

天文学基础知识丛书

航海 天文学

刘南威 姜锡全 吴钟铮 李竞 李启斌 著



科学出版社

航海天文学

刘南威 吴钟铮 李启斌 编著
姜锡全 李 竞

科学出版社

1984

内 容 简 介

本书是介绍航海天文的科普读物。书中首先介绍了我国的航海历史，次后具体而详细地介绍在航海中运用天文知识作出船舶定位的方法，最后论述了近代航海中的各种各样的船舶定位方法。它们各有长短，不能互相代替，都有它们各自的生命力。书中的文字通俗易懂，是一本较好的科普读物。可供具有中等文化程度的干部和青年阅读。

航 海 天 文 学

刘南威 吴钟铮 李启斌 编著
姜锡全 李 竞

责任编辑 黎昌颖 彭 英

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院开封印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1984年9月第一版 开本：787×1092 1/32

1984年9月第一次印刷 印张：3%

印数：0001—3,400 字数：67,000

统一书号：13031·2695

本社书号：3705·13—5

定 价：0.50 元

出 版 说 明

天文学发展到当代，进入了一个新的时期，这门古老的科学焕发出新的青春。新的观测手段，精密的观测仪器导致许多意想不到的发现。六十年代四大发现(类体尾、脉冲星、微波背景辐射和星际分子)以及宇宙X射线爆发、宇宙 γ 射线爆发和星系核的活动等，向当代科学提出了挑战，对天文学的发展产生了重大影响，形成了许多新的分支学科。这种繁荣鼓舞着天文工作者奋勇前进，也引起了广大天文爱好者浓厚的兴趣。

1978年，北京天文学会恢复了学会活动不久，理事会和科学出版社经过共同努力，组织了一个编辑委员会，为具有中等文化程度的广大读者提供一套丛书，组织了二十个选题，定名为《天文学基础知识丛书》而出版。现在该丛书开始出版了，这将引起广大天文爱好者的极大关注，为天文普及起到有益的作用，希望广大读者不吝指正。

编辑委员会

1984年5月于北京

编辑委员会名单

主任编委：冯克嘉

副主任编委：李 竞 马星垣 杨海寿 肖兴华

编委（以姓氏笔划为序）

马星垣 卞德培 冯克嘉 乔国俊 李 竞 李惕碚

肖兴华 吴鑫基 杨海寿 罗定江 郑学塘 胡文瑞

郭玉莲 黄天祥 簿树人

本书责任编辑委：李 竞

前 言

航海天文，是航海中观测天体确定船舶位置的一种导航方法。在古代，它是远洋航行中最早使用且唯一可靠的导航技术。在近代，虽然航海技术发展迅速，各种无线电定位仪器已被普遍采用；但是，无线电定位要依赖岸上的无线电发射台，使用的仪器也容易发生故障，而航海天文可不必依赖岸上任何设备，使用的仪器简单、方便，又不易发生故障；所以，航海天文仍然是一种必要的基本导航方法。

在我国古代，把海上观测星体，引导航行的方法，称为“过洋牵星”。

本书扼要介绍我国古代航海天文的悠久历史、杰出成就和主要内容；天文定位的基础知识；以及近代航海天文的基本原理、具体方法和发展趋势等。

本书引用的民间航海天文方法及星名是根据我们在东南沿海实地调查访问的结果整理的。参加调查的还有张振博、王祚奇、郑钟雄、潘明洲、王俭来、钟珠等同志。

书中插图的大部分，是由罗寿枚同志清绘的，特此表示感谢。由于我们水平有限，错误之处，在所难免，望读者指正。

编著者

1983年元旦

目 录

一	我国古代的航海天文	(1)
	(一) 从观星斗辨航向到测天体定船位	(2)
	(二) 民间传统航海天文	(8)
	(三) 牵星术	(15)
二	天文定位基础知识	(28)
	(一) 经度和纬度	(28)
	(二) 星空和天象	(32)
	(三) 天球坐标	(34)
	(四) 时间	(40)
	(五) 天球坐标在航海上的应用	(45)
三	近代海上天文导航	(48)
	(一) 天文定位原理	(48)
	(二) 天文船位线	(53)
	(三) 航海天文年历	(57)
	(四) 六分仪	(63)
	(五) 船位的确定	(69)
四	航海天文的发展和前景	(81)
	(一) 人造水平基准装置	(81)
	(二) 无线电六分仪	(82)
	(三) 人造卫星导航	(83)
	附录一 四季星空巡礼	(90)
	附录二 航海星辰一览表	(98)

一 我国古代的航海天文

古时候，指南针还未运用到航海以前，航行在茫茫大海上的船舶，只见天水相连，渺无涯际，没有什么标志可以作为航行的依据，这样，天上的日月星辰，自然就成为它们的“空中灯塔”和“指路明灯”了。所以，航海天文是远洋航行中最早使用的一种导航方法。

我国幅员广大，海域辽阔，有很长的海岸线，给我们以交通海外各民族的便利。早在二千多年前，我国舟师就已远涉重洋，南抵赤道，东达日本，是世界上海上交通和航海技术发展最早的国家之一。

我国的古代天文学，曾经放射着灿烂的异彩。地球绕轴自转反映的日月星辰的周日视运动；地球绕太阳公转造成的星空背景的逐日逐月变化；地球绕日和月亮绕地球显现出的太阳和月亮的逐日在星空间东移等现象，早就为劳动人民所熟悉，并且运用于航海上，使我国成为最早掌握航海天文技术的国家之一。不断的航海实践，又使我国天文导航技术日臻完善，所以，我国古代的航海天文发展既早，贡献又大。

（一）从观星斗辨航向到测天体定船位

我国古代的典籍中，关于航海天文的记载，虽然比较分散，但却是研究我国航海天文的宝贵资料。这些资料记述了我国天文导航技术的发展过程，反映了我国航海天文的悠久历史和杰出成就。

秦汉时期，是我国统一的中央集权的多民族封建国家确立和发展的时期，那时中国的国土，东面临海，自北往南为黄海、东海和南海，在当时已形成一个是大陆，又是海洋的国家，为航海天文的发展提供了有利的地理条件。随着冶铁业的继续发展，生产资料的不断改善，社会生产力有了进一步提高，促进了贸易的发展。所以，秦汉时期的造船业也得到了发展。据一九五六年从广州郊区一座西汉木椁墓中出土的两艘木船模型来看，其中较大的一只，船上有结实的楼阁，并有甲板和长舵，船身长而高，船底窄且深，显然是远洋大船的缩影，可见当时已有用来航海的海舶了。与此同时，海上交通也发展起来，秦时曾派人率领船队出海航行，汉代航行者已远航到印度和斯里兰卡等地。造船和航海事业的发展，促进了航海技术的进步，出现了我国最早的航海天文记载，在汉初成书的《淮南子·齐俗训》中就用“夫乘舟而惑者，不知东西，见斗、极则寤矣”，这说明海舶在沧海之中，迷失方向，凭北斗星和北极星便可以确定方向。《淮南子》的作者不是航海家，而能用航海天文作例证，表示当时航海

天文技术的采用已是相当普遍了。

汉末到南北朝，我国的航运事业不仅没有间断，而且更加频繁，许多商品的运输，各国使节的往来，都是经由海上进行的。造船技术也得到提高，帆船已有三、四帆，甚至六、七帆的，交错配置，可逆风行驶。航海天文记载也日渐增多，描述比较具体。西晋葛洪在《抱朴子外篇·嘉遯卷》中记述：“夫群迷乎云梦者，必须指南以知道；竝乎沧海者，必仰辰极以得返。”提到在大海之中，不知东西，必须观看北极星，才能安全返航。东晋僧人法显自天竺（今印度）浮海东归后，将其亲身经历和见闻写成《佛国记》，书中写道：“大海弥漫无边，不识东西，唯望日月星宿而进。若阴雨时，为逐风去，亦无准，……至天晴已，乃知东西，还复望正而进。”这是生动而真实的描述，既反映了观察日月星辰，辨别航行方向，在当时远洋航行中的重要作用，又成为我国观日航海和观月航海起源很早的证据。南朝周舍在被问到海道艰难时，回答说：“昼则揆日而行，夜则携星而泊。”指出不论是在白天还是夜晚，都要观察天体，引导航行。

到了隋唐时代，我国的海上交通和造船技术，有了更大的发展。尤其是唐代，为适应社会生产力和商品流通扩大的需要，造船和航海技术都达到了相当高的水平。当时的中国海舶以船身大，载重多，结构坚固，抗风力强，舟师航海技术高超而称著于世。亚洲东南方的信风、季风规律，已被我国舟师充分利用，中国船可远航到阿曼、波斯和巴林一带。航海天文知识已较为人们所熟悉，并在一些诗人的著作中也

有所反映。如唐王维的《送秘书鼎监还日本国》诗中有：“向国唯看日，归帆但信风”；唐沈佺期在《度全海入龙编》诗中述：“北斗崇山挂，南风涨海牵”，都叙述了航行中观察天体，利用信风和季风的情景。

在宋代，海上交通盛况空前，中国船已可远航东非海岸，造船事业的进步显著，所造船舶之巨大，种类之繁多，式样之新颖，设备之完善，性能之良好，皆超越前代；航海技术突飞猛进，我国舟师已把我国古代劳动人民发明的指南针运用到航海上，首创了仪器导航的方法，这是航海技术的一次伟大革命。指南针在航海上的运用，不但没有代替或排斥天文导航方法，相反还促进航海天文技术的进步，使宋代航海天文技术站在当时世界的最前列。所以，宋代有关航海的记载，总是把指南针导航方法和航海天文技术并列记载的。朱或在《萍洲可谈》写着：“舟师识地理，夜则观星，昼则观日，阴晦观指南针。”指出航海天文与指南针配合使用，舟师能够识地理。“识地理”表明当时的舟师可能已经掌握在海上确定船舶概略位置的方法了。徐兢在《宣和奉使高丽图经》中写道：“是夜，洋中不可住，维视星斗前迈，若晦冥，则用指南浮针，以揆南北。”和朱或的记述一样，提到当时的导航以航海天文方法为主，指南针导航为辅。吴自牧在《梦梁录》写着：“海洋近山礁则水浅，撞舟必坏船，全凭南针，……自古舟人云，去怕七洲，回怕昆仑，……又论舟师观海洋中日出日入，则知阴阳。”指出近海或靠岸航行，要“全凭南针”，远洋航行仍要以天文导航为主。

在唐、宋两代的基础上，元代的海上交通进一步频繁，来往于中国和波斯湾的海船，以中国船为最大，航海天文技术继续发展，马可波罗乘我国舟师驾驶的中国船航行印度洋后，在游记中载有不同地方北极高度的差异，如记印度西岸马里八儿（今马拉巴）时说：“在此国中，看见北极星更为消晰，可在水平面二肘上见之”。记科马利时说：“北方星座的一部分在爪哇看不见，在此处三十哩之内可以看见，并且表现高出地平线一肘尺。”表示当时在远洋航行中，已经有可能观察北极星的高度来确定船舶在南北方向上的位置了。

到了明代，元末长期战争遭到破坏的农业和手工业，得到了恢复和发展，商业资本也随着活跃起来，海运事业比前代更为发达。明永乐至宣德年间（1403至1435年）更有郑和七下西洋（古时的西洋，是指我国南海以西，到印度洋一带的地方）的伟大壮举。郑和下西洋规模宏大，组织严密，航程遥远，历时久长，影响深远，航海技术高明，访问国家和地区众多，为当时任何国家所不及；是世界航海史上的空前大事。大规模的航海活动，有力地促进了航海技术的发展，使我国航海天文跃入新的阶段，发展成为“牵星术”。巩珍在随郑和下西洋归来后所著的《西洋番国志》写着：“往还三年，经济大海，绵邈弥茫，水天连接、四望迥然，绝无纤翳之隐蔽，唯观日月升坠，以辨东西，星斗高低，度量远近。”这说明在当时表示不但可以观日月出没辨航行方向，而且能够测星斗高低来定船舶位置了。

明代是我国古代航海天文发展的高峰，载有航海天文资

料的史籍众多，主要的有：《武备志，卷二百四十》（茅元仪），《瀛涯胜览》（马欢），《西洋番国志》（巩珍），《东西洋考》（张燮），《西洋朝贡典录》（黄省曾），《戒菴老人漫笔》（李诩），《碧里杂存·渡海方程》（董汉阳），《殊域周咨录》和《顺风相送》等。其中《武备志》卷二百四十收集的“郑和航海图”，还把航海天文资料绘制成图，成为我国现存最早载有牵星资料的宝贵图籍。图中所载牵星资料丰富而具体，在二十二页海图中，载有牵星资料的共五页半，载有牵星数据近七十处，是研究我国牵星术的重要文献。

从明代航海天文的记载中可以看出：第一，“牵星”一词在明代已经出现，《郑和航海图》中有“过洋牵星”，“顺风相送”序言中述：“过南巫里洋忽鲁谟斯，牵星高低为准”和“望斗牵星”，都提到“牵星”，可见，我国的航海天文至迟到明代就已发展成牵星术；第二，牵星使用的星辰众多，《郑和航海图》和《顺风相送》记载用于牵星的星辰有：北辰，灯笼骨、华盖、织女、南门双星、小北斗、西南布司星、西南水平星、水平星等；第三，航行中已经采用仪器观测天体的高度^①。李诩撰的《戒菴老人漫笔》中载有：“苏州马怀德捧星板一付，十二片，乌木为之，自小渐大，大者长七寸余，标为一指，二指至十二指，俱有细刻，若分寸然，又有象牙一块，长二尺（注：二尺为二寸之误），

^① 本节中出现的航海天文术语，其含义见“天文定位基础知识”一章。

四角皆缺，上有半指、半角、一角、三角等字，颠倒相向，盖周髀算尺也。”这一记述表明，至少在明代我国古代的航海天文，就已从肉眼观星斗辨航向阶段进入仪器测天体定船位阶段了。

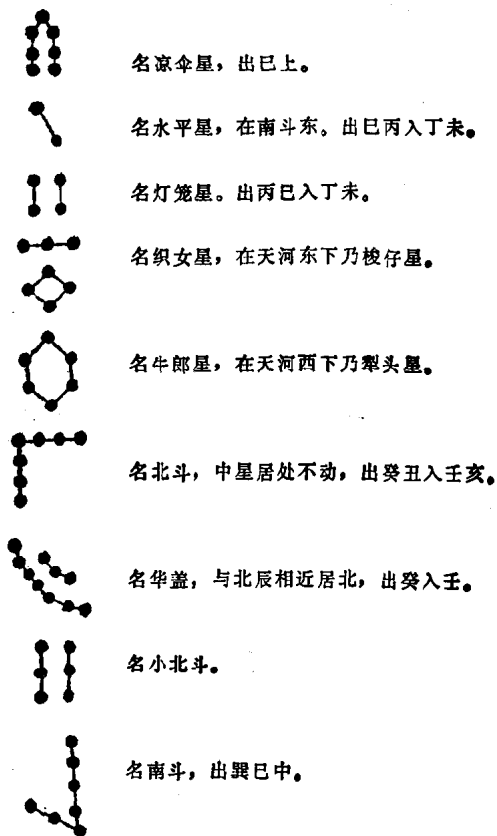


图1.1 《指南正法》一书所载的“观星法”

清初，传统的牵星术继续得到保持和发展，在《指南正法》一书中，还有“观星法”一节，更绘出星座图形（图1.1），注明出没方位，其所列星辰除水平星、灯笼骨、织女星、北斗、华盖、小北斗和明代记载相同外，尚有凉伞、牛郎星和南斗。

清代中叶以后，由于政府日益腐败，帝国主义入侵，使我国航运事业受到严重摧残。然而，航海天文是与航海实践紧密相连的一门科学，沿海渔民在渔捞航运中，除对山屿水势、海流潮汐、信风等地文、水文、气象规律充分掌握外，还把怎样利用罗盘测定航向，如何望斗牵星，瞻日观月以导航总结成书，互相传抄，世代相传，成为劳动人民辛勤劳动的结晶。

（二）民间传统航海天文

古代的航海天文，经过我国民间航海家的不断实践，世代相传，保留至今，成为民间传统航海天文。

1. 民间观日航海

我国沿海的渔人舟子都熟知太阳在一年中逐月出没的方位，他们观察太阳的出没，以近似地确定航行的方向。广东省海南岛许多老导航都能随口背诵：“太阳夏天出在甲，没在辛；冬天出在乙，没在庚；春秋出在卯，没在酉。”（图

1.2) 福建省沿海渔民收藏的祖传航海针路簿记载的“定太阳

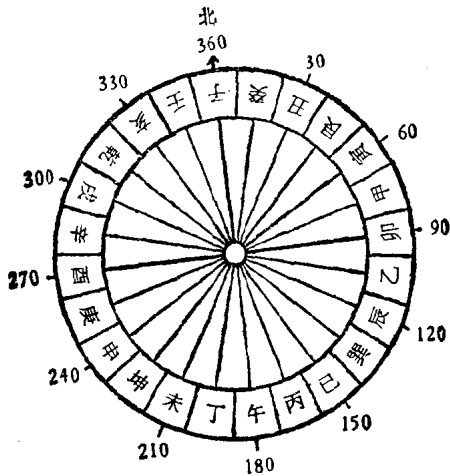


图1.2 罗盘图

出入”是：“正月九月出乙入庚，二月八月出兔入邻，三月七月出乙入庚，四月出辰入申，五月出巽去子，六月出艮扫乾，十月十二月出寅入戌”（图1.3）。它与《顺风相送》和《指南正法》记载的“定太阳出没歌”颇为相似，都是便于记忆的歌诀。

2. 民间观月航海

民间航海家都掌握望月（农历十五、十六）前后月亮出没的方位，以辨航向，并编成口诀，便于记忆。闽浙民间流传的

