



C. 弗拉马利翁

大众天文学

第一分册

地球·月亮

大众天文学

第一分册

地球·月亮

(法)C. 弗拉马利翁著

李 珩译

科学出版社

1965

C. FLAMMARION
ASTRONOMIE POPULAIRE

Flammarion Cie. 1955

內 容 簡 介

本书是法国著名天文学家弗拉馬利翁为广大讀者写的一本中級性的科普讀物。作者以文学的笔墨、生动的語言，将奇妙的宇宙揭示在讀者面前。全书共分七篇，分別介紹了地球、月亮、太阳、行星世界、彗星流星及隕星、恆星宇宙以及天文仪器。书中还附有大量美丽的插画和有趣的传说。

原书篇幅巨大，为了便于讀者閱讀，我們將譯本分为三册出版。本册为第一分册，包含地球和月亮两篇。

本书是一部名著，自 1879 年出版以来，已譯成十几种文字，很受广大讀者的称贊和欢迎。譯本是据 1955 年修訂本譯出的，譯者在翻譯时曾删除了一些錯誤的議論，并根据最新的材料对原书加了一些譯者註，校者也加了若干註譯。

大 众 天 文 学

第一分册

地球·月亮

(法)弗拉馬利翁 著

李 珩 譯

李 杻 校

*

科学出版社出版

北京朝阳門內大街 117 号

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

*

1965 年 3 月第 一 版

开本：787×1092 1/16

1965 年 3 月第一次印刷

印张：10 3/4

道平：0001—1,800

插页：3

报纸：0001—3,800

字数：239,000

统一书号：13031·1 88

本社书号：3060·13—2

定价：[科六] 道平本 2.20 元
报 1.60 元

譯 者 序 言

卡米伊·弗拉馬利翁是法国将天文知識传授給广大讀者的最有权威的一位科学家兼詩人¹⁾。他所著的这本大众天文学，自 1879 年出版以来大受讀者欢迎，至 1925 年作者逝世时为止，在法国就已印了十三万册之多，翻譯成了十几国文字，对各国天文事业的发展影响很大。許多人因为讀了这本书而热爱天文学，成为天文学专家，如已故的法国太阳和行星物理学家李約 (Lyot)，即是一个很鮮明的例子。

本书的特点是作者以文学的笔墨，通俗的語言，对奇妙的宇宙进行了描繪。他为本书訂下的“座右銘”是“科学的知識應該大众化，而不應該庸俗化”。

这本重新改写的 1955 年的新版本²⁾，是根据原书的結構，經弗拉馬利翁夫人和巴黎天文台当容台长以及法国几位天文学家改写而成的，补充介紹了近二十年来科学的惊人发展和宇宙伟大奇妙的地方，使改写本成为既新穎而又完善的天文学典籍。

本书包括地球，月亮，太阳，行星世界，彗星、流星与隕星，恆星宇宙和天文仪器等七篇。

第一篇詳細討論了地球的十种运动，从簡單的自轉以至它的軌道被别的行星所引起的扰动。又叙述了地球的起源和关于地質学与古生物学的簡要知識，这是在这样一本书中所必須提到的。

第二篇在叙述月亮的大小、远近和运动之外，詳細地闡述了它的物理性質和表面状况，并談到了日、月食的原理。

第三篇叙述关于太阳的最新知識，如太阳内部原子核反应和太阳的无綫电波。

第四篇对于每顆行星作了詳尽的叙述，并附有許多精美的照象图，在火星一节中就有 50 余幅之多。

第五篇叙述彗星、流星与隕星，对于彗星的历史記載，叙述很是詳細，可供历史学家参考。

第六篇“恆星宇宙”对現代天体物理学上的重要发现，如射电天文学、銀河系旋渦臂的結構等都有适当的叙述。

最后简单地叙述了天文仪器，使讀者明了天文学工作者所用的工具，和他們怎样依靠这些精密的仪器取得以上所述的惊人知識。

原书篇幅巨大，为便于讀者閱讀起見，我們將全书分成三册出版。第一分册包括地球和月亮两篇；第二分册包括太阳，行星世界及彗星、流星与隕星三篇；第三分册包括恆星宇宙和天文仪器两篇。

本书作者和改編者都是法国資产階級社会的学者。书中有几节表現了他們对于宇宙的神秘主义和唯心主义的思想，对于人类前途的悲觀論調，对于世界末日的无謂恐惧，以及对于无原則的和平主义和人道主义作了宣传，观点既不正确，議論亦欠妥当。这些大都

1) 弗拉馬利翁傳見本书附录(本书第三分册)。

2) 迄至 1962 年，新版本已发行了 165000 册，成为一本暢銷书。

是属于节外生枝的文学笔墨,即使略去,对本书所要介绍的天文知识并没有什么损害,所以我们已将这些议论删掉。译文中可能还保留有一些不合辩证唯物主义观点的论调,希望读者以批判的眼光去阅读。

本书虽有这些缺点,但内容丰富多采,文笔明快雋永,仍不失为一本世界名著。我们把它译成中文出版,希望对我国天文事业的发展起一定作用,使读者因读本书而热爱天文学,更进而研究天文学。

本书译成之后,承北京天文馆李杻同志根据他普及天文知识的经验,仔细校阅与注释,并更换了书中的某些插画,译者在此表示感谢。



C. 弗拉马利翁 (1842—1925)

[朱维西天文台的創建者(1883),法国天文学会的创办人(1887)]

原 序

弗拉馬利翁常常喜欢說：“科学的知識應該大众化，而不應該庸俗化。”他謹守这个原則写成了这本书。此书出版以来获得了巨大的成功，它不但向广大羣众传播天文知識，而且还使許多人因而从事了天文学的研究工作。

但是这本不能替代的著作，到了今天必須重新改編。我們保留了原书的风格，只加入了近年来科学的惊人发现，特别是关于恆星宇宙的伟大成就，这些方面即使如弗拉馬利翁这样富有想象力的人，也是从来没有想到的。值得庆幸的是，今天在对大众的科学教育方面，由于有許多照相图片的說明，使得可以对科学事实作直观的了解，对伟大的現象作詩意的欣賞。

弗拉馬利翁夫人秉承了她丈夫的遺志，主編这本大众天文学的新版本，襄助的是巴黎天文台台长当容 (André Danjon) 先生。本书第一、二、四等三篇以及第三篇的前两章是当容先生改編的，其中关于月亮和行星的物理几节又得到默东 (Meudon) 天文台多耳甫斯 (Audouin Dollfus) 先生的协助。

第三篇的第三至十一章叙述太阳的部分是法国国立中央研究院研究員米夏尔 (Raymond Michard) 先生所写的，他以太阳分光的工作聞名于世。

巴黎天文台天文学家巴耳代 (Fernand Baldet) 先生，早年在弗拉馬利翁天文台所著的关于彗星的研究，已經成了权威的作品。他担任了重写关于彗星和流星的第五篇。

馬賽天文台台长費伦巴赫 (Charles Fehrenbach) 先生在恆星天文学上有很大的貢獻，他負責編写了第六篇恆星宇宙。

巴黎天文台天文学家庫德爾 (André Couder) 院士曾經制造过几座巨型望远鏡。本书插图中許多天体照片，便是用这些望远鏡拍摄的。他特地为天文爱好者編写了最后一章，叙述天文仪器和它們的使用法。

目 录

第一篇 地 球

譯者序言	iii
原序	vii
第一章 天空中的地球	3
第二章 地球怎样圍繞着地軸和太阳轉动	9
昼夜(9)。時間(12)。年和曆(22)。	
第三章 地球怎样圍繞着太阳轉动	26
地軸的傾斜(27)。季节、气候(33)。	
第四章 地球的第四种运动——岁差	38
第五章 地球的摄动和太阳在空間的运行	47
第六章 地球运动在理論上和实验上的証据	54
第七章 作为行星和世界的地球	63
第八章 地球的起源	71

第二篇 月 亮

第一章 月亮——地球的卫星	87
月亮的視大小和它的距离、人們怎样測量天体的距离(89)。月亮怎样圍繞地球运行(92)。	
第二章 月相	96
灰光(102)。星期(103)。	
第三章 月亮圍繞地球的运动	105
月亮的质量和密度(108)。	
第四章 月亮对于地球的影响	110
第五章 月亮的表面状况	116
月亮的观测(120)。月面形势(122)。月面图和月球上的地名(125)。月面土地的性质(129)。月面的温度(130)。月亮的大气(132)。月面结构的起源和演化(133)。坑穴和环形山的起源(138)。月球上的变化(140)。	
第六章 月食与日食	143
月食(146)。日食(152)。	

第一篇

地球

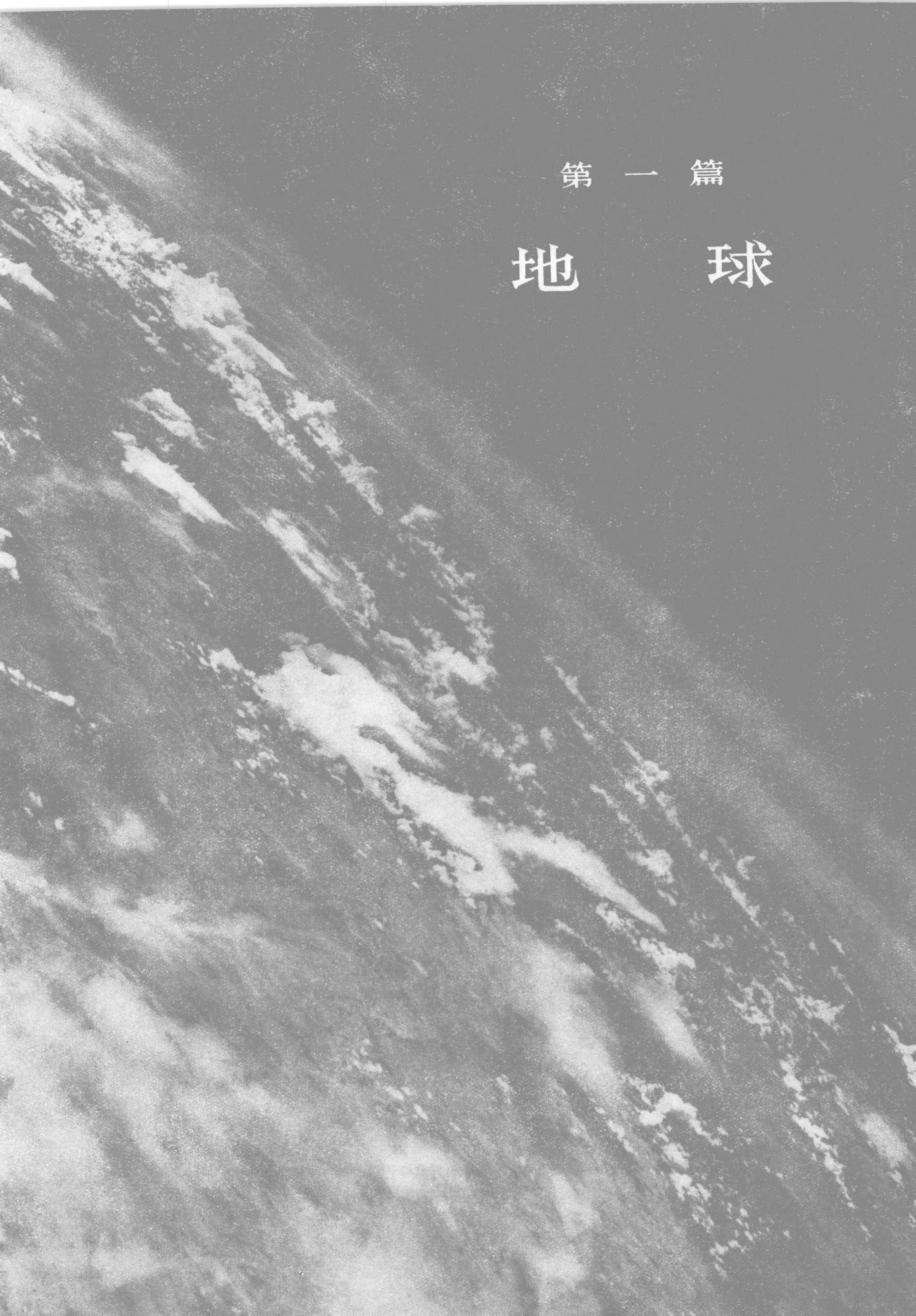


图 1. 观测者在 100 多公里高处看见的地球表面(注意地平面的曲率,和在它上面的尘埃或云雾层. 这是火箭将照相机送到高空拍摄下来的照片).



图 2. 地貌伟观之一：摩洛哥的薩烏拉山谷，后面是增长中的沙丘。

第一章

天空中的地球

本书是为喜欢了解周围的事物，且对于宇宙的情况想不付出太多的劳力就可以得到一些基本的、明确的概念的读者所编写的。我们是在什么东西上行走？在无限空间里占着什么地位？维持地面上生命的太阳光是什么？我们头顶上的天是什么？黑夜里发光的星星是什么？要想得到解答这些疑问的知识，并不是无益的。如果没有关于宇宙的基本知识，我们便只能永远受着自然界的影晌，而不明白其原因。这样的基本知识，我们不但可以不太费神地获得，而且还可以从学习中得到无穷的趣味。天文学绝不是孤僻的、高不可攀的科学，它是和我们最接近的一种学问，在我们的一切知识里是最需要的，同时它能够使我们入迷，给我们以无比的快乐。我们不能漠视天文学，因为只有它才使我们明白，我们在哪里，我们是什么，而且它并不是象有些学者所说的那样，使你认为它充满了数字。数学的公式不过是象建造华丽宫殿的架子，当架子一经拆掉，这神圣的殿宇便在天穹上放出光辉，在惊奇的眼睛里，显现出它的伟大和辉煌。

这并不是说阅读这本大众天文学的人就不需要专心注意。这样的书虽然比一本小说更真实，更亲切，可是唯有你细心地去读，书中的基本概念才能成为你经久不忘的科学知识。读一本小说，有时候到最后一页，读者还是和开始一样，没有得到什么知识；可是任何人读了一本科学书，都会扩大了他的认识范围，提高了他的判断能力。我们简直可以说，

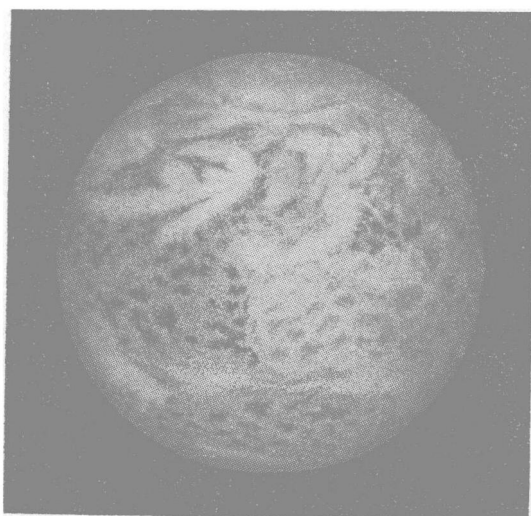


图3. 空間的地球。这是从月亮看地球的情况，其中的一部分被云掩盖着。

在我们的时代里，如果一个人对近代天文学的伟大成就一无所知，那么他就不能叫做是一个受过教育的人。

但是只需要稍为改变一下情况便不会有天文学了：如果我们大气中水汽的成分稍微多一些，使地球披上浓云的外衣，裹上一层不透光的被盖，把天穹和它上面发光的星星完全掩蔽起来，于是我们就生活在永恒的浓雾里，对于天上奇妙的现象全无所知了。这样一来，我们人类的生活、意识和哲学一定会和今天大不相同。

研究星辰的科学已经不是少数专家们的秘密，天文学启发了一切人的智慧，并且，揭示了自然界。这说明如果没有它，人们便不知道自己在万物中所占的地位；即使是

初浅的一点天文学知识，也是人们所需的，因为今天每一个人都有必要了解宇宙的真象。

天文学给我们揭示的一切真象里，对于我们来说，最重要而且也是使我们最感兴趣的，首先就是它说明了我们所居住的地球是一颗行星，并且说明这颗行星的形状、大小、质量、位置和运动。要研究天，最好先懂得地，因为地球是和我們最接近的。古代天文学的发展，就是从研究我们地球的位置和运动出发的，但是必须依靠近代天文学，我们对于这颗行星才有确切的认识。根据观测表明，地球绝不是宇宙的中心，它在时间的洪流里，奔向一个我们不了解的目标，它迅速地旋转着，载着它表面上生死不已的人类，在太空运行。

几千年来，人类对于地球的性质和它在宇宙中的位置以及宇宙的一般构造的认识是错误的。假使没有天文学，人类的认识到今天还会错误下去，即使在今天，也还有许多人由于缺乏天文学的基本知识，对于我们所居住的世界存在着荒谬的看法。

现在，小学校的孩子们很容易说出“地球是圆的”这个真理来。可是他们却没有想到，人们经过多大的努力，借着几何学和天文学的帮助，才发现了这个真理。

我们用眼睛望去，大地是一个广阔的平原，虽然它上面有各种各样起伏的地形：青翠的山岭、美丽的峡谷、高耸的山脉、蜿蜒的河流、明媚的湖泊、辽阔的海洋、以及千变万化的原野。大地又好象是固定地稳立在永恒不变的基础上，上面是阴晴变化的天。它又好象是宇宙的不可动摇的基石，日、月、星辰都似乎在围绕大地转动。根据这一切外表的现象，人们很容易相信，地球是宇宙的中心，为了人类居住而创造的，这种浮夸的看法，只要没有人提出异议，很可能长久地被人类保留下去。

原始人愚昧的生活经历了漫长的岁月，他们整个精力都忙于寻求食物。后来，他们的智力逐渐开展，想方设法地防备自然的灾害和抵御仇敌的袭击，以及增加他们物质上的享受。智慧是慢慢发展的，直到一天，在东方广阔的原野上，有人开始观测星辰的运转，于是就诞生了天文学¹⁾。起初，只是一些牧羊人在黄昏日落、黎明日出时注意一些简单的天

1) 引起天文学发展的主要原因，是人们想了解天文现象对于劳动生产的关系，而不是少数人因好奇而观测星辰的结果。——译者注

象。例如月亮的盈缺，月亮比太阳和星辰晚一些升起，繁星的天空在我们的头上缓缓地改观，还有行星在星座里的运动、流星好象从天空中飞了出来、神秘而可怕的日食和月食、奇怪披发的彗星，这一切便是数千年前古代人观测研究的对象。天文学是最古老的科学，远在有文字、有历史以前，人类已经研究天象，还创造了一种原始的曆法。原始的观测记录因战争而遗失，但现今所保存的年代最悠远的观测，首推中国历史的记载；例如，公元前2679年的新星，公元前2316年的彗星等。中国人还记下了公元十一世纪冬至日太阳是在宝瓶座 β 星附近，而现在，它却在人马座 γ 星附近，相距有四十余度之差。埃及人在公元前4200年间已经有相当完备的曆法，他们把惯用了几千年以360



图4. 月食时(1921年10月16日)地球的黑影在月亮上的情形(地影的轮廓是圆的)。

日为一年的曆法改为365日。七天为一个星期的周法，也有了它天文学上的根据。虽然它在公元三世纪才传至欧洲，虽然一周七日的名字和每月的名字一样，字源出于拉丁，然而事实上，远在公元前许多年代，星期的制度已经创始于犹太或巴比伦了。这七天的定名，是根据古人所知的游动着的星辰：日、月、火、水、木、金、土七星。假使那时候人们已经认识我们在1781、1846和1930年所发现的天王、海王和冥王三星，也许今天的一个星期是十天，而不是七天，时日的划分有了差异，对于社会的组织不能没有影响。

公元前800年间，大约在荷马的时代，人们以为地的周围围绕着一个名叫奥凯昂诺斯(Océanos)的海洋。海水充满下面的半球，只有上面的半球才对着天。太阳(赫利奥斯Hélios)每晚落在这海里就熄灭了它的火，在海洋深处洗了一个澡以后，第二天早上重新升起火来。

古人根据外表的观察，以为夜晚星辰闪烁的天空和日间阳光普照的天空是两样的。如果那时有人敢说，白昼的天空也充满了星星，正和夜里一般，只是因为太阳的光辉强烈，将星光掩蔽，我们才看不见星星，那么，这个人一定是一位有才、有胆的理论家。

不久，人们便注意到太阳、月亮、行星、恒星都有东升和西落的现象，而且在落下去和升起来的时间间隔里，这些星辰都应该从地下面经过。地下面！这三个字具有多么大的革命性的意义啊！一直到了那个时候，人们总以为我们脚下的地是无限的深厚，它一定是建立在坚实的基础上面，否则他们便不能设想为什么地是这样的稳定。可是，星辰在我们头上所走的弯曲的路径，既然在它落地去以后，仍然继续进行，到第二天再从地下升起，那么，我们便应该设想地下有广大的走廊，使天上的这些火炬通过。有些人以为地象一个圆桌，立在十二根支柱上面；又有人以为地象一个圆顶，载于四个铜象的背上。但是世界需要支持的这个看法，不管支持的东西是柱、是象或是山，总不能消除掉疑问，因为这些支持的东西也应该有它们的基础。天穹好象围绕着我们旋转，于是使地球稳定的这个支柱便无处安放，而不得不打消有支柱的这个见解，因此，我们便不能不承认地是悬

空无靠的。如果我们相信迪奥惹恩 (Diogène de Laërt) 的话, 这便是亚诺芝曼德 (Anaximandre) 在公元前 500 年间所得出的结论。我们有理由把认为地球是悬空的这个看法当作是天文学上的一个大发现。

与荷马同时代的赫西奥德 (Hésiode) 以为地是一个圆盘, 位置在天穹和地狱当中, 其间的距离曾经被伏尔甘 (火神, Vulcain) 所测定, 他的砧从天穹落到地面需时九日九夜, 再从地面落到地狱也需要同样长的时间。对于宇宙构造的这种见解, 在许多年代里一直支配着人们的思想。

但进步的火炬既经点燃, 便不会熄灭。地理学的发展与月食的观测 (见图 4) 证明我们所居住的世界实在是一个球。于是人们便想象这个伟大的球位置在宇宙的中心, 别的天体——月亮、太阳、行星和恒星, 从现象上看来, 都围绕地球, 依照大小不同的圆周转动。

近年来, 我们对于地是球形的这个论断已经得到直接的证据, 这便是从很高的一点拍摄地平线的照片。1935 年有人用上升到平流层的气球, 在高出地面 22 公里处拍照, 最近更有人用火箭载着照相机射到 100 公里高处去拍照 (见本篇封面图)。地平线的曲率在第二张照片上已经可以看得出, 在第二张照片上, 更是非常的显明 (参看本篇第七章)¹⁾。

天文学家细心观测天体的视运动已有两千年的历史。在研究的过程中曾出现过很多奇特的和不能解释的复杂问题, 这些问题一直到他们理解到他们对于地球位置的认知是错误 (和过去他们认为地球是稳定的一样) 时, 才获得了解决。不朽的哥白尼反复地讨论了在他两千年以前希腊人, 如伊塞塔斯 (Hicetas)、埃斯方特 (Ecphante)、斐洛拉宇斯 (Philolaüs)、柏拉图 (Platon)、赫拉克利德 (Héraclide) 和亚里斯塔克 (Aristarque) 等提出的地球运动的学说, 这一学说曾于 1440 年被尼科拉·德·曲萨 (Nicolas de Cusa) 主教重新提出, 但总是不被人们接受。这位博学的波兰僧正 (即哥白尼) 在 1543 年与世长辞时, 给科学留下了一本巨著²⁾, 明确地揭露了人类对宇宙长期的错误认知。

地球在 24 小时内绕着自己的轴转动一周, 由这一运动所形成的现象, 便是天穹围绕地球转动一周, 这是哥白尼所说明的第一个真象, 而且从此就被肯定下来。这也是我们首先要考查的事实。上面已经说过, 我们对于天文学的学习, 将从研究地球在空间的位置和它的各种运动开始。

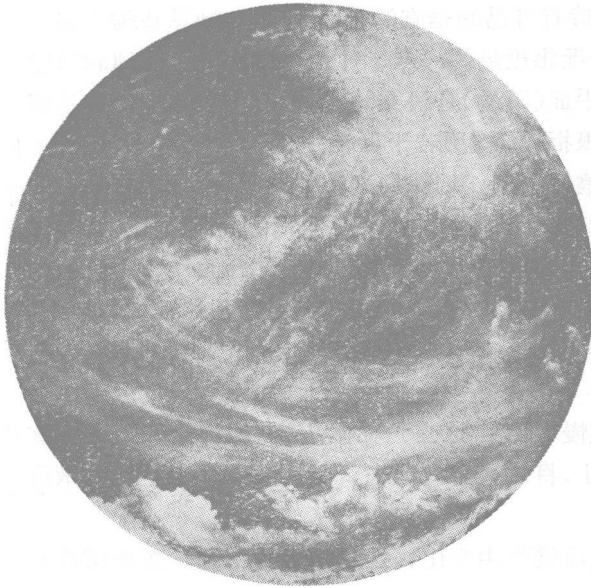
地球绕着自己的轴旋转, 不过是它的一种运动。它被太阳的引力羁绊在一个轨道上绕着太阳运行, 日地平均距离是 149 000 000 公里, 在 1 年内绕了一个约有 940 000 000



图 5 与图 6. 在 18 分钟的时间间隔里所拍的

1) 1961 年以来, 载人宇宙飞船已经从更高处拍摄了许多的地面照片。——校者注

2) 天体运行论 (De revolutionibus orbium coelestium), 旧译“天旋论”。



两张照片，示云彩密布天空的变化。

公里长的大圈子。

我們的地球要在 $365\frac{1}{4}$ 日里繞这样大一个圈子，它在空中运行时，一天要走 2 570 000 公里，一小时要走 107 000 公里，一秒钟要走 30 公里，这是很容易計算出来的。

我們在空中运行的速度比最快的火車还要快 1000 倍，而火車比烏龟要快 1000 倍。如果我們开出一列火車去追赶地球，那正象一个烏龟去追赶火車！我們的地球在天空中运行的速度比炮弹的速度还要大 30 倍。

假想有人在空中距离地球軌道不远的地方，看見一个漸漸增大的星球滾滾飞奔而来，盖住了整个天空，然后又向空間深处飞驰而去，他該是怎样的

的惊詫！

我們住在这样一个运动着的球上，差不多就象附在射击到空中的炮弹上的灰尘一样。空气、水和我們周围的一切都参加地球的各种运动，所以除了去观测那些不参加这些运动的星辰以外，我們是不能够証明有这些运动的。这颗載着我們的行星的运动，既不受摩擦、也不会碰撞，绝对沉寂地在永恆的天空中运行着，这是多么奇妙的机构啊！地球在它理想的軌道上庄严地运动着，比在澄靜湖面上划行的小船还要輕盈。

撇开現象不說，且来談談真象。地球实际上是一颗天空中的星，正如月亮或别的行星一样。行星的光都是反射太阳的光，实际上别的行星并不比地球明亮。在空間里，从远处望地球，它就象一面明亮的圓輪；再远一些去看，它就成了一颗星。在金星上看地球，它将是天空最明亮的星了。

地球围绕太阳的公轉运动，使我們有季节、岁月的循环。它繞軸自轉的运动使我們有昼夜的更替。我們对于时间的划分，就是根据这两种运动而来的。假使地球不动，假使宇宙靜息，我們就沒有时、日、星期、月、季、年和世紀了——可是宇宙是运行的。

我們刚才所說的两种运动对于我們是最重要的，但是地球却不仅仅只有这两种运动，事实上地球在天空中运行还有许多别的运动。我們現在举几种主要的来談談：

第三种运动是因为有月亮的存在，它把地球拉出繞太阳运行的軌道。事实上这个理想的軌道是地球和月亮两个天体的重心所走的，地球繞着这个重心每月轉一周。这重心离地心約有 4660 公里，所以在地面下 1700 公里的地方，并常和月亮在相同的一边。因此地球的第三种运动使它每月走一个軌道，不过因为这軌道的直径只有 9320 公里，比起它繞太阳公轉的軌道来实在是微小得多。这种位移就是形成所謂太阳的月角差¹⁾的原因。

地球并不象地面上滾动着的球那样，常常使它自己的旋轉軸維持在水平面上；地球又

1) 这几节內所用的專門术语，讀者不必急于去求了解，因为这里不过是一般的叙述，以后一切专有名词都有詳細的說明。

不象在地板上迴旋的陀螺那样，經常維持着自己的垂直的軸。地球的軸总是維持在一定的方向上，它的北端时常指向天空中接近北极星的一点，并且和地球繞日公轉的軌道斜交。換句話說，地球的赤道和地球軌道平面(黃道)是斜交的。极点在众星中并不是絕對固定的，因为地球的軸如象指着天的一根指拇，經歷若干世紀才緩緩地繞过一个圓圈；极点的轉动之慢，大約需要 26000 年才能繞行一周。地球的这种长期运动，叫做二分点的进动或叫做岁差。这便是地球的第四种运动。这种运动，比起上面所說的三种运动，实在是緩慢多了。这种运动是由于太阳和月亮两天体对于地球赤道突出部分的作用而产生的。

第五种运动和第四种类似，是单独由于月亮对于地球赤道突出部分的吸引而产生的，这叫做章动。它使极点在众星中移动，和岁差相似，不过軌道是一个很小的橢圓，大約需要 18 年零 7 个月才繞行一周。

第六种运动使黃道与赤道的交角緩慢变化。这交角现在是 $23^{\circ}27'$ ，比四分之一直角稍大一些；但这交角現在正在逐漸地变小，将来又会大起来。这种长期的摆动，叫做黃赤交角的变化。

第七种运动使地球圍繞太阳所作的曲綫产生变化，这曲綫不是正圓，而是稍扁的橢圓。随着不同的世紀，这橢圓时多时少地接近于正圓。这运动叫做偏心率的变化。

在这橢圓上，太阳占着它的一个焦点。在軌道上和太阳最接近的一点叫做近日点；現在大約在 1 月 2 日地球經過这一点。第八种运动便是使这一点移动。公元前 4000 年，地球在 9 月 23 日經過这一点，公元后 1250 年，在 12 月 21 日經過这一点。今后，在 6400 年的 3 月 21 日、在 11500 年的 6 月 21 日經過这一点；最后，在公元 16000 年（即自公元前 4000 年算起，經過了 200 个世紀），近日点才重新回到公元前 4000 年的位置。这种运动叫做近日点的长期变化。

虽然我們讲了这样多种运动，可是还没有說完。

第九种运动是由于行星变化的吸引力所引起的。我們的邻居金星和庞大有力的木星起着主要的作用，它們干扰了地球的公轉軌道，造成各式各样的扰动。

因为太阳應該圍繞太阳系的公共重心而运动，这样，就移动了地球公轉的中心，于是使地球发生了第十种运动。

第十一种运动比以上的十种更令人注目，它使得太阳越过星空，地球和别的行星也随着太阳同时越过星空。自有地球以来，它从来没有两次在相同的位置上，它也絕對不会再回到我們現在所处的位置上来；我們在星空中循着无穷尽而且时常变化的螺旋圈而运行。还必须指出，地球随着太阳在銀河系里轉动。所謂銀河系，是数十亿个太阳組成的星系，它和别的以亿計的类似的星系分布在空間里，也許銀河系在所謂总星系里，也是同样地在轉动着。

最后，地球本身也在改变它的形态，这是它作为一个行星在不断的运动中所不可避免的結果。就以我們生活的短時間的尺度來說，这些变化，有日、月的吸引力所引起的潮汐，按周期地不但吸起海面，也吸起了陆面；主要的气象現象，使大气里的空气团和水汽团移动；从地理緯度的变化而发现地极的移动，虽然微小，但却存在，还有地球自轉速度长期的、不規則的和季节的改变以及地震、火山等等現象。以地質史的长期尺度來說，因地壳的变形創造了山岳，再因流水的冲刷削平了山岳，海洋和大陆的变迁，滄海桑田的改觀。总之，在几亿年之間，地球的面貌已經是大不相同了。

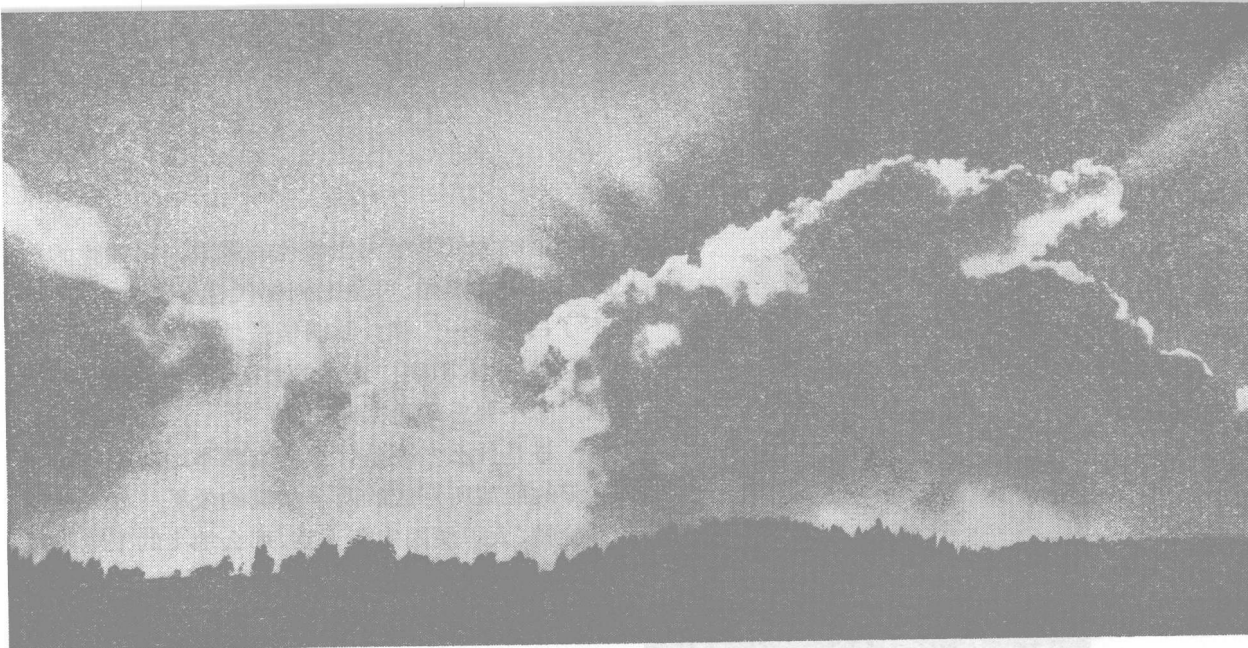


图 7. 日落时的云彩。

第二章

地球怎样围绕地轴和太阳转动

我们要详细研究一下地球的主要运动。

说来真是奇怪，地球的运动不但影响了我们的物质生活，而且也影响了我们的精神生活。这些运动给我们以测量时间的规律，我们整个的生活便被这种规律所影响。譬如，我们生存的时间、岁月的划分、工作的变换以及历法的制定，都和地球的运动发生了密切的联系。

各种星球上时间的种类是非常繁多的。例如，在月亮上，一年只有十二个白昼和十二个黑夜，而那里一年之长和我们这里是相同的（我们以 365 日为一年）。可是木星（它不是整体地自转，自转速度随纬度而变化）的一年比地球上的一年约长 12 倍，但是那里的一日却比地球上的半天还要短，因此，木星的一年至少有 10500 日！土星也不是整体在旋转，那里的岁月更是奇特，它的一年比我们的一年大 29 倍，共有 25000 日之多！而海王星上的一年，超过我们的一个半世纪，实际等于我们的 165 年，至于冥王星的一年，则等于我们的 249 年，简直将近两个半世纪了！

昼 夜

昼夜循环的现象给了我们测量时间的第一种尺度，这是使我们最先感觉到的事实。至于季节的循环、每季和一年的长短，是以后才觉察到的。月相的变化更为迅速，比起四季的变化更易使人觉察，所以时间的观念最初是按照日和月两单位而划分的，过了很久，才有“年”这个单位的概念。印度的古诗还为我们保留着原始人对于黑夜的恐惧：“太阳啊，美好的太阳完全消逝在西方了。真的，明天早上我们还可以在东方再看见它吗？假使它不再来呢？没有光，没有热，冰冷漆黑的夜笼罩了整个世界！怎样再找到这失去的火呢？拿什么去代替那施恩的太阳和天上的光辉呢？星星只在无边的天穹上射出忧郁的萤光，月亮