

修订版

基础科学与高新技术科普丛书

绚丽多彩 的 宇宙

——天文学与高新技术

湖北省科普作家协会组编

高布锡 主编

XUANLI DUOCAI DE YUZHOU

湖北科学技术出版社

图书在版编目（CIP）数据

绚丽多彩的宇宙——天文学与高新技术/高布锡主编.

湖北省科普作家协会组编, 武汉: 湖北科学技术出版社

, 2012.03

【丛书名】基础科学与高新技术科普丛书（修订版）

ISBN 978-7-5352-2105-6

《基础科学与高新技术科普丛书》(修订版)

编辑委员会

顾 问 曲 颖

主 任 夏 航

副 主 任 栗陶生 邓宗琦 蔡华东 刘洪峰
刘健飞

编 委 (按姓氏笔画排列)

龙 敏 刘 虹 刘声远 李小虎

李合生 李慎谦 余永东 陈 炜

张端明 周有恒 高布锡 景才瑞

执行主编 李小虎 李慎谦

《绚丽的宇宙》编写人员

主 编 高布锡

编写人员 李元杰 杨丕博 徐世忠 高布锡

出版说明

当今世界，社会高速发展，生活瞬息万变。人们正在从各种途径汲取营养，丰富自己，以求得多元的知识结构。世界科学技术突飞猛进，一个国家、一个民族在科学技术上不断进取，就可能实现社会经济跨越式发展。国人，尤其是背负着时代赋予重大责任的青年人，已清醒地意识到，科学技术知识蕴含着恰能开发他们担负起这种责任的巨大潜能，基础科学和高新技术知识便成为他们涉猎的热点。

正是为了满足人们对基础科学和高新技术的这种迫切需要，十多年前湖北省科普作家协会即组织数十位专家、教授，撰写了一套《基础科学与高新技术科普丛书》，并获得了湖北省科普创作一等奖；在其影响下，有的在管理岗位上健康发展，有的则成为科研之栋梁。随着时间的推移和科学技术的高速发展，广大读者迫切期望看到一套更及时更全面介绍新科学、新技术、新知识的丛书。深入实施《全民科学素质行动计划纲要》的需要及使命感，特别是在读者的感召下，我们重新修订、出版了这套《基础科学与高新技术科普丛书》（修订版）。

《丛书》（修订版）力图从科学发展观的高度把握当代科学的

最新成就和特点,通过精选、咀嚼、消化了的高新科技知识,使读者在了解新知识的同时,认识世界科技发展的趋势,激发全民的科技热情,以及对祖国、对民族的热爱和使命感。还特别注重于科学精神、科学思想和科学方法的介绍,企望以此引导人们改变传统的、陈旧的思想观念,确立新的科学理念,运用科学方法,启迪科学思维,激发创新活力。

全书文字表述力求通俗易懂、生动活泼,插图力求准确逼真,这一切都基本保持来了原书科学性、通俗性、趣味性的传统风格。

《丛书》(修订版)即将付梓印刷,我们倍感欣慰。与此同时,我们对在《丛书》策划、编写、修订、出版过程中,给予关心和支持的湖北省科学技术协会、湖北省财政厅和湖北省科普作家协会的领导深表敬意;对应邀担任《丛书》(修订版)编辑委员会顾问和委员的各位领导、专家表示深深的谢意;对付出辛勤劳动和智慧的各位作者表示衷心的感谢;对承担该书编辑、出版工作的出版社领导和编、印、发人员致以真切的慰问。

《基础科学与高新技术科普丛书》(修订版)编辑委员会

2011年12月18日

目 录

一、人类文明的起源·····	1
1. 从周公测景台谈起 ·····	2
2. 楚文化中的天文学 ·····	2
二、人类怎样认识了宇宙·····	8
1. 古代学者已知地是球形 ·····	8
2. 从八层天到地动说 ·····	10
3. 科学的独立 ·····	14
4. 走向形而上学 ·····	16
5. 宇宙的尺度 ·····	18
6. 星光还能告诉我们什么 ·····	21
7. 银河系与河外星系 ·····	24
三、万物生长靠太阳·····	27
1. 地球的第四环境 ·····	27
2. 无尽的太阳能源 ·····	31
3. 太阳炉灶的结构 ·····	33
4. 太阳黑子和耀斑 ·····	35
5. 太阳活动和磁暴 ·····	40

四、对太阳系的新探索·····	45
1. 小行星会撞击地球吗? ·····	45
2. 从彗木相撞得到的启示 ·····	50
3. 地球——上帝的宠儿 ·····	52
4. 系外行星 ·····	55
5. 空间航行与探索 ·····	58
6. 开拓人类的新边疆 ·····	59
7. 我国的航天事业 ·····	63
五、星空巡礼·····	67
1. 多姿多彩的恒星世界 ·····	67
2. 恒星漫长的一生 ·····	70
3. 密度惊人的白矮星 ·····	74
4. 脉冲星就是旋转的中子星 ·····	76
5. 恒星世界中最壮观的事件 ·····	79
6. 太空中的灯塔 ·····	81
7. 脉冲星的新贡献 ·····	84
8. 黑洞不黑 ·····	85
六、宇宙学与科学世界观·····	89
1. 天人合一的中华哲学 ·····	89
2. 大爆炸与暴涨宇宙学 ·····	90
3. 真实的无中生有 ·····	94
4. 重返无限的宇宙 ·····	96
5. 上帝不会掷骰子吗 ·····	98
6. 宇宙的归宿 ·····	100
7. 从八卦图到元极图 ·····	102
8. 科学的世界观 ·····	103
9. 暗物质和暗能量 ·····	105

一、人类文明的起源

远古时代,当生产活动逐渐由狩猎转向以农业为主的时候,人们需要知道准确的季节,因此一些智者开始观测天象,根据年月日的规律制定了最早的历法。据《史记·历书》中记载,远在黄帝的时候,就已设立了掌管天文的职位,羲氏家族可能是我国最早的天文学家。他们观测天象,测定日长,以确定冬至和夏至时间;结合物候,确定季节和节气;同时还要结合天象作占星学预报。我国最迟在殷商时就已采用干支记法,并确定了24个节气。我国古代长期采用的历法既考虑月相,又以回归年作为年的长度,被称为阴阳历。其他的文明古国,如埃及、巴比伦、印度以及南美的印加人也都留下了大量天文古迹,让后人去考察、解释和遐思。

中华民族是世界文明古国之一,有着优秀的文化传统。人类文明中,天文学是最早发展起来的学科之一。旧石器时代的生产方式是集体狩猎和采集,为了辨别方向和季节,开始了天文学的授时时代。在新石器时代,需要更多地观测天象、确定节气和时间,以便为农牧业生产服务,因此,天文学得到了进一步发展。

1 从周公测景台谈起

坐落在河南登封县告成镇的“周公测景台”，是闻名世界的古代天文台之一。周公旦是周武王的弟弟，曾主持过日影的测量，影即景字。如今，周公测景的土圭仍存。现在的观星台是元代天文学家郭守敬所建，圭表实际是由“圭”和“表”两部分组成，圭是水平方向一根直尺，表是垂直方向的直尺，表的上端有一小孔，阳光从小孔透出，投到圭尺的某一刻度处，可以给出当天正午时刻的日影长度。冬至时日影最短，太阳的高度最小，我国古代已用圭表测出一个回归年的长度等于 365.25 日，这也是古四分历的理论基础。

比《诗经》更早的史书《尚书·尧典》中记有：“乃命羲和，钦若昊天”；“历象日月星辰，敬授人时”；“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，以正仲冬”。鸟星即长蛇座 α ，“火”星即星宿二，虚星即宝瓶座 β 星，昴星即昴星团。我国古代以此四星来确定春夏秋冬四季节气，即每天日落黄昏后，观测鸟、火、虚、昴四星是否正处于南方天空，以判断春夏秋冬四季的开始和结束。羲和氏是当时的天文学家。羲和氏任天官可以上溯到夏代，《尚书·胤征》记载：“惟仲康肇住四海，胤侯命掌六师，羲和废厥职……，乃季秋月朔，辰弗集与房……，昏迷于天象”，即指夏代发生在天蝎座的一次日全食，由于羲和失职未作出预报而被处死，这次日全食是世界上最早的记录，详细时间待研究考证。

2 楚文化中的天文学

中华民族文明之一的楚文化，源于长江流域中游到江淮之间。楚文化中的天文学渊源流长，史料极为丰富，在我国天文学史中

有极其重要的地位。

(1)从屈原的《楚辞》说起

从天文方面来讲,《诗经》代表了中国北方文化,《楚辞》代表了中国南方长江流域一带的文化。1942年9月在湖南长沙子弹库一座楚墓中出土了一帛书,称《长江子弹库楚帛书》,此帛书现存于美国大都会博物馆,可能是公元前3世纪的作品。楚帛书一开始就说“炎帝乃命祝融”,祝融是火神,祝融的后代有一支即羲和氏。楚帛书是占星学一类的书。在天文学的初创阶段,科学孕育于神学之中。楚帛书里已讲到以日月四时的交替来推算一年的天数。楚帛书的乙篇中说到了彗星,以及月亮运动有时快,有时慢。若不是经过长期的观测,是不会发现月亮运动有快慢之别的。

(2)历法和岁星记年

岁星记年起源于春秋时代。当时发现木星每十二年运行一周天,将一周天分为十二等分,叫做十二次,木星每年运行1次。这十二次又正好与十二地支(又叫十二辰)相配合。这样以木星来记年,称木星为岁星。屈原在《天问》中写到:“天何所沓?十二焉分?”这里的十二即是指十二星次。十二星次的排列方向与木星的运行方向是一致的,并以北斗星斗柄的指向作为十二次的起点。

古代将天赤道分为十二等分,即子丑寅卯辰巳午未申酉戌亥,又称十二辰,秦代以后称为十二地支,将子的方向定为正北。它的排列方向与木星运行方向相反,于是就假想一个天体叫太阴,岁星与太阴运行方向相反,但都是十二年运行一周天,太阳每年运行一个辰。将十天干(甲乙丙丁戊己庚辛壬癸)与十二辰配合,即是干支记法。

《史记·历书甲子篇》是现存我国古代最早的一部完整历法。近人张汝舟认为《甲子篇》就是《殷历》,《历书·甲子篇》当时是楚国中秘之书,《殷历》是楚国实行的历法,是楚国的宝书,自此以后,岁星记年法改为干支记年法。

(3) 三垣、四象及二十八宿

屈原的《九歌》中提到了许多星的名字。为了确定天象,我国古代将全天恒星分区,接近极星、四方星及黄道带星划分为三垣、四象及二十八宿。三垣即:紫薇垣、太微垣和天市垣。

二十八宿又分为四官,四官和二十八宿为:

东官苍龙:角、氏、亢、房、心、尾、箕;

北官玄武:斗、牛、女、虚、危、室、壁;

西官白虎:奎、娄、胃、昂、毕、参;

南官朱鸟:井、鬼、星、柳、张、翼、轸。

紫薇垣相当于皇帝居住的地方,类似于紫禁城,它包括天极附近的拱极区,太微垣包括室女座、后发座、狮子座等,相当于大臣居住的地方。天市垣包括蛇夫座、武仙座、巨蛇座、天鹰座等,相当于天上的集市。

我国古代将天赤道(或者黄道)分作三百六十五度又四分之一,平均太阳每天走一度。1978年,在湖北随县擂鼓墩曾侯乙墓出土两个漆箱,其中一箱上绘有青龙、白虎,中间是一个大的“斗”字,在斗字周围是二十八宿的名称,可见四象与二十八宿的相配是由来已久的(图1-1)。

(4) 恒星及行星观测

相传楚国天文学家甘德著有《天文星占》,魏国天文学家石申著有《天文》,即恒星星表。据英国著名科技史学家李约瑟在《中国科学技术史》第四卷中,从《开元占经》统计,甘德的星表包括赤道以北76个星宿,计281颗星,赤道南42个星宿,计230颗星,共计511颗星。石申星表有809颗,后人统称它们为《甘石星经》,遗憾的是已遗失。

楚人对包括二十八宿和北斗的恒星进行测量,是为了观象授时。战国时代的《歌冠子》一书中记有:“斗柄东指,天下皆春”;“斗柄南指,天下皆夏”;“斗柄西指,天下皆秋”;“斗柄北指,天下皆冬”,即是古人以北斗七星的斗柄方向来判断季节。



图1-1 湖北随县出土的四象和二十八宿图

《甘石星经》中对五大行星的视运动描述,可以从《开元占经》中了解到。长沙马王堆三号汉墓出土的《天文气象杂占》及《五星占》,无疑是集楚人对五大行星观测之大成,使我们知道古人观测彗星十分仔细,绘出了许多彗星的形态图。马王堆帛书《五星占》中记载了对5个行星的观测,从秦始皇元年到汉文帝三年共70年(即从公元前246年到公元前177年),这说明此时楚人的天文观测水平已达惊人的程度。譬如有人认为甘德在战国时代发现了木卫三,若果真如此,这将比伽利略用望远镜在1610年发现木卫三要早1900多年。

由于楚人勤于观测,并且观测记载详实可靠,使近人根据对《五星占》的观测资料的考证,解决了汉初的岁星纪年问题一大悬案,弄清楚了岁星纪年法是创立于公元前4世纪初,这为年代学解决了一个难题,也提醒人们在使用春秋以前的史料时,如果碰到年代问题,需要小心谨慎。

(5) 宇宙论

我们从屈原的《天问》中可以看到楚人的宇宙论。《天问》中一开始就问:“遂古之初,谁传道之?上下未形,何由考之?冥昭瞢暗,谁能极之?冯翼帷像,何以识之?明明暗暗,惟时何为,三阳之合,何本何化?”这里屈原提问:最初的远古的事情,是由谁传下来的?这里提出了宇宙的起源问题。接着又问,那时天和地还没有形成,是一片混沌,日夜不分,只有大气在运动,谁又能说得清楚?在屈原看来,天和地、白天和黑夜都是阴阳二气相互作用的结果,它们从哪里来?又是如何变化的?

“圆则九重,孰营度之?惟兹何功,孰初作之?干维焉系?天极焉加?八柱何当?东南何亏?九天之际,安放安属?”这是问,天有九层,是谁测量营造的?它有什么用处?天极要放在什么地方?天像车毂用绳子拴在什么地方?八根柱子如何顶得住?天的东南角何以倾塌?九重天的边缘又放在什么地方?屈原对“盖天说”提出了一系列的问题,看来屈原对盖天说持着怀疑态度。

盖天说是大约形成于周代初期的宇宙结构模型。盖天说认为天圆地方,天有九层,日、月、行星和星辰分别分布在九层天的不同层次上,九层天像车轮子一样地转动,所以,日、月、行星和星辰即能显示出东升西落,又能各自前进后退作不同的运动。开始盖天说还能自圆其说,后来人们发现了很多不能用盖天说来解释的天象,例如屈原所提到的那些问题,但成书于汉代初期的《淮南子·天文训》仍坚持天圆地方的盖天说。

以后人们发现愈向北走,北极星愈高,向南走,则愈低。如果地是平的,就不该出现这种现象,不论是在什么地方,北极星都应当是一样高。于是提出了第二次盖天说,认为“天像盖笠,地法覆盘”。经过修正了的盖天说认为地像是倒过来的盘子,认为地是拱形的。这种看法已经向地是球形前进了一大步。在《晋书·天文志》中引东汉蔡邕所说的“周髀,髀股也,股者表也,其言天似盖笠,地法覆盘。”由此看来,在战国至汉初,人们的宇宙结构论还是第一次盖天说。

我国古代的宇宙结构论,除盖天说以外,还有浑天说和宣夜说。这三种宇宙论各有长短。虽然它们都没有反映出宇宙的真实结构,但在人类对宇宙的认识上,逐渐从神学的束缚中解放出来了。

二、人类怎样认识了宇宙

现在许多人都知道大地是球形,知道地球围绕太阳转等等许多基本天文常识,有些人甚至还知道银河系、黑洞等等一些更高深的知识。然而对每个人来说,渊博的知识是重要的,学会怎样思考和运用自己的知识则是更加重要的。在这一章中我们将介绍人类是怎样认识了宇宙,人类是怎样通过自己的观察,通过思考 and 对比,提出假说来解释一些现象;在发现了矛盾之后,又怎样改正理论……逐渐使我们对宇宙的认识愈来愈深刻,愈来愈接近本质。希望通过本章的介绍,使读者能够在了解天文学发展历史和一些最基本的天文常识的同时,对正确进行科学研究和认识事物的方法有所启发。因此希望读者在阅读本章时,能够仔细思考每个阶段所发现的事实与理论的矛盾,科学家们又是怎样予以解决,又怎样运用理论推出新的结果。

1 古代学者已知地是球形

古代人类对壮丽雄伟而又无情的自然界还不了解,只好用人格化的神来解释自然现象。统治者为了巩固统治,也利用迷信来

愚弄人民。许多古代的天文学家常常进行着占星术的工作。然而有些学者并不满足于迷信,他们开始探寻自然界的形态和变化规律。我们所居住的大地是什么样子的?站在高处向四野进行观察,很容易得出大地是平的这样一个结论。我国自古也流传有“天圆地方”的说法。图 2-1 是公元前 6 世纪时古希腊哲学家泰勒斯所想象的宇宙结构。

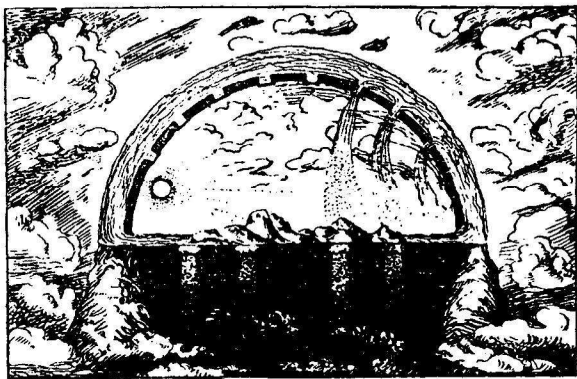


图2-1 古代人所想象的宇宙结构

然而古代人在海上航行时发现,远处的来船总是先看到桅杆,然后才看到船身,若大地是平的,应该一开始就看到整条船,而不只是船的上部。这使人们很自然的想到,大地应该是个凸形的球形。此外,一个旅行者由北方向南方走,会看到北极星的高度愈来愈低,若大地是平的就不会发生这种现象。公元前 6 世纪,擅长于数学的毕达哥拉斯,在建立自己的宇宙体系时,首先提出了大地是球形的学说。他注意到,太阳、月亮看起来像是圆的,因而想象大地也应该像日月一样,是个球形。毕达哥拉斯认为太阳、月亮、地球、五大行星以及恒星是分别固定在直径不同的透明球面上。月亮总以固定的一面朝向地球,便是月亮固定在透明球面上的最好证明。这些透明球都围绕一个固定的“中心火”旋转,这

个中心火我们不能看到。毕达哥拉斯用这些透明球的不同的旋转运动来解释天体的运行。毕达哥拉斯关于地是球形以及天体运行的概念对以后的学术发展有巨大影响。

长期的天象观测,使人们进一步思考宇宙的结构。人们注意到,月亮的盈亏与月亮和太阳的角距离有关,而且月亮看起来总是那么大,这说明月亮是围绕地球转动的,为什么月蚀总是发生在朔,日蚀总是发生在望,这说明太阳比月亮远,月蚀的发生是由于月亮进入到地球的影子,日蚀的发生是由于月亮遮住了太阳的光辉。公元前4世纪,古希腊思想家亚里士多德进一步提出了“地是球形”的证据。他写到:若大地是三角形或四方形,为什么月蚀时地球在月亮上的影子是圆形的呢?显然三角形或四方形的物体是不会显出圆形的影子的,只有球形的物体才会总是有圆形的影子。

公元前250年,埃及学者埃拉托尼发现在夏至正午时光直射塞尼城的井底,再观测同日中午时亚历山大城日光的影长,算出日光与垂线所成角度为一个圆周的 $1/50$,即 7.2° ,因此按照地是球形的学说可知塞尼城和亚历山大城对地心的张角也等于 7.2° 。埃拉托尼由埃及地藉地图上量出两城距离为5000古埃及尺,一古埃及尺等于157.7m,从而算出地球半径为6267km。这个数字与现代测量求得的地球平均半径6371km惊人地接近。尽管可能纯属偶然,但埃拉托尼以子午线弧长测定地球大小的功绩永不可没。

到了1519年麦哲伦率领由5只舰、200多人组成的庞大西班牙探险队,由圣卢卡出发越过大西洋到达美洲,1521年由东向西越过太平洋,到1522年第一次完成了人类的环球航行,直接证明了地是球形。地理大发现使欧洲的统治者和资产阶级向外扩张、殖民和掠夺,同时也带来了经济的发展和科学及文学艺术的繁荣。

2 从八层天到地动说

亚里士多德在毕达哥拉斯学说的基础上,提出了自己的宇宙