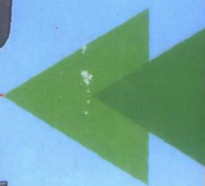




风沙地貌与 治沙工程学



吴正等著



科学出版社
www.sciencep.com

风沙地貌与治沙工程学

吴正等著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是作者1987年出版的《风沙地貌学》一书的修订本。全书共分四篇:第一篇,风沙运动物理,从微观和宏观研究两个方面阐述了风沙流中单个颗粒的运动状态,研究颗粒起跳的机理及其在空中运动状态的变化规律;颗粒浓度和输沙通量等物理量的分布,单宽输沙率的大小及动力学过程等。第二篇,风成地貌,阐述了风成地貌的形态特征、形成演变过程及其分布规律;风成沙的结构与构造特征;沙漠的成因、发育模式与年龄;世界主要沙漠的变动历史和中国沙漠的演变模式;沙漠化的成因及其态势等。第三篇,风(治)沙工程,全面介绍了风(治)沙工程的分类、作用原理与设计原则,各类风(治)沙工程的防护效益及应用条件。第四篇,研究方法,详细地介绍了风沙地貌研究的主要方法,特别是对风沙运动和风(治)沙工程的研究,以及风洞模拟实验和数学模拟方法。此外,书中附有250多幅插图和80多幅精美照片。

本书基本上反映出目前国内外风沙地貌与风(治)沙工程学研究的面貌与水平,系一部重要的应用基础理论著作,对沙漠学的研究与教学,以及沙(荒)漠化防治具有重要的理论价值与实践意义。

本书可供从事干旱地区及风沙研究工作的地理、地质、林业、土壤、自然保护与道路建设等方面的科技工作者,以及高等院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

风沙地貌与治沙工程学/吴正等著. —北京:科学出版社,2003

ISBN 7-03-010920-1

I. 风… II. 吴… III. ①风沙地貌-研究②沙漠治理-研究 IV. P941.73

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第083828号

责任编辑:吴三保等/责任校对:朱光光

责任印制:刘秀平/封面设计:王浩

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>

深圳印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年2月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2003年2月第一次印刷 印张:29 插页:4

印数:1—1 000 字数:720 000

定价:78.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈杨中〉)

前 言

风沙地貌学主要阐述风沙运动与风成地貌形态的形成发育和分布规律,以及风(治)沙工程的设计原理等,是风沙科学(沙漠学)的一门应用基础学科。

荒漠化(desertification)是当前人类面临的重大全球性生态环境问题,困扰着人类社会的生存和发展。根据联合国环境规划署 1992 年对世界荒漠化作出的评估,全球陆地面积的 1/4,即 35.92 亿 hm^2 受到荒漠化的威胁;全世界有 2/3 的国家和地区,即 100 多个国家和地区受到荒漠化的危害;有 9 亿人口受到荒漠化的影响。荒漠化还在发展中,从 1984 年的 34.75 亿 hm^2 增加到 1991 年的 35.92 亿 hm^2 ,增加了 3.4%。由荒漠化所造成的经济损失,估计每年为 423 亿美元。

我国沙漠广袤千里,是世界上受沙漠化[沙质荒漠化(sandy desertification)]严重危害的国家之一。然而,解放前我国对沙漠的研究是一片空白;新中国成立后,党和政府十分重视沙漠的治理与改造,随着治沙工作的开展,推动了沙漠的科学研究。1958 年 11 月,党中央、国务院在内蒙古呼和浩特召开了西北和内蒙古六省(区)治沙会议,研究部署全国治沙工作。嗣后,于 1959 年 2 月,成立了中国科学院治沙队,组织了全国有关科研院所、高等院校 860 多人的庞大科技队伍,开展了对我国主要沙漠与戈壁的大规模综合考察工作;与此同时,在西北和内蒙古六省(区)建立了 6 个综合治沙站及 14 个中心试验站,开展了防治风沙危害农田、铁路等的试验研究,揭开了沙漠科学研究的序幕。为了适应治沙科研工作的需要,中国科学院地理研究所地貌研究室组建了我国第一个沙漠地貌学科组(由刚从原苏联留学回国的朱震达任组长,组员有陈治平、吴正、李钜章、吴功成,1963 年后又增加李炳元),开展了沙漠科学考察与治沙试验中的风沙地貌研究工作。

近半个世纪以来,由于人口的增加,经济的快速发展,不合理的向自然索取,使自然植被遭破坏,我国沙漠化有日益蔓延和加速的趋势。据调查,从 20 世纪 50 年代至 70 年代,平均每年沙漠化土地面积增加 1 560 km^2 ;70 年代中期至 80 年代中期,平均每年沙漠化土地增加 2 100 km^2 ;而从 80 年代中期至进入 90 年代,沙漠化土地以平均每年 2 460 km^2 的速度发展,形势十分严峻。为了制定经济而行之有效的防治流沙危害和土地沙漠化的措施,都需要有风沙地貌学的理论与方法作指导。

由于风沙地貌学在理论上和生产实践上都具有重要意义,因此,日益受到有关干旱区和沙漠的科学研究机构和生产部门的重视。在我国高等院校的地理、林业、资源环境等院系中,也先后提出了开设风沙地貌学课程的要求。为此,我在 1984 年曾为南京大学地理系(现为城市与资源学系)的地貌与第四纪地质专业高年级大学生和研究生,以及部分进修教师讲授了这一课程,并编出了《风成地貌概论》讲义。鉴于当时国内外还没有一本系统的风沙地貌学著作出版,为了满足广大从事干旱区和沙漠(或沙漠化)研究的工作者,以及高等院校有关专业的师生在科研、教学上的需要,将原讲义作了适当修改和补充,草成拙著《风沙地貌学》,于 1987 年由科学出版社出版,在国内产生了较大影响。在《地理学报》(1989)、《地理研究》(1989)和《热带地貌》(1988)等学术刊物上发表多篇评介文章;曾

获中国科学院科技进步三等奖、全国首届优秀地理图书学术著作类二等奖。

此书出版后,不久即售罄。不少单位和读者个人还曾多次翻印,以应科研和教学工作之用。自书出版至今,十多年来,国际上对风沙地貌学的研究,已取得相当大的进展。首先,随着航天技术的进步,国外一大批科学家对行星表面地貌特征及其演变过程,进行了大量的行星间的对比与模拟实验研究。由解释行星地貌形成过程带动了风沙地貌研究的蓬勃发展。其次,荒漠化已成为当前世界重大的生态环境问题,引起国际社会的极大关注。1992年6月在巴西的里约热内卢举行的“联合国环境与发展大会”上,把荒漠化防治列入了《21世纪议程》,并于1994年10月在巴黎签署了《联合国防治荒漠化公约》,这是国际防治荒漠化历史性的突破。《公约》签署有力地推进了各国防治荒漠化的研究工作,风沙地貌研究因之又得以长足发展。第三,计算机技术的迅速进步,为风沙地貌的数值模拟提供了可靠的技术手段。国外从1985年和1991年召开的两次国际风沙物理学会议后,加强了风沙物理学的微观研究和宏观研究之间的联系,不少学者采用数值模拟方法,致力于建立关于风沙运动的完整的理论模型,并已取得不少有意义的结果。80年代后期,特别是90年代以来,定量模拟化已成为风沙物理学研究的突出特点。受风沙物理学研究的推动,目前整个风沙地貌学进入定量的过程研究阶段。近十多年来,国外已出版了多本有份量的与风沙地貌有关的著作。如,费道洛维奇(Б. А. Федорович)1983年著《荒漠地貌形成的规律和动力学》(Динамика и закономерности рельефообразования пустынь);巴巴耶夫(А. Г. Бабаев)和戈列诺夫(С. К. Горелов)1990年著《荒漠地貌学问题》;巴茨(F. E. Baz)等1986年主编的《荒漠化物理学》(Physics of Desertification);派伊(K. Pye)和楚厄(H. Tsoar)1990年著《风成沙与沙丘》(Aeolian Sand and Sand Dunes);亚伯拉罕(A. D. Abrams)和帕森(A. J. Parsons)1994年著《荒漠环境地貌学》(Geomorphology of Desert Environment);兰卡斯特(Nicholas Lancaster)1995年著《荒漠沙丘地貌学》(Geomorphology of Desert Dunes);李文斯顿(Ian Livingstone)和沃伦(A. Warren)1996年著《风成地貌学入门》(Aeolian Geomorphology An Introduction)及库克(R. Cooke)、沃伦(A. Warren)和高迪(A. Goudie)1993年著《荒漠地貌学》(Desert Geomorphology)(1996年再版)等。

在国内,十多年来,围绕着土地沙漠化(沙质荒漠化)问题为中心,深入开展了沙漠化的成因、过程、预测与整治研究;开拓了中国沙漠形成演化与气候变化的研究,并揭开了我国海岸沙丘研究的帷幕;比较系统地进行了土壤风蚀的风洞模拟实验,加强了风沙物理与风(治)沙工程的理论与实验研究等。风沙地貌学的研究取得一系列重要成果,出版了多本有影响的著作。如《中国土地沙质荒漠化》(朱震达,陈广庭等,1994)、《华南海岸风沙地貌研究》(吴正等,1995)、《实验风沙物理与风沙工程学》(刘贤万,1995)、《治沙工程学》(朱震达,赵兴梁,凌裕泉等,1998)和《中国沙漠化防治》(朱俊凤,朱震达等,1999)等。

现在,根据作者近年来的研究成果,结合国内外(尤其是国内)的最新进展,对《风沙地貌学》原书作了全面的修改和补充。从原书的七章扩大为四篇十九章,增加了1倍多的内容,并在相当大的程度上改变了原书的结构。特别是大量增加了风(治)沙工程的有关内容,由原书的仅有一节,扩充到现在的一篇四章。大大增强了本书的应用性,为此,也将书名由原名《风沙地貌学》更名为《风沙地貌与治沙工程学》。在此次修订中,刘贤万为第12,14,15章和18章,李保生为第10章第6节,董玉祥为第11章,董治宝为第5章第1,2,

3 节,李钜章为第 19 章第 1,2 节,胡孟春为第 19 章第 3,4 节,参与了撰写工作^①。李保生还翻译了英文目录。

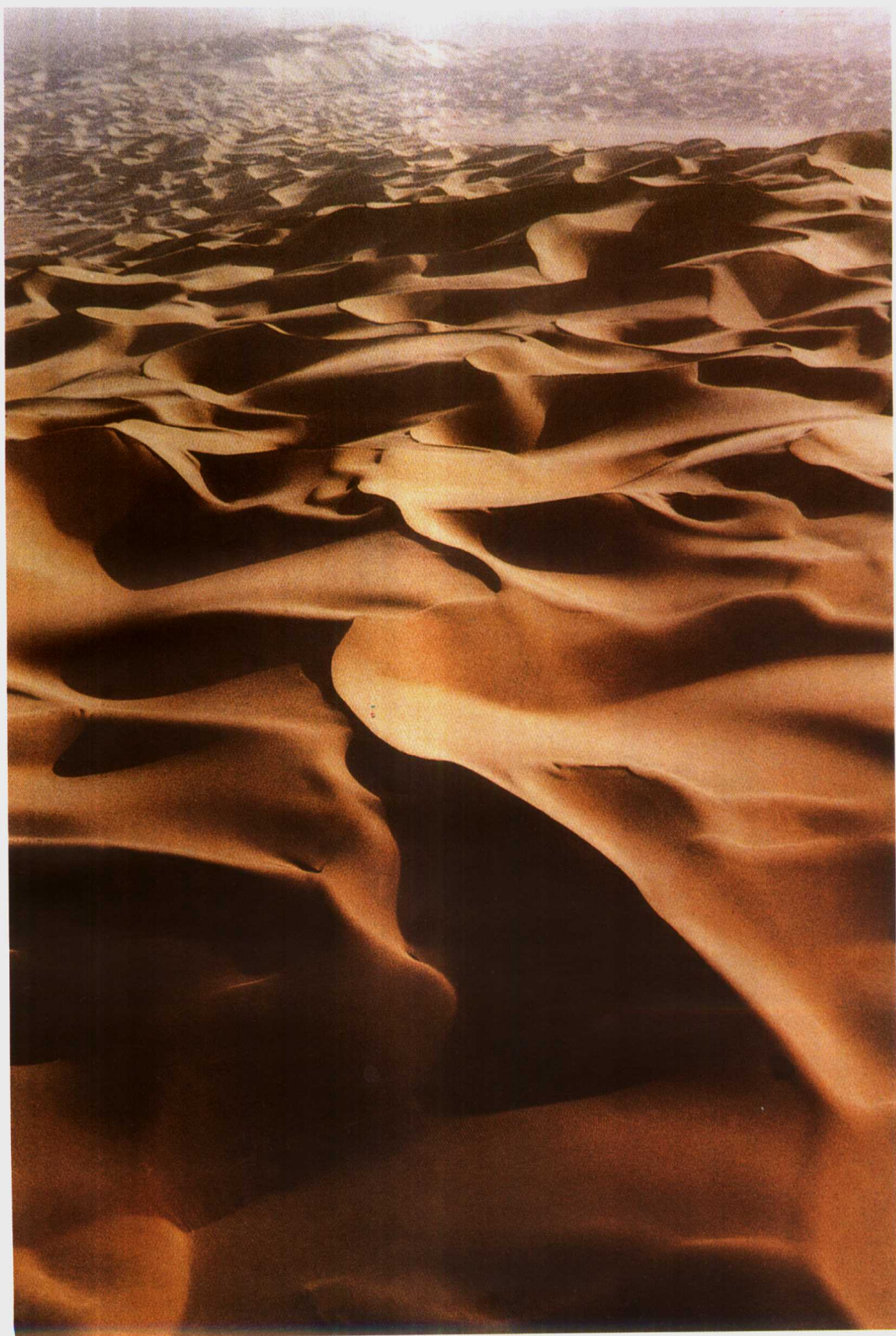
本书之成,除了合作者的鼎力协助外,还和赵松乔教授、朱震达教授、赵性存高级工程师等长期给予的鼓励和支持,以及在风沙地貌研究工作中多年共事的同仁的一贯真诚帮助和支持分不开的。在本书此次修订过程中,还得到北京大学城市与环境学系崔之久教授、倪晋仁教授、李振山博士,中国科学院地理科学与资源研究所杨逸畴研究员、郭绍礼研究员,中国科学院寒区旱区环境与工程研究所凌裕泉研究员、董光荣研究员、杨根生研究员、屈建军研究员,中国科学院新疆生态与地理研究所夏训诚研究员、周兴佳研究员、李崇舜研究员、樊自立研究员,北京师范大学中国沙漠研究中心高尚玉教授、邹学勇教授、刘连友教授和哈斯博士、严平博士,内蒙古林学院治沙系马玉明教授,佛山大学地理系李森教授和新疆交通科学研究所彭世古高级工程师等的热情支持和帮助,惠予提供他们的最新研究成果或野外拍摄的精美的风沙地貌照片。此外,王丽琳、邹本功、刘世建、程道远、姚春霞等同志协助翻译搜集文献资料;罗开利同志协助汇编参考文献;廖秉良副教授为本书精心翻拍洗印照片;广州科新电脑技术服务部的谭惠忠高级工程师和陈土贵、钟雪萍、武彩云等同志协助部分插图描绘和书稿的编排,都付出了辛勤劳动。本书封面彩照由《美国国家地理》杂志的 George Steinmetz 先生拍摄。正值本书再版之际,在此一并向他们致以崇高的敬意和衷心地感谢。本书出版得承科学出版社吴三保编审的热情帮助和亲自编辑、审定;又承北京师范大学中国沙漠研究中心、北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室等惠予资助出版经费,始能面世,于此并致谢意。

因时间仓促,又限于作者水平,本书遗误必多,敬请读者不吝批评指正。

吴 正

2002 年 3 月于广州华南师大寓所

^① 鉴于本书是多人参加撰写的,读者可能会书中找出若干前后论述的差异。但这反映出具体作者所依据的资料不同或认识的差别,是应该允许的;求大同存小异,不宜强求完全统一,特此说明。同时,对于有关资料作者们在各章中均已注明(详见目录),请读者引用时注意。



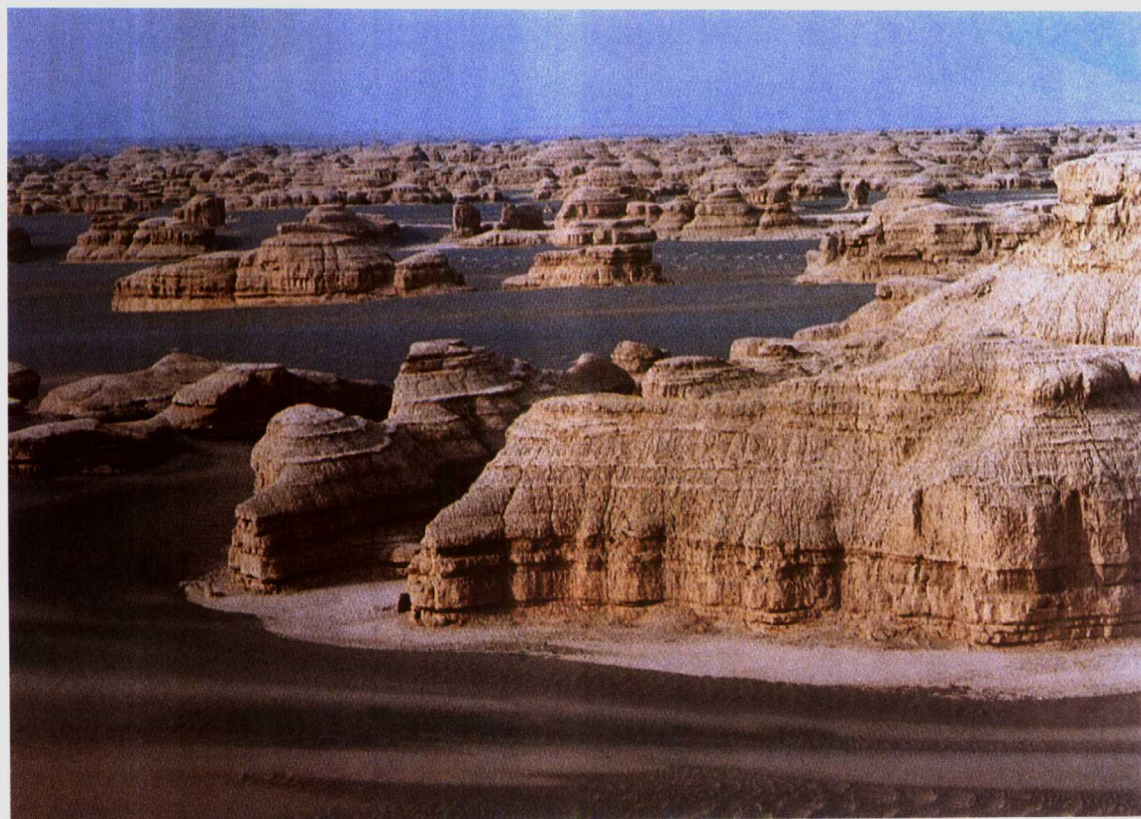
塔克拉玛干沙漠中连绵起伏的高大沙丘



雅鲁藏布江中游河谷沙丘



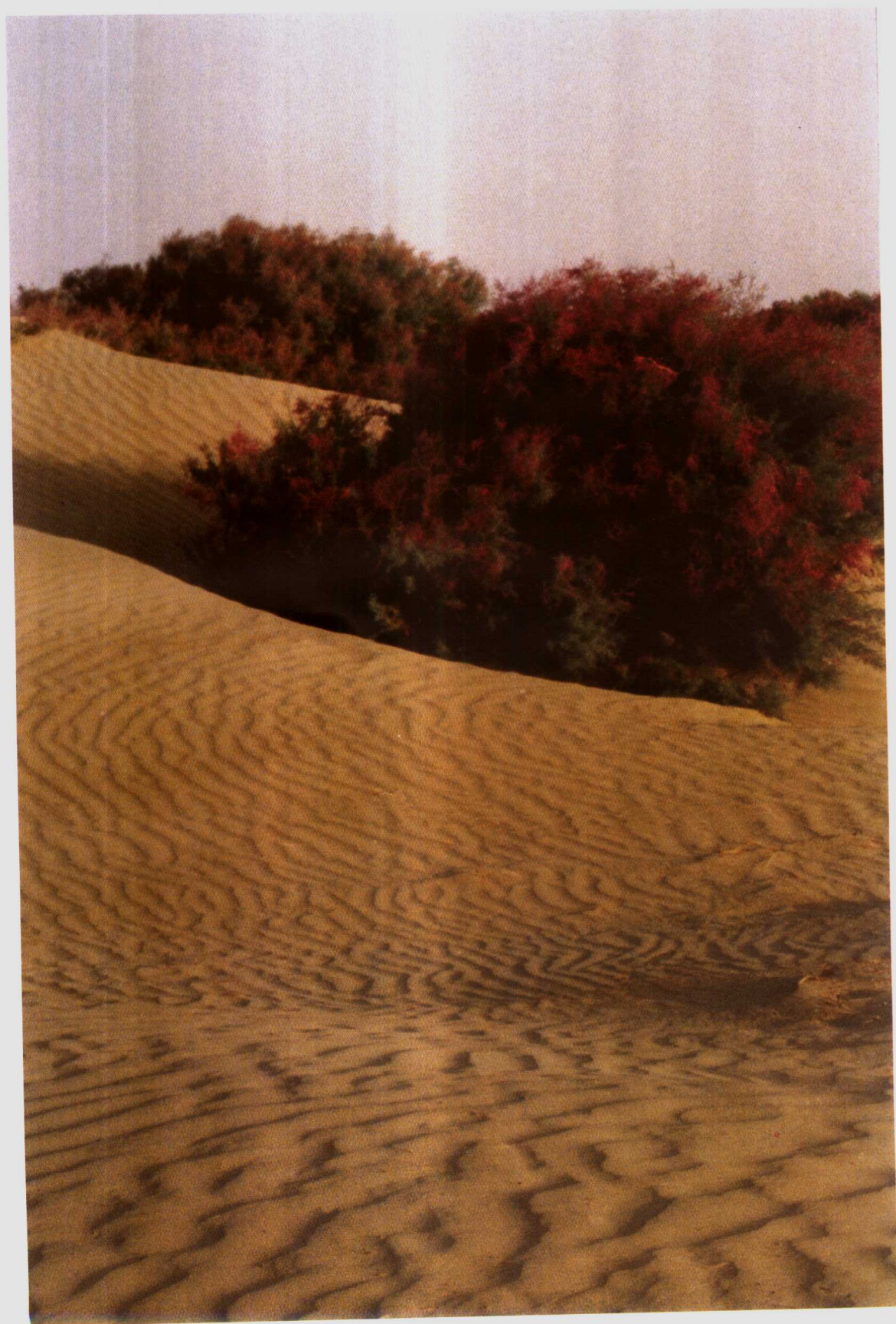
屹立在美國亞利桑那州的巨碑谷中的風蝕柱



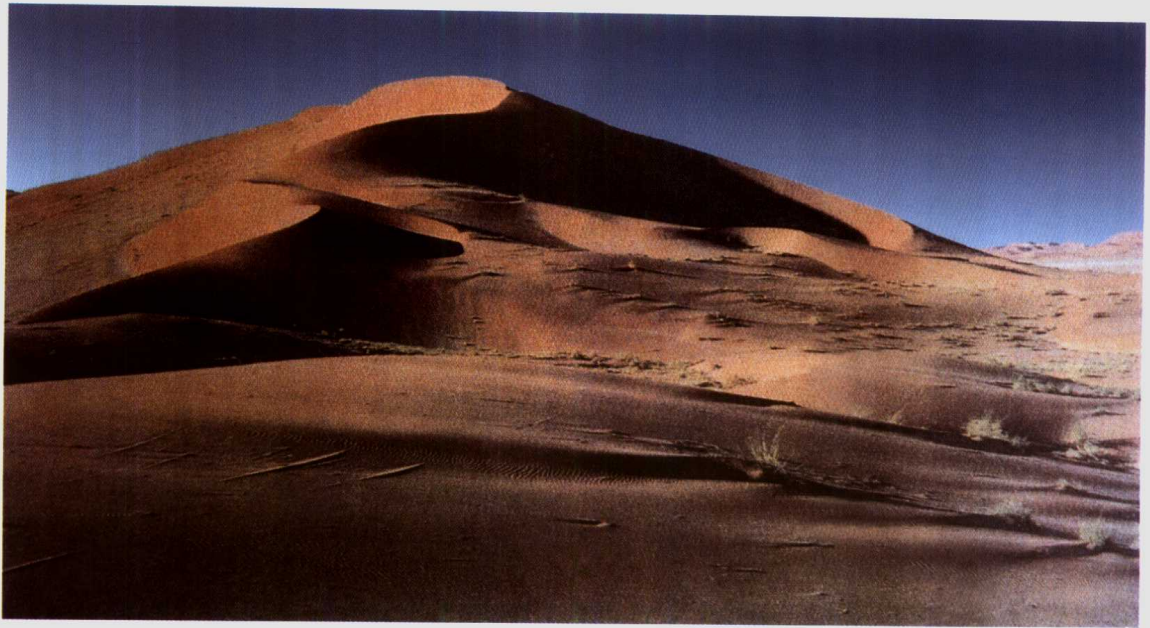
罗布泊三陇沙整齐排列成行的雅丹群



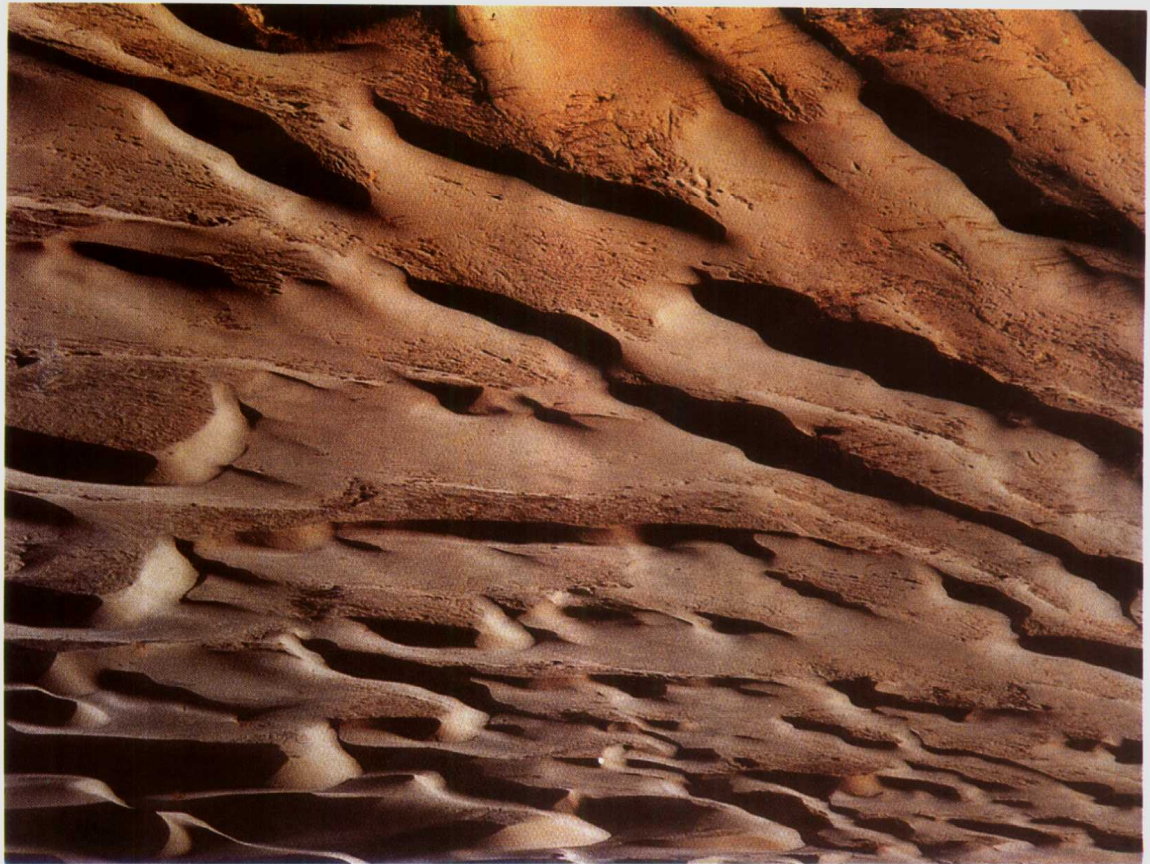
河西走廊玉门关以西的风蚀雅丹群



沙丘表面的风成沙纹形态



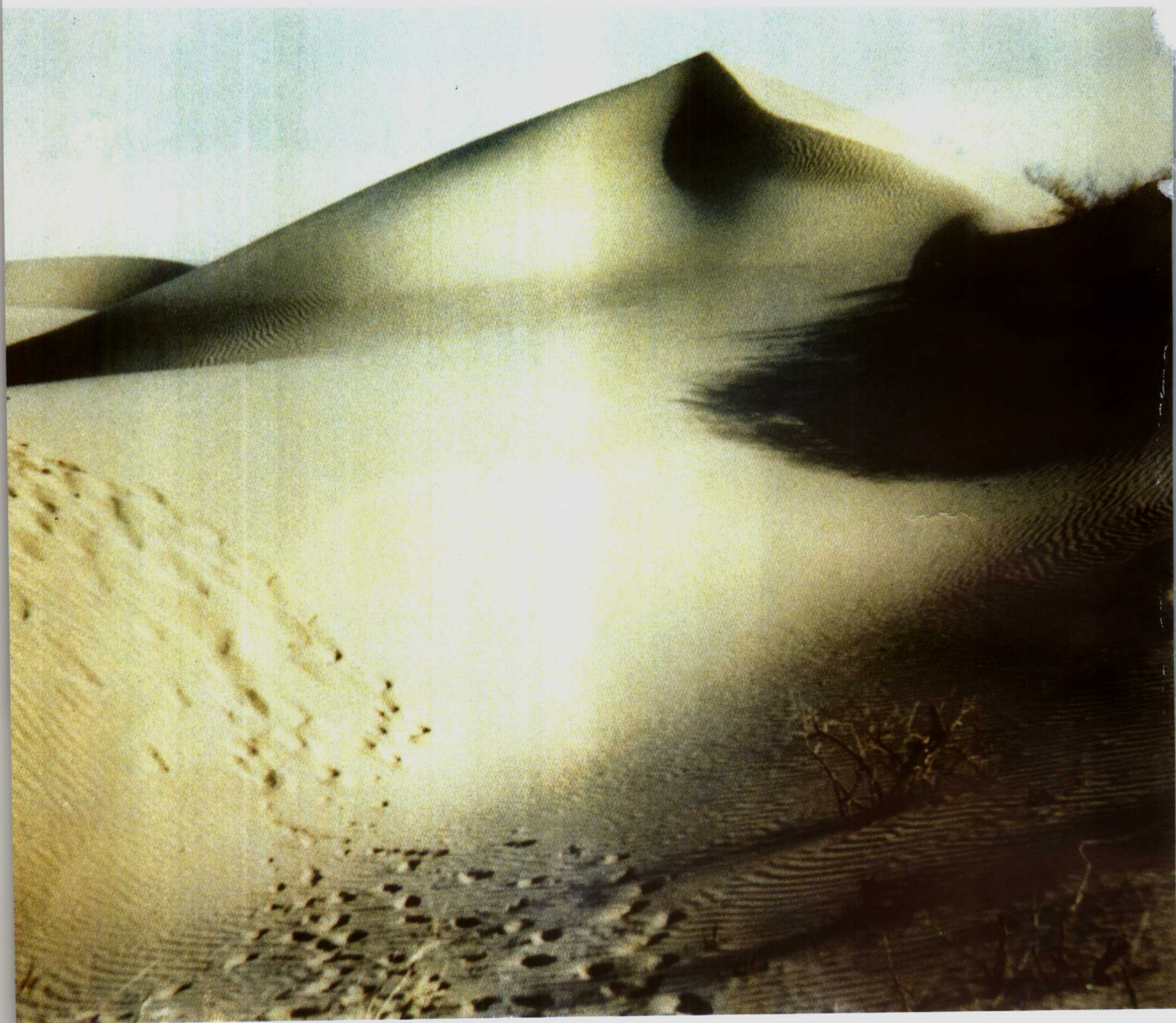
西南非洲纳米布沙漠东北部赞达布湖附近的巨型沙丘上没有次一级小沙丘



沙丘是风成床面最基本的地貌形态



新月形沙丘



库鲁克沙漠（即罗布沙漠）的金字塔沙丘

目 录

前 言

第一章 绪 论	吴 正 (1)
第一节 风沙地貌学的性质与内容	(1)
第二节 研究简史	(4)

第一篇 风沙运动物理

第二章 近地面层气流	吴 正 (15)
第一节 近地面层气流的紊动性	(16)
第二节 大气稳定度	(19)
第三节 风速沿高程的分布(风速廓线)	(21)
第三章 单颗沙粒在风中的运动	吴 正 (31)
第一节 沙粒的起动	(31)
第二节 沙粒运动的基本形式	(42)
第三节 沙粒跃移运动的轨迹和轨迹方程	(47)
第四节 气流中沙粒的旋转运动及其速度	(55)
第四章 沙粒的群体运动——风沙流	吴 正 (61)
第一节 风沙流的结构特征	(61)
第二节 风沙流的固体流量	(71)
第三节 风沙流运动模型	(82)
第四节 风沙运动和流水中泥沙运动的主要差别	(86)

第二篇 风成地貌

第五章 风蚀及其地貌	董治宝 吴 正 (91)
第一节 风蚀作用	(91)
第二节 风蚀模型	(100)
第三节 风蚀的分类与分级	(105)
第四节 风蚀地貌形态发育	(107)
第六章 风积和风成床面形态	吴 正 (119)
第一节 风沙堆积作用	(119)
第二节 风成床面形态体系	(120)
第七章 风成沙波	吴 正 (126)

第一节	沙纹	.....	(126)
第二节	沙脊	.....	(136)
第三节	沙条	.....	(138)
第八章	沙丘的形成与运动	.....	吴正 (139)
第一节	沙丘的分类	.....	(139)
第二节	各种沙丘的形态特征和分布	.....	(144)
第三节	沙丘形态的成因	.....	(165)
第四节	沙丘的移动	.....	(181)
第九章	风成沙沉积物	.....	吴正 (196)
第一节	风成沙的沉积结构	.....	(196)
第二节	风成沙的水分物理性质	.....	(208)
第三节	风成沙的矿物和化学成分	.....	(209)
第四节	风成沙的颜色	.....	(216)
第五节	风成沙沉积物的内部构造	.....	(222)
第六节	古风成沙沉积物(岩)的鉴别	.....	(234)
第十章	沙漠的形成与演变	.....	吴正 李保生(236)
第一节	干旱地区与沙漠的地理分布	.....	(236)
第二节	沙漠的成因	.....	(244)
第三节	沙漠发育的模式	.....	(254)
第四节	沙漠的年龄	.....	(257)
第五节	世界主要沙漠变动的历史	.....	(259)
第六节	中国沙漠的演变模式	.....	(264)
第七节	海岸沙丘的演化过程及其机理	.....	(282)
第十一章	沙漠化	.....	董玉祥(287)
第一节	荒漠化与沙漠化	.....	(287)
第二节	沙漠化的成因	.....	(291)
第三节	沙漠化的态势	.....	(304)

第三篇 风(治)沙工程

第十二章	风(治)沙工程的分类与作用原理	.....	吴正 刘贤万(315)
第一节	风(治)沙工程的分类	.....	(315)
第二节	风(治)沙工程的力学作用原理与一般设计原则	.....	(316)
第十三章	固沙工程	.....	吴正 (319)
第一节	机械沙障	.....	(319)
第二节	化学固沙	.....	(324)
第三节	植物固沙	.....	(328)
第十四章	阻沙工程	.....	刘贤万 吴正 (331)
第一节	栅栏	.....	(331)

第二节	林带和林网	.....	(335)
第十五章	输导沙工程	.....	刘贤万 吴 正 (341)
第一节	下导风工程	.....	(341)
第二节	羽毛排工程	.....	(345)
第三节	输沙断面工程	.....	(347)

第四篇 风沙地貌研究方法

第十六章	野外调查与定位观测	.....	吴 正 (355)
第一节	野外调查的内容与方法	.....	(355)
第二节	野外定位和半定位观测	.....	(361)
第十七章	室内分析研究	.....	吴 正 (367)
第一节	风成沙物质的室内研究方法	.....	(367)
第二节	风沙地貌动力学研究中风的资料整理方法	.....	(385)
第三节	遥感技术和地理信息系统的应用	.....	(390)
第四节	^{137}Cs 法在风沙过程研究中的应用	.....	(396)
第十八章	风洞模拟实验	.....	吴 正 刘贤万 (400)
第一节	风洞模拟实验的内容	.....	(401)
第二节	相似条件与实验方法	.....	(402)
第十九章	数学模拟	.....	胡孟春 李钜章 吴 正 (405)
第一节	数学方法在风沙地貌研究中的作用	.....	(405)
第二节	数学模型的建立	.....	(406)
第三节	模糊综合评判模型	.....	(410)
第四节	系统动力模型	.....	(414)
第五节	突变模型	.....	(421)
第六节	灰色预测模型	.....	(427)
参考文献		.....	(431)