

清洁生产 审核指南

郭显锋 张新力 方 平 主编

QINGJIE SHENGCHAN

只想给
做清洁生产审核的同仁
以最需要的帮助!

SHENHE ZHINAN

中国环境科学出版社

清洁生产审核指南

主 编：郭显锋 张新力 方 平
编 写：惠秀奇 苏成峰 万红艳
雍玉强 罗志宏 海胜利
鲍建伟 张 平

只想给做清洁生产审核的同仁以最需要的帮助！

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

清洁生产审核指南/郭显锋, 张新力, 方平主编. —北京:
中国环境科学出版社, 2007.7

ISBN 978-7-80209-583-0

I. 清… II. ①郭…②张…③方… III. 无污染工艺-
审核-指南 IV. X383-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 079149 号

责任编辑 刘 璐 肖 卫

责任校对 扣志红

封面设计 龙文视觉

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京东海印刷有限公司

经 销 各地新华书店

版 次 2007 年 7 月第一版

印 次 2007 年 7 月第一次印刷

印 数 1—4000

开 本 787×1092 1/16

印 张 14.75

字 数 340 千字

定 价 35.00 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

前 言

清洁生产可用“节能、降耗、减污、增效”8个字来描述，它是一种全新的环境保护战略，是从单纯依靠末端治理逐步向全过程控制的一种转变。清洁生产促使企业从传统、落后、粗放的生产方式向高科技、高品位、高效益的生产方式转变，即在生产过程中尽可能减少资源消耗和浪费，同时也减少或消除污染物的排放，并保证产品的使用和消费过程是“清洁”的而不是污染的。它强调生产和服务活动的“全员参与、全过程控制、全方位审核、科学改进、循环上升”，即“三全一科学”的现代环境保护整体预防战略，已在发达国家的生产和服务活动中普遍采用。

清洁生产审核是开展清洁生产的具体操作程序，是指按照一定程序，对生产和服务过程进行调查和诊断，找出能耗高、物耗高、污染重的原因，提出减少有毒、有害物料的使用、产生，降低能耗、物耗以及废物产生的方案，进而选定技术经济及环境可行的清洁生产方案的过程。企业要紧紧围绕“节能、降耗、减污、增效”这一主线，结合自身实际，制定好清洁生产目标，产生并实施清洁生产方案，使企业清洁生产水平稳步提高，最终取得经济效益、环境效益和社会效益的统一，为企业可持续发展奠定基础。

本书通过介绍清洁生产和清洁生产审核相关内涵，侧重介绍了清洁生产审核的一般程序和方法，供企业从事清洁生产审核的人员、各级管理人员和广大员（职）工参考。

由于作者水平有限，书中不当之处敬请读者批评指正。

编 者

2007年1月于郑州

目 录

1 清洁生产概述	1
1.1 清洁生产的产生和发展	1
1.2 清洁生产的定义和内涵	3
1.3 清洁生产的内容和特点	4
1.4 推行清洁生产的目的	5
1.5 开展清洁生产对企业生产经营的作用	6
1.6 工业生产过程的清洁生产	7
1.7 推行清洁生产的必要性	11
1.8 清洁生产与传统生产（末端治理）的区别与联系	12
2 清洁生产审核概念	14
2.1 清洁生产审核的定义	14
2.2 清洁生产与清洁生产审核	14
2.3 开展清洁生产审核的目的	14
2.4 清洁生产审核类型	15
2.5 清洁生产（审核）标准	15
3 清洁生产审核原理	17
3.1 清洁生产审核思路	17
3.2 清洁生产审核对象	18
3.3 清洁生产审核主要程序	18
3.4 清洁生产审核程序的基本原理	20
4 清洁生产审核组织和实施	23
4.1 筹划和组织	23
4.2 预评估	27
4.3 评估	33
4.4 方案产生和筛选	41
4.5 方案可行性分析	45
4.6 方案实施	50
4.7 持续清洁生产	53
5 清洁生产目标与指标体系构建	58
5.1 构建清洁生产目标和指标体系的重要性	58

5.2 清洁生产目标和指标体系的构建	59
5.3 国内清洁生产指标体系的构建	67
6 清洁生产与环境管理体系的关系	76
6.1 清洁生产与环境管理体系 ISO 14000 的相互关系	76
6.2 清洁生产审核与环境管理体系及初始环境评审之间的关系	76
6.3 清洁生产与环境管理体系结合的实例	77
7 清洁生产、循环经济与可持续发展相互关系	80
7.1 循环经济	80
7.2 可持续发展	81
8 清洁生产审核技巧	83
8.1 总体要求	83
8.2 清洁生产审核实用技巧	83
8.3 清洁生产审核相关问题	85
8.4 识别清洁生产机会	86
9 快速清洁生产审核	92
9.1 快速清洁生产审核的意义	92
9.2 快速清洁生产审核的方法	92
9.3 快速清洁生产审核的适应范围	99
9.4 完成快速清洁生产审核的基本要求	99
9.5 清洁生产快速审核报告编制要求	99
10 清洁生产审核案例	101
案例 1 佛山市联达纺织实业有限公司清洁生产案例	101
案例 2 华能汕头电厂清洁生产案例	106
案例 3 揭东县力豪家具有限公司清洁生产案例	117
案例 4 某水泥企业清洁生产审核范例	121
附 录	127
附录 1 常用表格	127
附录 2 基本概念	141
附录 3 常见清洁生产方案	143
附录 4 清洁生产政策和标准	176
附录 5 金星工业园区清洁生产审核报告	187
参考文献	230

1 清洁生产概述

1.1 清洁生产的产生和发展

1.1.1 清洁生产的产生

发达国家在 20 世纪 60 年代和 70 年代初, 由于经济快速发展, 忽视对工业污染的防治, 致使环境污染问题日益严重。公害事件不断发生, 如日本的水俣病事件, 对人体健康造成极大危害, 生态环境受到严重破坏, 社会反映非常强烈。环境问题逐渐引起各国政府的极大关注, 并采取了相应的环保措施和对策。例如, 增加环保投资、建设污染控制和处理设施、制定污染物排放标准、实行环境立法等, 以控制和改善环境污染问题, 取得了一定的成绩。

但是通过十多年的实践发现: 这种仅着眼于控制排污口(末端), 使排放的污染物通过治理达标排放的办法, 虽在一定时期内或在局部地区起到了一定的作用, 但并未从根本上解决工业污染问题。其原因在于:

第一, 随着生产的发展和产品品种的不断增多, 以及人们环境意识的提高, 对工业生产所排污染物的种类检测越来越多, 规定控制的污染物(特别是有毒有害污染物)的排放标准也越来越严格, 从而对污染治理与控制的要求也越来越高, 为达到排放的要求, 企业要花费大量的资金, 大大提高了治理费用, 即使如此, 一些要求还难以达到。

第二, 由于污染治理技术有限, 治理污染实质上很难达到彻底消除污染的目的。因为一般末端治理污染的办法是先通过必要的预处理, 再进行生化处理后排放。而有些污染物是不能生物降解的污染物, 只是稀释排放, 不仅污染环境, 甚至有的治理不当还会造成二次污染; 有的治理只是将污染物转移, 废气变废水, 废水变废渣, 废渣堆放填埋, 污染土壤和地下水, 形成恶性循环, 破坏生态环境。

第三, 只着眼于末端处理的办法, 不仅需要投资, 而且使一些可以回收的资源(包含未反应的原料)得不到有效的回收利用而流失, 致使企业原材料消耗增高, 产品成本增加, 经济效益下降, 从而影响企业治理污染的积极性和主动性。

第四, 实践证明: 预防优于治理。根据日本环境厅 1991 年的报告, 从经济上计算, 在污染前采取防治对策比在污染后采取措施治理更为节省。例如就整个日本的硫氧化物造成的大气污染而言, 排放后不采取对策所产生的受害金额是现在预防这种危害所需费用的 10 倍。以水俣病而言, 其推算结果则为 100 倍。可见两者之差极其悬殊。

据美国 EPA 统计, 美国用于空气、水和土壤等环境介质污染控制总费用(包括投资和运行费), 1972 年为 260 亿美元(占 GNP 的 1%), 1987 年猛增至 850 亿美元, 80 年代末达到 1 200 亿美元(占 GNP 的 2.8%)。如杜邦公司每磅废物的处理费用以每年 20%~30%

的速率增加,焚烧一桶危险废物可能要花费 300~1 500 美元。即使如此之高的经济代价仍未能达到预期的污染控制目标,末端处理在经济上已不堪重负。

因此,发达国家通过治理污染的实践,逐步认识到防治工业污染不能只依靠治理排污口(末端)的污染,要从根本上解决工业污染问题,必须“预防为主”,将污染物消除在生产过程之中,实行工业生产全过程控制。70 年代末期以来,不少发达国家的政府和各大企业集团(公司)都纷纷研究开发和采用清洁工艺(少废、无废技术),开辟污染预防的新途径,把推行清洁生产作为经济和环境协调发展的一项战略措施。

1.1.2 清洁生产的发展

清洁生产的概念最早大约可追溯到 1976 年。当年,欧共体在巴黎举行了“无废工艺和无废生产国际研讨会”,会上提出“消除造成污染的根源”的思想。1979 年 4 月欧共体理事会宣布推行清洁生产政策,1984 年、1985 年、1987 年欧共体环境事务委员会三次拨款支持建立清洁生产示范工程。清洁生产审计起源于 20 世纪 80 年代美国化工行业的污染预防审计,并迅速风行全球。

经过 20 多年的发展,清洁生产逐渐趋于成熟,并为各国企业和政府所普遍认可。到 20 世纪 90 年代末期,一部分企业接受了清洁生产的理念并在技术和信息支持下开展了一些活动,大量的实践表明清洁生产可以达到环境效益和经济效益的统一。

联合国环境规划署在 2000 年的第六届清洁生产国际高级研讨会上对清洁生产发展状况的概括是:“对于清洁生产,我们已经在很大程度上达成全球范围内的共识,但距离最终目标仍有很长的路,因此,必须做出更多的承诺”。在 2002 年第七次清洁生产国际高级研讨会上,联合国环境规划署建议各国进一步加强政府的政策制定,使清洁生产成为主流,尤其是提高国家清洁生产中心在政策、技术、管理以及网络等方面的能力。此次会议上,联合国环境规划署与环境毒理学与化学学会(SETAC)共同发起了“生命周期行动”,旨在全球推广生命周期的思想。会议还提出,清洁生产和可持续消费密不可分,建议改变生产模式与改变消费模式并举,进一步把可持续生产和消费模式融入商业运作和日常生活,乃至国际多边环境协议的执行中。

一些发达国家如德国于 1996 年颁布了《循环经济和废物管理法》;日本为适应其经济软着陆时期的发展需求,在 2000 年前后相继颁布了《促进建立循环社会基本法》、《提高资源有效利用法(修订)》等一系列法律,来建立循环社会;美国和加拿大也建立了污染预防方面的法律制度,大力推进污染预防工作。

我国政府一直倡导清洁生产战略和实践,对国际清洁生产宣言给予了积极地支持。早在 20 世纪 70 年代就曾明确提出了“预防为主,防治结合”的方针,强调要通过调整产业布局、产品结构,通过技术改造和“三废”的综合利用等手段防治工业污染。到了 20 世纪 80 年代,随着环境问题的日益严重,我国明确了“预防为主,防治结合”的环境政策,指出要通过技术改造把“三废”排放减少到最低限度。这个时期人们已认识到清洁生产在环境保护中的重要性。1983 年第二次全国环境保护会议上提出:环境问题要尽力在计划过程和生产过程中解决,实现经济效益、社会效益和环境效益统一的指导原则。1985 年我国政府又提出了“持续、稳定、协调发展”的方针,在总结了我国环境保护工作和经济建设中的经验教训后,初步提出了持续发展的思想。

国家经贸委和原国家环保局于 1993 年联合召开了第二次全国工业污染防治工作会议,会议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转变,实行清洁生产。在联合国环境规划署、世界银行的援助和许多外国专家的协助下,自 1993 年我国就在全国各地进行清洁生产试点示范,启动和实施了一系列推进清洁生产的项目,清洁生产从概念、理论到实践在中国广为传播。通过广泛开展国际交流与合作,为我国培养了一批清洁生产专门人才,积累了我国企业开展清洁生产的经验,同时起到了积极的宣传促进作用。目前,全国绝大多数省、自治区、直辖市都先后开展了清洁生产的培训和试点工作,通过实施清洁生产,普遍取得了良好的经济效益和环境效益。

我国在先后颁布和修订的《中华人民共和国大气污染防治法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国固体废物污染防治法》和《淮河流域水污染防治暂行条例》等法律法规中,将实施清洁生产作为重要内容,明确提出通过实施清洁生产防治工业污染。国家环保总局于 1997 年 4 月制定并发布了“关于推行清洁生产的若干意见”,1999 年 5 月国家经贸委发布了《关于实施清洁生产示范试点的通知》,联合国环境署 1999 年 10 月在汉城举行第六届国际清洁生产高级研讨会上出台了《国际清洁生产宣言》,我国政府在《宣言》上郑重签字,表明了我国政府大力推动清洁生产的决心。2002 年 6 月 29 日九届全国人大常委会第 28 次会议审议并通过了《中华人民共和国清洁生产促进法》,将推行清洁生产纳入有关的法律以及有关的部门规划中,标志着我国的清洁生产工作已走上法制化的轨道。由国家发展和改革委员会和国家环境保护总局 2004 年 8 月 10 日颁布的《清洁生产审核暂行办法》以及 2005 年 12 月 13 日国家环保总局发布的《重点企业清洁生产审核程序的规定》,规范了清洁生产审核工作。目前,国家已公布了一批清洁生产标准,为清洁生产的推行提供了技术支撑。

1.2 清洁生产的定义和内涵

1998 年在第五次国际清洁生产研讨会上,清洁生产的定义得到进一步的完善,联合国环境规划署给出了“清洁生产”的定义。即:清洁生产是将综合性预防的环境战略持续地应用于生产过程、产品和服务中,以提高效率,降低对人类和环境的危害。对生产过程来说,清洁生产是指通过节约能源和资源,淘汰有害原料,减少废物和有害物质的产生和排放;对产品来说,清洁生产是指降低产品全生命周期,即从原材料开采到寿命终结的处置的整个过程对人类和环境的影响;对服务来说,清洁生产是指将预防性的环境战略结合到服务的设计和提供服务的活动中。

我国于 2002 年 6 月 29 日颁布的《中华人民共和国清洁生产促进法》也给出了“清洁生产”(Cleaner Production)的定义。即:清洁生产是指不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、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。

这两个定义虽然表述不同,但内涵是一致的。《清洁生产促进法》关于清洁生产的定义,借鉴了联合国环境规划署的定义,结合我国实际情况,表述更加具体、更加明确,便于理解。

从清洁生产的定义可以看出，实施清洁生产的途径主要包括 5 个方面：

一是改进设计，在工艺和产品设计时，要充分考虑资源的有效利用和环境保护，生产的产品不危害人体健康，不对环境造成危害，能够回收的产品要易于回收；

二是使用清洁的能源，并尽可能采用无毒、无害或低毒、低害原料替代毒性大、危害严重的原料；

三是采用资源利用率高、污染物排放量少的工艺技术与设备；

四是综合利用，包括废渣综合利用、余热余能回收利用、水循环利用、废物回收利用；

五是改善管理，包括原料管理、设备管理、生产过程管理、产品质量管理、现场环境管理等。

同时，《清洁生产促进法》提出实施清洁生产应体现以下 4 个方面的原则：

一是减量化原则，即资源消耗最少、污染物产生和排放最小；

二是资源化原则，即“三废”最大限度地转化为产品；

三是再利用原则，即对生产和流通中产生的废弃物，作为再生资源充分回收利用；

四是无害化原则，尽最大可能减少有害原料的使用以及有害物质的产生和排放。

清洁生产体现了集约型的增长方式和发展循环经济的要求。

清洁生产的内涵核心是：实行源头削减和对产品生产实施全过程控制，包括一个组织的全体员工、各相关专业、各部门以及产品、生产、服务的各项环节、活动等。它的最终完善必须通过科学的技术改造来达到。因为清洁生产是一个相对的概念，通过企业管理和实施无、低、高费清洁生产方案后，企业的清洁生产达到了某一程度，但其工艺技术水平上还处在一个较低层次上，要使企业的清洁生产达到更高一个层次，必须进行工艺技术改造，或对某一关键部位进行较高投资的技术改造。这种较高投资的技术改造，不仅关系到提高原材料的转化系数（提高成品率和降低损失率），而且关系到如何降低污染物的排放量和排放浓度与毒性的问题。

1.3 清洁生产的内容和特点

1.3.1 清洁生产的主要内容

1.3.1.1 清洁及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。

1.3.1.2 清洁的生产过程

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、高效的能源和原材料利用和生产。

1.3.1.3 清洁的产品

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。

1.3.2 清洁生产的特点

一是战略性。清洁生产是污染防治战略，是实现可持续发展的环境战略。作为战略，它有理论基础、技术内涵、实施工具、实施目标和行动计划。

二是预防性。传统的末端治理与生产过程相脱节，即“先污染，后治理”。清洁生产从源头抓起，实行生产全过程控制，尽最大可能减少乃至消除污染物的产生，其实质是预防污染。

三是综合性。实施清洁生产的措施是综合性的预防措施，包括结构调整、技术进步和完善管理。

四是统一性。传统的末端治理投入多、治理难度大、运行成本高，经济效益与环境效益不能有机结合。清洁生产最大限度地利用资源，将污染物消除在生产过程之中，不仅环境状况从根本上得到改善，而且能源、原材料和生产成本降低，经济效益提高，竞争力增强，能够实现经济效益与环境效益相统一。

五是持续性。清洁生产是个相对的概念，是个持续不断的过程，没有终极目标。随着技术和管理水平的不断创新，清洁生产应当有更高的目标。

1.4 推行清洁生产的目的

1.4.1 自然资源 and 能源利用的最合理化

自然资源 and 能源利用的最合理化，要求以最少的原材料和能源消耗，生产尽可能多的产品，提供尽可能多的服务。对于工业企业来说，应在生产、产品和服务中，最大限度地做到：

- ✧ 节约能源；
- ✧ 利用可再生能源；
- ✧ 利用清洁能源；
- ✧ 开发新能源；
- ✧ 实施各种节能技术和措施；
- ✧ 节约原材料；
- ✧ 利用无毒无害原材料；
- ✧ 减少使用稀有原材料；
- ✧ 现场循环利用物料。

1.4.2 经济效益最大化

企业通过不断提高生产效率，降低生产成本，增加产品和服务的附加值，以获取尽

可能大的经济效益。要实现经济效益最大化，企业应在生产和服务中最大限度地做到：

- ◇ 减少原材料和能源的使用；
- ◇ 采用高效生产技术和工艺；
- ◇ 减少副产品；
- ◇ 降低物料和能源损耗；
- ◇ 提高产品质量；
- ◇ 合理安排生产进度；
- ◇ 培养高素质人才；
- ◇ 完善企业管理制度；
- ◇ 树立良好的企业形象。

1.4.3 对人类和环境的危害最小化

生产的一个主要目标是提高人类的生活质量。对于工业企业，对人类与环境危害最小化就是在生产和服务中，最大限度地做到：

- ◇ 减少有毒有害物料的使用；
- ◇ 采用少废或无废生产技术和工艺；
- ◇ 减少生产过程中的危险因素；
- ◇ 现场循环利用废物；
- ◇ 使用可回收利用的包装材料；
- ◇ 合理包装产品；
- ◇ 采用可降解和易处置的原材料；
- ◇ 合理利用产品功能；
- ◇ 延长产品寿命。

1.5 开展清洁生产对企业生产经营的作用

清洁生产意味着将一个综合的预防战略持续地应用于生产过程、产品及服务中，以实现经济效益、社会效益和环境效益的统一。企业开展清洁生产对生产经营的作用有：

- 能够使企业达到“节能、降耗、减污、增效”的目的。
- 促使企业从传统、落后、粗放的生产方式向高科技、高品位、高效益的生产方式提升和发展；促进企业生产组织方式向现代化方向转变。
- 清洁生产是“全员参与、全过程控制、全方位审核、科学改进、循环上升”寻找清洁生产“机会”的一个“三全一科学”活动，能够使人力资源优势得到充分发挥。同时也可以提高企业各类人员对现代化大工业生产的认识，提高员工的综合素质。
- 清洁生产可促进企业的技术改造并且使技术改造更具有针对性、方向性。
- 清洁生产有利于克服企业重生产轻环保的问题。

企业的生产管理和环境保护往往形成的是“两跑道上的跑车”，始终跑不到一起，环境保护往往是企业环保部门一家的事情，而清洁生产是一种全新的理念，将生产和环保

有机地结合起来,从生产的源头和过程中削减污染,减少或避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放。

➤ 可以促进企业更新设备,提高装备水平。

在一些工业行业中,有部分企业的生产工艺流程和国外同类行业相比差距并不大,只是设备过分陈旧,自动监控技术水平不高,如果在这方面做部分改善,原生产流程会产生更好的效果。通过实施清洁生产,可以促进企业提高装备水平。

➤ 提高资源利用效率。

清洁生产是从改变原料、改革工艺、更新设备、废物回收利用等方面着手,实施这个生产过程可以提高资源的有效利用,同时环境也可得到保护。

➤ 清洁生产丰富和完善企业生产管理。

清洁生产通过一套严格的企业清洁生产审核程序,对生产流程中的单元操作,实测投入与产出数据,分析物料流失的主要环节和原因。确定污染物的来源、数量、类型和毒性,判定企业生产的“瓶颈”部位和管理不善之处,从而提出一套简单易行的整改方案——无(低)费方案,采取边审核边实施的办法,提高了企业的投入与产出比,降低了污染物的产生量,提高了职工的管理素质,从而也丰富和完善了企业的管理。无(低)费方案的实施是通过广大生产技术人员和现场操作工人去实现的,反过来又促使他们更加关心管理,提高他们参与管理的意识。

1.6 工业生产过程的清洁生产

清洁生产是工业发展的一种新模式,贯穿产品生产和消费的全过程。它不单纯是一个清洁生产技术问题,而是一个复杂的系统工程。因此,要实现清洁生产,必须首先转变观念,从揭示传统生产技术的重大问题入手,从生产—环境保护一体化的原则出发,具体问题具体分析,逐个解决产品生产、贮运、使用和消费全过程中存在的问题。

1.6.1 实施源削减,实现源头控制

清洁生产的基本精神是源削减,源削减是指通过预先制定的措施预防污染,使污染物产生之前就被削减或消灭于生产过程中。其实质是避免污染的产生,它在经济上和环境上要比净化和控制污染更为可取。

1.6.1.1 改进产品设计、调整产品结构

工业产品设计原则往往是从经济利益考虑,仅考虑其适用性和经济性。产品出厂后,企业不再顾及它们随后的命运。随着产品的更新换代、工业的发展,人们开始认识到,工业污染不但发生在产品的生产过程中,有时更严重地出现在消费过程中。有些产品使用后废弃、分散在环境中也是重要的污染源。如使用破坏臭氧层的氟利昂冰箱、强致癌联苯、六六六等农药。

按照清洁生产概念,对于工业产品要进行整个生命周期的环境影响分析,也就是对于产品要从设计、生产、流通、消费以致报废后处置的几个阶段进行环境影响分析。对于那些生产过程中物耗、能耗高,污染严重的产品,对于那些使用、报废后破坏生态环

境的产品要尽快调整与停产。我国 1984 年停止生产了农药六六六、DDT。我国早已禁止生产多氯联苯、汞制剂、砷制剂等剧毒产品，严禁设小铬盐、小染料、小农药、土法砒霜、土磷肥、土硫黄等严重污染项目。这对于保护环境起了重要作用。对于开发清洁产品提出如下一些途径：

- ◇ 更新产品设计。使产品在生产、使用中及报废后处置对环境无害。鼓励生产绿色产品。
- ◇ 调整产品结构。从产品的生命周期整体设计，优化生产，如造纸工业从种速生林—制纸浆—造纸—废纸—废纸回收利用与纸浆循环利用，整体布局“一条龙”生产。
- ◇ 提高产品的使用寿命，减少报废。
- ◇ 合理的使用功能。盲目追求“多功能”、“万能”，往往造成资源浪费。
- ◇ 简化包装，易降解、易处理。产品报废后，应易处理，可降解，并且对环境无害。鼓励采用可再生材料制作包装材料，包装物可回收重复使用等，避免使用处置后仍有污染和不易降解的材料作包装材料使用。

1.6.1.2 原材料的改进

可开发用无害或少害的物料来替代产品生产过程中使用的有害物料，从而使产品在使用和生产过程中不产生或少产生污染物。

现在已开发出许多有害物料替代的生产过程，如印刷业采用水溶性油墨代替溶剂性油墨，金属电镀中无氰电镀锌替代氰化镀锌，低浓度三价铬电镀代替六价铬装饰性电镀，纺织工业减少了含磷化学品的使用等。

物料的纯化，替代粗制原料，可减少产品生产过程中引起的质量问题，提高合格率，减少废品的产生，同时也可减少污染物的排放。

加强物料的控制，虽然订货、贮存、运输、发放这些程序大部分都为企业所熟悉，但尚未认识到这是污染产生的根源之一。库存控制不当，即过量的、过期的和不再使用的原材料，都可能增加企业的废物污染。适当的物料控制程序将保障原料没有流失，无污染无损失地进入生产工艺中，还可保证原料在生产过程中被有效地利用，不会成为废品。

定量控制添加物料是保证物料完全转化成产品的有效方法。传统的粗放型经营造成物料的浪费，同时还产生了大量废品。原料配比不当、添加不正确是造成物料浪费的重要原因之一。

1.6.1.3 改革工艺和设备，开发全新流程

我国不少工厂企业至今仍沿用 20 世纪五六十年代的老工艺、老设备，工艺落后、设备陈旧，加上管理不善，布局不合理，物料利用率低，物耗、能耗、水耗都很高，造成严重资源浪费和环境污染。遵循清洁生产的原则与要求，在原料规格、生产路线、工艺条件、设备选型和操作控制等方面加以合理改革，并积极创造条件应用生物技术、机电一体化技术、高效催化技术、电子信息技术、树脂和膜分离技术等现代科学技术，创建新的生产工艺和开发全新流程，从而提高生产效率和效益，实现清洁生产，彻底根除在

生产过程中产生的污染。

新的工艺，高效的设备和自动化控制操作，可以更有效地利用原材料，减少废物的产生，可减少废品或不合格品，从而减少需要重新加工或处置的物料量。采用有效的设备和工艺提高生产能力，降低原材料费用和废物处理处置费用，从而可以增加企业资金收入，给企业带来明显的经济效益和环境效益。

改革工艺和设备，可以局部进行，也可整个生产线的技术改造，视企业情况和资金能力而定，包括以下几种情况：

- ✧ 局部关键设备的革新。采用先进、高效设备，提高产量，减少废物的产生。
- ✧ 改进设备布局，避免操作中工件的传递带来的污染物流失；减少运转过程造成的产品损失。
- ✧ 生产线采用全新流程。建立连续、闭路生产流程，减少物料损失、提高产量、提高物料转化率，减少废物的产生。
- ✧ 工艺操作参数优化。在原有工艺基础上，适当改变操作条件，如浓度、温度、压力、时间、pH 值、搅拌条件、必要的预处理等，可延长工艺溶液使用寿命，提高物料转化率，减少废物的产生。
- ✧ 工艺更新。采用新工艺，改变落后旧工艺，采用最新的科学技术成果，如机电一体化技术、高效催化技术、生化技术、膜分离技术等，从而提高物料利用率，从根本上杜绝废物的产生。
- ✧ 配套自动控制装置。实现过程的优化控制，避免人为产生的错误操作，减少污染物的产生。

1.6.1.4 加强管理

加强管理是企业发展的永恒主题。实现清洁生产是一场工业革命，必须转变观念，加强领导和管理，必须制定一套完整的法规与政策，必须建立一套健全的环境管理机构 and 实施环境审计制度。

根据全过程控制概念，环境管理贯穿工业建设的全过程，落实到企业各层次，分解到企业各个环节，关联到产品与消费过程的各个方面。

管理措施一般花费很小，不涉及工艺生产过程的技术改造，但经验表明，强化管理能削减 40% 污染物的产生，对我国现有工业水平来说，改变粗放型经营传统、加强管理是一项投资少而成效巨大的措施，这些措施有以下几点：

- ✧ 安装必需的监测仪表，加强计量监督；
- ✧ 加强设备维护、维修，杜绝跑、冒、滴、漏；
- ✧ 建立有环境考核指标的岗位责任制与管理职责；
- ✧ 完善可靠的统计和审核；
- ✧ 产品的全面质量管理；
- ✧ 有效的生产调度，合理安排批量生产日程；
- ✧ 改进清洗方法，节约用水；
- ✧ 原材料合理贮存、妥善保管；
- ✧ 产品的合理贮存与运输；

- ◇ 加强人员培训，提高职工素质；
- ◇ 建立激励机制，公平的奖惩制度；
- ◇ 组织安全文明生产。

1.6.2 废物循环利用，建立生产闭合圈

工业生产中物料的转化不可能达到 100%。生产过程中工件的传递、物料的输送，加热反应中物料的挥发、沉淀，加之操作的不当，设备的泄漏等原因，总会造成物料的流失。工业中产生的“三废”实质上是生产过程中流失的原料、中间体和副产品及废品废料。尤其是我国农药、染料行业，主要原料利用率一般只有 30%~40%，其余都以“三废”形式排入环境。因此，对废物的有效处理和回收利用，既可创造财富，又可减少污染。

实现清洁生产，要求流失的物料必须加以回收，返回流程中或经适当处理后作为原料或副产品回用。建立从原料投入到废物循环回收利用的生产闭合圈，使工业生产不对环境构成任何危害。

在生产过程中，比较容易实现的是用水闭路循环。工业用水的原则是供水、用水和净水一体化，要一水多用、分质使用、净水重复使用。尤其是在水资源短缺的地区，实现用水闭路循环的工作更为紧迫。

如江苏省海门县化肥厂在 1991 年成功开发了吹风气 and 合成气余热回收利用，降低了正常生产用气量，每吨合成氨用蒸汽减为 2t，每年节约 8 000 t 标准煤和 564 万 kW·h 电，减少 CO₂ 排放 4 000 t。山东牟平造锁总厂电镀分厂和江苏江都自行车车把电镀厂，应用电镀漂洗水无排（或微排）技术，使电镀漂洗水实现了闭路循环。电解食盐制碱和漂白粉等氯碱化学工业都是综合利用技术的应用。厂内物料循环有以下几种情况：

- ◇ 将流失的物料回收后作为原料返回流程中；
- ◇ 将生产过程中产生的废料经适当处理后作为原料或替代物返回生产流程中；
- ◇ 将生产过程中生成的废料经适当处理后作为其他生产过程的原料回用或作为副产品回收。

1.6.3 发展环保技术，搞好末端治理

为了实现清洁生产，在全过程控制中还需包括必要的末端治理，使之成为一种在采取其他措施之后的防治污染最终手段。这种厂内末端处理，往往是作为集中处理前的预处理措施。在这种情况下，它的目标不再是达标排放，而只需处理达到集中处理设施可接纳的程度。因此，对生产过程也需提出一些新的要求：

- 必须清浊分流，减少处理量，有利于组织再循环；
- 必须开展综合利用，从排放物中回收有用物质；
- 必须进行适当的预处理和减量化处理，如脱水、浓缩，包装、焚烧等。

为实现有效的末端处理，必须努力开发一些技术先进、处理效果好、占地面积小、投资少、见效快、可回收有用物质、有利于组织物料再循环的实用环保技术。

20 世纪 80 年代中期以来，我国已开发很多成功的环保实用技术。如：粉煤灰处理和综合利用技术、钢渣处理及综合利用技术、苯系列有机气体催化净化技术、合成氮放

空气、再生回收氨气新工艺、碱吸收法处理硝酸尾气、氨吸收法处理硫酸尾气、电石炉、炭黑炉炉气除尘、氯碱法处理含氰废水等。然而，我国还有不少环保上的难题至今尚未彻底解决。例如，处理含二氧化硫废气的脱硫技术、造纸黑液的治理与回收碱技术、萘系列和蒽醌系列染料中间体生产废水的治理与回收技术、汽车尾气的处理技术、高浓度有机废液的处理及综合利用技术等。因此，还需依靠科学技术的研究成果，继续努力开发最佳实用技术，使末端处理更加行之有效，真正起到污染控制的“把关”作用。

1.7 推行清洁生产的必要性

1.7.1 清洁生产是现阶段环境保护的最高级污染防治模式

在此之前，环境问题主要采取的是“先污染、后治理”的“末端治理”模式，虽然取得了一定的环境效果，但并没有从根本上解决经济高速发展对资源和环境造成的巨大压力，资源短缺、环境污染、生态破坏日益加剧。“末端治理”这一污染控制模式暴露出了种种弊端：

- 治理代价高，造成企业成本上升，经济效益下降，企业缺乏治理污染的主动性和积极性；
- 治理难度大（技术具有局限性），存在污染转移的风险，不能彻底解决环境污染；
- 治理范围的局限性，末端治理未涉及生产过程中资源的有效利用，不能制止生产的各个环节自然资源浪费问题。

因此，要防治工业污染不能仅仅依靠“末端治理”，必须“预防为主”，将污染物消除在生产过程之中，实行工业生产全过程控制，即工业生产企业实行清洁生产，以减少或消除污染物的排放。

1.7.2 清洁生产是推动循环经济的基础工作

在企业层次实施清洁生产就是小循环的循环经济，一个产品、一台装置、一条生产线都可采用清洁生产的方案。在推动循环经济过程中，需要解决一系列的技术问题，才能达到资源的高效利用和循环利用（循环经济的核心），而清洁生产就是从不断采取改进设计、采用先进的工艺技术与设备等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率的，因此，清洁生产是循环经济的具体体现，是推动循环经济的基础。

1.7.3 清洁生产是实施可持续发展的环境战略

可持续发展是既能满足当代人发展的需要，又不对后代人满足其发展需要的能力构成危害。目前我国仍以传统的高消耗、低产出、高污染的生产方式来维持经济的高速增长，将会使环境问题进一步恶化，更会使有限的资源加速耗竭。环境和资源所承受的压力反过来对社会经济的发展产生严重的制约作用，使经济增长现象成为短期行为，难以持续发展。所以转变传统的发展模式，实现经济与环境的协调发展势在必行，而实施清洁生产能使经济与环境和諧发展，因此，清洁生产是经济可持续发展的环境战略。