

# 循环经济 发展脉络

XUNHUAN  
JINGJI  
FAZHAN  
MAILUO

李金惠 曾现来 刘丽丽 许开华 单桂娟 编著

中国环境出版社



# 循环经济发展脉络

李金惠 曾现来 刘丽丽 许开华 单桂娟 编著

中国环境出版社·北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

循环经济发展脉络/李金惠等编著. —北京: 中国环境出版社,  
2017.6  
ISBN 978-7-5111-3179-9

I. ①循… II. ①李… III. ①中国经济—循环经济—  
经济发展—研究 IV. ①F224.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 109097 号

出版人 王新程  
责任编辑 侯华华  
责任校对 尹芳  
封面设计 宋瑞



更多信息, 请关注  
中国环境出版社  
第一分社

出版发行 中国环境出版社  
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)  
网 址: <http://www.cesp.com.cn>  
电子邮箱: [bjgl@cesp.com.cn](mailto:bjgl@cesp.com.cn)  
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)  
010-67112735 (第一分社)  
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京市联华印刷厂  
经 销 各地新华书店  
版 次 2017 年 6 月第 1 版  
印 次 2017 年 6 月第 1 次印刷  
开 本 787×960 1/16  
印 张 12.5  
字 数 208 千字  
定 价 45.00 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

## 落实发展新理念 引领循环经济新发展

“十三五”时期，是全面建成小康社会的决胜阶段，也是推动绿色化、促进经济提质增效、转型升级的关键时期。面对当前经济社会发展的新趋势、新机遇、新矛盾和新挑战，党的十八届五中全会提出“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念，体现了我们党对经济社会发展规律的新认识，是实现更高质量、更有效率、更加公平、更可持续发展的必由之路，是解决当前我国发展面临的问题和挑战的战略总指引。

做好循环经济工作，要贯彻落实五大发展理念，推动企业绿色循环低碳式生产、产业循环式链接、园区循环化改造以及区域的资源循环，推进资源循环利用产业提质增效。

### 一、坚持循环发展，补齐资源环境短板

改革开放以来，我国经济高速发展，在很大程度上是以自然资源要素的高投入和牺牲生态环境为代价，生态环境的破坏，很大一部分也是来自对资源的过度开发、粗放利用。资源环境问题已成为我国经济社会发展的短板。发展循环经济，必须转变传统的资源利用方式，遵循减量化、再利

用、资源化原则，从源头和生产过程解决我国可持续发展面临的资源环境约束，实现经济社会环境协调发展。

(1) 树立新资源观，构建新的资源战略保障体系。2015年，我国经济总量占全世界比重为13%左右，但能源消费占全球消费总量的近五分之一，水泥、钢铁、氧化铝、精炼铜的消费分别占全世界消费总量的一半左右；同时，我国废弃资源利用总量达19亿t，其中有色金属、纸浆等产品1/5~1/3的原料来自再生资源，成为我国可持续发展和资源安全保障的重要支撑。“十三五”期间，我国进入经济新常态，年均6.5%左右的中高速增长仍然会带来资源消耗和污染物产生量的刚性增长，资源环境瓶颈约束的矛盾短期内不会发生根本改变。因此，大力发展循环经济，要在废旧资源上做文章，构建覆盖全社会的资源循环利用体系，建立“资源—产品—废弃物—再生资源”的资源利用方式，这既是现实的需要，也是战略的选择。

(2) 发展循环经济，环境保护要实行全过程防控。贯彻落实“减量化、再利用、资源化”原则，使环境保护由末端治理向源头防控、过程管理、末端循环的治理思路转变，既可以有效提高资源利用效率，从源头减少资源消耗量和污染物产生量，又可以将废弃物变为资源，减少废弃物最终处置量，减轻末端治理压力。根据有关机构研究测算，每回收利用1t废旧物资，平均可以节约自然资源4.12t，折算节约能源1.4t标准煤，相当于减排二氧化碳3.18t，减少6~10t垃圾处理量。再制造产品与常规生产的产品相比较，节约成本50%、能耗60%、原材料70%，减少污染排放80%。如果核算碳足迹，折算出减碳量，将其作为碳市场的交易产品之一，不仅可以节约资源、保护环境、应对气候变化，还会产生巨大的经济效益。

## 二、坚持循环发展，实现低碳环保协同效应

我国目前仍处在工业化进程中，“十二五”期间，我国单位 GDP 能耗下降 18.2%，单位 GDP 二氧化碳排放量下降 20%，累计实现节能 8.6 亿 t 标准煤，相当于减排二氧化碳 19.3 亿 t；单位工业增加值用水量降低 35%，资源产出率比 2010 年提高 16.4%（以 2010 年不变价计，2005 年、2010 年和 2015 年的资源产出率分别为 5 040 元/t、5 086 元/t 和 5 922 元/t），初步扭转了经济发展带来的能源资源消耗强度上升的趋势。以我国钢铁行业为例，通过推行循环经济模式，吨钢耗新水由 20 多 t 减少到 4 t 左右，吨钢综合能耗由 1 500 多 kg 标煤下降到 650 kg 标煤左右。部分钢铁企业利用副产煤气、余热、余压等进行发电的电量占到整个企业用电量的 60% 左右。要通过大力发展循环经济，有效促进经济社会绿色转型。

我国城镇化已进入加速发展时期，建设集约、高效、智能、绿色、低碳的城镇是新型城镇化的必然选择。在城镇改造和新区建设中践行循环经济的理念和标准，节约集约利用土地，发展绿色建筑和绿色交通，推进污水、生活垃圾处理和循环利用，统筹考虑城镇与农村的生产与生活大系统的循环利用，构建布局合理、资源节约、环保安全的循环经济体系，努力实现资源节约型、环境友好型社会的长远目标。

农业现代循环经济大有可为，要建设和推广一批具有示范引领作用的农业、林业和工农复合型的循环经济示范区，基本构建循环型农业产业体系，明显提高农林废弃物处理资源化程度，改善农村人居环境和生态环境。加快推进秸秆综合利用产业化，加大秸秆禁烧力度，进一步落实地方政府职责，不断提高禁烧监管水平，促进农民增收、环境改善和农业可持续发展。

### 三、坚持创新发展，激发循环经济新动能

发展循环经济，要在体制机制、商业模式、关键技术等方面进行大胆创新，大力推进循环经济的法制化、制度化、机制化和产业化进程。

(1) 机制创新，形成引领循环发展的新动力。要建立健全以资源产出率、循环利用率为核心的循环经济评价体系和考核制度，形成发展循环经济的激励和约束机制。

(2) 模式创新，提高循环经济发展的产业化水平。要创新商业模式，建立完善再生资源回收体系，提高再生资源回收的规范化、组织化水平。

(3) 技术创新，突破产业共生、资源循环的技术瓶颈。技术创新是资源可循环、产业能链接的关键。要把循环经济重大关键技术纳入各级政府和企业发展计划，鼓励建设循环经济国家工程研究中心，通过大量的技术创新增强资源循环利用的技术经济可行性，降低减量化和再生利用成本，取得良好的资源效益、环境效益和经济效益。

### 四、坚持开放合作，推动国际新共识

生态文明、气候变化、循环经济都是当前多双边开放合作的热点领域，也是国际治理新体系、新格局的重要组成部分。我国已将循环发展作为加强生态文明建设，实现两个百年目标和中华民族永续发展的重大发展战略之一。2015年，麦肯锡公司报告提出，欧洲将进一步从生产材料和生产方式中提高循环化水平，将整合新技术和新的商业模式，进一步发展循环经济。欧盟在2010年出台的《资源效率型欧洲旗舰计划》的基础上，在2015年12月通过了新的循环经济一揽子计划，推进欧洲的循环经济，促进可持续社会转型。在2016年的G7环境部长峰会上，循环经济已成为核心议题

之一。很多发展中国家也着力发展循环经济，转变传统的发展方式和生活方式。新时期的循环经济工作，应坚持开放合作，增强该领域多双边合作的议题设置和议程推动能力，巩固已有的双边循环经济国际交流与合作，进一步拓展与联合国组织、OECD 以及南南等多双边合作；要结合“一带一路”战略，加强循环经济理论、模式、关键技术和装备的国际交流和进出口贸易；配合基础设施建设绿色化、产能合作，支持国内资源循环利用企业到海外投资合作，增强境外资源就地转化加工能力，强化合作项目的社会责任。

## 五、坚持绿色消费，发展共享经济

创新消费理念，大力发展共享经济，把共享经济作为优化供给结构、引导绿色消费的新领域，延长产品生命周期，提高资源利用效率。支持闲置房屋、闲置车辆、闲置物品的分享使用，发展共享办公、共享存储、共享信息，提高闲置资产的利用效率。创新商业模式，大力发展设备租赁产业，推动服务外包式服务，培育专业的循环型生产服务企业，改变传统产品提供模式，提高产品维护专业化水平。鼓励专业分享平台建设，完善信息安全保障措施和信用评价机制，逐步实现分享商品、信息、服务的在线交易。提高资源循环产业发展水平，扩大行业就业容量，提升行业就业质量。

发展循环经济是建设生态文明、促进经济绿色转型的重要途径。清华大学多年来一直从事循环经济理论和实践研究，取得了许多丰硕的成果，并于2016年荣获全国首个循环经济领域的国家科技进步奖，为我国环保资源化产业健康发展做出了重要贡献。



我非常高兴受邀为本书作序，祝贺清华大学环境学院循环经济与城市矿产团队的成立，祝贺中国环境科学学会循环经济分会的成立，也期待本书的出版将为我国循环经济的持续发展注入新动力。

中国气候变化事务特别代表

全国政协人资环委副主任

Handwritten signature in black ink, reading '解振华' (Xie Zhenhua).

2017年4月26日

# 前 言

目前人类已普遍认为，循环经济是在人、自然资源和科学技术的大系统内，在资源投入、企业生产、产品消费及其废弃的全过程中，把传统的依赖资源消耗的线性增长的经济，转变为依靠生态型资源循环来发展的经济。发展循环经济实现经济增长模式的转变和推动城市矿产开发是我国资源节约和环境保护领域重大战略需求。在《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划》中将“绿色循环低碳发展”作为生态文明理念的基本内涵和实现生态文明的主要途径。

但上述认识却走过了一个并不平坦的过程，本书将系统梳理循环经济发展历程中的里程碑事件，勾勒出循环经济发展的脉络。主要包括以下内容：第一章分析循环经济的思想起源和理论脉络；第二章明确了循环经济的定义、原则和实施模型；第三章总结了循环经济在企业 and 消费者等微观层面的实践，包括清洁生产、绿色消费、绿色采购、再制造、绿色税收等；第四章阐述了循环经济在生态工业园区等中观层面的实践历程；第五章归纳了德国、日本、中国等国家在省市、区域、国家等宏观层面对循环经济的立法和实践；第六章综述了对循环经济的定量研究和评价指标研究；第七章介绍了循环经济学术发展的里程碑事件、学术著作和获奖情况。

2016年被认为是循环经济年，我们开始组织专门人员负责该项工作。清华大学环境学院和巴塞尔公约亚太区域中心多位老师实施了编写工作，

单桂娟、刘丽丽完成收集材料和初稿的编写，李金惠、曾现来对全书进行了完善和修订。循环经济涉及领域众多，涉及环境科学与工程、生态学、经济学、法学等各个学科，由于编者知识和精力有限，书中难免有不足或遗漏之处，恳请广大读者予以批评指正。

李金惠

2017年3月22日

# 目 录

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第一章 循环经济的起源.....     | 1  |
| 第一节 循环经济思想萌芽.....    | 1  |
| 第二节 循环经济相关的基础理论..... | 6  |
| 第三节 工业生态学理论.....     | 8  |
| 第二章 循环经济的范畴.....     | 17 |
| 第一节 循环经济的定义.....     | 17 |
| 第二节 循环经济的原则.....     | 20 |
| 第三节 循环经济的实施模型.....   | 26 |
| 第三章 循环经济的微观实践.....   | 29 |
| 第一节 清洁生产.....        | 29 |
| 第二节 生态设计.....        | 35 |
| 第三节 绿色消费与绿色采购.....   | 40 |
| 第四节 再制造.....         | 48 |
| 第四章 循环经济的中观实践.....   | 65 |
| 第一节 生态工业园.....       | 65 |
| 第二节 绿色供应链.....       | 76 |
| 第三节 行业实践.....        | 80 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第五章 循环经济的宏观实践.....   | 117 |
| 第一节 全球或区域循环经济实践..... | 117 |
| 第二节 欧盟国家的循环经济实践..... | 122 |
| 第三节 日本循环经济实践.....    | 131 |
| 第四节 美国循环经济实践.....    | 137 |
| 第五节 中国循环经济实践.....    | 140 |
| 第六章 循环经济实施的评价.....   | 153 |
| 第一节 物质属性分析.....      | 153 |
| 第二节 物质流分析.....       | 154 |
| 第三节 生命周期评价.....      | 158 |
| 第四节 生态效率.....        | 161 |
| 第五节 能值分析.....        | 163 |
| 第六节 指标体系法.....       | 165 |
| 第七章 学术篇.....         | 169 |
| 第一节 综合介绍.....        | 169 |
| 第二节 里程碑文章.....       | 175 |
| 第三节 科学技术奖励.....      | 183 |

# 第一章 循环经济的起源

## 第一节 循环经济思想萌芽

### 1. 鲍尔丁发表《地球像一艘宇宙飞船》

美国学者肯尼斯·鲍尔丁（Kenneth Ewert Boulding）被认为是循环经济（circular economy）理念的最早倡导者<sup>①</sup>。1965年5月，鲍尔丁在《地球像一艘宇宙飞船》（*Earth as A Spaceship*）一文中提出：人类不应将地球当作垃圾场，人类也是生态系统中的一员，并用了“循环其废物”（recycle its waste）及“循环流”（circular flow）等词语，人的生存能力依赖于具有闭路循环特征的世界生态系统中所有元素和人的共生关系。但没有用到“循环经济”一词，却用了“中央计划经济”（centrally planned economy）。文中把地球比作太空航行的宇宙飞船，因为自身资源的有限性，所以要合理地开发自然资源，如果任意开采，超过其最大承受力，地球将最终走向毁灭<sup>②</sup>。

然后，鲍尔丁1966年发表《未来宇宙飞船地球经济学》（*The Economics of the Coming Spaceship Earth*）一文。其中提出，“未来宇宙飞船地球经济”类似于“宇航员”经济。地球是一艘孤独的宇宙飞船，不是无限资源的贮备库，既不能过分开采也不能被污染。人类必须找到自己在循环生态系统中的定位，进行资源的多

<sup>①</sup> 曹彩虹：《现代循环经济研究理论述评》，载《管理世界》，2014（12）：176-177页。

<sup>②</sup> Boulding, Kenneth E.: *EARTH AS A SPACE SHIP*, Washington State University, 1965.

次利用<sup>①</sup>。

## 2. 美国环境经济学家合著《经济学与环境：物质平衡方法》

1970年，美国环境经济学家艾伦·尼斯（Allen V. Kneese）、罗伯特·艾尔斯（Robert U. Ayres）和拉尔夫·达尔格（Ralph C. Darge）合著的《经济学与环境：物质平衡方法》（*Economics and the Environment: A Materials Balance Approach*）一书出版，利用物质守恒理论、数学模型和实例从概念和定量的角度完整地提出了循环经济模式。2015年，该书又进行了再版<sup>②</sup>。

该书共包括4章，分别为展望，生产消费产生的材料废物，废物、平衡与福利经济，结论、政策与研究等，全书共134页。

该书介绍了将经济作为整体材料平衡的概念，指出了对经济和公共政策的大量寓意。应用此概念，可分析国家经济主要部门产生的废物。本书也展示了大量的经验判断，以达到揭示和先知的目的。这是因为几乎所有都是与国家事务相关，超过了地方性的管理系统规划、设计、运行较为集中专项工作。即使如此，这些结果也产生了大量的帮助，尤其在生产消费过程怎样产生气态、液态和固体废物，以及为什么理解其中交互关系那么重要。同时，本书也介绍了相关污染物控制技术。大的经济部门涉及能源转换、加工和消费，材料的输入和输出也得到了系统的描绘。

## 3. 霍华德·奥德姆出版《环境、权力与社会》

1971年，霍华德·奥德姆（Howard T. Odum）出版了《环境、权力与社会》（*Environment, Power and Society*）一书，指出能量与资源在系统结构的重要性及其对经济系统演化的推动作用，并第一次完整地描述了以能量流动作为整合因素的系统集成图。他的工作激发了学者们抛弃过去孤立地研究人类社会经济的方法，而将其置于整个生态循环系统中，并与其他学科联系起来作为一个整体来考虑<sup>③</sup>。

① Boulding, Kenneth E.: *The Economics of the Coming Spaceship Earth, Resources for the Future*/Johns Hopkins University Press, 1966。

② Kneese, Allen V., Ayres, Robert U., and D'Arge, Ralph C.: *Economics and the Environment: A Materials Balance Approach*, Baltimore, Johns Hopkins Press, 1970。

③ Odum, H.T.: *Environment, Power and Society*. New York, Wiley-Interscience New York, 1971。

2007年6月和2013年，该书又进行了两次再版。

全书共432页，分为14章，分别为我们的世界，系统网络与代谢，能源定律与电力最大化，能源层级和自然价值，能源和我们的星球，能源和生态系统，社会的能源基础，结构信息及演化，能源与经济学，社会的能源组织，信仰的能源基础，自然伙伴关系，发展与衰退，能源系统模块的方案<sup>①</sup>。

该书是关于自然和人类，自然包括动物、植物、微生物、地球过程和人类活动及其相互作用。这些部分以不可见的路径参与在一起，化学物质循环往复。这些路径的复杂网络组成了一个可运行的系统。人类与自然的研究是对能源、材料、金钱和信息的系统研究。这个想法有助于利用系统论去理解和描绘环境与社会，并使其成为可能。

#### 4. 罗马俱乐部发布《增长的极限》

1972年，意大利的罗马俱乐部发布了《增长的极限》(*Limits to Growth*)研究报告，作者是美国的德内拉·梅多斯(Donella Meadows)、乔根·兰德斯(Jorgen Randers)、丹尼斯·梅多斯(Dennis Meadows)。其中第三章标题为“全球系统的增长”，陈述了资源环境问题。第一次提出了地球的极限和人类社会发展的极限的观点，对人类社会不断追求增长的发展模式提出了质疑和告诫<sup>②</sup>。

该报告提出涉及世界人口、工业化、污染、食品生产和资源衰竭等5个变量的模式，这些变量均呈指数增长，而提高资源潜力的技术能力却是线性的。作者想开发可持续反馈模式的可行性，该模式将可通过更改5个变量增长趋势根据不同情景而设定。不同模式各个变量的预测依赖于我们有限的星球资源。前两种模式预见在21世纪中期或后半部分地球将过载和倒塌，第三种模式将带来一个稳定的世界。

该报告的作者德内拉·梅多斯(Donella Meadows)：系统思考大师之一，也是“学习型组织之父”、《第五项修炼》作者彼得·圣吉的老师。著有畅销书《增

① Odum, Howard Thomas: Environment, power and society for the twenty-first century: the hierarchy of energy, Columbia University Press, 2013。

② Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jorgen Randers William W. Behrens III: The Limits to Growth: A Report to The Club of Rome, Universe Books, 1972。



长的极限》、系统思考入门读物《系统之美》。1996年创立了可持续性发展协会。2001年辞世，生前是达特茅斯学院副教授、系统分析师。乔根·兰德斯（Jorgen Randers）：挪威管理学院名誉院长。丹尼斯·梅多斯（Dennis Meadows）：新罕布什尔大学系统管理学教授、社会科学政策研究所的所长。

## 5. 巴里·康芒纳出版《闭路循环》

1972年，巴里·康芒纳（Barry Commoner）在《闭路循环：自然、人类与技术》（*The Closing Circle: Nature, Man, and Technology*）一书中首次提出闭路循环思路，他指出要达到“从摇篮到摇篮”的目标，须发展以自然和人为两种新陈代谢或两种封闭循环为内容的循环经济，把人类对循环经济的认识引向深入。康芒纳强调运用生态学思想来指导经济和政治事务，摒弃现代社会的线性生产过程，而主张无废物的再生循环生产方式；强调追求适度消费而不是过度消费，要求人们“以俭朴的方式达到富裕的目的”，这种富裕不是纯粹物质生活的富裕，更重要的是精神生活的高度充实<sup>①</sup>。

## 6. 联合国第一次“人类与环境会议”发布《人类环境宣言》

1972年6月5日联合国在瑞典斯德哥尔摩召开了第一次“人类与环境会议”，开环境保护之先河，成立了由挪威首相布伦特兰夫人为首的“世界环境与发展委员会”，对世界面临的问题及应采取的战略进行研究。大会发表了《联合国人类环境宣言》（*Declaration of United Nations*），其中提出了37个共同观点和26项共同原则，郑重声明：人类在开发利用自然的同时，也要承担起维护自然的责任和义务<sup>②</sup>。

## 7. 世界环境与发展委员会发表《我们共同的未来》

1987年，以挪威首相布伦特兰夫人为首的“世界环境与发展委员会”发表了《我们共同的未来》（*Our Common Future*）一文，第一次提出了可持续发展的新理

---

① Barry Commoner: *The Closing Circle: Nature, Man, and Technology*, 1<sup>st</sup> Edition, New York, Alfred A. Knopf, 1971。

② 莫天宇：《循环经济条件下再生铜产业发展研究》，暨南大学，2011。