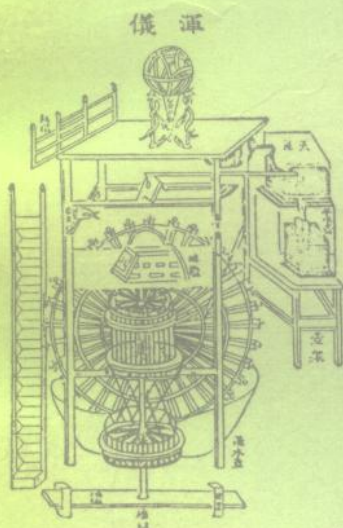
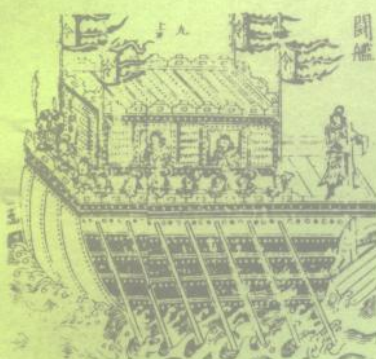


• 造船 • 兵器 • 机械 • 科技史

雕虫集

周世德 著



地震出版社

(京)新登字 095 号

内 容 提 要

本书收有中国科技史论文 14 篇, 涉及造船、造车、兵器、动力、机械等诸多方面; 其中《中国古船桨系考略》提出了研究中国造船史的新方法, 《中国沙船考略》是全面系统地研究中国船舶的创始, 在国内外均获好评, 被誉为具有划时代的意义。《中国兵器的发展》对中国古代兵器有较深的研究; 综合性论文《古代科学技术发展的高峰》对宋、元科技的高度发展有较深入的和开创性的研究。其他各篇也多有独到之处。

雕 虫 集

· 造船 · 兵器 · 机械 · 科技史

周世德 著

责任编辑: 刘 玫 吴 冰

责任校对: 王花芝

地 震 出 版 社 出版发行

北京民族学院南路 9 号 邮编: 100081

中国地质大学轻印刷厂 印 刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

850×1168 1/32 9.5 印张 255 千字

1994 年 12 月第一版 1994 年 12 月第一次印刷

印数 001—500

ISBN 7-5028-1135-4 / N · 5

(1528) 定价: 12.00 元

序

科学技术史是一门边缘学科，也是一门年轻的学科；许多领域都有待于开拓，或者说尚须作垦荒的工作，尤以技术史为然。作者才疏学浅，在 50 年代开始面临如此繁重和艰巨的任务，自忖无论从史学、史才和史识，哪一方面来衡量，都与工作需要相距甚远；但客观情况如此，只有勉为其难而别无选择。40 年来兢兢业业，所做的只能说是一种初步的探索，提供参考而已。

本书在科学技术史的综合研究方面，企图以宋、元科技的高度发展这样一个窗口，使读者对中国古代科技略窥全貌：第一方面，通过对宋、元科技的高度发展与辉煌成就的简要阐述，使中国古代科技发展的高峰呈现在读者眼前；第二方面，通过对隋、唐经济和文化成就的阐述，使读者了解宋、元科技高度发展的经济和文化两方面的历史基础；第三方面，就宋代名儒诗文集等方面的发掘，阐述宋代社会的思想基础（至少是社会思想的重要方面），从而使读者了解宋、元科技之所以能获得高度发展的重要因素。

在造船史方面，首先对四大海船类型之一的沙船搜集了较多的资料，进行了比较深入的研究。作者企图对历史上、水运当中占较大分量的船舶进行较详细的阐述，并以此为窗口使读者了解这一数量庞大的海船、它的特点以及它在历史上所发挥的作用，并希望本文在一定范围内起到参考作用。再进一步，对造船史的研究方法进行了探索，将《中国古船桨系考略》和《论史学“危机”——兼谈治史的系统方法》两篇拙文呈诸读者眼下。当然，研究方法是多种多样的，这只不过是一种方法的初步探索而已，但从某种迹象看，或许它已开始发挥一些参考作用。《试论我国

古代传统的船舶设计》是第一次比较全面地论述我国古代船舶设计模数制（我国古代的造车、造船和建筑等项技术，其设计均采用模数制）。而在《中国古代造船工程技术成就》一文中则是第一次简要地介绍了我国古代船舶设计模数制。

在兵器制造方面，《中国兵器的发展》一文简要论述了我国古代兵器的发展，并初步探讨其规律，提出了弓、弩发展与枪、炮发展的连接点：“筒木弩”。从而使射远兵器的发展从弓、弩到枪、炮，形成了一个长达3万年之久的连续发展过程。

在机械工程方面，《中国古代机械史》一文有重点地、比较简明扼要地回顾了我国古代机械制造发展的过程，可以使读者了解我国古代机械制造发展的概况。

本书的重点是综合性的科技史和造船史，除此，其余各篇虽然也各有特点，但是比较次要的篇章，就不一一赘述了。古代士林对百工技术之事多视为雕虫小技，因以自名。本书匆促付印，疏舛误漏之处在所不免，尚希读者指正为幸！

周世德
于北京劲松
1994.8

目 录

论史学“危机”——兼谈治史的系统方法	(1)
中国古船桨系考略	(6)
中国沙船考略	(26)
试论我国古代传统的船舶设计	(64)
中国造船史上的几个问题	(82)
中国古代造船工程技术成就	(93)
古代战船	(104)
沈莹与《南船纪》	(113)
齐鲁文化与登州港	(123)
中国古代机械史	(130)
中国古代原动力的利用	
——人力的进一步发挥和自然力的有效利用	(136)
《考工记》与我国古代造车技术	(142)
中国兵器的发展	(167)
中国古代科学技术发展的高峰	(192)
后记	(293)

论史学“危机”

——兼谈治史的系统方法

近年来史学界就史学理论与史学“危机”问题进行了比较广泛和深入的讨论，对史学“危机”这一提法无论赞成与否都表示了关注之情。谈“危机”表现了忧患意识和亟待改革的紧迫感，但无论称之为“危机”或转机，都表现了对史学改革的殷切期望。

早在两千年前，司马迁提出了他的史学思想：“究天人之际，通古今之变”。它是中国传统的史学思想的体现，司马迁的名著纪传体的《史记》开百代史学之先河。历代正史无不以《史记》、《汉书》为宗，到清朝中叶，乾嘉学派创“朴学”，为一时风会所趋，朴学以训诂考订为宗，以校勘笺注为己任，旁及文字音韵，天算地理等。当然，考据之学是一项基本功，有其可取之处，许多学者穷毕生精力做了许多扎扎实实的学术研究。但是否所有学者均须穷毕生精力在考据方面继续钻研下去？自乾嘉学派创立以来以迄晚近，考证之风持久不衰。研究历史，似乎越古、越专、越细越有价值，越是难懂越有价值，这一价值观念一直到目前仍有其巨大的影响力，恐亦非乾嘉学派创始人之始料所及。笔者以为一般考证恐非历史学的上乘，即使是精湛的考证工作，最多也只能称为上乘之一，而不是独善或独尊，也不是历史学的终极，因为历史学是在不断发展的。

近几年来，有人说：“中国史学研究对象单一，方法、手段简单，甚至文风都千篇一律，历史研究范围很窄，研究方法也形成了固定的模式”。改革以前确乎如此，这种现象确是到了非改革不可的时候了。这正是史学研究发展的关键和转机（转折点），

称之为“危机”或转机均无不可，但如将争论的时间用于探索新的理论和新的方法，或许更有助于“问题”的解决。

所谓“危机”并非中国史学所独有，在 70 年代中至 80 年代初，日本史学界也曾出现“日本史学危机”的呼声，并且呼声甚高。近年则从提出问题转向新理论、新方法的探索，并已取得显著的成效，特别是在史学概论方面，日本史学家已经开始和正在进行深层的思考。

西方史学界几千年来和中国一样以书面史料为据。西方的传统史学是叙事史，二次大战后，以法国年鉴学派为先驱，诞生了“新史学”。“新史学”力求探索新的研究态度和方法以理解和解释过去，从而提高史学工作者的认识能力。“新史学”创造了许多新的研究方法，如与其他学科相结合，实现了史学的计量化，填补了许多空白。从 50 年代开始的由叙事式向分析式的转变被称之为“史学革命”，它是由方法论和研究技术突飞猛进所造成的。

“新史学”的研究对象是物质环境，是整个社会。但这种偏重物质社会的研究方法在某些阶段却出现了“几乎不变的历史”和“没有人的历史学”；它忽视政治史则又造成了某些空白，同时许多复杂的因素过于简单化也是一个缺点。而计量化由于资料不足并不能全面地反映历史，以及计量化研究成果的不可验证性，和“废输入，废输出”问题等等，使“新史学”又陷入了困境，出现了危机。于是近 10 年中又出现了“新叙事史”。“新叙事史”在尽可能使用分析方法和计量方法的同时，又开拓了新型史料的运用，如法庭审判记录等。总之，“新叙事史”描述人和事是为了揭示文化和社会的内部功能作用。“新叙事史”虽然摆脱了新史学的困境和危机，但与此同时，它又带来了新的问题 例如缺乏科学根据和说服力的缺点的再次暴露，所选历史事例是否具有典型性和代表性，以及对史学家极高的素质要求——学问渊博、具有高超的解释能力等等。总之，任何新理论不可能是完美无缺的理论，任何新方法也不可能是一劳永逸的方法，理论和方法的发展总是一

个不断完善的过程，古今中外概莫能外。

笔者认为，对传统史学方法中久经考验、行之有效的部分，也就是从不同角度考虑，或从不同观点衡量，仍不失为一种良好的方法，则必须妥为保存，善加运用，也就是要批判地继承，去劣存优，作为中华民族的宝贵遗产继承下来。对于将西方的史学方法介绍到中国来并加以运用的学者应当予以支持和鼓励，而不应冷嘲热讽。任何新方法都不可能是完美无缺的，在国外应用效果良好的新方法拿到中国来运用，其效果不一定像预期的那样好，因为具体条件和情况不同。西方的新方法可以介绍进来加以试用，一旦发现问题就加以改进，或一边继续试用改进，一边另创一种新方法。当然，同样重要的还有我们自己要善于从具体研究中不断探索，不断总结经验，将我国的史学理论和方法不断地推陈出新。

明代的水利和造船专家沈翬说得好，“不执古以律今，亦不泥今而忘古”；因此，不可崇尚欧风美雨以至五体投地而泥今不化。学习外国先进经验应学其所长避其所短，重要的是吸收、消化和再创新；不可忘记中华民族的悠久历史和传统文化。

过去若干年来，许多史学界的前辈以及广大的史学工作者做了许多工作，获得了很多令人钦佩的研究成果。笔者只不过是在许多前辈的影响之下做了点滴的工作而已。多年来笔者从事技术史的研究，每感技术史资料零散，支离破碎，难成系统，因而比较注意于技术史资料的系统化，现仅将一得之愚见胪陈于后以就教于方家。

方法从何谈起，主要还是从造船史的研究来谈。去年笔者撰写了一篇有关中国桨系的文章，题为《中国古船桨系考略》，已于1989年4月发表在《自然科学史研究》第8卷，第2期。中国桨系框架结构的产生共分四个步骤：第一步，探深义；第二步，究本源；第三步，明变化；第四步，理系统。或简称为：正义、究源、明变、系统。

就第一步探深义来说，如橹，《释名》说：“橹，臂也，用臂力然后舟行也。”究竟“臂”字其义何指？显然，创造橹的技术水平远远地高于桨的创造，而桨的运动情况以及运用哪一些肌肉力量来划动；它与橹的运动、橹的使力又有何不同？必须进行深层的考察、分析与研究，才能明其深义，从而予以更深一层的，以及比较全面和确切的阐述和评价。以橹的技术水平之高和效率之高，称之为划时代的进步，似乎并不为过。

就第二步究本源来说，桨轮来源于桨，是桨的转化（旋转化），宋朝人称述四轮车船曰：“旁设四轮，每轮八楫”，可见宋人的心目中已经非常明确，已经看清了桨轮来源于桨，桨轮上的叶片是桨片而不是“拨水板”；否则何以不称其为“每轮八板”，而径称为“每轮八楫”？！

就第三步明变化来说，橹的变化是消灭桨的一半虚功，借以大大地提高效率，从而出现了球形支钉（橹顶）和橹的横8字形运动。舵的变化是加大尾桨的面积提高舵效应，置于船尾成为初期的舵。以后终于成为固定在船尾的转轴舵，它更易操作并更易定向。梢和招的变化是加强转向力矩，于是出现了长柄的梢（招），并继而出现首尾各一或首一、尾二（一大一小）等不同的配置。桨轮的变化是使桨片在圆周上运动、围绕轴心而旋转，从而获得连续不断的推进力，同时变手划为足踏，既可加大力量并可利用体重，于是出现了这种半机械化装置。桨轮的出现成为古代船舶效率最高的推进装置，从而达到了古代推进技术的最高水平。

就第四步理系统来说，从桨演化为梢和招，从桨衍生为橹，从尾桨演变为舵，以及从桨转化为桨轮这四大变化来看，它们分明是桨的发展变化的四条主要线索（或称骨干线索），于是以这四大变化为主，再加上其他配合和配置（如脚划船可称为配合，桨橹帆兼用船……可称为配置），终于形成了中国桨的系统，这便是《中国桨系表》产生的程序。

笔者通过工作实践摸索出来的这一程序（或称方法），并不一定能称之为：化无序、模糊、混沌……为有序、清晰。它只是群芳争艳的花圃中的一棵小草，也只是能整理出一点头绪而已。或许它可以成为研究古代史稍具微效的方法之一，也许可以称为一种比较有意义的探索，一种有益的尝试。

目前及今后 10 年正是中国史学工作的关键时期，只要我们在战略上藐视困难、在战术上重视困难，我们便一定能够克服“危机”，走出困境，迎来新的超越。我们史学工作者或史学爱好者所做的工作都是一点一滴的工作，但只要我们努力学习，在实践中善于提出问题和解决问题，且能持之以恒，则涓涓之流可以集成大川，汇为大海（众多的人所做的大量工作），只要我们不断努力便极其可能完成历史上前所未有的巨大业绩。笔者深愿与史学同仁互勉互励，为中国史学的进步而共同努力！

中国古船桨系考略

人类自开创水上运输以来，一直在追求船舶的大型化和高速化，为此作出了不懈的努力，并且取得了巨大的成就。为了达到船舶的高速化，其推进工具和操纵工具不断改进，推陈出新。推进工具由桨进步到橹，再进步到轮桨（车船），使船舶运行速度相对提高，这便要求有相应的比较进步的操纵和控制航向的工具与之配套，由此，桨演化成梢，以后，桨又演变成舵，从而形成了桨的系统（表1）。本文即试图对“桨系”进行初步的探讨、考证和阐述。

一、桨

关于桨的产生，古籍中记载了几条上古传说。《世本》曰：“共鼓、货狄作舟。宋衷云：二人并黄帝臣。注云：货狄亦作化狐，化狐见鱼尾画水而游，乃剡木为楫以行舟。”^①《易传·系辞下》：黄帝、尧、舜之时，“剡木为舟，剡木为楫”。《拾遗记》又云：轩辕“变乘桴以造舟楫”^②。

古籍中所记载的这三条上古传说，为我们展示了舟楫的创造发明过程。模仿鱼尾的动作，更是开仿生学之先河。这些创造发明虽不一定出于轩辕、化狐等人之手，但其事必有所本。对于远古时期创造发明的传说，我们要根据当时社会生产条件的各个方面进行综合分析，除了明显的编造和附会外，许多传闻异辞均可

① 《世本八种》，张澍集补注本，第16页，商务印书馆，1957年。

② 晋王嘉，《拾遗记》卷一，“轩辕黄帝”。

理解为先民在闭塞的环境中的再创造和重复创造。至于诸多发明归之于帝王将相或部落酋长一身，也可以一个时代或一个地区的发明视之。当然，更重要的是要有考古发掘材料的证实。

1973年和1978年我国考古工作者对浙江省余姚县河姆渡遗址进行了两次发掘。河姆渡遗址距今已将近七千年。出土文物中有木桨，已残^①。桨柄与桨叶是用一块木料制成，残长63.0厘米，宽12.2厘米，厚2.1厘米。加工比较精细，桨柄的一端有阴刻弦纹与斜线纹（图1），可见该桨已非原始之木桨。原始木桨的出现还当往前追溯一段时期。后此两千多年的木桨已出土的有吴兴钱三漾和杭州水田畈两处遗址的木桨，距今约4700年左右^②。这些木桨的出土说明了先民很早就在较深的湖泊与河流中活动了^③。

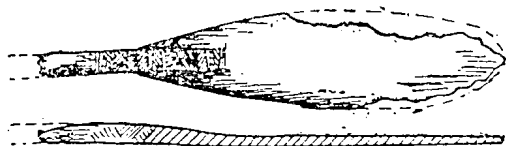


图1 河姆渡出土的木桨

引自《武汉水运工程学院学报》1981年第1期

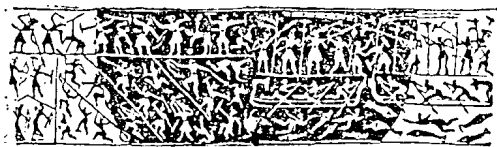
商朝的甲骨文虽已记有水上活动，但记述简略，西周水上活动记载渐多。到春秋战国时期水上活动愈益发展。战国的桨船形象见于河南汲县山彪镇战国墓出土的“水陆攻战铜鉴”和故宫博物院所藏“宴乐铜壶”，见图2(a)，还有1965年成都百花潭战国墓出土的“耕战纹铜壶”，见图2(b)。这些图象都清晰地表现出“江

① 浙江河姆渡遗址第二期发掘的主要收获，《文物》，1980年，第5期。

② 吴兴钱三漾遗址第一、二次发掘报告，《考古学报》，1960年，第2期。

③ 深水用桨，浅水用篙。

上飞舟”的场景和姿态，非常生动，引人注目。其时桨的使用已经历了四五千年之久，用桨推进船舶和操纵船舶的技术毫无疑问已经是非常熟练了。这些图象正好说明了这一点。



(a)



(b)

图2 春秋战国时期水战图

(a) 采自故宫宴乐铜壶纹饰；(b) 采自成都百花潭嵌错铜壶纹饰

同一时期的文字记载有 1972 年山东临沂银雀山西汉前期墓出土的战国中期名著《孙臆兵法》，其中提到水战和“辑”（楫）。原文说：“水战之法，必众其徒而寡其车，令之为钩櫂苙祖威辑□绛皆具。”^①“辑”已成水战必备之船具，可见桨（楫）的使用在水战中已相当普遍，并且是使船舶具有快航性的主要船舶属具。这和上述战国铜器图象中的绘画可以互相印证。

其后文字记载渐多，西汉杨雄的《方言》和东汉许慎的《说文解字》都有简单的解释，而东汉刘熙所著《释名》又作出更加详细的解说：“在旁拨水曰櫂。櫂，濯也。濯于水中也。且言使舟櫂进也。又谓之札，形似札也。又谓之楫，楫，捷也，拨水使舟

^① 银雀山汉墓竹简，文物出版社，1985年。

捷疾也。”^①《释名》对当时桨的几种名称和作用已经解释得相当清楚。

至于桨、楫、桡的大小，汉朝也有明文记载。当时桡的长度接近2米。西汉刘安《淮南子》曰：“夫七尺之桡，而制船之左右者，以水为资也。”汉尺每尺合27.65厘米，7尺约合1.94米左右。

桨根据操作的需要又发展成长桨和短桨。对于长桨和短桨的使用在古籍中有明确的记载。《尔雅》曰：“楫谓之桡。”郭景纯注曰：“桡、小楫也。”但实际上桡也有长有短，并非单指小楫。《吴时外国传》又进一步加以说明：“立则用长桡，坐则用短桡。”^②这已经分别指出长桨与短桨使用上的不同。但这种区别早已有之，至少战国青铜器纹饰中已明示立划的长桡，而坐划的短桡在独木舟时代即早已出现，河姆渡遗址出土木桨即是实证。

后来又出现了用脚划动的小桨。目前浙江省绍兴地区仍有一种脚划船，作者所见的脚划船，船甚小，类似微型船，一人乘坐，乘者自划，两手划一桨，右足踏划一桨，手足并用，别具风致。

脚划船可以说是“特例”。最为常见的小船则是单人操桨的一叶扁舟。水乡泽国，几乎随处可见。其中有左右两手共操一桨的，也有左右两手各操一桨的。单人单桨的小船往往穿行于菱塘莲湖或河汊湖港之间，而单人双桨船虽同是一人摇桨，速度却比单桨远为迅捷，多往来于河川湖荡或商埠码头。李商隐诗：“郎船安两桨，侬舸动双桡。”^③可知双桨船在许多小船中较为常见，乃见之于吟咏。

至于制造桨的木材，历代的诗词歌赋每有称述，计有桧、檀、桂、木兰、沙棠等多种木材，例如：《诗经·卫风·竹竿》

① 东汉刘熙，《释名》卷七，“释船”第二十五。

② 见《太平御览》卷七六九。至今四川一带立划的长桨仍称为桡。

③ 《李义山诗集》卷三，第16页：“又效江南曲”，《四部丛刊》初编缩印本。

云：“桧楫松舟”，《楚辞·九歌·云中君》云：“桂棹兮兰枻”，《太平御览》引杨泉《五湖》曰：“赤桧升棹，檣桨细坚”^①，王安石诗：“缤纷云茀空棠楫”^②，陈基诗：“沙棠为桨木兰桡”^③，等等。以上所举几种木材多为细致坚实的木材，强度较大，宜于制作船舶的推进工具，这都是经过长期使用和优选的结果。

二、橹

原始桨和初期桨所提供的动力，及船舶借此而得的航行速度和装载量，并不能满足人们日益增长的水上运输的需要。追求更加有力，效率更高的推进工具，必然成为社会生产和人类生活的迫切要求。这种力求进步的愿望通过不懈的努力终于在秦汉时期实现，先进的高效率的推进工具——橹出现了。

作者考查了过去已出土的许多汉代船舶模型（明器），其尾部船工所操持之船舶属具或者明显地可以看出是尾桨，或者与梢近似。东汉郭宪《洞冥记》一书记汉武帝时之事，虽提到“橹”字^④，可是该书所言荒诞，若无实证，未可轻信。至于橹的遗迹则多年未得确证。然而近年的出土文物却为我们提供了线索。1983年秋，广州象岗山西汉南越王墓出土酒器中有提筒九件，提筒纹饰上船尾的推进工具，我们估计是尾橹而非其他工具。

笔者认为：如是梢则应更长，如是短桨，则两舷应有长桨或短桨。而出土的酒器提筒纹饰仅此一具，可以推知它是尾橹而非其他。揆诸事理，首先产生的应是单橹，也就是尾橹，然后才出

① 《太平御览》卷七七一。

② 《临川先生文集》第十七卷，第139页，《四部丛刊》初编缩印本。

③ 陈基，“怀彦成诗”，《佩文韵府》第2册，第2073页。

④ 《洞冥记》卷一，“建元二年，虬泉池，或以沙棠为桡楫，或以木兰文柁为橹棹”。（有人称该书系六朝人伪托）。

现多橹，即安排在两舷的旁橹，如腰橹等。而尾橹的产生极有可能是人们模仿鱼尾的摆动而创造的。《世本》注中所说模仿鱼尾划水而游，解释为尾橹的发明似乎更为合理。

鱼尾的摆动力量很大，模仿鱼尾而创造的橹的力量也很大。俗称：“一橹三桨”。可见橹的力量大而效率高。古人于此也深有体会。唐王周《志峡船具诗》也极言橹的力量之大，谓：“在船有力悉不如橹。”其《橹》诗又称：“用之大曰橹，冠乎小者楫。”^①元王恽《橹》诗也称：“济川具有五，此物乃其甲。”^②。

笔者认为橹之所以具有如此大的力量和高的效率，是因为橹有三大特点：

1) 橹是桨的衍生和跃进。橹的推进运动是连续的有效运动。桨的运动过程是一半实功一半虚功，橹的运动过程全部都是实功，仅此一项就至少将推进效率提高一倍，甚至一倍以上。人们追求船舶快速前进，不断提高推进效率，首先就是力求消灭桨的一半虚功，使运动过程全部成为实功。橹的设计人切实地做到了这一点，因而赢得了“用之大曰橹”，“此物乃其甲”的好评。

2) 橹的支点是球形支钉^③。球形支钉的出现是古代机械的一项重要发明。在橹的设计中，球形支钉是关键，它大大地提高了橹的运动的自由度。橹身的支点是一块具有半球形凹槽的硬木块^④，罩于球形支钉之上，使橹能自由地作多方向的运动。

3) 橹手推挽橹的运动是横 8 字形运动，见图 3。这种运动能使橹手全身迸发出最大的力量，它以腰脊为主调动了全身大部分肌肉的力量。所以《释名》说：“橹，臂也，用臂力然后舟行

① 见《古今图书集成·考工典·舟楫部》。

② 见《古今图书集成·考工典·舟楫部》。

③ 球形支钉习称橹支钮，又称橹顶、橹宁、或称和尚头。

④ 橹垫，又称橹脐；在橹柄与橹叶接合处下方，其位置一般为橹的重心位置，橹垫是长方形硬木块，有许多橹垫凿有两三个半球形槽，可用以调整支橹的位置。