

循环经济学原理

◎ 孙福宏 著

人民武警出版社

循环经济学原理

孙福宏 著

人民武警出版社

2009·北京

图书在版编目(CIP)数据

循环经济学原理/孙福宏著.—北京:人民武警出版社,2009.7
ISBN 978-7-80176-323-5

I.循… II.孙… III.自然资源—循环经济学. IV.E2 D616

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 019058 号

书名:循环经济学原理

作者:孙福宏

出版发行:人民武警出版社

社址:北京市西三环北路1号 (100089)

(发行部电话:010-68795350,68471803)

印刷:北京中兴印刷有限公司

开本:850 × 1168 毫米 1/32

字数:310千字

印张:13.75

印数:1-3000

版次:2009年7月第1版

印次:2009年7月第1次印刷

定价:46.00



循环经济学是在以研究财富或经济增长以及经济发展机制为主的传统经济学的基础上的新的经济增长理论的范式化，是在人与自然矛盾演变过程中产生的循环经济理念基础上利用科学手段进行提炼分析的系统化，是在处理社会经济与资源环境矛盾的相关思想和实践基础上将自然科学思想融会其中的理论化。

从经济学的发展过程来看，重农学派和古典经济学认为土地或生产是财富的源泉，生产成本和劳动价值论是其理论的核心。重商主义则强调财富是在交换和流通过程中产生的。新古典经济学与上述两种学派的观点不同，提出了边际效用和个人偏好主观判断相结合的以消费者行为和生产者行为为主要分析对象的交易价格理论，强调通过交易来实现资源的

循

最优配置，忽略了古典经济学和劳动价值理论，导致了依据个人偏好主观判断而形成的对自然资源与生态环境价值的漠视，造成了资源浪费和环境污染问题。为此，环境经济学悄然产生了。但是，环境经济学仍以新古典经济学的稀缺理论和效用价值理论为理论基础探讨资源环境恶化的制度根源，分析市场失灵和政府失灵所导致的经济行为的外部性，寻求内化这一外部性的市场机制（庇古税）和制度（科斯产权理论）途径，没有超出新古典经济学的范畴，虽然有将生态环境内生于影响经济增长变量之中的倾向，但是并没有突破新古典经济学市场价格理论的基础和基本分析方法。

由于没有触动经济发展方式本身，所以环境经济学也无法从根本上解决经济发展过程中必然产生的资源环境问题，致使资源环境问题日益突出，成为经济发展的瓶颈。这一形势要求经济学不断创新和完善，以适应可持续发展的时代要求。为此，在探索如何克服新古典经济学对自然环境与生态环境方面考虑的缺陷的过程中，循环经济学逐步产生和发展，自然资源和生态环境被纳入影响经济增长的内生变量之中，强调以资源循环、能量转换、信息传递和价值节约作为系统分析自然资源与生态环境价值的工具，谋求彻底改变古典经济学指导下的经济发展方式。20世纪以来，关于资源环境对经济增长的制约作用的论述是浩瀚的，引发了循环经济概念的逐渐清晰化。在对大量观点和研究成果分析批判和继承的基础上，美国经济学家罗伯特·奈尔斯在20世纪90年代主张

资源廉价而劳动力稀缺的牧童经济是一种过去事物，我们必须快速转向资源被重复使用的“飞船经济”，必须快速做出重大努力来封闭资源循环。显然，完成这一任务的理论基础不能仅仅从经济学理论本身去寻找而必须向现代自然科学理论去延伸，从自然科学理论中吸取营养并进行提炼形成科学的系统的循环经济学体系。正如力学当中先有以力和速度等可测的量为基础的纯粹力学而后才有应用力学一样，循环经济学也必须先有纯粹循环经济学而后才有应用循环经济学。纯粹循环经济学是一门科学，在一切方面都和数学、物理学、物理化学相似。按照自然科学各门学科的程序，纯粹循环经济学也应从实践和经验中取得某些类型概念，如循环资源、资源转化效率、循环路径、净循环价值、净状态投入、产出率差、循环动力效率等等。然后，根据这些类型概念进行分析和推论，直到科学的分析和推论完成以后，才应当回到现实，但那时也只是为了实际上的应用。循环经济学主要是研究净循环价值、净状态投入和循环动力之间的关系，研究循环体系变化时如何引起这些循环经济学量的变化，研究这些量发生变化时又如何引起循环体系的变化。对于循环经济学量的计量单位本书提供了两套度量规则，一套是传统度量规则；一套是循环经济学度量规则。原因是人们对后者颇感陌生，待到对书中原理熟习之后，由前者转换到后者不会有太大的困难。循环经济学的研究奠基于循环等式基础上的三条基本循环定律，它们是循环经济发展实践经验的总结，有着

循

坚实的实践基础。有了这些定律，在原则上只要有循环经济的统计数据就能解决有关循环状态稳定的各种量的计算问题。就像一百年前瓦尔拉斯认为的那样，经济学与物理学、天文学等精密自然科学一样天然地具有科学的特征。循环经济学如果离开了精密科学就成为空洞的理论，它应该像物理学、物理化学一样既是经济科学也是理性科学。正如著名科学家开耳芬(Kelvin 1824—1907)所说：“假如你能度量你所谈的东西，并能用数量表示它，你对它就有些了解了；假如你不能用数量表示它，你对它的知识就是贫乏而不能令人满意的。这也许知识的入门，但不管怎样你的知识还没有提高到科学的程度。”

为使循环经济学真正成为一门系统科学，本书始终遵循先哲们所说的原则，力求精密与科学，但又不使科学表述过于深奥和晦涩以致无法计算。只要有足够准确的数据，书中的许多公式都可算出具体的结果。为此，在大多数章节之后都有例题和习题，它们一方面可以加深对理论的理解和运用，另一方面又可以架起理论和实践的桥梁。在理论分析和例题习题的设计过程中，参考借鉴了大量的物理学、控制工程、物理化学、电路分析和电子技术的有关理论和实例，它们从不同的角度丰富了循环经济学原理的科学要素，可以说，没有自然科学和经济学的结合就没有科学的循环经济学。

本书所论述的问题的重要性是不言而喻的，然而要使这种理论付诸实践，首先要说服的是理论工作者和政策制定者，

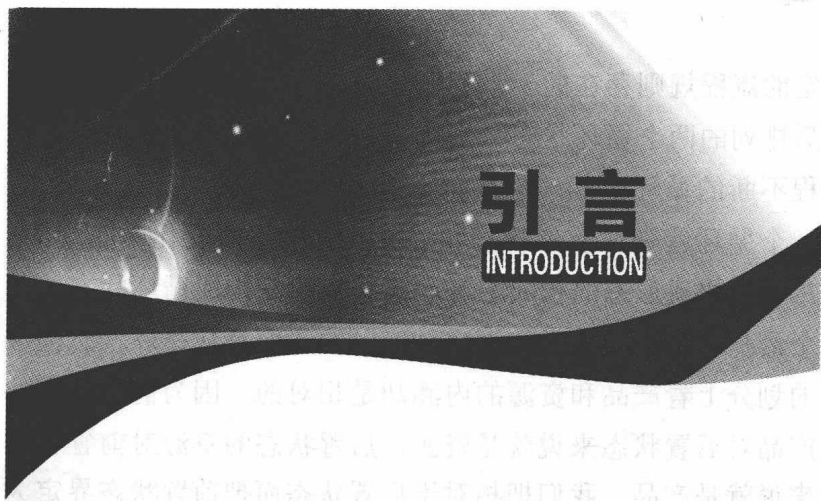
而不是一般的实际工作者。那些深受西方经济学和马克思主义经济学影响的人们可能会对书中的理论持有不同意见，问题的本身并不在于产业循环增长的路径规律所引起的争论水平的高低，而在于这些路径规律必然发生作用并且日益体现出来的趋势。

抽象的理论总是难以一目了然。对循环经济学三个基本循环定律、循环动力、循环路径倾向、循环路径梯度以及净状态投入和净循环价值的分析本书已尽可能地做到通俗易懂和便于理解。然而，要使书中理论达到成功，高度抽象的分析和必要的公式表述又是必不可少的。

写作本书历经八年，经历了思索、磨难和挣扎的过程，独辟蹊径，以期形成对产业增长更加有用的系统的理论。对那些愿意以理论指导实践、希望学习新东西并且喜欢深度思考的读者而言，本书将提供一些素材，便于他们做出判断的答案。

本书的写作过程离不开他人的支持和帮助。第一稿完成之后曾求教于林毅夫教授，他在详细阅读书稿并提出宝贵意见之后认为，本书在国内属于领先水平，可以出版。中国社科院李周研究员、美国加州大学刘瑶博士等都对该书的某些具体内容和观点提出过宝贵的修改建议，在此一并表示感谢！

本书可作为大学高年级学生、硕士生和博士生教材或参考书，也可作为政府和企业高级管理人员用书。



若要在经济发展中通过循环经济最有效地利用资源和最大程度地保护环境，可以通过资源的循环利用减少资源在物化对象中的使用量，可以通过经济的循环增长提高生产和消费对环境的友好程度。资源循环利用的有效程度是用资源循环利用过程中废弃物的排放量来度量的，废弃物排放量越多对环境的友好程度越低；反之则越高，二者成反比关系。因此，如何通过资源的循环利用达到经济增长和环境友好的目的是发展循环经济的核心，而资源的循环利用总是在一定的流程下完成的，我们的分析就从这个流程开始。以废旧电池的回收处理和再利用流程为例，它一般需要经过回收、分离（机械、磁力等分离方法）、塑料、预处理、低等级塑料、塑料制品等时段，如图 1-1 所示。我们将整个流程中的任一时段称为一个循环状态，有多少个时段就有多少个循环状态，在本例中有 7 个时段就有 7 个循环状态；将同一流程中按一

循

定的流程规则存在的一系列循环状态称为循环状态排列，前后排列的两个循环状态分别称为前置状态和后置状态，在流程不断的循环中任一循环状态既是前置状态又是后置状态，一个循环就是在前置状态和后置状态的不断变化中实现的。尽管从物质形态的构成上看产品和资源是构成循环状态的两个最基本的物质要素的事实是绝对的，但是从循环状态构成的划分上看产品和资源的内涵却是相对的，因为前置状态的产品对后置状态来说就是资源，后置状态的资源对前置状态来说就是产品。我们把相对于后置状态而把前置状态界定为资源的资源称之为循环资源，以区别于普通资源。对循环状态来说，产品和资源的绝对和相对的划分都是必要的，缺一不可的。不管流程经过几个时段，只要一次流程已经完成就说该资源进行了一次循环，此处我们就说废旧电池完成了一次循环，并将废旧电池称为循环的起点，将塑料制品称为循环的终点，将回收、分离、塑料、预处理、低等级塑料称为循环的过程，相应地将起点时段、终点时段和过程时段分别称为循环的始点状态、终点状态和过程状态^①。显然，始点状

^① 循环和状态是循环经济学中无法定义的量。但是任何一个循环经济学量的定义都必须提供其它能够度量的量来计算它的一套规则。正如物理学只要用三个无法定义的量就可以表示所有的力学量一样，在循环经济学中我们把第三个无法定义的量确定为路径，以此来定义所有的循环经济学量。1960年10月国际计量大会提出了确定每个无法定义量的标准，某一标准可以是一个实际物体，也可以是一个已经存在的标准，但其主要特征必须是经久不变的。据此，我们把状态的单位确定为吨，循环的单位确定为月，路径的单位确定为万元，并且把标准状态规定为任何不同资源的一吨资源的量，把标准循环规定为一个月，把标准路径规定为一万元人民币。

态只有一个，终点状态视流程的支流程的数量而定，从图 1-1 可以看出，在塑料时段可以再有一个焚烧和能量回收的支流程，其终点是能量回收，因此就有两个终点状态。过程状态视过程的时段而定，图 1-1 中有四个中间时段就有四个过程状态。

将流程中的不同时段或状态所经过的路线称为循环路径。支流程的不同状态所经过的路线称为支循环路径。我们假定循环路径是处处连续的。将从始点状态到终点状态的整个循环所经历的时间称为循环路径的长度。前置状态可供后置状态使用的资源量称为前置状态量，后置状态作为前置状态时可供下一个后置状态使用的资源量称为后置状态量，前置状态量和后置状态量统称为状态量，图 1-1 中的废旧电池的数量就是前置状态量，分离的数量就是后置状态量。尽管循环状态排列不易改变，但是由于资源和产品在循环路径上的相对性使得它们经常发生改变，我们把在既定的循环排列中使状态量发生增加的行为称为输入；反之则称为输出。标准货

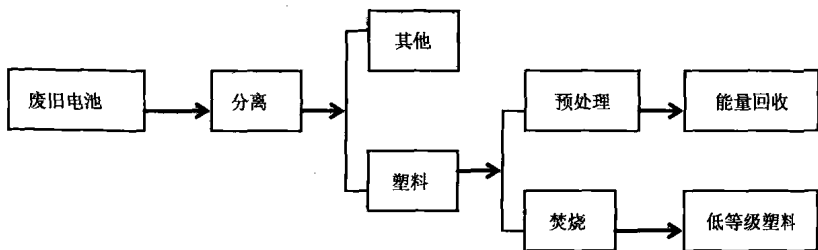


图 1-1 废旧电池回收处理和再制造流程图

循

环境经济学原理

币单位与标准状态量单位的乘积称为状态价值，把前置状态满足后置状态需求的状态价值叫前置状态的循环价值。从始点状态到同一循环路径上的任一状态为止的所有状态的循环价值之和称为循环路径价值。除了资源循环使用的循环外，循环也可以是由无生命或有生命的资源自动按规律完成的。例如，一年四季的循环，人体的血液循环，自然界的动物和植物的生长循环等。但是，这类循环不是经济学的研究对象。

本书主要符号说明

- A 货币额, $A_2 + A_4$ 前置状态新增循环成本
- A_u 节约百分比
- B 总循环成本
- C 再生循环资源容量
- C_d 循环供求等价比例
- C_g 资源平均转化容量
- C_q 循环供求等价比率与循环等式变量之差效率的固定比值
- C_v 循环成本
- D 总循环价值
- D_r 状态价值和稳定状态价值之差
- \bar{E} 时点移动价值效率平均变化率
- E_c 输出环路循环资源
- E_t 时点效率变化率
- f 资商函数
- F 状态投入成本
- g 或 $g(t)$ 循环路径
- g_c 循环动力效应
- h 偏差
- H_A 循环路径终点状态上的循环供给的总价值
- H_B 循环路径始点状态上的循环供给的总价值



H_s	循环供给
H_d	循环需求
i	循环动力效率
i_B	资源再生状态循环动力效率
i_{BQ}	输入流量循环动力效率
i_C	终点状态循环动力效率
i_{CQ}	输出流量循环动力效率
I	循环动力
I_0	不可逆循环过程
I_d	循环动力要求值
K	增益
K_F	循环路径比例增益
K_V	循环路径资源增益
L	减量化状态
M	数值变量
$M(t)$	某一技术时段的数值变量
N	选择变量
$N(t)$	某一技术时段的选择变量
P	概率
\bar{P}	平均移动价值效率
P_t	时点移动价值效率
P_e	净循环剩余消耗率
P_E	循环环境压力
P_i	前置状态平均价格水平
$P(t)$	由技术时段推进的状态移动或扰动路径
P_y	循环系统压力



q	状态量
Q_i	前置状态量
r	状态质度
r_s	路径重度的倒数
r_u	状态重度
R	资源再生状态
R_f	可逆循环过程
R_u	风险路径满意函数
S	循环状态
S_r	状态增量常数因子
S_s	循环状态循环转化消耗的增量常数因子
S_t	循环转化消耗
T	时段
T_r	时间常数
U	产出率差
$U_c(t)$	一阶元素路径过程状态产出率差
$U_e(t)$	资源化状态输出产出率差
U_f	输入流量效率
U_s	输出流量效率
$U_s(t)$	资源化状态输入产出率差
U_{BEQ}	输入流量产出率差
U_{CEQ}	输出流量产出率差
V	总净循环价值
V_D	沉淀量价值
V_s	循环路径价值
$V_{R,+1}$	后置状态价值量



V_L	循环价值距
V_m	移动价值
V_M	N 不变 M 改变所引起的 M 的增量循环路径价值
V_N	M 不变 N 改变所引起的 N 的增量循环路径价值
V_R	状态价值
V_S	循环价值
W	总净状态投入
$W_{a \rightarrow b}$	状态 A 移动到状态 B 所产生的净循环剩余
W_{i+1}	后置状态状态投入
X	无偏输入流量
X_B	子循环系统 B 的资源量
X_i	第 i 个状态的状态量
Z	资源数量性质函数
Y	沉淀包沉淀量的变动
α	循环资源计量系数
λ	增益系数
$ 1 + BR $	再使用深度
π	资源混合概率





第一章 循环状态及其移动 /1

- 第一节 净循环价值和净状态投入 /1
- 第二节 净循环价值等于净状态投入是循环状态稳定的充要条件 /12
- 第三节 循环状态移动与移动价值效率 /19
- 第四节 复杂循环 /25
- 第五节 循环状态移动的基本方程 /28
- 第六节 基本方程中状态投入率的作用 /33

第二章 资源转化效率 /38

- 第一节 资源分类 /38
- 第二节 资源化 /42
- 第三节 资源转化效率 /45
- 第四节 可耗尽资源与保护 /55

第三章 循环经济学第一循环定律 /58

- 第一节 循环供给和循环需求 /58