

科技史文集

第 1 辑

KEJISHI WENJI

天文学史专辑

- 中国古代数理天文学的特点
- 历法的起源和先秦四分历
- 岁差在中国的发现及其分析
- 浑仪——我国现存最古老的天文仪器之一
- 一份关于彗星形态的珍贵资料
马王堆汉墓帛书中的彗星图
- 中国古代的宇宙无限理论和现代宇宙学
- 浑天说的发展历史新探
- 论参宿四两千年来的颜色变化
- 公元1006年超新星及其遗迹
- 清钦天监人事年表

上海科学技术出版社

04

55.04
144

科技史文集

第1辑

(天文学史专辑)

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(一)

(天文学史专辑)

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 上海日历印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 6.75 字数 155,000

1978年11月第1版 1978年11月第1次印刷

印数 1—20,000

书号: 13119·733 定价: 0.76元

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。对于译述外国作者的文稿，我们拟另行组织《科技史译文集》。

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

1978年10月

目 录

中国古代数理天文学的特点	严敦杰(1)
历法的起源和先秦四分历	陈久金(5)
岁差在中国的发现及其分析	何妙福(22)
晷仪——现存我国最古老的天文仪器之一	李鉴澄(31)
一份关于彗星形态的珍贵资料	
——马王堆汉墓帛书中的彗星图	席泽宗(39)
中国古代的宇宙无限理论和现代宇宙学	郑文光(44)
浑天说的发展历史新探	陈久金(59)
论参宿四两千年来的颜色变化	薄树人 王健民 刘金沂(75)
公元1006年超新星及其遗迹	薄树人 王健民 刘金沂(79)
清钦天监人事年表	薄树人(86)

中国古代数理天文学的特点

严敦杰

中国古代数理天文学泛指中国古历法,从古《四分历》起到明《大统历》止形成了一整套中国古代数理天文学的理论和系统。现就其一些特点和主要内容扼要作一介绍。

中国古代数理天文学中在天文计算方面普遍使用内插法,下面是等间距内插法公式:

$$f(a+nw) = f(a) + n\Delta f(a) + \frac{n(n-1)}{2} \Delta^2 f(a) + \frac{n(n-1)(n-2)}{6} \Delta^3 f(a) + \dots$$

在隋以前各历法 $\Delta^2 f(a) = 0$,即用比例内插。隋代开始计算 $\Delta^2 f(a)$,具体内容见刘焯《皇极历》。刘焯在我国数学与天文学上有卓越贡献,发明等间距二次差内插法只是其中之一。

计算在15度这一间隔内的等间距三次差内插法公式是,

$$f\left(a + \frac{w}{15}\right) = f(a) + \frac{1}{15} \left\{ \frac{1}{2} \left[\frac{16}{15} \Delta f(a) + \frac{14}{15} \Delta f(a+w) + \frac{406}{675} \Delta^2 f(a) \right] \right\}$$

唐代一行《大衍历》内用下列近似式求得,

$$f(a) + \frac{1}{15} \left\{ \frac{1}{2} \left[\Delta f(a) + \Delta f(a+w) + \frac{1}{2} \Delta^2 f(a) \right] \right\}$$

说明一行已觉察到三次差的应用。一行又发明了不等间距二次差内插法公式。等间距二次差乃是不等间距二次差的一个特例。一行在数理天文学的成就应重新予以估价。

等间距三次差内插法公式,在金赵知微《大明历》已露其端倪,到元郭守敬《授时历》乃普遍使用这方法。

中国古历法中发明内插法是与中国古代数学发展的特点相关的。中国古代平面几何中没有引进角度概念,在直角三角形中只有线段与线段的计算关系,没有边与角的计算关系。

中国古历法所有天文数据基本上都用分数来表示。分数运算成为古历法中一很大项目。例如祖冲之《大明历》以,

$$\text{一朔望月} = 29 \frac{2090}{3939} \text{日}$$

$$\text{一交点月} = 27 \frac{5598}{26377} \text{日}$$

二者分母不同,要把交点月的分母化为3939时,则要进行一次分数运算,并把运算过程用文字写在“历经”内。唐李淳风《麟德历》虽把主要天文数据的分母统一起来,但仍离不开分数。宋代历例中有用一平节气日数来除某数,即把平节气日数化作分数,其中分母叫“乘法”,分子叫“除法”,如宋姚舜辅《纪元历》以“乘法”为119,“除去”为1811,计算时,

$$\frac{\frac{A}{1811}}{119} = \frac{119 \times A}{1811}$$

这就是用分数除时即颠倒相乘。其用“乘法”、“除法”这个名称也正为此。广泛使用分数是由于中国古代筹算制度的优越性所致。《九章算术》已有很完整的分数四则运算法则。筹算用十进,采用位值制,算位排列后计算便利。用多位数字乘或除多位数字,在筹算制度中简捷易明,所谓“大乘除皆不下照位,运筹如飞,”是可能的。筹算演变为珠算,在中国古代计算制度中有强大的生命力。

中国古代天文计算中由于分数运算的便利而导致“调日法”的产生,是容易理解的。所谓“调日法”即定某值的过剩分数近似值(强率)和不足分数近似值(弱率),相调后求“中平之率”的分数值。沿习所称的何承天法是定 $\frac{26}{49}$ 和 $\frac{9}{17}$ 为一朔望月余数的强弱二率。又北宋周琮定 $\frac{5}{9}$ 和 $\frac{56}{101}$ 为一近点月余数的强弱二率等均是。附带说明一下,周琮的 $27\frac{5}{9}$ 值事实上已为一近点月日数较好的近似分数,刘焯《皇极历》已提出这分数,后来五代王朴《钦天历》则说得更具体。并非如有人所说中国古历法中没有这数值。

设

$$\frac{a_1}{b_1} < \frac{n}{m} < \frac{a_2}{b_2}$$

“调日法”是求 x, y 使满足 $\frac{n}{m} = \frac{a_1x + a_2y}{b_1x + b_2y}$

上面所举两例中 $26 \times 17 - 49 \times 9 = 1, 5 \times 101 - 9 \times 56 = 1$, 并用中国古代数学中的“求一术”。

利用“调日法”可求闰周、交食周期等数据。由此求得的数据有些是十分可贵的。以交食周期而论,可以得下列一组,

$$\frac{41}{3.5}, \frac{47}{4}, \frac{88}{7.5}, \frac{135}{11.5}, \frac{223}{19}, \frac{358}{30.5}$$

六个值,分子是朔望月数,分母是交点年数。第一个值见王充《论衡》。第二个值也即 235 个朔望月为 20 个交点年(19 个回归年),中国古《四分历》已有之。第三个值见北宋史序的《仪天历》(六周)。第四个值见《三统历》。第五个值见南宋杨忠辅的《统天历》,也即有名的沙罗周期。第六个值见唐郭献之的《五纪历》(二周),也即牛考慕周期¹⁾。从第三值起都可用前两值调得($x = y = 1$)。

中国古代数理天文学的主要内容之一是求定朔。

设 a 为一回归年的日数(从冬至到冬至), b 为一朔望月的日数, c 为一近点月的日数, Y 为上元积年。则一次同余式组,

$$aY \equiv r_1 \pmod{60} \equiv r_2 \pmod{b} \equiv r_3 \pmod{c}$$

r_1 为冬至干支, r_2 为冬至平月龄, r_3 为冬至入平近点月日数。 $r_1 - r_2$ 为十一月平朔干支(t), 十一月平朔入大雪气(或小雪气)后若干日, 根据“日躔表”可求因日行不等速而引起的定朔校正数 Δt_s , $r_3 - r_2$ 为十一月平朔入平近点月日数, 根据“月离表”可求因月行不等速而引起的定朔校正数 Δt_m 。则十一月定朔干支(T),

$$T = t + \Delta t_s + \Delta t_m$$

这是中国古历法中求十一月定朔的普遍算法。求以后各月都仿此。如 Δt_s 和 Δt_m 都等于 0, $T = t$, 即求平朔算法。后汉刘洪《乾象历》开始求 Δt_m , 但布历日仍用平朔。隋刘焯《皇极历》开始求 Δt_s 。中国古代数理天文学内容的精华就是围绕求定朔的方法由粗到精的不断得到发

1) 见朱文鑫,《历代日食考》(1944),第 118 页。

展。

求节气及朔日的日名干支，一般用六十甲子表，现可用捷法。¹⁾

求定朔举例：

宋绍熙二年(公元 1191 年)用《会元历》。

$$a = 365 \frac{9432}{38700}, \quad b = 29 \frac{20534}{38700}, \quad c = 27 \frac{21461 \frac{7310}{10000}}{38700},$$

$Y = 25494767$ ，求得

$$r_1 = 3 \frac{12744}{38700} \text{ (绍熙元年冬至干支)}$$

$$r'_1 = 48 \frac{38110 \frac{1}{2}}{38700} = 48.9897 \text{ (绍熙二年立春干支)}$$

$$n_1 = 0, \quad n_2 = 0, \quad n_3 = 3$$

知绍熙二年壬子夜子初二刻立春。

$$r_2 = 15 \frac{38622}{38700},$$

$$60 + r_1 - r_2 = 47 \frac{12822}{38700} \text{ (绍熙元年十一月平朔干支) 绍熙二年正月平朔干支,}$$

$$t = 46 \frac{15190}{38700}$$

$$r_3 = 13 \frac{37249 \frac{6580}{10000}}{38700}$$

$$\text{绍熙二年正月平朔入大寒气日数} = 12 \frac{24235}{38700}, \quad \text{正月平朔入近点月日数} = 1 \frac{35472 \frac{1960}{10000}}{38700},$$

查表得

$$\Delta t_s = + \frac{4838}{38700}$$

$$\Delta t_m = - \frac{6867 \frac{2}{10}}{38700}$$

1) 捷法：60 = 3 × 4 × 5，设两位数 $q_1 q_2$ (60 以内)， $(q_1 + q_2) \equiv n_1 \pmod{3}$ ， $(2q_1 + q_2) \equiv n_2 \pmod{4}$ ， $q_2 \equiv n_3 \pmod{5}$ ，得 n_1, n_2, n_3 查下表即得干支名。

		$n_2 \pmod{4}$	
		0	1
		2	3
$n_3 \pmod{5}$	0	甲	己
	1	庚	乙
	2	丙	辛
	3	壬	丁
	4	戊	癸

		$n_1 \pmod{3}$		
		0	1	2
$n_2 \pmod{4}$	0	子	辰	申
	1	酉	丑	巳
	2	午	戌	寅
	3	卯	未	亥

$$T = 46 \frac{15190}{38700} + \frac{4838}{38700} - \frac{6867 \frac{2}{10}}{38700} = 46 \frac{13160 \frac{8}{10}}{38700}$$

$n_1 = 1, n_2 = 2, n_3 = 1$ 。知绍熙二年正月庚戌定朔。宋赵与时《宾退录》(公元1224年)说：“绍熙二年正月三日壬子其夜子初立春。”系据当时实录，上推全部相合。

“日躔表”以一节气为间隔单位，“月离表”以一日为间隔单位(或一日以分“限”为单位)。古历中推算日月食的要求是验朔望，日食必在朔，月食必在望。

下面简单介绍古历法中计算五星行度的方法。

设 d 为五星会合周期(d_{i-s})， $aY \equiv R \pmod{d}$ ， R 为所求年“平合日”，调整为“定合日”。这和求平朔和定朔的意义相仿。

五代王朴《钦天历》论五星运动： $\bar{v}$ ，平行分； s ，度数； t ，日数。

$$\bar{v} = \frac{s}{t}$$

又“自初日累计，距所求日数(t)，以乘其段日差(a)，末多用加，末少用减初日行分(v_0)，为其日行分($v_0 \pm at$)，合初日(v_0)而半之($\frac{v_0 \pm at + v_0}{2}$)，以所累计日(t)乘之，用顺加退减其段初行昏段夜半宿次，即所求(s)也。”

$$s = t \left[\frac{v_0 \pm at + v_0}{2} \right] = v_0 t \pm \frac{a}{2} t^2$$

和近代公式相合。

历法的起源和先秦四分历

陈 久 金

一、原始社会的历法知识

在漫长的原始社会里,生产力的水平非常低下,科学文化也极为幼稚。但是,参加社会生活的人群,必然会有认识较长时间概念的要求。尤其是由渔猎社会进入农牧社会以后,人们从长期的生产实践中逐渐认识到,为了要获得较好的收成,必须适时播种。这就要求人们逐渐掌握季节变化的规律。从地下发掘得知,处于仰韶文化和龙山文化的发展阶段,也即早在五六千年以前,我国广大的地区已经普遍地发展起原始农业。恩格斯指出:“首先是天文学,游牧民族和农业民族为了定季节,就已经绝对需要它”^[1]。因此,我们完全有理由设想,早在原始社会时期,就会有处于原始状态的历法雏型的产生。

过去大多数研究历法史的人都认为,先有太阴历然后再发展成阴阳历或阳历,这几乎被认为是一种普遍规律。但也有些人反对这种意见,认为先有太阴历的理由大致有两条:科学越是落后,人们对于月光的依赖就越大;月亮圆缺的变化周期较短,并且每天月相变化明显,容易被人们认识。但是,这些理由只是表明人们可能很早就认识到月相周期。然而,作为一个历法,不管它多原始,除了月相周期之外,还必须有配合成年的内容。如果这样来看,究竟原始历法是否起源于太阴历现在还找不到任何证据,甚至也找不到一条传说的记载。

作为计量时间的自然标志,首先是昼夜的变化。而除掉昼夜的变化之外,与人们关系最大的就要算气候寒暖的变化了。对于气候寒暖的变化,即使是最原始的人群,也能感觉到。长时间的寒暑更迭,使人们逐步认识到这种变化是有规律的,尽管原始人群对这种规律的掌握还是很不准的。首先与气候寒暖变化规律联系起来的应该是物候,因为这是人们最容易感觉和直接接触到的。人们发现,刮风下雨和风向的变化,某些动物的出现和消失,草木的萌发、生长和枯死,与气候的冷暖变化是有一定联系的,观察这些物候的变化,就能大致掌握气候变化的初步规律。对这种规律的深入和系统的研究,则是物候学的内容。

人类最初集中精力观察的天象是月亮。月光在黑暗的夜晚给人以天然的照明,这对于没有照明设备或照明设备很落后的原始人群尤其重要。因而月亮圆缺的变化最能引起人们的注意。又因为它的变化周期短而又明显,很适合原始人群社交活动中记日的要求,所以这种周期就较容易掌握。

月亮圆缺的变化应该是人们最早的计算较长时间的单位,甚至在人们还不能计算到十以上的数字以前,就可能以它来作为计量时间的尺度了。人们对于月亮圆缺周期的认识,开始时当然不会提出一个精密日数的要求,而是只有一个大致的概念,即使在人们的认识进一步发展以后,在一个相当长的时期内,人们也只能大致认识到月亮每圆缺一次大约为30天的时间间隔。这一粗略的认识,对于原始人群的使用来说,已经足够了。

对气候寒暖规律的认识和对月亮圆缺的认识，差不多是同时长期探索的。掌握季节变化的规律和计算日期的方法应是互不相关的两个问题。如果象有些人所说的那样，人类最初的历法都是太阴历，那么这种历法仅仅是指以太阴月作为计量时间流逝的尺度而已，它并没有清楚的年的概念。可是季节的变化对于已进入农牧业社会的人们来说，同样是很重要的，而一旦人们产生以十二个太阴月作为一年的概念时，它所代表的就是一种阴阳历。因为如果单纯以十二个月为一年，则月份与季节将发生错乱，达不到掌握季节变化的目的。所以它将自觉不自觉地通过各种办法，设置闰月来调整季节。那种认为原始民族都将经过单纯的十二个太阴月为一年的历法阶段的说法，是没有根据的。

历法的起源和萌芽无疑是很早的。最初的历法自然很粗糙，尚未照顾到完整的一周年。一般只有与农事有关的几个月，与农事无关的月份就较少关心了。至于多少天为年，那个概念太复杂，并不是初有历法的人类所能掌握的。开始时甚至连一年有多少个月也不一定说得清楚，月份也不一定按月序排列，而只是给以与物候有关的专有名词，如花开月，鸟叫月，收获月，雪封山月等等。所以，当历法萌芽时，就可能无意中实际上包含了设置闰月的性质，只有阴阳历最具有历法起源的典型意义。而纯阴历和纯阳历则是原始阴阳历的发展和对其中一个因素的强化。当然，也不能排除有的民族从一开始起就有使用太阳历的可能性。

中国原始社会的天文历法发展水平究竟如何？不见可靠的系统的文字记载，只有片言只语的传说故事，并不是都很可靠。但是，这些传说和片言只语的记载无疑是很重要的，它虽然不能完全证实这种记载的历史年代的可靠性，但由于这类文献大都出现在很早的战国以前，包含了一些人们世代口头相传下来的信息。把它们和其他考古学、民族学和古文献的其他资料等结合起来，就能成为重要的科学证据，可以反映出我国古代社会天文学发展的一个主要线索。

远古时代，在中国领域内，居住着许多不同祖先的氏族和部落，他们彼此间长时期的相互影响和相互斗争，最后黄帝族联合炎帝族，打败了九黎族，黄帝族又打败炎帝族，占有了中原地区，从这里孕育了后来发展起来的以黄帝族为主体的伟大灿烂的华夏文化。传说黄帝时仓颉造文字，大挠作甲子，容成造历。这些传说多出于战国秦汉时学者的附会，但有一点是可以理解的，即古代学者承认黄帝为华族始祖，因而一切文物制度都推原到黄帝。《史记·五帝本纪》说，黄帝时“迎日推策”。又说帝喾高辛氏“历日月而迎送之”。如把它解释成按月亮的圆缺逐日以竹片计算日子，则可理解为最早的传说中的太阴记日。《史记·五帝本纪》载黄帝之后的颡顼时“载时以象天”。则传说中这时的历法已经考虑到季节的变化了，而“历日月而迎送之”，说明当时的历法已经同时考虑到太阳月亮的运动了。

尧、舜、禹是原始社会末期的最后三个古帝，《尚书·尧典》等篇记叙了他们的生平活动和禅让的故事。春秋时人都推崇这三个古帝。关于他们的传说，比黄帝以下诸帝更多些，真实性似乎也大些。《尧典》是记述夏以前天文历法最详细的一篇，因此，我们准备重点介绍一下《尧典》中的天文历法知识。《尧典》中与天文历法有关的内容有如下五处：

1. 历象日月星辰，敬授人时。
2. 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。
3. 宅朔方。平在朔易。十有一月朔巡守。
4. 期三百有六旬有六日。

5. 以闰月定四时成岁。

我们如果确实弄清尧时代的天文历法水平,则对于我国原始社会的天文学发展状况,就能有一个大概的了解。问题在于《尧典》所记是否确是帝尧时代的天文学知识?关于这个问题,以前有很多人提出过怀疑,并且从不同角度作过研究。首先,《尧典》是不是尧时的遗文。过去研究的人都一致认为,《尧典》不可能是尧时代的遗文,因为帝尧时是否有文字还很成问题,而且郑振铎曾正确地指出,《尧典》篇首即大书“若稽古帝尧”,可见作此文者为离尧时代很远的人^[2]。刘朝阳曾根据以上所举《尧典》中的各项天文学内容逐条进行分析,得到《尧典》成书于春秋前半期的结论^[3],这一结论可能是与实际情况较为接近的。

第二,《尧典》中所谈的天文历法内容是不是尧时天文知识。如其中第二条四仲中星和第四条岁实长度一直受到各方面的重视。但四仲中星是否是尧时的实际天象,以前国内外学者作过很多研究,大家的出发点都是根据岁差原理。但由于《尧典》所记文字简略,各人理解都有出入,所得结果则大不相同。要根据史载依岁差原理上推实际天象的年代,必须首先确定观测的实际星座、观测者所在的纬度、观测的日期和时间。这四项只要一项有出入,就会影响上推年代的结果,而这四项内容没有一项是确定无疑的。这就是各人所推结果互异的原因。下面我们仅举少数几个有代表性的研究结果。

比约求出尧接位年(公元前2357年)二分二至点的位置,以北纬 35° 的地方求出二分二至时初昏时刻的中星位置,进行比较,只有昴星相合,他以为由此可证明此为尧时的真实天象,其他三点为计算推得^[4]。新城新藏假定尧时的观测年代为公元前2300年,分别求出该年代二分二至初昏南中天的赤经和四仲中星的赤经,初昏时刻的规定以《汉书·律历志》为准。比较后得赤经差41分,他以为这种观测的日期在二分二至前15天进行,确是尧时的天象^[5]。桥本增吉取观测地点为北纬 35° ,黄赤交角 24° ,观测时间为太阳入地平线下 7° ,求得的观测年代很不一致,又因为《尧典》中包含有阴阳说的思想,故断为周代的作品^[6]。饭岛忠夫抱着中国古代天文学外来说的成见,硬把此项研究也纳入他的系统,强定观测时间均为下午7时,得到《尧典》所载乃战国初年天象的结论^[7]。能田忠亮曾经对《月令》作过深入研究,他将《尧典》四仲中星与《月令》相比较,并假定《尧典》在月中观测,《月令》在月初观测,相差15日,也即有 15° 之差,减去这项差数后,发现《尧典》比《月令》的天象东移 19° ,若将《月令》的观测年代定为公元前620年,则可推知《尧典》的观测年代为公元前二千年前后。由此可见与尧时的实际天象又基本一致^[8]。竺可桢将观测日期定为二分二至,观测时间以现代始昏时间的公式求得,观测纬度定为山西平阳(临汾,北纬 36°),则二分二至的日入时刻可由表查得。观测星宿,虚、昴无异议,火定为大火,鸟星为星宿,则得到鸟、火、虚三星大致相符合,约在周代初年。与昴星相比较,误差达 24° 之多,由此可证明,昴星虽为尧以前之天象,但不足为据,《尧典》四仲中星,实为殷末周初之天象^[9]。竺可桢对于出现这种不一致的状况还有一个解释,认为太古时人春夏秋三季在户外活动,昏时有为目共睹,观察可靠,冬天人们都不在户外活动了,观测星象的人是否能准时观测实为可疑,很可能为始昏以后所测。

以上所介绍的各人研究的结论虽然不同,但有一点几乎是一致的,即从各人的计算结果看,鸟、火、虚三星的观测年代在西周初年以前,昴星的观测年代在帝尧以前。各人再经过各种不同的假设处理和变化,从而得到不同的结论。由于《尧典》四仲中星的记载简略,各人有不同的解释,各执一辞,很难取得一致的意见。不过,尧舜处在中国原始社会末期,紧接着就是奴隶社会的夏、商、周,由这三代的天文学发展水平上推,处于原始社会末期的尧舜时代,

利用星象的出没来定季节,是完全有可能的。至于是否就是利用《尧典》中所载的四仲中星,看来还不大可能,因为当时可能还没有四季的划分,当时所谓季节,只是物候的周期变化。

关于《尧典》中的岁实长度,可能并不是当时的真实知识。从夏、殷、周的历法发展水平看,尧时可能还没有掌握一回归年的确切日数。当时以月亮的圆缺来决定月的大小,随时观测星象,来判定季节的变化。这一条关于岁实的知识,可能是西周以后的东西。朔日的概念,也应在西周以后。

二、夏代的历法

帝禹的儿子启夺取帝位,由此开始,实行帝位世袭制度,标志着我国古代自原始社会过渡到奴隶社会的阶段。自禹至桀十七帝,世系分明,制度益趋巩固,形成了高出众邦之上的原始政治机构,也就成为中国历史上第一个朝代。从很多传说可以判断,禹是远古生产力大跃进时代的代表人物,启可以废除禅让制度,说明私有财产制度在禹时基本上成熟了。社会制度和生产关系的变化,生产力的跃进,必然会促进科学文化的进步。

夏朝的农业生产已经相当发达,在人们的生产活动中已经占据主要地位。农业生产的发展,对历法提出了进一步的要求,促进了历法的发展。《夏小正》是传说中的夏朝历书。我们要想了解夏朝的历法,分析研究《夏小正》这本书是很有必要的。

《夏小正》写成于何时?这个问题现在还很难弄清楚。《夏小正》的经文,存在于《夏小正传》中,《夏小正传》载于《大戴礼记》中,从这里可以分析出经文来。有人说《夏小正传》是戴德所作。当然也有可能比戴德更早。《礼记·礼运篇》记载着孔丘说的“吾得夏时焉”的话,通常认为,这“夏时”就是指夏的历书,很可能就是《夏小正》。这样,《夏小正》的成书,可能比孔丘的时代还要早。从殷墟文字来看,殷朝的文字已经发展得比较成熟,甚至还出现了数百字以上的卜骨文字。由此我们可以推测,夏代可能就出现了文字,甚至比夏代更早就有了¹⁾。但是,我们还不能由此肯定地说,《夏小正》就是夏代的文献。比较多的人认为,《夏小正》成书于春秋以前,这里我们不妨也假定它成书于春秋以前的时代,因为从文字的古奥和星象、动植物的名称等来看,确实不可能比这更晚。很多人曾对《夏小正》做过注释工作,其中以顾凤藻的《夏小正经传集解》较为流行,《夏小正》天文学部分的注释,朱骏声的工作较为出色。

既然我们不能断定《夏小正》是否成书于夏代,那么,是否可以断定它是夏代的历书?它所记的是夏代的天象?关于这个问题,前人也作过很多研究。

《夏小正》全文463字²⁾,按12个月分别记载着每月的星象和物候,以及应该从事的农业活动。《夏小正》所载的与天文历法有关的内容现全文摘录于此:“正月,鞠则见,初昏参中,斗柄悬在下。三月,参则伏。四月,昴则见,初昏南门正。五月,参则见,初昏大火中。六月,初昏斗柄正在上。七月,汉案户,初昏织女正东乡,斗柄悬在下则旦。八月辰则伏,参中则旦。九月,内火,辰系于日。十月,初昏南门见,织女正北乡则旦。”

我国古代对于《夏小正》是夏代的历书这一点很少有人提出怀疑,虽然朱骏声等人作补传时指出有个别的星象不可能是夏代的天象。只有到了近代,才开始有人提出怀疑。能田忠亮针对这些疑问,对《夏小正》所载全部天象逐条进行了研究,他的结论是,除十月条“初昏南门见”为错简或误写外,其余都是原文。文中所载实际天象的年代不能晚于公元前二千

1) 唐兰根据大汶口出土的陶器,认为黄帝时就可能有文字出现,见光明日报,1977年7月14日。

2) 根据夏纬瑛的校释工作,见后注。

年。但“参中”和织女正东(北)乡的记事,以公元前600年时较为适合^[10]。近年来夏纬瑛先生作了《夏小正经文校释》的工作,从物候、气象、地域等方面作了认真的考证和研究,帮助我们我们从其他方面了解《夏小正》资料的历史情况。夏先生对《夏小正》产生的地点和时代也作了研究,认为产生在淮河的中游,因为根据物候,它不可能更北,又根据雨水的分布,它不可能在长江以南,更有“玄雉入于淮”的记载,因而产生在淮河流域无疑。又据夏桀最后失败逃回根据地安徽巢县一带,证明《夏小正》产生的地域与夏代根据地相合。考虑到《夏小正》的文字质朴古老,夏先生以为把《夏小正》一书的产生年代的上限推到夏代末年是可以的^[11]。

能田忠亮和夏纬瑛的工作都是值得重视的,他们两人的结论,实际上也是可以统一的。他们两人的工作分别从天文历法的角度和从物候、气象、地域的角度,都证明了《夏小正》所载的内容符合夏代的实际情况,因而《夏小正》产生起源于夏代几乎是可以肯定的。能田忠亮和桥本增吉^[12]都曾将《夏小正》星象与《月令》星象作了比较,都得到除“参中”两者一致外,其余夏小正星象均更古老的结论。如果承认《月令》出现于春秋前后,则《夏小正》为夏代历书之说当属可信。至于“参中”和“织女正东(北)乡”的记事,可能是在春秋前期根据当时的实际天象混入或补充进去的。由此可以说明,《夏小正》是夏代的历法,夏代灭亡以后,它仍在夏原来的统治中心或夏的遗民中一直使用着,我们现在所能见到的《夏小正》,可能混入了春秋时期的部分天象,但仍然保留着夏代历法的基本面目。

既然可信《夏小正》是夏代的历法,则从《夏小正》的天文历法内容,我们可知夏代历法的基本状况。由《夏小正》可知,夏代的历法每年分十二个月,除二月、十一月、十二月外,每月都以一些显著星象的出没动态来表示节候。这样也就使月份和节候发生了固定的关系。从《夏小正》所观测的参星、北斗、大火、南门、织女、昂星等来看,它是为了便于人们掌握而编定的一本以观测大家所熟悉的星象为对象的天然的历书。这样,人们只需要在夜晚观察一下显著的星象位置和月亮的圆缺程度,就能知道当天所在的月份和大致日期。这是在当时历史环境下,我国劳动人民所发明的既科学又方便的、普遍都能掌握的、非常切合实际的历书。几乎每月都有观测的星象,这说明当时观测已经相当严密,对历法已经提出了相当高的要求。而十一月、十二月、二月没有观测的星象,表明当时的历法完全是从生产实际需要出发的,三至十月是生产季节,对掌握节候的要求就比较严格,十一月至二月,农事活动大都停止进行,因而对节候的要求可以不必严格。从《夏小正》中看不出当时使用的是太阳月还是太阴月,但从历史发展的顺序来看,它所使用的几乎可以肯定是太阴月,即人们可以随时观察星象的出没来定月份,观察月亮圆缺的程度来定日期。值得注意的是,在十一至二月内,只有正月有出没的星象记载,这是为了使每年的岁首可以定得准确。由此我们不难想象太古时的节气是如何调整的,闰月是如何出现的。既然强调了正月的星象,则夏代的闰月自然出现在岁末;而闰月的安排,则根据正月星象的观测来决定。

三、商代的历法

商代是我国奴隶制度占主要地位的时代,文化比夏代有了进一步的发展,在郑州等地的商代早期遗址中,发现有炼铜场和青铜制品,商代早期已经出现了高度的青铜器文化。从甲骨文字的研究来看,商的文字已经发展得相当成熟,已有了专门的史官记载重要的政事。人们认为《尚书·盘庚》三篇都是商朝的遗文。照现有《尚书》中的《商书》和地下史料看来,商是中国用文字传下来的历史的开始。

自商汤灭夏,传十代到盘庚,迁殷后到纣凡八代十二王。商代迁殷后又称殷代。除晚殷的青铜器铭文和殷墟甲骨卜辞外,别无可靠的关于商代天文历法的文献可考。但这些青铜器和甲骨都是当时留下的可靠实物文献,因此,我们研究商代天文学的发展水平,只能把主要注意力放在甲骨和晚殷青铜器上。

甲骨文字仅作占卜之用,自然有很大的局限性。但出土的数万片甲骨卜辞中,有大量的年月日和农事天象的记载。这些天文历法资料,很早就引起人们注意,作了大量研究工作。这些工作,主要是解放前后国内人士做的。

董作宾花了数十年的功夫主要研究卜辞中的殷历,对卜辞文献作了大量的收集整理工作,提出了一整套完整的系统的看法,他的主要工作集中地反映在他的《殷历谱》中。董作宾认为商代使用完整的四分历,使用殷正,自太甲元年至祖庚七年使用年终置闰法,祖庚七年有一次改历,改用无中气置闰法。他相信《汉书·律历志·世经》引伊训篇“太甲元祀十二月乙丑朔”的话,以为刘歆以三统历上推证明它和天象相合,那恰恰是错的,错在刘氏以为汤十三年与太甲元年相叠,而减汤一年,经过他董作宾的改正,就完全与天象相合了。董作宾又对帝辛十年十一年的一段历谱作了考证,据他整理的正人方等拼合的资料,可证帝辛十一年正月朔在丁酉,而据汉存殷历当在乙未,但实际乙未已先天二日(据三百年差一日上推),则丁酉正好为真朔。因而以为正反都能证明帝辛十一年正月朔日是丁酉。有了太甲元年十二月乙丑朔和帝辛十一年正月丁酉朔两个基点,则安排整个商代历谱可迎刃而解^[18]。董作宾为了证明他所说的殷用四分历的说法确实存在,引用了《殷墟文字乙编》15的一片卜辞:

“行望,五百四旬七日至,丁亥,从,在六月。”董作宾将它解释为某年六月夏至日的占卜,经过547天到第二年的冬至丁亥,则当时已知夏至到夏至再到冬至的日数为548天。则当时掌握的回归年的长度与四分历的长度完全一致。关于这条资料,陈梦家作了批驳,以为不符合事实。陈补出卜辞残缺部分如下^[14]:

望五百〔日〕

四旬〔中〕

七日至〔于〕

丁亥从〔 〕

在六月

认为特别不应该将这里的至解释为日至,再说计算日数也决没有将第一天计算在内的道理。董作宾这样作,只不过是牵强附会地强找证据,这个材料很不可信。与董作宾持相类似观点的是王国维的学生吴其昌,他以为殷末周初使用三统历,与董作宾互相唱和,在很多观点上都是互相一致的。

与董、吴相对立的是另一种纯阳历的观点,它的代表人物是刘朝阳和孙海波。刘朝阳以为,据卜辞供给的事实,殷历大约是一年固定为十二个月,没有闰月,每月上中下三旬,每旬常为10日,每月通常都有30日,没有大小月,在特种情况下也许偶然特别附加10日或20日到某月上去,变为四旬或五旬,所以一年的日数通常为360日,偶然为370日或380日,记日干支与各月各旬的日次都有一种比较固定的关系,就是逢十的日子常为癸日^[15]。

孙海波对殷历并未提出独特的见解,只是附和刘朝阳的观点。刘、孙则集中力量驳难董作宾的工作。董的工作也确实破绽很多,不断修改其观点和结论,仍然难以应付。

根据数种甲骨文字和金文的摹本来看,殷代和周初不但有十三月,而且有十四月的刻

辞。十三月可以闰月来解释,十四月的资料则与董等人的四分历说不相容,只能以否定十四月的存在来维持既定的说法。对于十四月的资料,确实大都能找到作其他解释的理由。刘、孙根本不承认十三月、十四月是闰月的说法,而认为是积月之误,即十三月应是一月,十四月应是二月。孙海波还特别指出在明义士《殷墟卜辞》一书中所录的十四月和周雍公絺鼎^[16]所铸之十四月,均刻画明白,无游移之地,由此对否定十四月的存在的人进行驳难。

莫非斯以为,董、刘这两种观点是可以调和的,即认为月有大小,但岁终置闰可闰足月,岁中置闰则可闰一句^[17]。

对于这十三月、十四月例证解释的困难,桥本增吉曾经设计出一套恒星月的历法来解决^[18],他的历法以每月28天,平年十三月,闰年十四月。他也尝试着去解释其他方面的资料,似乎也能顺利通过。不过,甲骨卜辞中明明直接有大月三十天,小月29天的证据,桥本增吉的殷历方案难以使人接受。

解放后,陈梦家著《殷墟卜辞综述》,对前人所作的殷历研究也曾作过较为中肯的描述,他对殷历的认识可能是较为符合实际情况的。

根据以上诸家殷历研究资料的分析,根据我们对殷墟资料的直接研究,也根据我国天文学的顺序发展历史线索,我们认为,前人对殷历所做的大量研究工作取得了很大的成绩,弄清了好多问题,但各家的观点又都带有很大的片面性,均未达到严密的完全可信的程度。关于殷代的历法,应该肯定具有阴阳历的特性,为了说明问题,下面介绍几个典型的例证。有很多事实可以证明,殷历12月以后接着的就是一月或正月,这表明殷历平年为12个月。又据董作宾、陈梦家等人给出的大龟四版,也即《殷墟文字甲编》2122的十月至五月的武丁卜辞,其中十二月有癸丑癸酉,十三月有癸己,二月有癸酉、癸未,癸酉日至下一个癸酉日连癸酉日一起算,一共61天,癸酉日之间祇有59天。如十二月和二月都有癸酉日,那祇有12月最后一天和二月初一都是癸酉,十三月和一月的总日数59天才有可能。这证明十三月和一月中必有一个月为29天,另一个月则为30天。人们常常提出以大龟版四版中另一个五月至八月的卜辞和一块记有“月一正”以下自甲子至癸己,“二月”以下自甲午至癸亥的干支表^[19],来证明殷代连大月的存在,其实,既然使用太阴月,则必然是会有连大月存在的。前面所举十月至五月的卜辞中已包含有十三月,它是表明岁终置闰的一个例证。另据正人方的卜辞,九月有甲午、癸亥,十月又有甲午,这表明癸亥应在闰九月,这是殷末出现年中置闰的一个很好的例证。董作宾整理清正人方的历程表是有贡献的。但他硬要肯定正月丁酉为朔日,这却没有什么根据。另外,董作宾以为殷代初一安排在朔日,但刘朝阳曾经指出,周初以前尚未出现朔字,当时的胛字很可能即是初一。虽然《大禹谟》、《胤征》和“太甲十二月朔”中都出现朔字,但这些都是伪古文,不足凭信。至于岁中置闰依据什么原则?可能是随时观测天象,发现与天象不合,则随时设置闰月。董作宾将西汉太初以后才创立的无中气置闰法大胆地推广到殷代,这是没有什么根据的。十三月的卜辞,大多出现在武丁时代,祖庚、祖甲以后,不见十三月之名,而代之以年中置闰,名为冬八月、多八月、冬六月等等。至于十四月的卜辞,我们倾向于持否定的意见,因为即使历法很落后,也不会错乱到需要经常一年设置两个闰月来纠正季节的程度;甚至说发展到西周仍还会有这种现象存在,那是更难想象了。

商代是年、祀、岁同时出现的,但祀仅用于祭祀用的祀周,祀周是跟年近似的。但是,殷代的岁字并不作年字讲,据陈梦家等人的意见,岁代表一个收获季节,殷代一年可能有两岁。殷代一年有无四时概念的问题,曾经引起过很大的争论^[20]。叶玉森等以为卜辞中有春夏秋

冬四季之分,商承祚、孙海波指出其说错误;陈梦家则指出卜辞中只出现春秋二季。看来,陈梦家的说法可能是较符合事实的。

卜辞中出现的干支记日资料,是我国历史上最早的确实可靠的有关资料,它说明了早在公元前十四至十一世纪时,我国已经确实使用干支连续记日,这在当时来说,是一项伟大的创造,是人类文化史上的一个重要进步。就当时的历法情况来说,大致还是处于观象授时阶段。虽然处于同一个朝代的同一个时期,各地决定各个季节或月份的标准星象也可能是一致的,决定每月的日期的方法也是一致的,但由于各地观测者的不同,所得结果仍必然会有出入,这就会影响到闰月和日期安排的实际不一致,对人们政治、经济、文化的交往带来困难。干支法就是为了适应这种情况而产生的。尽管各地实际所用的历法可能互异,但使用相同的干支周法,这就能在一定程度上避免了因历法互异所带来的困难。

干支法是以十干十二支相配合而成的60个记序单位,以一个单位记序一日。在两个月内干支是不相重复的,因此,利用干支法能够克服因各地置闰先后和大小月安排的不同而带来的困难。殷人祭祀祖先是以天干为序的,祭完了一篇就称为一句(即一周),卜辞的卜句是一篇一篇地卜的,总在每一篇的终了的癸日卜的。三句大约相当于一个月,后世一直沿用殷代将一月分为上中下三句的习惯。

殷代重视天干,所以有时只记干日。这可能是受到夏代文化的影响。殷代的帝王和他们的祖先有很多是以十干来命名的,古史记载和卜辞大都相合,这证明历史上流传下来的关于殷代的历史大致是符合事实的。由此上推,夏代的帝王也有以十干命名的,则十干的产生很可能在夏代之前。先出现有十干的三句记日法,然后再发展成干支记日法。

总之,殷代的历法是在夏代的基础之上进一步向前发展的,就我们现在所掌握的资料,殷代历法取得显著进步的大约有二项,即:一是由生产的进一步发展,对观象授时的方法提出了更高的要求,促使人们对天象的观察更为精密和全面,这具体表现在岁中置闰法的出现。二是发明干支法,大大方便了人们政治、经济、文化的交流。干支法的产生,又反过来进一步促进了历法的发展。

有人认为殷代已使用岁星纪年,这是完全靠不住的。有人还举出方法敛的《库方二氏藏甲骨卜辞》中的1022号卜辞有大岁为根据。关于这个问题,陈梦家在《殷墟卜辞综述》中作了明确的回答,在原摹本中“大”字下失摹一天干,当是大乙、大丁之类的人名,所以以“大”“岁”连读是错误的。即使有大岁的名称,也不能由此推论出殷已使用岁星纪年的结论。

四、西周历法

公元前十二世纪,周民族消灭了殷商奴隶制王朝,建立了周朝。西周初年,农业生产获得更进一步的发展。农业生产的迅速发展,推动了西周天文学的进步。

西周的文化是建立在殷商文化的基础之上的,根据人们对西周初年的文献资料的长期研究,几乎一致认为,西周初年的历法知识与殷末很相近。因此,西周的历法还处在观象授时阶段,这可能是客观存在的事实。但是,人类的文化知识总是在社会实践斗争中不断提高和进步的,西周天文学,在我国天文学发展史上,同样作出了伟大的贡献,并为春秋战国时代天文学体系的建立和四分历的产生打下了坚实的基础。

在周初金文等文献的历日干支中,经常出现有表示月相意义的特殊用词“朏”。朏表示新月初见的那天,这大约是没有可怀疑的。周初朏字在文献中的经常出现,这是一件