

陕西省经济实力与环境承载力协调度的时空演变格局

徐纳, 杨海娟, 程旭, 李婷

(西北大学 城市与环境学院, 陕西 西安 710127)

摘要: [目的] 研究陕西省 10 个地级市的经济实力与环境承载力的协调度, 为未来城市经济发展提供一定的理论参考。[方法] 运用熵值法构建经济实力和环境承载力的指标体系, 结合耦合协调度模型对经济和环境之间协调度的发展趋势进行研究, 并借助 ArcGIS 工具对二者的空间格局进行探讨。[结果] (1) 陕西省 10 个地市的经济发展和环境承载力发展趋势呈现总体上升且稳定发展的态势, 各个城市的环境承载力水平较高, 发展速度差别不大且波动幅度小。(2) 2005—2014 年 10 个城市经济实力与环境承载力的耦合度和耦合协调度变化趋势基本相同, 呈缓慢上升趋势; 耦合协调度的空间组合不同, 陕西省北部和中部城市经济发展和环境承载力的耦合协调度较高, 南部城市耦合协调度水平低。[结论] 陕西省 10 个地市经济实力与环境承载力协调度总体差异大, 省会西安市所处的关中地区发展好, 陕北地区次之, 陕南地区的安康市和商洛市经济实力较弱。

关键词: 经济实力; 环境承载力; 耦合协调度; 时空格局

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2017)03-0152-07

中图分类号: X196

文献参数: 徐纳, 杨海娟. 陕西省经济实力与环境承载力协调度的时空演变格局[J]. 水土保持通报, 2017, 37(3):152-158. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.03.026; Xu Na, Yang Haijuan, Cheng Xu, et al. Spatial and temporal evolution pattern of economic strength and environmental carrying capacity in Shaanxi Province[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017, 37(3):152-158. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.03.026

Spatial and Temporal Evolution Pattern of Economic Strength and Environmental Carrying Capacity in Shaanxi Province

XU Na, YANG Haijuan, CHENG Xu, LI Ting

(College of Urban and Environmental Sciences, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710127, China)

Abstract: [Objective] The objective of the study was to analyze the degree of coordination between economic strength and environmental bearing capacity of 10 cities in Shaanxi Province, and to provide certain theoretical reference for city economic development in the future. [Methods] Using entropy value method, index systems of economic strength and environmental bearing capacity were built. And the coupling coordination degree model between economy and environment was also used to study the evolution trend of coordination degree. Tools of ArcGIS were applied to discuss the spatial pattern of them. [Results] (1) The development trends of economic development and environmental bearing capacity of 10 cities in Shaanxi Province were stable inclined. The levels of the 10 cities environmental bearing capacity were all at fluctuated high level and had no obvious gap. (2) The coupling coordination degree from 2005 to 2014 had the same slow rising trend. The space combination of coupling coordination degree was different. The coupling degree of economic development and environmental carrying capacity of the cities in northern and central Shaanxi Province was relatively high, while that of the southern part was low. [Conclusion] The 10 cities' economic strength and the coordination degree of environment capacity were significantly different on the whole. The development of provincial capital city of Xi'an in Guanzhong Region was fast, the development of Northern Shaanxi Province

收稿日期: 2016-12-22

修回日期: 2017-02-04

资助项目: 国家自然科学基金项目“跨国公司网络视角下的中国网络区域空间组织模式、动态和演化机制研究”(41401184)

第一作者: 徐纳(1986—), 女(汉族), 山西省运城市人, 硕士研究生, 主要研究方向为土地利用规划及其人文地理研究。E-mail: 349214627@qq.com。

通讯作者: 杨海娟(1965—), 女(汉族), 陕西铜川市人, 博士, 硕士生导师, 主要从事土地规划、房地产估价工作方面的研究。E-mail: xayhj@126.com。

followed, while cities of Ankang and Shangluo Region developed comparative slowly.

Keywords: economic power; environmental bearing capacity; coupling coordination degree; time and space pattern

改革开放三十多年来,中国推进经济增长方式的转变取得了良好进展,经济发展逐渐由高速转变为中速增长,资源利用效率明显提高。但是经济发展中资源消耗高、浪费大和污染重的问题没有从根本上转变。在未来很长一段时间,如何使二者达到协调并且良性发展依然是环境经济学领域的重大问题。

经济与环境关系问题近年来一直是国内学者关注的热点。马丽等^[1]建立中国区域经济发展与环境污染耦合度评价指标体系,对中国350个地级单元进行经济环境耦合度和协调度空间格局分析。万鲁河等^[2]基于脆弱性视角的研究,对哈大齐工业走廊经济与环境协调发展建立评价指标体系进行评价。邹辉等^[3]分析了长江经济带经济环境协调发展的时空演变格局,并对经济带经济发展、环境污染与环境质量的格局与态势展开探讨。王辉等^[4]、高志刚等^[5]、张明发^[6]则分别对辽宁、新疆、厦门等区域经济与环境协调程度进行刻画及分析。关于二者关系的研究方法多样,采取ARMA模型^[7]、VEC模型与分解模型^[8]、空间自相关分析^[9]、主成分分析法^[10]和聚类分析^[11]等方法。韩瑞玲等^[12]利用物质流分析方法建立物质流账户,分析唐山市在经济—环境系统运行中物质投入量与产出量的阶段特征及物质投入和产出强度对经济发展的影响程度;李名升等^[13]基于基尼系数研究经济—环境协调发展及其机制;李伟霄等^[14]基于TOPSIS方法对上海市的城市经济与环境协调发展状况进行评价。

经济实力与环境承载力,两个系统之间相互作用、相互影响。对于二者之间耦合度和协调程度的研究,可以更好了解城市经济发展的环境承载能力情况,从而在承载力之下健康地发展经济。陕西省是西北地区的门户,西北地区生态环境相对脆弱,加之陆上丝绸之路经济带经过陕西,城市经济未来发展前景广阔,研究陕西省城市经济实力与环境承载力协调度的现状显得尤为重要。现有研究中关于陕西省经济发展与环境的耦合协调度文章较少,本文拟选取陕西省10个地级城市,构建城市经济实力和环境承载力的指标评价体系,引入耦合协调度模型,从时序演变和空间格局方面研究陕西省经济实力和环境承载力。

1 研究区概况

陕西省简称“陕”或“秦”,位于中国内陆腹地,地处东经 $105^{\circ}29'$ — $111^{\circ}15'$,北纬 $31^{\circ}42'$ — $39^{\circ}35'$ 。东邻山西、河南省,南抵四川、重庆、湖北省,西连宁夏、

甘肃省,北接内蒙古自治区,居于连接中国东、中部地区和西北、西南的重要位置。全省总面积为 $2.058 \times 10^5 \text{ km}^2$,全省有10个地级市,分别是西安市、铜川市、宝鸡市、咸阳市、渭南市、延安市、汉中市、榆林市、安康市和商洛市。陕西省地处中国腹地,有着承东启西的地理位置优势。既是西北地区的开放的门户,其雄厚的科技实力可以对西部地区经济结构发挥重要的作用;富集的矿产资源与东部经济发展有较强的互补作用,又能为东部地区发展提供资源支持。

陕西省经济发展势头良好,2014年全年生产总值17 689.94亿元,比上年增长9.7%。其中,第一产业增加值1 564.94亿元,占生产总值的比重为8.8%;第二产业增加值9 689.78亿元,占54.8%;第三产业增加值6 435.22亿元,占36.4%。同时,近年来陕西省政府注重环境保护和治理,2014年全省二氧化硫排放总量 $7.809 \times 10^5 \text{ t}$,仅比上年削减3.1%。氮氧化物排放总量 $7.058 \times 10^5 \text{ t}$,削减7.0%。化学需氧量排放总量 $5.049 \times 10^5 \text{ t}$,削减2.8%。氨氮排放总量 $5.82 \times 10^4 \text{ t}$,削减2.2%。综上所述,陕西省经济发展的步伐加快,但经济结构依然以第二产业为主,如此经济结构势必增加了环境压力。尽管政府在做出加大环境治理的努力后,环境效益已初见成效,但是经济发展和环境承载力之间的协调性程度,依然是未来城市经济发展过程中需要注意的。

2 数据和方法

2.1 数据来源和指标体系构建

2.1.1 数据来源 本文以陕西省的10个地级市为研究对象,研究时段是2005—2014年,经济与环境数据来源于2005—2014年的《中国城市统计年鉴》和2005—2014年《陕西统计年鉴》。

2.1.2 指标体系的构建 本文遵循全面性、针对性、可比性、可操作性和以人为本等原则,以全面可持续发展为依据,参考已有的评价指标体系^[15],并结合陕西省各地级市的实际情况,从经济发展水平、经济结构状况、人民生活水平3个方面,构建经济实力的指标评价体系;从环境污染、环境治理和环境保护3个方面,构建环境承载力的指标评价体系(见表1)。

2.2 研究方法

2.2.1 指标的无量纲化 由于指标体系中存在量纲以及数量级大小的差异,本文采用极差标准化方法对指标进行标准化以排除量纲的差别。

$$\text{对正向指标: } X_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (1)$$

$$\text{对负向指标: } X_{ij} = \frac{\max x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (2)$$

式中: X_{ij} ——第 i 年第 j 个指标的原数值和标准化后的数值; $\max x_{ij}$, $\min x_{ij}$ —— X_{ij} 所在序列的最大和最小值。

表 1 陕西省城市经济发展与环境承载指标体系

目标层 A	分类层 B	指标层 C	指标正负向	权重
城市经济发展状况指标体系	经济发展水平	社会消费品零售总额/万元	+	0.146
		公共财政收入/万元	+	0.144
		固定资产投资/万元	+	0.141
		实际利用外资/万美元	+	0.165
	经济结构状况	地区国内生产总值/亿元	+	0.133
		第二产业占 GDP 比重/%	+	0.139
		第三产业占 GDP 比重/%	+	0.132
城市环境承载力指标体系	环境污染	工业废水排放量/万 t	-	0.140
		工业烟尘排放量/t	-	0.140
		工业 SO ₂ 排放量/t	-	0.140
	环境治理	工业烟尘去除/t	+	0.154
		工业固体废弃物综合利用率/%	+	0.134
	环境保护	绿地面积/hm ²	+	0.151
	建成区绿化覆盖率/%	+	0.141	

2.2.2 指标权重的确定 指标权重的确定方法有很多,为了避免主观的臆断,较准确地确定权重,本文采用熵值法确定城市经济实力和环境承载力评价体系的指标权重。信息论中的熵值理论反映的是信息的无序化程度,既可用于评定信息量的大小,又可用于评价各指标的有序性及其效用,即由评价指标值构成的判断矩阵确定各评价指标权重^[16]。熵值法确定权重的计算过程如下:

(1) 计算指标 X_{ij} 的比重 P_{ij} , 公式为:

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

式中: X_{ij} ——第 i 年第 j 个指标进行标准化后的数值。

(2) 计算第 j 项指标的熵值 e_j , 公式为:

$$e_j = -\ln \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_{ij} \cdot \ln P_{ij}) \quad (i=1, 2, 3, \dots, n; j=1, 2, 3, \dots, m) \quad (4)$$

式中: P_{ij} ——第 i 年第 j 个指标所占比重。

(3) d_j ——第 j 属性下各方案贡献度的一致性程度

$$d_j = 1 - e_j \quad (5)$$

式中: e_j ——第 j 项指标的熵值。

(4) 计算指标的权重 ω_j , 计算公式为:

$$\omega_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^m d_j} \quad (6)$$

式中: d_j ——第 j 属性下各方案贡献度的一致性程度。

(5) 最后, 利用公式, 计算第 i 个城市第 j 个指标的城市经济实力和环境承载力 R_{ij} 。

$$R_{ij} = \sum_{i=1}^m \omega_j X_{ij} \quad (7)$$

式中: ω_j ——第 j 项指标的权重; X_{ij} ——第 i 年第 j 个指标进行标准化后的数值。

根据公式(3)—(6)可以计算经济实力和环境承载力各个指标的权重, 结果见表 1。根据公式(7)求出陕西省 10 个城市的经济发展状况得分和环境承载力得分。

2.2.3 耦合协调度模型 耦合度最初属于物理学概念, 是指存在两个及以上的系统或运动形式通过相互之间的作用而导致彼此影响的现象^[17]。环境承载力是经济发展的依托, 经济发展会为环境保护提供治理资金, 二者之间相互作用, 相互影响, 相互促进的程度反应了协调发展的程度, 可以借鉴耦合度模型^[18], 建立如下公式:

$$C = \{u_1 \cdot u_2 / [(u_1 + u_2) / 2]^2\}^k \quad (8)$$

式中: u_1, u_2 ——经济发展和环境承载力的综合得分; k ——调节系数, $k \geq 2$, 取 $k=2$ 。耦合度 $C \in [0, 1]$, 参照已有研究成果^[1], 将耦合度划分为 6 种类型: ① 3 个子系统无关状态且无序发展 ($C=0$); ② 低水平耦合阶段 ($C \in (0, 0.3]$); ③ 拮抗阶段 ($C \in (0.3, 0.5]$); ④ 磨合阶段 ($C \in (0.5, 0.8]$); ⑤ 高水平耦合 ($C \in (0.8, 1.0]$); ⑥ 3 个子系统处于良性共振耦合且有序发展状态 ($C=1.0$)。耦合度反应的是一个系统内各个子系统发展的相互作用程度, 有些子系统之间相互影响很强, 发展水平却较低。而耦合协调度可以反应出一个系统内各个子系统的协调发展程度, 所以引入耦合协调度模型来更好地评价经济发展程度与环境承载力 2 个系统之间的耦合协调程度, 耦合协调度模型见下式:

$$D = \sqrt{C \cdot T} \quad (9)$$

$$T = au_1 + bu_2 \quad (10)$$

式中: D ——耦合协调度, 代表 2 个子系统协调发展程度; C ——耦合度; T ——经济发展和环境承载的综合评价。由于 T 一般取值为 $T \in (0, 1]$ 。所以 $D \in (0, 1]$ 。参考相关研究成果^[1], 结合本文实际情况, 将 D 分为 4 种类型, 即低水平协调耦合 ($D \in (0.2, 0.4]$); 中度协调耦合 ($D \in (0.4, 0.6]$); 高水平

协调耦合 $[D \in (0.6, 0.8]]$; 极度协调 $[D \in (0.8, 1]]$ 。
 a, b, c, d ——待定参数, 两者地位同等重要, 为了客观公正, 选取各个子系统的权重 $a=0.5, b=0.5$ 。

3 结果与分析

根据上述指标体系和公式计算出 2005—2014 年陕西省 10 个城市的经济发展程度得分和环境承载力得分(结果经过归一化处理), 以及两个系统的耦合度和耦合协调度, 在此基础上对陕西省 10 个地级城市经济实力与环境承载力的协调度进行研究。

3.1 陕西省 2005—2014 年城市经济发展的态势和格局

陕西省 2005—2014 年城市经济发展趋势出现以下 3 个特征: ① 陕西省城市的经济发展呈现总体上升趋势(图 1)。西安市发展迅速, 其余城市发展较慢, 但均稳定发展。② 西安市作为省会城市, 基础设施较好, 经济发展水平远高于其余 9 个地市, 其余地市发展水平较低, 增长幅度小。③ 经济发展水平变化量说明陕西省各个城市经济发展速度不同, 地域差异显著。2005—2014 年, 10 个城市经济均有发展, 西安市经济发展实力提高幅度最大, 这是由于西安是省会城市, 城市各方面的发展条件优越。其次是榆林市, 榆林近 10 a 来依靠煤炭产业优势, 经济发展较快。接下来的是咸阳市、宝鸡市、渭南市、延安市、安康市、汉中市、商洛市和铜川市, 分别提高了 0.144, 0.144, 0.136, 0.105, 0.095, 0.068, 0.063, 0.058, 0.021(均一化值)。

选取 2005, 2009, 2014 年 3 个时间节点, 对于经济实力的发展格局进行阐释。对于每个时间节点, 采

取 ArcGIS 中自然断裂法将陕西省的经济实力情况由高到低分为 4 类(见图 2)。2005 年, 第 1 类城市是西安市; 第 2 类城市是榆林市、延安市和宝鸡市, 这 3 个地市发展水平仅次于西安市; 第 3 类城市是咸阳市、铜川市和渭南市; 第 4 类城市汉中市、安康市和商洛市。2009 年, 第 1 类城市和第 2 类城市中的榆林市、延安市和宝鸡市排名不变, 咸阳市和渭南市从第 3 类城市变为第 2 类城市; 汉中市从第 4 类城市变为第 3 类城市。2014 年第 1 类城市不变, 第 2 类城市增加了咸阳市, 得益于西咸新区开发, 城市经济发展较快; 延安市和渭南市下降为第 3 类城市; 第 4 类城市, 汉中市和铜川市下降为第 4 类城市, 其余不变。

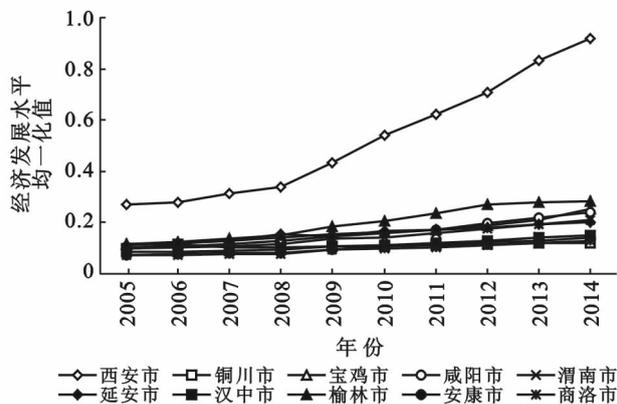


图 1 2005—2014 年陕西省 10 个地市的经济发展

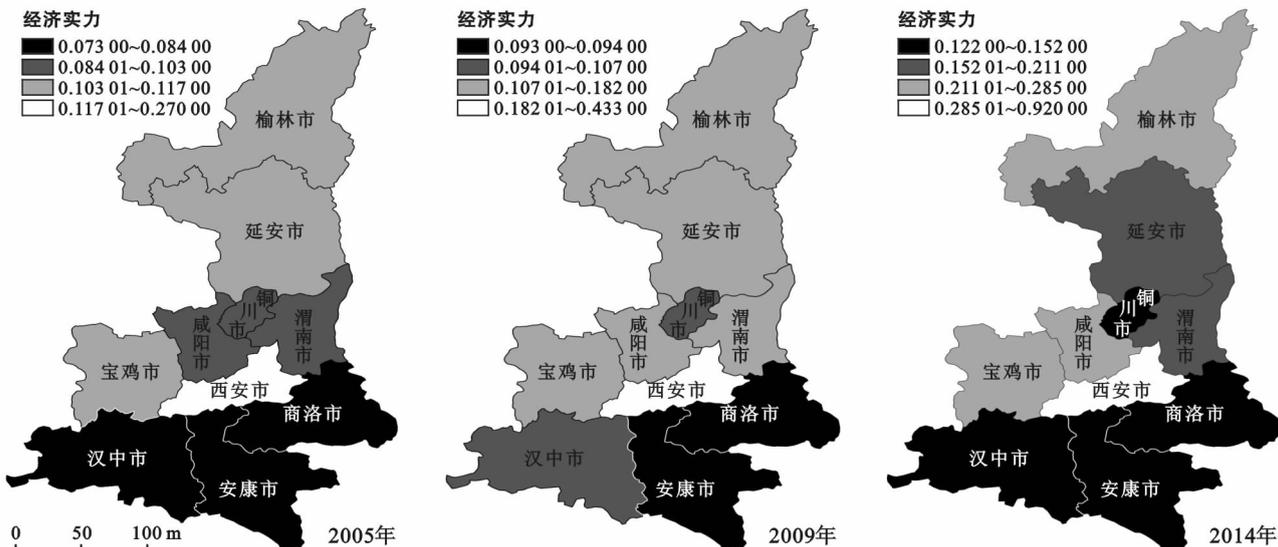


图 2 陕西省 2005, 2009, 2014 年经济实力的空间格局

3.2 陕西省 2005—2014 年城市环境承载力的态势和格局

陕西省 2005—2014 年城市环境承载力发展出现以下特征：① 陕西省十个地市的环境状况发展良好，呈现总体略微上升的趋势（图 3）。② 陕西省十个地市的环境承载力水平较高，值都在 0.35 以上，波动幅度小，在 0.3 以内。③ 环境承载力的变化量说明陕西省各个城市环境发展速度差别不大，2005—2014 年，10 个城市环境均有改善，西安市、渭南市、榆林市、汉中市、咸阳市、铜川市、安康市、宝鸡市、商洛市、延安市，分别提高了 0.261, 0.222, 0.205, 0.167, 0.144, 0.112, 0.104, 0.089, 0.044, 0.041（均一化值）。

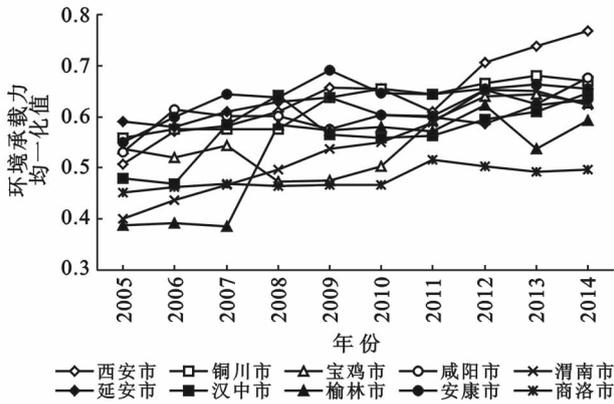


图 3 2005—2014 年陕西省 10 个地市的环境承载力

对于陕西省 10 个地级市的环境承载力格局进行阐释，同样选取 2005 年，2009 年，2014 年 3 个时间节点。对于每个时间节点，同样采取 ArcGIS 中自然断

裂法将陕西省的环境承载力情况分为 4 类（图 2）。2005 年，第 1 类城市是延安市；第 2 类城市是西安市、咸阳市、宝鸡市、铜川市和安康市；第 3 类城市是汉中市和商洛市；第 4 类城市是榆林市和渭南市。城市的环境承载力与经济实力具有不一致性，经济发展好的城市工业三废排放量相对较多，造成环境承载力较低。2009 年，第 1 类城市是安康市；第 2 类城市是西安市、延安市和铜川市；第 3 类城市是榆林市、咸阳市和渭南市；第 4 类城市是商洛市和宝鸡市。和 2005 年比较，一些城市开始注重环境保护，并且取得了一定成效。但是有一些城市在发展经济过程中疏忽环境保护，这就是一些城市承载力上升，又一些城市承载力下降的原因。2014 年，环境承载力的区域差异变小，大多数城市处于前 3 类城市中。第一类城市是西安市，由于西安市经济实力强，可以为环境治理提供一些资金支持，加之西安市位于丝绸之路经济带上，注重人文环境保护，环境质量大大提高。第二类城市和第 3 类城市数目有 8 个，占陕西省的 80%。这说明这些城市在注重环境与经济协调发展的探索之中，并且略微取得成效。第四类城市是商洛市，位于多山地的秦岭以南，生态环境脆弱，一旦破坏恢复难度较大，加之经济落后，治理环境资金有限，这就是商洛市环境承载力一直较低的原因。总体上来说，陕西省 10 个地市的环境承载力变化较大，最具特征的是西安市和商洛市，阶段性特征明显，这在一定程度上说明经济发展程度高势必会带来了一些环境问题，但同时又可以环境治理提供资金。

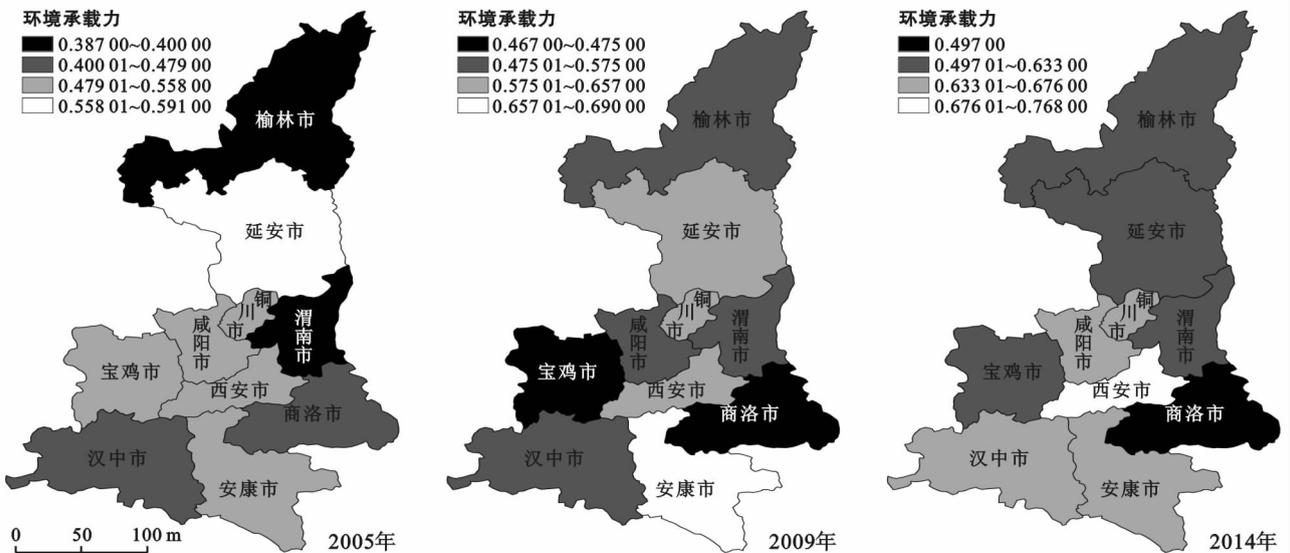


图 4 陕西省 2005、2009、2014 年环境承载力的空间格局

3.3 陕西省 2005—2014 年城市的经济发展与环境承载的耦合协调度分析

3.3.1 陕西省 2005—2014 年城市城市的经济发展与环境承载耦合协调度时序特征 利用公式计算出

陕西省 10 个城市 2005—2014 年经济实力和环境承载力的耦合度和耦合协调度。从图 5—6 中可以看出：① 2005—2014 年耦合度和耦合协调度变化趋势基本相同，都呈缓慢上升趋势，表明经济发展和环境

承载力两个系统之间彼此相互作用程度在慢慢加强,而且协调性也在缓缓提升;② 耦合度值从 2005 年的 0.398 上升到 2014 年的 0.99,经历了拮抗阶段、磨合阶段和系统良性耦合阶段,处于拮抗阶段的数量为 12%,处于磨合阶段的数量(10 个地市 10 个年份,总共 100 个数值)达 70%以上,在 2010 年以后一些城市出现高水平协调阶段,甚至出现良性共振耦合且有序发展状态。耦合协调度值从 2005 年的 0.35 上升到 2014 年的 0.91,大多处于中度耦合协调和高度耦合协调阶段,整体协调效果明显。处于低水平阶段的数量为 12%,处于中度耦合协调阶段的数量为 79%。耦合度说明陕西省城市经济发展和环境承载力处于中等偏上的阶段,耦合协调值除了西安市处于高水平耦合且有序协调发展,其余城市距离这个目标不远;③ 从变化过程来看,10 个地市的耦合度值处于磨合阶段和高水平耦合阶段;耦合协调度值处于中度耦合协调和高度耦合协调,耦合值和耦合协调度的值都比较理想,但耦合协调度比耦合度更稳定,铜川市和汉中市经历了磨合阶段后,又出现了 2 a 拮抗阶段。

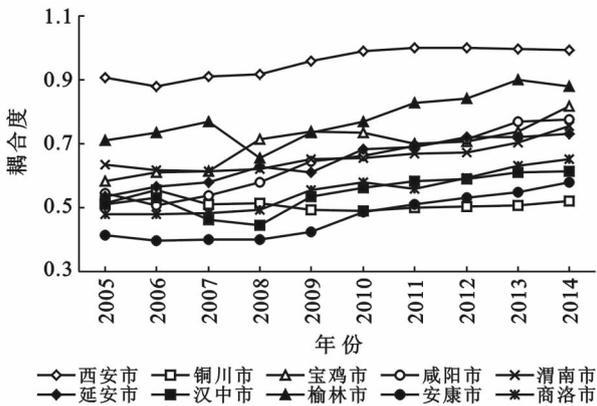


图 5 2005—2014 年陕西省 10 个地市的经济发展与环境承载力的耦合度

画耦合度和协调度的空间演变格局,对陕西省 10 个地市 10 个年份的耦合度和耦合协调度(表 2—3)进行组合分类,10 个年份中出现了拮抗阶段低水平协调、拮抗阶段中度协调、磨合阶段中度协调、高水平耦合中度协调、高水平耦合高协调和系统良性耦合极度协调 6 种组合。陕西省 10 个城市 10 a 间耦合协调度地域差异大,主要集中在中等水平和低水平,高水平的耦合度阶段较少出现。从市域结构来看,西安市出现高水平耦合中度协调、高水平耦合高协调和系统良性耦合极度协调 3 种状态;榆林市出现磨合阶段中度协调、高水平耦合中度协调、高水平耦合高水平协调 3 种状态;宝鸡市一直处于磨合阶段中度协调时期;铜川市、咸阳市和渭南市出现磨合阶段低水平协调和磨合阶段中水平协调两种状态;延安市和汉中市发展不稳定,耦合协调度上升明显,出现拮抗阶段低水平协调、拮抗阶段中水平协调和磨合阶段中度协调。安康市经济发展和环境承载力的耦合度一直处于拮抗阶段,耦合协调度从低水平协调上升到中度协调。商洛市发展缓慢,出现拮抗阶段低水平协调和磨合阶段中度协调两种状态。总体而言,陕西省北部和中部城市经济发展和环境承载力的耦合协调度较高,南部城市耦合协调度水平低。

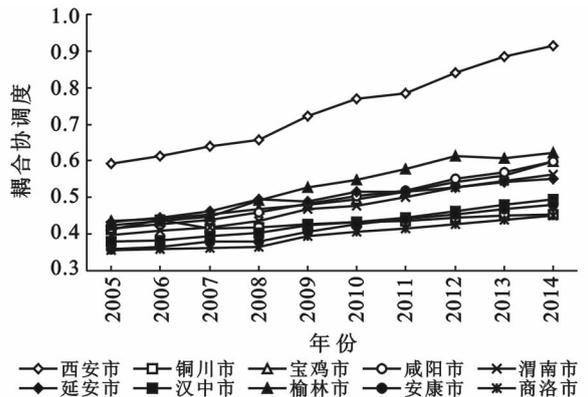


图 6 2005—2014 年陕西省 10 个地市的经济发展与环境承载力耦合协调度

3.3.2 陕西省 2005—2014 年城市城市的经济发展与环境承载耦合协调度空间特征 为了更深刻的刻

表 2 2005—2014 陕西省 10 个地市经济实力与环境承载耦合度

城市	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
西安市	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑥	⑥	⑥	⑤
铜川市	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④
宝鸡市	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④
咸阳市	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④
渭南市	④	④	③	③	④	③	④	④	④	④
延安市	③	③	③	④	④	④	④	④	④	④
汉中市	③	③	③	③	③	③	③	③	③	③
榆林市	④	④	⑤	④	④	④	④	④	⑤	⑤
安康市	②	②	②	②	②	③	③	③	③	③
商洛市	③	③	③	③	③	③	③	③	④	④

注:① 为 3 个子系统无关状态且无序发展(0);② 为低水平耦合阶段(0~0.3);③ 为拮抗阶段(0.3~0.5);④ 为磨合阶段(0.5~0.8);⑤ 为高水平耦合(0.8~1.0);⑥ 为 3 个子系统处于良性共振耦合且有序发展状态(1)。括号内数字为耦合度。

表 3 2005—2014 陕西省 10 地市经济实力与环境承载耦合协调度

城市	经济实力与环境承载耦合协调度									
	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
西安市	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4
铜川市	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
宝鸡市	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
咸阳市	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
渭南市	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
延安市	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
汉中市	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
榆林市	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
安康市	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
商洛市	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

注:1 为低水平协调耦合(0.2,0.4); 2 为中度协调耦合(0.4,0.6); 3 为高水平协调耦合(0.6,0.8); 4 为极度协调(0.8,1)。

4 讨论与结论

(1) 陕西省城市经济发展中,10 个地市的经济发展趋势呈现总体上升且稳定发展的态势;西安市作为省会城市,基础设施较好,经济发展水平远高于其余 9 个地市,其余地市发展水平较低,且增长幅度小;经济发展水平变化量说明陕西省各个城市经济发展速度不同,地域差异显著。经济发展格局总体上秦岭以北城市经济实力高于南部城市,西安市经济实力排名前列,省会地位实至名归。榆林市的发展比较稳定,排名第 2 位。商洛市和安康市经济落后。其余的地级城市经济实力相当,属于第 2 类和第 3 类。

(2) 环境承载力发展中,陕西省 10 个地市的环境状况发展良好,呈现总体略微上升的趋势;陕西省 10 个地市的环境承载力水平较高,值都在 0.35 以上,波动幅度在 0.3 之内,说明陕西省各个城市环境发展速度差别不大。陕西省 10 个地市的环境承载力变化较大,最具特征的是西安市和商洛市,阶段性特征明显,这在一定程度上说明经济发展程度高势必会带来了一些环境问题,但同时又可以环境治理提供资金。

(3) 2005—2014 年陕西省城市经济实力和环境承载力耦合度和耦合协调度变化趋势基本相同,都呈缓慢上升趋势;耦合度经历了拮抗阶段、磨合阶段和系统良性耦合阶段,处于磨合阶段的数量较多,在 2010 年以后一些城市出现高水平协调阶段,甚至出现良性共振耦合且有序发展状态。耦合协调度大多处于中度耦合协调和高度耦合协调阶段,整体协调效果明显;从变化过程来看,10 个地市的耦合度值处于磨合阶段和高水平耦合阶段;耦合协调度值处于中度耦合协调和高度耦合协调,耦合值和耦合协调度的值都比较理想,但耦合协调度比耦合度更稳定。

(4) 陕西省 10 个年份中出现了拮抗阶段低水平

协调、拮抗阶段中度协调、磨合阶段中度协调、高水平耦合中度协调、高水平耦合高协调和系统良性耦合极度协调 6 种组合。陕西省 10 个城市 10 a 间耦合协调度地域差异大,主要集中在中等水平和低水平,高水平的耦合度阶段较少出现。总体而言,陕西省北部和中部城市经济发展和环境承载力的耦合协调度较高,南部城市耦合协调度水平低。

本文通过对经济实力和环境承载力协调度的研究,可以得出陕西省城市经济和环境的协调度总体较好的结论,从各区域间城市两者的协调度来看,协调度的地域差异可能与自然条件、城市经济发展水平以及政府投入的治理环境的资金有关。限于篇幅的原因,本文未对城市间协调性差异的研究进行深入研究;同时本文对陕西省经济发展实力与环境承载力的协调度进行研究,但是经济实力对环境承载力的作用,以及环境承载力对经济发展造成的经济影响如何有效的量化意义重大,未来可从这些方面进行研究。

[参 考 文 献]

- [1] 马丽,金凤君,刘毅. 中国经济与环境污染耦合度格局及工业结构解析[J]. 地理学报,2012, 67(10):1299-1307.
- [2] 万鲁河,张茜,陈晓红. 哈大齐工业走廊经济与环境协调发展评价指标体系:基于脆弱性视角的研究[J]. 地理研究,2012,31(9):1673-1684.
- [3] 邹辉,段学军. 长江经济带经济-环境协调发展格局及演变[J]. 地理科学,2016,36(9):1408-1417.
- [4] 王辉,郭玲玲,宋丽. 辽宁省 14 市经济与环境协调度定量研究[J]. 地理科学进展,2010,29(4):463-470.
- [5] 高志刚,沈君. 新疆典型区域经济与环境协调发展评价与预测研究[J]. 干旱区资源与环境,2010,24(2):1-5.
- [6] 张明发,王强,曾月娥. 厦门市生态环境与社会经济协调发展研究[J]. 福建师大学报:自然科学版,2015(6):99-108.

(下转第 166 页)

[参 考 文 献]

- [1] 王兵,许月明. 农村居民点综合整治中不同利益主体博弈行为分析[J]. 天津农业科学,2012,18(1):69-72.
- [2] 宋伟,陈百明,姜广辉. 中国农村居民点整理潜力研究综述[J]. 经济地理,2010,30(11):1871-1877.
- [3] 杨俊,王占岐,邹利林,等. 基于村尺度的山区农村居民点用地现状及其整理时序研究[J]. 经济地理,2013,33(5):150-157.
- [4] 张正峰,赵伟. 农村居民点整理潜力内涵与评价指标体系[J]. 经济地理,2007,27(1):137-140.
- [5] 刘彦随,刘玉,翟荣新. 中国农村空心化的地理学研究及整治实践[J]. 地理学报,2009,64(10):1193-1202.
- [6] 姜广辉,张凤荣,周丁扬,等. 北京市农村居民点用地内部结构特征的区位分析[J]. 资源科学,2007,29(2):109-116.
- [7] 张占录,杨庆媛. 北京市顺义区农村居民点整理的推动力分析[J]. 农业工程学报,2005,21(11):49-53.
- [8] 周丁扬,安萍莉,姜广辉,等. 泰安市农村居民点整理分区研究[J]. 资源科学,2011,33(3):497-504.
- [9] 张占录,胡红梅,张远索. 台湾农村社区土地重划的公众参与机制:以过沟农村社区为例[J]. 地域研究与开发,2013,32(5):133-137.
- [10] 易舟,段建南. 公众参与农村闲置宅基地整理的研究综述[J]. 农业科技管理,2012,31(3):56-59.
- [11] 罗明,周同,张丽佳. 中德土地整治公众参与比较研究[J]. 中国土地,2013(5):59-61.
- [12] 李琰. 农村土地整理中公众参与机制探析[J]. 农业经济,2013(9):29-31.
- [13] 王文玲,阚西浔,汪文雄,等. 公众参与土地整理的研究综述[J]. 华中农业大学学报:社会科学版,2011(3):71-75.
- [14] Libecap Gary D. 产权的缔约分析[M]. 陈宇东,耿勤,秦军,等,译,北京:中国社会科学出版社,2001.
- [15] 宋玲玲,李村合. 基于链接结构分析的 Web 信息检索方法研究[J]. 现代情报,2007(2):133-135,137.
- [16] 崔霞,戴汝为,李耀东,等. 群体智慧在综合集成研讨厅体系中的涌现[J]. 系统仿真学报,2003,15(1):146-153.
- [17] 谭丽华,李林红,董毅明. 互联网上涌现的群体智能及其对政府决策的影响[J]. 公共管理学报,2009,6(4):89-95.
- [18] 谭丽华,董毅明,李林红. 互联网群体智能的涌现[J]. 管理学报,2010,7(12):1839-1845.
- [19] 杭州市城乡建设委员会. 杭州市农村住房改造建设项目 2013 年 6 月推进情况通报[EB/OL]. [http://www.hzjw.gov.cn/\(2013-7-18\)\[2015-2-10\]](http://www.hzjw.gov.cn/(2013-7-18)[2015-2-10]).
- [20] 赵芳,李林红. 群体智慧在复杂网络认知系统中的涌现:以滇池流域可持续发展为例[J]. 科技进步与对策,2010,27(10):20-23.
- [21] 蒋继娅,刘彤,刘宇. 基于搜索引擎优化技术与模板引擎技术的网站优化策略[J]. 情报理论与实践,2010,33(5):99-102.
- [7] 韩瑞玲,佟连军,朱绍华,等. 基于 ARMA 模型的沈阳经济区经济与环境协调发展研究[J]. 地理科学,2014,34(1):32-39.
- [8] 韩瑞玲,佟连军,佟伟铭,等. 基于分解模型与 VEC 模型的沈阳经济区经济与环境时空关系研究[J]. 环境科学学报,2012,32(5):1261-1269.
- [9] 王辉,苑莹,刘帆,等. 辽宁省人口、经济与环境协调发展的空间自相关分析[J]. 人口与发展,2013,19(3):29-37.
- [10] 曾鸣,王亚娟. 基于主成分分析法的我国能源、经济、环境系统耦合协调度研究[J]. 华北电力大学学报:社会科学版,2013(3):1-6.
- [11] 王晨. 基于聚类分析的我国经济增长与环境质量关系研究[D]. 重庆:重庆师范大学,2012.
- [12] 韩瑞玲,朱绍华,李志勇. 基于物质流分析方法的唐山市经济与环境关系的协整检验和分解[J]. 应用生态学报,2015(12):3835-3842.
- [13] 李名升,佟连军,李治,等. 基于基尼系数的经济—环境协调发展及其机制[J]. 人文地理,2009(6):73-78.
- [14] 李伟霄,翁翎燕. 基于 TOPSIS 的城市经济与环境协调发展评价:以上海市为例[J]. 地球与环境,2014,42(4):550-554.
- [15] 郭珊珊,张亚丽,黄珺嫦,等. 河南省各市级经济与环境耦合关联分析[J]. 中国农学通报,2016,32(23):193-198.
- [16] 朱彬,张小林,尹旭. 江苏省乡村人居环境质量评价及空间格局分析[J]. 经济地理,2015,35(3):138-144.
- [17] Vefie L. The Penguin Dictionary of Physics[M]. Beijing: Foreign Language Press, 1996:92-93.
- [18] 鲁春阳,宋昕生,杨庆媛,等. 城市人居环境与经济协调发展的协调度评价:以重庆都市区为例[J]. 西南大学学报:自然科学版,2008,30(6):121-125.

(上接第 158 页)