

中国土壤水蚀区环境背景因子分析

邹亚荣, 张增祥, 赵晓丽, 刘斌, 张宗科

(中国科学院 遥感应用研究所, 北京 100101)

摘要: 土壤侵蚀的产生是在一定的环境背景上的, 但各环境因子的作用是不同的。在合理地选取环境背景因子与样本层的基础上, 以 GIS 为技术支撑, 采用等级打分的方法, 运用因子分析, 选取环境背景因子, 从而对环境因子进行分析。

关键词: GIS; 环境背景因子; 分级; 因子分析

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2001)04-0019-03

中图分类号: P159-3

Factor Analysis of Environment Background in Water Erosion of China

ZOU Ya-rong, ZHANG Zeng-xiang, ZHAO Xiao-li, LIU Bin, ZHANG Zong-ke

(Institute of Remote Sensing Application, Chinese Academy of Science, Beijing 100101, PRC)

Abstract: There are so many environmental background factors in soil erosion region, such as slope, land use, DEM, etc. However, not all factors play a role in soil erosion equally. Problem about how to identify the main factors in water erosion in China are discussed. Firstly, according to the conditions of study area, environmental background factors that are translated into 100 m × 100 m data format in GRID are chosen. Secondly, degrees for each factor according to the difference degree to soil erosion are set. Each environmental background has different degrees. Thirdly, with the MGE and GIS, we resample in study area in China in equal distance, so that we get lots of samples that can illustrate the study area. Then according to actual situation of each sample, values are put into each sample in line with degrees in the step 2. Finally, all datum are put into software package SPSS for factor analysis. Through factor analysis, the main factors can be chosen. This model is based on expert knowledge and object analysis, overcoming the man-made factor and showing the situation objectively.

Keywords: GIS; soil erosion environmental background factor; degree; factor analysis

1 前言

土地资源是自然资源中与人类关系最密切相关的一种资源。在人口众多、耕地有限的中国, 人地关系尤为紧张。而在社会高度发展的今天, 土地退化日益严重, 究其原因, 不仅是自然的, 而且很大程度上是人为造成的。其中土壤侵蚀是土地退化的一个重要原因, 它不仅使得土地退化, 而且还会造成严重的生态环境问题, 构成对人类的生存危害。我国的水土流失面积达 $3.67 \times 10^6 \text{ km}^2$, 占国土面积的 38%, 每年损失 $6.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ 耕地, 流失土壤 $50 \text{ t}^{[1]}$ 。我国的土壤水蚀区主要分布于东部地区、西南地区及黄土高原区, 占国土总面积的 56.4%, 而这些地区是我国经济相对发达, 人口相对集中, 土地利用效率较高的区域。因而对该区的土壤侵蚀研究更为重要。土壤侵蚀是在一定的环境背景上发生的, 而环境背景因子较多,

如植被指数、土地利用、坡度、降水等。但所有的环境因子对土壤侵蚀的作用是不一样的。那些因子起决定作用? 本文运用遥感与 GIS 技术对这一问题进行探讨, 为土壤侵蚀的防治与治理提供科学基础。

2 研究方法与数据基础

因子分析是多元分析的一种, 是由 Chales Spearman 提出的。其表达式为:

$$X_i = a_{if} + e_i, \quad i = 1, 2, 3 \dots \quad (1)$$

式中: f ——公因子; a_i ——一般表现; e_i ——特殊因子, 是通过对一组事物的表象的分析, 来揭示造成这种表象的事物内在的公因子与特殊因子。

我们以 TM 影像为主要数据源。在 MGE 环境下, 建立解译原则, 通过人机交互得到土壤侵蚀 1995 年的矢量层。再在 ARC/INFO 中, 把它转换成 $100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ 的栅格数据, 从中提出水蚀层, 以此作为

MASK 层。同时又在 MGE 与 ARC/INFO 中,按地域分异的原则得到样本层。所有的环境背景因子层是多年的数据均值,包括降水、坡度、土地利用、干燥度、植被指数、年大于 10℃积温。这些背景层均被转换成 100m×100m 的栅格数据,以便数据层的分析。用 SAMPLE 命令获取样本的值,把获得的数据输入统计软件,进行因子分析。

以上数据均转换成统一坐标和投影下。采用的投影为等面积割圆锥投影,用全国统一的中央经线和双标准纬线,中央经线为 105°,双纬线为:北纬 25°和北纬 47°,所采用的椭球体是 KRASOVSKY 椭球体。

3 环境背景因子的分级

我们选择如下环境背景因子^[2],降水,坡度,土地利用,干燥度,植被指数,年大于 10℃积温。其中植被指数是由遥感影像(NOAA, TM, MSS 等)的多

光谱数据,经线性和非线性组合构成的对植被有一定意义的各种数值。

坡度是从 DEM 中提取的,每个因子依据各自的原则划分成不同的类^[3-5]。用 MASK 层对每个因子做选择。这样我们得到水蚀区下的各环境背景层。每个环境背景层与土壤侵蚀水蚀层叠加,就可得到不同类下的土壤侵蚀强度与面积。于是我们根据土壤侵蚀综合指数 I_D :

$$I_D = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m W_{ij} A_{ij} \quad (2)$$

式中: W_{ij} —— 第 i 类第 j 级土壤侵蚀强度的分级值;
 A_{ij} —— 第 i 类第 j 级土壤侵蚀强度面积比重。

计算出每个因子不同类的土壤侵蚀综合指数。土壤侵蚀指数越大,表明土壤侵蚀越强,反之,则越小。根据土壤侵蚀指数的大小,把各因子的类赋上不同的值。以 1, 2, 3, ... 表示。1 为小,依次渐为大(表 1)。

表 1 根据土壤侵蚀指数确定各环境因子类的顺序

坡度	I_D 得分	降水	I_D 得分	干燥度	I_D 得分	植被指数	I_D 得分	土地利用	I_D 得分	> 10℃积温	I_D 得分
0°~5°	98 1	250	119 4	不可计算	148 4	0.1~0.2	83 3	旱地	159 9	< 2 100	134 10
5°~8°	153 6	250~400	182 6	≤ 0.5	81 1	0.2~0.3	187 7	有林地	33 5	2 100~3 900	139 11
8°~15°	144 5	400~800	140 5	0.5~1.00	87 2	0.3~0.4	273 8	灌木林地	82 6	3 900~5 500	111 8
15°~25°	132 4	800~1 000	114 3	1.00~1.49	156 4	0.4~0.5	173 6	疏林地	165 10	5 500~6 100	134 10
25°~35°	129 2	1 000~1 600	91 2	1.50~2.00	199 6	0.5~0.6	117 5	其它林地	92 7	6 100~7 000	191 13
35°~90°	130 3	> 1 600	43 1	2.00~4.00	162 5	0.6~1.0	89 4	高覆盖草地	128 8	7 000~8 200	183 12
				> 4.00	111 3	1	75 1	中覆盖草地	236 11	4 000~6 000	99 9
						2	82 2	低覆盖草地	371 13	8 200~9 000	71 4
								河流	15 2	9 000~10 000	99 7
								城镇	8 1	> 10 000	89 6
								农村居民点	25 3	2 100~4 000	81 5
								工交建设	26 4	4 000~5 700	34 3
								其它	297 12	< 500	26 1
										500~1 500	31 2
										1 500~3 000	200 14

4 因子分析

(1) 在 MGE 环境下,按地域分异规律,我们得到一样本层。在 ARC/INFO 下,样本层被转换成 100m×100m 的栅格数据。运用 SAMPLE 命令,获取每个样本各环境背景值。输入统计软件分析(表 2)。

(2) 因子分析用主成分法。从表中可以看出:前 5 个变量的累积百分比已达 92.16%,说明在水蚀区,5 个变量就能代表所有变量。再进一步计算(表 3)。

这是用最大方差变换的结果,很明显,因子载荷很集中,这样我们可以得到:降水、土地利用、坡度、植被指数、大于 10°的积温。这 5 个环境因子是可以代

表所有因子的。其中植被指数、土地利用是受人类影响的,可以治理的。

就降水因子对土壤侵蚀的影响而言,250~400mm,400~800mm 为春旱较重带,400~800mm 为春旱较轻带,土壤侵蚀综合指数分别为 182 与 140,这几带的土壤侵蚀严重,而这几带是在我国的北方。1 000~1 600mm,800~1 000mm,大于 1 600mm,这几带的土壤侵蚀综合指数分别为 91 与 43,土壤侵蚀较弱,这几带在我国南方,表明降水因子对土壤侵蚀的贡献在北方比南方大。

就植被指数而言,当其为 0.2~0.3,0.3~0.4,0.4~0.5 所对应地带土壤侵蚀综合指数为 187 与

287, 土壤侵蚀严重, 这几带处于我国的北方及西部地区。0.5~0.6, 0.6~1.0 所对的带土壤侵蚀综合指

数为 89, 土壤侵蚀较弱, 位于我国的南方。表明植被指数对土壤侵蚀的贡献北方比南方大。

表 2 因子分析(1)

成分	特征值			计算初值			旋转后值		
	总值	变量/ %	累积/ %	总值	变量/ %	累积/ %	总值	变量/ %	累积/ %
1	1.907	31.784	31.784	1.907	31.784	31.784	1.535	25.581	25.581
2	1.171	19.515	51.298	1.171	19.515	51.298	1.001	16.687	42.269
3	0.929	15.476	66.775	0.929	15.476	66.775	1.001	16.684	58.952
4	0.782	13.032	79.807	0.782	13.032	79.807	0.997	16.613	75.565
5	0.741	12.349	92.156	0.741	12.349	92.156	0.995	16.591	92.156
6	0.471	7.844	100.000						

表 3 因子分析(2)

因子	成分				
	1	2	3	4	5
降水	0.867	0.040	-0.063	0.076	0.101
积温	0.141	0.060	0.016	0.059	0.986
干燥度	0.863	0.101	-0.048	0.049	0.073
植被指数	0.100	0.118	-0.093	0.982	0.059
坡度	-0.042	-0.065	0.993	-0.090	0.016
土地利用	0.081	0.985	-0.067	0.116	0.060

坡度为 $5^{\circ} \sim 8^{\circ}$, $8^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 土壤侵蚀综合指数为 153 与 144, 土壤侵蚀严重, 而这些坡度带主要分布于我国的南方, 表明坡度因子在南方比北方重要。

$\geq 10^{\circ}$ 积温因子在 $2100^{\circ}\text{C} \sim 3900^{\circ}\text{C}$, $3900^{\circ}\text{C} \sim 5500^{\circ}\text{C}$ 带所处北方及西部地区。土壤侵蚀综合指数分别为 139 与 111, 土壤侵蚀严重。积温 $9000^{\circ}\text{C} \sim 10000^{\circ}\text{C}$ 与大于 10000°C 所处南方, 土壤侵蚀综合指数 99 与 89, 土壤侵蚀较弱。表明大于 10° 积温因子对土壤侵蚀的贡献在北方比南方大。

就土地利用因子而言, 旱地、草地的土壤侵蚀严重, 而这主要分布在我国北方, 林地的土壤侵蚀较弱, 主要分布于南方。

5 结 论

(1) 有许多环境背景因子对土壤侵蚀有作用, 但

所起的作用不同, 通过因子分析, 在我国水蚀区, 5 个因子是主要的。其中人为作用的有植被指数, 土地利用, 因而对土壤侵蚀治理有指导作用。

(2) 产生土壤侵蚀的环境因子是综合的且是相关的。5 个因子在我国南北方对土壤侵蚀的作用有明显不同。北方的综合环境相对南方更有利于土壤侵蚀的发生。

(3) 从环境因子来看, 坡度为 $5^{\circ} \sim 8^{\circ}$ 的土壤侵蚀严重, 而这主要是在我国的南方丘陵, 说明树木遭到毁坏, 应还林。草地主要分布于我国的北方, 但土壤侵蚀严重, 说明在北方应还草。在保护现有的植被下, 应大力造林种草, 因地制宜, 宜林则林, 宜草则草。

[参 考 文 献]

- [1] 李国英. 对我国水土保持工作的几点思考[J]. 中国水土保持, 1998(2): 20—23.
- [2] 张增祥, 等. 西藏自治区中部地区资源环境遥感监测与综合评价研究[M]. 北京: 宇航出版社, 1997. 62—63.
- [3] 邓先瑞. 气候资源概论[M]. 武汉: 华中师范大学出版社, 1995. 171.
- [4] 丘宝剑, 卢其饶. 农业气候区划及方法[M]. 北京: 科学出版社, 1987. 141.
- [5] 侯光亮, 等. 中国自然资源丛书 中国农业气候资源[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1993. 103—131.
- [6] 杨存建, 刘纪远, 张增祥. 重庆市土壤侵蚀与其背景的空间分析[J]. 水土保持学报, 2000, 14(3): 84—87.