

丝绸之路东段生态支持能力与社会经济动态耦合

吴梦初, 延军平

(陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710119)

摘要: [目的] 研究丝绸之路东段生态支持能力与社会经济的动态耦合现状, 旨在为实现区域经济与环境协调发展, 促进社会经济持续健康发展提供理论依据。[方法] 运用系统论构建丝绸之路东段生态支持能力与社会经济协调耦合模型, 提出评判标准和基本类型, 并对该区 2000—2012 年生态支持能力与社会经济协调发展状况进行分析。[结果] (1) 2000—2012 年丝绸之路东段生态支持能力以 0.02/a 的速率减小, 社会经济发展水平以 0.04/a 的速率提高; (2) 2000—2012 年丝绸之路东段生态支持能力和社会经济发展耦合度虽不断提高, 但仍处于低水平协调发展阶段; (3) 丝绸之路东段生态支持能力与经济耦合发展总体水平较低, 可划分为 4 类: 轻度失调发展生态损益型、轻度失调发展磨合型、低水平协调发展同步型、低水平协调发展经济滞后型。[结论] 目前该段生态支持能力无法满足高能耗和高污染的传统工业发展模式, 当前最要紧的是优化产业结构, 促进生态经济协调发展。

关键词: 生态支持能力; 社会经济发展; 耦合; 丝绸之路东段

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)02-0287-05

中图分类号: F062.2, X24

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2015.02.054

Dynamic Coupling of Ecological Supporting Capability and Socioeconomic Development in East Part of Silk Road

WU Mengchu, YAN Junping

(College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710119, China)

Abstract: [Objective] Through studying the current situation of dynamic coupling of ecological supporting capability and socioeconomic development in east part of Silk Road, this paper aimed to offer theoretical reference for coordinated development of regional economy and the environment, and to promote the sustainable and healthy development of the social economy. [Methods] Based on system theory, development of ecological supporting capability and social economy during 2000—2012 in the east part of Silk Road was analyzed and a coupling coordinated model was constructed. Upon which, an evaluation criteria and some fundamental types were put forward and the socioeconomic development was presented. [Results] (1) The ecological supporting capability decreased with the rate of 0.02/a in 2000—2012, and the socioeconomic development index increased with the rate of 0.04/a; (2) Coupling coordinate index of ecological supporting capability and socioeconomic development in east part of Silk Road increased over the past 13 years, but still at a low level; (3) The overall coupling development level of ecological supporting capability and socioeconomic development was low. There were four types in this region: lightly uncoordinated development of ecological loss type, lightly uncoordinated develop run-type, low-level coordinated development of synchronous type, low-level coordinated development of economy predominating type. [Conclusion] The ecological supporting capability has overloaded under the traditional industrial development pattern with high energy consumption and high population. At present, what matters most is to optimize the industrial structure and promote the coordinated development of eco-economy.

Keywords: ecological supporting capability; socioeconomic development; coupling; the east part of Silk Road

收稿日期: 2014-03-03

修回日期: 2014-03-25

资助项目: 国家自然科学基金项目“部分重大自然灾害的时空对称性: 结构、机理与适应对策”(41171090)

第一作者: 吴梦初(1990—), 女(汉族), 陕西省蒲城县人, 硕士研究生, 研究方向为区域开发与城乡发展。E-mail: changanyizhong0821@163.com。

通信作者: 延军平(1956—), 男(汉族), 陕西省绥德县人, 教授, 博士生导师, 主要从事区域自然灾害和区域开发研究。E-mail: yanjp@snnu.edu.cn。

两千多年前,张骞两次出使西域,开辟了一条横贯东西、连接欧亚的“古丝绸之路”。2013年9月7日,习近平主席在哈萨克斯坦纳扎尔巴耶夫大学演讲时提出共同建设“丝绸之路经济带”的战略构想。从国内角度看,我国当前的发展需要兼顾地区平衡,并着力开拓新的经济增长点。复兴丝绸之路能带动经济实力较为薄弱的西部地区,有望形成新的开放前沿。新丝绸之路经济带的提出,为解决中国东中西部经济发展不平衡问题提供了一个解决方案。然而,随着经济迅速发展,经济与生态环境之间的矛盾不断激化,发展成为互为因果的两极:一是经济发展对环境资源的需求增加,对生态环境的污染加大;二是负荷过重,环境资源的供给能力相对缩小。这种人类需求的无限和自然资源的有限就是矛盾的根源,供需不平衡则是矛盾集中体现。因而,如何在大力开发“丝绸之路经济带”的今天,实现经济与环境的协调发展就成为备受关注的热点。丝绸之路东段横贯陕、甘两省,下辖10个地市,位于我国西北干旱区,属典型的生态环境脆弱带。该段生态经济系统内部物质和能量循环处于低等级线性平衡状态,各地区内部的自然条件、社会经济要素和生态经济系统结构,对于生态经济系统演化作用具有同一性^[1]。目前有关生态与经济耦合发展的研究多集中于我国西部,尤其是干旱地区。这些研究^[2-6]均表明,我国西部,尤其是干旱地区生态与经济协调发展总体水平较低,存在着损益一拮抗一磨合一主导一同步发展的循环往复过程,而有关“丝绸之路”的研究甚少。鉴于此,本研究对丝绸之路东段2000—2012年生态支持能力与社会经济协调发展状况进行分析,以期为区域和“丝绸之路经济带”的生态经济协调发展提供理论帮助。

1 资料与方法

1.1 研究区概况

丝绸之路始于两汉时期,简称丝路,分为东段、中段和西段。东段东起现陕西省西安市,西达现甘肃省酒泉市,横贯陕、甘两省,全长约1500 km。该段处于我国干旱区,山地与盆地、高原与平原相间分布,属典型的大陆性气候。年平均气温10~12℃,年均降水量350~500 mm,自然灾害频繁,尤其是旱涝灾害。该段是我国重要的能源资源基地,也是我国人口集中,环境脆弱,经济相对落后的区域。有研究^[7-8]表明,同样的经济活动,干旱区付出的生态环境代价较其他区域更大。

1.2 数据来源

为保证数据的连贯性和一致性,数据主要来源于

甘肃省统计年鉴(2001—2013年)、陕西省统计年鉴(2001—2013年)和环境状况公报等资料,获得表1中各指标对应的10个地市的基础数据。

1.3 研究方法

1.3.1 熵值法和耦合协调模型 耦合是复杂系统通过各子系统或要素相互作用与影响,促进系统由无序走向有序的过程,并且决定着系统相变的特征与规律^[2]。耦合度反映区域各子系统或要素协调程度,它刻画了某一时点区域系统之间、系统各要素之间交互胁迫、交互依存关系的演进趋势^[9]。随着社会经济的不断发展,人类对自然资源 and 生态环境的利用和改造也更加积极和迫切;而由于生态系统支持能力的有限,反过来制约社会经济超速发展。生态经济协调论指出,一定区域发展的实质就是区域生态支持系统与区域社会经济系统相互胁迫、相互作用、由低级协调共生向高级协调演进的过程。

耦合协调模型指标权重的计算方法主要有熵值法、层次分析法和主成分分析法等,而熵值法能够深刻地反映出指标信息熵值的效用价值,其给出的指标权重值比层次分析法和专家经验评估法更具可信度,适合对多元指标进行综合评价^[10]。因此,选用熵值法确定丝绸之路东段生态支持能力与社会经济耦合协调模型各指标权重。

由于受多种因素的复合影响,生态支持能力 $f(x)$ 和社会经济发展水平 $g(y)$ 都是随时间连续渐变的非线性过程,其演化方程可分别表示为:

$$f(x) = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$g(y) = g(y_1, y_2, \dots, y_n)$$

式中: x, y ——生态支持能力和社会经济发展系统的各指标。生态支持能力和社会经济发展之间的耦合关系可用协调发展模型评判,其公式为:

$$D(x, y) = \sqrt{C \cdot T}$$

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

$$D = \sqrt{C \left[\frac{f(x)+g(y)}{2} \right]}$$

式中: C ——生态支持能力和社会经济协调指数; k ——调节系数,本文 $k=2$; D ——生态经济耦合发展度。 $f(x), g(y), C, D$ 值均在 $[0, 1]$ 。 D 值越高,表明生态支持能力与社会经济之间的耦合关系越和谐。

1.3.2 指标体系和评判标准 根据丝绸之路东段生态经济区域特色,参考由联合国可持续发展委员会、中国学者提出的可持续发展指标体系,以及国内学者的相关研究^[2-11],确定生态支持能力和社会经济发展的评价指标(表1)。

表 1 丝绸之路东段生态支持能力和社会经济发展水平评价指标体系

一级指标	权重	二级指标	指标类型	权重
生态环境系统	0.5	年均降水量/mm	+	0.044
		人均耕地面积/hm ²	+	0.009
		绿色覆盖率/%	+	0.201
		年平均相对湿度/%	+	0.001
		年平均气温/°C	-	0.002
		人口密度/(人·km ⁻²)	-	0.003
		工业废水排放量/10 ⁴ t	-	0.285
		工业废气排放量/10 ⁴ m ³	-	0.454
社会经济系统	0.5	人均生产总值/元	+	0.270
		全社会固定资产投资/亿元	+	0.363
		全社会消费品零售总额/亿元	+	0.180
		城镇居民人均可支配收入/元	+	0.093
		农民人均纯收入/元	+	0.088
		非农业人口百分比/%	+	0.006

注：“+”表示正指标；“-”表示负指标。

评判标准是衡量区域自然生态支持能力与社会经济协调发展状况的尺度参考。

社会经济发展必然会消耗自然资源,给生态环境带来一定的压力,但这并不代表社会经济的发展必须以破坏自然生态支持能力为代价。高水平社会经济可以通过发展新技术,开发新能源等,减轻对生态环境的依赖,更可以对自然生态进行一定程度的保护和

修复。因此在两大系统耦合发展评判标准的划分中,既要充分考虑生态环境的可持续发展,也要考虑经济发展水平。为了更准确地反映两大系统的耦合关系和发展水平,以生态支持能力综合指数(F)、社会经济发展综合指数(G)和耦合发展度(D)为基础,提出丝绸之路东段生态支持能力与社会经济系统耦合发展评判标准(表 2)。

表 2 丝绸之路东段生态支持能力和社会经济发展的评判标准

耦合发展度 D	水平分类	$g(y)$ 和 $f(x)$ 的对比	生态经济耦合发展基本类型
$0 < D \leq 0.4$	严重失调发展	$g(y)/f(x) > 1.2$	生态损益型: 经济发展超前, 超出生态承载能力
		$0.8 \leq g(y)/f(x) \leq 1.2$	拮抗性: 经济与生态发展同步落后
		$g(y)/f(x) < 0.8$	经济损益型: 经济发展滞后, 勉强在生态承载能力范围内
$0.4 < D \leq 0.6$	轻度失调发展	$g(y)/f(x) > 1.2$	生态损益型: 经济发展超出生态承载能力, 不调和
		$0.8 \leq g(y)/f(x) \leq 1.2$	磨合型: 经济—生态发展同步, 短期内可以接受, 基本调和
		$g(y)/f(x) < 0.8$	经济滞后型: 勉强调和
$0.6 < D \leq 0.8$	低水平协调发展	$g(y)/f(x) > 1.2$	生态滞后型: 基本调和
		$0.8 \leq g(y)/f(x) \leq 1.2$	同步型: 经济与生态发展同步, 调和
		$g(y)/f(x) < 0.8$	经济滞后型: 经济发展滞后, 基本调和
$0.8 < D \leq 1$	高水平良好协调发展	$g(y)/f(x) > 1.2$	经济主导型: 经济发展超前, 基本保持在生态承载力范围内
		$0.8 \leq g(y)/f(x) \leq 1.2$	同步型: 经济与生态发展同步, 最为理想
		$g(y)/f(x) < 0.8$	生态主导型: 生态承载力可以满足经济发展, 协调

2 结果分析

2.1 丝绸之路东段生态支持能力和社会经济发展水平

2000—2012 年丝绸之路东段生态支持能力整体呈波动减弱趋势(图 1),生态支持能力指数平均每年降低 0.02,其中 $R^2=0.78$,通过了 $\alpha=0.01$ 的显著性

水平检验。近 13 a,研究区生态支持能力指数平均值为 0.494,2000 年生态指数最大,为 0.655,最小值出现在 2009 年,仅为 0.290,极差 0.365,进一步表明处于干旱区的丝绸之路东段生态环境脆弱,稳定性低。

分析 2000—2012 年研究区生态支持能力变化,大致可划分为 3 个阶段。第 1 阶段:2000—2004 年生

态支持能力缓慢减弱,主要原因为研究区降水量下降和工业废水废气排放量增加;第 2 阶段:2005—2009 年生态支持能力快速减弱,生态支持指数平均每年减小 0.07,远高于近 13 a 的平均减少速率,且 $R^2 = 0.92$,通过了 $\alpha = 0.01$ 的显著性水平检验。2009 年生态支持能力指数出现极低值的原因主要是该年研究区的废气排放量剧增,由 2008 年的 $1.17 \times 10^{11} \text{ m}^3$ 激增到 2009 年的 $1.61 \times 10^{11} \text{ m}^3$,尤其是温室气体的大量排放,加速了局地小气候的变暖趋势,影响区域降水,增加极端天气发生的概率,进一步扩大该段生态环境的脆弱性;第 3 阶段:2009—2012 年先增强后缓慢减弱。2000—2012 年丝绸之路东段社会经济发展水平整体不断提高(图 1),由 2000 年的 0.049 上升到 2012 年的 0.362,平均每年增加 0.02 ($R^2 = 0.85$,通过了 $\alpha = 0.01$ 的显著性水平检验)。分析 2000—2012 年研究区社会经济发展变化,大致可划分为两个阶段:第一阶段:2000—2007 年社会经济相对低速发展,研究区该时间段人均 GDP、全社会固定资产投资和全社会消费品零售总额分别由 3 240 元、66 亿元和 72 亿元上升到 9 077 元、304 亿元和 193 亿元;第二阶段:2008—2012 年社会经济相对快速发展,年增长速率(0.05)较上阶段的 0.01 增加了 4 倍。该时段人均 GDP 则突破了万元大关,增长至 31 199 元,全社会固定资产投资也达到了 1 105 万亿元。

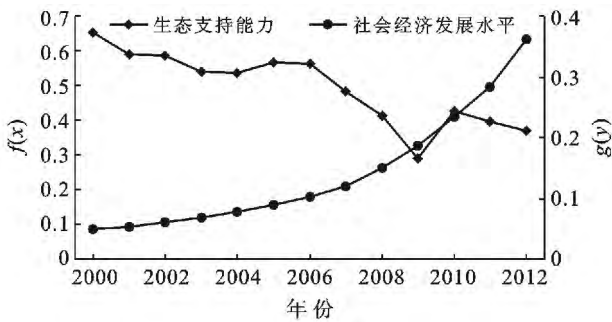


图 1 生态支持能力和社会经济发展水平演化状态

2.2 生态支持能力和社会经济发展耦合度

2.2.1 丝绸之路东段生态支持能力和社会经济发展耦合度演变 由图 2 可以看出,2000—2012 年丝绸之路东段生态支持能力和社会经济发展耦合度整体不断提高,由 2000 年的 0.15 上升到 2012 年的 0.61,平均每年增加 0.04 ($R^2 = 0.97$,通过了 $\alpha = 0.01$ 的显著性水平检验)。尽管该区域的生态支持能力和社会经济发展耦合度不断增加,但最大值(2012 年)0.61 仅达到低水平协调发展标准。按表 2 的评判标准,研究区 2000—2012 年生态支持能力和社会经济发展耦合经历了 3 个阶段。第 1 阶段:2000—2007 年严重失

调发展阶段,且其 $g(y)/f(x)$ 均小于 0.8,因此属于经济损益型,即经济发展滞后,勉强保持在生态承载力阈值内;第 2 阶段:2008—2009 年轻度失调发展阶段, $g(y)/f(x)$ 小于 0.8,属于经济滞后型;第 3 阶段:2010—2012 年低水平协调发展阶段,仅 2012 年的 $g(y)/f(x)$ 大于 0.8,属于经济发展与生态同步低水平协调发展型,其他年份仍属于经济滞后型。

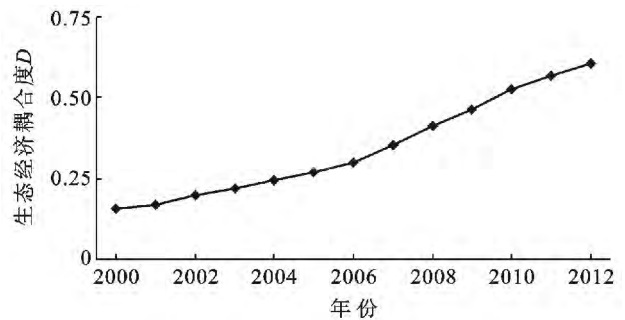


图 2 生态支持能力和社会经济发展耦合度演化

2.2.2 丝绸之路东段生态支持能力和社会经济发展耦合度空间分布 对 $f(x)$, $g(y)$ 和 D , $g(y)/f(x)$ 值进行分析,可将丝绸之路东段生态经济耦合发展类型划分为 4 类:轻度失调发展生态损益型、轻度失调发展磨合型、低水平协调发展同步型、低水平协调发展经济滞后型(图 3)。其中,甘肃省兰州、武威和定西地区属于轻度失调发展生态损益型,耦合度 D 分别为 0.56, 0.56 和 0.58。这些地区人口较多,经济发展超过了自然生态的最大支持能力,有限的生态支持能力无法满足相对快速的社会经济发展。生态支持能力和社会经济发展不协调,系统落后,如果长此发展,该地区经济和生态必将走上恶性循环的道路;甘肃省酒泉和平凉地区属于轻度失调发展磨合型,虽然整体发展缓慢,但是经济发展与生态环境的支持能力处于相互适应磨合的调整阶段,短时间内可以促进二者共同发展;甘肃省张掖和陕西省的咸阳、西安地区属于低水平协调发展同步型,这些地市 $g(y)/f(x)$ 值在 1 附近,生态压力不大,社会经济发展尚在生态支持能力范围内,二者处于低水平协调状态;而天水市和宝鸡市则属于低水平协调发展经济滞后型,其 F 值大于 G 值,生态环境对经济发展的约束作用低。经济发展滞后,基本保持在生态支持能力范围内,生态环境压力小,社会经济发展仍有较大空间。总体来看,丝绸之路东段生态支持能力不断下降,且耦合协调类型多数为生态损益或滞后型,表明该段生态支持能力无法满足目前高能耗、高污染的传统快速工业发展模式,给该段经济发展提出了严峻的挑战。

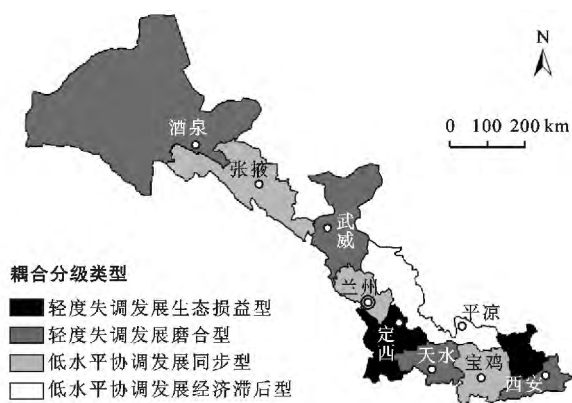


图 3 丝绸之路东段生态经济耦合度分级结果

3 讨论

生态文明建设不只是生态、环境领域一项重大研究课题,而是人与自然、发展与环境、经济与社会、人与人之间关系协调、发展平衡、步入良性循环的理论与实践,是人类社会跨入一个新时代的标志。对于生态环境脆弱的西北干旱区,尤其是承担复兴西部经济发展,解决东中西部经济发展不平衡问题的“丝绸之路经济带”,生态文明建设更是重中之重。从丝绸之路东段现实情况出发,当前最紧要的是调整优化产业结构,强化第一产业,加快发展第三产业,适当调控第二产业;实现由主要靠物质(资金、资源、环境)投入向主要靠知识和技术进步加快发展的转变;调整优化经济区域布局,按照不同生态功能区确立发展方向、重点;坚持经济、社会、环境、资源、民生统筹兼顾,全面协调发展。本研究采用耦合协调模型对丝绸之路东段的生态支持能力与社会经济发展关系进行了表征。但是,本研究以值域标准来进行刚性划分耦合基本模式评判标准的方法,势必会带来一定误差^[12]。另一方面,由于个别数据为插值以及数据标准化的原因,计算结果具有一定的相对性^[13],因而在反映生态支持能力与社会经济的协调耦合方面尚有不足,有待今后进一步研究和深入分析。

4 结论

(1) 2000—2012 年近丝绸之路东段生态支持能力以 0.02/a 的速率减小,多年平均值 0.494,极差 0.365,表明该段生态环境脆弱,稳定性低;社会经济发展水平整体则不断提高,由 2000 年的 0.049 上升到 2012 年的 0.362,平均每年增加 0.04。

(2) 2000—2012 年丝绸之路东段生态支持能力和社会经济发展耦合度整体呈不断提高趋势,经历了 3 个变化阶段。第 1 阶段:2000—2007 年严重失调发展经济损益型阶段;第 2 阶段:2008—2009 年轻度失调发展经济滞后型阶段;第 3 阶段:2010—2012 年低

水平协调发展阶段,仅 2012 年属于经济发展与生态低水平协调发展同步型,其他年份仍属经济滞后型。

(3) 丝绸之路东段生态支持能力与经济耦合发展总体水平较低,10 个地市生态经济耦合发展模式可划分为 4 类:轻度失调发展生态损益型、轻度失调发展磨合型、低水平协调发展同步型、低水平协调发展经济滞后型。

(4) 丝绸之路东段生态支持能力不断下降,耦合协调类型多为生态损益或滞后型,表明该段生态支持能力无法满足目前高能耗、高污染的传统快速工业发展模式。因此,该段必须从产业结构的角度对社会经济发展作出优化调整,改善生态环境,促进区域生态经济可持续发展。

[参 考 文 献]

- [1] 尤飞,董锁成,王传胜. 黄土高原贫困地区生态经济系统良性演化的条件和对策:以甘肃定西地区为例[J]. 资源科学,2003,25(6):52-59.
- [2] 张青峰,吴发启,王力,等. 黄土高原生态与经济系统耦合协调发展状况[J]. 应用生态学报,2011,22(6):1531-1536.
- [3] 袁榴艳,杨改河,冯永忠. 干旱区生态与经济系统耦合发展模式评判:以新疆为例[J]. 西北农林大学学报:自然科学版,2007,35(11):41-47.
- [4] 王介勇,吴建寨. 黄河三角洲区域生态经济系统动态耦合过程及趋势[J]. 生态学报,2012,32(15):4861-4868.
- [5] 高小琛,石培基,潘竟虎,等. 基于耦合关系的干旱绿洲区农村居民点整理分区:以张掖市甘州区为例[J]. 地球科学进展,2011,26(10):1071-1078.
- [6] 余凤鸣,周杜辉,杜忠潮,等. 陕西省经济发展与生态环境耦合关系研究[J]. 水土保持通报,2012,32(4):292-297.
- [7] 刘兴元,王锁民,郭正刚. 半干旱地区农业资源的复合经营模式及生态经济耦合效应研究[J]. 自然资源学报,2004,19(5):624-631.
- [8] Houerou H N L. Man-made deserts: Diazotization processes and threats [J]. Arid Land Research and Management, 2002,16(1):1-36.
- [9] 王明全,王金达,刘景双,等. 吉林省西部生态支撑能力与社会经济发展的动态耦合[J]. 应用生态学报,2009,20(1):170-176.
- [10] 延军平. 西北经济发展与生态环境重建研究[M]. 北京:中国社会科学出版社,2008.
- [11] 延军平,田祥利,宋保平. 黄土高原生态与经济互动发展实证研究[J]. 西北大学学报:自然科学版,2008,38(4):649-652.
- [12] 吕晓,刘新平. 塔里木河流域农业生态经济耦合发展模式探析[J]. 生态经济,2012,32(4):98-101.
- [13] 延军平,徐小玲,刘晓琼,等. 基于生态购买的西部经济与生态良性互动发展模式研究[J]. 陕西师范大学学报:哲学社会科学版,2006,35(4):97-100.