

文章编号:1001-4810(2000)01-0090-07

岩溶山区生态环境区划

——以贵州普定县后寨河流域为例^①

王腊春^①, 史运良^①, 汪文富^②, 杨 勇^②, 陈洪元^②

(①南京大学城市与资源学系、南京大学海岛与海岸带开发国家试点实验室, 南京 210093;

②贵州省普定县岩溶研究办公室, 贵州普定 562100)

摘 要: 以贵州普定县后寨河流域生态环境综合治理研究区为例, 在深入研究并建立岩溶生态环境分区指标的基础上, 采用模糊聚类分析方法, 将研究区划分为四个生态治理模式区, 并简要论述了各分区的生态环境特征及综合治理模式。该方法也可应用于其它岩溶流域。

关键词: 岩溶地区; 生态环境; 区划; 聚类分析

中图分类号: S181 文献标识码: A

0 引 言

区域生态环境是经过长期的人类与自然条件相互作用、相互联系、相互转化的结果, 是由生态、经济和社会三个子系统组成的复合系统^[1], 属客观存在的“综合体”。由于自然条件、社会经济条件存在着地域性差异, 使各地域生态环境在结构、功能及边界特征上有着较明显的差别, 导致区域物质、能量转化率及社会效益的差别。为了揭示岩溶山区生态环境特征在空间上的相似性与差异性、共性及个性, 以便了解、重建岩溶生态环境, 使岩溶生态环境趋于良性循环与发展, 首先必须对岩溶区域生态环境的地域性差异进行综合区划。

1 研究区域概况

后寨河流域位于贵州省普定县, 流域面积 81km², 流域最高海拔 1585m, 最低 1218m, 相对高差 367m。上游为峰丛、洼地、漏斗地貌组合类型, 中游为峰林、槽谷类型, 下游为丘陵、谷地、盆地类型。全流域形成以峰林、峰丛、丘陵与谷地、洼地、盆地相间的地貌景观, 在云贵高原具有广泛的代表性。

研究区域在流域的中、上游, 涉及 13 个行政村, 总面积 3715hm², 人口 19814 人。区域内地貌类型齐全, 岩溶发育、水土流失严重, 土地相对贫瘠, 生态环境恶化, 森林覆盖率仅为 8.6%, 是生态建设与发展必须综合治理的重点区域。本区既是普定县人口密集区, 又是主要产粮区。

① 国家“九五”攻关项目(批准号: 黔科合社字(1998)1151 号项目子课题)

第一作者简介: 王腊春, 男, 1963 年生, 1985 年毕业于南京大学地理系, 博士, 副教授。已发表论文 20 余篇。

收稿日期: 1999-09-03

全区耕地面积 931.6hm², 占总面积的 25.1%, 其中水田 539.6hm²。全区主要劳动力 8166 人, 人均粮食 380kg, 人均纯收入 1166 元, 人均耕地 0.047hm²。

2 区划方法

2.1 区划原则

区域生态环境区划是对客观存在的区域生态环境特征的反映, 是对区域生态环境要素在空间存在状态的分类^[2]。由于研究区域为岩溶地区, 下垫面条件复杂, 各单元自然条件不尽相同, 社会经济条件也有差异。只有正确认识各单元生态环境要素的同一性和差异性, 才能因地制宜, 扬长避短, 发挥优势, 实现岩溶山区生态环境综合治理。区域生态环境区划主要以生态环境要素的相似性、一致性为原则, 最大限度地体现不同分区内各生态环境要素及相关因子的差异性和同一分区内各要素的相似性, 使生态环境区划更具科学性和实用性, 以达到分区指导, 统一规划, 实现区域生态环境综合治理的目的。

本文在分区中将遵循(a)自然条件相似性、(b)社会经济条件一致性、(c)综合治理和发展一致性、(d)村级行政区划相对完整性等区划原则。

2.2 区域生态环境区划指标体系

区域生态环境指标反映了区域生态环境功能结构状况, 对区域生态环境综合治理有着重要的指导意义^[3,4]。指标体系应能单独反映出系统内部特征。本文选择的区划指标(图 1)主要考虑以下几个原则:(1)全面性。指标体系应能较全面、充分地反映当地生态环境的复杂内涵, 表征出系统内部各主要方面的基本特征;(2)独立性。指标体系应有层次性, 各指标既有相对的独立性, 又表现出一定的关联性;(3)明确性。每个指标意义明确, 定量换算方法简便, 便于统一度量、比较。



图 1 岩溶生态环境区划指标体系图

Fig.1 The indication system of karst ecological environment

从生态环境系统出发, 一般可将生态环境指标分为社会指标、经济指标和生态指标三类。本文根据研究区域自然环境特征和社会经济的地域异同性, 把社会指标和经济指标合为社会经济指标。即以行政村为分区单元, 采用地貌、植被、水土流失、社会经济等 2 类 12 个指标进行

综合区划(图 1)。

2.3 区划方法

对区域生态环境分区采用模糊聚类分析方法^[5,6]。将区域内 m 个行政村 n 个区划指标建立 $m \times n$ 阶矩

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

由于 n 个指标的量纲不一致,必须予以标准化。指标标准化的方法很多,在此本文采用极大值标准化。即, $P_{ij}=x_{ij}/\max_{i=1}^m(x_{ij})$,得到标准化后的指标矩阵为:

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ p_{m1} & p_{m2} & \cdots & p_{mn} \end{bmatrix}$$

本文采用极大值标准化方法,是由于研究区域较小,各指标差别不大,相似性占主导地位。对一般分布较均匀且数值较大的指标可提高其相关性,突出那些分布不均匀指标的差异性。

对生态环境进行分区,即要找出区域各单元生态环境的相似性和差异性。各单元间的模糊相似系数采用夹角余弦公式计算。

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n P_{ik} \cdot P_{jk}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n P_{ik}^2 \cdot \sum_{k=1}^n P_{jk}^2}}$$

式中: r_{ij} 为 i 站和 j 站间的模糊相关系数; k 表示第 k 个指标。

利用上式可求得反映各单元间相似关系的模糊矩阵如下:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

本矩阵为一实对称矩阵。

对模糊矩阵进行模糊运算,可得到模糊等价矩阵 U 。

在模糊矩阵中,如果满足条件:

- (a) $r_{ii}=1, i=1, 2, 3, \cdots, n$;
- (b) $r_{ij}=r_{ji}, i=1, 2, 3, \cdots, n, j=1, 2, 3, \cdots, n$;
- (c) $RoR=R$

则该模糊矩阵为模糊等价矩阵^[7]。

根据模数定理,采用“先小后大”的自乘方法,可将模糊矩阵 R 改造成模糊等价矩阵 U :

$$U = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & \cdots & u_{1n} \\ u_{21} & u_{22} & \cdots & u_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ u_{m1} & u_{m2} & \cdots & u_{mn} \end{bmatrix}$$

根据模糊等价矩阵 U 和分区要求,确定一分区相关系数,绘制聚类谱系图,即可进行单元分类区划。

3 分区实例

根据区域内 13 个行政村的自然和社会经济特征,建立生态环境分区指标(表 1)。

表 1 生态环境分区指标
Tab.1 The regionalization indication of ecological environment

行政村名	面积 (km ²)	平均 坡度 (°)	森林覆 盖率 (%)	石山 裸露 (%)	耕地 面积 (%)	保灌面 积(占 耕地%)	水土 流失 (%)	人口密 度(人/ km ²)	人均 耕地 (hm ²)	人均 粮食 (kg)	人均 收入 (元)	一等用 地(占总 面积%)	平均降 雨量 (mm)
新堡	5.08	12.1	8.0	16.6	23.4	41.2	9.4	767.0	0.04	380.0	1100.0	14.1	1543.9
贾官	6.45	15.0	3.6	17.7	15.0	46.2	13.8	309.0	0.05	401.0	2500.0	20.0	1543.9
大新	4.79	15.1	12.4	20.2	18.9	57.8	2.0	329.0	0.06	457.0	930.0	46.9	1393.9
号营	2.03	17.9	12.3	16.5	30.9	36.5	12.2	716.0	0.04	362.0	2750.0	25.3	1393.9
马堡	1.47	19.9	11.5	28.0	35.0	41.5	6.0	1083.0	0.03	266.0	1100.0	37.7	1393.9
下坝	4.30	21.5	23.1	20.8	24.5	21.3	20.9	361.0	0.05	453.0	1100.0	7.4	1393.9
中坝	3.40	24.6	24.3	17.4	15.4	6.1	13.2	444.0	0.03	280.0	1100.0	0.9	1329.8
山脚	1.03	24.2	20.0	25.2	35.6	57.1	12.9	970.0	0.04	361.0	920.0	20.3	1393.9
马官	3.54	19.9	30.1	9.8	41.5	32.7	12.6	883.0	0.05	387.0	900.0	13.6	1329.9
荷包	1.18	19.4	0.7	41.2	33.5	37.4	7.9	738.0	0.05	374.0	2510.0	28.5	1393.9
高羊	2.64	18.6	12.6	37.5	13.9	7.3	16.7	362.0	0.04	356.0	1140.0	1.1	1329.8
偏坡	1.02	26.0	25.3	27.6	84.6	0.0	1.6	696.0	0.05	423.0	1250.0	0.0	1329.8
余官	0.31	34.8	51.5	9.7	0.0	0.0	8.1	696.0	0.05	429.0	2500.0	0.0	1329.8

* 注:各村面积不作为区划指标。

将表中各指标进行标准化运算,并对各行政单元进行模糊相关分析,得模糊相关矩阵:

$R =$

1.00	0.95	0.91	0.95	0.94	0.91	0.88	0.97	0.96	0.93	0.87	0.83	0.79
0.95	1.00	0.90	0.97	0.86	0.91	0.86	0.90	0.88	0.94	0.87	0.76	0.79
0.91	0.90	1.00	0.88	0.90	0.81	0.74	0.89	0.85	0.89	0.75	0.73	0.69
0.95	0.97	0.88	1.00	0.92	0.90	0.88	0.93	0.93	0.96	0.86	0.82	0.84
0.94	0.86	0.90	0.92	1.00	0.81	0.81	0.96	0.91	0.94	0.80	0.80	0.73
0.91	0.91	0.81	0.90	0.81	1.00	0.96	0.90	0.94	0.86	0.96	0.84	0.86
0.88	0.86	0.74	0.88	0.81	0.96	1.00	0.88	0.92	0.84	0.95	0.87	0.93
0.97	0.90	0.89	0.93	0.96	0.90	0.88	1.00	0.96	0.92	0.85	0.82	0.78
0.96	0.88	0.85	0.93	0.91	0.94	0.92	0.96	1.00	0.87	0.86	0.88	0.87
0.93	0.94	0.89	0.96	0.94	0.86	0.84	0.92	0.87	1.00	0.88	0.83	0.77
0.87	0.87	0.75	0.86	0.80	0.96	0.95	0.85	0.86	0.88	1.00	0.84	0.83
0.83	0.76	0.73	0.82	0.80	0.84	0.87	0.82	0.88	0.83	0.84	1.00	0.84
0.79	0.79	0.69	0.84	0.73	0.86	0.93	0.78	0.87	0.77	0.83	0.84	1.00

将模糊相关矩阵改造成模糊等价矩阵 U ：

$U =$

1.00	0.95	0.91	0.95	0.96	0.94	0.94	0.97	0.96	0.95	0.94	0.88	0.93
0.95	1.00	0.91	0.97	0.95	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.94	0.88	0.93
0.91	0.91	1.00	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.88	0.91
0.95	0.97	0.91	1.00	0.95	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.94	0.88	0.93
0.96	0.95	0.91	0.95	1.00	0.94	0.94	0.96	0.96	0.95	0.94	0.88	0.93
0.94	0.94	0.91	0.94	0.94	1.00	0.96	0.94	0.94	0.94	0.96	0.88	0.93
0.94	0.94	0.91	0.94	0.94	0.96	1.00	0.94	0.94	0.94	0.96	0.88	0.93
0.97	0.95	0.91	0.95	0.96	0.94	0.94	1.00	0.96	0.95	0.94	0.88	0.93
0.96	0.95	0.91	0.95	0.96	0.94	0.94	0.96	1.00	0.95	0.94	0.88	0.93
0.95	0.96	0.91	0.96	0.95	0.94	0.94	0.95	0.95	1.00	0.94	0.88	0.93
0.94	0.94	0.91	0.94	0.94	0.96	0.96	0.94	0.94	0.94	1.00	0.88	0.93
0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	1.00	0.88
0.93	0.93	0.91	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.88	1.00

以上 U 矩阵即为进行岩溶生态环境综合分区的分区相关矩阵,据此可作出模糊聚类谱系图(图 2)。

根据分区需要,确定分区相关系数为 0.95,可将研究区域划分成 4 个分区。其中余官和偏坡由于在区域内面积很小,且不是一个完整的行政单元,位置相邻,在此将它们归于同一分区(图 3)。

4 分区概述

4.1 I 区:水土流失治理区

本区位于后寨河流域上游,面积 10.34 km²,属峰丛、洼地、槽谷地貌组合类型,平均坡度大,石山裸露面积比例大,水土流失较为严重。水土流失面积约占本区总面积的 17.3%。本区人口密度较低,为 388 人/km²,人均耕地 0.045hm²,年人均收入约 1100 元。

由于本区地表坡度大,洼地、落水洞较多,地表水资源极为贫乏,农业生产以旱作为主,水稻主要种植在槽谷下游。因此保水、保土、保肥是本区生态环境治理的主要指导方针。治理主要措施为实施坡改梯工程,并配以贮水水窖,保证灌溉应急用水。对裸露石山实行封山育林,减少水土流失。

4.2 II 区:生态农业示范区

本区位于后寨河流域中游,面积 20.78 km²,地貌上属峰林盆地类型。本区地势较为平坦,耕地面积占总面积的 30%以上,保灌面积占耕地面积的 40%以上,是研究区内主要的产粮基地。本区人口密度大,为 615 人/km²,年人均收入 1680 元,一等用地(亩产 400~500kg)占本区

图 2 分区聚类分析谱系图

Fig. 2 Lineage figure of cluster analysis in each region



图 3 后寨岩溶流域生态环境综合分区图

Fig. 3 Map of karst ecological environment regionalization
at Houzhai Basin

总面积的 20% 以上,社会经济状况较好。

本区自然条件较好,地势平坦,水资源相对充足。可大力发展生态农业生产,改进农业耕作方式,推广优良品种。加大养殖业和畜牧业的比重,增加有机肥,形成种植—加工—养殖—再种植的良性循环的生态农业结构。

4.3 III 区:生态农业经济开发区

本区面积 4.7 km²,只有大新寨一个行政村属峰林盆地岩溶地貌类型。平均坡度 15°,森林覆盖率 12.4%,耕地面积占 18.9%。本区农业生产条件较好,保灌面积占耕地面积的 57.8%,一等用地占总面积的 46.9%。区内人口密度较小,为 329 人/km²,人均粮食 457kg,年人均收入仅 930 元,是自然条件好而社会经济不发达的区域。因此本区的发展应以提高村民收入、改善自然生态环境、提高社会效益为方针。提高人的素质,增强该区群众与外界的联系,多渠道发展经济。对区内裸露石山进行绿化,可考虑发展特色经济林,综合提高该区社会经济水平。

4.4 IV 区:生态林业示范区

本区面积较小,仅为 1.33 km²,分属余官和偏坡两个行政村,地貌上属峰丛、洼地、槽谷类型。该区平均坡度大,约为 25°,森林覆盖率高,达 27.3%,水土流失少。水土流失面积仅占区域总面积的 2.5%,自然生态环境较好。

由于本区以岩溶山地为主,自然生态环境较好,可作为生态林业示范区。对部分裸露石山实行封山育林,进一步提高森林覆盖率,达到区内无石山裸露。在山腰部位可开发成片经济林,实现生态建设和经济发展同步。

5 结 语

万方数据

岩溶山区是我国生态环境脆弱带和贫困带,是我国生态建设和扶贫攻坚的重点地区。要实

现岩溶山区的生态环境综合治理,必须对岩溶山区生态环境特征进行深入研究,制定生态环境区划和综合治理规划,以指导岩溶山区的生态环境重建。

本文采用综合聚类分析法对贵州普定后寨河流域岩溶生态环境综合治理项目区进行了区划。根据分析计算,将研究区域划分为 4 个生态建设模式区,并对各分区的生态环境特征和综合治理模式作了简要论述。分区基本符合研究区实际,说明该方法适用于岩溶地区,可用于其它岩溶流域的生态环境区划研究。

参考文献:

[1] 马世骏,王如松. 社会—经济—自然复合生态系统[J]. 生态学报,1984,4(1):1~9.
[2] 包晓斌. 流域生态经济区划的应用研究[J]. 自然资源,1997,No. 5:8~13.
[3] 苏维词. 岩溶地区生态环境敏感度评价研究[J]. 中国岩溶,1997,16(1):57~65.
[4] 卞有生,宋秀杰,金冬霞. 大中型农场生态经济评价指标及评价方法[J]. 农业生态环境,1994,10(2):10~14.
[5] 王腊春,吕明强. 用主成分和聚类分析法进行水环境分区[J]. 南京大学学报(地理版),1990,No. 11:95~104.
[6] 林炳耀. 计量地理学概论[M]. 北京:高等教育出版社,1985:153~190.
[7] 楼世博,孙章等. 模糊数学[J]. 北京:科学出版社,1983:103~126.

THE ECOLOGICAL ENVIRONMENT REGIONALIZATION
IN KARST AREA

—— A Case Study of Houzhai Basin in Puding County, Guizhou Province

WANG La-chun^①, SHI Yun-liang^①,

WANG Wen-fu^②, YANG Yong^②, CHEN Hong—yuan^②

(^①Department of Urban and Resources Science, Nanjing University, and State Pilot Laboratory of
Coast and Island Exploitation, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

^②The Karst Experiment Station of Puding County, Guizhou Province 562100, China)

Abstract: Karst mountains are widely distributed in south-west China where the ecological environment is fragile and the economy is undeveloped. In this paper, a case study of ecological environment regionalization at Houzhai basin in Puding county, Guizhou province is introduced. Based on the study of regional indication of the ecological environment in the area, the 4 regions are divided by applying cluster analysis method. The ecological environment characteristics are described and the regulation modes are suggested in every region. This method of regionalization can be applied in other karst areas.

Key words: Karst area; Ecological environment; Regionalization; Cluster analysis