

# 地貌学原理

杨景春 李有利 编著

北京大学出版社  
北 京

## 图书在版编目(CIP)数据

地貌学原理/杨景春,李有利编著. —北京:北京大学出版社,2001.8  
ISBN 7-301-04588-3

I. 地… I. ①杨… ②李… III. 地貌学-高等学校-教材 IV. P931

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 032344 号

### 书 名: 地貌学原理

著作责任者: 杨景春 李有利

责任编辑: 王 艳

标准书号: ISBN 7-301-04588-3/K · 283

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址: <http://cbs.pku.edu.cn/cbs.htm>

电 话: 出版部 62752015 发行部 62754140 编辑部 62752021

电子信箱: [zpup@pup.pku.edu.cn](mailto:zpup@pup.pku.edu.cn)

印 刷 者: 北京大学印刷厂印刷

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.25 印张 377 千字

2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 0001—4000 册

定 价: 20.00 元

## 内 容 简 介

本书为大学地学有关专业地貌学教学用书。它较系统地介绍了地貌学的基础知识、基本理论和基本研究方法。地貌是内外营力共同作用于地表的结果,本书以地貌营力系统为纲进行章节划分。以外营力作用为主形成的地貌有坡地地貌、河流地貌、岩溶地貌、冰川地貌、冻土地貌、荒漠地貌、黄土地貌和海岸地貌;以内营力作用为主形成的地貌有大地构造地貌、褶皱地貌、断层地貌和火山地貌等。地貌与环境、灾害是当前人类面临的重要问题,本书专门列了两章进行介绍。本书对各种类型地貌总的特征和种种变异都能从构造、气候、人类活动和岩性等诸多方面进行评述和解释,使教材体系更加严谨。构造地貌部分立足于动态分析,具有一定深度。对于国内外地貌学经典的和现代的理论,以及各种典型地貌实例,采用融会于全书之中的方法加以介绍。本书文理通顺、图文并茂,注意理论联系实际,并提出一些有关地貌学发展的问题,有利于对学生创新能力的培养。本书亦可作为有关科技人员的参考书。

# 前 言

地貌学是研究地表形态的特征、成因、发展、结构和分布规律的科学。地表形态有不同的特征和规模。形态各异和规模不等的各种地貌的形成有些与地球内营力作用(构造运动和岩浆活动)有关,有些是地表外营力作用(流水、波浪、冰川和风的侵蚀搬运和堆积)的产物,但总的来看,地貌是内外营力共同作用于地表的结果。地貌是三维空间的实体,随着时间的推移,它在不断变化发展,形成三维空间和时间组成的四维空间的总体。地貌形成发展过程也是地表物质运移过程,地貌处在不同的侵蚀和堆积阶段,其内部结构也有不同。在侵蚀作用占主导地区,形成切割结构型地貌;在堆积作用占主导地区,形成叠置结构型地貌;在侵蚀和堆积作用相互转换地区,形成切割-叠置结构型或叠置-切割结构型地貌。不同气候区作用营力不同,形成地貌类型也不同,各种地貌有各自分布规律。在湿润气候地区,流水作用为主,形成河流地貌;在寒冷气候区,以冰川作用为主,形成冰川地貌和冻土地貌;在干旱气候区,以风的作用为主,形成各种风沙地貌。不同构造区,由于应力作用方式不同,形成以拉张作用为主的构造地貌,挤压作用为主的构造地貌,或剪切作用为主的构造地貌。上述不同营力作用形成的地貌,其分布具有气候地带性规律和构造地带性规律。

地貌学是大学地学有关专业的一门基础课,需要一本适合中国学生阅读的教材。作者曾于1965年组织并参与编写了一本地貌学教材,由北京大学出版。由于众所周知的原因,该书出版不久,未能与更多读者见面就被打入“冷宫”。20年后,作者于1985年编写了一本新的《地貌学教程》,由高等教育出版社出版,这本教材使用了十多年。由于教学改革和知识更新,教学内容需要调整,遂又重新写了这本《地貌学原理》,由北京大学出版社出版,以适应当前教学需要。

本教材有以下一些特点:(1)更加注重对基础理论、基本知识和基本方法的解释和介绍,为学生学习专业课打下扎实的基础;(2)从教材的科学性、系统性和逻辑性等方面考虑,本教材的编排以各种营力系统所形成的地貌类型为主线来分章叙述,并以构造背景、形成过程与发育阶段三方面来解释地貌总的特征和种种变异,突出地貌四维特征,启发和培养学生科学思维 and 创新能力;(3)对当前人们关注的人类活动与环境地貌问题,在新教材中作了补充,增添了“人类活动形成的地貌”和“地貌灾害”两章,删减了一些描述部分和静态构造地貌等内容,使教材更加精练,内容也更加符合当前地貌学发展趋势;(4)本教材还列举了国内外大量典型地貌实例和地貌学在生产应用中的实例,便于学生加强对理论的理解,提高实际应用能力。

《地貌学原理》是由杨景春和李有利共同完成的。谭利华博士和王艳同志对本书的出版给予帮助,在此表示感谢。

作者于北京大学

1999年12月

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	( 1 )
第一节 地貌学的研究内容 .....	( 1 )
第二节 地貌学的学科分类 .....	( 3 )
第三节 地貌学的发展简史 .....	( 4 )
<b>第二章 坡地地貌</b> .....	( 6 )
第一节 风化作用 .....	( 6 )
一、物理风化 .....	( 6 )
二、化学风化 .....	( 7 )
三、生物风化 .....	( 8 )
第二节 崩塌 .....	( 8 )
一、崩塌作用方式 .....	( 8 )
二、崩塌的分类 .....	( 8 )
三、形成崩塌的条件 .....	( 9 )
四、崩塌堆积地貌和结构 .....	( 10 )
第三节 滑坡 .....	( 12 )
一、滑坡体的运动 .....	( 12 )
二、影响滑坡的各种因素 .....	( 12 )
三、滑坡的形态特征 .....	( 13 )
四、滑坡的类型和发展 .....	( 14 )
第四节 土屑蠕动 .....	( 15 )
第五节 坡面侵蚀和坡积裙 .....	( 16 )
一、坡面流水侵蚀 .....	( 17 )
二、坡积裙 .....	( 18 )
第六节 坡地发育与山麓剥蚀面 .....	( 18 )
<b>第三章 河流地貌</b> .....	( 20 )
第一节 河流流水作用 .....	( 21 )
一、横向环流和漩涡流 .....	( 21 )
二、河流的侵蚀作用 .....	( 22 )
三、河流的搬运作用 .....	( 22 )
四、河流的堆积作用 .....	( 23 )
第二节 河床 .....	( 23 )
一、河床纵剖面的形成与发展 .....	( 23 )
二、影响河床纵剖面发展的因素 .....	( 24 )
三、河床中的地形 .....	( 26 )
四、河床平面形态 .....	( 28 )
第三节 河漫滩 .....	( 30 )
一、河漫滩的形成与发展 .....	( 30 )

	二、河漫滩的结构 .....	(31)
	三、河漫滩的形态特征 .....	(31)
	四、自然地理条件对河漫滩发育的影响 .....	(33)
第四节	泥石流 .....	(33)
	一、泥石流的形成条件 .....	(33)
	二、泥石流的类型 .....	(34)
	三、泥石流的地貌作用 .....	(35)
第五节	洪(冲)积扇 .....	(36)
	一、洪(冲)积扇的成因与形态特征 .....	(36)
	二、洪(冲)积扇的结构 .....	(37)
	三、气候变化、构造运动对洪积扇发育的影响 .....	(38)
第六节	冲积平原 .....	(39)
	一、冲积平原形成过程与地貌特征 .....	(39)
	二、冲积平原的结构 .....	(40)
第七节	河口区地貌 .....	(42)
	一、河口区地貌特征和动力作用 .....	(42)
	二、三角湾(三角港) .....	(43)
	三、三角洲 .....	(43)
第八节	河流阶地 .....	(47)
	一、河流阶地的成因 .....	(48)
	二、河流阶地的类型 .....	(51)
第九节	河流地貌的发育 .....	(53)
	一、水系的形式 .....	(53)
	二、水系的发展 .....	(54)
	三、分水岭迁移和河流袭夺 .....	(55)
	四、河流地貌的发育 .....	(56)
<b>第四章</b>	<b>岩溶地貌</b> .....	(59)
第一节	岩溶作用 .....	(59)
	一、岩溶化学作用过程 .....	(59)
	二、影响岩溶作用的因素 .....	(60)
第二节	岩溶水 .....	(62)
	一、岩溶水的分布特征 .....	(63)
	二、岩溶水的运动特征 .....	(63)
	三、岩溶水的分带 .....	(63)
第三节	地表岩溶形态 .....	(64)
	一、溶沟和石芽 .....	(64)
	二、落水洞 .....	(65)
	三、漏斗 .....	(66)
	四、溶蚀洼地 .....	(67)
	五、岩溶盆地 .....	(67)
	六、干谷、盲谷和伏流 .....	(68)
	七、峰丛、峰林和孤峰 .....	(68)

第四节	地下岩溶形态 .....	(70)
一、	洞穴 .....	(70)
二、	地下河和岩溶泉 .....	(72)
第五节	岩溶地貌发育和地貌组合 .....	(72)
一、	岩溶地貌的地带性特征 .....	(73)
二、	岩溶地貌发育的阶段性和 .....	(73)
三、	岩溶地貌发育的变异 .....	(74)
<b>第五章</b>	<b>冰川地貌</b> .....	(76)
第一节	冰川和冰川作用 .....	(76)
一、	雪线 .....	(76)
二、	冰川形成过程 .....	(77)
三、	冰川的类型 .....	(77)
四、	冰川的运动 .....	(80)
五、	冰川的侵蚀、搬运和堆积作用 .....	(83)
第二节	冰川地貌 .....	(84)
一、	冰蚀地貌 .....	(84)
二、	冰碛地貌 .....	(86)
三、	冰水堆积地貌 .....	(88)
第三节	冰川地貌的组合与发育 .....	(90)
一、	冰川地貌的组合 .....	(90)
二、	第四纪冰期及其对地貌发育的影响 .....	(93)
三、	冰川地貌的发育 .....	(94)
<b>第六章</b>	<b>冻土地貌</b> .....	(96)
第一节	冻土 .....	(96)
一、	冻土的分布 .....	(96)
二、	冻土的厚度 .....	(96)
三、	冻土的结构 .....	(99)
四、	冻土的热状态 .....	(100)
五、	冻土的成因 .....	(101)
第二节	冻土地貌 .....	(101)
一、	石海、石河和石冰川 .....	(101)
二、	多边形构造土 .....	(102)
三、	石环、石圈和石带 .....	(104)
四、	冰核丘 .....	(105)
五、	土溜阶坎 .....	(106)
六、	热喀斯特洼地 .....	(107)
第三节	冻土地貌的发育 .....	(107)
一、	冻土地貌发育的时间差异 .....	(107)
二、	冻土地貌发育的空间差异 .....	(108)
三、	冻土地貌的组合 .....	(109)
<b>第七章</b>	<b>荒漠地貌</b> .....	(110)
第一节	荒漠区的自然特征 .....	(110)

第二节	风的作用·····	(110)
一、	风蚀作用·····	(110)
二、	风的搬运作用·····	(112)
三、	风积作用·····	(113)
第三节	风成地貌·····	(114)
一、	风蚀地貌·····	(114)
二、	风积地貌·····	(115)
第四节	影响风成地貌的各种因素·····	(119)
一、	地面特征对风成地貌的影响·····	(120)
二、	气流特征对风成地貌的影响·····	(122)
三、	人类经济活动对风成地貌的影响·····	(123)
第五节	干旱区荒漠的类型·····	(123)
一、	岩漠·····	(123)
二、	砾漠·····	(124)
三、	沙漠·····	(124)
四、	泥漠·····	(125)
<b>第八章</b>	<b>黄土地貌</b> ·····	(126)
第一节	黄土的分布和性质·····	(126)
一、	黄土的分布·····	(126)
二、	黄土的性质·····	(126)
第二节	黄土地貌类型·····	(128)
一、	黄土沟谷地貌·····	(128)
二、	黄土沟(谷)间地貌·····	(129)
三、	黄土谷坡地貌·····	(130)
四、	黄土潜蚀地貌·····	(130)
第三节	黄土地貌发育·····	(131)
<b>第九章</b>	<b>海岸地貌</b> ·····	(134)
第一节	海岸动力作用·····	(134)
一、	波浪作用·····	(134)
二、	潮汐作用·····	(137)
三、	海流作用·····	(137)
第二节	海岸地貌·····	(137)
一、	海岸侵蚀地貌·····	(138)
二、	海岸堆积地貌·····	(138)
第三节	海岸类型与演化·····	(143)
一、	基岩海岸类型与演化·····	(143)
二、	沙质海岸类型与演化·····	(144)
三、	淤泥质海岸类型与演化·····	(145)
四、	生物海岸类型与演化·····	(147)
第四节	第四纪海面变化与地貌发育·····	(148)
一、	海面下降的地貌表现·····	(149)

二、海面上升的地貌表现 .....	(150)
三、海面升降变化与海岸带河流地貌发育 .....	(150)
<b>第十章 大地构造地貌</b> .....	(153)
<b>第一节 大陆和海洋</b> .....	(153)
一、大陆和海洋的分布 .....	(153)
二、地壳与地壳均衡 .....	(153)
三、大陆漂移 .....	(155)
<b>第二节 构造山系和大陆裂谷</b> .....	(156)
一、构造山系 .....	(156)
二、大陆裂谷 .....	(157)
<b>第三节 大陆架和大陆坡</b> .....	(160)
一、大陆架 .....	(160)
二、大陆坡 .....	(163)
<b>第四节 岛弧、海沟和边缘海盆地</b> .....	(164)
一、岛弧、海沟和边缘海盆地的形态和构造 .....	(164)
二、岛弧、海沟和边缘海盆地的成因 .....	(165)
<b>第五节 大洋盆地和大洋中脊</b> .....	(166)
一、大洋盆地 .....	(166)
二、大洋中脊 .....	(166)
<b>第十一章 褶曲构造地貌</b> .....	(168)
<b>第一节 原生褶曲构造地貌</b> .....	(168)
一、活动褶曲构造山地 .....	(168)
二、挤压构造盆地 .....	(169)
三、挤压构造盆地之间的横向隆起 .....	(171)
四、拱曲上升与阶地变形 .....	(171)
<b>第二节 次生褶曲构造地貌</b> .....	(174)
一、向斜山和背斜谷 .....	(174)
二、单面山和猪背脊 .....	(174)
三、褶曲构造控制的河谷发育 .....	(175)
<b>第三节 穹隆构造地貌</b> .....	(175)
一、盐丘 .....	(175)
二、穹隆构造的地貌发育 .....	(177)
<b>第十二章 断层构造地貌</b> .....	(179)
<b>第一节 断块山地</b> .....	(179)
一、断块山地的一般特征 .....	(179)
二、断块山地的河流发育 .....	(179)
三、断块山地的山麓阶梯和夷平面 .....	(180)
<b>第二节 断陷盆地</b> .....	(181)
一、断陷盆地的地貌特征 .....	(181)
二、断陷盆地的成因和结构 .....	(183)
<b>第三节 断层崖</b> .....	(187)

一、断层崖的排列形式 .....	(187)
二、断层崖的坡面发育 .....	(187)
三、断层三角面和断层线崖 .....	(188)
四、断层崖反映断层活动的次数、幅度和时间 .....	(189)
<b>第四节 断裂谷</b> .....	(190)
一、断裂谷的走向和平面形状受断层的走向和排列方式控制 .....	(190)
二、断裂谷中的高位古河道 .....	(190)
<b>第五节 断层水平运动形成的构造地貌</b> .....	(191)
一、断层水平运动形成的构造错断地貌 .....	(191)
二、断层水平运动形成的派生构造地貌 .....	(196)
<b>第十三章 火山和熔岩地貌</b> .....	(199)
<b>第一节 火山</b> .....	(199)
一、火山的成因 .....	(199)
二、火山的结构 .....	(200)
三、火山的类型 .....	(202)
四、活火山和死火山 .....	(203)
五、泥火山和隐火山 .....	(204)
<b>第二节 熔岩地貌</b> .....	(205)
一、熔岩丘 .....	(205)
二、熔岩垄岗和熔岩盖 .....	(205)
三、熔岩隧道 .....	(206)
四、熔岩堰塞湖 .....	(206)
五、熔岩湖 .....	(206)
<b>第十四章 人类活动形成的地貌</b> .....	(207)
<b>第一节 人类活动直接地貌过程</b> .....	(207)
一、挖掘过程 .....	(207)
二、建造过程 .....	(208)
<b>第二节 人类活动间接地貌过程</b> .....	(209)
一、风化作用 .....	(209)
二、土壤侵蚀 .....	(209)
三、坡地过程 .....	(210)
四、河流过程 .....	(211)
五、风沙过程 .....	(214)
六、海岸过程 .....	(214)
七、地基沉降 .....	(217)
<b>第十五章 地貌灾害</b> .....	(220)
<b>第一节 影响地貌灾害的因素</b> .....	(220)
<b>第二节 河流地貌灾害评价</b> .....	(222)
<b>第三节 活动构造地貌与灾害评价</b> .....	(225)
一、活动构造地貌研究与工程地基稳定性 .....	(225)
二、活动构造地貌研究与城市规划 .....	(228)
三、活动构造地貌研究与地震复发周期的估计 .....	(228)

# 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特征及其成因、演化、内部结构和分布规律的科学。

地表形态有不同规模和各种特征。最大规模的地表形态是陆地和海洋,陆地面积为 14 950 万平方公里,海洋面积为 36 060 万平方公里。陆地上有环绕太平洋和横贯欧亚大陆的高大山脉,数千公里长的河流,面积达数百万平方公里的平原和盆地,还有长度和高度不及 1 公里的各种沟谷和沙丘等;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。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联系,世界上高大的山地大多位于新生代地壳强烈上升区,大平原多位于地壳下降区;各种沟谷和沙丘是由流水和风的作用塑造而成,它们的成因主要受气候条件控制,所以它们的分布又和一定的气候带有关。因此,形态各异和规模不等的各种地貌的成因,有的与地壳构造运动和岩浆活动等地球内营力有关,有的是流水、波浪、冰川和风等地球外营力作用的产物。但是,地表形态在形成与演化过程中并不只是由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,它们同时又受流水作用的雕塑,形成一些高岭深谷;在构造运动下沉地区,由于流水搬运的泥沙在这里堆积,形成广阔的平原和盆地。总体来说,地貌是内营力和外营力共同作用于地表的结果。

地貌是在不断变化发展的。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,假定某一准平原地区,地壳抬升后趋于稳定状态,气候不变,随着时间的推移地貌将按下列模式发展。首先,河流在被抬升的地面上下切侵蚀,这时河网还很稀疏,河谷之间有宽广平坦的河间地,河流纵比降较大,跌水瀑布很多,河谷横剖面多呈“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明显的坡折,处于这种状况,称为河流发育的初期阶段,或称幼年期。随后河道渐渐增多,地面分割加剧,河谷横剖面加宽,河流纵剖面渐渐趋于平缓,谷坡也变缓加长,河间地形呈浑圆状的山岭,处于这种状况,称为河流地貌发育的中期阶段,或称壮年期。再进一步发展,河流下切侵蚀逐渐减弱而趋于停止,分水岭缓缓降低,河流的侧蚀作用加强,河谷展宽而蜿蜒,这时就称为河流地貌发育的晚期阶段,或称老年期。可以看出,地貌发育的不同阶段,地貌特征和地貌组合都是不同的。作为三维空间的地貌体,随着时间的推移而不断变化,形成三维空间和时间组成的四维空间的总体。用四维空间思维来研究地貌,不仅可以了解现今地貌特点和恢复地貌演变过程,还可预测地貌发展方向。

通常地貌在演变过程中并不总是向一个方向发展。例如某一地区地壳构造运动常有升降变化,使地貌发育的方向发生逆转,形成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变化引起外营力改变,地貌发育过程也将发生变异,冰川地貌发育程序将转换为流水地貌发育程序,在同一地区会出现两种不同外营力作用的地貌特征。

各种地貌有不同的内部结构。按地貌形成的侵蚀作用和堆积作用,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。在侵蚀作用占主导地区,切割新生代以

前的构造和岩层所形成的地貌,称为切割型地貌。在堆积作用占主导地区,地面发生大量堆积,一层沉积物叠加在一层之上,由这种叠加结构组成的地貌,称叠置型地貌。如果切割型地貌形成后,由于构造运动方向改变,或者由于气候的冷暖或干湿的变化,由侵蚀作用转变为堆积作用,在被切割的部位发生堆积,就形成切割-叠置型地貌。如由堆积作用转变为侵蚀作用,在叠置型地貌基础上发生侵蚀,就形成叠置-切割型地貌。

各种类型和成因的地貌都有一定的分布规律。以内营力作用为主的地貌来说,地貌的分布与大地构造单元、地壳运动方向以及构造线的走向都有一定的联系。例如我国地势自西向东呈明显的梯级下降,西南部最高的一级阶梯是青藏高原,高原面海拔 4000~5000 m,从高原往北和往东地势急剧下降,往北到国境,往东到大兴安岭、太行山、伏牛山、武当山、武陵山一线等广大地区,除少数山地外,地势降到 3000 m 以下,一些盆地高度只有 1000 m 左右,再往东地势更低,形成一些低山丘陵,除沿海山地与台湾山地一些高峰外,海拔多在 1500 m 以下,东部的大平原高度不到 200 m,向海延伸到浅海大陆架。这种地貌分布特征除与青藏高原在新生代强烈隆升有关外,每个地貌台阶的边坡常是一些新构造断裂分布位置,许多延绵千里的高大山脉的走向受构造线的控制。

以外营力作用为主形成的地貌,则有呈纬度水平分布和沿山地垂直分布的规律。这种分布与气候条件有联系,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,温度从赤道向两极和随地势增高而递减;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的外营力作用有其独特的方式和不同的强度,从而形成不同的地貌分布规律与地貌组合特征。从地球两极向赤道方向可分为寒冷气候地貌带、温湿气候地貌带、干旱半干旱气候地貌带和湿热气候地貌带。寒冷气候地貌带位于高纬地区,年平均温度在 0℃ 以下,大部分地区终年冰雪覆盖,发育冰川地貌,在无冰雪覆盖地区则是冻土区,由于冻土表层的冬夏周期性的冻融作用,形成各种冻土地貌。温湿气候地貌带位于中纬地区,年平均温度在 10℃ 左右,降水量在 600~800 mm,流水是地貌形成的主导因素,在欧亚大陆东部受季风的影响,降水集中在夏季,流水的侵蚀作用和堆积作用都很强烈,欧亚大陆西部受海洋气候影响,降水分配均匀,流水的侵蚀作用和堆积作用不及东亚季风气候区那样强烈。干旱气候地貌带位于副热带高压带和欧亚大陆内部,气候干旱,年降水量在 250 mm 以下,温差变化大,物理风化强盛,地表植被稀疏,风力作用强烈,形成广大的荒漠,发育各种沙丘地貌,夏季集中降雨时,也能形成暂时性洪流,在山麓地带形成规模很大的洪-冲积扇。在干旱气候地貌带与温湿气候地貌带之间称为半干旱气候地貌带,年降水量在 400 mm 左右,多集中在夏季,流水的侵蚀作用强,造成严重的水土流失,尤其在黄土地区,地表物质松散,流水侵蚀形成千沟万壑,地面被切割得支离破碎。湿热气候地貌带位于低纬地区,高温多雨,植被茂密,化学风化和生物风化作用强,发育厚层砖红土风化壳,物理风化相对较弱,因而河流中粗颗粒碎屑含量相对较少,流水的侵蚀作用反而不及温湿气候地貌区和半干旱气候地貌区那样强烈。地貌的垂直带则是以高度来划分的。在高山雪线以上,终年积雪,发育冰川,形成各种冰川地貌。在冰川外围的冰缘地区,除了冰融水的作用形成一些冰水堆积地貌外,由于冬夏的冻融作用,常形成一些冻土地貌。随着高度降低,温度升高,则由冻土地貌过渡到流水作用为主的温湿气候地貌区或湿热气候地貌区。

由上所述,地貌学的研究内容是地球表面各种形态特征、地貌的成因、地貌的演变过程、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学科。由于地貌学的这一特点,各个国家的地貌学分属于不同的学科。美国的地貌学是地质科学的一个分支,欧洲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,产生许多新的分支学科。地貌学也不例外,它的研究内容和研究方法更加丰富和日益完善,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的成因和演变,进而把气候地貌学的研究与第四纪古气候变迁研究相结合。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,大大丰富了气候地貌学的内容。构造地貌学一是研究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;另一是研究地壳构造运动形成的地貌,它们的形成和分布与地壳构造运动的作用方向、受力方式有关,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,或者构造运动把已形成的各种地貌加以改造,或者断层两侧块体受断层活动影响而派生的各种地貌等,称为动态构造地貌,或称活动构造地貌。

近几十年来,地貌学加强了现代地貌形成的定量分析和动力研究,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等。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矿物成分、结构和构造,各种不同性质的岩石在同一外营力作用下,有不同的抵御风化剥蚀能力,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。例如在湿热条件下,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以及地下溶洞,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,也不会形成像在湿热气候条件下那样高大的峰林和宽阔的洼地。

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。堆积地貌的形成过程也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,有分叉的辫状河流,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,这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,这就需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、新方法在地貌学研究中的应用,如 $^{14}\text{C}$ 、铀系、裂变径迹、光释光和古地磁等测年方法,对地貌年龄的研究愈来愈精确,地貌学中的一个新的分支——地貌年代学业已形成。遥感技术和地理信息系统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——遥感地貌学。

### 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情况不同,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表现明显,在进行地质调查时常采用地貌分析方法。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”以及“地貌是构造、营力和发育阶段的函数”等理论推动了现代地貌学的发展。

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,德国地貌学家彭克(W. Penck)的《地貌分析》一书就是这个时期的代表作。

20 世纪 50 年代以来,国外地貌学与数学、力学、物理学和化学等结合愈来愈多,许多部门地貌学——海岸动力地貌学、河流地貌学、风沙地貌学、构造地貌学等——的研究有较快的发展,使研究内容更为扩大和深入,逐步向定量和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,20 世纪 60 年代开始,由于石油和其他沉积矿产勘探的需要,推动了沉积地貌学的发展。新技术、新方法在地貌学中的应用也日益广泛。例如遥感技术、地理信息系统和地貌年代测定技术的应用,大大提高了地貌学的研究精度和质量,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,为国家建设和科学发展作出了一定的贡献。例如,对黄河下游的成因和多沙河流的河床演变特点的研究、长江三峡的河流地貌研究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、长期地震预测和划分地震烈度以及确定地基稳定性提供科学依据;在海港整治和海港选址方面,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、沙漠、泥石流等方面都取得许多突出成果,并结合道路工程和农业区划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。近 20 年来,遥感、地理信息系统和地貌年龄测定技术在地貌学研究中得到广泛应用,使地貌学的定量研究前进一步。

## 第二章 坡地地貌

坡地上的风化岩块或土体在重力或流水作用下发生崩塌、滑动或蠕动形成的地貌,称为坡地地貌。坡地地貌的形成与发展大致可分成两个阶段:一是坡地物质风化、岩石破裂或已具备大量松散物质;二是坡地上的不稳定块体或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。

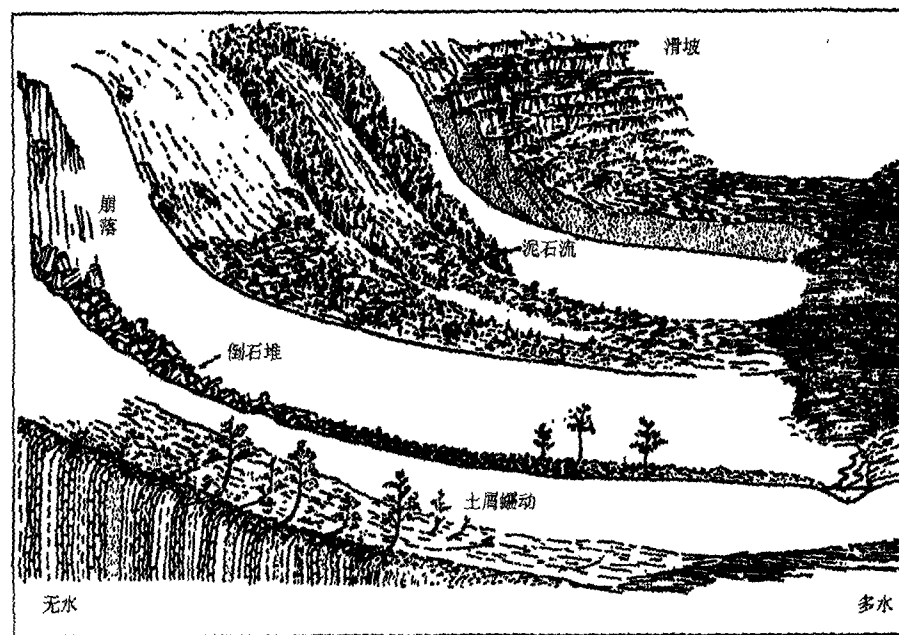


图 2-1 坡地地貌类型图(根据 A. K. 洛贝克)

### 第一节 风化作用

出露地表的岩石,受日光照射、温度变化、水的作用和生物作用等,发生破碎和分解,形成大小不等的岩屑、砂粒和粘土,这种作用称为风化作用。风化作用可分为物理风化、化学风化和生物风化三种。

#### 一、物理风化

因温度变化、孔隙水的冻胀过程、干湿变化使岩石盐类的重结晶以及岩石中的一些矿物发生溶解,都可使岩石崩裂破碎,称物理风化。

岩石表面温度变化是由于季节变化和昼夜交替而引起的。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,不同深度,这种胀缩程度不

同,因而使岩石产生剥落。另外,岩石是各种矿物的集合体,各种矿物的颗粒大小、颜色深浅和晶体结构都不相同,膨胀系数也不一样,在受热或变冷时,各矿物之间就会分裂而形成分散的砂粒。

岩石中有许多孔隙,孔隙中常聚集水分,当温度降低到 0℃ 时便冻结成冰,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 kg/cm<sup>2</sup>。在这样强大的压力下,岩石发生挤裂而逐渐成碎屑。

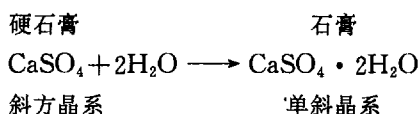
在干旱区,岩石盐类的重结晶作用也能破坏岩石。夜间,岩石从空气中吸收一部分水汽,水汽顺着毛细管渗透到岩石内部,溶解一些盐类;白天,在烈日烤晒下,水汽从岩石中蒸发,溶解在水汽中的盐类将重结晶,所形成的结晶体对岩石产生一种撑胀作用,结果使岩石崩裂而破碎。

有些矿物可溶解于水,但不同的可溶解矿物的溶解度不一样,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,使岩石分解风化。

## 二、化学风化

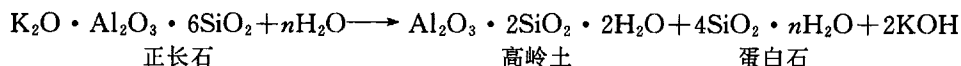
化学风化是水溶液以及空气中的氧和二氧化碳等对岩石的作用,使岩石的化学成分发生变化的过程。化学风化通过水化作用、水解作用、碳酸化作用和氧化作用等一系列化学变化来进行。

水化作用是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,形成新矿物的过程。如硬石膏经水化作用形成石膏:

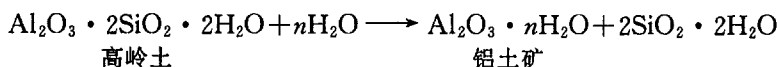


水化作用可使矿物的硬度变小、密度减小或体积膨胀。硬石膏变成石膏后,体积膨胀 60%,加速了岩石的分解。

水解作用是化合物与水反应而起的分解作用。由于水中有一部分水分子离解成 H<sup>+</sup> 和 OH<sup>-</sup> 离子,从而使水具有酸性或碱性,使一些矿物溶于水后,其离子能和水中的 H<sup>+</sup> 和 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> 化合生成易溶的 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:



碳酸化作用是指含有 CO<sub>2</sub> 的水溶液对矿物的分解过程。石灰岩地区的碳酸化作用最为明显,石灰岩的主要矿物是方解石(CaCO<sub>3</sub>),它在纯水中溶解速度很慢,但在含碳酸的水溶液中能很快发生化学反应,生成溶于水的重碳酸钙。重碳酸钙的溶解度是碳酸钙的 30 倍,所以能在水中快速分解:

