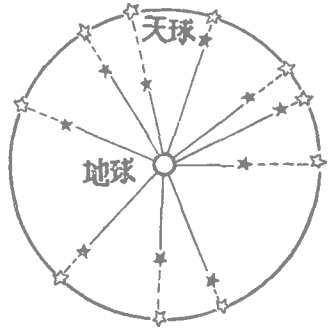
天 文 部 分

天体　泛指恒星、行星、卫星、彗星、流星体、星云、星际物质以及星际有机分子、辐射源、类星体等等。所有天体都是物质的,都在运动着,发展变化着。每个天体都有自己的发生、发展和灭亡的历史。它们由一定的物质形态转化而来，也必然要向别种物质形态转化而去。天体的起源和演化是有一定规律的。无限的宇宙就是由无数运动着的处于不断变化中的天体所构成的。近年来人们发射的人造地球卫星、人造行星等，可以看作是‘ 人造天体 ”。

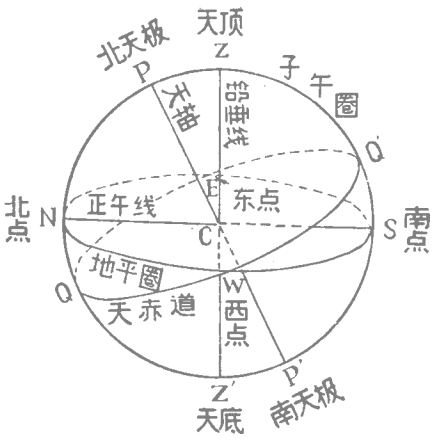
天球　广袤无限的天空，看起来很象一个庞大的圆球。全部日月星辰好象都分布在这个球面上。这样一个假想的以地球为中心，以无限大为半径的球体，叫做天球。所有的恒星在天球上的位置就是它们沿视线方向在天球上的投影。天球虽然是一个假想的圆球，在实际上并不存在，但是它和人们直观的视觉印象完全符合，所以人们常把它作为研究天体的视位置和视运动的辅助工具。



天球示意图

天极　地球自转轴无限延长和天球相交的两点，叫做天。地轴北端延长和天球相交之点，叫北天极；地轴南端延长

需要全本请访问 www.ertongbook.com



天球上的基点和基线

和天球相交之点，叫南天极。通过南、北天极的这条假想的天球轴线叫天轴。天球环绕天轴旋转作周日视运动。

天赤道　地球赤道平面无限延伸后和天球相交截出的大圆（通过球心的平面，截球面所得的一个圆），叫做天赤道。同地球赤道把地球平分为南、北两半球一样，天赤道也把天球平分为南、北两半球。天赤道离天球南、北两天极各为 90°。(参见附图《天球上的基点和基线》)

天顶　将观测点的铅垂线向上无限延长，与天球相交的一点叫做天顶。我们立正时头顶就正对着天顶。天顶位于地平面以上，距地平圈 90°。（参见附图《天球上的基点和基线》)

天底　将观测点的铅垂线向下无限延长，与天球相交的一点叫做天底。我们立正时脚底就正对着天底。天底位于地平面以下，距地平圈 90°。（参见附图《天球上的基点和基线》）

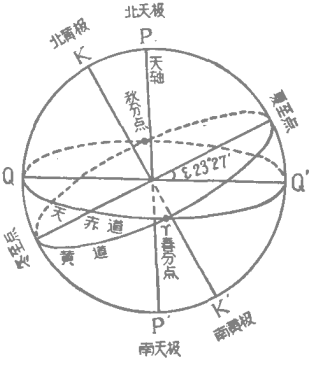
地平圈　通过观测者垂直于天顶与天底的连线（铅垂线）的平面叫做地平。这个平面与天球相交截出的大圆叫做地平圈。地平圈上任意一点距天顶和天底都是 90°。地平圈和天赤道相交的两点，为观测地点的东点(E）和西点(W)。（参见

第 2页附图《天球上的基点和基线》）

子午圈　这里是指天球上的子午圈。通过观测地点的天顶和南北天极所作的平面，与天球相交的大圆。它也通过天底。子午圈和地平圈相交的两点，为观测地点的南点（S）和北点(N)。(参见第 2页附图《天球上的基点和基线》）

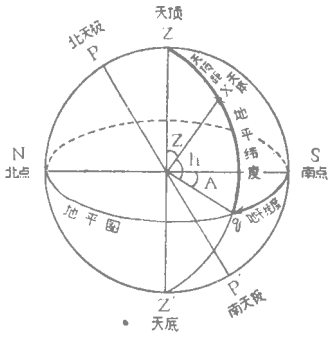
中天　天体通过观测者的子午圈叫做中天。由于天球作周日视运动，每个天体在一个恒星日内有两次中天。一次离天顶较近的叫上中天，这时天体达到最高位置；另一次离天顶较远的叫下中天，这时天体达到最低的位置。

黄道　地球公转轨道平面无限扩大和天球相交截出的大圆叫做黄道。它也就是地球轨道在天球上的投影。地球每年绕太阳运行一周，但是在地球上的人看来，却好象是太阳在天空众星之间绕地球转圈。因此，黄道也就是太阳每年在天球上所作视运动的路线。黄道与天赤道的交角叫黄赤交角，黄赤交角为 23°27′。黄道与天赤道相交的两点称为春分点(♈)和秋分点(♎)。



黄道和天赤道

地平坐标系　量度天体位置的一种坐标系统。它的基本圈为地平圈，原点为南点 S(也有用北点 N 作原点)。某天体的位置就用地平经度和地平纬度（或高度）来确定。地平经度由南点 S 量起，沿地平圈向西为 0。到 360°。地平纬度由地平面量起,向天顶方向为 0。到 90° 。地平坐标对航海、航空和大地测量的定方位很有帮助。



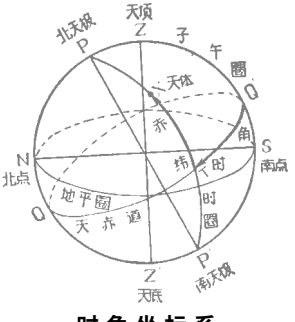
地平坐标系

地平经度　通过天顶、天底和某一天体所作的大圆，称地平经圈。子午圈和某地平经圈所夹的角就叫地平经度，也称方位角。以南点 S 为 0°，向西度量为 0。到 360°。（参见附图《地平坐标系》）

地平纬度　从地平面沿地平经圈向上量至天体的角距离，称为地平纬度，也称地平高度，简称平纬或高度。地平面是 0°，天顶是 90°，天底为 −90°。（参见附图《地平坐标系》）

天顶距　天体和天顶的角距离，称为天顶距。天体的天顶距等于 90。减去天体的地平高度。如某一天体的地平高度是 40°，那么它的天顶距就是 50°。地平面的天顶距为 90°。（参见附图《地平坐标系》）

时角坐标系　又称第一赤道坐标系。是量度天体位置的一种坐标系统。它的基本圈是天赤道，原点是天球子午圈与天赤道在地平之上的那个交点。定天体位置时用时角和赤纬来表示。时角是通过某天体的时圈和子午圈的夹角，以时、分、秒来计算。通常分别以 h、m、s 代表时、分、秒。每隔 15。为 1 时，沿顺时针方向为 0 时到 24 时。当天体上中天时，它的时角为 0 时。赤纬是天体沿时圈和天赤道的角距



时角坐标系

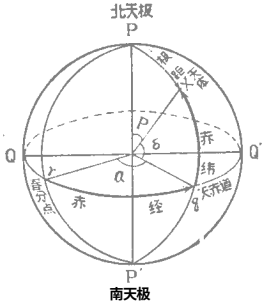
离。由于天体有周日视运动，因此一昼夜里它的时角在不断地变化着。

时圈　天球上通过南北天极的大圆，称为时圈。它和天赤道垂直相交。(参见第 4 页附图《时角坐标系》)

时角　通过某一天体的时圈，与天球子午圈所交的角，称为该天体的时角。从天球子午圈起算，按顺时针方向为 0。到 360°，每 15。为 1 时。通常以 h (时)、m(分)、s(秒)来计量。(参见第 4 页附图《时角坐标系》)

赤纬　相当于地理坐标的纬度。表示某一天体在天赤道南北方向的角距离。天球赤道为赤纬 0°，天赤道以北为正，天赤道以南为负。北天极是赤纬＋90°，南天极是赤纬－90°。(参见附图《赤道坐标系》)

赤道坐标系　又称第二赤道坐标系。量度天体位置的一种坐标系统。它的基本圈是天赤道，原点是春分点，用赤经、赤纬来确定天体位置。赤经是通过天球南北极和某天体的赤经圈与春分点的角距离。从春分点起算，在天赤道上，以逆时针方向向东量度，为 0。到 360°(或 0 时到 24 时)。赤纬是沿赤经圈从天体到天赤道的角距离。恒星的赤经、赤纬不随天球作周日运动变化。



赤道坐标系

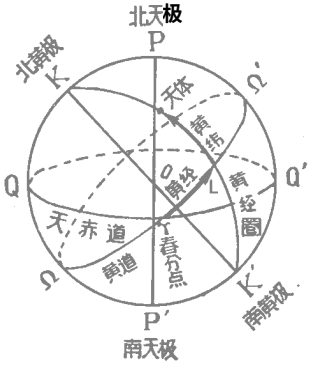
赤经　相当于地理坐标的经度。通过天球两极和某一天体的大圆，在天赤道上所截出来的点和春分点的角距离，称为赤经。春分点为赤经 0°，以春分点为起点，沿逆时针方向向东量度，为 0。到 360°。通常以 h(时)、m(分)、s(秒)来表示，

需要全本请访问 www.ertongbook.com

1时等于 15°,1 时分等于 15 角分.1 时秒等于 15 角秒。(参见第 5 页附图《赤道坐标系》)

极距　天体离北天极的角距离，称为该天体的极距。从北天极量起，为 0。到 180°。极距等于天体赤纬的余角，即极距= 90° －赤纬。如赤纬为正值，则极距小于 90° 如赤纬为负值，则极距大于 90°。织女星的赤纬是 38°45′(1973 年)，因此，它的极距是 51°15′。天狼星的赤纬是－16°40′(1973 年),因此,它的极距是 106°40′。(参见第 5 页附图《赤道坐标系》)

黄道坐标系　量度天体位置的一种坐标系统。它的基本圈是黄道，原点是春分点。通过南、北黄极和某天体的大圆叫黄经圈，它与黄道垂直相交。用黄经、黄纬来确定天体的位置。黄经是以春分点作起算点，沿逆时针向东量度为 0°到 360°。黄纬是以黄道为 0°，沿黄经圈量度，向北、向南各为 90°,向北为正,向南为负,北黄极为＋ 90° ,南黄极为 －90°。



黄道坐标系

黄极　天球上距离黄道 90。的两点，即黄道轴和天球相交的两点，称为黄极。在北天球的称为北黄极，在南天球的称为南黄极。黄极与天极的角距离等于黄道与天赤道的交角 23°27′。(参见附图《黄道坐标系》)

黄经　春分点的黄经圈与某一个天体所在的黄经圈所夹的角距离，叫做该天体的黄经。在黄道上由春分点沿逆时针

方向为 0。到 360°。（参见第 6 页附图《黄道坐标系》）

黄纬　某一天体沿黄经圈到黄道所夹的角距离，称为该天体的黄纬。以黄道为 0°，向北、向南各为 90°，黄道以北为正，以南为负。北黄极为＋90°，南黄极为－90°。太阳的黄纬是 0。。（参见第 6 页附图《黄道坐标系》）

二分点　黄道和天赤道成 23°27′的交角，相交于两点，叫做二分点，即春分点和秋分点。每年 3 月 21 日前后，太阳从天赤道南面向北面移动时所经过的一个交点，称为春分点。通常以“北”为“上”，以“南”为“下”，以自南往北为“升”，以自北往南为“降”。所以春分点是黄道对于天球赤道的升交点。每年 9 月 23 日前后，太阳从天赤道北面向南移动时所经过的一个交点，称为秋分点。秋分点是黄道对于天球赤道的降交点。春分、秋分这两日太阳分别经过春分点和秋分点，这时太阳的赤纬都是 0°（即位于天赤道上），它们的赤经分别是 0。和 180°。春分是北半球天文春季的开始，秋分是北半球天文秋季的开始。春分和秋分时太阳在正东方上升，在正西方下落，而且地球各地昼夜长短都一致。（参见第 3 页附图《黄道和天赤道》）

春分点见“二分点”。

秋分点见“二分点”。

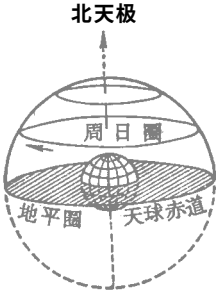
二至点　指夏至点和冬至点。自春分日后，太阳沿黄道向北运行，到了 6 月 22 日前后，太阳来到黄道上最北的一点，这一点叫做夏至点。夏至点的赤经是 90°，赤纬是＋23°27′。太阳经过夏至点时称为夏至，夏至这一天北半球白昼最长。自秋分日以后，太阳沿黄道向南运行，到了 12 月 22 日前后，太阳来到黄道上最南的一点，这一点叫做冬至点。冬至点的赤经是 270°，赤纬是－23°27′。太阳经过冬至点时称为冬至，冬至这一天在北半球白昼为最短。（参见第 3 页附图《黄道和天

赤道》）

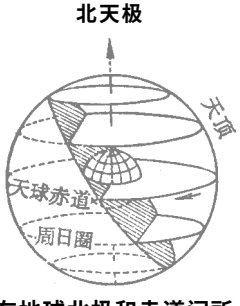
夏至点见“二至点”。

冬至点见“二至点”。

周日视运动　每一恒星日内所有恒星在天球上绕着天轴自东向西旋转一周的运动。这种运动是一种表观现象，所以称为视运动。它是地球自西向东自转运动的反映。所有恒星的周日视运动的周期都相等，但它们的视速度却不一样，赤纬 0°的天体视速度最大，随纬度升高逐渐减小，到了两极则为 0°。天球的周日视运动，在不同的纬度看起来，有不同的样子。在地球北极看起来，北天极位于天顶，南天极位于天底，天球赤道平面和地平面相重合，每一个天赤道以北的恒星，终日在地平线以上，以天顶为中心，作与地面平行的圆周视运动。因此，这些恒星既不升起，也不下落，永远保持在一个高度。每一个天赤道以南的恒星，终日在地平线以下，因此对于在北极地区的观测者来说，南半天球的恒星完全看不到。在南极，天空所有的恒星也作与地平面平行的圆周视运动，在那里只能看到天球南半部的恒星。



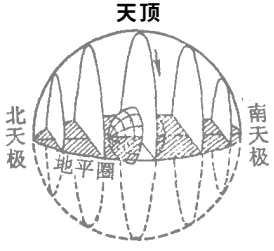
在地球北极所见的恒星周日视运动



在地球北极和赤道间所见恒星周日视运动

位于赤道与两极之间的地点，恒星周日视运动的路线和地平面斜交。有些恒星每日上升和下落，有些恒星永不上升或永不下落。如在北纬 31° 的上海来看，北天极位于正北方地平

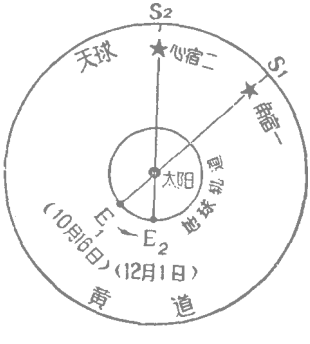
线以上 31°，南天极位于正南方地平线以下 31°。距北天极 31。以内的恒星，终日在地平线以上绕北极星旋转。距南天极 31。以内的恒星，终日在地平线以下，其它恒星则每日东升西落。



在地球赤道所见的恒星周日视运动

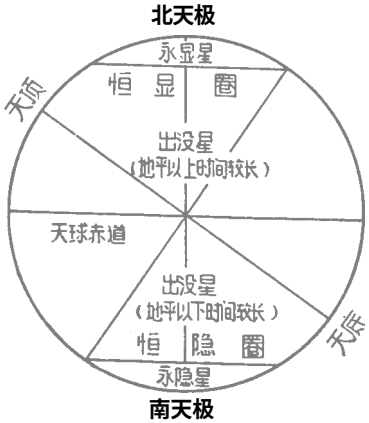
在赤道看起来，北天极位于地平的正北方，南天极位于地平的正南方，天赤道通过天顶和天底。所有的恒星循着与地平面垂直的圆周,自东向西作周日视运动,所以人们看来，恒星在直上直下地移动。同一天晚上，既可以看到天球北半部的恒星，又可以看到天球南半部的恒星，一年里随着星空形象的改变，可以看到全天球的天体。

周年视运动　地球绕太阳的运动反映在星空中就是恒星的周年视运动。地球绕太阳公转，在地球上看起来却是太阳在星空背景中环绕地球移动。移动的方向和地球公转的方向一致——自西向东。例如在 10 月 16 日在地球上看起来太阳和角宿一在一起,到了 12 月 1 日,在地球上看起来，太阳又和心宿二在一起了。地球每天在公转轨道上向东移动约 1°，因此，恒星相对于太阳每天向西移动约 1°，即每夜提早 4 分钟升起，这样就引起星空形象的季节变化，一年之内完成向西绕行一周。



太阳的周年运动

恒显圈　在赤道和两极以外的各地观测星空时，天球中永远可见部分的边缘是一个圆，称为恒显圈。其圆心是观测地点所在半球的天极，其半径等于观测地点的纬度。在这圈内的恒星永远在该处的地平面以上。例如：上海位于北纬 31°，凡是极距小于 31° 的恒星都永远出现在地平线以上而不会下落。这些恒星的赤纬都大于 59°。天球上永远不可见部分的边缘也是一个圆，称为恒隐圈。其圆心是另一个天极，其半径也等于观测地点的纬度。同样以上海为例，自赤纬 －59。到 －90 的恒星就永远不会出现在上海的天空。恒显圈和恒隐圈以外的天体，有时在地平以上，有时在地平以下。恒显圈内的恒星称永显星，恒隐圈内的恒星称永隐星。永显星和永隐星都称拱极星。



恒显圈和恒隐圈

恒隐圈见“恒显圈”。

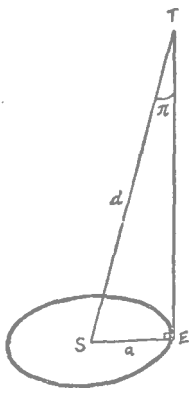
拱极星见“恒显圈”。

天文单位　地球和太阳之间的平均距离称为一个天文单位。一个天文单位相当于 14,960 万公里，一般就以 1.5 亿公里来计算。用它来计量太阳系里天体之间的距离很方便。例如：太阳和冥王星之间的平均距离约为 39.5 天文单位。

光年　计量天体间距离的一种单位。光的速度是每秒钟 30万公里。一光年即光在一年的时间里所走过的距离，约等于 94,605亿公里。一光年又等于 63,240 天文单位。光年是

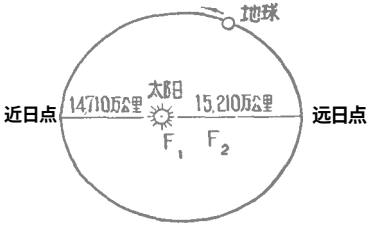
天文学上最常用的距离单位之一，例如：除太阳外，在天空中我们用肉眼能看见的最亮的一颗恒星是天狼星，它距离地球约 8.7 光年；牛郎星离地球 16 光年；织女星离地球 27 光年。现在我们能观测到离地球约 100 亿光年的极为遥远的天体。光年也被用作天体直径的单位。

秒差距　计量天体间距离的一种单位。相应于视差为 1 角秒的距离，叫做 1 秒差距。这里的视差是指周年视差，即该天体对于地球轨道半径所张的角。地球轨道半径不变，则天体离地球愈远，这个张角愈小。当某天体离地球一定距离时，地球轨道半径对天体的张角为 1 角秒，这天体与地球间的距离即为 1 秒差距。1 秒差距等于 206,265 天文单位，或等于 3.26 光年，或等于 3.09×10^{13} 公里。由于天体离地球愈远，张角愈小，所以视差的角秒值和距离的秒差距值互为倒数。例如从织女星看地球轨道半径的张角的角秒值是 $0''.12$，那么织女星和地球的距离是 $1/0''.12=8.3$ 秒差距。秒差距也被用作天体直径的单位。



恒星的视差

轨道　一个天体与其它天体在相互引力作用下运动的路径。虽然轨道的形状是极其复杂的，但一般都近似于椭圆、双曲线或抛物线。当地球环绕太阳运行时，它的中心所走的路线称为地球的轨道。地球轨道所在的平面称为地球轨道平



地球公转的轨道和它的焦点（F_1、F_2）

需要全本请访问 www.ertongbook.com

面，它也就是黄道平面。地球公转的轨道是一个接近于正圆的椭圆形，这个椭圆形长轴是 29,920 万公里，长轴和短轴之差仅及长轴的七千分之一，两焦点的距离仅及长轴的六十分之一。太阳位于这一椭圆的一个焦点上。

近日点　地球轨道上离太阳最近的一点。由于地球轨道是一个椭圆，太阳又位于这一椭圆的一个焦点上，所以日地之间的距离是随着地球在自己轨道上的位置变化而变化的。地球于每年 1 月初经过近日点，于每年 7 月初经过远日点。近日点距离太阳 14,710 万公里，远日点距离太阳 15,210 万公里。二者平均值约 14,960 万公里。因为引力同距离的平方成反比，所以地球在近日点受太阳引力大，运行速度快，每秒运行 30.27 公里；在远日点运行速度慢，每秒 29.28 公里。在太阳系里，其它行星、彗星在环绕太阳作公转的椭圆形轨道上也有近日点和远日点。(参见第 11 页附图《地球公转的轨道和它的焦点(F_1、F_2)》)

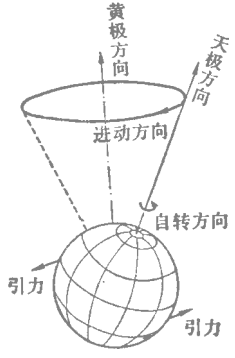
远日点见“近日点”。

周期　天体在运动过程中再一次回到某一相对位置或恢复同一现象所需要的时间。如行星的公转周期、自转周期等。地球的公转周期，即地球环绕太阳一周所需要的时间为一年。地球的自转周期，即地球自转一周所需要的时间为一日。

升交点　(1) 行星或月球的轨道和黄道相交于两点，当行星或月球由黄道之南运行到黄道之北时所经过的点叫做升交点，反之叫做降交点。(2)见“二分点”。

降交点见“升交点”。

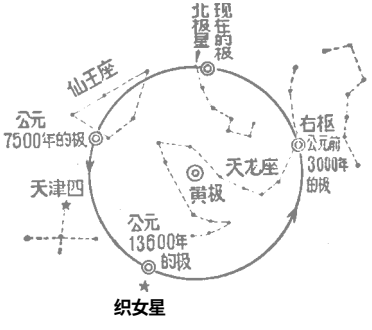
岁差　因为地球自转轴围绕黄道轴作圆锥运动，使春分点沿黄道向西缓慢运行，速度为每年 50.26 角秒，25,800 年内运行一周，这种现象称为岁差。造成岁差的原因是因为地球



地轴的圆锥运动

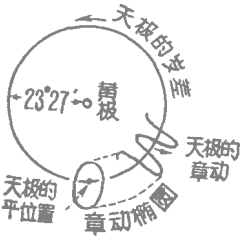
是一个椭球体，它的赤道部分向外突出，赤道与黄道相交成 23°27′的交角，太阳和月亮差不多都在黄道面内。由于它们对地球赤道带突出部分的附加吸引力，有将地球的赤道面拉向与黄道面重合的趋势。但地球自转速度很快，对这种作用产生抵抗能力，结果就仅使地轴绕黄道轴作圆锥运动，这种运动称为地球的进动。由于地球的进动使春分点沿黄道每年向西运行 50.26 角秒。

由于岁差现象，天极就不能常常位于同一点上，而是围绕着黄极描绘成一个半径为 23°27′的圆周。因此，在我们北半球看来，北极星将轮流替换。公元 13600 年时现在北天最亮的织女星将成为那时的北极星。春分点沿黄道向西运行，使恒星的赤道坐标每年都有微小的变化。同时造成一个回归年的长度短于一个恒星年，两者相差 20 分 23 秒，即太阳周年运动经过 50.26 角秒所需要的时间。在我国，岁差现象首先为西晋天文学家虞喜所发现，以后南北朝时代的祖冲之，经过实测和计算之后得出岁差的精确数值，定一回归年为 365.2428 日，并第一次应用岁差来改革我国历法。



北天极进动的路径

章动 地球自转轴绕黄道轴的运动，除长周期的岁差外，还有一种短周期的微小摆动，称为章动。章动主要是由于月球沿着白道运行，经常在黄道的上面或下面，在不同的位置上对地球赤道突出部分的吸引而产生的。另外月球和太阳到地球的距离也在不断地变化。这样天极的运动就变得极为复杂。天极在天球上作波浪式的运动。章动的周期是 18.6 年,在这周期内天球的极环绕进动的平均路径描绘一个小的椭圆。这椭圆的半长轴指向黄极，半长轴的长度为 $9''.2$。显然，章动对恒星的赤道坐标是有影响的。



章动示意图

摄动 一个天体绕另一个天体运行时，除了受到另一天体按万有引力定律作用的吸引力外，所受到其它各种力（如阻力、光压力、其它天体的吸引力等)的影响统称为摄动力。不过摄动力的影响是微小的，在一般的近似计算中都忽略了。人们把考虑摄动力作用所得到的天体运行轨道和不考虑摄动力所得到的轨道之间的偏差，叫做天体所受到的摄动。利用摄动的分析方法发现了海王星和冥王星。

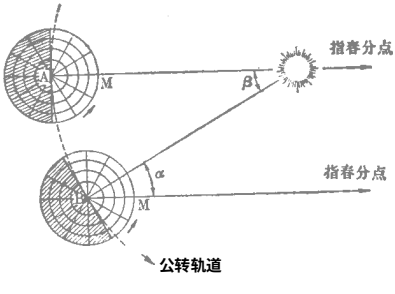
太阴日 月球中心连续两次通过地球上同一子午线所需要的时间。平均是 24 小时 50.47 分,比平太阳日长 50.47 分。这是由于月球公转方向和地球自转方向相同，月球每日平均运行 $13°11'$，因此当地球自转一周后，月球已经沿轨道向前运行了 $13°11'$，而地球需要再转过 $13°11'$（地球绕过这个角度的时间是 50.47 分），月球中心才能再次经过这一子午线。所以，以一定的地点来说，月球中心通过当地子午线的时刻，总比前一天延迟了 50.47 分。由于潮汐主要是受月球引潮力

的影响,因此,它每日向后推迟 50.47 分。

真太阳日　太阳视圆面中心连续两次上中天所经过的时间间隔，称为真太阳日。由于地球的公转，所以真太阳日比恒星日要长。因为地球公转轨道是椭圆的，在近日点真太阳日的时间更长，在远日点真太阳日的时间稍短。又因为黄赤交角有 23°27′，所以真太阳日在二分点最短，二至点最长。这两个原因相结合，使得真太阳日的时间间隔每天都不一样。长短变化在 23时 59分 39秒至 24 时 0 分 30秒之间。最长和最短的真太阳日相差 51 秒，因此，真太阳日的时间间隔不是一种均匀的时间标准。

平太阳日　一年内真太阳日有长短的变化，影响计量时间单位长度的客观标准。因此，取一个回归年（地球绕太阳公转，两次通过春分点的时间间隔）的 365.2422 个长短不等的真太阳日的平均值作为一日长度，叫做平太阳日。平常所讲的日就是指平太阳日，以半夜零时为一日的开始，每日分 24 小时，平太阳日比恒星日长约 3 分 56 秒。

恒星日　春分点（或某一恒星）连续两次上中天所经历的时间，叫做恒星日。因为春分点在天球上的位置从地球上看起来短期内没有明显变化。所以在每个恒星日内地球自转了 360°，这样恒星日就成为地球自转的真正周期。一个恒星日的长度比一个太阳日约短 3 分 56 秒。这是因为地球不仅在自转，而且又在公转。如图设某日的一个瞬时，地球位于轨道上的 A 处，太阳和春分



恒星日比太阳日短

点同时在地球上的M地方过中天。当地球自转一周后，在公转的轨道上前进到了B处，这时春分点又在M地方中天,但是地球还要转过一个α角,太阳才能再次在M地方中天,以完成一个太阳日。地球转过这个α角大约需要3分56秒,所以太阳日比恒星日大约要长3分56秒。

真太阳时　以真太阳日为基础定的时间。将真太阳日平分为24份，每一等份就称为真太阳小时。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　以平太阳日为基础确定的时间。简称平时。也就是我们常用的钟表所指的时间。它是将平太阳日平分为24份，每一等份就称为平太阳小时。一平太阳小时分为60平太阳分，一平太阳分又分为60平太阳秒。

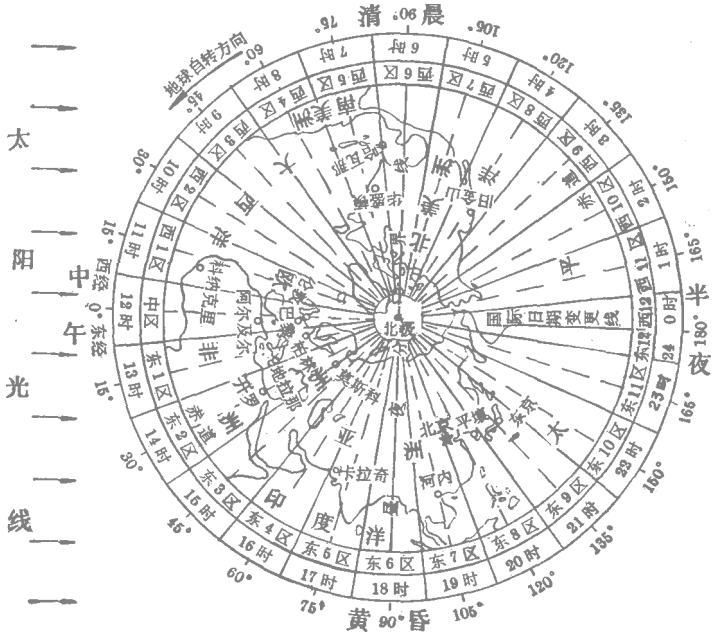
时差　真太阳时与平太阳时之差。我们使用平太阳日来表示时刻，会出现这样的情况：一天内的正午12时(平太阳时），太阳并不一定正好在当地上中天的时刻。在一年的绝大多数日子，太阳上中天的时刻，不是在正午以前，就是在正午以后，这个差值就叫做时差。时差的数值在一年内是逐日不同不断变化的，有时为正，有时为负。时差＝真太阳时－平太阳时。每日的时差数值载于天文年历。它在一年中由－14.3分变化到16.4分,并有4次等于零。时差在一般日常生活中几乎不用考虑，但对观测天体却有重要的作用。

地方时　(1)相对于标准时来说，地方时是地方平太阳时的简称。(2)古时人们把当地所看到太阳升到最高位置的时刻，也就是太阳视圆面中心通过当地子午线的时刻定为正午，以此为标准确定的时间，叫做地方时。因为地球自西向东自转，经度不同的地方，时刻便有差异。在交通工具不发达的时

代各地都采用当地的地方时。

标准时　为了克服地方时的缺点，避免不同经度的地方在时间上的混乱，于 1884 年的一次国际经度会议上，在世界范围内建立了标准时区制度。所谓标准时就是一个时区共同使用的一种地方平时。它以本时区内中央子午线为标准来计算时刻。

时区　1884 年国际经度会议大多数国家共同商定采用以时区为单位的标准时间制度。时区的划分是以经过英国伦敦格林尼治天文台的本初子午线为标准线，以西经 7.5°至东经 7.5°（经度间隔 15°）划为中时区，又称零时区。在这个时



世界时区的划分

需要全本请访问 www.ertongbook.com