

Analysis on the Carbon Emission in Henan Province and Its Influence Factors Based on VAR Model

Jianrong Tang, Fumin Ding

School of Business, Jiangnan University, Wuxi
Email: tangjianrong703@163.com, dingfuminhr@163.com

Received: Jun. 27th, 2014; revised: Jul. 10th, 2014; accepted: Jul. 20th, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Based on the statistical data 1980-2011 of Henan Province, making use of VAR model to establish the empirical model for carbon emission and its influence factors, the paper deeply analyzes functional principles and dynamic relationships of different carbon emissions influence factors by using methods such as impulse response function and variance decomposition. The results show that: level of economic development, energy structure and energy intensity have significant impacts on carbon emission, that is, the level of economic development has a lasting effect on carbon emission, energy structure has an inhibitory effect while energy intensity has a time-lag effect on carbon emission. According to the study above, the paper provides recommendations on level of economic development, energy structure and energy intensity.

Keywords

Carbon Emission, VAR Model, Impulse Response Function, Variance Decomposition

基于VAR模型的河南省碳排放及其影响因素分析

唐建荣, 丁富民

江南大学商学院, 无锡

Email: tangjianrong703@163.com, dingfuminhr@163.com

收稿日期: 2014年6月27日; 修回日期: 2014年7月10日; 录用日期: 2014年7月20日

摘要

基于河南省1980~2011年的统计数据,运用VAR模型构建了碳排放及其影响因素的实证模型,利用脉冲响应函数和方差分解等方法深度分析了不同碳排放影响因素的作用规律和动态关系。结果表明:经济发展水平、能源结构、能源强度对碳排放影响显著;经济发展水平对碳排放的冲击为持久效应,能源结构对碳排放具有抑制效应,能源强度对碳排放的影响具有时滞性。本文据此从经济发展水平、能源结构和能源强度等方面提出了建议。

关键词

碳排放, VAR模型, 脉冲响应, 方差分解

1. 引言

碳排放对全球气候的负面作用逐渐明显,它已关系到人类社会的生存和发展。作为世界上的碳排放大国,中国承受着来自国际和国内的多方压力,而控制与削减碳排放量将成为其积极应对压力的重要着力点。河南省是中国重要的经济大省,经济社会发展迅猛,对国民经济的发展做出了重要贡献。然而,其经济质量和产出效益的整体水平不高,经济的巨大成效是以高能耗和高投资为代价,能源消费与碳排放呈现刚性增长的趋势,经济增长方式逐渐形成高碳特征,这给河南省经济社会的可持续发展带来了巨大挑战。因此,在经济发展与碳减排中寻求平衡杠杆与双赢关系事关河南省的持久发展大局,而深入研究碳排放的现有状况,科学分析碳排放的影响因素,准确把握碳排放的发展规律,对于河南省制定可操作性碳减排政策、促进经济又好又快发展具有重要的实践意义。

2. 文献综述及研究现状

随着碳排放问题的日益复杂与严峻,碳排放及其影响因素间的波动特征与相互作用已成为学者研究的焦点和热点。中国各地区经济社会的发展存在显著差异,碳排放的区域问题较为显著,解决碳排放问题与实现碳减排目标任重而道远。因此,有必要对各区域的碳排放及其驱动因素进行深入剖析。李艳梅、张雷等以中国1980~2007年的相关数据构建了因素分解模型,从计量角度解析了经济总量、产业结构和碳排放强度对碳减排的影响效应[1]。田立新、张蓓蓓以中国2000~2008年的数据为依据,基于GFI方法建立了中国人均碳排放的因素分解模型,量化分析了能源结构、能源效率和经济发展等因素对中国人均碳排放的影响[2]。张丽峰以碳生率和脱钩指数解析了北京市1981~2010年经济增长与碳排放的静态与动态关系,并用STIRPAT模型解析了北京市碳排放的影响因素[3]。王靖、马光文依据四川省2000~2009年能源消费数据,采用Laspyeyres完全分解方法对全省碳排放总量、人均碳排放量、单位GDP碳排放量三项指标进行了分解,并测算了各影响因素对分解目标的贡献[4]。李雷鸣、孙梁平等采用IPCC方法对山东省及相关地区的碳排放量及其演化规律进行了分析,在此基础上重点研究了区域经济发展、能源强度、碳强度、能源消费结构、产业结构等因素对区域碳排放的影响[5]。朱婵璿、王让会以江苏省2002~2010年的能源数据为基础,运用碳排放方法剖析了不同能源消费类型和不同产业部门的碳排放特征[6]。高彩

玲、高歌等采用 1995~2009 年的河南省碳排放数据, 借鉴 LDMI 因素分解方法对河南省人均碳排放变化进行了分解, 并由结果提出了相关的建议[7]。王铮、翟石艳等测算了河南省 1995-2006 年的碳排放量, 并预测了河南省 2007~2050 年的最优经济增长率、能源消费结构和产业结构, 在此基础上计算了河南省 2007~2050 年的能源消费、碳排放总量和人均量[8]。

综上所述, 碳排放受到多种因素的影响, 各地也呈现出明显的区域差异, 但研究仅仅停留在分析各因素对碳排放的影响方面, 缺乏必要的统计研究和相关性检验, 没有从不同侧面刻画出碳排放与其影响因素间的动态关系, 不利于从多角度量化各影响因素对碳排放的影响程度, 因而使得制定渐进式的碳减排政策缺少更多的依据。而 VAR 模型能够深入分析各影响因子与碳排放的动态关系, 明确碳排放主要影响因素的作用机理并量化其贡献度[9]。因此, 本文以河南省 1980~2011 年碳排放及其影响因素的时间序列数据为对象, 通过构建 VAR 模型有效分析各影响因素对碳排放的扰动影响和贡献度, 以为河南省制定碳减排策略与规划可持续发展战略提供科学的参考依据。

3. VAR 模型及变量选择

向量自回归模型(VAR)是由 Sims 在 1980 年提出, 它通常用来预测相互联系的时间序列系统及分析随机扰动对变量系统的动态冲击, 从而解释各种经济冲击对经济变量形成的影响。它采用多方程联立的形式, 在模型的每一个方程中内生变量对模型的全部内生变量的滞后值进行回归, 从而估计全部内生变量的动态关系。因此, VAR 模型被广泛应用于预测和分析随机扰动对系统的动态冲击, 其模型表示为:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + Hx_t + \varepsilon_t \quad t = 1, 2, 3, \dots, T \quad (1)$$

式中: y_t 是 m 维内生变量列向量, x_t 是 n 维外生变量列向量, p 为滞后阶数, T 为样本个数; $m \times m$ 维矩阵 $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ 和 $m \times n$ 维矩阵 H 都是待估的系数矩阵, ε_t 是 m 维扰动列向量, 它们相互之间可以同期相关, 但不与自己的滞后值相关且不与等式右边的变量相关。

对于碳排放量的因素分解问题, 本文将采用扩展的 Kaya 恒等式对碳排放影响因素进行细分, 它能够把社会发展中产生的碳排放量与经济、能源和人口等因素通过数学公式联系起来。表达为:

$$CI = \sum_i \sum_j \frac{CI_{ij}}{E_{ij}} \times \frac{E_{ij}}{E_i} \times \frac{E_i}{GDP_i} \times \frac{GDP_i}{GDP} \times \frac{GDP}{P} \times P = \sum_i \sum_j CF_{ij} \times CP_{ij} \times EI_i \times IA_i \times AGDP \times P \quad (2)$$

式中 CI 表示碳排放量; CI_{ij} 表示第 i 产业消耗 j 种能源的碳排放; E_{ij} 表示第 i 产业第 j 种能源消耗量; E_i 表示第 i 产业能源消耗总量; GDP_i 表示第 i 产业的产值; GDP 表示国内生产总值; P 表示人口规模; CF_{ij} 表示第 i 产业中第 j 种能源的碳排放系数; CP_{ij} 表示第 i 产业中第 j 种能源的消费比例; EI_i 示第 i 产业的能源消费强度; $AGDP$ 表示经济发展水平。由此, 可将碳排放分解为碳排放因子、能源结构、能源强度、产业结构、经济发展水平、人口规模等六种主要影响因素。

碳排放因子是由生产过程中使用的能源种类所决定, 而各类能源都有固定的碳排放系数, 其变化率基本为零, 因此在研究中可不考虑其影响。人口规模会随着出生率和死亡率变动而直接的变动, 可视作外生变量; 产业结构会受到国家或地区产业政策的影响, 也可视为外生变量; 经济发展水平、能源结构、能源强度和碳排放四个因素相互影响, 故认为是内生变量, 同时会受到外生变量人口规模、产业结构的影响。指标的具体解释如下:

碳排放量。由于化石等能源消费是碳排放的主要来源, 所以在计算时主要以煤炭、石油和天然气三种碳排放量大的能源为基础对碳排放总量进行测算; 同时依据 IPCC 提供的测算方法, 碳排放量 = \sum 能源 i 的消费量 \times 能源 i 的碳排放系数(i 为能源种类), 能源消费量必须换算成统一热量单位的标准煤。另外, 根据国家发展和改革委员会能源研究所的研究结果, 煤炭、石油、天然气的碳排放系数分别为 0.7476

吨碳/吨标准煤、0.5825 吨碳/吨标准煤、0.4435 吨碳/吨标准煤[10]。碳排放量记为 CI。

人口规模用河南省历年年末人口总量表示, 记为 P; 经济发展水平用河南省历年人均国内生产总值来表示, 记为 AGDP(按照 1980 年不变价格进行调整); 能源结构用河南省煤炭消费占总能源消费中的比重表示, 记为 CP; 能源强度用河南省能源总消费量与 GDP 的比值表示, 记为 EI; 产业结构用河南省第二产业产值与 GDP(按照 1980 年不变价格进行调整)的比值来表示, 记为 IA。以上指标的所有数据均来自 2012 年《河南省统计年鉴》。

4. 数据处理及参数估计

4.1. 单位根检验

为了消除数据的异方差, 必须对各指标进行自然对数转换。另外, 为了确保 VAR 模型设定的有效性, 需要对各变量的平稳性进行检验。本文运用 ADF 方法, 借助 EVIEWS6.0 软件, 对变量数据进行检验, 结果显示(表 1): 在 10% 的显著性水平上, 变量 $\ln AGDP$ 、 $\ln IA$ 、 $\ln EI$ 、 $\ln CI$ 、 $\ln P$ 和 $\ln CP$ 都是 1 阶单整序列, 表明这 6 个变量间可能存在协整关系, 可进一步检验其协整性。

4.2. 协整检验

ADF 检验表明所有变量数据均为 1 阶单整序列, 因此, 将运用 Johansen 检验方法对变量进行协整检验, 检验结果显示(表 2): 在 5% 的置信水平下, 协整检验的迹检验和最大特征根检验都认为变量间存在 3 个协整向量, 说明这 6 个变量间存在长期的均衡关系。

4.3. 最佳滞后阶数的确定

在 VAR 模型的滞后阶数选择上, 一方面滞后阶数偏少, 不能完整反映变量间的动态关系。另一方面, 滞后阶数越大, 模型的自由度就减少[11], 模型的有效性将受到影响。所以需要综合权衡两者的大小, 这里将采用 LR、FPE、AIC、SC 和 HQ 等准则来确定 VAR 模型的最佳滞后阶数。结果显示(表 3), SC 准

Table 1. ADF test results
表 1. ADF 检验结果

变量	ADF 值	10% 临界值	结论
$\ln AGDP$	3.551876	-2.632604	不平稳
$D \ln AGDP$	-3.385409	-2.622989	平稳
$\ln IA$	-0.191760	-2.619160	不平稳
$D \ln IA$	-5.165786	-2.621007	平稳
$\ln EI$	-1.705926	-2.621007	不平稳
$D \ln EI$	-3.730053	-2.621007	平稳
$\ln CP$	-0.360982	-2.619160	不平稳
$D \ln CP$	-4.147142	-2.621007	平稳
$\ln P$	-4.574705	-2.621007	不平稳
$D \ln P$	-2.061594	-2.619160	平稳
$\ln CI$	0.957623	-2.621007	不平稳
$D \ln CI$	-3.267856	-2.621007	平稳

注: D 表示一阶差分形式。

Table 2. Results of Johansen cointegration test

表 2. Johansen 协整检验结果

原假设	迹统计量	5%临界值	P 值**	λ -max 统计量	5%临界值	P 值
None*	210.1205	47.85613	0.0000	127.3660	27.58434	0.0000
At most 1*	82.75451	29.79707	0.0000	51.16828	21.13162	0.0000
At most 2*	31.58623	15.49471	0.0001	30.30619	14.26460	0.0001
At most 3	1.280043	3.841466	0.2579	1.280043	3.841466	0.2579

注：*表示在 5%的显著性水平下拒绝原假设。

Table 3. The VAR to determine the model of optimal lag order

表 3. VAR 模型最佳滞后阶数的确定

滞后阶数	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	275.1844	NA	1.54e-13	-18.15065	-17.58487	-17.97345
1	387.1917	169.9422	2.13e-16	-24.77184	-23.45170*	-24.35839
2	413.9817	33.25648*	1.14e-16	-25.51598	-23.44146	-24.86626
3	434.7065	20.01017	1.09e-16*	-25.84183*	-23.01294	-24.95586*

注：*表示按照此评价准则确定的滞后阶数。

则认为滞后阶数应为 1，LR 准则认为滞后阶数应为 2，FPE、AIC 和 HQ 准则认为滞后阶数应为 3，故最终确定滞后阶数为 3。因此，选择建立 VAR(3)模型。

4.4. 平稳性检验

在上述检验的基础上，若 VAR 模型中碳排放与其影响因素的 AR 根的模都小于 1，那么构建的模型稳定，即可进一步进行模型的构建与估计。鉴于此，运用 EViews6.0 软件对碳排放及其影响因素建立的 VAR(3)模型进行 AR 根检验，由 AR 根的检验结果可知(图 1)：碳排放及其影响因素的特征根都在单位圆内部，说明由碳排放及其影响因素构建的 VAR(3)模型具有良好的稳定性。

4.5. VAR 模型的估计

由上述检验可知，所有数据呈现平稳特征且存在长期的均衡关系，同时由 AR 根检验与最佳滞后阶数方法确定了应构建 VAR(3)模型。因此，应用 Eviews6.0 软件，针对河南省 1980~2011 年的碳排放与人口规模、经济发展水平、能源结构、能源强度、产业结构间的关系建立 VAR(3)模型(表 4)。

由构建的 VAR(3)模型的计算结果可知(表 4)：

经济发展水平对碳排放的影响显著，其滞后二期与三期的显著值分别为 11.0810、-11.7458，主要是前期低的经济发展水平会拉高碳排放水平，随着经济发展水平的提高，其对碳减排的影响会逐渐明显。能源结构具有明显的时滞影响，其滞后三期的显著值为-4.2155，主要是固有的能源消费结构对碳排放的变动作用不明显，而能源消费结构的递进优化会对碳减排的作用愈来愈凸显。能源强度滞后影响举足轻重，其滞后二期与三期的显著值分别为 11.2438、-12.3393，主要是能源利用效率并没有完全释放作用，随着能源利用效率在各层面上的渗透提升，其在碳减排中的作用越来越突出。碳排放自身有显著重叠影响，其滞后二期与三期的显著值分别为-11.4537、12.3712，主要是随着滞后期的推进，碳排放的累积量会对碳排放造成重大影响。人口规模影响尚未充分体现，其值为-0.7591，主要是居民生活理念和节能意识的明显改善抵消了人口对碳排放的推动作用，逐渐呈现出对碳排放的削减作用，但当前人口规模已经

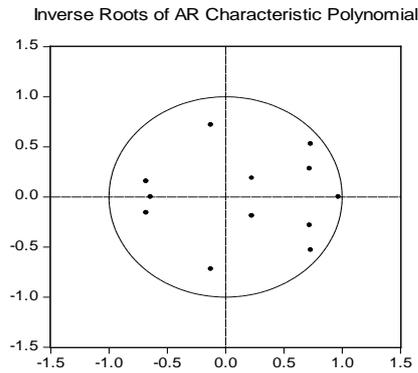


Figure 1. The results of system stability test from VAR model

图 1. VAR 模型的系统稳定性检验结果

Table 4. Results of VAR model estimation

表 4. VAR 模型估计结果表

		lnAGDP	lnCP	lnEI	lnCI
内生 变量	lnAGDP(-1)	-0.8499	-0.1821	2.2883	1.2880
	lnAGDP(-2)	5.7607*	0.4907	5.4347	11.0810***
	lnAGDP(-3)	-5.5431*	-0.9886**	-6.0875*	-11.7458***
	lnCP(-1)	0.2405	0.4604***	-0.6762	-0.3763
	lnCP(-2)	0.5461	0.1122	0.3555	0.7112
	lnCP(-3)	-1.0958	-0.6352*	-2.9619	-4.2155*
	lnEI(-1)	-1.0932	-0.1665	2.9941*	1.7441
	lnEI(-2)	5.2712*	0.5356	6.0890*	11.2438***
	lnEI(-3)	-5.6237*	-1.0143**	-6.6144*	-12.3393***
	lnCI(-1)	1.3263	0.1907	-1.9951	-0.5286
	lnCI(-2)	-5.4163*	-0.5261	-6.1534*	-11.4537***
	lnCI(-3)	5.6792*	1.0365**	6.5713*	12.3712***
		C	13.6077	11.9080***	13.6828
外生 变量	lnP	-1.4056*	-0.7549***	0.1097	-0.7591
	lnIA	0.4069*	-0.0520*	-0.2181	0.1910
	Adj.R-squared	0.9986	0.9337	0.9922	0.9964
统计 指标	F-statistic	1469.9450	29.1509	254.1600	550.8511
	Log likelihood	70.9881	126.8293	66.3189	69.1064
	Akaike AIC	-3.861247	-7.712365	-3.539237	-3.731476
	Schwarz SC	-3.154025	-7.005143	-2.832015	-3.024254

注：***、**、*分别表示在显著性水平为 1%、5%、10%时显著不为 0。

趋于稳定，人口规模对碳减排的驱动力就会略显不足。产业结构的影响作用不显著，其值为 0.1910，主要是河南省的产业结构已经形成固有的发展模式，产业结构没有突破原有的格局，并不能发挥对碳减排

的效能，但产业结构对碳排放影响的弹性系数为正，其扰动作用也同样不容小觑。

5. 脉冲响应和方差分解

协整检验仅说明了碳排放与其影响因素间存在着长期的均衡关系，VAR 模型的分析也只能说明经济发展水平、能源结构、能源强度对碳排放有显著的影响作用，两者并没有具体分析显著性影响因素对碳排放的动态作用。鉴于此，为了对显著性变量与碳排放间的动态关系及重要作用进行深入探究，就要采用脉冲响应和方差分解两种方法对其进行深入的分析。

5.1. 脉冲响应

脉冲响应函数刻画了内生变量对误差变化大小的反应[12]，它是测量其随机扰动项的一个标准差冲击对内生变量当前值和未来取值带来的变化，它不仅能全面映射变量间的动态关系还可以量化各变量间扰动影响的数量关系。故运用 Eviews6.0 软件对构建的 VAR 模型进行脉冲响应函数分析，在此主要分析 lnAGDP、ln CP、lnEI 和 lnCI 间动态关系的路径变化，本文设定滞后阶数为 30 期，脉冲响应结果如图 2 所示。

由图 2 可知，经济发展水平对碳排放的的冲击为长期的正效应和短暂的负效应，仅在滞后 3~7 期为负效应，随着滞后期的推进，在滞后 10 期达到峰值 0.017932，而后冲击力度小幅减缓并趋近平稳水平，说明经济发展水平对碳排放的冲击为持久效应，即经济发展水平的高低会对碳排放的变动产生持续影响。能源结构对碳排放的冲击为长期的负效应和短暂的正效应，只在滞后 11~13 期为正效应，在其它滞后期为负效应，尤其是在滞后 3~7 期的负向冲击绝对值都大于 0.2，说明能源结构的持续调整会对碳排放产生较强的抑制作用。能源强度对碳排放的冲击有明显的正效应，在滞后 1~8 期的正向冲击值都大于 0.1，在滞后 3 期达到峰值 0.050861，影响作用路径先增后减并逐渐趋于平坦，说明碳排放对来自能源强度的扰动冲击反应敏感，即能源强度能够对碳排放产生强大的约束力。碳排放对自身的冲击作用整体较弱，仅在滞后 3 期的负向冲击绝对值大于 0.01，此负向冲击随着滞后期的推移逐渐衰减并收敛于零，说明单纯改变碳排放量不会使碳减排取得突破性进展，要进行碳减排还须加快改善与碳排放有关的影响因素水平。由此可见，前期经济发展水平、能源结构、能源强度、碳排放对碳排放的波动都具有不同程度的影响作

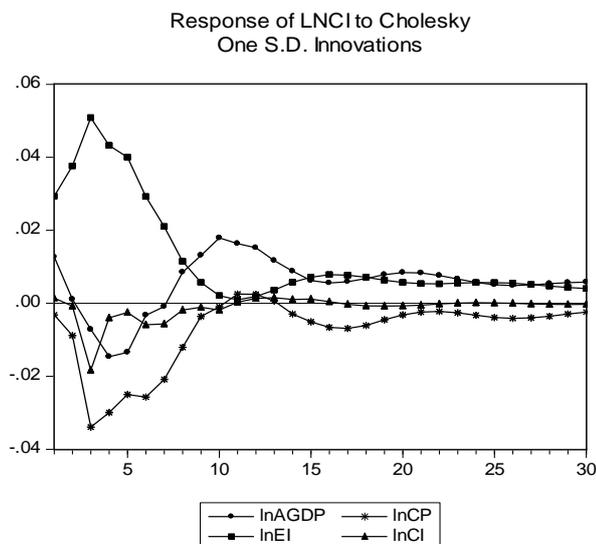


Figure 2. Impulse response of carbon emissions and each factor
图 2. 碳排放与各影响因素的脉冲响应图

用，而随着滞后期的推进，此四个因素对碳排放变化的扰动冲击将趋于稳定。

5.2. 方差分解

方差分解是通过将每一个内生变量分解为结构冲击各期方差的线性组合，计算结构冲击在不同期限内方差总和占各内生变量总方差的比例来度量结构冲击对内生变量的影响[13]，可以更具体的表示内生变量相互影响的重要程度。它能够提炼对内生变量产生影响的每个随机扰动的相对重要性信息，能够量化每一个冲击对内生变量变化的贡献度，这里主要分析 $\ln AGDP$ 、 $\ln CP$ 、 $\ln EI$ 和 $\ln CI$ 所受冲击对碳排放的贡献率，方差分解结果如图 3 所示。

由图 3 可知，经济发展水平对碳排放变动的贡献率在当期为 15.59%，在滞后 2~11 期的贡献率小于 10%，之后滞后期的值微度上扬于 10%且趋于稳定，说明经济发展水平对碳排放不仅会产生即时效应还会在长期产生较强的影响。能源结构对碳排放的贡献率在滞后当期微小，在滞后第 8 期达到最大值 26.89%，在之后的滞后期都处于 20%的水平之上，说明能源结构对碳排放的贡献具有短期时滞性和长期显赫的影响。能源强度对碳排放的贡献率在所有滞后期内都大于 50%，说明能源强度对碳排放的贡献率最大，能源强度在碳减排中举足轻重。碳排放对自身的贡献率在各滞后期都低于 6%且缓慢衰减成稳定状态，说明碳排放对自身的贡献微弱，故需要深度挖掘并彰显碳排放影响因素的作用。由此可知，能源强度对碳排放波动的影响最大，其次是能源结构的影响，再次是经济发展水平的影响，最后是碳排放自身的影响。

6. 结论与建议

本文通过对河南省的碳排放及其影响因素进行研究，结果表明：经济发展水平、能源结构、能源强度、碳排放、人口规模与产业结构六个变量间存在长期的均衡关系；从 VAR 模型的估计结果来看，经济发展水平、能源结构、能源强度对碳排放的影响显著，人口规模和产业结构对碳排放的影响不显著；从脉冲响应与方差分解的结果来看，经济发展水平的提升会持续降低碳排放水平，能源结构的优化升级会削减碳排放水平，能源强度的降低会大幅衰减碳排放水平，碳排放对自身的调节作用很微弱。

鉴于此，为降低河南省的碳排放量，实现碳减排目标，推动经济社会的可持续发展。本文认为河南省应着重从经济发展水平、能源结构、能源效率等方面进行碳减排：1) 在确保经济持续稳定发展的基础

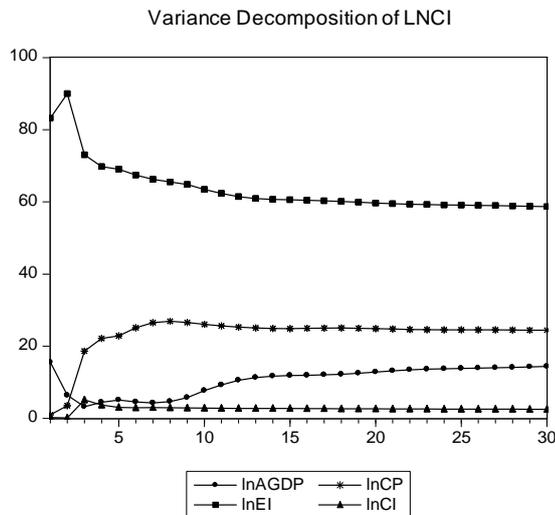


Figure 3. Variance decomposition chart of carbon emissions and each factor

图 3. 碳排放与各影响因素的方差分解图

上,推动经济内涵发展模式的转型升级,促进经济发展与环境保护两者间的良性互动[14],形成以碳减排为核心的经济发展体系,在经济发展水平的提升中持续推动低碳价值链的高端攀升,真正实现经济发展与碳减排的协同发展。2)把握低碳发展的机遇期,立足本区域资源,优先发展低碳能源,深度明确能源的低碳化战略,引导能源消费结构的战略转变,实现能源供给与利用多样化、多元化和清洁化[15],在低碳能源理念的引领下走经济可持续发展道路。3)把能源结构的调整与能源效率的提升相结合,审时度势、顺势应势,及时明确低碳发展的新使命、制定新的发展战略[16],重视技术的引进、吸收、推广和再创新,搭建低碳技术与能源效率间的桥梁,放大低碳技术对能源效率的潜在倍增效应,努力提高能源体系的整体效率,深度挖掘能源的碳减排潜力。

基金项目

本文获国家自然科学基金《小样本非等距灰色预测模型建模及其应用研究》(批准号:71301061)、教育部人文社科基金《区域性碳交易平台的系统研究》(批准号:11YJAZH084)共同资助。

参考文献 (References)

- [1] 李艳梅,张雷,程晓凌 (2010) 中国碳排放变化的因素分解与减排途径分析. *资源科学*, **32**, 218-222.
- [2] 田立新,张蓓蓓 (2011) 中国碳排放变动的因素分解分析. *中国人口·资源与环境*, **21**, 1-7.
- [3] 张丽峰 (2013) 北京碳排放与经济增长间关系的实证研究——基于 EKC 和 STIRPAT 模型. *技术经济*, **1**, 90-95.
- [4] 王靖,马光文,胡延龙等 (2011) 四川省能源消费碳排放趋势及影响因素研究. *水电能源科学*, **7**, 185-187.
- [5] 李雷鸣,孙梁平,刘丙泉等 (2013) 碳排放演化规律与驱动因素分析——以山东省为例. *技术经济与管理研究*, **6**, 89-93.
- [6] 朱婵璎,王让会 (2013) 基于能源消费的江苏省碳排放特征及规律分析. *湖北大学学报*, **35**, 258-264.
- [7] 高彩玲,高歌,田采霞 (2011) 河南省能源消费碳排放的因素分解及减排途径. *中国矿业*, **20**, 46-49.
- [8] 王铮,翟石艳,马晓哲 (2010) 河南省能源消费碳排放的历史特征及趋势预测. *地域研究与开发*, **29**, 69-74.
- [9] 唐建荣,张白羽,王育红 (2011) 基于 LMDI 的中国碳排放驱动因素研究. *统计与信息论坛*, **26**, 19-25.
- [10] 国家发展和改革委员会能源研究所 (2003) 中国可持续发展能源暨碳排放情景分析. <http://wenku.baidu.com/view/7068bdc708a1284ac85043ba.html>
- [11] 王礼刚,庄贵阳 (2013) 基于 VAR 模型的甘肃省碳排放影响因素的实证研究. *生态经济*, **1**, 47-51.
- [12] 董竹,张云 (2011) 中国环境治理投资对环境质量冲击的计量分析. *中国人口·资源与环境*, **21**, 61-65.
- [13] 张超 (2011) 产品创新、供求互动与中国经济内生增长研究. *科研管理*, **32**, 18-26.
- [14] 陈德湖,张津 (2012) 中国碳排放的环境库兹涅茨曲线分析——基于空间面板模型的实证研究. *统计与信息论坛*, **27**, 48-53.
- [15] 林伯强,刘希颖 (2010) 中国城市化阶段的碳排放:影响因素和减排策略. *经济研究*, **8**, 66-78.
- [16] 刘治彦 (2011) 城市化与城市发展的新理念. *企业经济*, **10**, 138-139.