

中国北方沙质荒漠化 遥感调查与研究

■ 姜琦刚 高会军 霍晓斌 李远华 著



地质出版社

中国北方沙质荒漠化 遥感调查与研究

姜琦刚 高会军 霍晓斌 李远华 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书阐明了荒漠化的概念、分类与分级, 阐述了中国北方荒漠化的自然背景和社会经济背景, 探讨了荒漠化调查与研究的进展、方法及存在的主要问题, 论述了荒漠化研究的技术路线和工作方法, 提出了中国北方沙质荒漠化地区的分区原则、依据及其分区, 对中国北方沙质荒漠化现状及动态变化进行了综合研究, 分析了中国北方荒漠化形成演化的地质背景, 并对三种类型的沙质荒漠化提出了防治建议。

图书在版编目(CIP)数据

中国北方沙质荒漠化遥感调查与研究 / 姜琦刚等著.
北京: 地质出版社, 2006.6
ISBN 7-116-04868-5

I. 中... II. 姜... III. 沙漠化—研究—中国
IV. P942.073

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 056093 号

ZHONGGUO BEIFANG SHAZHI HUANGMOHUA YAOGAN DIAOCHA YU YANJIU

责任编辑: 刘亚军

责任校对: 郑淑艳

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号, 100083

电 话: (010)82324508 (邮购部); (010)82324578 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真: (010)82310759

印 刷: 北京长宁印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm $\frac{1}{16}$

印 张: 9; 图版: 4 页

字 数: 200 千字

印 数: 1—1000 册

版 次: 2006 年 6 月北京第一版·第一次印刷

定 价: 25.00 元

ISBN 7-116-04868-5/X · 28

(凡购买地质出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社出版处负责调换)

目 录

第一章 绪论	1
第二章 荒漠化的概念和分类分级	6
第一节 荒漠化的概念	6
第二节 荒漠化的分类分级	9
一、荒漠化的分类分级	9
二、沙质荒漠化土地分类体系	11
第三章 中国北方荒漠化的自然背景和社会经济背景	12
第一节 中国北方荒漠化的自然背景	12
一、气候	12
二、地貌	12
三、水系流域	13
四、第四纪地质	14
五、水资源	15
六、植被	17
第二节 中国北方荒漠化的社会经济背景	17
一、人口	18
二、农业	18
三、工业	19
第四章 荒漠化调查与研究	20
第一节 沙质荒漠化常规调查	20
第二节 沙质荒漠化遥感调查	21
第三节 存在的主要问题	22
第五章 技术路线和工作方法	24
第一节 资料收集、整理和分析	24
第二节 遥感技术应用	24
一、遥感数据的选定	24
二、遥感资料的制备	26
三、沙质荒漠化遥感图像解译标志的建立	28
第三节 沙质荒漠化信息提取技术	30
第四节 GIS技术应用	31
第五节 野外调查验证	31
第六节 重点调查和一般调查相结合	33
第六章 中国北方沙质荒漠化分区	34

第一节 分区原则与依据	34
第二节 沙质荒漠化土地分区	34
第七章 中国北方沙质荒漠化现状	36
第一节 中国北方各省（自治区）的沙质荒漠化现状	37
一、甘肃省沙质荒漠化现状	37
二、内蒙古自治区沙质荒漠化现状	38
三、宁夏回族自治区沙质荒漠化现状	39
四、陕西省沙质荒漠化现状	39
五、山西省沙质荒漠化现状	40
六、河北省沙质荒漠化现状	41
七、辽宁省沙质荒漠化现状	41
八、吉林省沙质荒漠化现状	43
九、黑龙江省沙质荒漠化现状	43
第二节 贺兰山以西干旱沙质荒漠化区沙质荒漠化现状	44
一、库姆塔格沙漠及周缘沙质荒漠化亚区	45
二、北山地区沙质荒漠化亚区	46
三、河西走廊及阿拉善高原绿洲外缘沙质荒漠化亚区	47
四、巴丹吉林沙漠及周缘沙质荒漠化亚区	50
五、阿拉善高原东北部沙质荒漠化亚区	53
六、乌兰布和沙漠及周缘沙质荒漠化亚区	54
七、腾格里沙漠及周缘沙质荒漠化亚区	55
第三节 贺兰山—大兴安岭干旱、半干旱沙质荒漠化区沙质荒漠化现状	56
一、河套平原沙质荒漠化亚区	57
二、毛乌素沙地沙质荒漠化亚区	59
三、库布齐沙漠及周缘沙质荒漠化亚区	61
四、土默特平原及晋西北沙质荒漠化亚区	63
五、内蒙古东部高原北部草原沙质荒漠化亚区	64
六、内蒙古东部高原南部农牧交错带沙质荒漠化亚区	65
七、浑善达克沙地沙质荒漠化亚区	66
八、乌珠穆沁沙地沙质荒漠化亚区	67
第四节 大兴安岭以东半干旱、半湿润沙质荒漠化区沙质荒漠化现状	69
一、松嫩沙地沙质荒漠化亚区	69
二、科尔沁沙地沙质荒漠化亚区	71
第五节 重点调查区沙质荒漠化特征	73
一、额济纳旗地区沙质荒漠化特征	73

二、1:25 万金昌市幅沙质荒漠化特征	75
三、1:25 万吴忠市幅沙质荒漠化特征	76
四、1:25 万鄂尔多斯市幅沙质荒漠化特征	78
五、1:25 万通辽市幅沙质荒漠化特征	80
六、1:25 万通榆县幅沙质荒漠化特征	82
第八章 中国北方沙质荒漠化动态变化研究	84
第一节 沙质荒漠化动态变化分类系统	84
一、沙质荒漠化动态变化分类的原则	84
二、沙质荒漠化动态变化类型的划分	84
第二节 中国北方荒漠化动态变化的基本特征	85
一、沙质荒漠化土地面积明显扩大	90
二、沙质荒漠化程度增强	91
三、主要发生在沙漠或沙质荒漠化土地的外围	92
四、现代沙质荒漠化过程造成地表粗化面积明显增加	92
五、西部地区沙质荒漠化发展速度明显大于东部	92
第三节 中国北方各省(自治区)沙质荒漠化动态变化特征	92
一、甘肃省沙质荒漠化动态变化特征	92
二、内蒙古自治区沙质荒漠化动态变化特征	94
三、宁夏回族自治区沙质荒漠化动态变化特征	95
四、陕西省沙质荒漠化动态变化特征	96
五、山西省沙质荒漠化动态变化特征	97
六、河北省沙质荒漠化动态变化特征	98
七、辽宁省沙质荒漠化动态变化特征	99
八、吉林省沙质荒漠化动态变化特征	100
九、黑龙江省沙质荒漠化动态变化特征	101
第四节 贺兰山以西干旱沙质荒漠化区动态变化	103
一、库姆塔格沙漠及周缘沙质荒漠化亚区	103
二、北山地区沙质荒漠化亚区	105
三、河西走廊及阿拉善高原绿洲外缘沙质荒漠化亚区	106
四、巴丹吉林沙漠及周缘沙质荒漠化亚区	108
五、阿拉善高原东北部沙质荒漠化亚区	109
六、乌兰布和沙漠及周缘沙质荒漠化亚区	110
七、腾格里沙漠及周缘沙质荒漠化亚区	111
第五节 贺兰山—大兴安岭干旱、半干旱沙质荒漠化区动态变化	112
一、河套平原沙质荒漠化亚区	112
二、毛乌素沙地沙质荒漠化亚区	114

三、库布齐沙漠及周缘沙质荒漠化亚区	115
四、土默特平原及晋西北沙质荒漠化亚区	116
五、内蒙古东部高原北部草原沙质荒漠化亚区	118
六、内蒙古东部高原南部农牧交错带沙质荒漠化亚区	119
七、浑善达克沙地沙质荒漠化亚区	120
八、乌珠穆沁沙地沙质荒漠化亚区	121
第六节 大兴安岭以东干旱、半湿润沙质荒漠化区动态变化	122
一、科尔沁沙地沙质荒漠化亚区	122
二、松嫩沙地沙质荒漠化亚区	124
第九章 中国北方荒漠化形成演化的地质背景	126
第一节 青藏高原隆升与中国北方气候干旱	126
第二节 新构造运动与中国北方荒漠化	127
第三节 水系的变迁与荒漠化的形成和发展	127
第四节 沙质荒漠化的物质基础	128
第五节 不合理的人类活动与沙质荒漠化的发生和发展	129
第十章 沙质荒漠化防治建议	131
第一节 绿洲周缘农业型沙质荒漠化地区	132
一、合理利用水资源是防治沙质荒漠化的关键	132
二、建立合理的防风固沙林及农田防护林体系	133
三、重点加强金塔绿洲、民勤绿洲及额济纳旗绿洲东部的 沙质荒漠化防治	133
第二节 草原牧业型沙质荒漠化地区	133
一、调整畜牧业生产结构	133
二、加强草场的改良	134
三、重点治理沙漠周缘及浑善达克沙地、乌珠穆沁沙地等 快速发展地区	134
第三节 农牧交错带农牧型沙质荒漠化地区	134
一、加强退耕还林, 促进生态环境的自然恢复	134
二、重点加强鄂尔多斯内流区、科尔沁沙地周缘等 快速发展地区的治理	134
参考文献	135
后记	136
图版及其说明	

第一章 绪 论

随着全球人口数量的不断增加和人类对物质生活质量追求的不断提高,人类无止境地对自然资源进行掠夺性的开发和破坏,导致了全球生态环境的日益恶化,威胁着人类自身的生存和发展。全球环境的恶化中,有两个问题影响最大,一个是气候变暖引起的海平面上升,另一个是自然植被的破坏及其带来的土地加速退化,主要是指荒漠化。荒漠化被列为当今世界十大环境问题中位列大气污染、温室效应、臭氧层破坏之后的第四大问题。由于荒漠化对人类活动乃至生存环境的严重影响和危害,荒漠化问题早已引起全世界许多国家政府与科技界的密切关注。1992年,在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会上,把荒漠化防治列为可持续发展的重要内容,1994年,在法国巴黎签署了联合国《防治荒漠化公约》。许多国家对区域荒漠化开展了多方位的调查研究,并进行了积极的防治工作。

我国是遭受荒漠化危害较严重的国家之一,不仅荒漠化类型多,而且分布面积广,其中沙漠、戈壁和沙质荒漠化土地约 168.9km^2 ,占国土面积的17.6%。北方地区是我国荒漠化分布面积最大的地区,沙漠和沙质荒漠化土地主要分布在新疆、甘肃、青海、西藏、宁夏、陕西、内蒙古、山西、河北、辽宁、吉林、黑龙江等12个省区,212个旗县。从西部新疆的塔克拉玛干沙漠、库姆塔格沙漠、巴丹吉林沙漠、库布齐沙漠、浑善达克沙地、毛乌素沙地、科尔沁沙地,到东部的吉林、黑龙江的松嫩沙地,东西断续分布延伸长达5500km,南北宽逾600km,形成一条北东东向延伸向东南凸出的弧形沙漠和沙质荒漠化带。有关资料表明,20世纪50~70年代我国土地沙质荒漠化年扩展面积为 1560km^2 ;70~80年代,年扩展面积达到 1960km^2 ;到了90年代,年扩展面积达到 2460km^2 。据最新监测结果,近年扩展速度还在加快,内蒙古阿拉善地区、新疆塔里木河下游、青海柴达木盆地东南部和河北坝上等地区,土地沙质荒漠化扩展速率年均达4%以上。中国每天因土地荒漠化造成的经济损失就达1.5亿元人民币。

荒漠化已成为我国重要的环境问题,严重制约着我国北方大部分地区的农、林、牧业生产,威胁着城乡人民生活。特别是最近几十年来,随着人类活动的加剧,荒漠化土地面积迅速扩大,程度越来越强,危害也越来越大。与荒漠化直接相关的沙尘天气增多,北方沙尘暴发生的次数和持续时间年年在增加,特别是世纪之交前后数年中,每年春夏之交强烈的沙尘暴不仅使大片农田受沙埋或遭风蚀刮走沃土,致使有的农作物绝收,有的大幅度减产;沙质荒漠化对大气环境造成严重污染,对生态环境造成巨大破坏,对交通和供电线路产生重要影响,给人民生命财产造成严重损失。仅1993年5月5日的一次特强沙尘暴天气过程就造成直接经济损失56亿元,此次特强沙尘暴的影响范围总面积

约110万 km², 占全国总面积的11.5%, 涉及西北4省(区)的18个地(市)的72个县(旗), 人口1200多万人。此外, 这次特强沙尘暴通过沙埋、吹刮等, 对西北地区的植被生态环境造成了严重的破坏, 大大加快了该地区土地荒漠化的进程, 其间接经济损失是难以估量的。沙尘暴天气已从20世纪50年代年发生5次, 演变到20世纪90年代年发生23次。2000年2~5月, 我国西北、华北地区连续发生了12次扬沙; 2001年元旦, 北京等地出现沙尘雨雪天气, 机场一度关闭; 2002年4月19日, 华北地区出现近年来强度最大的强沙尘暴, 沙尘影响到南方, 上海、南京等南方城市出现泥雨。进入20世纪90年代后期, 就连青藏高原的沙尘暴天气也呈现增多趋势。近年来沙尘暴天气出现频率之高、范围之广、强度之大前所未有, 引起了全社会的广泛关注和中央领导的关注与重视。这向环保意识逐渐增强的各级政府及全国人民敲响了警钟, 荒漠化不仅恶化着人类的生活环境而且正威胁着人类自身的生存与发展, 到了非治理不可的时候了!

因此, 防止荒漠化成为全国性的重大课题, 受到党中央、国务院的高度重视。自1978年以来, 中央和地方各级部门已投入大量人力、物力、财力进行了沙质荒漠化调查、研究和治理, 三北防护林工程等已取得了较为明显的效果。1994年3月25日, 国务院将沙质荒漠化防治列入《中国21世纪议程》, 但沙质荒漠化土地面积总体仍在扩大, 治理1亩沙质荒漠化土地的同时, 却有1.32亩新的沙质荒漠化土地增加, 点上治理、面上破坏的现象较为突出。产生这些问题的关键是在不同地质条件下的沙质荒漠化成因还没真正搞清, 从而影响了治理方法的针对性和治理效果的实效性。

中国北方农牧交错带地区是沙质荒漠化土地分布广、扩展最迅速的地区。迅速扩展的沙质荒漠化土地及与其密切相关的沙尘暴, 不仅严重影响了该区的农业生产和粮食安全、城乡人民的生活, 也直接影响到北京和北方诸多大城市的生态环境, 甚至影响到韩国和日本等国家的生态环境。

在上述背景下, 中国地质调查局决定设立北方荒漠化地质灾害遥感调查项目(项目编号: 200215000012), 以遥感技术为主要方法, 调查和研究北方农牧交错带内与风沙活动有关的土地沙质荒漠化, 查明沙质荒漠化土地的分布现状及变化趋势, 结合同同时进行或稍早结束的有关沙质荒漠化地质成因调查和研究项目的成果, 进行沙质荒漠化地质成因分析, 为政府决策和荒漠化的科学治理提供更加可靠的地质依据。

工作区范围: 东经92°40′~124°20′, 北纬37°20′~45°40′(图版1), 面积约120万 km²。

本项目自2002年初启动, 至2003年底, 在较短的两年内, 在中国地质调查局和西安地质矿产研究所的支持下, 在吉林大学地质调查研究院和西安中煤航测遥感研究院的通力合作下, 通过项目组成员的不懈努力, 克服了时间紧、任务重、经费少等困难, 较圆满地完成了各项野外调查和室内工作(见下表), 为中国北方沙质荒漠化现状与变化趋势的综合研究、荒漠化防治对策措施等方面提供了可靠的资料。取得的主要成果和认识如下:

中国北方农牧交错带荒漠化地质灾害遥感调查完成工作量表

工 作 项 目	单 位	设计总量	2002 年完成量	2003 年完成量	备 注
1 : 100 万 ETM 遥感影像图	km ²	110 万	110 万		完成
1 : 100 万 MSS 遥感影像图	km ²	110 万		110 万	完成
1 : 25 万重点区 ETM 遥感影像图	km ²	9 万	9 万		完成
1 : 100 万荒漠化地质背景图	km ²	110 万		110 万	完成
1 : 25 万重点区荒漠化土地类型分布图	km ²	9 万	9 万		完成
1 : 100 万荒漠化地质灾害遥感解译图	km ²	110 万	110 万	110 万	完成
1 : 100 万荒漠化土地类型动态分布图	km ²	110 万		110 万	完成
中国北方荒漠化典型图集	册	1		1	完成
中国北方荒漠化报告	册	1		1	完成

(1) 查明了中国北方农牧交错带沙质荒漠化的类型、分布范围等。根据北方荒漠化的特点,依据植被覆盖度和区域流沙覆盖率将沙质荒漠化土地分为极重度、重度、中度、轻度和潜在五种土地类型,而且将泥漠、盐漠、沙漠、戈壁等荒漠进行了划分,全面系统地反映了不同类型的空间分布规律。全区共有沙质荒漠化土地 290512.5km²,约占全区总面积 1227523.4km²的 23.67%,其中极重度沙质荒漠化土地 37990.1km²,重度沙质荒漠化土地 43922.3km²,中度沙质荒漠化土地 63387.0km²,轻度沙质荒漠化土地 89127.9km²,潜在沙质荒漠化土地 56085.2km²;沙漠 71444.1km²,戈壁 154250.9km²,泥漠 8025.8km²,盐漠 23476.3km²,绿洲 37349.9km²,非沙漠或非沙质荒漠化土地 634093.9km²。区内沙质荒漠化土地主要分布在内蒙古、甘肃、陕西、宁夏四省区,分别占全区沙质荒漠化总面积的 76.8%、6.3%、5.17%、3.27%。

(2) 20 多年来,北方农牧交错带沙质荒漠化处于明显的发展状态,不仅表现为沙质荒漠化土地面积的扩大,而且表现为强度的增强,“点上逆转、面上发展”的问题仍很严重。20 世纪 70 年代中期至 2000 年,沙质荒漠化土地面积由 283142.8km²增至 290512.5km²,面积增加了 7369.7km²,平均每年增加 294.8km²;明显发展区和一般发展区的面积共计 90663.9km²,而明显逆转区和一般逆转区的面积共计 69147.3km²,发展区的面积比逆转区的面积大 21516.6km²。其中发展最明显的内蒙古自治区,沙质荒漠化面积增至 18310.6km²;其次是甘肃省,增加面积 2040.2km²;黑龙江、吉林省分别增加 1196.0km²、1171.7km²;而陕西省逆转最显著,逆转面积达 1280.1km²。

(3) 通过综合分析影响中国北方现代沙质荒漠化过程的自然和人文社会背景,提出了沙质荒漠化分区的原则及依据,将中国北方荒漠化分为贺兰山以西干旱沙质荒漠化区,贺兰山—大兴安岭干旱、半干旱沙质荒漠化区和大兴安岭以东半干旱、半湿润沙质荒漠化区三个区,并在此基础上进一步划分为 17 个亚区。

(4) 通过有关沙质荒漠化遥感解译和野外实地验证,中国北方地区的现代沙质荒漠化过程最为活跃的地区有两类:一类是人类活动最强烈的地区,如河西走廊、内蒙古高原,主要是由于人类对土地资源的不合理利用引起的地表植被覆盖度降低引起的,大多

数表现为沙质荒漠化土地呈斑片状分布的特征；另一类是现代河流流经地区，沙质荒漠化土地大多呈现串珠状分布，主要是由于水径流量的剧烈变化引起的河流相堆积物的增加和裸露程度增大引起，如松花江的大安段，在1998年洪水后，河漫滩上出现了灌丛沙堆或沙丘，西拉木伦河及其支流的中上游段、西辽河两岸的现代沙质荒漠化也是如此。

(5) 随着沙质荒漠化过程的加剧，其危害程度越来越大。首先，风沙活动的加剧造成了风蚀劣地和风积沙地面积的扩大，内蒙古高原北部和阿拉善高原很多沙质草原已经变成了沙砾质或砾质草原，草原退化已经到了十分严重的地步，沙质荒漠化程度的加强，除了表现在沙质荒漠化面积扩大外，最主要的是农牧交错带草原和农田的风蚀作用。其次，沙尘暴天气出现的频率、强度和影响范围的扩大，“三北”地区的沙尘暴20世纪90年代后期的频繁活动和强度的增大是有力的证据；第三，对交通设施的危害，如在苏尼特右旗和苏尼特左旗，由于风沙活动中的风沙流的碰撞和摩擦作用，对公路的破坏极为严重。

(6) 区内沙质荒漠化的形成和发展，有着深刻的地质背景。新构造运动控制下的青藏高原隆升改变了原来中国北方乃至全球的大气环流，使中国北方日趋干旱；新构造运动控制了区内山脉河流和三大阶梯状地貌的形成，控制了区内河流水系的变迁和沉积盆地的形成和演化。地形、地貌与沙质荒漠化形成和空间分布有密切关系，水系变迁是沙质荒漠化形成和发展的动力条件，沉积盆地内丰富的沙物质是沙质荒漠化形成和发展的基础。自然地质作用过程可以将一个地区变成寸草不生的荒漠，同样也可以变成水系密布、植被茂盛的湖沼盆地。区内多个沙区内地层剖面中灰黄色的砂层与黑色富含有机质层韵律互层等地质记录，证明了这个自然演化的历史过程。

(7) 2002~2003年中国北方大部分地区由于降雨量明显较往年增多，特别是位于农牧交错带浑善达克沙地、科尔沁沙地、松嫩沙地及周边地区等植被生长情况明显较往年好，加上中央和地方各级政府退耕还林政策和牧草场保护显现成效，遭受风蚀的农田和牧草地面积和范围明显减小，沙质荒漠化土地的沙质荒漠化程度有所减轻。因此，农牧交错带沙质荒漠化地区通过植被的自然恢复是沙质荒漠化治理的有效措施之一。

(8) 生态环境和生态系统是一个由天、地、生等诸要素组成的动态平衡体，某一个地区、一个时期和在一定条件下是处于平衡状态，但其中有一种主导因素，其控制着系统或环境的性质和发展方向，当主导因素改变时，环境的性质则有可能由量变到质变。沙质荒漠化土地的形成和发展有其特殊的环境，是由地质背景、气候因素、人类活动等诸要素组成具有丰富的沙物质、干旱多风适合沙质荒漠化形成和发展的环境。人类活动是其中的一个因素，但不是唯一因素，有时可能是主导因素，特别是近几十年来，但其在生态环境系统中必须有气候和地质条件的配合才能起作用。将沙质荒漠化定义为人类活动作用下的产物和一切归咎于人类活动是片面的，几十年沙质荒漠化治理有成功和失败，即是最好的佐证。

(9) 以中国北方沙质荒漠化的现状、动态变化及地质背景为依据，根据该地区人类活动对地表组成物质扰动的差异性特征，分别对绿洲及周缘农业型沙质荒漠化、农牧交

错带农牧型沙质荒漠化、草原牧业型沙质荒漠化提出了针对性的防治建议。

本书主要执笔人员分工如下：第一、二章，姜琦刚（吉林大学地质调查研究院）；第三章，高会军（中国煤炭地质总局航测遥感局西安航测遥感研究院）、霍晓斌（中国煤炭地质总局航测遥感局西安航测遥感研究院）；第四、五章，姜琦刚；第六章，高会军、霍晓斌；第七章，高会军、霍晓斌、姜琦刚、李远华；第八章，高会军、霍晓斌、姜琦刚、李远华（吉林大学地质调查研究院）；第九章，姜琦刚；第十章，高会军、霍晓斌。刘占声教授对全书内容进行了审查，并提出了详细修改意见。

第二章 荒漠化的概念和分类分级

第一节 荒漠化的概念

荒漠化 (desertification) 一词是由法国植物学家 A. Aubreville 于 1949 年首先提出的, 他研究了非洲热带森林被滥伐与火烧后, 后退了 360~400km, 使森林地区变成热带草原, 又逐渐变成类似沙漠景观的过程, 并将这种环境退化过程称之为 “desertification”, 用来描述稀树草原化的极端情况, 即荒漠。1959 年, 法国科学家 H. N. Lehourou 提出了沙质荒漠化或沙漠化 (desertization) 一词。1972 年在斯德哥尔摩召开的人类环境问题大会上, 一些科学家为区分自然因素和人为因素引起的土地退化, 建议用 desertization 表示自然荒漠化, 用 desertification 表示人为荒漠化。1977 年在肯尼亚内罗毕召开的联合国荒漠化大会 (UNCOD) 上, 才统一用 desertification 表示荒漠化, 意指 “荒漠化是土地生物潜力的下降或破坏, 并最终导致类似荒漠景观条件的出现”。在此之后, 科学家们围绕荒漠化概念和内涵进行了深入探讨, 并根据各自的专业背景相继提出了 100 多个定义。1984 年和 1990 年联合国环境规划署 (UNEP) 第 12 届理事会议和荒漠化评估会议对荒漠化的定义又作了修改; 1992 年 6 月, 在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会 (UNCED) 上对荒漠化重新定义为 “荒漠化是指包括气候变化和人类活动在内的各种因素造成的干旱、半干旱和干燥亚湿润地区的土地退化” (desertification—land degradation in arid, semi-arid and dry sub-humid areas resulting from various factors, including climatic variations and human activities)。这一定义成为 1994 年在巴黎签署的《联合国关于在发生严重干旱和 (或) 荒漠化的国家特别是在非洲防治荒漠化的公约》(简称《防治荒漠化公约》) 的思想基础。在国际防治荒漠化公约中, 按照主导营力将荒漠化分为以下几类: 风力作用下的荒漠化——风蚀荒漠化; 水力作用下的荒漠化——水蚀荒漠化; 物理化学作用下的荒漠化——土壤盐渍化。

在我国, 有关荒漠化的调查研究自 20 世纪 50 年代以来先后开展过许多地区性、专业性的工作。但是, 对土地荒漠化问题进行全面深入、多专业的综合性研究还比较晚, 主要是在 1977 年联合国荒漠化大会 (UNCOD) 之后才逐渐开展起来。国内最初将 desertification 一词译成了 “沙漠化”, 对荒漠化的认识也不统一。农林部门、环保部门、水利部门、地质部门、中国科学院等都对荒漠化有各自的表述, 有十几家不同观点。其中最具代表性的有国家环保局 (NEPA) 与联合国环境署 (UNEP) 和联合国亚太经社

会(ESCAP)合作完成的《中国荒漠化(土地退化)防治研究》所提出的观点,该项研究认为“荒漠化过程是一种由人类引起的环境退化及相关的社会、经济下降过程”,“人为活动造成类似荒漠景观的土地退化,而不能把人类史前时期或地质时期自然过程的荒漠形成发展当作荒漠化”。中国科学院寒区旱区环境与工程研究所朱震达、王涛等学者认为“荒漠化是干旱、半干旱及部分半湿润地区主要由于人类不合理经济活动和脆弱环境相互作用而造成土地生产力下降、土地资源丧失、地表呈现类似荒漠景观的土地退化”。

随着调查研究和对荒漠化认识的更加深入,越来越多的科研工作者认为荒漠化成因归为两类,即自然成因和人为成因。荒漠化的自然成因机制,可以归结为两点:一是全球气候变化异常,特别是中纬度地区的气候正朝着暖干的方向发展,造成大的生态背景有利于荒漠化的发生;二是存在一些不利的自然因素,如地区性气候干旱、降水变率大、土壤沙粒含量高、地表土质疏松易于流动等,特别是强劲频繁的起沙风为荒漠化的发生提供了强大的动力。人为原因所形成的荒漠化,……其危害要比自然原因所形成的荒漠化更为迅速、直接,也更为严重。

从不同时期的荒漠化概念来看,国外对荒漠化的定义主要是从植被退化、生物潜力降低与破坏、生态系统退化、生产力衰退、环境退化、荒漠化环境的蔓延以及土地退化等不同角度来确定的。随着认识的逐渐深入,荒漠化概念的内涵和外延越来越明确、越来越完善。但在实质上,都是指由于自然因素和人为活动因素导致的土地退化。

在可能发生土地荒漠化的地域范围内,根据“土地退化”(soil degradation)的主要形式,我们可将荒漠化分为风蚀荒漠化、水蚀荒漠化、土壤次生盐渍化等3种类型。风蚀荒漠化,即沙质荒漠化,也就是沙漠化。以风为主的自然营力所造成的土地退化过程,干旱多风和沙源丰富的沙质地表是产生风蚀沙质荒漠化的条件和物质基础。特别是干旱、大风在时间上同步的情况下,人为活动造成植被的破坏,为沙质荒漠化的发生提供了可能,如在我国北方干旱、半干旱农牧交错区、草原区和旱作农业区、干旱区绿洲外围和部分绿洲区、青藏高原风沙区等。水蚀荒漠化,也即狭义的水土流失。指人类不合理经济活动,叠加以降水和重力作用为自然营力的土地退化。在我国主要分布在半干旱、半湿润区的以水蚀为主要方式的土地退化地区,如黄土高原地区。土壤次生盐渍化是在干旱、半干旱条件下,由于不合理灌溉和管理措施不当产生的可溶性盐类在地表的累积而造成的土地退化过程,如我国塔里木盆地的山前绿洲,河套平原、银川平原、华北平原和东北平原西部的部分地区。

从地质学的观点来看,沙质荒漠化是漫长的地质历史演化过程中的一种以外动力为主的地质作用的产物,地壳表层的岩石经风化、剥蚀、搬运、堆积、风蚀、风积作用和河流水作用等改造原始地形和地貌,这一过程中大气圈、水圈、生物圈和岩石圈始终在相互作用,不同时期、不同地区它们各自的作用不同,人类出现以后人类活动作为一种生物地质作用始终是在这种大环境中进行。沙质荒漠化是一种非沙漠地表景观向沙漠发展的过程,沙漠即是沙质荒漠化的终极产物。地球形成的自然表生环境是天、地、生各

种要素的综合动态平衡体系,某一地区、某一地质时期起主导作用的因素是不同的,当起主导作用因素发生改变时,自然环境也就会发生变化。而沙质荒漠化的发生发展是在气候、地质地貌、土壤、水文、植被等要素相互作用构成的特定自然环境中。沙质荒漠化发生之前,自然环境的总体可能是气候湿润,适合植被生长,也适合人类生存(如果已经有人类出现)。但由于地球自身演化、人类活动破坏和其他因素作用,打破了这种动态平衡系统,使自然环境产生由量到质的变化,使气候变得干旱、多风、不适合植被生长,造成地表呈沙漠景观的土地退化过程。沙质荒漠化的形成、发展离不开特定的自然环境,荒漠化具有区域性。在我国,荒漠化主要分布在干旱、半干旱和部分受干旱影响的半湿润的中纬度地区,这主要是气候因素决定的。气候的变化和气候作用的发挥又受到地质地貌因素的影响和制约,土壤、水资源、植被等因素则既依存于气候和地质地貌因素,它们又相互作用,共同构成了土地生态系统。正常情况下,这种土地生态系统内各因素间是协调统一、均衡稳定的,但当系统内某些因素(如气候、水文、植被或地质地貌)发生急剧变化时,其他因素就会相继发生变化,特别是受到人类不合理生产活动的破坏(如滥垦、滥伐、滥牧、过度开采地下水和工矿业破坏)时,原有的生态系统就会遭受破坏,最终导致类似荒漠景观的出现,形成荒漠化(土地退化)。

我们强调沙质荒漠化的自然成因,并不是否定人类活动在沙质荒漠化形成过程中的作用。自从人类出现以来,一方面人类要生存就必然要与自然抗争,砍伐森林、破坏植被、开垦土地、掠夺水资源等,使生态环境日趋恶化;另一方面,人类又不得不适应自然环境,随环境恶化而迁移。如在我国北方,最初古人类活动中心集中于西部、盆-岭构造的盆地及河流水资源丰富地区,随着沙漠及土地沙质荒漠化的发生和扩展,环境不断恶化,不得不向东迁移。如果说旧石器时代、新石器时代古人类活动对自然环境的破坏作用很小,甚至微不足道,那么用现代科学技术武装起来的人类,其生产活动方式和强度足以对环境产生巨大的反作用,影响着全球环境的变化。近百年来不合理的人类活动造成的全球气候变暖、大片森林被砍伐、大量耕地变为永久性的城市建筑用地等,足以证明这一点。如果说沙质荒漠化的自然地质作用是潜在的、速度是缓慢的,可能在短时期内不易被人们察觉,那么人类活动是迅速的,完全可以被人们自身察觉。在某些情况下,特别是在气候变化波动不明显的条件下,可能成为沙质荒漠化发生发展的主导因素。但就沙质荒漠化发生发展的漫长历史而言,主要因素归咎于人类是不公平的。在沙质荒漠化过程中,特别是近几十年来,在某些地区可能是人类不合理的活动起了主导作用,将来甚至可能会越来越明显,但是如果没有适合沙质荒漠化发生发展的地质和气候等条件,即使人类活动再强烈也不可能形成沙质荒漠化。在沙质荒漠化的形成历史中,人类尚未诞生时,北方沙质荒漠化自然作用早已出现并一直进行着。

因此,在讨论沙质荒漠化形成和演化时,过分强调人类活动的作用,而忽视了背景条件,甚至将沙质荒漠化定义为人类活动作用下的产物是不完全的,甚至是片面的,也不利于了解和把握沙质荒漠化的成因,更不利于沙质荒漠化的治理。我国几十年北方沙质荒漠化治理过程中的成功经验和失败的教训就说明了这一点。如果说,人类活动的影

响是迅速、强烈而多变、显而易见、更易受到关注和重视,则自然环境要素的变化是缓慢和长期的,却往往被忽视。气候、地质和自然因素是沙质荒漠化发生的背景,而人类活动是沙质荒漠化发生的催化剂。

第二节 荒漠化的分类分级

一、荒漠化的分类分级

荒漠化的分类分级问题是荒漠化研究中的一个重要内容。它既反映人们对荒漠化成因、分布、程度、趋势、危险度等方面的认识和研究水平,又是荒漠化监测评价和防治的基础。20多年来,国内外对荒漠化分类分级理论的研究都有很大发展。1977年联合国荒漠化大会(UNCOD)根据营力过程和景观形态,把荒漠化分成发生流沙移动(W)、多石的和岩质的表面遭受风蚀或大片冲刷(R)、土壤遭受剥蚀并形成侵蚀沟(V)以及地表盐碱化(S)等4种类型,又结合土地的内在脆弱性等,将荒漠化程度分为很高、高和中等3级。1984年联合国粮农组织(FAO)、联合国环境署(UNEP)和联合国教科文组织(UNESCO)制定的《荒漠化评价和制图暂行方法》中根据营力作用过程提出了7种类型,包括水蚀、风蚀、植被退化、盐碱化、土壤有机质降低、土壤板结和土壤有毒物质聚集,提出了轻、中、重、极重4级划分和评价各种营力发展程度的指标体系。1992年联合国环境与发展大会(UNCED)根据荒漠化新定义,按营力作用将荒漠化分为风蚀、水蚀、物理和化学作用4类,按土地适宜性、生产力退化和原生态系统被破坏程度等,把荒漠化分为轻、中、重、极重4级。GLODSAD将土地退化(soil degradation)主要分为水蚀(water erosion)、风蚀(wind erosion)、化学退化(chemical deterioration)、物理退化(physical deterioration)4类,每类又分为轻度、中度、重度和极端4级。近十多年来,国内的荒漠化的分类分级研究也在深入,一般是以荒漠化(土地退化)的成因(营力作用)和最终结果(终极产物)来分类,以荒漠化(土地退化)的程度来分级。有人将我国的土地荒漠化分为3类4级,有人分为4类3级、5类3级等。

国家环保局《中国荒漠化(土地退化)防治研究》项目提出的荒漠化分类分级原则及指征体系。该项目提出可按营力作用和地面物质组成两种方式进行分类。按主导作用的营力,可分为风力作用下的荒漠化土地、流水(水蚀)作用下的荒漠化土地以及物理化学作用下的荒漠化土地。按地面物质组成,主要可分为沙质沉积区的沙质荒漠化(沙漠化)、岩石区的石质荒漠化两类。在沙质荒漠化类型划分方面,按沙质荒漠化土地所占面积比、植被覆盖度、地表景观综合特征和土地产量下降率等指标,将沙质荒漠化土地的发展程度分为严重(强度)、中度和轻度3级。

中国科学院寒区旱区环境与工程研究所王涛等提出的沙质荒漠化土地程度分级及其指标体系(表2.1)。

表 2.1 沙质荒漠化土地的程度分级及其指标

项目 程度分级	风蚀地或流沙面积 所占该地区面积(%)	单位时间内风蚀地或流沙面积 年均扩大所占该地区面积(%)	地表植被覆盖度 (%)	生物生产量 年均降低(%)
轻 度	< 5	< 1	> 60	< 1.5
中 度	5~25	1~2	60~30	1.5~3.5
重 度	25~50	2~5	30~10	3.5~7.5
极重度	> 50	> 5	10~0	> 7.5

中国地质调查局西北项目办《中国北方荒漠化地质环境综合评价》项目提出的荒漠化分布图编图方案。此方案综合了目前国内的荒漠化分类分级理论及其参考指征体系,把荒漠化类型分为沙质荒漠化、水蚀荒漠化、盐渍化 3 类,并按其地表所占面积比、单位时间内沙质荒漠化面积增量、植被覆盖度等,将沙质荒漠化土地分为严重、强烈、中度、潜在 4 级。

三北荒漠化实施项目根据自己的研究和工作经验,参考了目前较普遍的分类分级和指标体系,提出我国三北地区荒漠化中沙质荒漠化分级和参考指征体系作为沙质荒漠化的技术标准和依据 (表 2.2)。

表 2.2 中国北方土地沙质荒漠化的分级及其参考指征

参考指征 分 级		风蚀(积)地表 所占面积比 (%)	植被覆盖度 (%)		土地生物 产量下降 率 (%)	地 表 景 观 特 征
			干旱— 半干旱区	半湿润区		
终极	沙质荒漠	> 70	< 1	< 1	—	为密集、高大的流动沙丘或风蚀地, 极少植被
Ⅲ	重度沙质荒漠化	50~70	10~1	10~1	> 30	多为 5~10m 高的片状流动沙丘或风蚀地, 植被稀少
Ⅱ	中度沙质荒漠化	10~50	10~50	10~60	30~10	有 2~5m 高的流动或半固定沙地,农地,草 场上有明显的风蚀(积)地
I	轻度沙质荒漠化	< 10	50~60	60~70	< 10	有 2m 高以下的低缓固定沙地,农地、草场 局部地表有风蚀粗化痕迹或积沙
0	非荒漠化(含潜 在荒漠化)	—	> 60	> 70	—	沙质地表或表层土壤下有沙层,农地、草场 收割后,地表裸露而易受风蚀

本项目参考了以上及其他有关沙质荒漠化的分级(类)体系,在充分收集和分析前人工作成果的基础上,尽可能考虑与实施项目分级(类)体系一致,从科学性、可操作性和遥感图像的可解译性原则出发,确定土地沙质荒漠化分类体系和动态分类体系。分类体系必须充分反映土地沙质荒漠化的基本特征,同时必须具有通过遥感方法能准确地确定土地沙质荒漠化的范围和强度。