

循环研究
经济丛书

“十一五”国家重点图书出版规划



循环经济与

XUNHUAN JINGJI YU WUZHI JINGJI DAIXIE FENXI

物质经济代谢分析

王军锋 著

中国环境科学出版社

循环经济研究丛书

“十一五”国家重点图书出版规划

国家自然科学基金项目（编号：70673045）

研究成果

国家社科基金重大项目（编号：06&ZD029）

循环经济与物质经济代谢分析

王军锋 著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

循环经济与物质经济代谢分析/王军锋著. —北京:
中国环境科学出版社, 2008
(循环经济研究丛书)
ISBN 978-7-80209-666-0

I. 循… II. 王… III. 自然资源—资源经济学—
研究 IV. F062.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 181967 号

责任编辑 周 煜 万 峰

责任校对 刘凤霞

封面设计 王筱婧

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2008 年 3 月第一版
印 次 2008 年 3 月第一次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 11.25
字 数 180 千字
定 价 32.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

《循环经济研究丛书》编委会

顾 问：钱 易 牛文元

主 编：朱 坦

编 委：（按姓氏笔画排序）

毕 军 张天柱 张象枢 李慧明

周宏春 诸大建

序 言

长期以来,中国主要沿用大量消耗资源和高污染排放为特征的传统发展模式,重发展的速度和数量,轻发展的效益和质量;重外延扩大再生产,轻内涵扩大再生产;对自然资源重开发,轻保护。这种“高投入、高消耗、高污染”的发展模式造成了对生态环境的严重破坏,并逐渐成为制约经济、社会持续发展的重要因素。从现在到 21 世纪中叶,是中国实现第三步战略目标、经济快速增长的关键历史时期,如果继续坚持这种粗放型的传统发展模式,只注重经济的数量增长,而忽视发展质量的改善,势必给生态环境带来更大的压力,付出更多的代价。虽然许多工业化国家也曾经历过生态环境问题严重的发展阶段,但仍需清醒地看到:中国在快速的经济增长过程中,面临的生态环境约束比任何一个大国在工业化过程中所遇到的问题都更加严峻,即面临着生态环境先天不足、后天失调和加速实现工业化和城市化的多重压力。因此,要缓解日益严峻的环境资源“瓶颈”制约和胁迫影响,既不能单纯强调生态环境保护对经济发展的门槛前制约效应,也不能盲目崇拜或者无限夸大经济发展对生态环境保护的资金后支撑效应,而应积极地探索新的发展模式,改变单纯追求 GDP 增长,以资源高消耗和污染高排放为特征的不可持续发展模式,转向追求经济发展与生态环境保护“双赢”的可持续发展模式。发展循环经济,正是这样一种具体尝试。

目前我国循环经济的发展正处于从理念倡导、局部试验、示范向全面实践推进的转折阶段。然而在发展过程中,无论理论还是实践,既没有深入考虑我国发展循环经济的特殊社会经济背景,也没有把握好对循环经济内涵、发展模式的认识,一些部门和行业对循环经济的目标、路径、模式、运行机制等基本问题仍然缺乏深入认识,从而导致深层次问题在实践过程中逐渐暴露出来,尤其突出的是“循环经济不经济”现象:虽然循环经济的发展使得区域物质循环和能量梯级利用模式逐渐形成,但是在此过程中,政府与市场定位不清晰,市场机制并没有发挥主导作用的问题,只有循环没有经济,这种发展模式的稳定性和持久性让人怀疑。发展循环经济是将经济发展和生态环境保护相融合的新的国家发展战略,人与自然和谐是发展循环经济的真谛,只有取得经济发展与生态环境保护“双赢”,循环经济才有生命力,也才能深入、持久地发展,基于此,在循环经济理论上必

须反思循环经济是不是等同于循环?为什么现有的物质流分析工具不能适应循环经济分析的要求?循环经济分析的工具和手段方法应该具有哪些特征?本文针对这些理论问题,试图从代谢的视角认识循环经济,并提出物质经济代谢概念,建立“通量—路径—绩效”的物质经济代谢分析框架和物质经济代谢模型,进行深入地分析和探讨。

(一) 代谢视角下的循环经济

1. 从价值循环到物质循环:经济学中循环思想的拓展

目前经济学中的理论大多来源于交换价值的循环模型,尤其是宏观经济理论和国民经济核算体系的研究。在传统的经济理论中,从企业到家庭,镶嵌在商品和服务流中的价值被称作是国民产值;从家庭到企业,作为生产要素的价值称之为国民收入。交换价值的循环模型通过关注两个市场(产品市场和要素市场)交易的交换价值、决策,组织生产和家庭消费,使得整个经济过程运行起来。从交换价值的循环模型中我们可以看出,尽管经济活动所涉及的物质在种类上具有相当大的差异,但是循环模型却通过交换价值这一媒介将这两个小环(产品市场和要素市场)统一起来,当然,这其中重要的原因是交换的双方具有对等的交换价值(尽管物品的使用价值是不同的)。

虽然经济系统通过交换价值将产品市场和要素市场连接起来,构成一个循环,但这并不意味着可以忽视经济系统的生态基础的存在。因为经济系统并不是一个孤立系统,经济系统的运行需要环境与自然资源的支撑,而且经济系统中由交换价值组成的循环流的交换与物质—能量流是共同运动的。与抽象的交换价值相比,进入经济系统的物质流是不能完全循环的,而能量流只能梯级利用,并不存在循环利用这一途径。进入经济系统的物质—能量流开始于低熵资源的开采,结束于高熵废弃物等,最后进入生态域,因此从热力学理论范畴看经济过程,它仅仅是一个低熵到高熵的过程。当然,这种情况下是将经济系统看作一个开放的系统,在此前提下,物质—能量流只能是线性的,因为它们最终都会以高熵的状态重新进入生态域。虽然在保证充分的低熵资源投入情况下,物质流可以循环,但却不能 100% 的循环,因为任何的循环都是有代价的,它需要投入低熵能量,而能量从本质上根本不具有循环性。因此,如果将进入经济系统的物质流和能量流看作经济系统的通量,这种以物质流和能量流为基础的通量内涵特点也应该是线性的。从对经济过程与通量的理解和探讨中,可以看出,经

济学理论中的循环模型是不能脱离线性通量模型而独立存在的，它们是相互依赖的一个整体，是同一事物的不同方面，它们都是维持经济系统正常运行的要素。

但是，许多传统经济学的学者们却不这样认为，他们将交换价值的循环模型看做是一个孤立系统运行模式，他们不关注或者很少关注这些与周围的生态域产生某种联系。因此在目前主流经济学研究范式中，经济系统的物质流和能量流的通量仅仅是在交换价值的阴影下进行活动（Daly, 1991）¹。其实，经济系统的交换价值与通量具有内在联系，两者都是非常重要，而且都不能相互覆盖。原因是两者是针对不同目的，从不同角度阐述经济系统演化的内涵和条件。经济学家争论说通量模型毫无意义，是因为这些模型并不能给出关于经济活动的成本和效益的平衡方面的信息。自然科学的学者也说经济学模型毫无意义，是因为这些模型并不能告诉我们经济系统的活动使用了多少物质和能量，它给生态系统造成了什么样的影响。两种观点从某种意义上讲具有一定的道理，但这并不代表双方是相互矛盾的。

当然，造成这样的困境，也有其社会经济原因。从经济发展的历史看，经济发展与生态环境功能维持的关系是双方相互博弈的过程。在经济发展过程的初期，由于生态环境功能具有非常大的利用空间，仍然能够维持经济增长，因此经济如何发展，如何实现资源效率配置成为经济理论研究的主旋律。但是，随着经济发展过程的深化，经济发展与生态环境功能维持的不协调逐渐显现出来，自然而然诸如生态环境功能如何维持经济发展、外部性如何影响资源配置、物质循环在经济发展中的地位 and 作用等理论问题也逐渐纳入到了经济理论研究（Robert U. Ayres, A.V. Kneese, 1969）²。因此，对经济系统物质流和能量流的关注，特别是考虑到生态环境功能维持的情况下，经济系统中的物质循环研究，是随着经济发展过程不断深入才会逐渐被认识，其中关键因素在于环境资源的价值随着稀缺性的不断提高而逐渐提高，相应地，经济系统与自然生态系统之间的联系纽带——物质流和能量流以及经济系统中的物质循环也会随着环境资源稀缺性的变化而逐渐获得关注。

2. 循环经济思想与物质循环

从经济思想的发展看，美国经济学会会长肯尼斯·博尔丁（Kenneth E. Boulding, 1966）的《即将到来的宇宙飞船地球经济学》一文被认为对生态经

¹ Herman E. Daly, *Steady-State Economics*. Washington, D.C.: Island Press, 1991: 235.

² Ayres, Robert U., Allan V. Kneese, Production, Consumption and Externalities. *American Economic Review*, 1969, 59 (3): 282-296.

济理论的发展具有开创性的意义,而且也是循环经济思想的现代起源。在这篇文章中,博尔丁区分了两种不同的经济形态,即建立在开放地球系统上的“牛仔经济”和建立在封闭地球系统之上的“宇宙飞船经济”。宇宙飞船经济学作为一种全新的经济思想,体现出完全不同于现代经济思想的一些基本理念。例如,从资源到废物这一过程的通量最小化、产量和消费最小化,注重资本存量状态和性质及其维持,而不是流量的大小等。这与目前经济学所追求的产量、消费量的最大化和持续增长是迥异的。而循环经济思想正是针对“宇宙飞船经济”这样一种特殊的经济形态而提出的。

在这一时期,除了博尔丁从经济理论的角度提出物质循环经济思想以外,巴里·康芒纳(Barry Commoner, 1974)也从生态学的角度详细地阐述了物质循环对于地球生态系统和人类的重要意义。他指出环境危机的根源就是人类破坏了生命的循环,为了保持生态系统功能的完整性,以及人类自身持续的生存发展,人类活动一定要遵循生态规律,不要破坏生态圈这一生命之圈的循环过程³。

在博尔丁提出“宇宙飞船经济”思想以后,围绕着封闭地球系统下自然资源的利用和经济未来发展模式问题,特别是物质循环这一主题,出现了一系列对于生态经济学发展具有重要影响的思想、理论和方法。其中具有代表性的包括:赫尔曼·戴利(Herman E. Daly, 1974)提出的“稳态经济”理论;尼古拉斯·乔治斯库-罗根(Nicolas Georgescu-Roegen, 1971)的熵定律和经济过程问题(1971);罗伯特·埃尔斯和埃伦·克尼斯(Robert U. Ares, A.V. Kneese, 1969)的经济过程中物质平衡原理;罗伯特·埃尔斯(Robert U. Ares, 1988)的产业代谢理论;罗伯特·弗罗什(Robert Frosch)和尼古拉斯·盖洛普(Robert Frosch, Nicolas Gallopoulos, 1989)的产业生态系统理论;戴维·皮尔斯和凯利·特纳(David Pearce, Kerry turner, 1990)提出的“循环经济模型”。所以,物质循环与循环经济思想是一个逐渐发展、演变的过程,在这一过程中这一思想不断得到充实、完善和具体化。

3. 循环经济是否必须要“循环”?——从循环到代谢

既然我们希望能够地球上持续生存下去,那应该选择什么样的经济系统运行方式,才能够在资源有限的地球上持续生存下去?在循环经济模式提出增加了选择机会的事实面前,需要认真思考循环经济模式的位置。不可否认,人类社会要不断前进,经济也要持续发展,这也就在客观上,要求我们必须考虑社会经济发展的可持续性。虽然环境资源是否绝对稀缺讨论并没有给出明确的答案,

³ 巴里·康芒纳. 封闭的循环——自然, 人和技术. 侯文译. 吉林人民出版社, 1997: 126-136.

但“环境资源越来越稀缺,经济增长会受到某些特殊资源限制”的趋势逐渐被学者认同。基于这种客观事实,现有牛仔经济(Cowboy Economy)式的经济发展模式应该或者至少现在应该重新被考虑。为了提高资源利用效率、减缓对生态环境功能破坏,转变经济增长方式、探索新的发展模式,不但是人类对生存目的反思的结果,也是新实现手段的重要特征。正是在这种背景下,循环经济模式应运而生。

所谓的目的一手段序列主要考虑的是,如果从人类能够持续生存的意义上看,人类不但在现在而且在未来都需要认真面对的最根本的经济问题,即如何利用基本手段为终极目的服务⁴。当然,在解决这样一个根本的经济问题时,可以将其分解为若干更为具体的子问题,而且现实处理根本经济问题时,也的确是这样做的。但需要强调的是,最根本的经济问题与这些子问题具有内在联系,子问题之间也存在内在联系,解决问题时不能忽视这些内在联系存在的客观性。当我们在现实中试图解决每一个具体的子问题的同时,绝对不能忘记目的一手段序列中的其他子问题的客观存在。

从目的一手段序列理论来认识循环经济,循环经济思想的提出,是人类为实现生存目的与实现手段的互动结果。为了“自然而然不用加以论证的美好目的”⁵,需要维持经济系统中较低物质流和能量流通量水平(基本手段)。虽然不能确定循环经济模式是实现最终目的的唯一手段,但是从目前人类对自然生态系统的理解水平看,循环经济模式是一个比较好的选择。

考虑到生态环境功能维持和经济增长的生态约束,根据目的一手段序列理论,循环经济理论研究应该关注和回答两个重要的命题:在维持生态环境功能前提下,经济发展的最优规模如何确定;在维持生态环境功能和经济发展的前提下,如何实现资源配置的帕累托最优。当然,两者在本质上具有内在的联系。规模的问题正是古典经济学和生态经济学的理论范畴中,而规模下的资源配置是处在新古典经济学的理论范畴中。而循环经济理论强调的是两者一定要同时考虑,因为从目的一手段序列看,具体子问题的解决一定要考虑其他子问题存在的客观性,最优规模的确定和资源配置效率的改进是既相互独立又相互依赖的。这也正体现了循环经济模式作为生存目的和最终手段的互动结果而存在的理论含义。

在这样对循环经济认识的基本前提下,如何看待循环经济的物质“循环”?如果从地球整个系统的宏观角度看,物质“循环”应该是维持自然生态系统与系统和谐互动以及自然生态系统和经济系统演化发展的主要形式和实现路径,因为

⁴ Herman E. Daly, *Steady-State Economics*. Island Press, Washington, D.C.: 1991, p.339.

⁵ 赫尔曼·戴利, 肯尼斯·杨森: 珍惜地球—经济学生态学伦理学, 马杰, 等, 译. 商务印书馆, 2001: 27.

地球作为一个相对封闭的系统,只有物质循环的运行机制才能维持地球生命系统的存在,才能符合我们持续生存的最终目的。但如果仅仅从经济系统的角度看,经济系统物质“循环”并不是经济行为主体唯一的选择,因为经济行为主体对物质循环的选择、循环到何种程度的选择等问题的决策,都依赖于对是否能够实现维持经济系统中人类生存和生活功能这一服务目的的判断,或者对是否削弱经济系统中人类生存和生活功能的判断。因此,在经济学意义上,“循环”是不是承载了循环经济所有的内涵?循环经济是不是应该始终如一的追求循环?都是应该深思的问题。不过可以确定的是,物质“循环”在这一层次既不能诠释循环经济的全部内涵,也不能打开对循环经济理论命题回答的大门。那么,应该如何理解它的内涵?“代谢”的涵义也许可以给我们一些启发。

代谢(Metabolism)一词来源于希腊语,它的本质涵义是“变化或者转变”。在生物学理论中,代谢指的是在一个活细胞中维持细胞稳定和成长的所有物质的生物化学反应的综合表现,这些反应是通过“代谢路径”进行的。从有生命的单细胞到复杂的人体,他们与周围环境不断地进行物质交换称为物质代谢或新陈代谢。

生态学家也尝试将代谢概念引入到了生态学的研究范畴,这也进一步拓展了代谢概念的涵义。生态学家认为代谢一词的涵义可以理解为生态系统能量的转换和营养物的循环。生物群体或者生态系统具有自组织的特点,即具有优化自身能源和营养物吸收功能。生态系统的物质代谢过程,不仅依赖系统的特征参数,还依赖于维持系统稳定的环境因素。然而,生物学家对于是否能将代谢的概念应用到超过有机体之外的层次,比如生态系统层次,则存在较大的争议。但尽管存在争议,多数学者还是接受了上述的观点。

那么,社会经济系统与生态系统是否具有相似性呢?认识这样一个问题首先要从理解物质代谢的内涵出发。从生物物质代谢概念和内涵看,代谢是有机体内所有物理和化学过程之和,通过代谢,物质被产生、维持、破坏。更简单地说,是有机体系统功能化或者运行的基本过程。因此,生物有机体的物质代谢是为了维持细胞或者有机体正常机能。通过“代谢”过程,不断转变或者改变营养物质的各种化学形态,以便于细胞或者有机体可以获得所需要的物质,同时降解、排放影响正常机能的物质。因此,在这里的“代谢”更多地体现了维持生物有机体系统功能的特征,也即认为代谢是维持细胞或者有机体功能运行的主要机制。

如果将物质代谢的概念进一步抽象代谢内涵,很明显可以看出,代谢内涵的核心在于其对系统的功能维持。如果拓展视野,从地球这个生态经济大系统角度看经济过程与生物新陈代谢过程,可以将生态系统大系统的代谢过程分为新陈代

谢（合成代谢和分解代谢）的生命过程和经济过程的生命过程（生产和消费）。在这两个过程中，唯一的有形产出都是废物，两者非常类似。在这两个过程中，新陈代谢的功能（引申出来的价值）目的是为了维持生命，而经济活动的功能目的（引申出来的价值）则是维持和享受生活。经济系统的物质流是效用的载体⁶，如果从物质流角度看经济系统，经济系统内的物质流通过经济行为主体的直接和间接作用和影响过程，持续为经济系统提供效用（Utility）。因此，经济过程的代谢涵义是进入经济系统的物质流持续为经济行为主体提供效用的过程，维持经济系统以及人类生存和生活这一重要功能仍然是经济过程代谢的核心。

从经济学与生物学类比的视角，基于代谢与经济过程的类比，代谢应是理解循环经济理论问题的钥匙。相对于循环而言，代谢具有更加丰富的内涵，特别是在考虑新陈代谢与经济活动类比的情况下；而具体到循环经济思想所提到的循环，应该把它看做是代谢多种表现形式或状态中的一个特殊表现。从代谢视角看循环经济，物质循环应该从地球生态经济大系统这样的宏观层次来理解。然而，这一层次的物质循环也可以从代谢的角度理解，因为物质循环也是基于维持人类持续生存，维持地球这样一个生态经济大系统功能的目的，实现社会经济系统与自然生态系统和谐互动的路径，基于此，代谢在这里是可以与循环相互替代。如果从开放性的微观层次经济系统和自然生态系统来理解，代谢表现为实现经济系统与自然生态系统各自均衡和演化的路径，特别是对于经济系统的代谢，它通过经济行为主体的直接和间接作用及影响过程，持续为经济系统提供效用（Utility）的代谢过程，此时循环不循环都要以经济和生态环境功能是否能够维持为标准，如果不循环也可以实现该过程，我们就不应该刻意地把循环作为循环经济的标准看待，从这个角度看，循环并不能替代代谢在这一角度所表现的内涵和功能。因此，物质循环并不能替代循环经济思想真正的核心，而考虑生态环境功能维持的经济过程代谢更能体现循环经济思想的核心。对循环与代谢的模糊认识，也是目前循环经济不经济现象的重要原因：刻意追求“循环”并不能诠释循环经济的内涵，循环经济不应该仅仅将目光盯在“循环”，而更需要把重点放在“代谢”上，循环经济内涵的理解应该从“循环”走向“代谢”，只有这样，才会使循环经济的发展在更好地维持经济系统功能的同时，关注生态环境功能的维持，进而协调经济系统与自然生态系统的和谐互动。

⁶ Ayres, Robert U., Allan V. Kneese, Production, Consumption and Externalities. American Economic Review, 1969, 59 (3): 282-296.

(二) 基于“通量—路径—绩效”的物质经济代谢分析框架

从微观层次上, 循环经济研究主要探讨市场机制如何影响经济系统物质流动过程的问题。对经济系统的物质流动规律的分析和探讨应该是循环经济研究的核心内容, 这种从物质流视角看经济系统, 也是循环经济研究与区别于其他经济学研究领域的重要特质。如果建立对该问题的分析框架, 探讨市场机制是如何影响经济系统中的物质流流动的问题应是其核心内容之一。那么, 我们对经济系统中物质流进行分析, 这样做的目的是什么? 本文认为, 经济系统物质流分析主要应该具有三个重要的目的, 首先就是完成对经济系统物质流的静态描述, 也就是说, 在某一时刻上, 经济系统的物质流是一个什么状态。其次, 应该理解各种因素是如何影响经济系统物质流流动的。第三, 我们应该如何引导经济系统物质流的流动, 或者说依据影响经济系统中物质流动的各种因素的作用原理, 提出提高资源利用效率、改善资源环境问题的物质流流动模式。正是基于这三点的考虑, 以及经济系统的物质和能量流也要受到市场体系中微观经济主体行为特点的影响, 我们对经济系统物质流进行分析时, 应该而且也是必须要综合考虑影响物质流动的生态因素和社会经济因素, 也就是上述目的的第二点和第三点, 而不应该在物质流分析中, 忽视经济规律对物质流的重要影响作用。在对以上内容考虑的基础上, 本书提出经济系统的物质流分析应该重点包括以下三方面的内容: 从静态角度理解经济系统中物质流的规模; 从动态角度理解经济系统中物质流流动过程; 如何影响和调控管理物质流动过程。

循环经济理论对于物质流分析的要求是涵盖上述三个目的, 特别是融入社会经济因素的物质流分析, 这也是与以往物质流分析的重要区别。我们应该使用什么样的分析工具将上述三个内容融合到同一个分析框架进行分析?

正是考虑到经济系统与生态系统一样, 是一个远离热力学平衡耗散系统, 整个经济过程是通过劳动使原料和能量转化为最终产品和副产品(废物)一系列的物质转换过程, 这与生态系统的物质代谢过程相类似。经济系统的组织运行依赖于与周围自然环境之间的交换关系, 即依赖于“代谢”过程。经济系统的物质流不但要受到生态因素的影响, 而且也要受到市场体系中微观主体行为等社会经济因素的影响, 生态规律和经济规律的双重制约因素决定着经济系统的物质流流动, 本文提出在生态规律和经济规律等双重制约因素下, 物质在经济系统的迁移、转化过程, 称之为物质经济代谢(过程), 与自然生态系统相比, 物质经济代谢过程在遵循物质流的生态特性基础上, 取决于其所属经济系统的结构特征和运行

机制或者模式。物质经济代谢分析是循环经济理论的微观分析基础。

依据物质经济代谢内涵的理解,本文提出“通量—路径—绩效”的物质经济代谢分析框架。即物质经济代谢通量分析和物质经济代谢过程分析,物质经济代谢调控与管理。并分别建立物质经济代谢基本模型,物质经济代谢通量模型,物质经济代谢路径选择模型。这样就可以从宏观和微观上理解物质经济代谢规模和过程。在物质经济代谢过程分析中,根据物质经济代谢过程的特点,提出物质经济代谢路径替代和路径依赖现象对物质经济代谢路径选择过程的影响。

本书是国家自然科学基金项目《物质经济代谢分析与调控管理研究》(编号:70673045)、国家社会科学基金重大项目《经济发展和生态环境保护双赢的循环经济深入发展研究》(编号:06&ZD029)研究成果之一。

虽然本文提出了物质经济代谢概念,但是建立“通量—路径—绩效”物质经济代谢分析框架却是更重要的内容,因为这是以往研究工作始终没有系统考虑过的问题。虽然物质经济代谢研究领域很年轻,也非常具有活力,但仍有许多观点需要探讨,许多内容需要精细化。企盼能与更多的专家学者一起对它进行完善和发展。

目 录

第一章 研究问题的提出.....	1
第一节 选题背景.....	1
第二节 研究问题的提出和文献述评.....	3
第三节 内容结构安排.....	6
第四节 研究技术路线和方法.....	8
第五节 主要观点.....	9
第二章 经济的生态约束：物质流的生态和经济学思考.....	11
第一节 熵与经济过程.....	11
第二节 相对稀缺与绝对稀缺.....	14
第三节 经济增长、社会福利与物质—能量流.....	16
第四节 生态经济学、产业生态学对经济学的反思.....	18
第三章 循环经济：生存目的和实现手段的互动.....	26
第一节 生存目的一手段序列.....	26
第二节 循环经济模式：生存目的和实现手段的互动.....	29
第四章 经济学的生物类比：经济的生态观点.....	33
第一节 经济学中的生物类比.....	33
第二节 经济系统的复杂物质流网络系统.....	36
第三节 经济系统的物质流：代谢视角.....	39
第五章 循环经济与物质经济代谢：代谢观点.....	51
第一节 融入社会经济因素的物质流分析与循环经济理论研究.....	51
第二节 融入社会经济因素的物质流分析方法研究进展及其局限性.....	52
第三节 从代谢观点认识经济系统的物质流：物质经济代谢.....	55

第六章 物质经济代谢：基本概念和分析框架	58
第一节 基本概念框架	58
第二节 物质经济代谢基本模型	68
第三节 循环经济与经济最优规模的确定	77
第四节 循环经济：生态经济效率与政策目标	81
第五节 循环经济与管理工具：物质经济代谢分析	84
第七章 物质经济代谢通量	88
第一节 物质经济代谢通量分析的理论基础	88
第二节 物质经济代谢模型 I：通量模型	93
第三节 物质经济代谢通量分析	96
第四节 物质经济代谢通量分析方法：基本特点及方法比较	100
第五节 物质流分析和价值流分析融合	106
第六节 区域代谢通量核算与分析的经验研究	110
第八章 物质经济代谢路径	115
第一节 物质经济代谢路径分析的理论基础	115
第二节 网络环境分析方法理论：方法述评	120
第三节 物质经济代谢模型 II：路径选择模型	124
第四节 技术进步、信息供给、制度供给与路径替代、路径依赖	133
第九章 物质经济代谢调控与管理	140
第一节 物质经济代谢调控与管理的理论基础和主要内容	140
第二节 物质经济代谢调控手段：市场还是政府？	141
第十章 结论、政策含义与进一步研究的展望	146
第一节 结 论	146
第二节 政策含义	148
第三节 进一步研究的展望与应用领域	149
参考文献	152
后 记	161

第一章 研究问题的提出

第一节 选题背景

生态经济大系统是由经济系统与自然生态系统两个子系统耦合而成。相对于人类社会,自然生态系统具有资源提供、废弃物接受、舒适性服务提供、生命系统的支撑等重要功能。在经济学研究中,承认稀缺性的客观存在是各种经济学流派开展研究的基本前提。在对稀缺性认识的基础上,经济学研究一个社会如何进行组织,以便最有效地利用资源。长久以来,经济学家的目光是吝啬的,他们的目光更多关注于如何将可无限获取的环境资源¹进行有效利用的问题上,至于为人类社会经济活动提供物质和能量基础的有限环境资源则一直被视为外生变量。在处理经济问题时,他们不考虑或者很少考虑“我们究竟可以安全地获取多少环境资源”这一前提问题。人类社会庞大的需求,如这些经济学家所预想的那样,通过将大量生产、大量消费、大量抛弃的经济规模扩大的途径来满足。然而,我们不想看到的场景也开始逐渐显现:有限的自然资源由于过度开采而面临枯竭的危险;逐渐恶化的环境质量也损害了自然生态系统的服务功能,并开始干扰人类经济活动的正常运转。这些问题给了我们警醒:有限的环境资源是无法承载经济系统无限度的需求增长的。基于资源枯竭和环境退化且不断恶化的残酷现实,人类开始反思自身的经济行为和方式。

循环经济理念是美国著名经济学家鲍尔丁(Kenneth E. Boulding, 1966)在“The Economics of The Coming Spaceship Earth”中首次阐述的^[1]。他从物质、能量、信息流等多种视角阐述了地球这一大生态系统的发展和变化。他认为现今的经济系统是开放的,经济系统可以不断地从系统边界之外获取物质、能量和信息,

¹ 目前学者对环境资源的涵义有不同的理解,本文将环境资源界定为:自然界中人类可以用于生产、生活和净化废弃物的物质和能源的总称。含环境容量资源。

同时亦将废弃物再排放到经济系统之外。如果将经济系统与自然生态系统看做是一个统一整体,那么该系统具有封闭的特征。他把“封闭经济”称之为“太空人经济”。所谓的“太空人经济”是将地球看做一艘没有资源输入和污染物产生的飞船,在输入的外部能量作用下,飞船不断地将物质再生并循环利用,从而达到持续利用,这就是现在所指的循环经济理念雏形。波尔丁所提出的循环经济理念具有重要意义,因为它使人类对全球经济发展过程的认识产生了重大的转变,即现有的线性经济增长模式是不能持续的,它转变为循环经济增长模式。

继鲍尔丁之后,艾瑞斯和克尼斯(Ayres and Kneese, 1969)、艾瑞斯(Ayres, 1988),皮尔斯和图奈(Pearce and Turner, 1990)、菲舍和科瓦斯(Fischer and Kowalski, 1998)等学者做了进一步深入的工作。他们重点研究如何模仿自然生态系统的物质循环和能量流动规律,来重构现有的经济系统,以使经济系统能和谐地纳入到生态经济大系统中去。这些极富创新意义的研究工作使得波尔丁提出的循环经济理念逐步变得具体化,而且循环经济研究的重点对象——物质、能量流动与资源环境问题的关系也得到了前所未有的关注^[2-5]。

进入 20 世纪 90 年代以来,随着循环经济理念不断深入理解,部分经济发达国家将循环经济作为实现环境与经济协调发展的重要途径并开始付诸实践。德国首先设立双轨系统(Duales System Deutschland, DSD);随后日本在 2000 年颁布了《循环型社会促进法》,并以此为基础,提出构建循环型社会(Recycled Oriented Society)的最终构想。这些国家以实现资源、能源最大限度地有效利用的目的,通过建立生产与消费链状或者环状的循环模式,来努力避免大量生产、大量消费、大量废弃的线性生产和消费模式。

在这些实践过程中,物质流与资源和环境问题存在内在关系的观点也获得重视,尤其是在德国(DB, 1994)、瑞士和新西兰等欧盟国家。他们在该领域投入了巨大的财力和人力进行理论研究和实践,并获得一些极富推广价值的研究成果。类似物质流分析(MFA)、以再使用、再循环等手段而倡导的闭环思想(Closed Loop)、废物最小化(Waste Minimization)、生命周期分析(Life Cycle Analysis)、环境审计(Environmental auditing)等分析工具和管理理念逐渐在欧洲大部分国家付诸实践。

目前我国循环经济的发展正处于从理念倡导、局部试验、典型示范向全面实践推进的转折阶段。然而在发展过程中,无论是理论还是实践,既没有深入考虑我国发展循环经济的特殊社会经济背景,也没有把握好对循环经济内涵、发展模式的认识,一些部门和行业对循环经济的目标、路径、模式、运行机制等基本问题仍然缺乏深入认识,从而导致深层次问题在实践过程中逐渐暴露出来,“循环