

高等学校教材

# 地貌学·教程

杨景春 主编

高等教育出版社

39/40



高等学校教材

# 地貌学教程

杨景春 主编

2931

7



本书主要介绍地貌学的基本理论和基本知识。地貌学问题，是随着地质学的发展，并随着地质学研究的深入而逐渐形成的。本书从地貌学的发展历史、地貌学研究的对象、地貌学研究的三个主要方面（地貌成因、地貌形成过程和地貌类型）三个方面，系统地介绍了地貌学的基本理论和基本知识。本书在编写过程中，力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。本书可作为高等院校地理系、地质系、环境科学系、城市规划系、旅游管理系等专业的教材，也可供从事地貌学工作的工程技术人员参考。

本书在编写过程中，得到了中国科学院图书馆、中国科学院地质研究所、中国科学院地理研究所等单位的大力支持。本书在编写过程中，得到了中国科学院图书馆、中国科学院地质研究所、中国科学院地理研究所等单位的大力支持。

本书在编写过程中，得到了中国科学院图书馆、中国科学院地质研究所、中国科学院地理研究所等单位的大力支持。本书在编写过程中，得到了中国科学院图书馆、中国科学院地质研究所、中国科学院地理研究所等单位的大力支持。

地质部地质研究所  
地质部地质研究所  
地质部地质研究所

王乃樑

1985.8.22  
北大图书馆

地质出版社  
地质出版社

000 2  
地质出版社

## 高等教育出版社

(京) 112号

地质学

# 地貌学教程

杨景春 主编

高等学校教材

地貌学教程

杨景春 主编

\*

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 18 字数 413 000

1985年5月第1版 1993年3月第9次印刷

印数 47 329—54 251

ISBN 7-04-001438-6/K·48

定价 5.70 元

# 目 录

第一章 绪论	1
第一节 地貌学的研究内容	1
第二节 地貌学的学科分类	4
第三节 地貌学的发展简史	5
第二章 坡地地貌	7
第一节 风化作用	7
一、物理风化	7
二、化学风化	8
三、生物风化	9
第二节 崩塌及其地貌	9
一、崩塌的作用方式	9
二、崩塌的分类	10
三、形成崩塌的条件	10
四、崩塌堆积地貌和结构	12
第三节 滑坡	14
一、滑坡体的运动	14
二、影响滑坡的各种因素	15
三、滑坡的形态特征	16
四、滑坡的类型和发展	17
第四节 土屑蠕动	19
第五节 土溜	20
一、融冻土溜	20
二、热带土溜	21
第六节 坡面侵蚀和坡积裙	21
一、坡面侵蚀	21
二、坡积裙	23
第七节 坡地发育与山麓剥蚀面	23
一、坡地发育	24
二、山麓剥蚀面	25
第三章 河流地貌	26
第一节 河流流水作用	27
一、流水的基本特征	27
二、河流的侵蚀作用	29
三、河流的搬运作用	29

四、河流的堆积作用	30
第二节 河床	30
一、河床纵剖面的形成与发展	30
二、影响河床纵剖面发展的因素	32
三、河床中的地形	33
四、河床平面形态	35
第三节 河漫滩	38
一、河漫滩的形成与发展	38
二、河漫滩的结构	39
三、河漫滩的形态特征	40
四、自然地理条件对河漫滩发育的影响	41
第四节 泥石流	42
一、泥石流的形成条件	42
二、泥石流的类型	43
三、泥石流的地貌作用	46
第五节 洪积扇	47
一、洪积扇的形态特征与成因	47
二、洪积扇的结构	48
三、气候变化、构造运动对洪积扇发育的影响	50
第六节 冲积平原	51
一、冲积平原形成过程与地貌特征	51
二、冲积平原的结构	53
第七节 河口区地貌	53
一、河口区地貌特征和动力作用	54
二、三角湾(三角港)	55
三、三角洲	55
第八节 河流阶地	60
一、河流阶地的成因	61
二、河流阶地的类型	64
第九节 河流地貌的发育	67
一、水系的形成	67
二、水系的发展	67
三、分水岭的迁移和河流袭夺	69
四、河流地貌的发育	70
第四章 岩溶地貌	73

第一节 岩溶作用	73	二、冻土的厚度	117
一、岩溶化学作用过程	74	三、冻土的结构	120
二、影响岩溶作用的因素	74	四、冻土的热状态	122
第二节 岩溶水	77	五、冻土的成因	122
一、岩溶水的分布特征	77	第二节 冻土地貌	123
二、岩溶水的运动特征	77	一、石海、石河和石冰川	123
三、岩溶水的分带	78	二、多边形构造土	125
第三节 地表岩溶形态	79	三、石环、石圈和石带	128
一、溶沟和石芽	79	四、冰核丘和冰丘	131
二、落水洞	81	五、土溜阶坎	133
三、漏斗	81	六、热喀斯特洼地	134
四、溶蚀洼地	81	第三节 冻土地貌的发育	134
五、岩溶盆地	83	一、冻土地貌发育的时间差异	134
六、干谷和盲谷	84	二、冻土地貌发育的空间差异	135
七、峰丛、峰林和孤峰	85	三、冻土地貌的组合	135
第四节 地下岩溶形态	86	第七章 荒漠地貌	137
一、洞穴的形成和形态特征	86	第一节 荒漠区的自然地理特征	137
二、洞穴堆积物和堆积形态	88	第二节 风的作用	139
三、地下河和岩溶泉	88	一、风蚀作用	139
第五节 岩溶地貌发育和地貌组合	89	二、风的搬运作用	139
一、岩溶地貌的地带性特征	89	三、风积作用	141
二、岩溶地貌发育的阶段性和	90	第三节 风成地貌	142
三、岩溶地貌发育的变异	91	一、风蚀地貌	142
第五章 冰川地貌	93	二、风积地貌	144
第一节 冰川和冰川作用	93	第四节 影响风成地貌的各种因素	153
一、雪线	93	一、地面特征对风成地貌的影响	153
二、冰川形成过程	94	二、气流特征对风成地貌的影响	153
三、冰川的类型	95	三、人类经济活动对风成地貌的影响	157
四、冰川的运动	97	第五节 干旱区荒漠的类型	160
五、冰川的侵蚀、搬运和堆积作用	100	一、岩漠	160
第二节 冰川地貌	103	二、砾漠	161
一、冰蚀地貌	103	三、沙漠	161
二、冰碛地貌	106	四、泥漠	162
三、冰水堆积地貌	107	第八章 黄土地貌	163
第三节 冰川地貌的组合与发育	111	第一节 黄土的分布与性质	163
一、冰川地貌的组合	111	一、黄土的分布	163
二、第四纪冰期及其对地貌发育的影响	111	二、黄土的性质	163
三、冰川地貌的发育	113	第二节 黄土地貌类型	165
第六章 冻土地貌	117	一、黄土沟谷地貌	165
第一节 冻土	117	二、黄土沟(谷)间地地貌	166
一、冻土的分布	117	三、黄土谷坡地貌	168

四、黄土潜蚀地貌 .....	169	二、穹窿构造的地貌发育 .....	221
第三节 黄土地貌发育 .....	169	<b>第十二章 断层构造地貌</b> .....	223
<b>第九章 海岸地貌</b> .....	171	第一节 断层崖 .....	223
第一节 波浪与海岸 .....	172	一、断层崖的排列形式 .....	223
一、波浪作用 .....	172	二、断层崖的坡面发育 .....	223
二、波浪形成的海岸地貌 .....	177	三、断层三角面和断层线崖 .....	224
第二节 潮汐与海岸 .....	185	四、断层崖的活动次数、幅度和时间的确定 .....	225
一、潮汐作用 .....	185	第二节 断层谷 .....	226
二、潮汐作用下的海岸地貌特征 .....	188	一、断层谷的走向受断层的走向和排列方	
第三节 海岸演化与影响海岸发育的		式控制 .....	226
因素 .....	191	二、断层谷常呈宽狭相间串珠状分布 .....	226
一、海岸演化 .....	191	三、断层谷中的高位古河道 .....	227
二、影响海岸发育的因素 .....	193	<b>第三节 断陷盆地</b> .....	228
<b>第十章 大地构造地貌</b> .....	196	一、断陷盆地形态特征 .....	228
第一节 大陆和海洋 .....	196	二、断陷盆地的成因和结构 .....	230
一、大陆和海洋的分布 .....	196	<b>第四节 断块山地</b> .....	232
二、陆壳与洋壳 .....	197	一、断块山地的一般特征 .....	232
三、地壳均衡 .....	197	二、断块山地的河谷发育 .....	232
四、大陆漂移 .....	198	三、断块山地的山麓阶梯和夷平面 .....	233
第二节 构造山系和大陆裂谷 .....	199	<b>第五节 断层活动和河流阶地变形</b> .....	234
一、构造山系 .....	199	一、断层垂直运动和河流阶地变形 .....	234
二、大陆裂谷 .....	201	二、断层水平运动和河流阶地变形 .....	236
第三节 大陆架和大陆坡 .....	203	<b>第六节 断层水平运动形成的构造地貌</b> .....	238
一、大陆架 .....	203	一、断层水平运动形成的构造错断地貌 .....	238
二、大陆坡 .....	207	二、断层水平运动形成的派生构造地貌 .....	239
第四节 岛弧、海沟和边缘海盆地 .....	208	<b>第七节 基底断裂活动盖层形成的构</b>	
一、岛弧、海沟和边缘海盆地的形态和构造 .....	208	造地貌 .....	242
二、岛弧、海沟和边缘海盆地的成因 .....	210	<b>第十三章 火山和熔岩流地貌</b> .....	243
第五节 大洋盆地和大洋中脊 .....	210	第一节 火山 .....	243
一、大洋盆地 .....	210	一、火山的成因 .....	243
二、大洋中脊 .....	211	二、火山的结构 .....	244
<b>第十一章 褶曲构造地貌</b> .....	213	三、火山的类型 .....	246
第一节 原生褶曲构造地貌 .....	213	四、活火山和死火山 .....	247
一、活动褶曲构造山地 .....	213	五、泥火山和隐火山 .....	248
二、拱曲上升的地貌变形特征 .....	214	第二节 熔岩流地貌 .....	250
第二节 次生褶曲构造地貌 .....	217	一、熔岩丘 .....	250
一、向斜山和背斜谷 .....	217	二、熔岩垅岗和熔岩盖 .....	250
二、单面山和猪背脊 .....	218	三、熔岩隧道 .....	251
三、褶曲构造控制的河谷发育 .....	218	四、熔岩堰塞湖 .....	252
第三节 穹窿构造地貌 .....	219	<b>第十四章 地貌调查与制图</b> .....	253
一、盐丘 .....	219	第一节 地貌调查 .....	253

153	一、地貌调查程序	253
154	二、野外地貌观测和记录的内容	255
155	第二节 第四纪沉积物的野外调查	256
156	一、沉积物颜色的观测与描述	257
157	二、沉积物结构的观测与描述	257
158	三、沉积物的构造观测与描述	259
159	四、沉积物的厚度观测与描述	259
160	五、沉积物的成因类型研究	259
161	六、沉积物的地层时代划分	260

260	第三节 地貌制图	260
261	一、地貌图的类型	260
262	二、地貌分类	262
263	三、地貌图例系统和图例表示方法	264
264	第四节 地貌剖面图	269
270	一、实测地貌剖面图	270
271	二、地貌剖面示意图	271
272	三、地貌综合剖面图	272
274	参考文献	274

# 第一章 绪 论

## 第一节 地貌学的研究内容

地貌学是研究地表形态及其发生、发展、结构和分布规律的科学。

地表形态有各种不同规模，最大的规模是将全球分为陆地和海洋。陆地上有巨大的山地和平原，还有各种沟谷和沙丘等；海洋中有大洋盆地、大洋中脊和海沟。这些规模不同、形态各异的地形，成因也不相同。例如大陆和海洋的成因与地球内部的物质运动有关，山地和平原的成因则和不同大地构造区的地壳运动有关，世界上高大的山地大多位于新生代地壳强烈上升区，大平原则多位于新生代地壳下降区，各种沟谷和沙丘都是由不同的外力作用(流水作用和风的作用)塑造而成，它们的成因主要受气候条件控制，所以它们的分布又与一定的气候带有关。

不同规模地貌的成因，有的与地球内营力作用(构造运动和岩浆作用等)有关，有的是地表外营力作用(流水、波浪、冰川和风等)的产物。但是，地表形态在形成与发展过程中并不只是由某一种内营力或外营力塑造而成。例如构造运动上升形成的山地，它们同时又受外营力作用的雕塑，形成一些高岭深谷；在构造运动下沉区，由于外营力作用而进行堆积，形成广阔的平原和盆地。由此可见，地貌是内营力和外营力共同作用于地表的结果。

所有地貌都在不断变化发展。地貌变化发展受构造运动、外营力作用和时间三个因素的影响。以河流地貌为例，假定某一准平原区，当地壳受构造运动抬升，如果气候条件不变，随着时间的推移，地貌将按下列模式发展(图1-1)。首先，河流在被抬高的地面上上下切侵蚀，这时水文网还相当稀疏，在河谷之间存在着宽广平坦的河间地，河流纵比降较大，跌水瀑布很多，河谷横

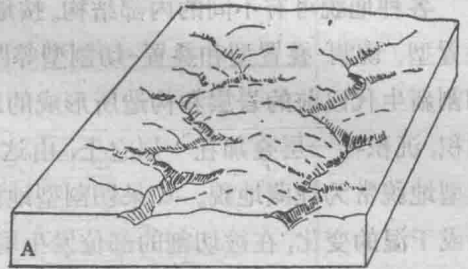


图1-1 河流地貌发育模式

- A. 河流地貌发育的幼年期
- B. 河流地貌发育的壮年期
- C. 河流地貌发育的老年期



剖面多呈“V”字形，谷坡陡峭，崩塌、滑坡等作用较强烈，谷坡与河间地之间有一明显的坡折，处于这种状况，称为河流地貌发育的初期阶段，或称幼年期。随后，水系渐渐增多，地面分割加剧，河谷加宽，河流纵剖面渐渐趋于平衡，谷坡变缓，分水岭两侧逐渐接近，山脊变成浑圆，处于这种状况，称为河流地貌发育的中期阶段或称壮年期。进一步发展，河流下切侵蚀停止，分水岭缓缓降低，河流的侧蚀作用加强，河谷展宽，蜿蜒弯曲，发育到这种状态，称为河流地貌发育的晚期阶段或称老年期。可以看出，地貌发展的不同阶段，地貌特征和地貌组合都是不同的。研究地貌发展阶段，可以了解地貌发展变化规律。

但是，通常地貌在演变过程中并不总是向一个方向发展。例如，某一地区的构造运动常有升降变化，使地貌发育的方向发生改变，成为侵蚀地貌和堆积地貌的交替出现。又如第四纪冰期和间冰期的气候波动引起外力条件改变，地貌发育也将发生变异，将由冰川地貌发育程序替代流水地貌发育程序，在同一地区会出现两种不同外营力作用的地貌特征。

各种地貌可有不同的内部结构。按地貌形成的侵蚀作用和堆积作用关系，可划分为切割型、叠置型、切割-叠置型和叠置-切割型等四种地貌结构类型(图 1-2)。在侵蚀作用占主导的地区，切割新生代以前的岩层和构造所形成的地貌，称切割型地貌(图 1-2. A)。在原始地面上发生大量堆积，沉积物一层叠加在一层之上，由这种叠加结构组成的地貌，称叠置型地貌(图 1-2. B)。叠置型地貌常为埋藏地貌。如果切割型地貌形成后，由于构造运动方向的改变，或者由于气候的冷暖或干湿的变化，在被切割的部位发生堆积，就形成切割-叠置型地貌(图 1-2. C)。在叠置型地貌基础上发生侵蚀，形成叠置-切割型地貌(图 1-2. D)。

各种类型和成因的地貌分布都有一定的规律。以内力作用为主的地貌来说，地貌的分布和一定的大地构造单元、地壳构造运动方向以及时间有一定的联系。例如我国青藏高原上分布一系列近东西向山脉，从南部的喜马拉雅山脉起向北依次为冈底斯山脉、唐古拉山脉和昆仑山脉，这些山脉的形成年代从南向北逐渐变老，北部的昆仑山脉和唐古拉山脉可能是在晚白垩纪前就开始隆起成山，冈底斯山脉的形成已推迟到晚白垩纪至第三纪初期，至于喜马拉雅山脉隆起则是第三纪末到第四纪初的事了。很显然，这些山脉的分布特征和中生代末期以来印度洋板块不断向北俯冲与欧亚板块相撞有密切关系。

以外力作用为主形成的地貌，则有沿纬向的呈水平分布规律和沿山地的垂直分布规律。这种分布规律与一定的气候条件有联系。决定气候条件的主要要素(温度和降水)的分布是有一定格局的。一般来说，温度从赤道向两极递减，随地势增高也递减；降水则取决于大气环流和海陆分布。全球可划分出不同的气候带或气候区，各个气候带或气候区都有独特的外力作用方式和一定的外力作用强度，从而形成不同的地貌组合。例如在高纬或高山地区，气候寒冷，常年积雪，形成冰川和由冰川塑造的地貌；在雪线与森林线之间或在冰盖外围地带，一年中近地面气温经常在 $0^{\circ}\text{C}$ 上下变动，这里的降雪量较少，不足以积雪成冰，夏季白昼地表积雪融化，雪水渗入土中，冬季再冻结，地表层发生年周期的冻融作用，在这种作用下将形成各种冻融地貌。在中纬度温湿气候分布区，处于苔原与热带干旱区之间，由于这里温度适中，年平均温度在 $10^{\circ}\text{C}$ 左右，化学风化并不强烈，植被茂密，机械侵蚀作用也较弱，地貌演变过程比较缓慢。在副热带高压带和温带大

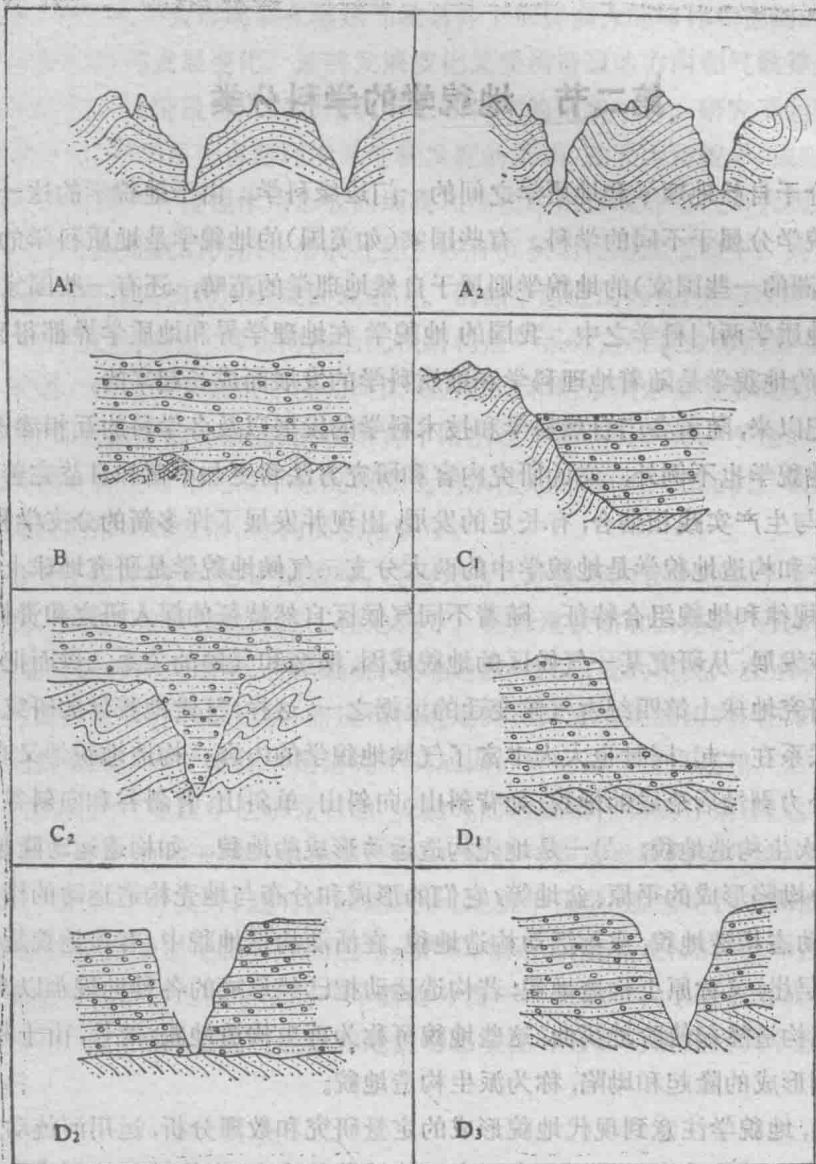


图 1-2 地貌结构类型

A. 切割型地貌(A<sub>1</sub>: 切割型顺地貌, A<sub>2</sub>: 切割型逆地貌), B. 叠置型地貌, C. 切割-叠置型地貌(C<sub>1</sub>: 正常切割-叠置型地貌, C<sub>2</sub>: 超复切割-叠置型地貌), D. 叠置-切割型地貌(D<sub>1</sub>: 上叠式地貌, D<sub>2</sub>: 内叠式地貌, D<sub>3</sub>: 基座式地貌)

陆中心, 降水极少, 日温差较大, 气候极为干旱。大陆内部的温带干旱区, 年温差也很大, 夏季酷热, 冬季严寒, 我国新疆北部年温差可达 60°—70°C。干旱气候使得这里植被贫乏, 地面裸露, 物理风化作用强烈, 经常性流水作用极弱, 只在下暴雨时形成暂时性的洪流, 但风力作用特别强烈, 因而在这里形成广阔的干旱荒漠, 发育许多沙丘地貌。

由上所述, 地貌学的研究内容包括地球表面各种形态特征、形成地貌的内外营力作用、地貌随时间推移的演变规律、地貌的内部结构和地貌的空间分布规律。

## 第二节 地貌学的学科分类

地貌学是介于自然地理学和地质学之间的一门边缘科学。由于地貌学的这一特点，世界上各个国家的地貌学分属于不同的学科。有些国家(如美国)的地貌学是地质科学的一个分支，另一些国家(如欧洲的一些国家)的地貌学则属于自然地理学的范畴，还有一些国家的地貌学则是分属地理学和地质学两门科学之中。我国的地貌学在地理学界和地质学界都得到一定的重视，也可以说，我国的地貌学是随着地理科学和地质科学的发展而成长起来的。

近一个世纪以来，随着各门自然科学和技术科学的发展以及各学科的互相渗透，产生许多新的学科分支。地貌学也不例外，它的研究内容和研究方法将更加丰富和日益完善。我国的地貌学从建国以来，与生产实践相结合，有长足的发展，出现并发展了许多新的分支学科。

气候地貌学和构造地貌学是地貌学中的两大分支。气候地貌学是研究地球上不同气候区的地貌形成、演变规律和地貌组合特征。随着不同气候区自然特征的深入研究和资料积累，气候地貌学得到进一步发展，从研究某一气候区的地貌成因、演变和气候的关系，进而把气候地貌学的研究资料作为研究地球上第四纪古气候变迁的证据之一。这样，气候地貌学的研究和第四纪古气候研究紧密地联系在一起，同时也大大丰富了气候地貌学的内容。构造地貌学又有两个分支：一是地质构造受外力剥蚀后形成的地貌，如背斜山、向斜山、单斜山、背斜谷和向斜谷等，称为静态构造地貌，或称次生构造地貌；另一是地壳构造运动形成的地貌，如构造运动隆起形成的山地、台地和构造运动拗陷形成的平原、盆地等，它们的形成和分布与地壳构造运动的作用方向、受力性质有关，称为动态构造地貌，或称活动构造地貌。在活动构造地貌中，有些地貌是由构造运动直接形成的，如断层崖，又称原生构造地貌；若构造运动把已经形成的各种地貌加以改造，如活动断层把阶地错开或构造隆起使阶地拱曲，这些地貌可称为再生构造地貌；此外，由于断层活动，在活动断层附近两侧形成的隆起和拗陷，称为派生构造地貌。

近几十年来，地貌学注意到现代地貌形成的定量研究和数理分析，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来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。把动力学和地貌学结合起来，产生了动力地貌学，或称理论地貌学。动力地貌学不仅把地貌学向定量化推进一步，而且促进地貌学的模拟实验研究。因此，在地貌学中又形成另一分支——实验地貌学的发展。

岩石地貌学是研究不同类型的岩石在外力剥蚀下形成的各种地貌。不同类型的岩石具有不同的性质、矿物成分、结构和构造。如在同一外营力作用下，有不同的抵御风化侵蚀能力，因而形成不同的地貌特征。或者同一类型的岩石在不同的外营力条件下也可形成不同的地貌特征。例如在湿热气候条件下，化学风化和物理风化都较强，气温高可使水的化学溶蚀力增强，茂盛的植物通过根部分解出酸促进了化学溶蚀作用，雨量丰沛增进了地下水的循环，因而这里的石灰岩得到溶蚀和侵蚀，形成大规模的峰林和峰林间的宽阔洼地，其他岩石就不可能形成这种地形。石

灰岩在干旱气候条件下,也不会形成象在湿热气候条件下那样高大的峰林和宽阔的洼地。

地貌随着时间的推移而发展变化。地貌发展变化又受构造运动方向和气候等条件的改变所影响。因而,地貌发展的不同阶段有不同的地貌形态和特定的地貌组合。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,称为古地貌学,或叫历史地貌学。

从地貌形成作用来说,有侵蚀作用形成的地貌和堆积作用形成的地貌两大类。堆积地貌的形成过程也就是组成堆积地貌的沉积物形成过程。各种沉积物在形成过程中,其特征既表现在沉积物的结构中,也表现在沉积物所组成的地貌上。例如平原区的河流,有分汊的辫状河流,有弯曲的曲流,也有较平直的河流。辫状河流的沉积结构是一系列透镜状砂体的叠加,每一透镜砂体代表每一汊河河道。曲流沉积则常表现为河床侧方移动和枯水洪水交替形成的河床相和河漫滩相二元结构特征,如果曲流截弯取直,沉积结构中常出现牛轭湖沉积物。平直的河道常形成较大的砂体,河道两侧有自然堤和泛滥平原沉积以及积水洼地形成的沼泽沉积。根据沉积物的成因和结构来研究地貌的形成和发展,称为沉积地貌学。

应用地貌学分为工程地貌学、砂矿地貌学、石油天然气地貌学和农业地貌学等。工程地貌学包括道路工程地貌、水利工程地貌和海港工程地貌等。在修建铁路和公路时,必须考虑到路基和边坡的稳定性,就需要进行构造地貌、岩溶地貌、坡地地貌和泥石流的研究;在水利工程建设中,坝址的选择需要考虑地貌条件和稳定性,需进行构造地貌和河流地貌的研究;在海港建设中,更需进行海岸动态地貌研究。砂矿地貌学是研究不同成因砂矿的分布富集规律,这就要进行沉积地貌学的研究。石油天然气地貌学是研究石油、天然气的形成条件和赋存条件,这往往和地貌的形成和发展有关,所以在石油和天然气的勘探过程中,常进行构造地貌和沉积地貌的研究。

除了上述地貌学的各个分支外,还有区域地貌学、地貌年代学、遥感地貌学和地貌制图学。近几十年来,随着新技术新方法在地貌学中的应用,如 $^{14}\text{C}$ 、铀系、裂变径迹、热释光和古地磁等,对地貌年龄的研究愈来愈加精确,地貌学中的一个新的分支——地貌年代学正在形成。遥感技术在地貌学中的应用日益广泛,尤其为宏观地貌和地貌动态变化等方面的研究提供了新的手段,为地貌研究开拓了新的方向。

### 第三节 地貌学的发展简史

地貌学主要是从19世纪中叶以后才逐渐发展起来的。当时正是资本主义经济发展时期,需要对自然资源进行广泛的调查,因而收集和积累了大量的地貌资料。由于每个国家的具体条件不同,地貌学的发展道路也不一样。

美国地貌学是在美国资本主义上升时期,对美国西部地区进行自然资源调查和开发而发展起来的。美国西部的地质构造在地貌上的表现明显,在进行地质调查时常采用地貌分析方法。当时,许多自然科学受达尔文(C. R. Darwin)的“进化论”学说和莱伊尔(C. Lyell)的现实主义原理的影响,对一些问题进行了总结,地貌学也不例外。例如美国地貌学派的代表人物戴维斯(W. M. Davis)提出的“解释性的地貌描述法”、“侵蚀轮回”理论以及地貌是构造、营力和发育阶段的函数

的概念等。

欧洲地貌学是从中世纪文艺复兴时期以前的水工学中发展起来的，特别是围绕着阿尔卑斯山的一些欧洲国家——德国、法国、奥地利和意大利——在进行水利建设的同时，研究了河流和冰川。欧洲地貌学的发展还和整个 19 世纪期间大规模的地形测量有联系，由于有了大量的地形图，地貌学的量计研究得到发展。此外，由于当时资本主义发展，需要调查矿产资源，在广大地区进行了地貌调查，对一些地貌发育的理论问题，如地貌是内外营力相互作用的结果，侵蚀地貌和沉积物的相关性，地貌发育与构造运动的关系，山坡阶梯学说，地貌的地带性问题和地貌年龄等，都进行了系统研究和总结。彭克(W. Penck)的“地貌分析”一书就是这个时期的代表著作。

苏联在十月革命以后，在其本国领土上进行大规模的地貌调查，在许多部门地貌学——海岸动力地貌、风沙地貌、构造地貌等——的研究有较快的发展。

五十年代以来，国外地貌学的发展特点是与数学、力学、物理学和化学等结合愈来愈多，使研究内容更为扩大和深入，逐步向定量预测地貌的方向发展。另外，由于板块构造理论的建立，海底地貌和构造地貌研究有突飞猛进的发展。生产建设推动科学发展，六十年代开始，由于石油和其他沉积矿产勘探的需要，沉积学有迅速的发展，无疑这将推动沉积地貌学的发展。新技术新方法在地貌学的应用也日益广泛。例如遥感技术和地貌年代测定技术的应用，大大提高了地貌学的研究效率和质量，使研究内容在宏观和微观两方面均有重大进展。

我国现代地貌学是在 19 世纪至 20 世纪初发展起来的。但是，地貌学的思想和一般地貌描述很早以前在我国的许多古典文献中就有记载。例如公元 5 世纪郦道元的“水经注”，公元 11 世纪沈括的“梦溪笔谈”，公元 17 世纪的“徐霞客游记”，以及近十万卷的地方志等著作中，都有地貌的描述和地貌成因变化规律的探讨。19 世纪以后，特别是鸦片战争之后，帝国主义侵略使我国沦为半封建和半殖民地国家，一些外国地质学家和地理学家纷纷趁机来我国“调查”和收集各种资料，对我国的黄土、冰川、荒漠、河流和海岸等地貌问题进行了一些研究。我国科学家在当时极端困难条件下也作了一些地貌研究，并取得了一定的成绩。例如我国的第四纪古冰川研究，黄河河谷发育的研究，华北地文期的研究等。此外，关于黄土和黄土地貌、中国海岸、中国喀斯特、中国山地和平原，也都有不同程度的研究。建国以来，随着社会主义建设的需要，我国地貌学得到很快的发展，在研究地貌过程、地貌发育规律和运用新技术新方法方面都取得许多成绩，并且还填补了地貌学中的一些空白部门，为祖国的社会主义建设和科学研究工作作出了一定的贡献。例如，系统地研究黄河下游游荡河流的成因、多沙河流的河床演变特点和长江三峡的河流地貌等为水利建设提供了许多重要资料。研究活动构造地貌为中、长期地震预测和地震烈度提供科学依据。在海港整治和港址选址方面，对海岸地貌进行了较深入的研究，为我国海港建设作出了一定贡献。此外，在黄土地貌、岩溶地貌、冰川地貌、冻土地貌、沙漠、泥石流等方面都有较快的发展，并结合道路工程和农业开展了许多有意义的研究。同时，还开展了黄土高原水土保持的地貌调查，新疆、黑龙江地区的地貌调查，以及青藏高原的地貌调查等。现在，我国地貌工作者在中国共产党十一届三中全会的精神鼓舞下，为了加速祖国四化建设，各个部门地貌学的研究工作正向深入发展，并已取得许多新的研究成果。

## 第二章 坡地地貌

坡地地貌的形成与发展大致可分成两个主要阶段。一是坡地物质风化阶段,形成大量碎屑,为坡地地貌发育作好准备;二是坡地上的风化碎屑在重力和流水作用下,发生侵蚀、搬运和堆积,形成各种坡地地貌(图 2-1)。因此,风化作用在坡地地貌形成发展过程中起着重要的作用。

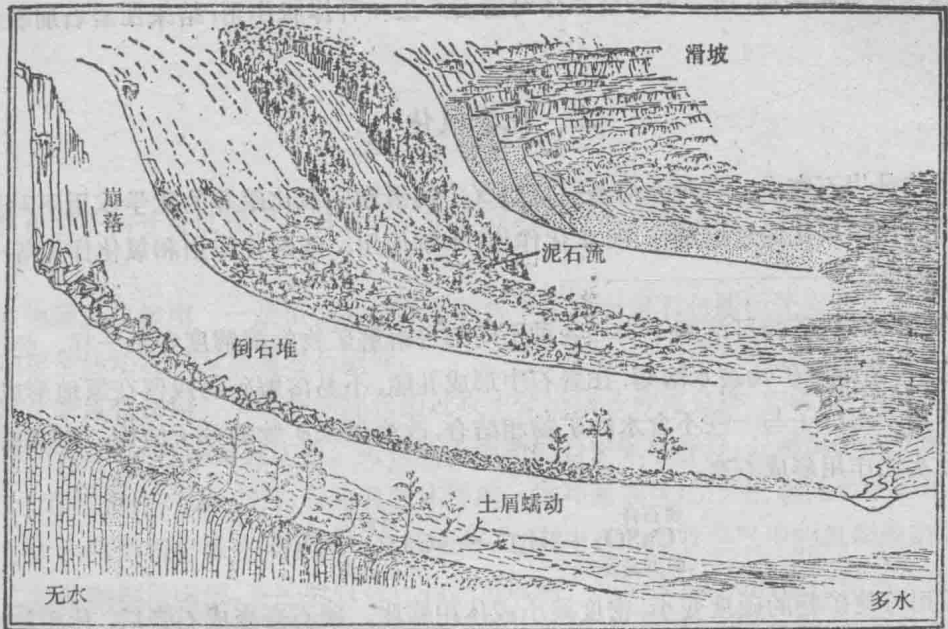


图 2-1 坡地地貌示意图 (根据 A. K. 洛贝克)

### 第一节 风化作用

出露地表的岩石,受太阳的辐射,温度的变化,水的作用和生物作用等,发生崩解破碎,形成大小不等的岩屑和沙粒,这种作用称为风化作用。

风化作用可分物理风化、化学风化和生物风化三种。

#### 一、物理风化

岩石因温度变化或孔隙水的冻融过程以及干湿变化或岩石盐类的重结晶,都可使岩石崩裂破碎,这种在物理性质作用下岩石发生破坏叫物理风化。

岩石表面温度变化是由于季节变化和昼夜变化而引起的。岩石是不良导体，因而岩石温度变化只发生在表层。当岩石温度变化时，使岩石的表层热胀冷缩。在不同深度，这种胀缩程度不同，因而使岩石产生剥落。另外，一些粗晶粒矿物组成的岩石，各种矿物的膨胀系数不一，在受热或变冷时，各矿物之间就会分裂而形成分散的沙粒。

岩石中的孔隙水，当温度降低到 0°C 时便冻结，体积膨胀，对围限它的岩石裂隙壁产生很大的压力，可达到 960 公斤/厘米<sup>2</sup>。在这样强大的压力下，岩石发生挤裂而逐渐成碎屑。

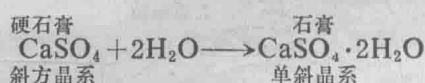
在干旱区，岩石盐类的重结晶作用也能破坏岩石。夜间，岩石从空气中吸收一部分水气，水气顺着毛细管渗透到岩石内部，溶解一些盐类。白天，在烈日烤晒下，水气从岩石中蒸发，溶解在水气中的盐类将重新结晶，所形成的结晶体对岩石产生一种撑胀作用，结果使岩石崩裂而破碎。

## 二、化学风化

化学风化是岩石在水、各种水溶液以及空气中的氧和二氧化碳等的化学作用下对岩石所起的破坏作用。化学风化通过溶解作用、水化作用、水解作用、碳酸化作用和氧化作用等一系列化学变化来进行的。

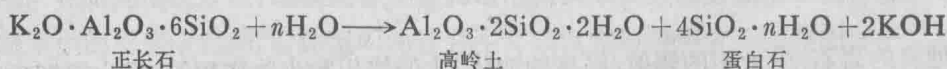
**溶解作用** 有些矿物可溶解于水，各种不同的可溶解矿物的溶解度各不一样。经过长期的溶解作用之后，易溶解矿物被水溶解，在岩石中形成孔隙，不易溶解矿物残留在原地形成残积层。

**水化作用** 水分子与一些不含水的矿物相结合，改变原来矿物的分子结构，形成新的矿物。如硬石膏经水化作用形成石膏。

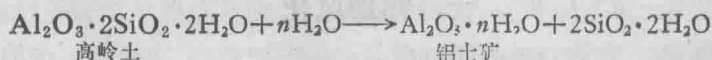


水化作用可使矿物的硬度变小，密度减小或体积膨胀。硬石膏变成石膏后，体积膨胀 60%，加速了岩石的崩解。

**水解作用** 由于水中有一部分水分子离解成 H<sup>+</sup> 和 OH<sup>-</sup> 离子，从而使水具有酸性反应或碱性反应，使一些矿物溶于水后，其离子能和水中 H<sup>+</sup> 或 OH<sup>-</sup> 离子结合而形成新的矿物。如正长石水解成为高岭土。

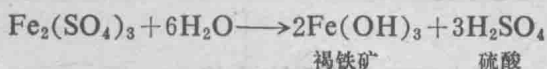
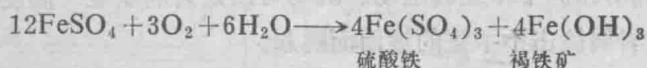
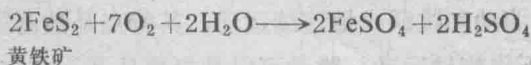


上述过程中，正长石中的 K<sup>+</sup> 与水中的 OH<sup>-</sup> 化合成为易溶的 KOH，随水流失，而次生矿物高岭土则残留在原地。SiO<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O 为胶体，在温带气候条件下形成蛋白石而残留下来；在热带、亚热带气候条件下，它在碱性溶液中不能凝聚，与氢氧化钾的真溶液一起随水流失。高岭土在热带亚热带气候条件下，将进一步风化，SiO<sub>2</sub> 析出形成铝土矿。



**碳酸化作用** 石灰岩地区的碳酸化作用最为明显，它的化学作用过程参看本书第四章岩溶地貌。

**氧化作用** 在空气和水中或地下一定深度都会有大量的游离氧,岩石经氧化作用后,可使其中低价元素转变为高价元素,低价化合物转变为高价化合物,如黄铁矿经氧化后成为褐铁矿。在这一化学反应过程中,一部分硫酸盐随水流失,另外产生的硫酸可进一步促进岩石的化学风化。



### 三、生物风化

生物在其生长和分解过程中,对岩石矿物所起的物理的和化学的风化作用,叫生物风化作用。

**生物的物理风化作用** 一是植物的根系起的楔子作用对岩石挤胀而使岩石崩解,另一是动物的挖掘和穿凿活动进一步加速岩石破碎。

**生物的化学风化作用** 生物在新陈代谢过程中分泌出各种化合物,如碳酸、硝酸和各种有机酸等,对岩石所起的强烈的腐蚀作用。植物从土壤和岩石中吸取养分,分泌出来的各种酸是很好的溶剂,可以溶解某些矿物,对岩石起着破坏作用。这种腐蚀风化作用,称为生物的化学风化作用。生物化学风化作用中微生物的作用尤为重要,它们中有的吸收空气中的氮制造硝酸,有的吸收空气中二氧化碳制造碳酸,有的吸收硫化物制造硫酸。实际上,矿物的氧化作用、还原作用都是在微生物参与下进行的。微生物产生的无机酸(如硝酸、硫酸等)和有机酸,特别是腐殖酸,破坏作用更强。

在自然界,岩石的风化作用,实质上只有物理风化和化学风化两大类。它们是相互紧密联系的,通常是同时进行的,也是相互促进的。正是由于自然界在斜坡上的风化作用,使坡地上形成大量碎屑物,才发育了各种坡地地貌。

## 第二节 崩塌及其地貌

### 一、崩塌的作用方式

斜坡上的岩屑或块体,在重力作用下,快速向下坡移动,称为崩塌。崩塌过程按块体的地貌部位和崩塌形式又可分为山崩、塌岸和散落。

**山崩**是山岳地区常发生的一种大规模崩塌现象,崩塌体能达数十万立方米。山崩常阻塞河



流、毁坏森林和村镇。山崩时,大块崩落和小颗粒散落是同时进行的。

河岸、湖岸(库岸)或海岸的陡坡,由于河水、湖水或海水的掏蚀,或地下水的潜蚀作用以及冰冻作用,使岸坡上部物体失去支持而发生崩塌,称为塌岸。

散落是岩屑沿斜坡向下作滚动和跳跃式地连续运动。其特点是散落的岩屑连续地撞击斜坡坡面,并带有微弱的跳动和向下作旋转运动。跳动可以是岩屑从某一高度崩落到下坡继续反跳,也可能是快速滚动的岩屑撞击不平整的坡面而跳起。

## 二、崩塌的分类

崩塌的分类可按不同的原则来考虑。一是根据组成坡地的物质结构分类,另一是根据崩塌的移动形式分类。

1. 根据组成坡地的物质结构可划分为:**a. 崩积物崩塌:**这类崩塌是山坡上的已经过崩塌的岩屑和沙土等物质,由于它们的质地很松散,当有雨水浸湿或受地震震动时,可再一次形成崩塌。**b. 表层风化物崩塌:**这是在地下水沿风化层下部的基岩面流动时,引起风化层沿基岩面崩塌。**c. 沉积物崩塌:**有些由厚层的冰积物、冲积物或火山碎屑物组成的陡坡,由于结构松散,形成的崩塌。**d. 基岩崩塌:**在基岩山坡上,常沿节理面、层面或断层面等发生崩塌。

2. 根据崩塌体的移动形式和速度可划分为:**a. 散落型崩塌(图 2-2. A):**在节理或断层发育的陡坡,或是软硬岩层相间的陡坡,或是由松散沉积物组成的陡坡,常常形成散落型崩塌。**b. 滑动型崩塌(图 2-2. B):**这类崩塌沿一滑动面发生,有时崩塌土体保持了整体形态,这种类型的崩塌和滑坡很相似。**c. 流动型崩塌(图 2-2. C):**降雨时,斜坡上的松散岩屑、砂和粘土,受水浸透后产生流动崩塌。这种类型的崩塌和泥石流很近似,实际上,这是坡地上崩塌型泥石流\*。在北京西山一带称这种崩塌泥石流为龙扒。

上述各种类型崩塌并不是孤立存在的,在一次崩塌中,可以有几种形式的崩塌同时出现,或者由一种崩塌形式转变为另一种崩塌形式。

## 三、形成崩塌的条件

1. 地形条件 地形条件包括坡度和坡地相对高度。坡度对崩塌的影响最为明显,斜坡上的物体,它的重力切向分力和垂向分力是随着山坡坡度大小而变化的。当山坡坡度达到一定角度时,岩屑重力的切向分力能够克服摩擦阻力而向下移动。一般大于  $33^\circ$  的山坡,不论岩屑大小,都将有可能发生移动。但是,不同岩性的山坡,形成崩塌的坡度也不完全相同。在无水情况下,一般岩屑坡的坡度休止角是  $30^\circ - 35^\circ$ ,干沙的休止角为  $35^\circ \sim 40^\circ$ ,粘土的休止角可达  $40^\circ$  左右。如果同一种岩性但结构不同,它们的休止角也不同。例如原生黄土的结构较致密,超过  $50^\circ$  的坡地才会发生崩塌,而次生黄土的结构较松散,  $30^\circ$  左右就发生崩塌。坡地的相对高度和崩塌的规

\* 按泥石流形成的地貌部位,分沟谷型泥石流和坡地型泥石流,沟谷型泥石流在河流地貌一章中详述。