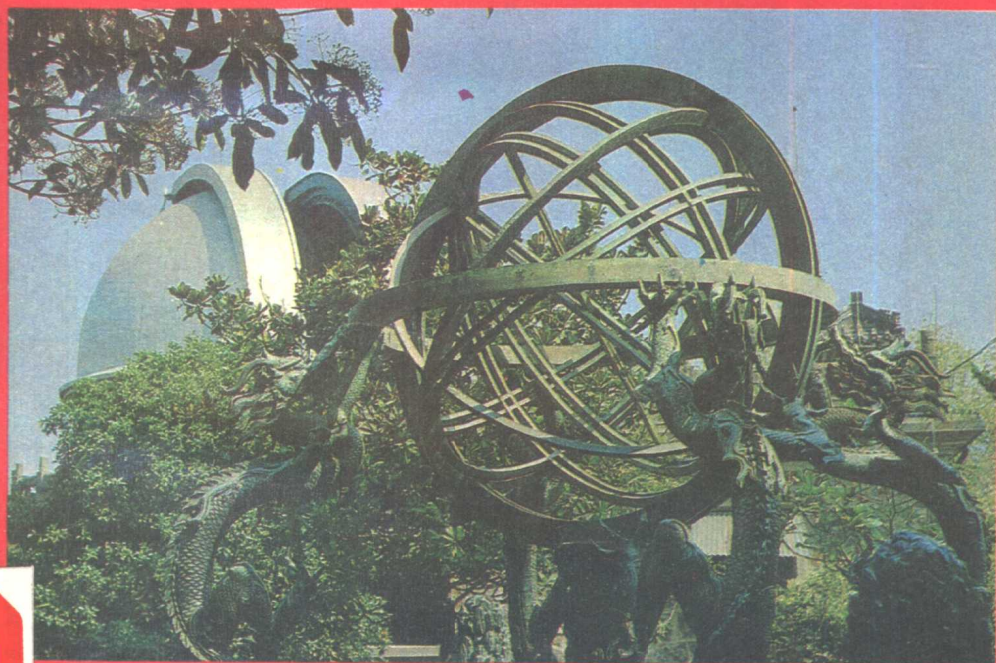


天文学史

宣焕灿 编



TIAN WEN XUE SHI

高等教育出版社

天 文 学 史

宣焕灿 编

高等教育出版社

(京)112号

内 容 提 要

本书系编者根据其多年来在南京大学天文系讲授“天文学史”课程的讲义以及进行天文学史研究所积累的资料编写而成。全书分为古代天文学、16世纪中叶至19世纪中叶天文学以及19世纪中叶以来的天文学三编。与国内近年来已出版的有关天文学史书籍相比，本书不但内容丰富，史料详实，而且在力求全面系统地描述天文学各分支学科从古到今的发展过程基础上，突出介绍了19世纪中叶以来的天文学直至本世纪80年代空间天文学的最新情况。

本书不但可作为大学生的天文学史教材，而且尤为适合广大科学史工作者，哲学工作者参阅。

本书责任编辑 杨 祥

天 文 学 史

宜焕灿 编

*

高等教育出版社出版

新华书店总店北京科技发行所发行

民族印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 13 字数 330 000

1992 年10月第1版 1992年10月第1次印刷

印数0001—2 790

ISBN7-04-003571-5/P·5

定价 8.40 元

序

天文学的历史几乎和人类的文明史同样渊源流长。远古时代，当原始的农牧业产生时，人们就开始利用太阳的东升西落（“日”）和月亮的圆而复缺（“月”）来推算季节，于是天文学也就诞生了。从那时起，直至近几十年来射电天文探测和空间天文探测所取得的惊人成就，天文学的发展走过了漫长而曲折的道路。本书旨在从总体上勾划天文学发展的全过程，并力求从中总结出一些有益的启示。

1981年起，我为天文系学生开设了“天文学史”课，接着又为全校学生开设了“天文学史”公共选修课。所编的《天文学史》讲义十年中曾数易其稿。本书则是在此讲义的基础上再次修改、充实而成。在这一过程中，天体力学专家易照华协助补写了第十七章，并审看了第十章；天文学史家薄树人和丁蔚共同审看了全部书稿（薄：第一编；丁：第二和第三编）；张承志、任江平、苏万振、蔡贤德等同志也都给予不少帮助。在此一并致谢。

天文学史涉及古今中外以及天文学的各个分支学科，在这个浩瀚的知识海洋里航行，作者深感难于胜任。因此，本书定会存在这样那样的不妥之处，恳请读者和有关专家批评指正。

宣焕灿

1990年秋于南京大学

AAD36/08

目 录

绪论	(1)
----	-------

第一编 古代天文学

第一章 萌芽时期的天文学	(6)
第二章 中国古代天文学	(20)
第一节 中国古代天文仪器	(21)
第二节 中国古代天文历法	(36)
第三节 中国古代对天象的观测和记录	(49)
第四节 中国古代宇宙理论	(65)
第三章 古希腊天文学	(79)
第四章 阿拉伯天文学和欧洲中世纪天文学	(99)

第二编 16世纪中叶至19世纪 中叶的天文学

第五章 哥白尼日心体系的创立和发展	(110)
第六章 早期的天文望远镜及其观测成就	(129)
第七章 万有引力定律的发现和证实	(144)
第八章 康德和拉普拉斯的星云说	(158)
第九章 近代天体测量学的兴起	(165)
第十章 奠基时期的天体力学	(180)
第十一章 银河系概念的初步确立	(187)

第三编 19世纪中叶以来的天文学

第十二章 天体物理学的诞生	(194)
第十三章 河外星系的发现	(208)

第十四章	19世纪后期到20世纪中期的	
	天体物理学	(221)
第一节	探测手段和分析方法的 进 展.....	(221)
第二节	太阳系研究的 进 展.....	(234)
第三节	恒星研究的 进 展.....	(248)
第四节	赫罗图与恒星 演 化.....	(256)
第五节	河外星系和银河系的 研 究.....	(267)
第十五章	广义相对论的诞生和现代宇宙学	
	的 发 展	(277)
第十六章	19世纪中叶以后的天体 测 量 学.....	(291)
第十七章	19世纪中叶以后的天 体 力 学.....	(307)
第十八章	射电天文学的崛起和60年代	
	四大天文 发 现	(318)
第十九章	空间天文学的诞生 和 发 展.....	(335)
参考书目		(358)
天文学大事索引.....		(361)
人名索引.....		(386)

绪 论

天文学史既是天文学的一个分支，又是自然科学史不可缺少的组成部分，它是天文学或自然科学史中研究人类认识宇宙的历史、探索天文学发生和发展规律的分支学科。

天文学史和其他分支学科一样，还可以进行更细致的分科。通常，如涉及全世界范围，把整个人类认识宇宙的历史作为一个整体来研究的，是世界天文学史；而研究各地区、民族和国家的天文学发展的则是有关地区、民族和国家的天文学史。天文学史也可以按时代来划分，如史前天文学、古代天文学史、中世纪天文学史、近代天文学史和现代天文学史等；有的则按世纪来划分，如18世纪天文学、19世纪天文学、20世纪天文学等。由于天文学研究内容的日益丰富，分支学科的日益繁多，因此除研究天文学总的发展即通史外，还产生了许多专史，例如天体演化学史、宇宙论史、射电天文学史、空间天文学史、月球研究史、海王星发现史等。

天文学史的研究在中国有悠久的历史。二十四史中的天文志和律历志都有叙述天文学发展史的部分。中国汉、唐、宋、元等代的著名天文学家都对中国天文学的发展特别是中国古代历法的发展作过研究。清代，钱大昕、李锐、顾观光等人作了许多中国古代天文史料的整理研究工作，阮元主编的《畴人传》中，搜集和整理了中国古代天文学家的大量史料。民国时期，朱文鑫（1883—1938）在深入研究的基础上，出版了许多中国天文学史著作。接着，陈遵妫（1901—1991）在抗战时期艰苦的条件下，致力于中国天文学史的研究。中华人民共和国成立后不久，他就出版了《中国古代天文学简史》，此书深受国内外学者的注目，在日本被译成日文出版。1957年，中国自然科学史研究所成立，在所内逐渐

建立起一支专业的天文学史研究队伍。70年代中期,以祖国天文学整理研究小组为核心,组织力量开展广泛的中国天文学史整理研究工作。发表了大量研究论文,出版了《中国天文学史》(1981)、《中国天文学文物图集》(1980)、《中国古代天象记录总集》(1988)等多部有影响的专著。当今,国内各天文单位和一些高等院校都有从事天文学史研究的人员,形成了一支研究天文学史特别是研究中国天文学史的专业队伍。

在中世纪末的欧洲,一些著名天文学家都很注意研究古希腊天文学,从中汲取营养。著名天文学家哥白尼(N. Copernicus, 1473—1543)正是在深入钻研托勒玫(Ptolemy)地心说以及一些古希腊学者的地动思想之后,才提出了划时代的日心地动说的。18—19世纪,西欧一些学者对天文学史作了广泛的研究。光是在法国,就出版了好多部天文学史著作,例如贝利(J. Bailly, 1736—1793)的《古代天文学史》(1781)和《近代天文学史》(1785),德朗布尔(J. Delambre, 1749—1822)的《中世纪天文学史》(1819)、《近代天文学史》(两卷, 1821)和《18世纪天文学史》(1827)等。20世纪以来,天文学史的研究呈现更加欣欣向荣的局面。这主要表现在:①欧美各国学者深入研究了从古希腊到19世纪的欧洲天文学史,出版了大量著作。②许多学者对埃及、美索不达米亚、中国、印度以及玛雅的天文学史进行了深入的研究,出版了许多专著。例如法国天文学家安东尼亚迪(E. M. Antoniadi, 1870—1944)出版了《埃及天文学》(1934);英国学者李约瑟(J. Needham, 1900—)陆续分卷出版了巨著《中国科学技术史》,其中天文学部分占第三卷的很大一部分篇幅,该卷于1959年出版。③主要研究史前时期的考古天文学如异军突起,发展迅猛(见第一章)。④利用古代天象资料来研究现代天文课题的应用历史天文学发展很快,成为天文学史研究领域中的一个热点(见第二章第三节)。⑤不少学者致力于现代天文学史的研究,发表了大量论文、专著。例如,著名天文学家O. 斯特鲁

维(O.Struve,1897—1963)等人所著的《20世纪天文学》(1962)就是一本出色的现代天文学史专著。⑥开展了天文学名著和著名论文的选编工作。例如,美国著名天文学家沙普利(H.Shapley,1885—1972)等人选编了1543—1897年间的《天文学原著选》(1929)和20世纪前50年的《天文学原著选》(1960),美国天文学家兰(K.R.Lang)和金格里奇(O.Gingerich)选编了20世纪前75年的《天文学与天体物理学原著选》(1979)。⑦国际天文学联合会设有天文学史专业委员会,几乎每年都举行国际性学术会议。美、苏、英等国都有天文学史的专门刊物出版。⑧欧美一些大学,纷纷设立科学史系和科学史研究机构,广泛开展科学史其中包括天文学史的教学和研究工作。

研究天文学史有十分重要的意义:①有助于我们更全面更深刻地了解天文学。目前天文学分门别类很多,我们平时所接触的,往往是当天文学各个领域的现状,即横断面;而天文学史的研究将向我们展示天文学各个领域发展的来龙去脉,即纵断面。两者互相补充,共同促进我们对天文学的深入了解。②研究天文学思想史,探索人类认识宇宙的思维发展的规律,有助于我们掌握正确的宇宙观和方法论,丰富辩证唯物主义的认识论。③研究中国天文学史可使我们了解中国古代天文学的辉煌成就,从而为开展爱国主义教育提供生动有力的材料;研究中外天文学互相交流的历史,可以增进我国人民和世界各国人民的互相了解和友谊。④研究天文学发展的全过程或天文学某一领域发展的全过程,探索天文学发展的某些规律性问题,有助于我们总结经验教训,为当前和今后的天文学研究工作提供借鉴;研究欧美各国近现代天文学史,探讨各国成功的经验,还可为我国天文学的发展提供借鉴。⑤分析有成就的天文学家的实践活动、思维过程、治学态度、治学方法和哲学观点,总结他们的经验教训,可给我们以启迪,使我们在自己的研究工作中少走弯路。⑥有些天文学课题的研究,如超新星爆发、地球自转速率的变化、太阳黑子的活

动等，十分需要长期的观测资料。研究天文学史，挖掘和利用古代天象记录，往往有助于这些现代天文课题的解决。⑦天文学史的研究丰富了科学文化史的内容，有助于历史学的研究，有时甚至还可直接为历史学服务，例如利用古代特殊天象记录协助确定至今尚存疑的重大历史事件的年代。

本书是一本世界天文学史。根据天文学发展的实际情况，书中将史前时期直至空间探测时代天文学的发展分成三个时期，即分成如下三编来阐述。

第一编，古代天文学，即从天文学的诞生到哥白尼的日心说问世之前的天文学，这一时期中人们或者单凭肉眼，或者用肉眼配合古代天文仪器来观测天体，所能测定的主要是天体的视位置和视运动，这些工作实质上属于天体测量学的范畴。在这一时期，不论是中国的盖天说或浑天说，还是欧洲占统治地位的托勒玫地心说，都未能建立起正确的宇宙图象。

第二编，16世纪中叶到19世纪中叶的天文学。16世纪中叶，哥白尼提出的日心说是划时代的革命，它开创了近代自然科学和近代天文学。接着，17世纪初天文望远镜的诞生，为天文学提供了新的观测手段，带来了无数天文学新发现。望远镜的诞生，也使天体的定位精度大大提高，从而带来了天体测量学的迅猛发展。17世纪下半叶万有引力定律的发现，使天文学从单纯描述天体的视位置和视运动发展到研究天体之间的相互作用及其真运动的阶段，天体力学从此蓬勃地发展起来。18世纪下半叶，太阳系起源的康德-拉普拉斯星云说的诞生，有力地冲击了当时形而上学的自然观，并开创了天文学中一个新研究领域——天体演化学。1785年，威廉·赫歇尔（William Herschel, 1738—1822）初步确立了银河系的概念，使人们的视野从太阳系扩展到银河系，眼界大为开阔。

第三编，19世纪中叶以来的天文学。19世纪中叶以前，人们局限于使用望远镜配合人眼对天体进行观测，这种观测方法尽管

带来了许多重要天文发现，但却无法揭示天体的物理本质。19世纪中叶，分光术、测光术和照相术几乎同时运用到天文学中来，导致了天体物理学的诞生。于是，人类对天体的认识又产生了一次飞跃，从只能研究天体的力学运动发展到能研究天体的各种物理的和化学的运动。进入20世纪后，量子力学的诞生，为天体物理学的进一步发展提供了强有力的理论武器。接着，1915年广义相对论的创立导致了现代宇宙学的诞生；20年代河外星系的发现则又一次扩充了人们的视野，翻开了人类探索大宇宙的新的一页；30—50年代，射电探测技术和空间探测技术的相继兴起，使探测天体的波段从单纯的光学波段发展到整个电磁波波段，迎来了全波天文学的时代，无数新发现纷至沓来，天文学正以前所未有的速度向前发展。

第一编 古代天文学

第一章 萌芽时期的天文学

人类的历史大约可以追溯到300万年前，但在这300万年中，299万年人类都处于狩猎和采集经济的阶段。当时的人们制造和使用最原始的工具（早期的粗糙石器）来集体捕捉野兽，采集野果等可食的植物。这一时期可以说只有技术而没有科学，科学只是以胚胎状态存在于技术之中，而所谓技术，主要也仅指怎样制造石器而已。这一时期，史称旧石器时代。在这一时期，尽管在狩猎和采集的过程中，人们对自然界的變化、寒来暑往等天文现象积累了一些感性知识，但是这种狩猎和采集经济偏于等待自然界的恩賜，而不是能动地利用自然规律创造物质财富，因此它既不需要也不可能产生更多的天文知识。

大概到了一万年前，这时出现了表面磨制得很光滑的石器，中间打了眼的石器，还发明了陶器，开始了历史上所称的新石器时代。人类开始从原始的狩猎和采集经济向原始的畜牧业和农业过渡，即开始饲养家畜和种植农作物。正如恩格斯（F. Engels, 1820—1895）所指出的：“首先是天文学——游牧民族和农业民族为了定季节，就已经绝对需要它”^①。天文学，这门诞生最早的科学，正是在新石器时代到来的时期，由原始的牧业和农业生产的需要而产生和发展起来的。

为什么说天文学和原始的农牧业的发展分不开呢？放牧要水

^①恩格斯，《自然辩证法》第162页，人民出版社1971年版。

源、牧草，这就需要辨别方向，掌握时令；牲畜往往有一定的繁殖期，这也要求人们能知道季节的变化；至于农作物则更有一定的播种、生长到成熟的规律，误了农时就无法获得好收成。由于这种需要，就产生了原始的历法，以便确定年、月、日的相互关系。古人“日出而作，日入而息”，从太阳出没的这种最明显的现象中，产生了“日”的概念。那时候的人们夜晚只能靠月亮来照明，人们发现月亮由圆变缺、由缺变圆，总有一定的周期性，于是逐渐产生了“月”（指朔望月）的概念。而对“年”的认识则困难得多。最早产生的历法，可能是一种物候历，即通过长时期的作物成长的循环和寒来暑往的变迁而得出的确定季节的经验性历法。为预报这种物候历的物象观察是多方面的，如动物的蛰伏、候鸟的迁徙、植物的枯荣等。但物候历往往会受气象异常因素的影响，对季节的掌握只能大致准确，对一年到底有多少天，还没有明确的数量概念。此后，从以物候定农时发展到以观星象定农时，由于后一种方法更准确、可靠，原始的物候历便逐渐过渡到以观星象来定季节的历法。

在公元前4000—前3000年左右，在底格里斯河和幼发拉底河的两河流域（美索不达米亚）、尼罗河流域（古埃及），印度河流域（古印度）以及我国的黄河流域等，先后出现了原始的农业定居区，并逐渐出现了氏族社会向奴隶社会的过渡。在这些地区，正如下面所述，天文学也很快地发展起来。

一、美索不达米亚的天文学

美索不达米亚在今伊拉克境内，这里古代是底格里斯河和幼发拉底河两河流域的泛滥平原。早在公元前4000年左右，苏美尔人和阿卡德人就在这里定居，直到公元前2000年左右，史称苏美尔-阿卡德时期；从公元前1894—前1595年，这里是古巴比伦帝国；后来由于赫梯帝国和亚述帝国的相继入侵，这里先后成了赫梯帝国和亚述帝国的一部分；从公元前626年到公元前539年，迦勒底人在这建立了新巴比伦王国，公元前539年为波斯帝国所亡。

这一地区虽然占统治地位的民族多次更迭，但始终使用楔形文字。早在苏美尔-阿卡德时期，这里就已经有了东、南、西、北四方的概念；有了十进位记数法和六十进位记数法；人们把星空分成了星座，并通过对太阳视运动的轨迹的观察形成了黄道面的概念，发现了在星空中穿行的水星、金星、火星、木星、土星这五颗行星。在古巴比伦帝国时期，人们分黄道为12宫，将1天分为12时，1时分为60分，1分分为60秒；将1周天分为360度，1度分为60角分，1角分分为60角秒。这许多创造，基本上都被后人继承下来了。

在古巴比伦帝国时期，开始推行的历法是简单地定1年为360天、12个月。这种原始的历法十分粗疏，首先定每月为30天，就和朔望月的周期不符，而定1年为360天，也和1回归年的实际长度不一致。所以后来才有了改进，正常的年依然等于12个月，大月30天，小月29天，大小月相间，一年共354天，然后用置闰的方法来补足它与1回归年的不足，这样有闰月的年份就有13个月。巴比伦历把岁首放在春分，它的元月相当于现在公历的3月下旬到4月中旬，置闰月的原则则是尽量使岁首保持在春分附近。在公元前6世纪以前，置闰无一定规律，而是由国王根据情况随时宣布，到了公元前5世纪以后，则有了固定的闰周，先是8年3闰，后是27年10闰，最后到公元前4世纪确定为19年7闰。此外，巴比伦历不是以朔日，而是以新月初见日为一月开始的一天。除年和月外，巴比伦人还提出了另一个时间单位——星期，并用太阳、月亮和五大行星的名字来命名一个星期中的七天。

巴比伦人对太阳和月亮的运行周期测得很准确。在公元前4世纪末，他们测得的朔望月和近点月的精度已达到秒的量级。他们对五大行星的运动也很有研究，例如他们测定了五大行星的会合周期，其数值分别为：水星，23/73年；金星， $1\frac{3}{5}$ 年；火星，

$2\frac{2}{15}$ 年,木星, $1\frac{6}{65}$ 年,土星, $1\frac{2}{57}$ 年.这些数据与近代的观测结果相当接近。

二、古埃及的天文学

古埃及的地理范围主要在尼罗河第一瀑布(今阿斯旺附近)以北沿尼罗河的狭长谷地,这里由于尼罗河的定期泛滥,形成了肥沃的冲积平原.一般把孟斐斯以南的尼罗河谷地称为上埃及,尼罗河下游的三角洲沼泽区称为下埃及.在公元前4500年以前,埃及处于旧石器晚期,居民集中于尼罗河谷邻近地方,靠泛滥平原和沼泽地的天然产物——鸟、兽、虫、鱼,过着渔猎生活.公元前4500年之后,埃及进入新石器时代,开始产生原始的农业和畜牧业.公元前3100年左右,上埃及国王美尼斯统一埃及,建立了中央集权的奴隶制国家,直到公元前332年被希腊国王亚历山大征服为止,共历31个王朝.其中第三至第六王朝(约公元前2686—前2181年)文化最为繁荣.由于这段时期中修建了许多金字塔,所以这一时期又称为金字塔时代。

早在第三王朝以前,古埃及人就已把赤道附近的恒星等距离地分成36组,每组一至数颗星,分管10天,叫做旬星,当一组星恰好在黎明前升到地平线上时,就标志着这一旬的到来.那时代的古埃及人合3旬为1月,合4月为1季,合3季(洪水季、冬季、夏季)为1年,这是埃及最早的历法,这种历法定每年为360天.在金字塔时代,每年天狼星黎明前升起的日期到来后不久,尼罗河就开始泛滥,而古埃及人正是利用尼罗河每年定期泛滥过后的肥沃土地来耕种的.于是,为了“计算尼罗河水的涨落期的需要,产生了埃及的天文学”。^①古埃及人通过对天狼星偕日升和尼罗河泛滥周期的长期观测,遂把一年增至365日,但这与实际周期

^①马克思,《资本论》第一卷,见《马克思恩格斯全集》第23卷第562页.人民出版社.1972年版。

每年还有约0.25天的误差。如果某年年初第一天黎明前天狼星与太阳同时从东方升起，122年后，按这种历法，要等年初之后1个月才能看到同一现象。到1461年后才又恢复原状，天狼星又在1年年初偕日升，埃及人后来也发现了这一现象，并把这个周期叫做天狗周。这说明古埃及人后来已逐渐认识到一年应为365.25天。

对一天内的时间计量，古埃及人把昼夜各分为12时，日出到日落为昼，日落到日出为夜，因此1时的长度是随着季节而不同的，这是一种不等时的计时制度。在埃及，很早使用漏壶来计量时间，目前世界上留存的最早的漏壶正是公元前14世纪的埃及漏壶。这种漏壶做成截头圆锥体的形状，上部较大，底部较小，泄水孔在接近底部的一侧，由于漏壶中水位较高时泄水快，而水位较低时泄水慢，采用截头圆锥体形状正好可抵消这种效应，以便采用均匀的刻度来计量时间。

为测量天体的地平高度，古埃及人发明了一种名叫麦开特（Merkhet）的天文仪器，它的结构和测量原理如图1.1所示。图中 S 为一根垂直地面的测竿，第二根垂直地面的测竿 S' 上有一测孔 H ，移动测杆 S' 直到观测者沿杆 S 的杆顶看测杆 S' 上的测孔

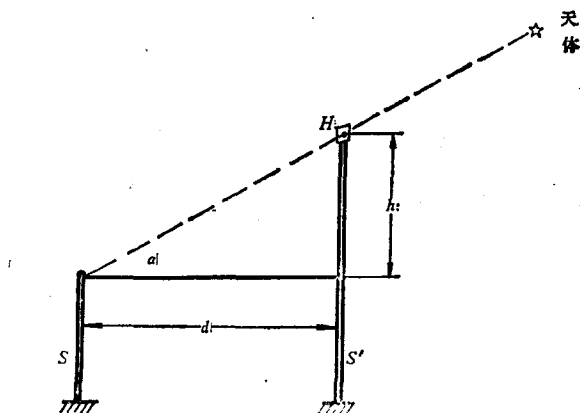


图1.1 麦开特的测量原理

H 正巧见到被测天体时为止，于是天体的地平高度 α 便可由测孔 H 相对于测杆 S 的竿顶的高度 h 以及两测竿间的水平距离 d 所唯一确定。

埃及金字塔的方位，早期修建的几座精确到几度，后期几座精确到几十分之一度。有一个位于北纬 30° 地方的金字塔，塔的北面有一入口，从那里走进地下宫殿的通道，和地平恰成 30° 的倾角，它正好对着当时的北极星。在当时没有罗盘的条件下，金字塔的取向显然是用天文方法进行测量的。这表明当时的天文定位已达到相当高的精度。

三、中国西周末以前的天文学

大约在公元前5000年，在我国辽阔的土地上，特别在黄河和长江流域，已散布着大大小小的氏族和部落，并先后进入了新石器时代，出现了原始的农业和畜牧业。相传在公元前二、三千年前，在黄河中、上游活动着两个近亲部落——黄帝与炎帝，后来以这两个部落为核心的联盟势力，打败了南方的蚩尤。接着产生了尧、舜、禹通过禅让制前后继承的氏族联盟首领。我国从禹建立的夏朝以后进入了奴隶社会。夏朝从公元前21世纪到公元前16世纪为止；从公元前16世纪到公元前11世纪则为商朝；而从公元前11世纪到公元前771年则为西周。

从远古到西周末是我国天文学的萌芽和诞生的时期。1963年



图1.2 在山东出土的
两个陶尊上的图案

在山东莒县大汶口文化遗址出土了一个公元前2500年左右所制的陶尊，上面有一个如图1.2的符号。有人解释说，这个符号上部的“○”象太阳，中间的“△”象云气，下部的“山”象山有五峰。山上的云气托出初升的太阳，生动地描绘了早晨的景象。这一符号记录了生活在氏族公社的人们对太阳、云气和山岗的观察。考古