

# 陕西省碳排放与经济增长脱钩分析

王琴梅, 刘卫波

(陕西师范大学 国际商学院, 陕西 西安 710062)

**摘要:**为探究碳排放与经济增长的脱钩关系,以陕西省为研究对象,运用LYQ分析框架对2001~2010年间陕西碳排放与经济增长之间脱钩弹性进行因果链分解并进行指标测评,结果显示,陕西省大部分年份碳排放与经济增长呈现弱脱钩的状态,碳排放的增长速度小于地区GDP的增长速度。研究认为,能源利用效率的提高对碳排放增长速度的减缓起到了主要作用,而价值创造弹性是阻碍脱钩的主要因素,因此,陕西省要发展低碳经济,需要在优化产业结构、大力发展低耗能高附加值的产业上继续努力。

**关键词:**陕西省;碳排放;经济增长;脱钩指标

**中图分类号:**F205

**文献标志码:**A

**文章编号:**1671-6248(2013)02-0042-05

如何最大限度地实现碳排放与经济增长的脱钩,是可持续发展的重要任务。2009年在哥本哈根世界气候大会上,中国从自身经济社会可持续发展的需要出发,本着对本国和世界人民负责的态度,提出到2020年单位GDP二氧化碳排放量比2005年下降40%~45%的减排目标。位于中国西部的陕西省也必将在未来的经济增长过程中承担较大的减排任务。因此,对陕西省碳排放与经济增长脱钩关系进行研究,找到阻碍脱钩的因素并做有效化解有着十分重要的现实意义。

## 一、文献综述与问题的提出

关于碳排放与经济增长二者间的关系,国内外都有重要的研究成果。从国外学者的研究成果来看,“环境库茨涅茨倒U型曲线”描述了环境污染在低收入水平上随人均GDP增加而上升,高收入水平上随人均GDP的增长而下降,从而呈现倒U型的变

化趋势。然而Stern和Galeotti等通过数据拟合,均认为人均GDP与人均碳排放量之间很难呈现倒U型变化<sup>[1-2]</sup>。Coondoo等估计了人均GDP与人均碳排放量间的因果关系,结果显示在北美洲两者间存在着从碳排放量到经济增长的单向因果关系,当碳排放量降低时,经济的表现也会减弱<sup>[3-4]</sup>。而在世界其他88个国家中(除了北美洲、南美洲和亚洲国家),人均碳排放量与人均GDP却存在着十分确定的双向因果关系<sup>[5]</sup>。与之相反,Davidson等运用面板数据分析了美国的48个州(除了夏威夷、阿拉斯加和华盛顿),结果显示在州级数据中,碳排放与经济增长之间呈现明显的双向因果关系<sup>[6]</sup>。由此可见,对于碳排放与经济增长之间的关系,国外学者有着各自不同的见解。

从国内学者的研究看,现有成果有从整个国家层面考虑的,也有不少是关于省域层面的面板分析。谭丹等测算了中国东、中、西部三大地区的碳排放总量,分析了三大地区生产总值与碳排放之间的关

收稿日期:2013-02-16

基金项目:国家社会科学基金项目(10BJY012)

作者简介:王琴梅(1962-),女,甘肃古浪人,教授,博士研究生导师。

系<sup>[7]</sup>。刘国平等从整个国家层面研究了碳排放、经济增长与福利的关系<sup>[8]</sup>。蔡昉等通过拟合环境库兹涅茨曲线、预测碳排放水平的拐点,考察了中国经济内在的节能减排要求<sup>[9]</sup>。武红等在现有数据基础上,分析了河北省碳排放与经济增长、能源消费的关系<sup>[10]</sup>。温景光通过建立江苏省人均碳排放的因素分解模型,对影响人均碳排放的 3 个主要因素进行了定量分析<sup>[11]</sup>。但是,以上的分析都是从较为宏观的角度梳理影响碳排放的基本因素,并未从因果的角度对影响碳排放与经济增长脱钩的因素进行较为精确的衡量。鉴于此,本文在 Tapio 脱钩指标基础上构建 LYQ 分析框架,对陕西省碳排放与经济增长脱钩弹性进行因果链分解和指标测评,以便更准确地找出影响碳排放与经济增长脱钩的因素,并提出对策建议。

二、LYQ 分析框架构建

(一) 脱钩弹性及指标

碳排放与经济增长的脱钩是指碳排放不再随着经济的增长而增长,相反会随着经济的增长而得到最大限度的削减,因此两者之间的完全脱钩是一种较为理想的状态,是低碳经济追求的目标,也是可持续发展的重要目标。脱钩弹性是一种对脱钩状态的具体的数值衡量。在本文中,脱钩弹性主要是指碳排放量相对于地区 GDP 的变化比率。

根据脱钩弹性值的不同可以将脱钩分成不同的状态,即脱钩指标,目前应用最为广泛的脱钩指标是 Tapio 脱钩指标。Tapio 在研究 1970 ~ 2001 年间欧洲经济增长与碳排放之间的关系时引入交通运输量作为中间变量,将脱钩弹性分解为 GDP 与运输量之间的脱钩弹性和运输量与碳排放总量之间的脱钩弹性,将两式相乘,便可得到一般的脱钩弹性计算公式,即

$$e = ((\Delta V/V)/(\Delta I_{GDP}/I_{GDP})) \cdot ((\Delta I_{CO_2}/I_{CO_2})/(\Delta V/V)) \tag{1}$$

其中  $e$  表示经济增长与碳排放之间的脱钩弹性; $\Delta I_{GDP}$  表示 GDP 的增加量; $I_{GDP}$  表示 GDP 的值; $I_{CO_2}$  表示  $CO_2$  的排放量; $\Delta I_{CO_2}$  表示增加的  $CO_2$  排放量; $\Delta V$  为增加的交通运输量; $V$  为交通运输量。Tapio 根据脱钩弹性值的大小定义了 8 种脱钩状态或指标,如表 1 所示<sup>[12]</sup>。

表 1 Tapio 8 种等级与弹性值比照

状态		$\Delta I_{CO_2}$	$\Delta I_{GDP}$	$e$
负脱钩	扩张负脱钩	> 0	> 0	> 1.2
	强负脱钩	> 0	< 0	< 0
	弱负脱钩	< 0	< 0	$0 < e < 0.8$
脱钩	弱脱钩	> 0	> 0	$0 < e < 0.8$
	强脱钩	< 0	> 0	< 0
	衰退脱钩	< 0	< 0	> 1.2
连接	增长连接	> 0	> 0	$0.8 < e < 1.2$
	衰退连接	< 0	< 0	$0.8 < e < 1.2$

(二) LYQ 分析框架

LYQ 分析框架是依据 Tapio 脱钩指标的构建思路,在碳排放与经济增长之间引入与之相关的能源消费量、工业总产值等中间变量,并计算两个连续变量之间的脱钩弹性值,将中间变量的弹性值相乘即得到碳排放与经济增长之间的脱钩弹性值,这是对两者脱钩弹性的一种因果链分解,可以根据各分解变量的脱钩状态,对总体弹性做更深入的分析。依据以上所述,将碳排放与经济增长之间的脱钩弹性分解为 3 组中间变量脱钩弹性的乘积,即碳排放与能源消费量之间的脱钩弹性、能源消费量与工业总产值之间的脱钩弹性和工业总产值与地区 GDP 之间的脱钩弹性,分别称为减排脱钩弹性、节能脱钩弹性和价值创造脱钩弹性,用公式表示为

$$e = (\Delta I_{CO_2}/I_{CO_2})/(\Delta I_{GDP}/I_{GDP}) = abc \tag{2}$$

式中: $a$  为减排脱钩弹性; $b$  为节能脱钩弹性; $c$  为价值创造脱钩弹性。其中各影响因子可以分别表示为

$$a = (\Delta I_{CO_2}/I_{CO_2})/(\Delta I_{EC}/I_{EC}) \tag{3}$$

式中: $I_{EC}$  表示能源消费量; $\Delta I_{EC}$  表示能源消费量的增加量;该弹性是碳排放量的增长率除以能源消费量的增长率,当该弹性值处于脱钩状态时,说明碳排放量的增长率小于能耗的增长率,减排效果明显,反之减排效果较差。该弹性也反映了低碳技术改善因素在经济低碳化发展中的影响,即经济系统“减排”发展的脱钩状态,其值越接近脱钩状态反映减排效果越明显。

$$b = (\Delta I_{EC}/I_{EC})/(\Delta I_{GIO}/I_{GIO}) \tag{4}$$

式中: $I_{GIO}$  表示工业总产值; $\Delta I_{GIO}$  表示工业总产量的增加值;该弹性是能耗的变化率除以工业总产值的变化率,当弹性值处于脱钩状态时,说明能耗的增长率小于工业总产值的增长率,节能效果明显,反之节能效果较差。该弹性也反映了产业生产方式、产业结构和生产技术的改善因素在产业低碳化发展中的影响,即产业“节能”发展的脱钩状态,其值越接近

脱钩状态,反映节能效果越明显。

$$c = ( \Delta I_{G10} / I_{G10} ) / ( \Delta I_{GDP} / I_{GDP} ) \quad (5)$$

该弹性表示工业  $I_{G10}$  与地区 GDP 之间的弹性脱钩关系,是覆盖稀缺生产要素在社会经济中价值创造能力的变化。其值越接近连接状态,反映覆盖生产要素规模越大,价值创造能力越弱;越接近脱钩状态,反映覆盖生产要素规模越小,价值创造能力越强。

由上可知,LYQ 分析框架可以很好地对脱钩指标进行因果链分解和指标测评,进而可以准确地找出造成连接的原因,并提出对策。在以上分析中,若对所形成的式(2)两边取对数(底为整体的脱钩弹性值,底为负值的情况除外),则等式左边就是 1,根据等式右边各因素的正负值以及大小,可分别判断各因素对弹性值的正负影响及其决定性。

三、实证分析

(一)数据来源

地区 GDP、工业总产值的数据分别来自于 2001 ~ 2011 年《陕西省统计年鉴》,能源消费量的数据来源于 2001 ~ 2011 年《中国能源统计年鉴》,碳排放量

采用政府间气候变化专门委员会(IPCC)推荐的方法计算得到。该方法不仅考虑了不同能源碳排放率的不同,而且还考虑到其在固碳率、氧化率等方面的差异。经济系统终端能源消费品种主要包括煤炭、焦炭、焦炉煤气、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气、天然气、炼厂干气、热力、电力等能源。

(二)对结果的分析

基于以上的分析,我们分别用 2001 ~ 2010 年陕西省碳排放量的变化率除以地区 GDP 的变化率,得到 2001 ~ 2010 年间陕西省碳排放与经济增长之间的脱钩关系,并用 LYQ 分析框架对该脱钩弹性进行了因果链分解。依据 Tapio 脱钩指标的 8 种状态进行划分,根据式(2) ~ 式(5)的计算结果如表 2 所示。

表 2 显示:陕西省 2001 ~ 2010 年经济系统减排脱钩弹性处于强脱钩、弱脱钩和增长连接的交替状态,碳排放量分别在 2004、2005、2008、2009 年出现较大的增幅,因而未能形成脱钩的趋势,说明陕西省 10 年间“减排”存在反复;10 年间节能弹性基本处于弱脱钩状态,说明陕西省近十年在节能方面取得一定的成效,能源消费量的增长速度小于工业总产

表 2 2001 ~ 2010 年陕西省碳排放与经济增长脱钩弹性及其分解

年份	减排脱钩弹性	状态	节能脱钩弹性	状态	价值创造弹性	状态	脱钩弹性	状态
2001	0.726 3	弱脱钩	3.004 2	扩张负脱钩	1.185 5	增长连接	2.586 8	扩张负脱钩
2002	-0.575 0	强脱钩	-0.472 9	强脱钩	1.101 9	增长连接	0.299 6	弱脱钩
2003	0.461 7	弱脱钩	0.172 8	弱脱钩	1.536 5	扩张负脱钩	0.122 6	弱脱钩
2004	1.054 0	增长连接	0.973 8	增长连接	1.106 7	增长连接	1.135 9	增长连接
2005	2.220 9	扩张负脱钩	1.184 1	增长连接	1.889 0	扩张负脱钩	2.337 7	扩张负脱钩
2006	-0.588 6	强脱钩	0.144 6	弱脱钩	1.346 4	扩张负脱钩	-0.114 6	强脱钩
2007	-1.187 5	强脱钩	0.361 5	弱脱钩	0.837 6	增长连接	-0.359 5	强脱钩
2008	1.042 7	增长连接	0.554 6	弱脱钩	0.994 2	增长连接	0.574 9	弱脱钩
2009	1.128 9	增长连接	0.552 8	弱脱钩	1.222 6	扩张负脱钩	0.763 0	弱脱钩
2010	0.628 2	弱脱钩	0.566 2	弱脱钩	1.255 4	扩张负脱钩	0.446 6	弱脱钩
均值	0.491 2	弱脱钩	0.704 2	弱脱钩	1.147 6	增长连接	0.779 3	弱脱钩

值的增长速度,单位产出的能耗持续降低;10 年间价值创造弹性始终处于扩张负脱钩和增长连接的状态,说明产出覆盖的生产要素规模越来越大,价值创造能力持续降低,其主要原因是工业,尤其是高耗能低附加值的产业在经济中的比重越来越大,经济系统越来越“重型化”。从脱钩弹性反映的总体状态来看,大多数年份经济增长与碳排放处于强脱钩和弱脱钩的理想状态,在经历了 2004 年的增长连接状态和 2005 年的扩张负脱钩状态之后,近几年碳排放

增长速度明显小于经济的增长速度,说明近几年陕西省整体减排效果明显。

由表 2 可知,2002、2003、2008、2009 和 2010 年陕西省碳排放与经济增长脱钩弹性处于弱脱钩状态,2002 年价值创造弹性影响为正向,节能弹性和减排弹性影响为负向,价值创造弹性具有决定性;2003 和 2010 年减排弹性和节能弹性影响为正向,价值创造弹性影响为负,节能弹性有决定性;2008 年节能弹性和价值创造弹性影响为正向,减排弹性

影响为负向,节能弹性有决定性;2009 年节能弹性影响为正向,价值创造弹性和减排弹性起负向影响,节能弹性具有决定性。2006 和 2007 年整体脱钩弹性处于强脱钩状态,其中减排弹性影响为正向,节能弹性和价值创造弹性影响为负向,减排弹性具有决定性。2001 和 2005 年整体脱钩弹性处于扩张负脱钩状态,2001 年减排弹性和价值创造弹性有正效应,节能弹性有负效应,节能弹性起决定作用;2005 年减排弹性、节能弹性和价值创造弹性均起正向影响,减排弹性有决定性。2004 年的整体脱钩弹性处于增长连接状态,其中减排弹性和价值创造弹性起正向作用,节能弹性起负向作用,价值创造弹性有决定性。

由以上分析不难发现,2001~2010 年陕西省碳排放与经济增长显现出脱钩趋势,因为:(1)节能弹性的稳定是出现整体脱钩趋势的主要因素。10 年间陕西省的节能弹性基本都处于脱钩状态,这为碳排放与经济增长的脱钩形成了稳定的推力,但也应该看到 10 年间节能弹性均值达到 0.7 的高位,因此未来陕西省在节能方面还有很大的进步空间。(2)价值创造能力过低已成为陕西省碳排放与经济增长脱钩的主要阻力。在分解因素中,价值创造弹性是状态变动最小的,始终处于扩张负脱钩和增长连接状态;在影响力分析中,大部分年份的价值创造弹性对总体脱钩弹性均起到负向作用,这成为阻碍整体脱钩的一个最顽固的力量。这也反映了陕西省产业结构“重型化”明显,工业以及高耗能低产出产业在经济中比重不断增大的不合理状况。(3)碳排放与经济增长脱钩的状态改变主要受减排弹性的影响。从变化趋势上看,整体弹性的改变基本上与减排弹性状态变化同步,因此,保持减排效果的稳定也成为保持陕西省碳排放与经济增长脱钩状态稳定的决定因素。

## 四、对策建议

第一,保持节能优势,进一步提高能源利用效率。尽管陕西省 2001~2010 年间节能弹性的稳定状态为整体弹性的脱钩起到了主要作用,但这并不意味着该省的节能工作已经没有进一步挖掘的潜力,更意味着提高能源效率已经不是紧迫的任务。恰恰相反,正因为能源利用效率的提高在陕西省 2001~2010 年间能源消耗和碳排放增长速度的减缓中起到了重要作用,因此节能也就必然成为今后

陕西省减排的重要途径和手段。为此,在未来实现低碳经济的发展中,陕西省必须努力做到:(1)进一步提高节能意识,合理安排节能体制和机制,积极引进和采用世界上先进的节能技术,健全节能的宏、微观管理。(2)提高在能源利用效率和传统能源清洁化利用技术方面的投资和科研力度,积极发展技术成熟的风电、太阳能光伏和热利用、生物质发电等新能源。(3)关注碳捕获和封存技术的研发和运用,弱化以煤为主要能源的劣势状态。

第二,转变发展方式,调整产业结构,积极发展低耗能、高附加值的战略性新兴产业。陕西省在过去的 10 年里价值创造弹性基本上都大于 1,而且价值创造弹性一直在碳排放与经济增长脱钩弹性中起负向作用,说明工业作为陕西国民经济主导产业的作用在进一步加强,该省正处于工业化加速发展的时期。但同时也说明,陕西省价值创造能力在持续降低,经济发展覆盖生产要素规模在扩大,原因在于其产业结构不合理,工业尤其是高耗能、低附加值的产业占经济的比重在逐步加大。因此,未来陕西省要实现经济的低碳化发展,必须努力做到:(1)转变经济发展方式,走新型工业化道路,以信息化带动工业化,以工业化促进信息化,使经济增长主要依靠技术进步和劳动者素质的提高,坚决把经济活动由追求数量扩张转向追求质量提高和结构优化上来。(2)调整产业结构,大力发展低耗能、高附加值产业,大力发展新一代信息产业、文化产业、高端装备制造业、节能环保产业等国家战略性新兴产业。

第三,把减排作为重中之重,走低碳经济之路。就陕西总体来看,碳排放与地区 GDP 之间脱钩关系在多数年份都表现为弱脱钩和强脱钩的交替状态,说明 10 年间陕西减排效果初见成效,而在过去的十年间,减排都出现了不同程度的反复,有的年份甚至出现了幅度较大的反复,说明减排未能实现持续性。在分解因素中,减排弹性始终是造成总体弹性反复的主要因素之一。因此,陕西必须把减排作为重中之重,毫不犹豫地走低碳经济之路:(1)积极探索适合陕西省实际的低碳经济发展模式,并努力保持政策的连续性和执行力。(2)积极发展碳金融,加大对可再生能源领域的投资,逐步优化能源结构,降低煤在陕西能源结构中的比重,切实降低碳排放强度。(3)完善碳税、碳交易等制度,规范碳交易市场,优化各种减排资源的配置,以提高减排效率,实现减排的持续性。

## 五、结 语

在保持经济高速增长的同时,如何降低碳排放的增速,实现经济增长与环境质量的双赢,是当前中国较为关注的一大热点问题。本文运用 LYQ 分析框架分析陕西省碳排放与经济增长的脱钩关系,结果显示:产业结构重型化程度的加大是阻碍碳排放与经济增长脱钩的主要因素,减排效果的不稳定也是重要因素,而显著的节能效果是促使陕西省碳排放与经济增长脱钩的主要因素。鉴于此,本文建议陕西省应当保持节能优势,进一步提高能源利用效率;转变发展方式,调整产业结构,积极发展低耗能、高附加值的战略性新兴产业;把减排作为重中之重,走低碳经济之路。

### 参考文献:

- [ 1 ] Stern D. The rise and fall of the environmental Kuznets Curve [ J ]. World Development, 2004, 32 ( 8 ) : 1419-1439.
- [ 2 ] Galeotti M, Lanza A, Pauli F. Reassessing the environmental Kuznets Curve for CO<sub>2</sub> emissions: a robustness exercise [ J ]. Ecological Economics, 2006 ( 57 ) : 152-163.
- [ 3 ] Coondoo D, Dinda S. Causality between income and emission: a country group specific econometric analysis [ J ]. Ecological Economics, 2002 ( 40 ) : 351-367.
- [ 4 ] Dinda S, Coondoo D. Income and emission: a panel data-based cointegration analysis [ J ]. Ecological Economics, 2006, 57 ( 2 ) : 167-181.
- [ 5 ] Coondoo D, Dinda S. Carbon dioxide emission and income: a temporal analysis of cross-country distributional patterns [ J ]. Ecological Economics, 2008, 65 ( 2 ) : 375-385.
- [ 6 ] Davidsdottir B, Fisher M. The odd couple: The relationship between state economic performance and carbon emissions economic intensity [ J ]. Energy Policy, 2011 ( 39 ) : 4551-4562.
- [ 7 ] 谭 丹, 黄贤金. 我国东、中、西部地区经济发展与碳排放的关联分析与比较 [ J ]. 中国人口、资源与环境, 2008 ( 3 ) : 54-57.
- [ 8 ] 刘国平, 诸大建. 中国碳排放、经济增长与福利关系研究 [ J ]. 财贸研究, 2011 ( 6 ) : 83-88.
- [ 9 ] 蔡 昉, 都 阳, 王美艳. 经济发展方式转变与节能减排内在动力 [ J ]. 经济研究, 2008 ( 6 ) : 4-11, 36.
- [ 10 ] 武 红, 谷树忠, 周 洪, 等. 河北省能源消费、碳排放与经济增长的关系 [ J ]. 资源科学, 2011 ( 10 ) : 1897-1905.
- [ 11 ] 温景光. 江苏省碳排放的因素分解模型及实证分析 [ J ]. 华东经济管理, 2010 ( 2 ) : 29-32.
- [ 12 ] 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 ) : 137-151.

## Decoupling analysis of carbon emissions and economic growth in Shaanxi province

WANG Qin-mei, LIU Wei-bo

(School of International Business, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, Shaanxi, China)

**Abstract:** The paper studies carbon emissions of Shaanxi province. The LYQ framework is used in this paper to analyzes the relationship between carbon emissions and economic growth of Shaanxi province from 2001 to 2010. The result showed that most years, in Shaanxi province, economic growth and carbon emissions has a weak decoupled state, and the carbon emissions growth speed is less than the regional GDP growth rate. Higher energy efficiency played a major role to slow the growth speed of carbon emissions; and the value creation elasticity is the main factor to hinder decoupling. So, in the future, Shaanxi province wants to develop low-carbon economy should be optimized industrial structure and efforts to develop low-energy high-value-added industry.

**Key words:** Shaanxi province; carbon emission; economic growth; decoupling indicator