

基础地质学教程

JICHU DIZHIXUE JIAOCHENG

徐秀登



高等教育出版社

基础地质学教程

徐秀登

高等教育出版社

内 容 提 要

本书主要阐述基础地质学的三大组成部分:地壳的物质组成——矿物、岩石和矿床;地壳运动的表现和结果——地质构造、地震和大地构造;地壳的发展历史——地史的研究方法、世界与中国地史简介,还扼要介绍了人类与地质环境的关系,且附有地质学室内外实习指导。

本书观点新颖,反映了学科的新成果、新动向,具时代感;图表丰富、文字简明,便于自学;对前面标有星号的章节,使用中可根据不同的专业要求进行取舍。本教材除注重科学性、系统性外,还力求体现实用性。

本书除供高师地理专业用作教材外,也可作师专、教育学院和冶金、农、林、水利等非地质有关专业及培训中学地理教师的教材和参考。

基础地质学教程

徐秀登

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

四川省金堂新华印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 21.5 字数 487,000

1990年10月第1版 1990年10月第1次印刷

印数 0001—2 235

ISBN 7-04-003165-5/K·152

定价 4.30 元

序

地质学是地理系重要的专业基础课之一。由于近些年在高中开设地理课,其中有一部分属于地质学的范畴,因此高师院校地理系的地质课,也可以说是一门重要的专业课。地质学历来在地理系教学计划中占有很重要的位置。

但是,目前在高校地理系已经普遍出现一种趋势,即为了保证学生有主动学习和增开选修课的时间,不得不大幅度压缩各门课程的学时,因而产生了教材内容和课时不相适应的矛盾。回顾50年代地质学课程曾达230多个课时;到1980年,高师本科《地质学基础大纲》规定开一学年;共计136—150课时;而最近几年各校地理系对地质学的安排很不一致,许多学校只安排一个学期,使课时又有所锐减。在这种形势下,编写从形式到内容符合教学需要的教材,就成了迫在眉睫、刻不容缓的任务。

众所周知,教材是学校教育的基本建设之一,也是教学的重要依据。我在1978年曾编写出版了《地质学基础》;1983年又进行了较大的修订,并承各兄弟院校及有关各界采用,今年已是第7次印刷。但在此期间,教学计划屡有变更,而教学时数亦有较大波动;深感教材内容与教学时数的矛盾日益突出。特别是今天处于一个科学技术日新月异、突飞猛进的时代,地质学及其各个分支领域也都取得很大进展。因此在教材当中有必要吐故纳新,才能适应时代的要求和满足教改的需要。我在数年以前即计划并着手重新编写一部教材,手稿已接近完成,但终因主客观原因,功亏一篑,至今未能如愿以偿。故衷心希望有志者从事这项工作,以满足各方面的要求。敬悉徐秀登同志积三十年之教学与实践经验,近期不分寒暑,奋力笔耕,终于完成《基础地质学教程》书稿,我感到格外高兴。

我个人一向主张“发挥各校的优势,取长补短、互相借鉴,应该打破一本教材一统天下的局面,提倡多编几种不同风格、不同特色的教材,这样既有利于贯彻‘双百方针’,也便于学生有几种参考书可读”(见《浅谈地质学基础在新形势下的改革问题》,刊载于《高等学校课程、教材、教法研究文集(二)》,高等教育出版社,1988)。正是由于这种缘故,我特别关注和支持在教学工作中,实际上也是在培养我们的第二代工作中不断做出新奉献的同志们,尤其是中青年同志们。

我推荐这部教材,除了上述原因外,也因为确实具有它自己的一些特色。首先,这本书力求做到“简明”二字。各章开头多采用插图和附表的形式,概括全章内容,然后以文字作系统而有重点的说明。作者用这种方式,不但可以用尽可能少的篇幅,容纳较多的内容,而且可以使读者容易掌握问题全貌,以期林中见木,在浩繁纷杂的地质事物中,找到它们之间的因果、主次、异同等关系及其内在的联系。

这本书的第二个特点,是基本体现了“先进”二字。作为教材,其内容首先是基础的东西,然后才是在必要的基础上尽可能吸收和补充新的内容。在地质学教材中占比重很大的是传统的、近于永恒的基础理论和基本知识,有人将其看作是陈旧、落后和无价值,这其实是一种误

解。应该看到时代发展到今天,一加一等于二仍然非常有用,牛顿定律也并没有过时。在地质学中这样的例子更多,石英的成分还是 SiO_2 , 1822 年选定的摩氏硬度计照旧有用,地质年代表并未随着时间的推移而失掉它的应用价值。特别是这一课程的对象是一年级学生,是刚开始接触这一学科领域的青年,这就决定课程的内容大量是属于地质学 ABC 的东西,这是基础,只有掌握坚固的基础,对于学生来说,才会受用无穷,才能求得新的发展。但是,基础的东西并不意味着都是稳定不变的东西,有些基本概念也在发展,有些新涌现的理论需要采纳吸收。在这本教材中可以发现有些地方做到了汰旧换新,有些章节补充了新的内容,如浊积作用、层控理论、海底热水成矿、大陆裂谷、地壳内区域性推覆构造、新灾变论等,这就使教材增加了时代感,而且可以随时引导学生面向未来的世界,培养他们具有探索的意识和开拓的精神。当然,这并不是提倡凡是新的东西都要引入,一要看专业是否需要,二要看一年级学生是否能够接受,不能盲目地为新而新。本书作者在处理这些问题方面,是做得比较好的。

这本教材的第三个特点,是大体适合“实用”原则。例如,教材中包括“实习指导”部分,为室内实习和野外实习提供了基本材料;教材中编入了由浅入深、由简到繁的思考复习题,则有利于培养学生思维和分析问题的能力;教材中还编进一些参考性、补充性和提高性的内容,并加以标明,主次醒目,系统分明,这既有助于培养学生的自学能力,又可适应不同对象不同专业的需要,使教材具有一定的灵活性和选择性。

由于目前我们正面临一个“人地系统”(即人与地理环境共同组成的系统)内部结构发生巨大变化的时代,面临人类自身生产与物质生产不断发展,从而促使一个个新的环境问题接踵而来的时代,这就要求教师面对这样一个时代背景,把培养学生具有强烈的环境意识作为自己义不容辞的责任。作者有感于此,特地在教材中增加了“人类与地质环境”的内容,无疑这种导向是正确的和必要的。

基础地质学教材是构成本课程教学过程的重要要素之一,教师在进行各项教学活动中,都必须依据并使用教材,因此教材的编写工作应该得到各方面的支持和重视。但是,编写教材是极不容易的事,这不仅要求编写教材的人要有丰富的专业知识、熟练的专业技术和多年的教学经验,而更重要的是要有专心致志、热爱教育事业理想和奉献精神。可以说,本书作者是具备这样条件的。当然,本书所采用的格式和内容,还带有探索和尝试的性质,有待于在今后实践中不断得到改进。我想,这不仅仅是一种希望。

宋春青

1989 年 8 月于北师大

前 言

笔者鉴于教改的需要,并承蒙许多老师的鼓励,尤其得到宋春青教授的大力支持和指导,在总结多年工作及近些年教材、教法改革和自编教材试教的基础上,1986年开始着手编写《基础地质学教程》和配套的《基础地质学实习指导》。本教材在吸取现行教材和国内外与其相近各教材优点的基础上,本着既要加强基础理论又要反映学科新成果、新动向的要求,根据培养目标和面对当前学时少、内容多的矛盾,力求体现以下特点。

在教程内容体系的编排上,按照地壳是物质组成的;地壳物质是在不断运动的;地壳运动具有周期性发展的普遍规律,在绪论、总论之后,先简介基础地质学的三大组成部分,即地壳的物质组成——矿物、岩石和矿床;地壳运动的表现和结果——地质构造、地震和大地构造;地壳的发展历史——地史的研究方法和世界与中国地史简介。而后根据地理学研究人、地关系的总任务,鉴于目前对“人地系统”内部结构的认识和人口剧增以及生产发展带来的环境问题,已成为关系人类生存和发展的世界性问题的时代背景,最后一部分编写了“人类与地质环境”,以把地理系“基础地质学”的落脚点,放在正确认识与处理人与地质环境的关系上,力图从基础理论、基本知识到实际应用,编成一个完整的适合地理专业的基础地质教学体系。此外,本书精简了金属矿床的内容,简化地震和中国大地构造学说介绍;增加了地热、宝石和非金属矿产;加强了新构造运动的研究方法和世界地史演化规律等,与地理系后续课程和地理教师关系更为密切的内容,体现出地理的“专业性”。还适当增添了浊流沉积、层控矿床、海底热水成矿、大陆推覆体构造、地体说和新灾变论等,反映时代步伐的新成果、新理论,体现一定的“时代性”。在写法上,有的章节尝试突出图、表的功效,用以文解图的方式,以减少篇幅,体现“简明性”。在理论与实践的结合上,紧紧围绕着培养既有理论知识又有实践能力的地理教师这个目标,编写了“实习指导”。每章附有系统的思考、作业题,加强对学生的自学能力、动手能力的培养和基本技能的训练,体现“实用性”。本书部分拓宽性、提高性的内容,前面标有*号,可供自学与参考,这样便于根据情况安排教学但又不失其系统性,以适应不同院校、不同专业、不同系科的要求,提高教材的“应变能力”,体现“灵活性”。

本教程的问世是不少专家、教授指导帮助和许多同志共同劳动的结果。

北京师范大学地理系宋春青教授非常关心和支持本书的编写和出版工作,当他获悉本教材编写的消息后,即惠函鼓励,并提供有关资料和手稿,本书的许多插图选自他所编写的《地质学基础》一书。初稿完成后,他对全文进行了认真的审阅和修改。他还主持了本教材的审稿会和讨论工作并给本书写了序。上海教育学院的苏正贤老先生,也在精神和业务上给过不少的鼓励和支持,并带病参加审稿会,进行具体指导和实际的帮助。国家地震局地质研究所强祖基研究员,把本书的出版,当作自己的工作来对待,为最后的修改、定稿和出版工作,付出不少的劳动和心血。浙江教育学院地理系方起东先生参加了初稿的讨论并对初稿作过全面的审阅,提

出了宝贵的修改意见；参与撰写了“实习指导”的分析地质图和野外实习部分的第一稿。浙江师范大学地理系吕惠进先生参与撰写“实习指导”中的矿物、岩石和古生物化石部分，并参与选择本书的插图和初整理工作。云南师范大学吴惠群先生提供了由她本人多年教学实践中总结的《地质实习指导书》讲义，为编写本教材实习指导，起了很好的借鉴作用。

本教材编写过程中曾多次在全国高师系统《地质学基础》课程教学研讨会上和通过其他形式较广泛地向同行请教，也倾听过地理系许多学生的意见，经过五次反复修改。特别是1989年秋，在浙江举行的全国高校系统地质学基础教材研讨会上，进行了专门的审查和讨论。与会15个院校的老教师们（由于人数多，恕不列举）从教材的体系、内容、概念直至文字，进行了全面的审查和认真的讨论。他们本着严肃负责的态度，在充分肯定本教材的基础上，坦率而中肯地提出了许多宝贵的修改意见。编者据以进行了认真的修改。最后送请有关专家进行审阅。其中，国家地震局地质研究所张彦波副研究员审阅了一—五章，总论和矿物、岩石、矿床部分；强祖基研究员审阅了六—八章，地质构造、地震和大地构造；徐道一研究员审阅了第九章地史研究方法和第十章的有关部分；第十一章环境地质由中国科学院环境生态研究中心孙建中副研究员审阅。最后由笔者进行了最后的修改和定稿工作。

地质学是实践性很强的学科，地质实习是理解和消化课堂讲授基础理论和基本知识所必要的教学环节，更是开发智力、培养能力、训练基本技能的重要途径。光有理论教学，忽视实践教学是不完整的地质教学。同时实习课也具有验证、复习、巩固所学教材内容的作用。正因如此，编写了与教程配套而又相对独立的本实习指导附于本教材之后。

实习指导包括辨认矿物、辨认岩石、分析地质图、认识古生物化石和野外地质实习五部分。其中，在室内进行的四部分共14次实习的内容，基本按照实习目的、准备工作、实习方法、实习内容、实习指导和作业等六个方面来写。其中实习内容和作业的分量和具体内容采用从本科要求出发，适当多写一点，照顾一般，提供选择的做法。在实际教学中，各校和各专业可自行酌情增删和调整；实习指导中的许多方法，写的是编者本身的教学方法，并吸取部分兄弟院校老师的做法，不一定普遍适用，仅供使用本教材的师生教时参考和学时启发思维之用，意在抛砖引玉。各校教师可完全按自己多年有效的做法和实践中的体会进行指导。

本书初稿图件主要由浙江师范大学地理系李冬静和吴樟荣先生协助清绘和复制；许多同学帮助誊清书稿。最后誊清和繁杂的图件整理等工作由国家地震局地质所强欣同志完成。本书的全部插图最后由高等教育出版社孟庆祥同志整饰。高教社汪安祥先生也为本书提出了许多宝贵意见。在此一并向为本书的出版作出贡献的同志表示诚挚的感谢！

尽管本教材的编写经历较长的时间，作过多次修改，但限于本人水平，有些问题首次大胆地提出来，纯属一孔之见，对错误和不当之处，恭请同志们在使用中不吝赐教，给予坦率地批评指正。

徐秀登

于1989年12月10日

目 录

绪 论

一、地质学的研究对象、内容和分科——地质学是一门什么样的科学	1
二、地质学在经济建设与人民生活中的作用及其在地理专业中的地位——为什么要学习地质学	2
三、地质学的特点和研究方法——怎样学习和研究地质学	3
四、地质学发展简史	5

总 论

第一章 地球概述

第一节 地球的圈层结构	9
一、地球的结构和特征	9
*二、内圈层的划分和各层特征的推断依据	10
第二节 地壳基本特征	11
一、地壳的物质组成	11
二、地壳的结构	11
第三节 各圈层的作用	13
一、大气圈	13
二、水圈	14
三、生物圈	14
四、地壳	14
五、地幔	14
六、地核	14

第二章 推动地壳演变的地质作用和地

质年代

第一节 推动地壳演变的地质作用	16
一、地质作用的含义	16
二、地质作用分类	16
三、各种地质作用之间的关系	17
第二节 地壳演化的地质年代	18
一、地质年代的含意	18
*二、地质年代的确定方法	19
三、地质年代表	19

地壳的组成物质

第三章 矿物——地壳的物质单位

第一节 矿物概述	21
----------------	----

第二节 矿物的基本特征

一、矿物的化学成分	22
二、矿物的内部结构	25
三、矿物的形态	28
四、矿物的物理性质	31

第三节 矿物分类和重要矿物简介

一、矿物分类和命名	37
二、重要矿物简介	38

第四章 岩石——地壳的物质基础

第一节 岩浆岩

一、岩浆岩的形成过程——岩浆作用	50
二、岩浆岩的基本特征	53
三、岩浆岩的分类和主要特征	57
*四、花岗岩的成因和分类	65
*五、岩浆的种类和来源	66

第二节 沉积岩

一、沉积岩的形成过程——外动力作用	67
二、沉积岩的基本特征	74
三、沉积岩的分类和主要特征	78
*四、浊流沉积	85

第三节 变质岩

一、形成变质岩的地质作用——变质作用	87
二、变质岩的基本特征	89
三、变质岩的分类和主要特征	92

第五章 矿床——地壳中的矿产资源

第一节 矿床的概念和分类

一、有关矿床的基本概念	99
二、矿床的分类	101

第二节 各矿床成因类型的主要特征

一、内生矿床	101
二、外生矿床	106
三、变质矿床	111
四、多成因矿床	111
*五、层控矿床	112
*六 现代成矿作用	113

*第三节 几种重要的非金属矿产

一、非金属矿产资源在经济发展中的地位	114
二、几种主要非金属矿产的成分、特性和用途	114

第四节 几种主要的能源矿产

一、煤	117
二、石油与天然气	118
三、地热能	120
*第五节 宝(玉)石	124
一、宝(玉)石的概念与分类	124
二、宝(玉)石矿床形成的地质背景	125
三、我国几种常见的宝(玉)石资源	125

地壳运动

第六章 构造运动和地质构造..... 129

第一节 概述	129
一、构造运动	129
二、岩石变形	133
第二节 岩层产状	133
一、水平岩层	134
二、倾斜岩层	134
第三节 褶皱构造	134
一、褶曲	135
二、褶皱构造野外调查的内容和方法	138
第四节 断裂构造	140
一、断层	141
二、节理和劈理	147
第五节 地质构造的力学成因分析	149
一、应力与应变的概念	149
二、应力与应变的关系	149
三、各种力学性质断裂面主要特征	150
四、地质构造形态的力学分析	152

第七章 地震..... 157

第一节 地震的概念和成因类型	157
一、地震的概念和有关术语	157
二、地震的成因类型	159
第二节 构造地震	159
一、成因假说	159
二、构造地震发展的一般过程和分类	160
三、地震的地理分布	161
*第三节 地震预报	162
一、地震预报的理论依据	162
二、地震预报的内容和类型	163
三、地震预报的方法	163

第八章 大地构造学说介绍..... 166

第一节 有关地壳运动的假说和学说简介.....166	
一、有关假说	166
二、有关学说简述	167
第二节 地槽——地台学说	167
一、槽台说的形成过程和地槽、地台的概念	167

二、地槽——地台的演变过程	168
三、地槽与地台的关系	171
四、槽台说的发展——多旋回说与地槽说	171
第三节 板块构造学说	172
一、板块说的产生基础	172
二、板块说的主要内容	176
三、板块说与槽台说的关系	182
四、中国大地构造轮廓	184
*五、板块构造研究的新进展——地体说	184
*第四节 大陆地壳构造的新认识——大陆 推覆体构造	187
一、大陆推覆构造的发现	187
二、大陆地壳(岩石圈)结构、构造的新 认识	188
第五节 地质力学	188
一、什么叫地质力学	188
二、构造体系	189
三、控制地球自转速度的自动机制	190
*第六节 波浪状镶嵌构造说与断块说	191
一、波浪状镶嵌构造说	191
二、断块构造说	192

地壳的发展历史

第九章 地史的研究方法和内容..... 195

第一节 地层的划分和对比	195
一、地层划分对比的含义	195
二、地层划分对比的根据和方法	195
第二节 岩相古地理分析	197
一、岩相分析的含义	197
二、岩相分析的理论根据和原则	197
三、主要沉积岩相及其相应岩层特征	198
四、岩相——古地理图	200
第三节 构造历史分析	200
一、构造历史分析的根据和方法	200
二、地壳构造发展阶段	202
*第四节 运用天文规律研究地史	203
一、天文地质研究内容	203
二、天体运动变化与地球历史演化	203

第十章 各代地史概况..... 206

第一节 前古生代	206
一、概述	206
二、前古生代地史演变	210
三、中国的前古生界及地史特征	212
第二节 古生代	218
一、概述	218
二、古生代地史演变	220
三、中国的古生界及地史特征	230

第三节 中、新生代	238
一、概述	238
二、中、新生代地史演变	240
三、中国的中、新生代及地史特征	250

环 境 地 质

第十一章 人类与地质环境	259
第一节 环境与地质环境的概念	259
第二节 地质环境对人类的影响	260
一、基本地质环境对人类的影响	260
二、有益地质环境对人类的影响	262
三、有害地质环境对人类的影响	262
第三节 人类活动对地质环境的负作用	264
一、资源开发不合理造成有害环境	265
二、工程设施不合理造成不良的地质环境	266
三、工业和生活“三废”的排放造成环境 污染	266
第四节 正确处理人类活动与地质环境的 关系	268
一、查明地质环境的特征、分布、变化规律	268
二、合理开发与积极保护地质环境	268

附录 基础地质学实习指导

第一部分 辨认常见矿物	271
实习一 矿物的形态和物理性质	271
实习二 自然元素类、硫化物类矿物	275

实习三 卤化物、氧化物和氢氧化物类 矿物	278
实习四 硅酸盐类主要矿物	279
实习五 碳酸盐等其他含氧盐类矿物与 矿物综合鉴定	281

第二部分 辨认常见岩石

实习六 岩浆岩	285
实习七 沉积岩	287
实习八 变质岩	290

第三部分 分析地质图

实习九 认识地质图和分析倾斜岩层地 质图	292
实习十 分析褶皱地区地质图(含不整 合读图)	297
实习十一 分析断层地区地质图	300
实习十二 综合分析区域地质图	302

第四部分 认识古生物化石

实习十三 标准化石观察(三叶虫、腕足 类、笔石)	312
实习十四 标准化石观察(珊瑚、鲎、头 足类、古植物)	315

第五部分 野外地质实习

一、地质罗盘	322
二、野外地质工作基本方法	325
三、编写实习报告	328

绪 论

地质学是一门以地球为研究对象的重要的自然科学，属于地学范畴。地学和数学、物理学、化学、生物学、天文学一起构成近代自然科学六大基础学科。

人们生活在地球上，一切生活资料和生产资料都取自地球，要从地球中开采矿产资源，要适应大自然的环境和条件，要与地球上发生的各种自然灾害作斗争。人们在长期的实践中，逐步认识了地球，并形成了地质学。

随着人类社会经济建设的日益扩大，对能源和矿产资源的需求不断增长；随着人口增加和开发利用自然的能力的增强，对环境的保护和综合利用越来越成为紧迫的时代问题。这就给地质学提出了新问题、新要求，促进其向着新的广度和高度发展。

一、地质学的研究对象、内容和分科——地质学是一门什么样的科学

地质学 geology 一词源于古希腊文，其中“ge”的意思是地，“logy”意为学问。故简而言之，地质学是研究地球的科学。地质学的研究对象是地球，但是由于受科学技术水平的限制，地质学目前主要的研究对象为地球的固体硬壳——地壳或岩石圈。

地质学的研究内容和相应的主要分科可概括如表 1-1。

表 1-1 地质学的研究内容和分科

研 究 内 容	主 要 分 科	学 科 范 畴
地壳的物质组成	矿物学、岩石学、矿床学	基础地质学
地壳的构造变动	构造地质学、大地构造学	
地壳的发展历史	古生物学、地史学等	
地质理论应用问题	水文地质学、工程地质学、煤田地质学、地震地质学等	应用地质学
与其他学科结合	遥感地质学、数学地质学、医学地质学、环境地质学等	边缘地质学

另外，按研究方法和特定的研究范围还有：显微岩石学、同位素地质学、海洋地质学、深部地质学等。

综上所述，地质学是研究地球（当前主要是地壳或岩石圈）的物质组成、构造变动和发展历史及其在国民经济和生活中应用的科学。

从地理专业的实际需要出发，本书只对基础地质学内容作一些系统而简明的介绍，最后对人类与地质环境的关系作一阐述。

二、地质学在经济建设与人民生活中的作用及其在地理专业中的地位——为什么要学习地质学

(一)地质学对国民经济的发展和人民生活水平的提高起着极重要的作用

1. 地质学在查明和开发矿产资源(包括某些重要能源资源)方面,起着巨大作用。如不探明必要的黑色金属、有色金属、稀有金属和非金属等矿产资源,化工、冶金、建材等基础工业就成为无源之水,工农业和其他行业的发展就处于盲目状态;探明煤、石油、地热等能源,更是国民经济建设的先决条件。所以,地质勘探工作是国民经济各部门发展的开路先锋。

2. 地质学还要帮助查明和解决城市、矿山、道路、桥梁、水利工程、军事工程等建设中的地质条件和有关地质问题。

3. 地质学是人与地质灾害作斗争的重要武器。一些灾害性的地质事件,如地震、火山喷发、山崩、滑坡等等,会给人民生命财产造成巨大的损失。人们运用地质学的知识,研究它们产生的机理和发展规律,及早预报和预防,可减小自然灾害可能造成的损失。

4. 地质学同环境的保护与治理关系极为密切。现代人类的活动已成为一种巨大的地质营力,过量的、不合理的开发和利用自然环境与物质资源,往往导致人类生存环境的破坏和恶化。地质环境还与人体健康息息相关,地质学对防止和排除大气、水质污染,寻找适合作物和牲畜的用水及人的饮用水,研究化学元素的分布与生命之间的关系及改良土壤,水土保持等方面,都有其重要的作用。

(二)地质学是地理专业的专业基础课

地质学的主要研究对象地壳是地理环境的基础,同时其中一部分直接参与自然地理环境的构成(详见第十一章人类与地质环境)。因此,地质学与地理学的关系极为密切。

1. 掌握地质学的基础知识是学好自然地理学和区域地理学的基础。自然地理学各分科——地貌学、水文学、土壤学、气象学等及区域地理学的学习,都需要具备地质学的基础知识和理论。因为地貌是地壳的表面形态,河流、海洋、山地、平原等地貌的形成与变化都受着地质构造与岩性的控制,是内外力相互作用的结果;土壤的发育,性质和分布规律受到母岩的物质组成和新构造运动的影响;水圈中的水体的形成、性质、分布和活动,又受地貌和地质构造的影响;气象气候也受地形的控制和影响;矿产资源的地理分布则主要受到成矿规律的支配,等等。

2. 掌握地质学基础知识是学好经济地理学的前提。经济地理学是人文地理学的主要分支,它研究社会经济活动与地理环境之间的关系。自然条件和自然资源的评价是经济地理学研究的前提,这就需要直接运用地质学的知识。目前工业发达的国家,矿业和以矿产品为基础原料的工业,一般要占到整个工业生产的60%左右,进行生产所使用的动力几乎全部取决于地下资源。此外,查明地下地质构造的情况则是城市、矿山和水利建设与规划的重要依据。因此,地质学与经济地理学也有着密切的关系。

3. 学好地质学基本知识是培养既有理论又能实践的中学地理教师的必需。现代中学的地理教学包括了地壳的组成、构造、发展史和地质作用等各方面的内容。所以,地质学的基础知识是地理教师所必须具备的。此外,培养一定的野外地质观察与分析能力,掌握一般野外地质

工作方法,对于一个中学地理教师组织学生开展地理课外活动和参与当地建设实践,更是大有裨益的。

三、地质学的特点和研究方法——怎样学习和研究地质学

要说明地质学的研究方法,得先分析一下地质学研究对象的特点。

(一)地质学研究对象的特点

1. 空间上——广阔性与地区上——差异性 地质学研究对象,广度上包括整个地球;深度上直到地心;高度上达大气层上界。主要研究对象是地壳,大陆地区地壳的平均厚度达33km,大洋地区6km。故研究的空间十分广阔。

由于地质学研究范围如此广阔,所以各地区虽然在地球发展的各个阶段上具有共同性,但因为物质基础、构造运动和外界因素的不同,必然导致各地发展的不平衡性,从而呈现了地区上的差异性。

2. 时间上——悠久性 地质学的任务之一是要研究地壳的发展历史。地球的年龄已达46亿年;原始生命在35亿年前出现;即使地球历史上最后一个时期——第四纪,迄今也延续了二三百万年;一个大的地质事件,往往需数百万年,数千万年才能完成。因此有人比喻,若把地球历史作为一部历史巨著的话,那么人类历史仅仅是这部巨著中的最后一卷的最后一页,甚至是最后几行而已。因此,学习地质学要有一个漫长的时间概念。

3. 变动因素——复杂性 时间上的漫长性,空间上的广阔性,加上地球是一个复杂的天体(既包括有机界,又包括无机界;其变化既决定于球体本身的内在因素,又受控于宇宙空间的外界因素),这就决定了地壳运动的复杂性。其形成变化因素之多,到现代也无法充分估计,最先进的计算机也难以准确模拟。

4. 地质记录——残缺性 地层好比地壳发展历史书的书页,其上记载着地壳发展过程中的环境特征和地质作用。我们正是依据这些地层来恢复地壳发展历史的。然而,后期的地壳运动和地质作用,往往把前期形成的地层破坏了,或弄得支离破碎、残破不堪,或毁坏得面目全非、难以辨认了。

由于地质学研究对象的空間上的广阔性、时间上的悠久性、变动上的复杂性、记录上的残缺性等等,因而增加了地质学研究的困难,决定了其研究方法的特殊性。

(二)地质学的研究方法

1. 地质观察为基础 地质学研究对象既然是地球(主要是地壳),因此,必须要以自然界为实验室,直接到野外观察研究,广泛搜集和积累大量第一手资料,然后予以去粗取精、去伪存真地分析,上升成理论,再回到实践中加以检验、补充和修正,如此循环往复才能得出较正确的结论。这是地质学基本的研究方法。

2. 模拟实验作辅助 经野外调查研究后,将自然界规模巨大、时间漫长、条件复杂的地质作用过程,采取缩小规模、缩短时间、简化条件的方法,让其在室内重现,看其结果是否与野外调查基本相似。若是,那就认为这种结果是由于这种成因机制和作用过程造成的。这就是模拟实验。可分为实物模拟和数学模拟两种。随着计算机技术的引入,数学模拟的应用已日益

广泛。若研究矿物、岩石等的成分、结构和成因,则必须配合实验室内的分析、研究工作。

3. 历史比较法为主导 地质学任务之一是要搞清地质作用过程,恢复地壳发展史。但现在看到的只是古老地质作用的最终结果,怎么去推断这种结果的形成过程呢?英国地质学家莱伊尔(C. Lyell, 1797—1875)首先提出了“将今论古”的现实主义原理和方法:以观察和研究现代地质作用过程和结果为基础,再将野外调查到的历史地质作用结果与现代地质作用结果相类比,以推断地史上产生这些结果的地质作用过程。即利用现在的已知推断过去的未知。例如,观察现代沉积在半干旱内陆湖环境下,由于蒸发作用可产生盐矿。据此,若某地的某一时代地层中发现有岩盐,则就可以推断该处当时为半干旱内陆湖的环境。

必须强调,在应用这种现实主义原理恢复地史时,要充分注意历史发展决非简单的重复循环,过去的环境不完全相同于现代的环境;过去的地质作用不完全相同于现代的地质作用。例如,地壳形成初期,大气中 CO_2 含量高,水体呈酸性;现代海百合生活于深海,但在古代却生活于浅海。因此在古今类比中,绝不能简单而机械地套用,必须用辩证唯物主义和历史唯物主义观点作指导,综合各方面的资料,考虑当时的具体条件,进行具体分析。这称为历史比较法。它是地质学研究中常用的主要方法。

4. 要学好基础地质学还必须注意以下几个方面

(1) 必须运用辩证唯物主义观点作指导:地质学是揭示地球本身的辩证发展的科学。基础地质学的三大部分就是按地壳是物质的,物质是运动的,运动变化是有规律性的这一辩证唯物主义的基本观点加以阐述的。因此在学习中必须以唯物的观点、辩证的方法来理解和分析各基本原理,观察和分析各种地质现象。

(2) 掌握知识的系统性:基础地质学的三大部分是一个有机的整体。前一部分为后一部分作准备;后一部分是前一部分的继续。每一部分也是这样。如物质组成部分:地壳元素组合成矿物;矿物集成岩石(一般矿物)和矿床(有用矿物);岩石和矿床按成因分为岩浆岩、沉积岩和变质岩及相应的内生矿床、外生矿床和变质矿床;各大类岩石和矿床,在一定的地质条件下可以相互转化,构成不断的物质循环。因此学习中绝不能把各部分割裂开来孤立地加以理解记忆;应在理解各章节内容的基础上,着力研究整个知识的系统性和各部分知识的内在联系性,才能理清脉络,学得深透。

(3) 重视实践性:地质学是一门实践性很强的科学。其理论知识来自于实践,必须回到实践中去,才能使理论知识趣味化,抽象知识具体化。许多书本知识只有通过实践才能真正理解和掌握。因此贯彻理论和实践相结合的原则,重视实践性的环节是学好地质学的关键。

(4) 提倡研究性:地质学是一门难度较大的科学。其研究对象的庞大性和复杂性,决定了现有理论的相对正确性和局限性,以及许多地质现象的多解性。随着科学技术的发展,新理论、新观点不断出现,当代地质科学正处于向海洋、宇宙、地球深部进军的阶段;处在向着宏观和微观更广阔和更深入地发展之中,从定性研究逐步向定量研究转化时期。本教材在着重介绍公认的理论 and 观点的同时,也适当介绍一些新的不同的观点,以便开阔思路,对比研究。但对于任何学说观点,都要看到其正确的一面,又要注意到不足的一面;要勇于独立思考,以实事求是、探索研究的科学态度来学习地质学。

四、地质学发展简史

(一)古代地质思想的萌芽和发展——中国古代地质学的发展概况

地质科学的源头是十分久远的。在古代,主要是由于矿产的开采和利用,先从认识一些矿物和岩石开始,进而认识一些地质作用。我国地质历史悠久,远在夏禹时代即使用玉石;商周时代即用铜做器具和兵器;春秋战国时出现了铁器;在二千多年前就运用磁铁矿的磁性发明了指南针;汉朝已经用煤做燃料,并知道了石油(称石漆)和天然气;东汉科学家张衡(公元78—139年)发明了候风地动仪;唐朝颜真卿对化石已有认识,比欧洲第一个认识化石的达·芬奇要早七八百年;唐宋时代对地壳的升降及沧海变桑田的海陆变迁已有一定的认识;明朝药物学家李时珍在《本草纲目》中对矿物进行了分类,并对200多种矿物和岩石的物理性质作了较深入详细的描述;同时我国古代劳动人民在生产实践中,不断地积累和总结了许多地质方面的知识,对矿物和矿床的形成、特征、分布和应用,对矿产的寻找和开采,对矿石的冶炼,对地质现象和地质作用,以及化石和地层等方面,都有一定研究和贡献。这些,对地质科学形成起了一定奠基作用。但这时期总的说未开展系统研究,地质学尚未成为一门独立学科。

(二)近代地质学的确立——国外中世纪后地质学的发展概况

地质学作为一门独立学科尚不足200年历史。它是随资本主义工业的产生,人们对自然界产生新观念,并对地质进行系统研究而形成的。

15世纪下半叶以后,资本主义生产关系在西欧封建制度内逐渐形成,生产力得到解放,唯物主义在同唯心主义的斗争中不断得到发展。如波兰天文学家哥白尼提出的“太阳中心说”,对科学起着很大的推动作用。16世纪的文艺复兴使自然科学逐步得到发展,促进了地质学的诞生。17世纪的产业革命推动了矿冶业的兴起,从大量的地质调查和矿产开发的生产实践中,获得了丰富的实际资料,并进行系统地分析和总结,由此,地质学才逐渐地成为一门独立的科学。

1790—1830年是地质学的确立时期。它是在几个代表人物为首的几种学说观点的争论中,逐渐确立的。

1. 魏尔纳的水成论 使地质学初步系统化起来的是德国矿物学家魏尔纳(A. G. Werner, 1749—1817)。他把地层按先后顺序划分为:花岗岩、片麻岩为主的原始层;结晶岩为主的过渡层;灰岩、砂岩为主的成层岩层;由松散的砾、砂、土为主的冲积层四种基本类型。他认为:①地球是时间的产物,是逐渐形成的。②水是地壳形成与变化的唯一动力因素。地壳中的岩石,包括花岗岩和玄武岩都是水成的,地下火的作用是次要的;火山是地下煤层和硫磺燃烧的结果。③海底沉积的水平岩层的出露是水面不断下降的结果,倾斜岩层的成因与海底原始起伏及其引起的沉积物滑落有关。

2. 赫顿的火成论 英国地质学家赫顿(J. Hutton, 1726—1797)为首的火成学派,是以水成论的最薄弱环节——玄武岩水成问题为突破口,以大量公认的事实为依据,逐步建立起来的。其主要论点:①地壳是循环运转的,上升部分陆地毁灭——受侵蚀;低洼部分陆地再造——接受沉积。②地内热是地壳循环运转的动力,地球就是一部地热机。他认为:地内热是

海底松散物质固结成岩、地下岩层熔融并侵入地壳直至火山喷发的动力;而熔融物质侵入是使沉积地层隆起抬升的原因。

3. 居维叶的灾变论 “水火之争”发展了地质科学的概念与方法,对地质学的确立具有重大意义。但地质学的根本任务是了解地球与地壳的发展历史,要揭开地球历史就必须把生物演化系列与地层系列统一起来考虑。这工作的开创人就是居维叶。

居维叶(D. G. Cuvier, 1769—1832)对地质科学的贡献,就是确立了生物地层学的研究方法:①他把化石确定为推断地层相对年龄的“科学尺度”。他通过古生物的研究形成了这样一个科学概念:灭绝的生物和现有生物的差别越大,躯体构造越简单,则它所处的地层年代越古老;反之,则越新。②他为古生物方法判定地层年代提供了科学准则——“器官相关律”。他发现:每个有机体都是一个完整的严密的体系……因此,获得一部分(器官)就可以判明其他的部分……就可以象拥有一个完整体那样精确地决定它的纲、目、属、种。他对地球的演化规律的认识是灾变论。他认为:①物种不是进化的,而是永恒不变的。②地球的演化是一连串突发的灾变。③每次突变都彻底改变地壳面貌,引起生物绝灭,后又重新被创造出来。

4. 莱伊尔的渐变论 与灾变论相对立的渐变论(均变论),是由赫顿提出,由英国地质学家莱伊尔(C. Lyell)在与灾变论的斗争中,发展和确立的,莱伊尔等认为:①地质历史的演变是渐进的,是由最普遍的地质因素(如风、水、河、海等)在长期作用中,促进了地表形态和地壳结构的改变。②他针对灾变论的“古今不一致”说,提出了“古今一致”说。他认为“现在是了解过去的一把钥匙”。此即后人概括的“将今论古”的现实主义原理。

莱伊尔在1830—1833年出版的三卷《地质学原理》,为地质学体系的建立,奠定了最重要的基础,标志着地质学的成熟与独立。这是一部划时代的著作。

近代地质学(或称传统地质学)理论体系概括为岩矿地质学、动力地质学和历史地质学三大内容,一直延用至今,成为基础地质学的三大部分。

(三)近代地质学的发展——地质学的全面论证、全面发展和地球科学的革命。

19世纪中叶,资本主义进入全盛时期,推动了地质学进入现代的崭新的发展阶段。特别是近20多年来,随科学技术的突飞猛进,许多新成果、新技术、新方法,都在地质学中得到广泛应用,推动地质学发生了新的革命。

生产力的发展与科技的进步推动现代地质学的形成与发展,主要有两方面:一是为地质学提供了新的仪器和手段,如电子显微镜,电子计算机,遥感技术等;二是为地质学开拓了新的研究方向和领域,如海洋地质、星球地质等。使地质学向纵深方向发展,出现了高度分化、高度综合的新趋势,并与其他科学相互渗透、相互交叉,产生了许多边缘学科,如应用数理统计的原理和方法,研究地质问题的数学地质学;应用物理化学原理与方法,研究同位素在地壳中分布和变化规律的同位素地质学;研究地质环境与人类健康关系的医学地质学,等等。

大地构造演变理论方面的重大进展,是由固定论转为活动论,研究范围由大陆扩大到全球。传统地质观念认为:大陆只在原来位置上作垂直升降运动,海陆虽有扩大和缩小,但相对地理位置是基本不变的。1912年德国学者魏格纳(A. Wegener)提出“大陆漂移说”。这对传统的固定论是个彻底的否定,从而激起了两大学派持续了近半个世纪的争论。二次世界大战

以后,科技的迅猛发展,在活动论的思想指导下,综合海洋物探、古地磁、地震、同位素地质等方面所获得的大量实际资料,在本世纪 60 年代美国的一批青年地质学者创立了全球板块构造学说。这是人类对地球运动的划时代的认识,是地球科学的一次大的革命,大大推动了地质学各个领域的变革和发展。现代地质学同近代(传统)地质学相比,它正由浅部向深部,由大陆向海洋,由新向老,以及由地球向宇宙空间发展。

全球板块构造理论能解释与推断以前各种学说不曾解决的许多问题,但不曾也不能解释地球物质运动的一切问题。现代的地质学在不少领域中还存有许多争论,如对原始岩浆源的成分问题,仍有一元论和多元论之争;对花岗岩成因的问题,还有岩浆论和转变论之争;对地壳运动的原因问题,仍有许多不同甚至针锋相对的观点。总之,地球物质运动永不“停息”,人类的认识活动也永无止境,有待于我们进行不断地研究和探索。

自学思考与作业题

- △1. 地质学的研究对象和任务(内容)是什么? 地质学有哪些主要分科?
- *2. 从研究对象和地质学与地理学各分科的关系看,地质学在地理学专业中的地位 and 作用怎样?
3. 据地质学研究对象的特点,其研究方法主要有哪些? 试举例说明“将今论古”的推论方法。
4. 试述地质学的形成和发展史是贯穿唯物论和唯心论、辩证法和形而上学的斗争史。

注:带“△”号为作业题;“*”为重点思考题。后同。