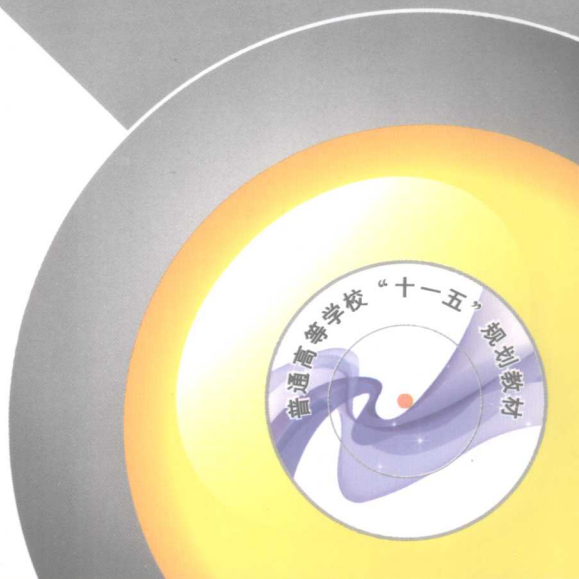


普通高等学校“十一五”规划教材

主 编 李海红 吴长春 同 帆

清洁生产概论



西北工业大学出版社

普通高等院校“十一五”规划教材

清洁生产概论

主 编 李海红 吴长春 同 帜

主 审 仝攀瑞

西北工业大学出版社

【内容简介】 在清洁生产日益受到世界各国关注的形势下,编者结合多年来的教学心得和体会,编写了本书。本书比较系统、全面地阐述了清洁生产的概念、基本原理、实施途径,并列举了清洁生产在实际中的应用实例,同时附有《中华人民共和国清洁生产促进法》以便参考。

本书可作为高等学校环境类专业的教材,也可供化工、轻工、环保等行业的科研技术人员及管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

清洁生产概论/李海红,吴长春,同帜主编.——西安:西北工业大学出版社,2009.1
ISBN 978-7-5612-2509-7

I. 清… II. ①李…②吴…③同… III. 无污染工艺 IV. X383

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 012638 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:陕西宝石兰印务有限责任公司

开 本:787 mm×960 mm 1/16

印 张:8.25

字 数:170 千字

版 次:2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

定 价:16.00 元

前 言

随着环境问题的日趋严重,环境污染不断恶化,特别是国际社会公害事件的不断发生,人们认识到仅单纯地从末端进行污染治理已不再是一个行之有效的解决环境污染的方法,因为这样做不仅不能从根本上解决工业污染的问题,而且在相当大的程度上制约和遏制了经济的进一步发展。为此,由联合国环境署工业与环境规划中心组织,并在由英国政府于1990年9月在坎特伯雷主办的国际研讨会上启动了清洁生产计划,其目标是使全球治理环境污染的重点从末端处理转向源头“清洁生产”。

清洁生产是指将综合预防的环境策略持续地应用于生产过程和产品中,以便减少对人类和环境的风险性。对生产过程而言,包括节约能源,淘汰有毒原料,在全部排放物和废物离开生产过程以前减少它们的数量和毒性;对产品而言,旨在减少产品在整个生产周期过程(包括从原料提炼到产品的最终处置)中对人类和环境的影响。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到生产过程、产品和服务中,用以增加生态效率,减少人类及环境的风险。

我国是一个人口大国,也是目前经济发展速度最快的国家,但其整体工业水平比较落后,原料加工深度、资源能源利用率远远落后于发达国家,造成严重的工业污染。因此,实施清洁生产为中国实现可持续发展意义重大。1998年10月,我国政府在《国际清洁生产宣言》上郑重签字,成为第一批签字国之一。2003年1月1日,《中华人民共和国清洁生产促进法》开始实施,这是世界上专注于污染预防的第二部法律。这部法律明确了促进清洁生产的推行主体和实施主体,扩大了清洁生产的推行实施范围,规定了两类不同性质的清洁生产审核。2003年4月,我国又颁布了中华人民共和国环境保护系列清洁生产标准——行业标准。系列清洁生产标准包括《清洁生产标准 石油炼制业》(HJ/T 125—2003)、《清洁生产标准 炼焦行业》(HJ/T 126—2003)、《清洁生产标准 制革行业》(HJ/T 127—2003)。这些标准的实施不但为清洁生产评价提供了技术支持,也表明了我国政府对实施清洁生产、改善环境的决心。

在这一背景下,编者根据几年来教授“清洁生产”课程的心得和体会,编写了本书。本书较为系统、全面地阐述了清洁生产的概念、基本原理、实施途径,列举了清洁生产的一些实例,并将编者的一些科研成果贯穿于“纺织工业清洁生产新技术”中。希望本书的出版能够使读者从概念、意义等方面进一步了解清洁生产,提高认识,使清洁生产扎根于潜意识中。

本书在编写过程中得到许多老师的帮助,也参考了许多同行的著作及文献,在此谨向他们致以深深的谢意。

由于编者水平有限,错误在所难免,希望广大读者朋友谅解和指正。

编 者

2008 年 10 月

目 录

第一章 清洁生产概述.....	1
第一节 清洁生产产生的背景.....	1
第二节 清洁生产的基本概念.....	6
第三节 清洁生产与工业企业管理及技术改造	13
第四节 清洁生产发展状况	14
第五节 推行清洁生产存在的问题、症结及对策.....	21
第二章 清洁生产的基本原理	25
第一节 可持续发展理论	25
第二节 清洁生产的工业生态学基础	26
第三节 清洁生产的系统控制理论	31
第四节 清洁生产的环境经济学基础	35
第五节 清洁生产的评价方法	42
第三章 清洁生产实施的途径	45
第一节 工业污染的全过程控制与综合防治	45
第二节 实施清洁生产的七个方向	46
第三节 清洁生产工具	48
第四章 清洁生产实例	74
第一节 企业层次清洁生产实例	74
第二节 行业层次清洁生产实例	78
第三节 城市清洁生产实例	81
第四节 丝绸印染行业清洁生产方案	83
第五章 纺织工业中清洁生产新技术	86
第一节 绿色纺织品	86

第二节 浆纱新技术	87
第三节 绿色浆料	90
第四节 无机纳米粒子用于纺织浆纱	95
第五节 超声波技术在染整加工中的应用	96
第六节 生物酶在染整加工中的应用	101
第七节 微波技术在染整加工中的应用	104
第八节 微胶囊技术在染整加工中的应用	107
附录	114
附录一 中华人民共和国清洁生产促进法	114
附录二 国际清洁生产宣言	118
附录三 企业清洁生产审计手册目录	120
参考文献	125

第一章 清洁生产概述

清洁生产即“清洁+生产”。“清洁”是指所从事的活动不给环境和人类健康带来风险,提高资源和能源的利用率,充分考虑资源的永续利用;“生产”是指整个工业活动、社会经济活动和环境保护活动。

清洁生产作为一个创新的环境专业术语的提出,本身就表明经济与环境保护融为一体,协调发展。在经济结构调整、工业发展规划与布局、管理模式完善等方面,用清洁生产的思想遏制污染的源头,走集约经营的路子,使经济增长真正建立在提高质量、降低消耗、优化结构、减少污染、增进效益的基础上,从根本上预防污染,步入持续协调发展的轨道。这是清洁生产的宏观功能,也是清洁生产审计的宏观功能。

清洁生产和清洁生产审计的微观功能在于促进企业在经济、环境、社会三方面同时取得效益,即由企业对正在进行或计划进行的工业生产进行预防污染分析和评估。企业在核查有关单元操作、原材料、耗水、耗能、废物来源,及其数量、类型的基础上,通过全过程定量评估,运用投入-产出的经济学原理,找出不合理的排污点位,确定削减排污方案,从而直接获得可观的经济效益和环境效益,提高企业管理水平。

推行清洁生产应首先全面理解清洁生产及清洁生产审计的思想和内涵,不能将清洁生产与清洁生产审计等同起来。如果推行清洁生产只注重其微观功能,而不注重宏观上的功能,其实质还是放大的末端治理。正确推行清洁生产应是宏观功能与微观功能有机结合起来,相辅相成,互为补充,互为推进,这样才能真正、全面、准确地体现清洁生产的新思想和新思维。

第一节 清洁生产产生的背景

一、环境保护运动的发展

环境问题的产生和发展与人类社会的加速发展有着密切的联系。

20 万年前——古代文明时期,人类第一次支配火,用火来改善自己的生存条件,虽然火灾造成大面积的森林毁坏,但此时期人类是被动地适应环境,不存在对环境的改造,因此不存在环境问题。

2 万年前——农业文明时期,人类开始了农业生产活动,比如养殖业、织造业、渔业、种植业等,有了生产积累,可以进行大规模的组织生产,人不完全靠天吃饭,并且有了对环境的初步

改造,以利于生存。此时的环境问题主要是一些生态方面的问题,如水土流失、土地沙化等,而且是零星的、局部的。

200年前——产业革命时期,大规模的工业生产,促使人类对环境进行大规模的破坏,同时对自然资源的开发利用亦已达到极点,人类的生存环境受到极大威胁。这一时期的最主要的特点是环境被动地适应人类,环境问题已经上升为从根本上影响人类社会生存和发展的重大问题,区域性的环境问题日益突出。

进入20世纪以来,环境问题呈现出地域上的扩张和程度上的恶化的趋势,已逐渐由区域性环境问题演变为全球性问题。例如臭氧层的破坏、全球气温变暖、酸雨区扩展等。

总之,工业革命标志着人类的进步,但是在给人类带来巨大财富的同时,也在高速消耗着地球上的资源,在向大自然无止境地排放着危害人类健康和破坏生态环境的各类污染物。随着生产规模的不断扩大,工业污染、资源锐减、生态环境破坏日趋严重,20世纪中期出现的“八大公害事件”就是有力的证据。从20世纪70年代开始,人类就广泛关注由于工业发展带来的一系列环境问题,并采取了一些治理措施。经过20多年的发展,人们发现虽然投入了大量的人力、物力、财力,但是治理效果并不理想,20年来的“十大公害事件”,又一次给人类敲响了警钟。

随着环境问题的日趋严重,特别是西方国家公害事件的不断发生,环境问题频频困扰人类。20世纪50年代末,美国海洋生物学家蕾切尔·卡逊(Rachel Carson)在潜心研究美国使用杀虫剂所产生的种种危害之后,于1962年发表了环境保护科普著作《寂静的春天》。

在该书中,作者明确提出了环境污染和环境保护的思想,并将环境污染的矛头指向了人类久而习惯的征服自然的观念,指向了由这一观念派生出来的现代知识体系、工业体系以及科学与企业的联盟。该书的出版引发了一场美国国内关于环境污染的全民大讨论,唤醒了民众的环境意识,环境保护运动得到迅速发展,并扩展至全世界。

例如,1970年4月22日,美国举行了规模宏大的环境保护运动,全美有2000多万人、约1万所中小学、2000所高校参加了这次活动,美国国会特意休会一天,让议员回到各自代表的地区参加宣讲会。该运动促使各国政府相继建立环境保护机构,开始确立环境保护目标。环境保护的科研机构、相关专业、企业环境保护机构都相继产生,人类治理环境污染由此拉开序幕。

增加环境保护投资、建设污染控制和处理设施、制定污染物排放标准、实行环境立法等都是各国政府的最初做法,而且在一定的历史时期和范围内取得了显著的成绩。

二、末端治理存在的问题

但是,通过多年的实践发现,这种仅着眼于控制排污口(末端),使排放的污染物通过治理达标排放的办法,虽然在一定时期内或在局部地区起到一定的作用,但并未从根本上解决工业污染问题。其原因表现在以下几方面:

1. 治理费用高,达到要求难

随着生产的发展和产品品种的不断增多以及人们环境意识的提高,对工业生产所排污染物的种类检测越来越多,规定控制的污染物(特别是有毒有害污染物)的排放标准也越来越严格,从而对污染治理与控制的要求也越来越高。为达到排放的标准,企业要花费大量的资金,大大提高了治理成本,同时运行管理费用亦相应增加。即使如此,一些要求还是难以达到,所以偷排、漏排现象严重。

据美国环境保护署(US Environmental Protection Agency, EPA)统计,美国用于空气、水和土壤等环境介质污染控制的总费用(包括投资费用和运行费用),1972年为260亿美元,占国民总收入GNI的1%,1987年猛增至850亿美元,80年代末达到1200亿美元,占GNI的2.8%。例如,杜邦公司每磅废物的处理费用以每年20%~30%的速率增加,焚烧一桶危险废物可能要花费300~1500美元。即使如此之高的经济代价仍未能达到预期的污染控制目标,末端治理在经济上已不堪重负。

我国近几年用于三废处理的费用虽然仅占国内生产总值(GDP)的0.6%~0.7%,但已使大部分城市和企业不堪重负。以上海地区为例,目前建设一座服务人口数量30万~40万人、日处理能力10万吨的污水处理厂须投资2亿元人民币以上,每年的运行费用也要花费1000万元之多。对于企业而言,由于普遍情况是污染物的处理与其经济收益相矛盾,因而企业治理污染的积极性普遍不高,需要政府和社会的强制性监督。

2. 彻底消除污染难

末端治理污染的办法一般是先通过必要的预处理,再进行生物化学处理后排放。但有些污染物是不可生物降解的污染物,传统的处理方法只能是稀释排放,这样不仅污染环境,甚至有的如果处理不当还会造成二次污染;有些污染物的治理只是将污染物转移,例如废气变废水、废水变废渣、废渣堆放填埋,进而污染土壤和地下水,形成恶性循环,破坏生态环境。

大气污染物、水污染物、土壤污染物三者在自然界中可互相迁移转化。其转化关系如图1.1所示。

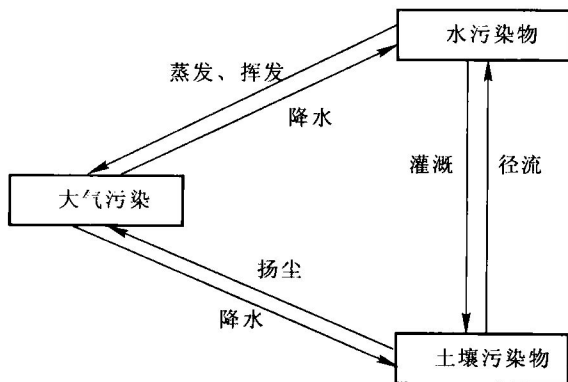


图 1.1 自然界中污染物的迁移转化关系

3. 企业治理污染的积极性和主动性不高

只着眼于末端治理污染的办法,不仅需要高的投资,而且使一些有再利用价值的资源(包含未参与反应过程的原料)得不到有效的回收利用而流失,致使企业原材料消耗增高,产品成本增加,经济效益下降,从而影响企业治理污染的积极性和主动性。比如城市垃圾中的玻璃、废纸、废塑料、废金属等固体废弃物,都具有重复利用价值;又如工业生产过程产生的众多固体废物则更具有回收利用价值。但就是因为缺少有效的分拣和收集措施,缺少综合利用的途径和方法,致使上述可资源化的污染物难以回收再利用。

4. 在污染物排放标准上只注意浓度控制而忽视了总量控制

现行各类政策和法规大多只是规定污染物的排放浓度标准,对超标排放的企业单位进行限制和惩罚。这种做法,忽视了环境容量,没有认识到环境质量是由污染物总量与环境容量决定的这一事实;没有将污染物的控制和削减与当地环境目标相联系。虽然区域内各企业均达到排放标准的要求,但污染物总量却超出区域环境容量的限值,因此环境污染的问题并未彻底解决。

实践证明,在污染前采取防治对策比在污染后采取措施治理更为节省,而且效果显著,也即预防优于治理。日本环境厅 1991 年报告,就整个日本的硫氧化物造成的大气污染而言,排放后不采取对策所产生的费用是预防这种危害所需费用的 10 倍。以水俣病而言,其推算结果则为 100 倍,可见两者之差极其悬殊。

发达国家通过治理污染的实践,也逐步认识到防治工业污染不能只依靠治理排污口(末端)的污染,而要从根本上解决工业污染问题,必须以预防为主,将污染物消除在生产过程之中,实行工业生产全过程控制。20 世纪 70 年代末期以来,不少发达国家的政府和各大企业集团(公司)都纷纷研究开发和采用清洁工艺(少废、无废技术),开辟污染预防的新途径,把推行清洁生产作为经济和环境协调发展的一项战略措施。

三、清洁生产概念的提出

清洁生产概念的提出最早可追溯到 1976 年,当年 11~12 月间欧共体在巴黎举行了“无废工艺和无废生产国际研讨会”,提出“协调社会和自然的相互关系应主要着眼于消除造成污染的根源”的思想。

1979 年 4 月欧共体理事会宣布推行清洁生产政策,同年 11 月在日内瓦举行的“在环境领域内进行国际合作的全欧高级会议”上,通过了《关于少废无废工艺和废料利用的宣言》,指出无废工艺是实施社会和自然取得和谐关系的战略方向和主要手段。

此后,还召开了不少地区性的、国家的和国际性的研讨会。

1984,1985,1987 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。

在此基础上,联合国环境规划署(United Nations Environment Programme, UNEP)于 1989 年提出了“清洁生产”战略及推广计划,这一新思想很快得到了许多国家和企业的认可。

四、清洁生产审计的起源

清洁生产审计源于 20 世纪 80 年代美国化工行业的污染预防审计。一家美国化学公司从自身多年环境保护实践中感受到以末端治理为主的传统做法的种种弊端,认识到源削减的重要性,便主动在公司内开展污染预防活动,建立了预防污染的审计程序,取得了非常好的效果。这一经验很快在美国推广开来,进而在世界各地展开。荷兰、丹麦、英国、澳大利亚、新西兰、奥地利、瑞士、瑞典、捷克、斯洛伐克、克罗地亚、俄罗斯、印度、越南、墨西哥等国家,以及中国大陆和台湾地区的组织均开展了自愿的清洁生产活动,效果显著。

可见,清洁生产是在较长的工业污染防治进程中逐步形成的,也是国内外几十年来工业污染防治工作基本经验的结晶。

五、开展清洁生产意义

1. 开展清洁生产是实现可持续发展战略的需要

1992 年 6 月在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会上通过了《21 世纪议程》。该议程制定了可持续发展的重大行动计划,并将清洁生产看做是实现可持续发展的关键因素,号召工业提高能效,开发更清洁的技术,更新、替代对环境有害的产品和原材料,实现环境、资源的保护和有效管理。清洁生产是可持续发展的最有意义的行动,是工业生产实现可持续发展的唯一途径。

2. 开展清洁生产是控制环境污染的有效手段

清洁生产彻底改变了过去被动的、滞后的污染控制手段,强调在污染产生之前就予以削减,即在产品的生产过程和服务过程中减少污染物的产生和对环境的不利影响。这一主动行动,经近几年国内外的许多实践证明,具有效率高,可带来经济效益并容易被企业接受等特点,因而实行清洁生产将是控制环境污染的一项有效手段。

3. 开展清洁生产可大大减轻末端治理的负担

末端治理作为目前国内外控制污染最重要的手段,对保护环境起到了极为重要的作用。然而,随着工业化发展速度的加快,末端治理这一污染控制模式的种种弊端逐渐显露出来。首先,末端治理设施投资大、运行费用高,造成企业成本上升,经济效益下降;其次,末端治理存在污染物在不同环境介质中的转移等问题,不能彻底解决环境污染;再次,末端治理未涉及资源的有效利用,不能制止自然资源的浪费。清洁生产从根本上摒弃了末端治理的弊端,它通过生产全过程控制,减少甚至消除污染物的产生和排放。这样,清洁生产不仅可以减少末端治理设施的建设投资,也减少了其日常运转费用,大大减轻了工业企业的负担。

4. 开展清洁生产是提高企业市场竞争力的最佳途径

实现经济、社会和环境效益的统一,不仅可以提高企业的市场竞争力,也是企业的根本要求和最终归宿。开展清洁生产的本质在于实行污染预防和全过程控制,它将给企业带来不可估量的社会、经济和环境效益。

清洁生产是一个系统工程,一方面它提倡通过工艺改造、设备更新、废弃物回收利用等途径,实现“节能、降耗、减污、增效”,从而降低生产成本,提高企业的综合效益;另一方面它强调提高企业的管理水平,提高包括管理人员、工程技术人员、操作工人在内的所有员工在经济观念、环境意识、参与管理意识、技术水平、职业道德等方面的素质;同时,清洁生产还可有效改善操作工人的劳动环境和操作条件,减轻生产过程对员工健康的影响,为企业树立良好的社会形象,促使公众对其产品的支持,提高企业的市场竞争力。

第二节 清洁生产的基本概念

一、清洁生产的定义

一些国家在提出转变传统的生产发展模式和污染控制战略时,曾采用了不同的提法。中国称之为“无废少废工艺”;欧洲国家称之为“少废无废工艺”“无废生产”;日本多称之为“无公害工艺”;美国称之为“废物最少化”“污染预防”“减废技术”。此外,还有“绿色工艺”“生态工艺”“环境无害工艺”“与环境相容工艺”“预测和预防战略”“避免污染战略”“环境工艺”“过程与环境一体化工艺”“再循环工艺”“源削减”等提法。这些不同的提法实际上描述了清洁生产概念的不同方面,他们的共同点是偏重于企业层次。

1. 工业污染与清洁生产的基本原则

工业污染物是指工业生产过程中排放到环境(大气、水和土地)中的污染物。本质是生产过程中的原材料或产品损失至环境中。这些排放到环境中的原材料、产品包括废气、废水和固体废弃物。

基于此,清洁生产的基本原则是在现有工业操作中,最大限度地减少原材料或产品的损失,即从生产过程中阻止污染物的产生,而不是产生后再进行治理即所谓的末端治理。

2. 清洁生产的朴素定义

例 1.1 奶制品厂。例如奶酪制做、牛奶加工、冰激凌生产等。

- (1) 牛奶是奶制品厂的基本原料;
- (2) BOD (生化需氧量)是奶制品厂废水中的主要污染物;
- (3) 已知 BOD 来源于牛奶(原料)在各工序中的损失,例如在加拿大,奶制品厂大约有 10% 的牛奶损失;
- (4) 牛奶(或奶衍生品)损失,代表奶制品厂的原料(或资金)的损失。

清洁生产的朴素定义 从生产工艺中找到最大限度地减少牛奶(原料)损失的方案或措施。

例 1.2 电镀厂。

- (1) 电镀生产原料是电镀溶液中溶解的金属,例如铬、镍、铜、锌等;
- (2) 电镀行业的主要污染问题是溶解的金属(原料)排至工厂的废水中。

清洁生产的朴素定义 从生产工艺中找到回收和重新使用这些损失的金属,以减少原材料的消耗和削减污染的方案或措施。

例 1.3 化肥厂。例如合成氨/尿素等。

- (1)氮肥厂的基本产品是合成氨(NH_3);
- (2)主要污染物之一是生产中氨(最终产品)的损失,并产生含氨的废气或废水;
- (3)合成氨的损失除引起环境污染外,还导致企业收入减少。

清洁生产的朴素定义 从生产工艺中找到最大限度地减少产品(合成氨)损失,增加收入和削减污染的方案或措施。

例 1.4 聚氯乙烯厂。

- (1)生产聚氯乙烯的两种中间原料是乙炔气和氯乙烯单体;
- (2)这两种气体在工艺设备和管道中的损失将导致空气污染和原料的损失。

清洁生产的朴素定义 从生产工艺中找到最大限度地减少这两种气体损失的方案或措施,以生产更多的聚氯乙烯,削减空气污染和增加工厂的收入。

以上几种定义均是从企业自身出发,寻找减少损失的途径和方法,并且概括起来有以下三种:

(1)减少用水量。水也是原料,减少水的消耗量即是减少供水费用,同时也是减少废水产生量,降低企业废水治理投资费用。

(2)回收、利用和再生副产品。如润滑油、添加剂、催化剂、酸和其他排放到环境中的有用物质。

(3)变废为宝。工业废弃物如废渣,关键是要找到这些废物在别的行业中的商业用途。

例 1.5 镇安漕丝厂生产过程中破碎的蚕蛹进入水中,使得废水中 BOD, COD 超标,他们根据废水中废弃物的特性,投资 9 万元,建立养殖场,用水中废渣养鱼,变废为宝,年收益可达 15 万元,而且大大提高了生态效益。

例 1.6 略阳磷肥厂硫酸生产车间年产渣量 4.9 万吨,直接排入嘉陵江,严重污染水体,成为该厂的主要环境问题。开展清洁生产后,该厂首先改湿法排渣为干法排渣,渣分段利用,解决了湿法排渣用水量大、河水污染严重问题。同时年节水量 792 万立方米,减少废水排放 600 万立方米,仅节约用水一项减少资金 34.56 万元/年。其次,减少渣中含硫量。因为渣中含硫量高,仍存在资源浪费和渣的利用问题。在新建分厂时,根据审计时发现的问题,把清洁生产的思想引入到新厂设计中,通过将焙烧炉适当加大加长,延长原料在炉中停留时间,使渣中含硫量小于 1.5%,然后直接用于钢厂炼钢,从而变废为宝,提高了经济效益,减少了环境污染。

所有上述例子表明,清洁生产的本质就是从生产工艺中找到最大限度地减少原料或产品的损失(工人通常指节省原材料和回收产品),追求的最终目标是削减污染和增加工厂经济效益。但是,此定义不具有学术思想,是企业自己总结出来的。他们将清洁生产片面理解为清洁生产就是用现代化的资金密集技术替代旧的工艺设施。

3. 清洁生产的科学定义

(1)联合国环境规划署(UNEP)的定义。联合国环境规划署综合各种说法,采用了“清洁生产”这一术语来表征从原料、生产工艺到产品使用全过程的广义的污染防治途径。1989年,联合国环境规划署提出了清洁生产的最初定义:“清洁生产是一种将综合预防的环境战略持续地应用于生产过程和产品中,以减少对人类和环境的风险性。清洁生产不包括末端治理技术,例如空气污染控制、废水处理、固体废弃物焚烧或填埋。清洁生产通过应用专门技术,改进工艺技术和改变管理态度来实现。”

但在该定义中并未涉及服务,因此,1996年,联合国环境规划署又对该定义进一步完善,完善后的定义为: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对人类及环境的风险。

对生产过程:要求节约原材料和能源、淘汰有毒原材料、减降所有废弃物的数量和毒性。

对产品:要求减少从原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产品设计和产品所提供的服务中。

关于生态效率的概念是由弗兰克·博斯哈特(Frank Bosshardt)提出的,他是“世界可持续发展商业理事会(WBCSD)”创始者之一。1992年,在巴西里约热内卢召开了联合国环境与发展大会,在会中WBCSD提交的名为《改变航向:一个关于发展与环境的全球商业观点》的报告中,将生态效率定义为:“提供有价格竞争优势的、满足人类需求和保证生活质量的产品或服务,同时能逐步降低产品或服务生命周期的生态影响和资源强度,其降低程度要与估算的地球承载力相一致。”

生态效率是一个技术与管理的概念,其关注的是最大限度地提高能源和物料投入的生产力,以降低单位产品的资源消费和污染物排放。这个概念可从如下两个并不相互排斥的方面来解释:

1)生态效率作为一种管理工具,以实现污染预防和废物最小化,并且提高效率、降低费用和提高竞争优势。这就是所谓的环境和发展的“双赢”途径。支持这种观点的人认为经济产出可能在资源投入恒定或减少基础上增加。

2)生态效率作为一种调整企业活动方向的措施,从而导致其商业文化、组织和日常行为的改变。支持这种观点的经济学家认为,经济产出应该保持恒定或下降,而资源投入应该大大减少。因此,从这个意义上来说,工业生态不过是生态效率在工业体系中的一个运用策略。

(2)美国环保局的定义。“废物最少化”和“污染预防”是美国环保局提出的。“废物最少化”是美国污染预防的初期表述,现已用“污染预防”一词代替。美国对“污染预防”的定义为:在可能的最大限度内减少生产场地所产生的废物量,包括通过源削减、提高能源效率、在生产中重复使用投入的原料以及降低水消耗量来合理利用资源。

污染预防定义中不包括以下几个方面:

- 1)废物的厂外再生利用、废物处理、废物的浓缩或稀释;
- 2)减少废物体积;

3)有害性、有毒性成分从一种环境介质转移到另一种环境介质。

源削减的概念是在进行再生利用、处理和处置以前,减少流入或释放到环境中的任何有害物质、污染物或污染成分的数量;减少与这些有害物质、污染物或组分相关的对公共健康与环境的危害。

常用的两种源削减方法是改变产品结构和改进工艺。其内容包括:①设备与技术更新;②工艺与流程更新;③产品的重组与设计更新;④原材料的替代;⑤科学管理(包括维护、培训或仓储控制)。

(3)《中华人民共和国清洁生产促进法》(以下简称《清洁生产促进法》)中的定义。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。

从上述定义可以看出,清洁生产是一种通过产品设计、能源和原料选择、工艺改革、生产过程管理和物料内部循环利用等环节,使企业生产最终产生的污染物达到最少的工业生产方法。它包括生产过程少污染无污染,也包括产品本身的“绿色”,还包括这种产品废弃之后的可回收和处理过程的无污染。

清洁生产的英文名为 Cleaner Production,意为“更清洁的生产”,这意味着清洁生产是一个相对概念,所谓清洁的技术工艺、清洁的产品、清洁的能源、清洁的原料都是同传统的技术工艺、产品、能源和原料比较而言的。因此推行清洁生产是一个不断持续的过程,随着社会经济的发展和科学技术的进步,需要适时地提出更新的目标,达到更高的水平。

清洁生产是一种全新的发展战略,它借助于各种相关理论和技术,在产品的整个生命周期的各个环节采取“预防”措施,通过将生产技术、生产过程、经营管理及产品等方面与物流、能量、信息等要素有机结合起来,并优化运行方式,从而实现最小的环境影响、最少的资源和能源使用、最佳的管理模式以及最优化的经济增长水平。更重要的是,环境作为经济的载体,良好的环境可更好地支撑经济的发展,并为社会经济活动提供所必须的资源 and 能源,从而实现经济的可持续发展。

二、清洁生产的主要内容

1. 清洁生产追求的目标

清洁生产要考虑自然生态环境的长期承受能力,使环境与资源既能够满足经济发展的需要,又能够满足当代人的现实需要和后代人的潜在需求;同时,既要考虑技术上的可行性,还要考虑经济上的可赢利性,达到经济效益、环境效益和社会效益的统一。据此清洁生产谋求以下两个目标:

(1)节省能源、降低原材料消耗。其手段为通过资源的综合利用、短缺资源的代用、二次资源的利用以及节能、降耗、节水。

(2)减少废物和污染物的产生量和排放量。其目的是促进工业产品的生产、消费与环境相

容,降低整个工业活动对人类和环境风险。

2. 清洁生产的主要内容

由以上两个目标可知,清洁生产的主要内容有以下三个方面:

(1)清洁的能源。清洁能源包括常规能源的清洁利用、可再生能源的利用、新能源的利用和节能技术。

能源利用的重点,一是效率,二是快速转向可再生能源。假定 50 年后世界有 100 亿人,每人耗能 4 kW,则全球需要 4×10^{10} kW 的能量,由此可以预见,未来风能是非常重要的能源。目前风能在运输方面的广泛应用还有一定的限制,因为风力很大的地区往往人口密度并不大。利用风能发电走在世界前列的国家有丹麦、美国和德国。

在所有的能源中,太阳能是最友善的能源,但同石油和燃气发电相比还比较昂贵。例如生产太阳能电池,投资要达到 3 亿美元。太阳能利用好的国家有日本、欧洲、美国等。

(2)清洁的生产过程。清洁生产过程包括:①尽量少用、不用有毒有害的原料以及稀缺原料;②保证中间产品的无毒、无害;③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;④选用少废、无废的工艺和高效的设备;⑤进行厂内外物料的再循环;⑥采用可靠、简便的生产操作和控制方法,完善生产管理等。

(3)清洁的产品。清洁的产品包括:①产品设计应考虑节约原材料和能源,少用昂贵和稀缺的原料;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产品的包装合理;④产品使用后易于回收、重复使用和再生;⑤使用寿命和使用功能合理。

3. 清洁生产的基本手段

清洁生产的基本手段是改进工艺技术、强化企业管理,最大限度地提高资源、能源的利用水平和改变产品体系,更新设计观念,争取废物最少排放及将环境因素纳入服务中去。

4. 实施清洁生产的基本方法

(1)实现两个全过程控制。①在宏观层次上组织工业生产的全过程控制,包括规划、勘察选址、设计、建设、运营管理、维护改扩建、退役处置等环节;②在微观层次上进行物料转化的全过程控制,包括原料的采集、储运、预处理、加工、成型、包装、产品的储存销售、消费使用、废品处置等环节。

(2)推行清洁生产的内容。①政策和管理研究;②企业审计(这是基本方法,即通过审计发现排污部位、排污原因,并筛选消除或减少污染物的措施及产品生命周期分析,企业审计终极目标是保护人类与环境,提高企业自身的经济效益);③宣传教育;④信息交换;⑤清洁生产技术转让及推广;⑥清洁生产技术的研发、开发和示范等。

三、清洁生产与末端治理的比较

清洁生产是对生产过程、产品本身和产品服务持续运用整体预防的环境保护战略,它要求研究开发者、生产者、消费者在工业产品生产及使用全过程中对环境影响进行关注,最终使资源充分利用,污染物产生量、流失量和治理量达到最小,这是一种积极、主动的态度。而末端治