

欠发达地区低碳经济发展评价指标体系的构建与实证研究——以江西省为例

罗小娟¹, 刘盛华²

(1. 江西师范大学 江西经济发展研究中心 江西 南昌 330022;

2. 江西省信息中心 江西 南昌 330046)

摘要: 鉴于现有文献以及欠发达地区的特殊性, 文章从产业经济发展、能源资源消耗、技术研发水平、环境质量状况四个子系统构建了欠发达地区低碳经济发展评价指标体系, 一共选取了 19 个指标。基于 2003 - 2012 年江西的基础指标数据对欠发达地区低碳经济发展评价指标体系进行了实证研究, 应用主成分分析法评价了江西低碳经济发展水平。结果显示, 江西省近十年来的低碳经济发展水平综合得分不断提升, 反映全省低碳经济呈现良好的上升发展态势; 结合四大子系统的分析评价结果, 江西省在做大总量规模、调整产业结构、提升科学技术、优化能源使用、加大节能减排等方面需要进一步加大力度。最后, 对推进江西等欠发达地区的低碳经济发展提出了一些对策建议。

关键词: 低碳经济; 评价指标体系; 主成分分析法; 欠发达地区; 江西

中图分类号: F12 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095 - 0098 (2015) 03 - 0040 - 08

一、引言

随着全球变暖引发的海平面上升、极端气候频发等不利影响严重威胁人类生存和发展, 各国政府开始思考新的经济发展模式。2003 年英国政府在《我们未来的能源——创建一个低碳经济》白皮书中首次提出“低碳经济”概念之后, 低碳经济思想便受到多数国家的赞同和支持。欧盟大力实施以价格优惠、税收优惠、政府绿色采购等低碳产业扶植政策(蒋海勇 2010; 薛睿 2011), ^[1-2] 还出台了《欧盟能源技术战略计划》, 对低碳技术创新进行人力和资金投入。美国政府特别注重可持续能源的发展, 通过吸引风险资本、私人投资, 并制定生产税收减免等联邦法规, 为开发和利用可持续能源、发展低碳经济提供资金和法律支持。日本颁布了《环境税》, 以国家法律的形式将征收环境税提高到国家战略层面, 并制定了“新国家能源技术战略”, 积极促进本国低碳产业技术的发展(郭大为等 2010)。^[3] 我国从产业政策、技术政策、财税政策和法律法规层面出台了一系列节能减排的政策和法规。十八届三中全会更是首次提出了“用制度保护生态环境”, 充分表明我国发展低碳经济的决心。

由于欠发达地区经济落后, 加快工业化进程成为其经济发展的重点, 但是在低碳经济已经成为世界经济发展潮流的新形势下, 欠发达地区传统“高能耗、高污染、高排放、低效率”的发展模式已经不能与低碳经济的要求相适应, 为了避免再走发达地区“先污染、后治理”的老路, 必须发展低碳经济, 在产业和技术选择上进行创新升级, 实现工业的跨越式发展。江西作为资源能源依赖度较强的欠发达省份, 推进低碳经济发展是合理调整能源结构、经济结构和消费结构, 坚持走新型工业化道路, 实现可持续发展的必然选择。本研究首

收稿日期: 2014 - 11 - 13

基金项目: 江西高校哲学社会科学重点资助项目 (ZDZB201204)

作者简介: 罗小娟 (1984 -), 女, 广东韶关人, 博士, 讲师, 主要从事资源与环境经济研究;

刘盛华 (1987 -), 男, 江西人, 硕士, 经济师, 主要从事产业经济、低碳经济研究。

先构建了符合欠发达地区发展特点的低碳经济发展评价指标体系,然后再用2003~2012年江西省经济社会统计数据进行实证研究,以期通过低碳经济发展水平的综合评价为欠发达地区发展低碳经济寻找突破口。

二、欠发达地区低碳经济发展评价指标体系构建

近年来,许多学者在区域低碳经济发展评价指标体系的构建方面进行了初步探索。目前,学界尚未形成统一的标准和模式,主要是因为学者们对低碳经济概念的理解存在一定差异,会从不同的角度设计评价指标体系。马军等(2010)从经济发展、科技发展、社会支撑等方面入手,运用德尔菲法和线性加权法对我国东部沿海6省市进行了低碳评价分析。^[4]任福兵等(2010)则从能源利用结构、产业经济发展、农业发展支撑、科学技术支持、建筑支撑、交通支撑、消费方式和政策法规8个层面选取了52个指标。^[5]冯碧梅(2011)在构建湖北省低碳经济评价指标体系中,将区域低碳经济概括为自然生态低碳、产业生态低碳和人文生态低碳三个子系统,在每一子系统中又围绕碳排放、碳源控制、碳汇建设、低碳产业等指标进行细化。^[6]唐笑飞(2011)将社会经济基础、能源消费、碳排放、碳吸收、低碳产业作为中国省域低碳经济评价指标体系中的一级指标。^[7]李晓燕、邓玲(2010)在经济系统、科技系统、社会系统和环境系统4个准则层选择了27个指标构建了城市低碳经济综合评价指标体系。^[8]刘蓓琳(2012)则充分借鉴了各类可持续发展评价指标体系的经验,从经济发展、社会进步、环境保护、科技创新和节能减排五个维度构建了城市低碳经济评价指标体系。^[9]白雪勤、孙文生(2012)从经济、技术、环境等方面选取了17个指标,应用因子分析法对河北省11个市进行了低碳发展分析。^[10]屈小娥、曹珂(2013)则首次提出将民生指标纳入评价体系,具体采用居民收入和恩格尔系数作为表征指标,构建了涵括低碳产出、低碳排放、低碳消费、低碳资源、人民生活水平等5个方面的指标体系,并应用于陕西省的低碳经济发展水平评价。^[11]

表1 欠发达地区低碳经济发展评价指标体系与江西指标的描述性统计

目标层	准则层	指标层			描述性统计	
		符号	指标名称	指标类别	均值	标准差
欠发达地区低碳经济发展评价	产业经济发展	X1	GDP增长率(%)	+	12.83	0.79
		X2	第一产业产值占GDP比重(%)	-	15.49	2.90
		X3	第二产业产值占GDP比重(%)	-	50.18	3.90
		X4	第三产业产值占GDP比重(%)	+	34.33	1.28
		X5	人均GDP增长率(%)	+	12.27	0.43
	能源资源消耗	X6	单位GDP能耗(t标准煤/万元)	-	0.84	0.26
		X7	煤占能源消费总量比重(%)	-	73.32	1.18
		X8	油占能源消费总量比重(%)	+	17.14	1.85
		X9	气占能源消费总量比重(%)	+	0.77	0.51
		X10	高新技术产业增加值占规模以上工业产值比重(%)	+	21.37	3.30
	技术研发水平	X11	研究与开发(R&D)费用占GDP的比重(%)	+	0.89	0.07
		X12	研究与开发(R&D)人员数(人)	+	37381	16885
		X13	每万人专利授予量(项)	+	1.93	0.68
		X14	万元产值固体废物排放量(t)	-	1.39	0.44
		X15	万元产值废水排放量(t)	-	10.16	3.33
	环境质量状况	X16	万元产值废气排放量(万m ³)	-	1.12	0.10
		X17	工业固体废物综合利用率(%)	+	38.89	12.35
		X18	工业废水排放达标率(%)	+	67.78	13.55
		X19	工业三废综合利用产品产值(万元)	+	391094	236758

注:指标类别中“+”表示正向指标,“-”表示负向指标。

在参考借鉴上述文献的基础上,本研究充分考虑了欠发达地区的特殊性,即高能耗产业比重偏高、低碳产业创新的空间受限、低碳技术创新动力和能力不足等劣势,以及欠发达地区发展低碳经济的转型成本较低、综合阻力较小、进度较快等优势。最后,在全面性与代表性相结合、科学性与可操作性相结合、系统性与

层次性相结合、动态性和稳定性相结合等原则的指导下,本研究构建了涵括产业经济发展、能源资源消耗、技术研发水平、环境质量状况于一体的欠发达地区低碳经济发展评价指标体系。4 个方面一共选取了 19 个评价指标,所有评价指标均为可量化指标(见表 1)。

描述性统计的数据主要来源于江西省统计年鉴、统计月报,部分来源于网络资料和统计数据计算。

三、数据说明与方法介绍

(一) 数据说明

由于“低碳经济”概念的首次提出是 2003 年,所以本文所用的数据为 2003—2012 年江西的社会经济数据。为了保障数据的科学、准确,本文采用的基础指标的数据主要来源于江西省统计局公开发布的统计数据、统计月报,部分来源于网络资料和统计数据计算所得。从表 1 的描述性统计分析可知,产业经济发展指标中,江西十年来的 GDP 平均增长率为 12.83%,人均 GDP 平均增长率为 12.27%,三次产业产值的平均比值为 15.5:50.2:34:3。能源资源消耗指标中可以看出,江西煤炭占能源消费总量比重居高不下,高达 73.32%。技术研发水平指标中,高新技术产业增加值占规模以上工业产值比重为 21.37%,研究与开发(R&D)费用占 GDP 的比重为 0.89%。环境质量状况指标中,工业固体废物综合利用率达 38.89%,工业废水排放达标率达 67.78%,工业三废综合利用产品产值为 391094 万元。

(二) 评价方法的介绍

主成分分析又称为主分量分析,最早是由美国学者霍特林于 1933 年提出来的。该方法是利用降维的思想,将实测的多个指标通过线性变换,转化成少数几个相互独立的新变量,从相互独立的新变量中选取能够反映所研究问题绝大部分信息的若干分量(选取方差累计概率 85%)为主成分。该方法在消除指标之间的信息重叠、切断相关干扰的同时,大大减少了评价过程中的计算工作量。主成分分析是通过实际调查数据进行评价,具有客观性和实际性,属于对实际问题进行定量分析的评价方法。低碳经济发展水平的评价是涉及多个评价指标的复杂问题,应用主成分分析法对问题进行降维简化,可以达到客观评价的效果,并可指导低碳经济发展的工作重点。主成分分析的主要步骤如下:

第一步:数据的预处理。表征不同性质特征的数据具有不同的性质和量纲,要使不同性质和量纲的指标数据具有可比性,必须对其进行适当变换,做同向化及无量纲化的处理。指标的同向化处理是指将负向指标转化为正向指标,使指标具有同向可比性。在对指标进行无量纲化处理时,本文选用不会改变指标间相关关系的均值化处理,以便充分利用原始数据中所包含的信息。

同向化处理:正向指标不变,负向指标取其倒数,即

$$X_{ij}' = 1/X_{ij}$$

均值化处理:

$$ZX_{ij} = X_{ij}' / \bar{X}_j'$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mm} \end{bmatrix}$$

式中: X_{ij}' 指同向化处理后的数据; \bar{X}_j' 为样本的均值; $\bar{X}_j' = (1/n) \sum X_{ij}'$; $i = (1, 2, \dots, n)$, $j = (1, 2, \dots, m)$ 。

第二步:计算相关系数矩阵 R 。根据预处理后的指标求个指标变量的相关系数 r_{ij} ,得出相关系数矩阵 $R_{ij} = (r_{ij})_{m \times m}$ 。

式中: r_{ij} ($i, j = 1, 2, \dots, m$) 为原始变量 X_i 和 X_j 的相关系数, $X_{ij} = X_{ji}$ 。

第三步:计算相关系数矩阵 R 的特征值,并确定主成分个数 m' 。相关系数矩阵 R 的特征值 λ_j ($j = 1, 2, \dots$) 具有依次递减的特征,即 $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_m$ 。根据前几个特征值的累计方差贡献率超过 85% 的原则,确定主成分个数 m' ($m' < m$) m' 即为新指标个数。

第四步:计算主成分得分 F_{it} ($i = 1, 2, \dots, n$; $t = 1, 2, \dots, m'$)。根据因子得分系数和原始变量的预处理值

计算每个观测量的各主成分得分值。

四、评价结果的分析

(一) 子系统评价分析结果

在进行主成分分析时,运用 SPSS 软件计算主成分方差贡献率,确定主成分的个数,得出各子系统综合得分,进而对各个子系统进行具体分析。

1. 子系统一:产业经济发展分析。从结果得出,产业经济子系统中共用 2 个主成分特征值大于 1,且累计贡献率达到 85.554%,涵盖了该子系统的大部分信息,满足解释需要(见表 2)。为此,产业经济发展子系统选择 2 个主成分,并计算其得分系数。从表 2 可以看出,第一主成分大部分变量的得分系数的绝对值都在 0.2 以上,其中一、二、三产业产值占 GDP 的比重(X2、X3、X4)的得分系数绝对值都超过 0.2 以上且大于其他指标得分系数,反映了产业结构对低碳经济发展的重要影响,属于结构因子。第二主成分中 GDP 增长率(X1)、人均 GDP 增长率(X5)这两个指标得分系数远远大于其他各个指标的系数,说明第二主成分主要体现出江西经济总量规模和人均规模的重要地位,属于总量因子。

表 2 子系统一:产业经济发展主成分得分系数

	X1	X2	X3	X4	X5
1	0.079	-0.893	0.992	0.885	-0.33
2	0.931	-0.267	0.042	-0.1	0.804

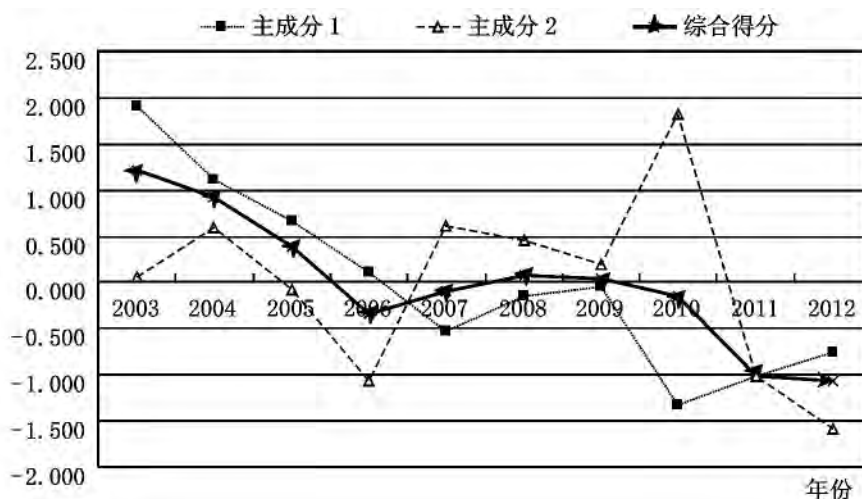


图 1 子系统一:产业经济发展主成分及综合得分

通过主成分得分系数和方差贡献率,计算各主成分得分和产业经济发展子系统的综合评分(见图 1)。主成分 1(结构因子)多年来出现连续下滑的状态,说明江西省在近十年来的产业结构调整力度和效果明显不足。主成分 2(总量因子)多年来出现剧烈波动情况,说明江西省经济总量发展不均衡,增长动力不稳定。产业经济发展子系统综合得分总体上表现出波动甚至缓慢下滑的状况,预示江西省发展不足、总量不大、结构不优的历史矛盾没有得到有效根本改善,做大总量规模、做优产业结构仍是今后发展的重中之重。

2. 子系统二:能源资源消耗评价分。能源资源消耗子系统中共用 2 个主成分特征值大于 1,且累计贡献率达到 84.394%,基本涵盖了该子系统的大部分信息(见表 3)。为此,能源资源消耗子系统选择 2 个主成分,并计算其得分系数。由表 3 可以看出,第一主成分中单位 GDP 能耗(X6)、气占能源消费总量比重(X9)这 2 个指标的得分系数的绝对值远高于其他指标,可以解释为非化石能源在总能源使用中的占比情况,属于清洁能源占总能耗比重因子。第二主成分中煤占能源消费总量比重(X7)、油占能源消费总量比重(X8)这 2 个指标的得分系数的绝对值远高于其他指标,可以解释为化石能源在总能源使用中的占比情况,属于传统能源占总能耗比重因子。

根据以上结果,计算出的各主成分得分和能源资源消耗子系统的综合得分(见图2)。主成分1(清洁能源占能源消耗总量的比重因子)多年来呈现连续上升的趋势态,说明江西省在近十年来不断提高非化石能源使用比重,大力推进天然气使用,风能、太阳能等清洁能源正在逐步推进。主成分2(化石能源占能源消耗总量的比重)多年来一直处于波动之中,特别是在近两年经济出现增长放缓之后,出现抬头现象,但仍需要保持警惕,进一步优化能源结构。能源资源消耗子系统综合得分总体呈现稳步上升趋势,说明全省能源使用结构正趋于优化,需要警惕因经济放缓出现传统能源大量使用以节省成本的情况。

表3 子系统二:能源资源消耗主成分得分系数

	X6	X7	X8	X9
1	0.945	0.041	-0.319	0.987
2	0.232	0.847	0.795	0.01

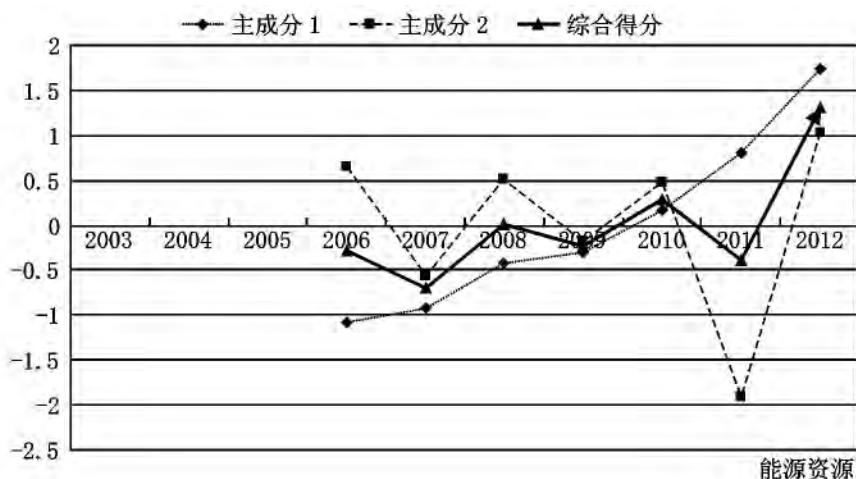


图2 子系统二:能源资源主成分及综合得分

3. 子系统三:技术研发水平评价分。技术水平子系统中共用1个主成分特征值大于1,且累计贡献率达到94.215%,涵盖了该子系统的大部分信息(见表4)。为此,技术研发水平子系统选择1个主成分,并计算其得分系数。由表4可以看出,第一主成分中所有指标的得分系数均超过0.2,且都接近1,反映了江西省技术发展水平,属于整体科学技术因子。

表4 子系统三:技术研发水平主成分得分系数

	X10	X11	X12	X13
1	0.995	0.915	0.988	0.983

计算出的主成分得分和技术研发水平子系统的综合得分(见图3)。从图3可以看出,江西省在近十年来科学技术研发水平不断提高,科技创新“六个一”工程、人才强省战略得到了较好的实践。

4. 子系统四:环境质量状况评价分。环境质量状况子系统中共用2个主成分特征值大于1,且累计贡献率达到97.877%,涵盖了该子系统的大部分信息(见表5)。为此,环境质量状况子系统选择2个主成分。由表5可以看出,第一主成分中万元产值固体废物排放量(X14)、万元产值废水排放量(X15)、万元产值废气排放量(X16)三大指标的得分系数均超过0.2,反映了工业废弃物排放总量与经济总量的关系,属于工业废弃物碳排放强度因子。第二主成分中工业固体废物综合利用率(X17)、工业废水重复利用率(X18)、工业三废综合利用产品产值(X19)三个指标的得分系数均超过0.2,反映工业三废处理程度,属节能减排因子。

根据以上结果,主成分得分和技术研发水平子系统的综合得分(见图4)。从图4可以看出,主成分1(工业废弃物碳排放强度因子)多年来出现持续上涨的状态,说明随着江西省工业的不断做大,工业废弃物排放越来越多,环境压力不断累积。主成分2(节能减排因子)在2003-2009年出现波动但总体上升的较好态势,说明江西省贯彻国家节能减排力度不断加强,效果不断显现。但随着金融危机的爆发,江西省在不利

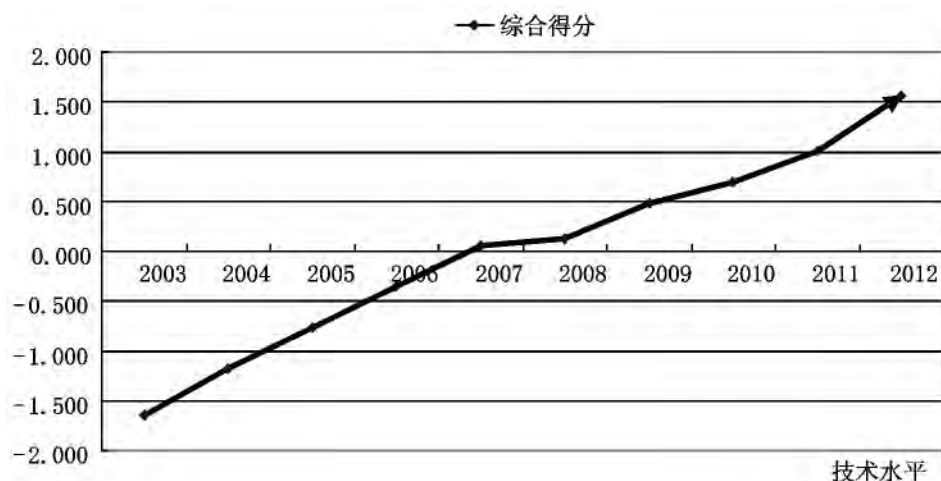


图3 子系统三:技术水平综合得分

的国内外经济发展形势下,既要保证经济稳定发展,又要保护青山绿水,节能减排压力剧增,出现不平稳的波动,说明江西省在当前国内外发展形势下,实现经济与生态的双发展双平衡存在一定的压力和难度。

表5 子系统四:环境质量状况主成分得分系数

	X14	X15	X16	X17	X18	X19
1	0.987	0.975	-0.365	0.949	0.893	0.969
2	0.117	-0.13	0.925	0.202	0.388	0.201

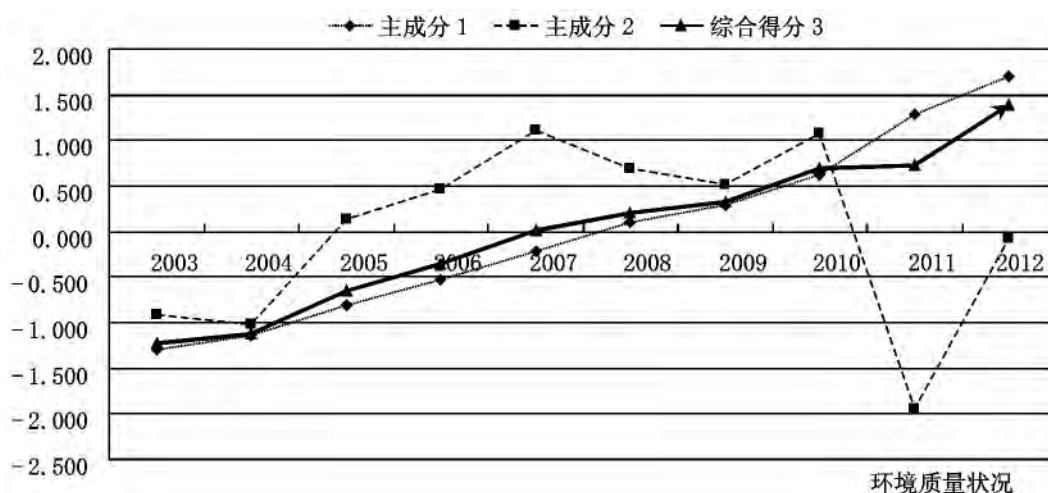


图4 子系统四:环境质量状况主成分及综合得分

(二) 江西省低碳经济发展水平综合评价

通过整合四大子系统的综合得分,运用主成分分析方法计算江西低碳经济发展的总体水得到江西省低碳经济发展水平的综合得分,具体见图5。从图中可以看出,江西省近十年来的低碳经济发展水平综合得分不断提升,反映全省低碳经济呈现良好的上升发展态势,“山江湖开发治理”、“既要金山银山又要绿色青山”等系列工程和发展理念在实际发展过程中得到了较好的实践效果,为江西省低碳经济发展奠定了坚实的基础,形成了良好的比较优势。结合四大子系统的分析评价结果,江西省在做大总量规模、调整产业结构、提升科学技术、优化能源使用、加大节能减排等方面需要进一步加大力度,特别是在当前国内外经济形势复杂多变的关键时刻,如何实现在发展中求保护、在保护中求发展成为一个更加充满挑战的历史责任和时代任务。

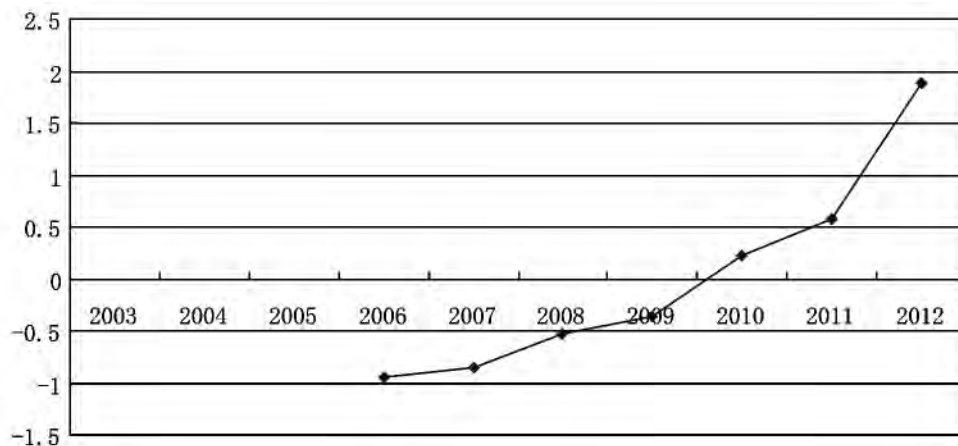


图5 江西省低碳经济发展水平综合得分

五、对策建议

首先,要制定低碳经济发展战略和规划,强化财政配套。应以建设资源节约型、环境友好型和节能减排为出发点,结合国家发展规划、能源规划、循环经济规划和节能减排规划,制定江西省低碳经济的长期战略和短期规划。还要加强财政对低碳经济的支持。在财政预算安排中,应该重视对节能减排、清洁能源开发、低碳技术研发以及低碳产业发展的投入,设立专项财政资金支持低碳经济的发展,为低碳经济的发展提供资金保障。

其次,以培育新兴环保产业为主导,推动传统产业向低碳化转型。推动发展新能源、新环保、新材料、生物医药、新型装备制造业等战略性新兴产业时,必须将新能源、环保产业作为发展低碳产业的突破点,合力打造低碳产业集群发展。要以传统产业向低碳化转型为基础,改造传统产业,使其转型升级向低碳方向发展,要减少对传统产业的依赖,不断优化产业布局,扶持高碳产业向低碳转化,同时提高市场的环保准入标准,抑制高耗能、高污染行业,逐步淘汰落后产能。

最后,培育公众低碳生活的理念,并积极推行低碳经济示范区。利用网络等各类媒体,加强对民众的宣传与引导,增强广大公众对发展低碳经济的危机感和责任感,树立低碳生活理念。同时,推行低碳经济示范区建设,在鄱阳湖生态经济区和新能源基地进行试点,创建具有特色的低碳文化品牌,充分发挥的城市的辐射作用,以带动全省低碳经济的健康有序发展。

参考文献:

- [1] 蒋海勇. 欧盟发展低碳经济的财税政策研究[J]. 开放导报, 2010(6): 56-59.
- [2] 薛睿. 中国低碳经济发展的政策研究[D]. 中共中央党校博士学位论文, 2011.
- [3] 郭大为, 仲云云, 仲伟周. 我国碳金融发展制约因素及政策启示[J]. 国家行政学院学报, 2010(4): 59-63.
- [4] 马军, 周琳, 李薇. 城市低碳经济评价指标体系构建——以东部沿海6省市低碳发展现状为例[J]. 科技进步与对策, 2010(22): 165-167.
- [5] 任福兵, 吴青芳, 郭强. 低碳社会的评价指标体系构建[J]. 科技与经济, 2010(2): 68-72.
- [6] 冯碧梅. 湖北省低碳经济评价指标体系构建研究[J]. 中国人口、资源与环境, 2011, 21(3): 54-58.
- [7] 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[J]. 资源科学, 2011, 33(4).
- [8] 李晓燕, 邓玲. 城市低碳经济综合评价探索[J]. 现代经济探讨, 2010(2): 82-85.
- [9] 刘蓓琳. 基于主客观的城市低碳经济评价研究[M]. 北京: 中国经济出版社, 2012.
- [10] 白雪勤, 孙文生. 低碳经济评价方法及实证分析[J]. 广东农业科学, 2012(7): 218-220.
- [11] 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, 27(2): 30-35.

The Construction and Empirical Research on the Evaluation Index System of Low Carbon Economic development in Less Developed Areas —Take Jiangxi Province as an Example

LUO Xiaojuan¹, LIU Shenghua²

(1. Economic Development Research Center, Jiangxi Normal University, Nanchang, Jiangxi 330022, China;

2. Jiangxi Information Center, Nanchang, Jiangxi 330046, China)

Abstract: In view of the existing literature and the special characteristics of less developed areas. This article constructed the evaluation index system of low-carbon economy development in less developed areas which include 4 subsystems: industry level of economic development, energy resource consumption, technology development, environmental quality condition. And it selected 19 indexes in total. Then it carried on an empirical research of the evaluation index system based on statistic data of Jiangxi province from 2003–2012, and evaluated the low carbon economic development of Jiangxi with the application of principal component analysis method. The results showed that the comprehensive scores of low carbon economic development level in Jiangxi is rising in recent ten years, this reflects the good development momentum of low carbon economic. Combined with the evaluation results of four subsystems, we can learn that Jiangxi should pay more effort on economic scale increase, industrial structure adjustment, science and technology promotion, energy use optimization, energy conservation and emission reduction. Finally, this paper put forward some suggestions to promote low carbon economic development in less developed areas such as Jiangxi province.

Key words: low carbon economy; evaluation index system; principal component analysis; less developed areas; Jiangxi

(责任编辑:沈 五)