



中国天文学简史

天津科学技术出版社

中国天文学简史

《中国天文学简史》编写组

天津科学技术出版社



中国天文学简史

《中国天文学简史》编写组

*

天津科学技术出版社出版

(天津市赤峰道124号)

天津市第一印刷厂印刷

天津市新华书店发行

*

开本850×1168毫米1/32 印张63/4 字数111,000

一九七九年十月第一版

一九七九年十月第一次印刷

印数：1—3,000

统一书号：13212·2 定价：0.67元



前 言

日月经天，星斗回转，河汉纵横。在广漠的天穹之上瑰丽多采的星象变化，在很古老的历史年代，就曾经吸引了人们的注意。追溯中国天文学的历史，的确是源远流长的。恩格斯曾经指出：“必须研究自然科学各个部门的顺序的发展。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。”

（《自然辩证法》）我们伟大的祖国，是世界上文明发达最早的国家之一，我国古代劳动人民创造了灿烂辉煌的文化。远在原始氏族公社末期，我们的祖先就在农业和畜牧业的生产斗争实践中建立了自己的天文学，在其后几千年的历史中，天文学又逐步获得发展和进步。我国古代天文学，是我国灿烂的历史文化遗产的一项十分珍贵的财富。

过去，有些外国资产阶级学者极力贬低和抹煞我国古代天文学在世界天文学史上的地位和贡献。他们说：“中国的历史虽然长，但是天文学简直没有在中国发生过。”（德伦贝尔：《古代天文学史》）而

我国的洋奴买办胡适也奴颜婢膝地胡说什么：“我们的固有文化，实在是很贫乏的。我们的贫乏未免太丢人了。”林彪、陈伯达之流也一唱一和，胡说：“中国的文化来源于希腊”等等。对于这些谬论必须用历史事实给予有力的驳斥。

毛主席说过：“清理古代文化的发展过程，剔除其封建性的糟粕，吸收其民主性的精华，是发展民族新文化提高民族自信心的必要条件。”敬爱的周总理对于保护我国古代天文文物曾经给予非常亲切的关怀，并且指示说，研究现代天文学的同志也应该了解天文学史，使之古为今用。这就告诉我们，用马列主义、毛泽东思想对我国古典天文学进行整理研究，有着十分重要的意义。它不仅可以使我们增强民族自豪感，发扬独立自主、艰苦奋斗的革命精神，汲取我国古代天文学发展过程中有益的经验教训，并且有助于丰富马克思列宁主义的认识论。古代天象记录还可以用于探索天体在几千年间演化发展的线索，这样，古老的天文学历史也能为今天的天文学研究发挥应有的作用。

编写这本《中国天文学简史》，是为了用比较通俗的形式向广大工农兵着重介绍我国古代天文学发展的概貌。但是由于我们的水平不高，我国古代天文学资料十分丰富，而我们的研究工作又很不够。因此，缺点和错误一定不少，期望得到广大读者的批评指正。

目 录

第一章 我国天文学的萌芽和早期的发展

(从原始社会到奴隶社会) (1)

- 一、中国天文学的萌芽 (2)
- 二、夏、商的天文历法知识 (8)
- 三、西周天文学的发展 (15)
- 四、奴隶社会末期——春秋时代的天文学 (24)
- 五、朴素唯物主义宇宙观对天命观的斗争 (29)

第二章 封建制度的建立和巩固促进了天文学的繁荣

(战国时代至秦、汉) (32)

- 一、关于宇宙本原的论争 (33)
- 二、天象观测的成就与特色 (38)
- 三、浑仪和浑象的创制 (47)
- 四、历法中的创造和改历中的斗争 (50)
- 五、丰富多采的宇宙理论 (60)

第三章 封建社会中期天文学继续发展

(魏、晋至隋、唐、五代) (74)

- 一、岁差现象的发现和祖冲之的历法改革 (75)
- 二、“平朔”改“定朔”斗争的重大胜利 (82)
- 三、唐代《大衍历》的成就 (89)
- 四、仪器制造和星图绘制 (100)
- 五、元气学说和宇宙理论 (110)

第四章 中国古代天文学的极盛时期	
(宋、辽、金、元至明初时期).....	(117)
一、愈益精巧的天文仪器.....	(121)
二、日趋准确的天象观测.....	(130)
三、优秀的历法和空前规模的测地工作.....	(137)
四、航海天文学的应用.....	(144)
五、宇宙理论中唯物主义和唯心主义的斗争.....	(148)
第五章 封建社会末期和我国近代天文学	
(明初至清末).....	(154)
一、封建社会末期的我国天文学概况.....	(155)
二、活跃的民间天文工作.....	(162)
三、围绕着哥白尼学说的斗争.....	(168)
四、帝国主义的侵略对我国天文事业的摧残.....	(175)
五、太平天国的历法改革.....	(179)
六、我国近代历史时期的宇宙理论.....	(183)
第六章 少数民族的天文历法.....	(189)
一、一些兄弟民族天文历法简况.....	(190)
二、藏族历法简况.....	(195)
三、傣族天文历法简况.....	(198)
四、少数民族的宇宙概念.....	(202)
结束语.....	(206)

第一章 我国天文学的萌芽 和早期的发展

(从原始社会到奴隶社会)

恩格斯曾经指出：劳动“是整个人类生活的第一个基本条件。”（《自然辩证法》）劳动创造人类的历史，也开始了人类的认识史。人类对自然界的认识，包括对天文现象的认识，最初，主要是依赖于物质的生产活动。通过生产活动，人类了解了自然界的各种现象和规律性，以及人与自然的关系。由于人类的社会生产活动是逐步由低级向高级发展的，因此，人类对于天文现象的认识，也经历了由低级向高级发展的过程。在我国，这一过程的初始阶段应上溯到遥远的旧石器时代。

在奴隶制国家建立以后，由于农牧业生产的进一步发展，对天文历法提出了迫切的需要。恩格斯说：

“社会一旦有技术上的需要，则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进。”（《致符·博尔吉乌斯》）正是在这种情况下，在千百万奴隶大规模从事农牧业生

产的过程中，产生和发展了原始的天文学。

我国天文学萌芽和早期发展的历史，充分证明了我国古代天文学完全是独立产生和发展起来的，是我国古代劳动人民勤劳和智慧的结晶。

一、中国天文学的萌芽

大约在一百七十万年前，中华民族的祖先就已经劳动生息在我国广阔的土地上。在集体狩猎和采集的过程中，他们对自然界寒来暑往的变化，野兽出没的规律，植物成熟的季节等，逐渐有了感性的认识，积累了一些同大自然作斗争的经验，如：学会用火，制作石器，缝制衣服等。

进入新石器时代以后，人们开始从事牲畜饲养，放牧和耕种等生产劳动。约在六、七千年前，我国黄河流域和长江流域，都有了相当水平的农业。在约六千年前、属于仰韶文化时期的西安半坡遗址中，现已初步发掘出各种生产工具和生活用具近万件，比较完整的房屋遗迹46座，储藏用的地窖二百多个，其中有的地窖保存的谷子的朽壳层厚达18厘米。与此同时，长江流域的居民也已大量栽培粳稻，在浙江余姚一带和湖北等地，都发现了保存大量稻壳的新石器时代的遗址，可见当时农业生产已很发达。

农业耕作的进步，需要依赖于掌握季节的变化，

摸清日照强弱、气温高低、雨量多寡、霜期长短等自然规律。在人类社会早期，人们常是根据自然界的物候变化掌握农时的。在解放前，由于反动统治阶级的歧视和摧残，我国有些兄弟民族直到解放时还处于原始社会或奴隶社会状态。这些兄弟民族的许多农事活动，就是根据物候来确定的。例如，贵州省瑶族以布谷鸟叫开始播种，拉祜（hù音互）族见蒿枝花开就翻地；傈僳（lì sù音力素）族以山顶积雪变化来定农时。

但是，物候变化的准确程度是不高的，农业生产要获得更好的收成，对农时的掌握要越加准确，这样就需要学会观测天象。在我国陶器中，就有不少是以太阳图形作纹饰的。如山东大汶口龙山文化遗址出土的灰陶尊中，有和的图案，表现了古代人们对太阳、月亮、云气和山岗的观察。有人考释，认为这是一个复体会意的“旦”字，也有人认为是“炅”字，意思是“热”。在半坡遗址和其他一些古代文化遗址中，房屋都有一定方向，氏族墓地上墓穴方向也都相同。江苏邳（pī音批）县大墩子墓地积有五层墓葬，晚期的在早期的上面，但各期墓葬的方向大体一致。可见，远在新石器时代古人就学会确定方位了。在磁针发明之前，这只有依靠天象观测才能办到。例如：在地面上竖立一根竿子，从日出到日落，竿子在

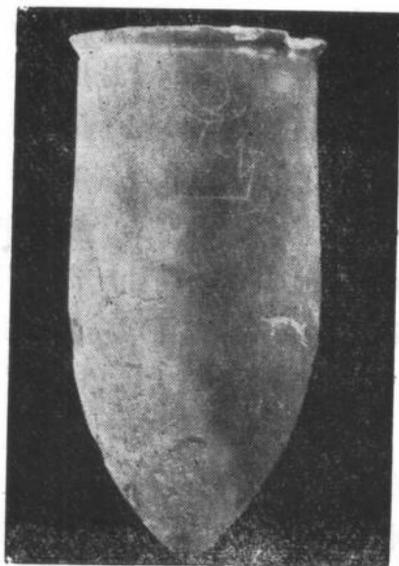


图1-1 山东省大汶口出土的灰陶尊

地面的投影不断变换方位和长度，当竿影最短的时候，太阳在正南方。这种简便而有效地确定南北方向的办法，就是后世所说的“土圭之法”^{*}。

在观察天象的过程中，逐渐形成了“日”、“月”、“年”的概念。从今天日出到明天日出就是“一日”，这是不难认识的。因此，在原始社会就产生了记日法。古人最初的记日法大概是在绳子上打结，或在墙

^{*} 古人用“土圭”观测日影。“表”即直立的竿子。“圭”即度量表影长短的刻度尺，亦称“土圭”，“土圭”的“土”字同“度”字。

上刻道道。这从解放初我国一些兄弟民族的习俗就可以知道。例如独龙族结绳记日，佤族刻竹记日，这些都是比较原始的记日法。

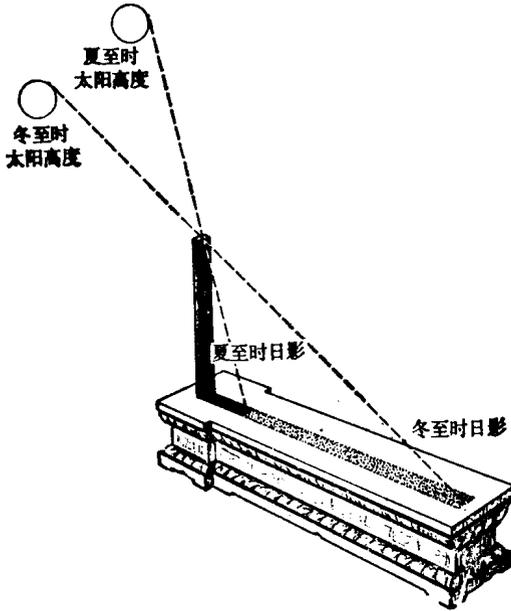


图1-2 圭表

至于“月”，即从月圆到月圆，或从新月到新月，约二十九天，这个月象变化的周期就称为“朔望月”。“朔”表示完全看不见月亮的一天，即阴历初一；“望”表示月正圆的一天，即阴历十五或十六。至今，藏族与人约会时间还有“几个月圆之后”的说法；阿细人每逢月圆就跳舞唱歌，叫做“跳月”。这

都是古代观察月象以定时日的习俗的遗迹。

“年”的概念是怎么产生的呢？这就是观察日影长度的变化。例如，从中午日影最短的一天（叫做“夏至”）到下一个中午日影最短的一天；或从中午日影最长的一天（叫做“冬至”）到下一个中午日影最长的一天，就是一年，为365日左右，叫做一个“回归年”。但是，如果不用最简单的仪器，例如“圭表”，日影长度变化是很不容易测得准确的。于是古人又学会了观察星辰的出没来掌握季节变化。例如，在古代埃及，人们发现，当天狼星在日出前从东方升起的一个月内，尼罗河就要泛滥。而尼罗河泛滥后留在两岸的淤泥是农作物生长的沃土，这正是播种耕作的大好季节。因此马克思指出：“计算尼罗河水的涨落期的需要，产生了埃及的天文学。”（《资本论》）我国古代则以观测红色亮星“大火”（心宿二）为主。约在殷末周初（约公元前一千一百年），黄昏后看到“大火”出现在东方地平线上，正是农业播种季节的开始。《左传·襄公九年》记载说：“陶唐氏之火正闾（yān音烟）伯居商丘，祀（sì音四）大火，而火纪时焉。”陶唐氏即传说中的帝尧，约在四千多年以前，那时就已设立“火正”这一职务，专门观测“大火”。《尚书·尧典》虽是后人所托，但其中也包含了夏代以前的资料，其中的“日中星鸟，以殷仲春”；“日

永星火，以正仲夏”；“宵中星虚，以殷仲秋”；“日短星昴（mǎo音卯），以正仲冬”。这几句话的意思是：黄昏时看到鸟星（即“星宿一”）在正南方的月份，就是春季的第二个月；此时昼夜长短差不多；“大火”在正南方的月份，就是夏季的第二个月，此时白昼最长；虚星（即“虚宿一”）在正南方的月份，就是秋季的第二个月，此时昼夜长短又相等；昴星（即“昴宿一”）在正南方的月份，就是冬季的第二个月，此时白昼最短。这是古代根据星辰出没判定四季的原始方法。就这样，四季循环往复，气候、生物界和各种自然现象也相应地不断循环变化，逐渐形成了“年”的概念。《尚书·尧典》中说：“期三百有六旬有六日，”意思就是“一年总共有三百六十六天”。当然，这并不足以证明，远在四千多年前的唐尧时代，已经认识到每个“回归年”长度是三百六十六天，但是，对于农事活动来说，“年”是最重要的一个时间周期，这是原始社会人们从事农牧业生产的实践经验中得到的。

在人类早期低级的生产条件下，除了“圭表”这种简单的天文观测仪器外，可能还有其他一些简单的仪器。《尚书·舜典》中有一句话：“在璇玑（xuán jī音玄几）玉衡，以齐七政。”历史上对这句话在字义上的解释一直未有定论。但是如果考虑到当时天文

学的实际，这句话很可能是指用简单的天文仪器“璇玑玉衡”来观测天上的七个发光体——太阳、月亮和水、金、火、木、土五大行星。

此外，上述《尧典》中提到观察四颗星昏中以定四时，但是四季的昼夜长短是不一样的，黄昏的时间也不一样，怎样能保证每次观察恒星的昏中时间一致呢，这就需要有最简单的计时仪器，这种简单的计时仪器，就是一把漏穿的水壶，根据壶中的水漏完需要一定时间的原理，可以测定时间，这就是我国古代的计时器——漏壶的萌芽。

二、夏、商的天文历法知识

我国是从夏代（约公元前二十一世纪至公元前十六世纪）开始进入奴隶社会的。奴隶社会比起原始社会来，生产力有了提高，劳动者的生产收获除了满足个人需要外，还有一定数量的剩余，这就为剥削制度的建立提供了可能条件。社会于是发生分化，形成奴隶与奴隶主两大对立的阶级。阶级斗争从此成了社会发展的动力。生产的发展，阶级的分化，使得专业的天文工作人员也得以产生。然而我国古代的天文工作者往往是由巫、祝、史、卜等宗教和记述历史的专业人员兼任的，这就给古代天文学打上了星占的烙印。

我国的夏代虽然还处在新石器时代末期，青铜器

的冶炼已经开始，生产水平有了较大的提高，天文学也在进一步发展。《夏小正》一书中记载了不少有关天文历法和物候等方面的内容。这本书虽然为后人所作，但其中的天象和某些物候的记载可能反映了夏代的实际情况。如：“正月初昏参中（参宿在中天，即正南方），斗柄悬在下”，“六月初昏斗柄正在上”，“七月斗柄悬在下则旦”等，都是那时的天象。在约四千年前，北斗七星比今日更靠近北极，因此无论什么季节，它们终夜在地平线上，很便于人们观望。

夏代可能已产生天干记日法，即用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸十个字来记日，周而复始。夏代后期的几个帝王使用“孔甲”、“胤（yìn音印）甲”、“履癸”等名号，可以为证。实际上天干记日法就是一种十进位法。世界各古老的民族都产生过十进位法，这是因为人有十个手指的缘故。用十进位法的天干记日，就会产生旬的概念，十日为一旬，这个概念直到今天我们还在应用。

在《尚书·胤征》中，还记载了一次夏代的日食。据说这次日食发生在夏代第四个王仲康时代（公元前二十一世纪），负责观测天象的羲（xī音西）和因为酗酒，擅离职守，没有及时报告，仲康王就命胤侯把羲和抓来杀了。这条资料有人认为不可信，但是，《左传》有一段记录，也提到日食时相类似的情

况，看来，这条资料还是有值得考虑的地方。如果材料属实，那末，发生在公元前二十一世纪的这次日食便是我国最早的日食记录了。

我国有文字记录的历史始自殷商的盘庚，即公元前十四世纪。

1898年，在河南省安阳县西北的小屯村发现了一些刻有文字的龟甲和兽骨，以后又陆续进行过有组织的发掘，证明这里是商代后期的首都，因此叫做殷墟。这些甲骨上的文字多是占卜的记录，称为卜辞。甲骨卜辞是无比珍贵的历史资料，它记录了远在三千四百年前的商代的社会、经济和文化思想等各方面的情况。

甲骨卜辞使用干支记日法，即用甲、乙、丙……等十天干和子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥十二地支相配合，组成甲子、乙丑、丙寅……等六十个干支来记日。有一块武乙时期（约公元前十三世纪）的牛胛骨，上面刻着完整的六十甲子，很可能就是当时为计算日数所使用的干支表。甲骨文中还有“今日”、“今夕”等词，称一句以内的未来日为“翌”（yì音意），一句以外的未来日为“来”，过去的日为“昔”。可见当时对于日子先后的概念已很明确，并有了较科学的记述方法。此外，殷人对每天的各个不同时刻，也有专门的称呼，如“旦”——

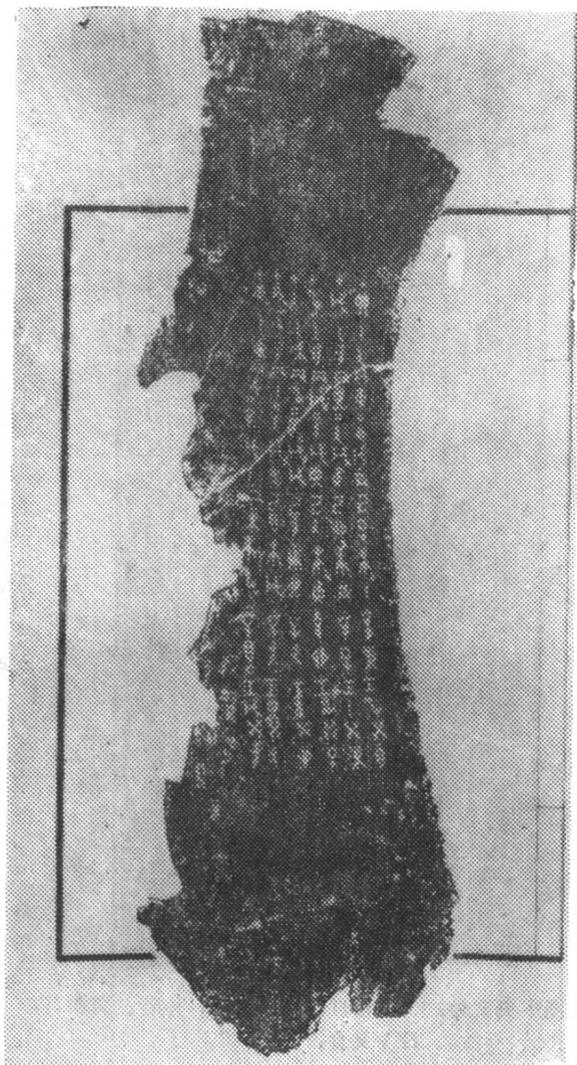
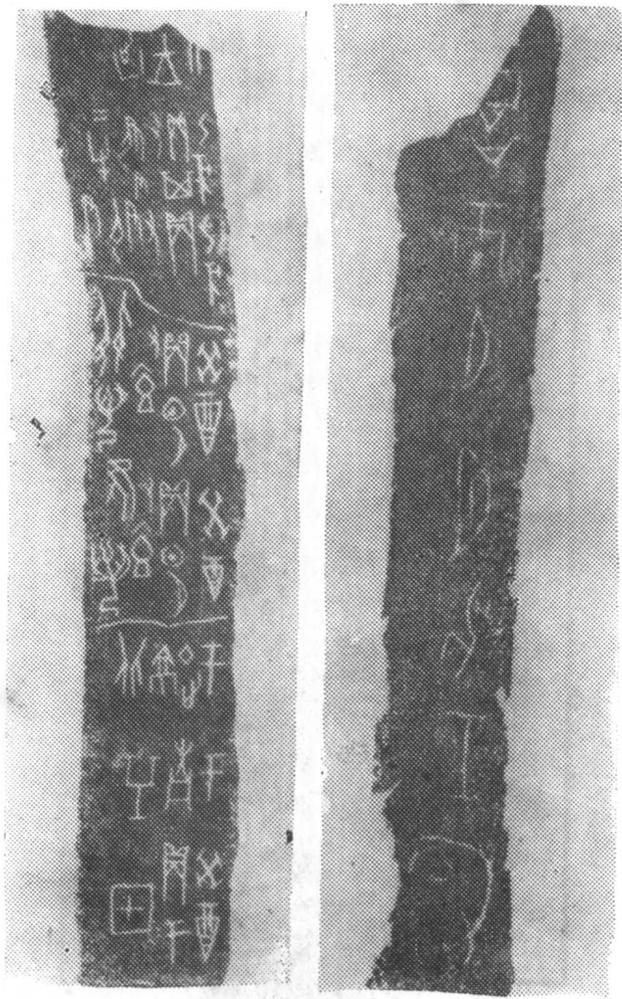


图1-2 甲骨上刻的干支记日表



左图中央文为：“癸酉贞，日夕又食，佳若。癸酉贞，日夕又食，匪若。”

右图文为：“旬壬申月夕有食”

图1-3 甲骨上刻的日月食记录

清晨，“夕”——晚上，“明”——黎明，“中日”——中午，“昃（zè音泽）日”——下午，“昏”——黄昏；同时还用“大采”表示“朝”，“小采”表示“夕”。可见那时不但有了记日法，还有粗略的记时法。

甲骨文中为数不少的天象记事，可以确凿地证明，我国远在三千多年前，对于天象的观测就是十分精细的，有许多天象记录远比外国为早。甲骨文中有多次日食记录，《殷契佚存》第374片的记载是：“癸酉贞日夕又食，佳若？癸酉贞日夕又食，匪若？”这块公元前十三世纪武乙时期的牛胛骨上的卜辞，意思是说：“癸酉这一天进行占卜，黄昏有日食发生，这是吉利的征兆吗？还是不吉利的征兆？”这条日食记录比巴比伦最早的日食记录（公元前763年）早了约五百年。月食记录在甲骨文中也有不少，《簠（fǔ音府）室殷契征文》天二片上记有：“旬壬申月又食”；《库方二氏藏甲骨卜辞》中记有：“七日己未翌庚申月又食”等，这都是大约公元前十二至十四世纪的月食记录，比埃及最早的月食记录早了四百年以上。

甲骨文中还有一些新星记录，如《殷墟书契后编》下九、一的记载是：“七日己巳夕翌出（有）新大星并火”，意思是：七日（己巳）黄昏有一颗新星接近“大火”星（心宿二）；又如《殷墟书契前编》

七·一四·一的记载是：“辛未出出馘（tóu 音头）新星”，意思是：辛未这天新星消失了。在欧洲，第一颗新星是公元前134年由希腊依巴谷记录下来的，比殷墟甲骨文的记录晚了一千年以上。

甲骨文中出现的恒星名字，除“火”外，还有“鸟”、“驪”等。商民族以鸟为图腾（崇拜的偶像），所以星名大都从“鸟”字。“鸟”当为星宿一，后世就以此星为南宫朱雀之首；“驪”有人认为是心星，是“大火”又一异名。这几颗星都在《尚书·尧典》四仲中星之列，也是著名的二十八宿中很重要的星宿。

殷代社会已经是高度发展的奴隶制国家。在千万奴隶辛勤劳动的基础上，社会的生产水平也是比较高的。如青铜的冶炼技术已相当发达，并出现了镀锡的铜器。现存的殷代“司母戊”大方鼎，重达875公斤，形制雄伟，花纹华丽，反映了当时青铜工艺的高度水平。殷墟中还出土了十分精致的绢织物。出土的许多盛酒器表明殷人十分喜欢喝酒，证明粮食已有很大的剩余；甲骨文中有关稻、稷、黍、粟、麦等字，证明粮食品种也在增多，这些都反映了当时的农业生产已有较大的进步。

殷代的历法比起夏代来，有了较大的进步。事实正是这样。从大量的卜辞的记载来看，殷代历法大体

上是：以干支记日，以朔望记月，以太阳回归记年。根据卜辞来分析，当时的“月”有大小二种：大月三十天，小月二十九天。一年中通常有十二个月，即从“一月”到“十二月”。但有时也会出现“十三月”，这实际上就是“闰月”。因为每年十二个月，大小月相间，一年只有354天，或355天，比一个回归年 $365\frac{1}{4}$ 天少了十一天左右，每隔三年就要相差一个多月，所以要设置“闰月”来调整。这证明了殷代的历法是一种阴阳合历，是以观测太阳和月亮的运动作为制历的依据的。

关于殷代是否已经掌握了一个回归年是365或366日，近人还有争论。有人认为，甲骨文中已有的“至日”记载是指的“冬至”，这样，可以说明殷人掌握了测定冬至的方法，也就是测定回归年的长度；但也有人认为“至日”并不是“冬至”的意思。但是无论如何，殷代对回归年的大致的长度是掌握了。

三、西周天文学的发展

公元前十一世纪中叶，原来居住在渭水一带的周民族强大起来，兴兵灭了殷，建立周朝，史称西周。

西周的生产比商代又有了进一步的发展：农产品除稻、粱、黍、麦、菽、稷外，还有桑、麻、瓜、果等；有了多达两万名奴隶的大面积耕作制度；发明了

轮流休耕的三圃法，初步积累起施肥、中耕、治虫、选种等农业技术知识；青铜器大量发展，其上铭文有的多达五百来字。西周时期，奴隶主对奴隶的剥削和压迫是十分残酷的，奴隶除负担各种劳役外，还要为奴隶主殉葬，大的奴隶主死亡时殉葬用的奴隶竟达上千人。阶级斗争十分激烈，不断发生奴隶暴动和大批逃亡。这样，奴隶制社会就逐渐走向自己的末日。

西周时期，天象观测工作在前代的基础上进一步发展，天象资料积累得越来越丰富，人们对星空也越来越熟悉了。

著名的“二十八宿”可能就是在周初基本确定下来的。所谓“二十八宿”，就是我国古代把天球黄道和赤道*附近一周天的恒星分为28组，每一组是一个星宿，总共二十八宿。后来又进而把二十八宿划归东南西北“四象”，这就是：

东宫苍龙，包括角、亢、氐、房、心、尾、箕七宿；

南宫朱雀，包括井、鬼、柳、星、张、翼、轸七宿；

西宫白虎，包括奎、娄、胃、昴、毕、觜（zī音资）、参（shēn音身）七宿；

北宫玄武（玄武即龟蛇），包括斗、牛、女、虚、

* 天球黄道，即从地球上看去，太阳在星空间移行的轨道。

天球赤道，即地球赤道在天上的投影。在地球上看去，天球赤道一带的恒星移行得最快。

危、室、壁七宿。

在地球北半球的人看来，二十八宿正好在南方天空上横过，轮流东升西落。

至于为什么把沿黄、赤道的周天恒星分为二十八宿？有二种说法，一种认为是因为月亮在恒星间自西向东移行一周的时间大致为二十八天（现代称做一个“恒星月”），把月亮所经天区分为二十八宿，即月亮每天住一个“宿舍”的意思。正如东汉王充说的，“二十八宿为日、月舍，犹地有邮亭，为长吏廨（xiè音谢，官署）矣。”（《论衡·谈天》）但是也有人认为，我国古代认为土星每二十八年一周天，即每年进入一宿，叫做“岁镇一宿”，因此把土星叫做“镇星”，这是二十八宿体系的由来。

二十八宿是我国古代人民长期在天象观测中逐步形成的恒星分区体系。《尚书·尧典》的四仲中星，就是二十八宿中的星宿、心宿、虚宿和昴宿；在商代的甲骨文中可以看到二十八宿的一些星宿名称；到了周代，仅在当时的民歌集子《诗经》中就有很多涉及二十八宿星名的诗句。

《诗经》中写道：“定之方中，作于楚宫。”这是指西周时代的立冬前后，“定”星于初昏时中天，这时农事基本结束，但天气还不太冷，楚国（西周时分封于南方的一个诸侯国）的奴隶主头子就抽调大批

奴隶去修建皇宫。后来“定”星改名“营室”，并又分为“室”和“璧”两宿。又如“月离于毕，俾（bǐ音比）滂沱（pāng tuó音兵驼，意雨下得很大）矣。”这是说新月在毕宿时，雨季就来临了。在西周时代，此时正是春分后十天左右春雨连绵的季节。再如“七月流火，九月授衣”，指的是“大火”（心宿二）于七月（现在是阴历八月）黄昏时向西南方落下去，这时就得准备冬衣，以便九月份能够穿上。这些周代的民歌，清楚地表述了恒星出没所反映的季节变化，以及季节与农牧业生产和人民生活的关系。

这些民歌中还反映了我国古代对恒星的命名。最初，都是用的我国特有的生产工具，生活用品的名字和劳动人民的形象。如“有捄（jiù音救）天毕，载施之行”，“毕”就是带把的捕兔用的小网；“维南有箕，不可以簸扬”，“箕”就是簸扬谷子的簸箕，这句诗的意思是说，南天上虽然有个“箕”宿，却不能用来簸扬谷子；还有“维北有斗，不可以挹（yì音益，舀）酒浆”，“斗”就是盛酒的酒器，诗的意思是，在箕宿的北面虽然有个“斗”宿，却不能用来盛酒；再如“维天有汉，监亦有光”，指天上有条银河，光可照人；“跂（qī音弃）彼织女，终日七襄”，意为织女星分开两脚（织女星三星，下二星象分开的两足），一天行进七“次”^{*}；“皖彼牵牛，不以服箱”，

意思是天上的牵牛星不能象真牛那样拉车。

《诗经》中还有“嘒(huì音会，微小)彼小星，维参与昴”诗中记述了参宿与昴宿；“绸缪(chóu móu音仇谋)束薪，三星在天”，这里“三星”是指参宿三星。

在西周民间创作出来的这些诗歌中，如此大量地涉及天文知识，充分证明我国古代的天文学确是源于生产，是在劳动人民探索自然界变化规律、大量观察天象的基础上创造出来的。难怪明末的进步思想家顾炎武在《日知录》中写道：“三代以上，人人皆知天文。七月流火，农夫之辞也；三星在户，妇人之语也；月离于毕，戍卒之作也；龙尾伏辰，儿童之谣也。”生动地反映了农民、劳动妇女、士兵等劳动群众创造了天文学的历史事实。

可是，过去有人认为，二十八宿是由伊朗或印度传到我国来的，理由是伊朗和印度都有二十八宿。但是伊朗和印度二十八宿的划分方法，和我国的并不一样。如果仅仅看到表面上有些相似，就认为我国二十八宿是来自外国，是不妥当的，事实上，人类认识事物有其共同的规律性，远隔千万里的不同古老民族当中出现某些类似的认识，是丝毫不足为奇的。

* 这里的“次”指十二次的次。“十二次”，见后文。

在西周时代，对于行星也有了一定的认识。《诗经》里说：“子兴视夜，明星有烂”；“东有启明，西有长庚”。这里“明星”、“启明”、“长庚”都指的是金星。至于“岁星”（即行星里的木星），大概认识得更早了。早在殷墟甲骨文中就有“岁”字，可能正是指的“岁星”。我国很早就认识到五大行星在众恒星间自西向东的移行，是快慢不等的，而岁星则是十二年一周天*。因此把一周天分为十二“次”，岁星正好每年行经一“次”。这样，就产生了一种记年法，叫做岁星记年法。



图1-5 十二辰、十二次图

* 实际上是11.86年。

十二次的名字，自西至东为：星纪、玄枵（xiāo音消）、颛訾（jū zǐ音居子）、降娄、大梁、实沈、鹑（chún音纯）首、鹑火、鹑尾、寿星、大火、析木。这些名字是各有出处的，如“玄枵”、“颛訾”、“实沈”是传说时代的人名，“大梁”、“析木”是古代的地名，“大火”是星名，“鹑首”、“鹑火”、“鹑尾”是把一批恒星想象成一只大鸟——“鹑”的形象，后来这只大鸟就被定名为南宫朱雀。如果某年岁星在“降娄”，则记年时就称作“岁在降娄”。反映西周历史的古代文献中，有许多这种记载。如《国语》中记载着武王伐纣那一年是“岁在鹑火”。

另外，古人还按照与十二次相反的方向把周天分成“十二辰”，即：子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥；设想一个与“岁星”运行方向相反的“太岁”在天上自东向西移行，每年移行一辰。这样，根据“太岁”的移行也可以纪年，它叫做“星岁纪年法”，与“岁星纪年法”有一一对应的关系，只是方向相反而已。如“岁在鹑火”可表示为“岁在午”，“岁在星纪”可表示为“岁在丑”，等等。

在周代，计时仪器——漏壶已逐步改善。最初，漏壶只是一个壶，内插一根箭，箭上有刻度。随着壶水不断漏出，箭也逐渐下沉。这样就可以根据露在壶外的箭上的刻度，读出时刻来。后来逐渐发展成两个壶配合使

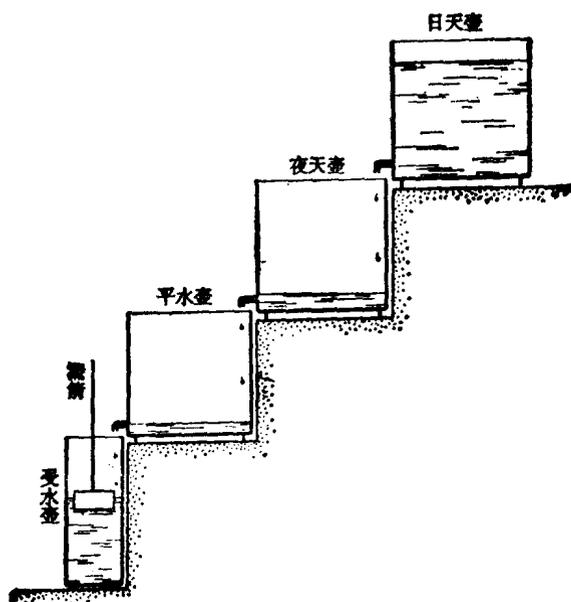


图1-6 漏壶示意图

用，即漏壶下面放一个受水壶，受水壶中有一只插着箭杆的小舟，随壶里接受的水越积越高，小舟逐渐浮起，箭杆也就逐渐上升，根据箭杆露出壶外的刻度，也可以读出时刻。后世的漏壶，有多到四、五个为一套的。

我国的漏刻制度，早期是每天分为一百刻，即定冬季昼长四十刻，夜长六十刻；夏季昼长六十刻，夜长四十刻；春、秋季昼夜各长五十刻。一天一百刻的制度和一天十二时辰的制度配合不起来。因此，后世有把每天分为一百零八刻的，还有分为九十六刻的，

这同现代钟表的划分法是一致的。

此外，周代铜器铭文中有很多关于月相的记载，如：朏（fěi音非）、哉生霸、望、哉死霸、初吉、既生霸、既望、既死霸，等。这里的“霸”字就是“魄”，是指月亮发光的部分。一个月的月相变化大致分为四个阶段：初吉——月牙初露到半圆；既生霸——月亮半圆到满圆；既望——月满圆到半圆；既死霸——月半圆到消失。而这四个阶段的第一天则分别称为：朏、哉生霸、望、哉死霸，它们分别相当于农历的初三、初八、十六和二十三。

更有意义的是，西周时已经能定出“朔”日（即初一）来。《诗经·小雅·十月之交》就有：“十月之交，朔日辛卯，日有食之……彼月而食，则维其常”的诗句。据考证，这里描写的是周幽王六年（公元前766年）十月初一日发生的日食，这是我国明确记载了发生日期的最早的一次日食，比巴比伦最早的日食记录（公元前763年）早了十三年。这里还提到月食，并认为它是经常发生的事，没有什么可奇怪的。实际上，月食发生的总次数不会比日食多，但因为每一次月食在地球上的可见区域很广大，而每一次日食在地球上的可见区域只是一条狭窄的日食带，因此就一个地区来说，看到月食的机会就多了。可见在二千七百年前，我们的祖先对于日月食已经有一定的

认识了。而且那时也知道用日食去检验“朔日”是否定得准确，因为日食只有在“朔日”才能发生。“朔日”，即阴历每月初一，是需要定得准确的，因为当时国君每月初一要到庙里设祭，叫做“告朔”。很可能周代以前的每月、月首是“朏”（即新月始见，约阴历初三），到了周代改以朔日为月首。但是朔日这天月亮是看不到的，这就需要根据“朏日”往前倒推。这是历法上的一个进步。

由此可见，我国天文学到了西周时代，已经有了相当的水平。

四、奴隶社会末期——春秋时代的天文学

公元前770年，周朝奴隶主的统治，经过几次奴隶大暴动，已经大大动摇，又加上犬戎族的侵迫，于是周平王把国都东迁至洛阳，史称东周。东周的前期（公元前770—476年）也称“春秋时代”。

这是一个社会大变革的时期。种族奴隶主的统治日趋没落，周室衰微，分封的各诸侯国日益强大，各自为政，互相兼并，经常发生战争。新兴地主阶级的势力逐渐抬头，奴隶制社会趋于土崩瓦解。

这一时期工业和科学技术也有了较大的发展。公元前513年，晋国用铁铸刑鼎，可见当时冶铁工业已相当发达。铁器的使用提高了农业生产水平，从而促

进了天文历法的发展。

春秋时代一共只有294年，就记录下来37次日食，现已查明，其中33次是可靠的。这是当时世界上最完整的日食记录。

在春秋时代的史书上，还可看到世界上最早的彗星记录：鲁文公十四年（公元前613年），“有星孛（bó音勃）入于北斗”，这是世界上有关哈雷彗星的最早记录。我们知道，彗星是由稀薄的气体和冰冻团块等组成的天体，密度很小，体积却很大。它绕太阳运行的轨道极其扁长。当它到达离太阳很近的地方时，太阳风就会把它的气体压向后面，形成一条长长的尾巴。我们在地球上看去，彗星就象一把大扫帚一样，所以俗称“扫帚星”。彗星有的只出现一次，就离开太阳系，不再返回了；有的沿着扁长轨道运行，过若干年绕太阳转一圈，这就叫“周期彗星”。“哈雷彗”是周期彗星中最著名的一颗，是英国天文学家哈雷于1682年发现其周期性的，因此名为哈雷彗。它大约每隔76年出现一次，每次出现都十分引人注目。鲁文公十四年以后，自秦王政七年（公元前240年）到辛亥革命前一年（1910），哈雷彗一共出现了二十九次，每次在中国史籍上都有记录，有的还很详细。这些记录是极其珍贵的天文遗产，我们如今可以利用它计算哈雷彗轨道的变化，从而进一步探索太阳系里

是否还有未被发现的行星。

春秋时代又有世界最早的可靠的流星雨记录。本来，《竹书纪年》就记载着：“帝癸（即夏桀）十年……夜中星陨如雨。”但由于人们对《竹书纪年》这部书是否可靠还有争议，所以我们暂不讨论这条记录。而《左传》的记录则是完全可以置信的：“鲁庄公七年夏四月辛卯夜，恒星不见，夜中星陨如雨。”鲁庄公七年即公元前687年。据考证，这是天琴座流星雨的最早记录，自此以后，我国古籍上关于流星雨的记录，现已查明的约有180次之多。我们知道，流星雨是流星群在太阳系中沿一定轨道运动时，与地球相遇，受地球吸引而进入大气层，因而燃烧发光的一种绚丽的天象。我国古代关于流星雨的记录，是又一份极其珍贵的天文学遗产。

在春秋时代，对五大行星的认识也有了进一步的发展。五大行星的命名，就反映了对这些行星的认识。如水星，因为它离太阳最近，从地球上看去，它总在太阳两边摆动，离开太阳最远不超过30度。我国古代因为把一周天分为十二辰，即每辰约30度，所以把水星称为“辰星”。我国古代把金星称为“太白”，因为它是青白色的，又是全天最亮的星。有时太阳下山前或晨出东方后，仍能够看见它，史书上称此为“太白昼见”。火星因为离地球近，显得运动十分迅

速，光度变化很大，顺行和逆行的交替也格外复杂；又因为它色红如火，又象火一样飘忽不定，因此被命名为荧（yīng音营）惑。我国古代把土星称为“镇星”或“填星”。因为当时已发现土星约28年运行一周天，与二十八宿的数目相符，基本上每年行经一宿，就象轮流坐镇（“填”同“镇”）二十八宿一样。最大的行星——木星被古人称为“岁星”，前面已经讲过，我国早在西周时代就已经认识它，并根据它的运动来记年。在我国古代天文学中，对五大行星的运动一直是十分注意记录的。历代天文机构（太史令、司天监、钦天监等）的重要工作之一，就是记录五大行星在恒星间的位置变化；编制历法的时候，还要同时计算出五星的行度。

春秋时代，由于没有统一的中央政权（周室已名存实亡了），因而历法也是各自为政的。但是根据现有资料推断，各诸侯国定出的一年长度基本上都是 $365\frac{1}{4}$ 日。因为“日”的奇零部分为 $\frac{1}{4}$ ，所以当时的历法统称“四分历”。在欧洲，罗马人于公元前43年采用的“儒略历”，其一年的长度也是 $365\frac{1}{4}$ 日。但是“儒略历”已经比我国的“四分历”晚了四、五百年。 $365\frac{1}{4}$ 日比真正的回归年长度（365.2422日）只长了十一分钟。可见，远在两千多年前，我们的祖先对于太阳视运动的观察也达到了相当精确的程度。

为了处理好回归年长度和朔望月长度之间的关系，春秋时期的历法已经定出了置闰的规则。《左传》记载了鲁僖公五年（公元前654年）正月辛亥和鲁昭公二十年（公元前521年）二月己丑两次“日南至”（冬至），由此可以计算出在这133年间有49个闰月，即十九年有七个闰月。这十九年有个名称叫一“章”。古希腊于公元前433年也发现了“十九年七闰”的置闰规则，但已比我国晚了一百多年。

我国还有世界上连续最长的记日法——干支记日法。据史书上所载，春秋时代的第一次日食发生于鲁隐公三年（公元前770年）二月己巳。现在经过计算，这个日期的记载是准确的。由此可以知道，我国的干支记日法至迟从那一年起，一直连续使用着，从来没有间断过。

当时各诸侯国的历法，大体上都是一样的，只是岁首不同，即一年开始的月份不同。情况大致是：周室与其同姓诸侯国，以包含有冬至的月份（相当于现今阴历十一月）为岁首；南方及东方殷民族所建诸侯国，以季冬之月（即冬至后一月，相当于现今阴历十二月）为岁首；晋国等古代夏民族后裔居住区域，以孟春之月（即冬至后二月，相当于现今阴历正月）为岁首。这就是所谓“三正”。

由此可见，春秋时代我国已经有相当完整的历法

了，历法的完善是我国天文史上具有重大意义的事情，它反映了当时天文学的发展水平，它对当时的农业生产和社会生活都有很大的影响。我们今天从事历史研究的时候，分析推断古籍中所载历史事件发生的年代和日期，也要借助于古代历法和有关的天象记录。

五、朴素唯物主义宇宙观对天命观的斗争

在原始社会，生产力十分低下，人们对大自然的许多现象无法解释，对大自然的灾害无力抗御，从而产生出原始的宗教迷信思想：山有山神，河有河神，风有风神，雨有雨神等等，这是一种泛神论思想。进入奴隶社会以后，占居统治地位的奴隶主头子，为了巩固他们的统治地位，就捏造出一个有意志、有目的、人格化、至高无上的神。在殷代以前，这神称为“帝”或“上帝”；到了周代，称为“天”，而奴隶主头子则自认为是上帝的儿子，故称“天子”。这是一种君权神授思想。例如，殷纣王当政权岌岌可危的时候，还说：“我生不有命在天？”（《尚书·商书·西伯戡黎》）而新兴的西周奴隶主则说：“天命靡（mǐ 音米）常”（《诗经·大雅·文王》）——天的意志是没有一定的。这是为自己兴兵灭殷制造“天命”舆论。

这种宗教神学天命观认为，地上事物是受“天”的支配的；国家的兴亡，民族的盛衰，年成的丰歉，

个人的吉凶，无不出于“天”的意志。日、月和恒星有规律的出没，也被认为是“天”所安排的秩序；而一些罕见的天象——日食、月食、彗星、流星雨、新星和超新星等等的出现，则被认为是“天”的震怒的表现；五大行星的复杂的视运动曾使古人迷惑不解，就被认为是“天”的含有深意的暗示。根据天象猜测“天”的意志的“占星术”，就在这种情况下应运而生了。

正是由于上述原因，古代最初的“天文官”，都是巫师之类的宗教职业者。传说时代的重黎、羲和，殷时著名的天文学家巫咸，一直到春秋时代的裨（pí音皮）灶、梓（zǐ音子）慎等，实际上都是大巫。殷墟发掘出来的甲骨片中，有不少天象记事，却都是据以占卜人间祸福的。由此可见，一进入阶级社会，阶级斗争就会在天文学中打下烙印，科学的天文学就是在和反科学的占星术的激烈斗争中发展着。

例如，古代人一直力图探讨宇宙万事万物的本原。我国古代最早的自然哲学体系——“五行说”带有朴素唯物主义的色彩，它认为，金、木、水、火、土是构成宇宙万物的五种基本元素。如：“水火者，百姓之所饮食也；金木者，百姓之所兴生也；土者，万物之所资生，是为人用。”（《尚书·洪范》）把水、火、金、木、土这五种物质元素，看成是人们生活中不

可缺少的东西。这和古希腊和古印度把水、空气、火和土看成四种基本元素的朴素唯物宇宙观是一样的。

与“五行说”相并行的，还有早期的阴阳说。阴阳说认为世界万物都分为阴、阳，实际上这是朴素，辩证法的对立统一思想，从阴阳说出发，又发展为“八卦说”。“八卦说”把自然界分成八种物质现象，即天、地、雷、风、水、火、山、泽，分别用八种符号来表示：乾（qán音前）☰，坤（kūn音昆）☷，震☳，巽（xùn音训）☴，坎（kǎn音砍）☵，离☲”艮（gèn音亘）☶，兑（duì音对）☱。符号中的“—”，代表“阴”，“⚊”代表“阳”。这反映出一种思想，即宇宙万物，举凡天地风云、水火山泽都是物质的，都来自物质的阴阳二气。这种朴素的唯物论与崇拜“天命”的唯心主义宗教神学宇宙观是根本对立的。

但是，阴阳、五行、八卦说这个自然哲学体系，在进一步的历史发展过程中，也受到了唯心主义的侵袭，我们在下一章再详细谈到。

第二章 封建制度的建立和巩固 促进了天文学的繁荣

(战国时代至秦、汉)

春秋末年，社会形态由奴隶制社会向封建社会过渡，新兴地主阶级陆续在一些诸侯国里夺取了政权。这时，大大小小的诸侯国经过一系列兼并战争后，只剩下齐、楚、燕、韩、赵、魏、秦七个大诸侯国。史称战国时代。

公元前221年，秦王嬴政灭六国，建立秦王朝，这是我国历史上第一个统一的中央集权的封建大帝国。但是，秦王朝在加强地主阶级专政的同时也就必然地增强了对农民阶级的残酷剥削和压迫。这样，封建社会的主要矛盾——农民阶级和地主阶级的矛盾就激化起来。于是，爆发了陈胜、吴广领导的农民大起义，推翻了秦王朝。

继秦而起的是西汉封建王朝，代替西汉的是东汉封建王朝。后来爆发的黄巾大起义，狠狠地打击了东汉王朝。公元220年，东汉王朝终于灭亡了。

从战国时代到秦和两汉，是封建制逐渐巩固的时代。社会制度的变革大大解放了生产力，随着封建土地所有制的确立，大量的奴隶转变为有一定人身自由的农民。同时，随着冶铁技术的提高，广泛地采取铁制农具，以及兴修水利，提倡牛耕等措施，广大农民在生产实践中积累了丰富的经验，如施肥、选种、田间管理等，使农业生产获得迅速的发展。手工业方面，除了冶铁业外，纺织业也十分发达，西汉时纺织品已通过“丝绸之路”运销至国外。生产的发展促进了科学技术，尤其是天文学的发展，这一时期，我国天文学达到了前所未有的繁荣时代。

一、关于宇宙本原的论争

战国时代是政治斗争、思想斗争都十分激烈的时代，所谓“百家争鸣”正是反映了那个社会制度大变革的时代意识形态领域里尖锐激烈的斗争状况。斗争的焦点之一，就是宇宙万物的本原。“天”是什么？是有意志有目的有人格的“神”，还是客观存在的自然界？宇宙本原是物质的，还是精神的？宇宙的发展遵循着物质本身的运动变化发展规律，还是遵照什么“天老爷”的意旨？对这些问题的回答，明确地划分了唯物主义和唯心主义的两大营垒。

首先鲜明地批判天命观的是荀况（活动年代约为

公元前298—238年)。他在《天论》一书的开头就提出：“天行有常，不为尧存，不为桀亡”，意思是宇宙是按照其本身规律运行变化的，无论是尧，也无无论是桀，都休想影响它。这是多么鲜明的唯物主义观点！“列星随旋、日月递炤，四时代御，阴阳大化，风雨博施。”星辰的运行，日月的照耀，四季的变化，万物的化生，风雨的来临，也都是自然的规律。荀况明确提出了“明于天人之分”的论点，给唯心主义天命观以有力的批判。荀况提出了“制天命而用之”——掌握天的规律而利用它的响亮口号，显示了唯物主义者“人定胜天”的战斗气概。这样，“天”就不再是有意志、有目的、人格神的“天”了，而是客观存在着的自然界。自然“天”的思想是唯物主义宇宙观的主要组成部分。

但是，反天命和尊天命的斗争，并没有随着奴隶制的覆亡而停息。到了汉代，董仲舒（公元前179—104年）进一步发展了宗教神学天命观，发展了天人感应的宗教神学体系，把曾经为奴隶主贵族服务的天命观应用于为已经夺取并巩固了政权的地主阶级服务。“道之大原出于天，天不变，道亦不变。”（《汉书·董仲舒传》）这种论点，力图说明封建社会的统治秩序是出自“天”的安排，因而是神圣不可侵犯的，所以它“曾经长期地为腐朽了的封建统治阶级所拥护”

（《毛泽东选集》第一卷，第276页）。董仲舒更利用占星术把一整套反动的伦理纲常和虚伪的仁义道德思想，统统说成是“上应天象”的。天人感应思想在西汉末年大肆泛滥的谶纬神学中，被发挥得淋漓尽致。公元79年，东汉章帝刘炟（dó音达）亲自主持了经学讨论会，产生了《白虎通》这样一部书，对天文现象作了大量的歪曲引用。例如，恒星每天东升西落（实际上是地球自转的反映），日、月、五大行星虽然也东升西落，却同时又在恒星背景上自西向东移行。《白虎通》是怎样解释的呢？它说：“天左旋，日月五星右行何？日月五星比天为阴故右行，右行者犹臣对君也。”天上的日月星辰竟然也象人间一样有君臣之别！至此，天人感应已经形成一套复杂的体系，完全成了反动统治阶级用于巩固其统治地位的工具了。

反动的天命观的泛滥，也侵入了天文学中。一个典型的例子是：恒星的命名，已不象春秋以前那样，用的是农业生产常用的工具，劳动人民生活常用的器具和劳动人民的形象了；星名中采用了“帝”、“太子”、“上将”、“次相”等帝王将相名字，出现了“离宫”、“天牢”、“天廩”、“天厩”等封建国家和庄园的机构、建筑等名字。这说明了我国天文学更进一步打上了统治阶级的印记。

许多具有朴素唯物主义观点的进步思想家对反动

的天人感应体系进行了猛烈的抨击，例如东汉的王充（约公元27—99年）。他朴素地论证了“天”的物质性。“夫天者，体也，与地同。天有列宿，地有宅舍。宅舍附地之体，列宿著天之形。”（《论衡·祀义》）又说道：“天地，含气之自然也。”（《论衡·谈天》）“天去人高远，其气茫苍无端末。”（《论衡·自然》）王充还针对董仲舒的神学目的论，反对“天”创造万物的说法，他质问道：“如谓天地为之，为之宜用手，天地安得万万千千手，并为万万千千物乎？”（《论衡·自然》）这对于反动的天命论是有力的鞭挞。

与此同时，阴阳五行说也被纳入唯心主义的宗教学体系。约在春秋末期，出现了“五行相生”（木生火、火生土、土生金、金生水、水生木）和“五行相胜”（水胜火、火胜金、金胜木、木胜土、土胜水）等说法。这些本来是基于对自然现象的观察而概括出来的认识，力图找出五种基本物质之间内在的联系。这种认识事物的方法有其正确的方面，“因为一切客观事物本来是互相联系的和具有内部规律的……”（《毛泽东选集》第一卷第288页），在物质元素的相互作用中更能掌握其基本属性。因此，“五行相生”和“五行相胜”乃是阴阳五行学说的一个重要的发展。

然而，与此同时，这种物质相互间的依存和制约又被机械地规定了。按照“五行相生”和“五行相

胜”的论点，客观事物的发展是绝对地受这种必然的规律支配的。这是一种形而上学的机械决定论。这种机械决定论直接可以通向宿命论。“按照这种观点，在自然界中占统治地位的，只是简单的直接的必然性”，而“承认这种必然性，我们也还是没有从神学的自然观中走出来”。（《马克思恩格斯全集》第20卷第561页）战国时代的阴阳家邹衍（公元前305—240年）就利用这一点把阴阳五行学说唯心主义化，为汉代董仲舒建立天人感应体系提供了理论基础。

阴阳五行学说的进一步发展，是春秋战国时代有些思想家力图找出宇宙万物统一的本原。例如战国初年成书的《老子》提出了“道”是万物的本原，这个“道”是什么东西呢？是先天地而存在的、无声又无形的精神或思维，因而，这正是思维第一性的客观唯心主义宇宙观。

最早的朴素唯物主义物质观见于战国时代成书的《管子》，其中提出了水是宇宙万物的本原。《管子·水地》篇说：“水者，何也？万物之本原也，诸生之宗室也。”与此同时，具有唯物思想的宋钘（xíng 音邢）、尹文则提出了“气”是宇宙的本原。在《管子·内业》篇中提到了宋尹学派的元气学说，指出：气的结合和变化，能够生出宇宙万物，在地下生出五谷，在天上生出列星。“气”有时光明照耀，好象升

在天上；有时是隐而不见，好象没入深渊；有时是滋润柔和，好象在海里；有时是高不可攀，好象在山上。宋尹学派的元气学说是承认物质第一性的朴素唯物主义思想。

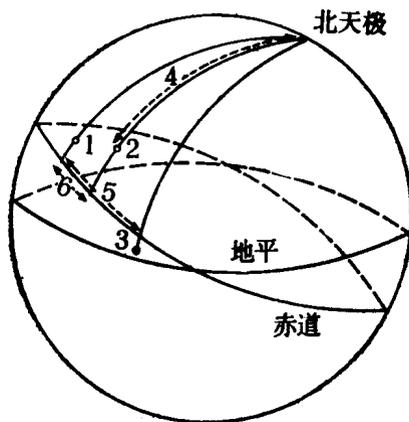
元气学说在我国科学思想发展史上占有重要的地位，在天文学方面尤其是如此。我国的唯物主义的宇宙理论，地球运动理论，天体演化学说，都是用元气的运动、发展、变化来说明的。在漫长的历史年代里，它不断与反动的天命观说教和形形色色的唯心主义宇宙观进行艰巨曲折的斗争，并战而胜之。在这个基础上，我国历史上的宇宙理论开出了极其绚丽多彩的花朵。

二、天象观测的成就与特色

从战国时代起，我国天文学的发展进入一个高峰。这时把对天体及其运行的观测加以系统的概括和总结，初步形成了我国古代天文学的体系。

战国时代，齐人甘德著《天文星占》八卷，魏人石申（或石申夫）著《天文》八卷，这两本原作都已失传。据后人记述的石氏星表（见于唐代《开元占经》），其中有120颗恒星的位置记载，这是世界上最早的星表，比希腊依巴谷编制的欧洲第一个星表，要早约二百年。更值得注意的是，石氏星表所记载的120颗恒

星的位置，其中二十八宿是用“距度”和“去极度”来记述的，其他恒星，则用“入宿度”和“去极度”来记述。所谓“距度”是指二十八宿沿赤道自西向东排列中，每一宿选出一个代表星，叫做“距星”。用今天天文学的术语来说，“距度”就是两距星间的“赤经差”，其他恒星的入宿度，就是这颗星和“距星”的赤经差。所谓“去极度”，是指的恒星和天极间的角度，由于北天极和天球赤道的夹角是一个直角，因此，去极度和这颗恒星的赤纬相加，正好也是一个直角，即“去极度”是恒星赤纬的余弧。



图中点1为甲宿距星，点2为星体，点3为乙宿距星，距离4为星体去极度，距离5为甲宿距度，距离6为星体入宿度。

图2-1 中国古代的赤道坐标系示意图

由此可见，在石氏星表里，对恒星方位的记述是

采用了赤道坐标系统的。这个赤道坐标系统发展到现代，就是对任一天体的视位置都用两个值来表述，即赤经和赤纬，犹如地球上任一点的位置可用经度和纬度来表述一样。因此，可以认为，至迟在战国时代，我国已经应用赤道坐标系统来记述天体的方位了；与此同时期的希腊，却还是沿用巴比伦的黄道坐标系统；到十六、七世纪以后，欧洲才广泛使用赤道坐标，一直到现代。天文台的望远镜都采用赤道装置。因为天体的周日视运动实际上是地球自转的反映，因而，日月星辰每天沿着赤纬线的方向自东向西移行的。赤道装置便于望远镜自动跟踪天体。现代星图也是用赤经和赤纬来标记恒星的方位的。可见，我国两千多年前创造的赤道坐标系统比起西方的黄道坐标系统来，有它的优越之处。

在石氏星表中，把周天分为 $365\frac{1}{4}$ 度，这是我国与世界上其他国家迥然不同的地方。在稍晚的《吕氏春秋》和《礼记·月令》中，也是把周天划分为 $365\frac{1}{4}$ 度。而西方则采用巴比伦的360度分法。我国古代之所以要这样分法，是因为一个回归年的长度是 $365\frac{1}{4}$ 日，这样太阳正好每天在天穹背景上移行一度，可见我国的 $365\frac{1}{4}$ 度分法是以太阳视运动为依据的。

在战国时代，我国记述了 120 颗恒星的位置，到了《史记·天官书》写作年代（约公元前一世纪），所记录下来的星数便已达 500 多颗，分为 91 个星官，而在东汉初年写成的《汉书·天文志》则说：“天文在图籍昭昭可知者，经星常宿中、外官凡 118 名，积数 783 星。”到了第二世纪初年，张衡在《灵宪》里则说：“中外之官常明者百有二十四，可名者三百二十，为星二千五百，而海人之占未存焉。微星之数，盖万一千五百二十。”在这个历史时期，不但观测和记录的恒星数目增加，对于星群的划分也进一步完善，除了赤道区的二十八宿外，在《史记·天官书》中，把拱极星区叫作紫宫，后世又叫紫微恒。这些星十分靠近北天极，终年都在地平线上常见不隐，《史记·天官书》又把紫微恒和二十八宿之间的其他天区，即张、翼、轸以北的一部分恒星称为“太微”，房、心、尾、箕以北一部分恒星称为“天市”，后世把“太微”、“天市”与“紫微”合称“三恒”；再加上二十八宿，合称三恒二十八宿。这是我国在天空分区和恒星分群方面的独特创造，具有鲜明的民族特色，我国黄河流域所见的北天恒星，大部分可以归入这个恒星分群系统中。

我国古代对行星运动的认识也在战国和秦、汉之际有了发展。在甘德和石申时代，对行星运行现象已

有了初步的描述。1974年初，在长沙马王堆三号汉墓（葬于公元前168年）出土的帛书中，关于五大行星的运动就有长达六千字的记述，其中开列了从秦王政元年（公元前246年）到汉文帝三年（公元前177年）共七十年间土星、木星和金星的位置；还有五大行星的会合周期。

什么叫行星的会合周期？因为行星包括地球都在绕太阳运动，从地球上看去，行星运动的路径就十分复杂。对于水星和金星这样的内行星（它们的轨道在地球轨道里面）来说，它们仿佛总是在太阳两边摆动。当它们离地球最远的时候，正好和地球分处太阳的两边，在我们看来，它正好与太阳同一方向，这叫上合。而当它们走到地球和太阳中间时，在我们看来，它也正好与太阳同一方向，这叫下合。无论上合或下合，因为被太阳强烈的光芒所淹没，这时行星是看不见的。火星、木星、土星这些外行星（它们的轨道在地球轨道外面），走到离地球最远的时候，正好和地球分处太阳的两边，我们看来，它正好与太阳同一方向，这叫做合。外行星是没有下合的。当地球正好处于太阳与外行星之间，此时外行星离地球最近，亮度也最大，这叫做冲。

内行星从上合到下一次上合，或从下合到下一次下合；外行星从合到下一次合，或从冲到下一次冲，

叫一个会合周期。我国古代天文学中不但注意年、月、日的计算方法，而且也十分注意记录五大行星的会合周期。

但是，马王堆汉墓帛书虽然写成年代较早，它所登载的行星会合周期却比后来的《淮南子·天文训》和《史记·天官书》都准确。例如，它所载的金星的会合周期为584.4日，比今测值583.92日只大0.48日；土星的会合周期为377日，比今测值只小1.09日，而它在恒星背景上移行一周天所需时间为30年，比今测值29.46年大0.54年；而《淮南子·天文训》和《史记·天官书》都认为土星的恒星周期是28年，误差达1.46年。

由此可见，我国到了汉代，对行星视运动已作过大量观测。行星的顺行、逆行和留的现象虽然十分复杂，难以解释其原因。但是我国古代由于积累的资料十分丰富，固而可以初步预告行星的未来位置。此外帛书中还有这么几句话：“东方木，其神上为岁星，岁处一国，是司岁。”“西方金，其神上为太白，是司日行。”“南方火，其神上为荧惑。”“中央土，其神上为填星。”“北方水，其神上为辰星，主正四时。”这就是以东、南、西、北，中比附于水、火、金、水、土五行，水星、火星、金星、木星、土星的名字就是这么来的。

由于对太阳、月亮、五大行星的视运动的观测，导致了黄道概念的形成。黄道是指太阳周年视运动的轨道，也即地球公转轨道平面在天球上的投影。因为月亮、五大行星的公转轨道平面和地球公转轨道平面的夹角不大，因此，月亮和五大行星的周年视运动轨道也与黄道十分接近。黄道和赤道形成一个交角，根据后汉贾逵测量的数据，可以知道，这个交角的数值是二十四度。古时一度合现在 0.986 度，二十四度即合现在 $23^{\circ}39'18''$ 。按现代天文学推算贾逵时代的黄赤交角值应该是 $23^{\circ}41'14''$ ，即贾逵所定的值误差不及2分，其精确性是很令人钦佩的。这确实反映了我们祖先在天体测量学方面的先进水平，也反映了我国古代对太阳视运动有了十分精确的知识。

汉代在天象记录的丰富性和准确性上，也有了很大的提高。例如，日食的观测，已经有了方位、初亏和复圆时刻、亏起方向等内容。记载在《汉书·五行志》上的一则日食记录就指出：“征和四年八月辛酉晦，日有食之，不尽如钩，在亢二度；晡时食，从西北；日下晡时，复。”这里征和四年即公元前89年，“晡时”指下午四、五点钟。年、月、日、时、方位、食分（“不尽如钩”——食分很大的日偏食）都记载得清清楚楚。

从汉代起，也有了准确的太阳黑子记录。《淮南

子·天文训》中说，“日中有踰鸟”，有人认为，这踰鸟就是指的太阳黑子。但是关于太阳上有三足乌鸦的传说古已有之，战国时代诗人屈原（约公元前340—前278年）早在《天问》里就提出：“羿焉彘日？乌焉解羽？”这意思是说，神话传说中的大神后羿是怎样射太阳的？太阳里面的乌鸦又怎样把羽毛掉下来的呢？可见早在后羿射日神话产生的年代，也许古人已经影影绰绰地看见过太阳上面的黑斑了。但是准确的太阳黑子记录以《汉书·五行志》所载为最早：

“河平元年三月乙未*，日出黄，有黑气，大如钱，居日中。”河平元年就是公元前28年，这是世界公认最早的太阳黑子记录，而且认识也是十分正确的。黑子是太阳表面的风暴，因为温度比周围低些，所以在光球层衬托下显出暗黑色。欧洲最早看到太阳上有影影绰绰的暗影存在，是公元807年，已经比我国晚了835年，而他们却还认为是行星从太阳表面掠过呢！直到公元1610年，发明望远镜后，意大利科学家伽利略在望远镜里看到太阳黑子，最初也认为是行星，后来才认识到这是太阳本身的现象，这一认识，比我国竟晚了一千六百多年！从汉代起，仅二十四史内，就有一百多次太阳黑子记录，有日期，有位置，有变化。

* 河平元年三月无“乙未”，疑是二月或“己未”之误。

我国古代观测的精细，至今尚使世界许多天文学家为之叹服。

在北极附近地区上空，有时夜里能看到色彩缤纷的极光。在太阳活动激烈的年份，这时在离北极较远的地区也能看见极光。从汉代起，我国对极光现象就有丰富的记录。《汉书·天文志》里说：“建始元年九月戊子，有流星出文昌，色白，光烛地，长可四丈，大一围，动摇如龙蛇行。有顷，长可五、六丈，大四围所，诎（qū音屈）折委曲，贯紫宫西，在斗西北子、亥间。后诎如环，北方不合，留一刻所。”建始元年九月戊子即公元前32年10月24日，这无疑是一次极光记录。从这时起到十世纪为止，中国据不完全统计共有记录145次，其中有年、月、日的占108次；而欧洲各国总共才有110次记录，有年、月、日的仅32次。现在我们利用这些资料，可以研究地球磁场的变化和日地关系等问题。

总的来说，到汉代，我国关于异常天象的记录，已经远远超过了西方。自此以后，我国有关日食、彗星、流星雨、新星和超新星、太阳黑子等的记载，越来越丰富，详尽，精确。在望远镜发明之前，我国的天象观测无论就数量或质量而言，都是世界上无与伦比的。这反映了我国古代劳动人民和天文学工作者勤劳、踏实、一丝不苟的工作作风和科学态度。他们几

千年来孜孜不倦地注视着天空，给我们留下了宝贵的科学遗产，为人类认识宇宙作出了重大的贡献。

三、浑仪和浑象的创制

这个历史时期所创造的仪器，以浑仪为最重要。

据《史记·索隐》注引《益部耆（qí 音奇）旧传》，汉武帝元封七年（公元前104年）民间天文学家落下闳于“地中（洛阳）转浑天，改颛顼历作太初历”。这里浑天就是浑仪。主要由刻有度数的几个圆环和观测天体的窥管组成，可以用来测量天体的方位。落下闳的浑仪可能是用铜制的，直径八尺。从它测量所得的数据来看，仪器本身也比较精密。我们知道欧洲到十六世纪，哥白尼所用的也只有几件木制的角尺、星盘之类简陋的仪器。对比起来，我国古代劳动人民所制作的天文仪器在工艺上已达到了很高的水平。现存于南京紫金山天文台的浑仪，是明代的制品。设有地平环、子午环、时圈环、卯酉环、赤道环、黄道环等，可以测量天体的赤经、赤纬和黄经、黄纬，比较复杂。早期的浑仪可能只有赤道装置，能够测定天体的去极度（即赤纬的余弧）和入宿度（也就是赤经）。

那末，浑仪是否就是落下闳创制的？并不，据

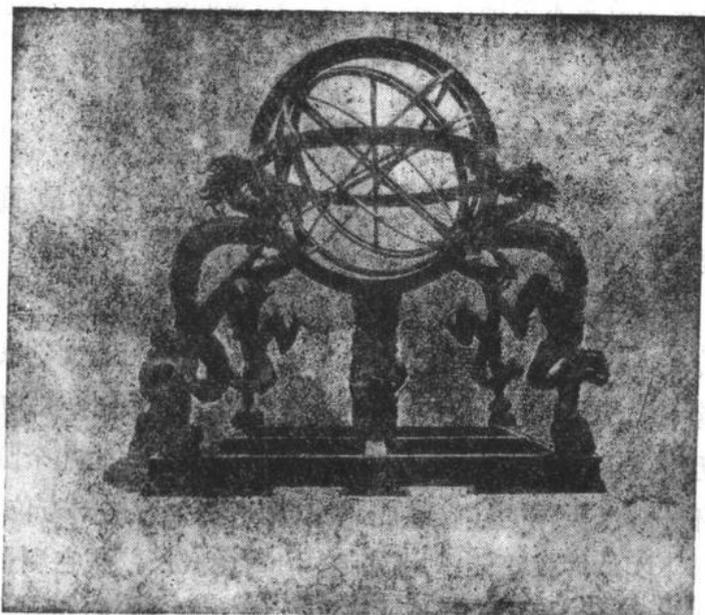


图2-2 明制浑仪

《畴人传》引桓谭《新论》记载，落下闳本人是家传的世代制造浑仪的工匠。可见浑仪的发明远在汉武帝之前。如上所述，长沙马王堆三号汉墓出土的帛书内有金星、木星、土星七十年间的位置和会合周期，这些天文数据应该是依靠浑仪测出来的。汉初的天文著作《淮南子·天文训》也载有二十八宿的距度。再往前推，战国时代的石申也测定了一百多颗恒星的去极度和入宿度，由此看来，至迟战国时代，已经开始制造浑仪了。汉代仪器制作也达到了相当高的水平，

除落下阕外，汉宣帝甘露二年（公元前52年）耿寿昌也“铸铜为象”，制造了浑象。耿寿昌并发现，日、月每天移行的赤道度数并不是均匀的，而是“行至牵牛、东井，日过度，月行十五度；至娄、角，日行一度，月行十三度。”（《后汉书·律历志》）后来才弄明白，这是因为太阳是沿黄道运行，月亮沿白道运行，白道和黄道交角很小，可以认为两者是差不多的，而两者却都与赤道差得很多。东汉时代的民间天文家傅安首先在赤道浑仪上加上黄道环，便于测量日、月和五星行度。东汉和帝永元十五年，贾逵又在傅安创造黄道环的基础上，制作了一个黄道铜仪。

东汉时代著名的天文学家张衡设计了一个“水运浑象”，它类似于如今的天球仪。主要部分是一个铜制圆球，全天星星都布置在球面上，圆球转动，星星的出没升降和真正的天空一样。它利用水力来推动齿轮使之转动，而且正好一天一周。某星刚从东方升起，某星已到中天，某星快要下落，在同一时刻，浑象上所表演的



图2-3 张衡

和实际的天象完全吻合。因此，它就不单是一个表演仪器，而且是天文钟的雏型。张衡还创造了一种活动日历，叫做“瑞轮冀荚”（míng jiā音明夹），从每月初一起，每日转出一叶木板到地平线上，十五日则出现十五片，然后每天转入一片，到月底落完。这实际上是一个自动日历。

浑仪和浑象是我国劳动人民创造的重要天文仪器，在望远镜发明以前，它一直是世界上最优良的观测工具，即使在望远镜发明以后，所采用的支架结构仍然是浑仪的赤道式装置，古老的浑仪的基本原理在现代天文台中仍然焕发着光辉。

四、历法中的创造和改历中的斗争

战国时期，各诸侯国采用不同的历法。一直到汉初，计有黄帝、颛顼、夏、殷、周、鲁六种历法，即所谓“古六历”。古六历都是“四分历”——即以 $365\frac{1}{4}$ 日为一回归年的历法。但是岁首不同：黄帝、周、鲁等三历建子——即以仲冬月（今阴历十一月）为岁首；殷历建丑——即以季冬月（今阴历十二月）为岁首；夏历建寅——即以孟春月（今阴历正月）为岁首；颛顼历建亥——即以孟冬之月（今阴历十月）为岁首。古六历的“历元”都一样。什么是“历元”呢？古人把冬至作为一节的开始，朔旦（日月交会的一天，即

今阴历初一)为一月的开始,夜半为一天的开始,甲子日即为干支记日周期的起始。如果有这么一个理想的日子,是甲子日,它的夜半时刻又正好是冬至和合朔,把这一天的夜半时刻作为历法计算的起点,古人认为可以方便历法的计算。这个理想的时刻就叫做“历元”。但是这几个数值除干支周期外,都不是正整数,而且各种历法所测得的数据也不一样,因此要求出这几个数的最小公倍数,需要作十分烦琐的计算,才能推出历元来。

秦始皇统一中国后,采用颛顼历,把岁首定为孟冬之月,即今阴历十月,是为建亥。汉承秦制。1972年在山东临沂银雀山二号汉墓中,出土了汉武帝元光元年(公元前134年)的历谱竹简,为秦及汉初采用颛顼历提供了确切的证据。到了汉武帝元封七年(公元前104年)为了社会生产的实际需要,在太史令司马迁等人的建议下,汉武帝下令招募民间的历法专家二十多人,包括当时著名的天文学家唐都、落下闳、邓平等,一起商订新历。落下闳制造出一架完备的浑仪,对天象进行了实测。在实测的基础上,他们终于制订出一部历法——《太初历》,并且就以元封七年(公元前104年)冬至朔旦甲子日夜半为太初历起算之始,改元封七年为太初元年。

《太初历》以正月为一年的开始。对于回归年和

朔望月的长度的调整，仍用十九年七闰法，但置闰月的规则是以没有中气的月份作为闰月。这种置闰规则一直延续到今天。

什么是中气呢？原来，由殷代至周初，只确定了春分、夏至、秋分、冬至四个节气。在战国后期成书的《吕氏春秋》中，有了八节气，即在二分二至的基础上加上立春、立夏、立秋、立冬四个节气，到汉初《淮南子·天文训》中，二十四节气都齐备了。这二十四节气中的立春、惊蛰、清明、立夏、芒种、小暑、立秋、白露、寒露、立冬、大雪、小寒，叫做节气；雨水、春分、谷雨、小满、夏至、大暑、处暑、秋分、霜降、小雪、冬至、大寒，叫做中气。每个中气规定要在一定的月份里。例如雨水在正月里，春分在二月里等等。而节气则可以有变动，例如立春一般在一月份，但是也可以在上一年的一二月份。

在古代历法中，置闰没有统一的规则，有的年终置闰，即把闰月放在每年最后一个月以后；有的即使是年中置闰，也没有一定规律性，因而，阴历的月份往往与真正的季候相差很远。太初历把没有中气的月份作为闰月，可以使季节和月份安排得更加合理，是比较科学的。

二十四节气是我国独特的发明，外国至今也只有二分、二至。这是因为我国阴历年的平年只有 354 或

355日，有闰月的年却有384或385日，两个数值与回归年长度都有较大的差数；而日照、温度、雨量等对农业生产有重大影响的诸因素，是随着回归年呈现出周期性的变化规律，与阴历的朔望月周期毫无关系。因此，农业生产只有按照阳历系统来安排，才能掌握好农时。二十四节气就是我国的传统的阳历系统。因此，我国过去长期使用的所谓阴历，实际上是一种阴阳合历。二十四节气，至今在农村中还广泛应用着，以安排农业生产和人民生活。

和二十四节气相联系的还有“三伏”、“九九”等概念。“三伏”是指一年中最热的时间。由于地球能贮积热量，因此，北半球一年中最热的时间，并不是太阳升得最高的夏至日，而是这以后一段时间。我国民间以夏至日后第三个庚日起为“初伏”，共十天；夏至后第四个庚日起为“中伏”，共十天或二十天；立秋后第一个庚日起为“末伏”，共十天。因此三伏一共三十天或四十天。在黄河流域一带，这是一年中最热的日子。

同样，数九是指的一年中最冷的日子。从冬至日开始，每隔九天为一九，九九数完，也就是春天到了。最冷的时间，在黄河流域大致是三九和四九。民间所谓“热在三伏，冷在三九”，确实是有道理的。

南方一带还有所谓“入梅”、“出梅”。这是因

为南方夏天梅子成熟时多雨，气候潮湿，俗称“梅雨”。为指导人民生活，也在日历上作了相应的规定。

所有这些：“伏”、“九”、“梅”等，可能起源甚早，或者与二十四节气是一起产生的。它们一直流传到今天。

《太初历》的行星会合周期比马王堆帛书又提高了准确性，如：水星为115.91日，比今测值115.88日，只大了0.03日。

金星为584.13日，比今测值583.92日，只大了0.21日。

火星为780.53日，比今测值779.94日，只大了0.59日。

木星为398.71日，比今测值398.88日，只小了0.17日。

土星为377.94日，比今测值378.09日，只小了0.15日。

《太初历》还在我国历史上第一次计算了日月食发生的周期，发现135个朔望月中，有23个“食季”——每个食季中可能发生一次到三次日、月食。这样太初历明确指出日、月食的发生是有一定规律的。这对于把天象变化说成是天意表现的天命论，是一个沉重的打击。

《太初历》也有一些缺点，它采用了邓平提出的八十一分法，即取“朔策”——一个朔望月的日数为 $29\frac{43}{81}$ 天，取“岁实”——一个回归年的日数为 $365\frac{385}{1539}$ 天，这两个数值都比实际数值大，年代久了就会出现所推得的朔望节气的日期落后于实际天象的误差。

尽管有这个缺点，《太初历》仍不失为我国历史上第一部可考的优良历法。可是在当时，它却成了“信而好古”的保守派的眼中钉，遭到了他们的激烈反对。元凤三年（公元前78年）太史令张寿王发动了对太初历的攻击。他说：“历者天地之大化，上帝所为”，是不能随便改动的，污蔑《太初历》“逆天道”，竟说：“今阴阳不调，宜更历之过也。”甚至把社会的动乱也硬说成是改历的罪过。对于这种攻击，参与制订《太初历》的鲜于妄人等当即给以严正的反驳，并和治历大司农中丞麻光等二十多人一起观测天象，用实测结果来驳斥张寿王。观测连续进行了三年，结果雄辩地证明《太初历》最符合实际情况，张寿王搞的历法最差。这样，经过长达三十年之久的斗争，才确立了《太初历》的地位。

西汉后期，农民阶级和地主阶级的矛盾日益尖锐，农民起义不断爆发。西汉末年夺取了刘汉王朝统治权的王莽，一上台就大搞托古改制。王莽的谋士、“国师”刘歆于是出来搞了部《三统历》。

《三统历》基本上采用了《太初历》的数据，但是却附会了宗教神学思想，例如，《太初历》取朔望月为 $29\frac{43}{81}$ 天即 $\frac{2392}{81}$ 天，这本来是实测的近似值，可是刘歆却偏要附会成乐律黄钟之数，说什么分母81是最大个位数9的自乘，分子2392的来历，他就说得更玄妙了：“元始有象一也，春秋二也，三统三也，四时四也，合而为十成五体。以五乘十，大衍之数也，而道据其一，其余四十九所当用也。故筮(shì音是)以为数，以象两两之，又以象三三之，又以象四四之。又归奇象闰十九，及所据一，加之。因以再扚(lè音勒)两之，是为月法之实，如日法得一，则一月之日数也”。把这番话用公式写出来，就是：

$$\begin{aligned} \text{月} &= \frac{\{[(1+2+3+4) \times 5 - 1] \times 2 \times 3 \times 4 + 19 + 1\} \times 2}{81} \\ &= \frac{2392}{81} \\ &= 29\frac{43}{81} \text{日。} \end{aligned}$$

一个简单的观测数据竟成了魔术般先验推衍的结果。刘歆正是要以此来“论证”《三统历》的数据是先验的，是“天意”安排好的，王莽要用《三统历》，自然就是“君权神授”、代天施令了。

此外，刘歆还在《三统历》中搞了一个计算所

谓“积年”的名目，就是推算从当时到所谓“太极上元”（即朔旦、夜半、冬至同时发生在甲子日，而且日、月、五大行星同在一个方位）之间的年数。胡说什么日、月、五大行星同在一方，即“日月合璧，五星联珠”是难逢的祥瑞。其实“积年”的计算在科学上本来是无甚意义的，但刘歆为了证明自然界永远是“周而复始”的循环论，以便为王莽的托古改制作论证，硬是把它塞进历法之中。既然自然界是“周而复始”的，根据天人感应的神学目的论，社会变化也应该是“周而复始”的。刘歆的改历，不仅在政治上是反动的，而且在思想上和方法论上都是一个大倒退。他所开创的推算“积年”的先例，对后来的历法产生了恶劣的影响，致使许多历法拘泥于推算“积年”，而未能更多地注意于有实际意义的问题。

但是，《三统历》来不及施行，刘歆就以谋反罪被王莽所杀，王莽本人也在农民起义的烈火中垮了台。《太初历》继续施行到东汉时代。这时已经出现了“历稍后天，朔先于历”的情况，月食出现的时间也大多早于历书上指明的日期。到了章帝刘炟（公元76-88年）时，便着手对《太初历》进行改革，经过李梵、编訢等人的多次观测和推算，对历法进行了全面校核，制订了一部《四分历》，并于元和二年（公元

85年)正式颁行,史称《后汉四分历》。

《后汉四分历》改进了《太初历》的数据,采用四分法,取一年的长度为 $365\frac{1}{4}$ 日,并测定了五大行星的会合周期,其结果除土星外都比太初历准确,特别是很难观测的水星,定出其会合周期为115.88日,竟和现代观测结果相合,这不能不使人惊叹。

《后汉四分历》还列入了二十四节气的昏旦中星,以及昼夜漏刻、晷影长短的实测结果,这些在历法上都是首创的。

但是,这次改历同样遭到了保守派的激烈反对。公元123年,亶诵等人攻击《后汉四分历》。有的说:“四分虽密于太初,复不正,皆不可用,甲寅元(在纬书里记载的四分历)与天相应,合图讖,可施行。”有的则叫嚷:“孝章改四分,灾异卒甚,未有善应。”鼓吹要倒退回去用《太初历》。对于这些保守派的叫嚷,著名科学家张衡等人进行了针锋相对的斗争。张衡痛斥图讖之说“本属虚妄”,目的是要“欺世罔俗,以昧势位”,所以应该“一禁绝之”。一些其他比较严肃的学者也坚定地指出:“天之历数,不可任疑从虚,以非易是”。并嘲笑那些人“不以成数相参,考真求实,而汛采妄说”,简直蠢到了极点!在批判保守派谬说的同时,张衡等人又“参案仪注,考往较今”,进一步提出应考虑月亮运动的快慢用九道

法计算日月食，这在当时是一个很大的进步，却没有被皇帝所采纳。尽管如此，张衡等人还是挫败了复古倒退的企图，保卫了《四分历》。

斗争并没有就此结束。熹平四年（公元175年），保守派冯光、陈晃等人又出来攻击《后汉四分历》。他们胡说因为四分历“历元不正”不合图讖，所以造成了社会的动乱。蔡邕等人当即驳斥了这种观点，指出怎么能把自然灾害和社会动乱归咎于历元变更呢？

这场围绕后汉四分历的大论战，先后延续了六十余年。在激烈的政治斗争和思想斗争中，科学本身受到了考验，并且继续前进了。东汉末年，历算家刘洪继承了张衡等人的朴素唯物主义思想，在大论战中进一步研究了四分历。他根据二十多年的详细观测，发现四分历的缺点是斗分太大（就是 $365\frac{1}{4}$ 的奇零部分 $\frac{1}{4}$ 日比实际为大），于是，他改以 $365\frac{145}{589}$ 日为一

年，制订了乾象历。这是一个很大的进步。刘洪还改进了推算日月食的方法，求出交食年为346.615日，比现代测定值仅小千分之五日。所有这些改进，都为后来许多历法所遵循。可惜的是，这部历法当时也未被采用。直到三国时，才由吴国的孙权所颁行。

五、丰富多采的宇宙理论

在广泛的天文学实践的基础上，也在朴素唯物主义和朴素辩证法思想发展的基础上，我国的宇宙理论从战国和秦、汉时代起就有了飞跃的发展。

首先是关于宇宙结构的理论。远在人类社会的早期，就产生了天圆地方说，这种学说主张“天圆如张盖，地方如棋局”，即认为大地是一个平直的、每边为八十一万里的正方形，天顶的高度是八万里，向四周下垂，大地是静止不动的，而日月星辰则在天穹上随天旋转。

天圆地方说是在人类认识还很幼稚的时代的产生，到了西周时代，就在这基础上出现了“盖天说”。这和天圆地方说区别在于，它不以地为平整的方形，而是一个拱形。“天象盖笠，地法覆槃（pán音盘）。天地各中高外下。北极之下，为天地之中，其地最高，而滂沲四隤（tuǐ音颓）。三光隐映，以为昼夜。”（《晋书·天文志》）——天穹有如一个斗笠，大地象一个倒扣着的盘子。北极是天的最高点，四面下垂。天穹上有日月星辰交替出没，在大地上产生昼夜。也给天和地规定了数值：“极下者，其地高人所居六万里，滂沲四隤而下，天之中央亦高四旁六万里。”“天离地八万里。”（《周髀算经》卷下）可见天穹的曲率和拱形

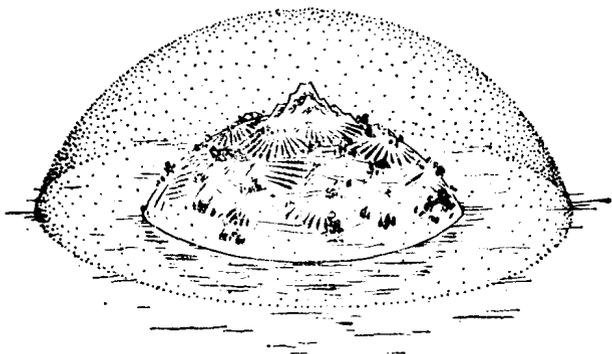


图2-4 《周髀算经》中之盖天说示意图

大地的曲率是一致的。极地虽比人们居处高六万里，但因为天比地总是高八万里，所以人所居处的天顶比极地仍高二万里。因此天总是比地高。

由平直的大地到拱形的大地的认识，无疑是一个相当大的进步。在这基础上，才有可能逐步达到大地是一个球形的认识。

战国时代是我国社会学术思想十分繁荣的年代，出现了许多有价值的思想，如《庄子·逍遥游》一篇中就有这样的句子：“天之苍苍其正色邪？其远而无所至极邪？”这是否认盖天说认为有一个穹庐样的天穹罩在地面，而认为天空是辽阔无边的，其颜色青苍，只因为它深邃（suì音岁）幽远。这是后世宣夜说的先声。在《天运篇》中还对于大地是否凝然不动提

出了疑问：

“天其运乎？地其处乎？日月其争于所乎？孰主张是？孰维纲是？孰居无事推而行是？意者其有机缄而不得已邪？意者其运转而不能自止邪？”

这段话的意思是：天是运动的吗？地是静止的吗？日、月是交替着升起和落下的吗？什么力量主宰它们？什么力量制约它们？什么力量无缘无故推动它们？莫非是它们有什么机制不得不如此？莫非是它们的运动无法停止？

当然，《庄子》在这里只提出疑问，而并没有给出答案。但是，《尸子》对地球自转运动是有所描述的：“天左舒而起牵牛，地右辟而起毕昴”。这两句话讲的是天和地作反方向的相对旋转。“天”是从左向右伸展开来的，起点处是牵牛星；地是从右向左反方向转的，起点处是毕宿和昴宿。这是以恒星为坐标系测量的。牵牛即牛宿，在摩羯座；毕宿和昴宿是二十八宿中的两宿，在金牛座中。牵牛每年八、九月间黄昏时经过中天；而毕宿和昴宿要到二月才于黄昏时经过中天。两组恒星恰好处于遥遥相对的位置。

《尸子》选择它们为坐标，用以说明天和地的运动正好遥遥相对。这里还有一点很值得注意的是，既然以恒星为坐标，那末“天”的旋转是不包括恒星的。这样看来，这段话的含意应该是：恒星天不动，地球向

毕、昴的方向旋转，因此“天”看来反而向牵牛的方向运动。这是很符合运动的相对性的。

除了地球的自转外，在战国时代末期，还猜测到了地球在空间中的位移。李斯在《仓颉篇》中写道：

“地日行一度，风轮扶之”*这里提到风的作用，是接受了宋尹学派的元气学说的影响。我国地球运动的思想，和元气本体论有极其密切的关系。

值得注意的是，李斯不但明确指出地的“行”，而且有了数值观念：“日行一度”。在此以前，一直认为是太阳在天上运动，一年移行一周天，因此我国古代把一周天分为 $365\frac{1}{4}$ 度，即每天移行一度，而李斯却说是“地日行一度”，这是十分准确的地球运动的概念。到了西汉末年，《尚书纬·考灵曜》中把地球在空间中的位移描述得更具体更带科学性了：

“地有四游，冬至地上北而西三万里，夏至地上南而东三万里，春秋二分其中矣。”

这里甚至描述了春分、夏至、秋分、冬至地球在运动轨道上的不同位置。显然，是为了解释这四个节气时太阳视运动的不同高度的：冬至地球偏北，相对来说，太阳偏南；夏至则地球偏南，因而太阳相对偏北。这里物理概念多么清晰！“地有四游”——春、

* 《仓颉篇》已失传，这里据《谭嗣同全集》所引。

夏、秋、冬四季都在运动，无时或已。这确实是我国古代人民认识宇宙的历史上一个伟大的创见。

《尚书纬·考灵曜》还进一步说明，地球的运动人们为什么不容易觉察：“地恒动不止，而人不知，譬如人在大舟中，闭牖（gōu音有）而坐，舟行不觉也。”在一只平稳的大船上，关上窗户，船开航了，可是乘客感觉不出船的运动，这是多么具体生动的譬喻！形象地指出人的认识的局限性。有趣的是哥白尼在叙述地球运动时，不谋而合地用了相同的譬喻。由此可见，我国关于地球运动的思想出现得很早，可惜后世没有得到发展，使得我国古代天文学一直未能出现地球绕日公转的概念。

在战国时代，对于宇宙的概念也有了很先进的认识。

如《墨经》说：“宇，弥异所也”，这意思是说：“宇”包括各个方向的一切地点，亦即无所不包的空间。因此《经说》解释道：“宇，蒙东西南北。”

“宇”的含义是包括东、西、南、北，四面八方。这正是现代科学的空间概念。

《墨经》又说：“久，弥异时也”，这里“久”同“宙”。“弥异时也”的意思是包括一切时间。《经说》解释道：“久，合古今旦莫。”这里“莫”就是“暮”。“久”（“宙”）包括过去、现在、白

天、黑夜，即指无限时间。

“宇”指空间，“宙”指时间，宇宙就是空间和时间的统一，这个观念多么明确！

空间和时间如何统一？《墨经》上也有精辟的论述：“宇或（域）徙，说在长字久。”《经说》的解释是：“长字，徙而有（又）处，宇南字北，在且有（又）在莫：宇徙久。”

这段话大意是说：事物的运动（“徙”）必定经历一定的空间和时间（“长字久”），由此时此地到彼时彼地，例如由南到北，由旦到暮，时间的流驰和空间的变迁是紧密地结合在一起的，即所谓“宇徙久”。

这里说得很清楚，宇宙空间和时间统一于运动之中。这实在是非常卓越的见解。列宁指出：“世界上除了运动着的物质，什么也没有，而运动着的物质只有在空间和时间之内才能运动。”（《列宁选集》第二卷，第177页。）要知道我国古代的这个理解有何等样的价值，不妨和现代科学比较一下。十九世纪以前，近代自然科学的宇宙定义，是指的无所不包的空间及其中各式各样的天体，完全没有时间的因素。按照牛顿的经典定义，时间是与空间毫无关系的、均匀地流逝的持续性的尺度。到了二十世纪，现代自然科学的宇宙概念才把时间的因素容纳进去，构成所谓“四维时

空”——即三维空间和一维时间的统一。这个四维时空准确地表征了一个运动中的宇宙。

我国《墨经》关于宇宙的定义深刻地表述了物质、运动、空间、时间内在的联系，是一个朴素辩证法的宇宙观念，我国关于地球运动、天体演化的思想之所以发展得比较早，正是由于有一个运动着的宇宙的观念作为其基础。既然宇宙无时无刻不在运动中，那末，宇宙间的天体，包括地球，就必然有自己的运动、变化、发展的历史。

《墨经》这两段话据传是后期墨家的论述，产生于战国时代。同是战国时代的尸佼也有类似的见解，见于《尸子》一书：

“四方上下曰宇，往古来今日宙”。

“宇”是东、南、西、北、上、下，六个方向，三维空间；“宙”是包括过去、现在、未来的时间，和《墨经》的概念完全一致。可见早在二千三百年前，我国对宇宙的认识，就不是个别人的见解，而是一个时代的先进思想。

但是我们还需要深入分析一下。《墨经》和《尸子》的宇宙定义里还包含有空间无限和时间无限的初步朴素的认识。虽然缺乏明确的界说，可是“四方上下”“往古来今”都没有提出什么界限、起点和开端。正如名家惠施所指出的：“至大无外，谓之大

一，至小无内，谓之小一。”（《庄子·天下篇》）

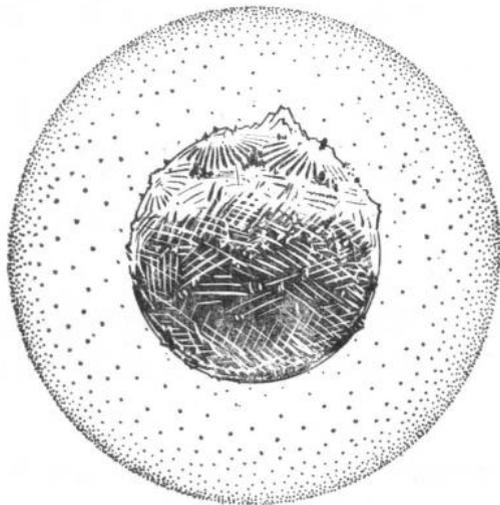


图2-5 浑天说示意图

这里“至大无外”可理解为无限大，“至小无内”可理解为无限小。无限大是这样的概念：它是无所不包的，没有什么能越出它的范围。无限小则是这样的概念：它是什么都不能包容的，没有什么能进入它的范围。这正是早期的朴素的无限宇宙观念。而且惠施不但把握了无限大的概念，也把握了它的对立面无限小的概念，这说明名家是有一定的朴素辩证法思想的。

由此可见，远在两千多年前的战国时代，我国的宇宙理论就十分丰富，有许多可算是很精辟的论述，

到了秦、汉，又得到了进一步的发展。

随着天文学的进一步发展，宇宙结构理论出现了浑天说。后来，张衡在《浑天仪图注》里把这个宇宙体系说得十分清楚：“浑天如鸡子。天体圆如弹丸，地如鸡中黄，孤居于内、天大而地小，天表里有水，天之包地，犹壳之裹黄。天地各乘气而立，载水而浮。”

这里只谈到天地关系，日月星辰又如何？比张衡略晚，三国时的王蕃（公元228—266年）说：“天地之体，状如鸟卵，天包于地外，犹卵之裹黄，周旋无端，其形浑浑然，故曰浑天。其术以为天半覆地上，半在地下，其南北极持其两端，其天与日月星宿斜而回转。”（《浑天象说》）半边天在地上，半边天在地下；日月星辰附在天壳上，随天周日旋转。这就是浑天说的天体运行理论。

浑天说宇宙体系最大成就无疑是肯定大地是球形：“地如鸡中黄”。认识到大地是一个悬于宇宙空间的圆球，在人类认识宇宙的历史上是一个里程碑。

浑天说比起盖天说来，是一个巨大的进步。就以观察天体的视运动而论，按浑天体系解释，要精确得多。浑天说之所以逐步取得胜利，取代盖天说，其原因也就在此。

浑天说还有一点可贵的认识，就是它的宇宙无限

思想。一个浑圆的“天球”包在地球外面，但这个“天球”却并不就是宇宙的界限。张衡在《灵宪》里指出，在“天球”之外，还是有空间的。“过此而往者，未之或知也，未之或知者，宇宙之谓也，宇之表无极，宙之端无穷。”这里反映了张衡一个十分深刻的观点，即：我们观测所及的空间，包括我们的地球在内，是有限的；可是天外有天，我们观测所达不到的地方，还有无穷无尽的宇宙。这种宇宙无限的思想，十分接近于现代科学的无限宇宙概念。现代天文学观测所及的空间，名为总星系。总星系虽然十分巨大，却仍然是有限的系统。它只是无穷无尽的宇宙的一小部分。

但是张衡对于宇宙无限性虽然有所认识，却没有什么论证。比张衡略早、也是东汉时代的郗(xī音希)萌，提出了宣夜说，从根本上否定了固体天壳的存在，认为所谓“天”者，只是无边无涯的气体：“天了无质，仰而瞻之，高远无极，眼瞽(mào音冒，看不清楚)精绝，故苍苍然也。譬之旁望远道之黄山而皆青，俯察千仞(rèn,音认，古时以八尺或七尺为一仞)之深谷而窈黑。夫青非真色，而黑非有体也。日月众星，自然浮生虚空之中，其行其止，皆须气焉。是以七曜或逝或住，或顺或逆，伏见无常，进退不同，由乎无所根系，故各异也。故辰极常居其所，而北斗不

与众星同没也；摄提、填星皆东行；日行一度，月行十三度；迟疾任情，其无所系著可知矣，若缀附天体，不得尔也。”

仅仅一段，内容却十分丰富。首先，这是历史上头一个否认了有形质的天，而且用的是日常经验的方法。天色苍，是因为它“高远无极”，犹如远山色青，深谷色黑，而青与黑都不过是表象，透过现象看本质，并不是真的有一个有形体有颜色的天壳。这样，天的界限被打破了，一切人为规定的天的高度都被否定，在我们面前展开的是茫无涯际的、无穷无尽的宇宙空间。

就宇宙理论来说，宣夜说是达到很高的水平的。它提出了一个朴素的无限宇宙的概念。它的出现反映了唯物主义哲学对宇宙理论的重大影响。但是，从观测天体的角度看，宣夜说却不如浑天说的价值大。浑天说能够十分近似地说明太阳和月亮的运行，宣夜说却只说它们“或逝或住，或顺或逆，伏见无常，进退不同”，而没有探讨其运行的规律性。修订历法的时候，浑天说有很重要的实用意义，而宣夜说却仅仅具有理论意义，这是为什么宣夜说在历史上不如浑天说影响之大的主要原因。但是在人类认识宇宙的历史上，宣夜说无疑应该占有重要的地位。

在从战国到秦、汉这个历史时期，我国也产生了

最早的天体演化学说。

早在战国时代，诗人屈原在《天问》中就提出了天体演化的问题：

请问，关于远古的开头，谁个能够传授？

那时天地未分，能根据什么来考究？

那时是浑浑沌沌，谁个能够弄清？

有什么在回旋浮动，如何可以分明？

无底的黑暗生出光明，这样为的何故？

阴阳二气，渗合而生，它们的来历又在何处？

穹窿的天盖共有九层，是谁动手经营？

这样一个工程，何等伟大，谁个是最初的工人？

这里屈原是用提问题的方式阐述自己的观点，即宇宙最初是一团浑沌，以后才分化为天和地。这是我国早期朴素唯物主义的天体演化思想。到了汉初的《淮南子·天文训》，就把这种原始的天体演化思想阐述得更明确了。《淮南子·天文训》说的大意是：

天地还没有形成的时候，一片浑沌空洞，所以叫做“太始”。在那空廓中，道就开始形成了。有了道，空廓才生成宇宙，宇宙又生出了元气。元气有一条分界线，那清轻的互相摩荡，向上成为天，那重浊的逐渐凝固，向下成为地。清轻的容易团聚，重浊的不易凝固，所以天先成，地后定。天地的精气结合而分为阴阳，阴阳的精气分立而成为四时，四时的精气

散布出来就成为万物。阳的热气积聚久了产生火，火的精气变成太阳；阴的冷气积聚久了产生水，水的精气变成月亮；太阳和月亮过剩的精气变为星辰。

这个天体演化理论是有一定的历史地位的，但是它又带有很深的道家色彩，它认为空廓中，先是有了“道”，然后才生出宇宙。这样，元气中产生天地的观点，被改铸为从“道”中产生天地的唯心主义理论。“道”是什么？是精神，是思维，“道”的第一性就是思维第一性的唯心论宇宙观。

这个时期，对于日月食的成因也有了初步的认识，战国时代的石申就提出，日月食是由于天体间相互遮掩而产生的。到了张衡，在《灵宪》里把月食产生的原理叙述得十分清楚：“月光出于日之所照，魄生于日之所蔽，当日则光盈，就日则光尽也……就日之冲，光常不合者，蔽于地也，是谓阏（同暗）虚。在星星微，月过则食。”可见张衡已经晓得，月亮自己不发光，由于太阳照耀才亮，而一旦“蔽于地”，就产生“阏虚”——影子，形成月食。这实在是很科学的观点。

可见，在这个历史时代，我国天文学理论可说是十分出色的，从观测天象、编制历法到提出理论，这说明，我国古代人民对宇宙的认识，已经从感性认识向理性认识推移。这是我国天文学发展史上具有重大

意义的成就。

从战国到秦汉这个历史时期，我们可以看到，我国古代天文学达到了空前的繁荣，无论在天象观测、仪器制造、历法编制或宇宙理论各个方面，都有许多杰出的成就，为我国天文学的发展奠定了坚实的基础。

我国古代天文学，从原始社会经奴隶社会，到了封建社会初期，逐渐定形，形成我国独特的、与世界上其他国家迥然不同的体系。这个体系有独特的星群划分——三垣二十八宿，有独特的坐标系统——赤道坐标和 $365\frac{1}{4}$ 分度，有独特的历法——带有二十四节气的阴阳合历，有独特的仪器——赤道装置的浑仪和浑象，有对日、月、五星运动的独特的描述——代数学方法，有独特的宇宙结构体系——浑天说和无限宇宙思想——宣夜说。这些都生动地证明了，我国古代天文学是在中国大地上，由我国各族人民在劳动生产的实践中创立的。它与其他各文明古国所诞生的古代天文学并立于世界上，共同发展成为近代科学的天文学。那种认为我国古代天文学来自巴比伦、埃及、甚至印度和伊朗等地的说法是完全站不住脚的。

第三章 封建社会中期天文学 继续发展

(魏、晋至隋、唐、五代)

从东汉封建王朝的统治结束，到公元 960 年北宋王朝建立，其间共有七百多年。我国历史在这个时期交替出现着统一和分裂的局面：先是魏、蜀、吴三国鼎立，后来统一于晋王朝。南北双方互相对立的南北朝时期又代替了晋王朝的统治，使我国再一次出现分裂的局面。隋和唐三百多年是这个时期中较长的一段统一时间。以后又出现了五代十国分争的状况。最后统一于北宋。

我国封建社会不断向前发展，我国古代天文学也在不断前进，产生了一系列新发现和新成就。其中有民间天文工作者积累三十多年的实际观测发现太阳视运动不均匀的规律，用于改革历法；发现视差对日月交食的发生有影响，用于改善日月食预报；对岁差现象提出解释并探索岁差规律，使制定历法有了新的进步；少数民族的工匠发明在天文仪器上刻槽注水，用

来校准仪器的水平,成为后代水准器的先河;著名的历法《大明历》、《大衍历》的制定,天文普及读物《步天歌》的产生,子午线的实测,计算方法的改进等等,都是这一时期很出色的成绩。我国古典天文学在这个时期更加丰富、发展起来,为宋、辽、金、元时期天文学的新发展打下了坚实的基础。

同其他科学技术一样,天文学的发展也是以社会经济的发展为基础的。这一时期在水利工程、灌溉机械、采矿冶金、桥梁建筑、数学力学等科学技术方面都有较大的进步,这对于天文学的发展也都是一种促进力量。而天文学中的仪器制造、历法改革、大规模的天文测地工作更直接是由生产的发展所决定的。正是随着我国封建经济的繁荣,我国天文学在这一时期不断前进。

这一时期,又是我国历史上各民族大规模交流融合的时期,我国各族人民都有自己的长处,他们对我们整个国家的历史发展都作出了自己的贡献。他们的创造发明这时得到互相交流,互相促进和提高,这也是我国古典天文学在这一时期得以发展的重要因素。

一、岁差现象的发现和祖冲之的历法改革

岁差是由于太阳、月亮和行星对地球赤道突出部分的摄引,使地球自转轴的方向发生变化而产生的。

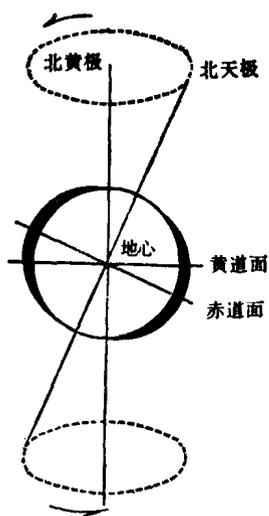


图3-1 岁差产生的原因

打个比方来说，地球就象倾斜着旋转的一个陀螺，它一面绕自转轴自转，同时自转轴又在空中打圈圈。不过这个过程不象我们平时看见小朋友们玩的陀螺那样快。地球自转一周是24小时，即一天，而自转轴在空中打一个圈圈却要25800年左右，这种缓慢的运动就叫岁差。在天文观测上岁差的表现是两个方面：一是黄道和赤道的交点——春分点和秋分点每

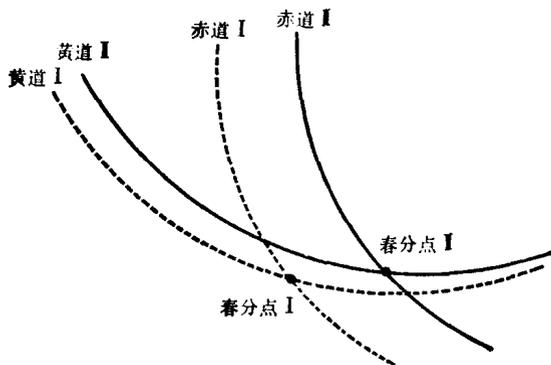


图3-2 春分点的西移

年沿黄道向西移动 $50''.26^*$ ，也就是大约每过 71 年多一点，春分点就向西移动一度；另一个是北天极不断在恒星背景间移动位置，约 25800 年一圈。

对岁差的上述两种表现，我国古代很早就已觉察到了。古代制历，以冬至到冬至为一年，这就是回归年。由于岁差，过了一个回归年以后太阳并没有回到原来在恒星间的位置，而是稍稍偏西，所以周天恒星都仿佛向东移动了。年复一年，冬至点就是这样缓缓地西移，冬至时出现的天象就渐渐地向东移动。对于这种岁差现象，汉代以前尚不知道，汉初沿用古历时，仍以为冬至点在牵牛初度，实际上这是约公元前 550 年左右的天象，到汉代时冬至点已移至斗宿和牛宿之间。西汉末年编制《三统历》的时候，刘歆就时而说：“冬至在牵牛初”，时而说：“冬至在建星”，后来含糊其辞说：“冬至进退牛前四度五分”，他模模糊糊感到冬至点不在过去的位置上。到了东汉时的贾逵，就明白指出冬至在斗宿，也就是说，由于岁差，冬至点已比春秋时代差了七、八度，但贾逵没有能够总结出岁差的规律。

东晋时的虞喜在公元 330 年左右对这个问题作了

* 由于行星岁差，实际上黄道也在作极微小的变化。这里指的是日月岁差和行星岁差的总和，而且这个数值也在不断变化。

至到下一年冬至的一周岁。他第一次认识到了冬至点西移这个自然现象并进行了计算，提出每五十年要西移一度。这个数值比实际的岁差值大了一些，但他毕竟是首次得出了这个认识。

虞喜以后，祖冲之也在自己实测的基础上研究了这个问题。他认为每四十五年十一个月西移一度。祖冲之（公元429年—500年）是南北朝时期的著名天文学家。公元462年，他在批判地继承前人的成就和通过自己实测的基础上制定了《大明历》。祖冲之的《大明历》，许多数据都比前人准确，而且在制历方法上也有不少改进，打破了旧的传统观点。其中最重要的一点是在制定历法时考虑到岁差现象，这是历法史上的一项重大进步。但是，祖冲之的革新却遭到了刘宋孝武帝的宠臣戴法兴的激烈反对。为了捍卫科学真理，祖冲之写下了一道辩驳的奏章。这篇奏章充满了反对守旧，歌颂实践、革新的气息。

祖冲之和戴法兴的辩论是非常激烈的。戴法兴所反对的，首先正是祖冲之引进的岁差。戴法兴说太阳周年视运动的状况是永远不变的，冬至点永远在一个不动的地方，坚持周而复始的循环论观点，用以反对祖冲之“冬至所在，岁岁微差”的科学论断，并诬蔑祖冲之在制历时考虑岁差是任意加减数据，不符合“天”的意志，认为《大明历》的革新创举是编制历



图3-4 祖冲之

法的大错误。

对于戴法兴的诸多反对，祖冲之逐条予以解释。他以朴素唯物主义的观点，应用前人和他自己对岁差现象的研究成果，批判了冬至点永远在一固定地方不动的形而上学观点，指出冬至点每岁都有微小的差别，这是客观存

在的自然现象，过去历法中不引用岁差，致使推算出的结果误差非常显著，现在应毫不犹豫地 进行改革。

祖冲之还以客观实际为依据驳斥戴法兴的唯心主义说教。戴法兴反对革新、宣扬“天”的意志神秘莫测，说什么日影的长短变化不可以作为依据，针对这种唯心主义的谬论，祖冲之毫不留情的作了批判，指出日月五星的运行有它本身的规律，并不是出于神怪，人们完全可以根据它的实际情况进行推算，不仅可以知道它们现在的运动，还可以推算它们过去和将来的位置，只要通过长期的认真观测和研究，就可以获得越来越准确的结果。他尖锐地责问戴法兴：不去观测天体的实际运动，哪里能得到制定历法的基本数据

呢？如果否定对天体视运动的观测和推算，要想制定历法，是根本不可能的。

祖冲之不仅这样说，实际上他正是这样做的。他十分强调事实依据，反对那种没有根据的夸夸其谈，没有道理的浮词诡辩。他亲自去测量日影，以浑仪漏壶配合进行观测，经年累月地进行艰苦细致的工作。他用从元嘉十三年（公元436年）到大明三年（公元459年）这二十三年间发生的四次月食来检验他的《大明历》，得知四次月食的时间和太阳当时在天空的位置均与《大明历》的推算相符，而戴法兴依据旧历，结果与实际天象“顿差十度”。事实非常明显，新历的改革是有成效的。用观测事实对历法的推算进行检验，不仅使祖冲之的创新更有了坚实的基础，同时也是驳斥唯心主义不可知论的有力武器。

戴法兴认为，日月的运行根本不是普通的人能够测定的。对祖冲之改革旧历中的闰法*又认为，古人制定的十九年有七个闰月的闰法是万世不可以改革的，因为古历中的闰法是古代“圣人”所制，谁也不能改，甚至还武断地说，古历虽然比较粗疏，也应当永远循用下去。他又用早已被汉代朴素唯物主义科学

* 安插闰月的方法。祖冲之提出每391年中设置144个闰月，比起十九年七闰要精密些。

家张衡批判过的讖纬神学作为自己的依据。对于这一切，祖冲之针锋相对地指出，古历粗疏，与天象已相差很远，不改革是不行的，如果有错不纠，把谬误的东西当做真理，道理上哪能站得住脚呢？至于讖纬上所记的那些东西，更是没有根据的胡说八道，桓谭就曾指出那是不可靠的，我们更不能以它为依据。祖冲之就是这样坚决与讖纬神学决裂，表现了朴素唯物主义的科学态度。

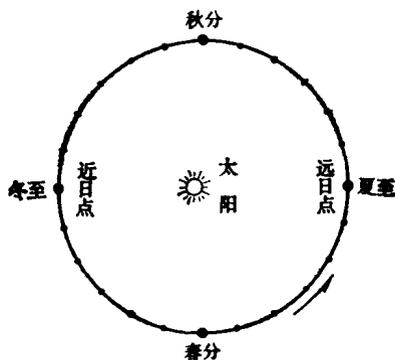
这一场辩论虽然对戴法兴的反对都作了很好的说明，但是刘宋统治集团还是不肯采用祖冲之的新历，直到祖冲之死后，公元510年，由于他儿子祖暅（huǎn音桓）的继续努力，才在梁朝正式施行。这是科学史上守旧思想阻碍科学进步的一个实例。

二、“平朔”改“定朔”斗争的重大胜利

从魏晋南北朝到隋唐，历法改革还经历了另一场重大的斗争，这是围绕“平朔”改“定朔”问题而展开的革新与守旧的争论。

所谓“平朔”改“定朔”，就是在制定历法时考虑到太阳和月亮视运动不均匀这一实际情况，使历法更能符合天象。

地球绕太阳运动的轨道和月亮绕地球运动的轨道都是椭圆形的，它们在椭圆轨道的不同位置上运动，速



轨道近、远日点的位置是在缓慢移动。图中所画相当于公元十三世纪中叶的情况。现在近（远）日点已向东离开冬（夏）至点约 $12^{\circ}30'$

图3-5 地球沿椭圆轨道绕太阳公转。

度是不均匀的。太阳在天球背景上的周年视运动是地球绕太阳公转的反映，月亮在天球背景上的周月视运动就是月亮绕地球转动的结果。根据行星运动的规律，当地球在远日点附近时，运动速度最慢，反映为太阳视运动也变慢了；而当地球在近日点附近时，运动速度最快，反映在太阳视运动上也就跟着加快了。同样，月亮绕地球的运动也有类似的快慢不均匀的情况。

月亮圆缺一次的时间叫做一朔望月，即是从这一次朔（或望）到下一次朔（或望）的时间间隔，如图3-6，当月亮在位置1时就是朔，当月亮沿着绕地球

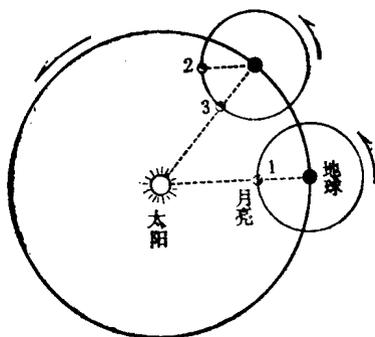


图3-6 朔望月的形成

转动的轨道运动到位置 2 时，它已在轨道上运动了一周，但还没有到第二次朔，要再运动到位置 3 时才发生第二次朔，这多走的一段路程（即 2 到 3）是同地球在这一段时间里绕太阳公转所走的路程有关系的。因为地球绕太阳的速度是不均匀的，所以这段距离每个月都有差别，这就使得每个朔望月的长度不相等；另外，月亮绕地球的轨道每时每刻都在变化，月亮轨道的近地点每月要移动三度多，月亮在轨道上的速度也是不均匀的，这也使得朔望月的长度有变化。朔望月的长度平均是 29 天半多一点。

我国早在东汉时的贾逵就已经知道月行有迟疾（即快慢），平均每天行十三度多，而最快与最慢之间的差可达一度以上。可是那时对于日行有盈缩（也即是快慢）还没有人知道。南北朝时代北朝的民间天

文工作者张子信，他冲破封建统治者对天文历法的控制，在一个海岛上用浑仪观测日月五星的运行达三十年（约公元550—580年）之久。通过这样长时间的辛勤观测，他得出了日行有快慢的正确看法。发现日行在春分后逐渐变慢、秋分后逐渐加快。他用事实批驳了太阳运行速度永远不变的形而上学观点，促进了天文学的进一步发展。

由于发现了太阳和月亮视运动的不均匀性，就直接导致了历法的进步，这就是“平朔”改“定朔”和“平气”改“定气”。

所谓“平朔”，就是以平均朔望月的长度为依据，从上元合朔时刻开始，每过一个平均朔望月得到一次合朔时刻。这样的合朔时刻就叫“平朔”。由于月亮运动有快慢，真正朔望月的长度是在变化的，所以平朔的时刻并不一定正好日月合朔。平朔和日月真正合朔的时刻可以有相当大的差异。可是，对于日食来说，它一定发生在日月真正合朔时刻的附近*。因此，东汉时代的刘洪就提出，在推算日月食时要考虑月亮视运动不均匀的问题，要改正按平朔法定出的数

* 说在真正合朔时刻的附近是因为观测者不在地球中心，而在地面上，由于这个原因月面亏缺最多的时刻（即食甚）常常不在真正合朔的时刻，而要作一个改正。可参见下节。

据，这就是采用“定朔”的原理。

第一个提出在制历时应废除“平朔”改用“定朔”的是南北朝时代南朝的何承天(370年—447年)，他于公元443年撰《元嘉历》，用“定朔”法来安排历日，每月朔都安排在初一日，这样大小月不一定总是相间，有可能出现连续几个月都是大月，但预报日食却要准确得多。这是一个具有革新精神的创议，是他继承了他的舅舅徐广四十余年对日、月、五星的观测资料，又加上自己三、四十年的观测才提出来的。可是，新建议提出以后，立即遭到了守旧思想的反对，结果未能采用，平朔改定朔的创议第一次失败了。

隋朝建立以后，隋文帝杨坚任用道士张宾制《开皇历》。张宾并无真才实学，《开皇历》十分粗疏。富有革新精神的刘孝孙和刘焯(zhuō音卓)批驳《开皇历》不知有岁差，不知用定朔。张宾等人就诬蔑他们“非毁天历”，“惑时乱人”。张宾等人得到隋文帝的支持，不接受刘孝孙和刘焯的正确意见。隋开皇十七年(公元597年)，杨坚又改命张胄(zhòu音咒)玄制历，仍然不用定朔而用平朔。张胄玄的历法于公元597年开始实行，称为《大业历》。平朔改定朔的第二次斗争又失败了。

炀帝继位后，刘焯被征用。隋仁寿四年(公元604

年)。刘焯(公元544—610年)制定了《皇极历》。《皇极历》是当时最好的历法,它有许多革新和创造。刘焯不但考虑到月亮视运动不均匀性,而且还考虑了太阳周年视运动不均匀性,开始用较合理的内插公式来计算定朔校正数。因而超过了前人的历法。刘焯又改岁差为75年差一度,比虞喜和祖冲之的推算更接近实测值。他还开创了“定气”法和二次差内插法,为后世所沿用,在天文学和数学发展史上都很有意义。

所谓“定气”法,有些类似于“定朔”法,就是根据太阳的实际运行来确定节气。过去二十四节气间的时间间隔是相等的,每过一定时间就是下一个节气到了,用这种方法安排的二十四节气就叫做平气或恒气。由于民间天文学工作者张子信发现了太阳视运动的不均匀,刘焯在《皇极历》里提出,每个节气的间隔如果相等,各节气太阳所走的距离应该不相等。他将周天 $365\frac{1}{4}$ 度从冬至开始分成24等分,每分得十五度略多,太阳每到一个分点就是交一个节气,这样的节气叫做定气。由于太阳视运动不均匀,所以太阳每移行一“定气”的时间就不等,冬至前后日行快,一气只有十四天多(14.718日),夏至前后日行慢,一气就有十五天多(15.732日)。他发现从秋分到冬至再到次年春分,各有88天多,而春分到夏

至再到秋分，却各有93天多。《皇极历》主张以太阳实际行度来安排24节气，是编制历法中的一个明显进步。

但是，《皇极历》这个优良的历法却受到张胄玄的排斥，张胄玄勾结了隋炀帝杨广的宠臣袁充，竭力反对应用《皇极历》，致使此历一直未能行用。“平朔”改“定朔”的斗争第三次遭到了失败。先进的“定气”法也未能得到应用。

隋朝为农民起义所推翻，代之以唐朝。唐初实行抑制豪强、提倡革新的进步路线。当时，反对守旧、主张革新的气氛很活跃。正是在这样的情况之下，何承天和刘焯等人长期以来所主张的采用定朔、废除平朔的主张，在唐朝建立后的第二年，公元619年，终于为傅仁钧造的《戊寅元历》采用了。新历在同年颁行全国，平朔改定朔的斗争取得了第一次胜利。

新生事物一开始总不是十分完善的，定朔法也有类似的情况。由于月亮视运动不均匀，就有可能出现连续大月或连续小月的情况，这同过去用平朔时总是大小月相间就不一样了。唐贞观十九年（公元645年），出现了连续四个大月的情况，保守派们就抓住这个问题大做文章，竭力反对新历，定朔法于是被迫取消，又恢复了用平朔。平朔改定朔的斗争在第一次胜利之后出现了暂时的反复。

唐高宗麟德二年（公元665年），颁行李淳风造的《麟德历》，再次废除平朔，重新采用定朔。它以《皇极历》的计算方法为依据，加以修改。对日月五星的推算，也都作了改进，特别是为了避免连续出现四个大月或三个小月的现象，吸取《戊寅元历》的教训，改变了朔日的进位方法。《麟德历》以后，定朔法才一直被沿用下去，终于取得了最后胜利。

定朔法从何承天首倡开始，到最后得以施行，其间经过了二百多年的争论和反复。从这场斗争的简单历史来看，在保守的思想统治之下，科学上要有一点革新创造是多么不容易。

三、唐代《大衍历》的成就

唐代是我国封建社会中期比较重要的一个历史时期，是经过汉末数百年纷乱以后建成的比较长期统一的大帝国。唐初的一百多年间，我国封建社会出现了比较繁荣的景象，著名的《大衍历》出现在这个时代正是以当时生产发展、社会前进为基础的。

生产的发展，预告日月食的需要，从各方面向天文历法提出了要求。唐初以来，历法改革已出现了较大的进步，《麟德历》的颁行使“定朔”法得到了最后胜利。《麟德历》的许多数据在当时是符合天象的，但它也有误差，行用了五、六十年以后，到开元



图3-7 一行

九年（公元721年），在预报日食时已有几次不准确，于是决定由唐代著名的天文学家一行（本名张遂，683年—727年）负责改历。在一行的主持下，许多人参加了这项工作，从准备阶段到制定新历，前后经

过了六年时间，公元727年新的历法《大衍历》诞生了。在《新唐书·历志》里有一行为《大衍历》写的十二篇论文，即有名的《大衍历议》，还有七篇历术，即《大衍历》的具体计算方法。这是我们研究《大衍历》的依据，特别是那十二篇论文，值得我们很好地分析研究。

《大衍历》的成就是多方面的，首先在于根据实际观测来制定历法的科学态度。为了制定《大衍历》，一行等人创制仪器，到许多地方去进行观测，积累了许多资料，再加上对前人经验的总结，把许多问题的认识都向前推进了。

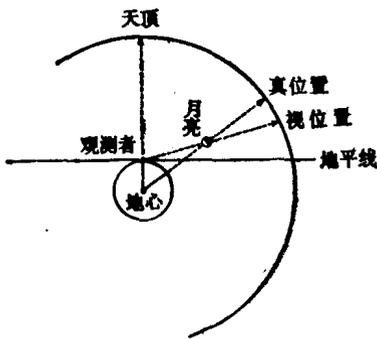
对于太阳视运动的规律，南北朝时的张子信提出：“日行在春分后则迟，秋分后则速。”这是对太阳视

运动不均匀的首次发现，它显然还是很粗略的。隋代的刘焯误认为日行在春分前一日最速，春分后一日最迟；秋分前一日最迟，秋分后一日最速，可见他并没有真正掌握太阳视运动的规律。一行等人在制定《大衍历》的过程中指出了刘焯的错误，认为冬至日太阳的速度最快，以后渐慢，到夏至最慢；夏至后又逐渐快起来，直到冬至最快。同时他们还从大量观测资料中总结出不同时节由于太阳运动快慢不均而产生的差值。指出太阳在冬至时候最盈，即比平均运动快的量的积累值最大，从冬至以后，这个积累值逐渐减小，到春分时为零；春分后开始缩，到夏至为最缩，即比平均运动慢的量的积累值最大，从夏至以后这个积累值又逐渐减小，到秋分时又为零；秋分后开始盈，到冬至时又最盈了。这个规律的掌握表示对太阳视运动的认识是深入一步了。拿现代天文学理论来检验，一行认为近日点在冬至，远日点在夏至这只是一个近似值。在一行那个时代，近日点在大雪和冬至之间，约在冬至前九度，一行的这个近似值还是比较准确的。

《大衍历》里采用平气注历（即在历本上注出的节气时间是交平气的时间），而以定气来计算太阳的视运动。在进行这项计算的同时，还发明了相应的数学计算方法，这就是不等间距的内插法公式，用这种方法来计算太阳的运动比起《皇极历》的等间距内插

法又进了一步。这在我国数学史上也是一个贡献。

《大衍历》在日月食预告方面考虑到视差对交食的影响，并创立了一套计算方法，这是一个很大的进步。发现视差对交食有影响的现象也是南北朝时代的张子信，他经过长期观测发现当合朔发生在交点附近时，如果月亮从黄道北穿过交到黄道南，则发生日食；而如果月亮从黄道南向黄道北移动，虽然进入了交食的范围（现代天文学上叫做食限）也可能不发生日食。隋代刘焯的《皇极历》也注意到这种现象，首次提到了“当食不食”和“不当食而食”的问题，即是说有时已入食限而不发生日、月食，有时不入食限而发生了日、月食。这是什么原因呢？用现代天文学的概念来解释，这就是由于视差的缘故。



3-8 周日视差图

如图3-8所示，人在地面上某一点观测天体的视位置要比它的真位置低，这就是视差。在地球上北半球的观测者看来，当月亮在黄道北时，视差使它更靠近黄道而

易于发生交食，而在黄道南时则使它更远离黄道故不易发生交食。在南半球的情况正好相反。古人虽然不

了解视差现象的原理，但他们根据实际观测和认真研究，总结出一些规律。一行等人在制定《大衍历》时发现这种影响是同地理纬度和太阳、月亮在天上的视位置有关系的。这是一个很正确的看法。《大衍历》里把这种影响称做“食差”，并对不同地方（纬度不同），不同季节（因不同季节太阳、月亮在天上的位置不同）分别创立了计算公式，这叫做“九服食差”，“九服”是指各地的意思。食差的计算虽然都是些经验公式，但它使日月食预报工作向前推进了一大步。

他们对日月交食现象的观测较前人也更加深入、细致，而且有新发现。我们知道，早在汉代以前，我国劳动人民已经知道太阳和月亮视运动的轨道有所不同。汉代的《乾象历》（公元206年）里已明确指出，太阳周年视运动的轨道（黄道）同月亮周月视运动的轨道（白道）之间有一个约为六度的交角，叫做“兼数”，现代天文学上叫做“黄白交角”。黄道与白道有两个交点，当时也知道这两个交点每年都在移动。由于这种种原因，使得每次交食都不是完全相同的。例如，交食最初发生在什么部位，交食深浅程度等等都有不同，这就是亏起方位角和食分的问题。汉代曾有人根据大量观测事实指出：日食都从西边缘开始，月食都从东边缘开始，没有从上边或下边缘先开始的

情况。这个总结固然是对的，但还很粗略、欠全面，而且也没有反映出亏起方位同食分之间的关系。

三国时代，魏国的杨伟根据实测，在《景初历》里首先提出了计算交食亏起方位角和食分的方法，对这一问题的认识有了较大的进步，对于推算和预告日月食有很大作用。这一方法从魏景初元年（公元237年）起沿用了二百多年。到了唐代的《大衍历》，对食分和亏起方位角之间的关系则叙述得更具体而简洁了：“月食：月在黄道北，初起东南，甚于正南，复于西南；月在黄道南，初起东北，甚于正北，复于西北；其食分十二分*以上者起于正东，复于正西。日食：月在黄道北，初起西北，甚于正北，复于东北；月在黄道南，初起西南，甚于正南，复于东南；其食分十二分以上者，起于正西，复于正东。”

在编制《大衍历》的过程中，通过到全国许多地方进行观测，还发现了另一个现象，即对同一次日食，各地所看见的情形是不同的。《大衍历议》的“日蚀议”里讲到，日月交食，月亮比太阳近，当长安（今西安）看到全食时，南方却只看到食去一半的偏食。这是有关“食带”问题的第一次记载。

一行等人在观测日、月、五星等的运动时，还对

* 这里的十二分指十五分之十二。

一些恒星的位置进行了观测，并把它们相对于黄道的位置同汉代的数值进行比较，一比较就发现有很大变化。《新唐书》和《旧唐书》的天文志里都收进了这些材料。过去有人据此认为一行发现了恒星的自行，但是，也可能，只是因为古代天体测量的精度不高，才产生这个误差值。从此以后，对全天恒星位置的测量更加重视了。在下一节里我们会看到，唐代以后出现了不少具有科学意义的全天星图，这不能不认为是同一行的这个发现有密切的关系。

在一行的主持下，为了编制《大衍历》的需要，除了创制仪器、革新计算方法，采用实测数据，进行全天恒星观测等工作之外，还进行了一次子午线测量和大地测量，这在我国以至世界科学史上都是一件大事。

要进行一次子午线测量，这是天文观测的实践提出的要求，可是从提出建议到实际进行却经过了好几百年。这主要是由于隋代统治不够稳定，而到唐初，国家的统一，生产的发展，为这次大规模的测量工作提供了物质条件；为了维护国家的统一，颁行在这样辽阔的国土上都能适用的历法，也有必要进行一次全国规模的天文大地测量工作。正是在这样的历史条件下，人们才得以冲破了传统观念的狭隘眼界，使历史上第一次地球子午线长度的测量得以实现。

原来在盖天说数量化的过程中，应用了一条假设：八尺高的表，于南北二地同在夏至日中午测影，南去千里影短一寸，北去千里影长一寸。这条假设完全是一个主观的先验的假设，没有任何实测根据。古代交通不便，要作大范围的实地测量也有困难。浑天说兴起以后，本来千里差一寸的说法跟球形的大地是相矛盾的，但是许多浑天家都未对此深究而被沿用下来。

当然在这几百年当中也有人提出过怀疑。例如南北朝时的何承天，他根据公元442年的一次测影，南北相距约一万里的两地，夏至中午的日影竟相差一尺八寸二分，约六百里就差一寸。后来在公元508年，又在洛阳和南京两地测量日影，所得结果约二百五十里相差一寸。从那时起，人们对“日影千里差一寸”的说法已发生了怀疑。但是头一个提出要进行一次实测，来检验这个假设是否站得住脚的是隋代的刘焯，他说：“寸差千里，亦无典说，明为意断，事不可依。”（隋书·天文志）他并以公元442年实测的结果来说明千里差一寸的说法是靠不住的。他在上书时提出了进行一次实测的建议：在黄河南北的大平原上取正南正北的两地，相隔几百里，以漏壶约定好同一时间测量日影长度，求得影差，量得两地的距离，真实的结果就得出来了。这是一个很科学的测量计划，可是隋炀帝杨广根本不理，搁在一边，这一搁又是一百多

年过去了。

直到唐代开元十二年（公元724年），为了给《大衍历》提供数据，才在一行的主持下，由南宫说（yuè音悦）等人进行了这个实地测量的计划。当时在今河南省境内从黄河以北的滑州白马县（今滑县）起，经汴州浚（xùn音迅）仪古台（今开封西北），许州扶沟县到豫州的上蔡武津等四个地方，分别测量了四地之间的距离，各地夏至日正午的影长和北极高度。实测发现，从滑县到上蔡的距离是526.9里，日影已差2.1寸，这就用事实推翻了“日影千里差一寸”的先验假设。

在测量当中还发现，影差和南北距离之间的关系不是常数，于是改用北极高度（实际上即地理纬度）的差来计算，发现南北相差351.27里，北极高度相差一度。根据其中测量最精确的一组数据来计算，得出子午线一度的长约122.8公里，同现代测量值每度111公里相差是不多的。一行等人不一定是有意意识的去测量地球的大小，但他们实际上是量出了地球上子午线一度的长，这在科学史上是有重大意义的。

根据记载，一行除了推动南宫说等人进行这四个地方的子午线实测之外，还同时派人到十三个地点去测量各地的北极高度，日影长短，各地昼夜长短，见同一次日食的食分和时刻。这十三个地方南北纬度相



图3-9 唐代子午线测量点示意图

差有三十多度，范围非常广大，这是世界上第一次规模很大的大地测量工作。

子午线的实测是唯物主义的胜利，也是科学实验的胜利。“人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。”（毛泽东：《人的正确思想是从那里来的？》）这是历史上亿万次证明了的真理。在我国历史上，经过这番子午线实测，“千里差一寸”的唯心主义假设彻底打破了。

一行等人由这次子午线实测还总结出一条重要的结论。即《旧唐书·天文志》所说的：“古人所以恃勾股之术，谓其有征于近事。顾未知目视不能远，浸成微分之差，其差不已，遂与术错。”这句话的意思就是：在很小的有限空间范围内探索出来的正确的科学理论，如果不加分析地、任意地向很大的范围甚至

无限的空间外推，就很可能得到错误的结论。这番话含有很深刻的认识论上的道理，对于我们今天研究客观无限宇宙也有现实意义。

围绕《大衍历》的制定，确实取得了很大成就，《大衍历》本身在我国历法史上也很有价值，这一切都是经过了同保守势力的斗争才取得的。在一行本人把《大衍历》的草稿写成不久就不幸去世以后，又有人指责《大衍历》不准确，甚至有人污蔑说《大衍历》是抄袭印度传入的《九执历》，而且抄还没抄好。对于这些攻击，我国历来有个好传统，那就是拿事实来作证明。于是，就有侍御史李麟、太史令桓执圭根据灵台实测校验，比较《大衍历》、《麟德历》和《九执历》的准确性。比较结果，在推算日食方面，《大衍历》十次有七、八次准确，《麟德历》十次有三、四次准确，而《九执历》十次才有一、二次准确。在事实面前，保守派的攻击和诬蔑都破产了，《大衍历》得以正式颁行。

但是《大衍历》也有一些糟粕。例如，根据《大衍历》的推算，开元十二年（公元724年）七月和开元十三年（公元725年）十二月应该发生两次日食，可是结果没有看到。事实上这两次日食都是有的，只是西安地区看不见而已，一行不从自己的计算方法还有缺陷的方面去考虑改进，反而受天人感应的观点所影

响，错误地认为李隆基的德行感动了上天，使两次日食不发生了。从一行的身上，我们看到唯心主义思潮时时刻刻在同唯物主义进行着尖锐的斗争。恩格斯在《自然辩证法》中讲道：“不管自然科学家采取什么样的态度，他们还是得受哲学的支配。”这是一个很好的例子。

四、仪器制造和星图绘制

天文仪器的制造是同社会经济基础，手工业技术和其他科学技术的发展紧密地联系在一起的。从魏晋南北朝到隋唐五代，各类天文仪器都制造得不少，这正是当时经济、技术不断发展的结果。我们看到，灌溉机械“龙骨水车”的改进显示了木工技术的精巧，而木制天文仪器是离不开木工技术的，铁仪、铜仪的铸造不仅要求冶炼铸造技术，木工，金工也不可少。至于仪器刻度，水运浑仪的齿轮系统都同数学、力学、机械分不开，这些科学技术的发展从各方面促进了天文仪器制造的进步。

天文仪器中最主要的是浑仪和浑象。古代这种仪器的种类很多，名称也各有不同。在古籍记载中，有时同类仪器用不同的名称，有时同一个名称却是指的不同类的仪器。现在我们按其用途分成三类：

第一类是表演天象用的浑象。这类仪器大体上是

一个圆球壳，上面有星辰和银河，可以绕一根穿过南北极的轴转动，表演天上星象的变化。这类仪器有时装在一个柜子里，柜面就表示地平面，露在柜子外面的半球就表示在地平面上可以见到的天象；有的装有一个与地面平行的环，称为地平圈，在地平圈上的半球就表示可见的天象，这两种都是表演人在天球外面看天象，就象我们现在看天球仪一样；还有一种是反过来，人钻在球壳里面看，就象我们现在在天文馆里看天象表演一样。

第二类是测量天体坐标用的浑仪。这类仪器大体上就是一个有几层互相套着的环，环中有一根窥管，环和窥管可以在经纬两个方向上转动，差不多能观测到全天的星空。利用这类仪器可以测量天体的各种坐标，如赤经、赤纬，地平经纬等等。

第三类是复合型的可以同时测时和表演天象用的仪器。往往借助一个漏壶和其他动力，自动地使浑象同天空一致地移动，既可以测量时间，又可以同时表演天象变化。

在这一时期中，这三类仪器都有制造，有些并有创造和改进。根据古籍记载，三国时吴国的陆绩曾做过一个浑象，他大概受浑天说“浑天如鸡子”、“地如卵中黄”的影响很深，把浑象做成一个鸡蛋那样的椭球形，转动起来很不方便，与实际天象也不甚符

合，所以历史上没有其他人再造过这种样子的了。吴国的葛衡做过一个浑象，是属于从里面向外看的那一种。后来刘宋时代的钱乐之也做过类似的浑象，人在球壳里面，球壳上刻着二十八宿、北极星和黄赤道，以机械转动天球，人却不动，这样来模拟天象的变化。公元440年，他又做了一个小浑天，直径约二尺二寸，是一个小型天球仪，周天恒星是用三种不同颜色标志出来的。

复合式的仪器在唐代有梁令瓚等人设计制造的“水运浑天”，他们是根据张衡的漏水转浑天仪的启发进一步发展而成的。这个水运浑天上面刻有二十八宿，注水激轮，每昼夜自转一周，正好和周天恒星的运转一致。这个水运浑天一半藏在木柜里，木柜的框就有如地平。此外，还立有两个木人，每刻钟一个木人击鼓，每时辰另一个木人击钟，制作十分精巧。这仪器已经是现代时钟的雏（chú音除）型了。

至于浑仪的制造，在汉代浑仪的基础上，在这一时期也有了新的发展。特别是北朝，北魏鲜卑族天文学家斛兰（又名斛斯兰）在永兴四年（公元412年）铸成铁浑仪。这具铁仪的底座上刻上了十字形的槽，可以注水，用来校准仪器安装是否平准。这个发明为后代各架天文仪器所沿用，直到今天，现代化的天文仪器和其他仪器上也都有类似的装置，尽管形式不同，精

密度和灵敏度大为提高，但原理却同北魏铁仪的这个发明是一样的。

唐初，由于政治较稳定，生产恢复很快，工艺水平和科学技术都有发展，使得天文学家李淳风有可能将浑仪大大改进，古代浑仪进一步完善和精密了。公元633年，李淳风在灵台看见北魏的铁仪，由于天长日久，风吹雨打，铁铸的仪器已经生锈，转动不灵。他参考了铁仪，设计制造了一架铜的浑天黄道仪。这架仪器共分三层，外层叫六合仪，固定不动，包括与地球赤道平面平行的赤道环，与地面平行的地平环和正南正北方向的子午环；中层叫三辰仪，可以转动，是互相交叉的赤道、黄道、白道三环；内层就是一个夹有窥管可以旋转的赤经环，也叫四游仪。由于仪器新增加了白道环，可以同时直接量度日、月在各自轨道上的视运动。不但如此，这架仪器的白道环还是可以移动的，以使环本身和天上的白道位置相合*。

但是这架仪器有两个重要缺陷：第一，由于月亮轨道平面变化很快，黄道和赤道的相对位置也因岁差

* 白道和黄道的交点沿着黄道不停地运动，约249个交点月绕一周。因此，白道在空间的位置不断地在改变，过249个交点月之后回到原来的位置。这样仪器上的白道环也必须是能够移动的。李淳风的浑天黄道仪就是这样，可以每过一个交点月移动一次，使白道环和天上的白道相合。

在缓慢地变化，对于这些变化，这架仪器或者反映不够精密，或者根本没有反映，致使某些环圈很快失去作用；第二，环圈太多，互相重叠，许多天区被遮掩不能观测。考虑到第一个缺陷，开元年间一行和梁令瓚作了大胆改进，在黄道环和赤道环上每隔一度都打一个洞，使白道环可以在黄道环上一度就移动一下，这就比李淳风的浑天黄道仪要一度半左右才能移动一下前进了一步；黄道环又可以在赤道环上移动*，表示岁差。这架仪器就取名为“黄道游仪”。一行利用这架改进了的仪器研究月亮的运动，研究恒星的坐标，对于修订《大衍历》，提高交食计算的准确性，发现恒星坐标因岁差而变化等方面都有很大的作用。至于第二个缺陷，则到了元代，才由郭守敬加以克服。

其他仪器方面，如漏壶、圭表等都有制造，北魏李兰发明了称漏，以漏出水的重量来计算时间的长短；梁代祖暅用几根表同时测影，提高了测定方向的准确性；隋代（公元581—618年）还制成了钟车、漏车、鼓车等，是可以很方便地移动的报时器，这些，都是很有意义的创造。

* 我国古代错误地认为岁差使黄道沿赤道移动，实际情况却正好相反。

一行等人为了编制《大衍历》的需要，还设计制造了一种名叫“覆矩”的仪器，这仪器的样子虽没有记载，但《旧唐书·天文志》有“以覆矩斜视北极出地”多少度的话，可见其用途。当时观测后还作“覆矩图”，从而考证各地日食的见食分多少，各地的昼长、夜长、纬度等数据。根据这些记载设想，覆矩图的样子大致如图3-10所示。

和仪器一道，在这一时期，星图也有许多创造。我国古代的星图保留下来的或陆续出土的很多，大致上可以分成两类。一类属于示意性的星象图，往往出现于墓葬和壁画中，作为美术装饰，表现某种星象或

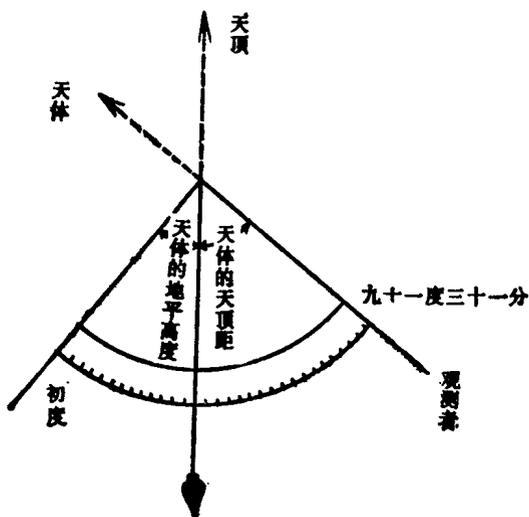


图3-10 覆矩示意图

传说的内容，例如马王堆出土的帛画上的太阳、月亮、星象、云气图，洛阳西汉古墓（公元前一世纪）中的星象图，山西平陆县枣园村东汉古墓（公元一世纪）的星象图等等。这类星象图一般科学意义不大。

另一类是属于科学性的星图，常出于书籍、画卷、石刻、仪器等方面。表现全天或部分天区的星象，位置比较准确，可以研究恒星位置变化和当时人们对星空的认识等问题，是比较重要的天文文物。这类星图现在保留下来的数量不多，从画法来看大致有三种：

第一种是所谓“盖图”，或“盖天图”，即将全天可见星象画在一张圆形的图上。由于我国位于北半球，南天极附近恒隐圈之内的恒星，在我国古代政治文化中心的黄河流域一带看不到，所以图的最外圈一般即为恒隐圈，图的中心为北天极。有时在图上还有两个半径不等的同心圆，表示恒显圈和赤道；有时也画一个偏心圆，表示黄道*。这种形式产生得较早，而且一直沿用到清代，是使用得最普遍的一种。例如

* 在盖图上把黄道画成正圆是不正确的。第一个纠正这个错误的是唐代的一行。他把黄道分成七十二等分，按每个分点的真实位置在星图上画点，把七十二个点用平滑曲线联接起来，这样才能得到比较正确的黄道。这种描点画法是科学的，近代星图的画法精神也是如此。

苏州石刻天文图就属于这一种。

第二种是将天球沿赤道剖为两半，用两个圆图画出全天星象，一为北天，一为南天，两图的中心分别为北天极和南天极，外圈即为赤道。这种形式首见于宋代，例如《新仪象法要》书中所附的一种星图。后来也一直沿用到清代，只是后来有的改沿黄道将天球剖开，形式是一致的。

第三种是将天极附近星空画成圆图，而将赤道带附近展开为长方形的平面图，同现代星图的画法很相似。有时又将赤道带分成若干部份分别画出，拼在一起就是全赤道带图。例如敦煌卷子星图（约绘于唐前期）就是这一种。

从三国到唐代，是我国星图产生最多的时期。三国时代吴国的陈卓把古代甘德、石申、巫咸三家所观测的恒星用三种不同颜色绘制在同一张图上，共计 283 “官”（也就是“组”），1464颗星。

这张星图现在已经失传了，根据后代浑象的制作和星图的绘制来看，283官1464星这些数字被沿用了很久，后代也有以三种不同颜色来标志星象的。根据这些，我们可以认为陈卓的星图正是我国古代圆形盖天图的最终定型，而苏州石刻天文图保留了它的大体样子。

由于全天星图的出现，使人们认识全天星空有了

一种方便而又形象的工具。但是在实践中人们感到星图虽然对于辨认星空很有帮助，但对于记忆却不方便。于是，从隋代起产生了一些用诗歌形式来介绍全天星辰的作品，其中流传最广的就是《步天歌》。《步天歌》的作者有的说是隋代丹元子，有的说是唐代王希明，又有人认为丹元子就是王希明的别号。总之，《步天歌》最迟在唐代出现是可以肯定的。

《步天歌》在民间流传，起到了普及天文学知识的巨大作用，成为我国天文教育的一本实用的教科书。许多初学天文的人以《步天歌》为认星指南逐渐认识星空，打破了皇家御用的天文台对星空知识的垄断。封建统治者对《步天歌》的流行非常害怕，因为他们统治人民的一种重要手法就是宣扬天人感应论，利用星空等自然现象，假托“天的意志”来欺骗麻痹劳动人民，一旦星空的奥秘为广大人民群众所掌握，他们骗人的鬼把戏就要被戳穿。于是他们想方设法把天文学包括《步天歌》在内都封锁起来，唐朝统治者就曾规定“凡玄象器物，天文图书，苟非其任，不得预焉！”（《旧唐书·职官志》）就是说凡是天文仪器图书等物，除了任专门职务的人以外不得随便观看使用，更不用说广大群众了。宋代以后也明确规定禁止民间私习天文，《步天歌》则被封锁在皇宫里。我们现在看到的《步天歌》被收录在一本名叫《灵台秘苑》的

书里。从这个书名就可以看出，这是只有在灵台（古代御用天文台的一个名称）这个秘密的地方才能看到的。但广大人民群众学习天文知识的愿望是关锁不住的，《步天歌》不仅在民间广为流传，后来还被翻译成少数民族文字在许多兄弟民族中间更广泛的流传。

《步天歌》的内容包括陈卓星图的283官1464星，都是七字一句，有韵，易于记忆。它将周天分成31个大区，即赤道附近的28宿，北天极附近的紫微垣，以及张、翼、轸三宿以北的太微垣和房、心、尾、箕四宿以北的天市垣，合称“三垣、二十八宿”。31个大区分别有31张星图，配合着星图，一边读着步天歌，就好象漫步在全天繁星中间一样。《步天歌》的出现是人们辨认和记忆星空的一种创造，“三垣、二十八宿”的星空区划由此也就定型下来了。

《步天歌》的诗句中也用黄、黑、红三种颜色来区别甘德、石申和巫咸三家星，这就是受陈卓星图的影响。在唐代的敦煌星图中，也用三种不同颜色来画全天恒星。敦煌星图是世界上保留到现在星数最多的一份古星图。它是把北极附近的恒星画一圆图，赤道附近的星按月每月画一张长方形的图，属于上述的第三种。图上共有星1300多颗。而欧洲从公元前二世纪开始，到公元十五世纪止，著录于星图和星表上的星只有1022颗，可见我国古代对恒星的认识也比其他国

家先进。可惜这批珍贵星图已在1907年为帝国主义分子斯坦因盗走。近年来，在窃后的残卷当中又发现了敦煌星图的另一部分，即北天极附近紫微垣的一张圆形星图，这个发现为我们研究古星图的绘制提供了新的实物资料。

五、元气学说和宇宙理论

体现了宇宙无限论思想的“宣夜说”，从汉代以来，到了三国时代有了新的发展。吴国的杨泉在我国唯物主义哲学元气学说的基础上，赋与天以物质性的概念。杨泉在《物理论》中说：“夫天，元气也，皓然而已，无他物焉。”他还说：“气发而升，精华上浮，宛转随流，名之曰天河，一曰云汉，众星出焉。”“星者，元气之英也。”这里说的元气已不仅是哲学的概念，而是物质性的东西了。他认为天是物质性的气构成的，银河是气的精华上升流动而成。恒星也是元气的精华，是从银河中产生出来的。这些都给“宣夜说”充实了丰富的内容，是朴素唯物主义的思想。

在“宣夜说”的发展过程中，曾产生过一个很有趣的问题。既然日、月、众星都浮在气中，它们会不会掉下来？唐代大诗人李白的诗句“杞国无事忧天倾”就是指的这件事。东晋张湛的《列子·天瑞》篇里写道，据说杞国有人听说日月星辰是在天空飘浮的，就

害怕它们会掉下来，担心天要崩坠，地会毁坏，弄得整天废寝忘食，身无所寄。害怕他愁坏了身体的人就去劝解他说：天是气体所构成的，没有哪一个地方没有气，我们呼吸运动无不同气打交道，每日每时都生活在天中，为何还要担心崩坠呢？这位杞国人接着问：天如果真是气体构成的，日月星宿不要掉下来吗？劝他的人回答说：日月星宿也是气体构成的，只是它们能发光而已，即使掉下来也不会打伤什么的。这个人又问：那么地会坏吗？劝的人又回答说：地是土块的积合，四面八方都塞满了，没有那个地方没有，你每天在地面上活动，为何还要担心它坏呢？于是这个杞国人非常高兴，安心地回家去了。

这则小故事所表述的观点比郗萌进了一步：不但天空充满气体，日月星辰也是气体，只不过是发光的气体。大地是固体的硬块，若仅仅在其上行走，是不会踩坏的。但是张湛又进一步提出了一个很重要的观点：归根结蒂地球会坏，天体也会坏，但是用不着担忧。“忧其坏者，诚为大远；言其不坏者，亦为未是。”他既批判了杞人的忧天，又唯物地肯定了天体和大地物质性，它们也都遵从物质世界的客观规律——既有生成之日，也有毁坏之时。这是一种朴素辩证法的观点。

也是东晋时代的虞喜，提出“安天论”。其所以

叫做“安天”，是因为“宣夜说”产生之后，有不少人认为，天如果没有一层硬壳，日月星辰只是在气中飘浮，那就难免有一天要掉下来，最低限度会弄得乱七八糟，天翻地覆。杞人忧天的故事今天我们看来十分荒诞不经，在那时却不是个别人的思想。因此虞喜出来作“安天论”：“以为天高穷于无穷，地深测于不测。天确乎在上，有常安之形，地魄焉在下，有静居之体。当相覆冒，方则俱方，圆则俱圆，无方圆不同之义也。其光曜布列，各自运行，犹江海之有潮汐，万品之有行藏也。”（《晋书·天文志》）

这里的话都是有针对性的。“方则俱方，圆则俱圆”，是反驳天圆地方说的。“天确乎在上，有常安之形”，是为了解除类似杞国人的忧虑。但是认为天在上常安，地在下静居是错误地采用了“盖天说”的基本出发点。“天高穷于无穷”，比“宣夜说”更明确地点出了宇宙的无限性。可是“地深测于不测”就又错了，地球体积应当是有限的，这都是虞喜认识的片面性。在人类活动范围只限于地球上一个小区域，科学技术还不发达的时代，这种片面性的认识是不可避免的。但是“安天论”有一点很出色的见解，它认为：日月星辰的运行，如同海洋的潮汐，世间万物的运动，都是有各自的规律的。这在唯物主义的态度方面又进了一步。

在魏晋南北朝时代，关于宇宙结构的理论还有两家：“穹天论”和“昕（xīn音心）天论”。“穹天论”不过是“盖天说”的翻版，在历史上没有多大影响。“昕天论”甚至说什么“人为灵虫，形最似天。今人颐前多临胸，而项不能覆背。近取诸身，故知天之体南低入地，北则偏高。”拿人的身体结构来类比“天”的结构：人们身体前后不对称，前面下颌可低到胸上，后脑勺却碰不到背上去。天似乎也应当这样：南北不对称，南低北高。“昕天论”的这个不伦不类的类比，正是反动的“天人感应论”的变种。天既似人，人亦似天，这种唯心论的荒诞的比附，目的只在于说明：至高无上的造物主按照一定的格式创造上至宇宙下至人类的万物——这就是“昕天论”之类理论的宗教神学的主旨。这与真正的科学恰好背道而驰。“昕天论”的出现，反映了古人论天中的一条唯心主义路线。

在南北朝时代，关于宇宙结构体系的论争仍然在发展着，主要是“盖天说”和“浑天说”的斗争。前者以天在上，地在下，大地为平面或拱形；后者以天在外，地在内，大地为球形，“天”或由气托着，或与水接着，“地”浮在水上或浮在气中。两相比较，自然是“浑天说”宇宙体系比较科学些。不过也有人出来力图调和“盖天说”和“浑天说”的矛盾，这就

是所谓“浑盖合一说”，例如，北齐信都芳说：“浑天覆观，以《灵宪》为文；盖天仰观，以《周髀》为法。覆仰虽殊，大归一致是也”。而南方的梁朝有个崔灵恩，他也提倡“浑盖合一”之说：“先是儒者论天，互执浑、盖二义，论盖不合于浑，论浑不合于盖。灵恩立义以浑盖为一焉。”他把“浑天”与“盖天”看成只是观测角度不同，而基本精神倒是一致的！后来又有人说，“盖天”理深难懂，“浑天”浅显易晓，故“浑天说”得以盛行。这更是想方设法为“盖天说”辩解，实际上是提不出任何站得住脚的理由的。

在唐代，建立在“元气学说”基础上的宇宙理论又进一步发展。柳宗元（公元773—819年）和刘禹锡（公元772—842年）都坚决维护唯物主义自然观，反对天命论说教。柳宗元明确提出天与人“各不相预”的观点，肯定“天”是客观物质的存在。在他的《天对》中，根据那个时代的自然科学知识，回答了屈原的《天问》。刘禹锡更进一步提出“天人交相胜，还相用”的论点，这是荀况“制天命而用之”的继承和发展。他认为，当人类认识水平很低，对客观世界及其规律茫无所知的时候，就产生有神论思想；但是，人类一旦认识了客观世界及其规律，就能支配自然，预见未来，成为无神论者。“天人交相胜，还相用”论述了自然界和人类相互连系、相互依存和相互制约

的辩证思想，在朴素唯物主义自然观上达到新的高度。

柳宗元的《天对》中对于天体演化思想也有阐述。柳宗元坚持从元气本体论出发，吸取了古代从浑沌中生成宇宙的思想，把天地的诞生完全看作是自然界本身发展变化的结果。柳宗元的天体演化的论述，翻译成现代语言，便是这样：

那开天辟地的故事啊，全都是荒诞不经的传说，
那些乱七八糟的神灵，何必一再宣传？

黑暗和光明本来不断地交替，
从浑沌中发展的只是“元气”，
哪里是什么有意识的行为？

阴阳的结合和变化，也是元气的作用：

元气缓慢地吹动，天气就炎热，
元气迅疾地刮起，天气就寒冷，

如此反复的交替啊，生成了天地！

所谓“天有九重”，却不是什么人的创造，
无非是阳气积聚了一大团，

象车轱辘般旋转不息。

除非是元气自己的发展变化创造了天地，

又有谁能够插上一手？

柳宗元的观点绝不是个别的。在唐代，有一本不出名的叫《无能子》的书里，描述了浑沌中生成天地

的过程，也是坚持从元气本身的运动变化出发的：

“天地未生，浑沌一气，一气充溢，分为两仪。有清浊焉，有轻重焉。轻清者上为阳为天，重浊者下为阴为地。天则刚健而动，地则柔顺而静，气之自然也。”

浑沌的气体不断地一分为二，轻清的气体逸散于宇宙空间，重浊的尘粒结聚，生成地球和别的天体——这是我国历史上有关天体起源问题的唯物主义观点。

第四章 中国古代天文学 的极盛时期

(宋、辽、金、元至明初时期)

唐末的农民大起义把中国封建社会大大向前推进了一步。在农民起义打击下封建生产关系发生了较大的变动，促进了这一历史时期社会生产力的蓬勃发展。

和唐代相比，宋以后的经济无论在农业、手工业、商业、国外贸易等等方面都有巨大的发展。水利工程不断兴修，全国垦田面积大大增加，耕作技术有很大改进，采矿和冶炼业大有发展，纺织、陶瓷、造纸、造船等等工业部门的发展也很快，在一些大型手工业作坊中已有较细致的分工。城市经济迅速发展，出现了扬州、泉州、广州等对外贸易中心。随着国内经济的发展，中国的远洋商船来往于印度洋上，直到非洲的东海岸，促进了中国与沿途国家的经济、文化的交流和人民之间的友好往来。

经济的发展，生产的要求，导致了宋以后科学技

术的发展高潮。在这一科技发展高潮中，天文学的地位是很显著的。

农业生产的发展提出了精确测定节气的要求。航海业的发展提出了精确测定天体位置的要求。由于社会经济的发展、冶炼和机械制造技术水平的提高，使这一时期的天文工作者有可能不断制造一些大型、精密的天文仪器，从而天文观测的精度不断有显著的提高，历法计算中的矛盾和缺陷也不断地暴露，因此在这一时期中进行了频繁的历法改革。这说明人们的生产斗争和科学实验把观测和理论计算之间的矛盾揭露得越来越深刻。于是人们进行了巨大的努力，或者改进天文常数的精确度，或者改善计算方法，或者更深一层，发现新的天文规律，提出新的天文历法理论等等。这样，在这一时期中天文学在不断前进着，取得了极为光辉的成就，可以说达到了一个新的高峰。

国内各民族的融合，国家的统一，这是促进这一时期天文学发展的又一项有利因素。北宋时中原和南部地区的统一，就使得北宋能集中较大的物质力量来发展天文学。没有这一点，北宋就不能接连不断地制造大型天文仪器，并为人材的选拔提供了更有利的条件。而在辽、金地区，契丹族、女真族和汉族等各族人民的融合也丰富了中国文化的内容，促进了天文学的发展。特别在元朝初期，民族融合和国家统一的力

量发挥得最明显。例如，为编纂《授时历》而组织起来的队伍中包括了南宋和金的天文历法工作者。在建造当时世界最大的天文台之一——元大都（今北京）太史院中的人有汉、蒙等许多民族的工匠。人力、物力的高度集中，各族人民智慧、才能的互相汇合，这是元初天文学之所以能有高度成就的一个重要原因。

这一时期天文学获得迅猛发展的另一个重要原因，是有很多来自民间的知识分子参加了天文工作者的队伍。由于印刷术的发展和民间教育的发展，使天文学在民间有了很有利的传播条件，出现了一批象韩显符、张思训、丑和尚等来自民间的做出一定贡献的天文学家。元初最杰出的天文学家王恂、郭守敬等也是来自民间的，他们是在太行山东麓的私家书院里受的教育。天文学在民间的传播，为这一时期中的天文学高度发展扩大了群众基础，培育了天文学人材。

这一时期数学的高度发展和天文学的发展起着互相促进的作用。天文历法向数学提出了问题，数学的发展把天文学向前推进了一大步。元初的“授时历”之所以能成为中国古代历法中最卓越的一部，这是和当时数学的高度发展密切相关的。

天文学在这一时期有着极大的发展，但这并不是说当时的发展是没有阻力的。恰恰相反，阻力常常是很大的，这个很大的阻力就来自封建统治阶级。

中国的封建社会发展到这一时期已经进入了后期，生产力的高度发展，使封建的生产关系越来越不适应。农民阶级和地主阶级的矛盾越来越尖锐。封建地主阶级为了维护自己的反动统治，在变本加厉地镇压农民起义的同时，更加拚命地宣扬天人感应谬论，并且力图把天文学牢牢地控制在自己手里。例如，北宋和元朝都颁行了禁止私习天文法令。而那些官方的天文机构，则和整个封建机构一起，很快地官僚化了。北宋的著名科学家沈括曾经尖锐地揭露过，一些腐朽的天文官员不做认真的天文观测，而是把预推的结果假充观测数据；政府为了防止一个观测机构发生错误而设立了两个机构，把他们的结果互相对照，但是，这两个机构却串通起来，互相商量好了以后再上报。这样腐朽的官僚机构不但不能促进天文学的发展，反而成为天文学发展的一个障碍。例如，它们曾经拚命反对、抵制沈括提出的建立天文观测纪录簿的合理建议，拚命排挤、打击象卫朴这样的来自民间的天文历法工作者，等等。

此外，宋代产生了唯心主义的哲学体系——理学，它的影响所及之处，科学的发展就受到打击和阻碍。如沈括发现的地壳地质演化的科学事实，到了南宋理学家朱熹口中就成了宇宙循环论的根据，这是一个典型例子。

当然，这些阻碍天文科学发展的消极因素在这一时期还没有占主导地位，但是这说明在古代天文学发展的极盛时期已经包含着日后衰落的种子。到明初以后，封建势力所造成的种种阻碍因素逐渐占据主导地位，中国古代天文学也就不可能再出现极盛时期那样丰富活跃的创造发明了。关于这些情况我们将在下一章里论及。

一、愈益精巧的天文仪器

这一历史时期中，手工业生产水平，尤其是冶炼和机械制造技术水平的提高，为天文仪器制作提供了良好的条件。我国传统的浑仪、浑象、漏壶、圭表等，在宋元两代都有重要的发展。

宋太平兴国四年（公元976年），民间天文学家张思训在汉代张衡和唐代一行、梁令瓚的水运浑象的基础上加以改进，制成了水运浑天。张思训发现，用水作为原动力在冬天有凝滞冻结的现象，于是改用水银作原动力。张思训又进一步把报时设备搞得更加完善：

“起为楼阁之状数层，高丈余。以木偶人为七值神，摇铃、撞钟、击鼓。又作十二神各直一时，至其时，即自执辰牌循环而出。”（《玉海》卷四）

这样的仪器就不单是一架浑象，而且同时又是一架复杂、精巧的时钟。张思训这一革新浑象的成功，

是他长期观察、实践的结果。正如以后沈括在总结劳动人民的创造，批判封建统治阶级轻视劳动人民的智慧时说的：“至于技巧、器械、大小、尺寸、黑黄苍赤，岂能尽出于圣人！百工、群有司、市井、田野之人莫不预焉！”（《长兴集·上欧阳参政书》）



图 4 - 1 沈 括

沈括（公元1031—1095年）是北宋时期的一位杰出科学家，他在自然科学的许多领域中都有重要的贡献。在天文学上他的贡献是多方面的。当时的司天监原由司马光主持，以司马光为代表的守旧派

多次使用“天人感应”的反动理论拼命攻击王安石变法，遭到了王安石的坚决回击。熙宁五年（1072年）九月，王安石推荐沈括提举司天监，沈括立即对司天监进行了整顿，另一方面，开展了大量重要的研究工作。

天文仪器是进行天文历法工作的基础，沈括研究了当时所使用的一些重要天文仪器，他发现都有许多缺点，不便于使用。为了精确地观测天象和推算历法，就需要改进和重新制造仪器，为此，沈括写了

《浑仪议》、《浮漏议》、《景表议》三篇论文，其中不但阐述了他亲自参加改进创造的新仪器的原理，而且对过去许多错误的见解一一加以辨正，这些论文，是我国天文仪器制造史上的重要著作，在《宋史·天文志》中还可以看到它们的主要内容。沈括还运用这些新仪器进行了一系列细致入微的观测。例如，为了确定北极星绕真正的天球北极的转动，他曾花了三个月时间，每夜于初夜、中夜、后夜各观测一次，为了保持北极星总在窥管中看到，沈括把窥管不断扩大，共绘图二百多幅，直至极星常在窥管内运动，夜夜不差为止，终于测出当时的极星（组星）离北极有三度多。沈括这种坚持从实测出发研究天文学的态度是十分可贵的。

当时，北宋有著名的“四大浑仪”，即至道年间（995—997）韩显符主持制造的至道仪、皇祐年间（1049—1053）舒易简主持制造的皇祐仪、熙宁年间（1068—1077）沈括主持制造的熙宁仪和元祐年间（1086—1093）苏颂主持制造的元祐仪。这些浑仪结构都已十分复杂和精密，并有不少创造。在水运浑象方面，在张思训的改革基础上，元祐初年苏颂根据普通小官韩公廉等人的设计又制成了举世闻名的“水运仪象台”。

韩公廉等人的设计集中了当时科学家和劳动人民

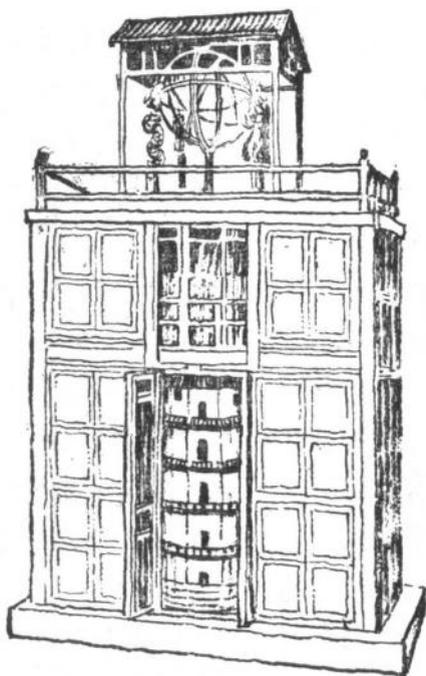


图4-2 水运仪象台

的聪明才智。在仪器的构思上总结了宋以前各家的优点；在机械制造方面吸取了劳动人民使用筒车、水车、桔槔(jiē gāo音洁高)、凸轮等机械的丰富经验，把观测、表演天象和报时设备集中在一起，组成一个整体。

“水运仪象台”约高12米，宽7米，共分三大层，就象现在的三层楼房。上层放浑仪，进行天文观测。浑仪

用龙柱支持，下面有水槽定水平。浑仪所在的屋顶可以自由掀开，以便于观测，使用起来十分方便。浑仪还附有机轮，能够自动运转。中层放浑象，其中有昼夜机轮，能够自己运转，真实地反映天象。下层设木阁，为报时系统。木阁又分五层，层层有门。每到一刻，门中有木人出来报时：例如第一层有三个木人，每过一刻钟，有一个木人出来打鼓；每逢“时初”，有一个木人出来摇铃；每逢“时正”，有一个木人出来敲钟（古时分一昼夜为十二个时辰，每个时辰又分为时初和时正两部分，每一部分就是现在的一小时）。第二层和第三层则有木人拿着牌子出来报时；第四层有木人击夜漏金钲（zhēng音征）；第五层有木人报夜漏更筹。木阁后面有水力发动的机械系统，使浑仪、浑象和报时设备协调一致，按步就班地动作。

据近人研究，这个仪器在世界天文学和钟表史上都占有非常重要的地位。第一，它的屋顶是活动的，这是现今天文台活动屋顶的“祖先”；第二，浑仪的旋转一昼夜一圈，这是转仪钟（现今望远镜等仪器跟踪机械）的“祖先”；第三，这个计时设备中有“擒纵器”（卡子），是近代钟表的关键部件，因此它又是钟表的“祖先”。

韩公廉等人创造了这样具有世界先进水平的仪器以后，还由苏颂编写了《新仪象法要》一书，这



图4-3 郭守敬

本书把仪器的结构讲得一清二楚，提到的机械零件有1500多个，插图60多幅，是我国历史上遗留下来的最早的一份机械设计图纸。根据这些图纸，解放后复制了一个大小为原来五分之一的水运仪象台模型，现陈列在中国历史博物馆内。

元代杰出的天文学家郭守敬（公元1231—1316年），为了适应制定新历的需要，提出了“历之本，在于测验，而测验之器，莫先于仪表”。（《元史》卷一百六十四，郭守敬传）因而从改革仪表着手，设计制造了一系列精致、灵巧的天文仪器，如“简仪”、“仰仪”、“圭表”、“窥几”、“景符”等，这些天文仪器“皆臻（zhēn音针）于精妙，卓见绝识，盖有古人所未及者”。（《元史·天文志第一》）它们大大提高了天文观测的精度，扩大了天文仪器的应用范围。

在郭守敬以前，我国已有人提出了创造“简仪”的设想，那是一个绰号叫“丑和尚”的平民，他在金章宗承安四年（1199年）向朝廷进呈了“简仪”、“影仪”、“浮漏水称”等天文仪器的图样，可是结果却

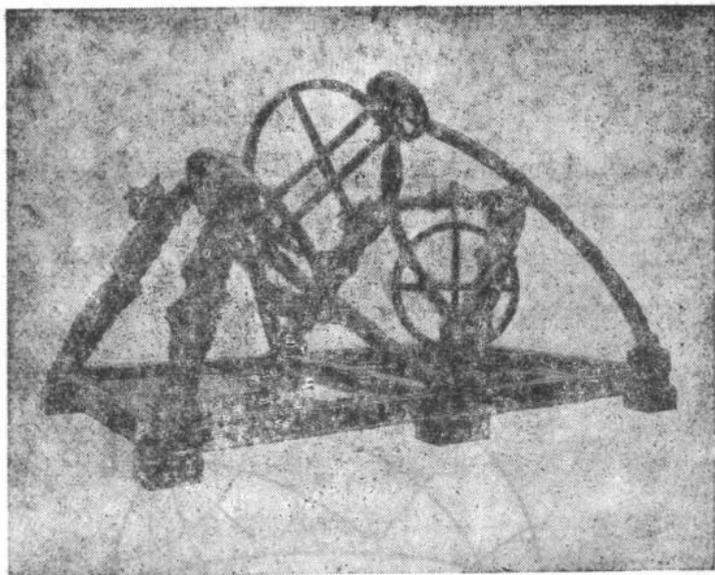


图4-4 明制简仪

被湮没了，直到郭守敬，才创制了第一架“简仪”。

“简仪”是什么呢？原来，浑仪发展到宋代，其结构已经十分复杂：又是地平圈、子午圈；又是赤道圈、赤经圈；又是黄道圈，还有白道圈，如此圈圈套圈圈，遮掩了很大一部分天区，缩小了观测范围，使用时很不方便。应该说浑仪的复杂化在浑仪发展史上是一个进步，但是复杂化也随之带来了这些不可避免的缺陷，沈括已经体会到这一点，他便把白道圈取消了。郭守敬更进一步，他减去了浑仪中的许多环，但又设法保留具有多种用途的优点。他留下了浑仪中两

套最必要的环，而且把地平坐标和赤道坐标分别安装，这样便成了著名的“简仪”。

此外，“简仪”还在窥衡两端架上细线，又将百刻环、四游环上的刻度分得更细，这样，便大大提高了观测和记录的精确度。简仪的设计和制作水平在世界上是前所未有的，直到三百多年之后，丹麦天文学家第谷所制造的仪器才能与它相比。

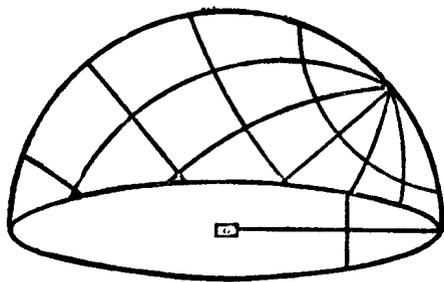


图4-5 仰仪示意图

郭守敬还创制了“仰仪”。“仰仪”，是一个铜制半球面，形如大锅，上有刻度。在半球面的球心处搁一块小铜片，铜片中心开一个小孔。太阳光经过小孔在半球面上成一个倒象，这个现象在物理学上叫针孔成像。使用“仰仪”，可以使观测者避开强烈的太阳光直射带来的困难而准确地测出太阳的坐标，还可以直接观测日食的全过程，定出日食的方位，亏缺的程度，以及日食发生的时刻。“仰仪”同时也是一种

测定地方真太阳时的日晷。这是郭守敬创制的又一具有高度科学性的天文仪器。

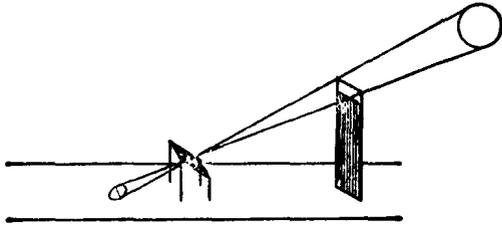


图4-6 高表景符

最古老的天文仪器——“圭表”，在元代又有了新的的发展。郭守敬把表加高，并在表上再加一根由二龙抬着的横梁，从梁到圭面共四十尺，比传统的八尺高表高了五倍，影长也随着增长了五倍，这样，大大减少了测量影长时的相对误差。其次，他又运用针孔成像原理发明了“景符”。为了使“圭表”不仅能观测日影，同时也能观测星星和月亮，郭守敬设计了夜间测星月“高下”位置的另一辅助仪器——“窥几”。

上述种种，都充分证明了中国古代天文仪器的制造水平发展至元代已经十分先进。当时在河南登封建立的观星台至今犹存。那巍然耸立的观星台的砖壁相当于一个坚固的表，就在壁顶上架一根横梁。平铺于地面的量天尺即为石圭，圭长31.19米，台面与圭面相距8.9米，它既可以用于测量日影，又能在台上观天。

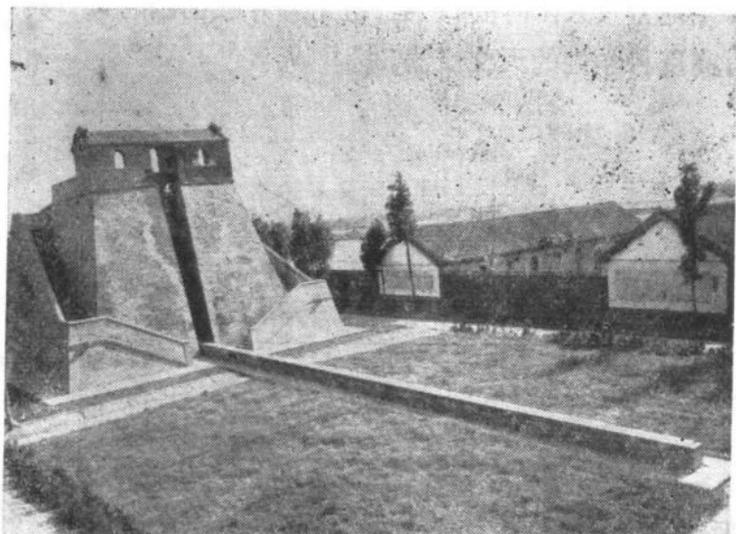


图4-7 河南登封观星台

（台上的房屋是明代建造的，与观星、测影无关。）

此外，1279年在元大都（今北京）还建立了规模巨大的天文台，其设备之精良，机构之完备，当时在全世界都是首屈一指的。现在北京建国门旁边的观象台，是明、清两代所建，其地址就在元代天文台旧址的附近。

二、日趋准确的天象观测

在仪器制作日趋精密的基础上，这一历史时期天象观测也较前代大大准确了。

这一历史时期，对恒星作了大量的观测。我国古

二〇一〇年
十一月
十日
甲

代对于恒星位置的观测，是以观测二十八宿的距星为基础的。二十八宿的赤道距度，即两个相邻宿的距星间的赤经差，在落下闳等编制《太初历》的时候观测过一次，以后很长时间没有重测。唐初李淳风虽已发现数值有变化，但没有进行更改。到了唐开元年间一行造《大衍历》时测得毕、觜、参、鬼四宿赤道距度与旧的数值不符，方才进行了改革，此后又复相沿袭用了几百年，直到宋代，才又开始进行五次大规模的观测：

第一次在公元1010年，即宋真宗大中祥符三年，韩显符用他自己制造的浑仪对各官星的位置进行了一次观测。这次观测的记录已经遗失。据记载，他对外官星测的是去斗、去极度数。斗，即斗宿，代表当时的冬至点。他用冬至点作为坐标的原点，所得到的数据即为赤经（现在是以春分点为原点），和现代天文学中的系统一致，这是此次实测的特点（我国古代传统的测量方法是量这些天体与所在宿之间的入宿度——赤经差，而不是量赤经）。

第二次在公元1034年，即宋仁宗景祐元年。这是为编《景祐乾象新书》而观测的。这次观测的精度较第一次稍差，但《宋史》中关于这次二十八宿距星的观测却记录得很详细。

第三次在宋仁宗皇祐年间（公元1049—1053年），

由周琮、于渊、舒易简等人进行。测量的结果已发现斗、牛、女、危等十四宿与唐代一行所测的不同。但周琮等人新编《明天历》中未用这些数据，此次实测结果载于北宋王安礼等修订的《灵台秘苑》一书中。

第四次在宋神宗元丰年间(公元1078—1085年)。此次观测的结果画出了星图,刻在石碑上保存下来了,这就是闻名世界的苏州石刻星图。这图总高八尺,

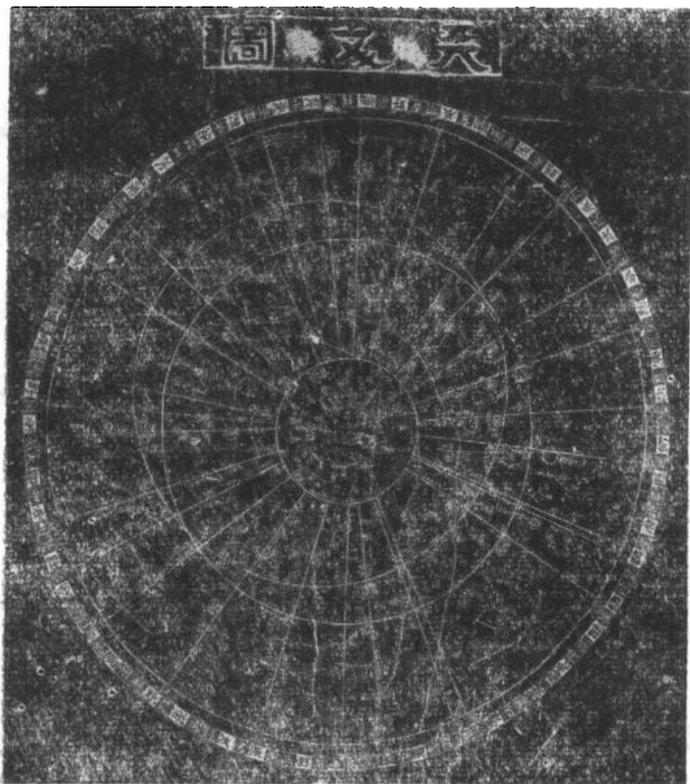


图4-8 苏州石刻天文图

宽三尺半，上部绘一圆形星图，共有1440颗星，下部有简单的说明文字。星图以北极为中心，画有三个同心圆，分别代表北极常显圈、赤道和南极恒隐圈。此外，又有28条辐射线从北极引出，每条线经过一个距星：标示出了二十八宿的距度。图上还有和赤道斜交的黄道和横跨天空的银河。

同时，这次观测记录还以星图的方式保存在苏颂的《新仪象法要》一书中。图有二套。其一是一幅圆图和两幅横图，分别画出紫微垣、东、北方中外官星和西、南方中外官星的星图，总计283组，1464颗星。其二是两幅圆图，都以赤道作为最外界的大圆，分别绘出北半球和南半球的星空（南极附近35度以内的星，我国黄河以北看不见，图中是空白）。

第五次是在宋徽宗崇宁年间（公元1102—1106年）进行的，它的记录载于姚舜辅的《纪元历》中。

这次观测初次使用了度以下的单位来表示：少 = $\frac{1}{4}$ 度，半 = $\frac{1}{2}$ 度，太 = $\frac{3}{4}$ 度。它的准确性当然较前提高不少，如果比较一下景祐年间（第二次）和这次观测结果的话，就会发现，在短短的七十年间，观测的精度就提高了四倍以上。

总的来说，宋代进行的这五次大规模的恒星观测，无论是方法、范围、还是精度，都较以前的各代进步

得多。

到了元代，元世祖至元十三年（公元1276年），著名天文学家郭守敬为完成巨大的改历工作（即创造授时历）又对全天恒星进行了一次实测。这次测量由于仪器精度的提高，所以二十八宿距星的精确度较崇宁年间姚舜辅的观测记录又提高了一倍。另外从恒星星数方面来看，宋代王安礼等重修的《灵台秘苑》中列出了345个亮星的入宿度和去极度，这是继战国时石申星表以后又一份更系统、星数更多的星表。而郭守敬更进一步，即测量了二十八宿中杂座诸星，又测量了前人未命名的星，这样就使观测的星数大大地增加了，只是可惜郭守敬的观测资料没有保存下来。

如果我们把《元史·历志》中列出的汉、唐、宋皇祐、元丰、崇宁的记录和元代的观测结果相比较的话，就可以清楚地看到，天文观测的精度是不断提高的，它又一次证明了“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上”（毛泽东：《人的正确思想是从那里来的？》）这一条真理。

对恒星中一类特殊的“变星”，在这一历史时期也有了十分精确的记录。变星的光度一般变化不大，不太引人注目。有一种光度变化特别大的，叫做新星。新星爆发的时期，几天之内亮度可以增加几千倍到几

万倍；还有爆发规模更大的，亮度可以增加几千万到几亿倍，叫做超新星。在有文字可记的历史期间，银河系内爆发过的超新星一般认为有八颗，其中四颗是爆发于我国宋代和明代年间，而这四次超新星的爆发我国都有记录：

(1) “宋景德三年（公元1006年）司天监言，先四月二日夜初更，见大星，色黄，出库楼东，骑官西，渐渐光明，测在氏三度。”（《宋会要辑稿》）

(2) “嘉祐元年（公元1056年）三月，司天监言：‘客星没……’。初，至和元年（公元1054年）五月晨出东方，守天关，昼见如太白，芒角四出，色赤白，凡见二十三日。”（《宋会要辑稿》）

(3) “明隆庆六年（公元1572年）十月初三日丙辰，客星见东北方，如弹丸，出阁道旁，壁宿度，渐微芒，有光。历十九日，壬申夜，其星赤黄色，大如盏，光芒四出。十二月戊申礼部题奏……十月以来客星当日而见，光璞异常。按是星万历元年二月光始渐微，至二年（公元1574年）四月乃没。”（《明实录》）这颗客星即著名的第谷新星，但我们比第谷早发现三天，而且比他多观测了一个多月。

(4) “明万历三十二年九月乙丑（公元1604年10月10日）尾分有星如弹丸，色赤黄，见西南向，至十月而隐。十二月辛酉，转出东南方，仍尾分。明年二

月渐暗，八月丁卯(公元1605年10月7日)始灭。”(《明史·天文志》)这星即著名的刻卜勒新星，我们与他同一天发现，观测了同样长的时间。

历史上的超新星记录是当代研究天体的变化、发展等问题的重要资料，它们受到各国天文工作者的重视。这四颗超新星中，最重要的是公元1054年出现在天关星(金牛座 ϵ 星)附近的那一颗。十八世纪末，在这颗超新星的位置上发现了一团星云，样子很象一只螃蟹，便给它起名叫“蟹状星云”。二十世纪二十年代，利用这个星云的膨胀速度推算它的年龄只有约一千岁，恰好是1054年超新星爆发的产物。六十年代以来，随着无线电技术的发展，又发现了蟹状星云有许多奇特的现象：它不单发射可见光，而且还发射无线电波、X射线、 γ 射线。这些辐射都伴有周期极短、极稳定的脉冲。1968年，又在蟹状星云中心发现了一个范围极小的具有上述同样脉冲的射电脉冲源，称为脉冲星。现在，人们普遍认为脉冲星就是快速自转的中子星*。这颗中子星的质量和太阳差不多，体积却小得多，直径仅二十公里左右，因此密度高达每立方厘

* 在超新星爆发过程中，外层物质被抛到宇宙空间，形成星云；内部物质急剧地向中心收缩，形成体积小、质量和密度极大的核心。由于强大的压力使核心物质全部由中子(压力很大密度很高时，原子外层电子被挤压到原子核里面与质子结合成中子)所组成。这样的核起名为“中子星”。

米一亿吨！它旋转极快，每秒自转三十一周，表面温度高达一千万度，辐射能为太阳的一百倍，而且具有极强的磁场。这种超高密、超高温物质的存在，进一步证明了宇宙间物质的多样性，对解决恒星的演化、基本粒子和化学元素的形成都有重大意义，成了1968年以来高能天体物理研究的中心课题之一。1973年又发现蟹状星云的中心可能不限于这一个中子星，还有别的残核，因此更加引起了人们的注意。而我国的记录为研究蟹状星云提供了重要的历史资料，它是我国古代人民为世界天文学发展作出的又一重大贡献。

三、优秀的历法和空前规模的测地工作

这一历史时期中出现的优秀历法很多，其中如：北宋周琮的《明天历》改进了圭表测景定节气的方法；姚舜辅的《纪元历》采用新的、更精确的二十八宿距度数值；南宋杨忠辅的《统天历》，进一步提高了回归年长度的精确性，并发现了回归年长度的变化；金代赵知微的《重修大明历》，把对月亮视运动的测定提高到一个新的精确度。但是，在这些进步的历法中最重要的是沈括的《十二气历》，和元代王恂、郭守敬等人的《授时历》。

作为一个杰出的自然科学家，沈括在历法工作方

面充分地显露出他敢于冲破旧习惯势力的束缚，敢于坚持科学、敢于创新的战斗精神。

沈括支持民间天文学家卫朴到司天监改历，就是一个例子。当时，司天监充斥着倚仗封建官僚家族的特权混进来挂名领薪的历官，这些人自己不懂历法，却嫉妒卫朴的才能。沈括为了支持卫朴的工作，就坚决和他们斗争。历官们攻击卫朴定的节气不准，没有明显的效验可作根据；沈括支持用圭表测景，证明了卫朴定的冬至时刻是准确的。历官们抓住卫朴预报的月食偶然有一次出了差错，企图全盘否定卫朴的历法；沈括指出，由于司天监不提供观测记录，卫朴的历法不可能没有缺陷。沈括还要求把记录簿建立起来，交给卫朴参校改正；果然，改正之后，以后的月食预报就比卫朴从前的旧历准确。可惜，由于宋神宗赵顼抵抗不住旧势力的进攻，在卫朴草草完成《奉元历》的编撰和修定后，就把他送回家去了，致使沈括、卫朴的建立长期观测记录簿和全面改历的计划不能实现。虽然《奉元历》的改革受到了很大的限制，但是它仍然行用了十八年之久。从这里也可以看出，《奉元历》的确是具有一定科学革新内容的，可是在北宋守旧势力的破坏下，这部《奉元历》竟然没有多少东西留传下来，使我们无法更具体地知道它所包含的革新内容。

沈括的革新战斗精神，更多地表现在他自己的一些工作中，其中最主要的就是《十二气历》。

沈括经过长期周密细致的研究后，指出，在传统的阴阳历中，节气和朔望月的关系总是不能固定；而一年中气候的变化，生物的生长活动主要决定于节气，与朔望却没什么大关系。因此，他大胆地提出了一种不以月亮的朔望来定月份、而以节气定月份的《十二气历》。

《十二气历》以立春为元旦，把一年分成四季，每季分孟、仲、季三个月，“以立春之日为孟春之一日，惊蛰为仲春之一日，大尽三十一日，小尽三十日，岁岁齐尽，永无闰余。十二气常一大一小相间，纵有两小相并，一岁不过一次。有“两小相并”的一年共有365日，没有“两小相并”的一年为366日，至于月亮的圆缺，只要在历书上注明“朔”、“望”就行了。以元祐元年(公元1086年)正月、二月为例，历日安排如下：

“孟春小，一日壬寅，三日望，十九日朔。

仲春大，一日壬申，三日望，十八日朔。”

这一历法非常有利于农事的安排。也比西方历法先进。当时西方通用的儒略历，有许多极不合理的地方，例如：分元27年，奥古斯都当了罗马皇帝，为了“留名百世”，便将他生日的八月叫做奥古斯都月，

但又嫌八月是小月，不能和以罗马统治者凯撒的名字命名的儒略月，即七月相媲美，于是从二月里抽出一天加在八月之中，把八月改成大月；接着，又把八月之后的大小月次序颠倒了一下。这种改变丝毫没有科学道理，完全是统治者把自己的意志强加到历法中去，弄得月分大小参差不齐，既不合理，也不方便；而沈括的历法则既简单、又科学。

沈括还有一项突破传统观念的发明创造，那就是他发现了一年里每一天的时间长度是不相等的。这个问题在沈括之前人们从未想到过。在近代天文学这叫做“真太阳日”和“平太阳日”之间的时差问题。

日常生活中我们用钟表计算时间，一天24小时（古时用铜壶滴漏计算为100刻），这叫做一个“平太阳日”；而实测太阳视圆面中心两次过子午线的时间间隔，在天文学上叫做一个“真太阳日”。两者之间带有个差数。这里有两个原因：一个是太阳在黄道上的周年视运动是不等速的。冬天时，地球走到近日点附近，走的速度就快，因而人眼看起来，太阳每天向东移动得多。夏天则相反，太阳每天向东移动得少。由于一个真太阳日的时间是地球自转一周再加上赶上太阳向东移动了的那段距离所需要的时间，因此太阳向东移动得少的日子，真太阳日就短；而太阳向东移动得多的日子，真太阳日就较长。沈括的认识和

推论就正是如此。

沈括的发现有很重要的意义。因为时间是天文学上一个最基本的量，而古代的时间测量主要是根据太阳的周日视运动，也就是说测定的是真太阳日。沈括认识到真太阳日的长度有变化，这就有利于时间测量精度的提高，从而有利于各项天体运动测定精度的提高。

可惜的是，沈括没有把他的认识发展得更全面。因为真太阳日长度的变化还有第二个原因。这就是太阳是在黄道上运动的，而地球的自转是沿赤道运动。所以，即使太阳在黄道上的运动是均匀的，但它在赤道上的投影的变化仍然是不均匀的。在春分、秋分时，黄道和赤道斜交，太阳每天向东移动的赤道度数要少些；在冬至、夏至时，黄道和赤道平行，太阳向东移动的赤道度数就要多。因此，春分、秋分时一个真太阳日的日子来得短，冬至、夏至时日子要长，沈括没有能够指出这个原因，这是很可惜的，虽然如此，沈括能第一个提出真太阳日长度变化的问题，这个创始之功还是不可磨灭的。

沈括的《十二气历》，是历法制度方面的一项带根本性的革命；而元初郭守敬、王恂等人编制的《授时历》，则在其它方面总结、发展了这一时期中优秀历法的成就，成为中国古代历法的又一个优秀的典型。

《授时历》起名于“敬授民时”这一古语。郭守敬等人自公元1276年开始编历。他们一方面对历史文献作了认真的研究和总结，批判地继承和发扬前人的研究成果；另一方面，他们更重视通过自己的实际观测来作出结论。因此，他们曾先后花了三年时间来制造仪器，修建天文台，扩充研究力量，进行实地测量，才于1282年制定新历，颁布于全国。

《授时历》所采用的一些重要数据在当时世界上几乎是最精确、最先进的，因此它一直沿用到明末，达360年之久，这在我国历史上是少有的。

《授时历》的成就很多，仅列举几点：

第一，它的主要数据大多是选取历史上最先进的，或者由当时的天文工作者自己测定的，它们具有较高的精确性。例如，《授时历》的回归年采用南宋杨忠辅《统天历》定的365.2425日；现今世界通用的《格里历》就是用的这个数值，但它是十六世纪才定的，已在《统天历》、《授时历》之后约三、四百年。《授时历》还采用金《重修大明历》的朔望月、近点月等月亮运动数据，它们和近代测定的值都极为接近。《授时历》的二十八宿距度，业已提到，是当时实测的，具有很高的精度。

第二，《授时历》把过去历法改革的某些成功之处继续进行下去。例如，它继承唐末曹士芳《符天历》的

改革，彻底废除了人为的各种天文周期的共同起算点——上元积年；它发扬唐朝南宫说《神龙历》提出的百进位小数，使主要的天文数据都采用十进制的计数系统，等等。

第三，《统天历》首先发现回归年的长度在逐渐变小，《授时历》也接受了这一观点，规定“上考百年长一分，下推百年消一分”。一分就是万分之一日。说一百年中回归年的长度应减小0.0001日，虽然减得太多（回归年实际上百年只减小0.00000614日），但毕竟是一个重要的发现。从哲学上来讲，这也是对“天不变，道亦不变”的形而上学的观点的一个很好的批判。

第四，创立了相当于球面三角公式的算法，来计算天体的黄道坐标和赤道坐标的互相变换等。

第五，把刘焯开创的二次差内插法推广到具有三次差的情况，而这种方法（当时称为招差术）就原则上讲，还可以推广到有任意次差的情况。

为配合《授时历》的编制，郭守敬于1279年（至元十六年）向忽必烈提出建议，要求进行大规模的测地工作。他说：“唐一行开元年间令南宫说天下测景，书中见者凡十三处，今疆宇比唐尤大，若不远方测验日月交食分数时刻不同，昼夜长短不同，日月星辰去天高下不同，即目测人少，可先南北立表取直测景。”

《元史·郭守敬传》》这项建议被采纳后，郭守敬等人便在南北长一万一千里，东西宽六千余里的广阔地带，建立起二十七个观测站，参加这项工作的负责官员(监候官)就有十四名，可见观测活动范围之广。在实际测量工作中，郭守敬等人还创制了野外观测用的四种行测仪器：正方案、九表、悬正仪和坐正仪；采用了测拱极星的地平高度求纬度法；测量的范围，南起南海(北纬十五度)北至北海(北纬六十五度)。这次测量的面积之大空前未有，观测站比唐代多一倍。在精度方面，也有很大提高。七百年前能进行这样规模的天文测地工作，达到这样的水平，这在当时世界上是很难得的，这充分说明了我国古代人民的杰出智慧和致力于科学研究的决心。

四、航海天文学的应用

我国古代的造船业和航海术在世界航海史上一直居于先进的地位。五百多年前，由明初航海家郑和率领的七次远航就是当时世界上的宏伟壮举。郑和的船队拥有大、小船只一百多艘。其中的大“宝船”长达44丈，载重量多达八百余吨。这支浩浩荡荡的船队劈开汹涌的波涛，航行在南中国海和印度洋上。它们经过祖国的南海诸岛，驶往东南亚、南亚、阿拉伯和东非等地区，促进了我国和亚、非许多国家的友好关

系和贸易往来。郑和船队的远航是世界航海史上极其光辉的一页。

我国的航海事业发展得很早。早在二、三千年以前，勤劳勇敢的我国人民就已经在沿海从事捕鱼、运输等生产活动，逐步发展了造海船和航海的技术，开辟了海上交通线。在长期的航海实践中，人们逐渐掌握了天文导航的知识。《淮南子·齐俗训》中说：

“夫乘舟而惑者不知东西，见斗、极则悟矣”，就是一个例证。公元前二世纪，汉武帝派人从海路到过印度洋沿岸的黄支国。此后，远洋航行日渐发达，加速了航海天文学的发展。到了公元十一、二世纪，我国伟大发明之一的指南针已经应用到航海上。宋人朱彧（yù，音玉）在《萍州可谈》中说：“舟师夜则观星，昼则观日，阴晦则观指南针”。遗憾的是，当时海员们看的是哪些星，怎样看星，怎样看日等等，都还没有发现文献记载。因此，宋代以前我国人民丰富的航海天文学知识还无法考证。给我们留下了天文导航知识具体记载的是郑和航海所留下的航海图。这些图载于晚明茅元仪所编的《武备志》中。从这些图上留下的观测记录表明，当时所用的天文导航方法是一种叫做“牵星术”的方法。

根据另一部明代著作——李诩的《戒庵漫笔》记载，牵星术用的仪器叫做“牵星板”。牵星板有十二

块边长等差递减的四方木板和一小块挖去四角的方象牙板。最大的一块叫十二指，下面依次是十一指、十指等等。最小的叫一指。象牙板挖去的四角分别相当于那块一指木板边长的 $\frac{1}{8}$ 、 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{3}{4}$ 。其中 $\frac{1}{4}$ 指叫一角， $\frac{1}{8}$ 指叫半角等等。每块板的中心都穿有一根绳子。使用时一手拢着绳子，抵住木板；另一手掐在绳子的固定位置上把绳子拉直，放到眼边。使木板上边缘对准天体，下边缘和地平线相合。这样，从所拿木板的大小就知道了天体的地平高度。如果所要测的天体离水平面很近，那么就可以用那块小象牙板来测。

考察一下郑和航海图可以看到，郑和船队从长江口出海直到苏门答腊岛的途中，都只用罗盘针指示方向。从苏门答腊往锡兰（今斯里兰卡）的途中开始使用牵星术作天文导航。图上还记录了在沿途一些地点所作的天文观测。这些记录都是拱极星或北极的地平高度，它们可以反映出观测地的地理纬度。

郑和航海图中还画有四幅过洋牵星图，表示船经某地时所见的星象。其中包括的恒星名称有：华盖星、北斗、小北斗、西北布司星、西南布司星、牛郎、织女、南门双星、灯笼骨星、水平星等。这些星名和历代官方的天文机构中所用的星名有许多不同，它们是从民间的天文学知识中吸取营养的。关于这些星名

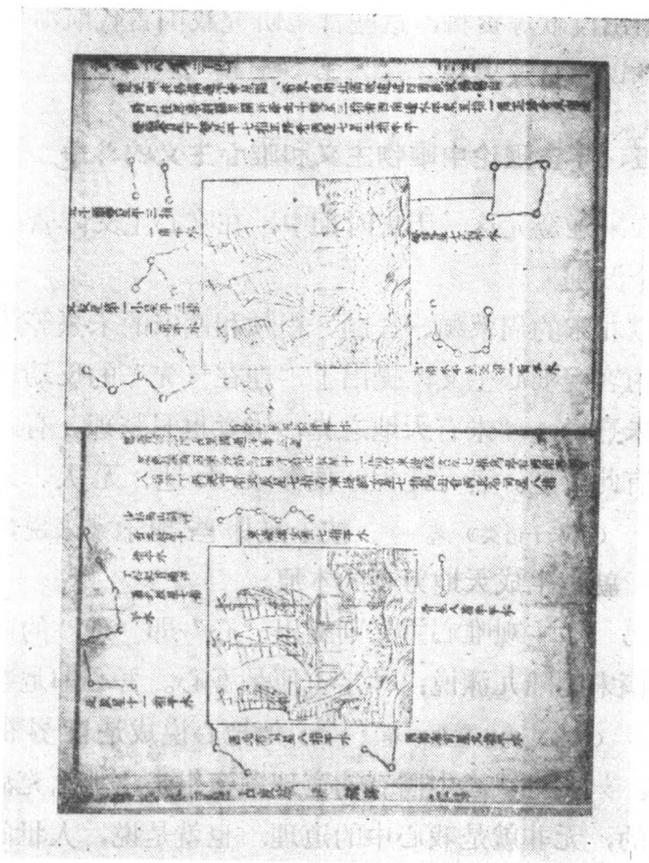


图4-9 过洋牵星图

的研究应该到我国东南沿海的渔民、水手中去调查。

除了郑和航海图之外，还有一部叫《顺风相送》的明代作品，其中记录了象观星法、定太阳出没歌、定太阳出没歌等资料，这些都是研究我国古代航海天文学知识的重要史料。

五、宇宙理论中唯物主义和唯心主义的斗争

在宋辽金元这一历史时期中，在唯心主义阵营中有两个派别。

以北宋的周敦颐、程颢、程颐和南宋的朱熹等为代表的客观唯心主义，提出了“理在气先”的反动理论。朱熹说：“未有天地之先，毕竟也只是理。有此理便有此天地。若无此理，便亦无天地、无人、无物。”（《朱子语类》卷一）。按朱熹那些理学家来说，“理”就是生成天地万物的本原。

另一派主观唯心主义则提出“心”即“理”的命题。南宋的陆九渊说：“宇宙便是吾心。吾心即是宇宙。”（《象山先生全集》卷二十二）他把心说成是世界的本体。只要把我心中固有的道理发挥出来，那么充满宇宙的，无非就是我心中的道理。也就是说，人世间的所有事物无非是我心中的“理”的体现。

两个派别，一个目的，都是用唯心主义的一套来解释宇宙，用“天理”来修补“天命”，压迫人民，

把维护封建统治的那一套纲常伦理绝对化，为封建统治者提供压迫和剥削劳动人民的反动理论根据。

和这些理学家的观点相反，进步思想家王安石明确提出了宇宙是由元气所产生的，“生物者气也”（《王临川集》卷六十五）的观点，气是第一性的，由气产生万物。从这个观点出发，王安石坚持了“天地与人不相关”这一“天人相分”的唯物主义观点，指出“薄蚀、震摇皆有常数，不足畏忌”（《司马温公传家集·学士院试李清臣等策目》），即认为出现日食、月食和地震都是有规律性的，与人事无关，所以也没有什么可怕。王安石的唯物主义观点是对“天人感兴”论的有力批判，而对促进科学天文学的发展也具有一定的意义。

具有朴素唯物主义思想的张载在元气本体论的基础上对天体演化思想又有所发展。他认为世界的本原是物质性的气。宇宙万物都是由气聚合而成的，而且它们最终又都会散归为气。他既肯定了空间到处充满物质，又提出了宇宙在时间上的无限性，并且还指出了宇宙万物都在永恒的运动和变化中。

对宇宙在时间上无限的问题，唯心主义者和唯物主义者的观点也是根本不同的。

反动理学家邵雍提出了一个宇宙循环论。他以十二万九千六百年为一周期，叫做一“元”，每一元就

是宇宙的一次始终。一元之后，一切又从头开始。这种理论的反动目的是要人们相信，宇宙间的一切，包括每个人的命运都是早已安排好了，以此来镇压人民的造反和改革政治的要求。这个反动的宇宙循环论还得到了朱熹的所谓“论证”。他说，我们今天在高山见到的螺、蚌壳等都是前一元留下的，是前一元结束的见证。

杰出的科学家沈括早在朱熹之前就考察过高坡上有螺、蚌壳的现象。他从唯物主义的观点出发，得出了这是一种沧海变桑田的地质变化现象。这个结论是自然科学上一个有意义的进步，它打击了宇宙神创的反动谬论。可是朱熹却把沈括的科学成果加以歪曲，把它纳入了宇宙循环论的轨道。朱熹的思想实质，也可以用恩格斯在批判居维叶的地质学理论时所说的话来概括：“它以一系列重复的创造行动代替了单一的上帝创造行动，使神迹成为自然界的根本的杠杆”

（《自然辩证法》）。

但是，即使在封建统治者大力推崇理学的当时，也有不少人反对邵雍、朱熹一类的宇宙循环论进行抵制和批判。元代的赵友钦就是一个。他在《革象新书·元会运世篇》中指出，邵雍等人的说法“实不可准”。

反之，宇宙在时间和空间上的无限性问题，在元

代的《伯牙琴》、《螂环记》和明代的《豢龙子》等书中都有十分精采的论述。

元代的进步思想家邓牧在《伯牙琴》一书中说，我们所看到的天地尽管很大，但和无限宇宙来比，只不过是沧海一粟。如果无限宇宙犹如一棵树，我们所看到的天地就只是树上的一枚果实。如果无限宇宙是一个国家，我们看到的天地则好比是国中的一个居民。邓牧的这些话反映了宇宙在空间上的无限性。我们今天知道，太阳系之外有众多的恒星，它们组成银河系。银河系之外，有众多的河外星系，它们组成总星系。总星系之外又有无限的宇宙。宇宙是无限的，但每一个天体系统的范围又是有限的。这样，宇宙构成了有限和无限的统一。

恩格斯说：“无限时间内宇宙的永远重复的连续更替，不过是无限空间内无数宇宙同时并存的逻辑的补充。”（《自然辩证法》）宇宙没有总的起源和消灭，宇宙在空间上的无限性，必然包括无限多样的发展状态，具有无限发展的前景，因而在时间上也必然是无限的。但宇宙间每个天体或天体系统都有一个发生、发展和消亡的过程，就如它们在空间方面是有限的一样，在时间上也是有限的。

对于时间的有限与无限，我们可以从元代的《螂环记》中看出当时人们的认识。书中假托一个姑射谪

(zhé音哲)女问九天先生发问说：天地会不会毁坏？九天先生回答说：天地也是一种物体，每个物体都要毁坏，天地还能独独永存吗？问：既然天地要毁坏，那么还会重新生成吗？答：这儿死了人，你能断定那儿不又生了人？天地在这儿毁了，你能断定不在另一个地方又形成吗？问：人是这样，天地也一定是这样吗？答：正是这样。就象蛔虫藏在人的肚里，它就不知道人外还有人；人在天地中间，就很难了解天地之外还有天地了。实际上天地永远是在产生和消亡之中。

而明代的《螽龙子》中说得更概括。问：天地有始终吗？答：就单个来说，有始终；而整个宇宙是没始终的。

总结一下《螂环记》和《螽龙子》的两段话，有三个意义。第一，它肯定了世界的物质性：“天地亦物也”；第二，肯定了物质世界的规律性：“有成有毁”；第三，由无限多的天体系统组成的宇宙则是无始无终的，而且宇宙无始无终和具体天体系统的有始有终是统一的。这些思想是我国古代宇宙无限思想的高度发展。

总的来说，在宋辽金元到明初这一历史时期，我国天文学成就丰富多采，这是我国古代天文学经过长

期实践和总结经验的基础上达到的一个新的高峰。比起同一时期的世界其他国家，我国天文学上的成就也有很多卓越的地方。这是我国优秀的历史遗产的组成部分，值得我们很好地总结、研究并加以批判地继承。

第五章 封建社会末期和我国 近代天文学

(明初至清末)

明代以后，特别自晚明以后，我国封建社会进入了末期。封建制度已日趋腐朽。在封建社会的母体中逐渐萌出资本主义生产方式的幼芽。由于濒临死亡的封建地主阶级千方百计强化其反动统治，沉重的阶级压迫和剥削阻碍着我国资本主义幼芽的发展，还没等到它的发展成长，西方资本主义列强的炮舰就来叩打中国的大门了。资本主义列强的入侵破坏了我国封建社会的自然发展，使我国变成了半封建半殖民地的社会。

我国天文学的发展这时也进入了一个极为艰难的时期。在封建制度的重重束缚下，明清时代的天文学只能在古典天文学的范围里缓慢地发展。比起当时正经历着普遍的社会革命而进入资本主义的欧洲来，日渐显得落后。然而，中国人民是勤劳勇敢的人民，在恶劣的社会条件下，他们仍然奋力向前，使我国的天

文事业继续有所发明，有所前进。这些冲破了重重阻力而取得的成绩，显示了我国人民的勤劳和智慧。

鸦片战争后，中国的天文事业受到了帝国主义更大的摧残和破坏。在三座大山的严酷压迫下，天文学面临着气息奄奄的绝境。处于水深火热之中的中国人民，迫切的任务是推翻这三座大山。在长达一百多年的英勇奋战中，天文学作为一种斗争手段，曾经多次被革命人民所运用。但是，随着旧民主革命的历次失败，天文学也不可能改变它的命运。它和中国人民一样，迫切地期待着自己的解放。

一、封建社会末期的我国天文学概况

明王朝初期，封建专制统治的强化也延伸到了天文历法这样的领域。明人沈德符在《野获编》中记道：“国初学天文有厉禁；习历者遣戍，造历者殊死。”这个禁令对天文学的发展起了极大的破坏作用。

《野获编》接着说：“至孝宗弛其禁，且命征山林隐逸能通历学者以备其选，而卒无应者。”可见这禁令对中国天文学的发展所造成的后果多么严重！甚至直到晚明，封建上层官吏邢云路上书请求改历时还受到钦天监官员的攻击，说他私习历法。这就更可想象，在晚明以前的民间天文学家要受到多大的压迫了。在中国天文学发展史上民间学者是一支重要的力量，这

支力量遭到摧残，天文学的发展就不能不受到影响。至于在官方的钦天监里，占统治地位的是“祖制不可变”的守旧势力。整个明代的二百多年间，始终只沿用一部《大统历》。尽管发现了多次历法推算和实际天象不符合的现象，也有不少学者多次提出过改历的意见，但都遭到封建统治者和钦天监御用学者们的冷遇和打击。直到明末崇祯（公元1628——1644年）以前，历法改革始终没有进行。明初以来的这二百多年中是中国古代天文学史上发明最少的一个时期。

明清天文学的发展的迟缓，有一个很重要的外来因素是耶稣会传教士对中西文化交流的垄断和对清钦天监的把持。

耶稣会是十六世纪欧洲封建势力反对宗教改革运动的保守派组织。它是欧洲进步思想的死敌。它们随着欧洲殖民帝国的军舰和商船开往亚、非、拉广大地区进行侵略扩张，充当殖民势力的急先锋。由于当时的力量对比，它们不可能用武力征服中国。于是，他们改用文化侵略、精神侵略的阴谋手段，打入中国内部。耶稣会在欧洲反对以哥白尼学说为代表的革命的自然科学，他们本来就是近代自然科学的势不两立的仇敌。但是，来华的耶稣会传教士看到，当时掀起的改历运动，反映了中国社会对天文学的需要，于是便想从天文历法方面插手来开展活动。有个耶稣会传教士

在1605年曾写信给欧洲教会说：“如果能有一位天文学家来到中国，我们可以先把天文书籍译成中文，然后就可以进行历法改革这件大事。做了这件事，我们的名誉可以日益增大，我们可以更容易地进



图5-1 徐光启

入内地传教，我们可以更安稳地住在中国，我们可以享受更大的自由。”（转引自裴化行：《中国的天文学问题》）于是耶稣会派遣了不少懂得天文历法知识的人来中国活动。开头礼部尚书徐光启（公元1562—1633）把这批人引作改历的依靠，入清以后，这批人更一度窃据了钦天监的大权。虽然后来清政府夺回了钦天监的领导权，却仍然把他们当作学术权威而予以重用。从而，这些耶稣会传教士垄断了中西天文学知识的交流渠道，封锁了当时欧洲正在蓬勃发展的近代天文学。哥白尼的太阳中心体系，刻卜勒的行星运动三定律，牛顿的力学等等，都被他们封锁了一、二百年之久。为了维护自己的地位，骗取中国人民对他们的崇仰，他们不得不抛出一些零碎、片面、过时的天文学知识，

如托勒密的地心体系。这样，中国的天文学完全被隔绝于正在蓬勃发展的欧洲近代天文学之外，很长时期无法摆脱古典天文学的局限。

综上所述，我们可以看到，从经济基础到上层建筑，从国内到国际，明清两代的社会条件总的来说是不利于天文学的发展的。

但是，在这艰难的环境下，仍然出现了一些新的苗头。例如，邢云路在兰州建立了六丈高的高表，测出了回归年的长度是365.242190日，达到了空前的精度。他还在《古今律历考》里提出了行星运动受太阳牵引的思想。民间学者王英明在他撰的《历体略》

（三卷）前两卷中批判了某些顽固派死抱不放的天圆地方说，批判了以天命论为基础的星占术。

另一方面，尽管存在着传教士对欧洲天文学的封锁和垄断，中国人民尽可能对当时的欧洲天文学知识也进行了一些翻译工作，从中吸取有用的东西。在明末的时候，人们对《大统历》一再提出了改革的要求，而且呼声越来越高。终于，在崇祯二年（1629年）开始了由徐光启领导的历法改革工作。它的结果就是编制了《崇祯历书》一百三十七卷。

《崇祯历书》虽然仍采用传统的阴阳历结构，但是引进了丹麦天文学家第谷的宇宙体系（地球在宇宙中心静止不动，五星绕日旋转，日、月绕地球旋转）

和几何学的计算方法，并对欧洲古典天文学作了全面的介绍，诸如平面和球面三角术；明确了地理经纬度概念和测定方法；视差、蒙气差等的计算和改正方法；世界通用的 360° 制、24小时96刻制和60进位制；日月五星的远近距离等等，这些对促进我国天文历法的发展都是有益的。徐光启不失为引进西方科学技术用于天文历法研究的第一人。同时，我们应该看到，徐光启的改历工作也有缺点。编制的《崇祯历书》虽然继承了传统历法的形式，但对传统的计算方法，诸如内插法这种至今仍有意义的近似计算方法，并没有继承；《崇祯历书》对耶稣会传教士的种种谬误，诸如地球中心说、虚幻的“恒星天”概念*，误差很大的各种直线距离数据等等，都一概照搬，缺乏应有的批判。

入清以后，由于明末农民大起义和清初农民革命军的抗清斗争沉重打击了封建统治，推动了社会生产力的发展。到十八世纪六十年代，耕地面积比清初增加了35%，工商业也有缓慢的发展。在这个基础上，文化事业也有所发展，康熙以来，编纂了一些大型的类书、丛书和专门著作，其中也包括天文学方面的内

* “恒星天”概念，即认为所有恒星都在一个离地球距离为一万四千倍地球半径的天球上，这个球叫“恒星天”。

容。

清代制造了大量的天文仪器，仅大型的就有八件。它们是康熙十二年（1673年）造成的赤道经纬仪、黄道经纬仪、地平经仪、地平纬仪、纪限仪、天体仪；康熙五十四年（1715年）造的地平经纬仪；乾隆十九年（1752年）造成的玑衡抚辰仪。至今这些仪器仍保存在北京建国门内的古观象台上。

清代还编有好几部大部头的天文学专著。例如：《灵台仪象志》（1673年）、《历象考成》（1722年）、《历象考成后编》（1742年）、《仪象考成》（1752年）、《仪象考成续编》（1844年）等。

清朝前期做了大量的天文工作。那些天文仪器的精美，也反映出清代手工业的发达和劳动人民的智慧，但是总的来说，它们都是属于古典天文学的领域。由于鸦片战争之前我国仍然是个封建社会，海禁和耶稣会传教士的垄断又使中国天文工作者完全被隔绝于欧洲正在蓬勃发展的近代天文学之外，因此阻碍着我国天文学向近代天文学方向发展。

尽管如此，在清代的天文工作中，《历象考成后编》和《仪象考成续编》还是值得一提的。

《历象考成后编》的编辑起因于雍正八年（1730年）六月初一日（7月15日）的日食预报和结果不符，于是，钦天监责成监中两个耶稣会传教士负责修

订历法。这两人根据法国天文学家卡西尼的方法推算了一份历表，包括太阳和月亮的运动。他们把这份表直接附在《历象考成》一书的书末，既不说明编表的理论根据，也不说明表的使用方法。但是，钦天监中有一位蒙古族的天文学家明安图掌握了这份历表的使用方法。于是清政府下令组织明安图和监内外天文学家十来人，连同那两个传教士一起，增修理论说明和使用方法，这就是《历象考成后编》。它的编成是中国各族天文工作者反对耶稣会传教士垄断天文历法的一个胜利。尽管这个胜利还是有限的，但是又一次证明了中国人民是有智慧有能力的。

道光六年（1826年）在钦天监中任职的最后一个传教士葡萄牙人高守谦告病回国。此后清政府就不再聘用洋人了。至此钦天监的工作才摆脱了传教士的控制。如果说《历象考成后编》终究还不能完全摆脱耶稣会士的影响的话，那末《仪象考成续编》就完全是中国天文工作者自己独立研究的结果，而正是在这部书里我们看到一些新的见解。

明末以来的耶稣会传教士，把恒星等错误地认为是恒星本身直径大小的反映，并且由此推出恒星半径和地球半径的比例。《仪象考成续编》对这种荒谬观点提出了批判。事实上恒星离地球非常非常遥远，根本不可能直接求出恒星半径对地球半径的比例来。

传教士们是用土星和地球的距离再主观地加上一个不太大的数值，来作为恒星和地球的距离，这样做是完全没有根据的。

《仪象考成续编》的编者们观测到了各个恒星的黄经变化并不一样，因而肯定了恒星有自行；并且提出，恒星也有和行星轨道运动相类似的运动。这个认识，不但进一步批判了“天不变，道亦不变”的反动思想，在哲学上有很大意义，而且在天文学上来说它已经接近近代的恒星天文学了。

二、活跃的民间天文工作

明清之际，民间出现了不少天文工作者。他们在艰难的条件下为我国天文学的发展做出了贡献。

据史书记载，明万历年间，崇明县有一少年，十五岁就“精研天文，象数”（《崇明县志》）。还有一位江阴张廷燮（xiè音泄）“自制浑天铜仪，加日月轮以候晦朔弦望”，节气时刻与当时颁布的时宪书“不差纛黍（léi shǔ音累暑，意为细微之量）”（《江阴县志》）。还有，盐城王家弼博览群书，精于历算。他反对迷信西法，敢于把西人制造的专用来测太阳的简平仪加以改造，创造出可兼测恒星的简平夜仪。

在这批民间天文学家中，尤以孙云球、薛凤祚、王锡阐，对天文学的发展作出了较大的贡献。

孙云球是明末清初江苏吴县（今苏州）的民间手工艺人，据有关资料考证，他是我国民间独立创制望远镜的先驱。在此以前，元代人用“水晶映物”，明代人用“单照”观察物体。明末清初，随着中西交流的发展，西方眼镜开始从甘肃、陕西、广东一带传入我国。这些“西洋镜”为数不多，价格昂贵，被视为珍品，只在士大夫阶层中流传。就在这一时期，孙云球创造性地采用水晶为原料，手工磨制镜片，制成了根据患者不同需要的“眼镜”，人们“随目对光，不爽毫发”，远视、近视皆有，很受人民欢迎。

在磨制镜片的同时，孙云球巧妙地把凹凸两块镜片进行组合，发明了“千里镜”，登上虎丘试看，“远见城中楼台塔院，若接几席，天平、灵岩、穹窿诸峰，峻嶒（jùn céng，音俊层，山高）苍翠，万象毕见。”在场试看者，连连称赞“神哉，神哉。”（《吴县志》）这是我国自制望远镜的开端。

孙云球不但研制望远镜，而且“精于测量”。他制造了一种利用太阳投影来测定时刻的仪器——“自然晷”。“自然晷”是一种较精密的日晷。据说用它来测定时刻，可以“不违分秒”，（《吴县志》）为当时生活、生产活动提供了有效的计时工具。

孙云球制造的光学仪器达七十种之多，后人称他所制的各种镜子为“神明不可思议”。（《吴门补乘》）

后来孙云球把自己制镜子的经验加以总结，写成《镜史》一书，“坊市依法制造，遂盛行于世”，为我国光学天文仪器的发展做出了贡献。可惜《镜史》失传，我们已看不到它的丰富内容了。

薛凤祚(zuò音坐)（公元1600—1680年）也是明末清初时人。清朝初期，西方的天文历算之学，愈益在我国流传。不少人通过翻译研究，介绍了西方天文学的一些理论和方法。到清顺治年间，民间天文学家薛凤祚在翻译西法的基础上，著有《天学会通》十余种，除介绍一些理论外，还系统、详尽地介绍了各种计算天体运动的方法。其方法的显著特点是运用对数。为了计算方便，他把西法中的60进位制改成10进位制，为此，他又重新编制了三角函数表等数学用表。

薛凤祚年轻时曾随旧派学者魏文魁游学，研究历法。但是，具有革新进步思想的薛凤祚，没有被魏文魁墨守陈规的思想所束缚，勇敢地研究当时新传入的欧洲天文学知识，致力于吸取其中有用的东西，取得了可喜的成绩，被誉为当时北方历算名家。

在南方，当时也被誉为历算名家的，就是与薛凤祚同时代的王锡阐（公元1628—1682年）。在批判地吸收西法方面，王锡阐取得了比薛凤祚更大的成就。

王锡阐反对当时流行的崇洋思想，在撰写《晓庵

新法》一书时，首先，他批判了以《西洋新法历书》为代表的西法。例如，他指出：（一）传教士汤若望等攻击《大统历》有两春分、两秋分。实际上他们不懂得《大统历》用的是平气，与西洋惯用的定春分、定秋分自然不同。把两者硬凑在一起，自然就出了两个春分、两个秋分了。（二）汤若望等攻击古法把周天分为三百六十五又四分之一度的分法是错误的，其实分度全属人为，根本无所谓错不错的问题。（三）按小轮体系计算月亮运动时除了定朔、定望外，其他时刻都应有改正数。但是汤若望等在推算日、月食时不用这些改正数，好象日、月食一定发生在朔、望。然而，事实并非如此。（四）《西洋新法历书》以为月在近地点时视半径大，因而月食食分就相对地要小。然而，月过近地点时月球本身大小是不变的，可是地球影锥的截面却肯定要大，因此，食分不会反而减少；等等。王锡阐揭露了西法的缺陷，从学术上打击了耶稣会士的狂妄气焰，对充斥当时天文界的崇洋思想也是一个有力的批判。

在批判崇洋思想的同时，王锡阐也反对守旧。他对《授时历》、《大统历》的缺点作了探讨。正是在对中、西方法都作了透彻研究的基础上，他所撰的《晓庵新法》才能吸取两者优点，并有所创造。在《晓庵新法》中王锡阐提出了正确计算日、月食时初亏、复

圆的方位角的方法；他独立地发明了计算金星、水星凌日的方法；他还提出了细致地计算月掩行星和五星凌犯的初、终时刻的方法；等等。这些都是比过去的中西方法有所前进的。王锡阐还在《五星行度解》一书中推导出一组计算行星位置的公式，计算结果的准确度也较前人为高。

王锡阐之所以能取得这样大的成绩是与他的唯物主义哲学思想分不开的。他坚决反对理学家王阳明的主观唯心主义，指出：“阳明良知二字不过借名，其重只在不学、不虑，”他力主人生应以“躬行实践为主”，亲自进行各种天文观测，有时甚至整夜不眠。由于他深入地研究了中西学说，又有着自己的观测经验，这样他就有可能作出许多创造性的贡献。王锡阐还反对把天文学和星占术联系在一起，当有人以水旱之占问他时，他说，这个，我肚里漆黑一团，一无所知。但一旦有人问他天文知识时，则手画口谈，滔滔不绝。对历史上的许多天文学家的迷信行为，王锡阐明确提出，有时天象的预报不符合观测实际，是因为计算错了，而不是预示什么灾祸，否则天文工作者就成了能够制造祸福的人。这是多么鲜明的唯物主义态度！

在封建社会里，广大妇女受到“男尊女卑”的封建礼教的束缚，被压制在社会的最底层。但是，有压

迫就必然有反抗。在中国历史上，妇女奋起投入反封建斗争的事例是屡见不鲜的，在政治、军事、经济和文化各个领域里，广大妇女都曾显示出豪迈的志气和杰出的才能。在天文学上也有一位杰出的代表人物，她就是清乾隆嘉庆年间的王贞仪（公元1768—1797年）她在短暂的一生（只活了二十九岁）当中，不但进行了许多天文学的工作，而且在气象学、地理学、数学、医学和诗文方面都有一定的造诣。

王贞仪的天文著作不少，可惜由于封建社会的破坏和对妇女的压抑，大多已被湮没了。现存的只有收集在《金陵丛书》《德风亭初集》卷五、卷六和卷七里的一些著作。有关天文方面的有《岁差日至辩疑》、《盈缩高卑辩》、《经星辩》、《黄赤二道辩》、《地圆论》、《地球比九重天论》、《岁轮定于地心论》、《日月五星随天左旋论一、二、三》、《勾股三角解》、《月食解》等。

但即使从这些残存的著作中，我们也可以看到王贞仪对中国的天文学和历法是很有研究的。她对岁差的原理、测定和推算方法有比较清晰的了解；对里差的概念及其产生的原因，也有比较正确的认识；对日月食的成因和地圆的观念，能作生动的论证和通俗易懂的说明。她的作品既宣传了科学知识，也对守旧的“地方”思想作了很好的批判。

王贞仪很注重实践。每当晴朗的夜晚，她就坐在院子里仰观天象，注意星星的变化及月食同望月的关系。她也很注意批判地学习前人的经验。她最喜欢攻读清初著名历算家梅文鼎著述的《筹算》和《历算》两书。对当时刻印的一些历书中的错误观点，能勇于批驳。例如，她曾指出：天周（恒星年）、岁周（回归年）这两周并非起于《太初历》，而是自从晋朝虞喜发现岁差以后才把这两者区别开来。还指出：“岁渐差而东者”的观点是错误的，正确地认为“岁差渐而西”，即一定节气时刻太阳的位置每年都在逐渐向西移动，不在原处；又认为“岁之有差亦必于中星测之，岂用圭可以测之者乎？”论述了岁差必以中星测得，而不能用圭表测定的道理；推算出：“日短东壁，当在万余年以后”的结论，对当时胡士佺（quán音全）著《日至释义》中说当今冬至点在东壁提出了异议。

三、围绕着哥白尼学说的斗争

波兰天文学家哥白尼（公元1473—1543年），以大量的观测事实为基础，经过长期的分析和研究，提出了科学的日心地动说。他用他的不朽著作《天体运行论》，向反动的教会势力挑战，使自然科学从神学中解放出来，并使其大踏步地前进。然而，“哥白尼关

于太阳系的学说，达尔文的进化论，都曾经被看作是错误的东西，都曾经经历了复杂的斗争。”（《关于正确处理人民内部矛盾的问题》）这种斗争不仅在欧洲经历过，而且在它们传入中国之后也经历过，特别是哥白尼学说，它传入的过程本身就是一场复杂的斗争。

十七世纪三十年代，哥白尼的名字开始为中国人所知道。当时的中国人只知道哥白尼是一位精于观测的天文学家，而不知道他提出什么革命性的科学理论，这是怎么回事呢？

原来，明末的传教士既然确定了“学术传教”的策略，那么，他们就必须使自己所介绍的学术知识在实践中不要出漏子，他们就不得不承认哥白尼是欧洲天文学家之一，并求助于哥白尼的劳动成果，在编译《崇祯历书》时，大量地引用了哥白尼《天体运行论》中的材料。但是耶稣会传教士毕竟是中世纪神权与教权的维护者，他们不可能把动摇神学基础的日心地动说介绍到中国来。他们带来的最初是托勒玫的地心说，这是公元二世纪希腊天文学的老古董，在欧洲早就声名狼藉了。托勒密体系在欧洲破产后，传教士在中国仍然拒不介绍哥白尼体系，而抬出第谷的体系，这就充分暴露了他们害怕真理、害怕革命、害怕进步的反动本质。

清朝封建顽固势力也和耶稣会传教士一样，敌视

和抵制哥白尼学说在中国的传播。十八世纪中叶，哥白尼学说在欧洲与反动的教会势力的斗争已经取得决定性的胜利，连极端反动的罗马教廷也不得不宣布废除对哥白尼《天体运行论》一书的禁令了，而在中国又过了两年才有所介绍。

1687年牛顿发现万有引力定律以后，哥白尼学说更加深入人心。十八世纪初，在英国就出现了表演哥白尼学说的仪器。后来，有两个这样的仪器传到了中国，在1759年成书的《皇朝礼器图式》中有所著录：一个叫“浑天合七政仪”，一个叫“七政仪”。七政仪还配有钟表机械，可以自动表演地球和行星绕太阳的运动。这两件仪器现今仍保存在故宫博物院里。

本来，正如前面所介绍的，在《历象考成后编》中耶稣会传教士已经介绍了刻卜勒定律，但他们却把刻卜勒定律用在地心体系中。可是这样做是困难的，因为在计算例如五星运动时，常常要把事实上的地球运动作为太阳的运动来进行修正，客观事实已经使地心体系到了难以维持的地步。而现在又来了表演日心说的仪器，这就使耶稣会传教士们更处于尴尬的地位。于是后来的传教士不得不出来更正被他们的前辈歪曲了的东西。1760年法国人蒋友仁借着向乾隆皇帝献《坤輿全图》的机会，在地图的四周布置了天文学内容的精美插图和文字说明。其中宣布哥白尼学说是唯

一正确的，介绍了正确的刻卜勒定律等。但是牛顿的万有引力定律和布拉德雷发现的光行差现象却仍没有介绍。

献给乾隆的《坤輿全图》和两个表演哥白尼太阳系的仪器被锁进了皇宫内院，并未与广大群众见面。过了三、四十年之后，才由当时参加过润色《坤輿全图》说明文字的钱大昕，把那份润色稿定名为《地球图说》加以出版，可是由于钱大昕本人对哥白尼学说持实用主义态度，而他请来为《坤輿全图》作序的封建统治阶级的御用学者阮元，是顽固反对日心地动说的。阮元在序里抓住地球的“球”字不放，大谈“地为球形，居天之中”的谬论，制造混乱，并且还鼓动读者“不必喜其新而宗之”，其作用是很坏的。至于他自己主编的《畴人传》（成书于1799年）里，更是攻击哥白尼的日心说是“上下易位，动静倒置，则离经叛道，不可为训，固未有若是甚焉者也。”与阮元相配合，另一个封建官僚、镇压太平天国革命的刽子手戴熙也写了一本《圜天新说》，攻击哥白尼学说。

但是，真理的威力是不可抗拒的。知识分子中的进步人士，在清政府封建统治日益衰败、帝国主义侵略日益加深、中国日益沦为半封建半殖民地社会的时刻，纷纷起来向西方寻求救国的真理。他们不但研究

西方资产阶级民主主义的社会学说，而且学习西方的科学技术，其中包括近代的天文学知识。

鸦片战争时期的进步知识分子魏源（公元1794—1857年），主张“洞悉夷情”，用从西方学得的军事技术抵抗西方国家的侵略。他在1845年编辑了一本《海国图志》，对西方各国的政治、经济、军事技术进行了全面的介绍，还译载了好几篇关于哥白尼学说的文章，并附有地球沿椭圆形轨道绕日运行的图。在序言中魏源强调，《海国图志》这本书是“为以夷攻夷而作”，“为师夷长技以制夷而作”，表现出鲜明的爱国主义立场。

1859年，李善兰（公元1811—1882年）和传教士伟烈亚力合译了英国天文学家约翰·赫舍尔（公元1792—1871年）的著作《谈天》（原名《天文学纲要》）。在当时的西方来说，赫舍尔的这本书也是比较先进的，在英国曾广为流传，风行一时。全书共十八卷。不仅对太阳系的结构和运动有比较详细的描述，如光行差、黑子理论、行星的摄动及其轨道根数改变的几何解，彗星的运动等，而且对恒星系也有相当内容的介绍，如变星、双星、星团、星云等。特别值得一提的是李善兰为这个中译本写了一篇序言，把批判的锋芒直接指向阮元等封建礼教卫道士，又以力学原理和大量事实（如恒星的光行差和视差，煤坑的坠石实验

等)证明地动和椭圆理论,已是铁证如山,不可动摇,任何调和、折中的办法都是错误的。最后并直接了当地宣布:“余与伟烈君所译《谈天》一书,皆主地动及椭圆之说,此二者之故不明,则此书不能读。”

有趣的是,与李善兰合译《谈天》的传教士伟烈亚力,也写了一篇序言。这篇文章的主旨却截然相反。在一千三百多字的文章中,伟烈亚力竟八次赞美造物主的伟大,三次感叹宇宙的“不可思议”,最后声言他翻译此书的目的是:“欲令人知造物主之大能,尤欲令人远察天空,因之近察己躬,谨谨焉修身事天,无失秉彝(bǐng yí音丙疑,坚持常规),以上答宏恩,则善矣。”学习科学最后竟归结于要“修身事天”,甚至要人去报答上帝的“宏恩”!在这里,和约翰·赫舍尔的原作的科学精神正好背道而驰。

《谈天》一书和李善兰的序言的发表,再加上一些通俗的天文、地理书籍的陆续出版,地球绕太阳运动的真理逐渐深入人心。但是顽固的守旧派并不甘心。1878年,有一个叫吕吴调阳的人写了《〈谈天〉正义》,仍然要求天文学要“本之大《易》”,但他自己也失去了信心,只好哀叹道:“呜呼!天道之不明,圣教其将绝矣!”这乃是没落阶级对其没落的哀鸣!历史潮流是不可抗拒的,无论守旧派如何抱残守缺,科学真理必将得到胜利。

继李善兰之后，另一位学者王韬（公元1825—1897年）继续对阮元、吕吴调阳等人进行批判。他于1889年写了一篇《西学图说》，用最新的天文成果，说明哥白尼学说是颠扑不破的真理，并翻译了一本《西国天学源流》，从历史发展的观点，批判了阮元的形而上学观点和钱大昕的实用主义态度。王韬认为：历史是不断前进的，后人总要超越前人；行星沿椭圆轨道运动，乃是万有引力的作用，决非假象。

经过长期激烈的斗争，哥白尼学说终于在我国取得了胜利。到了1897年有人编出歌谣说：

“万球回转，对地曰天。日体发光，遥摄大千。
地与行星，绕日而旋。地体偏圆，亦一行星。
绕日轨道，椭圆之形。同绕日者，侧有八星。”

这首歌谣概括了哥白尼学说的基本内容，表明哥白尼学说这时已广为传播了。

环绕着哥白尼学说在我国传播的斗争，晚清的华世芳（公元1854—1905年）于1884年在《近代畴人著述记》中，引用了西晋天文学家杜预（公元222—284年）的两句话，作了恰如其分的概括。他说，哥白尼——刻卜勒体系是“顺天以求合，而非为合以验天”。“顺天以求合”，就是按照自然界的本来面貌去认识自然规律，这是唯物论的反映论；“为合以验天”，就是先

验地臆想一些条件强加于自然界，这是唯心论的先验论。这两句话代表了天文学发展中两条对立的认识路线。哥白尼学说的胜利，就是唯物论的反映论的胜利。

四、帝国主义的侵略对我国天文事业的摧残

远在鸦片战争以前，外国侵略势力已从我国东南沿海和北部边疆进行侵略骚扰。在北方，从十七世纪四十年代起，沙俄侵略者越过外兴安岭，开始了对中国领土的侵略蚕食。在东南沿海，从十六世纪起就有荷兰、葡萄牙等的入侵。此后，西班牙、法国、英国、美国也都先后侵入中国东南沿海。他们有的强占中国岛屿城市，有的以扩展宗教势力进行文化侵略。这些西方殖民主义者，都把中国作为他们在远东进行掠夺和侵略活动的重要对象。由于当时中国还是一个独立的主权国家，也还有一定的自卫力量，西方殖民者的图谋大多未能得逞。

从1840年的鸦片战争开始，形势发生了质的变化。在这次侵略战争中，由于清朝政府投降卖国，使得中国人民反抗外国侵略的正义斗争遭到失败。

鸦片战争是中国由封建社会进入半封建半殖民地社会的历史转折点。外国资本主义势力的入侵，就“使中国一步一步地变成了一个半殖民地半封建社会。”（《毛泽东选集》）从此以后，中国的社会矛盾更

加复杂。这里除了原来就存在的人民大众和封建主义的矛盾之外，还有中华民族和帝国主义的矛盾，无产阶级和资产阶级的矛盾，农民及城市小资产阶级和资产阶级的矛盾，各反动统治集团之间的矛盾等等。其中，帝国主义和中华民族的矛盾，封建主义和人民大众的矛盾，是近代中国社会的主要矛盾，而帝国主义和中华民族的矛盾，则是各种矛盾中最主要的矛盾。近代史上的一切革命和斗争都是在这些主要矛盾的基础上发生和发展起来的。这些矛盾斗争在天文学领域里也有充分的表现。

帝国主义在用洋枪大炮轰开了中国的大门之后，文化侵略就成了他们的殖民政策的一个重要组成部分。而天文学是一个很重要的领域。

1845年美国圣公会（一种教会组织）在上海创立的约翰书院中开设了天文科，1846年美国长老会在山东登州开办的同文会馆，里面也设有天文、数理等学科。它们开设天文课的目的，根本不是为了向中国介绍西方的近代天文学，而是为了使他们培养出来的学生掌握一点天文知识以后，更好地替帝国主义服务。

帝国主义在中国各地也办了一些天文台，这些天文台更是直接为他们的侵略目的服务的。例如：1877年，法国在上海建立了徐家汇天文台。徐家汇天文台建成后，由法国传教士控制，专门收集中国沿海地区的气

象等情报。所搞的授时，也是直接为帝国主义的军舰和商船队服务的。建台仅七年——公元1884年，法国侵略中国的“中法战争”爆发，徐家汇天文台为法军提供了大量科学情报。公元1900年，法国侵略者又在上海郊区佘山（shé音舌）建造了另一个天文台，他们以搞天文为名，收集我国各方面的情报。

1894年，日本在台北建立测候所。同年，中日甲午战争爆发，第二年中、日签订《马关条约》，台湾就为日本帝国主义所侵吞，直至1945年抗日战争胜利，台湾才归还我国。台北测候所的建立，也完全是为了日本军事侵略者的需要。

1896年德国强占我国胶州湾。第二年（1897年）就在青岛设立了观象台。名为观象台，实际上是情报所。他们收集我国华北沿海一带的气象、地磁、地震等情报，为德军舰艇在中国沿海活动服务。

帝国主义在中国建立天文台，是帮助中国发展天文事业吗？当然不是。他们在中国建立天文台，完全是一种与当时形势相适应的更加巧妙的侵略方式。它既可以冠冕堂皇地在中国盗窃情报，又可以加强对各地的控制。对于这些，帝国主义分子也是直言不讳的。例如，1919年，代表徐家汇天文台的江南教堂检祭神父在给法国海军部部长的信中说：“徐家汇天文台时刻努力为法国增光，尽一切能力为在中国海内航行

服务……我敢向你保证，部长先生、特别是我们可敬佩的法国海军可以深信天文台领导人的忠心和良好愿望。”

帝国主义者除了在中国领土上建立天文台、站，为他们的军事侵略服务以外，他们还摧残和掠夺中国天文文物。早在清朝康熙五十四年（1715年），耶稣会传教士纪理安竟将元代郭守敬等人制造的简仪当做废铜处理掉，这是殖民主义者任意践踏我国古代科学技术成就的不可容忍的罪行之一。

1900年，八国联军侵入北京以后，清朝钦天监的全部设施被洗劫一空，几个帝国主义国家就地分赃：德军抢走玑衡抚辰仪、浑仪、天体仪、地平经仪和纪限仪；法军抢走了赤道经纬仪、黄道经纬仪、象限仪和简仪。帝国主义的强盗行径激起了中国人民的满腔义愤，纷纷要求追还抢走的天文设备。在中国人民的强烈反对下，法国侵略者被迫把抢走的还没有来得及运往巴黎的仪器，于1903年在东交民巷法国使馆内送还我国了。德国将仪器仓皇运回了柏林，直至第一次世界大战后，根据凡尔赛和约，才于1921年运还我国。经过帝国主义这场洗劫以后，腐朽的清朝天文机构，也就名存实亡，奄奄一息了。

五、太平天国的历法改革

中国人民是不可侮的。面对帝国主义的侵略及清朝政府的封建统治，中国人民反帝反封建的革命斗争风起云涌。从三元里人民的抗英斗争，到太平天国和义和团的农民革命战争，都具有强烈的反帝反封建意义。公元1851年洪秀全领导的太平天国革命，在长江流域一带开展武装斗争，大败清朝军队，大灭洋人威风，并且建立了农民革命政权。这一革命，在政治上沉重地打击了中外反动派，在科学技术上也进行了许多突破封建束缚的革新。太平天国农民政权宣布：

“凡一切制度，无不革故鼎新，所有邪说异端，自宜

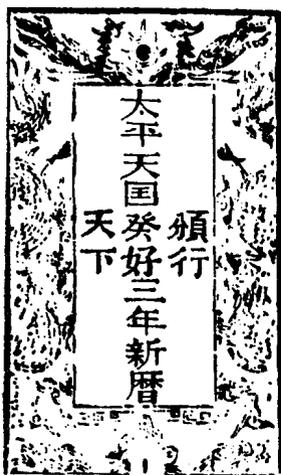


图5-2 《太平天国癸好三年新历》封面

扫除净尽。”（洪仁玕《天历序》）新的农民政权，以风卷残云之势，横扫腐朽的封建制度，荡涤地主阶级的意识形态，废弃了清政府颁布的《时宪历》，自1852年起自行颁布有名的《天历》。

《天历》的颁行，建立了农民阶级自己的“正朔”，也标志着广大农民在太平天国革命旗帜下，当家做主，把制历大权从地主阶级手里夺了回来。后来，太平天国领导人洪仁玕在为《天历》写的序里庄严宣布：“我天朝新天新地，新日新月，用颁新历，以彰新化。”充分体现了农民起义军敢于埋葬旧世界的英雄气概，在我国历法史上写下了光辉的一页。

《天历》冲破反动的“天命论”，正确地认为“本天道之自然，以运行于不息”。《天历》明确提出，以“便民耕种兴作”和“农时为正”作为制历的指导思想。自古以来，历代反动统治者十分重视制历这件大事。他们为了愚弄人民，在各类历书的日、月栏内都注上了“吉凶宜忌”、“祸福休咎”的迷信说教。他们歪曲干支记法，把朴素的阴阳五行说篡改为占卜算命术，极力宣扬迷信。清朝反动统治者炮制的《时宪历》更是集其大成者。《天历》针锋相对斥责说：“从前历书，一切邪说歪例，皆是妖魔诡计”，并将它们“尽行芟（shān音山，割除）除。”（《太平天

国颁行历书》)。《天历》还豪迈地宣布：“年年是吉是良，月月是吉是良，日日时时也总是吉是良，何有好歹？何用拣择？……随时行事，皆大吉大昌也。”

（同上）这充分表现了革命人民制天为用，破除迷信的英雄气概！洪仁玕在《天历序》中还痛斥了那些炮制“推测占验之术”的方士巫徒，“彼既不能自为趋吉避凶，岂有后人传之而能使人趋吉避凶之理！”有力地戳穿了他们的骗局，真是大快人心！大大鼓舞了革命人民反压迫反剥削反封建的斗志。

《天历》是以阳历为基础的，它抛弃了旧历中以月亮盈亏定月份的办法，规定一年为366日，分十二个月，单月三十一日，双月三十日，大小月相间，不设闰月。把每月月初称为节气，月中称为中气，以元旦为立春。这样，《天历》既简明，又整齐，便于群众记忆和使用。还沿用了古历中比较科学的干支记年、记月、记日法，很符合农民的习惯。当然，《天历》在太平天国农民起义的风暴中诞生，不可能一出现就十分完善。随着太平天国革命的不断发 展，《天历》在实践的过程中也不断地得到改进。例如，由于地球绕太阳一周只需要365.2422日，而《天历》即以一年为366日，因此，《天历》的节气会越来越落后于天象。到太平天国己未九年（1859年），节气迟后于天象六天多。根据实际情况，天王洪秀全便采纳洪仁玕的建

议订正历法，称《太平新历》，规定：“每四十年一幹年，逢幹之年每月二十八日，节气俱十四日。”于是每年平均为365.25日，与回归年长度大致相等。为了能更好地服务于生产，洪秀全又下诏作月令，把每年各季节草木萌芽、气象变化、农事活动及典型的农谚等都记录下来，附在下一年历书中有关日期的后面，以供参考。

《天历》一经颁行，就受到广大劳动人民的欢迎。据《武昌纪事》记载，太平天国癸好（即癸丑）三年（1853年），武汉庆祝元旦的盛况是：“金鼓鞀鞀（音汤答），楚垣俨然一大剧场。城内爆竹如雷，街巷地上爆竹纸厚寸许。”充分显示了广大劳动人民拥护农民革命政权，拥护《天历》，庆贺胜利的热闹情景。《天历》把干支中的“丑”改为“好”，“卯”改为“荣”，“亥”改为“开”，得到人民的赞赏。太平天国革命失败后，这些改革还在群众中广为流传，杭州就有“不觉草茅忘忌讳，亥开丑好未全芟”的歌谣。说明群众对《天历》的怀念。但是，在太平天国管辖区内的一些地主阶级顽固分子，却“恪奉清朝朔”，暗地里私庆旧历新年，妄图以此对抗《天历》。革命政权采取果断措施，发动群众侦察反动顽固分子的破坏活动，一经查获，便狠狠地“打了他们一顿屁股”。清朝反动派对《天历》更是恨之入骨。

清政府的钦天大臣、到广西围剿太平天国起义军的刽子手赛尚阿，气急败坏地攻击太平天国“妄改正朔，实属罪大恶极。”（《剿平粤匪方略》卷十）双手沾满革命人民鲜血的汉奸、卖国贼曾国藩恶毒咒骂《天历》是“蠢尔狂寇，竟至更张时宪”，“逆天渎（dú音毒，不恭敬）天，罪大恶极”、“是贼之悖（bèi音倍，混乱），为亘古所无”（《贼情汇纂》卷六）。敌人的疯狂攻击，正好说明《天历》好得很。在太平天国的革命旗帜下，《天历》在长江流域一带实行了十七年之久。如果不是后来为国内外反动派所扼杀，《天历》一定会更趋完善的。

惊天动地的太平天国革命运动，虽被清朝反动政府勾结帝国主义侵略势力所镇压，但是太平天国的光辉业绩是不可磨灭的。太平天国所颁行的《天历》也以灿烂的篇章载入我国天文学史册！

六、我国近代历史时期的宇宙理论

鸦片战争之后，我国封建统治阶级内部也发生了分化，出现了顽固派和洋务派。同时，伴随着民族资本主义工商业的初步发展，中、上阶层中逐步分化出一个向资产阶级转化的改良派。

处于帝国主义侵略而造成民族危机的时候，各个阶级、阶层都有不同的反映。沿海各地人民坚决反对

帝国主义的侵略，维护民族尊严。代表封建统治阶级利益的顽固派和洋务派出卖民族利益，与帝国主义结成反动同盟，走殖民地化的道路。改良派则要求变法维新，采取自上而下的改良主义。这虽不同于人民群众自下而上的革命斗争，但在一定程度上带有爱国救亡、抵抗帝国主义侵略的意义。康有为、严复、谭嗣同等资产阶级改良运动的领导人，他们那时要求进步，研究当时西方的社会学说和从哥白尼到达尔文这一时期欧洲最新的科学成就，其中包括天文学的成就，作为批判封建顽固派的思想，批判“祖宗之法不能变”的形而上学思想的武器，为他们的“戊戌变法”制造舆论。

康有为(公元1858—1927年)，早年是近代史上向西方寻找真理的代表人物之一，起过一定的进步作用。但是，他后来成了搞封建复辟的保皇党，反对资产阶级的民主革命，最后堕落为阻碍历史前进的反动派。康有为的世界观矛盾重重。他在青年时代接受了一些进化论的思想，但掺杂着不少唯心主义的成份。

康有为在写《大同书》之前，二十八岁的时候(1885年)写了一本《诸天讲》，共十五卷。晚年又加以修改，在他死后于1939年出版。书中夹杂了不少佛教思想，又有“论上帝之必有”的章节。但是剔除这些糟粕以后，仍不失为我国近代一本较早的宣传先

进宇宙理论的著作。这本书是我国第一个介绍康德——拉普拉斯“星云说”的著作。

康有为还接受了康德和朗白尔的无限等级式宇宙模型，这是历史上第一个经过论证的宇宙无限论。而且康有为还用宇宙无限和有限统一的观点驳斥了爱因斯坦和利曼的宇宙有限论。

严复(公元1853—1921年)是我国近代史上较为系统地翻译、介绍西方科学思想的人。他在《译〈天演论〉自序》中，提出了“天运”——以物质的运行代替天作为最高主宰的说法，承认运动是物质的基本属性。在严复看来，宇宙之间，物质和力相互作用，没有物质显不出运动的力，没有运动也显不出物质来。这就承认了运动是物质的基本属性。严复又按照西方自然科学的假设，把“以太”作为物质的本原，认为我国古代哲学家所说的“一清之气”就是“以太”^{*}，并且认为宇宙间“以太”总量是不增不减的，这是物质不灭原理的阐明。他用进化论的观点，反复强调搞维新变法的必然性和必要性，为资产阶级变法运动大造舆论，起了一定的进步作用。但是，由于他夸大了感性经验在一定条件下的局限性，导致了否定事物的客观

* 以太是物理学为了解释电磁场的存在和光波传播而假设的充满一切空间和物质中的一种物质。现在证明以太并不存在，电磁场是物质存在的特殊形式。

性，最终成为一个不可知论者。

资产阶级改良运动的激进分子谭嗣同（公元1865—1898年），对宇宙在空间上和时间上的无限性的认识，比起我国古代的宇宙无限观点，有更具体的描述和论证，并且包含了一定的辩证法因素。他对宇宙无限性的论述，虽然用了一些佛教术语，但从主流看，他的主张仍然是无限等级式模型，而且阐述得比他的老师康有为更具体而明确。他认为就宇宙整体来说是无始无终的，但宇宙间每一个具体事物都是有始有终的。他认为，地球是要消亡的，因为地球是宇宙间一个物体，物体都有发生、发展和消灭的过程。但是消亡不是物质消灭了，而是转变为另一种形态。谭嗣同又进一步指出，日、地未生成前的物质形态是“浑沌磅礴之气”，“充塞固结而成质，质立而人、物生焉”。

从1898年“戊戌政变”失败，到1911年“辛亥革命”前夕，这是中国资产阶级民主革命的准备时期。站在资产阶级革命派的立场上，同改良派作了尖锐斗争的章太炎（公元1869—1936年），在综合我国古代、特别是王充《论衡》中的唯物主义观点和当时天文学理论的基础上，写了一篇《天论》。其中指出，“恒星皆日，日皆有地”，“地生于日”。然而地上人的“祸福，则日勿与焉。若夫天与帝，则未尝有矣。”

这是十分鲜明的反天命论、反占星术的观点。前期的章太炎作为一个先进的革命民主派，还继承并发展了荀况“人定胜天”的思想，提出了“革天”说。要革老天爷的命，这是他主张用革命暴力推翻封建统治的政治主张在自然观上的直接表现。

在资产阶级民主革命时期，伟大的革命先行者孙中山(公元1866—1925年)对于“以太说”和“星云说”也有论述。孙中山指出，“以太”只存在于有精神的生命存在以前。由“以太”发展到地球，其间的年代是无法计算的。

在另外的地方，他又说：“地球本来是气体，和太阳本是一体的。始初太阳和气体都是在空中，成一团星云，到太阳收缩的时候，分开许多气体，日久凝结成液体，再由液体固结成石头。”（《孙中山 选集》下卷第662页）

由此可见，孙中山的天体演化观点是接受了“星云说”的。“以太”这个概念，在他的论述中也相当于宇宙万物的本原。孙中山把西方的自然科学，纳入到自己的革命学说中，为自己的政治路线服务。他领导的辛亥革命，推翻了反动腐朽的清朝政府，结束了统治中国两千多年的封建帝制。

但是，辛亥革命未能建立起一个资产阶级共和国来，中国人民仍处于半封建半殖民地社会的水深火热

之中。从鸦片战争到辛亥革命的半个多世纪里，进步的知识分子先后介绍了那么多的西方资产阶级的民主革命学说和近代自然科学知识，既没拯救中国，也没有使中国的科学事业得到发展。正如毛主席所说：

“中国人向西方学得很不少，但是行不通，理想总是不能实现。多次奋斗，包括辛亥革命那样全国规模的运动，都失败了。”“康有为写了《大同书》，但他没有也不可能找到一条到达大同的路。”（《毛泽东：论人民民主专政》）

“十月革命一声炮响，给我们送来了马克思列宁主义。”（同上）中国人民在伟大领袖毛主席和中国共产党的领导下，推翻了三座大山，建立了新中国。解放后，贯彻执行毛主席的“独立自主、自力更生”，“古为今用，洋为中用”的方针，我国天文学事业正日新月异地向前发展。历史和现实都证明，只有社会主义才能救中国。

第六章 少数民族的天文历法

我国是统一的多民族国家。在八亿人口中，除汉族以外，还有五十多个少数民族。各兄弟民族在长期接触和交流的历史进程中，互相学习，取长补短，共同创造和发展了中华民族的灿烂的文化，其中包括天文学。例如，历史上曾建立北魏王朝的鲜卑族，原来是“简易为化，不为文字，刻木纪契（qì音弃）而已，世事远近，人相传授”（《魏书》卷《序纪第一》），处于没有文字、书籍，一切生产经验和社会知识都世代口头相传的状况。后来与汉族接触和交流中，逐渐发展了自己的文化。到北魏太祖道武帝拓跋珪（公元400年前后），开始“造浑仪，考天象”，“宣赞时令，敬授民时，行夏之正”（《魏书》卷二《太祖纪》），已经制定了完整的历法，并建立了天文机构。北魏王朝的一百多年中，在天文历法方面也有不少成就。如斛（hū音弧）兰创制的铁浑仪，在天文学史上是很有特色的。又例如宋元时代我国天文学发展到高峰，当时的契丹、党项、女真以及后来的蒙古等少数民族，

都为这一发展做出了自己的贡献。金王朝在大定二十一年（公元1181年）颁行赵知微重修的《大明历》，在描述月球运动方面达到了很精密的程度，为元代著名的《授时历》所继承。

但是，在解放前，反动统治阶级对少数民族进行残酷的压迫和剥削，把他们视为野蛮人，根本否认他们还有什么文化，更说不上还有什么天文学。因此，历代官方编纂的史书中，几乎没有提供关于各少数民族的天文学资料。事实上，各族人民在世世代代的农牧业生产和日常生活中积累了大量的天文历法知识，并一直在民间流传至今，有的还有文字记载。

解放后，党和人民政府十分重视少数民族的发展，曾组织过多次少数民族社会调查。但是限于我们的水平和工作，到目前为止我们所掌握的兄弟民族天文、历法资料还不多，所涉及的民族也是有限的。纵然如此，本书仍想列出一章予以简述，借以引起各方面的关心，群策群力，共同做好各兄弟民族天文、历法的调查研究工作，把我国各兄弟民族中的天文、历法资料逐渐丰富和完整起来。

一、一些兄弟民族天文历法简况

在云南西南边境的一些少数民族，如拉祜（hū音互）族和佤族，很早就有自己的简单历法，据1963年

有人所作的拉祜族拉巴乡的调查资料，拉祜族早就有一年十二个月的历法，每月三十天。无闰月，用与汉族相同的十二属相记日，但以狗日为首。后来吸取了汉历的置闰方法，每隔三年加一闰月，记月以月亮圆缺为准，每当天亮前东方不见月牙那天为新月初一，新年相当于汉历的二月。

佧族的历法各地区不完全一致，据在西盟翁戛科寨的调查，佧族一年分十二个月，每月约三十天，有闰月，闰月称为怪月。定闰月的方法是，每年二月到南康河一定的地点去捉鱼，若见鱼上水，则定该月为二月，若不见鱼上水，则定下月为二月，此月定为怪月。另一方法是看音勒寨子附近岩石上野蜂来的早晚，若野蜂晚来一月，就认为该月为怪月。他们也有大月和小月的概念，每月二十九日一大早起来看有没有月亮，如果还看了一点点，这个月就是三十天，如果看不到，就是二十九天。后来他们又改为十六日那天天亮时看月亮，若是有点缺了，这个月是二十九天，否则就是三十天。

拉祜族和佧族的劳动人民，在生产过程中注意到太阳运行的规律，认识到一年内有一阶段白天很长，另一阶段白天很短。他们认为白天长的日子，是太阳从偏北的地方出来，骑着猪在天空中慢慢行走，走得很高，一直到了头顶上；而白天短的日子，则是太阳

从偏南的地方出来，骑着马在天空中快跑，走得低。他们发觉当汉历五月时，太阳走得最慢，而当汉历十一月时，太阳就跑得特别快。他们传说在二月时太阳就换猪骑，而当八月时太阳就换马乘了。他们虽然还没有明确的二分二至的概念，但也已经很接近了。事实上，佤族和拉祜族都已经注意到太阳从这个岔口下山，到下一次再到这个岔口下山的天数问题，这可看作是力图求得回归年长度的原始方法。他们还总结出太阳在一定山口或山梁上升或落下时树木、花草、虫鸟和庄稼的生长情况，从而掌握种庄稼和打猎、打鱼的最好时机。各个寨子都有专人观察太阳落山的地方，来确定播种的时令。

佤尼（哈尼在云南称佤尼）族与汉族劳动人民互相交流着自己的天文历法知识，他们的季节和时令主要按月份来排，把每个月的自然状况都记录下来，如“且拉月（相当于汉历三月）鲜艳的杯佰花开老了，新种的谷子正长得兴旺”等等，并编成歌诀在人民中间一代接一代地传教着如何掌握农时节令，与汉族古代的《夏小正》和《月令》很相似。佤尼族人直接观测新月的出现，来决定这个月是三十天还是二十九天，并规定，如果初二有一点月牙牙，那么这个月就只有二十九天，如果初三出现新月，这个月就是三十天了。佤尼族人没有明确的闰月概念，但他们采用

了跟汉族一起过年的办法，这样，有了差错就参照汉历调整。为了找出自然现象与月份对照的规律，一种办法是，看梭罗江的鱼什么时候上水；另一种办法是，看太阳是从哪个山梁或岔口下落。

彝（yí音疑）族是我国人口较多，历史悠久，文化较发达的少数民族之一，他们很早就有了自己较简便的历法，相传一年分为十个月，每月三十六天。后来吸取汉族历法，逐步改革得与汉历相似，稍有不同的是，有些地区以子月为正月。

傣傣（lìsù音立素）族借助于观察花开、鸟叫、下雪等自然现象的变化来决定生产季节。他们把一年分为过年月、盖房月、花开月、鸟叫月、烧火山月、饥饿月、采集月、收获月、酒醉月、狩猎月，共十个月。新年定在汉历新年前后，每年选定吉日过年，用十二属相记日，以龙蛇日为吉日，以鼠牛日为凶日。有些地区已逐步增多与汉族的交流，改用阴阳历。

居住在碧江地区的白族分支墨勒人，也有自己独特的历法。他们把一年分为十三个月，除第二个月（又叫休息月）和第十三个月不足三十天以外，每月都是三十天。新年定在十三月下旬龙日或蛇日，由全村人们共同商量决定。

解放前的独龙人，已由狩猎采集转向以农业为主的阶段。把一年分为十二个月的概念，他们已大体上

有了；但每月的日数不等，随着自然环境的变迁，有时相差很大。例如，下大雪的日子过雪月，这个月有时可以超过六十天。以汉历六月为饥饿月，但若去年歉收，则今年五月便开始过饥饿月了。独龙族过年节的时间定在冬腊月，但每年都没有固定的日子，每个家族可以自由选择吉日过年。他们以结绳刻木记日。有的地区已改用以月圆至月圆为一月，大雪封山至大雪封山为一年的阴阳历。

黑龙江地区的鄂伦春族观察北斗星，以斗柄指示的方向来定季节，以月亮的圆缺记月，习惯于以三十块兽骨穿成一串来记日，从月初至月末每日拨动一块兽骨来表示日数。

定居在云南西双版纳州的基诺洛克地区的基诺族，世代种植茶叶和粮食作物。在较早的过去，他们习惯于观察竹笋生长的情况来选定播种时节。但是，在长期摸索中，他们觉察出用这种方法往往农时定不准，收成不好，有时甚至没有收成，就得挨饿。近代已逐渐发展到看天上的星星来定农时。他们观察到天上有一组叫“少些”的星，当这组星在太阳下山后，出现至西方地平线附近时，就应当抓紧播种。根据经验，按“少些”星的位置来定农时节令，一般是可以得到好收成的。这一事例说明，生产决定了天文学的发生和发展。此外，他们也有月的概念。为了保

证每个月的月亮在十五或十六满月，他们规定每月月亮半圆（即上弦）的那一天为初八。这样可以利用有月光的晚上进行打猎、纺织和聚会。他们记日的方法，仿照汉族的干支记日法，有以十干和十二支配成六十周期的循环记日系统，并以此来记年。干支的排法是支在前而干在后，与汉族的正好相反。

总之，我国各兄弟民族，在天文、历法中都有自己独特的创造。我们下面再举藏族和傣（dǎi 音歹）族为例，加以分析。

二、藏族历法简况

居住在祖国青藏高原的藏族，是一个具有悠久历史和文化的民族。大约在第六世纪以前，藏族还处在原始氏族公社的社会发展阶段。藏族人民通过长期的生产斗争实践，逐渐认识了物候周年变化和星象周年变化的规律，积累了初步的天文历法知识。《新唐书·吐蕃传》在介绍当时的吐蕃情况时说：“其四时，以麦熟为岁首”。至今在许多藏族农牧民当中还流传着一些古代沿用下来的根据不同置象判定季节、农时的天文知识。

六世纪时，雅鲁藏布江中游的雅隆部落，逐渐强盛起来。七世纪初，雅隆部落在赞普（王）松赞干布的领导下，统一了藏族各部落，在拉萨建立了奴隶制

的吐蕃政权，制定了法律，创造了统一的文字，统一了度量衡。吐蕃政权还加强了同唐王朝的往来，使汉藏两族人民在政治、经济、文化等方面的交流有了很大的发展。在藏汉人民的交流过程中藏族人民吸取了隋唐时期从中原传去的汉历的长处，结合本地季节变化的特点，根据本地农牧业生产的需要，改善了藏历。

藏历和汉历一样也是阴阳合历、它以寅月(正月)为岁首，以月亮的一个圆缺周期为一个月，大小月相间，大月三十天，小月二十九天；平年十二个月，闰年十三个月，平均每两年半到三年加一个闰月，用以调整月份和季节的关系。藏历重视“定望”，而不重视“定朔”，这样合“朔”的时刻不一定在每月初一。这就使得藏历和汉历的日序有时相差一天。例如1961年藏历元旦那天，不是汉历的正月初一，而是初二。藏历和汉历安排闰月的规则有所不同，这样两者的月份有时会相差一个月。例如，1956年藏历闰九月，汉历不闰，两者就此相差了一个月，至使1957年藏历元旦就到了汉历的二月初二。1957年汉历闰八月以后，两个历法的月份才又一致起来。

藏历也采用干支纪年。与汉历不同的是，藏历用“阴阳”与“木火土金水”五行相配，来代替十干，其对应关系是：阳木一甲，阴木一乙，阳火一丙，阴

火一丁，阳土一戊，阴土一己，阳金一庚，阴金一辛，阳水一壬，阴水一癸。还以十二生肖，来代替十二地支，其对应关系是：子一鼠，丑一牛，寅一虎，卯一兔，辰一龙，巳一蛇，午一马，未一羊，申一猴，酉一鸡，戌一狗，亥一猪。这样，1976年在汉历叫“丙辰”年，在藏历则叫“阳火龙”年。

藏历不仅采用了汉历中的二十四节气，而且对西藏地区的天气作中长期预报，反映出藏历是与当地农牧业生产关系十分密切的历法。另外，藏历对五大行星的运行、日食和月食，也都能进行预报。

在原始社会和奴隶社会时期，藏族社会内部曾盛行一种崇拜自然神的巫教一本教。后来佛教传入西藏，逐渐与本教相融合，于十世纪末形成了具有西藏地方色彩的喇嘛教。宗教是反动统治阶级愚弄人民的工具，喇嘛教也得到西藏农奴主阶级的扶持和利用。喇嘛教的强制推行给藏历的发展造成了恶劣的影响。藏历的干支记年法本是从阳木鼠年开始，叫做“迥登”

（即“木鼠”之意）纪年。可是封建农奴主为便于宗教统治，从公元1027年起强行用喇嘛教的“饶迥”

（即“火兔”之意）纪年法取代“迥登”纪年，以阴火兔年为首年。宗教统治者还规定：“凶日”要除去，“吉日”可重复，从而造成了藏历日序的混乱。在黑暗的封建农奴制社会里，藏族劳动人民在生产实

践中创造和使用的藏历，就这样被反动统治阶级篡改成了宣传宗教迷信的工具。

今天，西藏百万翻身农奴在中国共产党的领导下，经过翻天覆地的民主改革运动，彻底砸烂了万恶的封建农奴制度，一跃而跨入了伟大的社会主义时代。藏历又重新回到藏族人民手中，过去的农奴也参加了今天的藏历编制工作。在人民政府的组织下，藏历工作者深入到有经验的农牧民当中广泛征求意见，剔除旧藏历中掺杂的宗教迷信内容，使藏历编制得更科学，更加适用于西藏地区的农牧业生产。如今，西藏地区除了和全国一样使用公历以外，古老的藏历也正在藏族人民的社会主义革命和社会主义建设中焕发着青春的光辉。

三、傣族天文历法简况

傣族自古以来就生活在我们祖国的西南边疆，是我国历史悠久、文化发达的少数民族之一。傣族与中原地区的汉族很早就有文化交流，因而，傣族的天文学，从早期开始就与汉族互相影响。例如，傣语中的五行的名称，就是汉语中的金木水火土的意思；傣族历法早就吸取了汉历的基本特点，将干支法使用于纪日、纪年，更为流行，直到现在仍很普遍。傣族人民不仅吸取了干支纪日、纪年的方法，而且在傣语中

六十干支的名称与汉语也有十分密切的关系，其中大部分是汉语的音译，有一部分可能是意译。傣族吸取汉族干支法的时间，据多方面考证，我们认为，大约在汉代前后。由此可以推断，早在汉代，傣族就有了较完整的历法。

傣族很早就创造了自己的文字，但由于种种原因，几乎很难找到傣族早期的天文学文献，因此要了解傣族早期的天文历法发展情况是较困难的。只是从傣历1166年以后，每年才有可靠的年历资料保存下来，并有介绍计算方法的苏定、苏里亚和西坦三种傣文历书。其中以西坦法最为精密。

解放前，傣族是受佛教影响较深的地区。随着佛教的传入，印度等地的历法知识也传到我国傣族地区。从此，傣族的天文历法知识也为佛寺所控制，颁布历书成为佛寺的特权。

现行傣历为阴阳历，它是吸取汉族历法以及印度历法的长处，结合了本民族的特点而创造的。现行傣历以公元638年3月22日为历元（为汉历唐贞观十二年戊戌闰二月二日辛巳），即为傣历零年。历元这一天，为傣历的七月一日辛巳（泼水节）。傣历规定一年长度为365.25875日，朔望月为29.530583日。（西坦法29.530588日。）傣历规定，当太阳进入白羊宫*

的那天为泼水节，即傣历新年。由此可知，傣历泼水节不与月相发生关系。据苏定、苏里亚法，它在傣历六月六日至七月六日之间变化。由于这个原因，傣历总是将六月放在每年的第一个月，作为正月，相当于汉历的十月。傣历年实际是恒星年，苏定、苏里亚还不知道恒星年与回归年的区别，所以长期使用之后，原来在春分日的泼水节，推迟到清明后十日。傣历1292年以后，逐渐改用西坦法。西坦认识到岁差的关系，采用恒定的十九年七闰法，将月份与季节保持不变，使泼水节与月份脱离关系。这一改革是一项很重要的进步。傣历平年十二个月，采用十九年七闰法。并规定单月30日，双月29日，闰月放在九月之后，也为30日。由于这样配合之后，月的长度仍比朔望月小，所以又隔一定的时间，在8月29日之后再加进一天，哪一年的8月为大月，也有一定的计算方法。傣历又习惯于把每个月分成上下两部分，十五日之前，从初一开始，称为上一日、上二日等等，十六日之后，称为下一日、下二日等等。傣历的初一和汉历的初一基本一致，但由于傣历定望不定朔，也由于采用平朔的原因，与汉历也有出入。根据傣族地区的特

* 古代巴比伦人为了研究日月五星的进行，曾将黄道所经天区自春分点开始，等分为十二部分，称为十二宫，自春分点开始，顺次为白羊、金牛、双子等。

点，将一年分为冷、热、雨三季。一至四月为冷季，五至八月为热季，九至十二月为雨季。在德宏傣族地区，也使用廿四节气注历。

傣族曾经通过使用较粗略的土圭，知道一年中各月日影长度变化的规律，也曾利用过日晷计时。傣族人民对于月相的观测是很精勤的，他们习惯于在每年七、八月的十五日，在太阳落山时，观测日、月是否都正好在地平线附近，用这个办法来判定月相是否安排得准确。傣族人民将黄道所经天区划分为二十七宿，又将黄道分为十二宫，将周天分为三百六十度，又将一度分为六十分，在研究日月五星及日月食位置时，通常用十二宫及黄道度数表示。傣历所使用的五星恒星周期，大都很精密，其中水星、金星的恒星周期与现代国际上通用的数值一致。傣历也有预报日月食的方法。

过去，傣历（苏定法）的某些基本数据是较粗疏的。后来傣族人民对它进行过几次较大的修改，其中傣历1300年前后的改历斗争既有明确的文献记载，民间也流传着生动的故事。这场斗争的胜利说明，进步的东西终将战胜落后保守的东西。

这次改革主要是以汉历中的十九年七闰法代替原有的近似于十九年七闰的闰法。原有的闰法，计算麻烦，既不规则，又很粗疏。改革后的历法，即西坦

法，计算方法进行了改革，对原有的一些基本数据也作了较大的修订。例如通过长期对月相的观测，发现已与天象不符，在推算积日数时，在保留原有历元的情况下，另外加进大约半天的修正值。对于行星和日月食的推算，也都作了修订。这些改革，都反映在西坦的历书中。

在傣族天文历法中包括有许多较先进的科学知识，但因时代的局限，也不可避免地掺进了一些封建迷信思想，例如占星术和算命活动。因此，在整理古代傣族人民对天文学的贡献的同时，对封建性的糟粕，也应给以适当的批判。

四、少数民族的宇宙概念

少数民族对宇宙和天上自然现象的看法，是很有趣的，其中反映了少数民族的生活习惯和各族人民之间的交流。

在云南地区社会发展较为原始的民族中，流传着关于天和地的神话。其中讲到：男人造天，女人造地，本来天和地应该造得一样大，由于男人喜欢打猎，把时间耗费在打猎上去了，结果把天做小了，而妇女却专心致志地把地做好。这样，地比天大，没法合起来，后来只好由一个力气很大的人把地挤小一点。所以现在这个地面成为凹凸凹凹的，有山梁和山

谷。在这个传说里毫无天尊地卑和男尊女卑的概念。

拉祜族认为天和地各有三层。佤族、傈尼族和基诺人都认为天地各有九层。战国时楚国的诗人屈原在《天问》里就写道：“圜则九重，孰营度之？”可见，汉族也曾经是认为天有九层的。据历史记载，楚国有个叫庄跻的人来到了云南，并将汉族文化传布到少数民族中去。九重天的说法提供了又一个证据，证明汉族和少数民族在文化上的交流是有悠久历史的。

在社会发展较快、早就进入封建社会的傣族地区，有天堂、人间、地狱这三个层次的说法。这说明，在阶级社会中，剥削阶级为了维护自己的阶级利益，便在宇宙的观念上打上了阶级的烙印。使用傣历的布朗族也深受这种影响，认为天地共有三层：最高处住神仙，中间住普通人，地底下住着罪人。这样就把天地和人分了等级层次。

在对太阳、月亮的看法上，社会发展阶段不同的民族也有很大的不同。汉族称日为太阳，就是把它看成阳性，而把月亮称为太阴，就是把它看成阴性。但有的民族，如傈尼族，却认为月亮是男性，太阳是女性。因此，他们对日食的解释是：月亮这个小伙子追太阳这个姑娘，追到了的时候就会产生日食。值得注意的是，他们已认识到月亮比太阳跑得快。

傈尼族和基诺族，从观测天象的经验中，已经认

识到月食总是发生在满月的时候。所以他们每到十五、十六这两天就要注意一下有没有月食。

在傣族民间长期流传的唱词抄本中，有朴素的关于天体认识的记载，认为太阳有七种颜色，燃烧温度很高。月亮表皮清亮，不发热。又认为日月直径差不多都是800公里，类似汉族古代的日月直径千里的说法。

少数民族的劳动人民也认识天上很多星星。例如基诺族认识猎户星座的腰带和佩剑，也就是参宿一、二、三和伐一、二、三六个星，他们称它为“白及少些”。傣尼族则称昴星团为“阿勾国章”（意为六个一团）。拉祜族、布朗族则把牛郎星称为扁担星。但由于云南地区夏天是雨季，不易看到星，因此，他们认识的有名的星都是冬季星座，夏季的星认识不多。同时，由于云南地处南方，因此他们对北斗星并不那么注意；我国北方各少数民族则不一样，如我国东北边境的鄂伦春族与发源于黄河流域的古代汉族，特别注意观察北斗星，用它来指示方向、辨别时间和判别季节。藏族牧民每个月都有几个或天组专门用于判定方向和时间、季节的星座。这些事实都表明，各少数民族人民察看星星的活动完全是与生产相联系的。

他们对异常的天象如流星、彗星也进行观测，但

并不意味着什么兆头。例如，傣尼人说流星是星星出嫁；基诺族则认为小伙子赶路，跑得特别快。认为彗星象美丽明亮的姑娘一样，并不认为预示任何灾难。只有受较发达民族影响的地方，才有彗星预示灾难的说法，可是并不十分相信。许多少数民族对金星附有一些好意的神话，如金星在东方地平线升起，就意味着天快亮了。这实际上也是用金星来定时间。

我国少数民族所分布的地域占我国领土总面积的百分之五十左右。各族、各地人民互相配合，共同作好天象的观测，对于丰富和发展我国的天文学，无疑是非常有意义的。

结 束 语

我国天文学的历史成就是十分辉煌的。仅从本书的简单介绍就可以看到，我国古代有世界上最早、最丰富的天象记录；产生了世界上最早的星表；在望远镜发明以前，我国已有世界上最优秀的天文仪器；我国比较精密的历法的产生也比其他国家为早，我国又有丰富多采的宇宙理论，总之，我国无愧为世界上天文学发达最早的国家之一。

从我国天文学发展的历史可以看出：

第一，天文学最早是在生产实践的基础上产生和发展起来的。正如马克思指出的：“计算尼罗河水涨落期的需要，产生了埃及的天文学。”（《资本论》）天文学和农牧业生产的关系极为密切。对于农业来说，较大规模的农业耕作，必须掌握四季的变化，摸清日照强弱、温度高低、雨量多寡、霜期长短等自然规律；对于牧业来说，也必须掌握寒来暑往、牧草滋生、畜群繁殖的规律。在远古的时候，人们往往直接观察自然界的物候变化以定农时，但是误差比较大；

长期的实践经验积累使人们认识到，按照日月星辰的运转来定农时，要准确得多，由此产生了天文学。其后，随着社会生产力的进一步发展，社会制度的变革，促使天文学也不断进步。

第二，天文学又是人类科学实验活动的一个组成部分。从原始时代起，天象观测就是我国古代人民用以判明四时和每天的时刻变化的主要实践。进入阶级社会以后，由于脑力劳动和体力劳动的分工，使得一部分人成了专业的巫、史、祝、卜，这些人往往兼任天文观测工作。进一步的分工产生了专业的天文学工作者。我国历史上出现了不少优秀的天文学家，如张衡、祖冲之、何承天、一行、沈括、郭守敬、徐光启、王锡阐等，他们密切联系群众，勤于科学实践，在天文学的各个领域里做出了出色的成就。我国历史上还有许多来自民间的天文历算工作者，和广大劳动人民一道努力钻研，在发展我国古代天文学方面做出了贡献。

第三，在天文学发展的整个历史上，始终贯穿着朴素唯物论与唯心论、朴素辩证法与形而上学，科学与宗教迷信的斗争。有人认为日月食、彗星出现，超新星爆发，甚至“太白昼见”，都是“不祥之兆”，这种把星象与人间祸福联系在一起的“天人感应”思想是发展天文学的障碍；相反，朴素唯物主义的自

观对于天文事业的发展是一种推动。在宇宙理论方面更是如此。唯心主义把宇宙本原归结为“道”、“玄”等意识性的东西；朴素唯物主义认为宇宙本原是物质性的“气”，并且以“气”的运动变化来解释天体的运行，星象的变化。在我国悠长的历史年代里，历法多次改革，也无一不是充满着两条认识路线的斗争。

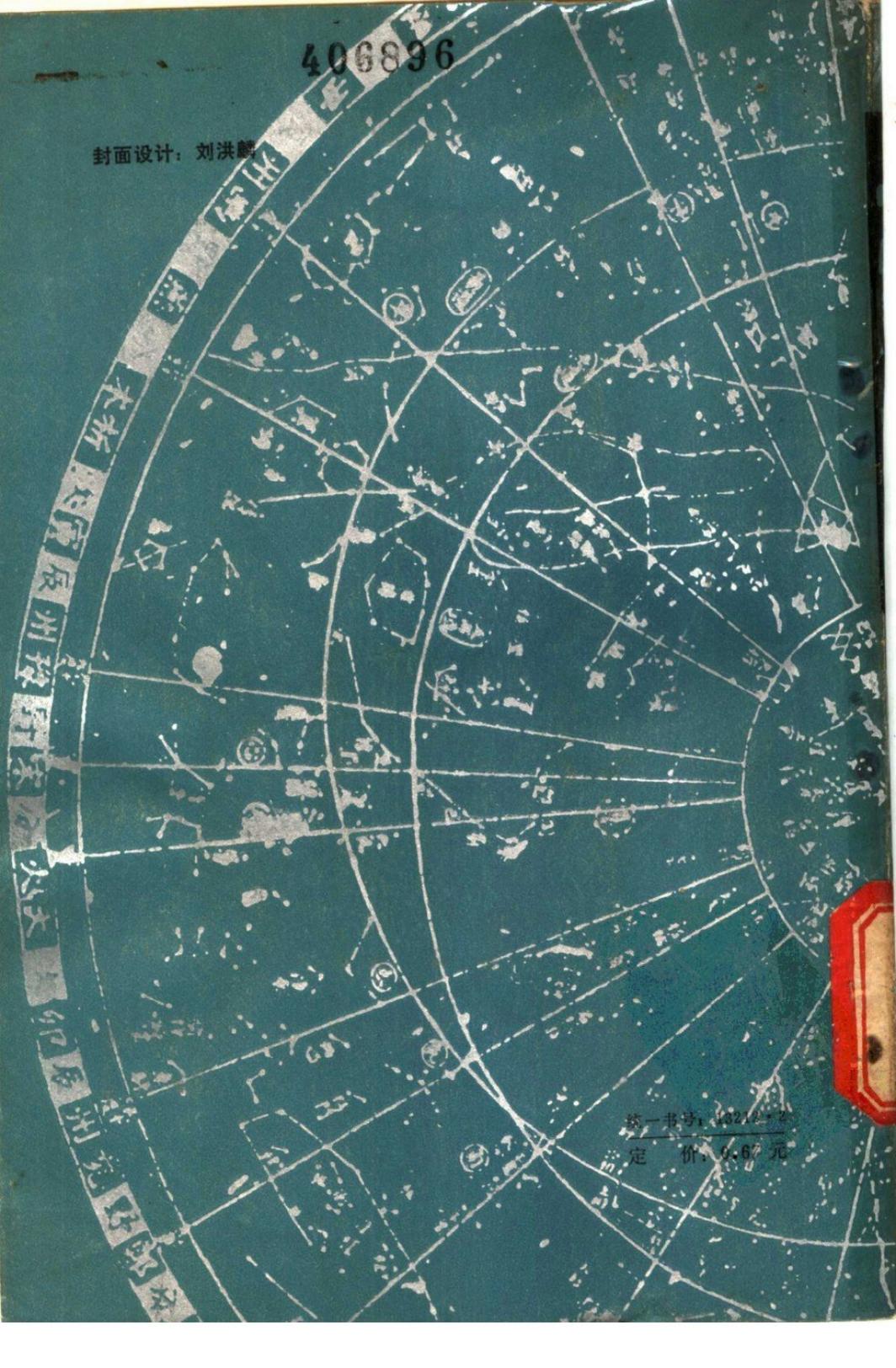
在十六世纪近代天文学诞生以前，我国天文仪器的制造，天象观测和记录，星图、星表的绘制，某些天文学理论研究等等，都居世界前列。但是，欧洲资本主义兴起，近代自然科学发达以后，我国经济、政治、文化、科学相对来说落后了，尤其是自1840年鸦片战争以后，我国沦为半封建半殖民地社会，在三座大山的沉重压迫下，我国自然科学、包括天文学在内更受到极大的摧残。直到解放，在毛主席和中国共产党的英明领导下，我国人民当家做主了，被国民党反动派摧残得奄奄一息的天文事业才又获得了新生。二十八年来，我国社会主义天文事业有了前所未有的发展。现在我国已兴建了几座新的天文台、站，建立了学科门类比较齐全的各个研究室，专业天文工作者的人数已激增至解放前的数十倍。我国自己编制了天文年历，世界时的测时精度已跃居世界先进行列。我们从无到有地在自己的天文仪器厂制造成功了象光电等高仪这样的具有自己特色的、跃居世界先进水平的仪

器。我们在白雪皑皑的珠穆朗玛峰地区观测过太阳辐射。我们在边远的新疆地区组织了较大规模的日全食和日环食的联合观测，等等。我国天文学进入了一个新的发展时期。

今天，华主席为首的党中央一举粉碎了“四人帮”，并向全党、全军和全国人民发出了要在本世纪末实现四个现代化，把我国建成一个伟大的社会主义强国的庄严号召，这就为我国天文学的发展排除了障碍，对我国天文工作者提出了新的要求。我们一定要在马克思主义指导下，认真研究整理我国古代天文学优秀遗产，虚心学习世界各民族的先进经验，努力使我国天文工作现代化；同时要努力工作，勇于创新，使天文工作更好地为工农业生产服务，在实现四个现代化的新长征中作出新的贡献。

406896

封面设计：刘洪麟



统一书号：4021·2

定价：0.67元

[General Information]

书名=中国天文学简史

作者=《中国天文学简史》编写组编

页数=209

出版社=天津科学技术出版社

出版日期=1979年10月第1版

SS号=11184541

DX号=000000911495

url=[http://book.duxiu.com/bookDetail.jsp?dxNumber=](http://book.duxiu.com/bookDetail.jsp?dxNumber=000000911495&d=5F0D830EED2F1D036EB88206291E4197&fenlei=1401010102&sw=%D6%D0%B9%FA%CC%EC%CE%C4%D1%A7%BC%F2%CA%B7)

[000000911495&d=5F0D830EED2F1D036EB88206291E4197&](http://book.duxiu.com/bookDetail.jsp?dxNumber=000000911495&d=5F0D830EED2F1D036EB88206291E4197&fenlei=1401010102&sw=%D6%D0%B9%FA%CC%EC%CE%C4%D1%A7%BC%F2%CA%B7)

[fenlei=1401010102&sw=%D6%D0%B9%FA%CC%EC%CE%C4%D1%A7](http://book.duxiu.com/bookDetail.jsp?dxNumber=000000911495&d=5F0D830EED2F1D036EB88206291E4197&fenlei=1401010102&sw=%D6%D0%B9%FA%CC%EC%CE%C4%D1%A7%BC%F2%CA%B7)

[%BC%F2%CA%B7](http://book.duxiu.com/bookDetail.jsp?dxNumber=000000911495&d=5F0D830EED2F1D036EB88206291E4197&fenlei=1401010102&sw=%D6%D0%B9%FA%CC%EC%CE%C4%D1%A7%BC%F2%CA%B7)

封面页

书名页

版权页

前言页

目录页

第一章 我国天文学的萌芽和早期的发展(从原始社会到奴隶社会)

一、中国天文学的萌芽

二、夏、商的天文历法知识

三、西周天文学的发展

四、奴隶社会末期——春秋时代的天文学

五、朴素唯物主义宇宙观对天命观的斗争

第二章 封建制度的建立和巩固促进了天文学的繁荣(战国时代至秦、汉)

一、关于宇宙本原的论争

二、天象观测的成就与特色

三、浑仪和浑象的创制

四、历法中的创造和改历中的斗争

五、丰富多采的宇宙理论

第三章 封建社会中期天文学继续发展(魏、晋至隋、唐、五代)

一、岁差现象的发现和祖冲之的历法改革

二、“平朔”改“定朔”斗争的重大胜利

三、唐代《大衍历》的成就

四、仪器制造和星图绘制

五、元气学说和宇宙理论

第四章 中国古代天文学的极盛时期(宋、辽、金、元至明初时期)

一、愈益精巧的天文仪器

二、日趋准确的天象观测

三、优秀的历法和空前规模的测地工作

四、航海天文学的应用

五、宇宙理论中唯物主义和唯心主义的斗争

第五章 封建社会末期和我国近代天文学(明初至清末)

- 一、封建社会末期的我国天文学概况
- 二、活跃的民间天文工作
- 三、围绕着哥白尼学说的斗争
- 四、帝国主义的侵略对我国天文事业的摧残
- 五、太平天国的历法改革
- 六、我国近代历史时期的宇宙理论

第六章 少数民族的天文历法

- 一、一些兄弟民族天文历法简况
- 二、藏族历法简况
- 三、傣族天文历法简况
- 四、少数民族的宇宙概念

结束语

附录页

封底