

甘肃省荒漠化防治重点实验室资助

GANSU SHENG
GOUZHI HUANGMOHUA
JIANCE

甘肃民勤荒漠草地生态系统
国家野外科学观测研究站资助

甘肃省

魏怀东 周兰萍 陈芳 丁峰 胡小柯 编著

沙质荒漠化监测

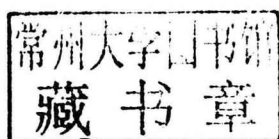
保护生态环境

促进生态文明建设

甘肃科学技术出版社

甘肃省沙质荒漠化监测

魏怀东等编著



甘肃科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

甘肃省沙质荒漠化监测 / 魏怀东等编著. — 兰州 :
甘肃科学技术出版社, 2009.9
ISBN 978-7-5424-1247-8

I. ①甘… II. 魏… III. 荒漠化-监测-甘肃省 IV.
P942.420.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 153515 号

责任编辑 刘钊 (13919356432 Lz928@sina.com)
封面设计 黄伟
出版发行 甘肃科学技术出版社 (兰州市南滨河东路 520 号 0931-8773237)
印 刷 兰州奥林印刷有限责任公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 15.75
字 数 345 千
插 页 2
版 次 2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月第 1 次印刷
印 数 1~1 000
书 号 ISBN 978-7-5424-1247-8
定 价 36.00 元

前 言

防治荒漠化,保护生态环境,建设生态文明,实现可持续发展,是全球面临的最紧迫的问题。全球 $2/3$ 的国家和地区, $1/5$ 的人口, $1/4$ 的陆地面积受到荒漠化的危害,每年因荒漠化造成的直接经济损失高达 423 亿美元,其中尤其以沙质荒漠化最为严重,荒漠化已经成为导致贫困和阻碍社会经济可持续发展的重要因素。中国是世界上荒漠化和沙化面积大、分布广、危害重的国家之一。中国由于地域广阔,气候类型千差万别,导致土地荒漠化类型程度复杂多样。引起荒漠化的因素也各不相同,防治荒漠化任重道远。

荒漠化监测是了解和掌握荒漠化基本状况,分析其扩展原因,科学规划和防治荒漠化的前提和基础。近年来,国外和国内的许多专家学者及相关组织就荒漠化概念、荒漠化类型和程度的划分、用什么资料、如何进行荒漠化监测等问题进行了广泛的讨论和实践,荒漠化监测取得了长足的进步,得到了许多监测成果,这些成果在荒漠化防治当中发挥了巨大的作用。中国先后进行了几次荒漠化监测,并把荒漠化监测写进了《防沙治沙法》,初步建立了适合中国国情和实际的,由宏观监测、专题监测和定位监测三个层次组成的全国荒漠化和沙化监测体系。但荒漠化监测是一项涉及多学科、多领域的复杂系统工程,目前还没有十分成熟的监测方法、模式,尚处于不断地完善之中,还存在一些概念上的理论分歧和方法上的不一致。

甘肃省深处大陆内部,地形地貌复杂,气候多样,荒漠化类型和程度诸

多,是中国受荒漠化危害最为严重的省份之一。其风蚀荒漠化主要集中在河西走廊、环县和玛曲;水蚀荒漠化主要集中在河东的黄土高原;盐渍荒漠化主要集中在河西内陆河流域;冻融荒漠化集中在祁连山区。

甘肃省治沙研究所结合相关项目针对省内的沙质荒漠化进行了监测,值此甘肃省治沙研究所成立 50 周年之际集结成书,以示祝贺。本书第一、二章参考国家荒漠化监测中心和甘肃省荒漠化监测中心发布数据撰写,其余各章参考甘肃省治沙研究所相关项目数据撰写,由于所采用的方法和资料存在差异,因此部分数据有所差异,请读者酌情参考使用。

本书第一、二、七章由魏怀东完成,第三、四章由周兰萍完成,第五章由丁峰完成,第六、八章由陈芳完成,胡小柯完成部分数据处理。本书在撰写过程中得到了王继和研究员和甘肃省治沙研究所同仁的指导与支持,在此一并表示衷心感谢。由于作者水平有限,不妥及错误之处在所难免,恳请同仁和读者批评指正。

编者

2009 年 3 月

目 录

第一章 沙质荒漠化	(1)
第一节 沙质荒漠化概念及其发展历程.....	(1)
第二节 中国土地荒漠化和沙化土地.....	(3)
第三节 荒漠化监测评价.....	(4)
第四节 全国荒漠化和沙化监测技术规定(试行)	(16)
第二章 甘肃省土地沙质荒漠化	(38)
第一节 甘肃省自然概况	(38)
第二节 甘肃省荒漠化土地概况	(40)
第三节 甘肃省土地荒漠化动态监测	(42)
第四节 甘肃省土地沙质荒漠化监测	(48)
第五节 甘肃土地沙质荒漠化驱动因素	(60)
第六节 甘肃土地沙质荒漠化防治	(61)
第三章 石羊河流域土地沙质荒漠化(1987~2005 年)	(63)
第一节 石羊河流域自然概况	(63)
第二节 石羊河流域荒漠化土地分布及其特征	(66)
第三节 石羊河流域土地沙质荒漠化监测与评价	(70)
第四节 石羊河流域土地沙质荒漠化驱动因素.....	(105)
第五节 存在的问题及防治对策.....	(109)
第四章 黑河流域中游张掖市土地沙质荒漠化(1987~2001 年)	(113)
第一节 黑河流域自然概况.....	(113)
第二节 黑河中游地区张掖市荒漠化历史概况.....	(119)
第三节 张掖市荒漠化土地分布及其特征.....	(120)
第四节 张掖市荒漠化土地监测与评价.....	(122)
第五节 张掖市荒漠化土地驱动因素.....	(132)

第六节 张掖市荒漠化土地治理对策探讨·····	(135)
第五章 疏勒河流域土地沙质荒漠化(1987~2001 年) ·····	(139)
第一节 疏勒河流域自然概况·····	(139)
第二节 疏勒河流域荒漠化土地分布及其特征·····	(144)
第三节 酒泉市荒漠化土地动态监测及评价·····	(152)
第四节 疏勒河流域土地沙质荒漠化驱动因素·····	(159)
第五节 疏勒河流域生态可持续发展对策措施·····	(162)
第六章 黄河首曲土地沙质荒漠化·····	(165)
第一节 黄河首曲自然概况·····	(165)
第二节 黄河首曲生态地位·····	(166)
第三节 黄河首曲草地沙化现状·····	(167)
第四节 近十年黄河首曲草地沙化动态·····	(169)
第五节 黄河首曲草地沙化成因·····	(173)
第六节 黄河首曲生态环境保护、恢复的对策与建议 ·····	(177)
第七章 沙质荒漠化发展——民勤绿洲土地沙质荒漠化·····	(182)
第一节 民勤绿洲概况·····	(182)
第二节 民勤绿洲沙质荒漠化的三个历史阶段·····	(182)
第三节 民勤绿洲近三十多年来土地沙质荒漠化表现形式·····	(186)
第四节 民勤绿洲 1987~2001 年土地荒漠化监测 ·····	(187)
第五节 民勤绿洲 1998~2003 年土地荒漠化监测 ·····	(201)
第六节 民勤绿洲荒漠化成因分析·····	(206)
第七节 民勤绿洲荒漠化近期变化的思考·····	(218)
第八章 沙质荒漠化逆转——古浪县绿洲、荒漠过渡带土地沙质荒漠化 ·····	(220)
第一节 古浪县绿洲、荒漠过渡带自然概况 ·····	(220)
第二节 土地生态恢复建设及现代绿洲开发·····	(222)
第三节 资料与方法·····	(223)
第四节 绿洲—荒漠过渡带土地沙漠化现状及动态变化研究·····	(227)
第五节 绿洲—荒漠交错带景观格局分析·····	(231)
第六节 绿洲—荒漠过渡带荒漠化发展态势与景观动态·····	(243)
第七节 干旱荒漠区退化生态系统恢复的思路与建议·····	(244)

第一章 沙质荒漠化

第一节 沙质荒漠化概念及其发展历程

土地荒漠化是指包括气候变化和人类活动在内的诸多因素作用下,干旱、半干旱及亚湿润干旱地区的土地退化(国际荒漠化公约,1994年)。土地沙质荒漠化简称沙漠化,是荒漠化的一种主要类型,是指在干旱、半干旱及部分半湿润地带脆弱的生态条件下,由于人为过度的经济活动,破坏生态平衡,导致土地出现以风沙活动为标志,地表呈现类似沙漠景观的土地退化过程(朱震达,1993)。

关于土地荒漠化和沙漠化的研究最早是1949年由法国的森林学家奥布立维尔(A. Aubreville)发起的,其在研究非洲撒哈拉大沙漠以南撒赫尔地区的生态问题时,发现这一地区的热带森林被滥伐和火烧之后,森林界线后退了60~400km,热带森林演变成草原,热带草原演变成成为类似荒漠的景观,于是将这种生态系统退化与破坏过程称之为“desertification(荒漠化)”,并在《热带非洲的气候、森林与荒漠化》一书中首次提出土地荒漠化。

以后的数十年中,针对类似现象曾提出多个名词术语,如 desertification, desert, encroachment, desert creep, expand desert 等。关于荒漠化(desertification)的理解问题也引起了全球性的大讨论,国际上曾经提出了100多个定义,而这些争议都或多或少地与沙质荒漠化有关。

1972年,在斯德哥尔摩召开的人类环境会议,成立了联合国环境规划署(UNEP),荒漠化问题开始引起全球性的关注。1975年UNEP在伊朗召开了“同荒漠化抗争”的会议。这期间对荒漠化的理解局限于沙漠的沙丘前移,固定沙丘、沙地的活化与沙漠的扩展等,即沙质荒漠化(朱震达,1992)。

土地荒漠化作为一个生态环境问题引起国际社会的广泛关注,主要是由于非洲的撒哈拉地区,1968~1973年持续5~6年之久的干旱,造成严重的人与牲畜饥饿和死亡的灾难所引起的。1977年在肯尼亚首都内罗毕召开的联合国荒漠化大会,第一次对这个问题进行了全球性讨论,会议把荒漠化列入国际议程,作为一个全球性经济、社会和

环境问题。会议制定了《防治荒漠化行动计划》(RACD),其中载有一系列指导方针和建议,主要在于帮助受影响国家拟定计划对付荒漠化,并激发和协调国际社会提供援助。这次会议把“荒漠化”统一于“desertification”这一术语,认为“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”。

1990年,UNEP在内罗毕召开了荒漠化评估特别顾问会议,总结了1977年以来荒漠化的现状与发展趋势,重新确定了荒漠化的范围,提出了荒漠化的新定义“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”,包含了风蚀、水蚀、沙化等所有的土地退化。

1992年6月,联合国环境与发展大会将防治荒漠化这一全球性环境问题作为重要内容,纳入《21世纪议程》等几个框架文件,根据这次大会形成的47/118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5次讨论,最终签订《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《防治荒漠化公约》),公约对荒漠化确切的定义为“荒漠化是指包括气候变化和人类活动在内的多种因素作用下,干旱、半干旱及亚湿润干旱区的土地退化”。

在《防治荒漠化公约》签署以前,早在20世纪40年代初期,田家英在延安《解放日报》上发表题为“沙漠化的愿望”一文(1941~1942年),曾提出“沙漠化”这一术语。1977年内罗毕“联合国荒漠化大会”以后,由于传统和习惯等原因,中国一直把“Desertification”译作沙漠化,并在学术界和社会上得到了广泛的应用,对其内涵的理解,局限于土壤风蚀、流沙扩展所表现的土地退化,此间最具代表性的当属朱震达先生提出的沙漠化定义:“在干旱、半干旱及部分半湿润地带脆弱的生态条件下,由于人为过度的经济活动,破坏生态平衡,导致土地出现以风沙活动为标志,地表呈现类似沙漠景观的土地退化过程。”但同时在国内和国际上对于“Desertification”的内涵、本质和成因等方面的认识存在不同的看法和争议。

在《防治荒漠化公约》签署以后,国际和国内对于“Desertification”的理解逐步统一到“荒漠化”这一术语,并按照公约定义的“荒漠化是指包括气候变化和人类活动在内的多种因素作用下,干旱、半干旱及亚湿润干旱区的土地退化”的内涵予以理解使用。荒漠化类型主要包括:风蚀荒漠化、水蚀荒漠化、冻融荒漠化、盐渍化,及其他原因引起的植被退化,荒漠化程度分为轻度、中度、重度和极重度四级。

对于多年习惯了的“沙漠化”,被认为是“风蚀荒漠化”的一种类型,在很多文献中,经常能够看到沙化、风沙化等名词术语,对于它们没有固定的解释,一般认为是沙漠化的同义词。有时为了区别于干旱、半干旱以外地区由于风沙活动并形成风沙地貌景观的土地退化现象,而把湿润及半湿润沿河沙地和滨海沙地的形成发展过程称为“风沙化”,形成的地貌景观称为风沙化土地,这在第三次中国荒漠化和沙化监测中得到了推广应用,把发生在中国海南省、江苏省、福建省、浙江省、云南省、湖南省、湖北省、广东省、广西壮族自治区、安徽省、江西省、四川省、重庆市等地的沿河沙地和滨海沙地的形成发展过程,也加入到了荒漠化和沙化监测范围之内。

第二节 中国土地荒漠化和沙化土地

中国荒漠化土地总面积为 26 361.68 万 hm^2 (2004 年全国荒漠化监测结果,下同), 占中国国土总面积的 27.46%, 位于东经 $74^{\circ}\sim 119^{\circ}$, 北纬 $19^{\circ}\sim 49^{\circ}$, 主要分布在新疆维吾尔自治区、内蒙古自治区、西藏自治区、甘肃省和青海省五省区(详见表 1-1)。从荒漠化土地分布的气候类型区分析:干旱区荒漠化土地面积为 11 500.15 万 hm^2 , 占荒漠化土地总面积的 43.62%, 半干旱区荒漠化土地面积为 9718.02 万 hm^2 , 占荒漠化土地总面积的 36.86%, 亚湿润干旱区荒漠化土地面积为 5143.51 万 hm^2 , 占荒漠化土地总面积的 19.52%。从荒漠化类型分析:风蚀荒漠化土地面积为 18 394.08 万 hm^2 , 占荒漠化土地总面积的 69.77%, 水蚀荒漠化土地面积为 2593.10 万 hm^2 , 占荒漠化土地总面积的 9.84%, 盐渍化土地为 1737.90 万 hm^2 , 占荒漠化土地总面积的 6.59%, 冻融荒漠化土地为 3636.63 万 hm^2 , 占荒漠化土地总面积的 13.80%。从荒漠化程度分析:轻度荒漠化土地面积为 6310.73 万 hm^2 , 占荒漠化土地总面积的 23.94%, 中度荒漠化土地面积为 9853.26 万 hm^2 , 占荒漠化土地总面积的 37.38%, 重度荒漠化土地面积为 4333.63 万 hm^2 , 占荒漠化土地总面积的 16.44%, 极重度荒漠化土地面积为 5864.04 万 hm^2 , 占荒漠化土地总面积的 22.24%。

表 1-1 中国荒漠化土地面积统计表(2004 年)

单位: hm^2

统计单位	面积	统计单位	面积	统计单位	面积
北京	7 246.6	吉林	202 622.8	西藏	43 348 725.5
天津	10 762.3	山东	993 875.9	陕西	2 987 801.8
河北	2 316 669.0	河南	10 431.8	甘肃	19 347 754.0
山西	1 627 715.6	海南	36 266.9	青海	19 166 248.9
内蒙古	62 238 226.3	四川	467 991.8	宁夏	2 974 474.4
辽宁	687 261.5	云南	34 391.9	新疆	107 158 291.1
全国合计	263 616 757.8				

中国沙化土地总面积为 17 396.63 万 hm^2 , 占全国国土面积的 18.12%。主要分布在新疆维吾尔自治区、内蒙古自治区、西藏自治区、甘肃省和青海省五省区(详见表 1-2)。从沙化类型分析:流动沙丘(地)面积为 4115.99 万 hm^2 , 占沙化土地总面积的 23.66%, 半固定沙丘(地)面积为 1787.76 万 hm^2 , 占沙化土地总面积的 10.28%, 固定

沙丘(地)面积为 2 746.53 万 hm²,占沙化土地总面积的 15.79%,沙化耕地面积为 463.46 万 hm²,占沙化土地总面积的 2.66%,戈壁面积为 6 622.61 万 hm²,占沙化土地总面积的 38.07%,风蚀劣地(残丘)面积为 648.3 万 hm²,占沙化土地总面积的 3.73%,露沙地面积为 1 011.02 万 hm²,占沙化土地总面积的 5.81%,非生物工程治沙地面积为 0.96 万 hm²。

表 1-2 中国沙化土地面积统计表(2004 年)

单位:hm²

统计单位	面积	统计单位	面积	统计单位	面积
北京	54 621	安徽	126 901	重庆	2 748
天津	15 615	福建	45 068	四川	914 357
河北	2 403 498	江西	74 994	贵州	6 679
山西	705 463	山东	793 798	云南	45 297
内蒙古	41 593 570	河南	646 293	西藏	21 684 285
辽宁	549 602	湖北	191 629	陕西	1 434 397
吉林	710 704	湖南	58 814	甘肃	12 034 568
黑龙江	528 663	广东	109 528	青海	12 558 341
江苏	590 873	广西	211 578	宁夏	1 182 628
浙江	58	海南	63 439	新疆	74 628 303
全国合计	173 966 311				

第三节 荒漠化监测评价

一、荒漠化监测评价历史与现状

从世界范围荒漠化监测与评价的整体状况来看,最早对世界范围的荒漠化做出系统评价的是联合国粮农组织、联合国教科文组织和世界气象组织。1977 年 8 月 29 日到 9 月 9 日联合国荒漠化问题会议上,他们提出了 1:25 000 000 世界荒漠化图及说明。说明中指出,全世界荒漠化危害程度的评价,是主观地根据气候、土地固有的脆弱性和人畜压力等标准做出的。因此,监测荒漠化发展趋势,掌握其动态变化规律,对荒漠化程度进行评估分级,是国际荒漠化研究的重要内容。

(一) 国外荒漠化监测评价

国外荒漠化监测指标体系研究经历了约 30 年的时间,处于不断完善之中。1977 年联合国荒漠化大会后,Berry 和 Ford 以气候、土壤、植物、动物和人类影响等为依据,

首次提出了有地面反射率、尘暴、降水、土壤侵蚀与沉积、盐渍化、生产率、生物量、生育率等用于全球范围的 4 级监测指标体系,指标以气候因子为主体,未考虑人为活动因素。之后 Reining(1978 年)对荒漠化的有关指征进一步归纳,考虑到自然因素和人为因素的相互联系,提出由物理、生物、社会三方面众多指标组成监测指标体系,Dregne 则根据各种土地利用类型确定了包括物理及生物的、社会的两个方面指征的荒漠化指标体系。1983 年出版了 1:250 000 的苏联干旱区荒漠化图。这期间由于对荒漠化概念理解不同,在指标选取上各有侧重,有的提出以土壤退化(以土地生产力反映)或植被退化(以群落类型表示)作为评价荒漠化土地指标。土库曼斯坦沙漠研究所认为,一定的土地利用类型对应一定的荒漠化类型,如植被退化、风蚀、水蚀、盐渍化等均有不同的荒漠化指征。

联合国粮农组织(FAO)和联合国环境规划署(UNEP)在《荒漠化评价和制图的暂行方法》中将荒漠化划分为植被覆盖退化、风蚀、水蚀、盐碱化、土壤板结、土壤有机质减少和土壤中有毒物质的过量积累 7 种类型,并从现状、速度和危险性 3 个方面对每一种类型制定了具体的评价指标。国际土壤咨询和信息中心与 UNEP 在进行全球土壤退化评价时,将人为引起的土地退化分为风蚀、水蚀、物理退化和化学退化 4 种类型,并将退化程度分为轻度、中度、重度和极重度 4 级。Mabutt 将荒漠化评价指标分为直接指标和间接指标,直接指标用于对发生退化的土地生态系统进行诊断,而间接指标反映的是与发生退化的土地生态系统相关的系统内因荒漠化而产生的各种相互作用,但没有解释怎样使用这些指标。Hunsaker 和 Carpenter 在美国环保局的环境监测与评估项目(*Environmental Monitoring and Assessment Program*, EMAP)中提出了压迫反应指标体系,近年来被很多研究者采用并得到进一步完善与发展,如 Imeson 使用 Kosmas 等提出的“关键指标”的概念,采用 3 类关键功能响应指标来评价土地退化,即水调节功能丧失指标、生态系统(生产力)恢复功能丧失指标和水土保持功能丧失指标。通常在不同尺度上可挑选很多指标,但仅有少数指标被真正用于荒漠化监测与评估。

Hammond 等认为,对于环境评价,决策者和公众只需要少数综合性指标,而且这些指标应该易于测量、对外来干扰非常敏感、测量成本较低,例如,植被指数(NDVI)及其变化被认为是比较理想的适用于荒漠化动态评估的大尺度的宏观指标。

(二) 国内荒漠化监测评价

由风蚀引起的荒漠化(即沙质荒漠化)在中国分布广泛,影响和危害严重,中国学者和政府部门对此高度重视。但在联合国《防治荒漠化公约》签订以前,中国荒漠化研究主要集中于沙漠化。

朱震达首先提出一套荒漠化评价指标,由沙漠化土地年扩大率大小、流沙面积占土地面积的百分比、沙漠化土地景观的形态组合特征 3 个指标和植被覆盖度、土地滋生力、农田系统的能量产投比、生物生产量 4 个辅助指标构成,并将沙漠化程度划分为潜在、正在发展中、强烈发展和严重 4 级。而后,吴正、陈渭南、胡孟春和中国科学院黄土高原综合科学考察队也分别提出了一些类似指标,但限于当时研究的局限性,在荒漠

化监测与评价研究中,只关注沙质荒漠化,仅对荒漠化程度进行评价,没有考虑荒漠化监测与评价的基准问题,研究多从案例入手,提出的一些评价指标不够全面、系统,没有真正提出构建荒漠化监测与评价的指标体系。

20 世纪 90 年代以来,为了全国荒漠化监测的需要和履行联合国《防治荒漠化公约》,国内的荒漠化研究包括了各种类型的荒漠化土地,荒漠化监测与评价研究,得到学术界和政府部门的广泛关注。慈龙骏等根据联合国《防治荒漠化公约》对荒漠化的定义,采用 Thornthwaite 计算可能蒸散量的方法初步确定了中国荒漠化潜在发生范围,该结果一直被作为全国荒漠化监测的范围。之后,在全国沙漠、戈壁和沙化土地普查以及土壤侵蚀、草地资源和土地资源调查的基础上,编制了全国荒漠化土地分布图。1999 年进行了第一次全国荒漠化监测,国家林业局编制了《荒漠化监测评价指标和技术规范》。技术规范的基本框架是:

(1)按照湿润指数将荒漠化发生地区划分为 3 种气候类型区:干旱区,半干旱区,亚湿润干旱区。

(2)按照土地利用方式将荒漠化土地划分为 6 种土地利用类型:耕地,林地,草地,居民,工矿,交通用地,水域,未利用地。

(3)按照造成荒漠化的主导自然因素将荒漠化土地划分为 4 种类型:风蚀,水蚀,盐渍化,冻融。

对不同类型的土地选取 3~4 个指标,以打分的方式确定荒漠化土地的退化程度。这套指标体系主要用于荒漠化程度的监测和评价。从结构上看,它比较系统,并在实践中得到应用。存在的主要问题是:除了耕地评价指标—作物产量下降率外,其他指标都没有考虑荒漠化评价基准,使得不同自然条件下的荒漠化土地处于同一起跑线上被评价,导致在评价过程中过分夸大了处于比较严酷自然条件下的未退化土地或轻度退化土地的荒漠化程度,这可能是造成中国极重度和重度荒漠化土地面积所占比重远远高于全球平均水平的主要原因。另外,评价指标的选取和不同退化程度阈值的确定主观性较大。所以一些学者对荒漠化或沙漠化监测与评价指标体系进行了探讨。

董玉祥等认为,荒漠化监测指标体系包括 3 个部分:①沙漠化危险性指标;②沙漠化状态指标,包括沙漠化状况指标和沙漠化速率指标;③沙漠化危害指标,包括生态危害指标和经济危害指标。

刘玉平认为,荒漠化评价指标包括 3 个方面:即荒漠化程度评价、荒漠化发展速度评价和荒漠化综合评价。荒漠化综合评价指在荒漠化现状和发展速率基础上考虑自然条件的脆弱性和人类带来的环境压力等,相当于荒漠化危险性评价。按照土地利用类型可划分为 3 种荒漠化类型:草场荒漠化、灌溉耕地荒漠化和雨养耕地荒漠化。

孙武等对监测和评价荒漠化程度的指标体系进行了比较深入地探讨,认为指标体系的建立必须遵循地带性原则,即不同生物气候带的指标体系是有差异的。李锋和高尚武等在评价方法方面进行了非常有益地探索。李锋提出了荒漠化监测的生态环境与社会经济评价指标体系,给出每个指标的上限值和下限值(相当于基准),然后以评价值

占上限值与下限值之间差值的百分比来表示单个指标的评价结果,最后用欧氏距离评价模型来计算综合评价结果。高尚武等赋予不同指标权重,再将各个指标的等级量化,通过建立荒漠化现状综合评价模型来计算荒漠化程度得分,采用得分为荒漠化土地进行评价,并可使不同类型之间荒漠化程度进行比较。此外,还有很多学者也对荒漠化监测评价指标体系的原则、尺度、构建方法以及荒漠化监测手段等进行了探讨。归纳起来,国内外主要的荒漠化指征及指标体系比较如表 1-3 所示。

为适应中国荒漠化监测工作的需要,1998 年国家林业局制定了全国荒漠化监测主要技术规定(试行),规定共包括 9 章和两个附件。第一章总则;第二章土地分类系统;第三章荒漠化程度评价;第四章自然和社会经济状况调查技术标准;第五章宏观监测;第六章重点地区监测;第七章数据处理;第八章检查验收;第九章附则;附件一荒漠化监测调查与统计表;附件二调查因子代码。在其后的工作过程中,又先后制定了全国荒漠化土地监测南方省区沙化土地监测技术操作办法(1999),全国荒漠化典型地区定位监测主要技术规定(2001),环北京地区防沙治沙工程及沙地监测主要技术规定(2001)等。

国内沙质荒漠化监测评价与制图的指标研究有众多学者做过探索。朱震达、陈广庭、崔书红提出利用地理景观及土地沙漠化发展,判断沙漠化程度的指标为荒漠化土地扩大率;从生态角度判断则以植被盖度大小作为荒漠化程度的参考指标;从地表形态发展阶段划分沙漠化发展状况,综合遥感手段和地面实查,区别各种程度的沙漠化的主要标志。胡孟春以景观学为指导采用单要素评价,然后以主导因素法确定土地沙漠化类型,应用模糊综合评判法对科尔沁沙地进行分类定量指标评价。董玉祥等提出由沙漠化状况和沙漠化危害性指标构成评价指标体系。马世威等以沙丘形态为评价标志。安惠民提出将自然环境特征、生态环境、荒漠化过程特征和人为活动纳入监测指标体系。刘建军提出,根据指数法和指标体系法评价荒漠化程度,用干燥度指数作为评价指标。李华新则提出了以荒漠生态环境指标、荒漠生物指标和社会经济指标 3 个子系统共 87 个指标组成监测评价多指标分级综合描述法。王军厚、孙司衡提出了包括气候区、外营力、土地利用类型、地表特征和荒漠化程度的多因素、复叠式荒漠化分类。王葆芳利用国内外资料评述沙漠化监测评价指标体系的分级。

二、荒漠化监测评价方法

为了解和掌握荒漠化和沙化状况,分析荒漠化和沙化扩展原因,为荒漠化和沙化的防治决策提供科学依据,荒漠化调查和监测作为荒漠化防治的基础性工作,一直是中国荒漠化防治的一项重要工作内容。在过去的几十年中,中国广大科技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和探索,也进行了大量的资源调查和荒漠化监测工作。中国于 1994 年、1999 年和 2004 年先后开展过三次全国荒漠化和沙化监测,按照 2001 年 8 月颁布实施的《中华人民共和国防沙治沙法》第三章之规定,中国已形成每 5 年开展一次土地荒漠化和沙化监测的制度,是目前世界上唯一建立荒漠化和沙化定期监测制度的国家。国外也有一些开展荒漠化监测的事例,但多局限于研究

范畴或区域性范围。

表 1-3 荒漠化监测指征及指标体系比较

作者	评价指标体系	等级
Berry 和 Ford(1977)	地面反射率、尘暴、降水、土壤侵蚀与沉积、盐渍化、生产率、生物量、生育率等	4 级
Reining(1978)	物理、生物、社会三方面诸多指标	—
Dregne(1983)	物理及生物的、社会的两个方面	—
国际土壤咨询和信息中心与 UNEP	风蚀、水蚀、物理退化和化学退化 4 种类型	轻、中、重和极重
Mabutt	直接指标和间接指标	—
Hunsaker, Carpenter, Imeson	水调节功能丧失指标、生态系统(生产力)恢复功能丧失指标和水土保持功能丧失指标	—
Hammond	植被指数(NDVI)及其变化	—
朱震达	沙漠化土地年扩大率、流沙占土地面积的百分比、沙漠化土地景观的形态组合特征	潜在、发展中、强烈发展中、严重 4 级
慈龙骏等	可能蒸散量	—
董玉祥等	危险性指数、状态指标、沙漠化危害指标	—
刘玉平	荒漠化程度评价、荒漠化发展速度评价、荒漠化综合评价	草场荒漠化、灌溉耕地荒漠化和雨养耕地荒漠化
孙武等	必须遵循地带性原则	—
李锋	生态环境与社会经济评价指标体系,给出每个指标的基准	—
高尚武等	由植被盖度、裸沙占地百分比和土壤质地三个指标组成,并赋予不同指标权重,再将各个指标的等级量化,通过建立模型来计算荒漠化程度得分,采用得分值为荒漠化土地进行评价	轻、中、重和极重

由于土地荒漠化发生的类型、区域和程度的复杂性,荒漠化监测至今尚无一个成熟系统的方法,目前还是一个世界性的技术难题。中国的荒漠化监测是从现有技术出发,充分应用目前较为成熟的先进技术方法,以较少的投入,提供准确的荒漠化土地宏观数据;采用相关专业的最新研究成果和新近的技术手段,逐步提高监测水平,扩展监测内容,建立高水平的荒漠化监测运行体系。在监测所使用的气候分区、荒漠化类型划分、荒漠化程度分级评价上正在与国际接轨。

根据技术方案和技术规定,荒漠化土地宏观监测的主要技术方法是:采用地面设置固定样地进行定期观测,对荒漠化土地面积进行抽样评估、地面调查与“3S”技术相结合,以地面调查为主的调查方法。即选择时间适宜的无云或少云遥感影像,根据现有的知识和经验,先进行遥感数据的室内判读和图斑区划,预判各类型和程度荒漠化土地所处的空间位置、面积和界线,再应用 GPS 到现地进行验证和图斑界线修正及地面因子的调查。根据现地核实和调查结果,修正室内预判结果,最后在计算机上生成矢量数据,用 GIS 求算图斑面积进行统计和图件输出。

(一)监测体系

荒漠化监测在 3 个层次上开展工作:

(1)宏观监测以省(市、自治区)为总体,采用现地抽样和“3S”技术相结合,提供各省(市、自治区)的荒漠化土地面积现状和动态发展数据,各省(市、自治区)的数据之和即为全国数据。

(2)重点地区监测根据条件和条件,定期提供受关注的局部地区荒漠化土地面积、空间位置和动态详细情况。

(3)典型监测根据自然和社会经济特点,在不同的荒漠化类型区选择有代表性的地点设立监测站长期定位观测土地荒漠化过程。

(二)监测范围

荒漠化监测的范围依据《荒漠化公约》所规定荒漠化发生的气候条件范围,即在干旱、半干旱和亚湿润干旱区进行。目前国际应用较多的气候条件判定指标为湿润指数,干旱、半干旱和亚湿润干旱区的湿润指数为 $0.5 \sim 0.65$ (<0.5 区域为极端干旱区, >0.65 为湿润区)。湿润指数是指年降水量与潜在蒸发散之比,潜在蒸发散一般采用桑斯维特(Thornthwaite)1948 年提出的经验公式计算。根据这一指标划分,中国以 1981~1990 年的湿润指数划定的干旱、半干旱、亚湿润干旱地区主要分布在中国北部和西部 11 个省(自治区)。包括新疆维吾尔自治区、青海省、西藏自治区、甘肃省、宁夏回族自治区、内蒙古自治区、陕西省、山西省、河北省、辽宁省、山东省。全国荒漠化面积约 90% 分布在这些地区。其他零星分布于吉林省、北京市、天津市、河南省、四川省、云南省、海南省等省(市)。共涉及 18 个省(市、自治区)的 471 个县(市、旗),总面积约为 331.7 万 km^2 。其主体南界大体为大兴安岭西麓、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,向西抵达青藏高原南部。

根据全国防治荒漠化宏观规划决策对监测信息的需要,要对上述范围及邻近地区进行全面监测。其中,亚湿润干旱气候条件下的农牧交错地区的土地荒漠化将作为监测的重点。

(三)监测周期

以 5 年为一个监测周期,中国已于 1994 年、1999 年和 2004 年先后开展过三次全国荒漠化和沙化监测,其结果都在次年或第三年公布。

(四) 监测分类系统

对荒漠化土地要确定土地利用类型、荒漠化类型和荒漠化程度。土地利用类型强调荒漠化对社会生产力的影响,荒漠化类型和程度着眼于采取的治理措施及治理需要采取的力度。

1) 土地利用类型划分为耕地、林地、草地、工矿及居民交通用地、水域、未利用地 6 种类型。

2) 荒漠化类型划分为以下主要荒漠化类型。

(1) 风蚀指由于风的作用使地表土壤物质脱离地表被搬运及气流中颗粒对地表的磨蚀作用。

(2) 水蚀指由于大气降水,尤其是降雨所导致的土壤搬运和沉积过程。

(3) 冻融指温度在摄氏零度左右及其以下变化时,低温对土体所造成的机械破坏作用。

(4) 盐渍化指地表水和地下水带来的对植物有害的易溶盐分在土壤中积累引起的土壤生产力下降。

(5) 其他原因引起的植被退化指因过牧、樵采、滥挖等引起的植被生物量降低、种群结构变化、土壤坚实、林木生长不良、优良牧草减少等。

3) 荒漠化程度及评价指标。

各类型荒漠化土地的荒漠化程度分为 4 级,即轻度、中度、重度、极重度荒漠化。

荒漠化程度评价的任务是判断一块地是否发生荒漠化,如果发生荒漠化,其严重程度如何。风蚀、水蚀、盐渍化采用多因子数量化方法评价,植被退化和冻融荒漠化类型采用描述性半定量方法评价。

多因子数量化方法采用多个评价指标,调查各指标的定量值或定性值,据此确定各指标的评分值,用各指标的评分值之和确定荒漠化程度。具体指标和评分方法见《全国荒漠化和沙化监测技术规定》。评价时遵循以下原则:

(1) 数量化原则。荒漠化程度只有用量化的数值表示,才能有可比性和可评价性。

(2) 综合性原则。荒漠化过程是一个多因素影响的动态过程,只有用多指标综合分析判断其程度,才具有完整性、客观性和科学性。

(3) 主导性原则。在诸多的影响荒漠化程度的因子中,必然有主次之分,所以主导因素在评判中应占较大的比重,次要因素应占较小的比重。

(4) 任意大小区域或范围可判定原则。即评判标准应适于全国各地区,就其程度而言,只有分别对荒漠化现状程度和发展程度两个方面同时进行评价,才能真正反映某地域荒漠化的程度。

三、沙质荒漠化监测评价

沙质荒漠化的监测评价属于荒漠化监测评价的一部分内容,其监测体系、范围、周期与前文荒漠化监测所述一致。在监测指标的选取上侧重于植被,其分级指标与中国