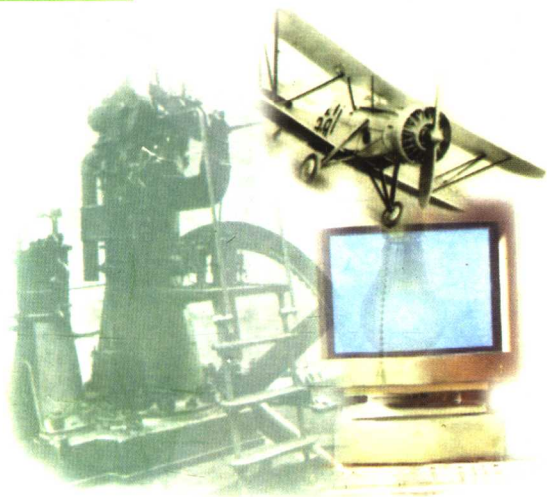




工业**创造与发明**系列 22



船舶

章志彪 张金方 主编

中国建材工业出版社

世界科技全景百卷书 22

· 工业创造与发明系列 ·

船 舶

编写 王光明

中国建材工业出版社

目 录

早期的水上运载工具

- 最原始工具 (1)
- 最早用篙来开船 (3)
- 让我们荡起双桨 (4)
- 大海航行靠舵手 (5)
- 鱼儿的尾巴变成橹 (7)
- 顺风扬帆启航程 (8)
- 导航设备指南针 (11)
- 远方的灯塔 (13)
- 水密隔舱好办法 (15)

船舶略览

- 现代轮船的始祖 (17)
- 舫船与联环舟 (19)
- 桨轮船问世在中国 (21)
- 端午节赛龙舟 (24)
- 郑和下西洋 (25)

轮船时期

- 船舶的飞跃发展 (27)
- 发明轮船 (35)
- 发明电动船 (41)
- 利用海浪动力 (43)
- 装上“翅膀”的快艇 (44)

形似飞机的冲翼艇	(46)
海上连理枝	(47)
长着“大鼻子”的船	(49)
未来海运超导船	(50)
海上巨无霸	(51)
常规潜艇	(58)
核潜艇	(62)
战列舰	(66)
巡洋舰	(72)
护卫舰	(78)
鱼雷快艇	(82)
未来船舶	
自动化船舶	(87)
海洋能源船	(88)
没有舵和桨的船	(90)
超级船	(93)
可爱的袖珍船	(94)

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。正如南宋周去非在所著《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飞箭一样快捷。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同，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。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,至今仍是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,但对被誉为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,船舶一旦行人茫茫大海,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 1430 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，而这样一支庞大的船队同样是采用“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，能够看到水天线和太阳，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