

附聚-磁选技术用于混合办公废纸脱墨的研究

吴芹, 杨崎峰, 王双飞, 黄崇杏, 梁辰
(广西大学轻工与食品工程学院, 广西南宁 530004)

摘要: 采用附聚-磁选技术对混合办公废纸进行脱墨, 考察了影响脱墨效果各因素, 并对油墨附聚物进行了分析。结果表明十八醇能将分散的油墨颗粒凝聚为体积较大的附聚物, 而添加磁铁粉可以明显改善油墨附聚物的磁性。优化脱墨工艺条件为: 十八醇用量(质量分数, 下同)2%, 磁铁粉用量0.1%, 附聚浆浓4%, 附聚时间45 min, 附聚温度70℃, 磁选机磁场强度 1.1×10^4 Gs, 此条件下脱墨率可达90.24%。红外光谱表明细小油墨颗粒的附聚过程是物理作用。

关键词: 脱墨; 混合办公废纸; 附聚; 磁分离

中图分类号: X799

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2010)07-0051-03

A study on agglomeration and magnetic deinking of mixed office paper waste

WU Qin, YANG Qi-feng, WANG Shuang-fei, HUANG Chong-xing, LIANG Chen
(School of Light Industry and Food Engineering, Guangxi University, Nanning 530004, China)

Abstract: The agglomeration and magnetic deinking technology is used to remove ink particles in mixed office paper waste. The effects of several factors on deinking efficiency of mixed office waste are studied, and the toner agglomerates are also analyzed. The results show that octadecanol can make small ink toner particles to coagulate into bigger bulbs, while addition of magnetite powder can improve the magnetism of toner agglomerates. The optimal process conditions are as follows: octadecanol amount of 2%, magnetite powder amount of 0.1%, pulp consistency of 4%, agglomeration time of 45 minutes, agglomeration temperature of 70℃, applied magnetic field intensity of 1.1×10^4 Gs, and with the above conditions the deinking rate level can reach 90.24%. The infra-red analysis shows that the agglomeration and magnetic deinking process is a physical one.

Key words: deinking; mixed office waste; agglomeration; magnetic separation

随着造纸工业资源、能源及环境问题的日益突出, 废纸回收越来越受到关注。含有大量激光/静电印刷废料的混合办公废纸, 通常具有较高的质量和白度, 是造纸工业潜在的原料。但是在这类废纸中的油墨颗粒因其大小不等、厚薄不均、独特的扁片形状而难以用传统的洗涤或浮选方法除去^[1], 残留在浆料中的油墨对脱墨浆质量造成了严重的影响。激光/静电印刷所用的油墨(简称 L/X 油墨)主要由 PVC、碳黑和磁铁矿粉组成^[2], 这类油墨具有热塑性和磁性。附聚-磁选脱墨是将 L/X 油墨附聚在一起以产生能被磁选设备分离出来的磁性附聚物, 然后借助磁铁的吸引而将其与纤维分离, 最终达到脱除油墨颗粒的目的。笔者采用附聚-磁选技术联合对混合办公废纸进行脱墨工艺研究, 通过考察十八醇用量、磁铁矿用量、附聚温度、附聚浆浓、附聚时间以及磁场强度等因素对脱墨效果的影响, 得出最佳附聚-磁选脱墨工艺, 同时对油墨附聚物进行了分析。

1 实验部分

1.1 附聚-磁选脱墨工艺流程

采用附聚-磁选技术对混合办公废纸进行脱墨的工艺流程如图 1 所示。称取 20 g 混合办公废纸(以绝干计), 在 FORMAX N-100 高浓碎浆机中按如下条件进行碎解: NaOH 用量 1.5%, Na_2SiO_3 用量 2%, 浆料质量分数 15%, 温度 60℃, 时间 15 min。碎解后浆料置于 1 000 mL 烧杯中, 调节浆浓, 水浴锅加热, 搅拌。在某一温度下加入十八醇和磁铁粉, 继续搅拌, 使之与细小油墨颗粒充分结合形成油墨附聚物。一段时间之后停止, 加水稀释浆料至浓度为 1% (质量分数, 下同), 用 XCSQ-50 × 70 湿式强磁选机将纤维与油墨附聚物分离。实验所用混合办公废纸是由激光打印废纸和静电复印废纸按 1:1 质量比组成。十八醇、磁铁粉(粒径 5 ~ 35 μm)、氢氧化钠、硅酸钠等均为市售分析纯。

收稿日期: 2010-03-31

基金项目: 广西自然科学基金资助课题(桂科基 0575004)

作者简介: 吴芹(1982-), 女, 博士生; 杨崎峰(1975-), 男, 博士, 教授, 主要研究方向为废纸回用技术及造纸化学品, 通讯联系人, bill.qfyang@163.com。

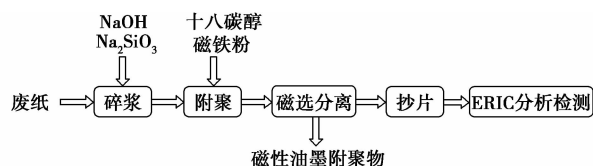


图 1 附聚-磁选脱墨工艺流程

采用凯塞快速抄片器对脱墨浆进行抄片,定量为 60 g/m^2 。

1.2 分析与检测

采用美国 Technidyne 公司的 Color Touch ERIC 950 残余油墨扫描仪测定脱墨浆的有效残留油墨浓度(ERIC);采用日本日立 S-570 扫描电子显微镜对纤维及油墨进行 SEM 观察;采用美国 Analect 公司的 FTIR-8400S 型傅里叶变换红外光谱仪对油墨附聚物进行 IR 分析;采用美国湖滨温公司的 7410 振动磁强计测定油墨附聚物的磁化曲线。

2 结果与讨论

2.1 影响附聚-磁选脱墨效果的因素分析

形成“稳定、致密、磁化率高”的油墨附聚物是进行有效磁选分离的基础^[3],附聚过程中的化学药品用量、温度、浆浓、时间等因素都可能影响油墨附聚物的形成和特性,从而影响最终脱墨效果。磁选分离作为一种将纤维与油墨附聚物分开的后续处理方法,也会受外加磁场强度(即磁选设备磁介质的磁强)等因素的影响。采用单因素实验方法,考察了上述各因素对混合办公废纸附聚-磁选脱墨效果的影响。

附聚是根据油墨颗粒和纤维表面的可润湿性不同而将油墨聚集起来,这个过程基本不受油墨形状和大小的限制^[4]。十八醇作为附聚剂^[5],其作用是将浆内分散的无磁或弱磁性油墨颗粒集合到一起,成为高磁化率的大附聚物。由图 2(a)可知,不添加十八碳醇时脱墨浆的 ERIC 值很高,而当加入少量十八碳醇时,脱墨浆 ERIC 值迅速下降。当十八碳醇用量(质量分数,下同)超过 2% 时,脱墨浆的 ERIC 值基本保持不变,这是因为随着附聚剂用量增加,附聚达到饱和,浆料体系中的油墨颗粒不会继续减少。

由图 2(b)可知,当不添加磁铁粉时,脱墨浆的 ERIC 值很高,因为油墨微粒形成的附聚物磁性很小。当加入少量的磁铁粉,油墨脱除率迅速提高。当磁铁粉用量超过 0.1% 时,脱墨浆 ERIC 值下降缓慢。

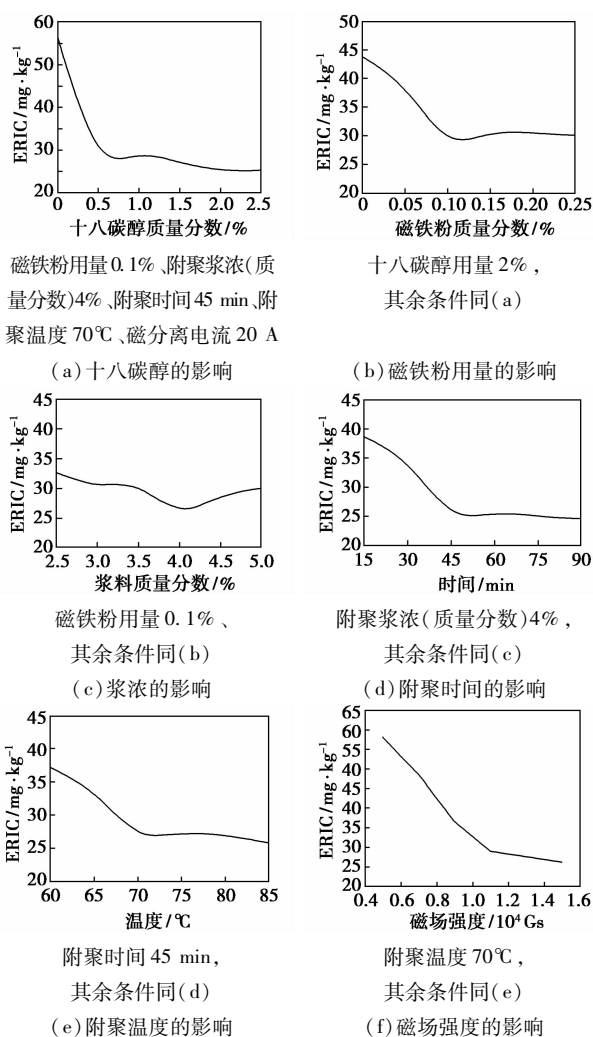


图 2 各因素对混合办公废纸附聚-磁选脱墨效果的影响

从图 2(c) 可以看出,随着浆浓(质量分数,下同)的提高,脱墨浆的 ERIC 值逐渐降低,当附聚浆料质量分数为 4% 时脱墨浆 ERIC 值达到最小值,但是当浆浓继续增加时,脱墨浆的 ERIC 值反而增加。这是因为浆浓超过一定值时,相互交织的纤维就会阻止油墨微粒与附聚剂之间的相互接触,妨碍油墨颗粒的附聚,导致脱墨效率下降。

在保证油墨微粒能充分与附聚剂结合的前提下应尽量缩短附聚时间,由图 2(d) 可见附聚时间越长,脱墨浆的 ERIC 值越低。延长附聚时间有利于油墨脱除,但是当时间超过 45 min 时,脱墨浆 ERIC 值下降缓慢,而且在高温的碱性条件下,时间太长必然会导致纤维降解,影响得率。

L/X 油墨具有可熔性,当超过软化温度时调色剂就会熔融或“溶化”到跟它具有类似可熔性的物质中^[6]。由图 2(e) 可以看出,温度较低时脱墨浆的 ERIC 值较大,随着温度提高,脱墨浆的 ERIC 值

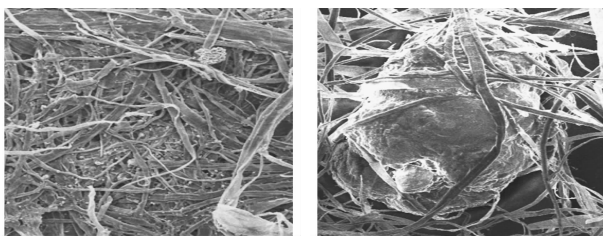
逐渐下降。因为提高温度可以促进油墨粒子的软化,增加其表面张力,从而更容易黏附到附聚剂表面,温度越高越有利于调色剂油墨微粒的附聚^[6]。而温度太高必会增加能耗,在高温、碱性条件下也会引起纤维更多降解。因此附聚过程控制温度在70℃较宜。

从图2(f)可以看出,随着外加磁场强度的增大,脱墨浆的ERIC值逐渐下降,但当磁选机磁场强度超过 1.1×10^4 Gs时,脱墨浆ERIC值基本不变。

综上,混合办公废纸附聚-磁选法脱墨的最佳工艺条件为:十八碳醇用量2%(质量分数)、磁铁粉用量0.1%(质量分数)、附聚浆料质量分数4%、附聚时间45 min、附聚温度70℃、磁选机磁场强度 1.1×10^4 Gs。与原样(ERIC值为213.33 mg/kg)相比,此工艺所得脱墨浆的ERIC值为20.83 mg/kg,脱墨率可达90.24%。

2.2 附聚前后纤维及油墨的SEM

从图3(a)中看出,附聚前浆料体系中存在大量细小的油墨颗粒,大小不等,形状不规则;分布广泛,或吸附在纤维上,或分散在浆料中。然而经过附聚之后,如图3(b)所示,浆料中分散的细小油墨颗粒消失,只存在体积较大、形状规则的团状物,同时纤维表面也变得非常洁净。十八碳醇能将分散的油墨颗粒凝聚为体积较大的附聚物。



(a) 附聚前

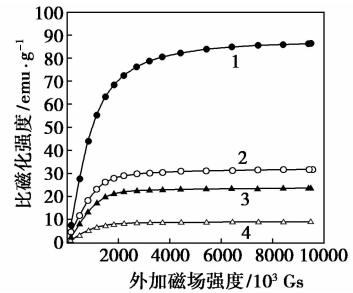
(b) 附聚后

图3 附聚前后纤维和油墨的SEM照片

2.3 油墨附聚物的物理化学特性

从图4看出,不经过附聚的油墨颗粒磁性很小,最大比磁化强度仅为 8.99 emu/g ,磁铁具有很强的磁性,最大比磁化强度为 86.41 emu/g 。而经过附聚后的油墨磁性明显增加,与不添加磁铁粉的油墨附聚物相比,加入磁铁粉可以使油墨附聚物的最大比磁化强度由 23.51 emu/g 提高到 31.64 emu/g 。

红外光谱上(图略), 3425 cm^{-1} 是O—H基的伸缩振动,来源于十八碳醇和激光打印油墨相应官能团信号的重叠。 $2918, 2850 \text{ cm}^{-1}$ 是 R_2CH_2 基的伸缩振动吸收,是十八醇的特征官能团。 $1726,$



1—磁铁粉;2—加入磁铁粉的油墨附聚物;3—油墨附聚物;
4—油墨颗粒

图4 L/X 油墨及其附聚物的磁化曲线

$1492, 1376, 1635, 1600, 1451 \text{ cm}^{-1}$ 均来源于激光打印和静电复印油墨。附聚物的主要成分也为苯乙烯和丙烯酸酯组分以及与酚类不饱和羧酸结合的酯类组分,这些组分均来自于静电复印和激光打印油墨。粗略判断,将细小油墨颗粒附聚的过程是物理作用。

3 结语

采用附聚-磁选技术能有效的脱除混合办公废纸中的油墨颗粒,在十八碳醇用量2%(质量分数)、磁铁粉用量0.1%(质量分数)、附聚浆料质量分数4%、附聚时间45 min、温度70℃、磁选机磁场强度 1.1×10^4 Gs的最佳工艺条件下,脱墨率可达90.24%。

十八碳醇能将分散的油墨颗粒凝聚为体积较大的附聚物,而添加磁铁粉可以明显改善油墨附聚物的磁性,二者的加入均能明显提高混合办公废纸的脱墨效率。附聚处理后浆料中分散的细小油墨颗粒附聚成尺寸较大的团状物,同时纤维表面变得洁净;加入磁铁粉有利于磁选分离;而附聚物的主要成分与静电复印和激光打印油墨相同,颗粒附聚的过程是物理作用。

参考文献

- [1] 陈庆尉. 数字印刷对废纸回用性的影响[J]. 中华纸业, 2005, 26(12): 70-73.
- [2] 戴红旗, 王怀阳. 油墨组成特性及废纸脱墨[J]. 黑龙江造纸, 2003(1): 5-8.
- [3] Azevedo M A D, Miller J D. Agglomeration and magnetic deinking for office paper[J]. TAPPI Journal, 2000, 8(3): 66-72.
- [4] Quick T. H., Hodgson K T. Xerography deinking: A fundamental approach[J]. TAPPI Journal, 1986, 69(3): 102-104.
- [5] 张厚民. 用于生产优质纸张和商品浆的混合办公废纸脱墨[J]. 国际造纸, 2004(6): 19-21.
- [6] Darlington W B. A new process for deinking electrostatically-printed secondary fiber[J]. Tappi Journal, 1989(1): 35-38. ■