

造纸工业 清洁生产 · 环境保护 · 循环利用

杨淑蕙 刘秋娟 主编



化学工业出版社

TS75
6

造纸工业 清洁生产 · 环境保护 · 循环利用

杨淑蕙 刘秋娟 主编



111051575 河南工业大学



化学工业出版社

· 北京 ·

造纸工业是国民经济的支柱产业之一，同时造纸工业也是造成环境污染的重要污染源。进入 21 世纪以来，造纸工业规模和产量均大幅度增长，所面临的可持续发展问题也日益突出。本书从造纸原料入手，系统介绍了化学法制浆及其废液处理、环保型制浆技术以及造纸工业废水、废气、废渣的处理与利用。探讨了造纸工业清洁生产、环境保护与循环利用。

本书可供造纸、环境工程等专业科研技术人员使用，也可供大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

造纸工业清洁生产·环境保护·循环利用/杨淑蕙，
刘秋娟主编. —北京：化学工业出版社，2007.7
ISBN 978-7-122-00411-6

I. 造… II. ①杨…②刘… III. ①造纸-生产工艺-无
污染技术-研究②造纸工业-环境保护-研究③造纸工业-
废物综合利用-研究 IV. TS75 X793

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 070518 号

责任编辑：王秀鸾，徐 蔓
责任校对：吴 静

文字编辑：汲永臻
装帧设计：张 辉

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）
印 刷：北京市振南印刷有限责任公司
装 订：三河市宇新装订厂
720mm×1000mm 1/16 印张 16 字数 292 千字 2007 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899
网 址：<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：36.00 元

版权所有 违者必究

前言

中国是纸的故乡，自公元 105 年造纸术的出现到现在已经整整两千多年。纸的发明是我们祖先对人类历史的伟大贡献，极大地改变了人类文明史的进程。随着科学技术的进步，今天的造纸工业不能同当年的造纸术同日而语。现代化的造纸工业已不是小作坊式的工业，在高科技的支持下，已成为技术、资金高度密集的大工业体系。从工业规模来说，它已从年产几吨、几十吨的小厂发展到现在年产上百万吨大型、特大型企业。纸的品种也由单纯的几种文化用纸发展到今天上千个品种，它涉及文化、生活、工农业技术、国防、航天航空诸多领域，纸产品不单是人们日常生活物质、文化的消费品，它也是工业的原材料。

我国现代造纸工业基础过去非常薄弱，在 1949 年建国之初，全国造纸工业总产量仅 10.8 万吨。经过五十多年的发展，特别是改革开放的二十多年间，纸和纸板的总产量到 2006 年年底达 5600 万吨，居世界第二位，取得了长足的进步。当然我们也清醒地看到，由于我国国民经济的高速发展，其产量还不能完全满足社会需求。以 2006 年为例，虽然纸和纸板的总产量达 5600 万吨，但消费总量则为 5930 万吨，有 330 万吨的缺口需要靠进口补充。人均年消费量虽已增长至 45 公斤，但也低于世界人均消费水平。其次，我国造纸工业的发展过程由于各种历史原因和原料结构，导致企业数目庞大，企业平均产量不高，多数企业装备管理水平落后，对环境的污染严重，效益低下。再者，我国属于森林资源匮乏的国家，森林覆盖率仅居世界第 130 位，用于制浆造纸的木材量少，在一定程度上制约着造纸工业的发展。尽管如此，通过造纸工作者的不断努力，我国造纸工业仍然随着国民经济发展而同步发展。随着科学技术不断进步，建立一个可持续发展和环境友好型的造纸工业是指日可待的。

本书就造纸工业的清洁生产、环境保护和循环利用进行初步探讨，希望能对从事造纸工业的环保工作者和造纸工作者提供一些参考，使之成为引玉之砖。由于作者的水平，加之各位作者撰写风格不同，虽经整合，但书中不足和纰漏在所难免，望读者不吝赐教。

编 者

2007 年于天津

080430106

目录

CONTENTS

第一章 制浆造纸工业污染控制和环境保护概述 1

第一节 制浆造纸工业对环境的影响	1
一、废水	2
二、废气	3
三、固体废弃物	3
第二节 清洁生产和污染控制	4
一、清洁生产的概念	4
二、新清洁生产工具	5
三、制浆造纸工业的污染控制	6
第三节 我国造纸工业对环境的影响	6
第四节 我国制浆造纸工业清洁生产和污染防治对策	7
一、清洁生产研发方向	8
二、污染防治对策	9
三、清洁生产工具的应用	10

第二章 植物纤维原料 12

第一节 制浆造纸工业的纤维原料	12
一、植物纤维原料的分类	12
二、植物纤维原料的化学组成	13
三、植物纤维原料的组织结构及纤维特征	20
第二节 非木材原料环保型干湿法备料	26
一、干法备料	26
二、全湿法备料	26
三、干湿结合法备料	27

第三章 化学法制浆及其废液处理 28

第一节 制浆概述	28
一、制浆与纸浆	28

二、制浆方法的种类和纸浆品种	28
第二节 碱法制浆	29
一、碱法制浆概述	29
二、蒸煮原理	31
三、碱法制浆的蒸煮技术和方法	34
第三节 清洁制浆新技术——深度脱木素	38
一、添加萘醌类助剂的蒸煮技术	38
二、低污染深度脱木素蒸煮新工艺——低硬度纸浆的蒸煮技术	38
第四节 碱法制浆废液的处理——热能和化学药品的回收	
利用	41
一、废液的间接蒸发	43
二、黑液的燃烧	44
三、绿液苛化	47
四、白泥回收	47
第五节 亚硫酸盐法制浆及红液综合利用	48
一、亚硫酸盐法制浆	48
二、蒸煮废液的回收及综合利用	50

第四章 纸浆的洗涤、筛选及低污染漂白技术—————53

第一节 纸浆的洗涤和筛选	53
一、纸浆的洗涤	53
二、纸浆的筛选与净化	55
三、纸浆的浓缩与贮存	59
第二节 纸浆的低污染漂白技术	60
一、纸浆的漂白	60
二、低污染漂白技术	63

第五章 环保型制浆技术—————67

第一节 漂白硫酸盐浆厂清洁生产思考和技术	67
一、制浆过程的清洁生产技术	67
二、封闭循环	70
三、污冷凝水的处理和利用	75
四、非工艺元素氯和钾的去除	77
第二节 高得率制浆	81
一、概述	81

二、磨石磨木浆	82
三、盘磨机械浆	82
四、预热机械浆	83
五、半化学浆和化学机械浆	84
六、化学预热机械浆	85
七、预热机械浆的热能回收与利用	86
八、碱性过氧化氢化学机械浆	86
九、废水零排放和少量排放的机械浆厂和化学机械浆厂示例	88
第三节 废纸的利用	91
一、废纸的利用	91
二、废纸制浆	92
三、废纸脱墨	94
四、废纸制浆流程	95
第四节 溶剂法制浆	96
一、有机溶剂制浆技术发展概况	96
二、Alcell 法 (乙醇+水) 有机溶剂制浆副产品的回收	97

第六章 造纸工程及纸机白水的回收与封闭循环 98

第一节 造纸工程概述	98
一、纸张的性能	98
二、纸张的分类及用途	100
三、纸张的生产方法、流程和造纸设备	101
第二节 纸料的准备	103
一、打浆	103
二、纸料的调制	104
三、造纸化学助剂	107
第三节 纸料的流送与纸张的成形	108
一、造纸前纸料的处理	108
二、纸料的流送	109
三、纸幅的成形与脱水	110
第四节 湿纸幅的压榨、干燥和整选	113
一、湿纸幅的压榨	113
二、纸张的干燥	115
三、烘缸干燥部的再循环供汽系统及节能通风系统	118
四、纸幅的压光与卷取	121
五、纸张的整选	122

第五节 加工纸和非植物纤维纸	125
一、加工纸概述	125
二、非植物纤维纸	127
第六节 纸机白水回收及白水封闭循环	127
一、白水的循环方式	128
二、白水的特性	130
三、白水回用潜在的问题	131
四、白水回用的原则	133
五、白水回用工艺方案的确定	133
六、白水回收利用和处理技术	134

第七章 制浆造纸工业废水的厂外处理 149

第一节 制浆造纸工业废水的常用检测项目	149
第二节 制浆造纸工业废水废液的来源及其特征	152
一、蒸煮废液和废水	153
二、纸浆洗涤筛选工段废水	154
三、漂白工段废水	154
四、造纸废水	156
第三节 制浆造纸工业废水的厂外处理	157
一、制浆造纸工业废水厂外处理的原则	157
二、废水处理的方法及其选择	158
三、制浆造纸工业综合废水的处理	161

第八章 造纸工业的大气污染与防治 165

第一节 硫酸盐法制浆的大气污染与防治	165
一、概述	165
二、硫酸盐法蒸煮过程中大气污染的产生与防治	169
三、纸浆洗涤过程中大气污染的产生及其防治	171
四、碱回收系统大气污染的产生与控制	172
五、污冷凝水气(汽)提系统排气	178
六、气态污染物(臭气)的收集、输送与处理	178
第二节 亚硫酸盐法制浆的大气污染及其控制	180
一、亚硫酸盐法制浆的大气污染	180
二、亚硫酸盐法制浆大气污染控制	181
第三节 制浆造纸厂其他废气的污染防治	181

一、机械法制浆过程中大气污染物的产生	181
二、纸浆漂白系统大气污染的产生与防治	182
三、抄纸车间排气	183
四、废水处理排气及大气污染控制	183
五、动力锅炉排气及其大气污染控制	184
第四节 造纸厂粉尘治理技术	185
一、除尘设备的原理及特性	185
二、除尘设备的比较和选择	194

第九章 废渣的处理和利用————— 196

第一节 废渣的来源及其危害	196
第二节 废渣的一般处理	199
一、概述	199
二、污泥调理	201
三、污泥的浓缩	202
四、机械脱水	203
五、废渣的干燥	205
六、废渣的焚烧	207
七、废渣的热解	214
八、有毒有害废渣的固化与化学处理	214
第三节 废渣的综合利用	215
一、废渣的农业利用	216
二、废渣用作燃料	217
三、废渣中 useful 物质的回收	217
四、废渣生产建筑材料	219
第四节 废渣的处置	220
一、陆地处置	220
二、海洋处置	222

第十章 造纸术与 21 世纪世界和我国制浆造纸工业的发展————— 223

第一节 造纸术	223
一、中国造纸术的发明	223
二、中国历史上对蔡伦发明造纸术的两次误解	225
三、中国造纸术的传播及对人类文明的伟大贡献	229
第二节 21 世纪世界和我国制浆造纸工业的发展	236

一、21 世纪世界和我国制浆造纸工业发展的预测	236
二、网络技术与现代制浆造纸工业	238
三、环保型清洁制浆造纸新技术	240

参考文献	244
------------	-----

第一章

制浆造纸工业污染控制和环境保护概述

制浆造纸工业主要以植物纤维和废纸为原料,使用的是可再生资源,在循环经济中的现代化的造纸工业,不再是污染环境的,而是环境友好型、可持续发展的行业。然而,这并不等于它没有任何环境影响。例如,造纸原料的种植、管理、收割与运输等,都可能扰乱当地生态系统和生物繁殖。如何将造纸工业对环境的不利影响降低到最小,是本书将探讨的问题。

第一节 制浆造纸工业对环境的影响

制浆造纸工业的主要环境影响源于企业对资源的使用,也来自其他相关的工业。化学品的制造及农业使用的残余化学品也进入环境,一个重要的例子是制造氯和 NaOH 所采用的汞电解法,汞作为一种有毒重金属,一旦扩散,能在环境中实现生物积累,污染制浆造纸所用的汞电解化学品,最终进入造纸厂废水中,生成的污泥又是一种固体废物。

制浆过程的残余化学品以及纤维原料与化学品反应的产物,也会释放到水和空气中,或成为固体废物。此外,废水中所带有的纤维及纤维碎片,既会影响接受水体的清晰度,又会沉积于水底。废水中溶解物会改变接受水体的颜色,有碍于光的通过,从而影响到水生生物的生存环境。其他溶解物也对水生动物有毒性,硫酸盐法制浆释放的臭气或有毒物质则会严重影响空气的质量。

制浆造纸需要电能和热能,采用清洁技术,可用再生燃料(制浆废液)作为能源。纤维原料残渣和树皮也可用作燃料,不过对大多数厂家而言,因缺乏必要的设备而没有付诸实施,仍依靠外购电力,并以燃煤(常常是低质煤)锅炉生产所需的热能。采用锅炉供热,对环境影响很大,因为每生产 1 吨成品纸需要约 1 吨煤;煤的燃烧,又会相应生成大量 CO_2 (导致温室效应的主要气体)、灰尘、煤灰和煤渣。机械制浆和二次纤维制浆也消耗相当多的电能,这类工厂使用内部生物燃料的可能性一般比较有限。矿物燃料及其发电也是林业和运输业的主要能源。

表 1-1 列出制浆造纸过程中使用资源的一些主要数据。由于生产不同的

纸, 利用资源的情况有很大差异, 因此, 有些平均值的变化幅度较大。

有必要指出, 一个化学浆厂若拥有蒸煮废液及纤维原料残渣的回收系统, 完全能够做到动力及燃料自给自足, 这对建立浆纸综合厂是有利的, 因为这样就可以利用制浆的多余能量, 供造纸使用。

表 1-1 各种制浆造纸工艺的资源消耗

工 艺 类 型	纤维原料 用量/(t/t)	能 耗		化学品消耗 /(kg/t)	用水量 /(m ³ /t)
		电耗/(kW·h/t)	燃料/(GJ/t)		
机械制浆	0.950	2500	4~6	0	5
化学品预处理热磨法制浆(CTMP)	1.000	1500~3000	4~6	50	5
化学制浆法 ^①					
未漂化学浆	1.900	700	1.5	15	15
漂白化学浆	2.100	850	2	50~100	45
回收纤维制浆					
本色纸	1.100	500	4~6	10	2
脱墨纸	1.200	700	4~6	50	10
造纸	—	500~1200	4~10	10	15

① 指有化学品回收系统。

制浆造纸厂用水量大, 排出大量废水, 同时也排出大量带有异味的废气(如挥发性有机物和 CO₂ 等); 另外, 制浆造纸生产过程还会有废渣产生。

一、废水

制浆造纸的废水排放取决于所用工艺和操作情况。对不同工艺所排废水, 有关单位及院校都已做过很多系统研究, 其化学与生物性质虽不尽相同, 但所有制浆过程, 包括化学品回收过程, 都排放来源于纤维原料的有机物、氮和磷化合物。排放的有机化合物会在接收水体因生物降解而耗氧, 因此, 所带来的环境影响也随水体性质的不同而不同。

最大的有机污染负荷来自硫酸盐法或亚硫酸盐法浆的制浆废液, 这些蒸煮废液一般均具有较高的热值, 而且又含有大量可回收的化学品, 因此蒸煮废液通常均经过回收系统, 既作燃料使用, 又使化学品得以回用。但是, 在以非木材纤维为原料的小型制浆厂, 这种黑渣处理方法没有得到普遍采用, 这是由于缺乏用于小型浆厂的经济有效的化学品回收系统, 以及行之有效的除硅技术。因而, 废液常常未经处理就排放, 造成极严重的环境影响。

化学制浆厂漂白工段废水的有机化合物含量比蒸煮废液的要少得多, 但漂白所用的含氯化合物, 特别是氯及次氯酸盐, 又会产生特殊的环境问题。众所周知, 漂白过程用氯量过高, 会导致有毒多氯持久性有机化合物的形成, 这类化合物能在生物体实现生物积累。典型化合物有多氯苯酚和二噁英, 如果改用其他漂白剂取代氯, 就不会产生这两类物质。在过去 20 年间,

研究人员在这方面进行了大量研究工作, 已对漂白废水的复杂组成取得了一些比较全面的认识。

在化学法和机械法制浆过程中产生的废水, 还会有其他有机化合物, 如有毒树脂和脂肪酸、甾醇。废水的颜色主要来自化学浆的蒸煮及漂白所产生的高分子化合物(如木素衍生物)。颜色对接收水体的影响, 主要是减少了光的透过量。

浆厂废水中的无机组分很少会产生环境影响, 但用二氧化氯漂白所产生的氯酸盐除外。这类物质对藻类有毒, 而且对生活在藻类环境的其他生物体也有间接影响, 但通过厂外废水处理, 可以有效地去除氯酸盐。氮、磷的排放又会增加接受水体的营养水平, 导致大量生物体的生成, 耗氧量增多, 使水体富营养化。当营养平衡一旦被扰乱, 生态系统的几个层次常常会受到影响。

二、废气

制浆造纸厂的废气排放很大程度上来自燃料的燃烧。

化学制浆厂的运输车辆, 电站和碱回收炉都排放硫及氮的氧化物, 这些气体会导致大气的酸化, 对区域环境造成危害。纤维原料的加工、贮存、运输和处理, 以及所有燃烧过程都会排放挥发性有机化合物, 其中包括各种能形成对流层臭氧或低空臭氧有害的物质, 因而对农作物和植被都有直接影响。

粉尘和恶臭气体的排放, 也给制浆厂附近造成环境危害。硫酸盐浆厂的臭气来自制浆过程或碱回收系统的无机与有机硫化物, 它们有独特的令人不愉快的气味。但是通常的排放量, 尚不会对人体健康构成威胁。有些亚硫酸盐浆厂(中性和 pH 为 4.5) 也会排出挥发性有机化合物及强烈气味, 但一般都比硫酸盐法轻得多。

三、固体废弃物

制浆造纸全过程的各个环节均有固体废物生成。木材废料主要是可降解物质。生产过程中产生的有机废物, 如厂外处理的污泥, 可能在最终处置时对环境造成影响。煤灰、煤渣等其他无机废物通常是采取填埋处置的办法。

辅助设施及其他为造纸工业服务的工业也产生固体废物, 例如前面谈及的热电站和汞电解法制氯所生成的废物。在森林及农业上使用的农药, 造纸过程使用的杀菌剂和染料, 也会构成环境公害。

制浆造纸各生产过程中污染物的排放情况如图 1-1 所示。

在许多情况下, 应用清洁生产技术或提高资源利用水平, 可明显减少环

境危害。经过评估而确定最紧迫的环境问题，可以设法寻求清洁生产技术去解决。在评价环境影响时具体情况要具体分析，即每个厂所使用的原料、工艺技术及厂内外处理技术都是不同的。

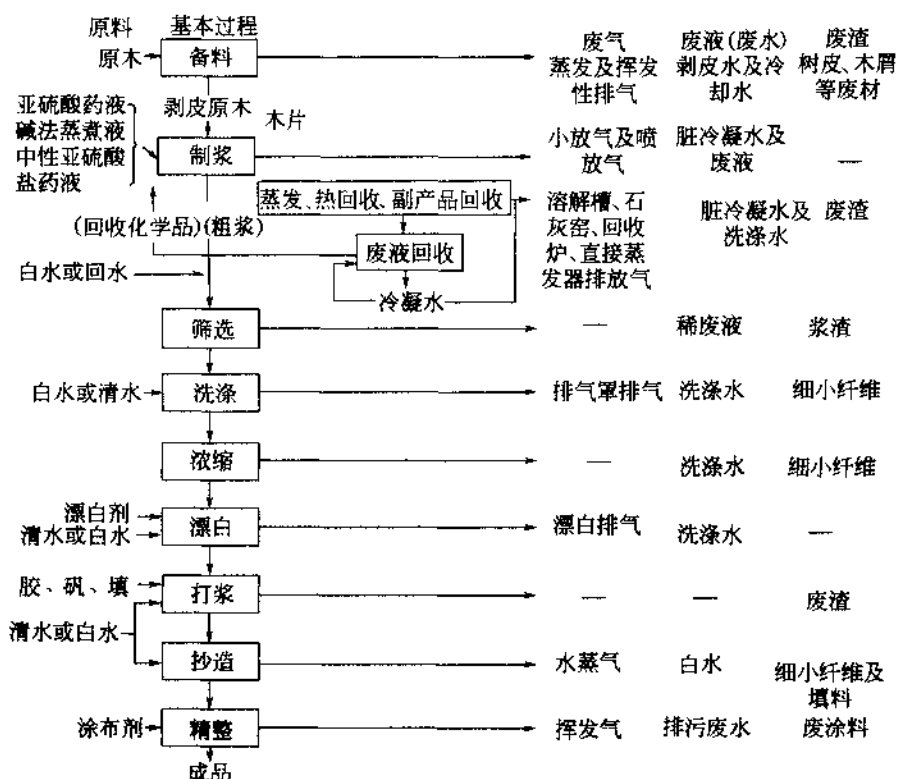


图 1-1 制浆造纸生产各过程中污染物的排放情况

第二节 清洁生产和污染控制

一、清洁生产的概念

1989 年联合国环境规划署将清洁生产概括为对产品及其生产过程持续实施综合污染预防的策略。对于生产过程，它意味着充分利用原料和能源，消除有毒物料，在各种废物排出生产过程前尽量减少其毒性和数量；对于产品，则意味着减少从原材料选取到产品使用后最终处理处置整个生命周期过程对人体健康和环境构成的影响。

清洁生产的目的是减少对人类和环境的影响与风险。贯穿在清洁生产概念的指导思想是污染预防，即在生产活动的全过程中充分利用资源能源，最大可能地削减废物或污染物的产生或排放；实现生产过程的废物减量化、资

源化和无害化。

清洁生产的概念中，两个重要的要素是“综合”与“持续”的要求。传统上单一污染问题的末端控制活动，忽略或难以顾及污染的交叉作用和跨介质转移，继续增加着环境的风险，因此需要实施综合性的对策，特别是通过生产全过程中多种源削减的综合措施，以对环境质量的改善产生更加有效的作用。

清洁生产是一个动态的过程，一方面，不能期望通过一次或几次清洁生产活动就能完成污染预防的目标；另一方面，随着科学技术的进步，工业生产水平的提高，将会出现更清洁的生产。因此这意味着清洁生产是个持续改进、永不间断的过程。

二、新清洁生产工具

1. 清洁生产公告制度

正在计划实施的清洁生产公告制度是清洁生产市场化的最重要的形式。组织（单位）自愿申请，经清洁生产审计进行整改后，由国家权威部门验收。如符合行业清洁生产要求（标准），则由国家环保总局向全国公告其为清洁生产组织，同时公告其资源消耗和排污信息。

2. 生态设计

工业上开发产品的传统决策因素包括使用功能、美学、使用方便、质量等，生态设计将环境列为与这些因素同等重要的位置。生态设计已在荷兰等国家进入研究生课程，有的产品已达到实用阶段。国外有人按生态效率改善程度由低而高的顺序，将生态设计分为4类：产品改进、产品再设计、功能革新和系统革新。

3. 生命周期分析

生命周期分析是评估产品在其全部生命周期对环境影响的一种工具，从该产品原材料的提取加工，到制造、包装营销过程，到该产品的使用、再生使用和维护，直到最终循环或在产品有用生命末端作为废物处置。

4. 环境管理会计

传统的会计系统将污染治理、废物管理、监测以及依法上缴的必要环境费用记在一般管理费账目上，因而生产部门的经理往往缺乏减降环境成本的积极性，导致总经理一级的管理人员对企业的环境成本也缺乏了解。环境管理会计（EMA）就是为了解决这一问题而提出的一种清洁生产新工具，定义为：综合考虑环境政策和经济政策，对财务信息和相关非财务信息的产生、分析和运用。

5. 产业生态学和生态产业

产业生态学是生态产业的学科基础，研究对象为自然资源从源、流到汇

的全代谢过程及其与生命支持系统的相互关系。生态产业是基于生态系统承载能力、具有高效经济过程及和谐生态功能的网络型产业。它通过两个或两个以上的生产体系或环节之间的耦合使物质或能量多级利用和高效产出。

生态产业的设计原则主要有：横向耦合、纵向闭合、区域整合、柔性结构、功能导向、软硬结合、自我调节、增加就业、人类生态和信息网络。

6. 循环经济

循环经济是包括产品生产和产品消费的整体社会循环，是物质闭环流动型经济的简称，是以物质、能量梯次使用为特征的，在环境方面表现为低排放，甚至零排放。循环经济要求以“减量化、再使用、再循环”为经济活动行为准则（称为 3R 原则）。

三、制浆造纸工业的污染控制

制浆造纸工业的污染防治可分为厂内治理和厂外治理。所谓厂内治理，是指与生产工艺过程相联系，在工艺加工过程中对所产生的污染采取减少或消除的措施。主要包括综合利用、循环套用、回收再用或工段间的处理等措施。厂内治理措施一般可以有一定的经济效益，如回收能源、原料、化工材料、节水等。即使没有显著经济效益，由于在污染发生的工序及时就近处理，也是比较经济的。这也是瑞典、美国等发达国家仍在强调厂内治理的主要原因。

厂外治理是指生产过程所产生的污染，经过工艺过程综合利用、循环套用、回收再用或处理后的剩余部分，在工厂排放口排放以前所采取的治理措施。

第三节 我国造纸工业对环境的影响

我国是国际上公认的清洁生产搞得最好的发展中国家，造纸行业是我国公认的清洁生产活动推行较好的行业之一，但造纸工业污染形势仍不可乐观。表 1-2 列出了我国 2002 年造纸行业废水、废气和固体废物排放及处理情况。

2002 年造纸工业用水总量为 602054 万吨，其中新鲜水量 365503 万吨，重复用水量为 236551 万吨。

我国造纸行业消耗水量很高，节水整体水平较低，与国际先进水平相比，差距较大。据《造纸产品取水定额实施指南》报告，全国浆纸综合平均每吨产品取水量接近 $200\text{m}^3/\text{t}$ ，其中化学木浆为 $190\text{m}^3/\text{t}$ ，化学草浆为 $270\text{m}^3/\text{t}$ ，纸和纸板 $70\text{m}^3/\text{t}$ 。可见，国内纸厂在节约用水方面有很大的潜力。

表 1-2 2002 年造纸行业废水、废气和固体废物排放及处理情况

项 目	数 量
汇总工业企业个数/个	4338
工业废水排放量/万 t	319303
工业废水排放达标量/万 t	269375
工业废水中污染物排放量/t	
其中:挥发酚	423.325
化学耗氧量	1639084.1
石油类	232.8
氨氮	32031.5
工业废水中污染物去除量/t	
其中:挥发酚	639.2
化学耗氧量	8384530.9
石油类	258.9
氨氮	15084.8
工业废气排放总量/ $\times 10^4 \text{ m}^3$ (标准状况下)	3316
其中:燃料燃烧废气排放量	2938
生产工艺废气排放量	378
二氧化硫去除量/t	116057
二氧化硫排放量/t	35.212
其中:燃料燃烧废气排放量	341282
生产工艺废气排放量	8930
烟尘去除量/t	2068679
烟尘排放量/t	226245
粉尘去除量/t	29459
粉尘排放量/t	13984
工业固体废物产生量/万吨	941
其中:危险废物	11.20
粉煤灰	219
炉渣	498
工业固体废物综合利用量/万吨	787
工业固体废物储存量/万吨	49
工业固体废物处置量/万吨	75
工业固体废物排放量/万吨	32

为了节约用水,国内一些制浆造纸企业从国外引进先进的制浆造纸技术和装备,包括连续蒸煮、多段逆流洗涤、全封闭热筛选、氧脱木素、高浓漂白、中段水以及抄纸车间白水的处理设备,木浆生产过程取水量已达到 $60\sim 80\text{ m}^3/\text{t}$ 浆,草浆生产过程取水量也已接近 $100\text{ m}^3/\text{t}$ 浆。

国内不少企业采用先进的白水回收装置,如采用多圆盘过滤机、超效浅层气浮净水器,新闻纸车间水循环利用率已达到 $77\%\sim 79\%$,重复利用率已达到 $92\%\sim 94\%$ 。吨纸用水 $10\sim 12\text{ m}^3$ 。江苏金东纸业的铜版纸、胶版印刷纸,宁波中华纸业的白纸板、白卡纸,苏州红叶纸业的生活用纸的吨纸用水量分别为 18 m^3 、 15 m^3 、 9 m^3 。

第四节 我国制浆造纸工业清洁生产和污染防治对策

《清洁生产促进法》从 2003 年 1 月 1 日正式实施以来,许多省市级政府