

# 经济增长、能源消耗与二氧化碳排放脱钩关系研究

仲伟周<sup>1</sup>, 孙耀华<sup>1</sup>, 庆东瑞<sup>2</sup>

(1. 西安交通大学 经济与金融学院, 陕西 西安 710061; 2. 中国人民大学 经济学院, 北京 100872)

**[摘要]**随着全球资源与环境危机进一步加深,“经济-能源-环境”问题成为国内外学者研究的焦点。为此利用 Tapio 模型分析我国 2000—2010 年间经济增长与二氧化碳排放之间的脱钩关系,并构造因果链将脱钩指标分解为节能脱钩指标和减排脱钩指标。研究表明:无论是就全国范围还是各区域而言,总脱钩指标和节能脱钩指标的变化均具有明显的一致性,且后者是前者变化的主要原因。在 2000—2010 年间的大部分年份内,总脱钩指标位于 0 和 1 之间,处于弱脱钩状态;就横向比较而言,总脱钩指标和节能脱钩指标的数值分布呈现出明显的区域性特征,但减排脱钩指标的分布无明显的区域性特征,且在时间维度上也无显著的变化。

**[关键词]**经济增长;能源消耗;二氧化碳排放;脱钩指标;节能减排;低碳经济;碳排放强度

**[中图分类号]**F062.1 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1004-4833(2012)06-0099-07

## 一、引言

随着中国受国际社会节能减排压力的增大和国内经济社会发展与资源、环境之间矛盾的愈发突出,节能减排已成为当务之急。2009 年底中国政府公布了“到 2020 年碳排放强度相对于 2005 年降低 40%—45%”的目标,这一目标也被纳入到国民经济和社会发展“十二五”规划中。可以说这一目标的提出,既是出于中国自身经济社会可持续发展的需要,也是一个发展中大国对包括本国人民在内的全人类发展负责责任的体现。我国地域辽阔,不同地区、省区之间在自然条件和经济社会条件方面都存在较大差异,如何在兼顾地区发展公平、缩小区域差距的前提下制定减排方案,成为目前学术界研究的热点问题。在以往国内外学者关于制定减排方案的指标选取中,碳排放强度被认为是可行的且对发展中国家来说是较为有利的方案,与我国政府向国际社会承诺的减排指标相一致<sup>[1-3]</sup>。但依据这一指标制定的减排方案存在两方面的问题:一方面,若按照效率优先和总体减排成本最小的原则,中西部地区资源丰富但技术落后导致边际减排成本较低,分配到的减排配额较多,而相应的未来碳排放空间和发展权益就较小;另一方面,东部沿海地区资源匮乏、技术先进边际减排成本较高,从而能获得较多的碳排放权空间和发展机会,如此碳排放权的分配明显有失公平原则,且有可能进一步拉大地区间差距。若为了照顾落后地区的发展权益和实际需要,遵循公平优先原则,碳排放强度高的中西部地区分配到的减排配额就少,相应的未来碳排放空间就较大。但这一分配机制难以调动地方政府和企业参与减排工作的积极性,而且不排除有些地方为了谋取更多的碳排放权利,故意人为抬高其碳排放强度的可能性,这导致“激励悖论”的问题产生,不利于国家整体减排目标的实现。由此可见,若

**[收稿日期]**2012-03-26

**[基金项目]**教育部新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-08-0450);西安交通大学中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(skzd11018);西安交通大学“985 工程二期”(07200701)

**[作者简介]**仲伟周(1968—),男,江苏连云港人,西安交通大学经济与金融学院教授,博士生导师,从事产业经济学研究;孙耀华(1984—),男,河南信阳人,西安交通大学经济与金融学院博士研究生,从事能源经济与产业可持续发展研究;庆东瑞(1983—),男,陕西泾阳人,中国人民大学经济学院博士研究生,从事政治经济学研究。

以碳排放强度作为决定减排配额的依据,无论是坚持效率优先原则还是公平优先原则都存在一定的缺陷。鉴于此,本文采取 Tapio 脱钩指标研究不同地区经济增长、能源消耗和二氧化碳排放三者之间的脱钩关系及变化趋势,以期节能减排政策的制定和区域低碳发展的测度与考评提供理论支持,也为最终实现经济发展与资源消耗、环境污染之间关系的“脱钩”提供新的研究方法。

## 二、相关文献回顾及其评价

“脱钩”一词最早应用于物理学研究领域,表示相互联系的变量之间响应关系淡化甚至完全脱离的现象。脱钩指标是为对脱钩关系进行量化而提出来的,其一般有两种构建模式,即 OECD 脱钩指标和 Tapio 脱钩指标。OECD 指标构建模式主要用于描述环境压力与其影响因素间的关系。假设二氧化碳排放为环境压力,经济增长为碳排放驱动因素,如果二氧化碳排放的增长速度快于 GDP 的增长速度,则称两者实现脱钩关系。对脱钩关系进一步细分,如果两者的增长速度都为正,但经济增长速度高于二氧化碳排放增长速度,则称“相对脱钩”;如果经济增长而二氧化碳排放减少则称“绝对脱钩”。

定义 1:环境压力强度为  $I = \frac{EP}{DF}$ ,脱钩指数(Decoupling Index)的表达式见(1)式。OECD 脱钩指标实际上是不同时期环境压力强度的比值。

$$DI = \frac{I_t}{I_0} \quad (1)$$

Tapio 脱钩指标本质上是一种弹性分析方法,其优点是不受统计量纲变化的影响,并可引入一个或多个中间变量对脱钩指标进行分解。设为 Y 因变量, X 为自变量, R 为影响 X 的一个中间变量, Tapio 脱钩指标的表达式见(2)式:

$$e_{(CO_2, GDP)} = \frac{\Delta Y}{Y} / \Delta X / X, \text{其中 } X = \left( \frac{\Delta Y}{Y} / \frac{\Delta R}{R} \right) \times \left( \frac{\Delta R}{R} / \frac{\Delta X}{X} \right) \quad (2)$$

Tapio 依据脱钩指标值的大小及自变量、因变量的变化方向定义了八种脱钩状态,如图 1 所示。

通过以上比较可以看出, Tapio 脱钩指标相对于 OECD 脱钩指标具有以下几方面优点:第一,前者相对于后者,计算结果具有较强的稳定性, OECD 脱钩指标对时间段基期的选择过于敏感,选择不同的时间基期常使脱钩状态波动较大;第二, Tapio 脱钩指标作为一种弹性分析方法,不受统计量纲变化的影响,这一特性在统计方法与体制尚不成熟的我国尤为重要;第三, Tapio 脱钩指标可对总脱钩指标进行因果链分解,以便清楚地看出不同因素对脱钩指标变化的作用,这对于制定科学、合理的减排政策更有意义;最后, OECD 脱钩指标对脱钩状态的划分只有绝对脱钩和相对脱钩两种,而 Tapio 脱钩指标有八种,能更精确地反映出不同地区及同一地区不同时段经济发展与二氧化碳排放间的脱钩关系。

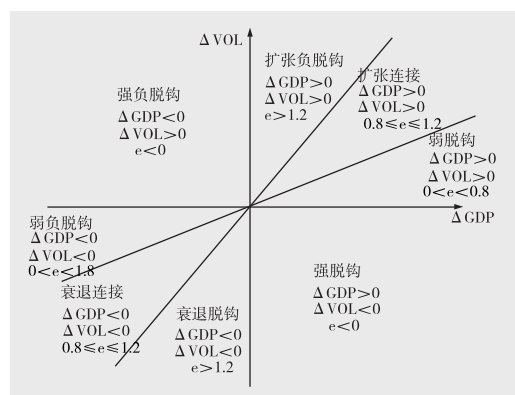


图 1 Tapio (2005) 定义的八种脱钩状态划分与对应的取值范围

随着 20 世纪经济增长所带来的资源短缺、环境污染与生态破坏日益加剧以及不同学科之间的相互借鉴、融合,“脱钩”思想被国外一些学者引入到经济发展与资源消耗、温室气体排放的研究领域,目的是尽早实现期望变量(如经济增长)与非期望变量(如资源投入或温室气体排放)之间耦合关系破裂,如 Tapio 对 1970—2001 年间欧洲 15 国的经济增长、交通运输量与温室气体排放之间的脱钩情况进行了研究<sup>[4]</sup>。国内学者将脱钩理论主要应用到以下两个方面:第一,研究土地资源利用与经济发展之间的关系,如郭琳和 Yang 等对如何在耕地占用与经济增长之间建立脱钩指标进行了研究,并

解释了脱钩状态发生变化的原因;第二,研究经济增长与能源消耗、环境变化之间的关系,如孙敬水等利用 OECD 脱钩指标研究了中国经济增长与能源消耗之间的关系,结果显示 1990—2007 年间,中国经济总量与能源消耗都在增长,总体上两者处于相对脱钩状态<sup>[5-7]</sup>。

综上所述,国内学者大多是利用脱钩模型研究经济增长与二氧化碳排放两者间的关系,这种研究只能对经济增长与 CO<sub>2</sub> 排放间的脱钩指标进行测度,却难以详细解释脱钩指标与状态发生变化的机理,也无法提出实现经济增长与能源消耗、二氧化碳排放脱钩的政策建议,这显然是不完整的;另外,有些研究在 CO<sub>2</sub> 计算方面存在一定错误或缺陷,如混淆了碳排放与 CO<sub>2</sub> 排放之间的概念(碳要经过氧化反应才成为 CO<sub>2</sub>)。另外,有些学者在计算 CO<sub>2</sub> 时为了减少计算量,往往只考虑煤炭、石油和天然气三种能源,造成计算结果具有很大的粗糙性,影响分析的结论。

针对以往研究存在的不足,本文从以下几个方面进行改进。第一,构建 Tapio 脱钩指标研究我国不同地区经济增长与二氧化碳排放间的关系。Tapio 脱钩指标本质上是一种弹性分析,以其作为制定减排政策的依据,首先可以动态地反映出地方政府实施节能减排工作的力度,充分调动地方政府的积极性,因此不存在激励悖论的问题;其次,它兼顾到了区域发展的公平原则,有利于缩小地区间的差距。第二,引入能源消耗作为中间变量,将总脱钩指标分解为节能脱钩指标和减排脱钩指标,能更清楚地揭示经济增长与二氧化碳排放间脱钩指标发生变化的原因与机理。第三,在计算 CO<sub>2</sub> 排放量时考虑能源种类包括煤炭、燃料油、焦炭、焦炉煤气、天然气、汽油、柴油、热力、原油、液化石油气、煤油、炼厂干气等 12 种能源,而且每种能源产生的 CO<sub>2</sub> 量也是在考虑其固碳率、氧化率等因素后得出的。

### 三、本文的模型构建与数据来源

本文对 Tapio 模型进行如下改进。

定义 2:经济增长与二氧化碳排放间的脱钩指标称  $e_{(CO_2,GDP)}$  为总脱钩指标,其表达式为(3) 式:

$$e_{(CO_2,GDP)} = \frac{\Delta CO_2}{CO_2} / \frac{\Delta GDP}{GDP} \quad (3)$$

定义 3:能源消耗与经济增长间的脱钩指标  $e_{(E,GDP)}$  为节能脱钩指标,其表达式为(4) 式:

$$e_{(E,GDP)} = \frac{\Delta E}{E} / \frac{\Delta GDP}{GDP} \quad (4)$$

不同产业单位产值能耗不同。一般情况下,单位工业产值能耗要大于农业和服务业,重工业单位产值能耗大于轻工业。所以节能脱钩指标主要受能源利用技术水平和产业结构影响。

定义 4:二氧化碳排放与能源消耗间的脱钩指标  $e_{(CO_2,E)}$  为减排脱钩指标,其表达式为(5) 式:

$$e_{(CO_2,E)} = \frac{\Delta CO_2}{CO_2} / \frac{\Delta E}{E} \quad (5)$$

因为不同种类能源的二氧化碳排放系数不同,减排脱钩指标主要受能源消费结构及能源清洁利用技术水平影响。例如煤炭在能源消费结构中比例的上升会导致减排脱钩指标变大,而清洁能源使用比重的上升则会使减排脱钩指标变小。

由(3)、(4)、(5) 式可得:

$$e_{(CO_2,GDP)} = e_{(CO_2,E)} \times e_{(E,GDP)} \quad (6)$$

综上所述, $e_{(CO_2,GDP)}$  总脱钩指标为节能脱钩指标  $e_{(E,GDP)}$  与减排脱钩指标  $e_{(CO_2,E)}$  的乘积,其变化主要由产业结构、技术水平和能源消费结构决定。

在研究对象上,本文将全国 30 个省区纳入东部、中部、西部和东北四个区域,从区域层面考查“经济-能源-环境”两两之间的脱钩关系,这一方面是因为有些省区在产业结构、技术水平等方面类似,具备将其并入同一区域进行研究的可能性;另一方面也是出于简化运算的需要,同时也可以排

除个别省区的异质性,更清楚地描述不同区域“经济-能源-环境”三者之间脱钩关系的特征。其中东部地区包括北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南等 10 省市;中部地区包括安徽、湖南、河南、江西、湖北 5 省区;西部地区包括内蒙古、广西、四川、重庆、贵州、山西、云南、陕西、甘肃、新疆、青海、宁夏 12 省区;东北地区包括黑龙江、辽宁、吉林 3 省区。由于数据难以获得,研究对象中不包括西藏、香港、澳门和台湾地区。

本文中各区域 GDP 和能源消耗数据分别来自于 2001—2011 年《中国统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》中各省区 GDP 和能源消费量的加总,GDP 数据以 2000 年为基期进行价格调整。CO<sub>2</sub> 排放数据采用以下方法计算,且将各种能源消耗量折算为以标准煤计的量,换算公式如下:

$$E_i = B_i \times D_i \quad (7)$$

然后利用(8)式计算 CO<sub>2</sub> 总量。潜在的碳排放系数、氧化率、固碳率采用 IPCC(2006) 缺省数据,其中热力、电力部分按煤炭的碳排放系数换算。(7)式中, $B_i$  为第  $i$  种能源消耗量, $E_i$ 、 $D_i$  分别为按《综合能耗计算通则》折算成以标准煤计的第  $i$  种能源消耗量及其换算系数。(8)式中  $C$  为各省区 CO<sub>2</sub> 排放量,各区域 CO<sub>2</sub> 排放量为所包含省区 CO<sub>2</sub> 排放量的加总, $c_i$ 、 $M_i$ 、 $N_i$  分别为第  $i$  种能源的碳排放系数、固碳率和氧化率。

$$C = \sum_{i=1}^{12} [E_i \times c \times i(1 - M_i)] \times N_i \times \frac{44}{12} \quad (8)$$

#### 四、实证分析

依据构建的(3)、(4)、(5)三个脱钩指标,结合相应年份的数据,得到表 1、表 2、表 3,这三个表分别为历年总脱钩指标、节能脱钩指标和减排脱钩指标及其相对应的脱钩状态。

表 1 2000—2010 年间四区域总脱钩指标及其状态的变化

	东部地区		中部地区		西部地区		东北地区		全国范围	
	脱钩弹性	脱钩状态	脱钩指标	脱钩状态	脱钩指标	脱钩状态	脱钩指标	脱钩状态	脱钩指标	脱钩状态
2000—2001	0.686	弱脱钩	1.141	扩张连结	1.442	扩张负脱钩	1.228	扩张负脱钩	1.038	扩张连结
2001—2002	0.551	弱脱钩	0.915	扩张连结	1.221	扩张负脱钩	0.946	扩张连结	0.925	扩张连结
2002—2003	0.472	弱脱钩	0.804	扩张连结	1.080	扩张连结	0.906	扩张连结	0.714	弱脱钩
2003—2004	0.413	弱脱钩	0.750	弱脱钩	0.958	扩张连结	0.755	弱脱钩	0.688	弱脱钩
2004—2005	0.401	弱脱钩	0.626	弱脱钩	0.731	弱脱钩	0.612	弱脱钩	0.561	弱脱钩
2005—2006	0.362	弱脱钩	0.534	弱脱钩	0.756	弱脱钩	0.581	弱脱钩	0.497	弱脱钩
2006—2007	0.275	弱脱钩	0.500	弱脱钩	0.627	弱脱钩	0.517	弱脱钩	0.366	弱脱钩
2007—2008	0.214	弱脱钩	0.388	弱脱钩	0.565	弱脱钩	0.491	弱脱钩	0.356	弱脱钩
2008—2009	0.380	弱脱钩	0.639	弱脱钩	1.124	扩张连结	0.881	扩张连结	0.528	弱脱钩
2009—2010	0.351	弱脱钩	0.628	弱脱钩	0.924	扩张连结	0.798	弱脱钩	0.488	弱脱钩

表 1 显示,无论就全国范围还是就各个区域而言,2000—2010 年间大部分时间内,GDP 和二氧化碳排放都在增长,但前者增长速度快于后者,导致总脱钩指标为小于 1 的正数,这说明处于弱脱钩状态。其中,2000—2008 年间,总脱钩指标逐年变小,脱钩状态逐渐改善,由扩张负脱钩或扩张连结状态向弱脱钩状态转变,然而在 2008—2009 年间总指标却突然上升,脱钩状态急剧恶化,2009—2010 年间总脱钩指标虽有所下降,但依然大于 2008 年前的脱钩指标值。就横向比较而言,四区域总脱钩指标分布呈现明显的区域性特征,东部地区最低,西部地区最高,东北和中部地区的总脱钩指数居中,这反映出我国不同地区在经济发展方式与质量方面的巨大差异。东部地区拥有先进的技术和丰富的人力资本等经济发展的有利条件,三次产业的比例较为合理,且主导产业以资金、技术和劳动密集型产业为主,因此经济增长对资源、能源的依赖度相对较弱,导致其经济增长与二氧化碳排放之间的脱钩指数在四地区中最小。相

比较而言,西部经济发展水平较低,面临着发展经济、改善民生的艰巨任务,且西部地区在技术、资金和人才方面都较为稀缺。西部作为全国能源和重化工产品基地,经济增长严重依赖于资源、能源的消耗,因此伴随着能源消耗的高速增长,二氧化碳排放必然大幅度增加,导致总脱钩指标最高,这反映出西部地区经济增长方式的粗放和不可持续性。东北地区作为老工业基地,产业结构较重,经济增长同样高度依赖资源、能源的消耗,而且该地区部分国企设备老化,长年失修,资源、能源利用效率较低,这些因素导致总脱钩指标相对较高。中部5省作为中国粮食主产区,农业占比重较大,经济增长对资源、能源的依赖度较低,所以中部地区的总脱钩指标相对于西部、东北地区较低。

关于总脱钩指标的空间分布及其演变原因,也可以从表2和表3(见下页)中得到相应的解释,这也是本文对总脱钩指标进行因果链分解的目的所在。

表2 2000—2010年间四区域节能脱钩指标及其状态的变化

年份	东部地区		中部地区		西部地区		东北地区		全国范围	
	脱钩弹性	脱钩状态	脱钩指标	脱钩状态	脱钩指标	脱钩状态	脱钩指标	脱钩状态	脱钩指标	脱钩状态
2000—2001	0.819	扩张连结	1.314	扩张负脱钩	1.587	扩张负脱钩	1.327	扩张负脱钩	1.157	扩张连结
2001—2002	0.687	弱脱钩	1.118	扩张连结	1.458	扩张负脱钩	1.122	扩张连结	1.102	扩张连结
2002—2003	0.614	弱脱钩	1.021	扩张连结	1.271	扩张负脱钩	1.024	扩张连结	0.888	扩张连结
2003—2004	0.558	弱脱钩	0.992	扩张连结	1.195	扩张连结	0.895	扩张连结	0.841	扩张连结
2004—2005	0.554	弱脱钩	0.784	弱脱钩	0.928	扩张连结	0.785	弱脱钩	0.720	弱脱钩
2005—2006	0.467	弱脱钩	0.664	弱脱钩	0.917	扩张连结	0.657	弱脱钩	0.619	弱脱钩
2006—2007	0.374	弱脱钩	0.608	弱脱钩	0.786	弱脱钩	0.644	弱脱钩	0.473	弱脱钩
2007—2008	0.289	弱脱钩	0.521	弱脱钩	0.775	弱脱钩	0.599	弱脱钩	0.459	弱脱钩
2008—2009	0.474	弱脱钩	0.781	弱脱钩	1.157	扩张连结	0.854	扩张连结	0.623	弱脱钩
2009—2010	0.449	弱脱钩	0.778	弱脱钩	1.028	扩张连结	0.792	弱脱钩	0.621	弱脱钩

表2显示,节能脱钩指标的数值分布呈明显的区域性特征,东部地区最低,西部地区最高,东北和中部地区居中,这反映出我国各区域因技术水平和产业结构差异所导致的能源利用效率不同,东部地区能源利用效率最高,而西部地区能源利用效率最低,东北和中部地区居中,再一次反映了我国不同区域在技术水平、产业结构等方面的巨大差异。纵向比较可知,2000—2008年间四区域能源消耗量的增长速度小于GDP的增长速度,反映出各区域能源利用效率明显提高,导致节能脱钩指标逐渐变小,脱钩状态逐渐改善,这主要得益于技术效应和政策效应。一方面,能源价格改革逐渐深入,企业有动力开展节能技术研发工作,促进能源效率的提高;另一方面,以节能减排政策为主的宏观调控也起到重要作用,如国家发改委于2006年8月发出通知,要求关闭能耗高的中小发电厂。但在2008—2009年间节能脱钩指标骤升,脱钩状态恶化,其原因可能是为应对金融危机,保障就业,国务院于2008年底出台了四万亿经济刺激计划,一大批基础设施建设工程投产,使能源需求大幅度增加,提高了能源消耗增长率,导致节能脱钩指标迅速上升。2009—2010年间,国家为了实现“十一五”规划中提出的节能减排目标和控制通货膨胀,加大了对高能耗、高污染、高投入行业投资的限制,节能脱钩指标有所下降,但依然高于经济危机之前的数值。这反映出经济发展方式具有一定的“惯性”,特别是大型工业项目的投资具有“锁定效应”,应该引起产业规划部门高度重视。

从表3可以看出,伴随着经济发展,二氧化碳排放和能源消耗量都呈现增长趋势,但前者增长的速度小于后者,导致减排脱钩指标大多小于1,处于弱脱钩状态。但同时减排脱钩指标无论在空间分布还是随时间演变方面都无明显的特征,这一方面说明我国各区域在能源消费结构方面无明显区别;另一方面也反映出近年来我国新能源产业发展缓慢,以煤为主的能源消费结构未发生根本性转变,能源结构优化对整体节能减排工作贡献有限。

表 3 2000—2010 年间我国四区域减排脱钩指标及其状态的变化

年份	东部地区		中部地区		西部地区		东北地区		全国范围	
	脱钩弹性	脱钩状态	脱钩指标	脱钩状态	脱钩指标	脱钩状态	脱钩指标	脱钩状态	脱钩指标	脱钩状态
2000—2001	0.838	扩张连结	0.868	扩张连结	0.908	扩张连结	0.926	扩张连结	0.898	扩张连结
2001—2002	0.802	扩张连结	0.818	扩张连结	0.837	扩张连结	0.843	扩张连结	0.839	扩张连结
2002—2003	0.768	弱脱钩	0.787	弱脱钩	0.850	扩扩张连	0.885	扩张连结	0.805	扩张连结
2003—2004	0.741	弱脱钩	0.756	弱脱钩	0.802	结张连结	0.843	扩张连结	0.818	扩张连结
2004—2005	0.724	弱脱钩	0.798	弱脱钩	0.788	弱脱钩	0.779	弱脱钩	0.778	弱脱钩
2005—2006	0.775	弱脱钩	0.804	扩张连结	0.825	扩张连结	0.885	扩张连结	0.802	扩张连结
2006—2007	0.735	弱脱钩	0.822	扩张连结	0.798	弱脱钩	0.803	扩张连结	0.773	弱脱钩
2007—2008	0.742	弱脱钩	0.744	弱脱钩	0.729	弱脱钩	0.819	扩张连结	0.777	弱脱钩
2008—2009	0.803	扩张连结	0.818	扩张连结	0.972	扩张连结	1.032	扩张连结	0.847	扩张连结
2009—2010	0.782	弱脱钩	0.807	扩张连结	0.898	扩张连结	1.007	扩张连结	0.785	弱脱钩

综合以上分析可以看出,总脱钩指标与节能脱钩指标的变化具有很强的一致性,且后者是导致前者变化的主要原因,而减排脱钩指标近十年来无显著变化,说明近十年来我国能源消费结构并未发生太大改变。这一方面是因为我国现有以煤为主的能源消费结构在短时期内难以改变;另一方面由于技术未成熟导致成本高昂,新能源产品还未大规模推广和普及。图 2 以

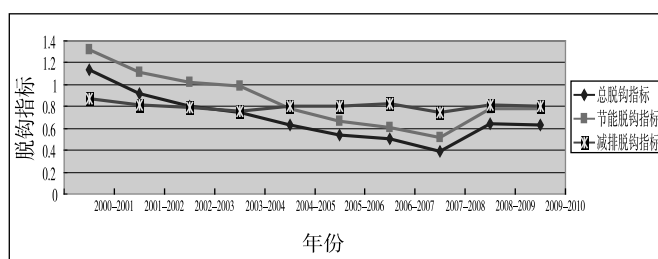


图 2 中部地区 2000—2010 年间总脱钩指标、节能脱钩指标和减排脱钩指标的变化

中部地区为例,绘制出总脱钩指标、节能脱钩指标和减排脱钩指标变化的折线图,证实了这一结论。

## 五、结论与启示

本文借鉴 Tapio 模型构造了我国东、中、西及东北地区 2000—2010 年间“经济 - 能源 - 环境”两两之间的脱钩指标并分析其在时间、空间维度上的变化分布特征。研究结果表明,由能源利用技术和产业结构决定的节能脱钩指标是导致总脱钩变化的主要原因。减排脱钩指标在研究时间段大多小于 1,处于弱脱钩状态,但其空间分布无显著的特征,时间维度上也无明显的变化趋势。从以上分析结论中可以得出以下政策启示:

第一,脱钩指标作为减排配额分配和绩效考核的指标要优于碳排放强度指标。脱钩指标一方面可以反映出各区域“经济 - 资源 - 环境”间压力的动态变化和地方政府开展节能减排的努力程度,充分调动地方政府积极性,且不存在激励悖论问题,有利于按时完成减排目标;另一方面可以兼顾到地方经济社会发展的公平性原则,有利于缩小区域间差距。

第二,加大节能技术研发和推广,优化升级产业结构,提高能源利用效率是我国未来减排的主要途径。由于处在特定发展阶段,资源禀赋以及技术水平受到限制,未来我国二氧化碳排放总量仍将上升,因而节能相对于减排更符合我国国情和实际需要。从表 1 中总脱钩指标、表 2 中节能脱钩指标之间的关系和变化可知,过去十年能源利用效率的提高为减排做出了重要贡献,但我国整体能源效率与发达国家相比还有较大差距,存在继续提高的空间和潜力。此外,我国产业结构不合理,工业尤其是重工业在国民经济中比重过大,造成经济增长对能源消耗的高度依赖,成为减排的重要障碍。因此,优化升级产业结构,大力发展服务业和高新技术产业,将对节能目标的实现有很大的帮助。

第三,支持新能源产业发展,优化能源结构。从表3可以看出,现阶段我国整体和各区域能源消耗与二氧化碳排放之间呈现弱脱钩关系,减排形势严峻。由于资源禀赋的限制,现阶段我国的能源消费结构以煤为主,单位热量煤排放的二氧化碳量是石油的1.28倍,是天然气1.69倍(国家发改委能源研究所,2003),我国现在的能源结构不利于节能减排目标的如期实现和经济社会的可持续发展。因此,发展低碳或无碳的新型能源,优化能源结构可以从源头上遏制我国二氧化碳排放高速增长的态势。但我国新能源产业的发展还处于起步阶段,一些技术和产品因为成本过高而难以推广。政府应充分利用财政补贴、税收、信贷优惠等措施加大对企业在技术研发和产品推广方面的支持力度,为新能源产业的发展营造良好的外部环境,使其顺利度过“死亡之谷”,达到经济效益、环境效益和社会效益的协调统一。

#### 参考文献:

- [1] Jotzo F, Pezzey J C. Optimal intensity targets for greenhouse gas emissions trading under uncertainty [J]. *Environmental Resource Economy*, 2007, 38(1): 259 - 284.
- [2] 张传国. 国外碳金融研究的新进展 [J]. *审计与经济研究*, 2011(5): 104 - 112.
- [3] Jotzo F. Quantifying uncertainties for emission targets. economics and environment [R]. Network Working Papers with number 0603, Australia National University, 2006.
- [4] 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 [J]. *Journal of Transport Policy*, 2005, 12(2): 45 - 52.
- [5] 郭琳, 严金明. 中国建设占用耕地与经济增长的退耦研究 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2007, 17(5): 48 - 53.
- [6] Yang Ke, Chen Baiming, Tang Xiumei. Decoupling relationship between cultivated land occupation by construction and economic growth in China during 1998 - 2007 [J]. *Chinese Journal of Population, Resources and Environment*, 2010, 8(1): 38 - 46.
- [7] 孙敬水, 陈稚蕊, 李志坚. 中国发展低碳经济的影响因素研究 [J]. *审计与经济研究*, 2011(4): 85 - 93.

[责任编辑:杨志辉]

## Study on the Decoupling Relationship between Economic Growth, Energy Consumption and Carbon Dioxide Emissions

ZHONG Weizhou<sup>1</sup>, SUN Yaohua<sup>1</sup>, QING Dongrui<sup>2</sup>

(1. School of Economics and Finance of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710061;

2. School of Economics of Renmin University of China, Beijing 100872)

**Abstract:** With the global crisis of resources and environment deepened, “economy-energy and environment” become a hot topic for the study of domestic and foreign scholars. This paper chooses Tapio model to analyse the decoupling relationship between economy growth and carbon dioxide emissions in China’s east, central, west and northeast area, and decompose the decoupling index into energy saving decoupling index and emissions abating decoupling index with causal chain. The empirical results show that regardless in the scope of national or regional, total decoupling index was consistent with energy saving decoupling index, and the latter was the main reason for the change of the former. In most of years from 2000 to 2010, the total decoupling index volatiled between 0 and 1, which was in weak decoupling status. On the horizontal level, the total decoupling index and energy saving decoupling index numerical distribution showed regional features apparently, but the emissions abating decoupling index had no space features, and there was no significant change in time dimension, neither. Finally, the article pointed out that decoupling index is superior to carbon intensity as index for quota allocation and performance-assessment. The improvement of energy efficiency and the optimization of industrial structure and energy structure are the main ways for the work of energy saving and emissions abating in the future.

**Key Words:** economic growth; energy consumption; carbon dioxide emissions; decoupling index; low carbon economy; carbon emissions intensity