

ps-76c1



SHIYOU

213741

中等专业学校教学用书

普通地质学

李德栋
徐嘉骏

石油工业出版社

中等专业学校教学用书

普通地质学

李德栋 徐嘉骏 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书除绪论外,共分十八章。介绍了宇宙中的地球和地壳的物质组成;重点阐述了在内力、外力地质作用下所产生的物质运动、变化及其发展的一般规律和基本原理;简要介绍了地壳的历史和地质图的基本知识。

本书除作为中等专业学校石油地质专业的教材外,也可供钻井、采油、油田化学、地球物理等专业参考。

中等专业学校教学用书

普通地质学

李德栋 徐嘉骏 编

*

中国石油天然气总公司教材编译室编辑

(北京 902 信箱)

石油工业出版社出版

(北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社排版

石油工业出版社印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 131/2 印张 332 千字 印 1—3,000

1991 年 5 月北京第 1 版 1991 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-0530-1 / TE · 506 (课)

定价: 3.25 元

前 言

本书是根据石油天然气总公司人事教育部（原石油工业部教育司）1986年11月制订的中等专业学校石油地质专业“普通地质学教学大纲”（试行草案）编写的。

本书着重阐述了地质学的基础理论和基本知识。从介绍宇宙中的地球入手，在叙述地壳物质组成的基础上，重点阐述地质作用原理及其产生的地质现象。从地壳运动、变化及发展规律说明与石油和天然气等矿产的因果关系。注意理论联系实际，立足于培养学生分析问题和解决问题的能力。

本书由新疆石油学校徐嘉骏和华北石油学校李德栋合编。书中绪论、第一、第二、第三、第十三、第十四、第十五、第十六、第十七等章由徐嘉骏编写；第四、第五、第六、第七、第八、第九、第十、第十一、第十二、第十八等章由李德栋编写。由李德栋统稿。经辽河石油学校副教授石铁铮主审。书中插图由华北石油学校教材组张桂荣、张悦萍描绘。

本书按85学时教学计划编写，也可供石油学校非石油地质专业参考。

本书在编写过程中，承蒙华北石油管理局、新疆石油管理局和华北石油学校、新疆石油学校各级领导的关怀和支持。地质学科组曾组织各校代表在东营地质学科会上对大纲进行了讨论，提出很多宝贵意见。在此，一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，缺乏经验，再加上时间仓促，书中难免有不当之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	(1)
第一章 地球	(5)
第一节 地球与宇宙	(5)
第二节 地球的主要物理性质	(10)
第三节 地球的构造	(13)
第二章 地壳的物质组成	(18)
第一节 地壳的化学组成	(18)
第二节 地壳的矿物组成	(18)
第三节 地壳的岩石组成	(29)
第三章 地质作用概述	(36)
第一节 地质作用与地质现象	(36)
第二节 地质作用的能源	(37)
第三节 地质作用的种类	(38)
第四章 风化作用	(42)
第一节 物理风化作用	(42)
第二节 化学风化作用	(44)
第三节 生物风化作用	(47)
第四节 影响风化作用的因素	(48)
第五节 风化壳及其研究意义	(49)
第五章 地面流水的地质作用	(52)
第一节 地面流水概述	(52)
第二节 暂时流水的地质作用	(55)
第三节 河流的地质作用	(56)
第四节 河流阶地	(66)
第六章 地下水的地质作用	(70)
第一节 地下水概述	(70)
第二节 地下水的潜蚀作用	(76)
第三节 地下水的搬运及沉积作用	(81)
第七章 湖泊及沼泽的地质作用	(84)
第一节 湖泊及其类型	(84)
第二节 湖泊的地质作用	(87)
第三节 沼泽的地质作用	(91)
第八章 海洋的地质作用	(95)
第一节 海洋概述	(96)
第二节 海洋的剥蚀作用	(104)

第三节	海洋的搬运作用	(106)
第四节	海洋的沉积作用	(108)
第九章	冰川的地质作用	(117)
第一节	冰川概述	(117)
第二节	冰川的地质作用	(120)
第三节	古代冰川	(125)
第十章	风的地质作用	(127)
第一节	风的概述	(127)
第二节	风的地质作用	(128)
第三节	荒漠的类型	(135)
第十一章	负荷地质作用	(138)
第一节	崩落作用	(138)
第二节	蠕动作用	(140)
第三节	滑动作用	(142)
第四节	流动作用	(144)
第十二章	成岩作用与沉积相	(148)
第一节	成岩作用	(148)
第二节	沉积相	(151)
第三节	外生矿床	(154)
第十三章	地壳运动和地质构造	(156)
第一节	地壳运动	(156)
第二节	地质构造	(159)
第三节	地壳运动主要学说简介	(167)
第十四章	岩浆作用	(173)
第一节	岩浆的喷出作用——火山活动	(173)
第二节	岩浆的侵入活动	(177)
第三节	岩浆的成因和演化	(178)
第十五章	地震作用	(181)
第一节	地震概述	(181)
第二节	地震的成因类型及地震的地质现象	(183)
第三节	地震的地理分布	(184)
第四节	地震预报和预防	(187)
第十六章	变质作用	(189)
第一节	变质作用概述	(189)
第二节	变质作用的基本类型	(190)
第十七章	地壳发展历史简述	(193)
第一节	研究地壳历史的依据	(193)
第二节	地质年代与地层单位	(194)
第三节	地壳历史简介	(195)
第十八章	地质图的基本知识	(201)

第一节 地形图	(201)
第二节 常用的地质图件	(203)
主要参考文献	(207)

绪 论

一、地质学的任务、内容和分科

地质学是研究地球的一门科学。研究的对象是整个地球。就目前人类实践活动的范围来说,还主要局限于地球的表面部分。因此,当前地质学研究的主要是地球的表层——地壳。

当然,地壳的发展演化又是与地球内部(地幔、地核)物质和地球外部圈层(大气圈、水圈、生物圈)有着密切关系。因此,地质学涉及的范围,也不仅仅限于地壳部分。特别是随着科学技术的发展和人类实践领域的扩大,地质学的研究领域,也将不断深入和扩大。

1.地质学的任务

- (1) 研究地壳的物质组成;
- (2) 研究地球内部构造、地表形态及其形成和演变规律;
- (3) 研究地壳的演变历史和古生物演化历史;
- (4) 研究有用矿产的形成及其分布规律和勘探方法;
- (5) 研究在工农业和交通运输业等基本建设工程中,为寻找水源,选定建设场地,设计施工所遇到的地质问题;
- (6) 研究与改善人类生活环境和防范自然灾害有关的地质问题。

2.地质学的内容和分科

地质学成为一门独立的学科,已有近 200 年的历史。发展到今天,已逐渐形成和建立了许多相对独立的分支学科。根据研究对象、内容和性质不同,大致可以分为以下几个方面:

- (1) 研究地壳的物质组成及其演化的有:矿物学、岩石学;
- (2) 研究地壳演变历史的有:古生物学、地层学;
- (3) 研究地壳运动和形变方面的有:大地构造学、构造地质学;
- (4) 研究地壳中有用矿产的形成条件和分布规律的有:矿床学、石油地质学。

20 世纪以来,随着生产实践和科学技术的发展,又出现了一些新的学科,如地质力学、地球物理学、地球化学、同位素地质学、数学地质学、环境地质学等。这些学科是应用其它自然科学的原理和方法去研究和解决地质学中的问题,从而形成的一些边缘学科,对地质学的研究开辟了新的途径,促进了地质学的发展。

《普通地质学》是地质学的基础课程,主要论述地质学基本知识。在了解地球的一般特征和地壳的物质组成的基础上,重点论述内、外力地质作用及其所形成的各种地质现象。通过《普通地质学》的学习,可以初步掌握地质学的基本知识,对地质学有一个总的概念和认识,为进一步学习其它地质课程,奠定必要的基础。

二、地质学发展概况

地质学和其它自然科学一样,是在生产实践中发展起来的。早在石器时代,人类就认识了若干矿物和岩石的基本性质。如在我国周口店猿人洞中发现,在距今约 50 万年前的北京猿人,便选择了燧石和其它一些坚硬的矿物和岩石制作生产和生活工具。

我国古代地质观念的萌芽是和农业、手工业、矿冶业的发展分不开的。早在殷商至夏代,已在农业和一般生活用具上,普遍采用铜、铅、锡合成的青铜器械。进入春秋战国时

期，广泛利用了铁和其它一些矿产资源，当时的地理名作《山海经》中，记载了金、银、铜、锡、磁铁矿、赤铁矿、雄黄和煤等 10 多种矿物，并且说明了它们的基本物理性质、产地和用途。在秦汉之间，开始使用了锌和镍。到了两汉，据《汉书》、《后汉书》记载，当时对煤、石油、天然气都有程度不同的应用。自此以后，随着生产水平的不断发展，一般最主要的金属和非金属矿产都先后被我国发现和利用了。

在地质现象认识方面，我国也积累了丰富的资料，并进行了初步的总结。公元前 3~5 世纪，通过农业生产实践，逐渐认识并总结了国内山脉、河流分布的规律，各个地区地理环境的基本特征及矿产和土壤的地理分布等，先后写出了《山海经》、《禹贡》两部著作。对一些灾难性的自然现象，如地震、海啸等，历代都有很详细的记载，使我国积累了最早而又丰富完整的地震观测资料。北魏郦道元所著的《水经注》，记述了广阔区域的地理、地质内容，是我国古代的一部地学名著。北宋沈括在其科学著作《梦溪笔谈》中，涉及地质方面的内容甚多，特别对海陆变迁、地貌、河流作用和化石等问题，均有科学的论述，它首创“石油”一词，并推断我国“石油至多，生于地下无穷。”明朝李时珍所著《本草纲目》对 160 多种矿物、岩石的物理性质进行了正确的描述，大部分矿物的名称，一直沿用至今。明朝的徐宏祖对我国的岩溶地貌进行了长期的考察，所著《徐霞客游记》是我国有关岩溶地貌的一部重要文献。

我国古代在地质仪器制作方面，也有很大的成就。罗盘，传说黄帝时代就已发明出来，以后不断改进和完善，12 世纪经阿拉伯传入欧洲。在采矿业上，我国首先使用连续冲击式的“顿钻钻井法”钻出的四川盐井，闻名于世。东汉张衡制造的“候风地动仪”是世界上最早的一台地震仪器。

总之，我国古代劳动人民和一些学者，在生产实践中积累和总结了许多地质方面的知识，对地质学的发展做出了较大的贡献。

在国外，如希腊、罗马等一些文明古国，以及世界其它国家，也有不同程度的地质知识的积累，并相应的产生了一些萌芽状态的地质观念。如希腊学者亚里士多德 (Aristotles) 在公元前就认为海陆是变迁的，但变迁非常缓慢，由于人生短暂，难以察觉。他的学生奥夫拉斯塔 (Ophrostus) 对于矿物、岩石的应用很有研究，著有《论岩石》一书，对后世有较大影响。古罗马的斯特拉波 (Strabo) 著有《地理学》，论述了陆地升降及火山、地震等许多地质问题。西尼卡 (Seneca) 著有《自然问题》等书，论述了地震、地下水和地面流水等问题，提出了河流侵蚀作用形成山谷的理论。公元 14~16 世纪，欧洲的“文艺复兴”运动，推动了科学的发展。随着采矿、冶金工业的兴起，地质学也得到了相应的发展，出现了许多著名的学者。如意大利的达·芬奇 (Da.Vinci) 在观察运河工程时见到不同深度的地层中的海生贝壳化石，得出了海陆变迁的结论。德国的阿格里柯拉 (Agricola) 著有 7 种地质著作，根据物理性质对矿物进行了分类。丹麦的斯台诺 (N.Steno) 应用结晶原理对矿物进行分析，第一个发现了矿物晶体面角恒等定律。

但是，由于长期的封建统治，生产方式十分落后，加上宗教对人们思想的束缚和影响，处于萌芽状态的地质学，未能得到进一步的发展，自然科学几乎都处在程度不等的停滞状态中。这种局面直到 18 世纪产业革命以后，才在欧洲发生了显著的改变。当时由于资本主义生产方式的刺激，广泛地开展了寻找矿物原料的地质调查，开始积累了大量实际资料，经过整理分析，总结出一些地壳演变发展的规律，逐渐形成了独立的地质科学。

在地质学创立和发展过程中，形成了不同的学派，各个学派之间也产生过几次重要的论

战，地质学也随之不断向前发展。

第一次重要的论战是在地质学发展初期，在两大学派之间进行的。一派是以德国气象学家魏尔纳（A.Werner）为代表的“水成论”学派，另一派是以苏格兰地质学家郝屯（J.Hutton）为代表的“火成论”学派。前者用沉积作用来解释一切岩石的形成，他认为地壳中的岩石（包括花岗岩）都是在水中形成的。“火成论”学派，一方面承认岩石可以在水中由沉积作用形成，但又认为地壳中大量存在的花岗岩、玄武岩一类岩石是由岩浆作用形成的，并称之为火成岩。显然，“水成论”学派由于调查范围较小（主要在沉积岩发育地区），认识上是有局限的。经过论战，“火成论”学派取得了胜利。但随后，某些“火成论”者，过于夸大了火山的作用，发展成为“灾变论”者，而导致了另一场“渐变论”和“灾变论”之间的重要论战。

“灾变论”以法国古生物学家居维叶（G.Cuvier）为代表，认为地壳在其演变发展过程中，曾产生过多次全球范围的大灾变，致使地壳发生巨大的变革，原有的古生物种属灭绝，新的种属出现。与“灾变论”相对立，“渐变论”认为，地壳的演变和发展是渐进的，地球上普遍存在的各种地质作用，看起来虽然十分微弱而难以觉察，但经过长期缓慢地作用过程，能使地表形态和地壳结构发生很大的变化。英国地质学家莱伊尔（C.Lyell）在这场论战中起了很大作用，他的名著《地质学原理》就是以“渐变论”为指导思想，论述了在各种地质营力的长期作用下，地壳演变和发展的过程，为地质学的科学体系，特别是动力地质学奠定了基础。

20 世纪以来，围绕着“固定论”和“活动论”，展开了地质学发展史中的第三次重要论战。

传统地质学认为，自从大陆和大洋形成以来，无论在外形轮廓上还是在地理位置上，都是固定不变的。这个大陆和大洋永恒的“固定论”是在 19 世纪由美国德纳（J.D.Dana）首先提出来的。后来又为许多地质学家所拥护，一直到本世纪 50 年代仍占统治地位。“固定论”者认为，地壳运动的方式以垂直运动为主，陆壳和洋壳只能发生升降运动，而不能发生大规模的水平运动。

在此期间，也有一部分地质学家提出了与“固定论”观点相反的论点，认为大陆和大洋无论在外形轮廓上，还是在相对位置上，都不是固定不变的，而是发生过大规模的水平移动。因为这种观点与“固定论”相对立，被称为“活动论”。1912 年德国魏格纳（A.Wegener）首先提出“大陆漂移说”，并于 1915 年出版了《海陆起源》，向固定论提出了挑战，遭到了当时持有传统观点的地质学界的普遍反对，限于当时条件，这一假说没有被大家所接受。直到 50 年代以后，随着海洋地质学和古地磁学的发展，“大陆漂移说”又受到人们的重视，而且得到了丰富和发展，在地幔物质对流、海底扩张等新的理论基础上，逐步形成和创立了“板块构造学说”。这是地质学的重大变革，它推动了地质学各个领域的发展。

板块构造学说，虽然今天为大多数地质工作者所接受，而且得到了不断的发展。但在地质学中还存在很多重大问题并没完全解决，有待于全球范围的多学科的广泛合作，加以认识。60 年代国际上开展了以研究地壳和上地幔物质成分、物理场特性的上地幔计划，70 年代又开展了国际地球动力学计划。随着现代科学技术的发展，从人造卫星、宇航探测、深海钻探、高温高压实验等方面获得了许多新的资料，这都将有利于解决地质学中的一些争论问题，推动地质学的进一步发展。

我国由于长期受着封建统治，社会生产力发展缓慢，地质学和其它学科一样，不能得到应有的发展。直到 19 世纪末，才开始了少量的地质调查工作。全国解放以后，地质工作和

地质科学有了很大的发展，为国家建设提供了大量的矿产资源和地质资料。广大地质工作者，根据我国的地质特点，从实践到理论，丰富和发展了地质科学。李四光的地质力学理论，在寻找石油、煤和金属矿产方面，取得了很大的成效。我国创立的“陆相生油”理论，指导了大庆油田等许多大中型油、气田的发现。解放以来，广大地质工作者已经较好地完成了社会主义建设所提出的各项任务。今天，我国已经进入了一个重要的历史发展时期，广大地质工作者，肩负重任，要为实现四个现代化作出新的贡献。

三、地质学在社会主义建设中的作用

在社会主义建设中，地质工作是必须先行的基础工作。因为地质工作进展如何，直接关系到基础工业的布局、规模和发展速度；对经济建设全局影响极大。只有提前做好各种矿产资源和地质资料，才能使国民经济全面的发展。

现代工业建设需要解决能源和其它各种矿产资源。例如钢铁和动力工业需要煤、铁矿、石油、水力及其它矿物原料；原子能工业需要铀、钍、铍和锂；半导体工业需要铯、铷、锗、硒、硅；电子工业需要石英、云母、石棉等等。这些都需要提前进行地质调查和勘探，以便提供矿产原料基地，根据经济建设需要和综合利用的原则，进行合理的工业布局。

现代农业需要地质工作解决水利资源、肥源和区域农业规划等问题。现代交通运输业要求地质工作解决线路、港站地基选择、动力原料和用水等问题。

由此可见，地质学在社会主义建设中，在国民经济各部门的全面发展中，起着极其重要的作用。

地质工作者的任务是光荣而艰巨的，这个伟大的历史使命落在未来的地质工作者身上。必须培养自己热爱地质专业，用辩证唯物主义和历史唯物主义为指导，学好地质科学，做好地质工作，为社会主义建设事业作出应有的贡献。

复 习 思 考 题

- 1.地质学研究的对象是什么？
- 2.地质学的主要任务有哪些？
- 3.我国劳动人民在地质学领域中有过哪些贡献？
- 4.在地质学创立和发展过程中，形成哪些学派？有过那几次重要论战？
- 5.地质学在社会主义建设中的作用如何？

第一章 地 球

第一节 地 球 与 宇 宙

一、地球的形状和大小

人类及其祖先生活在地球上已有几十万年的历史，过去因科学技术落后，无法看到地球的全貌。在古代，“天圆地方”的说法是比较普遍的。随着科学技术的发展，通过对日月星辰和许多自然现象的观察、分析，才逐渐认识到地球是一个球体。后来又在精密的测量和力学分析的基础上，证明了地球在赤道部位鼓出，是个椭球体。今天，由于航天技术的发展，又为认识和探测地球提供了新的手段，人们可以乘坐航天器离开地球或者利用人造卫星从太空来观察地球，使我们更准确地认识地球。

根据人造卫星运行轨道分析发现，地球不是一个标准的旋转椭球体，而是一个呈梨形的不规则球体。北极凸出约 10 米，南极凹进约 30 米（图 1-1）。赤道以南某些地点的鼓出程度比赤道以北某些地点高 7.6 米。因此，地球的形状不可能用一个简单的几何形体来表示，它是一个特殊的形体，称为地球体。

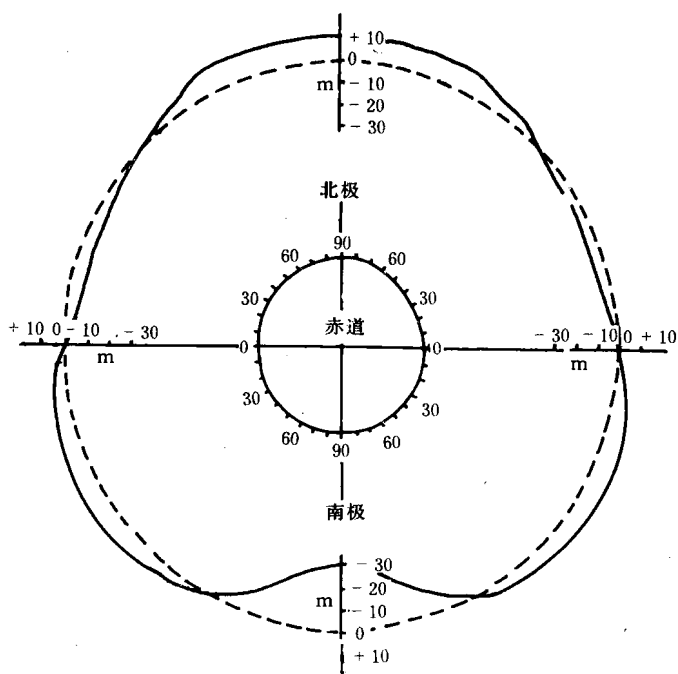


图 1-1 地球体剖面（实线）与旋转椭球体（虚线）的关系示意图

地球的大小，根据 1975 年第 16 届国际大地测量和地球物理协会修订的数值，基本数据如下：

赤道半径	6 378.140km
两极半径	6 356.755km
平均半径	6 371.004km
扁 率	1 / 298.257
赤道圆周	40 075.036km
子午线周长	39 940.670km
表面积	510 064 471.9km ²
体积	1 083 206 900 000km ³

二、太阳系的组成和特征

太阳是银河系中的一颗恒星，它的体积和质量都很大。太阳系就是以太阳为中心，并在太阳引力作用下，周围聚集了无数颗大小不等的星体，其中包括 9 大行星，51 颗卫星，以及数千颗小行星和几百颗彗星。它们各自沿着一定的轨道运行，从而组成了一个统一的星系——太阳系。

太阳系主要由恒星、行星、卫星、陨星和彗星等组成。

1. 恒星

由炽热的等离子体组成、自身能发光的星体，称为恒星。太阳是太阳系中唯一的恒星。

太阳是太阳系的中心星体，是地球上光和热的主要来源。太阳直径为 1 391 980 公里，质量为 1.99×10^{33} 克，平均密度每立方厘米为 1.409 克。太阳是一个炽热的球体，表面温度约为 6 000 摄氏度，中心温度可达 2 000 万摄氏度。由氢核合成氦核的热核反应产生巨大的能量，以辐射的方式，由内部转移到外部，而发射到空间。

肉眼看到的太阳表面层，称为光球，光球上面的一层，称为色球，最外层称为日冕，这几层组成太阳大气。太阳和地球几乎是由同样化学元素所组成的，不过比例上有差异。太阳上最丰富的元素是 H，其次是 He、C、N、O 和各种金属。

2. 行星

绕恒星旋转、本身不发光的天体，称为行星。

太阳系中有九大行星，按照它们与太阳之间的距离，由近而远排列的顺序是：水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星，它们各自沿着一条近似圆形的轨道环绕太阳运行（图 1-2）。

地球距太阳的距离为 14 960 万公里，天文学家把它称为一个“天文单位”。太阳系以冥王星轨道为边界，直径有 118 亿公里，为 79 个天文单位。

九大行星除围绕太阳公转外，都绕自身的轴不停地自转。地球、火星、天王星、海王星自转速度相近，周期都是 24 小时左右；木星、土星自转速度较快，周期不到地球的一半，而金星、水星自转速度缓慢，分别为 243 天和 58 天（表 1-1）。

太阳系的行星，按距太阳的远近，可分为类地行星和类木行星两大类。

(1) 类地行星 类地行星又称为内行星，包括水星、金星、地球、火星（有人主张还包括冥王星）。它们的共同特点是体积小（半径在几千公里以内）、密度大（为水的密度的 4~5 倍以上），自转速度慢、卫星少，而且都有坚硬的固体外壳。

(2) 类木行星 类木行星又称为外行星，包括木星、土星、天王星和海王星。它们的共同特点是体积大（半径达几万公里）、密度小（与水的密度相近），自转速度快、卫星多，没有坚硬的固体外壳。

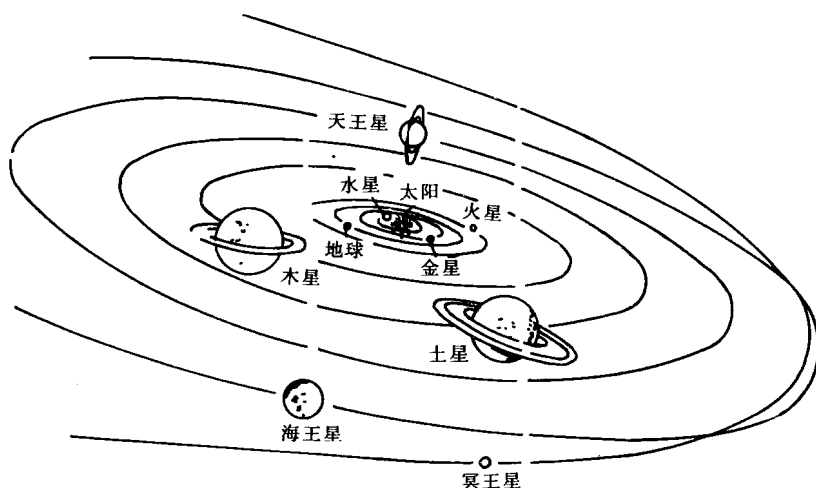


图 1-2 太阳系九大行星

表 1-1 太阳系九大行星基本数据表

星体	距太阳平均距离		赤道半径 km	质量 (地球 = 1)	密度 (水 = 1)	运转周期		卫星数
	10 ⁶ km	天文单位				自转周期	公转周期	
太阳			695 990	332 959	1.41	25 天		
水星	57.9	0.387	2 439	0.053	5.50	58.65 天	87.97 天	0
金星	108.2	0.723	6 052	0.815	5.26	243.16 天	224.7 天	0
地球	149.6	1.000	6 378	1.000	5.52	23 小时 56 分 04 秒	365.26 天	1
火星	227.9	1.524	3 397	0.107	3.34	24 小时 37 分 23 秒	687.02 天	2
木星	778.3	5.203	71 400	317.9	1.33	9 小时 50 分 30 秒	11.86 年	17
土星	1 427.0	9.539	60 100	95.22	0.70	10 小时 39 分 24 秒	29.46 年	23
天王星	2 871.0	19.182	25 900	14.56	1.20	约 24 小时	84.01 年	5
海王星	4 499.0	30.053	24 700	17.23	1.64	约 22 小时	164.8 年	2
冥王星	5 910.0	39.440	1 350	0.0024	1.40	6.39 天	248.4 年	1

九大行星的体积以木星最大，其次是土星，最小的是冥王星。它们大小的比较如图 1-3。

在火星和木星之间，还分布着为数众多的小行星，已经命名并确定了轨道的有近 2 000 颗，用望远镜拍摄到的还有 50 000 多颗，有人估计太阳系里小行星的总数可达 20 万颗以上。但它们直径都较小，一般为几公里到几十公里，直径大于 200 公里的只有 13 颗，其中最大的也不超过 800 公里。

3. 卫星

围绕行星运转的星体，称为卫星。在九大行星中，除水星和金星外，都有自己的卫星。现已发现 51 颗，其中土星卫星最多，已发现 23 颗，其次是木星，也发现 17 颗，地球只有 1 颗卫星，就是月球。

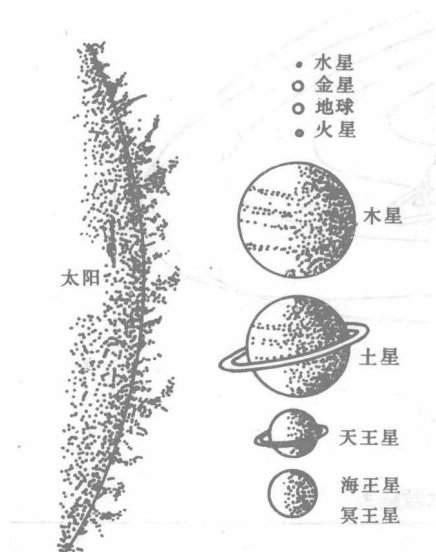


图 1-3 九大行星大小比较

4. 彗星

彗星俗称扫帚星，是围绕太阳公转的星体。由彗头和彗尾两部分组成。彗头中心部分是密实的彗核，由冰冻的氨、甲烷和碎石组成。当彗星接近太阳时，强大的太阳风把彗核周围的云雾吹向后方，在背离太阳的方向上，形成一条长长的彗尾。彗星的运行轨道是很扁的椭圆形，也有的是抛物线和双曲线形。沿椭圆轨道运行的彗星与行星一样，周期地绕太阳旋转，称为周期彗星。如周期为 76 年的哈雷彗星，最近一次是在 1986 年回归近日点。沿抛物线或双曲线运行的彗星，时而离太阳很近，时而又离太阳很远，有时甚至一去不复返。

5. 陨星

陨星又称为流星，是飞入地球大气中的星体碎块。多数陨星由于与大气的摩擦而燃烧发光，在落到地面之前已燃成灰烬，但也有一部分落到地面，这就是陨石。巨大的陨星与大气摩擦生热气化，因

迅速膨胀而爆炸四散，成群落下，形成陨石雨。1976 年 3 月 8 日在吉林省永吉县降落的大量陨石，是世界上罕见的陨石雨，已收集到 200 多块，总重两吨多，其中最大的一块重 1 770 公斤，是世界上最大的石陨石。陨石猛烈冲击地面形成的大坑，称为陨石坑。

太阳系做为银河系的一部分，围绕银河系运转。

三、银河系、宇宙

银河系是一个极其庞大的星团，其中有千亿多颗象太阳一样的恒星。太阳系就位于银河系中，太阳就是银河系中千亿多颗恒星中的一颗。在银河系的所有恒星中，太阳还是很小的，也是比较暗的一颗，因为它离地球最近，所以看起来最大、最亮。其它恒星离地球就远得多了。因为太远，一般不用公里为单位，而是用光走一年的距离——“光年”为单位（1 光年 = 94 605 亿公里）来计算。距地球最近的恒星是比邻星，距地球 4.3 光年。

由于我们本身处在银河系内，所以很难看清银河系的全貌。据天文学家推断，银河系中星云密集的部分象一个双凸的透镜，向四周逐渐变得稀疏而没有明显的边界。平面上则象一个旋涡，直径有 10 万光年。太阳距银河系中心约 23 500 光年。

除银河系以外，在宇宙中还有很多很多象银河系一样的星系。宇宙的范围随着人们认识程度的提高而不断扩大。今天，天文学家已经能辨认出 90 亿光年以内的天体，可是还看不到宇宙有尽头的迹象，宇宙真是浩瀚无边。

随着科学的发展，人类对宇宙的认识也将进一步发展。就目前已认识的事实，我们可以得出的结论是：宇宙是物质世界的总称，它在空间上是无边无际的，而在时间上是无始无终的。地球作为一个星体来说，仅仅是宇宙中的沧海一粟。它处在太阳系中一个特定位置上，

与其它天体有许多共同之处。而宇宙是无止境的，充满了各种运动着的物质，地球仅仅是其中微小的一员。

四、地球的起源

地球是怎样形成的？这是多少年来，人们一直思索和探讨的问题。18 世纪以来，科学家们先后提出过 30 多种地球起源假说，但到目前为止，还没有一个假说能够完全令人信服，为大家所公认。

地球是太阳系中的一颗行星。因此，地球的起源问题，是与太阳系的起源问题一致的。太阳系的构造及其运动，具有不少的统一特征。太阳系中的九大行星围绕太阳运行的轨道，都近似地处在太阳的赤道平面上，所有行星围绕太阳运行的方向是相同的。如果从北极星俯视太阳系，它们都沿逆时针方向运动。各行星在围绕太阳运行的同时，还都绕自己的轴作同样的逆时针自转（少数例外）。太阳本身也在作逆时针自转。各行星之间的距离，随着它们离太阳的距离渐远而依次增大，并有一定的规律，它们的运行轨道都接近圆形。所有的卫星都绕各自的行星，沿接近圆形的轨道运行，而且轨道平面都在相应行星的赤道平面上，运行的方向大部分也是逆时针的方向（少数例外）。太阳系的这种普遍的规律性，自然会使人认为，整个太阳系是由单一的过程形成的。

最早较完整地对地球和太阳系起源问题提出科学假说的，是德国哲学家康德（I.Kant）和法国数学家拉普拉斯（P.S.Laplace），他们先后提出了“星云说”，内容基本相似。

“星云说”的基本内容，可概括如下：

太阳系起源于一团巨大的、旋转着的星云，随着星云的收缩，旋转速度越来越快，相应离心力也不断增大，星云开始从它快速转动着的赤道抛出一个物质环来，这个物质环带走了一部分角动量，于是星云剩下的部分转动变慢。随着星云继续收缩，再一次达到某种转速，它又抛出另一个物质环来。这样，正在形成的太阳系中，就留下了一系列的圆环。这些轮胎状的圆环物质，受惯性的支配，继续围绕大星云旋转，同时逐渐凝聚，便形成了各个行星。而这些行星本身也按同样的方式抛出一些小环，形成了它们的卫星（图 1-4）。

在康德、拉普拉斯之后，先后出现过十几种地球与太阳系起源的假说，较有影响的如英国金斯（S.J.Jeans）的“潮汐说”，苏联施密特（O.Ю.ШМИДТ）的“俘获说”等。随着科学的发展，人们对宇宙和太阳系的认识有了很大扩展。从当前来看，现代天文学普遍认为太阳和行星系是由统一的“星云物质演化而成的”。英国天文学家霍伊尔（E.Hoyle）于 1972 年提出了“新星云假说”，我国天文学家戴文赛也提出类似的假说。这些假说，发展了康德、拉普拉斯的“星云说”，力图对太阳系中质量和角动量的分配问题，作出科学的解释。

随着科学的发展，特别是航天事业的兴起，有关天体演化和地球起源问题的科学认识，

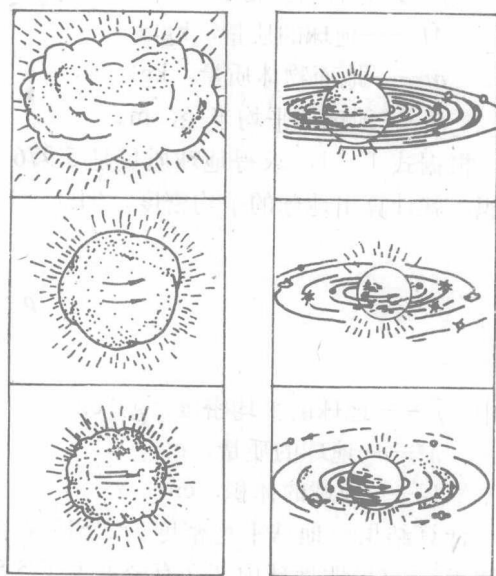


图 1-4 拉普拉斯地球起源假说示意图

将会不断深化，不断取得进展。

第二节 地球的主要物理性质

对地球本身的了解，特别是对地球内部物质的了解，受到各方面条件的限制。目前最深的钻井，只有 10 000 多米；火山活动可以提供重要的资料，但火山本源，也只有 20~60 公里，还不到地球半径的 1%，而且其分布也有很大的局限性。至于地球内部的绝大部分，就没有直接的观察资料了。对地球内部物质及其性质的认识，主要根据地球物理方法取得的间接资料加以推断。

一、地球的质量和密度

地球的质量和密度是根据万有引力定律来测定和计算的。根据万有引力定律，任何物体所受到的地球引力，与物体和地球的质量乘积成正比，与物体和地心的距离平方成反比。即：

$$F = f \frac{M \cdot m}{r^2} \quad (1-1)$$

式中 F ——地球的引力，N；

f ——万有引力常数， $\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ ；

M ——地球的质量，kg；

m ——地面物体质量，kg；

r ——地球的平均半径，m。

根据式 1-1，求得地球质量是 5.976×10^{24} 公斤。知道了地球的质量，再除以地球的体积，就计算出地球的平均密度。即：

$$\bar{\rho} = \frac{M}{V} \quad (1-2)$$

式中 $\bar{\rho}$ ——地球的平均密度， g / cm^3 ；

M ——地球的质量，g；

V ——地球的体积， cm^3 。

计算结果，地球平均密度为 $5.517 \text{ 克} / \text{厘米}^3$ 。已知地球表面岩石的密度为 $2.6 \sim 2.7 \text{ 克} / \text{厘米}^3$ 。这说明地球内部必有密度大于 $5.517 \text{ 克} / \text{厘米}^3$ 的物质存在。

从宇宙中的物质性和统一性的观点出发，通过对陨石的研究，对了解地球内部物质，提供了推论的依据。已知落到地球上的陨石，按其成分可分为以下三种：

石质陨石 由铁、镁硅酸盐为主组成，密度为 $3.5 \text{ 克} / \text{厘米}^3$ 。

铁陨石 成分以铁、镍为主，密度为 $8 \text{ 克} / \text{厘米}^3$ 。

铁石陨石 是上述两种的过渡类型，密度为 $5 \sim 6 \text{ 克} / \text{厘米}^3$ 。

从对陨石的 analysis、研究，可推论出地球内部物质，类似于铁陨石的成分，密度随深度增加而增加。