

# 循环经济的系统结构与运行分析

杨忠直

(上海交通大学 管理学院,上海 200052)

**摘要:**参照经济生态学和循环经济的国内外实践,探讨了由减量化、再使用和资源化子系统组成的循环经济的系统结构。在对减量化、再使用和资源化子系统研究的基础上,分析了各子系统的功能运行过程和循环经济系统的整体循环运行过程,以期对以科学发展观为指导实施循环经济运行模式、技术创新和制度设计提供一定的借鉴价值。

**关键词:**循环经济;减量化;再使用;资源化;系统结构;系统运行

中图分类号:F403-3

文献标识码:A

文章编号:1009-9107(2006)03-0049-05

## 一、引言

由于技术进步、利益驱动和竞争,在工业革命以后掠夺性的自然资源开发,高投入低效率的生产、高消费和不负责任的大量排污,导致自然资源耗竭和环境恶化,以致威胁到人类的生存和发展,这在工业化和经济发展水平高,人口众多的国家尤为突出。美国经济学家 Kenneth E. Boulding 1965年5月10日在华盛顿州立大学空间科学研究院发表文章《Earth as a Spach Ship》,意识到并提醒人们相对于地球的资源 and 空间,地球的人口太多,增长太快,人们不得不回收资源化生产和消费产生的废弃物,否则人们将会处于生存的困境<sup>[1]</sup>,这被认为是循环经济的萌芽。

我国改革开放以来的生产力得到大力发展,经济增长迅速,然而传统的工业化经济模式和人口问题在经济快速发展的同时,也给我国未来的社会与经济发展埋下了沉重的包袱:经济增长的代价太高,

自然资源投入量巨大,资源利用水平很低,环境污染十分严重。这种境况迫使我国必须走循环经济之路,才能校正现有的经济运行方式,遵照科学发展观转变经济增长模式,使我国经济进入健康的发展轨道,实现生态型和谐社会。因此胡锦涛、江泽民、朱镕基、温家宝、曾培炎等国家领导人以及谢振华、马凯、王玉庆等政府官员从2002年开始就大力倡导我国实施循环经济。<sup>[2]</sup>曾培炎指出:“在发展经济的同时,降低资源消耗,提高环境经济效益,是减少污染排放、减轻生态破坏、促进可持续发展的治本之策。要坚定不移地走新兴工业化道路,积极发展循环经济和保护产业。要鼓励发展资源节约型和废物循环利用产业。规范资源回收与再利用的市场运行机制,扶持并鼓励资源再生利用产业的发展。建立健全各类废旧资源回收制度和生产者责任延伸制度,通过法律法规明确资源回收责任。加强政策引导,制定和完善废物循环利用的经济政策、自然资源合

理定价相关政策。”

循环经济既是经济与生态文明,又是人类生存与发展,实现和谐社会的科学途径。就人类经济活动的目的和经济学研究的对象而言,循环经济是人类为了生存与发展的经济活动的本来规律,当今的世界经济发展状况,尤其是我国经济发展现实,迫使人们不得不走循环经济的回归路。循环经济的思想要求人们在经济活动中通过减量化(reduce)、再使用(reuse)、回收资源化(recycle)等途径以减少资源投入,提高资源利用效率,降低对环境的污染。实施循环经济就是通过减量化、再使用和资源化途径在产品生产过程,产品使用与消费过程,废弃物处理过程中不断提高原始资源投入进经济系统的利用率。

在实践上,为了缓解资源短缺和降低环境污染,各国在不同程度上实施了资源投入减量化、旧产品再使用和废弃物回收资源化的战略。在学术上,针对最紧迫环境污染问题有大量和深入的经济与技术方面的研究,而对循环经济系统结构和系统运行的研究则是局部的,深入程度也不相同。杨文华从生态学和经济学,探讨循环经济系统的物质流动和平衡,经济活动的生态运行规律,以及物资回收资源化的社会劳动价值。<sup>[3]</sup> Kleinedam, V. 等从控制理论研究了产品制造、使用、回收资源化的循环链。<sup>[4]</sup> 戴宏民介绍了德国 DSD 系统,说明按照 1990 年 6 月 12

日颁发的《包装废物的处理法令》实施的废弃物回收系统。<sup>[5]</sup> 制造业是实施循环经济的重要产业之一,李健,顾巧论等提出制造业面向循环经济的运行模式,是工业工程新方向之一。<sup>[5,6]</sup> 杨忠直从 1997 年以来对经济生态学(不同于生态经济学)的研究成果,其中包括人类经济活动的生态科学,区域、产业和企业的生态科学与生态运行机制,是循环经济系统构造和运行的基础。<sup>[8~10]</sup> 2005 年 10 月 27 日我国六个政府部门联合发布文件<sup>[11]</sup>,决定在全国的重点行业、重点领域和重点地区开展循环经济试点。本文是在多年研究的基础上,结合国内外循环经济实践和学术研究成果,仅对循环经济的减量化、再使用和资源化的系统结构和系统运行过程作一剖析,以便进行循环经济系统的经济学理论研究、产业组织创新与制度设计,也为我国循环经济的实施之急需提供借鉴。

## 二、循环经济的系统结构及其运行

### (一) 系统结构

按照循环经济的思想,人类整个社会的经济活动是由资源投入减量化子系统、旧产品再使用子系统和废弃物回收资源化子系统构成(见图 1)。

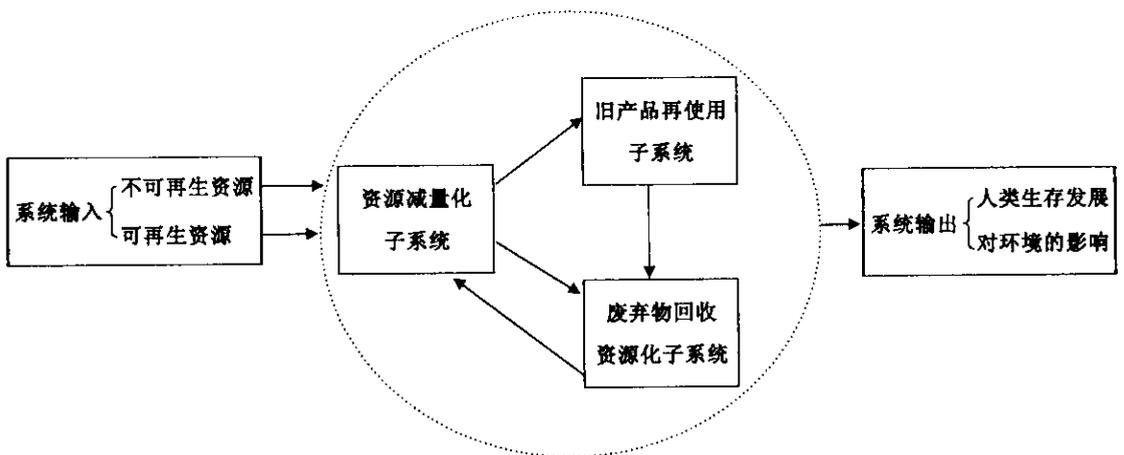


图 1 循环经济的系统结构

在图 1 中,外部资源进入循环经济系统,通过资源减量化子系统,旧产品再使用子系统和废弃物回收资源化子系统的循环运动,整体为人类社会提供服务,与此同时向环境排放不可资源化利用(相对于

当时的技术能力而言)的废弃物。

### (二) 循环经济的系统运行

1. 减量化子系统运行过程(见图 2)。在循环经济系统中,减量化是指生产过程和工程建设的资源

投入减量化,消费过程产品消费减量化;生产过程,工程建设和消费过程使用的工具、机器、设备、房屋等旧产品的退役减量化;以及生产过程、工程建设和消费过程对环境排放的废弃物和污染物的减量化。

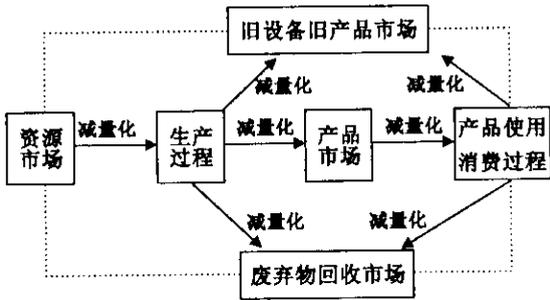


图2 减量化子系统

循环经济系统中的减量化(reduce)是遵循人类经济活动的节约原则这一基本经济规律,它是在满足社会需要的条件下尽可能少地消耗经济财富。

生产过程(包括工程建设)中的资源减量化是在既定产量水平下尽可能地减少资源投入,从而节约资源和生产能力,这是“省”的经济思想;或在资源数量给定时尽可能多地生产产品,从而用足资源和生产能力,这是“多”的经济思想。消费过程中的消费减量化是在人们满足既定生活水平下尽可能地减少产品消费,从而节约生产产品的资源和生产能力,这也是“省”的经济思想;或在产品数量给定时尽可能好地使用产品,使得产品的功能充分为人类服务,从而用足生产产品的资源和生产能力,这也是“多”的经济思想。生产过程(包括工程建设)和消费过程中的减量化是对在使用的工具、机器、设备、房屋等旧产品尽可能地继续使用和延缓其服役期,做到物尽其用,从而节约了资源,用足产品的服务功能,提高了资源利用率。生产过程、工程建设和消费过程中的排放减量化是在保证生产和消费水平的条件下尽可能地对环境减少废弃物和污染物的排放量,以减轻对环境的压力,保护生存环境,提高生存质量。

国内减量化的研究主要集中在生产过程和消费过程的废弃物和污染物排放减少方面,这在环境问题比较严重的我国非常重要。但是资源短缺和消费过度也是我国当前和今后面临的主要问题,从经济活动的源头开始研究和实践减量化是实施循环经济的关键。

建国初期为建设一穷二白的社会主义国家,我国政府倡导“多、快、好、省”地建设社会主义国家的

指导方针;在经济困难时期我国政府主张限量购买,限量消费,渡过了经济难关。然而在某些领域掠夺性的资源开采,使生产能力加速折旧,建设项目投资膨胀,生活高消费和不负责的污染排放都与循环经济的减量化原则相悖,不符合科学发展观的要求,将会威胁人类的可持续发展。

2. 再使用子系统运行过程(见图3)。在循环经济系统中,再使用是由生产过程、工程建设和消费过程所使用过的工具、机器、设备、房屋等旧产品经过拆卸、翻新、再制造和组装等加工过程生产出继续供人们生产和消费使用的产品。

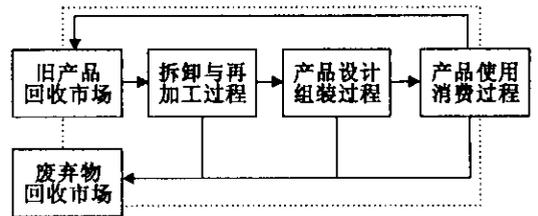


图3 再使用子系统

循环经济系统中的再使用(reuse)是遵循人类经济活动的节约原则这一基本经济规律,对生产和生活中已经退役的产品经过再加工后继续使用。

生产过程(包括工程建设)和消费过程中的再使用是由于折旧到期、设备更换或经营等原因退役的生产工具、设备、机器、厂房和产品等,如果改变使用条件和使用环境,经过维修再加工就可用于其他目的继续使用,发挥生产能力,这等于延续产品的使用寿命,替代了新的生产能力,从而节约了资源和生产能力。循环经济中的再使用不仅是“省”的经济思想,而是要从根本上提高用于生产原产品的资源利用率。

技术进步促进国民经济飞速发展,使生产设备和产品更新换代周期不断缩短,尚可使用的旧设备和旧产品提早退役,不仅减少了设备与产品的使用价值,浪费了资源,降低了资源利用率,而且产品的加速退役和堆积还增加了处理旧设备和旧产品的成本,也对环境造成巨大压力。我国人口多,资源少,生产能力水平低,环境污染重,依靠国外技术和设备不能永久的支撑国民经济的发展,所以非常有必要挖掘旧设备和旧产品的再使用价值,增强国民经济的创新能力,保护生态环境,提高人民的生活水平,促进经济可持续发展。

3. 资源化子系统运行过程(见图4)。在循环经

济系统中,资源化是指将生产过程、工程建设和消费过程产生的废弃物通过分拣、冶炼、反应等工业资源化过程,转换成为再生资源。

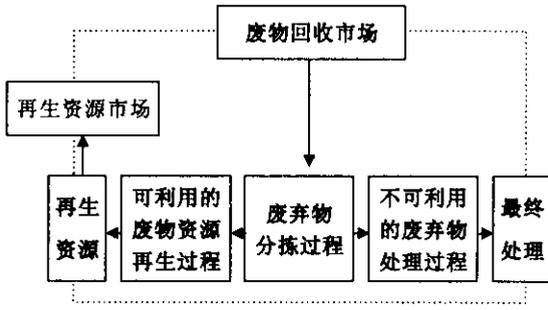


图4 资源化子系统

循环经济系统中的资源化(recycle)是遵循人类经济活动的节约原则这一基本经济规律,对生产和生活中产生的废弃物经过工业资源化,在生产中再次利用,以提高原始资源的利用率。

自然资源进入生产过程和消费过程,进行了第

一次利用,然后将其废弃物和没有再使用价值的产品转化成再生资源,投入生产过程继续生产产品,这是原始资源的再次利用,这就等价与提高了资源的利用率,也减少了生产过程和消费过程对环境的污染排放。现有技术只能把废弃物中的一部分转换为再生资源,还有另一部分不可转换为再生资源,这部分废弃物就只有暂时储藏和掩埋,等待新技术手段出现后再进行资源化处理。对一些不得不排放的废弃物或污染物,只能尽最大努力减少其对环境的污染。随着技术的进步废弃物资源化的份额不断提高,对环境的污染份额也将不断减少。

### 三、循环经济系统的整体功能流程

减量化子系统、再使用子系统和资源化子系统构成整体循环经济体系,其结构与功能流程见图5。

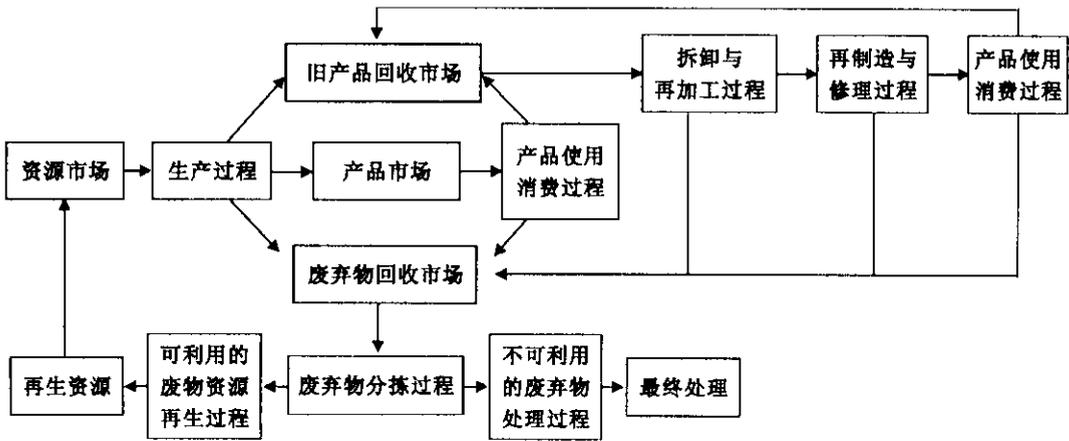


图5 循环经济系统的功能流程

在图5中,资源减量化子系统是按照资源投入最少化原则进行产品生产和消费,将生产过程退役的生产能力和消费过程退役的旧产品,送入旧产品回收市场,然后进入产品再使用子系统;生产过程和消费过程同时产生废弃物,并将其废弃物送入废弃物市场,然后进入废弃物资源化子系统。再使用子系统在旧产品市场上获取旧产品通过拆卸、修制、加工等过程组装成可继续使用或为其他目的使用的产品;再使用子系统的废弃物进入废弃物市场,进一步

退役的旧产品再进入旧产品市场继续周转(如果还有利用价值)。资源化子系统从废弃物市场获取废弃物通过工业资源化过程生产出再生资源,送入资源市场,再投入到减量化子系统生产产品;由于技术问题暂时不可资源化的废弃物临时储藏和掩埋,等待新技术出现后继续资源化利用;对于不可资源化的废弃物进行最终处理。这就构成一个完整的经济循环运行体系,为人类的生存和发展永久性的循环运转。

#### 参考文献:

[1] Kenneth E. Boulding. EARTH AS A SPACE SHIP[Z]. Washington State University, Committee on Space Sciences, 1965-05-10.  
 [2] 国家环境保护总局科技标准司. 循环经济和生态工业规划汇编[C]. 北京: 化学工业出版社, 2004.

- [3] 杨文华. 循环经济的生态理念与经济规律[J]. 上海环境科学, 2003, 22(增刊): 89~92.
- [4] Kleineidam, U. Lambert, A. J. D. Blansjaar, J, etc. Optimising product recycling chains by control theory[J]. International Journal of Production Economics, 2000, 66(2): 185~195.
- [5] 戴宏民. 德国 DSD 系统和循环经济[J]. 中国包装, 2002, (6): 53~55.
- [6] 李 健, 顾培亮. 面向循环经济的制造系统运行模式[J]. 中国机械工程, 2001, 22(11): 1 280~1 284.
- [7] 顾巧论, 陈秋双. 面向循环经济的制造业系统模式[J]. 制造业自动化, 2004, 26(1): 1~4.
- [8] 杨忠直. 企业生态学引论[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [9] 杨忠直. 以生态化标准推进我国产业发展[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2004, 4(1): 1~7.
- [10] 杨忠直. 商业生态学与商业生态工程探讨[J]. 自然辩证法通讯, 2003, 25(4): 55~61.
- [11] 国家发展改革委员会, 环保总局, 科技部, 财政部, 商务部, 统计局. 关于组织开展循环经济试点(第一批)工作的通知[Z]. 发改环资[2005]2199号, 2005-10-27.

## Study on the System Structure and Operation of Circular Economy

YANG Zhong-zhi

(School of Management, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200052, China)

**Abstract:** A study is made on the structures of circular economy including subsystems of reduction, reuse and recycle referring to the domestic and foreign practices and economic ecology. Based on this, the functional operation processes of the subsystems and that of the whole circular economy system are analyzed. The results can be used as reference for implementing the operational models, innovations and regulation of circular economy in accordance with scientific development.

**Key words:** circular economy; reduction; reuse; recycle; system structure; system operation

(上接第 48 页)

## The Performance of Shaanxi Province in the Condition of Development of Western Regions

JIN Yun, SUN Hong-mei

(School of Management, Shaanxi University of Science & Technology, Xianyang, Shaanxi 712081, China)

**Abstract:** In order to narrow the regional disparity of regional development of the West and the East and to realize the coordinated development of the whole country, the Chinese government decided to carry out the strategy of developing the West in 1999. In the long run, this drive can expand domestic demand, spur economic growth, strengthen national unity and social stability and finally realize common prosperity. In the past few years, the people in the western regions have fully utilized the state's favorable economic policies, accelerating the construction of infrastructure, strengthening the ecological environmental protection and reconstruction, adjusting the industrial structure and developing science and technology and education actively. As the first ladder and bridgehead in the development of western regions, Shaanxi province has also obtained great achievements. However, serious slips and problems still exist, which need to be carefully analyzed and solved.

**Key words:** development of the West; analysis of the achievements; macro economy; strategical planning

# 循环经济的系统结构与运行分析

作者: [杨忠直, YANG Zhong-zhi](#)  
 作者单位: [上海交通大学, 管理学院, 上海, 200052](#)  
 刊名: [西北农林科技大学学报\(社会科学版\)](#)  
 英文刊名: [JOURNAL OF NORTHWEST A & F UNIVERSITY\(SOCIAL SCIENCE EDITION\)](#)  
 年, 卷(期): 2006, 6(3)  
 引用次数: 2次

## 参考文献(11条)

1. [Kenneth E Boulding](#) [EARTH AS A SPACE SHIP](#) 1965
2. [国家环境保护总局科技标准司](#) [循环经济和生态工业规划汇编](#) 2004
3. [杨文华](#) [循环经济的生态理念与经济规律](#) 2003(zk)
4. [Kleineidam U.](#) [Lambert A J D.](#) [Blansjaar J](#) [Optimising product recycling chains by control theory](#) 2000(02)
5. [戴宏民](#) [德国DSD系统和循环经济](#) 2002(06)
6. [李健.](#) [顾培亮](#) [面向循环经济的制造系统运行模式](#)[期刊论文]-[中国机械工程](#) 2001(11)
7. [顾巧论.](#) [陈秋双](#) [面向循环经济的制造业系统模式](#)[期刊论文]-[制造业自动化](#) 2004(01)
8. [杨忠直](#) [企业生态学引论](#) 2003
9. [杨忠直](#) [以生态化标准推进我国产业发展](#)[期刊论文]-[北京工业大学学报\(社会科学版\)](#) 2004(01)
10. [杨忠直](#) [商业生态学与商业生态工程探讨](#)[期刊论文]-[自然辩证法通讯](#) 2003(04)
11. [国家发展改革委员会.](#) [环保总局.](#) [科技部.](#) [财政部.](#) [商务部.](#) [统计局](#) [关于组织开展循环经济试点\(第一批\)工作的通知.](#) [发改环资\[2005\]2199号](#) 2005

## 相似文献(10条)

1. 期刊论文 [周兴龙.](#) [张文彬.](#) [ZHOU Xing-long.](#) [ZHANG Wen-bin](#) [我国矿业循环经济中“资源供给”与“减量化”的矛盾 - 矿冶工程](#)2007, 27(5)  
 根据循环经济的定义、内涵,以及循环经济倡导的“减量化、再利用和资源化”3R原则,结合我国处于快速工业化和城市化阶段矿产资源需求和消耗巨大的实际,从理论和实践上分析了矿业循环经济中“减量化”的实质在于资源的高效利用,而不是资源供给数量的减少.建议在发展矿业循环经济“3R”原则中用“高回收(Recovery)”代替“减量化(Reduce)”.
2. 期刊论文 [王华](#) [论循环经济法律关系主体的减量化义务 -广西社会科学](#)2009,“(7)  
 <循环经济促进法>的颁布施行将有力地促进我国循环经济发展,提高资源利用效率,保护和改善环境,实现可持续发展.从循环经济法律关系主体的责任来看,减量化是发展循环经济的首要环节,循环经济法律关系主体在发展循环经济中应承担减量化义务,以期更有效地保障和促进循环经济在我国的发展.
3. 期刊论文 [王伟](#) [煤炭企业非煤产业发展循环经济模式探索 -现代企业教育](#)2010,“(8)  
 循环经济作为一种实现可持续发展经济增长方式和发展理念,越来越受到人们的关注.按照减量化原则(Reducce)、再使用原则(Reuse)、再循环原则(Recycle)大力发展循环经济,协调人与自然的关系,实现社会经济的可持续发展.
4. 会议论文 [周兴龙.](#) [张文彬](#) [论矿业循环经济中的减量化问题](#) 2006  
 阐述了循环经济思想的起源以及循环经济的主要特征.对矿业循环经济的减量化问题进行了分析讨论,指出减量化会造成资源供给不足的问题,影响经济发展,其不应作为矿业循环经济的“三要素”之一.矿业循环经济应是在开采资源相同的情况下,提高资源的回收利用率,据此提出了矿业循环经济的新的“3R”原则为:高回收(Recovery),再循环(Recycle),再利用(Reuse).
5. 期刊论文 [邱秋](#) [论循环经济的减量化法律制度 -科技创业月刊](#)2003,“(4)  
 减量化是循环经济的3R原则中的首要原则.本文分析了减量化原则的内涵,并提出了实现减量化原则的具体法律制度.
6. 期刊论文 [尹平.](#) [YIN Ping](#) [中密度纤维板工厂设计中的循环经济-减量化\(Reduce\)原则应用 -四川林勘设计](#) 2007,“(1)  
 文章叙述了在中密度纤维板产品工厂设计中尝试应用循环经济理论中的减量化原则,从提高原材料综合利用率,降低能源动力消耗量,清洁生产过程三方面入手,取得了较好的效果.
7. 学位论文 [张波](#) [烟台经济技术开发区生态工业园模式建立研究](#) 2004  
 生态工业是仿照自然生态系统物质循环的方式来规划工业生产系统的一种工业模式,它通过两个或两个以上的生产体系或环节之间的系统耦合,实现物质和能量的多级利用、高效产出或持续利用.生态工业园是生态工业发展的基本模式,是生态工业的具体实践.对于一个地区而言,如果能在生态工业和循环经济理论的指导下,结合当地的资源、产业优势,通过有目的的规划,进行多个企业、行业或产业间的链接和整合,建立起相互关联、互相促进、共同发展的生态工业体系,无疑对该区域充分发挥资源和产业优势,实现经济与环境的协调发展具有十分重要的意义.该论文即以烟台经济技术开发区为实地模

开展研究工作,研究的主要内容是烟台经济技术开发区生态工业园模式的建立。目前,生态工业的研究和实践内容属于交叉学科的研究内容,它将环境科学、生态学、经济学、管理学及系统学等融合在一起,是可持续发展和循环经济研究的前沿领域。生态工业园模式建立研究是生态工业研究领域内的重要组成部分,该论文首先对生态工业园模式建立的原理和方法进行了探讨,然后对烟台经济技术开发区现状从产业到行业再到核心企业进行了详尽的特点和潜力分析,并在此基础上,结合国内外现有生态工业园经验模式,运用系统工程、物质迁移流动、结构重组、物质减量化等理论,着重从三个不同层次构建工业系统的生态链接关系,同时,该论文对构建起的部分生态工业链进行了特点分析,建立起符合烟台经济开发区特色的生态工业园模式,并提出了运营和管理生态工业园的相关措施。生态工业园模式建立的本身就是理论和实践相结合的产物,也是该论文的创新点。论文探索性的研究,可以在一定范围内丰富生态工业理论,增进生态工业和循环经济理论的实践应用性,同时,论文的研究内容可以为烟台经济技术开发区生态工业园规划和建设提供参考,具有良好的应用价值。

#### 8. 会议论文 高志英 可持续发展的物质减量化途径 2006

有关物质减量化的探讨在国内学术界并不多,一般的研究都局限在循环经济的3R原则和工业生态学中。而我们认为,与“末端治理”和“清洁生产”的环境保护思想相比,物质的减量化更全面地表达了可持续发展的要求,物质的减量化是指单位经济产出所消耗的物质材料或产生的废物量的绝对或相对的减少。从微观层面上,市场机制具有物质减量化和物质增量化的双重作用。消费和生产过程中存在的替代关系,为物质的减量化提供了一种可能。从宏观层面上,实现物质的减量化就要抑制总需求,减缓总需求的增长速度。从工业生态学上,工业体系的共生而形成的工业生态园区即可以减少整个工业系统资源的消耗,又可以大大降低整个系统的废物排泄,中国的物质减量化空间很大,可以借鉴发达国家的一些做法,充分发挥市场有利于物质减量化一面,扩大内需的经济政策必须要有环境的约束。

#### 9. 期刊论文 肖序、刘三红、Xiao Xu、Liu San-Hong 论物质减量化原理在资源价值流计算中的应用 -财务与金融

2009,“(4)

资源价值流计算是评价循环经济的一种重要方法,物质减量化原理是源于生态工业学的一个基本原理,将物质减量化原理与资源价值流计算相结合,不仅是实施循环经济的本质要求,还可以深入企业内部各生产流程,解析其各阶段实施减量化前后企业经济、环境效果的对比。本文以某原生铝厂为例,详细说明了物质减量化原理在资源价值流计算中的应用过程。

#### 10. 会议论文 周兴龙、张文彬 矿业循环经济中“减量化”的实质 2006

根据循环经济的定义、内涵,以及循环经济倡导的“减量化、再利用和再循环”的“3R”原则,结合我国处于快速工业化和城市化资源供给和消耗巨大的实际,从理论和实践上分析了矿业循环经济中“减量化”的实质在于资源的高效利用,而不是资源供给数量的减少。建议在发展矿业循环经济中用“高回收代替“减量化”。

### 引证文献(2条)

1. 杨忠直 循环经济系统废弃物资源化的经济学分析[期刊论文]-西北农林科技大学学报(社会科学版) 2008(4)
2. 杨忠直、孙皓辰 循环经济系统减量化的经济学分析[期刊论文]-西北农林科技大学学报(社会科学版) 2006(5)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_xbnlkjdxsh200603011.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_xbnlkjdxsh200603011.aspx)

下载时间: 2010年6月16日