

# 清洁生产

与

# 清洁生产审核方法

周仲凡 主编

 中国标准出版社



# 清洁生产与 清洁生产审核方法

周仲凡 主编

中国标准出版社  
北京



**图书在版编目 (CIP) 数据**

清洁生产与清洁生产审核方法/方圆标志认证集团编.  
北京: 中国标准出版社, 2009  
ISBN 978-7-5066-5338-1

I. 清… II. 方… III. 无污染工艺 IV. X383

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 149872 号

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街 16 号  
邮政编码: 100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话: 68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 787×1092 1/16 印张 15.25 字数 343 千字  
2009 年 9 月第一版 2009 年 9 月第一次印刷

\*

定价 33.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话: (010)68533533

## 编委名单

主任：张 伟

委员：于 旭

陈 全

宋跃炜

安 华

主 编：周仲凡



方圆标志认证集团  
CHINA QUALITY MARK CERTIFICATION GROUP

# 序 言

目前,国际社会所面临的重大挑战是如何使经济发展与环境保护有机地结合起来,从而建立一个可持续发展的社会。我国政府提出的实施科学发展观的宏观战略也要求经济、社会的发展与节约资源、保护环境相协调,使中国发展进程的变化既满足资源永续利用的需要,也满足子孙后代持续发展的需要。可持续发展是关系到中国未来发展“成功与失败”的关键问题。

实施清洁生产是实现可持续发展的选择。清洁生产是将整体预防的环境保护战略持续应用于生产过程、产品和服务中,通过改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、综合利用等措施,从源头削减污染,提高资源利用率,减少和避免污染物的产生,保护和改善环境,促进经济与社会可持续发展。

实施清洁生产的具体行动和步骤,是从进行清洁生产审核开始。清洁生产审核是指按照一定的程序,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的使用和产生,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。通过实施清洁生产的方案,从而达到实现清洁生产的目标,使企业最终取得经济、环境和社会效益的统一,为企业的可持续发展奠定基础。

方圆标志认证集团  
CHINA QUALITY MARK CERTIFICATION GROUP



我国对清洁生产十分重视,2003年1月就颁布并开始实施了《中华人民共和国清洁生产促进法》。2004年以来,国家发展和改革委员会、环境保护部相继制定了一系列有关清洁生产审核的管理规定,推动企业向着实施清洁生产的目标前进,并强制要求那些污染物排放超过国家和地方排放标准,或者污染物排放总量超过核定的排放总量控制指标,以及使用或排放有毒有害物质的污染严重企业实施清洁生产审核。

利用清洁生产审核推动企业实施清洁生产已经成为我国21世纪可持续发展的战略,清洁生产审核工作也越来越为更多的企业管理者所重视。本书的出版为企业实施清洁生产提供了工具和方法,也可供清洁生产审核技术服务机构和审核人员以及大专院校师生使用。

方圆标志认证集团总经理



2009年2月1日

## 编著说明

清洁生产的概念起源于 20 世纪 80 年代末,是将预防为主的理念持续地应用于产品、生产过程和服务中,以提高资源利用效率和减少污染物的产生。近十几年来清洁生产迅速在我国推广并成为企业节能减排、持续改进的发展战略。进入 21 世纪,我国的清洁生产事业快速发展,有关的法律法规相继出台,也陆续出版了一些清洁生产审核方面的资料。但是,通过多年的清洁生产审核的实践,我感到还是需要为企业提供一种操作性强的清洁生产审核的读本,使清洁生产更易在我国企业中推行。

本书是为企业进行清洁生产审核而编写的。书中详细介绍了清洁生产概念的由来、清洁生产审核的要求和程序,以及审核的方法和有关工具,力图使企业能够在短时期内掌握清洁生产审核的技能,寻找开展清洁生产的机会,以达到预防污染、节能减排、降低物耗、实现可持续发展的目标。

本书的编写参考了《中国企业清洁生产审计手册》和中国-荷兰清洁生产国际合作项目的经验与提供的相关资料。在此我对荷兰阿姆斯特丹大学教授 Frans Verspeek 和 Hans van't Noordende 先生提供的有关荷兰工业行业清洁生产方面的资料表示真诚的谢意。

方圆标志认证集团为本书的出版做了大量工作,组成了编委会,负责了本书的出版。

方圆标志认证集团  
CHINA QUALITY MARK CERTIFICATION GROUP



本书为企业进行清洁生产审核提供了指导,适合负责清洁生产审核的人员使用,为企业管理者、技术人员和清洁生产审核咨询机构提供技术支持,也可为政府部门负责清洁生产、环境管理的有关人员提供参考。希望上述各有关人员在使用本书提出有益的修改意见,以进一步完善本书,为在中国推进清洁生产作出贡献。

由于工业企业种类繁多,作者对清洁生产审核需要的数据和信息掌握有限,书中有许多不当之处敬请读者批评指正。

周仲凡

2009年1月6日



## 第一部分 清洁生产基本概念

第 1 章	清洁生产概述 .....	3
1.1	清洁生产的由来和发展 .....	3
1.2	清洁生产的定义和内涵 .....	10
1.3	清洁生产的目标和特点 .....	12
1.4	在中国实施清洁生产的必要性 .....	15
第 2 章	清洁生产审核的概念 .....	19
2.1	清洁生产审核的产生与发展 .....	19
2.2	企业实施清洁生产审核的要求 .....	23

## 第二部分 清洁生产审核程序

第 1 章	筹划和组织 .....	29
1.1	获得领导的承诺和支持 .....	29
1.2	组建清洁生产审核小组 .....	30
1.3	制定审核工作计划 .....	32
1.4	开展宣传培训,促进信息交流 .....	35
1.5	克服障碍,统一认识 .....	37
1.6	审核准备 .....	39
第 2 章	预审核 .....	41
2.1	企业现状调查 .....	41
2.2	进行现场考察 .....	42
2.3	提出备选审核重点 .....	44
2.4	确定审核重点 .....	46



2.5	设置清洁生产审核目标	48
2.6	实施明显的无/低费方案	50
<b>第3章</b>	<b>审核</b>	<b>53</b>
3.1	审核重点调查	53
3.2	编制操作单元功能说明表和工艺流程图	54
3.3	实测输入、输出	56
3.4	建立物料或能源平衡	64
3.5	物料平衡的评价	69
3.6	分析废物产生的原因	71
3.7	寻找实施清洁生产的机会	76
<b>第4章</b>	<b>方案的产生与筛选</b>	<b>80</b>
4.1	产生清洁生产方案	80
4.2	方案汇总	85
4.3	实施方案的筛选	87
4.4	继续实施无/低费方案	91
<b>第5章</b>	<b>方案可行性分析</b>	<b>93</b>
5.1	市场需求调查	93
5.2	技术可行性评估	94
5.3	环境可行性评估	95
5.4	经济可行性评估	96
5.5	推荐可实施的高费方案	103
5.6	编写清洁生产审核中期报告	106
<b>第6章</b>	<b>方案实施</b>	<b>108</b>
6.1	方案立项移交	108
6.2	项目实施准备	108
6.3	项目实施	109
6.4	项目实施后的效益评估	110
6.5	宣传清洁生产的成果	113
<b>第7章</b>	<b>持续清洁生产</b>	<b>114</b>
7.1	建立持续清洁生产的组织机构	114
7.2	建立和健全企业管理体系保持清洁生产审核结果	115
7.3	制定持续清洁生产的计划	117
7.4	清洁生产与环境管理体系的结合	117
7.5	编写清洁生产审核报告	120

附录一	清洁生产审核程序流程图 .....	123
附录二	清洁生产审核工作表 .....	124
附录三	清洁生产审核检查表 .....	136
附录四	清洁生产审核报告编写要求 .....	144
附录五	有关清洁生产审核的法律、法规、管理办法 .....	159
附录六	工业清洁生产的机会和方案汇总清单 .....	186
附录七	贴现率表 .....	225
参考文献	.....	229



★ 第一部分 ★

# 清洁生产基本概念



# 第 1 章 清洁生产概述

在企业进行清洁生产审核之前,企业的领导、管理者和职工可能会提出这样的问题:什么是清洁生产?为什么要实施清洁生产?我们企业环保已经达标了,也没有什么环境问题,为什么还要实施清洁生产?

所以,在企业开展清洁生产审核之前,都需要进行提高清洁生产意识的培训。这种培训应由清洁生产审核师或提供清洁生产咨询机构的专家来进行。培训内容应包括:清洁生产的概念、实施清洁生产的必要性和意义、进行清洁生产审核的程序等。根据企业情况不同,培训的时间和内容可由具体情况决定。

本章提供的内容,是清洁生产培训所需要的重要资料。

## 1.1 清洁生产的由来和发展

### 1.1.1 工业发展面临的挑战

19 世纪工业革命以来,世界经济得到迅速发展,创造了人类前所未有的物质财富。但传统的工业是以追求高投入与高产出为目标的单向的线型经济发展模式,其结果是资源利用率低、消耗大、排放物高、污染严重。资源过度地被消耗,环境越来越遭到破坏,人类赖以生存的生态系统受到严重威胁。工业生产也面临丧失发展后劲的威胁。这就是“繁荣的代价”。

工业发展带来的问题可归纳为:环境污染、资源枯竭和生态系统失衡。

#### (1) 环境污染

日益严重的环境污染,是工业化带来的最大公害。造成环境污染的来源有工业生产的排放物:废气、废水和工业固体废物;人类生活产生的排放物:生活废水、生活垃圾;农业产生的废物:废弃的农药、含化肥的农田浇灌水、农作物桔梗、塑料地膜废弃物和牲畜的排泄物等。其中最大的环境污染源来自工业生产。我国 2006 年环境状况报告书中指出,工业是我国耗费能源、资源,产生环境污染的最主要行业,能耗占全国的 70% 以上,主要污染物化学需氧量(COD)、二氧化硫排放量分别约占全国的 40% 和 85%。

18 世纪后期至 19 世纪中叶,蒸汽机和电力的相继发明与应用,使人类进入了产业革命的时代,又称第一次工业革命。其主要的代表性工业是机械、电力、铁路、煤炭、采矿业和钢铁的发展。与此同时也开始了工业的环境污染。天空浓烟滚滚,烟雾弥漫,土地过度开发和开采矿石留下的废坑,造成了土地荒漠化和水土流失。进入 19 世纪以来,道尔顿原子学说和门捷列夫化学元素周期表相继发明,化学学科进入了现代科学研究中。1828 年德国科学家维勒合成了草酸和尿素,拉开了有机合成的序幕。19 世纪中期后,化

学工业进入了应用研究阶段。在无机化学工业方面,由于19世纪六七十年代发明了以氨为媒介生产纯碱和利用氧化氮作催化剂生产硫酸的新方法,使这两种基本化学工业原料的产量有了很大的增长。农业化工从无到有,规模越来越大。随后,有机化学在煤焦油的综合利用等领域出现了革命性突破,人们陆续制造出了人造染料、塑料、橡胶、纤维和炸药等合成物质。20世纪以来化学工业得到迅速发展,尤其是20世纪中期有机高分子聚合物(尼龙)的发明,使有机合成得到广泛应用,现代化学工业因此蓬勃发展起来。科学家把19世纪中期以来,自动化的应用与现代化学工业的建立和发展作为第二次工业革命的象征。在此期间,石油化工、化学工业特别是有机合成工业得到蓬勃发展。自动化控制、精密仪器也进入了生产应用中,机械加工业和钢铁、有色冶金和塑料、化学纤维、橡胶、化肥、农药等化工产业都进入了工业化大生产的时代。产品的种类和规模迅速扩展,人工合成的化学品已经有上万种。第二次工业革命对人类社会进步发展作出了巨大贡献,人类的物质财富以前所未有的速度增长。但这段时期也是工业对环境危害最大的时期。工业造成的环境污染不仅是粉尘、煤烟,而且化学烟雾弥漫了天空,含化学物质的废水、废渣污染了河流、湖泊、农田,在不同程度上对人类生存的环境构成了威胁,破坏了自然生态系统的平衡。尤其是工业中有毒有害化学物质的使用,造成了无法预料的后果,给人类健康和生物多样性带来了严重的危害。20世纪中叶以来,由于工业污染物的排放量已经远远超出了自然界自净化的能力,从而不断酿成一系列危及人类生存发展的公害,甚至引发了生态灾难。如20世纪50~60年代伦敦的烟雾污染、美国多诺拉烟雾和洛杉矶的光化学烟雾事件、日本的水俣病和“骨痛病”事件,以及70年代日本的米糠油有机氯污染事件等,均是由化学工业污染物造成的危害。目前在全球十大受关注的环境问题中,有7个是与化学物质的使用与排放直接相关的,其余的3个也与化学物质间接相关。如烟雾、酸雨、臭氧层破坏、温室气体效应、水体富营养化造成水源的污染和重金属对土壤的污染等。有些化学物质的污染甚至会在环境中长期存在或在人体内累积,造成更大的危害。

但是合成化学材料和制品在医药、航空、电子电气和人们日常生活领域都被广泛应用,在替代某些自然资源方面,有着不可估量的作用。在新型材料的需求和天然资源枯竭的情况下,未来,化学工业仍将是工业发展的主要动力。联合国环境署2006年报告指出,今后15年内,化学品仍将增加80%。工业发展对人类和生态系统的影响也将始终是全球关注的焦点。

### (2) 资源枯竭

资源是人类生存和经济发展的基础。它主要包括动、植物资源,水资源,土地资源和矿物资源。

19世纪以来,由于蒸汽机和电的发明与应用,人类进入工业化时代,尤其是自动化控制的应用推动了工业的迅速发展。至20世纪中期,流水线作业的机械化大生产方式广泛地推广应用,产量迅速提高,物质极大地丰富。但传统的“高能耗、高排放”的粗放型经营模式给大生产作业带来了严重的问题,资源过度消耗、能源利用率低,大量能源消耗在长途运输上。同时,工业化造成人口膨胀,城市成为庞然大物,使环境污染趋于密集;工业生

产和城市生活废物的排放量猛增,使环境污染日益加剧。

综观来看,工业发展历史仅有200多年的时间,但在此期间资源消耗的速度却远超过之前几千年来人类资源消耗的总和,许多不可再生的资源几乎消耗殆尽。据一些专家预测,很多矿产资源都面临枯竭的危险,铁矿可开采100多年;已经探明的地球上石油的贮存量,仅可供人类使用约70年;中国是煤炭贮存丰富的国家,也只够使用200年。虽然我们无法准确预计这些资源使用的期限,但“化石燃料”和不可再生的矿产资源总有枯竭的时候。如中国的个旧市(昔日的“锡都”)已经无锡开采;“煤都”抚顺也无煤开采,留下的是废墟矿坑和堆积如山的尾矿渣。据统计,2007年我国660个城市中,有44个城市成为资源枯竭市,需要政府的支持,进行产业结构的调整。

由于工农业的发展和人口膨胀等原因,人们赖以生存的水资源日益枯竭。地球上已有40%的人口,受到不同程度的用水紧张的威胁,20%的人口严重缺水。我国也是水资源贫乏的国家,人均水量是世界人口平均水资源的1/4。300多个大中城市中有180个城市水资源缺乏,其中50个严重缺水。以北京为例,北京的人均水资源拥有量只有全国平均量的1/6,每年缺水近10亿立方米。严重制约了北京工业发展和人口数量的增加。据联合国第二次人类居住条件调查称:到2010年,世界城市将面临非常严重的缺水危机,水危机将成为“21世纪城市里最容易引起争端的问题”。

资源枯竭的主要原因大体来自以下几方面:一是由于人口膨胀、资源消耗大和过度开发对资源造成沉重负担;二是由于环境污染加剧了对资源的重创和破坏;三是由于传统经济生产水平落后、管理经营不善、生产效率低、浪费严重,增加了资源消耗量,加剧了资源的枯竭。因此,提高资源的利用效率、减少对不可再生资源的需求,是工业可持续发展面临的选择。

### (3) 生态系统失衡

水体、土壤、生物、空气等组成了人类赖以生存的生态环境,它是维系社会经济发展的基础。人类每一次进步和发展,都离不开生态环境各要素的“综合支持”。然而,随着工业的发展,人类活动严重影响着生态环境,引发了严重的生态问题。如森林、植被减少,水土流失,土壤沙化;温室效应与臭氧层破坏;动、植物多样性减少和一些物种的灭绝;极端的气候变化和气候引起的灾难。世界每年因土地过度开采和森林砍伐,减少森林1700万公顷,流失有活力的表土254亿吨,因土壤干旱、沙化造成的难民达5.5亿(摘自《世界资源报告》1988~1989)。

近年来研究表明,人类生产和生活产生的温室气体的排放,引发的环境问题是造成全球气候变化和发生干旱、洪灾和南北极冰层融化、海平面上升的主要原因。据专家预计,世界粮食产量将在10年内严重减少,加上人口的增加,人类将面临粮食危机的危机。据调查,全球每年因各种气候变化和生态灾难所造成的“生态难民”达1000万以上,因生态环境问题引起的各种冲突也与日俱增。

全球生态问题也是资源枯竭和环境污染双重影响的结果,并已经对国家的经济、社会生活形成了挑战,而且对社会的安全稳定构成了严重威胁。



### 1.1.2 清洁生产是工业可持续发展的要求

环境污染与资源枯竭的危机都与人类经济和社会活动密切相关。环境与资源问题,也必须在人类经济活动的发展进程中加以解决。

传统的工业化社会,是以地球的资源是无限可用的、废物可随意排放到环境中,这样的生产和生活模式发展着的,形成了“高消耗、高排放”的单向型线性经济体系。现在,人类终于认识到了这是一种不可持续的生产、生活方式,它不能再继续下去了。人类必须建立新的价值观,新的生产、生活方式,纠正自己的行为,重新认识人与自然的关系。必须采取可持续发展的生产、生活方式,节约资源、保护环境,从源头减少资源的使用、避免使用有毒有害物质、预防污染物的产生,对产生的排放物应回收再用或循环利用,最大限度地有效地利用资源,才能保证既满足当代人生存发展的需要,又不损害子孙后代对生存和发展的需求,使世代能够幸福地生活在这个地球上。

20世纪80年代末,联合国环境署成立了“环境与发展问题”高级委员会,提出了“世界各国必须组织新的持续发展的战略”,并一再强调采用可持续发展的战略,是20世纪末各国共同发展的战略。可持续发展的战略即“人类享有以与自然相和谐的方式,过健康而富有生产成果的生活的权利”,并“公平地满足今后世代在发展与环境方面的需要”。其基本要点即:一是人类应与自然和谐而不是凭借人们手中的技术和财富,采取耗竭资源、破坏生态和污染环境的方式来追求这种发展权利的实现;二是强调当代人在创造与追求今世发展与消费的时候,不要毫不留情地剥夺后代人本应合理享有的同等的发展与消费的机会。

1992年在巴西里约热内卢举行了联合国第二次环境与发展大会,各国政府在会议上达成共识,签署了“21世纪议程”,承诺了要制定可持续发展的战略与行动计划。

可持续发展的战略总的要求如下:

- 以人与自然相和谐的方式生活;
- 在制定社会、经济发展规划和政策时,要将环境与发展作为一个整体考虑;
- 为实现可持续发展,进行科学技术、生产方式和能源结构的改革;
- 形成不损害环境的工业发展与适度消费规模和生产规模;
- 管理目标应优先体现环境与发展的范畴;
- 加强资源保护和管理;
- 发展绿色文明与生态文明。

在“21世纪议程”中,清洁生产作为可持续发展战略之一,要求工业发展应突出提高能效、开发清洁的技术和生产工艺,改善污染治理、替代有污染的产品和减少废物的产生。

这样,在可持续的发展观的推动下,提出了清洁生产的要求。

### 1.1.3 清洁生产是环境保护策略发展的必然趋势

综观环保发展的历史,工业发展与环境保护的进程可分为:直接排放—事后处理—末端治理—清洁生产(污染预防)几个阶段(如图1-1所示)。