

区域资源环境与经济发展关系的时空分析

赵兴国^{1,2}, 潘玉君¹, 赵波³, 和瑞芳¹, 刘树芬¹, 杨小燕¹, 李会仙¹

(1. 云南师范大学旅游与地理科学学院, 昆明 650092; 2. 保山学院, 保山 678000;

3. 云南省发展和改革委员会, 昆明 650041)

摘 要:为揭示中国资源环境与经济发展相互关系的时空演变特征或规律,借助“驱动力—状态—响应”(DSR)概念模型,构建区域资源环境负荷指数,应用脱钩理论及基于弹性分析法改进的脱钩程度判定标准,以1998-2008年为时间界限,以 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 和 T_5 5个时期为时间尺度,以全国及31个省、直辖市、自治区为空间尺度,试图对中国及各省区资源环境负荷与经济发展脱钩程度,及时空演变特征或规律进行定量判定与综合分析。结果表明:①无论是从时间演变还是从空间演变来看,中国及其绝大多数省区资源环境负荷与经济发展的关系总体上处于相对脱钩状态,其演变主要从相对脱钩Ⅰ→相对脱钩Ⅱ→相对脱钩Ⅳ→相对脱钩Ⅲ→相对脱钩Ⅱ的呈近“正态分布曲线”的规律。②按东北、东部、中部和西部4大地带划分,各省区资源环境与经济发展脱钩程度与全国比较的空间演变规律主要表现为,东北地区经济发展对资源环境的压力相对较低,但有上升趋势;东部、中部、西部地区区域发展的资源环境压力则随着经济的较快增长而逐渐下降,其下降速度的顺序为西部地区<中部地区<东部地区。随着中国区域科学发展的有力推进和经济发展方式的不断优化,资源环境与经济发展正呈现良性互动,二者有望实现绝对脱钩,这对中国实现资源环境与经济社会的全面协调可持续发展具有重大的推动作用。

关 键 词:资源环境负荷指数;脱钩理论;弹性分析法;脱钩程度;时空演变;中国

1 引言

资源环境与经济发展的关系是区域可持续发展研究的重点领域^[1]。实现资源环境与经济社会全面协调可持续发展是科学发展观的基本要求^[2],也是区域科学发展的重要目标。为此,以协调性(或协调度)为测度标准的理论与方法在区域资源环境与经济发展相互关系的研究中广泛应用,如协调度(或协调性)^[3-5]和协调发展度^[6-8]等模型常被研究者应用于区域资源环境与经济协调发展的研究中。此外,也有研究者运用数据包络分析(DEA)^[9]、比较研究方法^[10]、环境库兹尼茨(EKC)曲线^[11-12]、IPAT模型^[13-14]和STIRPAT模型^[15-16]等对中国不同区域资源环境与经济发展相互关系进行具体研究。

近年来,“脱钩”(Decoupling)的概念被经济合作与发展组织(OECD)应用于农业政策领域的研究以后^[17],又被世界银行引入到资源环境领域并逐步

发展成具有资源环境领域特色的脱钩分析^[18],经过不断发展、应用与完善,已初步形成具有独立研究体系的“脱钩理论”,在国内外逐步得到广泛研究与应用。从目前国内外研究进展来看,脱钩理论主要应用于能源消费与经济发展的关系^[19-22]、耕地变化与经济发展的关系^[23-26]以及环境压力与经济发展的关系^[27-30]等方面的研究。这些研究尚存在以下问题:①考虑的资源环境要素较单一,即许多研究仅考虑某类资源利用或某种污染物排放与经济发展的脱钩研究;②许多研究在资源环境与经济发展脱钩类型的划分上差异较大,且对相对脱钩(或弱脱钩)的划分较为粗略;③研究的时间尺度主要以年度为主,未考虑到研究数据及各种政策实施的滞后效应;④研究的空间尺度主要以某一区域的时间演变为主,很少涉及到空间演变的研究。

基于以上几方面,本研究借助DSR概念模型,通过构建资源环境负荷指数,应用脱钩理论及基于

收稿日期:2010-11; 修订日期:2011-04.

基金项目:国家自然科学基金项目(40761001);国家社会科学基金项目(07BMZ033)。

作者简介:赵兴国(1985-),男,布朗族,云南保山人,硕士研究生,主要研究方向为区域系统开发与区域资源环境研究。

E-mail: xgzhaol08@163.com

通讯作者:潘玉君,二级教授。E-mail: p17406@vip.km169.net

弹性分析法改进的脱钩程度判定标准,以1998-2008年为时间界限,以 T_1 (1998-2000)、 T_2 (2001-2002)、 T_3 (2003-2004)、 T_4 (2005-2006)和 T_5 (2007-2008)5个时间段为时间尺度,以全国及31个省、直辖市、自治区(除香港、澳门特别行政区和台湾省)为空间尺度,对全国及各省区资源环境与经济发展脱钩程度及时空演变特征(或规律)进行定量判定与综合分析,为实现中国资源环境利用与经济发展的全面协调可持续提供科学依据和决策参考。

2 脱钩的概念及类型划分

2.1 脱钩的概念

本研究所述的“脱钩”,其对应的英文单词为Decoupling。Decoupling一词主要应用于物理学领域,中国物理学家一般译为“解耦”^[23],意指使具有响应关系的两个或多个物理量之间的相互关系不存在^[31]。“脱钩”一词被世界银行引入到资源环境领域研究并提出了“脱钩”的概念,即经济活动的环境冲击逐步减少的过程,既包括去物质化也包括去污染化。并把脱钩分为强脱钩和弱脱钩,其中随着时间推移总物质消耗逐步减少称为强脱钩,而物质使用密度(物质投入/ GDP)的减小大于经济增长速度时则称为弱脱钩^[32]。但目前较为广泛引用的是经济合作与发展组织(OECD)提出的脱钩概念^[33],OECD把“脱钩”定义为经济增长与环境冲击耦合关系的破裂,并把脱钩分为绝对脱钩和相对脱钩,绝对脱钩是指在经济发展的同时与之相关的环境变量保持稳定或下降的现象,而相对脱钩则定义为经济增长率和环境变量的变化率都为正值但环境变量的变化率小于经济增长率的情形^[27]。

2.2 脱钩程度测度及其类型划分

脱钩程度测度及其类型划分是脱钩研究的核心。目前,在判断脱钩状态或测度脱钩程度时,所采用的方法主要有变化量综合分析法、脱钩指数法、弹性分析法、基于完全分解技术的脱钩分析方法、IPAT模型法、描述统计分析法、计量分析法和差分回归系数法等^[33]。在脱钩类型划分上主要基于绝对脱钩与相对脱钩,和强脱钩与弱脱钩两种,但实际研究并不仅仅包括这两种。例如Vehmas等^[28]在强脱钩和弱脱钩的基础上,还考虑复钩(也称为耦合)的情况;Tapio^[34]在考虑了强脱钩、弱脱钩和耦合的基础上,运用弹性分析法将耦合(即复钩)的类

型划分得更为细致;于法稳^[35]在绝对脱钩和相对脱钩的基础上,还划分出了扩张耦合、负向耦合和衰退耦合等类型;钟太洋等^[36]在考虑了强脱钩、弱脱钩、复钩的基础上,通过IPAT模型划分出了3种临界状态。

这些研究方法及其脱钩程度的类型划分都是紧紧围绕“脱钩”的概念进行的,但至今也没有形成一个比较全面、系统、权威的脱钩程度测度方法和脱钩类型划分标准。

3 研究方法与数据来源和处理

3.1 脱钩状态评价方法及其脱钩程度判定标准

3.1.1 脱钩状态评价方法

根据“驱动力(Driving Force)—状态(State)—响应(Response)”即DSR概念模型,构建区域资源环境与经济发展之间的脱钩指标。用经济发展(即地区总量 GDP)表征驱动力指标,用资源消耗和污染物排放(即资源环境负荷指数)表征状态指标,用区域资源环境与经济全面协调可持续发展的对策与政策实施表征响应指标;用资源环境负荷指数的变化率除以地区总量 GDP 的变化率来表示资源环境压力的 GDP 弹性,即资源环境与经济发展的脱钩状态,其计算公式为:

$$DS_{t_k} = \frac{\Delta RELI_{t_k}}{\Delta GDP_{t_k}} = \frac{(RELI_{t_{ke}} - RELI_{t_{ks}})/RELI_{t_{ks}}}{(GDP_{t_{ke}} - GDP_{t_{ks}})/GDP_{t_{ks}}} \quad (1)$$

$$(k=1,2,3,\dots,5)$$

式中: DS_{t_k} 为第 t_k 时期的脱钩状态, $\Delta RELI_{t_k}$ 为第 t_k 时期资源环境负荷指数的变化率, $RELI_{t_{ks}}$ 、 $RELI_{t_{ke}}$ 分别为第 t_k 时期始年和末年的资源环境负荷指数, ΔGDP_{t_k} 为第 t_k 时期地区总量 GDP 的变化率, $GDP_{t_{ks}}$ 、 $GDP_{t_{ke}}$ 分别为第 t_k 时期始年和末年的地区总量 GDP 。

3.1.2 脱钩程度判定标准

在区域资源环境与经济发展的脱钩程度判定中,仅用脱钩状态作为标准并不能完全反映区域资源环境与经济发展的脱钩关系,还须结合资源环境压力和地区总量 GDP 的变化情况,其变化主要考虑 >0 和 <0 两种情况。从国内外许多研究者的研究来看,其划分标准均考虑 $\Delta RELI$ 、 ΔGDP 和 $\Delta RELI/\Delta GDP$ 分别 >0 和 <0 的情况,但中国近年来经济正呈现较快稳定的发展趋势,总量 GDP 的变

化率不可能小于0,即经济没有出现负增长的情况。此外,所构建的资源环境负荷指数并不仅仅考虑某类资源的消耗或某种污染物的排放,而是同时考虑多种资源的消耗和多种污染物的排放,其细微变化都会影响到评价结果的精确性。

基于以上考虑,并结合国内许多研究者大多考虑复钩(即耦合)的判别标准及其划分而很少关注相对脱钩的判别标准及其划分这一情况,本研究弱化复钩(耦合)的划分而将相对脱钩划分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ和Ⅳ4种类型,即 $\Delta RELI$ 和 $\Delta RELI/\Delta GDP$ 分别 >0 和 <0 的情况均考虑,但 ΔGDP 仅考虑 >0 的情况。基于弹性分析法改进的区域资源环境与经济发展脱钩状态的测度为其区间划分提供了前提基础,为此,本研究以0.25作为脱钩程度的区间划分标准,以脱钩状态 $\varepsilon=1$ 作为临界状态,得出如表1所示的脱钩程度判定标准。

当 $\Delta RELI < 0$, $\Delta GDP > 0$ 且 $\Delta RELI/\Delta GDP < 0$ 时,表明区域经济在取得较快发展的同时其对资源环境的冲击不断减小,资源环境压力逐渐降低,经济发展质量不断提高,这种情况下区域经济发展与资源环境呈现良性互动,故不再对“绝对脱钩”进行划分;当 $\Delta RELI > 0$, $\Delta GDP > 0$ 且 $\Delta RELI/\Delta GDP > 1$ 时,表明区域经济在取得较快发展的同时其对资源环境的冲击不断增强,资源环境压力逐渐上升,且资源环境压力上升速度高于经济发展速度,经济发展质量不断下降,这种情况下区域经济发展与资源环境呈现恶性循环,为不可接受的状态,故不再对“耦合”进行划分。

3.2 评价指标构建及计算方法

3.2.1 资源环境负荷指数的计算

为了对区域发展的资源消耗与环境压力进行综合测度,本研究提出资源环境负荷指数(Resources and Environmental Load Index),它包括资源负荷

指数和环境负荷指数两个分指数。资源负荷指数主要选取水耗、能耗和生态足迹耗等指标,环境负荷指数主要选取工业废水排放量、工业废气排放量和碳排放量等指标。所有指标均按等权重处理,具体计算公式如下:

REL I = 1/2 \sum (RL I, EL I) (2)

RL I = 1/n \sum_{j=1}^n RC'_{ij} (i=1,2,3,\dots,m; j=1,2,3,\dots,n) (3)

EL I = 1/n \sum_{j=1}^n EL'_{ij} (i=1,2,3,\dots,m; j=1,2,3,\dots,n) (4)

式中: $REL I$ 为区域资源环境负荷指数; $RL I$ 为区域资源负荷指数; $EL I$ 为区域环境负荷指数; RC'_{ij} 为第 i 个区域第 j 类资源消耗评价数据经标准化处理以后的值,区域资源消耗评价用单位国土面积的资源消耗量来表征; EL'_{ij} 为第 i 个区域第 j 类环境负荷评价数据经标准化处理以后的值,区域环境负荷评价用单位国土面积的废弃物排放量来表征。

3.2.2 生态足迹的计算

生态足迹(Ecological Footprint, EF)主要反映的是区域对土地资源产出的消费,其计算主要采用生态足迹模型^[37],计算公式为:

EF = N \times ef = N \sum ea_i \times r_j = N \sum (c_i / p_i) \times r_j (5)

式中: EF 为总生态足迹(hm^2); ef 为人均生态足迹($hm^2/人$); N 为地区人口总量(人); ea_i 为各人均消费项所需的生物生产面积($hm^2/人$); r_j 为生产某消费品对应生态生产性土地类型的均衡因子; c_i 为第 i 种消费品的人均年消费量(t); p_i 为对应的生态生产性土地生产第 i 类消费项目的年全球平均生产力(也称为单产因子)(t/hm^2)。

3.2.3 碳排放量的计算

碳排放量既能反映区域对能源(主要为煤、石油、天然气等一次能源)的消耗,又能反映区域在对能源消耗中所产生的环境压力,其计算主要采用2050中国能源和碳排放研究课题组的方法^[38],计算公式为:

C_{it} = 44/12 \times \sum_j E_j \times \eta_j (j=1,2,3) (6)

式中: C_{it} 为碳排放量; E_j 为第 j 种能源的消费量(折算为吨标准煤以后的值); η_j 为第 j 类能源的碳排放系数,其取值:煤炭为0.7476 tC/t,石油为0.5825 tC/t,天然气为0.4435 tC/t。

表 1 资源环境与经济发展脱钩程度判定标准
Tab.1 The classification criteria for decoupling degrees between resource-environment and GDP

脱钩程度	$\Delta RELI(r)$	$\Delta GDP(g)$	$\Delta RELI/\Delta GDP(\varepsilon)$
绝对脱钩	<0	>0	$\varepsilon < 0$
相 Ⅰ	>0	>0	$0 \leq \varepsilon < 0.25$
对 Ⅱ	>0	>0	$0.25 \leq \varepsilon < 0.5$
脱 Ⅲ	>0	>0	$0.5 \leq \varepsilon < 0.75$
钩 Ⅳ	>0	>0	$0.75 \leq \varepsilon < 1$
临界状态	>0	>0	$\varepsilon = 1$
耦合	>0	>0	$\varepsilon > 1$

注:为便于比较和符号简化,用 r 表示 $\Delta RELI$,用 g 表示 ΔGDP ,用 ε 表示 $\Delta RELI/\Delta GDP$ 。

3.3 数据来源及其处理

研究的基础数据主要来源于《中国统计年鉴》(1999-2009)、《新中国五十五年统计资料汇编》、中国科学院地球系统科学数据共享网、中国科学院资源环境科学数据中心和中国科学院人地系统主题数据库等统计资料和相关网站。数据处理主要包括: ① 全国及各省区 1998-2008 年的 GDP 数据均换算为 1998 年不变价 GDP; ② 借助 SPSS 15.0 软件平台,采用标准差方法对数据进行标准化处理。

4 研究结果与分析

由于资源环境数据和 GDP 数据存在时间上的滞后性,以年度为时间尺度使研究结果难以反映研究期区域资源环境与经济发展的真实关系。为此,

本研究在采集基础数据的基础上,根据公式(2)~(6)和标准化等数据的计算与处理,并以 2 年为一个时间段,将 1998-2008 年划分为 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 和 T_5 5 个时期,分别计算出全国及各省区资源环境负荷指数($RELI$)、总量 GDP 在 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 和 T_5 5 个时期的变化率 r_1 、 g_1 ; r_2 、 g_2 ; r_3 、 g_3 ; r_4 、 g_4 ; r_5 、 g_5 ,进一步根据公式(1)计算出脱钩状态 ϵ_1 、 ϵ_2 、 ϵ_3 、 ϵ_4 、 ϵ_5 (表 2)。

4.1 资源环境与经济发展脱钩程度及其时间演变

按可比价计算,1998-2008 年中国总量 GDP 的年均增长率为 9.75%,其中 T_3 、 T_4 和 T_5 3 个时期总量 GDP 的年均增长率均超过 10%,经济呈较快增长趋势。与此同时,资源消耗与环境压力也随着经济的快速发展而不断增强,资源环境负荷指数以年均 5%的速度增长。尽管这个速度低于总量 GDP

表 2 1998—2008 年全国及各省区资源环境负荷与经济发展脱钩的相关指标
Tab.2 The relevant indicators for the decoupling between resources and environmental load and GDP for the whole country and various provinces from 1998 to 2008

地 区	T ₁			T ₂			T ₃			T ₄			T ₅		
	r ₁	g ₁	ε ₁	r ₂	g ₂	ε ₂	r ₃	g ₃	ε ₃	r ₄	g ₄	ε ₄	r ₅	g ₅	ε ₅
全 国	0.0108	0.0802	0.1349	0.0349	0.0869	0.4012	0.0843	0.1006	0.8382	0.0823	0.1101	0.7469	0.0403	0.1098	0.3669
北 京	0.0039	0.1061	0.0370	-0.0340	0.1161	-0.2930	0.0484	0.1253	0.3862	0.0365	0.1231	0.2963	0.0288	0.1113	0.2592
天 津	0.0269	0.1040	0.2586	0.0415	0.1234	0.3362	0.0577	0.1533	0.3764	0.0568	0.1460	0.3891	0.0222	0.1585	0.1403
河 北	-0.0389	0.0931	-0.4181	0.0402	0.0917	0.4380	0.0563	0.1225	0.4593	0.0709	0.1341	0.5285	0.0072	0.1144	0.0629
山 西	-0.0607	0.0643	-0.9434	0.0581	0.1149	0.5060	0.0223	0.1505	0.1484	0.1292	0.1220	1.0594	0.0023	0.1131	0.0202
内 蒙 古	0.0396	0.0870	0.4550	0.0377	0.1188	0.3176	0.0474	0.1924	0.2465	0.0930	0.2139	0.4345	0.0471	0.1815	0.2595
辽 宁	-0.0214	0.0858	-0.2500	-0.0438	0.0961	-0.4551	0.0621	0.1215	0.5109	0.0796	0.1306	0.6094	0.0562	0.1380	0.4076
吉 林	0.0386	0.0865	0.4469	0.0042	0.0940	0.0450	-0.0033	0.1120	-0.0291	0.1051	0.1354	0.7758	0.0348	0.1605	0.2171
黑 龙 江	-0.0318	0.0782	-0.4061	-0.0429	0.0977	-0.4395	0.0532	0.1094	0.4867	0.0794	0.1185	0.6699	0.0472	0.1190	0.3969
上 海	0.0074	0.1048	0.0702	0.0156	0.1092	0.1425	0.0925	0.1325	0.6981	0.0099	0.1155	0.0861	0.0300	0.1198	0.2505
江 苏	0.0297	0.1038	0.2865	0.0739	0.1091	0.6777	0.0623	0.1419	0.4392	0.0718	0.1469	0.4888	0.0262	0.1359	0.1925
浙 江	0.0428	0.1052	0.4071	0.0746	0.1164	0.6412	0.0468	0.1459	0.3210	0.0648	0.1334	0.4855	0.0696	0.1238	0.5625
安 徽	0.0352	0.0818	0.4305	0.0610	0.0925	0.6599	0.0303	0.1131	0.2681	0.0914	0.1220	0.7496	0.0589	0.1330	0.4428
福 建	0.0266	0.0973	0.2732	0.0432	0.0941	0.4590	0.0820	0.1167	0.7029	0.0620	0.1321	0.4696	0.0584	0.1409	0.4141
江 西	0.0368	0.0790	0.4661	-0.0001	0.0966	-0.0009	0.0885	0.1308	0.6767	0.0589	0.1257	0.4689	0.0508	0.1280	0.3965
山 东	-0.0112	0.1032	-0.1081	0.0217	0.1088	0.1998	0.0370	0.1438	0.2574	0.0811	0.1502	0.5396	0.0484	0.1319	0.3668
河 南	0.0035	0.0874	0.0397	0.0491	0.0924	0.5318	0.0329	0.1217	0.2702	0.0966	0.1431	0.6749	0.0427	0.1334	0.3200
湖 北	0.0299	0.0876	0.3407	-0.0409	0.0904	-0.4522	0.0675	0.1046	0.6451	0.0556	0.1265	0.4400	0.0674	0.1395	0.4831
湖 南	-0.0123	0.0861	-0.1430	-0.0040	0.0901	-0.0442	0.1227	0.1084	1.1322	0.0334	0.1190	0.2803	0.0133	0.1365	0.0976
广 东	-0.0002	0.1014	-0.0018	0.0702	0.1143	0.6143	0.0852	0.1482	0.5748	0.0603	0.1420	0.4245	0.0390	0.1238	0.3155
广 西	0.0097	0.0749	0.1299	0.0216	0.0942	0.2293	0.0839	0.1099	0.7633	0.0688	0.1339	0.5137	0.0532	0.1394	0.3817
海 南	-0.0504	0.0865	-0.5829	0.0452	0.0932	0.4846	0.0788	0.1065	0.7398	-0.0066	0.1137	-0.0584	0.0166	0.1227	0.1354
重 庆	0.0873	0.0804	1.0859	-0.0142	0.0962	-0.1474	0.0629	0.1180	0.5327	0.0672	0.1185	0.5667	0.0657	0.1495	0.4392
四 川	0.0715	0.0729	0.9807	0.0353	0.0961	0.3676	0.0604	0.1204	0.5018	0.0513	0.1295	0.3962	-0.0145	0.1183	-0.1226
贵 州	-0.0264	0.0850	-0.3112	-0.0013	0.0890	-0.0144	0.0803	0.1074	0.7473	0.0655	0.1160	0.5650	0.0247	0.1194	0.2065
云 南	-0.0282	0.0717	-0.3930	0.0282	0.0790	0.3572	0.0700	0.1007	0.6948	0.0141	0.1044	0.1352	0.0863	0.1175	0.7343
西 藏	0.0660	0.0952	0.6932	-0.0014	0.1278	-0.0107	0.0818	0.1201	0.6812	-0.0242	0.1270	-0.1904	0.0385	0.1203	0.3196
陕 西	-0.0059	0.0869	-0.0675	0.0242	0.1043	0.2325	0.0532	0.1233	0.4314	0.0983	0.1270	0.7743	0.0752	0.1510	0.4980
甘 肃	0.0192	0.0853	0.2250	-0.0004	0.0981	-0.0041	0.0256	0.1112	0.2297	0.0591	0.1167	0.5062	0.0474	0.1119	0.4232
青 海	0.0180	0.0856	0.2101	0.0152	0.1190	0.1279	0.0590	0.1208	0.4885	0.1089	0.1219	0.8940	0.0602	0.1260	0.4780
宁 夏	-0.0019	0.0923	-0.0210	0.0135	0.1015	0.1332	0.0393	0.1195	0.3293	0.0756	0.1182	0.6401	0.0468	0.1245	0.3762
新 疆	0.0125	0.0765	0.1632	0.0275	0.0835	0.3291	0.0810	0.1131	0.7162	0.0832	0.1095	0.7598	0.0573	0.1160	0.4938

的增长速度,但可以看出,中国经济在取得巨大发展成就的同时,付出的资源环境代价也是巨大的。

根据表2数据和表1的判定标准,近11年来,中国经济发展与资源环境的关系总体上处于相对脱钩状态,但不同演进阶段其脱钩程度的差异较大。 T_1 时期,经济发展速度为其资源环境压力上升速度的7.43倍,二者处于相对脱钩I,表明经济发展对资源环境的冲击较小,经济发展质量相对较高。随着中国经济发展规模和速度的不断加大,经济发展对资源环境的压力也进一步增强。至 T_2 、 T_3 时期,经济发展速度分别为其资源环境压力上升速度的2.49倍和1.19倍,二者关系演进为相对脱钩II和相对脱钩IV,经济发展质量较快下降。进入“十一五”以来,中国加快转变经济发展方式的步伐,区域科学发展取得较大成效,在经济呈现较快增长的同时其资源环境压力逐渐降低。至 T_4 、 T_5 时期,经济发展速度分别为资源环境压力上升速度的1.34倍和2.72倍,二者演变为相对脱钩III和相对脱钩II。“十一五”期间,中国通过优化产业结构、技术升级、发展生态经济、循环经济、低碳经济等,在转变“高能耗、高物耗、高排放、高污染、低效益”的经济发展方式过程中取得显著成效,尽管经济发展的资源环境代价呈现逐渐下降趋势,但要实现经济发展与资源环境的绝对脱钩,仍须要不断探索和努力。

4.2 资源环境与经济发展的脱钩程度及其空间演变

在对全国各省区1998-2008年资源环境负荷与经济发展的脱钩程度进行判定的基础上,得出如图1所示的资源环境与经济发展脱钩程度的空间演变格局。

图1显示, T_1 时期,中国绝大多数省区处于相对脱钩I和相对脱钩II,东北、华北、华南和西南的部分地区则处于绝对脱钩状态。东中部地区主要以绝对脱钩和相对脱钩II为主,西部地区均出现从绝对脱钩到耦合的6种脱钩类型。总体来看,该时期中国经济发展的强度和速度均较小,经济发展对资源环境的压力相对较低,经济发展与资源环境处于相对协调的状态。进入 T_2 时期,资源环境负荷与经济发展的关系演变为以相对脱钩II和相对脱钩III为主。与 T_1 时期相比,东部沿海地区和中部地区经济发展对资源环境的压力有了较大提高,而东北地区 and 西部地区总体上没有明显的演变规律。 T_3 时期,二者关系总体上仍以相对脱钩II和相对脱钩III为主,但少数地区有了明显变化,东北地区的吉林实现绝对脱钩,黑龙江和辽宁则从绝对脱钩分别演变为相对脱钩II和相对脱钩III;西部地区则从无明显演变规律转向以相对脱钩II和相对脱钩III为主。可见,在国家提出振兴东北老工业基地和实施西部大开发战略的背景下,东北地区和西部地区经

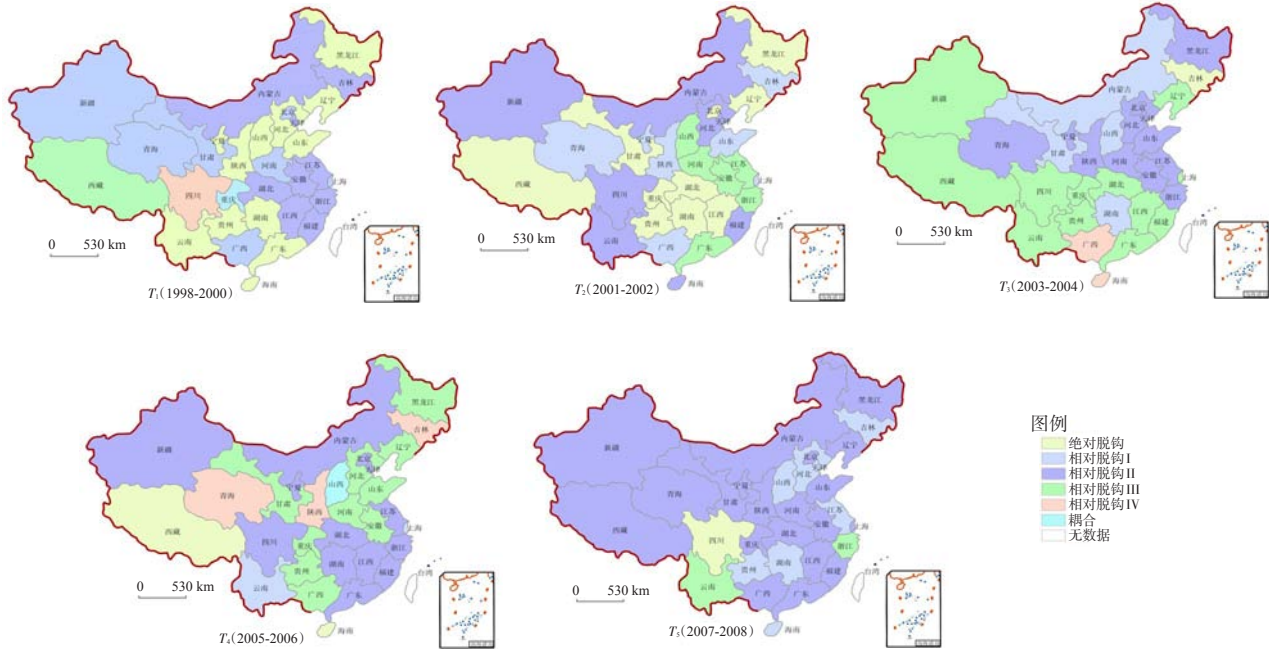


图1 1998-2008年中国资源环境与经济发展脱钩程度的空间演变

Fig.1 The spatial evolution of decoupling degrees between resource-environment and GDP in China from 1998 to 2008

济发展对资源环境的冲击逐渐加强,资源环境压力不断增大。 T_4 时期,中国各省区均出现了从绝对脱钩到耦合的6种脱钩类型,但仍以相对脱钩II和相对脱钩III为主。与 T_3 时期相比,东北地区、东部沿海长江以北、中部部分省区的脱钩程度进一步增强,东部沿海长江以南省区则呈现下降趋势,西部地区保持平稳状态,资源环境与经济发展的脱钩程度总体上有了明显降低。 T_5 时期,资源环境负荷与经济发展的关系以相对脱钩II和相对脱钩III为主演变为以相对脱钩II为主,经济发展的资源环境代价较 T_3 和 T_4 时期出现好转。

从以上分析可知,除个别省区外,中国资源环境与经济发展的关系呈现出明显的空间演变规律,即绝大多数省区经历了从绝对脱钩或相对脱钩I→相对脱钩II→相对脱钩IV→相对脱钩III→相对脱钩II的呈近“正态分布曲线”的演变规律。表明近11年来,中国经济在以高资耗、高环耗为巨大代价获得较快发展,直至 T_3 时期出现了“峰值”之后,随着中国采取了一系列生态保护措施,如资源科学开发与高效利用,环境污染整治与保护,生态恢复与重建等,解决了之前存在的一些资源、环境、生态问题,以及以生态、低碳、循环、绿色为特征的经济发展方式的较快转变,进入 T_4 、 T_5 时期,经济

发展的资源环境压力呈现明显的下降趋势,资源环境利用效率和经济发展质量有了显著提高,资源环境与经济的协调可持续发展不断推进,这种演变规律对中国区域科学发展具有巨大的推动作用。

4.3 各省区资源环境与经济发展脱钩程度和全国的比较及其空间演变

与全国水平相比,1998-2008年各省区资源环境负荷与经济发展的脱钩程度也呈现其特有的空间演变特征(图2)。 T_1 时期,中国资源环境与经济发展总体上处于相对脱钩I,脱钩程度低于全国水平的主要分布于华北、华南和西南等的部分地区;与全国处于同一水平的主要分布于西北地区;高于全国水平的主要分布于内蒙古、西藏及长江中下游等地区。 T_2 时期,二者关系演变为相对脱钩II,脱钩程度低于全国水平的主要有东北地区、陕甘宁地区、青藏高原地区、长江中游地区和西南喀斯特地区等;与全国处于同一水平的地区主要包括天津、河北、内蒙古、新疆、四川、云南、福建和海南等,分布较为凌乱;高于全国水平的地区主要分布于山西、河南、安徽等中部地区和江苏、浙江、广东等东部沿海地区。 T_3 时期,资源环境与经济发展的关系进一步演变为相对脱钩IV,除广西、海南与全国处于同一水平,其余29个省区其脱钩程度均低于

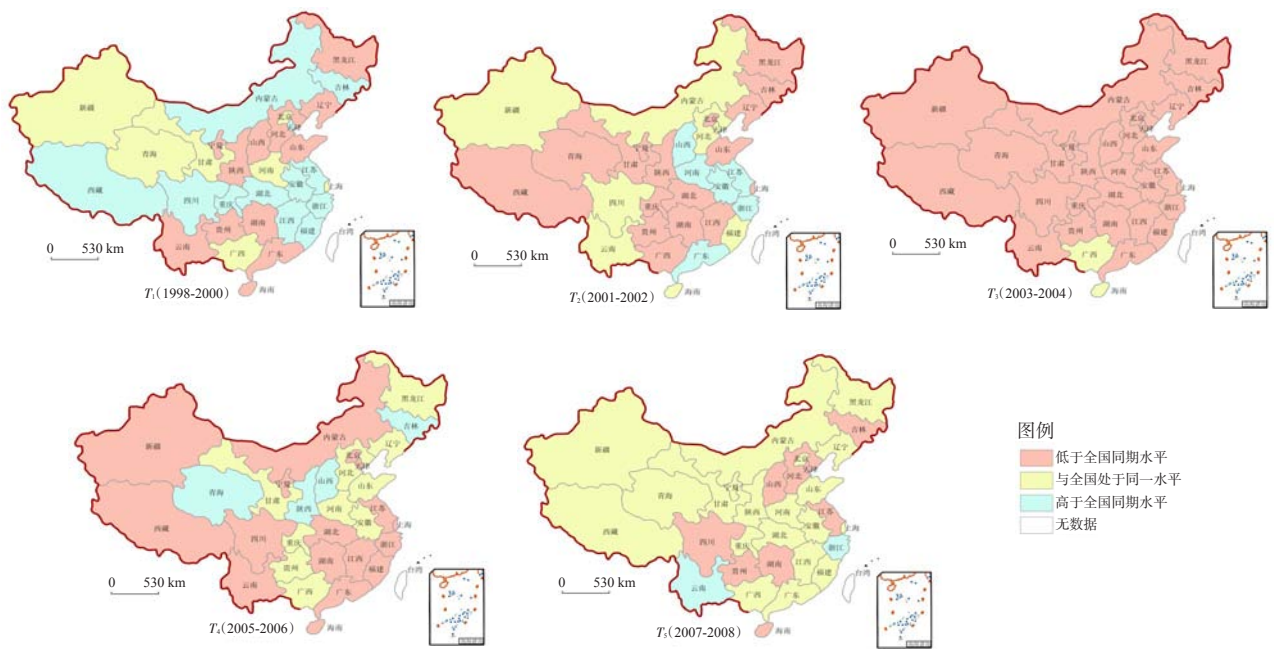


图2 1998-2008年各省区资源环境与经济发展脱钩程度和全国比较的空间演变
Fig.2 The spatial evolution of the comparisons of decoupling degrees between resource-environment and GDP between the whole country and various provinces from 1998 to 2008

全国水平。 T_4 时期,二者关系则回落至相对脱钩Ⅲ,脱钩程度低于全国水平的主要集中在东部沿海地区、长江中游地区以及西南和西北边疆地区;与全国处于同一水平的地区主要集中在东北、华北和西南的部分地区;高于全国水平的地区主要包括吉林、山西、陕西和青海等地区。 T_5 时期,中国资源环境与经济的关系则从相对脱钩Ⅲ进一步回落至相对脱钩Ⅱ,脱钩程度低于全国水平的主要包括吉林、天津、河北、山西、江苏、四川、贵州、湖南和海南等地区;除云南和浙江高于全国水平以外,其他20个省区均和全国处于同一水平。

若按东北、东部、中部和西部四大地带划分,各省区资源环境与发展脱钩程度与全国比较的空间演变规律主要为东北地区除吉林省变化较为异常外,其资源环境与发展脱钩程度总体上呈现由低于全国同期水平向与全国处于同一水平演变的趋势;东部、中部和西部地区总体上呈现由高于全国同期水平到低于全国同期水平再到与全国处于同一水平的演变趋势。表明东北地区经济发展过程中对资源环境的压力尽管相对较低,但有上升趋势,而东部、中部和西部地区所付出的资源环境代价则随着经济的较快发展而呈逐渐下降的趋势,其下降速度的顺序为西部地区<中部地区<东部地区,资源环境与发展脱钩程度的空间差异较为明显。

5 结论与讨论

目前,中国总体上已步入工业化、城市化进程的中期加速阶段,经济社会结构、资源利用方式、环境治理与保护等将发生深刻转变。未来很长一段时间内中国将以科学发展为主题、以加快转变经济发展方式为主线,优化经济结构、提高经济发展质量、实现资源环境与社会经济的协调发展就成为转变经济发展方式的重要成果和科学发展的重要目标。定量评估中国资源环境与发展脱钩的相互关系并揭示它们之间的时空演变规律,对中国的科学发展具有重要的指导作用。通过分析,本文得出如下基本结论:

(1) 1998-2008年中国经济发展与资源环境总体上处于相对脱钩状态,但不同的演进阶段其脱钩程度的差异较大,其基本的演变规律为从处于相对脱钩Ⅰ逐渐演变为相对脱钩Ⅱ,至 T_3 时期达到一

个“峰值”(相对脱钩Ⅳ)之后又逐渐演变为相对脱钩Ⅲ,直至 T_5 时期进一步回落至相对脱钩Ⅱ,其变化总体上呈近“正态分布曲线”的演变规律。

(2) 除个别省区外,绝大多数省区尤其是东部、中部地区都经历了从绝对脱钩或相对脱钩Ⅰ→相对脱钩Ⅱ→相对脱钩Ⅳ→相对脱钩Ⅲ→相对脱钩Ⅱ的呈近“正态分布曲线”的空间演变规律,这种规律符合中国区域科学发展的目标。

(3) 按东北、东部、中部和西部四大地带划分,各省区资源环境与发展脱钩程度与全国比较的空间演变规律主要表现为东北地区经济发展过程中对资源环境的压力相对较小,但有上升趋势,而东部、中部和西部地区所付出的资源环境代价则随着经济的较快发展而逐渐下降,其下降速度的顺序为西部地区<中部地区<东部地区,资源环境与发展脱钩程度的空间差异较为明显。

无论从时间演变还是从空间演变看,中国资源环境与发展脱钩关系总体上呈现近“正态分布曲线”规律。可见,中国经济是在付出巨大资源环境代价的基础上获得较快发展,又在通过技术升级、体制创新、行业调整、结构优化等经济发展方式的转变中降低经济发展对资源环境的压力进而实现经济的高效发展。但中国才刚进入经济高质量、高效益发展的初级阶段,要真正实现资源环境代价的最小化和经济效益的最大化,仍须要长期的艰苦探索。然而,从目前的演变趋势看,有望实现资源环境与发展脱钩。

考虑研究数据的可获取性及其连续性,研究所选取的资源环境指标主要为目前中国及其各级区域普遍关注的指标,有待进一步研究。此外,基于弹性分析法改进的脱钩评价模型也有相关研究案例,但本文所提出的区域资源环境与发展脱钩程度判定标准则主要基于中国及其各省区经济发展实际情况而划分出来的,关于经济发展(总量GDP增长率)小于0时判定标准的划分,有待进一步完善。尽管如此,无论从评价指标选取还是从研究方法来看,本文都力图从整体、综合的角度对中国经济发展的资源环境代价及其二者的相互关系进行全面系统的分析。

参考文献

- [1] 潘玉君,武友德.地理科学导论.北京:科学出版社,2009:251-252.

- [2] 中共中央宣传部. 科学发展观学习读本. 北京: 学习出版社, 2006: 1-13.
- [3] 李鹤, 张平宇, 刘文新. 1990年以来辽宁省环境与发展协调度评价. 地理科学, 2007, 27(4): 486-492.
- [4] 苏飞, 张平宇. 基于生态系统服务价值变化的环境与发展协调度评价: 以大庆市为例. 地理科学进展, 2009, 28(3): 471-477.
- [5] 王兆锋, 张懿铨, 孙威, 等. 县域经济与环境协调发展分析方法: 以西藏自治区为例. 地理科学进展, 2010, 29(7): 797-802.
- [6] 崔峰. 上海市旅游经济与生态环境协调发展度研究. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(5): 64-69.
- [7] 唐宏, 杨德刚, 乔旭宁, 等. 天山北坡区域发展与生态环境协调度评价. 地理科学进展, 2009, 28(5): 805-813.
- [8] 胡兵辉, 廖允成, 尚爱军, 等. 毛乌素沙地农业生态系统SEREn协调发展的时序测度. 自然资源学报, 2009, 24(7): 1200-1210.
- [9] 柯健, 李超. 基于DEA聚类分析的中国各地区资源、环境与发展协调度研究. 中国软科学, 2005, (2): 144-148.
- [10] 樊杰, 千庆兰. 我国东部沿海重点地区经济发展与资源环境相互作用关系的比较研究. 自然资源学报, 2004, 19(1): 96-105.
- [11] 彭立颖, 童行伟, 沈永林. 上海市经济增长与环境污染的关系研究. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(3): 186-194.
- [12] 段晓峰, 许学工. 山东省污染物排放与经济发展水平的关系. 地理科学进展, 2010, 29(3): 342-346.
- [13] 戴钰, 刘亦文. 基于IPAT模型的长株潭城市群经济增长与能源消耗的实证研究. 经济数学, 2009(2): 65-71.
- [14] 罗宏, 舒俭民, 吕连宏, 等. 基于IPAT模型的苏州市环境压力—响应分析. 环境科学研究, 2010(1): 116-119.
- [15] 王立猛, 何康林. 基于STIRPAT模型分析中国环境压力的时间差异: 以1952-2003年能源消费为例. 自然资源学报, 2006, 21(6): 862-869.
- [16] 王琳, 吴业, 杨桂山, 等. 基于STIRPAT模型的耕地面积变化及其影响因素. 农业工程学报, 2008, 24(12): 196-200.
- [17] OECD. Decoupling: A conceptual overview. Paris: OECD, 2000: 5.
- [18] Sigrid S. Delinking economic growth from environmental degradation: A literature survey on the environmental Kuznets Curve Hypothesis. Wirtschafts Universitat Wien Working Paper, 1999(6): 1-24.
- [19] Tapio P. Decoupling has begun in finland: Economic growth, traffic volume growth and the CO₂ policy of EU15 and Finland 1970-2001. Turku: Tutu Publications, 2003: 1-17.
- [20] Climent F, Pardo A. Decoupling factors on the energy-output linkage: The Spanish case. Energy Policy, 2007, 35(1): 522-528.
- [21] 赵一平, 孙启宏, 段宁. 中国经济发展与能源消费响应关系研究: 基于相对“脱钩”与“复钩”理论的实证研究. 科研管理, 2006, 27(3): 128-134.
- [22] 王崇梅. 中国经济增长与能源消耗脱钩分析. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(3): 35-37.
- [23] 陈百明, 杜红亮. 试论耕地占用与GDP增长的脱钩研究. 资源科学, 2006, 28(5): 36-42.
- [24] 宋伟, 陈百明, 陈曦炜. 常熟市耕地占用与经济增长的脱钩(decoupling)评价. 自然资源学报, 2009, 24(9): 1532-1540.
- [25] 杨克, 陈百明, 宋伟. 河北省耕地占用与GDP增长的脱钩分析. 资源科学, 2009, 31(11): 1940-1946.
- [26] 冯艳芬, 王芳. 基于脱钩理论的广州市耕地消耗与经济增长总量评估. 国土与自然资源研究, 2010(1): 36-37.
- [27] OECD. Indicators to measure decoupling of environmental pressure from economic growth. Paris: OECD, 2002.
- [28] Vehmas J, Kaivo-oja J, Luukkanen J. Global trends of linking environmental stress and economic growth. Turku: Tutu Publications, 2003: 1-25.
- [29] Wei J, Zhou J, He X B, et al. Decoupling soil erosion and human activities on the Chinese Loess Plateau in the 20th century. Ecological Indicators, 2007, 7(1): 123-132.
- [30] 王虹, 王建强, 赵涛. 我国经济发展与能源、环境的“脱钩”“复钩”轨迹研究. 统计与决策, 2009(17): 113-115.
- [31] 李效顺, 曲福田, 郭忠兴, 等. 城乡建设用地变化的脱钩研究. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(5): 179-184.
- [32] de Bruyn S M, Opschoor J B. Developments in the throughput-income relationship: Theoretical and empirical observations. Ecological Economics, 1997, 20(3): 255-268.
- [33] 钟太洋, 黄贤金, 韩立, 等. 资源环境领域脱钩分析研究进展. 自然资源学报, 2010, 25(8): 1400-1412.
- [34] Tapio P. Towards a theory of decoupling: Degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001. Transport Policy, 2005, 12(2): 137-151.
- [35] 于法稳. 经济发展与资源环境之间脱钩关系的实证研究. 内蒙古财经学院学报, 2009(3): 29-34.
- [36] 钟太洋, 黄贤金, 王柏源. 经济增长与建设用地扩张的脱钩分析. 自然资源报, 2010, 25(1): 18-31.
- [37] 谢鸿宇, 王羚邨, 陈贤生. 生态足迹评价模型的改进与应用. 北京: 化学工业出版社, 2008: 1-11.
- [38] 2050中国能源和碳排放研究课题组. 2050中国能源和碳排放报告. 北京: 科学出版社, 2009: 119-120.

Temporal–Spatial Evolution of the Relationship between Resource–Environment and Economic Development in China: A Method Based on Decoupling

ZHAO Xingguo^{1,2}, PAN Yujun¹, ZHAO Bo³, HE Ruifang¹, LIU Shufen¹, YANG Xiaoyan¹, LI Huixian¹

(1. Department of Tourism and Geography, Yunnan Normal University, Kunming 650092, China;

2. Baoshan College, Baoshan 678000, China; 3. Yunnan Development and Reform Commission, Kunming 650041, China)

Abstract: The relationship between resource-environment and economic development has become a key research subject in regional sustainable development. Decoupling between them is a basic requirement to achieve comprehensive, coordinated and sustainable development of resource-environment and economy-society, and is also an important goal of the regional scientific development. In order to explore the features or rules of the temporal-spatial evolution of the relationship between resource-environment and economic development in China, with the conceptual model of Driving Force-State-Response, this study constructed a regional resources and environmental load index. Using the decoupling theory and the criteria for decoupling degrees based on the improvement of elastic analysis, this paper attempted to make quantitative and comprehensive analyses of the features or rules of temporal-spatial evolution of decoupling degrees between resource-environment and economic development at national and provincial scales, with a time span from 1998 to 2008. The results show that: (1) no matter what the evolution of the time or the space is, the relationship between resource-environment load and economic development was generally in a state of relative decoupling in the country and most of provinces, the order of the evolution was relative decoupling I → relative decoupling II → relative decoupling IV → relative decoupling III → relative decoupling II, and the changes were close to the “normal distribution curve”; (2) according to the division of the four areas: northeastern, eastern, central and western parts of China, the spatial evolution rule of decoupling degrees’ comparison of resource-environment and GDP between the nation and the provinces showed that the resource-environmental costs of economic development were lower in the northeast region than in the other regions of China. The resource-environmental costs in the eastern, central and western regions with the rapid economic development showed a declining trend. The resource-environment and the economic development are showing positive interaction in China and they are expected to reach a state of absolute decoupling, which will be helpful for achieving comprehensive, coordinated and sustainable development in China.

Key words: resources and environmental load index; decoupling theory; elastic analysis; decoupling degrees; temporal-spatial evolution; China

本文引用格式:

赵兴国, 潘玉君, 赵波, 等. 区域资源环境与经济发展关系的时空分析. 地理科学进展, 2011, 30(6): 706-714.