




全国高等农林院校“十一五”规划教材

# 地质与地貌学

南方本

刘凡 主编



 中国农业出版社

全国高等农林院校“十一五”规划教材

# 地质与地貌学

南方本

刘 凡 主编

中国农业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

地质与地貌学. 南方本/刘凡主编. —北京: 中国农业出版社, 2009. 4

全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-109-13461-4

I. 地… II. 刘… III. ①地质学—高等学校—教材②地貌学—高等学校—教材 IV. P5 P931

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 031871 号

中国农业出版社出版  
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)  
(邮政编码 100125)  
责任编辑 李国忠 杨国栋

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行  
2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 820mm×1080mm 1/16 印张: 21.5  
字数: 520 千字  
定价: 33.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

**主 编** 刘 凡

**副主编** 赵小敏 李福春 周 俊 丁树文

**编 者** 夏建国 (四川农业大学)  
冯跃华 (湖南农业大学)  
张 频 (江西农业大学)  
葛宏力 (福建农林大学)  
李福春 (南京农业大学)  
周 俊 (安徽农业大学)  
赵小敏 (江西农业大学)  
丁树文 (华中农业大学)  
刘 凡 (华中农业大学)

**主 审** 张杨珠 (湖南农业大学)

# 前 言

地质与地貌学是农业资源与环境、水土保持与荒漠化防治和土地资源与管理等专业本科生主要课程的教材。我们集多年来的教学实践和体会，秉承成熟的理论，注意吸收已有相关教材内容和有关新资料，编写了本教材。本教材除绪论外共13章，第一章至第四章主要介绍了地球的基本知识、矿物、岩石、地壳运动与构造地貌，第五章至第十三章介绍了风化、流水、地下水、风、湖沼与海洋、冰川、重力等地质作用与地貌、地质发展史和第四纪地质等。系统地介绍各种地质作用过程及其结果，注重阐明地质学与地貌学的因果关系。通过地质作用特点的理解，使学生掌握各种地貌的形成、分布和演化基本规律；通过学习分析问题的思维方式，认识时空的无限性、变动的复杂性，初步掌握和运用地学的逻辑推理的方法。作为南方本的地质与地貌学教材，编写中在不减少风和冰川等地质作用与地貌内容的基础上，重点加强了具有南方地质作用特点的流水、地下水、湖沼湿地和重力等地质作用与地貌的介绍；进一步完善了学生感兴趣的知识点。本教材也可作为生态、信息管理和其他与资源、环境有关的专业学生的教材。

本教材各章节的编写：绪论，刘凡；第一章，周俊、刘凡；第二章，周俊；第三章和第九章，李福春；第四章和第六章，丁树文；第五章，冯跃华；第七章，夏建国；第八章，赵小敏、葛宏力；第十章，张频；第十一章，冯跃华、葛宏力；第十二章，刘凡、赵小敏；第十三章，赵小敏。全书由刘凡统稿。

本教材承蒙湖南农业大学张杨珠教授主审，对教材的编写提出了许多宝贵的建设性意见，主编根据这些建议对原稿进行了修改。

由于编者的学识有限，书中难免缺点和错误，敬请广大师生和读者提出宝贵的批评意见。

编 者

2009年2月

# 目 录

## 前言

绪论 .....	1
一、地质学、地貌学研究的对象和内容 .....	1
二、研究对象的特点和研究方法 .....	2
三、地质学与地貌学的关系 .....	5
四、地质学和地貌学的发展简史及现状 .....	6
五、地质学及地貌学知识在农业科学等领域的应用 .....	10
六、本课程的学习重点和要求 .....	12
复习思考题 .....	12
第一章 地球的基础知识 .....	13
第一节 地球概况 .....	13
一、宇宙中的地球及形成 .....	13
二、地球的形状大小与地理坐标系 .....	13
三、地球的运动 .....	15
四、地球的物理特性 .....	15
第二节 地球圈层结构 .....	17
一、地球外部圈层 .....	18
二、地球内部圈层 .....	20
第三节 地质作用 .....	21
第四节 地质年代 .....	23
一、地层含义 .....	23
二、相对地质年代 .....	23
三、绝对地质年代 .....	26
四、地质年代表 .....	27
复习思考题 .....	30
第二章 矿物 .....	31
第一节 矿物概述 .....	31
一、矿物的基本概念 .....	31
二、矿物的化学成分 .....	33
三、矿物的形态 .....	36
第二节 矿物的物理性质 .....	38

一、矿物的光学性质 .....	38
二、矿物的力学性质 .....	41
三、矿物的特异性质 .....	44
第三节 矿物的分类 .....	45
一、矿物的分类方法 .....	45
二、矿物的成因和晶体化学分类 .....	45
三、硅酸盐矿物的化学组成、晶体构造与分类 .....	46
第四节 常见矿物简介 .....	50
一、自然元素矿物 .....	50
二、卤化物类矿物 .....	51
三、氧化物及氢氧化物类矿物 .....	51
四、硫化物类矿物 .....	52
五、含氧盐类矿物 .....	53
第五节 黏粒矿物 .....	57
一、层状铝硅酸盐黏粒矿物 .....	58
二、硅、铁、铝、锰的次生氧化物及氢氧化物 .....	63
第六节 矿物资源在农业上的应用 .....	64
一、农用矿物的概念 .....	64
二、农用矿物的分类 .....	64
三、农用矿物的开发利用 .....	65
复习思考题 .....	67
<b>第三章 岩石</b> .....	<b>68</b>
<b>第一节 岩浆岩</b> .....	<b>68</b>
一、岩浆 .....	68
二、岩浆作用 .....	69
三、岩浆岩特征 .....	74
四、岩浆岩分类 .....	84
五、常见岩浆岩 .....	85
<b>第二节 沉积岩</b> .....	<b>88</b>
一、沉积岩的形成过程 .....	88
二、沉积岩的特征 .....	90
三、沉积岩的分类 .....	96
四、常见沉积岩 .....	96
<b>第三节 变质岩</b> .....	<b>100</b>
一、变质作用的影响因素 .....	101
二、变质作用的类型 .....	102
三、变质岩的特征 .....	104
四、变质岩的分类 .....	107
五、常见变质岩 .....	107

六、变质岩与岩浆岩、沉积岩的相互关系 .....	108
复习思考题 .....	111
<b>第四章 构造运动与地貌</b> .....	<b>112</b>
第一节 构造运动 .....	112
一、水平运动 .....	112
二、垂直运动 .....	112
第二节 岩层产状 .....	114
一、岩层变形 .....	114
二、岩层产状 .....	115
三、岩层排列 .....	115
第三节 褶皱构造 .....	117
一、褶曲要素 .....	117
二、褶曲的类型 .....	118
三、褶皱构造的野外认识 .....	119
第四节 断裂构造 .....	120
一、节理 .....	120
二、断层 .....	122
第五节 地震 .....	125
一、地震现象 .....	125
二、地震的成因与分布 .....	126
三、地震对农业生产的危害及其预防 .....	128
第六节 构造地貌 .....	130
一、水平岩层地貌 .....	130
二、单斜岩层地貌 .....	131
三、褶皱地貌 .....	131
四、断裂地貌 .....	132
第七节 我国大地构造 .....	134
一、槽台学说 .....	135
二、板块构造学说 .....	138
三、地质力学 .....	142
四、地壳均衡说 .....	142
第八节 地质构造与土壤、农业的关系 .....	144
一、地质构造与土壤分布的关系 .....	144
二、地质构造与土壤改良的关系 .....	144
三、地质构造与农田水利工程的关系 .....	144
四、地质构造与农业合理布局 .....	145
复习思考题 .....	145
<b>第五章 风化作用与地貌</b> .....	<b>146</b>
第一节 风化作用的类型 .....	146



一、物理风化 .....	146
二、化学风化 .....	148
三、生物风化 .....	150
第二节 影响风化作用的因素 .....	151
一、环境条件 .....	151
二、岩石性质 .....	152
第三节 主要矿物和岩石的风化特征 .....	154
一、主要造岩矿物的风化特征 .....	155
二、主要岩石的风化特征 .....	156
第四节 风化壳的形成及分布特点 .....	157
一、风化壳概念 .....	157
二、元素迁移顺序和风化作用的阶段性 .....	158
三、影响风化壳形成的因素 .....	160
四、我国风化壳分布和主要类型 .....	160
复习思考题 .....	162
<b>第六章 地表流水作用与地貌</b> .....	163
第一节 地表流水作用概述 .....	163
一、地表流水流态、活力与负载 .....	163
二、地表流水地质作用 .....	163
三、地表流水作用类型 .....	164
第二节 片流作用与地貌 .....	164
一、片流特点 .....	164
二、片流侵蚀作用与地貌 .....	165
三、片流沉积作用与地貌 .....	166
第三节 洪流作用与地貌 .....	166
一、洪流的特点 .....	166
二、洪流的侵蚀作用与地貌 .....	166
三、洪流沉积作用与地貌 .....	167
四、泥石流 .....	168
第四节 河流作用与地貌 .....	169
一、河流概述 .....	169
二、河流的侵蚀作用与地貌 .....	170
三、河流的搬运作用 .....	174
四、河流的沉积作用与地貌 .....	175
五、河流阶地 .....	179
六、河流的演化规律 .....	181
复习思考题 .....	182
<b>第七章 地下水地质作用与地貌</b> .....	183
第一节 地下水的一般性质 .....	183

一、岩石中的水 .....	183
二、地下水的来源 .....	185
三、地下水的性质 .....	185
四、地下水的类型 .....	187
<b>第二节 岩溶作用及发育的条件 .....</b>	<b>191</b>
一、可溶性岩石的化学成分和结构 .....	192
二、地质构造 .....	193
三、水的溶蚀能力 .....	193
四、气候的影响 .....	194
五、地貌的影响 .....	194
<b>第三节 岩溶地貌类型 .....</b>	<b>195</b>
一、地表岩溶 .....	195
二、地下岩溶 .....	199
三、地表地下连接处的岩溶地貌 .....	200
四、岩溶地貌组合 .....	201
五、岩溶的发育过程 .....	202
<b>第四节 岩溶堆积物与地貌 .....</b>	<b>203</b>
一、化学堆积 .....	204
二、河湖堆积 .....	206
三、崩塌堆积 .....	206
四、蚀余堆积 .....	206
<b>第五节 岩溶地区环境与资源 .....</b>	<b>206</b>
一、岩溶地区的环境特征 .....	207
二、岩溶地区的水资源状况 .....	208
三、岩溶地区的矿产资源 .....	208
四、岩溶旅游资源 .....	209
<b>复习思考题 .....</b>	<b>209</b>
<b>第八章 海洋、湖泊及沼泽地质作用与地貌 .....</b>	<b>210</b>
<b>第一节 海洋地质作用与地貌 .....</b>	<b>210</b>
一、海洋概述 .....	210
二、海水的运动 .....	211
三、海洋的侵蚀作用与海蚀地貌 .....	214
四、海洋沉积作用与沉积地貌 .....	216
五、影响海岸发育的因素 .....	218
<b>第二节 湖泊的地质作用与地貌 .....</b>	<b>219</b>
一、湖泊类型 .....	220
二、湖泊的地质作用 .....	222
三、湖泊地貌 .....	225
四、影响湖泊地质作用及演化的因素 .....	225

第三节 沼泽 .....	226
一、沼泽的形成 .....	226
二、沼泽的沉积作用 .....	227
三、沼泽的利用改造 .....	227
第四节 湿地 .....	228
一、湿地的定义和分布 .....	228
二、湿地类型 .....	229
三、湿地功能 .....	230
四、湿地保护 .....	231
复习思考题 .....	232
<b>第九章 风的地质作用与地貌 .....</b>	<b>233</b>
第一节 风蚀作用与风蚀地貌 .....	234
一、风蚀作用 .....	234
二、风蚀地貌 .....	235
第二节 风的搬运与风积作用 .....	238
一、风的搬运作用 .....	238
二、风积作用 .....	238
三、风积物的特点 .....	239
第三节 风积地貌 .....	239
一、沙质地貌 .....	239
二、黄土和泥质地貌 .....	244
复习思考题 .....	250
<b>第十章 冰川地貌与冻土地貌 .....</b>	<b>251</b>
第一节 冰川形成与类型 .....	251
一、冰川的形成 .....	251
二、冰川的运动 .....	252
三、冰川的分类 .....	252
第二节 冰蚀作用与地貌 .....	254
一、冰蚀作用 .....	254
二、冰蚀地貌 .....	255
第三节 冰川的搬运和堆积作用与地貌 .....	257
一、冰川的搬运作用 .....	257
二、冰川的沉积作用及冰碛物 .....	258
三、冰碛地貌 .....	258
第四节 冰水沉积地貌与冻土地貌 .....	259
一、冰水沉积地貌 .....	259
二、冻土地貌 .....	260

第五节 冰川资源的利用与保护 .....	262
一、冰川的利用与保护 .....	262
二、冰川泥石流与冰湖溃决的危害 .....	264
复习思考题 .....	264
<b>第十一章 重力地貌 .....</b>	<b>265</b>
<b>第一节 崩塌 .....</b>	<b>265</b>
一、崩塌作用方式 .....	265
二、崩塌的分类 .....	265
三、形成崩塌的条件 .....	266
四、崩塌堆积地貌和结构 .....	268
<b>第二节 崩岗 .....</b>	<b>269</b>
一、概述 .....	269
二、崩岗地貌的形态特征 .....	270
三、影响崩岗发育的基本因素 .....	272
四、防治措施 .....	273
<b>第三节 滑坡 .....</b>	<b>273</b>
一、滑坡的形态特征 .....	274
二、影响滑坡形成和发展的因素 .....	275
三、滑坡分类 .....	276
四、滑坡的发展 .....	277
<b>第四节 蠕动 .....</b>	<b>277</b>
一、蠕动的基本概念 .....	277
二、蠕动的影响因素 .....	277
<b>第五节 地面沉降 .....</b>	<b>279</b>
复习思考题 .....	279
<b>第十二章 地质发展史及第四纪地质 .....</b>	<b>280</b>
<b>第一节 地质发展史 .....</b>	<b>280</b>
一、地球的年龄 .....	280
二、太古代 .....	280
三、元古代 .....	281
四、震旦纪 .....	281
五、早古生代 .....	282
六、晚古生代 .....	284
七、中生代 .....	286
八、新生代 .....	288
<b>第二节 第四纪地质 .....</b>	<b>290</b>
一、人类出现 .....	291
二、第四纪松散沉积物 .....	293

---

三、第四纪气候波动 .....	296
四、新构造运动 .....	304
复习思考题 .....	311
<b>第十三章 地貌 .....</b>	<b>312</b>
一、地貌的形成因素 .....	312
二、地貌的分类 .....	313
三、我国的地貌特征 .....	317
四、地貌调查与制图 .....	322
复习思考题 .....	326
<b>主要参考文献 .....</b>	<b>327</b>

# 绪 论

地球是人类在宇宙中赖以生存、发展的唯一家园。

地学是研究地球过去、现在，并预测其未来的科学。

《愚公移山》中愚公对智叟说：这两座山虽然很高，却是不会再增高了，挖一点就会少一点，为什么挖不平呢？山真的就不会再增高吗？我们经常听到有关地震与火山爆发的报道，但为什么总是一些地区地震频繁和严重，而另一些地区却极少发生；为什么喜马拉雅山是世界上最高的山，并且8 000m以上的山峰大都出现在这里；世界最深的海不是出现在大洋中央，而是在海洋的边缘；温泉、火山有时呈串珠或带状分布；我国有的地方山脉是东西延伸，有的地方则是南北伸展；一些地方的水果、茶叶或者大米特别质优、味美、营养丰富，可另一些地方某种病的发病率比其他地方明显偏高；有的地方盛产黄金、宝石和石油，而有的地方海啸、沙尘暴、泥石流、滑坡、崩塌等常给人们不断地带来严重的灾害；“桂林山水甲天下，太湖美景不胜收”，“黄山归来不看山，九寨归来不看水”。

当你学完了地质与地貌学，这些问题就不会再困扰你了。

## 一、地质学、地貌学研究的对象和内容

地球是宇宙中正在运动和演变的一颗星体，它独特的圈层结构和地表环境成为人类赖以生存和发展的唯一家园。因此，了解和研究地球是人类共同愿望。在六大基础自然科学（数、理、化、天、地、生）之中，地学不可缺少的重要环节。

广义地说，地质学的研究对象是地球。但由于受到科学技术发展水平和研究手段的限制，目前地质学的研究对象仅局限于地球的表层部分，即岩石圈。因此，具体地说，地质学是研究岩石圈的物质组成、结构、产状、成因及其分布规律；地壳运动及其所引起的各种构造变动和发展规律；地壳历史及生物演化规律的一门学科。

地貌学是一门研究地球表面形状的科学。地球表面指的是地壳的外表面，即由岩石、土壤等组成的地面。地球表面形状指的是地壳表面由岩石构成的起伏形态（如高山、平原、丘陵、盆地、河谷等），简称为地形或地貌。因此，地貌学是研究地球表面的形态特征、结构、成因及其发生、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）地质学的研究内容及分科

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。随着人们生产实践的需要和科学研究的深入，使各分科日益成熟。地质学的研究内容及分科主要有：

1. **研究地球（主要是地壳）的物质组成及元素分布规律** 学科有矿物学、岩石学、矿床学、地球化学等。
2. **研究地壳运动及构造特征** 学科有动力地质学、构造地质学、大地构造学等。
3. **研究地球演变历史** 学科有古生物学、地层学、地史学、第四纪地质学等。
4. **研究某种矿产形成和分布规律** 学科有矿床学、石油地质学、煤田地质学等。
5. **研究地下水的运动及分布规律和工程建设地质条件** 学科有水文地质学、工程地质学等。
6. **研究勘探矿床的技术方法** 学科有找矿勘探地质学、勘查地球物理学、勘查地球化学、探矿工程学等。
7. **研究地球和岩石圈物质运动对人类的影响以及防范、避免或降低其危害，并获得安全、舒适、优美、经济可持续发展的生存环境** 学科有如环境地质学、农林地质学、地震学、海洋地质学等。

## （二）地貌学的研究内容及分科

地貌学的研究内容及分科：

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** 研究岩石在外营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，在相同外力作用下，抵御风化侵蚀的能力不同，因而形成不同的地貌特征，或者同一类型岩石在不同外力条件下也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。
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. **应用地貌学** 分支学科有农业地貌学、工程地貌学等。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，对其稳定性等的各种地貌进行研究。

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。

## 二、研究对象的特点和研究方法

### （一）地学研究对象的特点

本课程是以地球，主要是地壳岩石圈及表面地貌和形态为对象的一门课程，其研究对象具有以下特点：

**1. 时空的无限性** 地球形成已有 46 亿年历史，现今地壳的结构和构造、地表海陆的分布、煤、石油等各种矿藏的形成，都经历了以百万年甚至千万年为时间尺度的漫长地质历史过程。因此，在进行地学理论的学习和研究时，不能将地球历史与人类历史相比拟，要充分考虑时间的悠久性这一特点，建立起地质时间尺度的概念。图 0-1 是美国航空航天局地球系统委员会列出的基本地球过程。图中的竖直线划，将地质学研究的主要事件和过程分隔在图的右上方。这些地质事件和过程，计时的下限是百万年。因此，在地质学家眼中，一个事件如果经过了数千万年，属正常；要是在百万年内就从开场到谢幕，那会被看成是一次“迅雷不及掩耳”的突变。喜马拉雅山脉从海底上升为世界屋脊，平均每年大约抬升 0.2mm，被称为快速抬升的典型；大西洋在 7 千万年前的扩张，被当成地球的“一次颤动”。事件越是往前，时间的精度越粗。

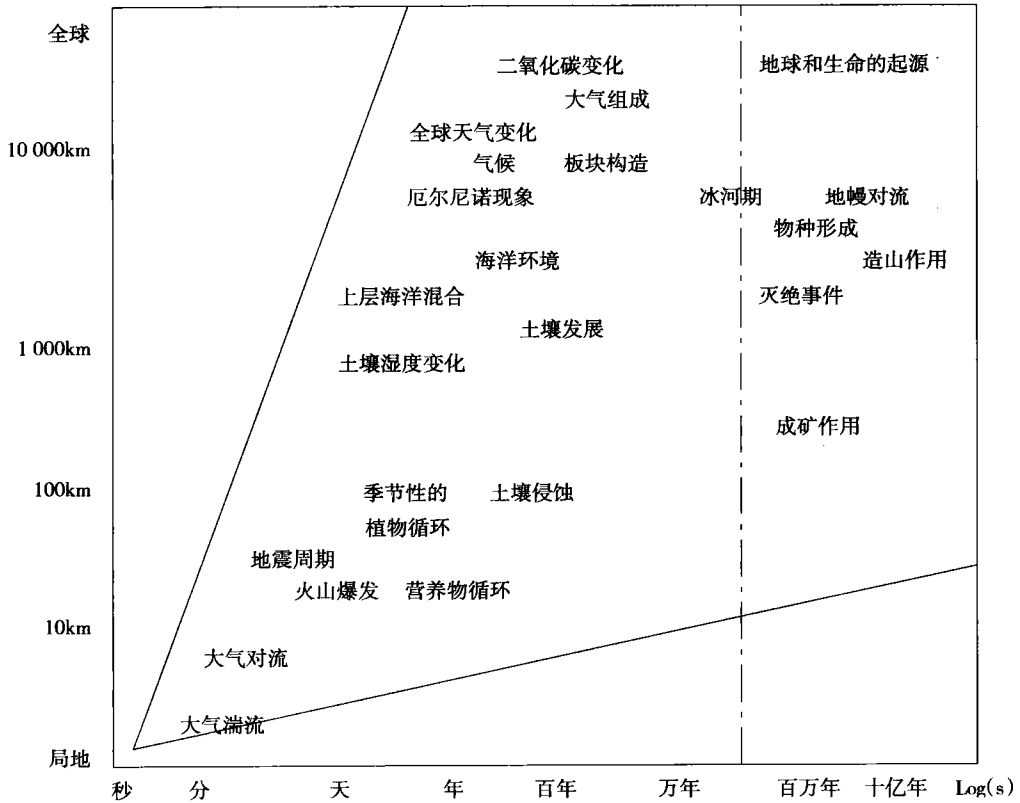


图 0-1 地球系统过程：特征时间尺度和空间尺度  
(据 NASA)

与地质时间概念的“粗线条”相比，地质空间概念的特点是大跨度。所考虑的范围往往也超出了人们的习惯尺度：其一，地球拥有巨大的空间，表面积 5.1 亿  $\text{km}^2$ ，体积 10 832 亿  $\text{km}^3$ ，地球平均半径 6 371km。在如此大的空间范围内，物质基础和内外界条件有巨大的差异，因而表现出不同的变化过程，区域特性明显。例如中国的北方和南方，由于地质经历不同，地质特点就有很大的差异。其二，从矿物的分子结构、超微尺度的分子化石观察，到全球规模的板块运动研



究,各种尺度的地质现象,几乎无所不包。相应地,地质学发展和应用了各种观测手段,包括从电子探针到空间卫星和对地观测系统等,以延伸人类的视线。

**2. 变动的复杂性** 地球不仅具有巨大的空间,而且组成复杂,既包括无机界,又包括有机界;既经历了漫长的历史,又有各种地质营力的相互作用,发生着包括从原子、离子到矿物、岩石的形成与转化。从地核—地幔—地壳的相互作用和物质的转化到地壳各部分的活动以及山川的形成;从无机界、有机界到生物界;从高温、高压到常温、常压条件下的物理变化和化学反应等。由于控制和影响这些变化和反应的因素极其复杂多样,因而决定了其变动的复杂性。

**3. 地质作用的不可逆性** 地球在其形成的漫长历史中,始终处于永恒的不断运动之中。它的形成是由简单到复杂、由低级向高级的发展和演化,而不是简单的重复和循环。我们现在见到的地球,仅是它全部运动和发展过程中的一个阶段。就岩石圈而言,也只代表地球演化的一个侧面。因此,地质作用具有不可逆性,地质研究对象的特殊性,决定了其研究方法与其他自然科学的研究方法有所不同。

## (二) 研究方法

由于研究对象的特殊性,其研究方法有其自身的特点。

**1. 认识和分析问题的思维方式** 地质学认识和分析问题通常是用过去遗留下来的地质证据来研究过去发生的地质事件,以恢复过去的地质过程。问题是当事件发生时,我们“不在现场”,未能亲历亲见,而遗留下来的证据,多经历了漫长时间中各种地质营力的改造和破坏,早已残缺不全;影响事件和过程的因素又相互影响,各式各样。因此,地质学家面临的任务和解决问题的条件,常常同福尔摩斯接手的案件一样,令人绞尽脑汁。19世纪初期,英国地质学家莱伊尔继承了J.赫顿的学说,提出可以通过观测现在正在进行的地质事件来研究过去曾经发生的地质过程,也就是“将今论古”思想。其理由有三:①改变地球面貌的自然力量在全部地质历史上就性质和强度而言都是相同的;②这些改变地球面貌的自然力量起的作用虽然缓慢,却从不间断;③正是这些力量缓慢地、然而不间断地积累作用,才导致了地球面貌的巨大改变。由此三点,莱伊尔推断现在的地质过程和过去的地质过程在性质上是一致的,即使有速率和强度的差异,也不致造成“将今论古”时的推断错误。“将今论古”思想后来被地质学家盖基用一句话概括为“现在是进入过去的钥匙(The present is the key to the past)”,至今仍为地学研究的基本思想。

用现在的眼光看,莱伊尔提出的三点理由只强调了地质作用的同一性和渐变性。如认为地球上的一切地质记录——巨厚的地层、高大的山脉,并不是剧烈的动力造成的。各种缓慢的地质作用为人所不觉,但只要经过漫长的岁月,就可产生惊人的结果。他只强调缓慢变化的一面,未见到突变的一面,只谈量变,未谈质变,这种理论被称为均变论。莱伊尔只认识到古今的相似性,未认识到古今的趋异性和突变性,地球的历史绝不会是简单的重复。现代地质学接受了莱伊尔现实主义的合理部分,同时也注意到地球发展的阶段性和不可逆性,以及在地球发展的不同阶段中自然条件的特殊性。前一方面使我们有可能运用将今论古思维,去发现地质事件和地质过程的某些特征和规律。例如我们知道天然盐是在蒸发强烈的干旱和半旱环境的盐湖中沉积而成;煤是在