

# 第1章 绪论

## 第2章 天球坐标系和时间计量系统

### 一、天球坐标系

#### 1. 球面三角基本公式

<p>(1) 正弦公式</p> $\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}$ <p>(2) 边的余弦公式</p> $\left. \begin{aligned} \cos a &= \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A \\ \cos b &= \cos c \cos a + \sin c \sin a \cos B \\ \cos c &= \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos C \end{aligned} \right\}$ <p>(3) 角的余弦公式</p> $\left. \begin{aligned} \cos A &= -\cos B \cos C + \sin B \sin C \cos a \\ \cos B &= -\cos C \cos a + \sin C \sin a \cos b \\ \cos C &= -\cos a \cos b + \sin a \sin b \cos c \end{aligned} \right\}$ <p>(4) 第一五元素公式</p> $\left. \begin{aligned} \sin a \cos B &= \cos b \sin c - \sin b \cos c \cos A \\ \sin a \cos C &= \cos c \sin b - \sin c \cos b \cos A \\ \sin b \cos A &= \cos a \sin c - \sin a \cos c \cos B \\ \sin b \cos C &= \cos c \sin a - \sin c \cos a \cos B \\ \sin c \cos A &= \cos a \sin b - \sin a \cos b \cos C \\ \sin c \cos B &= \cos b \sin a - \sin b \cos a \cos C \end{aligned} \right\}$	<p>(5) 第二五元素公式</p> $\left. \begin{aligned} \sin A \cos b &= \cos B \sin C + \sin B \cos C \cos a \\ \sin A \cos c &= \cos C \sin B + \sin C \cos B \cos a \\ \sin B \cos a &= \cos A \sin C + \sin A \cos C \cos b \\ \sin B \cos c &= \cos C \sin A + \sin C \cos A \cos b \\ \sin C \cos a &= \cos A \sin B + \sin A \cos B \cos c \\ \sin C \cos b &= \cos B \sin A + \sin B \cos A \cos c \end{aligned} \right\}$ <p>(6) 四元素公式</p> $\left. \begin{aligned} \cos a \cos C &= \sin a \cot b - \sin C \cot B \\ \cos a \cos B &= \sin a \cot c - \sin B \cot C \\ \cos b \cos A &= \sin b \cot c - \sin A \cot C \\ \cos b \cos C &= \sin b \cot a - \sin C \cot A \\ \cos c \cos B &= \sin c \cot a - \sin B \cot A \\ \cos c \cos A &= \sin c \cot b - \sin A \cot B \end{aligned} \right\}$
--	---

仅记忆 (1) (3) (4) (6) 即可, (2) (5) 可通过极三角形公式推。

(1) 边正弦与角正弦比为常数

(2)  $\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$

边余弦 = 另两边余弦积 + 另两边正弦积 · 对角余弦。

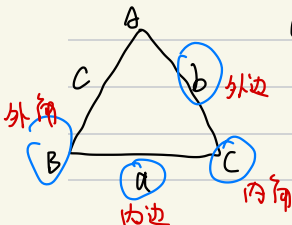
(3) 边与角互补, 将(2)中边和角进行替换,  $a = \pi - A, b = \pi - B, c = \pi - C$  即可。

(4)  $\sin a \cos B = \cos b \sin c - \sin b \cos c \cos A$

$\sin$  一边  $\cos$  角 =  $\cos$  对边  $\sin$  孤边 -  $\sin$  对边  $\cos$  孤边  $\cos$  对角

(6)  $\cos a \cos C = \sin a \cot b - \sin C \cot B$

$\cos$  内边  $\cos$  内角 =  $\sin$  内边  $\cot$  外边 -  $\sin$  内角  $\cot$  外角



窄于球面三角形自行近似。

## 2. 极三角形.

用于推角余弦公式和二五元公式.

原三角形和极三角形.  $a + A' = b + B' = c + C' = a' + A = b' + B = c' + C = \pi$ .

## 3. $1 \text{ rad} = 57.3^\circ = 206265''$ .

## 4. 基本点和基本圈. (✓为地方性的)

✓ ①. 天顶和天底.

✓ ②. 真地平圈.

③. 南北天极.

④. 天赤道

✓ ⑤. 天子午圈 (南北点大圆)

✓ ⑥. 四方点

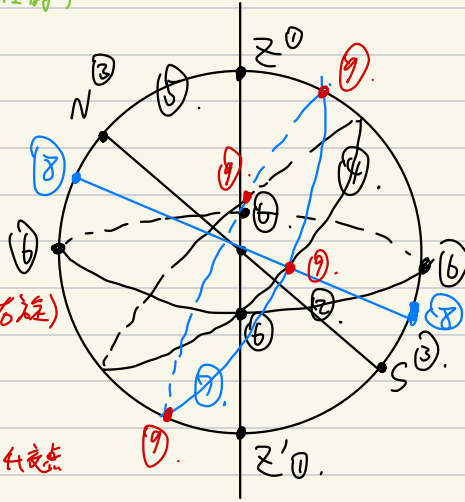
⑦. 黄道 太阳运行轨迹. (右旋)

⑧. 黄极.  $k, k'$

⑨. 二分二至点.

春分点. 是黄道在赤道上的右旋升交点

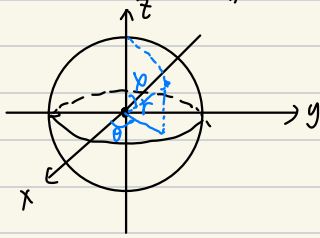
✓ ⑩. 天卯酉圈 (东西点大圆)



## 5. 天球坐标系.

坐标系	地平坐标系	时角坐标系	赤道坐标系	黄道坐标系
第一极	天顶	北天极	北天极	北黄极
基本圈	真地平	天赤道	天赤道	黄道
零点 (基本点)	北点	天赤道与天子午圈近南点的交点	春分点	春分点
左旋或右旋	左旋	左旋	右旋	右旋
在基本圈上计量的第一坐标	方位角 $A$ $0^\circ \sim 360^\circ$	时角 $t$ $0^h \sim 24^h$	赤经 $\alpha$ $0^h \sim 24^h$	黄经 $\lambda$ $0^\circ \sim 360^\circ$
第二坐标	高度 $h$ $-90^\circ \sim 90^\circ$	赤纬 $\delta$ $-90^\circ \sim 90^\circ$	赤纬 $\delta$ $-90^\circ \sim 90^\circ$	黄纬 $-90^\circ \sim 90^\circ$
余纬角 $\eta$	天顶距 $z$	北极距 $p$	北极距 $p$	黄极距 $r$
直角坐标系的指向	X	北点	赤道最高点	春分点
	Y	$A=90^\circ$	$t=\delta=90^\circ$	$\alpha=\delta=90^\circ$
	Z	天顶	北天极	北黄极
坐标与周日视运动的关系	方位角和高度都随周日视运动而变化	时角随周日视运动变化, 赤纬不变	不变	不变
坐标与观测者地点的关系	方位角和高度都因观测地点不同而不同	时角因观测地点的地理经度不同而不同, 赤纬不变	不变	不变

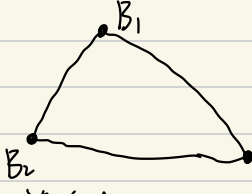
6. 球坐标换直角坐标.



$$\begin{cases} x = r \sin\theta \cos\phi \\ y = r \sin\theta \sin\phi \\ z = r \cos\theta \end{cases}$$

字母不同, 随机应变. 画图妙计.

7. 坐标转换基本思路.



作出如图所示球面三角形.  $B_1, B_2$  为两个坐标系中两极点.  $O$  为天体.

将  $O$  原坐标系参数标在三角形中, 利用球面三角形公式求新坐标系下参数即可. (注意左右旋)

8. 旋转矩阵.

$R_x(\theta), R_y(\theta), R_z(\theta)$  为绕某轴右旋  $\theta$  角.

$P_x, P_y, P_z$  使得某轴反向, 即坐标系左右旋互换.

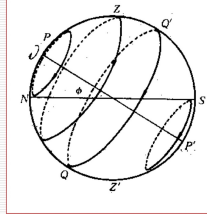
按旋转次序依次从右向左写旋转矩阵. 计算时从左向右依次相乘.

9. 天体周日视运动.

与天赤道面平行.

$$\phi \neq 0^\circ, \pm 90^\circ$$

除了天赤道上的天体周日平行圈是大圆, 因而12小时在地平之上, 12小时在地平之下外, 其余的天体都沿着小圆运动.

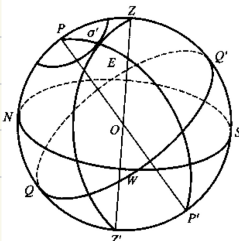


出. 设: 高/低于地平线.

中天: 经过子午圈. 一天2次. 高的是上中天, 低的是下中天 (北半球)

极昼: 太阳下中天时仍在地平上. 极夜: 太阳上中天时仍在地平以下.

大距: 赤经圈与地平经圈夹角(星化角)为  $90^\circ$ .



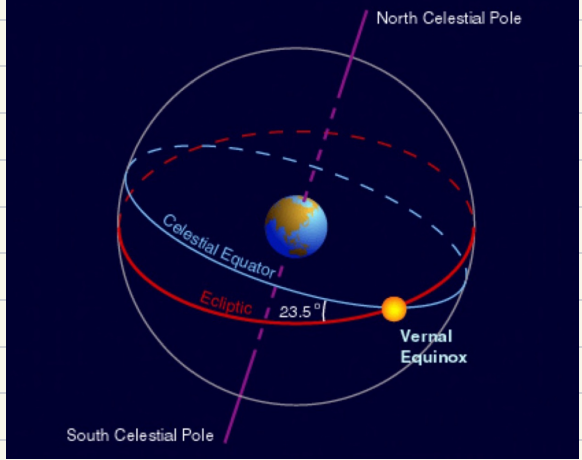
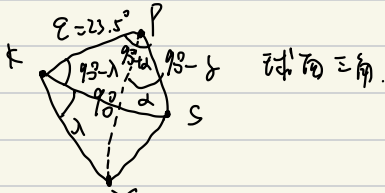
10. 星空周年变化

①. 太阳视运动.

- 周日: 平行于赤道面 11 顺时针运动
- 周年: 沿黄道逆时针运动.

合运动: 螺旋线运动

太阳赤纬变化:  $\delta = \arcsin(\sin \epsilon \sin \lambda)$   
 $\lambda = \frac{2\pi}{T} t$



二、时间计量系统.

11. 时间及计量.

①. 恒星时.

起点为春分点上中天.

春分点连续 2 次上中天间隔为 1 恒星日.

恒星时  $S = t \omega$

恒星时的值是春分点时角.

②. 平太阳时.

真太阳时不均匀.

平太阳时为赤道平太阳(在赤道上匀速运动)的时角  $\pm 12^h$ .

$m = t_{m0} \pm 12^h$

赤道平太阳连续 2 次上中天间隔为一平太阳日.

1 回归年 = 365.2422 平太阳日

= 366.2422 平恒星日

平恒星日更短.

平太阳日更长, 因为每天多转一个额外度.

以格林尼治平太阳时为世界时.

1 恒星日 =  $23^h 56^m 4^s.9095$  平太阳时

1 恒星时 = (1.2) 平时  $v = \frac{1}{366}$

1 平时 = (1.1) 恒星时.  $n = \frac{1}{365}$

- 12.  $\begin{cases} 1 \text{ 回归年} = 365.2422 \text{ 天} \\ 1 \text{ 朔望月} = 29.53059 \text{ 天} \end{cases}$

### 第三章 天体的辐射和天文观测

#### 一、天体辐射

- 1. 大气观测窗口波段.

①. 光学窗口:  $300 \sim 700 \text{ nm}$

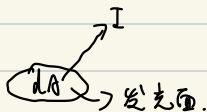
②. 射电窗口:  $1 \text{ mm} \sim 20 \text{ m}$

③. 几个小的红外窗口.

- 2. 辐射强度  $I$ . (天体本身、局部表面. **决定天体表面温度**)

天体单位表面积, 在单位立体角方向发射的功率.

反映天体真实亮度



$I_\nu$  为频率为  $\nu$  的  $I$ .

- 3. 光度  $L$ . (天体本身, 全局表面. **决定天体总亮度、绝对星等**)

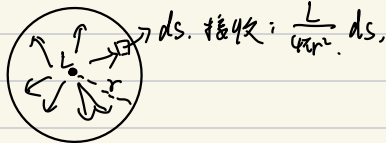
天体辐射总功率.

例如.  $L_0 = 3.845 \times 10^{26} \text{ W}$  太阳辐射总功率.

- 4. 辐射流密度  $F$  (在远处观察, 与距离有关. **决定视星等**)

在距离天体某距离处, 单位面积的辐射功率.

$$L = 4\pi r^2 F.$$



- 5. 黑体辐射 S-B定律

在发射方向垂直于表面时,  $I = \sigma T^4$ . 单位  $\text{W/m}^2$ ,  $\sigma = 5.670 \times 10^{-8}$

- 6. 视星等  $m$

$$m_2 - m_1 = -2.5 \lg \frac{F_2}{F_1}.$$

- 7.  $1 \text{ pc} = 3.26164 \text{ ly} = 206265 \text{ AU}$

[知晓物理意义: 比距离的天体, 周年视差为  $1''$ .]

8. 绝对星等,  $M$

10 pc 处的视星等.

$$m - M = 5 \lg \frac{r}{10}. \quad r \text{ 以秒差距为单位.}$$

9. 热星等.

$$m_{\text{bol}} = M_V - B.C. \quad B.C. \geq 0.$$

描述天体在各波段的辐射总和的亮度.

5500 K 的 F5V 型恒星的热改正  $B.C. = 0$ , 其余为正.

10. 色指数.

恒星在不同波段的视光星等之差.

$$\text{色指数: } m_2 - m_1 = -2.5 \lg \frac{F(\lambda_2)}{F(\lambda_1)} \quad (\lambda_1 < \lambda_2)$$

恒星距离改变视星等, 不改变色指数.

用色指数估计表面温度.

$$\text{普通: } T = \frac{7090}{(B-V) + 0.7} \quad \text{对于 } 4000 - 10000 \text{ K 的恒星, 实用. } T = \frac{8540}{(B-V) + 0.865}$$

11. 星际消光.

光深  $\tau$ : 当光深为 1 时, 光度下降至 37% ( $\frac{1}{e}$ )

$$\text{消光系数 } A = 2.5 \tau \lg e$$

$$m_2 - m_1 = 5 \lg \frac{r_2}{r_1} + A$$

12. 大气消光.

$$m_z = m_0 + k F(z)$$

$m_0$  为大气外星等.  $m_z$  为天顶距为  $z$  时观测星等.

$k$  为大气消光系数. 与波长有关.

420 nm	500 nm	620 nm
0.5	0.25	0.18

$$F(z) \text{ 称大气质量, } F(z) = \begin{cases} \sec z, & z \leq 60^\circ \\ \sec z - 0.0018167 (\sec z - 1) - 0.002875 (\sec z - 1)^2 - 0.0008083 (\sec z - 1)^3, & z > 60^\circ. \end{cases}$$

13. 基尔霍夫定律.

①. 均匀物质发射黑体谱

②. 冷背导着热物质: 发射谱.

③. 热背导着冷物质: 吸收谱.

14. 哈伯光谱分类.

O B A F G K M.

15. 普朗克定律.

$$B_{\lambda}(T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

16. 位移定律.

$$\lambda_m T = C \quad \lambda_m \text{ 为辐射最强波长.}$$

辐射体的温度越高, 它的短波辐射越强, 颜色越蓝. 表明恒星温度与颜色之间的关系: 蓝星比红星温度高.

在任一频率处, 温度升高,  $B_{\nu}(T)$  也增大. 对于两条黑体辐射曲线, 高温对应的曲线完全位于低温对应的曲线之上.

17. 恒星光度

$$L = 4\pi R^2 \sigma T_e^4. \quad T_e \text{ 是有效温度,}$$

有效温度: 一个和观测天体具有相同总辐射的黑体的温度.

可通过恒星角半径, 视星等和距离推知表面温度.

二. 天文观测.

18. 光学望远镜基本结构

以大凸透镜为主镜

折射式 { 伽利略式: 目镜凹, 正像, 视场小. 视场大, 成像锐利, 有色差, 口径不能太大  
开普勒式: 目镜凸, 倒像, 视场大

反射式: 以大凹面反射镜为主镜. 口径大, 无色差, 视场小, 有球差和彗差. (球面) (抛物面)

折反射式 (巡天用, 大视场, 光力强, 成像质量好)

# 赤道式

## 优点

- 天体的视运动可以很容易地利用赤经轴（极轴）的匀速转动来补偿
- 视场的星像位置没有相对转动
- 在观测条件最好的天顶位置没有盲区

## 缺点

- 承载量有限，望远镜的口径有限制。非对称式结构望远镜口径的极限是2.5m左右；对称式结构望远镜的口径一般不超过5m。

# 地平式

## 力学优越性

- 承载量大
- 望远镜筒上只有一个方向的垂直向上的力，对望远镜指向没有影响。
- 回转半径小，可以使用小尺寸的圆顶或更为紧凑、跟随着望远镜一起转动的观察室。望远镜的安装地点与当地的地理纬度无关。

## 缺点

- 天顶盲区，在这个区域无法对天体进行跟踪观察
- 像场旋转会随天顶角变化。当望远镜对天体进行跟踪观测时，像场中的恒星对像场进行补偿。

## 19. 光学望远镜参数

①. 口径  $D$ .

②. 相对口径  $A$ , 焦比  $f$ .  
(光力)

$$A = \frac{D}{F} \quad \frac{1}{A} = \frac{F}{D}$$

成像亮度与  $A^2$  成正比。暗的延展天体要用  $A$  大的望远镜。

$A_i$  折反  $\sim \frac{1}{2} - \frac{1}{3}$     反  $\sim \frac{1}{2} - \frac{1}{3}$     折  $\sim \leq \frac{1}{4}$ .

③. 分辨率.

$$\theta = \begin{cases} 1.22 \frac{\lambda}{D} & \text{光学} \\ 1.02 \frac{\lambda}{D} & \text{射电} \end{cases} \quad \text{分辨率为其倒数.}$$

(圆形孔)

④. 角放大率.

$$G = \frac{F_o}{F_e} \quad \begin{matrix} \text{物镜焦距.} \\ \text{目镜焦距.} \end{matrix} \quad \text{不必过大.}$$

⑤. 视场

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{目视} \quad \tan W = \frac{\tan w}{G} \rightarrow \text{目视视场一半. 取 } 20^\circ. \\ \text{照相} \quad \tan w = \frac{L}{F} \rightarrow \text{底片半边长. 底片边长 } 2L. \end{array} \right.$$

⑥. 极限星等.  $m_v = 2.1 + 5 \lg D \text{ (mm)}$ .

# 第4章 地球和月球

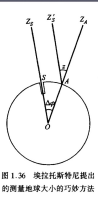
## 一、地球

- 1.  $r_{\oplus} = 6371 \text{ km}$   
 $M_{\oplus} = 5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$   
 $T_{\text{恒星}} = 23\text{h } 56\text{m } 4.100\text{s}$  (自转)
- 2. 地球测量 (历史方法)

A: 亚历山大城  
S: 塞恩城 (位于北回归线上)  
夏至日中午太阳在  $Z_0$  方向

$$D = d \frac{360}{\Delta\phi}$$

$d$  为弧  $AS$  的长度,  $D$  为地球的周长。



- 3. 四种纬度 { 地心  
测地 经纬度  
天文  
地理

- 4. 表面结构  
29% 陆 71% 海

- 5. 内部结构.  
地壳  $\rightarrow$  上地幔  $\rightarrow$  下地幔  $\rightarrow$  外核  $\rightarrow$  内核  
玄武岩 铁镍  
花岗岩 固体  $\leftrightarrow$  液体  $\rightarrow$  固体

- 6. 地震波.  
纵波 P 快 可以在固、液中传播. 破坏弱  
横波 S 慢. 仅固体. 破坏强  
面波 L PS 的混合波. 破坏强

- 7. 地磁  
磁偏角  $\Delta\phi = 11.5^\circ$   
 $B \approx b \times 10^{-5} \text{ T}$   
产生原因: { 熔融导体核.  $\rightarrow$  感应电流  
快速自转  $\rightarrow$  发电机.

- 8. 公转
  - 偏心
  - 进动
  - 倾斜

近日点 30.3 km/s  
 远日点 29.3 km/s  
 平均 29.8 km/s

恒星年 365.25636天 (2次过同一恒星)  
 回归年 365.2422天 (2次过春分点)      近点年 > 恒星年 > 回归年  
 近点年 365.25964天 (2次过近日点)

- 9. 自转.  
 洛伦兹编录: 科氏力.

傅科摆原理

$$AB = \frac{2\pi t}{T} \cdot R \cos \varphi$$

$$A_1C_1 = \frac{2\pi t}{T} R \cos(\varphi + \Delta\varphi)$$

$$C_1B_1 = AB - A_1C_1$$

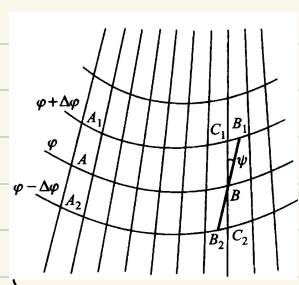
$$= \frac{2\pi t}{T} \cdot R (\cos\varphi - \cos(\varphi + \Delta\varphi))$$

$$\psi = \frac{C_1B_1}{R \sin\varphi} = \frac{2\pi t}{T} \frac{\cos\varphi - \cos(\varphi + \Delta\varphi)}{\sin\varphi}$$

$$= \frac{2\pi t}{T} \cdot \sin\varphi$$

$t = 3600s, T = 86400s.$

$\Rightarrow$  偏转角 =  $15^\circ \sin\varphi / h.$



自转轴变化: { 岁差章动 (空间变化)  
                   { 极移 (本体变化)

自转速率变化: 长期减慢, 0.0018s / 世纪

岁差, 地球的进动, 与自转方向相反

$50.57''$  / 年, 周期 25800 年.

使得天极绕黄极缓慢旋转.

春分点和秋分点西移.

## 二. 月球

10.  $L = 384000 \text{ km}$

视差  $P_0 = 57' 2.6''$

$r_M = 1738 \text{ km}$

$m_M = 7.35 \times 10^{22} \text{ kg}$ .

$g_M \approx \frac{1}{6} g_0$ .

11. 地形: 月海 (正面)

月陆 (背面大部分)

环形山 (月坑)

12. 黄白交角, 变化.  $4^\circ 57' \sim 5^\circ 19'$   $T = 173d$   
平均  $5^\circ 09'$

13. 公转周期月  $\left\{ \begin{array}{l} \text{朔望月 } S: \text{ 连续 2 次朔、望. } 29.530588 \text{ 日} \\ \text{恒星月 } T: \text{ 相对于恒星指导绕一周. } 27.321661 \text{ 日} \\ \text{交点月: } 2 \text{ 次过轨道交点. } 27.21222 \text{ 日} \\ \text{近点月: } 2 \text{ 次过近地点. } 27.55455 \text{ 日} \\ \text{分点月/回月: } 2 \text{ 次黄经为 } 0. 27.32158 \text{ 日.} \end{array} \right.$

设  $E$  为地球公转周期.

$$\left( \frac{2\pi}{T} - \frac{2\pi}{E} \right) S = 2\pi$$

$$\Rightarrow \frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{E}.$$

14. 天平动.

地面上观测看到月面边缘的摆动

光学天平动  $\left\{ \begin{array}{l} \text{经度天平动} \leftarrow \text{自转均匀, 公转不均匀.} \Rightarrow \text{摇头} \\ \text{纬度天平动} \leftarrow \text{白道和月赤道 } (6^\circ 41') \\ \text{周日天平动} \leftarrow \text{视差} \end{array} \right.$

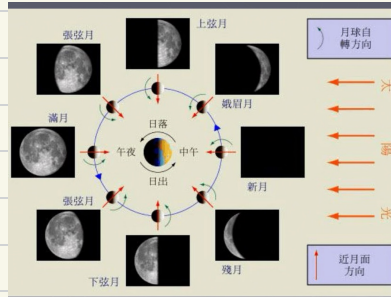
(相对位置改变的视摆动)

物理天平动。月球位置在空间的真实摆动 [月球本身在绕地球质心晃动]

15. 月相、月龄

1. 朔(new moon): 月球的黄经和太阳的黄经相等。
2. 娥眉月(Waxing Crescent Moon)
3. 上弦(first quarter moon): 月球对太阳的黄经差90度
4. 凸月(Waxing Gibbous Moon)
5. 望(full moon): 月球与太阳的黄经相差180度
6. 凸月(Waning Gibbous Moon)
7. 下弦(last quarter moon): 月球和太阳的黄经相差270度
8. 残月(Waning Crescent Moon)

月相:



16. 日食

地球局部地区被月影遮掩造成。

条件: 朔日,  $\lambda_m = \lambda_s$ , 月日位于黄道与白道交点附近 ( $\beta_m \approx \beta_s$ )  
约18月一次。

本影区 日全食

半影区 日偏食

伪本影 日环食

月、日角直径  $\sim 0.5^\circ$

从太阳西侧 (右半边) 开始。

17. 月食

月球被地球本影掩盖。

条件: 望日 ( $\lambda_m - \lambda_s = 180^\circ$ ), 且  $\beta_m \approx \beta_s$ 。

在月球轨道处, 地球本影约为月球直径2.5倍  $\Rightarrow$  无月环食

分为月全食、月偏食、半影食

从月球东侧 (左半边) 开始。

18. 初亏  $\rightarrow$  食既  $\rightarrow$  食甚  $\rightarrow$  生光  $\rightarrow$  复圆



偏食: 初亏  $\rightarrow$  食甚  $\rightarrow$  复圆。

● 19. 交食时间

日全食 ~ 几分钟  $\leq 7' 31''$

月全食 ~ 1-2 小时.

20. 食分.

日偏食:  $\frac{P_{遮挡}}{P_A}$       日全食:  $\frac{P_M}{P_A}$   
 日环食:  $\frac{P_{环食}}{P_A}$

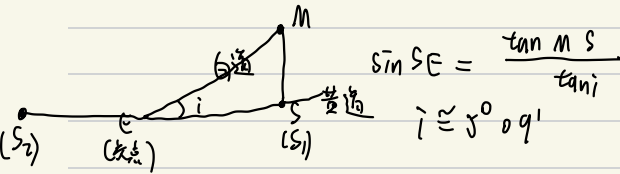
月全食:  $\frac{P_{环食}}{P_M}$

● 21. 食限

月日食发生必须是新月、满月 在黄白交点附近.

日食. 新月在: 交点附近  $18^\circ$ , 可能发生;  $16^\circ$  一定发生.

月食. 望月                       $12^\circ$                        $10^\circ$



食限 { 日食  $\sin SE = \frac{\tan (P_M + P_M + P_D - P_D)}{\tan i}$   
 月食.  $\sin SE = \frac{\tan (P_M + P_M - P_D + P_D)}{\tan i}$

● 22. 食季.

S 到 E 是食季. 日食食季 31.11 - 37 天; 月食食季 19.3 - 24.16 天

日食食季长于朔望月, 月食食季短于朔望月.

一年至少有 2 个食季.

● 23. 食年.

[19. 344 年]

太阳连续 2 次过黄白交点间隔为一食年, 由于黄白交点向西退行, 食年短于回归年.

346. 62003 天

## 24. 交食次数

日食每天最多3次, 月食最多3次; 总食数最多7次, 最少2次, 多数年份为4次(2月食、2日食)

## 25. 月球起源.

分裂说, 俘获说, 同源说, 撞击说.

## 第5章 太阳系天体

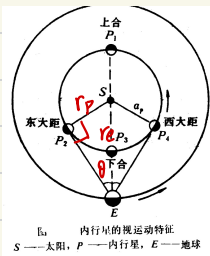
### 1. 行星和矮行星区别

都能呈现流体静力平衡(球形)

前者能清空轨道, 后者不能.

### 2. 行星的视运动.

#### ①. 内行星.



大距时, 行星与太阳黄经差最大, 距离最远.

水星  $18^\circ - 28^\circ$ , 金星  $45^\circ - 48^\circ$ .

大距时形成直角三角形.

$$\theta_{\max} = \arcsin \frac{r_p}{r_c}$$

(自西向东)

顺行逆行: 在上合前后, 内行星顺行, 上合时顺行速度最大.

下合前后, 内行星逆行, 下合时逆行最大.

内行星逆行远少于顺行.

留: 大距与下合之间, 2次, 在天空中视位置不发生变化,

是顺逆行转折点.

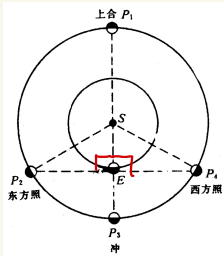
昏星, 晨星: 行星在太阳东边为昏星, 在太阳西边为晨星

相位: 新月、下弦、满月、上弦, 与月相不同.

亮度最高在大距和留之间某时刻

凌日: 当行星下合时, 地球和内行星恰位于轨道交点P附近

## ②. 外行星.



方照: 行星与太阳黄经差  $90^\circ$ .

东方照时, 日落时中天, 西方照时, 日出时中天.

冲日: 黄经差  $180^\circ$ .

整夜可观测, 半夜时中天

与地球距离最小的冲称“大冲”.

相位: 几乎总是“望”, 几乎无相位变化, 仅火星会出现“孛月”.

行星: 合前后为逆行, 冲前后为顺行.

- 3. 会合周期.
 

{	内	$\frac{1}{T_s} = \frac{1}{T_p} - \frac{1}{T_E}$	$T_p < T_E$
	外	$\frac{1}{T_s} = \frac{1}{T_E} - \frac{1}{T_p}$	$T_p > T_E$

- 4. 轨道运动特征
 

{	同向性	公转自转自西向东. 金星, 天王星反向自转.
	共面性	$i \rightarrow 0$
	近圆性	$e \rightarrow 0$ .

- 5. 提丢斯-波得定则

$$a_n = 0.4 + 0.3 \times 2^{n-2}. \quad \text{水星 } n \rightarrow 0. \quad \text{其他 } n = 2, 3, (4), 5, \dots$$

- 6. 自旋角动量能量.

$$E = \frac{1}{2} I \omega^2, \quad I = \frac{\alpha_p}{2} m R^2$$

转动惯量系数.

- 7. 轨道根数.

$$r = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e \cos(\theta - \omega)}$$

- 6个根数
- ① 半长径  $a$
  - ② 偏心率.
  - ③ 轨道倾角  $i$  (相对黄道面)
  - ④ 升交点黄经  $\Omega$
  - ⑤ 近日点角距  $\omega$
  - ⑥ 过近日点时刻  $t$ .

近日点  $q = a(1-e)$

远日点  $Q = a(1+e)$

周期  $T = \frac{2\pi a^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{G(m_1+m_2)}}$

8. 卡西尼方法测日地距.

冲日时, 某外行星.

$$a \sin \rho = R_{\text{地球}} = [a_1 - a] \sin \gamma$$

$\downarrow$  日地距       $\downarrow$  太阳视差       $\downarrow$  日行星距       $\downarrow$  行星视差.

9. 活力公式.

二体问题中构建速度与距离的关系.

$$v^2 = G(m_1+m_2) \left( \frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)$$

(可推, 用 W 下代)

$$E = - \frac{G(m_1+m_2)m_2}{2a}$$

10. 引力作用范围

①



- 引力范围: 3 受到 1, 2 的引力大小相等.
- 作用范围: 3 受到 1, 2 摄动大小相等. 1 的引力使 3 相对 2 有相对加速度 (引潮加速度). 1, 2 的引力相等的地方为作用范围.
- 希尔范围: 3 受到 1, 2 的引力, 还受到 2 公转引起的离心力. 3 在此范围内会是 2 的卫星而不是 1 的行星.

11. 洛希极限.

行星卫星距离足够近时, 惯性离心力在卫星的向星面与背星面的差异不可忽略, 当卫星被解体时, 这个距离为洛希极限.

与行星半径/密度  $\left\{ \begin{array}{l} R_r = 2.455 \left( \frac{\rho_0}{\rho} \right)^{\frac{1}{3}} R_0 \quad \text{洛希半径} \\ \rho_r = 3.534 \frac{m_0}{R_0^3} \quad \text{洛希密度} \end{array} \right.$

12. 行星分类

- 视运动 (地内、地外)
- 所处位置 (内、外 (以小行星带划为))
- 特征. (类地行星, 类木行星)
- 起源. (类地行星, 巨行星, 远日行星)

## 第6章 行星科学.

### ● 1. 静流体平衡.

重力与内部压力平衡, 使天体保持球形.

### ● 2. 内部热 (美地)

来源: ①. 吸积

②. 放射性衰变

③. 内部物质分化.

损失: ①. 对流

②. 热传导

③. 辐射

### ● 3. 类木与类地的不同

①类木密度小, 主要为 H, He.

②自转快, 呈扁球形.

### ● 4. 反照率 (邦德) $A$ .

各波长反射总量与入射辐射功率之比.

与行星表面成分结构有关,

可依此估计表面温度.

### ● 5. 磁场形成条件.

①. 液芯熔融导体内核, 拥有自由电荷.

②. 自转快  $\rightarrow$  发电机原理

[ 完 ]