

文章编号: 1006- 4362(2004)02- 0038- 05

西南地区生态脆弱性评价研究

——以云南、贵州为例

赵珂, 饶懿, 王丽丽, 刘玉

(西南师范大学资源与环境科学学院, 重庆北碚 400715)

摘要: 中国西南地区人口、资源、环境的矛盾非常突出, 贫困与生态恶化的双重压力使该地区的生态环境脆弱程度进一步恶化。对西南地区做出客观公正的生态脆弱性评价, 可对该地区实现社会经济的可持续发展提出科学依据。本文以云南、贵州为例, 根据云贵两省的生态环境特点, 对导致两省生态环境脆弱程度恶化的主要因素——地质、气候、经济等因素进行统计分析并做出综合评价, 最后再根据综合评价指数进行结果分析与讨论, 为缓解云贵两省生态环境脆弱程度的进一步恶化提出合理化建议。

关键词: 生态脆弱性; 脆弱度; 主成分分析; 指标权重

中图分类号: X37 **文献标识码:** A

世界已步入 21 世纪, 一方面, 我们迎接了信息时代的到来; 另一方面, 人类所面对的“生态环境应力”(stress), 也在急剧扩大。生态环境脆弱带(ecotone)的空间范围和脆弱程度, 都表现出明显的增长。对于生态环境脆弱带的表述, 很多专家有不同的论述, 但都表明: 生态环境脆弱带的本身, 并不等同于生态环境质量最差的地区, 也不等同于自然生产力最低的地区。只是在生态环境改变的速率上, 在抵抗外部干扰的能力上, 在生态系统的稳定性上, 在相应于全球变化的敏感性上, 包括在资源空间竞争的程度, 表现出可以明确表达的脆弱性^[1]。

环境或生态脆弱性是指某一地区, 生态系统或环境在受到干扰时, 容易从一种状态转变为另一种状态, 而且一经改变, 很难恢复初始状态的能力^[2~4]。人类生态学认为: 生态环境向不利于人类生存和资源利用可持续方向发生的变化为生态环境的退化^[5]。因此, 自然和人为原因引起的生态系统的变化, 不一定是退化。事实上, 人类通过自己的努力, 使许多不毛之地变为良田, 生态环境得以优化。严格的生态脆弱性概念侧重于突出生态系统偏离原生态

环境的程度, 即生态环境受到外界干扰后所表现出的不稳定性特征。

1 评价依据

生态环境的脆弱性是由多种因素相互作用或叠加形成的。在不同的时空尺度上, 相同成因所引起的生态脆弱程度是有一定差别的。因此, 要评价云贵两省的生态脆弱程度, 必须全面分析各地区环境因子, 通过遵循主导因素原则、科学性与实践性相结合原则、综合地质学、人文及经济学观点, 选择引起生态脆弱性的敏感因子, 构建评价指标体系, 综合反映特定时空区域上的生态脆弱性的程度。

2 评价方法

2.1 评价指标体系的确定

从两省各地区生态环境和社会经济的现实状况, 选择敏感性较强的因子, 对生态的敏感性及其恢复力进行分析, 同时考虑容易获取定量数据, 并与生态系统的稳定性密切相关的因子进行脆弱性评价。根据两省综合自然地理状况及环境特点, 把云南、贵州

收稿日期: 2003-11-20

基金项目: 国家自然科学基金(90202016, 40231008); 地调项目(200310400044)

的全部地区作为研究对象,查阅 2001~ 2002 年间统计资料的方法,从定性和定量两个方面,拟订反映云贵两省生态脆弱状况的 14 个指标作为生态脆弱性评价指标体系^[6-11]。

表 1 评价指标
Table 1 Indexes of evaluation

指标 代码	名称	单位	指标变化与 脆弱度关系	
			指标	脆弱度
T ₁	1950~ 2000 年 5 级以上地震次数 (云) 溶岩塌陷数 (贵)	次	↗	↗
T ₂	水土流失模数	t/km ² ·a	↗	↗
T ₃	年积温 (≥ 10℃)	℃	↗	↗
T ₄	年均气温	℃	↗	↗
T ₅	年均降水量	mm	↗	↘
T ₆	干燥度		↗	↗
T ₇	地表起伏度		↗	↗
T ₈	森林覆盖率	%	↗	↘
T ₉	人均耕地面积	亩/人	↗	↘
T ₁₀	GDP	元/人	↗	↘
T ₁₁	农民人均纯收入	元/人	↗	↘
T ₁₂	恩格尔系数		↗	↗
T ₁₃	期望寿命	岁	↗	↘
T ₁₄	文盲率	%	↗	↗

注:干燥度 = $\frac{0.16 \times \text{年积温}}{\text{年均降水量}}$;
地表起伏度 = $\frac{\text{地质最高海拔} - \text{地区最低海拔}}{\text{全国最高海拔} - \text{全国最低海拔}}$

这 14 个指标,基本上反映了研究地区生态环境的脆弱度与当地资源利用、人口控制、经济发展和生态环境等方面的主要信息。其中 T₁~ T₉ 为主要成因指标,反映当地的自然环境状况;T₁₀~ T₁₄ 为结果表现指标,它们是估价人口、生产、社会发展、环境整体生产能力及潜力,以及环境能否被持续、稳定利用的综合衡量标准。

2.2 数据处理方法

2.2.1 数据标准化

对收集到的所有指标的原始数据系列进行标准化处理,以消除原始数据量纲不同所造成的影响。本文采用极大值标准化法对原始数据系列进行标准化:

$$T_{ij} = \frac{T_{ij}(0)}{T_j(\max)}$$

式中,T_{ij}为各指标的标准化值;T_{ij}(0)为第 i 个地区第 j 个指标的原始值;T_j(max)为第 j 个指标在所有地区中的极大值。

14 个指标中脆弱度与 8 个指标成正相关,6 个

(T₅ T₈ T₉ T₁₀ T₁₁ T₁₃)指标成反相关,因此在计算过程中,成反相关的 6 个指标应采取以下公式:

$$T_{ij} = 1 - \frac{T_{ij}(0)}{T_j(\max)}$$

这样就可以统一其相关性。

2.2.2 指标权重计算

为体现各指标的重要性差别,通常要用专家评分和主成分分析等方法确定权重。本文采用 SPSS 统计分析软件对 14 个参评指标进行主成分分析,归纳出几个尽可能少又充分反映原有信息的新指标(一般要求它们的累积贡献率达 80% 以上),本研究归纳出云南、贵州各 4 个主因子(Component 1~ Component 4),从两省的总方差分解表(Total Variance Explained)可以看出它们的特征值依次为:贵州 4.971 4.218 1.941 1.340,云南 6.045 3.005 1.583 1.249。它们均大于 1,前 4 个因子已经对大多数数据给出了充分的概括。还可以看出前 4 个成分所解释的方差分别占总方差的 89.078% (贵州)、84.868% (云南),因此最后结果是确定提取前 4 个主成分,它们有效地反映了 1 根据因子矩阵 Component Matrix (λ_{jk})可计算各评价指标的公因子方差 H_j:

$$H_j = \sum_{k=1}^m \lambda_{jk}^2 (j = 1, 2, \dots, 14; k = 1, 2, \dots, m)$$

式中,j 为原指标个数;k 为主成分数;m 为主成分总个数(m = 4)。

最后采用下式对各指标的公因子方差 H_j 进行归一化处理,即可得到各指标分别在两个地区的权重:

$$W_j = H_j \sqrt{\sum_{j=1}^{14} H_j} (j = 1, 2, \dots, 14)$$

表 2 各地区指标权重系数

贵 州				云 南			
指标	权重	指标	权重	指标	权重	指标	权重
T ₁	0.062 473	T ₈	0.076 086	T ₁	0.069 785	T ₈	0.061 346
T ₂	0.077 347	T ₉	0.050 780	T ₂	0.071 295	T ₉	0.072 185
T ₃	0.074 528	T ₁₀	0.077 567	T ₃	0.080 946	T ₁₀	0.068 804
T ₄	0.069 139	T ₁₁	0.078 722	T ₄	0.073 392	T ₁₁	0.078 252
T ₅	0.068 562	T ₁₂	0.077 566	T ₅	0.073 564	T ₁₂	0.057 663
T ₆	0.078 801	T ₁₃	0.070 833	T ₆	0.075 670	T ₁₃	0.057 663
T ₇	0.066 344	T ₁₄	0.071 203	T ₇	0.072 832	T ₁₄	0.071 482

2.2.3 生态脆弱度计算

生态环境脆弱度是用于评价研究区域生态脆弱水平的一个重要的定量指标,在对原始数据进行标

准化处理,并计算出各指标的权重系数后,就可以构建一个涵盖人口、资源、环境和社会经济发展几方面信息的生态脆弱性综合评价指数:

$$G_i = \frac{\sum_{j=1}^{14} P_{ij} W_j}{\max \sum_{j=1}^{14} P_{ij} W_j + \min \sum_{j=1}^{14} P_{ij} W_j}$$

式中, G_i 为第 i 个地区脆弱度值; P_{ij} 为第 i 个地区第 j 个指标标准化值; W_j 为各指标权重

表 3 各地区脆弱度值

Table 3 Numerical value of fragility

地区	G	地区	G	地区	G	地区	G
贵阳	0.403 532	黔南	0.517 876	昆明	0.398 829	版纳	0.465 608
六盘水	0.596 469			昭通	0.601 170	大理	0.575 777
遵义	0.547 874			曲靖	0.505 120	保山	0.513 835
铜仁	0.531 398			楚雄	0.585 174	德宏	0.499 893
毕节	0.594 110			玉溪	0.453 851	丽江	0.563 470
安顺	0.555 962			红河	0.553 633	怒江	0.577 234
黔西南	0.532 390			文山	0.564 175	迪庆	0.529 249
黔东南	0.515 731			思茅	0.543 234	临沧	0.516 530

根据上述持续性综合评判指数这一定量化指标,再结合其他相关信息一般可以对研究地区的生态环境脆弱水平做出一个相对客观公正的评价。

3 结果与分析

3.1 指标权重系数

在贵州省的 14 个指标中,权重系数较大的 7 个指标依次为: 干燥度、农民人均纯收入、GDP 恩格尔系数、水土流失模数、森林覆盖率、年积温、有效地说明了地质环境因子和生活指数因子是影响贵州省生

态环境脆弱性程度高低的重要因素;云南省权重系数较大的 7 个指标依次为: 年积温、农民人均纯收入、干燥度、年均降水量、年均气温、地表起伏度、人均耕地面积。说明了气候因子及生活指数因子是影响云南省生态环境脆弱性程度高低的重要因素。

从上述分析可以看出,两省的生活指数因子都在很高程度上影响着各自的生态环境脆弱性程度,充分表明这些社会经济生活因素对于当地经济摆脱贫困和脆弱环境转向可持续利用发展发挥着更加重要的作用。

3.2 脆弱度指数

根据两省各地区的脆弱度值 (G),可以得出下图:

目前对生态脆弱度的分级尚没有统一的标准,也没有普遍适用的评价依据。根据上述分析结果,结合云贵两省自然地理状况、生态脆弱性表现特征及变化规律,把生态脆弱程度分为 4 级,结果如表 4。

表 4 各地区脆弱程度

Table 4 Degree of ecological fragility in every place

生态脆弱程度	G	地区
严重脆弱	$G \geq 0.6$	贵州: 无 云南: 昭通
比较脆弱	$0.6 \geq G \geq 0.55$	贵州: 六盘水、毕节、安顺 云南: 楚雄、红河、文山、大理、丽江
一般脆弱	$0.55 \geq G \geq 0.50$	贵州: 遵义、铜仁、黔西南、黔东南、黔南 云南: 曲靖、思茅、保山、迪庆、临沧
轻微脆弱	$0.50 \geq G$	贵州: 贵阳 云南: 昆明、玉溪、版纳、德宏

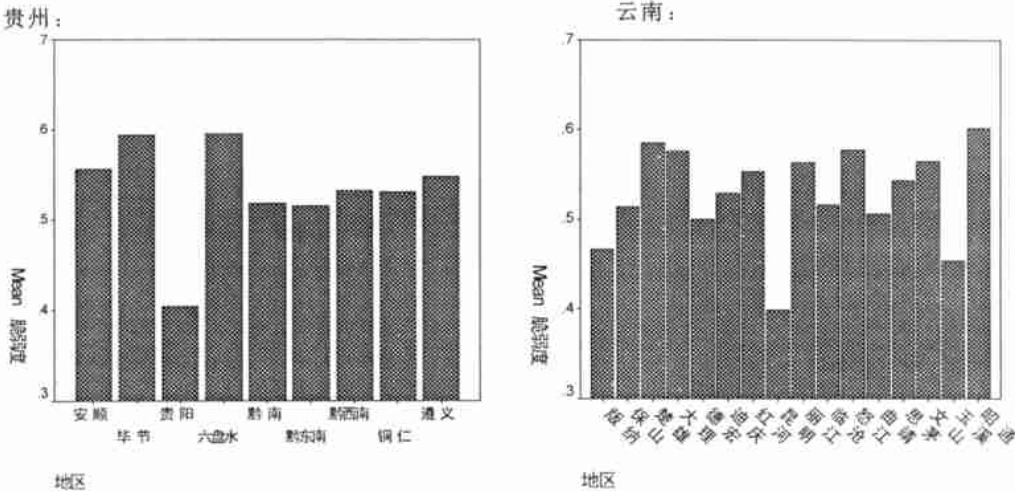


图 1 脆弱度指数

Fig. 1 Indexes of fragility

4 讨论

4.1 云南、贵州两省生态环境脆弱度处在比较脆弱或脆弱水平

从云贵两省 25 个地区在不同脆弱度等级中分布的比例来看,处于严重脆弱水平的有一个地区,占总地区数的 4%;处于比较脆弱的有 9 个地区,占 36%;一般脆弱的有 10 个地区,占 40%;轻微脆弱的有 5 个地区,占 20%。中间两部分合计为 19 个地区,占 76%,这说明在云贵两省大多数地区的现状处在比较脆弱或一般脆弱水平,总的来说它们多数处在生态环境脆弱的状态。

4.2 导致云贵两省大多数地区生态环境脆弱的主要因素是水土流失及落后的经济和生产力

在 25 个地区中,脆弱度较高的地区水土流失模数都比较高,而 GDP 农民人均纯收入几项经济指标都相对较低。云贵两省地处中国西南喀斯特地区,这类地貌类型先天脆弱,喀斯特峰林、峰丛间洼地、漏斗、溶洞发育;石灰岩山地峰高坡陡,耕地支离破碎,垦殖指数低;土壤侵蚀严重,喀斯特地区地表起伏度高,山地坡度往往大于 25° ,许多甚至在 45° 以上,土壤潜在侵蚀模数达 $3\ 150\sim 321\ 000\ \text{t}/\text{km}^2$ 。^[12] 消失了生产力的土地想要恢复其肥力及高生产力是相当困难的,要恢复一个大区域的生态平衡需要 1 000 a;要形成一个定级植物群落要 60~70 a;如果靠森林再生来恢复土壤的肥力也要 50~60 a。总之,诸多因素使得这里沦为土地破碎、岩石裸露、石笋嶙峋的石漠化的景观。土地退化加剧,耕地减缩,势必严重影响农业生产发展和人民生活,从而导致这一地区的贫困化。

4.3 有效地阻止云贵两省生态环境脆弱程度进一步恶化

4.3.1 控制人口数量,提高人口素质

把发展的中心从自然资源开发转向人力资源开发,不但有助于经济发展、社会稳定,而且能从根本上改变贫困与生态环境状况。控制人口数量,严格执行人口政策;提高人口质量,开发人力资本,把人口包袱变成可持续发展的动力,实现人口发展和生态环境的相互适应、相互促进,达到人口与生态环境的协调发展。

4.3.2 恢复与重建生态环境,走可持续发展道路

恢复与重建云贵两省的生态环境是缓解生态环

境脆弱程度进一步恶化的必由之路,在恢复重建阶段就遵循自然规律和经济规律,采取科学方法因地制宜,治理与保护相结合,生态建设与脱贫致富相结合,发展生态农业,阻止生态环境恶化的趋势;在可持续发展阶段,生态环境应该走上良性循环的轨道,大部分水土流失得到不同程度治理,植被覆盖率显著提高,实现山川秀美的理想。

5 结语

云贵两省地质灾害频繁,从而导致生态环境脆弱程度的恶化,人口贫困与环境恶化同时制约着两省的经济发展。同时,我们要进一步探索生态环境脆弱恶化的原因,加强生态环境形成机制、演化规律及发展趋势研究;加强脆弱生态系统结构及承载能力研究;加强生态脆弱性评价体系及监测系统的研究,为制定云贵两省的经济发展规划和环境保护措施,提供科学依据。

参考文献

- [1] 牛文元.生态环境脆弱带 (ECOTONE) 的基础判定 [J].生态学报, 1989, 9(2).
- [2] 包维楷.岷江上游山地生态系统的退化机制 [J].山地学报, 2000, 18(1).
- [3] 商彦蕊.自然灾害综合研究的新发展——脆弱性研究 [J].地域研究与开发, 2000, 19(2).
- [4] Kochunov B L. 脆弱生态的概念及分类 [J].地理译报, 1993, 13(1).
- [5] 王让会,樊自立.塔里木河流域生态脆弱性评价研究 [J].干旱环境监测, 1998, 12(4).
- [6] 国家统计局.中国统计年鉴 (2001) (总第 20 期) [M].中国统计出版社, 2001.
- [7] 云南省志编纂委员会.云南年鉴 (2001) [M].《云南年鉴》编辑部出版, 2001. 12.
- [8] 《中国省情市情县情大典》委员会.中国省情市情县情大典 (第一版) [M].北京:兵器工业出版社, 1997. 11.
- [9] 中国国际减灾十年委员会办公室.灾害管理文库 (第一版) [C].当代中国出版社, 1996. 6 第一卷: 1237-1268.
- [10] 中央气象局.中国地面气候资料 [M]. 1991-2000, 第二册: 148.
- [11] 云南省地震局.云南省地震资料汇编 (第一版) [M].地震资料社, 1988. 5.
- [12] 段舜山,童家恩,冯强,等.桂滇黔脆弱生境草地农业系统持续性研究 [J].生态学报, 2000, 19(5).

EVALUATION OF ECOLOGICAL FRAGILITY IN SOUTHWEST OF CHINA

Zhao Ke, Rao Yi, Wang Li-li, Liu Yu

(Institute of Resources and Environment, Southwest Normal University, Beibei, Chongqing 400715, China)

Abstract Although southwest China has abundant natural resources, the situation of population, resources and environment is very critical. Poverty and environment degeneration reaches to ecological fragility level. Evaluating ecological fragility of southwest China objectively and justly, can present scientific authority for this region with realizing sustainable development of social economy. Taking Yunnan & Guizhou for instance in this paper, numerated and analyzed orderly the main factors geological, climate, economic which caused ecological fragility level deterioration according to the environment character of two provinces, and then take the comprehensive evaluation. The paper, at last, analyze and discussed the results according to the indexes of comprehensive evaluation, and presented responsible suggestion for suspending ecological deterioration.

Key word ecological fragility; the index of fragility; principal components; relative importance of the indexes

作者简介: 赵珂 (1978-),男,西南师范大学资源与环境科学学院在读硕士研究生,主要从事岩溶生态系统脆弱性和生态恢复能力研究