

小海豚科学丛书



斗转星移话时间

赵世英 著



浙江少年儿童出版社

小海豚科学丛书

◆天文辑◆

主 编 章道义

副 主 编 陈天昌

本辑主编 卞德培

斗转星移话时间

赵世英 著



浙江少年儿童出版社



一、珍贵的时间	1
1. 在时间的长河中	1
2. 时刻和时间间隔	4
3. 从立杆测影说起	5
4. 24 小时等于 360°	9
5. 春分点和恒星时	11
6. 真太阳时和平太阳时	15
7. 不要忘记“时差”	17
8. 地方时和经度	19
9. 区时和北京时间	20
10. 国际日期变更线	25
11. 计时器的发展	27
12. 准确时刻是怎样来的	33
13. 地球自转也是不均匀的	35

14. 精确的原子时	38
15. 广泛需要的时间服务	40
二、严格的历法	43
1. 历法的渊源	43
2. 日、月、年	46
3. 阴历、阳历和阴阳历	49
4. 我国历法中独有的二十四节气	56
5. “干支纪法”的功绩	62
6. 我国古代历法的辉煌成就	66
7. 我国兄弟民族历法简介	73
8. “星期”和“礼拜”	75
9. 现代中国历法的权威著作	76
——《中国天文年历》	
附表	78



一、珍贵的时间

1. 在时间的长河中

斗转星移，古往今来，我们生活在永恒的时间长河之中。时间属于你，属于我，属于我们每个人，属于宇宙间的万物。时间无声无色，看不见，摸不着，极其重要，又极易丢失。那么，什么是时间呢？马克思主义的哲学为我们正确地认识时间本质开拓了一条坦途。时间和空间都是运动着的物质存在的基本形式。我们至今所认识的形形色色的物质世界，不论是宏观宇宙，还是微观粒子，从天体和天体系统，到原子或生物细胞，物质都是处于不停的运动和演化之中。人的认识也就是探索物质世界无限多样的运动和演化形式。

“宇宙”这个词你一定不陌生吧？可是，人们又往往被宇宙的内涵所困惑，常常感叹：宇宙有多大？有没有边际？宇宙是什么时候诞生的？宇宙中的物质是从哪儿来的？宇宙在时间上有没有起始和终点？我们祖先早在战国时代就对宇宙一词有明确的解释。商鞅的老师尸佼就指出：“四方上下曰宇，往古来今曰宙。”这就是说，“宇”表示的是东西南北上下六个方向，即表示空间。“宙”表示的是过去、现在和将来，即



表示时间。进入 20 世纪以来,由于人类科学技术的迅猛发展,天文观测手段出现一次又一次的革命性进展,科学家们已观测到了上百亿光年的宇宙空间,了解到天体上百亿年的演变。现代宇宙学就是从宇宙的整体上研究大尺度的时空性质、物质运动和演化规律,这是当代天文学中最活跃的前沿阵地之一。

在现代宇宙学的诸多学说中,大爆炸宇宙学影响较大。按照这个学说的观点,我们今日看到的宇宙年龄大约有 200 亿年了。大约在 200 亿年前,在一个致密而炽热的奇点发生了惊人的热大爆炸,爆炸后它迅速膨胀,逐渐演化,形成了我们今日的宇宙。按照这个观点描绘出的物质时空演化图景,宇宙时标就应如下表:

大爆炸宇宙学的宇宙时标

宇宙时	时代	事 件	从现在往以前计时
0	奇点	大爆炸	200 亿年前
1 秒	轻子时期	电子—正电子对湮灭	200 亿年前
1 分	辐射时期	氢和氦(dào)的核合成	200 亿年前
1 周		辐射热化	200 亿年前
1 万年	物质时期	宇宙变成物质为主	200 亿年前
10 亿~20 亿年		星系开始形成	180 亿~190 亿年前
41 亿年		第一代恒星形成	159 亿年前



宇宙时	时代	事 件	从现在往以前计时
152 亿年		我们太阳系的 母星际云形成	48 亿年前
154 亿年		太阳系行星形成	46 亿年前
161 亿年	太古代	最老的地球岩石形成	39 亿年前
170 亿年		地球上微生物形成	30 亿年前
180 亿年	元古代	地球上富氧大气发展	20 亿年前
190 亿年	古生代	地球上宏观生命形成	10 亿年前
198 亿年		地球上爬行动物出现	2 亿年前
198.5 亿年	新生代	地球上出现恐龙	1.5 亿年前
200 亿年		地球上出现人类	200 万年前

奇妙的时间和空间都是不以人的意志为转移的，是客观存在的。人的一切活动都是在一定的空间和时间中进行的，人的一生只是宇宙永恒的时间中非常短促的片刻。“时间好比河中水，只能流去不流回。”这是时间的普遍特性，说明时间的不可逆性，也说明了时间的珍贵性。一切事物的前后时序都是由时间流程的一维性决定的。你看，这句大家都熟知的谚语对时间的特性揭示得多么深刻。

办任何事情都需要时间，而时间又不能积攒，时间供给是没有弹性的，买不到，借不着，租不上，总之是绝对定量供应的。美国物理学家富兰克林说：“你珍惜生命吗？那么你就别浪费时间，因为时间是制造生命的原料。”在我们的生命



进程中,时间默默地伴随着我们,和我们形影不离,它注视着我们,鞭策着我们。无数历史事实一再告诉我们,更有效地利用时间,就等于节省了时间,也就是延长了人的生命。否则,正如莎士比亚的名言:“放弃时间的人,时间也会放弃他。”

2. 时刻和时间间隔

“火车票是什么时间的?”“电影放映多长时间?”……这些恐怕是日常生活中经常遇到的问题。它们的时间意义人人皆知,前者是时刻的概念,也就是指在时间的长河中某一瞬间的一个特定点;后者是时间间隔的概念,也就是指在时间的长河中的某一段时间。可以看出,这两个概念既有区别又有联系,都是时间计量的具体方式。

这两个时间计量的基本概念不仅日常生活中随时都在应用,同时在社会各个方面到处可见。时间是基本物理量之一。当今的时代,科学技术飞速发展,人们称当代为“速度的时代”。“速度”对人类来说意味着什么呢?意味着争分夺秒的进步和发展,意味着亿万人民的智慧和力量,意味着最大限度地应用时间。人们常说:“时间就是金钱,效益就是生命。”这就道出了当代人的生活和生产节奏的加快;同时,这也就要求提供准确时刻的精度越来越高,提供准确时刻的方法和手段越来越有时代感。时刻和时间间隔都是以同样的时间单位——年、月、日、时、分、秒来具体表述的。



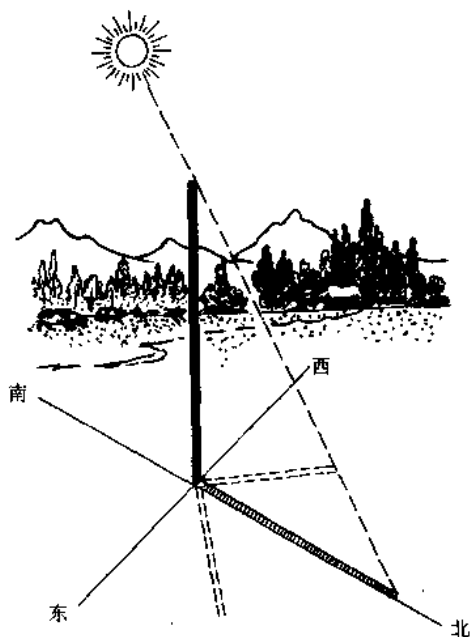
3. 从立杆测影说起

白天和黑夜的循环自然是人类最早建立起来的时间概念。“日出而作，日没而息”中的“日”应该是最早形成的时间度量标准。早在原始社会，人们在劳动和生活过程中，头脑里逐渐产生了周期性和简单的数的概念，人们把计“日”和简单的计数结合起来，从传说中的“结绳记日”和“刻木记日”就可以推想当时的情况。在解放初期，我国一些少数民族的习俗中，还可以见到类似的记日法，如独龙族结绳记日、佤族刻竹记日等。



古人刻木记日，结绳记日

立杆测影，就是根据物体在太阳光照射下形成的影子，以影子和太阳相对位置的变化，来判别方向、测定一日的时刻、测定一年四季。我国《周髀算经》一书中曾记载，在夏代（约公元前 21 世纪～前 16 世纪）就创立了立杆测影的方



立杆测影

法，最原始的天文测量仪器就是土圭。垂直于地面的杆称作表，地面上与表杆成 90° 的尺杆为圭。它是人类认识史上的一大创举。随着人类认识的不断深入，立杆测影法也在不断地发展。综合起来，大致情况如下：

(1) 我们知道，杆影和太阳的方位相差 180° 。一天里，杆影的长度和方位都在变化，正午时，太阳位置最高，杆影最短，太阳所在的方位为正南方，杆影的方向为北方。上图中垂直于南北方向的线，就是指向东西方向的线。这样就测得了南北方向线，也能推出东西方向线。最重要的是南



古代利用土圭測影定节气

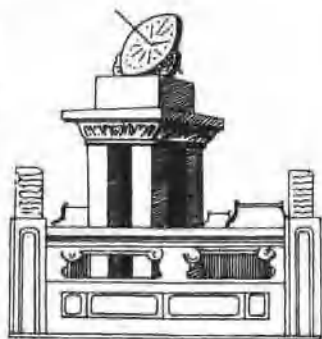
北方向线,它既有方位定义,又有时间内涵。

(2) 以杆影测定时间,主要是根据杆影一日内的方位变化,杆影最短时为正午,古人称为午时,民间俗称为晌午;再根据杆影的长度和角度的变化,定出午前和午后的时刻。日晷就是在这个基础上发展起来的一种计时器。



(3) 就同一个地方来说，一年里太阳正午时的高度是不断变化的，冬至时最低，杆影最长，夏至时最高，而杆影最短，春分日和秋分日的杆影长度在冬至日和夏至日的中间。从冬至日(或夏至日)再到下一个冬至日(或夏至日)，就可以定出一个太阳年的周期。

我国古代的圭表就担负着这种测量任务。表是一个垂直立在地面上的杆子(或石柱)，圭是放在表杆底部正北的一根水平尺，用玉石或铜制成，表和圭互相垂直。从水平尺上可以测出正午时表影的长度。圭表曾在天文学史上起过极其重要的作用。现存于南京紫金山天文台的圭表是明代正统四年(1439年)制造



赤道式日晷



现存于紫金山天文台的明代圭表



现存于河南登封的元代观星台

的。现存于河南登封的观星台，由元代天文学家郭守敬设计建造，它的整体建筑就是一个圭表。北京古观象台也保存有圭表。

4. 24 小时等于 360°

一昼夜为 24 小时，一个圆周为 360° ，这两者似乎是风马牛不相及，它们之间有什么联系呢？这需要从天空说起。

仰望天空，你会感到天空像一个巨大的半球形穹顶笼罩在我们的上空。不管你走到何处，天空都好像一个半球形，你仿佛始终处于半球形的中心。日月星辰都似乎在这个半球上由东往西运动。不难想象，如果把地平线下面的半球合起来，自然就像一个完整的球形，所有的天体仿佛都点缀在这个球面上。我们就把这个想象的大球叫天球。当



然,实际上根本没有这样一个实在的球体。日月星辰与我们的距离都比较远,而且是千差万别,我们眼睛绝对不能直接分辨出它们与我们距离的差异,能辨别的只能是投影的方向。然而,虽然实际上没有这个实在的球体,但是天球概念完全符合直观感觉。因此,借助天球这一抽象的辅助工具,确定天球的参考坐标系,确定天体的视位置和视运动是很科学的,可以解决许多人类实际生活和工作中的问题,有广泛的应用价值。

对于地面上的观测者来说,天球的中心就是观测者的眼睛(或观测仪器上的某个特定的位置)。天体的东升西落现象,就是由于地球自西往东自转造成的。这正像我们坐在东去的列车上,似乎感觉不到火车在奔驰,却看到窗外的景物由东往西迅跑。看起来天球由东往西的旋转,叫天球的周日视运动。一般说来,地球自转一周大约是 24 小时,也就是转过 360° ,天球的周日视运动当然也是 24 小时转过 360° ,可见 24 小时和 360° 是描述天球周日视运动的两种不同的方式。因而,可以说 24 小时等于 360° 。

小时的概念是古代埃及人创造的。起初,古埃及人把白天划分为 10 个小时,夜晚划分为 12 个小时。然而由于四季的变化,一年中白天和黑夜的长短变化很大,小时的长短差异很大,极不方便。后来,古埃及人把昼夜变化一次均匀地分为 24 个小时,每小时分为 60 分,每分分为 60 秒,一直沿用到今天,成为人所共知的时间计量单位。我国古代自西汉时代起用 12 个时辰计时。即子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥,将一昼夜分成 12 个时段。唐代以后,将每



个时辰又分为“初”和“正”两个小区间。比如,子时分为“子初”和“子正”,丑时分为“丑初”和“丑正”等等。由此可见,12个时辰也含有24小时的意义。另外还规定半夜为子时,也就是一天的开始和结尾。子时相当于23时到第二天的1时,子初为23时到零时,子正为零时到1时。午时相当于白天11时到13时,午初为11时到12时,午正为12时到13时。

360° 是从古巴比伦人对天球周日视运动的划分而来的。他们把一昼夜划分为六更,每更又分为两个小时,每个小时又分为30分,即一昼夜为12个小时,共合360分。太阳一周天的视运动为360分,从而得到圆周长为 360° 。因此,表示度的符号意指太阳的形象。古巴比伦人的日晷就是将圆周分为12个大格,再细分为360个小格。总体上说,也就是 $24\text{小时}=360^\circ$, $1\text{小时}=15^\circ$, $1\text{分钟}=15'$,或者 $1^\circ=4\text{分钟}$, $1'=4\text{秒钟}$ 。

天文学中常常用时、分、秒单位表示天球的周日视运动 and 天体的坐标量。

5. 春分点和恒星时

既然天球均匀而有规律的视运动可以作为测量时间的依据,那么,天球上有没有测量的起算原点呢?回答是肯定的。比较常用的就是春分点和太阳。

我们都知道,春分是二十四节气之一,所谓春分点则表

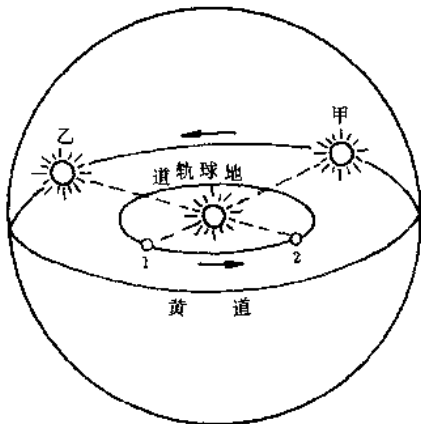


示太阳在天球上的一个特定的位置。关于这一点，还必须从天球上的黄道和天赤道说起。

什么叫黄道呢？

关于这个问题，曾有两个好学的青年学生为此展开辩论：一个说黄道就是地球的轨道，另一个则说黄道是太阳的轨道。究竟谁说的对呢？应该说都不对。

为什么呢？我们知道，地球是绕太阳运



黄道与地球轨道

动的，但是我们感觉不到地球的这种运动，经过长期的观察，我们会发现太阳好像在天球上慢慢地由西往东改变位置。从上图中可以看出，当地球在轨道上1的位置时，从地球上看到的太阳投影在天球上甲的方向。当地球运行到2的位置时，从地球上看到太阳投影在乙的方向。可以以此类推下去。当然，实际上太阳的这种方位变化完全是地球绕太阳运动引起的。我们就把从地球上看到太阳中心在天球上视运动的轨迹叫黄道。从图中不难看出，前面介绍的两位青年学生都错在哪里了吧！首先，黄道和地球轨道两者都在同一个平面内。但是，黄道根本不是太阳真运动的轨道。同时，黄道也不是地球的轨道。因为地球轨道是有一定的大小和形状的，它在空间的具体位置是由特定的轨道要



数确定的。

因此，太阳在天球上与众恒星不同。由于地球自转引起的太阳东升西落的现象，这是太阳的周日视运动；与此同时，还由于地球绕太阳公转运动，从而形成太阳在恒星背景上由西往东移动，每天由西往东移动大约 1° ，每年巡天一周，这就是太阳周年视运动，也就是太阳在黄道上连续变化一周。毛泽东在《七律 送瘟神》诗中有“坐地日行八万里，巡天遥看一千河”的诗句，就形象而浪漫地描述了地球的这种运动。

黄道是天球上非常重要的天区。在天球上，沿黄道两侧各 8° (共 16°) 的一条带形天区，叫黄道带。从地球上看去，太阳、月亮和主要的行星都在黄道带内运行。古人为了表示太阳在黄道上的位置变化，把黄道内的恒星分成 12 个天区，从黄道上的春分点算起，每 30° 为一宫，共十二宫，统称为黄道十二宫。太阳每月穿过一宫。黄道十二宫依次为：双鱼宫、白羊宫、金牛宫、双子宫、巨蟹宫、狮子宫、室女宫、天秤宫、天蝎宫、人马宫、摩羯宫、宝瓶宫。

天球似乎绕一根假想的轴在均匀地运动着。这根轴叫天轴，天轴通过天球的中心，从地心天球的观点来看，地球中心就是天球的中心（见下页图）。若从地面天球的角度看，天轴与地轴平行。两种天球概念建立起来的天轴，在无限延长出去以后，实际上都与天球相交于两个相同的点：地球北极指向的一点叫北天极，地球南极指向的一点叫南天极。通过天球中心和天轴垂直的平面叫天赤道面，天赤道面与天球相截的大圆，叫天赤道。