



循环经济概论

鲍健强 黄海凤 著



科学出版社

www.sciencep.com

循环经济概论

鲍健强 黄海凤 著

国家社会科学基金研究项目(项目编号:05BJY022)研究成果
本书获浙江工业大学专著与研究生教材生版资金资助

科学出版社

(特别：美国贵北京同量风舞唱诗眼)

内 容 简 介

循环经济是 21 世纪新的经济发展模式,是用循环经济理念重构传统的经济流程,是落实科学发展观、走经济社会可持续发展的必由之路,是实现资源消耗减量化和利用高效化、废弃物资源化和无害化、经济活动生态化和循环化的有效途径。本书从人类所面临的资源环境与经济社会发展的矛盾出发,全面系统地论述了发展循环经济的重要性、必要性和紧迫性;介绍了循环经济的基本理念、基本原则和基本方法;阐述了循环经济发展过程中所涉及的三大循环体系:企业生产工艺和流程的内循环体系、企业之间产业化生态链的循环体系、生产与消费之间的社会循环体系。本书还专题论述了循环经济的科技支撑体系和政策法规体系,以及循环经济的评价指标体系。作者还对国内外循环经济发展的特点和趋势作了介绍。本书内容丰富、深入浅出、逻辑严密、语言流畅,是一部比较全面、系统介绍循环经济的著作。

本书适合于从事经济研究的各级政府部门决策人员、科研机构的研究人员、高等学校研究生以及关注循环经济发展的人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

循环经济概论 / 鲍健强, 黄海凤著. —北京: 科学出版社, 2009

ISBN 978-7-03-024105-4

I. 循… II. ①鲍…②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 (2009) 第 023204 号

责任编辑: 王伟娟 胡志强 赵静荣 / 责任校对: 李奕莹

责任印制: 张克忠 / 封面设计: 耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

明辉印装有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 2 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2009 年 2 月第一次印刷 印张: 17 3/4

印数: 1—3 000 字数: 335 000

定价: 32.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈明辉〉)

个人简介



鲍健强教授 男，1956年生。现任浙江工业大学政治与公共管理学院院长，浙江省循环经济学会副理事长，浙江工业大学科学技术与社会发展（STS）研究中心主任，1999~2000年在日本足利工业大学做高级访问学者，研究日本循环经济。近年来，主持浙江省“十一五”规划前期研究重大招标项目《加快浙江省循环经济发展的战略研究》，获优秀成果二等奖。完成《浙江省工业循环经济发展研究》，主持国家社会科学基金项目《推进循环经济发展研究》。发表论文40多篇。



黄海凤教授 女，1954年生。硕士生导师，毕业于浙江化工学院（现为浙江工业大学）分析化学专业，并留校任教至今。现任浙江工业大学生物与环境学院党委书记，兼任浙江省环境科学学会工程咨询委员会专业委员、浙江省环境影响评价咨询委员会委员、浙江省循环经济学会常务理事等职务。1999~2000年在德国吕贝克技术学院做高级访问学者。研究方向：大气污染治理、环境影响评价和生态工业发展。

目 录

第一章 循环经济产生的时代背景	1
第一节 资源环境与经济发展：人类面临的共同矛盾	1
一、对传统工业文明范式的反思	2
二、地球：有限的资源供给与环境容量	3
三、中国的觉醒：倡导科学发展观	7
第二节 从《增长的极限》到《21世纪议程》	8
一、罗马俱乐部给人类敲响警钟	9
二、增长的极限与极限的增长	9
三、21世纪宣言：《21世纪议程》	11
第三节 用循环经济理念重构传统的经济流程	13
一、循环经济产生的两个重要的思想来源	13
二、重构传统的经济流程和发展模式	14
三、用循环经济的理念梳理现代科技发展的方向	16
第四节 循环经济的基石：资源节约和环境友好	17
一、建设资源节约型社会	18
二、环境友好社会：从“末端治理”到“管端防治”	19
三、“四倍数”理论：资源的效率革命	20
四、新视角：人类的“生态足迹”	22
第二章 循环经济：21世纪发展的新选择	26
第一节 新发展观：可持续发展战略之路	26
一、何谓“可持续发展战略”	26
二、循环经济：可持续发展的必由之路	27
三、节约发展、清洁发展、安全发展与可持续发展	29
第二节 新经济观：经济发展方式的变革	32
一、经济增长方式变革：时代的命题	32
二、从粗放型向集约型和循环型经济转变	33
三、循环经济是经济增长方式转变的必然选择	35
第三节 新生产观：走新型工业化道路	37
一、传统工业化：掠夺性生产和破坏性污染	37
二、新型工业化道路：中国工业化进程的必由之路	38

第四节 新科技观：统筹人与自然的关系	40
一、科学技术是统筹人与自然关系的载体	40
二、科技战略转变：从不可再生能源到可再生能源	41
三、绿色科技是循环经济实现的基础	43
第五节 新消费观：资源与环境的双重要求	45
一、用循环经济理念审视“一次性”消费	45
二、过度包装和消费：每年浪费价值 1000 亿元的资源	46
三、绿色消费：循环经济倡导的消费方式	48
第六节 新社会观：从循环经济到循环型社会	50
一、社会公众是循环经济的参与者	50
二、循环性社区是循环经济网络上重要的结点	52
三、“短程生态农业”是循环型农村社区的发展方向	53
第三章 循环经济发展的基本原则和特点	55
第一节 循环经济的“3R 原则”	55
一、减量化原则 (Reduce)：减少资源的消耗和废弃物的排放	56
二、再利用原则 (Reuse)：延长产品的生命周期	59
三、再资源化原则 (Recycle)：废弃物的回收和再资源化	61
第二节 经济发展的生态化和循环化原则	63
一、生态经济学：经济发展的新理念和新模式	63
二、工业生态学：工业共生、代谢与循环	64
第三节 固体废弃物处理的优先序列原则	72
一、废弃物填埋：环境保护的初级阶段	72
二、废弃物焚化：环境保护的新途径	73
三、美国环境保护局 (EPA) 提出的环保优先序列	75
四、从循环经济看废弃物处理的优先序列	75
第四节 从提供产品消费到提供产品服务	77
一、传统的消费习惯和产品的生命周期	77
二、从产品交换价值向产品使用价值的理念转变	78
三、从生产优先到服务优先的转变	79
第四章 企业内部生产工艺和流程的循环体系	81
第一节 循环型企业的核心：物质循环利用和能量梯级利用	81
一、物质循环利用和重复利用	81
二、能量的梯级利用	82
三、企业内部生产环节和流程绿色化	84
第二节 “原子经济性”与企业追求“零排放”	85

一、绿色化学：治本重于治标	85
二、特罗斯特与“原子经济性”(Atom Economy)概念	86
三、化学反应和原子经济性分析	89
四、绿色化学：21 世纪化学工业的革命	91
五、追求“零排放”：现代循环型企业的目标	93
六、美国“总统绿色化学挑战奖”：科学界的崇高荣誉	95
第三节 绿色设计和工艺是循环型企业的基础	97
一、绿色设计——新时代设计的主旋律	97
二、把产品设计放在产品的生命周期过程来系统思考	101
三、以环境优先的原则实施“价值工程”和“替代工程”	102
第四节 清洁生产和 ISO14000：现代企业面临的共同责任和义务	102
一、源头削减——清洁生产	102
二、环境管理论证体系 ISO14000：企业的社会责任	106
三、产品生命周期分析——清洁生产和 ISO14000 的分析工具	110
第五章 企业之间生态化产业链的循环体系	113
第一节 工业共生与生态化产业链	113
一、现代工业循环的重要基础：工业共生与生态产业链	113
二、生态工业园区中体现的工业共生	116
三、现代工业的重要特点：构建产业之间的生态链结构	118
第二节 工业园区生态化改造是循环经济发展的必然选择	120
一、生态工业园区是未来区域经济发展的必然趋势	120
二、资源利用生态化使工业园区的生态化改造变为可能	121
三、推进工业园区生态化改造和建设工程	122
四、工业园区生态化改造和建设的步骤	124
五、实施生态化工业园建设的途径——“由上而下”和“由下而上”	128
第三节 构建物质流、能量流、信息流和技术流高效耦合系统	130
一、食物链及食物网理论对构筑生态产业链的指导作用	130
二、生态工业系统中的物质集成、能量集成、信息集成	132
三、构建物质流、能量流、信息流和技术流的高效耦合	133
四、生态工业园——物质、能量、信息不断交换与融合的系统	134
第四节 生态工业是多学科集成的系统工程	135
一、生态工业的内涵及主要理论依据	136
二、生态工业系统的分析和集成	137
三、生态工业系统的演化与调控	138
四、生态工业系统的结构与特性	140

五、国内外生态工业园区发展的特点和趋势	141
第六章 生产与消费之间的社会循环体系	145
第一节 改变传统的消费模式和消费习惯	145
一、建立现代“可持续性”消费观念	145
二、产品的重复使用和延长产品的使用价值	147
三、“短程消费”减少产品长距离运输的能耗	148
四、进行一场包装理念和技术的革命	149
第二节 城市固体废弃物的种类与特点	150
一、树立“垃圾是放错地方的资源”的理念	151
二、有机固体废弃物的再资源化利用	153
三、无机固体废弃物的再资源化利用	157
四、有害固体废弃物的种类和处理方法	159
第三节 构建废弃物回收利用网络和再资源化处理体系	161
一、城市居民生活社区是废弃物回收网络的节点	162
二、政府机关和事业单位：从统一采购产品到统一回收废弃物	163
三、企业：废弃物统一分类回收与管理	164
四、中心城市建立废弃物再资源化处理中心	165
第四节 废旧家电和计算机：循环经济关注的重点	166
一、废旧家电和计算机等电子废弃物是需要特别关注的有害废弃物	166
二、5年后现有的计算机都将淘汰	168
三、是让其污染环境？还是努力开采这座“金矿”	168
四、商场和超市应建构废旧家电回收的平台	169
第七章 循环经济的科学技术体系	171
第一节 绿色科技是经济循环化和生态化的基础	171
一、绿色科技：未来科学技术发展的必然趋势	171
二、环境无害化技术是环境保护的保障	174
三、清洁生产技术和循环经济的前沿	175
第二节 构建废弃物再资源化技术体系	176
一、金属质固体废弃物的再资源化技术	177
二、无机非金属固体废弃物的再资源化技术	178
三、有机质固体废弃物再资源化技术	179
四、特殊固体废弃物的再资源化技术	181
第三节 废弃物处理过程“二次污染”的防治技术	183
一、堆肥是有机生活垃圾处理的有效方法	183
二、环境无害化填埋技术的新发展	185

三、焚烧法二次污染物的消除和能量的回收利用	187
四、废弃物处理技术是环境优先？还是成本优先？	188
第四节 新能源发展需要新技术支撑	188
一、可再生能源和新能源的技术领域和发展趋势	188
二、核能是物质消耗和废物排放减量化典范	190
三、太阳能是清洁的和可持续的能源代表	193
四、风能是最廉价和发展最快的可再生能源	197
五、生物质能是可循环和可再生的理想能源	198
六、氢能源——21 世纪最理想的新能源	200
第八章 循环经济的政策法规体系	203
第一节 循环经济需要政策和法规的导向	203
一、发挥政府在税收、金融和财政等政策上的导向作用	204
二、让市场机制发挥优化资源配置和调节的功能	208
三、生产者责任延伸制度与企业的社会责任	210
四、生产者延伸责任制度的实施和回收模式选择	212
第二节 构建促进循环经济发展的法律体系	215
一、法律是调整社会利益关系和格局的手段	215
二、立法基点：从被动的“末端处理”到主动的“管端防治”	217
第三节 日本的循环经济法律体系结构和特征	219
一、日本 ISC 的《建立循环经济体系》报告	219
二、日本的循环经济法律体系的结构	220
三、日本循环型社会法规体系的特点	225
第九章 国外循环经济发展的特点和趋势	229
第一节 日本：构建循环经济与循环型社会	229
一、日本经济高速增长所带来的环境代价	230
二、资源匮乏和能源短缺所带来的反思	231
三、构建循环经济的法律体系确保“环之国”的实现	232
四、“静脉产业”体系：未来第四产业	234
五、日本全民动员参与建立循环型社会	235
第二节 欧美各国的循环经济发展状况	236
一、德国：以“垃圾经济”为核心的循环经济	237
二、瑞典：企业自觉地承担经济循环化的义务	239
三、欧洲其他国家循环经济发展状况	240
四、美国：从过度消费、大量排放到适度消费、减少废弃	242
第三节 低碳经济：人类经济发展方式的新变革	245

一、碳排放量成为衡量人类经济发展方式的新标识	245
二、碳减排的国际履约协议孕育了低碳经济	248
三、多层面推进低碳经济发展的路径与方法	252
参考文献	256
附件 中华人民共和国循环经济促进法	263
后记 循环经济：人类经济发展方式转变的客观要求	272

第一章 循环经济产生的时代背景

在人类历史发展的长河中，在一个漫长的时期，人与自然和谐共存，大自然像母亲的乳汁滋润着人类脆弱的农业文明。2500年前，当古希腊自然哲学家播下了科学文明种子后，人类就有了认识自然的工具和方法。15世纪，当F.培根第一次提出“知识就是力量”口号后，改造自然，从自然界获取财富就成为400多年工业文明的共同价值取向。当19世纪伟大导师恩格斯告诫“人类不要过分陶醉于我们人类对自然界的胜利，对于每一次这样的胜利，自然界都对我们进行报复”时，许多人不以为然，认为自然界有取之不尽，用之不竭的资源，只是人类能力有限。然而，20世纪的工业文明在技术革命的推动下，以前所未有的速度向前发展，人类在享受工业文明所带来的辉煌成果和财富的同时，也深深地感受到了人类赖以生存的自然资源与生态环境正面临着巨大挑战。人们不得不思考人类未来经济发展方向和模式。世纪之交，国际社会对未来经济走向提出了两大趋势：一是知识经济（Knowledge Economy）；二是循环经济（Recycle Economy）。知识经济（KE）是基于知识和信息的生产、分配和使用之上的经济（联合国教科文组织的定义），知识经济是通过知识流和信息流来整合、优化物质流与能量流，使之高效化、合理化的经济运行方式，实现智力资源对物质资源的替代，实现经济活动的知识化。循环经济（RE）是以生态优先和物质循环理念重构传统的经济流程和工业发展模式，以清洁生产技术、生态化产业链集成技术、环境无害化技术、废物回收和再资源化技术为基础，以环境友好的方式永续利用自然资源，以和谐的方式处理人与自然环境的关系，实现资源消耗减量化和高效化，废弃物再资源化和无害化，经济活动生态化和循环化。因此，循环经济成为21世纪经济发展新模式是历史的必然。

第一节 资源环境与经济发展：人类面临的共同矛盾

人类从来没有像今天这样关注资源与环境问题，因为这是人类赖以生存的根基，也是人类经济发展的基础。加剧资源环境与经济发展的矛盾的始作俑者是人类自身。1972年罗马俱乐部发表的《增长的极限》报告的划时代意义在于，第一次明确地告诫人类：我们同舟共济于一个地球，一方面地球的自然资源是有限的，有限的资源不能满足无限的经济增长和人类对物质财富无限的需要；另一方面自然界吸纳人类经济活动所排放废弃物的自净能力也是有限的，有限的环境容

量难以承载无限的废弃物侵入。尽管罗马俱乐部提出的“零增长”的全球均衡发展理念,受到各方面的批判和质疑,但是,资源环境与经济发展之间存在不可回避的矛盾,引起了世界各国的广泛关注和重视。20世纪90年代以后相继出现的许多全新的理念,如可持续发展理念、走新型工业化道路的思想、科学的发展观,经济发展方式的转变等,从不同的角度,以不同的方式力图破解人类发展所面临的共同矛盾。然而,全球资源环境与经济发展的尖锐矛盾仅仅是一种表象,其背后的深层次原因是传统的工业文明和发展模式的缺陷所引发的。循环经济的发展理念正是在这样的时代背景下应运而生。

一、对传统工业文明范式的反思

循环经济的产生是对传统工业文明范式反思的结果。循环经济力图用经济活动的生态化和循环化来塑造全新的生态工业文明,构建21世纪人类新的经济发展范式,强调人类与自然共生共赢和协调发展,这种变化趋势,一方面是对传统工业文明范式的超越,另一方面也将引起人类文明结构和本质的深刻变化。

1. 传统工业文明:对自然资源进行无节制地掠夺性开发

传统工业文明之初,由于生产力水平和科技发展水平的限制,人们一直坚信自然界有取之不尽,用之不竭的资源,唯一不足的是人类索取自然资源的能力有限。但是,随着科技进步和生产力水平的不断提高,人类对自然资源的利用,逐步由农业社会的利用动植物等可再生资源,转向石油、天然气、煤炭、铁、铜、铝等不可再生资源的开发。传统工业文明发展的内在动力来自于市场主体不断追求物质财富的无限增长,导致人们对自然资源进行大规模地掠夺性开采。这种高增长、高投入、高消耗、高排放、高污染的发展方式,使得传统的工业文明渐渐陷入了不可自拔的危机之中。传统工业文明是建立在对自然资源与环境的免费索取和利用基础上,市场主体追求利益最大化与社会付出的资源代价和环境成本是不对称的。这种只追求个体或利益集团局部的经济利益最大化,对于人类自身赖以生存的生态环境破坏和环境污染毫不关心,导致了传统的工业文明危机四伏。

循环经济是对人类无计划、无节制、高强度地将地球上的物质资源视作“免费的午餐”,过度开采为特征的传统工业文明进行深层次反思的结果。循环经济倡导的是一种与地球资源和自然环境相协调、互为依存的经济发展模式,被称之为“生态文明”或“生态工业文明”。它要求把经济活动建立在物质的丰度、经济数量的增长、文化水平的提高、产业结构的优化、人口的规模等社会环境指标与生物多样性、土地承载力、环境容量、可供使用的资源数量等自然环境指标综合分析、合理规划的基础上。要求把经济活动组成一个“资源—产品—再生资源”的反馈式非线性经济,所有的物质和能源在这个不断进行的经济循环过程中得到最大限度的、合理的和持久的利用,从而使经济活动对自然资源的破坏和环

境的污染等不利影响降到尽可能低的程度。

2. 传统工业模式：对生态环境先污染、再治理

传统工业模式认为生产过程消耗资源，排放废物是天经地义的事。传统经济本质上是将自然资源变为产品，产品变成废物的过程，是以反向增长的环境代价来实现经济上的短期增长，对资源的利用是粗放型、一次性的。从热力学第二定律的角度看，它不断地将有用物质变成“废物”，使自然界熵值不断增加的过程。由此导致不仅在经济数量上的不可持续性增长，同时也严重地影响了社会在发展水平和质量上的改善，是一种不可持续性发展。

20世纪60~70年代，世界各国主要关注环境污染、环境保护、环境治理等问题。只关注人类经济活动造成的环境后果和生态影响，以及产生污染后的末端治理方式，使之对环境和生态的影响降低到最低限度，并没有从经济运行机制，从传统的经济流程的缺陷上揭示产生环境污染和生态破坏的本质，没有从经济和生产的源头上寻找问题症结所在。因此，“边生产、边污染、边治理”，“先生产、后污染、再治理”成为那个时代的主要特征。尽管各国都制定了严格的排放标准，严厉的惩罚措施，健全的环境质量监控体系，但随着工业规模不断扩大，环境保护和治理的费用直线上升，生产成本不断提高。到了20世纪90年代初，美国化学工业用于环保的费用高达1000亿美元，清理已污染地区花去了7000亿美元。这种现象引起了有社会责任感的科学家的反思。环境污染的治理是治标，还是应该治本？

如何破解人类所共同面临的资源与环境难题，发达国家为此进行了大量的探索。社会学家从社会体制上找原因，科学家从科学技术上寻出路，经济学家从发展模式上探根源。

二、地球：有限的资源供给与环境容量

中国唐朝诗人白居易曾经说过：“天育物有时，地生财有限，而人之欲无极。以有时有限奉无极之欲，而法制不生其间，则必物殄而财乏用矣。”古人早已认识到人的需求的无限性与资源有限性的矛盾。但是，人类真正的觉醒却要等到20世纪70年代，要到罗马俱乐部用一种世界模型的系统动力学的推导，用耸人听闻的悲观结论，才使人类醒悟：我们同舟共济于“一个地球”，而地球上的自然资源是有限的，环境容量也是有限的。地球上自然资源的有限性和环境容量的有限性的认识，是循环经济的重要思想基础。

1. 自然资源是有限的

从广义上讲，资源是指一切可被人类利用的物质、能量、信息、劳力、资金、设备以及良好的社会环境等，它既包括自然资源，也包括社会经济资源两部分。广义的资源，通常是说在人类的生活、生产活动中一切直接或间接地为人类

所需要的、并构成生存要素的、稀缺的、具有一定开发利用价值的资财来源。从狭义上讲,人们通常是把“资源”特指“自然资源”,既包括各类资源形成的物质基础或终极来源,也包括人们生产和生活的自然环境。因此,地球表面的物质存在统称为自然资源,如土地资源、矿物资源、海洋资源、森林资源、生物资源、水资源等。

传统的工业化和现代化,是建立在化石矿物燃料基础之上的。地球表面经过千百万年的演化,为人类提供大量的储藏在地表以下的石油、煤炭、矿产。这些自然界恩赐给人类的物质存在,成为人类创造财富、创新生活的物质基础,成为人类生存和发展的重要的物质来源。石油就是一个最经典的例子。石油是地球上经过几百万年沉积下来的矿藏。古希腊人把石油叫做 petroleum,那是由 petro(石)与 leum(油)两个字组成的。最初人们从石油中提炼煤油,把副产品汽油倒掉不用。20 世纪初世界汽车工业兴起之后,汽油才成了人类的宝贝,被大量使用于汽车、飞机。据统计,今天世界各国共拥有汽车这类交通工具已达 5 亿多辆,每天在消耗着大量的汽油。据美国《地理》杂志报道,全世界现在每天消耗石油 8000 万桶(每 7 桶合一吨),其中 50%~60% 是用于汽车和飞机等交通工具上。

所谓的现代农业也是建立在化石矿物资源基础之上,化肥和农药成为现代农业发展必不可少的物质基础,而化肥和农药的生产和使用过程,不仅生产消耗着大量不可再生的化石矿物质,如石油、天然气、煤炭等,而且生产和运输过程也消耗着大量的能源。因此,现代农业与传统生态农业相比,不仅在资源消耗上付出了沉重的代价,而且对生态环境也带来了深刻的影响,如化肥的大量使用使土壤贫瘠,农药大量的使用使人类对生态食物链的安全性充满着担忧。

截至目前为止,世界发现矿产近 200 种。其中较为丰富的有铁、钒等,其静态储量的保证年限在 132~230 年之间;而较为紧张的有铜、铅、锌和镁等,静态保证年限在 30 年左右或不足 30 年。中国自然资源短缺情况十分严重,按已发现的 171 种和探明储量的 158 种矿产资源看,我国矿产资源总量约占世界的 12%,居世界第 3 位,但人均占有量仅为世界人均占有量的 58%,排名第 53 位。45 种主要矿产资源人均占有量不到世界平均水平的一半。我国常规商品能源资源占世界总量的 10.7%。改革开放以来,我国用能源消费翻一番支撑了 GDP 翻两番。到 2020 年,要实现 GDP 翻两番,即使按能源再翻一番考虑,要保障能源供给也有很大困难。

从理论上讲,水是地球上最丰富的自然资源之一,它覆盖地球表面的 70% 左右,但可供人类生产和生存的淡水资源是十分有限的。地球上 98% 的水是咸海水,既不能灌溉也不能饮用。淡水资源绝大多数是以极地冰盖和高山冰川的形式存在,人类生存所依赖的河流、湖泊、地下水和生物体内的淡水不到全球总水

量的1%，这些淡水有2/3在水循环中蒸发了，只有1/3的淡水资源可以为人类所使用。所以，真正可以被人类所使用的水资源是非常有限的。而水资源的短缺可分为两类：

(1) 水源性缺水。即淡水资源总量的短缺。例如，中国的水资源尽管总量较为丰富，但人均淡水资源的占有量只有2400立方米，仅为世界平均水平的1/4。淡水资源在空间和时间上的分布极不均衡，北方存在着严重的水源性缺水。20世纪80年代以来，黄河、海河、滦河、淮河流域先后进入了持续枯水期，黄河下游断流情况加剧，淮河中游也出现了历史上罕见的断流现象。因此，国家实施“南水北调”工程，力图解决北方的水源性缺水。

(2) 水质性缺水。即水体污染所带来的缺水现象。据统计，2000年全国污水排放量高达620亿吨，其中工业污水占66%，生活污水占34%，其中长江流域和珠江流域的污水排放占全国的近50%。水体污染使得许多河流和湖泊水质下降。据国家环境保护部门的监测，太湖Ⅱ、Ⅲ类水质断面占12%，Ⅳ类水质断面占64%，Ⅴ类水质断面占12%，劣于Ⅴ类水质断面占12%。中营养水平的水域占太湖总面积的16.5%，富营养水平的占83.5%。人称“江南水乡”的杭嘉湖平原，由于工业污染，出现了严重的水质性缺水。

显然，自然资源不是取之不尽，用之不竭，它在人类的大规模地开发利用中，一步步地走向短缺和枯竭。充分认识自然资源的有限性，对于深刻认识发展循环经济的重要性和紧迫性具有特殊的意义，对于加快建设资源节约型社会也具有重要的现实意义。

2. 环境容量是有限的

地球生态环境是大自然恩赐给人类的生存基础、物质基础、能量基础、空间基础，是人类赖以生存和发展的综合体。自然界在太阳提供的巨大的能量中，昼夜交替、四季循环、万物生长、生命繁衍。自然界的生态环境对人类文明过程有承载能力和包容能力。这种能力包含了几个方面：①对于维系人类生存与发展的外部环境稳定能力；②对于人类活动所释放废弃物的缓冲能力；③对于各类有毒物质的自然降解能力；④对于各类干扰和破坏生态系统平衡的抗逆能力；⑤对于生态系统受到破坏后的修复能力。专家学者称之为“环境自净能力”即自然环境可以通过大气、水流的扩散、氧化反应以及微生物的分解作用，将污染物化为无害物的能力。

正是自然生态环境拥有这种承载能力和包容能力，长期以来，人类与自然界才能和谐共处。然而，随着人类活动范围的拓展，无休止地对自然资源进行攫取，无节制地向自然环境排放废弃物，使得局部环境恶化开始达到或超越生态阈值，自然环境受到了永久性损害，并直接危及人类自身的生存条件，人类才开始意识到自然生态环境的承载能力和包容能力是有限的。世界自然保护联盟、联合

国环境规划署、世界野生生物基金会(1991)在共同发表的《保护地球——可持续生存战略》一书中对自然生态环境承载力和包容能力进行了概念性描述:“地球或任何一个生态系统所能承受的最大限度的影响就是其承载力。人类对这种承载力可以借助于技术而增大,但往往是以减少生物多样性或生态功能作为代价的。然而,在任何情况下,也不可能将其无限增大。这一极限取决于系统自身的更新或对废弃物的安全吸收能力。除非人口和资源需求的水平能降低到地球承载力范围以内,否则人类生存持续性是不能保持的。”

学术界为此提出了一个表征环境自净能力、承载能力和包容能力的指标“环境容量”(Environmental Capacity)。环境容量是指一定空间内容纳某种物质的能力,即在人类生存和自然生态不受危害的前提下,某一环境所能容纳污染物的最大负荷量,它是衡量和表征环境系统结构和状态相对稳定性以及环境同化能力的一个重要概念。就环境污染而言,污染物存在的数量如果超过环境容量,那么这一环境的生态平衡和正常功能就会遭到破坏。

人类对自然资源的开发、对生存环境的改造、对废弃物的排放,均应维持在自然生态环境所允许的容量之内。也就是说,应维持在自然生态环境的自净能力、缓冲能力、降解能力、抗逆能力和自我修复能力范围之内,只有维持现实环境的质量不超出所允许的承载标准,才能达到合理发展的要求。否则,超过自然环境的生态阈值(临界点),生态环境平衡就会被打破,系统就会崩溃,有可能发生波及整个人类的灾难性后果。例如,每个生物种属都有自己的忍耐力极限。水中酚的含量如果低于50毫克/升时,这对水稻危害并不明显,但一旦超过50毫克/升,水稻生长就会受到影响;再如,空气中二氧化硫的浓度如果达到10ppm,人就不能长时间工作,而达到400ppm,人就会迅速死亡。其他类型的毒物也是如此,剂量与生物反应有着明显的关系。因此,当环境中进入少量污染物时,由于稀释和自净作用,低浓度的有毒物质还不会明显危及生物和人;而一旦污染物数量超过了环境的自净能力,生态系统就将被破坏,生物和人就可能发生病变或死亡。

人类生产和生活过程的废弃物和污染物向环境的排放,一方面导致一些生物的死亡,破坏了原有环境生物多样性的格局,另一方面有害污染物在不同的生物体内经吸收后逐级传递,不断积聚和浓缩,最后形成了生物富集或生物放大作用,最终危害人类。这种不太容易引起人们注意的环境破坏,不仅危及当代人,还给我们的子孙后代带来影响。因此,我们必须充分认识到人类生存和发展的环境容量是有限的,环境的生态阈值是有限的,环境的承载能力是有限的,这也是大力发展循环经济的基本认识基础。循环经济范式强调在环境生态阈值的范围内,合理利用自然资源,提高资源生产率。做到在经济增长的同时,资源消耗量和废弃物排放量减少,在尊重自然权利的基础上切实有力地保护生态系统的自我修复能力,达到经济发展和环境保护的“双赢”目的。

三、中国的觉醒：倡导科学发展观

中国是一个发展中国家，改革开放 30 年来，我国实现了国内生产总值翻两番的战略目标。但是，经济增长方式仍然没有摆脱传统的高投入、高消耗、高污染、低效益的发展模式，在经济高速增长的同时，资源和能源的短缺、生态环境恶化等问题日益突出。中国政府在坚持“发展是硬道理”的同时，提出了科学发展观，即统筹人与自然的协调发展，转变经济增长方式，走新型工业化道路。“十一五”期间，国家又明确地提出了“大力发展循环经济，建设资源节约型和环境友好型社会”发展思路，标志着中国的科学发展观有了更为丰富的内涵。

1. 中国人均资源能源短缺，资源消耗大

中国是一个人口密度高、人均资源匮乏的国家。尽管中国矿产资源品种齐全，总量丰富，但人均占有量低。例如，中国的铁、锰、铜、铝矿、钾盐等关系国家经济和安全的大宗矿石将严重短缺。中国铁矿石资源大多是品位低、杂质多，无法满足生产高精尖钢产品的需要。难以直接利用的贫矿占 95% 以上，含铁平均品位只有 33%。2007 年我国钢产量达到 4.26 亿吨，其中铁矿石和矿砂的 60% 都是从巴西和澳大利亚进口的。目前，我国铜矿资源保有储量为 6300 万吨，可利用的储量只有 3500 万吨，人均储量只有 2.7 千克，仅相当于世界平均水平的 18%。而根据预测，到 2010 年中国铜的累计需求量将达到 3000 万吨，到 2020 年将达到 8000 万吨。2007 年，我国 60% 的铜矿资源依赖进口。我国已成为世界最大铝合金生产国，而铝土资源的人均占有量仅为 283 克，相当于世界水平的 7.3%，其中几乎全部都属于难以冶炼的硬铝石。随着国内铝合金产量的快速增长，我国的氧化铝需求 1/2 依靠进口。

中国是化石能源紧缺的国家，煤、石油、天然气只占世界可开采资源量的 12%、3% 和 2%，人均占有量分别只占世界人均占有量的 56%、15% 和 10%。在国民经济快速增长的带动下，我国能源需求和能源生产增长迅猛，2007 年一次能源生产总量为 26.03 亿吨标准煤，比上年增长 11%，但能源生产的高速增长仍然不能满足需要。我国能源工业除了需要满足不断增长的能源需求外，还面临能源发展和环境保护尖锐矛盾的严峻挑战。2007 年我国已经成为世界第一煤炭消费大国和第二石油、电力消费大国，同时消耗占世界当年消耗总量近 50% 的水泥、35% 的钢铁、20% 的氧化铝和铜，却只创造了占世界 5%~6% 的 GDP。

2. 中国资源能源利用效率和回收率低下

由于我国的资金、技术、管理等原因造成资源的不合理开发和利用，使能源和资源的利用效率低下。目前，我国综合能源利用率约为 33%，比发达国家低 10 个百分点；单位产值能耗是世界平均水平的 2 倍多，是日本的 11.5 倍，是德国和法国的 7.7 倍，是美国的 4.3 倍。主要产品单位能耗平均比国外先进水平高