

曹邦威 编著

造纸科学与技术丛书

制浆造纸工业的 环境治理

 中国轻工业出版社

造纸科学与技术丛书

制浆造纸工业的环境治理

曹邦威 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

制浆造纸工业的环境治理/曹邦威编著. —北京: 中国轻工业出版社, 2008. 3

(造纸科学与技术丛书)

ISBN 978-7-5019-6054-5

I. 制… II. 曹… III. 造纸工业-环境治理 IV. X793

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 101896 号

中国轻工业出版社

制浆造纸工业的环境治理

曹邦威 著

责任编辑: 林 媛

策划编辑: 林 媛

责任终审: 滕炎福

封面设计: 灵思舞意 刘微 王卓

版式设计: 王超男

责任校对: 燕 杰

责任监印: 胡 兵 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京市卫顺印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2008 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 720×1000 1/16 印张: 22

字 数: 418 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-6054-5/TS·3534 定价: 45.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

60893K4X101ZBW

《造纸科学与技术丛书》编辑委员会

主 任：陈克复

副主任：张美云 詹怀宇 陈嘉川 张栋基 侯庆喜

委 员：曹邦威 陈克复 陈嘉川 陈 港 戴红旗

侯庆喜 黄菊红 林跃梅 刘秉钺 刘温霞

裴继诚 万金泉 王海毅 王孟效 詹怀宇

张美云 张栋基 周景辉

造纸工业在国家国民经济中的重要性，已明显体现在国家发展和改革委员会2007年10月发布的《造纸产业发展政策》上。我国造纸工业一直是与国民经济和社会工业发展关系密切的重要基础原材料工业，并且是推动林业、农业、化工、印刷、包装、机械制造、仪器仪表等工业发展的重要力量，是以植物纤维和废纸等为原料，可部分替代塑料、钢铁、有色金属等不可再生资源，具有可持续发展特点的重要工业。

我国造纸工业近年来的快速发展，举世瞩目。纸和纸板的生产量和消费量均居世界第二位，仅次于美国，已成为造纸大国。目前仍不能满足国内市场的需要，还需要有较大发展。但是应该看到，我国还不是造纸强国，与世

序

得知中国轻工业出版社准备编辑出版《造纸科学与技术丛书》时，我感到很振奋。20世纪90年代初，我国造纸工业正处于新的发展阶段，中国轻工业出版社就及时编辑出版了一套《制浆造纸手册》，给我国造纸工业注入急需的科技资源。现在，根据国家节能减排工作要求，我国造纸工业正在实施国务院下达的《节能减排综合性工作方案》的时候，中国轻工业出版社又及时编辑出版具有现代造纸科学技术信息的《造纸科学与技术丛书》，也同样将为我国造纸工业提供在实施节能减排工作中所需要的科学技术资源，无疑将对我国造纸工业在彻底落实科学发展观和走新型工业化道路的要求方面，在坚持循环发展、环境保护、科技创新、推进清洁生产方面具有重要作用。

我国造纸工业在国家国民经济中的重要性，已明显体现在国家发展和改革委员会2007年10月发布的《造纸产业发展政策》上。我国造纸工业一直是与国民经济和社会工业发展关系密切的重要基础原材料工业，并且是推动林业、农业、化工、印刷、包装、机械制造、仪器仪表等工业发展的重要力量，是以植物纤维和废纸等为原料，可部分替代塑料、钢铁、有色金属等不可再生资源，具有可持续发展特点的重要工业。

我国造纸工业近年来的快速发展，举世瞩目。纸和纸板的生产量和消费量均居世界第二位，仅次于美国，已成为造纸大国。目前仍不能满足国内市场的需要，还需要有较大发展。但是应该看到，我国还不是造纸强国，与世

界造纸发达国家相比,差距还很大,还存在下列一些问题:①资源利用率较低;②水耗能耗较高;③废水及污染物排放量较大,对环境造成一定污染;④国产装备的各项技术指标与国外先进装备相比还较落后,上述问题需要造纸科技工作者依靠造纸科学与技术进步同心协力来解决,同时也将促使我国造纸科学与技术的进一步的发展。

造纸是一门科技范围很广的多学科技术,除造纸科学与技术外,它还涉及到化学工程、机械工程、过程控制、生物技术、环境工程及化学品等学科技术。在造纸过程的各个领域,由于有上述学科技术应用与支持,都已经取得了显著的进步,造纸科技发展到今天,已经具备了下列的特点,即工艺越来越复杂,运行规模越来越大,运行速度越来越快,产品质量越来越高,基于环境的压力,还要求水耗、能耗要低,对实施清洁生产技术的要求更加严格,在这样的条件下,从造纸工业整体宏观系统来说,要保持造纸工业的健康发展,就更加需要现代造纸科学与技术的支持。

目前对每个造纸科技工作者的挑战是,在上述发展形势下,如何以最少的资源,以对环境友好的生产过程,生产出低成本高质量的产品。每位在造纸领域工作的科技工作者,都必须面对这样的挑战,这也就使广大造纸科技工作者迫切需要了解、学习造纸科学与技术,从造纸科学与技术中去寻找解决上述重大问题的有效途径。

事实上,要进一步推动我国造纸工业进入新的发展阶段,实现我国造纸工业的现代化,使其成为可持续发展的重要工业,需要解决下列科技问题:

1. 在大力推进林纸一体化工程方面,要建立林纸一体化工程的技术与装备创新体系,研发国产高得率制浆技术,特别是 BCTMP、APMP 和 PRC-APMP 等高得率制浆技术,不但要进行工艺技术的创新性研究,还要研发相应的装备技术。

2. 在废纸(脱墨)制浆造纸方面,要研发高效、高质、大产能的废纸(脱墨)制浆工艺技术、高浓制浆漂白技术、废纸纤维质量增强检测与监控技术。

3. 在研发清洁生产技术,实施清洁制浆造纸方面,要研发无污染或少污染的植物组分分离技术;要研发除硅技术、快速置换回收蒸煮技术以及相应装备;研发大产能的中浓非木浆清洁漂白技术;研发非木浆纤维品质的增强技术。

4. 在节能节水、降耗减排方面,要进一步研发节水节能技术,特别是中浓技术、封闭筛选技术、纸机白水回用技术、废水深度处理回用技术、生物技术以及上述技术的相应装备,实现“零排放”中所需要的相关技术及装备。

5. 在特种纸或功能纸的研制方面,由于特种纸广泛应用与电子信息产业、汽车工业、冶金工业、航天航空、石油化工、食品轻工、纺织工业、建筑业、医药业、军事工业,从而是最重要的纸品之一。特种纸的生产难度大,其制造过程涉及到热学、电学、光学、磁学等物理学及化学,其中,研发具有热

特性、电磁特性、分离和过滤特性、光学特性、黏合特性、机械特性等高档特种纸，是国内急需研究的具有高技术含量的纸品。

6. 在发展国产制浆造纸关键装备方面，下列关键装备是目前国内急于解决的：
大产能的氧脱木素技术装备、无元素氯漂白技术装备、全无氯漂白技术装备；
年产 10 万 t 以上高得率低能耗的化机浆成套设备，特别是大产能盘磨机；
年产 10 万 t 以上的废纸浆成套设备，特别是大产能脱墨装备；
大产能非木浆原料连续蒸煮装备；

国产高速造纸机，包括幅宽 6m 左右、车速 1200m/min 以上，年产 10 万 t 及以上的文化纸机；幅宽 2.5m 以上，车速 600m/min 以上的卫生纸机；年产 30 万 t 及以上的纸板机。

7. 造纸化学品及表面活性剂的研制，特别是生物表面活性剂的研制方面，根据我国造纸工业的现状，适用于非木纤维化学品和再生纤维化学品，造纸环保专用化学品及特殊功能造纸化学品等将是研发的重点，特别是具有上述用途的表面活性剂。环保、高效、平价的生物表面活性剂是今后的发展方向。

8. 在废水处理及污染物的控制方面，要研发各制浆造纸方法的污染物控制技术，研发高效低耗的废水处理技术，实现“零排放”的相关技术。

上述八方面的科技问题，几乎涉及到制浆造纸科学与技术的各个领域，并且是各个科技领域的重点技术或关键技术，造纸科技工作者还在为实现上述科学与技术而努力。因此，《造纸科学与技术丛书》就应该为造纸科技的所有方面提供广泛的覆盖面，以满足或适应造纸科技工作者的需要。同时，还要为造纸企业的生产与管理人员服务，为他们在科技决策时提供科学支撑，也应为就读造纸专业的学生提供参考资料，这就要编辑出版十多分册的系列丛书。

既然对《造纸科学与技术丛书》提出这么高的要求，没有造纸科技界既有理论又有工程实践的高水平的撰稿人是根本不能完成这一重要任务的。我们要感谢本丛书的所有撰稿专家和审核专家，通过他们的热情努力，按时完成了原稿，使整套丛书的编辑工作得到顺利完成。我们还要感谢中国轻工业出版社，特别要感谢林媛副编审，她为整套丛书的统筹、协调和出版做了大量的艰巨的工作，为共同完成这一重要任务发挥了很大作用。

我们坚信本套丛书的出版发行，由于所具有的知识广度、深度及工程应用案例，将为广大的造纸科技工作者，包括造纸工程师、生产者、企业管理者、造纸专业研究生、本科生以及教师们所欢迎喜读，甚至，也将成为从事与造纸科技领域有关联的其他科技工作者所热读文献资料。这就实现了本套丛书全体编著者、编辑和出版人员的最大愿望。

陈克复

2008 年 1 月 29 日

前言

1997年1月

当前环境治理已成为我国的一项重要国策，制浆造纸工业的环境治理更成为重中之重。为配合我国制浆造纸工业的环境治理，本书介绍了国内外在制浆造纸工业环境治理上的经验和教训。特别是根据国外最新资料，比较详细地介绍了国外在这方面的先进经验和做法，希望能对我国制浆造纸工业今后的环境治理工作有一定的促进和推动作用。

为扭转过去一般环保书籍片面强调末端治理的做法，本书根据源头治理和清洁生产的原则，详细分析了制浆造纸企业各个工序在生产过程中所产生的污染负荷，以较大篇幅阐述了如何采取各种适用的新技术，实行清洁生产和厂内治理，通过循环回用和综合利用等措施，从源头上控制污染物的发生，从而将生产系统所排出的三废污染物减至最少。

当然，厂外治理仍是一项必要的、最终的环境治理技术。本书概述了国内外在环境治理方面的进步，系统地介绍了国内外各种行之有效的先进污染治理技术。对每种治理技术除分析其原理和过程外，还着重介绍其在制浆造纸工业中的具体应用和案例。

制浆造纸工业对环境所造成的危害是众所周知的，其中以废水排放对环境的危害最为严重，这是最大的环境污染物，因此本书在这方面作了重点介绍，并介绍了最新的废水处理技术。但废气、固体废物和噪声对环境的危害也不容忽视，本书以较多的篇幅介绍了国内外（主要是国外）在这方面的技术进展和成熟的治理方法，特别对国内

尚未引起足够重视的臭气和污泥处置等问题作了较多叙述。

为了加强环境管理,集思广益,借鉴国外的环境管理经验,本书比较详细地介绍了造纸发达国家在环境保护方面的立法、对制浆造纸工业污染物治理的具体管理措施、经济手段和执行机构等情况,供读者参考。

本书力图为读者介绍一些环境管理方面的新术语、新概念、新方法和新工具。概述了目前在国外已经成熟且行之有效的环境管理工具和方法。这些工具和方法有不少已引进到国内，有的正在试点推广。希望这些介绍能对从事环境管理的专业技术人员有所启发和帮助。

环境保护是一门正在发展的新兴学科，它涉及的范围广泛，内容丰富。本人限于水平，不妥和错误之处在所难免，务请读者批评指正。

曹邦威 2007 年 4 月

目 录

第一章 概述	1
第二章 治理我国制浆造纸工业污染的重要性	6
第一节 我国目前环境污染概况	6
第二节 制浆造纸工业污染物对环境的危害	8
第三节 对治理污染的应有态度	9
一、治理污染必须坚持科学性	9
二、把治理污染作为一件大事来抓	12
第三章 制浆造纸厂生产用水的净化处理和节约用水	13
第一节 制浆造纸厂生产用水的来源	13
第二节 原水处理的方法和设备	13
一、原水处理的目的	13
二、原水处理的过程	14
三、原水的机械处理	14
四、原水的化学处理	15
第三节 供水系统	17
第四节 大力控制和减少制浆造纸生产用水	18
一、国外制浆造纸工业节约用水概况	18
二、我国在控制和减少制浆造纸工业用水上的进展	19
三、制浆造纸工业用水的术语说明及循环用水	21
第四章 制浆造纸厂的废水污染负荷及减少途径（厂内处理）	25
第一节 废水处理概述	25

一、关于废水的术语说明	25
二、厂内处理与厂外处理的关系	25
三、废水排放的清污分流	26
四、废水的单独处理与集中处理	27
五、关于废水的零排放	27
第二节 废水污染负荷的特征及其测定	28
一、常用的检测项目	28
二、污染负荷测定法的不同表述	31
三、从制浆造纸厂生产过程中排出废水的污染负荷	31
第三节 化学制浆系统各工序减少污染负荷的途径和措施	34
一、备料	37
二、蒸煮	38
三、洗浆	41
四、筛选	41
五、氧脱木素	42
六、漂白	43
七、碱回收	53
八、新型浆厂排放废水的污染负荷指标	57
第四节 机械制浆系统减少污染负荷的途径	57
第五节 抄纸系统减少污染负荷的途径	59
一、减少进入抄纸系统的污染负荷	59
二、纸机各部排出白水的情况	59
三、纸机白水的性质及其循环回用	60
四、白水处理的主要装置	65
五、白水封闭循环带来的影响和解决措施	72
第五章 制浆造纸厂废水的处理（厂外处理）	77
第一节 概述	77
一、废水处理的必要性	77
二、废水处理的原则	78
三、废水处理的方法和等级分类	78
四、废水处理的现状	79
第二节 废水的物理处理	81
一、废水的预处理	81
二、筛滤法	82
三、沉淀/澄清法	83
四、气浮法	86

五、过滤法	87
第三节 废水的化学处理	88
一、催化氧化法	89
二、光催化氧化法	90
三、电解法	91
第四节 废水的物理化学处理	91
一、混凝法	91
二、吸附法	100
三、膜分离法	102
第五节 废水的生物处理	113
一、概述	113
二、活性污泥法	114
三、生物膜法	130
四、厌氧处理法	140
五、稳定塘法	148
六、人工湿地与农灌	150
第六节 废水的其他处理方法	152
一、活性炭吸附法	152
二、蒸发法	152
三、木素脱除法 (lignin removal process, 简称 LRP)	153
四、汽提法	154
五、离子交换法	154
六、冷冻法	154
第七节 几类制浆造纸厂废水处理实例	155
一、废纸再生纸和纸板厂的废水处理	155
二、机械木浆纸厂的废水处理	162
三、不含机械木浆纸和纸板厂的废水处理	164
第六章 制浆造纸厂废气的处理	167
第一节 概述	167
第二节 废气中污染物的来源和成分	168
一、污染物的来源	168
二、污染物的成分	169
第三节 废气的排放标准	170
第四节 废气的处理	172
一、减少和除去废气中尘粒 (悬浮粒子) 的方法	172
二、减少和去除废气中二氧化硫的方法	176

三、减少和去除废气中氧化氮的方法	178
四、减少和去除臭气的方法	179
第七章 制浆造纸厂固体废物的处理	185
第一节 概述	185
第二节 固体废物的来源及基本处理方法	186
一、固体废物的来源	186
二、单位浆纸产品的固体废物量	188
三、固体废物的基本处理方法	189
第三节 污泥的处理	189
一、污泥的脱水	189
二、污泥的湿式氧化法处理	193
三、污泥的混合法处理	195
第四节 固体废物焚烧法	197
一、对焚烧物的要求	197
二、焚烧用的锅炉	197
三、焚烧法的二噁英问题	198
第五节 固体废物填埋法	199
一、填埋法的重要性	199
二、填埋场的设计与管理	199
第六节 固体废物的其他处理方法	201
一、作为土壤改良剂	201
二、返回用于生产系统	202
三、生产动物饲料	203
四、生产建筑材料	204
第八章 制浆造纸厂的噪声治理	205
第一节 制浆造纸厂的噪声源和等级	205
第二节 噪声的危害性和国外对噪声的立法要求	206
第三节 制浆造纸厂噪声的控制措施	207
第九章 各国在制浆造纸工业环境保护上的立法和有关国际性公约	211
第一节 概述	211
第二节 美国	212
一、总的环境立法	212
二、水污染控制	213

三、空气污染控制	218
四、废物处置	220
五、环境影响评估	221
六、执行机构	222
第三节 加拿大	222
一、总的环境立法	222
二、水污染控制	222
三、空气污染控制	223
四、废物处置	223
五、环境影响评估	223
六、执行机构	224
第四节 芬兰	224
一、水污染控制	224
二、空气污染控制	224
三、废物处置	226
四、噪声消除	226
五、环境影响评估	226
六、经济手段	227
七、执行机构	227
第五节 瑞典	227
一、总的环境立法	227
二、水污染控制	228
三、空气污染控制	229
四、废物处置	229
五、经济手段	229
六、执行机构	230
第六节 挪威	230
一、总的环境立法	230
二、水污染控制	231
三、空气污染控制	231
四、废物处置	231
五、经济手段	231
六、执行机构	233
第七节 德国	233
一、总的环境立法	233
二、水污染控制	233
三、空气污染控制	235

四、废物处置	235
五、经济手段	236
六、执行机构	236
第八节 法国	236
一、总的环境立法	236
二、水污染控制	237
三、空气污染控制	239
四、废物处置	240
五、执行机构	240
第九节 英国	240
一、总的环境立法	240
二、水污染控制	241
三、空气污染控制	241
四、废物处置	242
第十节 意大利	243
一、总的环境立法	243
二、水污染控制	243
三、空气污染控制	243
四、废物处置	244
第十一节 西班牙	244
一、总的环境立法	244
二、水污染控制	244
三、空气污染控制	244
四、废物处置	245
五、环境影响评估	245
六、经济手段	245
七、执行机构	246
第十二节 葡萄牙	246
一、总的环境立法	246
二、水污染控制	246
三、空气污染控制	246
四、废物处置	247
五、执行机构	247
第十三节 欧盟	247
一、欧盟的环境法律	247
二、欧盟的环境管理措施	247
三、水污染控制	249

四、空气污染控制	249
五、废物污染控制	252
第十四节 国际环境公约	252
一、水污染控制	252
二、空气污染控制	257
第十章 现代环境管理的工具和方法	259
第一节 概述	259
第二节 建设项目环境影响评价	260
一、评价的目的	260
二、评价的内容	261
三、评价的注意事项	261
四、评价文件的审批	262
五、项目投产后的跟踪检查和责任追究	262
第三节 清洁生产评价	263
一、清洁生产的概念	263
二、国外清洁生产的立法情况	264
三、末端治理模式的缺陷和实行清洁生产的必要性	265
四、清洁生产的范围	265
五、清洁生产的基本措施和管理体制	266
六、企业清洁生产的审核	267
七、清洁生产的评价方法	268
第四节 ISO 14000 环境管理系列标准	272
一、系列标准的产生背景	272
二、系列标准的指导思想与基本原则	273
三、系列标准的组成	273
第五节 生态管理与审查计划 (EMAS)	276
一、EMAS 的任务	276
二、EMAS 的实施程序	276
第六节 生命周期评价 (LCA)	277
一、LCA 的产生背景	277
二、LCA 的用途和特点	278
三、ISO/DIS 14040 标准的原则和框架	278
四、制浆造纸工业的生命周期评价举例	280
第七节 环境标志体系	283
一、实行环境标志计划的目的	283
二、环境标志的分类	283

三、多标准标志类	284
四、单标准标志类	286
五、生态状况标志类	286
六、自我声明和特定符号标志类	286
附录 1 中华人民共和国水污染防治法	287
附录 2 中华人民共和国大气污染防治法	296
附录 3 中华人民共和国固体废物污染环境防治法	305
附录 4 排污费征收使用管理条例	314
附录 5 排污费资金收缴使用管理办法	319
参考文献	323