

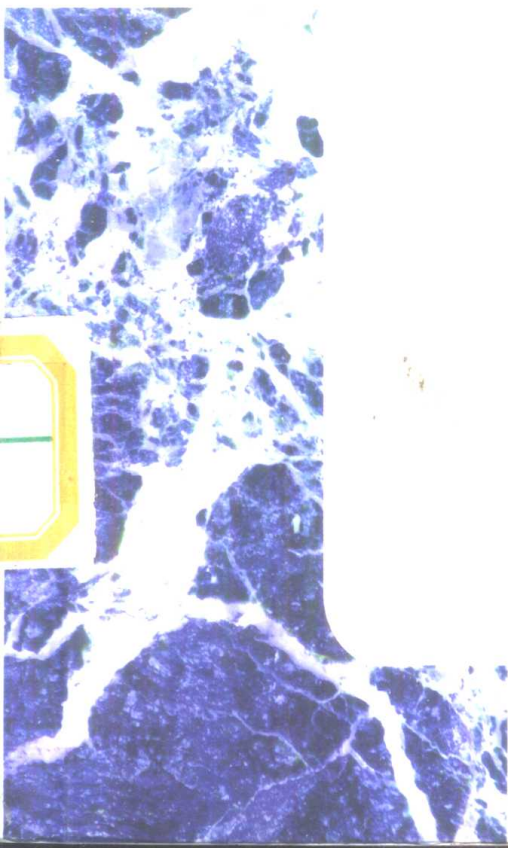
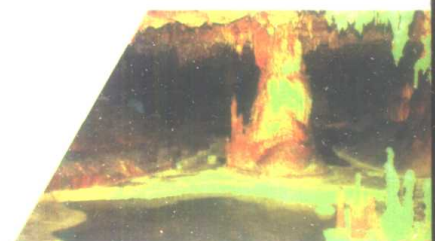


44

自然 地理学



主编 杨达源



自然地理学

主 编 杨达源
副主编 彭补拙 任黎秀
李升峰

南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

自然地理学/杨达源主编. —南京:南京大学出版社,
2001.2

ISBN 7-305-03644-7

I.自... II.杨... III.自然地理学-高等学校-
教材 IV.P9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 05385 号

内 容 简 介

自然地理学研究天、地(质)、生、水、气、地(貌)组成的地理环境开放系统相关部分的物质、物质运动及其各部分之间互联、互动、正负反馈作用及其客观效应。本书把非常繁杂的、人类赖以生存发展的地理环境系统,在横向上分成八大部分,在纵向上列为三十七章,构成符合客观实际的网络而一一分述,特别是每个章节的内容均引进了最新研究成果,既有深度,又有广度,而且提供了进一步研究的方向及可选择的途径。

本书适用于高等院校地理科学、地球科学、环境科学、土地科学、农林水利科学和工程建设各专业作为教材和各专业科学研究者作为参考书。

书 名 自然地理学
主 编 杨达源
出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮编 210093
电 话 025-3596923 025-3592317 传真 025-3303347
网 址 <http://www.njupress.com>
电子函件 nupress1@public1.ptt.js.cn
经 销 全国各地新华书店
印 刷 阜宁人民印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 27 字数 686 千
版 次 2001 年 2 月第 1 版 2001 年 2 月第 1 次印刷
印 数 1-3000
ISBN 7-305-03644-7/K·241
定 价 33.00 元

-
- * 版权所有,侵权必究
 - * 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购图书销售部门联系调换

目 次

绪 论	1
第一部分 地球与地球系统	5
第一章 地球系统是开放系统	7
专题 1 人类为何执着地探索火星	11
第二章 地球外部环境	13
第三章 地球内部环境	21
专题 2 关于地震	23
第四章 地球的自转运动	35
第五章 地球的起源与演化	39
第六章 地球表层系统	42
第二部分 地 壳	47
第七章 地壳的物质组成	48
第八章 地壳运动	65
第九章 地质构造	70
第十章 构造发育史与区域地质构造	78
第十一章 全球构造	83
第三部分 大 气	97
第十二章 大气的物质成分与大气圈结构	98
专题 3 关于二氧化碳	108
专题 4 关于臭氧层空洞	109
第十三章 太阳辐射与热量平衡	111
第十四章 大气环流	120
第十五章 大气降水	131
第十六章 天气系统	138
第十七章 气候与气候变化	149
专题 5 1997 年 ~ 1998 年厄尔尼诺年给我国带来了什么	165
第四部分 水	167
第十八章 水循环与水量平衡	169

专题 6 关于黄河断流	174
第十九章 海洋	177
第二十章 冰雪	191
第二十一章 河湖、沼泽和水库	197
第二十二章 地下水	215
专题 7 华北平原地下水位“大漏斗”	225
第五部分 土壤	227
第二十三章 风化(成土)作用	228
第二十四章 土壤发育	237
第二十五章 土壤层和土壤剖面	250
第二十六章 土壤类型及其地理分布	254
第六部分 生物与生态系统	269
第二十七章 生物与环境	271
第二十八章 种群	284
第二十九章 生物群落	294
第三十章 生态系统	301
专题 8 人类加速了物种灭绝	320
第七部分 地貌	321
第三十一章 地貌发育	324
第三十二章 活动构造地貌	330
第三十三章 岩石地貌	339
第三十四章 外动力地貌	354
第三十五章 区域地貌	398
第八部分 地理环境	403
第三十六章 自然地理环境	404
第三十七章 生存地理环境	413
参考文献	423
编后记	426

绪 论

自然地理学是研究地球表层自然环境的一门学科,其研究对象主要是人类赖以生存和发展的自然环境,包括以气、水、地、土、生等多方面、多项指标共同构成的综合自然地理环境。自然地理学的全部意义和科学价值就在于自然地理学的研究全方位地与人类的生存和发展有非常密切的关系。

自然地理学是一门最古老的学科。它起源于古人类的狩猎、放牧、采集与避免自然灾害的迁徙活动及对自然的探索。中国有一本古书叫《周易》,又称《易经》,其《经》的部分可能萌于殷周之际,其《传》的部分大致是战国或秦汉之际的作品,实际上它是根据象征天、地、雷、风、水、火、山、泽等八个方面(八卦)的众多自然现象的记录和统计,获得统计规律,借以推测自然和社会未来的变化。《易》含多变之意,认为阴阳两种势力的相互作用是产生万物的根源,“刚柔相推,变在其中矣”。看来,《周易》是最初的自然地理学,它不仅概括了自然地理学研究的基本内容,而且阐述了自然地理学研究的基本思路 and 技巧,即“现象实录—统计过去—预测未来”。实录发生在人周围的种种自然现象,统计过去发生的种种自然现象及其相互之间的时空对应关系,借以预测未来将发生什么。但是,在科学技术比较低下的时代,人们无法揭示各自然现象之间除时空对应之外更多的内在联系及其原因机制,因而有人错误地把时间不算太长的现象发生的记录和统计,及对自然现象发生、发展的最初步的认识,视为永恒不变的经典,编为“经书”给后人指点迷津,以至于其八卦形式被某些后人神秘地推演为不可理喻的迷信了。

中国自然地理学的主流是前赴后继考察实践—总结经验,为国土资源的开发、城乡建设规划、减轻自然灾害和巩固国防等做出了重大贡献,并有力地推动了科学技术的发展。许多经典著作或全部或部分,实为自然地理描述。如《周礼》(亦称《周官》或《周官经》,可能出自战国时代)记载了当时的名山为“九州之镇山,在扬曰会稽,在荆曰衡,在雍曰华,在豫曰嵩,在兖曰岱,在青曰沂,在并曰恒,在幽曰医巫闾,在冀曰霍”;如《尚书》中的《禹贡》篇(可能为战国时代,作者不详),即用自然分区方法把全国分为九州,记述当时我国的地理情况,特别是该书把治水传说发展成为珍贵的古代地理记载;《水经》和北魏郦道元的《水经注》实为河道水系专著,前者载江河“百三十七”,并附《禹贡山水泽地所在》凡六十条;后者记载大江大河 1252 条,它所引用的书籍就多达 437 种,特别是《水经注》已有关于“川流戕改”与河道变迁研究的记载,其卷一《河水》记:

《尔雅》曰：河出昆仑虚，色白；所渠并千七百一川，色黄。《物理论》曰：河色黄者，众川之流，盖浊之也。百里一小曲，千里一曲一直矣。汉大司马张仲议曰：河水浊，清澈一石水，六斗泥。而民竞引河溉田，令河不通利。至三月，桃花水至则河决，以其噎不泄也。禁民勿复引河，是黄河兼浊河之名矣。《述征记》曰：盟津、河津恒浊，方江为狭，比淮、济为阔。寒则冰厚数丈，水始合……人见狐行，方渡。

再如《水经注》卷五《河水》末页记：

《淮南子》曰：九折注于海，而流不绝者，昆仑之输也。《尚书禹贡》曰：夹右碣石入于河。《山海经》曰：碣石之山，绳水出焉，东流注于河。河之入海，旧在碣石，今川流所导，非禹渎也。周定王五年，河徙故渎。故班固曰：商竭，周移也。又以汉武帝元光二年，河又徙东郡，更注渤海。是以汉司空掾王瓚言曰：往者，天尝连雨，东北风，海水溢，西南出，侵数百里。故张君云：碣石在海中。盖沦于海水也。昔燕，齐辽旷，分置营州，今城届海滨，海水北侵，城垂沦者半。王瓚之言，信而有征；碣石入海，非无征矣。

明代潘季训历 27 年总理河道，著《两河管见》、《宸断大工录》（在《四库全书》中改为《两河经略》与《河防一览》），陈述其治黄（河）策略为筑堤防溢，建坝减水速，以堤束水，以水攻沙，河行旧道，借黄通运（河）等。书中所述自有其较高深的科学道理。明代徐霞客游历名山大川，创造了“地形之分类”（丁文江，1928），而且发展了实地考察自然、系统地描述自然、对比分析、探索本质的研究方法。另外，还要特别提一笔的是北宋司马光的《资治通鉴》、明宋应星的《天工开物》等重要著作，详述了自然地理学研究用于灾害防治、国土整治和推动科学技术的进步，对国家建设、经济发展和社会安定起着重要的作用。另一方面，也有人把自然地理学调查研究的成果奉之谓“经”，永远如是，不可再变，仅供朗朗死读或借题作文，客观上阻碍了自然地理学的实践和发展。

国外的自然地理学研究，最早的是古埃及亚历山大里亚城图书馆馆长埃拉托色尼（大约 2200 年以前），他把对地球的形状、大小与地球上的海陆分布等所做的探索性研究，汇编为《地理学》专著三卷。他据埃及塞恩（即今阿斯旺城，32°53'E、24°05'N）与亚历山大里亚（29°54'E、31°12'N，南距塞恩约 800km）两地夏至日日影长度的不同，计算两地之间地面曲度及地球的周长和直径，他用古希腊长度单位表示，换算成现代单位即地球的周长约 40 000km，其直径约 12 800km，其结果十分接近真实的数值。之后，继 15 世纪末至 16 世纪初的全球性地理大发现时代，在 1650 年～1750 年间地理上的测地时期，出现了定点天文测量和地理测量等，在欧洲出现了三部代表性著作：一部是 1650 年出版的瓦伦纽斯的《地理学概论》，其中的“绝对部分”讨论地球起源，分述了地壳、水面、大气和风，“关联部分”做了光和热的区域划分，“地区比较部分”谈到不同地方间的相互关系；第二部是 1661 年出版的里西奥利的《地理学和水道改良论，第十二卷》，较详细地阐述了水文地理学；第三部是 1664 年出版的基尔歇尔的《地下世界》，不仅分别描述了自然现象如矿层、毒物、宝石、化石与动植物等，而且突出了数理地理学。

18 世纪末以来，自然地理学发展的基本特点是追究存在于自然界的因果关系而出现了学科的越来越细的分化。德国的科学家洪堡与李特尔开创了大学地理教学并建立了多门分支学科，归纳了地理学的方法论等，使地理学有了科学的性质和系统性。著名科学家和重要著作有莱伊尔的《地质学原理》，达尔文的《物种起源》《人类起源及性的选择》等。莱伊尔曾提出那些

永远不停地进行着的地质作用,促使地球表面继续不断地发生缓慢变化(均变论),把发展观念和现实主义原理引进了地学科学研究,其缺陷在于认为任何地质时期的地质作用总是相同的、重复的。达尔文提出的以自然选择为基础的进化论,曾被恩格斯把它与能量守恒和转换定律、细胞学说相并列,誉为 19 世纪自然科学的三大发现。另外,这时期还相继创立了巴黎地理学会(1821 年)、柏林地理学会(1826 年)和伦敦地理学会(1830 年)等。中国地理学会始建于 1919 年。学科分化的情况见图 0-1。

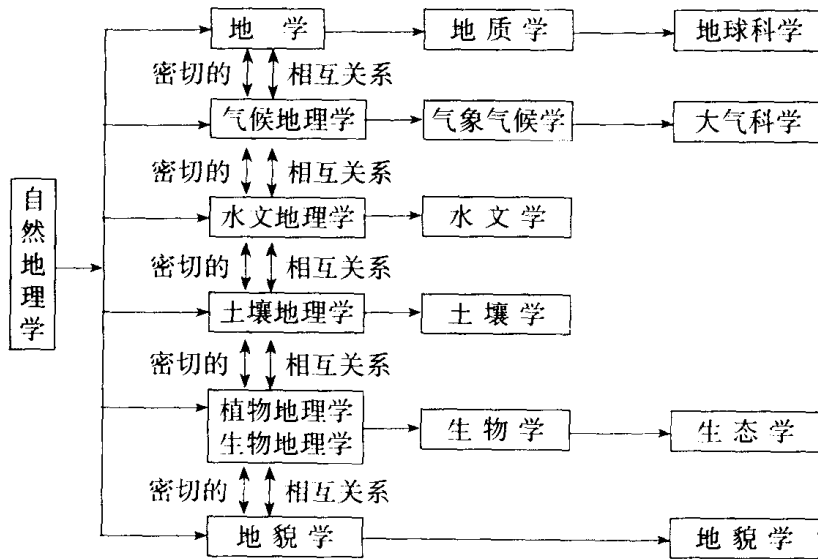


图 0-1 自然地理学科的分化

近几十年来的自然地理学发展动态：① 由于学科的分化而导致不断地重新讨论自然地理学的研究对象和目标,以及与分支学科之间的区别。各门分支学科均有十分明确的研究对象、具体任务、研究的方向和目标,所以发展很快,相继创新了研究技术和不断完善了基本理论。但自然地理学本身,似乎被一点一点地抽空了,它的研究对象与研究重心似乎捉摸不定了,有的强调区域,有的强调人地关系,前苏联的部分学者强调研究景观,还有的提为研究自然综合体或地理环境、地理圈、地理壳等等。在中国,1984 年牛文元在《自然地理新论》中提出,自然地理学的研究对象是地球上某个特定的“范围”;1987 年潘树荣等在高等学校教材《自然地理学》(第二版)中认为,自然地理的研究对象是包括天然的和人为的自然地理环境,它是具有一定组分和结构的开放系统,分布于地球表层并构成一个地理圈。1986 年,中国科学技术协会主席钱学森,在看清了“地理科学”应用现代科学技术、趋向综合化的前提下,提出地理科学研究的对象是地球表层。“地球表层”术语,最早是李希霍芬于 1883 年提出来的,但现在已重新予以界定,并赋予了全新的含义。② 自然地理学研究内容被冠以新的学科名称,如 The Environment(Chris Park, 1997), The Earth—An Introduction to Physical Geology(E. J. Tarbuck, F. K. Lutgens, 1993), Geosystems—An Introduction to Physical Geography(R. W. Christopherson, 1997), Physical Geography—An Introduction to Earth Environments(M. Bradshaw, R. Weaver, 1993)。我们认为当代自然地理学研究人类生存环境——自然环境及其(在)全球(范围内发生的)变化,面向 21 世纪为持续发展服务,承担新的使命。

当代自然地理学及其发展趋势的新特点:

(1) 综合化的趋势。自然地理学各分支学科研究的各分支系统,本身就受制于“地球表

层”开放巨系统,因此,各分支学科的发展也受制于自然地理学的发展。在自然地理学各分支学科分别发展到一定程度后,必然会出现趋向综合,促进自然地理学发展的新时期。

(2) 大量运用高新科学技术。如计算机、遥感遥测、激光、同位素分析和信息系统、自动化技术等,为自然地理学研究能赶上时代的需要创造了条件。

(3) 由定性向半定量、定量发展。虽然还有比较多的定性问题需要研究,但许多自然地理学新概念已有了定量指标,如年代指标、含量比例指标、临界值指标等等。

(4) 由静态向动态发展。一方面是高精度的定位监测,另一方面是探索机制按动态模式预测未来。自然地理科学研究的根本转向就在于从认识过去转为预测未来。新时期自然地理学的活力及其全部意义就在于以认识过去为基础而预测未来,使人们能在自然王国中博得更多的主动和自由。

(5) 广泛应用。自然地理科学知识和最新研究成果,广泛应用于国土整治、环境工程、减轻自然灾害、优化生态等许多社会实践,有利于经济建设的发展和社会的进步。

(6) 部分侧重于人类活动对自然环境影响的研究。如:沙漠化、土地退化等与人类活动有密切关系的自然灾害,重大工程的环境评价等。

(7) 自然地理科学研究本身越来越明显地趋于建立全球性的合作。区域自然系统从属于全球体系,全球自然体系又寓于区域自然系统特色之中。自然科学研究趋于建立世界范围的合作,也是时代发展的必然。

第一部分 地球与地球系统

地球是太阳系中九颗行星之一(图 I - 1, 表 I - 1)。

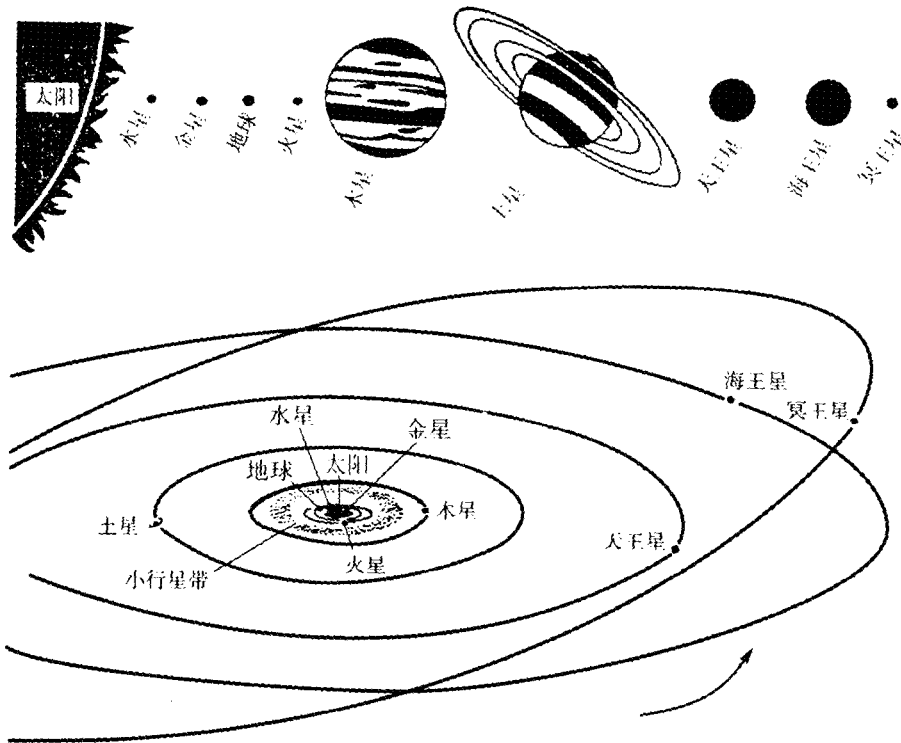


图 I - 1 太阳系及其行星的比较示意图

表 I - 1 太阳系主要星体的基本参数

行星	赤道半径 km	扁率	质量 地球 = 1	密度 g/cm ³	重力 (地球 = 1)	恒星日长	赤道对轨道 倾斜	绕太阳旋转一 周(地球年)	卫星 数	公转(平均) 半径(km)
地 组										
水 星	2 440	0.0000	0.0500	5.46	0.38	58.6d	< 10°	0.241	0	58 × 10 ⁶
金 星	6 050	0.0000	0.8200	5.26	0.89	243d	6°	0.616	0	109 × 10 ⁶
地 球	6 378	0.0034	1.0000	5.52	1.00	23h56min	23°27'	1.00	1	150 × 10 ⁶
火 星	3 395	0.0052	0.1100	3.96	0.38	24h37min	24°55'	1.88	2	229 × 10 ⁶
木 组										
木 星	71 400	0.0620	317.9400	1.33	2.64	9h50min	3°4'	11.99	17	779 × 10 ⁶
土 星	60 000	0.1080	95.1800	0.70	1.17	10h14min	26°45'	29.50	23	1 427 × 10 ⁶
天王星	25 900	0.0100	14.6300	1.24	1.03	约 24h	97°53'	84.00	20	2 871 × 10 ⁶
海王星	24 750	0.0260	17.2200	1.66	1.50	约 23h	28°48'	165.00	2	4 496 × 10 ⁶
冥王星	1 350		0.0024	1.50		6.39d		248.00	1	5 913 × 10 ⁶
太 阳	69.6 × 10 ⁴		33 × 10 ⁴	1.409		日面赤道自转周期 25d		表面温度 5770K, 中心温度 1 500 × 10 ⁴ K		
月 球	1 738.2		1/81	3.341		月地平均距离 3.844 × 10 ⁵ km (3.564 × 10 ⁵ km ~ 4.067 × 10 ⁵ km), 月球公转平面不超过地球上 28°36'N ~ 28°36'S 区间				

(1) 地球的形状与大小。地球极半径为 6 356.779km, 南极比北极半径短 15.2m; 地球赤道半径为 6 378.14km, 某些地方相对高出 430m; 地球平均半径为 6 317.03km; 地球圆周长 39 840km;

(2) 地球表面海洋面积 $3.524 \times 10^8 \text{km}^2$, 占地球表面约 71%。平均水深 3 729m, 最深点 - 11 033m; 海洋水面的隆高最大 + 76m; 海洋水面的低洼最低 - 104m。

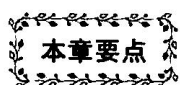
(3) 地球表面陆地面积 $1.484 \times 10^8 \text{km}^2$, 占地球表面约 29%。在南半球陆地面积约占 17%, 在北半球陆地面积约占 39%。陆地平均高度 + 875m, 陆地上的最高点为珠穆朗玛峰 (+ 8 848m)。陆地上的最低水面为死海水面 (- 392m)。

(4) 地球的圈层结构:



(5) 地球质量为 $5.976 \times 10^{24} \text{kg}$, 平均密度 5.52g/cm^3

第一章 地球系统是开放系统



本章要点

人类对地球系统的探测推动了科学与技术的进步。地球系统是个开放的巨系统,物质流与能量流曾导致地球的诞生和地球的演化。

系统根据其性质可以分为孤立系统、封闭系统和开放系统。孤立系统与外界没有能量与物质的交换。封闭系统可与温度确定不变的外界交换能量而不交换物质,体系温度保持恒定。开放系统可与外界交换能量和物质。在孤立系统中实际发生的过程,总是使系统的熵增加,状态只能自发地从非平衡转变为平衡,从有序转变为无序,而不可能逆转。对于封闭系统,当体系和外界同一的绝对温度足够低时,有可能形成低熵的有序平衡结构,如结晶和相变。对于开放系统,在一定时间间隔内,体系熵的改变等于熵流加熵的产生。目前,已能从以下几个方面来讨论地球系统是开放系统。

1.1 关于宇宙“大爆炸”

宇宙“大爆炸”理论是 20 世纪 30 年代由 G. Lemaitre 与 G. Gamov, E. Hubble 等提出来的,认为宇宙大爆炸导致宇宙扩张,并压迫空间物质变为超致密团。宇宙“大爆炸”直接证据自 1965 年以来才有所发现。当时,有两位科学家声称测到了“大爆炸”残余微波,但未能对“大爆炸”后四处扩散的物质,如何重新凝聚从而形成星球及星系的问题做出解释。1988 年,著名英国科学家史蒂芬·霍金(S. W. Hawking)在《时间简史:从大爆炸到黑洞》中说,宇宙最初的模样像一个豌豆大小的物体,悬浮于一片没有时间的真空中,在“大爆炸”前瞬间发生极其快速的膨胀过程,时间为距今约 $120 \times 10^8 \text{a}$ 。1989 年,美国太空总署发射了一颗“宇宙背景探测卫星”,它发回的资料表明,该卫星观测到了在宇宙的遥远边际存在着一堆极其庞大的波浪形物质,这种波浪形物质伸展达 $950 \times 10^{19} \text{km}$,并且已有 $150 \times 10^8 \text{a}$ 历史。由于该波浪形物质是在宇宙大爆炸仅 $30 \times 10^4 \text{a}$ 后便已形成,所以它被喻为是宇宙诞生的证据。这种波浪形物质形成后,万有引力使愈来愈多的物质复凝聚起来,最后变成星系。后来,一个国际科学家小组利用欧洲航天局红外太空观测卫星(ISO)的观测数据,对一种氘分子进行分析测算后发现,在距地球约 1 500 光年的猎户星云中高度活跃的恒星形成区,氘原子与氢原子的比例为 $1:10 \times 10^4$ 。宇宙中所能探测到的所有氘元素,可能都是在宇宙“大爆炸”几分钟后的原始核聚变过程中产生的,有关氘元素丰度的最新测算结果再次证实,宇宙中正常物质总是无法遏止宇宙无限膨胀的趋势。

黑洞是广义相对论所预言的一种暗天体,它有一个封闭的视界面,外来物质能够进入而视界内的任何物质却不能逃出视界。现在认为黑洞由解体的星球残余物质形成。英国科学家在

哈勃天文望远镜拍摄的照片上,去除一层层耀眼光环后,观察到了整个星系相互碰撞并被黑洞吞噬的景象。黑洞比亿万颗太阳还要大,星系相互碰撞后的物质,首先被吸进强旋涡中心,在被黑洞吞噬之前释放出巨大能量。黑洞甚至吸收光线。黑洞吸引周围物质下落而发出 X 射线。日本科学家花了 15 年时间分析来自外太空的无线电波后,于 1999 年说已发现银河中心有 24 个黑洞。黑洞的一种模型是晚期恒星。哈勃天文望远镜曾拍到一张垂死恒星的图片,以及在 1995 年拍到猎户座中新星的照片,新星环绕成熟的星运行。另据观测资料分析,1054 年与 1604 年还曾发生过恒星爆炸与超新星的发生。灾难性恒星爆炸,恒星的亮度可能会猛增百万倍甚至更多,恒星爆炸裂成无数碎片,大部分物质以大约 $9\,000\text{km/s}$ 的速度抛向太空,在太空中消失,而恒星只保留下原来物质的一小部分,并靠强大的内向拉力而发生浓缩,压缩了的核心成为中子星。超新星则含有膨胀的尘埃和气体。蟹状星云的膨胀尘埃和气体的速度达 $1\,200\text{km/s}$,1054 年以来蟹状星云的直径已超过 42 光年。1999 年德国的天文学家声称发现了距今约 700a 的一次超新星爆发留下的气体云,其温度估计为 $3\,000 \times 10^4\text{K}$,为太阳核心温度的两倍,气体云延伸的直径达到 25 光年。

因此,在宇宙空间中可能不均匀地漫布着由“大爆炸”或恒星炸裂而产生的尘云物质,它们有可能被吸引聚积而形成星体。

据天文观测,在星际空间和星云中,有大约 99% 气体和 1% 灰尘组成的稀疏物质,气体大部分是氢和氦,尘状物则类似于地球物质的成分,如硅化合物、氧化铁、冰晶以及包括有机分子在内的许多细小分子,于是提出了分凝序列模型。1944 年韦扎克的计算结果表明在一大旋涡作湍动收缩时,就产生出一些子旋涡,一个子旋涡足以产生一个太阳系,在太阳旋涡的外缘有一些亚子旋涡,两个亚子旋涡的啮合部位尘埃粒子的碰撞结合,从而形成星子——行星。另一种模式是旋转星云冷却时,由气体凝聚出各种固体化合物,形成颗粒,逐渐群集成为细小块体或微行星,它们再吸引聚结。在距离太阳近的地方,是高沸点物质聚结,如水星富铁;在较远离太阳的地方是较轻的成岩化合物,如由镁、硅、氧构成的物质,在“较冷”环境中迅速凝聚,挥发物质如水、甲烷、氨,大部分逸散在地球族行星上,但会在太阳系的冷外围凝聚成冰;更远离太阳的木星和土星,保持着原始行星的成分。1999 年德国科学家报告说,在太平洋海底发现了来自约 90 光年外“1978A”超新星在 $500 \times 10^4\text{aBP}$ 爆炸时产生的星际尘埃,一种罕见的放射性铁—— ^{60}Fe 。不过,上述仍然是一种可能的模型,以后还会有进一步的细化或者新模型的诞生。

1.2 流星和陨星

俗称的流星是指夜空中星光如箭掠过的现象,实际上是星际空间被叫做流星体的较细小物体,在它们闯入地球大气层时因摩擦而燃烧发光的现象。1999 年 8 月 12 日,当地时间下午 7 时,在北美见到每小时 50 颗 ~ 150 颗流星燃烧着掠过天际,那是一年一度的英仙座流星雨。英仙座流星雨跟其他流星雨一样,本是慧星残骸。1999 年撞入澳大利亚沙漠的一颗流星,发出“不可置信的蓝色亮光”和“蓝白色闪光”,历时数分钟之久。1833 年 11 月 13 日,北美见到了称为“狮子座流星群”型的流星雨,它看起来像是从狮子座中某一点辐射出来的,高空“焰火盛会”长达几小时之久。1873 年 11 月 27 日一夜间有 16 万颗流星划过夜空,那是因为大批慧星尘闯入地球轨道。

陨星是指质量较大的流星体在地球大气层中未完全烧毁而落到地面上的碎块。荷马史诗《伊利亚特》中提到一个作为奖品的粗糙铁块,可能是公元前 3 000 年左右的一块陨铁。《春秋·

庄公七年》记有“夜中星陨如雨”。1834年瑞典化学家柏泽里率先对陨石进行化学分析。按化学成分陨星分为五类,即石陨星(陨石)、铁陨星(陨铁)和石铁陨星、冰陨星和玻璃陨星,前三者各占约92%、6%和2%。美国宇航局的科学家还在1998年3月22日的一块陨石里发现蓝色的岩盐晶体以及在其中漂浮的小泡水。经测定,该块陨石原本生成于 45×10^8 aBP。目前已知最大的陨铁重约60t,保存在纳米比亚。在新疆维吾尔自治区青河县境内的一块陨铁重约30t。1976年3月8日,吉林地区的一场陨石雨散落范围达 500km^2 ,已收集到完整的陨石100多块,共重2t多,其中最大的一块重达1770kg。

陨星降落冲撞地面形成的坑穴称陨星坑(陨石坑)。陨星坑形状近乎圆形。地球上所见最大的陨星坑在加拿大魁北克清水湖处,直径26km。化石陨星坑中著名的是美国亚利桑那州科科尼诺的巴林杰陨星坑(图1-1)、加纳的亚山蒂陨星坑以及墨西哥湾尤卡坦半岛的巨大陨星坑。巴林杰陨星坑直径1300m,深180m,周围缘高30m~45m,它形成于25000aBP。尤卡坦陨星坑的地质年代约 6500×10^4 a,恰是地球上恐龙灭绝的年代。月球上的环形山实际上也是陨星坑。火星和其他行星、卫星上也有陨星坑。1998年,许多人借助镜筒目睹了苏梅克-列维9号彗星碎裂后连续撞击木星的壮观景象。火星上的陨星坑高点与低点高差达32km,是太阳系中所知最高的山与最深的盆地。

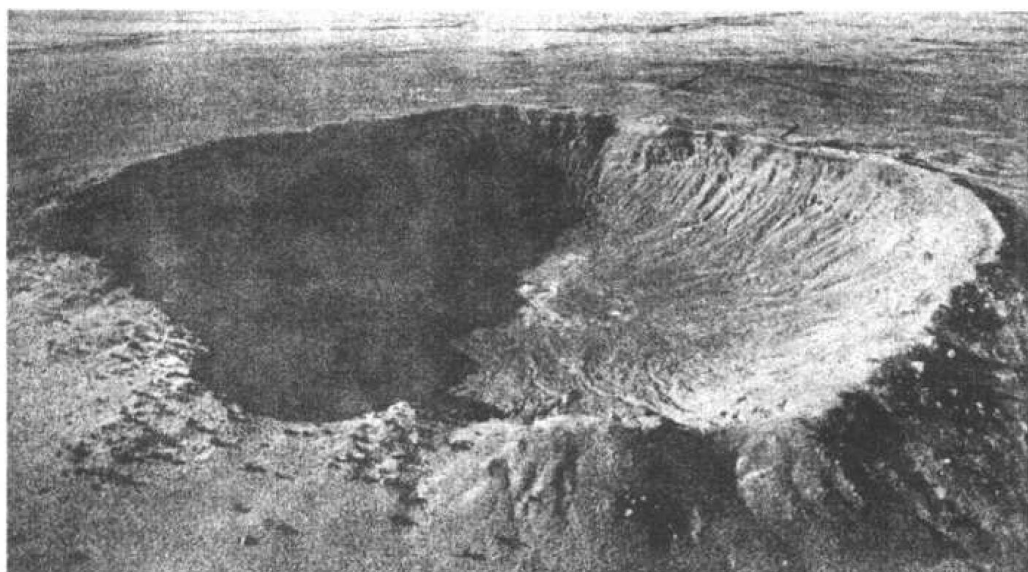


图1-1 美国亚利桑那州巴林杰陨星坑

落到地球上来的陨星,多是彗星的碎块裂片,彗星核中喷出冰、尘和石块中未融部分组成彗星尾。一颗彗星每次接近太阳,可能损失0.5%的质量。彗星还会发生崩溃,19世纪的“贝拉慧”就是在天文学家眼前发生崩溃的,在它的轨道上留下了一片流星云。另外,美国科学家分析哈勃天文望远镜拍摄的照片,发现名为“灶神星”的一颗微型行星可能是小行星之母。灶神星的直径只有531km,其上的一个陨星坑却宽达459km,深约13km,估计是由其他天体撞击形成的。但是,1936年美国天文学家尼宁格曾提出,玻璃陨星可能是巨大的陨星撞击月球时从月球表面溅射出来的碎片,然后又被地球吸引过来的。散布在澳大利亚和东南亚的玻璃陨星形成于 70×10^4 aBP。在中国海南岛等地称那时期的玻璃陨星为“雷公墨”。澳大利亚的玻璃陨星则与旅行者7号探测飞船登月采集的月球上太丘陨星坑缘的岩石惊人相似。另外,还在菲律宾等地共发现了12块本为火星碎片的陨星,在菲律宾发现的那块火星碎片陨星长4mm,宽和高各2mm,重0.28g。1972年8月10日白天,美国加利福尼亚州上空58km处掠过一

颗巨大的火球,并传出隆隆巨响,美国宇航局的空间红外探测器记录表明,它是一颗小行星,直径约 10m,质量数千吨,当时的飞行速度为 15km/s。1908 年 6 月 30 日晨,一颗燃烧着的小行星在西伯利亚通古斯上空 8km 高处爆炸,强大的冲击波与高温大火摧毁了约 2 000km² 的原始森林,并留下了 3 个直径为 90m~200m 的爆炸坑。该事件产生的亮光持续两三天,使里斯托尔(Listowel, 92°9' W, 52°27' N)可借其亮光彻夜打板球。

日本科学家在昭和南极基地以南 300km 处的大和山一带,找到了 4 000 余颗陨星,人们在南极已发现了 5 700 余颗陨星。1957 年,地球物理学家彼得森据夏威夷山顶上收集的气尘样分析认为,每年落到地球上的流星尘总量约 500×10^4 t。1964 年,罗森据气球采集的气尘样分析测算为每年约 400×10^4 t。美国的另一名地球物理学家于 1998 年还曾提出,估计每年在地球上 1 000km~24 000km 的高空气化的太空冰总量约 2×10^8 t,但是有的学者认为它不是太空冰,有可能是“太空雷球”。

1.3 太阳粒子流

马可尼于 1901 年做无线电实验,把电信号从英国康沃尔发到了 3 400km 以外的加拿大纽芬兰,于是海维赛特和肯涅利提出在大气层高处有一个带电粒子层,它反射电信号。阿普顿进而测定它的高度在 100km(白天)到 220km 以上,它就是“电离层”。

极光是在极区上空运动着的五颜六色的光流,18 世纪中期又发现极光光流好像是沿着地磁场磁感线方向运动,在磁感线最密集的地方汇聚起来的,在磁暴期间甚至可以在纽约(40°43' N、74°00' W)看到极光。在确定磁暴是 1.5×10^8 km 以外的太阳耀斑射向地球的带电粒子洪流所造成之后,帕克于 1958 年始把从太阳发生的稳定粒子流定名为“太阳风”,估计太阳风使太阳每秒钟丧失 100×10^4 t 物质,自太阳形成以来,由太阳风而丧失的质量尚不到太阳质量的万分之一。太阳风粒子到达地球附近的速度约 440km/s,然后被约束在地球磁感线上,并构成两个主要的辐射带,即“范艾伦辐射带”(图 1-2),后来又改名为“磁层”。

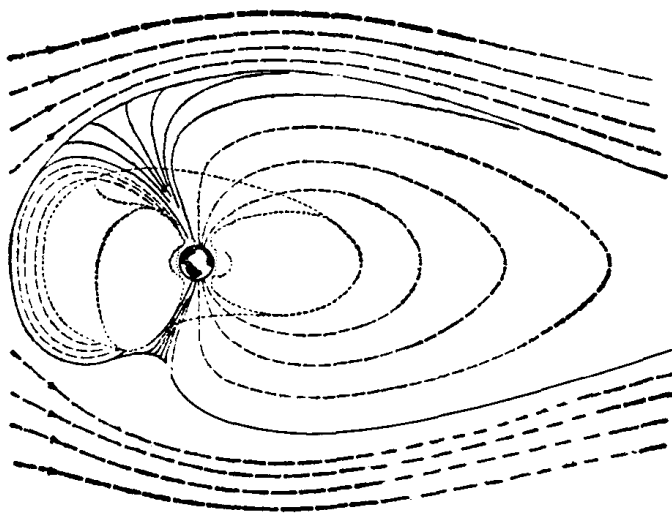


图 1-2 人造卫星探测到的地球上空的范艾伦辐射带

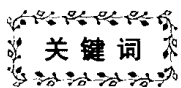
(1·阿西摩夫, 1979)

地球磁层顶在朝向太阳的方向高约 $6.4 \times 10^4 \text{ km}$, 在另一侧它的泪滴状尾部可一直延伸到 $100 \times 10^4 \text{ km} \sim 200 \times 10^4 \text{ km}$ 以外。进一步探测发现, 月球、金星和火星没有辐射带, 可能的原因是月球没有“铁核”, 金星自转太慢(8个月自转一周), 火星自转太快(周期是 24.5h), 它们没有磁场或磁场太微弱, 金星的磁场强度只有地球的 1/60。但太阳系中的木星、土星以及天王星、海王星则均有辐射带。木星的磁场强度是地球的 12 倍 ~ 16 倍。

太阳粒子流“风暴”平均每 10a ~ 11a 一次, 所释放的能量相当于 100×10^4 个 $1 \times 10^8 \text{ t}$ 级的核弹, 会对地球上的电子通讯、输电及对人类的宇宙航行等产生严重的影响。另外, 据 1999 年报道, 美国三位天文学家观察邻近类似太阳的其他恒星, 发现了 9 宗恒星爆发的“超级耀斑”的个案, 它将辐射和带电粒子射向太空, 令环绕该恒星的行星大受影响, 进而推测若太阳爆发“超级耀斑”, 地球上空会到处泛起阵阵极光, 电离层会瓦解, 臭氧层会被毁, 地球气温会迅速上升, 致命的辐射和带电粒子直射地面, 会令地球上几乎所有生物丧命, 仅深海生物能幸免于难, 虽然似乎太阳尚未爆发过那样的超级耀斑。英国科学家则发现太阳磁场强度自 1964 年以来增强了约 0.4 倍, 推算自 1901 年以来增强了约 1.3 倍。太阳磁场实际上是太阳发出的带电粒子形成的。太阳磁场的变动可能额外促使大气中水珠凝聚, 增强云团的形成, 对地球云层产生影响, 从而对地球气候变化产生作用。那几位英国科学家推测, 在过去的 130a 中, 全球气候变暖的一半可能是由太阳磁场强度增强所产生的。从 1970 年以来太阳活动因素对地球气候变化加剧所起作用降为只有 1/3 左右, 另 2/3 为人类活动的作用。中国的“风云二号”卫星实测到 2000 年 7 月 14 日发生的太阳风暴, 产生的 X 射线 8 min 到达地球, 耀斑造成的高能质子流, 数小时后到达地球, 而速度较慢的太阳风暴带电粒子流经过 30 多个小时后与地球相遇。

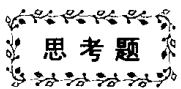
1.4 太阳辐射(见第十三章)

1.5 星体引力(见第二章)



关键词

宇宙大爆炸 陨石 太阳粒子流 开放系统



思考题

1. 怎么理解地球系统是开放系统?
2. 从人类对地球系统认识的进步得知你该如何学习和推动科学技术的进步?

专题 1 人类为何执着地探索火星

近来, 随着美国“火星探路者”号飞船成功地在火星阿瑞斯平原着陆, 这颗“神秘”的星球又一次成为世人瞩目的焦点。从 1965 年“水手 4 号”火星探测飞船首次探测火星起, 迄今人类已先后向火星发射过十几次探测飞船, 三次在火星陆地着陆, 耗资十分巨大。人类为何如此执着

地探索火星奥秘?

中国科学院紫金山天文台的科学家认为,地球人对火星执着的探索,实际是人类在探索宇宙生命。1998年8月,美国科学家在一块来自火星的陨石上发现了古代微生物痕迹,这使得科学家对地球生命有了全新的认识。根据火星陨石内古微生物痕迹的启示,科学家进一步对地球生命起源年代重新研究。结果表明,地球上出现生命的时间远远早于人们过去认为的 38×10^8 aBP。如果此次“火星探路者”探索飞船能在火星上采集到火星上生命存在的“证据”,那将有助于揭开地球生命及人类起源的奥秘。^①

人类探索火星还可使地球人以火星为“镜子”,了解地球今后的命运。最近的火星探测表明,火星上曾发生过特大洪水。也许火星曾经是一个温暖、湿润、适宜于生物生长的星球。但根据目前探测结果,火星上现在除南北极存在“水冰”外,大部分地区是极干燥的“戈壁滩”。由于没有臭氧层,紫外线直接照射到火星地表,使生物难以生存。通过对火星深入研究,可以使地球人了解星球的历史变迁,更好地保护我们自己的星球免遭毁灭。比如科学家登上月球后,通过对陨石坑研究,了解到地球在历史上曾遭受过许多“宇宙炮弹”的轰击,从而对恐龙灭绝等自然事件有了新的认识。登上火星后,对地球人如何保护环境、保护资源等也有了更清醒的认识。因为火星是一个失败的“地球”。

探索火星,最终也是为人类征服火星作准备。不少科学家设想,随着科学技术飞速发展,人类有可能在火星上建立适合人类生存的“生态环境圈”,或利用先进技术改造火星环境,让火星成为“第二个地球”,成为地球人未来最佳的“避难所”。(窦靖江,1999)

^① 2000年的“火星探路者”未能在火星上着落。