



“十五”国家重点图书

环中国海沉船

—— 古代帆船、船技与船货

吴春明 / 著
江西高校出版社



海洋
中国
与世界

丛书
杨国桢
主编



15865.34
1
2

环中国海沉船

——古代帆船、船技与船货

(中)

吴春明、著

江西高校出版社

“十五”国家重点图书

杨国桢 主编

海 洋
中 国
与
世 界

○ 定量航海时代

唐宋元明的远洋帆船上，行船设施与风帆技术出现了更进一步的改进和提高，碇锚、平衡舵、帆橈等都产生了不同程度的新形态、新技术和前所未有的新规模，船舶离岸定位导航进入了精确的量化阶段，成为大航海时代远洋航海技术综合提高的一个反映。

一、爪锚与平衡舵

汉晋间中国东南沿海的早期越洋海舶已经从重力碇泊发展为木石结构的碇锚。这种由二枝木爪加一重石横杆的木石结构碇锚在汉唐宋元间的相当长一段时间内是主要的碇泊工具，实际上是从重石碇泊到爪锚拉力碇泊发展史上具有东方海洋文化特色的过渡形式，是环中国海古代帆船文化内涵的重要特征之一。而唐宋元明时期的新成就就在于这种木石结构锚碇的进一步完善，并在元明间发明了四爪铁锚，且在明代代替了木石结构的碇锚。

《宣和奉使高丽图经》卷三十四“客舟”载：

“船首两颊柱，中有车轮，上绾藤索，



其大如椽，长五百尺，下垂砣石，石两旁夹以二木钩。船未入洋，近山抛泊，则放砣着水底，如维缆之属，舟乃不行。若风涛紧急，则加游砣，其用如大砣，而在其两旁，遇行则卷其轮而收之。”^①

这非常清楚地说明唐宋时期木石结构碇锚的使用情况。在我国东部沿海到日本、菲律宾的宋元沉船遗存中，这种木石结构碇锚已经发现很多。《元史》卷九十八“兵志”记载了至元十八年（1281年）元军第二次攻打日本，数千艘来自江南“新附军（南宋降军）”的战舰在日本西南九州海域遇飓风沉没的事件。1974年以来，在日本九州西部的长崎县北松浦郡鹰岛海域发现了这次海战的元舰沉没地点，先后打捞出来的二十多件元舰碇锚全部都是前述“石两旁夹以二木钩”的木石结构碇锚，而无其他形式的锚具。^②九州西北的福冈县是中国唐宋使、商船抵达日本的重要登陆上岸地点，1931年以来在福冈县博多湾沿海先后发现一批唐宋元时

① [宋] 徐兢撰：《高丽图经》卷三十四，江苏广陵古籍刻印社，1995年版。

② 鹰岛文化财调查报告书第2集：《鹰岛海底遗迹Ⅲ》，长崎县鹰岛町教育委员会，1996年。

期沉船的线索，其中仅碇石就发现了近 40 件，被称为“蒙古军船碇石”，有趣的是这些碇石也都是前述木石结构锚碇的石锚担。^① 实际上，在我国东南沿海和东南亚的宋元沉船中发现的碇锚也是属于这一类型的，泉州法石宋元沉船的碇锚就是长 2.31 米、宽 0.30 米的花岗岩碇石，应就是木石锚的锚担；^② 菲律宾吕宋岛西部的博利瑙一号沉船发现的 1 件碇石几乎与法石所见一样。^③ 这些资料充分说明汉晋以来出现于东南沿海的这种具有东方特色碇锚在唐宋元时期仍是主要的泊船属具。

唐宋元时期的碇锚已经十分成熟，首先表现为这类碇锚的配套设施的完善。根据前引《宣和奉使高丽图经》，这类碇锚是系在“五百尺”长的粗藤索上，通过“船首两颊柱，中有车轮”形态的盘车起落的。其次是造型规范、定型。根据日本福冈市文化财的考古学家柳田纯孝先生的研究，所有这些碇石可以区分为两种基本形态，并称为“鹰岛

① 森本朝子：《探寻迷宫：对博多考古学资料的观察》，《福建文博》，1999（1）。

② 陈鹏、杨钦章：《泉州法石乡发现宋元碇石》，《自然科学史研究》，1983（2）。

③ Paul Clark, Eduardo Conese, Norman Nicolas, Jeremy Green, Philippines Archaeological site survey, February 1988. IJNA (1989) 18. 3.



型”和“博多型”。“鹰岛型”碇石由二件构成，一端各有一孔，夹在木担上对称地固定于桅杆的两侧，作为锚担的一部分起到重物的作用；“博多型”碇石两端稍细、中段凿出凹槽长方型石碇，碇石中间的凹槽直接夹在木质桅杆上，起到锚担和重物的双重作用。^①从类型学的逻辑上说，“博多型”是“鹰岛型”的进步形态，根据这一分类，泉州法石和菲律宾博利瑙二号沉船碇石都是属于“博多型”。虽然国内学者尚未就这类碇具展开专题研究，但这类代表东方海洋文化成就之一的结构完善的木石结构碇锚的发明者一定是中国东南的汉晋船家。

唐宋元时期，在完善的木石碇锚盛行的同时，四爪铁锚已经开始起源并在明代前后代替了木石碇锚。从一些历史文献看，唐宋以来海船上可能已经出现了早期的铁锚。五代卫贤所绘《闸口盘车图》中一艘小河船的船艏放置1件四爪铁锚，这是目前所见最早的铁锚资料。^②但是，该锚的四爪集中在一个方向，呈耘田的齿耙形，不能确保下水后一定能爪泥泊船，所以这种所谓的四爪铁锚不是真正意

① 柳田纯孝：《交易船と元军船の碇石》，载前引《鹰岛海底遗迹Ⅲ》。

② 王冠倬：《中国古船》，海洋出版社，1991年版，图86。

义上的航海船锚，只适合于浅水航船并靠人力下锚。周密《癸辛杂识》续集上七十八“海蛆”载：

“（元初海船）其铁猫，大者重数百斤，尝有舟遇风下钉，而风怒甚，铁猫四爪皆折，船亦随败。”^①

但这类四爪铁锚并没有在考古中发现，只是在吉林省吉林市江南地的一批金代窖藏文物中有1件三齿铁锚式器物，通高22.5厘米，锚齿已经不是集中在一个方向上排列，而是圆周排列，这样的铁锚入水后能确保有两爪抓泥形成拉力。如果这确实是船用铁锚的话，恐怕是最接近四爪锚的早期铁锚了。^②

明代以后，四爪铁锚逐渐代替了木石锚碇成为东方海船的主要碇泊工具。宋应星《天工开物》卷十“锤煅/锚”载：

“凡舟行遇风难泊，则全身系命于锚。
战船、海船，有重千钧者。锤法先成四爪，以次逐节接身。”

又卷九“舟车/漕舫”载：

① [宋]周密：《癸辛杂识》卷七十八，中华书局，1988年版。

② 吉林市博物馆：《吉林市郊发现金代窖藏文物》，《文物》，1982（1）。



“凡铁锚所以沉水系舟。一粮船计用五六锚，最雄者曰看家锚，重五百斤内外。”“锚爪一遇泥沙，扣底抓住。十分危急，则下看家锚。”“风息开舟，则以云车绞缆提锚使上。”^①

考古发现的明代以来船用铁锚基本上都是这类四爪铁锚。如山东梁山宋金河明代兵船上的铁锚，整体高1.6米，顶端有一活环，四爪呈钩状，等距离圆周排列，从锚上刻有“□字一千三十九号八十五斤重”铭文看，当时这类锚是专业加工的商品，产量是相当高而且十分普及。^② 江苏南京港区发现的1件明代四爪铁锚柄长达2.6米，爪长达0.85米，是迄今发现的古代最大铁锚构件。^③ 在福建泉州湾水域发现的1件和厦大人类博物馆藏的1件四爪铁锚，与宋金河明代沉船铁锚形态基本相同，与《天工开物》卷十“锤煅”插图七十一“锤锚图”上的四爪大铁锚也是相同的，都是明代遗物。泉州湾的铁锚残高2.78米，锚爪对角距离残长达到2.18

① [明] 宋应星著、钟广吉注释：《天工开物》卷十，广东人民出版社，1976年版。

② 刘桂芳：《山东梁山县发现的明初兵船》，《文物》，1958（2）。

③ 王冠倬：《中国古船》，海洋出版社，1991年版，第48页。

米，重量 758 公斤，是迄今发现的古代最大铁锚实物。^① 四爪铁锚都能确保二爪抓泥，四爪铁锚是以抓泥力代替木石碇锚木爪抓力与碇石重力的合力，明显优于二木爪加横向石担的碇锚。四爪铁锚是海船碇泊工具发展的全新阶段，它的出现标志着汉代以来存在了 1500 多年的处于从碇向锚过渡阶段的木石结构碇锚的终结。

舵是越洋海船、尤其是大型远洋船只必备的调节航向属具。从既有动力作用又有方向功能的一器多用的早期船桨发展为桨与舵分化并存，是与原始舟船向越洋帆船的发展基本同步的。在环中国海，至少汉晋时期已经出现了这一转变。东汉《释名》卷七“释船”语：

“其尾曰柁，柁，拖也，在后见拖曳也，且弼正船使顺流不使他戾也。”^②

广州东郊十九路军坟场东汉墓的陶船模上尾舵就是证明。但是，汉晋的船舵是不成熟的，舵叶形状仍未摆脱对称桨叶的原形，而且舵柄斜插入水中，还

① 见《海交史研究通讯》及厦门大学人类博物馆藏品。

② 季羨林主编“传世藏书”本，经库语言文学第一册，海南国际新闻出版中心，1996 年版。



不是直插水中的平衡舵，实际上还只是具有舵功能的“尾桨”。沉船考古资料说明，唐宋以来的海船上已经使用成熟、宽幅的平衡舵了，这是大型远洋帆船综合技术进步的一个重要环节。

张择端著名画卷《清明上河图》中所见汴河上航船的船舵就是平衡舵，船舵总是直插入水中，且舵面宽阔，舵杆前、后各有一部分舵叶的面积，使得舵杆前、后舵叶在转向过程中水压平衡，减小转动过程中舵杆的用力，具备了宽幅平衡舵的形态特点。同时，这种舵具都用链条或绳索拉住，链绳盘卷在船尾的升降盘车上，可随航道的深浅变化起落。^①在沉船考古上，天津静海元蒙口的宋代沉船发现了我国最早的平衡舵实物。该船舵舵面呈三角形，高 1.14 米、底边长 3.9 米，垂直的舵杆位于三角形的顶尖部，整个舵叶面积为 858.1 平方厘米，而舵杆前面积为 79.2 平方厘米，就是这部分面积的受力抵消部分转向用力。而且三角形舵叶的最大受力中心距离舵杆很近，因此转舵时可以更加省力。福建泉州后渚宋元沉船、浙江宁波东门口宋代沉船虽然没有发现舵的实物，但都找到了舵承

^① 席龙飞：《桨舵考》，《武汉水运工程学院学报》，1981（1）。

座。泉州沉船上的舵杆孔就是垂直的椭圆孔，说明舵叶不再是斜入水中的；后渚沉船还发现了升降盘车的绞轴，应该也是成熟的升降式平衡舵。浙江象山七埠村明代沉船舵板残宽达1米，因舵承座和舵杆均已丧失，原报告剖面图上舵板斜入水中的复原是不合理的，该船舵板宽幅的特征说明它很可能就是宋元以来已经成熟的平衡舵。

随着船只规模的增大，大型远洋帆船船舵的形态相应加大。《岭外代答》卷六“木兰舟”条、“舵”记载的巨型远洋帆船“木兰舟”的“舵长数丈”、“盖其舟大载重，不忧巨浪，而忧浅水”、“长几五丈，虽有恶风怒涛，截然不动，如以一丝引千钧于山岳震颓之地，真凌波之至宝也”。明代巩珍《西洋番国志·自序》说，郑和宝船“体势巍然，巨无与敌。蓬、帆、锚、舵，非二、三百人莫能举动。”这种超大型的船舵是与宝船巨舰的规模相吻合的。泉州沉船虽不见舵的实物遗存，但从舵承座上的舵杆孔直径达到38厘米，可见其舵的规模，经复原为舵杆长达8.5米、直径0.35米，舵叶高5.5米、宽2.1米，舵叶面积达到11.6平方米的大型船舵，在舵孔旁发现的升降盘车绞轴也



说明了该船舵的巨大，非人力可以起降。在江苏南京下关三汊河发现的可能属于郑和船队的木质舵杆长度更达到 11.07 米，直径 40 厘米，超过泉州宋船，是环中国海海域发现的最大的古代船舵遗物。^①

二、船行八面风

风帆是古代船家征服海洋、航行海上的主要动力形式。船家俗语说：“海上无边界，船行共使风”。世界上所有的海洋文明都创造了不同形式的帆船技术。作为东方海洋文化的策源地与海洋社会经济文化的中心，我国古代帆船技术的起源与发展都非常早，前考商周时期风帆技术已经产生，而汉晋时期伴随着越洋海舶雏形的出现和海洋文化的初期繁盛，以“船行斜风”为代表的风帆技术已比较成熟。唐宋元明时期，伴随着大航海时代的步伐，远洋帆船技术再迈上一个新台阶，取得了一系列新的成就，船家语“船行八面风”成为环中国海古代海洋文明的鼎盛期风帆技术的高度概括。

^① 叶庙梅、韩毓萱：《三汊河发现古代木船舵杆》，《文物参考资料》，1957（12）；周世德：《从宝船厂舵杆的鉴定推论郑和宝船》，《文物》，1962（3）。

虽然汉晋海舶已经出现了悬挂多帆的帆船，前引《南州异物志》中有“随舟大小或作四帆”，但是隋唐以前海舶规模一般较小，单桅多帆是早期越洋海舶的主要特点。隋唐以来，2 桅、3 桅、4 桅成为远洋帆船的常见形态，一些巨型远洋帆船上的桅杆更多，出现 5 桅、7 桅、9 桅，甚至十余桅的壮观景象。马可·波罗在印度洋上看到元朝帆船“船上有四桅和四帆，有些船却只有二桅，桅杆是活动的，必要时可以竖起，也可以放下。”“吨位较大的船，航行时有两三艘三桅帆船陪行”。^①《天工开物》卷九“舟车”载：明代漕船“凡船身将十丈者，立桅必两：树中桅之位，折中过前二位，头桅又前丈余。”广东船“风帆编蒲为之，不挂独竿桅，双柱悬帆不若中原随转。”在考古发现中，福建泉州后渚宋元沉船遗存中有头桅、中桅两桅座，有些学者还根据船体中部至船尾占 60% 的空间不可能没有设桅的分析，推断该沉船为 3 桅或 4

^① 陈开俊等合译：《马可·波罗游记》，福建科学技术出版社，1981 年版，第 197 ~ 198 页。



桅帆船。^① 浙江宁波东门口的宋代沉船只遗留船体前、中部，在第一舱和第四舱分别发现 1 个桅座，也可以复原为 3 桅。^② 韩国新安元代商船、山东蓬莱元朝战舰、浙江宁波七埠村明代沉船中，同样都发现 2 个桅座遗存。^③ 但在文献记载中，古代东方帆船中竖帆最多的是元代来华的摩洛哥旅行家依宾拔都他（Ibn Batuteh）看到的 12 帆大船：

“中国船舶共分三等，大者曰镇克（Junk），中者曰曹（Zao），第三等者曰喀克姆（Kakam）。大船有三帆以至十二帆。帆皆以竹为横架，织成席状。”^④

最为壮观的还是郑和船队。罗懋登《三宝太监西洋通俗演义》第十五回记载郑和船队中有“宝船九桅”、“马船八桅”、“粮船七桅”、“座船六桅”、

① 杨熹：《对泉州湾宋代海船复原的几点看法》，《海交史研究》，1982 年刊；庄为玘、庄景辉：《泉州宋船结构的历史分析》，《厦门大学学报》，1977（4）。

② 宁波市文物管理委员会：《宁波东门口码头遗址发掘报告》，《浙江省文物考古所学报》，文物出版社，1981 年版。

③ 席龙飞：《对韩国新安海底沉船的研究》，《海交史研究》，1994（2）；席龙飞、贺顿：《蓬莱古战船及复原研究》，《蓬莱古船与登州古港》，大连海运学院出版社，1989 年版；宁波市文物考古研究所、象山县文管会：《浙江象山县明代海船的清理》，《考古》，1998（3）。

④ 张星娘：《中西交通史料汇编》第二册，中华书局，1977 年版，第 54 页。

“战船五桅”。而所有这些还有待于进一步的沉船考古发现去证实。

唐宋元明大型帆船上相应的是多帆、大帆、宽阔帆面。《岭外代答》卷六“木兰舟”条记载，宋代巨型海船木兰舟“浮南海而南，舟如巨室，帆若垂天之云。”但是橦桅不能无限制地拔高，帆面也不能无限制地扩张，尺寸、位置都有定制，否则就会发生翻船。《天工开物》卷九“舟车”指出：

“桅用端直杉木，长不足则接，其表铁箍逐寸包围。”“凡舟身将十丈者，立桅必两：树中桅之位，折中过前二位，头桅又前丈余。粮船中桅长者以八丈为率，短者缩十之一二；其本入窗内亦丈余，悬篷之位，约五六丈。”“凡风篷尺寸，其则一视全舟横身，过则有患，不及则力软。”

为了在大型远洋帆船上获得足够的动力，就得一根桅杆上悬挂多帆。多桅又多帆，使得唐宋元明时期大型远洋帆船上常见十多面、甚至几十面帆。徐兢《宣和奉使高丽图经》卷三十四“客舟”语：

“大橦高十丈，头橦高八丈。风正则



张有布帆五十幅，稍偏则用利篷，左右翼张，以便风势。大樯之巅，更加小帆十幅，谓之野狐帆，风息则用之。”

根据沉船遗迹，福建泉州后渚宋元沉船风帆规模复原为中桅高度 32 米、头桅 25.6 米、尾桅 14.5 米，三桅配置的风帆面积分别为 187 平方米、97.5 平方米、49.5 平方米。^① 在这种大型风帆之下确实给人一种“垂天之云”的观感。

唐宋以来海洋帆船帆面组织与结构上的代表性成就体现在平衡折叠式竹篾帆的广泛使用，这成为环中国海海洋风帆的一大特色。前引《宣和奉使高丽图经》中的帆面有“布帆”和“利篷”两类，“利篷”应是竹编的席帆，这是一种既有韧性又有弹性的理想帆面，在东南沿海的远洋航海中更为常见。前引摩洛哥旅行家依宾拔都他看到的中国大型帆船也是“帆皆以竹为横架，织成席状”。《天工开物》卷九“舟车”记载得更明确：

“凡船篷，其质乃析篾成片织就，夹维竹条，逐块折叠，以俟悬挂。粮船中桅

^① 福建省泉州海外交通史博物馆：《泉州湾宋代海船发掘与研究》，海洋出版社，1987 年版，第 59、60 页。

篷，合并十人力方克凑顶，头篷则两人带之有余。”“凡风篷之力，其末一叶，敌其本三叶。调匀和畅顺风则绝顶张篷，行疾奔马；若风力渐至，则以次减下；狂甚则只带一两叶而已。”

这里的“夹维竹条，逐块折叠”就是横向夹缚竹条的平衡式可折叠帆面。横向夹缚竹条可以增加帆面的强度，由此形成的由上至下的逐块（叶）折叠的帆面又可以根据不同的风力调整受风面积、受力规模。所谓“绝顶张篷”即张扬全帆可以获得最大动力、“行疾奔马”，遇狂风时则只能“带一两叶”。正如《宣和奉使高丽图经》卷三十四“客舟”所载：

“然风有八面，唯当头不可行。其立竿以鸟羽候风所向，谓之五两。大抵难得正风，故布帆之用，不若利篷翕张之能顺人意也。”

这一成熟的平衡折叠帆被李约瑟博士称为“最具有中国特征的船帆”。^① 在福建泉州后渚宋元沉船遗

^① 金秋鹏：《中国古代的造船和航海》，中国青年出版社，1985年版，第37页。