

北京城市学院专著、教材基金资助项目

*XunHuan Jingji YuanQu
ShiZheng YanJiu*

循环经济园区实证研究

李胜 / 著



经济科学出版社
Economic Science Press

北京城市学院专著、教材基金资助项目

循环经济园区实证研究

李 胜/著

经济科学出版社

责任编辑：王长廷 袁 激
责任校对：王肖楠
版式设计：代小卫
技术编辑：邱 天

图书在版编目（CIP）数据

循环经济园区实证研究 / 李胜著. —北京：经济科学出版社，2010. 6

ISBN 978 - 7 - 5058 - 9581 - 2

I. 循… II. 李… III. 自然资源 - 资源利用 - 工业区 - 研究 IV. F062. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 118186 号

循环经济园区实证研究

李 胜 / 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址：北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编：100142

总编部电话：88191217 发行部电话：88191540

网址：www. esp. com. cn

电子邮件：esp@ esp. com. cn

北京密兴印刷厂印装

787 × 1092 16 开 14. 25 印张 260000 字

2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5058 - 9581 - 2 定价：42. 00 元

（图书出现印装问题，本社负责调换）

（版权所有 翻印必究）

前言

当前,发展循环经济是在人口、资源、环境与我国经济社会发展的矛盾日益突出,线性经济模式难以为继的大背景下提出来并得到重视的,其目的是要将经济发展与环境保护协调起来,实现经济社会的可持续发展。胡锦涛在中共十七大报告中指出:“建设生态文明,基本形成节约能源资源和保护生态环境的产业结构、增长方式、消费模式。循环经济形成较大规模,可再生能源比重显著上升。主要污染物排放得到有效控制,生态环境质量明显改善。”《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》明确提出:“落实节约资源和保护环境基本国策,建设低投入、高产出,低消耗、少排放,能循环、可持续的国民经济体系和资源节约型、环境友好型社会。”由此可见,大力发展循环经济,建设节约型社会已经成为国家“十一五”规划的重要任务。

在新的历史时期,发展循环经济已得到国家领导人的高度重视和社会各层面的积极响应,循环经济的实践也在各地蓬勃兴起。园区作为一种特殊的区域,以其独特的聚集优势、产业优势、政策优势、地域优势以及示范效应而在区域发展中占据重要地位,循环经济园区的建设是循环经济的重要环节以及区域循环经济的重要发展形态。一方面,我国目前尚处于发展循环经济的起步阶段,以循环经济园区为试点和突破口,既是发达国家发展循环经济的重要经验,也是我国发展循环经济的现实选择;另一方面,把循环经济理念引入园区建设和发展中,对促进园区内企业组建新型合作关系、改进经济发展质态、产业生态化转型等有着积极的意义,也是我国按照科学发展观,走新型工业化道路的重大创新和重要实施步骤。目前我国学者对于循环经济园区研究还比较单一,定量实证研究还很欠缺。因此,本书把循环经济园区作为研究对象,不仅探讨循环经济园区的内涵、主要形态与理论基础,更重要的是:从我国循环经济园区实践视角出发,选择具有典型示范意义的循环经济园区进行实证研究,以期为我国区域的可持续发展提供一种新的路径。

目前我国农业观光园区普遍存在如下问题:一是单一的农业或旅游经营,未形成参观、购物、旅游“一条龙”服务的产业体系,农业收入和旅游地收入不互补,淡旺季波动起伏较大;二是生态环境破坏,许多农业观光园区开发模式简

单,变成了城市公园,破坏生态环境,不可持续。

循环农业的核心是运用可持续发展思想、循环经济理论与产业链延伸理念,通过技术创新,调整和优化生态系统内部结构及产业结构,延长产业链条,最大限度地减轻环境污染和生态破坏,同时实现农业生产各个环节的价值增值和生活环境优美。大城市周边的郊区农村,可凭借其独特的区位优势将其功能定位为都市农业。由于都市农业不仅要增加农民收入,富裕农村,而且要为都市提供优质农产品,为市民提供旅游、观光享受。因此,都市农业必须以良好的生态环境为基础,才能增加经济效益,实现其功能。所以,发展都市循环农业是实现都市农业功能的必然选择。

“都市循环农业”向近郊农业观光园区指明了可持续发展道路。即抛弃“资源—产品—废弃物”的单向直线式的增长模式,转向“资源—产品—废弃物—再生资源”的反馈式循环经济模式,使经济系统与自然生态系统的物质循环过程相互和谐,以尽可能小的资源消耗和环境成本,获得尽可能大的效益。

如何构建以循环经济为理念的都市循环农业旅游园区,是一个具有全国示范意义的前沿课题。本著作以蟹岛都市循环农业旅游园区(简称蟹岛园区)为实体开展了长期滚动研究,大胆探索、论证了一个低投入、高产出、低消耗、少排放、能循环、可持续的都市循环农业旅游园区,并总结、提炼为可推广的“蟹岛模式”,使其在全国推广示范。

本专著中都市循环农业旅游园区实证研究是《蟹岛都市循环农业模式研究与示范》、《蟹岛都市循环农业旅游园区标准/规范》、《蟹岛都市生态农业旅游循环经济园项目推广方案》等课题的研究成果,全部来源于本人主持和作为主要完成人的课题研究。由本人撰写的《蟹岛都市循环农业模式研究与示范》于2008年7月28日进行了成果鉴定。鉴定会由农业部科教司组织,鉴定委员会共11人,主任由李文华院士担任、金涌院士任副主任,鉴定委员会成员中有两位长江学者专家。鉴定专家组一致认为:“蟹岛都市农业循环经济模式属于系统集成创新,蟹岛发展都市农业循环经济取得了良好的经济、生态和社会效益。该研究采用生态系统‘植物生产—动物转化—微生物还原’食物链生态原理、投入产出法、物流分析法、能量分析法和技术经济等分析方法,系统集成研究了蟹岛都市农业循环经济模式,具有极强的应用和推广价值。该研究成果具有科学性和创新性,总体上达到了本领域国内领先水平,蟹岛模式得到国际同行专家的高度评价,对发展中国家的可持续发展具有积极的影响和示范作用。”本著作“都市循环农业旅游园区实证研究”研究成果的主要内容包括如下几点:

(1) 以“植物生产—动物转化—微生物还原”生态循环产业链为建设理念。

针对我国农业观光园区普遍存在的根源性问题——农业和旅游业脱节、经济效益与生态环境保护相冲突,采用循环经济理论与实践成果,以北京蟹岛集团为实体探索中国都市生态农业观光园区的发展之路。主张抛弃“资源—产品—废弃物”的单向直线式的经济增长模式,转向“资源—产品—废弃物—再生资源”的反馈式循环经济模式,以实现园区的可持续发展。提出:通过构建“植物生产—动物转化—微生物还原”完整生态循环产业链,将农业观光园区粗放型农业和旅游业提升融生产性、生活性和生态性于一体的新型交叉产业。建设以有机种植、生态养殖、加工、消费和还原为主线的五大系统,以及生物质资源循环再生高效利用、非再生资源及能源多元化节约利用、“前店后园”都市农业经营的三大模式,使经济系统与自然生态系统的物质循环过程相和谐,以尽可能小的资源消耗和环境成本,获得尽可能大的效益。

(2) 在国内首次提出了适用于生态循环产业链综合效益评价的生态检测技术与投入产出表相结合的实物流、物质流、能量流和价值流的测算方法。

作为一个都市循环农业旅游园区,对蟹岛园区经营效果的评价,不是单纯的农业经营或简单的旅游业经营效益评价,而具有如下特点:一是生态产业链网经营效果而不是单一项目或系统的评价;二是全面综合经营效益而不是单一经济效益或生态效益的评价;三是评价结果对蟹岛生态产业链具有动态优化作用。针对这一复杂系统,首创性地进行实验数据采集、定量模型构建、结果验证、效益评价等工作,提出了适用于生态循环产业链综合效益评价的生态检测技术与投入产出表相结合的实物流、物质流、能量流和价值流的测算方法,清晰地揭示了都市循环农业旅游园区的内在运行规律和经营效果。经过四年的艰苦努力,已经全部完成了上述“四流”的分析与评估工作。

(3) 系统集成水资源多级循环利用技术、有机物增殖与循环利用技术、新型能源与节能新技术,构建完整的生态循环产业链,成为全国“功能最全”和“排放最小”的园区。

着眼为生物质资源的循环高效利用模式、非再生资源及能源的多元化节约利用模式、“前店后园”的都市农业经营模式的形成提供系统的技术支撑,以系统集成创新方式在各系统内引进和使用实用新技术,主要采用物质循环控制技术、资源多级转化技术、废弃物资源化技术、节能减排技术、技术标准化规范、蟹岛园区规范/标准等,重点技术项目是有机农业操作规程、污水综合处理、沼气工程、新能源及节能工程,从而构建起物质循环、能量逐级利用、水资源循环利用的技术经济系统,为生态循环产业链提供技术支撑,实现“功能最全”和“排放最小”的园区建设要求。

(4) 以实践经验与提炼、优化后的“蟹岛模式”建设规范标准和推广方案

共同指导都市循环农业旅游园区的推广示范工作。

经过实践检验,蟹岛园区建设与经营经验不断丰富。在此基础上,由本书作者作为课题主持人研制了《蟹岛都市循环农业旅游园区标准/规范》、《蟹岛都市循环农业旅游园区项目推广方案》。通过这些研究,提出了“以微生物还原系统为基础,以种植养殖系统结构设计为依托,以可能的客流量为基本参照,在保障‘蟹岛模式’形态完整性前提下,水、肥、人流、物流、价值流合理匹配”的规模设计思想,明确了“服务大众化”、“最小排放”、“农业与旅游业有机结合”、“亲近自然、享受阳光”建设原则,为“蟹岛模式”复制提供了决策依据。实践经验、标准规范、策划方案的结合将提高“蟹岛模式”推广示范的成功率。目前我国对于园区规划的研究较普遍,但循环经济园区规范/标准制定还未见报道。因此,本著作对《蟹岛都市循环农业旅游园区标准/规范》的制定具有极强的学术价值。

作为本专著另一实证研究的天冠生态工业园区的研究背景是:当前,我国工业化进程正处于资源消耗的高峰期,资源匮乏、能源短缺、环境污染已成为我国经济可持续发展的严重障碍,从长远看液体燃料短缺将是困扰人类发展的大问题。在此背景下,生物质作为唯一可转化为液体燃料的可再生资源,正日益受到重视。河南天冠集团是国家首批的4个变性燃料乙醇生产企业之一,不仅产能大,而且是我国车用燃料乙醇标准制定的组织单位。2007年4月胡锦涛同志亲临天冠视察,从中可以看出天冠在我国燃料乙醇企业中的重要地位。

生物质燃料乙醇产业在我国还属于幼稚产业,中国的生物质燃料乙醇企业能否在农业产业化过程中建立循环经济是一个现实的重大课题,目前对该产业的基于循环经济理念的企业实践的定量研究还很不足。而且从燃料乙醇发展历史看,推广实施燃料乙醇及车用乙醇汽油所面临的一个重要的争议内容是关于燃料乙醇和车用乙醇是否真的能从根本上实现“能源经济性”,目前国内学者对此问题还没有给出令人信服的解释。本实证部分通过对我国燃料乙醇产业形成和发展的演变历程剖析,从循环经济理念出发,以生物质燃料乙醇企业——天冠生态工业园区为基本研究单元,综合运用物质循环、生物质能转化与价值增殖的系统分析方法,从微观和宏观层面上深刻剖析生物质燃料乙醇企业循环经济模式,探讨中国燃料乙醇企业在农业产业化过程中建立循环经济的实现途径。通过小麦燃料乙醇能量收益的全生命周期评估,对我国推广使用燃料乙醇能否从根本上实现“能源经济性”的争议给出回答。本实证所做的探索性研究不仅对我国燃料乙醇企业可持续发展有着重要的理论价值和现实意义,而且对我国生物质燃料乙醇企业的循环经济理论研究也望取得实质性突破。本实证所提出的生物质转换与能量平衡的系统分析方法,对相关领域的研究也有一定的参考价值。本实证所做的研究,也

是作者从事国家农业部软科学课题基金资助项目(0354)《在农业产业化过程中建设循环经济》的阶段性成果。“天冠生态工业园区实证研究”的主要研究成果如下:

(1) 依据天冠集团年产 20 万吨小麦燃料乙醇项目的工艺流程,进行物料衡算,在此基础上,按生态系统功能,构建了天冠园区小麦燃料乙醇生态系统的结构模型,并从微观和宏观的二维尺度上对天冠园区循环经济模式进行定性分析和定量研究。研究结果表明:燃料乙醇产业是面对资源短缺和环境污染等热点问题而发展起来的新型产业,恰当设计其生产过程完全可以符合可持续发展的要求。

(2) 从微观角度对天冠园区小麦燃料乙醇生态系统的经济性及物流进行了分析评价。在经济性评价中,首先建立了内部成本模型,并基于此模型对新、旧工艺和玉米燃料乙醇的内部成本进行了对比分析。最后通过构建汽油价格 ARIMA(2, 1, 2) 预测模型,对小麦燃料乙醇生态系统的未来经济性进行了预测。在物流分析中,应用广义原子经济性理论对小麦燃料乙醇生态系统的物流进行分析和评价,并指出原子经济性得以进一步提高的途径。

(3) 对麦田生态系统进行了详尽的能流分析和评价,主要结论有:①平均总能量产投比为 1.58,属于中等偏低水平;②统计分析表明:提高无机能利用效率和有机能投入比例,能够有效提高小麦产量。

(4) 根据生态系统能量转换和能量平衡的基础理论,构建了小麦燃料乙醇生物质转换与能量平衡研究的基本模型,进行了能量平衡技术指标的选择,对生态系统的生物质转换与能量平衡进行了定量研究。通过对小麦燃料乙醇生物质转换与能量平衡分析,得出:新工艺通过延长产业链,使生物质能量保有率得以提高,在延长产业链的同时,经过技术改造,总的能源消耗并没有增长,反而降低。这充分表明:通过循环经济的发展途径,不仅可以延长中国小麦燃料乙醇的产业链,提高其生物质的能量保有率,而且通过技术进步,能源消耗完全可以降低。

(5) 首次从全生命周期角度对小麦燃料乙醇能量收益进行了详尽的评价,研究结果表明:①如果不考虑副产品能量价值,无论是旧工艺还是新工艺能量收益均为负效益;②如果考虑副产品能量价值,则新、旧工艺能量收益是正效益,而且新工艺能量收益明显高于旧工艺。从能源经济性角度看,中国小麦燃料乙醇可作为化石能源的代用品之一;③新旧工艺对比表明:中国小麦燃料乙醇生产的能量收益是否能得以提高,主要取决于采取何种工艺路线,能否用先进的技术进行燃料乙醇的转化,能否提高生产燃料乙醇的能量效率,降低能源消耗,能否提高综合利用水平。天冠园区小麦燃料乙醇项目的实践证明:从循环经济理论出发,

采用先进的工艺，燃料乙醇生产不但可以实现更低的能耗，而且在生产小麦燃料乙醇的同时，通过延长农业产业链，可以显著提高其能源经济性。

本书包括循环经济园区相关理论的阐述和循环经济园区的实证研究，本著作显著特色主要体现在选择具有极强现实意义的蟹岛都市循环农业旅游园区和天冠生态工业园区为研究对象，采用规范研究与实证分析相结合的方法，在规范研究中，采用科学归纳法中枚举归纳与综合归纳相结合的方法，在实证研究中，综合应用系统动力学分析法、生命周期评价（Life Cycle Assessment, LCA）、美国经济学家瓦西里·里昂惕夫（Wassily Leontief）的投入产出分析法、技术经济评价法、物流、能流等方法展开研究。该书结构体系层次清晰，涵盖了循环经济园区的主要形态——生态工业园区和循环农业旅游园区，并重点突出循环经济园区实践层面的定量研究。该专著的编写与出版得到了北京城市学院的大力支持，感谢经济科学出版社对本专著出版的支持。

由于作者水平有限，书中错误和不足之处难免，敬请专家学者和广大读者批评指正。

作者

2010年5月

目 录

第一篇 总 论

第 1 章 绪论	1
1.1 立题背景	1
1.2 发展循环经济的国内外实践	2
1.3 研究内容与研究方法	7
第 2 章 循环经济园区的内涵与主要形态	11
2.1 循环经济园区内涵的界定	11
2.2 循环经济园区的主要形态	13
第 3 章 循环经济园区建设的理论基础	17
3.1 循环经济理论	17
3.2 工业生态学理论	21
3.3 农业生态学理论	25
3.4 景观生态学理论	26
3.5 环城游憩带理论	28
3.6 产业经济学相关理论	29
参考文献	31

第二篇 都市循环农业旅游园区实证研究

第 4 章 引言	35
4.1 立题背景	35

4.2	研究区域概况	36
4.3	研究的主要内容与研究方法	37
第5章	蟹岛园区发展历程与产业分布	41
5.1	蟹岛园区项目概况	41
5.2	蟹岛园区的发展脉络	43
5.3	蟹岛园区项目的产业分布	45
第6章	“蟹岛模式”的内涵与主要形式	47
6.1	“蟹岛模式”的内涵	47
6.2	“蟹岛模式”的主要形式	50
第7章	蟹岛园区的系统功能与产业关联分析	58
7.1	蟹岛园区系统功能分析与系统耦合关系	58
7.2	蟹岛园区产业关联分析	61
第8章	蟹岛园区运营项目经济效益评价	72
8.1	主要运营项目经济效益评价	72
8.2	蟹岛园区主要项目经济效益结构分析	74
第9章	蟹岛园区物质流与能量流分析	77
9.1	蟹岛园区生态系统物质流分析	77
9.2	蟹岛园区生态系统能量流分析	80
第10章	蟹岛园区综合效益评价	83
10.1	经济效益	83
10.2	生态效益	84
10.3	社会效益	85
第11章	蟹岛园区经典模式的设计规范	88
11.1	蟹岛园区设计总则	88
11.2	蟹岛园区企业形象设计规范	91
11.3	蟹岛园区功能布局设计规范	96
11.4	蟹岛园区功能模块设计规范	101

11.5 蟹岛园区控制性规划设计规范	106
第12章 蟹岛园区管理制度设计规范	108
12.1 蟹岛园区管理制度的设计总则	108
12.2 蟹岛园区组织框架设计规范	109
12.3 蟹岛园区管理制度体系设计规范	111
12.4 蟹岛园区管理制度实施办法的设计规范	112
第13章 “蟹岛模式”的推广策略	114
13.1 做好蟹岛园区选址与当地化工作	114
13.2 选择“蟹岛模式”对外推广适宜方式	116
13.3 启动“蟹岛模式”对外推广工程	119
13.4 统一规划与建设蟹岛生产基地	119
参考文献	121

第三篇 天冠生态工业园区实证研究

第14章 引言	123
14.1 问题的提出及研究意义	123
14.2 生物质燃料乙醇产业的发展概况	126
14.3 已有研究成果和不足之处	130
14.4 研究的主要目标、内容、技术路线	133
第15章 天冠园区小麦燃料乙醇生态系统功能分析	136
15.1 研究区域概况	136
15.2 天冠园区小麦燃料乙醇生态系统功能分析	138
第16章 天冠园区小麦燃料乙醇生态系统经济性评价和物流分析	149
16.1 小麦燃料乙醇生态系统经济性评价	149
16.2 小麦燃料乙醇生态系统物流分析	159

第 17 章 河南省南阳地区麦田生态系统能流特征及评价	164
17.1 能量流分析概述	164
17.2 农业生态系统能量流研究进展	165
17.3 研究区域概况	166
17.4 系统边界的确定、研究对象和能流分析方法	168
17.5 麦田生态系统的主要成分及相互关系	169
17.6 麦田生态系统能量计算	169
17.7 南阳地区麦田生态系统能流特征分析及评价	171
第 18 章 天冠园区小麦燃料乙醇生物质转换与能量平衡（旧工艺）	180
18.1 小麦燃料乙醇生物质转换与能量平衡研究的一般分析模型	180
18.2 能量平衡技术指标的选择	181
18.3 小麦燃料乙醇生态系统的生物质能转换与能量平衡	182
第 19 章 天冠园区小麦燃料乙醇生物质转换与能量平衡（新工艺）	188
19.1 对旧工艺进行技术改造的动因	188
19.2 小麦燃料乙醇生态系统的生物质转换与能量平衡	189
19.3 小麦燃料乙醇生态系统生物质转换能流特征及评价	194
第 20 章 天冠园区小麦燃料乙醇能量收益研究	196
20.1 燃料乙醇能量收益问题的提出	196
20.2 国外有关燃料乙醇能量收益研究的最新进展	196
20.3 国内有关燃料乙醇能量收益研究及本书研究的技术路线	200
20.4 净能量值估算	200
20.5 小麦燃料乙醇的能量收益评价	204
参考文献	211
后 记	215

第一篇 总论

第1章 绪论

1.1 立题背景

当前，发展循环经济是在人口、资源、环境与我国经济社会发展的矛盾日益突出，线性经济模式难以为继的大背景下提出来并得到重视的，其目的是要将经济发展与环境保护协调起来，实现经济社会的可持续发展。胡锦涛在中共十七大报告中指出：“坚持生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路，建设资源节约型、环境友好型社会，使人民在良好生态环境中生产生活，实现经济社会永续发展。建设生态文明，基本形成节约能源资源和保护生态环境的产业结构、增长方式、消费模式。循环经济形成较大规模，可再生能源比重显著上升。主要污染物排放得到有效控制，生态环境质量明显改善。”《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》明确提出：“落实节约资源和保护环境基本国策，建设低投入、高产出、低消耗、少排放，能循环、可持续的国民经济体系和资源节约型、环境友好型社会。坚持开发节约并重、节约优先，按照减量化、再利用、资源化的原则，在资源开采、生产消耗、废物产生、消费等环节，逐步建立全社会的资源循环利用体系。”由此可见，大力发展循环经济，建设节约型社会已经成为国家“十一五”规划的重要任务。

在新的历史时期，发展循环经济已得到国家领导人的高度重视和社会各界各层面的积极响应，循环经济的实践也在各地蓬勃兴起。循环经济的实施是一个巨

大的系统工程,不可能马上就全面铺开,我国发展循环经济是采用定点示范的方式推进的。园区作为一种特殊的区域,以其独特的聚集优势、产业优势、政策优势、地域优势以及示范效应而在区域发展中占据重要地位,循环经济园区的建设是循环经济的重要环节以及区域循环经济的重要发展形态。一方面,我国目前尚处于发展循环经济的起步阶段,以循环经济园区为试点和突破口,既是发达国家发展循环经济的重要经验,也是我国发展循环经济的现实选择;另一方面,把循环经济理念引入到园区建设和发展中去,对促进园区内企业组建新型合作关系、改进经济发展质态、产业生态化转型等有着积极的意义,也是我国按照科学发展观,走新型工业化道路的重大创新和重要实施步骤。目前学者对于循环经济园区研究还比较单一,定量实证研究还很欠缺。因此,本书把循环经济园区作为研究对象,旨在探讨循环经济园区的内涵、主要形态与理论基础。更重要的是:从我国循环经济园区实践视角出发,选择具有典型示范意义的循环经济园区进行实证研究,以期为我国区域的可持续发展提供一种新的路径。

1.2 发展循环经济的国内外实践

1.2.1 发展循环经济的国际实践

循环经济概念首先在国外出现,经历了十多年时间的发展,已经取得了较好的效果。在20世纪70年代,循环经济的思想更多地还是先行者的一种理念,当时人们关心的是污染物产生之后如何治理以减少其危害,即所谓环境保护的末端治理方式。80年代,人们认识到应采用资源化的方式处理废弃物,但对于污染物的产生是否合理这个根本性问题,是否应该从生产和消费源头上防止污染产生,大多数国家仍然缺少远见,从而缺少政策上的有力举措。到了90年代,特别是可持续发展战略成为世界潮流的近几年,管段预防替代末端治理才成为国家环境与发展政策的真正主流,零敲碎打的废物回收利用和减量化的做法,才整合成为一套系统的以避免废物产生为特征的循环经济战略。

在发达国家,循环经济正在成为一股潮流和趋势。循环经济已经在一些发达国家中取得了成功的实践。目前,从企业层次污染排放最小化实践,到区域工业生态系统内企业间废弃物的相互交换,再到产品消费过程中和消费过程后物质和能量的循环,都有许多很好的成功实例(王金南,2002)。

从企业层面上看,最典型的循环经济实例是杜邦化学公司模式,这种模式

可称之为企业内部循环经济（小尺度循环），其方式是组织厂内各工艺之间的物料循环。80年代末，杜邦公司的研究人员把工厂当做实验新的循环经济理念的实验室，创造性地把循环经济三原则发展成为与化学工业相结合的“3R制造法”，以达到少排放甚至零排放的环境保护目标。他们通过放弃使用某些环境有害的化学物质、减少一些化学物质的使用量以及发明回收本公司产品的新工艺，到1994年已经使公司生产造成的废弃塑料物减少了25%，空气污染物排放量减少了70%，同时，他们在废塑料如废弃的牛奶盒和一次性塑料容器中回收化学物质，开发出了耐用的乙烯材料等新产品（王金南，2002；曲格平，2001）。

在区域层面上，可以通过企业间的工业代谢和共生关系，形成生态工业园区。丹麦卡伦堡生态工业区是目前国际上最成功的一个生态工业园区，是目前世界上工业生态系统运行最为典型的代表。即卡伦堡生态工业园区模式，这种模式可称之为企业之间的循环经济（中尺度循环）。该园区以发电厂、炼油厂、制药厂和石膏制板厂四个厂为核心企业，通过贸易的方式把另一家企业的废弃物或副产品作为该企业的投入或原料，建立工业共生和代谢生态链关系。具体如下：这个工业园区的主体企业是电厂、炼油厂、制药厂和石膏制板厂，以这四个企业为核心，通过贸易方式利用对方生产过程中产生的废弃物或副产品，作为自己生产中的原料，不仅减少了废物产生量和处理的费用，还产生了很好的经济效益，形成经济发展和环境保护的良性循环。其中，燃煤电厂位于这个工业生态系统的中心，对热能进行了多级使用，对副产品和废物进行了综合利用。电厂向炼油厂和制药厂供应发电过程中产生的蒸汽，使炼油厂和制药厂获得了生产所需的热能；通过地下管道向卡伦堡全镇居民供热，由此关闭了镇上3500座燃烧油渣的炉子，减少了大量的烟尘排放；将除尘脱硫的副产品工业石膏，全部供应附近的一家石膏板生产厂做原料。同时，还将粉煤灰出售供造路和生產水泥之用。炼油厂和制药厂也进行了综合利用。炼油厂产生的火焰气通过管道供石膏厂用于石膏板生产的干燥，减少了火焰气的排空。一座车间进行酸气脱硫生产的稀硫酸供给附近的一家硫酸厂；炼油厂的脱硫气则供给电厂燃烧。卡伦堡生态工业园还进行了水资源的循环使用。炼油厂的废水经过生物净化处理，通过管道向电厂输送，每年输送电厂70万 m^3 的冷却水。整个工业园区由于进行水的循环使用，每年减少25%的需水量（王金南，2002；曲格平，2001）。

从国家层面（社会层面，大尺度循环）上，比较成功的国家主要有德国和日本等国。

（1）德国。德国是发展循环经济的先驱国家。1972年德国制定了废物处理法，1986年将其修改为《废物限制及废物处理法》。1991年德国通过了《包装

条例》，1992年通过的《限制废车条例》规定汽车制造商有义务回收废旧车辆。德国法律明确规定，自1995年7月1日起，玻璃、马口铁、铝、纸板和塑料等包装材料的回收率全部达到80%。1996年德国提出了《循环经济与废物管理法》的循环经济法规定，对废物问题的优先顺序是避免产生—循环使用—最终处置。其要点是，首先要减少经济源头的污染物的产生量，因此工业界在生产阶段和消费者在使用阶段就要尽量避免各种废物的排放；其次对于源头不能削减又可利用的废弃物和经过消费者使用的包装废物、旧货等要加以回收利用，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，才允许做最终的无害化处置。以固体废弃物为例，循环经济要求的分层次目标是：通过预防减少废弃物的产生，尽可能使废弃物资源化，对于无法减少、再使用、再循环的废弃物则焚烧或处理（曲格平，2001）。

（2）欧盟和北美。在德国的影响下，欧盟和北美国家相继制定旨在鼓励二手副产品回收、绿色包装等法律，同时规定了包装废弃物的回收、复用或再生的具体目标。法国法令提出2003年应有85%的包装废弃物得到循环使用。荷兰提出到2000年，废弃物循环使用率达到60%。奥地利的法规要求对80%回收包装材料必须进行再循环处理或再利用。丹麦要求到2000年，所有废弃物要有50%必须进行再循环处理。为了推动包装废弃物的回收再生和重复使用，欧洲设计了一组包装回收象征性标记，供包装商将其标示在包装主要面。这些标志包括：可以重复周转再用的包装标记、可以回收再生（再循环）的包装标记、使用再生材料超过50%的包装的标记以及绿点标记（GreenDot）等。

（3）日本。日本是发达国家中循环经济立法最全面的国家，立法的目标是建立一个资源“循环型社会”。采用了自上而下的办法，即先建立综合性的再生利用法，再在此法指导下建立各个具体领域的循环经济法律法规。2000年是日本建设循环型经济社会史上最重要的一年。这一年，日本召开了一届“环保国会”，通过和修改了多项环保法规。它们是：《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》。上述法规对不同行业的废弃物处理和资源利用等作了具体规定，除《建筑工程资材再资源化法》外，都已在2001年4月之前相继付诸实施。特别是第一项“基本法”，最具重要意义，因为它从法制上确定了21世纪经济和社会发展的方向，提出了建立循环经济社会的根本原则：“根据有关方面公开发挥作用的原则，促进物质的循环，减少环境负荷，从而谋求实现经济的健全发展，构筑可持续发展的社会。”这标志着日本在环保技术和产业上进入了新的发展阶段，通过控制垃