

星空探秘丛书

陈福生

漫游太阳系



福建教育出版社

(闽)新登字 02 号

星空探秘丛书

漫 游 太 阳 系

陈 福 生

(插图:孙景岚)

福建教育出版社出版发行

(福州市梦山巷 27 号 邮编:350001)

福建省新华书店经销

福州屏山印刷厂印刷

(福州市铜盘路 278 号 邮编:350003)

787×1092 32 开本 3 印张 62 千字 1 插页

1993 年 6 月第 1 版 1996 年 5 月第 2 次印刷

ISBN 7-5334-1058-0/G·748 定价:3.60 元

如发现印装问题,由承印厂负责调换

序

呈现在读者面前的这一套“星空探秘丛书”，展示了我们地球的伙伴——行星和卫星、流星和彗星……我们仿佛在太阳系里漫游。我们还要跨出太阳系，到那更为辽阔的恒星世界去，那里的每一颗恒星，都是一个太阳。众多的恒星组成了银河系，而银河系仅仅是宇宙海洋里的一个小岛，为此，我们还要到那遥远遥远的星系世界……

探索这遥远的星球世界，跟我们都有关系，因为人人都离不开时间和历法，而时刻和历法是依据天体运动来确定的。人造卫星和宇宙飞船的发射与航程也离不开天文学的指引。至于唯物宇宙观的建立，更离不开天文学所揭示的宇宙的构造与演化规律。

天文学家就是宇宙的探索者，是他们用天文望远镜和各种仪器，在天文台里日日夜夜地观测、计算、研究。这些情况，在这套丛书里都有比较生动的描述。

天文学在人类科学文化发展的历程中扮演过重要的角色；在现代科学技术领域内也是走在前沿的重要学科；在未来，人类开拓星际空间的时代，天文学更是处于主导地位。这也许就是为什么要编写“星空探秘丛书”的原因吧！

天文学是一门最大众化、广大群众最感兴趣的科学。出现在广阔天空、人人可见的星空现象，给人以宏伟壮丽的景观和惊讶奇妙的感觉。但稀奇天象的突然出现，也往往给人们以神往与恐惧，甚至有灾难将要来临的预兆。这就使天文学更具有容易引起人们兴趣和注意的特色。天空的神秘感一直成为迷信泛滥的温床。而天文科学知识的普及，正是人类发展自己的认识和粉碎迷信的有力武器。

由张元东教授1984年发起和推动编写的“星空探秘丛书”，当时在世的著名的天文学家张钰哲、陈遵妫先生担任丛书编委会的名誉主任，作者多为闽籍天文界名流学者。丛书具有内容充实、资料新颖、通俗易懂、图文并茂等特点，它将为我国科普事业作出新的贡献。

当丛书即将出版之际，不禁使我回忆起在文化大革命前夕，笔者曾与我国著名天文学家戴文赛（1911-1979）教授，多次商讨编写出版一套“天文爱好者丛书”，并已拟好出版计划，但被十年动乱化

为泡影。如今，福建教育出版社热心推动我国科学教育和普及事业，投入很多的人力和物力，出版这套丛书，我们感到欣慰和钦佩。

1992年正是中国天文学会成立的七十周年，丛书的出版也可以说是为这个纪念所献上的一份有意义的礼物。

中国科协研究中心
中国科普研究所 研究员

李元

1991年12月于北京

目 录

一、旅行前的准备	(1)
1. 太阳家族	(1)
2. 各个星球的特性	(3)
3. 行星的运动规律	(6)
二、访问的第一站——水星	(11)
1. 形迹诡秘的水星	(11)
2. 在水星上	(16)
3. 寻找“水内行星”	(18)
三、揭开金星的“面纱”	(20)
1. 维纳斯的厚“面纱”	(20)
2. 金星上的奇观	(25)
3. 从金星得到的启示	(27)
四、到火星的旅行	(30)
1. 人类最向往的行星	(30)
2. 火星上有生物吗	(32)
3. 在火星上的考察	(35)
五、庞大的木星	(42)
1. 木星上发生的现象	(42)
2. 飞向木星	(44)
3. 奇妙的木卫世界	(46)

六、访问土星“家族”	(50)
1. 土星见闻	(50)
2. 在土星的卫星上	(55)
七、“躺”着打转的天王星	(59)
1. 天王星的发现	(59)
2. 登上天王星	(61)
八、飞向海王星	(63)
1. 一场有趣的数学竞赛	(63)
2. 在海王星上旅行	(66)
九、遥远的冥王星	(68)
1. 冥王星的发现	(68)
2. 冥王星的同步卫星	(70)
十、访问小行星	(72)
1. 地球的小“兄弟”	(72)
2. 飞向小行星	(75)
附表	(78)
1. 大行星、太阳、月球物理要素表	(78)
2. 太阳系卫星一览表	(80)
参考书目	(85)

一、旅行前的准备

我们即将随着这本小册子，阔别自己的故乡——地球，踏上长达几十亿千米的漫长征途，拜访那已沉睡了亿万年的地球的“兄弟姐妹”们。出发之前，先要对即将访问的“兄弟姐妹”作个大致的了解。正如我们要去拜访多年未见的远方的亲戚，先得知道他家在何处？家中有些什么人？才好准备应带的礼品。

1. 太阳家族

我们人类生活的地球，是一个直径约 1.2 万多千米的大球体。它从诞生到现在已经有 46 亿“岁”了，在这 46 亿年来，它一圈又一圈不停地绕太阳旋转，从太阳得到光和热，哺育着万物的生长。地球仅是太阳家族中的一个成员，此外，还有八大行星。按它们同太阳的距离由近到远的顺序，有水星、金星、（地球）、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。它们都是围绕太阳旋转的，地球排行第三，它与太阳的平均距离是 1.49 亿多千米，叫做一个天文单位。这个距离有多远呢？设想你坐上每小时能跑 60 千米的火车，日夜不停地往太阳奔驰，也得跑 283 年才能到达！如果你乘上每小时能飞行 1000 千米的飞机，也要飞上 17 年！当然，太阳那里是去不得的。太阳是个大火球。

从我们地球上看来，用肉眼只可以看见5个大行星。它们是水星、金星、火星、木星和土星。而其余3个大行星用望远镜才能看到。

水星虽然可用肉眼看，但由于它靠太阳太近，常常被阳光所淹没，不容易看到。据说伟大的天文学家哥白尼一生都没有见过水星。

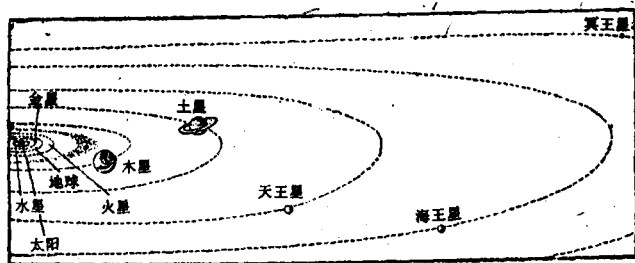


图 1.1 行星轨道图

相对说来，水星、金星、地球和火星这4颗行星的轨道，都比较挤靠在太阳周围。与此相反，木星、土星、天王星、海王星和冥王星的轨道则比较散开。如果你飞离太阳系几万亿千米的宇宙空间，回头看看太阳系，也许会看到像图1.1所示的那样概貌。首先你会看到一些小东西在绕太阳转，木星是最容易发现的，因为它在所有行星中最大，接着便是土星，至于地球那就很难辨认了。

太阳系成员中，除了太阳和九大行星外，还有卫星、小行星、彗星、流星体和行星际物质，它们的总体构成了以太阳为中心的“大家族”，也就是太阳系。

2. 各个星球的特性

要知道谁是这个“大家族”的“头头”，不妨对太阳系各个成员作一番“体格”检查，看看哪个“个子”大，哪个“个子”小；哪个“力气”大，哪个“力气”小；哪个“坚实”，哪个“虚胖”。经过这样比较后，结论自然就出来了。

我们知道，地球的直径是 1.2742 万千米，如果你从北京（北纬 40° ）钻一条隧道穿过地心，然后从阿根廷的别德马（南纬约 40° ）的地方穿出来，基本上就是沿着地球的直径走了，全长就是 1.27 万多千米。把这个长度当作 1，那么太阳的直径就是 109，就是说太阳直径是地球直径的 109 倍。再把直径换算为体积，就可以知道太阳“肚皮”里面可以装得下 130 万个地球，连月亮绕地球转的轨道都包含在里

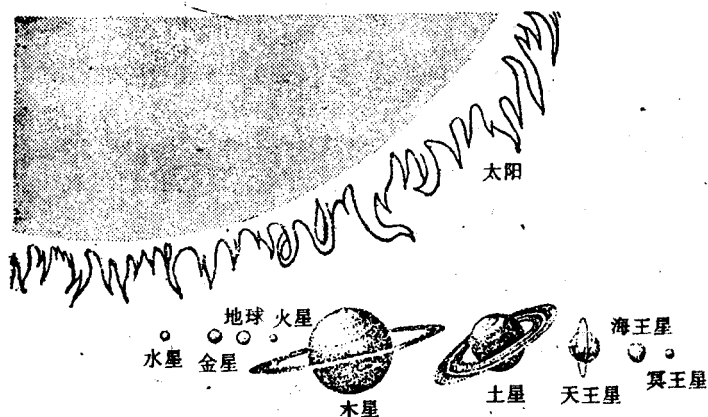


图 1.2 太阳和九大行星的大小比较

面还绰绰有余。九大行星中木星的直径最大，是地球直径的11.2倍。太阳内部也能装得下925个木星。冥王星的直径只有地球直径的19%。在九大行星中，它的“个子”最小。从太阳和九大行星大小的比较（图1.2）中，可以看出，太阳的体积实在太大了！以质量来说，在整个太阳系的总质量中太阳占99.86%。也就是说，所有大行星和其它小天体，（如卫星、彗星、小行星、流星体）等的质量总和，只占太阳系的总质量的0.14%（太阳的质量是地球质量的33万倍）。

九大行星中木星的质量算最大，是地球质量的318倍。水星的质量最小，只有地球质量的6%。太阳的巨大质量所产生的引力迫使所有其它

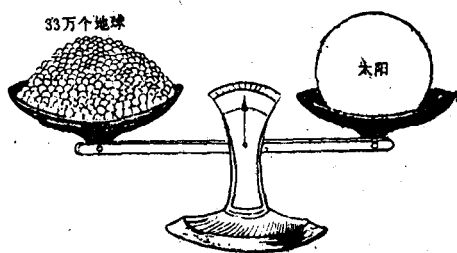


图1.3 太阳质量是地球质量的33万倍

成员绕着它转，并供给它们光和热，所以太阳支配着整个太阳系，它是这个大“家族”的“头头”。现在我们把太阳系主要成员的直径、质量、密度列表如下：

成 员	太阳	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星	冥王星
直 径 (地球=1)	109.3	0.38	0.95	1.00	0.53	11.19	9.47	3.69	3.50	0.23
质 量 (地球=1)	333420	0.06	0.82	1.00	0.11	317.9	95.2	14.6	17.2	0.002
平均密度 (1克/厘米 ³)	1.41	5.1	5.3	5.5	3.9	1.3	0.7	1.6	2.3	0.91

从表中可以清楚地看出，哪些成员体积大，哪些成员体积小；哪些成员坚实，哪些成员松散。

谈到质量，必须跟重量区分开来，什么是质量？简单地说，就是物体含有物质的多少，或者说物体含有原子数目的多少。质量大的物体，要想推动它比较困难，如果该物体在运动中，要想使它停止也比较难。同一个物体不管是放在地球上，或者放在月球上，或者放在宇宙空间，它的质量都不会变。然而重量就不同了，重量是地球对它上面物体吸引力的大小。若把该物体放在月球上，那么它的重量应该是月球对它引力的多少。月球表面引力只有地球表面引力的六分之一，所以一个在地球上体重为 60 千克的人，到了月球上，体重就只有 10 千克了。若到了木星上，它的体重将增加到 156 千克。到宇宙空间，就接近于零千克。但是它的质量始终都一样，因为不管它到了什么地方，体内包含的原子数目都是一样。用天平称量的是物体的质量。

3. 行星的运动规律

太阳系的成员都按照什么样的规律运动呢？为探索这个问题，人类经历了漫长岁月。从古代到中世纪，多数人认为地球是宇宙中心，直到公元 1543 年波兰天文学家哥白尼发表了“日心地动说”，他认为地球不是宇宙中心，太阳才是宇宙中心，地球只是一颗普通行星，和其他行星一起绕太阳公转。日月星辰的东升西落是地球自转的反映。哥白尼的日心地动说，逐渐得到公认和发展，但哥白尼认为行星轨道都是圆形的，这是不足之处。哥白尼去世后 3 年，丹麦诞生了一位天文学家第谷，他的后半生时间全部用来观测天象。那时候还没有望远镜，全靠肉眼观测。但是他的观测记录非常精确，毕生心血留下了丰富的资料。1601 年逝世后，他的全部资料传给了年青的助手开普勒（德国人）。开普勒详细分析了第谷对火星和其他行星的观测资料之后，于 1609 年发表了一项重要的发现——行星围绕太阳运行的轨道都是椭圆的，太阳在椭圆的一个焦点上，这就是开普勒第一定律。

椭圆是怎样画的呢？见图 1.5，在纸面上 F_1 和 F_2 两点各插上一个大头针，再把一根线两端结起来放到纸上，让这两个大头针处于它的包围圈内，然后用铅笔把线拉紧到 M 点，让笔尖的 M 点绕着 F_1F_2 转一圈，所得



图 1.4 开普勒 (1571~1630)

的曲线便是椭圆。 F_1 和 F_2 叫做椭圆的两个焦点。若 F_1 与 F_2 相重合，画出来就是圆； F_1 与 F_2 越远离，画出来椭圆就越扁。实际上行星的椭圆轨道很接近于圆。

开普勒继续研究，又发现当行星接近太阳时，运动速度就快些；远离太阳时，运动速度就慢些，这个发现叫做开普勒第二定律，它可以叙述为：从太阳连到行星的连线在相等的时间内扫过相等的面积。（如图 1.6）。

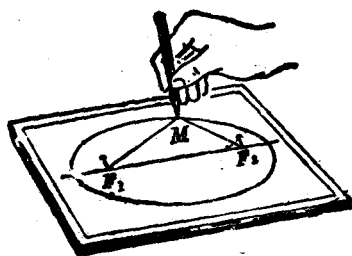


图 1.5 画椭圆

开普勒继续探索行星的运动规律，花了将近 10 年的时间，又发现了行星绕太阳旋转一周的时间（叫公转周期）与它的半长轴之间有一个数学关系。1619 年公布了这个发现，被称为开普勒第三定律。这个定律是：行星绕日公转周期的平方与它的轨道半长轴的立方成正比。

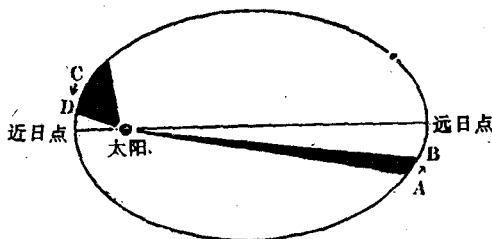


图 1.6 行星与太阳的连线（向径）在相等的时间内扫过的两块面积相等（阴影表示）

例如，已知木星日公转周期是 11.86 年，半长轴是 5.2 天文单位（1 天文单位 = 149600000 千米），那么 11.86 的平方约为 140.7；而 5.2 的立方也是 140.6。所以根据开普勒第三定律可以从轨道半长轴计算出绕日运动周期。比如土星轨道半长轴是 9.54 天文单位，那么你马上可以根据开普勒第三定律算出土星绕日运动周期应该是 $\sqrt{9.54^3} = 29.46$ 年。已知火星轨道半长轴为 1.52 天文单位，读者可自行算出火星绕太阳一周需要多少年了。

开普勒三大定律说明了行星是怎样运动的，然而是什么力量使行星绕太阳运动呢？直至开普勒于 1630 年逝世时尚无法正式回答这个问题。后来，英国伟大的科学家牛顿，在他年青的时候就证明了迫使行星围绕太阳旋转的力量与地球吸引地面物体的重力属于同种类型的力，并根据开普勒三大定律推算出这种力的大小。即：两个物体之间的引力与它们质量的相乘积成正比，和它们之间距离的平方成反比。这个定律称为万有引力定律。

行星就是在万有引力作用下运动的。由于太阳具有巨大的质量，所以行星的轨道一定是椭圆形；接近太阳时速度就快些；远离太阳时速度就慢些；绕日周期的平方一定与轨道半长轴的立方成正比。

牛顿还发现，天体绕太阳运行的轨道可以是任何圆锥曲线，不一定限于椭圆。

用一个平面从不同角度去切割一个正圆锥体，可分别得到四种曲线：圆、椭圆、抛物线和双曲线（见图 1.7）。当切面和圆锥底面平行时，在截面上就会得到一个圆；当切面向圆锥体底倾斜时，在截面上会得到一个椭圆；当切面和

圆锥体的一条母线平行时，就会得到抛物线；当切面继续倾斜时，就会得到双曲线。

牛顿认为抛物线轨道和双曲线轨道也是可能的。究竟沿哪一种轨道运行，取决于天体的运动速度。如果速度大到所谓抛物线速度，它就沿抛物线轨道运行；如果速度大于抛物线速度，天体就会沿双曲线轨道运行。抛物线和双曲线轨道都是“开

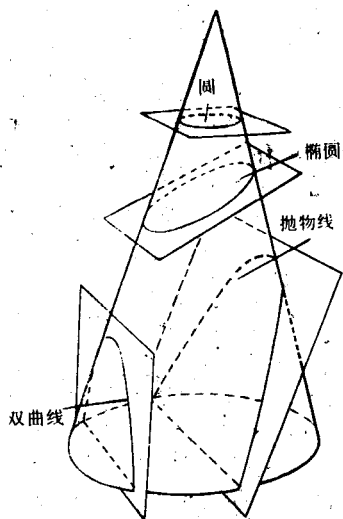


图 1.7 四种圆锥曲线的获得

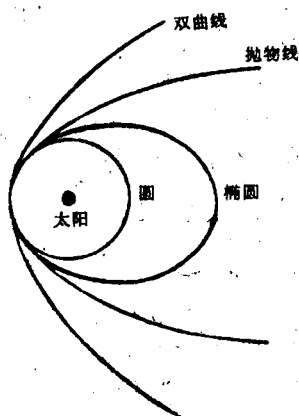


图 1.8 抛物线和双曲线轨道是“开放的”，而圆与椭圆的轨道是“闭合的”

放的”；而圆和椭圆轨道是“闭合的”。如果一个天体沿抛物线或双曲线绕太阳转，那么当它绕过太阳以后，就一去不复返了。永远飞离太阳系。有些彗星就是沿着双曲线轨道走的。但九大行星都是沿着椭圆轨道走的。

椭圆轨道扁的程度，通常用“偏心率”（也叫离心率，代号为 e ）来表示。太阳距离行星轨道中心越远，椭圆就越扁。设轨道长轴的一半为 a （见图 1.9），太阳

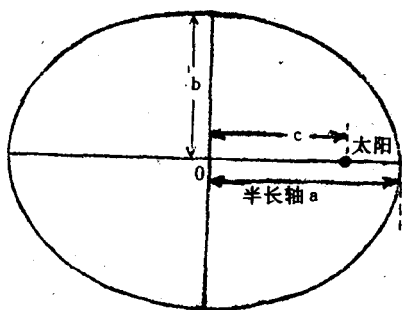


图1.9 椭圆偏心率 ($e = c/a$)

$$e = \frac{c}{a} \text{ 或 } e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}, \quad \text{这里,}$$

b 表示椭圆短半轴之长。

若太阳在中心点上, $c=0$, 所以 $e=0$, 这是圆形。当 c 接近 a 时, e 接近于 1。

在九大行星中, 冥王星的轨道最扁, 它的偏心率为 0.25, 而金星的轨道最接近于圆形, 它的偏心率为 0.007。我们地球绕太阳旋转的轨道接近于圆 ($e=0.017$)。如果在黑板上画地球的轨道时, 画成圆形, 也看不出有什么偏差。

关于九大行星的偏心率与半长轴大小, 列于下表。

距中心点的距离为 c , 那么, 这 c 与 a 之比, 就是偏心率。用公式表示就是:

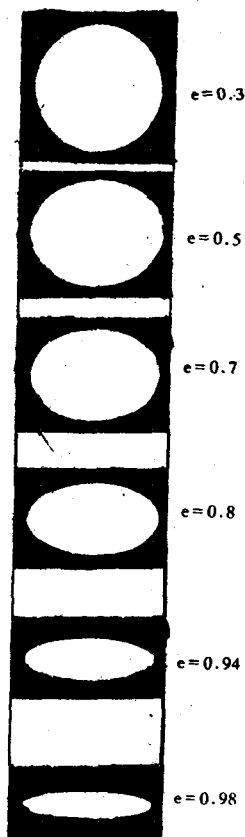


图1.10 不同椭圆 e 的数值。