



环境保护部-陶氏化学公司清洁生产合作示范项目丛书



Lean Cleaner Production Audit

# 精细化 清洁生产审核

环境保护部污染防治司 编



化学工业出版社



环境保护部-陶氏化学公司清洁生产合作示范项目丛书



Lean Cleaner Production Audit

# 精细化 清洁生产审核

环境保护部污染防治司 编



化学工业出版社

·北京·

本书从“浪费”的概念入手，拓展了清洁生产审核的思路，从“理念、政策、思路、模型、方法、程序、技巧、报告”八个方面系统地阐述了精细化清洁生产审核。将最新的研究成果引入到清洁生产审核的方法学中，并辅以大量的案例作为佐证。

本书既可以作为企业自行开展清洁生产审核或节能降耗的辅导手册，也可以为清洁生产审核机构或能源审计机构提供参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

精细化清洁生产审核/环境保护部污染防治司编. —北京: 化学工业出版社, 2009. 5  
(环境保护部-陶氏化学公司清洁生产合作示范项目丛书)  
ISBN 978-7-122-05276-6

I. 精… II. 环… III. 无污染工艺-审核 IV. X383

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 057888 号

---

责任编辑: 左晨燕 汲永臻  
责任校对: 陈 静

装帧设计: 张 辉

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

720mm×1000mm 1/16 印张 10 $\frac{3}{4}$  字数 189 千字 2009 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

人类社会的发展史，是一部典型的进化史。期间，生产技术、生产方式和社会组织方式也在不断地变革、进化和发展，随着工业革命的不断进步，人类千方百计地利用自然资源，为自己和社会创造了极大的财富，用以满足人们不断增长的物质和文化生活需要。整个 20 世纪，人类共消耗了 1420 亿吨的石油，2650 亿吨煤，380 亿吨铁，7.6 亿吨铝，4.8 亿吨铜。从我们国家来看，改革开放 30 年最能体现这种惊人的变化。1978 年到 2007 年的 29 年时间，中国经济总量迅速增长，按当年价格计算，国内生产总值从 3645 亿元增长到 249530 亿元。GDP 平均增长 9.8%，远高于同期世界经济 3.0% 的增长速度，民生得到重大改善，人民生活总体上进入了小康水平。然而，当我们在为改革开放所取得的成就欢欣鼓舞时，太湖蓝藻、松花江水污染、生态难民等字眼屡见报端，随着经济的发展，同世界其他国家一样，我们也面临着环境污染、生态环境恶化的窘境。人类社会不得不面对这样一个事实：污染——人类创造财富的副产品，它打破了原有平衡的生态系统，造成人与自然环境的关系日趋紧张，社会矛盾日显突出，直接威胁到人类社会的可持续发展。经济发展和环境污染就像一对孪生姐妹在工业文明出现以后一直困扰着整个人类社会，是发展背后的矛盾和冲突，要发展，还是要环境是我们必须回答的问题。

我们的回答当然是“要发展，也要环境”，党的十六大提出的走“新型工业化”道路就是对这种回答的最好的诠释。即以科学发展观为指导，促进生产和消费模式的转变，建立资源节约型和环境友好型社会。也就是说，在我国和平崛起的发展道路上如果要发展，又要环境就必须解决经济发展与环境污染的矛盾和冲突，要解决这个矛盾和冲突，就要转变我们的思维方式，进而变革生产方式和社会组织方式，从而达到经济和环境双赢。“转变思维方式”就是要求我们的视线从污染治理的末端转向产生污染的前端；“变革生产方式”就是寻求一种消耗资源最少，产生污染最少，而所创造的财富不因此而减少，甚至会有所增加的途径或生产方式，这就是清洁生产方式。

清洁生产从根本上讲就是污染预防，即将预防战略和整体战略持续地应用于产品的生产过程、服务的提供过程以及产品中，目的是持续地减少污染产生和能源消耗。其实，早在 20 世纪 80 年代初期，就已经出现了清洁生产的雏形，后经不断发展和完善，形成一套自己的方法学和理论体系，1992 年由 UNEP 项目引入我国，后期开展了一系列的国际合作项目，使人们逐渐领悟了清洁生产的理

念，认识到了持续发展的重要性。特别是 2003 年《清洁生产促进法》的正式颁布实施使清洁生产真正地进入了法制化和规范化管理的轨道。此后，国家相关部门相继出台了一系列政策法规以配合《清洁生产促进法》的实施。

为了进一步推广清洁生产理念，提高政府、企业和相关人员的清洁生产意识，宣传和推广《清洁生产促进法》，国家环保总局污染防治司利用美国陶氏化学公司捐赠的资金，于 2005 年开始启动“环境保护总局-陶氏化学清洁生产示范合作项目”。该项目历经 4 年，覆盖了全国 30 个省、自治区、直辖市和计划单列市，共举办 25 期培训班，近 800 人接受培训，完成 68 家试点企业清洁生产审核，对当地的清洁生产审核起到了推动和示范作用。为让更多的企业和机构分享这些实践经验，环境保护部污染防治司将项目成果和经验总结成册，汇集成了《示范项目丛书》，其中包括焦化、白酒酿造、化学原料药制造、建筑陶瓷、铅锌冶炼 6 个行业的清洁生产审核指南，以及《精细化清洁生产审核》和《清洁生产审核案例研究》。希望从理论和实践层面对精细化清洁生产审核起到一定的指导和借鉴作用，其中《精细化清洁生产审核》和《清洁生产审核案例研究》将正式出版，其他 6 本行业清洁生产审核指南印刷后将免费分发。

本书从“浪费”的概念入手，拓展了清洁生产审核的思路，从“理念、政策、思路、模型、方法、程序、技巧、报告”八个方面系统地阐述了精细化清洁生产审核。并将最新的研究成果引入到清洁生产审核的方法学中，并辅以大量的案例作为佐证。本书既可以作为企业自行开展清洁生产审核或节能降耗的辅导手册，也可以为清洁生产审核机构或能源审计机构提供参考。

本丛书最大的特点是实践性和实用性强，引入了许多新的理念、工具和方法，并经过四年的试点实践，结合示范项目的经验和试点企业的特点，进行了有益的改进和试行，成效显著。示范项目实施过程中产生了大量的宝贵经验和做法，非常有必要及时总结，将示范项目在清洁生产领域成果运作模式推广到更多的地区、企业，并进行理论升华，进一步促进精细化清洁生产审核方法学的理论和机制创新及政策完善，完成理论—实践—理论的循环上升，成为“新型工业化”发展道路上的一块稳固基石。

本丛书既相互独立又相互支持，可以说是政府官员、企业管理人员、基层操作人员、审核机构以及公众等不同层次对象认识和推进清洁生产和清洁生产审核的有益参考，并希望本丛书的出版能为我国从事清洁生产和清洁生产审核的管理者、实践者和研究人员提供借鉴和帮助，继续更加全面地推进我国清洁生产事业，最终为实现我国的可持续发展起到促进和推动作用。

编者  
2009 年 4 月

# 目 录

<b>第 1 章 理念</b> .....	1
1.1 发展背后的冲突——污染是人类创造财富的副产品 .....	1
1.1.1 严重的环境污染 .....	2
1.1.2 严重的生态恶化 .....	4
1.2 清洁生产理念的产生——污染是放错地方的财富 .....	5
1.3 清洁生产的发展 .....	8
1.4 清洁生产审核是实现清洁生产的重要手段 .....	11
<b>第 2 章 政策</b> .....	14
2.1 《清洁生产促进法》 .....	14
2.1.1 为什么称为“促进法” .....	14
2.1.2 《清洁生产促进法》的基本原则 .....	14
2.1.3 《清洁生产促进法》的总体结构 .....	14
2.1.4 《清洁生产促进法》的适用领域 .....	15
2.1.5 与环境保护行政主管部门密切相关的内容 .....	15
2.1.6 与企业密切相关的奖励和处罚规定 .....	16
2.2 《关于加快推行清洁生产的意见》 .....	17
2.3 《清洁生产审核暂行办法》 .....	17
2.3.1 什么是清洁生产审核 .....	17
2.3.2 清洁生产审核的程序 .....	17
2.3.3 与《清洁生产促进法》相关的要求 .....	18
2.4 《重点企业清洁生产审核程序的规定》 .....	19
2.4.1 重点企业的定义 .....	19
2.4.2 重点企业名单的确定及公布 .....	19
2.4.3 企业清洁生产审核工作的执行 .....	20
2.4.4 需重点审核的有毒有害物质名录 .....	20
2.5 《关于进一步加强重点企业清洁生产审核工作的通知》 .....	21

<b>第 3 章 思路和模型</b>	22
3.1 以污染为切入点的传统思路	22
3.2 以浪费为切入点的扩展思路	23
3.3 清洁生产审核的分析模型	26
<b>第 4 章 审核程序和方法</b>	28
4.1 审核准备	28
4.1.1 获得领导的承诺和参与	28
4.1.2 制定评价计划和建立目标	32
4.1.3 参与和培训	34
4.2 预审核	36
4.2.1 现状调查	37
4.2.2 现场调查	38
4.2.3 清洁生产审核重点备选名单	40
4.2.4 确定清洁生产审核重点	44
4.2.5 设定清洁生产目标	44
4.2.6 实施明显的无费/低费方案	45
4.3 审核	46
4.3.1 进行原因分析	50
4.3.2 实施显而易见的无费/低费方案	55
4.4 实施方案的产生和筛选	57
4.4.1 构思产生清洁生产方案	57
4.4.2 创造性思维	61
4.4.3 方案筛选	64
4.4.4 编制中期报告	68
4.5 实施方案的确定	69
4.5.1 技术可行性	69
4.5.2 环境可行性	70
4.5.3 经济可行性	72
4.6 编写最终审核报告	77
4.6.1 编写报告	77
4.6.2 方案实施计划	77
4.6.3 方案实施的效益	78
4.6.4 企业的环境效益和经济效益比较	79

4.6.5 持续清洁生产 .....	80
<b>第 5 章 清洁生产审核报告 .....</b>	<b>88</b>
5.1 符合性、全面性 .....	88
5.2 逻辑性 .....	88
5.3 针对性 .....	88
5.4 科学性、定量性 .....	89
5.5 可操作性 .....	89
5.6 清洁生产审核报告大纲样式 .....	89
<b>第 6 章 清洁生产标准和清洁生产评价指标体系 .....</b>	<b>93</b>
6.1 清洁生产标准 .....	93
6.2 清洁生产评价指标体系 .....	95
<b>第 7 章 清洁生产审核与总量减排 .....</b>	<b>97</b>
7.1 “十一五”提出的总量减排要求 .....	97
7.2 “十一五”主要污染物总量减排核查办法（试行） .....	97
7.3 清洁生产审核效益核算和验证 .....	99
<b>第 8 章 清洁生产和环境管理体系 .....</b>	<b>100</b>
8.1 清洁生产和环境管理体系的关系 .....	100
8.1.1 清洁生产的定义和内涵 .....	100
8.1.2 环境管理体系的定义和内涵 .....	102
8.1.3 清洁生产与环境管理体系的比较 .....	103
8.2 以清洁生产战略建立环境管理体系 .....	106
8.2.1 环境管理体系（ISO 14001）在实施中的偏差 .....	106
8.2.2 清洁生产在实践中遇到的问题 .....	107
8.2.3 清洁生产和环境管理体系相融合的总体思路 .....	108
8.3 案例 .....	108
案例一 .....	108
案例二 .....	109
<b>附录 A：清洁生产审核工具 .....</b>	<b>110</b>
一、工厂考察 .....	110
二、看板生产控制系统 .....	112



三、对标 .....	114
四、能源平衡 .....	117
五、头脑风暴法 .....	123
六、常规数据图解分析方法 .....	124
七、价值流分析 .....	135
八、跟踪绩效的累积和技术 .....	139
<b>附录 B：法律、法规、规章、标准清单</b> .....	<b>144</b>
一、国家根本法有关规定 .....	144
二、环境保护法律 .....	144
三、环境保护行政法规和部门规章 .....	145
四、产业政策 .....	146
五、环境标准 .....	147
六、第一批颁布的与《节能法》配套 46 项标准基本情况 .....	150
<b>附录 C：清洁生产审核案例</b> .....	<b>152</b>
案例一：某印刷电路板厂清洁生产 .....	152
案例二：厦门 ABB 开关有限公司清洁生产审核 .....	154
案例三：西部某钢铁集团公司清洁生产审核 .....	155
案例四：某铜冶炼厂控制入炉精矿砷含量以便废水达标排放 .....	157
案例五：某铜冶炼厂节约用水案例 .....	158
<b>参考文献</b> .....	<b>159</b>

# 第1章 理 念

## 1.1 发展背后的冲突——污染是人类创造财富的副产品

“发展是硬道理”这是小平同志在我国改革开放之初提出的战略口号，随即，发展之火烧遍神州大地，从1978年到2008年，中国改革开放走过了三十年的历程。这三十年，是中国经济蓬勃发展的三十年；这三十年，幢幢高楼拔地而起，人民生活水平不断提高，社会和谐稳定。三十年前，中国经济处于崩溃的边缘；三十年后，中国已经成为世界第四大经济体，中国经济成为全球关注的话题。大国正在崛起，中国一步步走向富强。

1978年到2007年的29年间，中国经济总量迅速增长，按当年价格计算，国内生产总值从3645亿元增长至249530亿元，GDP年均增长9.8%，远高于同期世界经济3.0%左右的年均增长速度<sup>①</sup>。

与此同时，中国现已成为世界第一外汇储备大国。1978年以前，中国外汇储备从未超过十亿美元，2006年末已突破一万亿美元<sup>②</sup>。对外贸易成为中国经济发展的重要支柱。2001年，中国加入世界贸易组织，标志着中国对外开放进入一个新的阶段。2005年，中国经济总量已位居世界第四，外贸总额位居全球第三，这是一个了不起的成就。

改革开放以来农村经济得到全面振兴，粮棉产量稳步增加，跃居世界首位，乡镇企业异军突起；工业方面，基本建设和技术改革取得重大进展，建成一批接近或达到世界先进技术水平工程项目，如宝山钢铁公司，葛洲坝水利枢纽工程，大亚湾核电站和京九铁路，近年的三峡工程，青藏铁路等。

改革开放以来民生得到重大改善，人民生活总体上进入了小康水平。从1978年到2006年，我国城镇居民人均可支配收入和人均住房面积都有大幅提高。中国居民消费水平大幅度提升。按当年价格计算<sup>③</sup>，1978年，全国居民人均消费184元，其中农村居民人均138元，城镇居民405元；2005年，全国居民人均消费5439元，其中农村居民2531元，城镇居民9393元。尤其值得一提的

---

① 国家统计局. 我国经济社会30年发展成就系列报告. 2008年10月28日。

② 国家统计局. 中国统计年鉴. 2006。

是，在这 30 年间，中国农村绝对贫困人口数量从 2.5 亿下降到 2148 万，绝对贫困发生率由 30% 下降到 2.3%。中国是目前全球唯一提前实现联合国千年发展目标中贫困人口减半目标的国家。

然而，在为我国改革开放所取得的成就欢欣鼓舞时，太湖蓝藻、松花江水污染、生态难民等这些字眼却屡见报端，随着经济的发展，同世界其他国家一样，我国也面临着环境污染、生态环境恶化等窘境。

我国目前正在向工业化起飞阶段迈进，该阶段以石化、建材等高耗能、高耗材的重化工业和电子等资本与技术密集型产业为支柱产业，再加上我国是一个人口大国，这些必将进一步加大资源与环境压力。目前，我国以城市为中心的环境污染不断加剧，并正向农村蔓延。在一些经济发达、人口稠密地区，环境污染尤为突出。森林减少、草原退化、沙漠扩大、水土流失、物种灭绝等生态破坏问题也日趋严重。生态环境破坏已经成为制约我国经济发展、危害公众健康、影响社会安定的一个重要因素。

### 1.1.1 严重的环境污染

#### (1) 大气污染十分严重

造成我国空气污染的主要原因是烧煤和汽车尾气，以煤为主的能源结构是形成以城市为中心的大气污染严重的重要原因，主要污染物为总悬浮颗粒物和二氧化硫。酸雨、二氧化硫和烟尘危害最为严重，污染程度逐年加重。我国的酸雨主要分布在长江以南，青藏高原以东和四川盆地。20 世纪 90 年代以来，以长沙、赣州、怀化、南昌等地为代表的华中酸雨区，已成为全国最严重的酸雨区，其中心区域年均 pH 值低于 4.0，酸雨频率高于 90%。而且酸雨严重区有越过长江，向黄河流域蔓延的趋势。全国酸雨覆盖面积已占国土面积的 29%，全国每年造成的经济损失达 140 亿元。在全国的 600 多个城市中，大气环境质量符合国家一级标准的城市不到 1%。目前已有 62.3% 的城市环境 SO<sub>2</sub> 年平均浓度超过国家环境空气质量二级标准，日平均浓度超过了三级标准。一些大城市的颗粒物和二氧化硫浓度已经超过世界卫生组织及国家标准的 2~5 倍。参加全球大气监测的北京、沈阳、西安、上海、广州五座城市，都排在全球监测的五十多座城市里污染最严重的前十名之中<sup>①</sup>。

严重的大气污染还危害着人民的身体健康。在中国主要城市，估计每年有 17.8 万人因大气污染的危害而过早死亡；来源于生活及取暖用煤和生物质燃料燃烧造成的室内空气污染每年约造成 11.1 万例早亡；每年由于大气污染致病而

<sup>①</sup> 中国科学院可持续发展战略研究组. 中国可持续发展战略报告. 北京: 科学出版社, 2003.

造成的工作日损失达 740 万人·年；在沈阳、上海及其他一些主要城市，受调查的儿童血液中铅含量平均超过被认为对智力发展不利水平的 80% 左右<sup>①</sup>。

生活在城市中的人们总是感觉天空灰蒙蒙的，在城市中抬头仰望满天星空，那已经是很久远的事情了。这是人们对大气污染最直观的感受，也许这些数字更能说明这个感受的真实性。

### (2) 水污染问题突出

“50 年代淘米洗菜，60 年代洗衣灌溉，70 年代水质变坏，80 年代鱼虾绝代”这首民谣辛酸地记载了 20 世纪下半叶淮河流域的水质变迁。同时它也是全国七大水系水质变迁的一个真实写照。《中国环境状况公报》显示<sup>②</sup>，全国七大水系近一半的监测河段污染严重，86% 的城市河段水质超标。据对 15 个省市 29 条河流的监测，有 2800 公里河段鱼类基本绝迹。淮河流域 191 条支流中，80% 的水呈黑绿色，一半以上的河段完全丧失使用价值，一些地区农作物绝产绝收。

湖泊水质状况也不容乐观。75% 以上水域水质受到不同程度的污染，五大淡水湖泊均出现不同程度的富营养化<sup>③</sup>。巢湖、太湖和洪泽湖均呈现富营养化，鄱阳湖、洞庭湖处于中营养化状况。滇池，全湖水质低于 V 类湖水，氮、磷污染严重，富营养化问题突出；东湖水质从 1990 年以来长期为劣 V 类，虽经十多年整治仍为 V 类水质，长期不适合人体直接接触；太湖，蓝藻连年爆发，导致无锡十万市民饮水告急。

近岸海域海水污染严重，赤潮频繁，20 世纪 60 年代以前平均每五六年发生一次，70 年代每两年一次，80 年代平均每年增至 4 次<sup>④</sup>。

地下水方面，全国城市供水 30% 源于地下水，北方城市达 89%，近 20 个城市地下水水质恶化。2005 年，全国多数城市地下水受到一定程度的点状或面状污染，局部地区地下水水质指数严重超标。

近年来，水污染事件频频发生。松花江水污染事件、沱江水污染事件、湛江水污染事件……由于水污染加剧了水的供需矛盾，使国民经济受到巨大的损失，同时威胁到人民的健康，人群流行病中有 80% 由污染水传播<sup>⑤</sup>。人群癌症发病率提高，有些地方甚至超过全国平均水平的十多倍。

1997 年世界银行统计，仅中国每年空气和水污染造成的经济损失高达 540 亿美元，算是相当于中国国内生产总值的 3%~8%<sup>⑥</sup>。

### (3) 固体废物污染加剧

工业固体废物和生活垃圾已累积 70 亿吨，全国有 2/3 以上的城市被垃圾

① 中国科学院可持续发展战略研究组. 中国可持续发展战略报告. 北京: 科学出版社, 2003.

② 国家环保总局. 中国环境状况公报. 2005.

“围城”，受污染耕地达 1.5 亿亩以上<sup>①</sup>。危险废物大多未得到有效处置，随意堆放形成重大环境隐患。

### 1.1.2 严重的生态恶化

#### (1) 植被破坏严重

2000 年，全国生态环境质量评价结果显示<sup>②</sup>，中国近 1/3 的国土生态环境处于差或较差水平。第六次全国森林资源清查结果表明，中国森林资源存在总量不足、分布不均、质量不高、过度采伐等问题。植被破坏的另一个表现是草场退化。我国草场面积约 3.31 亿公顷，由于不合理的利用，有 90% 的天然草原出现不同程度的退化，退化、沙化草原已成为中国主要的沙尘源。

#### (2) 土壤状况不断恶化

我国人均土地面积只有 0.771 公顷，为世界人均水平的 1/3；人均耕地面积才 0.106 公顷，为世界人均水平的 43%。不仅如此，我国耕地的总体质量还不好，许多耕地面临严重的水土流失、沙漠化、盐碱化、农田污染等。

目前，我国水土流失面积达 365 万平方公里。水土流失不仅使我国失去了大片宝贵的土地，还使河床升高，湖泊、水库淤积，因此洪涝灾害频繁，使人民的生命财产安全受到了严峻的威胁。

我国是世界上荒漠分布最多的国家之一，集中分布在西北干旱地区，每年沙漠化造成的直接经济损失超过 540 亿元。

我国现有盐碱化和次生盐碱化土地有 5.1 亿亩，盐碱化土地已经延伸到 17 个省区，其中仅在新疆、宁夏、甘肃和山西四省（区）就有盐碱地 2 亿亩。盐碱化是我国沙尘暴频繁发生的主要原因。

农业生产过程中化肥、农药、农膜等的大量使用，造成农田质量下降，影响农田生态系统。

#### (3) 生物多样性遭破坏

由于生态环境状况的持续恶化，全国生物多样性维持功能明显下降，生物物种，尤其是濒危野生动植物的数目不断减少。

改革开放以来，我国经济成就举世瞩目，但同时，也引起了资源的衰退、枯竭以及环境的恶化，对经济的可持续发展产生了负面影响。这也是世界范围内须共同面对的一个现实，即人类在为自己创造财富的同时，也将污染创造出来，污染是我们不得不接受的副产品，当然，经济不能不发展，因为我们要生活得更

① 中国科学院可持续发展战略研究组. 中国可持续发展战略报告. 北京: 科学出版社, 2003.

② 国家环保总局. 中国生态保护. 2006 年 6 月 5 日.

好，同样环境不得不改善，也是因为我们要生活得更好，这好像是一个“死结”，这就是发展背后的冲突（图 1-1）。

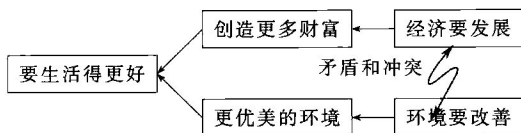


图 1-1 财富与环境的矛盾

在我国和平崛起的发展道路上，必须要解决经济发展与环境改善的矛盾和冲突。否则，我国的可持续发展将难以为继。我国环境保护起步迟于发达国家，在环境演变的轨迹上，我国可以重塑发达国家的“先污染、后治理”的演变趋势，也可以选择经济发展不忘生态环境的超常规模式。如何达到经济与环境的双赢，这将是当前我国面临的一个重要问题，这也正是本书的主要议题——精细化清洁生产审核。

## 1.2 清洁生产理念的产生——污染是放错地方的财富

为了解决这个发展背后的冲突，国际社会采取了一系列措施和手段，1972年在瑞典召开的第一次联合国人类环境会议，通过了《人类环境宣言》，开始了对环境的治理工作。但这种治理模式只将着眼点放在末端治理，即通过大量的投入，建立污染控制和治理措施，直接对生产过程中产生的大量“三废”进行处理。经过多年的实践表明，这种末端治理模式不仅资源浪费大、经济代价高，而且某些治理因技术难度大而束手无策或效果不明显；同时，“三废”在处置过程中仍有较高风险，难于形成经济、社会、环境效益的统一。面对这种严峻的局面，人类不得不对未来进行慎重的思考。随着人类社会的发展，人们逐渐意识到污染物的排放实际就是资源未能得到充分利用，换句话说污染是放错地方的财富。于是，20世纪70年代中后期，西方工业国家开始探索在生产工艺过程中减少污染的产生，并逐步形成了无废少废工艺、废物最少量化、清洁工艺、污染预防等污染防治战略。人们逐渐找到了这个“死结”背后的“解”——清洁生产（图 1-2）。

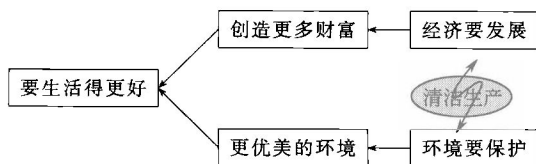


图 1-2 清洁生产在经济发展和环境保护中的作用

何谓清洁生产？清洁生产从根本上讲就是污染预防，与末端治理是完全对立的，即将预防战略和整体战略持续地应用于产品的生产过程、服务的提供过程以及产品中，目的是持续地减少污染产生和能源消耗<sup>①</sup>。

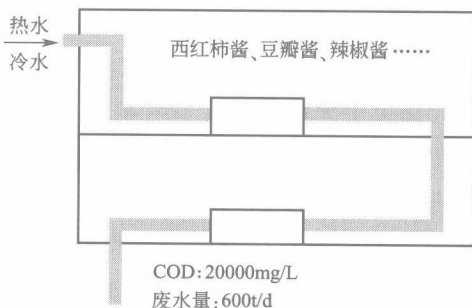
#### 案例 1：某印染厂案例

某印染厂，将丝光减量工序产生的废碱回收利用，减少了废水排放 9 万吨/年，有效使用了废弃物中的有效物质，达到废弃物减少目的的同时降低了产品生产成本，实现经济效益 470 万元/年。

#### 思考 1：某调味品厂的困惑

某食品厂计划投资一条调味品生产线，主要产品为西红柿酱、豆瓣酱、辣椒酱等各种食用酱，根据市场订单安排生产计划，因此在更换产品品种时，需要分别用冷水和热水清洗管道数次，以满足食品卫生和口味要求。但是频繁的管道清洗产生大量高浓度废水，预计废水排放量为 600t/d，废水中 COD 浓度为 20000mg/L，为达到当地政府市政污水管网的接纳标准 COD 200mg/L，该公司不得不考虑建污水处理厂，可是新建污水处理厂面临以下困难：

- ① 污水处理设施建设的投资很大；
- ② 关键是公司占地面积有限，几乎没有空余场地可用；
- ③ 生化处理工艺也面临生物菌种的培养问题，因为水质频繁变化。



思考：从清洁生产理念考虑，可以采取哪些措施帮助调味品厂解决以上问题？

预防战略就是防止污染产生，将着眼点放在产生污染的环节，采取措施让污染不产生或少产生，减轻甚至消除后面的污染治理环节，这就实现了经济效益和环境效益的统一。整体战略就是要全面考虑问题，从各个角度去寻找问题的答

① 联合国环境规划署 (UNEP) 清洁生产定义，1996。

案，这里涉及两个方面的问题：

① 对生产过程或服务过程而言，要从多方位、多视角去考虑问题，如：资源能源消耗、工艺技术、设备、管理、员工、产品或副产品、污染等；

② 对产品而言要从产品的全生命周期去考虑，即原料提炼、制造加工、消费使用、废弃处理四个环节来考虑问题。

持续应用是指清洁生产不是一蹴而就的，不是一朝一夕就完成的，而应该是一种持续性的行为，才能持续减少污染的产生和能源的消耗，才能促成企业的可持续发展和整个社会的可持续发展。

综上所述，“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。”<sup>①</sup> 针对这一概念，需从以下几个方面加深理解。

#### (1) “清洁生产”非单指生产

清洁生产不单单只关注企业的生产、加工和制造过程，还包括提供服务的过程中以及整个产品生命周期中所造成的一切环境负面影响。

#### (2) “清洁生产”不能仅局限于清洁

应该说，“清洁”在此具有非常深刻的含义，远比字典里所给出的含义广泛深刻得多，“清洁生产”所指的清洁是多维度和多层次的，说它多维度是因为它涵盖了企业的各个方面如采购、设计、生产、包装、库存、销售、售后服务、产品使用直至报废等；说它多层次是因为清洁的潜力是无限的，从表面的清洁直至骨子里的清洁，即从现场的清洁、生产的清洁到设计的清洁、工艺的清洁以及管理的清洁。

#### 思考 2：穿棉衬衫和化纤衬衫哪个更环保？

请从原料提炼过程、衬衫生产过程、衬衫的穿着过程（包括洗涤、熨烫、穿着寿命等）以及废弃后降解的难易程度考虑，给出综合性的评判结果。

	原料生产制造	穿着	废弃	备注
棉衬衫	种植过程中使用农药、水	使用洗涤剂(量多)、洗涤后需要熨烫	易降解	
化纤衬衫	从石油中提炼,使用能源、产生水、气、固体废弃物	使用洗涤剂(量少)	不易降解	

① 中华人民共和国清洁生产促进法，2003年1月1日。



(3) “清洁生产”不能只着眼于一次或一时

“清洁生产”应该是一个“不断”的过程，这与“清洁生产的潜力是无限的”密切相关，即因为有无限的清洁生产潜力，所以清洁生产才能不断地进行下去，因为清洁生产是多维度的，所以清洁生产才能不断扩展，是一个螺旋上升、循环往复以至无穷的过程。

(4) “清洁生产”不能只着眼局部利益，应进行系统思维

局部优化不一定带来整体的优化，系统层面的优化才能给企业带来更大利益，作为企业家和管理者应更多地从系统的角度来考虑问题，只有站在系统的角度考虑问题，才能不断着眼于企业整体利益。

(5) “清洁生产”不能只着眼于污染，应该转向一切浪费

广义来看，污染只是浪费中的一种，还有更多的隐性浪费存在于众多企业之中，而这些隐性浪费所造成的隐性污染往往被企业所忽视，如果能够更多地从隐性浪费入手，不但可以解决企业系统和管理层面的问题，将能有效促成显性污染的消除，后面对此将详细阐述。

因此，清洁生产<sup>①</sup>是指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，以期增加生态效率并减少对人类和环境的风险。它涵盖了生产、服务和产品中预防污染的各个方面，是一项宏大的系统工程。即：

① 对生产过程，清洁生产包括节约原材料和能源，淘汰有毒原材料，减降所有废弃物的数量和毒性；

② 对产品，清洁生产战略旨在减少从原材料的提炼到产品的最终处置的全生命周期的不利影响；

③ 对服务，要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中。

### 1.3 清洁生产的发展

最早的清洁生产思路产生于20世纪80年代初，并在80年代中后期逐步得到完善。美国于1983年对有毒有害废弃物实行最小化策略，并在1990年开始对所有废弃物实行污染预防策略，同年颁布了《污染预防法》，以法律的形式肯定了“污染预防”这一新的环保思想；欧洲于1989年开始全面启动清洁生产策略。不管是污染预防还是清洁生产都是以企业自愿行动为主，政府出面进行组织、引导和激励。

中国政府和环保部门从20世纪90年代初通过国际项目开始逐步认识这一

① 国家环保局. 企业清洁生产审计手册. 北京: 中国环境科学出版社, 1996.