

中国省域生态文明差异化评价指标体系研究

成金华 王 然 袁一仁*

摘要:本文基于省域资源环境问题区域差异,运用聚类分析方法将中国31个省市自治区(不包含港、澳、台地区)分为三类。从国土空间优化、资源能源节约、生态环境保护、经济发展质量和生态制度建设五个方面构建了具有共同框架的省域生态文明基本评价指标体系,其中生态制度建设维度的生态红线制度被纳入生态文明评优的“一票否决”思想来设计指标。在把握不同类型省域生态文明评价重点的基础上,对基本评价指标体系各维度指标进行调整,从而构建了省域生态文明差异化评价指标体系,并运用集对分析方法测算分析了各类省域生态文明综合指数的变化规律以及生态红线的履行效果。研究表明:三类省域生态文明发展水平较好的分别是发展相对均衡的省份、粮食主产区域、能源资源较为丰富和经济发展水平较好的地区;较多省份二氧化硫、可吸入颗粒物浓度指标偏高,环境污染治理力度亟待提升;生态空间保护修复效果欠佳,应该尝试将生态红线“一票否决”思想纳入规范化的生态文明考评约束机制,推进生态文明建设走向常态化。

关键词:资源环境问题;生态文明;差异化指标体系;区域差异

一、引言

找准生态文明建设的切入点,必须对生态文明建设进程进行科学、客观地评价,而科学构建生态文明评价指标体系是评价的基础和关键。中国各地区资源禀赋、经济发展规模、城镇化、工业化发展所处阶段不同,面临的资源环境约束不同,生态文明建设不可能有统一的普适性模式,应构建具有共同框架但有区域差别的生态文明评价指标体系。结合资源环境问题和生态文明建设挑战的差异性,制定更为系统、具体、科学的生态文明差异化评价指标体系,是中

*成金华,中国地质大学(武汉)经济管理学院,资源环境经济研究中心,邮政编码:430074,电子信箱:chengjin-hua100@126.com;王然,中国地质大学(武汉)经济管理学院,资源环境经济研究中心,邮政编码:430074,电子信箱:wangran2cug@163.com;袁一仁,中国地质大学(武汉)经济管理学院,邮政编码:430074,电子信箱:cug_yyr@163.com。

本文受国家自然科学基金重大项目“我国资源环境问题的区域差异和生态文明指标体系研究”(11ZD040)资助。感谢匿名审稿人提出的宝贵意见,文责自负。

国省域生态文明建设亟待解决的一个重要任务。

省域生态文明评价指标体系的研究相对比较成熟,已有较多研究从不同维度构建了通用型的省域生态文明评价指标体系,且逐步将国土空间优化生态制度建设、生态承载能力、生态保育水平等因素(成金华等,2013;连玉明,2014;李伟,2014;成金华等,2015)纳入考虑范畴,或运用PSR模型构建省域生态文明评价指标体系(张欢等,2014)。在对生态文明不断深化认识的过程中,有的学者对自身提出的生态文明评价指标体系进行了完善。杨开忠(2009)提出以生态效率测度生态文明指数,2014年在生态效率指数的基础上加入环境质量指数,其中环境质量指数重点考虑空气质量。严耕等(2010)从生态活力、环境质量、社会发展、协调程度四个方面构建了省域生态文明评价指标体系,严耕等(2014)将上述指标体系中相对经济发展的协调程度变更为总体协调,实现了对社会与自然真实协调的评价。这些通用型省域生态文明评价指标体系对本文指标的选取均有较强的借鉴作用。

我国不同区域之间资源环境问题的表现存在很大的差异,能源生产、能源消费、矿产资源保障程度、环境污染物排放和污染源等均具有明显的区域特点(成金华,2013;成金华和冯银,2014;张意翔等,2014)。生态文明建设应考虑不同区域资源环境问题的差异性,应正确认识各区域资源禀赋和环境质量的差异,因地制宜地制定区域发展战略。目前考虑资源问题或环境问题区域差异,涉及差异化生态文明评价指标体系的研究并不多见。成金华和冯银(2014)在环境问题区域差异分析的基础上构建了东北、东南、西北、西南四个不同区域生态文明评价指标体系;张意翔等(2014)在能源区域差异分析的基础上构建了能源差异情形下区域生态文明评价指标体系。《生态县、生态市、生态省建设指标(修订稿)》中部分指标针对东、中、西部地区设置了差异化的约束值。

纵观以上文献,当前我国省域生态文明建设评价的学术工作中关于生态文明评价指标体系的设计并未形成统一的认识,选择的评价重点存在差异。在具体操作过程中,多采用一套指标评价各省生态文明建设成效,对同一时间点上各省生态文明建设水平进行排序,但未能充分识别各省级区域资源环境问题的差异性以及时间跨度上生态文明建设成效的动态变化。考虑到生态文明建设是一项循序渐进的工作,对于单一时间点的现状评价很难反应出生态文明建设的动态变化及建设成效,很难识别各省生态文明建设存在的突出问题以及改进方向。因此,本文试图打破东、中、西部传统的省域分类方法,结合资源环境问题的区域差异,运用定量分析方法将中国省域分为三类,明确各类省域生态文明建设的重点,从而对省域生态文明基本评价指标体系进行调整,构建差异化评价指标体系,运用集对分析方法测算分析各类省域2005-2013年生态文明综合指数变化规律以及生态红线的履行效果。

二、中国省域生态文明评价指标体系的构建

(一)基于资源环境问题区域差异的中国省域分类

厘清资源环境问题区域差异,对科学把握不同省域生态文明建设重点具有十分重要的意义,也是一项非常重要的基础工作。资源问题包括资源安全、资源利用等问题,而资源利用问题是资源问题的核心问题,改善资源基础、提升资源产出水平对解决资源问题有着至关重要的作用。因此,从资源问题维度选取的指标主要有:资源基础方面包括建成区面积占国土面积比重、单位国土面积水资源量、单位国土面积能源经济价值三项指标;资源产出方面包括单位面积农业增加值、单位建设用地面积第二和第三产业增加值、人均GDP、单位水资源工业增加值、单位能耗GDP产出五项指标。

中国环境问题突出表现在大气、水、土壤等要素污染严重、环境监管体制机制缺失等方面,要解决环境问题,必须改善环境基础及管理水平,从生态保育、环境健康、环境治理三个方面改善环境质量。因此,从环境问题维度选取的指标主要有:生态保育水平方面包括森林覆盖率、湿地覆盖率、建成区绿化覆盖率、自然保护区占国土面积比重四项指标;环境健康状况中大气环境以及酸雨天气等受到普遍关注,这方面选取空气质量二级以上天数达标率、城区二氧化硫含量、城区可吸入颗粒物含量三项指标;环境治理方面选取工业粉尘去除率、生活污水集中处理率、城市生活垃圾无害化处理率、工业固体废弃物综合利用率四项指标。

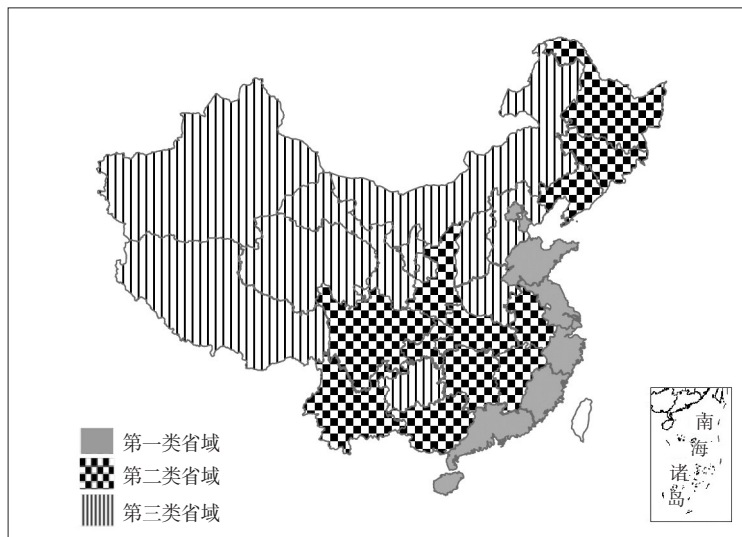


图1 基于资源环境问题区域差异的中国省域分类图

基于以上指标,运用熵权法、综合评价法测算2013年中国省域资源环境问题区域差异评价指标各维度得分以及综合得分,采用Q型层次聚类方法对中国31个省份的资源环境问题进行分析,聚类方法选择的是平方欧式距离法。分类结果如图1所示,第一类省域包含北京、天津、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南9个省份,从地理位置来看,均为我国东南沿海地区,从经济发展水平来看,多为我国经济发达的省域;第二类省域包含辽宁、吉林、黑龙江、安徽、江西、

湖北、湖南、广西、重庆、四川、云南、陕西 12 个省份,分布在我国东北地区、中部地区以及西部地区,经济发展较快;第三类省域包含河北、山西、内蒙古、河南、贵州、西藏、甘肃、青海、宁夏、新疆 10 个省份,该类省域多分布在我国西部地区,经济发展相对滞后,或生态环境十分脆弱。

(二)中国省域生态文明基本评价指标体系的构建

基本评价指标体系应体现省域生态文明建设的任务。省域作为具有多种功能的综合体,其生态文明基本评价指标体系适用面较广,应综合省域资源环境的普遍问题和重点问题。在深刻理解中央文件关于生态文明论述的基础上,明确生态文明评价的主要内容包括国土空间优化、资源节约集约、生态环境保护、生态文明制度建设四个方面。为了从宏观上体现生态文明建设的效果和五位一体建设的成效,本文考虑将经济发展质量纳入生态文明评价的内容。因此,本文构建的省域生态文明基本评价指标体系包括国土空间优化、资源能源节约、生态环境保护、经济发展质量、生态制度建设五个方面(见表1)。

表1 省域生态文明评价差异化指标体系

一级指标	二级指标	二级指标调整指标		
		第一类	第二类	第三类
国土空间优化	建成区占辖区面积比重	增加人均道路面积、公共交通工具面积指标	增加城镇化率、每万人拥有公共交通工具、农业受灾面积占播种面积比重、人均旱涝保收面积四项指标	增加城镇化率指标
	自然保护区面积占国土面积比重			
	人均耕地面积			
	城区人口密度			
	城市人均住房面积			
	森林覆盖率			
资源能源节约	湿地覆盖率	大专以上受教育人口比重指标	增加单位工业增加值水耗、工业用水重复利用率、农药施用强度、化肥施用强度四项指标	增加煤炭、石油、天然气基础储量占全国比重一项指标
	水资源开发保障倍数			
	单位GDP水耗			
	单位建设面积非农业增加值			
	单位GDP能耗			
	清洁能源比重			
生态环境保护	燃气普及率	增加环保产业产值占GDP比重指标	增加环保产业产值占GDP比重、工业锅炉排放达标率两项指标	增加工业锅炉排放达标率、恢复治理矿山个数两项指标
	工业粉尘去除率			
	工业废水排放达标率			
	水功能区水质达标率			
	工业固体废物综合利用率			
	城市生活污水集中处理率			
经济发展质量	城市生活垃圾无害化处理率	增加产业结构高度化指数、教育科研投入占GDP比重指标	增加乡村第一产业从业人口占就业人口比例、教育科研投入占GDP比重、工业成本费用利润率、规模以上企业平均产值四项指标	增加工业成本费用利润率、规模以上企业平均产值、旅游业收入占第三产业比重两项指标
	环保投资占GDP比重			
	人均GDP			
	第三产业比重			
生态制度建设	高新技术产业增加值占工业增加值比重	增加环境监测仪器数量、环境来访处理率指标	增加环境监测仪器数量、卫生厕所普及率两项指标	增加人均受教育年限、财政环境保护支出占财政支出的比重、中央及地方财政投入矿山环境治理资金三项指标
	单位社会固定资产投资拉动GDP增长系数			
	颁布环境保护地方性法规件数			
	环境影响评价制度执行率			
	“三同时”制度执行率			

国土空间优化维度以主体功能区的落实以及三生空间的融合为具体目标选取指标。资源能源节约从资源保障、利用效率、能源结构等方面选取指标。生态环境保护主要选取环保治理的相关指标,引导环境保护与污染治理的方向。经济发展质量从经济发展、产业结构、创新发展等方面选取指标。生态制度建设从制度制定、制度执行效果以及生态红线三方面具体选取指标。需要说明的是,要确保红线落地,应将红线指标与党政官员考核紧密联系起来,本文拟将生态红线指标纳入生态文明评优的“一票否决”思想,选取环境空气关键污染物浓度作为生态红线维度的具体指标,而舍弃“耕地红线”、水资源“三条红线”等,主要原因在于,有的指标属于国家总量控制指标,并未针对各省域设定阈值,如“耕地红线”、水资源开发利用控制红线;或者有的指标属于国家明确的后期目标,不宜作为生态红线的阈值考虑,如水功能区限制纳污红线。

(三)中国省域生态文明差异化评价指标体系的构建

差异化评价指标体系应把握不同类型省域生态文明评价的重点。基于资源环境问题区域差异分析的分类结果,初步明确各类省域生态文明评价指标体系应把握的方向大致如下:第一类省域应率先提高自主创新能力,率先实现经济结构优化升级和发展方式转变,打造更优更好的人居环境,改善城市生活质量;第二类省域在发展过程中工业与农业需并重发展,降低工业污染对农业发展的影响,提升农村居民的生活质量,在资源环境承载力阈值内积极加速推进城镇化发展,吸纳第一类省域超载的人口;第三类省域生态环境十分脆弱,不适宜再进行大规模、高强度的工业化和城镇化开发,应适当减少人类活动足迹,提升环保技术水平,改善环境质量。考虑到生态基础条件的改善受人类活动的影响较小,故差异化评价指标体系的调整主要涉及国土空间优化、资源节约集约、环境保护行动、经济发展质量、生态制度建设五个方面(见表1)。

国土空间优化维度,第一类省域强调生活用地保障能力,增添城区人均道路面积、公共交通工具均道路面积两项指标;第二类省域强调城镇化水平及其对生活空间的影响,同时十分关注农业用地状况,增添城镇化率、每万人拥有公共交通工具、农业受灾面积占播种面积比重、人均旱涝保收面积四项指标;第三类省域强调自然保护区面积不被占用及其人类活动足迹的减少,将人类活动足迹适当引向城镇,增添城镇化率指标。

资源能源节约维度,第一类省域创新发展过程中,需要不断提升资源利用效率以及人力资源的质量,增添大专以上受教育人口比重这项指标;第二类省域强调工农业资源利用效率的提升,增添单位工业增加值水耗、工业用水重复利用率、农药施用强度、化肥施用强度四项指标;第三类省域强调能源资源的禀赋利用状况,增添煤炭、石油、天然气基础储量占全国比重指标。

生态环境保护维度,第一类、第二类省域有资金优势、人才优势大力发展环保产业,增添环保产业产值占GDP比重指标;第二类、第三类省域应强调企业环保行动的状况,增添工业锅炉排放达标率指标;第三类省域还应关注矿山的治理行动,增添恢复矿山治理个数指标。

经济发展质量维度,第一类省域强调产业结构优化水平、创新发展投入,增添产业结构高

度化指数、教育科研投入占GDP比重两项指标;第二类省域强调农业就业人口的保持、创新发展投入以及落后产能的淘汰,增添第一产业从业人口占就业人口比重、教育科研投入占GDP比重、工业成本费用利润率、规模以上企业平均产值四项指标;第三类省域强调落后产能的淘汰以及绿色产业的发展,增添工业成本费用利润率、规模以上企业平均产值、旅游业收入占第三产业比重三项指标。

生态制度建设维度,第一类省域强调环境诉求的处理及政府治理产品的投入,增添环境来访处理率、环境监测仪器数量两项指标;第二类省域强调政府治理产品的投入及农村生活条件的改善,增添环境监测仪器数量、卫生厕所普及率两项指标;第三类省域强调生态文明意识的增强、政府对环境治理的投入,增添人均受教育年限、财政环境保护支出占财政支出的比重、中央及地方财政投入矿山环境治理资金三项指标。

另外,应根据不同类型省域资源环境问题区域差异设定不同的生态红线指标约束值(陈军,2013),逐步将差异化的红线指标纳入各级党政领导干部的综合考核评价体系。一般来说,重点开发区、优化开发区、限制开发区对环境污染排放控制要求越来越高(刘年磊等,2014)。与主体功能区相似,省域生态文明建设重点的差异同样会对污染物标准产生影响,通常第一类、第二类、第三类省域对环境约束的目标要求依次越来越高,要求其环境容量约束力也越高。如何根据不同类型省域资源环境问题区域差异设置不同的污染物标准,常用的方法有等比例分配法、层次分析法等,这些方法均具有合理性,这里选取简单易行的等比例分配法求解不同类型省域各种污染物浓度标准。由于第一类省域对环境约束的目标要求最低,因此选取《环境空气质量标准》中二类区(最高)的污染物浓度标准作为第一类省域环境污染控制标准,运用等比例分配法确定资源环境问题区域差异下的不同类型省域的污染物浓度标准。

三、计算方法与数据来源

(一)组合赋权方法

理想的指标权重确定方法是综合主客观影响因素的综合集成赋权法,本文将熵权法与德尔菲方法相结合,尽量综合考虑主、客观因素对指标权重的影响。德尔菲法确定权重时,经过三轮专家意见的征询,认为生态文明评价各维度具有同等重要性,等权重这种简明的方法也是具有一定合理性的(李晓西等,2014)。通常情况下,取主客观权重的几何平均数所需信息量最少,且与主观权重、客观权重均尽可能的接近(王泽宇等,2014),因此,本文取二者的几何平均数作为各指标的权重。

(二)集对分析方法

集对分析方法简单实用,易于理解,操作性强以及逻辑严密,更显著的优点是它不依靠任

何的假设条件,仅利用自身的数据便能作出客观、科学的评价。将集对分析方法运用于社会科学领域的研究很多,已相对比较成熟,如可持续发展协调能力评价(檀菲菲等,2014)、系统绩效评价(宋叙言、沈江,2015;Tao et al., 2014)、生态系统健康评价(Su et al., 2009)、工业废物的影响评价(Yue et al., 2014)。本文将集对分析方法引入生态文明评价。

设中国省域生态文明评价问题 $H = \{E, F, Q\}$, 其中, $E = \{\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_n\}$, E 为第 n 个被评价省域区域集, ℓ_n 为第 n 个省域; $F = \{f_1, f_2, \dots, f_m\}$, f_m 为第 m 个评价指标,通常 F 有不同的类型指标,即对评价结果起正向作用的指标和对评价结果起负向作用的指标。基于集对分析的关于生态文明指数问题 H 的决策矩阵 $Q = (d_{ij})_{n \times m}$, d_{ij} 为省域 ℓ_i 关于评价指标 f_j 的属性值。具体计算步骤如下:

(1)构造评价矩阵。构建基于集对分析法多目标评价矩阵 Q :

$$Q = \begin{pmatrix} d_{11} & \dots & d_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m1} & \dots & d_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

(2)确定最优方案 U 和最劣方案 V 。根据生态文明建设的目标和客观条件,明确指标体系中的最优、最劣值,构成最优评价集 $U = (d_{u1}, d_{u2}, \dots, d_{uj}, \dots, d_{um})^T$ 和最劣评价集 $V = (d_{v1}, d_{v2}, \dots, d_{vj}, \dots, d_{vm})^T$ 。

(3)确定方案的联系度。比较评价矩阵的指标值和最优评价集 U 、最劣评价集 V 中对应的指标值 d_{uj} 、 d_{vj} 可形成被评价对象与集合 $[U, V]$ 不带权的同一度 a_{ij} 、对立度 b_{ij} 。

当 d_{ij} 对评价结果起正向作用时:

$$\begin{cases} a_{ij} = \frac{d_{ij}}{d_{uj} + d_{vj}} \\ b_{ij} = \frac{d_{uj}d_{vj}}{d_{ij}(d_{uj} + d_{vj})} \end{cases} \quad (2)$$

当 d_{ij} 对评价结果起负向作用时:

$$\begin{cases} a_{ij} = \frac{d_{uj}d_{vj}}{d_{ij}(d_{uj} + d_{vj})} \\ b_{ij} = \frac{d_{ij}}{d_{uj} + d_{vj}} \end{cases} \quad (3)$$

利用组合赋权法确定好的权重,分别确定带权同一度 a_j 和带权对立度 b_j 。

$$\begin{cases} a_j = w_i a_{ij} \\ b_j = w_i b_{ij} \end{cases} \quad (4)$$

(4)计算相对贴近度。第 j 个被评价对象与最优评价集 U 的相对贴近度 r_j 可定义为:

$$r_j = \frac{a_j}{a_j + b_j} \quad (5)$$

从而得到相对贴近度矩阵 R :

$$R = (r_1, r_2, \dots, r_m) \quad (6)$$

r_j 反映了被评价对象与最优评价集 U 的关联程度, r_j 值越大则表示被评价对象越接近最优方案, 从而确定不同区域或时段的生态文明水平优劣次序(韩瑞林等, 2012)。

(5)多层次综合评判。通过对指标集的分层划分, 可将上述模型扩展为多层次集对分析评判模型。就是将初始模型应用在多层因素上, 每一层的评估结果又是上一层评估的输入, 直到最上层为止。在对指标集 $F = \{f_1, f_2, \dots, f_m\}$ 作一次划分 P 时, 可得到二层次集对分析评判模型, 本文的省域生态文明评价模型即为二层次集对分析评判模型, 设指标集划分为5个因素, 利用前面的公式分别计算出最下层评估结果 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 后, 即为国土空间优化、资源能源节约、生态环境保护、经济发展质量、生态制度建设的评价结果。然后将其作为上层评估的输入, 利用以上公式得到 $R_{\text{综}}$, $R_{\text{综}}$ 即各省域生态文明评价的最终结果。

(三)生态文明评优模型

为了与上述生态文明评价区分, 本文将考虑生态红线维度的评价叫做生态文明评优, 认为生态红线指标实际值低于浓度限值时, 有资格参与生态文明评优, 反之, 则没有资格参与生态文明评优。基于生态文明评优的思想, 编制如下程序, 其中, i ($i = 1, 2, 3$) 分别表示 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 三种污染物, X_i 表示污染物浓度限值, S_i 表示污染物浓度实际值。

```

close all
clc
A = input('Xi的值 = ');
B = input('Si的值 = ');
if Xi - Si < 0
    Ti = 0;
else Ti = 1;
    Ti
end
    
```

运用乘法反映“一票否决”的思想, 即任一项指标不满足条件则不具备生态文明评优的资格, 计算公式如下式, 其中 T_1 、 T_2 、 T_3 分别表示 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 三种红线指标与限值比较的返回值。

$$T^* = T_1 \times T_2 \times T_3 \quad (T_1, T_2, T_3 = 0, 1) \quad (7)$$

由上式可知, $T^* = 0, 1$, 前者表示省域没有资格参与生态文明评优, 后者则表示有资格参与生态文明评优。

(四)数据来源

本文研究期间系 2005-2013 年, 指标体系相关数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国环境

统计年鉴》《中国城市统计年鉴》《中国城市建设统计年鉴》《中国国土资源公报》以及各省水资源公报、各省环境状况公报等。个别指标个别年份数据缺失通过插值法进行处理。

四、计算结果与相关分析

(一)生态文明综合指数分析

在省域生态文明差异化评价指标体系构建的基础上,运用集对分析方法测算各类省域生态文明综合指数。为了更清晰地展示生态文明发展水平的变化情况,本文对各类省域生态文明综合指数进行排序,如表2所示。

表2 各类省域2005-2013年生态文明指数排名一览表

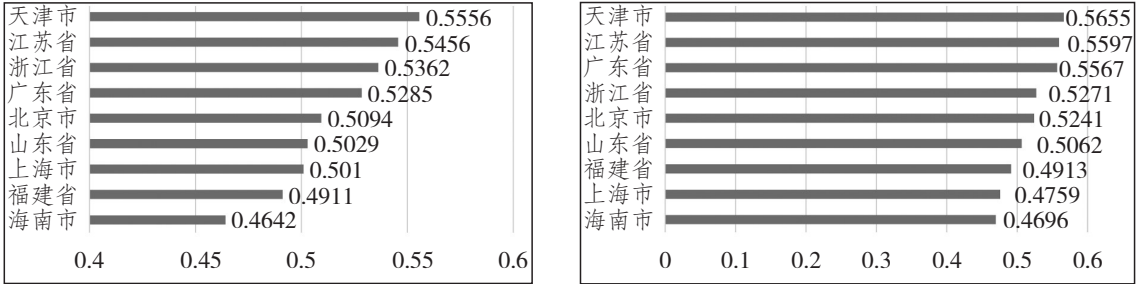
省域	2005		2006		2007		2008		2009		
	指数	排序	指数	排序	指数	排序	指数	排序	指数	排序	
第一类	北京市	0.5149	6	0.5025	7	0.4887	7	0.5121	6	0.4962	6
	天津市	0.574	1	0.5719	1	0.5576	1	0.5545	1	0.5305	2
	上海市	0.5661	3	0.5385	2	0.533	4	0.489	8	0.4978	5
	江苏省	0.5705	2	0.5223	5	0.5564	2	0.547	3	0.5356	1
	浙江省	0.5358	4	0.5385	3	0.5461	3	0.5534	2	0.5255	3
	福建省	0.473	8	0.4593	8	0.4741	9	0.4897	7	0.5009	4
	山东省	0.4929	7	0.5055	6	0.5154	6	0.5147	5	0.4956	7
	广东省	0.5287	5	0.5226	4	0.5238	5	0.5242	4	0.4948	8
	海南省	0.4025	9	0.454	9	0.481	8	0.4578	9	0.4688	9
	平均值	0.5176	-	0.5128	-	0.5196	-	0.5158	-	0.5051	-
第二类	辽宁	0.5384	2	0.5303	1	0.5248	4	0.5027	6	0.5239	3
	吉林	0.5349	3	0.5117	5	0.5129	5	0.5167	3	0.525	1
	黑龙江	0.5535	1	0.5227	3	0.5087	6	0.5254	2	0.4813	8
	安徽	0.4605	11	0.4932	8	0.4797	9	0.4922	8	0.4684	12
	江西	0.426	12	0.472	11	0.4471	12	0.5057	5	0.4838	7
	湖北	0.5109	6	0.4979	7	0.4922	7	0.4837	10	0.469	11
	湖南	0.4985	8	0.4851	9	0.4652	10	0.4702	11	0.4756	10
	广西	0.4764	10	0.4535	12	0.4583	11	0.4595	12	0.4869	4
	重庆	0.4986	7	0.522	4	0.539	3	0.4946	7	0.4852	5
	四川	0.5306	4	0.5248	2	0.5496	1	0.5479	1	0.4852	6
	云南	0.4831	9	0.4781	10	0.4895	8	0.4918	9	0.4792	9
	陕西	0.5159	5	0.5049	6	0.5459	2	0.5119	4	0.5242	2
平均值	0.5023	-	0.4997	-	0.5011	-	0.5002	-	0.4906	-	
第三类	河北	0.6245	3	0.6389	3	0.5373	4	0.5722	3	0.5944	2
	山西	0.5574	7	0.5943	5	0.5352	5	0.5802	2	0.5349	5
	内蒙古	0.601	4	0.6626	1	0.5267	6	0.6363	1	0.613	1
	河南	0.643	1	0.6495	2	0.5242	7	0.5708	4	0.5649	3
	贵州	0.5719	6	0.5622	7	0.5393	3	0.5112	7	0.5026	9
	西藏	0.3835	10	0.3464	10	0.4412	10	0.3617	10	0.364	10
	甘肃	0.5223	9	0.5779	6	0.5398	1	0.5095	8	0.5181	7
	青海	0.6327	2	0.6201	4	0.5172	9	0.5577	5	0.5125	8
	宁夏	0.5255	8	0.5259	9	0.5209	8	0.493	9	0.545	4
	新疆	0.5725	5	0.5615	8	0.5394	2	0.5187	6	0.5253	6
	平均值	0.5634	-	0.5739	-	0.5221	-	0.5311	-	0.5275	-

续表2 各类省域2005-2013年生态文明指数排名一览表

省域	2010		2011		2012		2013		平均		
	指数	排序	指数	排序	指数	排序	指数	排序	指数	排序	
第一类	北京市	0.5206	5	0.5132	5	0.5125	5	0.5241	5	0.5094	5
	天津市	0.5397	3	0.5456	1	0.5612	1	0.5655	1	0.5556	1
	上海市	0.481	8	0.4683	9	0.4589	9	0.4759	8	0.501	7
	江苏省	0.535	4	0.5322	2	0.5518	2	0.5597	2	0.5456	2
	浙江省	0.552	1	0.5249	3	0.5226	4	0.5271	4	0.5362	3
	福建省	0.517	6	0.5168	4	0.4975	7	0.4913	7	0.4911	8
	山东省	0.4963	7	0.4964	7	0.5031	6	0.5065	6	0.5029	6
	广东省	0.5406	2	0.513	6	0.5518	3	0.5567	3	0.5285	4
	海南省	0.4687	9	0.4937	8	0.4815	8	0.4696	9	0.4642	9
	平均值	0.5168	-	0.5116	-	0.5157	-	0.5196	-	-	-
第二类	辽宁	0.5179	3	0.5214	4	0.5326	2	0.5262	2	0.5242	2
	吉林	0.4978	5	0.4958	8	0.4949	8	0.494	8	0.5093	6
	黑龙江	0.4928	6	0.5285	1	0.5251	4	0.5047	6	0.5159	4
	安徽	0.4773	10	0.4851	9	0.4931	9	0.4878	9	0.4819	10
	江西	0.5023	4	0.5215	3	0.5336	1	0.5171	3	0.4899	7
	湖北	0.4859	9	0.4835	10	0.4821	10	0.4868	10	0.488	8
	湖南	0.4904	8	0.5066	7	0.4995	7	0.4967	7	0.4875	9
	广西	0.4728	11	0.4689	11	0.4727	11	0.4766	11	0.4695	12
	重庆	0.4909	7	0.5188	5	0.5199	6	0.5387	1	0.512	5
	四川	0.5312	1	0.5156	6	0.5211	5	0.5167	4	0.5247	1
	云南	0.4611	12	0.4629	12	0.4383	12	0.4632	12	0.4719	11
	陕西	0.5186	2	0.5264	2	0.5255	3	0.5124	5	0.5206	3
	平均值	0.4949	-	0.5029	-	0.5032	-	0.5018	-	-	-
第三类	河北	0.6094	1	0.5576	4	0.5848	2	0.5657	3	0.5872	2
	山西	0.549	3	0.5653	2	0.5741	3	0.5356	5	0.5585	4
	内蒙古	0.5996	2	0.5904	1	0.6389	1	0.6229	1	0.6102	1
	河南	0.5448	4	0.5602	3	0.5721	4	0.5673	2	0.5774	3
	贵州	0.516	6	0.5048	7	0.5263	8	0.5173	8	0.528	7
	西藏	0.3852	10	0.3916	10	0.3453	10	0.3619	10	0.3757	10
	甘肃	0.5018	8	0.4918	9	0.5091	9	0.5179	7	0.5209	8
	青海	0.5216	5	0.5326	5	0.5283	7	0.5213	6	0.5493	5
	宁夏	0.4855	9	0.5169	6	0.5323	6	0.5054	9	0.5167	9
	新疆	0.5155	7	0.5044	8	0.5437	5	0.5402	4	0.5357	6
	平均值	0.5228	-	0.5216	-	0.5355	-	0.5256	-	-	-

第一类省域生态文明综合指数基本平稳,但有小幅度的下滑现象(如图2)。2005-2013年,各省平均生态文明指数有一定幅度的差距,天津平均生态文明综合指数最高(0.5556),海南平均生态文明综合指数最低(0.4642),两者绝对相差0.0914,相对相差约19.7%,相差幅度较大;按2005-2013年平均生态文明综合指数由高到低排序分别为天津、江苏、浙江、广东、北京、山东、上海、福建、海南。单就2013年生态文明综合指数来看,由高到低排序分别为天津、江苏、广东、浙江、北京、山东、福建、上海、海南;与2005-2013年平均生态文明综合指数排名相比,名列前茅的仍然是天津、江苏、广东、浙江,福建、广东排名稍有前移,而浙江、上海排名后移。纵观2005-2013年生态文明综合指数排名,排名靠前的多为天津、广东、江苏、浙江,海南、福建、上

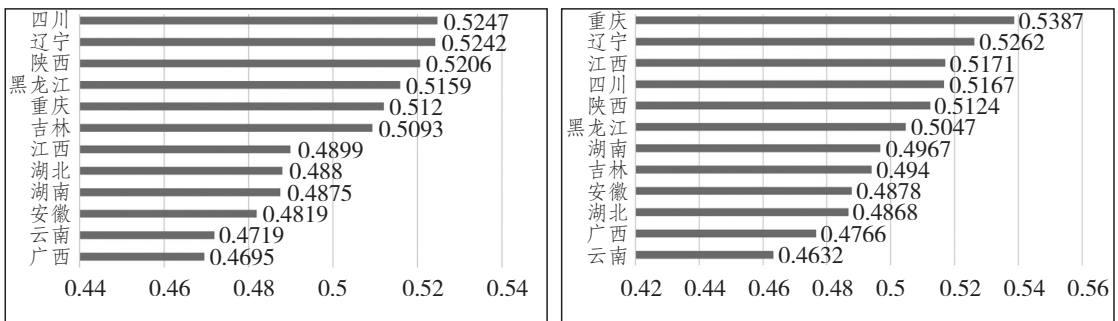
海。可以看出,生态文明综合指数最高的并不是经济十分发达、产业结构高度化、技术水平相对更好的北京、上海,而是多集中在发展相对均衡的天津、广东、江苏、浙江;海南受限于经济发展水平、第一产业比重高、技术水平有限等,使其生态文明综合指数多排名靠后。



资料来源:由表2计算结果作图所得。

图2 2005-2013年平均生态文明综合指数及排名与2013年对比图

第二类省域生态文明综合指数基本保持平稳状态,仅有小幅度的波动(如图3)。2012年平均生态文明综合指数最高(0.5032),2009年平均生态文明综合指数最低(0.4906),两者绝对相差0.0126,相对相差(最高比最低)2.57%,表明近五年该类省域生态文明综合水平差距趋小。就2005-2013年平均生态文明综合指数来看,四川平均生态文明综合指数最高(0.5247),广西平均生态文明综合指数最低(0.4695),两者绝对相差0.0552,相对相差(最高比最低)11.76%,相差幅度较大;按平均生态文明综合指数排序,由高到低分别为四川、辽宁、陕西、黑龙江、重庆、吉林、江西、湖北、湖南、安徽、云南、广西。就2013年生态文明综合指数来看,由高到低排序分别为重庆、辽宁、江西、四川、陕西、黑龙江、湖南、吉林、安徽、湖北、广西、云南,辽宁省排名始终靠前,而广西壮族自治区、云南省排名最后;江西、重庆生态文明综合指数排名显著上升,而吉林省排名却显著下降。纵观2005-2013年生态文明综合指数排名,各省份生态文明综合指数排名波动较大。

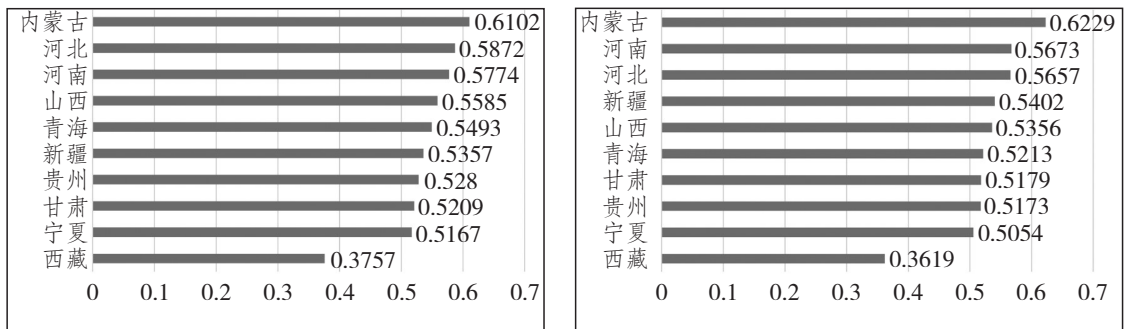


资料来源:由表2计算结果作图所得。

图3 2005-2013年平均生态文明综合指数及排名与2013年对比图

2005-2013年,第三类省域平均生态文明综合指数总体上呈下降趋势(如图4)。就

2005-2013年各省份平均生态文明综合指数来看,内蒙古平均生态文明综合指数最高(0.6102),西藏平均生态文明综合指数最低(0.3757),两者绝对相差0.2345,相对相差约62.42%;按平均生态文明综合指数由高到低排序分别为内蒙古、河北、河南、山西、青海、新疆、贵州、甘肃、宁夏、西藏。就2013年生态文明综合指数来看,由高到低排序分别为内蒙古、河南、河北、新疆、山西、青海、甘肃、贵州、宁夏、西藏;与2005-2013年平均生态文明综合指数排名相比,河南、甘肃、新疆排名前移,河北、山西、贵州、青海排名后移。纵观2005-2013年各省生态文明综合指数排名,内蒙古排名前移十分迅速,自2008年起多居第一名,河北、河南排名也比较靠前,而西藏稳居最后一名,表明该类省域生态文明综合指数较高的区域集中在能源资源较为丰富的内蒙古、山西以及经济发展水平较好的河北、河南。



资料来源:由表2计算结果作图所得。

图4 2005-2013年平均生态文明综合指数及排名与2013年对比图

(二)生态文明评优结果分析

虽然第一类省域生态红线指标浓度限值以《环境空气质量标准(GB 3095-2012)》二类区最高浓度限值为标准,但北京、天津、上海、江苏、浙江、福建、山东2005-2013年均有生态红线指标实际值高于最高浓度限值,尤其可吸入颗粒物浓度多高于浓度限值,这也正是雾霾现象的数据证实。相比较而言,仅广东、海南的生态红线指标实际值低于最高浓度限值,因此就省域生态文明评优来说,第一类省域中仅有广东、海南有资格参与生态文明评优,且广东生态文明最优。大多数省域生态红线指标条件无法满足,说明生态红线等标准虽然已经制定,但将其思想落地仍然存在很大的难度。

第二类省域在《环境空气质量标准(GB 3095-2012)》二类区最高浓度限值的基础上进行了调整,比第一类省域对环境的约束更高,二氧化硫、二氧化氮、PM₁₀分别以50.12μg/m³、40μg/m³、58μg/m³为标准。该类省域生态红线指标实际值也基本都超过浓度标准,仅云南省基本满足生态文明评优的条件,但也在偶尔的年份中出现了PM₁₀超标的现象。第二类各省域的二氧化硫、二氧化氮浓度基本没有出现超标的现象但PM₁₀超标十分严重,同样说明了环境空气可吸入颗粒物应是省域大气环境治理的重点。大多数省域无法满足生态红线指标的浓度标准,同样说

明了生态红线等思想的落地需要很大的付出。

第三类省域也在《环境空气质量标准(GB 3095-2012)》二类区最高浓度限值的基础上进行了调整,比经济高速、快速发展省域对环境的约束更高,二氧化硫、二氧化氮、PM₁₀分别以38.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、45.11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 为标准。完全满足省域生态文明评优的包括内蒙古自治区、河南省、新疆维吾尔自治区;河北省二氧化氮、PM₁₀每年都处于超标状态,在2013年二氧化硫平均浓度也处于超标状态;山西省、贵州省、西藏自治区、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区多处于二氧化硫浓度超标状态,而二氧化氮、PM₁₀浓度基本处于达标状态。

“生态环境保护说起来重要,做起来次要”的状况亟待破解(刘毅、孙秀艳,2016)。无论是第一类省域,还是第二类、第三类省域,大多数省域对生态红线指标的履行是不够的,一方面说明了将生态红线“一票否决”纳入考评生态文明实际考评约束机制的思想落地难度较大,另一方面也说明了我国大多数省域生态环境亟待改善,以解决第一、二类省域PM₁₀普遍超标、第三类省域SO₂普遍超标的问题。

五、结论与政策建议

以资源环境问题区域差异分析为基础,对省域生态文明评价基本指标体系进行调整,从而构建了差异化评价指标体系,并运用集对分析方法测算分析了省域生态文明综合指数的变化规律以及生态红线的履行效果。研究表明:①生态文明基本评价指标体系应包括国土空间优化、资源能源节约、生态环境保护、经济发展质量、生态制度建设五个方面的内容;②生态文明差异化评价指标体系的构建应体现各类省域生态文明建设的重点,第一类省域应重点关注创新发展以及人居环境的改善,第二类省域应重点关注工业与农业并行发展以及农村环境,第三类省域应重点关注生态环境,改善环保技术水平,并适当减少生态功能区域的人类活动足迹;③第一类省域生态文明综合指数最高的多集中在发展相对均衡的广东省、江苏省、浙江省;第二类省域生态文明综合指数排名靠前的多为辽宁省、四川省、黑龙江省等粮食主产区;第三类省域生态文明综合指数较高的区域集中在能源资源较为丰富的内蒙古自治区、山西省以及经济发展水平较好的河北省、河南省;④生态红线“一票否决”纳入生态文明实际考评约束机制的思想落地难度较大,大多数省域环境污染治理力度亟待提升。基于各类省域生态文明评价结果的分析,本文提出如下政策建议:

第一,应加快推进北京、上海可持续的城镇化(李伟等,2014),应根据资源环境承载能力科学规划城市建设规模和开发强度(成金华,2016),制定合理的政策促使人口迁移健康有序地进行;主要通过市场化手段而不是行政手段来对人口迁移进行调控,要合理配置资源,加强江苏省、浙江省等省域对人口的吸引能力,促使北京、上海人口合理迁移。在采取更加严格的行业环保和节能标准逐步引导高耗能高污染产业转移的同时,也可适当提高排污权、排放权交易价

格(Li et al., 2015),优化人居环境。

第二,重点关注广西、云南资源节约集约、环境保护行动。作为经济相对落后的省域,广西、云南的自主创新能力远不如我国东南沿海地区,应结合自身资源环境问题特征,引入适当的先进技术(Kanada et al., 2013);同时,对于人才引进给予更加优惠的扶持政策,增强其自主创新能力。加大对环保产业的投资,旅游业可作为重点扶持的产业。

第三,西藏应实施创新驱动发展战略。生态文明建设要求西藏由传统农牧科技主导向科技支撑现代农牧业及经济社会全面发展,由引进创新向集成创新和协同创新转变,由引进适用技术向兼顾引进高新技术转变,由科技援藏向科技援藏和兴藏相结合转变,具体应将西藏现代农牧业、特色优势产业、高原生态环境保护等方面作为具体实施的重点(葛全胜等,2015),以此推进西藏生态文明建设。

另外,应考虑将生态红线“一票否决”思想纳入规范化的生态文明考评约束机制。只有实行最严格的制度、最严密的法治,才能为生态文明建设提供可靠保障(赵建军,2013)。可以“大气十条”“水十条”以及“土十条”的出台为依托,完善环境质量目标考核问责机制,改革完善环境治理基础制度,转变环境保护部门角色,从“督企”转向“督政”,对环境质量未达到约束性要求的,应有系统的罚则,并与生态补偿资金、实施财政奖惩等挂钩,建立调动地方改善环境质量积极性、主动性的政策机制。

参考文献:

- [1] 北京大学中国生态文明指数研究小组. 2014年中国省市区生态文明水平报告[EB/OL]. (2014-07-16) [2016-9-20]. <http://www.ceweekly.cn/2014/0716/87178.shtml>.
- [2] 陈军. 科学构建生态文明评价指标体系[N]. 中国环境报, 2013-2-19(1).
- [3] 成金华, 陈军, 李悦. 中国生态文明发展水平测度与分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2013, (07): 36-50.
- [4] 成金华, 冯银. 我国环境问题区域差异的生态文明评价指标体系设计[J]. 新疆师范大学学报(哲学社会科学版), 2014, (01): 30-37.
- [5] 成金华, 李悦, 陈军. 中国生态文明发展水平的空间差异与趋同性[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, (05): 1-9.
- [6] 成金华. 科学构建生态文明评价指标体系[N]. 光明日报, 2013-02-06(02).
- [7] 成金华. 提高城市宜居水平[N]. 人民日报, 2016-02-16(07).
- [8] 葛全胜, 方创琳, 张宪洲. 西藏经济社会与科技协同发展的战略方向及创新对策[J]. 中国科学院院刊, 2015, (03): 285-293.
- [9] 韩瑞玲, 佟连军, 佟伟铭, 于建辉, 孙广友. 基于集对分析的鞍山市人地系统脆弱性评估[J]. 地理科学进展, 2012, (03): 344-352.
- [10] 李干杰. “生态保护红线”——确保国家生态安全的生命线[J]. 求是, 2014, (02): 44-46.
- [11] 李伟, S.M. Indrawati, 刘世锦, 韩俊, K. Rohland, B. Hofman, 侯永志, M. Warwick, C. Goh, 何宇鹏, 刘培林, 卓贤. 中国: 推进高效、包容、可持续的城镇化[J]. 管理世界, 2014, (04): 5-41.

- [12] 李伟. 生态文明建设科学评价与政府考核体系研究[M]. 北京:中国发展出版社,2014.
- [13] 李晓西,刘一萌,宋涛. 人类绿色发展指数的测算[J]. 中国社会科学,2014,(06):69-95+207-208.
- [14] 连玉明. 中国生态文明发展报告[M]. 北京:当代中国出版社,2014.
- [15] 刘年磊,蒋洪强,卢亚灵. 水污染物总量控制目标分配研究—考虑主体功能区环境约束[J]. 中国人口·资源与环境,2014,(05):80-87.
- [16] 刘毅,孙秀艳. 绿色发展,走向生态文明新时代[N]. 人民日报,2016-02-16(01).
- [17] 宋叙言,沈江. 基于主成分分析和集对分析的生态工业园区生态绩效评价研究—以山东省生态工业园区为例[J]. 资源科学,2015,(03):546-554.
- [18] 檀菲菲,张萌,李浩然,陆兆华. 基于集对分析的京津冀区域可持续发展协调能力评价[J]. 生态学报,2014,(11):3090-3098.
- [19] 王然,成金华,王小林. 中国矿业经济区矿产资源保障程度差异性研究[J]. 中国人口·资源与环境,2015,(12):138-146.
- [20] 王泽宇,郭萌雨,韩增林. 基于集对分析的海洋综合实力评价研究[J]. 资源科学,2014,(02):351-360.
- [21] 严耕,林震,杨志华. 中国省域生态文明建设评价报告(2010)[M]. 北京:社会科学文献出版社,2010.
- [22] 严耕,吴明红,林震. 中国省域生态文明建设评价报告(2014)[M]. 北京:社会科学文献出版社,2014.
- [23] 杨开忠. 谁的生态最文明——中国各省区市生态文明大排名[J]. 中国经济周刊,2009,(32):8-12.
- [24] 张欢,成金华,陈军. 中国省域生态文明建设差异分析[J]. 中国人口·资源与环境,2014,(06):22-29.
- [25] 张意翔,成金华,王菁. 基于能源问题区域差异的生态文明评价指标体系研究[J]. 中国地质大学学报(社会科学版),2014,(03):78-85.
- [26] 赵建军. 最严格的制度最严密的法治[N]. 光明日报,2013-12-02(03).
- [27] Kanada,M., L.Dong, T.Fujita, M.Fujii, T.Inoue, Y.Hirano, T.Togawa, and Y.Geng. Regional Disparity and Cost-effective SO₂ Pollution Control in China: A Case Study in 5 Mega-Cities[J]. Energy Policy, 2013, (61): 1322-1331.
- [28] Li,X., X.Wu, and F.Zhang. A Method for Analyzing Pollution Control Policies: Application to SO₂ Emissions in China[J]. Energy Economics. 2015, (49): 451-459.
- [29] Su,M.R., Z.Yang, B.Chen, and S.Ulgiati. Urban Ecosystem Health Assessment Based on Emergy and Set Pair Analysis— A Comparative Study of Typical Chinese Cities[J]. Ecological Modelling, 2009, 220(18): 2341-2348.
- [30] Tao,J., M.C.Fu, J.J.Sun, X.Q.Zheng, J.J.Zhang, and D.X.Zhang. Multifunctional Assessment and Zoning of Crop Production System Based on Set Pair Analysis — A Comparative Study of 31 Provincial Regions in Mainland China[J]. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 2014, 19(5): 1400-1416.
- [31] Yue,W.C., Y.P.Cai, Q.Q.Rong, C.H.Li, and L.J.Ren. A Hybrid Life-Cycle and Fuzzy-Set-Pair Analyses Approach for Comprehensively Evaluating Impacts of Industrial Wastewater under Uncertainty[J]. Journal of Cleaner Production, 2014, (80): 57-68.

Diversity Evaluation Index System of Ecological Civilization in Chinese Provinces

Cheng Jinhua^{a,b}, Wang Ran^{a,b} and Yuan Yiren^b

(a: Research Center of Resource and Environmental Economics, China University of Geosciences, Wuhan;

b: School of Economic and Management, China University of Geosciences, Wuhan)

Abstract: The provinces are divided into three categories with the cluster analysis based on the resources and environment problems. The basic provincial ecological civilization evaluation index system is established from five dimensions of land space optimization, intensive resource conservation, ecological environmental protection, the quality of economic development, and ecological construction system. Then based on the different types of the focus of the provincial ecological civilization evaluation, the diverse ecological civilization evaluation index systems are built to analyze the variation of various provincial domain composite index of ecological civilization and ecological effects of red fulfillment with the method of set pair analysis. The results showed that the highest index of ecological civilization are divided into three categories, which are provinces with more concentrated in a relatively balanced development, the major grain-producing region, and the region with rich energy and better economic development. Most provinces don't fulfill the ecological red line, and most provinces' environment should be paid much attention, especially the SO₂ and PM₁₀. In the process of future development, the thought of "a veto" can be introduced into standardized constraint mechanism of ecological civilization to promote the construction of ecological civilization to normalization.

Keywords: the Problem of Resources and Environment; Ecological Civilization; Diversity Index System; Regional Difference

JEL Classification: O13, P28, Q57

(责任编辑:卢玲)