

中国荒漠化防治与综合生态系统管理

王鸣远, 杨素堂

(中国林业科学研究院 森林生态环境研究所, 北京 100091)

摘要:土地资源的荒漠化是中国生态脆弱地区水、土资源和生物多样性保护、农业、林业、牧业和城镇化可持续性发展的主要瓶颈和障碍。综合生态系统管理的理念已被许多国家和国际组织所采纳,而在中国则刚刚起步。本文通过对综合生态系统管理、参与性决策理念和适应性/学习性决策过程的论述,提出了荒漠化防治决策支持系统的主要工作内容和综合生态系统管理的评价原则和指标。

关键词:荒漠化;综合生态系统管理;参与性决策;学习性决策

中图分类号:S156 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-7461(2005)02-0001-06

Prevention of Desertification Through Integrated Management of Ecosystems in China

WANG Ming-yuan, YANG Su-tang

(The Research Institute of Forest Ecology and Environment, Chinese of Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: Land desertification is bottleneck and obstacle to conservation of water, soil and biodiversity as well as sustainable development of agriculture, forestry, ranch and urbanization in fragile ecological regions in China. The principle of integrated management of ecosystems (IMS) has been adopted by many countries and international organizations, but it is not recognized until today in China. This paper puts forward the work contents of DSS in relation to prevention of desertification and the rules and indicators of evaluation of IME through overall discussion on IME, participatory and adapt /learning decision making.

Key words: desertification; IME; participatory decision; learning decision

中国大约有 260 万 km² 土地受到荒漠化危害,影响人口达 4 亿之巨。目前关注的问题是荒漠化是否作为全球变化的过程具有永久性,以及人类如何控制或逆转荒漠化过程;荒漠化过程加剧了农村的贫困,并加速农村剩余劳动力向城镇转移,城镇扩大和发展加剧对自然资源的压力,从而反过来加剧土地生态系统的退化和荒漠化过程。显然,土地资源的荒漠化是生态脆弱地区水、土资源和生物多样性保护、农业、林业、牧业和城镇化可持续性发展的主要瓶颈和障碍。所以对于土地荒漠化、资源和环境等问题的对策,不但应注重技术层面上的问题,更重要的是社会、经济和管理层面上的问题。

1 荒漠化的概念及其特征

荒漠化一词是法国植物生态学家和地理学家

Aubreville 在 1949 年出版的《热带非洲的气候、森林与荒漠化》一书中首次提出的。在 1977 年于内罗毕召开的联合国防治荒漠化会议(UNCOD)上,将荒漠化定义为:“荒漠化是土地具有的生物潜在生产力的下降或破坏,最终成为荒漠状态的现象”。1990 年在内罗毕召开的地球荒漠化评价会议(GLASOD)上,对其下的定义是:“由于人类不恰当的活动造成的干旱区、半干旱区和干旱亚湿润区的土地退化”荒漠化的形成一是以降水量减少和高温等气候为主要因素(自然因素)导致的荒漠化;二是以半干旱地区土地过度利用和不适当的土壤管理等为主要因素(人为因素)导致的荒漠化。《国际荒漠化防治公约》指出,“荒漠化是各种复杂的自然、生物、政治、社会、文化和经济因素相互作用的结果”。虽然促成荒漠化有诸多因素,但首要因素是该地区

收稿日期:2004-05-11 修回日期:2004-10-08

基金项目:国家自然科学基金项目“沙地灌木林群落土壤水分消耗模型的研究”(39970592)

作者简介:王鸣远(1957-),男,山西长子人,研究员,博士,从事林业环境影响评价和恢复生态研究。

严峻的自然环境,其次则是在脆弱的生态环境下超出允许范围的人类活动。据此,荒漠化类型可以有以下几种区分方式(表1)。

表1 荒漠化分类及其特征

Table 1 Classification of desertifications^[2-4] as well as their features

荒漠化分类类型		分类说明	中国特征
以气候特征划分	极干旱地	完全没有植物的地带(年降水量 100 mm 以下,全年无降雨、降雨 无周期性)	半干旱地和干旱地,干旱地和极干旱地是相互连接的,而且没有明确的界线,随着时间的推移可以相互转变。应特别关注的是发生在干旱、半干旱及部分半湿润地区的种种风沙危害。沙漠化土地类型是沙漠化发展过程和危害程度大小的综合反映。其各种类型划分的主要指示特征是:(1)沙漠化土地占某地区总面积的百分比和一定时期以来沙漠化土地面积增加的百分比。(2)沙漠化土地的地表特征:沙丘的疏密度、活动程度。依据上述指标将沙漠化土地分为:潜在沙漠化土地、正在发展中的沙漠化土地、强烈发展中的沙漠化土地和严重沙漠化土地四种类型。
	干旱地	季节性长草但不生长树木的地带(蒸发量比降水量大,年降水量在 250 mm 以下)	
	半干旱地	可生长草和矮矮树木的地带(蒸发量比降水量大,年降水量在 500 mm 以下)	
以地理学角度划分	热带亚热带荒漠地	大陆北纬 15~30°,南纬 15~30°的地带(由于伴随着赤道附近上升气流的大气涡旋型循环,上空的干燥大气时常降临)	中国西北地区荒漠化面积有两个数字:218.3 万 km ² 和 60 万 km ² 。第一个数据的范围涵盖了在地质历史时期形成的沙漠、戈壁和荒漠,第二个数据的范围仅指由于人为原因造成而又有条件治理的荒漠化土地。即我国沙漠化土地的分布以贺兰山为界,具有明显的区域性。贺兰山以西地区,沙漠化土地主要散布在沙漠的边缘,绿洲的附近。其分布面积占我国沙漠化土地总面积的 30.7%,区内除一些高大山区外,年平均降雨量多小于 250 mm,气候干旱,沙漠化的治理难度较大,沙漠化土地的自我逆转能力较差,在对其防治过程中必须注意合理使用绿洲和自然条件较好地区的水源。贺兰山以东地区,是我国各类沙漠化土地分布最广、危害最大的地区。其分布面积占我国沙漠化土地总面积的 69.3%,本区多处于半干旱地区,年平均降雨量多在 250~500 mm 左右。沙漠化土地在消除人为的压力后,有发生自我逆转的可能。在本区沙漠化的防治过程中,必须充分注意当地农牧林业的合理布局,正确有效的利用水源,重点治理各沙地的风沙危害。
	内陆荒漠地	大陆北纬 40°,南纬 40°附近的地带(因远离海洋,海上水分多的大气不易到来)	
	海岸荒漠地	大陆的海岸地带(沿海有寒流,海上不能形成水分多的大气)	
万方数据			
以荒漠地表土质划分	土荒漠	表土含有粘性土,风不易刮动,因此生长有多年生耐干旱植物	此外,还有岩荒漠、石荒漠、盐荒漠等种类。
	砂荒漠	颗粒细的砂层,可随风移动形成砂丘	
	砾荒漠	1~2 层的角砂或圆砂覆盖着砂层或粘性土层	
以人为因素划分	水资源利用不合理	主要指内陆河干旱区。由于河流上中游用水过多,造成下游河湖干涸,荒漠扩大;沙漠边缘地区由于超采地下水,植被枯萎,造成土地沙化;大中型灌区由于灌溉不当,地下水位上升,造成土壤次生盐碱化。	在我国,根据荒漠化的概念,存在不同的荒漠化类型,包括土壤侵蚀、风蚀沙化、沙埋、草地退化、林地退化、农地退化、土壤盐渍化等。中国是世界上荒漠化土地面积较大、危害最严重的国家之一。全国荒漠化土地面积为 260 万 km ² ,占国土总面积的 27%,主要分布在西北及华北北部,涉及 18 个省、自治区、直辖市。仅“三北”地区就有 1 300 万 hm ² 农田遭受风沙危害,粮食产量低而不稳,1 亿 hm ² 草场严重退化。3 000 km 多铁路和数千 km 公路常年受到风沙威胁。中国每年因荒漠化危害造成日直接经济损失约 540 多亿元人民币。
	土地资源利用不合理	主要有 5 个方面:草原牧区由于严重超载过牧,造成大面积退化甚至沙化;在农牧交错区,由于滥垦、滥牧、滥樵、滥采,造成大面积土地退化甚至沙化;在农区,由于不合理的种植结构和耕作制度,造成一些地方的土地退化甚至沙化;在有些山区,由于滥伐滥垦,造成林地的退化;在黄土高原区,由于边治理、边破坏,土壤侵蚀总面积增加。	

2 综合生态系统管理的理念及其在中国的情况

关注中国土地荒漠化问题和社会经济的可持续发展,多数这类项目与国家生态环境规划和区域发展政策结合。集中体现在^[1,6]:(1)荒漠化、天然林保护和退耕还林的类型、标准和指标;(2)利用 GIS/RS 技术,对荒漠化区域自然资源进行评价、监测和经营管理规划,农业、林业、牧业生态区划和规划,

基础设施建设和城镇发展规划等;(3)荒漠化地区恢复生态研究。然而对于各级政府管理部门如何把社区和农户引入政策和规划的过程缺乏认识。只有综合生态系统管理(1)全面地评价人类利用生态系统对其功能和生产力的影响,使人与自然的交易具有效率性、透明度和可持续性,要比单独某个专业领域的理论和实践更有效。目的在于针对不同的空间和时间尺度,围绕不同的管理对象及其子系统,把相关专业领域集成而进行的管理。管理的目标集中

在土地资源利用和保护的可持性及其生态过程的监测、评价、管理决策和措施。(2)关注人类对土地资源利用和管理的决策。这种决策过程在于鉴别和实施土地资源的管理规划,并且允许不同利益体参与管理决策,应用经济和非经济的手段和措施改变人们过去不合理的行为方式;这种决策过程应当由多学科研究和不同部门和个体的参与性研究作指导,并且通过定期的监测和评价,修改管理决策和规划,这称之为适应性或学习性决策过程。

综合生态系统管理的理念已被大多数国家和国际组织所采纳,从方法论上来说,一方面所形成的决策过程应当反映尺度效应问题,要求尺度分析,包括在农户、社区、区域甚至国家范围的水平上。另一方面不同利益体,包括专家,必须围绕决策开发过程。专家声称通过非介入研究得出的结果,实际上很少能符合研究者的目标;管理者从行政或执法的角度诠释所存在的问题;土地使用者在没有足够的经济驱动是不会改变他们的基本决策的。不同利益体,包括土地使用者、专家、管理者必须改变他们的角色和定位。为了充分地反映这些问题,综合生态系统管理被看作是具有建设性的适应性/学习性决策过程^[8]。任何决策都是价值相依的,并且影响对问题的判断和分析。即没有一个认识是全面的,也没有那一个结论是最优的。特别是针对土地退化的综合生态系统管理来说,当存在大量的不确定性和资料和信息不充分时,这些问题就显得十分突出。因此,不同利益体应当是相互合作、鉴别和磨合的过程,即所谓适应性决策过程是通过参与性决策过程所产生的结果使不同利益体对于管理决策达成一致。这个过程认为不同的利益体具有不同的价值判断和知识体系,要求具有各个专业领域和多学科交叉研究所支持的决策过程。因此存在三个主题内容:

(1)参与性决策:参与性决策要求所有利益体参与全部决策过程和承认多种客观现实。包括:优先要解决的问题;不同利益体知识体系的多学科研究方法;研究方法比较;通过专家 and 不同利益体所收集的资料;不同专业领域的专家分析;结果和资料的综合分析;综合决策过程;由用户分享的最终成果。

(2)界面友好的决策支持系统:决策支持系统是描述人与自然相互作用之间的关键生态过程、社会经济过程和时空联系的综合分析工具。决策支持系统以多学科研究为基础,多目标管理构成评价的框架。决策支持系统由资料库、模型库、用户界面组成,成为综合决策过程的核心内容。

(3)以不同利益体为基础的综合决策分析:不同利益体、不同专业、经验和价值体系存在不同的认识,所以多种现实性是存在的。决策的制定是依据不同利益体的认知体系和可靠的分析判断作出的;这些决策是通过不同利益体的交流作出的;这种决策类型借助于决策支持系统作出的。

总之,综合生态系统管理已经从规划图和管理法规条文向现实的土地经营和管理发展,包括了许多与土地利用相关的不同用户和决策者。我们应当区分不同尺度上(时间、空间和管理层)的土地资源管理问题。例如,区域决策与全球生物多样性保护有关的问题。应当同时关注技术层面和管理层面尺度问题及其联系,需要协调从上到下和从下至上的研究。通过学习性决策过程,关注两种尺度的效应:战略研究形成大尺度意义上的决策和管理体制和专业研究解决小尺度问题。在当前,“数字化规划、管理、更新和维持”成为综合生态系统管理的科学前沿和强有力的工具和手段。我国针对土地退化的综合生态系统管理中,应急需解决的问题是填补“数字鸿沟”和“专家决策、参与性决策和适应性决策/学习性决策支持系统”的开发、整合、加工和应用。地理信息系统(GIS)技术的发展,把荒漠化地区的空间信息资料和数据库与建模结合起来,成为实施综合生态系统管理主要依赖的技术平台

3 系统管理的适应性决策过程

3.1 系统识别及其存在的问题

识别土地资源的所有者、使用者和在各级政府的层面上的管理者的决策模式以及其他相关的内容,包括不同机构、社区和农户对土地资源的管理措施和手段。通过对形成现在的环境状况的自然生态过程和自然生态系统组分之间的相互作用和功能过程的评价,分析主要存在的问题和建立共识,制定综合管理决策和评价的框架;通过参与性和综合性决策过程的方法,提出必要的专业领域和研究内容。在这个过程中,专家通过与其他用户合作起着重要的作用,并且通过专家知识帮助人们认识在合法和与体制相关的人类活动对自然的影响,包括土地荒漠化问题的性质和程度,现存的价值体系和土地所有者、使用者和管理者相互作用的模式,自然、经济和社会系统之间的相互作用及可能的因果关系,人类活动和生态功能和过程之间的联系及基于生态或经济考虑的有关相互作用的空间和层次的界定。

表 2 时间、空间、管理体制的尺度划分及其处理^[7]

Table 2 The scaling of time, space and institutions as well as their resolutions

尺 度 划 分	处 理 方 案
一般原则	
关注某一尺度也许忽略了在其他小尺度或大尺度上重要过程的认识。	研究某一尺度对更大尺度上的效应,研究大尺度对小尺度的效应。
时间尺度	
自然生态系统内的变化以不同的速率而发生。	分析快慢现象的相互作用,监测结构变量长期和缓慢的变化。
时间过程的尺度可以是一个事件(如降雨),循环事件(雨季、长期降雨循环等),具有一定重现期的随机事件(如 10 a 一遇的干旱期),短期事件(如暴雨径流)或连续事件(如地下水运动)。	观测的时间尺度应当和事件发生的时间尺度相一致。理论上,时间的全过程应当被观测。
空间尺度	
空间过程尺度应当表达空间范围(例如降雨的面积),空间周期(雨季),以及相关空间(例如空间上 10 a 一遇的干旱期)。	观测的空间尺度应当和事件发生的空间尺度相一致。
主要过程和物理规律随尺度而变化。	观测的空间尺度应当和事件发生的空间尺度相一致。
一种过程对系统反应起主导作用(例如降水分布对土地利用或系统功能起主导作用)。	鉴别系统响应的主要空间过程,对全部空间过程进行观测。
自然生态系统的要素以不同的速率,依据不同的尺度阈、时间间隔和反馈程度表现出非线性响应。	区分这些要素的重要性,研究他们对系统响应的作用和变化。
管理体制	
系统特定的资源和功能的管辖权分配,可以从局部规模扩展到全球规模(例如生物多样性国际公约)。	管辖权的大小应当和资源基础和法律义务相匹配。当有生态和功能尺度的要求时,通过协商和利益互惠达到更大范围的管辖权。
管辖权意味着边界,在一个大的生态系统中,可以指空间或特定资源,可以重叠或嵌套。	边界应当是社会性的,谁具有权威、权利和责任?这些权利和责任范围。
万方数据 两个对比的政策:“大政府”(在各种尺度范围里,通过分支机构行使权力)和“小政府”(在地方和社区水平上建立管辖权)。	两种政策都需要。社区体制和决策是基本的,但社区决策应当以更大范围内的规划为基础。地区独立性应当在更大尺度范围内的独立性之内。

3.2 适应性/学习性决策过程

综合生态系统管理的手段包括:立法、协议、市场机制、管理体制改革、技术推广和教育培训等。适应性(学习性)过程作为一系列管理决策试验过程,强调可持续性发展的理念,实施和监测在决策阶段所选择的管理方案。所以,对于复杂问题的不确定性和利益的冲突性,协商和对话应当取代权威决策,通过适应性决策所作出的管理规划总是和变革驱动机制相结合,从而建立起指导用户的决策支持系统。决策支持系统对于矛盾的解决,特别是有关管理的途径和方案提供了有效的手段。决策支持系统通常包括:(1)有关自然、社会、经济的数据库;(2)基于各专业领域的综合分析、模拟和优化模型库;(3)空间和非空间预测结果的输出模式;(4)友好的用户界面,以便进行方案比较和分析,有如下三个方面:管理(技术)措施的学习过程;有关社会政策、政策的目标和范围的学习性过程;用户对政策的理解和学习过程。所有学习过程然后反馈到决策过程中。

中国荒漠化防治决策支持系统的工作内容:

(1)试区综合生态、经济、社会数据库载入地理信息系统(GIS)。

(2)通过生态系统研究方法,建立专家信息标

准对数据库资料进行分析处理,得到试区景观、气候、土壤、植物、植被、生态恢复措施、当地经济状况等各类子模型(表 3)。

表 3 荒漠化防治 GIS - 综合生态系统管理决策模型

Table 3 The models of GIS - IME in relation to prevention of desertification

子 模 型	专 业 模 型
景观模型	地貌模型、土地利用结构(斑块模型)、土地质量模型、土地规划模型
气候模型	降水模型、流域水文模型、温度模型、湿度模型、风模型、光照模型
水资源模型	地表水资源、地下水资源、水资源时空分布模式
土壤模型	土壤水分模型、土壤养分模型、土壤水蚀模型、土壤风蚀模型
植物模型	生物多样性模型、主要造林树种生长模型、主要草种生长模型
植被模型	植被演替模型、种子库模型、植被防风效能模型、植被涵养水源模型
生态恢复模式	人工林(灌木林)营造模式、小流域综合治理模式、草地恢复模型
社区模型	人口模型、商品生产模型、市场模型、社区发展模型
经济模型	水环境容量模型 + 土地资源环境容量模型 + 生物资源环境容量模型 + 生产力模型
政策机制	产权模型、社会保障模型、生态效益核算体系、生态环境建设投资模型

(3)通过这些子模型的集成构建相互关联的两个模型:试区生态-气候模型,内容涉及荒漠化的程度和威胁,恢复或重建的生态条件,生态恢复技术设计和资源获得的途径等;试区社会-经济模型,内容涉及来自社区的环境和经济压力(环境容量),水、土、植物资源开发利用环境影响评价和荒漠化防治的能力建设等。这两个模型的组合构成以GIS为基础的专家决策支持系统(DSS)。

为了有效地开展上述研究,传统的调查和评价方法(AHP)应当与参与性农村调查评价(PRA)的方法相结合(表4),前者在于获得已统计的数据和资料,后者则在于把握社区复杂的社会经济系统。

3.3 综合生态系统管理评价指标体系

对综合生态系统管理效果的评价是适应性(学习性)决策过程的另一个中心议题。具有多尺度相互作用和效应,高度非线性性,不确定性和时滞性,多用户目标。所以从物质、自然、经济、社会、人类活动等5个评价领域所遵循的原则确定评价指标。

指标类型包括如下几个方面:(1)简单相加指标,例如人口指数;(2)派生指标(例如通过主成分分析);(3)多维指标;(4)地理指标;(5)不同尺度上通过确定性相关分析所得到的指标等(表5)。

表4 参与性农村调查(PRA)和评价方法与层次分析方法(AHP)^[10]

Table 4 Comparison of analysis of hierarchical programming with participatory rural appraisal	
AHP	PRA
从上至下获取资料	从下至上获取资料
以项目的目标为基础	以社区和农户为基础
信息到达规划者手中	信息到达社区或农户
由专业人士评价	由社区或农户评价
满足高层次需求	满足社区或农户需求
准确的统计资料	资料来源于社区或农户的自身讨论和分析
成果对专家或研究机构有用	成果对社区或农户有用
通过专家进行技术分析	通过社区或农户的生产活动进行信息反馈分析。

表5 建立评价指标的原则

Table 5 Rules of the establishment of evaluation indicators		
生态系统的结构变量	原则	符合原则的标准(举例)
自然资本	可持续利用的原则 维持和改进自然资源产品和服务的质量和数量。	保护生物多样性的过程 维持生态系统的功能
经济资本	循环经济体系 经济增长和均衡发展	商品和服务在地方和区域中心输出 居民有权分享资源开发所带来的经济利益
物质资本	物质资本随时间增长或改善	居住条件的改善
人力(技术)资本	创造价值的能力随时间而改进	当地生产力水平提高
社会资本	维持社会贸易体系 社会规范	当经济和其他方面受到冲击时,通过社会交易体系得到缓冲 当地法规对于资源开发的限定是有效的

表6 防护林生态系统功能评价的基本内容与原则

Table 6 Basic content and rules related to the evaluation on the function of ecosystem of protection forest			
防护林生态系统的结构变量	内 容	原 则	符合原则的标准(举例)
自然资本	降水、积温、可耕地面积、水系	因地制宜、因害设防	农业规划、林业规划、水土保持规划等
	天然林	保护天然林、封山育林	
	人工林	营造混交林、保护地被物	
经济资本	防护林工程投入	循环投入	生态效益、经济效益、社会效益
	绿色核算体系	防护效益补偿、退耕还林补偿	
物质资本	苗木基地、良种		林业技术标准和规范
人力(技术)资本	育苗技术、营造林技术	木材和非木材林产品、森林防护效益随时间提高	
社会资本	林业经营管理体制	不同层次水平上参与性林业经营体制的建立	不同层次水平上的反馈和影响
	林业法规	依法行政、依法经营	

表 7 不同尺度水平上 5 个评价领域的原则
Table 7 Rules of 5 aspects of evaluation on different scales

5 个评价领域 确定指标的原则	原则(举例)		
	农户/农地	社区(乡)/流域(县)	区域(地区)
自然资本:维持和改进自然 资源产品和服务的质量和数量。	人均耕地、林地/土壤肥力的维持和 改善	维持和改善森林覆盖率和水资源	减少区域土壤风蚀和水蚀
经济增长和均衡发展	农户储蓄增长	社区信用体系的发展	政府预算增长
物质资本随时间增长或改善	农户居住条件改善	可利用水资源改善	道路建设改进
人力(技术)资本的均衡分 布	农户的受教育水平提高	技术推广和举办各种培训活动能力的 提高	政府预算体系改进
社会资本:社会规范		当地法规对于资源开发的限定是有效 的	政府宏观决策

表 8 不同评价对象的 5 个评价领域的原则
Table 8 Rules of 5 aspects of evaluation on different objectives

5 个评价领域确定指标的原则	毛乌素沙地确定 5 个评价领域指标的标准(举例)		
	裸露沙地	半固定沙地和固定沙地	草地
自然资本:维持和改进自然资 源产品和服务的质量和数量。	固沙造林,减少风蚀和水蚀	禁牧、禁垦、禁伐	维持一定的载畜量,增加草地土 壤肥力,防止草地退化
经济增长和均衡发展	治沙投入增加和均衡发展	环境补偿基金增加。	草地恢复基金增加
物质资本随时间增长或改善	苗木基地建设增加	灌木林平茬等非木材林产品增 加	灌溉设施改善
人力(技术)资本的均衡分布	造林技术水平提高	灌木林更新技术水平提高	牧业和饲养技术水平提高
社会资本:社会规范	治沙造林的社会激励机制形成 和改进	当地法规对于灌木林资源开发 利用的限定是有效的	当地法规对于草地资源开发和 利用的限定是有效的

综合生态系统管理评价的内容包括在不同尺度水平上对社会、经济、和环境有影响的资源分配;在不同尺度上建立引起荒漠化的监测和评价体系;建立土地荒漠化和自然资源保护的基金;促进当地和区域发展(社会和环境)的项目定位及其对项目评价的程序和方法、经济指标;建立实现规划目标的技术、经济合作的组织和信用体制;促进信息交流;旨在生态、经济和文化方面的环境教育;在不同层次上的参与性决策(当地、区域、国家和国际);建立技术推广中心等。

参考文献:

[1] 王鸣远. 中国林业经营类型系统及环境功能评价指标体系的探讨[J]. 林业科学,1998(2):99-110.
[2] 朱震达,刘恕. 中国的荒漠化及其治理[M]. 北京:科学出版

社,1989.
[3] 恩和. 草原荒漠化的历史反思:发展的文化维度. 自然之友网,曾经草原——内蒙古生态与游牧文化展,2003-03-22.
[4] 胡培兴,中国沙化现状及防治对策浅谈. 人民网,2002-03-18.
[5] 张桃林,王兴祥. 土壤退化研究的进展与趋向[J]. 自然资源学报,2001,(3):280-284.
[6] 孙武 南忠仁. 荒漠化指标体系设计原则的研究[J]. 自然资源学报,2000,15(2):160-163.
[7] Lovell C, Mandondo A, Moriarty P. The question of scale in integrated natural resource management[J]. Conservation Ecology, 2002,5(2):25.
[8] Lal P, Lim-Applegate H, Scoccimarro M. The adaptive decision-making process as a tool for integrated natural resource management: focus, attitudes, and approach[J]. Conservation Ecology, 2001,5(2):11.
[9] 张晓萍. 参与性农村调查与评估(PRA)概念与调查方法[J]. 水土保持科技情报,1999(4):53-56.