后短短几年时间又完成了一批同型护卫舰的建造，使海军水面舰艇作战能力大增。

随着我军革命化、现代化、正规化建设的日益加强，80年代初期，经国防科工委批准，沪东造船厂等单位承担起了新型导弹护卫舰的设计、建造任务。这种护卫舰是我国自行设计的新型封闭式导弹护卫舰。这种军舰在装备、适航性等方面均比早期护卫舰强得多，其封闭的舱室内都装备有空调设备和净化空气的负离子发生器。

国外护卫舰的发展各有其特点。美国海军护卫舰主要用于为海上运输舰船护航，保护其两栖舰艇渡海和登陆作战，因此具有较强的反潜能力。战后，美国海军护卫舰发展了导弹型和常规型两种，常规武器的护卫舰经历了“迪利”、“克劳德·琼斯”、“布朗斯坦”、“加西亚”和“诺克斯”等几代。导弹护卫舰在80年代初期开始装备部队，其中，被称为当今世界最大的导弹护卫舰的“佩里”级导弹护卫舰满载排水量为3605吨，航速28节，可发射舰对空和舰对舰导弹以及反潜鱼雷，该舰还配有2架直升机。

前苏联海军护卫舰的主要任务是伴随舰队在公海担负反潜警戒和进行近海巡逻，故五六十年代前苏联的护卫舰比美国海军的护卫舰小得多，一般在1000吨左右。到70年代，前苏联海军的护卫舰吨位逐渐增大，如2000吨的“科尼”级反潜护卫舰，该舰艏部是一具四联装“沙道克”导弹发射架和两具16管反潜火箭发射管，还在中部两舷装有四联装反潜鱼雷发射管。此外还有两座双联装76毫米火炮和直升机。

就在美、苏制造各种名目繁多的护卫舰的同时，英、法、前联邦德国等国家也不甘落后。70年代末80年代初，英国研制成一种大型远洋反潜护卫舰。它的首制舰是“砍刀”号，排水量为3556吨，最高航速30节，长131米，总功率为5.4万马力，舰上装有2座双联装“飞鱼”舰对舰导弹发射架，2座“海狼”舰对空导弹发射架，2座单管40毫米舰炮，此外舰上还装备有鱼雷发射管、反潜直升机等武器装备。因此，“砍刀”号远洋反潜护卫舰已经具备了强火力多用途的远洋反潜护卫能力，从而将护卫舰的作战范围从近中海推向远洋。

纵观第二次世界大战后护卫舰的发展历史，我们可以看到，护卫舰的吨位逐步向大型化发展。同时，各国的护卫舰趋向导弹化，当然也保存有相当比重的常规武器。在电子设备上，着重提高雷达的精度、可靠性以及电子对抗能力，装备性能优良的可变深度声纳和球鼻首声纳。舰载飞机得到了更为广泛的应用，并且改进舰艇外型，以便适应防原子和防化学的需要。

鱼雷快艇

50年代初，与共和国几乎同时诞生的人民海军还处于极其弱小的状态。在美国政府的援助下，国民党军队及其收编的海匪经过整训，重新调整了兵力部署，一而再再而三地窜犯浙东沿海岛礁，给当地军民带来了极大的灾难。

为了打击国民党海军的嚣张气焰，人民海军的第一支部队——华东军区海军与其展开了独具特色的海上斗争。当时，鱼雷艇这种以鱼雷为主要武器

的小型舰艇是人民海军极为重要的作战兵器，在一系列海上斗争中立下了不可磨灭的功勋。

1954年11月1日，我31大队的6艘鱼雷艇在4艘护卫舰的拖带和护卫下，首次南下，从定海岛进赴高岛附近海域。为了能够以弱胜强，我鱼雷快艇在高岛雷达站的指挥下，一连在海上隐蔽待机13个昼夜，才“等”来了国民党海军护卫舰“太平”号。当时，我鱼雷艇排水量才22吨，最大航速46节，装有450毫米鱼雷2枚，12.7毫米机枪2挺，艇上无雷达设备。而由美国海军“戴克尔”号护卫舰改装而成的“太平”号护卫舰的排水量则为1430吨，舰上官兵200余人，装备有76.2毫米和40毫米口径的火炮各4座，20毫米机关炮10门。敌强我弱。在副中队长铁江海的指挥下，我4艘鱼雷艇成梯形接敌，悄无声息间就将4枚鱼雷射向“太平”号。随着几声轰响，“太平”号在不知情的状况下被炸得失去动力。之后，国民党海军曾派三艘军舰前来援救，但终因舰体破口太大而在6小时后沉没。

击沉“太平”号护卫舰是我鱼雷艇部队的首次战绩，对国民党海军是一个沉重的打击，就连美国报界也为之惊呼：“‘太平’号被击沉，证明中国共产党现在拥有很强大的海军力量。”

其实，击沉“太平”号之时，我第一支鱼雷艇部队刚刚组建3年，我快艇（鱼雷艇）学校也仅才组建4年。我鱼雷艇部队的组建与其他部队的组建不同，先建校后成军。1950年8月，我快艇学校宣告成立，经过一个多月的仓促准备就开学了，学校训练用的6艘鱼雷艇均是向前苏联购买的旧艇，经1年零2个月的培训，共培训学员397人，配备了42艘鱼雷艇，成立了4个鱼雷艇大队。

为了壮大我人民海军，在向国外购买舰艇的同时，我舰船工业开始从修理进口舰船向转让制造和自行设计建造方向努力。1955年2月始，我第一批鱼雷艇由芜湖造船厂生产。从1955年2月至1959年5月，该厂共建造51艘鱼雷艇，其中，前20余艘鱼雷艇主要使用进口材料建造。之后，由于舰体木材进口困难，我工厂工程技术人员和驻厂军代表几经努力，终于在1958年初建成了用国产木材制造的第一艘鱼雷艇。同时，该厂从1956年9月开工建造的第二批10余艘鱼雷艇的国产化程度已达75%。从1958年开工建造的第三批鱼雷艇的国产化程度达88%，其战技术性能已达国际上海军鱼雷艇40年代末50年代初的水平。

鱼雷艇诞生较早，到现在已有100多年的历史。1866年，奥匈帝国的一位英国工程师发明了现代鱼雷的鼻祖——自动航行的水雷。1873年，挪威海军订购了1艘由英国建造的“恶棍”号鱼雷艇，排水量16吨，航速15.6节，蒸汽机作动力，安装1具鱼雷发射管，这是有史记载的人类史上的第一艘鱼雷艇。1873年，鱼雷艇开始用于实战，同年12月15日，俄国海军第一次运用鱼雷艇攻击了土耳其军舰。1878年1月25日，俄国再次运用鱼雷艇发动进攻，击沉了土耳其“莫基巴黑”号护卫舰，创造了鱼雷艇史上的首次战绩。

鱼雷艇的首次战果使人们发现，小小的鱼雷艇也能战胜大于自身好几倍的大型舰船，这是过去从未耳闻的战例，加之当时建造一艘大型军舰周期长、花费大，所以，许多国家纷纷建造这种鱼雷艇，使鱼雷艇的数量骤然增多。

在1905年日俄对马海战中，鱼雷艇更是大展雄风。日本舰队派出了37艘鱼雷艇和21艘驱逐舰袭击俄国舰队，它们击沉俄国“苏沃洛夫”号战列舰，随后，日本鱼雷艇又追击溃败中的俄国舰队，又击沉2艘巡洋舰。从此，各

国更加重视鱼雷艇的研制和建造，仅法国于1909年就建造了140艘鱼雷艇。

第一次世界大战期间，由于各国指导思想不同，鱼雷艇的建造方式也五花八门，鱼雷管的布设方式更是各不相同。有些是从艇首攻击敌舰，有的是从艇尾攻击敌舰，有的鱼雷发射管是固定的，有的鱼雷发射管是可旋转的，唯有意大利建造的鱼雷艇是从艇的两舷发射鱼雷，经实战检验，这种布设较为合适，并为各国效仿。

第二次世界大战期间，鱼雷艇战技术性能日益提高，在海战中被广泛使用。据不完全统计，参战国的鱼雷艇总数达1300余艘，且战技术性能均有明显提高，如德国“S”级鱼雷艇，排水量86吨，航速35~42节，装有2具鱼雷发射管、2座47毫米自动炮。美国的“PT”级的鱼雷艇，排水量约60吨，航速40节，带有4条鱼雷、2挺机枪。

1918~1919年间，加拿大工程师曾制成了第一艘实用水翼艇，使小艇的航速高达61.5节。军事家们认为，如果将排水型鱼雷艇改为水翼型鱼雷艇，鱼雷艇的作战威力将会大为提高。二次世界大战之后，军事家和造船工程师即着手研制新型鱼雷艇，并改型设计了四管、六管鱼雷艇，从而使鱼雷艇的作战威力大增。

现代鱼雷艇分为大鱼雷艇和小鱼雷艇两类。大鱼雷艇排水量为60~100吨，少数在100吨以上，续航距离600~1000海里，能在恶劣的气象条件下活动，其一般配置2~4座鱼雷发射管，最多可配置6座鱼雷发射管。同时，部分大型鱼雷艇还携带水雷、配置高射武器和深水炸弹等。小型鱼雷艇的排水量在60吨以下，续航距离300~600海里，航行性能差，只能在近岸和风浪小的海区活动，一般装设两座鱼雷发射管和一二座小口径高射炮。

现代鱼雷艇通常采取集群活动的方式协同作战，即3~4艘鱼雷艇对同一目标进行齐射，从而一举置敌舰于死地。

但是，随着现代化观测和作战设备的日益发展，鱼雷艇隐蔽出击的作战优势日益降低，而且，鱼雷武器命中精度比导弹低得多，且鱼雷艇的作战半径小、耐波性差，一段时间，曾有人提出淘汰鱼雷艇的设想。不过，仍有些军事家们认为，只要使鱼雷艇艇体隐形化、提高鱼雷艇的射程和射速、增大鱼雷突击威力和命中率，鱼雷艇仍将在未来海战场上占有一席之地。据有关材料透露，美、英等国目前正在研制一种新型鱼雷艇，这种鱼雷艇具有像隐形飞机一样的外壳，能够吸收和分散电磁波，从而使得鱼雷艇能够隐蔽出击，出奇制胜。

我们相信，军事科学技术的发展一定能够给目前处于停滞发展状况的鱼雷艇带来勃勃生机。

未来船舶

自动化船舶

很早以前，造船工程师和船工就盼望着有这么一天：繁杂的人工劳动被机器代替，操作人员只需设计好航行路径，在操作台按动指令按钮，船舶就能自动行进、自动工作。

大家知道，现代船舶上有各种各样的设备，有引导航行的导航设备，有装卸货物的起降设备，有操舵、抛锚、起锚的设备，有作为动力的机电设备等等。在军舰上，还有各种武器装备。除此之外，还有不少用来通风、取暖、灭火、堵漏的设备。而这些设备的操作，均需花费大量人力。

为了减轻船员的体力劳动，从 60 年代开始，自动化船舶出现了。

自动化船舶上，遇到其他船只和暗礁时，能够自动改变航向，避免碰撞；船上的机械设备在无人操作时能依照人们预先的指令自动测量、调节，一旦发生故障，就会自动排除；航海荧光屏上，随时显示船位、航速及海上气象情况；自动启动发电机，自动开车、自动停车；当船体进水时，排水系统和堵漏系统自动工作；当出现火灾时，消防系统将根据火灾的不同而自动开启不同的灭火装置。除此之外，还有许多自动化设施，如冷藏室中自动开启制冷装置、自动通气，舱室里的自动报警装置。

自动化的核心是传感器和电子计算机及其他自动测量仪器，比如自动化动力操纵装置，将机舱内的设备控制系统集中到控制台上，操纵人员根据需要预先设定航向、航速及特殊情况下的应急方案，一旦机器发生故障，传感器将故障情况“感应”给计算机，计算机根据预先设定的应急方案，操纵机器采用应急措施。又如武器自动化系统，当雷达等测量设备探测到敌方目标后，计算机很快就可“感知”，极短时间内找出应急方案，命令导弹、鱼雷、深水炸弹、火炮等其中一种武器或几种武器进攻敌方目标。

自动化船舶的根本目的是减少船员，减轻船员的体力劳动，保证船舶航行的安全，进一步向无人船舶方向发展。

海洋能源船

大家都知道海洋能，那是一类包括波浪能、海流能、潮汐能、海水温差能在内的各种能量的集体。海洋能源船也就成了包括海洋波浪能船、海流能船、潮汐能船、海水温差能船的综合体。

海水温差能船是利用海域表层热海水与海洋深处冷海水温差来驱动机械工作，进而产生电能的船舶，大家知道，海水温差发电的概念早在 100 多年前就已经提出来了。1930 年，古巴在某海湾建造了一个海水温差发电的试验装置，该装置操纵简单，发电功率为 22 千瓦。不过，过去由于矿物燃料价格低，海水温差发电成本比火力发电成本还高，显示不出其经济上的优越性。近年来，海水温差发电再一次得到人们的重视。

按工作原理分，海水温差发电分成开式循环和闭式循环两种系统。

在开式循环系统中。把压力减小到 0.03 个大气压，使热海水沸腾（突然蒸发），其蒸汽驱动汽轮机，然后这种蒸汽在冷凝器中由冷海水进行冷却。循环往复，推动汽轮机运转，带动发电机发电。

在闭式循环系统中，蒸发器里的蛇形管内装着液态氨，从海洋表层泵入的热海水通过蒸发器，使管内液氨蒸发成氨蒸汽，驱动一个汽轮机，作功后的氨蒸汽进入冷凝器内的管中，再被冷海水冷却成氨液，氨泵把氨液泵入蒸发器内，再次蒸发，开始第二次循环，如此循环往复，汽轮机带动电机运转，发出电能。

现在，已建成了不少专门用温差能发电的海水温差发电船，发出的电可通过水下电缆向陆地输送，也可直接在海上制造工业产品或将所发生的电能储备在氨燃料电池中。

海洋波也是一种能量的载体。早在几十年前，人们就提出了海洋波浪发电的设想，日本曾在 70 年代末建造了第一艘试验用的波浪能发电船“海明”号，该船长 80 米、宽 12 米、高 7.8 米、重 500 吨，只安装 3 台涡轮发电机组，每组发电量 200 千瓦。目前全世界约有 400 个输出功率为 60 瓦的波浪发电装置用于浮标上。波浪能发电很简单，现就浮筒式波浪发电船的原理加以介绍。浮筒式波浪发电船的活塞门经缆绳系于海底，当浮筒随波浪上下运动时，由于阀门的作用，水被不断压向高压舱，高压舱中的水经喷管推动透平的叶轮，从而驱动透平发电机发电。

全世界有许多巨大的海流，蕴藏着无尽的能量，如加利福尼亚海流的流速为 2.2 万米/天。海流发电船的外形像一艘经过改装的驳船，通过系泊设备与永久性系泊浮筒联接，在船的两侧装有反应轮，海流使反应轮转动，驱动船上的发电机发电。

潮汐发电船与波浪、海流发电原理相近。

以上介绍的温差发电船、波浪发电船、海流发电船和潮汐发电船实际上就是浮动的海上发电站。但是，造船专家现在已作出这样的设想，既然海洋能源能发电，那么也一定能够成为船舶航行的动力。目前，部分国家已开始建造真正意义上的、能驰骋大洋的海洋能源试验船。

没有舵和桨的船

稍有常识的人都知道，只要是机动船，没有一艘是没有舵和桨的，民用船舶是这样，就更不用说那些为了军事目的的军舰了。因为，舵是保证船舶航行及军舰机动作战必不可少的工具。而桨呢？正像人们行走的一双脚一样，它正是船舶前进的“脚”。

应该承认，无论是在茫茫大洋还是在滔滔江河里，到目前为止，我们还远没有看到一艘既没桨又无舵的机动船。所以，当看到“没有舵和桨的船”这个题目后，人们不免会产生疑问，必然想问一问，是不是果真能造出这种既没桨又无舵的船。

在这里可以肯定地告诉大家，既没桨又无舵的船不仅能造出来，而且用作军舰后，作战威力将超过现有各种类型的作战军舰。

既无舵又无桨的船舶建造原理很简单，它就是我们在中学物理中学过的电磁原理。科学家们将这种即将在烟波浩森的大洋上出现的奇怪船舶称为“超导电磁船”。

萌生建造超导电磁船的念头始于本世纪 60 年代初。当时，科学家和工程师们对原有的排水型船舶和螺旋桨推进系统，以及柴油机和燃气轮机等推进原动机的巨大噪声怀着极端的不满，期望能利用电磁原理制造出一种推进效

率高、噪声小的新型推进装置。

科学家们的试验是成功的，一系列的试验结果表明，船舶推进系统正大踏步地向我们走来。1966年，美国科学家在威斯汀豪斯研究所进行了第一次电磁船模试验。接着前苏联、日本、前联邦德国等纷纷进行了这一试验。1970年，我国科学工作者也用一艘长3.59米的电磁船模进行了一次电磁推进试验，在试验中曾获得过0.65米/秒的航速。之后，各国科学家都在奋发努力，并取得了一些令人欣喜的成果。

不过，由于海水导电率很低，且电流在海水中传输易产生热损耗，一般的磁场根本产生不了多大的磁推力，只有强磁场才能提供推动船体运行的磁力。科学家们的试验表明，当海水中的磁场强度达到10个特斯拉时，电磁船才有可能与常见推进装置相抗衡，可常用磁体一般只能产生2个特斯拉的磁场强度，这样就减慢了电磁船降生的进程。

当科学走入80年代，超导技术得到了迅猛的发展，于是，电磁推进动力装置也获得了令人难以置信的发展。因为，超导电磁系统不需要铁芯、线圈内绕组的许用电流很大，故可降低能源损耗，从而获得极强的磁场。

超导电磁推进船舶其实并不复杂，简单地说，其原理是这样的：在船体底部设置超导电磁线圈，尔后在船体两侧设置若干电极，当超导电磁线圈通电时，就会在船体四周产生强大的磁场，此时，通电的电极板使船体四周的海水带上了电，产生了一种电磁推力，作用于海水。同样，海水也将给船体一股反向作用力，从而推动船体前进。

由于超导电磁军舰直接利用海水对船体的反向作用力，故船体本身无需运用螺旋桨推进。此外，由于电磁力的大小和方向与电磁场的方向与极板间的夹角有关，只要能够控制极板与线圈的夹角的大小，就可控制超导船舶航行的方向和速度。于是，超导电磁推进船舶也就无须运用船舵导向了。

由于超导电磁船型取消了螺旋桨和舵，故减少了水阻力和摩擦阻力，从而使船舶本身的推进效率提高20%~30%。这样，船舶的航行速度可高达100海里/小时以上。另外，由于电磁传播的速度相当于光速，故超导电磁船可以瞬时起动、瞬时停止、瞬时改变方向，进而使以超导电磁原理建成的船舶机动性大增。

1991年8月，世界上第一艘超导电磁推进船“大和一号”在日本神户港开始海上航行。“大和一号”用铝合金制造，并覆盖透明合成树脂，船长30米，宽10米，高2.5米，排水量185吨，最高速度每小时15公里左右，配备10位乘务人员。

可以相信，随着超导技术研制的日益深入以及超导电磁装置的日益完善，超导船舶遨游大洋的时代已经为期不远了。

超级船

这里所说的超级船，实际上就是造船工程师们为我们展现的21世纪的海上豪华巨型客轮。据专家估计，按照目前的发展趋势，到21世纪，将会出现10多条这类超级船，其中包括5艘7万吨级的巨轮。

目前，世界上已有几艘这类超级豪华巨轮，最先进、吨位最大的要数在加勒比海航行的“海上霸主”号。这艘总重达7.4万吨的船中之王，拥有一个五层楼高的内厅，内厅设置两个玻璃升降台，能接纳250人的游乐室设置

在距海面足有 12 层楼高的顶层。整艘客轮可供近 2300 名游客尽情享受海上旅行的无限乐趣。

造船工程师们认为，今后生产的轮船将是“海上霸主”号的两倍甚至三倍，网球场、沙滩、船体内港这些本来只能在陆上拥有的设施，都将“移植”到轮船上。这样做的最终目的仍然是为了增强游轮的魅力，吸引众多的游客去海上度假。

据报道，德国造船商已经结成了一个国际性的联合组织，开始研制一艘可容纳 5600 名乘客的超级船——“凤凰世界城”号，它的吨位相当于“海上霸主”号的三倍，其新奇之处在于延伸的船尾可以遮成一个港，供 4 艘 400 人的客轮或供应船停泊。饭店自然不可缺少，它由 3 座 8 层高的建筑物构成，其顶部高出船甲板达 1234 英尺，设计者专门设计了热带花园、公园、散步区、咖啡厅和带有棕榈树的小湖泊。此外，还有一块真正的沙滩。

当许多着眼于未来的新奇、巧妙的设计方案在欧洲纷纷问世的同时，日本的许多著名工业集团也在探索自己的巨型客轮制造方法。一个叫民帮·柯康的组织已与挪威的造船家联合建造了一种多功能的可容纳 3000 名乘客的 MACS 号航海船。这种船与“凤凰世界城”号有一个共同之处，它延伸的船尾同样巧妙地形成了一个内港。看来，这一点将是所有超级船的一个共同特点。

有消息说，法国已经设计出了一种海岛船。顾名思义，海岛船如同悬水小岛一般，它的显著特点一是形体庞大而且不再是通常见到的头尖尾平的狭长型，而是不规则的圆型；二是船上的建筑物酷如自然，难见人工雕琢的痕迹，旅游者置身其间，仿佛在真正的海岛上一般。在船上岛形的平台甲板上，有一个被旅馆环绕着的湖，还有摩托艇码头，至于网球场、风景区、商业区、花园和游乐场等设施更是应有尽有。此外，海岛船的平台下面还悬挂着小船，供人们出“岛”旅游。

可以预料，超级船之间的相互竞争，必将会刺激超级船的不断改进和发展。

可爱的袖珍船

可以这样说，不论是过去、现在还是将来，都不会出现比这艘船还要小的船了：在岸上可以一个人扛上肩，在水中它仅能乘一个人，还得站着。

至今它还没有一个正式的名称，以它戏水的人常常将它称之为“水鞋”，因为在茫茫大海中，它实实在在像一只鞋。

“水鞋”的甲板呈椭圆形，只有一张写字桌那么大，几乎贴着水面，它的甲板是水密的，上面既没有舷墙，也没有舱室，只有两个系船环，光溜溜的留不住一点水。因此，即使波浪将它覆盖，也不必担心沉没。

也许有人要提出这样一个疑问：“水鞋”太轻、太小，人又站着，重心很高，极易船翻人亡。其实，这个问题在“水鞋”设计之初就已经解决了。

“水鞋”的设计者们将“水鞋”的重心设计得很低，把横截面设计成 T 字形并在下端加放固定压载，这样，整艘船——“水鞋”的重心就很低了，根据物理学理论得知，共稳性就大大增强了。

“水鞋”船体极为独特，“水鞋”的推进方式也很独特。“水鞋”的驾驶者既不摇橹也不划桨，而是双手各拿一根独特的滑水杖，快速用力地向水面撑去，靠其产生的反作用力推船前进。

滑水杖与滑雪杖相类似，不少人认为滑水杖的发明受到了滑雪杖的启发，不过，由于水面是液体，故滑水杖的设计更为精巧。它的下端像滑雪杖一样也有一个圆盘，为使滑水杖离水时圆盘不致带起很多水而产生阻力，圆盘背面应是倾斜的，而另一种滑水杖更为独特，像鸭蹼划水一样，撑出去时迎面积增加，收回来时迎面积缩小。

“水鞋”正在受到航海爱好者的喜爱。1978年秋天，有个美国航海爱好者自制了一只“水鞋”，从英国多维尔出发，横渡了英吉利海峡。

