DOI: 10.5846/stxb201512232553
李巍,郗永勤.效率视角下的省域生态文明建设评价研究.生态学报,2016,36(22): - .
Li W,Xi Y Q.Research on provincial ecological civilization construction evaluation under the efficiency perspective.Acta Ecologica Sinica,2016,36(22): - .

效率视角下的省域生态文明建设评价研究

李 巍[1,2],郗永勤[1,2,*]
1 福州大学经济与管理学院,福州 350116
2 福州大学循环经济研究中心,福州 350116

摘要:在界定生态文明概念的基础上,从省域层面入手,选取 25 个具有可操作性的评价指标,构建以国土空间优化、资源节约集约利用和生态环境保护为一级指标的生态文明建设评价指标体系,综合运用网络层次分析和集对分析等研究方法,定量研究我国省域生态文明建设绩效;在此基础上,将国土空间优化绩效、资源节约集约利用绩效和生态环境保护绩效作为产出指标,将就业人数、科学技术财政支出、节能环保财政支出作为投入指标,运用数据包络分析法测度各省(市)生态文明建设效率,分析指标投入冗余和产出不足情况,并修正评价绩效。研究表明:(1)规模效率低于 0.6 的省份共 24 个,占 80%,规模效率不高是制约生态文明建设水平提升的重要障碍;(2)在生态文明建设投入冗余和产出不足方面,数值较高的省(市)在地理分布上具有明显的区域聚集性;(3)领先地区资源节约集约利用绩效平均分高达 3.92,落后地区平均分仅为 0.84,生态文明建设绩效的差异性在资源节约集约利用方面表现的尤为明显;(4)人口规模偏大、绿色生态空间建设滞后于经济发展、水资源利用效率不高是多数生态文强省的薄弱环节。

关键词:省域生态文明;效率评价;ANP-SPA;DEA;政策建议

Research on provincial ecological civilization construction evaluation under the efficiency perspective

LI Wei [1,2],XI Yongqin[1,2,*]
1 *School of Economics and Management, Fuzhou University, Fuzhou* 350116, *China*
2 *The Recycling Economy Research Center, Fuzhou University, Fuzhou* 350116, *China*

Abstract: On the basis of the definition of ecological civilization and the Opinions of the CPC Central Committee and the State Council on Accelerating the Ecological Civilization Construction and with reference to some scholars′ and research institutions′ contributions, we selected 25 operable evaluation criteria at provincial level in this study to construct an evaluation system of laterally comparable criteria with the primary criterion featuring land space optimization, economical and intensive utilization of resources and ecological environmental protection, and to conduct quantitative analysis of the performance of China′s provincial ecological civilization construction by joint use of analytic network process (ANP) and set pair analysis (SPA) method. On this basis, with the performances of land space optimization, economical and intensive utilization of resources, and ecological environmental protection as the output indicators and the number of employees, fiscal expenditures on science and technology, on energy saving and environmental protection as the input indicators, we measured the ecological civilization construction efficiency of provinces (or municipalities) and analyzed indicators input redundancy and output deficiency with data envelopment analysis(DEA), and revised the evaluation of performance. We have also done a great deal of work on exploratory research for the ecological civilization construction pursuing both quantity

基金项目:国家自然科学基金面上项目(71573114);福建省社会科学规划项目(FJ2015C123);福建省社科规划青年项目(FJ2015C231)
收稿日期:2015-12-23; **修订日期**:2016-05-09

* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: xyq9105@163.com

and quality. It shows that: (1) there are 24 provinces with scale efficiency lower than 0.6, accounting for 80%. Low scale efficiency is a major obstacle to improve the construction of ecological civilization in most regions; (2) when it comes to input redundancy and output deficiency in ecological civilization construction, provinces (or municipalities) with higher scale efficiency are obviously regionally concentrated in geographical distribution; (3) the leading regions have an average score of 3.92 in the performance of economy and intensive utilization of resources, while the backward regions only get 0.84 on average. The difference is evident in the aspect of economical and intensive utilization of resources; (4) large population, green ecological space construction that lags behind the economic development and low water utilization efficiency are still the weaknesses of the ecologically strong provinces.

Key Words: provincial ecological civilization; policy suggestion; efficiency evaluation; ANP-SPA; DEA; policy suggestion

自党的十八大将生态文明建设纳入中国特色社会主义事业“五位一体”总体布局、强调把生态文明建设放在更加突出地位以来,各级政府开展了大量的生态文明建设工作。在这样的时代背景下,如何更精确的评价生态文明建设水平? 成为当下研究的热点,也是本研究试图解决的问题。

近年来,生态文明建设评价研究不断深入。从评价范围划分,主要有国家[1]、省域[2-3]、城市[4]三个层面。从评价重点分析,主要有三大侧重点:诸大建、杨开忠等人侧重于资源利用,认为一个地区生态文明建设的水平表现为对资源的利用程度,仅用生态足迹指标测度各地区生态文明建设水平[5,2];杜宇、赵景柱等人侧重于经济发展,从生态金融、生态产业、经济发展速度等方面评价生态文明建设,其经济指标的权重较大[1,6];严耕、朱成全等人侧重于环境保护,强调生态环境的保护和治理,其构建的指标体系中生态环境类指标较多[7-8]。

上述学者和研究机构对生态文明建设的评价,相比之前,精简了指标数量,并开始考虑了子系统协同关系,具有一定的科学性、系统性和可操作性,但仍存在以下问题:一是忽视效率问题。目前,多数生态文明建设评价仅对各地区的生态文明建设现状进行评价,评价结果很大程度上依赖于地区固有的经济水平、产业基础和生态禀赋。然而,生态文明建设不仅应提升量,更需要加强质,相应评价需要测度出建设效率,以更充分利用有限资源来加快生态文明建设。虽然成金华、胡彪等学者已经开始重视生态文明建设效率,但多以 GDP 为尺度计算生态效率,使得经济大省与生态大省高度相关[9-10]。二是内涵理解问题。当前,国内外对生态文明建设研究仍处于起步阶段,具有理论框架匮乏、评价指标散乱等特征,且过度侧重生态保护以及经济发展,难以准确反映生态文明建设内涵,《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》将优化国土空间开发格局作为生态文明建设的主要目标,但该点在目前的生态文明建设评价指标体系中重视不够,虽然樊杰、成金华、李勇[11-13]等少量学者在该点开展了创新性的研究,但在指标全面性和可操作性等方面还需做进一步探索。

综合考虑上述生态文明建设评价问题,本研究从省域层面入手,强调国土空间优化在生态文明建设中的重要地位,选取具有可操作性的指标,构建可横向对比的生态文明建设指标体系,评价出各地区建设绩效;并在此基础上,定量研究生态文明建设中人力、财力等投入的产出效率,修正评价绩效,力图为生态文明建设评价研究提供新的方向,为各省(市)建设生态文明提供新的借鉴。其主要流程如图 1 所示。

1 概念界定和评价指标体系构建

对于生态文明的概念界定,一些学者已经开展了大量的研究工作:谷树忠、何天祥等从文明演化的历史视角出发,认为生态文明是继工业文明之后发展起来的高级文明[14-15];杨雪伟等强调生态文明的定位,将生态文明定义为与物质、精神等其他文明并列的固有文明[4];诸大建、赵景柱等从生态文明的基本性质出发,强调生态文明是一种可持续的文明[5-6];白杨、杜宇等强调人的作用,认为生态文明是一种以人为本,从人出发的复杂社会关系文明[16,1];王如松等基于系统视角,认为生态文明是一个多领域耦合的复合系统[17]。综合考虑

上述定义,本研究将生态文明定义为:人类为长久高效享用自然社会资源而形成的理论框架和行为模式;将生态文明建设定义为:人类通过优、节、保、建四大途径来高效可持续享用自然社会资源的生活生产方式。

生态文明建设是在我国在面临资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化等严峻形势下提出的重大战略任务,其基本路径包括国土空间优化、资源节约集约利用和生态环境保护[14]。资源节约集约利用和生态环境保护作为生态文明建设的基本路径已取得普遍共识,而对国土空间优化在生态文明建设中的重要地位,目前的认识还有所不足。国土是生态文明建设的空间载体,合理利用每一寸国土是生态文明建设的前提。因此,十八大提出将"优化国土空间开发格局"作为生态文明建设的首要任务,同时,少数学者也在该方面开展了一些创新性的研究[11-13]。所以构建以国土空间优化、资源节约集约利用和生态环境保护为一级指标的生态文明建设指标体系能反映生态文明建设的本质属性。

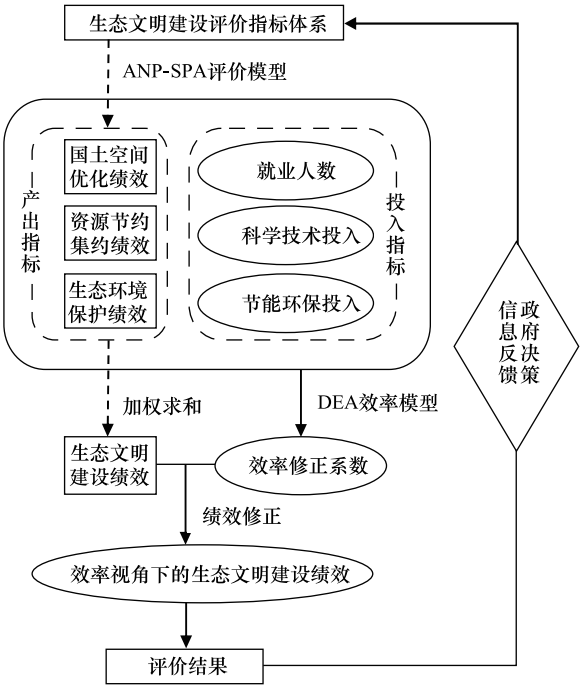


图 1　效率视角下的生态文明建设绩效评价流程

Fig. 1　The evaluation procedure of ecological civilization construction performance under the efficiency perspective

二级指标选取方面主要借鉴各部委构建的"生态文明示范区"、"生态文明试点城市"等指标体系以及江苏、河南等省份开展的生态文明建设评价体系,并参考Neumayer、Barrera、张欢等学者及机构的研究,筛选出 87 个指标原始集[18-22],再根据科学性原则,可操作性原则、全面性原则、独立性原则,最终确定 25 个二级指标。其中,关于资源节约集约利用和生态环境保护方面的指标选取较为成熟,国土空间优化方面的指标需要进一步探索,本研究从生活空间宜居适度(人口密度、城市人均公园绿地面积、城市人均道路面积)、生产空间集约高效(地均农业产值、高技术产业占工业资产比重、单位土地生产总值)以及生态空间山清水秀(森林覆盖率、建成区绿化覆盖率)三个角度来体现国土空间优化的内涵[23-24]。

指标权重通过 ANP 方法确定;并从数据内在结构出发,通过计算和平均划分各指标数据长度来确定评价标准,这种方法具有各指标标准统一、横向比较性强、时效性强、不依赖外部标准等优点。评价指标体系、评价标准及权重如表 1 所示。

2　模型设定

目前,生态文明建设评价方法主要有以下几点不足:一是试图用单一模型测度建设水平,对生态文明建设的系统性、模糊性和冲突性考虑不足;二是缺乏客观统一的定量化评价标准;三是部分基于优化算法的模型较为复杂,操作性和推广性较差。考虑到上述问题,本研究采用集对分析模型,这是因为该模型将多个指标系统合成一个与最优评价集的相对贴近度,能很好地测度生态文明建设中多因素间的模糊性和冲突性[25],但这种数学方法未能很好表征不同指标之间的相互关系。基于此,本研究将能充分体现指标间相互关系的 ANP 网络层次分析法与 SPA 集对分析方法结合起来使用,构建了 ANP-SPA 生态文明建设评价模型。

2.1　集对分析方法

集对分析方法的基本步骤是先对研究问题构建具有联系的两个集对,再对集对中两集合的特性进行同一、差异、对立的客观分析[26-27]。将集对分析理论用于生态文明建设评价,就是将某个生态文明建设指标和生态文明建设评价标准一起构成一个集对。若评价指标处于最优评价级别以上,则认为是同一性联系,此时

$\mu=5$;处于最劣的评价级别以下,则认为是对立性联系,此时 $\mu=0$;处于最优最劣评价级别范围之间,则认为是差异性联系,此时 $\mu=ak+b_i+c_j$,且 $\mu\in(0,5)$,处于这一范围内的评价指标具有不确定性。在多标准评价体系中,需要将 μ 进行相应的展开。本研究中的多元联系数 $\mu=ak+b_1i_1+b_2i_2+b_3i_3+c_j$,差异度系数 i 在[0,5]之间取值。如果指标越接近最优评价级别,i 越接近 5;越接近中间三个级别,i 从高到低分别接近 3、2、1;越接近最劣评价级别,i 越接近 0。

表 1 生态文明建设评价指标体系、等级标准及其权重

Table 1 Evaluation index system of ecological civilization construction, grade standard and weight

生态文明建设	评价指标	生态文明建设隶属度的标准分割点					权重
		1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	
国土空间优化	人口密度/(人/km^2)	91	191	286	376	612	0.14
	城市人均公园绿地面积/m^2	15.8	12.6	11.8	11.2	10.4	0.08
	城市人均道路面积/(m^2/千人)	106.6	95.0	79.1	68.5	64.1	0.07
	地均农业产值/(万元/km^2)	489.5	399.7	309.8	253.8	226.6	0.13
	高技术产业占工业资产比重/%	12.6	8.9	6.8	5.0	2.7	0.09
	单位土地生产总值/(元/km^2)	3619	1666	1041	651	311	0.23
	森林覆盖率/%	53.3	40.9	36.5	21.3	11.6	0.15
	建成区绿化覆盖率/%	42.3	40.3	38.5	37.7	35.5	0.11
资源节约集约利用	能源产出率/(元/千克标煤)	18.8	15.2	13.2	11.1	7.6	0.32
	水资源产出率/(元/t)	184.7	144.1	100.7	76.4	52.8	0.19
	工业固废利用率/%	91.3	82.9	69.3	59.7	51.3	0.17
	危险废物利用率/%	79.8	70.7	52.1	41.0	28.8	0.03
	可再生能源配额/%	10.0	7.0	5.5	4.0	3.0	0.08
	农用地节水灌溉比重/%	20.4	6.6	4.5	2.9	2.1	0.1
	工业用水重复利用率/%	93.4	90.4	87.0	77.7	45.2	0.11
生态环境保护	废水化学需氧量/(万 t)	22.9	49.0	74.5	98.0	128.1	0.11
	废水氨氮排放量/(万 t)	3.1	5.2	7.0	10.3	14.1	0.06
	SO_2排放量/(万 t)	28.9	49.5	59.6	81.1	114.1	0.13
	氮氧化物排放量/(万 t)	37.1	51.4	60.0	81.1	127.1	0.07
	粉尘排放量/(万 t)	18.2	29.3	35.5	45.9	71.0	0.19
	城市生活垃圾处理率/%	99.1	96.4	92.9	87.8	80.7	0.17
	城市污水处理率/%	94.0	91.2	88.7	87.2	83.2	0.09
	自然保护区占辖区比重/%	13.2	9.1	7.2	5.6	4.2	0.1
	农药施用强度/(t/百 km^2)	7.9	28.3	45.6	70.0	105.6	0.04
	化肥施用强度/(t/km^2)	6.2	10.3	13.2	15.3	29.8	0.04

2.2 ANP 网络层次分析法

生态文明建设评价体系是由若干指标组成,这些指标相互作用,而不同的指标由于影响其余指标的数量及程度存在差异,在体系中的重要度也有较大区别。通过 ANP 分析各指标的相互关系,可以确定各元素的局部权重。ANP 的基本建模过程是将生态文明建设评价体系从结构上划分为控制层和网络层,根据专家打分确定指标之间的判断矩阵,再根据的判断矩阵构建超矩阵 ω,对加权超矩阵求幂,求得极限矩阵 W^{∞},而矩阵 W^{∞} 每一行的值,即为对应指标的局部权重向量[28-29]。

2.3 数据包络分析法

数据包络分析是根据线性规划理论构建观测数据的生产前沿面,并据此计算决策单元的相对效率,是评价具有多投入和多产出决策单元相对效率的一种权威方法。本研究所采用的模型是 BC^2模型,该模型是在经典的 C^2R 模型的基础上,考虑规模报酬可变这一重要情况,加入约束条件 $\sum_{j=1}^{n}\lambda_j=1$ 而演变出的模型,可以

将决策单元的综合技术效率分解为纯技术效率和规模效率,可判断出生态文明建设的综合效率受纯技术效率和规模效率影响的程度①有助于分析生态文明建设效率不足的具体原因[30-31]。同时,该方法可测度输入指标的投入冗余量和输出指标的产出不足量②。

3　数据计算

首先,根据构建的指标体系收集原始数据,数据来源为《2014 年中国统计年鉴》和《2014 年中国环境统计年鉴》。然后,将原始数据代入公式(1)计算各指标联系度

$$\mu = ak + b_1 i_1 + b_2 i_2 + b_3 i_3 + cj \tag{1}$$

式中:μ 为指标联系度;k 为同一性系数,规定其值为 5;i_1、i_2、i_3为差异度系数,规定其值分别为 3、2、1;j 为对立度系数,规定其值为 0。

接着,利用 SuperDecision 软件计算出各指标局部权重 ∂,并与公式(1)得出的各指标联系度一同代入公式(2),得到生态文明建设子系统绩效 S_j

$$S_j = \sum_{i=1}^{k} \partial_i \mu_i \tag{2}$$

将子系统绩效代入公式(3)得到生态文明建设绩效 G

$$G = \sum_{j=1}^{m} S_j \tag{3}$$

同时,将城镇单位就业人数、科学技术财政支出、节能环保财政支出作为输入指标,将生态文明建设子系统绩效 S_j作为输出指标③,利用 MaxDEA 软件计算各评价单元综合技术效率 e_i,并代入公式(4)计算出 30 个省(市)的修正系数 C_i

$$C_i = \frac{P_i}{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} P_i} \tag{4}$$

其中 $P_i = e_i + \dfrac{e_{\max} - e_{\min}}{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} e_i}$

根据公式(5),计算出 30 个省(市)生态文明建设修正绩效 G_i'

$$G_i' = G_i \times C_i \tag{5}$$

4　结果分析

4.1　指标评估结果分析

从生态文明建设绩效来看(见表 2),北京、天津、浙江、上海、福建得分最高,为生态文明建设强省(市),这些省(市)在国土空间优化、资源节约集约利用和生态环境保护较其他地区有明显优势,尤其是资源节约集约利用绩效平均分高达 3.92,居于国内领先定位。新疆、贵州、黑龙江、内蒙古、云南得分最低,为生态文明建设弱省,这些省份在生态文明建设三大方面得分均较低,其中,生态环境保护平均分为 1.94,与先进省(市)差距最小;资源节约集约利用平均分为 0.86,差距最大。此外值得一提的是,资源节约集约利用绩效小于 1.25 的省份共 7 个,并且全部位于西部地区。

① 纯技术效率反映的是各决策单元在一定(最优规模时)投入要素的生产效率。规模效率反映的是实际规模与最优生产规模的差距。若决策单元纯技术效率和规模效率均为 1,表明该决策单元为 DEA 有效;若纯技术效率和规模效率只有一方的值为 1,则代表弱 DEA 有效;若纯技术效率和规模效率均小于 1,则代表 DEA 无效。

② 投入冗余量和产出不足量是对决策单元各个输入、输出指标效率的测度。

③ 生态文明建设子系统绩效包括国土空间优化绩效、资源节约集约利用绩效和生态环境保护绩效。

表 2 生态文明建设绩效

Table 2 Performance of ecological civilization construction

地区	国土空间优化绩效	资源节约集约利用绩效	生态环境保护绩效	生态文明建设绩效
北京	3.609	3.961	4.129	11.699
天津	2.510	4.267	3.895	10.672
浙江	3.686	3.901	2.314	9.902
上海	2.368	4.288	3.128	9.783
福建	3.446	3.198	2.879	9.524
海南	3.410	1.914	3.874	9.197
重庆	2.710	1.986	4.032	8.728
广东	3.979	3.214	1.258	8.451
江苏	3.303	3.684	1.243	8.231
山东	3.087	3.740	1.355	8.182
宁夏	1.709	1.556	3.910	7.175
安徽	1.817	2.933	2.184	6.934
陕西	2.375	2.622	1.911	6.908
广西	1.987	2.209	2.384	6.579
江西	2.655	1.943	1.903	6.501
吉林	1.915	2.174	2.281	6.369
辽宁	2.460	2.325	1.227	6.011
四川	1.969	1.199	2.161	5.329
甘肃	1.143	1.241	2.870	5.253
湖北	2.097	1.638	1.412	5.148
河北	2.276	2.125	0.625	5.026
青海	0.807	0.498	3.700	5.005
湖南	1.876	1.370	1.659	4.906
山西	1.351	2.235	1.286	4.872
河南	1.467	2.655	0.571	4.693
云南	1.453	0.738	2.268	4.459
内蒙古	1.634	1.103	1.690	4.428
黑龙江	1.733	1.281	1.414	4.428
贵州	1.016	0.538	2.726	4.280
新疆	1.411	0.636	1.599	3.646

4.2 DEA 效率评估结果分析

从生态文明建设的效率来看(见表 3),技术效率有效的省(市)共 4 个,占 13.3%;技术效率低于 0.6 以下的省份共 25 个,占 83.3%,说明大多数省(市)生态文明建设效率不高。纯技术效率有效的省(市)共 10 个,占 33.3%;纯技术效率低于 0.6 的省(市)共 4 个,占 13.3%,说明大部分省(市)在生态文明建设的技术、制度和管理方面没有明显问题。规模效率有效的省(市)共 4 个,占 13.3%;规模效率低于 0.6 的省份共 24 个,占 80%,说明大部分省市的投入产出规模不合理,需要提高资源配置效率。具体而言,天津、海南、宁夏、青海均为 DEA 有效,建设效率全国领先;广东、四川、新疆、云南、湖南、湖北、江苏的综合技术效率不足 0.2,属于 DEA 强无效,即相对于较大的人力、财力投入,生态文明建设成果明显不足。

在生态强省(市)中,北京的综合技术效率为 0.335,效率不高,虽然其纯技术效率均为 1,但规模效率仅为 0.335,且处于规模报酬递减状态,说明北京投入产出结构是相对合理的,低综合技术效率源于低规模效率,且现有规模过大,与最佳规模存在较大差距。在生态弱省中,大多数省份的纯技术效率与先进省份差距相对较大。新疆、黑龙江、内蒙的纯技术效率相对较低,分别为 0.411、0.477 和 0.505,即现有生态文明建设的技术、制度和管理水平相对较为落后。

表 3　生态文明建设效率

Table 3　The efficiency of ecological civilization construction

地区	综合技术效率	纯技术效率	规模效率	规模收益状态
天津	1.000	1.000	1.000	不变
海南	1.000	1.000	1.000	不变
青海	1.000	1.000	1.000	不变
宁夏	1.000	1.000	1.000	不变
上海	0.863	1.000	0.863	递减
福建	0.647	1.000	0.647	递减
陕西	0.477	0.995	0.479	递减
浙江	0.460	1.000	0.460	递减
甘肃	0.431	0.727	0.593	递减
广西	0.411	0.708	0.581	递减
吉林	0.401	0.833	0.482	递减
重庆	0.360	1.000	0.360	递减
北京	0.335	1.000	0.335	递减
安徽	0.322	0.692	0.465	递减
江西	0.317	0.770	0.412	递减
河北	0.293	0.720	0.407	递减
河南	0.286	0.683	0.418	递减
山西	0.275	0.667	0.413	递减
贵州	0.269	0.688	0.391	递减
辽宁	0.253	0.697	0.363	递减
内蒙古	0.246	0.477	0.517	递减
黑龙江	0.232	0.505	0.460	递减
山东	0.212	0.942	0.225	递减
江苏	0.188	0.927	0.203	递减
湖北	0.180	0.599	0.300	递减
湖南	0.174	0.541	0.322	递减
云南	0.166	0.564	0.294	递减
新疆	0.144	0.411	0.349	递减
四川	0.123	0.567	0.217	递减
广 东	0.123	1.000	0.123	递减

对各省(市)生态文明建设的投入冗余和产出不足进行分析可知(见表 4),人力资源投入冗余较高的省份集中于中部地区;科学技术资金投入冗余集中于东部沿海地区;节能和环保资金投入冗余主要集中于北部地区;国土空间优化产出不足的重点省份主要集中在中部;资源节约集约利用产出不足的省份主要集中于西部;生态环境保护产出不足的省份主要集中于沿海地区。由此可见,出现某一特定问题的省(市)具有在地理上邻近的特征。

4.3　综合评估结果分析

经过效率修正后,生态文明建设的评价结果也发生了相应的变动(见表 5)。天津、上海、北京、海南、福建的得分最高,属于效率视角下的生态文明建设强省(市)。新疆、云南、贵州、黑龙江、内蒙古的得分最低,属于效率视角下的生物文明建设弱省。值得一提的是,原本排名第一的北京,由于其投入的资源较多,建设效率相对一般,排名下降 2 位;而天津和海南由于同时拥有出色的生态文明建设绩效和效率,前者成为修正绩效后的第一,后者跻身生态强省序列。

表 4 基于 DEA 的生态文明建设投入冗余和产出不足分析

Table 4 Ecological civilization construction input redundancy and output deficiency analysis based on DEA

存在问题	重点省(市)
人力资源投入冗余	四川、湖南、湖北、河南
科学技术资金投入冗余	上海、浙江、北京
节能和环保资金投入冗余	内蒙古、河北、吉林、黑龙江
国土空间优化产出不足	河南、湖北、安徽、山西
资源节约集约利用产出不足	贵州、云南、新疆
生态环境保护产出不足	广东、山东、江苏、河北

表 5 生态文明建设的效率修正结果及排名

Table 5 Efficiency correction results and ranking of ecological civilization construction

地区	生态文明建设绩效	绩效排名	生态文明建设修正绩效	修正绩效排名	变化情况
天 津	10.67	2	13.143	1	↑
上 海	9.78	4	11.524	2	↑
北 京	11.70	1	11.373	3	↓
海 南	9.20	6	11.327	4	↑
福 建	9.52	5	10.416	5	→
浙 江	9.90	3	10.110	6	↓
宁 夏	7.17	11	8.836	7	↑
重 庆	8.73	7	8.571	8	↓
山 东	8.18	10	7.562	9	↑
江 苏	8.23	9	7.530	10	↓
广 东	8.45	8	7.519	11	↓
陕 西	6.91	13	7.098	12	↑
安 徽	6.93	12	6.706	13	↓
广 西	6.58	14	6.592	14	→
吉 林	6.37	16	6.356	15	↑
江 西	6.50	15	6.274	16	↓
青 海	5.00	22	6.164	17	↑
辽 宁	6.01	17	5.652	18	↓
甘 肃	5.25	19	5.304	19	→
河 北	5.03	21	4.805	20	↑
四 川	5.33	18	4.741	21	↓
湖 北	5.15	20	4.694	22	↓
山 西	4.87	24	4.624	23	↑
河 南	4.69	25	4.472	24	↑
湖 南	4.91	23	4.462	25	↓
内蒙古	4.43	27	4.152	26	↑
黑龙江	4.43	28	4.127	27	↑
贵 州	4.28	29	4.050	28	↑
云 南	4.46	26	4.041	29	↓
新 疆	3.65	30	3.272	30	→

津市的生态文明绩效主要体现在资源节约集约利用和生态环境保护方面,其对水资源的高效利用是一大亮点;海南省的生态文明绩效主要体现在国土空间优化和生态环境保护方面,拥有高质量的绿色生态空间是其主要优势。此外,天津和海南优于其他生态强省的地方在于其较低的人力、财力投入,尤其是海南在节能和环保方面的资金投入仅为北京的六分之一,属于典型的低投入高绩效,天津和海南的代表性指标数据如表 6

所示。同时,这些生态强省还存在不足:天津和上海缺乏足够的绿色生态空间,体现在人均公园绿地面积、建成区绿化覆盖率和森林覆盖率不足;海南的水资源利用及处理能力较差,体现在较低的农业节水灌溉率、工业用水重复利用率和污水处理率;福建的人均道路面积过少;北京的工业用水重复利用率较低。此外,北京、上海、天津还存在人口密度过大以及危险废物处理能力较弱等问题。

表 6　天津和海南的代表性指标数据

Table 6　Representative index data of Tianjin and Hainan

代表性指标	天津	海南	全国平均
城市人均道路面积/(m^2/千人)	103.0	97.59	79.1
地均农业产值/(万元/km^2)	458.6	572.3	309.8
高技术产业占工业资产比重/%	12.2	9.42	6.8
单位土地生产总值/(元/km^2)	12717	/	1041
森林覆盖率/%	/	55.4	36.5
建成区绿化覆盖率/%	/	42.1	38.5
能源产出率/(元/千克标煤)	16.4	17.0	13.2
水资源产出率/(元/t)	603.8	/	100.7
工业固废利用率/%	99.4	/	69.3
农用地节水灌溉比重/%	25.6	/	4.5
工业用水重复利用率/%	94.4	/	87.0
废水化学需氧量/(万 t)	22.2	19.4	74.5
废水氨氮排放量/(万 t)	2.47	2.26	7.0
SO_2排放量/(万 t)	21.7	3.24	59.6
氮氧化物排放量/(万 t)	31.2	10.0	60.0
粉尘排放量/(万 t)	8.75	1.80	35.5
城市生活垃圾处理率/%	/	99.9	92.9
城镇单位就业人员数	302.4	98.8	486.6
科学技术财政支出/(亿元)	/	13.8	54.9
节能环保财政支出/(亿元)	48.4	23.2	108.5

注:为避免极端值影响,全国平均值采用 30 个省(市)的中位数

5　结论和建议

本研究从国土空间优化、资源节约集约利用和生态环境保护角度入手,考虑到生态文明建设的系统性和模糊性,联合运用网络层次分析法和集对分析方法定量分析了中国省域生态文明的建设绩效。同时,将生态文明建设的三方面绩效作为产出指标,并从人力投入、科技和节能环保财力投入的角度测度了各省(市)生态文明建设效率,从效率角度修正了评价绩效,对追求量与质并重的生态文明建设工作进行了探索性研究,并取得以下几点结论:(1)规模效率不高是制约生态文明建设水平提升的重要障碍。大多数省(市)现有的人力资源和资金投入充足,但国土空间优化、资源节约集约利用和生态环境保护方面的产出并未达到最优状态,造成现有投入产出规模与最佳规模存在一定差距;(2)投入冗余和产出不足的省(市)在地理分布上具有明显的区域聚集性。北部地区充足的节能和环保资金投入虽然促进了生态文明建设,但缺乏对资金的高效利用,造成了投入冗余。西部地区相对落后的绿色生产意识和较差的技术生产设备,造成了资源节约集约利用的产出不足;(3)相较于国土空间优化和生态环境保护,各省(市)在资源节约集约利用方面的差异最大,该方面具有更大的改进空间。资源节约集约利用落脚于产业绿色转型,其绩效水平容易通过先进技术的应用和生产设备的改造快速提升。相比而言,国土空间优化绩效和生态环境保护绩效较多取决于森林资源等自然基础或产业规模结构等宏观因素,改进难度较大,边际效益偏小;(4)生态文明建设强省多位于东部沿海地区,但以北京、上海、天津等为代表的地区存在人口规模偏大,空间承载力负荷过大以及绿色生态空间建设滞后于经济发展。

此外,由于沿海发达省(市)水资源供应充足,且工业用水量较大,在水资源节约集约方面也差强人意。

基于上述研究结论,本研究提出几点政策建议:首先,以北京、广东为代表的各省(市)应在规模结构匹配方面给予足够重视,通过经济结构调整和产业转型升级发挥规模经济,逐步实现规模向效益转变。同时,合理配置生态文明建设要素,调整投入与产出的比例,在控制规模的同时提高资源配置效率,以实现各项资源投入最小,期望产出最大,而非期望产出最小[10]。其次,针对投入冗余和产出不足的区域聚集性,可以成立区域生态文明建设机构。例如,对于北部各省(市)节能和环保资金使用效果不佳等问题,组建区域领导机构,统筹分配资金数额、规划资金用途和监督资金运作,保障投入资金的有效性;积极促进邻近省(市)的协同发展,加强拥有相似生态文明建设问题的省份之间的协同合作,形成发展规划协调,建设资源互补,技术、经验互相交流的发展格局。再次,对于资源节约集约利用问题相对突出的西部地区,在制定规划、政策和完善制度时,应在调整产业结构和淘汰落后产能等方面给予更高程度的重视,加强全过程节约集约管理,加强废物、废气、废水、余热、余压的循环再生利用,大幅降低能源、水、土地等资源的消耗强度,切实提高资源产出率。最后,在沿海发达省市,需进一步加强人口规模控制、城市绿化建设和水资源利用在城市总体规划和产业发展规划中的地位。除了完善的差异化落户制度,还应根据城市发展定位,疏解与主体功能不相符合的基础产业,从而通过控制产业规模来控制人口规模;同时,加大对城市空间立体绿化建设工程、大型工农业节水工程和污水集中处理工程的财政支持,加强生态文明建设薄弱环节。

参考文献(References):

[1] 杜宇, 刘俊昌. 生态文明建设评价指标体系研究. 科学管理研究, 2009, 27(3): 60-63.

[2] 杨开忠. 哪个省的生态更文明? ——中国各省区市生态文明水平大排名. 中国经济周刊, 2011, (12): 34-39.

[3] 高珊, 黄贤金. 基于绩效评价的区域生态文明指标体系构建——以江苏省为例. 经济地理, 2010, 30(5): 823-828.

[4] 杨雪伟. 湖州市生态文明建设评价指标体系探索. 统计科学与实践, 2010, (1): 51-53.

[5] 诸大建, 朱远. 生态文明背景下循环经济理论的深化研究. 中国科学院院刊, 2013, 28(2): 207-218.

[6] 赵景柱. 关于生态文明建设与评价的理论思考. 生态学报, 2013, 33(15): 4552-4555.

[7] 严耕, 林震, 吴明红. 中国省域生态文明建设的进展与评价. 中国行政管理, 2013, (10): 7-12.

[8] 朱成全, 蒋北. 基于 HDI 的生态文明指标的理论构建和实证检验. 自然辩证法研究, 2009, 25(8): 114-118.

[9] 成金华, 孙琼, 郭明晶, 徐文赟. 中国生态效率的区域差异及动态演化研究. 中国人口 资源与环境, 2014, 24(1): 47-54.

[10] 胡彪, 王锋, 李健毅, 于立云, 张书豪. 基于非期望产出 SBM 的城市生态文明建设效率评价实证研究——以天津市为例. 干旱区资源与环境, 2015, 29(4): 13-18.

[11] 樊杰. 主体功能区战略与优化国土空间开发格局. 中国科学院院刊, 2013, 28(2): 193-206.

[12] 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. 中国人口 资源与环境, 2015, 25(5): 1-9.

[13] 李勇, 周学馨. 基于模糊灰色统计的生态文明建设综合评价研究. 重庆工商大学学报: 自然科学版, 2013, 30(3): 35-38.

[14] 谷树忠, 胡咏君, 周洪. 生态文明建设的科学内涵与基本路径. 资源科学, 2013, 35(1): 1-13.

[15] 何天祥, 廖杰, 魏晓. 城市生态文明综合评价指标体系的构建. 经济地理, 2011, 31(11): 1897-1900, 1879-1879.

[16] 白杨, 黄宇驰, 王敏, 黄沈发, 沙晨燕, 阮俊杰. 我国生态文明建设及其评估体系研究进展. 生态学报, 2011, 31(20): 6295-6304.

[17] 王如松, 胡聃. 弘扬生态文明 深化学科建设. 生态学报, 2009, 29(3): 1055-1067.

[18] Neumayer E. The human development index and sustainability-a constructive proposal. Ecological Economics, 2001, 39(1): 101-114.

[19] Barrera-Roldán A, Saldívar-Valdés A. Proposal and application of a Sustainable Development Index. Ecological Indicators, 2002, 2(3): 251-256.

[20] Wang G Z, Wang H Z, Wu Y B, Huang J. Study on the index system of ecological civilization city construction. Pollution Control Technology, 2010, 23(1): 55-59.

[21] Chang J J, Wang X F, Kong W, Zhang N, Zhang H. Evaluation of level of ecological civilization construction in Xi´an. Urban Environment & Urban Ecology, 2009, 22(6): 6-9.

[22] 张欢, 成金华, 冯银, 陈丹, 倪琳, 孙涵. 特大型城市生态文明建设评价指标体系及应用——以武汉市为例. 生态学报, 2015, 35(2): 547-556.

[23] 念沛豪, 蔡玉梅, 谢秀珍, 张文新, 马世发. 基于生态位理论的湖南省国土空间综合功能分区. 资源科学, 2014, 36(9): 1958-1968.

[24] 李涛, 廖和平, 潘卓, 李靖, 杨伟, 潘美含. 主体功能区国土空间开发利用效率评估——以重庆市为例. 经济地理, 2015, 35(9): 157-164.

[25] 刘某承, 苏宁, 伦飞, 曹智, 李文华, 闵庆文. 区域生态文明建设水平综合评估指标. 生态学报, 2014, 34(1): 97-104.

[26] 赵克勤, 宣爱理. 集对论——一种新的不确定性理论方法与应用. 系统工程, 1996, 14(1): 18-23, 72-72.

[27] Su M R, Yang Z F, Chen B. Set pair analysis for urban ecosystem health assessment. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 2009, 14(4): 1773-1780.

[28] Saaty T L. What is the analytic hierarchy process? // Mitra G, Greenberg H J, Lootsma F A, Rijkaert M J, Zimmermann H J, eds. Mathematical Models for Decision Support. Berlin Heidelberg: Springer, 1988.

[29] Saaty T L. Decision making with the analytic hierarchy process. International journal of services sciences, 2008, 1(1): 83-98.

[30] Banker R D, Charnes A, Cooper W W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science, 1984, 30(9): 1078-1092.

[31] Khodabakhshi M. A super-efficiency model based on improved outputs in data envelopment analysis. Applied Mathematics and Computation, 2007, 184(2): 695-703.