

地理科学丛书

Series of Geographical Science

动力地貌学概论

人工建筑的地基——地貌环境

An Introduction to Dynamical Geomorphology

Groundwork of Artificial Architecture: Geomorphologic Environment

马蔼乃 著

by Ma Ainai

 高等教育出版社

地理科学丛书
Series of Geographical Science

动力地貌学概论

An Introduction to Dynamical Geomorphology

人工建筑的地基——地貌环境
Groundwork of Artificial Architecture:
Geomorphologic Environment

马蔼乃 著
by Ma Ainai



高等教育出版社
Higher Education Press

内容提要

地球表面上的人工建筑,无一不是建设在地貌环境之中的,研究地貌与建筑力学相适应的力学,无疑是极为重要的方向。动力地貌学是研究力学与地貌学之间的交叉学科。本书立足于理论力学、流体力学、固体力学、流变力学、颗粒力学等力学基础,普通地貌学、部门地貌学基础,以及地理数学基础上的一部关于地形圈、岩石圈与土圈的专著。涉及数学力学、地貌学基础,地表形态在内动力与外动力作用下的各种地貌过程。全书共分十八章,包括:动力地貌学的背景;大地构造地貌力学、褶皱与断层地貌力学、火山动力地貌、地震动力地貌等内动力地貌;坡地动力地貌、河流动力地貌、泥石流动力地貌、喀斯特(岩溶)动力地貌、粒雪与冰水流动力地貌、冰川动力地貌、冻土动力地貌、风沙动力地貌、黄土动力地貌、海岸动力地貌、海底动力地貌等外动力地貌;陨石动力地貌和人工地貌力学。可以作为大学生、研究生的教科书、参考书,也可供资源、能源、环境、灾害、矿山、城建、交通、土木、水利等有关研究人员、专业人员、技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

动力地貌学概论:人工建筑的地基/马蔼乃著. —北京:
高等教育出版社,2008.6
ISBN 978-7-04-023725-2

I. 动… II. 马… III. 地球动力学:地貌学-高等
学校-教材 IV. P931

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第067342号

策划编辑 陈正雄 责任编辑 陈正雄 封面设计 王 隼
版式设计 张 岚 责任校对 金 辉 责任印制 毛斯璐

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
		网上订购	http://www.landaco.com
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司		http://www.landaco.com.cn
印 刷	北京宏伟双华印刷有限公司	畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×960 1/16		
印 张	20.25	版 次	2008年6月第1版
字 数	290000	印 次	2008年6月第1次印刷
插 页	4	定 价	38.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 23725-00

前 言

自然科学中最为基础的学科之一是物理学,物理学中的基础是力学,形式逻辑中最为严谨的也是力学。自然地理学属于自然科学,自然地理学中最为基础的是地貌学。长期以来地貌学一直是以解释性的描述为主的学科,虽然也有一些动力地貌学方面的专著,例如,Kirkby 的《Process Models and Theoretical Geomorphology》^[1],Bagnold 的《风沙与荒漠沙丘物理学》^[2],钱宁、张仁和周志德的《河床演变学》^[3],倪晋仁和马蔼乃的《河流动力地貌学》^[4]等。追溯历史,20 世纪 40 年代王乃樑在法国留学时,研究方向之一是动力地貌^[5],陈吉余在 1959 年中国地理学会第一次地貌专业委员会上,提出了“动力地貌”的概念^[6],之后在各个部门地貌学中,不同程度地增加了动力研究的分量。但是有关动力地貌学的专著,毕竟是太少了。作者曾经在 20 世纪 60 年代和 80 年代,在北京大学讲授过“河流(动力)地貌学”和“动力地貌学”的课程,有过 10 余年的教学经验与资料积累。后来作者研究遥感信息科学与地理信息科学,其中的遥感信息模型和地理复杂信息模型与动力地貌学关系极为密切,可以说是地貌定量研究的继续。作者期望能够有机会在复杂性的地理数学的基础上,完成一部《动力地貌学》的专著,在完成了“地理科学丛书”^[7~10]之后,终于有时间,可以了却这个心愿了。

作者在教学工作与科研工作中,有幸考察过各类地貌现象,按照年代顺序排列,1959 年考察黄河下游的游荡河段和弯曲河段;1961 年考察官厅水库以下永定河山区河段;1962 年考察黄河小浪底至孟津河段;1963 年考察太行山前的岳城水库、黄壁庄水库;1968 年曾讲授了“黄河演变”与“地震与预报”的课程;1969—1971 年在江西社会调查中,考察了江西革命根据地的井冈山、赣南一带的地貌;1973 年在云南东川蒋家沟泥石流观测站,进行了三个月的泥石流定位观测,同年又去沙波头考察沙漠;1974 年考察滦河大黑汀水库坝肩稳定性问题;1975

年进藏遥感考察寒冻的拉萨地区;1976年三个月驻扎在4 500 m高程的青海西大滩,勘测青藏铁路昆仑山垭口20 km的地质地貌,主要研究地质构造地貌、冻土与冰丘;1977年初考察唐山地震区;1977—1978年考察广西岩溶地貌,其中包括热红外的航空摄影测量;1978年考察德国与法国的遥感地质工作,途中考察了许多德、法两国的地貌现象;1980年考察黄河黄土高原与用直升机和破冰船考察了黄河河口,采样并测量了地物波谱;1981年1月参观了葛洲坝截流工程;1982年在赴美访问学者期间,用小型飞机考察了亚利桑那州的科罗拉多河大峡谷和中下游以及西部海岸带,顺便考察了Flagstaff附近的火山与陨石坑;1984—1989年,作者承担全国土壤侵蚀遥感调查项目,考察了松花江和辽河流域各省、海河流域各省、黄河流域各省、淮河流域各省、长江流域各省、珠江流域各省和内陆新疆自治区的土壤侵蚀;1986年考察美国密西西比河以及河口;1988年考察日本新干线沿途地貌,途经富士山;1990年考察芬兰赫尔辛基海岸;1991年考察日本筑波;1992年考察美国大岛火山、夏威夷 Waikiki 海岸,同年考察美国东北部城市华盛顿,马里兰州与海岸;1993年考察印度德干高原;1995年考察美国西部干旱区;1996年考察美国得克萨斯州稀树草原;1999年考察中国香港的边坡稳定性问题;2000年考察加拿大山地冰川、北部森林冻土;2002年考察韩国东北部的地貌;2007年考察中国台湾中西部,特别是集集地震。作者对于内外营力作用的地貌现象,具有一定的感性认识,实地的考察与感悟,使得理论分析具有一定的基础。另一方面,国内一批优秀的部门地貌学家,在河流地貌、河口地貌、海岸地貌、风沙地貌、黄土地貌、冰川地貌、冻土地貌、泥石流地貌、喀斯特地貌、山地地貌、构造地貌等方面相继发表了许多论文与专著,积累了许多地貌学结合工程研究的实践,或多或少、或深或浅地涉及动力过程。国外的同行也发表了一些理论地貌、动力地貌的论文与专著。作者以自己微薄的实践与体验,在广大同行的研究的基础上,用数学、力学的方法,尝试力学与地貌结合的“动力地貌学”的交叉研究。

动力地貌学涉及了几乎所有的力学领域,包括理论力学^[11]、流体力学^[12]、气体力学^[13]、弹性力学^[14]、材料力学^[15]、建筑力学^[16]、塑性

力学^[17]、流变力学^[18]、颗粒力学^[19],两相流力学(固液两相流、固气两相流、气液两相流)^[20-22]、三相流力学^[23]等基础力学,还包括大气动力学^[24]、海洋动力学^[25]、河流动力学^[26]、地下水动力学^[27]、土力学^[28]、岩石力学^[29]、岩体力学^[30]、地质力学^[31]、地球动力学^[32]等应用力学。尽管如此,仍然感觉已有的力学在研究动力地貌还是不够用,好在作者在撰写这本《动力地貌学概论》时,已经有遥感、遥测、遥控、定位、通信和计算机网络、虚拟地理环境等高新技术的支撑,特别是从理论上有了地理数学,在技术上有 Google Earth/Map^[33] 提供了全世界不同分辨率的遥感影像,作者在写作过程中,极为方便地可以调用这些影像资料(见图 0-1、图 0-2、图 0-3 和图 0-4)。高新技术为力学的可视化提供了条件,因此学习《动力地貌学概论》时,不至于太数学化、太艰涩、太难懂了。这一切使得作者需要花费更多的时间把本来是很抽象的内容形象地表述出来,使读者可以一目了然。为此,所付出的时间、精力,代价是可想而知的,但是也是值得的。

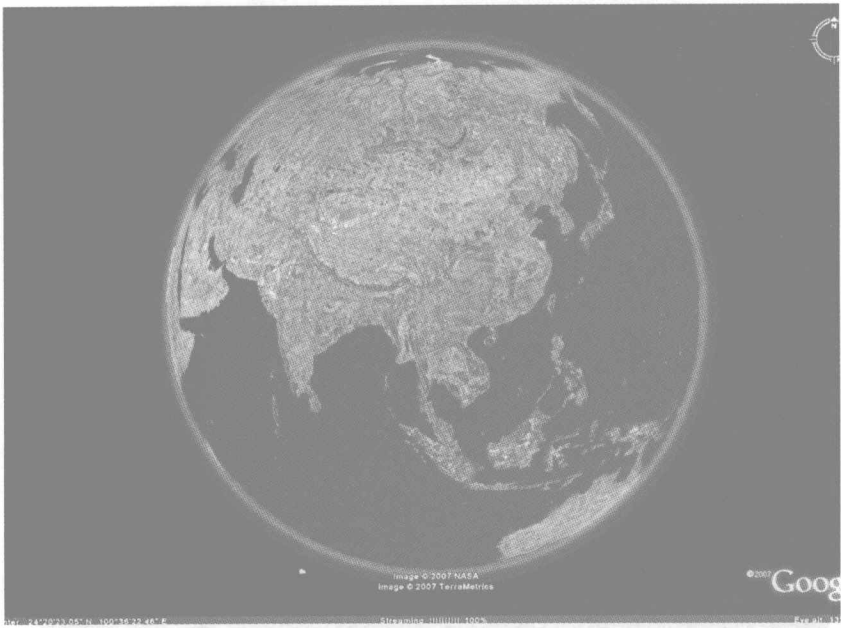


图 0-1 Google Earth 欧亚大陆

Fig. 0-1 Eurasia, Google Earth

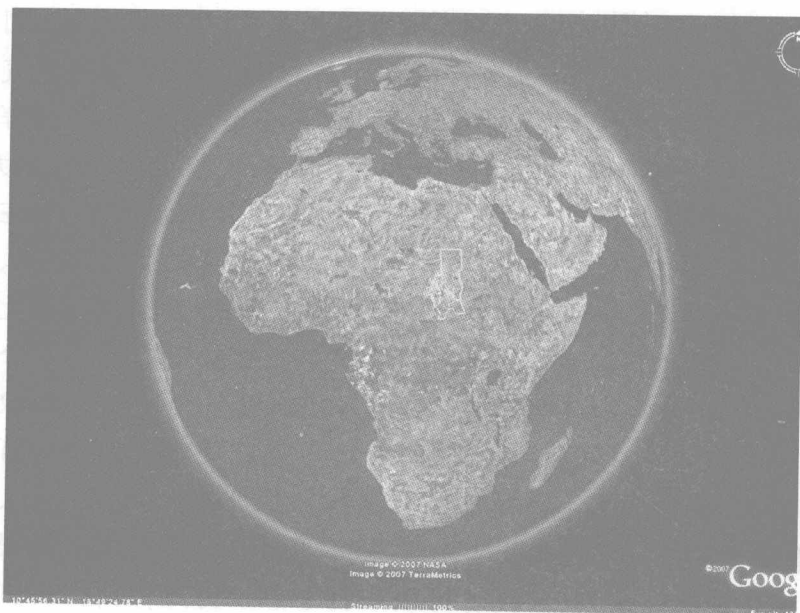


图 0-2 Google Earth 非洲大陆

Fig. 0-2 African Continent, Google Earth

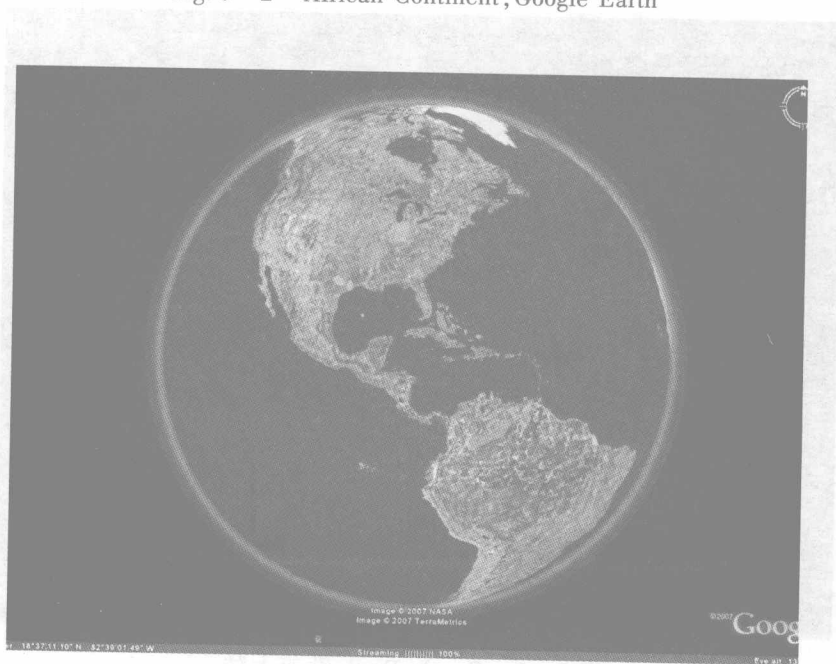


图 0-3 Google Earth 美洲大陆

Fig. 0-3 American Continent, Google Earth

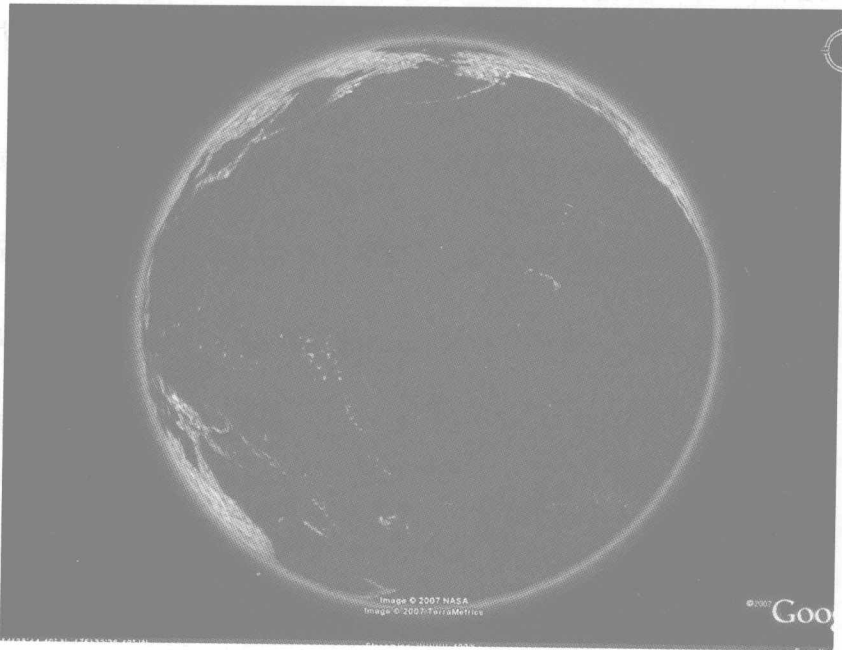


图 0-4 Google Earth 太平洋

Fig. 0-4 Pacific Ocean, Google Earth

本书涉及的地貌现象是全面的,涉及的力学领域也是宽广的。当作者把遥感信息、地理信息作为主要研究领域的阶段,对动力地貌的研究,成为断断续续的“业余研究”,因此本书的研究是初步的,许多部分仅仅是理论研究,谬误之处在所难免,敬请读者不吝赐教。最后,要感谢高等教育出版社的经费赞助,“地理科学丛书”四册是约稿,本书是投稿,能够持续获得赞助,是作者的荣幸。

参 考 文 献

- [1] Kirkby M J. Process Models and Theoretical Geomorphology [M]. USA: John Wiley & Sons Ltd. 1994.
- [2] Bagnold R A. 风沙和荒漠沙丘物理学[M]. 钱宁,林秉南,译. 北京:科学出版社,1959.
- [3] 钱宁,张仁,周志德. 河床演变学[M]. 北京:科学出版社,1986.

- [4] 倪晋仁,马蔼乃. 河流动力地貌学[M]. 北京:北京大学出版社,1998.
- [5] 北京大学环境学院王乃樑文集编辑组. 王乃樑文集[M]. 北京:学苑出版社,2006.
- [6] 陈吉余. 中国河口海岸研究与实践[M]. 北京:高等教育出版社,2007.
- [7] 马蔼乃. 地理科学导论——自然科学与社会科学的桥梁科学[M]. 北京:高等教育出版社,2005.
- [8] 马蔼乃. 地理信息科学——天地人机信息一体化网络系统[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [9] 马蔼乃. 地理系统工程——可持续发展的基础[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [10] 马蔼乃. 理论地理科学与哲学——复杂性科学理论[M]. 北京:高等教育出版社,2007.
- [11] 周衍柏. 理论力学教程[M]. 北京:高等教育出版社,2002.
- [12] 丁祖荣. 流体力学[M]. 北京:高等教育出版社和电子音像出版社,2004.
- [13] Kaufmann W. 工程流体力学[M]. 江刚,译. 上海:上海科学技术出版社,1959.
- [14] 王敏中,王玮,武际可. 弹性力学教程[M]. 北京:北京大学出版社,2002.
- [15] 单辉祖,谢传锋. 工程力学(静力学与材料力学)[M]. 北京:高等教育出版社,2004.
- [16] 建筑力学编审委员会. 建筑力学[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2004,建筑力学课件. www.cctr.net.cn.
- [17] 陈惠发. 弹性与塑性力学[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2004.
- [18] 蔡中林. 弹性流变力学[M]. 北京:原子能出版社,2005, www.rheology.cn (中国流变网站).
- [19] 谢洪勇. 粉体力学与工程[M]. 北京:化学工业出版社,2003.
- [20] 倪晋仁,王光谦,张红武. 固液两相流基本理论及其最新应用[M]. 北京:科学出版社,1991.
- [21] 张远君. 两相流体动力学[M]. 北京:北京航空学院出版社,1987.
- [22] 杨书申,彭竹琴. 气体-颗粒两相流动力学及其在气溶胶采样中的应用[J]. 中原工学院学报,2004年2期.
- [23] 任欧旭,张少峰,韩莉果. 气、液、固三相流研究进展[J]. 化工装备技术,2003(6).
- [24] 刘式适,刘式达. 大气动力学(上下册)[M]. 北京:北京大学出版社,1999.

-
- [25] Newman J N. Marine Hydrodynamics [M]. www.amazon.com (随时更新).
- [26] 王兴奎. 河流动力学[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [27] 薛禹群. 地下水动力学[M]. 北京:地质出版社,1997.
- [28] 李境培,赵春风. 土力学[M]. 北京:高等教育出版社,2004.
- [29] 吴德伦. 岩石力学[M]. 重庆:重庆大学出版社,2002.
- [30] 刘佑荣. 岩体力学[M]. 北京:中国地质大学出版社,2003.
- [31] 李四光. 地质力学(1~2卷)[M]//李四光全集(第四卷、第五卷). 武汉:湖北人民出版社,1996.
- [32] 白武明. 地球动力学[M]. 北京:地震出版社,2003.
- [33] Brown M C. Hacking Google Maps and Google Earth [M]. USA:Wiley Publishing, Inc. 2006.

目 录

第一章 动力地貌学的背景	1
1.1 地球、太阳、月球和流星以及人类活动的能量	1
1.2 地形圈、岩石圈与土圈	9
1.3 动力地貌的力学基础	13
1.4 地理复杂数学模型的应用	37
1.5 基础设施的地貌环境	39
本章小结	41
参考文献	42
第二章 大地构造地貌力学	43
2.1 地壳表面力的平衡	43
2.2 地球内部的压力与地壳应力	47
2.3 构造力学模型	49
2.4 构造地貌与基础设施	57
本章小结	59
参考文献	60
第三章 褶皱与断层地貌力学	61
3.1 褶皱与断层的机制	61
3.2 褶皱与断层的应力	64
3.3 褶皱、断层的数学模型	65
3.4 褶皱断层地貌与基础设施	68
本章小结	72
参考文献	72
第四章 火山动力地貌	73
4.1 火山喷发原理	75
4.2 火山喷发力学与模型	78

4.3 熔岩流力学与模型	80
4.4 火山地貌与基础设施	83
本章小结	84
参考文献	85
第五章 地震动力地貌	86
5.1 地震基本概念	87
5.2 地震地貌现象	92
5.3 临震预报模型	94
5.4 地震的应急防御系统	96
本章小结	98
参考文献	98
第六章 坡地动力地貌	99
6.1 坡地地貌现象	99
6.2 坡面侵蚀、搬运与堆积	101
6.3 滑坡与崩塌数学模型	105
6.4 坡地地貌与基础设施	110
本章小结	112
参考文献	112
第七章 河流动力地貌	113
7.1 河流挟沙水流	113
7.2 挟沙水流的侵蚀、搬运与堆积	116
7.3 河床演变动力学	120
7.4 河流阶地与古河道	131
7.5 河流地貌与基础设施	134
本章小结	135
参考文献	136
第八章 泥石流动力地貌	137
8.1 泥浆流	137
8.2 泥石流的侵蚀、搬运与堆积作用	143
8.3 泥石流沟谷的演变	149

8.4 泥石流的防治	151
本章小结	152
参考文献	153
第九章 喀斯特(岩溶)动力地貌	154
9.1 碳酸盐水流	154
9.2 酸性水流的溶蚀、搬运与淀积	157
9.3 喀斯特(岩溶)地貌的演变	159
9.4 喀斯特(岩溶)地貌与基础设施	165
本章小结	165
参考文献	166
第十章 粒雪流与冰水流动力地貌	167
10.1 粒雪流与冰水流	167
10.2 粒雪沙砾流与冰水沙砾流的侵蚀、搬运、堆积	171
10.3 粒雪沙砾流与冰水沙砾流的地貌演变	173
10.4 粒雪沙砾流和冰水沙砾流地貌与基础设施	175
本章小结	175
参考文献	176
第十一章 冰川动力地貌	177
11.1 冰川的运动特性	177
11.2 冰川的侵蚀、搬运与堆积	184
11.3 冰川地貌的演变	185
11.4 冰川地貌与基础设施	185
本章小结	187
参考文献	188
第十二章 冻土动力地貌	189
12.1 冻土与融冻泥流	190
12.2 冻土的侵蚀、搬运与堆积	194
12.3 冻土地貌的演变	195
12.4 冻土地貌与基础设施	198
本章小结	201

参考文献	201
第十三章 风沙动力地貌	202
13.1 沙尘暴与风沙流	204
13.2 风沙的侵蚀、搬运与堆积	208
13.3 沙漠地貌的演变	210
13.4 风沙地貌与基础设施	213
本章小结	216
参考文献	217
第十四章 黄土动力地貌	218
14.1 黄土高原的特性	219
14.2 黄土的侵蚀、搬运与沉积	222
14.3 黄土高原地貌的演化	223
14.4 黄土高原的建设	225
本章小结	232
参考文献	232
第十五章 海岸动力地貌	233
15.1 潮汐与海浪	233
15.2 挟沙潮流与挟沙海流的侵蚀、搬运与堆积	236
15.3 河口动力地貌	239
15.4 海岸地貌的演变	243
15.5 海岸地貌与基础设施	246
本章小结	250
参考文献	250
第十六章 海底动力地貌	252
16.1 海底异重流	255
16.2 海底异重流的侵蚀、搬运与沉积	258
16.3 海底地貌演变的研究	260
16.4 海底地貌与基础设施	263
本章小结	265
参考文献	265

第十七章 陨石动力地貌·····	266
17.1 陨石的撞击作用·····	266
17.2 陨石与陨石坑·····	268
17.3 陨石的撞击力·····	271
17.4 陨石坑与基础设施·····	271
本章小结·····	275
参考文献·····	275
第十八章 人工地貌力学·····	276
18.1 人工地貌概念·····	276
18.2 城镇人工地貌·····	277
18.3 人工交通地貌·····	283
18.4 水利工程地貌·····	285
18.5 农田人工地貌·····	291
18.6 人工地貌与自然地貌的融合·····	292
本章小结·····	296
参考文献·····	296
后记·····	297

Contents

Chapter 1 Background of Dynamic Geomorphology	1
1.1 The Energy of Sun, Earth, Moon, Falling Stars and Human Activity	1
1.2 Topographic Sphere, Lithosphere, and Sesosphere	9
1.3 Basic Mechanics of Dynamic Geomorphology	13
1.4 Applications of Geographic Complexity Models	37
1.5 Geomorphologic Environment of Foundation Establishment	39
Conclusion	41
Reference	42
Chapter 2 Geomorphologic Mechanics of Earth Formation	43
2.1 Balance of the Crust Surface Forces	43
2.2 Inner Press and Crust Stress of Earth	47
2.3 Mechanics Models of Earth Formation	49
2.4 Earth Formation and Foundation Establishment	57
Conclusion	59
Reference	60
Chapter 3 Geomorphologic Mechanics of Drape and Fault	61
3.1 Mechanism of Drape and Fault	61
3.2 Stresses of Drape and Fault	64
3.3 Mathematical Models of Drape and Fault	65
3.4 Drape and Fault Geomorphology and Foundation Establishment	68
Conclusion	72
Reference	72

Chapter 4	Dynamical Geomorphology of Volcano	73
4.1	Principle of Volcano Eruption	75
4.2	Mechanics and Models of Volcano Eruption	78
4.3	Mechanics and Models of Coulee	80
4.4	Geomorphology of Volcano and Foundation Establishment	83
	Conclusion	84
	Reference	85
Chapter 5	Dynamical Geomorphology of Earthquake	86
5.1	Basic Concepts of Earthquake	87
5.2	The Geomorphologic Phenomena of Earthquake	92
5.3	Forecasting Earthquake Models	94
5.4	The Emergency System for Earthquake	96
	Conclusion	98
	Reference	98
Chapter 6	Dynamical Geomorphology of Sloping Field	99
6.1	The Geomorphologic Phenomena of Sloping Field	99
6.2	Erosion, Transportation and Sedimentation of Sloping Field	101
6.3	Landslip and Falling Models	105
6.4	Geomorphology of Sloping Field and Foundation Establishment	110
	Conclusion	112
	Reference	112
Chapter 7	Dynamical Geomorphology of River	113
7.1	Sediment-Laden Flow	113
7.2	Erosion, Transportation and Sedimentation of Sediment-Laden Flow	116
7.3	Dynamic Riverbed Evolution	120
7.4	River Terrace and Ancient Riverway	131