



中学教师读物

天文学及其历史

北京出版社

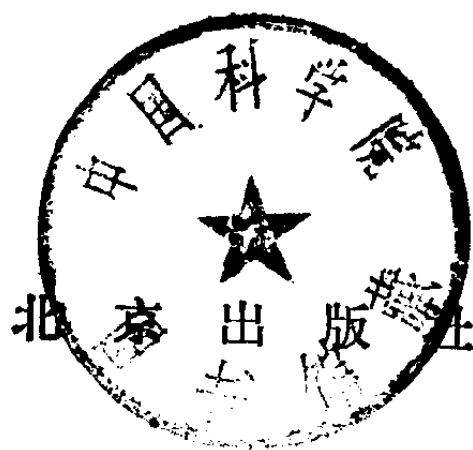
55.04
195
418

自然科学史话——中学教师读物

天文学及其历史

刘金沂 杜升云 宣焕灿

TW07/07



85131C

自然科学史话——中学教师读物

天文学及其历史

Tianwenxue Jiqi Lishi

刘金沂 杜升云 宣焕灿

*

北 京 出 版 社 出 版

(北京崇文门外东兴隆街 51 号)

新华书店北京发行所发行

北 京 燕 山 印 刷 厂 印 刷

*

787×1092 毫米 32 开本 9.625 印张 204,000 字

1934 年 12 月第 1 版 1984 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—6,400

书号: 13071·158 定价: 1.50 元

前 言

大自然的宏伟壮观，莫过于澄澈的夜晚那布满星辰的苍穹了。夜空肃穆而永恒，镶嵌着引出无数古代神话和传奇的星宿，唤起各代人的好奇心和求知欲。日月照耀，斗转星移，它们以无声的巨力催发了岸边的新绿，又以无法抗拒的周期给大地披上银装。地球，万物之母，生命的摇篮，她受制于太阳，拖着月亮，载负着生灵，行进在宇宙间。虽然偶尔也有山崩、海啸、地震，但总的来看，她是那样安详，给人类安排下美好的环境、壮丽的河山。

人类生在天地之间，从很早的年代就在探索宇宙的奥秘。天文学是一门最古老的科学，它一开始就同人类的劳动和生存密切相关。它跟数学、物理、化学、生物、地学同为六大基础学科之一，它的研究对象和研究方法却有其特殊的地方。

天文学在我国有悠久的历史，几千年的华夏文明，天文学占有重要地位。很多人几乎从孩提时代就由长辈那里接受到天文学知识或有关天地的神话传说。现在中学地理课本就有一章概述我们地球所处的太阳系和银河系的情况。

本书正是为了配合中学教学，使广大教师、天文普及教育工作者和天文爱好者获得比较全面系统的天文学知识，了解天文学的发展历史而编写的。书中介绍了天文学概念的产

生和发展，著名天文学家的贡献，基本的天文学资料，并且概述了当代天体物理学的成就以及对地球外文明的探索，此外，还介绍了若干简易的天文观测和小实验，以利开展课外活动。

本书由南京大学天文系宣焕灿（写第十四、十五、十七章）、北京师范大学天文系杜升云（写第七、八、十六章、附录）和中国科学院自然科学史研究所刘金沂（写其余各章）编写，由刘金沂统编。

不当之处，敬希读者批评指正。

编著者

1983年8月

目 录

前言.....	(1)
一、我们站在地球上 看天空.....	(1)
1. 我们在天球的中心 (1) 2. 平行线在天球上交于一点 (2) 3. 两种视运动 (4) 4. 天极和赤道 (5) 5. 黄道和白道 (6) 6. 天顶和地平 (8) 7. 天球上的经纬网(10) 8. 几种坐标之间的换算公式 (11)	
二、古人心目中的宇宙图景.....	(13)
1. 开天辟地的故事 (13) 2. 天坛圆和地坛方 (15) 3. 七衡六间图 (16) 4. 浑天如鸡子, 地如卵中黄 (18) 5. 其他民族的宇宙图景 (20)	
三、中国古代的天文学成就.....	(24)
1. 中国古历法知识 (24) 2. 古典天文仪器 (27) 3. 天象记录及用途 (31) 4. 中国古典天文学的若干特点 (34)	
四、欧洲古典天文学一瞥.....	(36)
1. 古希腊天文学简况 (36) 2. 水晶球模型 (38) 3. 地为球形的证明 (39) 4. 巧测日月地距离和大小比例 (41) 5. 原始的日心地动说 (42) 6. 本轮均轮系统 (44) 7. 托勒密地心体系 (45) 8. 西方古代历法知识 (47)	
五、建立科学的太阳系概念.....	(51)
1. 古希腊天文学的衰落 (51) 2. 中世纪阿拉伯人的桥梁作用 (52) 3. 哥白尼天文学革命前的欧洲 (54) 4. 哥白尼和	

《天体运行论》 (56)	5. 哥白尼学说遇到的阻力 (59)	6. 第谷的折衷体系 (62)	7. 行星运动三定律 (64)	8. 牛顿的理论总结 (66)
六、望远镜的一家..... (69)				
1. 从玩具到天文学家的眼睛 (69)				
2. 望远镜的性能 (71)				
3. 长镜筒的折射望远镜 (74)				
4. 短而粗的反射望远镜 (77)				
5. 折射望远镜再显身手 (79)				
6. 反射望远镜更胜一筹 (82)				
7. 折反射望远镜 (85)				
七、地球自转和时间计量..... (87)				
1. 地球自转的证明 (87)				
2. 真太阳日和平太阳日 (89)				
3. 时间测量和时间工作 (91)				
4. 地球并非标准钟 (94)				
5. 世界时和原子时 (96)				
6. 纬度会变化吗? (99)				
7. 地极在变动 (100)				
8. 研究极移的意义 (102)				
八、影响天体视位置的诸因素..... (103)				
1. 恒星位置的档案库 (103)				
2. 大气折射 (105)				
3. 寻找视差时的新发现 (107)				
4. 视差和距离 (109)				
5. 地球是悬浮在太空中的陀螺 (110)				
6. 进动中的波浪式摆动 (112)				
7. 视位置、平位置 and 真位置 (114)				
九、太阳系的发现..... (116)				
1. 彗星的轨道 (116)				
2. 一位数学教师的发现 (119)				
3. 小行星带 (121)				
4. 天王星为何老是“出轨” (123)				
5. 冥王星 (125)				
6. 存在水内星和冥外星吗? (128)				
7. 卫星系统 (129)				
十、太阳系是从哪里来的? (133)				
1. 太阳系的结构和运动特征 (133)				
2. 康德—拉普拉斯星云说 (137)				
3. 灾变说 (139)				
4. 二十世纪的星云说如何解释太阳系起源? (141)				
十一、探求天体的物理性质..... (147)				

1. 颜色之谜 (147)	2. 光谱分析法来到人间 (148)	3. 给天体照相 (150)	4. 星星有多亮 (151)	5. 恒星光谱型和表面温度 (152)	6. 谱线位移和轮廓的用途 (156)
十二、恒星世界..... (159)					
1. 最近的恒星——太阳 (159)					
2. 恒星也在运动 (162)					
3. 变星 (163)					
4. 双星和聚星 (167)					
5. 星团和星协 (170)					
6. 恒星的距离 (172)					
7. 恒星的大小和质量 (176)					
十三、认识宇宙岛..... (180)					
1. 从猜测到实践 (180)					
2. 曲折的认识过程 (183)					
3. 形形色色的宇宙岛——河外星系 (187)					
4. 我们的银河系 (190)					
5. 星系如何演化 (192)					
十四、恒星的一生..... (194)					
1. 赫罗图的创立 (194)					
2. 一次失败的尝试 (196)					
3. 恒星能源之谜 (198)					
4. 恒星的形成 (200)					
5. 主序星和红巨星 (202)					
6. 恒星的归宿 (204)					
7. 星族与恒星演化 (208)					
十五、探测宇宙的新手段..... (211)					
1. 央斯基的发现 (211)					
2. 射电天文学崛起 (212)					
3. 雷达与天文学 (214)					
4. 提高分辨率 (215)					
5. 让射电源成象 (218)					
6. 登上地球大气之顶 (219)					
7. 红外探测 (221)					
8. X射线探测 (222)					
十六、重新认识太阳系..... (225)					
1. 空间探测技术和地面观测手段的发展 (225)					
2. 水星和金星 (226)					
3. “火星人”幻想的破灭 (230)					
4. 木星和它的卫星 (233)					
5. 土星探奇 (237)					
6. 天王星、海王星和冥王星 (239)					
7. 太阳系其他天体的研究 (239)					
十七、现代天体物理学..... (241)					
1. 地球的磁层和辐射带 (241)					
2. 冕洞与太阳风 (243)					
3. 太阳中微子之谜 (245)					
4. 脉冲星与中子星 (246)					
5. 黑					

洞 (248)	6. 星际分子 (249)	7. 活动星系 (252)	8. 类星体 (253)	9. 微波背景辐射 (255)	10. 现代宇宙学 (256)
十八、探索地外文明.....					(259)
1. 文明的类型 (259)					2. 泛生论与独创论 (261)
3. 文明产生的条件 I——对恒星的要求 (263)					4. 文明产生的条件 II——对行星的要求 (266)
5. 探索地外文明的困难 (269)					6. 向宇宙人呼唤的努力 (272)
7. 积极的态度和冷静的头脑 (273)					
附录：天文观测活动.....					(276)
1. 活动星图的使用和认星 (276)					2. 天体周日视运动的拍照 (280)
3. 日影观测 (282)					4. 太阳黑子的观测 (285)
5. 月球目视观测 (285)					6. 月球照相观测 (287)
7. 行星视运动观测 (288)					8. 天体角距离的测量 (288)
9. 变星的目视观测 (291)					10. 双星、星团和星云的观测 (294)

一、我们站在地球上观看天空

当地球上诞生了人类，他们就必然要观看天空，从那时以来直到本世纪五十年代末，人都是在地球上观看。虽然人造飞行器和人类自己后来得以换一个角度观测天体，但整个天文学是建立在从地球上观测为基础的，所以一开头必须讨论以地球为基地建立坐标系的问题。

1. 我们在天球的中心

当你置身广场、原野，或者来到楼顶、山头，蔚蓝的天空从四面八方将你环抱，它犹如一只硕大无朋的半球，笼罩周围的一切。无论你走到哪里，都会感到处在这个圆球的中心。在这个巨大的天穹上，有太阳、月亮轮番照耀，有星辰、银河熠熠发光。亿万年来，天文学研究的对象在这里演示出无数波澜壮阔的场景，然而它们似乎又是默默无声的。

这个巨大的天穹，天文学上称为天球，这是一个视觉中的巨球，它既没有表面，也没有边界，它包容着一切，本身却是虚无的。它象一个半径无限大的屏幕，所有天体的位置都是在它上面的投影。因为它同人们的直观感觉符合，所以天文学借助这个假想的天球做为辅助工具建立起基本坐标系，以便研究天体的位置和运动。在这个天球中心的就是观测者的眼睛。

在晴朗的白天，我们看到的蔚蓝色天空，这并不是天球，而是地球大气造成的视觉现象。包围着我们的大气，比起地球半径来只是一个薄薄的圈层，虽然在地球运动的相反方向它拖着一个长长的尾巴，但大体上只在地表上一千公里之内。大气内的空气分子、尘埃和水汽都对太阳光有散射作用，光线被散射的程度同散射光的质点大小有关，也同光的波长有关。对于空气分子那么大小的散射质点来说，主要是蓝色光线被散射，所以我们看到天空是蓝色。由此看来，蓝色的天空只是天球“背景”前面的帷幕。当我们脱离地球大气圈，来到宇宙空间时，蓝色天空立即变成了漆黑，即使是阳光灿烂之时，也照样是满天星斗。在空间轨道上的望远镜，任何时候都可以观测星星，哪怕太阳就出现在附近，也不会影响观测。

2. 平行线在天球上交于一点

你看到这个命题大概会吃惊，平行线是永不相交的，怎么在天球上交于一点呢？是的，平行线永不相交，是欧几里得几何学的公理之一，我们在中学里教的都是这样。

但是，在日常生活中你也会产生另一些感觉，当你来到笔直的铁道边，特别是你站在两根轨道之间，只见两根银线从你身边一泻向前，越远好象越靠近，在你视线能达到的远方似乎相交于一点了。这种视觉效果在美术上叫做透视，画家在绘画一条笔直的街道时，他不能将街道画得一样宽，街边的电线杆也是越远越短，最后几乎都会聚于一点了(见图1-1)。

对于天文学研究的对象，它们的距离极其遥远，它们发

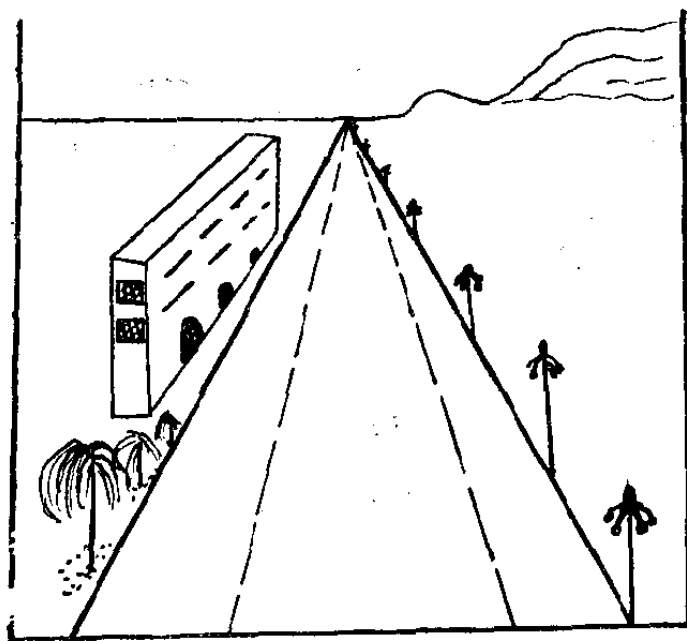


图 1-1 平行线在远方会聚于一点

出的光线来到地球几乎都成了平行光。许多人都感到，月亮好象跟着自己走似的，不管在什么地方看，它都在相同的方向。唐代诗人李白有诗曰：“花间一壶酒，独酌无相亲，举杯邀明月，对影成三人。月既不解饮，影徒随我身……”就是描述的这一现象。形成这一现象的原因不是别的，就是因为远。由于这一原因，安装天文望远镜都是使寻星镜和主镜的光轴绝对平行。只有这样，两个镜子才能同时对着同一个天体。不同地方的望远镜，只要对准同一方向，必定能看见相同的天体。

现在回到天球的概念。每一个观测者都感到自己在天球的中心，这天球似乎有许许多多中心。是的，对于不同的观测者来说，天球的中心是可以无限的多。当人类来到月亮上时，宇航员也感到他在天球的中心。但是，为了使我们描述的天体位置有确切的含义，它不应因观测者的位置而异，我们是将整个地球作为天球的中心，更确切地说，是把地心作

为天球中心。我们在地面上观测天体，同在地心观测会有微小的差异，对于太阳系内较近的天体需作必要的改正，而对相距我们极远的恒星来说，这是无关紧要的。

3. 两种视运动

巨大的天球环抱着我们，日月星辰时刻在演示着天空景象。太阳，早晨从东方升起，傍晚在西方落下。月亮、星星也都有东升西落现象，这是每个人都感觉到的明显变化，我们把这种感觉到的天体运动现象称为视运动。

在古代，古人真的认为天体都围绕大地旋转，一天绕一周。后来天文学家认识到，这种日月星辰东升西落一天一周的视运动现象，是地球自转引起的。由于地球的自转，在赤道地方，天体垂直于地面升起，到西方垂直落下。在南北两极，天体平行于地面每天绕一周，因而当太阳出现于两极的地面以上时，有半年不落下，而另半年就升不上来，形成半年极昼和半年极夜。在两极和赤道的中间地带，天体倾斜地升起和下落(见图 1-2)。这种周期为一天的视运动称为周日

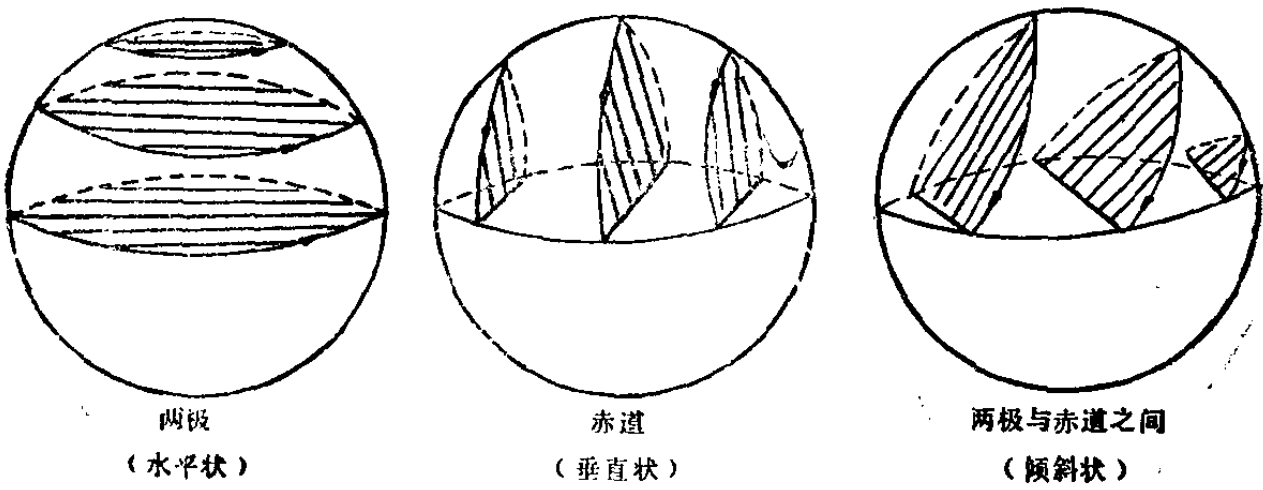


图 1-2 不同纬度地方的周日视运动

视运动。

除了每一个天体都有周日视运动以外，天体还有各种其他视运动现象，如太阳就有周年视运动，它在恒星间的位置不断变化，表现为一年的周期，这是地球绕太阳公转的反映。月亮有另一种周期的视运动，它在恒星间的视位置变化很快，二十七天多就一周天，这是月亮绕地球公转的反映。各行星又有各不相同的视运动现象，它们在恒星间的视位置表现为复杂的轨迹，有顺行(从西向东)、逆行(从东向西)和留(不动)等现象，这是地球绕太阳公转和行星绕太阳公转两者合成的结果。

为了描述日、月、行星在天球上的复杂视运动，为了表示恒星在天球上的位置，天文学借助天球建立起各种坐标系。

4. 天极和赤道

地球上南北两极，穿过南北两极有假想的地轴，地球的自转就绕这个地轴从西向东进行。如果我们无限地向两端延长这根假想的地轴，它跟天球有两个交点，这就是北天极和南天极。由地球自转而引起的天球周日视运动，就绕这一天轴从东向西进行。

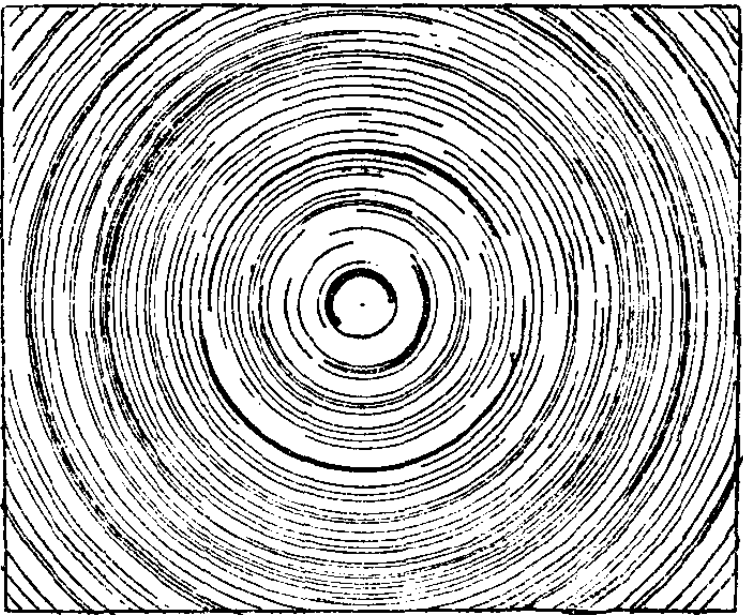


图 1-3 天球北极附近恒星周日视运动轨迹

北极星在天球上的位置很接近北天极，当天球旋转时它绕出一个很小的圈子，一般用肉眼觉察不到，好象它永远不动似的，这就是观北极星能定方向的道理。如果我们把望远镜指向天极，让底片长期曝光，星星绕天极旋转的轨迹就能在底片上留下一个个圆圈，这些圆圈的共同圆心就是天极的位置（图 1-3）。

地球上赤道，它是垂直于地轴平分地球为南北两半球的平面同地表的交线。显然，赤道上的点到两极都有相同的距离。现在如果我们将这个平面无限延伸，它同天球也有一个交线，这就是天球上的赤道。它是天球上的一个大圆，这个大圆上的点到南北两个天极都有相同的距离。

有了天极和赤道的概念，我们就可以借助它们来表示天球上任意一点的位置了。这也同地球表面上的位置表示法相似，用经度、纬度两个坐标就行。对于天球上的任意一点 S ，可以通过它和两个天极在天球上作一个大圆，就是赤经圈，这个大圆必然垂直于天赤道并交天赤道于 A 点，此时 $\widehat{SA}$ 就是 S 点的纬度，称为赤纬，用 δ 表示。在天赤道上选取一个经度起算点 γ^* ，则 $\widehat{\gamma^*A}$ 就是 S 点的经度，称为赤经，用 α 表示。对于任一点 S ，必有确定的 α 、 δ 值，换句话说，一组 α 、 δ 值必然对应于一个确定的点 S ，因此 α 、 δ 就是 S 点的坐标。这种坐标称为赤道坐标（图 1-4）。

5. 黄道和白道

除了天极和赤道，还可以在天球上找到其他的基本点和

* γ 为春分点的符号，是黄道和赤道的交点之一，黄道从此点由赤道南进入赤道北。

基本面。

我们的地球除了绕地轴自转外，还围绕太阳公转，地球公转轨道所在的平面不跟赤道面一致，其中的夹角约为 $23^{\circ}30'$ 。正是由于这一夹角的存在，太阳不总是在赤道地区的天顶照耀，它时而偏向北半球，时而偏向南半球，造成地球上的四季变化，形成世界上

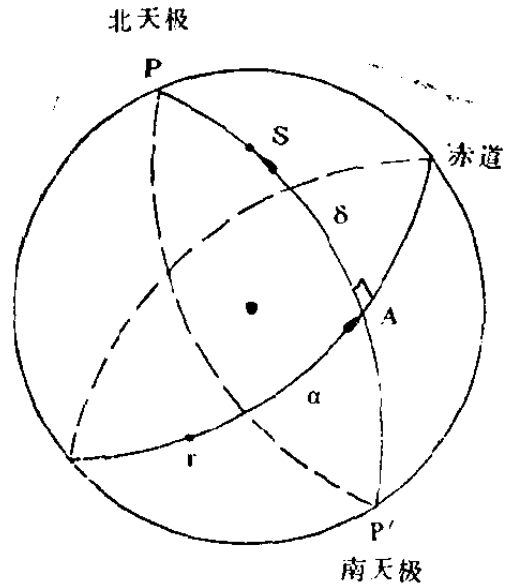


图 1-4 赤道坐标系

丰富多采的景象。由于这一夹角的存在，太阳在天球上的视运动轨迹不跟天赤道一致，时而偏向天赤道之北，时而偏向天赤道之南，造成地面上昼夜长短的变化。

太阳在天球上的周年视运动轨迹，也是天球上的一个大圆，它同天赤道相交成约 $23^{\circ}30'$ 的角度，跟天赤道有两个交点，一个是春分点，一个是秋分点。离赤道最远的点也有两个，在赤道北的为夏至点，在赤道南的为冬至点。天球上的这个大圆称为黄道。

在天球上离黄道最远的地方也可以找到两个极点，这就是南黄极和北黄极。显然，南北黄极到黄道的距离都相等。同样的道理，也可以借助黄极和黄道的概念建立一种黄道坐标，用黄经 λ 和黄纬 β 来表示天球上任一点 S 的位置(图 1-5)。

月亮是围绕地球公转的，它的公转轨道平面既不同于赤道面，也不同于黄道面，但相对来说比较接近于黄道面，这一平面同黄道面的交角只有 5° 左右，约为 $5^{\circ}9'$ (变化在

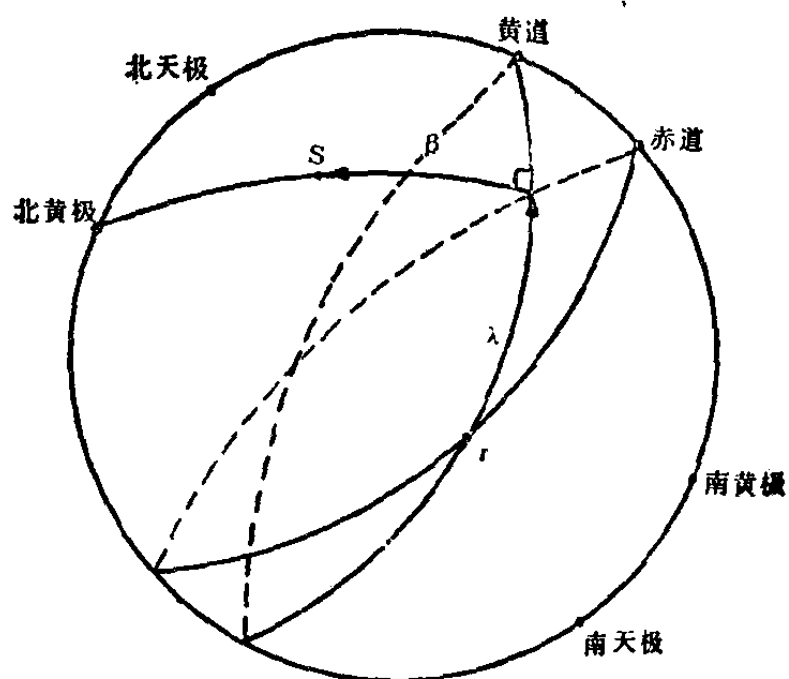


图 1-5 黄道坐标系

4°57′ 和 5°19′ 之间)。这一平面同天球的交线也是天球上的一个大圆，称为白道。它时常出没于黄道南北，同黄道的交点称为黄白交点，一个是升交点，一个是降交点。前者是月球从黄道之南进入黄道之北的交点，后者正相反。由于月球轨道受到太阳引力的摄动较大，交点在黄道上时时变动，每年约从东向西移动 20°，经 18 年 7 个月移动一周，因而月亮的视运动表现得尤为复杂。

6. 天顶和地平

我们站在地面上的某一点，通过该点和地心总有一条直线，这就是该点的铅垂线。如果将这一条线向两端无限延伸，上方与天球必有一交点，这就是该地的天顶。下方穿过地球与天球的交点就是天底。说通俗一点，天顶就是天球上正在观测者头顶上的一点。由于地面上各地的铅垂线不同，故各