

# 科技史文集

第 6 辑

KEJISHI WENJI

## 天文学史专辑(2)

- 论我国的百刻计时制
- 我国地理经度概念的提出
- 《周易·丰卦》中的黑子记载
- 王充及其《论衡》中的天文学思想
- 张衡的天文学思想
- 陈卓和甘、石、巫三家星官
- 宇宙岛之争
- 关于中、朝、日历史上北极光记载的几点看法  
——兼论中、朝、日历史上的北极光年表
- 历史上的北极光与太阳活动
- 中、朝、日历史上的北极光年表  
——从传说时代到公元1747年

上海科学技术出版社

# 科技史文集

第6辑

---

天文学史专辑(2)

中国天文学史整理研究小组编

上海科学技术出版社

科技史文集(六)

天文学史专辑(2)

中国天文学史整理研究小组编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海中华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 9.5 插页 3 字数 225,000

1980年8月第1版 1980年8月第1次印刷

印数 1—2,500

## 出 版 说 明

《科技史文集》是供发表科技史研究成果,整理介绍有关文物、史料,开展学术讨论,反映国内外对科技史研究动态的园地。

本文集是一种不定期连续出版的丛刊,根据内容分为分学科的专辑和多学科的综合性文集两类,统一按出版顺序依次编号。多学科的综合性文集由中国科学院自然科学史研究所主编,各专辑则分别由各有关单位或有关编辑机构主编。本文集收编本国作者的工作成果和著述。

欢迎从事和关心科技史研究工作的同志积极提供意见、建议和稿件,以便使这项工作能更好地为加速实现我国科学技术现代化作出贡献!

上海科学技术出版社

1979年9月

## 目 录

- 论我国的百刻计时制 ..... 阎林山 全和钧 (1)
- 我国地理经度概念的提出 ..... 厉国青 刘金沂 裔培荣 (7)
- 《周易·丰卦》中的黑子记载 ..... 徐振幅 (10)
- 王充及其《论衡》中的天文学思想 ..... 邓文宽 (14)
- 张衡的天文学思想 ..... 陈久金 (23)
- 陈卓和甘、石、巫三家星官 ..... 刘金沂 王健民 (32)
- 宇宙岛之争 ..... 翁士达 (45)
- 关于中、朝、日历史上北极光记载的几点看法  
——兼论《中、朝、日历史上的北极光年表》 ..... 戴念祖 陈美东 (56)
- 历史上的北极光与太阳活动 ..... 戴念祖 陈美东 (69)
- 中、朝、日历史上的北极光年表  
——从传说时代到公元 1747 年 ..... 戴念祖 陈美东 (87)

# 论我国的百刻计时制

阎林山 全和钧

漏壶也称刻漏,是我国沿用几千年的计时仪器。它利用容器(壶)中水(或沙、水银)流出的量来表示所经过时间的长短,把昼夜均分为100个等分,即百刻,用来计量时刻和时间,这是我国古代计时制的独有特点。

我国古代使用的百刻计时制,对于社会生活、生产和自然科学尤其是天文学的发展,起了远比西方使用的不等时制(不均匀分划的钟点)要大得多。与此相反,其他古代文化中心如古埃及、罗马、阿拉伯和欧洲国家所用钟点的长短,随季节变化而改变。他们不考虑昼夜长度的变化,把24小时规定为昼12小时、夜12小时,在民间一直使用到14世纪机械时钟出现后,才改为24小时等时制。

本文拟对我国独创的百刻计时制昼夜长短比适用的纬度范围,探讨其产生时代,从而推知我国古代计时工具漏壶的起源应是殷商或更早。

## 一、百刻计时制

我国漏壶的计时单位——刻,是在竹、木制的箭上,在相应于一昼夜浮沉的长度内,分划为一百个间距,每个间距即为一刻。我国古代有关百刻计时制的资料,既有文字记载,也有出土的文物(100等分的日晷<sup>[1]</sup>)。

东汉许慎在《说文解字》<sup>[2]</sup>中写道:“漏以铜受水,刻节,昼夜百刻”。东汉马融注解《尧典正义》:“古制刻漏,昼夜百刻,昼长六十刻,夜短四十刻;昼短四十刻,夜长六十刻;昼中五十刻,夜亦五十刻”<sup>[3]</sup>。

近代在内蒙古呼和浩特<sup>[4]</sup>、<sup>[5]</sup>、河南洛阳<sup>[6]</sup>均出土秦汉日晷,它们在晷面上圆周2/3范围内均有自晷面中心辐射出的69条直线构成的68个等分的间隔,每一间隔占圆周全部的1/100。这是一种把全圆周均分为100个等分的日晷。我们认为,如果把它适当安放,可用来校对漏壶,或直接计量时间与时刻。

我国古代百刻计时制的由来十分悠久,历代习用,自汉以后虽有几次改变,企图废除百刻制,但都以失败告终。

西汉哀帝建平二年(公元前5年),夏贺良等因建议把百刻制改为120刻制,不到两个月就以“违经背古”的罪名而被杀。

汉代刻漏“因循古制”,唐代“一遵古制”,宋代“所用之制亦如于唐”。这里指的“古制”,当系指秦汉以前。

由于汉以后出现了与百刻制并行的十二时制,为了安排调和这两种制度,解决100与12不可通约的矛盾,梁武帝天监六年(公元507年)改百刻为96刻,大同十年(公元544年)改为180刻,可是实行不了几年,就又恢复百刻制。在此以后,百刻制一直沿用到明末西洋

钟表传入中国后为止。

历时数千年的百刻计时制,不可能单纯解释为习惯,它的发生和发展是由其内在因素决定的。

## 二、百刻昼夜长度比及其代表的纬度范围

地球绕日公转周期一年。在一年中,太阳的赤纬在 $\pm 23^{\circ}.5$ 间变化,而时间是沿赤道计量的,这就使得一年中昼夜的长短,逐日变化,在春秋分时,昼夜相等;冬至时昼极短,夜极长,夏至则反是。

我国古代,人们通过社会生产劳动的实践,早已发现昼夜长度不等这一现象。《夏小正》<sup>[7]</sup>记有“时有养日”、“时有养夜”(养意为长),《尚书·尧典》中就已把一年中“日”的长短分为日中、日永、宵中、日短,说明当时是知道它是随季节而变化的。马融:“日中、宵中者,日见之漏与不见之漏者齐也”。

昼夜的长度,在一年中随季节而变化,在确定季节时,同时给出相应的昼夜长度,并以百刻制表示。这样的作法,至少在汉代就已实行了。东汉霍融于永元年间(公元89~104年)提出“官漏率九日增减一刻,不随日进退,夏历漏刻,随日南北为长短,密于官漏,盖官漏用平均数,夏漏用实测数也。”他建议以太阳赤纬每变化 $2^{\circ}.4$ 改变昼夜长度一刻,得到了批准。

把百刻计时法和历法密切相联系是我国古代天文学的一个特点。

汉以后随着漏壶的不断改进,由单壶而复壶而多壶,以及附属构件的改良,百刻计时的精确度逐步提高,使我国的历法精度不断提高,也推动了天文观测精度的提高。

从百刻计时制最早记载的冬至夏至日昼夜的长度比,可以推知它产生的纬度范围,因为这个数值是随纬度而变的。

在由天顶、天极与天体所组成的天文三角形  $PZ\odot$  (图1) 中,有关系式:

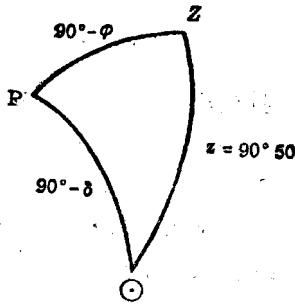


图1

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t \quad (1)$$

由于蒙气差使天体视位置升高,当太阳中心在地平线上时,其天顶距

$$Z = 90^{\circ} 34'$$

古代昼夜以“天之昼夜以日出入为分”,我们取太阳上边缘切地平为准,这需考虑太阳角半径 $16'$ 。故同时考虑蒙气差和角半径,其天顶距为:

$$Z = 90^{\circ} + 34' + 16' = 90^{\circ} 50'$$

于是应用公式(1)计算昼夜长度,可表为:

$$\cos t = -0.0145 \sec \varphi \sec \delta - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta \quad (2)$$

另一方面,还需考虑黄赤交角的变化,根据公式

$$s = 23^{\circ} 27' 8'' . 26 - 0'' . 46844t \quad (3)$$

计算冬至的太阳赤纬 $\delta$ 。式中 $t$ 为1900.0算起的回归年数。

由上述公式,我们首先计算每隔千年,不同纬度的冬至昼长,结果见表1。

表1 冬至昼长 (单位: 天)

世 纪	$\delta$	$\varphi$			
		30°	35°	40°	45°
20	23°27'	0.4254	0.4081	0.3884	0.3650
10	35'	4249	4076	3875	3639
0	48'	4243	4069	3868	3631
-10	50'	4239	4063	3862	3622
-20	58'	4232	4057	3854	3613

表2 三种比值相应纬度

世 纪	昼夜比		
	5/7	40/60	9/15
20	32°.3	37°.1	42°.8
10	32°.3	36°.9	42°.7
0	32°.1	36°.7	42°.5
-10	31°.9	36°.6	42°.3
-20	31°.8	36°.4	42°.1

我们选取冬至计算,是因为古代中国对冬至特别重视,常以它为一年的起点。特别在历法中的上元,更要冬至、合朔、夜半都起于甲子。因此,我们以冬至为标准来内插昼夜比40/60的相应纬度。为了确定其纬度范围,我们对现在已知的几种时制——十进制(百刻制),12辰制,24时制加以分析:

(1) 百刻制: 对应昼夜长度比为40/60的纬度,见表2。

(2) 12辰制: 选取与40/60最接近的比值。令分子+分母=12,组成数列: 1/11, 2/10, ……4/8, 5/7, 6/6, ……10/2, 11/1, 其中5/7最近40/60,计算5/7相应的纬度见表2。

(3) 对于24时制同法组成数列: 1/23, 2/22, ……8/16, 9/15, 10/14, ……22/2, 23/1, 其中9/15最接近40/60,计算9/15相应的纬度见表2。

从表2可以看出,在西周以前,产生40/60昼夜比的位置,纬度当在36°.5左右。如果三种计时制并存,即假定12辰与24时制都已传入中国。采用40/60昼夜比的纬度范围是在计时制9/15与40/60,5/7与40/60相邻两纬圈的平均值之间(见图2),即在34°~40°的区域中。假定活动区域在40°以北,则昼夜比更近9/15;在34°以南,则昼夜比更近5/7。前者自宜采用24时制,后者宜采用12辰制更能符合实际情况(当然也可以百刻制来表示)。

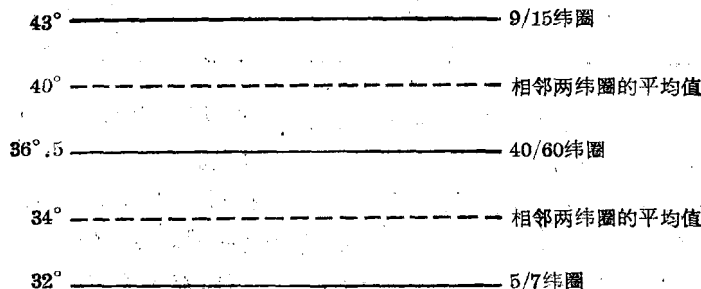


图2

但在古代文献中,对于最早的(乃至以后)昼夜比都以百刻制表示。它相应的区域包括34°~40°这个范围。因而可以认为比值40/60,最早出现是在我国古代主要活动的(即上述的)纬度区域内。

### 三、百刻制产生的年代

梁《漏刻经》追述我国漏刻的发展云:“漏刻之作肇于黄帝之日,宣乎夏商之代”。漏刻的起源,如其它发明、发现、创造一样,来自生产实践,它的发展与社会生产力的发展有密切关



系。漏壶的出现,因年湮代远,较难考证,而其发展则我们认为可能在商代。理由如下:

如上分析,按 40/60 比,其起源的纬度范围应在 34°-40°之间,特别是历代首都位于中心线上的只有商代安阳(见图 2 和表 3)。再就夏商周人各自的活动区域来看,夏人的居住中心在河南西部的河洛流域,禹都阳城在中岳嵩山之南,至夏桀都于斟桑,位于河洛流域与华山之间。与此同时,商的活动较之夏人的活动范围偏于北部。商的始祖契(相当于夏初)居于番(今山东滕县),传十四世而至汤,由汤完成了灭夏的事业。商部落的畜牧业很早就比较发达,从契至汤十四世中,有几次迁徙。契子昭明迁砥石(今河北砥水流域),昭明子相土又迁到商丘(今河南商丘南),相土活动的又一中心为泰山,称为“东都”;到汤都于亳(今河南商丘北),今河南偃师有西亳,是汤建立以镇抚西方的。汤以后到仲丁,商都又多次迁徙于河南各地与山东,直到盘庚迁都于殷(今河南安阳西北)才算安定下来。此后直到帝乙(纣父)迁到沫(今河南淇县)即朝歌。

商代各王都城地点及纬度见下表。

表 3 商代都城位置表

王	都	相应于今之地名	纬度	年限
契	蕃	山东滕县	35°.1	约 240 多年
昭 明	砥 石	河北砥水	约 37°.2	
相 土	商 丘	河南商丘	34°.3	
	东 都	泰山	36°.2	
汤	亳	商丘北	34°.3	
		(河南偃师有西亳)	34°.7	
仲 丁	囿	河南荥阳东北	34°.8	
河 亶 甲	相	河南内黄东南	35°.9	
祖 乙	邢	河南温县东	34°.9	
南 庚	奄	山东曲阜	35°.6	
盘 庚	殷	河南安阳西北	36°.6	
帝 乙	沫	河南淇县朝歌	35°.5	

从上表纬度可知,绝大多数首府都位在适合于 40/60 昼夜比的范围内,其中尤以安阳建都长达约 240 多年之久,占整个商代年限的三分之一以上。

另外,我们从古代对“商”字的应用,解释中找到商即代表时间的单位“刻”的解释<sup>[9]</sup>。如《仪礼·士昏礼》汉郑玄作士昏礼目录云:“日入三商为昏<sup>[9]</sup>”,唐贾公彦疏云:“商谓商量,是漏刻之名”。《孔氏诗正义》云:“尚书纬,谓刻为商”<sup>[10]</sup>。《通雅·天文》云:“三商三刻也”。《正字通》云:“商乃漏箭所刻之处”。把漏刻或刻称为商,这和“商星”“商人”来自于商是一样的。

商星即辰或称大火(亦即心宿二)。据《春秋左传》卷十二载:“迁于伯于商丘,主辰,商人是因,故辰为商星。”商代主要以大火定节气,故称辰为商星。商代初期还是过着游牧生活,后来农业、手工业和畜牧业之间有了分工,商品生产和集市交换显著发展,与邻近部落的贸易也大为发展,把进行贸易者称为“商人”,可能来源于此<sup>[11]</sup>,无需赘述。

可见星名、职业以商来命名的,往往与商代有关,因而很可能漏刻之称为商或商量,是因为这一计时仪器及所使用的百刻制起源或发展于商。

近年来,从殷墟安阳出土的大量甲骨卜辞及殷商文物,虽未直接找到壶漏及刻箭实物或其它佐证,但却发现了与壶漏计量时间密切相关的长度量器——尺。安阳先后出土商骨尺

(故宫博物馆藏),商象牙尺(中国历史博物馆藏)。两尺均刻有十寸。特别是商象牙尺,每寸又刻十分。由此可知,长度计量肯定采用了百分(刻)制,为计时百刻制奠定了基础。

另外,《周礼》<sup>[19]</sup>也记有掌管时间的专职官员如“挈壶氏”、“司寐氏”“鸡人”等。《周礼》即使不是周初的著作,至少是战国人所作,在周代,乃至周初计时工作已相当发达,如果认为漏壶及百刻制在周代才开始得到发展,为时太晚。综合以上纬度因素和以商命名等理由,我们认为百刻制的产生当在商代,尤其是在盘庚迁殷后的可能性更大些,因为该处历时既久,纬度更位于中心线上。尤其当时的经济文化也更较前期发达。

#### 四、百刻计时制是中国独创的计时制

我国的百刻计时制,是把一天均分为100个等分的、等间距计时制,它与古代世界其它文化中心所使用的计时制完全不同,是我国独创的计时制,现给出其他文明古国使用的计时制<sup>[18]</sup>的简单情况以供比较:

(1) 古埃及早在公元前30世纪创立了24时制。他们将一天分为昼、夜,昼夜各12时,时间按序号1,2,3……排列,午是昼6时,子是夜6时。由于“昼”“夜”长度随太阳赤纬而变化,因此不同的季节中,每时的长度是不等长的,这是一种不等间距的计时制度。

(2) 古巴比伦不迟于公元前30世纪就有了历法。最早的计时制是将昼分为三部,朝、午、夕;夜也分为三部,见星、夜、晓。后来将一天分为12个kas-bu,每kas-bu=30us,并不是分为百刻。

(3) 古犹太民族在公元前六世纪才产生犹太古历。在历法中只是将夜晚分为三个更次(As-Morot)即:初更、中更、晓更。

(4) 古希腊只将一天分为四分,即4个Fylakai。公元前540年希腊继承了巴比伦和埃及文化后。到公元前二世纪才确立了24小时不等时制。约在公元前140年,天文学家依巴谷曾用24不等时制于天文观测。

欧洲各国是通过希腊和罗马传播的埃及、巴比伦文明,使用24小时的不等时制共达20个世纪之久,直到应用机械时钟为止。

(5) 古罗马开始时只把一日分为昼夜,后把一夜分为四更Vigilia。三更始是夜半,也属不等时法。大约在公元前3—2世纪亚历山大时代才细分时刻。采用昼夜各12时制(hora),将日出定为昼1时正,正午为7时正,日没为夜1时正,夜半为7时正;这也是不等时制。

(6) 古阿拉伯直到穆哈默德历法确定后,才开始采用昼夜各12时的24时制。

(7) 波斯很早就采用了一天从日出开始的24时的不等时制。

综上所述,等时的百刻制是我国特有的,它与不等时的24时、12时制截然不同。事实上,中国古代天文学在发展的早期阶段,就自成为独立体系的。<sup>[14]</sup>但某些外国科学史家,如法人马伯乐(H. Maspero)<sup>[15]</sup>、日人饭岛忠夫等<sup>[16]</sup>都认为中国天文学来自巴比伦和印度。李约瑟博士在赞扬中国古代漏壶已达到“登峰造极的地步”的同时,也认为“刻漏却不是中国的发明”,又说“中国的水钟技术一定是古时从肥沃的新月地带的几个文化中心传入的。”<sup>[17]</sup>从上述分析,可以看到,如果漏壶系从西方传入中国,那么为什么中国古代漏刻制度是与24小时、12时不等时制毫无共同之处的百刻等时制?即使后来以12时辰来配合百刻,也还是

以百刻制为基础的。如果仅仅传入一个漏水的壶，而无任何记录时刻的制度那是毫无天文意义的。

我们从百刻的独特性以及昼夜长度比值等因素，认为它确实是我国自己创立的，而创立的年代约在商代中后期。

## 五、百刻计时制的优点及其对天文观测的推动

《隋书·天文志》云：“刻漏者，测天地正仪象之本也。”

任何天体测量工作，都必须有相应的观测时刻。我国古代天体测量工作的成就，是与高精度的漏刻分不开的。为了得到准确的时刻和时间，我国古代的天文学家在改进漏壶，提高计时精确度上做了许多卓有成效的努力。从漏壶的构造形式、附件等方面来看，从最初的单壶泄出型(陕西兴平、河北满城和内蒙古伊克昭盟出土的西汉漏壶)，<sup>[18]</sup>过渡到复壶乃至多壶(元延祐漏壶)；由于增加了平水壶，保持了恒定水位、水压，精度得到很大提高。宋沈括更在平水壶中增加了隔室，他还细致地考虑到出水口的材料，用水的选取等因素，使我国漏壶的发展臻于顶点。元赵友钦为测定恒星赤经差设计了一种能昼夜浮沉各五十次的专用漏壶，大大提高了读数精度。郭守敬发明了读取主表日影长度的“景符”，也只有在有相应精确度计时工具的条件下，才能得到更精确的回归年长度，用以改革历法。

这些成就，如没有等间距的百刻计时法是很难想象的。我国自汉到元，天文学不断提高和历法改革日趋精密都与漏刻分不开。

薄树人同志对本文提出宝贵意见，在此表示感谢。

### 参 考 文 献

- [1] 陈遵妫：《中国古代天文学简史》，上海人民出版社，1955。
- [2] 许慎：《说文解字》，237页下，中华书局，北京，1978。
- [3] 《玉函山房辑佚书》，第68册，卷7，页8，光绪15年重校刊本。
- [4] 和田雄治：《秦时代の日晷仪》，见日本《天文月报》，Vol.I, No. 8, 1908。
- [5] 高音：《玉盘日晷考》，见《中国天文学会会刊》，第四期，1928。
- [6] 李鉴澄：《晷仪》，见《科学史文集》，第1辑，pp.31~32，上海科技出版社，1978。
- [7] 徐世溥：《夏小正解》，商务印书馆，上海，1936。
- [8] 康熙字典，丑集，口部，132页，商务印书馆，上海，1935。
- [9] 王应麟：《六经天文编》，54页，商务印书馆，上海，1936。
- [10] 严杰：《皇清经解》，惠徵君九经古义仪礼上。
- [11] 郭沫若主编，《中国史稿》，pp.155~214，人民出版社，北京，1976。
- [12] 孙诒让：《周礼正义》，商务印书馆，上海，1933。
- [13] 前山仁郎：《诸民族の历》，见藪内清编：《天文学の历史》，pp.155~214，恒星社，东京，1974。
- [14] 郑文光著：《中国天文学源流》，科学出版社，北京，1979。
- [15] H. Maspero, L'Astronomie dans la Chine Ancienne: Histoire des Instruments et des Découvertes, Scientia, 1932.
- [16] 饭岛忠夫：《中国古代历法概论》，见新城新藏：《东洋天文学史研究》，1929，沈璿译，中华学艺社，1933。
- [17] [英]李约瑟著：《中国科学技术史·天学》，科学出版社，1975。
- [18] 夏鼐：《近年来有关中国天文学史考古新发现》，见《天文爱好者》，1978, 2。

# 我国地理经度概念的提出

厉国青 刘金沂 裔培荣

七百五十多年前,元朝的耶律楚材在他编算的《庚午元历》中首先提出了“里差”这一地理经度的初始概念。耶律楚材(公元1189—1244年)字晋卿,契丹人,是我国一位有名的天文学家。古籍中说他“通天文、地理、律历、术数……”<sup>[1]</sup>。他在《庚午元历》中说:“以寻斯干城为准,置相去地里,以四千三百五十九乘之,退位,万约为分,曰里差”,“以东加之,以西减之”<sup>[2]</sup>。寻斯干城即今天苏联境内的撒马尔罕,耶律楚材把它作为地理经度的起始标准,把某地与它的距离乘上一个数字因子,称作某地的里差,并且在《庚午元历》中多次应用,开创了后世天象预报中做地理经度改正的先例。在他之后,苏天爵更明确了地方时的概念。本文对里差的提出、应用和苏天爵的地方时概念等作一些论述。

## 一、里差的提出

耶律楚材编算《庚午元历》后,曾写了一个《进征西庚午元历表》呈送成吉思汗审批,其中说:“庚辰圣驾西征,驻蹕寻斯干城。是岁五月之望,以大明太阴当亏二分,食甚子正,时在宵中。是夜候之,未尽初更,月已食矣”<sup>[3]</sup>。耶律楚材曾经跟随成吉思汗在西域活动,于公元1220年(庚辰)到达撒马尔罕。这次月食在《宋史·天文志》和《金史·天文志》里都有记载。前者说:宋“嘉定十三年五月甲辰,月当食,云阴不见”;后者说:金“兴定四年五月甲辰,月食”。按照金朝使用的大明历,这次月食的食甚应当在半夜十二点,但初更还没有结束(黄昏八、九点),耶律楚材就观测到了月食。如果我们把初亏到食甚的时间考虑进去,那么他实际观测到食甚大致是黄昏九、十点钟,与预报的食甚时刻相差已达二、三个小时。这样明显的差别引起了他的重视。这种差别的原因是什么呢?《进征西庚午元历表》中说:“金用大明,百年才经一改,此去中原万里,不啻千程,昔密今疏,东微西著,以地遥而岁久,故势异而时殊”。第一个原因是大明历本身“昔密今疏”,金朝的大明历自公元1127年到耶律楚材呈表送审的时候,已用了近百年,随着岁月的流逝,精度渐渐降低了。第二个原因是观测地点不同,大明历预报的月食时刻是适用于中原地区的,而西域远离中原,一西一东,相距“万里”,这就引起“东微西著”的现象。如果大明历对某些天象的预报时刻与实际观测时刻的差别,在东方的中原地区还很微小,那么到了西方的寻斯干就会相当显著。从他的这段话里可以推断耶律楚材已经发现了历法中天象预报工作的一个矛盾:无论一个历法编算得多么精密,它只能适用于某一地方,如若原封不动搬到东西方向上别的地方去用,就会出现明显的差别(系统误差)。正是为了解决这个矛盾,他“以西域、中原地里殊远,创立里差以增损之”<sup>[4]</sup>。耶律楚材在西域编算的《庚午元历》,本来只适用于寻斯干地区,由于在这部历法中应用了“里差之法”,这部历法在东方的中原地区等同样也能适用,在很大程度上解决了因地区不同而出现的系统误差。

如前述,他提出里差的依据是天文观测。从史料看,这种天文观测有两个:一个是在历法预报的朔日观测到微月<sup>[8]</sup>;还有一个是上述的月食观测。但是,在历法的朔日见到微月,主要原因是历法本身的问题(预报的朔日实际上是阴历初二、初三或廿八、廿九等等);在同一天内,地理经度相差三小时的东西两地的观测者所见的月相差别是很微小的,仅仅因为地理经度不同,不足以导致朔日看到微月这样明显的差异。相反,地理经度相差三小时的东西两地两个观测者,见到月食发生的地方时间差恰恰是三小时,这足以引起古人的注意。耶律楚材提出里差所依据的天象观测,似应是对月食时刻的观测;而月相的观测导致提出里差的可能性较小。

## 二、里差的应用

在《庚午元历》里记载里差的应用有:步气朔术篇中的“求天正冬至”;步日躔术篇中的“求冬至赤道日度”;步月离术篇中的“求朔弦望中日”和“求经朔弦望入转”;步交会术篇中的“求朔望入交”;步五星术篇中的“求五星天正冬至后平合及诸段中积中星”,共计六处。对于在寻斯干同一纬圈上经度不同的各地,只要知道它们与寻斯干的距离,耶律楚材都能算出里差,分别给出冬至、朔、望等等天象发生的地方时刻。至于与寻斯干纬度不同的地方如何处理,薄树人同志在他的《中国古代的恒星观测》一文中曾谈到:“可能,他(耶律楚材)当时知道如何找在同一经线上的不同位置。如此,不论对何城,他总可找到一个如此城同经度”而与里差起算点“同一纬度的地方”。这样,里差在地球上任何一点都可以得到应用。

里差定义中的“相去地里”应是某地与寻斯干(东经六十七度,北纬三十九度)在东西方向上的距离  $s$ ,以元朝的“里”为计量单位。里差计作  $\lambda$ ,则:

$$\lambda = \pm s \cdot \frac{4359}{100000} \quad \left( \text{某地在寻斯干东为} + \text{, 西为} - \right) \quad (1)$$

下面,以推求冬至时刻为例,分析里差在天象预报中的改正作用。步气朔篇中的“求天正冬至”说:“置上元庚午以来积年,以岁实乘之,为通积分;满旬周,去之;不尽,以日法约之,为日,不盈为余”;“先以里差加减通积分,然后求之”。可见里差的改正作用是以里差与日法(在庚午元历中日法是五千二百三十)之商出现的,我们称它为里差改正量,计作  $\Delta_\lambda$ 。则有:

$$\Delta_\lambda = \frac{\lambda}{5230} \quad (2)$$

把(1)式代入(2)式得:

$$\Delta_\lambda = \pm 8.3346 \cdot 10^{-6} \cdot s(\text{日}) \quad (3)$$

或:

$$\Delta_\lambda = \pm 2 \cdot 10^{-4} \cdot s(\text{小时}) \quad (4)$$

我们用与开封经度相同(东经一百十四度)又与寻斯干纬度相同(北纬三十九度)的一点为例(该点在山西灵丘附近),计算这点的里差改正量  $\Delta_\lambda$ 。元制一里等于一千八百尺,若用元朝太史院表尺(一尺相当现在市尺七寸四分),则:

$$1 \text{ 公里} = 2.252 \text{ 元里}$$

$$s = 2\pi R \cos \varphi \cdot 2.252 \cdot \frac{47}{360}$$

其中  $R$  取地球平均半径 6371 公里,  $\varphi = 39^\circ$ , 代入(4)式得:

$$\Delta_t = 1.83 \text{ 小时}$$

现在大家都知道,如果在灵丘、寻斯干两地计量某一天文现象的发生(如冬至),由于两地经度实际相差约三小时,计量结果灵丘的地方时刻应该是寻斯干的地方时刻加上三小时,根据上述里差改正量的计算,灵丘的地方时刻是在寻斯干的地方时刻上加上近二小时。两者在符号上是一致的,但里差改正量在数量上小了三分之一。这说明耶律楚材所提里差方法中的数字因子看来并不很精确。在当时条件下,他难以把大明历本身误差和地理经度差引起的系统误差很好地分离开,但能做到把地理经度不同所造成的系统误差消除掉大部分,已相当不错了。

### 三、地方时概念

耶律楚材提出的里差是一个特创,后人曾给予相当高的评价。可惜,因为《庚午元历》未能获得当时政府批准颁行;郭守敬在 1279 年制定《授时历》时考虑到里差的起始点寻斯干不是元朝的政治中心,可能郭守敬对里差定义中的数字因子没有进行实测验算,所以在《授时历》中未能采用里差之法。这些,使里差的传播、发展和提高受到了一定的局限。后来这一朴素的地理经度概念在苏天爵编写《元朝名臣事略》时得到了发挥。苏天爵(公元 1294—1352 年)字伯修,元朝真定人,著有多种书籍。《元朝名臣事略》记载庚辰岁耶律楚材在西域的月食观测,并对月食发生的时刻不同作了如下解释:“五月望,以大明历考之,太阴当亏二分,食甚于正,时在宵中。是夜候之,未尽初更,月已食矣。盖大明之子正,中国之子正也,西域之初更,西域之初更也,西域之初更未尽时,焉知不为中国之子正乎?隔几万里之远,仅逾一时,复何疑哉……”。区分了中原的时刻与西域的时刻,指出了东西相距遥远的西域、中原两地,当地时间虽然一个是初更未尽,一个是子正,表面上不同,实质上却是同一时刻。地方时的概念得到了进一步的明确。

我国地理经度的初始概念所以起始于元朝,一方面当时辽阔的国土为东西方向远距离的天文观测提供了条件,另外当时民族之间的文化交流也是一个重要的因素。在中亚细亚的花刺子模,地球是球形的概念已广为传播。《元史·天文志》西域仪象篇中记载着公元 1267 年西域的天文学家扎马鲁丁制作西域仪象的事:其中有一件仪器是“苦来亦阿儿子”,“其制以木为圆球,七分为水,其色绿,三分为土地,其色白。画江河湖海,脉络贯串于其中。画作小方井,以计幅圆之广袤,道理之远近”。这无疑是一个地球仪,上面还有经线、纬圈。这说明在同一时代,耶律楚材和西域地区的天文学家都具有地理经度概念。耶律楚材编算历法、提出里差时也正在西域,他和那里的天文学家在学术上是有所交流的。这种民族之间的文化交流加速了我国地理经度概念的产生。

#### 参 考 文 献

- [1] 《元史》耶律楚材列传,卷一百四十六,列传第三十三。
- [2] 《元史》卷五十六,志第八,历五。
- [3] 耶律楚材:《湛然居士文集》,见《丛书集成初编》。

# 《周易·丰卦》中的黑子记载

徐振福

中国古代有着丰富的太阳黑子记录。它的相对完整性和准确性久已驰誉世界，为当代关于太阳活动等重大课题的研究提供了极为珍贵的资料。

最早的黑子记录属于西汉河平元年(公元前28年)。《汉书·五行志》记载说“三月乙未，日出黄，有黑气大如钱，居日中”。这一记录不但说明了黑子出现的日期，而且说明了它的形状、大小和位置，充分反映了中国古代天文工作者观察的精细和严肃。

这样精细的观察不可能是凭空而来的，在这之前中国应该早已有了对黑子的认识。例如，《册府元龟》卷二十二中记有：“汉文帝十五年(公元前165年)，日中有王字”。这可能就是一次黑子记录。往前追溯，《石氏星经》中有过“日中有乏人之象”的记载，反映出战国时代已看到过日面上有不规则的黑子现象。如果再往前追溯，人们会想到中国古代的传说：“日中有踦鸟”(《淮南子·精神训》)或“日中有三足鸟”(《论衡·说日篇》)；也会想到后羿射日的神话，那个神话里说，射下来的九个太阳乃是九只乌鸦。最近湖北随县曾侯墓(约公元前430年)中出土了一只漆箱，箱盖上画着一个人在射扶桑树上的鸟。可以肯定，中国古代看到过似鸟状的不规则大黑子。而它的年代稽远，已无可考。

当然，作为科学发现的记载，我们总不能以神话为凭。那么，有没有比战国更早的太阳黑子记载呢？我们考察了中国古代典籍之后，发现《周易·丰卦》中有这样的记载。

## 一、论“日中见斗”和“日中见沫”为天象记载

《周易·丰卦》原文载：

“六二，丰其蔀，日中见斗，往得疑疾，有孚发若，吉。

九三，丰其沛，日中见沫，折其右肱，无咎。

九四，丰其蔀，日中见斗，遇其夷主，吉；象曰，丰其蔀，位不当也，日中见斗，幽不明也，遇其夷主，吉行也。”

这些筮辞，所占内容如何，历代注疏家多已阐明。因与本题无关，不必多费笔墨。我们所最关注的是“日中见斗”和“日中见沫”的记载本身究竟反映的是什么内容？

一般对筮辞的研究，先是大致分类，再举例论证之。如《周易古经通说》把筮辞分成“纪事”、“取象”、“说事”和“断占”几类。其中所谓“取象之辞者，乃采取一种事物以为人事之象征而指示休咎也。”按此分类，“日中见斗”被列为取象之辞。这表明，“日中见斗”至少是一种用以推断人事休咎的“物象”。列于这一类中的，还有一些明显的自然现象，如“履霜坚冰至”，“密云不雨，自我西郊”，“枯杨生稊”，“枯杨生华”等<sup>[1]</sup>。类比这些筮辞，“日中见斗”显然应是指一种与太阳有关的天象。同理，“日中见沫”亦应作如是观。

在《周易探源》一书中对这两句话也作这样的解释。在书中的《周易筮辞续考》一文中，

专门讨论了易经中的“象占之辞”。所谓“象占”，意思是“指所有物象之变化或显现。人们见了，以为跟他有密切关系，因而探究神旨，推断吉凶的一种占验。”文中把象占之辞分成两类：一类“是因日常生活上偶然发生不寻常的现象”，一类“是根据自然界鸟兽虫鱼以至于天象的变化来推究人事的吉凶”。在第二类中，它列举了四十九条爻辞为例。其中四十七、四十八和四十九三条就是在本节开头引用的三条。对于这三条，文中做了非常明确的说明：“象的含义很广，但至少要有“天垂象，见吉凶，圣人象之”的意义。“天垂象”，也即“县象著明，莫大乎日月”之象，也即是“日中见斗”与“日中见沫”的象<sup>[2]</sup>。

综上所述，我们看到，“日中见斗”和“日中见沫”两条筮辞记载的是一种天象，而且是与太阳直接有关的天象。

## 二、论“日中见斗”和“日中见沫”为太阳黑子记录

我国古代，特别是先秦时期，有关太阳的天象记载基本上只有日食和太阳黑子。日食通常记为“日有食之”或“日食”。“日中见斗”或“日中见沫”与此毫无共同之处，显然不可能是日食记录。太阳黑子，通常记为“日中有黑子”、“日中有黑气”等等，但有时也记为“日中见乌”、“日中见飞鹊”等。对比后面这种记载，“日中见斗”或“日中见沫”形式上完全相同。因此，如果说“日中见斗”或“日中见沫”就是太阳黑子记录，也是极其自然的。下面我们将从三个方面详细论证这一点：

1. 关于“日中见斗”的具体含义，最直接的解释莫过于九四爻的象传。“象曰……日中见斗，幽不明也。”对此，《孔疏》解释为：“幽不明也者，日中盛则反而见斗，以譬当光大而居阴，是应明而幽暗不明也。”<sup>[3]</sup>这是说，在本来应是光辉明亮的太阳上，反而看到了幽暗不明的现象。清代学者黄以周对此做了更为明确的阐述。他说：“曰日中见斗幽不明也，申明见斗之斗即日中之幽处。幽字略读，谓其所值幽处尚不明也。幽处不明，此外自明矣……斗谓斗筲之斗，器之小者也。”<sup>[4]</sup>翻成现代话，这就是说“日中见斗”即表明太阳上有幽暗不明的地方，除了这些地方以外依旧光明如常。显而易见，从现代太阳物理知识来看，这是对太阳黑子现象非常形象而又准确的描述。同后来“日中有黑子”或“日中有黑气”的记载，本质上没有任何差别。

至于“日中见沫”，黄以周解释说：“沫，郑作昧，亦即四爻传之幽。二四曰斗，三曰沫，互文见义，斗者昧之景，昧者斗之幽。”<sup>[4]</sup>这说明“斗”和“沫”没有本质上的不同。《孔疏》也说：“沫，微昧之明也。以九三应在上六，志在乎阴，虽愈于六二以阴处阴，亦未见免于暗也。”<sup>[5]</sup>这也是说，与“日中见斗”实质上是一样的。所以，“日中见沫”无疑也是对太阳黑子的一种记录。

不过，“斗”和“沫”两字既有差异，可能反映着古人对所观测的天象的某种微细区别。从上面《孔疏》所释，联系现代有关太阳黑子的知识，这种区别可能是由于日面上黑子群大小或疏密有别，肉眼直接观测就会产生某种浓淡不同的感觉。

沫，又可释为“星之小者”，见于子夏和马融之说<sup>[6]</sup>。《广韵》也释“沫”为“星也”<sup>[6]</sup>。因此，“日中见沫”后来演成“日中见昧”或“日中见星”，而这都不过是古代太阳黑子记录的不同形式而已。

2. 对于上述的论断，我们可以从有关史籍的记载中找到进一步的证明。《汉书·王莽



传》载：

“(天凤)二年二月……大赦天下。是时，日中见星”；

“(地皇)元年二月壬申，日正黑。莽恶之，下书曰：‘乃者日中见昧，阴薄阳，黑气为变，百姓莫不惊怪’。”

后一条记载表明，“日中见昧”或“日中见星”的现象是“日正黑”或“阴薄阳，黑气为变”，也就是在太阳中看到了黑气，即看到了太阳黑子。这再一次从反面印证了我们在第一点中所做的论断。

《开元占经》卷六云：“京房别对灾异曰，国有谗佞，朝有残臣，则日无光，暗冥不明。易曰，日中见斗，日中见星，明其冥也。”这再一次表明，“日中见斗”和“日中见星”的本意，是强调太阳上的“冥”处，即暗黑不明的地方，显然仍是指的太阳黑子。

京房和王莽相差三十岁，可说是同时代的人。因此，他们对这些天象的认识和理解应是共同的。上述的几条记载有力地证实了这一点。同时，也确凿无疑地证实了《周易·丰卦》“日中见斗”和“日中见昧”就是古代的太阳黑子记录。

3. 欧洲从公元1610年起，开始用望远镜观测太阳黑子。不过由于早期的观测没有明确的目的性，故记录也很零散。根据最近 Eddy 的研究<sup>[7]</sup>，在1610—1700年间，太阳黑子相对数年平均值估计值在10以上的年份计有：1611—1613；1625—1627，1643；1644；1676和1684。这些年份都是太阳黑子活动较强的年份，一般都有大黑子群出现。关于这一点 Scheiner<sup>[8]</sup> 还记录了1626年7月6日到18日黑子群的演变情况。

在这同一时期内，中国地方志中有三条记录：

“天启六年夏(即1626.4.26—8.21)，日中见斗”；

“崇祯十六年癸未夏五月(即1643.6.16—7.15)，日中见星”；

“康熙二十三年二月初一日至初三日(即1684.3.16—3.18)，日中见斗。”

显而易见，这三条记录都对应着上面用望远镜观测所确定的黑子活动很强的年份。尤其有趣的是，Schiner 记录的1626年7月6日到18日的大黑子群演变情况，正处于第一条地方志记录所记的时期内。因此，如果说这里的“日中见斗”指的就是这个大黑子群，那也是合乎情理的。这三条地方志记录与望远镜观测结果一一对应。这绝不可能是某种巧合。通过东西方两种记录的对比，再一次有力地证明，“日中见斗”和“日中见星”就是古代的太阳黑子记录。

### 三、小 结

综上所述，我们看到，《周易·丰卦》中的“日中见斗”和“日中见昧”就是古代太阳黑子记录的一种表达形式。“日中见昧”或“日中见星”不过是它们的不同表达方式而已。

《周易》的成书时代，各说不同。但从论述的全面来看，以西周末期一说为佳，即至迟在公元前八百年已经辑成<sup>[9]</sup>。根据上述情况，至迟到公元前八百年，中国已经有了文字明确的太阳黑子记录，而这也是我们迄今所知的世界上最早的太阳黑子记录。

#### 参 考 文 献

[1] 高亨：《周易古经通说·周易筮辞分类表》，1958。