

可持续性转型 ——第五届工业生态学国际大会综述

石磊*

(清华大学环境科学与工程系 国家环境保护生态工业重点实验室, 北京 100084)

摘要:综述了在葡萄牙里斯本召开的第五届工业生态学国际大会情况。大会的中心议题是“可持续性转型”,设立了可持续资源管理、工业生态学工具、工业共生、发展中国家的工业生态学等 10 个议题。在简介会议背景和大会基本数据后,对上述议题归类为社会物质代谢、生态工业发展和工业生态学方法工具 3 个领域并进行介绍和评述。最后,总结了国际工业生态学的发展现状及趋势,提出了对国内工业生态学发展的 4 点启示,包括加强实证研究、开展国家层面的物质代谢分析、注意新方法的开发与应用、强化理论基础构建意识。

关键词:工业生态学;可持续性;转型;社会物质代谢;生态工业发展

文章编号:1000-0933(2009)08-4426-05 中图分类号:Q143 文献标识码:A

Transitions toward sustainability: ISIE2009 conference review

SHI Lei*

MEP Key Laboratory on Eco-industry, Department of Environmental Science and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China

Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(8): 4426 ~ 4430.

Abstract: The fifth international conference on industrial ecology (ISIE2009) was reviewed. To stimulate sustainable development, ISIE2009 set its main theme as “transitions toward sustainability” and selected 10 topics, such as sustainable resource management, industrial symbiosis, industrial ecology tools for sustainability, and industrial ecology in developing countries. Following the introduction of the basic data, three main research fields were reviewed: social mass metabolism, eco-industrial development, and methodology and tools. The states-of-the-arts of industrial ecology discipline and its community were summarized, and finally 4 suggestions were put forward to domestic academic circles, including empirical study, mass metabolism at national level, systems modeling and theoretical basis construction.

Key Words: industrial ecology; sustainability; transitions; social mass metabolism; eco-industrial development

第五届工业生态学国际大会(ISIE2009)于2009年6月21~24日在葡萄牙里斯本举行。本届大会的中心议题是“可持续性转型”。参会的专家学者大约有400人,主要来自于欧洲、美国、日本和澳大利亚等发达国家。尽管大会对发展中国家有会议资助,但来自于中国、印度、巴西和波兰等发展中国家的代表不足100人。其中,我国有18人(其中台湾3人)参会,主要来自于清华大学、中国科学院、大连理工大学等机构,海外华人有14人左右。与往届比较,我国参会人数有所增加。

1 会议背景

国际工业生态学学会成立于2000年,由John Erhenfeld担任执行主任。学会主席每两年选举一次,前三

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40601037)

收稿日期:2009-07-15; 修订日期:2009-08-10

致谢:清华大学环境科学与工程系陈伟强博士生、于冰博士生和浙江科技学院的董颖副教授参与了讨论,曾灿帮助整理了会议数据,特此感谢。

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

任主席分别是耶鲁大学的 Thomas Graedel、亚利桑那州立大学的 Brad Allenby 和奥地利克拉根福大学的 Marina Fischer-Kowalski, 现任主席是来自英国萨里大学的 Roland Clift。

工业生态学国际大会是工业生态学学科最为重要的交流平台,自 2001 年起每两年召开一届。前 4 届分别在荷兰、美国、瑞典和加拿大召开,第 6 届将于 2011 年在美国加州大学伯克利分校召开。因此,大会在欧美之间交替举办的格局至今没有改变。

历届学会主席都强调工业生态学的重要性及其所面临的挑战,强调工业生态学是一种新的看待、理解和塑造人类组织方式和经济发展模式的视角,强调通往可持续发展的道路充满着许多挑战,我们必须采用新的思维和行动来生态化重塑产业结构、生产方式和消费模式。

本届大会的中心议题设定为“可持续性转型”。可持续性取决于技术、经济、社会、文化和环境保护等多种因素,因此可持续性的实现需要多个领域都做出巨大转变,也就是需要所谓的系统创新、体制改革、产业转型、技术升级和社会经济模式转变。所谓“转型”,它涵盖了上述所有的转变,并且其方向和速度取决于所有参与者的集体行为。

“转型”的概念在过去几年里不仅在学术领域而且在政策领域都受到了越来越多的关注。政策制定者之所以对“转型”倍感兴趣,并将“转型”看作为一项重要的政策目标,是因为他们意识到增量式改革难以达到可持续性,而转型则有巨大的潜力来应对当前的诸多问题。对于一个处在复杂的社会-技术-生态系统中的转型,无论是技术方面还是社会/文化方面都需要做出剧烈的变革。技术变革与社会变革是协同演进的,这种协同演进使转型不同于以往的渐进过程^[1]。

2 大会概况

大会包括大会报告、分会报告、墙报展示和专题研讨 4 种形式。共设立了 10 个议题:可持续资源管理、工业生态学工具、可持续消费、发展中国的工业生态学、可持续城市设计-城市和社会代谢、工业共生、产品末端管理、环境投入产出分析、生态设计-未来的产品和服务、基于工业生态学范式的可持续愿景。

大会报告有 4 个,分别是哈佛大学 Leith Sharp 所作的“面向可持续性的组织变化管理-哈佛大学绿色校园行动案例研究(2000~2008 年)”,荷兰鹿特丹伊拉姆斯大学 Jan Rotmans 的“荷兰系统创新网络-朝向可持续社会的转型”,普林斯顿大学 Robert Socolow 的“气候变化与碳的工业生态学”和工业生态学学会执行主任 John Ehrenfeld 的“工业生态学-从技术创新到文化变革”。

分组报告共有 185 个,其中来自中国大陆的口头报告 9 个;墙报展示共有 265 个,其中中国大陆有 15 个。分会报告和墙报展示统计如表 1 所示。

表 1 大会所设立的议题及报告数量统计
Table 1 Conference statistics of ISIE2009

议题	分会报告		墙报展示	
	数量	中国大陆	数量	中国大陆
可持续资源管理	45	2	50	—
工业生态学工具	21	—	43	2
可持续消费	23	—	10	—
发展中国的工业生态学	13	2	22	5
可持续城市设计-城市和社会代谢	21	1	26	1
工业共生	15	4	33	4
产品末端管理	12	—	36	2
环境投入产出分析	17	—	8	—
生态设计-未来的产品和服务	8	—	23	—
基于工业生态学范式的可持续愿景	10	—	14	1
合计	185	9	265	15

专题研讨有 3 场,分别是联合国环境规划署(UNEP)可持续资源管理项目研讨、亚洲生态工业园区发展研讨和工业生态学教育专题研讨。其中,工业生态学教育研讨是在闭幕式后进行,旨在了解当前世界范围内

工业生态学教育的现状、问题以及未来教育课程设计。该研讨会由现任主席 Roland Clift 主持,邀请了美国耶鲁大学、荷兰莱顿大学、挪威科技大学和清华大学共 4 家单位介绍了情况。研讨会还发放了工业生态学讲授内容的调查问卷。

为了表彰工业生态学领域做出贡献的学者,本届大会将杰出贡献奖颁给了 John Erhenfeld,以感谢他 10 年来为工业生态学学会所做出的持续努力。在本届大会上,John Erhenfeld 宣布不再担任执行主任,学会也不再设立这一职务,学会日常运作全部交由学会主席领导的管理委员会负责。青年贡献奖颁给了美国明尼苏达大学的 Sangwon Suh 副教授。

3 会议主要领域述评

大会所设立的可持续资源管理、工业生态学工具、工业共生、发展中国家的工业生态学等议题实际上有所交叉,有的侧重于方法,有的侧重于应用。因此,本文对上述议题进行简化归类,分为社会物质代谢、生态工业发展和工业生态学方法工具 3 个领域进行介绍和评述。

3.1 社会物质代谢

社会物质代谢是工业生态学起源最早也是发展最为成熟的领域^[2]。本次大会至少 6 个议题都与社会物质代谢有关,如可持续资源管理、可持续城市设计-城市与社会代谢、可持续消费、环境投入产出分析、产品末端管理、生态设计-未来的产品和服务等。本节首先介绍社会物质代谢方法的进展,然后介绍上述各个应用领域的进展。

社会物质代谢的主要方法包括生命周期分析(LCA)、物质流分析(包括 SFA 和 MFA)和环境投入产出分析(EIOA)等。

LCA 作为成熟的分析工具,已经广泛应用于生态设计、可持续消费评估、可持续资源管理和产品末端管理等领域。其方法一方面在持续的改进中,另一方面不断在与 SFA、MFA 等方法进行集成和融合。

SFA 的研究对象可以是某一元素、物质或产品。本届大会的主流是元素流分析,所涉及的元素有黑色金属如铁、镍,有色金属如铝、锌、铜、镉,营养元素有氮、磷、硫,也开始关注钨等稀有金属的研究。就内容而言,有全球或区域尺度元素循环的刻画、金属循环潜力及其限制因素、使用存量测算、未来金属生产与消费量测算、元素间的流动关联(如不锈钢中铁与镍的关联)或替代、区域元素代谢、国际贸易所隐含的能源消耗及碳排放等。

MFA 主要侧重在城市尺度的代谢研究,案例城市包括葡萄牙里斯本、日本川崎、加拿大多伦多、苏州等。除整个城市系统外,一些报告专门研究了水、能源、废物系统等重要城市基础设施的代谢。国家尺度的 MFA 在本届大会上几乎没有出现。事实上,这不足为奇,因为国家尺度的 MFA 已经成熟且走向标准化,继欧盟统计局于 2001 年发布了欧盟导则(economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide)^[3]后,经合组织(OECD)又于 2008 年发布了物质流账户框架(measuring material flows and resource productivity, the accounting framework)^[4]。

EIOA 致力于解析经济系统内各构成单元之间的物质关联。与 MFA 不再关注国家尺度不同,EIOA 主要集中在国家尺度研究和跨国比较上,例如欧盟正在开展其内部的跨国比较研究,有些报告甚至提出致力于建立全球数据库并进行全球比较。在分析目的上,EIOA 多关注生态足迹、碳排放和废物排放等。

在应用领域的进展方面,可持续消费所关注的尺度有家庭、城市和国家,以家庭为主;关注的领域衣、食、住、行皆有,以行和住居多;关注的属性对象主要是物质、能源以及碳排放。生态设计主要关注了材料设计、工艺路线选择、产品开发和基础设施系统设计等。产品末端管理则主要集中在电子废弃物和城市生活垃圾两个方面。可持续资源管理的关注领域更为宽泛,水、土、物、能都有所涉及,并且也开始关注这些资源要素相互之间的替代,例如可再生能源开发所带来的水与土竞争的问题等。UNEP 可持续资源管理项目专题研讨介绍了其在金属物质流分析、可再生能源分析、消费领域优先指标等方面的进展。

3.2 生态工业发展

本届大会在生态工业发展领域表现出两点趋势,第一是以生态工业园区为代表的案例研究逐渐增多;第

二是用于规划设计的方法渐趋多样化。

在案例研究方面,主要有行业、工业园区和区域产业体系 3 个层面。在行业层面上,出现的案例有钢铁、电子和生物质转化等;在生态工业园区上,日本、韩国、中国、法国、英国、加拿大、印度等国家都有相关案例的介绍;在更大尺度的区域产业层面,英国、德国和中国等有案例介绍。其中,英国的国家工业共生项目(NISP)除在英国本土外,还在墨西哥、巴西、印度、南非甚至我国云南都开展过工业共生发展项目。清华大学课题组介绍了宁波北仑、宜兴环保、中国有机化工产业网络等案例研究。

除工业共生之外,日本还创造出“城市共生”的概念,以川崎为案例进行了细致的介绍,并进一步探讨了川崎模式向沈阳转移的可行性。

在方法方面,与自然生态类比的工作仍在延续,如探讨工业生态系统的系统演替、关键物种的作用、生态多样性、系统柔性等,但这方面的工作进展不大,仍然停留在概念类比阶段。在规划/设计的支持方面,不仅 GIS、基于 Agent 的建模技术得到持续应用,而且有关生态工业园区的项目组织管理、决策程序甚至社会因素等开始广泛探讨。

3.3 工业生态学方法工具

工业生态学作为可持续性转型的关键领域,有关策略、理论、方法和工具对于工业和社会生态化重塑的重要性不必多言。因此,本届大会对于工业生态学方法工具给出了持续的关注。然而,与往届类似,方法仍然是以分析为主,建模和决策支持不足。

在分析方法上,正如前面所述,LCA、SFA、MFA、EIOA 等依然是主流方法。这些方法各自都在进展,但程度稍有不同。比较之下,LCA 和 MFA 更为成熟和标准化,但 SFA 和 EIOA 进展更为迅速。同时,这些方法之间的集成和融合趋势更加强烈。分析目标也更加趋于多样化,既有效率(物质、能量、热力学)分析、总量和减排目标分析,也有可持续性分析、风险分析和不确定性分析等。

建模和决策支持方法,一方面基于 Agent 的建模、复杂网络等复杂科学领域的方法和工具得到了重视和应用,另一方面也开始致力于集成框架的探索 and 开发。

4 工业生态学的发展趋势及其对国内的启示

4.1 国际工业生态学的发展现状及趋势

从这次大会的内容来看,目前工业生态学发展的现状特征及趋势有:

(1) 工业生态学领域开始社群化,目前已经出现了两大子群,即专注于物质流分析的 ConAccount 分会和专注于生态工业发展的 Eco-Industrial Development 分会^[5]。同时,工业生态学学会还设有学生专区。

(2) 发达国家占据工业生态学领域的主导地位,且欧、美、日三足鼎立的格局日益明显。其中,美国强于概念体系、理论构建和全球视野,欧洲强于大项目主导和系统实践,日本则精于刻画并着眼于亚洲视角;

(3) 工业生态学的理论基础和学科体系仍然比较模糊。社会物质代谢和生态工业发展成为学科的主体构成,但前者偏于还原视角,后者理论建构不足。系统科学和复杂科学已经受到了工业生态学领域的重视,本届大会往前迈出了一小步,两个大会报告都非常鲜明地提到了系统科学有望成为工业生态学的理论基础。

(4) 应用性在加强。生态工业园区、城市代谢、节能减排与气候变化等都成为了工业生态学应用的热点领域。

4.2 对国内研究的启示

(1) 要注重对实践的梳理和提升,多开展案例研究和实证分析。国内有着更为庞大和更为系统的实践,清洁生产、生态工业园区和循环经济实践在多个层面上纵深开展,循环经济促进法业已出台,应该说现阶段是国内工业生态学研究的黄金时期;

(2) 要大力开展国家层面社会物质代谢的系统研究。目前,国内社会物质代谢研究有散乱和低水平重复之嫌。需要着力构建国家层面上 LCA 和 MFA 的数据库和指标体系,系统开展国家尺度的 SFA 和 EIOA,服务于循环经济的国家实践和资源环境战略;

(3) 要注重新方法和工具的开发和应用,尤其是建模和决策支撑方法。国际上在这一领域进展并不快,国内有机会在这个领域赶到世界前沿;

(4) 要强化参与和主导意识,积极投入到工业生态学概念体系与理论基础的构建中。这是学科的立足之本。中国传统上的系统观和生态观,加上当前日新月异的工业实践,两大利好因素如果加以善用,使我们有可能重塑工业生态学的理论体系。

当前,生态学正在经历深刻的变革。生态学被认为是“应付全球变化挑战、改善天人关系、惠荫人类福祉、推进地球可持续发展的重要理论、方法及规划、建设与管理的系统工具”^[6]。工业生态学作为背负工业发展生态包袱的“原罪”产物,是其中促使世界走向可持续性转型的最前沿阵地。

为此,“变复杂性为可持续性,需要认识论领域一场天人生态关系的深刻变革;变复杂性为可持续性,需要生态学研究与管理体制的革新;变复杂性为可持续性,需要生态学研究、生态保育和生态建设方法和技术的创新”^[6]。

References:

- [1] Transitions toward Sustainability. The conference introduction of ISIE2009, <http://isie2009.com>.
- [2] Shi L. Industrial ecology: a critical review, *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(7): 3356 ~ 3364.
- [3] Eurostat. Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide;Luxembourg: Eurostat, 2001.
- [4] OECD. Measuring material flows and resource productivity, Volume II. The accounting framework, <http://www.oecd.org/dataoecd/46/51/40486044.pdf>
- [5] Sections and Chapters. <http://www.is4ie.org/sections>.
- [6] Wang R S, Hu D. Implementation ecological civilization and promoting development of ecological sciences. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(3): 1055 — 1067.

参考文献:

- [2] 石磊. 工业生态学的内涵与发展. *生态学报*, 2008, 28(7): 3356 ~ 3364.
- [6] 王如松, 胡聃. 弘扬生态文明, 深化学科建设. *生态学报*, 2009, 29(3): 1055 ~ 1067.