

新疆克里雅河绿洲经济增长与生态环境的耦合协调发展研究

阿尔祖·艾买尔^{1,2}, 刘 勤^{1,3}, 王宏卫^{1,3}

(1. 新疆大学 绿洲生态教育部重点实验室, 乌鲁木齐 830046; 2. 新疆大学 生命科学与技术学院, 乌鲁木齐 830046; 3. 新疆大学 资源与环境科学学院, 乌鲁木齐 830046)

摘 要: 克里雅河绿洲在空间分布上几乎与于田县行政区划中的人居区域相吻合。利用于田县经济增长和生态环境数据, 构建绿洲经济增长和生态环境的指标体系, 运用熵权法得到绿洲经济增长综合指数和生态环境综合指数, 通过相关系数分析和耦合协调度模型对绿洲经济增长与生态环境耦合协调进行分析。结果表明: 1) 克里雅河绿洲经济增长和生态环境综合指数都呈上升的趋势, 但经济发展综合指数的增长趋势大于生态环境综合指数的增长趋势。2) 克里雅河绿洲经济增长和生态环境综合指数的关系相对密切, 经济增长和生态环境的协调度 C 围绕起均值 0.4954 上下波动, 调和指数 T 和耦合协调度 D 总体呈上升趋势。3) 耦合协调度变化量 ΔD 和环比增长率 r 在小波动中呈现增长趋势。

关键词: 克里雅河绿洲; 经济增长; 生态环境; 耦合协调

中图分类号: F127; F205

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)02-0264-05

Study on Coupling Coordinative Relationship Between Economic Growth and Ecological Environment of Keriya River Oasis in Xinjiang

Arzu · Amar^{1,2}, LIU Qin^{1,3}, WANG Hongwei^{1,3}

(1. Key Laboratory of Oasis Ecology, Ministry of Education, Xinjiang University, Urumqi 830046, China;

2. College of Life Science and Technology, Xinjiang University, Urumqi 830046, China;

3. College of Resources and Environmental Science, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

Abstract: Keriya River Oasis, as the typical oasis in Xinjiang, coincides with the residential area of Yutian County with respect to administrative districts in the space layout. Combining with the current indexes of economic growth and ecological environment, this method built the index system of oasis economic growth and ecological environment, the comprehensive indexes of oasis economic growth and ecological environment were calculated by normalizing and weighing the raw data. Through analysis of the correlation coefficient and the coupling coordination degree model, the development trend of oasis was examined. The results showed that: 1) comprehensive indexes of economic growth and ecological environment had an upward trend, while the gradient of comprehensive index of economic growth was greater than the ecological environment; 2) the relationship between economic growth and ecological environment of oasis was relatively close. The coordinative degree(C) of economic growth and ecological environment within the watershed fluctuated around the mean of the 0.4954, harmonic index(T) and the coupling coordination degree(D) displayed a rising trend; 3) combining with the research of coordination degree change(ΔD) and the growth rate(r) in Keriya River Oasis from 1999 to 2010, both ΔD and r presented the lightly fluctuating growth.

Keywords: Keriya River Oasis; economic growth; ecological environment; coupling coordination

收稿日期: 2014-04-09

修回日期: 2014-05-23

资助项目: 国家自然科学基金联合基金(NSFC-新疆联合基金)重点项目(U1138303); 绿洲生态教育部重点实验室开放课题(XJDX0201-2012-05); 新疆大学本科生科研实践训练项目(XJU-SRT-13063)

第一作者: 阿尔祖·艾买尔(1992—), 女(维吾尔族), 新疆和田人, 本科生, 主要从事干旱区绿洲人地关系与生态安全研究。E-mail: 1172040758@qq.com

通信作者: 王宏卫(1967—), 男, 新疆石河子人, 副教授, 主要从事干旱区绿洲生态环境与人文影响研究。E-mail: wanghw_777@163.com

生态环境是人类活动与社会的物质基础。区域经济与生态环境系统是否协调发展以及如何使之协调发展是关系到区域能否实现可持续发展的重大问题,具有重要的现实意义。国外学者主要借助经济增长理论模型来探讨经济与环境协调发展的条件,侧重于研究环境资源对经济发展的约束,通过调节经济增长模式,达到环境经济间的动态平衡^[1]逐渐形成了辩证的耦合协调观,认为生态环境与经济发展之间的关系最终应形成协调一致、共同合作的结构与功能。我国学者对经济发展与生态环境之间的关系也进行了大量的研究,一般认为,区域的经济发展与生态环境之间相互影响、相互作用。经济和生态环境之间的耦合作用要求生态环境与经济发展要协调,只有两者相互促进,产生协调效应,才能实现两者之间的良性循环,达到经济持续健康发展,最终推动整个系统向协调有序的方向发展^[2]。

克里雅河绿洲位于塔里木盆地南缘,大部分位于克里雅河流域的中部。流域处于内陆腹地,远离海洋,属暖温带内陆干旱荒漠气候区。加之 20 世纪 50 年代以来,克里雅河中游地段社会经济的快速发展,导致下游河道断流,天然植被和绿洲日益萎缩,荒漠生态系统更加脆弱^[3],一定程度上阻碍了经济与生态环境的可持续发展。因此,学者逐渐将眼光投向克里雅河流域,研究该区的经济与环境问题。而本文以克里雅河为研究区,运用耦合度模型对克里雅河绿洲经济增长与生态环境之间的关系进行定量计算,并根据评价结果针对性地提出保障其长期协调发展关系的对策建议,以期为实现克里雅河绿洲经济增长与生态环境系统间的协调耦合提供现实的理论意义。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

克里雅河发源于昆仑山主峰的乌什腾格山北坡,全长 438 km,多年平均径流量 7.215 亿 m³,流域空间跨度为 81°09′—82°51′E,35°14′—39°29′N,南北长约 466 km,东西宽 30~120 km。研究区总面积 3.95 万 km²,其中山区面积 1.24 万 km²,平原区面积 0.57 万 km²,沙漠面积 2.14 万 km²,是中国西部生态系统最为脆弱的地区之一^[4]。流域多年平均气温 9.53℃,极端最高气温 43.0℃,极端最低气温 -26.3℃。流域年平均降水量 44.7 mm。气候的主要特点是:四季分明、昼夜温差大,热量资源丰富,光照充足,降水稀少,蒸发量大,春夏多风沙和浮沉等灾害天气^[5]。流域内部植被稀疏,土地盐渍化特别严重,绿洲外围地区广阔无垠,多为沙包、盐碱、沼泽和苇丛。克里雅

河流域作为西部大开发的重点区域,由于其生态环境脆弱,在一定程度上影响经济的发展。农业是克里雅河流域的支柱性产业,近几年来,随着科学技术的发展,加上产业结构比较合理,大大改善了该区的生态环境,促进生态文明的和谐发展。

1.2 数据来源

本文选取克里雅河绿洲作为研究区,以 1999—2010 年于田县的年度数据作为代表,选取 21 个经济指标和 20 个生态环境指标。数据来源于《新疆统计年鉴》、《于田主要经济指标汇编 1999—2008》和《于田统计五十年》。

2 研究方法

2.1 评价指标体系的建立

经济增长与生态环境两个系统的指标体系具有复杂性,依据指标体系构建的科学性原则、系统性原则、实用性原则和可操作性原则,从评价指标的地域性、复杂性和可持续性的角度综合考虑,在结合干旱区绿洲的实际特点及参考相关文献^[6-9]的基础上,最终确定基于经济实力、经济结构、政府作用和经济水平四个指标层的 21 个经济指标构成的克里雅河绿洲经济增长综合评价指标体系和基于人口规模、农业用地及物资消耗、公共资源基础和环境污染与治理四个指标指标层的 21 个生态指标构成的克里雅河绿洲生态环境综合评价指标体系,以进行经济发展与生态环境综合评价的量化分析^[8-9],详见表 1、表 2。

表 1 克里雅河绿洲经济增长指标体系

目标层	准则层	要素层	单位	指标序号
经济增长综合评价指数 $f(x)$	经济实力	国内生产总值	万元	x_1
		第一产业	万元	x_2
		第二产业	万元	x_3
		第三产业	万元	x_4
		畜牧业产值	万元	x_5
		工业增加值	万元	x_6
		人均国内生产总值	元	x_7
	经济结构	第一产业比重	%	x_8
		第二产业比重	%	x_9
		第三产业比重	%	x_{10}
	政府作用	教育事业费支出	万元	x_{11}
		财政收入	万元	x_{12}
		财政支出	万元	x_{13}
		固定资产投资	万元	x_{14}
		地方财政收入占 GDP	%	x_{15}
		财政自给率	%	x_{16}
	经济水平	人均粮食	kg	x_{17}
		社会消费品零售总额	万元	x_{18}
		在岗职工年平均工资	元	x_{19}
		年末金融机构存款余额	万元	x_{20}
		城乡居民储蓄存款余额	元	x_{21}

表 2 克里雅河绿洲生态环境指标体系

目标层	准则层	要素层	单位	指标序号
生态环境综合指数 $g(y)$	人口规模	年末总人口	万人	y_1
		非农业人口比重	%	y_2
		人口自然增长率	‰	y_3
		贫困人口比例	%	y_4
	农业用地与物资消耗	化肥使用量	t	y_5
		农药使用量	t	y_6
		地膜使用量	t	y_7
		人均耕地面积	hm ²	y_8
		农作物播种面积	hm ²	y_9
		有效灌溉面积	hm ²	y_{10}
		当年造林面积	hm ²	y_{11}
	公共资源基础	农村用电量	万 kw	y_{12}
		人均生活用水量	t	y_{13}
		发电量	万 kw	y_{14}
	环境污染与治理	境内公路里程	km	y_{15}
		全县机动车辆	辆	y_{16}
		城镇生活污水处理率	%	y_{17}
		环境污染治理投资总额	万元	y_{18}
		生活垃圾清运量	万 t	y_{19}
		二氧化硫排放量	t	y_{20}
		工业二氧化硫排放量	t	y_{21}

2.2 数据归一处理化

在评价指标体系建立后,因为各个指标具有不同的量纲而不能进行直接比较。因此需要进行无量纲化处理。对现有指标数据 X_{ij} 进行标准化处理,得到标准化数据 X'_{ij} 其原理为:

$$\text{正向指标: } X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min\{X_j\}}{\max\{X_j\} - \min\{X_j\}}$$

$$\text{逆向指标: } X'_{ij} = \frac{\max\{X_j\} - X_{ij}}{\max\{X_j\} - \min\{X_j\}}$$

2.3 指标权重的确定

采用熵值法估算个指标的权重。熵值法根据来源于客观环境的原始信息,通过分析各指标之间的关联程度及各指标所提供的信息量来决定指标的权重^[10-11],从而在一定程度上避免了主观因素带来的偏差。熵值法确定指标权重的步骤为:

计算第 j 个指标下第 i 项目的指标值比重 S_{ij} :

$$s_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^m X_{ij}} \quad (i=1,2,3,\cdots,m; j=1,2,3,\cdots,n) \quad (1)$$

第 j 个指标的熵值 e_j 的计算:

$$e_j = -\left(\frac{1}{\ln m}\right) \sum_{i=1}^m S_{ij} \ln S_{ij} \quad (2)$$

计算第 j 个指标的权重 ω_j :

$$\omega_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n e_j} \quad (3)$$

2.4 综合指数的测度

根据各指标的标准化值与权重,加权求和计算经

济增长综合指数 $f(x)$ 和生态环境综合指数 $g(y)$ 。设 $X_i (i=1,2,3,\cdots,m)$ 为经济增长指标, $Y_j (j=1,2,3,\cdots,n)$ 为生态环境指标,对应的权重分别为 ω_i 和 ω_j 。则按照公式(2—3)分别计算经济增长综合指数和生态环境综合指数^[12-13]:

$$f(x) = \sum_{i=1}^m \omega_i x_i \quad (4)$$

$$g(y) = \sum_{j=1}^n \omega_j y_j \quad (5)$$

2.5 耦合协调度模型

耦合度是反映区域经济发展与生态环境耦合程度的重要指标,对判别经济发展与生态发展耦合作用的强度,预警二者发展秩序等具有十分重要的意义。通过构建经济发展与生态环境耦合协调度模型,可以评判经济发展与生态环境交互耦合的协调程度,借鉴物理学中的容量耦合系数模型,推广得到经济发展与生态环境二者的耦合协调度模型为:

算法表示为:

$$C = \left\{ \frac{f(x) \times g(y)}{[f(x) + g(y)]^2} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

$$T = a \cdot f(x) + b \cdot g(y) \quad (7)$$

$$D = \sqrt{C \cdot T} \quad (8)$$

式中: $f(x)$ 、 $g(y)$ ——经济增长、生态环境子系统的综合指数; C ——协调度; T ——综合调和指数,反映经济增长与生态环境的整体协同效应或贡献; D ——耦合协调度; a 、 b ——待定权数, $a+b=1$ 。

3 结果与分析

3.1 克里雅河绿洲经济增长与生态环境综合评价体系指标权重的确定

根据各指标的变异程度,利用信息熵计算出各指标的熵权,从而得出较为客观的指标权重^[14]。经计算,各指标权重见表 3,由表 3 可以看出,经济增长指标体系和生态环境指标体系中位于前五位的指标分别是:固定资产投资、财政支出、教育事业费用支出、金融机构存款余额、第三产业产值和地膜使用量、农村用电量、公路里程、全县机动车辆、农药使用量。

3.2 经济增长与生态环境综合水平评析

通过加权求和得到克里雅河绿洲 1999—2010 年经济增长与生态环境综合指数。对两者进行相关分析,得到两者的相关系数 $R=0.785\ 3$,说明二者关系密切,经济的变化密切影响着生态环境的变化。通过克里雅河绿洲经济增长综合指数与生态环境综合指数变化曲线图(图 1)和克里雅河绿洲经济和生态综合指数变化图(图 2)分析克里雅河绿洲在研究年份经济增长与生态环境综合指数的变化特征。

表 3 于田县经济增长和生态环境指标权重与排序

经济增长指标	权重	排序	生态环境指标	权重	排序
国内生产总值	0.0449	11	年末总人口	0.0434	19
第一产业产值	0.0409	17	非农业人口比重	0.0439	15
第二产业产值	0.0457	9	人口自然增长率	0.0458	12
第三产业产值	0.0537	5	贫困人口比例	0.0439	17
畜牧业产值	0.0436	13	化肥使用量	0.0529	5
工业增加值	0.0442	12	农药使用量	0.0460	10
人均国内生产总值	0.0435	14	地膜使用量	0.0680	1
第一产业比重	0.0403	18	人均耕地面积	0.0433	20
第二产业比重	0.0396	20	农作物播种面积	0.0434	18
第三产业比重	0.0426	16	有效灌溉面积	0.0511	6
教育事业费支出	0.0565	3	当年造林面积	0.0493	7
财政收入	0.0505	7	农村用电量	0.0599	2
财政支出	0.0647	2	人均生活用水量	0.0439	16
固定资产投资	0.0675	1	发电量	0.0469	9
地方财政收入占 GDP	0.0400	19	境内公路里程	0.0583	3
财政自给率	0.0454	10	全县机动车辆	0.0543	4
人均粮食	0.0391	21	城镇生活污水处理率	0.0477	8
社会消费品零售总额	0.0427	15	环境污染治理投资总额	0.0445	14
在岗职工年平均工资	0.0464	8	生活垃圾清运量	0.0458	11
年末金融机构存款余额	0.0552	4	二氧化硫排放量	0.0457	13
城乡居民储蓄存款余额	0.0531	6	工业二氧化硫排放量	0.0220	21

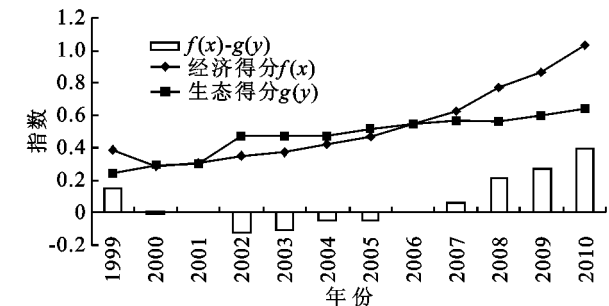


图 1 克里雅河绿洲经济和生态环境综合指数曲线

1) 经济综合指数由 2000 年的 0.287 2 增长为 2010 年的 1.031 6, 上升了 0.744 4。其中, 2000 年得分最低(0.287 21), 较 1999 年下降 0.103 44。2005 年以前, 年增长幅度不稳定, 2005 年以后, 年平均增长 0.173 4。说明该流域经济增长速度逐年递增, 这与该地区和国家出台的一系列促进发展政策密切相关。

2) 生态综合指数由 1999 年的最小值 0.239 6 增长为 2010 年的最大值 0.638 3, 上升了 0.398 7, 增加了 2.663 9 倍。在 2004 年和 2008 年, 生态环境得分较前一年均出现了不同程度的下降。得分增长最快的年份是 2002 年, 较前一年增长了 0.173 13。生态综合指数在增长过程中有小幅波动, 增长趋势不稳定。

3) 2002 年—2005 年经济发展综合指数均小于生态环境综合指数。2002 年绿洲经济综合指数比生态综合指数小 0.121 1。在 2007 年以后, 生态综合指数开始小于经济综合指数, 二者之差在 2010 年为 0.393 3。这主要是由于该流域经济综合指数的增长速度快于生态综合指数的增长速度所致, 在图 1 中表

现为经济综合指数曲线上升趋势快于生态综合指数曲线。这说明该地区经济发展的速度逐渐高于生态环境的发展速度。

4) 经济发展综合指数的平均变化量比生态环境综合指数的平均变化量大 0.022 0, 经济综合指数增长速度明显快于生态综合指数的增长速度, 且二者差值呈现逐渐增大的趋势, 因此在保持经济发展的同时, 应加生态环境的保护, 促进经济和生态环境的有序协调发展。

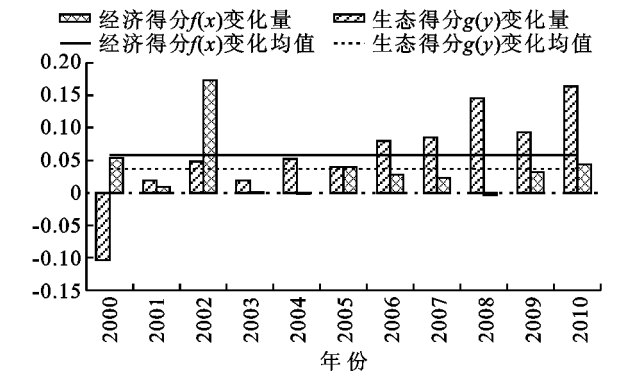


图 2 克里雅河绿洲经济和生态综合指数变化

3.3 耦合协调度模型

为了更好地分析经济增长与生态环境综合指数的变动情况, 将两者看作为经济子系统和生态子系统, 借助耦合协调理论模型, 分别求出经济增长和生态环境两系统的协调度 C , 综合调和指数 T , 耦合协调度 D , 以更好地评判经济、生态交互耦合的协调程度^[15], 结果详见图 3。

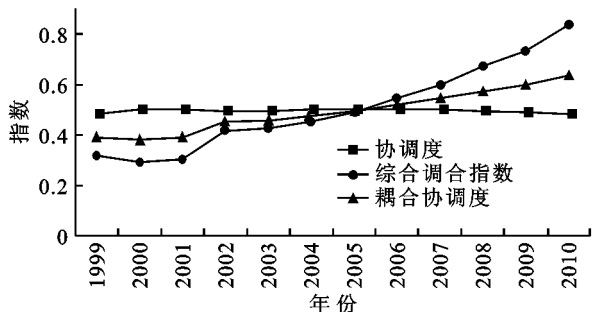
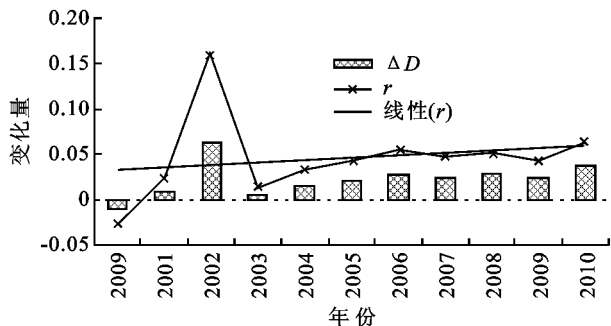


图3 克里雅和绿洲经济增长和生态环境协调度和调和指数曲线

通过图3可以看出,1999—2010年之间,于田县经济增长和生态环境调和指数变化幅度较大,从1999年的0.3151增长为2010年的0.8350,平均每年增长0.0583。耦合度指数在从0.3911增长到0.63698,平均每年增长0.0319,波动幅度变化不大,耦合度较高。2000年,耦合度指数较1999年出现下降,同时经济发展指数达到最低;2000—2010年中,耦合度指数逐渐上升,经济发展综合指数逐渐超过生态环境综合指数。这些情况说明,经济和生态只有同时发展,协调发展,才能达到生态与经济的共赢。

由图4可知,2000年耦合协调度减小,2000年后,耦合协调度变化量 ΔD 均大于0,说明流域内经济增长和生态环境的耦合协调总体上呈现上升趋势。2002年 ΔD 最大,说明2002年流域内的耦合协调度增长最快,这与当年生态环境综合指数增长最快密切相关。对 r 进行线性回归分析,回归系数为0.0022,说明耦合协调度的环比增长率呈现上升趋势。



注:耦合协调度变化量 ΔD =本年的耦合协调度—上年度的耦合协调度,环比增长率 r =指变化量 ΔD /上年度的耦合协调度 D 。

图4 克里雅河绿洲经济增长和生态环境耦合协调度的变化量及其环比增长率变化

4 结论

克里雅河绿洲由于其特殊的地理环境,生态环境极其脆弱。促进绿洲经济与生态环境的协调发展关系到绿洲实现可持续发展的重大问题。本文在构建克里雅河流域经济增长指标体系与生态环境指标体系的基础上,运用耦合关联模型分析该绿洲经济增长与生态环境的耦合关系。在1999—2010年期间,克里雅河绿洲经济增长和生态环境综合指数都呈上升

的趋势,但是经济发展综合指数的增长明显大于生态环境综合指数的增长趋势。经济增长和生态环境综合指数的关系密切,经济发展和生态环境的耦合关联程度在逐渐上升且耦合协调度的增长趋势在逐渐增加。因此,在经济与生态全面发展的过程中,应注重经济与生态的共同发展,注重解决经济结构不合理,经济效益、经济活力不高,环境污染等限制两系统协调发展的主要问题,采取相关措施,协调二者的关系,实现经济和生态环境的协调发展。

参考文献:

- [1] 张丽君,刘佳骏. 内蒙古自治区社会,资源,生态与经济协调发展研究[J]. 中央民族大学学报:哲学社会科学版,2009,36(1):61-67.
- [2] 江红莉,何建敏. 区域经济与生态环境系统动态耦合协调发展研究:基于江苏省的数据[J]. 软科学,2010,24(3):63-68.
- [3] 胡文康,张立运. 克里雅河下游荒漠河岸植被的历史,现状和前景[J]. 干旱区地理,1990,13(1):46-51.
- [4] 陈锐,邓祥征,战金艳,汪云林,李冬,牛文元. 流域尺度生态需水的估算模型与应用:以克里雅河流域为例[J]. 地理研究,2005(5):725-731.
- [5] 徐霞,哈学萍,韦建波,等. 基于ETM+数据的新疆于田地区地表温度反演研究[J]. 新疆农业科学,2008,45(3):547-552.
- [6] 赵安周,李英俊,卫海燕,等. 西安市城市化与城市生态环境耦合协调发展研究[J]. 水土保持研究,2012,19(6):152-156.
- [7] 梁磊磊,姜志德,王继军,等. 吴起县农业生态经济结构耦合发展模式及耦合效应研究[J]. 水土保持研究,2010,17(2):70-74.
- [8] 万年庆,吴国玺,张谦智. 河南省城市化与生态环境耦合分析[J]. 资源开发与市场,2010(2):116-119.
- [9] 安瓦尔,塔世根,加帕尔. 新疆南疆地区城市化与生态环境耦合关联分析[J]. 北京林业大学学报:社会科学版,2009,8(4):169-174.
- [10] 张广裕,张光霞. 甘肃省城市化与生态环境关系的计量分析[J]. 甘肃联合大学学报:社会科学版,2009,24(5):16-21.
- [11] 刘耀彬,李仁东,宋学锋. 中国区域城市化与生态环境耦合的关联分析[J]. 地理学报,2005,60(2):237-247.
- [12] 周玄德,司马义孜比布拉,严姝,等. 克拉玛依市经济增长与生态环境关系的计量分析[J]. 水土保持通报,2013,33(2):236-240.
- [13] 张晓东,池天河. 90年代中国省级区域经济与环境协调度分析[J]. 地理研究,2001,20(4):506-515.
- [14] 吴文恒,牛叔文. 甘肃省人口与资源环境耦合的演进分析[J]. 中国人口科学,2006(2):81-86.
- [15] 宋超山,马俊杰,杨风,等. 城市化与资源环境系统耦合研究:以西安市为例[J]. 干旱区资源与环境,2010,24(5):85-90.