

# 基于循环经济的产业经济性与生态性相融合的演进

孔令丞

(华东理工大学 商学院,上海 200237)

**摘 要:**循环经济的3R原则以其和经济性结合程度不同而推进的次序各异。继资源减量的投入产出结构理论之后,资源循环和再利用的推进受制于循环半径的约束,而在一定区域内建立产业共生网络的“小生境模式”,可以实现产业系统经济性和生态性在区域层面融合。

**关键词:**循环经济;产业共生网络;小生境模式

**中图分类号:**F062.9

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-7348(2009)01-0061-03

## 0 引言

循环经济强调以更小的资源和环境代价实现经济系统与生态系统的和谐共存。多数研究认为,其实践模式是模拟生态系统,实现资源和能源的消费优化与循环再利用。因此,目前对循环经济最为一致的认识,就是经济运行过程中,通过遵循资源投入的减量化(Reduce)、再利用(Reuse)和循环(Recycle)的3R原则,达到资源节约和生态保护的目的。这一运行模式满足了产业生态性和经济性目标的高度一致性。即:在产业运作过程中满足资源投入减量化的要求;同时,将中间和末端环节所产生的排放作为资源重新投入到产业环节,不仅节约资源,而且也能实现零排放的生态化目标。但由于人类的社会经济制度立足于生态免费和资源低价,这使人类的产业技术都建立在了单向线性技术的基础之上。庞大的线性技术体系支撑了整个世界的产业运作,3R原则的实践无疑要全面改观产业技术体系,而这非但不能实现节约,反而会提高实践成本。在生态环境需求还没有成为主流需求之前,产业运作生态性与经济性的目标并没有相融合的条件。因而,循环经济实践也视产业生态性和经济性的结合程度不同而经历了一个漫长的过程。资源减量以其与经济性目标结合得最为密切而开展得最早。之后在资源与环境压力进一步加大的情况下,资源的循环和再利用才逐渐进入实践领域,并以建立产业共生网络的区域性“小生境”为主要模式,产业系统的经济性和生态性只是在区域层面得到了局部的统一。

## 1 资源减量化研究的结构理论

循环经济3R原则中的资源投入减量化(Reduce),因

其最具经济动力,因而早在20世纪60年代末期就开始了对它的研究,到70年代就形成了相对完善的分析方法。由于研究集中于物质在不同部门流动的投入产出方面,因而被称为产业生态化进程的“结构”分析(Structure Analysis)理论。

Kneese等人(1970)<sup>[1]</sup>采用投入产出的结构模型,研究了生产过程的物质流动方式和不同环节的物耗,从而有针对性地降低物耗。Georgescu-Roegen(1971)<sup>[2]</sup>对物流熵值率的经济性进行了分析,从熵值来判断不同生产环节的物耗水平,所用方法仍是投入产出表。Daly(1977)<sup>[3]</sup>更进一步地提出了物质“全程”减量化和最小化,最终达到产业运作过程的物耗和生态环境的承载力相一致的“稳态”(steady-state)。这已经很接近现代产业生态学的目标了。James(1985)<sup>[4]</sup>将工业过程排放和地区性废弃物对环境污染的影响考虑到投入产出模型中,提出了实现“稳态”的排放标准和管理准则,为资源减量化在实践中推进提供了具体操作导向。Van den Bergh(1999)<sup>[5]</sup>采用反映不同部门资源消耗量的投入产出分解模型(Structural decomposition analysis, SDA),制成了世界上唯一一个综合了工程与计量技术的投入产出表,采用量化的时序分析,按照消耗的相对重要性进行排序,对相对不重要的消耗加以消除或减少。SDA分析法因此而发展成提高能源综合利用率和减少排放的一个分析工具。该方法分析了1990-1997年荷兰钢铁和塑料制品的再利用情况,以及美国钢铁、造纸业和乙烯工业的资源消耗状况。但它的缺陷是对资源直接消耗的测定,事实上,大量的消耗是间接消耗。

Ayres等人(2002)<sup>[6]</sup>的研究从中间需求方面,对物质减量化提出了更为广泛的观点。他们采用美国1900年以来(大萧条时期和二战时期除外)主要物资流的数据,基于这

收稿日期:2007-06-26

基金项目:国家社会科学基金项目(06BJY034);教育部人文社会科学项目(06JJA630037);国家社科基金重大招标课题(06&ZD024)

作者简介:孔令丞(1963-),女,博士,华东理工大学商学院教授、硕士生导师,研究方向为产业经济学。

些数据分析得出的结论是:美国的经济运行并没有造成任何环境意义上的物质减量,单位资本所消耗的资源反而呈现出了缓慢、但在环境可承受范围内的长期增长,说明人均资源消耗和环境污染并非随经济增长而先升后降,而可能始终上升。这与库兹涅茨的“倒U型”曲线的研究结果相反,因而对世人具有更大的警示意义。该研究所提出的政策建议是:政府的环境政策重点不应放在减少大宗资源消耗上,而应放在减少产业运转环节的中间需求上。因为这种需求可以导致抑制资源减量的乘数效应,因而具有重要意义。

结构分析方法的研究局限在投入减量的成本节约效应上,对产业运行中的经济性和生态性缺乏本质的、全面的融合。这不仅不能构成循环经济完整的研究体系,并且对成本节约方面的研究也存在很多不足。首先,在影响成本的诸多因素中,除物耗成本以外,其它诸如效率、分配、投资、市场效果、经济增长和国际贸易等一系列影响产业生态化的成本因素,在资源减量的研究中都有所欠缺。其次,除了采用结构分析方法以外,经济学中的均衡分析、解析分析、区域经济分析、公司理论、制度经济分析等一系列分析方法,在资源减量的研究中仍很有限。最后,基于资源减量的研究所制定的产业政策,由于资源供给和资源综合利用技术的约束而存在明显的局限性。所以,上述研究只是循环经济理论中的一小部分内容,远未涵盖这一概念的全部,产业发展中经济性和生态性的融合还没有实现它的完整性。

## 2 资源再利用和循环的推进过程

资源减量化的推进实际上并没有改变线性经济增长的模式。在经济总量不断扩大的情况下,即使资源投入能够随人均收入的提高而相对减少,投入和排放总量仍然会不断增加。在技术模式不变的情形下,受资源供给和生态环境承受总量的约束,经济增长的过程必然会伴随着资源的枯竭和生态的恶化。循环经济3R原则因此从资源减量环节深入到了循环和再利用环节,资源在产业中的流动开始形成了具有反馈回路的运行方式,产业技术开始由线性模式向循环模式转变。

Daly(1993)<sup>[7]</sup>等人从生态伦理的角度,梳理了生态环境与经济发展相融合的有关论点,形成了渗透着产业生态化思想的经济文献,为循环利用资源和保护环境树立了具有经济意义的生态伦理思想。之后,许多经济学家从不同角度展开了研究,在对经济研究的过程中不断融合生态性特征。Socolow(1994)等<sup>[8]</sup>从原材料开采、交易和国际贸易等角度,提出了资源消耗过程中的生态保护问题,形成了基于经济性分析的产业生态化运作思想。Van den Bergh(1999)<sup>[5]</sup>对资源流动和生态环境之间的负反馈作用进行了研究,提出使用政府的力量处理资源流动与市场功能、经济增长与生态消费、国际贸易和环境规制之间的相互关系,以达到改善环境质量和资源保护性开发的目的;通过建立“非物质化”(dematerialization)过程来设计政府对资源

消耗和环境保护的产业政策,使经济运转方式向产品非物质化和废弃资源再利用方向转变。

上述研究尽管在很大程度上推动了产业发展过程中经济性和生态性的融合,但在实践环节仍然缺乏相应的经济动力。在生态消费还没有成为社会主流之前,产业生态化进程必须同时伴随成本的降低才能有效推进。循环经济的3R原则在实践中只有具备低成本的经济动力,才能更好地体现其特征。

Koenig等人(2000)<sup>[9]</sup>的研究成果在一定程度上解决了这一问题。他们将清洁生产、资源综合利用、生态设计和可持续性消费等融为一体,主张建立以副产品为投入品的市场交易体系,同时对物资流量、流动方式和速率变动等方面的社会经济因素进行了解析,并提出相关政策以解决资源减量和环境污染问题,使产业生态化进程能够以政府和市场的双重力量加以推进。den Hond(2000)<sup>[10]</sup>研究了区域内企业的不同工艺间和不同企业间的资源再利用(Reuse)和循环(Recycle),从经济意义上诠释了不同行业间物质代谢过程的有效性,推动了工业代谢(Industrial Metabolism, IM)理论在实践中的应用。上述研究产生了在产业运作过程中建立物质闭环回路的相关成果,满足了物质代谢过程中经济效益和生态效益双提高的目标。由此,循环经济的3R开始进入到全面的理论研究和实践推进阶段。

循环经济从强调投入减量这种直接与经济利益联系的产业生态化运作模式,逐渐走向更高层次的资源循环和再利用。以环境无害化预防技术、资源回收再利用技术和清洁生产技术为主要载体,在提高资源综合利用率和转换效率的同时,实现排放和废弃的最小化。产业生态性和经济性的有机结合也达到了前所未有的高度。资源在产业中间环节的再利用和再资源化程度也不断提高,逐渐形成了在产业间建立产业共生关系的网络结构,以保护环境为前提的经济运行模式在区域层面开始形成。

## 3 基于循环经济的产业共生网络

产业共生网络(Industrial Symbiosis Nets, ISNs)是将产业系统和生态系统相类比,模仿自然生态系统的食物链,将某个生产工艺过程的排放和废弃物作为另一个流程的有效投入,或再资源化为另一种产品。区域层面上的产业共生网络也称为“小生境模式”(niche species)<sup>[11]</sup>。其实践效果就是不断降低资源的消耗,并通过废弃物和排放的再资源化过程来提高资源利用效率,减少环境污染,从而实现资源和环境消费的双重优化。这一设想能够在实践中得以实施,与建立低成本、类似生态系统、具有反馈回路的物质代谢模式密不可分。Burström(2001)<sup>[12]</sup>认为共生网络的建立,可以由某个特定的工艺过程,逐渐积累到较大产业系统的最小化废弃产生。这一过程的不断积累就会形成具有环境友好特征的共生网络,并进而发展成生态产业系统(Eco-Industrial System, EIS)。这种系统具有降低物质使用成本、废弃管理成本和环境税负的经济意义,也能够通过改善“生态环境景观”而增强其在“绿色市场”中的竞争潜

力,其最终效果是产品在从设计到报废环节的全生命周期内,具有对环境负面影响最小的生态意义。基于循环经济所建立的产业共生网络,对产品工艺、工厂和产业等不同环节进行连接,在资源循环和再利用的同时,实现排放和废弃物减量,为资源减量和环境保护提供了一个基本思路。产业发展因此同时具备了生态性和经济性的双重特征,从而为这种基于环境友好的经济运行模式提供经济动力而得以推行下去。即使在生态需求没有成为社会主流需求之前,产业共生系统的运作模式也能够达到经济性和生态性的双重效果。

尽管以建立产业共生网络为特征的产业系统因其具有经济动力而能够推进下去,但这种动力却更多地体现在区域层面,而非非集中在降低公司物耗和废弃物的水平上。这在一定程度上造成了公司层面推动产业生态化的经济动力的缺失,也因此使区域层面的产业生态化主要由地方政府加以推动。这一系统的独特运行模式,使得以企业群落为主要内容的循环经济实践模式得以产生,并以生态产业园的形式出现,形成区域层面上的产业共生网络。所不同的是,在自然生态系统中,由生产者到循环者(如微生物、细菌、分解者、真菌类)所构成的物质流为最大物质流;而在人工产业系统中,由生产者到循环者所构成的物质流却是最小物质流。正因为如此,资源在整个产业系统中建立完全或接近完全的循环,实现“零排放”(Zero discharges)的理想型(Ideal-type)产业生态系统,在现有技术条件下还无法完成。正如 Korhonen(2002)<sup>[13]</sup>所指出的:“一个理想型的产业生态系统模式永远也不会存在,但它能够成为我们在环境政策和产业环境管理方面努力的目标。”

#### 4 结论与启示

可见,循环经济 3R 原则的全面推进最终实现了产业经济性和生态性相融合。首先,循环(Recycle)和再利用(Reuse)既能降低投入成本,又能满足废弃物和排放最小化的目标,实现了产业运作中的经济性和生态性融合。其次,包括废弃物在内的减量化,意味着较高的资源利用效率和较低的废弃物处理成本,因而能够实现产业经济性和生态性的统一。第三,废弃物再利用不仅节约了自然资源的投入,而且使其再一次具备了经济价值,提高了利润水平,并以此创造出更具多样性特征的产品,使企业在满足经济性的同时实现环境目标。最后,由公司间以副产品为投入品所创建的“小生境模式”(niche species),是将废弃物和排放作为资源再利用从而实现“零排放”的,且因副产品的再利用和基础设施共享程度提高而降低了公司成本。资源效率导致生态效益,反过来,生态效益又促进了资源效率,形成了产业发展经济性和生态性的统一。

经济性和生态性相融合实现了产业运作模式由线性向循环的转变。但是,3R 原则在实施过程中会产生边际递减效应,产业共生网络的区域边界不断扩大,会导致边际产出效益最终趋向于零。笔者认为,鉴于物质和能量在循环过程中存在供需半径的约束,循环经济 3R 原则的实践

应从小范围的区域层面入手,在企业集中区内建立“小生境模式”、“非物质化”的产业运作模式和资源共享模式。这种模式在区域层面实施的结果,是导致区域经济增长不断具备“高科技、高效益、高效率、大规模、高循环,以及低成本、低消耗、低(零)排放、低(零)污染、低(无)毒性”的“五高五低”循环经济特征,最终达到经济系统与生态系统的和谐共存<sup>[14]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] KNEESE, A. V., R. U. AYRES, and R. C. D'ARGE. Economics and the Environment: A Materials Balance Approach. [M]. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1970.
- [2] GEORGESCU-ROEGEN, N. The Entropy Law and the Economic Process [M]. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1971.
- [3] DALY, H. E. Steady-state Economics [M]. San Francisco: Freeman, 1977.
- [4] JAMES, D. Environmental Economics, Industrial Process Models, and Regional Residuals Management Models [A]. In A. V. KNEESE and J. L. SWEENEY (eds.), Handbook of Natural Resource and Energy Economics [C]. vol. 1, 271-324. Amsterdam: North-Holland, 1985.
- [5] Van Den Bergh, J. C. J. M. (ed.). Handbook of Environmental and Resource Economics. [M]. Cheltenham, England: Edward Elgar, 1999.
- [6] AYRES, R. U., and L. W. AYRES (eds.). A Handbook of Industrial Ecology [M]. Cheltenham, England: Edward Elgar, 2002.
- [7] DALY, H. E., and K. N. TOWNSEND (eds.). Valuing the Earth: Economic, Ecology and Ethics [M]. Cambridge, MA: MIT Press, 1993.
- [8] SOCOLOW, R., C. ANDREWS, F. BERKHOUT, V. THOMAS (eds.). Industrial Ecology and Global Change. [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- [9] KOENIG, H. E., and J. E. CANTLON. Quantitative Industrial Ecology and Ecological Economics. [J]. Journal of Industrial Ecology, 2000, 3(2-3): 63-83.
- [10] DEN HODND, F. Industrial Ecology: a Review [J]. Regional Environmental Change, 2000, 1(2): 60-69.
- [11] LOVINS, A. B., LOVINS, L. H. and HAWKEN, P. A Road Map for Natural Capitalism [A]. Harvard Business Review, May-June: 145-158. Organisation for Economic Cooperation and Development (1998) Eco-efficiency [C]. Paris, OECD, 1999.
- [12] BURSTRÖM, F. and KORHONEN, J. Municipalities and Industrial Ecology: Reconsidering Municipal Environmental Management [J]. Sustainable Development, 2001(9): 36-46.
- [13] KORHONEN, J. Two Paths to Industrial Ecology: Applying the Product-based and Geographical Approaches [J]. Journal of Environmental Planning and Management, 2002, 45(1): 39-57.
- [14] 孔令丞, 谢家平. 上海以循环经济为特征的生态型工业区管理研究 [R]. 上海经济委员会, 2004.

(责任编辑: 高建平)