

## 沙尘暴多发区土地风蚀荒漠化诊断评价方法\*

林进 孙司衡 王君厚

**摘要：**利用卫星遥感技术，结合地面观测，确定植被盖度、裸地占地率和土壤质地3项因子为沙尘暴多发区风蚀荒漠化土地现状程度评价指标，并给出程度评价模型；在此基础上，考虑到非荒漠化土地及各程度荒漠化土地在面积上的组成比例，给出区域性土地风蚀荒漠化总体水平评价模型；并通过对内蒙古赤峰市及阿拉善盟两地区的土地风蚀荒漠化总体水平评价验证，证明此模型可作为沙尘暴多发区任意大小区域土地风蚀荒漠化水平评价方法。

**关键词：**沙尘暴；土地风蚀荒漠化；评价方法

**中图分类号：**X826      **文献标识码：**A

### Evaluation Methodology of Land Desertification Level Caused by Wind-erosion in the Sand-dust Storm Frequently-occurring Area

LIN Jin, SUN Si-heng, WANG Jun-hou

(Academy of Forest Inventory and Planning, The National Bureau of Forestry, Beijing 100714, China)

**Abstract:** In this paper, the coverage of vegetation, the occupation ratio of bare land and the soil texture are determined as the evaluation indicators of the degree of wind-eroded desertified land in frequently-occurring area of sand-dust storm. Based on these 3 indicators a mathematical model to determine the degree of wind-eroded desertified land was set up. Meanwhile, considering the ratio of non-desertified land area and different degree desertified land area, a regional evaluation model of land desertification level was given out. This evaluation system is testified to be applicable by using remote sensing technique and field investigation in the frequently-occurring area of sand-dust storm.

**Key words:** sand-dust storm; wind-erosion desertification; evaluation methodology

沙尘暴是一种灾害性极强的天气现象，也是风蚀荒漠化主要危害特征之一。沙尘暴天气过程将导致自然与生态环境的破坏，给人民生命财产带来巨大的损失。世界范围内的沙尘暴多发区主要位于中亚、北美、中非及澳大利亚的荒漠及荒漠化地区，我国西北地区是中亚沙尘暴发生区的一部分，由于地处欧亚大陆腹地，分布着大面积的沙漠和戈壁，气候干旱，降水量极少，沙物质丰富，植被稀疏，成为世界著名沙尘暴源地之一。沙尘暴的形成是强风天气形势和不稳定局地热力条件共同作用于干燥、疏松、植被稀少的沙质土壤上的结果，由于其危害性极强，从而引起各国政府及科技工作者的极大关注。我国是从70年代开始对沙尘暴天气个例进行研究，并主要集中于沙尘暴的天气气候特征研究上，而对沙尘暴易发区的地表特征研究则很少。气象条件在沙尘暴的形成、输送和消失中起了很重要的作用，但它只是一个动力因素，而人类不合理地开发利用干旱区自然资源，破坏植被，造成土地荒漠化，是沙尘暴的物质因素。因此，利用卫星遥感技术，结合地面观测，研究沙尘暴多发区土地风蚀荒漠化（以下简称荒漠化）现状评价指标及评价方法，及时准确地反映其荒漠化状况，为沙尘暴的预警预报提供地面信息，是沙尘暴防治研究的主要内容之一。

#### 1 荒漠化评价指标研究国内外概述

国际上荒漠化评价指标研究始于70年代，经历了约20 a的历史。1977年联合国沙漠大会后，Berry和Ford提出了以气候、土壤、植被等自然因子为评价指标<sup>[1]</sup>，用于全球范围的4级评价指标体系；此后Reiniog<sup>[2]</sup>考虑到自然因素与人为因素的相互联系，提出了由物理、生物、社会3个方面的众

多指标组成评价指标体系，并于1983年出版了1:25×104的前苏联荒漠化图。基于荒漠化评价与制图的需要，联合国粮农组织（FAO）和环境规划署于1984年制订了《荒漠化评价与制图方案》<sup>[3]</sup>，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，并分为弱、中、强和极强4个等级。

我国对荒漠化评价指标的研究，由于受沙漠化概念理解的影响，主要是针对沙质荒漠化评价的研究。朱震达等<sup>[4]</sup>提出了以沙漠化土地年扩大率、流沙占地率及地表开矿组合的3因素沙漠化评价指标体系；董玉祥<sup>[5]</sup>在总结国内外研究工作的基础上，提出了包括内在危险性、状况、扩大速率、人口压力、牲畜压力等5个方面，15个指标因子的沙漠化程度评价方法；王君厚(1996)提出了包括外营力、土地类型、地表景观等因子的数量化荒漠化程度评价方法。

从荒漠化评价指标体系研究的历史看，正处在不断发展与完善之中，最初的评价大都是以定性描述为主，由于对荒漠化概念的理解不同，指标繁杂，多为间接性指标，获取数据难度大，实用性小，且在判定上各因子间相互交错，信息量层次不清。随着数量化评价方法的出现，可以说把荒漠化评价指标体系的研究大大向前推进了一步，为以后的荒漠化评价提供了科学实用的方法论。

## 2 沙尘暴易发区荒漠化评价指标体系及评价方法

### 2.1 荒漠化评价的尺度划分及指标选取

尺度划分是荒漠化评价的基础。土地荒漠化水平在不同地域范围上其程度是不同的。因此，不同空间尺度的荒漠化评价才能满足生产和科研对荒漠化评价的需要，并且共同构成荒漠化的评价体系，即荒漠化土地程度评价（地块评价或景观尺度评价）及土地荒漠化总体水平评价（区域尺度）。不同尺度的荒漠化评价，应有不同的评价指标、标准和方法，并且区域评价应基于景观尺度评价的基础上。

### 2.2 荒漠化土地程度评价指标及评价方法

景观尺度的评价是以某一荒漠化类型的自然景观较为一致的地域（或地块）为评价对象，其地表形态和生态状况应是荒漠化土地程度的直接反映。对风蚀荒漠化而言，植被覆盖度、土壤质地及裸地占地率这3个指标，不仅具有代表性和可操作性，而且地面调查和遥感技术均较容易获得信息，是风蚀荒漠化土地程度评价的最佳指标。

风蚀荒漠化土地程度（D）应由植被盖度（C）、土壤质地（T）和裸地占地率（B）来反映，表示如下：

$$D = C + T + B \quad (1)$$

在风蚀荒漠化土地程度评价中，为了避免各因子间的相互交错而造成程度上的判定混乱，我们采用了数量化评价方法，即以特尔斐法（Dephi）确定每个指标因子的权重（ $X_i$ ），则荒漠化土地程度用公式（2）求算。

$$D = \sum_{i=1}^n X_i Y_{ij} \quad (2)$$

式中，D为某一荒漠化土地单元（地块）程度指数；n为评价指标因子数（ $n=3$ ）； $X_i$ 为第i个评价指标因子的权重； $Y_{ij}$ 为第i个指标因子在第j个等级标准时的等级值（ $Y_{ij}=1, 2, 3, 4$ ）。

为了指标信息的获取简单易行及便于应用从前已取得的调查数据，将3个评价指标统一划分为4个等级标准，并赋以等级值1、2、3、4。而各指标因子的权重组为：裸地占地率3.5，植被盖度为4.0，土壤质地2.5。由此而建立起一个较为科学实用的风蚀荒漠化土地评价指标体系（表1）。

表1 风蚀荒漠化土地评价指标体系

评价指标	权重 $X_i$	等级标准	等级值 $Y_{ij}$	等级指标 $X_i Y_{ij}$
植被盖度 /%	4.0	>50	1	4.0
		50 ~ 31	2	8.0
		30 ~ 11	3	12.0
		10	4	16.0
裸地占地率 /%	3.5	10	1	3.5
		11 ~ 30	2	7.0
		31 ~ 50	3	10.5
		>50	4	14.0
土壤质地	2.5	沙壤土	1	2.5
		砾砂土	2	5.0
		砂土	3	7.5
		粉砂土	4	10.0

在荒漠化土地程度的判定中，可根据实地调查或卫片判读的各指标值，在荒漠化土地指数表（表1）中直接查得其对应的等级指数，再利用（2）式求得该地块的荒漠化程度指数。按国际惯例，将荒漠化土地程度划分为轻、中、重和极重4个等级（表2）。

表2 风蚀荒漠化土地程度等级划分

程度	轻	中	重	极重
指数范围	10 ~ 17.0	17.1 ~ 25.0	25.1 ~ 33.0	>33.0

### 3.3 区域土地荒漠化水平评价方法

对于沙尘暴易发区来说，其所在区域土地荒漠化状况与沙尘暴的发生发展及危害有着密切的关系，所以对沙尘暴的防治来讲，区域性土地荒漠化水平的评价才是其最终目的。区域土地荒漠化水平的评价除考虑自然因子外，还应考虑该地区非荒漠化土地及各程度荒漠化土地的面积组成比例，即在景观尺度评价的基础上，进行区域评价。

$$S = \{ D_i A_i \} / \{ A_0 + A_i \} \quad (3)$$

S为某区域土地荒漠化整体水平指数； $D_i$ 为第i级荒漠化土地等级值（ $D_i = 1, 2, 3, 4$ ）； $A_i$ 为第i级荒漠化土地面积； $A_0$ 为该地区非荒漠化土地面积。

S值的范围为0 ~ 4，它代表某地区（乡、县、地区或者省）土地荒漠化程度的总体水平，反映了该地区地表景观退化程度。等级划分见表3。

表3 区域土地荒漠化水平程度划分

程度	轻	中	重	极重
指数范围	0 ~ 0.8	0.9 ~ 1.6	1.7 ~ 2.4	2.5

### 3 典型荒漠化地区荒漠化评价分析

内蒙古阿拉善盟及赤峰市，是分布于我国干旱区和亚湿润区的两个较为典型的风蚀荒漠化地区，特别是阿拉善，由于近半个世纪来环境迅速退化，荒漠化不断发展，成为我国三大沙尘暴多发区之一。

根据1994年TM卫星影像判读整理分析，经计算，求得阿拉善和赤峰两地区各程度荒漠化土地面积及两个地区的土地荒漠化总体水平指数，并由《中国气候资源地图集》查得两地区的年平均沙尘暴日数（表4），结果表明，阿拉善地区属于重度荒漠化地区（ $S = 2.10$ ），该地区沙尘暴日数为  $30 \text{ d}\cdot\text{a}^{-1}$ ，属沙尘暴强发生区；而赤峰地区为轻度荒漠化地区（ $S = 0.73$ ），该地区属于沙尘暴弱发生区（ $10 \sim 5 \text{ d}\cdot\text{a}^{-1}$ ）。由此可见，土地荒漠化严重地区，相应也为沙尘暴强发生区；而土地荒漠化较轻地区，也为沙尘暴弱发生区，这说明土地荒漠化强度与沙尘暴的发生有着密切的内在关系。

表4 内蒙古阿拉善及赤峰两地区土地荒漠化程度及年平均沙尘暴日数

地区	荒漠化土地程度	等级值	面积 / $\text{hm}^2$	土地荒漠化总体水平指数	年平均沙尘暴日数/d
阿拉善	非荒漠化	0	9 132 527	2.10	30
	轻	1	466 413		
	中	2	1 206 751		
	重	3	7 947 252		
	极重	4	6 635 667		
赤峰	非荒漠化	0	4 835 590	0.73	5 ~ 10
	轻	1	638 884		
	中	2	1 460 254		
	重	3	367 938		
	极重	4	1 976 297		

### 4 结论

根据野外调查及卫星遥感图像判读的综合分析，经多因子权重组合方案计算，建立起的风蚀荒漠化土地程度现状判定指标体系及区域土地风蚀荒漠化总体水平评价方法，其量化指标规范，简单易行，可操作性强，适用于任意大小区域的风蚀荒漠化评价，并且能够真实地反映沙尘暴多发区风蚀荒漠化状况，可为沙尘暴的预报预警提供地面信息。

作者单位：（国家林业局调查规划院, 北京 100714）

#### 参考文献:

- [ 1 ] DREGNE H E. 沙漠化 [ J ] . 世界沙漠研究, 1990, ( 3 ) : 8—12.
- [ 2 ] REINING P. Handbook on desertification indicators [ M ] . Washington D.C.: Tempest Publishing, 1978.4—21.
- [ 3 ] FAO/UNEP. Provisional Methodology for Assessment and Mapping of Desertification. FAO, Rome, 1984.12—58.
- [ 4 ] 朱震达, 刘恕. 关于沙漠化概念及其发展程度的判断 [ J ] . 中国沙漠, 1984, 4 ( 3 ) : 129—137.
- [ 5 ] 董玉祥, 刘毅华. 土地沙漠化监测指标体系的探讨 [ J ] . 干旱环境监测, 1992, 6(3) : 179—182.