



北京市高等教育精品教材立项项目

循环经济 与生态工业

海热提 编著

中国环境科学出版社

XUNHUAN JINGJI
YU SHENGTAI GONGYE



北京市高等教育精品教材立项项目

循环经济与生态工业

海热提 编著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

循环经济与生态工业/海热提编著. —北京: 中国环境科学出版社, 2009.2

ISBN 978-7-80209-880-0

I. 循… II. 海… III. ①自然资源—资源利用—研究—中国 ②工业区—生态环境—研究—中国 IV. F124.5 X322.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 191544 号

责任编辑 杨吉林
责任校对 刘凤霞
封面设计 龙文视觉

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2009 年 2 月第 1 版
印 次 2009 年 2 月第 1 次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 29
字 数 582 千字
定 价 65.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序 言

循环经济是物质闭环流动型经济的简称,因其适应了改变经济增长方式的新形势而受到各方重视。生态工业作为循环经济建设的重点领域,随着多年的实践探索,已经发展出了一套独具特色的理论和方法体系——工业生态学。

在日本、德国和美国等发达国家,循环经济在企业、区域、社会三个层面上的实践都取得了成功。我国政府高度重视循环经济的发展,国家环境保护部已主持通过了十多个国家生态工业示范园区建设,中国循环经济和生态工业的建设正逐步步入科技含量高、规范和高效的轨道。在这样的背景下,结合编者在循环经济领域的科研成果,编写本书,全面介绍与循环经济和生态工业相关的理论与方法,既是适应我国循环经济发展,为地方基层领导和从事相关领域的工作、研究人员提供有价值的参考的需要,又是学术研究上的一次有益的探索与升华。

编者在这一领域进行了多年研究,出版过相关著作——《中国生态工业建设》(主编)、《产业循环经济》(合编)、《循环经济摇篮》(合编)和《生态工业园区理论与实证》(主编),主持相关科研项目若干——《烟台经济开发区循环经济规划》、《汕头贵屿废弃机电产品拆解利用示范园区规划》、《汕头贵屿循环经济试点方案》、《吉林市化工产业循环经济发展规划》和《乌鲁木齐以煤矸石为主的矿业生态园工程设计方案》等,并具有多年讲授循环经济与生态工业课程的教学经验。

本书从循环经济和生态工业理念产生发展的历程入手,全面分析了循环经济和生态工业建设的意义与必要性,并对这一领域的相关概念和理论给予明确的界定,全面、系统、多角度地阐述循环经济和生态工业的理论和方法基础。本书力图理论与实践相结合,内容较全面、翔实,科学性、实用性、可读性和指导性强,所引用的数据资料具有权威性,因此,本书可作为高等院校环境科学及相关专业的教材,也适用于从事相关领域研究与工作的人员作为参考。

全书共分基础理论篇、技术方法篇、管理保障篇和实践案例篇四大部分。基础理论篇主要介绍了循环经济产生和发展的理论基础,包括循环经济的概念、基本特征、操作原则和排序、循环经济的层次和发展模式及工业生态学理论和生态工业系统工程理论,使读者对循环经济基础理论有基本的了解,以便决策者了解和应用循环经济理论发展循环经济与生态工业建设。技术方法篇主要介绍了循环经济建设所需的各项技术和方法,包括循环经济的评价技术、生态工业系统分析技术、清洁生产技术、工业污染与控制技术、工业污染的生态修复技术、工业生态设计、生态工业园的规划与设计技术等,直接为我国循环经济与生态工业建设提供技术支撑。管理保障篇对循环经济实施的管理保障体系做了介绍,主要包括循环经济保障体系、绿色供应链管理、清洁生产的实施与管理与生态工业园的管理等有关方面的内容,为循环经济与生态建设提供管理保障。实践案例篇从宏观到微观分别介绍了循环经济省(市)、循环经济示范区和生态工业园建设内容及其基础理论、技术方法和管理政策的具体应用。这样通过三个层次案例的研究和实践进一步深化循环经济理论的理解和学习,并通过实践中对理论的具体运用发现理论中不合理、不完善的地方,从而对循环经济理论进行修正,达到丰富理论、矫正理论的目的。

本书在编写过程中,得到了北京化工大学领导的大力支持,中国工程院王文兴院士也给予了极大的帮助。另外,陈凤先、王锐、林爱军、韩晓丽、李新琪、黄宇驰、孙颖、童莉、金雅宁、成圆、徐德星、帕丽旦、陈海燕、李千婷、纪丹凤、赵荟鑫、木拉力、王玲玲、多鲁洪哈地尔、毛娣娣、阿尔斯郎等同志也参加了部分内容的编写和校对工作,编者在此也一并表示感谢。

由于笔者的水平有限,难免有很多考虑不周全的地方,存在一定的不足和欠缺,在此恳请广大读者和同行批评指正,我们将不胜感激。

编 者

2008 年 10 月

目 录

第一篇 基础理论篇

第 1 章 循环经济相关理论	3
1.1 循环经济概论	3
1.2 循环经济建设的基本内容	28
第 2 章 生态工业相关理论	52
2.1 工业生态学	52
2.2 生态工业系统工程理论	75

第二篇 技术方法篇

第 3 章 循环经济的评价技术	82
3.1 循环经济评价目标及评价体系的构建原则	82
3.2 循环经济评价指标体系的构建	83
第 4 章 生态工业系统分析技术	89
4.1 生态工业系统分析技术	89
4.2 生态工业系统集成技术	90
4.3 生态工业系统调控技术	97
第 5 章 清洁生产技术	102
5.1 清洁生产概述	102
5.2 清洁生产技术	111
5.3 清洁生产评价技术	115

第6章 工业污染预防与控制技术	127
6.1 工业污染预防与控制概述	127
6.2 工业污染预防技术	129
6.3 工业污染控制技术	135
第7章 工业污染的生物修复技术	157
7.1 生物修复概述	157
7.2 生物修复机理	160
7.3 土壤工业污染的生物修复	172
7.4 水体工业污染的生物修复	180
7.5 大气工业污染的生物修复	193
第8章 工业生态设计	200
8.1 生态设计概述	200
8.2 工业生态设计	208
8.3 产品生态设计	241
第9章 生态工业园规划与设计	255
9.1 生态工业园建设及发展概述	255
9.2 生态工业园的规划设计	263
9.3 生态工业园建设评价技术	282
9.4 生态工业园建设展望	287

第三篇 管理保障篇

第10章 循环经济保障体系	299
10.1 技术保障体系	299
10.2 体制保障体系	303
第11章 绿色供应链管理	307
11.1 绿色供应链管理的定义和内涵	307
11.2 绿色供应链管理的主要因素	307
11.3 绿色供应链管理的主要内容	308

11.4 绿色供应链管理的设计和实施	310
第 12 章 清洁生产的实施与管理	313
12.1 清洁生产的实施	313
12.2 清洁生产的管理	316
12.3 特殊行业清洁生产的实施与管理	321
第 13 章 生态工业园管理	330
13.1 延伸生产者责任	330
13.2 产品导向的环境政策	335
13.3 APELL 计划	340
13.4 环境信息公开计划	344
13.5 环境会计与审计	348
 第四篇 实践案例篇	
第 14 章 循环经济省、市建设	359
14.1 循环经济省、市建设发展现状	359
14.2 辽宁省循环经济试点建设	360
14.3 贵阳市循环经济生态城市试点	365
14.4 日照市循环经济生态城市试点规划	367
第 15 章 贵屿镇循环经济示范区建设	380
15.1 示范区基本情况	380
15.2 指导思想、目标和主要任务	382
15.3 发展循环经济的工作重点	389
15.4 试点建设保障措施	393
第 16 章 化工产业生态工业园建设	396
16.1 吉林市化工产业发展研究	396
16.2 化工产业布局调整研究	414
16.3 化工产业污染治理措施研究	425

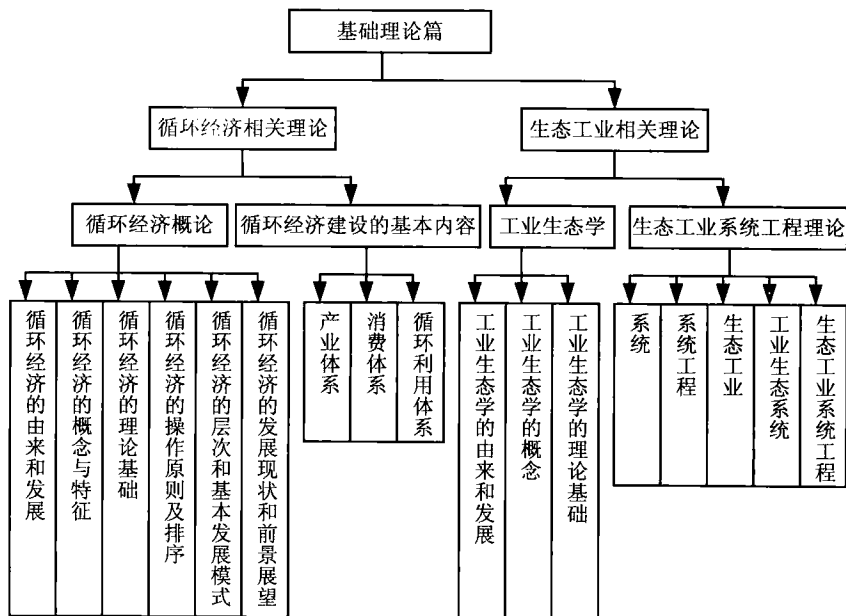
第一篇 基础理论篇

第 1 章 循环经济相关理论

第 2 章 生态工业相关理论

本篇作为全书的开篇之作，主要介绍了循环经济产生和发展的理论基础。循环经济的理论基础包括循环经济理论和生态工业理论。在循环经济理论的介绍中，我们系统地讲述了循环经济产生和发展的根源、循环经济的概念和基本特征、循环经济的理论基础、循环经济的操作原则和排序、循环经济的层次和发展模式，最后总结了循环经济在国内外的发展现状并对其发展趋势做出了预测，并重点对循环经济的建设领域作了详细介绍；在生态工业理论的介绍中，我们主要讲述了工业生态学理论和生态工业系统工程理论。

理论是一种观念、一门科学存在和发展的根基，理论的科学性和完备性充分决定着观念和科学的生命力的强盛和长久。通过本篇的介绍，可使读者对循环经济存在的理论基础做到比较清晰的了解和掌握，从而更加认识到循环经济理论的科学性。



第1章 循环经济相关理论

1.1 循环经济概论

循环经济的产生不是偶然的，而是人类社会和经济发展到一定阶段的产物。18 世纪中期以来的工业革命带来生产力的显著提高，人类在创造并积累着巨大物质财富的同时，起初并没有深切体会到大工业的生产方式与有限的自然资源和环境容量之间的矛盾。随着经济、社会的快速发展，生产、消费规模的不断扩张，人口数量的持续增加，特别是 20 世纪 60 年代前后，发达国家相继进入后工业化社会，资源短缺、环境污染和生态破坏等问题日益凸显，迫使人类开始进行深刻反思：如果不改变传统的“资源—产品—污染排放”这一单向线性的生产模式，不调整高消耗、高污染的数量型经济增长路线，必将威胁到未来人类的生存和发展。循环经济的思想理念正是在这样的背景下产生的，它要求人类以友好的方式利用资源、保护环境和发展经济，以尽可能小的资源投入和环境代价，实现尽可能大的经济效益和社会效益。随着可持续发展成为世界潮流，循环经济理念也逐步发展成为一个系统的概念，包括环境保护、清洁生产、绿色消费、资源节约和废弃物再生利用等相互联系的各个方面。目前，发达国家已经进入全面推进循环经济发展的阶段，广大发展中国家也加强了资源节约和环境保护。总之，发展循环经济已经成为全人类的共识。

1.1.1 循环经济的由来和发展

1.1.1.1 循环经济的思想萌芽阶段（20 世纪 60 年代）

循环经济的思想启蒙于环境保护思潮兴起的时代。1962 年，美国生物学家卡逊出版了《寂静的春天》一书，用触目惊心的案例阐述了大量使用杀虫剂对人类的危害，敲响了工业社会环境危机的警钟。同年，美国经济学家鲍尔丁（K. E. Boulding）提出了循环经济的思想，他的“宇宙飞船理论”可以看做是循环经济最早的雏形。在环保运动兴起的初期，鲍尔丁就提出了必须从经济过程来思考环境问题产生的根源。他认为，地球就像在太空中飞行的宇宙飞船，它的资源储备和环境容量不但有限，而且相对封闭，这

艘“飞船”要靠不断消耗自身有限的资源而生存；如果人们继续像过去那样不合理地开发资源和破坏环境，当超过了地球的承载能力时，它就会像宇宙飞船那样走向毁灭；因此，以新的“循环式经济”代替旧的“单程式经济”是人类经济发展的必然。鲍尔丁的“宇宙飞船经济”理论在当时看来具有相当的超前性。

1.1.1.2 循环经济的末端治理阶段（20 世纪七八十年代）

国际社会开始有组织地展开环境整治运动是在 20 世纪 70 年代。当时，循环经济的思想更多的还是一种先行者的超前性理念，人们并没有积极地沿着这条线索走下去。世界各国关心的仍然是污染物产生之后如何治理以减少危害，即所谓环境保护的末端治理方式问题。与此同时，人们对资源、环境与经济增长之间的矛盾也进行了深刻反思。1972 年，罗马俱乐部发表了它的第一份研究报告——《增长的极限》，这份报告首次正式向世界发出了警告：“如果让世界人口、工业化、污染、粮食生产和资源消耗等像现在这样继续下去，这个行星上的增长极限将在今后 100 年中发生。”从此生态环境作为制约经济增长的要素而引起了全世界的极大关注。同年，联合国人类环境会议通过了《人类环境宣言》，提出了人类在开发利用自然的同时，也要承担维护自然的责任和义务。1973 年和 1974 年的世界石油危机和 1979 年的中东石油战争，使经济增长与资源短缺之间的矛盾愈发凸显，引发了人们对经济增长方式更为深刻的反省。20 世纪 80 年代，人们开始意识到要用资源化的方式来处理废弃物，部分国家也开始注重预防、减少垃圾的产生和对垃圾处理后的循环使用问题，这些使循环经济的发展有了初步的开始。但是，对于污染物的产生是否合理以及是否应该从生产和消费源头上防止污染产生这一根本性问题，大多数国家仍然缺少洞见和举措。同时，人们也开始了走向可持续发展道路的探索。1987 年，时任挪威首相的布伦特兰夫人在《我们共同的未来》的报告里，第一次提出可持续发展的新理念，并较系统地阐述了可持续发展的含义。1989 年，美国的福罗什在《工业的战略》一文中，首次提出工业生态学概念，即通过将产业链上游的“废物”或副产品，转变为下游的“营养物”或原料，从而形成一个相互依存、类似于自然生态系统的“工业生态系统”，这为生态工业园的建设和发展奠定了理论基础，并丰富了循环经济的内涵。

总的来说，20 世纪七八十年代的环境保护运动主要关注的是经济活动造成的生态后果，而经济运行机制本身还依然落在了系统研究的视野之外。

1.1.1.3 循环经济的源头预防和全过程治理成为主流的阶段（20 世纪 90 年代以后）

20 世纪 90 年代，在可持续发展战略成为世界潮流的背景下，源头预防和全过程治

理替代了末端治理,成为了国家环保与发展政策的真正主流,循环经济也逐渐成为人们关注与研究的热点而在世界广泛兴起。1992年6月,在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会上,100多位国家元首共同签署了《里约热内卢宣言》,提出“社会生产和消费方式的根本改变是实现全球可持续发展必不可少的。各国政府、有关国际组织、私营部门和所有主要群体都应该在改变不可持续的消费和生产方式方面发挥积极作用”。会上通过的《21世纪议程》作为全球可持续发展框架性文件,充分体现了人类社会可持续发展的新思想,反映了关于环境与发展领域合作的全球共识和最高级别的政治承诺。这一历史性的文件号召世界各国在促进经济发展的过程中,不仅要关注发展的数量和速度,更要重视发展的质量和可持续性。环发大会后,各国陆续开始积极探索实现可持续发展道路。与此同时,环境保护已由过去对污染的末端治理转变为对源头的防控。20世纪90年代中期以后,循环经济作为一种经济发展模式开始在全球得到共识,成为许多国家经济和环境发展的战略,这也得益于可持续发展战略的提出与实施。2002年8月,在约翰内斯堡召开的“可持续发展世界首脑会议”,再次深化了人类对可持续发展的认识,明确了经济发展、社会进步与环境保护之间相互联系、相互促进的关系,指出它们共同构成了可持续发展的三大支柱。此时,各发展中国家也纷纷把发展循环经济、实现可持续发展作为国家战略提上了议事日程。

1.1.2 循环经济的概念与特征

1.1.2.1 循环经济的概念

循环经济是一种以资源的高效利用和循环利用为核心,以“减量化、再利用、资源化”为原则,以低消耗、低排放、高效率为基本特征,符合可持续发展理念的经济增长模式,是对“大量生产、大量消费、大量废弃”的传统增长模式的根本变革。

循环经济是把清洁生产和废弃物的综合利用融为一体的经济,它要求运用生态学的规律来指导人类的经济活动。按照自然生态系统物质循环和能量流动规律重构经济系统,使得经济系统和谐地纳入自然生态系统的物质循环过程中,建立起一种新形态的经济。循环经济要求把经济活动组织成为“自然资源—产品和用品—再生资源”的反馈式流程,所有的原料和能源都能在这个不断进行的经济循环中得到最合理的利用,从而使经济活动对自然环境的影响降低到尽可能小的程度。“资源—产品—再生资源”的循环双行道流动过程,构成了循环经济的模式。其详细内容见概念模型图1-1。

循环经济是按生态经济原理和知识经济规律组织起来的,基于生态系统承载能力、具有高效的经济过程及整体、协同、循环、自生功能的网络型、进化型经济。它通过纵向、横向和区域耦合,将生产、流通、消费、回收、环境保护及能力建设融为一体,使

物质、能量能多级利用、高效产出，自然资源 and 生态服务功能正向积累、持续利用，使污染负效益变为经济正效益。循环经济发展的多样性与优势度、开放度与自主度、力度与柔度、速度与稳度达到有机的结合，促进传统资源掠夺和环境耗竭型产品经济向新兴的循环经济转型，需要促进复合生态理论基础上的时空重组。现行的循环经济主要以人类生态、复合生态和产业生态原理为其理论支撑。

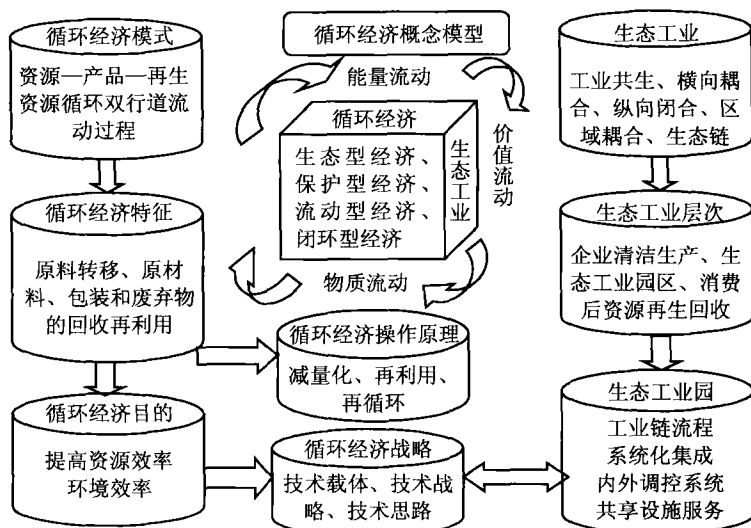


图 1-1 循环经济概念模型

1.1.2.2 循环经济的特征

循环经济，本质上是一种生态保护型经济，它要求运用生态学规律来指导人类社会的经济活动。同传统的经济比较，其不同之处在于：传统经济是一种由“资源—产品—污染排放”单向流动的线性经济，其特性是高开采、低利用、高排放。在传统经济中，人们高强度地把地球上的物质和能源提取出来，然后又把污染和废物大量地排放到水、空气和土壤中，对资源的利用是粗放的和一次性的，通过把资源持续不断地变成废物来实现经济数量型增长。循环经济则与传统经济不同，循环经济主张一种与环境和諧的经济发展模式。它要求经济行为构成一个“资源—产品—再生资源”的反馈式流动过程。所有的物质和能源要能在这个不断进行的经济循环中得到合理和长久的利用，从而把经济活动对自然环境的影响降低到尽可能小的程度。循环经济为工业化以来的传统经济转向可持续发展的经济提供了相对平衡的战略性理论模式，进一步从根本上解决长期以来的环境与发展之间的矛盾。

有专家认为,一个可持续发展的循环经济体系要具备五大特征:第一,生产和消费要尽可能地从使用污染环境的能源转移到使用可再生利用的绿色能源上来;第二,要尽可能地减少原材料的消耗并选用能够回收再利用的材料;第三,要抵制为倾销商品而进行的过分包装,在简化包装的同时,使用可以回收再利用的包装材料和容器;第四,要在减少各类工业废弃物的同时,对其进行尽可能彻底地回收再利用;第五,要培育消费后产品资源化的回收再利用产业,使得对生活废弃物填埋和焚烧处理量降低到最少。

发展循环型经济,是本世纪人类发展的趋势。它要求以环境友好的方式来利用自然资源和环境容量,实现经济活动的生态化转向(“绿化”的发展方向)。从20世纪90年代提出可持续发展战略以来,德国、日本、美国等一些发达国家已把发展循环型经济、建立循环型社会看做是实施可持续发展战略的重要途径和实现形式,并且一些科学家也从不同角度加快了研究进程。

1.1.3 循环经济的理论基础

1.1.3.1 哲学基础

1. 循环经济哲学基础的基本含义

循环经济作为一种新的发展模式,更多地考虑了人类活动和自然环境的相互影响,哲学作为一门研究人类生产与发展普遍规律的学科,必然与循环经济存在着紧密的联系。循环经济的产生和发展有着深厚的哲学基础。统观哲学主要有两个基本的研究维度:一般知识论(认识论)与人的生存论(实践论)。因此对循环经济哲学基础的考虑,也从这两方面入手。

首先,“循环经济的哲学基础”最基本的含义是指:循环经济所遵循的一般的知识论原则。为此,一是要把握循环经济活动的基本的经验事实,在此基础上抽象出一般的知识原则;二是要研究基本的生态科学知识,把握生态科学所揭示的一般生态规律,用它指导循环经济的运作,并进一步把二者结合起来,从而确立循环经济所遵循的一般规律,更好地指导现实的循环经济实践。

其次,“循环经济的哲学基础”的另一个基本含义是揭示循环经济的存在论基础,也就是揭示循环经济作为人的一种现实的生产实践活动。与传统的工业经济相比,更本质地体现了人与自然、人与人之间的和谐关系和生存方式。

2. 循环经济的一般知识论基础

循环经济本质是一种生态经济,与传统的工业经济相比,它除了遵循物质运动的因果规律以外,还要遵循生态规律。而生态学所揭示的生态系统的规律性的知识,经过理性思维的进一步抽象概括,可以作为循环经济的一般知识论基础。

生态主义者康芒纳在《封闭循环》中揭示了生态学的四个法则，从最一般知识论意义上揭示了循环经济的基本原理或一般知识论原则。

(1) 一切事物都必然要有其去向：物质代谢论

这个法则涉及辩证唯物论所讲的物质客观存在以及物质以运动和时空两种具体方式存在的哲学原理。世界由物质组成，经济来源于物质运动。循环经济的本质是要改变经济系统中物质的运动模式，物质代谢是循环经济的本质问题。循环经济作为传统工业经济的一种否定形态，它是以人类可持续发展为目的、以循环利用资源 and 环境物质为基础，充分满足人类物质需求，生产者、消费者和分解者高效协调的经济形态。循环经济的操作原则被称为“3R”原则。减量化、再利用、再循环就是为了最大限度地减少对自然的污染，恢复生态系统正常的物质代谢。

(2) 每一事物都与别的事物有关：普遍联系论

循环经济是物质闭环流动型经济。它倡导一种与地球和谐相处的经济发展模式，它要求把经济活动组成一个“资源—产品—再生资源”的反馈式流程，所有的物质和能源都要在这个不断进行的经济循环中得到合理、持久的利用。“循环经济”充分考虑到工业生产整体及其各个环节的整体关联，考虑到工业生产与自然生态环境关联，预设着一种普遍联系的哲学观。

(3) 自然所懂得的是最好的：生态法则论

传统的工业经济是一种遵循因果规律的经济，而循环经济则不仅遵循因果规律，更主要是要遵循自然生态系统长期演化而来的生态法则，该法则以经济系统与生态系统的稳定的有机联系为前提和基础。

(4) 没有免费的午餐：生态效率论

任何生产都是有代价的。人的经济活动具有满足人类生存与发展的效益，但同时也必然付出生态破坏的代价。循环经济强调经济效益的获得要以对自然破坏最小的代价为前提，是生态代价最小的经济形式，强调如果对生态破坏的代价大于经济收益的经济活动应该停止。

3. 循环经济的存在论基础

除了上述从认识论角度把握循环经济的一般知识论原则外，还要从存在论角度透视循环经济，把循环经济看做是不同于工业文明的符合人与自然内在统一、一体共“生”的人的存在方式。

循环经济不仅仅是一种功能性的生产模式，而且是蕴涵着一种生态存在论的崭新的思维方式、世界观和价值观。循环经济除了遵循线性的因果规律外，它主要遵循的是生态的整体有机规律，对生态整体规律的把握，不是简单基于主客二分的抽象理性分析推理，而是主体间“异质同构”的结构类推、结构感应、整体直观的存在论的体证方式。

循环经济作为一种人与自然共在、人与人共在的存在方式,它所体现的人与自然的关系、人与人的关系,人与自然的关系是一种存在论意义上一体共在的和谐关系。因而,循环经济体现的生态生产关系,不仅仅反映人和人之间的物质利益关系,也反映人与自然的和谐关系。这样作为一种体现生态哲学价值论和思维方式的循环经济就成为人的“主体间”共在的本质的关系存在的方式。

1.1.3.2 环境科学基础

循环经济作为环境科学研究的一个重要组成部分,环境学基本理论在其研究中的重要性是不言而喻的。环境科学研究的目的是通过环境科学的研究促进环境可持续发展,以利于发展生产和保障人民健康,为子孙后代造福。从环境科学总体上来看,它研究人类与环境之间的对立统一关系,掌握“人类—环境”系统的发展规律,调控人类与环境间的物质流、能量流的运行、转换过程,防止人类与环境关系的失调,维护生态平衡。通过系统分析,规划设计出最佳的“人类—环境”系统,并把它调节控制到最优化的运行状态。要达到以下两个目的:一是可更新资源得以永续利用,不可更新的自然资源能以最佳的方式节约利用。二是使环境质量保持在人类生存、发展所必需的水平上,并趋向逐渐改善。

可以这么说,循环经济就是把环境保护的理念引入了经济领域,改变了传统经济只考虑经济效益而忽略环境影响的思维。强调经济效益和环境效益并重,不能顾此失彼。所以说环境科学是循环经济的一个重要理论基础。

1.1.3.3 生态学基础

生态学是循环经济最重要的支撑学科,只有深入了解循环经济的生态学原理,才能更好地理解循环经济内在的精神实质,也才能够更好地、更能动性地贯彻和推行循环经济。

1. 循环再生原理: 发展循环经济的本质要求就是要重新耦合复合生态系统破缺的结构与功能

循环经济通过建立以自然资源为依托,以社会调节为轴心和纽带,以家庭构成的社区为生活单位,以企业通过共生构成的工业园区为生产单位,通过降低资源消耗、提高资源循环利用效率、最大限度地减轻对环境的污染和压力,从根本上促进人类和谐地融入自然,才能实现人类与自然的共生共荣。

2. 共生共存、协调发展的原理: 社会—经济—自然复合生态系统是一个复合共生体系

近年来发展起来的工业生态学按照自然共生系统的运作模式,规划建立工业企业、行业共生体系。工业生态学强调尽可能实现工业体系内部物质的闭环循环,建立工业体