

「中國的科學與技術」解說系列

中國古代造船





中國古代造船

生命起源於水中。對於人類文明而言，水是阻絕交通的天塹，也是交通來往的通道。來往於水域的舟船，則是人類利用自然、發揮智慧的重要創造。

不同的地理與生態環境，孕育不同的文明，也發展出不同的舟船。埃及、秘魯有蘆葦船，草原、冰原區有皮筏，大洋洲有輕筏木船，溫帶地區有竹、木船；中國幅員廣大，水域遼闊，曾經發展出許多種類的船舶。

一般認為世界最早的造船記錄為六千年前的埃及蘆葦船（圖1），事實上，中國古船的源起和發展並不遜色。



(上) 埃及浮雕船隻圖
（採自“A HISTORY OF FIGHTING SHIPS”）
(下) 埃及蘆葦船復原圖
（採自《世界帆船圖鑑》）



圖1. 埃及的蘆葦船



中國之有舟船，可追溯至七千年前的河姆渡文化。商、周的河口文化，便有各種類型、大小不同之舟船；經秦、漢的緣海航行經驗後，造船工藝迅速發展。漢代開始海外的國際交通，至宋、元而高度發達，直到明初鄭和之世，一直領先世界各國。

傳統的中國船舶，在造船技藝方面發明創造頗多，對人類造船史有相當重要的貢獻。茲就船型結構、推動工具、操控系統等部分，略加介紹：

1 船形與結構

中國傳統船隻之外在形制與內在結構，皆有其特色。其主要特徵在：水下船體之形制，船艙之結構，船艙、艉（ $\rho \times v$ ，船頭； $\times \rho v$ ，船尾）之構造，以及兩舷之配件。

1. 前尖後碩之船體

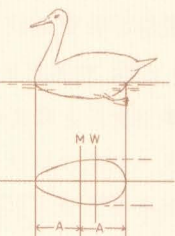
對船體之形制的基本概念，中、西不同。中國船舶一如水面半沉半浮之水禽（圖2），西方人則師法水中游魚（圖3），中國船舶的水切面呈蛋形錐面，前窄後寬，最寬處約於中間偏後。實際航行測試與現代流體力學均證實此種船體有利於減少阻力，穩定性強，最能發揮航行速度。



鴉鴨

中式船的水線切面，一如水禽，其最寬處在中間偏後。在慢速的風帆時代，是一種最佳之設計，現代遊艇亦是如此。

水禽切水面



中式古船切水面



現代遊艇切水面

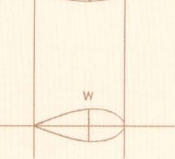
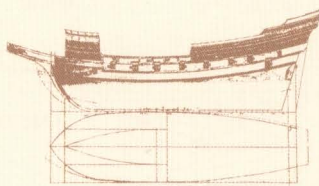


圖2. 前尖後碩的船形



圖3. 西式古船以魚為師

（採自劍橋麥格大林學院（Magdalene College）丕卜士（Peyps）圖書館中 Matthew Baker 西元1586年原稿。船身繪有魚，正如彼時船匠之造船準繩：「鱗頭鱗尾」。）



西式古船以魚為師，其船最寬處落在中間之前，其目的在取得較大之船頭浮力。因為帆船航行時，船頭有下壓之現象。中式帆船以寬闊的關頭板因應之。



2. 尖底船和平底船

就水下船體橫斷面而言，有尖底船和平底船之分。

南方多岩岸，水位深，船舶又多涉重洋，故深尖其底以求穩定（圖4）。此種船，

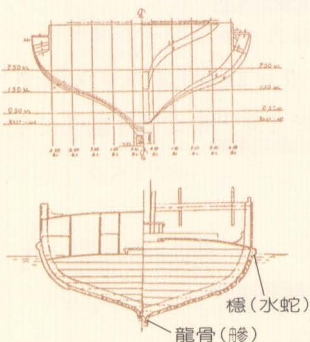


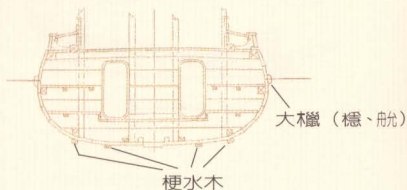
圖4. 尖底之福船

多見於福建，一般稱之福船。北方水域多沙而淺，為免船隻坐沙擱淺，因此船底扁淺，一般稱之沙船（圖5）。介乎其間者，尚有「尖圓底」、「半圓底」等船型。

本館展示之宋代泉州海船模型，為典型之尖底船；明代肆佰料戰座船模型，為平底船。



圖5. 平底之沙船



3. 水密艙

船體內部以隔艙板分成若干艙室，隔艙板以木板嚴密拼接，緊密連結船縱材與船殼板，形成滴水不進的艙室——水密艙（圖6、7）。這種設計既是因應造船工藝，船殼板彎曲變形的需要，同時也增加船體的強度，更提供高度的安全性。航行途中，若有部分艙室受創漏水，僅需塞緊「過水眼」止住流水，即可繼續航行（過水眼是隔艙板低處呈圓或方形的出水孔）。

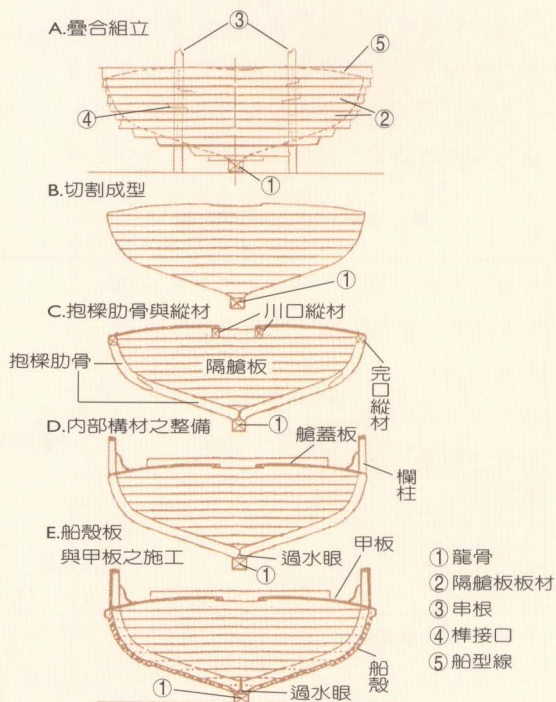


圖6. 隔艙板之構成



這種設計，在唐代已經採用，宋、元期間臻於成熟。西方人直到十八世紀末才認識而採納，至今仍為現代造船所不可缺的安全條件。

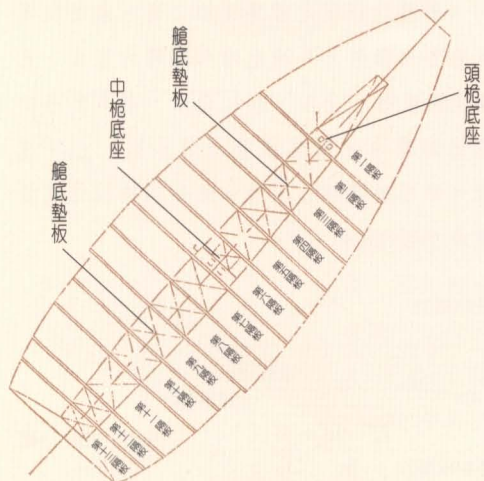


圖7. 泉州宋船的水密艙佈置

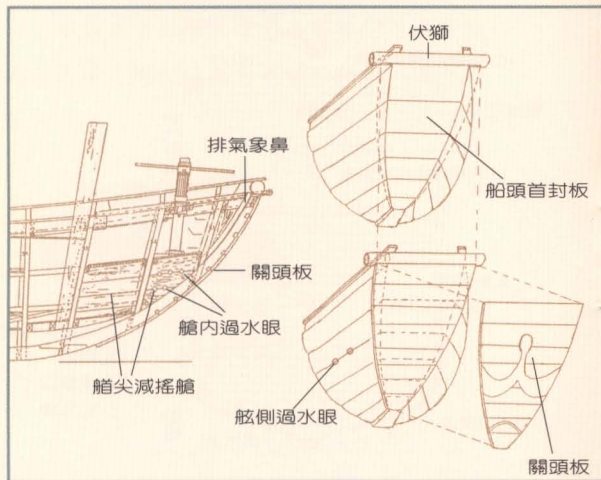


圖8. 關頭板、艙尖減搖艙與過水眼



4. 關頭板與減搖艙——船頭船尾的特徵

船身兩端水面以上部分是「方頭方艙（尸么，船尾）」。

「方頭」呈現於船首水面以上的關頭板。關頭板突出船體數寸，上寬下窄，呈弧狀彎曲，具兜水功能。當浪濤使船頭下陷水中時，方寬的艙部就產生額外的浮力，避免船身深埋水中。反之，當船頭上升，關頭板的兜水作用可以減少並遲滯船身上揚的作用（圖8）。

關頭板又與艙尖減搖艙連成一體。減搖艙為活水艙，也稱浮力艙。此艙置有通氣管及艙側過水眼，以通空氣和流水。此艙位於水線上下，當艙部下陷水中時，空氣排出，海水則緩流入艙；相反的，當艙部上升，空氣灌入，艙內之水緩緩流出。水進水出，產生緩衝減搖的作用。

尾部為艚封減搖艙，乃結合突出之艚封板，與左、右草鞋底，構成兩個三角形的開口式小艙，其功能一如關頭板與艙尖減搖艙之結合（圖9）。此種設計，能增加縱向穩定。

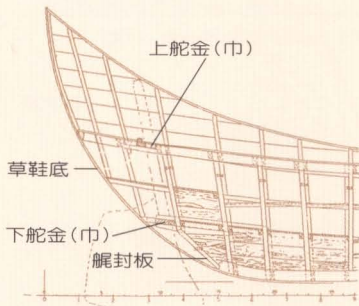


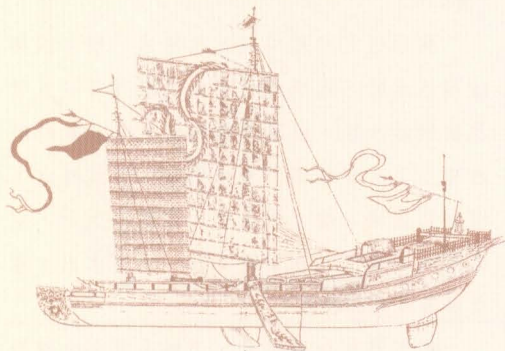
圖9. 艚封減搖艙



5. 梗水木與披水板——船側之特徵

梗水木，又稱減搖龍骨，沿著兩舷水線之附加木條，通達艏艉。可強化結構，防止擦碰，減小搖晃，也可用以觀測吃水深度。北宋時已見運用，比外國使用記錄早七百年（圖4、5）。

披水板（又稱下風板、下水板、腰舵、翼舵），狀如刀，裝在兩舷，插入水中，以防側航橫漂（圖10）。



(上)
原藏日本平戶之
南京船圖
(採自《中國船譜》)

(下)
肆佰料戰座船之
復原側面圖



圖10. 沙船的披水板

2 推動工具

早期推進船身的方式，為撐「篙」、划「槳」、搖「櫓」、拉「縴」（←一乃、繩索）。進而以桅、帆為動力之主要來源，另外也有車船之設計。

1. 桅與帆

船上立木為桅，桅上掛篷架帆，迎風借力，乃帆船動力之來由。

篷以草蓆或竹篾（フ一セ、竹片）編織（圖11、12-1）；以棉布代之則為布帆。商代甲骨文中已見帆字，距今三千多年。

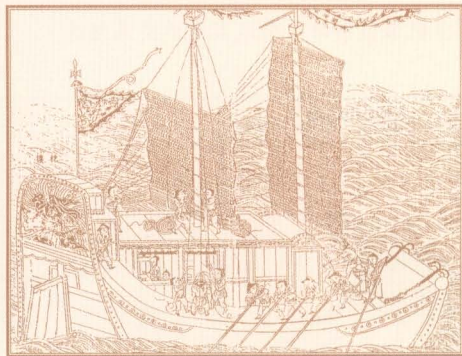


圖11. 漕船的蓆篷（採自《天工開物》）

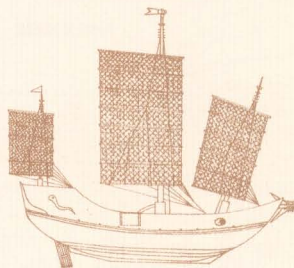


圖12-1. 泉州宋船的篾篷



圖12-2. 尖刀形的布帆

傳統的中國船帆有梯形縱帆和尖刀形縱帆二種（圖12-2）。梯形縱帆上窄下寬，以竹條為桁（厂ㄥ，橫木），帆幕橫向強度甚大，而桁之間距小，保護帆幕免受撕裂，甚至當帆幕破損時，仍能有效地使風推進。

帆桁配合多級帆索，與絞車、滑車的牽絆（圖13），形成一套便捷省力的升降系統。可視風力大小逐級摺疊收放，適度控制動力。

帆索之性能十分靈活（圖14），功能甚多，如：操帆升降、帆架升降、帆偏心、帆轉動、帆傾斜等。

中國古船採多桅多帆，交錯佈置以增加受風面積，借風行舟。發展到宋代，除了「當頭風」須走「之」字形航路交叉前進，能利用各方向風力行駛，即所謂「船駛八面風」。

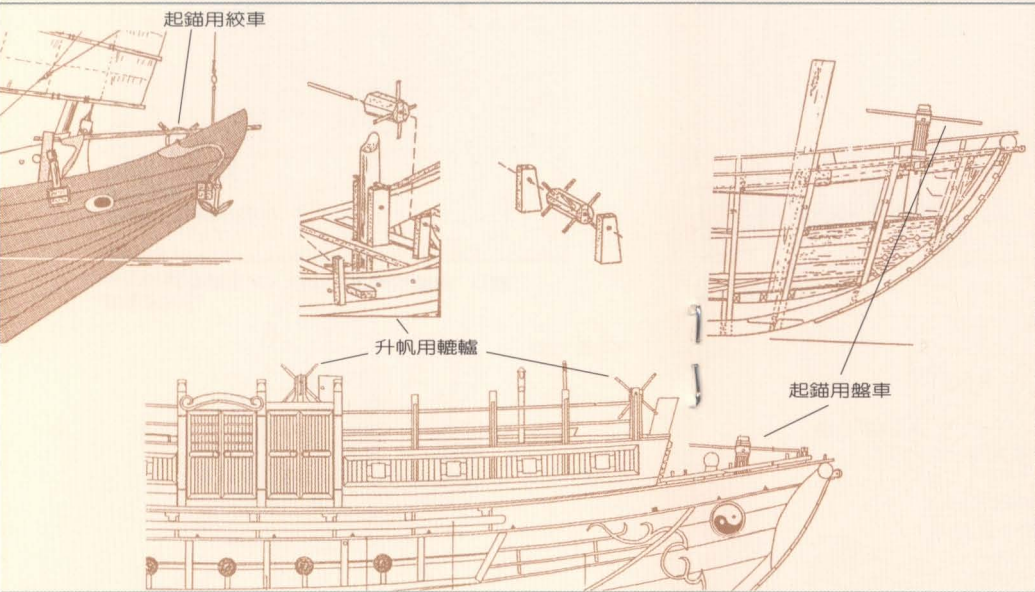


圖13. 盤車、轆轤、絞車

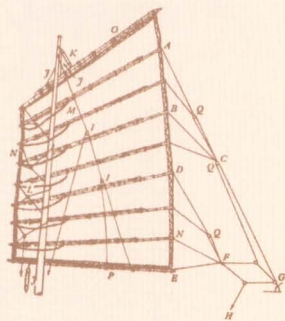


圖14. 操帆索具

（採自 李約瑟《中國之科學與文明（第十二冊）》圖）



2. 明輪與車船

明輪是利用水車原理，將多支槳葉固定於一個轉軸，形成水輪。將數個水輪置於船舷或船艙，以腳踏或手搖曲柄轉動。此種設計，貴能省力，且能發揮高度槳效。多槳齊發，尤能發揮效力。

早在南朝，梁朝的徐世譜便曾使用此種裝置的船隻，稱其船為水車船。宋代稱之為「車船」或「車輪船」（圖15），船內人多則能快速，嘗為軍方採用。

歐洲在十六世紀方有明輪船舶出現，但直到蒸氣機發明之後，才發揮較大的效用。

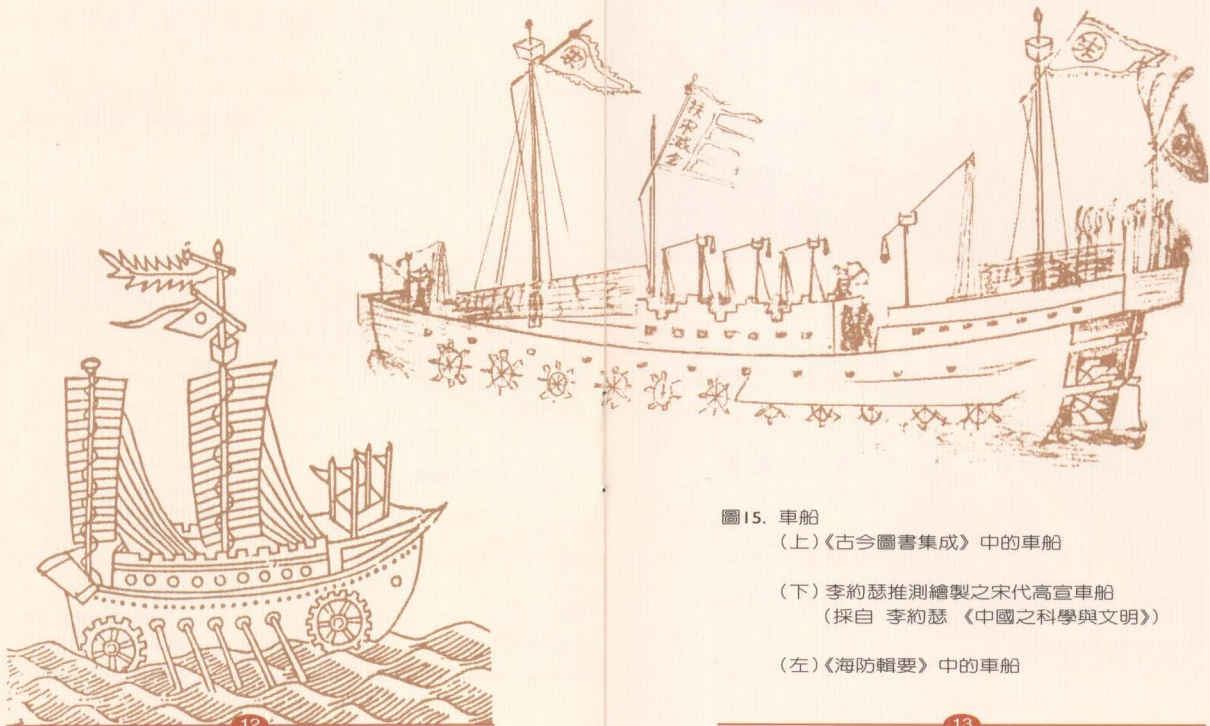
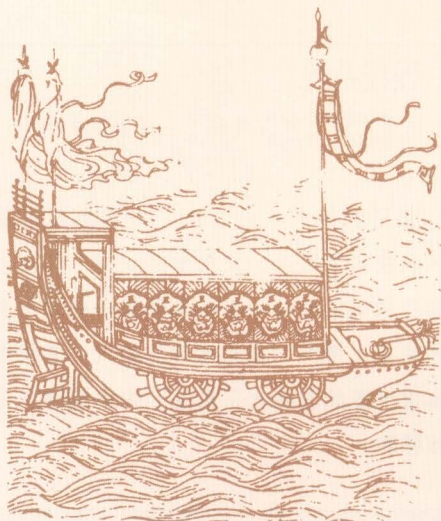


圖15. 車船

（上）《古今圖書集成》中的車船

（下）李約瑟推測繪製之宋代高宣車船

（採自 李約瑟《中國之科學與文明》）

（左）《海防輯要》中的車船



3 操控系統

主要為決定方向的舵，止船停泊的碇。

1. 舵

舵用於控制航行方向。中國船舵由槳、艇拖演變而來，其狀如槳如拖，惟加大其扁平的舵板部分。在船尾甲板中央開一直縫為井孔或槽穴，自此處將舵插入，直接深入水中，並使其能上下調整，左右扭轉，是為軸轉舵。

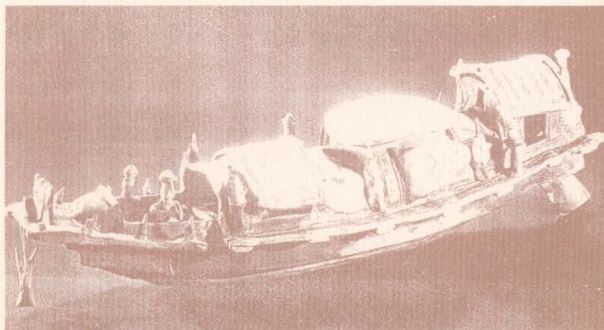


圖16. 東漢陶船
(採自《中國船譜》)

廣州東漢墓（公元一世紀）出土之陶船模型（圖16），其舵槳位於中間偏左，舵身有一孔似為穿繩懸吊之用，當為最早之軸轉舵。

隨著船舶的增大，舵的面積跟著加大，水流作用在舵板的壓力也變大，唐宋期間遂有平衡舵和多孔舵。

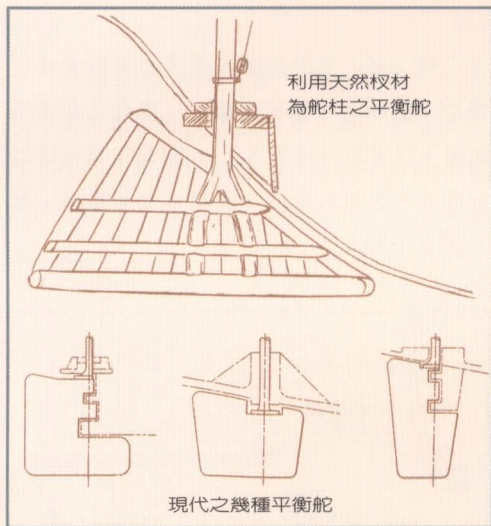


圖17. 平衡舵
(採自《實用造船學》)

「平衡舵」是將舵板向舵桿前方延伸，增加一部分舵板，以提昇受力之平衡，此種設計頗能減省轉舵施力（圖17）。

「多孔舵」是在舵板上挖鑿若干菱形漏孔，使舵板兩面的一部分水流可以直接貫通，作用在舵板上的阻力因而降低，遂得減小轉舵時的施用力（圖18）。

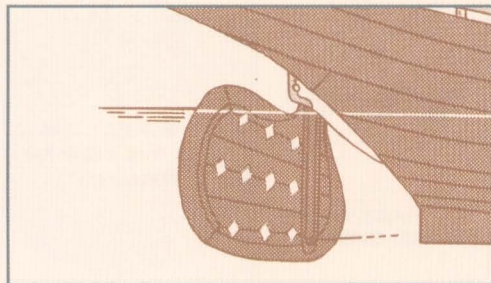


圖18. 多孔舵



2. 碇

碇（錨）置於船首，用來止定船身賴以停泊。最初，「繫石為碇」；漢代已有多爪之錨，以深繫於水下泥層（圖16）。宋代多以長條方形石附加木爪，也鑄造大型鐵錨，抓力強固（圖19）。

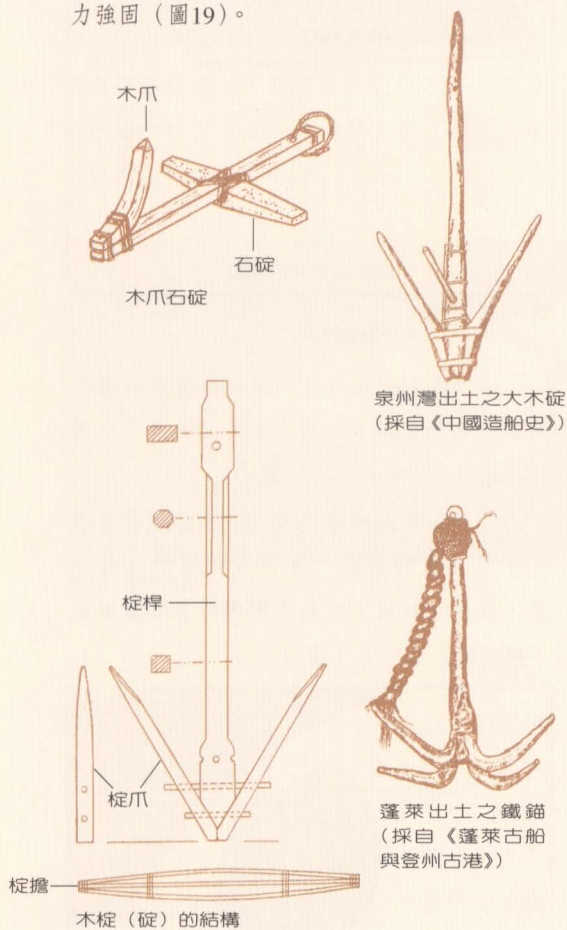


圖19. 各種錨碇



結語

中國造船傳統，數千年一脈相承，至宋、元而臻頂峰，明初鄭和之時，猶獨步宇內。歷代各種技藝創造，至今仍多沿用，其為西方造船界所採納者不在少數，且多具重要功能。

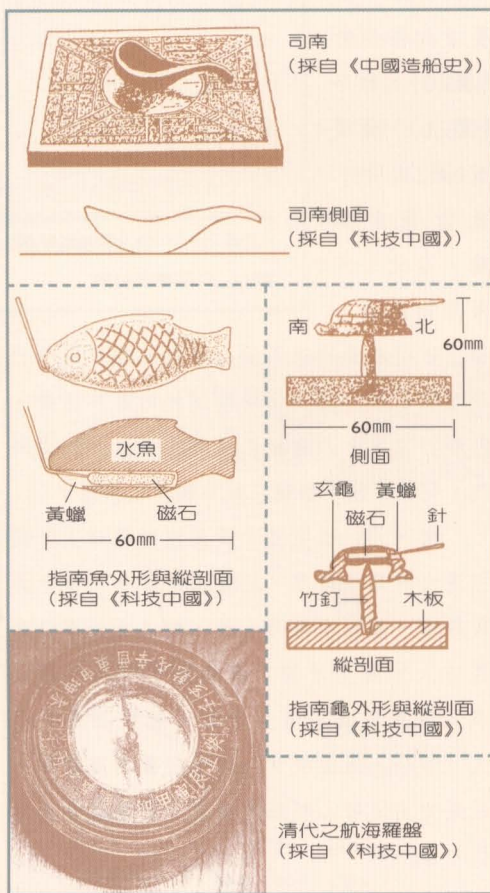


圖20. 指南針

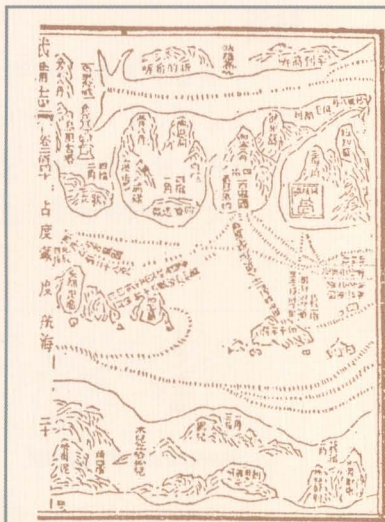


造船技藝配合航海術，始能航海。中國人所發展出來的航海術，同樣有許多重要的貢獻，其要者如指南針（圖20）、針路（圖21）、牽星板（圖22）等。就指南針而論，自北宋末年用於航海，

海上航行免受陰晴天候之限制，並可航行於陌生之水域。宋、元時期蓬勃的海外活動，仰賴於它，十六世紀以後西方人之大航海時代，同樣不能不依賴它做為航向之指標。

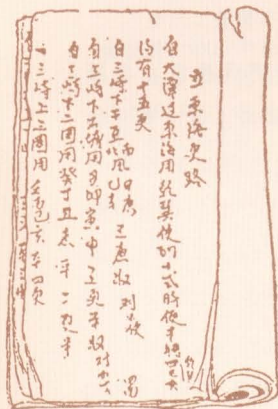
宋、元以迄明初，漢民族活躍海上，開拓廣大的海外世界，經營國際貿易，其活力與效益，垂五百年而不衰，較之哥倫布以來西方人的海上活動，毫無遜色。明中葉以來，漢民族疏於海上活動，也有五百年之久。如今，新的機運，似乎仍舊與海有緣。緬懷先人造船、航海之資質，更增益吾人之信心。

本館「中國的科學與技術」展示區所展



《武備志》中的「航海針路圖」

圖21. 針路圖與針簿



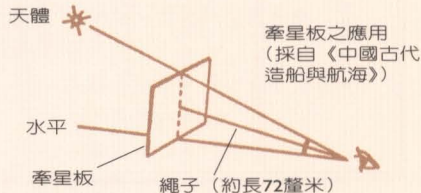
民間之更路針簿
（採自《中國造船史》）

示的「泉州海船」與「肆佰料戰座船」為「尖底船」與「沙船」的典型。

「泉州海船」是1974年在福建泉州后渚發現的宋代海船。出土時僅存水線以下殘骸，依據文獻記載，輔以傳統造船經驗，而復原其全貌。推測原船長三十四公尺，寬十一公尺。據考為宋末在福建所



牽星板之使用
（採自《中國造船史》）



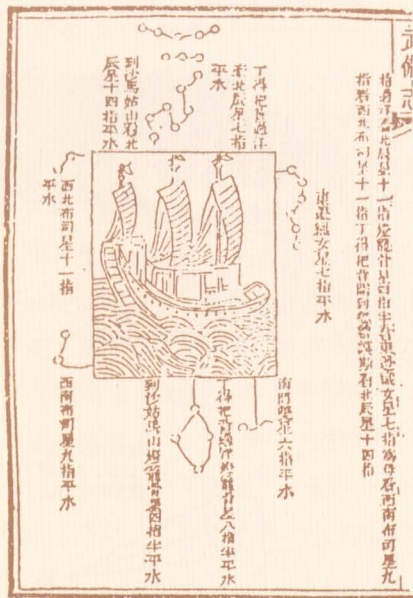
牽星板之應用
（採自《中國古代造船與航海》）

圖22. 牽星板與牽星圖



造，為尖底船（福船），乃宋、元期間海上交通最常見的船舶。本模型為原尺寸的十分之一。

「肆佰料戰座船」是明代艦隊之指揮艦。明代水軍建制完備，軍船主要由南京的龍江船廠承造。龍江船廠於所造軍船之材料、規制等資料，記載詳盡；本船模型即根據廠志資料，詳實復原。「料」是明代之容計單位，一料約等於一石米穀之容積；肆佰料船容積可裝四百石米。船型為改良之沙船型。原長約三十公尺，排水量約250~300噸。模型亦為原尺寸的十分之一。



《武備志》中「過洋牽星圖」

建議參考書目

- (明) 宋應星原撰 董文校 1979
校正天工開物 臺北：世界書局。
- 李約瑟原著 陳立夫譯 1980
中國之科學與文明（第十一、十二冊）
臺北：臺灣商務印書館。
- 金秋鵬 1984 中國造船史
北京：中國青年出版社。
- 林淑滿 1982 科技中國 臺北：錦繡出版社。
- (明) 茅元儀原撰 1990 武備志 二百四十卷
北京：解放出版社。
- 張靜芬 1994 中國古代造船與航海
臺北：臺灣商務印書館。
- (清) 陳夢雷原編 1977 古今圖書集成
臺北：鼎文書局。
- 康振 1972 實用造船學 臺北：國立編譯館。
- 彭德清 1988 中國船譜 香港：經導出版社。
- 趙興賢 1989 蓬萊古船與登州古港
大連：大連海運學院。
- 廣文編輯所輯 1969 海防輯要
臺北：廣文書局。
- Richard Hough. A History Of Fighting Ships.
1975. Octopus Books Limited.

發行人/周文豪
策劃/汪清雨
出版委員/周文豪、王嵩山、何恭算、汪清雨
許立如、趙世民、楊宗愈、劉德祥
編輯/高慧芬、林美齡
文字原撰/郭美芳、吳明學
修訂/陳信雄
圖片提供/曾樹銘、陳延杭、張蕙敏
美術設計/謝月華
印製/哲興印刷事業股份有限公司
初版/中華民國85年4月
再版/中華民國94年12月
定價/新臺幣15元



本館展示的「泉州海船」（左）與
「肆佰料戰座船」（右）模型



國立自然科學博物館