

· 环境经济 ·

基于生态效率建立我国循环经济评价指标体系的思考

刘华波, 杨海真, 顾国维

(同济大学污染控制与资源化研究国家重点实验室, 上海 200092)

摘要: 如何科学地定量评价循环经济的发展水平是循环经济的一个基础理论问题。本文探讨了生态效率与循环经济之间的关系, 以生态效率指标为基础, 建立了我国循环经济评价指标体系。该指标体系突出强调了循环经济的生态效率目标, 基本涵盖了循环经济的主要内容, 体现了循环经济的核心内涵、“3R”原则和本质要求, 能够全面、客观反映循环经济发展的状况和程度, 为政府决策提供科学的依据。

关键词: 循环经济; 生态效率; 指标体系

中图分类号: X196

文献标识码: A

文章编号: 1001-3644(2006)02-0078-05

Thoughts on the Establishment of Evaluation Indicator System of Circular Economy in China Based on Eco-efficiency

LIU Hua-bo, YANG Hai-zhen, GU Guo-wei

(State Key Lab of Pollution Control & Resource Reuse, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: How to evaluate the developmental level of circular economy scientifically is a fundamental problem of circular economy theory. The relationship between eco-efficiency and circular economy was studied in this paper. Evaluation indicator system of circular economy in China was established based on eco-efficiency, which emphasizes its goal of eco-efficiency, covers its main content basically, incarnates its core connotation, “3R” principles and essential requests, can reflect its developmental level objectively, and provide the scientific basis for government decision.

Keywords: Circular economy; eco-efficiency; indicator system

如何科学地定量评价循环经济的发展水平是循环经济的一个基础理论问题, 也是当前我国循环经济研究的热点和难点之一。在国外, 主要是采用物质流分析方法研究经济活动中物质资源的新陈代谢, 利用进入经济子系统的物质流作为环境压力和可持续发展程度的一种示踪指标^[1]。自 1992 年世界可持续发展商业理事会 (WBCSD) 提出生态效率这一概念以来^[2], 生态效率已不仅仅是企业环境管理的哲学, 事实上已成为衡量循环经济发展水平的重要指标。在我国, 已着手开展循环经济评价指标体系的研究, 大体上有三个层面: 一是面向企业^[3], 二是面向工业园区^[4], 三是基于区域和国

家层面。针对区域和国家层面的循环经济评价指标体系研究, 主要有以下几种情形。其一是从经济、社会和环境三维角度^[5,6]。所建立的指标体系使循环经济概念有泛化的倾向, 将循环经济类同于可持续发展, 与其二维定位不一致^[7]。其二是从物质流分析方法的角度^[8]。但该指标体系中大都是状态指标, 没有潜力指标, 缺乏管理类指标, 没有充分考虑影响循环经济发展的重要因素以及循环经济与可持续发展之间的内在联系。其三是从目标 - 过程 - 条件角度。如国家统计局拟建立的我国循环经济指标体系^[9], 目前尚在研究之中。其四是从生态效率角度。如周国梅等人借鉴生态效率指标体系的内容, 对循环经济的评价指标体系进行了初步研究和设计^[10], 但有待进一步深入研究。

分析生态效率与循环经济之间关系, 结合我国

收稿日期: 2006-02-10

作者简介: 刘华波(1975 -)男, 湖北仙桃人, 同济大学环境工程专业 2003 级在读博士生。研究方向为水污染控制。

国情，从经济与环境二维角度提出基于生态效率建立我国循环经济评价指标体系的设想，对丰富和完善我国循环经济指标体系的研究有借鉴意义。

1 生态效率的提出与发展

生态效率 (Eco-efficiency) 一词见于世界可持续发展商业理事会 (WBCSD) 的报告《改变过程：一个关于发展与环境的全球商业观点》。在联合国要求下，该报告于 1992 年在巴西里约热内卢召开的地球高峰会议上提出^[11]。原文 Eco-efficiency 一词，系由 Economical 和 Ecological 两词的前三个字母 eco 与 efficiency 一词组合而成，含有兼顾经济与生态两方面效益之意。在我国常译为生态效率或生态经济效率。

WBCSD 将生态效率定义为：“提供有价格竞争优势的、满足人类需求并保证生活质量的产品或服务，同时逐步降低对生态的影响和资源消耗强度，使之与地球的承载能力相一致”^[12]。依此定义，WBCSD 将其具体化为 7 个要素：(1) 产品与服务的原材料消耗强度最小化；(2) 产品与服务的能源消耗强度最小化；(3) 有毒物质扩散最小化；(4) 提高原材料的循环利用率；(5) 最大限度地利用可再生资源；(6) 延长产品的使用寿命；(7) 增加产品与服务的服务强度。这从原则上为生态效率提供了量化标准。

世界经济合作与发展组织 (OECD) 将生态效率定义为：“为了符合人类需求而使用生态资源的效率”。它可视为一种投入产出比。生态效率概念的直观表达式为：

$$\text{生态效率} = \frac{\text{产品或服务的价值}}{\text{环境影响}}$$

式中，环境影响指的是原材料、能源的使用和废弃物的排放^[13]。WBCSD 和联合国环境规划署 (UNEP) 已采用这一公式作为生态效率的简要表达。

最初，生态效率主要作为一种全新的管理哲学推动企业走向可持续发展，并受到了企业界的积极响应。许多公司，如 Novo Nordis、Sony 等已开始生态效率的实践，收到了很好的效果。目前，生态效率逐渐应用于区域和国家层面，产生了循环系统和区域生态效率指标^[14,15]。日本在物质流分析的

基础上，已将生态效率作为建立循环型社会的重要指标。生态效率的发展趋势是探讨生态效率指标标准化问题，使之更具操作性，便于在世界各国推广。

2 生态效率与循环经济的关系

2.1 生态效率与循环经济在根本目的上的一致性

生态效率与循环经济都是人类探索可持续发展实现途径的产物。生态效率的提出与循环经济逐渐成为国际社会发展的潮流在时间上也是吻合的。其根本目的都在于促进人类可持续发展。生态效率主要针对可持续发展三个维度中的经济和环境两个方面，在最优的经济目标和最优的环境目标之间建立一种最佳链接，实现经济与环境的双赢，而不涉及社会可持续发展，这与循环经济，特别是我国循环经济的二维定位是一致的。只不过，生态效率最初主要针对企业，旨在引导企业从生态环境保护出发，来提高经营绩效与竞争优势，推动企业走向可持续发展，这与生态效率主要由 WBCSD 推动是相关的。但从其发展趋势来看，生态效率开始面向区域和国家层面，其涵盖的范围与循环经济逐步趋同。

2.2 生态效率与循环经济在主要目标上的一致性

具体来说，生态效率的主要目标有三：一是降低资源消耗，即使能源、原料、水和土地利用最小化，增强可循环性和产品耐用性，使物质闭路循环；二是减少对自然界的影响，即使废物、废水、固体废弃物排放和有毒物质扩散最小化、促进可再生资源的持续利用；三是提高产品或服务价值，即重在通过产品功能性、灵活性和模块化改进为消费者提供更多的便利、提供额外的服务以及关注于满足消费者实际需求的功能性需要，从而尽可能降低物质和资源使用量^[16]。这与循环经济按照“3R”操作原则从源头开始全过程、多层次、多途径地减少资源能源消耗和污染排放，使资源能源得到合理、高效和持久的利用，将经济活动对自然环境的影响降低到尽可能小的程度，彻底改变以“大量生产、大量消费和大量废弃”为特征的传统线性经济增长模式的目标是一致的。

2.3 生态效率与循环经济在内涵上的一致性

生态效率的原意不仅含有兼顾经济与生态两方

面效益之意,更意涵着企业藉由对生态环境的保护来提高经营绩效与竞争优势^[11]。它以以少生多和提高资源生产率的理念为基础,鼓励企业创新,使企业更具有竞争力。所谓以少生多,就是以消耗更少的资源,来创造更多的价值。它强调所关注的是资源生产率而不是劳动生产率。这种理念在区域和国家层面同样适用,它意味着生产方式和发展模式的根本性转变,从而促进经济与环境可持续发展。

显然,生态效率的基本内涵与循环经济的核心理念,即资源的高效利用和循环利用在本质上是一致的。循环经济倡导尊重生态规律和经济规律,在“资源—生产—再生资源”物质循环模式下发展经济。面对人类经济的演化已经从人造资本是经济发展限制因素的时代进入到剩余的自然资本是限制因素的时代^[17],循环经济同样强调关注资源生产率,而不是劳动生产率。从某种程度上说,生态效率理念为我们认识循环经济开阔了视野。我国的国情决定了我国的循环经济发展要有中国特色,不能仅仅拘泥于循环二字,而应在提高生态效率上下功夫。

2.4 生态效率与循环经济之间的不同点

生态效率与循环经济之间的主要差异在于切入的角度不同。生态效率强调经济上的效率,同时兼顾环境效益,而循环经济首先强调环境效益,同时考虑经济效益。在实际操作中,其优先性或有不同。另一方面,生态效率是对经济效率和环境效率的有机整合,可看作是一种效率上的革命,而循环经济是一种符合可持续发展战略的发展模式,是对以“资源-产品-废弃物”为特征的传统线性增长模式的根本性变革。应该说,循环经济含有更丰富的内容。

2.5 生态效率可作为度量和评价循环经济发展水平的核心标准

生态效率最初是作为一种管理哲学,在发展过程中逐步具体化。生态效率本身也存在量化的问题。国际上已开始在企业、区域和国家层面建立其指标体系。生态效率是连接经济与资源环境的节点指标^[7],是对经济效率和环境效率的有机整合,总体上反映了循环经济所追求的经济发展和环境保护的多元目标。西方国家提出四倍因子和十倍因子的思想^[18,19],是生态效率在宏观层面的具体应用。生态效率与循环经济在根本目的、基本目标和内涵

上的高度一致性以及其定义本身所具有的易于量化的特性决定了可以将其作为度量和评价循环经济发展水平的核心标准,并以此为基础,衍生出资源生产率等一系列指标,建立循环经济评价指标体系。

3 基于生态效率建立我国循环经济评价指标体系

3.1 循环经济发展的状态函数

循环经济的根本目的在于协调经济发展与生态环境保护之间的关系,促进经济、环境可持续发展。具体表现为提高生态效率和物质循环利用率、资源消耗和污染排放减量化。循环经济发展的状态大体上可用以下函数形式表达:

$$S(C) = F(E, r, T_R, T_P)$$

式中: $S(C)$ - 循环经济发展的状态;

E - 生态效率;

r - 物质循环利用率;

T_R - 资源消耗量;

T_P - 污染物排放量。

当 E 和 r 较高、 T_R 和 T_P 处于较合适的水平时,循环经济发展达到较优状态。生态效率和物质循环利用率的动态性、资源消耗量与污染物排放量大小的相对性决定了循环经济发展的动态性,即循环经济发展是一个不断追求最佳状态的过程,最终目标是实现经济、环境可持续发展。

3.2 循环经济指标体系的构建原则

指标体系不是一些指标的简单组合,而是一个建立在科学理论基础上的有机整体。建立循环经济指标体系应遵循以下原则:

3.2.1 科学性原则

指标体系必须建立在科学的基础上,能充分反映我国循环经济主要特征、发展水平和内在机制,体现循环经济的内涵和“3R”原则。本身有合理的层次结构,指标的物理意义明确,测算统计方法科学规范,保证评估结果的真实性和客观性。

3.2.2 相对完备性原则

相对完备性要求指标体系覆盖面广。既有效率指标、总量指标,又有循环利用的过程指标。既有循环经济现状指标、潜力指标,也有相应的管理指标。能较全面并综合地反映循环经济发展状态、程度及趋势。

3.2.3 相对独立性原则

指标体系是一个层次分明、各要素相互联系的有机整体，指标体系内不同属性的各指标应具有相对独立性，每个指标能单独反映循环经济某一方面的属性和状态，具有一定的代表性，避免选择意义相近、相关性太高的指标。

3.2.4 动态性原则

循环经济发展是一个持续改进的动态过程。因此所构建的指标体系应能充分反映这一过程，以便于预测和管理。指标体系本身必须具有一定的弹性，能够反映不同发展阶段条件下的特征。

3.2.5 可操作性原则

考虑到指标的定量化、建模的复杂性以及数据的可靠性和可获得性，建立的指标体系应简明清晰，容易操作并易于理解。尽量利用现有统计资料，在尽可能简明的前提下，挑选一些易于计算、容易取得并且能够在要求水平上很好地反映我国循环经济发展实际情况的指标，使所构建的指标体系具有较强的可操作性，从而使我们有可能在信息不完备的情况下对循环经济发展水平做出最真实和客观的衡量和评价。

3.3 总体思路

遵循循环经济指标体系的构建原则，以生态效率指标为基础，综合考虑循环经济发展的重要影响因素，采用层次结构模型，将指标体系分为总体层、系统层、状态层、变量层 4 层（即 4 级指标，分别记为 0 级、1 级、2 级、3 级指标），从循环经济目标出发设计循环经济评价指标体系。总体层：综合表达循环经济发展水平，代表循环经济发展总体运行情况和效果。系统层：将循环经济发展指标体系解析为互相联系的若干个子系统评价指标。状态层：状态层指标是评价以上子系统状态的指标。变量层：用来表述状态层的具体变量，对其状态的数量、强度等进行度量^[10]。这样建立的指标体系，能够保持严格的内部逻辑统一性。同时，在指标的选取上，充分吸收其他人关于循环经济指标体系的研究成果，进行总结归纳，筛选有代表性的指标，使所构建的指标体系更具有科学性。

根据循环经济的二维定位，即主要针对可持续发展三个维度中的经济和环境两个方面，一般地，在系统层设经济与环境二个子系统。由于资源利用

在循环经济中的特殊性，有必要将资源利用从经济子系统与环境子系统中单列出来，在循环经济评价总目标下分设经济发展、资源利用、环境保护三个子系统。每个子系统又从不同侧面设置指标，构成层次清晰、目标明确的循环经济指标体系框架。

3.4 循环经济指标体系的框架结构

依据以上思路，建立我国循环经济评价指标体系。其框架结构见表。

表 中国循环经济评价指标体系

Tab. Evaluation Indicator System of Circular Economy in China

总体层 (0 级指标)	系统层 (1 级指标)	状态层 (2 级指标)	变量层 (3 级指标)		
循环 经 济 发 展 水 平	经济 发 展	经济发展水平	GDP 年增长率 人均 GDP		
		经济结构	第三产业占 GDP 的比重 高新技术产业占工业总产值的比例		
		经济发展潜力	研究发展投入占 GDP 比例 科技进步对 GDP 贡献率		
	资 源	资源生产率	土地资源生产率		
		资源能源利用水平	万元 GDP 水耗 万元 GDP 综合能耗		
	利 用	物 质 循 环 利 用 率		清洁能源使用率 工业用水重复率 工业固体废物综合利用率 农业固体废物综合利用率 城市污水回用率 城市生活垃圾综合利用率 主要再生资源回收利用率	
			生态环境改善潜力	环境保护投资占 GDP 的比例 单位 GDP 固体废物排放量 单位 GDP 二氧化硫排放量 单位 GDP 废水 COD 排放量	
			环 境 保 护	环 境 管 理	规模企业清洁生产审核实施率 规模企业通过 ISO14000 认证比率

3.5 评价循环经济发展水平的方法

评价循环经济发展水平必须采用多指标综合评价方法。目前国内外关于多指标综合评价的方法很多，根据权重确定方法的不同，这些方法大致可分为两类：一类是主观赋权法，如层次分析法、德尔菲法等，多是采用综合咨询评分的定性方法，这类方法因受到人为因素的影响，往往会夸大或降低了某些指标的作用，致使排序的结果不能完全真实地反映事物间的现实关系。另一类是客观赋权法，即根据各指标间的相关关系或各项指标值的变异程度来确定权数避免了人为因素带来的偏差，如主成分分析法、因子分析法等。考虑到主成分分析法的适用范围和诸多优点以及循环经济本身的特性，以循环经济评价指标体系为基础，采用主成分分析法来

综合评价循环经济发展水平是比较适宜的。通过主成分分析,最终形成反映主成分和指标包含信息量的权数,以计算综合评价价值。将综合评价价值作为循环经济发展指数,以此来度量循环经济发展水平。

4 结 语

基于生态效率构建循环经济评价指标体系,突出强调了循环经济的生态效率目标,体现了循环经济的核心理念、“3R”原则和本质要求,而且简明清晰、切实可行,能够全面、客观评价循环经济发展水平,易于找出循环经济发展过程中存在的问题和不足,为政府部门管理和决策提供支持。

参考文献:

- [1] 陈效述,乔立佳. 中国经济-环境系统的物质流分析[J]. 自然资源学报,2000,15(1):17-23.
- [2] Stephan Schmidheiny. Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Environment[M]. MIT press, 1992.
- [3] 李健,邱立成,等. 面向循环经济的企业绩效评价指标体系研究[J]. 中国人口资源与环境,2004,14(4):121-125.
- [4] 上海市经济委员会,上海市发展和改革委员会,上海市环境保护局. 上海市工业区循环经济建设指南[EB/OL]. <http://www.shcc.gov.cn/>,2005.
- [5] 李王锋,张天柱. 资源型城市循环经济评价指标体系研究[J]. 科学与科学技术管理,2005,(8):82-85.
- [6] 章波,黄贤金. 城市循环经济建设指标体系研究及实证评价[J]. 中国人口资源与环境,2005,15(3):22-25.
- [7] 任勇,吴玉萍. 中国循环经济内涵及有关理论问题探讨[J]. 中国人口资源与环境,2005,15(4):131-136.
- [8] 张楷,周国梅,等. 物质流分析理论与循环经济评价指标体系研究[EB/OL]. http://www.zhb.gov.cn/japan/materflo/m2_05.pdf, 2005.
- [9] 张为民. 中国迫切需要大力发展循环经济[EB/OL]. <http://finance.people.com.cn/CB/1037/3495326.html>, 2005.
- [10] 周国梅,彭昊,等. 循环经济和工业生态效率指标体系[J]. 城市环境与城市生态,2003,16(6):201-203.
- [11] 黄正忠. 生态效益的介绍[EB/OL]. http://www.esafety.com.tw/1_main/103_learning/1037_news/ens27/pdf/A1.pdf.
- [12] WBCSD. Eco-efficient Leadership for Improved Economic and Environmental Performance[EB/OL]. <http://www.wbcd.org/>,1996.
- [13] Bjorn Stigson. What is Eco-efficiency[M]. Sydney: WBCSD, 1999.
- [14] Arne Eik, Solveig Steinmo, et al. Indicators for Eco-efficiency in Recycling Systems[EB/OL]. <http://www.is4ie.org/images/Eik.pdf>, 2001.
- [15] Friedrich Hinterberger, Francois Schneider. Eco-Efficiency of Regions: Toward Reducing Total Material Input[EB/OL]. <http://www.seri.at/Data/projects/eco-efficiency-regions/download/eeregion2.pdf>, 2001.
- [16] WBCSD. eco-efficiency: creating more value with less impact[EB/OL]. <http://www.wbcd.org/>,2000.
- [17] Herman E Daly. 超越增长:可持续发展的经济学[M]. 上海:上海译文出版社,2001.
- [18] 厄恩斯特·冯·魏茨察克,艾默里·B·洛文斯,等. 四倍跃进[M]. 北京:中华工商联合出版社,2001.
- [19] Schmidt-Bleek. The Fossil Makers[EB/OL]. <http://www.factor10-institute.org/pdf/FMintro.pdf>, 1993.
- (上接第 62 页)
- [4] 李加林,龚虹波,许继琴. 浙江环境—经济系统发展水平的能值分析[J]. 地理研究与开发,2003,22(5):33-37.
- [5] 李加林,张正龙,曾昭鹏. 江苏环境经济系统的能值分析与可持续发展对策研究[J]. 中国人口与资源研究,2003,13(2):73-78.
- [6] 隋春花,蓝盛芳. 广州城市生态系统能值分析研究[J]. 重庆环境科学,2001,23(5):21-26.
- [7] 张耀辉. 农业生态经济系统能值分析方法[J]. 中国生态农业学报,2004,12(3):181-183.
- [8] 蓝盛芳,钦佩. 生态系统的能值分析[J]. 应用生态学报,2001,12(1):129-133.
- [9] 严茂超,李海涛,程鹏,沈文清. 中国农林牧渔主要产品能值分析与评估[J]. 北京林业大学学报,2001,23(11):66-69.
- [10] 李海涛,严茂超,沈文清,刘文江. 新疆生态经济系统的能值分析与可持续发展研究[J]. 干旱区地理,2001,24(4):768-772.
- [11] H T Odum. Environment Accounting: Energy and Environment decision making[M]. New York: John Wiley, 1996. 182-193.
- [12] 南充市统计局. 南充市统计年鉴 1994-2004[R]. 南充:南充市统计局.
- [13] 严茂超. 生态经济学新论[M]. 北京:中国致公出版社,2000. 144-165.
- [14] 隋春花,蓝盛芳. 城市生态经济系统能值分析(EMA)原理和步骤[J]. 重庆环境科学,1999,21(2):18-20.
- [15] 宗浩,等. 我国生态建设进展及主要问题与对策[J]. 四川环境,2004,23(6):12-15.