

辽宁省经济与生态环境系统耦合发展分析

盖美, 连冬, 耿雅冬

(辽宁师范大学 海洋经济与可持续发展研究中心, 辽宁 大连 116029)

摘要: 基于区域经济与生态环境系统的发展速度,选取 24 个评价指标,利用耦合度模型并结合剪刀差分析评价辽宁省 1996—2011 年经济系统与生态环境系统的耦合发展,分析耦合度发展趋势及系统发展速度的差异性。结果表明:经济发展速度呈“U”型,而生态环境系统呈倒“U”型,二者耦合度发展呈“U”型,先后经历了发达型—协调发展型—发达型—过度发展型几个不同耦合度阶段,1996—2002 年经济与生态环境系统发展耦合程度较高,2003—2011 年发展趋势逐渐远离和谐;剪刀差显示经济系统与生态环境系统速度差异发展过程呈“U”型,2001 年差异度最小,2002—2011 年差异度值逐年加大,经济与生态环境系统发展速度有显著差异性,二者的发展速度并不协调同步。

关键词: 区域经济;生态环境;耦合度;剪刀差;辽宁省

中图分类号: F062.2

文献标志码: A

文章编号: 1003-2363(2013)05-0088-07

0 引言

辽宁省地处东北亚地区中心,是中国东北经济区和环渤海经济区的重要结合部。2009 年以大连为中心的辽宁沿海经济带上升为国家战略,2010 年国务院批准沈阳经济区为全国第 8 个国家综合配套改革试验区。2011 年辽宁省的经济产值占东北三省的 49%,对带动东北经济发展有重大作用。长久的重工业与资源型经济的发展及区域性的生态破坏与流动性的环境污染带来了一系列突出的环境问题,2008 年辽宁省与下辖 14 个市签订《主要污染物总量减排及辽河治理目标责任书》、制定了《辽宁省脱硫设施运行监管办法》。1995 年召开的“全国资源环境与经济发展研讨会”提出了“可持续发展的根本点就是经济社会的发展与资源环境相协调,其核心是生态与经济相协调”^[1]。可见,辽宁省对经济发展重视的同时也在注重生态环境的保护。经济与生态环境作为社会发展的两个方面,分析评价其发展水平是否协调及发展趋势如何,对辽宁省的可持续发展及建设环境友好型社会具有重大意义。

环境与经济并非平等发展,而是互利耦合地发展。近年来,国内学者基于耦合理论做了一些研究,一方面利用耦合度模型分析城市化与生态环境系统的发展^[2-7];另一方面,耦合度模型也应用于农业发展与生态环境建设的研究^[8-12];此外,近些年耦合度模型也被应用于区域经济与生态环境系统协调发展的研究^[1,13-17]。

耦合度研究多集中在城市化方面,并且对耦合度的

分析多是静态分析^[1]。本研究在借鉴系统论应用经济与生态环境的耦合度理论上,求得静态耦合度值,进一步分析其随时间的纵向动态发展过程及趋势,利用耦合度评价标准揭示其动态发展所经历的不同耦合阶段,实证研究辽宁省的经济与生态环境系统发展;通过剪刀差方法揭示经济与生态环境系统发展速度的差异性、不协调性,印证了二者发展速度的耦合过程及耦合趋势。从而为辽宁省经济与生态环境的可持续发展及建设环境友好型社会提供决策支持。

1 区域经济与环境发展概况

1.1 经济发展

辽宁省经济发展良好,2011 年 GDP 达到 2.2 万亿元,居全国第 7 位,人均 GDP 50 760 元;GDP 总值、均值、增长速度都高于全国均值。1996—2011 年,辽宁省 GDP 增长均值(按可比价)为 11.23%,高于同期全国的 9.83%,对全国经济的拉动作用明显。辽宁省三次产业多年持续呈“二三一”结构,2011 年一二三产业比例为 8.6 : 54.7 : 36.7,第二产业占绝对优势。与全国三次产业相比,第一、三产业比例低于全国而第二产业比例远高于全国。辽宁省处在工业较快发展时期,尤其是在国家振兴东北老工业基地之后,第二产业比例增速明显加大。辽宁省近年来不断深化改革,通过第二产业内部结构的不断调整,在发挥各地区优势产业的基础上,形成了以装备制造业、冶金、化工及农产品加工业为支柱的产业,先进装备制造业、新型原材料工业和高新技术产业基地加速崛起,工业经济发展更加均衡。

1.2 生态环境发展

辽宁省经济持续较快的发展造成大量资源被消耗,并伴随着一系列环境问题的产生,环境状况日益成为产业经济的限制条件。辽宁省的能源消耗以煤和石油为主,原煤原油高消费量造成了 SO₂ 大量排放及酸雨的产生。

收稿日期: 2012-07-16; 修回日期: 2013-07-30
基金项目: 教育部人文社会科学重点研究基地项目(11JJD790016,11JJD790051)
作者简介: 盖美(1971-),女,辽宁大连人,副教授,博士,主要从事环境经济与可持续发展方面的研究,(E-mail) gaimei71@163.com。

生。2011 年 SO₂ 排放量 112.6 万 t,是 1996 年的 1.4 倍。植被作为废气的自然吸收体,辽宁省建成区绿化覆盖率仅为 39%,与江西省 46.6% 的差距显而易见。2011 年辽宁省固体废物的产生量为广东省的 4.8 倍多,但利用率仅为广东省的一半。辽宁省虽建起 135 座污水处理厂,但低负荷运转、再生水回用率较低等因素致使未经处理或未达标的污水排入江河造成河水污染,水质达到或优于 III 类断面比例比全国低 11.3 个百分点,劣 V 类断面比例高出全国 5.6 个百分点,辽河水质污染综合指数居全国七大江河之首。地下水极限开采导致地下水位降低从而使得污水侵入及海水倒灌,至此辽宁省下达《禁止开采地下水》的文件以保护地下水资源。辽宁省三废综合利用产值为 32.8 亿元,而同样为第一批循环经济试点的山东省三废利用产值高达 300 亿元,辽宁省的三废利用产业有很大发展空间。辽宁“十一五”规划已将环保产业纳入新的支柱产业,对环保产业的重视程度可见一斑。

2 经济系统与生态环境系统耦合关系

2.1 动态耦合模型

将区域经济与生态环境作为两个系统,系统之间和系统各要素之间的相互胁迫、相互依存、相互影响的客观表现,可以反映系统的演进或趋势。生态环境和区域经济的耦合要求两系统要协调发展,相互协助,使得经济和环境能够良性发展,最终使整个大系统走向有序。

借鉴已有研究成果^[1,14,16],区域经济系统(E)与生态环境系统(C)是非线性的,一般函数为 $f(x_1, x_2, \cdots, x_n)$,按泰勒级数在 $x = 0$ 展开,为保持系统稳定性略去不低于二次方的项与 $f(0)$ 的函数值,得到近似线性系统

$f(x_1, x_2, \cdots, x_n) = \sum_{i=1}^n a_i x_i$ 。按这种方法建立区域经济与生态环境系统的函数为:

$$f(E) = \sum_{i=1}^n a_i x_i ; f(C) = \sum_{i=1}^n b_i y_i \quad (1)$$

由贝塔朗菲^[18]的一般系统理论可知,系统的各要素、各层次及结构之间具有整体性、关联性、动态性、有序性、目的性。当 $f(E)$, $f(C)$ 相协调,整个大系统也协调。经济系统与生态环境系统协调发展的一个衡量标志是其各自发展速度的协调。大系统的演化速度 V 是由 $V_{(E)}$, $V_{(C)}$ 引起,两系统的发展速度 $V_{(E)}$, $V_{(C)}$ 为函数 $f(E)$, $f(C)$ 的一次导数:

$$V_{(E)} = d f(E) / d t ; V_{(C)} = d f(C) / d t \quad (2)$$

式中: a_i, b_i 为各元素的权重; x_i, y_i 分别为经济系统与生态环境系统的各自的元素; $V_{(E)}$, $V_{(C)}$ 分别表示区域经济系统(E)与生态环境系统(C)随时间的演化速度。大系统演化速度 V 满足组合“S”型的发展机制,经济发展具有周期性,生态环境受经济发展的影响也呈现出周期性。在二维平面空间建立 V 的演化模型,以 $V_{(E)}$, $V_{(C)}$ 为

变量建立坐标系。由于生态环境的演化速度小于区域经济的发展速度,因此 V 的发展轨迹是椭圆(图 1)。

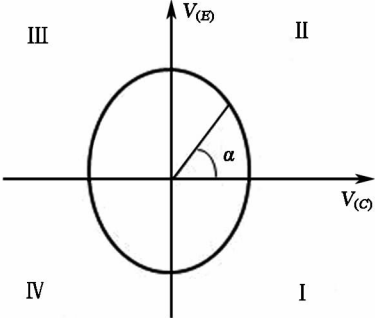


图 1 区域经济与生态环境系统耦合度模型
Fig.1 Coupling model of coordinated between economic and environmental systems

耦合度 $\alpha = \arctan[V_{(E)} / V_{(C)}]$, 根据 α 值的大小可以判断系统的演化状态和区域经济系统与生态环境系统的耦合情况。系统的演化具有周期性,整个系统的发展将经历低级共生(I)、协调发展(II)、极限发展(III)、再生发展(IV) 4 个阶段。 $-90^\circ < \alpha \leq 0^\circ$, 经济与生态环境系统发展都较缓慢,互相不受制约,属于低级共生(I)阶段; $0^\circ < \alpha < 90^\circ$, 经济与生态环境系统协调发展,后期出现矛盾,但尚不突出,属于协调发展(II)阶段; $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$, 经济处在高速发展时期,矛盾日渐突出,生态环境进入危机潜伏期,属于极限发展(III)阶段; $-180^\circ < \alpha < -90^\circ$, 经济系统与生态环境进入再生发展(IV)阶段,经济发展与生态环境之间相互胁迫、相互磨合,不良状态持续到极限后迎来新的系统关系,可能经历 4 种模式^[19-20]:再生、循环、停滞、倒退(图 2),最后经历螺旋上升式发展使整个大系统走向有序。

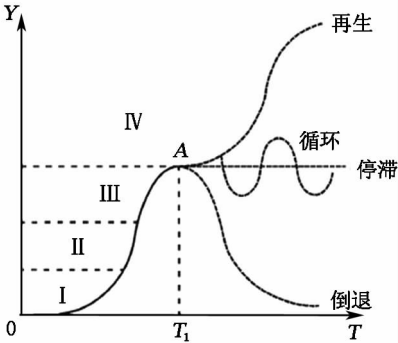


图 2 经济与生态环境系统新关系的模型^[19-20]
Fig.2 Economic and environmental system model of the new relationship

系统的发展具有动态性,但区域经济系统与生态环境系统的实际耦合度多被人为地干预和控制,在协调发展阶段,即实际运动轨迹在 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ 的范围内(表 1)。

2.2 剪刀差方法

在 α 角度反映区域经济系统与生态环境系统之间的耦合度的基础上,利用剪刀差模型^[21](图 3)方法还可以反映出区域经济系统曲线和生态环境系统曲线在某时

表 1 协调发展阶段(Ⅱ)耦合评价标准

Tab. 1 Coupling evaluation standards of the second quadrant

类型	角度范围	速度关系	作用表现
未发展型	$0^{\circ} < \alpha \leq 15^{\circ}$	$0 < V_{(E)} < V_{(C)}$	I 阶段到Ⅱ阶段过渡,生态发展速度高于经济发展,系统处于未开发状态,经济产出低下
落后型	$15^{\circ} < \alpha \leq 40^{\circ}$	$0 < V_{(E)} < V_{(C)}$	经济初步得到发展,生态环境支撑经济发展,但环境优势未能转化成经济优势,生产水平较低下
协调发展型	$40^{\circ} < \alpha \leq 55^{\circ}$	$0 < V_{(C)} \approx V_{(E)}$	α 角在 45° 左右时,环境与经济协调发展,二者相互影响共同发展,系统发展和谐
发达型	$55^{\circ} < \alpha \leq 75^{\circ}$	$0 < V_{(C)} < V_{(E)}$	经济进入快速发展阶段,环境对区域经济的约束作用增加,科技水平很高,系统开始向不和谐状态演化
过度发展型	$75^{\circ} < \alpha < 90^{\circ}$	$0 < V_{(C)} < V_{(E)}$	系统面临Ⅱ阶段到Ⅲ阶段的转化,经济的高速发展对环境的破坏日益明显,环境对经济的约束作用十分明显,矛盾欲激化。为保证系统和谐,在此时期应采取相应措施

刻时两系统的演化趋势之间的差异,印证耦合度 α 的变化同时揭示出耦合度变化的原因即两系统的发展速度的差异性,剪刀差越小,二者速度差异越小,耦合度越接近 45° 。 $f(E)$ 、 $f(C)$ 两系统的演化趋势差异用系统在给定某时刻两切线的夹角 β 表示, β 越小,差异越小。 β 角的计算公式为:

$$\beta = \arctan \left| \frac{V_{(E)} - V_{(C)}}{1 + V_{(E)} V_{(C)}} \right|, \quad 0 \leq \beta < \frac{\pi}{2}。 \quad (3)$$

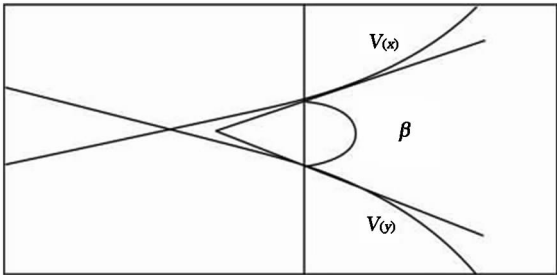


图 3 剪刀差模型示意图[21]

Fig. 3 The model of scissors difference

3 指标体系的选取及数据来源

3.1 指标的选取

遵循整体性、关联性、有序性等系统学特点,结合数据的可获取性、普遍性与特殊性相结合的原则,借鉴协调发展评价体系已有的研究成果^[15,22],将区域生态系统分为经济能力、经济效益、经济结构三大类别;将生态环境系统分为生态资源、环境污染物、生态环境建设三大类别,构建经济与环境系统协调度评价体系(表 2)。

由于指标的数据具有不同的数量级和量纲,并且有些指标是越大越好而另一些则是越小越好,为了消除这些影响要对指标进行标准化处理。采用极差标准化方法处理:正向指标: $x'_{ij} = (x_{ij} - x_{j,\min}) / (x_{j,\max} - x_{j,\min})$;负向指标: $x'_{ij} = (x_{j,\max} - x_{ij}) / (x_{j,\max} - x_{j,\min})$ 。式中: x'_{ij} 代表标准化处理后的数据值; x_{ij} 代表第*i*年第*j*个指标处理前的原始数据; $x_{j,\min}$ 代表第*j*个指标的最小值; $x_{j,\max}$ 代表第*j*个指标的最大值。

3.2 指标权重与数据来源

考虑数据的可获取性与时效性,同时借鉴已有的研究成果,以辽宁省1996—2011年的数据为基础,数据来

表 2 辽宁经济与生态环境系统评价指标体系

Tab. 2 Assessment indexes system of economic and environment systems of Liaoning Province

分类	指标	单位	权重
经济能力	人均国民生产总值(+)	元	0.069 13
	社会消费品零售总额(+)	亿元	0.068 50
	地方财政收入(+)	亿元	0.080 05
	城镇居民可支配收入(+)	元	0.066 69
E 经济活力	出口额增长率(+)	%	0.029 33
	年 GDP 增长率(+)	%	0.049 56
	固定资产投资增长率(+)	%	0.041 85
	第三产业比重(+)	%	0.029 13
经济结构	第三产业劳动力比重(+)	%	0.035 90
	城镇居民家庭恩格尔系数(-)	%	0.034 28
	农村居民家庭恩格尔系数(-)	%	0.042 78
生态资源	造林面积(+)	hm ²	0.05549
	城镇建成区绿化覆盖率(+)	%	0.04279
	水土流失治理面积占总面积比重(+)	%	0.048 67
C 生态环境污染系统	SO ₂ 浓度(-)	mg · m ⁻³	0.025 14
	COD 排放量(-)	万 t	0.042 54
	TSP 排放量(-)	万 t	0.032 22
	工业固体污染物排放量(-)	万 t	0.046 16
生态环境建设	TSP 净化率(+)	%	0.040 52
	工业污水排放达标率(+)	%	0.039 19
	工业固体废物综合利用率(+)	%	0.046 37
	三废综合利用产值占 GDP 的比重(+)	%	0.033 71

说明:“+”代表正向指标,数据越大越好;“-”代表负向指标,数据越小越好。

源于《辽宁统计年鉴(1997—2012)》、《辽宁环境状况公报(1997—2012)》、《中国环境年鉴(1997—2012)》、《中国统计年鉴(2012)》。

由于评价体系中各个指标所发挥作用不同,需对各指标的数据进行加权处理。采用差变异系数法计算各指标的权重(表 2)。公式为: $w_j = V_j / \sum_{i=1}^n V_j$, $V_j = \sigma_j / \bar{x}_j$ 。式中: σ_j 为样本标准差; \bar{x}_j 是平均数。

4 耦合结果与分析

4.1 区域经济与生态环境系统准则层

生态资源得分(由所属指标求和得到)除了在 1998

年与2002年出现两次极大值以外,基本上呈逐步上升趋势(图4)。这时期的生态资源量比较理想,辽宁省坚持加强环境建设的工作方针,水土流失治理面积的加大与建成区绿化覆盖率的逐年提高拉动了生态资源量指标的上升。“九五”到“十一五”期间,辽宁省环境污染(三废排放)状况并不十分稳定,发展过程基本可以分两个时期(图4):①1996—2004年:1997年经历极小值之后污染状况在不断减轻,尤其是辽宁省在2002年开展清洁生产、循环经济等工作后,2002—2004年形成一个高峰。②2005—2011年:2005年环境状况急坠而下,污染状况得分接近2000年,此后经过不断整治,污染状况逐步减轻。环境污染指标演化特点为首尾相接的“V”状。生态环境建设(三废治理)除在1999年经历降幅比较大的极小值外,其他年份呈小幅波动上升状态。但自2007年开始连续呈现小幅度的下降,尤其2011年降幅较大,主要是因为这一时期工业污水达标率与工业固体废物利用率降低,亟需加强生态环境建设。生态环境建设相比其他两方面总体波动幅度不大(图4),但是,生态环境建设对生态环境系统的作用比较直接,生态环境建设有利于生态环境系统的良好发展。

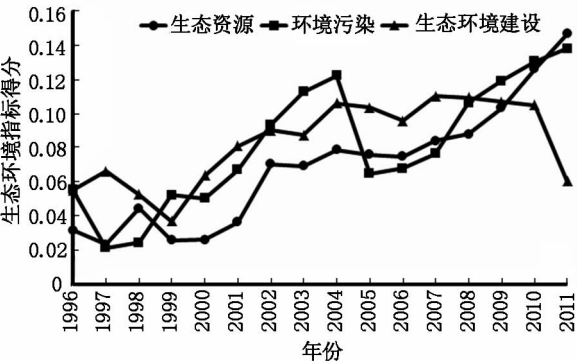


图4 生态环境指标发展状况

Fig. 4 Environment index development situation

在区域经济系统中,经济能力的涨幅最大,发展符合函数 $y_{\text{经济能力}} = 0.0001t^3 - 0.001t^2 + 0.0075t - 0.0071$, $R^2 = 0.999$; $V_{\text{经济能力}} = 0.0003t^2 - 0.002t + 0.0075$ 。 $V_{\text{经济能力}}$ 表示经济能力指标的发展速度; t 表示时间,取值为1~16。由 $V_{\text{经济能力}}$ 的分值可见经济能力的发展速度之快。其中,人均GDP、社会消费品总额、地方财政预算收入、城镇居民可支配收入都以较快的速度增长,这一时期经济总额的持续增长与辽宁省坚持“九五”到“十一五”的国民经济规划并有良好的经济产业政策密切相关。经济活力在1996—2004年间曲折上升,1998年的极小值是由年GDP增长率和出口额增长率降低造成,这时期东南亚地区爆发的经济危机影响到辽宁省出口额。国家在1997年提出完善社会主义市场经济体制,1998,1999年东北老工业基地大批职工下岗。辽宁经济活力降低是经济体制转轨与经济危机的必然反映。2000年的小峰值是由于经济复苏、出口额增长率提高而

形成的。近几年经济活力的增长趋势有所减缓,主要是受全球经济疲软的影响,在美国次贷危机与欧债危机影响下,2009年形成极小值,辽宁省应该增强经济的内生发展能力。2011年经济发展速度有所减慢,经济活力形成一个低值。经济结构的发展大致分为振兴东北老工业基地之前和之后两个阶段。1996—2003年辽宁省的经济结构得分持续小幅增长,经济结构不断优化。但是在2003年底振兴东北老工业基地之后,第三产业占GDP的比例持续下降,第二产业比例明显上升。2004—2007年呈平稳发展过程,2008年底国家为应对经济危机,制定一系列措施,如扩大内需、刺激消费、增加劳动就业机会等,使得2009年城镇居民与农村居民的恩格尔系数降低,2009年经济结构得分增加(图5)。

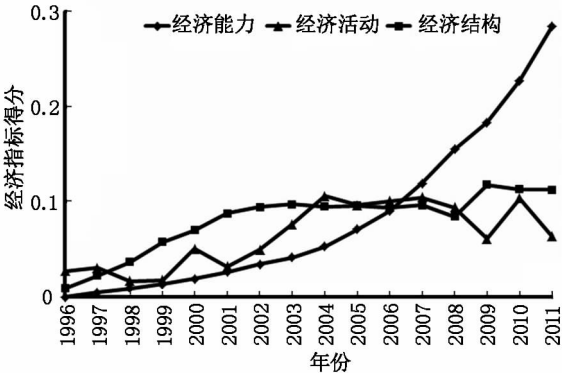


图5 经济指标发展状况

Fig. 5 Economic index development situation

4.2 经济与生态环境系统目标层

由生态环境指标与区域经济指标综合得分(图6)可知:生态环境系统的发展过程可分为两个阶段。①1996—2004年,这阶段生态环境状况在小幅波动中上升。1996年辽宁省政府对企业污染进行了监督和控制,环境污染较轻指标得分较高。1997—2001年生态环境系统指标小幅波动上升。2002,2004年生态环境得到很大发展,这期间在2002年辽宁省率先在全省开展循环经济试点,生态资源、环境污染、生态环境建设等指标都相应上升。②2005—2011年为持续上升阶段,但2005,2006年相对于2004年降幅很大,国家提出振兴老东北工业基地政策后,辽宁省的第二产业比例持续上升,第二产业多为环境污染型行业,行业持续发展对资源的攫取、生态环境的破坏逐渐加重,生态环境问题在2005年凸显出来,造成2004年到2005年的大波动;2011年由于生态环境建设指标值降低,形成一个低值。可见,环境污染治理工作不可松懈,并且治理力度应该加强。辽宁省“十一五”工作规划中,坚持建设资源节约型和环境友好型社会,实现经济社会可持续发展。继续推动循环经济的发展,全面推行清洁生产。2008年辽宁省与下辖14个市签署《2008—2010年污染减排和辽河治理目标责任书》;关闭污染排放超标造纸企业;制定清

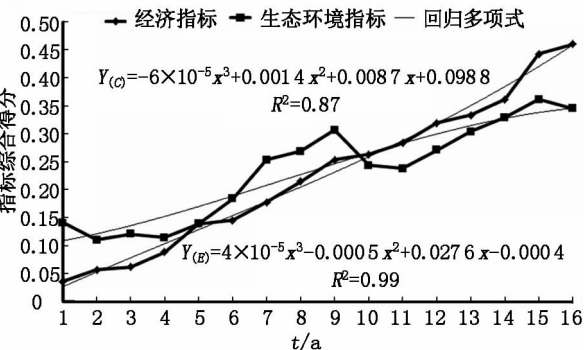


图 6 经济指标与生态环境指标的演化趋势

Fig. 6 Evolution trend of the economic and environmental systems

洁生产奖励政策等措施,到 2010 年生态环境呈持续发展状态,2009 年指标得分超过 2004 年。

经济系统的发展在小幅波动中上升,并且上升总幅度较大,由 1996 年的 0.035 97 上升到 2010 年的 0.462 89。波动的低值出现在 1998,2001,2008 年,主要由经济活力、经济结构的不稳定发展造成。相应的低值年份和国外经济危机爆发年份吻合,说明出口导向型经济占辽宁省经济比例较大,易受国外市场的影响。从图 6 可以看出,经济活力低迷的年份经济结构反而优化,这与国家为应对经济危机实行刺激消费的政策有关,居民将收入用于购买大量的商品而降低了储蓄比例使得恩格尔系数降低,一定程度上改变了经济结构,但一些刺激经济的政策疑症难消,例如高房价、通货膨胀、物价飞涨等。辽宁省经济在高速持续发展的今天应该寻找新的经济增长点,增强经济的内生增长能力,不能完全依靠政府的投资拉动;优化产业结构时要扬长避短,以第二产业为支柱,拓展产品层次;发展出口导向型经济应以提高产品的国际竞争力或者绝对优势为重。

4.3 经济系统与生态环境系统演化速度

经过计算机曲线拟合,选取拟合度较好的曲线做函数,并保证函数式连续并且可导,得出函数表达式(图 6)。根据拟合结果可知,两系统的演化状态分别为关于时间 t 的多项式,函数式中 x 为自变量, t 为因变量,两条曲线拟合的 R^2 值分别为 0.99 和 0.87,拟合效果良好。对拟合所得方程进行一次微分得到两系统的演化速度: $V_{(E)} = 1.2 \times 10^{-4} t^2 - 0.001 t + 0.025 9$, $V_{(C)} = -1.2 \times 10^{-4} t^2 + 0.006 2 t - 0.018 4$,再依据公式(5) 计算耦合度 α ;根据公式(3) 求得剪刀差 β (表 3)。

生态环境的发展速度呈倒“U”型,2003 年发展速率最大,两边增长趋势逐渐变小,但增速为正,不影响其总量值的增大。经济系统的发展速度呈“U”型,1999 年的增速最小,自 2001 年开始,经济的发展速度持续加快,涨幅较大,经济总量的增值明显加大(图 7)。

4.4 经济系统与生态环境系统耦合度

辽宁省经济系统与生态环境系统耦合角度全部处

表 3 经济生态环境系统子系统耦合度与剪刀差
Tab. 3 The coupling and scissors difference of subsystems of co-economic system

年份	$V_{(C)}$	$V_{(E)}$	$\alpha/(^{\circ})$	$\beta/(^{\circ})$
1996	0.011 3	0.026 7	67.04	0.882 0
1997	0.013 6	0.026 1	62.49	0.715 9
1998	0.015 5	0.025 7	58.92	0.584 2
1999	0.017 0	0.025 5	56.30	0.486 8
2000	0.018 2	0.025 6	54.59	0.423 8
2001	0.019 0	0.025 9	53.73	0.395 1
2002	0.019 5	0.026 5	53.66	0.400 9
2003	0.019 6	0.027 3	54.33	0.440 9
2004	0.019 3	0.028 3	55.70	0.515 4
2005	0.018 7	0.029 6	57.72	0.624 2
2006	0.017 7	0.031 1	60.34	0.767 3
2007	0.016 4	0.032 9	63.52	0.944 8
2008	0.014 7	0.034 9	67.18	1.156 6
2009	0.012 6	0.037 1	71.22	1.402 8
2010	0.010 2	0.039 6	75.56	1.683 3
2011	0.007 4	0.042 3	80.06	1.998 2

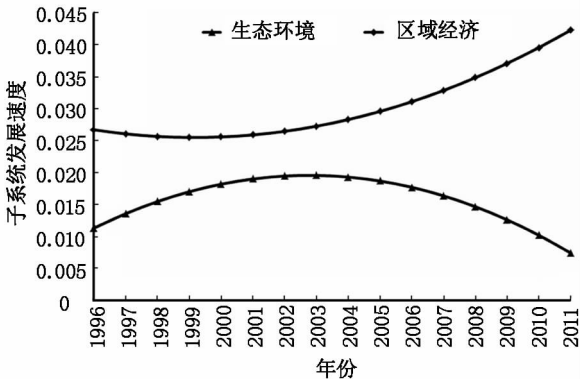


图 7 经济生态环境系统子系统演化速度

Fig. 7 The evolution speed of subsystems of co-economic system

于协调发展阶段(Ⅱ)的范围内(图 8),根据耦合度在此阶段的划分(表 1)可知,辽宁省经济系统与生态环境系统的耦合关系 1996—1999 年为发达型($55^{\circ} < \alpha \leq 75^{\circ}$);2000—2003 年为协调发展型($40^{\circ} < \alpha \leq 55^{\circ}$);2004—2009 年为发达型($55^{\circ} < \alpha \leq 75^{\circ}$);2010 与 2011 年为过度开发型($75^{\circ} < \alpha < 90^{\circ}$)。辽宁省经济系统与生态环境系统耦合度先后经历由发达型过渡到协调发展型,而后又回到发达型,甚至 2010 年后发展为过度开发型。由此可见,辽宁省经济系统与生态环境系统的发展趋势由逐步趋向和谐后快速走向相对的不和谐。1996 年到 2001 年耦合度趋向于和谐发展协调作用,经济发展速度的降低与生态环境发展速度的升高,使得二者演化速度比逐步减小,在这一时期内,经济系统与生态环境相互影响相互胁迫,环境系统通过反馈作用限制经济的发展,二者逐步演化为协调发展。但由于辽宁省经济系统在 2003 年左右找到新的增长点,突破原来环境限制圈,经济发展速度逐年加大,同时,生态环境的供容能

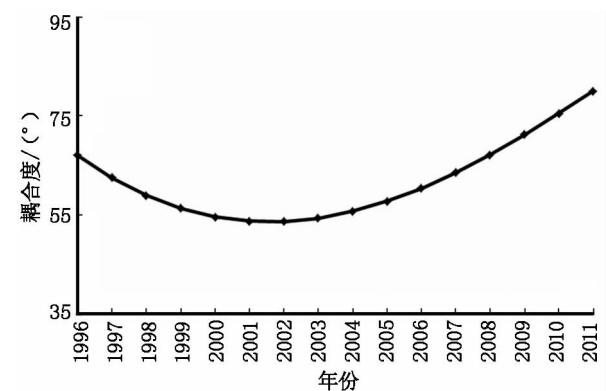


图8 经济与生态环境系统耦合度
Fig.8 Coupling evolution process
of economic and environment systems

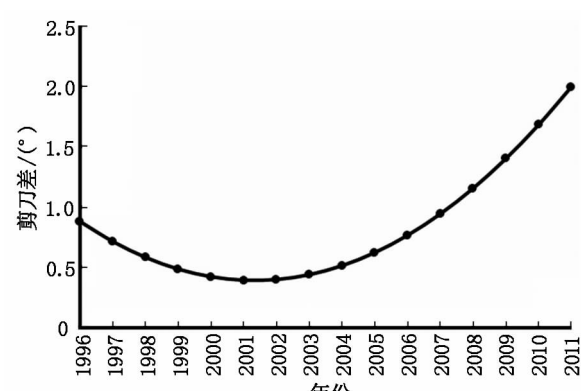


图9 经济与生态环境系统剪刀差
Fig.9 Scissors difference
of economic and environmental systems

力、抵御外界干扰的能力有限,生态环境的增长速度逐渐在降低。超过一定状态后,生态环境会以自然灾害、资源短缺、环境污染等反馈形式制约经济的高速发展。为避免生态环境大规模的反馈反应,辽宁省应适当放慢经济发展的速度,加大生态环境建设的强度和力度。尽早采取措施,避免经济系统与生态环境系统耦合度发展到以牺牲生态环境为代价的经济极限发展阶段(Ⅲ),以西方社会经济发展的教训为前车之鉴。

4.5 经济系统与生态环境系统剪刀差

剪刀差反映生态环境系统与区域经济系统发展速度的差异,β角越大,二者的差异越大。但是由于生态环境的发展主要依靠生态资源好转、环境污染减轻、生态环境建设等方面,与基数大、增长点多的经济指标发展速度相比变化幅度较小。因此,经济的发展速度在一定程度上高于生态环境。本研究分析并非一味强调速度的差异大小,而是着重动态分析二者的发展演化协调与否的过程。由图9可知,生态环境系统与经济系统的发展速度之差可分为两个阶段:① 1996—2001年,二者速度的角度差逐渐减小,2001年差异最小为0.395 1°,主要由于经济系统发展速度的降低和生态环境系统速度的加大所致。② 2002—2011年,二者的差异逐次加大并且差值逐年加大,由2002年的0.400 8°加大到2011年的1.998 0°,变化幅度十分巨大。经济系统的发展速度远高于生态环境速度。但由于二者速度之差在0°~90°且都为正数,不影响二者总值的加大。发展速度的差异变化、剪刀差的不断加大也印证了耦合度不断加大的原因,即经济与生态环境系统发展的不协调。

5 结论与对策

采用耦合度α结合剪刀差β分析辽宁省经济系统与生态环境系统发展速度的耦合状态、耦合趋势及对耦合状态的评价分析,揭示出二者发展速度的差异性、不协调性。研究结果表明:1)反映二者协调程度的耦合度落在环境与经济发展相对和谐、矛盾并不十分突出的协调发展阶段(Ⅱ),耦合状态先后经历发达型—协调发展

型—发达型—过度发展型,即耦合度由逐步趋近45°演化为快速远离,2011年发展到80.01°,环境与经济演化趋势趋近极限发展(Ⅲ)即经济与环境之间的矛盾日益突出,生态环境危机进入潜伏期。2)剪刀差发展过程为由小变大,差异加大后的差值逐年加大。2001年差异最小,差值为0.400 8°而2011年加大到1.998 0°。差异的加大源于经济的高速发展与生态环境系统发展速度的降低,二者的发展并不协调同步,这也是造成耦合度变化的原因。结合二者的耦合度与剪刀差,不难发现,辽宁省经济系统发展与生态环境系统的发展,先趋向于和谐后,反而在近几年不和谐和差异越来越大。

辽宁省应适当放慢经济发展的速度,着重优化产业结构,提高产品的层次和竞争能力,减低国外经济危机对辽宁省经济的冲击。另外,为保持系统的和谐长久发展,应加大生态环境与生态资源的建设,尤其应当加大环境污染的治理强度与广度,鼓励清洁生产,积极发展“零排放”行业;积极发展环保事业,加强环保意识宣传与环保监测。相信经济系统与生态环境系统通过建设并结合二者的胁迫关系与发展,大系统会逐渐趋于和谐,最终会有利于辽宁省的长久发展、环境友好型社会的建设与东北老工业基地的振兴。

参考文献:

[1] 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.

[2] 左其亨. 社会经济-生态环境耦合系统动力学模型[J]. 上海环境科学,2001,20(12):592-595.

[3] 黄金川,方创琳. 城市化与生态环境交互耦合机制与规律性分析[J]. 地理研究,2003,22(2):211-220.

[4] 乔标,方创琳. 城市化与生态环境协调发展的动态耦合模型及其在干旱区的应用[J]. 应用生态学报,2005,25(11):30-39.

[5] 黄金川,方创琳,冯国仁. 三峡库区城市化与生态环境耦合关系定量辨识[J]. 长江流域资源与环境,2004,13

- (2):54-59.
- [6] 方创琳,黄金川,步伟娜. 西北干旱区水资源约束下城市化过程及生态效应研究的理论探讨[J]. 干旱区地理,2004,27(1):1-7.
- [7] 胡喜生. 福州土地生态系统服务价值空间异质性及其与城市化耦合的关系[D]. 福州:福建农林大学,2012.
- [8] 贾士靖,刘银仓,邢明军. 基于耦合模型的区域农业生态环境与经济协调发展研究[J]. 农业现代化研究,2008,29(5):573-575.
- [9] 灿强,王继军. 系统耦合对农地承载力的拓展分析[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2008,33(6):39-43.
- [10] 吕晓,刘新平. 农用地生态经济系统耦合发展评价研究——以新疆塔里木河流域为例[J]. 资源科学,2010,32(8):1538-1543.
- [11] 张建军,张晓萍,王继军,等. 1949—2008 年黄土高原沟壑区农业生态经济系统耦合分析——以陕西长武县为例[J]. 应用生态学报,2011,22(3):755-762.
- [12] 邓丽君. 城市规模和土地集约利用的耦合关系研究[D]. 杭州:浙江大学,2012.
- [13] 张富刚,刘彦随,王介勇. 沿海快速发展地区区域系统耦合状态分析:以海南省为例[J]. 资源科学,2007,29(1):16-20.
- [14] 许振宇,贺建林. 湖南省生态经济系统耦合状态分析[J]. 资源科学,2008,30(2):187-191.
- [15] 韩瑞伶,佟连军,佟伟铭,等. 沈阳经济区经济与环境系统动态耦合协调演化[J]. 应用生态学报,2011,22(10):2673-2680.
- [16] 李智国. 中国西南边疆山区社会经济与资源环境耦合态势分析[J]. 开发研究,2008(1):59-63.
- [17] 刘艳军,刘静,何翠,等. 中国区域开发强度与资源环境水平的耦合演化关系[J]. 地理研究,2013,32(3):507-517.
- [18] Bertalanffy L. Clean Coal Technologies: A Status Report[J]. Electrical World,1992(2):37-42.
- [19] 曹利军. 区域可持续发展轨迹及其度量[J]. 中国人口·资源与环境,1998,8(2):46-50.
- [20] 刘耀彬,宋学锋. 城市化与生态环境耦合模式及判别[J]. 地理科学,2005,25(4):408-414.
- [21] 王明全,王金达,刘景双. 基于主成分分析和熵权的吉林西部生态承载力演变[J]. 应用生态学报,2009,20(1):170-176.
- [22] 周荔,盖美. 辽宁经济资源环境可变模糊识别研究[J]. 地域研究与开发,2009,28(5):42-46.

Coupling Analysis between Economic and Ecological Environment System in Liaoning Province

Gai Mei , Lian Dong , Geng Yadong

(Center for Study of Marine Economy and Sustainable Development, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

Abstract: Based on the pace of development of regional economy and ecological environment, select 24 evaluation index to analyzize their coupling development, the coupling development trends and the development speed difference from 1996 to 2011 in Liaoning Province with the methods of coupling degree model and scissors. The results showed the U-shaped of the economic development speed, inverted U-shaped of the ecological environment system and U-shaped of the two coupled development. It has gone through the developed type—coordination of development—developed—over-development of several different degree of coupling stage. The degree of economic and ecological environment was higher during 1996—2002, while the development trend was moving away from harmony during 2003—2011. Scissors analysis showed a U-shaped differential development process in speed of the economic and ecological environment system, with the smallest difference in 2001 and the more difference year after year from 2002 to 2011. There are significant differences between economic and ecological environment system development speed, and it simultaneously confirmed both the pace of development is not of synchronization.

Key words: regional economy; environment; coupling degree; scissors difference; Liaoning Province