

循环经济清洁生产研究

段 宁/主编

化肥企业清洁生产 审核指南

段 宁 白艳英 薛 萍 孙 宁/编著

新 华 出 版 社

循环经济与清洁生产



段 宁 主 编

化肥企业清洁生产 审核指南

段 宁 白艳英 编著
薛 萍 孙 宁

新 华 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

化肥企业清洁生产审核指南 / 段宁等编著

北京: 新华出版社, 2006. 11

(循环经济与清洁生产研究 / 段宁主编)

ISBN 7-5011-7729-5

I. 化… II. 段… III. 肥料工业—无污染技术—中国—指南

IV. X786-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 134792 号

循环经济与清洁生产研究 / 段 宁 主编

责任编辑: 李 宇 席建海 孔 岳

出版发行: 新华出版社

地 址: 北京石景山区京原路 8 号

网 址: <http://www.xinhupub.com>

邮 编: 100043

经 销: 新华书店

印 刷: 三河市腾飞胶印厂

开 本: 850mm×1168mm 1/32

印 张: 92.25

字 数: 1600 千字

版 次: 2006 年 11 月第一版

印 次: 2006 年 11 月第一次印刷

书 号: ISBN 7-5011-7729-5

定 价: 330.00 元(10 册)

图书如有印装问题, 请与印刷厂联系调换 电话: (0316) 3116453

序

人类或许正步入几千年来最深刻、最广泛危机的起始时期:我们与自然界的冲突从来没有像今天这样激烈,地球的未来从来没有像今天这样充满了不确定性。

1733 年凯伊发明飞梭纺织,1785 年瓦特改良蒸气机,1770 年英国的煤产量只有 260 万吨,1836 年增加到 3000 多万吨。工业革命后的短短二百多年左右,人类创造的物质财富远远超过了过去几十个世纪的总和,二战以来,人类创造物质财富的加速度空前加大,但是,随着全球人口持续增长,工业化、城市化进程不断加快,资源枯竭、生态破坏和环境污染问题日益突出,人类的生存和发展受到严重挑战。资料表明,按照目前的消费速度,世界已探明的矿产资源储量可以开采的年限为:钾盐、煤炭、铝土矿、钴等 100 年以上,天然气、铬 50 ~ 100 年,铜、钨、镍、钼、铂、硼等 30 ~ 50 年,石油、铅、锌、锡、硫 20 ~ 30 年,锰、锑、金、银等 10 ~ 20 年。相当一部分工业化国家污染物排放总量仍在上升,许多发展中国家环境污染的程度十分严重。二氧化碳等温室气体的排放没有得到有效遏制,全球气候正在变暖已经成为各国公认的事实,由此造成的对人类生存环境的灾难性危害变得日益现实。有的科学家认为,人类如果不对全球气候升温及时妥善解决,其对人类的打击可能是带有毁灭性质的。

我国经济快速增长导致的资源和环境问题更加严峻。

2003年,我国成为世界第一煤炭消费大国和第二石油、电力消费大国,消耗世界当年总量近50%的水泥、35%的铁矿石、20%的氧化铝和铜,但创造的GDP却仅占世界的4%。现有荒漠化土地面积占国土总面积27.9%,每年仍在增加1万多平方公里。全国主要污染物如化学需氧量、二氧化硫排放量分别超过水环境和大气环境容量60%和80%。

21世纪头20年是我国的重要战略机遇期,也是经济增长与资源环境承载力之间矛盾最为凸显的关键时期。预测研究表明,2010年,我国45种主要矿产资源中有21种可以保证需求;2020年,可以保证需求的矿产仅为9种。铁、锰、铜、铝、钾盐等关系国家经济安全的矿石将严重短缺。到2010年,我国石油对外依存度将达到57%,铁矿石、铜、铝将分别达到57%、70%、80%。到2020年,石油进口量将超过5亿吨,对外依存度达70%。2020年我国GDP将实现翻两番的目标,如果沿袭传统的线性经济增长模式,按目前的资源消耗和污染控制水平,污染负荷将增加4~5倍,国家环境安全 and 经济安全将面临严峻挑战。

循环经济是以循环利用的自然资源和环境质量为物质基础,以减量化、再利用和资源化为行为准则,遵循生态规律,满足人类物质需求的一种崭新的经济形态。清洁生产是发达国家在反省传统的以末端治理为主的污染控制战略的种种不足后,提出的一种以源削减为主要特征的环境战略,是一种将综合预防策略持续应用于生产过程、产品和服务中,增加生态效率,减降人类及环境风险的创新性思想。不言而喻,循环经济和清洁生产是引导人类走向可持续发展的根本途径,对于我国的可持续发展尤其具有重大现实意义。

本套丛书的作者,都是长年在循环经济和清洁生产领域十分活跃、具有较高造诣的科研工作者。丛书内容主要以我国“十五”以来第一个国家层面的循环经济科技攻关项目成果为依托,以十几年来若干大型清洁生产国际合作项目产出为基础,从理论方法、战略模式、管理制度和工艺技术等各个方面,比较广泛又相当集中地代表了我国学术界在循环经济和清洁生产领域的最新研究成果。相信本套丛书的出版,有助于广大读者掌握近期动态,了解相关知识。

近几年来,我国的许多科学工作者在循环经济和清洁生产领域做出了大量可喜的高质量研究成果,我们希望这套丛书成为向同行学习和交流的平台,请广大读者对书中的不足之处批评指正。

段 宁

2006年7月20日

前 言

20 世纪 80 年代以后,随着工业的发展,全球性的环境污染和生态破坏越来越严重,能源和资源的短缺也日益困扰着人们。在经历了几十年的末端处理之后,以美国为首的一些发达国家重新审视了他们的环境保护历程,发现虽然他们在污染控制方面已取得显著的进展,但仍有许多环境问题从技术上或经济上很难解决,成为环境保护领域内的老大难问题。人们逐渐认识到,仅仅依靠开发有效的污染控制技术所能实现的环境改善是有限的,关心产品和生产过程对环境的影响,依靠改进生产工艺和加强管理等措施来消除或减少污染可能更为有效和经济,于是“清洁生产”这种先进的环境保护战略便应运而生。

清洁生产体现的是“预防为主”的方针,从改造产品设计、替代有毒有害材料、改革和优化生产工艺和技术设备、加强管理、物料循环和废物综合利用多个环节入手,达到“节能、降耗、减污、增效”的目的,实现环境效益与经济效益的统一,改变了过去过分依赖末端控制手段的环保被动局面。清洁生产一经提出后,在全世界范围内得到许多国家和组织的积极推进和实践,清洁生产被确定为中国可持续发展战略的重要组成部分。

我国 1993 年初开展清洁生产工作以来,已经在纺织、印染、造纸、化工、电镀、酒精、建材、石化、钢铁等数十个行业的 5000 多家企业实施了清洁生产审核。审核结果表明,通过实施清洁生产方案,企业不仅取得了显著的环境效益,而且通过

节约原材料、降低能耗物耗、优化生产过程、改进生产工艺及管理,取得了显著的经济效益。

化肥是一种十分重要的农用化学品,施用化肥是提高农作物产量、增加农业收入的重要手段之一。新中国成立后,国家非常重视化肥工业,已经形成了遍布全国的大中小相结合的氮磷钾肥齐全的化肥工业布局,化肥工业一直保持稳定增长的势头。2004年,我国化肥实际产量 4519.8×10^4 吨,其中氮肥 3304.1×10^4 吨,磷肥 1003×10^4 吨,钾肥 206.3×10^4 吨,合成氨产量 4222.2×10^4 吨,尿素 4163×10^4 吨(实物)。化肥产量和合成氨产量均居世界第一位,成为世界上最大的化肥生产国,在相当程度上满足了我国农业生产的需要。

我国化肥工业虽然有了很大的发展,但是仍然面临着很多问题,除产业结构不合理、生产规模小、技术装备落后和氮磷钾结构不合理之外,化肥生产能耗高、污染严重更是制约化肥行业发展的瓶颈。化肥行业的“三废”排放量占化工行业排放总量的一半左右,其污染负荷在化工各行业也是排在前面的,其中废水排放负荷居化工各行业的首位,氨氮和氰化物排放总量在全国各工业行业居第一位。要实现国务院提出的“十一五”期间主要污染物排放总量降低 10% 的刚性指标,化肥行业的企业面临着严峻的形势和压力。

十余年清洁生产审核实践经验表明,企业通过清洁生产审核,推行清洁生产工艺,实施清洁生产方案,能够实现原材料和能源的利用率提高、污染物削减、经济效益和环境效益双赢,最终达到“节能、降耗、减污、增效”的目标。

本指南的编制凝聚了许多人的共同努力,特别是北京化工大学陈晓春教授、李群生教授以及全国化工合成氨设计技术中

心站王国祥高级工程师都提供了非常有价值的资料和建议,在此一并表示诚挚谢意。

由于编者水平有限,不当甚至错误之处在所难免,谨请广大读者和各界人士批评指正,以便我们今后进一步完善本指南,为化肥企业的环境保护和清洁生产尽一份绵薄之力。

编者

2006年7月于北京

目 录

第1章 清洁生产介绍	(1)
1.1 什么是清洁生产	(1)
1.2 为什么要在化肥行业中推行清洁生产	(4)
1.2.1 化肥工业的现状与发展	(4)
1.2.2 我国化肥行业的发展与存在的问题	(5)
1.2.3 化肥行业实施清洁生产的必要性	(10)
1.3 如何使用本指南	(11)
第2章 氮肥行业清洁生产	(13)
2.1 绪论	(13)
2.1.1 中国合成氨工业概况	(13)
2.1.2 合成氨工业主要环境问题	(15)
2.2 合成氨工业清洁生产	(25)
2.2.1 生产过程描述和主要环境参数	(25)
2.2.2 典型工艺步骤的清洁生产方案	(34)
2.2.3 典型输入物料和清洁生产方案	(42)
2.3 尿素清洁生产	(51)
2.3.1 尿素生产过程描述和主要环境参数	(51)

2.3.2 典型工艺步骤的清洁生产方案	(55)
2.3.3 典型输入物料和清洁生产方案	(58)
2.4 典型污染物和可行污染物控制技术	(62)
2.4.1 合成氨生产典型污染物	(62)
2.4.2 合成氨生产污染控制技术	(64)
2.4.3 尿素生产典型污染物	(69)
2.4.4 尿素生产污染控制技术	(69)
2.5 清洁生产操作	(73)
2.5.1 合成氨生产清洁生产操作	(73)
2.5.2 尿素生产清洁生产操作	(79)
第3章 磷肥行业清洁生产	(84)
3.1 绪论	(84)
3.1.1 中国磷肥行业概况	(84)
3.1.2 磷肥工业的主要环境问题	(86)
3.2 磷酸工业清洁生产	(89)
3.2.1 磷酸工业概况	(89)
3.2.2 磷酸工业主要环境问题	(90)
3.2.3 生产过程描述和主要环境参数	(91)
3.2.4 典型生产工艺及技术应用	(92)
3.2.5 典型工艺步骤的清洁生产方案	(101)
3.2.6 典型输入物料	(117)

3.3 普钙工业清洁生产	(118)
3.3.1 概述	(118)
3.3.2 生产过程描述和主要环境参数	(120)
3.3.3 典型工艺步骤的清洁生产方案	(124)
3.3.4 典型输入物料和清洁生产方案	(137)
3.4 典型污染物和可行污染物控制技术	(139)
3.4.1 磷酸生产典型污染物	(139)
3.4.2 磷酸生产污染控制技术	(140)
3.4.3 过磷酸钙生产典型污染物	(144)
3.4.4 过磷酸钙污染控制技术	(144)
3.5 清洁生产操作	(146)
3.5.1 湿法磷酸	(146)
3.5.2 过磷酸钙	(150)
第4章 化肥企业清洁生产审核	(152)
4.1 化肥企业清洁生产审核程序简介	(152)
4.1.1 筹划和组织	(155)
4.1.2 预评估	(157)
4.1.3 评估	(159)
4.1.4 方案的产生和筛选	(161)
4.1.5 可行性分析	(162)
4.1.6 方案实施	(164)
4.1.7 持续清洁生产	(164)

4.2 化肥企业清洁生产审核检查清单	(166)
4.3 化肥行业清洁生产发展方向	(169)
4.4 工作表	(170)
附录1 化肥企业清洁生产审核案例	(196)
附录2 企业预防性维护	(211)
附录3 职业健康与安全	(215)
附录4 磷石膏的处理利用技术	(227)
附录5 化肥企业污染物排放标准(摘录)	(241)
附录6 清洁生产标准 氮肥制造业(摘录)	(249)
参考文献	(254)

第1章 清洁生产介绍

1.1 什么是清洁生产

清洁生产 (CLEANER PRODUCTION) 是环境保护战略由被动反应向主动行动的一种转变, 联合国环境规划署于 1996 年提出了清洁生产的最新定义, 即:

清洁生产是一种新的创造性的思想, 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。

(1) 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。

(2) 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。

(3) 对服务, 要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中。

换句话说, 清洁生产就是用清洁的能源和原材料、清洁工艺及无污染、少污染的生产方式、科学而严格的管理措施, 生产清洁的产品和提供清洁的服务, 塑造“更清洁的工业”, 达到“节能、降耗、减污、增效”的目的, 实现经济和环境的可持续发展。

《中华人民共和国清洁生产促进法》中清洁生产的定义是

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。

《清洁生产审核暂行办法》中清洁生产的定义是指按照一定程序,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料的使用、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。

清洁生产在不同的发展阶段和不同的国家虽有不同的叫法,例如“废物减量化”、“无废工艺”、“源削减”、“污染预防”等,但其基本内涵都是一致的,目前普遍使用“清洁生产”这一名称。

对清洁生产可从以下几方面理解:

从清洁生产的发展历程可以看出,清洁生产是相对于传统的“末端治理”思路提出来的,它与末端治理有着根本的区别。清洁生产体现出“污染预防”的思想,传统的末端治理侧重于“治”,与生产过程相脱节,先污染后治理;清洁生产则侧重于“防”,从产生污染的源头抓起,注重生产过程,对生产全过程进行控制,强调“源削减”,将污染物消除或减少在生产过程中,尽可能减少污染物的产生量,对最终产生的污染物进行必要的治理,是最佳的污染控制模式。

清洁生产是从全方位、多角度的途径去实现“更清洁的生产”,这与末端治理相比,具有十分丰富的内涵。这些途径有:

(1)用无污染、少污染的产品替代毒性大、污染重的产品。

(2)用无污染、少污染的能源和原材料替代毒性大、污染重的能源和原材料。

(3)用消耗少、效率高、无污染、少污染的工艺、设备替代消耗高、效率低、产污量大、污染重的工艺、设备。

(4)最大限度地利用能源和原材料,实现物料最大限度的厂内循环。

(5)强化企业管理,减少跑、冒、滴、漏和物料流失。

(6)对必须排放的污染物,采用低费用、高效能的净化处理设备和“三废”综合利用的措施进行最终的处理和处置。

除强调“预防”外,清洁生产还包含以下两层含义:

(1)持续性:清洁生产是一个相对的、不断的持续进行的过程。

(2)介质一体化:将气、水、土地等环境介质作为一个整体,避免末端治理中污染物在不同介质之间进行转移。

清洁生产一经提出,即获得世界范围的广泛响应,许多国家和组织积极推进和实施清洁生产。清洁生产最大的生命力在于取得环境效益和经济效益的“双赢”,这是末端治理无法达到的。传统的末端治理投入多、治理难度大、运行成本高,只有环境效益,没有经济效益,企业缺乏积极性。清洁生产则是从改进产品设计、原材料替代、改革和优化生产工艺和技术装备、物料循环和废弃物综合利用等多个环节入手,通过不断加强管理和技术进步,达到“节能、降耗、减污、增效”的目的,在提高资源利用率的同时,减少了污染物的排放量,企业从“更清洁的生产”中既取得环境效益,又获得经济效益,很好地调动了企业开展清洁生产的积极性。

1.2 为什么要在化肥行业中推行清洁生产

1.2.1 化肥工业的现状与发展

19 世纪中叶产生了化肥工业,但发展缓慢,第二次世界大战后世界人口迅速增长,刺激了化肥需求的增加。20 世纪 60 年代化肥工业技术已日益成熟,化肥装置大型化,合成氨原料路线转向天然气,以尿素和磷铵为代表的化肥新品种标志着化肥工业取得重大突破。70 年代能源危机爆发,能源和原料价格急剧上涨,国外竞相开发出节能增产型新工艺及新技术流程。80 年代之后,世界氮肥工业布局发生了很大调整,氮肥工业重点向天然气资源丰富且廉价的地区转移,从发达国家向发展中国家转移,发达国家从产品输出转向技术、装置和资金输出。至 1998 年底,世界合成氨生产能力达到 10641 万吨,其中北美占 21.5%,欧洲占 30.39%,亚太地区占 39.35%,主要分布在中国、美国、俄罗斯和印度等国家。世界合成氨的 54% 用于生产尿素,16% 用于制造硝铵,30% 用于制造其它铵类复合肥和有机铵类产品。目前世界氮肥价格维持在 135.155 美元/吨产品,世界氮肥的需求仍呈上升趋势。

新中国成立后,国家非常重视化肥工业,已经形成了遍布全国的大中小相结合的氮、磷、钾肥均有的化肥工业布局。“八五”时期,我国化肥进入发展高速期。据统计,1995 年与 1990 年相比,我国化肥产量增长了 32.0%,其中氮肥增加了 26.9%,磷肥增加了 26.9%,钾肥增加了 4.8 倍。“八五”期间,我国进口化肥共花费外汇 136.2 亿美元,进口化肥量占化