

文章编号:1004-4574(2013)04-0065-10

京津冀都市圈自然环境系统脆弱性评价

冯振环,王莉娜,冯领香

(天津财经大学 商学院,天津 300222)

摘要:自然环境脆弱性是测度区域自然环境系统可持续发展的相对水平、趋势和可能性的一种量度,是区域自然环境系统在内外不利扰动下表现出来的固有属性,和敏感性正相关,和应对与恢复能力负相关。运用熵权法、集对分析法对京津冀都市圈10城市“十五”、“十一五”、“十二五”典型年份的自然环境脆弱性进行了评价与分析。从整体来看,自然环境脆弱性由低到高依次是京、冀、津;从各城市来看,脆弱性由低到高的情况是北京、承德优于其他城市,秦皇岛、张家口紧随其后,保定的变化最为突出,沧州、廊坊的形势不容乐观,天津、石家庄、唐山排名靠后。降低区域自然环境系统脆弱性需要从敏感性、应对与恢复能力同时着手;现阶段,区域经济政策对自然环境脆弱性影响较为明显,政策的制定要有利于京津冀全面协调可持续发展。虽然指标选取与评价模型建立存在不完善之处,但是上述结论值得警醒。

关键词:脆弱性;自然环境;集对分析法;熵权法;京津冀都市圈

中图分类号:F207; X43; X24

文献标志码:A

Evaluation of vulnerability of natural environment system in Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan circle

FENG Zhenhuan, WANG Lina, FENG Lingxiang

(School of Business, Tianjin University of Financial and Economics, Tianjin 300222, China)

Abstract: Natural environment vulnerability is degree measure to judge the relative levels, trends and possibilities of the sustainable development of regional natural environment system. It is the inherent attribute of the regional natural environment system manifested under unfavorable internal and external disturbances, which is positively correlated with sensitivity, negatively correlated with the response-recovery ability. In the present study, entropy method and set pair analysis were used to evaluate and analyze the natural environment vulnerability of ten cities within Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan circle in typical years of the 10th Five-Year Plan, the 11th Five-Year Plan and the 12th Five-Year Plan. On the whole, the natural environment vulnerability from low to high is in the following order: Beijing, Hebei, Tianjin. From the viewpoint of cities, Beijing and Chengde are superior to other cities, Qinhuangdao and Zhangjiakou followed, changes in Baoding are the most prominent, the status of Cangzhou and Langfang are not optimistic, Tianjin, Shijiazhuang and Tangshan fall behind others on the list. Reducing the vulnerability of regional natural environment system should take measures in both decreasing the sensitivity and

收稿日期:2013-06-25; 修回日期:2013-07-15

基金项目:国家社会科学基金项目(11BJL055)

作者简介:冯振环(1970-),教授,博士,主要从事宏观经济管理与可持续发展研究. E-mail:fengzhenhuan@tjufe.edu.cn

通讯作者:冯领香,讲师,博士. E-mail:f_lingxiang@163.com

increasing the response-recovery capability at the same time. At present stage, the impact of regional economic policy on the natural environment vulnerability is obvious. Policy making should be beneficial to the comprehensive, balanced and sustainable development of the Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan circle. Although there is large development space for the index selection and evaluation model establishment in the future, great attention should be paid to the aforementioned conclusions.

Key words: vulnerability; natural environment; set pair analysis method; entropy method; Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan circle

脆弱性的研究始于 20 世纪 60 年代末的自然灾害研究^[1], 随后逐步扩展到了自然、人文、社会等多个领域。国内外的文献计量分析^[2-4] 都表明, 脆弱性研究快速增长, 是学术界的热点与前沿问题之一。在全球变化的背景下, 脆弱性不仅成为可持续研究的一种范式^[5-6], 而且脆弱性研究近年来还在发展成为一个基础性的科学知识体系^[7], 应用范围越来越广泛。有鉴于此, 本文按照脆弱性的理论范式, 研究京津冀都市圈自然环境脆弱性问题, 并就都市圈内城市间、不同时点间的自然环境脆弱性进行评价分析, 以期有所发现, 有助于京津冀都市圈的全面协调可持续发展问题的解决。

1 自然环境脆弱性

1.1 自然环境脆弱性的界定

作为一学术概念, 脆弱性被应用于诸多学科领域。经过多学科的分歧与交融, 脆弱性的概念与内涵不断发展变化, 现已较为明确。在参考借鉴相关领域研究成果和课题组前期工作的基础上, 笔者认为, 自然环境脆弱性是测度区域自然环境系统可持续发展相对水平、趋势、可能性的一种度, 是自然环境系统在内外不利扰动下表现出来的一种固有属性。如果对内外不利扰动敏感, 并且缺乏应对扰动并从中恢复的能力, 那么区域自然环境系统的稳定机制就会被破坏, 可持续发展就会受到负向影响; 这种负向影响一旦被累积并超过某一临界阈值, 区域系统就会出现震荡, 甚至走向崩溃。所以, 敏感性、应对与恢复能力是自然环境系统脆弱性的两个关键要素, 即

$$V=f(s,r) \quad (1)$$

式(1)中: V 为区域自然环境系统的脆弱性; s 为区域自然环境系统对扰动的敏感性; r 为区域自然环境系统应对扰动并从中恢复的能力。其中敏感性主要与系统扰动的强度和系统自身条件有关, 应对与恢复能力主要与系统自我调节机能和人类社会对系统的人为干预调控能力有关^[8]。

1.2 自然环境脆弱性的形成与变化

自然环境是环绕人们周围的各种自然因素的总和, 包括资源、生态与环境。自然环境是人类社会赖以生存和发展的物质基础, 人类及其活动都要以自然环境为依托^[9]。

人类经济社会的发展就是一个开发利用各种资源(尤其是不可再生资源), 并向自然环境排放各种副产品的过程。资源赋存减少, 排放物(特别是污染物)增加, 自然环境的敏感性会随之提高; 扰动一旦发生, 在应对与恢复能力一定的前提下, 自然环境系统势必表现出高脆弱性。当然, 伴随着经济社会的发展, 认知水平的提高, 人们也会主动或被动地运用各种科学技术手段去改善资源丰度、结构和利用率, 提高自然环境承载力。这样, 自然环境应对不利扰动并从中恢复过来的能力就会得到改善, 脆弱性降低。其作用过程如图 1 所示。当然, 提高应对与恢复能力的科学技术手段, 也会在一定程度上降低自然环境的敏感性。

2 区域自然环境系统脆弱性评价模型

脆弱性评价是对某一自然、人文系统自身的结构、功能进行探讨, 预测和评价外部胁迫对系统可能造成的影响, 以及评价系统自身对外部胁迫的抵抗力和从不利影响中恢复的能力, 其目的是维护系统的可持续发展, 减轻外部胁迫对系统的不利影响, 为退化系统的综合整治提供决策依据^[10]。

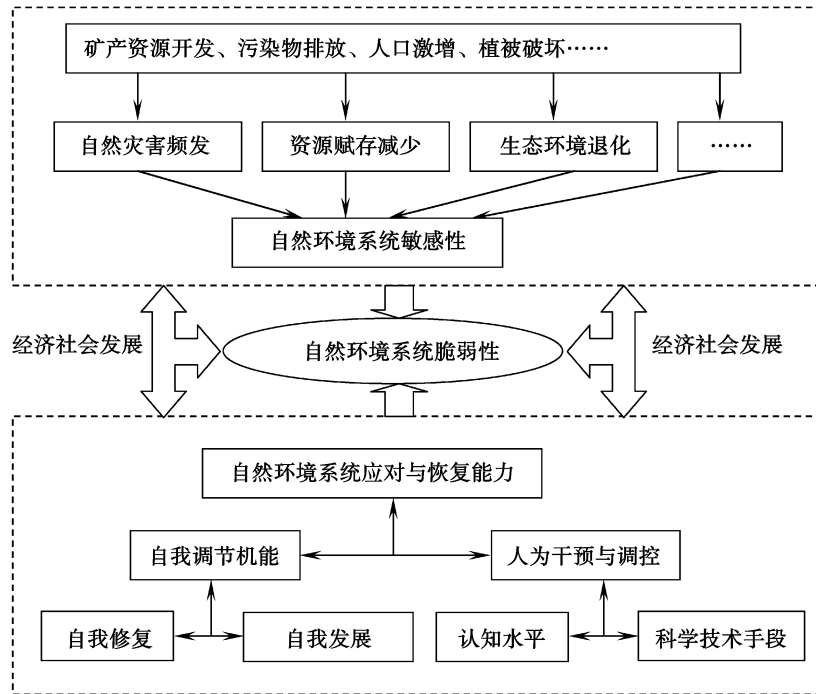


图 1 自然环境系统脆弱性的形成与变化

Fig.1 Formation and changes in vulnerability of natural environment system

随着研究领域的不断拓宽,脆弱性评价在自然灾害、生态环境、贫困、水资源等领域取得了丰硕成果,一些定量或半定量的脆弱性评价方法已经被提出并得到应用,如综合指数评价法、基于 GIS 技术的评价方法、模糊物元评价方法、图层叠置法等等。近年来,又有学者尝试使用集对分析法进行脆弱性评价^[11-12]。集对分析法可以时空兼顾^[13],而且对脆弱性、敏感性、应对与恢复能力都能进行分析,这与本文的初衷相符。所以笔者尝试采用集对分析法对区域自然环境系统的脆弱性进行评价。

2.1 集对分析的基本原理

集对分析(set pair analysis, SPA)由赵克勤于 1989 年提出,是一种适用于复杂系统不确定性分析的定量方法^[14]。集对分析的基本思路是^[15]:在问题 W 的背景下,对所论的两个集合 A 和 B 组成的集对 H 具有的特性作同异反分析,共得到 N 个特性,其中有 S 个为两个集合所共有,有 P 个特性在两个集合中相对立,而其余个关系既不对立也不同意,即不确定。从而可以得出 A, B 这两个集合在问题 W 背景下的同异反联系度表达式:

$$\mu(W) = \frac{S}{N} + \frac{F}{N}i + \frac{P}{N}j = a + bi + cj. \tag{2}$$

式(2)中: a, b, c 分别表示集合 A 和集合 B 在问题 W 背景下的同一度、差异度和对立度,并且满足 $a + b + c = 1$; i 为差异度标记和系数,且 $i \in [-1, 1]$; j 为对立度标记和系数,且 j 恒取值 -1 。

这样,就可以通过式(2)所确定的联系度分析集合 A 和集合 B 之间的关系。

2.2 联系度的计算

对于多属性评价问题^[16],可记为 $L = (S, E, W, D)$,其中 $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ 为评价方案集, n 表示被评价对象; $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ 为评价指标集, m 表示评价指标个数; $W = \{w_1, w_2, \dots, w_m\}$ 为评价指标权重集; $D = (d_{kp})_{m \times n}$ 为被评价对象评价指标的取值。

为了便于在同一空间内进行比较,可以选出各评价对象的最优评价指标和最劣评价指标,分别组成最优方案集 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ 和最劣方案集 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ 。那么针对集合 $\{v_p, u_p\}$,数值矩阵 $D = (d_{kp})_{m \times n}$ 中 d_{kp} 的同一度 a_{kp} 和对立度 c_{kp} 的计算如下^[16]:

当 d_{kp} 为正向指标取值时:

$$\begin{cases} a_{kp} = \frac{d_{kp}}{u_p + v_p}; \\ c_{kp} = \frac{u_p v_p}{d_{kp}(u_p + v_p)}. \end{cases} \quad (3)$$

当 d_{kp} 为负向指标取值时:

$$\begin{cases} a_{kp} = \frac{u_p v_p}{d_{kp}(u_p + v_p)}; \\ c_{kp} = \frac{d_{kp}}{u_p + v_p}. \end{cases} \quad (4)$$

这样,集对 $\{S_k, U\}$ 在区间 $[V, U]$ 上的联系度 μ 就可以表示为:

$$\begin{cases} \mu(S_k, U) = a_k + b_k i + c_k j; \\ a_k = \sum w_p a_{kp}; \\ c_k = \sum w_p c_{kp}. \end{cases} \quad (5)$$

于是,方案 s_k 与最优方案的相对贴近度 r_k 可以定义为:

$$r_k = \frac{a_k}{a_k + c_k}. \quad (6)$$

式(6)中的 r_k 实际上反映方案 s_k 与最优方案的关联程度, r_k 取值越大表示评价对象与最优方案越接近,效果越好。

集对分析法用于区域自然环境系统脆弱性评价时,可以按照指标体系将被评价对象某一年份的数据组合在一起形成方案集 $\{S_k\}$, 则某一对象相对于最优方案的相对贴近度 r_k 就可以反映其脆弱性程度;进而通过对某一对象不同年份相对贴近度所组成的时间序列 $\{r_k\}$ 的分析,还可以对其变化趋势进行判断。按照相同思路,可以对系统的敏感性、应对与恢复能力进行评价与分析。

3 京津冀都市圈自然环境系统脆弱性评价与分析

3.1 京津冀都市圈

根据国家发展和改革委员会正在制定的《京津冀都市圈区域发展规划》,京津冀都市圈是指以北京、天津为核心,囊括河北省石家庄、廊坊、保定、唐山、秦皇岛、张家口、承德、沧州八市的区域。这个按照“2+8”模式划分的区域,地处共和国腹地,山水相连,同属海河流域,而且拥有共和国的政治中心、文化中心和北方经济中心,特别是天津滨海新区纳入国家发展战略后,区域全面协调可持续发展尤为重要。历史遗留下的发展水平差异比较明显,再加上改革开放后区域经济政策作用的累积,京津冀在经济、社会方面的发展差距毋庸置疑。那么作为人类赖以生存物质基础的自然环境方面又如何呢?

3.2 指标体系的构建

3.2.1 评价指标

脆弱性评价指标体系构建的常用方法有两种:其一是基于脆弱性的概念框架自上而下选择指标的演绎法;其二是基于统计分析的自下而上的归纳法^[6]。由于缺乏庞大数据的支撑,笔者采用演绎法遴选评价指标。

如前所述,自然环境系统脆弱性是敏感性、应对与恢复能力的函数;而敏感性和系统自身条件、扰动的程度有关,应对与恢复能力和系统自我调节机能、人为干预调控能力有关。由于京津冀都市圈多城市、跨时间段数据可得性的硬约束,笔者只能用工业废水、SO₂、粉尘排放强度等近似反映扰动强度,用人均供水量、人均耕地面积、人口密度、单位 GDP 能耗、人口自然增长率等近似反映系统自身条件。用财政支出占 GDP 比重、GDP 强度、GDP 增长率等近似反映人类对自然环境系统人为干预调控能力,用工业废水达标排放率等指标近似反映自然环境系统自我调节机能。如表 1 所示。

表 1 京津冀都市圈自然环境系统脆弱性评价指标体系

Table 1 Evaluation index system for vulnerability of natural environment system in Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan circle

目标层	准则层	指标层	指标与准则层的关系	指标与目标层的关系
脆弱性	敏感性	工业废水排放强度/(10 ⁴ t·km ⁻²)	正向	正向
		工业 SO ₂ 排放强度/(t·km ⁻²)	正向	正向
		工业粉尘排放强度/(t·km ⁻²)	正向	正向
		(市辖区)人均年供水量/(m ³ /人)	负向	负向
		人均占有耕地资源(0.0667 hm ² /人)	负向	负向
		人口密度/(人·km ⁻²)	正向	正向
		单位 GDP 能耗/(吨标准煤/万元)	正向	正向
		人口自然增长率/%	正向	正向
		应对与恢复能力	工业废水排放达标率/%	正向
	工业固体废物综合利用率/%		正向	负向
	生活污水处理率/%		正向	负向
	生活垃圾无害化处理率/%		正向	负向
	(市辖区)建成区绿化覆盖率/%		正向	负向
	(市辖区)人均绿地面积(m ² /人)		正向	负向
	财政支出占 GDP 比重/%		正向	负向
	GDP 强度/(万元·km ⁻²)		正向	负向
	地区 GDP 增长率/%		正向	负向

3.2.2 指标权重

确定指标权重的方法主要是主观赋值法和客观赋值法。主观赋值法应用范围较为广泛,但是客观性较差。笔者拟采用熵权法确定评价指标的权重值。熵权法是由热力学概念“熵”发展而来的一种客观赋值法。人们在决策中获得信息的多少影响着决策的精确度和可靠性,而熵就是衡量信息量的理想尺度^[17]。根据熵理论,某项指标的熵值越小,提供的有效信息越多,权重也就越大;反之亦然。熵权法适用于相对评价和指标层的构权,而且要求有一定的样本单位^[18]。本文的研究目的与条件均与之相符,故拟采用之。具体步骤详见文献^[19],不再赘述。

3.3 评价结果

本文按照表 1 所示指标体系,运用熵权法和集对分析法对京津冀都市圈内 10 座城市的自然环境系统脆弱性进行评价。为了把握趋势变化,纵向比较第十个“五年计划”、第十一个“五年规划”和第十二个“五年规划”3 个时间段内的脆弱性,最终选择了“十五”的 2003 年、“十一五”和“十二五”的起始年 2006 年和 2011 年作为比较的时间点。相关数据来自对应年份的《中国城市统计年鉴》、《中国统计年鉴》、《北京市统计年鉴》、《天津市统计年鉴》和《河北经济统计年鉴》,具体的评价结果如表 2 和图 2 至图 4 所示。

表 2 京津冀都市圈自然环境系统脆弱性评价结果

Table 2 Evaluation results of vulnerability of natural environment system in Beijing - Tianjin - Hebei metropolitan circle

	“十五”(2003 年)			“十一五”(2006 年)			“十二五”(2011 年)		
	敏感性	应对恢复能力	脆弱性	敏感性	应对恢复能力	脆弱性	敏感性	应对恢复能力	脆弱性
北京	0.4600	0.6872	0.3725①	0.4495	0.6716	0.3791①	0.5492	0.6132	0.4530③
天津	0.8921	0.6179	0.5742⑦	0.6858	0.6114	0.5185⑧	0.7516	0.5839	0.5507⑧
石家庄	0.7533	0.5173	0.5995⑨	0.6932	0.5611	0.5504⑨	0.7004	0.5541	0.5573⑨
廊坊	0.7166	0.5367	0.5684⑥	0.6199	0.6190	0.4835⑤	0.6835	0.5610	0.5386⑦
保定	0.5975	0.4781	0.5560⑤	0.5195	0.5240	0.4977⑦	0.3914	0.5454	0.4290①
唐山	0.8440	0.5300	0.6367⑩	0.7595	0.5512	0.5948⑩	0.7954	0.5109	0.6235⑩
秦皇岛	0.6146	0.6024	0.4725④	0.4820	0.6010	0.4345③	0.5879	0.5683	0.4920⑤
张家口	0.3810	0.4889	0.4598③	0.3099	0.3786	0.4841⑥	0.3169	0.4458	0.4537④
承德	0.2839	0.4008	0.4571②	0.2681	0.4600	0.4171②	0.2692	0.4409	0.4332②
沧州	0.5479	0.3957	0.5825⑧	0.4102	0.5052	0.4611④	0.5841	0.5192	0.5250⑥

注:表格中脆弱性评价后序号为评价年度内该城市脆弱性程度由低到高的排名。

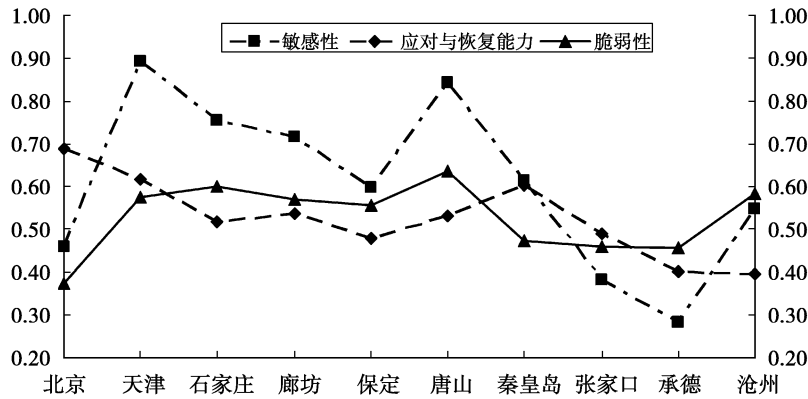


图 2 “十五”(2003 年)10 城市敏感性、应对与恢复能力、脆弱性评价数值结果图

Fig. 2 Numerical evaluation analysis graph of sensibility, response-recovery ability and vulnerability of the 10 cities during the 10th Five-Year Plan (2003)

首先,从整体来看,京津冀自然环境脆弱性存在差距,脆弱性由低到高是“京、冀、津”。这与经济社会脆弱性由低到高是“京、津、冀”^[20]明显不同。

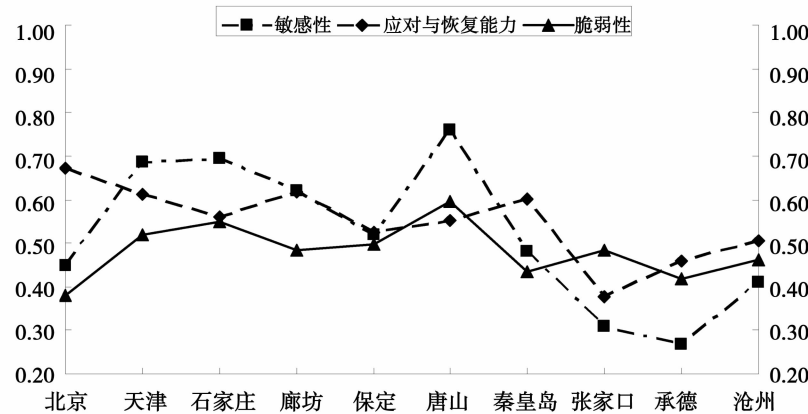


图 3 “十一五”(2006 年)10 城市敏感性、应对与恢复能力、脆弱性评价数值结果图

Fig. 3 Numerical evaluation analysis graph of sensibility, response-recovery ability and vulnerability of the 10 cities during the 11th Five-Year Plan (2006)

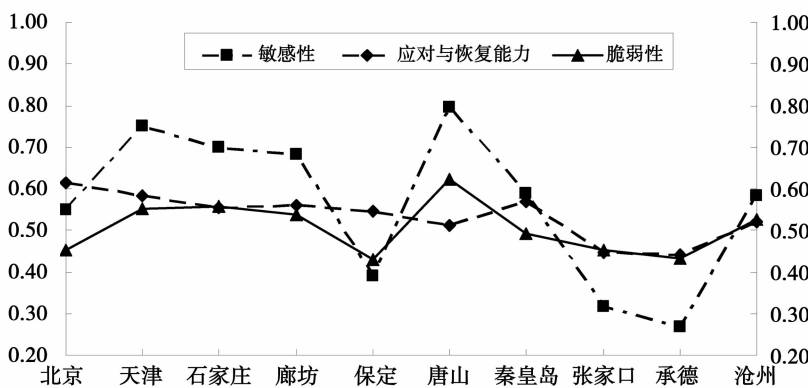


图 4 “十二五”(2011 年)10 城市敏感性、应对与恢复能力、脆弱性评价数值结果图

Fig. 4 Numerical evaluation analysis graph of sensibility, response-recovery ability and vulnerability of the 10 cities during the 12th Five-Year Plan (2011)

其次,10 城市中,北京、承德 3 个时期始终位列三甲,明显优于其他城市;秦皇岛、张家口紧随其后;保定的变化最为突出,2011 年一跃排名第一;沧州、廊坊的形式不容乐观;天津、石家庄、唐山始终排名靠后,几乎

没有变化。

为了更好地对评价结果进行对比分析,笔者绘制了广义 BCG 矩阵分析图^[21],如图 5 至图 7 所示。分别以敏感性、应对与恢复能力为横纵坐标轴;以圆表示城市,圆心坐标是敏感性、应对与恢复能力评价值,圆的大小代表脆弱性评价值;图中水平线、垂直线分别表示 10 城市应对与恢复能力、敏感性评价值的算术平均值。则坐标平面被分为四个区域,仿照笛卡尔坐标系,依次是 I、II、III、IV 象限。如前所述,脆弱性和感性正相关,和应对与恢复能力负相关。理论上讲,低敏感性、高应对与恢复能力的 III 象限最为理想,其次是低敏感性、低应对与恢复能力的 IV 象限和高敏感性、高应对与恢复能力的 II 象限,最为不利的是高敏感性、低应对与恢复能力的 I 象限。通过时间序列图的比较,既可以进行城市群横纵截面脆弱性的对比分析、纵向趋势判断,又可以对脆弱性变化原因直观解释。

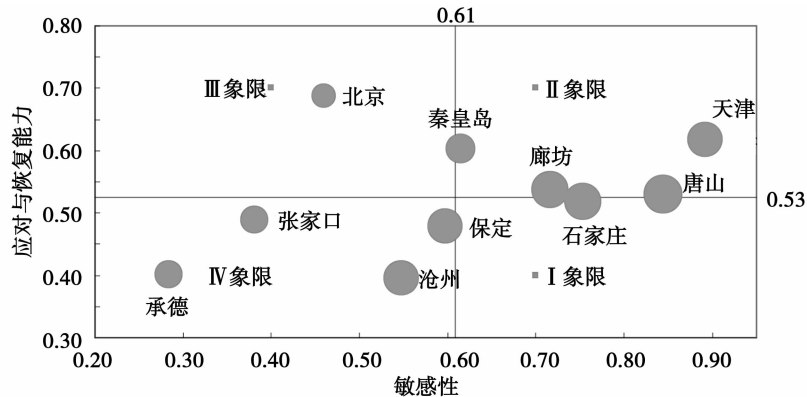


图 5 “十五”(2003 年)10 城市脆弱性评价相对结果图

Fig. 5 Evaluation results of vulnerability of the 10 cities during the 10th Five-Year Plan (2003)

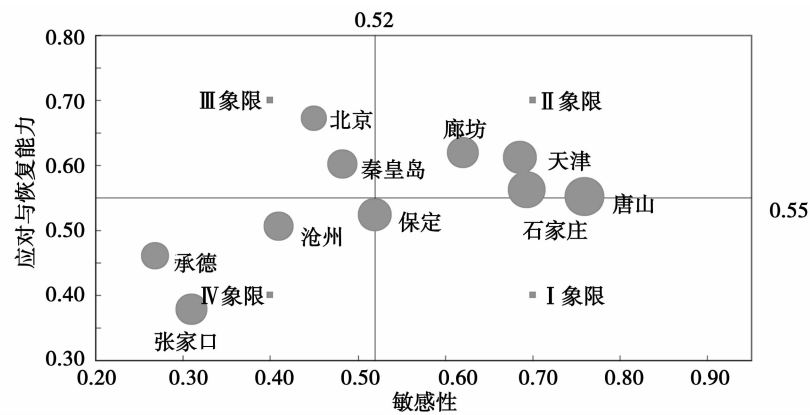


图 6 “十一五”(2006 年)10 城市脆弱性评价相对结果图

Fig. 6 Evaluation results of vulnerability of the 10 cities during the 11th Five-Year Plan (2006)

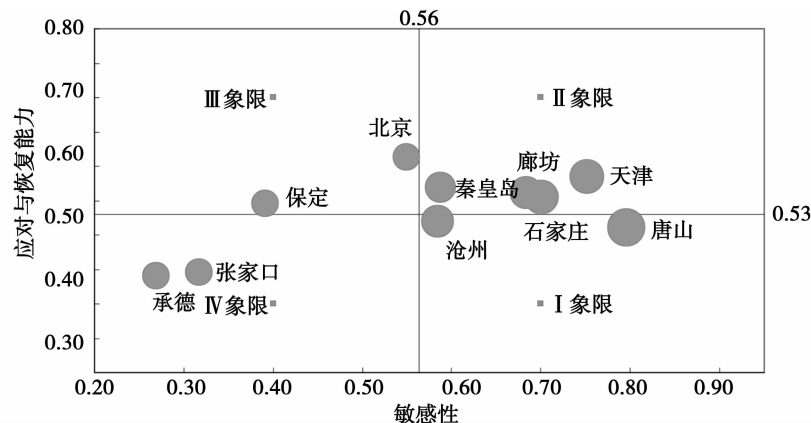


图 7 “十二五”(2011 年)10 城市脆弱性评价相对结果图

Fig. 7 Evaluation results of vulnerability of the 10 cities during the 12th Five-Year Plan (2011)

总体上讲,Ⅳ象限的城市在减少,Ⅱ象限的城市在增加,包括Ⅲ象限在内的所有城市重心有向Ⅰ,Ⅱ象限结合部偏移的势头,且较大圆都集中在Ⅰ,Ⅱ象限。说明,经济社会活动的加剧,使得自然环境越来越敏感。而在这一过程中,由于种种原因,应对与恢复能力没有得到应有的提高,使得自然环境越来越脆弱。

从各城市来看,北京的情况最为乐观,是典型的低敏感性、高应对与恢复能力的城市。承德的低脆弱性完全得益于低敏感性,类似的还有张家口和秦皇岛。应对与恢复能力提高不大的保定,由于敏感性的大幅降低,脆弱性也得到了明显改善。沧州的敏感性虽然不高,但是应对与恢复能力始终不能得到改善,脆弱性相对还是较高的。唐山、石家庄、廊坊由于应对与恢复能力始终较低,而且高敏感,双重因素的共同作用,使得脆弱性居高不下。天津的应对与恢复能力始终比较靠前,但是碍于其高敏感性,脆弱性问题无法得到根本性解决。

3.4 致因分析

京津冀都市圈自然环境系统脆弱性存在明显差异,笔者认为原因有以下几个方面:

北京得益于其特殊的政治、文化地位、国家区域政策。北京是共和国首都,是中国的政治、文化以及国际交流中心,人才高地,高新技术产业密集,第三产业发展较快,经济发展水平有目共睹。强大的经济实力,带来了科技、教育、医疗和城市基础设施的较高水平。2008年奥运会的成功举办,也使困扰北京多年的环境问题得到解决。

张家口、承德位于河北省西北部坝上高原,自然资源匮乏,环境条件恶劣,水土流失、土地荒漠化一度较为严重。出于对京津水源地保护和风沙治理的需要,中央和地方政府不断加大对相关地区资源开发和工农业生产的限制。大范围的封山育林、退耕还草、压缩当地的工农业用水,许多耗水严重和排污标准低的企业被关闭。这些做法虽然一定程度上切断了地方财政和当地居民的收入来源,但是也确实使自然环境问题得到了部分解决。

为了举办2008年北京奥运会和北京城市功能的重新定位,以首钢为代表的高污染、高能耗的重工业项目基本全部搬迁,而目的地主要是临近北京的廊坊、沧州、唐山等。再加上这些城市自身存在的自然环境问题,脆弱性居高不下就“顺理成章”了。搬迁只是权益之计,何况对当地还要产生明显不利影响。

2006年天津滨海新区的开发开放纳入国家“十一五”规划后,众多大型工业项目落户滨海新区。近年来,占到天津GDP总量50%以上的第二产业,以远高于第三产业和GDP的速度快速发展。这种模式在助推天津经济发展的同时,也必然使得与工业生产相关的工业废水、工业SO₂、工业烟尘的排放大为增加,势必对自然环境造成影响。而且在评价指标体系中,是以排放强度(排放总量除以行政区域面积)出现的,也可能“放大”其影响作用,脆弱性必然增加。

4 结论与讨论

4.1 结论

自然环境脆弱性是测度区域自然环境系统可持续发展相对水平、趋势、可能性的一种度,是自然环境系统在内外不利扰动下表现出来的固有属性,与敏感性正相关,与应对扰动并从中恢复的能力负相关。论文从敏感性、应对与恢复能力两个方面构建了指标体系,并运用熵权法和集对分析法对京津冀都市圈10城市“十五”、“十一五”、“十二五”典型年份的自然环境脆弱性进行了评价与分析。结果表明:

(1)从整体来看,京津冀自然环境脆弱性差距明显,由低到高依次是京、冀、津;从各城市来看,北京、承德优于其他城市,秦皇岛、张家口紧随其后,保定的变化最为突出,沧州、廊坊的形式不容乐观,天津、石家庄、唐山排名始终靠后。

(2)经济社会活动强度增加,自然环境的敏感性以及脆弱性会随之提高,天津的高脆弱性很具代表性。“先污染后治理”的发展思路不足取,降低区域系统自然环境脆弱性需要降低敏感性、提高应对与恢复能力双管齐下。

(3)现阶段,国家区域经济政策对自然环境脆弱性影响较为明显。张家口、承德脆弱性的变化是较为典型的例证,而高污染、高耗能工业项目的搬迁也只是权宜之计。

4.2 讨论

应该说,上述评价结果是建立在现有指标体系与评价方法基础之上的,客观上可能存在不确定性。其

一,指标体系评估结果的可信度一直是学术界讨论的问题。理论上讲,通过指标体系结构优化等手段可以提高评价结果的精确度^[18],但是囿于数据的可获得性,指标体系的协调性、齐备性等定然受到影响,可能影响评价结果。其二,熵权法虽然可以弥补主观赋值法的缺陷,大多数情况下精度较高;但有时会与实际情况相悖,对结果难以给出明确解释^[22]。天津市的评价结果似乎是这种缺陷的一个注脚。

但是,无论如何京津冀都市圈自然环境系统脆弱性评价结果值得警醒。2013年6月17日《人民日报》报道国内十大污染城市中,京津冀都市圈内的石家庄、唐山、保定、廊坊以及河北省南部的邢台、衡水、邯郸赫然其中。再回想,2013年初京津冀雾霾天气多日持续,如同梦魇。可以说,自然环境问题对京津冀都市圈的困扰正逐步加深。如不及时遏制、解决,势必影响到整个区域的全面协调可持续发展。

参考文献:

- [1] 石勇,许世远,石纯,等. 自然灾害脆弱性研究进展[J]. 自然灾害学报, 2011, 20(2): 131-137.
SHI Yong, XU Shiyuan, SHI Chun, et al. Progress in research on vulnerability of natural disasters [J]. Journal of Natural Disasters, 2011, 20(2): 131-137. (in Chinese)
- [2] Janssen M A, Schoon M L, Ke W, et al. Scholarly net works on resilience, vulnerability and adaptation within the human dimensions of global environmental change[J]. Global Environmental Change, 2006, 16(3): 240-252.
- [3] 李朝奎,李吟,汤国安,等. 基于文献计量分析法的中国生态脆弱性研究进展[J]. 湖南科技大学学报:社会科学版, 2012, 15(4): 91-94.
LI Zhaokui, LI Yin, TANG Guoan, et al. Research progress of ecological vulnerability based on metrological analysis of literatures in China [J]. Journal of Hunan University of Science & Technology: Social Science Edition, 2012, 15(4): 91-94. (in Chinese)
- [4] 田亚平,常昊. 中国生态脆弱性研究进展的文献计量分析[J]. 地理学报, 2012, 67(11): 1515-1525.
TIAN Yaping, CHANG Hao. Bibliometric analysis of research progress on ecological vulnerability in China [J]. Acta Geographica Sinica, 2012, 67(11): 1515-1525. (in Chinese)
- [5] Roberts M G, 杨国安. 可持续发展研究方法国际进展——脆弱性分析方法与可持续生计方法比较[J]. 地理科学进展, 2003, 22(1): 11-21.
Roberts M G, YANG Guoan. The international progress of sustainable development research: a comparison of vulnerability analysis and the sustainable livelihoods approach [J]. Progress in Geography, 2003, 22(1): 11-21. (in Chinese)
- [6] 张平宇,李鹤,刘继生,等. 矿业城市人地系统脆弱性[M]. 北京:科学出版社, 2011.
ZHANG Pingyu, LI He, LIU Jisheng, et al. The Vulnerability of the Human-earth System in Mining Cities [M]. Beijing: Science Press, 2011. (in Chinese)
- [7] 李鹤,张平宇. 东北地区矿业城市经济系统脆弱性分析[J]. 煤炭学报, 2008, 33(1): 116-120.
LI He, ZHANG Pingyu. Economic system vulnerability of mining cities in Northeast China [J]. Journal of China Coal Society, 2008, 33(1): 116-120. (in Chinese)
- [8] 王静爱,施之海,刘珍,等. 中国自然灾害后响应能力评价与地域差异[J]. 自然灾害学报, 2006, 15(6): 23-27.
WANG Jingai, SHI Zhihai, LIU Zhen, et al. Assessment and regional difference of disaster resilience capability in China [J]. Journal of Natural Disasters, 2006, 15(6): 23-27. (in Chinese)
- [9] 杨青山,刘继斌. 区域人类社会与自然环境相互作用的类型分析及其实意义[J]. 人文地理, 2005(6): 111-114.
YANG Qingshan, LIU Jibin. Analysis on interaction of regional human society and natural environment [J]. Human Geography, 2005(6): 111-114. (in Chinese)
- [10] 刘燕华,李秀彬. 脆弱生态环境与可持续发展[M]. 北京:商务印书馆, 2001: 1-45.
LIU Yanhua, LI Xiubin. Vulnerable Eco-environment and Sustainable Development [M]. Beijing: Commercial Press, 2001: 1-45. (in Chinese)
- [11] 苏飞,张平宇. 基于集对分析的大庆市经济系统脆弱性评价[J]. 地理学报, 2010, 65(4): 454-464.
SU Fei, ZHANG Pingyu. Vulnerability assessment of petroleum city's economic system based on set pair analysis: a case study of Daqing city [J]. Acta Geographica Sinica, 2010, 65(4): 454-464. (in Chinese)
- [12] 杨爱婷,武剑. 我国经济系统脆弱性与可持续发展牵动: 15年样本[J]. 改革, 2012, (2): 25-33.
YANG Aiting, WU Jian. The relationship between Chinese economic system vulnerability and sustainable development: 15 Years sample [J]. Reform, 2012(2): 25-33. (in Chinese)
- [13] Su Meirong, Yang Zhifeng, Chen Bin. Set pair analysis for urban ecosystem health assessment[J]. Communication in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 2009, 14(4): 1773-1780.
- [14] 赵克勤. 基于集对分析的方案评价决策矩阵与应用[J]. 系统工程, 1994, 12(4): 67-72.
ZHAO Keqin. An applications of the scheme-appraisal decision matrix based on set pair analysis [J]. Systems Engineering, 1994, 12(4): 67-72. (in Chinese)
- [15] 赵克勤. 集对分析及其初步应用[M]. 杭州:浙江科学技术出版社, 2000.

- ZHAO Keqin. Set Pair Analysis and Its Preliminary Application[M]. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press, 2000. (in Chinese)
- [16] 王明全, 王金达, 刘景双. 基于集对分析和主成分分析的吉林西部生态承载力演变研究[J]. 中国生态农业学报, 2009, 17(4): 795 - 799.
- WANG Mingquan, WANG Jinda, LIU Jingquan. Evolution of ecological carrying capacity of western Jilin Province via set pair analysis and principal component analysis[J]. Chinese Journal of Eco - Agriculture, 2009, 17(4): 795 - 799. (in Chinese)
- [17] 邱蔻华. 管理决策与应用熵学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- QIU Kouhua, LI Xiubin. Management Decision and Entropy Application [M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2002. (in Chinese)
- [18] 苏为华. 我国多指标综合评价技术与应用研究的回顾与认识[J]. 统计决策, 2012, 29(8): 98 - 107.
- SU Weihua. Review and Recognition on the Research of Multi - indicators Comprehensive Evaluation in China [J]. Statistical Research, 2012, 29(8): 98 - 107. (in Chinese)
- [19] 杨慧娟, 李宁, 杜子璇, 等. 气候变化对内蒙古牧区白灾的影响——基于熵权法分析的锡林浩特市案例研究[J]. 自然灾害学报, 2006, 15(6): 62 - 65.
- YANG Huijuan, LI Ning, DU Zixuan. Influence of climate change on heavy snow disaster in pastoral area of Inner Mongolia: an entropy - weighted technique - based case study on Xilinhot City [J]. Journal of Natural Disasters, 2006, 15(6): 62 - 65. (in Chinese)
- [20] 冯振环, 刘玉霞, 杨亚柳. 京津冀经济圈发展的累积式脆弱性评价[J]. 现代财经, 2010(10): 63 - 68.
- FENG Zhenhuan, LIU Yuxia, YANG Yaliu. On the accumulated vulnerability evaluation of the development of economic circle of Beijing - Tianjin - Hebei[J]. Modern Finance and Economics, 2010(10): 63 - 68. (in Chinese)
- [21] 冯振环, 赵国杰. 基于 DEA 和广义 BCG 模型的中国区域投资有效性评价[J]. 经济地理, 2000, 20(4): 10 - 15.
- FENG Zhenhuan, ZHAO Guojie. Evaluate the efficiency of China's regional investment by DEA and broad sense BCG model [J]. Economic Geography, 2000, 20(4): 10 - 15. (in Chinese)
- [22] 程启月. 评价指标权重确定的结构熵权法[J]. 系统工程理论与实践, 2010, 30(7): 1225 - 1228.
- CHENG Qiyue. Structure entropy weight method to confirm the weight of evaluating index [J]. System Engineering - Theory & Practice, 2010, 30(7): 1225 - 1228. (in Chinese)