



Low-Carbon Production Model

赵贺春 王志亮 田翠香 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

教育部人文社科规划基金项目 (10YJA630215)

低碳生产模式

赵贺春 王志亮 田翠香 编著

机械工业出版社

本书以构建多维“企业低碳生产模式驱动力模型”为目标，意在探讨企业微观主体“低碳生产模式”的实现机制和路径。主要内容包括四个方面：①从低碳生产模式案例研究入手，将环境成本效益指标引入传统的成本效益分析指标体系，构建企业低碳生产模式的“综合成本效益分析”基本框架。②以“综合成本效益分析”为基础，结合“企业价值—环境成本—政府管制”的博弈分析框架，从强制性、市场性、自愿性环境管制，以及技术进步和先动优势等方面构建多维“企业低碳生产模式驱动力模型”，探索企业低碳生产模式的实现机制和路径。③以国内有色金属行业数据为样本，对多维“企业低碳生产模式驱动力模型”进行实证检验，根据检验结果进一步对模型进行修正和完善。④从理论上探讨“企业多维低碳生产模式驱动力模型”的导向效应和推广价值。在发展低碳经济的大背景下，本书对实现企业微观层次的“低碳生产模式”具有极其重要的理论价值和现实意义。

图书在版编目(CIP)数据

低碳生产模式/赵贺春,王志亮,田翠香编著. —北京:机械工业出版社, 2015.3

ISBN 978-7-111-49363-1

I. ①低… II. ①赵…②王…③田… III. ①企业管理—生产管理—节能 IV. ①F273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 030879 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:商红云 责任编辑:商红云 陈洁 程足芬

版式设计:赵颖喆 责任校对:樊钟英

封面设计:张静 责任印制:李洋

北京振兴源印务有限公司印刷

2015 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm · 10.25 印张 · 192 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-49363-1

定价:29.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

自 2003 年英国政府发表能源政策白皮书——《我们能源之未来：创建低碳经济》以来，低碳经济理念便迅速引起各方关注并得到世界各国认可。然而，要将低碳经济从概念转化为行动，就必须寻求明确、具体的发展路径。由于物质资料的生产、流通、分配、消费构成整个社会经济活动的四项基本内容，生产又是流通、分配、消费等各项经济活动的基础，低碳经济的发展路径应以低碳生产为逻辑起点。因此，探讨低碳生产的内涵、核心要素及特征等问题具有重要的理论意义与应用价值。

鉴于社会生产活动的复杂性及多样性，全面研究农业、工业、建筑业及其他行业的低碳生产模式几乎是不可能完成的任务。因此，本书主要说明工业，特别是最具有代表性的铝业的低碳生产模式构建问题，基本依据如下：

(1) 铝及其合金产品具有质量轻、强度大、耐腐蚀、易延展、导电导热性强、易于回收利用等诸多优点，因而成为仅次于铁的第二大金属，广泛应用于航空航天、石油化工、机械电气、建筑、包装及人民生活等各个领域，我国已经成为世界上最大的铝材料生产国与消费国。

(2) 铝业生产具有高能耗、高污染、高碳排放等特征，铝行业是有色金属工业第一能耗大户及二氧化碳等温室气体排放大户。实现了我国铝业的低碳生产就抓住了问题的关键，“牵住了牛鼻子”。

(3) 当前，我国铝行业特别是电解铝行业的产能过剩矛盾十分突出，必须努力研发低碳生产工艺、大力淘汰落后产能、减少吨铝排放物数量，并且原则上不再核准新建、扩建电解铝项目。上述一系列措施倒逼我国铝业低碳生产模式的实施。

(4) 鉴于我国铝行业降耗、节能、增效、减排的潜力巨大，国内外学者都非常关注我国铝业低碳生产问题的研究，内容涉及铝业生产导致的生产能耗及温室气体排放、基于整个铝行业层面的铝物质流分析、铝产品生命周期评价、铝业低碳生产的实现途径及评价体系等多个方面。然而，相较于构建我国铝业的低碳生产模式而言，上述研究依然是零乱的，并未形成一套完整的有关我国铝业低碳生产问题的知识体系。

基于以上认识，本书主要结合我国铝业生产的实际情况，基于铝业生产的数

据对低碳生产的内涵、特征、核心要素、内在运行规律及外在表现形式等一系列问题展开深入、系统的研究，在对低碳生产的模型（Mode/Model）与样式（Pattern），即“低碳生产模式”作出科学概括与总结的基础上，通过物质流分析、生命周期评价及碳排放计量模型的构建，探讨低碳生产模式的实现路径、构建方法、综合评价体系及动力机制。

本书的出版得到了“教育部人文社科规划基金项目——“大中型工业企业低碳生产模式及动力机制研究”（项目批准号为10YJA630215）”的资助。在本书的撰写过程中，李岩、袁晓星、莫丽艳、高诚、张立娜、刘实实、侯思远等做了大量的数据收集及资料整理工作，在此表示深深的谢意！

编著者

目 录

前言

第一章 工业生产的几种典型模式	1
第一节 以牺牲环境为代价的线性工业生产模式	1
第二节 末端治理模式	6
第三节 清洁生产模式	9
第四节 低碳生产模式	11
第二章 工业生产模式的演进与现状分析	13
第一节 铝业生产工艺流程及环境影响	13
第二节 我国铝业生产模式的演进状况	21
第三节 我国铝业生产模式的现状分析	23
第三章 低碳生产模式的特征与构建	31
第一节 低碳生产模式的特征	31
第二节 低碳生产模式的构建	34
第四章 低碳生产模式构建的生命周期评价	38
第一节 生命周期评价的意义	38
第二节 生命周期评价的技术框架与实施步骤	40
第三节 我国铝产品的生命周期评价	44
第五章 低碳生产模式构建的物质流分析	55
第一节 物质流分析理论	55
第二节 铝的社会流动过程解析	56
第三节 我国铝业生产物质流的静态分析	58
第四节 我国铝业生产物质流的动态分析	63
第五节 数据分析与建议	72
第六章 碳排放计量与管理	75
第一节 国内、外研究文献综述	75
第二节 碳排放计量与管理流程	77
第三节 我国铝业生产碳排放情况分析	81
第四节 工业生产碳排放计量的案例分析	82

第七章 低碳生产模式的构建方案	92
第一节 研究文献综述	92
第二节 低碳生产方案的制定程序	93
第三节 我国铝业低碳生产模式构建的具体方案	97
第四节 我国铝业低碳生产方案的设计思路	103
第八章 低碳生产模式的综合评价	109
第一节 研究文献综述	109
第二节 我国铝业低碳生产的综合评价指标体系	111
第三节 我国铝业低碳生产综合考评的权重确定方法	117
第四节 基于 DS-BP 网络方法的案例分析	123
第九章 低碳生产模式构建的动力机制	131
第一节 动力机制研究状况	131
第二节 研究假定	135
第三节 研究量表设计	137
第四节 样本结构分析	140
参考文献	150

第一章 工业生产的几种典型模式

模式意指模型（Mode / Model）与样式（Pattern）。它不仅作为范本、模本、变本的式样，而且反映事物自身的运行规律及外在特征。将“模式”一词应用于工业生产，对工业生产的内在运行规律、外在特征及表现形式的科学概括与总结即为“工业生产模式”。

关于工业生产的典型模式，可以从不同的视角进行概括、分类。鉴于本文的研究内容与特点，本章依据工业生产与环境之间的密切联系，将工业生产模式分为线性生产模式、末端治理模式、清洁生产模式及清洁-低碳生产模式（简称为低碳生产模式）四类。在不同的工业生产模式下，工业生产对环境的影响是截然不同的。

第一节 以牺牲环境为代价的线性工业生产模式

一、线性工业生产模式对环境的破坏性影响

线性工业生产模式（Linear Industrial Production Mode）是指不顾环境的工业生产模式，人们从地球榨取资源、把资源转化为产品和服务，然后把剩下的东西（垃圾）直接送回生态圈。所谓不顾环境的工业生产，是指除了剧毒和能引起急性中毒的废料外，绝大部分工业废料均不加处理地直接排入环境，由环境充当“无偿清洁夫”的角色。

这种不顾环境的工业生产模式出现于 18 世纪中叶开始的工业革命，直到 20 世纪中叶。甚至现在，我国的一些乡镇企业、中小企业仍在沿袭这种模式。由于采取大量开采、大量生产、大量消费、大量废弃的生产、生活方式，维持的是资源→产品→废弃物单向运动过程，因而被称为线性工业生产模式，如图 1-1 所示。

对此，著名的生态学家奥德姆指出：“人类犹如环境的寄生虫，索取想要的一切，而很少考虑寄主（即它的生命维持系统）的健康。”

环境是指我们周围的自然物质存在，包括空气、水、陆地、植物、动物和非再生资源（如石油、矿物）。事实上，自然环境确实有一定的容纳废弃物的能力

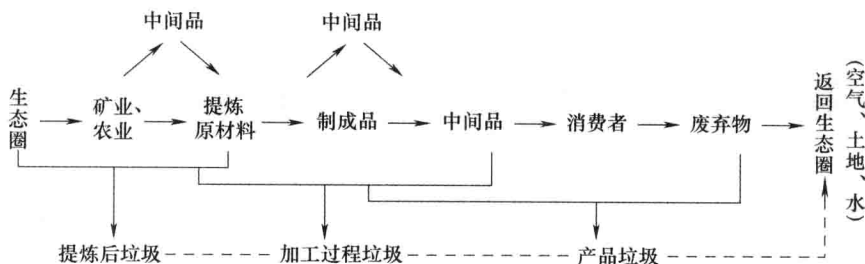


图 1-1 线性工业生产模式

（即环境容量）和一定的自净能力。但是，由于环境容量是大体上不变的存量，自然环境净化污染的能力也是有限的，随着工业生产的发展、规模的扩大和密集程度的提高，工业废弃物的产生量越来越大，当超过环境容量及环境的自净能力时，就会影响环境质量，造成环境污染和生态破坏；再加上化学工业的兴起，产生大量人工合成的产品，由于这些产品在自然界中原来是不存在的，有些根本不能够被自然界所消化和吸收，这就更加速了资源枯竭、环境污染、生态破坏的进程。20 世纪 30 年代以来发生的一系列环境污染事件，如 1930 年的马斯河谷大气污染事件、20 世纪 40 年代初的洛杉矶光化学烟雾事件、1948 年的多诺拉大气污染事件及 1952 年的伦敦烟雾事件等，不仅直接影响了经济的持续发展，而且严重地威胁着人类的健康与生存。

二、线性工业生产模式是破坏环境的根源

线性工业生产模式之所以会造成环境污染与生态破坏的后果，根源在于其追求经济利益的单纯经济观点，即“经济人假定”。按照这一假定，在经济活动中，企业所追求的唯一目标是其自身经济利益的最优化。换言之，经济人主观上既不考虑社会利益，也不考虑自身的非经济利益。

依据劳动价值论，作为商品的产品或劳务具有使用价值和价值两种属性，前者提供某种功能，是一种自然属性；后者则在市场交换中才体现出来，是一种社会属性。商品所具有的二重性是由工业系统的以下两种功能赋予的。

第一种功能是物质转化功能，即通过适当的工艺和设备将选择的原料加工成产品，使其达到一定的性能和质量标准。例如，在铝业生产过程中，企业使用采掘设备开采铝土矿；按照一定的工艺方法（我国氧化铝生产工艺主要有烧结法、混联法、拜耳法、石灰拜耳法、选矿拜耳法等）生产氧化铝；采用冰晶石—氧化铝熔盐电解炼铝，将铝及其合金制品加工成各种产品。上述一系列过程实现着我国铝业生产的物质转化功能。

然而，由于生产工艺的不完善及设备和生产管理等方面的问题，在生产产品

的同时，往往会伴随着各种废料的产生和排放，如铝土矿开采过程中的尾矿，氧化铝生产过程中产生的赤泥、液体碱、煤尘、铝土矿尘、石灰尘、氧化铝尘，铝电解过程中产生的一氧化碳、硫化氢、二氧化硫、二氧化碳、全氟化碳，以及辐射、高温、噪声危害等，造成了严重的环境污染与生态破坏，从而导致外部不经济，或称为环境负外部性。

由图 1-2 可以看出，线性工业生产模式从生态圈挖掘资源并从农业获得一些原料，进而进行加工、生产、分销，最后将废弃物扔回生态圈的过程。有关资料显示，只有 10% ~ 20% 的资源在第一次参与经济系统后被回收利用了，那么就有接近 80% 的资源被当作垃圾处理掉了。

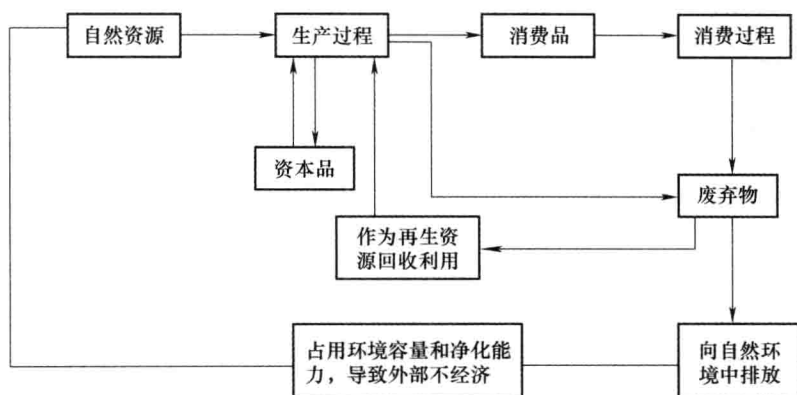


图 1-2 工业生产的物质转化过程

第二种功能是经济增值的功能，即投资者以资本投入谋取利润，即货币资金 $G \rightarrow$ 储备资金 $W \rightarrow$ 生产资金 $P \rightarrow$ 成品资金 $W \rightarrow$ 货币资金 G' 的资金运动过程中实现着价值的增值 ($\Delta G' = G' - G$)。为此，必须达到企业内部的经济性即企业内部成本的最小化，从而实现企业利润的最大化。

对于投资者来说，生产什么产品或提供什么劳务并不重要，重要的是他的资本投入能否得到所期望的经济回报。在“经济人假定”下，对经济利益的追求是人们从事工业生产的唯一驱动力。在自然资源的利用方面则以产品为中心决定取舍，凡无使用价值或无价值使用的物质均被视为废料，废弃于环境之中，依靠自然的扩散、稀释、分解加以消纳。这种运作方式要求企业最大限度地降低“微观成本”，从而造就了工业系统内部的高度经济性。

可见，企业的物质转化功能是受经济增值过程驱动的。企业的增值功能体现了一定的社会关系，是社会经济运行中的一部分。但是，工业系统同时也和自然生态系统紧密联系，工业的两种功能表明首先应该将工业系统置于生态经济这个大系统中进行考察，而不能把两者分割开来；其次，投资者获取的经济回报，大

部分仍用于扩大投资、扩大再生产，以谋取更多的利润。资本投入和再投入实际上构成了一个闭环系统，工业的增值功能使资金的周转越来越快，工业的规模越来越大。这样一个循环不已的闭环系统的运作推动着基本上是开环系统的物质转化过程，也就是伴随着源源不断地将资源转化成为废料的过程，从而使资源趋于耗竭，污染日趋严重，以至于出现生态危机。由于外部不经济性的存在及其规模的扩大，使生态—经济大系统的整体效率不断下降。

因此，工业生产的两种功能实际上寄寓着自然与社会的对抗。这就是线性生产模式之所以引起环境污染与生态破坏的根源所在！

三、线性工业生产模式下企业微观成本与社会总成本的比较

工业企业生产产品及提供劳务的过程，同时也是一个发生耗费的过程。在企业作为生产经营主体的空间范围内，企业为生产、经营一定数量和种类的产品所发生的各种耗费的总和称为微观层面的企业成本，包括企业的生产成本和期间费用。简便起见，微观层面的企业成本以 PTC 表示。

在线性工业生产模式下，由于在自然资源的利用方面是以产品为中心决定取舍的，故凡无使用价值或无价值使用的物质均被视为废料，废弃于环境之中。传统经济学不考虑因自然资源耗损及废弃物排放所造成的环境损失，即外部损失或外部成本，以 ETC 表示。在外部损失未被充分揭示之前，这项隐性的经济支出通常是由社会或后代承担的。

但是，从整个社会角度看，生产、经营某一商品所付出的所有代价（包括企业微观层面的内部财务成本及外部成本或损失），不管这种代价由谁负担，统称为社会总成本，以 STC 表示。由于环境污染的负外部性及外部成本的存在，社会总成本与企业的微观成本往往不一致，社会总成本一般情况下大于企业微观成本，两者之间的差额便是转嫁给社会或后代负担的外部成本。这样，总成本曲线便为两条：一条是社会总成本（ STC ）曲线，一条是企业微观成本（ PTC ）曲线，并且企业成本曲线在社会总成本曲线下方，如图 1-3 所示。

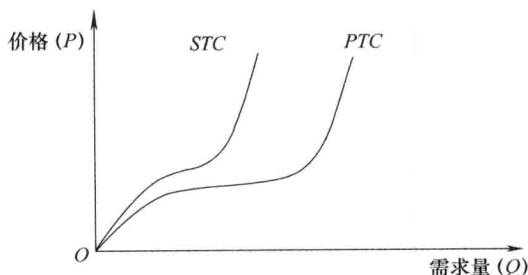


图 1-3 社会总成本与企业微观成本曲线

由图 1-3 可推导出边际社会总成本 (MSC) 曲线和边际企业成本 (MPC) 曲线, 并且边际企业成本曲线也在边际社会总成本曲线之下, 如图 1-4 所示。

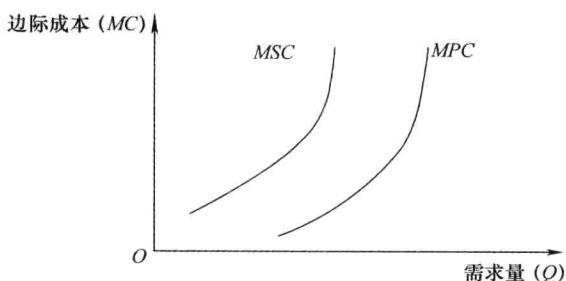


图 1-4 边际社会总成本与边际企业成本曲线

在不完全竞争市场条件下, 需求 (DC) 曲线与边际收益 (MR) 曲线如图 1-5 所示。需求曲线向右下方倾斜, 边际收益曲线也具有负斜率, 并且位于需求曲线之下。企业若想使利润最大化, 必须使边际收益 (MR) 等于边际成本 (MC)。所以, 利润最大化情况下的价格为 P_0 , 需求量为 Q_0 。

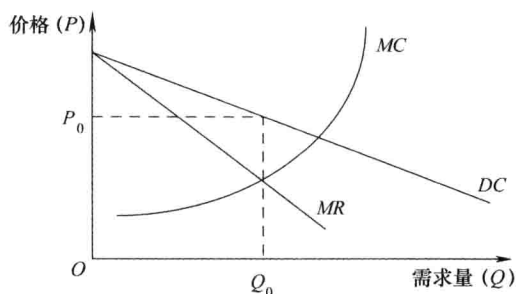


图 1-5 不完全竞争市场条件下的需求曲线与边际收益曲线

当企业以边际企业成本, 而不以边际社会总成本为依据来决定需求量与价格时, 因为边际企业成本曲线位于边际社会总成本曲线之下, 所以比用边际社会总成本为依据所得的价格水平低, 需求量水平高, 如图 1-6 所示。

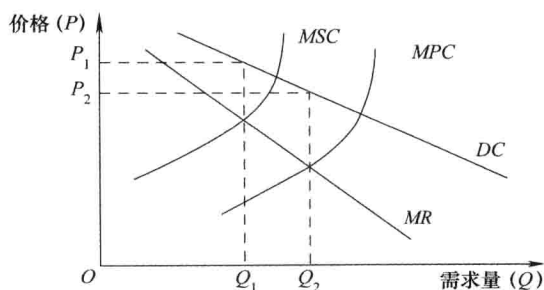


图 1-6 边际社会总成本与边际企业成本曲线

在企业成本小于社会总成本的情况下，企业产品价格比实际的价格低，刺激消费者购买该产品，扩大了需求量，企业因而获得丰厚的利润。低价格的商品为一部分消费者带来利益，但与社会及他人为之付出的沉重代价相比较，这部分利益却是少量的、微乎其微的。

在竞争异常激烈的市场经济中，一些企业采取了杀鸡取卵、竭泽而渔式的粗放型经营方式，无休止、低效率地滥采滥开和破坏自然资源。这与目前采用的企业“微观成本”核算制度不无关系。此外，污染企业还因其产生的社会总成本无需即期支付或全额支付，并且在费用支出相对较少的情况下获得收入的增加，从而使近期的利润上升，给外界造成效益较好的假象，殊不知其背后却潜藏着危及人类生存和发展的不利因素。

第二节 末端治理模式

一、末端治理模式的积极意义

末端治理 (Terminal Administration Mode) 模式，也称为环境工程模式 (Environmental Engineering Mode) 或污染控制模式 (Pollution Control Mode)。这种生产模式出现于 20 世纪中叶。

20 世纪 30 年代（特别是 50 年代）以来在发达国家发生的一系列重大环境污染事件震撼了各国政府、学术界、舆论界以至公众，日趋严重的环境污染及治理问题成为社会关注的热点。

1962 年，美国海洋生物学家、科普作家雷切尔·卡逊 (Rachel Carson) 发表了震惊世界的生态学著作《寂静的春天》，提出了农药 DDT 造成的生态公害与环境保护问题，唤起了公众对环保事业的关注。

1970 年 4 月 22 日，美国哈佛大学学生丹尼斯·海斯 (Dennis Hayes) 发起并组织了保护环境活动，得到了环保组织的热情响应，全美国约 2000 万人参加了这场声势浩大的游行集会，旨在唤起人们对环境的保护意识，促使美国政府采取了一些治理环境污染的措施。后来，这项活动得到了联合国的首肯。至此，每年的 4 月 22 日便被确定为“世界地球日”。

各国政府纷纷设立了专门的机构来保护环境，并且颁布了成百上千条法律，其中包括对有害污染物的排放制定的一系列法规，规定各种污染物在环境中的最高允许浓度及工业企业废弃物的最高允许排放标准。凡排放物不能达到容许排放标准的，即不允许排放或需交付一定的罚款。

为满足达标排放的要求，或者在环境法规允许的范围内进行生产，企业就需要为废水建造废水处理站，为废气安装除尘、脱硫装置，为固体废料配置焚化炉

或填埋场，这就是目前通行的末端治理模式，如图 1-7 所示。

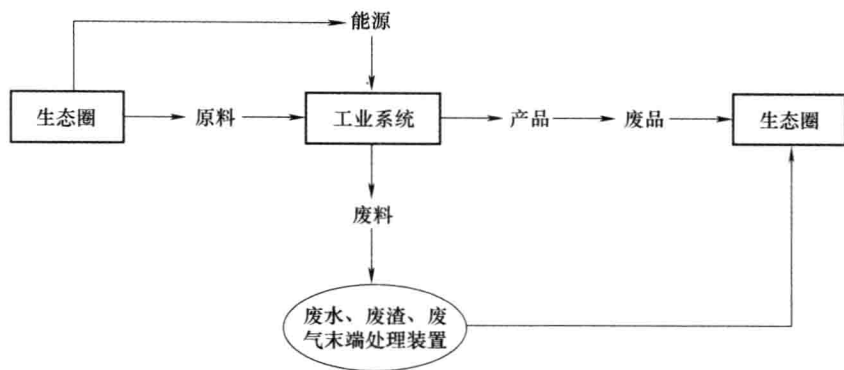


图 1-7 末端治理模式

毫无疑问，末端治理模式在遏止工业污染的迅速扩展上发挥了一定的积极作用，即通过末端治理，在一定程度上减少了工业“三废”及温室气体的排放。例如，对于铝土矿选矿尾矿采用絮凝沉降技术进行液固分离、将氧化铝厂的赤泥连同尾矿渣筑坝堆存、电解槽配备密闭的烟气净化系统等，都大大降低了一氧化碳、四氟化碳、六氟乙烷、二氧化硫等气体及锥冰晶石和氟化铝等颗粒氟化物、氧化铝粉尘和碳尘的直接排放。如果一定时期内的废物排放在环境容量及环境自净能力之内，就不会造成环境污染与生态破坏。

二、末端治理模式的局限性

然而，认为末端治理模式不会造成环境污染与生态破坏的想法是极其理想化的，此模式在实践过程中暴露了不少缺点，存在着无法克服的局限性：

(1) 在末端治理模式下，企业只对已生成的污染物作被动处理，与生产过程相割裂开来，无法成为整个生产系统中价值创造的内容之一，而且由于处理设施投资较大、运行费用较高，既额外浪费了资源，又难以获得经济回报，常常成为企业的沉重负担。

(2) 排放标准的制定是依据当时的认识水平，对污染造成的长期性、积累性、协同性及不可逆转的潜在影响可能估计不足。这样，即使满足了排放标准，也未必能够达到有效保护环境的目的。

(3) 末端处理一般不能从源头或根本上消除污染，而只是使污染物在不同介质中转移，还可能造成二次污染。

(4) 在末端治理模式下，企业对产品的生态无害性往往考虑不足，有些产品（如氟氯烃、多氯联苯、氯化烃农药，含铅汽油以及被称为“白色污染”的塑料包装材料等）的使用过程往往比其生产过程更加危害环境。

(5) 工业污染控制措施大多只停留在企业生产过程的微观层次上,而很少进入中观及宏观层次,未能将环境因素作为政策制定、资源配置、结构调整、区域开发和生产力布局的依据和制约性因素。

因此,末端治理模式治标不治本,依然是不可持续的。

三、末端治理模式下企业微观成本与社会总成本的比较

为便于对比,将末端治理模式下的企业内部成本、外部成本、社会总成本分别以 PTC_2 、 ETC_2 、 STC_2 来表示。将线性工业生产模式下的企业内部成本、外部成本、社会总成本分别以 PTC_1 、 ETC_1 、 STC_1 来表示。相关内容分析如下:

(1) 在线性工业生产模式下,由于企业不采取任何环境治理措施,不承担任何环境治理费用,只承担微观主体内部的财务成本,其主要内容为生产产品发生的直接材料、直接人工、间接制造费用等生产成本和期间费用,实现了企业内部成本 PIC_1 的最小化。

(2) 在线性工业生产模式下,企业生产过程中产生的“三废”均不加任何治理地直接排入环境。相对于现代化大生产的规模及废物排放量而言,环境容量及环境自净能力是非常有限的。当超过环境容量及环境自净能力时,造成环境污染与生态破坏问题,由此产生的外部损失或外部成本 ETC_1 则全部由社会或后代承担,使得企业外部成本 ETC_1 及社会总成本最大化。

末端治理模式下的内、外部成本变化情况与线性工业生产模式下的相对比,区别主要有以下四点:

(1) 在末端治理模式下,企业购置、安装或建造末端治理设施,发生末端治理设施的投资支出,大、中、小修理费用及日常运行过程中发生的材料、人工及其他费用,一般被列为环境污染消除费用;此外,为了对环境进行管理,企业还会发生收集环境污染情报、测算污染程度、执行污染防治政策的各种费用,一般被列为环境事务成本。上述两项内容被称为内部环境成本。

(2) 在末端治理模式下,企业除了发生线性工业生产模式下微观层面的内部财务成本外,还要发生内部环境成本。这样,末端治理模式下的企业内部成本 PTC_2 就包括内部财务成本和内部环境成本两项基本内容,并且 PTC_2 大于 PTC_1 。

(3) 由于通过末端治理实现了对工业“三废”的治理,减少了废弃物的排放量或实现达标排放,短期内的废弃物排放量较少,在环境容量及净化能力之内,企业的生产活动就不会造成环境污染与生态破坏,从而不发生外部成本,即 ETC_2 等于 0,从而具有良好的外部收益及社会效益。

(4) 尽管末端治理模式消除或减少了环境污染与生态破坏,使得短期内的 ETC_2 小于 ETC_1 、 STC_2 小于 STC_1 ,但从长期来看,由于末端治理模式所固有的局限性,随着企业生产规模的扩大及整个社会经济的快速发展,工业生产的废弃物

排放量依然会远远超出环境容量及净化能力,从而造成严重的环境污染与生态破坏,产生数额庞大的外部成本及社会总成本。

西方发达国家在工业化过程中,所实施的是“先污染,后治理”的发展道路。尽管可以汲取发达国家工业化进程中的沉痛教训,但我国在经济发展中依然走的是“先污染、后控制”的老路,采用的是末端控制模式。我国环境法律原则突出表现为以末端控制为主导,重点以对建设项目的控制、生产环节的控制和污染物处理、处置的排放控制为基本要求。“预防为主,防治结合”的指导思想实际上被长期局限为以末端控制为指导的污染物排放控制。尽管在 20 世纪 80 年代初,防治工业污染上升为国家环境保护的“头号”任务,政府强制性对排放的污染物进行控制和治理,但成效甚微,我国的环境总体状况一直在持续恶化。

第三节 清洁生产模式

鉴于末端治理模式存在的局限性,自 20 世纪 70 年代中期开始,人们逐步认识到预防性策略、实施源头控制的重要意义,由此涌现出了大量的基于污染预防原则的概念,如污染预防、废物最小化、减废技术、源削减、零排放技术、零废物生产和环境友好技术等。

1972 年,瑞典斯德哥尔摩召开了“人类环境大会”,并于 5 月 5 日签订了《斯德哥尔摩人类环境宣言》,使环境保护成为全球的一致行动,并得到各国政府的承认与支持。在会议的建议下,成立了联合国环境规划署。

1987 年,以挪威前首相格罗·哈莱姆·布伦特兰夫人(Gro Harlem Brundtland)为主席的联合国环境与发展委员会(WCED)在给联合国的报告《我们共同的未来》(*Our Common Future*)中提出了可持续发展(Sustainable Development)的设想:

可持续发展是指既满足当代人需求,又不影响后代人的发展能力。

1989 年,联合国环境规划署(UNEP)综合各种说法,采用清洁生产(Cleaner Production)这一术语来表征从原料、生产工艺到产品使用全过程的广义的污染防治途径,并给出了以下定义:

清洁生产是一种新的创造性的思想,该思想将整体预防的环境战略持续应用于生产过程、产品和服务中,以增加生态效率和减少人类及环境的风险。对生产过程,要求节约原材料与能源,淘汰有毒原材料,减降所有废弃物的数量与毒性;对产品,要求减少从原材料提炼到产品最终处置的全生命周期的不利影响;对服务,要求将环境因素纳入设计与所提供的服务中。

1990 年,第一次国际清洁生产高级研讨会于英国坎特伯里召开,正式推出了清洁生产的定义:清洁生产是指对工艺和产品不断运用综合性的预防战略,以

减少其对人体和环境的风险。自此，清洁生产的核心地位逐渐确立下来。清洁生产模式如图 1-8 所示。

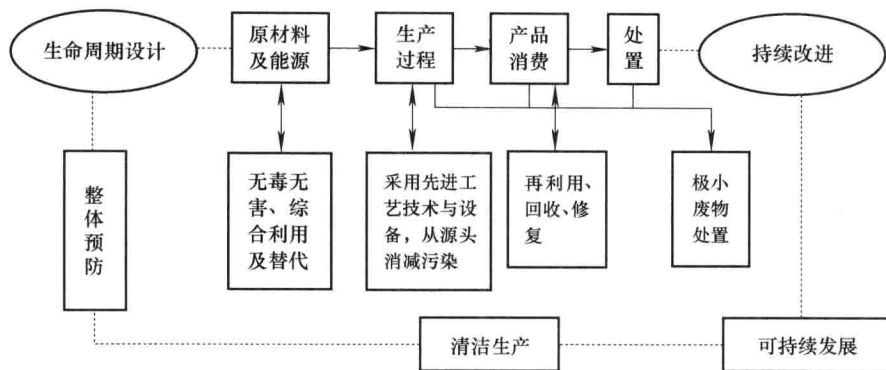


图 1-8 清洁生产模式

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通过了《21 世纪议程》。该议程制订了可持续发展的重大行动计划，并将清洁生产看作实现可持续发展的关键因素，号召工业提高能效，开发更清洁的技术，更新、替代对环境有害的产品和原材料，实现环境、资源的保护和有效管理。清洁生产是可持续发展的最有意义的行动，是工业生产实现可持续发展的唯一途径。

在联合国环境规划署（UNEP）于 1999 年召开的第五次国际清洁生产高级研讨会上，Forward 博士将着眼于工业系统层次的工业生态学也纳入清洁生产的范畴，即把一家公司内部无法削减的废物转化成另一家公司的副产品或原材料。对工业生态学概念的吸纳，可以将清洁生产重新定义：清洁生产是从社会—经济—生态大系统的整体优化出发，对物质转化的全过程不断采取战略性、综合性、预防性措施，以提高物料和能源的利用率，减少及消除废料的生成和排放，降低生产活动和服务过程对资源的过度使用及对人类和环境造成的风险，实现社会的可持续发展。

清洁生产特别是工业领域的清洁生产成为我国实现可持续发展的关键因素和必由之路，这在我国《环境与发展十大对策》、《中国 21 世纪议程》、“十五”及“十一五”规划等重要文件中已经得到了明确的认可。1993 年，原国家环保局与原国家经济贸易委员会在上海联合召开的第二次全国工业污染防治工作会议上，明确提出了工业污染防治必须从单纯的末端治理向生产全过程控制转变，实行清洁生产的要求。1997 年，中国环境与发展国际合作委员会成立了清洁生产工作组。1999 年 5 月，原国家经济贸易委员会下达了《关于实施清洁生产示范试点计划的通知》，决定在北京、上海、天津、重庆、沈阳、太原、济南、昆明、兰州、阜阳 10 个城市及石化、化工、冶金、轻工、船舶 5 个行业实施清洁生产试点。以上一切都标志着我国清洁生产进入了一个新阶段——大规模推广阶段。