

PRINCIPLES OF POLLUTION PREVENTION AND CLEANER PRODUCTION

国 际 培 训 课 程

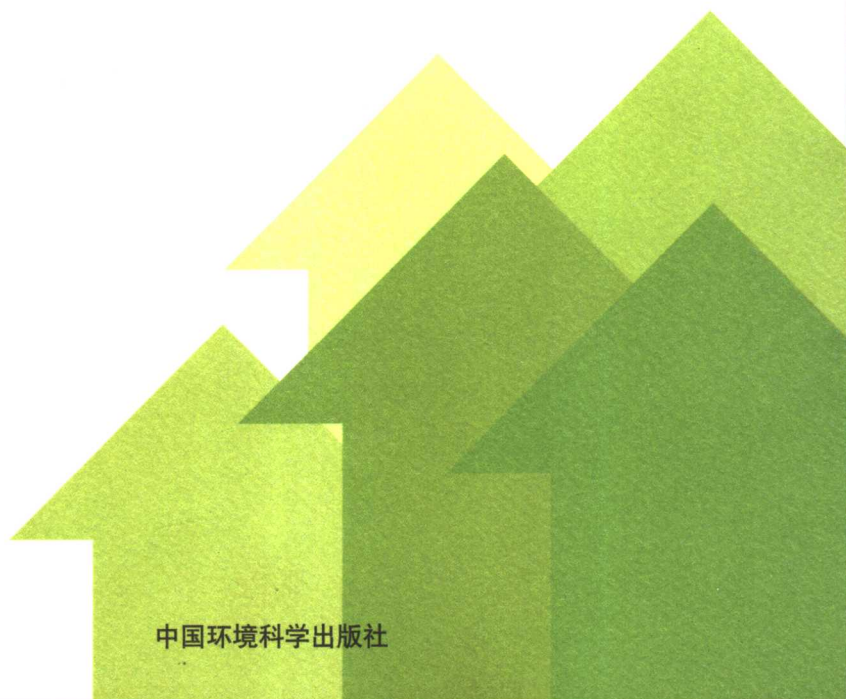
污染预防与 清洁生产原理

学员手册

美国国家环境保护局国际事务处 编

温东辉 陈吕军 译

赵华林 审校



中国环境科学出版社

505
535

国际培训课程

污染预防与清洁生产原理

学员手册

美国国家环境保护局国际事务处 编

温东辉 陈吕军 译
赵华林 审校

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

污染防治与清洁生产原理. 国际培训课程学员手册 / 美国国家环境保护局
国际事务处编; 温东辉, 陈吕军译. 北京: 中国环境科学出版社, 2003.8

ISBN 7-80163-716-X

I. 污… II. ①美… ②温… ③陈… III. ①污染防治—技术培训—自学
参考资料②无污染工艺—技术培训—自学参考资料 IV. ①X505②X383

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 068593 号



即中国环境科学出版社环境科学编辑部。工
作室以出品环境类图书为宗旨, 服务社会。
工作室同仁愿成为您的朋友。

出版发行 中国环境科学出版社
(100036 北京海淀区普惠南里 14 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
电子信箱: sanyecao@cesp.cn
电 话: (010) 68224798

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2003 年 8 月第一版 2003 年 8 月第一次印刷
印 数 1—5 000
开 本 787×960 1/16
印 张 6
字 数 150 千字
定 价 15.00 元

【版权所有, 请勿翻印、转载, 违者必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本工作室更换

版本：2000 年 12 月 15 日

联系我们

本手册为美国国家环境保护局国际事务处开发的培训课程的一部分。欲了解此培训课程的更多详情，请联系：

Suzanne Giannini-Spohn

美国国家环境保护局国际事务处

宾西法尼亚大街 1200 号 NW (2670R)

华盛顿哥伦比亚特区，20460 美国

+1 202 564 3907

giannini-spohn.Suzanne@epa.gov

欲了解美国国家环境保护局提供的其他课程，请登陆

<http://www.epa.gov/oia/itc.htm> 或联系：

Orlando Gonzalez

美国国家环境保护局国际事务处

宾西法尼亚大街 1200 号 NW (2670R)

华盛顿哥伦比亚特区，20460 美国

+1 202 564 6446

gonzalez.orlando@epa.gov

鸣 谢

本手册由俄亥俄州哥伦布市 Battelle Memorial 学院根据美国国家环境保护局国际事务处工作令 No. OW-0351-NTNX 编写。编写过程中获得了华盛顿哥伦比亚特区美国国家环境保护局国际事务处 Orlando Gonzalez 的指导与协调。

在该学院的 Jill Engel-Cox 的指导下，位于弗吉尼亚州阿灵顿的 Battelle 学院编辑了此手册。手册的编写建立在许多人士及来源所提供的培训资料的基础上。在此谨对如下人士表示谢意：Jeuli Bartenstein, Jeffrey Burke, Francesca Di Cosmo, Aleksandra Dobkowski, Orlando Gozalez, Deborah Hanlon, Pat Koshel, Ted MacDonald, Todd Peterson, 以及所有其他对本手册进行审核的人士。

前 言

本书是美国国家环境保护局组织编写的“污染预防与清洁生产原理”国际培训课程的学员手册，结合培训课程使用；如果学员希望在接受培训后，能够成为这方面的培训教师，可以继续研读“污染预防与清洁生产原理”国际培训课程的教师手册。

手册中有关污染预防与清洁生产的基本概念、理论分析及案例研究，直接为培训课程提供了一般性结论或依据，这些内容均处于不断充实和发展的状态，正如清洁生产是一个没有终极目标的过程。

如果将本手册视为“精神食粮”，那么培训并不是一个讲解“食粮”中各种营养物质及其功能的过程，而是介绍“食粮”从何而来、如何可以得到更多、更好的“食粮”的过程。培训将促使学员掌握建立和实施污染预防或清洁生产项目的方法，了解清洁生产的资源所在并不断跟踪其进展。

与国内大多数培训不同的是，这次“污染预防与清洁生产原理”培训将采用全新的“参与式”教学方法。参与式培训方法是目前国际流行的成人教育方法，课堂中每个人的知识和经验都将对培训产生贡献：来自企业的学员可能了解本行业的污染预防和清洁生产的技术或管理问题；来自商业的学员可能了解绿色产品的市场情况；来自政府部门或地方环保局的学员可能很清楚环境管理体系或清洁生产的基本概念……只有每个人都积极地参与讨论、提问、发言，甚至是表演和游戏，才能使个人的知识和经验被大家共享，才能使自己保持对所学内容的高度兴趣，

在这种状态下，一个人的创造性可能被极大地激发，学习才是最有效和最快乐的体验。当培训结束后，学员具有了在自己的工作岗位上真正推动清洁生产的能力和技巧，这也就达到了培训的最终目标。

希望污染预防和清洁生产培训课堂中的学员和教师，像变革旧有的生产系统、推行清洁生产一样地有勇气，参与和尝试全新的教学方法，让污染预防和清洁生产的知识走出课堂，在实践中更充满活力。

感谢美国国家环境保护局 Suzanne Giannini-Spohn 女士提供了本书的英文原版。

由于译者水平所限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

译者

2003年7月

目 录

第一章 学员须知	1
手册的目的	1
污染预防的定义	3
清洁生产的定义	3
污染预防与清洁生产的重要性	4
项目在不同文化及国家中的发展	5
第二章 污染预防与清洁生产基础	6
污染预防与清洁生产的效益	6
污染预防与清洁生产的阻碍	7
环境管理体系	7
源头削减技术	8
第三章 污染预防与清洁生产的开发及实施	10
拟订详细评估报告	10
提出污染预防与清洁生产方案	13
可行性分析	14
拟订评估报告	14
项目实施	15
第四章 污染预防与清洁生产项目的经济价值	16
总成本评估	16
用于评估的简单成本分析	18

第五章 污染预防与清洁生产项目的开发	27
项目的建立	27
项目的组织	29
项目计划的拟订	30
进展测量	31
污染预防与清洁生产意识计划	33
第六章 工业界：环境管理体系	36
环境管理体系的定义	36
环境管理体系的组成部分	36
ISO 14000 体系.....	39
第七章 政府：污染预防与清洁生产政策及法规	42
环境政策与法律	42
污染预防与清洁生产的鼓励性规定.....	42
行政手段与市场手段的比较	43
案例	43
第八章 污染预防与清洁生产：可持续性发展的一种手段	46
可持续发展的定义	46
可持续发展过程中污染预防与清洁生产的作用	47
附件 A 污染预防与清洁生产成功案例	49
附件 B 污染预防评估报告样本	62
附件 C 污染预防评估调查表样本	69
附件 D 资料来源	77
参考资料	77
其它网上资料源	78
附件 E 词汇表	84

第一章 学员须知

20 世纪在全世界范围内，人们发现人类活动是造成环境退化及自然资源损失的因素之一。这一发现促进各个国家和机构在重建自然环境方面做了重大努力。但是，空气、土地和水污染仍然是世界所面临的自然环境和人类健康方面的最大挑战。

开始时，污染控制被认为在创建清洁环境方面具有关键意义。“污染控制”是指污染产生后对其进行管理所采取的措施。但是，最近几十年来，我们见证了从污染控制到污染预防的转变。最近，清洁生产的概念已加强了污染预防，即对污染进行事先预防，而非在污染产生后试图对其进行控制的做法。

污染预防的原则具有很强的灵活性，涵盖包括从家庭到大型工业企业的广阔范围。正如其名所示，清洁生产的目的在于把生产导向产生更少污染的活动和流程，尤其是在生产阶段。与过去只对污染进行简单控制的做法不同，污染预防与清洁生产致力于富有效率地及可持续性减少或消除空气、水和土地污染。

污染预防与清洁生产将使环境和社会从中获益。污染预防与清洁生产可以降低成本，在某些情况下，还可创造利润。两种做法均具有实用性，并将为创造一个可持续的未来做出贡献。

手册的目的

根据设计，本手册和“污染预防与清洁生产国际培训课程”共同使用。培训的目的是讲授污染预防与清洁生产的原则，同时帮助人们每天都考虑污染预防。本课程结束时，学员将能够：

- ☛ 对工业污染预防项目、流程特征、方案拟定以及可行性分析具备一般性了解；同时能够把这种了解传达给别人；
- ☛ 了解工业界与政府内部与污染实施预防项目有关的阻碍、鼓励措施及其他问题；
- ☛ 能够使用学习工具，从而激发与污染预防有关的讨论；

- ✎ 能够与背景广泛的人员（经理人员、监管人员、公司员工）以多种形式（正式讲座、董事会议、评估小组会议、单独谈话）就污染预防与清洁生产概念进行交流；
- ✎ 熟悉筹备和实施参与式污染预防课程所需的资料，同时了解如何获得更多资料。

本手册内容将协助达到这些学习目标，同时帮助来自不同国家、地区和地方的学员增加他们污染预防与清洁生产的知识。所有机构、开发和实施污染预防与清洁生产项目和政策的人均可使用本手册。本手册内容将向担负广泛责任的个人深入分析污染预防与清洁生产的主要组成部分，这些个人可能包括政府和非政府机构官员、工商界人士、环境科学家和工程师以及个别公民。

本手册并不提供创建污染预防或清洁生产项目所需的特定技术指导。例如，本手册的内容并不提供每个工业污染源控制技术的详细技术解释。这些资料可通过附件 D 所列举的参考书目和网络资源获得。但是，本手册提供污染预防与清洁生产的原理及应用的一般性概述。由于本手册的一般性特征，手册内容可以在多种情况下，以多种方式使用。

手册将提供如下信息：

- ✎ 污染预防与清洁生产的定义以及关键性相关词语的定义；
- ✎ 对污染预防与清洁生产重要性的解释，包括其效益及潜在阻碍；
- ✎ 对环境管理分级体系的解释；
- ✎ 机构、开发、实施、评估以及维护污染预防与清洁生产评估和项目所需方法概述；
- ✎ 污染预防与清洁生产项目总成本核算和经济分析框架；
- ✎ 污染预防与清洁生产成功案例；
- ✎ 环境管理体系框架以及对 ISO 14001 的讨论；
- ✎ 污染预防与清洁生产政策和法规的解释及案例；
- ✎ 从可持续发展方面对污染预防与清洁生产重要性做出解释；
- ✎ 列出对污染预防与清洁生产进行深入研究所需的参考书目和网上资源。

成功实施一个污染预防或清洁生产项目需要埋头苦干、深谋远虑和精诚合作。把污染预防与清洁生产纳入现有体系，需要对成型流程和惯例进行修订。取决于体系具体状况，修订可能是小删小改，也可能大刀阔斧。尽管如此，世界范围内的许多企业、公司、行业和社区已经成功地把污染预防与清洁生产纳入了他们的运营体系。本手册将对成功案例进行介绍及分析。

污染预防的定义

对污染预防与清洁生产的词汇和概念，不同机构可能有不同的定义。同时，许多具有类似含义的词汇，例如废弃物最少化、废弃物预防、污染源控制、生态效率、高环境效益技术等等，常常替换使用。在本手册所有内容中，我们将使用如下定义。欲了解其他机构如何定义这些词汇和概念，请参考附件 E 中的词汇表。

污染预防是一种强调在废弃物产生之前即对其进行减少或消除的环境管理方法。污染预防基于对控制所有类型的废弃物的考虑，其目的在于保护自然资源、人类健康和环境。

思考方式和工作重点上的重大变化导致了由污染控制到污染预防的转变。不同于过去的方法，污染预防并不会造成污染由一个环境介质到另外一个介质的转移。污染预防的目的是在废弃物于第一地点产生之前即对其进行阻止；污染预防的目标在于以可持续性方式减少或消除废弃物向水、空气和土地的排放，节约能源和自然资源。与污染控制不同，污染预防寻求动机和举措的广泛组合，从而获得永久性改进效果。

污染预防的目标包括：

- ☛ 消除或减少废弃物的产生；
- ☛ 保护自然资源和物质资源；
- ☛ 防止废弃物排入或意外泄露至环境中；
- ☛ 减少工人和公众对有毒物质的暴露；
- ☛ 防止产品损失。

污染预防包括以下几种技术或方法：

- ☛ 从目标角度，而非输入角度定义环境管理政策；
- ☛ 提高政策分散化水平；
- ☛ 放弃强调严格排放控制的做法，代之以提高绩效和管理水平的更为广泛的目标。

能源的有效运用，或能源效率，是污染预防的一个特殊形式。减少一个流程使用的能源或从可循环利用的资源中获得能源能够减少生成该能源所产生的排放和污染，包括空气污染、温室气体以及粉煤灰等危险物质。减少不可回收能源的使用也能够降低开采式工业的环境影响，例如采煤、采铀和采油对生态系统的影响。

清洁生产的定义

在某些情况下，清洁生产与污染预防非常相似，当在行业内部谈论污染预防时，

二者可互换。最为重要的是，污染预防与清洁生产均强调在源头减少或消除污染，而非在污染已产生后对其进行控制。与污染预防相似，清洁生产不应被理解为一个绝对状态，而应理解为一个伴随技术改善和概念创新而不断发展的过程。

世界可持续发展商业理事会把清洁生产定义为：

“清洁生产是在流程、产品和服务中，为了提高生态效率和减少人类和环境风险，连续应用预防性综合环境策略的过程。该策略应用于：

- ☛ 生产流程。节约原材料和能源，消除有毒原材料，减少所有废气和废物的数量和毒性；
- ☛ 产品。减少一件产品从原材料提取到最终处理的整个生命周期内的不利影响；
- ☛ 服务。在设计和交付服务中考虑环境因素。

清洁生产的实现需要转变态度，进行负责的环境管理，创建可行的国家政策环境，同时评估技术选择。”

清洁生产的六大组成部分包括：

- ☛ 废弃物削减。“废弃物”一词指所有类型的危险物和固态、液态和气态的废弃物以及废热，等等。清洁生产的目标在于实现废弃物零排放。
- ☛ 无污染生产。采用清洁生产概念的理想生产过程，在一个封闭性生产环路中进行，废弃物零排放。
- ☛ 生产能源效率及节约。清洁生产要求最高的能源效率及节约水平。能源效率为能源消耗与产品产出之间的比率。能源节约指能源使用的减少量。
- ☛ 安全健康的工作环境。清洁生产致力于把工人的风险降至最低，从而把工作场所建设成一个清洁、安全健康的环境。
- ☛ 高环境效益产品。成品及所有可销售的副产品都不应破坏环境。在产品和流程设计的最早期，以及在从生产至废弃物处理的产品生命周期全过程内均应强调人员和环境健康。
- ☛ 高环境效益包装。包装应尽量简单。当需要进行包装以保护产品或促进产品销售，或提高产品消费便利性时，产品包装对环境造成的影响应当减至最低。

污染预防与清洁生产的重要性

污染预防与清洁生产在环境政策和管理中具有重要意义。从环境角度看，污染预防与清洁生产为减少或消除诸如二氧化碳和二氧化硫等废弃物的排放提供了确实可行和长期有效的手段。于是，污染预防与清洁生产在解决诸如气候变化、酸雨和城市大气烟雾等全球环境问题方面扮演重要角色。

污染预防与清洁生产项目能够以低成本避免环境的进一步恶化。在许多情况下，污染预防与清洁生产项目能够节约投资。最后，与单一化的污染控制项目相比较，污染预防与清洁生产项目能够为公众提供更多社会效益。自然资源的长期及广泛重建将提高健康和生活水准，同时为所有物种创造一个更为适宜的栖居地。手册第二章将详细讨论污染预防与清洁生产的效益。

项目在不同文化及国家中的发展

手册阐明的污染预防与清洁生产原则具有一般性，但是，其应用取决于当地特点。每个国家、地区或地方在污染预防与清洁生产项目的实施方面都具有独特的挑战与机遇。于是，手册将努力提供一个一般性框架，该框架能够在开发适应本地特点的污染预防与清洁生产项目过程中被采用。

许多因素将最终决定一个污染预防与清洁生产项目的成败。这些因素包括是否具有可利用的资源、文化接受程度、工业界支持程度、历史条件、政府政策和规章制度以及当前市场状况。开发一个污染预防与清洁生产项目所需的技术、金融、科技以及工程资源都可能对项目的成败或先进性产生限制，更为重要的是人以及机构进行变革的能力和意愿。一般而言，与官僚性机构相比，富有活力和动力的企业在实施一个污染预防与清洁生产项目上能够获得更大的成功。即便没有雄厚的财力资源，富于创造力和灵活性的人们和机构也能够寻找到革新性的手段以减少废弃物，同时改善环境，在获得技术支持的情况下尤其如此。

污染预防与清洁生产项目的有效性也取决于环境质量在多大程度上成为一个国家、地区和地方层次上的优先考虑问题。成功经常受到个人、机构和企业对于改变惯例和预见新目标的意愿的影响。每个地区所遭受污染的程度和形式不同，同时使用各不相同的优先顺序对污染进行评估。这些因素增强了对一般性污染预防与清洁生产框架的需求，伴以这些原则在各个地方的独特应用案例。

第二章 污染预防与清洁生产基础

污染预防与清洁生产的效益

污染预防与清洁生产能够提供经济效益，表 2-1 对此有详细论述。

表 2-1 污染预防与清洁生产项目的效益

降低运营成本。污染预防与清洁生产项目能够通过采用消耗较少资源的生产和包装工艺而减少材料成本。废弃物管理和处置成本也可通过污染预防而得到明显和迅速的降低。例如，许多政府制度规定在处置某些废弃物时采用成本高昂的工艺，通过一个污染预防与清洁生产项目，这部分成本可得到免除。效率措施，例如生产日程安排和设备维护，能够降低总生产成本。能源成本，以及设施清洁成本也可通过污染预防与清洁生产项目而得到降低。

减少生态破坏。污染预防与清洁生产项目为自然环境的改善带来明显效益。通过减少空气污染，空气质量可得到改善。与之类似，通过减少废弃物的产生、运输、储藏和处置，污染预防与清洁生产将减少对土壤和水的潜在性污染。

提高公司形象。污染预防与清洁生产项目能够在公司内外提高公司形象。毋庸置疑，员工们对优先考虑提供安全工作环境的管理层反应积极。当他们参与到污染预防与清洁生产项目的规划和实施过程中时，同样反应积极。由于其对该地区的健康、安全及可持续发展的关注，临近社区和潜在客户也将对一个污染预防或清洁生产项目的建立反应积极。

减少民事及刑事责任。由于废弃物总产生量减少，实施一个污染预防与清洁生产项目能够减少法律责任。即便产生的废弃物按照目前定义并非有毒或危险废弃物，实施一个污染预防与清洁生产项目也最符合生产商的利益。当生产商产生大量废弃物时，政府规章制度常常对其课以高额罚款，甚至刑事拘留。如果废弃物威胁了公众健康，生产商同时还面临潜在性民事诉讼。同时，工人赔偿和风险也与废弃物生成量直接相关。

(1) 污染预防与清洁生产项目能够降低运营成本。例如, 污染预防与清洁生产常常能够降低废弃物处理、储存及处置的成本。节约下的成本反过来可用于抵消项目的开发及实施成本。原材料、能源以及设施清洁的成本也可通过污染预防与清洁生产得以降低。

(2) 污染预防与清洁生产降低了原材料开采和提炼, 以及生产、循环利用、处理和处置过程中造成的生态破坏。

(3) 污染预防与清洁生产项目能够提升公司形象。例如, 当员工、监管部门以及地方居民意识到公司管理层已经致力于提供一个安全的工作环境并尽量减少污染时, 他们对公司形象的印象将得到改善。

(4) 污染预防与清洁生产项目能够通过减少废弃物产生量而降低公司民事和刑事责任风险, 当废弃物具有危险性或毒性时, 这一点尤其重要。污染预防与清洁生产使达到国家、省及地方标准更加容易。一个污染预防与清洁生产项目同时能够减少员工暴露于有害物质下的风险, 进而节约资金, 保护健康。

污染预防与清洁生产的阻碍

尽管污染预防与清洁生产具有多项效益, 此类项目的开发和实施仍然存在阻碍。例如, 个人对改变业已形成的流程或方法往往持抵触情绪。同时, 许多人相信污染预防与清洁生产项目与现有做法相比成本更高。某些员工担心清洁生产计划将减少工作岗位; 在其他情况下, 对客户是否能够接受实施污染预防与清洁生产项目所带来的改变尚存疑义; 最后, 在许多情况下, 尤其当一家公司的投资金额有限时, 其他项目可能比污染预防与清洁生产项目获得更优先的考虑。

非常重要的是要了解可以克服污染预防与清洁生产阻碍的措施, 这些措施应被纳入污染预防或清洁生产策略中去。例如, 环境管理体系认证使环境保护在一家公司内部享有高度优先权, 同时为污染预防活动提供机构性支持。或者, 一项详细成本分析能够显示高成本回报和对污染预防与清洁生产投资的回收。手册随后将介绍其他克服污染预防与清洁生产阻碍所需的策略。

环境管理体系

美国 1990 年《污染预防法案》巩固了美国国家环境保护局的环境管理分级体系, 体系框图见图 2-1。本体系把通过源头削减(在污染产生之前予以削减)、材料再利用以及封闭循环利用达到污染预防的目的置于最高优先级。从源头开始进行污染的预防与循环利用使异地循环利用、处理或处置不再必要。与收集、处理和处置废弃物相比, 从源头消除废弃物的成本大为降低。同时, 对工人、社区以及环境带

来的风险也更低。

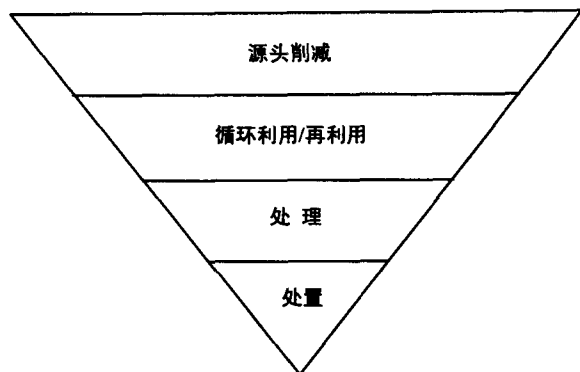


图 2-1 环境管理体系

源头削减技术

源头削减将防止废弃物的产生以及向环境的泄漏。如图所示，源头削减能够保护自然资源，是进行环境管理的最好方法。源头削减技术能够减少：

- ☛ 原材料使用；
- ☛ 危险废弃物；
- ☛ 固体废弃物；
- ☛ 仓储损失；
- ☛ 泄漏及意外排放；
- ☛ 用水量；
- ☛ 环境排放。

源头削减中经常使用的六项技术如下：

- ☛ 流程效率提高技术；
- ☛ 材料替换技术；
- ☛ 库存控制技术；
- ☛ 预防性维护保养技术；
- ☛ 高水平现场管理技术；
- ☛ 流程内循环利用技术。

表 2-2 为每项源头削减技术做出定义，同时提供在源头削减污染的实例。

表 2-2 源头削减技术

源头削减技术	描 述	实 例
流程效率提高技术	设计新系统或改进现有系统，从而提高材料利用效率及节约资源	高效率喷漆枪；中央式流体分配系统；水流限制器；节能灯具
材料替换技术	以毒性较低、性能相同的材料替换危险有毒材料	使用水溶性漆代替溶剂型漆；使用水溶性清洁剂代替溶剂型除油剂
库存控制技术	减少产品过期和过度库存造成的损失	限制进入仓储区域；保持库存量的精确记录以防止过度库存
预防性维护保养技术	包括可能防止设备故障和环境排放的任何活动	定期检查设备和仓储容器；立即排除故障；遵守标准操作程序
高水平现场管理技术	提高车间清洁水平，以节约资源和材料，避免产品损失，避免外溢及泄漏	保持过道清洁；立即清除外溢物及吸收剂；保持存货架整洁有序
工艺内循环利用技术	如果材料直接返回流程或材料未从流程中去除（即，未产生废弃物），可使用工艺内循环利用技术以进行源头削减	电镀工艺中采用逆流漂洗；水的再循环；多支路冷却剂系统