

基于 GIS 的衡阳市生态环境脆弱性研究^{*}

王 鹏, 赵 莹, 田亚平

(衡阳师范学院 资源环境与旅游管理学系, 湖南 衡阳 421008)

摘 要:从研究衡阳市生态环境形成的客观条件入手,研究了衡阳市的 7 个县或县级市生态环境脆弱性 4 个方面的影响因素,确定了 8 个评价指标,利用层次分析法,得到评价指标对应的相对权重,并通过一定的评价模型得出各个评价单元相应的生态环境脆弱性量化值。评价结果将其生态环境分为 5 类:极端脆弱区(衡阳县)、严重脆弱区(衡南县和祁东县)、中等脆弱区(衡东县)、轻度脆弱区(常宁市)和潜在脆弱区(衡山县和耒阳市),并借助 GIS 软件得出了衡阳市生态环境脆弱性综合评价图。最后,针对评价结果提出了衡阳市生态环境管理的对策。

关键词:脆弱性;生态环境;层次分析法;GIS;衡阳市

中图分类号: X171

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)04-0024-06

Study on the Vulnerability of Ecological Environment in Hengyang City Based on GIS

WANG Peng, ZHAO Ying, TIAN Ya-ping

(Department of Resources, Environment and Tourism Management, Hengyang Normal University, Hengyang, Hunan 421008, China)

Abstract: Based on the objective conditions which has formed Hengyang ecological environment, this paper studied the impact of the four factors of the ecological environment vulnerability about the seven counties or county-level cities of Hengyang city, and determined eight evaluation indicators, use the analytic hierarchy process, indicators the relative weights of corresponding evaluation, and through the evaluation model, obtaining all quantitative ecological environment vulnerability of the evaluation units. Evaluation results divided the ecological environment into five groups: extreme frail area (Hengyang County), serious frail area (Heangnan County and Qidong County), medium frail area (Hengdong County), mild frail area (Changning City) and latent frail area (Hengshan County and Leiyang City), and made the Hengyang ecological environment frail comprehensive evolution map. Finally, the Hengyang ecological environment management measure was proposed in view of the measured results.

Key words: vulnerability; ecological environment; analytic hierarchy process; GIS; Hengyang city

万物生生不息,人类文明在延续和发展,这些均依赖于生态环境,然而世界各地的自然生态系统并非都是健康、可持续发展的^[1]。随着人口、资源和环境问题日益成为人类生存所面临的严峻问题,人口的急剧增加和资源的不合理利用,使生态系统自身的协调能力不断下降,人类生存的环境呈现出越来越脆弱的趋势^[2]。因此,对这种脆弱性进行研究,了解其对区域可持续发展的制约性,对于认识当地生态环境的质量,合理利用国土资源,减少盲目开发利用和自然灾害对地区经济所造成的损失,采取各种

有效措施来维护和改善环境状况,统筹人与自然的和谐发展,实现生态文明,促进区域可持续发展及“和谐社会”的构建等都具有重要的理论意义和现实意义。针对衡阳市的 7 个县或县级市,通过挑选对生态环境脆弱性影响较大的评价指标建立生态环境脆弱性的评价指标体系,并利用相应的评价模型,借助 GIS 软件 - Arcview 的空间分析功能,对衡阳市生态环境脆弱性进行评价,旨在为当地政府采取有效措施维护和改善环境状况提供科学决策。

^{*} 收稿日期:2008-06-09

基金项目:湖南省人文地理学重点建设学科资助项目(05JJ40062);湖南省自然科学基金资助项目;衡阳师范学院《自然地理学》精品课程;衡阳师范学院人才引进科学基金启动项目(2006B07)

作者简介:王鹏(1965-),男,湖南祁东人,博士,教授,主要从事资源环境与区域可持续发展研究。E-mail:wangpengnju@163.com

1 衡阳市脆弱生态环境表现及原因分析

1.1 生态环境脆弱性的内涵

脆弱性常用来描述相关系统及其组成要素易于受到影响和破坏,并缺乏抗拒干扰和恢复初始状态(自身结构和功能)的能力^[3]。生态环境在其改变速率、对外部干扰的抵抗能力、生态系统的稳定性、相应于全球变化的敏感性上都表现出明确的可描述性。生态环境脆弱性表现了生态系统在一定的时空尺度上所具有的,对外界扰动(或胁迫)的敏感程度以及发生反应、抗拒干扰能力的强弱。某地区的生态环境对各种干扰越敏感,抵抗扰动的能力越弱,表明其越脆弱,在各种生态环境的交界面处表现尤为突出^[4]。脆弱生态环境是与自然、社会、经济紧密相连的,是自然环境条件与人类生产活动以及当地历史发展过程相联系和作用的结果^[5]。

1.2 衡阳市脆弱生态环境表现

衡阳市位于湖南省中南部,湘江中游,衡阳地处东经 110°32'16" - 113°16'32",北纬 26°07'05" - 27°28'02",东西宽 173 km、南北长 150 km,其范围包括省辖市衡阳市(下辖 5 区)和衡阳、衡东、衡山、衡南、祁东、常宁和耒阳等 7 个县或县级市,土地总面积 15 310.2 km²^[6]。衡阳盆地属于中亚热带季风湿润气候区,四周山地多,内部少,植被覆盖较差,森林覆盖率为 43%,紫色土地区森林覆盖率仅有 10% 左右。多年平均降水量在 1 300 mm 以上,为湖南省内 4 大少雨区之一,春末夏初降雨集中,盛夏初秋少,高温少雨,土壤蒸发量大,易形成季节性干旱,为著名的“衡邵干旱走廊”。衡阳盆地水土流失严重,并且还存在重复建设不必要工程及毁林毁地的情况,生态环境比较脆弱。

为了使研究单元的可比性显得更加明显,仅对衡阳市的 7 个县或县级市进行研究,衡阳市辖区就没有列入本研究范围之内。

1.3 脆弱生态环境原因分析

1.3.1 地貌因素对生态环境脆弱性的影响 地貌是影响生态系统脆弱性的重要因子。一方面,在一定地形坡度下,地表物质处于潜在的不稳定状态,当植被受到人类破坏时,在流水和重力作用下都极易加速侵蚀,往往坡度越大,造成的侵蚀退化程度越大。南方丘陵土壤中度以上的侵蚀基本发生在 15° 坡度以上的地区;另一方面,高程是脆弱性区段分异的重要指征。一般来说,人类活动的影响随高程逐渐减弱,水土流失多发生在 300 ~ 800 m 人类活动频繁的低山丘陵,尤其是 100 ~ 500 m 之间的丘岗

地。衡阳盆地是典型的红色丘陵盆地,四周山丘环绕,内镶大面积白垩系和下第三系红层的红色丘陵台地,地貌类型以岗、丘为主,100 ~ 500 m 之间的土地面积占全市土地总面积 52%,坡度在 15° 以上的土地面积比重为 50%。本区除 5° 以下缓坡地大部分没有水土流失以外,从 5° ~ 35° 陡坡地,土壤侵蚀不断加剧。同时,衡阳盆地的土壤侵蚀主要发生在 100 ~ 500 m 之间,尤其是土壤强烈侵蚀的地区主要分布在易侵蚀性的紫色岩广泛出露的 250 m 高度以下。

1.3.2 气候水热因素对生态环境脆弱性的影响

气候因子是自然环境组成要素中的动能因素,是生态系统的能量基础,其能量特征及传输转化在空间和时间上与其他因素不协调时,便会导致生态退化。对于衡阳市而言,一方面降水丰沛,强度大,多暴雨,导致流水侵蚀力强,因此,降雨越多,降雨强度越大,脆弱性越强;另一方面降水变率大,季节分配不均,存在季节性干旱,导致干旱期间植物生长受到限制,植被容易退化,并且难以恢复。因此,季节性干旱越突出,脆弱性越强。衡阳市属中亚热带季风湿润气候区,年平均气温为 17.2 ~ 18.1 °C。最热月 7 月平均气温为 29.4 ~ 30.1 °C,极端最高气温 40.8 °C;最冷月 1 月平均气温 5.2 ~ 5.9 °C,极端最低气温 - 12.3 °C。雨量丰沛,多年平均降水量为 1 223.4 ~ 1 421 mm。降雨年内分配不均,4 - 9 月降雨量占全年降雨量的 65% 左右,其中 4 - 6 月降雨量占全年降雨量 44%,且多暴雨;7 - 9 月降雨较少,只占全年 20%,加上气温高,蒸发强,常有规律性的干旱。这期间,蒸散量均超过降雨量,干旱指数一般在 1.163 ~ 1.754 之间。

1.3.3 土壤和植被因素对生态环境脆弱性的影响

衡阳盆地发育红壤、紫色土和水稻土等占绝对优势的土壤类型。红壤类土壤占整个面积的 57.93%,紫色土占到总面积的 14.03%。红壤和紫色土的土层浅薄,保水、持水功能较差,特别是紫色土,不耐侵蚀,在植被遭到破坏的情况下,容易发生水土流失,使土层日益变薄。盆地旱耕地土层 3 - 50 cm,荒山土层多在 10 cm 以下,中上坡土层不到 1 cm,好似一片“红色荒漠”^[7]。因此,作为雨水资源直接转换的土壤水分含量很低,从而使“土壤隐形水库”的调蓄水功能大为减弱,加剧了旱灾发生的机率,成为生态环境脆弱性的重要表现。

从普遍的意义上来讲,不管哪一种脆弱表现形式的脆弱强度均与植被覆盖度有较好的相关关系。对于维护生态环境状况而言,植被起着举足轻重的作

用,它具有涵养水源、保持水土、防风固沙等重要功能。并且植被退化对于脆弱生态环境的辩识也具有指示作用,生态环境脆弱度与地表植被覆盖度的关系为负相关。可选用森林覆盖率作为衡量生态环境脆弱度的指标之一。

1.3.4 经济发展因素对生态环境脆弱性的影响
生态环境的脆弱性还要受到人类经济发展水平以及消费水平的影响。一般来说,经济越发展,消费水平越高,人类对资源的使用率也会增加。从而也就加大了生态系统的承载负荷,使生态系统显现出一定的脆弱性。衡阳市经济开发的历史悠久,人口密度为 463.8 人/ km²,高于全省 340.4 人/ km² 的平均水平和全国 132.9 人/ km² 平均水平。农业人口 336.1 人/ km²,也远远高于全省 232.7 人/ km² 的平均水平及全国 82.9 人/ km² 的平均水平。由此可见,衡阳市人口众多,人口密度大,经济开发的程度高,对资源的需求量大,资源的供需矛盾较尖锐,这正是衡阳市生态环境脆弱性的另一重要表现。

表 1 衡阳市生态环境脆弱性评价指标原始值

县(市)名	$P_1/(^{\circ})$	P_2/mm	P_3	$P_4/$	$P_5/\%$	P_6 (hm ² /人)	P_7 (人·km ⁻²)	$P_8/$ 元
衡阳县	63.64	1247.2	2.75	18.4	42.7	0.053	436.0	2829.14
衡东县	60.17	1331.5	2.90	18.5	51.2	0.053	346.3	3098.79
衡山县	62.44	1362.5	2.58	18.3	44.4	0.040	435.3	3208.71
衡南县	60.81	1269.2	2.60	18.4	29.4	0.049	383.2	3265.21
祁东县	58.37	1223.4	2.26	18.6	35.7	0.041	494.4	3145.93
常宁市	59.31	1421.0	1.92	18.7	49.5	0.039	417.6	2716.57
耒阳市	59.94	1348.0	2.33	18.5	48.9	0.045	470.3	3182.64

3 衡阳市脆弱生态环境评价的实现

3.1 层次分析法(AHP)简介

美国运筹学家 T.L. Saaty 于 20 世纪 70 年代提出的层次分析法 (Analytical Hierarchy Process, 简称 AHP 方法),是一种定性与定量相结合的决策分析方法^[9]。它是一种将决策者对复杂系统的决策思维过程模型化、数量化的过程。运用这种方法,决策者通过将复杂问题分解为若干层次和若干因素,在各因素之间进行简单的比较和计算,就可以得出不同方案的权重值,为最佳方案的选择提供依据。

3.1.1 层次分析法的基本原理 AHP 法首先把问题层次化,按问题性质和总目标将问题分解成不同层次,构成一个多层次的的分析结构模型,分为最低层(供决策的方案、措施等又称为措施层),相对于最高层(总目标又称为目标层)的相对重要性权值的确定或相对优劣次序的排序问题。

2 衡阳市脆弱生态环境评价指标构建

生态环境综合评价涉及众多要素,既有自然要素也有人为要素,是自然环境和人文环境之间进行能量交换和物质循环的动态平衡系统。为了能够对脆弱性进行客观的评价,必须建立起统一的评价指标体系,并对不同脆弱区的脆弱程度进行量化(即确定脆弱度值),才有可能对生态脆弱区有一个整体客观的认识。根据对脆弱性影响因素的综合分析,兼顾信息全面覆盖原则、主导因素原则、简练性原则、可操作性原则(即指标的易获性)^[8],结合衡阳市生态系统的特点最后选取了 P_1 :平均坡度($^{\circ}$)、 P_2 :多年平均降水量(mm)、 P_3 :7-9月干旱指数(干旱指数=蒸散量/降雨量)、 P_4 :平均气温($^{\circ}$)、 P_5 :森林覆盖率(%)、 P_6 :人均耕地面积(hm²/人)、 P_7 :人口密度(人/ km²)、 P_8 :人均生产总值(元)等 8 个指标作为评估衡阳市生态环境脆弱性方面的指标体系(表 1 部分指标经过简单处理)。

3.1.2 层次分析法的特点

(1)思路简单明了,它将决策者的思维过程条理化、数量化、便于计算,容易被人们所接受。

(2)分析时所需要的定量化数据较少,但问题的本质、问题所涉及的因素及其内在关系分析得比较透彻、清楚。

该方法常常被运用于多目标、多准则、多要素、多层次的非结构化的复杂地理决策问题,特别是战略决策问题的研究,具有十分广泛的实用性。

3.1.3 层次分析法基本步骤

(1)明确问题。即弄清楚问题的范围,所包含的因素,各因素之间的关系等,以便尽量掌握充分的信息。

(2)建立层次结构模型。在这一步骤中,按问题性质和总目标将问题分为目标层、准则层、措施层。

(3)构造判断矩阵 B。这一步骤是 AHP 法的一个关键步骤。判断矩阵表示针对上一层某单元

(元素),本层次与它有关单元之间相对重要性的比较。一般如表 2 所示:

其中, b_{ij} 表示元素 P_i 对 P_j 的相对重要性的判断值。 b_{ij} 一般取 1, 3, 5, 7 等 5 个等级标度,其意义为:1 表示 P_i 与 P_j 具有相同重要性;3 表示 P_i 比 P_j 稍重要一点;5 表示 P_i 比 P_j 明显重要;7 表示 P_i 比 P_j 强烈重要;9 表示 P_i 比 P_j 极端重要。而 2, 4, 6, 8 表示相邻判断的中值,当前面 5 个等级不够用时,便可以使用这几个数。

表 2 判断矩阵表

B	P_1	P_2	...	P_n
P_1	b_{11}	b_{12}	...	b_{1n}
P_2	b_{21}	b_{22}	...	b_{2n}
...
P_n	b_{n1}	b_{n2}	...	b_{nn}

显然,对于任何判断矩阵都应该满足式(1)。

$$b_{ii} = 1$$
$$b_{ij} = 1 / b_{ji} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

(1)

(4)层次单排序。层次单排序就是把本层所有各元素对上一层来说,排出评比顺序,这就要计算判断矩阵的最大特征向量(即权重值),最常用的方法是和积法和方根法。

(5)层次总排序。利用同一层次中所有层次但排序的结果,就可以计算针对上一层而言的本层次所有元素的重要性权重值(W_i),这就成为层次总排序。层次总排序需要从上到下逐层顺序进行。对于最高层,其层次单排序也就是总排序。

(6)一致性检验。为了保证评价排序计算结果的一致性,必须进行一致性检验。

其中需要用到的指标有:完全一致性指标 $C. I.$ (Consistency Index)

$$C. I. = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

(2)

式中: λ_{\max} ——最大特征根,且 $\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (B W)_i / (n \times W_i), i = 1, 2, \dots, n$

完全一致性指标 $C. I.$ 的值越大,表明判断矩阵偏离完全一致性的程度越大, $C. I.$ 的值越小,表明判断矩阵越接近于完全一致性。一般判断矩阵的阶数 n 越大,人为造成的偏离完全一致性指标 $C. I.$ 的值便越大; n 越小,人为造成的偏离完全一致性指标 $C. I.$ 的值便越小。对于多阶判断矩阵,引入 T. L. Saaty 给出的平均随机一致性指标 $C. I.$ (Random Index),表 3 给出了 1 - 10 阶正互反矩阵计算 1 000 次得到的平均随机一致性指标。

当 $n < 3$ 时,判断矩阵永远具有完全一致性。完全一致性指标 $C. I.$ 与同阶平均随机一致性指标

$R. I.$ 之比称为随机一致性比率 $C. R.$ (Consistency Ratio)。

$$C. R. = C. I. / R. I.$$

(3)

表 3 平均随机一致性指标值

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R. I.$	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.46	1.49

当 $C. R. < 0.10$ 时,便认为判断矩阵具有可以接受的一致性。当 $C. R. \geq 0.10$ 时,就需要调整和修正判断矩阵,使其满足 $C. R. < 0.10$,从而具有满意的一致性。

3.2 利用层次分析法确定评价指标权重

(1)首先要明确的就是本问题为针对衡阳市 7 个县以及县级市的生态环境进行研究,在确定的评价指标下,通过专家打分,并利用层次分析法(AHP)确定各个指标的权重,经过一定的数学运算,得出最最终量化值,对照一定的分级标准,最终得出各县(市)的生态环境脆弱度情况。

(2)层次结构模型的建立。这种层次结构模型常用结构图来表示(图 1)。

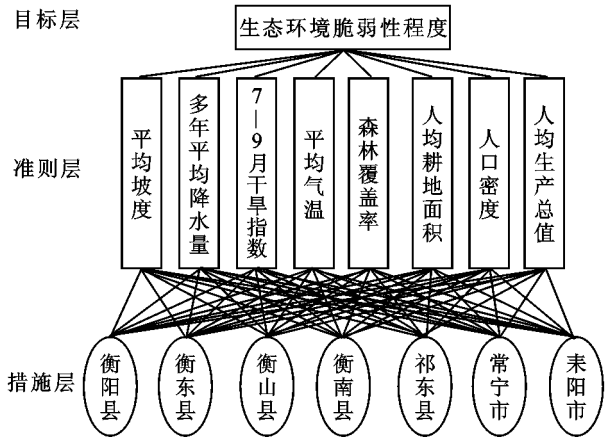


图 1 层次结构模型图

(3)在专家打分的基础上,构造出如表 4 判断矩阵 B (此矩阵为经过多次一致性检验、修改后得出的具有可以接受的一致性的判断矩阵)。

表 4 判断矩阵 B

B	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8
P_1	1	3	3	5	1/3	4	1/3	7
P_2	1/3	1	1	3	1/4	3	5	5
P_3	1/3	1	1	1	1/3	3	2	7
P_4	1/5	1/3	1	1	1/3	3	1/3	4
P_5	3	4	3	3	1	4	6	7
P_6	1/4	1/3	1/3	1/3	1/4	1	1	2
P_7	3	1/5	1/2	3	1/6	1	1	3
P_8	1/7	1/5	1/7	1/4	1/7	1/2	1/3	1

(4)层次单排序(也包含层次总排序)。由于在研

究生态环境脆弱性这一问题上,同一个评价指标一般都被认为对各个研究单元的影响是同等重要的,因此层次单排序也就包含了层次总排序。层次排序的最终目标就是确定判断矩阵的最大特征向量(即权重值),其中最常用的方法是和积法和方根法,在此利用和积法计算其最大特征向量和最大特征根。

和积法的具体计算步骤为:
将判断矩阵的每一列元素作归一化处理,其元素的一般项为

$$\overline{b_{ij}} = b_{ij} / \sum_{i=1}^n b_{ij} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

表 5 判断矩阵列元素相加结果

B	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈
P ₁	1	3	3	5	1/3	4	1/3	7
P ₂	1/3	1	1	3	1/4	3	5	5
P ₃	1/3	1	1	1	1/3	3	2	7
P ₄	1/5	1/3	1	1	1/3	3	1/3	4
P ₅	3	4	3	3	1	4	6	7
P ₆	1/4	1/3	1/3	1/3	1/4	1	1	2
P ₇	3	1/5	1/2	3	1/6	1	1	3
P ₈	1/7	1/5	1/7	1/4	1/7	1/2	1/3	1
	8.26	10.07	9.98	16.58	2.81	19.5	16	36

表 6 将每一列经归一化处理后的判断矩阵

B	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈
P ₁	0.12	0.30	0.30	0.30	0.12	0.21	0.02	0.19
P ₂	0.04	0.10	0.10	0.18	0.09	0.15	0.31	0.14
P ₃	0.04	0.10	0.10	0.06	0.12	0.15	0.13	0.19
P ₄	0.02	0.03	0.10	0.06	0.12	0.15	0.02	0.11
P ₅	0.36	0.40	0.30	0.18	0.36	0.21	0.38	0.19
P ₆	0.03	0.03	0.03	0.02	0.09	0.05	0.06	0.06
P ₇	0.36	0.02	0.05	0.18	0.06	0.05	0.06	0.08
P ₈	0.02	0.02	0.01	0.02	0.05	0.03	0.02	0.03

将每一列经归一化处理后的判断矩阵按行相加,结果(w_i)为:

将各向量相加得其和如表 7。

$$\sum_{i=1}^n w_i = 7.93$$

(5)

表 8 评价指标原始值、权重及研究单元生态环境脆弱度

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	脆弱度 G
权重值	0.20	0.14	0.11	0.08	0.30	0.05	0.10	0.03	-
衡阳县	63.64	1247.2	2.75	18.4	42.7	0.045	436.0	2829.14	0.521
衡东县	60.17	1331.5	2.90	18.5	51.2	0.053	346.3	3098.79	0.503
衡山县	62.44	1362.5	2.58	18.3	44.4	0.053	435.3	3208.71	0.481
衡南县	60.81	1269.2	2.60	18.4	29.4	0.040	383.2	3265.21	0.512
祁东县	58.37	1223.4	2.26	18.6	35.7	0.049	494.4	3145.93	0.508
常宁市	59.31	1421.0	1.92	18.7	49.5	0.041	417.6	2716.57	0.492
耒阳市	59.94	1348.0	2.33	18.5	48.9	0.039	470.3	3182.64	0.479

对向量 $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)$ 进行归一化处理:

$$\overline{w_i} = w_i / \sum_{i=1}^n w_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$
$$W = (W_1, W_2, \dots, W_n)$$

表 7 判断矩阵按行相加结果

B	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	w _i ()
P ₁	0.12	0.30	0.30	0.30	0.12	0.21	0.02	0.19	1.56
P ₂	0.04	0.10	0.10	0.18	0.09	0.15	0.31	0.14	1.11
P ₃	0.04	0.10	0.10	0.06	0.12	0.15	0.13	0.19	0.89
P ₄	0.02	0.03	0.10	0.06	0.12	0.15	0.02	0.11	0.61
P ₅	0.36	0.40	0.30	0.18	0.36	0.21	0.38	0.19	2.38
P ₆	0.03	0.03	0.03	0.02	0.09	0.05	0.06	0.06	0.37
P ₇	0.36	0.02	0.05	0.18	0.06	0.05	0.06	0.08	0.81
P ₈	0.02	0.02	0.01	0.02	0.05	0.03	0.02	0.03	0.20

用和积法计算其最大特征向量为: $W = (W_1, W_2, \dots, W_n) = (0.20, 0.14, 0.11, 0.08, 0.30, 0.05, 0.10, 0.03)$, 即为所求的特征向量的近似解。

一致性检验。经检验,随机一致性比率 $C. R. < 0.1$, 即前面给出的判断矩阵具有满意的一致性。

3.3 生态环境脆弱度计算

建立了评价指标体系,并给各指标赋权重后,可根据公式(7)(评价模型)求得生态环境的脆弱度(G)^[10]。

$$G = 1 \mp \sum_{i=1}^n p_i \times w_i / (\max_{i=1}^n p_i \times w_i \pm \min_{i=1}^n p_i \times w_i)$$

(7)

式中: p_i ——各指标的初始值; w_i ——各指标的权重, $\max_{i=1}^n p_i \times w_i$ 表示 7 个评价单元中 $p_i \times w_i$ 最大的值, $\min_{i=1}^n p_i \times w_i$ 表示 7 个评价单元中 $p_i \times w_i$ 最小的值,其数值越大,脆弱度就越高;数值越小,脆弱度就越低,其数值大小保持在 0~1 之间。

依据评价模型,计算出衡阳市 7 个县或县级市的生态环境脆弱度。表 4 即为这 7 个县或县级市的评价指标原始值,权重及最终生态环境脆弱度值。

4 衡阳市生态环境脆弱性评价结论及管理对策

4.1 衡阳市生态环境脆弱性评价结论

按脆弱度大小结合得出的脆弱度数据,将衡阳市 7 个县或县级市的生态环境脆弱情况划分为 5 类,即 $0.515 < G < 0.525$ 的为极端脆弱区, $0.505 < G < 0.515$ 的为严重脆弱区, $0.495 < G < 0.505$ 的为中等脆弱区, $0.485 < G < 0.495$ 的为轻度脆弱区, $0.475 < G < 0.485$ 的为潜在脆弱区^[11]。

由表 4 可以看出生态环境属于极端脆弱区的是衡阳县,属于严重脆弱区的是衡南县和祁东县,属于中等脆弱区的是衡东县,属于轻度脆弱区的是常宁市,属于潜在脆弱区的是衡山县和耒阳市。

结合 GIS 的空间分析功能,最终得到衡阳市生态环境脆弱性综合评价图(图 2)。

4.2 衡阳市生态环境管理对策

(1) 控制人口的增长,使人口数量与环境容量相协调,与生产力发展水平相适应。衡阳人均占有耕地面积不足全国的平均水平,较大的人口密度早已成为生态环境的胁迫因子,过剩的劳动力也带来一系列的社会问题,因此做好计划生育工作,控制人口增长刻不容缓,势在必行。

(2) 努力提高人口素质,依靠科技进步带动生产力的发展。发达的经济,先进的生产力可以为生态环境的保护工作提供保障,减少人口对自然生态系统的依赖,而经济的发展,生产力的提高正是以高素质的人才为依托的,衡阳市要保护生态环境,实现经济快速可持续增长,就必须提高人口素质。

(3) 遵循自然规律,合理、高效地利用自然资源,走可持续发展及人与自然和谐发展的道路。自然资源有些是可再生的,有些是不可再生的。衡阳自然资源的人均占有量本来就少,对自然资源更应该加倍珍惜:对于可再生资源,要在其可承受的范围内有效利用,避免过度开采和浪费;对不可再生资源,要有计划有步骤地开采利用,并积极寻求替代资源,或采用新技术新方法减小资源的使用量以实现和谐发展。

(4) 改善植被状况,提高森林覆盖率。各地要落实国家农业政策,避免大量毁林毁地事件的发生,做好退耕还林(还草)工作,安排好农民的生计问题,努力实现生态文明,保证人民安居乐业。

(5) 调整产业结构,开展环境综合治理工作。对于对生态环境破坏大的工业企业,一定要开展确实可行、行之有效的治理工作,对难以治理者要坚决实

行关停并转;对于本市的农业生产,各地区应根据自身条件,扬长避短,发挥地方优势,建立高效的农林复合生态系统。

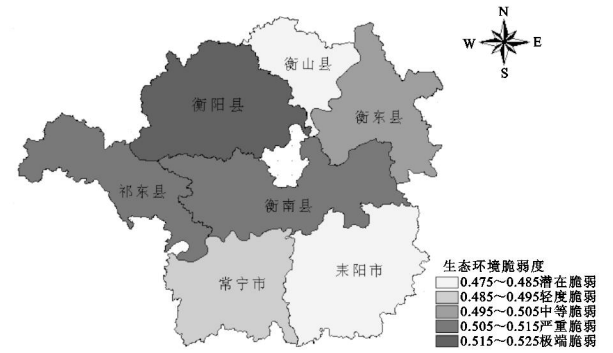


图 2 衡阳市生态环境脆弱性综合评价图

(6) 设立灾害快速应变系统。建立灾害预警机制,防患于未然;做好灾后重建工作和补救措施,尽快恢复正常的生产生活,将自然灾害的影响减小到最低程度。

(7) 加大宣传力度,唤起公众的环境保护意识。要采取各种人们喜闻乐见的宣传手段,进行全民环境保护教育,让每个公民都自发关心自身和后代赖以生存的环境,唤起人们的危机感和环保意识,从自身做起,从现在做起,投身于环境保护的热潮。

参考文献:

[1] 黄黎,沈连峰,吴明作,等.河南省生态环境脆弱性评价与分析[J].河南科学,2006,24(4):596-599.

[2] 王介勇,赵庚星,王祥峰,等.论我国生态环境脆弱性及其评估[J].山东农业科学,2004(2):9-11.

[3] 商彦蕊.自然灾害综合研究的新进展:脆弱性研究[J].地域研究与开发,2000,19(2):73-77.

[4] 牛文元.生态环境脆弱带 ECOTONE 的基础判定[J].生态学报,1989,9(2):97-105.

[5] 张红梅,沙晋明.基于 RS 与 GIS 的福州市生态环境脆弱性研究[J].自然灾害学报,2007,16(2):133-137.

[6] 田亚平,刘沛林,郑文武.南方丘陵区生态脆弱度评估:以衡阳市为例[J].地理研究,2005,24(6):843-852.

[7] 邹君,谢小立.亚热带丘岗区地表水资源脆弱性评估及其管理:以衡阳盆地为例[J].长江流域资源与环境,2007,16(3):303-307.

[8] 杨建平,丁永建,陈仁升.长江黄河源区生态环境脆弱性评价初探[J].中国沙漠,2007,27(6):1012-1017.

[9] 徐建华.现代地理学中的数学方法[M].北京:高等教育出版社,2004:224-249.

[10] 赵跃龙,张玲娟.脆弱生态环境定量评价方法的研究[J].地理科学进展,1998,17(1):73-78.

[11] 靖娟利,陈植华,胡成,等.中国西南部岩溶山区生态环境脆弱性评价[J].地质科技情报,2003,22(3):95-108.