



21世纪的环保理念

——污染综合预防

Integrated Pollution Prevention

施耀 张清宇 吴祖成 沈铎(美) 编著



化学工业出版社

环境科学与工程出版中心

21 世纪的环保理念

——污染综合预防

Integrated Pollution Prevention

施 耀 张清宇 编著
吴祖成 沈铎 (美)

16422012

化学工业出版社

环境科学与工程出版中心

·北 京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

21 世纪的环保理念——污染综合预防/施耀等编著.
北京: 化学工业出版社, 2002.5
ISBN 7-5025-3763-5

I. 污… II. 施… III. 污染防治: 综合防治
IV. X505

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 017421 号

21 世纪的环保理念——污染综合预防

Integrated Pollution Prevention

施耀 张清宇 吴祖成 沈铎 (美) 编著

责任编辑: 刘俊之 刘兴春

责任校对: 顾淑云

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
环境科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 10 1/4 字数 270 千字

2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3763-5/X·170

定 价: 24.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

环境污染是制约经济发展和人类生存的一个关键问题。许多发达国家已经走过了一条曲折的环境保护道路，通过对经验教训的深刻反思，已从单纯的污染治理（末端治理），逐步走进“治理为辅，预防为主”的可持续发展的佳境。污染的综合预防已经成为 21 世纪的环保理念和战略，是环境保护政策的基石。中国正处在经济的蓬勃发展期，政府和广大民众正面临环境污染问题的严峻挑战。以往的生态环境问题已经由一般的环境问题上升为战略性的政治问题，并成为各利益集团和国家间的政治、经济、科技和外交领域进行较量的焦点。我国政府已经把环境保护作为国策，污染综合预防是我国将来必由之路。

本书综合了国外的先进环保思想和方法，结合编者在浙江大学多年的“清洁生产”课程的教学和有关科研的讲稿和成果编写成的。沈铎博士是美国资深环保专家，曾任美国政府的环保顾问，为本书的编著提供了大量素材。本书由施耀负责统筹，并编著了第 1, 2, 10, 12, 13, 14 章，张清宇编著第 3, 4, 5, 6 章，吴祖成编著第 7, 8, 9, 11 章。钟战铁、聂勇、项菲、荆国华、马碧瑶等同志为本书的出版做了大量工作。本书的出版得到了杭州三和环保技术工程有限公司的支持，在此一并表示感谢！由于水平有限，书中难免有不少欠缺之处，敬请读者指正。

编著者

2002 年 4 月于浙大求是园

内 容 提 要

经济发展造成了世界性环境恶化，先污染后治理的观念和措施带来的沉痛教训促使人们环境管理理念的转变和对管理策略的重新思考，本书就是在此基础上编写而成。

本书根据我国的国情，结合发达国家，特别是美国的成功经验，较全面地论述了污染综合预防的理论、方法和实现手段，是一本务实、方便易懂的参考书和工具书。全书共分 14 章，主要介绍了污染综合预防的理念、方法、实施及效果评估，有关污染预防的清洁设计、清洁制造、绿色产品、环境标志、污染预防信息交流、ISO14000 及中国加入 WTO 对污染预防的影响等。

本书可供环境科学和工程技术人员、相关研究人员、环境保护爱好者参考，也适宜作为大专院校的教材和教学参考书。对从事环境和其他管理、决策和专业人员也有较高的参考价值。

目 录

1. 环境的挑战	1
1.1 导论	1
1.2 污染的来源	5
1.3 工业污染问题	7
1.3.1 工业发展	7
1.3.2 污染综合预防的基础知识	9
1.3.3 人类行为	11
1.4 改变环境的管理理念	12
1.5 环境管理策略	14
参考文献	14
2. 污染综合预防	16
2.1 什么是污染	18
2.2 污染综合预防的含义	18
2.3 污染预防的成效	21
2.3.1 减少责任的风险	21
2.3.2 降低成本	22
2.3.3 提高公司的形象和竞争力	23
2.3.4 公共卫生和环境的利益	23
2.4 污染预防障碍	23
2.4.1 观念上的障碍	24
2.4.2 技术障碍	26
2.4.3 财政障碍	27
2.4.4 法律及政策障碍	28
2.4.5 管理障碍	29
2.5 美国污染预防成功计划介绍	30
2.5.1 美国环保署 33/50 计划	33
2.5.2 绿光计划	36

2.5.3 降低污染的奖励计划	37
2.5.4 全国工业竞争力与工业效率计划	38
2.5.5 农业环境计划	38
2.5.6 环保署协助州政府建立污染预防鼓励计划	39
参考文献	39
3. 有毒有害污染物	41
3.1 有毒的化学药品	42
3.2 工业过程	43
3.3 工业废物	45
3.4 污染物的特征	50
参考文献	50
4. 污染综合预防技术	52
4.1 预防技术思路	52
4.2 工业过程	54
4.2.1 改进工艺操作条件	55
4.2.2 循环回用	59
4.2.3 改进工艺过程	60
4.2.4 原料和产品替换	61
4.2.5 原料分离	63
4.2.6 溶剂替换技术	65
4.3 风险评估	66
4.3.1 风险评估的程序	68
4.3.2 风险评估中的不确定性	70
4.3.3 风险评估方针	72
参考文献	73
5. 污染综合预防可行性分析	74
5.1 污染综合预防方案简述	74
5.2 技术可行性分析	78
5.3 环境可行性分析	81
5.4 经济可行性分析	84
5.4.1 全成本评估与环境成本	85
5.4.2 基本概念与公式	89
5.4.3 评价准则	92

5.4.4	评价实例	93
5.4.5	常用表格	95
5.5	管理可行性分析	97
5.6	可行性分析实例	98
5.6.1	概况	98
5.6.2	己二酸产品污染综合预防可行性分析	98
5.6.3	氯化苯产品污染综合预防可行性分析	101
	参考文献	103
6.	污染预防计划	105
6.1	污染预防小组	105
6.2	目标设定	108
6.3	数据收集和分析	109
6.3.1	监测点考察	110
6.3.2	数据分析	111
6.4	污染预防方案的筛选	114
6.4.1	方案的分类	114
6.4.2	方案筛选	117
6.4.3	听取成员意见	122
6.4.4	确定投资费用	123
6.5	宣传准备工作	125
6.5.1	宣传、动员和培训	125
6.5.2	克服障碍	126
6.6	确定污染预防计划	127
	参考文献	129
7.	污染预防计划的实施	130
7.1	了解工艺过程和污染源	130
7.1.1	相关资料收集	131
7.1.2	生产单元划分	132
7.1.3	鉴定一般工艺过程	132
7.1.4	了解单元工艺过程	133
7.1.5	物料衡算	134
7.2	项目选择	135
7.3	融资	137

7.4	工程实施	139
7.5	项目评估和改进	140
7.6	污染防治评估方法	141
	参考文献	148
8.	污染防治进展评估	149
8.1	目的	150
8.2	资料获得	150
8.3	数据分析	152
8.4	评估污染防治计划的进展	153
8.4.1	毒性物质排放清单	154
8.4.2	物料会计调查	155
9.	绿色设计与绿色制造	156
9.1	绿色设计技术	156
9.1.1	绿色设计及其特点	156
9.1.2	绿色设计方法	160
9.1.3	绿色产品设计的经济性分析	162
9.1.4	绿色设计的材料的选择	165
9.1.5	绿色设计工具及其开发	170
9.2	绿色制造	176
9.2.1	绿色制造的概念	176
9.2.2	绿色制造	176
9.2.3	绿色制造的集成特性	179
9.2.4	绿色制造评价	180
9.2.5	绿色制造研究的科学价值和应用前景	182
9.2.6	绿色制造过程的环境管理	183
	参考文献	185
10.	绿色产品及其生命周期分析	187
10.1	绿色产品及评价	187
10.1.1	绿色产品的基本概念	188
10.1.2	绿色产品的评价指标体系	193
10.1.3	绿色产品评价标准	201
10.1.4	绿色产品评价方法	203
10.2	产品的生命周期分析	209

10.2.1	产品生命周期分析的内容及框架	211
10.2.2	分类	214
10.2.3	产品评估	220
	参考文献	221
11.	绿色产品的认证与环境标志制度	222
11.1	环境市场	223
11.1.1	环境市场	223
11.1.2	环境行销	224
11.1.3	环保产品	224
11.2	环境认证计划	226
11.2.1	环境认证计划的特点与功能	226
11.2.2	环境认证计划的目的与内容	227
11.2.3	环境认证计划的效果	231
11.3	环境标志制度	232
11.3.1	绿色标志制度发展背景	233
11.3.2	绿色标志制度的目标	234
11.3.3	环境标志制度的基本原则	234
11.3.4	欧洲共同体生态标志制度	235
11.3.5	实施环境标志制度的方法与步骤	236
11.4	我国环境标志的认证及其发展	238
11.4.1	制定环境标志标准的方法	238
11.4.2	环境标志认证的发展	238
11.4.3	环境标志的市场分析	241
11.5	中外环境标志的比较	242
11.5.1	环境标志的组织结构	242
11.5.2	环境标志产品的选择	242
11.5.3	环境标志产品的认证	243
11.5.4	结论	244
	参考文献	244
12.	污染预防的立法教育和信息交流	247
12.1	政策法规	247
12.1.1	制定国家污染预防政策法	247
12.1.2	修订现行法律和规章	248

12.1.3	将污染综合预防与环保部门主流活动结合	248
12.1.4	通过标准立法改善企业的环境管理	249
12.1.5	推行污染预防信息社会化	250
12.2	教育和研究	250
12.2.1	开展污染预防教育的必要性	251
12.2.2	美国的污染综合预防教育	252
12.2.3	高校污染综合预防研究工作	254
12.2.4	研究所的污染预防项目	257
12.3	信息交流	258
12.3.1	污染预防信息社会化	258
12.3.2	清洁生产信息来源	259
13.	ISO14000 环境管理体系与可持续发展	263
13.1	ISO14000 环境管理体系	263
13.1.1	ISO14000 的由来	263
13.1.2	ISO14000 环境管理体系的发展	264
13.1.3	ISO14000 系列标准基本框架及内容	266
13.1.4	ISO14000 系列标准的特点及作用	268
13.1.5	ISO14000 系列标准的实施方法	270
13.1.6	国际环境管理标准的发展趋势	272
13.1.7	ISO14000 与我国的环境管理	274
13.1.8	ISO14000 与清洁生产	283
13.1.9	中国 ISO14000 认证国家认可制度及 ISO14000 国际互认的 进程与发展	285
13.2	环境与发展的论战归终：可持续发展	290
13.2.1	环境与可持续发展	290
13.2.2	可持续发展的经济学内涵	295
13.2.3	环境成本内部化与“绿色”GNP	296
13.2.4	清洁生产与可持续发展	298
14.	中国加入 WTO 对实施污染综合预防的影响	300
14.1	加入 WTO 对政府开展污染综合预防的挑战	300
14.1.1	对制定环境标准和政策的影响	301
14.1.2	促进政府加强管理和对企业的引导	303
14.2	加入 WTO 将促进企业实施污染综合预防	305

14.2.1	环保对企业竞争力的影响	305
14.2.2	建立环境管理体系对企业竞争力的影响	306
14.3	加入 WTO 将促进民间对污染综合预防的支持	308
14.3.1	民众对绿色产品的认可	308
14.3.2	推动民间团体参与环境管理体系的认证	309

1. 环境的挑战

1.1 导论

20 世纪以来，地球人口的激增，科学、工业技术及经济的飞速发展，工业和城市人口的过分密集，使人们对能源、食品、化工原料、金属材料等的需求量也越来越大，导致了严重的环境质量恶化。环境污染从局部扩大到区域，由单一的大气和水污染扩大到空气、水、土壤以及食品等的污染，愈来愈严重地威胁着人们周围的环境质量、动植物生态系统乃至人们的生活，并且最终可能威胁到人类的生存。全球气候变化、生物多样性、土地荒漠化、臭氧层破坏、水资源紧张等生态环境问题影响范围广，生态环境问题的严重化和全球化一定程度上影响到各国的政治、经济、科技甚至生活方式等各个方面。生态环境问题已经由一般的环境问题上升为战略性的政治问题，并成为各利益集团和国家间的政治、经济、科技和外交领域进行较量的焦点。

近 50 年，我们面对环境污染日趋严重、资源日趋短缺的局面，开始认识到了环境问题的复杂性，并试图用污染末端治理的方法防止和控制环境的问题。这种污染控制的方法曾在一定程度上改进了环境的质量，但是它耗资巨大、浪费资源，而且可能将污染从一种形式转到另一种形式（即二次污染），而处理这种二次污染物又需要大量的资金和能源。末端治理逐渐暴露出它所不能克服的问题。工业发达国家在对其经济发展过程和环境保护工作进行深刻反思的基础上，认识到不改变长期沿用的大量消耗资源和能源来推动经济增长的传统模式，单靠一些传统的环境保护补救措施，是不能从根本上解决环境问题的。过去的决策者并没有充分考虑到污染物对自然环境的冲击，有许多决策是向“环境借债”(environmental debt)，

因此现在就要以昂贵的清理和补救行动来偿还债务。在生态环保问题上，中国和世界上许多国家一样有太多的经验教训，我们必须以对地球未来负责的态度，用全新的目光来审视环境的问题，并抓住问题的关键，而不是进行一些短视的停留在表面上的活动。为此，环境保护的新思路、新理念——污染综合预防，从污染的源头减少污染物、废弃物的排放，已被越来越多的决策者、科学家、工程师及民众所倡导。1992年6月，在巴西里约热内卢的世界环境和发展联合国会议上提出了可持续发展的论题，专家们一致认为：要进一步推动经济的发展就必须与环境保持平衡，必须可持续发展，经济增长为环境保护提供必要的财政和技术支持，同时它的发展又依赖于环境保护。实践证明，污染综合预防是可持续发展的必由之路。

美国国会1990年10月通过了“污染预防法”，把污染预防作为美国的国家政策，取代了长期采用的末端处理的污染控制政策，要求工业企业通过污染源削减，包括：设备与技术改造、工艺流程改进、产品重新设计、原材料替代以及促进生产各环节的内部管理、减少污染物的排放、并在组织、技术、宏观政策和资金做了具体的安排。中国国家环保总局和美国环保局于1999年签定的“中美工业污染预防和能源效率合作项目”的协议，双方将共同研究推广中美两国的污染预防和节能政策。

欧洲许多国家把污染综合预防的重要手段——清洁生产作为一项基本国策。例如欧共体委员会1977年4月就制订了关于污染预防的“清洁工艺”的政策。1984年、1987年又制订了欧共体促进开发“清洁生产”的两个法规，明确对清洁工艺生产工业示范工程提供财政支持。欧共体还建立了信息情报交流网络，其成员国可由该网络得到有关环保技术及市场信息情报。

法国政府为污染预防或减少废物的产生制订了采用“清洁工艺”生产生态产品及回收利用和综合利用废物等一系列政策。法国环境部还设立了专门机构从事这一工作，每年给清洁生产示范工程补贴10%的投资，给科研的资助高达50%。法国从1980年起还设

立了无污染工厂的奥斯卡奖金，奖励在采用无废工艺方面做出成绩的企业。法国环境部还对 100 多项无废工艺的技术经济情况进行了调查研究，其中无废工艺设备运行费低于原工艺设备运行费的占 68%，对超过原工艺设备运行费的给予财政补贴和资助，以鼓励和支持无废工艺的发展和推行。

在荷兰经济部和环境部的大力支持下，荷兰实行了“污染预防项目”（PRISMA），取得了令人瞩目的结果。1988 年秋，荷兰技术评价组织对荷兰公司进行了防止废物产生和排放的大规模清查研究，制订了防止废物产生和排放的政策及所采用的技术和方法（其关键内容是源削减、内部循环利用和行政管理等）。并在十个公司中进行了预防污染的实践，其实施结果已编制成《防止废物产生和排放手册》，已于 1990 年 4 月出版。十个公司预防污染的实践证明：预防污染项目（PRISMA）在荷兰工业中防止大量废物产生和排放是可能的。通过采用各种预防技术，把生产过程中的不同废物削减 30% 是可能的，在特殊情况下，还可削减 80%；最近，荷兰政府制订了 2000 年污染预防和回收废物的环境战略目标，明确规定了到 2000 年对特别需要引起重视的 29 种污染物要达到治理的要求。

丹麦于 1991 年 6 月颁布了新的丹麦环境保护法（污染预防法），于 1992 年 1 月 1 日起正式执行。这一法案的目标就是努力预防和防治对大气、水、土壤的污染以及振动和噪声带来的危害；减少对原材料和其他资源的消耗和浪费；促进清洁生产的推行和物料循环利用，减少废物处理中出现的问题。

加拿大政府为废物管理确定了新的方向，他们制订了资源和能源保护技术的开发和示范规则，其目的是促进开展污染预防来减少废物和循环利用及回收利用废物的工作。以促进清洁生产工作的开展。近年来，加拿大开展了“3R”运动，“3R”为 Reduce, Reuse, Recycle 三字的字头，即减少、再生、循环利用的意思。加拿大不列颠哥伦比亚省在全省动员开展“3R”运动，这个运动的范围相当广泛，从省制订的计划到民间组织自发的活动，形式多种多样。

联合国环境规划署极为重视发达国家这一工业污染防治战略的转移，决定在世界范围内推行清洁生产。1992年10月召开了巴黎清洁生产部长级会议和高级研讨会议，指出目前工业不但面临着环境的挑战，同时也正获得新的市场机遇。污染综合预防是实现可持续发展的关键因素，它既能避免排放废物带来的风险和处置费用的增长，还会因提高资源利用率、降低产品成本而获得巨大的经济效益。会议还制定了推行清洁生产的计划与行动措施。

联合国工业发展组织在20世纪80年代初就提出了将环境保护纳入该组织工作内容，尔后成立了国际清洁工艺协会，鼓励采用清洁工艺，提高资源、能源的转化率，减少使用有毒、有害原材料，少排或不排废弃物。在90年代，逐渐形成了在工业发展中实施综合环境预防战略，推行清洁生产的政策。联合国环境规划署和工业发展组织的一系列活动，有力地在全世界范围内推行清洁生产，对我国推行清洁生产也是极大的促进。

世界银行于2001年8月9日推出关于中国环境问题的报告《中国：土地、水和大气——新世纪的环境优先领域》，该报告指出，尽管中国过去20年的高增长对环境造成了严重危害，但中国政府有能力在治理水和大气污染以及砍伐森林等各种环境问题方面取得重大进展，这说明只要在发展战略上做出较大调整，就能够确保将来实现环境可持续发展的目标。世行中国环境报告是在10家中国研究机构、大学和民间组织的协助下由一个世行课题组编写的。报告审视了环境现状，对过去10年政府环保工作取得的成效做了评估，就如何应对中国未来5~10年所面临的新的挑战提出了建议。

世行报告肯定了中国在三个领域取得的成功，即①90年代后五年减少工业废气废水排放取得广泛成果，减少了绝对排放量；②通过大规模投资开展恢复森林植被和植树造林活动扭转了森林减少的趋势；③通过实施大规模的预防治理项目扭转了灌区土地二次盐碱化的趋势。世界银行中国局局长认为：对于任何处在中国目前经济发展状况的国家这些成就都可以说是史无前例的，但这并不意

味着胜利在望，在未来 10 年环境的挑战会越来越大，越来越复杂，政府要想取得进一步的进展就必须重新调整其战略和措施。

总的来说，世行报告敦促中国采取更加主动的环境战略，目前的做法主要是纠正过去的发展决策对环境造成的不利影响，而将来应该更加强调避免或最大限度地减少发展政策对环境造成的不利影响，必须把污染预防和环境可持续发展的观念牢牢地贯穿于计划和发展的各个有关方面。

在中国和全世界范围内，许多有识之士已充分认识到了经济的发展和环境保护将成为未来的主要问题。而要解决这一问题，必须经由污染综合预防计划来实现。这些计划的实施和决策者制定政策的过程紧密相关，需要有足够的智慧和勇气。污染综合预防是 21 世纪的环保战略、新的污染控制和环境管理理念，我们必须创造一个能做到污染预防的社会，一个不浪费有限资源的社会，进而达到社会可持续发展的目的。

1.2 污染的来源

要使环境得到改善，就必须控制三个环节中排放到环境中的污染。第一环节是工厂生产过程中产生并排放出来的污染物和废弃物（废气、废水及废渣等）。第二环节的污染物是运输、储藏及销售中产生的。第三环节的污染物和废弃物则是消费过程中使用后及未被使用的产品。第一阶段的污染物普遍被认为是应该控制和削减的对象，而事实证明在其他两个阶段中排放的污染物也是造成环境污染的重要环节，如图 1-1 所示：



图 1-1 造成污染的重要环节图

产品在运输、储藏、销售及使用后的处理过程中也会对环境产生污染。例如：易挥发、有毒的化学品，如杀虫剂等会在运输、储