

工业生态系统边界障碍问题研究

Study on Boundary Barrier Problem of Industrial Ecosystem

刘长灏¹, 张 凯^{1,2}, 马春元²

(1. 北京理工大学化工与环境学院, 北京 100081; 2. 山东大学可持续发展研究中心, 山东 济南 250100)

摘 要: 工业生态系统边界障碍问题是工业生态和循环经济研究领域的重要问题。目前学术界对这一问题尚未开展相关研究。结合我国当前循环经济发展所面临的向更大范围扩展的任务, 对工业生态系统进行了定义并对工业生态系统边界的研究状况进行了归纳分析。在此基础上, 提出并定义了工业生态系统的边界障碍问题, 建立了工业生态系统边界障碍问题的研究框架, 指出了开展工业生态系统边界障碍问题研究的内容。

关键词: 工业生态系统; 边界; 障碍; 循环经济

中图分类号: X32

文献标识码: A

Abstract : Boundary barrier problem of industrial ecosystem is an important issue of industrial ecology and circular economy research field. However, this problem still has not been researched in academic circles. In accordance with the task of our country's circular economy, i.e., expanding to a larger area, the definition of industrial ecosystem is put forward and the study condition of industrial ecosystem boundary is inductive analyzed. Based on this, boundary barrier problem of industrial ecosystem is further put forward and defined. The research framework of boundary barrier problem of industrial ecosystem is established. And the main research contents of this problem are also put forward.

Key words : Industrial Ecosystem ; Boundary ; Barrier ; Circular Economy

CLC number : X32

可持续发展战略是人类社会经济发展的必然选择。工业生态(industrial ecology)通过模拟自然生态系统, 为可持续发展战略的具体实践提供了一条创新的道路和可操作的模式, 并被认为是“一门关于可持续性的科学”^[1]。工业生态系统(industrial ecosystem)是工业生态理论的重要组成部分, 工业生态学文献中经常出现的工业共生体(industrial symbiosis)、生态工业园(eco-industrial parks)等概念, 其本质上都属于工业生态系统。工业生态系统是生态工业和循环经济实践的重要表现形态和依托载体。胡锦涛总书记在党的十七大报告中, 明确提出使“循环经济形成较大规模”, 并将其作为实现全面建设小康社会奋斗目标的新要求。这意味着, 循环经济需要向更大范围扩展。工业生态系统是开放系统^[2]。

工业生态系统的发展需要向更大的范围扩展, 这决定了其发展过程中需要超越已有的系统边界。然而, 在这一过程中, 系统边界往往会制约工业生态系统的发展, 成为工业生态系统向更大范围扩展的障碍。工业生态系统的边界问题是工业生态系统发展中面临的一个共性问题。目前, 随着工业生态领域研究的深入, 这一问题正成为该领域研究者日益关注的一个重要问题^[3,4]。推动工业生态系统和循环经济向更大范围扩展, 使“循环经济形成较大规模”, 有必要研究工业生态系统的边界障碍问题。

1 工业生态系统与工业生态系统边界

1.1 工业生态系统

Frosch和Gallopoulos于1989年首次提出了工

收稿日期: 2012-01-16

作者简介: 刘长灏(1976-), 男, 博士、讲师、硕导。研究方向: 工业生态与循环经济。E-mail: changhaoliu@126.com

业生态系统的概念认为^[5]：通过模拟自然生态系统，传统的线性工业生产模式应当转变为一种更为一体化的模式，即工业生态系统。这一系统可以使物质和能量得以优化利用，减少废物的排放，某一生产过程中产生的废物可被用作另一生产过程的原料。基于这一概念，笔者认为，工业生态系统可被定义为从工业（也延伸至农业、服务业）、社会和生态环境构成的大系统的视角，模拟自然生态系统，建立由“生产者”、“消费者”、“分解者”3大功能单元组成的基本结构，形成物质、能量、信息等的链网式流动模式，实现资源充分利用和污染防治，工业与生态环境协调发展的生态经济系统。工业生态系统的思想源于对自然生态系统的深刻理解以及将工业系统与其进行的类比。由“生产者”、“消费者”、“分解者”3大功能单元所构成的系统结构，是工业生态系统的显著特征，并表现为链网的形态。工业生态系统的运行，能够实现工业与自然生态的协调发展，从而为人类实现可持续发展提供一条可操作的实践途径。工业生态系统是实践生态工业与循环经济的具体形态。或者说，生态工业与循环经济的实践和发展，需要依托工业生态系统的形态来实现。

1.2 工业生态系统边界

1.2.1 系统边界 系统边界是系统的重要属性。边界隶属于系统而非系统环境，边界的作用在于构建系统^[6]。系统边界通过规定和调控系统和环境之间的差异性，使它们相互区分开来。然而，系统边界并非使系统完全封闭，系统具有开放性^[7]。可见，系统边界对组建系统具有重要的作用。同时，由于现实中的系统普遍具有开放性，超越系统边界是系统发展过程中客观存在的现象，而超越边界必然会面临边界障碍所带来的挑战。

1.2.2 工业生态系统边界 系统边界问题是当前工业生态系统发展中面临的一个重要问题。研究工业生态系统的边界问题是非常必要的^[8]。工业生态系统的边界可以在3个层面上定义：微观层面（企业），中观层面（生态工业园）以及宏观层面（区域以及更大范围的全球网络）^[9]。目前，工业生态系统的边界主要按照行政的、地理

的和空间的边界来划分^[10]。作为系统而言，工业生态系统的边界是客观存在的。工业生态系统是开放系统，工业生态系统的发展必然需要超越系统边界。对此，国内外一些学者尤其是国外学者对这一问题给予了高度重视。Wallner指出^[11]，开展区域合作和建立跨区域工业共生关系对工业生态系统的发展具有重要意义。在工业生态系统的发展过程中，大量可利用的废弃物的供应和潜在的可循环利用的过程（工艺）决定，工业生态系统的边界往往会超越已有区域的边界。随着边界的扩展，将会产生更为优化的方案^[12]。文献[13]在研究芬兰Uimaharju林业工业生态系统的案例时发现，随着工业生态系统的发展，副产品交换以及废弃物处理的活动逐渐超越了原有的系统边界，向更大的区域范围扩展。瑞典南部城市的林纸工业生态系统的案例也表明，随着系统边界的扩展，由于规模优势，副产品利用的效率将会更高^[14]。刘娟等认为^[15]，建立跨区域的企业合作关系有利于更好地实现经济效益和环境效益的双赢。

可见，工业生态系统边界的作用在于组建一个工业生态系统，即容纳构成工业生态系统的各种要素，使其有机的结合在一起。边界隶属于系统，是系统存在的特征之一，如果没有边界，工业生态系统将是不存在的。同时，工业生态系统作为开放系统，其边界是动态扩展的。因此，超越系统边界是工业生态系统以及循环经济系统发展的必然要求。

2 工业生态系统边界障碍问题

以上研究表明，目前学术界尤其是国际工业生态学者对工业生态系统的研究正在关注其超越边界，向更大范围扩展的问题。系统边界问题无疑是这一问题的重要研究视角和切入点，也是工业生态系统及循环经济系统向更大范围扩展所面临的共性问题。然而，目前国内外已有的研究或者只是提出了研究这一问题的必要性和重要性，或者在分析案例的过程中发现超越边界是一种客观存在的现象，对于系统边界对工业生态系统扩展产生的障碍问题，尚未开展相关研究，并缺少实证支持，有待进行更为系统和深入的研究。

在生态工业和循环经济的实践中,超越边界是工业生态系统或循环经济系统发展的客观规律。笔者认为,工业生态系统的边界障碍是指工业生态系统边界制约工业生态活动向更大的系统范围扩展的若干因素。结合我国当前面临使“循环经济形成较大规模”的重要任务,研究工业生态系统(或循环经济系统)的边界障碍问题,对于完善工业生态及循环经济理论,深入推动生态工业和循环经济实践,具有理论意义和现实意义。经笔者检索,对于这一问题日前国内外研究尚未见相关报道;并且,在其它研究领域中缺少关于系统边界障碍问题的研究。

为全面系统的认识工业生态系统的边界障碍问题,需要以典型的工业生态系统为实证对象,收集样本信息;结合我国工业生态系统的实际,确定工业生态系统边界的障碍因素及其作用的机制;同时,建立表征和衡量工业生态系统边界障碍因素的作用程度和工业生态系统边界障碍程度的方法,得到当前工业生态系统的边界障碍因素,进而提出消除边界障碍因素的对策。这样,构建起以典型工业生态系统为实证基础,“理论层(理论分析,奠定理论基础)→方法层(收集、处理信息,提出表征和衡量方法)→策略层(提出相应策略)”相结合的工业生态系统的边界障碍问题的研究框架。工业生态系统边界障碍问题的研究视角和研究框架见图1。

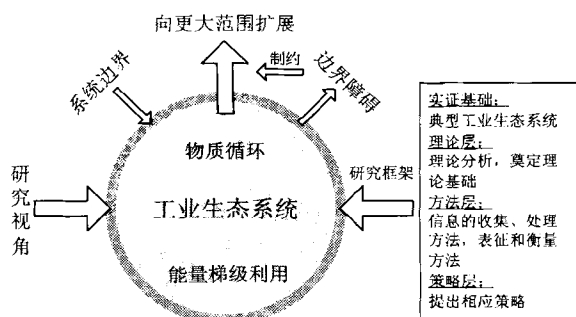


图1 工业生态系统边界障碍研究视角及研究框架示意图

基于以上思路,工业生态系统的边界障碍问题研究需要开展以下方面的研究内容:

工业生态系统边界的产生与运行机制研究;工业生态系统超越边界的驱动因素和驱动机制研究;工业生态系统边界障碍因素与障碍作用机制研究;工业生态系统边界障碍因素的作用程度和

工业生态系统边界障碍程度综合评价研究;消除工业生态系统边界障碍因素的对策研究。

3 结论

工业生态系统边界障碍问题是当前工业生态及循环经济研究领域的一个重要问题。超越边界是工业生态系统和循环经济系统发展中的客观现象,超越边界必然面临边界障碍的挑战。边界障碍问题是工业生态系统和循环经济系统的共性问题。党的十七大报告明确提出使“循环经济形成较大规模”,并将其作为实现全面建设小康社会奋斗目标的新要求。这意味着,循环经济需要向更大范围扩展。在这一背景下,研究工业生态系统或循环经济系统的边界障碍问题,不仅有助于完善工业生态和循环经济理论,而且有助于推动生态工业和循环经济实践的深入发展。此外,还可以为其它领域中涉及系统边界问题的研究提供研究思路和研究方法的借鉴。

参考文献

- [1] Allenby BR. Industrial ecology: Policy framework and implementation[M]. NJ: Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1999: 40.
- [2] Schwarz EJ, Steininger KW. Implementing nature's lesson: the industrial recycling network enhancing regional development[J]. Journal of cleaner production, 1997, 5(1-2): 47-56.
- [3] Baas LW, Boons FA. An industrial ecology project in practice: exploring the boundaries of decision-making levels in regional industrial systems[J]. Journal of Cleaner Production, 2004, 12: 1073-1085.
- [4] Sterr T, Ott T. The industrial region as a promising unit for eco-industrial development—reflections, practical experience and establishment of innovative instruments to support industrial ecology[J]. Journal of Cleaner Production, 2004, 12: 947-965.
- [5] Frosch D, Gallopoulos N. Strategies for manufacturing[J]. Scientific American, 1989, 261(3): 144-152.
- [6] Cooper R. Organization/disorganization[J]. Social Science Information, 1986, 25: 299-335.
- [7] 张强. 论系统边界[J]. 哲学研究, 2000, 7: 74-75.
- [8] Boons FA, Baas LW. Types of industrial ecology: the problem of coordination[J]. Journal of Cleaner Production, 1997, 5(1-2): 79-86.
- [9] Roberts BH. The application of industrial ecology principles and planning guidelines for the development of eco-industrial parks: an Australian case study[J]. Journal of Cleaner Production, 2004, 12: 997-1010.
- [10] Hond F. Industrial ecology: a review[J]. Regional environmental change, 2000, 1(2): 60-69.
- [11] Wallner HP. Towards sustainable development of industry: networking, complexity and eco-clusters[J]. Journal of Cleaner Production, 1999, 7: 49-58.
- [12] Seager TP, Theis TL. A uniform definition and quantitative basis for industrial ecology[J]. Journal of Cleaner Production, 2002, 10: 225-235.
- [13] Korhonen J. Theory of industrial ecology: the case of the concept of diversity[J]. Progress in Industrial Ecology—An International Journal, 2005, 2(1): 35-72.
- [14] Wolf A, Eklund M, Söderström M. Developing integration in a local industrial ecosystem—an explorative approach[J]. Business Strategy and the Environment, 2007, 16: 442-455.
- [15] 刘娟, 谢家平. 发展跨区域企业群落的必要性分析基于“工业生态系统”的视角[J]. 生产力研究, 2009, 20: 18-20.