

白璐,赵增锋. 低碳经济发展评价指标体系构建及实证研究——以京津冀地区为例[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):561-564.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.172

# 低碳经济发展评价指标体系构建及实证研究 ——以京津冀地区为例

白璐,赵增锋

(河北农业大学,河北保定 071001)

**摘要:**通过对京津冀地区低碳经济的发展现状和影响因素进行深层次剖析,构建该地区低碳经济发展评价指标体系。利用构建的指标体系对京津冀地区低碳经济发展水平进行评价,分析该地区低碳经济发展趋势,提出京津冀协同发展低碳经济的相关对策和建议。

**关键词:**京津冀一体化;低碳经济;指标体系;综合评价法;实证研究

**中图分类号:** F327 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)10-0561-04

当前京津冀地区一体化发展已经上升为国家战略,三地的环境污染压力日益增长,而且到了难以承受和不可持续的程度,因此加强生态环境保护和治理刻不容缓。由于在地理上毗邻,京津冀的生态环境唇齿相依,在环保领域的跨地区合作成为解决问题的必然选择。近年来加剧的“雾霾一体化”,使得京津冀地区在联防联控的治霾行动中联系日益紧密,同时也在推动京津冀一体化发展的进程。虽然京津冀联动防治大气污染已经成为共识,但是实现这一协同并非易事。就目前实际情况看,三地环保标准难统一、地方经济上短期难得利,都成为实现协同发展的绊脚石。本研究提出,京津冀一体化需要以发展绿色“低碳经济”为导向,并在同一框架下构建

低碳经济发展水平评价指标体系并加以实证研究,旨在找出京津冀地区低碳经济发展的趋势和未来发展的路径。

## 1 京津冀地区碳排放的现状和影响

发展低碳经济就是在经济条件约束的情况下有效地减少碳排放量。正如环境库兹涅茨曲线(倒“U”形曲线)描述的,当一个国家经济发展水平较低的时候,环境污染的程度与人均收入呈反向变化关系;当经济发展达到一定水平后,到达某个临界点或称“拐点”以后,环境质量和经济水平可以出现“双赢”的局面。京津冀地区是继“珠三角”和“长三角”之后中国重要的经济增长引擎,经济发展活力凸显,在低碳经济发展方面积累了一定的优势。本研究通过测算京津冀地区2005—2012年的碳排放总量,了解其低碳发展现状,以期进一步分析京津冀地区碳排放与经济发展之间的关系。

### 1.1 测算京津冀地区碳排放总量

用于计算碳排放总量的 Kaya 公式包含的影响因素有:人口总量、人均 GDP、能源消费强度、碳排放强度,即碳排放量 = 人口 × 人均 GDP × 单位 GDP 的能源消耗量 × 单位能源消耗量的碳排放量。出于数据的搜集和计算的简便性,上述

收稿日期:2014-10-23

基金项目:河北省农业经济发展战略研究基地资助项目;河北省社会科学基金(编号:HB14YJ001)。

作者简介:白璐(1989—),女,河北保定人,硕士研究生,研究方向为生态经济与可持续发展。E-mail: lub\_89@163.com。

通信作者:赵增锋,博士,教授,硕士生导师,研究方向为生态经济与可持续发展。E-mail: zzf\_hbau@163.com。

该积极吸收最新研究成果,实现考核的数字化,使新型的绩效考核方法建立在定量化技术基础之上,提高可操作性。借助一定的量化技术对所获得的非量化的考核信息进行量化,并采用现代计算机技术对它们进行有效加工,有利于提高考核的质量和效率。本研究正是在这一方向上做了探索性工作。

## 参考文献:

- [1] 张晶晶. 公益性事业单位人员绩效考核研究[D]. 合肥:安徽大学,2012:3-28.
- [2] 夏瑞. 科研事业单位管理人员绩效考核研究[D]. 北京:中国农业大学,2007:11-17.
- [3] 杜学莹. 管理人员绩效考核体系研究[D]. 北京:北方交通大学,2001:29-50.
- [4] 罗幼梅,李德芳. 农业科研机构绩效考核指标设计建议[J]. 管理观察,2009(12):226-227.

- [5] 李专,罗志强. 对构建热带农业科研单位“以人为本”绩效考核评价指标体系的思考[J]. 热带农业科学,2011,31(2):81-86.
- [6] 欧阳欢,陈诗文,方骥贤,等. 农业科研机构科技人员绩效考评指标体系构建研究[J]. 农业科技管理,2011,30(6):81-84,96.
- [7] 杜亚娟. 军工科研单位绩效管理体系研究与设计——以某军工科研单位为例[D]. 西安:西安工业大学,2010:57-63.
- [8] 金志农,李端妹,金莹,等. 地方科研机构绩效考核指标及其权重计算——基于专家分析法和层次分析法的对比研究[J]. 科技管理研究,2009,29(12):103-106.
- [9] 常建娥,蒋太立. 层次分析法确定权重的研究[J]. 武汉理工大学学报:信息与管理工程版,2007,29(1):153-156.
- [10] 曹茂林. 层次分析法确定评价指标权重及 Excel 计算[J]. 江苏科技信息,2012(2):39-40.
- [11] 陈燕羽. 农业科研人员绩效考核体系探讨[J]. 热带农业科学,2009,29(12):56-60.

公式可以简化变形转换为:

$$C = \sum c_i = \sum E_i \times \delta_i。$$

式中:  $C$  为碳排放总量;  $c_i$  为第  $i$  种能源的碳排放量;  $E_i$  为第  $i$  种能源的消费量(单位折算为标准煤);  $\delta_i$  为第  $i$  类能源的碳排放系数。影响我国碳排放量的主要能源是煤炭、原油和天然气,因此在计算过程中我们采用这 3 类能源的数据;碳排放系数采用各能源消耗的碳排放系数(美国能源信息署、IPCC 指南、国家发改委能源研究所等)的平均值,即煤炭 0.732 9、石油 0.557 4、天然气 0.422 6。

对于京津冀地区碳排放量的测算采用的碳排放关系式是:

$$C = 0.732\ 9 \times E_{\text{煤炭}} + 0.557\ 4 \times E_{\text{原油}} = 0.422\ 6 \times E_{\text{天然气}}。$$

根据《中国能源统计年鉴 2013》整理出 2005—2012 年的北京、天津和河北 3 个地区的能源消费数据,进一步测算得出京津冀地区的碳排放量,详见表 1。

表 1 京津冀地区 2005—2012 年碳排放总量

年份	碳排放总量(万 t)			
	京津冀	北京市	天津市	河北省
2005	16 749.33	2 419.40	2 726.85	11 603.09
2006	17 306.03	2 457.12	2 772.75	12 076.15
2007	19 349.56	2 576.12	2 890.82	13 882.62
2008	19 421.86	2 661.08	2 801.76	13 959.01
2009	20 738.03	2 702.47	2 929.00	15 106.56
2010	22 224.05	2 679.23	3 891.06	15 653.76
2011	24 375.79	2 522.73	4 294.39	17 558.67
2012	24 630.41	2 550.82	4 182.53	17 897.06

## 1.2 京津冀地区碳排放总量与经济增长影响分析

明确了京津冀地区碳排放量的现状,下面以京津冀地区 2005—2012 年的碳排放量和地区人均 GDP 为数据基础研究京津冀地区碳排放总量与经济增长之间的关系。由图 1 可知,京津冀地区碳排放总量与经济增长之间的关系仍处于倒“U”形曲线缓慢上升阶段,即随着人均收入的增加,碳排放量由低到高,环境污染趋于严重。

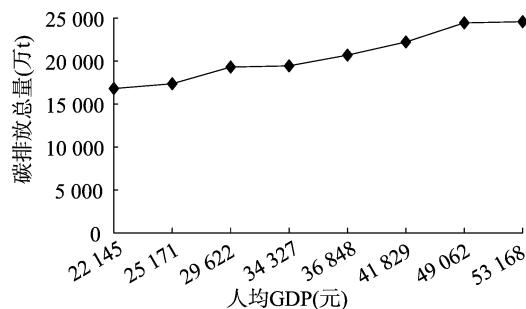


图1 京津冀地区2005—2012年环境库兹涅茨曲线  
(数据来源:国家统计局)

由此可见,京津冀地区经济的高速发展仍然是以牺牲环境为代价的;为了实现区域经济的可持续发展,有效地降低碳排放量至关重要。为此,京津冀地区应该在环境污染治理方面加强合作,以发展绿色低碳经济为导向,促进区域内产业结构优化升级,从而从根本上解决环境问题。

## 2 京津冀地区低碳经济发展水平的影响因素分析

低碳经济的定义是指在碳排放约束条件下,通过产业结

构的调整和能源效率的提高等手段提高碳减排能力、减少碳排放压力,进而促进产出效率提高的一种长期可持续发展的经济形态。结合京津冀地区低碳经济发展现状,本研究将影响低碳经济发展的因素分为直接影响因素、间接影响因素两大类。直接因素指可以直接影响某地区碳排放总量的因素,进而从宏观总量方面影响低碳经济发展水平;间接因素主要是指间接影响低碳经济发展水平的技术影响因素。

### 2.1 直接影响因素

直接影响因素包括经济发展水平、碳排放水平,可以直接衡量一个地区的低碳经济发展水平。(1)经济发展水平包括GDP总量、GDP增长率、居民消费能力和第三产业所占比重。低碳经济发展水平不仅仅强调碳减排能力,也注重经济能力的提高,即生产率的提高。一般用GDP衡量国家或地区经济发展综合水平,  $GDP \text{ 增长率} = (\text{本年度末的 GDP 总值} - \text{上一年度末的 GDP 总值}) / \text{上一年度末的 GDP 总值}$ ,可以反映区域经济发展速度。居民消费能力由城镇居民人均可支配收入和城镇居民的实际收入中能用于安排日常生活的收入组成,常用来衡量城市居民的收入水平和生活水平;农村居民家庭纯收入,是对区域农村居民收入平均水平的直接反映。居民可支配收入越高,表明经济效益越高。各地区第三产业比重越高,表明经济结构优化程度越高,越具有强有力的低碳经济竞争力优势。(2)碳排放水平包含能源消耗总量、碳排放总量、单位GDP能耗、人均碳排放量、碳排放强度。碳排放总量是指一个地区在一定时期内所产生的碳排放的总和。根据Kaya公式原理,碳排放总量的影响因素诸多,主要包括人口数量、能源强度、能源结构以及各类能源碳排放强度。碳排放强度是碳排放指标的最主要影响指标,  $\text{碳排放强度} = \text{二氧化碳碳排放量} / \text{GDP}$ 。一个地区的二氧化碳碳排放量增长速度高于GDP的增长速度,则表示该地区的低碳经济发展水平较低;该指标值越大,说明单位产值碳排放量越多。

### 2.2 间接影响因素

间接影响因素主要有碳汇基础、低碳技术的发展对低碳经济的支持2个方面,两者通过提高社会经济发展水平、降低能源消耗和排放量,进而对低碳经济的发展起到促进作用。(1)碳汇基础因素包括森林覆盖率、人均公共绿地面积、城镇建成区覆盖率、自然保护区占辖区面积。碳汇基础反映了地区的低碳资源禀赋以及资源利用状况。森林作为生态系统中最大的碳存储库,在吸收二氧化碳、净化空气方面起着重要作用,森林覆盖率越高,地区发展低碳经济的碳汇基础越牢固。城镇建成区覆盖率主要是衡量城市建成区的绿化水平、城市碳汇基础及居民生活水平的重要指标之一,绿化环境状况还包括人均公共绿地面积和自然保护区所占比例。地区碳汇基础越好,越有利于降低碳排放量,从而有利于低碳经济发展。(2)碳减排能力。低碳技术主要包括生活低碳技术、工业低碳技术2个方面。日常生活方面的低碳技术涉及到生活垃圾无害化处理率、城市污水集中处理率、新型动力汽车相关技术投入等方面;工业低碳技术水平可以通过工业固体废物综合利用率、低碳技术研发经费投入、环境污染治理投入等方面来体现<sup>[5]</sup>。低碳技术的发展需要以经济实力作后盾,只有当经济发展到一定水平,才有能力支撑低碳技术的研发投入和推广应用,从而降低碳排放量,低碳经济水平才会随之提高。

### 3 京津冀地区低碳评价指标体系的构建及实证分析

#### 3.1 筛选评价指标

基于上述低碳经济发展水平影响因素分析,拟构建 1 套科学、客观、能够全面准确反映京津冀地区低碳经济发展水平和高低的指标体系。本指标体系分为 3 个层次,由一级指标、二级指标和三级指标组成。一级指标为低碳经济发展水平;二级指标由经济环境、碳汇基础、碳减排能力、碳排放水平 4 个子系统构成;三级指标由二级指标的影响因素或评价指标组成,三级指标最终构成评价低碳经济发展水平的终极指标。具体的指标体系框架见表 2。

表 2 低碳经济发展水平指标评价体系

一级指标	二级指标	三级指标	代码
低碳经济发展水平评价指标体系	经济环境	GDP(百万元)	X1
		GDP 实际增长率(%)	X2
		城镇居民人均可支配收入(元)	X3
		农村居民家庭人均纯收入(元)	X4
		第三产业占 GDP 比重(%)	X5
	碳汇基础	森林覆盖率(%)	X6
		人均公共绿地面积(m <sup>2</sup> /人)	X7
		建成区绿化覆盖率(%)	X8
		自然保护区占辖区面积比重(%)	X9
	碳减排能力	专利授权数(件)	X10
		生活垃圾无害化处理率(%)	X11
		工业污染治理投入占 GDP 比重(%)	X12
	碳排放水平	能源消耗总量(万 tce)	X13
		碳排放总量(万 t)	X14
		单位 GDP 能耗(tce/万元)	X15
		人均碳排放量(t/人)	X16
		碳排放强度(t/元)	X17

#### 3.2 确定评价指标权重

在遴选出低碳经济评价指标的基础上,需要对各指标赋予不同权重,而科学合理的权重是正确评价低碳经济发展水平的前提条件。本研究采用的变异系数法(coefficient of variation method)是对所选取的各项指标中的内容加以计算从而得到指标的权重,是一种客观赋权的方法<sup>[1]</sup>。本方法的基本原理是:在构建的评价指标体系中,指标取值差异越大,就意味着该指标越难以实现,也就表示该指标更能反映出被评价的个体之间的差距<sup>[2]</sup>。

由于评价指标体系中各项指标的量纲不同,不宜直接比较其差别程度。本研究为了消除各项评价指标的量纲不同的影响,需要用各项指标的变异系数来衡量各项指标取值的差异程度。各项指标的变异系数公式如下:

$$V_i = \frac{\sigma_i}{\bar{x}_i}$$

式中: $V_i$  为第  $i$  项指标的变异系数; $\sigma_i$  为第  $i$  项指标的标准差; $\bar{x}_i$  为第  $i$  项指标的平均数。各项指标的权重为:

$$W_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}$$

计算过程如下:(1)先以河北地区的指标数据为例,分别计算这些地区每个指标的平均数和标准差。

(2)根据均值和标准差计算变异系数,即:河北省的 GDP 总量(X1)、GDP 实际增长率(X2)的变异系数分别为:

$$V_i = \frac{\sigma_i}{\bar{x}_i} = \frac{558\ 843.53}{1\ 747\ 743.88} = 0.319\ 8;$$

$$V_i = \frac{\sigma_i}{\bar{x}_i} = \frac{1.47}{11.60} = 0.126\ 3。$$

依此类推。

(3)将各项指标的变异系数相加:

$$0.319\ 8 + 0.126\ 3 + 0.258\ 7 + \cdots + 0.125\ 5 + 0.180\ 9 = 3.428\ 3。$$

(4)计算构成评价指标体系的这 17 个指标的权重。地区 GDP 总量的权重:

$$W_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} = \frac{0.319\ 8}{3.428\ 3} = 0.093\ 3;$$

GDP 实际增长率的的权重:

$$W_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} = \frac{0.126\ 3}{3.428\ 3} = 0.036\ 8。$$

其他指标的权重都以此类推。最后,京津冀地区低碳经济发展水平的各项指标的权重均可用变异系数法计算得出,结果见表 3。

#### 3.3 指标数据的标准化

由于各指标的产生方法不同,量纲不同,并且有正向、负向指标之分,直接运算就会使评价指标体系不合理,为了使其具有可比性,必须对其进行标准化处理。从评价的角度看,通常将评价指标划分为 3 类:第一类指标值越大越好,这类指标就是正向作用型指标;第二类指标值越小越好,这类指标就是负向作用型指标;第三类指标则是为中位作用型指标<sup>[3-4]</sup>。为了便于指标数据的比较分析,研究中通常对指标进行无量纲化处理,目的是让经过转换后的指标数据有统一量纲。标准化处理后的指标越大,表明指标对该区域低碳化水平影响越大。

#### 3.4 低碳经济发展水平综合评价

本研究采用线性加权法计算低碳经济发展水平综合评价得分,即用 13 个指标的标准化数值(借助 SPSS 软件算出)分别乘以各自的权重然后加总,得出总的低碳发展水平综合评价指数。经过计算,京津冀地区各年度低碳经济发展水平综合评价指数如表 4 所示。

根据指标体系评价结果可知,2005—2012 年期间,京津冀地区低碳经济发展整体上呈波动上升趋势,水平明显提高,分别从 0.086 0、-0.194 9、-358 0 提高到 0.745 8、0.584 7、0.785 9,特别是天津市、北京市、河北省分别于 2010 年、2008 年、2009 年突破 0 值,低碳经济发展水平取得了较大的成绩。但同时也可以看出,3 个地区低碳经济的发展过程存在较大差异,但最终趋于统一,也为京津冀一体化治理提供了数据支持。

### 4 京津冀地区一体化发展低碳经济的对策建议

通过对实证数据以及各指标对总评价指标的影响权重的详细分析可以得出,京津冀地区要进一步提高低碳经济发展水平,还需要在下列环节加大建设力度。(1)加快调整工业

表 3 京津冀地区低碳经济评价指标的权重和方向

二级指标	三级指标	指标权重			指标方向
		北京市	天津市	河北省	
经济环境	GDP 总量	0.083 4	0.108 1	0.093 3	正
	GDP 实际增长率	0.059 5	0.019 3	0.036 8	正
	城镇居民人均可支配收入	0.064 8	0.075 0	0.075 5	正
	农村居民家庭人均纯收入	0.073 0	0.084 4	0.082 7	正
	第三产业占 GDP 比重	0.009 7	0.015 9	0.007 1	正
碳汇基础	森林覆盖率	0.055 2	0.001 6	0.033 5	正
	人均公共绿地面积	0.027 9	0.040 6	0.072 7	正
	建成区绿化覆盖率	0.025 9	0.015 5	0.017 4	正
碳减排能力	自然保护区占辖区面积比重	0.001 2	0.074 9	0.017 9	正
	专利授权数	0.154 9	0.160 2	0.143 5	正
	生活垃圾无害化处理率	0.005 7	0.019 4	0.057 5	正
碳排放水平	工业污染治理投入占 GDP 的比重	0.234 1	0.122 8	0.135 3	负
	能源消耗总量	0.023 3	0.063 9	0.039 4	负
	碳排放总量	0.010 7	0.052 6	0.042 7	负
	单位 GDP 能耗	0.063 6	0.047 3	0.055 2	负
	人均碳排放量	0.027 1	0.027 7	0.036 6	负
	碳排放强度	0.080 0	0.070 7	0.052 8	负

表 4 京津冀地区低碳经济发展水平综合评价指数

年份	北京市	天津市	河北省
2005	0.086 0	-0.194 9	-0.358 0
2006	-1.042 3	-0.174 1	-0.419 6
2007	-0.403 8	-0.170 8	-0.357 5
2008	0.086 1	-0.055 7	-0.331 1
2009	0.447 8	-0.112 2	0.089 7
2010	0.282 6	0.147 1	0.413 5
2011	0.521 5	0.570 5	0.569 6
2012	0.745 8	0.584 7	0.785 9

内部结构。尤其是钢铁、化工、建材等行业成为京津冀地区节能减排的重点,河北省和天津市也是该领域碳减排的主要对象。要坚决淘汰京津冀地区高耗能行业和升级改造中的落后产能,要有效化解过剩产能,尽快疏解不符合北京市首都功能要求的产能,与此同时津冀两地应做好积极承接工作<sup>[5]</sup>。

(2)大力发展低碳产业<sup>[6-8]</sup>,特别是包括旅游业、金融业等在内的第三产业。第三产业占 GDP 的比重对评价地区低碳经济的发展具有重要意义,大力发展低碳产业、推动传统产业升级、加快现代服务业的发展将是提高低碳经济发展水平的必要途径。京津冀地区的产业布局应该是:北京市以发展第三产业为主,而天津市、河北省的经济发展以第二产业为主。此外,北京市应进一步扶持符合首都功能要求的第三产业的发展;天津市、河北省应加大对第三产业的支持力度,尤其是新能源服务业、养老产业、互联网信息服务、绿色信贷业等新兴服务业,进一步降低行业准入门槛,鼓励民营资本进入等。

(3)京津冀低碳化发展统一规划。在京津冀协同发展的背景

下,要想实现京津冀地区低碳发展一体化进程,保证跨行政区合作协议的有效实施,京津冀地区应该在高层次的经济和环境合作方面建立高层次的常设机构,建立京津冀地区定期政府会晤机制,制定统一协调的政策。对于三地的低碳经济发展,各省(市)政府应该在充分利用和整合各自资源、发挥自身优势的基础上,建立低碳产业集群,对三地的区域整体规划要衔接一致,建立统一、有效的交流平台。由三地共同出资建立节能减排技术和研发中心,并将研发成果应用到整个区域,从而有力地推广节能减排技术和低碳消费观念。

参考文献:

[1] 吕学都,王艳萍,黄超,等. 低碳经济指标体系的评价方法研究[J]. 中国人口·资源与环境,2013,23(7):27-33.

[2] 孔凯. 农业干旱灾害风险管理研究[D]. 泰安:山东农业大学,2012.

[3] 杨洪艳. 河北省低碳经济评价指标体系及对策研究[D]. 保定:河北农业大学,2012.

[4] 王相东. 吉林省农业循环经济发展的问题研究[D]. 长春:长春理工大学,2009.

[5] 王彦超,许艳玲,将春来. 京津冀及周边地区低碳经济发展水平评价[J]. 环境与可持续发展,2014,39(3):107-111.

[6] 汪翔,陆五一,周力. 基于结构方程模型的农户低碳养殖认知分析[J]. 江苏农业学报,2013,29(1):189-194.

[7] 蒋艳萍,吕建秋,杨征,等. 广东省发展低碳农业存在的问题与对策[J]. 江苏农业科学,2013,41(2):4-6.

[8] 刘战伟. 河南省低碳农业发展的现状、问题及对策[J]. 江苏农业科学,2014,42(2):393-395.