

基于耦合理论的产业结构与生态环境协调性研究

邹伟进, 李旭洋, 王向东

摘要: 基于耦合理论, 通过构建产业结构与生态环境综合评价指标体系及耦合协调度模型, 结合主成分分析方法, 对我国 2000—2013 年的产业结构与生态环境协调性进行定量研究。研究表明, 近十几年来, 在产业结构优化步伐不断加快的同时, 生态环境压力、生态环境状态、生态环境响应以及生态环境质量虽然有所波动, 但从整体上看, 生态环境各指标处于不断上升的状态; 同时, 在评价期内, 我国的产业结构与生态环境的协调程度经历了极不协调、失调到弱协调的过程, 虽然二者的协调发展仍存在不平衡, 但逐渐向协调过渡。最后, 提出促进产业结构与生态环境协调发展的政策建议。

关键词: 耦合理论; 产业结构; 生态环境; 主成分分析; 协调度

中图分类号: F269.24 文献标识码: A 文章编号: 1671-0169(2016)02-0088-08

DOI:10.16493/j.cnki.42-1627/c.2016.02.009

一、引言

早在 1991 年, Grossman 等在研究经济发展与生态环境关系时, 提出经济增长主要通过三种方式来影响生态环境, 即规模效应、技术效应与结构效应^{[1][2]}。结构效应是指随着科技进步和人们收入水平的提高, 在产业结构演变的过程中, 生态环境所受到的影响。具体体现为, 在人类各种经济活动方面, 产业结构是各种经济活动投入的“资源转换器”, 人类的经济活动主要通过产业结构对生态环境产生影响。从生态环境的角度来看, 污染物种类和数量在一定程度上受到当时产业结构的控制, 因此, 产业结构在经济活动与生态环境之间发挥着桥梁纽带作用。

学界对我国不同地区的产业与生态相互关系已做过一定研究。在区域产业结构与环境的耦合关系方面, 赵雪雁等^[3]以黑河流域为背景, 在综合分析的基础上, 对其上、中、下游的生态环境质量和产业结构效益的耦合关系进行了定量辨识。李勇等^[4]以山东省为研究背景, 对 2000—2008 年山东省 17 地市的产业生态协调性进行实证分析, 发现产业结构对生态环境的影响重大, 山东省整体上处于基本协调阶段。张效莉等^[5]从新古典经济学的超边际分析理论角度出发, 分别建立了经济系统与环境系统两个最优决策模型, 推导得出经济效益与环境效益分别正相关于各自的外生交易费用。卢雅珍^{[6](P34)}运用耦合度, 对关中—天水经济区的产业与生态环境质量的耦合发展状况进行实证分析, 研究表明, 该经济区的产业与生态环境耦合度良好且处于“U”型规律右半边的上升阶段。

在产业结构发展演变与环境质量关系方面, 彭立颖等^[7]以上海市为背景研究经济增长与环境污染的关系。张燕^[8]以江苏省为例从产业转移的角度考察产业结构与环境质量之间的关系。蔡惠光等^[9]基于 EKC 曲线运用广义差分法对 1991—2006 年中国的人均三废产生量、人均收入和工业结构的时间序

基金项目: 教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目“经济全球化背景下中国矿产资源战略研究”(12JZD034)

作者简介: 邹伟进, 经济学博士, 中国地质大学(武汉)经济管理学院教授、产业经济研究所所长(湖北武汉 430074); 李旭洋, 中国地质大学(武汉)经济管理学院硕士研究生

列数据进行研究,通过计量结果发现生态环境质量的优劣在很大程度上受到产业结构的影响,并且工业在国民经济中比重越高,环境污染越严重。许丽忆等^[10]以河南省为例,在主成分分析的基础上,建立了产业结构、生态环境和经济增长的VAR模型,研究结果表明生态环境质量的冲击会引起产业结构效益的变化。原毅军等^[11]基于我国的省际面板数据,运用门槛回归模型检验等方法对环境规制下的产业结构调整效应进行了研究。其他还有通过采用模糊数学方法、典型相关性分析方法或者针对不同的产业类型,计算其环境影响指数等分析方法,以青海省^[12]、甘肃省^[13]和福建省^[14]等为背景,来研究产业结构对生态环境的影响作用。

总体而言,在研究生态环境与产业结构的关系上,现有研究大多集中于省域及地市范围,全国层面的研究较少。基于此,本文以2000—2013年为数据背景,以全国为研究范围,综合运用主成分分析和耦合协调度模型,探究该时期我国产业结构与生态环境的协调性,一方面为产业结构的生态化发展提供理论支撑,另一方面为决策者制定产业优化升级和生态环境政策提供参考。

二、理论基础

(一) 耦合理论和协调度内涵

耦合概念最初来源于物理学,它反映了多个系统之间或者组成系统的要素之间,通过相互作用、相互影响,彼此间产生相互促进或者制约的现象和规律。具体来说,当系统之间相互依存、相互促进时,为良性耦合,在良性耦合系统中,一方的发展将有利于其他部分和整体的发展,具有正外部性;反之,若二者相互制约、相互摩擦,则为恶性耦合,此时将阻碍彼此的发展进程,产生负外部性。对系统间相互作用程度的有效度量,一般采用耦合度和能够进一步反映系统整体发展情况的协调度。基于耦合理论的协调度,是度量两个或两个以上的系统或组成系统的各个要素,在其发展变化过程中协同一致的程度,所描述的是系统由杂乱无序转变为协调有序的变化趋势。本文认为产业结构作为经济活动与生态环境之间的纽带,通过发挥其资源转换的作用与生态环境发生联系,产业结构与生态环境是相互作用、相互影响的一个复杂系统,彼此之间存在耦合关系。

(二) 产业结构与生态环境的关系

产业结构是构成国民经济的重要方面,具体是指各产业的内部构成以及不同产业间的联动和比例关系^[15]。一般而言,生态环境主要是指由生物群落及非生物自然因素所构成的整体。与一般意义上的环境含义不同,它包括了两方面的内容,一是各种自然要素的组合,二是人类与各种自然要素间的生态关系的组合^[16]。

在经济增长过程中,伴随着产业结构的不断演变,生态环境也会发生相应的变化,这种影响主要来自于两个方面。一方面,从“质”的角度产生影响。产业结构是劳动力、资本、技术等生产要素分配的结果,决定了经济系统中资源在各产业间的配置,因而产业结构对一个经济体的资源消耗强度和污染物的排放规模起着决定性作用。只有高级化、合理化的产业结构才能使资源高效利用、防止资源的积压浪费,降低生态环境损耗量^[17],而不合理的产业结构会导致资源浪费、环境污染和生态破坏^{[18](P12)}。另一方面,从“量”的角度产生影响。产业结构决定了资源的消耗数量,进而影响污染物的排放。在三次产业结构中,第二产业尤其是工业占主要地位时,其生产会使用大量的矿物燃料,消耗的能源和排放的污染就越多,环境压力也将随工业比重的增加而加重;而当第三产业占主要地位时,它不仅消耗资源少,还可以为工业生产提供技术服务,通过改良生产设备和改进生产工艺,使工业的生产消耗和污染排放减少。

生态环境是经济发展的基础,能够为产业经济活动提供所需要的资源,一般而言,恶化的生态环

境,尤其是当人类在经济活动过程中排放出的污染物超过了环境自身的承载力时,将会严重制约经济发展的进程和质量,进而减缓产业结构优化调整的进程,造成环境污染的进一步加重,陷入生态环境与产业结构恶性循环的怪圈。反之,优良的生态环境有助于加快推进经济的健康发展和产业结构的优化升级。优化的产业结构,在同等产出水平下,将会排放较少的“三废”污染物,降低产业经济活动对生态环境的负外部效应。总而言之,产业结构与生态环境之间是相互制约、相互影响的耦合关系。只有在二者处于协调发展的状态时,整个系统的物质流、能量流、信息流等运转才是比较合理的,否则,将导致整个生态产业系统的结构和功能失调,阻碍经济发展。产业结构在进行优化调整时,要充分考虑到生态环境,实现产业结构的生态化、合理化和高度化,降低污染物的排放,提高资源利用效率,实现经济与生态环境之间的协调发展^[19]。

三、产业结构与生态环境指标体系构建与指数测算

(一) 指标体系构建

1. 产业结构评价指标体系构建。通过文献对比,同时为了准确、客观地描述我国的产业结构,本文从产业结构水平与产业结构效益两方面选取 10 项指标,定量描述产业结构系统,在此,产业结构效益侧重于从经济效益方面来反映^[3]。指标体系如表 1 所示。

表 1 产业结构评价指标体系

目标层	准则层	指标层及单位
产业结构评价指标体系	产业结构水平	第一产业增加值占 GDP 比重 (%) C ₁
		第一产业从业人员比重 (%) C ₂
		第二产业增加值占 GDP 比重 (%) C ₃
		第二产业从业人员比重 (%) C ₄
		第三产业增加值占 GDP 比重 (%) C ₅
		第三产业从业人员比重 (%) C ₆
	产业结构效益	人均 GDP (元/人) C ₇
		农民人均纯收入 (元/人) C ₈
		全员劳动生产率 (元/人) C ₉
		人均社会消费品零售额 (元/人) C ₁₀

2. 生态环境评价指标体系构建。联合国经济合作与发展组织 (OECD) 与联合国环境规划署 (UNEP) 共同建立的 PSR 模型,即压力 (Pressure) — 状态 (State) — 响应 (Response) 模型^[20]能精确地反映生态环境与经济活动各因素之间的联系,常被用来作为衡量生态环境的指标体系。在该模型中,压力指标反映了人类活动给生态环境施加的负荷,其值越大说明生态环境承受的负担越重,与生态环境是负相关的关系;状态指标反映了自然资源和生态环境所处的状态,其值越大说明生态环境越优良,与生态环境是正相关关系;响应指标反映了人类对待生态环境问题所采取的措施,显示了人们对环境保护的态度,其值越大说明对生态环境的促进作用越大,与生态环境是正相关关系。本文采用 PSR 模型,考虑我国生态环境现状,在遵循科学性、系统性、可操作性和独立性原则上,设计了生态环境综合评价指标体系 (如表 2 所示)。

(二) 产业结构与生态环境综合指数测算

本文采用主成分分析法 (PCA) 来测算产业结构综合指数和与生态环境相关的综合指数。分析数据主要来自于各年《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、《中国环境统计年鉴》以及中国环境

表 2 生态环境评价指标体系

目标层	准则层	指标层及单位
生态环境评价指标体系	生态环境压力	人均工业废水排放量 (t/人) E_1
		人均工业废气排放量 (m^3 /人) E_2
		人均工业固体废物产生量 (t/人) E_3
		人均生活用水量 (m^2 /人) E_4
		人口密度 (人/ km^2) E_5
	生态环境状态	森林覆盖率 (%) E_6
		建成区绿化覆盖率 (%) E_7
		人均耕地面积 (a/人) E_8
		人均水资源拥有量 (m^3 /人) E_9
		人均建设用地面积 (m^2 /人) E_{10}
	生态环境响应	工业废水排放达标率 (%) E_{11}
		生活垃圾无害化处理率 (%) E_{12}
		工业固体废物综合利用比率 (%) E_{13}
		治理废气项目投资占污染治理总投资比重 (%) E_{14}
		污染治理资金占 GDP 比重 (%) E_{15}

保护部统计信息网或者进行计算加工而成, 数据的时间区间为 2000—2013 年。在此为方便表述, 用 ISCI 表示产业结构综合指数, 用 EQCI 表示生态环境质量综合指数、EPCI 表示生态环境压力综合指数、ESCI 表示生态环境状态综合指数、ERCI 表示生态环境响应综合指数。

1. 产业结构综合指数测算。在运用主成分分析法之前, 为消除变量由于量纲不同所造成的影响, 需要对数据进行标准化处理, 公式为:

正向指标:

$$y_i = \frac{x_i - \min x_i}{\max x_i - \min x_i} \quad (1)$$

负向指标:

$$y_i = 1 - \frac{x_i - \min x_i}{\max x_i - \min x_i} \quad (2)$$

式中, y_i 为数据标准化后的数值, x_i 为原始值, $\max x_i$ 与 $\min x_i$ 分别为评价区内该指标的最大值与最小值。运用 SPSS19.0 软件进行主成分分析, 可以得出 2000—2013 年间的产业结构综合指数 ISCI 的得分 (如表 3 所示)。

2. 生态环境各指数的测算。同样运用主成分分析 (PCA) 方法得出生态环境压力指数 (EPCI)、生态环境状态指数 (ESCI)、生态环境响应指数 (ERCI) 和生态环境质量综合指数 (EQCI)。其中环境压力指数 (EPCI) 值越大说明环境承载的压力越大, 对生态环境质量的提升产生阻碍作用; 环境状态指数 (ESCI) 值越大表明环境状况越好, 对生态环境质量具有促进作用; 环境响应指数 (ERCI) 值越大表明对环境越重视, 对污染的治理成效越好, 能够促进生态环境质量的改善; 生态环境质量综合指数 (EQCI) 值越高表明生态环境质量越好。生态环境各指数的具体得分如图 1 所示。

由图 1 可知, 在生态环境压力方面, 2000—2007 年期间, 生态环境压力指数不断上升且上升

表 3 产业结构综合指数得分

年份	Fc1	Fc2	ISCI
2000	-1.3049	0.2584	-1.0755
2001	-1.2150	0.9635	-0.8953
2002	-1.1285	1.2936	-0.7731
2003	-0.9380	0.2784	-0.7595
2004	-0.8210	0.0618	-0.6915
2005	-0.4555	-0.9457	-0.5274
2006	-0.1091	-1.4877	-0.3114
2007	0.1477	-0.9937	-0.0198
2008	0.3476	-1.1214	0.1320
2009	0.5836	-0.1816	0.4713
2010	0.8419	-0.4821	0.6476
2011	1.1376	-0.3693	0.9165
2012	1.3092	0.7378	1.2254
2013	1.6043	1.9879	1.6606

的速度和幅度都较快,其值由-1.439 88增加到0.566 81。说明在这一阶段,我国的资源和环境承受的压力变大,这主要是由于“九五”和“十五”这十年间,全国绝大部分地区都处于快速工业化时期,在产业结构中第二产业占主导,因而经济活动过程中产生的污染物不断累积,对生态环境造成的压力持续上升。2008—2011年期间,环境压力指数仍然处于上升的状态,但是与之前相比,上升的速率有所减缓。2011—2013年期间,随着我国产业结构的不断优化调整,其良好的外部性开始显现,此时的环境压力指数开始有所下降,经济活动对环境产生的压力开始有所控制。

生态环境状态方面,2000—2013年期间,生态环境状态指数不断增长,说明我国的生态环境保持较好,在城市绿化建设和环境保护方面取得了一定成绩。这从环境状态评价指标具体值上也可以体现出来,2000年建成区绿化覆盖率只有28.2%,2013年达到39.7%,提高了11.5个百分点;森林覆盖率由2000年的16.55%增长到2013年的21.6%,说明绿化建设成效显著。

生态环境响应方面,2000—2013年期间,生态环境响应指数从2000年的-1.836 65增长到2013年的0.888 38,增长趋势明显,说明技术进步和企业更新生产设备减少了能源消耗和污染物排放,同时政府在污染治理方面投入了大量资金,促进了我国生态环境质量的改善。

从环境质量综合指数来看,在评价期内,我国的生态环境质量状况大致可分为三个阶段。2000—2005年期间,生态环境综合指数不断下降,这是因为该段时期的快速工业化导致环境质量日益恶化,在2005年达到最低值。2005—2006年期间的环境质量处于稳定状态。2006—2013年期间,我国的生态环境质量综合指数不断上升,环境质量得到一定改善。这说明一方面随着经济的增长和环保意识的增强,人们越来越重视环境问题,采取了积极的控制环境污染和改善生态环境质量的措施;另一方面由于我国产业结构的不断调整变化以及政府加强环境污染治理,在2005年之后,生态环境状态和生态环境响应对生态环境质量的促进作用不断超过生态环境压力对生态环境的阻碍作用,提高了环境质量的总体水平。

四、产业结构与生态环境协调度测定

(一) 耦合协调度模型

目前普遍都采用耦合协调度模型来衡量所研究系统协调状况的好坏程度。根据耦合理论,本文采用产业生态耦合度 C ,并在此基础上定义产业生态协调度 D ,以此来定量分析产业结构与生态环境系统整体的协调性。

在此,本文首先以变异系数为基础定义产业结构与生态环境耦合度 C 为:

$$C = \left\{ \frac{x \times y}{\left(\frac{x}{2} + \frac{y}{2} \right)^2} \right\}^k \quad (3)$$

其中, x 、 y 分别代表我国产业结构综合指数和生态环境质量综合指数, C 为产业结构与生态环境耦合度, $C \in [0, 1]$,从理论上分析, x 与 y 之间的离差越小,则整个系统就越协调。 k 为调节系数,一般情况下, $k \geq 2$,借鉴其他文献,本文取 $k = 2$ 。

产业结构与生态环境耦合度 C 反映的是产业结构与生态环境的耦合强度,为了全面描述产业结构与生态环境系统整体的协调发展程度,需要引入协调度作进一步研究,定义产业结构与生态环境协

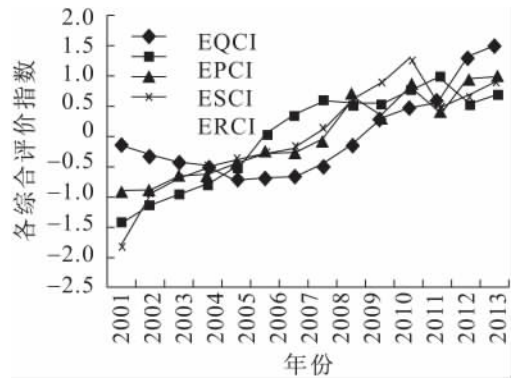


图1 生态环境各综合指数得分

调度 D 的函数为:

$$D = \sqrt{C \times T} \tag{4}$$

其中, D 为产业结构与生态环境协调度, C 为产业结构与生态环境耦合度, T 为协调发展水平综合评价指数, $T \in (0, 1)$, $D \in (0, 1)$ 。 $T = \alpha x + \beta y$, α 、 β 为待定权数, 一般而言, 我们认为产业结构优化发展与生态环境质量发展同等重要, 故 α 、 β 的取值相同, 均设定为 $0.5^{[21]}$ 。

(二) 产业结构与生态环境系统协调度测度结果

由于用主成分分析得出的产业结构综合指数与环境质量综合指数有负值的情况, 首先要对数据进行归一化处理, 之后运用耦合协调度模型, 计算出产业结构与生态环境协调度 D 。各年份的协调度 D 如图 2 所示。

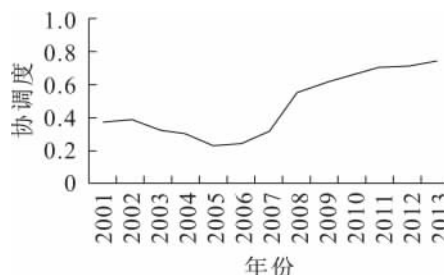


图 2 产业生态协调度趋势

当求出产业结构与生态环境协调度 D 后, 需要制定一个评判标准来评判产业结构与生态环境的协调程度, 本文采用的协调度衡量标准^[22]如表 4 所示。

表 4 协调度衡量标准

协调度	0~0.39	0.4~0.49	0.5~0.59	0.6~0.69	0.7~0.79	0.8~0.89	0.9~1.0
等级	极不协调	严重不协调	中度不协调	轻度不协调	弱协调	良好协调	优质协调

由图 2 可知, 在评价期内, 产业结构系统与生态环境系统的协调度趋势可以分为三个阶段。2000—2005 年期间, 产业结构系统与生态环境系统的协调度呈现出不断下降的趋势, 这个时期的协调度处于 0.4 以下, 产业结构与生态环境协调状况属于极不协调阶段。原因在于, 在“十五”期间, 我国的产业结构处于“二三一”类型, 第二产业占主导地位, 全国绝大部分地区都处于快速工业化时期, 工业的膨胀对生态环境造成巨大冲击, 导致生态环境污染严重, 产业结构与生态环境的协调度持续下滑。2006—2010 年期间, 产业结构与生态环境协调度呈现出由缓慢上升到快速上升的变化趋势, 产业生态协调状态有所改善, 但仍处于失调阶段。在这个时期, 随着工业化进程的发展, “十五”末我国大部分地区进入工业化中期的后半阶段, 虽然我国的产业结构仍处于“二三一”类型, 但随着科技的进步以及我国产业结构的转变, 第一产业增长速度逐渐变缓, 第二产业增长较快, 第三产业突破以商贸、餐饮为主的单一发展格局, 加速了金融、保险、研发、咨询等行业的发展。与此同时, 第一产业就业比重明显下降, 第二产业就业比重增长缓慢, 第三产业的就业比重增长速度高于第二产业就业的增长速度。总体来看, 这一时期我国产业结构在保持“二三一”型的基础上不断优化, 经济增长开始从以工业数量扩张为主逐步转向以工业质量提高为主, 此时的产业结构与生态环境的协调状况得到改善。2011—2013 年期间, 协调度 D 上升速度虽有所下降, 但产业结构与生态环境协调度进入弱协调阶段, 并有继续上升趋势。在这期间, 第三产业加速发展, 2012 年第三产业比重首次超过第二产业, 在产业结构中占据主导地位, 产业结构处于“三二一”类型, 技术进步以及劳动力素质也得到了不断提升, 资源利用率不断提高, 整个系统朝着逐渐协调的方向演进。

五、结论与政策建议

(一) 主要结论

1. 根据产业结构综合指数的测算发现: 2000—2013 年间, 我国的产业结构综合指数整体上处于不断上升趋势。这说明在评价时间范围内, 随着经济社会的不断发展, 我国的产业结构处于不断优化状态, 并且优化的速度和质量均有所提高, 产业结构不断向着合理化、高度化的方向变化, 优化调整的步伐不断加快, 三次产业结构的变化趋势基本符合产业结构的演变规律。

2. 根据生态环境各综合指数的测算发现:近十几年来,我国的生态环境响应指数、生态环境状态指数以及生态环境综合质量从整体上看,均有不同程度的提升,但是在生态环境压力方面,虽然近三年以来,由于环境污染治理投资的不断投入和产业结构的优化升级,生态环境压力已得到一定程度的控制,但是从2000年以来,随着经济的高速发展,生态环境压力也在不断增大,说明随着工业化的不断深入,生态环境压力仍然较大。

3. 从产业结构与生态环境的协调性上来看,可以得出:2000—2013年间,我国的产业结构与生态环境的协调程度经历了从极不协调、严重不协调、失调到弱协调的过程,逐渐向协调过渡。这说明自“十二五”以来,随着我国产业结构战略性调整的不断深入,加快推进由“高投入、高排放、高耗能”向“高效益、低排放、低污染”的可持续、低碳化发展模式转变,产业结构的合理化、高度化程度不断提高。

(二) 政策建议

1. 发挥政府的调节和监督作用,构建产业生态协调发展内生机制。构建产业结构与生态环境协调发展的内生机制,是提升产业生态协调性的根本路径。在这个过程中,政府需要充分重视和发挥公共政策的调节和监督作用,以规制手段来弥补“市场失灵”所可能带来的不良效应,使“看得见的手”与“看不见的手”相结合,促使经济活动主体在生产时,能够主动参与到产业结构优化调整和保护生态环境的过程中,进而形成产业结构与生态环境协调发展的内生机制。

在具体实施过程中,着重考虑一些政策规定和经济手段相结合的方式。例如,可以利用市场机制,采用差异化价格体系,即有偿使用环境资源的市场价格机制,以此来推进排污权与资源使用权的市场交易,将环境污染和资源浪费转变为企业的内部成本,促使企业主动改进生产技术,提高生产效率,降低污染物的排放。另外,在政策上应该给予中小型企业优惠,鼓励其采用先进的污染处理技术;在行业方面,应该重点扶持与环境污染关联程度小但与工业总产值关联大的行业发展;与此同时,政府还应该扮演好市场监管的角色,对企业在经济活动中浪费资源、破坏生态的行为予以限制,对于节约资源、改善生态环境的行为予以激励。总之,只有通过充分发挥政府的调节和监督作用,以企业为主体,调动企业的环保主动性,促进生态保护由“末端治理”向“源头治理”的转变,才能构建产业生态协调发展内生机制,实现经济社会的可持续发展。

2. 坚持绿色发展理念,加快产业结构生态化转变。坚持绿色发展,促进产业结构优化升级是协调经济的可持续发展和保护生态环境的关键路径。要实现产业结构的优化升级,加快产业结构生态化转变,一方面应该推动技术进步,扶持新兴产业,提高技术密集型与知识密集型产业比重;另一方面应该鼓励在环境技术研发和清洁生产设备等方面的投资,降低高污染、高能耗与高排放行业在产业结构中的比重,从而控制环境污染物的产生和排放^[11]。

坚持以低消耗、低排放和低污染的环境特征来发展经济活动,增加经济活动创造的生态盈余,突出资源节约、环境友好的特点,实现产业结构的绿色转型,降低经济活动的污染物排放量。一是提高第三产业比重,尤其是第三产业中的现代服务业等“清洁行业”在产业结构中的比重,积极发展低投入、高回报产业,实现经济增长方式的转变。二是构筑稳定、经济、清洁的能源供应体系。积极发展太阳能、风能、生物质能,安全发展核能等可再生能源;大力开发生物柴油、页岩气等替代能源,坚持节能优先,将工业生产与风能、光能等清洁能源相结合,全面统筹煤、电、气、油和可再生能源建设。三是加快推进产业结构的转型升级,增强产业生态的发展协调性,重点扶持高经济效益、低耗能以及对国民经济带动作用大的新兴产业,逐步淘汰低经济效益、高耗能的产业,促进产业结构与生态环境的协调发展。总而言之,加快调整产业结构,转变经济增长方式,使其由不可持续性向可持续性转变、由粗放型向集约型转变、由高碳经济型向低碳经济型转变,推进经济社会的协调发展。

3. 以创新驱动为引擎,推进循环经济发展进程。树立创新发展理念,遵循经济社会的发展规律,以提高经济质量和效益为核心,加快发展循环经济,推动经济社会可持续、健康、良好的发展。以创新驱动为动力,大力发展具有自主知识产权的关键技术和核心技术,形成构建绿色低碳循环发展产业

体系强有力的技术支撑和动力源泉,着力推进三大产业循环发展模式,鼓励发展现代农业,推进工业的清洁生产,充分发挥商贸服务业的流通功能,加大废旧物资或废弃物等资源回收利用的力度,推进行业间废物循环。

参考文献

- [1] Grossman, G., A. Krueger. *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement* [Z]. Paper prepared for the Conference on United States-Mexico Free Trade Agreement, 1991.
- [2] Grossman, G., A. Krueger. Economic growth and the environment [J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1995, (2).
- [3] 赵雪雁,周健,王录仓.黑河流域产业结构与生态环境耦合关系辨识[J]. *中国人口·资源与环境*, 2005, (4).
- [4] 李勇,徐建刚,尹海伟,等.基于主成分分析的山东省产业生态环境协调发展研究[J]. *城市发展研究*, 2010, (6).
- [5] 张效莉,王成璋,王野.经济与生态环境系统协调的超边际分析[J]. *科技进步与对策*, 2007, (1).
- [6] 卢雅珍. 关中—天水经济区产业与生态环境耦合发展研究[D]. 兰州:兰州大学, 2014.
- [7] 彭立颖,童行伟,沈永林,等.上海市经济增长与环境污染的关系研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2008, (3).
- [8] 张燕. 环境管制视角下污染产业转移的实证分析——以江苏省为例[J]. *当代财经*, 2009, (1).
- [9] 蔡惠光,李怀政. 人均收入、产业结构与环境质量——基于 EKC 曲线的分析[J]. *经济与管理*, 2009, (1).
- [10] 许丽忆,陈燕武,王晨旭. 产业结构、生态环境与经济增长的长期均衡关系研究——以河南省为例[J]. *生产力研究*, 2013, (8).
- [11] 原毅军,谢荣辉. 环境规制的产业结构调整效应研究——基于中国省际面板数据的实证研究[J]. *中国工业经济*, 2014, (8).
- [12] 张海峰,白永平,王保宏,等. 青海省产业结构变化及其生态环境效应[J]. *经济地理*, 2008, (5).
- [13] 赵雪雁. 甘肃省产业转型及其生态环境效应研究[J]. *地域研究与开发*, 2007, (2).
- [14] 林翊,刘倩. 福建省产业结构调整对生态环境影响的实证分析[J]. *福建师范大学学报(哲学社会科学版)*, 2014, (1).
- [15] 马强,林文. 基于 DEA 的江苏省产业结构优化分析[J]. *资源与产业*, 2010, (1).
- [16] 袁杭松,陈来. 巢湖流域产业结构演化及其生态环境效应[J]. *中国人口·资源与环境*, 2010, (3).
- [17] 钟茂初. 产业绿色化内涵及其发展误区的理论阐释[J]. *中国地质大学学报(社会科学版)*, 2015, (3).
- [18] 聂小桃. 广州产业结构演变与环境质量关系研究[D]. 广州:暨南大学, 2012.
- [19] 周建安. 资源约束与我国产业结构演进生态发展路径的实证研究[J]. *当代财经*, 2008, (6).
- [20] 贾良清,欧阳志云,赵同谦,等. 城市生态安全评价研究[J]. *生态环境*, 2004, (4).
- [21] 张晓东,朱德海. 中国区域经济与环境协调度预测分析[J]. *资源科学*, 2003, (2).
- [22] 呼和涛力,袁浩然,赵黛青,等. 生态文明建设与能源、经济、环境和生态协调发展研究[J]. *中国工程科学*, 2015, (8).

(责任编辑 朱 蓓)