

云南省环境保护局科技计划项目成果

云南省甘蔗制糖业（含糖蜜酒精） 清洁生产审核指南



云南省环境保护局科技标准处
组织编写

云南出版集团公司
云南科技出版社

责任编辑：唐坤红
责任校对：叶水金
责任印制：翟 苑

内 容 提 要

本书详细介绍了云南省甘蔗制糖业(含糖蜜酒精)的现状,典型的工艺步骤、污染物排放及在蔗糖业推行清洁生产的重要性,以及在蔗糖业清洁生产审核方法和技巧、清洁生产审核报告的编制。

为了使本书同时能应用于其他行业清洁生产审核,本书还详细介绍了清洁生产知识和清洁生产审核,使本书内容更加实用,更易操作,可作为其他行业清洁生产审核的参考。同时也可作为高等院校环境专业教学用书的辅导教材。

本书附录所收集的资料,是希望这些附件能满足现场审核工作的需要。

本书适用于从事甘蔗糖业(含糖蜜酒精)清洁生产审核的科技人员和糖厂清洁生产审核人员在企业内部自我审核的参考,也可帮助企业普通员工掌握清洁生产审核知识、甘蔗糖业常用的清洁生产技术和方向。

本书的作者来自环境保护进行清洁生产审核工作的第一线,本书是其工作的总结升华,希望本书的出版发行能有效促进我国的清洁生产工作的开展。

云南省甘蔗制糖业(含糖蜜酒精)清洁生产审核指南

ISBN 7-5416-2320-2



9 787541 623202 >

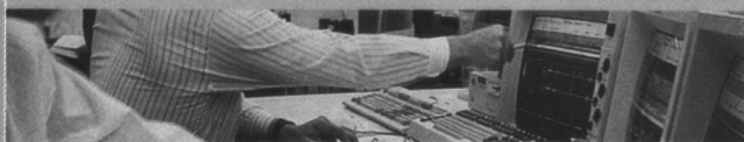
ISBN 7-5416-2320-2/X · 50

定价:30.00元

云南省环境保护局科技计划项目成果

云南省甘蔗制糖业（含糖蜜酒精）

清洁生产审核指南



云南省环境保护局科技标准处
组织编写

云南出版集团公司
云南科技出版社

· 昆明 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

云南省甘蔗制糖业 (含糖蜜酒精) 清洁生产审核指南/
云南省环境保护局科技标准处组织编写. —昆明: 云南
科技出版社, 2006. 3

ISBN 7 - 5416 - 2320 - 2

I. 云... II. 云... III. 甘蔗制糖 - 无污染工艺 -
云南省 - 指南 IV. TS244 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 021832 号

云南出版集团公司
云南科技出版社 出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码: 650034)

昆明市五华区教育委员会印刷厂印刷 全国新华书店经销
开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 9.75 字数: 230 千字

2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 1000 定价: 30.00 元

序

科技的迅猛发展，使人类进入了工业文明时代，人们享受着丰盛的物质财富，沉醉在征服自然、改造自然的喜悦中。然而，传统工业的飞速发展，却是以掠夺式的资源开发、能源消耗和环境污染为代价的，正如生态学家奥德姆所言：人类犹如环境的寄生虫，索取想要的一切，而很少考虑寄主（即它的生命维持系统——环境）的健康。20 世纪的 8 大公害，使人类猛然醒悟到地球所能提供的资源、容纳的污染、供养的人口是有限的，工业社会的指数型增长将成为人类“通向毁灭的单程票”。为了维护全球的生态平衡和人类的可持续发展，必须变革不可持续的工业生产模式。于是，以“源削减和污染预防”为主要特征的清洁生产应运而生。清洁生产的理论基础是工业生态学，也就是运用生态学理论来考察工业代谢过程，以谋求包括从原料到产品，再到用过的产品以至整个物质循环的优化，从而优化社会和自然的关系，最终促进经济、社会、环境的可持续发展。目前，清洁生产不仅广泛运用于第二产业，也适用于第一、三产业。

云南省环保局作为环境保护监督管理职能部门，一直十分重视清洁生产工作。从上个世纪 90 年代起，云南省各级环保部门在新建、改建、扩建建设项目的环评评价以及在老污染源的治理工作中积极推行清洁生产。1998 年，以国际合作项目“荷兰政府援助——云南清洁生产项目”为起点，开始在云南省水泥、化肥、宾馆饭店行业 25 家企业开展清洁生产示范与推广工作。2000 年，云南省环保局批准成立了云南省首家清洁生产技术咨询机构——云南清洁生产中心，该中心于 2002 年被国家环保总局列为全国 46 个清洁生产试点机构之一，参加了全国宾馆饭店行业、化肥行业（重过磷酸钙）清洁生产标准及行业审核指南的编写。2002 年，云南省环保局组织开展了“云南省重点工业企业清洁生产示范”项目，在钢铁、化肥、制药等

行业的 5 家企业实施了清洁生产审核。2003 年和 2005 年，云南省环保局根据《清洁生产促进法》的要求，分别公布了云南省第一批 30 家、第二批 50 家污染严重企业名单，并组织对这些企业进行了强制性清洁生产审核，截止目前已有第一批中的 16 家企业完成审核并通过了验收。2004 年，云南省经委和云南省环保局联合发布了《云南省清洁生产审核实施办法（暂行）》，进一步规范了清洁生产审核工作。同年，云南省环保局在昆明市、保山市、大理州等 8 个州市的 9 个单位开展了清洁生产审核机构试点。

上述各项工作的开展，初步建立了云南省环保系统清洁生产的技术支撑体系，较好地履行了依法监督管理和为企业服务的职能，提高了企业对实施清洁生产的认识。同时，通过清洁生产审核和实施清洁生产方案，企业取得了较好的经济、社会和环境效益，极大地推动了我省清洁生产工作的深入开展。

为了规范云南省的清洁生产审核、更好地为产业发展服务，云南省环保局把《云南省行业清洁生产审核指南》的制定列入了环保科技计划。《云南省甘蔗制糖业（含糖蜜酒精）清洁生产审核指南》的完成，填补了国内空白，为云南省乃至我国甘蔗制糖业（含糖蜜酒精）清洁生产审核的实施提供了技术支持，为各级环保部门、各类清洁生产咨询机构以及企业开展清洁生产审核提供了一个具有可操作性的工具，对促进企业“节能、降耗、减污、增效”将起到积极的作用。

《云南省行业清洁生产审核指南》编委会

王 文

前 言

20 世纪 70 年代以后，伴随着工农业的高速发展，环境污染、生态破坏已日趋严重，能源资源的短缺和工业化带来的环境污染已开始影响到人类的存在。历史教训告诫人们：仅仅采用开发和实施末端污染控制技术难以改变现状，而关于产品的生产过程对环境的影响、依靠改进生产工艺、实现从原材料到产品的整个工艺过程和管理环节的控制及措施，以及采取节能、降耗，减少或消除污染可能比原先末端治理更为有效和经济。

1989 年联合国环境规划署提出了“清洁生产”的术语和定义，并制定了《清洁生产计划》，1992 年联合国召开的“环境与发展大会”把清洁生产作为实施可持续发展的重要举措而写入《21 世纪议程》。作为一种全新的环境保护战略，在经历 20 多年的不断发展之后，清洁生产战略思想已成为实现可持续发展的重要环境战略。

我国在 20 世纪 90 年代启动了清洁生产工作，经过多年的实践已经取得了显著的成效。随着 2003 年 1 月 1 日《中华人民共和国清洁生产促进法》的正式实施，清洁生产已成为我国环保工作的重点之一，也是实现可持续发展战略的重要举措。

清洁生产审核作为实现清洁生产的一种重要的方法学和有效工具，自我国推行清洁生产以来，已得到广泛的实践，并且取得了显著的经济、社会和环境效益。而于 2004 年 10 月 1 日实施、由国家发改委和国家环保总局联合颁布的《清洁生产审核暂行办法》规范了我国清洁生产审核行为，有效促进了清洁生产。

云南地处祖国边疆，相对落后，随着经济的快速发展，造成了生态破坏和污染严重加剧，仅靠单纯的末端治理已经不能解决面临的资源和环境问题，清洁生产和清洁生产审核在这样的背景下，日益显示出其重要的战略地位。云南的甘蔗种植和食糖产量已稳居全国第二，蔗糖业已成为云南省经济发展中仅次于“两烟”的第二大农产品加工业。03/04 榨季全省甘蔗农业销售收到 21.8 亿元，制糖工业产品销售收入 53.7 亿元，利税 9.51 亿元。蔗糖业的发展为云南省地方财税增收、蔗农脱贫致富做出了很大贡献。云南蔗糖厂都生产糖蜜酒精，而酒精废醪液是糖厂最大的污染源，治理难度很大；同时蔗糖业又是耗水、能耗大户，单位产品能耗与国际水平相比差距较大。这样，云南省蔗糖业甘蔗种植低产低效、生产规模偏小、生产工艺关键技术落后、物耗能耗较高、废水治理难度大、市场竞争压力大等一系列问题成为蔗糖业高速发展的瓶颈，在蔗糖行业实施清洁生产审核不仅是重要的也是迫切的。

为了指导蔗糖业（含糖蜜酒精）开展清洁生产工作，云南省环科院在云南省环保局的支持下按国家环保局《行业清洁生产审核指南编写大纲》进行了《云南省甘蔗制糖业（含糖蜜酒精）清洁生产审核指南》的编写。本《审核指南》是为了深入贯彻

《中华人民共和国清洁生产促进法》，指导蔗糖业更好、更有效地开展清洁生产审核，促进蔗糖业走可持续的发展道路。

本《审核指南》的编制目的是配合清洁生产审核和清洁生产标准的实施，对于蔗糖业员工，是在了解蔗糖业的基础上学习清洁生产知识，有利于清洁生产审核和清洁生产标准实施；对于清洁生产审核人员是在掌握清洁生产知识的基础上尽快熟悉糖业生产过程、污染物排放和特点，有助于清洁生产审核。而对于清洁生产审核和糖业生产都较陌生的初学者，只要认真学习本《审核指南》，也可以较快地熟悉清洁生产审核，有效缩短知识差距。

结合目前蔗糖业的清洁生产方案而编写的清洁生产检查清单，不论是糖厂员工或清洁生产审核人员，都应是很好的参考。

本《审核指南》中的清洁生产审核介绍与报告编制也可作为其他行业清洁生产审核的培训教材。

本《审核指南》也可作为政府部门检查糖厂清洁生产的参考。随着科技水平不断提高，本《审核指南》提出的清洁生产观点也应不断完善，但清洁生产的理论虽有改进，但基本的节能、降耗、减污、增效原则不会改变。

本《审核指南》由云南省环境保护局科技标准处组织编写，云南省环境保护局高正文副局长亲自为本书作序。

本《审核指南》编写得到云南省甘蔗糖学会、云南省轻工业科学研究所、昆明理工大学环境工程与科学学院、昆明理工大学生物与化学工程学院、云南省轻纺工业设计院、云南英茂集团糖业事业部、昆明黎明糖业研究所、云南省环境监测中心站等单位的支持和指导，在此表示衷心的感谢！

由于甘蔗糖业清洁生产工作起步不久和我们水平有限，本《审核指南》疏漏、错误在所难免，欢迎批评指正。本《审核指南》引用、参考了相关文献，编写组向被引用参考文献的作者致谢！

云南省环境科学研究院 云南清洁生产中心
《云南省甘蔗制糖业（含糖蜜酒精）清洁生产审核指南》编写组

目 录

1 清洁生产介绍	(1)
1.1 清洁生产概论	(1)
1.2 清洁生产的定义	(1)
1.3 清洁生产的理论基础	(2)
1.4 清洁生产的原则	(2)
1.5 清洁生产的目的	(3)
1.6 清洁生产的内涵	(4)
1.7 清洁生产与末端治理的关系	(4)
1.8 清洁生产与循环经济	(5)
1.9 清洁生产与可持续发展	(5)
1.10 清洁生产在国内外发展概况	(6)
1.10.1 国际清洁生产的现状与发展趋势	(6)
1.10.2 国内清洁生产的现状与发展趋势	(7)
1.11 实施清洁生产的工具	(8)
2 甘蔗制糖业(含糖蜜酒精)概况和清洁生产途径	(11)
2.1 云南省甘蔗制糖业(含糖蜜酒精)概况	(11)
2.1.1 布局、规模	(11)
2.1.2 主要生产过程及技术经济指标	(12)
2.1.3 发展趋势	(16)
2.1.4 蔗糖业目前存在的主要问题	(17)
2.2 蔗糖业的主要环境问题	(18)
2.2.1 蔗糖业的污染物排放	(18)
2.2.2 污染物产生分析	(19)
2.2.3 污染物治理现状	(19)
2.3 蔗糖业推行清洁生产的重要性	(20)
2.3.1 蔗糖业推行清洁生产是可持续发展的必由之路	(20)
2.3.2 蔗糖业推行清洁生产是控制污染的有效手段	(21)
2.3.3 蔗糖业推行清洁生产可有效促进企业升级和技术进步	(21)
2.3.4 蔗糖业推行清洁生产是实现“双赢”的有效手段	(21)
2.3.5 蔗糖业推行清洁生产是资源节约和环境友好的需要	(22)
2.4 甘蔗制糖业(含糖蜜酒精)清洁生产途径	(22)

2.4.1	资源的综合利用	(22)
2.4.2	技术工艺和设备	(23)
2.4.3	过程控制	(24)
2.4.4	管理和员工	(25)
2.4.5	产品结构	(25)
2.4.6	组织内部物料、能量循环	(25)
2.4.7	原辅材料替代	(25)
2.5	减少废醪液排放量的清洁生产技术	(26)
2.6	蔗糖厂“三废”生产有机肥	(26)
3	清洁生产审核	(28)
3.1	清洁生产审核导论	(28)
3.1.1	清洁生产审核的定义	(28)
3.1.2	清洁生产审核的目的	(28)
3.1.3	清洁生产审核的方式	(28)
3.1.4	清洁生产审核程序	(29)
3.1.5	清洁生产审核的思路和原理	(29)
3.1.6	清洁生产的实施步骤	(31)
3.1.7	实施清洁生产审核过程中需要注意的问题	(33)
3.2	清洁生产审核程序	(33)
3.2.1	审核准备	(33)
3.2.2	预审核	(35)
3.2.3	审核	(38)
3.2.4	实施方案的产生和筛选	(41)
3.2.5	实施方案的确定	(44)
3.2.6	编写清洁生产审核报告	(47)
3.3	甘蔗制糖业(含糖蜜酒精)清洁生产审核检查清单	(47)
4	清洁生产审核报告的编制	(59)
4.1	清洁生产审核报告的编写大纲	(59)
4.2	清洁生产审核报告的编写要求	(62)
4.2.1	结构与格式	(62)
4.2.2	正文内容	(62)
5	甘蔗制糖业(含糖蜜酒精)清洁生产审核案例	(66)
5.1	企业基本情况	(66)
5.2	审核准备	(66)
5.2.1	取得企业领导支持与参与	(66)
5.2.2	建立清洁生产审核队伍	(67)
5.2.3	制定审核工作计划	(67)

5.2.4 克服障碍	(69)
5.3 预审核	(70)
5.3.1 现状调研和分析	(70)
5.3.2 编制工艺流程图	(71)
5.3.3 确定审核重点	(71)
5.3.4 设置清洁生产目标	(72)
5.3.5 实施明显、简单易行的清洁生产方案	(72)
5.4 审核	(73)
5.4.1 编制审核重点的工艺流程	(73)
5.4.2 审核重点单元操作及功能	(73)
5.4.3 物料输入、输出	(74)
5.4.4 物料平衡	(75)
5.4.5 废物产生原因分析	(75)
5.5 方案产生和筛选	(76)
5.5.1 方案的产生及总体分析	(76)
5.5.2 方案筛选	(78)
5.5.3 备选中/高费方案的初步评估	(78)
5.5.4 实施无/低费清洁生产方案的效果	(80)
5.6 确定方案实施	(80)
5.6.1 方案简介	(80)
5.6.2 技术评估	(81)
5.6.3 环境评估	(82)
5.6.4 经济评估	(82)
5.6.5 方案的实施	(83)
5.6.6 清洁生产审核成效	(84)
5.6.7 持续清洁生产	(86)
5.7 问题及建议	(87)
附录 1: 中华人民共和国清洁生产促进法	(88)
附录 2: 清洁生产审核暂行办法	(93)
附录 3: 国务院关于加强发展循环经济的若干意见	(97)
附录 4: 云南省清洁生产审核实施办法(暂行)	(102)
附录 5: 云南省清洁生产合格单位验收管理办法(暂行)	(105)
附录 6: 清洁生产审核工作表	(108)
附录 7: 清洁生产审核相关术语	(133)
附录 8: 年贴现值累计系数表	(136)
附录 9: 清洁生产相关网址	(141)
附录 10: 主要参考文献	(142)

1 清洁生产介绍

1.1 清洁生产概论

20 世纪 60 至 70 年代，工业发达国家开始通过各种方法和技术对生产末端产生的废弃物和污染物进行处理，以减少其对环境的危害，这种做法被称为“末端治理”，也是所谓“先污染后治理”的模式。

从 70 年代开始，发达国家的一些企业相继尝试运用如“污染预防”、“废物最小化”、“减废技术”、“源削减”、“零排放技术”、“零废物生产”和“环境友好技术”等方法 and 措施，来提高生产过程中的资源利用效率、削减污染物以减轻对环境和公众的危害。这些实践取得了良好的环境效益和经济效益，使人们认识到革新工艺过程及产品的重要性。在总结工业污染防治理论和实践的基础上，联合国环境规划署（UNEP）于 1989 年提出了清洁生产（Cleaner Production）的战略和推广计划。

清洁生产是人类总结工业发展历史经验教训的产物，其原则和方法已经融合到环境保护和经济发展的各个方面，不仅广泛应用于废水、废气、固体废物的污染防治，而且还延伸到技术改造、生产管理、经济结构调整、环保产业、环境贸易和法制建设等领域。清洁生产是循环经济和创建循环社会的基础。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。

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。清洁生产的实质，是从生产设计、能源与原材料选用、工艺技术与服务等方面从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。

1.2 清洁生产的定义

2003 年 1 月 1 日起实施的《中华人民共和国清洁生产促进法》的第一章第二条指出：“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。”这一定义概述了清洁生产的内涵、主要实施途径和最终目的。

1.3 清洁生产的理论基础

清洁生产的理论基础主要是：

（1）废物与资源转化理论（物质平衡理论）。资源和废物是一个相对概念，在生产过程中，物质转变是遵守物料平衡理论的，废物是由原料转化而来的。

（2）最优化理论。清洁生产实际上是如何满足生产特定条件下，使物料消耗最少，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。在很多情况下（而不是全部）废物最小量化可以表示为目标函数，求它在约束条件下的最优解。

（3）社会化大生产理论。社会化大生产和科学技术进步，特别是环境科学的大踏步进步，为清洁生产提供了必要条件，而一切有利于社会化大生产和科学进步的工业政策，为推行清洁生产提供了条件。

清洁生产是一项系统工程，如前述，它涉及的面相当广，而且还在不断探索研究之中，具有综合性，交叉性和边缘性，必须利用其基本原理不断加以系统综合。

（4）可持续发展思想。清洁生产是可持续发展战略要求。虽然可持续发展现在还未形成理论体系，还不是一个独立的学科部门，它是交叉科学，现阶段还处在哲学思考和实践归纳阶段。但是其学科体系已在形成中，持续发展学最终将随之而诞生。

1.4 清洁生产的原则

（1）持续性。清洁生产不是一时的权宜之计，而是要求对产品和工艺持续不断地改进，所谓的清洁是相对而言的，是对现有的生产状况的改进。这样，经不断的持续改进使企业的生产、管理、工艺、技术和设备等达到更高水平，达到节省资源、保护环境的目的。因此，清洁生产是人类可持续发展的重要战略措施之一。

（2）预防性。清洁生产强调在产品生命周期内，从原材料获取，到生产、销售和最终消费，实现全过程污染预防，其方式主要是通过原材料替代、产品替代、工艺重新设计、效率改进等方法对污染物从源头上进行削减，而不是在污染产生之后再进行治理。

（3）综合性。清洁生产不应看作是强加给企业的一种约束而应看作企业整体战略的一部分，其思想应贯彻到企业的各个职能部门。就清洁生产而言，其工作涉及到生产、生活的各个方面，而且只有全员参与才能确保清洁生产的实施效果。鉴于消费者的

环保意识不断增强, 清洁产品市场日益扩大, 有关环保的政策和法律愈来愈严格, 清洁生产已经成为提高企业竞争优势、开拓潜在市场的重要手段。同时, 清洁生产对社会也将产生深远的影响。因此, 从这个角度看, 清洁生产又涉及到社会、公众和政府部门。

1.5 清洁生产的目的

清洁生产的目的主要有以下几点:

(1) 自然资源和能源利用的最合理化。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, 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, 最大限度做到:

- ①节约能源;
- ②利用可再生能源;
- ③利用清洁能源;
- ④开发新能源;
- ⑤实施各种节能技术和措施;
- ⑥节约原材料;
- ⑦利用无毒和无害原材料;
- ⑧减少使用稀有原材料;
- ⑨现场循环利用物料。

(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:

- ①减少原材料和能源的使用;
- ②采用高效生产技术和工艺;
- ③减少副产品;
- ④降低物料和能源损耗;
- ⑤提高产品质量;
- ⑥合理安排生产进度;
- ⑦培养高素质人才;
- ⑧完善企业管理制度;
- ⑨树立良好的企业形象。

(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:

- ①减少有毒有害物料的使用;
- ②采用少废和无废生产技术和工艺;
- ③减少生产过程中的危险因素;

- ④现场循环利用废物；
- ⑤使用可回收利用的包装材料；
- ⑥合理包装产品；
- ⑦采用可降解和易处置的原材料；
- ⑧合理利用产品功能；
- ⑨延长产品寿命。

1.6 清洁生产的内涵

清洁生产的内涵可以概括为以下几点：

（1）清洁的能源。清洁的能源是指：常规能源的清洁利用；可再生能源的利用；新能源的开发；各种节能技术等。

（2）清洁的原料、清洁的生产过程。清洁的生产过程是指：尽量少用、不用有毒有害的原料；尽量使用无毒、无害的中间产品；减少或消除生产过程的各种危险性因素，如高温、高压、低温、低压、易燃、易爆、强噪声、强振动等；采用少废、无废的工艺；采用高效的设备；物料的再循环利用（包括厂内和厂外）；简便、可靠的操作和优化控制；完善的科学量化管理等。

（3）清洁的产品。清洁的产品是指：节约原料和能源，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生态环境的成分；产品应易于回收、复用和再生；合理包装产品；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。

1.7 清洁生产与末端治理的关系

由清洁生产的定义可以知道，清洁生产是要引起研究开发者、生产者、消费者也就是全社会对于工业产品生产及使用全过程对环境影响的关注。使污染物产生量、流失量和治理量达到最小，资源充分利用，是一种积极、主动的态度。而末端治理把环境责任只放在环保研究、管理等人员身上，仅仅把注意力集中在对生产过程中已经产生的污染物的处理上。具体对企业来说只有环保部门来处理这一问题，所以总是处于一种被动的、消极的地位。但清洁生产不排斥合理的末端治理方案。清洁生产有时能降低末端治理的难度，从而降低末端治理的投资和末端治理的运行费用，所以在坚持末端治理达到国家环保要求同时应不断用清洁生产理念用于已有的治理工程。清洁生产与末端治理效果比较见表 1-1。

表 1-1

清洁生产与末端治理效果比较

项 目	清洁生产	末端治理
污染控制方式	生产过程中控制 产品全生命周期过程控制	污染物排放前控制 污染达标排放控制
污染物产生量	减少	无变化
污染物排放量	减少	通过治理后减少
污染物转移和二次污染的可能性	减少	增加
资源利用效率	增加	无显著变化
资源消耗量	减少	增加了治理过程的消耗
产品质量	改善	无变化
产品产率	增加	无变化
生产成本	降低	增加
经济效益	增加	减少
治理费用	减少	增加
治理效果	很好	在一定程度上减少
实施主动性	积极主动性	消极被动

1.8 清洁生产与循环经济

循环经济是对物质闭环流动型经济的简称,是以物质、能量梯次使用为特征的,在环境方面表现为低排放,甚至零排放。循环经济要求以“减量化、再利用、资源化”为经济活动的行为准则。

循环经济是从国民经济的高度和广度上将环境保护引入经济运行机制。具体的活动体现在企业、区域和社会,涵盖生产、流通、消费等各个方面。

狭义的清洁生产是在单个组织之内将环境保护延伸到该组织的各个方面。

因此可以说清洁生产和循环经济二者之间是一种点和面的关系,实施的层次不同,可以说,一个是微观的,一个是宏观的。一个产品、一个企业都可以推行清洁生产,但循环经济覆盖面至少是一个地区,是高层次的。清洁生产的目标是预防污染,以更少的资源消耗产生更多的产品,循环经济的根本目标是要求在经济过程中系统地避免和减少废物,再利用和循环都应建立在对经济过程进行充分利用资源的基础之上。所以,清洁生产是循环经济的核心和基础。

1.9 清洁生产与可持续发展

清洁生产能兼顾经济效益和环境效益,能最大限度地减少原材料和能源的消耗、降

低成本、提高效益；能变有毒有害的原料为无毒无害的产品，能使环境和人类的危害降低到最小程度；能通过科学管理使生产过程中排放的污染物达到最小量；能鼓励对环境无害化产品的需求和以环境无害化方式使用产品。因此，清洁生产方式可以实现资源的可持续利用，在生产过程中减少工业污染的来源，从根本上解决环境污染与生态破坏问题，具有很高的环境效益。另一方面，清洁生产可以在技术改造和工业结构调整方面大有作为，清洁生产对经济发展的巨大贡献表现在清洁生产技术、产品与设备等方面，与清洁生产有重要的关系的环保产业已经成为国民经济的支柱产业。无论从经济角度，还是从环境和社会的角度看，推行清洁生产技术均符合可持续发展战略，它已经成为世界各国实施可持续发展战略的重要措施。

1.10 清洁生产在国内外发展概况

1.10.1 国际清洁生产的现状与发展趋势

目前，美国、澳大利亚、荷兰、瑞典、加拿大等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明显成就。自1989年联合国环境规划署工业与环境中心（UNEPIE）根据UNEP理事会的决议，制定了《清洁生产计划》以来，该机构先后在中国、印度和巴西等8个国家建立了国家清洁生产中心，成立了金属表面处理、皮革鞣制、纺织工业、采矿工业、制浆造纸、政策与战略、教育与培训、数据联网和可持续产品开发等十个清洁生产工作小组。建立了国际清洁生产信息交换中心和相应数据库，出版了《清洁生产简讯》等刊物，并且召开了全球清洁生产会议，交流经验、沟通信息、完善清洁生产技术体系及转让网络，促进了各国清洁生产不断向深度和广度拓展，主要表现在：

（1）深化理论基础。十多年来，随着一些工业生态学专著的出版，人们认识到清洁生产的理论基础在工业生态学。推行清洁生产不能仅仅停留在解决生产过程中的跑、冒、滴、漏问题，而要谋求将工业系统纳入到生物圈之中，并效法生态系统的演进方式，推动工业体系向生态化方向演进。

（2）扩展相关概念。世界工业可持续发展委员会（WBCSD）从经济学角度出发，将生态学上生态效率的概念引用于经济活动。所谓生态效率是指“提供能满足人类需要和提高生活质量的具有竞争力价格的商品和服务，同时不断减少这些商品和服务在整个生命周期中的生态影响和资源强度，使之降低到至少与地球估计的承载能力相一致的水平”。在此基础上提出了单位服务物质强度（material intensity per unit service）的定量指标，其倒数定义为资源生产力。

同年德国学者斯密特·勃利克提出了Factor10的概念，其主要含义是：考虑到世界人口的增长，发达国家的产品、基础设施以及服务的非物质化应达到10倍，以获得可