

中世纪欧洲造船和航海技术

作者：小津安二郎时间：2002-7-25

中古前期独领风骚的北欧造船技术

中世纪时代，欧洲人的造船技术分为南北两种风格。中世纪前期，以北欧人的造船术最富特色。

北欧地区水域宽广，居民们很早就建造了船只作为水上交通工具。考古学家曾在丹麦发现了许多属于青铜时代的船只的图画。这些图画有的刻在岩石上，有的刻在武器上甚至男子的剃须刀上。画中船只船体较长，船首十分高大，类似天鹅颈状，上面还刻有各类动物头像，船只中央画着一株竖立起来的树木。在日德兰南部的约尔斯普林沼泽地区，发掘了一只大约建造于公元前后的船，与青铜时代的图画船颇为相似。船身细长，长达 42 英尺，结构精巧，宛如一艘竞赛快艇。每块船板都很窄，不用钉拢，而是合了缝之后再绑缚在骨架上。中世纪早期，北欧船又有一些新的发展。1863 年，在丹麦的尼达姆地区发现了两艘大船。其中一艘现存石勒苏维格的一个博物馆里，船长 60 多英尺。此船已显示了北方船不同于南方船的三个特点：

1.船板“塔接”法（Clinker—built），即船板相叠而成，而地中海船舶是“平接”（cravel—built），船板合缝拼平，所以表面光滑。

2.尼达姆船是“双头”，即船首和船尾都高昂，造型没有什么区别，而南方船只的头尾很不一样。

3.无甲板。船主要靠桨来推动，还没有桅和帆。此船略带圆形，只有一个粗糙的龙骨。

8 世纪，维京人的船开始发展为帆船。在瑞典果特兰群岛上所留下的一系列这个时期的雕刻中，已发现帆不是一小块布，而是满面的方帆，帆面还涂有红蓝等条状色带，成为一种夺目标识。帆的下底系得很松，没有置一根横桁。从 8 世纪末开始，维京人驾驶着帆船向各个方向的海洋推进。他们迁徙的范围很广，是当时世界上优秀的航海民族。在英格兰他们被称为丹麦人，在法兰克、意大利他们被称为诺曼人，在罗斯、爱尔兰他们被称为瓦兰几亚人。他们还敢到远海去冒险，航迹往西达到了冰岛、格陵兰岛，公元 1000 年左右他们甚至到了北美洲的陆地上。毫无疑问，他们的大规模航海活动是与具有先进的造船及航海技术相联系的。

已发现的一些船体很能说明维京船的特点。典型的是挪威的两艘船。一艘是 1880 年在挪威的戈斯塔德找到的。另一艘是 1903 年发现于挪威的奥塞伯格。两地都在奥斯陆附近。据鉴定，奥塞伯格船建造年代约 800 年左右，是一艘长型船，长 21 米，宽 4 米，船身只有 1.5 米高，因而是干舷低、吃水浅，适宜于在近海水域中航行。戈斯塔德船则是一艘典型的战船，宽度虽与奥塞伯格船同样，但长达 24 米左右，深 2 米左右。后来在丹麦哥本哈根北面的一河口处发现了 5 艘双艏船，年代约为 10 世纪，船上装满了石头等物，据分析是有意沉下封锁水道以防入侵者。虽为同一船型，但式样、体积及年代都各有不同。其中的大船肯定是帆船而非划船，吃水深，船舷较高，可能是运兵船。

根据各种船体材料分析，诺曼人的船只大约有如下特点。这些特点大多是在前述尼达姆船时代形成的，也有部分是在 9 至 12 世纪间进一步发展而新出现的。

1.船体为长船状，但中部要比南方地中海的长船宽得多，船的头尾接近对称，

都呈尖翘状，离海面很高，称为双头船（double—ends）。整个地看船身，为平滑弯曲的线条，从高船首到中间的近乎圆形再到高船尾，曲线很优雅，头尾都似蛇龙昂头，遇到危险时还可将头尾去掉。

2.动力以扬帆为主，兼以划桨助推。“有一根或者最多两根张着纵帆的桅杆”，桅杆一般立在中心处，如戈斯塔德船桅杆就树立在中心处一块形状象鱼的坚硬石块上，并有支桅索。为了抗击北部海域上的大风，维京人船上设置的大方帆（单帆）一般都用皮革制成，或用加进了皮革条的布制成。船上还设计有帆脚索，可以牵动帆顶风的那一面，使船在横风的情况下仍能顺风航行。专门设有固定船桨的装置，如戈斯塔德船每侧均有 16 个桨洞，从船舷的上边穿下，形似锁孔，扬帆不用桨时，用滑动的形似梭状的木栓将桨孔盖住，以使水不进入。桨片上也置有盖板，划桨时将盖板撤走。

3.船底及外壳板的构造比较独特。船底有龙骨，肋骨横接其上时有平斜两种方式，因此出现了龙骨似乎看不见的平底船和龙骨凸出的尖底船两种船型。两种船各有用途。尖底船瘦削，耐波性好，这是北欧船优于地中海船之处，是诺曼人的主要船型。但平底船易于登沙滩，适合于诺曼人侵入别地时涉滩深入内河，故也很多见。外壳船板用塔接方法连成一体，如戈斯塔德船用的就是每块都有 41 厘米厚的橡木板。最下面的 8 块船板均用绑扎方法固定在肋骨上，而不是用铁钉闷钉，因此增加了弹性和灵活性，减少了船在海上所受到的压力。船仍无甲板，所以诺曼人的航行基本上是处在露天无遮拦的状况之下，据说 1066 年诺曼底的威廉征服英格兰时用的就是这一类船。前述哥本哈根 5 条船中一只大船船舱就是空敞的。

4.使用舵桨。舵桨很长，安装在船尾的右侧，一直伸到龙骨底部之下，可以保持稳定。舵桨靠摇动右舷上的舵柄来控制，故而导致了用“船舷”（steer—board）一词来表示船的右侧。

按照恩格斯的说法，正是诺曼人的船只（主要应该是尖底船）给航海技术带来了一场全面的革命：“他们的船是一种稳定的、坚固的海船，龙骨凸起，两端尖削，他们在这种船上大都只使用帆，并且不怕在波涛汹涌的北海上受到风暴的突然袭击。……而诺曼人则乘这种船进行了海盗式的探险，东面到达了君士坦丁堡，西面到达了美洲。这种敢于横渡大西洋的船只的速成，在航海业中引起了全面的革命，因此还在中世纪结束以前，在欧洲所有沿海地区就都采用新式尖底海船了”。

12 至 14 世纪里，以维京人船为代表的北方船又有一些新发展。首先是船尾舵的出现，取代了过去的舵桨。关于尾舵及连用舵柄的最早图画，发现于一个 1200 年的英国城市印章里，它表明最初的尾舵是弯曲的，以适应船尾曲线。后来船尾成了直线型，尾舵也随之改进，一个 1242 年的德国北部印章表明了这一点。尾舵使用有助于船向风行驶，加上船体加深，船在逆风情况下可以斜向航行了。其次是维京船的低干舷也在 1100 年后发生了变化，即在船头和船尾都建立了上层结构，称之为“堡”（castle）。“堡”原出于军事目的而建。那时海战船靠得很近，头尾堡可在敌人登上船腰时起一定的防卫作用。后也扩及到了商船。船上有这种高层建筑，给人一种外观“头重脚轻”之感。为此，船首甲板（forecastle）实际成了船头的“水手舱”。再次是北方商船的出现和演进。北方商船称为“诺尔”船（knorr），船身比长船宽、深，是北方最早能利用逆风的船。14 世纪时，诺尔船发展为标准的商船，其型式统治了北欧达 400 年之久。北方闻名的“科格”船（cog）实际上也是其翻版。科格船有名副其实的船尾舵来控制方向，有一个

长长的伸向前方的船首斜桅，挂方帆，船体特别坚固。1400 年左右，在科格船的基础上，北方又出现了更大的“霍尔克”船（holk）。

南部欧洲的造船技术

欧洲南部的造船历史可溯源于接受过地中海东岸文明的克里特人。公元前 2 世纪中期的克里特帆船两端起翘，单桅，悬一方帆，这是以后几千年地中海的基本船型。差不多同时的希腊迈锡尼文明遗址中，也发现有带树木的船只图画。这种树木可能兼有桅和帆两重作用。在整个古希腊罗马时代，造船业无论是战舰还是商船，都在埃及人和腓尼基人技术的基础上有新的发展，基本形成了“长船”（galley）和“圆船”（roundship）两种船式。

长船原是一种敞开甲板的船，长约 30 米，靠单层划桨共 50 只推进。到前 480 年希波战争中的萨拉米海战时，希腊战船长者达 45 米，舷外装有桨架，使船的宽度达 6 米。有 2 至 3 层长度不同的桨。再到后来，长形船发展为有完整的甲板和撞角的大笨船，称为“五力船”（quinquiremes），指船有 5 层桨片。长船上装有桅，但帆只在顺风时偶用。作战时划桨更重要，可控制速度、掌握方向，不受风力、风向所局限。长船长且狭，空间过小，不能储存水和食物，也不能载货，一般只用于军事。

圆船则大多作商业用途。圆船长宽之比约为 5: 2 亦有稍长些的。吃水比长船深，尾高首低，上甲板两侧成格子状。起初它仅有一桅一帆，后到公元前后，船首另加一小桅小帆，有时还有二面三角形的小上顶帆。或有一大桁在船头斜伸前方成一陡角，上挂一小方帆用以控向。帆之升降索也成为桅杆的辅助性支柱，沿船两舷贴有一厚带来代替绑索。这种大船笨拙，主要用帆来推动，虽然不能顶风走，但能将帆转向而利用船尾 45° 角以内吹来的侧风。此外也须划桨助力，需用船尾两侧舵桨控向。圆船载物多，如罗马运谷物的船体积就较大，长有 27 米，宽为 9 米，运载能力载物为 250 吨，载人达 300 乘客。

中世纪时，南欧船既继承了古代地中海船型的传统，亦受到了同时代阿拉伯船只的影响。其主要特点是船的外壳板合缝平接，并用铁钉钉在肋骨上，缝中填以沥青等物，船面光滑，船上有甲板。但各国各时代的船各有特点。

9 世纪左右，拜占廷人建造的平滑船体的船，使用新式大三角帆装置（接受阿拉伯人技术），船能在风向的 60° 角内行驶。船的圆体形状、平滑表面均减少了船身同水的磨擦，使这些庞大的船有一个很好的航行质量。船在不太需要关心风向的情况下仍能基本按预定方向行驶。这类船在随后的二三个世纪里越来越大、越笨重，称为“内夫”（nef）船，有 2 至 3 桅，都采用大三角帆装置，排水量超过千吨。意大利船两头都有船楼。中世纪盛期，一种结合了长船和帆船特点的称为“泰里达”（tarida）的船舶广泛使用。之所以要结合长船特点，是因为商用帆船上还得对付海盗们的进攻。用水手，既能在无风的情况下行驶，也具有一定的战船功能。

12 世纪中期，热那亚船有两层甲板，13 世纪后期出现 3 层甲板。二桅，前桅略高、略大，挂三面大三角帆，后帆挂两面三角帆。最好的桅，用的是热那亚或马赛所产的硬质的棉或麻帆布。13 世纪中期，有些地中海船只长达 30 米。控制方向的装置是侧舵。侧舵有一对，安装在船尾附近，两侧各一。14 世纪时，地中海船只也开始用船尾舵。同时，北方式的科格船大约也在 13 世纪里开始出现在地中海。14 世纪初，意大利人已广泛造用这种单桅大船来装载远航货物了。

14 世纪末以后，南北船特点开始混合，产生了一种新的大型船只“卡拉克”（carrack）船。此船后来成为西欧远洋航船的最初式样，也是西方世界在大帆船时代（16—18 世纪）到来之前的最典型船只，既可军用更可商用。据说，南北特点的混合源于十字军时代，因为那时各国的十字军都有机会观看别人的船型及其建造方法。北方的船上装置技术，如固定船舱、单面大帆，南方的船体构造技术，如甲板、平接船板技术，都被视为长处而结合在新型船只中。卡拉克船最先出现于威尼斯、热那亚和西班牙等地，船体既深且宽，有一个很高的船尾，巨大的前船楼凸出了船头，船身平滑，整个侧形颇似过去的北方船，有一条优雅的圆弧形线条。船舵已不再在一侧，而是安装在船体中心线上。

15 世纪后，卡拉克船从一桅一帆演变成为三桅大船。三桅是前桅（foremast），较矮，主桅（mainmast），较高，以及后桅（mizzenmast）。最初，前桅挂一大三角帆。后来，在船首置一杆后送，上挂一方形斜杠帆，这就可使前桅后移并增加高度。后又增加了一些横桅索来做辅助用途，增加梯索（系于横桅索上）取代了以往用于攀缘桅杆的木梯。在行驶过程中，由于感觉到驾驭大帆太累，结果导致了一系列小帆的使用。先是有些大船在主桅上挂三面帆，从下到上依次为主帆（course）、顶帆（topsail）和上桅帆（topgallant），后来船的每桅上一般都有三截帆。也出现了四桅船，前桅挂若干方形帆，后三桅则挂大三角帆。后来还发明了一些缩帆的方法。方帆不再象以往那样靠收帆来减小帆面，而是用一块块小旗似的帆布系上，不需时解开带子拿走就行。微风时如需增加帆的面积，也用一些窄布条系加在小块帆布上。15 世纪时，装有帆桅装置的卡拉克船一般长度 24 至 27 米不等。三桅多帆的卡拉克船，奠定了 16 至 18 世纪大帆船时代船的桅帆装置的基本样式。

葡萄牙船则是轻便的“卡拉维尔”（caravel）船。它起源于一种叫“巴尔卡”（barca）的渔船，此种渔船仅有 20 至 30 吨。卡拉维尔船之深大约不如卡拉克船。它更多地使用前后三角帆，使船能行驶横风。这两种帆结合使用能够有效地改变风向。一种装置方法是前桅、主桅用方帆，主帆上有一方形上顶帆，后桅上挂一高的大三角帆。挂方帆是为了顺风行驶，挂大三角帆则是为了抢风调向。还有一种卡拉维尔船，全都用大三角帆。航海家亨利五子晚年所用的帆船，是一种特殊的三桅杆带尖形体所谓斜帆装置的船只。帆为三角形，或者其上半部为三角形，一般都安装在与龙骨平行的位置上。葡萄牙船航速很快，顺风时每小时可达 22 公里。船轻巧且易于操纵。逆风时能向风曲线前进，一会把一侧船舷转向风，一会又把另一侧船舷转向风，走之字形路线。

卡拉克和卡拉维尔这两种新式船，虽然船型迥然相异，但都适宜航海，能去任何地方。哥伦布航海船队中的“品塔”号（Pinta）和“尼娜”号（Nina），就是轻型平底的卡拉维尔式船，而“圣玛丽亚”号（Santa Maria）则是装置完善的卡拉克船。达·伽马 1497 至 1499 年开辟印度新航路的船只，在体积和形状上也与哥伦布船相差无几，基本上是这两种船型。

不过，不论是哪种船，中世纪欧洲船的吨位一船都不大，船体远小于中国船。北方船更小，南方地中海船稍大。1066 年诺曼底人渡英吉利海峡所乘的船，每只载重不过 30 吨。14 世纪初，英国船只平均载重为 200 吨，最大的船也不过 300 吨。而威尼斯在十字军东征时所提供的船只平均能载运 500 多吨。14 世纪以后，威尼斯开始建造商船队。其船为长船形，吨位原为 100 吨，后达 300 吨。而 15 世纪时热那亚的卡拉克船中竟有达到甚至超过了 1000 吨的。14 世纪初，一艘普通汉萨商船的吨位大约是 75 吨。1440 年时，汉萨商船主要是霍尔克船，平均

载重大约为 150 吨。三十年后，汉萨船队中出现了“卡维尔式”（carvel—type）快帆船，其平均吨位在 300 吨左右。在法英酒类贸易中，15 世纪早期没有船能装载 100 吨以上的酒。但到这个世纪的中叶，来自波尔多的船只平均可载 150 吨，少数船还可装运 500 吨酒。在威尼斯，1450 年左右，超过 200 吨的船被看成是大船了，但对随后的大多数科格船来说，400 吨只能算是一个普通吨位。16 世纪中叶，威尼斯的卡拉克船中很有些达到 600 吨甚至 700 吨。葡萄牙的船只在 1450 至 1550 年间，平均吨位至少翻了一番。从事波罗的海谷物贸易的荷兰人，15 世纪里用的有几种船。没有龙骨、圆形船身的霍尔克船吨位从 200 吨到 400 吨不等。长型中底的快船吨位则从 250 吨到 500 吨左右。不能简单地以船的大小来判断船的航海能力，因为哥伦布和达·伽马他们在进行远洋航海时，各自所乘的旗舰也不过载重 150 吨左右。航船的耐波性和续航能力也非常重要。当然更重要的是航海（主要是导航）技术。

中古欧洲航海技术的进步

从古代开始，欧洲船一般都是沿岸航行。这样一来，沿海水域就比较繁忙，而且沿岸海域暗礁浅滩等航行障碍物也比较多。为帮助船员辨认船位、航行顺畅，许多人造设施如灯塔、航标灯等航路标志便设立起来。在西班牙的拉科尔纽，至今还留有大约在三千年前建造的灯塔。

中世纪盛期，地中海各城市的商人船只大多还是沿岸航行。从西地中海沿岸出发的商船，一船都是沿意大利半岛南行，通过墨西拿海峡，再环绕希腊半岛，沿干地亚北岸驶向罗得岛和塞浦路斯，再直航到叙利亚海岸，尔后沿岸南行到达提尔和阿克尔等地。那些从西北欧来的船只，在通过直布罗陀海峡后，也不是向东直航，而是沿着西班牙、法国和意大利的地中海海岸作迂回航行。总之，没有一个船主敢冒险出海到望不见陆地的洋面上去，因为他们认为，那碰到暗礁和浅滩的船难危险，总不如沉没在大海里的可怕。不敢穿洋直航，有三个原因：一是怕迷失方向；二是害怕远洋中的风暴；三是害怕遭到海盗袭击。但归根到底还是第一个原因。因为在导航技术进步了的后一时代，虽然仍有第二、三个原因的存在，但船只却敢作穿洋航行了。

因此，在远洋航行中，确定船只的方位是第一位的。这在西欧有许多经验型的作法。同阿拉伯的“卡玛尔”、中国人的牵星术一样，欧洲人很早也知道了测量天体角度来定位的原理。古代希腊人称之为“狄奥帕特拉”。中世纪早期北欧海盗通常也这样做。他们在航海中可以利用任何简陋的工具，哪怕是一只手臂、一个大姆指，或者一根分节的棍子都行，来使观察到的角度不变以保持航向。约在 1342 年左右，这一原理用到了地中海的航海中。这里的航海家使用一种很简单的仪器来测量天体角度，称之为“雅各竿”。观测者有两根竿子在顶端连接起来，底下一根与地平线平行，上面一根对准天体（星星或太阳），就能量出偏角。然后利用偏角差来计算纬度和航程。

比雅各竿要先进一些的是十字测角器（crossstaff），其应用大致是中世纪后期的事。观测者将竖杆的顶端放到眼前，然后拉动套在竖杆上的横杆（或横板，一般也有好几块），最后使横杆的一端对着太阳，另一端对着地平线，这样就得出太阳的角度。另一个更先进的观测仪器是星盘（astrolabe）。据说哥伦布航海时就带了这两种东西。星盘是一个金属圆盘，用铜制成，上面一小环用作悬挂用。圆盘上安一活动指针，称照准规（alidade），能够绕圆盘旋转。照准规两端各有一小孔，当圆盘垂直悬挂起来时，观测者须将照准规慢慢移动。到两端小孔

都能看到阳光（或星光）时，照准规在圆盘上所指的角度也就是星体（或太阳）的角度。这种星盘虽然在中世纪后期才普遍应用，但实际上 8 世纪法兰克著名文学家圣路易就已在祈祷文中进行过描述。

确定纬度是比较成功的，但确定经度却非常困难。因此，“纬度航行”的方法在西欧也很普遍地采用。早期的北欧海盗虽然还没有纬度的概念，但也已懂得利用天体偏角原理，把自己置于与目的地相同的纬度线上，然后保持在这条线上航行，直到目的地。这一方法沿用至 15 世纪都没有多大改变。甚至连哥伦布的西航也采用了这一方法。他先南下到自认为与印度相同的纬度后，再直线往西航行。

除利用日月星辰等天体现象导航外，风向也是帮助确定航向的重要方向标志。在古希腊人那里，“风”与“方向”是一个同义词。他们为四个主要风向取了名（东、南、西、北），还标出了另外四个次要风向。现存于雅典的八角形风塔，建于公元前 2 世纪，今天仍能指出八个风向中每一个风向的生动特征。希腊人还懂得利用印度洋上的季风来进行航行。著名的印度洋上 6 至 10 月间的西南季风称为“希帕路斯风”，正是因为一个公元前 1 世纪的希腊航海家希帕路斯曾说明可利用这一季风驾船从红海到达印度沿岸。

指南针时代到来前，几乎全欧洲的航海者都认为“方向”就是“风向”。虽然日耳曼人并不很正规地只标出四个主要风向名称，但用标有 4 个、8 个、甚至 12 个风向的“风向蔷薇”卡片来导航，却在西欧非常普遍。同样，对风的崇拜程度也不亚于东方，连圣母都成了“顺风圣母”。

欧洲北部的北海和波罗的海水域，则更多地利用地文导航。早期的北欧海盗在航行时，船长是十分熟悉海面和海中自然物的，如鸟类、鱼类、水流、浮木、海草、水色、冰原反光、云层、风势等。9 世纪时，北欧著名航海家弗勒基，还曾从船上放出一头渡鸦，引导他到了冰岛。

西北欧沿海大陆架形成的浅海非常宽阔，海员们便主要通过了解海水深度及海底状况来找准航向。他们用铅和绳来探测海底，用一块涂上动物油的铅块放到海底来测水深，同时从海底取出沙泥样品。既使是指南针出现后，西北欧洲的海员们还没有抛弃这种传统测量方法。现存最古老的一本英国航海指南（15 世纪中期），指导英国海员这样从西班牙返回英国的布里斯托尔：“当你们离开菲尼斯特雷角（西班牙）时，可定东北航向。如果你们估计已完成了三分之二的航程，那么你们应该向北偏东航行，直到进入浅水处。如果你测出水深为 90 至 100 英寻，那么应继续北航，直到水深 72 英寻的淡灰色沙层为止。这就是克利尔角（爱尔兰）和锡利群岛间的海角。然后向北，直到测出淤泥，再向东北或东偏北航行”。

真正改变欧洲航海水平的还是指南针的应用。指南针约在 12 世纪里传入欧洲。李约瑟认为，中国的磁罗盘先由陆路传到西方，后来又由欧洲的航海家改造成“指北”方向。欧洲记载中第一次提到指南针，是巴黎大学的学者亚历山大·内克姆。他在 1180 年左右的一篇文章中说：“在阴沉的天气或晚上，当水手们不能看清太阳，也不知道船首驶向何方时，他们就把针放在磁石上，针便旋转到指向北方而停住”。但欧洲人最早使用指南针的时间，应该比这更早一些。一般认为大约在 1150 年左右，意大利人开始在海船上使用指南针。

欧洲最早的指南针是磁罗盘蔷薇，类似于以前的风向蔷薇，但标有 16 个或 32 个方向点。罗盘卡起初是圆形的，刻有风向蔷薇图案，平放在桌上。旁边放有装满水的碟子，一根简单的磁针放在一小木片上浮之于水面，领航员不断根据磁针所指而转动卡片。后来，又把针附在卡片之下，卡片随指针浮动而转动，这

就能始终显示正确的方向。到 1250 年左右，航海磁罗盘已发展到能连续测量出所有的水平方向，精确度在 3° 以内。

但磁罗盘并不很快地为欧洲人所普遍接受。由于人们还无法科学地解释指针为什么能“找到”北方，因而很具有神秘色彩，一般的航海水手都不敢使用。那些大胆而又谨慎的船长也只敢暗暗地使用，把它装入一个小盒内，不让别人看到。因此，指南针在欧洲广泛使用，是 13 世纪后期的事情。

使用指南针前，地中海航行因为气候关系而大受局限。每年的 5 至 10 月是天气晴朗的季节，海上盛吹着北风和西北风，利于船只从西北的意大利向东南的埃及航行，但对从埃及返航的船只就很困难了。航船先要绕道到塞浦路斯，再折向西行。而在所谓“天气恶劣”季节，即每年的 10 月到第二年的 3 月，虽然仍有顺风，但海上阴沉多云，海员不容易辨别方向，航船只能停泊。意大利城市大量记载了冬季停航的情况。往地中海东部去的船队，一般每年只能往返一次。要么是在复活节前后离开威尼斯，在多云季节来临前的 9 月份赶回来。要么是在 8 月份离开威尼斯，9 月份抵达目的地，然后在那里过冬，次年 5 月返回威尼斯。实际上，这些商船一年中有一半时间停航。

指南针的使用，大大改变了地中海地区的航海形势。阴沉多云的天气虽然存在，但再也不是航海的障碍。全天候航行成为可能，越洋跨海的航行也成为可能。而且，有正确航向的越洋航行，也使航程大大缩短，节省了许多时间。到 13 世纪的最后二十五年里，一艘船完全可在一年中绕地中海两次环行，甚至在冬天里也能开船。到 1300 年，意大利船只可一年四季都在海上航行了。

与此同时，其他一些航海仪器也相继投入使用。如测量船体运动速度的“水钟”（waterclock）采用后，便可以计算航行的距离。有系统的航行方向记录，也有为航海而编制的三角函数表，还有将尾舵安置在船的中心线上以控制方向的新技术，等等，这就使航海家们特别是意大利商船能及时标出其所在的方位了。

15 世纪，葡萄牙人在航海技术的提高方面又做了一些新贡献。1420 年后，葡萄牙人开始在西非进行探险活动。相对以往的航海活动来说，葡萄牙人的这一航海活动面临着两个新的难题。一是中部和南部大西洋是一个完全陌生的海域。二是向南航行后，天体现象发生了重大变化。大西洋洋流和磁场的变化，使航海家们经常搞错方向。对此，航海天文学家积极寻找解决问题的办法。从 1450 年起，他们用象限仪测量了一颗星体的中天高度。船只南行越过赤道、北极星已不可再见后，他们便测量太阳的子午线顶垂线，这样及时校核已计算出的南北方位。同时，水文部门也提供了航海图、仪器、星表、航行方位图等充足的资料供航海家们使用。这样，南航便能顺利地进行。

欧洲的航海者从很早起就注意搜集航海资料。大约在公元前 6 至 5 世纪时，有些海员就把地中海的一些路标、海岸特征，以及有用的经验记载下来。这种记录称为“环航”，后人称之为沿海领航。其中最早的一部是公元前 6 世纪西拉克斯所作。他在航行日记中详尽记述了地中海的各处危险海域和航道，记载每次航程在风向和天气良好时所需要的时间。譬如他记载道，“由海格力斯之柱（即直布罗陀）到塞尔内岛，全部沿海航程需要 12 天。塞尔内岛以外的海域内有浅滩、淤泥和海草，不再适合船只航行。这种海草有一手掌那么宽，顶端锐利刺人”。不过，这些古代的航海指南主要是文字记录。由于绘图技术还不发达，更由于航海者往往出于商业竞争需要，对航道要保守秘密，因此，直到 14 世纪以前，欧洲都没有一本航海图留传下来。

大约从 1300 年起，欧洲出现了“第一批真正的地图”即地中海沿岸航海图。

这些海图在意大利常常被称为“港口指引”或“指南手册”，提供了许多详尽的航海资料。这些资料直到16世纪时还成为地图学家们的可靠资料来源，甚至还曾是荷兰航海人员的航行指南。

现存的这些14世纪地图中，最著名的是《加泰隆地图集》。这是一个叫亚伯拉罕·克雷斯克斯的犹太人为阿拉贡国王绘制的，现存于巴黎国家图书馆内。它将自东向西的世界中心地区（自印度至西班牙）绘成12幅地图，装订在木板上，可以折叠展开，基本上是一本沿海航行地图集，参照了世代航海家们所记录的无数资料，比较准确地绘出了黑海、地中海和西欧海岸。而且东边也第一次把印度当作一个巨大的半岛来表示，西边也显示了当时还不大为人们所知的“西方海洋”（即大西洋），这确是一大进步。

中世纪欧洲较为典型精确的沿海航行图，其特点是表示了风向与气候关系的几何图形，形状恰似蔷薇花。海图上一般有一个中心点，周围有一个圈，圈内又有8至16个点，每个点都有不少线条向四处放射。这些射线既显示了风向，其中许多实际还标志着航线。这些海图在宏观上有实用价值，但难以确定船在航行过程中的具体方位。而且，这些图大多为手工绘制，没有一幅图是相同的。因此，到15世纪时，随着托勒密地理地图学说被欧洲人所重新认识，航海家们很快就采用纬线与子午线坐标系来绘制海图了。加上印刷术的应用，标有方向线和距离的几何结构海图，开始在欧洲广泛流行。

主要参考书目：

1. 《丹麦王国史》
2. 《工业革命以前的欧洲经济和社会》
3. 《世界探险史》
4. 《黄金时代的安特卫普》
5. 《发现者》