

杨加猛,魏 尉,张智光. 江苏省生态文明建设绩效评价研究[J]. 江苏农业科学,2014,42(10):346-349.

江苏省生态文明建设绩效评价研究

杨加猛^{1,2}, 魏 尉^{1,2}, 张智光^{1,2}

(1. 南京林业大学经济管理学院, 江苏南京 210037; 2. 南京林业大学环境与发展系统工程研究所, 江苏南京 210037)

摘要:为了客观准确地衡量江苏省生态文明建设的状况和水平,构建了包含资源能源文明、环境保护文明、生态经济文明、生态科技文明、生态精神文明和生态社会文明六大类,共计 22 项统计指标的评价体系。基于主成分分析评价法对江苏省 2003—2011 年的生态文明建设绩效进行了动态评价和分析。结果表明,江苏省生态文明建设总体呈平稳上升态势,其中资源能源因子对生态文明的贡献最大,生态经济因子几乎与生态文明建设同步变动,而生态环境因子的波动较大。

关键词:生态文明;建设绩效;评价;江苏

中图分类号: F205 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)10-0346-04

近年来,面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势,生态文明的研究逐渐成为社会各界关注的焦

收稿日期:2013-12-26

基金项目:国家自然科学基金(编号:71173107);教育部博士学科点专项科研基金博导类课题(编号:20113204110005);国家林业局软科学研究项目(编号:2013-R07);江苏省高校哲学社会科学重点研究基地(南京林业大学生态经济研究中心)重大项目(编号:2010JDXM018);江苏省社会科学基金(编号:13WTB023);江苏省高校哲学社会科学优秀创新团队建设项目。

作者简介:杨加猛(1974—),男,江苏连云港人,博士,副教授,硕士生导师,主要从事气候变化与低碳发展的研究。E-mail: yjnmfu@163.com。

通信作者:张智光,博士,教授,博士生导师。E-mail: zzg@njfu.com.cn。

3 结语

文昌鱼的种群因为栖息地时空演变出现不同程度的退化,分布区域不断地缩小。为了遏制这种趋势,必须对海域养殖容量进行准确的评估,在养殖容量许可的范围内科学用海,持续发展养殖业,防止过度捕捞;在沿海区域农业生产过程中要尽量减少化肥和农药的使用,减少污染物入海量,加强沿海城市及滦河沿岸污水处理能力建设和对养殖废水处理的管理,实行清洁生产,使生态系统保持一个良性的发展趋势;探究石油类物质增加的来源及富集原因,控制底质中石油类物质的富集,从而为文昌鱼的生长创造一个良好环境。

致谢:本研究的现场采样工作由河北省昌黎黄金海岸国家级自然保护区的环境保护监测人员协助完成,在此表示感谢!

参考文献:

- [1] 方 琦,周仁杰,钟指挥. 白氏文昌鱼幼鱼对海水温度和盐度变化的耐受力研究[J]. 水产科技情报,2010,37(6):274-278,281.
- [2] 苏 艺,刘 佳,韩晓庆,等. 海水养殖对海洋生态环境的影

点。十七大报告已经明确提出建设生态文明,十八大报告则以“大力推进生态文明建设”为题,将生态文明建设提高到一个前所未有的高度。关于生态文明评价的相关研究,早在2003年国家环境保护总局就发布了《生态县、生态市、生态省建设指标(试行)》^[1],明确了生态县、生态市、生态省建设的内涵及目标,成为全国各地进行生态建设规划的重要指南。目前国内有关生态文明的理论探索已初步取得一定成果,但针对省域生态文明建设的系统研究,尤其是关于省级生态文明建设的评价研究,还并不是十分成熟。目前河南、山东、贵州、北京等省(市)的生态文明评价已经有学者做了相关研究^[2-7],而江苏省在评价方面的研究仍处于起步阶段^[8],且相关评价主要体现了可持续发展的特性,尚未做出反映生态文明内涵的评价体系,因此,加强江苏省生态文明建设的评价研究,具有重要的现实意义。本研究在相关文献和已有的生态文明

响——以河北省昌黎县为例[J]. 江苏农业科学,2012,40(3):306-309.

- [3] 马明辉,张志南,冯志权,等. 滦河口青岛文昌鱼分布与栖息地底质特征[J]. 海洋环境科学,2005,24(2):39-42.
- [4] Desdevises Y,Maillet V,Fuentes M,et al. A snapshot of the population structure of Branchiostoma lanceolatum in the Racou beach, France,during its spawning season[J]. PLoS One,2011,6(4):e18520.
- [5] 杨旭辉,冯秀丽,褚忠信,等. 中国东部陆架表层沉积物粒度特征及其沉积环境浅析[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版,2012,42(增刊2):126-134.
- [6] 赵东波. 常用沉积物粒度分类命名方法探讨[J]. 海洋地质动态,2009,25(8):41-44,46.
- [7] 杨建威,任一平,徐宾铎. 青岛自然保护区文昌鱼的资源调查与生长研究[J]. 水利渔业,2008,28(3):112-114.
- [8] 黄 伟,朱旭宇,曾江宁,等. 氮磷比对东海浮游植物群落生长影响的微宇宙实验[J]. 环境科学,2012,33(6):1832-1838.
- [9] 郭 超,黄廷林,郭念城. 杏子河沉积物中石油污染物释放实验研究[J]. 工业安全与环保,2012,38(5):58-60.
- [10] 杜卫东,万云洋,钟宁宁,等. 土壤和沉积物石油污染现状[J]. 武汉大学学报:理学版,2011,57(4):311-322.

评价研究基础上,构建江苏省生态文明建设综合评价指标体系,藉此对 2003—2011 年江苏省生态文明建设状况进行综合评价,分析江苏省近年生态文明建设的动态变化,为江苏省进一步明确生态文明建设的薄弱环节和努力方向提供参考。

1 生态文明建设绩效评价体系的构建与评价方法

1.1 指标体系构建

生态文明就是人类遵循人与自然的发展规律,推进社会、经济和文化发展所取得的物质、制度与精神成果的综合,其核

心是人与自然的协调发展^[9],其内涵包括了生态物质文明(生态经济文明、生态环境文明、生态科技文明)、生态精神文明(生态文明意识、生态伦理道德、生态文化知识、生态哲学)和生态社会文明(生态政治文明、生态行为文明)^[10]。在参考和借鉴生态文明内涵和已有生态文明指标体系研究成果的基础上,本研究结合整体性、导向性、可操作性和简明性原则,构建出包含资源能源文明、环境保护文明、生态经济文明、生态科技文明、生态精神文明和生态社会文明六大类,共计 22 项统计指标的评价体系(图 1)。

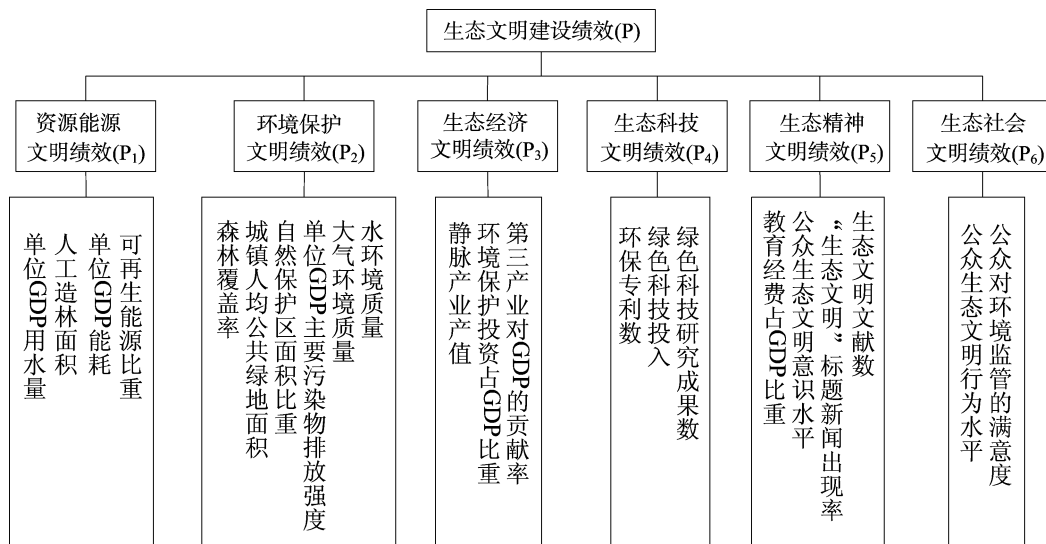


图1 江苏省生态文明绩效评价体系

在资源能源文明绩效指标中,用单位 GDP 用水量和人工造林面积反映资源消耗和保有情况,用单位 GDP 能耗和可再生能源比重反映能源消耗和绿色能源保有情况。在环境保护文明绩效指标中,森林覆盖率、城镇人均公共绿地面积、自然保护区面积比重可以总体上反映出陆地生态系统的生态平衡状况;单位 GDP 主要污染物排放强度可以反映节能减排对生态环境保护的贡献;大气环境质量和水环境质量是反映环境保护成果的 2 个重要的综合指标。在生态经济文明绩效指标中,静脉产业产值、环境保护投资占 GDP 比重和第三产业占 GDP 比重 3 个指标可以反映出经济结构的生态化特征和生态经济的投入产出情况。在生态科技文明绩效指标中,考虑用环保专利数、绿色科技投入和绿色科技研究成果 3 项指标对生态科技的投入产出情况进行衡量。在生态精神文明绩效指标中,通过教育经费占 GDP 比重、公众生态文明意识水平、生态文明宣传度和生态文明文献数 4 个具体指标来反映。生态社会文明绩效则通过公众生态文明行为水平和公众对环境监管的满意度 2 个典型指标来衡量。

1.2 无量纲化处理

由于各指标量纲不统一,因此采用极差标准化方法对各项统计指标进行无量纲化处理。其中,正向指标无量纲转换公式为:

$$y_{ij} = (x_{ij} - x_{i,\min}) / (x_{i,\max} - x_{i,\min}) \quad (1)$$

对于单位 GDP 用水量、单位 GDP 能耗、单位 GDP 主要污染物排放强度和水环境质量等反向指标,其无量纲转换公式为:

$$y_{ij} = (x_{i,\max} - x_{ij}) / (x_{i,\max} - x_{i,\min}) \quad (2)$$

在式(1)、式(2)中, x_{ij} 为第 i 个指标的第 j 个取值; y_{ij} 为第 i 个指标的第 j 个取值的无量纲化值; $x_{i,\max}$ 、 $x_{i,\min}$ 分别表示 i 个指标下各评价样本属性值的最大值和最小值。

假设样本矩阵 X 经过无量纲化处理后转化为矩阵 $Y = (y_{ij})$, $y \in [0, 1]$, 当 $y_{ij} = 1$ 时,指标数据达到最佳状态;当 $y_{ij} = 0$ 时,为最差状态;当 $x_{i,\max} = x_{i,\min}$ 时,令 $y_{ij} = 0.5$ 。

1.3 确定主成分及其得分

为了保证指标间互不相关和明确影响生态文明建设绩效的主要因素,并且增加评价指标权重确定过程中的客观性,本研究选择主成分分析法进行实证评价。计算相关系数矩阵的特征值,并根据特征根大于 1 的原则,确定主成分。由标准特征方程 $|R - \lambda I| = 0$, 求出相关矩阵 R 的特征向量矩阵 A 和特征值 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$ 。令 $Z = A^{-1}X$, 其中 Z 为主成分阵。将 A 和 Z 分解为两部分: $A = [A_1 \ A_2]$, $Z = [Z_1 \ Z_2]$ 。其中, A_1 和 Z_1 为 $p \times q$ 的矩阵, A_2 和 Z_2 为 $p \times (p - q)$ 的矩阵,且 $q < p$ 。

于是,其模型为:

$$X = AZ = A_1 Z_1 + A_2 Z_2 = A_1 Z_1 + \varepsilon \quad (3)$$

式(3)中, A_1 代表因子载荷矩阵, Z_1 代表主成分, ε 代表特殊因子。

第 i 个主成分的贡献率为:

$$d_i = \lambda_i / \sum_{i=1}^p \lambda_i, i = 1, 2, \dots, p \quad (4)$$

同时,前 q 个主成分的累积贡献率应满足 $\sum_{i=1}^q d_i \geq 0.85$, 以此作为主成分个数 q 的选择依据。

由于各个指标数值均进行了标准化处理,被比较对象的

平均水平位零分,正分为高出平均水平,负分表示低于平均水平。将每个主成分的得分加权求和,即可得到综合评价结果。其中各个主成分的权重由其方差贡献率在累计方差贡献率中所占的比重确定,从而保证评价结果的客观性。

2 江苏省生态文明建设绩效动态评价

2.1 数据来源

本研究的数据均取自江苏省统计年鉴和国家统计年鉴。考虑到指标数据的权威性和统计口径上的一致性,需要对某些指标进行替代。其中,资源能源文明绩效中的可再生能源比重(P_{14})以工业企业主要能源消费量占能源消费总量的比重来衡量。单位 GDP 主要污染物排放强度(P_{24})以二氧化硫(SO_2)排放强度反映;大气环境质量(P_{25})以空气质量达到二级以上天数的平均值反映;水环境质量(P_{26})以地区化学需氧

量排放量来衡量。生态经济文明绩效中的静脉产业产值(P_{31})按“三废”综合利用产品产值计算;环境保护投资占 GDP 比重(P_{32})以工业环境污染治理投资总额占 GDP 比重核算。生态科技文明绩效中的环保专利数(P_{41})暂以发明专利授权数替代;绿色科技投入(P_{42})以研发经费中基础研究支出额替代;绿色科技研究成果数 P_{43} 以科技成果登记数替代。生态精神文明绩效中的公众生态文明意识水平(P_{52})以水利、环境和公共设施管理业增加值来反映;生态文明宣传力度(P_{53}),借助百度搜索工具,以“生态文明”和“江苏”为关键词搜索出的在标题中出现该关键词的次数来反映;生态文明文献数(P_{54})以在期刊网中搜索到的包含“生态文明”和“江苏”关键词的文献篇数来反映。通过上述无量纲化方法,将原始统计值进行无量纲化,结果见表 1。

表 1 生态文明建设绩效统计指标的无量纲化处理结果

准则层	指标层	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
资源能源文明绩效(P_1)	单位 GDP 用水量(P_{11})	0.134	0	0.404	0.528	0.739	0.736	0.778	0.868	1.000
	人工造林面积 P_{12}	1.000	0.148	0.000	0.179	0.424	0.556	0.464	0.535	0.040
	单位 GDP 能耗(P_{14})	0.094	0.036	0.000	0.169	0.326	0.569	0.650	0.833	1.000
	可再生能源比重 P_{15}	0.010	0	0.815	0.946	0.872	0.758	1.000	0.805	0.461
环境保护文明绩效(P_2)	森林覆盖率(P_{21})	0.508	0.508	0.508	0.508	0.508	1.000	1.000	1.000	1.000
	城镇人均公共绿地面积(P_{22})	0	0.184	0.436	0.680	0.864	0.956	0.846	0.991	1.000
	自然保护区面积比重(P_{23})	1.000	0.200	0.867	0.933	0.333	0	0	0	0.400
	单位 GDP 主要污染物排放强度(P_{24})	0	0.230	0.348	0.535	0.711	0.850	0.922	1.000	0.574
生态经济文明绩效(P_3)	大气环境质量(P_{25})	0.074	0	0.333	0.370	0.630	1.000	0.741	0.259	0.815
	水环境质量(P_{26})	1.000	0.819	0.585	0.660	0.741	0.824	0.886	0.957	0
	静脉产业产值(P_{31})	0	0.060	0.272	0.566	0.794	0.971	0.898	1.000	0.570
	环境保护投资占 GDP 比重(P_{32})	0.572	0.622	1.000	0.510	0.982	0.491	0.204	0	0.037
生态科技文明绩效(P_4)	第三产业对 GDP 的贡献率(P_{33})	0.033	0	0.424	0.457	0.674	0.522	0.783	0.652	1.000
	环保专利数(P_{41})	0	0.039	0.059	0.097	0.153	0.277	0.451	0.632	1.000
	绿色科技投入(P_{42})	0	0.069	0.130	0.212	0.304	0.471	0.615	0.768	1.000
	绿色科技研究成果数(P_{43})	0.426	0.335	0	0.226	0.402	0.720	0.911	0.963	1.000
生态精神文明绩效(P_5)	教育经费占 GDP 比重(P_{51})	0.079	0.067	0.020	0	0.612	0.633	0.707	0.840	1.000
	公众生态文明意识水平(P_{52})	0	0.018	0.072	0.211	0.410	0.612	0.644	0.722	1.000
	“生态文明”标题新闻出现率(P_{53})	0.003	0	0	0	0.021	0.144	0.180	0.339	1.000
	生态文明文献数(P_{54})	0	0.017	0.031	0.135	0.245	0.865	1.000	0.858	0.590

2.2 主成分分析

通过 SPSS 软件因子分析模块中的降维功能提取主成分,进行主成分分析。得到主成分初始特征值对原有变量的总体描述情况(表 2)。

由表 2 可知,前 3 个主成分的累计方差贡献率已达到 91.217%,由于这 3 个主成分变量能够反映原有变量的绝大部分信息,因此用这 3 个主成分将生态文明建设绩效评价由原有的 20 个变量维度降为 3 个维度。根据得分系数所占比重的大小,可以看出主成分 1 主要反映的是生态科技发展状况,主成分 2 主要反映的是生态环境建设状况,主成分 3 主要反映的是生态精神文明状况。因此将 3 个主成分分别命名为生态经济因子(F_1)、资源能源因子(F_2)和生态环境因子(F_3)。通过 Kaiser 标准化的正交变换法进行因子载荷矩阵旋转,3 个主成分的函数表达式如下:

$$F_1 = -0.013P_{11} + 0.097P_{12} + 0.018P_{14} - 0.189P_{15} + 0.012P_{21} - 0.046P_{22} - 0.057P_{23} - 0.050P_{24} - 0.056P_{25} - 0.013P_{26} - 0.060P_{31} - 0.191P_{32} - 0.024P_{33} + 0.131P_{41} +$$

$$0.097P_{42}; \tag{5}$$

$$F_2 = 0.133P_{11} - 0.055P_{12} - 0.027P_{14} + 0.282P_{15} - 0.009P_{21} + 0.154P_{22} - 0.050P_{23} + 0.014P_{24} + 0.142P_{25} + 0.057P_{26} + 0.194P_{31} + 0.130P_{32} + 0.104P_{33} - 0.076P_{41} - 0.016P_{42}; \tag{6}$$

$$F_3 = 0.072P_{11} - 0.320P_{12} - 0.03P_{14} + 0.046P_{15} - 0.084P_{21} + 0.053P_{22} + 0.167P_{23} + 0.083P_{24} + 0.068P_{25} - 0.356P_{26} - 0.084P_{31} + 0.078P_{32} + 0.140P_{33} + 0.094P_{41} + 0.059P_{42} - 0.112P_{43} - 0.018P_{51} + 0.040P_{52} + 0.166P_{53} - 0.139P_{54}。 \tag{7}$$

根据表 2 中各主成分方差贡献率在累计方差贡献率中的比例,得出其在综合得分中的权重,据此得到江苏省生态文明建设绩效的综合得分的公式为:

$$F = -0.013F_1 + 0.097F_2 + 0.018F_3。 \tag{8}$$

再根据各主成分的得分函数,可计算出江苏省 2003—2011 年生态文明建设绩效的综合得分(图 2)。

表 2 主成分分析初始解和描述的总方差

序号	方差	比重 (%)	累积比重 (%)
1	13.310	66.552	66.552
2	2.638	13.192	79.744
3	2.294	11.472	91.217
4	0.720	3.601	94.818
5	0.568	2.838	97.656
6	0.314	1.571	99.227
7	0.101	0.507	99.734
8	0.053	0.266	100.000
9	6.891×10^{-16}	3.445×10^{-15}	100.000
10	4.677×10^{-16}	2.338×10^{-15}	100.000
11	2.377×10^{-16}	1.188×10^{-15}	100.000
12	1.700×10^{-16}	8.499×10^{-16}	100.000
13	6.792×10^{-17}	3.396×10^{-16}	100.000
14	2.685×10^{-17}	1.342×10^{-16}	100.000
15	1.361×10^{-17}	6.804×10^{-17}	100.000
16	-1.101×10^{-16}	-5.507×10^{-16}	100.000
17	-1.751×10^{-16}	-8.757×10^{-16}	100.000
18	-2.161×10^{-16}	-1.080×10^{-15}	100.000
19	-2.612×10^{-16}	-1.306×10^{-15}	100.000
20	-5.431×10^{-16}	-2.715×10^{-15}	100.000

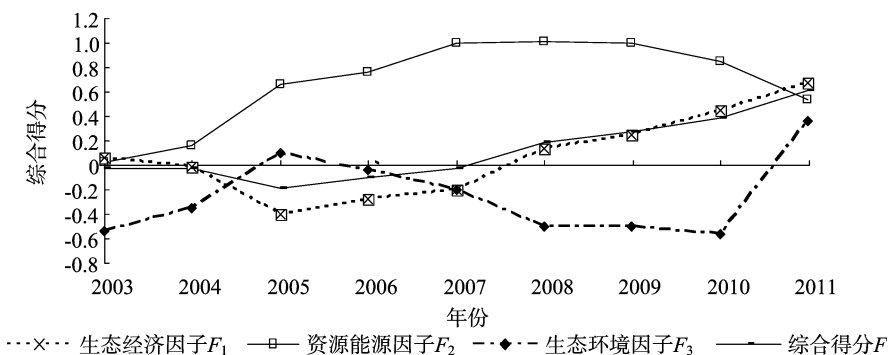


图2 江苏省 2003—2011 年生态文明建设绩效评价动态

生态环境因子的变化较大,在 2005 年之后一直处于下降的态势,这与水环境质量的下降是分不开的。与生态经济因子比较可以发现,在水环境质量下降的同时,对工业污染治理的投资却没有跟上,这是导致生态环境不断下降的一个原因。值得注意的是,在 2010 年之后,生态环境迅速好转,这与生态科技的进步有关。因此,在加大工业污染治理投资的同时,也应该加强对污水处理等绿色技术的研发。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国环境保护部. 关于印发《生态县,生态市,生态省建设指标(试行)》的通知[EB/OL]. [2014-06-26]. http://www.zhb.gov.cn/gkml/zj/wj/200910/t20091022_172492.htm.
- [2] 蒋小平. 河南省生态文明评价指标体系的构建研究[J]. 河南农业大学学报,2008,42(1):61-64.
- [3] 刘衍君,张保华,曹建荣,等. 省域生态文明评价体系的构建——

3 结论

江苏省近 9 年生态文明建设总体上呈现出平稳且上升的态势。随着“绿色江苏”战略的进一步实施,可以预期未来江苏省的生态文明建设将会继续稳步提高。江苏省生态文明的稳步发展主要得益于能源资源因子。生态经济因子的变化则几乎与生态文明的建设变化同步,而生态环境因子的变化波动较大。

就生态经济因子的绩效来看,2005 年之后的不断稳步上升,与第三产业的发展是分不开的。与工业污染相比,第三产业发展对环境的破坏相对较弱,因此第三产业发展对生态文明的建设起到了积极的作用;而静脉产业的蓬勃发展,对资源再生利用的同时,保障了环境安全,节约资源,对整体的生态文明建设起到了较大的帮助。

就资源能源因子的绩效来看,其对生态文明建设贡献最大。无论是单位用水量还是单位能耗,近些年都呈现出下降的态势,这也体现出节能减排已初步产生效果。可再生能源的比重不断提高,说明利用一次能源的比重正在逐步减少。传统能源的枯竭以及对环境的污染是生态文明建设的阻力,江苏省应当充分利用科技和人才优势加强对新能源的开发和利用,在保证能源供应的基础上稳步发展经济。

- 以山东省为例[J]. 安徽农业科学,2010,38(7):3676-3678.
- [4] 金莲,黄海燕. 贵州省生态文明建设的定量评价[J]. 开发研究,2011,10(5):102-107.
- [5] 王晓欢,王晓峰,秦慧杰. 西安市生态文明建设评价及预测[J]. 城市环境与城市生态,2010,23(2):5-8.
- [6] 侯鹰,李波,郝利霞,等. 北京市生态文明建设评价研究[J]. 生态经济:学术版,2012,5(1):436-440.
- [7] 张梅. 丽水生态文明评价指标体系构建分析[J]. 统计科学与实践,2013(2):36-38.
- [8] 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[J]. 经济地理,2010,30(5):823-828.
- [9] 张智光. 人类文明与生态安全:共生空间的演化理论[J]. 中国人口·资源与环境,2013,23(7):1-8.
- [10] 张智光. 绿色中国(第三卷):绿色共生模式的运作[M]. 北京:中国环境科学出版社,2011.