

晋北地区环境特征及其土地沙化机制研究

薛占金^{1,2}, 秦作栋¹, 孟宪文^{2,3}

(1. 山西大学 黄土高原研究所, 太原 030006; 2. 大同大学 浑源师范分校, 山西 浑源 037400; 3. 山西大学 生物工程学院, 太原 030006)

摘 要: 晋北地区地处中国北方农牧交错带, 自然环境具有脆弱性和过渡性的特点。以实地调查为基础, 从植被退化、土层厚度和风蚀强度等 3 个方面, 提出了评价晋北地区土地沙化程度的综合指标, 并划分为轻度、中度、重度 3 个等级。分析了晋北地区土地沙化的成因机制, 分析结果表明: 脆弱的自然条件是晋北地区土地沙化发生、发展的基础, 落后的社会经济条件是晋北地区土地沙化发生、发展的驱动力, 不合理的人类活动是晋北地区土地沙化发生、发展的根源。

关键词: 环境特征; 土地沙化; 成因机制; 晋北地区

中图分类号: X171.4 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2011)02-0098-05

Study on the Environmental Characteristics and the Mechanisms
of Land Desertification in North Shanxi Province

XUE Zhan-jin^{1,2}, QIN Zuo-dong¹, MENG Xian-wen^{2,3}

(1. Institute of Loess Plateau, Shanxi University, Taiyuan 030006, China; 2. Hunyuan Normal School, Datong University, Hunyuan, Shanxi 037400, China; 3. College of Biological Engineering, Shanxi University, Taiyuan 030006, China)

Abstract: The northern Shanxi Province is located in the farming-pastoral ecotone in North China, the vulnerability and transitivity are its environmental features. Based on the field investigation on the vegetation degradation, soil thickness and wind erosion strength, this paper proposes the evaluation index of the extent of land desertification in northern Shanxi, and divides into the three levels, such as slight, moderate and severe. The cause mechanisms of land desertification are analyzed for Northern Shanxi, the results are as follows: the fragile natural condition is the basis, the irrational economic and social factors are the motive force, the irrational human activities are the essential factor in northern Shanxi province.

Key words: environmental characteristic; land desertification; cause mechanism; Northern Shanxi Province

土地沙化是土地退化的重要类型之一。晋北地区地处我国北方农牧交错地带(包括内蒙古、辽宁、河北、山西和陕西等省、自治区的 205 个县、旗^[1]), 生态环境脆弱, 沙化土地面积分布大, 土地沙化形势十分严峻。秦作栋等^[2-4]研究了晋西北地区土地荒漠化的人为因素、发展趋势和危害评价。苏志珠等^[5-6]研究了山西省土地荒漠化的特征、现状和发展趋势。本文重点分析了晋北地区环境特征和土地沙化等级划分, 进而从自然条件、社会经济和人类活动等方面分析了晋北地区土地沙化的成因机制。这对晋北地区深入开展防沙治沙工作, 具有极大的理论意义和现实意义。

1 研究区概况及环境特征

1.1 研究区概况

研究区晋北地区位于山西省北部, 在内、外长城之间, 是山西省能源、矿产等资源的集中分布区, 地理坐标为东经 110°56′—114°32′, 北纬 38°39′—40°43′。行政范围包括大同市的南郊区、新荣区、大同县、天镇县、阳高县、左云县、浑源县, 朔州市的朔城区、平鲁区、右玉县、怀仁县、应县、山阴县, 忻州市的偏关县、河曲县、保德县、神池县、五寨县, 共 18 个县区, 国土总面积约 2.80 万 km², 总人口约 426.43 万人。本区是黄土高原的重要组成部分, 是一个相对独立的自然

收稿日期: 2010-05-21 修回日期: 2010-07-28
资助项目: 山西省软科学项目(2010041025-02)
作者简介: 薛占金(1971—), 男, 山西广灵人, 博士生, 副教授, 主要从事生态地理与资源持续利用方面的研究。E-mail: xuezhanjin@sina.com
通信作者: 秦作栋(1962—), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事生态恢复与资源可持续利用方面的研究。E-mail: qzd3097@sina.com

地理单元,气候属温带寒冷半干旱气候,温差大、干旱且多风沙,年均温 $4.6\sim 6.8^{\circ}\text{C}$,年降水量 $380\sim 460\text{ mm}$,年蒸发量 $1\,700\sim 2\,300\text{ mm}$,相对湿度 $50\%\sim 60\%$, ≥ 8 级的大风日数平均 $20\sim 40\text{ d}$,无霜期 $100\sim 130\text{ d}$ 。地形以恒山—洪涛山为界,以西为地形起伏和缓的覆沙黄土丘陵区,呈现高原形态;以东是构造下陷的大同盆地,桑干河由西南向东北折向东流经大同盆地^[6],区内黄土广泛分布,地貌类型复杂多样,土壤侵蚀模数一般为 $2\,000\sim 8\,000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,西部严重侵蚀区高达 $12\,000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。地带性植被已被破坏殆尽,现存的植被多数为次生灌木和草类组成,人工林及天然灌木林面积较小。主要土壤类型为栗钙土、风沙土、栗褐土,粒度组成以细沙和极细沙为主^[7]。

1.2 研究区环境特征

(1)脆弱性。晋北地区作为我国北方农牧交错地带的一个组成部分,自然环境具有明显的脆弱性。本区的脆弱性表现为以下3个方面:第一,自然条件在时空方面表现出的显著易变性决定了生态环境的脆弱性。空间易变性主要体现为区内东、西两部分降水及植被状况的差异上;时间易变性主要表现为各自然因子的频繁波动,例如区内降水量的年变率一般可达 $20\%\sim 50\%$,降水年内分配极为不均,高度集中于夏季^[8]。第二,砂黄土广泛分布从根本上决定了本区自然环境的脆弱特征。砂黄土作为本区最主要的成土母质决定了土壤质地较粗、性状较差、渗透性强、肥力低下,进而影响到地表水文循环、物质侵蚀速率、植被生长状况等诸多方面。第三,自然灾害频繁发生是本区脆弱性的基本体现。本区干燥度大,大风日数多,降水集中,旱灾、洪灾、霜冻、沙尘暴、雹灾等连年发生,灾害性天气频繁从根本上决定了晋北地区土地沙化的发展。

(2)过渡性。晋北地区的过渡特征是区域环境表现出脆弱性的基本原因。气候上,由半湿润向半干旱过渡,晋北地区干燥度介于 $1.30\sim 2.15$ 之间,属于半湿润、半干旱地区。再加上区域内不同地貌类型条件下降水量与蒸发量的对比关系,这种干湿状况的区内差异是十分明显的,充分体现出气候上的过渡特征;植被上,由灌丛草原向典型草原过渡。晋北地区属温带草原地带,以不同类型的草原植被为主要特征,西部为灌丛草原,东部为干草原,与南部的森林草原区相毗邻。植被类型的交错分布及其与相邻地区的联系特征充分体现出植被的过渡性^[9];土地经营上,由农业向牧业过渡,晋北地区在空间上,是雨养耕地与草地的镶嵌体^[10],目前属于半农半牧而以农为主的地区,干燥期以牧业为主发展,具牧农交错特征;湿润期则以农业(种植业)为主发展,具农牧交错特征^[11]。

2 晋北地区土地沙化等级评价

2.1 调查方法

我国首次沙漠化普查采用现场地形图(1:50 000)调绘的方法,在地类划分和地块区划的基础上,填写小班卡片,进行室内面积计算统计和结果分析;第二次荒漠化(沙漠化)土地监测采用样线调查法,并对重点沙漠化县进行普遍调查;第三次荒漠化和沙漠化土地监测采用遥感与地面调查相结合的方法进行普遍调查。

笔者曾于2008年5—7月深入晋北地区进行土地沙化实地调查。参考山西省最新1:50 000和1:100 000地形图、沙化监测资料(主要包括:沙化土地分布图、土地利用评价图、土地资源图、植被分布图及土壤分布图),以县为区域采用实地调查的方法,获取晋北地区沙化土地的面积及其他相关信息,依据资料和调查结果分析影响晋北地区土地沙化的主要因素。

2.2 等级划分

沙化土地程度的划分依据,许多国家的学者从不同的角度和深度提出了各种各样的标准,但迄今为止,还没有一个公认的、被广泛接受和推广使用的沙化评价指标体系。大部分研究者试图从不同角度对沙化进行全面揭示和综合评定,但是由于影响因素的复杂性,使选取的指标在内容上往往相互交叉,同时也缺乏可操作性^[12]。联合国粮农组织(FAO)和联合国环境署(UNEP)^[13]制定的《荒漠化评价和制图暂行办法》从植被退化、荒漠化土地发展速度及内在危险性等3个方面提出了评价指标和评价方法,将土地沙化分为:轻度(slight)、中度(moderate)、重度(severe)和极重度(very severe)4个等级。朱震达^[14]根据沙化程度指征(沙化土地每年扩大面积比、流沙面积比、形态组合特征)和辅助指征(植被覆盖率、土地滋生潜力、农用系统的能量产投比、生物生产量)将其分为潜在的、正在发展中的、强烈发展中的、严重的4个等级。吴正^[15]以流沙所占面积、植被状况、地貌形态组合特征为沙化指征,划分为潜在、轻度、中度、重度4个等级。1994年,因履行荒漠化国际公约的需要,我国第一次在全国范围内组织开展了荒漠化和沙化普查工作,以5a为一个周期,目前已进行了3次,也采用“四分”的方法,将沙化土地程度分为轻度、中度、重度和极重度4个级别。高尚武等^[16]以裸沙地百分比、植被覆盖度、土壤质地分别赋予权重的方法,将沙化土地程度分为轻度、中度、强度和极强4个等级。

晋北地区沙化土地的等级划分,以实地调查为基础,参考朱震达先生提出的从地理景观及土地沙漠化

的发展、生态学角度和地表形态发展阶段 3 方面来判断沙化程度^[17-18],结合本区的自然状况、环境特征等实际情况,从植被退化、土层厚度、风蚀强度和土地利用等方面,提出评价晋北地区土地沙化程度的综合指标,并划分为轻度、中度、重度 3 个级别(见表 1)。

2.3 评价结果

依据以上评价标准,以调查数据为基础,对晋北地区土地沙化现状及等级进行了统计。统计结果见表 2。

表 1 晋北地区沙化土地等级及其评价标准

等级	评 价 标 准
轻度	① 植被基本保持原生景观,个别地段有植被退化的可能,以蒿类草原为主要特征,植被覆盖率>31%
	② 原生土壤剖面的有机质层开始破坏,土层厚度有减小的趋势,春季耕垅有明显的风蚀痕迹,垅间有积沙,土壤腐殖层风蚀损失<50%
	③ 原始地表开始粗化,地面显现薄层覆沙,流沙斑点状出现,流沙面积<25%,风沙活动不明显
	④ 出现大小不等的灌丛沙堆,灌丛生长茂密
	⑤ 细土深厚的地方有风蚀坑,仍有一定植被覆盖
	⑥ 土地利用大多可作农业用地,局部耕地受风蚀和风积影响,一般年景作物能正常生长,缺苗率<30%,产量为开垦初期的 50%以上
中度	① 植被以次生劣化草原为特征,表现为达乌里胡枝子与百里香组合群落,植被覆盖率 11%~30%
	② 土壤剖面厚度变薄状况,侵蚀作用大于成土作用,有机质含量低,土壤腐殖层风蚀厚度>50%
	③ 原始地表形态基本破坏,出现较为明显的风蚀地形,部分地域片沙特征明显,流沙面积 25%~50%
	④ 灌丛有叶期不能覆盖整个沙堆,灌丛沙堆迎风坡显现流沙
	⑤ 风蚀坑大部分裸露,地面出现明显的小型陡坎
	⑥ 土地利用多以农牧业为主,耕地普遍受风蚀和风积影响,作物长势不旺,缺苗率 30%~60%,产量为开垦初期的 50%以下
重度	① 植被完全恶化,许多地面完全裸露,植被零星分布,植被覆盖率<10%
	② 土壤表现为风沙土,随着沙化过程的进行,土壤状况呈现不断恶化的趋势,腐殖层大部被风蚀
	③ 原始地表形态完全破坏,沙地裸露,流沙面积>50%
	④ 土地几乎无法利用,耕地受强烈风蚀和风积影响,作物生长很差,缺苗率>60%,大部分弃耕

表 2 晋北地区沙化土地调查统计

县(区)	土地总	沙 化 土 地				
	面积/km ²	面积/km ²	占土地总面积的百分比/%	轻度/km ²	中度/km ²	重度/km ²
南郊区	780.88	253.65	32.48	162.52	91.13	0
新荣区	705.73	254.31	36.04	198.20	56.12	0
大同县	1485.72	438.15	29.49	437.45	0.70	0
天镇县	1605.21	498.73	31.07	377.37	121.36	0
阳高县	1666.50	849.09	50.95	708.80	140.29	0
左云县	1307.94	891.20	68.14	485.20	367.40	38.50
浑源县	645.77	314.51	48.70	308.96	5.55	0
朔城区	1164.34	540.16	46.39	341.66	106.40	92.10
平鲁区	2314.50	920.90	39.79	694.10	189.30	37.50
右玉县	718.87	166.67	23.18	147.50	19.17	0
怀仁县	1246.74	612.71	49.14	570.35	42.36	0
应 县	1005.21	672.19	66.87	651.47	20.72	0
山阴县	1152.28	763.32	66.24	638.32	125.00	0
偏关县	1681.98	1566.20	93.12	595.70	781.20	189.30
河曲县	1320.00	1207.70	91.49	559.80	572.50	75.40
保德县	980.00	900.60	91.90	304.60	567.80	128.20
神池县	1467.00	1260.30	85.91	373.90	697.90	188.50
五寨县	1386.67	1317.60	95.02	752.60	486.60	78.40
合 计	22635.34	13427.99	59.32	8208.59	4391.50	827.90

从表 2 可以看出,位于晋北地区东部县区的土地沙化以轻度沙化为主,其中轻度沙化土地面积最大者为阳高县,达 708.80 km²,约占该县土地总面积的 42.53%。位于晋北地区西部县区的土地沙化以中度沙化为主,且重度沙化占一定比例,其中中度沙化和重度沙化土地面积最大者为偏关县,分别达 781.20 km² 和 189.30 km²,约占该县土地总面积的 46.45%和 11.25%。在晋北地区出现土地沙化“东轻西重”现象的主要原因是地理位置、自然条件和不合理的人类活动。但从晋北地区整体来看,沙化土地面积最小的县区是右玉县,为 166.67 km²,占全县土地总面积的 23.18%。右玉县位于晋北地区中部偏北,毗连毛乌素沙漠边缘,生态环境恶劣,却成为晋北地区 18 个县区中沙化土地面积最小的县区,究其原因,新中国

成立60年来,右玉县历届县委、县政府团结带领全县党员干部群众,坚持不懈植树造林,坚忍不拔改善生态环境,全县森林覆盖率由不到0.3%提高到52%以上,创造了令人惊叹奇迹的“右玉精神”。这种精神值得晋北地区其他县区学习借鉴并发扬光大。

3 晋北地区土地沙化成因分析

晋北地区处于黄土高原东缘的沙黄土带内,土地沙化的形成主要是发生在脆弱生态环境(如多风、植被稀少、沙质丰富等)下,由于人为过度活动(如滥垦、过牧、樵采等),或自然灾害(如干旱、鼠害、虫害等)所造成的原生植被破坏、衰退甚至丧失,从而引起沙质地表、沙丘活化,导致生物多样性减少、生物生产力下降、土地生产潜力衰退以及土地资源丧失的过程(见图1)。可以认为,土地沙化是特定环境下自然因素与人类活动共同作用而形成的生态灾难。土地沙化的形成和发展主要影响因素有:

(1)脆弱的自然条件。降水少、土质差、风大、植被盖度低是自然条件脆弱的主要体现。与土地沙化有关的自然条件主要有气候、植被、土壤母质、土壤质地、土壤结构等,它们是土地沙化发生的基础^[19]。晋北地区地处内外长城沿线和鄂尔多斯高原外缘,地表不同地貌部位分布有不同厚度的第四纪松散沉积物,地表物质的机械组成在本区西部以细沙成分为主、东部以极细沙成分为主,物理性黏粒含量低、土层薄,有机质含量低,保水保肥能力和抗冲刷力差;冬春季盛行偏西的北风,气候寒冷干燥,风旱同季,降水季节分配不均且变率大,蒸发量大等气候特点,致使植被盖度小、植物生长不稳定, ≥ 8 级的大风日数年平均在20 d以上,风速可达17~21 m/s,频繁的大风天气,使少有或没有植被保护的疏松土壤经常处于遭受侵蚀或接受风沙沉积的状态,土壤中较为细小的成分逐渐被吹蚀后,土壤颗粒变大,质地不断粗化,有机质及养分含量持续减少,致使土壤保水保肥性能衰退,土地生产能力丧失。

(2)落后的社会经济条件。落后的社会经济条件是土地沙化的强大驱动力,它包括人口压力大、文化水平低、经济发展慢、人均收入少、科技不发达、政策不合理等因素。晋北地区是山西省老少边穷最典型的地区,不仅人口数量多、增长快,而且文化低、素质差,导致土地承受的压力过大,人们对事物认识的准确性及其行为的合理性较差。经济发展缓慢、人均收入偏少迫使人们对土地资源掠夺式开发和不合理利用,造成晋北地区经济社会发展后劲不足,最终陷入“人口增加→生活贫困→过度开发→经营粗放→土地沙化→

生产力低下→经济更加贫困”的怪圈之中。晋北地区第一产业占主导地位,经济基础薄弱,落后的地区经济致使对教育、科研、人才吸引、沙化治理等许多方面的投入严重不足,这些因素反过来都会促进沙化的发展。晋北沙化地区,科技人才缺、科技投入少、科技水平低,对沙化防治的科技支持力度明显不足。政策的影响范围和影响能力是巨大的,科学而合理的政策需要从人口、经济、资源、科学、教育等不同方面配套制定和实施。现实表明,当政策出现失误时,沙化空前发展,当政策较为合理时,沙化趋于稳定并逆转^[20]。

(3)不合理的人类活动。在中国北方沙化地区,人类对土地资源及水资源的不合理利用,导致沙化空前发展^[21-22]。晋北地区落后的社会经济因素导致了不合理的人类活动,主要表现在土地利用结构不合理和土地利用强度太大两个方面。除了过度垦荒、超载放牧、滥砍滥伐、滥挖野生中药材以及水资源利用不合理等,晋北地区不合理的人类活动突出表现在资源开采和工程建设,不仅破坏了土壤结构、减小了植被盖度,而且对耕地、草地和水资源造成了极大地浪费和破坏,使本来松散干燥的地表大面积裸露,这些裸露、松散的地表在自然条件的作用下最容易产生风蚀,沦为不同程度的沙化土地。

通过以上分析可以看出,土地沙化可以理解为在脆弱的自然条件基础上,由于落后的社会经济条件导致的不合理人类活动而产生的强烈风沙活动,进而引起风沙危害的过程。从成因上来看,脆弱的自然条件是晋北地区土地沙化发生、发展的基础,落后的社会经济条件是晋北地区土地沙化发生、发展的驱动力,不合理的人类活动是晋北地区土地沙化发生、发展的根源。晋北地区土地沙化的发生和发展又进一步加剧了社会经济的落后程度,形成了一个以土地沙化发展过程为主线的,相辅相成、相互作用、互为因果的自然—社会—经济的非良性循环系统。

4 结论

(1)晋北地区地处我国北方农牧交错地带,自然环境的脆弱性和过渡性,造成本区沙化土地所占比重较大,形势严峻。实地调查中发现由于自然条件的制约,加上人为活动的干预,晋北地区土地沙化呈现总体好转、局部恶化的态势。

(2)从植被退化、土层厚度和风蚀强度等方面,提出评价晋北地区土地沙化程度的综合指标,并划分出轻度、中度、重度3个级别。通过实地调查的结果测算,晋北地区轻度、中度、重度沙化土地分别为8 208.59, 4 391.50, 827.90 km²。

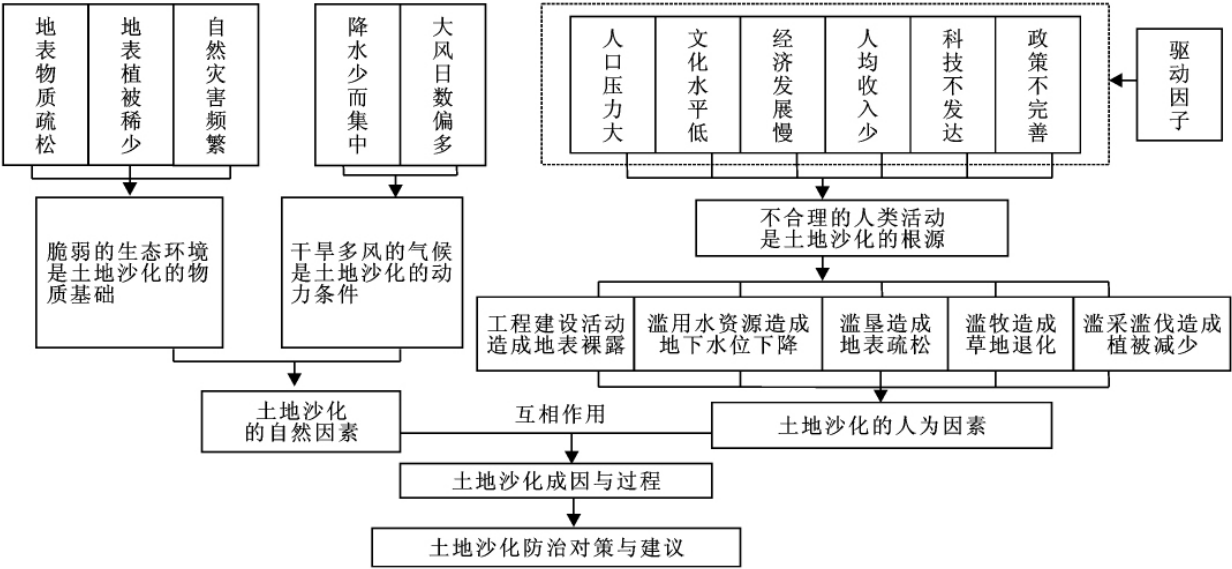


图 1 晋北地区土地沙化成因与过程图

(3)晋北地区土地沙化的影响因子从脆弱的自然条件、不合理人类活动拓展到落后的社会经济条件,使晋北地区土地沙化的成因研究更进一步。脆弱的自然条件是晋北地区土地沙化发生、发展的基础,落后的社会经济条件是晋北地区土地沙化发生、发展的驱动力,不合理的人类活动是晋北地区土地沙化发生、发展的根源。

(4)弄清晋北地区土地沙化的成因机制是防治土地沙化的前提,也是防治土地沙化的关键。结合工程措施、生物措施、农业措施等技术,采取措施从根本上遏制土地沙化发展的趋势,加大生态建设力度,以期在减缓风蚀强度的同时逐步恢复土地生产力,特别是要改善社会经济条件,调整以往的社会经济发展模式,规范区域社会经济活动和人类行为,以此建立高效、强有力的防沙治沙体系。

参考文献:

[1] 廖允成,付增光,贾志宽,等.中国北方农牧交错带土地沙漠化成因与防治技术[J].干旱地区农业研究,2002,20(2):95-98.

[2] 秦作栋.晋西北地区土地荒漠化的人为因素浅析[J].山西师大学报,1997,11(1):57-58.

[3] 秦作栋,季玉福.晋西北地区土地荒漠化及其发展趋势分析[J].雁北师院学报,1997(1):29-32.

[4] 秦作栋.晋西北地区土地荒漠化危害度评价研究[J].干旱区地理,1996,19(3):8-15.

[5] 苏志珠,马义娟.山西省土地荒漠化特征[J].山地研究,1997,15(4):311-316.

[6] 马义娟,苏志珠.山西省土地沙质荒漠化现状及其发展趋势研究[J].水土保持学报,2003,17(6):81-84.

[7] 薛占金,秦作栋,王孟本,等.晋北地区土地沙化现状及其成因分析[J].山西大学学报:自然科学版,2008,31(2):288-291.

[8] 秦作栋.晋西北土地荒漠化及其整治对策研究[M].北京:中国环境科学出版社,1996.

[9] 吴波.我国荒漠化现状、动态与成因[J].林业科学研究,2001,14(2):195-202.

[10] 周廷儒.中国北方农牧交错带全新世环境演变及预测[M].北京:地质出版社,1992.

[11] 安韶山,常庆瑞,刘京,等.农牧交错带土地沙化的本质及其形成研究[J].生态学报,2003,23(1):106-111.

[12] 丁国栋.区域荒漠化评价中植被的指示性及盖度分级标准研究:以毛乌素沙区为例[J].水土保持学报,2004,18(1):158-160.

[13] FAO/UNEP. Provisional Methodology for Assessment and Mapping of Desertification[M]. FAO,Rome,1984.

[14] 朱震达,刘恕.关于沙漠化的概念及其发展程度的判断[J].中国沙漠,1984,4(3):2-8.

[15] 吴正.风沙地貌学[M].北京:科学出版社,1987.

[16] 高尚武,王葆芳,朱灵益,等.中国沙质荒漠化土地监测评价指标体系[J].林业科学,1998,34(3):1-10.

[17] 朱震达,陈广庭.中国土地沙质荒漠化[M].北京:科学出版社,1994.

[18] 朱俊凤,朱震达.中国沙漠化防治[M].北京:中国林业出版社,1999.

[19] 薛占金.山西省土地沙化现状及其治理对策研究[D].太原:山西大学,2007.

[20] 李振山,包慧娟,王涛.沙漠化地区可持续发展评价: I 指标体系[J].中国沙漠,2006,26(3):432-439.

[21] 朱震达.中国沙漠、沙漠化、荒漠化及其治理的对策[M].北京:中国环境科学出版社,1999.

[22] 王涛,吴薇.我国北方的土地利用与沙漠化[J].自然资源学报,1999,14(4):355-358.