

天文爱好者

观测手册



天文爱好者观测

天文爱好者观测手册



学苑出版社

前 言

《天文爱好者观测手册》是根据1977—1986年十年间《天文普及年历》中的资料汇编而成。应《天文普及年历》广大读者的要求和天文观测需要，本书不仅介绍了太阳系内主要天体的位置计算和观测方法，并给出了天文爱好者亟需的各种图表，我们相信此书一定能为天文爱好者的观测活动提供帮助。

作为观测手册，本书所包含的资料略显单薄，有待于进一步修订和完善。本着为读者服务的精神，我们将继续收集资料，在适当的时候为广大天文爱好者提供内容更为详实的观测手册，

愿读者能喜欢本书，并请提出宝贵意见。

编 者

一九八九年九月

目 录

前言	.....
天文名词解释	.....	1
1990年至2005年的五大行星动态	.....	13
一百年农历、公历对照简表及使用说明	.....	18
天文普及年历内容简介	.....	19
月食图是怎样绘制的	.....	30
二十四节气的计算	.....	34
太阳位置的近似计算	.....	38
月亮位置的近似计算	.....	41
大行星坐标的近似计算	.....	45
流星的目视观测方法	.....	63
彗星的发现和观测方法	.....	69
变星的目视观测	.....	73
八十八个星座的双星变星星团星云表	.....	79
附图		
变星星图	.....	137
流星观测用星图	.....	142
八十八个星座图 (暗至7等)	.....	154
简明全天星图	.....	195

天文名词解释

天球：当我们观察天空时，觉得天空好象一个巨大的圆顶笼罩在头顶。太阳、月亮、行星和无数的恒星都好象分布在这个圆顶上面。不论我们在什么地方，总觉得自己位于这个球面中心。因此我们把以观测者为球心，以无限大为半径所描绘出的假想球面，称为天球，作为研究天体的位置和运动的辅助工具。由于地球每天从西向东自转一周，我们就感到天球上的一切天体每天自东向西旋转一周，这种运动叫做天球的周日运动。

天极：天球绕假想的轴（叫天轴）作周日旋转时，有两点是固定不动的，这两点叫天极。它们实际上是地球自转轴所对准的天空方向。

天赤道：把地球赤道面无限扩大和天球相交的大圆。它分天球为南北两半球。天赤道离天球南北两天极各为 90° 。

子午圈：通过观测者的天顶和南北天极的大圆。天球子午圈与地平相交的两点为观测地点的南点和北点。

中天：天体经过观测者的子午圈，叫做中天。由于周日运动，每一天体在一恒星日内经过子午圈两次，离天顶较近的一次中天叫上中天，另一次离天顶较远的中天叫下中天。

黄道：由于地球公转，从地球上看见太阳每天在天球上由西向东移动约 1° ，一年内转动一周。太阳这个在天空周年视运动的路线就叫黄道。实际上就是地球的公转轨道平面和天球相交的大圆。黄道和天赤道的交角叫黄赤交角，为 $23^\circ 27'$ 。

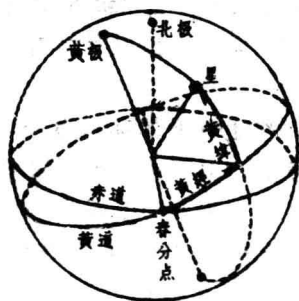
春分点：黄道和天球赤道相交于两点。太阳从赤道南面向北面移动时所经过的一个交点叫春分点（另一个便是秋分点）。每年 3 月 21 日或 22 日，太阳经过春分点。

赤道坐标：量度天体位置的坐标系。又分为两种：（一）第一赤道坐标（或称时角坐标）。在这坐标中，天体位置用时角和赤纬来表示。时角（ t ）就是通过天体的时圈（通过天球南北两极和天赤道正交的大圆叫时圈）和子午圈在天极所交的角度，也可以用从子午圈到天体时圈的赤道弧长表示。时角



赤道坐标图

由子午圈算起，顺时针方向，以时分秒计量，每 15° 为 1 小时。赤纬（ δ ）是天体沿时圈和天赤道的角距离，向北为正，向南为负。（二）第二赤道坐标（或简称赤道坐标）。在这坐标中，天体位置用赤经（ α ）、赤纬（ δ ）表示。赤经就是通过天体的时圈和春分点的时圈所夹的角。由春分点算起，反时针方向，从 0° 到 360° 或 0 时到 24 时。赤纬定义同上。



黄道坐标图

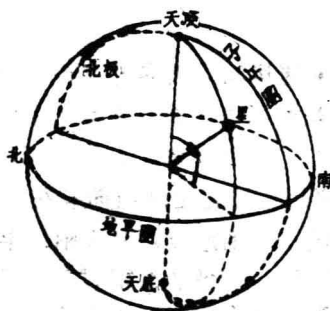
黄道坐标：以黄道面为基准来表示天体位置的一种坐标，黄道经度（简称黄经 λ ）是以春分点为起算点，反时针方向从 0° 到 360° 。黄道纬度（简称黄纬 β ）以黄道为 0° ，往南北各 90° ，北正南负。

地平坐标：以真地平为基本圈，南点为原点的天球坐标系。所有通过天顶垂直于真地平的大圆叫做地平经圈。地平坐标系的

两个坐标量是地平经度（又称方位角）和地平纬度（又称高度）。

方位角由南点沿地平圈计算，正南为 0° ，正西 90° ，正北 180° ，正东 270° ，再到正南为 360° 。

高度是从地平面沿地平经圈量至天体的角距，地平为 0° ，



地平坐标图

天顶为 $+90^\circ$ ，天底为 -90°

恒星时：天球的周日旋转是地球自转的反映，我们就利用太阳、恒星或天球上假想点的周日运动来建立时间系统。由于选取的特定不同，在天文学中就有几种不同的计量时间系统，如恒星时、真太阳时、平太阳时等。

恒星时是以春分点的周日视运动来确定的计量时间的系统。一个地方的恒星时以春分点对于该地子午圈的时角来量度。春分点连续两次上中天的时间间隔为1恒星日，再分为24个恒星小时……等等。

真太阳时：太阳视圆面中心连续两次上中天的时间间隔叫做真太阳日。1真太阳日又分为24真太阳时……等等。这个时间系统称为真太阳时。真太阳时是以真太阳视圆面中心的时角来计量的，它的起算点是真太阳上中天，而我们日常生活中，习惯的起算点是半夜（下中天），正好相差12小时。因此，为了和人们的日常生活习惯一致，把真太阳时定义为：真太阳视圆面中心的时角加12小时。因为真太阳时是观测太阳视圆面中心得到的，所以真太阳时也称为视太阳时，简称视时。

平太阳时：由于太阳在黄道上作变速运动，而黄道又向赤道倾斜，所以一年四季的真太阳日长短不等，在日常生活中使用不便。天文学上假设一个假想点，它每年和真太阳同时从春分点出发，也同时回到春分点来；不过它是从西向东在地球赤道上以均匀速度运行。这样的一个假想点叫平太阳。平太阳连续两次经过上中天的时间间隔，叫做平太阳日。1平太阳日又分为24平太阳时……等等。这个时间系统称为平太阳时，简称平时。平时是以平太阳下中天起算的，平太阳时定义为：平太阳的时角加12小时

时差：视时和平时的差数叫做时差，即：

$$\text{时差} = \text{视时} - \text{平时}$$

时差有时为正，有时为负，它在一年中由-14.3分变化到+16.4分，并有四次等于零。

地方时：恒星时、视时、平时都由时角定义，而时角是从子午圈量起的，对于地面上不同地理经圈的地方，它们的子午圈是不同的，时间也就不同。因此，以地方子午圈为基准所决定的时间，叫做地方时。在同一计量系统内，同一瞬间测得的地球上任意两点的地方时刻之差，在数值上等于这两点的地理经度差。

世界时：1884年国际上决定，全世界的地理经度是从英国的格林尼治天文台的子午线（称本初子午线）起算的。格林尼治地方时常用特定符号来表示：S表示格林尼治地方恒星时，M表示格林尼治地方平时。格林尼治地方平时又称为世界时，每天从子夜算起，由0时计算到24时。世界时与地方平时之间的关系为：

$$\text{地方平时} = \text{世界时} \pm \text{经度} \quad (\text{东经用} +, \text{西经用} -)$$

标准时：把地球按地理经度分为24个时区，每一个时区包含地理经度 15° 。并以格林尼治本初子午线东、西各 7.5° 的范围作为零时区，在零时区以东为东一区（东经 $7.5^\circ - 22.5^\circ$ ），东二区……东十二区；以西为西一区（西经 $7.5^\circ - 22.5^\circ$ ），西二区、……西十二区（与东十二区重合）。每一时区都按它的中央子午线来计量时间，即都采用它的中央子午线的地方平时，叫做标准时。相邻两时区，时间相差1小时。

我国地域广阔，横跨东五区到东九区五个时区。为了方便，一律采用第八区时，即东经 120° 标准时，也就是我们通常所说的北京时间。北京时间比世界时早八小时。即：

$$\text{北京时间} = \text{世界时} + 8 \text{ 小时}。$$

星座：古时候人们为了便于认星，他们按照一些较亮的星联

成的图形把星空划分成一个个的星座,并以星座的形态或结合神话故事的内容来给星座命名。星座的这种划分完全是人为的,不是一个星座里的星有什么特殊的关系。现在国际上公定全天分为八十八个星座。星座界线过去是不规则的,1930年国际公定采用平行于赤经圈和赤纬圈的划分法。

三垣四象二十八宿:是我们古代对星空的划分,它们的起源远在周、秦以前。三垣是北天极周围的三个区域,即紫微垣、太微垣和天市垣。四象分布于黄道和白道近旁,环天一周。每象各分七段,称为“宿”,总共为二十八宿。它们是:

东方苍龙之象,含角、亢、氏、房、心、尾、箕七宿,
南方朱雀之象,含井、鬼、柳、星、张、翼、轸七宿,
西方白虎之象,含奎、娄、胃、昂、毕、觜、参七宿,
北方玄武之象,含斗、牛、女、虚、危、室、壁七宿。

星名:对于一些较亮的星,我国古代都起了专名,如天狼、老人、织女、大陵五、轩辕十四和北落师门等等。现在国际通用的命名法是在星座名称之后加希腊字母,按希腊字母的次序分别表示该星座里最亮、次亮……等(偶有例外)。如大犬座 α (天狼),大犬座 β ……等,希腊字母用完后,再用拉丁字母及阿拉伯数字。更暗的星也有采用赤经赤纬命名的。对于变星则另有专门规定。

目视星等:早在公元前二世纪,人们把天空中肉眼所能看到最亮的星定为1等星,肉眼刚能看到的星定为6等星,亮度在1等星和6等星之间的是2等星、3等星等等。并且定出1等星的亮度大约是6等星亮度的100倍。这样,星等每差

一等，亮度相差 $\sqrt[5]{100}=2.512$ 倍。其后人们把这个规律向外推广，比一等星亮2.512倍的星定为0等星，比0等星亮2.512倍的为-1等星……；比6等星暗2.512倍的为7等星，比7等还暗的依次为8等、9等等等。7等星以下要用望远镜才能看见。这种仅凭肉眼（或以肉眼通过望远镜）测定的星等称为目视星等，它并不代表天体的真正亮度。所有的天体中，看起来最亮的是太阳，它的目视星等为-26.72等，月亮满月的目视星等为-12.6等。

绝对星等：为了能比较天体的真正亮度，应该设想把它们放在同一距离时来比较，这个距离定为10秒差距（或32.6光年）。这样测出的星等称为绝对星等。太阳的绝对星等为+4.85等。

天文单位：计量天体距离的一种单位。它采取地球到太阳的平均距离作为一个量度单位，等于149,507,870公里。一般用来计量太阳系内的天体距离。

光年：在恒星世界中，天体距离遥远，用天文单位来计量很不方便，天文工作者便采用更大的单位来作为计量单位。光年即光在一年所行经的距离（光每秒运行30万公里），约等于 9.46×10^{12} 公里。1光年等于63240天文单位。

秒差距：天体之间的距离单位。当恒星的周年视差为1角秒时，恒星的距离叫做1秒差距。

1秒差距=3.26光年=206,265天文单位= 3×10^{13} 公里

视差和视差位移：在测量工作中，时常要测定一些由于某种原因而无法达到的物体的距离，这就需要用间接的视差方法。

所谓视差,就是由两个不同点观测同一目标的方向之差。这种由于观测者的位移而使目标方向改变的现象,叫做视差位移。根据视差可以用来测定距离。

天体与地球的距离不能直接量出,天文工作者就是应用视差方法这个原理来测定天体的距离的,在天文学中也叫做天体视差的测定。

周日视差:以地球半径作为基线时,由地心和地面看某天体的方向之差,叫做该天体的周日视差,也即该天体对地球半径所张的角度。天体的周日视差随天体的地平高度而变化。当天体在地平时周日视差最大,叫做地平视差。天体地平高度越高则周日视差越小,到天顶时为零。周日视差只能用来测量太阳系内的天体距离。对于恒星不适用。

周年视差:对于太阳系以外的天体,取地球绕太阳公转的轨道半径作为测量天体距离的基线,然后假定从恒星看地球轨道半长径所张的角度,称为该天体的周年视差。恒星的周年视差都很小,最近的恒星周年视差也都小于 $1''$,恒星愈远,周年视差愈小。

初亏:月食或日食开始的时刻。由于月球自西向东运动,所以日食的初亏就是太阳圆面西边缘与月面外切的时刻。月食的初亏则是月面的东边缘与地影外切的时刻。

食既:指日全食或月全食开始的时刻。日全食食既时,月面的东边缘和日面东边缘相内切,这时月面则开始把整个日面掩蔽,日全食开始。月全食食既时,月面的西边缘与地影西边缘相内切,月球刚开始全部进入地影,月全食开始。日偏食和月偏食都没有食既。

食甚：在日全食（或月全食）时，太阳被月面全部掩蔽（或月球完全进入地影）、两者中心距离最近的时刻，称为食甚。对于偏食，则是指太阳被月面掩蔽最多或月球被地影掩蔽最多的时刻。

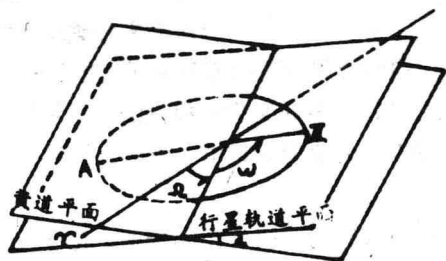
生光：指日全食或月全食结束的时刻。日全食生光从太阳的西边缘开始，这时，月面的西边缘与日面西边缘相内切。月全食的生光从月面的东边缘开始，这时，月面的东边缘和地影的东边缘相内切。偏食没有生光。



日全食食相示意图

复圆：指日食或月食结束的时刻。日食复圆是指日面东边缘与月面外切时的瞬间。月食复圆是指月面西边缘与地影外切的瞬间。复圆过后，日月食整个过程结束。

轨道要素：也叫轨道根数，它们是描述天体（包括人造天体和宇宙火箭）的运行轨道的各种参数。这些要素是：决定轨道面在空间位置的轨道交角 i 和升交点黄经 Ω ；



行星轨道要素示意图

决定天体轨道大小的半长轴 a ；决定轨道形状的偏心率 e ；决定天体轨道在它的平面中的位置的近日点角距 ω ；以及天体过近日点的时刻 T_0 。

历书时：由于地球自转的速度并不是均匀不变的，因此根据地球自转而建立的平太阳时系统就不是均匀和准确的。这对编历、授时等工作带来许多不利因素。为了解决这个矛盾，1960年起全世界各国采用一种新的计时系统，称为历书时，它是以地球公转周期为基准的计时系统。历书时的秒长等于1900年1月0日12时瞬间回归年长度的 $1/31,556,925.9747$ ，而把86400历书秒定义为1历书日。从1960年起，天文年历中太阳系天体位置都按历书时来推算。

历书时与世界时之差为 ΔT

$$\text{历书时时刻} = \text{世界时时刻} + \Delta T$$

ΔT 在一年内的变化很小，它可由观测天体（如月球）的位置定出，一般要经过二、三年后才能得出准确的数值。

原子时：人们发现原子内部能级跃迁所发射或吸收的电磁辐射的频率极为稳定，因此就以此为基准而建立一种很均匀的计时系统，称为原子时。1967年国际计量大会采用 ^{133}Cs 原子跃迁频率 $9,192,631,770$ 周所经历的时间作为原子时的秒长。目前，通过全球性的协作，许多的实验室提供的原子钟组成的国际原子时，其精确度每天快慢不超出千万分之一秒。

光谱型：恒星的光谱可以按照它们所表现的物理、化学特性而归纳为几个主要的类型，称为光谱型。各个光谱型的恒星对应一定的表面温度和颜色。目前采用的是哈佛天文台的分

类法，按温度下降的次序，恒星光谱主要分为O、B、A、F、G、K、M七大型。另外还有极少数的恒星光谱，则分属于R、N、S型。每一大类型又可依次细分为若干分型，如A9则表示是A8型和F0型的中间分型。

光谱型	颜色	表面温度 (°K)	举 例
O 型	蓝 星	40000 — 25000	
B 型	蓝白星	25000 — 12000	猎户 β , 室女 α
A 型	白 星	11500 — 7700	天琴 α , 大犬 α
H 型	黄白星	7600 — 6100	小犬 α
G 型	黄 星	6000 — 5000	太阳, 御夫 α
K 型	红 星	4900 — 3700	金牛 α
M 型	红 星	3600 — 2600	猎户 α

光度型：根据选定的恒星光谱线强度之比，天文学家将每一光谱分型再细分为六个光度型，用罗马数字表示为：

- | | |
|-------------------------|----------|
| I — 较亮的超巨星 | III — 巨星 |
| I _b — 较弱的超巨星 | IV — 亚巨星 |
| II — 亮巨星 | V — 主序星 |

力学时：天体按牛顿动力学和万有引力运行，并经过相对论改正，用于历书或运动方程式中的时间。

当前对于严格的观测需要各自的时间形式。因为相对运动中，存在不同坐标系和引力势能的差别。在深空飞行的天体运动方程是相对于太阳系质量中心；而坐标和时间是在地心系统测得的。

1976年国际天文协会已讨论并决定在动力天文学中引入“类时”；1979年指明：相对于太阳系质心运动方程以及由此得出的星历表，用太阳系力学时表示（记为TDB）；用于

地心视位置的星历表，引数为地球力学时 (TDT)；从1984年1月1日起，《天文年历》中采用力学时。

需要注意的是：在天文年历中的力学时，除特别说明外，是指地球力学时。TDB与TDT之间差别，根据相对论原理的转换，不存在长期项，只有周期变化；起因于地球轨道偏心率。周期最大的项是周年项，振幅为 0.001658 。

地球力学时在国际原子时 (TAI) 的基础上的，规定1977年1月0日00^h00^m00^s 瞬间，对应的地球力学时为1977年1.0003725 日 (即1日00^h00^m32^s.184)。这个补偿值32^s.184正好选取原子时试用期间，历书时 (ET) 与原子时之差的估算值。同时，国际制秒 (SI) 的秒长是用历书时秒量度“铯原子钟”频率的结果，所以，地球力学时能够与过去使用的历书时相衔接，而且可以把旧历表中引数历书时，改为地球力学时，继续使用。

由地球力学时定义可知：

$$TDT = TAI + 32^s.184,$$

而力学时与世界时之差 ΔT 表为：

$$\Delta T = TDT - UT_1 = 32.184 + TAI - UT_1.$$

此值可由每年的《天文年历》查出。

1990年至2005年 的五大行星动态

行星相对于太阳的视运动叫做行星动态，行星的可见情况和它们的动态有关。

对于运行轨道在地球轨道以内的内行星，如水星和金星，从地球上看去，它们总在太阳附近的天空区域。当行星视黄经和太阳视黄经相同，行星在太阳和地球之间，叫做“下合”。这时内行星淹没在太阳的光辉里，看不见行星。下合以后，内行星逐渐移向太阳西侧，离太阳的角距离逐渐增加。当行星在太阳西侧，距离太阳角距离最大的位置叫做“西大距”。这时，在日出之前，在天空中的东方可以看到内行星，叫做“晨星”。西大距之后，内行星一天天移向太阳，当行星视黄经和太阳视黄经相同，行星在太阳外侧，叫做“上合”。这时行星又隐没在太阳的光辉里。此后，行星逐渐运行到太阳东边，行星在太阳东侧角距离最大的位置叫做“东大距”。在东大距前后，行星成为“昏星”，在日没之后，在天空的西方可以看见行星。

附表1 列出1990年到2005年间水星大距日期。

附表2 列出1990年到2005年间金星动态。

内行星下合时，从地球看去，它们有可能沿日面经过，这种现象叫做“行星凌日”。历史上第一次预告水星凌日和金星凌日的是开普勒，他预告了1631年11月7日水星凌日和1631年12月6日金星凌日。伽桑迪观测了这次水星凌日。从