

工业清洁生产培训系列教材

GONGYE QINGJIE SHENGCHAN PEIXUN XILIE JIAOCAI



造纸行业

清洁生产培训教材

ZAOZHI HANGYE QINGJIE SHENGCHAN PEIXUN JIAOCAI

环境保护部清洁生产中心
轻工业环境保护研究所

编著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

工业清洁生产培训系列教材

造纸行业 清洁生产培训教材

环境保护部清洁生产中心
轻工业环境保护研究所 编著

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2012

内 容 提 要

本书是环境保护部清洁生产中心和轻工业环境保护研究所组织造纸行业以及清洁生产领域的知名专家共同编写而成。本书紧密结合造纸行业的现状和特色,系统介绍了清洁生产起源及在我国的进展、造纸行业清洁生产发展历程、现状及发展规划,清洁生产审核,具体操作方法和案例等。最后在附录中介绍了造纸行业清洁生产有关的相关法律法规和文件。

本书可用于造纸企业在开展清洁生产审核过程中的相关培训指导,也可作为政府职能部门人员、行业主管部门人员、造纸企业员工、清洁生产审核中介机构从业人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

造纸行业清洁生产培训教材/环境保护部清洁生产中心,轻工业环境保护研究所编著. —北京:冶金工业出版社,2012.6

工业清洁生产培训系列教材

ISBN 978-7-5024-5941-3

I. ①造… II. ①环… ②轻… III. ①造纸工业—无污染技术—技术培训—教材 IV. ①TS7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 105797 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjchs@cnmip.com.cn

责任编辑 李 雪 美术编辑 彭子赫 版式设计 葛新霞

责任校对 卿文春 责任印制 张祺鑫

ISBN 978-7-5024-5941-3

北京慧美印刷有限公司印刷;冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销

2012 年 6 月第 1 版,2012 年 6 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 14.25 印张; 281 千字; 214 页

42.00 元

冶金工业出版社投稿电话:(010)64027932 投稿邮箱:tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

《工业清洁生产培训系列教材》 编辑委员会

主 任 柴发合

副主任 杨晓东 于秀玲 程言君 周献慧

委 员 柴发合 杨晓东 于秀玲 程言君 周献慧

尹 洁 刘志鹏 闫润生 张岩男

《造纸行业清洁生产培训教材》 编写委员会

主 编 闫润生 尹 洁

编写人员 惠岚峰 宋丹娜 刘洪斌 周 奇 张 钊

张 琳 王 璐 白艳英 吴 昊 李旭华

序

改革开放以来，我国国民经济取得了巨大发展，工业规模迅速扩大，综合实力不断增强。但总体上看，工业发展方式仍然以粗放型、外延式为主，主要依靠投资和物质资源消耗拉动，资源能源消耗高、污染排放重、产出效率低、产业结构不合理等矛盾和问题仍然比较突出。

当前，我国还处在工业化中期，全面建设小康社会、消除贫困和城乡差别，加快工业化、城镇化进程是一项长期的重大战略任务。面对短缺的资源、巨大的环境压力以及应对气候变化的需要，粗放型发展模式已不能满足当前发展要求。

清洁生产从理念提出到实践探索，都具有先进性和根本性。首先，清洁生产是资源的有效利用。清洁生产以节约资源能源，提高资源能源利用效率和尽可能减少污染物产生为目标，符合环境保护和资源节约的趋势，符合我国可持续发展战略，体现了科学发展观的要求。其次，清洁生产强调预防和源头控制，追求的是尽可能少消耗、尽可能减少污染物的产生或零排放，是从根本上控制能耗、物耗和污染物产生的措施，这一措施带有根本性。如果说末端治理是治标，以治病为主，清洁生产则是治本，重在强体健身，是从源头上治理。第三，清洁生产贯穿工业生产全过程，从研发设计、生产过程控制、回收利用、企业管理以及产品服务等各个环节，都要体现节能、降耗、绿色、环保要求。这对提升企业技术水平，提高产品质量和档次，改进企业管理都具有重要的推动作用。

工业是资源消耗和污染物排放的重点领域。2010年，工业领域能源消耗占全社会70%以上，化学需氧量（COD）、二氧化硫（SO₂）、氨氮排放量分别占35.1%、85.3%和22.7%。我国工业目前还属于高消耗、高排放、综合利用率低的粗放发展模式。“十二五”时期是全面

建设小康社会，深入贯彻落实科学发展观，转变经济发展方式，建设资源节约型、环境友好型社会的关键时期。加快推进工业清洁生产，减少资源能源消耗、降低污染物排放、提高资源综合利用率是转变工业发展方式的一项紧迫任务，也是走新型工业化道路的必然选择。

为进一步有效推动工业清洁生产工作，使企业的管理者和技术人员，特别是高层管理者了解清洁生产，认识到清洁生产对于企业节约成本、提高产品竞争力、树立良好的环境保护形象的重要作用，环境保护部清洁生产中心和有关行业协会及行业清洁生产中心，在总结以往工作实践经验的基础上，对行业清洁生产政策、相关法律法规进行了深入研究，从规范行业清洁生产审核的具体操作的角度，编写了《工业清洁生产培训系列教材》丛书。主要目的是：普及清洁生产知识、提高工业企业的清洁生产意识；为在工业领域推行清洁生产，开展清洁生产培训提供有针对性的教材和必要的支持；指导企业正确制定和实施清洁生产方案，提高企业实施清洁生产的水平。

做好新时期清洁生产工作，是贯彻落实党中央、国务院科学发展观重要思想的切入点和抓手，是建设两型企业，走新型工业化道路和环保新道路的共同要求，是转变工业发展方式和经济增长方式的根本途径，也是“十二五”乃至今后一个时期我国环境保护的重要工作任务之一。我们相信，《工业清洁生产培训系列教材》丛书的出版发行，将会对广大从事清洁生产工作者和企业带来方便和帮助，使清洁生产成为千万家企业的自觉行动。



2012年2月

前 言

《造纸行业清洁生产培训教材》是行业清洁生产培训系列教材之一，主要介绍了造纸行业清洁生产的相关政策、技术及清洁生产审核的过程。通过本教材的学习，可以使造纸企业了解清洁生产的基本知识，国家政策，清洁生产技术，熟悉并掌握清洁生产审核的基本过程，培养企业干部职工的清洁生产意识和能力，为造纸企业在实际工作中自觉全面开展清洁生产奠定基础。

《造纸行业清洁生产培训教材》是由环境保护部清洁生产中心、轻工业环境保护研究所和天津科技大学等单位共同合作编写完成的。本教材在内容和章节的编排上做了精心的设计，在参考了大量文献的基础上，力求循序渐进，易于理解，实用性强，具有较强的权威性和可操作性，对于我国造纸行业清洁生产工作具有实际的指导意义。本教材的编写完成对推动我国造纸行业清洁生产工作的开展和普及必将产生积极的影响。

本书第1章、第4章及第5章由环境保护部清洁生产中心编写，第2章、第3章及附录由轻工业环境保护研究所和天津科技大学共同编写。本教材在编写过程中，得到了许多专家的支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

本教材供制浆造纸企业从事清洁生产工作的干部及工程技术人员及工厂职工培训教学使用，也可供有关科研人员及职业院校相关专业师生参考。

由于编者学识水平有限，不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

《造纸行业清洁生产培训教材》编写委员会

2012年2月

目 录

1 清洁生产概述	1
1.1 清洁生产的起源、概念及其内涵	1
1.1.1 清洁生产的起源——工业污染防治的新阶段	1
1.1.2 清洁生产的概念及其内涵	5
1.1.3 清洁生产的特点	7
1.2 工业领域推进清洁生产的重大意义	8
1.3 清洁生产在国际上的发展历程	9
1.3.1 发达国家的清洁生产	10
1.3.2 发展中国家的清洁生产	13
1.3.3 联合国的全球清洁生产推行计划	15
1.4 我国的清洁生产发展历程与成就	16
1.4.1 我国的清洁生产发展历程	16
1.4.2 我国清洁生产的初步成就	18
1.5 我国清洁生产法律法规、政策综述	19
1.5.1 清洁生产的法律基础——中华人民共和国清洁生产促进法	20
1.5.2 清洁生产技术目录	20
1.5.3 清洁生产水平评价标准	21
1.5.4 清洁生产激励政策及措施	21
1.5.5 造纸行业产业政策及与清洁生产相关的要求	22
2 造纸行业的清洁生产	27
2.1 造纸行业概况	27
2.1.1 造纸行业发展现状	27
2.1.2 造纸行业存在问题分析	29
2.1.3 造纸行业技术发展趋势	34
2.2 造纸行业典型工艺流程	38
2.2.1 典型制浆工艺流程	38
2.2.2 典型造纸工艺流程	41
2.3 造纸行业清洁生产进展及效果	43

2.3.1 我国造纸行业清洁生产工作历程	43
2.3.2 造纸行业清洁生产效果	46
3 清洁生产审核	48
3.1 清洁生产审核定义、目的及思路	48
3.1.1 清洁生产审核定义	48
3.1.2 清洁生产审核的目的	48
3.1.3 清洁生产审核思路	48
3.2 清洁生产审核程序	51
3.2.1 审核准备	51
3.2.2 预审核	53
3.2.3 审核	60
3.2.4 实施方案产生和筛选	67
3.2.5 实施方案的确定	69
3.2.6 清洁生产方案的实施与计划	72
3.2.7 编写清洁生产审核报告及持续清洁生产	73
4 清洁生产方案的实施	74
4.1 清洁生产方案的实施原则	74
4.2 清洁生产方案的实施过程	74
4.2.1 筹措资金	75
4.2.2 清洁生产方案审批立项	79
4.2.3 方案具体实施	79
4.2.4 检查方案落实情况	80
4.2.5 组织竣工验收	80
4.3 清洁生产方案实施效果评估	80
4.3.1 已实施的无/低费方案的效果评估	81
4.3.2 已实施的中/高费方案的效果评估	81
4.3.3 分析总结已实施方案对企业的影响	83
5 持续清洁生产	84
5.1 建立和完善清洁生产组织	84
5.1.1 明确任务	84
5.1.2 落实归属	84
5.1.3 确定专人负责	85

5.2 建立和完善清洁生产管理制度	85
5.2.1 把审核成果纳入企业的日常管理	85
5.2.2 建立和完善清洁生产激励机制	85
5.2.3 保证稳定的清洁生产资金来源	86
5.3 定期进行清洁生产水平评价	86
5.3.1 什么是“清洁生产水平评价”	86
5.3.2 清洁生产水平等级的划分	86
5.3.3 清洁生产评价指标体系	86
5.3.4 企业如何进行“清洁生产水平评价”	87
5.4 制定持续清洁生产计划	87
附录 1 技术类文件	88
附录 1-1 清洁生产审核工作表（通用）	88
附录 1-2 清洁生产审核检查清单（造纸行业）	130
附录 1-3 造纸行业典型工艺典型清洁生产方案	132
附录 2 行业政策类文件	156
附录 2-1 轻工业调整和振兴规划（2009）	156
附录 2-2 造纸行业清洁生产评价指标体系（试行）	165
附录 2-3 《造纸产业发展政策》	196
参考文献	214

1 清洁生产概述

1.1 清洁生产的起源、概念及其内涵

1.1.1 清洁生产的起源——工业污染防治的新阶段

清洁生产作为创新性的环境保护理念与战略，它摒弃了传统环境管理模式的“先污染后治理”，逐渐由末端治理向全过程控制的源削减转变。清洁生产使原有的被动、事后、补救、消极的环保战略转变为主动、事前、预防、积极的环保战略。纵观工业污染防治的发展历程，清洁生产的起源与其有着密不可分的关联。

工业发展之路伴随着对地球资源的过度消耗和对环境的严重污染。自 18 世纪中叶工业革命以来，传统的工业化道路主宰了发达国家几百年的工业化进程，它使社会生产力获得了极大的发展，创造了前所未有的巨大物质财富，但是也付出了过量消耗资源和牺牲生态环境的惨重代价。

1.1.1.1 工业污染自由排放阶段

在工业化最初阶段，由于人类对工业化大生产对于资源消耗和环境污染这样的负面作用没有任何认识，企业直接将工业生产中非产品部分即污染物任意排放到环境中，让自然界通过大气、水、土壤等的扩散、稀释、氧化还原、生物降解等的作用，将污染物质的浓度和毒性自然降低，从而实现环境自净。这也就是工业化初期污染物的“自由排放”阶段。此时企业对工业污染没有进行任何有意识的控制措施，而这种状态一直持续了上百年。

然而工业界长期采取自由排放污染物的行为使得污染物排放量超过了自然界的容量和自净能力。尤其在第二次世界大战以后，全球经济进入快速发展阶段，全球性的环境污染问题与地区性的环境“公害”事件开始频繁出现，并且大规模暴发。20 世纪 30 年代至 60 年代，在发达国家暴发了著名的八大公害事件，即比利时的马斯河谷事件、美国的多诺拉事件和洛杉矶光化学烟雾事件、英国的伦敦烟雾事件以及日本的四日市哮喘事件、水俣病事件、骨痛病事件和米糠油事件。这些公害事件大都与当地工业企业排放的污染有着直接联系。以 1930 年 12 月发生在比利时的马斯河谷事件和 1952 年至 1955 年发生在日本的水俣病事件为例，前者是典型的大气污染事件而后者则是典型的水污染事件。

在比利时的马斯河谷事件中，由于马斯河谷工业区处于狭窄的盆地中，且谷

地中工厂集中,烟尘量大,适逢当年12月发生气温逆转,工厂排出的有害气体在近地层积累,不易扩散。烟气中的有害气体如 SO_2 、 SO_3 和金属氧化物颗粒进入人体肺部,导致数千人中毒,一周内有60多人死亡,许多家畜也纷纷死去,这是20世纪最早记录下的大气污染事件。

而日本的水俣病事件,则是由于水俣镇附近的一家工厂在生产氯乙烯和醋酸乙烯时采用氯化汞和硫酸汞催化剂,并向周边水域排放含有甲基汞的工业废水,污染水体,甲基汞进入水体后使鱼和贝类富含甲基汞,人和猫食用了这些鱼和贝类就患上极为痛苦的汞中毒病。这种病被称作水俣病。据日本环境厅1972年公布,日本前后三次发生水俣病,患者计900人,受威胁者达2万人,其中60人死亡。

工业化发达国家暴发的这一系列举世震惊的环境公害事件以血淋淋的事实向人们敲响了警钟:工业化进程所带来的环境污染已经开始直接威胁到了人类生命健康与社会经济的持续发展。于是,在20世纪四五十年代,人们开始从沉痛的代价中觉醒,西方工业国家开始关注环境问题,并进行了大规模的环境治理,环境保护历程也由此拉开序幕。工业化国家的污染防治先后经历了“稀释排放”、“末端治理”、“现场回用”直至“清洁生产”的发展历程,见图1-1。

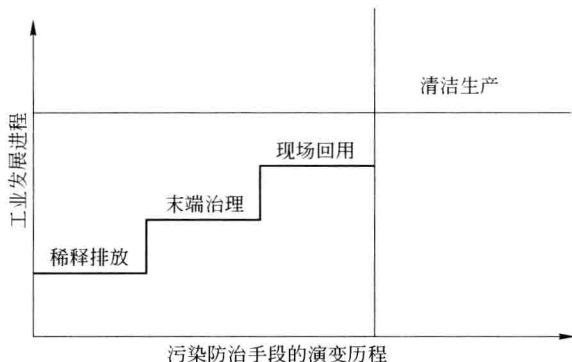


图 1-1 污染防治手段随工业发展的演变历程

1.1.1.2 工业污染防治第一阶段：稀释排放阶段

工业化进程中最初的污染防治手段是稀释排放。20世纪三四十年代开始,随着各类环境事件在工业化国家中的频繁发生,人们开始寻求解决环境污染的手段与途径。由于当时尚未搞清这些环境事件产生的根本原因和污染机理,所以一般只是采取限制措施以及稀释排放的方式。如伦敦发生烟雾事件后,英国制定了法律,限制燃料使用量和污染物排放时间。同时由于已经意识到大自然在一定时间内对污染物的吸收能力是有限的,各国开始根据环境的承载能力计算一次性污

染排放限额，并颁布各类环境标准，对工厂排放的污染物进行监测、控制。为了降低排污口浓度，达到这些限制性标准，工业企业采用的对策是先对产生的污染进行人为“稀释”，然后再直接排放到环境中，由此解决污染问题，这种做法被称为“稀释排放”。这种初期的污染控制手段无疑是消极的环境战略。

1.1.1.3 工业污染防治第二阶段：末端治理阶段

随着工业的继续大规模快速发展，人们很快发现单纯的限制性措施和稀释排放的环境治理手段，根本无法遏制工业发展带给全球环境的污染问题，因为这些污染物最终仍要自然界来消纳。对于整个自然环境而言，不但没有稀释反而持续增加了污染物在环境中的总体浓度和数量，从而导致环境污染事件依然频繁发生，环境质量持续恶化。

于是，从20世纪60年代开始，各国主要是发达国家开始采取了大量措施控制工业企业所产生的污染。由于这些措施是通过各种方式和手段对生产过程中已经产生的废物进行处理，控制措施位于企业生产环节的最末端，因此称为“末端治理”。当时，各国开始通过立法、行政管理、开发和应用治理技术等基于末端治理的控制手段和理念来解决污染问题。各发达国家相继成立环境保护专门机构。在法律措施上，颁布了一系列环境保护的法规和标准，加强环境保护的法制建设。在经济措施上，采取给工厂企业补助资金的方式，帮助工厂企业建设净化设施，这类末端治理设施和技术如过滤器和净化装置在当时还曾被称为“清洁技术”。同时，通过征收排污费或实行“谁污染、谁治理”的原则，解决环境污染的治理费用问题。

以“末端治理”为主的环境保护战略在其出现后的30多年里长期主导着各国的工业污染防治工作。在这个阶段，各国投入了大量资金，并且研发了大量末端治理技术。与稀释排放相比，末端治理是一大进步，不仅有助于消除污染事件，也在一定程度上减缓了生产活动对环境的污染和破坏程度。但所采取的末端治理措施，由于只是对已经产生的废弃物进行被动处理，以降低其对外环境的污染与影响，虽在一定时期内或在局部地区起到一定的作用，但从根本上来说是末端治理依然是被动的环境保护战略，并未从根本上解决工业污染问题。

随着工业化进程的不断深入，末端治理的弊端也逐步体现出来，主要表现在以下几个方面：

(1) 与企业生产过程相脱节。末端治理设施与企业原本的生产过程相割裂，并不是企业为了实现其生产出最终产品这一目的而必备的生产过程之一，而是为了解决环境污染问题而附加的处理设施。对于企业，这种末端治理设施的配备更多是基于环境管理要求和企业社会责任，而不是出于企业创造生产价值、获得经济收益的初衷。因此，在环境监管不到位、企业社会责任意识淡薄的情况下，企业必然视之为额外的负担。

(2) 高额的投资与运行费用。在环境成本还无法有效核定的时候,末端治理对于企业来说是只有投入没有经济回报的投资。末端治理设施高昂的设备投资、惊人的日常维护成本和最终处理费用直接带给企业的是沉重的经济包袱。据美国环保局统计,美国用于包括末端治理设施投资和运行费用在内的污染治理的总费用,1972年为260亿美元(占当年GNP的1%),1987年猛增至850亿美元,而1990年则高达1200亿美元(占当年GNP的2.8%)。在企业层次上,以美国杜邦公司为例,其每磅废物的处理费用以每年20%~30%的速率递增,焚烧一桶危险废物可能要花费300~1500美元。在中国,某化工厂的污染水处理厂每小时处理能力为1500t,投资高达3.8亿元,而其日常运行费用则高达每年上千万元。即便如此,这样高的资金投入有时也难以达到预期的污染控制目标。沉重的经济负担往往会迫使部分企业尝试通过各种手段加以逃避,从而导致末端治理设施无法正常运转,其存在的环境意义也就大打折扣了。

(3) 很难从根本消除污染。末端处理往往不能从根本上消除污染,而只是使污染物在不同介质中转移,还可能造成二次污染。例如,污水处理厂产生的活性污泥,如果处理不当,会产生二次污染。对于这些活性污泥,如果采取堆放的形式,污泥中的污染物可能重新进入地表水环境;如果采取焚烧的方式进行处理,诸如纺织废水等废水中的二噁英则会进入大气;如果作为肥料施肥,则可能导致土地板结等。再如,在大气污染治理中,污染物转移到吸收液,这些吸收液的浓度通常都不高,但是量较大,还需二次处理,同时吸收液也容易进入排水系统,造成水体污染。

1.1.1.4 工业污染防治第三阶段:现场回收利用阶段

基于上述末端治理设施的一系列弊端,尤其是为了减轻这一沉重的经济负担,一些企业开始尝试着减少进入末端治理设施的废弃物处理数量,开始寻找新的解决环境污染问题的途径。此时,人们开始对企业现场产生出来的废弃物进行现场回收利用,将废弃物中含有的有用的生产资料直接或者经过简单厂内处理后回用于生产过程,在减少了末端治理设施的处理压力的同时,也减少了原辅材料的投入,在一定程度上节约了企业的生产成本。这种通过对废弃物进行现场回收利用而尽可能实现厂内生产物资“闭路循环”的环境战略可以说是清洁生产走出的第一步,但是由于其依然是在废弃物产生之后进行的被动措施,因此还是一种“先污染,后治理”的被动的环境战略。

1.1.1.5 工业污染防治第四阶段:基于清洁生产的污染预防阶段

工业化国家经过了三十多年以末端治理为主导的环境保护道路之后,全球环境恶化趋势依然没有得到有效的遏制,全球性的环境问题逐步彰显出来,例如全球气候变暖、臭氧层的耗损与破坏、生物多样性锐减、土地荒漠化以及水、大气、土壤等环境介质的严重污染等。这些问题都促使各国尤其是发达的工业化国

家开始重新审视走过的污染治理道路。而清洁生产就是各国在反省传统的以末端治理为主的污染控制措施的种种不足后,提出的一种以源削减为主要特征的环境战略,是人们思想和观念的一种转变,是环境保护战略由被动反应向主动行动的一种转变。

清洁生产最初是源自企业,面对高额的环境治理费用,大多数企业都不堪重负,纷纷开始寻找出现这种现象的根本原因并试图找出解决方法。

人们对造成环境污染的污染物进行重新审视和全面分析发现,企业产生的污染物在排放到外环境之前并不是真正意义上的环境污染物,而是生产过程中相对于产品输出的非产品性输出,也就是通常人们所说的生产过程中的废弃物。废弃物本身的成本并不单单是人们通常所看到的“污染治理成本”,还有更深层次的隐形成本为人所忽略。废弃物同产品一样并不是在生产之初就存在的,而是通过企业的技术工艺过程生产加工而成的,其间和产品一样消耗的是企业的原辅材料、水、能源、设备、人员操作、管理时间等等。因此,如果我们运用和产品成本核算同样的方法审视废弃物成本时,会吃惊地发现我们所看到的这些废弃物表面成本即处理成本仅仅是冰山一角,其隐藏成本则像隐藏在海面下的庞大冰山一样可能会随时影响到企业的正常生产与运行。从这个角度上看,从源头上削减废弃物的产生,将更多的资源和能源转化为可以给企业带来直接效益的产品,同时减少污染物的产生量 and 处理量,是解决工业企业环境污染问题的根本之路,即清洁生产之路。清洁生产有效地解决了末端治理等传统的污染防治手段在经济效益和环境效益之间的矛盾,实现了两者的有机统一,从而形成了企业内部实施和推广清洁生产的原动力。清洁生产最先起源于企业内部也正是因为这个原因。

因此,清洁生产作为全新的污染防治手段,从源头就开始避免损失和浪费,从根本上预防了环境污染物的产生,将传统的污染治理转变为污染预防,将消极被动的工业污染防治转为积极主动的基于清洁生产污染预防战略。

1.1.2 清洁生产的概念及其内涵

清洁生产在不同的发展阶段或不同的国家有不同的提法,如“污染预防”、“废弃物最小化”、“源削减”、“无废工艺”等,但其基本内涵是一致的,即对生产过程、产品及服务采用污染预防的战略来减少污染物的产生。

1.1.2.1 联合国环境规划署的清洁生产概念及其内涵

联合国环境署 1989 年首次提出清洁生产的定义,并于 1996 年对清洁生产的定义进行了进一步修订,其定义为:“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及环境的风险。

——对生产过程,要求节约原材料和能源,淘汰有毒原材料,削减所有废弃

物的数量和毒性。

——对产品，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。

——对服务，要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中。”

在这个定义中充分体现了清洁生产的三项主要内容，即清洁的原辅材料与能源、清洁的生产过程及清洁的产品与服务。

A 清洁的原辅材料与能源

清洁生产首先强调生产过程中的输入必须是清洁的，即清洁的原辅材料与能源：

(1) 对于原辅材料，要求尽可能采用无毒无害或低毒低害的原辅材料替代正在使用的有毒有害原辅材料；

(2) 对于能源，则要求尽可能采用清洁的能源。采用各种方法对常规的能源如煤采取清洁利用的方法，如城市煤气化供气等，为企业或用户提供清洁的二次能源；对沼气等再生能源进行充分利用；尽可能使用适合当地条件的新能源例如太阳能、风能等所提供的能源。

B 清洁的生产过程

其次，清洁生产强调生产过程本身是清洁的，即强调清洁生产要渗透到原辅材料的投入到产品产出的全部生产过程：

(1) 尽可能选用先进的少废、无废工艺、高效设备和节能技术等，节约能源与资源，实现资源和能源的高效利用。

(2) 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。因为通常生产过程中的安全事故势必伴随着环境事故的发生。发生于2005年11月13日的松花江水污染事件就是最好的实证。

(3) 采用可靠和简单的生产操作和控制方法，并且不断对生产控制进行系统优化，有效提高现有生产系统的生产效率。

(4) 对离开正常生产过程的物料即废弃物尽可能进行内部循环利用和资源化综合利用，进一步提高资源的利用率。

(5) 不断完善生产管理，减少跑、冒、滴、漏和物料流失，加强人员培训和技术水平，提高企业的科学管理水平和人员素质。

C 清洁的产品与服务

清洁生产最后强调的是生产过程的产出是清洁的，即清洁的产品与服务，要以不危害人体健康和生态环境为主导因素来考虑产品的制造过程甚至使用之后的回收利用，减少原材料和能源使用。

获得产品是任何生产活动的最终目的，企业需要依靠产品获得经济收入并且实现生产的持续性和生产再扩大。产品本身决定了所要使用的原辅材料以及需要

采用的技术工艺和生产过程，因此清洁生产要求：

(1) 产品在设计之初就要考虑生态设计，将污染预防的理念全面系统地贯穿于产品的设计中，尽可能节约原材料和能源，少用或不用昂贵和稀缺的原料及有毒有害的原料等；

(2) 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；

(3) 产品的包装要合理，通过改进包装物的原料和包装形式、规格等，在保证实现其包装功能的前提下，尽可能减少包装物的使用量及最终的废弃物量；

(4) 产品使用后要易于拆解、回收、重复使用和再生利用等；

(5) 产品的使用寿命和使用功能要合理，最大限度减少其对环境的影响。

联合国环境署 1996 年对清洁生产的定义补充了对服务的要求，即要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中，这是对产品生态设计的进一步补充和完善。

1.1.2.2 我国的清洁生产定义及其内涵

我国 2003 年开始实施的《中华人民共和国清洁生产促进法》中，结合中国经济发展的特点，对清洁生产给出的定义是：“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。”

在这个清洁生产定义中包含了两层含义：

(1) 清洁生产的目的。清洁生产的目的是从源头削减污染物的产生量，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害；

(2) 清洁生产的实施手段及措施。清洁生产的实施手段及措施包括“改进设计”、使用“清洁的原料和能源”、采用“先进的工艺技术与设备”、进行“综合利用与循环利用”和“改善管理”等。除了“改善管理”以外，其他的所有内容都与应用清洁生产技术有关：采用先进的工艺技术即采用清洁生产技术，实施清洁生产战略的核心是让企业通过技术进步，实施生产工艺、技术、装备的升级改造，提高资源与能源利用率，减少污染物的生产与排放，实现经济、环境、社会效益相统一，可持续发展。值得指出的是，在这里，把产生的废弃物的厂内回收后进行循环、利用和资源化综合利用纳入清洁生产的范畴，而不划归末端治理范围。

1.1.3 清洁生产的特点

清洁生产是在较长的污染预防进程中逐步形成的，也是国内外几十年来污染预防工作基本经验的结晶。究其本质，在于源头削减和污染预防。它不但覆盖第二产业，同时也覆盖第一、三产业。清洁生产是从全方位、多角度的途径去实现