

“淮南子·天文訓”述略

席澤宗

“淮南子”是淮南王刘安組織許多学者集体編写的一部著作。刘安的生年不詳，卒于公元前122年，这本书大概写成于公元前140年左右。全书內容相当广泛，共分21卷，“天文訓”是它的第三篇，毛主席“漁家傲”詞按“关于共工头触不周山的故事”引用的是这一篇的第二段。在这一段以前，还有一段讲天体的起源，在这一段以后讲到关于五星、二十八宿和历法等各方面的知識，是研究我国上古天文学的一把钥匙。

天体的起源和演化的問題，是自古以来人們就关心的問題，也是現代科学还没有解决了的問題。秦以前的諸子，他們在談到自然界的时候，偶尔也涉及到這個問題，但都没有完整的概念。說得比較清楚而有系統的，“淮南子·天文訓”是第一次。它說：天地在未形成以前，是一团混沌状态的气体。气有輕重，輕清者上升而为天，重浊者凝結而为地，天先成而地后定。天地的精气合而为阴阳。阳气积久生火，火的精气变成太阳。阴气积久生水，水的精气变成月亮。太阳和月亮过剩的精气变成星星。“天文訓”中这一朴素的天体起源理論，經东汉天文学家张衡的肯定，曾流传了一千多年。

由于地球的自轉，看来好象是日月星辰都在以北极为中心环绕着地球轉。一个地方的北极地平高度，等于它的地理緯度。在黄

河流域，現今的隴海路沿綫一带不到35度，故看来天极向北方傾斜。另一方面，我国地势西北高、东南低，河流多向东南流。为了解释这两个現象，“天文訓”引用了共工与顓頊爭为帝的神話：共工“怒而触不周之山，天柱折，地維絕，天傾西北，故日月星辰移焉；地不滿东南，故水潦尘埃归焉”。这虽然不是用自然界本身的发展來說明自然界，但作为一个神話，充分体现了人們改造自然，改造客觀世界的英雄气概。共工这一光輝的形象，永远活在中国人民的心里。

我国人民所熟悉的二十四节气，作为一个完整系統，其全部名称也是首先見于“天文訓”。它說：太阳“日行一度，十五日为一节，以生二十四时之变”。接着就依据北斗斗柄所指的方向，从冬至起，到大雪止，列出了二十四节气的名称。在这里，值得注意的是雨水在惊蟄之前，清明在谷雨之前，这个次序和現行的夏历一致，却和“呂氏春秋”（成书于公元前三世紀）、“礼記·月令”不同，和本书的“时則訓”也不同，而后三者的內容是一致的。于是从刘歆（？—公元23年）开始，便有許多人依据这些文献来断定“天文訓”的这一段是錯了。其实不然，按照“呂氏春秋”的說法：“孟春之月，蟄虫始振”；“季春之月，时雨将降”，則在現在阳历的2月20日左右冬眠的昆虫就开始蠢动，

4月5日左右田里所需的雨就将下降，这在黄河流域未免是早了一些，因此，在制定二十四节气时，把它作适当的调整，是合情合理的。正因为它比较合理，所以尽管有人反对，但到现在还一直在使用。

那么同一书中为什么又自相矛盾呢？这是因为“天文训”这一段是写的当时的实际情形，而“时则训”是收集古代遗留下来的材料，也可以说是从“吕氏春秋”抄来的。这种杂取众说，不加批判，不能自相统一的例子，就是在“天文训”同一篇中也还有不少。就拿清明来说吧，这和同一篇中谈到“八风”时说的冬至后135日“清明风至”就又有矛盾，在此则清明相当于立夏。还有，若根据二十四节气一段，则一年为365天，若根据八风一段，则一年为360天。在这里，又一次反映了两段材料的来源不同。

这种杂取众说，择而不精的作法，是本书的一个缺点。但从我们搜集科学史资料的角度来看，却又是优点，它给我们提供了丰富的材料。例如，“暮三百有六旬有六日，以閏月定四时成岁”，“尚书·尧典”中关于历法的这一句话，在以后的任何文献里都再没有反映，但在“天文训”里有。它说：“日冬至子、午，夏至卯、酉，冬至加三日则夏至之日也；岁迁六日，终而复始。”按照干支纪日法，（即用甲子、乙丑……纪日），60日为一个周期，若要明年夏至日的支名比今年冬至日的推后三天，明年冬至日的支名（子、丑、寅、卯、……）比今年的推后六天，则必须一年的日数为366日，因为60除183所得的余数是3，60除2×183（=366）的余数是6。但是366日比一个回归年的长度（365.2422日）要大0.7578日，二年就要多出一天半，四年就得减三天，这是很不方便的；倒

不如反过来，取一年为365日，每四年加一閏日，该年成为366天，这样平均每年为365 1/4日，与回归年长度也比较接近。现行的阳历基本上就是这种形式。

一年为365 1/4日，这个数据大概在公元前500年左右，我国的天文学家们就已经知道了。因为日的奇零部分为1/4，所以后来采用这种回归年长度制定的历法就叫做“四分历”。从战国到汉武帝元封七年（公元前104年）以前，我国实行的都是四分历，“天文训”中详细地纪录了这种历法：

$$1 \text{ 回归年} = 365 \frac{1}{4} \text{ 日}$$

$$12 \text{ 朔望月} = 12 \times 29 \frac{499}{940} \text{ 日} = 354 \frac{348}{940} \text{ 日}$$

$$\text{岁余} = 365 \frac{1}{4} - 354 \frac{348}{940} = 10 \frac{827}{940} \text{ 日}$$

$$19 \times 10 \frac{827}{940} \text{ 日} = 206 \frac{673}{940} \text{ 日} \div 7 \text{ 朔望月}$$

$$\therefore (19 \times 12 + 7) = 235 \text{ 朔望月} \div 19 \text{ 回归年} = 6939.75 \text{ 日},$$

即在19年之后，节气又和今年发生在同一日子，但不同一时刻，若再将此数以4乘之，即得：

$$4 \times 19 \text{ 年} = 76 \text{ 年} = 4 \times 6939.75 \text{ 日} = 27,759 \text{ 日},$$

则在76年以后，节气不但和今年发生在同一日子，而且同一时刻。但27,759非60所能整除，若用干支纪日，则在76年以后日名不同，为了日名相同，得再乘20：

$$20 \times 76 \text{ 年} = 1520 \text{ 年} = 20 \times 27,759 \text{ 日} = 555,180 \text{ 日}$$

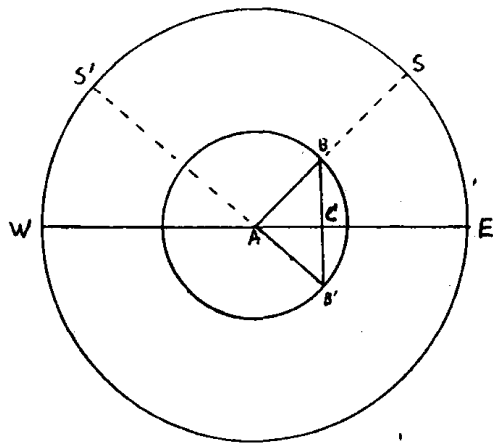
即在1520年以后，节气不但和今年发生在同日同时，而且日名也相同。“天文训”里把76年的周期叫做“一纪”，把1520年的周期叫做“一终”。接着在另一处又说了这样一段

話：“太陰元始，建于甲寅，一終（1520年）而建甲戌，二終（3040年）而建甲午，三終（4560年）而復得甲寅之元”。我們知道，1520不能被60整除，這就是說，若用干支紀年，則1520年後的歲名不一樣，若用4560年為一個更大的周期，則不但那時節氣和今年的發生在同日同時，而且歲名、日名也一樣。因此，這就給我們提供了一個重要證據：至少在西漢初年時已有了干支紀年的方法，這比一般所公認的東漢元和二年（公元85年）復行四分歷時才用干支紀年要早二百年多！但不能就此而得出結論說：“淮南子”就是只主張用干支紀年的。因為久已留傳下來的揖提格、單闕、執除、大荒落、……赤奮若這一套歲名，在“天文訓”里也還是有詳細的敘述，並未拋棄。值得注意的是：在這里又出現了闕逢、旃蒙、柔兆等十個歲陽之名。把歲陽和歲名相配，如闕逢揖提格等，也可以得到60年的周期。這樣一來，我國紀年法的演變大概是：先用十二個歲名，然後再用歲陽和歲名相配，最後又用十干和十二支的相配代替了歲陽和歲名的相配。在“淮南子”時代，大概就是由第二種向第三種過渡的時候。

一年等於 $365\frac{1}{4}$ 日，這個數據是用立竿驗影的辦法得來的。在平地上立一個標竿（古人叫做“表”），則竿子的影子在一天里面，中午時最短；在一年里面，夏至時最短，冬至時最長。為了便於測量每天中午時的影長，古人又在地上和表相連的地方，沿南北方向平擺一把尺子，叫做土圭。圭和表合起來叫做圭表，它是最早的天文儀器，在“周禮”中就有四處提到它，不過只是籠統地說：“以土圭之法，測土深，正日景（即影），以求地中。……日至之景，尺有五寸，謂之地中”（“地官·司徒”）和“土圭以致四時”（“春官

·典瑞”）等，既沒有說在什麼地方觀測，也沒有說用的表有多高，更沒有說到其他節氣的影長。“天文訓”則說明了八尺高的表冬至日中午的影長為一丈三尺，夏至日中午的影長為一尺五寸。由這兩個數據我們可以求得觀測地點的緯度為 $34^{\circ}48'$ ，這和隴海路沿綫一帶的緯度很相一致，可能就是在洛陽觀測的結果。由這兩個數據，還可以算出當時的黃赤交角為 $23^{\circ}54'$ ，用近代天文學推算得為 $23^{\circ}44'$ ，相差亦只 $10'$ 。由此可見，“天文訓”中的數據却是實測紀錄。與此相較，“周髀算經”中說的“冬至日晷（即日影）丈三尺五寸，夏至日晷尺六寸”，就顯得誤差太大了。

漢代學者都眾口一詞地說表高八尺，獨有“天文訓”中記載了一種十尺高的表，這是很值得注意的一條資料：“欲知天之高，樹表高一丈，正南北相去千里，同日度其陰，北表二尺，南表尺九寸，是南千里陰短寸，南二萬里則无影，是直日下也”。這也許只是一種理想，並未實行。若真要實行，就會發現日影並不是千里差一寸。



此外，“天文訓”中還提出了一個利用標竿來測定方向的新方法：先立一個固定標竿A，再把另一標竿B在它的東方十步遠的地方移來移去，早上的時候從西（A處）往東北、

东或东南(例如B处)看,依季节而定,下午的时候从东(例如B'处)往西北、西或西南看;两次观测均要使两个标竿A,B和日面中心S,S'重合。这样,在两次日影等长的时候,东方活动标竿两次位置的联线BB'就是正南北,而它的中点C和A的联线就是正东西。

圭表是最古老、最简单而又科学的仪器,用它可以定方向、测时间、求回归年的长度、量天体的高度,等等。但是它只能进行地平坐标的测量,而“天文训”中却列出了二十八宿的赤道广度(即各距星间的赤经差):“角十二,亢九,……张、翼各十八,轸十七”。各宿的广度都是整数,只有箕为 $11\frac{1}{4}$ 度,二十八宿共总为 $365\frac{1}{4}$ 度。这个 $\frac{1}{4}$ 的奇零部分,在三统历中没有提到,从后汉四分历起移到了斗宿的名下。除此以外,这些数字没有改变地一直被应用到唐朝开元十一年(公元723年),才由一行重新进行了测量。

这些数字的取得,可以有三种办法。一种是在同一天晚上,观测各距星通过子午线的时刻差,再把时刻差换算成度数。第二种办法是连续在每一天晚上的同一时间(例如下午九点钟)进行观测,这样则各距星通过子午线的日数差,即赤经的度数差。第三种办法是在浑仪上直接测量两距星间所张的角度。第一种办法汉朝人根本没有想到过,元朝的赵友钦才在他的“革象新书”里提出,因此在这里不必讨论。第二种办法似乎有可能,因为我国在上古就很注意南中星的观测,早在“尚书·尧典”中就提到了;但一考虑到这种观测所需的时间之多和精确度之低,就很难说是用的这一种办法了。第三种办法则比较简单,但必须有具有赤道环的浑仪。因此,这又给我们提供了一条线索,证明在

落下闳等人于元封七年(公元前104年)进行改历以前就已经有了浑仪和对二十八宿的观测结果,他们不过只是总结了这些新的成就。而浑仪的发明在我国天文学的发展上具有极其重要的意义,有了它,许多测量工作才能进行,浑天说也应运而生。

人们最早认识的太阳系里的五大行星,我国在秦以前管它们叫做:辰星、太白、荧惑、岁星、镇星。除了岁星以外,文献中记载的都很少,只有“甘氏星经”和“石氏星经”中可能全都谈到,不过这些书都失传了。在现存文献中,把五星作为一个系统来叙述,并且转换成现在还通用的名字,这是“天文训”的功劳。它说:“何谓五星?东方木也,其神为岁星;南方火也,其神为荧惑;中央土也,其神为镇星;西方金也,其神为太白;北方水也,其神为辰星”。到了“汉书·律历志”就直接叫做木星、火星、土星、金星、水星了。“天文训”内给出木星和土星的恒星周期为19年和28年,金星的会合周期为635日;根据现今天文学的实测,这些数据应为11.82年,29.46年和583.92日。

木星的恒星周期(11.86年)和太阳黑子活动的平均周期(11.4年)很相近。这使我们联想到一件事情:现在很多人在讨论黑子活动和地球上的旱涝关系,而“天文训”里又说:“岁星之所居,五谷丰昌,其对为冲,岁乃有殃;故三岁而一饥,一岁而一衰,十二岁而一康”,并列有以十二年为周期的旱涝情况。“天文训”的这一说法是从甘氏的“岁星经”中继承下来的。其实,在秦以前,不止甘氏有此说法,“史记·货殖列传”引越国的计然亦有类似的说法。为什么那时人们非常注意这一关系呢?若单从星占出发,那为什么不用土星呢?“岁镇行一宿,二

十八岁而周天”，用土星也一样的方便。可能是已经觉察到了一个地方的旱涝情况大致上有十二年的周期变化，因为不知道太阳黑子的活动周期，就把它归结为和木星的周期有联系了。事实上，这里的情况很复杂，到现在也还没有定论。

“天文训”中除了上述这些天文学资料以外，还有关于物理学的知识。利用凹面镜，把太阳光聚在焦点上，可以得到很高的温度，用来燃烧东西，“天文训”首先记载了这一事实。我国古书中记载五声以数相求者，以“管子·地员篇”（成书于公元前四世纪）为最早；记载十二律以数相求者，以“吕氏春秋”为最古。但“吕氏春秋”只列出“黄钟（今C音）生林钟（G音），林钟生太簇（D音），……”；并说：“三分所生，益之一分，以上生；三分所生，去其一分，以下生”，但没有列出各种律管的具体数字。“天文训”则列出了各律管的整数或近似整数值，即：若取黄钟律管的长度为81，则林钟为54，太簇为72，……；并把三分损益法说得更清楚：“下生者倍，以三除之；上生者四，以三除之”，即： $81 \times \frac{2}{3} = 54$ ， $54 \times \frac{4}{3} = 72$ ，……。但因 $81 = 1 \times 3^4$ ，这样只有五个律管的长度为整数。为了十二个律管的长度全为整数，“天文训”又说：“置一而十一三之，为积分十七万七千一百四十七，黄钟大数立焉”，即若以 $1 \times 3^{11} = 177,147$ 为黄钟之数，则十二律管的长度皆为整数。“史记”、“汉书”都采用了这个数据，并演算出其他十一律管的长度。

以黄钟律管的长度为标准，当作九寸，“十寸而为尺，十尺而为丈，四丈而为匹”——“天文训”是这样地给出了长度单位的换算。关于重量的单位是：“十二粟而当一分，十

二分而当一铢，二十四铢为一两，十六两为一斤，三十斤为一钧，四钧为一石”。关于时间的单位，“天文训”里可就没有这样清楚的概念了，它只是说：“日出于暘谷，浴于咸池，扶于扶桑，是谓晨明；登于扶桑，爰始将行，是谓朏明；至于曲阿，是谓旦明；至于曾泉，是谓蚤食；……”。后来的人都根据这一段话，认为当时是根据太阳在地平圈上的位置，把一昼夜分为15等分或16等分，但是这一说法有问题。若根据这一说法，则下午10点半叫做黄昏，午夜12时叫做定昏，这未免太名不符实了。我们的看法是这十几个名词都是指白天的时间，而不包括黑夜；除了“至于昆吾，是谓正中”恆为中午12时外，其余的名称都不和现在的固定钟点相对应，而是随着季节和地点而变化的。以北纬 35° 的地方来说，假定黄昏即为民用昏影终的时刻，则在春分时为下午6时37分，夏至时为7时47分，秋分时为6时23分，冬至时为5时21分。

“天文训”在不到7,500字的一篇文章里，给我们遗留下来这样多的知识，不能说不算宝贵。而更重要的是把天文知识作为一个独立的部门，并把乐律和计量标准当作它的附庸，专立一章来叙述，这是第一次，它影响到后来的“史记”、“汉书”以及其它各史。它们都把天文、律历当作组成部分。正因为二十四史中差不多都有天文志和律历志，我国的丰富的观测纪录和多采的历法知识才得保存下来。当然，二十四史中有天文、律历的原因还有其他方面，但把“淮南子·天文训”的影响作为一个方面，总是可以的吧！

本文写作期间，承蒙叶企孙教授和钱宝琮教授指导，特此致谢。