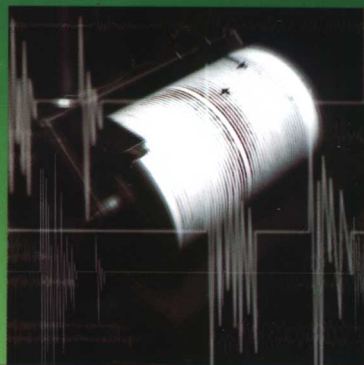




普通高等教育“十一五”国家级规划教材



孙伟民 主编

化工清洁生产技术概论



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

化工清洁生产技术概论

孙伟民 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是根据高等职业教育化工技术类专业人才培养目标而编写的。本书介绍了清洁生产产生背景及发展、清洁生产审计的程序、清洁生产的理论以及不同行业清洁生产成功的实例。

本书体例力求灵活与多样化,便于学生自主学习。每章前设有“知识目标”、“能力目标”,后面附有“小结”,中间穿插“想一想”、“查一查”、“活动建议”、“小资料”,章末有复习思考题。体现以学生自主学习为核心,注重启发引导,以利于开阔学生视野、提高应用能力。

本书适用于应用性、技能型人才培养的各类教育,也可供从事环境保护和清洁生产管理的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工清洁生产技术概论/孙伟民主编. —北京:高等教育出版社,2007.1

ISBN 978-7-04-020165-9

I. 化... II. 孙... III. 化学工业-无污染技术-高等学校:技术学校-教材 IV. X78

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 146156 号

策划编辑 王 冰 责任编辑 刘 佳 封面设计 于 涛 责任绘图 朱 静
版式设计 王艳红 责任校对 姜国萍 责任印制 尤 静

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 化学工业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 8
字 数 190 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007 年 1 月第 1 版
印 次 2007 年 1 月第 1 次印刷
定 价 10.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 20165-00

高等职业教育化学化工类专业系列教材编审委员会

主 任:曹克广 丁志平

副主任:李居参 张方明 杨宗伟 李奠础

委 员:(以姓氏笔画为序)

马秉骞	于乃臣	邓素萍	牛桂玲	王宝仁	王炳强
王建梅	王桂芝	王焕梅	田立忠	关荐伊	刘爱民
刘振河	刘登辉	曲志涛	孙伟民	伍百奇	许 宁
陈长生	陈 宏	初玉霞	冷士良	冷宝林	吴英绵
张正兢	张荣成	张淑新	陆 英	林 峰	周 波
胡久平	胡伟光	侯文顺	侯 侠	赵连俊	高 琳
耿佃国	索陇宁	徐瑞云	曹国庆	程忠玲	魏培海

前 言

随着工农业生产的飞速发展,全球性的环境污染和生态破坏越来越严重,能源和资源的短缺也日益困扰着人们。在经历了长期的末端治理之后人们开始重新审视我们的环境保护历程,于是“清洁生产”的环境保护战略应运而生,并且得到越来越多的国家的重视,环境保护工作也由过去的单一末端治理转向清洁生产及综合利用为主的预防治理战略。

本书介绍了清洁生产的产生背景及发展、清洁生产审计的程序、清洁生产的理论以及不同行业清洁生产成功的实例。根据高等职业教育培养目标要求,通过本书的学习,力争使学生对清洁生产有全面的了解,培养学生的创新精神、创业能力和环保意识,为毕业后从事生产、管理等工作打下良好的基础。

本书体例力求灵活与多样化,便于学生自主学习。每章前都设有“知识目标”、“能力目标”,使学生明确学习本章的目的、内容、重点、应达到的要求和能力;每章后面附有“小结”,利于学生复习并系统掌握、理解本章内容。中间穿插“想一想”、“查一查”、“活动建议”、“小资料”,章末有复习思考题。体现以学生自主学习为核心,注重启发引导,以利于开阔学生视野、提高应用能力。随主教材还配套建设了电子教案等立体化教学资源,可更方便地满足高职高专院校实际教学需要。

本书由辽宁石化职业技术学院孙伟民主编。具体编写分工如下:孙伟民编写第一章、第三章、第四章、第五章;辽宁石化职业技术学院刘小隽编写第六章;盘锦职业技术学院吴大鹏编写第二章;全书统稿工作由孙伟民完成。

兰州石化职业技术学院的冷宝林、胡久平仔细地审阅了全稿,提出了一些宝贵意见和建议;在审稿过程中,辽宁工学院李居参教授等给予了一些良好的修改建议;同时,编写过程中得到了高等教育出版社及各编者所在单位的大力支持,在此,我们一并表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,难免存在各种问题,敬请各位同仁及读者批评指正。

编者

2006年9月

目 录

第一章 清洁生产概述	1	第三章 清洁生产理论基础	30
第一节 清洁生产的定义及		第一节 产品生命周期理论	30
主要内容	1	一、产品生命周期	30
一、清洁生产的提出	1	二、生命周期评价	31
二、清洁生产的定义	2	三、生命周期评价方法	33
三、清洁生产的内容	3	四、生命周期评价的特点与局限性	34
第二节 清洁生产的意义及发展	4	五、生命周期评价与清洁生产	35
一、清洁生产的意义	4	第二节 清洁生产与产业生态学	36
二、清洁生产的发展	6	一、产业生态学的提出	36
三、清洁生产与可持续发展	7	二、产业生态学的概念	37
四、国外清洁生产现状及发展趋势	8	三、产业生态学的研究领域	37
五、国内清洁生产现状和发展趋势	10	四、产业生态学与清洁生产的关系	37
第三节 绿色化学与清洁生产	12	第四章 清洁生产的评价	40
一、绿色化学的提出	12	第一节 清洁生产评价指标体系	40
二、绿色化学的原则	12	一、评价指标的选取原则	40
三、绿色生产是清洁生产的重要		二、清洁生产评价指标	41
组成部分	13	三、清洁生产的定量评价指标体系	44
四、绿色化工	14	四、清洁生产评价指标的用途	46
五、绿色化学与技术的发展动向	15	第二节 清洁生产与环境影响	
六、绿色化学在中国的兴起与发展	16	评价	46
第二章 清洁生产的审核	18	一、清洁生产与环境影响评价的	
第一节 清洁生产审计程序	18	区别	46
第二节 清洁生产审计说明	19	二、清洁生产评价与环境影响评价	
一、筹划与组织	19	的结合	47
二、预评估	20	三、清洁生产概念引入环境影响评价	
三、评估	22	的优势	48
四、方案的产生和筛选	24	第三节 清洁生产评价方法	48
五、方案可行性分析	25	一、综合指数评价模式	48
六、方案的实施	27	二、清洁生产评估综合指数评价	
七、持续清洁生产	27	模式的特征	49
		三、清洁生产的评价程序	49

第五章 清洁生产管理	51	一、清洁生产背景	69
第一节 环境管理	51	二、清洁生产审核	70
一、我国环境管理制度	51	第二节 聚丙烯清洁生产实例	79
二、我国环境管理制度的不足 和改进措施	52	一、企业概况	79
三、环境管理体系与清洁生产的关系	54	二、清洁生产开展背景	79
第二节 传统生产管理	56	三、清洁生产审核	80
一、我国部分企业的管理模式	56	第三节 硫酸厂的清洁生产实例	88
二、传统管理思想和企业管理行为	56	一、清洁生产背景	88
三、传统生产管理的内容	57	二、清洁生产审核	88
四、传统管理弊端的分析	58	第四节 炼油厂清洁生产案例	97
第三节 清洁生产管理	59	一、企业概况	97
一、清洁生产管理模式	59	二、清洁生产审核	97
二、清洁生产与传统管理模式的 特征比较	61	附录	111
三、清洁生产管理模式理念、基本 要素和职能	63	附录 1 国际清洁生产宣言	111
四、清洁生产管理模式的内容	64	附录 2 中华人民共和国清洁 生产促进法	112
五、清洁生产管理的系统边界	64	附录 3 清洁生产审核暂行办法	116
第六章 化工清洁生产实例	69	参考文献	120
第一节 溴氨酸清洁生产实例	69		

第一章 清洁生产概述

知识目标:

- 了解清洁生产提出的意义和发展。
- 理解绿色化学的原则,绿色化工实现途径以及在化工行业实行清洁生产的重要性。
- 掌握清洁生产的定义及内容。

能力目标:

- 能解释清洁生产的意义和目的。
- 培养学生树立清洁生产的意识,培养社会责任。



第一节 清洁生产的定义及主要内容

一、清洁生产的提出

清洁生产的概念是由联合国环境规划署(UNEP)于1989年5月首次提出,但其基本思想最早出现于1974年美国3M公司曾经推行的实行污染预防有回报“3P(Pollution Prevention Pays)”计划中。联合国环境规划署于1990年10月正式提出清洁生产计划,希望摆脱传统的末端控制技术,超越废物最小化,使整个工业界走向清洁生产。1992年6月联合国环境与发展大会上,正式将清洁生产定为可持续发展的先决条件,同时也是工业界达到改善和保持竞争力和可盈利性的核心手段之一,并将清洁生产纳入《21世纪议程》中,随后,根据联合国环境与发展大会的精神,联合国环境规划署调整了清洁生产计划,建立示范项目及国家清洁生产中心,以加强各地区的清洁生产能力。1994年5月,可持续发展委员会再次认定清洁生产是可持续发展的基本条件。自清洁生产提出以来,每两年举行一次研讨会,研究和实施清洁生产。并在1998年9月通过了《国际清洁生产宣言》,为未来的工业化指明了发展方向。

中国对清洁生产也进行了大量有益的探索和实践,早在20世纪70年代初就提出了“预防为主,防治结合”、“综合治理,化害为利”的环境保护方针,该方针充分体现和概括了清洁生产的基本内容。从20世纪80年代就开始推行少废和无废的清洁生产过程,20世纪90年代提出的《中国环境与发展十大对策》中强调了清洁生产;1993年10月第二次全国工业污染防治会议将大力推行清洁生产、实现经济持续发展作为实现工业污染防治的重要任务。在联合国环境规划署1998年召开的清洁生产的研讨会上,我国在《国际清洁生产宣言》签字,自此我国清洁生产策略融入国际清洁生产大环境中来。2003年1月1日,我国开始实施《中华人民共和国清洁生产促

进法》，这进一步表明清洁生产现已成为我国工业污染防治工作战略转变的重要内容，成为我国实现可持续发展战略的重要措施和手段。



教学建议 阅读《国际清洁生产宣言》和《中华人民共和国清洁生产促进法》。

二、清洁生产的定义

清洁生产在不同的发展阶段或者不同的国家有不同的叫法，包括“无废工艺”、“污染预防”、“废物最少化”、“清洁技术”等。但其基本内涵是一致的，都体现了一种基本精神，即对产品的生产过程采用预防污染的策略来减少或消灭污染物的产生，从而满足生产可持续发展的需要。联合国环境规划署在总结了各国开展的污染预防活动并加以分析提高后，1989年正式提出清洁生产的定义，将清洁生产上升为一种战略，该战略的作用对象为工艺和产品，其特点为持续性、预防性和一体化性，得到了国际社会的普遍认可和接受。1996年联合国环境规划署又对清洁生产重新进行定义，不仅对生产过程与产品，对服务也提出了要求，要求将环境因素纳入产品的设计和所提供的服务中。这种对服务的要求，补充和强调了对产品的最终处理。

1996年联合国环境规划署对清洁生产的定义如下。

清洁生产是关于产品的生产过程的一种新的、创造性的思维方式。清洁生产意味着对生产过程、产品和服务持续运用整体预防的环境战略以期增加生态效率并减降人类和环境的风险。对于产品，清洁生产意味着减少和降低产品从原材料使用到最终处置的全生命周期的不利影响。对于生产过程，清洁生产意味着节约原材料和能源，取消使用有毒原材料，在生产过程排放废物之前减降废物的数量和毒性。对于服务，要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中。

《中华人民共和国清洁生产促进法》(2002年6月29日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过)中对清洁生产的定义为：清洁生产，是指不断采取改进设计、使用清洁能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

从上述清洁生产的定义，我们可以看到，它包含了生产者、消费者、全社会对于生产服务和消费的希望。清洁生产包括清洁的产品、清洁的生产过程和清洁的服务三个方面，主要内容有：

- (1) 从资源节约和环境保护两个方面对工业产品生产从设计开始，到产品使用过程直至最终处置，给予全过程的考虑和要求。
- (2) 不仅对生产，而且对服务也要求考虑对环境的影响。
- (3) 对工业废物实行费用有效的源削减，一改传统的不顾费用有效或单一末端控制的办法。
- (4) 它可提高企业的生产效率和经济效益，与末端处理相比，更能受到企业的欢迎。
- (5) 它着眼于全球环境的彻底保护，为全人类共建一个洁净的地球带来了希望。

因此，清洁生产可以通俗地表达成：清洁生产是人类在进行生产活动时的出发点，所有的生产活动都要首先考虑防止和减少产生污染。对产品的全部生产过程和消费过程的每一环节，都要进行统筹考虑和控制，使所有环节都不产生或尽量少产生危害环境的物质，不对人体健康构成

威胁。

三、清洁生产的内容

清洁生产是指通过产品设计、能源和原料选择、工艺改革、生产过程管理和物料内部循环利用等环节,实现源头控制,使企业生产最终产生的污染物最少的一种工业生产方法。清洁生产既包括生产过程少污染、无污染,也包括产品本身的“绿色”,还包括这种产品报废之后的可回收和处理过程的无污染。应当承认,在目前科技水准和管理水平下,清洁生产还是个相对的概念,所谓清洁生产技术、清洁产品、清洁能源和清洁原料都相对于传统的和常规的技术、产品、能源和原料而言。

清洁生产是从全方位、多角度的途径去实现“清洁的生产”的,与末端治理相比,它具有十分丰富的内容,主要表现在:

- (1) 用无污染、少污染的产品替代毒性大、污染重的产品。
- (2) 用无污染、少污染的能源和原材料替代毒性大、污染重的能源和原材料。
- (3) 用消耗少、效率高、无污染、少污染的工艺、设备替代消耗高、效率低、产污量大、污染重的工艺、设备。
- (4) 最大限度地利用能源和原材料,实现物料最大限度的厂内循环。
- (5) 强化企业管理,减少跑、冒、滴、漏和物料流失。
- (6) 对必须排放的污染物,采用低费用、高效能的净化处理设备和“三废”综合利用的措施进行最终的处理和处置。

清洁生产除了强调“预防”外,还体现了以下两层含义。

- (1) 可持续性:清洁生产是一个相对的、不断持续进行的过程。
- (2) 防止污染物转移:将气、水、土地等环境介质作为一个整体,避免末端治理中污染物在不同介质之间进行转移。

清洁生产一经提出后,在世界范围内得到许多国家和组织的积极推进和实践,其最大的生命力在于可取得环境效益和经济效益的“双赢”,它是实现经济与环境协调发展的重要途径。

综上所述,清洁生产概念中包含了以下四层涵义。

(1) 清洁生产的目标是节省能源、降低原材料消耗、减少污染物的产生量和排放量。包括清洁的、高效的能源和原材料利用;清洁利用矿物燃料,加速以节能为重点的技术进步和技术改造,提高能源和原材料的利用效率。

(2) 清洁生产的基本手段是改进工艺技术、强化企业管理,最大限度地提高资源、能源的利用水平和改变产品体系,更新设计观念,争取废物最少排放及将环境因素纳入服务中去。包括采用少废、无废的生产工艺技术和高效生产设备;尽量少用、不用有毒、有害的原料;减少生产过程中的各种危险因素和有毒、有害的中间产品;组织物料的再循环;优化生产组织和实施科学的生产管理;进行必要的污染治理,实现清洁、高效的利用和生产。另外还要保证产品应具有合理的使用功能和使用寿命;产品本身及在使用过程中,对人体健康和生态环境不产生或少产生不良影响和危害;产品失去使用功能后,应易于回收、再生和复用等。

(3) 清洁生产的方法是排污审核,即通过审核发现排污部位、排污原因,并筛选消除或减少污染物的措施及产品生命周期分析。清洁生产要求两个“全过程”控制:一是产品的生命周期全过程控制,即从原材料加工、提炼到产品产出、产品使用直到报废处置的各个环节采取必要的措

施,实现产品整个生命周期资源和能源消耗的最小化;二是生产的全过程控制,即从产品开发、规划、设计、建设、生产到运营管理的全过程,采取措施,提高效率,防止生态破坏和污染的发生。

(4) 清洁生产的最终目标是保护人类与环境,提高企业自身的经济效益。清洁生产的最大特点是持续不断地改进。清洁生产是一个相对的、动态的概念。所谓清洁的工艺技术、生产过程和清洁产品是和现有的工艺和产品相比较而言的。推行清洁生产,本身是一个不断完善的过程,随着社会经济发展和科学技术的进步,需要适时地提出新的目标,争取达到更高的水平。

第二节 清洁生产的意义及发展

一、清洁生产的意义

长期以来,我国经济发展一直沿用以大量消耗资源、粗放经营为特征的传统发展模式,通过高投入、高消耗、高污染,来实现较高的经济增长。据估计,20 世纪 50 到 70 年代国民生产总值年均增长率为 5.7%,而主要投入,包括能源、原材料、资金和运转的投入,平均每年的增长率比国民生产总值增长率高 1 倍左右。从 20 世纪 80 年代开始,才强调提高经济效益,从粗放型增长向效益型增长转变,在 1981—1988 年期间,国民生产总值平均增长率为 10%,主要投入平均增长率比国民生产总值年平均增长率低 1/2 左右。特别是 20 世纪 90 年代以来,随着改革开放不断深化,我国经济得到了迅猛发展,经济效益也有了很大提高,但从总体上看,我国工业生产的经济技术指标仍大大落后于发达国家。传统的生产模式导致资源利用不合理,大量资源和能源变成“三废”排入环境,造成严重污染。20 世纪 70 年代以来,虽然我国明确提出了“预防为主,防治结合”的工业污染防治方针,强调通过合理布局调整产品结构、调整原材料结构和能源结构、加强技术改造、开发资源和“三废”综合利用、强化环境管理等手段防治工业污染,但这一“预防为主”的方针并没有形成完整的法规和制度,而且预防的侧重点也有偏差,不是侧重于“源头削减”,而是侧重于末端治理,环境管理也侧重在末端控制,即侧重在污染物产生后如何处理达标上。这种末端处理的措施很多,如“三同时”、“限期治理”、“污染集中控制制度”、“浓度达标排放”等,都是以末端治理为依据的。

尽管 20 多年来我国在环境保护方面做了巨大的努力,使得工业污染物排放总量未与经济发展同步增长,甚至某些污染物排放量还有所降低,但我国总体环境状况仍趋向恶化。在我国的环境污染中,工业污染占全国负荷的 70% 以上,每年由工厂排出 0.16 亿 t SO_2 使我国酸雨面积不断扩大,工业废水每年排放量达 231 亿 t,固体废物达 7 亿 t。每年由于环境污染造成的经济损失达 1 000 亿元,如此惊人的数字,已达到使社会难以承受的程度。环境和资源所承受的压力,反过来对社会经济的发展产生了严重的制约作用。这种经济发展与环境保护之间的不协调现象,已经越来越明显,不容继续存在。

纵观环境保护问题,它已经不再仅仅是环境污染与控制的问题,实质上它是一个国家国民经济的整体实力与素质的综合反映,是关系到经济发展、社会稳定、国际政治与贸易以及人民生活水平的大事。要实现我国 21 世纪中叶达到中等发达国家水平的奋斗目标,也必须解决环境问题,根本改变我国环境严重污染的状况。转变传统发展模式,推行持续发展战略与清洁生产,实现经济与环境协调发展的历史任务已经摆在我们面前。

化学工业是我国国民经济的重要基础工业,其生产的化工产品已达 45 000 多种,对我国工农业生产的发展和国防现代化具有重要作用。由于化工产品种类繁多,而且中小型化工企业占绝大多数,加之长期以来采用高消耗、低效益、粗放型的生产模式,使我国化学工业在不断发展的同时,也对环境造成了严重污染;化工排放的废水、废气、废渣分别占全国工业排放总量的 20%~23%、5%~7%和 8%~10%。从行业来讲,氮肥行业是化工系统的用水和排放污染物大户,其废水排放量占化学工业排放量的 60%;小氮肥废水排放量又占氮肥行业废水排放量的 70%,每年全行业流失到环境的氨氮达 100 万 t 以上。染料行业工艺落后,收率低,每年排放工艺废水 1.57 亿 t、废气 257 亿 m³、废渣 28 万 t;染料废水 COD 浓度高,色度深,难生物降解,缺少有效的治理技术。农药生产目前主要以有机磷农药为主要品种,全行业每年排放废水上亿吨;这类废水含有有机磷和难生物降解物质,目前还没有较为成熟的处理方法。染料与农药生产对环境的污染非常严重,已成为制约这两个行业生产发展的重要因素。铬盐行业每年约排 13 万至 14 万 t 铬渣,全国历年堆存的铬渣已达 200 万 t,流失到环境中的六价铬每年也达 1 000 t 以上,对地下水水质造成很大的威胁。磷肥行业主要的污染物是氟和磷石膏,每年排入大气中的氟 1 万至 2 万 t、磷石膏约 100 万 t,不仅占用了大量土地,也污染了地下水。有机化工行业排放的废水、废气的量虽然较小,但含有毒、有害物质浓度高,成分复杂,使工厂职工和周围居民深受其害。

10 多年来,原化学工业部在污染防治方面做了大量工作,取得了一定的成绩,“七五”期间投资 32.5 亿元;“八五”期间增加到 52.7 亿元,安排环保项目 1 691 项。尽管如此,还远远不能解决化工生产的污染问题。

化学工业是我国工业污染大户,化工生产造成的严重环境污染,已成为制约化学工业持续发展的关键因素之一。我国化学工业距中等发达国家的水平仍有很大距离。由氯乙烯、乙苯等八种产品国内外同类装置的排污系数比较(见表 1-1),可以看出国内装置排污系数比国外同类装置排污系数高出几倍乃至数千倍,因此清洁生产的推广对环境保护和经济的发展起着重要的作用。

表 1-1 八种产品国内与国外同类装置排污系数比较

产 品	生产工艺	排污系数/(kg·t ⁻¹ 产品)					
		废 气		废 水		固体废物	
		国外	国内	国外	国内	国外	国内
氯乙烯	氧氯化法	4.9~12	113~220	0.33~4.35	837	0.05~4.0	211
乙苯	烷基化法	0.29~1.7	4.8	1.9~21.5	2 867		
丙烯腈	氨氧化法	0.017~200	5 882	0.002~34.1	2 592		
环氧丙烷	氯醇法、氧化法	0.005~8.5	178~560				
环氧乙烷	环氧化法	0.25~47.5	630				
丙烯酸乙酯	酯化法	0.265~265	22.7				
乙醛	氧化法			0.61~3.9	10 800~ 40 000		
对苯二甲酸二甲酯	酯化法			微量~54	1 170		

清洁生产与过去的环境政策不同,过去的环境政策强调末端治理,即当污染产生后在排污口和烟囷口通过处理和处置进行污染控制,这种方法具有严重的经济与环境上的弊端。

第一,污染控制方法通常以单一环境介质(如空气、水和陆地)为目标对污染物进行控制,这种方法鼓励污染向未控制的介质中转移,例如,在解决空气污染和水污染过程中可能产生粉尘和污泥的陆地污染问题。

第二,污染控制方法通常只集中在控制大型污染源,但是未受控制的小污染源可能超过受控制的大污染源。

第三,这种方法按照固定要求(排放标准)接近污染物的排放标准,未能鼓励排污者将污染减少到最小量排放。

第四,污染控制方法鼓励企业花费巨额环境投资用于污染控制技术,而不是用于改进生产方式,改变原料,加强设备维护等花费低、效益高的污染预防技术。

这样,我们面临着相互矛盾的环境问题,一方面,我们花费大量资金与资源处理污染,而处理的结果又有新废物产生,又需要资源来处理它;另一方面,我们的环境质量只得到局部改善,而更严重的全球性环境问题,如臭氧层破坏、温室效应等对人类与环境造成新的威胁。因而,只有实行污染预防的办法预防废物(污染物)的产生才能解决上述矛盾。

由表 1-1 可以看出,我国在清洁生产方面与发达国家相比有着较大的距离,尤其体现在原材料的消耗、“三废”的产生及清洁生产的管理等方面,因此在我国提倡和发展方面有一定的空间,将对我国社会主义建设和可持续发展有着重要的意义。

二、清洁生产的发展

清洁生产已被认为是工业界实现环境改善,同时保持竞争性和可盈利性的核心手段之一,正受到越来越多的国家和国际组织的重视。例如,1990 年秋季美国国会通过了污染预防法案,法案中明确宣告美国环境政策是必须在污染的污染源预防和削减污染的产生;无法预防的污染物应当以环境安全的方式再生利用;污染物的处置或向环境中排放只能作为最后的手段,并且应当以环境安全的方式进行。目前,美国已有 26 个州相继通过了要求实行污染预防或废物减量化的法规,13 个州的立法要求工业设施呈报污染预防计划,并将废物减量计划作为发放废物处理、处置、运输许可证的必要条件。污染预防已经形成一套完整的法规、政策、计算和实施体系。

在欧洲,欧洲联盟委员会从 1991 年起开始实施第五环境行动纲领和走向可持续性文件并发布了综合污染预防指令。荷兰、丹麦、英国和比利时还开展了清洁工艺和清洁产品的示范项目,例如,荷兰在技术评价组织的倡导和组织下,主持开展了荷兰工业公司预防工业排放物和废物产生示范项目,并取得了较大成功;示范项目证实了把预防污染付诸实践不仅大大减少污染物的排放,而且会给公司带来很大经济效益。丹麦政府和环保局颁布了环境法,对促进清洁生产提出具体规定,并制定了环境和发展行动计划,自 1986 年以来,已开展了 250 多个清洁工艺项目;丹麦政府还拨出专款用于支持工业企业进行清洁生产示范工程。

现在联合国环境署、开发组织和世界银行等国际组织都在大力倡导清洁生产,把这看成是防治工业污染、保护环境的根本出路。

1989 年 5 月,联合国环境署理事会会议决定在世界范围内推进清洁生产。1992 年 6 月在巴西举行的联合国环境与发展大会已将清洁生产纳入了大会主要文件《21 世纪议程》。1994 年 10

月在华沙召开了第三次清洁生产高级研讨会,联合国环境署工业与环境规划活动中心还制定了清洁生产计划,主要包括五项内容:①建立国际清洁生产信息交换中心(ICPIC);②出版“清洁生产简讯”等有关刊物;③成立若干工业行业工作组致力于废物减量的清洁生产审计,编写清洁生产技术指南;④进行教育和培训;⑤开展清洁生产技术援助,帮助发展中国家和向市场经济转轨国家建立国家清洁生产中心等。

我国从20世纪80年代就开始研究推广清洁生产工艺,如硫酸工业的水洗流程改为酸洗流程,一转一吸改为两转两吸,减少了酸性废水及 SO_2 废气的排放;又如氯乙烯生产中由乙炔法改为乙烯氧氯化法避免了废汞催化剂的污染等。陆续研究开发了许多清洁生产技术,为清洁生产的实施打下了基础。

我国对清洁生产的管理也日益重视,专门成立了中国国家清洁生产中心、化工部清洁生产中心及部分省市的清洁生产指导中心,逐步建立和健全了企业清洁生产审计制度,在联合国环境规划署的帮助下进行了数十家企业的清洁生产审计,并取得良好效果。建设(改扩)项目的环境影响评价工作,以此为立项审批的重要依据。随着科学技术和国民经济的发展,我国的清洁生产水平将会不断地提高。

三、清洁生产与可持续发展

可持续发展(sustainable development)理论的形成经过了相当长的历史过程。20世纪50到60年代,人们在经济飞速增长、工业化、城市化等所造成的人口、资源的压力下,对“增长=发展”的模式产生了怀疑。1987年,联合国世界环境与发展委员会发表了《我们共同的未来》的报告,提出了“可持续发展”的概念。在1992年的联合国环境与发展大会上,“可持续发展”的理念得到与会者的认同,此后,“可持续发展”的思想随着这一词语迅速传遍各国,渗透到经济、社会生活的诸多领域。

环境规划署把可持续发展定义为“满足当前需要而又不削弱子孙后代满足其需要之能力的发展”。根据中国的具体国情,中国对可持续发展的认识和理解,主要强调以下几方面。

(1) 可持续发展的核心是发展 从历史的经验和教训出发,中国把发展经济放在了首位。无论是社会生产力的提高,综合国力的增强,还是资源的有效利用,环境和生态的保护,都依赖经济发展和物质基础。

(2) 环境保护作为一项战略任务和基本国策 可持续发展的重要标志是资源的永续利用和良好的生态环境。因此,中国把环境保护作为一项战略任务和基本国策。

(3) 可持续发展是一种新的发展模式 可持续发展要求既要考虑当前发展的需要,又要考虑未来发展的需要,不以牺牲后代人的利益为代价。中国现阶段实施可持续发展战略的实质,是要开创一种新的发展模式,实现经济体制由计划经济向社会主义市场经济体制转变和经济增长方式由粗放型向集约型转变,使国民经济和社会发展逐步走上良性循环的道路。

(4) 可持续发展从整体上转变人们的观念和行为规范 实施可持续发展战略必须转变思想观念和行为规范。要正确认识和对待人与自然的关系,用可持续发展的新思想、新观点、新知识,改变人们传统的不可持续发展的生产方式、消费方式、思维方式,从整体上转变人们的观念和行为规范。

清洁生产是人类总结工业发展历史经验教训的产物,20多年来全球的研究和实践,充分证

明了清洁生产是有效利用资源、减少工业污染、保护环境根本措施。它作为预防性的环境管理策略,已被世界各国公认为实现可持续发展的技术手段和工具,是可持续发展的一项基本途径,是可持续发展战略引导下的一场新的工业革命,是 21 世纪工业生产发展的主要方向,是现代工业发展的基本模式和现代工业文明的重要标志。联合国环境规划署将清洁生产从四个层次上形象地概括为技术改造的推动者、改善企业管理的催化剂、工业运行模式的革新者、连接工业化和可持续发展的桥梁。

《中国 21 世纪议程》明确指出,推行清洁生产是中国实施可持续发展战略优先考虑的重点领域之一。中国政府已认识到这种预防性战略必须贯穿于重大经济和技术政策、社会发展规划以及重大经济开发计划的制定过程中。通过实施清洁生产,可以把工业污染尽可能消灭在生产过程中,使工业生产废物最小化,变被动治理污染为积极预防污染。同时,开展清洁生产工作有助于企业节能降耗,减少生产成本,提高经济效益。中国工业的特点决定了中国必须大力推行清洁生产,摒弃高消耗、高投入的粗放型发展模式,走技术进步、高效益、节约资源的集约化发展模式。

四、国外清洁生产现状及发展趋势

在发达国家,清洁生产已经普遍成为企业的自觉行为和自身需求。一方面企业的社会责任和社会形象在现代国际商业领域与企业竞争力息息相关,促使企业按照一定的标准或规范进行内部管理。因此,近年来发达国家中通过 ISO14001 认证的机构数量急剧增加,说明越来越多的企业不仅注重产品质量,而且开始注重生产过程、产品和服务环境效应;另一方面,清洁生产能够为企业带来实际的利益,例如,法国环境部早期对 100 多项无废工艺的技术经济情况进行的调查发现,有 68% 的无废工艺设备的运行费低于原工艺设备的运行费。荷兰的经验则表明,推行清洁生产技术可以削减 30%~60% 的废物,95% 的煤灰料被回收,推行这些技术的企业认为很值得。澳大利亚一家最大的生产纱线的企业,原工艺每生产 1 kg 纱线需要使用 250 L 的水和 3 kg 化学药剂,必须支付高额的排污费,该企业自 1992 年以来进行了清洁生产技术的调查,通过新技术的应用,投资 15 万美元对原工艺进行了 50 项改良,其后 3 年所获得的总回报达到 110 万美元;澳大利亚一家铸造企业每年使用的铸造用砂有 3 500 t 成为固体废弃物,该企业投资 32.5 万美元引进清洁生产技术进行铸造用砂的再加工和回用,每年减少购买新砂的费用 7.5 万美元以及排放废砂的费用 4.8 万美元。加拿大林业和纸浆造纸行业是 GNP(Green National Product)的主要贡献者,也是最大的劳动力雇佣部门,1970 年起通过立法、技术革新等方法推行清洁生产。自 1970 年第一个制浆造纸法规实施以来,该行业的生产能力提高了约 20%,污染负荷却减少了约 90%。

值得注意的是,发达国家一方面重视法规建设,关注企业的社会责任感,不断完善游戏规则;另一方面十分重视清洁生产技术的开发和应用。几乎所有成功的案例都需要应用清洁生产新技术。

发达国家的另一个发展趋势是,不仅将清洁生产的理念作为企业内部的行为,而且将其扩展到全社会。其表现形式主要在两个方面:一方面是循环经济(3R: Reuse、Reduce、Recycle)的理念正在通过政府的立法行为而逐渐成为全社会的行为准则;另一方面是通过建立新的国际贸易秩序,设立国际贸易的绿色壁垒,强制性地推广清洁生产的理念,一可以提高本国产品的国际竞

争力,二可以限制发展中国家产品的进口。这样,在重视环境保护的名义下,技术落后、仍在走着“先污染后治理”老路的发展中国家不得不付出沉重的代价,尽管发达国家在过去也走过这样的路。

在欧洲,德国于1991年和1996年先后颁布了《包装废弃物处理法》和《循环经济和废物管理法》,规定对废物管理的首选手段是“避免产生”,然后才是“循环使用”和“最终处理”;法国制定法令规定到2003年必须有85%的包装废弃物得到循环使用;荷兰和丹麦提出废弃物循环使用率到2000年分别达到60%和50%的目标;奥地利的法规要求对80%回收包装材料必须进行再循环处理或再利用。为此,欧洲设计了一组包装回收象征性标记,包括“可以重复周转再用的”、“可以回收再生(再循环)的”、“使用再生材料超过50%的”标记和绿色标记等。

日本政府从1990年起开始重视循环经济的建设,1991年制定了《再生资源利用促进法》,确立了促进汽车及家电等的循环利用的判定标准以及事先评估、信息提供等体系。1993年制定了《环境基本法》,1994年政府又根据该基本法制定了《环境基本计划》,决定将循环政策作为环境政策的长期目标之一来实施,并把实现低环境负荷的可持续发展的经济社会体系作为目标。2000年,日本制定了基于“生产者责任延伸制度”的《推进循环型社会形成基本法》以及《建筑材料循环利用法》、《食品循环利用法》、《绿色采购法》等,修订了《再生资源利用促进法》并更名为《资源有效利用促进法》,修订了1970年制定的《废弃物处理法》,加强了控制废弃物的产生以及不正当处理的措施。因此,2000年被定位为日本的“循环型社会元年”。2002年,日本又制定了《汽车循环利用法》,使日本成为世界上具有最先进的循环经济法规体系的国家。在此基础上,政府又于2003年3月制定了建设循环型社会的长期指导方针《推进循环型社会形成基本计划》。

日本政府认为,相对于日本的资源总投入量(大约21亿t/a),循环利用量(大约2亿t/a)仍处于较低水平,只占大约10%,说明日本已形成了资源浪费型的社会经济结构。为此,日本政府希望通过国家、国民、非营利组织(NPO)、非政府组织(NGO)、事业者、地方政府等采取切实执行有关法律的措施,在2010年达成以下预定目标:①资源生产率与2000年相比提高40%;②资源的循环的利用率与2000年相比提高40%;③废弃物的最终处理量与2000年相比减少50%;④每个人排放的垃圾量与2000年相比减少20%;⑤循环型社会商务市场提高到1997年的2倍。日本的目标是从大量生产、大量消费和大量废弃的社会逐步走向“循环型社会”。

日本政府试图通过以引导为主的方式,也就是说使环境保护行动能够增加企业的经济效益以及企业的信誉和评价,而不是强制的方式,来推动循环经济的发展。因此,许多日本企业开发了支持循环经济的关键技术,一方面增加企业的竞争力;另一方面为应付未来可能出现的环境贸易壁垒作技术储备。欧美的许多发达国家也都加大了在这一方面的技术开发力度,这些动态都是非常值得我国政府以及企业关注的。

联合国环境规划署长期以来致力于帮助发展中国家发展清洁生产,已经在世界范围内以发展中国家为主,通过技术和经济援助、人员交流等方式帮助建立了26个国家清洁生产中心,发达国家的企业在发展中国家投资建设的工厂也采取了能够获得经济利益的清洁生产工艺,从而促进了这些国家清洁生产的发展。例如,P. T. Pacific Indomas Plastic Indonesia是道尔化学公司在印度尼西亚投资的工厂,于1993年正式投产。该厂在设计时就考虑了清洁生产技术,由于当

地水价很高,该厂使用密闭冷却回收系统,只补充很少量的水,从而节省了水费;该厂的聚合反应过程采用减少稀释、回收浓稠有机蒸气工艺也可以节省很多费用;在所有工艺过程中所产生的液体废弃物均通过加热器燃烧回收热值。

五、国内清洁生产现状和发展趋势

中国是国际上公认的清洁生产搞得最好的发展中国家,1980年我国的清洁生产开始萌芽,1992年在第一次国际清洁生产研讨会上,中国提出了“中国清洁生产行动计划(草案)”。国家有关部门和地方政府为清洁生产在中国的推广和实施做了大量工作,取得了显著成效。自1993年世界银行技术援助项目“推动中国的清洁生产”实施以来,重点在组织机构、宣传培训、清洁生产审核示范以及政策研究等能力建设方面开展了清洁生产的推动工作,实施了一批中美、中加、中挪、亚行等双边或多边合作项目。1995年,在联合国工业发展组织和联合国环境规划署的支持下成立了中国国家清洁生产中心。截至2000年底,全国已建立了20个行业或地方清洁生产中心。

中国在推行清洁生产的过程中十分重视示范企业的作用,在大多数省、市、自治区都启动了清洁生产示范项目,建立了400多个清洁生产示范、试点企业,涉及化学、轻工、建材、冶金、石化、电力、飞机制造、医药、采矿、电子、烟草、机械、纺织印染及交通等行业,减少了约20%的污染物排放,数百家企业通过了清洁生产审核。《中华人民共和国清洁生产促进法》于2003年1月1日开始实施后,清洁生产工作受到了更为广泛的关注。2003年12月,国务院办公厅转发了国家发改委等11个部门提出的《关于加快推行清洁生产意见》,要求“加快推行清洁生产,提高资源利用效率,减少污染物的产生和排放,保护环境,增强企业竞争力,促进经济社会可持续发展”。该《意见》系统地阐述了我国今后加快推行清洁生产的政策和措施,指出“清洁生产是对传统发展模式的根本变革,是走新型工业化道路、实现可持续发展战略的必然选择,也是适应我国加入世界贸易组织、应对绿色贸易壁垒、增强企业竞争力的重要措施”,要求充分发挥市场在资源配置中的基础性作用,坚持以企业为主体,政府指导与推动,强化政策引导和激励,逐步形成企业自觉实施清洁生产的机制。2004年8月,国家发改委和国家环保总局联合发布了《清洁生产审核暂行办法》,该办法于2004年10月1日起施行,不仅倡导企业自觉进行清洁生产审核,而且规定对严重影响环境的企业要进行强制性清洁生产审核。2006年7月3日国家环境保护总局发布八个行业清洁生产标准,清洁生产标准的编制和发布,是落实《中华人民共和国清洁生产促进法》赋予环保部门有关职责,从环保角度出发,引导和推动企业清洁生产的需要;是环保工作加快推进历史性转变,提高环境准入门槛,推动实现环境优化经济增长的重要手段;是完善国家环境标准体系,加强污染全过程控制的需要。

生态工业园模式是在企业内部推行清洁生产技术的基础上开展企业间协作以增强产业解决资源和环境问题的新型工业组织形态,在我国受到了政府的大力支持和推广。这种模式通过园内企业之间的副产物和废物的交换、能量和废水的逐级利用、基础设施的共享来实现园区在经济效益和环境效益方面的协调发展。为推进我国生态工业及生态工业园区的发展,国家环境保护总局从1999年开始启动生态工业示范园区建设试点工作,在全国确立了八大示范区。

但是,我国清洁生产的推行还存在着不少障碍,原国家经贸委资源节约与综合利用司有关专家指出,我国推行清洁生产中的突出问题包括:①各级领导特别是企业领导对清洁生产在可持续发展中的重要作用还缺乏足够的认识,重外延、轻内涵,重治标、轻治本,观念上还没有转到