

高等院校资源与环境系列精品课程建设教材

# 地质学与地貌学教程

王 数 东野光亮 主编



中国农业大学出版社

高等院校资源与环境系列精品课程建设教材

# 地质学与地貌学教程

王 数 东野光亮 主编

中国农业大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

地质学与地貌学教程/王数,东野光亮主编. —北京:中国农业大学出版社,2005.3  
ISBN 7-81066-845-5

I.地… II.①王…②东… III.①地质学—高等学校—教材②地貌学—高等学校—教材  
IV.①P5②P931

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 002154 号

**书 名** 地质学与地貌学教程

**作 者** 王 数 东野光亮 主编

**策划编辑** 孙 勇

**责任编辑** 孙 勇

**封面设计** 郑 川

**责任校对** 陈 莹 王晓凤

**出版发行** 中国农业大学出版社

**社 址** 北京市海淀区圆明园西路 2 号

**邮政编码** 100094

**电 话** 发行部 010-62731190,2620

**读者服务部** 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

**出 版 部** 010-62733440

**网 址** <http://www.cau.edu.cn/caup>

**E-mail** caup@public.bta.net.cn

**经 销** 新华书店

**印 刷** 北京鑫丰华彩印有限公司

**版 次** 2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月第 1 次印刷

**规 格** 787×1092 16 开本 20.25 印张 500 千字 彩插 2

**印 数** 1~3050

**定 价** 27.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

主 编 王 数 东野光亮  
副主编 夏建国 陈亚恒 刘福臣 田晓东

参 编 (按姓氏笔画排序)

王 数 中国农业大学  
东野光亮 山东农业大学  
冯 君 吉林农业大学  
田晓东 山西农业大学  
刘福臣 山东农业大学  
李惠卓 河北农业大学  
陈亚恒 河北农业大学  
郑子成 四川农业大学  
唐 兰 广西大学  
夏建国 四川农业大学

主 审 林 培 中国农业大学  
梁成华 沈阳农业大学

## 前 言

“地质学与地貌学”是土地资源管理、农业资源与环境、生态、信息管理、水土保持和荒漠化防治等专业的必修课,是一门重要的基础课程。本教材是为课程而编写的。本教材包括地质学、地貌学及其应用几方面的内容,它们之间相互渗透、相互说明,地质作用及其结果贯穿全书。从地质学部分所涉及到的地壳物质组成,到地貌学部分提到的各种地貌的形成,以及后面的地质灾害,都是地质作用的结果。除绪论外,全书共分14章。第1~5章大多数属于地质学范畴,分别介绍矿物,岩石,地质年代,构造运动和地质构造,风化作用及其在农业资源与环境学科中的应用,重点介绍内力地质作用及其产物;第6~12章主要介绍各种外力地质作用形成的地貌类型及其特征,分别是重力地貌,流水地貌及堆积物,地下水、岩溶地貌,风成地貌,黄土地貌,冰川地貌,海岸地貌和湖泊地貌;第13、14章分别讲述与农业相关的农业地质背景情况、地貌调查的程序和内容,以及与人类息息相关的地质灾害及其防治对策。本教材可供土地资源管理、农业资源与环境、资源环境与城乡规划管理、生态、环境工程、水土保持与荒漠化防治等专业的学生使用,也可供相关专业技术人员参考。

本教材是几所农业院校的老师,在多年的讲课经验和资料积累的基础上编写而成的。在内容上,一方面秉承成熟的理论体系,另一方面也注意适当地吸收有关内容的最新成果。本教材各章节的编写情况是:绪论,王数、东野光亮;第1章,李惠卓;第2章,王数;第3章,东野光亮;第4章,唐兰、郑子成;第5章,王数;第6章,刘福臣;第7章,王数;第8章,王数、刘福臣;第9章,田晓东;第10章,王数;第11章,郑子成;第12章,陈亚恒;第13章,夏建国;第14章,冯君。复习思考题主要由王数、夏建国拟定。王数、东野光亮分别对教材内容进行了校核,全书由王数统稿。

本书由中国农业大学林培教授和沈阳农业大学梁成华教授主审,主审人对教材的编写提出了许多宝贵的建设性意见;该书还得到了北京大学的杨景春教授和南京大学的夏邦栋教授的大力支持,以及中国农业大学张凤荣教授、朱德举教授、刘黎明教授、陈焕伟教授和安萍丽、孙丹峰博士的热心指点和帮助,这里一并致谢!尽管文中给出了参考文献及引用者,但我们仍然要深深地感谢他们!还要感谢所有关心和支持本教材的人们!

由于编者的学识有限,书中缺点和错误难免,敬请广大师生和读者批评指正。

编 者

2004年10月



图 1 肾状赤铁矿



图 2 气孔玄武岩

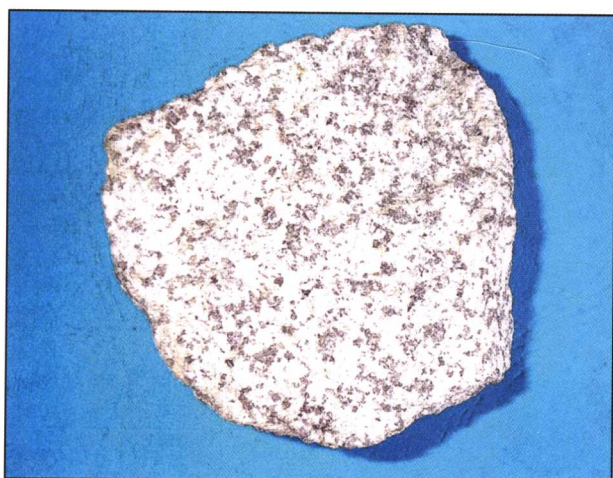


图 3 粗粒花岗岩



图 4 含狼鳍鱼化石的页岩

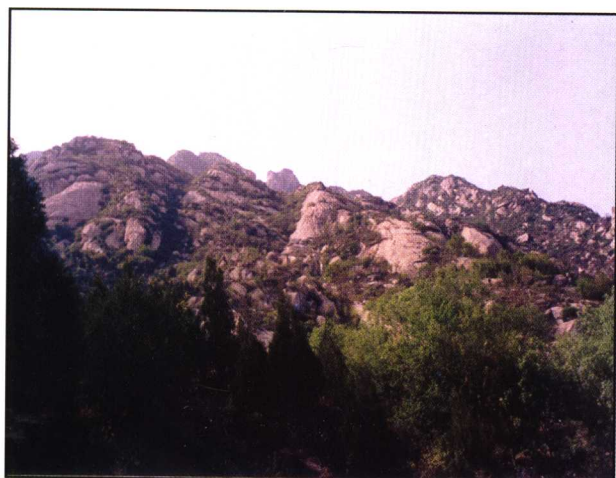


图 5 花岗岩球状风化



图 6 长白山玄武岩风化



图 1 张家界砂岩峰林



图 2 云南大叠水瀑布

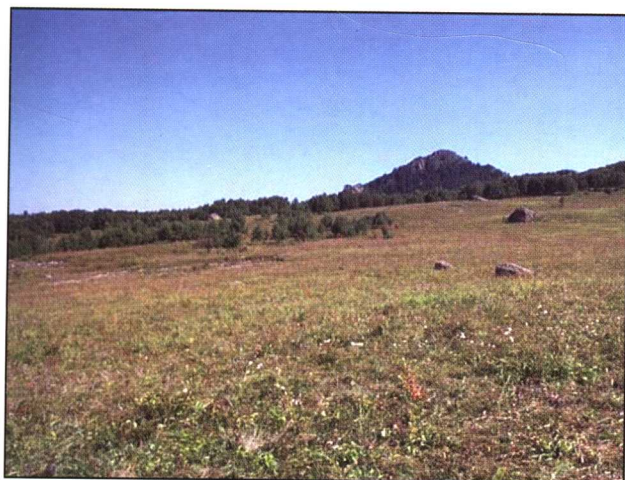


图 3 北京百花山顶夷平面



图 4 石芽



图 5 北京延庆石灰岩天生桥



图 6 长白山天池

# 目 录

绪论 .....	(1)
一、地质学的研究内容 .....	(1)
二、地貌学的研究内容 .....	(2)
三、地质作用的特点和研究方法 .....	(2)
四、地质学与地貌学的关系 .....	(4)
五、地质学和地貌学的发展历史、现状及展望 .....	(5)
六、地质学及地貌学在农业各方面的应用 .....	(8)
七、本课程的学习重点和要求 .....	(10)
复习思考题 .....	(11)
第一章 矿物 .....	(12)
第一节 矿物的概念 .....	(12)
一、矿物的定义 .....	(12)
二、形成矿物的地质作用 .....	(14)
第二节 矿物的化学成分 .....	(14)
一、矿物的化学成分决定其晶格和外部性状 .....	(14)
二、引起矿物化学成分变化的主要因素 .....	(15)
三、矿物中的水 .....	(16)
第三节 矿物的形态和物理性质 .....	(17)
一、矿物的形态 .....	(17)
二、矿物的物理性质 .....	(18)
第四节 矿物的分类和常见矿物 .....	(20)
一、矿物的分类 .....	(20)
二、常见矿物 .....	(21)
第五节 矿物与农业资源环境 .....	(28)
一、矿物与土壤 .....	(28)
二、农用矿物 .....	(32)
三、矿物与农业环境 .....	(33)
复习思考题 .....	(33)
第二章 岩石 .....	(34)
第一节 岩浆作用与岩浆岩 .....	(34)
一、岩浆作用与岩浆岩的概念 .....	(34)
二、岩浆岩的物质成分 .....	(38)
三、岩浆岩的结构和构造 .....	(41)
四、岩浆岩的产状 .....	(43)



五、岩浆岩的分类和主要类型 .....	(45)
第二节 外力地质作用与沉积岩 .....	(50)
一、沉积岩的形成过程 .....	(51)
二、沉积岩的物质成分 .....	(53)
三、沉积岩的特征 .....	(55)
四、沉积岩的分类与主要沉积岩 .....	(58)
第三节 变质作用与变质岩 .....	(63)
一、变质作用 .....	(64)
二、变质岩的物质成分 .....	(66)
三、变质岩的结构和构造 .....	(66)
四、变质岩的类型与主要变质岩 .....	(67)
第四节 岩石的演变 .....	(70)
一、三大岩类的转化关系 .....	(70)
二、影响岩石演变的因素 .....	(72)
第五节 岩石类型与农业的关系 .....	(72)
一、岩石类型与农田水利工程规划 .....	(72)
二、岩石类型与土壤 .....	(74)
复习思考题 .....	(75)
<b>第三章 地质年代</b> .....	(76)
第一节 绝对年代的确定 .....	(76)
一、同位素年龄的计算 .....	(76)
二、测定地质年代的放射性同位素 .....	(76)
三、占地磁年龄的测定 .....	(77)
第二节 相对年代的确定 .....	(77)
一、地层层序律 .....	(77)
二、生物层序律 .....	(78)
三、岩石地层学方法 .....	(78)
四、切割律 .....	(78)
五、地层的接触关系 .....	(79)
第三节 地质年代表 .....	(79)
一、地质年代表的建立 .....	(79)
二、岩石地层单位 .....	(82)
三、我国的地质发展简史 .....	(82)
复习思考题 .....	(85)
<b>第四章 构造运动与地质构造</b> .....	(86)
第一节 构造运动 .....	(86)
一、构造运动的基本方式 .....	(86)
二、新构造运动和古构造运动 .....	(87)
三、我国构造运动的概况 .....	(90)

第二节 地质构造 .....	(91)
一、水平构造 .....	(91)
二、倾斜构造及岩层产状 .....	(92)
三、褶皱构造 .....	(92)
四、断裂构造 .....	(95)
第三节 构造地貌 .....	(100)
一、水平岩层的构造地貌 .....	(100)
二、倾斜岩层的构造地貌 .....	(100)
三、褶曲构造地貌 .....	(101)
四、断层构造地貌 .....	(103)
第四节 新构造运动及地质构造与农业资源和土地利用规划 .....	(106)
一、新构造运动对土壤分布的影响 .....	(106)
二、新构造运动与土地资源利用 .....	(107)
三、地质构造与土壤分布和改良的关系 .....	(107)
四、地质构造与土地利用规划 .....	(108)
第五节 我国的大地构造 .....	(108)
一、槽台学说 .....	(108)
二、板块构造学说 .....	(110)
三、地质力学学说 .....	(113)
复习思考题 .....	(113)
<b>第五章 风化作用 .....</b>	<b>(114)</b>
第一节 风化作用的类型 .....	(114)
一、物理风化作用 .....	(114)
二、化学风化作用 .....	(115)
三、生物风化作用 .....	(116)
第二节 主要岩石的风化特点及岩石地貌特征 .....	(117)
一、影响岩石风化特征与风化速度的因素 .....	(117)
二、主要造岩矿物在风化过程中的变化 .....	(120)
三、主要岩石的风化特点及岩石地貌特征 .....	(120)
第三节 风化产物 .....	(123)
一、风化产物的类型 .....	(123)
二、残积物 .....	(123)
三、风化壳 .....	(123)
四、土壤 .....	(126)
第四节 岩石及其风化产物与农业资源 .....	(127)
一、风化产物的岩石类型 .....	(127)
二、岩石类型与土地利用管理 .....	(127)
三、岩石的风化产物对土壤和作物影响实例 .....	(129)
复习思考题 .....	(130)

<b>第六章 重力地貌</b> .....	(131)
<b>第一节 崩塌</b> .....	(131)
一、崩塌的类型 .....	(131)
二、崩塌形成的条件 .....	(132)
三、崩塌堆积物和倒石堆 .....	(133)
<b>第二节 滑坡</b> .....	(134)
一、滑坡的形态 .....	(134)
二、滑坡的影响因素 .....	(135)
三、滑坡的类型 .....	(137)
四、滑坡的发展 .....	(138)
五、滑坡的防治 .....	(139)
<b>第三节 蠕动</b> .....	(141)
一、蠕动的概念 .....	(141)
二、蠕动的类型 .....	(141)
复习思考题 .....	(141)
<b>第七章 流水地貌及堆积物</b> .....	(142)
<b>第一节 地表流水的一般概念</b> .....	(142)
一、地表流水的形成 .....	(142)
二、地表流水地质作用的影响因素 .....	(142)
三、地表流水的特征 .....	(142)
<b>第二节 片流、洪流形成的地貌及堆积物</b> .....	(143)
一、片流形成的地貌及堆积物 .....	(144)
二、洪流形成的地貌及堆积物 .....	(146)
三、泥石流 .....	(149)
<b>第三节 河流的地质作用</b> .....	(151)
一、河流概述 .....	(151)
二、河流的侵蚀作用 .....	(151)
三、河流的搬运作用 .....	(154)
四、河流的沉积作用及冲积物 .....	(155)
<b>第四节 河谷地貌</b> .....	(155)
一、河床 .....	(155)
二、河漫滩 .....	(160)
三、河流阶地 .....	(163)
<b>第五节 冲积平原</b> .....	(165)
一、冲积扇 .....	(165)
二、冲积平原的形成及地貌特征 .....	(165)
三、冲积平原的物质结构 .....	(166)
<b>第六节 河口区地貌</b> .....	(167)
一、河口区的特征 .....	(167)

二、河口三角洲 .....	(167)
第七节 河流地貌发育 .....	(169)
一、河流发育与地质构造的关系 .....	(169)
二、分水岭的迁移和河流袭夺 .....	(170)
三、河流地貌发育的阶段 .....	(172)
第八节 地表流水与农业资源 .....	(173)
一、地表流水与土壤的形成和发育 .....	(173)
二、地表流水与农业用水和灌溉 .....	(173)
三、地表流水与土地利用规划 .....	(174)
四、水土流失的危害和防治 .....	(175)
复习思考题 .....	(175)
<b>第八章 地下水、岩溶地貌</b> .....	(177)
第一节 地下水的基本概念和地质作用 .....	(177)
一、岩石中的空隙与水分 .....	(177)
二、地下水的补给与排泄 .....	(181)
三、地下水的物理性质和化学成分 .....	(184)
四、地下水的地质作用 .....	(185)
第二节 地下水的类型及其特征 .....	(186)
一、包气带与饱水带 .....	(186)
二、地下水的类型及其特征 .....	(186)
第三节 地下水资源 .....	(194)
一、地下水资源的概念 .....	(194)
二、地下水资源的特征 .....	(195)
三、我国地下水资源概况 .....	(196)
第四节 岩溶地貌 .....	(198)
一、岩溶及岩溶作用过程 .....	(198)
二、岩溶发育的基本条件 .....	(200)
三、岩溶地貌 .....	(202)
第五节 地下水、岩溶与农业资源 .....	(206)
一、地下水与土壤的形成发育 .....	(206)
二、地下水与农田灌溉用水水质评价 .....	(207)
三、地下水与土地利用规划 .....	(207)
四、地下水与土壤盐渍化和沼泽化 .....	(208)
五、岩溶的资源性及危害 .....	(208)
复习思考题 .....	(209)
<b>第九章 风成地貌</b> .....	(210)
第一节 风的地质作用 .....	(210)
一、风蚀作用 .....	(210)
二、风的搬运作用 .....	(211)
三、风积作用及风积物 .....	(212)

第二节 风成地貌的形态 .....	(213)
一、风蚀地貌 .....	(213)
二、风积地貌 .....	(215)
三、沙丘的移动 .....	(217)
四、风成地貌的影响因素 .....	(218)
第三节 沙质荒漠化及其防治 .....	(218)
一、荒漠和荒漠化 .....	(218)
二、沙质荒漠化的危害 .....	(220)
三、沙质荒漠化的防治 .....	(221)
复习思考题 .....	(222)
<b>第十章 黄土地貌</b> .....	(224)
第一节 黄土 .....	(224)
一、黄土的分布 .....	(224)
二、黄土的一般特征 .....	(226)
三、黄土的节理类型 .....	(228)
四、黄土成因和我国的黄土地层 .....	(229)
第二节 黄土地貌 .....	(231)
一、黄土沟谷地貌 .....	(231)
二、黄土沟间地貌 .....	(231)
三、黄土谷坡地貌 .....	(232)
四、黄土潜蚀地貌 .....	(233)
第三节 黄土地区的水土流失及水土保持 .....	(233)
一、黄土地区的水土流失 .....	(233)
二、水土保持措施 .....	(234)
复习思考题 .....	(234)
<b>第十一章 冰川地貌</b> .....	(235)
第一节 基本概念 .....	(235)
一、冰川的形成过程 .....	(235)
二、冰川的类型 .....	(236)
三、冰川的运动 .....	(238)
四、冰川的前进与退缩 .....	(239)
五、冰川的地质作用 .....	(239)
第二节 冰川地貌 .....	(241)
一、冰蚀地貌 .....	(241)
二、冰碛地貌 .....	(243)
三、冰水堆积地貌 .....	(244)
第三节 冻土地貌 .....	(246)
一、冻土 .....	(246)
二、冻土地貌 .....	(248)
第四节 冰川、冻土地貌与资源环境 .....	(250)

一、全球气候变化与冰川 .....	(250)
二、冻土与农业 .....	(252)
复习思考题 .....	(253)
<b>第十二章 海岸地貌和湖泊地貌 .....</b>	<b>(254)</b>
<b>第一节 海岸地貌 .....</b>	<b>(254)</b>
一、波浪与海岸 .....	(254)
二、潮汐与海岸 .....	(257)
三、海岸地貌 .....	(258)
四、影响海岸发育的因素 .....	(260)
<b>第二节 湖泊地貌 .....</b>	<b>(262)</b>
一、湖泊类型与湖泊地貌 .....	(263)
二、湖泊沉积 .....	(264)
三、湖泊的演变及其对人类的影响 .....	(266)
复习思考题 .....	(268)
<b>第十三章 农业地质背景与地貌调查 .....</b>	<b>(269)</b>
<b>第一节 农业地质背景 .....</b>	<b>(269)</b>
一、农业地质背景的应用原则 .....	(269)
二、农业地质背景的研究方法 .....	(269)
三、从农业地质角度对农业进行优化 .....	(271)
四、农业地质应用实例 .....	(272)
<b>第二节 地貌调查 .....</b>	<b>(274)</b>
一、地貌分类 .....	(274)
二、第四纪沉积物 .....	(277)
三、地貌调查程序 .....	(279)
四、野外地貌观测和记录的内容 .....	(281)
复习思考题 .....	(282)
<b>第十四章 地质环境与地质灾害 .....</b>	<b>(283)</b>
<b>第一节 地质环境 .....</b>	<b>(283)</b>
一、地质环境的内涵 .....	(283)
二、人为地质作用 .....	(285)
三、地质环境与城市规划和城市建设 .....	(286)
四、地质环境与人体健康 .....	(287)
五、废弃物处置与地质环境 .....	(289)
<b>第二节 地质灾害 .....</b>	<b>(290)</b>
一、地质灾害的概念、类型及分布 .....	(290)
二、主要地质灾害的类型及防治 .....	(293)
三、地质灾害的预报预警机制的建立 .....	(304)
复习思考题 .....	(306)
<b>参考文献 .....</b>	<b>(308)</b>

# 绪 论

地学是以地球为研究对象的科学,它是自然科学六大基础科学之一。地质学是地学的主要学科。除地质学外,与地球科学有关的还有地理学、气象学、生物学和天文学。

地球包括固体地球及其外部大气。地质学着重研究地下,主要是固体地球表层几十千米厚的岩石圈;地理学重点研究地球表面;气象学则主要研究地球的大气圈;生物学重点研究地表的有机界;天文学则着重研究天体,并从天体的角度研究地球及地球的起源。本书中主要涉及地质学及地理学中的地貌学部分。

地质学、地貌学的出现都与人类的生产、生活需要分不开。经过长期的实践,地球被逐步认识,并形成了地质学和地貌学。地质学(geology)是研究地球及其演变的一门自然科学,主要研究岩石圈的物质组成、构造、形成及其变化和发展历史以及古生物变化历史。地貌学(geomorphology)则是研究地球表面的形态特征、结构及其发生、发展和分布规律,并利用这些规律来认识、利用和改造自然的科学。

## 一、地质学的研究内容

随着生产发展的需要,地质学的任务需要分出专门学科分别承担,由于人们在生产实践中积累了丰富的经验,使各分科日益成熟,成为各自独立的学科。地质学的研究内容主要有:

1. 地球的物质组成 研究这方面的学科有结晶学、矿物学、岩石学、矿床学、地球化学等。结晶学是研究晶体的科学;矿物学是研究矿物的化学成分、内部构造、外部形态、物理性质及其相互关系,并阐明地壳中矿物的形成和变化历史,探讨其时空分布规律及其实际用途的科学;岩石学是研究岩石的分布、产状、成分、结构、构造、分类、成因和演化等方面的科学;地球化学是研究地球物质的化学成分及其化学运动规律的科学。

2. 地壳和地球的构造特征 研究这方面的学科有构造地质学、区域地质学、地球物理学等。其中构造地质学主要研究组成地壳的岩石、岩层和岩体在岩石圈中力的作用下变形形成的各种构造,并研究这些构造的几何形态、组合形式、形成机制和演化进程,探讨产生这些构造的作用力的方向、方式和性质;区域地质学是运用地质学的理论和方法,研究和阐明指定地区的地质构造及其演化的总体特征,探讨各种地质作用之间的内在联系,为矿产资源勘查、成矿规律分析、地质环境评价及有关经济建设提供综合性基础地质资料。

3. 地球的形成历史和演化规律以及古生物演化特征 研究这方面的学科有古生物学、地史学、地层学、第四纪地质学等。其中古生物学是研究地史时期的生物及其发展的科学;地史学是研究地壳发展历史的科学;地层学是根据化石的时空分布来划分对比地层的科学;第四纪地质学是研究在第四纪时期中地壳、气候和生物界发展历史与分布规律的科学。

4. 地质学的研究方法手段 如遥感地质学、数学地质学、同位素地质学等。遥感地质学是以现代先进的遥感科学技术来研究地质体和某些地质现象在某些波段范围内的反射与发射电磁波的特性,以及它们所产生的影像特征;数学地质学是用数学的理论方法和计算机手段研

究地质学基础理论、解决地质学及其实践问题的科学。

5. 地质学的应用问题 如水文地质学、工程地质学、地震地质学、环境地质学、石油地质学、煤田地质学等。水文地质学是研究地下水水量和水质的时空变化规律,地下水储藏和运动的地质环境条件,并研究如何运用这些规律去兴利除害的科学;工程地质学是调查、研究、解决与兴建各类工程建筑有关的地质问题的科学;地震地质学是运用地质学理论和方法研究地震成因、地震活动规律的科学;环境地质学是应用地质科学、环境科学以及其他相关学科的理论与方法,研究地质环境的基本特性、功能和演变规律及其与人类活动之间相互作用、相互制约关系的科学。石油地质学是研究石油和天然气在地壳中生成、运移和聚集规律的科学。

6. 综合性研究 新的地学思维是科学的整体思维,其促进了对地球的综合性的研究。地质学一方面与其他的地球科学如气象、天文、生物等相结合,把地球作为一个整体而进行综合性研究;另一方面地质学与数学、物理、化学、医学等学科互相渗透,对解决现代科学的某些问题起着不可估量的作用。

## 二、地貌学的研究内容

针对不同的研究内容,我国的地貌学出现了一些新的分支学科:

1. 气候地貌学 研究不同气候区的地貌形成、演变规律和地貌组合特征。

2. 构造地貌学 研究构造运动形成的各种地貌(如构造运动隆起形成的山地、台地和构造运动沉降形成的盆地、平原等),以及地质构造受外力作用后形成的各种地貌类型(如背斜山、向斜谷、背斜谷、向斜山等)。

3. 岩石地貌学 研究不同类型的岩石在外力剥蚀作用下形成的各种地貌形态。具有不同结构、构造及矿物成分的不同岩石,以及在不同外力条件下的同种岩石,都可形成不同的地貌特征。

4. 动力地貌学 运用河流动力学、海洋动力学、冰川动力学和风沙动力学的原理,研究河流地貌的演变、海岸地貌的形成发展、冰川地貌的成因以及沙丘的形成和移动规律。动力地貌学把地貌学朝着定量化方向推进。

5. 沉积地貌学 根据沉积物的成因和结构来研究地貌的形成和发展。

6. 历史地貌学 研究不同阶段的地貌发育历史及地貌组合特征,并联系古自然环境对地貌发育的影响。

7. 地貌学的应用问题 分支学科有农业地貌学、工程地貌学、石油天然气地貌学等。农业地貌学研究影响农业区划和土壤区划等的地貌类型及其特征;工程地貌学是指修建各种工程如水利工程、道路工程时,对影响其稳定性等的各种地貌进行研究;石油天然气地貌学是研究石油、天然气的形成和赋存条件,其常常与地貌的形成和发展有关。

此外,还有遥感地貌学、地貌年代学等新的分支学科。新技术、新方法在地貌学中的应用为地貌学的发展开拓了新的方向。

## 三、地质作用的特点和研究方法

**地质作用**(geological process)是指在自然界所发生的一切引起地球的物质组成,地表形态和内部构造发生改变的作用。这个引起变化的力,称为**地质营力**。地质作用在自然界普遍存在,有短暂而猛烈的,如地震、火山、海啸等,也有长期持续缓慢进行的,如岩石风化、海陆变迁、山脉



隆起等。前者易于察觉,后者难以发现。就最终结果而言,猛烈的地质作用固然可以立即产生明显的后果,而缓慢的地质作用只要长期持续进行,同样可以产生甚至更为显著的后果。世界上最强烈的地震造成地面最大位移不过数米,而喜马拉雅山脉已从五六千万年前的汪洋中露出,变成了如今的世界屋脊。万川归海,河流携带泥沙逐渐淤积,短期内没什么变化,但是,正是黄河、海河、淮河长期淤积的结果,形成了广阔的黄淮海平原。仅仅在 7 000 多年前,黄淮海平原的许多地方尚在水下呢!

按引起地质作用的能源的不同,地质作用可分为内力地质作用和外力地质作用。内力地质作用的能源来自地球内部,如地球自转产生的旋转变能、放射性元素蜕变产生的热能等,主要在地下深处进行,并可波及地表。外力地质作用的能源来自地球以外,如太阳能、日月引力能,在地表或地表附近进行。几乎所有外力作用都有重力能参加,并起着重要作用。

### (一)地质作用的特点

1. 地区特色 地质作用的发生和发展具有共同规律,但不同地方的地质作用是不同的,而且同一类地质作用在不同地方也具有其特殊性。

2. 现象复杂 地质作用包括从原子和离子的自然行为,到矿物、岩石的形成和变化,直到地壳各部分的活动以及山川的形成等,以及地核-地幔-地壳的相互作用和物质的转化等;还包括从无机界到有机界,从常温常压到高温高压条件下的物理变化和化学反应。控制和影响这些变化和反应的因素是极其复杂多样的,有光、热等各种能量的相互作用和转化,有地球本身的特性,也有宇宙因素的影响等等。

3. 作用时间长 地球是一个庞大而复杂的星体,其发展历史长久,约有 46 亿年。许多地质作用过程是人们不能亲眼看到的。地质作用发生和延续的时间一般很长,海陆变迁、海底扩张等过程,一般以百万年为单位计算,如大西洋形成至今约 200 百万年。有些地质作用看起来其表现时间很短,如地震、火山,但其发生之前能量的聚集过程却相当长。

### (二)地质作用的研究方法

根据地质作用的特点,它的研究方法有:

1. 野外调查 这是最基本、最重要的一点,因为地质现象就是地质作用的结果或产物。例如了解一个地区的地质构造和矿产分布情况,除收集和研前人资料外,必须到野外细心观察各种地质地貌现象,取得翔实的第一手资料,从而找出地质作用的特点与规律。

2. 室内实验、分析 通过野外的观察,取得第一手资料后,可以用数学、物理、化学及生物学的方法以提高对物质的鉴定能力、穿透能力。现代电子显微镜能放大 80 万倍,对于矿物中原子、离子的排列能够直接观察到。高温高压及超高压技术已应用于模拟地幔的物质性状及组成,使人们能在实验室里看到地下所发生的事。通过模拟我们还可以看到过去曾发生的事情。此外,从野外采样后,在室内可以测出岩石、土壤的一些定量指标,用一些特定的方法确定地质体的年龄。又如通过对地貌的特征及地貌组合的分析,可以推断出地貌的发展阶段,从而了解地貌的发展变化规律。

3. 提出假说 这是建立在丰富的地质事实和数据基础之上,在分析研究的基础上结合实验成果进行的推论,是一个由感性认识上升到理性认识的过程,是运用地质学知识和原理去分析问题、研究问题的过程。在这个过程中要进行地质思维,并运用“将今论古”这个传统的思维方法。

英国地质学家莱伊尔(C. Lyell, 1797—1875)在他的著作《地质学原理》一书中提出:“The