

废纸再生实用技术

高玉杰 主编



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

废纸再生实用技术

高玉杰 主编

董荣业 裴继诚 龙柱 编

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

废纸再生实用技术/高玉杰主编;董荣业,裴继诚,
龙柱编. —北京:化学工业出版社,2003.8

ISBN 7-5025-4732-0

I. 废… II. ①高…②董…③裴…④龙…
III. 废纸脱墨疏解 IV. TS743

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 073371 号

废纸再生实用技术

高玉杰 主编

董荣业 裴继诚 龙柱 编

责任编辑:张玉昆

文字编辑:刘家新

责任校对:凌亚男

封面设计:潘 峰

*

化学工业出版社
环境科学与工程出版中心 出版发行

(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

北京管庄永胜印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 12 1/2 字数 335 千字

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4732-0/X·326

定 价:30.00 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

序 言

自改革开放以来，我国造纸工业与整个国民经济一样，取得了同步而高速的发展。我国机制纸与纸板的产量，平均每年以近 9% 的速度递增，总产量已跃居世界第二位，同时在科学研究、技术开发、装备水平等各个方面都取得了长足的进步。

但是，社会的发展对纸和纸板的需求又大大超过了生产发展的速度，一些纸与纸板还呈现“需”大于“供”的态势。以 2001 年为例，纸与纸板的总产量达 3200 万吨，而消费总量则为 3683 万吨，483 万吨的缺口是依靠进口来弥补的。

从人均消耗的角度来看，2001 年我国年人均消耗量已从 1978 年的 5 kg 提高到 28.3 kg，但与世界平均年人均消耗水平（约 56 kg）相比，仍有相当大的差距。根据有关部门预测，到 2015 年我国纸和纸板消耗总量将达 7500~8000 万吨，相当于人均消耗 52~56 kg/a，而此时国内的目标产量仅能达到 6000~6500 万吨，也就是说在较长的时间内，我国纸和纸板产量还不能完全满足市场需要。这种状况一方面说明市场的前景广阔，另一方面也说明为适应国民经济的高速发展，要求造纸工业必须以更快的速度发展，才能满足人民日益提高的物质与文化要求。

我国造纸工业的发展，又受到诸多因素的影响，如原料、能源、生态平衡与环境保护等。其中原料问题更为突出，也可以说这是制约我国造纸工业高速发展的“瓶颈”。众所周知，我国是一个森林资源相对贫乏的国家，靠自制木浆根本不能满足造纸工业发展的需要。在过去的一段历史时期内，我国也曾大力发展了一批以草类纤维原料为主的中小型企业，它们曾为我国造纸工业的发展作出了很多贡献，使我国在非木材纤维原料制浆造纸方面，无论是科研还是生产技术水平方面，在国际上都是举足轻重的。但是由于草类

纤维原料自身的局限性，不但纸张品种与质量得不到进一步的提高，也使企业的规模、效益得不到改善，而且还在对环境的污染方面付出了沉重的代价。

当前我国造纸工业正处在结构的调整时期，在原料问题上，一些大型企业除进口一部分木材原料外，大力发展了自己的造纸用材林基地，特别是速生丰产林。另一些企业在合理利用草类资源的同时，用废纸和进口木浆来改善产品结构。在这个过程中，废纸资源的回收和利用愈益引起了各类造纸企业的重视，废纸的回收率与利用率在逐年提高。2001年全国废纸回收量约为1000万吨，据估计，到2005年将达到1700万吨。废纸资源的利用不但增加了纸和纸板的产量和品种，同时也使企业和地区从中获得了较好的经济效益和相应的社会效益。

从国际上看，各国都十分重视废纸资源的回收与利用，即使森林资源相当丰富的国家也是如此，有的国家甚至用立法的形式要求在一些纸张中掺用适当比例的废纸浆。利用废纸不仅仅是经济效益问题，也是保护环境的措施。当前废纸也是国际贸易中的大宗商品，一般是从纸张的高产量、高消费的国家和地区，流向森林资源短缺的国家或地区。我国废纸进口量近年来呈逐年上升趋势，1991年进口废纸为62万吨，到2001年则达到642万吨，10年间增长了10.3倍，预计“十五”末期进口废纸量将超过1000万吨。

随着废纸利用量的逐年扩大，也必然会对废纸资源利用的理论研究、技术交流提出更新更高的要求，以解决科研、生产中不断出现的新问题。近年来，很多造纸工作者在以废纸利用为目的的科研、考察、引进、开发与生产的实践中，写出了不少的论文与专著，大大丰富了废纸再生方面的知识，但仍然不能完全满足广大读者的需要，他们要求了解更多更新的知识。本书作者多年从事制浆造纸的科研与教学工作，立足于本人的实际经验，并大量收集了国内外有关废纸再生技术的新资料写成此书。书中详细地阐述了废纸再生的意义，国内外废纸的分类、标准、品质的监测与鉴定、卫生状态与防护；按生产流程全面系统地阐述了废纸的碎解、筛选与净

化、洗涤、漂白以及脱墨等各种工艺过程；还介绍了各类处理设备的优缺点以及操作中的各种影响因素；也用专门的章节介绍了热熔胶、沥青等难于处理的杂质的去除方法。另外，书中还用了相当的篇幅介绍了各种不同规模生产线的实例及其运行情况。这对广大造纸工作者，特别是从事废纸再生技术工作的技术人员和有关院校师生是有帮助的，也不失为在废纸再生方面一本较全面系统的参考书。

虽然本书在编写过程中作者竭尽全力，但由于作者与审稿者水平所限，在文字、内容、观点上仍不免有所疏漏与错误，欢迎广大读者批评、指正。

李友森

2003年4月17日于天津科技大学

前 言

近年来,我国的造纸工业持续迅速发展,纸和纸板的生产量和消费量均已居世界第二位。然而,作为造纸大国,我国又是造纸资源短缺,特别是森林资源不足的国家。造纸原料结构中木浆比例低,在一定程度上又制约了造纸工业的发展。在保护环境、保护森林、节能降耗的前提下,废纸资源的充分利用,已经引起我国政府及造纸企业的高度重视。

为适应我国废纸再生利用领域工艺技术、设备的迅速发展,基于理论与实践相结合的基本思路,从实际应用的角度,本书在废纸再生过程中的碎浆、筛选和净化、洗涤和浓缩、浮选、漂白、脱墨、热熔胶和沥青及塑料的处理、废水和废渣的处理等方面介绍了基本理论和相关的新技术、新工艺、新设备;列举了一定的具有代表性的废纸脱墨工艺流程,并对其具体工艺技术参数、设备特点、运行性能等进行了较为详细的阐述和分析。希望此书的出版能为我国造纸工业的发展作出贡献,为造纸工作者提供帮助。

本书第一章由高玉杰编写,第二章、第三章由裴继斌编写,第四章、第六章由龙柱编写,第五章由董荣业编写,全书由高玉杰主编。

本书承蒙天津科技大学李友森教授审稿并作序,在此深表感谢。

天津科技大学刘忠教授对本书的编写提出了宝贵的意见,谨此表示感谢。

由于时间仓促及作者水平有限,书中可能会有错误及不当之处,敬请读者批评指正。

编者

2003年3月

内 容 提 要

森林资源的日渐短缺及社会对纸和纸板的需求量日益增加，对废纸资源再生利用产生了巨大的推动力。而使用过的废纸若不能得到合理利用，还会成为二次污染源。

本书从我国实际出发，按生产流程系统阐述了废纸再生的各种工艺过程、主要设备、工艺参数及影响因素，介绍了具有代表性的生产线实例，并论述了废纸浆生产过程中废水、废渣的处理方法。既有机理阐述，又重点突出实用性。全书深入浅出，通俗易懂，实用性强。

本书适合从事废纸再生工作的技术人员、生产操作人员、管理人员阅读，也可供有关大专院校师生参考。

目 录

第一章 概论	1
第一节 废纸再生	1
一、废纸再生的意义	1
二、废纸再生的发展概况及现状	2
(一) 一些发达国家的废纸回收情况	2
(二) 我国废纸资源利用情况	5
(三) 扩大二次纤维利用的措施	11
三、进口废纸的品质鉴定及卫生防护	14
(一) 进口废纸品质标准的常用技术指标	15
(二) 进口废纸的卫生状况与质量监测	15
第二节 废纸利用的基本处理技术	17
一、废纸的分类	18
(一) 国外废纸的分类	18
(二) 国内废纸的分类	20
二、废纸中的杂质及其处理	21
三、常用废纸制浆流程分析	23
四、废纸脱墨技术进展	27
(一) 酶法脱墨	27
(二) 超声波脱墨法	29
(三) 附聚脱墨法	29
(四) 蒸汽爆破脱墨	30
(五) 溶剂法脱墨	30
(六) 酶-超声波协同脱墨	31
参考文献	31
第二章 废纸再生过程	32
第一节 碎浆及碎浆设备	32
一、间歇式碎浆	32

二、连续式碎浆	33
三、影响水力碎浆机效能的因素	34
(一) 转子结构的影响	34
(二) 浆槽结构的影响	38
(三) 温度的影响	40
(四) pH 值的影响	41
(五) 浓度的影响	43
(六) 碎解时间的影响	44
(七) 废纸原料性质的影响	45
四、碎浆系统中较大的轻、重杂质去除	45
第二节 筛选与除渣	52
一、筛选	52
(一) 压力筛浆机的种类及工作原理	53
(二) 杂质和筛选	55
(三) 筛板的工作原理和新发展	56
(四) 波形的几何形状对筛选效果的影响	60
(五) 转子	62
(六) 筛选效果的评定方法	68
二、筛选设备	73
(一) 疏解兼筛选复合设备	73
(二) 压力筛浆机	76
(三) 处理尾渣的筛选设备	84
(四) 压力过滤机	87
三、筛选系统	87
四、除渣	90
(一) 除渣器的工作原理	90
(二) 除渣器的分类	93
(三) 除渣系统	97
(四) 除渣设备	100
第三节 洗涤和浓缩	111
一、洗涤原理及方式	111
(一) 洗涤原理	111
(二) 洗涤方式	115

二、洗涤和浓缩设备	119
(一) 圆网浓缩机	119
(二) FDW 转鼓洗浆机	122
(三) 弓形网洗浆机	123
(四) 斜螺旋浓缩机	125
(五) 螺旋挤浆机	126
(六) 夹网挤浆机	127
第四节 漂白	128
一、废纸浆漂白的特点	128
二、过氧化氢漂白	129
(一) 在碎浆段使用过氧化氢	130
(二) 过氧化氢辅助漂白阶段	132
三、氧漂白	133
(一) 氧的漂白作用	134
(二) 不同品质办公废纸氧漂时的过氧化氢加入量	134
(三) 氧用量对废纸浆白度的影响	135
(四) 氧漂对废纸浆 Kappa 值的影响	136
(五) 氧漂对含少量机械浆的混合办公废纸的影响	136
(六) 用氧漂替代常规漂白方法的经济效益	137
四、臭氧漂白	137
(一) 臭氧漂白过程中自由基的影响	137
(二) 臭氧漂白中自由基的控制	138
(三) 臭氧的强脱色作用	139
(四) 臭氧漂白对废纸强度的影响	139
(五) 臭氧用量	139
五、连二亚硫酸钠漂白	141
(一) 连二亚硫酸钠漂白机理	141
(二) 连二亚硫酸钠漂白的主要工艺参数	142
六、甲脒亚磺酸漂白	144
(一) 甲脒亚磺酸特性	144
(二) FAS 漂白	144
参考文献	148
第三章 废纸脱墨	151

第一节 概述	151
第二节 油墨的组成与纸、墨性质	152
一、油墨的组成	152
(一) 色料	153
(二) 连结料	153
(三) 油墨助剂	154
二、纸和油墨的性质	155
(一) 非涂布纸(渗透干燥性油墨)	155
(二) 非涂布纸(油墨为干燥式或代固化型)	155
(三) 涂布纸(多性能油墨)	156
(四) 涂布、非涂布纸(新型印刷油墨)	156
第三节 脱墨化学品及其反应机理	159
一、氢氧化钠	159
二、过氧化氢	160
三、螯合剂	162
四、硅酸钠	164
五、表面活性剂	166
(一) 肥皂	168
(二) 合成表面活性剂	169
(三) 乳液状表面活性剂	171
(四) 分散剂	171
(五) 捕集剂	172
(六) 附聚剂	176
(七) 复合脱墨剂	177
(八) 脱黏剂	177
六、滑石粉	178
七、镓化合物	178
八、硫酸	179
九、溶剂	179
十、合成纤维	179
第四节 脱墨方法及流程	180
一、废纸的碎解和油墨脱离	180
二、浮选法脱墨	182

三、洗涤法脱墨	185
四、短流程脱墨工艺	186
五、中性、碱性双回路脱墨	187
六、JMC 冷热双回路脱墨	190
第五节 憎水性油墨和亲水性油墨的浮选机理	192
一、憎水性油墨的浮选机理	192
二、亲水性油墨的浮选机理	197
三、结论	201
第六节 浮选脱墨设备	201
一、相川 DA 型立式浮选脱墨机	202
二、Voith 浮选脱墨机	205
三、Beloit 公司的 PDM 压力浮选槽	208
四、Valmet 的 MuST 浮选槽	214
第七节 酶在废纸脱墨中的应用	215
一、脱墨用酶种类和酶脱墨机理	215
二、酶的加入对脱墨的影响	217
三、酶和表面活性剂的配合使用对混合办公废纸脱墨的影响	220
四、酶对纸浆和纸的性能以及纸浆得率的影响	226
五、酶对废水特性的影响	227
六、未来展望	228
参考文献	229
第四章 热熔胶、沥青及塑料的处理	231
第一节 热熔胶的处理	231
一、热熔胶的性质及其影响	231
(一) 热熔胶的来源及分类	231
(二) 热熔胶物理化学性质	236
(三) 热熔胶的沉积机理和沉积物化学分析方法	240
(四) 热熔胶对废纸生产再生纸的影响	248
二、热熔胶的处理方法	249
(一) 常用的处理废纸的物理方法	250
(二) 废纸热熔胶的化学处理方法	271
第二节 沥青的处理	278
一、沥青胶黏剂的性质及分类	278

二、沥青的危害及去除方法	278
三、沥青分散处理工艺流程	279
第三节 塑料膜片的去除	281
一、塑料膜片的类型及其性质	281
二、塑料膜片的去除方法	282
三、废纸原料中去除的废塑料的处理方法	285
参考文献	287
第五章 废纸制浆生产线实例	289
一、日产 500 t 脱墨浆生产线实例	289
(一) 生产工艺流程	289
(二) 主要设备	292
(三) 运行情况	295
二、日产 400 t 废纸脱墨浆生产线实例	296
(一) 生产工艺流程	296
(二) 主要设备	298
(三) 运行情况	299
三、日产 150 t 脱墨浆生产线实例	302
(一) 生产工艺流程	302
(二) 主要设备	304
(三) 运行情况	305
四、日产 100 t 废纸脱墨浆生产线实例	306
(一) 生产工艺流程	306
(二) 主要设备	310
(三) 运行情况	311
五、日产 75 t 脱墨浆生产线实例	312
(一) 生产工艺流程和主要设备	312
(二) 运行情况	318
六、用废纸生产高质量薄页纸实例	318
(一) 生产工艺流程和主要设备	318
(二) 运行情况	321
七、年产 3.4 万吨废纸脱墨浆生产线实例	321
(一) 生产工艺流程	321
(二) 流程的特点及主要设备	323

八、日产 40 t 浮选脱墨浆生产线的设计及生产实践	327
(一) 生产工艺流程	327
(二) 各工序的主要技术特征	328
九、废纸脱墨浆用于新闻纸生产的实践	330
(一) 生产工艺流程	330
(二) 主要设备	331
(三) 影响脱墨效果的几个因素	331
(四) 运行情况	332
十、废纸脱墨浆抄造仿彩色打字纸生产工艺流程	332
(一) 生产工艺流程	332
(二) 主要设备	333
(三) 主要工艺条件	333
(四) 问题与讨论	334
(五) 运行情况	335
十一、日产 150 t 废纸制浆生产线实例	335
(一) 生产工艺流程	335
(二) 主要设备	336
(三) 运行情况	339
十二、日产 90 t 废纸制浆生产线实例	340
(一) 生产工艺流程	340
(二) 主要设备	342
(三) 运行情况	343
参考文献	345
第六章 废纸再生中废水废渣的处理	347
第一节 废纸再生过程中废水处理	347
一、废水的来源及其特性	347
(一) 废水的来源	347
(二) 废水的特性	348
二、废水的处理及回用	349
(一) 过滤	349
(二) 混凝沉淀	350
(三) 加压气浮	351
(四) 废纸脱墨废水脱色	356

(五) 好氧生物氧化	356
(六) 厌氧生物氧化	357
(七) 废水处理方法比较	357
(八) 废纸脱墨废水综合处理应用实例	358
三、废纸制浆造纸废水的封闭循环和零排放	365
(一) 非脱墨再生纸和纸板厂的废水治理和零排放	366
(二) 脱墨再生纸厂的废水治理	368
(三) 零排放和封闭循环中的问题及解决方法	370
(四) 封闭循环和零排放系统的废水处理主要工艺原则	372
(五) 封闭循环和零排放系统的废水处理实例	373
(六) 脱墨废水处理新技术进展	376
第二节 废纸再生中废渣的处理	378
一、废渣的来源及其特性	378
二、废渣的处理方法	379
(一) 填埋法	379
(二) 焚烧法	380
(三) 污泥用做材料	383
参考文献	384

第一章 概 论

第一节 废 纸 再 生

一、废纸再生的意义

随着我国造纸产量的提高以及国内原料结构的调整，废纸用量已越来越大，由于国内废纸原料非木材纤维含量较高，在纸张生产中难以提高产品质量，因此，国内不得不大量进口一些木材纤维含量较高、质量较好的废纸用于国内纸张生产。

我国是造纸大国，但又是造纸资源短缺，特别是森林资源不足的国家。造纸原料结构中木浆比例低，大量的非木材纤维制浆又在一定程度上增加了环境污染。因此，废纸资源的利用，应引起我国政府及造纸企业的高度重视。其重要性和必要性主要表现在以下几方面。

首先，加大废纸资源的开发利用，可以变废为宝，节约纤维原料，解决我国木材纤维原料短缺制约造纸工业发展的矛盾。废纸的再生，国外称之为“城市里的森林工程”，利用1 t废纸，可生产约0.8 t再生浆，可替代节约3~4 m³的木材，减少了森林资源的消耗，可节省约1.2 t煤，600 kW·h电，100 t水，同时减少了有毒废物的排放。国家在产业发展政策中，也明确提出要扩大国内外废纸的回收和利用，加强废纸再生中脱墨技术的研究和新技术、新装备的推广，提高废纸再生纸浆的比重。和发达国家相比，我国的废纸回收率比较低，且低于世界平均水平，因此，我国更应高度重视，采取有效措施，加大废纸资源回收利用的比重，这不仅是节约纤维原料的有效途径，同时也是降低纸张制造成本的重要措施。