



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 循环经济学

(第2版)



黄贤金 · 主 编

葛 扬 叶堂林 钟太洋 · 副主编

节能减排，气候变化，低碳经济  
环境危机下，如何应对经济之困  
能源争夺中，如何立于不败之地

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 循环经济学

(第2版)

主 编 黄贤金

副主编 葛 扬 叶堂林 钟太洋

东南大学出版社

·南京·

## 内 容 摘 要

本书从循环经济绪论、理论与方法、部门循环经济、综合评价与应用以及循环经济伦理及政策等方面介绍了循环经济学内容体系。绪论部分着重阐述了循环经济的产生与发展、内涵与特征以及学科体系；理论与方法部分介绍了产业生态学、物质代谢、循环经济产业链、仿真模型、原生资源开发利用、低碳经济等相关理论与分析方法；部门循环经济部分介绍了农业循环经济、生态工业设计、城市循环经济等内容；循环经济综合评价内容涉及循环经济模式、循环经济评价、循环经济规划等；循环经济伦理与政策部分进一步总结提升了本书内容，基于绿色发展、循环发展、低碳发展的战略要求，介绍了生态文明与循环经济伦理、循环经济政策等内容。

### 图书在版编目(CIP)数据

循环经济学 / 黄贤金主编. —2 版. —南京: 东南大学出版社, 2015. 12

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5641-6217-7

I. 循… II. 黄… III. 自然资源-资源经济学  
IV. F062.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 301929 号

### 循环经济学(第 2 版)

出版发行 东南大学出版社

出版人 江建中

社 址 南京市四牌楼 2 号

邮 编 210096

经 销 全国各地新华书店

印 刷 南京工大印务有限公司

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 23

字 数 588 千字

版 次 2009 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 2 版

印 次 2015 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5641-6217-7

印 数 1—2500 册

定 价 52.00 元

(本社图书若有质量问题, 请与读者服务部联系。电话: 025-83791830)

## 第2版前言

进入21世纪以来,是中国资源环境与经济社会发展矛盾最为突出的时期,也是中国经济转型最为迫切的时期,更是中国循环经济理论发展最为迅速的时期,这为《循环经济学》内容及体系结构的完善提供了丰富的素材和发展实践。尤其是十八届三中全会确定的生态文明建设目标,以及绿色发展、循环发展、低碳发展的发展路径,以及2015年中共中央、国务院颁布的《生态文明体制改革总体方案设计》,更是为循环经济学科建设与发展提供了理念支撑。

为此,本书在2009年版的基础上,进一步充实和补充了以下内容:

一是体现了生态文明建设的总体要求。尤其是循环发展,对于纠正我国一定程度上存在的“大量生产”、“大量消费”、“大量废弃”的经济发展状态具有直接的针对性,因此,本书中进一步融入了生态文明建设的理念要求。

二是更全面地揭示了中国循环经济发展的阶段。中国循环经济发展业已从理念主导进入了实践主导、“踏石留痕”的发展阶段。因此,也补充了有关政策、案例等。

三是充实些新的文献。循环经济实践的发展,也更进一步丰富了循环经济的研究成果。为此,本书适当充实了有关文献。

本书修编以第1版为基础,由黄贤金、钟太洋等主要完成。各章节编写情况如下:

第1章:黄贤金(南京大学)、钟太洋(南京大学)、赵荣钦(华北水利水电学院);第2章:赵荣钦;第3章:马其芳(南京信息工程大学)、黄贤金、于术桐(河海大学);第4章:葛扬(南京大学);第5章:张文红(南京大学);第6章:赵荣钦、陈志刚、高珊(江苏省社会科学院);第7章:孙建卫(南京大学)、黄贤金、赵荣钦;第8章:叶堂林(首都经贸大学);第9章:李艳梅(北京工业大学);第10章:吴未(南京农业大学);第11章:赵小风(河海大学)、高珊;第12章:钟太洋、黄贤金;第13章:肖思思(江苏大学)、钟太洋、吴未;第14章:高珊、王佳丽(安徽农业大学)、黄贤金;第15章:钟太洋、赵小风。

感谢东南大学出版社朱珉老师的“催促”,才使得本书能够再次出版。

编者

2015年10月8日

# 目 录

|          |                      |      |
|----------|----------------------|------|
| <b>1</b> | <b>绪论</b>            | (1)  |
| 1.1      | 循环经济的产生与发展           | (1)  |
| 1.1.1    | 国外循环经济的产生与发展         | (1)  |
| 1.1.2    | 国内循环经济的产生与发展         | (2)  |
| 1.2      | 循环经济的内涵和特征           | (3)  |
| 1.2.1    | 循环经济的内涵              | (3)  |
| 1.2.2    | 循环经济的基本原则            | (4)  |
| 1.2.3    | 循环经济发展的基本特征          | (6)  |
| 1.3      | 循环经济学的研究对象、主要内容及研究视角 | (7)  |
| 1.3.1    | 循环经济学的研究对象及学科特征      | (7)  |
| 1.3.2    | 循环经济学的主要内容           | (9)  |
| 1.3.3    | 循环经济学的研究视角           | (10) |
| 1.3.4    | 循环经济学的内容体系           | (12) |
| <b>2</b> | <b>产业生态学原理</b>       | (14) |
| 2.1      | 产业生态学概述              | (14) |
| 2.1.1    | 产业生态学的概念             | (14) |
| 2.1.2    | 产业生态学的内容体系和应用领域      | (15) |
| 2.1.3    | 产业生态学与循环经济学的关系       | (17) |
| 2.2      | 生命周期评价方法             | (17) |
| 2.2.1    | 产品使用的环境影响            | (18) |
| 2.2.2    | 生命周期评价(LCA)          | (19) |
| 2.2.3    | 生命周期评价对循环经济的意义       | (23) |
| 2.3      | 不同层面的产业生态学           | (24) |
| 2.3.1    | 企业层面的产业生态学           | (24) |
| 2.3.2    | 系统层面的产业生态学           | (25) |
| <b>3</b> | <b>物质代谢分析</b>        | (28) |
| 3.1      | 物质代谢概述               | (28) |
| 3.1.1    | 物质代谢的提出与兴起           | (28) |
| 3.1.2    | 物质代谢的概念及特征           | (30) |

|          |                            |      |
|----------|----------------------------|------|
| 3.1.3    | 物质代谢与循环经济                  | (32) |
| 3.2      | 物质代谢分析原理与研究方法              | (33) |
| 3.2.1    | 物质代谢分析原理                   | (33) |
| 3.2.2    | 物质代谢研究方法                   | (35) |
| 3.3      | 区域物质代谢分析                   | (40) |
| 3.3.1    | 分析框架及账户构建                  | (40) |
| 3.3.2    | 物质投入指标分析                   | (41) |
| 3.3.3    | 物质排出指标分析                   | (45) |
| 3.3.4    | 物质消费指标分析                   | (47) |
| 3.3.5    | 苏州市物质流全景浏览                 | (48) |
| <b>4</b> | <b>循环经济价值链</b>             | (50) |
| 4.1      | 循环经济价值链的理论分析               | (50) |
| 4.1.1    | 生态价值链的提出                   | (50) |
| 4.1.2    | 循环经济体系的形成                  | (52) |
| 4.1.3    | 现代企业核心能力的价值维度              | (55) |
| 4.2      | 循环经济与循环产业价值链               | (56) |
| 4.2.1    | 循环产业产生的经济学分析               | (56) |
| 4.2.2    | 循环产业价值链形成的基础               | (59) |
| 4.2.3    | 价值链与环保产业的兴起                | (60) |
| 4.3      | 循环经济价值链的运行                 | (61) |
| 4.3.1    | 循环经济系统控制                   | (61) |
| 4.3.2    | 企业循环经济价值链的形成机制             | (63) |
| 4.3.3    | 价值链的延伸与社会价值、生态价值的整合        | (64) |
| <b>5</b> | <b>循环经济仿真模型</b>            | (66) |
| 5.1      | 循环经济系统结构与特征                | (66) |
| 5.1.1    | 循环经济系统的结构                  | (66) |
| 5.1.2    | 循环经济系统特性                   | (67) |
| 5.2      | 基于物质与能量流分析的循环经济投入/产出模型及应用  | (68) |
| 5.2.1    | 循环经济系统的静态投入/产出模型           | (69) |
| 5.2.2    | 循环经济系统的动态投入/产出模型           | (74) |
| 5.2.3    | 循环经济系统的动态投入/产出反馈控制模型       | (76) |
| 5.3      | 循环经济系统的多级递阶智能控制系统          | (85) |
| 5.3.1    | 开放的循环经济系统的设计方法——多级递阶智能控制设计 | (86) |
| 5.3.2    | 综合集成研讨厅体系在多级递阶智能控制设计系统中的应用 | (87) |
| 5.3.3    | 开放的工程系统在多级递阶智能控制设计系统中的应用   | (89) |
| 5.3.4    | 多级递阶智能控制系统的构造和运行步骤         | (90) |
| 5.3.5    | 多级递阶智能协调器                  | (91) |

|          |                     |              |
|----------|---------------------|--------------|
| 5.3.6    | 满意解集的确定策略           | (95)         |
| 5.3.7    | 应用案例                | (96)         |
| <b>6</b> | <b>原生资源开发及其再生利用</b> | <b>(103)</b> |
| 6.1      | 原生资源及其开发利用          | (103)        |
| 6.1.1    | 原生资源的内涵与特征          | (103)        |
| 6.1.2    | 原生资源开采与利用状况         | (104)        |
| 6.1.3    | 原生资源开发利用的主要问题       | (105)        |
| 6.2      | 我国原生资源利用与保护绩效评价     | (106)        |
| 6.2.1    | 评价理论与方法             | (106)        |
| 6.2.2    | 资源利用的政策绩效评价         | (107)        |
| 6.2.3    | 评价结果分析              | (109)        |
| 6.3      | 我国原生资源开采利用评价        | (110)        |
| 6.3.1    | 资源开采利用的环境影响评价       | (110)        |
| 6.3.2    | 资源利用效率评价            | (111)        |
| 6.3.2    | 资源利用效率评价            | (119)        |
| 6.4      | 原生资源的再生利用           | (119)        |
| 6.4.1    | 原生资源再生利用的内涵、路径及意义   | (120)        |
| 6.4.2    | 原生资源再生利用的相关建议       | (120)        |
| 6.5      | 原生资源开采和高效利用的政策建议    | (121)        |
| 6.5.1    | 控制原生资源开采的政策措施       | (121)        |
| 6.5.2    | 提高资源利用效率的政策措施       | (122)        |
| 6.5.3    | 政策的适用性              | (122)        |
| <b>7</b> | <b>低碳经济</b>         | <b>(124)</b> |
| 7.1      | 低碳经济概述              | (124)        |
| 7.1.1    | 低碳经济的内涵             | (124)        |
| 7.1.2    | 低碳经济的特征及意义          | (125)        |
| 7.1.3    | 国际社会碳减排行动框架         | (126)        |
| 7.1.4    | 低碳经济发展模式            | (127)        |
| 7.2      | 碳排放核算               | (129)        |
| 7.2.1    | 核算方法与思路             | (129)        |
| 7.2.2    | 核算方法与过程             | (132)        |
| 7.2.3    | 中国历年碳排放核算结果汇总       | (145)        |
| 7.2.4    | 小结                  | (147)        |
| 7.3      | 碳排放足迹               | (147)        |
| 7.3.1    | 碳排放足迹的提出及其研究思路      | (147)        |
| 7.3.2    | 基于投入/产出法的碳排放足迹模型的构建 | (148)        |
| 7.3.3    | 碳排放足迹的核算结果与分析       | (153)        |

|          |                         |              |
|----------|-------------------------|--------------|
| 7.3.4    | 足迹影响力与感应力分析 .....       | (155)        |
| 7.3.5    | 碳足迹与碳中和 .....           | (157)        |
| 7.3.6    | 小结 .....                | (158)        |
| 7.4      | 城市系统碳循环与碳管理 .....       | (158)        |
| 7.4.1    | 城市系统及其碳过程特征 .....       | (160)        |
| 7.4.2    | 城市系统碳循环研究 .....         | (162)        |
| 7.4.3    | 城市系统碳管理 .....           | (167)        |
| 7.5      | 清洁发展机制及其政策保障 .....      | (171)        |
| 7.5.1    | CDM 的内涵与特征 .....        | (172)        |
| 7.5.2    | CDM 在国内外的的发展状况 .....    | (173)        |
| 7.5.3    | CDM 的政策保障措施 .....       | (175)        |
| <b>8</b> | <b>农业循环经济 .....</b>     | <b>(177)</b> |
| 8.1      | 农业循环经济概述 .....          | (177)        |
| 8.1.1    | 农业循环经济产生的背景 .....       | (177)        |
| 8.1.2    | 农业循环经济与循环型农业的概念 .....   | (178)        |
| 8.1.3    | 循环型农业的特征 .....          | (179)        |
| 8.1.4    | 我国发展农业循环经济的必然性 .....    | (180)        |
| 8.1.5    | 我国发展农业循环经济的可行性 .....    | (181)        |
| 8.2      | 农业循环经济发展模式及其产业链构建 ..... | (182)        |
| 8.2.1    | 农业循环经济的实现方式 .....       | (182)        |
| 8.2.2    | 农业循环经济的产业链构建 .....      | (184)        |
| 8.3      | 农业循环经济的技术范式和技术支撑 .....  | (186)        |
| 8.3.1    | 农业循环经济的技术范式 .....       | (187)        |
| 8.3.2    | 农业循环经济的技术支撑 .....       | (189)        |
| <b>9</b> | <b>生态工业设计 .....</b>     | <b>(194)</b> |
| 9.1      | 产品生态设计 .....            | (194)        |
| 9.1.1    | 产品生态设计的概念及意义 .....      | (194)        |
| 9.1.2    | 产品生态设计准则与策略 .....       | (196)        |
| 9.1.3    | 产品生态设计的实施步骤 .....       | (199)        |
| 9.1.4    | 产品生态设计案例 .....          | (205)        |
| 9.2      | 工业过程设计和运行 .....         | (206)        |
| 9.2.1    | 面向环境的过程设计 .....         | (207)        |
| 9.2.2    | 工业过程的生命周期 .....         | (209)        |
| 9.2.3    | 工业过程分析方法 .....          | (210)        |
| 9.3      | 提高能源效率的工业过程设计 .....     | (212)        |
| 9.3.1    | 能源使用分析 .....            | (212)        |
| 9.3.2    | 节能技术与方法 .....           | (214)        |

|           |                      |       |
|-----------|----------------------|-------|
| 9.3.3     | 能源标准与法规              | (216) |
| <b>10</b> | <b>城市循环经济</b>        | (218) |
| 10.1      | 城市循环经济及其系统特征         | (218) |
| 10.1.1    | 城市循环经济及系统            | (218) |
| 10.1.2    | 城市循环经济系统功能分析         | (220) |
| 10.1.3    | 城市循环经济运行机制           | (223) |
| 10.2      | 城市循环经济要素的构成          | (224) |
| 10.2.1    | 城市循环经济系统的生产结构        | (225) |
| 10.2.2    | 城市循环经济系统的文化结构        | (227) |
| 10.2.3    | 城市循环经济的空间结构          | (233) |
| 10.3      | 城市循环经济发展的对策与建议       | (237) |
| 10.3.1    | 构建新型城市规划与管理体制        | (237) |
| 10.3.2    | 废弃物资源化               | (238) |
| 10.3.3    | 绿色服务业                | (239) |
| 10.3.4    | 绿色能源战略               | (240) |
| <b>11</b> | <b>循环经济模式</b>        | (243) |
| 11.1      | 循环经济的层次              | (243) |
| 11.1.1    | 家庭层面的微循环             | (243) |
| 11.1.2    | 企业层面的小循环             | (246) |
| 11.1.3    | 园区层面的中循环             | (248) |
| 11.1.4    | 社会层面的大循环             | (254) |
| 11.2      | 循环经济模式               | (256) |
| 11.2.1    | 生态工业体系               | (256) |
| 11.2.2    | 生态农业体系               | (257) |
| 11.2.3    | 生态服务业体系              | (257) |
| 11.2.4    | 静脉产业体系               | (260) |
| 11.3      | 不同类型功能区循环经济战略模式      | (262) |
| 11.3.1    | 优化开发区域的循环经济模式——内源自生型 | (263) |
| 11.3.2    | 重点开发区域的循环经济模式——内外共进型 | (266) |
| 11.3.3    | 限制开发区域的循环经济模式——外源推动型 | (268) |
| 11.3.4    | 禁止开发区域的循环经济模式——外源强制型 | (271) |
| <b>12</b> | <b>循环经济评价</b>        | (273) |
| 12.1      | 循环经济评价概述             | (273) |
| 12.1.1    | 循环经济评价的涵义            | (273) |
| 12.1.2    | 循环经济评价分类             | (274) |
| 12.1.3    | 循环经济评价方法             | (274) |
| 12.2      | 循环经济综合评价             | (275) |

|           |                    |       |
|-----------|--------------------|-------|
| 12.2.1    | 循环经济综合评价的目标        | (275) |
| 12.2.2    | 循环经济综合评价的总体思路      | (276) |
| 12.2.3    | 循环经济综合评价的技术路线      | (278) |
| 12.3      | 循环经济评价指标           | (278) |
| 12.3.1    | 评价指标选择的原则          | (278) |
| 12.3.2    | 指标体系的构建与权重确定       | (279) |
| 12.4      | 循环经济评价指标值处理        | (282) |
| 12.4.1    | 指标值的无量纲化方法         | (282) |
| 12.4.2    | 确定评价指标参照值          | (284) |
| <b>13</b> | <b>循环经济规划</b>      | (285) |
| 13.1      | 循环经济规划的内涵及理论基础     | (285) |
| 13.1.1    | 循环经济规划的理论框架        | (285) |
| 13.1.2    | 循环经济规划的内涵及定位       | (286) |
| 13.1.3    | 循环经济规划的理论基础        | (287) |
| 13.2      | 循环经济规划体系           | (290) |
| 13.2.1    | 循环经济规划基本原则         | (290) |
| 13.2.2    | 规划技术标准             | (291) |
| 13.2.3    | 规划审查               | (291) |
| 13.2.4    | 循环经济规划的内容体系        | (291) |
| 13.3      | 循环经济规划相关分析方法       | (292) |
| 13.3.1    | IPAT 方程            | (292) |
| 13.3.2    | 脱钩分析               | (293) |
| 13.3.3    | 分解技术               | (295) |
| 13.4      | 循环经济规划的区域模式及案例     | (296) |
| 13.4.1    | 循环经济规划的区域模式        | (296) |
| 13.4.2    | 区域循环经济规划案例         | (298) |
| <b>14</b> | <b>生态文明与循环经济伦理</b> | (304) |
| 14.1      | 生态文明概述             | (304) |
| 14.1.1    | 生态文明的兴起            | (304) |
| 14.1.2    | 生态文明的科学内涵          | (305) |
| 14.1.3    | 生态文明的基本特征          | (306) |
| 14.1.4    | 生态文明的伦理观           | (307) |
| 14.2      | 循环经济伦理概述           | (308) |
| 14.2.1    | 循环经济伦理的内涵          | (308) |
| 14.2.2    | 循环经济伦理的特征          | (309) |
| 14.2.3    | 循环经济伦理的功能          | (310) |
| 14.3      | 生态文明评价体系           | (311) |

|           |                  |              |
|-----------|------------------|--------------|
| 14.3.1    | 生态文明评价体系构建思路     | (312)        |
| 14.3.2    | 生态文明评价体系设计原则     | (312)        |
| 14.3.3    | 生态文明评价体系的构建      | (312)        |
| 14.3.4    | 生态文明建设指标体系       | (316)        |
| 14.4      | 循环经济伦理评价与规范      | (318)        |
| 14.4.1    | 循环经济伦理评价         | (319)        |
| 14.4.2    | 循环经济伦理规范         | (328)        |
| <b>15</b> | <b>循环经济政策</b>    | <b>(331)</b> |
| 15.1      | 循环经济政策原理         | (331)        |
| 15.1.1    | 循环经济政策内涵及意义      | (331)        |
| 15.1.2    | 循环经济政策分析的主要方向    | (333)        |
| 15.1.3    | 循环经济政策分析框架       | (333)        |
| 15.2      | 循环经济的政策工具        | (335)        |
| 15.2.1    | 公共产品的直接供应        | (335)        |
| 15.2.2    | 技术规制政策           | (336)        |
| 15.2.3    | 执行规则政策           | (336)        |
| 15.2.4    | 税收政策             | (337)        |
| 15.2.5    | 补贴政策             | (339)        |
| 15.2.6    | 押金—退款政策          | (341)        |
| 15.2.7    | 信息政策             | (342)        |
| 15.2.8    | 市场政策             | (343)        |
| 15.3      | 典型国家循环经济政策法规及其借鉴 | (343)        |
| 15.3.1    | 国外循环经济法律法规与政策    | (343)        |
| 15.3.2    | 国外循环经济发展的经验借鉴    | (345)        |
|           | 推荐阅读书目           | (348)        |
|           | 专业术语中英文对照        | (350)        |
|           | 循环经济研究机构网址       | (353)        |
|           | 后记               | (354)        |

# 1 绪 论

环境是人类生存和经济发展的物质基础和载体。以“高消耗、高污染”为主要特征的传统经济发展方式往往片面追求经济发展,造成了资源枯竭、环境污染和生态退化等一系列环境问题,而且也在一定程度上带来了经济的低效增长和重复建设。人类不仅为已有的经济增长付出了沉重的代价,而且这种经济增长方式的延续,还将威胁人类社会或区域社会经济的可持续发展<sup>①</sup>。循环经济以减量化(Reducing)、再利用(Reusing)、再循环(Recycling)(简称“3R”原则)为原则,以资源高效利用和循环利用为核心,对促进经济增长方式转型、提高资源利用效率、减少环境污染、落实生态保护目标具有重要意义。作为一门新兴的学科,循环经济学(Circular Economics 或 Recycling Economics)是具有交叉性质的应用经济学<sup>②</sup>,在未来经济社会发展中具有广阔的应用前景。本章主要介绍循环经济的产生和发展、内涵和特征、循环经济学研究视角分析及与相关学科的关系以及循环经济学的内容体系。

## 1.1 循环经济的产生与发展

人类社会发展经历了以自然生产力为主导的膜拜自然时期以及以工业化为主导的掠夺自然时期。虽然在掠夺自然时期,人类社会的物质财富极大地丰富了,但人类社会的发展却面临更多、更大的难题,这就是资源环境对于经济社会发展的负作用不断增强,尤其是与此相伴的经济增长正在削弱我们最终依赖的自然提供物品和服务的能力。这些自然提供的物品和服务已经成为新的稀缺资源<sup>③</sup>,这也使得人类社会增加了对于自然的“敬畏感”,协调发展的思想亦因此而诞生,循环经济的发展理念也正是在这一全球背景下产生的。

### 1.1.1 国外循环经济的产生与发展

1945年二战结束后,人类经济建设与社会发展进入了一个新的时期,而快速的工业化、城市化这一传统经济发展方式,虽然带来了经济社会的快速发展,但对资源的攫取和对环境的破坏迫使人类对人与自然的关系进行深刻反思,逐步形成了“可持续发展观”。1972年斯德哥尔摩人类环境会议和1992年联合国环境与发展大会是该发展观形成的重要标志。循环经济正是在这样的历史背景下产生的<sup>④</sup>。然而循环经济的起源最初可追溯到美国经济学家肯尼斯·鲍尔丁在1966年提出的宇宙飞船经济学<sup>⑤</sup>。英国环境经济学家大卫·皮尔斯

①黄贤金. 循环经济:产业模式与政策体系[M]. 南京:南京大学出版社,2004:1—2.

②黄贤金,钟太洋. 循环经济学:学科特征与趋势展望[J]. 中国人口·资源与环境,2005,15(4):5—10.

③R. Hueting. The New Scarcity and Economic Growth: More Welfare Through Less Production Amsterdam: Norht Holland, 1980. 见: Herman E. Daly, Joshua Farley 著;徐中民,张志强,钟方雷等译校. 生态经济学——原理与应用. 郑州:黄河水利出版社,2007:14.

④陈贵钧. 关于循环经济的几点思考[J]. 北方经济,2008(9):31—32.

⑤Boulding E. Kenneth, 1966, The Economics of the Coming Spaceship Earth, in Jattarr. H(ed.) Environmental Quality in a Growing Ecnoomy, Johns Hopkins University Press, pp50—80.

和图奈(Pearce, D. W. & Turner, R. K)1990 年第一次使用循环经济(Circular Economy)一词。这两位作者在《自然资源和环境经济学》一书中第二章的标题是“循环经济(the Circular Economy)”,试图依据可持续发展原则建立资源管理规则,并建立物质流动模型<sup>①</sup>。T. Cooper 博士于 1999 年在《Journal of Sustainable Product Design》上发表的“创造一种为可持续生产设计服务的经济基础设施”一文,进一步从产业过程阐述了循环经济,他认为所有生产过程产生的和最终消费后弃置的废弃物都应当重新用于其他产品或工艺的生产过程中去,并将所有资源均纳入生命周期闭路循环的行为也称为“Circular Economy”<sup>②</sup>。

20 世纪末,循环经济在发达国家逐步发展为大规模的社会实践活动,并形成相应的法律和制度。德国是发展循环经济的先行者,先后颁布了《垃圾处理法》、《避免废弃物产生及废弃物处理法》、《关于容器包装废弃物的政令》等法律;20 世纪 80 年代的《废弃物处理法》就提出了避免废弃物、减少废弃物、实现废弃物利用的要求;1996 年提出的《循环经济与废弃物管理法》,自实施以来,废弃物不断减少,循环利用率不断上升,废弃物处理行业已经成为德国重要的经济和就业发展动力。2000 年日本通过和修改了包括《推进形成循环型社会基本法》在内的多项法规,从法制上确定了日本 21 世纪经济和社会发展的方向,提出了建立循环型经济社会的根本原则,这标志着日本在循环经济技术和产业上迈上了新台阶<sup>③</sup>。

除了法律制度的约束之外,国外还通过经济上的激励和引导措施等来促进资源的循环利用和废弃物的减量化。另外,国外还按照循环经济理念和政策,引导产业区规划布局,推进生态关联产业或共生产业的集群式发展。例如,丹麦的卡伦堡工业生态园在产业规划和设计中,就充分考虑了可面向共生企业的循环经济体系,建立了工业横生和代谢生态链关系,实现了资源的再利用<sup>④</sup>,成为循环经济“中循环”中的典范。

### 1.1.2 国内循环经济的产生与发展

国内有学者认为循环经济是传统中国农耕文化的延伸,因为中国有七千年悠久历史的传统农业就是一种典型的循环经济<sup>⑤</sup>。而从现代循环经济发展来看,我国循环经济的发展大致经历了四个阶段:① 萌芽发展阶段(1993 年以前)。该阶段,我国开始认识到可以通过技术改造最大限度地“三废”减少在生产过程中,总体上,循环性经济运行机制仍处于探索阶段。② 清洁生产阶段(1993 年至 2003 年)。2003 年,《中华人民共和国清洁生产促进法》正式实施,对于提高资源利用效率,减少和避免污染物的产生,促进经济和社会可持续发展起到了重要作用。③ 理念传播与试点阶段(2003 年至 2008 年)。该阶段,循环经济的理念开始逐渐为人们所广泛接受。国家相关部门开展了循环经济试点工作,并取得了一定的成效。国家发改委组织了循环经济试点工作,先后发布了《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)、《关于组织开展循环经济示范试点(第二批)工作的

①周宏春. 循环经济与循环经济学[J]. 科技中国, 2005(9).

②Cooper. T. Creating an economic infrastructure for sustainable product design. The Journal of Sustainable Product Design, 1999(8): 7—17. 见王如松, 周涛, 陈亮等. 产业生态学基础. 北京: 新华出版社, 2006: 14—15.

③陈贵钧. 关于循环经济的几点思考[J]. 北方经济, 2008(9): 31—32.

④黄贤金. 循环经济: 产业模式与政策体系[M]. 南京: 南京大学出版社, 2004: 12—16.

⑤王如松, 周涛, 陈亮等. 产业生态学基础[M]. 北京: 新华出版社, 2006: 14—15.

通知》(发改环资[2007]3420)<sup>①</sup>。④ 全面推进阶段(2009 年至今)。2009 年开始实施的《中华人民共和国循环经济促进法》,为促进循环经济发展奠定了法律基础,这不仅说明我国循环经济发展的制度建设取得了标志性成果,而且也说明我国循环经济发展进入了一个全新的发展时期。国务院于 2013 年发布了《循环经济发展战略及近期行动计划》,明确了“十二五”时期循环经济发展主要目标。尤其是 2013 年十八届三中全会召开,提出了生态文明建设的总体战略要求,以及绿色发展、循环发展、低碳发展的战略部署,循环经济更是得到积极推进。2015 年 9 月 11 日中共中央、国务院颁布实施《生态文明体制改革总体方案设计》,更是为推进循环经济发展提供了制度支撑。

此外,循环经济的内涵不断拓展,实践内容不断深化,例如,上海市围绕碳减排,也已在南汇区、崇明区等设立低碳经济实践区,并积极推进低碳社区、低碳商业、低碳工业园区以及其他低碳发展区的建设与发展。

## 1.2 循环经济的内涵和特征

循环经济发展理念的提出,既是对资源经济学、环境经济学、生态经济学等相关学科的继承与发展,同时也促进了循环经济学自身理论体系的形成与发展。当然循环经济学学科建设与发展最根本的推动力还在于人类社会经济发展过程中所面临的一系列资源、环境、生态问题,为解决当代复杂而规模宏大的生态与环境问题,在社会生产与生活界面上出现了许多自然科学与社会科学的合流<sup>②</sup>。循环经济学就是针对资源经济学、环境经济学、生态经济学在解决现行资源、环境、生态问题的复杂性、综合性方面“束手无策”产生的一门新兴学科。

### 1.2.1 循环经济的内涵

虽然循环经济的理论和实践不断发展,但学者们较为普遍地认为循环经济本质上就是生态经济,因此,并没有将循环经济学作为一门独立的学科来研究。

有学者认为,所谓循环经济,本质上就是一种生态经济,它要求运用生态学规律而不是机械论规律来指导人类社会的经济活动<sup>③</sup>。

有学者从生态环境系统与经济系统相互关联的角度认为,在传统经济模式下,人们忽略了生态环境系统中能量和物质的平衡,过分强调扩大生产来创造更多的福利;而循环经济则强调经济系统与生态环境系统之间的和谐,着眼点在于如何通过对有限资源和能量的高效利用,减少废弃物排放来获得更多的人类福利,循环经济本质上是一种生态经济<sup>④</sup>。

有学者直接认为,循环经济其实就是生态经济的俗称,是基于系统生态原理和市场经济规律组织起来的,具有高效的资源代谢过程、完整的系统耦合结构及整体、协同、循环、再生功能的网络型、进化型的符合生态经济。循环经济是物质循环、能量更新、信息反馈、空间和谐、时间连贯、资金融通、人力进化过程的整合<sup>⑤</sup>。

①国家发展改革委、环境保护部、科技部、工业和信息化部、财政部、商务部、国家统计局. 关于拟通过验收的国家循环经济试点示范单位(第二批)名单和拟确定不通过验收的国家循环经济试点示范单位名单的公示. [http://www.sdpc.gov.cn/gzdt/201412/t20141230\\_658734.html](http://www.sdpc.gov.cn/gzdt/201412/t20141230_658734.html)

②申仲英. 试论社会科学与自然科学的合流[J]. 自然辩证法, 1983(6): 12—16.

③曲格平. 发展循环经济是 21 世纪的大趋势. 见毛如柏, 冯之浚主编. 论循环经济. 北京: 经济科学出版社, 2003: 1.

④诸大建. 从可持续发展到循环型经济[J]. 世界环境, 2000(3): 6—12.

⑤王如松, 周涛, 陈亮等. 产业生态学基础[M]. 北京: 新华出版社, 2006: 12—13.

有学者分析,循环经济可以理解为偏正结构,循环是修饰词,经济是主词。这里的循环是生态学上的意义,强调经济活动中的物质循环和代谢。广义的循环经济,是指围绕资源高效利用和环境友好所进行的社会生产和再生产活动;狭义的循环经济,是指通过废弃物的再利用、再循环等社会生产和再生产活动来发展经济。它是一种发展,也就是用发展的办法解决资源约束和环境污染矛盾<sup>①</sup>。

有学者从生态系统运行角度认为,循环经济就是借助于对生态系统和生物圈的认识,特别是产业代谢研究,找到能使经济体系和生物生态系统“正常”运行相匹配的、可能的革新途径,最终就是要建立理想的经济生态系统<sup>②</sup>。

有学者从减少废弃物排放或废弃物资源化角度认为,所谓循环经济,就是将清洁生产和废弃物(排泄物)的综合利用融为一体的经济。本质上是一种生态经济。它要求运用生态学规律来指导人类社会的经济活动,这门学科称为“循环经济学”<sup>③</sup>。

有学者从学科基础角度认为,系统论与生态学是循环经济学的两大支撑,循环经济的核心在于要像生态系统中一样,建立起经济系统中的循环组分;它与生态经济学是同一理念,但研究及措施更为具体<sup>④</sup>。在此基础上,该学者进一步认为,循环经济的特征是人、科学技术与自然的协调,指导理论是系统平衡论<sup>⑤</sup>。

有学者进一步拓展了循环经济的内涵认为,循环经济的经济学基础应该是兼具微观、宏观和宇观思想的、以生态—经济—社会三维复合系统的矛盾及其运动和发展规律为研究对象的可持续发展经济学<sup>⑥</sup>。

从以上定义可以看出,现今主要将循环经济理解为生态经济;上述有关生态的阐述,更多地侧重于生态关系,而不是生态学。因为从生态学来看,生态是研究包括人在内的生命与环境的相互关系<sup>⑦</sup>,循环关系突破了生态本身的内涵。因此,针对一般认为循环经济的本质就是生态经济。但也有学者认为,这其实是没有认识到循环经济是生态经济的发展和提升,是片面的<sup>⑧</sup>。

人地关系是认知当前经济社会发展与资源、环境、生态等一系列问题的基础,因此,如何在特定的人地关系约束下,通过最少的自然资源投入、最小化的废弃物排放实现人类社会的可持续发展,是循环经济发展的核心目标。据此,可以将循环经济学理解为:以最少的自然资源投入和废弃物排放为目标的经济活动及经济运行关系的总和。

### 1.2.2 循环经济的基本原则

循环经济与传统的线性经济模式的比较见表 1.1。循环经济的建立依赖于以“减量化、再使用、再循环”为内容的行为原则,每一个原则对循环经济的成功实施都是必不可

①周宏春,刘燕华等.循环经济学[M].北京:中国发展出版社,2005:10—19.

②冯之浚,张伟,郭强等.循环经济是个大战略,见毛如柏、冯之浚主编.论循环经济.经济科学出版社,2003:30.

③奈民夫·那顺,梁继业,邢恩德.新形态的循环经济与循环经济学的研究[J].内蒙古农业大学学报(自然科学版),2002,23(1):107—111.

④吴季松.循环经济的实践基础[EB/OL]. <http://www.rzhb.gov.cn/article/show.aspx?id=1432&cid=8>.

⑤吴季松.新循环经济学[M].北京:清华大学出版社,2005:96.

⑥申仲英.试论社会科学与自然科学的合流[J].自然辩证法,1983(6):12—16.

⑦王如松,周涛,陈亮等.产业生态学基础[M].北京:新华出版社,2006:35—36.

⑧陈德敏.资源循环利用论——中国资源循环利用的技术经济分析[M].北京:新华出版社,2005:67—68.

少的。

其中,减量化(或减物质化)原则所针对的是输入端,旨在减少进入生产和消费流程的物质和能量流量;

再使用(或反复利用)原则属于过程性方法,目的是延长产品和服务的时间强度,尽可能多次或多种方式地使用物品,避免物品过早地成为垃圾;

再循环(或资源化、再生利用)原则针对的是输出端,是要求通过将废弃物再次变成资源以减少最终处理量。资源化有两种途径:一是原级资源化,即将消费者遗弃的废弃物资源化后形成与原来相同的新产品,例如用废纸生产出再生纸、废玻璃生产玻璃、废钢生产钢铁等;二是次级资源化,即将废弃物生产成与原来不同类型的产品。一般原级资源化利用再生资源比例高,而次级资源化利用再生资源比例低<sup>①</sup>。

此外,需要指出的是,对于循环经济原则也有学者提出了“4R”的概念:有认为“4R”就是减量化、再利用、再循环、再制造,再制造就是 Reproducing<sup>②</sup>;还有认为“4R”就是“3R”+再思考(Rethinking)<sup>③</sup>;也有提出“4R”就是“3R”+再回收(Recovery)<sup>④</sup>。甚至有学者提出了新循环经济学即“5R”原则,即“3R”+再思考(Rethinking)、再修复(Repairing)<sup>⑤</sup>以及“6R”原则,即“3R”+观念更新(Rethinking)、体制革新(Reform)、技术创新(Renovation)<sup>⑥</sup>。还有学者提出了基于可持续发展的“3R”原则,即算账(Reckoning)、调整(Readjusting)及重构(Reconstructing)<sup>⑦</sup>。

《中华人民共和国循环经济促进法》的相关术语略有不同。《循环经济促进法》将“循环经济”定义为“在生产、流通和消费等过程中进行的减量化、再利用、资源化活动的总称”。在《循环经济促进法》中,减量化定义为“在生产、流通和消费等过程中减少资源消耗和废物产生”;再利用是指“将废物直接作为产品或者经修复、翻新、再制造后继续作为产品使用,或者将废物的全部或者部分作为其他产品的部件予以使用”;资源化是指“将废物直接作为原料进行利用或者对废物进行再生利用”。

可以看出对于循环经济原则的探讨对于丰富和发展循环经济理论与实践,具有积极意义。总体来看,大部分学者仍然是持“3R”的观点,因此,本书有关论述尤其是指标体系构建主要是围绕“3R”原则开展。

表 1.1 循环经济与线性经济模式的比较

| 经济增长方式 | 特 征                 | 物质流动                  |
|--------|---------------------|-----------------------|
| 循环经济   | 对资源的低开采、高利用、污染物的低排放 | “资源—产品—再生资源”的物质反复循环流动 |
| 线性经济   | 对资源的高开采、低利用、污染物的高排放 | “资源—产品—污染物”的单向流动      |

①曲格平. 发展循环经济是 21 世纪的大趋势[J]. 机电产品开发与创新, 2001(1): 6—7.

②徐匡迪. 未来的工程科技应走绿色制造道路[J]. 化工学报, 2005(2): 676.

③季昆森. 循环经济与资源节约型社会. 见冯之浚主编,《中国循环经济高端论坛》. 北京: 人民出版社, 2005: 211—218.

④崔和瑞. 基于循环经济理论的区域农业可持续模式研究[J]. 农业现代化研究, 2004, 25(2): 94—98.

⑤吴季松. 新循环经济学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 3—5.

⑥王如松, 周涛, 陈亮等. 产业生态学基础[M]. 北京: 新华出版社, 2006: 16—17.

⑦丁同玉. 发展循环经济的宏观措施之我见[J]. 经济师, 2004(3): 83—84.

“3R”原则中的各条在循环经济中的重要性并不是并列的。综合运用“3R”原则,按照“避免产生—循环利用—最终处置”的顺序对待废弃物才是资源利用的最优方式。无论是在传统经济模式下还是在循环经济模式下,人类从事生产和活动都是为了使生活更美好、追求更多的福利。然人类的经济活动系统其实是处于更大的生态环境系统中,人们从生态环境系统中吸取能量(严格来说都来自于太阳能)、获取物质,将废弃物排入环境。但是在传统经济模式下,人们忽略了生态环境系统中能量和物质的平衡,过分强调扩大生产来创造更多的福利;而循环经济则强调经济系统与生态环境系统之间的和谐,着眼点在于如何通过有限资源和能量的高效利用,减少废弃物来获得更多的人类福利<sup>①</sup>。

正如有关学者所阐述的,随着环境问题在全球范围内的日益突出,人类赖以生存的一些资源从稀缺走向枯竭,以资源稀缺为前提所构建的天人冲突范式(以末端治理为最高形态)将逐渐为天人循环范式(以循环经济为基础)所替代。其主要体现在:生态伦理观由“人类中心主义”转向“生命中心伦理”和“生态中心伦理”;生态阈值问题受到广泛关注;自然资本的作用被重新认识;从浅生态论向深生态论的转变<sup>②</sup>。

### 1.2.3 循环经济发展的基本特征

循环经济发展通过在家庭、企业、园区及社会等多层面实行减量化、再利用和再循环等,实现了从资源—产品—污染的资源消费(线性经济模式)向从资源—产品—再生资源的资源消费(循环经济模式)的转变,有效地提高了资源利用效率,减少了污染排放,对于推进经济社会全面、协调、可持续发展起到了积极的作用。当然,这种循环不是简单的周而复始或闭路循环,而是一种螺旋式上升的有机进化和系统发育过程<sup>③</sup>。其主要特征在于<sup>④</sup>:

#### (1) 生态环境的弱胁迫性

传统的经济发展方式对于环境生态的依赖性强,从一定程度上导致快速的产业发展会加剧资源的消耗、生态的破坏和环境的污染。而循环经济发展方式将占用更少的资源及生态、环境要素,从而使得快速的经济发展对于资源、生态、环境要素的压力降低。

#### (2) 资源利用的高效率性

随着经济发展规模的不断放大,资源消耗不断加剧,一定程度上使得全球经济发展尤其是处于快速工业化时期的国家或地区经济发展开始从资金制约型转为资源制约型。而循环经济的建设与发展,实现了资源的减量化投入、重复性使用,从而提高了有限资源的利用效率。

#### (3) 行业行为的高标准性

循环经济要求原料供应、生产流程、企业行为、消费行为等都要符合生态友好、环境友好的要求,从而对于行业行为从原来的单纯的经济标准,转变为经济标准、资源节约标准、生态标准、环境标准并重,并通过有效的制度约束,确保行业行为高标准的实现。

#### (4) 产业发展的强持续性

① 诸大建. 从可持续发展到循环型经济[N]. 世界环境, 2000(3): 6—12.

② 冯之浚, 张伟, 郭强等. 循环经济是个大战略. 见毛如柏, 冯之浚主编. 论循环经济. 北京: 经济科学出版社, 2003: 26—27.

③ 王如松, 周涛, 陈亮等. 产业生态学基础[M]. 北京: 新华出版社, 2006: 13.

④ 黄贤金. 循环经济: 产业模式与政策体系[M]. 南京: 南京大学出版社, 2004: 16—17.