

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

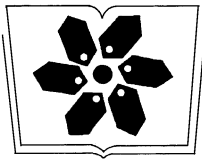
Acta Ecologica Sinica



第32卷 第12期 Vol.32 No.12 **2012**

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 32 卷 第 12 期

2012 年 6 月 (半月刊)

目 次

- 河口湿地人为干扰度时空动态及景观响应——以大洋河口为例..... 孙永光,赵冬至,吴 涛,等 (3645)
- 鄱阳湖南矶湿地优势植物群落及土壤有机质和营养元素分布特征..... 张全军,于秀波,钱建鑫,等 (3656)
- 青岛市湿地生态网络评价与构建..... 傅 强,宋 军,毛 锋,等 (3670)
- 大堤型湖滨带生态系统健康状态驱动因子——以太湖为例..... 叶 春,李春华,王秋光,等 (3681)
- 绿色屋顶径流氮磷浓度分布及赋存形态..... 王书敏,何 强,张峻华,等 (3691)
- 坡度对农田土壤动物群落结构及多样性的影响..... 何先进,吴鹏飞,崔丽巍,等 (3701)
- 枣园桃蛀果蛾寄生蜂种类及其与寄主的关系..... 姚艳霞,赵文霞,常聚普,等 (3714)
- 基于逻辑斯蒂回归模型的鹭科水鸟栖息地适宜性评价..... 邹丽丽,陈晓翔,何 莹,等 (3722)
- 温度、盐度和 pH 对马氏珠母贝稚贝清滤率的联合效应 朱晓闻,王 辉,刘 进,等 (3729)
- 鸡桑药共生模式库区土壤养分变化及流失风险..... 赵丽平,杨贵明,赵同科,等 (3737)
- 黑河中游典型土地利用方式下土壤粒径分布及与有机碳的关系 张俊华,李国栋,南忠仁 (3745)
- DEM 栅格分辨率和子流域划分对杏子河流域水文模拟的影响 邱临静,郑粉莉,Yin Runsheng (3754)
- 粒度变化对城市热岛空间格局分析的影响..... 郭冠华,陈颖彪,魏建兵,等 (3764)
- 基于景观连接度的森林景观恢复研究——以巩义市为例 陈 杰,梁国付,丁圣彦 (3773)
- 城市能源利用碳足迹分析——以厦门市为例..... 林剑艺,孟凡鑫,崔胜辉,等 (3782)
- 高寒牧区村域生态足迹——以甘南州合作市为例..... 王录仓,高 静 (3795)
- 太湖湖滨带生态系统健康评价..... 李春华,叶 春,赵晓峰,等 (3806)
- 秦岭大熊猫栖息地巴山木竹生物量..... 党坤良,陈俊娴,孙飞翔,等 (3816)
- 盐胁迫对盐生植物黄花补血草种子萌发和幼苗生长的影响..... 尤 佳,王文瑞,卢 金,等 (3825)
- 海南霸王岭山地原始林与伐后林中木质藤本对支持木的选择..... 刘晋仙,陶建平,何 泽,等 (3834)
- 闽楠幼树光合特性及生物量分配对光环境的响应..... 王振兴,朱锦懋,王 健,等 (3841)
- 基于形态及分子标记的濒危植物夏蜡梅自然居群的遗传变异研究 金则新,顾婧婧,李钧敏 (3849)
- 不同径级油松径向生长对气候的响应..... 姜庆彪,赵秀海,高露双,等 (3859)
- 珍稀濒危植物长蕊木兰种群的年龄结构与空间分布..... 袁春明,孟广涛,方向京,等 (3866)
- 巨桉与 5 种木本植物幼树的耗水特性及水分利用效率的比较..... 胡红玲,张 健,万雪琴,等 (3873)
- 银木凋落叶腐解过程对小白菜生长和抗性生理的影响..... 黄激激,胡庭兴,张念念,等 (3883)
- 基于氡示踪剂和热扩散技术的栓皮栎水分运输速率与效率研究..... 孙守家,孟 平,张劲松,等 (3892)
- 石漠化干旱环境中石生藓类水分吸收特征及其结构适应性..... 张显强,曾建军,湛金吾,等 (3902)
- 含铜有机肥对土壤酶活性和微生物群落代谢的影响..... 陈 琳,谷 洁,高 华,等 (3912)
- 钝叶枥不同性别花的花部形态与传粉特征比较..... 王 茜,邓洪平,丁 博,等 (3921)
- 我国春玉米潜在种植分布区的气候适宜性..... 何奇瑾,周广胜 (3931)
- 烯效唑干拌种对小麦氮素积累和运转及籽粒蛋白质品质的影响..... 樊高琼,杨恩年,郑 亭,等 (3940)

专论与综述

- 中国产业共生发展模式的国际比较及对策 石 磊,刘果果,郭思平 (3950)

研究简报

- 吉林省镇赉县近 10 年景观格局变化 张国坤,卢京花,宋开山,等 (3958)
- 杨树人工林生态系统通量贡献区分析..... 金 莹,张志强,方显瑞,等 (3966)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 330 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2012-06



封面图说: 鸳鸯——在分类上属雁形目,鸭科。英文名为 Mandarin Duck(即“中国官鸭”)。鸳指雄鸟,鸯指雌鸟,故鸳鸯属合成词。常常栖息于山地河谷、溪流、湖泊、水田等处,雌雄偶居,以植物性食物为主,也食昆虫等小动物。繁殖期 4—9 月间,雌雄配对后迁至营巢区。巢往往置于树洞中,用干草和绒羽铺垫,每窝产卵 7—12 枚。江西省婺源鸳鸯湖是亚洲最大的野生鸳鸯越冬栖息地。鸳鸯是一种美丽的禽鸟,中国传统文化又赋予它很多美好的寓意,因此,在许多文学艺术作品中经常用以表达爱情。

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

DOI: 10.5846/stxb201111131724

石磊, 刘果果, 郭思平. 中国产业共生发展模式的国际比较及对策. 生态学报, 2012, 32(12): 3950-3957.

Shi L, Liu G G, Guo S P. International comparison and policy recommendation on the development model of industrial symbiosis in China. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(12): 3950-3957.

中国产业共生发展模式的国际比较及对策

石 磊*, 刘果果, 郭思平

(清华大学环境学院国家环境保护生态工业重点实验室, 北京 100084)

摘要: 产业共生和生态工业园区已经成为世界范围内产业生态化转型的重要手段之一。在厘清产业共生发展模式内涵的基础上, 借鉴商业模式的划分准则辨识了世界范围内 6 种产业共生模式: 丹麦卡伦堡模式、美国模式、英国模式、日本模式、韩国模式和中国模式。从关键参与者、核心能力以及资金流 3 个维度对这些模式进行了辨识, 重点比较了我国产业共生与其他模式的差别。研究表明, 我国产业共生实践数量众多, 在关键参与主体、核心能力培育和资金流等方面存在丰富的多样化, 虽然形成了一定的中国特色, 但并没有形成固定的“中国模式”。可以说, 我国的产业共生实践还停留在初级阶段, 下一步可持续发展必须建立合理的管制架构、形成稳定的资金支持机制和培育核心竞争能力。初级提出了我国产业共生和生态工业园区建设的政策建议。

关键词: 产业共生; 生态工业园区; 商业模式; 可持续转型; 循环经济

International comparison and policy recommendation on the development model of industrial symbiosis in China

SHI Lei*, LIU Guoguo, GUO Siping

State Environmental Protection Key Laboratory of Eco-industry, School of Environment, Tsinghua University, Beijing 100084, China

Abstract: The idea of Industrial symbiosis and eco-industrial parks (EIPs) has nowadays become one of the most powerful tools in realizing sustainability while industrial system evolves. The paper firstly clarified the definition of industrial symbiosis and business model, and then identified the key actors, core competencies and capital flows of each case as the three indicators for comparing industrial symbiosis models worldwide. We distinguished the Kalundborg, USA, UK, Japan, Korea and China's models, by the level of governmental intervention, from the models that are self-organizing to those that are planned cooperate with government. Regarding the key actors involved, like Japan and Korea, the EIP practices in China are also driven by the central government. However, the administrative committee of the industrial parks in China is also acting as an agency from the government, and this makes China's model more towards the 'planned' end of the spectrum. Another distinction of China's model is that a stable, continuous capital flow has not been established to provide financial support for industrial symbiosis, especially the EIPs. As a major driving force for eco-industry's prototype in promoting industrial symbiosis, in reality, the environmental protection departments barely have any capacity in providing funds. There is not a stable source of finance for EIP in China, unlike the Korean EIP special funds, the landfill tax in the UK or the recycling and recovery fee in Japan, which offer stable funding. Considering the huge industrial foundation and the vigorous situation of development, there is no doubt that China has the highest amount of EIP practices. Nevertheless, the development of EIPs in China is still in its trial stage. For example, compared with the UK model, China hasn't

基金项目: 环保部公益性科研专项(2010467059); 国家科技支撑计划(2009BAC64B01)

收稿日期: 2011-11-13; 修订日期: 2012-03-26

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: slone@tsinghua.edu.cn

established the nationwide industrial symbiosis network; compared with Korea model, China should enforce better the supporting and monitoring capabilities. In conclusion, China should make a clearer plan on development targets and layout. The future sustainable development of EIPs requires the building of an appropriate regulatory framework, as well as stable funding schemes and sustainable competitive advantage. Thus, several policies recommended are proposed as follows: 1) the planning of EIPs should be incorporated into the mainstream decision-making for all industrial park construction, which requires the establishment of a more integrated institutional framework. Total discharge volume control, environmental entry standards, information disclosure and some other policies should be highlighted; 2) The leading role of the environmental protection departments should be emphasized, including the establishment of an unified management approach, as well as unifying the technical standards and specification guidelines, and the provision of sustainable sources of funding; 3) The building of the core capacities and transparency of EIPs should be highlighted by carrying out key activities. The auditing of EIPs should be administrated, with the setting up of a measurable, comparable and verifiable evaluation criteria system. 4) Last but not the least, a stable, sustainable financial supporting scheme should be formulated. For instance, certain proportion of the pollution discharge fees can be used to provide funding. In the meantime, similar to the Korean case, a competitive funding distribution system can be established to achieve the optimal allocation of money based on performance.

Key Words: Industrial symbiosis; eco-industrial park; Business model; sustainable transition; circular economy

2011 年 6 月在美国旧金山召开的第八届产业共生研讨会讨论了产业共生的几个基本问题,其中包括商业模式,即世界范围内已经出现了哪些产业共生的发展模式。通常意义上,商业模式是由客户价值、企业资源与能力、盈利方式所构成的商业逻辑与运作体系^[1],是针对企业而言的。对于产业共生及其空间主体的生态工业园区而言,商业模式实际上是指产业可持续发展所依托的包括价值主张、资源与过程以及资金流转等在内的运转体系。本文借鉴商业模式划分准则,从关键参与者、核心能力以及资金流 3 个维度辨识了世界范围内 6 种产业共生模式,在比较分析的基础上,提出了我国产业共生发展的政策建议。

1 产业共生发展模式内涵及问题提出

1.1 产业共生

产业共生这一术语最早出现于 1947 年的经济地理文献,用以描述不同企业相互之间存在的“有机关系”,尤其是一家企业的废物作为另一家企业的原料^[2]。1989 年,丹麦卡伦堡产业共生体系因一帮高中生的参观得以戏剧性地发现,Ehrenfeld 等人于 1995 年前后系统梳理了该产业共生体系的演进过程及其效应,指出产业共生体系对于能源和资源的利用效率要大于各企业单独运作之和,也就是“1+1>2”的共生效应^[3]。2000 年,耶鲁大学的 Chertow 教授对产业共生进行了系统的总结评述,认为产业共生是将原本独立的企业经由物质、能量、水或其他副产物的物理交换而产生共赢效应的过程或者现象^[4]。鉴于产业共生的双赢效应,人们希望将产业共生从以往的自发行为转向有目的的自觉活动,其中一种最为重要的实践形式就是生态工业园区^[5]。

从概念形成脉络可以看出,产业共生作为一种经济现象其实很早就根植于产业发展的实践中,其之所以在现阶段受到重视源于人们对产业发展伴生环境问题意识的凸显。综合国内外研究,本文将产业共生界定为:产业系统内部及产业系统与自然系统或社会系统之间所发生的物理交换过程或现象,这种交换能够给参与主体和整个系统带来环境与经济双赢的效果。根据该定义,产业共生文献所大量探讨的副产物或废物交换是实现产业共生的重要手段,但那些能够带来环境与经济双赢效果的产品-原材料交换也属于产业共生的范畴。

1.2 产业共生发展模式的内涵及分类

在经济社会领域范畴,发展模式一般是指在一定地区和一定历史条件下具有特色的经济发展的路子^[6],也就是对特定时空经济发展特点的概括。产业共生及其空间载体生态工业园区作为一种经济现象,同样也存

在着不同的发展模式。在产业共生和生态工业园区概念形成的早期,Chertow 基于 1997—1999 年间对 18 个生态工业园区试点的调查,区分了 5 种类型的物质交换^[4]。2001 年,Lowe 在《亚洲生态工业园区开发指南》中基于建设主体和开发方法区分出了不同的建设模式^[5],Fleig 对此进行了更为系统的总结^[7]。在管理实践中,我国环境保护部门基于分类指导原则将生态工业园区分为综合类、行业类和静脉产业类 3 种类型。上述分类从系统构成视角强调了开发主体及建设方法的差异性,对于生态工业园区建设和产业共生发展具有一定的指导作用。

在实证研究方面,Chertow 给出了生态工业园区建设的两类模式,即自发演进模式和计划规划模式^[8]。前者的代表是丹麦的卡伦堡产业共生体系,后者的代表是中国生态工业园区,如广西贵港和鲁北化工等。这种划分对于产业共生和生态工业园区发展虽然具有指导意义,但因划分维度过于单一且分类过少而难以给出更多的信息量。事实上,世界范围内的产业共生实践已经达到数以千计的量级,有必要进行更为细致的划分和深层次的思考。

1.3 问题的提出

综上所述,已有分类并没有考察产业共生系统得以建立和维持的外部环境因素,尤其是区域乃至国家尺度上的制度性因素,难以真正反映出生态工业园区建设和产业共生发展的内在规定性。换句话说,这些分类系统给出的并不是发展模式意义上的产业共生分类。

那么针对世界范围众多的产业共生实践,应该给出怎样的模式划分?是否一种模式就一定优于另一种模式?再者,从中国角度,国际上成功的产业共生模式,是否可以照搬?是否存在着独特的模式,也就是说是否存在产业共生的中国模式?更进一步,我国产业共生如何才能良性运转和持续发展?

2 产业共生发展模式划分准则及典型模式

2.1 划分准则

本文借鉴商业模式来界定产业共生的发展模式。所谓商业模式,是一种包含了一系列要素及其关系的概念性工具,用以阐明某个特定实体的商业逻辑。它描述了公司所能为客户提供的价值以及公司的内部结构、合作伙伴网络和关系资本等用以实现(创造、推销和交付)这一价值并产生可持续盈利收入的要素。一般地,见诸商业模式探讨的要素有以下 9 类^[1]:1) 价值主张;2) 消费者目标群体;3) 市场划分;4) 分销渠道;5) 客户关系;6) 价值配置;7) 核心能力;8) 合作伙伴网络;9) 成本结构和收益模型。

对产业共生而言,其实施主体并非单个企业,而是企业群体或者具有空间概念的工业园区,因此并不需要考虑消费者目标群体、市场划分、分销渠道和客户关系等要素。对于价值要素,产业共生和生态工业园区强调的是企业间或园区层面上环境与经济的双赢,因此在发展模式划分中也无需考虑价值主张和价值配置。因此,产业共生模式划分重点要考虑的要素包括:1) 关键参与者及合作网络;2) 核心能力和特征活动;3) 资金流模式,包括成本结构和收益模型。

关键参与者及合作网络指的是产业共生发展过程的参与主体及其相互间的作用关系。参与主体包括生产性企业、服务性企业、投融资机构、各级政府和社区公众等。这些主体在产业共生发展过程中所起的作用不尽相同。一般而言,不同的主导主体会导致不同的发展模式。核心能力和特征活动指的是导致产业共生出现及壮大的措施和能力。这些措施包括废物交换、基础设施共享和资源能源的梯级利用等。核心能力是指导致不同模式出现且难以替代的关键要素及其运作方式,例如地理临近性、主体间信任氛围以及良好的合作基础等。资金流模式是指在产业共生成员间随着共生产业链活动而发生的资金往来。

依据这三个准则,本文将国际范围内的产业共生实践划分为 5 种模式:丹麦卡伦堡模式、美国模式、英国模式、日本模式和韩国模式。这些产业共生发展模式以及中国情况的比较如表 1 所示。

2.2 国际上典型的产业共生模式

丹麦卡伦堡模式 卡伦堡产业共生体系是工业生态学领域关于产业共生的经典案例,也是自发演进模式的代表。历经 30 多年的演进,卡伦堡地区形成了一个包含炼油、火电和酶制剂等十多家企业和三十余条交换

表 1 产业共生发展模式的国际比较

Table 1 The international comparison of industrial symbiosis development models

模式 Models	关键参与者与合作网络 Key partners and collaboration network	关键活动和核心能力 Key activities and core capability	资金流 Capital flow
丹麦卡伦堡模式 Kalundborg model	早期是企业自发合作,后期是产业共生协会推动;合作网络成员包括:企业、卡伦堡市政府、居民和产业共生协会;其中,关键参与者是产业共生协会	卡伦堡模式 20 世纪 90 年代中期之前产业共生具有强烈的企业自发特点,共生系统的形成是在商业基础上逐步形成的,企业之间的废物交换服从于市场规律,运用了许多种方式;有直接销售,以货易货,甚至友好的协作交换;在产业共生协会成立后,多个企业开始参与协商,基础设施共享形式的产业共生得以出现;促成产业共生体系的条件包括:企业地理临近、相互信任以及存在良好的合作基础 ^[9]	产业共生协会由园区各方出资资助;同时,协会致力于开发新的合作项目,对外提供咨询服务,获取运作经费
美国模式 USA model	美国可持续发展委员会、试点园区的企业、居民、公共或私人开发者;关键参与者是公共或私人开发者	促进园区内外的废物交换,实施绿色建筑、能源效率、基础设施共享等项目 ^[10]	资金来源多样化,包括联邦政府、州政府、城市或企业
英国模式 UK model	关键参与者是 NISP,起推动者作用;合作网络包括英国中央和地方政府、International Synergies Limited、企业	企业会员招募采用会员制,参与企业免费申请加入该项目;企业通过填写企业信息调查表将自己企业的基本情况反映给产业共生的项目组;项目组利用专业产业共生软件整理、分析区域产业共生信息调查所获得的各种信息;针对典型性企业进行调研走访,进一步摸清企业的供需情况;组织速赢会,对于潜在对接机会,项目组将联系企业代表,组织速赢会;如企业之间达成对接意向,项目组将帮助双方组织会议、互访等工作,并及时的协调双方的沟通;如对接成功实施,项目组将为双方制作对接案例报告;在经过双方同意的情况下,项目组将对外公开并宣传案例报告;对于暂无对接机会的资源,项目组会进行整理、输入数据库,并且为其对接提供咨询服务 ^[11]	NISP 由 International Synergies Limited 资助,资金来源于英国政府,企业免费自愿参与
日本模式 Japan model	日本产经省、日本环境省、Eco-town 所在地政府、企业、社区等;关键参与者是 Eco-town 所在地政府	1) 基于区域“零排放”概念建立起环境友好的,经济与社会和谐发展的区域社区;2) 企业的节能和资源循环利用,与园区的资源循环利用、集中式废物处理相结合 ^[12]	日本政府对 Eco-town 提供的资助一般占总需求资金的 1/3,对于一些特别具有创新价值的 Eco-town 可以给予 50% 的资金支持;上述资金用于 Eco-town 的硬件、软件建设;其余的资金源于地方政府和企业
韩国模式 Korea model	韩国知识经济部、KICOX (韩国工业园区股份有限公司)、生态工业园区中心、企业;关键参与者是生态工业园区中心,起推动和桥梁作用	1) 建立资源循环利用网络,包括能源、资源循环利用网建设;资源循环网络技术发展项目和资源循环推动项目;2) 开展生态工业园区基础建设,包括项目发展可行性研究、规划和研究、过程诊断、工业区污染防控和生态环境建设支持项目 ^[13]	EIP 示范项目的资金来源于韩国知识经济部的 EIP 专项资金,资金下拨到 KICOX,并由 KICOX 负责管理、分配;EIP 项目需要先经评估委员会审核、甄选后方可进入融资环节;在 EIP 项目的商业化和网络扩张阶段,项目资金来源于 ESCO、WASCO 和绿色增长基金等;同时企业需要向知识经济部上缴技术使用费,这部分费用约占部委行政资金的 20%—40%
中国模式 China model	国家环保部门、国家商务部门、国家科技部门、国家经济综合部门、地方政府、园区管理委员会、企业和公众等;其中,关键参与者是园区管理委员会或龙头企业	国家职能部门出台生态工业园区管理办法、技术标准和规划指南,负责示范项目的创建批准和命名;工业园区制定规划,成立生态工业园区领导小组和办公室;推动废物最小俱乐部建设或废物交换网站的建立;建立生态基础设施并推动共享;促进企业进行废物交换等	国家职能部门会给予一定的示范项目资金支持,或通过资源综合利用等优惠政策给予税收减免

链的产业共生体。该共生体完全通过企业之间自发进行废物交换而形成,共生合作的动机是在经济上获利,主要靠市场力量来驱动。除此之外,企业之间良好的信任与合作关系也是促成该共生体的重要因素。在该共生体系被发掘后,为了更好地推动产业共生的发展,1996 年成立了工业共生协会。该协会由卡伦堡地区开发部门主办,园区各方出资资助。该协会是工业共生合作信息中心,同时致力于开发新的合作项目,并对外提供咨询服务^[14]。

美国模式 美国在 1990 年前后开始了关于工业生态学的学术讨论,其中 1989 年发表在《科学美国人》上的文章“制造业的策略”被认为是工业生态学的奠基之作。其后,美国可持续发展总统委员会(PCSD)于 1994 年宣布开展生态工业园区的试点,美国环保局也拟拿出 30 万美元资助生态工业园区的设计与开发。1995 年,马里兰州 Fairfield、弗吉尼亚州 Cape Charles、得克萨斯州 Brownsville 和田纳西州 Chattanooga 开始了生态工业园区的试点工作^[4]。Gibbs 于 2005 年前后对美国 16 个试点生态工业园区进行了评估,认为除了 2—3 个算是有所进展外,其余基本可以归为失败案例行列,并认为失败的原因在于:生态工业园区作为一种生态创新生境,在美国缺乏大的制度环境进行配合^[10]。实际上,美国模式的失败另外一个原因也许在于试点园区所负载的经济规模不够大,主体多样化不足,发展也欠缺活力。

英国模式 英国国家产业共生项目(NISP)是世界上第一个国家尺度上的产业共生项目。NISP 在英国 有 12 个区域性小组,并建立了全国性的联系网。2005 年,该项目获得了英国政府 600 万英镑的专项拨款。这个项目的主要执行者是 International Synergies Limited,免费为企业 提供废物交换与再利用项目,其运作经费来源于当地政府的垃圾填埋税。目前,参与 NISP 的企业多达 4000 多家^[11]。

日本模式 日本于 20 世纪 90 年代末期开始系统探索循环型社会建设工作。于 1997 年起,开始了 Eco-town 项目的推进工作,关注环境技术研发,特别关注节能、循环资源开发和集中式废物管理。目前,日本在全国范围内共建设了 28 个 Eco-town^[12]。中央政府主要负责对项目进行核准,为项目提供资金支持。地方政府(日本的县政府或大型城市的市政府)是 Eco-town 项目的运行、管理主体,并为项目提供资金支持。Eco-town 项目可以大致分为硬件建设和软件建设两部分。硬件建设方面由企业和地方政府共同完成。软件建设资金主要来源于地方政府,同时需要公众参与软件建设,如图 1 所示。除了 Eco-town 建设之外,日本在工业园区建设方面也开展了大量的工作,例如在川崎促进钢铁与建材、化工等产业的物质和能量交换,形成产业消纳城市废物为特色的共生体,并称之为城市共生。

韩国模式 2003 年 10 月,韩国政府基于法律《促进环境友好工业结构法案》(APEFIS) 4.2 条,出台了国家级生态工业园示范项目计划,旨在通过发展资源循环网络建立起生态工业园区,在工业园区内减少环境污染,并使能源效率最大化。韩国生态工业园区示范项目分为 3 个阶段:第 1 阶段(2005—2009 年),选定了浦项、丽水、蔚山、尾浦、温山、半月、始华和清州作为示范园区,投入 1700 万美元,在示范园区内各自建立起产业共生体系,发起和推动一些产业共生项目。同时,在韩国知识经济部支持下设立了韩国工业园区股份有限公司(KICOX),取代原来的国家清洁生产中心来执行生态工业园区示范项目的引导、支持和监查职能。第 2 阶段(2010—2014 年),继续扶持 8 个示范区,将产业共生经验进行推广,并希望能够有产业共生的商业化行为。此阶段的投资力度最大,共投入 6800 万美元,资金并不是在 8 个 EIP 示范项目中进行均分,而是根据其促成的产业共生业绩进行评级分配,由此引入了竞争机

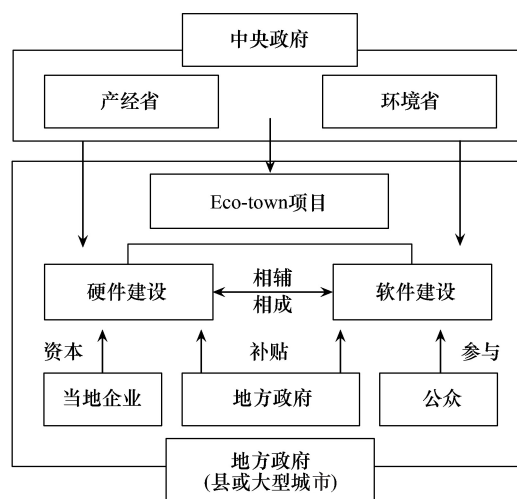


图 1 日本 Eco-town 建设的管理架构与资金流

Fig. 1 The administrative framework and capital flows of Eco-towns in Japan

制。另外,项目经费并用于不直接支持参与共生的企业,而是用于支持区域 EIP 中心(办公室),其组织架构和管理流程如图 2 所示。第 3 阶段(2015—2019 年),共投入 680 万美元,旨在发掘 2—3 个成功的生态工业园区模式,并以期建立全国性的产业共生体系。

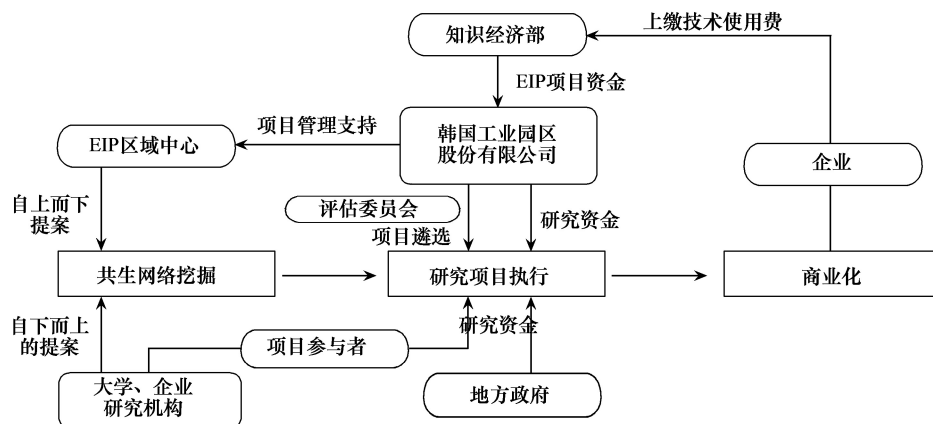


图 2 韩国生态工业园区示范项目的管理架构与融资流程

Fig. 2 The administrative framework and capital flows of EIP in South Korea

3 我国产业共生发展情况

我国产业共生实践形式包括生态工业示范园区、循环经济试点园区、城市矿山和“两型”试点园区建设等。其中,生态工业示范园区发展最早,其管理架构和机制更为系统。截止至 2011 年 9 月,环保部门共批准了 54 家单位进行国家级生态工业建设示范园区的创建工作,其中天津经济技术开发区和苏州工业园区等 13 家已被正式命名为“国家生态工业示范园区”。长达 10a 的系统实践,我国生态工业园区基本形成了“有标准可依、依标准建设、据标准考核”的管理架构,从最初的示范试点带动逐步过渡到通过建立长效机制来促进工业园区有序生态化改造的阶段。

为便于分类管理,我国将生态工业园区划分成综合类、行业类和静脉产业类 3 种形式,鼓励国家级经济技术开发区和国家高新技术产业开发区通过生态化改造申报综合类生态工业示范园区,支持开发区内具备条件的工业园区申报行业类生态工业示范园区和静脉产业类生态工业示范园区^[15]。这 3 类在执行主体、特征活动以及资金流等方面都存在一定的差异,如表 2 所示。

表 2 国内 3 类生态工业园区类型比较
Table 2 Three types of eco-industrial parks in China

类别 Types	园区类型 Industrial park types	合作网络 Collaboration network	核心能力和关键活动 Core capability and key activities	典型代表 Typical cases
综合类 Industrial integrated type	国家级经济技术开发区、国家级高新技术产业开发区、省级经济开发区和高新区等	园区管委会主导,企业参与,科研咨询机构提供支撑	举办产业共生论坛,成立废物最小化俱乐部,建设废物交换网站,促进基础设施共享等。	天津经济技术开发区、苏州工业园区、苏州高新区等
行业类 Industrial specific type	大型企业集团或资源集中地	一般由龙头企业或地方政府主导,企业参与	针对行业特征废物开展废物交换的研发、实施与运营	广西贵港制糖示范园区、山东鲁北化工示范园区等
静脉产业类 Vein industrial type	废物资源集散地	由企业牵头,地方政府支持	获取环保部门颁发的相关营业资质,争取国内外废物来源,建立规范化的废物处理处置体系	青岛新天地静脉产业园区

尽管存在差异,所有这些生态工业园区实践具有一些共同特征,表现出了强烈的中国特色^[16]。例如,我国生态工业园区建设大多是政府主导的组织方式,即绝大多数园区的推动者和决策者都带有政府色彩,尤其是经济技术开发区和高新技术产业园区;我国生态工业园区呈现典型的产业增长动态特征,产业链招商、产业共生招商或补链招商是我国生态工业园区建设的重要手段;在生态基础设施建设方面,我国的工业园区中水和能量基础设施往往是集中建设模式,而废物处理与循环则是高度分散模式,等等。

鉴于庞大的工业基础和蓬勃的发展态势,毫无疑问我国正在开展着世界范围内最大规模的产业共生实践,单是由国家部门批准建设的生态工业园区或循环经济试点项目就多达上百个,在省市层面则更多。然而,与英国比较,我国还没有建立起全国性的产业共生网络,也缺乏造就这一全局网络的推动者;与韩国比较,我国在国家层面的发展目标不够清晰、支持和监控网络不够系统;与日本 Eco-town 项目比较,我国缺乏全国层面的整体布局。目前,有关部门已经对我国的产业共生实践开展了阶段性和局部的评估,但总体评估还没有开展,也存在相当难度。

在关键参与者方面,与日本和韩国类似,我国生态工业园区实践的驱动也来源于中央政府,由环境保护和经济发展部门引领并驱动。作为政府派出机构性质的工业园区管理委员会则是具体的驱动主体,通过成立领导小组和专项办公室的形式加以推进和落实。园区内的企业是产业共生的实施主体,公众也通过对问卷调查和环境评估等方式参与建设进程。生态工业示范园区的规划则往往邀请科研机构或专业咨询机构进行编制,由此构成了高层政府引领-管委会驱动-企业实施-科研单位和公众参与的合作网络体系。然而,这个合作网络中并不存在类似于卡伦堡产业共生协会或韩国 EIP 中心的组织机构,导致产业共生的持续推进失去了主体。园区办公室往往流于形式因而难以实施其职能;规划编制单位由于缺乏持续资金支持也往往是“一锤子买卖”,后果就是“规划规划,墙上挂挂”。主体的缺失也导致了产业共生核心能力的缺失。

从资金流角度,我国对于产业共生尤其是生态工业园区建设的资金支持基本停留在零敲碎打的模式上,尚没有建立起稳定的、可持续的资金流模式。作为生态工业示范园区的力推者,环保部门基本上没有资金支持的行为和能力,既没有类似于韩国的园区专项资金支持,也没有类似于英国填埋税或日本循环再造费的稳定资金支持;国家综合经济部门对于循环经济试点单位给予一定程度的项目资金支持,也存在对资源综合利用项目或节能项目按照绩效考量的稳定支持政策,但没有针对工业园区整体的持续的资金支持机制;科技部门和商务部门也是如此,缺乏整体机制。

总而言之,我国产业共生实践数量众多,在关键参与主体、核心能力培育和资金流等方面存在丰富的多样化,虽然形成了一定的中国特色,但并没有因此而形成固定的“中国模式”。可以说,我国的产业共生实践还停留在“摸着石头过河”阶段,下一步可持续发展必须要建立合理的管制架构、形成稳定的资金支持机制和培育核心竞争能力。

4 我国产业共生发展的对策建议

产业生态化转型是我国可持续发展的必然诉求。产业生态化的推进依赖于对现行生产-流通-消费-废弃全过程的整合和升级,而绝非零敲碎打做法的机械组合。为此,本文提出如下对策建议:

(1) 建立产业共生的制度框架。EIP 需要进一步政策创新,新的“政策先行区”,成为贯彻落实环保领域的“三个转变”的主力军;从约束性政策为主逐渐过渡到经济激励性政策为主。重点落实三项制度:总量控制、环保准入、信息公开;工业园区需要将 EIP 规划和制定纳入工业园区建设决策主流,让 EIP 创建成为提升园区综合竞争优势的有力手段。

(2) 积极发挥关键参与者的作用,形成参与主体“共生”网络。坚持环保部门引领,环保部出台统一的管理办法、制定技术标准、规范编制指南、提供可持续的资金来源;坚持管委会主导作用,切实发展生态工业园区领导小组和办公室的职能和作用;有条件的园区尽快设立生态工业园区支撑中心,进行管理和技术等方面的持续推进和支撑;充分发挥核心节点企业的作用,通过产业链传导机制建立企业合作网络。

(3) 培育核心能力,开展关键活动。开展生态工业园区审核,建立可测量、可比较和可验证的评价指标体

系;建设交流平台,例如废物交换俱乐部;培育生态创新平台,建立生态低碳创新联盟等。

四、形成稳定的可持续的资金支持机制。建立稳定的资金支持,例如从排污费中拿出一定比例进行支持;同时,建立类似于韩国的竞争性资金分配机制,基于绩效对资金进行优化配置;促进工业园区可持续的资金循环,促使园区建立发展基金,让获得好处的企业回馈于基金。

References:

- [1] Zott C, Amit R, L. Massa. The Business Model: Theoretical Roots, Recent Developments, and Future Research. [2010-6-1]. <http://www.iese.edu/research/pdfs/DI-0862-E.pdf>.
- [2] Renner G T. Geography of industrial localization. *Economic Geography*, 1947, 23(3): 167-189.
- [3] Ehrenfeld J, Gertler N. Industrial ecology in practice: the evolution of interdependence at Kalundborg. *Journal of Industrial Ecology*, 1997, 1(1): 67-79.
- [4] Chertow M R. Industrial symbiosis: literature and taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment*, 2000, 25(1): 313-337.
- [5] Lowe E A. Eco-industrial Park Handbook for Asian Developing Countries. A Report to Asian Development Bank, Environment Department, Indigo Development, Oakland, CA, 2001.
- [6] Fei X T. Peasant Life - the life of the Chinese farmers. Beijing: The Commercial Press, 2001.
- [7] Anja-Katrin Fleig. ECO-Industrial Parks: A Strategy towards Industrial Ecology in Developing and Newly Industrialised Countries. [2011-5-22]. www.gtz.de/de/dokumente/en-eco-industrial-parks.pdf
- [8] Chertow M R. "Uncovering" industrial symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 2007, 11(1): 11-30.
- [9] Suren E. Industrial Ecology-How to Realize Sustainable Development of Industrial Society. Beijing: Economy Daily Press, 1999: 5-12.
- [10] David Gibbs. Eco-industrial parks and industrial ecology: strategic niche or mainstream development? //Boons F, Howard-Grenville J, eds. *The Social Embeddedness of Industrial Ecology*. Chletenham; Edward Elgar, 2009: 73-102.
- [11] NISP. [2010-05-10]. <http://www.nisp.org.uk>.
- [12] van Berkel R, Fujita T, Hashimoto S, Geng Y. Industrial and urban symbiosis in Japan: analysis of the Eco-Town program 1997—2006. *Journal of Environmental Management*, 2009, 90(3): 1544-1556.
- [13] Park H S, Rene E R, Choi S M, Chiu A S F. Strategies for sustainable development of industrial park in Ulsan, South Korea -From spontaneous evolution to systematic expansion of industrial symbiosis. *Journal of Environmental Management*, 2008, 87(1): 1-13.
- [14] Kalundborg Symbiosis is the world's first working industrial symbiosis. [2011-09-05]. <http://www.symbiosis.dk/en>.
- [15] Ministry of Environmental Protection. Existing problems and working plan of National Pilot EIP construction (2008). [2010-5-22]. http://kjs.mep.gov.cn/stgysfyq/xcg/200902/t20090220_134484.htm.
- [16] Shi L, Wang Z. Eco-industrial Parks in China (2000—2010). *Journal of China University of Geosciences: Social Sciences Edition*, 2010, 10(4): 60-66.

参考文献:

- [6] 费孝通. 江村经济——中国农民的生活. 北京: 商务印书馆, 2001.
- [9] 苏伦艾克曼. 工业生态学-怎样实施超工业化社会的可持续发展. 北京: 经济日报出版社, 1999: 5-12.
- [11] NISP. 英国国家工业共生项目 NISP 网站[2010-05-10]. <http://www.nisp.org.uk>.
- [14] 卡伦堡产业共生网站[2011-09-05]. <http://www.symbiosis.dk/en>.
- [15] 国家环境保护部. 2008 年国家生态工业园区建设存在的问题和下一步工作建议[2010-5-22]. http://kjs.mep.gov.cn/stgysfyq/xcg/200902/t20090220_134484.htm.
- [16] 石磊, 王震. 中国生态工业园区的发展 (2000—2010 年). *中国地质大学学报: 社会科学版*, 2010, 10(4): 60-66.

CONTENTS

Temporal and spatial dynamic changes and landscape pattern response of Hemeroby in Dayang estuary of Liaoning Province, China	SUN Yongguang, ZHAO Dongzhi, WU Tao, et al (3645)
Distribution characteristics of plant communities and soil organic matter and main nutrients in the Poyang Lake Nanji Wetland	ZHANG Qianjun, YU Xiubo, QIAN Jianxin, et al (3656)
Evaluation and construction of wetland ecological network in Qingdao City	FU Qiang, SONG Jun, MAO Feng, et al (3670)
Driving forces analysis for ecosystem health status of littoral zone with dikes: a case study of Lake Taihu	YE Chun, LI Chunhua, WANG Qiuguang, et al (3681)
The concentrations distribution and composition of nitrogen and phosphorus in stormwater runoff from green roofs	WANG Shumin, HE Qiang, ZHANG Junhua, et al (3691)
Effects of slope gradient on the community structures and diversities of soil fauna	HE Xianjin, WU Pengfei, CUI Liwei, et al (3701)
Investigation of populations of parasitic wasps parasitizing <i>Carposina sasakii</i> Matsumura (Lepidoptera: Carposinidae) in jujube orchards in China, with respect to the wasp-host relationship	YAO Yanxia, ZHAO Wenxia, CHANG Jupu, et al (3714)
Assessment of ardeidae waterfowl habitat suitability based on a binary logistic regression model	ZOU Lili, CHEN Xiaoxiang, HE Ying, et al (3722)
Combined effects of temperature, salinity and pH on the clearance rate of juveniles of <i>Pinctada martensii</i> (Dunker)	ZHU Xiaowen, WANG Hui, LIU Jin, et al (3729)
Soil nutrient dynamics and loss risks in a chicken-forage mulberry-medicinal plant intercropping system	ZHAO Liping, YANG Guiming, ZHAO Tongke, et al (3737)
Soil particle size distribution and its relationship with soil organic carbons under different land uses in the middle of Heihe river	ZHANG Junhua, LI Guodong, NAN Zhongren (3745)
Effects of DEM resolution and watershed subdivision on hydrological simulation in the Xingzihe watershed	QIU Linjing, ZHENG Fenli, YIN Runsheng (3754)
Impacts of grid sizes on urban heat island pattern analysis	GUO Guanhua, CHEN Yingbiao, WEI Jianbing, et al (3764)
Landscape connectivity analysis for the forest landscape restoration: a case study of Gongyi City	CHEN Jie, LIANG Guofu, DING Shengyan (3773)
Carbon footprint analysis on urban energy use: a case study of Xiamen, China	LIN Jianyi, MENG Fanxin, CUI Shenghui, et al (3782)
The ecological footprint of alpine pastures at the village-level: a case study of Hezuo in Gannan Autonomous Prefecture, China	WANG Lucang, GAO Jing (3795)
The ecosystem health assessment of the littoral zone of Lake Taihu	LI Chunhua, YE Chun, ZHAO Xiaofeng, et al (3806)
The biomass of <i>Bashania fargesii</i> in giant pandas habitat in Qinling Mountains	DANG Kunliang, CHEN Junxian, SUN Feixiang, et al (3816)
Effects of salinity on seed germination and seedling growth in halophyte <i>Limonium aureum</i> (L.) Hill	YOU Jia, WANG Wenrui, LU Jin, et al (3825)
Liana-host tree associations in the tropical montane primary forest and post-harvest forest of Bawangling, Hainan Island, China	LIU Jinxian, TAO Jianping, HE Zeet al (3834)
The response of photosynthetic characters and biomass allocation of <i>P. bournei</i> young trees to different light regimes	WANG Zhenxing, ZHU Jinmao, WANG Jian, et al (3841)
Genetic variation among populations of the endangered <i>Sinocalycanthus chinensis</i> based on morphological traits and ISSR profiles	JIN Zexin, GU Jingjing, LI Junmin (3849)
Growth response to climate in Chinese pine as a function of tree diameter	JIANG Qingbiao, ZHAO Xiuhai, GAO Lushuang, et al (3859)
Age structure and spatial distribution of the rare and endangered plant <i>Alcimandra cathartii</i>	YUAN Chunming, MENG Guangtao, FANG Xiangjing, et al (3866)
The water consumption and water use efficiency of the seedlings of <i>Eucalyptus grandis</i> and other five tree species in Sichuan Province	HU Hongling, ZHANG Jian, WAN Xueqin, et al (3873)
Effects of leaf litter of <i>Cinnamomum septentrionale</i> on growth and resistance physiology of <i>Brassica rapa</i> in the decomposition process of litter	HUANG Weiwei, HU Tingxing, ZHANG Niannian, et al (3883)
Water transport velocity and efficiency in <i>Quercus variabilis</i> detected with deuterium tracer and thermal dissipation technique	SUN Shoujia, MENG Ping, ZHANG Jinsong, et al (3892)
The saxicolous moss's features of absorbing water and its structural adaptability in the heterogeneous environment with rock desertification	ZHANG Xianqiang, ZENG Jianjun, CHEN Jinwu, et al (3902)
Effects of organic materials containing copper on soil enzyme activity and microbial community	CHEN Lin, GU Jie, GAO Hua, et al (3912)
Comparison of floral morphology and pollination characteristics between the sexes in <i>Eurya obtusifolia</i>	WANG Qian, DENG Hongping, DING Bo, et al (3921)
Climatic suitability of potential spring maize cultivation distribution in China	HE Qijin, ZHOU Guangsheng (3931)
Effects of uniconazole dry seed dressing on nitrogen accumulation and translocation and kernel protein quality in wheat	FAN Gaoqiong, YANG Ennian, ZHENG Ting, et al (3940)
Review and Monograph	
International comparison and policy recommendation on the development model of industrial symbiosis in China	SHI Lei, LIU Guoguo, GUO Siping (3950)
Scientific Note	
The Change of landscape pattern in Zhenlai Xian, Jilin Province in recent ten years	ZHANG Guokun, LU Jinghua, SONG Kaishan, et al (3958)
Footprint analysis of turbulent flux over a poplar plantation in Northern China	JIN Ying, ZHANG Zhiqiang, FANG Xianrui, et al (3966)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究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;新书评介和学术、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 70 元/册,全年定价 1680 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 32 卷 第 12 期 (2012 年 6 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 12 (June, 2012)

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	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
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:1000717	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

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元