

自然地理学基础

丁登山(主编) 汪安祥 黎勇奇 张月娥 叶玲玲 编



高等教育出版社

GAODENG JIAOYU CHUBANSHE

自然地理学基础

丁登山 (主编) 汪安祥 黎勇奇 张月娥 叶玲玲编
(按章节顺序排名)

高等教育出版社

1987 年北京

内 容 提 要

本书较全面地阐述了自然地理环境各要素的性质和特征,以及它们之间的联系和作用;适当介绍了自然地理环境的整体性和分异规律以及自然区划等。同时还论述了地理环境和自然资源这两个目前人们普遍关注的问题。

全书共分九章,分别介绍了地球基本知识、地壳、大气、水、地貌、生物、土壤等。为了便于读者学习,每章之后都附有适量的复习思考题和主要参考文献。

本书是供卫星电视教育培训中学地理教师用的教材,同时可作为师专地理专业用教材,教育学院、函授学院及有关自学者亦可使用。

自然地理学基础

丁登山(主编) 汪安祥 黎勇奇 张月娥 叶玲玲编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

高等教育出版社照排中心照排

北京印刷一厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 30 字数 760 000

1988年5月第1版 1988年5月第1次印刷

印数 0001—16 140

ISBN7-04-000920-X/K·39

定价 4.85元

前 言

本书是全国卫星电视培训教材，师范大学专科学生使用的教科书。同时，也可作为有关人员学习和参考用书。

本书参考和利用最新的资料、研究成果和文献，对自然地理环境各个要素的性质和特征进行了较为全面的阐述，对自然地理环境的整体性和分异规律以及自然区划等也作了适当介绍。对各要素的阐述是分别进行的，但同时也注意到阐述各要素之间的联系和作用，即把各个要素放在自然环境的背景中加以论述。本书不仅对自然地理现象和事实进行描述，而且特别注意对它们加以解释，考虑到将来不再专门开设普通水文学、地貌学、地理生物学和土壤地理学课程，本书有意识地在有关章节中相应增加了一些内容。另外，我们还用较大篇幅对地理环境和自然资源这两个目前人们普遍关注的问题进行了论述。为了便于读者复习、掌握重点和进一步阅读，每章之后都附有适量的复习思考题和主要参考文献。

参加本书编写的人员和分工如下：绪论和第八、九章，丁登山；第一章，汪安祥；第二、四章，黎勇奇；第三、七章，张月娥；第五、六章，叶玲玲。最后，由丁登山负责全书的统稿和定稿。

本书承蒙陈传康教授（北京大学、主审）、杨戊教授（南京大学）、徐樵利教授（华中师大）、伍光和副教授（兰州大学），以及吴平生（南京大学）、石高俊（南京师大）、胡源（天津教育学院）、范铁邦（南京市36中学）和杜芳兰（兰州大学）等同志进行审阅，提出了不少宝贵的意见。高等教育出版社朱新美同志对本书进行审查和加工，做了大量的工作。高等教育出版社杨丽莉同志负责清绘插图。谨一并表示衷心感谢。

书中可能出现的错漏或不妥之处，敬希读者不吝指正，以便将来作进一步的修改和补充。

编者

1987.8

目 录

前言

绪论 (1)

一、自然地理学的研究对象和分科
..... (1)

二、自然地理学的任务 (2)

复习思考题 (2)

主要参考文献 (3)

第一章 地球基本知识 (4)

第一节 地球在宇宙中的地位
..... (4)

一、宇宙和天体 (4)

二、太阳和太阳系 (6)

第二节 地球的形状和大小
..... (13)

一、地球的形状 (13)

二、地球的大小 (15)

三、地理坐标 (16)

第三节 地球的运动 (18)

一、地球的自转 (18)

二、地球的公转 (21)

三、时间和历法 (25)

第四节 月 球 (28)

一、月球概述 (28)

二、月球的运动和月相 (29)

三、日食和月食 (32)

第五节 地球结构的基本特征
..... (35)

一、地球的外部圈层结构 (36)

二、地球的内部圈层结构 (38)

三、地球的表面结构 (41)

四、地球表层的基本特征 (44)

复习思考题 (45)

主要参考文献 (45)

第二章 地 壳 (47)

第一节 地壳的组成物质 (47)

一、组成地壳的化学元素 (47)

二、组成地壳的矿物 (47)

三、组成地壳的岩石 (48)

四、矿 床 (58)

第二节 地壳运动及形变 (59)

一、地壳运动概说 (59)

二、地壳运动的基本形式 (60)

三、地壳运动的形迹 (60)

四、褶皱与断裂 (63)

五、地 震 (68)

第三节 地壳运动的几种假说
..... (71)

一、地槽—地台说 (72)

二、地质力学说 (74)

三、板块构造说 (76)

第四节 地壳的演化史 (81)

一、地层与地质时代 (81)

二、地质年代表 (82)

三、各地质时代古地理概貌 (83)

复习思考题 (86)

主要参考文献 (86)

第三章 大 气 (87)

第一节 大气的组成与结构
..... (87)

一、大气的组成 (87)

二、大气的结构 (88)

第二节 大气的热力状况 (90)

一、太阳辐射 (90)

二、地面辐射和大气辐射 (93)

三、气温 (94)

第三节 大气的运动 (101)

一、气压 (101)

二、风的形成 (105)

三、大气环流 (106)

第四节 大气中的水分	(109)	第五节 湖泊与沼泽	(181)
一、大气的湿度和量测	(109)	一、湖泊概述	(181)
二、蒸 发	(110)	二、湖泊的分类	(181)
三、水汽的凝结和凝结物	(111)	三、湖水的性质	(182)
四、降 水	(115)	四、湖泊水文特征	(183)
第五节 天 气	(116)	五、人工湖泊——水库	(184)
一、气 团	(117)	六、沼泽的形成和类型	(185)
二、气旋和反气旋	(121)	七、沼泽水文特征	(186)
三、热带低压天气系统	(124)	第六节 冰川	(186)
四、天气预报简介	(125)	一、概述	(186)
第六节 气 候	(128)	二、冰川的形成	(187)
一、气候形成的因素	(128)	三、冰川的类型	(187)
二、气候分类	(133)	四、冰川的积累与消融	(188)
三、气候变迁	(142)	五、冰川对自然地理环境的影响	(188)
四、地方气候与小气候	(145)	第七节 地下水	(189)
复习思考题	(147)	一、地下水的形成	(189)
主要参考文献	(148)	二、地下水的理化性质	(191)
第四章 地球上的水	(149)	三、地下水的运动	(193)
第一节 地球上水的分布	(149)	四、地下水的分类	(194)
第二节 地球上的水循环与水量平衡	(150)	五、泉与井	(195)
一、地球上的水循环	(150)	复习思考题	(196)
二、地球上的水量平衡	(151)	主要参考文献	(196)
第三节 海 洋	(152)	第五章 地 貌	(197)
一、洋和海	(152)	第一节 风化作用和风化壳	(197)
二、大洋水的化学组成	(152)	一、风化作用	(197)
三、大洋水的盐度、温度和密度	(153)	二、风化壳	(199)
四、大洋的水色与透明度	(160)	第二节 坡、坡面过程及坡地地貌	(202)
五、海洋中的波浪	(160)	一、坡的概念及分类	(202)
六、洋流	(162)	二、坡面过程与坡地地貌	(203)
七、潮汐	(166)	第三节 河流地貌	(208)
第四节 河流	(168)	一、河流流水作用	(208)
一、水系和流域	(168)	二、河流的发育	(211)
二、河流的水情要素	(169)	三、河床和河漫滩	(212)
三、河流的补给	(174)	四、河口三角洲	(216)
四、河川径流	(176)	五、河流阶地	(219)
五、河流的分类	(179)	六、河流的流域地貌	(220)
六、河流与自然地理环境的相互作用	(180)	七、泥石流	(223)
		第四节 岩溶地貌	(225)

一、岩溶作用	(225)	主要参考文献	(327)
二、岩溶水的动态	(227)	第七章 土 壤	(329)
三、岩溶地貌	(228)	第一节 土壤的组成和性质	(330)
四、岩溶地貌的地带性和岩溶地貌的发育过程	(231)	一、土壤矿物质与机械组成	(330)
第五节 冰川与冻土地貌	(233)	二、土壤有机质	(333)
一、冰川作用	(233)	三、土壤的水分、空气和热量状况	(336)
二、冰川地貌	(235)	四、土壤胶体和土壤的吸收作用	(340)
三、冻土与冻土地貌	(239)	五、土壤溶液	(341)
四、第四纪冰期	(241)	六、土壤结构及其物理性质	(343)
第六节 风成地貌和黄土地貌	(242)	第二节 土壤的形成	(345)
一、风沙作用	(243)	一、土壤形成因素	(345)
二、风成地貌	(244)	二、土壤形成过程	(350)
三、荒漠和荒漠类型	(248)	三、土体的分异过程	(353)
四、黄土与黄土地貌	(249)	第三节 土壤分类	(356)
第七节 海底及海岸地貌	(253)	一、土壤分类的目的和意义	(355)
一、海底地貌	(253)	二、国外土壤分类现状简介	(356)
二、海岸地貌	(257)	三、我国的土壤分类	(362)
复习思考题	(264)	第四节 主要土壤类型及其分布	(366)
主要参考文献	(264)	一、主要土壤类型	(366)
第六章 生物圈	(266)	二、土壤分布	(390)
第一节 生物圈的起源与组成	(266)	复习思考题	(395)
一、生物的起源与发展	(266)	主要参考文献	(396)
二、生物圈的生物构成	(272)	第八章 地理环境	(397)
第二节 生物与环境	(277)	第一节 地理环境的结构	(397)
一、生物与环境的关系	(277)	一、地理环境的整体性和差异性	(397)
二、生态因子对生物的影响	(281)	二、地域分异的规律性	(397)
三、生物的适应性和指示性	(293)	三、纬度地带性、干湿度地带性和垂直带性	(399)
第三节 生物群落	(297)	四、大陆水平自然地带	(402)
一、生物群落的概念	(297)	五、自然区划的概念和类型	(404)
二、群落的组成与结构	(298)	六、土地的分级和分类	(405)
三、群落的季相和演替	(301)	七、土地结构	(406)
四、植物群落对环境的影响	(305)	第二节 人类与地理环境	(407)
第四节 生态系统	(307)	一、地理环境对人类社会的影响	(408)
一、生态系统概述	(307)	二、人类活动对地理环境的影响	
二、生态系统的动态平衡	(311)		
三、生态系统的基本类型	(314)		
复习思考题	(327)		

.....	(409)
三、地理环境的保护.....	(412)
复习思考题	(416)
主要参考文献	(416)
第九章 自然资源	(417)
第一节 土地资源的利用和保护	
.....	(418)
一、土地资源的基本特征	(418)
二、世界的土地资源.....	(419)
三、中国土地资源的利用和保护	
.....	(421)
第二节 水资源的利用和保护	
.....	(435)
一、水资源的基本特征和开发利用方式	
.....	(435)
二、世界水资源开发利用现状 ...	(437)
三、我国水资源的利用和保护 ...	(439)

第三节 矿产资源的利用和保护	
.....	(445)
一、矿产资源的特点	(445)
二、我国的矿产资源及其特点 ...	(446)
三、我国矿产资源开发利用中的主要问题	
.....	(448)
四、我国矿产资源的合理利用与保护	
.....	(449)
第四节 生物资源的利用和保护	
.....	(451)
一、森林资源的利用和保护	(451)
二、草场资源的利用和保护	(457)
三、野生动植物资源的保护	(461)
四、自然保护区	(466)
复习思考题	(469)
主要参考文献	(469)

绪 论

一、自然地理学的研究对象和分科

(一) 自然地理学是地理学的重要分支

地理学早在古代就已产生。随着社会生产的发展和历史的演进,这门科学也不断地发展、进步和完善。地理学是研究人类赖以生存和生活的地理环境的科学。

地理环境是指地球表面即海陆表面的上下具有一定厚度的空间范围,既不包括地球的高空,也不包括地球的内部。由于社会生产的发展和科学技术的进步,目前人类已能通过宇宙飞船或航天飞机进入高空,登上月球,将来,人类将能通过运载工具飞向金星和火星,甚至更远的星球。这些星球虽然属于人类活动的范围,即人类环境的一部分,但它们不属于地球表层,即地理环境,不是地理学研究的对象。

地理环境可以划分为自然环境、经济环境和社会文化环境。自然环境也叫自然地理环境,它是由地球表层各种有机物、无机物和能量构成,具有本身结构特征,并受自然规律支配和控制的环境系统。自然环境总是要受到人类的干扰和影响,但是,有些地方受人类影响较大,有些地方受人类影响甚微,因而我们据此又可将自然环境分为天然环境和人为环境。天然环境也叫原生自然环境,它们是受人类影响很轻微、原有自然生态系统未发生明显变化的自然环境,例如两极地区、许多高山地区、大荒漠、热带雨林内部和某些自然保护区等等。人为环境也叫次生自然环境,它们是人类影响较大而自然面貌发生明显变化的地区,例如工农业开发地区、城镇、放牧的草原等等。

经济环境是在自然环境基础上由人类社会形成的地理环境,包括工农业、交通和城镇居民点等生产力实体的地域配置条件和结构状况。社会文化环境是由人类社会本身构成的一种地理环境,它包括人口、社会、国家等方面和民族、民俗、语言、文化等各方面的地域分布特征和组成结构关系,还涉及不同的社会人群对周围事物的心理感应和相应的社会行为。

因此,地理学相应地出现三个分支,即自然地理学、经济地理学和人文地理学,它们分别以自然环境、经济环境和社会文化环境为研究对象。

自然地理学是地理学的重要分支科学。因为自然地理学是其它各门地理学(包括经济地理学和人文地理学及其各分支学科)的基础,任何一门地理学都离不开自然地理学。英国著名地理学家蒙克豪斯(F.J.Monkhouse)在他所著的《自然地理学原理》一书中指出:“通常用‘基本’、‘基础’、‘基素’、‘背景’这样一些词语来形容自然地理学,这是很有道理的。可以说,没有自然地理学,就根本不可能有地理学”。

(二) 自然地理学的研究对象

上面已经谈到,自然地理学的研究对象是地球表面的自然环境,即自然地理环境。应当强调指出,地球表面并不是没有厚度的几何表面,而是一个有一定厚度的圈层或壳层。所以,它也被称为“地理圈”、“地理壳”、“景观壳”或“地球表层”。

这个地球表层具有一个独特的特征，就是地球的水圈、大气圈、生物圈、岩石圈在这里互相渗透，并交错重叠分布。例如属于大气圈的空气不仅存在于地表上空，而且充填于土壤和岩石的孔隙和裂缝之中，溶解在水中。水圈中的水不但集中储存于海洋、湖泊和河流等水体中，而且还有相当的数量存在于地下和大气圈中，以及生物体内。构成岩石圈的岩石碎屑可以随气流上升到高空，岩石的某些成分能被水溶解而存在于水圈内。而地球的内部和高空的圈层分别呈独立的环状分布，即它们大致呈上下平行分布。换句话说，地球表层或地理圈是由岩石圈的一部分以及水圈、生物圈和土壤层组成的。地球表层的这个特征具有重要的地理意义，它使得地球表层具有一系列独特的性质。太阳辐射集中于地球表层，固相、气相和液相物质在这里同时存在。在地球表层，岩石、气候、水体、生物和土壤各组成成分之间有可能相互联系和相互作用，通过水分循环、大气循环、生物循环和地质循环，在地球表层发生着强烈而迅速的物质和能量交换，其速度远远大于地球其它部分。

(三) 自然地理学的分科

自然地理学一般分为综合自然地理学和部门自然地理学。综合自然地理学以自然地理环境的整体特征为研究对象，部门自然地理学以自然地理环境各组成成分为研究对象。

部门自然地理学包括气候学、地貌学、水文学、地理土壤学、地植物学和动物地理学。它们分别以自然环境的某一组成成分为对象，研究其组成、结构、时空动态和分布。

综合自然地理学以各个部门自然地理学为基础，综合研究自然环境的整体性，即研究自然环境各部分的相互关系和相互作用，以及环境整体的结构特点、形成机制、地域差异和变化发展规律。

二、自然地理学的任务

自然地理学的任务主要有以下几个方面：

1. 研究和阐明自然环境各组成成分（即气候、地貌、水文、土壤、植被和动物界）的特征、形成机制和发展规律。
2. 研究自然环境各组成成分之间的关系、彼此之间的物质和能量相互转化的关系。
3. 研究自然地理环境的空间分异规律，进行自然地理分区和土地类型的划分，阐明各级自然区和各种土地类型的特征。
4. 参与自然条件和自然资源的评价。
5. 研究人为环境的形成、变化和发展趋势，以便合理地进行开发、利用、治理和保护。

复习思考题

1. 什么是地理环境？什么是人类环境？试比较这两个概念内涵的异同。
2. 地理环境可划分为哪三种环境？试叙述这三种环境的定义。
3. 自然地理学的研究对象是什么？它有哪些独特的性质？
4. 为什么说“没有自然地理学，就根本不可能有地理学”？
5. 自然地理学不仅是地理工作者的必修课程，而且做一名优秀的记者、画家、电影工作者和律师也必须掌握其基本知识。这种说法有否道理？为什么？
6. 自然地理学分为哪两个分支科学？试分别叙述其研究对象。
7. 自然地理学的任务是什么？

主要参考文献

- 1.潘树荣等, 自然地理学 (第二版), 高等教育出版社, 1985
- 2.南京大学地理系, 自然地理基础, 商务印书馆, 1980
- 3.河北师大等, 普通自然地理, 人民教育出版社, 1978
- 4.C.B.卡列斯尼克, 普通自然地理简明教程, 商务印书馆, 1961
- 5.A.N.斯特拉勒, A.H.斯特拉勒, 自然地理学原理, 人民教育出版社, 1981
- 6.John Gabrie Navarra, *Contemporary Physical Geography*, CBS College Publishing, 1981
- 7.Clyde P. Patton, C. S. Alexander and F. L. Kramer, *Physical Geography*, Duxbury Press, 1974
- 8.James S. Gardner, *Physical Geography*, Harper's College Press, 1977

第一章 地球基本知识

第一节 地球在宇宙中的地位

一、宇宙和天体

早在我国战国时代，尸佼（晋国人，约公元前 390—前 330 年）就说，“上下四方曰宇，往古来今曰宙”。汉代张衡（公元 78—139 年）说，“宇之表无极，宙之端无穷”。意思都是说宇宙在空间上无边无极，在时间上无穷无尽。这是对宇宙朴素的唯物主义认识。

从现代观点看，宇宙是空间和时间的统一，是对物质的存在、分布和变化发展的总称，指普遍的、运动着的整个物质世界。这个物质世界是独立于精神世界之外的客观实体，它的表现形式是大小不等的、性状不同的、等级高低悬殊的天体。按照系统论的观点，宇宙是个有序系统，是完整统一的总系统，而且这个系统是多级的、层次分明有序的、相互联系制约的系统，不是互不相关和杂乱无章的。

宇宙间的各种星体通称天体。天体的物理、化学性质相差极大，可分为恒星、行星、卫星、彗星、流星、星际物质等，其中恒星是最主要的天体。

恒星是由炽热的等离子体组成的，自身能发光。肉眼能看到的几乎全是恒星。太阳就是一个普通的恒星，其他距我们最近的恒星也有 4.3 光年。用大型天文望远镜能看到的恒星难以数计。恒星既有自转，也有相对的位移，只是由于距我们十分遥远和观察的时间相对短暂，才感觉它们是恒定不动的。维持恒星辐射的能源主要是原子核反应。

行星是绕恒星旋转而又自转的不发光的天体。太阳系有九大行星。由于这些行星距我们较近，它们在太空的位移明显可察，所以称为行星。人类赖以生存的地球，是太阳系的一个普通而又有自己特点的行星。多个行星围绕一个共同的恒星运动，构成一个系统，而且该系统又以该恒星为核心，这个系统称为行星系。太阳系就是一个行星系。目前虽没有直接的证据证明其他行星系的存在，但有人据一些间接的观察推测，银河系和其他星系中可能有不少的这类行星系。

卫星是围绕行星运转的天体，本身也不发光。现知太阳系九大行星中，只有水星和金星没有卫星，其他七大行星共有 50 个卫星。卫星及其围绕的行星构成卫星系，如地月系。

彗星俗称扫帚星，我国古代也称妖星、孛星等。彗星的奇特之处有二。一是运转轨道，有的轨道是偏心率很大的椭圆，所以回归的周期较长，如哈雷彗星约 76 年回归一次。有的轨道呈抛物线和双曲线形，按这两种轨道运转的彗星远离太阳后，不再回归。二是结构和形态，彗星由彗核、彗发、彗晕构成（图 1-1）。一般认为，彗核由米级硅酸盐岩屑和复杂的烃类嵌在水冰和冻结气体基质中组成的固态块，直径只有几公里；彗发是彗核接近太阳时受辐射升温 and 光致电离产生的中性气体分子和微米到厘米级尘屑；彗发在太阳紫外线照射下由 H_2O 分裂为 H 和 OH 原子团，形成彗晕。与此同时，太阳辐射压使部分气体和尘屑分别形成气尾和尘尾。彗尾 1—6 条不等，尾长从 100 万到 1.5 亿公里不一。目前观察到的彗星有 1500 多个。

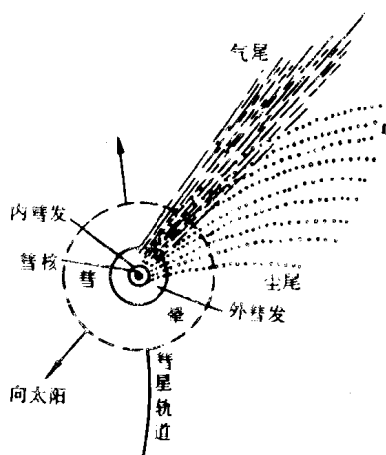


图 1-1 彗星构造示意图

流星是另一类天体。在行星际空间存在的岩屑块，称流星体。流星体与地球接近时，受地球引力作用，以每秒 30—60 公里或更大速度进入地球大气层，与地球大气摩擦生热发光，在晴夜天空里表现为一道白光。因此，流星是流星体进入地球大气层所产生的现象。估计进入地球大气层的流星体每昼夜有 2 亿颗。

陨星也称陨石，是质量巨大的流星体进入地球大气层后，来不及化为灰烬而坠落地面的残余部分。含铁、镍成分为主的称为铁陨星；含硅酸盐为主的称为石陨星；二者大致相等的称为石铁陨星。

星际物质是恒星间的气体 and 尘埃状稀薄弥漫物质的总称。它们之中 99% 为气体，1% 为尘埃。前者主要是氢气，温度为 10—100K；后者主要是硅酸盐，直径为 4000—7000 埃，温度为 5—20K。此外，星际物质还包括磁场和宇宙线电子。近些年在星际物质中还发现有星际分子，简单的无机分子和复杂的有机分子。

星云是宇宙间云雾状的天体。在银河系内，它们由气体和尘埃组成，称为银河星云；在银河系外，它们是由亿万颗恒星、星云和星际物质组成的独立而庞大的恒星系统。

由 10 亿个恒星和大量星云、星际物质组成的恒星系统，简称星系。银河系就是一个普通的星系。银河系是由约 1400 亿个恒星和银河星云、星际物质组成的普通星系，如图 1-2 所示。银河系里的恒星集中在一个扁球状的空间范围内，形似铁饼。扁球体的中部叫核球，核球的中部叫银核，核球的四周叫银盘。太阳系位于银河系的银盘部位，距银心约 3.3 万光年。晴朗无月的夜晚看到的银河就是银盘在天球上的投影。银盘平面方向的直径约 10 万光年，银盘边缘部分的厚度约 1000—6000 光年，中心厚度约 15000 光年。银盘的质量为太阳质量的 1600 亿倍。包围在银盘的外围稀疏的恒星等天体构成一个圆球状的空间区域，称为银晕。银晕之外，还有一个大致呈球形的射电辐射区，称为银冕。银河系的成员围绕通过银心并与银盘垂直的轴旋转，离中心不同的距离有不同的转动速度。太阳系的转动速度约每秒 250 公里，约 2.5 亿年旋转一周，轨道近圆形。

若干星系呈聚集状态的称星系群。银河系所在的星系群称本星系群，现知本星系群约有成员 40 个（其中包括比邻星系及大、小麦哲伦云）。本星系群的直径约 300 万光年。比星系群更高层次的星系集团，称星系团。已知的星系团数以万计，它们之间存在一定的力学联

系。由若干星系团组成的物质层次，称超星系团。本超星系团包括约 50 个星系群、星系团，它们共同组成一个扁平状的天体系统。它可能具有自转和膨胀的性质。估计银河系统绕其中心的公转的周期约 1 000 亿年。

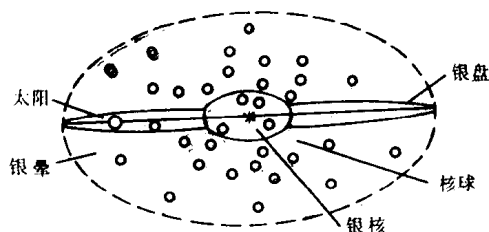


图 1-2 银河系结构示意图

目前人类所观测到的宇宙部分，称总星系。它的尺度等于或大于观测所及的宇宙部分。总星系的典型尺度为 100 亿光年。物质含量最多的是氢，其次为氦。总星系的结构和演化是宇宙学的研究对象。

根据爱因斯坦广义相对论，我们现在所观察到的宇宙是有限无边的。这似与传统上认为宇宙是无限的概念相矛盾，因此，有些科学家猜测，在我们这个爱因斯坦宇宙之外，还可能存在着超宇宙。

综上所述，一方面宇宙具有统一性，它的统一性在于物质性；另一方面宇宙又具有多样性，它的多样性在于每一天体的具体表现形态，可以说无数多的天体中没有任何两个是完全相同的。

二、太阳和太阳系

太阳是太阳系的中心天体，也是距地球最近、同地球关系最密切的恒星。太阳和地球几乎是由同样的化学元素组成的，只是各元素所占的比例不同而已。太阳最丰富的元素是氢（按质量占 78.4%），其次是氦（占 19.8%），还有碳、氮、氧和各种金属。太阳与地球的平均距离为 149597870 公里（或约为 1.5 亿公里），其在天文学上被用作太阳系内度量长度的单位，叫天文单位（astronomical unit，简写为 a. u.）。

（一）太阳概述

经测算，太阳的半径为 69.6 万公里（约 70 万公里），约为地球半径的 109 倍；体积为地球的 130 万倍，为太阳系所有行星总和的 600 倍。

太阳的质量为 1.989×10^{33} 克，或 1.989×10^{27} 吨（约为 2×10^{27} 吨），相当于地球质量（ 6.15×10^{27} 克，或 6.15×10^{21} 吨）的 33.3 万倍，占太阳系总质量的 99.86%。太阳以其巨大的质量产生的巨大的引力维系着一个庞大的天体系统——太阳系的存在。

太阳的质量除以它的体积，即太阳的平均密度 1.41 克每立方厘米，约相当于地球平均密度的 1/4。

据推算，太阳的中心区温度为 $1500-2000 \times 10^4 \text{K}$ ，光球的平均温度约 6000K，色球从底部的几千度上升到上部的几万度，日冕更高达一二百万度。

太阳以光能的形式把自己的一部分热能转移到地球上。这是地球上的最主要能源，这种转移的方式称辐射。在没有大气影响的情况下，在日地平均距离处垂直于太阳辐射方向的平面上，每分钟每平方厘米面积所接受的太阳辐射能，叫太阳常数。它的 70 多年的实测值为

1.97 卡, 约为 8.25 焦耳 (1 卡 = 4.27 焦耳)。设有一个半径与地球半径相等的圆面, 它既与太阳光相垂直, 又与地面相切, 那么在单位时间内, 该圆面所截获的太阳能, 就相当于地球所获得的太阳能。计算公式为: πR^2 (平方厘米) $\times$ 太阳常数 (卡每平方厘米每分)。计算结果为 25×10^{17} 卡每分, 或约为 1068 亿焦耳/分。

太阳每年给地球的无偿能源相当于 100 亿度电, 为目前全球年总发电量的数十亿倍!

(二) 太阳结构

太阳是个炽热的气态火球, 在结构上可分为内、外两大部分: 内部为稠密的气体, 中心处于 1500—2000 万 K 高温和 2500 亿大气压的高压下, 密度将近 160 克每立方厘米; 外部为稀薄的气体, 也称太阳大气。

太阳中心区有足够的高温使氢原子失去核外电子, 剩下原子核, 它们在极高速运动中, 发生猛烈碰撞, 4 个氢核结合为一个氦核, 称为热核聚变反应, 并释放巨大能量。中心区产生的能量, 以辐射的方式由内部转移到外部, 再散发到空间。

太阳大气按物理性质不同分为三个圈层。

1. 光球层 太阳大气的底层, 厚约 100—300 公里, 肉眼所能见的光芒夺目的太阳表层, 就是光球层。太阳大部分的光能是由光球层发射的。光球表面布满“米粒”, 直径为 700—3000 公里, 很明亮, 但不稳定, 它们可能是下部小股气流扰动, 上升到表面造成的。此外, 光球层还有光斑和黑子活动。光斑可能是光球外层的较热气团。黑子可能是太阳物质大规模运动造成的旋涡。黑子的直径为 1000—20000 公里, 寿命为几小时到几个月, 具有 11 年的周期变化。黑子具有磁场, 强度为 1000—4000 高斯。黑子活动不仅可引起色球层和日冕扰动, 产生耀斑和爆发日珥等现象, 还与地球上的磁暴、极光, 以及水文、气象等现象有密切关系。

2. 色球层 光球上部的太阳大气层为色球层, 平均厚度 2000 公里。日全食时, 光球的强光被遮挡而现出玫瑰色。上部温度可达几万摄氏度。

3. 日冕层 太阳大气的外层为日冕层, 厚度可达到太阳半径的几倍, 形状极不规则, 密度极小。人造地球卫星观测表明, 日冕气体不断向外扩散, 形成太阳风, 对地球等行星影响很大。

太阳虽然是太阳系的中心天体, 占有太阳系质量的 99.86%, 但太阳系毕竟是由一个庞大的系统构成的。

(三) 太阳系的九大行星

除太阳外, 太阳系包括 9 大行星和它们的 50 个卫星, 成千上万的小行星, 还有少数彗星以及大量星际物质 (图 1-3)。

九大行星按与太阳的距离由近而远为: 水星、金星、地球、火星、(小行星)、木星、土星、天王星、海王星、冥王星。它们在太阳系所处的轨道位置不同, 体积大小、物理、化学特征不同, 所以分类的标准也不同。目前还没有公认的分类标准, 比较起来, 以按物理性状和化学组成的分类较为适宜。按地球轨道分为地内行星和地外行星; 按小行星轨道分为内行星和外行星; 按物理性状和化学组成为类地行星 (水星、金星、地球、火星) 和类木行星 (木星、土星、天王星、海王星, 冥王星是个例外, 有把冥王星列为类地行星的)。此外, 也有将木星和土星视为巨行星, 将天王星、海王星和冥王星列为远日行星。

现将有关太阳系行星的轨道要素和物理特征列成表 1-1, 供参阅。

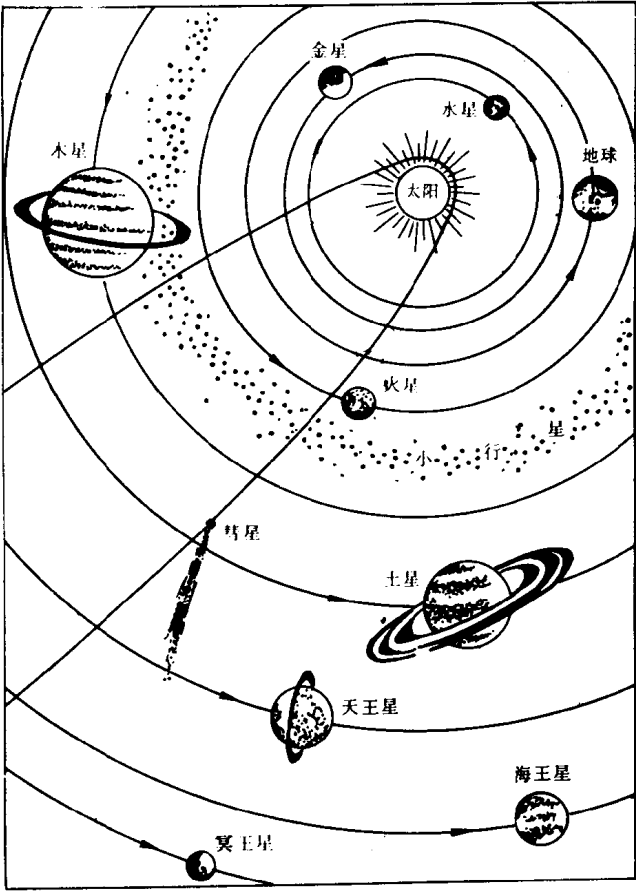


图 1-3 太阳系结构示意图

表 1-1 太阳系行星的轨道要素和物理特征简表

星 体	距日平均距离		轨道面 与黄道 面交角	运 转 周 期		运转速度 (km / s)		逃逸 速度 (km / s)
	10 ⁶ km	a. u.		公 转	自 转	公 转	自 转 (赤道)	
太 阳	—	—	—	2 亿年	25 天(赤道)	250.0	2.06	617.23
水 星	57.9	0.39	7° 0′ 17″	88 天	59 天	47.9	0.003	4.17
金 星	108.2	0.72	3° 24′ 0″	224.7 天	224 天 8 时 (逆转)	35.0	0.002	10.36
地 球	149.6	1.00	—	365.25 天	23 时 56 分	29.8	0.465	11.18
火 星	227.9	1.52	1° 51′ 0″	1.88 年	24 时 7 分	24.1	0.240	5.03
木 星	778.3	5.20	1° 18′ 54″	11.86 年	9 时 50 分	13.1	12.66	60.24
土 星	1427.0	9.54	2° 29′ 58″	29.46 年	10 时 14 分	9.6	10.30	36.06
天王星	2869.6	19.18	0° 46′ 38″	84.0 年	10 时 49 分	6.8	3.89	22.19
海王星	4496.6	30.06	1° 47′ 14″	164.8 年	15 时 48 分	5.4	2.52	24.54
冥王星	5900.0	39.44	17° 9′ 16″	247.7 年	6 天 9 时 17 分	4.7	0.00	5.02

b

星 体	平均半径		扁率 $a-c/a$	体积 地球=1	平均密度		平均质量	
	km	地球=1			g/cm^3	地球=1	$10^{27}g$	地球=1
太 阳	695990	109.24	0.002	1303150.0	1.41	0.256	1991000	333166
水 星	2433	0.38	0.029	0.056	5.43	0.984	0.318	0.053
金 星	6053	0.95	0.00	0.857	5.26	0.953	4.883	0.817
地 球	6371	1.00	0.0034	1.000	5.52	1.000	5.976	1.000
火 星	3380	0.53	0.005	0.149	3.91	0.708	0.642	0.108
木 星	69758	10.95	0.066	1312.5	1.34	0.243	1910.0	319.61
土 星	58219	9.14	0.103	763.0	0.69	0.125	568.4	95.11
天王星	23470	3.68	0.070	49.99	1.60	0.290	86.82	14.53
海王星	22716	3.57	0.079	45.32	2.27	0.411	102.7	17.18
冥王星	5700	0.89	0.156	0.72	1.65	0.299	1.08	0.18

c

星 体	平均表面重力		表面压力 (大气压)	表面温度(°C)		表面状况	反照率 (%)	卫星数
	cm/s^2	地球=1		夜 间	白 天			
太 阳	27372	27.9	1.4	—	—	气体 等离子体	—	—
水 星	357.8	0.36	1-4 (估计)	-185	+410	固 体	5.6	0
金 星	887.4	0.90	102	-40	+500	固体、云层	72	0
地 球	980.7	1.00	1	+2	+22	固体、云层	39	1
火 星	374	0.38	5^{-3}	-103	+27	固 体	16	2
木 星	2601	2.65	10^4-10^5	-150	+40	云 层	70	17
土 星	1117	1.14	10^2-10^4	-170	-50	云 层	75	22
天王星	1049	1.07	2-3	-170	-150	云 层	90	5
海王星	1325	1.35	5-10 (估计)	-170	-150	云 层	82	3
冥王星	221	0.23	不明	-230	-210	?	14.5	1

由表可见，太阳系九大行星中，冥王星的轨道最远，为 39.44a.u. (天文单位)。它也是太阳系的半径。如果以彗星轨道计，太阳系的半径可达 4×10^4 a.u.。按前述类地行星类木行星分类法，两相比较，前者的特征是：距太阳近，体积小，平均密度大，质量小，自转速度慢，卫星数少或没有，无环带，表面温度高，表层呈固态，中心有铁核等；后者的特征是：距太阳远，体积大，密度小，质量大，自转速度快，卫星数多，有环带，表面温度低，表面呈云雾状等。需要指出的是，后者的环带由气体和尘埃物质组成，与赤道平行，它们与地球上的纬向构造似有某些类似之处。

此外，太阳系中的行星和卫星绕太阳运转，还具有如下共同特征：

- 1) 所有行星轨道的偏心率都很小，几乎近于圆形；
- 2) 轨道面都大体在一个平面上，与黄道面（地球轨道面）的交角都不大（个别如冥王星例外）；