

山西省县域生态环境脆弱度评价

王言荣, 邢芳芳, 刘 洁

(山西大学环境与资源学院, 太原 030006)

摘 要: 山西地处黄土高原东部, 水土流失非常严重, 生态环境的恶化严重阻碍其可持续发展战略的实施。以山西省97个县域作为研究对象, 共选取3大类12项指标, 通过层次分析法计算出各指标的权重, 采用模糊综合评判方法对各县生态环境脆弱度进行计算和定量评价, 并根据最大隶属原则把97个县份分别划分为强度脆弱、中度脆弱和轻度脆弱三种不同脆弱等级。计算结果表明, 山西省生态环境脆弱形势十分严重, 有52个属于强度脆弱, 28个属于中度脆弱, 17个属于轻度脆弱。

关键词: 生态环境; 脆弱度; 指标体系; 模糊综合评判

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)02-0144-03

Study on Eco-environmental Fragility Degree Assessment of Shanxi Province

WANG Yan-rong, XING Fang-fang, LIU Jie

(College of Environment and Resources, Shanxi University, Taiyuan 030006, China)

Abstract Shanxi Province lies in the east of Loess Plateau. With the population explosion and over development of the natural resources, there are many eco-environmental problems, especially soil erosion. The eco-environmental degradation has seriously held back the economic development of Shanxi and affected the implementation of the sustainable development strategy. 97 counties in Shanxi are taken as assessment cells. Adopting analytical hierarchy process (AHP) and fuzzy synthetic estimate (FSE) to quantitatively assess and calculate the fragile degrees, and then 97 counties were divided into different classes based on the most subject principle. The result is accords with actual situation, and shows that this way is practical.

Key words: eco-environment; fragile degree; index system; fuzzy synthetic estimate

生态环境日益恶化是目前全球尤其是发展中国家所面临的极其紧迫而严重的问题, 如何处理好环境与发展的问题已被提到议事日程上。由于种种原因, 中国的生态环境脆弱现象日益严重。在黄土、沙漠边缘和喀斯特这我国三大脆弱生态环境区, 生态环境脆弱形势较其它地区更为严重。由于种种原因, 人类活动使原本就脆弱的黄土高原地区生态环境正在向着恶性循环的方向发展。山西省有53.2%的土地为黄土和次生黄土所覆盖, 全省共有水土流失面积约10.8万 km^2 , 为全国水土流失最为严重的区域之一^[1]。在这片广袤的黄土高原地区, 由于自然环境本身的脆弱和不合理的人类活动, 使得这里的生态环境日益恶化, 反过来又强烈地影响和制约其经济的发展, 影响到这里可持续发展战略的实施。因此有必要对这里的生态环境脆弱形势做出系统的总体综合评价, 以便认识到现存的主要问题和生态环境的脆弱程度, 并为山西省黄土高原地区生态环境管理与决策提供科学

合理的定量依据, 使经济效益、社会效益和生态效益能够协调发展。从目前山西省内生态环境的研究情况来看, 近年来广大学者对山西生态环境展开了深入而广泛的研究^[2~7], 包括水土流失规律、小流域治理开发、存在的问题及整治对策, 但在有关环境质量评价方面, 尚未有对生态环境脆弱度评价的研究, 本文即试图引进定量方法对山西省的生态环境脆弱度进行评价。

1 评价单元的确定

评价单元是进行脆弱生态环境评价的最基本区域, 即最小单位。本文的生态环境质量评价以资料统计为准, 选取行政区划为评价分析单元。鉴于地区过大、乡镇过小且资料不易获取, 而城区中环境问题主要是污染问题, 所以选择县(市)域为单元。县域处于行政区划中承上启下的特殊位置, 而且也是目前统计资料上经常采用的单元。山西省有县级市

12 个, 县 85 个, 共计 97 个评价单元。

2 生态环境脆弱度评价指标体系及权重的确定

由于生态环境系统由众多的因素构成, 是一个复杂而模糊的大系统, 所以在对其进行评价时, 首先要拟订出评价的指标体系。

考虑到生态环境系统的多元性和复杂性的特点, 依据科学性、可表征性及可度量性、可操作性(即指标的易获性)等指标体系的确立原则, 并考虑到山西省实际情况, 通过专家咨询, 参考同类研究成果^[8], 共选取自然环境指标、人类影响程度指标和人类适宜状况指标等 3 大类共 12 项指标来对山西省 97 个县域生态环境脆弱度进行评价。

由于各项指标在整个生态环境系统中所起的作用大小和相当于其它各指标的重要性不同, 因此需要确定各项指标的权重。本文采用 T. L. SAATY 在 1980 年提出、目前被广泛应用的层次分析法来确定各项指标的权重。层次分析法(AHP)是系统工程中对非定量事物作定量分析的一种简便法, 它一方面能充分考虑人的主观判断, 对研究对象进行定性与定量的分析, 即听取专家意见确定各指标的相对重要程度; 另一方面把研究对象看成是一个系统, 从系统的内部与外部的相互联系出发, 将各种复杂因素逐层分析。由于该方法重点在于对复杂事物中各指标赋予恰当的权重, 故称多层次权重分析法。脆弱生态环境系统是一个多系统、多指标的复杂大系统, 特别适合采用层次分析法进行分析。各评价指标以及权重值见表 1。

表 1 生态环境脆弱度评价指标及权重

目标层	基准层		指标层	
	指标	指标权重(W)	指标	指标权重(W)
生态环境脆弱度 U	自然环境 指标 U ₁	0.34	年均降水量 u ₁₁	0.05
			平均坡度 u ₁₂	0.10
			年无霜期 u ₁₃	0.07
			土壤侵蚀强度 u ₁₄	0.12
	人类影响 程度指标 U ₂	0.33	有效灌溉面积 u ₂₁	0.07
			林地面积比重 u ₂₂	0.12
			草地面积比重 u ₂₃	0.08
			陡坡耕地比重 u ₂₄	0.06
	人类适宜 度需求指 标 U ₃	0.33	人口密度 u ₃₁	0.06
			人均水资源量 u ₃₂	0.06
			人均 GDP u ₃₃	0.11
			粮食单产 u ₃₄	0.10

3 建立隶属函数

通过建立隶属函数确定出每个因素对各评价等级的隶属度。各评价指标与生态环境质量状况变化关系有正向关系和逆向关系两种, 正向关系就是评价因子指标增大时, 生态环境脆弱度增大, 即:

$$\mu(x)=\begin{cases}1 & x_{ij}<x & x_{i,j+1}\\0 & x & x_{ij}, x>x_{i,j+1}\end{cases}$$

逆向关系就是当评价因子指标增大时, 生态环境脆弱度减轻, 即:

$$\mu(x)=\begin{cases}1 & x_{ij}<x & x_{i,j-1}\\0 & x & x_{ij}, x>x_{i,j-1}\end{cases}$$

采用均匀分布建立隶属函数, 根据各县统计数据找出各指标中最大值和最小值, 再将最大值和最小值之间的差值三等分而得到确定每项指标的不同等级的分级标准, 见表 2。

表 2 指标体系的分级标准

指标体系	轻度脆弱(v ₁)	中度脆弱(v ₂)	强度脆弱(v ₃)
U ₁	U ₁₁	> 527.4 527.4~354.8	< 354.8
	U ₁₂	< 9.65 9.65~16.89	> 16.89
	U ₁₃	> 218 218~161	< 161
	U ₁₄	1 2 3	
U ₂	u ₂₁	> 31.91 31.91~15.96	< 15.96
	U ₂₂	> 44.17 44.17~23.64	< 23.64
	U ₂₃	> 46.06 46.06~27.16	< 27.16
	U ₂₄	< 7.03 7.03~14.05	> 14.05
U ₃	U ₃₁	< 305 305~570	> 570
	U ₃₂	> 2449.6 2449.6~1257.4	< 1257.4
	U ₃₃	> 8652 8652~4825	< 4825
	U ₃₄	> 272 272~172	< 172

4 山西县域生态环境脆弱度评价

本文引进定量研究的方法尝试对山西生态环境进行定量研究。有关脆弱生态环境定量评价的方法很多, 考虑到生态环境系统是一个综合性很强的大系统, 且生态环境脆弱的界限不分明, 加之参与生态环境质量评价的指标的权重亦带有一定的模糊性, 为此, 本文采用模糊综合评判的原理和方法来进行山西省生态环境质量脆弱度评价。建立从 U 到 V 的模糊映射, 并根据公式 $B = A \cdot R$ 对指标系统权重数集 A 和评判矩阵 R 进行模糊合成运算, 得到各县生态环境脆弱度的二级综合评判向量 B。在运算中, 为适当兼顾各因素, 并保留单因素评判的全部信息, 本文采用 M(·, +) 模型(加权平均型), 即根据公式 $b_j = \sum a_i \cdot r_{ij}$ 来计算综合评判向量 B 中各元素之值, 然后根据最大隶属度法来判定评价等级: 即若 $b_k = \max(b_1, b_2, b_3, \dots, b_m)$, 则可判定生态环境脆弱度为 v_k 等级。

照此方法计算, 可得出各县生态环境脆弱度综合评判向量, 见表 3。

根据综合评判向量结果并按照最大隶属度原则, 得到山西省县域生态环境脆弱度分级结果如下:

表3 山西县域生态环境脆弱度综合评判向量

县名	综合评判向量			县名	综合评判向量			县名	综合评判向量		
	V1	V2	V3		V1	V2	V3		V1	V2	V3
清徐	0.49	0.25	0.26	榆社	0.25	0.51	0.24	偏关	0.06	0.29	0.65
阳曲	0.12	0.60	0.28	左权	0.25	0.40	0.35	原平	0.22	0.42	0.36
娄烦	0.12	0.35	0.53	和顺	0.25	0.50	0.25	曲沃	0.38	0.29	0.33
古交	0.23	0.39	0.38	昔阳	0.17	0.47	0.36	翼城	0.37	0.3	0.33
阳高	0.40	0.12	0.48	寿阳	0.33	0.22	0.45	襄汾	0.4	0.34	0.26
天镇	0.34	0.13	0.53	太谷	0.34	0.33	0.33	洪洞	0.33	0.30	0.37
广灵	0.12	0.35	0.53	祁县	0.18	0.48	0.34	古县	0.17	0.76	0.07
灵丘	0.20	0.17	0.63	平遥	0.35	0.28	0.37	安泽	0.41	0.52	0.07
浑源	0.24	0.33	0.43	灵石	0.13	0.35	0.52	浮山	0.18	0.39	0.43
左云	0.23	0.28	0.49	介休	0.12	0.56	0.32	吉县	0.17	0.29	0.54
大同	0.34	0.17	0.49	临猗	0.35	0.28	0.37	乡宁	0.37	0.28	0.35
平定	0.27	0.49	0.24	万荣	0.33	0.23	0.44	大宁	0.21	0.21	0.58
孟县	0.25	0.22	0.53	闻喜	0.28	0.39	0.33	隰县	0.27	0.19	0.54
长治	0.39	0.19	0.42	稷山	0.28	0.35	0.37	永和	0.11	0.07	0.82
襄垣	0.22	0.53	0.25	新绛	0.38	0.25	0.37	蒲县	0.29	0.52	0.19
屯留	0.49	0.08	0.43	绛县	0.36	0.27	0.37	汾西	0.17	0.19	0.64
平顺	0.25	0.35	0.40	垣曲	0.51	0.1	0.39	侯马	0.43	0.18	0.39
黎城	0.27	0.5	0.23	夏县	0.29	0.54	0.17	霍州	0.06	0.73	0.21
壶关	0.27	0.3	0.43	平陆	0.24	0.44	0.32	孝义	0.16	0.41	0.43
长子	0.43	0.25	0.32	芮城	0.26	0.37	0.37	离石	0.12	0.38	0.50
武乡	0.17	0.4	0.43	永济	0.45	0.29	0.26	汾阳	0.28	0.66	0.06
沁县	0.38	0.39	0.23	河津	0.49	0.05	0.46	文水	0.52	0.31	0.17
沁源	0.29	0.46	0.25	定襄	0.34	0.3	0.36	交城	0.24	0.37	0.39
潞城	0.49	0.11	0.40	五台	0.20	0.27	0.53	兴县	0.12	0.24	0.64
沁水	0.41	0.52	0.07	代县	0.24	0.35	0.41	临县	0.11	0.06	0.83
阳城	0.28	0.41	0.31	繁峙	0.12	0.25	0.63	柳林	0.06	0.23	0.71
陵川	0.29	0.22	0.49	宁武	0.12	0.45	0.43	石楼	0.11	0.07	0.82
泽州	0.21	0.46	0.33	静乐	0.11	0.1	0.79	岚县	0.12	0.35	0.53
高平	0.21	0.46	0.33	神池	0.12	0.27	0.61	方山	0.18	0.17	0.65
山阴	0.34	0.23	0.43	五寨	0.12	0.35	0.53	中阳	0.24	0.36	0.40
应县	0.24	0.32	0.44	岢岚	0.14	0.17	0.69	交口	0.37	0.23	0.40
右玉	0.22	0.29	0.49	河曲	0.06	0.26	0.68				
怀仁	0.42	0.32	0.26	保德	0.06	0.21	0.73				

参考文献:

- [1] 山西省计划委员会 山西国土资源概论[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1995
- [2] 中国科学院黄土高原综合考察队 黄土高原地区综合治理开发分区研究[M]. 北京: 中国经济出版社, 1990
- [3] 山西大学黄土高原地理研究所 黄土高原整治研究——黄土高原环境问题与定位试验研究[M]. 北京: 科学出版社, 1993
- [4] 时红 山西煤矿的生态环境问题及其对策[J]. 重庆环境科学, 2002, 24(2): 11- 13
- [5] 张贵祥, 刘彦随, 秦作栋 山西省生态环境综合整治研究[J]. 国土开发与整治, 1998, 8(1): 54- 59
- [6] 李仰斌 山西省水土保持生态环境建设面临的问题与对策[J]. 中国水土保持, 2000, (9): 4- 6
- [7] 石虹 改善山西生态环境是山西实现可持续发展的关键[J]. 水土保持研究, 2001, 8(2): 150- 152
- [8] 叶亚平, 刘鲁君 中国省域生态环境质量评价指标体系研究[J]. 环境科学研究, 2000, 13(3): 33- 36

(1)强度脆弱区。娄烦、阳高、天镇、广灵、灵丘、浑源、左云、大同、孟县、长治、平顺、壶关、武乡、陵川、山阴、应县、右玉、寿阳、灵石、临沂、万荣、稷山、绛县、定襄、五台、代县、繁峙、静乐、神池、五寨、岢岚、河曲、保德、偏关、洪洞、浮山、吉县、大宁、隰县、永和、汾西、孝义、离石、交城、兴县、临县、柳林、石楼、岚县、方山、中阳、交口。

(2)中度脆弱区。阳曲、古交、平定、襄垣、黎城、沁县、沁源、沁水、阳城、泽州、高平、榆社、左权、和顺、昔阳、祁县、介休、闻喜、夏县、平陆、芮城、宁武、原平、古县、安泽、霍州、汾阳。

(3)轻度脆弱区。清徐、屯留、长子、潞城、怀仁、平遥、太谷、新绛、垣曲、永济、河津、曲沃、翼城、襄汾、乡宁、侯马、文水。

从以上划分结果可以看出, 山西省县域生态环境脆弱形势非常严重, 在97个县份中, 有52个属于强度脆弱, 28个属于中度脆弱, 17个属于轻度脆弱。所以总体来说, 山西省生态环境重建工作任重而道远, 须大力加强生态环境保护和重建工作。

在今后的工作中, 首先应加强教育和宣传, 提高全社会对生态环境治理的认识, 各级政府和媒体应广泛宣传生态环境治理的意义, 使干部和群众认识到生态环境治理不仅关系到人民的生活水平, 关系到可持续发展, 而且也关系到国家的安全与稳定。其次应依法管理生态环境, 要想让生态环境彻底改善, 必须加大执法力度, 坚决杜绝继续破坏行为, 否则即使投资加大, 治理加快, 仍然赶不上破坏。再次应调整产业结构, 从而解决山西严重的经济落差、人民生活水平落差、技术落差、和环境落差问题。山西工业产业结构调整应在能源化工的上游产业基础上, 向中、下游产业深化, 建成合理高效的行业生态链; 在农业产业结构调整上, 应加强林业建设, 大力发展农林产品高附加值的深加工产业, 产业结构调整应以建设现代化生态能源化工省为导向, 发展有自身的特色又高效益的产业结构。

山西省生态环境脆弱是自然因子和人为活动长期相互交替影响的必然结果, 为确保山西社会经济的可持续发展, 必须把资源开发与环境整治协调统一起来, 以开发促治理, 以治理保开发, 实现社会效益、经济效益和生态效益的统一。