

普通高等教育“十三五”规划教材

清洁生产审核

Cleaner Production Audit

朱邦辉 钟琼 谢武 主编

刘峰 副主编



化学工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

清洁生产审核

朱邦辉 钟 琼 谢 武 主编

刘 峰 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书共 11 章,第 1 章是总论,包括清洁生产和清洁生产审核的定义、目的、原则、内容等,以及清洁生产审核相关的法律法规、指标体系、标准、发展规划、产业政策等内容;第 2~8 章是清洁生产审核与实践,结合典型案例,深入阐述了筹划和组织、预审核、审核、方案产生和筛选、可行性分析、方案实施、持续清洁生产 7 个审核程序,介绍了清洁生产审核的技能;第 9 章介绍了清洁生产审核报告编制要求及重点关注事项,强调了清洁生产审核的技巧以及快速清洁生产审核的内容;第 10 章介绍了清洁生产审核评估与验收的概念、过程及评估与验收的注意事项;第 11 章介绍了清洁生产与循环经济、节能减排、环境管理、低碳经济、生命周期评价及生态工业园区等的关系。

本书为应用型本科、高职高专清洁生产审核课程的教材,在环境类及相关专业教学中使用。也可作为清洁生产审核与验收工具书,指导企业的清洁生产审核与验收工作。

图书在版编目 (CIP) 数据

清洁生产审核/朱邦辉,钟琼,谢武主编. —北京:
化学工业出版社, 2017. 9
ISBN 978-7-122-30012-6

I. ①清… II. ①朱…②钟…③谢… III. ①无污染
工艺-检查-教材 IV. ①X383

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 148231 号

责任编辑:蔡洪伟
责任校对:王 静

文字编辑:向 东
装帧设计:关 飞

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:北京市振南印刷有限责任公司

装 订:北京国马印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18¼ 字数 462 千字 2017 年 10 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: 39.00 元

版权所有 违者必究

前言

1989年,联合国环境规划署提出推行清洁生产的行动计划后,清洁生产的理念和方法开始引入我国。1994年3月,国务院通过《中国21世纪议程》,清洁生产成为中国可持续发展战略的重要组成部分。2002年6月,全国人大常委会颁布《中华人民共和国清洁生产促进法》,标志着我国清洁生产进入法制化、规范化的发展轨道。随着《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012年修订)以及《清洁生产审核办法》(2016年修订)的修订及实施,特别是“十三五”期间又提出了创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念,清洁生产已成为我国发展循环经济、实现可持续发展的核心内容,正引导着产业结构、产品结构、能源结构向环境友好方面发展,促进生态文明建设取得新成果。为配合清洁生产的教育及宣传,加强清洁生产审核的推广利用,我们编写了此书。

本书理论与实践相结合,可作为应用型本科、高职高专院校教师及学生、清洁生产审核人员的参考教材。本书按照清洁生产审核工作流程和必备知识的要求编写,为了便于学生加深对课程内容的理解和提高实际应用能力,书中编入了相当数量的典型案例,学生可依托案例的学习,掌握清洁生产审核的技能。

本书由多所院校和环评机构的富有教学及实践经验的老师及专家共同编写。本书共分11章,各章的作者分别是(按编写章节次序):钟琼编写第1章,陈冉妮编写第2章和第8章,朱邦辉编写第3章和第4章,曹喆编写第5章,刘维平编写第6章,喻敏霞编写第7章,谢武、杨冰编写第9章,王凡编写第10章,江西科技师范大学刘峰编写第11章及附录。

本书在编写过程中,参考并引用了大量文献资料,在此向所有被引用的参考文献的作者致以诚挚的敬意!

由于编者水平有限,书中难免出现不足之处,热诚欢迎读者批评指正。

编者

2017年4月

目 录

第1章 总 论 / 1

1.1 清洁生产	1	1.2.4 清洁生产审核的方式	11
1.1.1 清洁生产的定义	1	1.2.5 清洁生产审核的人员	12
1.1.2 清洁生产的产生与发展	2	1.2.6 清洁生产审核的思路	12
1.1.3 清洁生产的目的	4	1.2.7 清洁生产审核的技巧	12
1.1.4 清洁生产的原则	4	1.2.8 清洁生产审核的程序	13
1.1.5 清洁生产的内容	5	1.3 清洁生产审核依据	15
1.1.6 清洁生产的方向	6	1.3.1 国家法律法规	15
1.1.7 清洁生产的理论基础	7	1.3.2 清洁生产评价指标体系	18
1.1.8 清洁生产存在的问题	8	1.3.3 清洁生产标准	20
1.1.9 实施清洁生产的意义	9	1.3.4 相关发展规划	22
1.2 清洁生产审核	10	1.3.5 相关产业政策	27
1.2.1 清洁生产审核的定义	10	1.3.6 相关行业准入	30
1.2.2 清洁生产审核的目的	10	【习题】	30
1.2.3 清洁生产审核的原则	10		

第2章 筹划和组织 / 32

2.1 取得领导支持	32	2.4 开展宣传教育	42
2.1.1 宣讲效益	32	2.4.1 开展宣传方式和内容	42
2.1.2 阐明投入	33	2.4.2 克服障碍	42
2.2 组建审核小组	35	2.5 案例解析	44
2.2.1 推选组长	35	2.5.1 案例一食品行业	44
2.2.2 选择成员	35	2.5.2 案例二建材行业	46
2.2.3 明确任务	36	2.5.3 案例三制药行业	47
2.3 制订工作计划	37	【习题】	48

第3章 预审核 / 49

3.1 进行现状调研	49	3.1.1 企业概况	49
------------------	----	------------------	----

3.1.2 企业的生产与管理状况	49	3.4.2 确定审核重点	61
3.1.3 企业的环境保护状况	53	3.5 设置清洁生产目标	62
3.2 进行现场考察	56	3.5.1 目标设置的原则	62
3.2.1 现场考察内容	56	3.5.2 目标设置的依据	63
3.2.2 现场考察方法	56	3.6 提出和实施无/低费方案	63
3.3 评价产污排污状况	56	3.6.1 方案提出的目的和方法	63
3.3.1 判断清洁生产潜力（清洁生 产水平评价）	56	3.6.2 常见的无/低费方案	64
3.3.2 评价企业环保执法状况	60	3.7 案例解析	65
3.3.3 作出评价结论	60	3.7.1 案例一 电瓷电器制品业	65
3.4 确定审核重点	60	3.7.2 案例二 化工行业	76
3.4.1 确定备选审核重点	60	3.7.3 案例三 啤酒制造业	88
		【习题】	93

第4章 审核 / 94

4.1 准备审核重点资料	94	4.3.1 进行预平衡测算	98
4.1.1 收集审核重点的资料	94	4.3.2 编制物料平衡图	98
4.1.2 编制审核重点的工艺流程图	95	4.3.3 阐述物料平衡结果	100
4.1.3 编制单元的工艺流程图和功能 说明表	95	4.4 分析废物产生原因	100
4.1.4 编制工艺设备的流程图	97	4.5 提出与实施无/低费方案	102
4.2 实测输入输出物流	97	4.6 案例解析	102
4.2.1 准备及要求	97	4.6.1 案例一 电瓷电器制品业	102
4.2.2 实测及数据汇总	97	4.6.2 案例二 化工行业	107
4.3 建立物料平衡	98	4.6.3 案例三 制药行业	109
		【习题】	114

第5章 方案产生和筛选 / 115

5.1 产生和分类汇总方案	115	5.3 研制方案	120
5.1.1 产生方案	115	5.4 继续实施无/低费方案	121
5.1.2 分类汇总方案	116	5.5 核定并汇总无/低费方案实施效果	121
5.2 筛选方案	118	5.6 案例解析	122
5.2.1 初步筛选法	118	5.6.1 案例一 电瓷电器制品业	122
5.2.2 权重总和和计分排序	119	5.6.2 案例二 化工行业	125
5.2.3 汇总筛选结果	119	【习题】	126

第6章 可行性分析 / 127

6.1 进行市场调查	127	6.1.1 调查市场需求	127
------------------	-----	--------------------	-----

6.1.2 预测市场需求	128	6.4.3 经济评估指标及其计算	129
6.1.3 确定方案的技术途径	128	6.4.4 经济评估准则	131
6.2 进行技术评估	128	6.5 推荐可实施方案	131
6.3 进行环境评估	128	6.6 案例解析	131
6.4 进行经济评估	129	6.6.1 电瓷电器制品业	131
6.4.1 清洁生产经济效益的统计方法	129	6.6.2 化工行业	132
6.4.2 经济评估方法	129	【习题】	133

第7章 方案实施 / 134

7.1 组织方案实施	134	7.4 分析总结已实施方案对企业的影响	135
7.1.1 统筹规划	134	7.4.1 汇总环境效益和经济效益	136
7.1.2 筹措资金	134	7.4.2 对比各项单位产品指标	136
7.2 汇总已实施的无/低费方案的成果	135	7.4.3 宣传清洁生产成果	136
7.3 评价已实施的中/高费方案的成果	135	7.5 案例解析	136
7.3.1 技术评价	135	7.5.1 电瓷电器制品业	136
7.3.2 环境评价	135	7.5.2 有色金属矿山采选行业	141
7.3.3 经济评价	135	【习题】	145
7.3.4 综合评价	135		

第8章 持续清洁生产 / 146

8.1 建立和完善清洁生产组织	146	8.4 编写清洁生产审核报告	148
8.1.1 明确任务	146	8.5 案例解析	148
8.1.2 落实归属	147	8.5.1 案例一建材行业	148
8.2 建立和完善清洁生产制度	147	8.5.2 案例二制药行业	150
8.3 制定持续清洁生产计划	148	【习题】	151

第9章 清洁生产审核报告编制 / 152

9.1 清洁生产审核报告基本框架	152	9.2.4 清洁生产审核需要把握的 几个问题	160
9.1.1 清洁生产中期审核报告 基本框架	152	9.2.5 清洁生产审核过程中存 在的问题	161
9.1.2 清洁生产审核报批报告 编制框架	153	9.3 快速清洁生产审核	161
9.2 清洁生产审核技巧	156	9.3.1 快速清洁生产审核定义	161
9.2.1 总体要求与思路	156	9.3.2 快速清洁生产审核适用对象	161
9.2.2 清洁生产机会识别	157	9.3.3 快速清洁生产审核方法	161
9.2.3 各审核阶段技巧	159	9.3.4 快速清洁生产审核基本要求	164

9.3.5 快速清洁生产审核报告	9.4.9 建立物料平衡的难点及对策	177
基本框架	9.4.10 清洁生产备选方案的产生和筛选	178
9.4 清洁生产审核重点分析	9.4.11 方案的可行性分析	180
9.4.1 做好宣贯培训工作	9.4.12 清洁生产方案的实施	180
9.4.2 收集相关资料	9.4.13 清洁生产审核小组的日常管理工作	181
9.4.3 现场调查	9.5 案例解析	181
9.4.4 建立评价指标体系	9.5.1 案例一建材行业	181
9.4.5 设置清洁生产目标	9.5.2 案例二食品行业	202
9.4.6 确定审核重点	【习题】	214
9.4.7 产生清洁生产方案		
9.4.8 编制审核报告		

第 10 章 清洁生产审核评估与验收 / 215

10.1 清洁生产审核评估与验收的概念	215	估验收指标体系的设计	218
10.2 清洁生产审核评估与验收的过程	215	10.3.2 重点企业清洁生产审核验收指标体系的设计	220
10.2.1 清洁生产审核评估	215	10.4 清洁生产审核评估与验收的强化	221
10.2.2 清洁生产审核验收	217	【习题】	222
10.3 清洁生产审核评估与验收的指标体系	218		
10.3.1 重点企业清洁生产审核评			

第 11 章 清洁生产与减排技术 / 223

11.1 清洁生产与循环经济	223	11.5 清洁生产与生命周期评价	232
11.2 清洁生产与节能减排	227	11.6 清洁生产与生态工业园区	233
11.3 清洁生产与环境管理	228	【习题】	238
11.4 清洁生产与低碳经济	230		

附录 / 240

附录一 《清洁生产审核办法》	239	价指标体系》	251
附录二 《工业清洁生产审核规范》和《工业清洁生产实施效果评估规范》	243	附录五 《年贴现值系数表》	260
附录三 《清洁生产标准 酒精制造业》	246	附录六 《水污染防治重点行业清洁生产技术推广方案》	262
附录四 《电镀行业清洁生产评		参考文献	281

第 1 章 总 论

1.1 清洁生产

1.1.1 清洁生产的定义

(1) 《中华人民共和国清洁生产促进法》 定义

2012 年,新修订的《中华人民共和国清洁生产促进法》(以下简称促进法)第二条规定:本法所称清洁生产,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。

(2) 《中国 21 世纪议程》 定义

1994 年,审议通过的《中国 21 世纪议程》定义:清洁生产是指既可满足人们的需要,又可合理使用自然资源和能源,并保护环境的生产和措施,其实质是一种物料和能源消耗最小的人类活动的规划和管理,将废物减量化、资源化和无害化,或消灭于生产过程之中。同时对人体和环境无害的绿色产品的生产亦将随着可持续发展进程的深入而日益成为今后产品生产的主导方向。

(3) 联合国环境规划署定义

1996 年,联合国环境规划署在总结了各国开展的污染防治活动并加以分析提高后,完善了清洁生产的定义:清洁生产是一种新的创造性思想,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和环境的风险。

对于生产过程,要求节约原材料和能源,淘汰有毒原材料,减少所有废弃物的数量和降低废物的毒性。

对于产品,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。

对于服务,要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中。

从以上三个定义可以看出,清洁生产的目标是减少污染物的产生,减少资源消耗;清洁生产的关注点是生产过程、产品和服务;清洁生产采取的措施是改进设计、使用清洁能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、综合利用;清洁生产的核心是全过程控制。

1.1.2 清洁生产的产生与发展

(1) 国际社会清洁生产发展状况

在世界范围内清洁生产的发展分三个阶段。

第一阶段在 20 世纪 60 年代末。是清洁生产理论的形成阶段,主要瞄准工业企业的污染预防和生产工艺革新等方面,运用“污染预防”“废物最小化”“减废技术”等措施来提高生产过程资源利用效率,削减污染物的产生,减少工业生产对环境的危害。本阶段更加关注末端治理。

第二阶段在 20 世纪 70~80 年代。清洁生产的提出,最早可追溯到 1976 年 11 月,欧共体(现欧盟)在巴黎举行了“无废工艺和无废生产国际研讨会”,“无废工艺和无废生产”是清洁生产早期的一种说法。

1977 年 4 月欧共体委员会就制定了关于“清洁生产”的政策,1979 年,欧共体理事会宣布推行清洁生产政策,1984 年、1987 年又制定了欧共体促进开发“清洁生产”的两个法规,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。

1989 年 5 月,联合国环境署工业与环境规划活动中心制定了《清洁生产计划》,定义了清洁生产概念,开始在全球范围内推进清洁生产。经过 10 多年的探索,逐步把关注内容由“点”发展到“线”,开始关注生产全过程的污染根源的消除,形成了比较系统的理论,积累了大量的实践经验。本阶段清洁生产已经发展到关注产品整个生命过程的各个环节。

第三阶段从 1990 年开始。清洁生产在欧美的成功实施为清洁生产行业树立了信心,1992 年,联合国环境与发展大会通过了《21 世纪议程》,明确指出清洁生产是实现可持续发展的先决条件,号召工业界提高能效,开发清洁生产技术。

1998 年 10 月,在韩国汉城举行了第 5 届国际清洁生产高级研讨会,出台了《国际清洁生产宣言》,随后清洁生产在美国、欧洲、日本、韩国等国家和地区全面展开,清洁生产已经发展到战略高度,开始了“生态工业园区”“生态农业区”“循环经济区”的探索和实践。

2000 年 10 月,在加拿大蒙特利尔召开了第 6 届清洁生产国际高级研讨会,会议指出:政府应将清洁生产纳入到所有公共政策的主体之中,企业应将清洁生产纳入到日常经营战略之中,并指明清洁生产是可持续发展战略引导下的一场新的工业革命。

2002 年 4 月,在捷克布拉格召开了第 7 届清洁生产国际高级研讨会,会议指出:进一步强化政府政策、坚持清洁生产制度建设、在国家经济发展政策与计划中使清洁生产成为主流、促进清洁生产的活动范围扩大到可持续消费领域、推行生命周期启动计划等。

2004 年 11 月,在墨西哥蒙特雷市召开了第 8 届清洁生产国际高级研讨会,会议主题:环境与基本需求、全球挑战与商业;发达国家在清洁生产立法、组织机构建设、科学研究、信息交换、示范项目和推广等领域已取得显著成就,清洁生产已上升为社会经济发展的基本理论和要求。

通过联合国环境规划署一次次的清洁生产研讨会,可以看出清洁生产在不断深化,人们对清洁生产的认识也在不断深入。因此,各个国家的清洁生产也在如火如荼地发展。

(2) 我国清洁生产发展概况

我国清洁生产的形成和发展包括以下三个阶段。

第一阶段(1983~1992 年)清洁生产引进消化阶段。20 世纪 80 年代,我国政府确定环境保护是一项基本国策,并提出“预防为主、防治结合”“谁污染谁治理”等一系列环境保

护原则，制定和修改《环境保护法》，确定“新建企业和现有企业的技术改造，应当采用资源利用率高、污染物排放量少的设备和工艺，采用经济合理的废弃物综合利用技术和污染物处理技术”。1983年，第二次全国环境保护会议，明确提出经济、社会、环境效益“三统一”的指导方针。

1989年，联合国环境规划署提出推行清洁生产的行动计划后，清洁生产的理念和方法开始引入我国。1992年8月，国务院制定了《环境与发展十大对策》，提出“新建、改建、扩建项目时，技术起点要高，尽量采用能耗物耗小、污染物排放量少的清洁生产工艺”，清洁生产作为我国环境与发展对策之一。1992年，发布《中国清洁生产行动计划（草案）》，召开我国第一次国际清洁生产研讨会。

第二阶段（1993~2003年）清洁生产立法阶段。1993年10月，原国家环保局和国家经贸委在上海联合召开了第二次全国工业污染防治工作会议，会议提出“工业污染防治要从单纯的末端治理向生产全过程控制转变，积极推行清洁生产”，这标志着我国推行清洁生产的开始。

1994年3月，国务院通过《中国21世纪议程》，设立“开展清洁生产和生产绿色产品”方案领域，清洁生产成为中国可持续发展战略的重要组成部分。1994年，国家经贸委与环保局利用世界银行技术援助，进行“推行中国清洁生产”项目研究，选定25家企业进行清洁生产示范（B-4项目）。1994年12月，成立第一批国家、行业、地方清洁生产中心。

1996年，国务院《关于环境保护若干问题的决议》明确规定所有新建、扩建、改建项目采用能耗物耗小、污染物少的清洁生产工艺。1997年4月，国家环保总局发布《关于推行清洁生产的若干意见》，要求地方环保部门将清洁生产纳入已有的环境管理政策中。1998年，《建设项目环境保护管理条例》明确规定工业项目应当采用清洁生产工艺。

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》，选择北京、上海等10个试点城市和石化、冶金等5个试点行业开展清洁生产示范和试点。这使清洁生产得到进一步发展。表现为：清洁生产已经从企业层次进一步扩展到行业；从企业的节能、降耗、减污上升到更大范围的产业生态化。在清洁生产的组织方面，通过政府的主导作用，使清洁生产得到社会的认可和接受。1999年，全国人大环境与资源保护委员会将《清洁生产法》的制定列入立法计划。

2000年，国家经贸委公布《国家重点行业清洁生产技术导向目录（第一批）》（5个行业57项技术）。2002年6月，全国人大常委会公布了《中华人民共和国清洁生产促进法》，标志着我国清洁生产进入法制化、规范化发展轨道。2003年1月1日，我国开始施行《中华人民共和国清洁生产促进法》。

第三阶段（2003年以后）清洁生产循序推进阶段。随着《中华人民共和国清洁生产促进法》《清洁生产审核办法》的公布实施及修订，清洁生产成为我国发展循环经济、实现可持续发展的核心内容，正引导着产业结构、产品结构、能源结构向环境友好方面发展，不仅使企业节能、降耗、减污、增效，而且大大增强了我国产品的国际竞争力，提高了我国的国际形象。

（3）新阶段对清洁生产的要求

党的十八大提出中国特色社会主义“五位一体”总布局，明确要大力推进生态文明建设，旨在通过推进绿色发展、循环发展，形成节约资源和保护环境的空间格局、产业结构、生产及生活方式，从源头上扭转生态环境恶化趋势。清洁生产作为实现环境优化经济发展的有效措施，政府部门、各行业企业以及清洁生产咨询机构和全体公民应充分认识到其重要

性，以清洁生产工作促进经济转型，产业结构优化升级，充分发挥清洁生产在“五位一体”建设中的作用，为绿色、循环、低碳发展提供动力，促进生态文明建设取得成果。

(4) 不同领域清洁生产工作发展

① 工业领域推行清洁生产工作 推行工业领域清洁生产工作主要包含：进一步进行产业结构调整，淘汰落后技术、落后产能等；减少有毒有害物质，开发推广先进清洁生产技术，使用实施生产全过程控制，加强重点企业清洁生产审核工作等；并加快清洁生产技术的认证示范和推广，为清洁生产新技术的实施，将“低碳经济”、提高资源利用效率引入到清洁生产工作等提供财税优惠政策。

② 农业推行清洁生产工作 由于农业很难推行以面源污染治理为主体的末端治理，因此必须强调从源头削减污染。目前，农业清洁生产领域正在推进技术指南和审核指南、技术规范 and 评价指标体系的编制，以及进行环境准入标准的制定和产品环境标志的认证等工作。

③ 第三产业推行清洁生产工作 第三产业的迅猛发展对环境的影响越来越大，在总结前期第二产业清洁生产的成果基础上针对第三产业开展清洁生产也势在必行。例如针对城市化率较高的上海、北京等地开展服务业清洁生产工作，重点推进交通运输、医疗卫生、餐饮业、旅游娱乐、公共建筑等行业的清洁生产。目前，我国制定的针对第三产业的清洁生产标准很少，批准实施的只有宾馆酒店业清洁生产标准。因此，需加快制定第三产业清洁生产标准和有关法规。

1.1.3 清洁生产的目的

推进清洁生产的目的有以下三点。

(1) 促进自然资源和能源的最合理化利用

自然资源和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。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、利用可再生能源和清洁能源、开发新能源、实施各种节能技术和措施、节约原材料、利用无毒和无害原材料、减少使用稀有原材料和循环利用废料等。

(2) 实现经济效益最大化

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。实施清洁生产，可以减少原料和能源的使用，采用先进的生产技术和工艺，减少副产品和废物产生，降低物料和能源损耗，提高产品质量，合理安排生产进度，提高员工素质，完善企业管理，树立良好企业形象，最终实现经济效益最大化。

(3) 达到对人类和环境危害的最小化

生产的目标是提高企业的经营效益，但最终目标是改善生产生活环境，提高生活和工作质量。这就要求工业中减少有毒有害物料的使用，采用少废、无废生产技术和工艺，减少生产过程中的危险因素，实现废物的循环利用，使用可回收利用的包装材料，合理包装产品，采用可降解和易处理处置的原料，合理利用产品功能，延长产品寿命等，以实现生产过程对人类与环境危害的最小化。

1.1.4 清洁生产的原则

清洁生产遵循以下五个方面的原则。

(1) 战略性原则

清洁生产是污染预防战略，是实现可持续发展的环境战略。它有力量基础、技术内涵、

实施工具、实施目标和行动计划。

(2) 预防性原则

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。

(3) 综合性原则

实施的末端治理与生产的措施是综合性的预防措施,包括结构的调整、技术进步和完善管理。

(4) 统一性原则

传统的末端处理投入多、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。

(5) 持续性原则

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。清洁生产是一个相对的概念,是个持续不断的过程、创新的过程。

1.1.5 清洁生产的内容

清洁生产的内容可归纳为“三清一控制”四个方面。

(1) 清洁的原料和能源

清洁能源是指:常规能源的清洁利用;加速以节能为重点的技术进步和技术改进,提高能源利用率;加快开发水能资源,优先发展水力发电;积极发展核能发电;开发利用太阳能、风能、地热能、海洋能、生物质能等可再生的新能源;选用高纯、无毒原材料;开发各种节能技术等。

(2) 清洁的生产过程

清洁的生产过程是指:尽量少用和不用有毒有害的原料;采用无毒、无害的中间产品;选用少废、无废工艺和高效设备;尽量减少生产过程中的各种危险性因素,如高温、高压、低温、低压、易燃、易爆、强噪声、强振动等;采用可靠和简单的生产操作和控制方法;物料的再循环利用(包括厂内和厂外);完善科学量化管理等。

(3) 清洁的产品

清洁的产品是指:节约原材料和能源,少用昂贵和稀缺原料,尽量利用二次资源作原料;产品在使用过程中以及使用后不含危害人体健康和破坏生态环境的因素;产品包装合理,产品使用后易于回收、重复使用和再生;产品应具有合理的使用功能(以及具有节能、节水、降低噪声的功能)和合理的使用寿命;产品报废后易处理、易降解等。

(4) 贯穿于清洁生产中的全过程控制

它包括两方面的内容,即生产原料或物料转化的全过程控制和生产组织的全过程控制。生产原料或物料转化的全过程控制,也常称产品的生命周期的全过程控制,是指从原材料的加工、提炼到产出产品、产品的使用直到报废处置的各个环节所采取的必要的污染预防控制措施。生产组织的全过程控制,也即工业生产的全过程控制,是指从产品的开发规划、设计、建设到营运管理,所采取的防止污染发生的必要措施。

1.1.6 清洁生产的方向

按照全过程控制理论，清洁生产的总体方向要把握以下九点。

(1) 促进资源的综合利用

采取的措施包括：寻找资源的综合利用途径，提高产品的转化效率，减少稀缺资源消耗，废物得到综合利用，降低工业污染及其处置费用等方面。改变原料结构，如利用可再生原料，改变原料配方，革除有毒有害物质，保证原料质量，采用精料，对原料进行适当预处理，利用废料作为原料等；采用新能源和节能措施，保证能源的有效利用。

(2) 改革工艺

采取的措施包括：淘汰落后工艺，更换国家技术政策鼓励的工艺；优化工艺配置，简化生产流程；装置大型化、集约化和自动化；适当改变工艺条件，开发利用最新科研成果的全新工艺等。

(3) 更新设备

采取的措施包括：加强检修，防止“跑冒滴漏”；及时淘汰落后设备，配备自动控制装置，换用高效设备；更新资源消耗低、能源利用高的新设备；进行技术革新，提高设备使用效率。

(4) 优化操作

采取的措施包括：加强科学研究，优化操作参数，提高生产效率，减少资源消耗；变间歇操作为连续操作，简化操作，提高精度，提高生产率；优化操作，减少失误，减少浪费，控制消耗，降低成本；安装环保、安全、卫生设施，维护安全运行稳定，保护职工身心健康。

(5) 改革产品体系

采取的措施包括：改革产品体系，发展生产过程节约、环保的新产品；开发安全、环保的产品，注重产品整个生命周期的设计，提升产品质量。

(6) 提高员工素质

采取的措施包括：加强职工培训，强化员工的清洁生产理念，提高员工的技术操作水平，增强员工的工作责任心，通过员工素质的整体提升，促进企业生产的优化控制，达到清洁生产的目标要求。

(7) 提升管理水平

采取的措施包括：计划管理、生产管理、财务管理、建设管理等，强化管理的措施包括把环境管理落实到企业中的各个层次，分解到生产过程的各个环节，贯穿于企业的全部经济活动之中，提高管理效率。

(8) 循环利用废物

采取的措施包括：组织好厂内物料循环，将流失的物料回收后经过适当处理后作为原料或原料替代物返回原生产过程或其他生产过程中；组织好区域内的清洁生产，按生态工业学原理组织区域的企业组织群，根据产业特点及物料的流向合理布局，在企业间建立物流和能流关系，建立供水、用水、排水、净化的一体化管理机制，实现废热、废水、废气、废渣和生活垃圾集中处理并回用。

(9) 必要的末端处理措施

清洁生产并不排斥末端处理，在采取了清洁生产措施后还不能达到环境质量要求时，末端处理是最后把关的措施，必须考虑但不优先考虑。在实施末端治理时，要注意厂内末端处

理与厂外集中处理相结合,末端处理应重视从废物中回收有用的组分。

1.1.7 清洁生产的理论基础

清洁生产不是凭空产生的,它的诞生有着深厚的理论基础,主要包括以下几种理论。

(1) 可持续发展理论

可持续发展理论 (Sustainable Development Theory) 是指既满足当代人的需要,又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展。可持续发展定义包含两个基本要素或两个关键组成部分:“需要”和对需要的“限制”。对需要的限制主要是指对未来环境需要的能力构成危害的限制,这种能力一旦被突破,必将危及支持地球生命的自然系统中的大气、水体、土壤和生物。在具体内容方面,可持续发展涉及可持续经济、可持续生态和可持续社会三方面的协调统一,要求人类在发展中讲究经济效益、关注生态和谐和追求社会公平,最终达到人的全面发展。这表明,可持续发展虽然缘起于环境保护问题,但作为一个指导人类走向 21 世纪的发展理论,它已经超越了单纯的环境保护。它将环境问题与发展问题有机地结合起来,已经成为一个有关社会经济发展的全面性战略。

(2) 物质平衡理论

人类的经济活动既消耗资源又向环境排放废弃物。因此,经济的增长受到了资源承载力和环境容量的双重约束,要保证可持续发展,就必须将资源开发等经济活动限制在生态系统的资源承载力和环境容量的可承受的范围内。自然资源的超量使用虽然能够带来一个阶段的经济发展,但却是得不偿失的一种方法,更是对子孙后代的不负责任,其造成的环境恶化、生态系统破坏等恶果,不是简简单单就能补救的。大气、水、土地、动植物等都有承受污染物的最高限值,就环境污染而言,污染物存在的数量超过最大容纳量,这一环境的生态平衡和正常功能就会遭到破坏。因此,应视环境容量为稀缺资源,有偿使用,合理定价。

(3) 废物与资源转化理论

根据物质不灭定律,在生产过程中物质按照平衡原理相互转换。生产过程中产生的废物越多,则原料(资源)消耗也就越大,即废物是由原料转化而来的。清洁生产使废物最小化,也等于原料(资源)得到了最大化利用。此外,生产中的废物具有多功能特征,即某种生产过程中产生的废物,又可作为另一种生产过程中的原料。资源与废物是一个相对的概念。如造纸产生的黑液、热电产生的炉渣对原生产过程而言是废物,但造纸黑液可用于烟气脱硫,炉渣可用于生产水泥等建筑材料。因此,有人说“废物是放错位置的资源”。

(4) 最优化理论

在实际的生产过程中,一种产品的生产必定有一个产品质量最好、产率最高、能量消耗最少的最优生产条件。清洁生产实际上是如何满足生产特定条件下使其物料消耗最少而使产品产出率最高的问题,这一问题的理论基础是数学上的最优化理论。废物最少量化可表示为目标函数,求它的各种约束条件下的最优解。

(5) 环境资源价值理论

环境资源作为人类赖以生存和发展的物质基础,它除具有区域分异性、整体性、稀缺性、多用途性等特点外,还具有价值性、无阶级性和非排他、非竞争的公共商品性。环境蕴含着资源,有资源就有价值;环境是资源,是资源就有价值。环境资源价值是指环境资源本身的存在价值并且包括其对目前的生产或消费所有的贡献能直接满足或间接支持目前的生产或消费活动的获益的价值。

（6）环境承载力理论

环境承载力是指在一定时期内，在维持相对稳定的前提下，环境资源所能容纳的人口规模和经济规模的大小。地球的面积和空间是有限的，它的资源是有限的，显然，它的承载力也是有限的。因此，人类的活动必须保持在地球承载力的极限之内。当今存在的种种环境问题，大多是人类活动与环境承载力之间出现冲突的表现。当人类社会经济活动对环境的影响超过了环境所能支撑的极限。生态承载力大体可以分为土地资源承载力、水资源承载力等类型。在人类面临粮食危机、土地日趋紧张的情况下，科学家提出了土地承载力的概念，在环境污染蔓延全球、资源短缺和生态环境不断恶化的情况下，科学家相继提出了资源承载力、环境承载力、生态承载力等概念。

（7）技术创新理论

创新即实现生产要素和生产条件的一种从未有过的新结合。技术创新一般包含 5 个方面的内容：制造新的产品，制造出尚未为消费者所知晓的新产品；采用新的生产方法，采用在该产业部门实际上尚未知晓的生产方法；开辟新的市场，开辟国家和那些特定的产业部门尚未进入过的市场；获得新的供应商，获得原材料或半成品的新的供应来源；形成新的组织形式，创造或者打破原有垄断的新组织形式。

1.1.8 清洁生产存在的问题

（1）清洁生产配套法规政策有待落实

现阶段我国清洁生产工作仍有赖于政府在清洁生产政策机制上的引导和支持。促进法（2012）实施以来，现行的清洁生产规章制度尚未及时依据新法要求做出相应修订，同时对新法的配套政策与措施也尚未全面启动，这些问题在一定程度上制约了清洁生产工作开展进度。

（2）清洁生产管理机制有待健全

清洁生产的内涵决定了清洁生产工作需要多个部门协作推进，对此，促进法（2012）对相关部门在清洁生产工作中的定位进行了明确规定，但在实际工作中仍存在以下问题：一是工作归属不明确。清洁生产规章制度政出多门，导致地方政府无法适从，执行难度较大，制约了清洁生产工作的深入推进。二是各部门配合有待加强。三是清洁生产工作缺乏专职管理。清洁生产是一项技术性、政策性很强的工作，从国家到地方都未设清洁生产专职机构与岗位，各级负责清洁生产管理人员分管数项工作，任务繁多，同时，基层工作人员变动频繁，清洁生产工作得不到重视，导致地方清洁生产工作不能持续有效推进。

（3）清洁生产技术支撑体系需完善

清洁生产行业标准和指标体系颁布滞后。目前我国仍有大部分行业产业并未制定行业标准和评价指标体系，且现有的标准及指标体系并未给出达到这些标准和指标的技术路线，行业企业在实施中面临较大困难。

行业清洁生产审核指南不足。我国行业种类多、数量大、规模和技术水平差异大、工艺技术复杂，目前的审核指南远远无法满足众多行业企业的需求。

清洁生产技术导向目录支持不足，技术导向目录过时。我国于 2006 年底完成发布了 3 批重点行业清洁生产技术导向目录，但此后一直没有更新，跟不上当前产业的发展。技术导向目录覆盖行业有限。已发布的 3 批目录中，技术零散地分布于部分重点工业行业，行业覆盖广度不够。

（4）清洁生产技术信息流通不畅

高校和科研院所找不到用户，导致清洁生产技术成果大量闲置，转化率极低。咨询机构

和企业不能及时获取国内外行业清洁生产技术的最新信息，针对审核中的新问题找不到合适的解决方案。清洁生产技术投资方对行业企业清洁技术的需求、应用以及研发动态不够了解，难以找到合适的投资项目，无法为清洁技术研发和产业化应用提供资金支持。各方已拥有大量的清洁生产技术成果难以共享，影响了清洁生产技术的有效推广。

(5) 清洁生产科研立项不足

近年来，清洁生产在政策机制层面的科研立项严重不足，制约了清洁生产前瞻性、战略性工作的深入开展。主要表现在：国家设立了中央财政清洁生产专项资金，但这些资金主要用于地方和企业工程项目，并不支持科研项目；国家重大科研项目按要素分类（如大气、水等），但清洁生产涉及面广，缺乏专项，制约了清洁生产工作的前瞻性、战略性研究。

(6) 清洁生产审核效果仍需提高

咨询机构层面上，咨询服务市场管理机制尚不完善，咨询机构准入门槛低，咨询业务监管松弛，咨询机构之间存在不良竞争。咨询机构业务水平良莠不齐，缺乏高素质的专业技术人员，审核人员专业技能更新缓慢，无法为企业提供可靠的技术和指导。地方保护主义限制使本地的咨询机构缺少技术交流和竞争，形成内部低水平发展，限制了咨询机构服务水平的提升。

企业层面上，企业领导对清洁生产缺乏了解，对其作用认识严重不足，不愿对清洁生产审核耗费时间和精力。企业员工缺乏认识，对清洁生产审核普遍存在抵触和不配合。企业缺乏开展审核的动力与压力，审核方案落实难。大部分企业缺乏清洁生产中高费方案实施资金，导致企业审核方案难以落实。

1.1.9 实施清洁生产的意义

实践证明，清洁生产对于减少生产过程中的能源、物料的消耗和废弃物产生具有十分重要的作用，是实现经济发展和环境保护协调发展的有效途径。

(1) 清洁生产是可持续发展战略的需要

可持续发展的两个基本要求告诉我们，环境和资源是发展的基础，发展又为环境和资源保护提供经济实力支持。清洁生产是国际社会在总结了工业污染治理的经验教训后提出的一种新型污染预防和控制战略，以后又将清洁生产的要求逐步扩展到服务领域和产品，并开始探索建立“循环经济”和“循环社会”。清洁生产的实质，是贯彻污染预防原则，从生产设计、能源与材料选用、工艺技术与设备维护管理等社会生产和服务的各个环节实施全过程控制，从生产和服务源头减少资源的浪费，促进资源的循环利用，控制污染的产生，实现经济效益和环境效益的统一。

(2) 清洁生产是环境保护事业发展的需要

在过去 20 多年的环境保护工作中，我国工业污染防治的主要做法：一是通过颁布污染物排放标准，征收超标排污费，促使企业进行治理；二是采用限期治理和关、停、并、转、迁等强制手段，解决严重的污染问题；三是对新、扩、改建项目实行“三同时”和环境影响评价制度，控制新污染的发展；四是通过技术改造，提倡并鼓励三废综合利用，提高资源利用率，采用先进工艺，减少污染物的产生量；五是推行污染排放总量控制和试行排污许可制度。以上这些控制工业污染措施对防治我国工业污染起到了积极的作用，今后还要继续坚持下去。但从控制污染的策略上看，过去着眼点侧重把保护环境的人力、物力、财力引向生产过程的末端治理是不全面的，末端治理也明显暴露出一些局限和弊端。

(3) 清洁生产是提高企业潜力的必由之路

目前我国工业生产的发展速度较快，但由于诸多原因，总体水平较低。工业发展现状与