

A. P. 诺顿 著



# 星图手册

科学出版社 ●

# 星 图 手 册

A. P. 诺顿 著

李 珩 李 杺 译

科 学 出 版 社

1984



## 内 容 简 介

本书是一部手册。书中列有可供观测者观看天象时参考的各种资料图表,其中星图部分包括肉眼可见的全部恒星,绘图精确,星名完备。手册部分列有各种有用的天文数据和天文名词解释,可备经常查阅。本书自1910年出版以来,深受读者欢迎,曾不断再版。中译本根据1978年第17版译出。本书可供天文工作者和天文爱好者阅读参考。

A. P. Norton

NORTON'S STAR ATLAS

Gall & Inglis, 17th ed., 1978

## 星 图 手 册

A. P. 诺顿 著

李珩 李杭 译

责任编辑 夏墨英

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1984年3月第一版 开本:850×1168 1/16

1984年3月第一次印刷 印张:8 插页:21

印数:0001—3,300 字数:271,000

统一书号:13031·2489

本社书号:3420·13—5

定价: 4.60 元

## 译者前言

这本《星图手册》在国际上享有很高的声誉。自1910年出版以来,本书不但为广大天文爱好者用来指导天文观测,而且天文工作者也经常翻阅参考。本书的星图部分包括全天眼可见的全部恒星,绘图精确醒目,星名完备,长久以来被当作一本标准星图使用。手册部分包括天文观测和一般需要参考的各种资料图表,也是很有用的。本书根据1978年第17版译出,个别部分又参考了第15版和第14版,并略作调整。原版中若干已发现的错误或欠缺陈旧的部分,已经加以改正和补充。例如太阳系的卫星数据表已根据1982年的最新资料更新。

本书在第16版以前的书名是《A STAR ATLAS AND REFERENCE HANDBOOK》,直译为《星图及参考手册》;从第16版(1973)起改名为《NORTON'S STAR ATLAS AND REFERENCE HANDBOOK》。为了简明起见,现把书名译为《星图手册》。

长期以来,我国缺少一本类似本书的星图手册,因此翻译本书一直是译者的素愿,也是许多天文工作者和爱好者的需要。早在建国以前的中国天文学会年会上就有翻译本书的建议,所以本书的出版是很有必要的。但是本书只提供天文观测和参考的基本图表资料,对于那些变动中的天象、行星位置等,还请查阅当年的《中国天文年历》、《天文普及年历》和《天文爱好者》期刊。

为了查考中国星名方便,本书将《中国大百科全书·天文学》一卷中比较简明的“中西对照星图”6幅(伊世同编绘)和“中国星名表”(王健民编)作为“附录”编入书中,在此谨向两同志表示谢意。如要详细了解中国星宿的划分和星名,请参考北京天文馆伊世同编绘的《中西对照恒星图表》(科学出版社1981年出版)。

在翻译过程中,北京天文台沈良照同志曾给予不少帮助和支持,紫金山天文台张钰哲台长十分关心本书的出版,特向他们表示感谢。

译文如有错误和不妥之处,请予批评指正。

李珩(上海天文台)

李珩(北京天文馆)

1982年2月

## 原 序

诺顿星图 (Norton's Star Atlas) 第一版出版于 1910 年。本书主要是为那些只有地平装置或者只有不带刻度盘的赤道仪装置的业余观测者而编写的。本书可作为以下两书的辅助读物。

1. 韦布著《普通望远镜里的天体》(Webb, *Celestial Objects for Common Telescopes*) 与
2. 史密斯著《天体的循环》(Smyth, *Cycle of Celestial Objects*)。这些书现已绝版, 只能在天文图书馆里找到。这两本书内所列的暗至 7 等的恒星以及一些更暗的特别重要的天体都绘在本书星图内。

在星图的设计和编排上有大幅度的重叠; 每幅图约占全天的五分之一, 没有一个星座被不合宜地割裂。考虑到所绘星图的面积比较大, 总有一些细小的变形。全部星图载有 8400 颗恒星和 600 个星云的位置。明亮的变星与红星, 分别以  $v$  和  $R$  表示。关于双星的详细情况, 可参看星图附列的双星表和以上所举的两本书。

本书所用的星座界限, 是根据国际天文协会于 1930 年采用的德尔波特 (E. Delporte) 划分法。德尔波特界限的历元是 1875 年; 到了 1950 年, 主要是由于 75 年岁差, 赤经与赤纬发生了显著改变, 但星座界限仍然未变。诺顿星图第 9 版和以后各版是按照 1950.0 年的标准历元而重新绘制的。

第 15 版加入的银道星图也重印在这一版里, 是按国际天文协会在 1958 年莫斯科大会上通过的银道坐标系完全重绘的。出现在各星图内的银道和银极都是按照新标准描绘的。这工作是爱丁堡卡尔顿山 (Calton Hill) 天文台台长马修 (Norman G. Matthew) 完成的。

原来星图的一切特点都已保存, 只是作了以下一些变动:

(a) 暗至 6.35 等的恒星(按订正的哈佛光度星表)都已绘在图内。在初版中, 星的位置是根据胡佐著《普通天文学》(Houzeau, *Uranométrie Générale*) 绘制的。若将胡佐书中较暗的内眼星的星等和哈佛光度星表与其补篇内的星等仔细比较, 发现胡佐的星等过于暗弱, 有些星比 6.35 等还暗弱得多, 因而将这些星删去。反之, 又加绘了许多不在胡佐书内的哈佛星, 以及一些引自别的文献的双星。

(b) 除梅西叶与赫歇耳两星表里的星云外, 其他星云都以 NGC 星表内的编号表示。

(c) 极大亮度超过 6 或 7 等的变星, 图中都以小圆圈表示。

(d) 许多天区的银河, 由于恒星云、黑暗区与蜿蜒的暗带, 结构显得非常复杂, 不是本书内所用的单一色调所能表现的。我们仍采用普罗克特 (R. A. Proctor) 所描出的轮廓, 这种画法至少表现了银河的位置与界限, 而且显示出银河复杂结构的概略印象。

(e) 为了便于目视观测, 书中仍印了一幅月面图和三百个已经命名的月面名称。

(f) 这一版内印出了火星图。这幅图是复制国际天文协会所刊布的, 其中包括已经命名的 128 个火星表面的名称。编者认为, 对于目视观测者, 这幅图比空间探测器所拍摄的较详细照片更为有用。

1919 年以来合作修订本书参考手册部分的诺顿 (Arthur P. Norton) 与英格利斯 (James Gall Inglis) 先后于 1955 与 1939 年去世, 以后的修订工作由后来的版权所有者罗伯特·英格利斯 (Robert Inglis) 担任, 他也于 1975 年去世。第 16 版的参考手册已完全改写, 而且全面地更新了, 望远镜里的天体表也经过修订与扩充。本书版权所有者对于穆尔 (Patrick Moore)、萨特思佛特 (Gilbert Satterthwaite)、迈尔斯 (Howard Miles)、尼科尔森 (Iain Nicolson)、马什 (Julian Mursh) 与基钦 (Christopher Kitchin) 表示深切的感谢, 他们欣然愿意协助这项繁重的工作。

本书仍保留以前几版的宗旨: 为业余观测者和一般读者提供一本参考手册, 以便他们经常查阅一些不熟悉的名词解释, 特别是一般教科书不予讨论的有关观测天文学的词汇; 我们希望这里收入的词汇足以满足上述要求。

为了使数据的表达前后一致和合于逻辑, 并避免不必要的重复, 新版的编写次序与以前几版略有不同。

为了适合现今科学书刊的惯例,本版内的数据完全采用国际单位制,并尽量遵循国际天文协会对于天文书刊提出的要求。

由于这是第一次全面修改参考手册,我们利用这个机会使用新型字体将全书重新排版。我们的意图是将本书印成版面比较宽的现代形式,同时也尽量保留以前版本的优点。我们特别希望以前保留下来的数表在重排后更为有用。重要天体一览表经过修订后也以新形式排印。

编者希望修订本对于读者特别是观测者能够成为一本有用的知识手册,为他们迫切的需要提供足够详尽的资料。这自然还须补充其他的天文书籍。鉴于以前各版的诺顿星图都有较长期的参考价值,而一般天文书籍容易很快过时,为此,经过仔细考虑,我们没有列入一个附有说明的参考书,我们希望这一版的诺顿星图能够有较长时期的参考价值。

第17版(1978年)修订工作由里兹大学贾开维斯(R. Jakeways)博士承担,我们对他深表谢意。

# 目 录

第一章 概论	1
一些天文名词	1
基本概念	4
方位	7
时间	10
光谱学	12
看不见的天文学	16
目视观测指南	18
天体照相	20
单位、符号与简称	22
第二章 常用表	27
第三章 太阳系	37
太阳	37
月球	41
火星图	43
行星和它们的卫星	48
太阳系里的其他成员	63
日食、月食和掩星	67
极光与黄道光	68
人造卫星	70
第四章 恒星、星云与星系	72
辐射、星等与光度	72
恒星——命名法与星座	74
恒星的物理数据	78
恒星光谱分类	82
恒星演化	84
双星	86
星团	86
变星	87
星际物质	90
星云	91
银河系的结构	91
星系	93
第五章 望远镜和附件	95
天文望远镜	95
望远镜的检验与校准	98
望远镜的维护	100
第六章 星图	103
星座索引	138
梅西叶星云星团图表	139
附录一 中西对照星图	142

附录二 中国星名表 .....	148
附录三 明亮行星的动态(1984—2000) .....	154
中文版参考书目 .....	154
北天索引星图 .....	155
南天索引星图 .....	156



# 第一章 概 论

## 一些天文名词

本节内所选的天文名词并不广泛,只是包括本书后未曾注释的一些术语。还有一些类似的名词,将在若干特定的章节内加以解说。

**角直径** 天体的距离虽然有很大的差异,但是它们在人们的眼里好像是在相同的距离处,于是人们产生了天球的概念。因此,天体的相对位置的测量可表为与实际(线)距离无关的角度。同样,相当邻近的天体的直径,若以角度去量度它们,便可直接加以比较,而不必用实际的长度单位。在一给定时刻,一个行星的视直径以弧秒表示;根据简易的三角学,它的实际直径可从角直径和行星那时的距离计算出来。

**视象与真象** 天文学里,“视”字表示观测者看见的情况,例如恒星的视位置,表示人们所看见的位置。“视”也用来表示观测得到的函数,需要对它加以其他因数的改正,才可以得到真实的函数:例如,天体的视位置与视运动都受到大气折射、光行差、周年视差、光行时差的影响,而亮度也受距离变化等因数的影响,这些因数都应加以改正,才可以得到真实的位置或运动。有时,“真”与“视”的意义相同,例如真时、真春分点。

**合** 两个天体在人眼里相当接近的情况,虽然它们的真距离可以相差很远。例如,一颗行星与月亮看去差不多在相同的方向上,虽然它们相距很远;它们的视方向最接近时便叫做“合”<sup>\*</sup>。

**测时星** 一颗方位和自行知道得很确切的亮星,可以用为测时星,以决定天文台守时钟的误差,并且可用以归算恒星的观测位置,并用为时间服务(授时)的根据。

**角(尖点)** 月亮或内行星蛾眉相(即月牙状)的尖端。

**弦(弦相)** 月亮或内行星的位相恰是一半的时刻。

**地球科学** 对于地球这个行星一切科学研究的总称,包括地质学与其相关的科学,如地球物理学、大地测量学、自然地理学等。

**星历表** 记载一定时间间隔内天体的计算位置的数字表。

**差** 这个词常用以表示观测数据的改正值,用来消除仪器的、目视的和其他的缺陷。这些差有时分类为系统差,即用相同的仪器、在相同的情况下重复出现的误差;与偶然差,即不重复出现的误差。这个词也用以改正由轨道反常性而来的差数,例如时差、分点岁差等。

人差是观测者不自觉介入的小误差;对于有经验的观测者重复相似的观测时所产生的误差常是一致的,但在不同的观测者之间,人差的变化是凌乱而不一致的。

**外大气圈** 地球大气电离层上的最外层。

**消光** 地球大气的一种效应,使由远处物体而来的光线经过吸收与散射而变暗。这效应随天体在地平上的高度而变化,因为它愈近地平时光线穿过大气层愈厚。恒星在天顶处,亮度削弱 0.3 星等;在高度  $20^\circ$  处,削弱 0.9 星等;在  $10^\circ$  处,削弱 1.6 星等。

**基本星** 用来作为其他天体方位观测的参考系的那些恒星,它们的方位与自行已经被确切测定。

**大地测量学** 研究地球的大小与形状的科学。

**大地水准面** 为便于大地测量学的计算,假设地球的形状大约与平均海平面相同,并且把它看做延伸到整个地球的表面。

**地质学** 将地球作为一个行星而去研究它的构造、组成与历史的科学;目前已将地质技术推广到月亮和

<sup>\*</sup> 天文年历所载“金星合月”(金星 $+1^\circ$ )即表示金星的视赤经和月亮相同,但在月亮北面 $1^\circ$ 处。——译者注

其他行星的研究中。

**地球物理学** 研究地球的物理情况与地球内部物理现象的科学,如地震学、地磁学等。地球物理学的技术已经通过空间探测器用来去研究月亮和其它行星。

**大圆** 通过球心的平面与球面相交所成的圆。大圆的直径与球的直径相等。大圆用在以天球概念为基准的计算上。

**绿闪** 这现象由地球大气所造成,出现于日落时最后一点残余上面或日出前的一两秒钟内。产生这现象的条件是远处有界限分明的较低的地平(例如海面)。寒冷的气候和缺乏淡红色彩,将有利于绿闪的出现。在看得见太阳的最后几秒钟内,它的朱红颜色忽然变为鲜明的绿色。夏季纬度较高的地方,日落的角度变小,绿闪出现的时间增长。南极区内绿闪曾被人观测到 30 分钟之久。有时它先成为白色闪光,随后变为深蓝色的闪光。类似这种现象的还有红闪,有时从太阳下边缘接近地平的暗云处迸发出来。

**电离层** 组成地球大气的原子一部分为太阳的紫外辐射所电离的一层。它的高度是有变化的,大约在地面上 80 至 400 公里之间。

**光变曲线** 变星(或其它亮度变化的天体)的视星等对于适当的时间尺度的曲线图。

**光行时** 以 299,793 公里/秒的速度传播的光线,从遥远的天体达到地球所需的时间。例如,计算行星的自转周时,便须改正光行时的效应。变星的极大与极小亮度的观测时刻须据那时地球在轨道上的位置加以光行时的改正,因为光变周期是依据变星对于平均距离处的地球而定的。

**边缘** 太阳、月亮、行星或其他有可以辨识的圆面的天体,都有它们的视边缘。边缘附近的区域叫做边缘区(特别对于月亮而言)。由于地球的周日自转,天体前进一边的边缘叫做前缘,后面一边缘叫做后缘,另外两端分别叫做南缘与北缘。

**朔望月** 也叫太阴月,用以表示月相的整个循环,平均大约是  $29\frac{1}{2}$  日。这是月亮的会合周期,也就是会合月。

**中圈** 地球大气里平流层以上的部分,高出地面约在 50 至 80 公里之间。

**总星系** 描述整个宇宙的名词,包括一切已知的和想像的天体,以及它们之间的空间。

**默冬章\*** 月相经过十九年的周期后,重新出现在相同的历日上,相差不过两个小时,这是在公元前 432 年为雅典人默冬所发现。原因是 235 个朔望月差不多等于 19 个回归年,即大约  $6939\frac{1}{2}$  日。

**幻日** 太阳的光线在地球大气里受到冰晶的折射而造成的现象,位置在离真太阳  $22^\circ$  处,呈现弥散状,常出现于两极地区,有时在其他地方也出现。

**北点** 观测者的正北方向在天球上的一点,即子午面与地平相交的一点。这个词也用以表示通过被观测天体的时圈上与北天极最近的一点,用作量度方位角的参考零点。

**幻月** 月光通过高层大气里的冰晶所形成的漫射月象,距离真正月亮约  $22^\circ$ ,只出现于两极地区。

**半影** 物体在片光源的一束光里所投射的阴影的外部。例如日食时在地面上月球本影的外围部分,这里正好是被部分太阳照亮的地区。这个词也表示太阳黑子外部的灰色区域。

**活动星图** 能按照指定的日期和时刻去找出在某个纬度上能看见的星座。活动星图是对认星很有用的辅助工具。

**行星学** 研究行星物理性质,不但把它们看作天体,而且应用地球科学的技术去研究;如借助于空间探测器的观测,使用地球物理学的技术,去研究月球表面的“地质”(月质)以及对于月球样品作岩石学和矿物学的研究等。

**位置角** 行星的轴(或天体圆面上的轴线)的位置角,是这轴与过天体中心的时圈的交角,从北点向东量度,由  $0^\circ$  到  $360^\circ$ 。

**向径** 轨道上运行的天体与轨道的焦点之连线,例如连接行星与太阳的直线,用于力学计算。

**大气折射** 由于地球大气的密度随距离地面的高度而变小,因而它的折射率也随之而变小;于是从遥远

\* 我国春秋中叶已经知道十九年内置七个闰月的方法,比默冬章的发现早一百六、七十年。——译者注

天体而来的光线在大气里行经的路径是曲线的，虽然观测者认为它是沿视方向而到达地面的。这样造成的效果使物体看上去比它的实际高度还高。这效应在地平最大，超过半度，高度增加时逐渐减小，到天顶为零。

**沙罗周期** 这周期是 18 年 11 日。一沙罗周期后太阳、月亮与白道的交点返回一周前相同的位置。沙罗周期一向被认为是迦勒底人于 2500 多年以前所发现的，但发现期很可能在十七世纪。用沙罗周期预测日、月食，可以达到相当好的精确度。

**星光闪烁** 由于地球大气的不均匀与扰动使大气的折射率发生局部的微小变化，而造成星光闪烁的现象。它不但使星的亮度作微小的变化，且使星的颜色变化，并使星围绕其平均视位置作微小的飘荡。

**小圆** 任何不过球心的平面与天球所造成的圆。因此小圆的直径小于包含它的球的直径。

**平流层** 地球大气高出地面 11 到 80 公里的部分。

**对流层** 地球大气的最低层，直到大约 11 公里高度处。

**晨昏蒙影(曙光暮色)** 自古以来，人们便以六等星刚出现于天顶时，作为黄昏的结束；六等星刚从天顶看不见时，作为黎明的开始。这便是近代所谓天文晨昏蒙影起迄时刻，那时太阳的中心在地平下  $18^\circ$  处。所谓航海晨昏蒙影定为太阳在地平下  $12^\circ$  时，而民用晨昏蒙影定为太阳在地平下  $6^\circ$  时。

晨昏蒙影随观测者的地理纬度的增高而变长；在春分和秋分日地球上任何处的晨昏蒙影都最短。

**本影** 物体为片光源照射下，投射的阴影的暗黑部分；例如，在月影影锥内可以看到日全食。这个词也用来表示太阳黑子内部的黑暗部分。

**顶点** 天体边缘上距离观测者的地平最远的一点。月亮的顶点用于月掩星的观测。从顶点量度的距离向东点计算，由  $0^\circ$  至  $360^\circ$ 。

**地平经圈** 天球上经过天顶与天底，而且和地平正交的圆圈。

### 天文学论文里一些常见的术语

**观测误差** 分为系统差与偶然差两类。在相似的情况下重做某种观测时重复出现的（因而是容易测定的）一种误差叫做系统差。它们常和所用的仪器有关，因此使用不同的仪器便可查出这种误差。其他系统差可能与气象情况和别的因素有关。

**偶然差** 是无规律的，但可由一组观测中个别观测的微差，或由观测值与计算值之间的差数的分析，而加以估计。这些差数叫做余差。

**概差** 一组观测的概差是从其余差计算出的一个数字，表示所求得的数值的可靠程度。常简写为 p.e.，并在其前面冠以 ± 号，这表明求得的数值大于或小于概值的机遇相等。概差愈小，求得的数值的可靠性愈大。

**平均值** 一组观测的平均值是观测值的平均数，即各个观测的总和而以采用的观测值的个数相除后的商。如果按观测的相对可靠性加权，则各个观测先以加权因数(权数)乘之，再求它们之和而取其平均值；这叫做加权平均值。

**最小二乘法(最小平方法)** 这是据一组不同的数值去决定最可能的平均值的一种方法。这方法所根据的原则是：按不同的概差对一组观测所加的权数，和它们的概差的平方成反比例。

**相关** 比较两个变量时，若其变化范围好象是有相互的关系，它们叫做是相关的。这可用统计方法量度，常表为相关系数的形式。这系数表为十进小数，当其为 1.00 时，两变数有完全的相关；即它们之间的关系是线性的或成正比例的。

**插值法,外推法** 据表载值去寻求它们之间的日期、时刻、数量等数值的方法，叫做插值法(或内插法)。在一般情况下，常用与两个紧邻的日期(或数量)之间的差数成正比例的分数作为内插值，这是假定区间内的数值变化是均匀的；比较精确的方法(特别是两时期之间出现极大值或极小值时)，可在方格纸上待求值的两边，描绘出对应于连续几个数值的几点，再通过这些点绘出求内插值的曲线。

在变化复杂的函数的表载值之间要求精确的插值时，需用特殊的公式；最常用的公式是德国天文学家白

塞耳于十九世纪初期所推出的；为了便于计算，常用特别编制的系数表\*。

外推法与内插法相似，将一系列数值延伸到实际知道的数值之外去；可是，由于最后的数值只有一个，外推法不如内插法简单，而且也不如内插法精确。

## 基 本 概 念

**天球** 这是为研究天体的相对方位的一种设计，是以观测者所看到的视象为基础。观测者感觉他在一个空球的中心(他脚下的半球是看不见的)，这个球每天围绕地球旋转一周。恒星好像固定在这个球的内面，距离地球一样地遥远；虽然事实上它们和地球的距离差异很大。

天球的半径可以看做是无限长，因而和地球是同心的，地面观测者对于地心的距离是可以略而不计的。

方位天文学研究天体的相对方向，它们之间的距离以角度表示。因此方位天文学的许多问题是可用球面三角学去解决的。天球虽然是一个假想的概念，但用以研究天体的方位与运动，是一个很有用的基本概念。

**天球的几何学** 图1与图2描出天球的基本特征。图1里观测者处于球心O处。NESW是他的地平，N, E, S和W分别表示北、东、南、西四点。他的天顶在Z，天底在Z'。他的子午圈是竖直圈ZNZ'S。

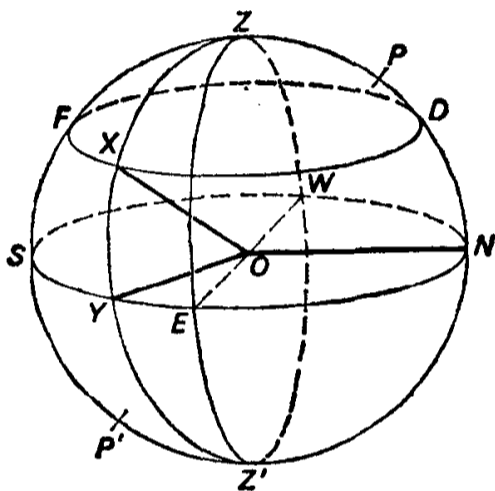


图 1

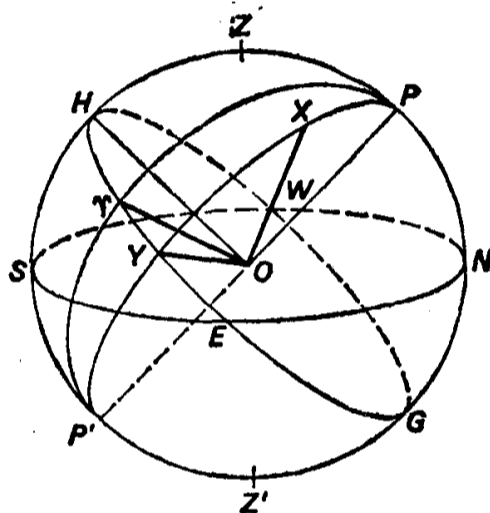


图 2

假设X表示一颗星的位置，它的地平经圈是ZXYZ'；通过这颗星而与地平平行的小圆DXF叫做它的地平纬圈。

这颗星的地平坐标表示于图1：高度(或地平纬度)是YOX角，方位角(或地平经度)是NOY角。(地平经度在现代天文学里从北点向东量度，但测量和航行上所取的方向是由南点起向西量度)。

图2内P, P'两点表示北天极和南天极，如前图那样，NESW代表地平。因此，PP'是天球的旋转轴。大圆GEHW是天赤道。子午圈NPZS是过天顶的时圈，它和赤道与地平同时正交。

仍以X代表星的位置，PXYP'为通过星的时圈。通过星的时圈与子午圈之间的角∠HOY是那颗星的时角。(一般从子午圈起向西量度，即HWGEY弧，或 $360^\circ - \angle HOY$ )。

设Y为春分点(即白羊宫第一点\*\*)。过Y点的时圈(PYP')叫做二分圈。二分圈与过星的时圈之间的角叫做星的赤经，即∠YOY。其赤纬是∠XOY，而∠POX是它的北极距。

**天极** 这是天球旋转的两极；这两点在地球两极的天顶处。

**天赤道** 是以天极为其两个极点的大圆，即这圆上的点对于两个天极都是等距的。天赤道上每点每天经过地球赤道上各处的天顶。

**天顶, 天底** 天顶是观测者头上的点；而天底是与天顶对径相等的点，即观测者脚下的点。因此天底是

\* 请参见紫金山天文台编的《中国天文年历》。——译者注

\*\* 因岁差关系，现在春分点在双鱼座。——译者注

看不见的,仅有假设的意义。

**时圈** 是通过天体与天极的大圆,因此它们与天赤道正交。通过天体与天赤道平行的圆叫做赤纬圈,所以赤纬圈一般不是大圆。

应注意的是这两个词也用以表示赤道装置的望远镜(赤道仪)上的两个度盘:极轴上的度盘叫做时圈(或时角盘),刻度为时( $h$ ),分( $m$ )与秒( $s$ ),而在赤纬上的度盘叫做赤纬圈(或赤纬盘),刻度为弧度( $^\circ$ ),分(')与秒('')。

## 黄道

这是天球另一个重要的大圆,与天赤道相交成  $23\frac{1}{2}^\circ$ ,在过太阳中心与地球中心的平面内;从地球看,它代表太阳中心在天球上的周年路径,或从太阳看,它代表地球中心在天球上的周年路径。黄道出现于星图 3—14 中。黄极是天球上距离黄道  $90^\circ$  的两点(距离天极约  $23\frac{1}{2}^\circ$ ),其赤经分别为 18 时与 6 时,赤纬分别为北与南  $66\frac{1}{2}^\circ$ 。

黄道和它的两极大约固定在天球上(就一般用途言),但在几个世纪内只有少许改位。黄道代表(1)黄道带的中线,(2)天球上月亮、水星与金星(但不是其他大行星)的平均路径;虽然除冥王星外,这些大行星都在黄道附近。

**黄赤交角** 黄道与天赤道的交角(大约  $23^\circ 27'$ )表示夏至或冬至太阳在天赤道北边或南边的最大角距离。黄赤交角对于其平均值可以偏离  $9''$ ,这平均值在 1950 年 1 月 1 日为  $23^\circ 26' 45''$ ,以后每年减少  $0'' 47$ 。

**黄道带** (西文原意为“兽带”,因为带内的星座的名称多是动物)是黄道两旁  $8^\circ$ — $9^\circ$  宽的带,太阳、月亮和自古即为人认识的五大行星都在这一带内。

从春分点起,黄道分为十二宫,每一宫在黄道上占经度  $30^\circ$ ,但每一宫并不能和它的同名星座相合;虽然大约 2100 年前,起初命名时是相合的,但到了今天,岁差已经把宫的位置向西移动  $30^\circ$ ,即整整的一宫了。

## 二分日

每年有两天,地球上到处昼夜等长,因而叫做二分日。太阳达到升交点,约在 3 月 21 日,太阳过天赤道向北移动时,这一天叫做春分日。与春分日对应的日子是秋分日,约在 9 月 23 日,那时太阳到降交点,即太阳过天赤道进入南天球的时刻。

**春分点**(白羊宫的始点) 这是天球上与地面经度测量相对应的零点;也是任何时天赤道与黄道相交的一点,每年 3 月 21 日太阳由南向北便在这一点经过天赤道。

这一点(称为真或视分点或任一日期的分点),每日向西移动  $1/7$  弧秒,可是它都合于这一目的的使用,因为从这一点量度的太阳的位置,在每年的一定日子内,由于置闰的安排,虽然经历几千年,基本上是相同的,但是恒星的位置却在缓慢地改变。“春分点”(当它应用于天体测量时)常指移动的春分点,但一般人所说的“春分”是指太阳的中心过天赤道的时刻。

平春分点是真春分点加上赤经上的章动差(最大值为  $\pm 1\frac{1}{4}''$ )的一点。星图和星表上的恒星位置都是从太阳平黄经为  $280^\circ$  的时候(约在 1 月 1 日)量起,例如恒星在 1950 年的位置称为 1950.0 的平位置;年数后加 .0 的记法,表示从黄经  $280^\circ$  量起。

春分点大约在仙女座  $\alpha$  与飞马座  $\gamma$  两星的连线(即飞马座正方形的一边)向下延长一倍,再向西约  $5^\circ$  处的一点。

春分这个名词起源于大约 2100 年前喜帕恰斯时代;那时春分点在白羊座内,由于岁差现已移到双鱼座内。

**秋分点**(天秤宫的始点) 即太阳行径的降交点。由于岁差,秋分点已不在天秤座内,现已移到室女座内。

**二分圈与二至圈** 二分圈是过赤经 0 时与 12 时的大圆,它通过天极、春分点与黄经  $180^\circ$  的秋分点。二至圈是过赤经 6 时与 18 时的大圆,它同时通过天极、黄极与夏至和冬至两点。



## 二至日

每年里有两天太阳对于赤道的角距离最大,也就是地球上的昼最长、夜最短的一天和昼最短、夜最长的一天。在北半球最长的昼约在6月21日(夏至日),最短的昼约在12月22日(冬至日)。在南半球情况相反,这两天分别为冬至日与夏至日。这些时候太阳的位置有短暂的停滞,因此黄道上这两点叫做二至点。

## 周日运动

由于地球绕轴自转而形成的天球旋转的现象叫做周日运动。这种视运动形成太阳、恒星和其他天体每日的升和落(出和没)。

**中天(南中)** 天体达到观测者的地平上最高点的时候叫做中天。在北半球,由于中天发生在正对观测者的南方,故中天又叫做南中,但在南半球,中天则发生于正对南极的北方。

**星的升与落** 在地球的赤道上,天极位置在地平处;恒星半日在地平上,它们的升与落和地平垂直。可是在地球的两极,天赤道与地平重合,恒星在与地平平行的圆周上运转,既不升,也不落,另外的半个天球是永远看不见的。

在两极与赤道之间的纬度地方,出现各种不同的中间情况,有些星总是永不落下(在另一天极相对区域内永不升起),而且星的路径与地平是倾斜的,至于倾斜的角度,是随观测者与地极接近(或与赤道远离)的程度而决定的。

恒星常升、落于地平上相同之点太阳、月亮和行星就不是这样,它们的升落点是天天变化的。在中纬度地方,天极附近的恒星,在接近北点之处升起(南半球则接近南点之处升起),在地平上的时间比12小时长;距天极愈远的星,升起处愈接近南点,留在地平上的时间也愈短;和南点更接近的星,升在地平上一会儿便落下去了。只有在天赤道上的星从正东升起,正西落下,在地平上有12小时,这现象除在南北天极外,到处都是一样。

全天的恒星(不管在南北哪个半球),一年只有一次,在一定时刻升或落,而且总在或大约在相同的日期,因为恒星每天较前一天早四分钟升、落和中天,于 $365\frac{1}{4}$ 日内在天球上运转了 $366\frac{1}{4}$ 圈。它们每天中天两次,例如一颗星在早上12:01时中天,它将在同一天午后11:57时中天。对于外行星(如火星与一般小行星),由于它们的周日平运动比地球的小,大约每两年也出现这种现象。但是火星与金星每年有一天可能不中天。

**拱极星(不升或不落的星)** 如果星的极距小于观测者的纬度,或者说星的赤纬大于观测者的余纬,它便不会落下地平去;在相反另一极附近相对区域里,星便不会升起。

## 子午圈

观测者的子午圈是天球上通过两天极与观测者的天顶的大圆;它与地平相交于北、南两点。有时也用于午面这个词。星过子午圈时达到其周日运行的最高点,即以上所说的中天\*。

**本初子午圈** 即行星表面上经度测量的起点。对于地球的情形,1894年经国际协商,采用英国格林尼治天文台的艾里(Airy)中星仪的子午圈为本初子午圈。

**中天或凌(日)** 天体通过某一地方的子午圈,即中天。这个词也用以表示旋转的天体圆面上的任一子午线或斑点通过圆面的中央子午线。

**上中天** 表示天体由东向西在天极上面通过子午圈;对于北半球的观测者,上中天发生于北天极与地平上南点之间的子午圈上。

**下中天** 一颗拱极星由西向东在天极下面通过子午圈,发生于上中天后12个恒星时。对于北半球的观测者,这是恒星在北天极与地平上北点之间的子午圈上,最近地平的时刻。

\* 拱极星有两次过子午圈,当它从天北极与天顶之间经过子午圈时,才达到最高点。——译者注

这个词 (transit) 也用以表示内行星(水星或金星)通过日面,或者卫星或它的阴影通过主星(行星)的图面,前者叫做凌日,后者叫做卫星凌行星或卫影凌行星。

## 历元

时间尺度上的一定点。如某一定时刻所作的某一特殊观测,这时刻便称为观测的历元。同一天体在几个不同的时刻的观测,常归算到一个历元,如某年的岁首,例如 1972.0 年,称为标准或基本历元。

**标准历元** 常用作基准以比较各个时期的观测,特别是长时期的方位观测,如相距半个世纪的观测。现今采用作的标准历元是 1950.0,直到经国际公认下一个新历元 2000.0 采用之时为止。

# 方 位

## 天上的坐标系

天体的方位一般在天球上量度,有三种球面坐标系可用,每种坐标系各有它的参照面。

**地平坐标** 参照面是观测者的地平面。坐标是高度(即天体在地平上的角距离)与方位角(即过天体的竖面与观测者的子午面之间的夹角,在地平上从北向东量度)。

**赤道坐标** 参照面是天赤道。坐标是赤经或时角与赤纬或极距。

赤经是从春分点起,沿天赤道向东量度到天体所在的时圈上,常用 R. A. 或  $\alpha$  表示,有时表为弧度( $0^\circ$  到  $360^\circ$ ),但常表为恒星时 (h, m, s),  $1h = 15^\circ$ ,  $1^\circ = 4m$ 。天体的赤经表为恒星时是真春分点与该天体上中天之间所经历的时间。有时使用另外一个代替词:时角,这是天体的时圈与观测者的子午圈的夹角。时角从该子午圈向东量度,它是天体的赤经与观测者所在子午圈的赤经之差。

赤纬是天体对于天赤道的角距离,向天赤道以北计算为正,向南为负,常略简为 Dec. 或  $\delta$ 。在有些计算里为了避免使用负号,而代以极距即天体的北极间的角距离(北极距 N. P. D.)。或与南极间的角距离(S. P. D.)。极距当然等于  $90^\circ - \text{赤纬}$ 。

**黄道坐标** 参照面是黄道。坐标是黄纬(天体与黄道的距离,在与黄道正交的大圆上,向北或南量度,以弧度表示)。黄经(从春分点量起沿黄道向东量至该天体垂直于黄道的大圆的一点,由  $0^\circ$  至  $360^\circ$ )。一切天体的观测都是人在地面进行的,因而是以地面之点为中心,但为了简化或普遍使用计,天文表中的数字是对于地心计算的,换句话说,即是假设是从地心观测而计算的。除了遥远的天体之外,地面上对天体的观测是随观测者在地面的位置而有变化的,但我们可以在地心值(地心坐标)上加以微小的改正而计算到地面值(地面坐标)。

**日心坐标** 参照面仍然是黄道面,但天体在天球上的方位是从太阳中心观测而得到的,特别用于计算行星与太阳系内其他天体间的相对位置。某一给定时刻地球的日心黄经等于太阳的地心黄经加  $180^\circ$ 。

## 几种参照面

以赤经和赤纬去寻找或记录天体在天球上的位置,使用天赤道作为参照圆,虽然非常便利,但对其他目的便不一定合用,因而人们采用别的大圆作为参照平面。天体的位置可对于以下几种参照面(或基本面)去测定:

基本 面	坐 标(原点)
1. 天赤道	赤纬与赤经(春分点)
2. 黄道面(地心)	地心黄纬与黄经(春分点)
3. 黄道面(日心)	日心黄纬与黄经(春分点)
4. 观测者的地平	高度与方位角(从北点量度)
5. 观测者的子午圈	时角从子午圈量度,赤纬从赤道量度
6. 时圈(或赤纬圈)	位置角(从北点量度)

- |               |                      |
|---------------|----------------------|
| 7. 银道面        | 银纬与银经(从银河系中心的假定方向量度) |
| 8. 太阳的赤道面     | 日面纬度与经度(原点是随便选定的)    |
| 9. 行星或月球的赤道面  | 行星面或月球面的纬度与经度        |
| 10. 日、月或行星的边缘 | (1)由北点或(2)由顶点量度的距离。  |

**太阳系的不变面** 这是经过太阳系的重心所形成的一个不变的参照面,这平面不像黄道面那样,因行星的摄动而有变化。它与黄道面的交角是  $1^{\circ}35'$  (与太阳赤道的交角是  $7^{\circ}$ ), 升交点的黄经是  $106^{\circ}35'$  (历元 1850)。

**基本平面** 计算月掩星与日、月食所用的基本平面,是过地球的中心与月球的中心和恒星的连线(或和太阳的中心的连线)正交的平面。

### 银道坐标

银河系里恒星、星云与星团的分布的研究,需将它们的位置以银道面为参照面的坐标系量度。所用的坐标是银经与银纬。银道面的极与银经的零点,于 1959 年为国际天文协会重新规定。北银极的  $\alpha = 12^{\text{h}}49^{\text{m}}$ ,  $\delta = +27^{\circ}24'$  (历元 1950.0)。银经的零点在假定的银心方向上,它的  $\alpha = 17^{\text{h}}42.4^{\text{m}}$ ,  $\delta = -28^{\circ}55'$  (历元 1950.0)。

银纬是天体在银道正交方向上的角距离。银经沿银道面量度,从假定的零点起由  $0^{\circ}$  至  $360^{\circ}$ 。

### 恒星的位置

恒星的位置一般给出赤经与赤纬,参照标准为天赤道与春分点。由于岁差,地球上赤道与春分点的位置常在不断的变化,因此为了得到恒星的精确位置,须以给定时刻(历元)的赤道和春分点为参照标准。

恒星的位置可以表为三种形式,即真位置、视位置与平位置。

**真位置** 是恒星在观测时地球上日心坐标所给出的位置,即以那时的赤道与春分点为参照标准。

**视位置** 为由地面观测得出的星在天球上的地心位置。由于周年视差与光行差,它和真位置之间有微小的差异。

**平位置** 是星在天球上的日心坐标,而归算到观测所在那一年开始时的平赤道与平春分点。

### 恒星位置的归算

为了便于分析和比较在一给定年份内所作的观测,常将星的实测位置归算到本位置,即归算到那年元旦的平赤道与平春分点。这就需要将观测时与那年元旦的时间内,由岁差、章动、光行差、周年视差和自行在视位置上的效应加以改正。

**基本历元** 把几年内所作的观测加以比较时,需要把它们归算到的一公用的历元,为了使这些观测便于互相比较,常采用一个基本历元,并将观测全部归算到那个历元。星表内记载的恒星位置,总是归算到一个基本历元。基本历元常用半个世纪为开始,例如目前所用的基本历元便是 1950.0,直到廿一世纪初才改用 2000.0。

**岁差** 二分点的岁差是黄道的交点(二分点)对于背景星的向西运动,每年为  $50''2$ 。这是由于太阳和月亮对于地球赤道的隆起部分的引力而造成的。地轴(与其轨道面相交成  $23\frac{1}{2}^{\circ}$ ) 在 25,800 年内旋转一周。因此在这期间内天极在天球上描出以  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  为半径的圆周。北极星是暂时和天北极最接近的一颗亮星。4500 年前这颗星是右枢(天龙座  $\alpha$  星); 8000 年后将是天津四(天鹅座  $\alpha$  星)距今 12000 年前或后它是织女一(天琴座  $\alpha$  星)。

天极的视运动不是在个人一生的时间内所能觉察的,可是它对于恒星位置的精确测定上所起的效应是巨大的。一切方位观测都是对于观测时的天极而进行的,但常归算到一个标准历元(见“平位置”的说明);因此将星的实测的  $\alpha$  与  $\delta$  归算到标准历元时,须作岁差效应的改正。

由于 25,800 年内天球上每颗星(除了黄极距小于  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  的星之外)的赤经从 0 时至 24 时经过了一遍,其

赤纬于 12,900 年内,在  $47^\circ (23\frac{1}{2}^\circ \times 2)$  的范围内摇摆了一遍,因而在这时期内从一个给定观测站或给定季度里所见恒星的分布情况是大有变化的。

星表内,赤经与赤纬上的岁差是每颗星因每年岁差沿黄道移动的两个分量。天极附近的图形使这移动显得很大,但是就其在天球上的实际变化而言,由图形去看可能会产生误会。在天极附近时圈密集之处,从很小的赤纬圈上量度出的代表赤经上许多弧秒的移动,若改换在赤道大圆上量度,不过几秒而已。

**章动** 天极在天球上由于岁差所走的途径(圆周)的两侧出现波浪形的曲线。这一差异叫做章动,是天极向黄极来去的一种“点头”式的表现,分量虽小,但却显著地影响了赤经与赤纬上的岁差位移。在 25,800 年的周期里地轴经过其平均位置约 2800 次。章动是黄赤交角上的稀微变化,应确切地叫做倾角章动。(或黄赤交角的章动)。它的一个分量是沿天赤道量度的赤经章动。沿黄道量度的另一个分量是黄经章动,或二分差。

章动产生于太阳与月亮之间的距离和相对方向的变化;因此它们对于地球的引力在强度与方向上都有变化。这样造成的效应分为三个分量:月球章动(即在 18.6 年的周期内天极在其平均位置上摆动  $\pm 9''$ )、太阳章动(0.5 年内,  $\pm 1''2$ )与半月章动(15 日内,  $\pm 0''1$ )。

**光行差** 与地球的公转速度比较,光速不是无限大,这两个速度合成时使天体对于它的真位置偏离一个微小而常变化的位移。地球的自转造成一个较小的光行差(周日光行差)。若只就光行差言,经过一个恒星年后,恒星再回到它原来的位置。

由这现象使天体出现的极大位移叫做光行差,为  $20''47$ 。

**周年视差** 由于观测者在运动的地球上,使得距离地面远处物体的方位观测在观测结果上出现一种效应。如果观测达到相当高的精度,观测对象的视位置便表现出一种周年性的变化,事实上这是地球围绕太阳的周年运动的反映。为了对于一年之内所作的观测加以比较,便须将这方位变化的效应(周年视差)计算出来加以改正。据定义,周年视差是地球轨道的半长轴在被观测的恒星上所张的角。太阳系外天体的最大视差( $0''762$ )是最近的恒星半人马座比邻星,可是大多数恒星的视差都比这数字小,只有大约 700 颗星的视差大于  $0''05$ ,4000 颗星的视差大于  $0''01$ (相应的距离是 100 秒差距,而 1 秒差距=3.26 光年)。

**自行** 一般说来,包括太阳在内的所有恒星彼此都在相对地运动。那些十分靠近太阳的恒星,我们可以从非常遥远的恒星和星系的背景上看出它们的移动。单个恒星在遥远背景上的稳定运动,除掉由太阳运动和地球的轨道运动而同时产生的视运动之外,那就是恒星的自行。

**纬度变化** 恒星的赤纬微小而不规则的循环变化,数量只有  $0''04$ ;这现象是由于地极围绕它的平均自转轴循反时针方向摇摆而造成的。其中有两个周期性的组成部分:1. 由于自转轴不与对称轴相合而来的,周期为 432 日(强德勒周期),使地极摆动的最大变幅为  $0''36$ (在地面上仅移动  $\pm 92$  米);2. 由于气象的季节性因素(气团)而造成的,周期为一年,变幅为  $\pm 0''18$ (地面上约移动  $\pm 46$  米)。

## 天体表面上的位置测量

近似球状的天体(行星或卫星)表面特征位置的记录有两种体系:即行星的心坐标与行星的面坐标。这种一般性名词之外还可使用特殊的名称:如对于太阳有日心和日面坐标;对于月球有月心和月面坐标,对于火星有火心和火面坐标;对于木星有木心和木面坐标;对于土星有土心和土面坐标等。

**行星心坐标** 参照面是讨论的行星的赤道面,常用于天体力学的计算。行星心经度沿其赤道量度,其本初经度圈由国际协商所规定。(这经度圈对于像火星那样有固体表面的行星,以其表面易识别的特征而规定,但对于像木星那样的气体行星,这仅是一个假定的概念)。行星心纬度是按一般的方法以观测对象在行星赤道的上方或下方量度,而以弧度表示。

**行星面坐标** 这种坐标用于扁球状的行星表面特征的观测。参照面是行星的平均表面,坐标由实际观测而决定。如有需要,容易改算为行星心坐标。因扁球状的行星对于其自转轴是对称的,实际上行星心经度与行星面经度相差很少;行星心纬度与行星面纬度的差异,对于像木星和土星那样的扁球体,都是很显著的。