

X i a n d a i D i m a o x u e

现代地貌学

张根寿 主编



科学出版社
www.sciencep.com

P931
Z106

现代地貌学

本书是普通高等教育地理学系列教材之一，由《现代地貌学》编写组编写，张根寿主编。本书共分五章，第一章为绪论，第二章为地貌学的发展，第三章为地貌学的基本概念，第四章为地貌学的基本原理，第五章为地貌学的应用。本书可作为高等院校地理专业及相关专业的教材，也可供从事地貌学研究的科技人员参考。

张根寿 主编

本书是普通高等教育地理学系列教材之一，由《现代地貌学》编写组编写，张根寿主编。本书共分五章，第一章为绪论，第二章为地貌学的发展，第三章为地貌学的基本概念，第四章为地貌学的基本原理，第五章为地貌学的应用。本书可作为高等院校地理专业及相关专业的教材，也可供从事地貌学研究的科技人员参考。

科学出版社

北京

自然地理学(第2版) 北京: 科学出版社

中

ISBN 7-03-015531-7

科学出版社

北京: 地理出版社

科学出版社

科学出版社

科学出版社

科学出版社

大地出版社

科学出版社

科学出版社

科学出版社

科学出版社

北京: 科学出版社

科学出版社

内 容 提 要

地貌是地表自然景观,是自然资源和环境实体,并在区域发展和建设规划、资源评价和利用中具有重要的作用。应用遥感技术、信息技术研究地貌成为当代显著特点。

地貌是自然因素和人工作用共同形成的地表实体,发育、发展和演化,每个时期的特征受到外动力、内动力和岩石的影响,表现出不同的形体和空间组合。本书在横向上划分为八章。前六章构成符合客观实际的网络面,一一分述,每个章节的内容均引进了最新的学科发展成果,既有深度,也有广度。后两章是地貌数字模型、地貌信息表示和分析,介绍当代学科发展的内容。

本书适合大、专院校地理科学、地理信息系统、资源环境与城乡规划管理、水文、测绘工程、城乡规划、环境科学等专业的学生和教师作为教材,以及相关学者和社会学者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

现代地貌学/张根寿主编. —北京:科学出版社,2005
ISBN 7-03-015931-4

I. 现... II. 张... III. 地貌学 IV. P931
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 079111 号

责任编辑:赵 峰 谭宏宇 / 责任校对:连秉亮
责任印制:刘 学 / 封面设计:逸 凌

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

南京展望文化发展有限公司排版

江苏省句容市排印厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年8月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2005年8月第一次印刷 印张:24 1/2

印数:1—3 200 字数:478 000

定价:39.00元

前 言

地貌是自然要素之一,是地球科学研究内容之一。由于其在自然因素中的独特地位,在人类活动中的重要作用,作为一门独立学科在不断发展前进着。随着科学技术的发展,地貌学研究方法从野外调查、地图分析、航空相片解译到遥感技术的应用而不断进步。现代,地貌与人类生活的关系愈来愈密切,例如地貌旅游资源、地貌与土地利用、地貌与城市建设等等。“数字地球”的提出,加速了地貌数字化表示、传输、模拟、分析和研究的进程,并已实际应用于军事、经济、工程等多个部门。

地貌学是地理学与地质学的边缘学科,地貌也是测绘科学重点研究的对象之一,地貌信息综合与虚拟现实是地理信息科学、地图学和测绘科学难以解决的问题之一,文学、历史学等众多学科领域中都需要掌握和了解地貌科学知识。

编写本书已酝酿了数年时间,这期间做了大量的资料收集和整理工作。按照系统论的思想构建本书的结构体系及内容组成是贯穿始终和最重要的问题。现在,我们认为已构成了一个相对完整的体系。书中首先提出基本问题——导论,接着讨论地貌发育,进而解释了地貌的形成、变化和发展的基本知识和理念。明确独立地将外动力地貌在一章中介绍,构成一个完整体系。然后,深入一步讨论岩石性质的直接影响形成的独特的几种地貌形体。在内动力地貌一章围绕“静态构造地貌和动态构造地貌”两个概念,明辨“动”与“静”的关系及其地貌表现。作为对上述地貌的区域性分布及组合的认识,另一原因可考虑到区域地貌对区域资源和环境评价、区域规则、区域发展方面的条件和地位,确立区域内各种地貌形体类型的整体性,形成地貌资源综合利用的思想。地貌信息数字化是趋势也已成为现实,并已实际应用,这一新的知识和技术及时引入了本书。地貌制图技术方法和信息源发生了重大变革,地貌图类型及表示的内容有新的应用和进步。

本书由张根寿和杨达源共同拟订内容体系。本书中将地貌形态的传统称谓改称“地貌形体”。一方面,地貌是自然实体,具有地理位置、高度、时间、物质、形状的五维空间性。另一方面,地貌信息表达由二维平面发展为三维虚拟现实以及四维

动态演示和复原。由此,我们认为“地貌形体”更科学。

本书中各章节的主要编著者为:第一章导论,第二章第三节、第四节、第五节、第六节,第三章第一节、第七节,第四章第三节、第四节,第五章第一节、第六章、第七章、第八章由张根寿编著,第三章第二节、第三节、第四节、第五节、第六节由张根寿、梁勤欧合著;第二章第一节、第二节,第四章第一节、第二节、第五节由杨达源编著;第五章第二节、第三节、第六节、第七节由林爱文编著;第五章第四节、第五节由张根寿、林爱文合著。全书由张根寿统稿定稿。

恳请学者不吝指正。

编著者

2005年2月于武汉

目 录

前 言	14
第一章 导论	1
第一节 地貌体	1
一、地貌形体	1
二、地貌形体空间单元	3
三、地貌形体要素	4
四、地貌形体表述	6
五、地貌形体的地图表示	7
第二节 地貌类型与结构	9
一、地貌类型	9
二、地貌结构	11
第三节 地貌学研究对象和内容	11
第四节 地貌学的发展	13
一、我国古代对地貌的认知和探索	13
二、近代世界对地貌学发展的贡献	14
三、现代地貌学研究进展	15
第五节 地貌资源与人类生存环境	16
一、地貌与农业	16
二、地貌与城市建设	17
三、地貌与工业布局	19
四、地貌与交通路线建设	20
五、地貌与旅游资源	20
六、地貌与水资源利用	21
七、地貌与环境	21
第二章 地貌发育	22
第一节 内动力作用	22
第二节 外动力作用	23

一、外动力作用类型	23
二、风化作用	24
三、剥蚀作用	31
四、沉积作用	34
第三节 人类活动——第三地貌动力	35
第四节 内外动力相互作用	36
第五节 地貌发育基础理论	38
第六节 影响地貌发育的因素	41
一、气候与地貌发育	41
二、构造运动和地质构造与地貌发育	42
三、地表组成物质与地貌发育	43
第三章 外动力地貌	45
第一节 坡地重力地貌	45
一、坡地系统	45
二、崩塌及其地貌	46
三、滑坡及其地貌	48
四、错落及其地貌	50
五、坡地蠕动及其地貌	51
第二节 流水地貌	52
一、流水作用	52
二、沟谷流水地貌	56
三、河谷流水地貌	63
四、河口地区地貌	82
五、河(谷)系的发育与发展	87
第三节 冰川地貌	94
一、冰川和冰川作用	95
二、冰川地貌形体	102
三、第四纪冰期	108
第四节 冻土地貌	108
一、冻土和融冻作用	108
二、冻土地貌形体	111
第五节 风沙地貌	114
一、中国风沙地貌分布特征	114
二、风沙地貌发育的动力	115

三、风蚀地貌形体	119
四、风积地貌形体	121
五、荒漠类型	129
第六节 海岸地貌	131
一、海岸地貌动力	132
二、海岸地貌形体	136
三、海岸形体类型	143
四、生物海岸地貌	148
第七节 人工地貌	150
一、未改变自然地貌基本形体的人工地貌	150
二、改变局部自然地貌形体的人工地貌	151
第四章 岩石地貌	155
第一节 砂质岩石地貌	155
一、砂质岩石与地貌发育	156
二、丹霞地貌	157
三、石英砂岩峰林	160
第二节 花岗岩和玄武岩地貌	161
一、花岗岩地貌	162
二、玄武岩地貌	167
第三节 可溶性岩石地貌	169
一、岩溶分布	170
二、岩溶地貌发育条件	171
三、岩溶地貌形体	174
四、岩溶地貌空间组合	187
五、岩溶地貌空间分布	189
第四节 黄土地貌	191
一、黄土物质特性	192
二、黄土地貌发育	193
三、黄土塬、梁、峁地貌形体	195
四、黄土沟谷地貌形体	201
五、黄土地貌空间组合类型	204
六、黄土地区水土流失与环境	206
第五节 生物岩地貌	207

第五章 内动力地貌	209
第一节 构造山系和大陆裂谷	210
一、全球构造山系	210
二、中国大型构造山系	211
三、大陆裂谷	212
第二节 水平构造地貌	213
第三节 单斜构造地貌	217
一、岩层三角面与V字形陡崖	217
二、单面山地貌	217
三、猪背岭地貌	220
四、格状河系(谷地系统)	220
第四节 褶皱构造地貌	221
一、原生褶曲构造地貌	221
二、褶曲构造地貌发育与地貌形体	223
第五节 断层构造地貌	231
一、断层崖地貌	231
二、断层谷地貌	232
三、断块山地地貌	234
第六节 岩浆活动构造地貌	237
一、岩浆侵入活动构造地貌形体	237
二、火山活动构造地貌形体	237
三、火山锥的空间分布与组合	244
第七节 活动构造地貌	245
一、新构造运动的特点	245
二、活动构造地貌特征	247
三、地震及其对地貌的影响	250
第六章 区域地貌	252
第一节 山地与丘陵地貌	253
一、山地地貌	253
二、丘陵地貌	259
第二节 平原地貌	260
一、平原的形态分类	260
二、平原的成因分类	262
第三节 高原地貌	264

一、据地貌形体完整性的高原类型	264
二、据空间位置的高原类型	266
三、据内外力和岩性划分的高原类型	267
第四节 盆地地貌	268
第五节 大陆边缘地貌	271
一、大陆架	272
二、大陆坡	273
三、大陆岛	273
四、大陆基	274
第六节 洋底地貌	274
一、洋底地貌形体	275
二、世界四大洋洋底地貌	276
第七章 数字地貌系统	283
第一节 数字高程模型	283
一、数字地面模型	283
二、数字高程模型	284
三、数字高程模型的形式	285
第二节 数字高程模型数据获取	286
一、航空遥感数据	287
二、地形图数据	290
三、其他数据源	291
四、数据源质量控制	292
第三节 DEM 源数据处理	292
一、DEM 原始数据处理	292
二、数字高程内插	294
三、DEM 的数据管理	296
第四节 数字地貌要素模型	300
一、格网(点)型数字地貌要素模型	300
二、多边形数字地貌模型	309
第五节 二维数字地貌模型	311
一、二维地貌剖面模型建立	312
二、地理要素的叠加模型	313
三、等高线地貌模型	315
第六节 三维数字地貌模型	317

一、立体等值线的地貌仿真模型	318
二、剖面型等值线三维仿真模型	319
第七节 动态三维数字地貌模型	321
一、地貌仿真动态模型的构造	321
二、影像与地形的叠加显示	322
三、模拟飞行的实现技术	323
第八章 地貌研究与地貌制图	325
第一节 地貌图的类型	325
一、依地貌图比例尺划分	325
二、据地貌图的性质划分	327
三、据地貌图内容划分	327
第二节 地貌分析研究	328
一、地貌图的地貌分析	329
二、地质图的地貌分析	337
三、其他地理图件的地貌分析	338
四、遥感影像地貌分析	339
五、野外地貌调查与研究方法	340
六、实验室分析	341
第三节 地貌分类原则	341
一、“形态-成因”原则	341
二、等级系统原则	342
三、数量指标原则	344
四、建立图例系统	347
第四节 地貌形体类型数字分类	352
一、基本地貌类型划分	352
二、地貌区划数字技术应用	353
第五节 地貌制图程序	356
一、地貌制图内容	356
二、制定地貌图编制计划	357
三、地貌图编图准备工作	357
四、地貌原图编制	360
五、地貌图及使用说明书的编写	360
第六节 应用地貌图编制原理	361
一、地貌形体计量图的编制	362
二、地貌剖面图编制	369

三、地貌类型图编制	372
四、地貌区划图的编制	373
五、城市地貌图编制	377
参考文献.....	379

第一章 导 论

地貌是地球表面的形形色色的各种空间实物形体,有自然形体和人工形体两大类。地球表面自从形成以来,在不断变化和演绎中,所谓“沧海桑田”就是其演变的真实写照。大多数情况下,它的变化及演绎是十分缓慢的,人类不易观察到。但是,在地质历史的漫长岁月中,变化的结果却是巨大的。例如,古地中海底的一部分隆起抬升为当今世界最高山体和高原——喜马拉雅山系和青藏高原,经历了数百万年的时间。地表起伏形体是大气圈、水圈、生物圈、人类相互作用的各种过程所形成的力的影响和作用的产物,同时是地球内部物质变动的各种过程的产物,即地球构造变形及其组成物质变位的产物。人类生存与发展需要,活动的范围和强度不断加剧,例如,在自然地貌形体上构筑梯田、交通线、水库,自然河堤的加高加固、填海填湖、开挖渠道、建设高楼等,局部地或者整体地改变和影响自然地貌形体,创建出人工地貌形体。地表形体经历着这些过程作用下的各种各样的变化和运动。

第一节 地貌体

地貌是空间实体,具有相对稳定的外部形态。尽管各个独立单元的外形各不相同,按照某一种理解和认识,或者遵从某些数量指标,把在成因上和外形上相近似的实体归纳为一种类型,例如自然动力形成的地貌体我们称为自然地貌体,由于人工对自然地貌体的加工改造、或者人类活动影响、或者人工新构筑的地貌体我们可以称其为人工地貌体。

一、地貌形体

地貌形体是指地球表面形形色色的高低起伏的各个局部的(长、宽、高、地面坡度等形态要素组合构成的)空间实体状态,是一个相对独立的地表起伏单元。按照地貌发育发展过程,地貌形体可分为原生的地貌形体和次生的地貌形体,前者指直接由地球内动力作用造成的地表起伏形体单元,未受到地球外动力的强烈破坏,保持原有的整体性形态,例如高原、平原、火山锥等;后者指地球外动力对原生地貌“破坏——侵蚀剥蚀和覆盖”所塑造的地貌形体,侵蚀剥蚀残余的形体(如山地、丘

陵)、蚀空的形体(如谷地、溶洞)和松散碎屑物沉积和堆积成的形体(如洪积扇、沙岛)。千姿百态、千奇万异的地貌景观是地球动力、物质、时间的产物。

构成地貌形体的最基本的形态指标:一是高度,即绝对(海拔)高度与相对高度;二是底平面形状与底平面面积;三是地表面的倾斜方位与倾斜程度(坡向与坡度)。高度是山地、丘陵、高原、盆地、平原等地貌形体分类及其等级划分的基本数量指标(表 1-1)。地貌形体底面形态及其面积(规模)是地貌分区及区划的基本依据。地表面的倾斜程度则是坡地分等分级的主要指标(表 1-2)。

表 1-1 我国地(貌)形(体)分类基本指标

名称	绝对高度/m	相对高度/m	地貌特征
极高山	>5 000	>5 000	位于现代冰川和雪线以上
高山	3 500~5 000	>1 000(深切割) 500~1 000(中等切割) 100~500(浅切割) (无深切割低山)	峰尖、坡陡、谷深、山高
中山	1 000~3 500		有山脉形体,但分割破碎
低山	500~1 000		山体支离破碎,但有规律性
丘陵		<200	低岭宽谷,或聚或散
高原	>1 000	>500 比临近地貌体高	大部分地貌面起伏平缓
平原	多数<200		地面平坦,偶有残丘孤山
盆地		盆底与盆周高差 500 m 以上	内流盆地,地貌面平缓 外流盆地,有丘陵分布

表 1-2 坡地分类的坡度指标(据 J. Demenk, 1972)

坡度分级	坡度变化幅度	坡度细分	坡地名称	坡降(%)	坡长/坡高
0°~0°30'	30'	—	平地	—	—
0°30'~2°	1°30'	—	微斜坡	-3.5	-28.6
2°~5°	3°	—	缓斜坡	3.5~8.7	28.6~11.4
5°~15°	10°	5°~10° 10°~15°	斜坡	8.7~26.8	11.4~3.7
15°~35°	20°	15°~25° 25°~35°	陡坡 峻坡	26.8~70	3.7~1.4
35°~55°	20°	35°~45° 45°~55°	峭坡	70~143	1.4~0.7
55°~90°	35°	—	垂直壁(坡)	143~∞	0.7~0
90°	—	—	倒转壁(坡)	—	—

地貌形体的分类与分等分级各项指标均有其特定的地理内涵或指示意义。中国科学院《1:100万中国地貌图分类系统与图例系统说明》(征求意见稿,1980)中曾提到某些分类指标界限的含意,如极高山下界大致与现代冰川和雪线相符合;高山与中山的界线(3 500 m)主要考虑剥蚀作用性质上的差别,该线亦为森林的上限。原捷克斯洛伐克学者德梅克(J. Demenk,1972)的坡地分级分类的坡度指标,具有地貌形态特征以及地貌资源开发利用方面的含义。

二、地貌形体空间单元

地貌形体在空间规模(尺度)上有显著的差异。依据其在地表的存在与分布范围,一般分为具有系统性的实体单元。

1. 星体地貌形体

地球的总面积为 51 000 万 km^2 ,星体地貌形体单元只有大陆、海洋两个单元。

2. 巨地貌形体

占有数万至数十万平方千米的面积。例如,阿尔卑斯山系、喜马拉雅山系、青藏高原、巴西高原、长江中下游平原等。

3. 大地貌形体

占数百至数千平方千米或数万平方千米。例如单独的山脉和盆地,如塔里木盆地、秦岭山脉等。

4. 中地貌形体

通常有数十平方千米至数百平方千米,例如庐山、黄山、泰山、鄱阳湖平原等。

5. 小地貌形体

通常有数平方千米至数十平方千米,例如大沟谷、小河谷、单独山岭、新月形沙丘及其链等。

6. 微地貌形体

通常有数平方厘米至数平方千米,使中小地貌形体表面复杂化的地貌实体最小单元,视为简单地貌体,例如洼地、浅沟、岗堤等是典型代表。

小地貌形体和微地貌形体亦可称为单独(或单一)形体,相应地,其他则可称为复合形体,它是由单一形体组构成的。有的学者认为,按照空间来划分地貌形体在

很大程度上是粗略的和不确定的,尤其大型、巨型地貌形体,而且在自然界没有上述各等级之间的界限。但是,尽管存在这种不确定性,地貌形体在规模上的差异是客观存在的。依据空间规模建立地貌形体单元的理念,能够使我们从整体到局部、从大范围到小个体构建出完整的地貌系统,全面深入地分析和探讨相互联系,动态地、辩证地获得地貌组成物质、动力、形态特征的关系。

按照相邻地貌形体的相对高低关系,将地表地貌体分为正向地貌形体和负向地貌形体。正向地貌形体是相对于某一近似水平面或周围邻近的另一地貌形态为凸(高)起的形态,例如山丘(作为一个独立的完整的地貌体)相对于近邻的平地是正向地貌。负向地貌形态则是相对于该水平面或周围邻近的地貌面为凹(低)下的形态,负向地貌形态可以是封闭的(例如洼地)或开放的(例如谷地);可以是独立的,也可以是负载在更大的地貌体上,例如山坡上的谷地(主要是沟谷)。这里所指的“高”和“低”是个相对的概念。在山丘顶部可能存在负向地貌,例如,火山锥顶上的火山口,并不因为它的绝对高程大而被作为正向地貌,因为它相对于火山口边沿环形山岭来说,仍然是相对低洼的地形。在低洼盆地中存在正向地貌,例如盆地底部的小丘,虽然绝对高程小,但对于它周围的盆地底部的地貌来说,则是相对突起的,所以是正向地貌。

三、地貌形体要素

地表形体虽复杂多样,而每个形体都是由最基本的地貌要素所构成。借用几何的术语,一个地貌体由地貌面、地貌线、地貌点组成。

1. 地貌面

地貌面又称地形面(或称坡面),是一复杂的曲面。借用微分几何理念,将自然面归纳抽象为平面($0^\circ \sim 2^\circ$),斜面($2^\circ \sim 55^\circ$),垂直面($> 55^\circ$);有平缓面(起伏微小)、凸形面、凹形面的区分。

地貌面的组成要素有坡面高度、倾斜度(坡度)、坡长、倾斜方向(坡向)、延伸方向,以及水平面投影形状和面积。坡面高度是斜坡在一定的角度的相对高差;倾斜度指一定角度的坡面与水平面的夹角度量;长度指延伸距离(包括直线和曲线);倾斜方向是地貌面上最大倾斜线在平面上的投影所指的方向($0^\circ \sim 360^\circ$);延伸方向是地貌面在水平面上的走向;投影形状指地貌形体投影在二维平面上的轮廓图形;面积指地貌形体投影在二维平面上的轮廓图形面积或者曲面面积,这7个要素可以确定某一地理位置上的地貌面的空间特征,也可以称为地貌面的特征参数。面角从几何上理解为二面角,地貌实体中是指两地貌面之间的夹角(图1-1)。

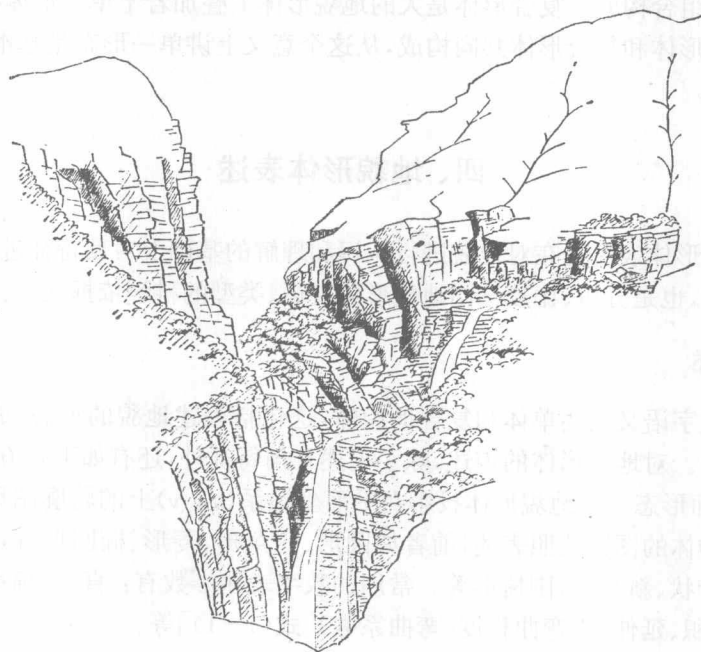


图 1-1 地貌面、地貌线、地貌点示意图(据金瑾乐)

2. 地貌线

地貌线是相邻地貌面的交线,划分为坡度变换线(称为坡折线)和棱线(坡向变换线)两种。不同坡度的地貌面相交生成的线称为坡度变换线,可以理解为是垂直方向上下紧邻地貌面倾斜度的变化产生的。水平方向上左右近邻的不同倾斜方向的地貌面的相交所产生的交线称为棱线。按照与水平面(海平面)之间关系,地貌线有垂直、倾斜、水平,顺直线、曲线、折线等多种表现形式,显示出两个地貌面相交的空间特征。地貌线的要素有长度、延伸方向、曲率、弯曲个数、弯曲形态等。

地貌面通过“棱”从一个面逐渐转变为另一个面,其结果是我们经常观察到的一种形态的地貌面和缓地转变为另一种形态的面。这时,棱,特别是面角,只有在一定条件下才保持自己的几何清晰度。在绝大多数情况下,它们受一系列因素的影响而失掉自己的形态表现,转变为圆棱面。

我们将坡度变换线、棱线、山脊线、山麓线、谷底线统称为地貌结构线。

3. 地貌点

地貌面的交点或者地貌线的交点,例如山顶点、洼地的最低点等。

单一地貌形体通常块体不大,或多或少具有比较规则的空间几何轮廓,由地貌