

植被动态学方法在 荒漠化监测中的应用

——以宁夏盐地植被动态研究为例

张克斌 李 瑞 王百田 著

中国林业出版社

动态学方法在荒漠化监测中的应用

——以宁夏盐地植被动态研究为例

张克斌 李 瑞 王百田 著

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

植被动态学方法在荒漠化监测中的应用/张克斌,李瑞,王百田著. —北京:中国林业出版社,2009.5

ISBN 978-7-5038-5593-1

I. 植… II. ①张…②李…③王… III. 植被生态学-应用-沙漠化-环境监测
IV. P941.71 Q948.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 068276 号

中国林业出版社·环境景观与园林园艺图书出版中心

策划、责任编辑:吴金友 李 顺

电话:83226967 83229512 传真:83226967

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同7号)

网址 www.cfph.com.cn

E-mail cfphz@public.bta.net.cn 电话 83224477

发行 新华书店北京发行所

印刷 三河市富华印刷包装有限公司

版次 2009年6月第1版

印次 2009年6月第1次

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 10.5

字数 234千字

印数 1000册

定价 60.00元

国家自然科学基金项目

“半荒漠地区湿地植被群落时空分布特征研究 (30771764)”

国家林业局荒漠化定位监测项目 (盐池) 联合资助

Funded by Natural Science Research Foundation of China (30771764)

and

National Desertification Monitoring Program, State Forestry Administration

前言

随着全球环境问题的日益恶化,荒漠化越来越引起国际社会的关注。历经半个世纪的争议,以《联合国防治荒漠化公约》为代表的荒漠化定义已为多数人所接受。即:荒漠化是指包括气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和干旱亚湿润区的土地退化。

北方农牧交错带是我国北方半湿润农区与干旱、半干旱牧区接壤的过渡交汇地带,也是将我国农业区与草原牧区分割开来的半农半牧、时农时牧交替变化的地域。北方农牧交错带地理位置独特,生态环境脆弱。近年来,由于生态环境恶化、草地资源大面积遭到人为破坏而导致土地荒漠化和大量贫困人口产生。因此,对北方农牧交错带植被动态学及其在荒漠化监测中的运用研究具有重要的生态学意义和现实意义。

本研究结合国家荒漠化定位监测项目及国家自然科学基金项目,研究植被动态学理论和方法在荒漠化监测中的运用。以地处北方农牧交错带的宁夏盐池县为例,从植物种群、群落及景观等三个不同尺度对盐池县草地植被的动态特征及其在荒漠化监测中的运用进行研究。种群尺度上,结合生态位原理、种群分布格局理论等对盐池主要种群近年来的波动特征进行探讨;群落尺度上,研究盐池盐池植被类型及分布特征,群落结构近年来的波动特征。同时在生态学和统计学的基础上,构建草地植被波动测度的定量测度模型,这是一种快速有效的植被波动定量测度方法;景观尺度上,运用 MODIS 数据,采用植被指数 (NDVI) 对近年来盐池县植被景观波动特征进行研究。此外,本书对湿地—草原交错带,这一盐池县特殊的生境类型进行了研究,探讨交错带边缘效应。

该项研究得到了中国林业科学研究院杨晓晖博士、澳大利亚草地生态学专家 Victor R. Squires 教授等专家学者的悉心指导。宁夏盐池荒漠化定位监测站建设得到国家林业局治沙办刘拓主任、杨维西总工、屠志方处长、李梦先副处长、宁夏林业局孙长春局长、刘荣光副局长、荣旗处长、宁夏盐池机械化林场全体职工尤其是张生英场长、冯起勇书记、尤万学副场长及张维军主任等人的大力支持。2001~2007 年,冯玲正、王晓鹏、杨永恬、侯瑞萍、乔锋、杨俊杰、刘云芳、刘刚、卢晓杰、沈彦、张晨光、刘小丹、边振等多名研究生连续多年参与外业调查;内业数据处理得到刘云芳的大力帮助,遥感数据处理得到夏照华的帮助,在此一并表示感谢!

本研究是在国家自然科学基金项目:半荒漠地区湿地植被群落时空分布特征研究(30771764)及国家林业局荒漠化定位监测(宁夏盐池)项目支持下完成。

由于植被动态学研究是项长期的工作,涉及面广,需要研究的问题较多,本书仅以盐池近年来的植被波动为例,探讨半干旱区植被动态特征及其在荒漠化监测中的运用。由于作者水平有限,书中错误在所难免,望各位专家、学者提出宝贵意见。希望本书为荒漠化监测工作者、植被生态学研究提供一点帮助和启发。

张克斌
北京林业大学

目 录

前 言

第一章 全球及中国荒漠化状况	(1)
第一节 荒漠化概念	(1)
第二节 全球及中国荒漠化概况	(3)
第三节 荒漠化防治研究状况	(4)
第四节 荒漠化监测概述	(7)
第二章 荒漠化监测理论与方法	(11)
第一节 荒漠化监测体系	(11)
第二节 宏观监测方法	(12)
第三节 荒漠化典型定位监测	(17)
第三章 植被动态学方法及其在荒漠化监测中的应用	(20)
第一节 植被动态学研究现状	(20)
第二节 盐池县植被动态研究方法	(24)
第三节 植被动态学方法在荒漠化监测中的应用	(30)
第四章 盐池县概况及荒漠化状况	(31)
第一节 盐池县自然地理概况	(31)
第二节 盐池县社会经济状况	(37)
第三节 盐池县荒漠化状况	(39)
第五章 盐池县草地植被主要群落类型及分布特征	(50)
第一节 群落分类与排序概述	(50)
第二节 盐池草地植被数量分类及主要群落类型	(51)
第三节 盐池草地植被群落分布特征	(58)
第四节 小结及讨论	(59)
第六章 盐池草地植被主要种群分布格局波动	(62)
第一节 植物种群及动态研究概述	(62)
第二节 盐池草地植被主要种群波动	(63)
第三节 小结及讨论	(73)
第七章 草地植被数量波动探讨	(75)
第一节 植被波动概述	(75)

第二节	植被波动的基本特征	(75)
第三节	草地植被波动测度公式的初步构建	(76)
第四节	北方农牧交错带草地植被波动—盐池县实例研究	(78)
第五节	小结及讨论	(81)
第八章	盐池草地植被群落结构特征波动	(84)
第一节	群落结构及其波动研究概述	(84)
第二节	盐池县草地植被群落结构特征波动	(85)
第三节	小结及讨论	(87)
第九章	封育等植被保护与恢复措施对盐池植被波动的影响	(89)
第一节	不同植被恢复措施研究概述	(89)
第二节	不同植被恢复与保护措施草地群落特征	(90)
第三节	不同植被恢复措施草地群落结构波动	(92)
第四节	小结及讨论	(95)
第十章	盐池半荒漠化地带湿地—草原群落交错带边缘效应	(97)
第一节	边缘效应研究概述	(97)
第二节	四儿滩湿地概述	(97)
第三节	湿地—草原生态系统群落边缘效应	(99)
第四节	小结及讨论	(103)
第十一章	基于 NDVI 理论与方法的盐池县草地植被动态	(104)
第一节	NDVI 研究概述	(104)
第二节	基于 NDVI 的草地植被反演模型建立	(105)
第三节	基于 NDVI 的盐池草地植被数量特征波动	(107)
第四节	草地植被波动的主要影响因子探讨	(110)
第五节	小结及讨论	(113)
第十二章	植被动态与荒漠化研究展望	(115)
附录 1	发表文章	(118)
附录 2		(140)
参考文献		(150)

第一章 全球及中国荒漠化状况

荒漠化是全球性的重大环境问题，自 20 世纪 70 年代以来，已引起国际社会的广泛关注。1992 年联合国环境与发展大会通过的《21 世纪议程》，把防治荒漠化列为国际社会优先采取行动领域，充分体现了当今人类社会保护环境与可持续发展的新思想。1994 年签署的《联合国防治荒漠化公约》（以下简称《公约》），是国际社会履行《21 世纪议程》的重要行动之一，体现了国际社会对防治荒漠化的高度重视。土地荒漠化所造成的生态环境退化和经济贫困，已成为 21 世纪人类面临的重大威胁，因而，防治荒漠化不仅是关系到人类的生存与发展，而且是影响全球社会稳定的重大问题。

第一节 荒漠化概念

一、荒漠化的由来

荒漠化（Desertification）一词是由法国植物学家奥不立维尔（A. Aubreville）在法属西非潮湿热带研究土壤侵蚀时首次使用的，于 1949 年首先提出的，他把由于滥伐和盲目烧荒造成的非洲热带森林向热带草原演化的过程称为“荒漠化”。到 1977 年，在肯尼亚内罗毕召开的联合国荒漠化会议上对“荒漠化”提出了较为明确的定义，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。直到 1992 年在巴西里约热内卢召开的“联合国环境与发展大会”才提出为世界各国所公认的荒漠化定义，该定义经过 1993 和 1994 年“国际荒漠化公约政府间谈判委员会（INCD）”的多次讨论，在正式通过的《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》（以下简称《公约》）中，荒漠化得以准确的定义（张宏，慈龙骏，孙保平，1999）。

由于我国受国内特殊的地貌分布、学科及专业划分、翻译习惯等多方面影响，一般常用“沙漠”一词来泛称西北地区的“荒凉之地”，这样使得“沙漠”有广义和狭义两种说法，狭义的沙漠指沙质荒漠（sandy desert），广义的沙漠实际就是荒漠。对于沙漠化一词，早在 1951 年陶克的《陕北沙漠现状》一文中就有论述。在此基础上，对英文 Desertification 一词，在九十年代以前的文献中，多被译成“沙漠化”，并将其定义为“在脆弱生态条件下，由于人为过度的经济活动，破坏了生态平衡，使原非沙漠的地区出现类似沙质荒漠景观的环境变化过程”（朱震达，肖龙山，1981）或“原非沙漠地区出现了以风沙活动为主要特征的类似沙质荒漠景观的环境变化”（董光荣，高尚玉，金炯，1993）。最近，朱震达又将“荒漠化”定义为“人类不合理经济活动和脆弱生态环境相互作用造成土地生产力下降，土地资源散失，地表呈现类似荒漠景观的土

地退化过程”(朱震达, 1998)。因此, 在我国以往所说的沙漠化所包含的内容较今天的荒漠化单一, 其范围也较小。

二、荒漠化概念

国际上关于 Desertification (现今较准确的译为“荒漠化”) 的提出不足 50 年的历史, 但曾经有过 100 多个关于“荒漠化”的定义, 这足以证明荒漠化现象与过程的复杂性。

荒漠化是由于人类的不良影响作用造成的干旱、半干旱及干燥半湿润地区的土地退化。1992 年 6 月, 联合国在巴西里约热内卢 (Riode Janeiro) 召开了世界“环境与发展”大会, 大会将防治荒漠化这一全球性重要环境问题作为重要内容, 纳入《21 世纪议程》等几个框架文件, 根据这次大会后 47/188 号决议, 自 1993 年 5 月至 1994 年 10 月, 《国际荒漠化公约政府间谈判委员会 (INCD)》历经五次讨论, 终于签定了《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》(以下简称《公约》), 按照联合国防治荒漠化公约的定义, 荒漠化是指包括气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区(湿润指数在 0.05 ~ 0.65 之间)的土地退化现象和过程(林业部治沙办公室, 1995)。该定义明确了以下三个问题(慈龙骏, 1995):

①“荒漠化”是在包括气候变化和人类活动在内的多种因素的作用起因和发展的。

气候变化和人类活动等因素是土地荒漠化的起因。气候变化引起的荒漠化是荒漠生态系统自身结构和功能变化的结果。这个过程作用时间较长, 并且永久存在, 而人类活动对荒漠化的影响不过是在气候变化的背景之上叠加了人类的影响而已。但这种影响却很直观、速效而且深远(马立鹏, 2002)。

②“荒漠化”是发生在干旱、半干旱及干燥半湿润区, 这就给出了荒漠化产生的背景条件和分布范围。

③“荒漠化”是发生在干旱、半干旱及干燥半湿润地区的土地退化, 将荒漠化置于宽广的全球土地退化的框架内, 从而界定了其区域范围。

公约还对与荒漠化有关的“土地”、“土地退化”作了定义。“土地是指具有陆地生物生产力的系统, 由土壤、植被、其它生物区系和在该系统中发挥作用的生态及水文过程组成”; “土地退化是指由于使用土地或由于一种营力乃至数种营力结合致使干旱、半干旱和干燥半湿润地区雨浇地、水浇地或草原、牧场、森林和林地的生物或经济生产力、多样性的下降或丧失, 其中包括:

①风蚀和水蚀致使土壤物质流失;

②土壤的物理、化学和生物特性或经济特性退化;

③自然植被的长期丧失。至此, 关于荒漠化概念的认识, 在国际上统一到有利于荒漠化的评估与防治等行动纲领上。

土地荒漠化实质上是土地生态系统的退化。土地荒漠化的表现形式尽管有土壤风蚀与水蚀、盐渍化、冻融、植被退化等多种, 但这是土地生态系统组成要素退化综合作用的结果。

第二节 全球及中国荒漠化概况

一、全球荒漠化概况

目前，全球沙漠化面积已达到 3600 万 km²，占地球陆地总面积的 1/4，全球有 110 个国家受到危害，受影响的人口达 10 亿之多，占全世界人口的 1/6。特别是亚洲和非洲的一些受影响的面积和人口数目都很大的发展中国家表现得尤为突出。据估计，全世界每年有 5 万~7 万平方千米的土地沦为荒漠化土地，到本世纪末全世界将要损失可耕地 1/3 的面积。据联合国环境规划署估计，荒漠化使全世界每年蒙受 420 多亿美元的经济损失（表 1-1）。

（一）全球荒漠化发生的地理范围

荒漠化是全球性的环境问题，它在世界各大洲均有分布，世界沙漠、沙漠化土地集中分布在赤道两侧的亚热带至温带，在北半球集中在 10°~50°N，南半球集中在 10°~50°S，其中自北非的撒哈拉，经西南亚的阿拉伯半岛、伊朗、印度北部、中亚到中国西北和内蒙古，形成了一个几乎连续不断，东西长达 13000km 的辽阔的干旱荒漠带，占世界沙漠面积的 67%，其中亚洲占 32.5%，非洲占 27.9%，澳大利亚占 15.6%，北美洲和中美洲占 11.6%，南美洲占 8.9%，欧洲占 2.6%。

（二）全球荒漠化类型、面积和分布

表 1-1 世界部分国家和地区荒漠化分布状况

Tab. 1-1 The desertification distribution of some countries and regions in the world

区域/国家	旱地面积 (10 ³ km ²)	荒漠化面积 (10 ³ km ²)	荒漠化程度(10 ³ km ²)			
			轻度荒漠化	中度荒漠化	重度荒漠化	极度荒漠化
全 球	51 692	36 184	4 273	4 703	1 301	75
非 洲	12 860	10 000	1 180	1 272	707	35
北美洲	7 324	795	134	588	73	—
南美洲	5 160	791	418	311	62	—
澳 洲	6 633	875	836	24	11	4
欧 洲	2 997	994	138	807	18	31
亚 洲	16 718	14 000	1 567	1 701	430	5
印 度	2 551	1 074				
中 国	3 327	2 622	915	641	1 030	—

资料来源：a. CCICCD，执行联合国防治荒漠化公约亚非论坛报告集，1996.

b. CCICCD，China Country Paper to Combating Desertification. China Forestry Publishing House，1997.

c. Proceeding of the Expert Meeting on Rehabilitation of Forest Degraded Ecosystems，1996.

根据联合国有关荒漠化资料，地球上受到和预计受到荒漠化影响的地区面积共有 4560.8 万平方千米，约占全球土地面积的 35%。按其性质分：极端干旱荒漠占 17%，荒漠化程度很高的土地占 7%，荒漠化程度高的土地占 36%，中度荒漠化土地占 40%。

就地区分布而言,荒漠及荒漠化土地在非洲占其土地总面积的 55%,在北美及中美洲占其土地面积的 19%,南美洲占其土地面积的 10%,在亚洲占其土地面积的 34%,在澳大利亚占其土地面积的 75%,在欧洲占其土地面积的 2%。从其分布的自然地带来讲,荒漠化土地在干旱、半干旱地区均占其土地面积的 95%。在半湿润地区占其土地面积的 28%。在 150 余个国家和地区中至少有 2/3 受到影响。表 1-1 为世界部分国家和地区荒漠化分布状况(孙保平,2000)。

二、中国荒漠化概况

我国是世界上荒漠化危害最严重的国家之一。我国荒漠化面积主要分布在西北、华北北部、东北西部及西藏西北部地区,涉及 18 个省、直辖市、自治区,471 个县(市、旗)。据调查,20 世纪 50~70 年代全国风蚀荒漠化土地平均每年扩大 1560km^2 ,进入 80 年代,平均每年扩大 2100km^2 ,90 年代初(1994 年),已增加到 2460km^2 ,90 年代末(1999 年),增加到 3436km^2 。每年因荒漠化造成的直接经济损失高达 540 亿元。

(一) 中国荒漠化发生的地理范围

中国可能发生荒漠化的地理范围:即湿润指数在 0.05~0.65 范围内的干旱、半干旱和亚湿润干旱区,该区主体的南界大体自大兴安岭西麓、锡林郭勒高原北部向南穿过阴山山脉和黄土高原北部,向西至兰州南部沿祁连山向西,然后向南绕过柴达木盆地东部,向西抵达青藏高原西南部。此外,在湿润指数 >0.65 的湿润区还零散地分布着 18 个湿润指数 <0.65 的岛状区域,这些岛状区域主要分布于东经 112° 以东、北纬 $36^\circ\sim45^\circ$ 之间,其中包括西辽河流域、黄河三角洲及其北部、太行山以东北至大兴,南至河北磁县的山前地区、宣化、怀来和大同盆地、忻定盆地、太原盆地等,另外在天山山区、横断山区、藏南谷地和海南岛西部也有零星分布。根据荒漠化定义,这些岛状区域亦是可能发生荒漠化的地理范围(张克斌,申元村,王贤,2002)。

(二) 中国荒漠化的类型、面积及分布

根据《公约》规定的指标,中国可能发生荒漠化的地理范围,即干旱、半干旱及亚湿润干旱区的总面积为 331.7万 km^2 (慈龙骏,吴波,1997),在此范围内实际发生荒漠化面积(即中国荒漠化土地总面积)为 267.4万 km^2 (2001 年),占该区域面积的 80.6%,占国土面积的 27.9%。

中国荒漠化土地分布从东经 74° 到东经 119° ,经度横跨约 45° ,从北纬 19° 到北纬 49° ,纬度纵跨约 30° ,几乎从海平面到高寒荒漠地带,垂直跨越数千米,地域辽阔、气候类型及地貌类型多样,塑造了形成荒漠化的主导因素的丰富多样。水蚀、风蚀、冻融侵蚀、土壤盐渍化无不存在,从而造就了中国荒漠化类型的多种多样。

第三节 荒漠化防治研究状况

一、国外荒漠化防治研究

荒漠化防治是全球性环境科技研究热点,包括我国在内世界上几十个国家都制定了或正在制定本国防治荒漠化国家行动方案;各国的情况不同,防治对策也不一样,但基本趋势

是以生物技术和生物工程为主,辅以必要的非生物工程技术措施为防治荒漠化手段和研究主体。如美国和澳大利亚由于地广人稀,国家以法律的形式保护天然植被,保护生物多样性及建立种质资源库,选育开发优质植物良种。对开垦种植引起土地荒漠化者,则以罚款或鼓励弃耕、给予补贴,恢复植被;德国环境法有3条明确规定:一是环境破坏后要恢复到原样,不能改变利用方向,二是治理后不准留有残毒,三是治理上不准以毒攻毒;原苏联、印度和埃及等国,先后在陆地、沿海地区建立沙漠、沙地综合治理试验站,从不同学科全方位开展荒漠化土地综合整治研究。同时,国家进行投资,开凿运河建立居民点,采取移民开垦大面积荒漠化土地,虽见成效,但也带来土地严重盐渍化问题;法国、丹麦、澳大利亚和日本,特别注重实用技术的研究和完善推广服务体系,营造沙地牧场防护林和沿海防护林,建立良种选育繁育场、沙地园艺场和农副产品基地,并为农户开展技术咨询服务;非洲,特别是西非,在20世纪70年代经过几次大干旱袭击,加快了这一地区的荒漠化,使撒赫勒地区一些国家农牧经济受到很大威胁,其中:埃塞俄比亚、索马里等国,依靠联合国粮食与农业组织的援助,将草场超载游牧,改为划区打井、定点供水放牧,引起井区辐射状草场荒漠化,未能控制荒漠化问题;以色列开发干旱荒漠土地,侧重于水资源的收集与保存、节水型灌溉技术和污水回收利用技术的研究。用定型的配套技术和制备,建立沙漠粮食、水产、果树、蔬菜和花卉露天和温室集约经营生产基地。各类产品畅销欧洲市场,在这方面始终保持世界领先的地位;有些先进国家,把遥感航天新技术用于荒漠化土地监测,预报其发展趋势,提出防治对策,取得明显环境保护和社会经济效益。各种作业机械化、资源产业化等也是国际发展的方向。目前国际上荒漠化研究与发展的总趋势:从景观生态系统入手,研究系统中各组成单元的相互关系,着重于环境的保持、植被的重建和提高,以及合理开发利用荒漠地区资源,实现生态—经济—环境—人口持续发展。

二、国内荒漠化防治研究

我国沙漠化防治的深入研究工作是在新中国成立后进行的。新中国成立以来,由于党和政府的高度重视,我国的防沙治沙取得了巨大成就,防、治、用三方面的研究水平和技术措施取得了长足进展。先后完成了沙漠与沙地综合考察,进行了全国土地荒漠化普查与监测,开展了定位研究与区域治理模式示范研究,并取得了不少研究成果。基本查清了沙漠化土地的分布面积和风沙危害程度。特别是改革开放以来,随着我国经济高速增长,国家和地方普遍都增加了对防沙治沙工程和科学技术的投入,加之农民群众对保护其生存、生产环境的迫切需求,开展防沙治沙技术与示范具有良好的外部环境和坚实的物质、技术基础,组织实施防沙治沙重大科技攻关的条件已经具备,时机已经成熟。另外,沙化地区虽然自然环境恶劣,但土地、矿产、生物、光热资源丰富,综合实力较强,具有较大的自然资源开发潜力;“九五”期间,科技部将防治荒漠化研究首次单独立项列为国家重点科技攻关项目——“荒漠化治理技术与示范”,分别在干旱区、半干旱区和半湿润区的8个省(自治区、直辖市)建成各具特色的试验示范基地10个、示范点51个,实际完成试验示范区建设任务18.8万亩*,取得了新产品10项,新技术、新工艺58项,新材料51种,研制成功五角枫脱壳设备

* 1公顷=15亩

1套,获专利1项,经专家鉴定的科技成果共25项。在干旱区水分平衡的风险评价、植物种质资源的适宜性评价、沙漠土壤盐分动态规律研究等领域丰富和发展了荒漠化及其相关学科,沙质荒漠化监测与评价指标体系研究跨入了世界先进行列。总结过去防沙治沙区域示范技术,科技工作者创造性地提出“飞播固沙造林”、“草方格、五带一体铁路造林固沙”等防沙治沙综合技术;以及毛乌素沙区生态环境保护和农牧业可持续发展的“三圈模式”、黄土高原的土—草—畜—产品为一体的“草地农业农牧耦合放大”模式等。这些防沙治沙科技成果为我国有效防治土地沙漠化,保护、改善生态环境,发展沙区经济,以及制定宏观决策,提供了扎实的科学依据与技术基础。

我国的防沙治沙科技开发工作始于20世纪50年代末期。经过40多年的开发、实验、示范和技术集成,取得了一批先进的技术成果,创造了许多先进、适用的技术。这些技术主要包括:(1)固沙与阻沙技术,主要有工程防沙技术(如高立式沙障阻沙、草方格固沙)、化学固沙技术(如沥青乳液覆盖沙面固沙)生物防治技术(营造防护林、飞播造林、封沙育林育草);(2)沙区节水技术,主要有渠道防渗、低压管道输水、喷灌、微喷灌、田间节水等技术;(3)荒漠化土地综合治理与开发技术,主要有农业上的引水拉沙造田、老绿洲农田改造、沙地衬膜水稻栽培、盐碱土改良、抗风蚀农业耕作、日光温室、地膜覆盖栽培和无土栽培等技术,牧业上的合理轮作、饲草加工、草场改良和温室养殖等技术,农牧综合技术主要有“小生物圈”技术、“多元系统”技术和“生态网”技术等。以上述技术为依托,经过优化集成,形成了一批适合不同地区、不同行业、各具特色的防沙治沙模式。主要包括:赤峰模式—一半湿润区荒漠化土地治理与开发、榆林模式—一半干旱区荒漠化土地治理与开发模式、临泽模式—一干旱区绿洲土地荒漠化防治、和田模式—一极端干旱区绿洲土地荒漠化防治模式、沙坡头模式—一干旱区铁路防沙固沙模式、塔里木模式—一极端干旱区沙漠公路防沙治沙模式、东胜模式—一半干旱区煤田矿区荒漠化土地整治模式、贵南模式—一青藏高原半干旱区旱作农业风蚀防治模式等。

40多年科研和生产的积累和发展,防沙治沙的科学试验条件、研究手段和仪器设备均得到了明显改善。国家林业局的支持下,全国已建立荒漠化监测定位研究站15个、国家级有关荒漠化防治的研究机构9个、省部级重点实验室11个、有10所院(系)从事防沙治沙的教学和科研工作。尤其是中西部的13个省、自治区和直辖市有50多个治沙单位,已建5个沙生植物园、18个治沙综合试验站或治沙中心。北京师范大学、兰州大学、南开大学、北京林业大学、西北农林科技大学、新疆“八一”农学院、内蒙古农业大学等大专院校均招收与防沙治沙直接相关的研究生,并已培养了大批防沙治沙专业人才,成为我国防沙治沙的重要科技教育基地。中国科学院系统,如寒区旱区环境与工程研究所(原兰州沙漠研究所)、地理科学与资源研究所、新疆生态与地理研究所(原生物、土壤与沙漠研究所)、沈阳应用生态研究所等单位在沙漠、荒漠化与防沙治沙等方面都做过大量的研究和试验示范工作,取得了显著的成绩,并建立了一大批科研示范基地。

近年来,防沙治沙的科研仪器设备更新换代加快,在“3S”技术应用,数据采集、转换、储存和分析等方面,多数已跨入世界先进水平;拥有野外站的沙地SPAC系统观测场和植被动态观测场、高空激光雷达测尘仪和野外风洞、室内稳定性同位素比值质

谱仪、原子吸收光谱仪、X-衍射仪、电子探针、图形工作站、数字化仪、扫描仪、静电绘图仪及各种 GIS 软件(ARC/INFO、ERDAS、EIS、EPPLES)等一大批先进的测试、分析仪器和数据、图形处理设备,已基本具备开展大规模防沙治沙技术攻关的条件。但从总体上,特别是野外自动测试仪器、室内自动取样分析仪器和计算机自动设备,以及综合性的野外实验场的建设、科技储备能力等,与先进国家相比,还比较落后,仍需更新、改善和建设。

2000 年,按国务院的部署,科技部会同国家林业局、农业部、北京市人民政府、河北省人民政府、内蒙古自治区人民政府和中国科学院,共同启动了首都圈防沙治沙应急技术与示范项目,率先采取了企业主标,产学研结合的方式,以沙产业培育开发为主要任务的防沙治沙技术与示范。项目的实施初步实现了通过培育和开发沙区资源,以企业为主体,依靠技术集成,实现生态建设、生产发展和生活水平提高的有机统一,走出了一条通过产业化、市场化机制,开展科技治沙的新路子。

长期以来,防沙治沙作为一项社会性、公益性的生态环境建设事业,各级政府和有关部门对此也十分重视。1992 年联合国环境与发展大会以后,我国率先在国际上制出《中国 21 世纪议程》和《中国执行联合国防治荒漠化公约国家行动方案》;国务院批准实施了《1991~2000 年全国治沙工程规划》,并设立了由 17 个有关部委组成的“中国防治荒漠化协调小组(联合国防治荒漠化公约中国执行委员会)”;全国已有 27 个省、直辖市、自治区成立了由政府 and 部门组成的防治荒漠化办公室,许多省(自治区)已将防沙治沙列入到各级政府的任期目标,并逐渐建立了防沙治沙行政责任制。自 1995 年 6 月 17 日第一个世界防治荒漠化日以来,每年的宣传活动,使全社会防治荒漠化意识显著提高,人民群众的科学意识普遍增强,为本项目实施提供了良好的群众基础。

然而,由于自然因素、人为不合理利用沙区资源等作用,目前我国的沙漠化仍然是治理速度赶不上沙化速度,有 1/3 的国土受到风沙的侵袭,每年沙漠化面积扩大速度高达 3436km²,直接经济损失达 540 亿元。土地的沙漠化已严重制约我国的国民经济发展,成为我国北方经济可持续发展的重大障碍,因此,尽管我们取得了不少成绩,但还迫切需要提高防沙治沙的科技水平,以及提高科技对防沙治沙的贡献率,研发出切实可行的与国家防沙治沙工程相适应的防沙治沙技术及综合治理的配套技术,从根本上扼制风沙灾害的加剧,实现沙区生态、经济、社会的可持续发展。

第四节 荒漠化监测概述

荒漠化监测,是 20 世纪 90 年代中期随着《联合国防治荒漠化公约》的签署而兴起的一个新兴领域,目前尚无成型的监测技术体系,世界各国都在积极进行探讨和研究。在与荒漠化监测紧密相关的生态监测领域,积长年之研究成果,已经形成了一套完整的监测技术体系,可以借鉴(孙保平,2000)。荒漠化监测主要是通过定期调查,掌握我国荒漠化土地的现状、动态及控制其发展所必需的信息,为国家、省(自治区、直辖市)防治荒漠化和制定政策、编制和调整规划计划,保护、改良和合理利用国土资源,实现可持续发展战略提供基础资料,为防治荒漠化服务。同时,也是履行《公约》,开展国际交流与合作的需要。它的主要任务是定期提供全国和各省(自治区、直辖市)干

旱地区不同荒漠化类型和程度的土地面积现状、动态宏观数据,分析自然和人为因素与荒漠化过程的相互关系,为防治荒漠化提出对策与建议。

一、荒漠化监测研究概况

新中国成立以来,中国政府和人民对荒漠化进行了积极的防治。作为防治荒漠化的基础性工作,在荒漠化调查和监测方面,也一直十分重视。《联合国防治荒漠化的公约》签署前,作为一个专业名词,过去我国一直把 Desertification 译作沙漠化,局限于土壤风蚀,流沙扩展所反映的土地退化,国际上也对荒漠化的本质、成因等方面的认识存在不同的看法。《公约》给出了荒漠化的定义,其得到了大多数人的认同。尽管对荒漠化存在认识上的差异,在过去的几十年中,我国科学工作者和有关部门对荒漠化所涉及的领域进行过许多理论研究,进行了大量的资源调查工作,在国民经济建设中起到了积极的作用。这些工作对今天开展荒漠化监测具有极大的借鉴意义,有关的方法和标准是今后荒漠化监测的基础。

1959年,中国科学院成立治沙队,围绕“查明沙漠情况,寻找治沙方针,制定治沙规划”的任务,连续3年对我国沙漠戈壁进行了多学科考察,基本查明了我国沙漠戈壁的面积、分布等情况,为国家治沙决策提供了依据。20世纪80年代初,水利部组织了全国土壤侵蚀调查,采用遥感方法,对全国土地的包括风蚀、水蚀和冻融在内的土壤侵蚀状况进行了调查,编制了1:50万到1:100万的土壤侵蚀图,这对于国土整治,特别是水土保持很有意义。80年代,中国科学院自然资源综合考察委员会应用遥感方法对全国土地资源进行评价,查明了全国盐渍化土地、退化土地及土地利用状况,编制了1:100万土地资源图。农业部门组织科研人员对中国南、北方草场资源情况进行了调查。由于经济发展的需要,有关部门先后组织完成了许多与荒漠化有关的资源调查,如全国土地详查、土壤普查、森林资源清查等。

1994~1996年,林业部组织技术人员在全国范围内进行了沙漠、戈壁及沙化土地普查。这次普查的面积为457万 km^2 ,采用地面调查与最新TM影象核对的方法,首次全面系统地查清了我国的沙漠、戈壁及沙化土地面积、分布现状和最近20年来的发展趋势,为防沙治沙和防治荒漠化提供了非常有用的信息数据。

从调查方法上看,经历了实地考察、遥感调查直到现在的抽样与“3S”技术应用,调查手段和方法有了很大的发展,调查周期越来越短,调查数据的现实性更强,数据的精度也更高。随着信息时代的到来,经济建设对信息的需求越来越高,荒漠化监测将日益显出它的重要性。

除了资源调查外,在荒漠化相关领域的理论研究也取得了重要进展,在风沙物理学、沙漠成因、沙丘类型、干旱植被、防风固沙机理、干旱地区资源遥感、沙漠土壤、沙漠水文、评价指标等方面进行过系统的研究。这些研究成果为荒漠化监测奠定了良好的基础。

1995~1996年,中国防治荒漠化协调小组办公室组织有关部门的专家学者,利用我国境内1864个气象台(站)1981~1990年的气象数据,按公约要求,计算、划分气候类型,确定了荒漠化发生的气候地理区域。利用已有的沙化土地普查及土壤侵蚀、草场资源、土地资源调查资料,编制了1:100万和1:250万全国荒漠化土地分布图,初步

搞清楚了全国的荒漠化状况,并在此基础上编写了《中国荒漠化报告》。根据该报告,全国发生荒漠化的地理范围(即湿润指数 0.05 ~ 0.65 之间的地区)总面积为 331.7 万 km^2 , 占国土总面积的 34.6%; 荒漠化土地面积为 262.2 万 km^2 , 其中风蚀荒漠化土地 160.7 万 km^2 , 水蚀荒漠化土地 20.5 万 km^2 , 冻融荒漠化土地 36.3 万 km^2 , 盐渍化土地 23.3 万 km^2 , 其他原因引起的荒漠化土地 21.4 万 km^2 ; 沙化土地面积每年以 2 460 km^2 的速度扩展。荒漠化严重制约着干旱地区的经济发展(林进,周卫东,1998)。

受气候变异及人类活动(包括破坏和治理两方面)的影响,荒漠化状况会不断发生变化。1994 年 10 月中国政府在法国巴黎签署《公约》后,根据国内防治荒漠化对信息的需求和《公约》中有关缔约方进行信息的收集、分析和交流的条款,中国政府决定成立荒漠化监测中心,以能及时掌握荒漠化现状和变化的宏观信息,评价危害程度和防治效果,为制定政策、编制计划和规划提供信息资料。荒漠化监测是防治荒漠化的一项基础工作,中心成立后,在全国防治荒漠化工作协调小组秘书处的领导下,就建立全国荒漠化监测体系开展了一系列的技术准备工作。1994 年底至 1995 年初,制定了《中国荒漠化监测原则技术方案》,通过了专家论证;1995 ~ 1996 年进行了宁夏试点,就原则技术方案所提出的技术思路进行研究探索,基本明确了监测的技术方法;在宁夏试点的基础上,编写了技术方案和技术规定,计划 1998 年开展第一次荒漠化监测工作。

二、荒漠化技术框架及评价指标体系

(一)荒漠化监测的层次

全国荒漠化监测在 3 个层次上开展工作:

(1)荒漠化土地宏观监测

以省(直辖市、自治区)干旱地区为总体,采用遥感技术及抽样方法(1999),提供各省(直辖市、自治区)干旱地区的荒漠化土地面积现状和动态宏观数据。各省(市区)数据之和即为全国数据(张克斌,申元村,王贤,2002)。其中,荒漠化和沙化土地面积较小且分布零散的省区采用地面调查(杨维西,李梦先,1999)。

(2)重点地区监测

主要是对荒漠化扩展活跃地区或治理成效显著地区以及突发性事件(沙尘暴、水灾、工矿开发)造成土地荒漠化的特殊监测,其监测范围与时间间隔均根据情况需要而定(杨维西,李梦先,1999)。根据条件和条件,定期提供受关注局部地区的荒漠化土地面积现状和动态详细情况;

(3)典型定位监测

根据自然和社会经济特点,在不同类型区选择有代表性的地点建立固定的监测站点,对与荒漠化形成的相关因子进行长期系统的监测,提供荒漠化发生发展的成因、过程与治理对策及效果等,以定位观测土地荒漠化过程。

上述荒漠化监测的 3 个层次,相互独立,互为补充,构成了全国荒漠化监测的有机整体。其中第一个层次,即面上宏观监测主要提供全国荒漠化土地及沙化土地的宏观数据,即监测的结果。而后两个层次则从不同侧面提供了对全国宏观监测结果的分析、阐释,并可据此提出对策与建议(林业部防治荒漠化办公室,1995)。

(二) 监测周期

荒漠化土地宏观监测以 5 年为一个监测周期, 重点地区的监测周期根据技术、经费状况确定(林进, 周卫东, 1998)。

(三) 气候区划

我国的研究人员近期已根据国际上广泛应用的 C. W. Thornthwaite 经验公式(Thornthwaite C. W., 1948), 利用中国境内 1864 个气象台(站)1981 ~ 1990 年的气象数据, 计算、划分为极干旱、干旱、半干旱、亚湿润干旱及湿润气候类型区。

(四) 荒漠化监测的方法

荒漠化监测可以分为地面监测、空中监测和卫星监测 3 种方法。地面监测又称人工监测, 它主要是通过人工地面观察、测量和建立生态监测站的方法进行。后两种方法又称遥感监测。

三、荒漠化典型定位监测

(一) 目的意义

作为全国荒漠化监测体系的重要组成部分的典型定位监测, 主要目的是为全国荒漠化监测提供一定地区更为详细的土地荒漠化成因、过程、发展动态、治理成效等基础数据, 为分析全国荒漠化提供基础支撑, 同时, 也是开展国际交流与合作的需要。

(二) 荒漠化定位站主要监测内容

(1) 土地利用状况(结构)变化情况

考虑到土地利用对荒漠化的影响, 因此土地利用状况监测是荒漠化监测的主要内容之一。定位监测就是对区域内土地利用情况进行调查统计, 如对监测区内耕地、林地、草地居民及工矿交通用地变化情况进行调查。

(2) 社会经济状况

具体包括调查当地土地面积、人口及密度、总产值及各业产值、农牧民收入状况、畜牧业状况(数量、结构)、农林牧各业产量、载畜量(理论与实际)、农村能源状况等。

(3) 气候变化状况

主要包括: 温度、降水(包括雨量、强度、雨型)、大风及风沙日数、沙尘暴发生频率、地表辐射率、干燥度等。

(4) 植被变化状况

调查监测区内植被的分布、组成、生物量、多度、盖度等因子;

(5) 土壤状况

土壤机械组成、水分、养分、盐渍化变化状况, 地表形态;

(6) 与荒漠化有关的主要社会经济活动

包括经济、生产、交通等各种人为造成土地荒漠化的活动;

(7) 荒漠化治理状况

对现已实施或正在实施的治理工程及所采用的治理措施、治理方式和效果进行评价分析。