

浆内助剂改善纸模制品表观平滑度的研究

汪欣¹, 卜杨¹, 莫灿梁², 张新昌¹

(1. 江南大学, 无锡 214122; 2. 东莞市汇林环保包装有限公司, 东莞 523525)

摘要:目的 研究阳离子淀粉(CS)和阳离子聚丙烯酰胺(CPAM)与加入烷基烯酮二聚体(AKD)乳液浆料的滤水性能及对纸模制品表观平滑度的影响。方法 向废旧单面瓦楞纸板浆料中分别加入CS与AKD, CPAM与AKD来制作平板纸模试样。结果 相比于只添加AKD的浆料, 先加入CS糊化液或CPAM后再加入AKD, 浆料的滤水时间和打浆度都有不同程度的降低, 且随着CS和CPAM用量的增加, 试样的摩擦因数先减小后增加, 即试样表面平滑度先提高后降低。结论 HSCS-02型季铵型阳离子玉米淀粉具有较好的助滤性能, 能较好地改善纸模制品的表观平滑度, 其最佳质量分数为3%; CPAM的助滤性能和对纸模制品表观平滑度的改善作用优于CS, 其最佳质量分数为0.06%。

关键词: 纸浆模塑; 阳离子淀粉; 阳离子聚丙烯酰胺; 助滤性能; 表观平滑度

中图分类号: TB484.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)03-0010-05

Improvement of Apparent Smoothness of Molded Pulp Products by Internal Agents

WANG Xin¹, BU Yang¹, MO Can-liang², ZHANG Xin-chang¹

(1. Jiangnan University, Wuxi 214122, China;

2. Dongguan Huilin Environmental Packaging Co., Ltd., Dongguan 523525, China)

ABSTRACT: To study the influence of CS and CPAM on the filtering performance of pulp mixed with AKD emulsion and the apparent smoothness of molded pulp products. CS and AKD or CPAM and AKD were added to the old corrugated cardboard pulp slurry and flat molded pulp samples were prepared. Compared to slurry supplemented with AKD emulsion only, both the drainage time and beating degree decreased to some extent after the addition of AKD following CS or CPAM addition, and with the increasing dosage of CS and CPAM, the frictional coefficient decreased at first and then increased, in other words, the apparent smoothness of the samples was first improved and then decreased. The HSCS-02 quaternary ammonium cationic corn starch led to better filtering performance of the pulp, and it also improved the apparent smoothness of the molded pulp products, with an optimal addition dosage of 3%. CPAM was a better filter aid agent than CS, and it improved the apparent smoothness of the molded pulp products to a higher degree as compared to CS, with an optimal addition dosage of 0.06%.

KEY WORDS: molded pulp; CS; CPAM; performance of filter aid; apparent smoothness

近年来,纸浆模塑制品已成为人们公认的绿色包装材料之一,其缓冲性能可达到甚至超越EPS缓冲衬垫,且其原料来源广泛、成本低廉、包装整体性好,具有优良的环保特性,因此具有广阔的市场和发展前景^[1-3]。随着人类文化、生活水平的提高和纸浆模塑

制品的应用和推广,消费者及使用厂商对其生产也提出了越来越高的要求,如希望纸浆模塑制品表面光洁、平整、无杂质,具有良好的视觉效果,色彩缤纷等^[4-5],因此研究如何解决纸模制品表面粗糙的问题,对提高国民经济水平,促进国民经济的发展具有显著意义。

收稿日期: 2014-10-15

作者简介: 汪欣(1990—),女,湖北咸宁人,江南大学硕士,主攻包装材料与结构。

通讯作者: 张新昌(1961—),男,河南人,江南大学教授、硕士生导师,主要研究方向为产品包装整体解决方案、包装材料与结构。

平滑度是纸和纸板的表面性质之一,它是评价纸和纸板表面凹凸程度的技术指标,是表示纸和纸板表面平整、光滑的物理量^[6]。纸制品的表观平滑度是指纸制品表面在自由状态下的平滑度^[7],适用于评价纸浆模塑制品的表面性能。作为工业包装用品的纸浆模塑,若拥有较好的平滑度,则在视觉上能给消费者带来舒服、高档、醒目、有质感等美的感受。

通过改进纸模制品的工艺以提高其表观性能常用的方法包括:表面涂覆法和浆内助剂法。其中浆内助剂法具有生产效率高、人工成本低、便于实现自动化生产等优点。文中将借鉴常用于改善纸张表观性能的浆内助剂法,来研究对纸浆模塑制品表观性能的改善。拟采用CS与浆内施胶助剂AKD,CPAM与浆内施胶助剂AKD分别对纸浆悬浮液作用,以研究其对纸浆模塑成形过程中的纤维滤水性能及纸模制品表观平滑度的影响。经过参阅文献[8—12],并结合作者的初步试验研究,发现当AKD的质量分数(相对于绝干浆的质量分数)为0.2%~0.3%时,对纸模制品表观平滑度的提高较为明显,这提高了其作为包装制品的档次和附加价值。由此,文中将AKD的质量分数固定在0.25%。

1 实验

1.1 材料

实验材料:制浆原料,国产废旧单面瓦楞纸板;AKD乳液,阳离子型高分子化合物,固含量为 $(15 \pm 0.5)\%$,青州金昊化工有限公司;HSCS-02季铵型阳离子玉米淀粉(白度 $\geq 85\%$,水分 $\leq 14\%$,灰分 $\leq 1\%$),聊城市高科化工有限公司;CPAM(阳离子聚丙烯酰胺,相对分子质量为2000万,固含量 $\geq 90\%$),河南巩义市东佳净水材料有限公司。

1.2 仪器与设备

实验仪器与设备:电子分析天平,AB240-N,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;纸浆打浆度测定仪,J-DJY100型,四川长江造纸仪器有限责任公司;数显恒温水浴锅,HH-S6型,金坛市医疗仪器厂;数显恒速强力电动搅拌机,JB200-SH型,上海标本模型厂;纸浆模塑机,水力碎浆机(WF4030纸浆模塑成形机配套设备),北京碧生源科技有限公司;电热恒温鼓风干燥箱,DHG-9070A型,宁波赛茵仪器有限公司;平板硫化

机,XLB400×400型,青岛鑫城一鸣橡胶机械有限公司;恒温恒湿试验机,THS-AOC-100AS型,庆声科技股份有限公司生产;摩擦因数仪器,MXD-01型,济南兰光机电技术有限公司。

1.3 方法

1) 浆料制备。将废瓦楞纸板浸泡约12 h后进行碎浆,然后过滤并清洗,再添加适量的蒸馏水配成质量分数为1%的纸浆悬浮液。

2) CS糊化液的制备。称取一定量的CS粉末,向其加入适量的蒸馏水配成质量分数为4%的淀粉溶液,并放置于90℃的恒温水浴锅中以300 r/min的转速进行充分搅拌,恒温水浴20 min左右后,加入一定量的蒸馏水将糊化液稀释到质量分数为1%,并在60℃保温备用。

3) CS的添加。在配好的纸浆悬浮液中,分别加入质量分数(CS相对于绝干浆的质量分数)为1%,2%,3%,4%,5%的阳离子淀粉糊化液,在200 r/min的转速下搅拌5 min,然后加入质量分数为0.25%(相对于绝干纸浆的质量分数)的AKD乳液,在200 r/min的转速下继续搅拌5 min。

4) CPAM的添加。根据试验设计称取相对于绝干浆的质量分数分别为0.02%,0.04%,0.06%,0.08%,0.10%的CPAM颗粒,加入纸浆悬浮液中,在60℃下加热并搅拌均匀。

5) AKD乳液的添加。根据试验要求,用移液管定量量取所需乳液,加入已添加CS或CPAM且搅拌均匀的纸浆悬浮液中,并在300 r/min的速率下搅拌均匀。

6) 平板状纸模试样制备。将已按要求添加好助剂的浆料加入纸浆模塑成形机的储浆池,固定好指定的小型模具后,开机生产平板纸模试样,经过一段时间滤水并初步成形后进行脱模,并将试样转移到真空鼓风干燥箱内,在85℃下干燥2 h至试样含水率约为30%~35%^[13]后取出,在型号为XLB 400×400的平板硫化机上经整形即得到试验试样。然后按照GB/T 10739—2002对试样进行恒温恒湿处理后^[14],按要求取样并进行性能测定。

1.4 试样性能测试方法

1.4.1 滤水性能的测定

从已制备好备用的湿浆饼中分别称取等同于2 g绝干浆的湿浆饼放入测量量筒内,加入清水约300 mL,充分打散后按试验要求分别加入CS或CPAM并

搅拌均匀,再用清水稀释至1000 mL并搅匀,然后按照相关国标及J-DJY100型纸浆打浆度仪的操作规定来测定浆料的滤水时间及打浆度。每种不同添加量分别制备2份浆料试样进行测定,最后取平均值。

1) 滤水时间测定。采用精度为0.1 s的秒表,从将浆料倒入J-DJY100型打浆度仪的滤水筒开始计时,至侧流管停止滴水时停止计时,所测得的时间即为滤水时间。由于试验中人为会造成计时不精准,因此滤水时间误差为 ± 0.2 s。

2) 打浆度测定。按照GB/T 3332—2004《纸浆打浆度的测定(肖伯尔-瑞格勒法)》^[15],取相当于2 g绝干纸浆的浆料,用水稀释成1000 mL的纸浆悬浮液,在温度为 (20 ± 0.5) °C的条件下,将该纸浆悬浮液倒入打浆度仪的滤水室中,然后将从侧管流出的滤液收集在带有肖伯尔刻度值的量筒中,读取SR值,即该浆料的打浆度。

1.4.2 表面平滑度测试

采用MXD-01型摩擦因数仪器,按照GB 10006—88《塑料薄膜和薄片摩擦因数测定方法》^[16],将平板状纸模制品裁成63 mm × 63 mm,每次试验测量3个试样,测试其摩擦因数,然后取平均值。

对于同一接触表面,比较2个不同纸模制品的平滑度,即相当于比较这2个制品分别与该特定接触表面间的摩擦因数,其中摩擦因数低的代表其表观平滑度更好。文中将通过测定不同纸浆模塑试样针对某一特定纸面的摩擦因数来表征该试样的平滑度。

2 结果与讨论

2.1 阳离子淀粉用量对浆料滤水性能和纸模制品表观平滑度的影响

按照1.3中的试验步骤,在试验过程中,固定AKD乳液的质量分数,研究添加不同质量分数的CS时浆料的滤水时间、打浆度和平板纸浆模塑试样的表观平滑性能,结果见图1。

由图1可知,相比于只添加AKD的浆料(滤水时间为55.6 s,打浆度为26.9° SR),添加CS糊化液后,浆料的滤水时间和打浆度都有不同程度的降低,这表明添加CS对浆料起到了助滤作用^[17-18]。当CS的质量分数小于3%时,打浆度逐渐减小;当质量分数大于3%时,打浆度又逐步呈增加趋势。当CS的质量分数从1%到2%时,滤水时间逐渐减少,在2%时时间

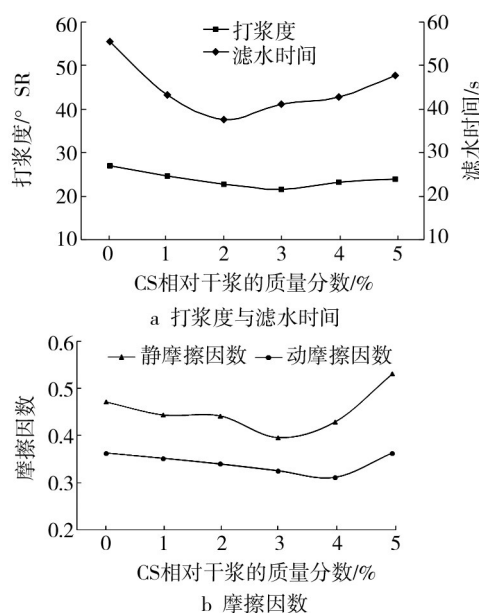


图1 CS用量对浆料滤水性能和摩擦因数的影响

Fig.1 The effect of CS dosage on the performance of pulp slurry and frictional properties

最短(37.5 s);当质量分数大于2%时,滤水时间逐步增加。这是因为当CS的添加量过多时,会导致纤维发生絮凝,纤维的滤水性能下降,因而滤水时间增加。

与空白试样(仅添加AKD)相比,当CS的质量分数为1%~4%时,试样的摩擦因数相对于空白试样有不同程度的降低,即在该过程中试样的表面平滑度增加了。CS的质量分数为5%时,试样的动、静摩擦因数均略高于空白样。其中,当CS的质量分数为3%时,静摩擦因数达到最小值0.396,相比于空白样降低了约16.1%;当CS的质量分数为4%时,动摩擦因数达到最小值0.312,比空白样约降低了14.0%。当CS质量分数为3%时,动摩擦因数减少了10.2%,表明此时制品表面平滑度有了较大的改善。这是由于加入CS后,浆料中的阴离子杂质等负电荷首先与其结合,使细小纤维与AKD结合的机会增加,细小纤维附着在长纤维表面,使成形的纸模制品表面更光滑。当CS添加过多时,会使得纤维絮聚,降低制品成形匀度,从而降低其表面平滑度。

综合考虑添加CS对制品动摩擦因数和静摩擦因数的影响,确定改善纸模制品表观平滑度时CS的最佳质量分数为3%。

2.2 CPAM用量对浆料滤水性能和纸模制品表观平滑度的影响

采用1.3节的方法,分别向纸浆悬浮液中添加

CPAM 和 AKD,以研究 CPAM 和 AKD 共同作用对浆料滤水性能和表观平滑度的影响,结果见图 2。

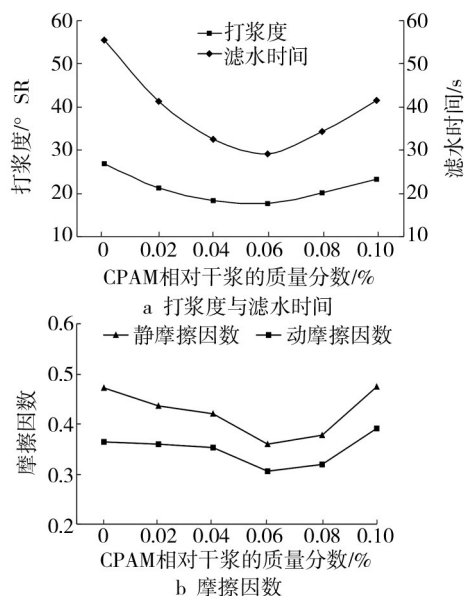


图2 CPAM用量对浆料滤水性能和摩擦因数的影响

Fig.2 The effect of CPAM dosage on the performance of pulp slurry and frictional properties

由图 2 可知,相比于仅添加 AKD 的浆料,添加 CPAM 后,浆料的滤水时间和打浆度都有不同程度的下降,说明 CPAM 的添加可以提高浆料的滤水性能。当 CPAM 的质量分数小于 0.06% 时,打浆度、滤水时间和动、静摩擦因数均呈下降趋势。当质量分数为 0.06% 时达到最小值,此时滤水时间为 29.1 s,打浆度为 17.7° SR,动摩擦因数为 0.307,静摩擦因数为 0.359,相比空白样的滤水时间缩短了将近一半,打浆度下降了 9.2° SR,动、静摩擦因数分别降低了 18.2% 和 23.9%。表明在该过程中浆料的滤水性能有很大程度的提高,试样的表观平滑度得到了较大的改善,且比添加 CS 时的表面平滑度有了更大的提高。

当质量分数超过 0.06% 时,滤水时间、打浆度、动(静)摩擦因数又逐渐增大。当质量分数为 0.1% 时,其动摩擦因数($\mu_s=0.475$)与静摩擦因数($\mu_d=0.392$)均高于空白试样(仅添加 AKD 所制得试样)的摩擦因数($\mu_s=0.472$, $\mu_d=0.363$),表明此时添加的 CPAM 不但不能有效增加试样的平滑度,反而不利于提高制品的表观平滑度。在该过程中,浆料的滤水时间增大、打浆度增大,表明 CPAM 的助滤效果较差。这是因为 CPAM 和 CS 一样,都是阳离子型助剂,加入浆料中后与浆料中的阴离子物质反应,提高了细小纤维与 AKD 结合的机会,使更多细小纤维留在浆料中,改善了纸模成形时的均匀性,所以其表面更光滑,表观平滑度

增加。当 CPAM 过量时会使纤维产生絮聚现象,使浆料滤水性能下降,影响制品成形的均匀性,从而降低制品的表观平滑度。CPAM 与 CS 的改善效果不同可能是由于两者的分子量及阳离子度不同造成的。

综合考虑添加 CPAM 对 AKD 改善纸模制品表观性能的促进作用,CPAM 的最佳质量分数以 0.06% (相对于绝干浆的质量分数)为宜。

3 结语

文中研究了在纸浆模塑制品生产过程中,不同浆内助剂对浆料滤水性能和最后所成形试样的表观平滑度的影响。在纸浆中添加助剂 AKD 可改善浆料的滤水性能,提高所成形纸模制品的表观平滑度,扩大其应用领域,同时促进废弃纸资源向高附加值的产品转化,且较适宜的 AKD 添加量为 0.25%。HSCS-02 季铵型阳离子玉米淀粉(CS)与 AKD 协同作用时有较好的助滤效果,能进一步提高纸模制品的表观平滑度,当其质量分数为 3% 时,浆料的打浆度为 21.5° SR,滤水时间为 41.1 s,纸浆模塑制品的表观平滑度相对于空白试样有较大的提高。阳离子聚丙烯酰胺(CPAM)与 AKD 协同作用时较大地提高了浆料的滤水性能,从而极大地提高了成形纸模制品的表观平滑度,当其质量分数为 0.06% 时,滤水时间缩短了 20.7 s,打浆度降低了 9.2° SR,表观平滑度提高了 20% 左右。

参考文献:

- [1] 卫星华. 纸浆模塑制品代替一次性发泡塑料制品的必然性及其发展前景[J]. 印刷世界, 2007 (4): 44—46.
WEI Xing-hua. Inevitability and Development Prospect of Molded Pulp Products Replace Disposable Foam Plastic Products[J]. Printing World, 2007 (4): 44—46.
- [2] 巩桂芬. 纸浆模塑制品在运输包装中的应用[J]. 中国包装工业, 2005 (3): 52—53.
GONG Gui-fen. Application in Transport Package of Molded Pulp Products[J]. China Packaging Industry, 2005 (3): 52—53.
- [3] 李新芳. 纸浆模塑材料性能的研究现状和开发应用[J]. 包装工程, 2009, 30 (1): 124—126.
LI Xin-fang. Research Progress and Application of Pulp Molded Material[J]. Packaging Engineering, 2009, 30 (1): 124—126.
- [4] 张洁, 和克智. 纸浆模塑制品防掉屑方法的研究[J]. 包装工程, 2010, 31 (3): 65—67.
ZHANG Jie, HE Ke-zhi. Research on Crumbing-proof Meth-

- od of Molded Pulp[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(3): 65—67.
- [5] 王男, 王晓敏, 王文生. 天然染料生产彩色纸浆模塑包装制品染色性能的研究[J]. 包装工程, 2006, 27(6): 126—128.
WANG Nan, WANG Xiao-min, WANG Wen-sheng. Research on Dyeing Performance of Natural Dyestuff in Producing Color Paper Mould Packaging Products[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(6): 126—128.
- [6] 王进一. 水松原纸平滑度影响因素的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2005.
WANG Jin-yi. Study on Influence Factors of the Smoothness of Tipping Base Paper[D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2005.
- [7] 张琳. 纸张印刷适性与印刷品质相关性的研究[D]. 西安: 陕西科技大学, 2013.
ZHANG Lin. Study on the Correlation between Paper Printability and Printing Quality[D]. Xi'an: Shaanxi University of Science and Technology, 2013.
- [8] 费贵强, 沈一丁, 王海花, 等. 高分子基AKD乳液的制备和作用机理[J]. 中国造纸, 2008(6): 30—33.
FEI Gui-qiang, SHEN Yi-ding, WANG Hai-hua, et al. Preparation and Function Mechanism of Polymer Base AKD Emulsion[J]. China Pulp & Paper, 2008(6): 30—33.
- [9] 杨静. AKD施胶的表面化学机理及其对回用纤维性能的影响研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2012.
YANG Jing. Study on the Surficial Chemistry Mechanism of AKD Sizing and the Influence of Sizing on Properties of Recycled Fibers[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2012.
- [10] KARADEMIR A, HOYLAND R W, WISEMAN N, et al. The Effects of AKD Sizing on the Frictional Properties of Paper [C]// 56th Annual Appita Conference, 2002.
- [11] KARADEMIR A, HOYLAND R W. The Sizing Mechanism of AKD and Its Effect on Paper Friction[J]. Appita Journal, 2003, 56(5): 380—384.
- [12] SEPPANEN R. On the Internal Sizing Mechanisms of Paper with AKD and ASA Related to Surface Chemistry, Wettability and Friction[D]. Stockholm: KTH, Royal Institute of Technology, 2007.
- [13] 黄俊彦, 朱婷婷. 纸浆模塑生产实用技术[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2008.
HUANG Jun-yan, ZHU Ting-ting. Practical Production Technology of Molded Pulp[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2008.
- [14] GB/T 10739—2002, 纸、纸板和纸浆试样处理和试验的标准大气条件[S].
GB/T 10739—2002, Paper, Board and Pulps—standard Atmosphere for Conditioning and Testing[S].
- [15] GB/T 3332—2004, 纸浆打浆度的测定(肖伯尔-瑞格勒法)[S].
GB/T 3332—2004, Pulps—determination of Beating Degree (Schopper-Riegler Method)[S].
- [16] GB 10006—88, 塑料薄膜和薄片摩擦因数测定方法[S].
GB 10006—88, Plastics—film and Sheeting—determination of the Coefficients of Friction[S].
- [17] 黄六莲, 陈礼辉, 马晓娟. 在纸浆模塑中填加白泥的研究[J]. 华东纸业, 2010, 41(1): 31—33.
HUANG Liu-lian, CHEN Li-hui, MA Xiao-juan. Study on Pulp Molding with White Mud as Filler[J]. East China Pulp & Paper Industry, 2010, 41(1): 31—33.
- [18] 林涛, 任建晓, 殷学风, 等. 细小纤维与PAM共絮凝工艺留着及滤水性能的探讨[J]. 中华纸业, 2013, 34(18): 34—37.
LIN Tao, REN Jian-xiao, YIN Xue-feng, et al. A Discussion on the Retention and Drainage in Co-flocculation of Fines and PAM[J]. China Pulp & Paper Industry, 2013, 34(18): 34—37.

(上接第5页)

- 料的工艺研究[J]. 林产化学与工业, 2009(S1): 165—168.
CHAI Xi-juan, ZHANG Jia-yan, HU Huan-jun. Study on the Process of Preparing Degradable Material for Microwave Irradiation of Bagasse[J]. Chemistry and Industry of Forest Products, 2009(S1): 165—168.
- [14] 李海清, 钱静, 王彤. 一种气相缓蚀剂的密闭空间定量评价方法[J]. 包装工程, 2012, 33(19): 94—98.
LI Hai-qing, QIAN Jing, WANG Tong. A Confined Space Quantitative Evaluation Method of Vapor Phase Corrosion Inhibitors[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(19): 94—98.
- [15] WAN Hong-jing, HUANG Hong-jun, ZHANG Min, et al. A Modified Method for Evaluation of Materials Containing Volatile Corrosion Inhibitor[J]. Metals Test Methods and Analytical Procedures, 2005, 12(4): 406—410.