地球概论习题集

高等学校教学参考书

地球概论习题集

方明亮　编

（京）112号

内容提要

本书根据高等师范院校地球概论课程现行的三种教材（金祖孟《地球概论》、陈宝茱、应振华《地球概论教程》，刘南《地球概论》）内容，选编了1200多道习题，分十章列出，每一章题型大致包括填空题、选择题、读图填图题、问答题和计算题。每一章开头有内容的扼要说明，并列举完成习题所需要的基本原理、计算公式和例题。章末有参考答案。可供大学本科、专科和其他形式的地理专业教育的师生使用，也可作中学地理教师教学参考。

高等学校教学参考书

地球概论习题集

方明亮　编

*

高等教育出版社出版
新华书店总店科技发行所发行
北京市顺义县印刷厂印装

开本850×1168
1992

前　言

《地球概论》是高等师范院校地理系的一门基础课，本书是《地球概论》的配套教材之一。编写本书的目的是让学生通过系统的习题训练，复习和巩固已经学过的知识，检查学习中存在的问题，从而加深对于基本理论和基本知识的理解，加强基本技能的训练，充分地发展智力，避免把学习局限在只是记忆教材的内容上。

全书按照《地球概论》教材内容，分为十章。在每章的开头，均有一个扼要的说明，列举完成习题所需的基本原理、计算公式和例题。习题按照当前全国流行的题型进行分类，习题序号统一排列，并在每章的末尾印出必要的参考答案，以便核对。本书习题数量较大，且有不同的难易程度，适合于各类学校（大学本科、专科、教育学院、函授及卫星电视教育等）的师生选择使用，也可供中学地理教师及业余爱好者参考。

本书的习题，部分选自各种《地球概论》教材，部分是向全国同行征集的。凡引用的题目后面，均注明作者的姓名。

本书在编写过程中，得到华东师范大学金祖孟教授、陕西师范大学应振华教授、杭州大学刘南副教授和高等教育出版社黎勇奇副编审的支持和帮助，也得到全国同行们的热情赞助。金祖孟教授和应振华教授承担了本书的审稿工作，对书稿提出了许多宝贵意见。编者根据这些意见，认真地进行了修改。本书插图由林俊清同志清绘。对老师们和同志们的大力支持和帮助，编者在此致以衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中的错误和不足之处在所难免，欢迎各校师生批评指正，意见请寄贵州师范大学地理系。

编　者

1991年9月

目　　录

第一章　地球的宇宙环境

地球是太阳系的九大行星之一。在太阳系里，只有太阳是恒星。太阳和太阳系是银河系的组成部分。银河系和大约10亿个河外星系组成了人类目前所认识的宇宙部分——总星系。

（一）恒星和星云是最基本的天体。除太阳外，其它的恒星距离我们都十分遥远，因而天文学中有自己的量度距离的单位。在量算太阳系里天体间的距离时，一般使用天文单位(A.U.)，天文单位等于日地平均距离：

$$1A.U. = 149597870km$$

在量算恒星世界的距离时，则常用光年（L.Y.）和秒差距（P.C.）作为距离单位。1光年就是光在真空里一年中所走过的距离：

$$1L.Y. = 63240\quad A.U. = 94605\times10^{8}km$$

秒差距是周年视差等于1秒的恒星同太阳之间的距离。恒星的周年视差（π）是日地平均距离在恒星处的最大张角。

$$1P.C = 3.26L.Y. = 206265A.U. = 3.09\times10^{13}km$$

已知恒星的周年视差π，求恒星的距离r用下式：

$$r = \frac{1}{\pi} \qquad 1\text{-}1$$

式中π的单位为角秒，r的单位为秒差距。

例题　已知南门二的比邻星的周年视差为$0''.76$，求它同太阳之间的距离为多少千米？如果有一宇宙飞船以每秒17.2千米的速度匀速飞行，问从地球到比邻星需要多少年？

解：$\because\quad r = \frac{1}{\pi}$　　（见1-1式）

$$\therefore \quad r = \frac{1}{0.76} = 1.316 \quad \text{P.C.} \doteq 4.06 \times 10^{13}\text{km}$$

$$\text{又} \because \quad t = \frac{S}{v}$$

$$\therefore \quad t = 4.06 \times 10^{13} / 17.2 \times 365.2422 \times 86400$$

$$\doteq 74800\text{年}$$

答：比邻星同太阳的距离为4.06×10^{13}千米，飞船从地球到比邻星约需74800年。

（二） 由于恒星距我们很遥远，因而从地球上看来，它们都是一些点光源，而且相对位置似乎是不动的。其实恒星（包括太阳）同地球一样，都在不停地运动。恒星相对于太阳的运动，可以分解成切向和视向两个分量。恒星一年内在天球上移动的角秒数，叫做自行(μ)，单位为秒/年。自行是恒星相对太阳运动的切向分量。恒星的切向速度（v_t）由下式表示：

$$v_t = 4.74\frac{\mu}{\pi}\text{km/s} \qquad 1\text{-}2$$

式中π为恒星的周年视差，单位为角秒。恒星相对于太阳的空间速度v由下式表示：

$$v = \sqrt{v_t^2 + v_r^2} \qquad 1\text{-}3$$

式中v_r是视向速度，单位为km/s。若速度v同我们至恒星的视线方向间成夹角θ，则：

$$v_r = v\cos\theta \qquad v_t = v\sin\theta \qquad 1\text{-}4$$

例题 织女星的视向速度等于-14km/s，自行为每年0″.348，周年视差为0″.124。试求织女星相对于太阳的空间速度。

解：先用（1-2）式求织女星的切向速度：

$$v_t = 4.74\frac{\mu}{\pi} = 13.3\text{km/s}$$

再用（1-3）式求其空间速度：

$$v = \sqrt{v_t^2 + v_r^2} = -19.3\text{km/s}$$

答：织女星相对于太阳的空间速度为－19.3千米每秒。

（三）恒星的亮度是指在地球上的受光强度，用视星等m表示。视星等相差1等，亮度相差2.512倍。星等愈高，数值愈小。亮度和星等分别为E、E_0和m、m_0的两个恒星，其亮度之比为：

$$\frac{E}{E_0}=R^{m_0-m} \qquad 1\text{-}5$$

式中R为2.512。如取零等星的亮度为1，那么亮度为E的恒星的视星等为

$$m=-2.5\lg E \qquad 1\text{-}6$$

恒星的光度是指恒星本身的发光本领，用绝对星等M表示。绝对星等M是恒星在距离我们10P.C.处的视星等。求绝对星等的公式为：

$$M=m+5-5\lg r \qquad 1\text{-}7$$

式中r为恒星的距离，单位为秒差距。

绝对星等相差1等，光度相差2.512倍。

例1. 已知满月的视亮度为－12.7等，求其绝对星等。

解：据（1-7）式得

$$M=-12.7+5-5\lg\frac{384400}{3.09\times10^{13}}=31^m.8$$

答：满月的绝对星等为31.8等。

例2. 已知天狼星和它的伴星的视亮度分别为－1.46等和8.44等，问它们的亮度相差多少倍？

解：据（1-5）式

$$\frac{E_{天}}{E_{伴}}=2.512^{8.44-(-1.46)}=9124.2$$

答：天狼星的亮度为其伴星的9124.2倍。

例3. 1918年的天鹰座新星爆发时，绝对星等为-8.8等，问在怎样的距离处，看来象满月（-12.7等）一样明亮？

解：利用公式（1-7）

$$\lg r=\frac{M-m-5}{-5}=\frac{-8.8+12.7-5}{-5}=0.22$$

$$r=1.66\text{P.C.}=5.4\text{L.Y.}$$

答：在距离该新星5.4光年处，看来象满月一样明亮。

例4. 已知A、B两星相距10秒差距，绝对星等分别为-10^m和-5^m，问在两星连线上的什么位置，见到的两星的视星等相等，该视星等是多少？

解：设该位置处距A星为r秒差距，距B星为$10-r$秒差距，据(1-7)式有：

$$\begin{cases}-10=m+5-5\lg r\\-5=m+5-5\lg(10-r)\end{cases}$$

解此二元一次方程组得：

$$r=9.09\text{P.C.}\qquad m=-10^m\!\cdot\!207$$

答：在两星连线上，距A星9.09秒差距，距B星0.91秒差距处，所见两星的视星等相等，均为-10.207等。

例5. 某双星的两子星的视星等分别为2.28等和5.08等，问该双星的总视星等为多少？

解：用（1-5）式，设零等星的亮度为1，则两子星的亮度之和为：

$$2.512^{-2.28}+2.512^{-5.08}=0.13174$$

据（1-6）式，双星的总视星等

$$m=-2.5\lg 0.13174=2.2$$

答：该双星的总视星等为2.2等。

（四） 恒星的哈佛分类，是根据恒星光谱的不同，将恒星

分为以下几种：

```
                  R—N
                 /
O—B—A—F—G—K—M
                  \
                   S
```

在这个序列中，恒星温度由高到低。各光谱型的颜色和温度如下表：

光谱型	颜　色	表面温度（K）	例
O	蓝	40000—30000	猎户座ε
B	蓝　白	30000—10000	猎户座β
A	白	10000—7500	织女
F	黄　白	7500—6000	北极星
G	黄	6000—5000	太阳
K	橙	5000—3500	大角
M	红	3500—2500	参宿四

S、R、N型恒星的温度与K、M型恒星相当，只是元素含量上有区别，S型恒星重金属多一些，R、N型恒星碳元素多一些。每一光谱型中又分为10个次型。例如B型星的次型有B_0，B_1，…B_9；次型B_0和其前面的O_9差别很小，因而成为连续的序列。

摩根-基南分类法（二元分类法），沿用哈佛系统，在每一光谱型中又分为7个光度级，用罗马字母表示：Ⅰ—超巨星；Ⅱ—亮巨星；Ⅲ—正常巨星；Ⅳ—亚巨星；Ⅴ—主序星；Ⅵ—亚矮星；Ⅶ—白矮星。例如，织女星为A_0Ⅴ，是白色主序星；参宿四为M_2Ⅰ，是红色超巨星；太阳为G_2Ⅴ，是黄色主序星。光谱型相同的恒星，光度愈大，则半径愈大。

以恒星的光谱型（或有效温度）为横坐标，以恒星的光度（或绝对星等）为纵坐标，将每颗恒星按其光谱和光度点在图

上，这种图叫做赫罗图。在赫罗图上，恒星分布形成几个较密集的序列。从左上角到右下角的对角线上的序列，叫做主星序。属于主星序的星，就是主序星。在右上角有巨星序和超巨星序，在左下角是白矮星序。在赫罗图上，越靠上部的恒星，体积愈大。根据主序星的光谱型，可以从赫罗图上读出它的光度（或绝对星等），再根据实测的视星等，求得它的距离。

造父变星的绝对星等和光变周期的对数之间存在着线性关系，称为周光关系。周光关系可用来测定天体的距离。只要测出造父变星的光变周期，便可根据周光关系求得它的绝对星等，再从观测所得的视星等，就可求出其距离。

例1．图1·1为昴星团赫罗图，横坐标表示恒星的光谱型，纵

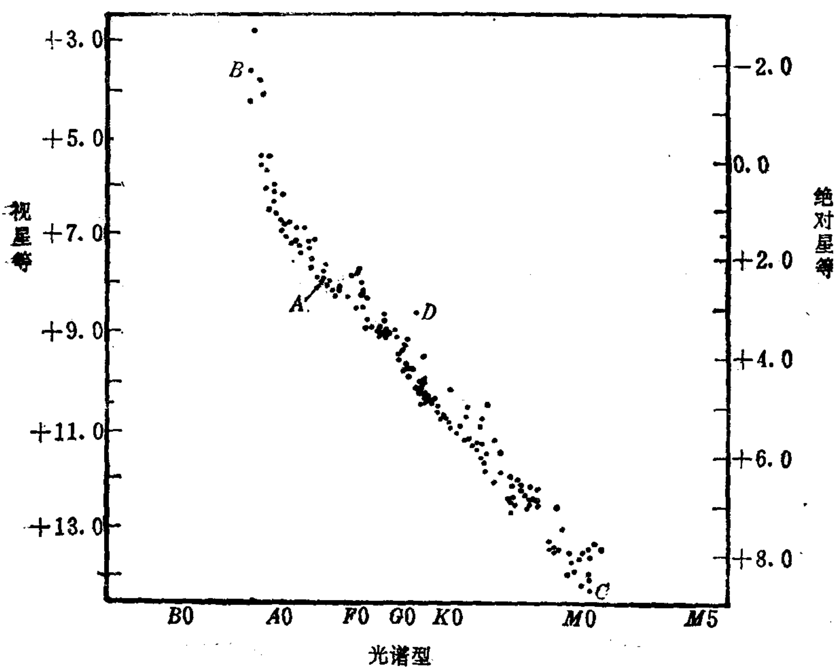

图1·1　昴星团赫罗图

坐标在左侧表示视星等，右侧表示绝对星等。试求图中A星的距离。

解：从图上读得A星的$m=8$，$M=2.5$，
代入（1-7）式得：

$$\lg r=2.1 \qquad r=125.9\mathrm{P.C.}$$

答：A星的距离为125.9秒差距。

例2．已知造父变星双子座ζ星的周期为10天，视星等为$4^{m}.8$，试利用造父变星的周期-绝对星等曲线图（图1·2），求其距离。

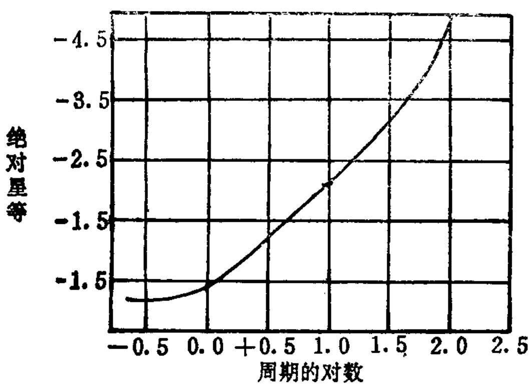

图1·2　造父变星的周期-绝对星等曲线图

解：因为该星的周期为10天，则周期的对数为1。从图上读得其绝对星等为$-2^{m}.1$。已知该星的视星等为$4^{m}.8$，代入（1-7）式得：

$$r=240\mathrm{P.C.}$$

答：双子座ζ星的距离为240秒差距。

（五）在日地距离为1天文单位处，在地球大气之外，在垂直于阳光的每平方厘米面积上，每分钟所获得的太阳辐射能，叫做太阳常数S。$S=1.97\mathrm{cal}^{*}/\mathrm{cm}^{2}\cdot\mathrm{min}$。在距太阳$r$处测得的垂直

* 1cal = 4.184J

于阳光的每平方厘米面积上，每分钟所获得的太阳辐射能S'，同太阳距离r的平方成反比。

$$\frac{S}{S_1}=\frac{r^2}{a^2} \qquad 1\text{-}8$$

例题 如果地球位于水星的位置上，“太阳常数”将为多少？水星平均所得太阳热能占太阳总辅射能的多少分之一？

解：据（1-8）式，S'、S分别为在水星和地球位置上的“太阳常数”，r、a分别为日水和日地平均距离（用天文单位），则

$$S'=\frac{Sa^2}{r^2}=\frac{1.97}{0.387^2}=13.15\text{cal/cm}^2\cdot\text{min}$$

水星所得太阳辐射能与太阳总辐射能之比：

$$\frac{\pi R^2S'}{4\pi r^2S'}=\frac{1}{4}\left(\frac{R}{r}\right)^2$$

式中R为水星半径，等于2440千米，r为日水平均距离，等于0.58×10^8千米。

$$\frac{1}{4}\left(\frac{R}{r}\right)^2=\frac{1}{4}\left(\frac{2440}{0.58\times10^8}\right)^2=\frac{1}{22.6\times10^8}$$

答：水星处的“太阳常数”为$13.15\text{cal/cm}^2\cdot\text{min}$，水星平均所得太阳热能占太阳总辐射能的22.6亿分之一。

（六） 牛顿的万有引力定律是天体间相互作用和运动的普遍规律。质量为M和m，相距为r的两质点间的相互吸引力F由下式表示：

$$F=G\frac{Mm}{r^2}$$

式中G为万有引力常数，$G=6.67\times10^{-8}\text{dyn}^*\cdot\text{cm}^2/\text{g}^2$。欲求天体表面的重力，只需以$M$代表天体的质量，$r$代表天体的半径，$m$为天体表面单位质量的物体，则$F$便是所求的重力。

---

* $1\text{dyn}=10^{-5}\text{N}$

例1. 已知太阳的质量为1.989×10^{33}克，太阳（光球）的半径为696265千米，试求太阳（光球）表面的重力。

解： 运用（1-9）式，$m=1$克，则：

$$F=6.67\times10^{-8}\frac{1.989\times10^{33}}{(696265\times10^{5})^{2}}=27366\mathrm{cm/s^2}$$

答： 太阳（光球）表面的重力为$27366\mathrm{cm/s^2}$。

例2. 地球质量为月球质量的81倍，它们的平均距离为384400千米，问在它们中心连线上的哪一点，受到二者的引力相等？

解. 设该点质量为m，同地心的距离为x千米，运用式（1-9）得：

$$G\frac{M_{\oplus}m}{x^{2}}=G\frac{M_{\text{☾}}m}{(384400-x)^{2}}$$

$$x=345960\mathrm{km}$$

答： 在它们中心连线上，距地心345960千米的一点，受到地球和月球的引力相等。

（七） 开普勒第三定律在天体测量上具有重要的用途，其数学表达式为：

$$\frac{a_1^3}{a_2^3}=\frac{T_1^2}{T_2^2} \qquad 1\text{-}10$$

式中a_1、a_2和T_1、T_2分别为两个行星的轨道半长轴（即它们同太阳的平均距离）和绕日公转的周期。若其中一行星为地球，日地距离以天文单位为单位，地球公转周期以恒星年为单位，则行星的半长轴a和绕日公转周期T之间的关系如下：

$$a=\sqrt[3]{T^2} \qquad 1\text{-}11$$

据此式可推知，行星绕日公转的平均角速度和平均线速度分别同$\sqrt{a^3}$和$\sqrt{a}$成反比。

经过牛顿的修订，开普勒第三定律有了更精确的表达式：

$$\frac{a_1^3}{a_2^3}=\frac{T_1^2\ (M+m_1)}{T_2^2\ (M+m_2)} \qquad 1\text{-}12$$

式中M是中心天体的质量，m_1和m_2是周期各为T_1和T_2，沿半长轴各为a_1和a_2的椭圆绕中心天体运动的天体的质量。如式中分子的a_1、T_1、m_1和M对应于一对天体的量（如太阳和地球），那么分母a_2、T_2、m_2和M可对应于另一对天体的量（如冥王星及其卫星）。则有：

$$\frac{T_{\oplus}^2\ (M_{\odot}+M_{\oplus})}{a_{\oplus}^3}=\frac{T_{卫}^2\ (m_{行}+m_{卫})}{a_{卫}^3} \qquad 1\text{-}13$$

如$T_{\oplus}$以恒星年为单位，$a_{\oplus}$以天文单位为单位，则：

$$\frac{M_{\odot}+M_{\oplus}}{M_{行}+M_{卫}}=\frac{T_{卫}^2}{a_{卫}^3} \qquad 1\text{-}14$$

因为$M_{\odot}\gg M_{\oplus}$，$m_{行}\gg m_{卫}$，所以

$$\frac{M_{\odot}}{M_{行}}=\frac{T_{卫}^2}{a_{卫}^3} \qquad 1\text{-}15$$

利用上式可求出行星质量和太阳质量之比，也可用于求双星的质量。

例1. 已知水星和冥王星的轨道半长轴约为0.4和40天文单位，求它们的周期、平均角速度和平均线速度的比值。

解：据（1-10）式：

$$\left(\frac{T_{冥}}{T_{水}}\right)^2=\frac{40^3}{0.4^3}=10^6$$

$$\frac{T_{冥}}{T_{水}}=1000$$

$$\because \quad \frac{\bar{\omega}_1}{\bar{\omega}_2}=\frac{\sqrt{a_2^3}}{\sqrt{a_1^3}} \qquad \frac{\bar{v}_1}{\bar{v}_2}=\frac{\sqrt{a_2}}{\sqrt{a_1}}$$

$$\therefore \quad \frac{\bar{\omega}_{水}}{\bar{\omega}_{冥}}=1000 \qquad \frac{\bar{v}_{水}}{\bar{v}_{冥}}=10$$

答： 冥王星公转周期是水星的1000倍，冥王星的平均角速度和平均线速度分别是水星的千分之一和十分之一。

例2．根据牛顿修订的开普勒第三定律，试求银河系的质量。

解： 将（1-12）式写成下述形式：

$$\frac{T_1^2(M_1+m_1)}{T_2^2(M_2+m_2)}=\frac{a_1^3}{a_2^3}$$

式中M_1、m_1分别为银河系和太阳系的质量，M_2、m_2分别为太阳和地球的质量。因为$M_1 \gg m_1$和$M_2 \gg m_2$，再用$M_\odot$代替M_2，则上式改作：

$$M_1=\frac{a_1^3 T_2^2}{a_2^3 T_1^2}M_\odot$$

式中T_1、a_1分别为太阳系绕银心运动周期（2.5×10^8年）和太阳同银心距离（33000光年），T_2、a_2分别为地球绕日公转周期（一年）和日地平均距离（1A.U.）。

$$\therefore \quad M_1=\frac{a_1^3}{T_1^2}M_\odot=\frac{(3.3\times10^4\times63240)^3}{(2.5\times10^8)^2}=1.45\times10^{11}M_\odot$$

答： 银河系质量约为太阳质量的1450亿倍。

例3．已知冥卫绕冥王星运动的周期为6.3867天，二者的平均距离（轨道半长轴）为19000千米，试用牛顿修订的开普勒第三定律，求冥王星的质量。

解： 用（1-15）式

$$M_{冥}=\frac{a_{卫}^3}{T_{卫}^2}M_\odot=\left(\frac{19000}{1.496\times10^8}\right)^3\Big/\left(\frac{6.3867}{365.2564}\right)^2$$

$$= 0.67 \times 10^{-8} M_{\odot} = 0.00223 M_{\oplus}$$

答：冥王星的质量为太阳质量的0.67×10^{-8}倍，地球质量的0.00223倍。

例4．如果水星停止公转，那么它坠落到太阳上需要多少时间？

解：水星的坠落路线，类似扁长的彗星轨道。设一彗星以水星轨道的半长轴(0.387A.U.)为长轴，根据开普勒第三定律有：

$$T = \sqrt{a^3} = \sqrt{\left(\frac{0.387}{2}\right)^3} = 0.085\text{年} = 31\text{天}$$

答：水星坠落到太阳上约需15.5天（彗星周期的一半）。

（八） 行星绕日公转的轨道为椭圆，椭圆伸长的程度由偏心率e表征：

$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} = \frac{c}{a} \qquad 1\text{-}16$$

式中a、b和c分别为椭圆的半长轴、半短轴和半焦距。行星通过远日点和近日点时同太阳的距离，分别叫做远日距和近日距。

$$\text{远日距} = a\ (1 + e) \qquad 1\text{-}17$$

$$\text{近日距} = a\ (1 - e) \qquad 1\text{-}18$$

远日距和近日距之和等于椭圆的长轴$2a$。若把行星（或卫星）的轨道运动当作圆周运动，则它所受中心天体的引力加速度等于其向心加速度，即

$$G\frac{M}{r^2} = \omega^2 r = \frac{v^2}{r} \qquad 1\text{-}19$$

式中M为中心天体的质量，r是圆轨道半径，ω和v分别是行星的角速度和线速度。

在中心天体（质量为M）的引力作用下，沿半长轴为a的椭圆轨道运动，质量为m的绕转天体，当其离开中心天体的距离为r时的速度v，按活力公式为