



中国环境与发展国际合作委员会研究成果丛书

China Council for International Cooperation on Environment and Development

清洁生产与循环经济 ——概念、方法和案例

CLEANER PRODUCTION AND CIRCULAR ECONOMY:
CONCEPTION, METHODOLOGY AND CASES

钱易 主编



清华大学出版社



中国环境与发展国际合作委员会研究成果丛书
China Council for International Cooperation on Environment and Development

清洁生产与循环经济 ——概念、方法和案例

CLEANER PRODUCTION AND CIRCULAR ECONOMY:
CONCEPTION, METHODOLOGY AND CASES

钱易 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

发展循环经济,建设资源节约型社会,促进国民经济的可持续发展是我国长期的战略任务和奋斗目标。中国环境与发展国际合作委员会在第二届期间(1997--2002年)成立了清洁生产工作组,在第三届期间(2002--2003年)成立了循环经济课题组,对我国如何开展清洁生产、循环经济和可持续发展进行了持久而又深入的探讨。本书汇集了工作组(课题组)的中外专家们以及几次参加研讨会和其他专家们的文章,其中有理论阐述、方法介绍、经验总结、案例分析以及政策建议等,记载了我国开展清洁生产和循环经济工作的轨迹。

本书对于科学研究人员、企业管理与决策人员、政府部门工作与决策人员等具有重要的参考价值。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

清洁生产与循环经济:概念、方法和案例/钱易主编. —北京:清华大学出版社,2006.8
ISBN 7-302-12667-4

I. 清… II. 钱… III. ①无污染工艺—文集 ②自然资源—资源利用—文集 IV. ①X383-53 ②F062.1 53
中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第019098号

出版者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦
<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084
社总机:010-62770175 客户服务:010-62776969

组稿编辑:柳萍

文稿编辑:王雪兰 柳萍

印装者:清华大学印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:16.5 插页:2 字数:418千字

版 次:2006年8月第1版 2006年8月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-12667-4/X·78

印 数:1~2000

定 价:39.00元

图片介绍



国合会清洁生产工作组在《国际清洁生产宣言》太原公众签名仪式上



国合会清洁生产工作组在太原市现场调研



国合会清洁生产工作组在太原示范城市召开工作会议



国合会清洁生产工作组在三亚召开工作会议



国合会循环经济课题组全体成员



国合会循环经济课题组两位主席(钱易院士和井出亚夫教授)



国合会循环经济课题组在贵阳召开国际研讨会



课题组考察贵阳循环经济建设情况



贵阳“循环经济在我心中”活动现场

序 言

为了实施联合国里约热内卢环境与发展首脑会议提出的可持续发展战略,中国环境与发展国际合作委员会(简称国合会,用 CCICED 表示)于 1992 年成立。国合会是一个高级国际咨询机构,主席由中华人民共和国国务院的领导同志担任,委员包括中国国务院各有关部委的部长或副部长、国内外环境发展领域的知名专家,以及有关国际组织的领导,其主要职责是针对中国环境发展领域重大而紧迫的关键问题提出政策建议并进行政策或项目示范。

根据需要,国合会下设若干工作组(2002 年后改名为课题组)。清洁生产工作组是 1997 年成立的,2003 年根据研究内容的发展成立了循环经济课题组。共有 20 余位中外专家参与了这两个组的工作。近 6 年来,工作组(课题组)对国内外推行清洁生产和循环经济的经验进行了深入的调查研究,在中国典型省市进行了清洁生产和循环经济的试点和示范,推动了我国《清洁生产促进法》的制订和颁布,召开了多次报告会、研讨会,对清洁生产和循环经济的意义及经验进行了广泛的研讨和宣传教育,并对中国政府提出了促进清洁生产和循环经济的一系列政策性建议。

这本书汇集了工作组(课题组)中外专家们以及几次参加研讨会和其他专家们的文章,其中有理论阐述、方法介绍、经验总结、案例分析以及政策建议。它们深刻地说明,推行循环经济是走出一条新型工业化道路的惟一选择,是实施可持续发展战略的必由之路。在我国上下齐心协力为实现全面建设小康社会的目标而奋斗、又面对经济快速发展对资源和环境的极大挑战的形势下,衷心希望这本书能够发挥抛砖引玉的作用,使我国对清洁生产和循环经济的研究和实践迈上一个新的台阶。

借此机会,我愿向对于上述两个工作组(课题组)贡献了时间、精力和智慧的中外专家们和全体工作人员表示衷心的感谢和诚挚的敬意,也对参与翻译和文字整理工作的教师与学生们表示真诚的感谢。

钱 易

循环经济课题组中方组长

目 录

序言	钱 易(1)
----------	--------

第 1 部分 概念和战略

1. 从清洁生产到循环经济	曲格平(3)
2. 从污染防治到可持续发展 全球视角下的中国循环经济	J. A. Lardereel 赵 巍(6)
3. 发展循环经济是全面实现小康社会的必由之路	钱 易(15)
4. 穿越“环境高山” 论经济增长过程中环境负荷的上升和下降	陆钟武 毛建素(21)
5. 建设基于循环经济新模式的全面小康社会	诸大建(33)
6. 工业生态学及其与清洁生产的关系	J. Alan Brewster(40)
7. 清洁生产、生态工业和循环经济	段 宁(45)
8. 关于循环经济若干问题的初步分析	张天柱(50)

第 2 部分 方法和工具

9. 亚洲的生态工业网络	Anthony S. F. Chiu(67)
10. 物质流分析在中国的应用实例	徐一剑 张天柱 徐 明(75)
11. 如何度量区域循环经济的发展 以贵阳市为例	石 磊 张天柱(89)
12. 工业代谢与生态工业网络分类理论研究	段 宁 傅泽强 乔 琦 孙启宏(95)
13. 工业园区的物质代谢分析 以化工园区为例	石 磊(101)
14. 作为清洁生产工具的生命周期评价：在中国的应用前景	孙启宏(106)
15. 啤酒行业清洁生产审计技术要求	于秀玲 段 宁 尹 洁(111)

第 3 部分 政策与法规

16. 关于中国清洁生产法起草情况及若干重要问题	孙佑海(119)
17. 持续清洁生产的关键在于企业意愿及政府的重视和推动	王汉臣 劳长春(124)

- 18 为什么要进行清洁生产 彼得·M.希金斯 亚瑟·D.菲茨杰拉德(128)
- 19 清洁生产的推进机制 Casper van der Tak(138)

第4部分 国际案例

- 20 清洁生产及其展望 Jacqueline Aloisi de Lardere(151)
- 21 加拿大污染预防的实施状况 John de Gonzague(157)
- 22 污染预防和责任关怀
陶氏公司的成功经验 Judy Castledine(164)
- 23 日本化学工业的责任关怀®及其在Dainippon墨水和
化学品公司的实践 Tanaka, Yasuo(169)
- 24 美国《污染预防法》及其实施分析 贺翊燕(172)
- 25 BP公司清洁生产:从理论到实践 格雷厄姆·亨特(183)

第5部分 国内案例

- 26 大力发展循环经济,加快振兴辽宁老工业基地 文毅(189)
- 27 大力推进循环经济建设,实现发展与环保“双赢” 柴汉明 王惠中 孙克强(192)
- 28 以循环经济的模式建设生态城市 孙国强(196)
- 29 清洁生产在陕西的推广及其技术创新 冉新权 李敬喜(207)
- 30 水泥工业在实施循环经济中的作用 王汉臣 劳长春(213)
- 31 贵阳磷化工生态工业园区案例
..... 周哲 胡山鹰 薛东峰 沈静珠 李有润 梁日忠 杨砾(219)
- 32 化学工业深入推行清洁生产的思考与建议 杨再鹏(225)
- 33 昌河飞机工业公司汽车涂装生产线清洁生产审核总结报告
..... 魏立安 魏洽 彭希仁 葛炳松 朱宗万 郝学峰 魏达林(235)

- 附录A 第二届中国环境与发展国际合作委员会清洁生产工作组
1年总结报告 (242)
- 附录B 中国环境与发展国际合作委员会循环经济与清洁生产课题工作
报告结论与建议 (250)
- 附录C 中国环境与发展国际合作委员会清洁生产工作组赴日清洁生产培训
考察组总结报告 (253)

第 1 部分

概念和战略

1 从清洁生产到循环经济

20 世纪末,很多预言家都声称 21 世纪是一个绿色文明时代。

绿色文明时代是一个什么趋势和特征呢?我个人以为,从企业的技术、工艺、产品和服务的层次来看,是趋向于无废、少废和清洁无害的;从产业和整个经济体系来看,则是趋向于物质循环使用和能源高效利用的。前一个方面可以用清洁生产来概括,后一个方面则可以用循环经济来概括。所以,对新世纪环境与发展方面的上述趋势而言,我们既可以用清洁生产来描述,也可以用循环经济来描述。

那么,两者是什么关系呢?其政策含义是什么呢?

自 20 世纪 70 年代末国际社会提出清洁生产的概念以来,经 UNEP(联合国环境规划署)等国际组织的大力提倡,清洁生产的思想已广为共识,并逐步在工商产业界开始得到实施。从目前来看,清洁生产主要表现为各国际组织、政府机构和民间组织从保护环境的角度,对生产过程(后来也延伸到消费)提出的一系列规范要求,即要求从生产的源头,包括产品和工艺设计、原材料使用、生产过程、产品和产品使用寿命结束以后对人体和环境的影响各个环节都采取清洁措施,预防污染的产生或者把污染危害控制在最低限度,概括地说就是低消耗、低污染、高产出。同时,它也主要表现为一系列超越传统环境管理“命令-控制”的新的环境管理方式,倡导生产者不是做环境法律和标准消极的应付者,而是要做得更好,以建立起政府和企业环境保护中的合作伙伴关系。

从 20 世纪 90 年代初清洁生产的理念被引入中国后,得到了广泛传播,政府有关部门不仅倡导,也进行了积极的培训、示范和推广。1996 年国务院作出了《关于环境保护若干问题的决定》,要求新建、改建、扩建的工业项目,应当尽量采用清洁生产工艺;1999 年清洁生产作为国家主张,出现在国务院总理向全国人民代表大会所作的政府工作报告之中。为了动员全社会的力量推行清洁生产、实现可持续发展,九届全国人大常委会把《清洁生产促进法》列入立法规划,并由环境与资源保护委员会组织起草¹⁾。这或许是世界上第一部冠以“清洁生产”的法律,我们试图通过这部法律,要求政府为清洁生产技术的推广提供政策、技术和资金支持,扫除影响清洁生产技术推广中的各种障碍,提高企业实施清洁生产的责任感,并且通过绿色标志等制度的建立,扩大公众参与环保行动的机会。

从 20 世纪 90 年代以来,循环经济在发达国家已经成为一股潮流和趋势,有的国家并以立法的方式加以推进。如德国 1996 年就颁布实施了《循环经济与废物管理法》,该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。其要义是首先要减少生产源头的污

注 1 《清洁生产促进法》于 2002 年 6 月底颁布,2003 年 1 月 1 日开始正式实施。

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;其次是对源头的废弃物,也包括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;只有那些不能利用的废弃物,才允许作最终的安全无害化处置。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;对于产生的废弃物要尽可能多次循环使用,尽可能使废弃物资源化;对于无法减少和再使用的废弃物可以焚烧或作其他方式处理。2000年成为日本建设循环型经济社会史上关键的一年。这一年建立循环经济社会的最新进展,要算日本召开的第一届“环保国会”,这届国会通过和修改了多项环保法规:《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》、《食品回收利用法》、《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再生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世纪经济和社会的发展方向,提出了建立循环型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,减轻环境负荷,从而谋求实现经济的健康发展,构筑可持续发展的社会。”目前,循环经济的思想和战略在中国也开始得到倡导,我相信在不久的将来就会纳入国家的议事日程。

从循环经济的基本特征来看,它是人们模仿自然生态系统,按照自然生态系统物质循环和能量流动规律建构的经济系统,并使得经济系统和谐地纳入到自然生态系统的物质循环过程中。传统经济与循环经济的不同之处在于:传统经济是一种由“资源-产品-消费-污染排放”所构成的物质单向流动的线性经济。在这种经济中,人们以越来越高的强度把地球上的物质和能源开采出来,在生产加工和消费过程中又把污染和废物大量地排放到环境中去,对资源的利用常常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的数量型增长,导致了自然资源的短缺与枯竭,并酿成了灾难性环境污染后果;与此不同,循环经济倡导的是一种建立在物质不断循环利用基础上的经济发展模式,它要求把经济活动按照自然生态系统的模式,组织成一个“资源-产品-消费-再生资源”的物质反复循环流动的过程,使得整个经济系统以及生产和消费的过程基本上不产生或者只产生很少的废弃物,“只有放错了地方的资源,而没有真正的废弃物”,其特征是自然资源的低投入、高利用和废弃物的低排放。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持久的利用,以把经济活动对自然环境的影响降低到尽可能小的程度。在这里,环境合理性和经济效率性得到了有效的结合。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战略性的理论范式,从根本上消解了长期以来环境与发展之间的尖锐冲突。

从清洁生产和循环经济两者关系来看,清洁生产具体表现为单个生产者和消费者的行为,这种微观层次的清洁生产和消费行为,通过发展为工业生态链和农业生态链,进一步实现区域和产业层次的废物和资源再利用;并通过政府、企业、消费者在市场上的有利于环境的互动行为,上升为循环经济形态。我们可以设想一下,如果广大生产者和消费者都采纳了清洁生产的行为方式,从国民经济总体来看,它就表现为一种循环经济形态。所以,从这点而言,清洁生产是循环经济形态的微观基础,循环经济则是清洁生产的最终发展目标,各种产业的、区域的生态链和生态经济系统则构成清洁生产到循环经济系统的中间环节。衡量清洁生产是否达到目的,仅仅衡量某个企业或某个行业是不够的,应当看其是否在区域、国

家层次形成生态经济系统,形成循环经济形态。

清洁生产和循环经济之间的这种密切关联,使它们在基本特征和原则上保持一致性和相似性,即都强调污染物的源头削减和再利用,表明其政策之间也是密切关联的,是一致的。因此,这里我们可以说,循环经济是实施可持续发展战略必然的选择和重要保证,而在世界上呼声很高的清洁生产,则是实现循环经济的基本途径,其相互关联的政策和做法可归纳为以下5个方面:

(1) 要有符合清洁生产和循环经济的设计原则和方法贯彻到各种工程、产品和服务的设计中,把经济效益、社会效益和环境效益统一起来,充分注意到使物质循环利用,做到物尽其用。如在产品设计中,尽量采用标准设计,使一些装备便捷地升级换代,而不必整机报废。在产品使用生命周期结束以后,也易于拆卸和综合利用;同时,在产品设计中,要尽量使之不产生或少产生对人体健康和环境的危害影响;不使用或尽可能少使用有毒有害的原料。“预则立,不预则废”。科学合理的设计是推行循环经济的前提条件,是循环经济的首要环节。

(2) 依靠科技进步,积极采用无害或低害新工艺、新技术,大力降低原材料和能源的消耗,实现少投入、高产出、低污染,尽可能把对环境污染物的排放消除在生产过程之中。各国推行清洁生产的实践证明,这种要求是可以做到的。以德国为例,在GDP增长2倍多的情况下,主要污染物减少了近75%,收到了经济效益和环境效益“双赢”的结果。

(3) 实行资源和废物的综合利用和循环利用,使废弃物资源化、减量化和无害化,把有害环境的废弃物减少到最低限度,这是循环经济的一条重要原则和重要标志。废弃物的综合利用和循环利用有两种方式:一是原级资源化,即把废弃物生成与原来相同的产品;二是次级资源化,即把废弃物变成与原来不同的新产品。

(4) 按照工业生态系统思想建立工业生态园,是推行循环经济的一种好方式,世界上有许多成功的典型。这种方式模仿自然生态系统,使资源和能源在这个工业系统中循环使用,上家的废料成为下家的原料和动力,尽可能把各种资源都充分利用起来,做到资源共享,各得其利,共同发展。近年来我国城市地区纷纷出现的“工业开发区或高新技术开发区”中,已有工业生态园的一些形态:离开市中心区,实行集中式的供热、集中式污水处理和垃圾处置,园区中绿地占有很大比例,等等。但是,对于资源的循环利用则很少顾及。如果在这个基础上再前进一步,距这种工业生态园就不远了。

(5) 建立健全相关的政策和法律法规体系,规范和鼓励国民经济朝着循环经济的方向发展。循环经济是一种新型的、先进的经济形态,目前还存在许多技术、经济和社会等方面的障碍。因此,需要政府制订必要的法律法规和经济政策,对不利于循环经济的行为加以限制,对有利于循环经济的行为加以鼓励和规范,特别要使用经济激励手段,推动循环经济的健康发展。

曲格平,全国人民代表大会环境与资源保护委员会原主任委员,教授

2 从污染防治到可持续发展

——全球视角下的中国循环经济

过去几十年里,经济与环境协调逐渐成为时代主题。在这种大背景下,循环经济以及其他相类似的概念应运而生。本文旨在通过对这种全球化趋势的介绍,梳理循环经济理念的发展历程及演变途径,为中国正在积极探索的可持续发展提供一些借鉴。

1. 背景:共同的危机和关注

按照中国环境与发展国际合作委员会(CCICED)循环经济和清洁生产课题组的说法,发展循环经济的动机就是要对以下这些令人担忧的问题做出解答:

① 与高速的经济增长率相伴随的是低效的资源利用效率,从而使真实经济利益大打折扣;

② 自然资源消耗殆尽(举例来说,出现了数十个资源紧张的城市);

③ 人口增长、高失业率和快速城市化;

④ 环境持续恶化,尽管从某些方面看局部环境有所改善^[1]。

这些问题在全球范围内普遍存在,自1950年以来,世界生产总值已经增加了将近7倍,2001年达到了46万亿美元。这已经导致资源能源和大范围内生活消费品的迅速增加。例如全球的石油消费和纸制品生产量都超过了20世纪60年代早期的3倍以上,而铝制品产量更是增加迅速,已经翻了5番^[2]。

产量和消费量的增加表明自然资源和生态系统将面临巨大的压力。尽管在过去的二三十年内,已经采取很多努力来抑制环境恶化趋势,但情况正变得越来越糟糕。根据联合国环境规划署的报告,在2002年出版的《全球环境展望3》中指出,全球环境的所有方面都在不断地恶化,包括土地、森林、生物多样性、淡水等。尽管在一些领域中出现了进步,但都仅仅停留在地区的和国家的水平上。

在社会这一层次上,近年来一些重要的指标已有所提高,如学校登记在校人数和教育普及率等,但是其他的威胁已经变得更严重,如艾滋病等。总的来说,贫困率依然居高不下,现在有28亿人——几乎占人类总数的一半——每天的生活费用小于2美元,而这其中5亿是中国人^[3]。地球上人口总数在过去的半个世纪里已经增长了一倍多,在2001年达到了62亿。

这些全球发展趋势给中国施加了额外的压力和潜在的复杂影响。由气候变化引起的自然灾害可能对中国人口居住密集区域的生活造成重大损失。全球产品需求总量的逐渐增加为中国制造业和出口发展提供了机遇。2002年制造业相关的出口产品的收入占中国出口总收入的55%^[4]。然而,使用低原材料和能源利用效率来获得这些出口收入,意味着这将长期损害中国的资源基础、经济竞争力和人民健康。如果中国能迅速实施循环经济,那么就

能对环境 and 经济的全球化趋势的影响做出积极的回应。

2. 社会、经济、环境努力的历程

循环经济把环境保护和资源管理作为经济发展的中心。依照中国环境与发展国际合作委员会循环经济和清洁生产课题组的思路,清洁生产是循环经济的基石。他们都致力于逐步提高资源利用效率。然而,循环经济采取了一个更深远的措施,即把工业生态学方法结合到整个经济系统之中,而不是仅仅结合到生产过程,这完全符合全球一体化趋势。全球化趋势明显地表现为以下3个方面:全球可持续发展议程、企业环境管理实践和政府政策。

(1) 全球可持续发展议程——从斯德哥尔摩,到里约热内卢,再到约翰内斯堡

1972年在斯德哥尔摩举行的联合国人类环境会议,认识到我们需要一个共同的观点和原则来激发和指导全世界人民保护和改善人类环境。会议公布了世界各国人民所接受的26项基本原则^[1]。从那时候起,保护自然环境和影响管理已经变成一个全球议程。联合国环境规划署由此产生了。

1992年6月联合国环境和发展大会在巴西的里约热内卢举行,会议提出应把全球环境问题纳入人类发展议题当中,并且还定义了可持续发展的概念。全球采用的文件——21世纪议程制定了综合行动计划,详细叙述了与发展有关的各个环境问题,同时叙述了需要采取的一系列行动。从那时起,在全世界越来越多的地方,通过执行21世纪议程来管理发展活动的环境影响,已经逐渐地变成政府和企业实践活动的一部分。

世界可持续发展峰会(WSSD)在2002年于南非约翰内斯堡召开。距斯德哥尔摩宣言30年、距里约热内卢联合国环境与发展大会10年之后,峰会回顾了全球可持续发展的进展,并认识到确定执行计划我们所面临的巨大挑战。这个计划通过提倡3个主要行动(减少贫穷、变更消费和生产方式、为经济和社会发展管理自然资源^[2]),把全球环境和发展议程推向更深一步。这一执行计划将可持续发展的3个方面紧紧地结合在一起。

(2) 企业实践

早在20世纪70年代政府部门的努力集中在标准的设定和执行上时,企业部门就已经开始采取一些污染防治的措施。也是企业部门开始把环境、健康、安全以及社会责任相结合为可持续发展展开共同策略。关于公司环境行动的50个案例研究表明,环境意识积极的公司大部分经历以下的过程:服从、污染防治和生态效率、社会责任和最近的可持续发展战略^[3](参见图1)。环境管理,一个往往与企业管理的其他部分分开独立处理问题的领域,现在已经越来越频繁地在与健康和安全问题结合,以及与社会责任的进一步结合的公司水平上进行处理。

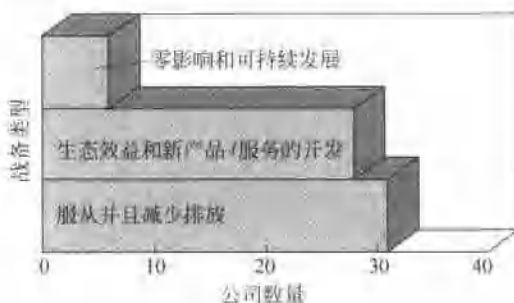


图1 公司的环境策略层次