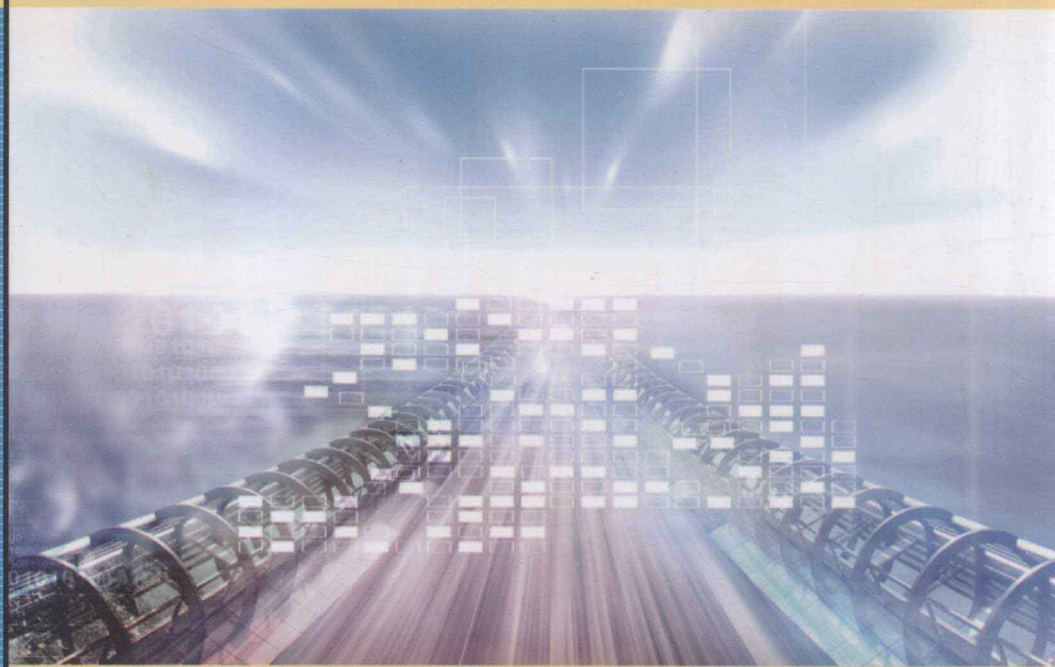




综合类开发区 生态工业系统仿真研究

王 瑾 著

中国农业科学技术出版社



综合类开发区 生态工业系统仿真研究

王瑾 著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

综合类开发区生态工业系统仿真研究 / 王瑾著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2012. 7

ISBN 978 - 7 - 5116 - 1020 - 1

I. ①综… II. ①王… III. ①开发区 - 生态工业 - 系统仿真 - 研究 IV. ①F4 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 165646 号

责任编辑 张孝安

责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82109708 (编辑室) (010) 82109704 (发行部)

(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82109708

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 新华书店北京发行所

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 787 mm × 1 092 mm 1/16

印 张 8.75

字 数 140 千字

版 次 2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷

定 价 28.00 元

“十一五”国家科技支撑计划重大项目“农药工业园区资源循环利用关键技术开发及应用研究”2006BAC02A15
环保公益性行业科研专项“化学工业园区生态改造优化模式及规范化管理研究”200809070

内容摘要

目前,中国工业综合开发区生态工业园建设方兴未艾,快速的地区产业集聚化及生态化需要科学的决策做保障。但现有的开发区系统管理决策不够科学化、程序化,缺乏相应的信息管理决策支持和技术支撑,且生态工业管理缺乏系统设计、系统分析、系统管理的延续性和可比性,从而不能有效、动态的模拟控制系统演化,环境策略选择往往得不到技术论证;政府管理机制本身无法准确判定物质消耗和污染排放是否达到协调优化状态,需要借助系统分析判定系统效率的优劣,预防开发区规划决策的失误。中国政府于2009年1月1日起实施的《中华人民共和国循环经济促进法》,明确规定“设区的市级以上地方人民政府循环经济发展综合管理部门会同本级人民政府环境保护等有关主管部门编制本行政区域循环经济发展规划,报本级人民政府批准后公布施行”,这是持续发展对经济发展方式的重要指导。但就目前的实践情况来看,中国循环经济规划理论储备不足,规范化和可操作的评价方法和规划决策技术尚未成熟,还缺乏科学的理论基础与适用的决策技术支持。本书立于此,提出从产业系统分析入手,从“系统模拟及仿真分析”和“系统策略设计”的角度对开发区循环经济发展调控理论基础和技术支持进行探索研究,本研究的主要内容包括:

本书在系统分析生态工业管理理论与方法研究的基础上,从理论到实证的方向,系统分析了综合工业开发区生态工业基础和产业多样性,确定系统的相对稳定结构与功能,为构建系统持续发展演化模型进行产业生态化分析,通过收集典型综合开发区产业组分、结构信息

建立生态工业系统主结构元 (Hu) ——结构链 (Hc) ——结构网 (Hn) 的评估过程; 典型开发区按产业组分多样性的逐年变化, 按企业类型、经济组分等结构多样性指数特征, 探讨开发区 Hu—Hc—Hn 结构多样性的变化规律。

针对综合开发区经济产出系统、物质消耗系统、综合集成系统、污染控制系统的相互影响、相互联系的循环—反馈关系, 进行时间序列的系统演化模型构建, 通过模型检验, 预测 2006 ~ 2020 年典型开发区的系统仿真模拟。模拟显示系统经济持续增长, 年增长率下降; 污染排放、物质消耗强度指标上升速度变缓, 综合集成能力提高。符合生态工业系统设计原则和典型开发区的发展规划。

针对典型开发区基础仿真情景, 进行生态工业系统经济增长和环境压力关系动态变化分析。首先构建基于物耗、污染排放的环境压力函数, 不仅分析物质流动平衡、效率, 而且考虑物质流对系统规模与总量效应; 其次土地开发是典型综合开发区发展动力, 使得环境影响的驱动因素用地均收入来表征的一致性很高; 再次, 应用结构分解分析模型, 分析土地开发、经济增长、科技进步驱动因素对环境压力影响程度的变化, 土地因素造成的环境压力正效应变化呈下降趋势, 技术因素的作用会逐渐抵消经济增长的作用, 在后期系统技术因素的抑制效应减弱; 同时不同类型污染物和消耗物质产生的环境压力不同, 并定量分析了环境压力的影响程度, 为制定应急策略提供技术支撑。在综合开发区生态工业系统发展策略试验中, 设定工业增加值率、环保投资比例、科技投资比例为调控参数, 设计五种不同发展情景对经济产出、物质消耗、污染排放的模拟结果进行系统相对效率分析, 运用灰色关联度分析, 得出系统效率相对最优情景。基于物流、能流、信息流要素管理, 对南通经济技术开发区从不同层面提出具体的生态工业管理目标与策略。

关键词: 产业多样性评价; 生态工业系统动力学模型; 结构分解分析; 情景分析; 管理策略; 工业综合开发区

Abstract

The rapid industrial aggregation and industrial ecology demands the scientific decision-making which implementing the macroscopical guidance and the decision-making mechanism in our country can't ensure the optimize collocation, especially during the high speed economy increasing period in China. However, the decision-making in integrated development zone management is quite lack of information management decision support, and ecological industrial management involves system design, system analysis, system management to continuity and comparability. Therefore, system evolution can not effectively simulate control, that environmental strategy choice can not be demonstrated. Management mechanism itself is unable to determine optimizing state, which need judge system efficiency with model simulation. Promoting a circular economy has been identified as China's basic national policy, according to the recently enacted 11th five-year plan for China's economic and social development. Circular Economy Promotion Law of the P. R. China had been put into effect on 1 January of 2009. Circular economy planning need Decision support technology. This dissertation tried to explore an integrated approach for industrial system on the basis of System Dynamics, according to the principles of "System simulation analysis" and "system strategy design".

By way of Shannon-Weaver index for the biological diversity, the diversity has a significant impact on such aspects of its own industrial ecosystem as perfecting its structure, optimizing its functions, increasing its overall competitiveness and stabilizing its evolution process. This paper first has evaluated the diversity of the industrial ecosystem structure in Nantong Economic and Technological Development Zone (NETDZ) and analogized the adaptability of the diversity as a principle in nature to the industrial ecosystem. The result shows that, the index of the component diversity will decrease gradually with the expansion of the scale year after year, that is to say, the whole ecosystem lacks of stability, the index of industrial structural diversity from structuring element to its network (Hu-Hc-Hn) has declined little by little, which shows that the functional Diversity is incomplete.

Eco-industrial system models were established for NEDTZ using system dynamics (SD) approach, SD is characterized by a cause-feedback mechanism and interactions among economic variables. SD method consists of dynamic simulation models embracing information feedbacks that govern interactions in a target system. In the study, four subsystems, industrial output, materials wastage, indicator integration, pollution discharge, join with the SD model configuration for the integrated system environments regulation and control. The model runs in Vensim-DSS software and simulates the running of development zone system in 2000's, which has a strong application as model output right with Reported data of Model. During system simulation period, the growth of system performances will been slow. Eco-efficiency factor will increase with years, while the growth of pollution discharge index should been greatest. Decision makers can fine tune variables and select preferable scenarios of efficient system through simulations.

Based on model for eco-industrial system constructed, the relationships between economic growth and environmental pressure from 2005 to 2020 was

analyzed. The dynamic changes of environmental pressures represented by materials wastage and pollutant emission were examined by using Structural decomposition analysis (SDA) model. Dynamic simulation and changes analysis revealed that, (1) The environmental pressures Produced two driving factors in NEDTZ has been there according to integrated Eco-industrial management concept, however, increasing environmental pressure started fast dropping at the late stage. (2) The environmental pressure by substances was mainly caused by labor consumption in the process of economic growth, followed by water consumption before 2015 and by energy consumption after 2015. Emission of waste solid provided greatest contribution to it, followed by the emission of COD. (3) Land factor has positive effect with slower decline, while economic growth factor has obvious impact, and showed a rapid increasing trend at the beginning stage of the period. Technological progress did mitigate, but showed a weakening trend at the late. Three factors on environmental pressure differed with the kinds of them.

And also, on the basis of model simulation, and previous system analysis of eco-industry foundation, scenario analysis of eco-industrial system was applicated in NEDTZ. This paper choosed three adjustment parameters for simulation, including industrial added value ratio, investment proportion of science and technology, investment proportion of environment protection. Through Vensim-DSS software, economy output, pollution emission and matter consumption simulation results in the five scenarios were compared. The results of this study showed that contamination and resource Influences on economy would diminish while total investment output ratio steadily increase, and efficient system of scenario two was the highest by Grey Relational Analysis (GRA), Which means the system reaches its optimal state. Decision makers can fine tune variables and select preferable scenarios of efficient system through simulations. Based on material integration manage-

Abstract

综合类开发区生态工业系统仿真研究

ment, ecology industrial management strategy put forward for NEDTZ from different aspects.

Key words: Evaluation of industrial biodiversity; System dynamics model of eco-industrial system; Structural decomposition analysis; Scenario analysis; Management Strategy; Comprehensive developmental region

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 生态工业系统的概念	(1)
第二节 生态工业系统管理的必要性	(2)
第三节 开发区生态工业理论分析	(7)
第四节 科学问题的提出	(29)
第二章 生态工业系统的管理方法研究	(34)
第一节 生态工业系统的管理方法研究述评	(34)
第二节 生态工业系统的评估模式	(39)
第三节 生态工业系统的管理模型构建	(40)
第四节 生态工业系统的情景分析	(42)
第五节 小结	(43)
第三章 综合开发区生态工业系统的现状评估	(46)
第一节 开发区发展生态工业基础分析	(46)
第二节 开发区产业生态工业系统多样性分析	(55)
第三节 小结	(64)
第四章 基于系统动力学生态工业系统模型构建	(66)
第一节 开发区生态工业管理模型构建	(67)
第二节 模型检验	(69)
第三节 仿真实验	(72)
第四节 小结	(79)

第五章 生态工业仿真系统经济增长与环境压力关系动态变化分析 (81)

第一节 结构分解分析模型构建 (82)

第二节 南通经济技术开发区经济增长和环境压力关系分析 (83)

第三节 小结 (93)

第六章 综合类开发区生态工业系统的管理策略研究 (95)

第一节 生态工业调控情景参数设置 (95)

第二节 情景模拟与分析 (97)

第三节 生态工业系统评价 (103)

第四节 开发区生态工业管理策略 (106)

第五节 小结 (110)

第七章 结论 (112)

第一节 本书的结论 (112)

第二节 本书的创新点 (114)

第三节 本书存在的问题 (114)

参考文献 (116)

第一章 绪 论

第一节 生态工业系统的概念

随着经济持续稳定地增长,资源环境问题已成为中国经济社会可持续发展以及和平崛起的主要限制因素,经济的快速增长很大程度上以能源和土地等不可再生资源的大量消耗以及生态环境的严重破坏作为代价,而各级开发区是我国经济增长不可缺少的一部分,开发区面临越来越大的环境压力。为了从根本上解决污染排放产生和控制产业系统优化的进程,《国家环境保护“十一五”科技发展规划》将“工业园区生态化改造技术研究”作为优先主题之一,明确要求构建以物流、能流、信息流、价值流、技术流为核心的工业园区生态效率评估模型及相应的数据管理系统。从目前我国在生态工业园区的管理工作的现状来看,还处于起步阶段,支撑体系有待进一步完善,而且由于各类工业园区的环境状况、工业基础和建设情况不尽相同,如何加强规范、指导各类生态工业园区的动态监督管理,建立实时生态工业园区建设现状的评估体系是亟待解决的主要问题。

工业生态学(或称产业生态学)认为,工业系统既是人类社会系统的一个子系统,也是自然生态系统的一个子系统,是人类社会与自然生态系统相互作用最为强烈的一个子系统,它与自然生态系统的关系处理得好坏是人类社会可持续发展的核心问题;工业生态学抓住这一核心问题,从不同视角,以工业系统中的产品与服务为重点,采取定量的方法,分析、研究工业系统的全部运行过程(包括原材料处

置)对自然环境造成的影响,从而找出减少这些影响的办法。

生态工业则是依据工业生态学原理而设计建立的一种新型工业组织形态,其本质也是一种生态经济模式。生态工业的内部运转机制包括物质流、能量流、信息流和价值流。其中,物质流和能量流是生态工业关注的核心,如何通过工业产业链的连接、系统集成、共享服务和系统调控实现工业物质利用的减量化、再使用和再循环,实现能量的梯级高效利用,是构建生态工业体系的重点和出发点。

人类通过模仿自然生态系统,按其物质循环和能量流动的规律重新构建人类经济系统,利用系统化、一体化的管理思想将经济系统纳入模拟自然生态系统生产者—消费者—分解者的产业循环链(网)体系。通过产业链形成的工业共生网络系统,将大大提高对自然资源和能源的利用效率,减少整体废弃物的排放及其对环境的影响,这就叫做工业共生体或生态工业系统。因为工业园区从属于区域,所以,生态工业园区从属于区域生态工业网。在区域生态工业网里,既包括生态工业园,也包括传统工业园,还包括未入园区的企业。

那么,如何构建区域生态工业网呢?首先,要进行区域生态工业网规划设计;其次,要进行区域生态工业网结构设计,其中,主要内容有两部分,一是分析区域生态工业网的主要成员,二是要构建支持区域生态网的七大集成系统,即物质资源利用集成系统、水资源集成系统、能源供给集成系统、共享信息集成系统、配套设施集成系统(包括公共设施与基础设施)、技术开发集成系统和废弃物回收集成系统;再次,要制定区域政府的绿色采购制度、区域财政金融制度、区域环境责任制度、区域资源和环境的税收制度、区域优惠政策等。

第二节 生态工业系统管理的必要性

国家级开发区在经济发展、产业培育、科技进步、土地开发、城市建设、增加出口、创造就业、财政税收等诸多方面都取得了显著成

绩,各项主要经济指标一直保持着高于全国平均水平的高速增势。今后 10 多年是我国产业结构快速转型、社会利益格局剧烈变化、政治体制不断应对新的挑战的时期,国家级经济技术开发区的系统管理成为实现经济高效发展的关键。

一、国家级经济技术开发区发展进程

1. 工业转变经济发展方式的重要技术保障

1984 年以来,中国开发区经过艰难创业期(1984~1991 年)、高速增长期(1992~1998 年)、稳定发展期(1999 年后)三个阶段,它创下的发展速度、发展模式和所做出的贡献,不仅推动了中国改革开放的步伐,也丰富了世界特殊经济区域发展的理论与实践。中共“十七大”提出要转变经济发展方式的理论和实践,要求改变高投入、高消耗、高排放、难循环、低效率的增长方式。“十二五”规划纲要指出,以加快转变经济发展方式为主线,是推动科学发展的必由之路,是中国经济社会领域的一场深刻变革。在开发区实施循环经济,用生态工业理论指导区域物质集成、产业结构调整的经济活动,不仅会极大地改变区域社会经济状况,也会对区域生态环境产生深远影响。在新时期,工业转变经济增长方式主要的需求点仍然在开发区,只有国家级的经济技术开发区的理论与实践成功地推动了发展方式的转变,才会成为全国工业和其他级别开发区的示范区。

2. 综合集成管理创新循环经济发展模式

经济开发区工业生态化建设调控的目标是实现生态效率的快速提升,核心是生态工业园组成结构优化和系统集成。结构优化主要在于构建产业高度集聚,产业链运行稳定,产业规模适度的生态网络,实施布局、产品、企业、园区生态管理,实现污染治理目标等。系统集成主要是通过物流、能流、信息流、技术流、人才流的优化调控,提升经济开发区的经济竞争力、创新力和社会资本(公共服务和基础设施)的活动。

循环经济是实现经济活动生态化的模式,兼顾经济效益和环境效益。根据循环经济的内涵,可知循环经济一般能提高环境效益,但经济效益却有多种变化的可能。有些物质如玻璃、纸张、催化剂等的大循环在技术上可行性和在经济上合算;一些建筑材料、包装材料、溶剂等的大循环在技术上可行,但在经济上不一定可行。正确选择适合类型的循环经济模式,有助于实现开发区循环经济的“多赢”。循环经济模式的理论与实践的不断丰富,使转变经济发展方式的社会实现落在了经济开发区的管理模式的创新上。

3. 有助于提高开发区生态工业综合决策水平

有关经济系统的优化管理模型的研究主要集中于区域产业演化过程或更大尺度范围的系统动力学研究,基于经济开发区内的物流、能流、信息流的系统演化研究和经济开发区优化调控管理的系统研究则很少,而经济开发区的决策支持系统是管理信息化的发展瓶颈,所以要加强管理模型的研究。运用现代管理科学当中的系统科学、多样性原理、控制反馈性等进行科学的管理。研究各项技术在时间、空间上的优化、组合、集成示范技术,确保产业共生网络的最稳定化,产品链布局的最优化,以及资源、能源消耗的最小化,基于系统动力学的优化管理模型研究有待加强。

4. 有助于开发区的产业政策执行研究

过去人们偏重于政策制定或规划的研究,而忽视了对政策执行、评估和终结的研究,工业园区企业集中、产业活动强度大、资源通量高和污染密集,成为资源环境问题的高发地,工业园区政策执行研究有其理论与实践如何统筹安排等诸多原因。

从可持续发展与管理视角看,造成开发区资源环境问题的主要原因在于缺乏循环经济理念系统设计。从表面上看,工业和城市物质消耗和污染排放绝对量增加、企业生产规模扩大及环境经济系统冲突加剧、产业结构不合理与产业生态系统功能不完备等是开发区环境经济矛盾的直接原因。但是,从生态工业管理以及政府生态化建设管理的

角度来看,造成开发区资源环境问题的内在原因是缺乏强有力的系统管理及设计系统的管理方案。经济增长方式粗放、人类经济开发活动的时空无序、资源利用的无度、产业结构不合理、缺乏以生态工业系统为核心的结构组成与资源环境系统的协调性管理机制,大大降低了开发区层次的环境保护政策的效率。以下是笔者研究这一系统模拟的原因。

二、国家级经济技术开发区发展趋势

1. 对保护资源及生态环境的重视

工业园区开发通常要占用较大的土地面积,区域开发还将造成局部自然和社会经济结构的变化,改变原有的生态环境系统,农田耕地的占用虽然可一定程度上由工业经济的发展补偿,但是土地利用方式的改变是不可逆的。工业园的建设还将耗费大量资源,在中国水资源日益紧缺的形势下,园区的选址、合理布局与当地水源规划的协调及企业的节水政策等均需恰当评价。将建设资源节约型和环境友好型社会放在工业化、现代化发展战略的突出位置,在这一发展思路下,节能降耗等发展指标已经开始逐渐纳入经济发展规划之中。

根据中国国家环保总局、国家信息中心,2008~2020年中国环境经济形势分析与预测结果表明,随着节能减排目标责任制、加大结构调整、淘汰落后生产能力等多项措施的落实,节能降耗将取得积极进展。单位国内生产总值(GDP)能耗由连续3年上升转为2006年的下降。全国能源消耗总量(标准煤)24.6亿吨,单位GDP能耗1.206吨标准煤/万元;能源利用效率持续提高,重点行业主要产品单位综合能耗明显下降。预测到2010年,能源消费增长到26.5亿吨标准煤;到2020年增长到38亿吨标准煤。2008~2020年万元GDP能耗年均下降4%~5%。2010年,全国用水量将达6 019亿立方米,其中工业用水占24.5%,生态用水占2%,到2020年后整个用水量将逐步呈下降趋势。但工业和生态用水持续增加。