

体的运动、月亮的盈亏等认识星空，编制历法，有力地促进了生产的发展。

在度过了漫长的肉眼观星的时代后，1609年，伟大的意大利天文学家伽利略首先把望远镜指向天空，他观察到月面细节，木星的卫星和太阳黑子等，大大地扩展了人们的眼界。19世纪中叶，随着照相技术、分光学和光度学应用于天文观测之中，诞生了天体物理学，人们通过使用各类天体光谱仪、光度计等可以观测研究天体的物理特征、化学组成等，使天文学产生了新的飞跃。

20世纪初，诞生了射电天文学，观测波段已由光学扩展到射电波段。60年代著名的四大发现——类星体、脉冲星、星际分子和微波背景辐射都是由射电观测发现的。50年代中期，随着星际航行时代的到来，空间天文学如异军突起，如今，人类登月的梦想已经实现，由地球的使者空间探测器发射的登陆舱，已光临金星、火星大陆；宇宙飞船、空间探测器频频升空，不仅飞临月球、太阳、大行星等进行考察，而且已飞往太阳系以外的宇宙深处；哈勃空间望远镜正在空间运行，宇宙背景辐射探测卫星、伦琴X射线天文卫星和康普顿 γ 射线卫星等，已有大量新的发现；探索宇宙奥秘的广阔前景正展现在我们面前。

探索宇宙的奥秘，这是一个人类科学探秘的必然主题，因为人类乃至它居住的地球，都是宇宙的

臣民，它的生存发展离不开宇宙间的日月星辰；探索宇宙的奥秘，这也是一个人类科学探秘的永恒主题，因为宇宙无限，时空无际，人类对它的探索未有穷期；探索宇宙的奥秘，这更是一个充满艰辛的课题，因为人类在浩瀚的宇宙中是那么渺小。然而，探索宇宙的奥秘，这又是一个魅力无穷的课题，它为一切勇于追求科学真理的人们，创造了一个施展才华、建功立业的无比广阔的天地。随着新世纪的到来，在以探索宇宙奥秘为己任的天文学这片人类辛勤耕耘、古老而年轻的沃土上，必将绽放出更加绚丽的花朵，结出更加丰硕的果实。

在这世纪之交的伟大时代，我们欣喜地看到，年轻的天文学家正一批批成长，广大的天文爱好者队伍在不断扩大，青少年业余天文活动小组和天文观测站如雨后春笋应运而生。一代年轻的天文学家们，一定能在 21 世纪大展宏图，再创我国天文学的辉煌。

为了帮助广大天文爱好者特别是青少年学习天文知识，了解宇宙奥秘，开展天文观测活动，我们编写了这套丛书。本丛书共分 5 册，以注重科学系统，跟踪天文热点，荟萃最新知识，指导天文活动为创作宗旨，按照学科特点由近及远系统地介绍了地球、太阳系、银河系、河外星系的历史、现状与未来，讨论了人们最关心的热点问题；既揭示了宇宙空间的种种奥秘，又突出了它们与地球及人类生

存的密切关系；既讲述了有关的理论知识，又介绍了观测天文现象的具体方法；力求做到知识新颖，内容系统，通俗易懂，集科学性、实践性、趣味性于一身。

愿广大天文爱好者，特别是青少年朋友们能够喜欢这套丛书，但愿此书能在你们学习天文知识、开展天文活动方面，起到“雪中送炭”的作用，引导你们步入天文科学的殿堂。

刘学富 李志安

于 1998 年教师节

前 言

我们的家园——地球，置身于太阳系中。自伟大的波兰天文学家哥白尼划时代地创立太阳中心说以来的450多年，随着科学技术的进步与空间探测的发展，人类对太阳系的认识不断深化。从伽利略、开普勒到牛顿，从天王星、海王星、众多小行星的发现到本世纪“冥”外行星的探寻，无不闪烁着人类科学发现的智慧和理论思想的光辉。

本世纪50年代，以1957年第一颗人造地球卫星成功发射为标志的星际航行时代的到来，揭开了太阳系研究崭新的一页。星际飞船的频频发射，探测器在金星、火星等的成功着陆，人类多次登上月球的伟大壮举，使人类对太阳系的认识 and 了解，达到前所未有的高度；短短40多年所获取的资料，超过了过去几百年甚至上千年！

那么，近几十年来，人类对太阳系究竟作过哪些探索，有哪些新的发现？地球的使者——空间探测器，给我们带来了哪些关于太阳系大行星的新消息？太阳系的小天体小行星、彗星等有什么新动向，它们会与地球相撞给我们带来灾难吗？地球是

孤独的吗，地外生命的探索有什么新结果，宇宙间有没有人类的“知音”？等等。这些都是《太阳系新探》这本书要告诉你的。

太阳系新探，这是个很大的题目，又是个不能隔断历史的题目。为了在这本不大的小书里讲清这个问题，笔者对本书的内容作了如下的取舍与安排。一是既注意科学知识的系统性，又突出重点。太阳是太阳系的主宰，地球是太阳系的重要成员，讲太阳系绝少不了它们。但考虑到有关它们的内容另有专册分别论述，本书只把它们作为太阳系的一部分加以简单介绍，而把重点放在太阳系的其他方面。二是以地球为起点，由近及远地展开本书的内容，这样做既使本书自成系统，又能把地球作为了解太阳系其他天体特别是大行星的参照，便于读者从对比中加深理解。三是把历史与现状结合起来，在注意新旧知识衔接的同时，突出新成果的介绍。

以上就是我们在本书开篇之前想说的话。现在，就让我们从脚下的地球开始，到神奇的太阳系去旅行。

目 录

1	一 从地球说起
2	1. 从太空看地球
2	2. 浩瀚宇宙中的一粒微尘
3	3. 坐地日行八万里
4	4. 地球的大小和层状结构
5	5. 分层的球体
7	6. 多重保护的外衣
9	7. 地球的磁场、磁层和辐射带
10	8. 流动的血脉
11	9. 生命的摇篮
13	二 登上月球
14	1. 地球的卫士
15	2. “广寒宫”写真
16	3. 登上月球
17	4. “月球勘探者”带来的惊喜
19	三 日地月三星圆舞曲
20	1. 月亮的圆缺
21	2. 月球钻进地球的影子——月食
23	3. 壮观的日全食
24	4. 日食是怎样发生的
26	5. 日月交食的沙罗周期

26	6. 未来的日食和月食
29	四 太阳和太阳系家族
30	1. 太阳系家族的主宰
31	2. 五彩纷呈的太阳大气层
32	3. 太阳探测器
34	4. 太阳系家族的成员
35	5. 行星际物质与黄道光
36	6. 太阳系的起源和演化
39	五 太阳系家族的九兄弟
40	1. 九大行星的发现——世纪的步伐
42	2. 地球的使者——行星探测器
43	3. 九大行星的分布
45	4. 九兄弟排座次
46	5. 行星的卫星
47	6. 行星的光环
48	7. 太阳系有第十个大兄弟吗
49	六 九大行星巡礼
50	1. 难见面的小兄弟——水星
50	2. “水手 10 号”带来的信息
52	3. 太白金星——太阳系家族的蒙面逆子
53	4. 揭开金星的面纱
56	5. 火星——充满神奇色彩的行星
57	6. 火星的真面目
59	7. 追寻火星上生命的踪迹
61	8. 九兄弟中的庞然大物——木星
62	9. 木星探测器的新发现
65	10. 戴草帽的美丽土星
68	11. 天王星——“躺”着自旋的行星

70	12. 悠静的蓝色世界——海王星
71	13. 冥王星——奇特的“三重同步”
73	七 九大行星的行踪与会聚
74	1. 天球与天球坐标系
75	2. 行星的运动与会合周期
78	3. 行星的轨道要素
80	4. 什么是九星联珠
81	5. 日月合璧与五星联珠
83	6. 大行星的会聚是灾难的征兆吗
85	八 太阳系小行星探秘
86	1. 小行星的发现与命名
90	2. 多姿多彩的小行星
92	3. 小行星的运行轨道
93	4. 小行星的起源
94	5. 小行星会与地球相撞吗
96	6. 小行星撞地球的危险有多大
97	7. 近地小行星的监测与研究
99	8. 小行星的科学利用
101	九 长尾天使寻踪
102	1. 源远流长话天使
104	2. 长尾天使的由来
107	3. 行踪莫测的游子
109	4. 彗星是从哪里来的
110	5. 彗星的命名
111	6. 震惊世界的彗木相撞
113	7. 彗星撞日奇观
114	8. 彗星会与地球相撞吗
117	十 流星和流星雨奇观

118	1. 偶发流星与火流星
119	2. 流星也有盛衰时
120	3. 天上的烟花——流星雨
121	4. 流星雨——彗星的儿女
123	5. 壮观的狮子座流星暴雨
125	6. 莫失观测流星暴雨的“天”赐良机
126	7. 观测流星和流星雨的意义
127	8. 怎样观测流星和流星雨
129	十一 陨石和陨石雨趣闻
130	1. 陨石奇观
131	2. 罕见的陨石雨
133	3. 陨冰趣事
134	4. 陨石带来的信息
135	5. 陨石的鉴别与保护
137	十二 地外生命和地外文明探索
138	1. 飞碟风波
139	2. 月球及太阳系大行星巡访
140	3. 飞出太阳系
141	4. 生命之光
143	5. 用电波呼唤“知音”
144	6. 搜索宇宙“电台”的文明信息
145	7. 新行星发现带来的希望

— 从地球说起

我们的家园——地球，以她得天独厚的优越条件，抚育了千恣百态的万种生灵，创造了聪颖智慧的地球人类，造就了绚丽多彩的社会文明。然而，在浩瀚无垠的宇宙中，地球只是太阳系中一颗普通的行星，与其他日月星辰一样，它在自己特有的轨道上运行，周而复始，永不停息。我们要探索宇宙的奥秘，那就先从我们脚下的地球说起吧！

1. 从太空看地球

人们常赞美夜空中高悬的明月，歌颂她的圣洁、美丽与安详。然而，如果你站在月球上仰望地球，就会发现我们居住的这个星球更是魅力无穷：在深邃的夜空中，一轮蓝色的明亮星球冉冉升起，她身披色彩斑斓的纱裙，宁静、庄重而落落大方。那蓝色是海洋，白色是云层，若隐若现的棕色、绿色则是大陆和山峦。



图 1.1 宇航员怀特于 1965 年 6 月 3 日离开双子座宇宙飞船在太空行走，他的身后是美丽的地球

2. 浩瀚宇宙中的一粒微尘

是谁为我们的地球这个美丽的家园提供了能源，注入了活力？是太阳。太阳是离我们最近、与我们关系最密切的恒星，它以灿烂的光芒普照天际。在它强大的引力作用下，九大行星：水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星以及它们的卫星，成千上万的小行星、彗星，亿万颗流星体，无数的行星际物质，都围绕着它不停地运动，由此组成了以太阳为

中心的太阳系。

然而，太阳系也仅仅是银河系中小小的一员，它位居银河系的一个旋臂附近，离银河系中心约有 33000 光年（光每秒钟走 30 万千米，光走 1 年的路程叫 1 光年，1 光年约为 9.46 万亿千米）。银河系内约有 1000 亿颗以上的恒星，还有数千个星团，包括疏散星团和球状星团。由十几颗至几千颗恒星聚集一起所形成的疏散星团大多分布在银河面附近，结构比较松散，其成员比较年轻；球状星团则包含成千上万颗较老的星，它们大多离我们较远。银河系内所有的成员都围绕着银河系的中心绕转，也就是说，整个银河系在自转。除了自转以外，银河系还以每秒 21 千米的速度朝着麒麟座的方向飞驰。

在辽阔的宇宙之中，除了银河系以外，还有近百亿个与银河系相似的星系，人们把它们叫做河外星系或河外星云。成千上万的星系又组成不同的星系团和更大的超星系团。我们所认识的宇宙已诞生了 150 亿年，但是在宇宙无限的时间长河中，它还很年轻，充满了活力。

由此可见，在浩瀚的宇宙海洋中，我们的地球是多么普通，多么渺小，简直连“沧海一粟”也算不上，不过是广袤无垠的宇宙中一粒小小的微尘。

3. 坐地日行八万里

“坐地日行八万里，巡天遥看一千河。”毛泽东主席这脍炙人口的诗句，说明了一个真理，即由于地球的自转，位于赤道上的人每天随地球在空中扫过 8 万华里，人们会依次观察到千千万万个遥远的天体。正是地球的自转和它绕日的公转，形成了地球的昼夜交替，四季更迭。

地球本身不发光，它的光辉来自太阳光的照射；在它自转的过程中，向着太阳的一面是白天，背对太阳的一面是夜晚；

地球自转一周是一昼夜，大约需要 23 小时 56 分 04 秒。地球的自转是绕着它的自转轴进行的。地球的自转轴同地球表面相交的两点叫做地极；在北半球的叫北极，在南半球的叫南极。通过地球两极的平面叫子平面，平分两极连线并垂直于自转轴的平面叫做赤道面。地球自转的方向是自西向东，与地球的公转方向一致。

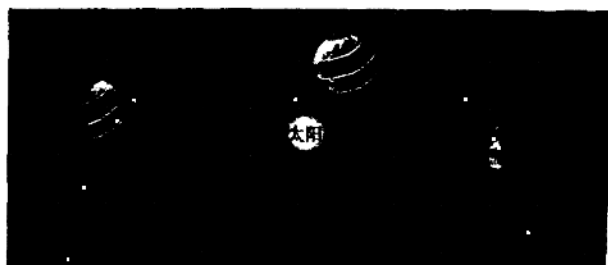


图 1.2 北半球四季的变化：当北极朝向太阳时为夏季，背向太阳时为冬季

地球自转的同时绕着太阳公转，公转一圈的时间是一年 (365.27 天)。地球绕日公转的轨道平面叫做黄道面，黄道面与赤道面的交角称黄赤交角。由于地球的自转轴与黄道面不垂直，而是以 66 度 33 分的倾角与黄道面相交，即黄赤交角约为 23 度 27 分，因而地球上同一地区，在一年里受阳光照射的程度不尽相同，有直射和斜射之分，这就形成了地球上“冬去春来，寒来暑往”的四季变迁。

4. 地球的大小和层状结构

从外观来看，地球像其他星球一样是个浑圆的球体，这从太空卫星拍的照片来看一目了然。提到地球的大小，一定不要忘了我国唐朝科学家僧一行的功劳，他首次测出了地球子午线一度弧

的长度，人们由此可以推算出地球的半径。根据 70 年代卫星大地测量的结果，地球的赤道半径 $a = 6378.140$ 千米，极半径 $c = 6356.755$ 千米，平均半径 $R = 6371.03$ 千米；地球的扁率 $(a - c)/a = 0.0033529$ 。由此可见，地球与椭球体的差别很小，仅在南极有约 24 米的凹陷，在北极有约 10 米的隆起，其余地区差值很小，可以说是一个相当浑圆的球。但专家的研究表明，地球的大小并非一成不变，地球形成以来半径已减小了 300 千米，平均每年缩小 0.1 毫米。根据万有引力定律，可以推算出地球的质量 $m = 5.976 \times 10^{24}$ 千克，由地球的体积和质量可以算出它的平均密度为 5.52 克/厘米³。

然而，地球的结构却十分精巧，至少令太阳系的其他行星所望尘莫及。地球是一个具有多层构造的星球，它由一系列同心球层所组成。地球的本体大致可分为三层，由外到内依次是：地壳（岩石圈）、地幔和地核；在地球表层分布有水圈；在地球本体之外包裹着大气圈，它也分若干层；在地球表层，包括岩石圈表面的土壤圈、水圈及近地空间中，分布着有生命的圈层，即由植物、动物、微生物以及我们人类及其生存环境所组成的生物圈。地球的各个圈层“各司其职”，并相互进行着物质与能量的交换，它们顺应着大自然的规律，和谐相处，共同营造并维系着我们人类的美好的家园。

5. 分层的球体

地球内部是一个多层的球体，依其组成物质性质（如岩性、密度、弹性等）的不同，从外到内可分为三层，人们形象地把它比作鸡蛋：地壳（或岩石圈）相当于蛋壳，地幔相当于蛋白；地核相当于蛋黄。

地壳 地壳由坚硬的岩石组成；在大陆地区较厚，平均为 35 千米；海洋地区较薄，平均为 6 千米；与地球 6371 千米的半



图 1.3 地球的内部构造

径相比，地壳的确只有薄薄的一层。地壳还可进一步划分为花岗岩层和玄武岩层。地壳与人类的关系最为直接：地壳的运动与变迁，造就了地球表面千姿百态的山川湖泊，生成了人类生产生活所必需的各种矿物资源；但它有时也会喷发火山，“挑”起地震、海啸等来危害人类。

地幔 地壳的下面是地幔，它向下延伸到约 2900 千米的深度，可分为上地幔、过渡层和下地幔三层。上地幔浅部约 100 多千米也是坚硬的岩石，它与地壳共同组成了地球最外面厚约 70~150 千米的岩石圈（也称岩石圈板块）；再往下延伸至约 700 千米深度的是相对比较柔软的软流圈，正是它托着上面的岩石层，为其运动提供能量与动力。软流圈以下则是过渡层和下地幔，其物质主要由橄榄石、辉石等组成。

地核 地幔以内是直径约 7000 千米的地核，由外核、内核及它们之间的过渡层组成，主要成分是铁和镍。外核呈液态，其对流运动形成了地球的基本磁场；内核则是一个被压得很紧的“铁”球。1996 年英国《自然》杂志报道了科学家的新发现：地球内核的旋转速度比地球总体自转速度快。

地球内部的物质密度、温度和压力都随深度的加深而增大。例如，在地壳底部，温度约为数百至一千多摄氏度，压力约为地

球大气压的近 1 万倍；而到地心处，温度可达 5500~6000 摄氏度，压力可达地球大气压的 300~400 万倍。内核的密度是地球平均密度的两倍还多。

6. 多重保护的外衣

在坚硬的地球表面之外，裹着一件又轻又厚的外衣，它由好几层组成，总厚度达 1000 千米以上；这就是地球的大气层，它为我们人类和其他生物提供了生存所必需的氧气。大气的主要成分是：氮占 78%，氧占 21%；另有少量的氩、水和二氧化碳。

大气层的底部是地面，但上界并不十分清楚，因为大气的密度随着高度的增加而减小，它们与行星际空间之间没有截然分明的界限。根据世界气象组织的规定，按大气温度的垂直分布，大气层自下而上可粗略地分为对流层、平流层、中间层、热层和散逸层（亦称大气外层）。

对流层是距地面最近，也是最稠密的一层，厚约 8~17 千米。这里集中了整个大气 75% 的质量和 95% 的水汽，大气温度随高度而降低，是展现风、云、雨、雪等种种天气现象的大舞台，与我们人类关系最为密切。

从对流层顶至约 50 千米的高度，分布着平流层，这里水汽很少。在平流层里分布着臭氧层，它能大量吸收太阳的紫外辐射，造成气温随高度升高，致使大气难以上下对流，所以在这里大气以水平流动为主。

再向上至 80 千米高度是中间层，由于没有臭氧层存在，该层温度随高度迅速下降，使这里成为一个对流运动剧烈的高空对流层。

从中间层顶至 200 千米是热层。该层所吸收的太阳能一部分用于加温，起初随高度很快增加，但以后增加变慢，渐渐过渡到恒温区。由于这里空气稀薄，一部分气体分子受太阳辐射而发生

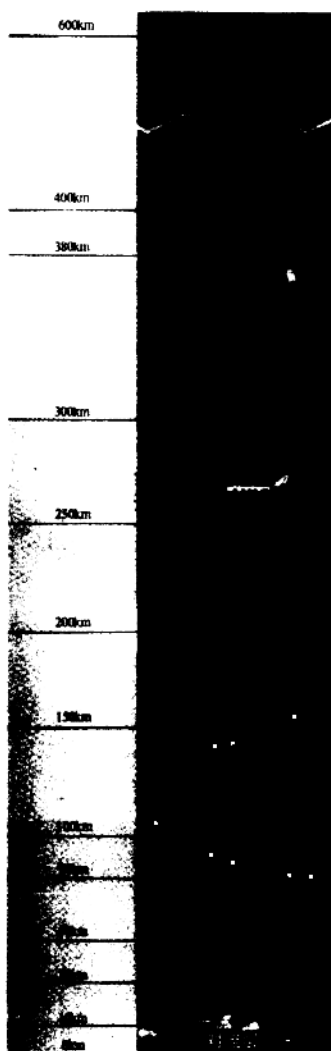


图 1.4 地球大气的分层

电离，形成若干个主要由带电粒子组成的电离层。这层特殊的大气层能反射无线电短波，给人类的远程通信带来了极大的方便。

热层以上为外层大气（亦称散逸层），这里空气已极其稀薄，并受到的地球引力较小，大气不断向星际空间逃逸。该层也都是带电粒子，其运动受地球磁场的控制。大约到二三千米的高度，地球的大气层就逐渐与星际空间融为一体了。

大气圈是地球的保护伞，正是因为有了这件多重保护的外衣，才给地球上的“居民”们创造了生存与繁衍的条件：充足的氧气，适宜的温度，和谐的气候；才避免或减少了来自地外空间的干扰与危害：紫外线的杀伤，高能粒子的冲击，“天外来客”的骚扰；等等。不仅如此，大气层还以它变幻无穷的身影，给人类以无尽的美的享受。银色的曙光，灿烂的晚霞，七彩的长虹，壮丽的极光……无不令人神往。