

· 承载能力与中国可持续发展研究丛书 ·

经济系统物质流核算与 中国经济增长若干问题研究

王亚菲

著

 中国人民大学出版社

· 承载能力与中国可持续发展研究丛书 ·

经济系统物质流核算与 中国经济增长若干问题研究

王亚菲 著

中国人民大学出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

经济系统物质流核算与中国经济增长若干问题研究/王亚菲著. —北京: 中国人民大学出版社, 2011.12

ISBN 978-7-300-15037-6

I. ①经… II. ①王… III. ①中国经济-经济增长-研究 IV. ①F124

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 272438 号

承载能力与中国可持续发展研究丛书

经济系统物质流核算与中国经济增长若干问题研究

王亚菲 著

Jingji Xitong Wuzhiliu Hesuan yu Zhongguo Jingji Zengzhang Ruogan Wenti Yanjiu

出版发行 中国人民大学出版社

社 址 北京中关村大街 31 号

邮政编码 100080

电 话 010-62511242 (总编室)

010-62511398 (质管部)

010-82501766 (邮购部)

010-62514148 (门市部)

010-62515195 (发行公司)

010-62515275 (盗版举报)

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.ttrnet.com>(人大教研网)

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

规 格 170 mm×228 mm 16 开本

版 次 2011 年 12 月第 1 版

印 张 9 插页 1

印 次 2011 年 12 月第 1 次印刷

字 数 154 000

定 价 30.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

前 言



经济系统与自然生态系统之间的关系是通过各种各样的物质流（包括能量流）联系起来的。经济发展的过程，实质上是物质生产和消费方式不断演进的过程。人作为经济的主体从自然环境中摄取资源，经过生产消费过程最终返回到自然环境中去。之所以将经济系统看做自然生态系统的子系统，正是由于该子系统的活动，才造成了自然生态系统内各种巨量的物质流动。与生物体的代谢活动进行类比，资源开采、加工制造、生产消费、循环回用、废物处置等环节所构成的经济系统物质生产和消费过程，可以称为物质代谢（material metabolism）。

当前，中国正处于全面建设小康社会，加快推进现代化，深化经济发展的重要历史时期。随着 2008 年国际金融危机的扩散和蔓延以及气候变化的影响，它们对全球实体经济的冲击和造成的损失将进一步扩大，对中国经济发展的影响也将更加明显。尽管我们在 2009 年应对国际金融危机的冲击中取得了显著的成果，2010 年以来积极应对全球气候变化，但在未来相当长的一段时间里，随着人口继续保持增长、城市化进程进一步加快、经济结构进入快速转型期，中国经济要保持平稳较快的发展，会对自然资源产生更大的需求，对生态环境造成更大的压力。

毫无疑问，如果中国经济发展继续维持这种粗放的物质代谢过程模式，必将对赖以生存的自然生态系统产生更强烈的破坏，阻碍经济发展方式转变和经济结构调整，不利于提高经济发展质量和效益，最终将导致整个国家可持续发展能力

的下降。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》指出：面对日趋强化的资源环境约束，必须增强危机意识，树立绿色、低碳发展理念，以节能减排为重点，健全激励与约束机制，加快构建资源节约、环境友好的生产方式和消费模式，增强可持续发展能力，提高生态文明水平。

因此，为了转变传统经济发展模式，积极应对国际金融危机和全球气候变化，中国面临的迫切需求是将传统经济发展模式变革为以低能耗、低污染、低排放为基础的低碳经济模式和推进资源—生产/消费—再生资源的循环经济模式。推进低碳经济和循环经济的核心则是通过技术、经济、法律等各种手段来控制社会经济活动中物质代谢的规模，优化物质代谢的结构，提高物质代谢的效率，从而减少对资源、环境的压力，提高人民的生活质量。归根结底，低碳经济和循环经济的发展，关键是对经济发展的物质基础进行全面系统的考察、分析和研究。

本书在考察国家经济系统物质流的内在关联结构与作用机制的基础上，通过对国家经济系统的物质代谢核算与建模分析，研究经济活动与资源环境的动态作用关系，从建设资源节约型、环境友好型社会的角度出发，对优化中国经济系统的增长模式提出政策建议。

本书的研究得到教育部哲学社会科学重大课题攻关项目“我国资源、环境、人口与经济承载能力研究”（项目编号：06JZD0020）的资助，衷心感谢课题首席专家长江学者邱东教授和北京师范大学国民核算研究院院长宋旭光教授的关键性点拨与热情指导。在本书基础上的进一步深入研究，获得了教育部人文社会科学研究一般项目“基于 EW-MFA 的经济系统物质代谢投入产出模型及应用研究”（项目编号：10YJCZH164）和北京市自然科学基金“支撑北京低碳经济发展的生态承载能力研究”（项目编号：8112026）的资助。鉴于作者学识浅薄、能力有限，对本书所涉及领域的探索依然存在很多问题，期待前辈与同仁的批评指正和作者在今后研究中的不断改进与完善。

王亚菲

2011年11月7日

目 录



第 1 章 引言	1
一、经济的不断增长与自然资源的有限承载	2
二、经济系统承载能力的物质流模式	3
三、本书的内容安排	6
第 2 章 经济系统物质流核算方法	9
一、国内外经济系统物质流核算研究进展	11
二、EW-MFA 核算方法框架	20
第 3 章 中国经济系统物质代谢总量平衡核算	31
一、引言	32
二、研究方法、数据来源与估算	32
三、总量指标平衡核算结果	36
四、结论与进一步研究的建议	47
第 4 章 中国经济增长的物质减量化分析	49
一、引言	50
二、研究方法、数据来源与估算	51
三、实证结果与讨论	54
四、结论与建议	60

第5章 中国农村典型区域经济增长的可持续性评估	61
一、引言	62
二、研究方法 with 数据	63
三、禹州农村生产消费活动的物质流分析	69
四、结论	74
第6章 中国经济增长与物质代谢的动态冲击分析	75
一、引言	76
二、文献综述	77
三、实证结果与讨论	81
四、结论	108
第7章 中国经济增长与物质代谢的面板数据分析	111
一、引言	112
二、文献综述	112
三、模型设定与数据来源	114
四、实证结果及分析	115
五、结论	121
第8章 结论与建议	123
参考文献	127

第 1 章

引 言



一、经济的不断增长与自然环境的有限承载

自工业革命以来,以技术为先导的工业文明使人类利用自然的能力迅速提高,加之人口的快速增长,致使资源枯竭、环境污染加剧等阻碍可持续发展的问题越来越严重。人类的生产和消费活动忽视了自然资源与环境承载能力的有限性,使其范围和规模都产生了不可逆的巨大变化,从而导致了人类社会经济发展与自然环境的种种矛盾。在保持经济不断增长的前提下,解决资源与环境问题,实现经济和社会的可持续发展,就需要考虑人类的经济活动与自然环境之间的关系。

人类经济发展对自然生态系统的影响一方面表现为对自然资源尤其是不可再生资源的大量消耗,另一方面也表现为向自然环境排放出大量废弃物,包括各种污染物。经济活动与自然生态系统之间的相互作用类似于生物的代谢过程,经济系统从自然生态系统中攫取资源,经过加工、运输、消费和废物处理,最终产生了没有经济价值的废弃物,重新回到自然环境中。对这一过程进行跟踪,可以从系统分析的角度认识经济发展的过程与自然环境之间的关系,从而能够将经济系统作为地球自然生态系统的一部分,对其生产和消费模式进行重新设计,使其能够与自然环境和谐,实现科学发展与可持续发展。

目前,中国正处于全面建设小康社会、加快推进现代化、深化经济发展的重要历史时期。2008年国际金融危机的扩散和蔓延,对全球实体经济的冲击和造成的损失将进一步扩大,对中国经济发展的影响也将更加明显,中国经济社会发展中的一些矛盾可能更加突出。在诸多矛盾中,一个关键的矛盾是:在未来相当长的一段时间里,随着人口继续保持增长、城市化进程进一步加快、经济结构进入快速转型期,中国经济要保持平稳较快的发展,会对自然资源产生更大的需求,对生态环境造成更大的压力。毫无疑问,如果中国经济的发展继续粗放式的物质代谢过程模式,必将对赖以生存的自然生态系统产生更强烈的破坏,导致整个国家可持续发展能力的下降。因此,对中国经济系统运行过程中物质代谢过程的评估和相应的调控,对建立环境友好型的经济可持续发展系统非常重要。这其中最根本的问题之一是以相互联系的系统分析思想对处于自然生态系统制约下的经济系统进行研究,探索其代谢规律,识别造成自然生态变化的经济动力学机制,预测对经济系统的调控途径和影响程度。具体来说,应回答如下问题:经济系统的行为造成了自然生态系统何种变化?经济系统的哪些具体行为驱动了这些

变化，这些行为受到哪些因素的影响和制约？自然生态系统的变化如何反过来影响经济系统？经济系统又该如何应对这种影响？

二、经济系统承载能力的物质流模式

经济增长方式的转变要求经济活动对资源的消耗和对环境的污染的量在环境生态系统可承载的范围内，本质上是经济系统物质代谢的规模与效率问题。经济系统中存在着两种流：价值流和物质流。二者的关系体现为：物质流支撑着价值流；价值流反过来支配着物质流。在推动经济增长的过程中，人们普遍关注并追逐价值流，即经济增长，忽略了价值流背后的物质流，因此，要考察经济系统的运行，降低经济增长对资源、环境的压力，提高资源、环境的承载能力，需要把仅着眼于价值流上的认识拓展到物质流上来。

1. 经济系统的价值流

经济系统最显著的特征就是存在着价值流。经济系统的产品可以有形的物品，也可以是无形的服务。物品和服务都存在一定价值，经济系统不断创造着新的价值。

经济系统是由若干个子系统（称为部门或者行业）组成的。国民经济的增长是各个行业以不同速度增长的共同结果。各个行业之间相互关联，并且存在着一定的比例关系，一个行业的发展需要其他行业提供必要的支持，而其自身的发展又为其他行业的发展提供支持。

从整个经济系统来看，有一次投入、中间投入与使用以及最终使用。中间投入与使用只是生产的中间环节，只有最终产品才是整个经济系统新创造出来的价值，也就是增加值。这样才完成了一轮的财富创造与积累。资本在经济系统中流动，不断创造着新的价值与财富。

从单个行业来看，也同样存在着一次投入、中间投入与使用以及最终使用（从系统的角度而不是从行业自身的角度来定义这些概念）。每个行业使用一定的成本，创造一定的产出，从而创造出新的财富（产出与成本的差额，即最终产品），也就是增加值。在价值流动的链条上，每个环节都创造着不同的增加值。所有环节、所有部门创造的增加值总和，就是整个经济系统创造的增加值，也就是国民经济核算中经常用到的指标国内生产总值（GDP）。

生产过程结束后，进入分配阶段。分配的起点是当期生产成果，即各部门创

造出的增加值,从经济整体来说就是国内生产总值。分配包括初次分配与再分配。初次分配阶段发生的主要是交换性分配活动。交换性分配活动基于对生产过程的直接或间接参与,其分配客体是生产性收入。再分配阶段发生的主要是非交换性分配活动,也就是转移性交易。对GDP进行初次分配后,形成原始收入,再分配以初次分配的结果即原始收入为起点,经分配后形成可支配收入。再分配的结束也标志着分配阶段的结束,开始进入消费阶段,消费的起点正是再分配的结果即可支配收入。

通常,在宏观上表征上述经济过程价值流或产出的价值,用GDP来衡量。从一般核算GDP的过程看,一次投入包括雇员报酬、固定资本消耗、生产及进口税净额、营业盈余或混合收入4部分,最终使用包括消费、投资和净出口3部分。显然,物质资源的投入并没有计入GDP中。因为在生产的最初阶段,我们所使用的物质资源绝大多数来源于自然,比如矿产资源、水资源、生物资源、土地资源等。由GDP核算所代表的价值流分析,基本上是以对其进行开采(或能够进行使用)的费用来计算成本的,不对资源及环境本身的成本加以考虑。

以上从价值角度对经济系统的生产与消费,以及生产过程中的投入与产出的简单描述表明,尽管创造价值的过程伴随着的是对资源环境等物质条件的利用,但是,由于难以容纳资源环境要素考虑的经济思维,导致具有天生缺陷的价值流核算的出现也就不足为怪了。因此,对在物质基础之上运行的经济系统,需要分析考察其物质流。

2. 经济系统的物质流

任何一个经济系统都依托物质代谢过程而发展。在给定区域^①边界的条件下,从经济系统整体的物质输入与输出看,物质输入包括两部分:一是直接从本区域的自然环境中攫取各种生物质和矿石资源,二是从区域外调入的各种原材料、半成品和成品。物质输出(即最终去向)包括三部分:一是成为调往区域外的各种产品,二是转变为存量留在本区域的生态系统中,三是转变为废弃物向本区域的环境排放。其中,存量是物质经生产、消费留存在经济系统中的一种形态。存量有着不同的年限,长可几十年上百年,短则只有几年,并且流量与存量是相互转化的。

与经济系统的价值流动不同,在物质代谢过程中,最终使用包括调往域外、存量变化(net addition to stocks, NAS)和废弃物。消费并不属于最终使用,而是属于中间消耗。根据物质代谢的观点,消费是内生的,也是经济系统的一部

① 这里的区域是一种广义的概念,包括国家或地区等各级层面。

分。进口属于一次投入，也不属于最终使用。

资源的消耗和污染的排放是由各个部门叠加起来的。当深入到经济系统内部，考察各个子系统即各个部门的物质输入与输出时，会发现它们与系统整体的输入输出行为有所不同，主要的区别在于多了中间的投入与使用环节。具体而言，部门的物质输入包括一次投入和中间投入。一次投入是来自区域经济系统的外部物质投入，即本地采掘和外地调入。中间投入是来自区域经济系统内部即本地其他部门的投入。部门的物质输出包括中间使用和最终使用。中间使用是指物质供区域经济系统内部的其他部门使用。最终使用是指向区域经济系统之外的使用，包括调往外地、存量变化和废弃物排放。

一个区域内各种生产活动的最终目的，一是供本地居民消费，二是供外地的企业、居民消费。一次投入支撑着区域经济的发展和生活。废弃物的排放则可能制约经济发展，降低人民生活的品质。对区域生态系统形成资源、环境压力的是一次投入和最终使用所涉及的资源流与废物流，但是经济系统内部的中间投入与使用对系统整体的物质输入输出也会产生一定的影响。中间投入与使用的变化是系统整体物质输入输出变化的原动力。因此，要改变区域生态系统的资源流、废物流，关键在于从中间投入与使用入手进行调整。

3. 转变经济发展方式的物质流模式

随着人们对以往的经济增长理论与经济增长方式的反思，以及对转变经济增长方式和增强环境承载能力的迫切要求与有益尝试，以转变人类经济社会自身物质代谢模式的实践开始兴起。

20世纪80年代末，一些发达国家从可持续发展理念出发，提出变革传统经济发展的物质流模式，倡导发展工业生态系统，进而提出了建立循环经济/社会的命题。自倡导可持续发展战略以来，发达国家正在把发展循环经济、建立循环型社会看做实施可持续发展战略的重要途径。发展循环经济已经成为一股趋势，有的国家甚至以立法的方式加以推进。

德国在1996年就颁布实施了《循环经济与废物管理法》，该法规定废弃物问题的优先顺序是“避免产生—循环使用—最终处置”。其要义是：首先要减少源头的废弃物产生量，因此在生产阶段和使用阶段就要尽量避免各种废弃物的排放；其次对于源头不能消减又可利用的废弃物要加以回收利用，使它们回到经济循环中去；最后，只有那些不能利用的废弃物，才允许作最终的无害化处理。

2000年，日本召开“环保国会”，通过和修改了多项环保法规，分别是：《推进形成循环型社会基本法》、《特定家庭用机械再商品化法》、《促进资源有效利用法》、《食品循环资源再生利用促进法》、《建筑工程资材再资源化法》、《容器

包装循环法》、《绿色采购法》、《废弃物处理法》、《化学物质排出管理促进法》等。上述法规对不同行业的废弃物处理和资源再生利用等作了具体规定。其中《推进形成循环型社会基本法》最具意义，它从法律上确定了日本 21 世纪经济和社会发展的方向，提出了建立循环型社会的根本原则：“根据有关方面公开发挥作用的原则，促进物质的循环，减轻环境负荷，从而谋求经济的健全发展，构筑可持续发展的社会。”

其他国家，虽然没有明确提出“循环经济”或“循环型社会”之类的概念，但都很重视资源的节约使用和废弃物的重复利用，以期减轻本国资源和环境的压力。

中国陆续颁布了一系列法律、法规，如《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《中华人民共和国大气污染防治法》、《中华人民共和国水污染防治法》等，以及许多政策，如《国务院关于环境保护若干问题的决定》和《建设项目环境保护管理条例》等，明确规定国家鼓励、支持采用能耗物耗小、污染物排放量少的清洁生产工艺。2002 年 6 月 29 日，九届全国人大常委会第二十八次会议通过《中华人民共和国清洁生产促进法》，推行和实施清洁生产，促进生产方式的转变。2002 年 10 月 17 日，江泽民在全球环境基金第二届成员国大会的发言中明确指出：“只有走以最有效利用资源和保护环境为基础的循环经济之路，可持续发展才能得到实现。”“十一五规划”中，发展循环经济被确定为建设资源节约型、环境友好型社会的重要途径。随着落实科学发展观、转变经济增长与发展模式的需要，2009 年，《中华人民共和国循环经济促进法》正式实施。

上述实践，虽然在各国的具体表现并不相同，但无疑都反映了人类在推进可持续发展中一个基本的共识，这就是转变人类长期沿袭的“资源—产品—废物”线性物质代谢模式。在传统经济系统中，人们大规模地把地球上的资源能源提取出来，经过生产和消费，又把污染和废物大量排放到水系、空气和土壤中。为转变这种通过把资源持续变成为废物来实现数量增长的经济模式，对经济系统物质代谢过程的研究应运而生。

三、本书的内容安排

本书在国内外已有研究的基础上，基于欧盟物质流核算的标准方法，通过对中国国家经济系统的物质代谢相关问题的核算与分析，从建设资源节约型、环境

友好型社会的角度出发,对优化中国经济增长方式转变过程中的经济系统运行模式提出建议。

除了第2章经济系统物质流核算方法外,我们的主要工作包括以下五个方面的内容:

第一,中国经济系统物质代谢总量平衡核算。这部分利用欧盟经济系统物质流核算的标准分析方法,对中国1990—2008年间经济增长过程中的自然资源的需求与废弃物的排放情况进行总量平衡核算,通过国际比较来评价这一时期中国经济增长转变过程中的生态效率。

第二,中国经济系统的物质减量化分析。资源紧缺已经成为中国经济发展的瓶颈,“物质减量化”是从根本解决这一问题的关键。我们在欧盟物质流核算方法的基础上,拟合环境库兹涅茨曲线对中国1981—2008年的物质投入量与经济发展水平的关联程度进行了分析。结果表明,在1981—2008年间,中国单位经济增长所需的物质质量在减少,实现了相对物质减量化,且减量化的速度于2005年后开始逐年加快;但中国的物质消耗总量仍在逐年增加,并没有出现绝对物质减量的趋势,中国经济仍然承受着巨大的环境压力。

第三,中国典型农村经济增长的可持续性评估。在前面研究的基础上,我们将欧盟物质流核算的黑箱模型进一步“白化”,识别农村经济发展活动中起关键作用的物质流,分析中国农村典型区域的农业生产和消费活动产生的环境影响。以农业大省河南省中部典型的农业县禹州作为案例进行了实证分析,评估了“十一五”期间禹州农业可持续发展政策对农村环境的影响。我们认为不能仅从总体上判断政策的实施效果,更应该深入经济系统内部,量化与识别起关键作用的物质流,为区域农村的可持续发展提供更为有效的内部控制机制。

第四,中国经济增长与物质代谢的动态冲击分析。根据欧盟物质流核算账户提供的资源投入与环境输出指标,我们利用向量自回归VAR模型,对中国经济增长与资源投入和污染排放的动态冲击传导进行模拟分析。结果表明,经济增长是中国资源耗减和污染排放的重要原因,资源投入和环境污染对经济增长也存在一定的反作用。随着结构调整与升级、技术进步以及政府政策的有效实施,在一定程度上,中国是可以在保持经济高速发展的情况下,减少资源环境压力的。

第五,中国经济增长与物质代谢的面板数据分析。结合时间序列与区域截面数据,对中国30个省、自治区和直辖市的资源消耗与经济增长进行动态分析。我们主要依据物质流核算分析框架提供的物质投入指标,利用面板单位根检验、面板协整模型和面板误差修正模型探讨资源消耗与经济增长在省级层面的短期波动及长期均衡关系。面板数据模型的结果表明,短期内矿物质消费与人均GDP

之间不存在因果关系，长期资源消耗与经济总量之间的相互因果关系包括作为主要能源的化石燃料与经济增长之间的长期相互因果关系。因此，可以采取严厉的控制矿物质消耗的政策，而不会对经济产生严重的影响。长期来看，应采取保护化石燃料的政策，大力开发生物质替代能源。

第 2 章

经济系统物质流核算方法



经济增长方式转变的过程实质是物质生产和消费方式不断演进的过程。在过去 100 年里,经济增长对能源的需求增长了 50 倍,制造出的工业产品数量增长了 100 倍 (Graedel and Allenby, 1995)。Kates (1990) 评价了经济发展过程对环境影响的变化速率,结果表明近 30 年来的环境影响以惊人的速度增加。Van 等 (1997) 的研究也表明,工业革命以来的近 300 年时间是经济发展对自然生态系统干扰最严重的时期。与此类似的大量研究结果均表明经济活动的物质生产和消费活动对自然生态系统具有长期的不可逆影响,也揭示了经济增长的本质以及其所产生的生态和环境影响,使我们对经济增长方式转变过程有了新的认识。

经济系统与自然生态系统之间是通过各种各样的物质流 (material flow, 这里的物质流包括能量流) 联系起来的,如图 2—1 所示。人类经济系统要从自然界获取资源,自然资源进入经济系统后,经过各种生产消费活动,剩余部分成为废弃物排入自然界。人类经济系统的物质输入输出过程,萌发了“社会代谢” (societal metabolism) (Fischer-Kowalski and Haberl, 1993)、“工业代谢” (industrial metabolism) (Ayres, 1999) 及由此演进出的物质代谢 (material metabolism)^① 或物质流分析 (material flow analysis, MFA) 等概念及其方法与实践的研究。

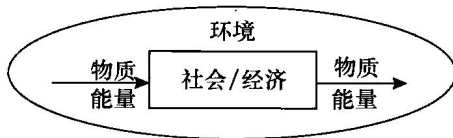


图 2—1 经济—环境系统

物质代谢分析的核心思想是:在一定的边界内,系统解析和度量物质流量与分布。例如,物料平衡核算、物质流分析、元素流分析、生命周期评价等。本课题选取经济系统物质流分析方法 (economy-wide material flow analysis, EW-MFA),作为建立系统分析模型的基础。

^① 也称为社会代谢,二者内涵与外延基本相同,所不同之处仅是提出问题的角度。社会代谢从社会科学角度提出,而物质代谢从自然科学角度提出。本书研究的内容在于经济系统中具体的物质流动及其对自然环境的影响,重点从自然科学角度研究问题,因此,均使用物质代谢的说法。