DOI:10.13216/j.cnki.upcjess.2017.01.0004

基于全排列多边形图示指标法的山东省低碳经济发展评价

郝增亮, 王冠文
(中国石油大学 经济管理学院,山东 青岛 266580)

摘要:将全排列多边形图示指标法引入低碳经济发展评价中,从经济、产业、科技、社会、环境五个方面出发,了解"十二五"期间山东省低碳经济发展情况,对山东省低碳经济发展做出综合评价。结果表明,山东省低碳经济处于越来越好的发展态势,但是总体上仍处于一般发展水平,产业优化转型慢、技术创新能力低、生态环境得不到有效保护等问题尤为严重。因此,山东省应抓住机遇加大科技投入,加快传统产业转型,保护生态环境,促进低碳经济的发展。

关键词:低碳经济;山东省;全排列多边形图示指标法
中图分类号:F061.5　**文献标识码:**A　**文章编号:**1673-5595(2017)01-0018-06

一、引言

低碳经济是指通过技术创新和制度创新,减少自然资源消耗和环境污染,获得更多的经济产出,促进人类的可持续发展。[1-2]2010 年起,中国大力发展低碳经济,向低能耗、低污染、低排放和高效能、高效益和高效率的经济发展方式转变,建设生态经济和生态文明。山东省作为中国经济发展大省,经济发展迅速,但能源消耗量大,碳排放量高,2014 年山东省 GDP 增加至 59 426.59 亿元,居全国第三位,但能源消耗总量增加至 35 326.6 万吨,碳排放量达 147 267.95 万吨,位居全国第一。"十二五"期间,山东省致力于打造"生态省",低碳建设步伐加快,但是山东省城镇化、工业化发展迅速,全省能源需求呈刚性增长,排污处理总量的压力加大,节能减排需求日趋强化,发展低碳经济形势不容乐观。

为了解"十二五"期间山东省低碳经济发展状况,本文尝试将全排列多边形图示指标法引入山东省低碳经济发展绩效评价中,从经济、社会、产业等方面对对山东省 2010—2014 年的低碳经济发展情况进行综合评价,以了解山东省低碳经济发展的问题与潜力,为山东省发展低碳经济提供理论依据,为有关部门制定低碳经济发展目标提供参考。

二、研究方法

对于低碳经济的研究,近年来众多学者提出了多种方法。主要分为两类方法:一类是建立评价指标体系,采用层次分析法、TOPSIS 法建立发展评价函数[3-5];另一类是通过 DEA、Kaya 等数学方法进行绩效评判[6-7]。但是,这些评价方法多从单一视角入手,缺少对"时间维度"的考量,无法反映各评价指标的动态变化,且评价结果依赖于权重,导致评价缺乏客观的科学依据,评价结果不能反映研究对象的实际情况。采用全排列多边形图示指标法,既有静态指标,又有动态趋势;既有指标数值,又有图示解析;同时减少专家评判系数的主观性,从动态的角度对山东省目前的低碳经济发展状况进行评价。

全排列多边形图示指标法是吴琼等在对生态城市进行评价的时候提出的,是一种多指标综合评价方法。[8]既包括对单个指标的比较,又包括对综合指标的测量;既有代数解析式,又有几何图示,不需要专家判断权重系数,只需确定相关指标的上限、下限与临界值,能减少评价的主观性。该方法的基本原理为:设有 n 个指标,以这些指标的上限值为半径构成一个中心 n 边形,各指标值的连线构成一个不规则的中心 n 边形,其顶点是 n 个指标首尾相接的

收稿日期: 2016-10-20
基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(11CX05001B)
作者简介: 郝增亮(1974—),男,河南安阳人,中国石油大学(华东)经济管理学院副教授,博士,研究方向为供应链管理和信息管理。

全排列,n 个指标总共可以构成$(n-1)!/2$ 个不同的不规则的中心 n 边形。综合指数为所有这些不规则多边形面积的均值与中心多边形面积的比值。

指标值标准化采用双曲线标准化函数:

$$F(x)=\frac{a}{bx+c} \tag{1}$$

$F(x)$满足:$F(U)=1$,$F(T)=0$,$F(L)=-1$,其中,U 为指标值 x 的上限,L 为指标值 x 的下限,T 为指标值的临界值,临界值可以用指标均值表示。根据上述条件可得:

$$F(x)=\frac{(U-L)(x-T)}{(U+L-2T)x+UT+LT-2UL} \tag{2}$$

由 $F(x)$的表达式可以看出:标准化函数$F(x)$把位于$[L,U]$的指标值映射到$[-1.0,1.0]$上,映射后的值改变了指标的增长速度,当指标值位于临界值以下时,标准化后的指标增长速度逐渐降低,当指标位于临界值以上时,标准化后的指标增长速度逐渐增加,即指标由没有标准化以前的沿 x 轴的线性增长变为标准化后的快—慢—快的非线性增长,临界值为指标增长速度的转折点。

对于第 i 个指标,标准化公式表示为:

$$S_i(x)=\frac{(U_i-L_i)(x_i-T_i)}{(U_i+L_i-2T_i)x_i+U_iT_i+L_iT_i-2U_iL_i} \tag{3}$$

利用 n 个指标可以做出一个中心正 n 边形,n 边形的 n 个顶点为 $S_i=1.0$ 时的值,中心点为 $S_i=-1.0$,各指标标准化后的值落在中心点与 n 边形的顶点的连线之间,即落在$[-1.0,1.0]$的区间内,$S_i=0$ 构成多边形指标的临界值,各指标值若在临界值以上,其值为正;若在指标值以下,其值为负。以相应指标的最小值作为指标的下限,指标的最大值作为上限,临界值可根据相应指标的平均值确定。

全排列多边形综合指标的计算公式为:

$$S=\frac{\sum_{i\neq j}^{i,j}(S_i+1)(S_j+1)}{2n(n-1)} \tag{4}$$

式中,S 为综合指标;S_i 为单项指标。

三、山东省低碳经济发展综合评价

(一)构建评价指标体系

对于低碳经济评价指标体系的构建目前还没有统一界定。低碳经济评价指标体系一般包含多个子系统、多个层次,因此,区域低碳经济研究的本质就是根据研究区域低碳经济建设的实际情况,建立区域低碳经济发展评价指标体系,将评价指标转换成实际综合指数,进而对发展状况进行综合评价。袁晓玲等从低碳排放和发展能力两个层面构建评价指标体系[9];屈小娥等从产出、排放、消费、资源、人民生活五个方面计算并评价了低碳经济发展水平[10];吴雪等将指标细分为能源、建筑、交通等七个方面,更为详细地从多方面构建评价指标体系[11]。参照国际能源局 2009 年二氧化碳报告(CO_2 Emissions from Fuel Combustion Highlights 2009 Edition)和国际上评价低碳经济发展的各种可能的指标[12-13],借鉴国内外相关研究以及专家的意见,依据指标的代表性及数据的可获得性原则,本文从经济、产业、科学技术、社会及环境五个方面构建山东省评价指标体系,见表 1。

表 1　山东省低碳经济发展评价指标

一级指标	二级指标	三级指标	单位	符号	指标方向
低碳经济发展综合评价指数	经济指标	人均 GDP	元	Z_1	+
		GDP 增速	%	Z_2	+
		高新技术产业产值占 GDP 比重	%	Z_3	+
		第三产业比重	%	Z_4	+
	产业指标	碳生产力	万元/吨	Z_5	+
		万元 GDP 能耗	吨标准煤/万元	Z_6	−
		工业废弃物综合利用率	%	Z_7	+
		工业污染治理投资占 GDP 比重	%	Z_8	+
		生活垃圾处理率	%	Z_9	+
		煤炭消费量占比	%	Z_{10}	−
	科技指标	科技投入占 GDP 比重	%	Z_{11}	+
		专利授权数	件	Z_{12}	+
		新能源及再生能源应用比重	%	Z_{13}	+
	社会指标	恩格尔系数	%	Z_{14}	−
		城镇化率	%	Z_{15}	+
		每万人拥有公交车数	标台	Z_{16}	+
	环境指标	建成区绿化覆盖率	%	Z_{17}	+
		人均绿地面积	平方米	Z_{18}	+
		森林覆盖率	%	Z_{19}	+
		湿地面积占比	%	Z_{20}	+

1. 经济指标

经济指标的选取应体现经济的发展程度。人均 GDP 和 GDP 增速分别反映经济发展的绝对水平和相对水平;第三产业比重反映地区经济增长方式,第三产业和高新技术产业对化石燃料的依赖性较低,其所占比重越高,低碳发展程度越高。高新技术是低碳经济发展的重要支撑。

2. 产业指标

碳生产力是地区 GDP 与碳排放量的比值,是衡量低碳经济发展的核心指标,碳生产力越高,表明用较少的碳消耗会产生更多的财富;万元 GDP 能耗,即单位 GDP 能耗,其值越大,表明经济发展越依赖能源消耗;工业废弃物综合利用率与工业污染治理投资占 GDP 比重则反映地区产业发展的同时对环境保护的重视程度;煤炭是山东省主要的消费能源,且煤炭的碳排放系数较高,计算煤炭消费量在能源消费总量中的占比,可衡量山东省产业发展对高碳

排放量资源的依赖程度。

3. 科技指标

科技的发展是地区低碳经济转型的潜力。科学技术投入占 GDP 比重可衡量低碳化的创新能力,反映地区对低碳经济转型的主动性;专利授权数是规模以上企业有效专利数,专利数越多,工业企业低碳化转型的潜力越大,转型速度越快;山东省风能、水能、海洋能等新能源与再生能源丰富,应用程度越高,减少地区碳排放的能力就越强。

4. 社会指标

恩格尔系数反映人民生活的富裕程度;城镇化率是人民生活方式和生产方式转变程度的重要标志;每万人拥有公交车数衡量一个地区的公共服务水平,能体现地区公共设施建设程度。

5. 环境指标

经济与环境要协调发展,地区的碳汇建设是关键。碳汇,是从空气中处理二氧化碳的过程,主要是森林、绿地吸收二氧化碳的能力。选取建成区绿化覆盖率、森林覆盖率及人均绿地面积作为评价指标,其数值越高,碳汇建设能力越强,二氧化碳吸收能力也越强。在指标中纳入湿地面积占比,是因为山东省拥有丰富的湿地资源,对发展地区碳汇建设起重要作用。

(二)评价结果分析

选取 2010—2014 年作为研究时段,数据来源于中国统计年鉴和山东省统计年鉴(下文所用数据均来源于中国统计年鉴和山东省统计年鉴),经过整理得到各低碳经济评价指标的原始数据,依据式(3)求出各三级指标的评价结果(见表 2),并绘制全排列多边形,观察各指标的发展变化情况,通过测算获得二级指标及一级指标的综合指标值(见表 3)。把各数据资料变为具有时间维度的立体数据集,可掌握山东省低碳经济发展的动态变化过程。

表 2 2010—2014 山东省低碳经济发展各指标评价结果

三级指标	2010	2011	2012	2013	2014	三级指标	2010	2011	2012	2013	2014
Z_1	-1	-0.42	0.02	0.57	1.00	Z_{11}	-1.00	1.00	0.00	1.00	-1.00
Z_2	0.05	1.00	-0.06	-0.05	-1.00	Z_{12}	-1.00	-0.44	-0.03	0.29	1.00
Z_3	-1.00	-0.78	0.30	0.62	1.00	Z_{13}	-1.00	-0.54	0.30	0.36	1.00
Z_4	-1.00	-0.51	-0.02	0.56	1.00	Z_{14}	0.31	1.00	0.87	-0.82	-1.00
Z_5	-1.00	-0.59	0.03	0.58	1.00	Z_{15}	-1.00	-0.54	-0.04	0.49	1.00
Z_6	1.00	0.03	-0.06	-0.16	-1.00	Z_{16}	-1.00	0.00	0.25	1.00	0.61
Z_7	0.76	-0.56	-1.00	-0.11	1.00	Z_{17}	-1.00	-0.95	0.01	0.73	1.00
Z_8	-1.00	-0.39	-0.48	-0.06	1.00	Z_{18}	-1.00	-0.71	-0.04	0.57	1.00
Z_9	-1.00	-0.88	0.45	0.85	1.00	Z_{19}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Z_{10}	0.79	1.00	0.19	-0.51	-1.00	Z_{20}	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00

表 3 2010—2014 山东省低碳经济发展综合指标静态评价结果

指标		2010	2011	2012	2013	2014
二级指标	经济指标	0.00	0.13	0.28	0.50	0.50
	产业指标	0.11	0.13	0.17	0.29	0.40
	科技指标	0.00	0.19	0.29	0.59	0.33
	社会指标	0.00	0.28	0.44	0.30	0.27
	环境指标	0.00	0.13	0.37	0.25	0.33
一级指标	综合指数	0.26	0.34	0.43	0.48	0.47

通过参考相关文献并结合全排列多边形算法的内涵,对综合指数分布进行 4 级区间划分(见表 4),以评判发展效果[8]。

表 4 山东省低碳经济发展效果评价等级划分

等级	综合指数分布区间	评价
Ⅰ	≥0.75	优良
Ⅱ	[0.5,0.75)	较高
Ⅲ	[0.25,0.5)	一般
Ⅳ	<0.25	较低

1. 经济指标

实现经济和谐持续发展是发展低碳经济的核心目的。由表 3 中可以看出,经济指标指数持续上升,到 2013 年达到较高水平(0.50)。由图 1 可知,从各分指标来看,人均 GDP(Z_1)虽然逐年增长,但 GDP 增速(Z_2)从 2011 年开始降低,到 2014 年下降至 7.60%,达到最低水平,经济发展相对水平降低。随着山东省“黄”“蓝”战略的实施,高新技术产业占 GDP 比重(Z_3)和第三产业比重(Z_4)每年都有所上升,全排列多边形图形具有一致性倾向,2012 年后指标值均接近临界点 0.0,2013 年指标值突破 0.5 达到较高发展水平,带动了经济指标增长。

2. 产业指标

从 2010 年到 2014 年,产业指标指数虽然上升,但到 2014 年产业发展水平仅达到一般水平(0.4)。由图 2 可知,各分指标发展波动趋势大,碳生产力(Z_5)、工业污染治理投资占 GDP 比重(Z_8)、生活垃圾处理率(Z_9)都在 2014 年达到指标值上限 1.0,工业废弃物综合利用率(Z_7)呈“U”型发展趋势,在 2012 年指标值降至最低点(-1.0),工业废弃物利用处于不效率的状态。山东省的能源消费以煤炭消

费为主,消费占比(Z_{10})保持 70% 以上,虽然比重逐年下降,但下降幅度很小,经济发展仍过分依赖煤炭资源。2010—2014 年碳生产力(Z_5)逐年增长,2013 年增长最为迅速,指标值突破临界值 0.5,到 2014 年碳生产力(Z_5)上升至 1.92 万元/吨,万元 GDP 能耗(Z_6)指标逐年下降,在 2014 年降到最低水平(-1.0)。综上所述,山东省的能源消费结构不合理,产业发展依靠高碳排放量能源的情况并没有得到有效改善。

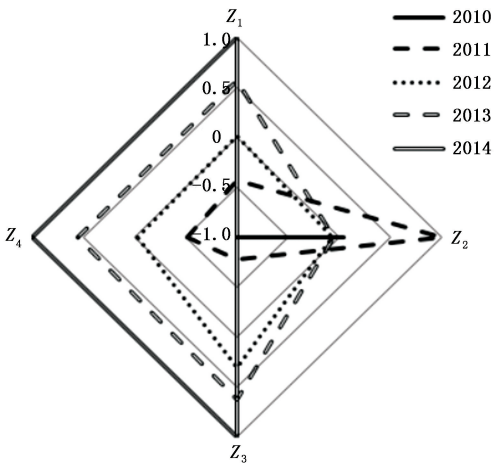

图 1　山东省低碳经济指标综合变化

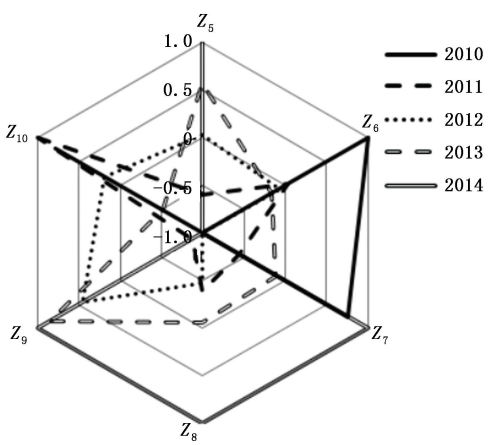

图 2　山东省低碳产业指标综合变化

3. 科技指标

由表 3 和图 3 可知,山东省低碳科技指标在 2010—2013 年呈上升趋势,在 2014 年出现大幅回落,指数从 2013 年的较高发展水平 0.59 降至 0.33。主要原因是,山东省科学技术投入占比(Z_{11})呈现“M”型,变化幅度较大,2011、2013 年投入占比最大,为 2.2%,2014 年投入占比下降至 2.0%。专利授权数(Z_{12})在 2014 年达到26 122项,虽专利数逐年增加,但排名仅居全国第六位。山东省低碳技术研发能力较弱,这反映目前政府对低碳经济转型重视程度不够。新能源及再生能源的应用可以减少各种污染物的排放,新能源的应用比重可以体现科技的发展状况。2014 年山东省新能源及再生能源比重(Z_{13})为 3.98%,远低于全国 9% 的平均水平,这说明山东省在发展低碳经济中对技术投资的重视程度不够,经济转型速度较慢。

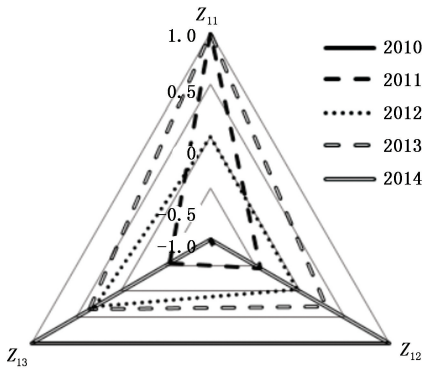

图 3　山东省低碳科技指标综合变化

4. 社会指标

由表 3、图 4 可知,社会指标指数呈“先增长后降低”的特点,在 2012 年指标值达到最高 0.44,在 2014 年指标值有所降低但仍保持 0.3 左右,发展水平一般。2010—2011 年居民消费的恩格尔系数(Z_{14})小幅度上升,2010 年最高值为 33.16%,2011 年以后指数逐渐下降,2014 年降至-1.0,说明山东省居民消费结构良好。城镇化率(Z_{15})在 2010—2014 年保持每年 1.0% 增速,到 2014 年增长至 44%,但是仍低于全国(54.77%)的城镇化率水平。每万人拥有公交车数(Z_{16})反映城市公共交通发展水平和交通结构状况,指标值增长稳定,2011 年后均大于零,说明社会基础设施建设发展良好。

5. 环境指标

由表 3、图 5 可知,2010—2014 年山东省环境指标指数围绕 0.3 波动,处于一般发展水平。建成区绿化覆盖率(Z_{17})和人均绿地面积(Z_{18})稳定增长,发展模式相似,2012 年接近于 0.0,2013 年指标值达到 0.5 以上,处于发展较高水平,对低碳环境的发展具有积极作用。2010—2014 年,山东省森林覆盖率(Z_{19})一直保持 16.7% 不变,低于全国森林覆盖率 18.21%,山东省森林资源丰富程度和绿化程度仍然较低,说明对森林资源的开发不够重视。山东省拥有丰富的湿地资源,湿地面积占比(Z_{20})在 2010—2012 年维持在 14.7%,在 2013—2014 年湿地面积降至 11.9%,指标值呈现极端波动。在山东省第二次湿地资源调查中,自然湿地减少近四成,滨海湿地破碎化程度严重。综合各环境指标可知,山东省生态效率低,不利于山东省低碳经济的持续

发展。

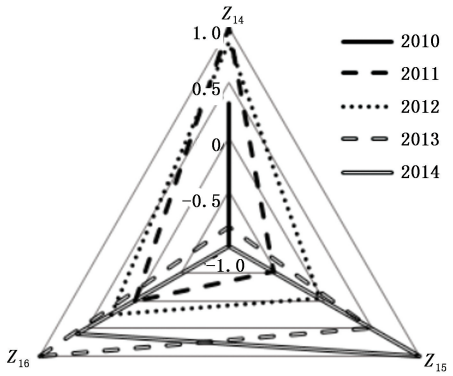

图 4　山东省低碳社会指标综合变化

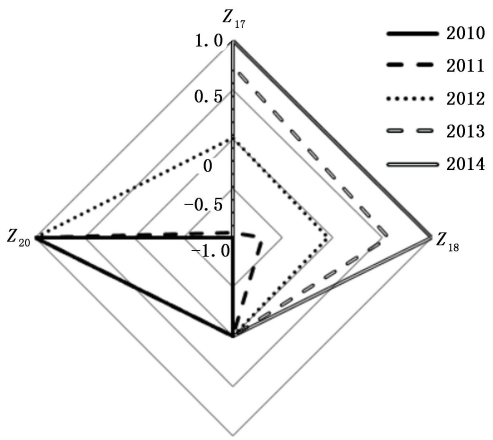

图 5　山东省低碳环境指标综合变化

6. 综合指数变化

山东省低碳经济发展综合评价指数平均值为 0.4,处于一般(Ⅲ级)发展水平,2013 年综合指数水平最高,达到 0.48,各年度综合评价指数由低到高依次为:2010、2011、2012、2014、2013 年(见表 3),低碳经济发展总体呈逐年改善、缓慢上升、趋于平稳的趋势。2010—2013 年综合评价指数上升较快,综合指数保持平均 0.38 的增长速度,这得益于 2010—2013 年低碳经济、产业、科技、社会和环境的全面发展。2014 年,由于 GDP 增速、科技投入占比、每万人拥有公交车数、森林覆盖率、湿地面积占比的降低,导致山东省低碳经济发展综合评价指数出现小幅度回落,表明山东省技术创新投入不够,社会转型速度放缓,生态保护绩效低。运用 EXCEL 构建 2010—2014 年低碳经济发展指数变化的多项式拟合曲线,$R_2 = 0.878\ 5$,拟合优度较好,说明山东省低碳经济发展趋势与实际情况较符合。对综合评价指数与各分指标的相关性进行分析得到,综合评价指数与经济、产业、科技、环境指标高度相关,与社会指标中度相关,低碳经济发展的综合指数与经济指标、科技指标的相关性系数最高(0.972 和 0.905,见表 5),在三级指标中与人均 GDP(Z_1)、高新技术产业产值占 GDP 比重(Z_3)、碳生产力(Z_5)、生活垃圾处理率(Z_9)、每万人拥有公交车数(Z_{16})的相关度最大,达到 0.95 以上。因此,在“十三五”期间,山东省为促进低碳经济的全面发展,应保持经济增长的势头,保持人均 GDP 的增长,加大科技投入,减少碳消耗,提高碳生产力,带动山东省产业、社会和环境朝着低碳模式转变。

表 5　综合指标与各分指标相关性分析

指标	经济指标	产业指标	科技指标	社会指标	环境指标
综合评价指数	0.972	0.815	0.905	0.740	0.890

四、山东省低碳经济发展建议

抓住政策机遇,促进经济科学发展。稳定的经济增长是实现经济转型和保持社会稳定的基础,“十三五”期间,山东省在保持人均 GDP 增长的同时,应保持 GDP 增速。山东省应继续推进区域发展战略,坚持东部提升、中部崛起、西部跨越的策略,促进区域融合发展。主动对接“一带一路”、京津冀协同发展、长江经济带战略,全面融入环渤海地区合作发展。大力发展高新技术产业、服务业等低能耗产业,提高高新技术产业、服务业在生产总值中的比重,把生态建设和经济社会发展结合起来,推动发展方式的根本性转变,促进山东省经济的科学发展。

加大科技投入,促进传统产业转型。目前山东省的工业发展主要以化工、冶金、建材、机械等工业为主,为实现产业低碳化、减少工业污染物排放水平,应加强工业领域节能减排建设,改变能源消费结构,减少煤炭的使用量。应加大科技投入力度,注重引入国内外先进能源技术,加强自主研发节能减排技术,促进低碳技术创新,提高新能源与可再生能源的应用程度。山东省应抓住“黄”“蓝”战略实施的机遇,建设国家级高效生态经济区和具有国际先进水平的海洋经济改革发展示范区,加快经济增长方式的转变及高端产业的发展。

保护生态环境,建设绿色宜居城市。山东省在推进低碳经济发展的过程中要促进城乡一体化发展,提高居民的生活水平,健全城市公共服务体系,建设和完善城市公用设施,建设生态城市。加强山东省碳汇建设,加快实施森林、湿地等生态资源的修复,完善重点防护林体系,重点保护山东省自然湿地,尤其是滨海湿地,建设湿地自然保护区和湿地公园。山东省应保持城建绿化发展,展现城市绿色新形象。

五、结论

本文通过构建低碳经济发展评价指标体系,运

用全排列多边形图示指标法对山东省低碳经济发展水平进行评价,得出如下结论:一是山东省低碳经济呈现越来越好的发展趋势,但是总体发展水平一般。二是当前山东省经济和社会都处于快速发展阶段,但是由于传统产业所占比重大、技术创新缓慢、生态环境破坏等问题,山东省的低碳经济发展还面临严峻挑战。

全排列多边形图示指标法可以通过几何直观图示动态地展现各指标的变化过程,算法简单,评价结果客观,既包含单要素,也能反映综合指标,是评价低碳经济发展较为理想的方法。因数据来源有限,本文只对山东省 2010—2014 年的低碳经济发展情况进行评价。由于全排列多边形图示指标法在区域空间分析方面有所欠缺,以省域作为评价对象,还不能全面反映地区间的发展差异。

参考文献:

[1] Johnsto D, Lowe R, Bell M. An Exploration of the Technical Feasibility of Achieving CO_2 Emission Reductions in Excess of 60% Within the UK Housing Stock by the Year 2050 [J]. Energy Policy, 2005(13):1643-1659.

[2] 陈跃,文涛,范英. 区域低碳经济发展评价研究综述[J]. 中国人口·资源与环境,2013(4):124-130.

[3] 郑林昌,付加锋,李江苏. 中国省域低碳经济发展水平及其空间过程评价[J]. 中国人口·资源与环境,2011(7):80-85.

[4] 唐笑飞,鲁春霞,安凯. 中国省域尺度低碳经济发展综合水平评价[J]. 资源科学,2011(4):612-619.

[5] Jia J S, Fan Y, Guo X D. The Low Carbon Development (LCD) Levels' Evaluation of the World's 47 Countries (areas) by Combining the FAHP with the TOPS1S Method [J]. Expert Systems with Applications, 2012 (7): 6628-6640.

[6] 黄宗盛,刘盾,胡培基. 基于粗糙集和 DEA 方法的低碳经济评价模型[J]. 软科学,2014(3):16-20.

[7] 秦军,唐慕尧. 基于 Kaya 恒等式的江苏省碳排放影响因素研究[J]. 生态经济,2014(11):53-56.

[8] 吴琼,王如松,李宏卿,等. 生态城市指标体系与评价方法[J]. 生态学报,2005(8):2090-2095.

[9] 袁晓玲,雷厉,仲云云. 低碳经济评价指标体系构建及实证分析[J]. 城市问题,2013(1):56-61.

[10] 屈小娥,曹珂. 陕西省低碳经济发展水平评价研究[J]. 干旱区资源与环境,2013(2):30-35.

[11] 吴雪,陈锦,李爽. 低碳经济评价指标体系的构建[J]. 低碳经济,2012(6):11-14.

[12] Nicolars S. Stem Review On the Economics of Climate Change[M]. London:Cambridge University Press,2007.

[13] Hughes N, Strachan N. Methodological Review of UK and International Low Carbon Scenarios [J]. Energy Policy, 2010(10):6056-6065.

责任编辑:张岩林

Evaluation on Development of Shandong Low Carbon Economy Based on Entire-Array-Polygon Evaluation Model

HAO Zengliang, WANG Guanwen

(*School of Economics and Management*, *China University of Petroleum*, *Qingdao*, *Shandong* 266580, *China*)

Abstract: In this paper, Entire-Array-Polygon Evaluation Model is introduced to evaluate the development of Shandong low carbon economy from five aspects: economy, industry, science, society and environment, in order to know the development during the period of the "12th Five-Year" plan. According to the results, low carbon economy in Shandong province is in an increasing development trend, but the overall level is low. There are many serious problems, such as slow transformation of industrial optimization, low technological innovation capability, destruction of ecological environment, etc. Therefore, Shandong Province should increase investment in science and technology, accelerate the transformation of traditional industries, as well as preserve the ecological environment, to promote the development of low carbon economy.

Key words: low carbon economy; Shandong Province; Entire-Array-Polygon evaluation model