

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第34卷 第11期 Vol.34 No.11 **2014**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 34 卷 第 11 期 2014 年 6 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

土壤大孔隙流研究现状与发展趋势..... 高朝侠,徐学选,赵娇娜,等 (2801)

能源基地生态修复

我国大型煤炭基地建设的生态恢复技术研究综述..... 吴 钢,魏 东,周政达,等 (2812)

国家大型煤电基地生态环境监测技术体系研究——以内蒙古锡林郭勒盟煤电基地为例.....

..... 魏 东,全 元,王辰星,等 (2821)

基于 DPSIR 模型的国家大型煤电基地生态效应评估指标体系 周政达,王辰星,付 晓,等 (2830)

西部干旱区煤炭开采环境影响研究..... 雷少刚,卞正富 (2837)

露天煤矿区生态风险受体分析——以内蒙古平庄西露天煤矿为例..... 高 雅,陆兆华,魏振宽,等 (2844)

草原区矿产开发对景观格局和初级生产力的影响——以黑岱沟露天煤矿为例.....

..... 康萨如拉,牛建明,张 庆,等 (2855)

三七对土壤中镉、铬、铜、铅的累积特征及健康风险评价 林龙勇,阎秀兰,廖晓勇,等 (2868)

某焦化场地土壤中多环芳烃分布的三维空间插值研究..... 刘 庚,毕如田,权 腾,等 (2876)

个体与基础生态

杉木人工混交林对土壤铝毒害的缓解作用 雷 波,刘 彬,罗承德,等 (2884)

基于 $\delta^{15}\text{N}$ 稳定同位素分析的人工防护林大型土壤动物营养级研究 张淑花,张雪萍 (2892)

铅镉抗性菌株 JB11 强化植物对污染土壤中铅镉的吸收 金忠民,沙 伟,刘丽杰,等 (2900)

陕北地区石油污染土壤中不动杆菌属的筛选、鉴定及降解性能 王 虎,吴玲玲,周立辉,等 (2907)

祁连山高山植物根际土放线菌生物多样性..... 马爱爱,徐世健,敏玉霞,等 (2916)

新疆沙冬青 AM 和 DSE 真菌的空间分布 姜 桥,贺学礼,陈伟燕,等 (2929)

聚糠茶水剂对不同积温带玉米花后叶片氮同化的影响..... 高 娇,董志强,徐田军,等 (2938)

内蒙古河套灌区玉米与向日葵霜冻的关键温度..... 王海梅,侯 琼,云文丽,等 (2948)

四种类型栓皮栎栲胶含量..... 尹艺凝,张文辉,何景峰,等 (2954)

食物胁迫对翅二型丽斗蟋飞行肌和繁殖发育的影响..... 吴红军,赵吕权,曾 杨,等 (2963)

颜色对梨小食心虫产卵选择性的影响..... 杨小凡,马春森,范 凡,等 (2971)

缓释单萜类挥发物对落叶松毛虫行为及落叶松主要防御蛋白的影响..... 林 健,刘文波,孟昭军,等 (2978)

种群、群落和生态系统

黄土丘陵沟壑区不同植被恢复格局下土壤微生物群落结构 胡婵娟,郭 雷,刘国华 (2986)

刺参池塘底质微生物群落功能多样性的季节变化..... 闫法军,田相利,董双林,等 (2996)

基于 DGGE 技术的茯砖茶发花过程细菌群变化分析 刘石泉,胡治远,赵运林 (3007)

景观、区域和全球生态

中国区域间隐含碳排放转移..... 刘红光,范晓梅 (3016)

西南地区退耕还林工程主要林分 50 年碳汇潜力 姚 平,陈先刚,周永锋,等 (3025)

青海湖流域草地植被动态变化趋势下的物候时空特征..... 李广泳,李小雁,赵国琴,等 (3038)

黑龙江省温带森林火灾碳排放的计量估算..... 魏书精,罗碧珍,孙 龙,等 (3048)

三峡库区森林植被气候生产力模拟..... 潘 磊,肖文发,唐万鹏,等 (3064)

三峡水库支流拟多甲藻水华的形成机制..... 朱爱民,李嗣新,胡 俊,等 (3071)

流域库坝工程开发的生物多样性敏感度分区..... 李亦秋,鲁春霞,邓 欧,等 (3081)

城乡与社会生态

基于集对分析的京津冀区域可持续发展协调能力评价..... 檀菲菲,张 萌,李浩然,等 (3090)

江西省自然保护区发展布局空缺分析 黄志强,陆 林,戴年华,等 (3099)

鄱阳湖生态经济区生态经济指数评价 黄和平,彭小琳 ,孔凡斌,等 (3107)

基于有害干扰的中国省域森林生态安全评价..... 刘心竹,米 锋,张 爽,等 (3115)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 328 * zh * P * ￥90.00 * 1510 * 35 * 2014-06



封面图说：三峡库区森林植被——三峡地区属亚热带区域,山高坡陡、地形复杂、物种丰富,森林是其最重要的自然资源之一,其面积占到库区总面积的 37%左右,库区内现有森林可初步分为 2 个植被型组,8 个植被型,18 个群系组,44 个群系,102 个群丛,主要树种有马尾松、杉树、柏树等,低海拔处多为落叶阔叶林、常绿阔叶林,较高海拔分布有针阔混交林、针叶混交林、灌木林等,人工林主要有经济林、竹林等。对三峡库区森林气候生产力进行模拟,分析库区森林植被的生产力并进行预测,可以为三峡库区的生态建设决策提供科学依据。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@ 163.com

DOI: 10.5846/stxb201304090652

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. 生态学报, 2014, 34(11): 3090-3098.

Tan F F, Zhang M, Li H R, Lu Z H. Assessment on coordinative ability of sustainable development of Beijing-Tianjin-Hebei Region based on set pair analysis. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(11): 3090-3098.

基于集对分析的京津冀区域可持续发展协调能力评价

檀菲菲¹, 张 萌¹, 李浩然¹, 陆兆华^{1,2,*}

(1. 中国矿业大学(北京)化学与环境工程学院, 北京 100083; 2. 山东省黄河三角洲生态环境重点实验室, 滨州 256603)

摘要: 区域发展的协调能力是区域可持续发展的重要表征之一。采用社会经济各相关部门的统计数据及资料, 构建区域可持续发展评价指标和各级评价标准, 利用集对分析中的同异反态势排序的协调发展评价模型实证分析了京津冀地区 2000—2010 年间的可持续发展协调能力。结果表明: (1) 2000—2004 年间北京和天津属于不协调发展, 2006—2010 年逐渐步入弱协调发展, 但研究时段内河北省始终为不协调发展。(2) 京、津和冀协调能力指数 2010 年相比 2000 年分别提高 27.86%、8.87% 和 18.51%, 各省域协调发展改善均不明显且步伐不一。(3) 对京津冀区域各省域的发展提出了具体建议, 但仍要加强各地区的合作和明确各自功能地位尤其重要。研究结果可以为京津冀整体规划的制定及实施提供科学依据和指导, 也为环渤海经济圈可持续发展研究奠定了基础。

关键词: 集对分析; 可持续发展; 协调能力; 评价指标; 京津冀

Assessment on coordinative ability of sustainable development of Beijing-Tianjin-Hebei Region based on set pair analysis

TAN Feifei¹, ZHANG Meng¹, LI Haoran¹, LU Zhaohua^{1,2,*}

1 School of Chemical & Environmental Engineering, China University of Mining & Technology, Beijing 100083, China

2 Shandong Provincial Key Laboratory of Eco-Environmental Science for Yellow River Delta, Binzhou University, Binzhou 256603, China

Abstract: The coordinative ability of regional development is one of the main characterizations of regional sustainable development. The assessment indicators and standard system of regional sustainable development have been established based on the model of coordinative development of society, economy and ecological environment in set pair analysis with integrating of theoretical analysis and empirical analysis, the qualitative analysis and quantitative analysis, according to the statistical data and materials from relative government agencies. The purpose of this study is to evaluate the coordinative ability of sustainable development in Beijing-Tianjin-Hebei Region by the method mentioned above. This study calculated the value of the coordinative ability index and the degree of social development, economical development and environmental damage, with the correspondence between the index and sustainable development coordinative ability described. By adopting similar, dissimilar and inverse relative degree and state sorting analysis from set pair analysis, the coordinative ability of sustainable development during 2000-2010 in the study region was appraised. The result shows that there is a better trend despite slight amelioration. In the light of time sequence, in this paper, the value of coordinative ability index in Beijing increased by 27.86% from the year of 2000 to 2010, which in Tianjin and Hebei are 8.87% and 18.51% respectively. The interval of little, weak, elementary and high coordinative ability are given. Beijing and Tianjin belongs to incompatible development from the year of 2000 to 2004, the coordinative ability index of which reaches the interval of weak coordination

基金项目: 国家自然科学基金项目 (71273260/G0312)

收稿日期: 2013-04-09; 修订日期: 2013-09-26

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: lu-zhh@263.net

after 2006, while Hebei is always in the stage of incompatible development during the same period. The current situation in Beijing and Tianjin is better, according to the coordinative ability index about the districts, due to rapid social and economical development and slight downside of environment damage, even though the destruction to ecological environment is still heavily. It is also demonstrated that slow-growing of the social and economical development is same to with tiny change of environment damage degree in Hebei. Therefore raising forest coverage rate and solving the water problem are the primary measures to achieve sustainable and coordinative development, while some things, such as industrial structure, technology, medical treatment and education, are more urgent for Tianjin and Hebei besides that. Though the study region is the core area of Bohai Rim, one of the three leading economic zones in China, the conflict between regional economic development and the environment is becoming serious. It is exigent to research the coordinative ability of regional sustainable development due to that Beijing-Tianjin-Hebei Region created artificially does not balance the inconsistent development situation among districts. The radiation effect to Hebei was not brought by excessive concentration of industry development in Beijing and Tianjin derived from administrative division, leading to negative development in entire region. As for Hebei itself, however, one's own interests of the municipalities in the province are concerned overly and short of deep collaboration and communication among municipalities. In this sense, the application in the assessment of coordinative ability of sustainable development is significant and worth to be spread. The results presented in this study would provide scientific basis and direction to formulation and implementation for whole planning of Beijing-Tianjin- Hebei region, and also lay the foundation for sustainable development research of Bohai Rim.

Key Words: set pair analysis; sustainable development; coordinative ability; assessment indicators; Beijing-Tianjin-Hebei region

若从可持续发展视角来审视某个区域或城市,生态环境的保护与社会、经济的发展是同等重要的,它们的协调发展已被公认为处理三者之间关系的最佳选择。可持续发展能力评价实质上是对研究对象的社会-经济-环境复合系统发展水平、持续性和协调性的综合能力的评估和预测^[1],其中协调性是指复合系统中各子系统及其要素间的关系,以及随之呈现出的结构和状态^[2]。协调能力与能否实现可持续发展息息相关,是实现可持续发展的重要途径,也是可持续发展的基本要求^[3]。

经济学者、环境学者、生态学者等都对可持续发展评价问题从不同角度进行了大量研究,如探讨指标体系的构筑等^[4-7]、生态足迹法的应用^[8]以及其他多种评价模型和方法^[9-12],但如今仍然没有统一的评价方法。而可持续发展协调能力评价方面的研究有提出协调度概念^[13]构建模型并对系统协调性进行定量评价研究^[14-15],也有从系统论角度和区域特征^[16]出发构建模型进行测度和评价,多采用层次分析法、模糊评价法等模型。可持续发展协调能力评价实际上是对复合系统之间的确定性和不确定性的模糊性分析,而集对分析是用于评价模糊信息的有

力工具,有很好的可靠性和可操作性^[17],已广泛应用于土地利用^[18]、生态健康评价模型^[19-21]、环境质量评估^[22]以及水质综合评价^[23]。

京津冀区域处于环渤海地区和东北亚的核心重要区域,被认为是我国北方的经济中心,越来越引起中国乃至整个世界的瞩目。因此,对京津冀区域可持续发展协调能力的研究意义重大,本研究结果也将对相似地区全面协调发展具有重要借鉴意义。

1 研究原理与方法

1.1 集对分析同异反态势排序原理

集对分析(set pair analysis,简记 SPA)是赵克勤提出的一种对确定与不确定问题进行同异反定量分析处理不精确、不完整的信息的理论^[24]。集对是指具有某种关系的两个集合组成的一个对子,可由 $W=(A,B)$ 表示。集对分析的本质是将确定、不确定系统从同异反三方面分析事物的联系和转化。其中建立在问题背景下的两个集合同、异、反联系度 μ 计算式如下:

$$\mu = a + bj + cj = \left(\frac{N_1}{N}\right) + \left(\frac{N_2}{N}\right)i + \left(\frac{N_3}{N}\right)j \quad (1)$$

式中, N, N_1, N_2, N_3 分别表示集对中两集合的总特征数、共同具有特征数、相互对立特征数和既不共同也不对立特征数, 其中 $N_3 = N - N_1 - N_2$ 。式(1)归一化条件为 $a+b+c=1$, a, b, c 分别称为所论集合在指定问题背景下的同一度、差异度、对立度, 反映了集对中的各集合的正、反和不确定趋势, i 和 j 分别表示差异标记作用和对立标记作用。将式(1)中 a, b, c 数值大小进行比较和状态排序称为同、异、反态势排序, 相应的排序结果由 $[0.1, 1]$ 之间数字来表达, 称为态势度(表 1)。通过态势度的大小可以表征问题的状态程度。

表 1 集对势的等级和次序关系

Table 1 Relation to the rank and order of set pair trend

序号 Serial numble	集对势 Set pair state	a, b, c 的大小关系 Size relation of a, b , and c	态势度 Situation degree
1	准同势	$a > c \quad b = 0$	1.0
2	强同势	$a > c \quad c > b > 0$	0.9
3	弱同势	$a > c \quad a > b \geq c$	0.8
4	微同势	$a > c \quad b \geq a$	0.7
5	准均势	$a = c \quad b = 0$	0.6
6	强均势	$a = c \quad a > b > 0$	0.5
7	弱均	$a = c \quad b = a$	0.4
8	微均势	$a = c \quad b > a$	0.4
9	准反势	$a < c \quad b \geq c$	0.3
10	强反势	$a < c \quad c \geq b \geq a$	0.3
11	弱反势	$a < c \quad a > b > 0$	0.2
12	微反势	$a < c \quad b = 0$	0.1

1.2 评价方法

为了合理评价区域的复合系统协调能力, 本文采用集对分析中的同异反态势排序的可持续发展协调评价模型^[25], 结合社会、经济发展和环境功能损害态势度以及协调能力指数的计算结果进行评估判断。

1.2.1 评价指标的建立

由于地域的历史差异性和发展的不均衡性, 目前有关国内外可持续发展评价研究还没有形成一套成熟或通用的评价指标体系和方法^[26]。基于指标的可得性和可行性本文将参照国内多种已建立的可持续发展指标体系^[5, 25, 27], 从经济发展、社会发展和生态环境三方面分别列出了在各方面应用频率较高的评价指标, 为方便研究将有关人口指标纳入社会指标考虑, 有关资源指标纳入生态环境指标考虑(表

1)。在社会发展指标中, 各指标分别从整体发展、收入、居住、教育和医疗等方面反应社会发展现状, C1 能表征城市化的进程, 值越高地区发展越好, C2 和 C3 囊括和反应整个地区人民生活的基本水平, C4 可以反应人民居住条件, C5 和 C6 分别反应区域教育和文化的基本水平。表征经济发展的指标包括反映国民经济平均水平(C7)、国民经济发展结构(C8)、全地区人民消费结构(C9 和 C10)、人民收入水平(C11)以及能源消费(C12)等方面。生态环境指标分别从资源(C13 和 C14)、水环境(C15)、大气环境(C16 和 C17)和固废处置(C18)等角度考虑。构建的以上指标在考虑了两两独立性的同时也大致囊括了社会-经济-环境系统的整体, 为实现评价的准确性奠定了基础。

运用集对分析原理进行可持续发展协调能力评价时, 一般将评价样本某指标值看成一个集合 A_p ($p=1, 2, \dots, m$; m 为评价指标数), 把相应指标的某评价标准看成另一个集合 B_q ($q=1, 2, \dots, n$; n 为评价等级数), 则 A_p 与 B_q 构成一个集对 $H(A_p, B_q)$, 然后对集对中的两集合相应进行比较。本文将京津冀地区各子系统的指标值和该地区评价标准中所规定的各级指标作为两个集合分别构成集对。为满足指标选取的实用性、可操作性和简易实用性, 以及结果的真实性和可比性, 除环境质量指标外尽可能选取均值、单位均值和百分率等形式表示。

1.2.2 评价标准的建立

为使所选指标具有横向和纵向可比性, 评价标准选择一级(合格)、二级(中等)、三级(良好)这 3 个级别, 以二级标准作为整个标准体系的主线, 在二级基础上制定一级和三级标准。参考国家标准, 结合“十二五”发展规划和环境保护规划(比如约束性指标和预期性指标)考虑, 且三级标准参考世界发达水平值。其中, 社会指标 C1 依据国家“十二五”规划社会发展目标和英美目前水平制定, C2—C6 依据国内较发展省份(江浙广等)现状值制定; 经济指标均以“十二五”规划为参考; 生态环指标中 C13 参照联合国水资源组织制定的轻度缺水指标, C14 参照全国林地保护利用规划纲要(2010—2020 年), C15 参照节能减排“十二五”主要减排指标, C16 参照“十二五”规划和北京清洁空气行动计划, C17 参照环境空气质量标准 GB3095—2012, C18 参照国家工

信部工业固体废物综合利用“十二五”规划。为了保证实现计算和分析中达到各级标准的指标数目之和为总数,每个指标的一级标准值采用各年份全区域与最低值临近的整数,具体标准制定结果见表2。

表 2 评价指标及分级标准
Table 2 Assessment Indicators and grading standard

指标类型 Type of indices	指标名称 Name of indicators	评价标准 Assessment standard		
		一级	二级	三级
社会发展指标 Social development indices	C1 城市化率(%) +	26	60	80
	C2 农民人均纯收入(元) +	2478	8000	10000
	C3 城镇人均可支配收入(元) +	4900	25000	30000
	C4 城镇人均居住面积(m ²) +	13	25	30
	C5 每万人在校大学生数(个) +	37	300	500
	C6 每千人医疗机构床位(张) +	2	10	20
经济发展指标 Economic development indices	C7 人均 GDP(元) +	7592	40000	80000
	C8 第三产业占 GDP 比重(%) +	32	60	80
	C9 农村家庭恩格尔系数(%) -	43	40	30
	C10 城镇家庭恩格尔系数(%) -	43	40	30
	C11 在岗职工平均工资(元) +	7781	50000	60000
	C12 万元 GDP 能耗(tce) -	2	0.6	0.4
生态环境指标 Ecological environmental indices	C13 人均水资源(m ³) +	31	1700	3000
	C14 森林覆盖率(%) +	7	20	50
	C15 化学需氧量排放量年下降率(%) +	0	2	10
	C16 空气质量好于二级天数的比例(%) +	44	75	90
	C17 SO ₂ 日均值(mg/m ³) -	0.075	0.06	0.02
	C18 工业固废综合利用率(%) +	40	80	100

+:代表效益型的指标;-:代表成本型的指标

1.2.3 评价模型的建立

对社会经济指标体系而言,若认定 i ($i=1,2,3$) 级作为评价标准,符合 i 级标准的指标数目 N_i 为集对中 2 个集合共同具有的特性数,高于 i 级指标数目为既不对立也不共同具有的特性数,低于 i 级指标数目为集对中相互对立的特性数目。其中 N_1 、 N_2 和 N_3 满足 $N_1+N_2+N_3=N$, 社会、经济发展联系度表达式中的同一度 a 、差异度 b 和对立度 c 在认定不同等级作评价标准时如表 3 所示。

表 3 社会经济指标联系度中的 a 、 b 、 c 计算

Table 3 Calculation of a , b , and c in the relative degree of social and economic indicators

评价标准 Evaluation standard	a	b	c
一级 Primary	N_1/N	$(N_2+N_3)/N$	0
二级 Secondary	N_2/N	N_3/N	$N1/N$
三级 Tertiary	N_3/N	0	$(N_1+N_2)/N$

对环境指标体系而言,符合一级标准的指标数目为集对中 2 个集合共同具有的特性数,符合二级

的指标数目为既不对立也不共同具有的特性数,符合三级指标数目为相互对立的特性数。所以环境功能损害联系度表达示中的 a 、 b 、 c 分别由 $a=N_1/N$ 、 $b=N_2/N$ 、 $c=N_3/N$ 计算。由 a 、 b 、 c 的关系确定的同异反态势排序的态势度分别称为社会、经济发展和环境功能损害态势度 ds 、 de 和 k ^[25-26],它们之间的相互关系可以定义经济、社会与环境协调能力指数 I :

$$I=1/(1+ke^{-dsde}) \quad (2)$$

式中, ds 为社会发展态势度; de 为经济发展态势度; k 为环境功能损害态势度。

运用式(2)可计算,当社会经济发展程度最好(取 $de=ds=1$),生态环境保护得最好(取 $k=0.1$)时,三者协调能力指数 $I=0.97$;当社会经济发展程度最差(取 $de=ds=0.1$),生态环境损害得最多(取 $k=1$)时,三者协调能力指数 $I=0.50$;而当三者发展都属中等水平(取 $de=ds=k=0.5$)时, $I=0.72$ 。所以参照已有研究^[28]对 de 、 ds 、 k 取值时的协调能力指数 I 值分析,相对地划分出 I 值的取值范围与可持续发展协调能力之间的对应关系,各区间依次为不协调区间

[0.50,0.60],弱协调区间(0.60,0.72],基本协调区间(0.72,0.85],高度协调区间(0.85,0.97]。

2 实证研究

2.1 指标体系

本文选取京津冀地区作为实证研究对象。根据研究的目的和意义,考虑研究指标的代表性和可操作性,共选取三大类共18个指标。

2.2 数据来源

数据主要来源于《国家统计年鉴》(2000—2010)、《北京统计年鉴》(2000—2010)、《天津统计年鉴》(2000—2010)、《河北经济年鉴》(2000—

2010)以及相应年份的中国环境统计年鉴和各地环境状况公报等。由于行政区划导致的各省域和同一省域不同年份的统计采纳数据不完全一致,其中一些指标值(如C1、C5、C6、C10、C13、C15等)是通过原始统计指标进行二次计算得出的。根据前面所述的社会、经济与环境体系中各指标与相应标准进行比较分别得 N_1 、 N_2 和 N_3 ,再由表3联系度表达式计算出 a 、 b 、 c 代入表1分别得到 ds 、 de 和 k ,最后代入式(2)计算出各地区各年代的社会、经济和环境协调发展的指数 I ,见表4(原始数据太多,而文章篇幅有限,因此原始数据未在本文中列出)。

表4 北京、天津和河北三地区的 ds 、 de 、 k 及 I 的值

Table 4 The value of ds 、 de 、 k and I of Beijing, Tianjin and Hebei

地区 District	年份 Years	社会 Society				经济 Economy				环境 Environment				社会发展 态势度 Social situation degree ds	经济发展 态势度 Economical situation degree de	环境损害 态势度 Environmental situation degree k	协调能力 指数 Coordination situation degree I
		N_1	N_2	N_3	N	N_1	N_2	N_3	N	N_1	N_2	N_3	N				
北京	2000	4	2	0	6	3	3	0	6	5	0	1	6	0.1	0.6	1	0.5150
	2002	4	2	0	6	3	3	0	6	5	0	1	6	0.1	0.6	1	0.5150
	2004	4	2	0	6	2	4	0	6	3	3	0	6	0.1	1	0.8	0.5801
	2006	3	2	1	6	2	4	0	6	2	4	0	6	0.2	1	0.7	0.6357
	2008	3	0	3	6	0	6	0	6	2	4	0	6	0.3	1	0.7	0.6585
	2010	2	1	3	6	0	5	1	6	2	4	0	6	0.3	1	0.7	0.6585
天津	2000	5	1	0	6	6	0	0	6	3	3	0	6	0.1	0.1	0.8	0.5580
	2002	5	1	0	6	4	2	0	6	3	3	0	6	0.1	0.1	0.8	0.5580
	2004	4	2	0	6	4	2	0	6	3	3	0	6	0.1	0.1	0.8	0.5580
	2006	3	3	0	6	3	3	0	6	3	3	0	6	0.6	0.6	0.8	0.6418
	2008	2	4	0	6	3	3	0	6	3	3	0	6	1	0.6	0.8	0.6949
	2010	2	2	2	6	3	2	1	6	2	4	0	6	0.4	0.3	0.7	0.6075
河北	2000	6	0	0	6	4	2	0	6	5	0	1	6	0.1	0.1	1	0.5025
	2002	6	0	0	6	4	2	0	6	6	0	0	6	0.1	0.1	1	0.5025
	2004	6	0	0	6	5	1	0	6	3	3	0	6	0.1	0.1	0.8	0.5580
	2006	6	0	0	6	4	2	0	6	3	3	0	6	0.1	0.1	0.8	0.5580
	2008	5	1	0	6	4	2	0	6	3	3	0	6	0.1	0.1	0.8	0.5580
	2010	5	0	1	6	4	2	0	6	2	4	0	6	0.3	0.1	0.7	0.5955

2.3 结果与分析

鉴于北京和天津的发展情况在国内属于高等发展水平,河北省属于中低等发展水平,综合考虑本文选用二级标准对整个区域进行评价。各指标的选取及标准的确定考虑了不同年份3个省域的城乡综合的区域性指标或城镇和农村性指标。

2.3.1 社会、经济发展和环境功能损害态势分析

从表4能看出,经济的增长不一定能立刻带动社会的进步,2000—2010年间北京经济迅速发展(0.6、1),但社会发展滞后于经济发展(0.1、0.2、0.3),证实了经济增长的成果转化为社会发展确实存在一定的时滞性,但社会发展仍有进步趋势,如果未来这种趋势能保持下去或上升趋势更明显,社会

与经济的发展有望和谐。天津在 2000—2004 年间 de 和 ds 相比北京低(都是 0.1),但在 2006—2010 年间虽然经济增速不敌北京(0.3、0.6),但结果显示社会发展程度却与经济同步增高(0.4、0.6、1),而且从表 4 能看到 2000 年和 2002 年表征天津社会发展的 6 项指标中有 5 项指标符合一级标准,1 项符合二级标准,但 2004 年分别为 4 和 2,2006 年为 3 和 3,2008 年为 2 和 4,2010 年出现了 2 项符合三级标准的指标,返查原始数据可知 2006 年之后在农民人均水平(C2)、城镇人均居住面积(C4)和每万人口在校大学生数(C5)三项指标值有明显增加,体现了十七大惠农政策、民生问题以及优先发展教育等思想一定程度地落实,说明 2006 年后该地区政府相对来说越来越意识到社会发展的重要性,在保证经济稳定增长的同时对社会发展的重视程度在不断提高。在选定的二级评价标准下天津 2010 年 ds 和 de 相比 2008 年显示出逆增长(0.4、0.3),是由于经济的迅速发展使达到三级标准的指标数目增多(N_3 为 2,1)时却任然沿用二级标准评价所致,若使用一级标准和三级标准分别对此计算,两个年份 ds 和 de 均为 0.7(一级标准下)和 0.1(三级标准下),说明天津市社会经济发展在 2008 年后实际上是稳定的。河北 de 整体较低(0.1、0.3),是由于本地区农村区域占整个河北省绝大部分,经济发展水平远远低于城镇区域,区域发展指标的人均值都会大打折扣,结果符合实际情况。为了提高研究的实际意义,从国际水平比较区域可持续发展水平,因此多数态势度显示出较低值(0.1、0.2),此处意义是相对性的。

北京市和天津市的社会、经济状况在 10a 间有明显进步趋势,生态环境破坏仍然严重但 k 值有微小下降趋势(1、0.8、0.7),所以 2006 年之后两地区均达到弱协调状态;河北省的社会、经济状况在 10 年间发展变化不明显(在评价标准下相对于北京市), k 值变化与以上两个地区类似,所以结果显示其整体 I 值为 5 个年份均不协调。3 个地区的 k 值都显示出较高值,说明整个京津冀区域仍然对生态环境保护的意识不足或者牺牲资源和生态环境来实现经济的发展。

2.3.2 协调能力指数变化分析

依照 I 值协调区间的划分,分别从 3 个省域来看(图 1),北京和天津的 I 值在 2000—2004 年都处于

不协调区间,之后时间段一直达到了弱协调,且指数有上升趋势;河北的协调能力指数 10a 间一直处于不协调区间。

从时间顺序来看,在 2006—2010 年间北京可持续发展协调能力指数值达到弱协调并缓慢上升,其中 2010 年相比 2000 年提高 27.86%,相对 2000—2004 年间北京社会、经济和环境现状都有小幅度改善,说明这个时间段国家或地区实行一些强有力的经济宏观调控措施和环保政策,所以 I 值也一致地处于上升状态。由表 4 可知表征北京经济发展的 6 项指标在 2006 年之后分别有 4、5 和 6 项符合二级标准,返查原始数据可知北京在此阶段第三产业产值占 GDP 比重(C8)和在岗职工工资(C11)水平均有明显提高,万元 GDP 能耗(C12)明显下降,说明本地产业结构、经济水平及技术方面进步良好,但由于资源性指标(水资源和森林覆盖率)稳定的低水平值状况,使得 k 值始终偏大,由公式(2)得协调能力始终较低,因此提高森林资源比率和解决水资源短缺是北京以及整个京津冀区域协调发展途径,不仅需要调水和节水,还需防止人口过度膨胀。

2006—2010 年间天津 I 值也明显提高,2010 年相比 2000 年提高 8.87%,而且从图 1 明显可看出 2008 年北京和天津的 I 值达到最高值,可能与奥运会政府实施相关政策的影响有关,也可能是由于选取的某一或多个指标恰好是此地区本年内改善明显之处。本研究是定性与定量相结合的,虽然协调区间的划分是较主观的,但并不影响结果分析,仍然可得天津在 2006 年之后协调发展能力的提高。相比北京而言,天津的 C8 和 C12 显示产业结构不合理和能源技术提高水平不如北京,因此除资源状况外合理调整产业结构和提高技术水平是当前加快可持续

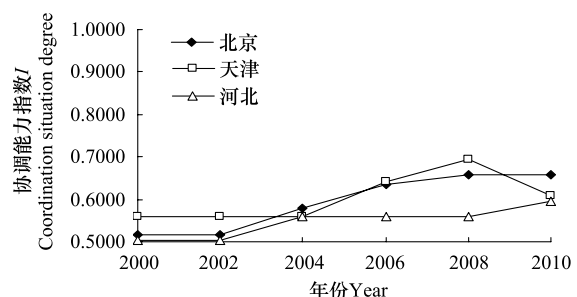


图 1 2000—2010 京津冀协调能力指数变化图

Fig.1 Change of coordinative ability index in Beijing, Tianjin and Hebei from 2000 to 2010

发展的首要手段。

相同时段内,河北省 I 值保持轻微的上升趋势,2010 年相比 2000 年提高 18.51%,但始终处于不协调区间,说明这个时间段此地区社会经济有发展变化但不大,环保政策也没有大力实行,但在整个京津冀区域的发展中此地区是最有潜力和挑战性的,返查原始数据显示除了需要类似北京和天津的资源、技术和结构调整外,本地还应在城市化、医疗以及教育水平方面加快发展。这个时间段的 3 个分块研究结果也可以作为后续整个京津冀区域甚至环渤海经济圈研究工作的基础材料。

2.3.3 区域整体分析

上述分析说明政府的调控、产业的布局 and 生态观的加强等方面都促进了系统协调能力的提高,也一定程度上加快了区域可持续发展,但各种措施的实行力度和范围还不够。根据以上内容可知,社会-经济-环境系统内的各要素的发展并不一定是协调一致的,各态势度只反映了各地区某一方面的发展,而协调能力指数综合表征了各方面以及全面发展的协调能力。

所选研究区域是我国三大经济圈之一的环渤海经济圈的核心区域,有关的可持续发展研究是迫切需要的,而人为划分的京津冀区域并不能掌控和平衡各地区的不一致的发展状态,因此区域整体展的调能力研究意义重大。尽管 3 个省域地理位置接壤,但分属不同的行政区域,各地在制定发展规划时,往往只考虑本区的实际情况和发展,过度追求自身发展速度和利益,缺乏有效的沟通和协作机制。比如中心发达地区北京和天津大程度从周围区域输入资源和引进人才,奠定了其重要的社会经济发展基础,但行政区划也会导致北京和天津的产业发展过分集中,却未对周边地区形成辐射和带动作用,实际上这种结果造就了整个京津冀经济圈的发展负效应。而对于河北省自身而言,内部各市域也过度考虑自身利益忽略区域整体的利益,缺乏高度协作沟通和深度产业分工,甚至导致产业趋同和不良竞争,不仅资源无法共享提高产业成本,而且长期粗放经济的发展,使得作为京津两市最重要的经济腹地在经济、社会发展方面相对滞后和生态环境恶化。环京津贫困带的长期存在无形中制约了京津的发展,也阻碍了京津冀经济圈的整体发展。

3 讨论

结果显示,京津冀区域整体协调能力均处在不协调和弱协调区间,同一时间段各地区表现出发展的非均衡性,显示整体的生态环境保护能力并未与社会经济同步提高,可能是由于研究所选时期(2000—2010)正是国家及地方社会和经济高速加快发展的一段时间,虽然处在加大力度宣传循环经济和节能减排的大环境下,但在此时间段内为了免受大幅度经济利益牺牲便未大力落实。京津冀区域的可持续发展是非均衡的,可能是由于粗放型经济增长导致的环境问题日趋恶化,如水资源短缺和地表水污染等等,也可能是由于主导产业和重点发展产业有趋同现象,京津双核之间的沟通与协作有待改观,同时环京津地区的经济断裂带也会使得京津双核的经济腹地实际呈萎缩状态,说明加强合作和明确各地区的功能地位是很重要的。除上述问题外,各地区还应当解决资源短缺问题、提高城市化和科技水平、调整产业结构以及发展教育、医疗等水平。

综上,用态势度来衡量社会、经济发展和生态环境损害程度是有物理意义的,用协调能力指数来衡量三者之间的协调能力发展关系是很有借鉴意义的。基于集对分析思想来评价可持续发展协调能力,分析过程简单易行,评价结果直观明了,可操作性高,但由于所确定的指标之间的重要性程度不等会对评价结果有影响,此处存在一定的改进空间。总之,集对分析模型在协调能力方面的评价对于完善可持续发展相关的研究有一定意义。

References:

- [1] Kates R W, Clark W C, Corell R, Hall J M, Jaeger C C, Lowe I, McCarthy J J, Schellnhuber H J, Bolin B, Dickson N M, Faucheux S, Gallop G C, Grübler A, Huntley B, Jäger J, Jodha N S, Kaspersen R E, Mabogunje A, Matson P, Mooney H, Moore B III, O' Riordan T, Svedlin U. Environment and development: sustainability science. *Science*, 2001, 292(5517): 641-642.
- [2] Liu C F, Liu Y Y. Status and main models of circulated economy development *Environmental Science and Technology*, 2005, 28(4): 77-78.
- [3] Niu W Y. Basic understanding of the theory of sustainable development. *Progress in Geography*, 2008, 27(3): 1-6.
- [4] Yu D L. Recognition and thoughts on construction the index

- system of regional sustainable development. *Progress in Geography*, 1998, 17(2):84-89.
- [5] Mao H Y. The research about an indicator system of sustainable development in Shandong province. *Geographical Research*, 1996, 15(4):16-23.
- [6] Zhao H H, Wang Y, Gu X M, Wang Y C, Zhou J, Sun Y S. Establishment of environmental sustainability assessment indicators based on material flow and ecological footprint model in Tongling City of Anhui Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(7):2025-2032.
- [7] Fang K. Ecological footprint depth and size: new indicators for a 3D model. *Acta Ecologica Sinica*, 2013, 33(1):267-274.
- [8] Zhao S, Li Z Z, Li W L. A modified method of ecological footprint calculation and its application. *Ecological Modelling*, 2005, 185:65-75.
- [9] Lin D H, Yang K, Zhou M R, Zhu L Z, Shen X Y. Quantitative appraisal and limiting factors analysis of sustainable development. *Journal of Zhejiang University: Science Edition*, 2001, 28(1):76-81.
- [10] Chen Z H, Xiong Y. Environmental capacity analysis based on coordinated growth of environment and economy. *Journal of South-Central University for Nationalities: Nature Science Edition*, 2006, 25(2):103-105.
- [11] Nie Y, Yu J, Hu J, Ye Z D. An evaluation on intensive use of urban land in Wuhan city based on a system coordination Degree Model. *Resources Science*, 2009, 31(11):1934-1939.
- [12] Li S, Qiu W, Zhao Q L, Liu Z M. Applying analytical hierarchy process to assess eco-environment quality of Heilongjiang province. *Environmental Science*, 2006, 27(5):1031-1034.
- [13] Liao C B. Quantitative judgment and classification system for coordinated development of environmental and economy—a case study of the city group in the Pearl River Delta. *Tropical Geography*, 1999, 19(2):171-177.
- [14] Dai X C, Xie S X, Ding Y M. Analysis on sustainable development coordination degree of technical-economic-social system. *Statistics and Decision*, 2005, 3:29-32.
- [15] Kou X D, Xue H F. Analysis of coordination degree between environment and economy in Xi'an. *Environmental Science and Technology*, 2007, 30(4):52-55.
- [16] Shi P J, Yang Y F, Wu Y F. The assessment model of coordination of city sustainable development based on complex system. *Statistics and Decision*, 2010, (14):36-38.
- [17] Chen Y, Wang W S, Wang J Y, Chen J. Urban sustainable development assessment based on set pair analysis. *Yellow River*, 2010, 32(1):11-13.
- [18] Ban C F, Liu Y Z, Huang Q, Jia H H. Coordination of land-use based on the set pair analysis in Jiangsu province. *China Population, Resource and Environment*, 2011, 21(9):57-63.
- [19] Li W J, Qiu L, Chen X N, Huang Q. Assessment model for river ecology health based on set pair analysis and variable fuzzy set. *Journal of Hydraulic Engineering*, 2011, 42(7):775-782.
- [20] Su M R, Yang Z F, Chen B, Ulgiati S. Urban ecosystem health assessment based on emergy and set pair analysis—a comparative study of typical Chinese cities. *Ecological Modelling*, 2009, 220(18):2341-2348.
- [21] 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.
- [22] Yang L. Study on environment evaluation and protection based on set pair analysis—a case study of Chongqing. *Energy Procedia*, 2011, 14:14-19.
- [23] Meng X M, Hu H P. Application of set pair analysis model based on entropy weight to comprehensive evaluation of water quality. *Journal of Hydraulic Engineering*, 2009, 40(3):257-262.
- [24] Zhao K Q. Set Pair Analysis and Its Preliminary Application. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press, 2000:1-10.
- [25] Li Z Y, Wang J Q. Evaluation Model and Application of Sustainable Development. Beijing: Science Press, 2007:68-75.
- [26] Su Z M, Lin B Y. Quantitative analysis on urban sustainable development degree and its phase states. *Areal Research and Development*, 2006, 25(1):10-12.
- [27] Li Z G, Liu C Y, Tang X L. Indicator system and integrated evaluation for urban sustainable development of Tianshui city. *Planners*, 2005, 21(11):94-97.
- [28] Li Z Y, Le W. Sub-index and comprehensive index of urban sustainable development. *Urban Environment and Urban Ecology*, 2002, 15(2):34-36.
- 参考文献:**
- [2] 刘成付,刘越岩.循环经济发展的现状及主要模式. *环境科学与技术*, 2005,28(4):77-78.
- [3] 牛文元.可持续发展理论的基本认知. *地理科学进展*, 2008,27(3):1-6.
- [4] 余丹林.区域可持续发展评价指标体系的构建思路. *地理科学进展*,1998,17(2):84-89.
- [5] 毛汉英.山东省可持续发展指标体系初步研究. *地理研究*, 1996,15(4):16-23.
- [6] 赵卉卉,王远,谷学明,王义琛,周婧,孙友胜.基于物质流和生态足迹的可持续发展指标体系构建——以安徽省铜陵市为例. *生态学报*,2012,32(7):2025-2032.
- [7] 方恺.生态足迹深度和广度:构建三维模型的新指标. *生态学报*,2013,33(1):267-274.
- [9] 林道辉,杨坤,周荣美,朱利中,沈学优.可持续发展的定量评价与限制因子分析. *浙江大学学报:理学版*, 2001,28(1):76-81.
- [10] 陈祖海,熊焰.基于环境与经济协调发展的环境容量分析. *中南民族大学学报:自然科学版*, 2006,25(2):103-105.
- [11] 聂艳,于婧,胡静,叶宗达.基于系统协调度的武汉城市土地集

- 约利用评价.资源科学,2009,31(11):1934-1939.
- [12] 李崧,邱微,赵庆良,刘正茂.层次分析法应用于黑龙江省生态环境质量评价研究.环境科学,2006,27(5):1031-1034.
- [13] 廖重斌.环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系——以珠江三角洲城市群为例.热带地理,1999,19(2):171-177.
- [14] 戴西超,谢守祥,丁玉梅.技术-经济-社会系统可持续发展协调度分析.统计与决策,2005,3:29-32.
- [15] 寇晓东,薛惠锋.1992—2004年西安市环境经济发展协调度分析.环境科学与技术,2007,30(4):52-55.
- [16] 石培基,杨银峰,吴燕芳.基于复合系统的城市可持续发展协调性评价模型.统计与决策,2010,(14):36-38.
- [17] 陈媛,王文圣,汪嘉杨,陈晶.基于集对分析的城市可持续发展评价.人民黄河,2010,32(1):11-13.
- [18] 班春峰,刘友兆,黄琪,贾后辉.基于集对分析的江苏省土地利用协调性研究.中国人口资源与环境,2011,21(9):57-63.
- [19] 李文君,邱林,陈晓楠,黄强.基于集对分析和可变模糊集的河流生态健康评价模型.水利学报,2011,42(7):775-782.
- [23] 孟宪萌,胡和平.基于熵权的集对分析模型在水质综合评价中的应用.水利学报,2009,40(3):257-262.
- [24] 赵克勤.集对分析及其初步应用.杭州:浙江科学技术出版社,2000:1-10.
- [25] 李祚泳,汪嘉杨.可持续发展评价模型与应用.北京:科学出版社,2007:68-75.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.11 June, 2014 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

Review on macropore flow in soil GAO Zhaoxia, XU Xuexuan, ZHAO Jiaona, et al (2801)

Ecological Restoration

A summary of study on ecological restoration technology of large coal bases construction in China
..... WU Gang, WEI Dong, ZHOU Zhengda, et al (2812)

The ecology and environment monitoring technical systems in national large-scale coal-fired power base: a case study in Xilingol
League, Inner Mongolia WEI Dong, QUAN Yuan, WANG Chenxing, et al (2821)

Evaluation index system on ecological effect of national large-scale coal-fired power base based on the dpsir conceptual model
..... ZHOU Zhengda, WANG Chenxing, FU Xiao, et al (2830)

Research progress on the environment impacts from underground coal mining in arid western area of China
..... LEI Shaogang, BIAN Zhengfu (2837)

Ecological risk receptors analysis of pingzhuang western open-cut coal mining area in inner mongolia
..... GAO Ya, LU Zhaohua, WEI Zhenkuan, et al (2844)

Impacts of mining on landscape pattern and primary productivity in the grassland of Inner Mongolia: a case study of Heidaigou
open pit coal mining KANG Sarula, NIU Jianming, ZHANG Qing, et al (2855)

Accumulation of soil Cd, Cr, Cu, Pb by *Panax notoginseng* and its associated health risk
..... LIN Longyong, YAN Xiulan, LIAO Xiaoyong, et al (2868)

3D interpolation of soil PAHs distribution in a coking contaminated site of China ... LIU Geng, BI Rutian, QUAN Teng, et al (2876)

Autecology & Fundamentals

Catabatic effect from artificial mixed plantation of *Cunninghamia lanceolata* on soil aluminum toxicity
..... LEI Bo, LIU Bin, LUO Chengde, et al (2884)

Study on the trophic levels of soil macrofauna in artificial protection forests by means of stable nitrogen isotopes
..... ZHANG Shuhua, ZHANG Xueping (2892)

Lead- and cadmium-resistant bacterial strain JB11 enhances lead and cadmium uptake in the phytoremediation of soils
..... JIN Zhongmin, SHA Wei, LIU Lijie, et al (2900)

Identification and oil-degrading performance of *Acinetobacter* sp. isolated from North Shaanxi oil-contaminated soil
..... WANG Hu, WU Lingling, ZHOU Lihui, et al (2907)

Phylogenetic and physiological diversity of actinomycetes isolated from plant rhizosphere soils in the Qilian Mountains
..... MA Aiai, XU Shijian, MIN Yuxia, et al (2916)

Spatial distribution of AM and DSE fungi in the rhizosphere of *Ammopiptanthus nanus*
..... JIANG Qiao, HE Xueli, CHEN Weiyan, et al (2929)

Effects of PASP-KT-NAA on maize leaf nitrogen assimilation after florescence over different temperature gradients
..... GAO Jiao, DONG Zhiqiang, XU Tianjun, et al (2938)

Key temperatures of corn and sunflower during cooling process in Hetao irrigation district, Inner Mongolia
..... WANG Haimei, HOU Qiong, YUN Wenli, et al (2948)

The content of tannin extract in four types of *Quercus variabilis* YIN Yining, ZHANG Wenhui, HE Jingfeng, et al (2954)

Effect of food stress on flight muscle and reproduction development in a wing dimorphic cricket, *Velarifictorus ornatus*
..... WU Hongjun, ZHAO Lüquan, ZENG Yang, et al (2963)

- Effect of colours on oviposition preference of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* Busck
 YANG Xiaofan, MA Chunsen, FAN Fan, et al (2971)
- Monoterpene volatiles affecting host selection behavior of *Dendrolimus superans* and the activities of defense protein in larch needles
 LIN Jian, LIU Wenbo, MENG Zhaojun, et al (2978)
- Population, Community and Ecosystem**
- Soil microbial community structure under different vegetation restoration patterns in the loess hilly area
 HU Chanjuan, GUO Lei, LIU Guohua (2986)
- Seasonal variation of functional diversity of microbial communities in sediment and shelter of sea cucumber (*Apostichopus japonicus*)
 cultural ponds YAN Fajun, TIAN Xiangli, DONG Shuanglin, et al (2996)
- Analysis of bacterial flora during the fahua-fermentation process of fuzhuan brick tea production based on DGGE technology
 LIU Shiquan, HU Zhiyuan, ZHAO Yunlin (3007)
- Landscape, Regional and Global Ecology**
- CO₂ emissions transfer embedded in inter-regional trade in China LIU Hongguang, FAN Xiaomei (3016)
- Carbon sequestration potential of the major stands under the Grain for Green Program in Southwest China in the next 50 years
 YAO Ping, CHEN Xiangang, ZHOU Yongfeng, et al (3025)
- Characteristics of spatial and temporal phenology under the dynamic variation of grassland in the Qinghai Lake watershed
 LI Guangyong, LI Xiaoyan, ZHAO Guoqin, et al (3038)
- Estimates of carbon emissions caused by forest fires in the temperate climate of Heilongjiang Province, China, from 1953 to 2012 ...
 WEI Shujing, LUO Bizhen, SUN Long, et al (3048)
- Simulation of the climatic productivity of forest vegetation in Three Gorges Reservoir area
 PAN Lei, XIAO Wenfa, TANG Wanpeng, et al (3064)
- The mechanism for occurrence of *Peridiniopsis* blooms in the tributaries of Three Gorges Reservoir
 ZHU Aimin, LI Sixin, HU Jun, et al (3071)
- Biodiversity sensitivity zoning of river dam and reservoir engineering development ... LI Yiqiu, LU Chunxia, DENG Ou, et al (3081)
- Urban, Rural and Social Ecology**
- Assessment on coordinative ability of sustainable development of Beijing-Tianjin-Hebei Region based on set pair analysis
 TAN Feifei, ZHANG Meng, LI Haoran, et al (3090)
- Vacancy analysis on the development of nature reserves in Jiangxi Province
 HUANG Zhiqiang, LU Lin, DAI Nianhua, et al (3099)
- Evaluation of ecological economy index in the poyang lake ecological economic zone
 HUANG Heping, PENG Xiaolin, KONG Fanbin, et al (3107)
- Research on China's provincial forest ecological security appraisal based on the detrimental interferences
 LIU Xinzhu, MI Feng, ZHANG Shuang, et al (3115)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 34 卷 第 11 期 (2014 年 6 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 34 No. 11 (June, 2014)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@ cspg. net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@ cspg. net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发刊

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元