

当代废纸制浆技术

陈庆蔚 主编



FEIZHI ZHIJIANG JISHU



中国轻工业出版社

当代废纸制浆技术

陈庆蔚 主编

陈庆蔚 张俊 钱毅 陈晓延 编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

当代废纸制浆技术/陈庆蔚主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2005.5

ISBN 7-5019-4827-5

I. 当… II. 陈… III. 废纸-制浆 IV. TS749

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 021186 号

责任编辑: 林 媛 古 倩 策划编辑: 林 媛 责任终审: 劳国强
封面设计: 艾 维 责任校对: 燕 杰 责任监印: 胡 兵

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: 2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 24.75

字 数: 616 千字

书 号: ISBN 7-5019-4827-5/TS·2808 定价: 59.00 元

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

发行电话: 010—65141375 65128898

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

30515K4X101ZBW

前 言

《当代废纸制浆技术》今天终于和读者见面了，它是已出版的《当代废纸处理技术》和《最新废纸处理设备手册》的姊妹篇，也可以说是《当代废纸处理技术》的续集，它汇集了1999年以来有关废纸处理技术方面的各种新论述、新观点、新研究成果以及新发展起来的工艺和设备，特别加强了对工艺技术方面的论述，希望能更上一层楼地回顾近五六年来废纸处理技术方面的进步和发展。

为了跟上时代和技术发展的步伐，本书与《当代废纸处理技术》一书相比，增加了第二章：废纸中的废杂物，第十一章精浆和第十二章：废纸纤维对造纸质量和特性的影响。

多谢 Voith Paper 公司，Metso Paper 公司，Andritz 公司，KBC 公司，Fiedler 公司，GL&V Celleco 公司，Cellwood 公司等废纸处理设备制造的知名公司提供的大量技术资料 and 样本，给本书增添了许多精彩内容，谨在此表示诚挚的谢意！

本书共十五章，第十章、第十二章、第十四章、第十五章由钱毅执笔，其余十一章由陈庆蔚、张俊、陈晓廷合力完成。由于废纸处理技术的纷繁复杂，技术性强，影响因素众多，编写过程中难免有疏漏、错误之处，尚望各位专家、学者以及从事废纸处理技术的有识之士不吝指教，则不胜感谢之至。

陈庆蔚谨上

2004 年 9 月

目 录

第一章 绪论	1
一、国际和国内废纸市场的变化	1
二、废纸处理技术的现状与发展	4
三、废纸处理技术发展的前景	8
第二章 废纸中的废杂物	10
一、概述	10
二、印刷油墨	13
(一) 印刷方法与油墨	13
(二) 油墨的构成	13
(三) 油墨的类别	16
(四) 数字印刷 (Digital printing) 及其对废纸回用的影响	17
三、胶黏物	18
(一) 胶黏物的分类	20
(二) 胶黏物化学和特性	22
(三) 各有关参数对胶黏物的影响	26
(四) 由于胶黏物而引起的种种问题	29
四、蜡	30
(一) 蜡的化学和特性	30
(二) 废纸处理流程中蜡的特性	31
第三章 碎浆	33
一、碎浆的备料部分	33
二、碎浆	36
(一) 碎浆过程	36
(二) 碎浆的三种型式	37
(三) 碎浆中去除废杂质的装置	46
(四) 高频疏解	50
(五) 碎浆系统	52
三、脱墨废纸的碎浆	58
第四章 筛选	60
一、概述	60
(一) 废杂质筛选	60
(二) 分级筛选	60
二、杂质和筛选	61
三、压力筛的分类	62
(一) 单鼓外流式旋翼筛	62
(二) 单鼓内流式旋翼筛	63
(三) 内外双鼓式旋翼筛	63

四、压力筛的组成部分	64
(一) 筛板和筛筐	64
(二) 转子	72
(三) 机壳	79
五、筛选系统	79
(一) 孔筛选	80
(二) 缝筛选	82
(三) 筛选系统的排列	86
(四) 孔筛、缝筛合并使用的筛选系统	88
六、筛选设备	89
(一) Andritz 公司的 ModuScreen C&F	89
(二) Andritz 公司的 ModuScreen HBR	89
(三) Voith 公司的 MultiScreen MSS 筛浆机	89
(四) Metso Paper 公司的 OptiScreen CS 系列粗筛	90
(五) Metso Paper 公司的 OptiScreen FS 型细筛	92
(六) 由 ID2 和 ID3 转子配套起来的 Screen 系列压力筛	92
七、分级筛选	94
(一) 常规筛选和分级筛选的区别	94
(二) 分级筛选的演变和发展	94
(三) 为什么要进行纤维分级处理	94
(四) 影响分级筛选的有关参数	95
(五) 分级筛选在废纸处理流程中的具体应用	96
(六) 分级筛选使用的设备示例	100
第五章 除渣	102
一、除渣器的类别及其特性	102
(一) 正向除渣器	102
(二) 逆向除渣器	107
(三) 通流式除渣器	108
(四) 轻、重杂质除渣器	109
(五) 除渣器的结构材料	109
(六) 除渣器的净化效率和净化指数	109
二、除渣系统的设计	111
三、各种品牌除渣器(装置)介绍	113
(一) 高浓除渣器(装置)	113
(二) 低浓除渣器	116
第六章 洗涤和浓缩	128
一、概述	128
二、洗涤的原理	130
(一) 洗涤和浓缩的含义	130
(二) 洗浆机油墨去除效率的计算	131
(三) 洗涤的主要术语和定义	133
三、洗涤在废纸处理流程中的安排	135
(一) ONP 废纸脱墨系统中的洗涤	135

(二) 洗涤在生产薄纸的脱墨系统中的安排	136
(三) 洗涤在生产印刷、书写纸以及在商品浆的废纸脱墨系统中的安排	136
(四) 洗涤在生产非脱墨类废纸处理系统中的安排	137
四、洗涤和浓缩设备	138
(一) 斜筛	138
(二) 斜螺旋浓缩机	139
(三) 螺旋挤浆机	140
(四) 带式洗浆机	143
(五) 双辊脱水压榨	148
(六) 多盘浓缩机	150
(七) 喷淋式洗浆机	153
(八) 夹网挤浆机	157
第七章 分散与搓揉	160
一、概述	160
二、高速分散、低速搓揉设备的特点	162
三、各种污染物质的分散和搓揉处理	164
(一) 沥青	164
(二) 热熔污染物	165
(三) 胶黏物	166
(四) 斑点	167
(五) 残留油墨	168
四、搓揉、分散和漂白	169
五、消除微生物感染和过氧化氢酶	173
六、分散、搓揉对纸浆物理性能的影响	174
(一) 纤维卷曲的测定	176
(二) 卷曲产生的原因	176
(三) 可逆转的卷曲	176
(四) 各种因素对卷曲的影响	176
七、分散机、搓揉机在工艺流程中的配置	178
(一) 分散机、搓揉机放在两个脱墨段的中间	178
(二) 分散机、搓揉机放在脱墨段之前	179
(三) 两个热分散段	180
八、分散设备	180
(一) 搓揉机	180
(二) 分散机	184
(三) 分散系统	187
第八章 浮选	197
一、概述	197
二、浮选脱墨成功的几率	198
三、实现成功浮选的几个步骤	199
(一) 油墨与纤维的分离	200
(二) 油墨颗粒与空气泡的相互作用	200

(三) 油墨颗粒与空气泡复合体的形成	200
(四) 复合体向液面的移动	201
(五) 油墨-空气泡复合体的去除	201
(六) 浮沫的脱气	201
四、影响浮选脱墨的其他有关因素	202
(一) 表面活性剂的浓度	202
(二) 水硬度对浮选的影响	202
(三) 温度	202
(四) pH 值	203
(五) 钙离子的效应	203
五、浮选设备	203
(一) Shinham Hi-Flo 浮选槽	203
(二) Cybercel FCB 浮选槽	204
(三) EcoCell 浮选槽	206
(四) MAC Cell 浮选槽	208
(五) OptiBright MC 浮选槽	211
(六) SelectaFlot 浮选槽	213
第九章 废纸脱墨化学	215
一、概述	215
二、碎浆机脱墨化学	216
三、各种脱墨化学剂的功能与应用	218
(一) 表面活性剂	218
(二) 氢氧化钠	228
(三) 硅酸钠	229
(四) 螯合剂	230
(五) 过氧化氢	231
(六) 钙盐	232
(七) 滑石粉	233
(八) 铝化合物	233
(九) 硫酸	233
(十) 溶剂	233
四、憎水性油墨和亲水性油墨的浮选机理	234
(一) 憎水性油墨的浮选机理	234
(二) 亲水性油墨的浮选机理	237
(三) 结论	238
五、各种新型印刷油墨的特性及处理方法	238
(一) 激光印刷油墨	238
(二) 水性苯胺油墨	239
(三) 紫外光固油墨	241
(四) 干法静电印刷油墨	242
(五) 导热纸油墨	243
第十章 漂白	244
一、概述	244

二、废纸浆中各组分在漂白中的化学反应机理	245
(一) 化学浆的漂白化学反应机理	245
(二) 机械木浆的漂白化学反应机理	246
(三) 染料和有机颜料的漂白化学机理	246
三、漂剂	247
(一) 氯	247
(二) 含氯的化合物	247
(三) TCF 漂白剂	248
四、漂白段漂白条件的最佳化	265
五、漂白序列的最佳化	266
六、各漂白段和漂白序列排列的漂白效果	268
第十一章 精浆	269
一、废纸浆精浆的目的	269
二、如何在不同的地点用不同的精浆设备制出质量接近的浆	270
(一) 有效缘角负荷 SEL (Specific edge load)	270
(二) 有效表面负荷 SSL	272
(三) C 指数	272
三、精浆浓度	273
四、精浆对成纸性能的影响	274
五、不同废纸浆的精浆条件	275
(一) OCC 的精浆	275
(二) ONP 和 OMG 的精浆	276
(三) 混合办公废纸脱墨浆的精浆	277
(四) 卫生纸的精浆	278
六、精浆的设备	278
(一) TwinFlo E 双盘磨	278
(二) ConFlo 精浆机	279
(三) KBC THR 双盘磨	279
(四) 川佳 NBR 锥形磨浆机	280
(五) PILAO TRIPLE-CONE 精浆机	281
(六) DD 系列双盘磨浆机	282
(七) Andritz Papillion 圆柱精浆机	283
第十二章 废纸纤维对造纸质量和特性的影响	284
一、概述	284
二、角质化现象和纤维保水值变化	284
三、原浆纤维的自身强度影响	286
四、纤维表面性能和纤维的结合力	287
五、其他因素对废纸纤维的影响	288
六、废纸再生过程中纸浆的其他性能	290
第十三章 新技术新工艺	292
一、纤维充填——一种发展中的技术	292
二、控制和除蜡的对策	294

三、简化生产包装用纸的废纸处理工艺流程	296
四、提高低档废纸质量以供制造高强度纸之用	299
五、用洗衣方法回收废纸	303
六、废纸的干洗技术	306
七、用于浮选脱墨的表面活性剂喷洒法	307
八、DBI 漂白方法	309
九、旧瓦楞纸箱制造生产印刷、书写纸用的漂白浆	310
十、含蜡 OCC 与阔叶树木片混合蒸煮除蜡制浆	314
十一、用酯酶来控制废纸回收厂的胶黏物	315
第十四章 废纸制浆常用工艺流程	318
一、脱墨浆生产流程	318
(一) 概述	318
(二) 混合办公废纸脱墨浆生产流程	320
(三) 混合办公废纸生产商品漂白浆工艺流程	324
(四) 旧新闻纸和杂志纸的脱墨流程	325
(五) ONP/OMG 分类碎浆的废纸脱墨工艺流程	327
(六) 不含机浆废纸脱墨生产卫生纸用浆流程	335
二、OCC 废纸浆的生产工艺流程	335
(一) OCC 废纸浆生产的常用流程	335
(二) 瓦楞纸生产流程实例	340
第十五章 废纸回用中废渣废水的处理	345
一、废纸处理中废水的处理	346
(一) 废纸制浆中废水的特点	346
(二) 废纸处理中废水的处理方法	347
二、废纸再生过程中的固体废物	372
(一) 固体废物的最终处理方法	374
(二) 固体废物的处理设备	375
主要参考文献	381

第一章 绪 论

岁月如梭,自《当代废纸处理技术》在 1999 年出版以来,经历了千禧年的跨越,进入了 21 世纪的第四个年头即 2004 年,到本书出版面世,就是 2005 年夏了。

别看这不长不短的五年光景,纵观整个世界的废纸市场、废纸价格、废纸加工工艺与设备乃至我国废纸的需求、废纸的回收利用,均发生了很大的变化。对我们这些从事废纸回用加工技术的造纸工作者来说,绝不能漠然视之,或掉以轻心,因为这些变化和我们是息息相关的,在工作上、生产上、技术服务等等方面,有着千丝万缕的联系。

古话说:“兵马未动,粮草先行”。当我们要建造一座废纸加工厂以生产纸和纸板时,投资者首先考虑的是生产什么样的纸或纸板在市场上能畅销、能卖得出好价钱。目标确定以后,就是用什么样的废纸原料了。希望的是:废纸原料来源充足,能保证长期、稳定地供应,不致脱节。还有,废纸的价格要适当(当然是越便宜越好),质量要好,符合所生产品种的需求。废纸在生产成本上占有重要的位置,废纸价格的高低是影响生产成本升降的关键。

头、尾两边确定,安排妥当以后,才是工艺流程的确定,生产设备的选用,此时,能耗、浆耗、水耗,设备费用的高低,占地面积的大小,三废的处理等就成为中间环节需要一个个予以落实的问题。

一、国际和国内废纸市场的变化

我们先看看国际和国内废纸市场的变化。

首先是国际废纸市场的变化,以废纸出口主宰世界废纸市场的美国这 15 年来的废纸回收率(从 1988 年的 33.4%至 2003 年的 47.7%)和废纸耗用率(从 1988 年的 25.5%至 2003 年的 34%)均有了一定的增长。废纸出口量从 1988 年的 511.7 万吨上升到 2003 年的 1209 万吨,增加了 1.36 倍,这主要和世界废纸市场需求有关。

图 1-1 显示了 1999 年至 2003 年美国企业消耗废纸量和美国废纸出口量的状况。美国企业废纸消耗量从 1999 年的 3330 万吨下降到 2003 年的 3000 万吨,减少了 300 万吨;相反,废纸出口量从 1999 年的 750 万吨上升到 2003 年的 1209 万吨,增加了 460 万吨,增加的幅度很大。

美国废纸出口量的迅速增加与中国废纸需求量大幅上升有着密切的关联。从表 1-1 中我国废纸回收、耗用、进口情况来看,也充分反映了我国近年来废纸造纸的发展势头。1988 年我国废纸耗用量仅 308.4 万吨,2003 年增加到 1920 万吨,15 年增加了 6.23 倍。1988 年我国废纸的回收量仅 270 万吨,2003 年增加到 1470 万吨,15 年增加了 5.44 倍。1988 年全国废纸进口量仅 38.4 万吨,而到 2003 年,全国废纸进口量增加到 938.18 万吨(其中美国进口的废纸达到了 445 万吨——OCC120 万吨,ONP100 万吨,MP225 万吨),是 1988 年的 24.4 倍。而 2003 年与 2002 年仅一年之差,废纸进口量就从 687.26 万吨增加到 938.18 万吨,年增幅达到 36.5%,难怪美国 Pulp&Paper 杂志在 2004 年 1 月号的评论中指出:中国已成为美国废纸市场中 OCC、ONP 和 MP 的最重要的驱动者。并预言:今年美国废纸还要提价,美国废纸商人

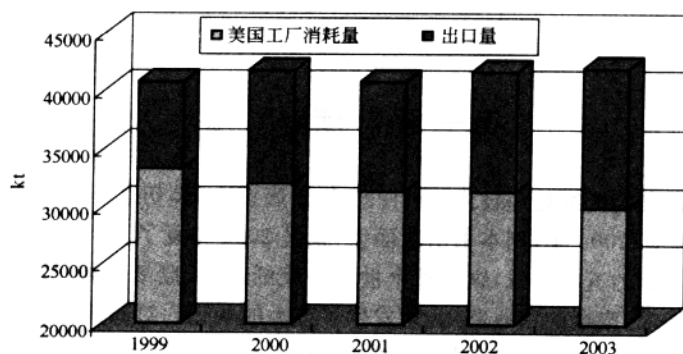


图 1-1 1999—2003 年美国企业消耗废纸量和出口废纸量

表 1-1

中国近 15 年来纸和纸板产量、废纸回收、耗用统计表

单位: kt

年 份	纸和纸板产量	废纸回收量	废纸回收率/%	废纸耗用量	废纸耗用率/%	废纸进口量
1988	12645	2700	21.4	3084	24.4	384
1989	13333	3730	28.0	—	—	448
1990	13719	3750	27.3	4170	30.4	423
1991	14787	4186	28.3	4802	32.5	619
1992	17251	4677	27.1	5457	31.6	790
1993	18200	4661	25.6	5249	28.8	604
1994	21354	5340	25	6036	28.3	771
1995	24000	7200	30	8090	33.7	906
1996	26000	7800	30	9167	35.3	1372
1997	27440	8760	32	10375	37.8	1618
1998	27800	8880	31.9	10796	38.8	1915
1999	29608	12100	40.9	14611	49.3	2516
2000	30900	12240	39.6	15749	51.0	3714
2001	33400	12720	38.1	13100	39.2	6418
2002	37800	13310	35.2	16200	42.9	6873
2003	43000	14700	34.2	19200	44.7	9382

眼睛一直在盯着中国。从图 1-2 中可以看到:中国已从 1997 年美国废纸出口国的排名第四位(加拿大第一位,占美国废纸出口总量的 26%;墨西哥其次,16%;韩国第三,14%;中国第四,13%)上升到 2001 年的第一位,占美国废纸出口总量的 35%。

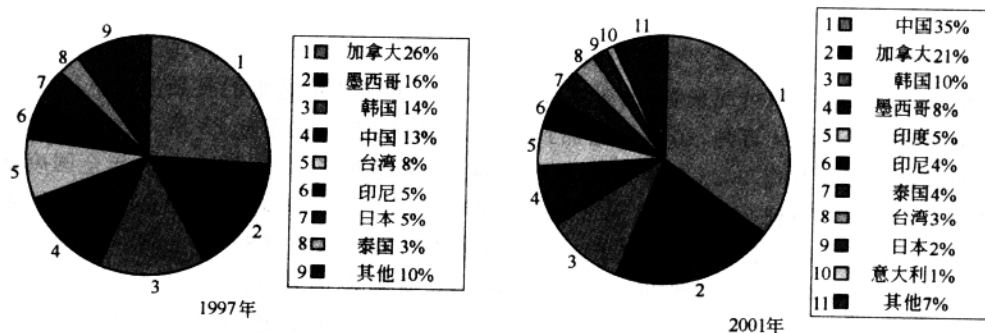


图 1-2 1997 年至 2001 年美国废纸出口国和地区排名榜的变化

废纸价格方面,由于美国国内这 15 年来废纸回用量的增加以及国际上特别是中国对废纸需求的迅猛增长,废纸价格也呈现了一路上扬的势头。图 1-3 显示了美国混合废纸(MP)相对 OCC 废纸价格的变化情况(以 OCC 价格的%来表示)。从图中可以看到:1992—1993 年和 1996—1998 年期间,MP 价格曾低到为 OCC 价格的 10%左右,另从图 1-3 中可以看到:1989 年和 1995 年 MP 相对 OCC 的价格曾一度攀升,而自 1998 年开始,MP 的价格就一直处于居高不下的状态,一直延续至今。据 Solution 杂志 2002 年 8 月报道:1986 年至 1993 年 OCC 与 MP 的价差为每短吨 28 美元,至 2001 和 2002 年价差已缩小至每短吨 18 美元。

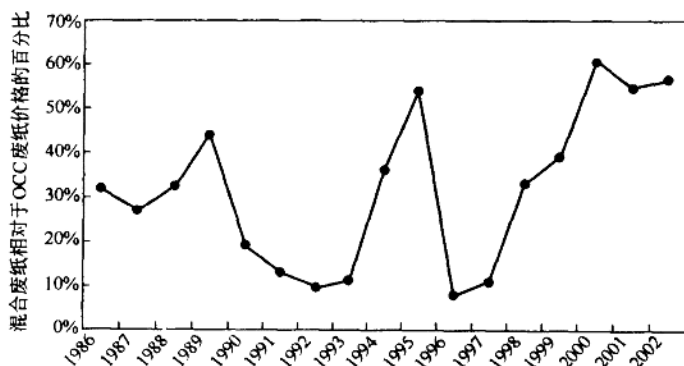


图 1-3 1986—2002 年美国 MP 相对 OCC 价格(以%表示)的变化

MP 价格的上升主要受到中国大量进口 MP 的影响。据统计,2000—2001 年期间,中国 MP 的进口量增加了 81%,年消耗量达到 200 万短吨,其数量为中国向美国进口 OCC 数量的两倍。

为什么中国近年来进口 MP 的数量会不断上升呢?主要是由于用废纸生产纸和纸板的工厂大量增加,市场的竞争加剧,生产厂家必须提高产品质量以提高市场的竞争力从而增加了工厂的成本和经济负担。为了降低成本,同时又要满足生产的要求,厂家不得不进口价格比较低廉的 MP 利用国内的低廉劳动力进行分拣以达到分类使用,提高废纸内在价位的目的(例如生产白板纸可将废纸分类用于面浆、衬浆、底浆、芯浆之中),但大家都去进口 MP,也就哄抬了 MP 的进口价格,回过头来,又对我国造纸业产生了负面影响。

求大于供的废纸市场使废纸质量明显下降,即使是价格较高的 ONP,其质量和构成也在不断地变化和下降。图 1-4 表示了美国 Torold 纸厂自 1994 年至 2002 年 ONP 质量的变化情况。非纤维性杂质和其他的一些废纸的数量从 1994 年的 6% 上升到 2002 年的 30%。

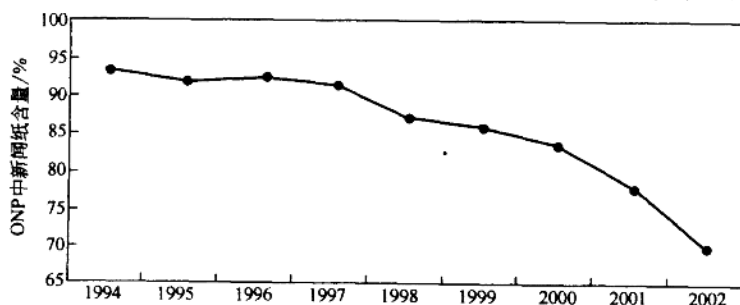


图 1-4 美国 Torold 纸厂 1994—2002 年 ONP 质量的变化状况

我国造纸业大量进口的 2 号混合废纸的质量就更严重了,从较高级废纸中分拣出来的废纸统统塞进了 MP 废纸之中,MP 中混杂有经湿强剂处理过的,未经漂白的,含蜡的,使用各种各样印刷油墨和染料、颜料印刷而成的纸张以及混杂有胶黏带等难以去除的杂质。其后果是,要去除不同类别、不同特性的废杂质,为了应对不同性质的印刷油墨和各种各样的纸张,往往就需要采用更好的设备,更新的、更精湛的工艺技术来适应原料(质量日趋下降)和纸成品(质量要求日趋严格)以及环保(三废排放日趋严格)的要求。

二、废纸处理技术的现状与发展

2002 年 9 月的一次 TAPPI 讨论会上,与会者回顾了 25 年来(1977—2002 年)废纸处理技术的发展,并由全世界前来出席的 17 名废纸处理技术专家评选了这 25 年中最重要的一些技术发展项目,因与本书各章节的内容有着密切的联系,故介绍如表 1-2。

表 1-2 1977—2002 年一些重要的废纸处理技术的发展(按流程次序先后)

项 目	内 容
1. 废纸的收集分拣和分类	进行经济的分拣[1]*
2. 碎浆	1. 高浓低温碎浆[1] 2. 高浓碎浆[5] 3. 鼓式碎浆机[7]
3. 筛选	1. 细缝[12] 2. 楔形棒筛筐[2] 3. 计算机的流体动力学的应用[1] 4. 分级筛选[1]
4. 除渣	轻杂质逆向除渣[7]
5. 分散/搓揉	搓揉机[3]
6. 脱墨	1. ERIC[4] 2. 油墨的附聚和分散化学[2] 3. 有选择性的/有效的脱墨化学剂[2] 4. 油墨分散化学剂[4] 5. EO/PO 共聚物化学[5] 6. 酸碱双回路脱墨流程[4] 7. 新式浮选槽[4] 8. 高效洗浆机[3] 9. 浮选洗涤系统[2] 10. 中性脱墨[1] 11. 脱墨原理——附着的/游离的油墨[1] 12. 调色剂脱墨[1]
7. 漂白	1. 控制技术[1] 2. 转向 TCF 漂白[1]
8. 胶黏物	1. 胶黏物特性[1] 2. 变更胶黏物的密度[1] 3. 微细胶黏物的钝化[1] 4. 原生/二次胶黏物[1]
9. 水的澄清和回用	1. DAF 澄清[1] 2. 双聚合物和絮凝剂的应用[2] 3. 微细胶黏物的去除[3]
其他	分级处理[1]

* 本数值代表 17 名专家中投票赞成的人数——编者注。

M. R. Doshi 最后对这次讨论会和评选作了一个小结。他认为可以考虑以下五项是过去 25 年来在废纸处理技术方面最重要的技术发展:①细缝筛;②鼓式碎浆机、高浓锥形螺旋碎浆机;③轻杂质除渣器(通流式除渣器和 Gyroclean 除渣器);④ERIC 计数方法;⑤脱墨(多用途的化学药剂,浮选槽和高速洗浆机)。

应对废纸处理带来的形形色色问题和困难,相应的新工艺、新技术、新设备也相继出台。让我们在专家评选的基础上,按表 1-2 中所列项目的顺序,浏览一下废纸处理技术的现状及其发展。

1. 废纸的分拣

由于美国人工费用高昂,故过去美国废纸是很少进行分拣的。但由于废纸的质量日趋低下,不进行分拣会对生产带来很多的麻烦甚至危害,当今美国废纸回用者已充分认识到废纸分拣的重要性。美国 Weyerhaeuser 的 L. Beltz 专家就认为:由于废纸质量的日益下降及其构成的复杂性,对废纸进行既经济而又有效的收集、分拣和分类以保证废纸原料的均匀的质量是废纸回收取得成功的先决而又十分重要的条件。

2. 碎浆

相当多的专家认为,20 世纪 80 年代鼓式碎浆机的发展是一项重要的技术成就。由于提高了对去除废杂质的重要性的认识,鼓式碎浆机重新引起了人们的重视和兴趣。Fabry 和 Carre 认为,鼓式碎浆机具有如下的一些优点:①碎浆作用温和;②在高浓条件下连续运行,具有内在去杂质机的功能;③动耗要减少 50%。Tom Eck 则认为:在鼓式碎浆机运转过程中,杂质是被抛弃掉,而不是“咀嚼”后被接纳,这样就可以使用较脏的废纸,或在同等级的废纸条件下,得到较好质量的废纸浆。但 Fabry 和 Carre 也指出了鼓式碎浆机的不足之处:①开始投资费用较高;②占地面积大;③碎浆时间长使油墨重新附着的可能性增加。

G. Darris 指出:20 世纪 80 年代末,80 年代初起用的锥螺旋转子高浓水力碎浆机也是一个显著的技术进展,它的疏解能力和脱墨的效能可以说是无可伦比的。弱点是在处理和去除大废杂质方面,维修量也较高。

Fabry 和 Carre 认为:如果使锥螺旋高浓水力碎浆机的运行最佳化可以获得比鼓式碎浆机质量更好的纸浆,但由于废纸质量的频繁变化而使这一点很难做到。

西密歇根大学的 Said AbuBakr 在评选中提出了为了提高筛选效率而采用高浓低温碎浆法的项目虽然只有一票,但值得引起我们的兴趣和注意。由于胶黏物和蜡是废纸中废杂质中需要特别注意与以去除的对象,降低胶黏物的温度可以改变它的密度,使它的相对密度大于水,易于被正向除渣器除去;低温会降低胶黏物的黏弹性,使它不易于因变形而随同良浆通过筛缝,较易被细缝筛除去。同样,较低的温度也可使蜡凝结硬化并被细缝筛除去。

3. 筛选

17 位专家中,有 14 位认为有着楔形棒筛筐的细缝筛是过去 25 年来废纸处理技术中的最大进步。专家中的一位 Terry Bliss 总结了缝筛技术的发展。他说:“波形开口缝筛技术的发展应认为是过去 25 年中最重要的技术发展之一。20 世纪 70 年代中,产生胶黏碎片颗粒的压敏黏合剂(PSA)逐步取代了上胶的粘贴标签和纸带以作为地址标签、纸盒密封胶带等用。此后,它们在使用过的废纸中的数量日渐增加,这类胶黏物破碎成既不长也不扁的细小滴状,这些胶黏物不会定向排列经过缝筛开口而被作为粗渣排出,故去除胶黏物最好的办法是用很细的压力筛筛缝来除去。”Bliss 说:“20 世纪 70 年代末,本色浆所用的缝筛缝宽为 0.45~0.65mm,脱墨浆用的缝宽为 0.25~0.35mm,主要由于平面缝筛的高粗渣率和低通过率所致。

由于相当数量的长纤维随同粗渣被排出,故通常采用了去除杂质碎片效率很差的振动筛作为尾筛使用。”“在压力筛不锈钢筛板进浆一面加工的波形开口使纸浆紧靠筛缝进口处流体化,从而提高了通过量和进浆浓度,并大大减少了分级现象。此时,本色浆用的缝宽为 0.2~0.25mm,脱墨浆为 0.10~0.15mm。这些年来,还发展了很多在筛缝进口处产生有控制的湍流的方法,包括焊接棒和楔形棒(线)的应用。”

细缝筛的另一重要进步就是即使缝宽只有 0.1~0.15mm,也能在 3%~4%的浆浓下正常运行,而过去的老式、常规缝筛最高的进浆浓度也就是 1%至 1.5%,因此它们只能安置在靠近除渣器的地方,不然就放在一台浓缩机的前面。现在的细缝筛在流程配置方面就有了很大的弹性。同时高浓筛选还减少了泵送通过细缝筛的浆量,节约了泵、浆池、管道和厂房的安装或投资费用。缝筛的技术进步还表现在增加了筛缝的开口面积,镀铬或耐磨的碳化物涂料等以延长使用寿命以及筛筐的翻新等等。

Bliss 最后的结论是:具有十分狭小筛缝的压力筛的最重要的意义就在于它能有效地去除胶黏物,从而使消费过的废纸得到了更好的利用。

4. 除渣

有 7 位专家对 25 年来轻杂质去除用的逆向除渣器给予了认可,他们认为逆向除渣器、通流式除渣器,轻、重杂质除渣器以及回转式除渣器(Gyroclean)的发展是值得注意的。G. Galland 说:“20 世纪 70 年代,当时废纸回收使用的低浓水力碎浆机将会将废纸切边和书刊的书脊所含胶黏物碎解成小颗粒。这些除渣器就是用来去除相对密度小于 1 的这类废杂质的。”90 年代以来,除渣器结构本身并没有很大的变化,不少公司致力于进浆、良浆、排渣口的改进。筒体直径小些,筒身长一些,选用筒体长度/直径的适当比例,延长纸浆在筒体内的停留时间,提高纤维与杂质的分离效率是当今除渣器改进的重点。

由于废纸中的废杂质含量的不断增加,要去除一些细小的废杂质,即使使用了筛缝可达 0.1mm 的细缝筛,也仍然需要用除渣器来除去一些细缝筛所不能去除的东西,例如纸浆中的细小砂、砾以及一些磨蚀性杂质,如不除去,就会造成筛筐、筛缝、波形开口、转子等部件的磨损。正向除渣器是去除此类杂质的最佳设备,是别的设备所不能替代的,因此在进入筛选系统之前,通常都装置有除渣器,如在粗筛前装高浓除渣器,低浓细筛前装低浓除渣器。

对于去除轻杂质的逆向除渣器来说,由于细缝筛技术的发展,胶黏物作为废纸中最令人头痛的废杂质,已能够十分有效地被细缝筛除去。但是那些相对密度十分接近于 1 的胶黏物(如一些热熔物或压敏黏合剂)要用逆向除渣器除去就比较困难,同时逆向除渣器占地面积大,加以耗电,故一些生产脱墨浆的工厂倾向于省略逆向除渣器不用,依靠细筛选来解决问题。但由于 OCC 中含有大量的胶黏物类废杂质,故在 OCC 废纸处理生产线中至今仍保留了逆向除渣器的应用。

5. 分散与搓揉

搓揉机和分散机的应用有一个认识的过程,20 世纪 70 年代以前,美国一些箱纸板厂用高温(150℃)高浓(35%~40%)的热分散来分散 OCC 浆中的沥青。80 年代热分散技术被广泛用来分散废纸中的胶黏物和油墨斑点以使纸成品外观均匀化。随着碎浆、筛选技术特别是细缝筛技术的发展,废纸中的废杂质能够较好地被除去。考虑到搓揉机和分散机电耗大,设备投资大,人们曾一度讨论在废纸处理流程中是否有设置搓揉机和分散机的必要。事实上美国许多生产本色废纸浆的工厂已取消了在流程末尾热分散机的设置。90 年代以来,由于废纸质量日趋低下,杂质日趋增多。加上新型油墨、新型胶黏物(其中不少相对密度接近于 1)的不断出

现,力求使用低档废纸(如 MOW)生产高档文化用纸的动力促使搓揉机和分散机重新焕发了青春。G. Galland 说:热分散已成为现代化脱墨生产线的关键性处理设备,用以促使残留油墨与纤维的分离,碎解斑点以改进后浮选的效率。L. Ferguson 则指出:搓揉机技术对加工办公废纸特别有用。

漂白与搓揉机和分散机的结合使后者的应用更上了一层楼,搓揉机和分散机内进行氧化和还原漂白,大大节省了漂白装置的费用,同时热分散机的高温(90℃以上)、高浓,彻底解决了过氧化氢漂白时的过氧化氢酶的问题,人们发现:不论是氧化还是还原漂白,漂白效果都很好。

6. 脱墨

Yuling Deng 称:将浮选成功地从选矿工业引进到废纸回收厂来是废纸回收领域中最重要的一项技术发展。浮选脱墨化学、油墨分散技术的进展以及相应的设备配套和改进均对废纸回收工业产生了重大影响。

办公废纸含有的非打击式印刷(油墨)在 25 年前并不多见,当时这种以调色剂印刷油墨为基调的废纸是不允许送往废纸脱墨工厂的。现在,计算机、打印机和复印机的调色剂油墨印刷已极普遍,而废纸回用技术的进展使得这些聚合物性质的油墨诸如调色剂得以为脱墨工厂所接受。这些技术包括高浓碎浆、搓揉、浮选、洗涤以碎解调色剂颗粒,将调色剂与纤维分离,从而最终将调色剂颗粒从纸浆中除去。这一例子表明,在新的印刷技术情况下,废纸回收工业是如何发展新技术来应对来自各方面的挑战的。

1993 年由 Jordon 和 Popson 发明的 ERIC 值使脱墨浆中残留油墨的分布得以量化,并为脱墨的基础和应用技术的研究提供了有力的支持。ERIC 法主要是测量在近红外区域纸浆或纸的反射系数也即由于油墨的分布导致纸浆或纸变黑的程度。在此区域,木素和染料分布可以略而不计。ERIC 值已从过去的线外测定发展到当今的在线测量并已在全世界废纸回收领域中得到广泛应用。

7. 漂白

考虑到环保的因素,绝大部分工厂均转向了 TCF 漂白,由于脏点、白度等参数的在线监测,帮助了漂白过程的控制,降低了漂白剂的消耗量。

近年来,氢硼化钠在漂白中的应用引起了注意,直接氢硼化物注射法(DBI 法)看来有一定的发展前景*。

8. 胶黏物

Yuling Deng 称:“胶黏物继续成为废纸回收业所面临的挑战之一。尽管使用筛、除渣器、浮选槽和洗浆机来去除胶黏物获得了进展,尽管我们对胶黏物通过筛缝的特性以及对原生胶黏物和二次胶黏物的性质方面有了一些了解,但仍有许多工作需要去做。”

Johansson 等人认为:大胶黏物已能有效地被现有的筛和除渣器除去,而不成为什么问题。但在碎浆时大量出现的微细胶黏物并未能很有效地被除去而继续残留在纸浆之中。这样就会使纸机的正常运行遇到困难,并给纸的质量带来负面影响。

特别是用 OCC 制造纸板的一些工厂,由于 OCC 中含有相当数量的蜡、热熔物和 PSA 等。虽然绝大部分的大胶黏物可以用现代的筛和除渣器除去,但微细胶黏物的存在对造纸者来说仍是一个严重的挑战。

可与废纸回用相协调的黏结剂配方的出现可减低由于胶黏物所带来的问题。

* 请参看本书新技术、新工艺一章。