



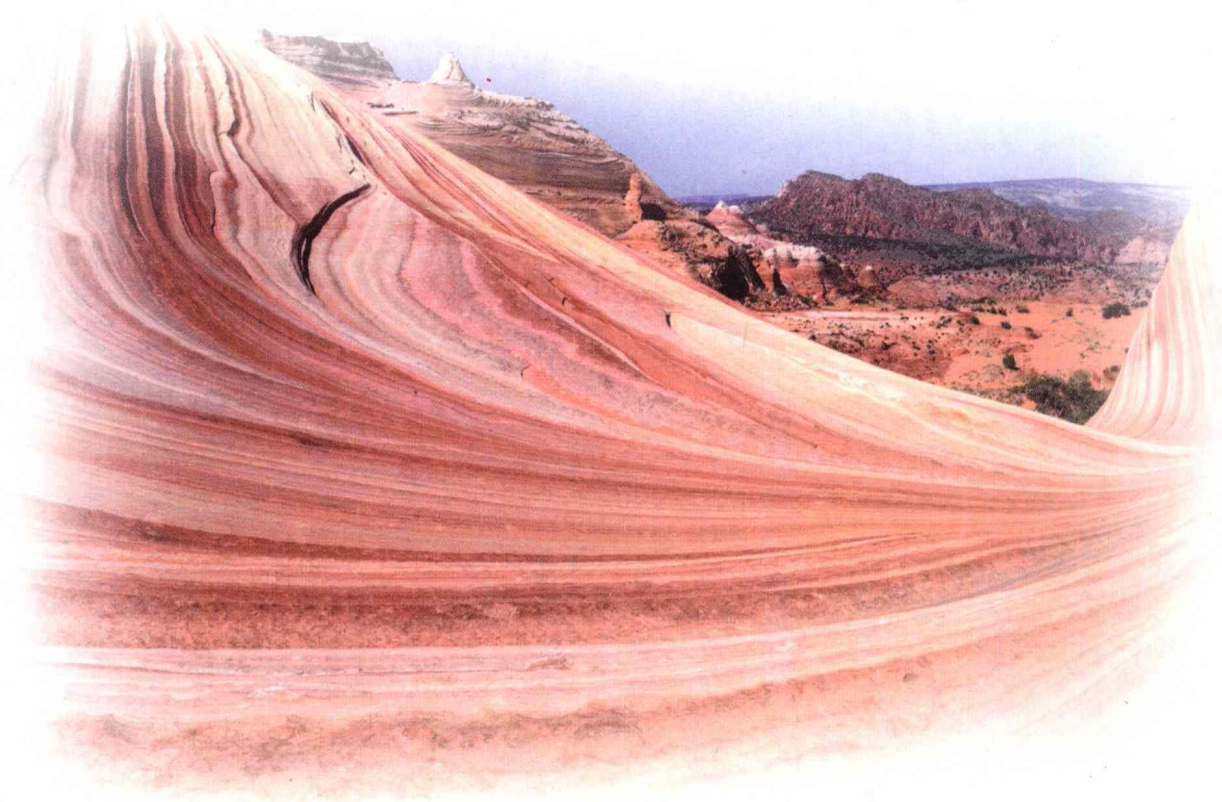
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

地质学基础

DIZHIXUE JICHU

主编 安润莲

China University of Mining and Technology Press



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

地质学基础

安润莲 主编

中国矿业大学出版社

内容简介

本书系统、简明地阐述了地质科学的基本知识、基本理论和基本方法。主要包括地球的结构、构造、演化历史和矿产资源等;内外力地质作用的性质、特征、过程、结果以及各种地质作用的相互关系;同时从现代社会对地质学的要求出发,介绍了有关地质灾害和环境地质方面的知识。

本书可作为高(中)职院校地质、测量、采矿、通风、安全等专业本、专科生教材或教学参考书,也可供相关专业技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

地质学基础/安润莲主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2009.2

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0280 - 2

I. 地… II. 安… III. 地质学 IV. P5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 021391 号

书 名 地质学基础

主 编 安润莲

责任编辑 潘俊成

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮政编码 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 江苏淮阴新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 16.25 字数 406 千字

版次印次 2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷

定 价 26.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

地质学是一门自然实践性学科,其研究时间长、形成时间晚、分科多、发展快。目前,高速发展的社会对地质学的要求更高、依赖更强。在教材编写过程中,力求体现教材所应具备的科学性、先进性、系统性和实用性。具体而言,就是努力做到使教材具有以下特点。

① 在内容深度和广度等方面,力求为学生专业课学习打好必要基础,为学生具备一定的职业素养提供全面的知识并做到详略得当、深浅适度。

② 尽量反映地质学的新成果和新知识。为此,教材不仅专辟“地质灾害”一章,而且在其他章节亦注意到这一知识点,如引入“地质旅游资源”等概念。

③ 在注重自然地质作用的同时,强调人为地质作用影响。通过“环境地质”一章的详细阐述,突出人为地质作用对当今社会发展的重要影响。

④ 注重实践能力培养。教材对于构造识别、灾害预测和防治等方面均做了详细介绍,并在每章内容后面附有复习思考题,这些均有利于学生独立学习和思考。

⑤ 努力做到全书结构合理紧凑、内容系统连贯,防止前后脱节或互相重复。

本教材由山西阳泉职业技术学院(太原理工大学阳泉学院)、河南理工大学、河北地质职工大学、兰州资源环境职业技术学院合编。具体编写分工如下——安润莲编写第一、第三、第六、第八、第九、第十二、第十三、第十四、第十五、第十八章,安润莲和周会成编写第十、第十一章;司荣军编写第七、第十七章;龙凌编写第二、第四章;唐永虎编写第五、第十六章。全书由安润莲统稿。

在教材编写过程中,得到了教育部高职高专教学指导委员会委员焦希颖副教授和中国矿业大学王景华编审的悉心指导和审定。常彦红、刘桃凤为书稿的校对、整理和插图等做了大量工作。中国矿业大学出版社潘俊成同志为教材的加工润色和出版做出了重要贡献。编者对所有为本书的审阅、修改、编辑、出版提供帮助和支持的单位和个人表示衷心感谢!

由于作者水平所限,书中难免存在错误和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2008年10月

目 次	
前 言	编者
第一章 绪论	1
第一节 地质学概述	1
第二节 地质学的发展历史	3
第三节 地质学的研究任务	6
复习思考题	7
第二章 地球总论	8
第一节 地球在宇宙的位置	8
第二节 地球概况	12
第三节 地球的结构	17
第四节 地质作用概述	22
复习思考题	24
第三章 矿物	25
第一节 矿物的基本性质	25
第二节 常见矿物的鉴定特征	31
复习思考题	36
第四章 岩浆作用和岩浆岩	37
第一节 岩浆活动及其类型	37
第二节 岩浆岩的基本特征	45
第三节 岩浆岩的分类	47
第四节 主要岩浆岩的鉴定特征	48
复习思考题	52
第五章 外动力地质作用和沉积岩	53
第一节 外动力地质作用	53
第二节 沉积岩的特征	54
第三节 沉积岩的分类和主要沉积岩	60
复习思考题	61

第六章 变质作用和变质岩	63
第一节 变质作用的因素、方式和类型	63
第二节 变质岩的特征	67
第三节 变质岩的分类和主要变质岩的鉴定特征	71
第四节 三大类岩石的转化	76
复习思考题	77
第七章 地质构造	78
第一节 层状岩石的产状	78
第二节 水平岩层(构造)和单斜构造	80
第三节 褶皱构造	81
第四节 断层构造	86
第五节 节理构造	93
第六节 大地构造理论	95
复习思考题	102
第八章 地壳演化史	103
第一节 古生物简介	103
第二节 地质年代表	108
第三节 地壳演化简史	117
复习思考题	134
第九章 风化地质作用	136
第一节 风化地质作用的类型	136
第二节 风化作用的影响因素	138
第三节 风化作用的产物	139
复习思考题	141
第十章 河流地质作用	142
第一节 河流概述	142
第二节 河流的侵蚀作用	144
第三节 河流的搬运作用	147
第四节 河流的沉积作用	148
第五节 河流发育同地质构造的关系	151
复习思考题	154
第十一章 海洋地质作用	155
第一节 海洋的区域划分	155

第二节 海水运动·····	155
第三节 海蚀作用·····	157
第四节 海洋搬运作用·····	159
第五节 海洋沉积作用·····	160
复习思考题·····	164
第十二章 地下水地质作用·····	165
第一节 地下水概述·····	165
第二节 地下水分类及其主要类型·····	168
第三节 地下水地质作用·····	172
第四节 地下水资源开发利用·····	176
复习思考题·····	178
第十三章 湖泊和沼泽地质作用·····	179
第一节 湖泊地质作用·····	179
第二节 沼泽地质作用·····	184
复习思考题·····	185
第十四章 冰川地质作用·····	186
第一节 冰川的形成和运动·····	186
第二节 冰川的类型·····	187
第三节 冰川剥蚀作用与冰蚀地貌·····	188
第四节 冰川的搬运作用和沉积作用·····	190
第五节 冰水沉积物及其地貌·····	191
第六节 冰川作用·····	192
复习思考题·····	194
第十五章 风地质作用·····	195
第一节 风剥蚀作用与风蚀地貌·····	195
第二节 风搬运作用·····	197
第三节 风沉积作用与风积地貌·····	198
复习思考题·····	201
第十六章 地质灾害·····	202
第一节 地质灾害的概念和分类·····	202
第二节 地震·····	203
第三节 滑坡·····	207
第四节 崩塌·····	210
第五节 泥石流·····	211

第六节 其他地质灾害·····	213
第七节 地质灾害减灾对策·····	218
复习思考题·····	219
第十七章 矿产资源和地质遗迹·····	220
第一节 矿产资源概述·····	220
第二节 矿产资源的分类·····	222
第三节 能源矿产·····	226
第四节 矿产资源与可持续发展·····	229
第五节 地质遗迹·····	231
复习思考题·····	235
第十八章 环境地质·····	236
第一节 概述·····	236
第二节 环境地质作用·····	237
第三节 人类活动与地质环境·····	239
第四节 原生环境地球化学异常与人体健康·····	242
第五节 环境污染·····	244
复习思考题·····	250
参考文献·····	251

第一章 绪 论

第一节 地质学概述

一、地质学的研究对象

地质学,是一门系统研究地球的物质组成、内部构造、外部特征以及各层圈之间相互作用和时空演变历史的科学。

地质学的研究对象是地球。具体而言,由于条件限制现在地质学研究最详细的部分是固体地球最外层的岩石圈,包括地壳和上地幔的上部。它是地球表层容易观测、研究时间最长的部分,也是人类生活和生产直接依赖的部分。随着科学技术发展,如卫星、航天、深海物探、深海钻探、电子显微镜、计算机等技术手段的不断应用,地质学的研究范围逐渐扩大,因而出现了如海洋地质学、深部地质学、行星地质学等新型学科。

地质学主要研究地球的地下部分。除地质学外,还有地理学、生物学、大气学、天文学等学科,都从不同角度研究地球。这些学科之间互相联系、互相影响。

二、地质学的研究内容和分支学科

地质学研究的主要内容是关于地球的物质组成、构造特征、发展历史、演化规律并为解决资源和环境等实际问题提供地质依据。

早期的地质学以研究地壳表层某个地区的岩石为基础,矿物学、岩石学、地层学、古生物学、构造地质学、区域地质学都是在此基础上建立起来的。历史地质学则是概括某些地质实体的发展历史的综合性学科。地球物理学、地球化学是地球科学的重要支柱,也是推动地质学向现代科学水平发展的重要方面。现代地质学把地球作为一个整体来研究,20 世纪 60 年代出现的板块构造说,就是吸收地震研究、海洋地质调查和古地磁研究等方面的最新科学成果而较好地解释了全球构造问题。至 20 世纪 80 年代,地质学已发展成为包含有下列分支学科的理论体系。这些分支学科大体可分为两类:一类是探讨基本事实和原理的基础学科;一类是这些基础学科与生产或其他学科结合而形成的新型学科。按内容和性质地质学可以分出许多分支学科(表 1-1)。

表 1-1

地质学分科简表

研究内容和性质	主要分科
地壳的物质组成、分类和成因	地球化学,结晶学,矿物学,岩石学
地壳运动、地质作用、地质构造及成因	动力地质学,构造地质学,地震地质学,大地构造学,显微地质构造学
地壳的发展历史、生物和古地理演化规律	地质年代学,古生物学,古植物学,古动物学,微体古生物学,地层学,地史学,第四纪地质学,区域地质学,地理地质学,古地理学,古气候学

续表 1-1

研 究 内 容 和 性 质		主 要 分 科
地质学的应用	资源方面	矿床学,矿床地质学,矿山地质学,矿产地质学,找矿勘探学,水文地质学,旅游地质学
	能源方面	煤矿地质学,煤田地质学,煤层气地质学,石油地质学,天然气地质学,放射性矿产地质学,地热学,非常规能源学
	环境、人类生活和灾害方面	工程地质学,环境地质学,灾害地质学,城市地质学
边缘学科、综合学科和新兴学科		数学地质学,地球物理学,地球化学,地质力学,宇宙地质学,天文地质学,行星地质学,海洋地质学,板块构造学,实验岩石学,遥感地质学,深部地质学,同位素地质学

三、地质学的特点和研究方法

(一) 地质学的特点

1. 时间的漫长性和空间的广阔性

地球的年龄约为 46 亿年。自形成起,地球上无时无刻不在发生地质作用。一些地质作用过程持续时间长,如海陆变迁、山脉隆起、矿物和岩石形成等;又如大西洋从形成至今已有 2 亿年。地质年代的记时单位是百万年(Ma)。最古老的岩石年龄约为 3 800 Ma。

地质学研究的范围,在横向上遍布全球每个角落(南极、北极、赤道、山地、平原、陆地、海洋等);在纵向上包括从大气圈至上地幔。由于地质过程常有一定的时间变异性和区域特殊性,因而不同地区具有不同的地质特征并形成不同种类、成分和规模的矿产。

2. 地质学的时空统一性

现在能观察到的地球历史发展记录,主要保存在按时间顺序层层堆积的地球表层岩石中。由不同时期所形成的沉积岩层、岩浆凝结而形成的火成岩体和由先期形成岩层演变而成的变质建造以及不同地史时期留下的构造变形遗迹等,都是了解地球历史的基本材料。而记载着生物演化和同位素核衰变等其他学科方面的珍贵史料,亦都为了解地球演化的各个断面提供大量有力证据。它是地球一系列复杂运动的结果,而这种运动现在仍在进行着。

3. 地质现象的复杂性和无法再现性

就性质而言,地质现象包括了物理的(如崩塌、泥石流的发生)、化学的(如钟乳石的形成)、生物的(如煤和石油的形成)等各种变化;就规模而言,小到原子、分子的微观过程(如矿物形成、化石形成等),大到整个地球乃至太阳系形成的宏观过程,都属于地质现象;就范围而言,从无机界到有机界乃至有机界与无机界的相互转化地质现象可谓无处不在;就环境而言,从常温常压到高温高压,从地表到地下地质现象的环境更是千变万化。地球自诞生以来,不仅形成了多姿多彩的矿物种类、岩石类型、海陆面貌,同时亦演化出种类繁多的生物世界群系。以上各个方面,都说明地球的演化是一个极其复杂的地质过程。

众多地质现象对人类来说是无法再现的,如生物演化、海陆变迁、煤和石油的形成过程(非再生资源)等。有些虽然在实验室可以模拟、合成,但无论如何也不可能完整地再现地质历史任一断面的真实景观。

4. 地质学的实践性

人类为了生存和发展,一直在努力适应和改变周围的地质环境。在这个过程中,人类逐

渐了解地球的各种现象和性质,并进行归纳总结、得出结论用以指导生产和生活实践,同时又不断补充和丰富自己的地质学知识。所以说,地质学是来源于实践又服务于实践的一门科学。

(二) 地质学的研究方法

地质学的研究特点决定其研究方法主要是在实践基础上进行推理论证。推理的基本方法是演绎和归纳。演绎,是指由一般原理推出关于特殊情况下的结论。例如,凡是岩石都是地球发展历史的产物,大理岩是一种岩石,所以大理岩即是地球发展历史的产物。归纳,是指由一系列具体的事实概括出一般原理。如海洋生物应出现在海洋沉积物中,在高山成层的岩石中发现海生生物化石,即说明高山的前身是海洋。这两种方法在地质学研究中都能用到,但归纳法用得更多一些。

1. 野外调查

地质学的实践性决定其研究方法首先是实践,即到自然界去观察、调查和测量,以取得最基础的资料,然后再分析对比、归纳分类,通过实践——认识——再实践——再认识的循环过程,从而得出正确结论。从某种意义上讲,大自然是最好的地质博物馆和实验室。

2. 室内实验和模拟实验

在野外采集的各种地质样品常需要在实验室进行实验、分析和鉴定,如岩矿测试、化石鉴定、同位素年龄测定、光谱分析等。现代电子显微镜能放大 80 万倍,分辨率达 0.144 nm,对于矿物中的原子、离子的排列能够直接进行观察。有些现象的形成过程、原理等则需要进行模拟实验,如对崩滑演化全过程的模拟,可以建立崩滑地质灾害全过程数学模型和理论构架,从而确定预防和治理崩滑的机理和方法。同时还可以利用已有试验参数进行模拟实验,如人工合成红宝石、石英、金刚石等。这些模拟实验既有实用价值,又有助于了解自然界矿物、岩石、矿床的形成过程和分布规律等。

3. 理论研究

在获得丰富的地质事实和数据基础上进行理论分析研究并得出一定的规律或结论,这是一个由感性认识上升到理性认识的过程。在这一过程中要进行地质思维。地质思维,是指运用地质知识和原理分析问题和研究问题。其中,经常要用“将今论古”的方法论,这是研究地质学最基本、最传统的方法。其基本思想是——“现在是过去的钥匙”,即利用现今地质作用的规律,反推古代地质事件的发生。同时,在研究地球历史中人类已得出了许多规律,这些规律亦可以用以预测未来的某些地质现象和过程,比如根据板块构造学说的太平洋正在逐渐收缩的认识,即可预言将来北美和欧亚大陆可能会连为一体。这即是“以古论今”的方法论。由此可以看出,古和今是一种辩证关系,它反映的是地质学的自然性和规律性。

“将今论古”和“以古论今”是研究地质学常用的两种方法或原则,对于地质学的各分支学科来说还有其各自特殊的方法。如研究地壳成分会用到化学分析、光谱分析、X 射线分析等;研究地球内部结构会用到深部钻探技术、高温高压模拟实验等。

第二节 地质学的发展历史

人类对地质现象的观察和描述有着悠久历史,而作为一门学科地质学的成熟则比较晚。地质学的研究对象是庞大的地球及其悠久历史,这就决定了它具有特殊的复杂性。可以说,

地质学是在不同学派、不同观点的争论中形成和发展起来的。

一、地质学的萌芽时期(远古~公元 1450 年)

15 世纪中期以前,人类在生活、生产实践中就已经对地质现象有了直观认识和总结。在中国,铜矿开采在两千多年前就已达到可观规模。春秋战国、西汉时期成书的《山海经》中就有 73 种矿物记载。公元前 4~3 世纪,古希腊学者泰奥弗拉斯托斯的《石头论》即是人类对岩矿知识的最早总结。在东晋道教理论家葛洪的《神仙传》中就有关于“东海三为桑田”的记载。北宋沈括在《梦溪笔谈》中对海陆变迁和化石生态环境已有精辟见解,还通过指南针研究论述了磁偏角现象。南宋朱熹也比较科学地揭示了化石成因。古希腊哲学家亚里士多德(Aristoteles)曾指出,海陆变迁是“按一定规律在一定时期发生的”。

二、地质学的奠基时期(1450 年~1750 年)

以文艺复兴为转机,人们对地球的历史开始有了科学解释。地质学的一些概念逐渐形成。李时珍在《本草纲目》中记载了 200 多种矿物、岩石和化石。丹麦地质学家斯泰诺(N. Steno)于 1669 年提出了地层层序律。德国矿物学家阿格里科拉(G. Agricola)对矿物、矿脉生成过程和对水在成矿过程中的作用进行了研究。英国物理学家胡克(R. Hooke)提出可以用化石记述地球历史。

三、地质学的形成时期(1750 年~1840 年)

在英国工业革命、法国大革命和启蒙思想的推动和影响下,地质科学考察和探险旅行在欧洲兴起。人们在科学考察和探险旅行中对地球进行直接观察、实证研究,并将地球上孤立的自然现象纳入一个系统的理论体系——地质科学。

18 世纪,关于地层及岩石的成因形成了水成论和火成论两大派别。德国地质学家维尔纳(A. G. Werner)创立“水成论”。他认为,花岗岩和玄武岩都是沉积形成的并建立了全球性地层系统概念。英国地质学家赫顿(J. Hutton)是“火成论”的代表。他认为,结晶岩是地下深处熔融物质上升到地表冷凝结晶而形成的并阐明了不整合现象,遂开创将今论古的现实主义研究方法。“水”“火”之争促使地质学逐渐形成一门独立学科。

18 世纪末~19 世纪初,地质学知识体系初步形成。一方面,地层学和生物化石学的研究使全球地质年代和地层系统逐步建立,另一方面随着新技术的应用,结晶学、矿物岩石学和矿床学的理论体系日臻完善。在中国,明地理学家徐弘祖的《徐霞客游记》是对自然考察所获得的成果,其有关石灰岩地貌的记述要早于欧人一个多世纪。之后,英国地质学家史密斯(W. Smith)提出化石顺序律(1796);法国地质学家博蒙(E. de Beaumont)提出了由于地球冷却收缩而造山的收缩说(1829);英国学者尼科尔(W. Nicol)发明了偏光显微镜(1829),使得显微岩石学开始迅速发展成为可能;美国地质学家、矿物学家丹纳(J. D. Dana)的《系统矿物学》(1837)发表,标志着经典矿物学的成熟。

19 世纪上半叶,地质学界形成了“灾变论”和“均变论”两大争论。法国古生物学家居维叶(G. Cuvier)提出了地史上曾发生过多次全球性大灾变观点,是“灾变论”的创始人。英国地质学家赫顿(J. Hutton)和莱伊尔(C. Lyell)是“均变论”的主要代表,他提出用现在仍在起作用的原理来解释地球表面过去的变化——将今论古的现实主义方法,并坚持“在地球的一切变革中,自然法则是始终一致的”的观点。

这样,由有关地球历史的古生物学、地层学,有关地壳物质组成的岩石学、矿物学,以及有关地壳运动的构造地质理论所组成的地质学体系遂逐渐形成。

四、地质学的发展时期(1840年~1910年)

这一时期世界工业化发展迅速,各工业先进国家都开展了区域地质调查工作,推动着地质学从区域地质向全球构造发展。同时,各分支学科亦迅速建立和发展起来。

其中,最重要的理论研究有瑞士冰川学家阿加西(J. L. R. Agassiz)等人对冰川学的研究(1840,1847);美国地质学家霍尔(Sir J. Hall)(1859)和地质学家丹纳(J. D. Dana)(1873)建立了有关山脉形成的地槽学说;法国地质学家贝特朗(M. A. Bertrand)提出了造山旋回概念;奥地利地质学家修斯(E. Suess)和俄国地质学家卡尔宾斯基(А. П. Карпинский)则对地台做了系统研究。修斯总结研究了全球地质构造和古地理发展,综合分析了地壳运动在时空上的关系,并出版《地球的面貌》一书。

五、20世纪地质学的发展(1910年~1970年)

20世纪以后,随着社会和工业发展,应用地质学科如石油地质学、水文地质学和工程地质学等陆续形成。同时,由于各分支学科的相互渗透,数学、物理、化学等基础科学与地质学相结合以及新技术方法的采用导致一系列边缘学科出现。

同位素测年技术的提高和太阳系内比较星球地质学研究,提高了人们对地球早期演化的认识。地震波研究揭示出固体地球的层圈构造以及洋壳与陆壳结构的区别。1909年,南斯拉夫地震学家莫霍洛维契奇(A. Mohorovičić)从地震波波速变化中发现了地壳和地幔的分界面——莫霍面;1914年美国地质学家古登堡(B. Gutenberg)发现地幔与地核界面——古登堡面;1923年,奥地利地质学家康拉德(V. Conrad)发现地壳中硅铝层与硅镁层的界面——康拉面。高温高压岩石实验研究为人们认识地壳深处的地质过程提供了较为可靠的依据。所有这些都促进地质学研究从定性到定量的过渡并向微观和宏观两个方向发展。

20世纪50~60年代,新的技术方法不断出现并加以应用,与地质学相关的边缘学科层出不穷,一场轰轰烈烈的地学革命把地球科学推向一个崭新的阶段。如古地磁学、海洋地质、海底地球物理研究的进展,有力地促进了大陆漂移说[德国地球物理学家魏格纳(A. L. Wegener),1915]、海底扩张说[美国地质学家赫斯(H. H. Hess),1960]和地壳消减概念的发展,并最终导致板块构造学说[美国地质学家麦肯齐(Dan P. McKenzie)和摩根(W. J. Morgan)等,1965]的诞生,标志着现代地质学研究进入了一个新的阶段。

六、现代地质学的发展趋势

20世纪70年代以来,随着人类、资源、环境三者关系的日益紧密和高科技手段应用,地质学有了更为广阔的发展空间。

① 地质学研究范围和领域日益扩大趋势——地质学不仅要研究大陆浅部(上地壳),而且还要研究地球的内部(地幔和地核),同时还要研究海洋和类地行星。通俗而言,即是地质学研究要“上天”“入地”“下海”。

地质学从来均被认为是一门关于地球历史的科学。35亿年前微生物群的发现遂把对地球的研究推进到其更为古老的发展阶段。值得注意的是,在20世纪后半叶,地质灾害预测预报技术已逐步改变地质学的时空观。在防治地质灾害中,花费精力和财力最多的即是地震预报,此外还有泥石流预报、火山预报、雪崩预报等等。地质灾害预测预报已迅速发展经成为探索地球系统未来发展规律的主要学科之一。

② 多学科合作研究趋势——数学、物理学、化学、生物学、天文学等学科的发展及其向地质学的进一步渗透,先进技术在地质工作中的应用并同精细的深入的野外地质工作相结

合,可使人类对更多的地质现象进行本质性研究。

③ 新技术和新方法应用趋势——随着生产和科学技术发展,20 世纪中叶以来在地质学研究中引入了大量新技术和新方法。如各种地球物理勘探方法、地球化学勘查方法、深钻技术、同位素地质方法、航空及遥感地质方法、现代电子计算机技术、高温高压模拟试验等,均给地质学提供了更多、更准确的研究信息。一系列高科技手段,如资源卫星、气象卫星、全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)、地震层析成像(CT)、人工智能系统等普及及其进一步发展,亦会使地质学从描述性科学逐渐上升为定量的动态的数字地球科学。

④ 由“资源型”转向“管理型”研究趋势——20 世纪人类为了最大限度地满足社会经济发展所需的各种原材料,加大了探测、开发和利用各种自然资源的力度。由此引起的后果不仅是自然资源的严重破坏和短缺,而且各种人为地质灾害亦接踵而至,人类自身生存的自然环境已经受到不同程度破坏。因此,合理开发和利用各种自然资源,科学管理和保护地球系统(包括人类自身生存的环境)及其中各项资源,已逐渐形成一门新兴学科。它将探索和建立新的科学理论和技术方法并开拓自己的研究领域。这些资源包括——固体矿产资源,流体(水、大气、石油、天然气)资源、土地资源、环境资源和光热资源等等。

⑤ 国际合作已成为现代地质学研究的必然趋势——地球是一个整体,其某一地区的区域地质过程均是在全球背景下进行的并对全球环境产生一定影响。20 世纪 70 年代以来,地质学界通过国际合作,推动了多学科、全球性的调查和研究计划,如美国主持的“深海钻探计划(DSDP)”和“大洋钻探计划(ODP)”;联合国组织实施的“过去的全球变化计划(PAGES)”、“国际岩石圈计划(ILP)”、“国际地圈与生物圈计划(IGBP)”、“国际地质对比计划(IGCP)”和“国际减灾十年计划(IDNHR)”等。由此可见,国际合作已成为人类持续发展和资源永续利用的必由之路。

第三节 地质学的研究任务

地质学在理论上和实际中都担当着重大的使命。

地质学研究有助于人类了解地球的起源和演化发展历史,有助于人类了解天体起源和生命起源、地球系统与其他星球(尤其是类地行星)的关系等重大理论问题。

同时,地质学更具有重大的实践意义,对于人类社会地质学担负着以下三大使命。

① 寻找矿产资源、能源和水资源——在地质学服务领域,一个重要方面即是开发地球资源。目前世界上 95% 的能源和 75%~80% 的工业原料主要取自矿产资源,如金、银、铜、铁、铀、煤和石油等即是人们熟悉的金属矿产和非金属矿产。广义而言,地下水也是一种矿产资源。中国是地下水资源缺乏国家,急需加强地下水的勘查和合理开发利用,这是水文地质学的任务。有关矿产资源 and 新能源的研究,今后相当长时期仍处于最重要地位。

② 防治自然灾害和保护地质环境——由于自然灾害对人类生命财产会造成严重损害,因此地质学需要查明地震、火山爆发、滑坡、泥石流等自然灾害的形成规律,以指导人们与自然灾害进行有效的斗争。例如,楼房、城镇、水库等工程建设均要考虑许多地质因素,需要加强工程地质学研究;地质环境与人体健康关系非常密切,人与自然界是一个完整的统一体,地质环境与生态环境是有机联系的,如一些地方性疾病即常与该地区岩石和土壤中某些元素的缺乏或过多有关。

③ 对地球系统的管理和保护——随着人类、资源、环境问题的日益尖锐和现代科学技术手段的应用,使科学地系统地管理地球成为必要和可能。数字地球的建立和完善,就是地球系统管理和保护的重要方法和途径。原来意义上的地质学已逐渐上升为更广泛意义上的地球科学。

综上所述,地质学的任务包括合理开发矿产资源、防治地质灾害和保护环境、加强地球系统管理、注重可持续发展,从而保证人类社会与自然界能够长期和谐共处。

复习思考题

1. 地质学的研究对象有哪些?
2. 地质学的研究内容有哪些主要方面?
3. 地质学的特点有哪些?
4. 地质学有哪些研究方法?
5. 地质学的研究任务有哪些?

第二章 地球总论

在科学技术日新月异的今天,人类已开始探索星际空间,神秘宇宙的面纱已徐徐掀开。但同时,人类对自己赖以生存的地球内部却知之甚少。因此,我们有必要在学习专业知识之前首先了解有关地球的一些基本知识。

第一节 地球在宇宙的位置

一、宇宙

东汉学者高诱在《淮南子注》中指出:“四方上下曰宇,古往今来曰宙,以喻天地。”通俗而言,宇宙即是指人类周围的物质世界。宇宙并不是从来就有的,它也有诞生和成长的过程。现代科学发现,我们所说的宇宙大约形成于 200 亿年以前的一次大爆炸。宇宙是否有边界和形状,是科学家们一直和正在探索的问题,迄今尚没有一致定论。宇宙的空间包罗万象,大至总星系、银河系、太阳系、地球,小至分子、原子、基本粒子,举凡一切客观存在,皆包含于宇宙之中。

宇宙一经形成即处于不停运动之中。通常,把人类现有的观测手段和方法所能观测和探测到的宇宙空间称为总星系,其半径即最远天体距地球的距离大约为 100 亿光年。宇宙中由恒星所组成的“岛屿”,称为星系(恒星系)。到目前为止,人类已在宇宙中观测到约上千亿个星系。星系有大小之分,大的星系由上千亿个恒星组成,小的也由几万个恒星组成。太阳所在的星系称为银河系,在银河系之外的宇宙中像银河系这样的太空星巨岛还有上亿个,它们统称为河外星系。星系与星系之间的平均距离约为 1.6 亿光年。

二、银河系

银河系,是指太阳系所在的恒星星系。它包括约 1 000 亿颗以上的恒星、大量银河星云和各种类型的星际气体和星际尘埃。其总质量大约是太阳质量的 1 400 亿倍。银河系是一个旋涡形的中型恒星星系,其正面呈旋涡形,具有多个悬臂,侧面呈一个中间厚边缘薄的扁平饼状体。银河系里大多数的恒星都集中在这个扁饼状空间范围。其直径约为 8 万光年,中心厚约 1.2 万光年。银河系年龄约为 100 亿年。

恒星是一种由炽热气体组成的、内部能源产生辐射而能发光的大质量球状天体,太阳即是一颗典型的中等恒星。恒星之间差异很大。不同恒星的直径差别非常巨大,有些恒星直径只有太阳直径的几万分之一,有些恒量密度却比水大几十万倍以上,有些恒星质量比太阳大百倍,有的恒星光度比太阳大几十万倍,有些恒星表面温度可高达几万摄氏度,而有的恒星表面温度只有几百摄氏度。

银河星云由气体和尘埃组成。它们是恒星爆发时抛射出的物质。同恒星相比,星云具有质量大、体积大、密度小的特点。星云的主要成分是氢。著名的银河星云有猎户座马头暗星云和天琴座环状星云。

恒星之间存在着各种各样物质。这些物质包括星际气体和尘埃等,人们把它们统称为“星际物质”。星际物质在银河系内分布的特点是不均匀性,不同区域的星际物质密度可相差很大。其主要成分是气态氢,也有相当数量的氦和占很小百分比的其他物质,依次为钙、水、氨等。此外,还有相当大量的成分不定的尘埃粒子。

三、太阳系

太阳和以太阳为中心、受其引力支配而环绕太阳运动的天体所构成的系统称为太阳系。太阳系位于银河系内侧边缘,太阳是银河系的一个普通恒星。太阳系的中心是太阳,它每隔2.3亿年即绕银河系中心旋转一圈。虽然它只是一颗中型恒星,但其质量却占整个太阳系总质量的99.85%。太阳系除太阳外,还包括8颗大行星(水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星)及其众多颗卫星和众多小行星(约7000颗已正式命名编号)、彗星、流星体和星际物质等。太阳以自己强大的引力将太阳系中所有的天体紧紧地控制在自己周围,使它们井然有序地围绕自己旋转。同时,太阳又带着太阳系的全体成员围绕银河系中心运动着(图2-1)。太阳系的主要成员特征如下。

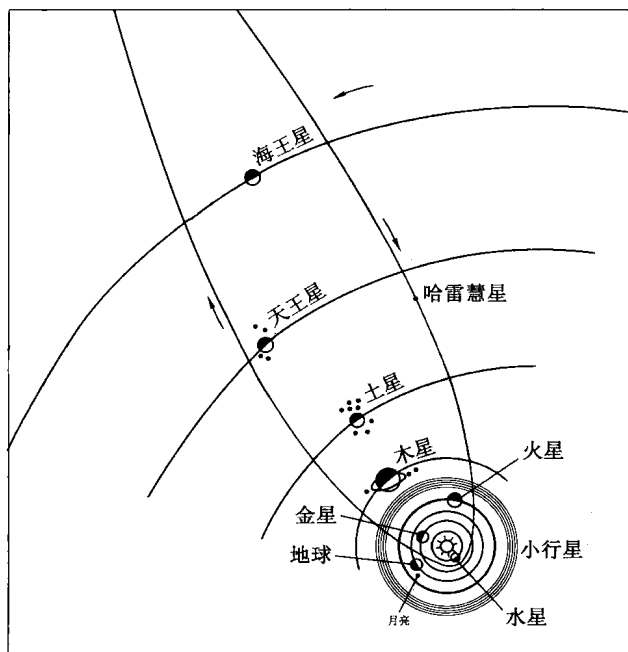


图 2-1 八大行星绕太阳旋转示意图

1. 太阳

太阳是一颗普通的恒星,在广袤浩瀚的繁星世界太阳的光度、大小和物质密度均处于中等水平。只是因为它离地球最近,所以人类看上去是天空中最大最亮的天体。太阳是距离地球最近的一颗恒星,与地球平均距离为1天文单位(14 959.787万 km)。其直径为139.2万 km,约为地球直径的109倍。其体积为 $1.414 \times 10^{18} \text{ km}^3$,为地球的130万倍。其平均密度为 1.41 g/cm^3 ,约为地球的四分之一。其质量为 $1.9891 \times 10^{33} \text{ g}$,是地球质量的33.3万倍。其表面温度为5 770 K,中心温度约为1 560万 K。太阳的年龄为50亿年。