

现代纸生产技术丛书

再生纤维与 废纸脱墨技术

刘秉钺 韩颖 编著



Chemical Industry Press



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

制浆造纸及相关类书目

制浆造纸工艺设计手册	78元
常用纸张品种简明手册	25元
特种纸	30元
再生纤维与废纸脱墨技术	35元
纸包装材料与制品	30元
纸包装印刷技术	34元

邮购电话：010-64918013 64982530

详情及相关图书信息请浏览：<http://www.cip.com.cn>

ISBN 7-5025-6615-5



9 787502 566159 >

销售分类建议：轻工/造纸工业

ISBN 7-5025-6615-5/TS·247

定价：35.00元

现代纸生产技术丛书

再生纤维与废纸脱墨技术

刘秉铎 韩颖 编著



化学工业出版社
材料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

再生纤维与废纸脱墨技术/刘秉铖, 韩颖编著.
北京: 化学工业出版社, 2005. 2
现代纸生产技术丛书
ISBN 7-5025-6615-5

I. 再… II. ①刘…②韩… III. ①废纸-造纸
②废纸脱墨疏解 IV. TS724

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第
006956 号

现代纸生产技术丛书
再生纤维与废纸脱墨技术
刘秉铖 韩颖 编著
责任编辑: 丁尚林
文字编辑: 李玉峰
责任校对: 顾淑云 宋 玮
封面设计: 潘 峰

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心
(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
北京永鑫印刷有限责任公司印刷
三河市东柳装订厂装订
开本 850mm×1168mm 1/32 印张 14½ 字数 394 千字
2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-6615-5/TS·247
定 价: 35.00 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

出版者的话

造纸工业是一个与国民经济发展和社会文明建设息息相关的重要产业。在经济发达国家纸及纸板消费量增长速度与其国内生产总值增长速度同步。在现代经济中所发挥的作用已越来越多地引起世人瞩目，被国际上公认为“永不衰竭”的工业，在美国、加拿大、日本、芬兰、瑞典等经济发达国家，造纸工业已成为其国民经济十大支柱制造业之一。现代造纸工业的特点不同于一般日用消费品工业，而是技术、资金、资源、能源密集型，规模效益显著，连续、高效生产的基础原料工业。在产品总量中，80%以上作为生产资料用于新闻、出版、印刷、商品包装和其他工业领域，不足20%用于人们直接消费。造纸产业关联度大，涉及林业、农业、机械制造、化工、热电、交通运输、环保等产业，对上下游产业的经济有一定拉动作用。当今世界各国已将纸及纸板的生产和消费水平，作为衡量一个国家现代化水平和文明程度的重要标志之一。

随着科学技术的发展和社会的进步，人们生活、生产需求的多样化，纸的品种越来越多，据说已达到六七千种之多，因而，想通过一本书来详尽地介绍这些纸的性能、原理与生产技术是很难做到的。为此，我们组织了行业内许多知名专家，共同策划编写了本套丛书。

本丛书计划包括如下几个分册：

造纸新工艺与新技术

制浆造纸原材料

加工纸

新闻纸

生活用纸

特种纸

再生纤维与废纸脱墨技术

本丛书计划于2005年陆续出版。每个分册重点介绍纸的性能、生产原理与生产技术，并注重技术的实用性与先进性。希望能对从事制浆造纸及纸加工的技术人员与科研人员有所参考。

化学工业出版社

2005年2月

前 言

我国是一个森林资源十分有限的国家，可供造纸工业使用的木材就更为有限，因此充分利用废纸资源是解决这一矛盾的行之有效的办法。目前，回收废纸作为再生资源已成为一种重要的造纸原料。尤其是在我国造纸木材极为短缺的情况下，利用废纸造纸是发展造纸工业的一个有效的途径。

连续几年我国进口废纸出现了大幅度增长的趋势。我国 2002 年的纸和纸板的总产量达 3780 万吨，居世界第二位，其中 47% 为废纸再生，所以对废纸脱墨和再生纤维的利用应当引起足够的重视。近年来，国内外对废纸脱墨和再生纤维利用的研究发展很快。为了适应我国废纸再生利用领域的工艺技术和设备的迅速发展，基于理论与实际相结合的基本思路，我们从实际应用的角度出发，收集了国内外的大量资料，编著了此书。

该书介绍了发达国家对废纸回收再生利用的情况以及废纸回收的立法，介绍了废纸再生的单元操作、脱墨化学及脱墨浆的漂白。特别是对目前废纸再生领域比较感兴趣，而且研究较多的再生纤维利用过程的生物技术，废纸再生过程中胶黏物产生的原因及处理方法等问题进行了较为详细的论述。该书还介绍了 2003 年 9 月国家环保总局修订的“废纸制浆企业水污染物排放限值”和即将颁布实施的“废纸再利用技术要求”、“废纸中胶黏物测定”、“有效残余油墨的测定”等三项国家标准的制定背景和主要内容。希望此书的出版能为我国造纸工业的发展做出贡献，为造纸工作者提供帮助。

本书除第 3 章由韩颖编写外，其余章节均由刘秉钺编著。在编写过程中，中国造纸工业标准化委员会秘书长陈曦提供了国家标准制定过程的大量资料；此外，徐龙权、尉志苹、姚姝

妮和白延坤等同志也为本书的编写做了许多工作，在此一并表示感谢。

由于时间仓促及编者学识有限，编写过程中难免有不完善和差错之处，敬请读者批评指正。

编著者

2005年2月

内 容 提 要

本书从我国实际出发，介绍了国内外废纸再生利用的技术与工艺。特别是介绍了废纸再生过程中胶黏物产生的原因、处理方法，生物技术在废纸再生利用中的发展。本书还介绍了我国即将颁布实施的有关废纸利用及检测的三项国家标准，以及2003年9月国家环保总局修订的“废纸制浆企业水污染物排放限值”。全书深入浅出，通俗易懂；既有机理分析，又突出实用。

本书适合于从事废纸再生利用工作的技术人员、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 1 章 绪论	1
1.1 回收纸与再生纤维	1
1.2 再生纤维的价值	2
1.3 世界对再生纤维的使用情况	5
1.4 发达国家对使用回收纤维的法规	10
1.5 我国回收纸的利用情况	15
1.6 我国废纸回收利用存在的问题及有关方针政策	18
1.6.1 我国目前利用废纸资源存在的问题	18
1.6.2 我国为扩大废纸回收利用而制定的有关方针政策	20
1.7 回收纸再生的基本程序及发展趋势	21
1.7.1 废纸再生制浆的基本程序	21
1.7.2 利用再生纤维应当注意的问题	22
1.7.3 回收纸再生的脱墨技术发展趋势	24
参考文献	27
第 2 章 回收纸的来源、收集与分类	29
2.1 回收纸的来源	29
2.2 回收纸的收集	30
2.2.1 国内废纸的收集	31
2.2.2 国外废纸的收集	31
2.3 回收纸的分选、包装运输和贮存	32
2.3.1 回收纸的分选	32
2.3.2 回收纸的包装运输	34
2.3.3 废纸回收的分选流程示例	35
2.3.4 回收纸的贮存	36
2.4 回收纸的分类	37
2.4.1 国外回收废纸的分类	37
2.4.2 国内回收废纸的分类	50

2.5	回收废纸的等级、卫生状况与质量控制	60
2.5.1	回收废纸的等级	60
2.5.2	进口回收废纸的卫生状况与质量监测	61
2.5.3	回收废纸的质量控制	62
	参考文献	64
第3章	再生纤维的加工单元操作	66
3.1	制浆	66
3.1.1	水力碎浆机制浆原理	67
3.1.2	碎浆设备	68
3.1.3	影响水力碎浆机效能的因素	77
3.2	疏解	83
3.2.1	概述	83
3.2.2	疏解设备	85
3.3	筛选分离	88
3.3.1	筛选与筛分	88
3.3.2	筛选原理与影响因素	90
3.3.3	筛选设备	92
3.3.4	筛选系统	100
3.3.5	菲因克-赛克洛筛	100
3.4	净化	101
3.4.1	净化原理	101
3.4.2	净化设备及影响因素	105
3.5	浮选	111
3.5.1	浮选原理	112
3.5.2	典型的操作条件	114
3.5.3	浮选设备	115
3.6	洗涤	127
3.6.1	洗涤原理	128
3.6.2	洗涤方式	130
3.6.3	洗涤设备	132
3.7	浓缩脱水	137
3.7.1	浓缩脱水的目的	137
3.7.2	浓缩脱水原理	138

3.7.3 浓缩设备	139
3.8 混合与贮存	145
3.8.1 概述	145
3.8.2 设备	146
参考文献	148
第4章 脱墨化学	149
4.1 油墨的组成及印刷特性	150
4.1.1 油墨的组成	150
4.1.2 纸和印刷油墨的特性	154
4.2 脱墨机理	159
4.2.1 废纸的碎解和油墨分离	159
4.2.2 洗涤法脱墨机理	161
4.2.3 浮选法脱墨机理	162
4.3 脱墨剂及基本组成	173
4.3.1 脱墨剂分类	173
4.3.2 脱墨剂的组分及功能	176
4.3.3 表面活性剂	180
4.4 脱墨技术	190
4.4.1 废纸脱墨的基本方法	191
4.4.2 废纸脱墨的工艺发展	192
4.5 影响脱墨的因素	201
4.5.1 脱墨方法的影响	201
4.5.2 脱墨剂的影响	202
4.5.3 脱墨温度、时间、脱墨剂用量的影响	203
4.5.4 印刷方法与油墨组成的影响	205
4.6 脱墨效果的评价	206
4.6.1 废纸脱墨效率的评价方法	206
4.6.2 废纸中残余油墨测定方法的分析与研究	210
参考文献	213
第5章 再生纤维循环利用过程中的生物技术	214
5.1 回收纸循环利用过程中常用的酶制剂	214
5.2 生物技术改良再生纤维性能	217
5.2.1 酶处理改善再生纤维滤水性	217

5.2.2	酶改善再生纤维滤水性的机理	220
5.2.3	酶处理对纸浆机械强度的影响	224
5.2.4	酶处理与打浆组合方式对再生纤维性能的影响	225
5.2.5	酶处理对废水特性的影响	227
5.3	印刷废纸的酶法脱墨	228
5.3.1	酶法脱墨的机理	229
5.3.2	影响酶法脱墨的主要因素	233
5.3.3	酶法脱墨的实验室试验	241
5.3.4	酶法脱墨的工业运用	255
5.4	废纸酶处理的环境与经济效益及未来展望	258
5.4.1	酶脱墨工艺的环境与经济效益分析	258
5.4.2	酶处理废纸的技术展望	259
	参考文献	260
第6章	废纸浆的漂白	261
6.1	废纸漂白的作用	261
6.1.1	废纸漂白的前提	261
6.1.2	漂白的机理	264
6.1.3	废纸浆漂白的种类	264
6.2	溶出木素式漂白	265
6.2.1	单段次氯酸盐漂白(H)	265
6.2.2	含氯的多段漂白	268
6.2.3	氧漂(O)	270
6.2.4	臭氧漂白(Z)	275
6.3	保留木素式漂白	279
6.3.1	过氧化氢漂白(P)	279
6.3.2	连二亚硫酸钠漂白(Y)	283
6.3.3	甲脒亚磺酸漂白(F)	287
6.4	漂白工艺条件的选择	290
6.4.1	漂白的方法	291
6.4.2	不同类别回收的废纸浆的漂白	293
6.4.3	各种漂剂和漂白方法的比较	300
	参考文献	301
第7章	再生纤维中的胶黏物及处理	303

7.1 胶黏物的来源及分类	303
7.1.1 什么叫胶黏物	303
7.1.2 胶黏物的来源	303
7.1.3 胶黏物的分类	312
7.2 胶黏物的性质和危害	316
7.2.1 胶黏物的性质	316
7.2.2 胶黏物的凝聚沉积	319
7.2.3 胶黏物的危害	323
7.3 胶黏物的分析与检测	324
7.3.1 大胶黏物的检测方法	325
7.3.2 微胶黏物的检测方法	328
7.3.3 再生胶黏物的检测方法	330
7.3.4 胶黏物的分离与化学成分的分析	330
7.3.5 废纸中胶黏物的测定(目测法)国家标准	337
7.4 胶黏物的控制与去除	339
7.4.1 胶黏物的工艺控制技术	341
7.4.2 分散与搓揉技术	348
7.4.3 胶黏物的化学法处理技术	362
7.4.4 胶黏物的其他处理方法	368
参考文献	373
第8章 再生纤维浆纸料的准备与抄造	375
8.1 一次纤维与二次纤维	375
8.1.1 回收纸二次纤维的特点	375
8.1.2 纤维形态和物理性能变化	380
8.1.3 纤维角质化	382
8.1.4 再生纤维化学组成的变化	385
8.2 抄纸中的再生纤维	386
8.2.1 压榨对再生纤维的影响	386
8.2.2 干燥对再生纤维的影响	388
8.2.3 压光对再生纤维的影响	389
8.2.4 抄纸中再生纤维的湿韧性	389
8.2.5 提高抄纸中再生纤维的使用品质	390
8.3 磨浆对再生纤维的影响	392

8.3.1	废纸再生纤维的打浆特性及影响	392
8.3.2	采用中浓打浆对纤维的影响	393
8.4	再生纤维对纸机湿部化学的影响	394
8.4.1	二次纤维用湿部化学品	395
8.4.2	二次纤维用湿部化学品的发展趋势	397
8.5	再生纤维的配比	397
8.6	再生纤维的成纸特性	400
8.6.1	化学浆废纸再生过程中性质的变化	400
8.6.2	机械浆废纸再生过程中性质的变化	401
8.6.3	再生纤维对纸张物理性能的影响	401
8.6.4	再生纤维对纸张光学性能的影响	402
8.6.5	纤维回用对纸页结合性质的影响	402
	参考文献	403
第9章	再生纤维的污染治理	404
9.1	废纸再生过程的污染物及治理要求	404
9.1.1	废纸再生污染物的来源	404
9.1.2	废水的污染负荷及组成	405
9.1.3	固体废物的组成及性质	408
9.1.4	废水处理的标准	409
9.2	废水的处理	413
9.2.1	固体悬浮物的去除——澄清处理	417
9.2.2	耗氧物的去除——生物处理	427
9.2.3	废水的封闭循环	438
9.3	固体废物的处理	440
9.3.1	废渣的厂内预处理	441
9.3.2	废渣焚烧回收热量	445
9.3.3	固体废物的综合利用	448
9.3.4	固体废物的最终处置	450
9.3.5	固体废物处理的新发展	452
	参考文献	453

第 1 章 绪 论

1.1 回收纸与再生纤维

纸是社会生活中的一个重要商品，广泛地应用于文化印刷、生活、商品包装等各个领域。除了其中一部分，诸如图书馆的书籍、某些法律文本和公司的记录需要长期保存不可回收，还有一部分家庭用卫生纸被严重污染，用于焚烧回收热量或作堆肥、填埋不可回收外，大部分使用过的纸可作为废纸回收。造纸工业所指的“废纸”是指已经作为成品使用过的，并将再一次作为造纸原料的纸或纸板，而并非是“报废无用的纸”。废纸经过适当的处理，大部分成为再生纤维，重新用于造纸。废纸也可以在其他方面被回收利用，不仅局限于造纸领域。例如，可制造纸浆模塑产品、绝缘材料、宠物垫、堆肥和包装材料等。这些用途很重要，在美国和欧洲都已经出现了工业化的管理，但在这些方面的利用，通常利润较低。所以把纸回收作为再生纤维，重新用于造纸工业是废纸的最大最广泛的用途。本书主要介绍废纸回收作为再生纤维重新用于造纸。

废纸在日本被称为“古纸”。日本的字典的解释是“用完的纸或纸板，或纸和纸板的切边等的总称”。废纸在英语中叫“Waster paper”。废纸原料也叫做二次纤维（Second Fiber）或再生纤维（Recycled Fiber）。

早在 19 世纪初出现机械造纸时，美国和欧洲就开始回收利用再生纤维，但仅用于生产低档次的纸种。随着造纸工业的不断发展，特别是德国人 Luelwig Heny 和 B. W. PeTeche 在 1905 年开始从事研究废纸脱墨技术以来，使废纸使用范围不断扩大。20 世纪 80 年代造纸工业面临着原料危机、能源危机和环境污染三大难题。回收废纸生产再生纤维给造纸工业带来了转机。通过多年的实践，

人们普遍认识到，再生纤维的使用可节省大量制浆造纸用的木材和其他纤维原料。

废纸作为造纸原料与原始的植物纤维原料相比，应算是半成品原料，一般不含果胶、树脂、溶剂抽出物、灰分等植物原料及天然所固有的有机物和无机物杂质。组成回收纸的主要成分是纤维素和半纤维素，其次是由于加工和使用而带入的杂物。这些杂物多种多样，包括油墨、蜡类、树脂浸渍物、塑料薄膜、金属薄膜、合成树脂、热熔物、胶黏剂、各种无机填料、涂料以及装订书钉、油污、泥沙等。回收纸的组成虽然比较复杂，但比使用原始植物纤维制浆造纸要简便容易得多。这不仅使再生纤维制浆生产流程简化，大大节省设备投资，而且还可节约电力、燃料和化学药品，使生产成本大为下降。

再生纤维虽然是造纸的好原料，但回收纸中的各种杂物对制浆造纸极其有害，许多杂物的去除又不容易，所以回收纸的再生面临着许多困难。如何经济有效地将回收纸中众多杂物除掉，是回收处理的重大课题。

1.2 再生纤维的价值

回收废纸制得的再生纤维不仅可用于生产低级包装纸、纸板，也可以配抄书写纸、涂布纸、卫生纸等中档纸和纸板。尤其是随着回收废纸处理技术的提高、新设备的出现和脱墨技术的更新，可以采用100%的回收旧报纸生产再生新闻纸。从20世纪50年代开始，美国的Garden State造纸公司就研究再生新闻纸，随后加拿大、欧洲及日本等国的许多造纸厂和研究机构都在研究和试验再生纤维的制造和使用。我国也在20世纪90年代开始使用100%的进口脱墨旧报纸生产再生新闻纸。总之，充分利用再生纤维，提高其使用价值，扩大其适用范围，可以获得良好的经济效益和社会效益，主要体现如下。

(1) 节约造纸纤维原料

在目前木材的应用范围逐渐扩大，而造纸工业日益发展的情况