

贵州喀斯特地区生态经济类型划分研究

徐瑶, 陈涛

(西华师范大学 国土资源学院, 四川 南充 637002)

摘要: 运用主成分分析法和聚类分析法, 对贵州喀斯特地区的生态经济类型进行了划分。首先建立指标体系, 并运用主成分分析法对 22 个类型划分指标进行筛选。再运用模糊聚类方法, 将贵州喀斯特地区 75 个县(市)划分为 5 个生态经济类型。最后对各类型进行了分析, 提出了其生态经济的发展方向, 为制定区域可持续发展战略提供了科学依据。

关键词: 喀斯特地区; 生态经济; 分类; 主成分分析; 聚类分析

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2006)03-0073-04

中图分类号: F323.22

Classifications of Eco-economic Typies on Karst Areas in Guizhou Province

XU Yao, CHEN Tao

(Institute of Land and Resources, China West Normal University, Nanchong 637002, Sichuan Province, China)

Abstract: The karst area in Guizhou Province was classified into five eco-economic categories by the principal component analysis and fuzzy poly-class method. Firstly, classification index system was set up, then was selected in 22 original variables by the principal component analysis. The 75 counties in Guizhou's karst area were classified into the five eco-economic category. The results from this research could present scientific basis for the emphatic drawing up of sustainable developing strategy.

Keywords: karst area; eco-economy; classification; principal component analysis; fuzzy poly-class

贵州省碳酸盐岩广布, 喀斯特发育, 全省 98% 的城镇、工矿人口及 95% 的农村人口居住在喀斯特地区, 95% 的城镇及 95.3% 的耕地分布在喀斯特地区, 因此喀斯特地区的经济状况对贵州全省经济建设和社会发展起到至关重要的作用。但广大喀斯特地区地貌类型复杂、地表崎岖破碎, 土层浅薄, 水土流失严重, 环境承载力低, 人多地少等生态环境脆弱性, 制约了该区经济快速健康的发展。整个喀斯特地区生产力普遍低下, 经济十分落后。为了改变这种贫困落后的状况, 客观上要求对其进行生态经济结构调整, 建立合理的经济、资源、生态优化结构。为此, 首先要对喀斯特地区生态经济类型划分, 针对不同的生态、经济特点, 明确经济发展的方向、生态建设的重点及合理的生态经济结构。

1 生态经济类型划分原则

1.1 生态与经济统一性原则

生态经济类型是一个十分复杂的地域生态经济综合体, 它聚集了类型中全部的自然因素和经济因素, 并在运行中成为一个不可分割的整体。因此类型

划分在调查摸底阶段, 必须全面掌握喀斯特区域环境中生态经济情况, 把喀斯特环境作为生态经济有机体来对待, 才能正确处理生态经济关系, 为促进生态与经济之间的协调, 发挥区域生态经济的整体功能提供科学依据。

1.2 同类相聚原则

在对 2 个以上分类单元(市、县)进行了解和全面分析的基础上找出它们的共性和差异性。由此决定它们是归于同一个生态经济类型, 还是划分为 2 个生态经济类型。按同类相聚的原则进行类型划分, 主要根据喀斯特区域环境的生态经济状况是否基本处于同一层次和水平。生态经济状况包括自然生态本底状况、经济条件状况、产业状况、生产力水平、人口状况等。

1.3 行政区域的相对完整性原则

从理论上讲, 生态经济类型是按生态和经济客观条件的实际进行划分的, 不可能与行政区划界限完全一致, 但由于人类的经济活动受到行政区划的强烈影响和制约。为保证生态经济类型划分结果的顺利实施, 生态经济类型区应尽量同行政区保持一致的协调

关系。本文所做的生态经济类型划分其分类单元为县级行政单位,在进行类型划分时,也是以县为单位,保持县级行政界限的完整性。

2 建立指标体系

分类指标的选择对于系统的识别影响最大,一般应选择与所研究问题有密切关系的变量作为分类指标。由变量组成的指标体系应全面反映区域生态经济系统的特征。本文根据可能收集到的资料选择了以上 3 个方面共 22 个与系统联系较为密切的因素构成了指标体系(见表 1)。

表 1 贵州喀斯特地区生态经济类型划分指标体系

A 自然生态指标	B 经济指标	
A ₁ 平均海拔/m	B ₁ 人均纯收入/元	
A ₂ 年均温/℃	B ₂ 农民人均纯收入/元	
A ₃ 喀斯特面积比例/%	B ₃ 二、三产业比重/%	
A ₄ > 25° 山地面积比例/%	B ₄ 人均地方财政收入/元	
A ₅ 丘陵面积比例/%	B ₅ 人均农业产值/元	
A ₆ 森林覆盖率/%	B ₆ 人均工业产值/元	
A ₇ 垦殖指数/%	C 社会指标	
A ₈ 遭受自然灾害面积比例/%	C ₁ 人口密度/(人·km ²)	
A ₉ 侵蚀模数/(t·km ⁻²)	C ₂ 人口自然增长率/%	
A ₁₀ 年降雨量/mm	C ₃ 人均耕地/hm ²	
	C ₄ 人均粮食/kg	
	C ₅ 农村文盲、半文盲比例/%	
	C ₆ 交通用地面积比例/%	

3 用主成分分析法对原始指标做筛选

由于指标过多,对运算和分析问题带来不必要的麻烦,并且不能很好地抓住事物的主要矛盾,加上人为的选择变量难免会带有主观性,必须对所考虑的众多变量,用数理统计的方法,进行筛选和处理,变为少数较少的综合指标,作为分类的新数据。

主成分分析法,就是为实现这一目的的数学方法。本文采用主成分分析法对原始指标进行了必要的筛选。

(1) 为了排除数量级、量纲不同带来的影响,本文首先采用极差标准化方法,对原始指标数据进行标准化处理,所用处理公式:

$$\phi_{ij} = (x_{ij} - x_{j\min}) / (x_{j\max} - x_{j\min})$$

式中: $i = 1, 2, 3 \dots 75$ —— 样点数(此处表示每 1 个县); $j = 1, 2, 3 \dots 22$ —— 指标数(此处表示各分类指标); ϕ_{ij} —— 表示变换后的数据; x_{ij} —— 表示各项原始数据; $x_{j\max}$ —— 第 j 项指标中的最大值; $x_{j\min}$ —— 表示第 j 项指标中的最小值。

(2) 求出已标准化的数据矩阵的相关矩阵。

$$R = (r_{ij})_{75 \times 22}$$

(3) 计算特征值和特征向量。这是主成分分析最主要的计算量。本文用最常用的雅可比法,求出了前 10 个主成分的特征值及特征向量。

(4) 计算贡献率 $T_j / \sum_{i=1}^p T_i$ 和累积贡献率

($\sum_{d=1}^p T_d$)。根据公式所求出的 10 个主成分的特征值、贡献率和累积贡献率见表 2。累积贡献率大于或等于 85% 的前 k 个特征值,能基本保留原来指标的所有信息。根据表 2 所求出的 10 个主成分的累积贡献率已达 89.1%,超过一般标准(85%),仅损失信息量的 10.9%,故前 10 个主成分作为新的综合因子系,能反映区域生态经济特征。

表 2 各主成分特征值、贡献率、累积贡献率值

主成分	特征值	贡献率	累积贡献率
1	6.168 71	30.8	30.8
2	3.515 37	17.6	48.4
3	1.811 92	9.1	7.5
4	1.476 79	7.4	64.9
5	1.126 22	5.6	70.5
6	0.895 20	4.5	75.0
7	0.814 95	4.1	79.0
8	0.779 21	3.9	82.9
9	0.620 03	3.1	86.0
10	0.614 74	3.1	89.1

(5) 计算主成分载荷及主成分得分。

4 用模糊聚类法进行类型划分

主成分分析得到的 10 个主成分组成一个新的数据集,再利用聚类分析法进行生态经济类型划分,其具体步骤如下:

第一步:对 10 个主成分进行标准化处理。

$$X_{ij} = (x_{ij} - x_j) / s_j \quad (i = 1, 2, 3 \dots m; j = 1, 2, 3 \dots n)$$

$$s_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - x_j)^2} \quad (n: \text{指标个数})$$

第二步:建立聚类相似矩阵

$$D_{ij} = \sum_{k=1}^{n_j} (Z_{ij} - Z_j)' (Z_{ij} - Z_j);$$

式中: D —— 代表距离; n_j —— 是 G_j 类的样本个数。

第三步:对相似矩阵进行变换:Wishart 公式:

$$D_{kr}^2 = \alpha_p D_{kp}^2 + \alpha_q D_{kq}^2 + \beta D_{pq}^2 + \forall |D_{kp}^2 - D_{kq}^2|$$

将 G_p 和 G_q 归为 G_r 类, D_{kr} 是新类 G_r 与其它各类的相似矩阵,系数取:

$\alpha_p = (n_k + n_p) / (n_k + n_r)$; $\alpha_q = (n_k + n_q) / (n_k + n_r)$; $\beta = -n_k / (n_k + n_r)$; $\gamma = 0$, 利用离差平方和进行 $n-1$ 次变换得到聚类结果。

本文采用上述方法, 计算出聚类结果, 并在 Arcview 和 Mapinfo 支持下, 绘制出贵州省喀斯特地区生态经济类型分布图(见图 1)。

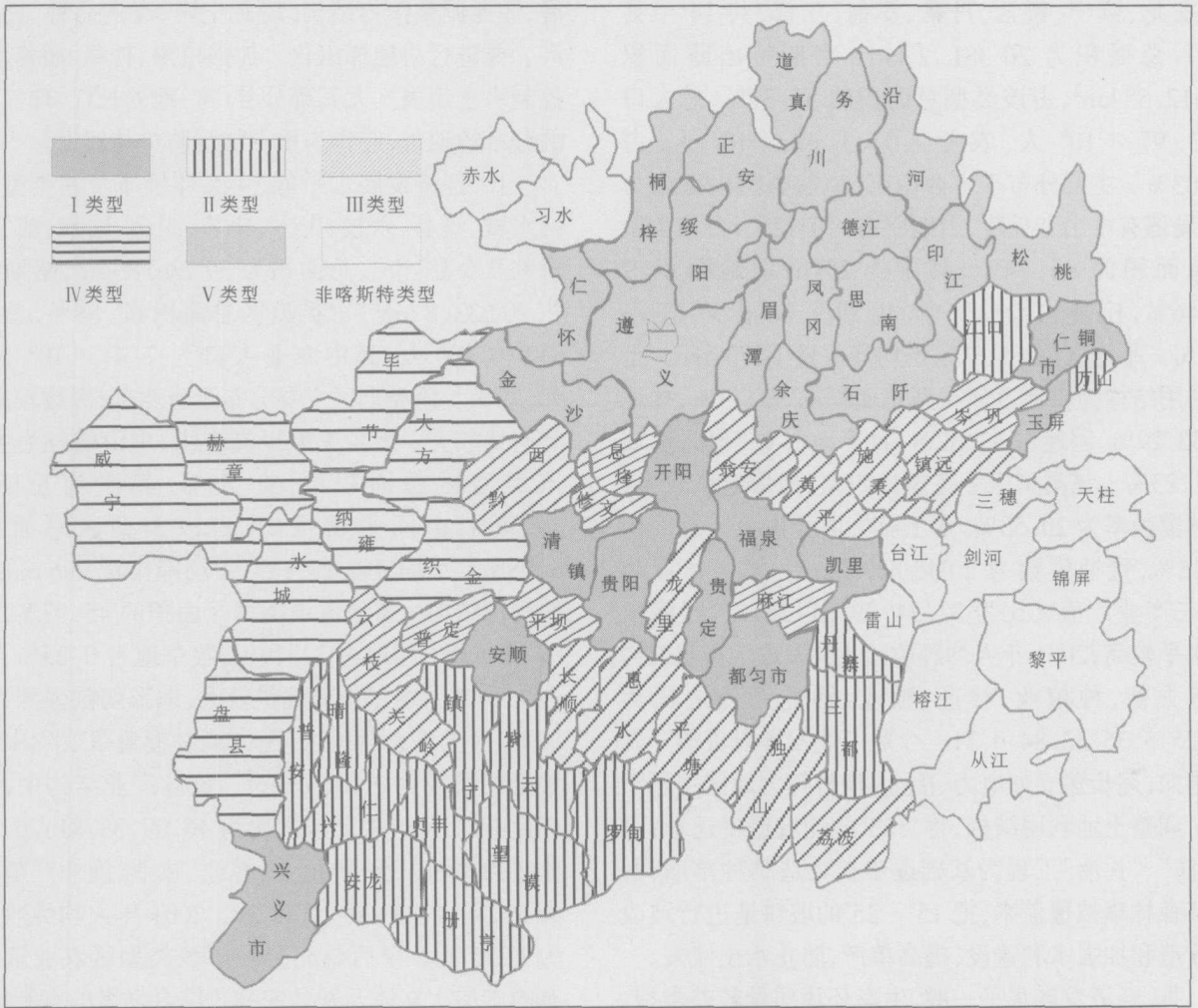


图 1 贵州省喀斯特地区生态经济类型分布略图

5 结果分析

iv. 经济发展水平高、生态环境质量好类型。包括云岩区、南明区、白云区、花溪区、乌当区、清镇市、遵义市、开阳县、玉屏县、铜仁市、兴义市、凯里市、都匀市、贵定县、安顺市、福泉市共 16 个县(市), 总面积为 24 945 km², 喀斯特发育, 面积为 21 703 km², 占类型区面积的 87%, 总人口 7.02 × 10⁶ 人, 其中农业人口 3.98 × 10⁶ 人, 占总人口的 56.68%。该类型区主要分布于中部山原面上, 地势较高, 地形开阔, 起伏平缓。地貌类型以丘陵为主, 总面积的 46.19%, 其次为山地, 占 35.47%, 山间平坝占该类型区总面积的 18.34%。平均气温 15.4℃, 平均降雨量 1 301.8 mm。土地利用结构为, 耕地占该类型区面积的 35.42%, 林地占 35.34%, 园地占 25.13%, 牧草地占

1.11%, 水域占 2.99%。林地面积虽较大, 但林业产值较小, 森林覆盖率小, 为 19.5%。水土流失面积占本区总面积的 22%, 侵蚀模数为 1 034 t/km²。2001 年人均纯收入为 2 669 元, 该区二、三产业发达, 第一产业与二、三产业产值之比为 10.51: 46.78: 42.71。农业结构比例失衡, 种植业、林业、牧业、渔业产值之比为 66.8: 1.98: 30.12: 1.21。综上所述, 由于区位条件优越, 土层较厚, 地下水埋藏浅, 生态条件、社会经济条件较好, 但农业结构不协调, 主要是林业比重太小, 今后应植树造林, 营造多种既有经济价值, 又有生态效益的经济林, 充分发挥资源组合配套、技术经济水平高, 交通方便的优势, 大力发展能源原材料工业和相应的加工工业。加强中低产田的改造, 提高复种指数, 解决人多地少的困难。同时通过增加科技投入, 推广普及有成效的实用农业技术加强坡改梯建

设,并严禁陡坡开荒。在山区大力植树种草,提高森林覆盖率,同时加强城镇绿化建设。

④ 经济发展水平较高、生态环境质量较差类型。包括江口县、万山、兴仁、普安、晴隆、贞丰、望谟、册亨、安龙、镇宁、紫云、丹寨、罗甸、三都,共14个县(市),总面积为26381.2 km²,喀斯特出露面积14612.55 km²,占该类型总面积的55.39%,总人口为3.97 × 10⁶人,农业人口3.69 × 10⁶人,占93.03%。主要分布于省西南部,地貌类型以低山为主,局部有中山和丘陵,山地所占比例较大,占该类型区总面积的66.34%,其中>25°的山地面积占59.46%,丘陵占27.56%,山间平坝很少,仅占6.1%。平均气温15.6℃,平均降雨量1273 mm。土地利用结构为耕地占该类型区总面积的32.73%,林地占32.29%,园地占33.32%,牧草地占0.55%,水域占1.23%。该类型区生态条件较差,地形起伏较大,森林覆盖率为20.58%,水土流失面积占该区总面积的45%,侵蚀模数为2945 hm²/km²。第一产业与二、三产业产值之比为32.34:39.31:28.35,经济发展水平较高,2001年人均纯收入1583元。农业结构比例失衡,种植业、林业、牧业、渔业产值之比为61.25:5.35:32.84:0.71。今后工业发展以资源开发为导向,逐步建立如电力、冶金、建材等为地区主导产业。调整土地利用结构,将>25°的陡坡退耕还草,以“长防”、“长治”工程为基础逐步扩大造林种草面积,提高森林草被覆盖率,把15°~25°的坡耕地进行坡改梯改造和加强水利建设,提高单产,防止水土流失。

⑤ 经济发展水平一般、生态环境质量较差类型。包括息烽、修文、黔西、平坝、普定、关岭、黄平、施秉、镇远、岑巩、麻江、荔波、翁安、独山、平塘、龙里、长顺、惠水。共18个县(市),总面积为3020256087 km²,喀斯特出露面积194620 km²,占该区总面积的76%,总人口为5.65 × 10⁶人,其中农业人口为5.00 × 10⁶人,占88.49%。地貌类型以山地为主,占该类型区总面积的56.52%,其次为丘陵,占36.32%,山间平坝很少,占该类型区总面积的9.16%。平均气温15.3℃,平均降雨量1167 mm。土地利用结构为耕地占该类型区总面积的29.03%,林地占39.6%,园地占29.7%,牧草地占0.27%,水域占1.31%。该类型区生态环境状况较差,水土流失面积占该区总面积的65%,森林覆盖率为20.5%,侵蚀模数为2317 t/km²。该区产业结构中,第一产业与二、三产业产值之比为35.89:38.37:31.12。农业结构中,种植业、林业、牧业、渔业产值之比为65.54:4.71:34.08:1.05。经济发展水平一般,2001年人均纯收

入1425元。今后工业上,应扬长避短,发挥区域优势,开发资源,大力发展能源工业,以农产品为原料的加工工业,调整产业结构,加强工业技术改造步伐,提高工业产值的比例,以工业经济带动农村经济的发展,注意调整作物结构,培肥土壤、改良品种、提高单产。要进行耕地梯田化。加强植树、种草、涵养水源,控制水土流失。尤其部分县(市)地处长江、珠江流域的分水岭地带,应作为重点加强防护林建设。

⑥ 经济发展水平低、生态环境质量差类型。包括水城、盘县、六枝、大方、毕节、织金、纳雍、威宁、赫章共9个县(市),总面积为30736.8 km²,喀斯特面积20833.8 km²,占类型区总面积67.88%,总人口8.20 × 10⁶人,其中农业人口为7.44 × 10⁶人,占90.79%。该类型区主要分布于省西部,海拔较高,地势起伏较大。地貌类型以高中山、中山峡谷为主,占该类型区总面积的62.89%,其次为丘陵,占30.36%,山间平坝很少,占该类型区总面积的6.75%。平均气温13.1℃,平均降雨量996 mm。土地利用结构为耕地占该类型区面积的45.97%,林地占20.55%,园地占32.19%,牧草地占0.25%,水域占1.04%。由于地势起伏较大,地形切割强烈,山高坡陡,水土流失面积达75%,森林覆盖率19.18%,土壤侵蚀模数为3102 t/km²。该区产业结构中,第一产业与二、三产业产值之比为46.09:33.81:20.1,农业结构比例失衡,种植业、林业、牧业、渔业产值之比为69.59:1.88:26.14:2.39。2001年人均纯收入仅为1225元。今后要充分发挥该类型区农业资源具有的多层次立体开发和农林牧综合发展的有利优势,大力开展农田基本建设,水利建设和林业建设,逐步改善农业生产条件和生态环境质量,全面发展农业、牧业和多种经营,加快能源交通和城镇基础设施建设。工业建设应围绕煤炭、硫铁矿、磷矿和稀土金属等优势资源的开发,逐步形成电力、采煤、煤化工和磷化工为主导的产业,相应发展烤烟等轻工业。

⑦ 经济发展水平较高、生态环境质量较好类型。包括了仁怀、遵义、桐梓、绥阳、正安、道真、务川、凤冈、湄潭、余庆、铜仁、石阡、思南、印江、德江、沿河、松桃、金沙共计18个县(市),总土地面积为41809 km²,喀斯特出露面积为29819 km²,占该类型区总面积的72.32%。该类型地处长娄山区和乌江下游,地势较平缓,地貌类型以山地为主,占该类型区总面积的61.77%,其次为丘陵,占31.34%,山间平坝仅占该类型区总面积的6.89%。平均气温15℃,平均降雨量1145 mm。

(下转第81页)

5.2 水土保持工程效果评价

江西省长江干流江岸堤防加固整治工程建设严格实行项目法人制、招投标制、建设监理制和合同管理制, 加大了水土保持工程建设的监督检查力度, 从而确保了水土保持工程的质量。已实施的水土保持工程措施安全稳定, 运行良好; 已实施的水土保持林草措施成活率达 80%。项目区各项水土保持措施的实施, 使水土流失面积下降到竣工后的 367.19 hm²; 水土流失量下降到竣工后的 33 668 t, 水土保持措施保土效益达 72.08%。主体工程绝大多数堤段及施工临时用地的水土流失基本控制在国家规定的限值内。堤防经过加高加固整治和植树种草绿化, 不仅使堤防本身防御洪水的标准得到了明显提高, 达到了防御 1954 年型洪水标准, 且有效地减少了工程实施造成的水土流失, 明显降低水土流失的危害程度, 较好地保护和改善工程沿线的生态环境, 为项目区及周边地区经济发展和居民生活创造了安定和谐的环境。

6 结语

开发建设造成的水土流失是我国现代化建设新形势下水土保持工作的新课题, 它不仅具有流失原因特别、侵蚀方式复杂、危害严重等特点, 而且流失形

式、成因、规律等也都不同于一般意义上的水土流失, 其治理的措施、对策同样不同于一般意义上水土流失治理。对于开发建设项目在建设过程中哪些地段产生了水土流失? 造成的水土流失强度有多大? 是否会对下游和周边地区造成不利影响? 都需要对建设全过程进行跟踪监测取得第一手资料, 根据监测结果进行科学评价分析, 及时采取相应的防治措施, 以有效控制开发建设活动造成的新水土流失。因此, 进一步加强开发建设项目水土保持监测的理论与实践, 对提高开发建设项目水土流失防治质量和科技含量, 加快我国水土流失防治步伐, 提高防治效益, 保护和改善生态环境, 都具有十分重要的现实意义。

[参 考 文 献]

- [1] 江西省水土保持科学研究所. 江西省长江干流江岸堤防加固整治工程水土保持方案报告书(报批稿)[R]. 2000.
- [2] 江西省水土保持科学研究所. 江西省长江干流江岸堤防加固整治工程水土保持措施设计报告[R]. 2002.
- [3] 江西省水土保持科学研究所. 江西省长江干流江岸堤防加固整治工程水土保持监测成果报告[R]. 2002.
- [4] 九江长江干堤加固整治工程建设指挥部办公室. 江西省长江干流江岸堤防加固整治工程征地拆迁报告[R]. 2002.

(上接第 76 页)

土地利用结构为耕地占该类型区面积的 33.44%, 林地占 32.79%, 园地占 30.89%, 牧草地占 1.35%, 水域占 1.52%。该区水土流失达总面积的 40%, 侵蚀模数为 2 435 t/km², 森林覆盖率为 24.5%。总的来说, 该类型区地形比较平缓, 土层较厚, 地下水埋藏浅, 生态条件比较好。第一产业与二、三产业产值之比为 33.48: 41.49: 25.03, 农业结构比例失衡, 种植业、林业、牧业、渔业产值之比为 66.29: 2.91: 29.85: 0.93。经济发展水平较高, 2001 年人均纯收入 1 591 元。今后要巩固发展水稻、油菜、优质烤烟、甘蔗、蔬菜等的生产基地。在林业方面, 开发在发展畜牧业养殖的同时, 实行种、养、加紧密结合, 农、工、商一条龙, 逐步建成为以食品工业为特色、兼有造纸、化工等多工业部门的工业生产体系。

[参 考 文 献]

- [1] 杨爱民, 王礼先, 王玉杰, 等. 三峡库区农业生态经济分区的研究[J]. 生态学报, 2001, 21(4): 561—568.
- [2] 金学良, 乔家君. 主成分分析, 聚类分析在人口区划中的应用[J]. 经济地理, 1999, 19(4): 12—16.
- [3] 刘绪震, 杨宝时. 聚类分析在农业生态类型区划中的应用[J]. 地域研究与开发, 1990, 9(2): 5—7.
- [4] 屠玉麟. 贵州喀斯特农业生态环境的类型划分[J]. 中国岩溶, 1991, 10(3): 127—135.
- [5] 苏维词, 杨汉奎. 贵州岩溶区生态环境脆弱性类型的初步划分[J]. 环境科学研究, 1994, 7(6): 35—41.
- [6] 黄兴义. 贵州喀斯特地区生态经济协调发展的对策思考[C]. 贵州喀斯特地区生态环境与经济协调发展学术研讨会论文集, 贵阳: 贵州省科学技术协会编, 1999. 79—83.
- [7] 迟维韵. 生态经济理论与方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990.