

中小流域可持续发展综合评价 ——以北京市拒马河流域为例

张慧智, 李红, 王植, 周连第

(北京市农林科学院 农业综合发展研究所, 北京 100097)

摘要: 研究以北京市境内拒马河流域为研究对象, 通过构建流域可持续发展评价指标体系, 采用综合指数评价法对该流域的可持续发展能力进行综合评价。研究表明: 拒马河流域的可持续发展能力 2003–2008 年逐年增强, 到 2008 年流域整体达到中等可持续发展水平, 仍有待提升。其中, 流域社会发展的可持续水平较高, 环境保护和经济发展可持续水平其次, 前 3 者均达到可持续发展的中等水平; 而流域自然资源的可持续利用能力较弱。由于资源分布的不均衡, 流域各乡镇之间的可持续发展能力存在较大差异。流域内水资源和耕地资源的相对缺乏、农村居民人均纯收入低且存在较大地域差异、农民生活仍不富裕、产业结构失衡以及旅游业迅速扩张带来的生态环境压力是拒马河流域可持续发展的主要制约因素。研究中采用的评价方法和指标体系获得的评价结果能够较为客观地反映该地区的实际情况。

关键词: 流域; 可持续发展; 指标; 综合指数; 评价

中图分类号: F303.3; X821

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)04-0117-05

Analysis and Assessment of Sustainable Development of Meso- and Micro-scale River Basin —A Case Study of Juma River Basin in Beijing

ZHANG Huizhi, LI Hong, WANG Zhi, ZHOU Lian-di

(Institute of Integrated Development of Agriculture, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097, China)

Abstract: An indicator framework was constructed in this paper to make the integrated assessment on the sustainable development of the Juma River Basin in Beijing. The results showed that the sustainable development capability of the Juma River Basin was improved gradually from 2003 to 2008 and had reached the medium level in 2008. The index value of the social development of the Juma river basin was the highest, followed by the environmental protection and economic development, which were 0.8, 0.66 and 0.66, respectively. The sustainable development capability of nature resource utilization of the river basin was weak and needed to be improved. There were significant area differentiations of sustainable development capability in the Juma River Basin because of the uneven distribution of natural resources. The shortage of water and land resources, the low income of rural residents, the gap between the rich and the poor, the disproportion of the industrial structure and the environmental stress produced by the rapid development of tourism were the major factors to inhibit the development in the Juma River Basin. The results achieved in this paper could conform the actual conditions of the Juma River Basin well.

Key words: river basin; sustainable development; indicator; composite index; assessment

流域的可持续发展追求流域社会、经济、生态三者的持续协调发展, 其中生态持续发展是基础, 经济持续发展是条件, 社会持续发展是目的^[1-2]。依据流域的特征, 流域可持续发展应是在水环境可持续发展的前提

下, 依据流域系统的方向性特征, 合理开发各种自然资源, 协调好流域内各地区间社会、经济与环境资源之间的关系, 缩小地区间差异, 带动流域整体持续向前发展, 从而满足流域内人口不断增长的多层次需求。

收稿日期: 2010-12-08

修回日期: 2011-03-03

资助项目: 北京市科技计划项目 (Z090605006009019)

作者简介: 张慧智 (1976-), 女, 湖南常德人, 博士, 助理研究员, 主要从事农业生态环境领域的研究工作。E-mail: zhanghuizhi07@yahoo.cn

通信作者: 李红 (1973-), 女, 山东烟台人, 博士, 研究员, 主要从事土地资源管理等领域的工作。E-mail: lihong@sohu.com

©1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

流域的自然-社会-经济复合系统是一个庞大的、复杂的、动态的系统, 包含有众多的因子, 直接应用数量众多的因子作为评价指标来评价其系统可持续发展能力是一件非常困难的事^[3-4]。目前对于流域可持续发展的定量评价研究主要采用综合指数评价法, 由于综合指数能够给公众和决策者提供清晰、简洁、易于接受的信息, 因而受到众多研究者的青睐^[5]。流域可持续发展评价研究主要集中于小流域生态环境治理效益评价和以水资源承载力为重要议题的大流域可持续发展评价方面。在大尺度流域可持续发展评价研究上, 美国环保局(USEPA)于 2002 年发表了《流域指标指数综述》报告, 对美国的 2 100 多个内陆流域的状态和脆弱性进行了评价^[6]。我国陈利顶和傅伯杰^[7]、段学军^[8]等基于世界银行提出的可持续发展指标体系, 以水资源为主要控制因素建立指标体系, 对长江流域的可持续发展能力进行了评价分析。Wang 等^[9]、宋豫秦^[10]等分别对黄河流域、淮河流域的可持续发展状态进行了综合评价与分析。在小流域生态环境整治效益评价方面, 喻权刚等^[11]、段文标等^[12]从生态支持、水土保持、环境保护、社会进步、经济发展和管理调控等多方面建立小流域综合评价框架, 对黄土高原小流域、太行山区小流域等进行了评价。可见, 早期研究所建立的指标体系中, 在生态方面大多仅考虑了水土保持的指标, 对于自然资源、环境污染与社会响应考虑较少, 对社会保障与社会公平也考虑较少。后期研究中指标体系逐渐细化, 具有更好的层次性, 也能更好地反映流域不同方面的可持续发展状况及其存在的问题。但是仍然存在较多问题: 首先, 在生态指数中没有清晰地区分资源、环境分别对流域生态的影响, 环境指数中污染胁迫和社会对环境胁迫响应的指标过少; 其次, 经济发展指数中缺乏对经济效率和经济结构方面的考虑; 在社会进步指数中依然缺少对社会公平的考虑。

我国流域可持续发展研究处于起步阶段, 尚未形成系统的流域可持续发展的基础理论与研究方法体系, 对中小尺度流域的可持续发展评价研究尤为缺乏。因此, 本研究以北京市境内拒马河流域为研究对象, 通过对该地区的资源、环境和社会经济特征进行深入调查, 对其资源环境和社会经济可持续发展现状进行分析与评价, 并据此辨识制约该地区可持续发展的关键因素。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

拒马河(东经 115°25′-115°51′, 北纬 39°30′-

39°48′) 位于北京市西南房山区境内, 是北京市 5 大水系之一大清河的支流, 发源于河北省涞源县西北太行山山麓, 自房山区十渡镇流入北京市境内, 至张坊镇(南拒马河)和大石窝镇(北拒马河)流入河北省涿州市境内。北京市境内拒马河干流长 61 km, 流经蒲洼乡、十渡镇、张坊镇和大石窝镇 4 乡镇, 流域面积 503 km²。拒马河流域属于暖温带半湿润、半干旱季风型大陆性气候, 山地特点比较明显, 其地势由西北向东南降低, 平均海拔 529 m, 西北部最高处海拔达到 1 800 m, 东南部海拔仅 50 m 左右, 山区占总国土面积的 93.4%。

1.2 数据来源

本研究中使用的数据资料包括北京市房山区、十渡镇、张坊镇、大石窝镇和蒲洼乡 4 乡镇 2003-2008 年自然资源、生态环境、经济和社会发展方面的数据资料, 以及拒马河在此期间的水文、水利数据资料。资料主要来自北京市房山区 2003-2008 年统计年鉴、各乡镇统计所提供的统计数据资料、房山区环保局、统计局和水务局提供的资料、《北京市房山区水资源综合规划》、野外实地调研数据以及房山统计信息网和北京市水务局等网站发布的公开数据资料等。

1.3 流域可持续发展评价指标体系

基于联合国可持续发展委员会 1996 年提出的可持续发展指标体系框架, 参考中国科学院可持续发展研究小组提出的可持续发展能力评价指标体系^[13]。指标体系包括目标层、准则层、一级指标层和二级指标层 4 个层次。目标层是指流域可持续发展的水平; 准则层包括经济发展、自然资源、环境保护和社会进步 4 个子系统; 每个准则层中选择 1~4 个一级指标, 共 11 个一级指标; 每个一级指标中选择 1~6 个二级指标, 共 24 个二级指标构建评价指标体系, 各指标反映的可持续发展内涵如表 1 中所述。其中环境保护准则层指标体系依据压力-状态-响应模式进行构建。

1.4 指标数值的标准化

为了消除由评价指标量纲不同带来的指标间不具备可比性的影响, 在评价之前需将样本矩阵 $X = (x_{ij})_{n \times m}$ 中各指标元素进行标准化处理, 得出样本标准化矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times m}$ 。采用极差标准化法对文中数据进行标准化处理, 对于成本型指标, 其指标值越小越好, 按式(1)进行标准化处理; 对于效益型指标, 其指标值越大越好, 按式(2)进行标准化处理^[14]。

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - x_{0j}} & x_{ij} > x_{0j} \\ 1 & x_{ij} \leq x_{0j} \end{cases} \quad (1)$$

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{x_{0j}} & x_{ij} < x_{0j} \\ 1 & x_{ij} \geq x_{0j} \end{cases} \quad (2)$$

式中: x_{ij} ($i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m$) ——第 i 年第 j 个指标原始值; x_{0j} ——指标理想值; r_{ij} ——指标标准化值。为了反映每个指标以及综合生态质量所处的状态水平, 本文为每个指标设定了一个理想值(表

2)。指标理想值确定的主要依据包括: (1) 联合国可持续发展委员会、联合国经济合作与开发组织、欧盟相关标准; (2) 国家环保总局生态市、国家环保模范城市考核指标考核要求、全国小康社会考核标准、全国环境优美乡镇考核标准; (3) 发达国家部分指标现状值; (4) 北京市经济社会发展的具体情况。各指标具体的理想值如表 1 所示。

表 1 流域可持续发展能力评价指标体系

目标层	准则层	一级指标	二级指标	备注	理想值	参考标准来源
经济发展	经济发展水平		I_1 农村居民人均纯收入(元/人)	反映国民经济发展水平	3470	中等发达国家平均水平
			I_2 城镇化率/%	是社会进步的重要标志	80	中等发达国家水平
	经济结构		I_3 第三产业值占农村经济总收入比率/%	反映产业结构对经济发展的影响	70	中等发达国家水平
	经济发展动力		I_4 固定资产投资额占农村经济总收入比率/%	反映社会投入对地区经济发展的贡献	25	中等发达国家水平
自然资源	森林资源		I_5 林木覆盖率/%	反映森林资源状况	70	全国环境优美乡镇考核标准
	水资源		I_6 人均水资源占有量/ m^3	反映水资源状况	1750	国际用水紧张线
	耕地资源		I_7 人均耕地面积($\text{hm}^2/\text{人}$)	反映耕地资源状况	0.32	世界平均值
流域可持续发展能力	环境保护	环境压力	I_8 人口密度/($\text{人} \cdot \text{km}^{-2}$)	反映人类活动对生态环境和社会经济的压力	32.1	EVI, 南太平洋应用地理委员会制定的全球环境敏感性指数
			I_9 每 1 km^2 国土接待游客数/($\text{人} \cdot \text{km}^{-2}$)	反映旅游业对环境的压力	19.1	EVI
			I_{10} 每 1 km^2 国土面积养殖业产出量/($\text{t} \cdot \text{km}^{-2}$)	反映畜牧业对环境的压力	6.4	EVI
			I_{11} 万元产值水耗($\text{t}/\text{万元}$)	反映水资源利用效率	25	EVI
			I_{12} 万元产值用电量($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{万元}$)	反映能源利用效率	100	EVI
			I_{13} 化肥使用强度/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	反映农业活动对环境的影响	96	EVI
			I_{14} 农药使用强度/($\text{g} \cdot \text{hm}^{-2}$)	反映水资源的利用的压力	0	EVI
			I_{15} 用水量占可用水量资源总量比率/%		10	EVI
		社会响应	I_{16} 节水灌溉农业面积比率/%	反映水资源保护的力度	100	北京市“十一五”环境保护与生态建设规划
			I_{17} 生活垃圾集中处理率/%	反映环境保护的力度	100	北京市“十一五”环境保护与生态建设规划
			I_{18} 生活污水集中处理率/%		90	全国环境优美乡镇考核标准
	社会进步	社会保障	I_{19} 恩格尔系数/%	反映居民富裕程度	30	联合国粮农组织提出的人民生活水平富裕标准
			I_{20} 新型农村合作医疗参合率/%	反映社会保障能力	100	北京市“十一五”环境保护与生态建设规划
			I_{21} 农村社会养老保险覆盖率/%	反映社会对老年人的保障能力	100	北京市“十一五”环境保护与生态建设规划
			I_{22} 农村卫生厕所普及率/%	反映社会卫生健康保障水平	100	北京市“十一五”环境保护与生态建设规划
			I_{23} 农村居民享用安全饮用水比例/%	反映社会卫生健康保障水平	100	北京市“十一五”环境保护与生态建设规划
	社会和谐		I_{24} 享受最低生活保障人口比例/%	反映社会公平程度	5	小康社会标准

1.5 评价指标权重确定与综合评价模型构建

采用均权加和法对各指标极差标准化值进行简单

加和预测拒马河流域各地区经济可持续发展指数、环境可持续发展指数、社会可持续发展指数以及综合可

持续发展指数。均权法假定指标体系中每个指标的重要性一致、被赋予平均的权重^[15]。均权法在科学研究中被广泛使用,它避免了因指标赋权过于主观而产生的系统误差^[16]。首先,基于各一级指标中指标标准化值,通过加合法计算 2003–2008 年拒马河流域一级指标指数值,再基于一级指标指数值计算经济发展、自然资源、环境保护和社会进步 4 个准则层指数值,最后得到拒马河流域可持续发展评价综合指数值。

2 结果分析与讨论

一般认为,估算得到的各指标或指数值 > 0.8 时,地区可持续发展处于高水平状态;其值在 0.6~0.8 之间时,地区发展为中等可持续发展水平;其值在 0.4~0.6 之间时,地区的可持续发展水平较差,其值 < 0.4 时,地区的可持续发展水平很差。

2.1 经济发展可持续能力评价

采用经济发展水平、经济结构和经济发展推动力 3 个准则层对拒马河流域经济可持续发展状况进行分析。尽管在 2003–2008 年拒马河流域的经济发展水平逐年提高,但是至 2008 年底流域的经济发展达到最高水平时,其指数值仍仅为 0.31(小于 0.4),说明拒马河流域的经济发展整体水平较低,且明显低于房山区平均水平。2004–2008 年流域经济结构指数值逐渐增大,流域经济结构逐步优化。其中张坊镇经济结构最好,其次为十渡镇和蒲洼乡,大石窝镇的经济结构相对较差(指数值小于 0.4)。2008 年拒马河流域经济结构指数值为 0.7,处于可持续发展的中等水平,流域经济结构还需进一步优化调整。2004 年后拒马河流域经济发展的推动力逐年增强,到 2008 年达到一个较高的水平(其值为 0.86),说明该地区的经济发展动力较大。

2003–2008 年拒马河流域经济发展综合评价结果如表 2 所示。自 2004 年起,拒马河流域经济可持续发展能力逐年增加,但到 2008 年底,流域经济的可持续发展整体能力仍处于较弱的状态(指数值小于 0.6),且各乡镇之间发展非常不平衡,张坊镇和十渡镇的经济水平明显好于其他地区。从对流域经济发展水平、经济结构、经济发展推动力的评价分析可见,导致拒马河流域经济发展不可持续的主要原因在于流域内农村居民人均纯收入过低、城镇化水平有待提高、以及农村产业结构有待进一步优化。

2.2 自然资源可持续利用评价

拒马河流域自然资源可持续利用状态在全区处于较好水平(表 3),其中以十渡镇的自然资源状况最好,蒲洼乡次之,张坊镇稍差于蒲洼乡,大石窝镇最

差。到 2008 年底,各地区的自然资源开发利用可持续水平仍然较低,主要表现为水资源与耕地资源开发与利用可持续水平较低。拒马河流域大部分地区为山区,流域内森林资源非常丰富,2008 年十渡镇和蒲洼乡的林木覆盖率均超过了 80%,远远超过了全国环境优美乡村对森林资源的要求,但是目前流域的森林资源开发利用不够,资源优势尚未转化为经济优势。

表 2 拒马河流域经济发展指数

年份	房山区	拒马河	大石窝	张坊	十渡	蒲洼
2008	0.66	0.55	0.41	0.63	0.62	0.33
2007	0.63	0.53	0.36	0.61	0.55	0.38
2006	0.59	0.50	0.37	0.55	0.53	0.41
2005	0.52	0.44	0.25	0.41	0.50	0.20
2004	0.47	0.32	0.27	0.20	0.50	0.17
2003	0.39	0.41	0.17	0.31	0.35	0.10

表 3 拒马河流域自然资源指数

年份	拒马河	大石窝	张坊	十渡	蒲洼	房山区
2008	0.49	0.39	0.49	0.51	0.50	0.42
2007	0.51	0.36	0.48	0.50	0.49	0.40
2006	0.50	0.36	0.44	0.50	0.49	0.38
2005	0.50	0.36	0.46	0.49	0.48	0.38
2004	0.49	0.36	0.45	0.50	0.48	0.38
2003	0.50	0.36	0.47	0.51	0.48	0.35

2.3 生态环境可持续发展评价

拒马河流域生态环境可持续发展状况也优于房山区整体水平,但仍然有待提高(表 4)。2008 年蒲洼乡和张坊镇的生态环境可持续发展状态较好,十渡镇的生态环境处于可持续发展的中低水平,而大石窝镇的生态环境建设与保护有待进一步加强。

表 4 拒马河流域生态环境指数

年份	拒马河	大石窝	张坊	十渡	蒲洼	房山区
2008	0.66	0.59	0.71	0.64	0.76	0.54
2007	0.56	0.49	0.57	0.51	0.72	0.44
2006	0.54	0.44	0.51	0.55	0.78	0.39
2005	0.61	0.51	0.64	0.51	0.78	0.49
2004	0.59	0.48	0.61	0.48	0.76	0.47
2003	0.56	0.42	0.59	0.42	0.74	0.48

2.4 社会可持续发展水平评价

2003–2008 年拒马河流域社会发展指数值如表 5 所示。可以看出,2007–2008 年拒马河流域社会发展水平提高较快,到 2008 年底达到了较高的发展水平。流域内部各乡镇之间的发展稍有失衡,大石窝镇、张坊镇和十渡镇的社会发展水平相近,而蒲洼乡的社会发展水平明显低于其他各乡镇,山区农村居民就业难、收入低、增收困难等原因直接导致了当地居民生活不富裕(蒲洼乡 2008 年恩格尔系数评价值为 0.5)。

表 5 拒马河流域社会发展指数

年份	拒马河	大石窝	张坊	十渡	蒲洼	房山区
2008	0.80	0.89	0.80	0.83	0.58	0.80
2007	0.65	0.65	0.64	0.68	0.48	0.72
2006	0.58	0.56	0.59	0.59	0.52	0.69
2005	0.43	0.48	0.46	0.38	0.33	0.56
2004	0.41	0.41	0.44	0.38	0.36	0.52
2003	0.36	0.39	0.44	0.31	0.27	0.53

2.5 拒马河流域可持续发展能力综合评价

在各准则层的基础之上,进行拒马河流域可持续发展综合能力评价估算,其结果如图 1 所示。可以看出,拒马河流域的可持续发展综合能力自 2003-2008 年逐年增强;2008 年拒马河流域、张坊镇、十渡镇和房山区的发展均处于中低可持续发展状态,大石窝镇和蒲洼乡的可持续发展水平较差。2005 年以后拒马河流域的可持续发展能力高于房山区平均值,张坊镇和十渡镇的可持续发展水平高于拒马河流域平均水平。

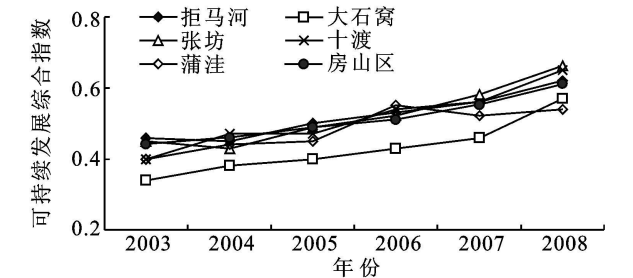


图 1 2003- 2008 年拒马河流域可持续发展能力综合指数变化情况

综合前述分析可见,目前拒马河流域的可持续发展处于中低水平,有待进一步提升。流域内张坊镇的可持续发展水平最高,其次为十渡镇,大石窝镇和蒲洼乡的可持续发展水平相对较弱、有待提升。在准则层中,社会发展的可持续水平较高,环境保护其次,两者均达到可持续发展的中等水平;而自然资源和经济的可持续发展能力较弱。

随着房山区社会主义新农村建设的推进,拒马河流域各乡镇的社会保障和人民生活水平大大提高,对于生态环境建设与保护的力度也显著增强,但是流域可持续发展过程中仍然存在较多问题。(1)流域内水资源和耕地资源的相对缺乏对流域经济发展产生了一定的阻碍作用;(2)流域内(尤其是山区)农村居民人均纯收入低且地域差异大、农民生活仍不富裕;(3)流域内产业结构有待进一步优化调整;(4)迅猛发展的旅游业给当地生态环境带来较大压力,在未来的发展中需探寻合理的产业发展策略;(5)流域城镇化水平不高,在城镇化推进过程中带来的非农就业转移、城镇基础设施建设落后等一系列问题影响了流域

经济社会的和谐稳定发展。房山区政府和各乡镇政府需根据当地的实际情况,全盘考虑,从流域生态涵养发展区的定位着手,制定适当的政策与措施缓解各类矛盾,促进拒马河流域自然- 社会- 经济的平衡、稳定发展。

3 结论

到 2008 年底拒马河流域的可持续发展整体处于中低水平,且流域发展的区域差异较大。其中,拒马河流域的社会发展水平较高,2007 年后当地居民的生活和社会保障水平有较大提高,但是山区居民仍不富裕。拒马河流域是房山区自然资源条件较好的地区,森林资源非常丰富,但是水资源和耕地资源短缺,仍然极大地抑制了当地的发展。拒马河流域的经济发展水平仍然较低,农村居民人均纯收入过低、城镇化水平不高、以及农村产业结构有待优化是阻碍经济迅速发展的主要因素。在生态环境保护方面,旅游环境压力较大、农业节水灌溉率低、生活污水和生活垃圾无害化率低、总用水量占可更新水资源量比例过大是当地急需考虑的问题。充分考虑拒马河流域的具体实际,通过构建流域可持续发展评价指标体系和综合评价指数,采用综合指数评价法对拒马河流域的可持续发展能力进行评价,评价结果能较好地反映客观实际。

参考文献:

[1] 王毅. 探索中国推进流域综合管理的发展路线图[J]. 人民长江, 2009, 40(8): 8-11.

[2] 姜付仁. 以流域为单元的可持续发展理论研究: 以海河流域为例[D]. 北京: 中国水利水电科学研究院, 2001.

[3] Manoliadis O G. Development of ecological indicators: a methodological framework using compromise programming [J]. Ecological Indicators, 2002, 2: 169-176.

[4] 林道辉. 流域可持续发展理论初探[J]. 浙江大学学报: 理学版, 2001, 28(2): 211-215.

[5] Jennie H P, Eric H, Dana H. Modeling environmental condition with indices: a case study of sustainability and soil resources[J]. Ecological Modelling, 2000, 130(1/3): 131-143.

[6] Krotseheck C, Narodoslawaky M. The sustainable process index: a new dimension in ecological evaluation [J]. Ecological Engineering, 1996, 6: 241-258.

[7] 陈利顶, 傅伯杰. 长江流域可持续发展能力评价[J]. 地理科学, 2000, 20(4): 301-306.

[8] 段学军, 虞孝感. 长江流域可持续发展综合评价与分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2002, 12(2): 75-80.

(下转第 125 页)

即北京市、河北省、湖南省、黑龙江省、甘肃省 5 个省(市)在土地利用结构合理性指标上的排序为: 1, 2, 5, 3, 4, 同理, $C_2 = W_2^{(2)} \cdot R_2 = (1.000, 0.507, 0.011, 0.221, 0.066)$ 。即 5 个省(市)在土地利用程度指标上的排序为: 1, 2, 5, 3, 4。 $C_3 = W_3^{(2)} \cdot R_3 = (0.893, 0.368, 0.361, 0.560, 0.090)$ 。即 5 个省(市)在土地投入强度指标上的排序为: 1, 3, 4, 2, 5。 $C_4 = W_4^{(2)} \cdot R_4 = (0.741, 0.400, 0.000, 0.938, 0.494)$ 。即 5 个省(市)在土地使用的效果指标上的排序为: 2, 4, 5, 1, 3。

$$C = [(C_1, C_2, \dots, C_k)^T \cdot (W_1^{(1)}, W_2^{(1)}, \dots, W_k^{(1)})] \\ = (0.36, 0.28, 0.20, 0.16) \\ \begin{bmatrix} 1 & 0.291 & 0.083 & 0.213 & 0.148 \\ 1 & 0.507 & 0.011 & 0.221 & 0.066 \\ 0.893 & 0.368 & 0.361 & 0.560 & 0.090 \\ 0.741 & 0.400 & 0 & 0.938 & 0.494 \end{bmatrix} \\ = (0.937, 0.384, 0.105, 0.401, 0.169)$$

即北京市、河北省、湖南省、黑龙江省、甘肃省 5 个省(市)在各指标上的总排序为: 1, 3, 5, 2, 4, 河北省土地的集约利用总体水平居全国中上等水平, 其土地利用结构合理性指标和土地利用程度指标居全国的中上等水平, 而土地投入强度指标不高, 土地使用的效果指标略差。

2.5 可靠性分析

基于层次分析法的土地的集约利用水平模糊综合评价方法, 通过对河北省与国内其他代表性地区的土地集约利用水平进行评价结果对比验证, 土地的集约利用水平的模糊综合评价方法评价出的结果具备可靠性。

3 结论

近年来城镇、工矿、基础设施、村镇等各类建设用地呈现全面扩张的态势, 同时在一些行业和地区无序、粗放利用土地的现象仍然大量存在, 为缓解土地供需矛盾, 保障社会经济稳定发展, 集约是土地利用的必然选择。层次分析法是将定性评价问题转化定量评价的一种科学有效方法, 在许多经济管理评价问题中发挥了重要的作用, 适于确定多层次的属性权重问题, 考虑土地的集约利用发展水平的测评本身含有模糊因素, 笔者提出了基于层次分析法的土地的集约利用水平模糊综合评价方法。并以河北省为例, 与其它地区的实际数据检验, 表明基于 AHP 的模糊综合评价是进行土地集约利用评价的精确方法。

参考文献:

[1] 李敏, 费耀平. 一种分层的网络安全评价方法[J]. 微机发展, 2003, 13(6): 106-108.
[2] 孙才志, 林学钰, 王金生. AHP 及其在水资源系统模糊优化中的应用[J]. 系统工程, 2001, 19(2): 62-11.
[3] 陈欣. 模糊层次分析方法在方案优选方面的应用[J]. 计算机工程与设计, 2004, 25(10): 1847-1849.
[4] 谢季坚, 刘承平. 模糊数学方法及其应用[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 2000: 190-256.
[5] 罗继曼, 李力, 祝金兰, 等. 机构运动可靠性模糊综合评判法[J]. 沈阳建筑工程学院学报: 自然科学版, 2002, 18(2): 155-157.
[6] 傅伯杰. 土地可持续性利用评价的指标体系与方法[J]. 自然资源学报, 1997, 12(2): 115-116.

(上接第 121 页)

[9] Wang S Y, Liu J S, Yang C J. Eco-environmental vulnerability evaluation in the Yellow River Basin, China [J]. Pedosphere, 2008, 18(2): 171-182.
[10] 宋豫秦. 淮河流域可持续发展战略初论[M]. 北京: 化工出版社, 2003.
[11] 喻权刚, 朱小勇, 殷宝库. 小流域可持续发展能力评价系统研究与开发[J]. 水土保持研究, 2008, 15(5): 217-221.
[12] 段文标, 任翠梅. 山区典型小流域可持续发展评价: 以北京三渡河小流域为例[J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(4): 187-190.

[13] 中国科学院可持续发展战略研究组. 中国可持续发展战略报告: 水: 治理与创新[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
[14] 黄宝荣, 欧阳志云, 张慧智, 等. 海南岛生态环境脆弱性评价[J]. 应用生态学报, 2009, 20(3): 639-646.
[15] 黄宝荣, 欧阳志云, 张慧智, 等. 1996-2005 年北京城市生态质量动态[J]. 应用生态学报, 2008, 19(4): 845-852.
[16] Zhou P, Ang B W, Poh K L. Comparing aggregating methods for constructing the composite environmental index: An objective measure[J]. Environmental Economics, 2006, 9: 305-311.