

## 循环经济评价研究进展与展望

曾绍伦<sup>1,2</sup>, 任玉珑<sup>2</sup>, 王伟<sup>1</sup>

1. 四川理工学院, 四川 自贡 643000; 2. 重庆大学, 四川 重庆 400030

**摘要:** 循环经济评价是对循环经济实施效果的评价, 也是循环经济改进的重要依据。从循环经济评价的内容、评价指标体系的构建原则与构建方法、主要的评价指标体系和评价方法等方面综述了循环经济评价的研究成果并进行了评述。指出循环经济效率、循环经济改进、循环经济与污染总量的关系是今后循环经济理论研究中迫切需要解决的问题; 循环经济与市场机制、循环经济实施的区域差异、循环经度与环境基尼系数的关系、循环经济对节能减排的贡献测度等方面的实证分析均有待进一步研究。认为在研究循环经济评价指标体系时, 需要考虑人力资源、创新、改进、总量与效率以及时间等要素, 构建的指标体系需要全面反映物质流、价值流和生态流, 需要体现循环经济的本质特征; 指标体系和评价方法需要从复杂适应系统的角度出发来选择、建立和完善。另外, 在循环经济评价过程中, 必须明确评价的标准、主体、客体、机制和监管等问题。

**关键词:** 循环经济; 循环经济评价; 指标体系; 评价方法; 进展与展望

中图分类号: X196

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906 (2009) 02-0783-07

20 世纪 60 年代美国经济学家 Kenneth E. Boulding 在其专著《宇宙飞船经济观》中提出“循环经济”的概念, 是循环经济的思想萌芽。1998 年, 诸大建教授在总结国外生态效率、生态产业园区、静脉产业等思想的基础上, 首次对循环经济的概念、内涵、原则和构建循环经济的产业体系等方面进行了比较全面的介绍。此后, 国内循环经济的理论研究和实证分析不断深入。

在理论研究方面, 主要包括循环经济的理论基础、学科特征和研究方法等内容; 并进一步深入阐释了循环经济的概念、内涵及存在的分歧, 资源稀缺、资源节约与循环经济, 循环经济理论与相关学科的关系, 以及循环经济的运行机理和实现条件等问题<sup>[1]</sup>。循环经济的理论基础主要包括清洁生产、生命周期评价、产业共生与产业生态学、生态工业园、零排放和逆生产等<sup>[2]</sup>。循环经济的内涵可以归纳为: 循环经济的本质被规定为尽可能地少用和循环利用资源; 循环经济是一种新的生产方式, 其本质是生态经济, 其核心是提高生态环境的利用效率; 循环经济是一种新的经济形态, 其本质是对人类生产关系进行调整, 其目标是追求可持续发展; 减量化是循环经济“3R”原则的核心<sup>[3]</sup>。

在循环经济实践方面, 赵云君、文启湘认为政府是发展循环经济的宏观责任主体、企业和消费者是发展循环经济的微观行为主体, 并提出建立循环型社会必须要有公众的广泛参与; 从绿色 GDP 核算、产业结构支撑体系、法律强制与激励机制等方

面研究了在循环经济发展中政府行为的选择, 从环境管理、清洁生产等角度分析了企业行为的选择<sup>[4]</sup>。李兆前、齐建国并从经济学的角度提出发展循环经济需要两个基本条件: 制度创新和技术创新<sup>[5]</sup>。

目前关于循环经济的研究尚没有对循环经济评价进行系统的研究和评述。基于此, 本文将从循环经济评价的内容、指标体系构建方法、构建原则以及评价方法等方面展开讨论; 并提出今后循环经济评价需要解决的问题和主要研究方向。

### 1 循环经济评价的内容

国内关于循环经济评价主要包括两个方面: 一是循环经济发展水平、循环经济发展指数或循环经济发展度的评价; 二是循环经济相对有效性评价。

在已有的文献中, 绝大部分是关于循环经发展水平的评价研究。涉及宏观、中观和微观多个层面, 其中尤其是区域和城市循环经济发展水平的评价较多。例如: 马其芳、黄贤金采用层次分析和加权函数法, 对 2003 年江苏省 13 个城市的农业循环经济发展状况进行综合评价; 从经济与社会发展、资源减量投入、资源循环利用、资源环境安全 4 个方面构建评价指标体系, 计算出反映区域农业循环经济发展的综合评价指数<sup>[5]</sup>。曹小琳、晏永刚、景星蓉采集重庆市 1997—2005 年历年纵截面数据, 对重庆市循环经济发展水平进行实证研究、模型验证及态势监测; 结果表明重庆市循环经济综合发展指数随时间序列呈现出明显的上升趋势, 循环经济系统保持良好的发展势头<sup>[6]</sup>。

**基金项目:** 国家自然科学基金项目 (90510016); 四川省哲学社会科学重点研究基地、四川省教育厅人文社会科学重点研究基地、四川循环经济研究中心课题 (XHJJ06-05, XHJJ-0824)

**作者简介:** 曾绍伦 (1974 年生), 男, 副研究员, 博士研究生, 主要从事环境经济学研究及环境评价工作。E-mail: slumzen@yahoo.com

**收稿日期:** 2009-01-16

循环经济相对有效性的评价,实际上也是关于循环经济发展水平的评价,只是采用了数据包络分析方法评价循环经济的相对发展水平或效果。这方面的研究文献相对较少,截至目前,典型的期刊文献仅4篇。如:王棵、于苏俊选取农业能耗指数、化肥施用量、农作物播种面积、农林牧渔业从业人员作为区域农业循环经济发展投入指标,农林牧渔业总产值、农村居民人均纯收入、粮食单产作为产出指标,构建DEA模型对四川省21个地市农业循环经济相对有效性进行评价;结果表明13个地市农业循环经济发展相对有效,8个地市相对无效。

## 2 循环经济评价的指标体系

### 2.1 指标体系构建的基本原则

循环经济评价指标体系的构建必须遵从循环经济的基本原则,且能全面、真实地反映资源和物质利用情况,反映循环经济的发展水平,为有关部门提供科学的决策依据。在大部分的循环经济评价研究文献中,都对指标体系选择的基本原则进行了阐述。如:系统性原则、科学性原则、可操作性原则、动态性原则<sup>[7]</sup>;可比性、敏感性、综合性、具有实际运用价值原则<sup>[8]</sup>;科学性原则、可操作性原则、资源利用原则、政策相关性原则、完备性与简明性原则、敏感性原则等<sup>[9]</sup>。

### 2.2 指标体系构建的主要方法

关于循环经济评价指标体系的研究可以分为两类:一是评价循环经济的综合性指标体系,一般包括经济类、资源类、生态环境类等若干类指标,每类指标又包括若干具体指标。这些评价指标体系一般包括若干体现3R原则的指标。二是基于某些特定的分析方法的评价指标,如:采用物质流分析、生态经济效率(Eco-efficiency)、能值分析等方法构建评价指标体系。

基于物质流分析可以构建国家、区域和具体行业、企业的循环经济评价指标体系,国内对此已有丰富的理论研究和实践<sup>[9-11]</sup>。从物质流分析出发,涉及到具体的研究对象,其具体指标体系不尽相同,但总体上可以归纳为经济社会发展、资源消耗、环境保护等宏观指标和资源利用、资源循环以及废物排放等微观指标。基于生态经济效率构建的循环经济评价指标体系则从另一个角度,强调循环经济实施中的生态效率(环境保护)和经济效率(经济发展),其构建的指标体系已应用于我国国家尺度的循环经济评价<sup>[12-14]</sup>。能值分析方法应用于循环经济评价是近两年发展的一种新方法,理论研究和实证评价均有相关的文献报导,其研究对象包括基于能值理论的循环经济系统评价方法<sup>[15-16]</sup>,基于能值分析的区域循环经济研究等<sup>[17-19]</sup>。

### 2.3 主要的指标体系

从研究对象来看,现有的关于循环经济评价指标体系的研究主要包括:

#### (1) 宏观的、区域性的循环经济评价指标体系

主要是根据循环经济的“减量化、再利用、资源化”的基本原则和运行过程,构建的指标体系一般包括资源利用效率、资源消耗、资源循环利用效率和废物排放与处置等指标<sup>[20-22]</sup>;或者是从经济-环境-社会系统协调发展的角度构建评价指标体系,该体系将实施循环经济和进行循环经济评价看作一个复杂系统,构建的指标通常包括经济发展、环境保护和社会协调等,并以循环经济发展度来评价循环经济的实施效果<sup>[23-25]</sup>。目前研究较多的是中国循环经济评价指标研究<sup>[26]</sup>,省级区域循环经济评价指标<sup>[8,27]</sup>和城市循环经济评价指标体系<sup>[28-30]</sup>。一般从我国资源利用效率和GDP的资源生产率、区域农业循环经济、工业循环经济、服务业循环经济,城市经济发展、环境保护和人文发展等方面评估全国、省级区域和某一城市的循环经济发展水平和实施情况。

#### (2) 行业循环经济评价指标体系

已有对林业、黄磷生产行业、化工行业、矿业、造纸工业和煤炭行业等的研究<sup>[7,31-35]</sup>。因行业不同,构建的评价指标体系也不尽相同,但都遵循循环经济的基本原则,通常包括经济发展指标、环境效益指标、系统管理指标等。

#### (3) 生态工业园区和企业循环经济评价指标体系

生态工业园区建立在多个企业或产业相互关联互动发展的基础上,遵循的是“回收—再利用—设计—生产”的循环经济模式。它仿照自然生态系统物质循环方式,使上游生产过程中产生的废物成为下游生产的原料,达到相互间资源的最优化配置。通过分析园区的物流和能流,可以模拟自然生态系统建立产业生态系统的生态产业链,形成互利共生网络,实现物流的“闭路再循环”,达到物质、能量的最大利用,最终实现园区内污染物的“零排放”<sup>[36]</sup>。从文献来看,对生态工业园循环经济指标体系的研究主要有冯之浚、刘燕华等设计的指标体系,包括产业体系循环指数和支撑体系循环指数<sup>[37]</sup>;国家发展改革委、国家环保总局和国家统计局联合发布的《循环经济评价指标体系(工业园区)》,包含资源产出指标、资源消耗指标、资源综合利用指标和废物排放指标。企业循环经济评价的指标体系则更切合企业运行实际,包括经济效益、资源和能源利用、环境保护等指标<sup>[38]</sup>,也有基于循环经济就企业发展的某一方面进行评价的研究<sup>[39]</sup>。另外,对企业循环经济评价的一般性建议是构建生态工业园,资源循环和废物再利用在生态工业园区内实

施,从而使经济效益、环境保护等问题可以通过自身的小循环得以完成,最大限度的减小了行业、企业对环境污染和破坏。

研究表明,对具体企业或行业循环经济评价指标体系的研究将是今后循环经济评价深入研究的重点方向,其研究成果将直接应用于某一行业或企业的循环经济实施与评价。目前,涉及具体行业的循环经济评价指标体系目前尚在研究和不断完善中。国家发改委等部门发布了循环经济评价指标体系,但其指标体系具有宏观性和指导性的特点。对具体行业或企业来说,需要根据具体实际和实践,构建一套符合我国国情、符合行业特点、有利于可持续发展的循环经济评价指标体系。

### 3 主要的循环经济评价的方法

随着可持续发展理论的发展,有关指标体系和评价体系方面的研究已成为目前的研究热点。当前国外对循环经济评价研究重点关注的是生态效率评价,以及如何提高生态效率的对策与途径,其评价分析方法主要有生命周期法、物质流分析、生态足迹法、能值分析法、可持续发展指数法等。

我国介入循环经济评价研究的时间较晚,晏永刚统计了自2004年1月至2007年9月在中国期刊全文数据库发表的论文,有代表性的关于循环经济评价研究的论文有51篇,其中2006—2007发表38篇,占74.5%;关于评价方法统计的17篇文章中,采用线性加权法的有82%<sup>[40]</sup>。总的来说,目前循环经济的评价可以从其研究内容的两个方面(循环经济发展水平和循环经济相对有效性)来分析,前者采用的评价方法包括线性加权法、灰色关联分析法、模糊综合评价法、主成分分析法、物质流分析法、生态足迹法等;而后者一般采用数据包络分析法。

#### 3.1 循环经济发展水平的评价方法

目前关于循环经济发展水平的评价方法主要包括线性加权法、灰色关联分析法、模糊综合评价法、主成分分析法、数据包络分析法、能值分析法、生态足迹法、物质流分析法等。线性加权法、灰色关联分析法、模糊综合评价法、主成分分析法和能值分析法的共同特点是确定各个指标的权重,通常采用Delphi法、层次分析法、专家打分法、熵值法等。由于需要确定权重,一般都带有一定的主观性。

如前所述,目前循环经济评价的主要方法是线性加权法;其一般程序为首先构建指标体系,然后采用层次分析法或熵值法等确定指标权重,再利用线性加权法进行评价<sup>[6,40-41]</sup>;已有的文献主要为区域农业、工业等产业循环经济发展水平的测度与评价<sup>[5-6, 8, 42-48]</sup>,也有城市循环经济评价方

面的研究<sup>[40,49-50]</sup>。在模糊综合评价法的应用方面,主要有城市循环经济评价<sup>[30, 51-52]</sup>、农业循环经济评价<sup>[53]</sup>、区域循环经济评价<sup>[54]</sup>、特定产业循环经济<sup>[35]</sup>、企业循环经济绩效评价<sup>[39-40]</sup>。灰色关联分析法的应用也主要集中在基于循环经济的区域经济发展评价<sup>[36]</sup>、企业循环经济发展水平<sup>[55]</sup>、区域农业循环经济<sup>[56]</sup>、城市循环经济规划<sup>[24]</sup>等方面。利用主成份分析方法研究循环经济的评价的文献中明确的提出其目标是评价循环经济发展度<sup>[25]</sup>、循环经济发展指数<sup>[8]</sup>或循环经济发展水平<sup>[57]</sup>,研究的内容主要是区域循环经济的评价<sup>[41,58-59]</sup>。严格意义上说,能值分析方法仅仅是从能值流量、能值经济、投入产出、环境压力和综合指数等方面构建评价指标体系,其评价方法或模型仍然要依赖于层次分析法、熵值法等来确定权重。基于生态足迹法的循环经济评价则没有明确的评价指标体系,而是用生态足迹来衡量循环经济的发展水平<sup>[60]</sup>,且目前的研究文献并不多见。另外,还有基于物质流分析的循环经济评价<sup>[61-63]</sup>、基于投入-产出的评价<sup>[64]</sup>以及基于人工神经网络方法<sup>[65-66]</sup>的循环经济评价等。

#### 3.2 循环经济相对有效性评价方法

同样,数据包络分析法由于其相对客观,得到了研究人员的普遍认同。数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)自1978年由Charnes和Cooper等人创建、并由中国人民大学魏权龄教授等介绍到国内以来,在运筹学、管理科学和经济学等领域取得了相当丰富的研究成果,研究文献不断涌现。DEA的应用主要是评价多个输入和多个输出的部门或单位(称为决策单元DMU)间的相对有效性。近年来,在循环经济评价方面也有很大的进展,为解决投入和产出的问题,一般将污染物作为一种投入,采用数据包络分析中的CCR模型、C<sup>2</sup>GS<sup>2</sup>模型或C<sup>2</sup>R模型,评价循环经济的运行效率<sup>[65,67]</sup>和相对有效性<sup>[68-70]</sup>。

### 4 简要评述与研究展望

#### 4.1 关于循环经济的评价内容

目前,关于循环经济评价内容主要包括两个方面:循环经济发展水平、循环经济发展指数或循环经济发展度的评价和循环经济相对有效性评价;研究内容的范围相对较窄,这与循环经济的基础理论研究现状密不可分。随着理论研究的深入,关于循环经济效率、循环经济改进、循环经济与污染总量的关系等基础理论问题都将逐步研究,进而形成比较完善的学科研究体系。比较而言,循环经济效率的研究文献不多,其主要原因在于对循环经济效率这一概念尚没有一个权威的定义,有学者认为这一术语并非循环经济的科学测度<sup>[71]</sup>。但就循环经济的

实践来说,研究循环经济效率比生态经济效率更具有现实意义,因为前者反映了循环经济运行的具体环节,是循环经济改进的基础;而后者只是反映了循环经济运行的结果。关于循环经济改进和循环经济与污染总量的关系等问题,目前还没有相关的研究成果。以上这些问题不仅是循环经济理论研究需要完成的命题,也是今后循环经济评价的主要内容。另外,关于循环经济实与市场机制、循环经济实施的区域差异、循环经济度与环境基尼系数的关系、循环经济对节能减排的贡献测度等方面的实证分析均有待进一步研究。

#### 4.2 关于指标体系的构建

对应于循环经济的国家、社会(区域)和企业层面,已有的文献构建的指标体系非常丰富,虽然发改委等部门发布了指导性文件,但该指标体系过于宏观,仅仅是具有一定的指导意义。在循环经济评价实施的具体过程中,尤其是对于行业、企业循环经济的评价缺乏比较一致的标准或规范。实际上,企业是国家节能减排政策的主要载体,因而也是循环经济实施的主体和评价的主要对象。对于企业循环经济指标体系的研究将是今后研究与实践的重点之一。

在目前的指标体系中,资源利用、资源消耗等指标中没有反映人力资源投入-产出这一重要指标;也很少有关于技术创新和管理创新的指标;虽然人力资源、创新的指标量化有一定难度,但不能因此而忽视。同时,由于对循环经济本质理解的差异,大部分的微观指标体系,如:资源利用效率、资源消耗、资源循环利用效率和废物排放与处置,只考虑了物质的循环,没有考虑经济的循环;或者说这些指标实际上是物质流指标,缺乏与循环经济本质上的联系。

随着理论研究的深入,如何评价循环经济效率、构建反映循环经济效率的评价指标体系,以及如何评价循环经济改进或者说改进绩效的评估、构建反映循环经济改进的评价指标体系,在循环经济评价指标体系中如何反映循环经济效率与污染总量的关系等问题,将是今后循环经济评价的一项非常重要的任务。另外,循环经济评价中时间问题、静态与动态问题也是需要解决的问题之一,尤其是对循环经济改进的评价非常重要。

在指标体系构建方法中,目前的指标过于主观和随意,部分指标还存在重复、交叉等问题,缺乏利用基本理论工具和方法进行系统分析的过程,这一点在国外的循环经济评价中是值得借鉴的,物质流分析方法、生命周期分析方法等都是很好的分析工具。另外,循环经济的实施、评价是一个复杂的

经济、环境、资源、社会系统,指标体系的构建需要考虑物质流、价值流、生态流等可持续发展要素,需要借助复杂适应系统等理论,构建科学、可行的指标体系和评价方法。

#### 4.3 关于评价标准与评价实施中的相关问题

在循环经济评价中,评价标准是前提,如果没有标准,评价的结果也就无法进行比较。目前的研究成果要么是比较随意的设置一个评判标准,以判断循环经济的发展水平或者是循环经济发展能力;要么是没有标准,通过时间序列数据的分析以判断循环经济的发展状况;或者是通过横向比较,采用DEA排序的方法,说明循环经济发展的优劣。虽然有学者已经利用可持续发展能力或可持续发展指数、净社会福利指数等来研究循环经济评价,但尚没有形成系统的方法论和成果。由此,关于循环经济评价标准的研究,是我国今后循环经济评价需要解决的难题之一。

在循环经济评价过程中,必须明确评价的主体、客体、对象、机制和监管等问题。到目前为止,循环经济的评价主要是停留在学者的研究成果和企业自身的评价,还没有像清洁生产一样作为环境监管的一种手段和内容,也就难以明确循环经济评价的主体主要是哪些,客体和对象是什么,评价的机制是什么,评价中如何监管等现实问题。

#### 参考文献:

- [1] 杨雪锋. 近期循环经济研究[J]. 改革与战略, 2006(3): 27-30.  
YANG Xuefeng. Research of circular economy in recent years[J]. Reform and Strategy, 2006(3): 27-30.
- [2] 赵波. 循环经济研究综述[J]. 经济学动态, 2007(10): 64-66.  
ZHAO Bo. Research of circular economy: a review[J]. Economic Perspective, 2007(10): 64-66.
- [3] 李兆前, 齐建国. 循环经济理论与实践综述[J]. 数量经济技术经济研究, 2004(9): 145-154.  
LI Zhaoqian, QI Jianguo. A summary of theory and practice of circular economy[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2004(9): 145-154.
- [4] 赵云君, 文启湘. 我国发展循环经济的理论研究综述[J]. 经济学动态, 2006(1): 64-68.  
ZHAO Yunjun, WEN Qixiang. Theoretical research on the development of circular economy in China: a survey[J]. 2006(1): 64-68.
- [5] 马其芳, 黄贤金, 张丽君, 等. 区域农业循环经济发展评价及其障碍度诊断-以江苏省 13 个市为例[J]. 南京农业大学学报, 2006, 29(2): 108-114.  
MA Qifang, HUANG Xianjin, ZHANG Lijun, et al. Evaluation and diagnosis of trouble on the development of regional agricultural recycling economy: A case study of 13 cities in Jiangsu Province[J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2006, 29(2): 108-114.
- [6] 曹小琳, 晏永刚, 景星蓉. 区域循环经济测度指标体系、评价方法与实证研究-以重庆市为例[J]. 重庆大学学报: 社会科学版, 2008, 14(3): 30-35.  
CAO Xiaolin, YAN Yonggang, JING Xingrong. Measurement indicator system, evaluation Method and empirical research on regional recycling economy: a case study of Chongqing[J]. Journal of Chongqing University: Social Science Edition, 2008, 14(3): 30-35.
- [7] 李彩红. 化工行业循环经济的指标体系及效果评价[J]. 工业技术

- 经济, 2007, 26(4): 91-93.
- LI Caihong. Evaluation index system for the Circular Economy of Chemical Industry and its effect assessment[J]. Industrial Technology & Economy, 2007, 26(4): 91-93.
- [8] 钟太洋, 黄贤金, 李璐璐, 等. 区域循环经济发展评价: 方法、指标体系与实证研究-以江苏省为例[J]. 资源科学, 2006, 28(2): 154-162.
- ZHONG Taiyang, HUANG Xianjin, LI Lulu, et al. Assessing Regional Circular Economy Development: Approaches and Indicator Systems: A Case Study in Jiangsu Province[J]. Resources Science, 2006, 28(2): 154-162.
- [9] 张楷, 周国梅, 马永亮. 物质流分析理论与循环经济评价指标体系研究[R]. 北京: 中日友好环境保护中心, 2005.
- ZHANG Kai, ZHOU Guomei, MA Yongliang. Theory and Method of Material Flow Analysis and Research of Evaluation Index System for Circular Economy[R]. Beijing: Sino-Japan Friendship Centre for Environmental Protection, 2005.
- [10] 刘滨, 王苏亮, 吴宗鑫. 试论以物质流分析方法为基础建立我国循环经济指标体系[J]. 中国人口·资源与环境, 2005, 15(4): 32-36.
- LIU Bin, WANG Suliang, WU Zongxin. Exploration on Founding the Index System of Circular Economy of China on the Basis of Material Flow Analysis[J]. China Population, Resources and Development, 2005, 15(4): 32-36.
- [11] 刘滨, 向辉, 王苏亮. 以物质流分析方法为基础核算我国循环经济主要指标[J]. 中国人口·资源与环境, 2006, 16(4): 65-68.
- LIU Bin, XIANG Hui, WANG Suliang. Key index for assesment of Circular Economy development in China based on the material how analysis[J]. China Population, Resources and Development, 2006, 16(4): 65-68.
- [12] 周国梅, 彭昊, 曹凤中. 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.
- ZHOU Guomei, PENG Hao, CAO Fengzhong. circular economy and industrial Eco-efficiency indicator system[J]. Urban Environment & Urban Ecology, 2003, 16(6): 201-203.
- [13] 刘华波, 杨海真, 顾国维. 基于生态效率建立我国循环经济评价指标体系的思考[J]. 四川环境, 2006, 25(2): 78-82.
- LIU Huabo, YANG Haizhen, GU Guowei. Thoughts on the establishment of evaluation indicator system of circular economy in China based on Eco-efficiency[J]. Sichuan Environment, 2006, 25(2): 78-82.
- [14] 傅和玉. 基于生态效率理论的循环经济评价数学模型的研究[C]//中国环境科学学会. 中国环境科学学会学术年会优秀论文集 2007. 北京: 中国环境科学出版社, 2007: 79-83.
- FU Yuhe. Study on the mathematical model of circular economy assessment based on eco-efficiency[C]//Chinese Society for Environmental Sciences. Proceeding of 2007 Conference of Chinese Society for Environmental Sciences. Beijing: China Environmental Science Press, 2007: 79-83.
- [15] 刘浩, 宋阳. 循环经济发展能值评价及实证研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(1): 79-83.
- LIU Hao, SONG Yang. Energy evaluation on the development of circular economy and empirical study[J]. China Population, Resources and Environment, 2008, 18(1): 79-83.
- [16] 史宝娟, 赵国杰. 基于能值理论的循环经济系统评价方法初探[J]. 生态经济, 2006(4): 87-89.
- SHI Baojuan, ZHAO Guojie. On the method of circular economical system based on energy theory [J]. Ecological Economy, 2006(4): 87-89.
- [17] 刘浩, 王青, 宋阳, 等. 基于能值分析的区域循环经济研究——以辽宁省为例[J]. 资源科学, 2008, 30(2): 192-198.
- LIU Hao, WANG Qing, SONG Yang, et al. Evaluating regional circular economy based on emergy theory: a case study in Liaoning Province [J]. Resources Science, 2008, 30(2): 192-198.
- [18] 卢远, 王娟, 陆赛. 区域农业循环经济能值评价的实证研究[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(2): 482-487.
- LU Yuan, WANG Juan, LU Sai. Empirical research on emergy evaluation of regional agricultural recycling economy[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2008, 16(2): 482-487.
- [19] 仇方道, 佟连军, 丁宁凯. 区域循环经济的能值分析与评估-以徐州市为例[J]. 地域研究与开发, 2007, 26(6): 69-74.
- QIU Fangdao, TONG Lianjun, DING Ningkai. On evaluation of circular economic development based on the emergy theory: a case of Xuzhou[J]. Areal Research and Development, 2007, 26(6): 69-74.
- [20] 国家统计局“循环经济评价指标体系”课题组. “循环经济评价指标体系”研究[J]. 统计研究, 2006(9): 23-26.
- NBSC Research Group. The research of system of indicators to evaluate cycling economy[J]. Statistical Research, 2006(9): 23-26.
- [21] 国家发展改革委、国家环保总局、国家统计局. 关于印发循环经济评价指标体系的通知(发改环资[2007]1815号)[EB/OL]. 2007-06-27, 参见 [http://hzs.ndrc.gov.cn/newzwxx/t20070814\\_153503.htm](http://hzs.ndrc.gov.cn/newzwxx/t20070814_153503.htm).
- DRC, SPEA, NBSC. Release of evaluation index system for circular economy[EB/OL]. 2007-06-27, [http://hzs.ndrc.gov.cn/newzwxx/t20070814\\_153503.htm](http://hzs.ndrc.gov.cn/newzwxx/t20070814_153503.htm).
- [22] 郭彬. 循环经济评价和激励机制设计[D]. 天津: 天津大学, 2005.
- GUO Bin. Research on evaluation and incentive mechanism of cycling economy[D]. Tianjin: Tinajin University, 2005.
- [23] 杨华峰, 张华玲. 论循环经济评价指标体系的构建[J]. 科学学与科学技术管理, 2005(9): 123-128.
- YANG Huafeng, ZHANG Hualin. On the establishment of the evaluation index system of recycling economy[J]. Science of Science and Management of S & T, 2005(9): 123-128.
- [24] 章波, 黄贤金. 循环经济发展指标体系研究及实证评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2005, 15(4): 22-25.
- ZHANG Bo, HUANG Xianjin. Research on circular economy development indicator system and demonstrable assessment [J]. China Population, Resources and Environment, 2005, 15(3): 22-25.
- [25] 向来生, 郭亚军, 孙磊, 等. 循环经济评价指标体系分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(2): 76-78.
- XIANG Laisheng, GUO Yajun, SUN Lei, et al. Analysis of assessment system of circular economy[J]. China Population, Resources and Development, 2007, 17(2): 76-78.
- [26] 吴宗鑫. 中国循环经济指标体系[R]. 世界银行, 2006.
- WU Zongxin. Circular Economy Indicators Study: Establishing the indicators system and an application to China[R]. The World Bank, 2006.
- [27] 童亚丽. 循环经济评价指标体系的构建与分析[D]. 厦门: 厦门大学, 2006.
- TONG Yali. Design and Analysis on Evaluation Index System of Circular Economy[D]. Xiamen: Xiamen University, 2006.
- [28] 马江. 成都市循环经济评价指标体系基础研究[J]. 西南民族大学学报: 人文社科版, 2006, 27(4): 155-158.
- MA Jiang. Research on the evaluation index system for circular economy of Chengdu City[J]. Journal of Southwest University for Nationalities, 2006, 27(4): 155-158.
- [29] 于丽英, 冯之浚. 城市循环经济评价指标体系的设计[J]. 中国软科学, 2005(12): 44-53.
- YU Liying, FENG Zhijun. Design of the evaluation indicator system of circular economy[J]. China Soft Science, 2005(12): 44-53.
- [30] 史宝娟, 赵国杰. 城市循环经济系统评价指标体系与评价模型的构建研究[J]. 现代财经, 2007, 27(5): 3-6.
- SHI Baojuan, ZHAO Guojie. Study on construction of target system and evaluation mode for city cycle economy system[J]. Modern Finance & Economics, 2007, 27(5): 3-6.
- [31] 李尔彬, 王跃先, 王刚. 林区发展循环经济评价指标体系研究[J]. 生态经济, 2007, (2): 144-146.
- LI Erbin, WANG Yaoxian, WANG Gang. Research on the evaluation indicator system of developing circular economy in Forest Region[J]. Ecological Economy, 2007, (2): 144-146.
- [32] 高红, 宁平, 胥留德, 等. 黄磷行业循环经济评价指标体系研究[J]. 云南化工, 2007, 34(3): 47-50.
- GAO Hong, NING Ping, XU Liude, et al. Evaluation index system for circular economy of Yellow Phosphorus industry[J]. Yunnan Chemical Technology, 2007, 34(3): 47-50.
- [33] 沙景华, 欧玲. 矿业循环经济评价指标体系研究[J]. 环境保护,

- 2008(4): 33-36.  
SHA Jinghua, OU Ling. Study on the evaluation index system for the circular economy of Mining industry[J]. Environmental Protection, 2008(4): 33-36.
- [34] 陈帆, 吴波, 祝秀莲. 造纸工业循环经济模式评价指标体系研究[J]. 环境污染与防治, 2008, 30(5): 97-100.  
CHEN Fan, WU Bo, ZHU Xiulian. Research on the evaluation index system for the circular economy of paper making industry[J]. Environmental Pollution and Control, 2008, 30(5): 97-100
- [35] 江涛, 张天柱. 煤炭行业循环经济发展模式与指标体系研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(6): 87-90.  
JIANG Tao, ZHANG Tianzhu. Research on Coal industry circular economy development model and index system[J]. China Population, Resources and Development, 2007, 17(6): 87-90.
- [36] 徐青. 基于循环经济的经济增长评价问题研究[D]. 南京: 河海大学, 2006.  
XU Qing. A Research on The Problem of Economic Growth Evaluation Based on Recycling Economy[D]. Nanjing: Hohai University, 2006.
- [37] 冯之浚, 刘燕华, 周长益, 等. 我国循环经济生态工业园发展模式研究[J]. 中国软科学, 2008(4): 1-10.  
FENG Zhijun, LIU Yanhua, ZHOU Zhangyi, et al. Research on development mode of circular economy eco-industrial parks in China[J]. China Soft Science, 2008(4): 1-10.
- [38] 王晶, 程茜, 乞建勋. 循环经济企业绩效模糊综合评价[J]. 华北电力大学学报: 社会科学版, 2008(1): 41-46.  
WANG Jing, CHENG Qian, QI Jianxun. The fuzzy integrative evaluation on the corporation performance of circular economy[J]. Journal of North China Electric Power University: Social Sciences, 2008(1): 41-46.
- [39] 欧阳春花. 循环经济视角下的企业自主创新能力评价指标研究[J]. 科学管理研究, 2008, 26(4): 21-24.  
OUYANG Chunhua. The research of evaluation index system for enterprise independent innovation ability based on cycle economics[J]. Scientific Management Research, 2008, 26(4): 21-24.
- [40] 晏永刚. 重庆市循环经济测度指标体系与评价方法研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2007.  
YAN Yonggang. Study on Measurement Indicator System and Evaluation Method of Circular Economy in Chongqing Municipality[D]. Chongqing: Chongqing University, 2007.
- [41] 白露, 白永秀, 薛耀文, 等. 中国省区循环经济预评估及区域差异研究[J]. 地理科学, 2007, 27(2): 149-155.  
BAI Lu, BAI Yongxiu, XUE Yaowen, et al. Circular economy beforehand evaluation of provinces and regional diversity[J]. Scientia Geographica Sinica, 2007, 27(2): 149-155.
- [42] 贺丹. 区域循环经济的评价体系构建与政策研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2006.  
HE Dan. Evaluation System Build and Policy Study on Regional Circular Economy Development[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2006.
- [43] 吴开亚. 巢湖流域农业循环经济综合评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(1): 94-98.  
WU Kaiya. Comprehensive evaluation on the development of agricultural circular economy in Chaohu Basin[J]. China Population, Resources and Environment, 2008, 18(1): 94-98.
- [44] 潘安兴, 王芳. 基于熵值法的区域农业循环经济发展评价-以四川省为例[J]. 农机化研究, 2008(7): 44-47.  
PAN Anxing, Wang Fang. Evaluation of regional agricultural recycling economy development based on entropy: a case study in Sichuan Province[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2008(7): 44-47.
- [45] 冯艳飞, 贺丹. 基于熵值法的区域循环经济发展综合评价[J]. 环境科学与管理, 2006, 31(6): 177-179.  
FENG Yanfei, HE Dan. The synthetic evaluation of regional recycling economy development base on entropy method[J]. Environmental Science and Management, 2006, 31(6): 177-179.
- [46] 徐凤君, 赵涛, 柯婷. 内蒙古自治区循环经济发展模式及评价体系研究[J]. 科学管理研究, 2007, 25(3): 1-4.  
XU Fengjun, ZHAO Tao, KE Ting. Study on the developmental mode of circular economy and evaluation system of Inner Mongolia Autonomous Region [J]. Scientific Management Research, 2007, 25(3): 1-4.
- [47] 马其芳, 黄贤金, 彭补拙, 等. 区域农业循环经济发展评价及其实证研究[J]. 自然资源学报, 2005, 20(6): 891-899.  
MA Qifang, HUANG Xianjin, PENG Buzhuo, et al. A positive study of the evaluation on the development of regional agricultural recycling economy[J]. Journal of Natural Resources, 2005, 20(6): 891-899.
- [48] 王晨, 黄贤金, 翟文侠, 等. 工业循环经济发展区域分异研究——以江苏省为例[J]. 环境污染与防治, 2006, 28(6): 472-475.  
WANG Chen, HUANG Xianjin, ZHAI Wenxia, et al. Evaluation of regional circular economy of industry for 13 cities of Jiangsu Province[J]. Environmental Pollution and Control, 2006, 28(6): 472-475.
- [49] 黄海峰, 李慧颖, 刘娜. 北京发展循环经济的分析与评价[J]. 北京工业大学学报, 2007, 33(9): 979-984.  
HUANG Haifeng, LI Huiying, LIU Na. Analysis and evaluation of circular economy development in Beijing [J]. Journal of Beijing University of Technology, 2007, 33(9): 979-984.
- [50] 陈德华, 周敏倩. 城市循环经济发展指标体系及综合评价研究-以南京市为例[J]. 价值工程, 2007(9): 21-25.  
CHEN Dehua, ZHOU Minqian. A research on the index system and comprehensive evaluation of circular economy development: take Nanjing City as an example[J]. Value Engineering, 2007(9): 21-25.
- [51] 孟丽莎. 城市循环经济的模糊综合评价研究[J]. 中国流通经济, 2007(2): 34-37.  
MENG Lisha. Research on circular economy fuzzy evaluating of city[J]. China Business and Market, 2007(2): 34-37.
- [52] 徐建中, 刘森群. 资源型城市发展循环经济评价指标体系与方法研究[J]. 改革与战略, 2008(8): 40-42.  
XU Jianzhong, LIU Miaojun. On the evaluation indicator system of recycle economy development in resources-based cities[J]. Reformation and Strategy, 2008(8): 40-42.
- [53] 贾士靖, 刘银仓, 王丽丽. 我国农业循环经济发展水平模糊综合评价[J]. 农机化研究, 2008(10): 1-4.  
JIA Shijing, LIU Yincang, WANG Lili. The fuzzy comprehensive evaluation for the level of agricultural recycling economy in China[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2008(10): 1-4.
- [54] 王雅丽, 刘洋. 基于循环经济的区域 REE 系统模糊多级综合评价研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(19): 8370-8372.  
WANG Yali, LIU Yang. Research on fuzzy multi-level comprehensive evaluation of rational REE system in the view of the circular economy [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2008, 36(19): 8370-8372.
- [55] 徐建中, 马瑞先. 基于 AHP 的企业循环经济发展水平灰色综合评价研究[J]. 科技管理研究, 2008(4): 46-49.  
XU Jianzhong, MA Ruixian. Grey evaluation on the development of circular economy of enterprises[J]. Science and Technology Management Research, 2008(4): 46-49.
- [56] 孙建卫, 黄贤金, 马其芳. 基于灰色关联分析的区域农业循环经济发展评价-以南京市为例[J]. 江西农业大学学报, 2007, 29(3): 508-512.  
SUN Jianwei, HUANG Xianjin, MA Qifang. Evaluation of the development of regional agricultural recycling economy by gray relational analysis: a case study of Nanjing City[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2007, 29(3): 508-512.
- [57] 熊国强, 潘泉, 张洪才. 西部地区循环经济发展综合评价[J]. 科学管理研究, 2008, 26(3): 53-56.  
XIONG Guoqiang, PAN Quan, ZHANG Hongcai. Study on compre-

- hensive evaluation of circular economy development in West China[J]. Scientific Management Research, 2008, 26(3): 53-56.
- [58] 冯华, 宋振湖. 山东省农业循环经济发展评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(4): 94-98.
- FENG Hua, SONG Zhenhu. Evaluation on development of the agriculture circular economy in Shandong Province[J]. China Population, Resources and Environment, 2008, 18(4): 94-98.
- [59] 杜广强. 我国 31 个省市区循环经济发展水平评价研究[J]. 科技管理研究, 2006(8): 42-45.
- DU Guangqiang. Evaluation on circle economic of 31 provinces and municipalities[J]. Science and Technology Management Research, 2006(8): 42-45.
- [60] 张杰, 赵峰, 刘希宋. 基于生态足迹的循环经济发展水平的测度研究[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(8): 81-85.
- ZHANG Jie, ZHAO Feng, LIU Xisong. The Study of the ecological estimation about the developing degree of cycle economy based on ecological footprint theory[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2007, 21(8): 81-85.
- [61] 黄和平, 毕军. 基于物质流分析的区域循环经济评价-以常州市武进区为例[J]. 资源科学, 2006, 28(6): 20-27.
- HUANG Heping, BI Jun. Evaluating regional circular economy based on MFA: a case study in Wujin District of Changzhou City[J]. Resources Science, 2006, 28(6): 20-27.
- [62] 石磊, 张天柱. 贵阳市循环经济发展度量的研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2005, 15(5): 63-66.
- SHI Lei, ZHANG Tianzhu. Circular economy indicators to evaluate regional development: take Guiyang as an example[J]. China Population, Resources and Environment, 2005, 15(5): 63-66.
- [63] 王奇, 王会. 循环经济的定量化评价方法研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(1): 33-37.
- WANG Qi, WANG Hui. Study in quantitative evaluating of circular economy[J]. China Population, Resources and Environment, 2007, 17(1): 33-37.
- [64] 杨顺顺, 栾胜基, 王颖. 基于负产品投入产出分析的循环经济定量化评价及实证研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(6): 77-82.
- YANG Shunshun, LUAN Shengji, WANG Ying. The quantitative evaluation and case study for circular economy based on input-output analysis connected by side products[J]. China Population, Resources and Environment, 2007, 17(6): 77-82.
- [65] 黎雪林. 我国循环经济的系统分析、评价与管理研究[D]. 广州: 暨南大学, 2007.
- LI Xuelin. Research on system analysis, evaluation and management of circular economy of China[D]. Guangzhou: Jinan University, 2007.
- [66] 张杰, 沈继红, 张仁忠. 城市循环经济发展水平动态评价研究[J]. 广西大学学报: 自然科学版, 2007, 32(1): 79-83.
- ZHANG Jie, SHEN Jihong, ZHANG Renzhong. The study on the development level of the city's circular economy[J]. Journal of Guangxi University: Natural Science Edition, 2007, 32(1): 79-83.
- [67] 王波. 基于 DEA 的城市循环经济运行效率分析[J]. 生态经济, 2007, (Suppl): 57-59.
- WANG Bo. Research on urban circular economy operation efficiency based on DEA[J]. Ecological Economy, 2007, (Suppl): 57-59.
- [68] 王棵, 于苏俊. 基于 DEA 的农业循环经济相对有效性评价-以四川省为例[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(13): 5633-5635.
- WANG Ke, YU Sujun. Relative efficiency evaluation of agricultural circular economy Based on DEA[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2008, 36(13): 5633-5635.
- [69] 王宁沈, 易荣华, 王伟. 基于 DEA 的循环经济相对有效性研究-以华东地区五省一市为例[J]. 科技管理研究, 2007(8): 93-94, 100.
- WANG Ningshen, YI Ronghua, WANG Wei. Research on relative efficiency of recycling economic based on DEA[J]. Science and Technology Management Research, 2007(8): 93-94, 100.
- [70] 梁广华, 李冠峰. 循环经济模式下区域经济发展的 DEA 评价[J]. 河南农业大学学报, 2007, 41(5): 569-573.
- LIANG Guanghua, LI Guanfeng. DEA evaluation on regional economy development under the mode of circular economy[J]. Journal of Henan Agricultural University, 2007, 41(5): 569-573.
- [71] 诸大建, 邱寿丰. 生态效率是循环经济的合适测度[J]. 中国人口·资源与环境, 2006, 16(5): 1-6.
- ZHU Dajian, QIU Shoufeng. Eco-efficiency as the appropriate measurement of circular economy[J]. China Population, Resources and Environment, 2006, 16(5): 1-6.

## Research of circular economy assessment: progress and prospect

Zeng Shaolun<sup>1,2</sup>, Ren Yulong<sup>2</sup>, Wang Wei<sup>1</sup>

1. Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China; 2. Chongqing University, Chongqing 400030, China

**Abstract:** The assessment of circular economy is to evaluate the performance of implementing circular economy. It is an important basis for the improvement of circular economy. We carry out a systematic research and review on the assessment of circular economy and then we make a survey on the research results and findings of circular economy assessment from the following aspects: assessment contents, basic rules and methods of constructing evaluation index, major evaluation index and evaluation methodology, etc. And comments are expanded respectively. We put forward that circular economy efficiency, circular economy improvement, the relationship between circular economy and pollution amount are imperative for the theoretical research of circular economy. On the other hand, the following empirical researches need to be further studied: the relation of circular economy and market mechanism, regional differences of implementing circular economy, the relationship between circular economy and *environmental Gini coefficient*, evaluation of the contribution of circular economy to the emission reduction and energy-saving, etc. We propose that the indicators of human resources, innovation, improvement, pollution amount, efficiency, and time should be involved in the evaluation indexes, which can entirely reflect the essence of circular economy and the material flow, the value flow and the ecological flow in developing circular economy. Moreover, the evaluation indexes and methods should be improved based on the complex adaptive system. In addition, we should make clear the criteria, subject, object, mechanism, and regulation, etc. during the process of circular economy assessment.

**Key words:** circular economy; circular economy assessment; index system; evaluation method; progress and prospect