



普通高等教育“十一五”部委级规划教材(本科)

轻化工 清洁生产技术

■ 但卫华 主编 王坤余 副主编



中国纺织出版社

X7.2
2612



普通高等教育“十一·五”部委级规划教材(本科)

轻化工清洁生产技术

但卫华 主 编

王坤余 副主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书是我国高校轻化工程专业“十一五”部委级规划教材。简明扼要地介绍了清洁生产的基础知识,清洁生产审计的基本程序和一般方法,较为系统全面地介绍了制革工业、制浆造纸、纺织染整工业的清洁生产技术和最新研究进展,还对制革工业固体废弃物的综合利用作了专门介绍。本教材具有知识新颖、内容全面、叙述集中、实用性强的特点,集中反映了近十年来国内外轻化工清洁生产技术及其最新研究进展。

本教材可作为轻化工程专业本科生的教学用书,也可作为从事轻化工清洁生产技术研究的科研人员、工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

轻化工清洁生产技术/但卫华主编. —北京:中国纺织出版社, 2008. 1

普通高等教育“十一五”部委级规划教材. 本科

ISBN 978-7-5064-4665-5

I. 轻… II. 但… III. 化学工业—无污染技术—高等学校—教材 IV. X78

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 158124 号

策划编辑:贾 超 李东宁 责任编辑:安茂华 特约编辑:郭 强
责任校对:余静雯 责任设计:李 然 责任印制:何 艳

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街 6 号 邮政编码:100027

邮购电话:010—64168110 传真:010—64168231

<http://www.c-textilep.com>

E-mail:faxing @ c-textilep.com

中国纺织出版社印刷厂印刷 三河市永成装订厂装订

各地新华书店经销

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:19

字数:407 千字 定价:36.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

全面推进素质教育,着力培养基础扎实、知识面宽、能力强、素质高的人才,已成为当今本科教育的主题。教材建设作为教学的重要组成部分,如何适应新形势下我国教学改革要求,与时俱进,编写出高质量的教材,在人才培养中发挥作用,成为院校和出版人共同努力的目标。2005年1月,教育部颁发了教高[2005]1号文件“教育部关于印发《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》”(以下简称《意见》),明确指出我国本科教学工作要着眼于国家现代化建设和人的全面发展需要,着力提高学生的学习能力、实践能力和创新能力。《意见》提出要推进课程改革,不断优化学科专业结构,加强新设置专业建设和管理,把拓宽专业口径与灵活设置专业方向有机结合。要继续推进课程体系、教学内容、教学方法和手段的改革,构建新的课程结构,加大选修课程开设比例,积极推进弹性学习制度建设。要切实改变课堂讲授所占学时过多的状况,为学生提供更多的自主学习的时间和空间。大力加强实践教学,切实提高大学生的实践能力。区别不同学科对实践教学的要求,合理制定实践教学方案,完善实践教学体系。《意见》强调要加强教材建设,大力锤炼精品教材,并把精品教材作为教材选用的主要目标。对发展迅速和应用性强的课程,要不断更新教材内容,积极开发新教材,并使高质量的新版教材成为教材选用的主体。

随着《意见》出台,教育部组织制定了普通高等教育“十一五”国家级教材规划,并于2006年8月10日正式下发了教材规划,确定了9716种“十一五”国家级教材规划选题,我社共有103种教材被纳入国家级教材规划。在此基础上,中国纺织服装教育学会与我社共同组织各院校制定出“十一五”部委级教材规划。为在“十一五”期间切实做好国家级及部委级本科教材的出版工作,我社主动进行了教材创新型模式的深入策划,力求使教材出版与教学改革和课程建设发展相适应,充分体现教材的适用性、科学性、系统性和新颖性,使教材内容具有以下两个特点:

(1)围绕一个核心——育人目标。根据教育规律和课程设置特点,从提高学生分析问题、解决问题的能力入手,教材附有课程设置指导,并于章后附有复习指导及形式多样的思考题等,提高教材的可读性,增加学生学习兴趣和自学能力,提升学生科技素养和人文素养。

(2)突出一个环节——实践环节。教材出版突出应用性学科的特点,注重理论与生产实践的结合,有针对性地设置教材内容,增加实践、实验内容。

教材出版是教育发展中的重要组成部分,为出版高质量的教材,出版社严格甄选作者,组织专家评审,并对出版全过程进行过程跟踪,及时了解教材编写进度、编写质量,力求做到作者权威,编辑专业,审读严格,精品出版。我们愿与院校一起,共同探讨、完善教材出版,不断推出精品教材,以适应我国高等教育的发展要求。

中国纺织出版社
教材出版中心

20 世纪末至 21 世纪初,轻化工行业在高速发展的同时,环境保护的问题越来越突出,成为制约我国轻化工发展的关键因素。应该说,当前轻化工行业面临着前所未有的“三大挑战”,即:轻化工污染日趋严重、单纯的终端处理难以运行以及西方发达国家设置的种种“绿色壁垒”。因此,解决轻化工行业的环境污染问题,实现轻化工产品的生态制造,已经成为整个行业不可避免的重大课题。对轻化工程专业的在校大学生进行清洁生产教育,给他们灌输绿色化学的基本思想和清洁生产的理念,对于改变我国轻化工行业的落后面貌,加速我国轻化工行业清洁生产的进程,振兴轻化工行业,具有十分重要的意义。

1998 年教育部颁布的新专业目录中,轻化工程专业涵盖了原皮革工程、制浆造纸工程和染整工程专业。为了适应时代发展的需要和新的教学计划的要求,各相关高校的轻化工程专业将相继开设“轻化工清洁生产技术”这门课程。经 2005 年 9 月轻化工与食品学科教学指导委员会轻化工程专业教学指导分委员会会议讨论通过,组织编写一本适合于轻化工程专业选用的特色教材。《轻化工清洁生产技术》就是在这样的背景下组织编写的。

编写这部“十一五”部委级规划教材,涉及专业多、知识面广、信息量大,是一项极其艰巨而又光荣的任务,编写小组的全体成员对此高度重视。为了保证教材质量,我们确定了“知识新颖、内容全面、叙述集中、实用性强”的编写原则,确定教材要充分体现专业性、启发性和前瞻性。编写组成员认真参考和借鉴了现有的高等学校轻化工程专业的教材和有关学术专著,结合编写组成员二十多年的丰富科研、教学和生产实践经验,集中地反映了近十年来国内外轻化工清洁生产技术的状况,使学生通过本教材的学习,能够全面而系统地掌握轻化工清洁生产技术,了解轻化工清洁生产技术的最新研究进展。在教材的编写过程中,我们还十分注意激发学生对于多学科交叉的探索热情,以培养学生的创新思维。

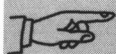
全书共分为六章,由四川大学轻纺与食品学院生物质与皮革工程系、四川大学皮革化学与工程教育部重点实验室但卫华教授任主编,四川大学轻纺与食品学院生物质与皮革工程系、四川大学皮革化学与工程教育部重点实验室王坤余教授任副主编,山东轻工业学院的付丽红教授、四川大学轻纺与食品学院的施亦东副教授、湖南科技职业学院的王慧桂副教授任委员。第一章和第三章由但卫华编写,第二章由王慧桂编写,第四章由王坤余编写,第五章由付丽红编写,第六章由施亦东编写,全书由但卫华审校。为了帮助学生更好地了解、掌握书中的基本内容,在每章的最后附有复习指导和复习思考题,并在书后附有复习思考题参考答案。

在本书的编写过程中,得到四川大学轻纺与食品学院生物质与皮革工程系、四川大学皮革化学与工程教育部重点实验室的大力支持,在此表示衷心的感谢!但年华硕士和林海硕士提供了一些资料并参与了部分书稿的打印和校对工作,在此一并表示感谢!

由于作者才疏学浅,书中疏漏、错误之处在所难免,望读者批评指正。

但卫华

2007年7月于四川大学



课程设置指导

课程名称 轻化工清洁生产技术

适用专业 轻化工程专业

总学时 48

理论教学课时数 36

实践教学课时数 12

课程性质 本课程是轻化工程的专业课。

课程目的

- 1.了解轻化工清洁生产的基本概念、基本内容和基本知识,明确轻化工清洁生产的重要意义。
- 2.掌握轻化工清洁生产审计的一般程序和方法。
- 3.掌握制革工业、制浆造纸工业以及纺织染整工业清洁生产技术,了解制革工业固体废弃物资源化的方法。
- 4.了解轻化工清洁生产技术的最新研究进展以及发展趋势。

课程教学基本要求

教学环节包括课堂教学、实践教学、作业和考试。通过各教学环节,重点培养学生对轻化工清洁生产的理论知识的理解和应用能力。

1.课堂教学:在讲授基本概念和主要知识点的基础上,采用启发、引导的方式进行教学,搜集轻化工行业的大量清洁生产实例进行讲解,并介绍轻化工行业清洁生产的最新研究进展和发展趋势。

2.实践教学:本课程为现场教学,安排学生到轻化工企业参观学习,通过现场讲解轻化工清洁生产的全过程,提高学生理论联系实际的能力。

3.作业:每章布置一定数量的复习思考题,尽量涉及各章的知识点。

4.考试:期末安排一次考试,对教学效果进行全面考核。考试形式可以根据情况采用开卷、闭卷笔试方式,主要题型一般包括专业术语解释、填空题、判断题、简答题、改错题及论述题等。

教学学时分配

章 目	讲 授 内 容	学时分配
第一章	轻化工清洁生产概论	6
第二章	轻化工清洁生产审计	4
第三章	制革清洁生产技术	10
第四章	制革副废物的资源化利用	8
第五章	造纸工业清洁生产技术	10
第六章	纺织染整工业清洁生产技术	10
合 计		48

第一章 轻化工清洁生产概论	1
第一节 清洁生产的基本概念	3
一、清洁生产的定义	3
二、清洁生产的特征	4
三、实施清洁生产的重大意义	5
第二节 清洁生产与轻化工的可持续发展	6
一、可持续发展的基本概念	6
二、轻化工清洁生产与可持续发展	7
第三节 清洁生产的目标及其主要内容	10
一、清洁生产的目标	10
二、清洁生产的主要内容	10
第四节 清洁生产的基本对策	13
一、明确目标,锁定“无害化”和“生态化”	13
二、更新观念,重点实现“三个转变”	15
三、研究开发和积极推广应用清洁生产技术	16
四、限制有毒、有害化学品的生产和使用	17
五、实施节水工程	17
六、废水的资源化	17
七、固体废物的资源化	17
八、开展企业清洁生产审计	18
复习指导	18
复习思考题	18
参考文献	18
第二章 轻化工清洁生产审计	20
第一节 筹划和组织	21
一、获得企业领导的支持和参与	21
二、建立清洁生产审计队伍	21
三、制定审计工作计划	22
四、宣传、动员和培训	23

第二节 预评估	25
一、资料收集	25
二、现场调查	26
三、绘制生产工艺流程图	27
四、评价产污、排污状况	27
五、确定审计重点	27
六、设置清洁生产目标	29
七、提出和实施无/低费方案	30
第三节 评估	31
一、编制审计重点工艺流程图	31
二、确定输入、输出物流	32
三、建立物料平衡	33
四、分析废弃物产生原因	35
五、继续提出和实施无/低费方案	36
第四节 方案的产生和筛选	36
一、方案的产生	36
二、方案的分类和汇总	37
三、方案的筛选	38
四、方案的研制	40
五、继续提出和实施无/低费方案	41
六、编写清洁生产中期审计报告	42
第五节 可行性分析	42
一、进行市场调查	42
二、技术可行性分析	43
三、环境可行性分析	43
四、经济可行性分析	43
五、推荐可实施方案	46
第六节 方案的实施	46
一、组织方案实施	46
二、汇总已实施的无/低费方案的成果	48
三、评价已实施的中/高费方案的成果	48
四、分析总结已实施方案对企业的影响	48
第七节 持续清洁生产	49
一、建立和完善清洁生产组织	49
二、建立和完善清洁生产管理制度	50

三、制定持续清洁生产计划	51
四、编制清洁生产审计报告	51
复习指导	51
复习思考题	52
参考文献	52
第三章 制革清洁生产技术	53
第一节 概述	53
第二节 制革工艺及实例	55
一、制革工艺	55
二、制革工艺实例	60
第三节 制革清洁生产技术	61
一、原料皮保藏的清洁生产技术	61
二、浸水清洁技术	64
三、脱脂清洁技术	65
四、脱毛清洁技术	66
五、脱灰清洁技术	76
六、浸酸清洁技术	78
七、鞣制清洁技术	79
第四节 制革清洁生产技术的最新研究进展	102
一、超声波在制革中的应用	102
二、超临界流体技术在制革中的应用	103
三、基于生物酶制剂的制革生物技术	105
四、纳米材料和技术在制革中的应用	105
五、微胶囊技术在制革中的应用	106
复习指导	108
复习思考题	108
参考文献	108
第四章 制革副废物的资源化利用	114
第一节 制革副废物的分类及产量	114
一、制革副废物的分类	114
二、制革副废物的产量	114
第二节 制革副废物的基本用途	115
一、毛的利用	115
二、肉渣的利用	116

三、原料皮块和碱(灰)皮边角料的利用	116
四、含铬副废物的初级利用	119
第三节 制革副废物中铬的回收原理及方法	121
一、脱铬原理	121
二、铬鞣革脱铬的方法	122
第四节 提取胶原蛋白的原理及方法	124
一、酸法提取	124
二、碱法提取	125
三、酶法提取	128
第五节 胶原蛋白的性质及其用途	132
一、胶原的种类	133
二、胶原蛋白的结构和性质	133
三、胶原蛋白及多肽的应用	135
第六节 功能性材料的开发及最新研究进展	138
一、皮革化工材料	138
二、可食用类材料	144
三、生物医学材料	145
复习指导	147
复习思考题	147
参考文献	147
 第五章 造纸工业清洁生产技术	153
第一节 概述	153
第二节 制浆造纸原理及生产过程	154
一、制浆原理及生产过程	154
二、造纸原理及生产过程	188
第三节 制浆造纸的主要污染及其对环境的影响	195
一、废水主要来源	195
二、造纸工业的大气污染	200
三、固体废弃物	201
第四节 制浆造纸清洁生产技术	202
一、清洁化制浆技术	203
二、清洁化漂白技术	211
三、原浆纤维的酶改性	217
四、高浓成形技术	218
五、造纸系统白水封闭与循环利用	218

六、生物技术改良废纸性能	218
七、酶促脱墨	219
八、树脂沉淀的生物控制	219
第五节 制浆造纸清洁生产技术的最新研究进展	220
一、采用生物技术培植植物纤维原料	220
二、生物法制浆	221
三、深度脱木素技术	221
四、高得率浆	221
五、漂白废水的多相光催化氧化技术	221
六、酶促脱墨	222
七、酶改性纤维	222
八、黑液的生物处理	223
九、膜分离技术处理草浆黑液	223
复习指导	223
复习思考题	223
参考文献	224
 第六章 纺织染整工业清洁生产技术	 226
第一节 概述	226
第二节 纺织品染整工艺概况	227
一、棉及其混纺产品的染整工艺过程	227
二、毛纺产品的染整工艺过程	228
三、丝绸产品的染整工艺过程	229
四、麻纺产品的染整工艺过程	230
第三节 纺织染整中的主要污染源及其对环境的影响	231
一、染整加工中的主要污染物	231
二、染整废水的特征	233
第四节 纺织染整清洁生产技术	234
一、环保型染料和环保型印染助剂	234
二、采用生物技术的染整清洁生产技术	242
三、高效短流程前处理工艺的清洁化	247
四、染色过程的清洁生产技术	251
五、印花清洁生产技术	257
六、涂料印染清洁生产技术	260
七、回收回用工艺	264

第五节 新型加工技术在染整清洁生产中的应用	267
一、超声波的应用	267
二、低温等离子体处理技术	270
三、超临界 CO ₂ 染色技术	274
四、电化学染色	276
复习指导	277
复习思考题	278
参考文献	278
复习思考题参考答案	281

第一章 轻化工清洁生产概论

20 世纪是科学技术快速进步、社会生产力高速发展的世纪。我们也应该清醒地看到,在 20 世纪,人类为了竭力满足迅速增长的人口对物质日益增长的需求,导致严重的环境污染和生态不平衡。全球环境遭受着温室效应、酸雨、森林减少(或称热带雨林减少)、臭氧层空洞、水土流失和沙漠化、生物多样性锐减、人口膨胀以及城市化所造成的一系列问题。现实表明,人类与自然的矛盾日趋尖锐,严重阻碍了人类社会的发展和进步,威胁着人类自身的生存。

1987 年,以挪威首相布伦特兰夫人为首的世界环境与发展委员会(WCED)向联合国大会提交了一份题为《我们共同的未来》(Our Common Future)的报告。该报告分为“共同的问题”、“共同的挑战”和“共同的努力”三大部分。报告认为人类的失败是“发展”的失败和“人类环境管理”的失败。报告提出了“从一个地球到一个世界”的总观点,认为全世界面临着共同的问题,各国必须迎接共同的挑战,承担共同的任务,采取共同的行动,“对未来的希望取决于现在就开始管理环境资源,以保证持续的人类进步和人类生存的决定性的政治行动”。报告向全人类严肃地宣布:“现在是保证使今世和后代得以持续生存的决策的时候了。我们没有提出一些行动的详细蓝图,而是指出一条道路,根据这条道路,世界人民可以扩大他们的合作领域。”这条道路就是可持续发展的道路。

在上述背景下,1992 年联合国环境与发展大会(UNCED)在巴西里约热内卢召开,共有 183 个国家和地区的代表团和 70 个国际组织的代表出席了会议,102 位国家元首或政府首脑到会讲话。巴西会议通过了《里约环境与发展宣言》(地球宪章)和《21 世纪议程》,并签署了《森林问题原则声明》和《气候变化公约》。巴西会议明确了“可持续发展战略”并被各国普遍接受,指出可持续发展就是“人类应享有以与自然相和谐的方式过健康而富有生产成果的生活的权利”,并“公平地满足今世后代在发展与环境方面的需要”,即:可持续发展是既满足当代人的需求又不危及后代人满足其需求的发展。这一概念的两个基本内涵已经为人们普遍接受,一是可持续发展强调发展,二是这种发展必须兼顾自然、社会、生态、经济等各个系统之间的平衡。这次会议标志着人类对环境问题的认识上升到了一个全新的高度,找到了解决环境问题的可行途径,被认为是一次意义极为深远的世界性会议。

1995 年,多个国家共同签署了《荒漠化公约》。其后,联合国成立了可持续发展委员会(CSD),于 1997 年召开环境与发展的特别联大会议。1998 年 5 月,第五次国际清洁生产高级研讨会在韩国召开,此次会议发表了《国际清洁化生产宣言》,该宣言的主要目的是提高决策者对清洁生产战略的理解,增强在所有国家中更大力度和更广泛地采用清洁生产技术的认识。这次会议揭开了清洁生产活动的新篇章,它郑重地对子孙后代承诺:创造一个更加清洁和更加令人愉快的未来环境。清洁生产是一个复杂的系统工程,涉及企业的内部组织结构、生产技术、管理

技术、人员素质、产品寿命周期和工艺过程等诸多因素。清洁生产不仅强调环境保护,而且也强调资源与能源的优化利用以及对劳动者良好的劳动保护,从某种意义上说,清洁生产是实现人类可持续发展的唯一途径。

我国是一个发展中国家,发展社会生产力是全社会追求的主要目标,也是每一个社会成员的历史责任。在这种历史条件下,我们所要肩负的是发展经济和保护环境的双重任务。从长远观点来看,环境保护将始终是我国实施可持续发展的重要内容。然而,我们必须清醒地认识到,在我国,环境污染问题是十分严重的。根据 1994 年我国环境状况公报(不包括乡镇企业),全国废气排放量 11.4 万亿立方米,SO₂ 排放量达 1 825 万吨,全国普遍存在酸雨的污染问题。在全国七大水系和内陆河流水质评价的 110 个重点河流中,属于四五类标准的已占 39%。工业固体废弃物一年产生 6.2 亿吨,历年累计堆积量已达 64.6 亿吨,堆存占地约 5.6 亿平方米。全国草原退化、沙化、盐碱化发展趋势很快,严重退化面积 9 000 多亿平方米,占可利用草场面积的 1/3 以上。每年由于污染造成的经济损失在 100 亿元人民币以上。根据 2002 年《中华人民共和国年鉴》和 2000 年《全国环境统计公报》,我国工业、生活及其他污染物的排放情况可参见表 1-1~表 1-3。

表 1-1 我国工业废水及生活废水排放情况(2001 年)

单位:万吨

分 类	工业废水		生活废水	
	水量	COD ^① 排放总量	水量	COD 排放总量
排放总量	2 007 000	607.5	2 277 000	799

①COD 即化学需氧量。

表 1-2 我国废气排放情况(2001 年)

单位:亿立方米

分 类	工业废气		生活废气		
	二氧化碳	烟尘	粉尘	二氧化硫	烟尘
排放总量	1 566.6	841.2	990.6	381.2	217.9

表 1-3 我国固体废弃物排放情况(2001 年)

单位:万吨

工业固体废弃物	产出总量	887 000
	排放总量	2 893.8
城市垃圾、粪便	清运量	13 827
	无害化处理量	7 661

我国工业污染所存在的问题主要表现为:资源开采不合理,资源利用率低且浪费严重,生产工艺落后。就产业而言,其主要问题在于工艺落后,原料转化率低。我国有色金属工业是以品位很低的矿产资源为原料进行生产的,年生产有色金属约 400 万吨,但以尾矿、废渣为主的固体废弃物为 6 000 吨。以纺织工业为例,我国纱、布、呢绒、化纤和服装等产品的生产量均居世界第一位,但主要以中低档产品为主,特别是染整工艺(印花、染色、整理)落后,

新鲜用水量在各行业中属前列,而水的回收利用率仅为7%。染整废水污染严重,COD高达1 200~1 600mg/L。目前,染整废水的污染问题,已经成为制约整个行业发展的重要因素。尽管我国已成为名符其实的世界皮革工业中心,成为世界皮革大国,但皮革工业的污染问题严重制约了我国皮革工业的发展。据统计,全行业每年产生固体废弃物300万吨(其中制革工业140万吨)。

轻化工业是关乎国计民生的重要行业,在国民经济中占据重要地位。然而,相对来说,轻化工业又是一个对环境污染较为严重的行业,其中,造纸、制革和纺织染整三个行业的污染问题尤为突出。大量事实表明,环境污染问题已经成为制约我国轻化工业发展的重要因素。不解决轻化工业的环境污染问题,轻化工业就无法实现可持续发展,整个轻化工业将无法继续生存下去。而要解决轻化工业的环境污染问题,唯一的出路就是研究开发轻化工清洁生产技术、实现轻化工清洁生产。

本章着重介绍清洁生产的基本概念,论述清洁生产与轻化工可持续发展之间的关系,在此基础上,提出轻化工业清洁生产的目标、主要内容以及实现轻化工清洁生产的基本对策。

第一节 清洁生产的基本概念

一、清洁生产的定义

在过去很长一段时期内,人类极力追求速度工业化社会,使工业不断发展,对工业发展给环境带来的影响和危害缺乏认识或者认识不足。随着人口数量的急剧增加,工业不断发展,造成资源的过度消耗和环境的严重污染,使得资源、人口和环境成为当今人类社会所面临的三大问题。

20世纪70年代初,联合国曾在瑞典首都斯德哥尔摩召开了历史上首次研讨保护人类环境的会议。在这次会议上提出了“人类只有一个地球”的口号,标志着人类对环境问题的觉醒。从那时起,发达国家的一些企业相继尝试运用如“污染预防”、“废物最小化”、“减废技术”、“源削减”、“零排放技术”、“零废物生产”和“环境友好技术”等方法 and 措施,来提高资源利用率、削减污染物,以减轻对环境和人类的危害。这些活动获得了良好的生态效益、环境效益和经济效益,增强了人们通过革新工艺和产品对于减少环境污染、提高资源利用率的信心。

在总结世界各地工业污染防治理论和实践的基础上,联合国环境规划署(UNEP)于1989年首次提出了清洁生产的定义,指出:“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环境的风险。”“对生产过程而言,清洁生产包括节约原材料和能源,淘汰有毒原材料并在全部排放物和废弃物离开生产过程之前减少它们的数量和毒性。”“对产品而言,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。”“对服务而言,要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中”^[1-3]。必须明确的是,清洁生产不包括末端治理技术,如空气污染控制、废水处理、固体废弃物焚烧或填埋,它必须依靠应用专门技术、改进工艺和管理态度来实现。这就告诉人们:末端处