

文章编号 :1003- 7853(2013)01- 0009- 02

基金项目 :廊坊市科学技术研究与发展计划项目(2011023053)

基于能值理论的廊坊市产业生态系统可持续发展研究

姬桂珍

(廊坊职业技术学院城建工程系,河北 廊坊 065001)

摘要 :运用能值理论和方法,文章从能值流量、能值效率及系统可持续性 3 个方面构建了廊坊市产业生态系统的能值评价指标体系。结果表明:研究期间总能值、输入能值、输出能值增幅最大,不可更新环境资源能值占总能值使用量的比重很大,分别为 85.30%(1998a)、95.50%(2005a)和 95.30%(2009a);人均能值从 $9.46 \times 10^{15} \text{ sej}$ (1998a)增加到 $4.47 \times 10^{16} \text{ sej}$ (2009a),能值自给率较高,分别为 98.20%(1998a)、98.70%(2005a)和 97.40%(2009a),但是环境负荷率由 7.10(1998a)上升到 46.70(2009a),人口承载力远小于实际人口数量;可持续发展指数由 7.88(1998a)降为 0.82(2009a),呈现出显著的递减趋势,生态效率指数则是先递增后快速递减的变化趋势,系统呈现出不可持续发展的态势。

关键词 :廊坊市;能值;产业生态系统;可持续发展

中图分类号 :F061.3 文献标识码 :A

Study on the Industrial Ecosystem Sustainable Development of Langfang based on Emergy Theory

Ji Gui-zhen

(Department of City Construction, LangFang Polytechnic Institute, Langfang 065001, China)

Abstract : Using emergy theory and method, this article construct emergy evaluation index system from three aspects: emergy flow, emergy efficiency and system sustainability of Langfang industrial ecosystem. The results show that in studying period U, IMP and EXP increasing most, the proportion of N/U accounted for 85.30%(1998a)、95.50%(2005a) and 95.30%(2009a); EPP increased from $9.46 \times 10^{15} \text{ sej}$ (1998a) to $4.47 \times 10^{16} \text{ sej}$ (2009a), emergy self-reliance rate is higher, respectively for 98.20%(1998a)、98.70%(2005a) and 97.40%(2009a), however, ELR rise from 7.10(1998a) to 46.70(2009a), PCC is far less than the actual population; ESI drop from 7.88(1998a) to 0.82(2009a), presenting a significant decrease tendency, EEI first diminishing then increasing rapidly, industrial ecosystem presents unsustainable development trend.

Key words : Langfang city; emergy; industrial ecosystem; sustainable development

1 研究区概况

廊坊市(116° 38' 07" ~116° 44' 06" E, 39° 28' 42" ~39° 32' 54" N) 位于正在规划的大北京经济圈的腹地,其区位优势独特,被誉为“京津走廊上的明珠”。全市总面积 6429km²。廊坊市有着较为丰富的矿产资源,年平均气温为 11.7℃~12.8℃,全市年平均日照时数在 2660 小时左右。2010 年廊坊市全市生产总值 1331.1 亿元,常住人口为 435.88 万人。2009 年廊坊市经济技术开发区被批准成为国家级开发区,目前,在廊坊市经济技

术开发区注册的公司有 1530 家。

借助京津两大都市经济发展的辐射效应,将廊坊市打造成现代制造业的重要基地、高新技术成果转化的核心载体、现代服务业蓬勃发展,以实现京津冀经济圈协同发展。面对传统产业模式给人类造成的资源、能源的过度消耗以及生态环境严重破坏的后果,如何系统、有效地协调产业系统与自然生态系统平衡、可持续发展,推进产业生态化是廊坊市面临的重大课题。

2 研究方法

2.1 能值理论

能值(Emergy)理论和分析方法是由美国著名生态学家、系统能值分析先驱 H.T.Odum 于 20 世纪 80 年代提出的,用以定量分析资源环境与经济活动的真实价值及其相互关系^[1,2]。H.T.Odum 将能值定义为:流动或贮存的能量所包含另一种类别能量的数量,称为该能量的能值。对于资源、产品或劳务来说,其形成过程中直接或间接应用的太阳能焦耳总量,就是其具有的能值^[3,4]。采用 H.T.Odum 的研究成果太阳能值转换率(Solar Transformity)将生态经济系统内流动和存储的各种不同类别的能量(J)和物质(g)转换为统一度量的能值单位(sej),实现了不同能量等级上不同质的能量的统一度量^[5]。

2.2 能值分析指标体系

产业生态系统的能值投入分为可更新环境资源、不可更新环境资源、人工工业辅助能、人工可更新有机能。可更新环境资源能值投入(R)主要由太阳光能、风能、雨水化学能、雨水势能、地球循环能等构成,由于太阳光能、风能、雨水化学能和雨水势能均是源自同一过程的复合产物,为了避免重复计算,在归并中仅计入其中的最大项;不可更新环境资源能值投入量(N)为区域内所有矿产、原油、天然气、电力、表土损失等资源的能值。将产业生态系统购买资源与服务能值记为 IMP,能值总量(U)是区域产业生态系统所拥有的总“财富”,在数值上等于系统自身具有的可更新和不可更新环境资源能值与系统购买资源与服务能值之和;不考虑市场交易中的不对等现象,系统产出能值(Y)等于系统能值总量(U);废弃物能值(W)作为产业系统内部的正的熵产生,是排放的污染物(废液、固体废物和废气)所产生的能值之和。

借鉴陆宏芳^[6]、李名升^[6]等人对区域生态经济系统能值的具体分析,本文从能值流量、能值效率、系统可持续性方面构建廊坊市产业生态系统能值评价指标体系(见表 1,表 2)。在此基础上评价廊坊市产业生态系统的运行状况、运行效率及未来可持续发展的能力。

3 廊坊市产业生态系统可持续发展分析

3.1 能值评价指标分析

如表 1 所示,廊坊市产业生态系统主要生态流包括可更新

表 1 廊坊市产业生态系统能值流简表(sej)(1998a、2005a、2009a)

能值流量指标	太阳能值(sej)		
	1998a	2005a	2009a
可更新环境资源能值(R ₁)	8.8E+20	8.78E+20	9.89E+20
可更新环境资源产品能值(R ₂)	3.46E+21	2.22E+21	2.88E+21
不可更新环境资源能值(N)	3.02E+22	1.02E+23	1.76E+23
输入能值(IMP)	6.28E+20	1.35E+21	4.8E+21
输出能值(EXP)	2.01E+20	8.6E+20	2.1E+21
废弃物能值(W)	1.13E+18	3.14E+17	5.05E+18
能值总量(U)	3.52E+22	1.06E+23	1.85E+23

注:①R=R₁+R₂;②U=R+N+IMP

③原始数据来源于《廊坊经济年鉴》(1999a、2006a、2010a)、《河北省统计年鉴》(1999a、2006a、2010a)、《河北省农村统计年鉴》(1999a、2006a、2010a)。

表 2 廊坊市产业生态系统能值评价指标体系

能值指标		计算公式	1998a	2005a	2009a
能值	能值自给率(ESR)	$(N+R)/U$	98%	99%	97%
	可更新资源能值比(R')	R/U	12.3%	2.91%	2.10%
效率	环境负荷率(ELR)	$(U-R)/R$	7.10	33.40	46.70
	能值产出率(EYR)	U/IMP	56	78.90	38.50
系统可持续性	人均能值(EPP)	$EPP = U / \text{population}$	9.46×10^{15}	2.72×10^{16}	4.47×10^{16}
	人口承载力(PCC)	$PCC = (R + IMP) / (U/P)$	5.25×10^5	1.64×10^5	1.94×10^5
	废弃物能值比(EWR)	W/U	3.21×10^{-5}	2.95×10^{-6}	2.73×10^{-5}
	可持续发展指数(ESI)	EYR/ELR	7.88	2.36	0.82
	生态效率指数(EEI)	$EYR \times (1 - EWR)^2 \times (1 - N/U)^2$	0.12	0.14	0.08

环境资源能值、可更新环境资源产品能值、不可更新环境资源能值、输入能值、输出能值及废弃物能值 6 部分。

研究期间廊坊市产业生态系统和外界的物质、能量、信息交换越来越频繁,系统的开放性不断增强。可更新环境资源能值占廊坊市总能值使用量的比重从 1998 年的 12.30% 下降到 2009 年的 2.30%,这反映了廊坊市对可更新环境资源的依赖越来越小,整个产业生态系统对外界的依赖性越来越高。可更新环境资源产品能值以及不可更新环境资源能值波动不大。廊坊市不可更新环境资源能值占总能值使用量的比重很大,分别为 85.30%、95.50% 和 95.30%。进口能值从 1998 年的 $6.28 \times 10^{20} \text{sej}$ 上升到 2009 年的 $4.80 \times 10^{21} \text{sej}$,出口能值从 1998 年的 $2.01 \times 10^{20} \text{sej}$ 上升到 2009 年的 $2.10 \times 10^{21} \text{sej}$ 。从整体上来看,廊坊市出口能值小于进口能值,产业生态系统的稳定发展、区域经济的腾飞更依赖于外部能值的输入和本地不可更新环境资源的消耗。

通过计算廊坊市产业生态系统的能值效率表明:第一,人均能值从 $9.46 \times 10^{15} \text{sej}$ (1998a) 增加到 $4.47 \times 10^{16} \text{sej}$ (2009a)。说明研究区域在人口总数量不断增长的前提下,经济贸易活动频繁,反映出居民生活水平不断提高。第二,能值自给率分别为 98.20% (1998a)、98.70% (2005a) 和 97.40% (2009a),呈现出小幅波动的发展态势,这表明廊坊市产业生态系统自给自足的能力较强,系统的发展对内部环境资源尤其是对自然资源环境的依赖程度很高。第三,废弃物能值比呈小幅波动,分别为 3.21×10^{-5} (1998a)、 2.95×10^{-6} (2005a) 和 2.73×10^{-5} (2009a)。廊坊市产业生态系统在快速发展的过程中,经历了从传统产业向现代高新技术产业发展的过程,大量的本地资源和外部能量的输入带来了环境的污染,使得研究区域环境负荷率大幅增加。第四,经计算廊坊市实际人口为可承载人口数量的 7.08 倍、23.88 倍、21.31 倍。由此可见,廊坊市产业生态系统承受了巨大的负荷。第五,环境负荷率由 1998 年的 7.10 上升到 2009 年的 46.70,呈现出显著的递增趋势,说明廊坊市产业生态系统的经济活动对环境产生了较大的压力。

3.2 基于能值理论的可持续发展分析

3.2.1 可持续发展指数

可持续发展指数用来度量系统可持续发展的能力。Ulgati^[7]等人对 ESI 的界定,当 $ESI < 1$ 时,系统是消费型,系统不可更新资源的利用较大,经济系统发展不可持续;当 $1 < ESI < 10$ 时,系统富于活力、可持续;当 $ESI > 10$ 时,系统处于不发达阶段,系统资源的开发利用不充分。1998a、2005a 廊坊市产业生态系统可持续发展指数 ($1 < ESI < 10$) 分别为 7.88、2.36,廊坊市产业生态系统富有活力,显示出较大的可持续发展的潜力。由于研究区环境负荷率的大幅增加,可持续发展指数呈显著的下降态势,2009a 仅为 0.82,这意味着廊坊市产业生态系统退回到消费型发展阶段,系统对于不可更新资源(如钢材、水泥、煤炭)的利用

较大,产业生态系统的发展不可持续。

3.2.2 生态效率指数

生态效率指数越高意味着单位环境压力下系统的社会效益越高,其可持续发展性能越好。研究期间廊坊市生态效率指数分别为 0.12、0.14、0.08,呈现出先递增后较快递减的变化趋势,这意味着研究区经济的快速发展是靠不可更新环境资源的大量消耗以及环境负荷率的增大换来的。可更新资源能值比率由 1998a 的 12.3% 下降到 2009a 的 2.10%,其原因是廊坊市可更新环境资源能值变化不大,总能值使用量不断增大所致。这反映出廊坊市对外界输入能值和不可更新资源能值的依赖性越来越高,廊坊市产业生态系统运行过程中对环境产生的压力不断增大。

4 结语

研究期间廊坊市产业生态系统的能值流均有不同程度的增长,其中总能值、输入能值、输出能值增幅最大,表明系统的总能值使用量不断增大,对外开放程度不断提高,系统的经济发展水平不断上升。廊坊市产业生态系统的能值自给率较高,但是环境负荷率很高、人口承载力远小于实际人口数量,可持续发展指数呈现出显著的递减趋势,生态效率指数则是先递增后递减。这表明廊坊市产业生态系统的发展对本地资源的依赖程度很高,是靠不可更新环境资源的大量消耗以及环境负荷率的增大换来的,系统呈现出不可可持续发展的态势。

对于廊坊来说,紧紧抓住环首都经济圈、环渤海经济圈建设的大好契机,调整产业结构,促进经济转型,发展高新技术产业,实现廊坊市产业生态系统的可持续发展,进一步推动低碳城市、生态城市建设。

参考文献:

- [1] Odum H T. Self-organization, transformation and information [J]. Ecological Economics, 1999, 29(1):47-52.
- [2] Ulgati S, Odum H T. Emergy use, environment loading and sustainability: an emergy analysis of Italy [J]. Ecological Modeling, 1994, 73 (3-4): 215-268.
- [3] Odum H T. Environmental Accounting- Emergy and Environmental Decision Making [M]. New York: John Wiley & Sons, 1996, 20-50.
- [4] Odum H T 著,蓝盛芳,译. 能量环境与经济—系统分析导论 [M]. 北京: 东方出版社, 1992.
- [5] 沈善瑞, 陆宏芳, 赵新锋, 等. 能值研究的几个前沿命题 [J]. 热带亚热带植物学报, 2004, 12(3): 268-272.
- [6] 李名升, 佟连军. 吉林省生态经济系统能值分析与情景预测 [J]. 中国科学院研究生院学报, 2009, 26(4): 458-465.
- [7] Ulgati S, Brown MT. Monitoring patterns of sustainability in natural and man-made ecosystem [J]. Ecological Modeling, 1998, 108(1-3):23-26.

作者简介:姬桂珍(1976~),女,山东聊城人,硕士,讲师,主要从事土地资源、景观生态学方面的研究工作。

(2012-08-09 收稿 刘晓佳编辑)