



磷石膏晶须在造纸中应用的初步研究

卢振华, 高玉杰, 刘红娟, 李 敏

(天津市制浆造纸重点实验室, 天津科技大学材料科学与化学工程学院, 天津 300457)

摘 要: 结合磷石膏晶须的结构特点, 对其在造纸中的应用进行了探讨. 研究发现: 无论是针叶木浆还是漂白麦草浆, 抄纸时加填磷石膏晶须可有效提高纸张的抗张指数、撕裂指数、耐破指数等, 尤其是磷石膏晶须添加量为 30% 时, 纸张的物理强度性能和填料留着率最高. 白度高、成本低的磷石膏晶须作为填料应用于造纸, 将具有很大的市场潜力.

关键词: 磷石膏晶须; 造纸填料; 纸页物理性能

中图分类号: TS766 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6510(2010)05-0035-03

Preliminary Study on Application of Calcium Sulfate Whisker in Papermaking

LU Zhen-hua, GAO Yu-jie, LIU Hong-juan, LI Min

(Tianjin Key Laboratory of Pulp and Paper, College of Material Science and Chemical Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: According to the structure of the Calcium Sulfate Whisker, a deep investigation and study on its application in paper industry was made. It was found that the index of the tensile, tearing, bursting and the folding resistance was all obvious improved. Especially, the physical strength of the paper and the retention of the filler achieve the best when the Calcium Sulfate Whisker was added about 30%. If the Calcium Sulfate Whisker with nice properties, for example, high whiteness, low cost and so on, is used in paper industry, it will has great market potential.

Keywords: Calcium Sulfate Whisker; paper filler; physical performance of paper

造纸加填的目的是降低生产成本, 并且使纸张获得某些特殊的性质, 比如通过填充纸页中的空隙, 提高纸页的匀度, 增加纸的白度和不透明度, 改善印刷适性, 增加纸张尺寸稳定性等^[1].

目前, 造纸工业常用的填料主要包括滑石粉、二氧化钛、碳酸钙及高岭土等. 然而, 随着加填量的增加, 纸张的强度、松厚度及挺度等往往会受到负面影响, 印刷过程中易于出现掉毛掉粉现象, 因此, 基于减轻或避免此类负面效应的相关研究具有十分广阔的空间^[2].

磷石膏晶须(Calcium Sulfate Whisker, CSW), 即硫酸钙晶须, 亦称硫酸钙微纤维, 国际商品名称为 ONODA-GPF. 磷石膏晶须是硫酸钙的纤维状单晶体, 具有高强度、高模量、高介电强度、耐磨耗、耐高

温、耐腐蚀、红外线反射性良好、易于进行表面处理、易与聚合物复合、无毒等诸多优良的物理化学性能, 是现有复合材料中较为高档的增强组元, 也是当前一种备受科研工作者关注并且具有较高性价比的无机材料^[3]. 磷石膏晶须集增强纤维和超细无机填料二者的优势于一体, 而且, 磷石膏晶须的化学性能稳定, 水溶性低(22 °C 时小于 1.2 g/L), 有白色光泽. 晶须长宽比为 29 ~ 77, 平均长度约为 1.275 mm, 晶须直径基本一致^[4].

本文针对磷石膏晶须的特性, 将其添加到针叶木浆和漂白麦草浆中进行纸张抄造, 探讨其作为造纸填料对纸张强度等性能的影响, 以期寻找在造纸工业中充分利用磷矿矿渣所生产的磷石膏晶须的最佳添加量, 为造纸工业及环境保护作出贡献.

1 材料与方法

1.1 原料

磷石膏晶须,河南洛阳亮东非金属材料科技开发有限公司提供;针叶木浆、漂白麦草浆,山东泉林纸业提供.

1.2 设备与仪器

ZQS₂-23 型 valley 打浆机,陕西科技大学机械厂;970154 型浆料疏解器、SE062 型纸张抗张强度测定仪、969920 型纸张耐破测定仪、SE099 型纸张撕裂度测定仪、912 型纤维分析仪、SE062 型分光光度计,瑞典 Lorentzena & Wettre 公司;196550 型纸张耐折度测定仪,美国 Tinius Olsen 公司;BL-320H 型电子天平,日本 Shimadzu 公司;2571-1 型湿纸页压榨机,日本熊谷理机工业株式会社;7407 S 型纸页成型器, Mavis 公司.

1.3 实验方法

1.3.1 打浆

采用 valley 打浆机,打浆浓度 2%,打浆杠杆臂负荷为 118 N.

1.3.2 纤维长度频率分布测定

分别称取绝干质量 0.04 g 的磷石膏晶须、针叶木浆和漂白麦草浆,经打散后采用 912 型纤维分析仪进行测定.

1.3.3 手抄片抄造

将磷石膏晶须按照不同添加量分别在纸页成型器上抄取定量为 80 g/m² 的纸样.

1.3.4 纸页物理性能及填料留着率的测定

纸页按照 GB/T 10739—1989《纸浆、纸和纸板试样处理和试验的标准大气》中相关规定经标准恒温恒湿处理 4 h 后,根据 GB/T 453—1989《纸和纸板

抗张强度的测定法(恒速加荷法)》进行抗张指数测定,根据 GB/T 454—1989《纸耐破度的测定法》进行耐破指数测定,根据 GB/T 455.1—1989《纸撕裂度的测定法》进行撕裂指数测定,耐折度根据 GB/T 457—1989《纸耐折度的测定法》进行测定.空白样和不同添加量的手抄片按照 GB/T 742—2008《纸浆灰分的测定》进行填料留着率测定^[5].

2 结果与讨论

2.1 不同纤维长度的频率分布

针叶木浆、漂白麦草浆以及磷石膏晶须纤维长度的频率分布结果见表 1.可以看出,针叶木浆、漂白麦草浆以及磷石膏晶须在 0.5~1 mm 范围内所占比例都较大,而且磷石膏晶须长度在 0.5 mm 以上所占的比例明显大于漂白麦草浆,并且与针叶木浆的频率分布相差不大.磷石膏晶须适宜的纤维长度分布,有利于抄纸后增加与植物纤维的接触结合点,有利于提高纸张的物理强度性能.

表 1 不同纤维的长度频率分布

Tab.1 Frequency distribution of different fibers

L/mm	比例/%		
	针叶木浆	麦草浆	磷石膏晶须
L<0.5	17.8	43.1	21.5
0.5≤L≤1.0	27.8	35.1	33.4
1.0<L≤1.5	21.4	15.6	15.2
1.5<L≤2.0	14.4	4.9	11.2
2.0<L≤2.5	9.0	1.0	7.0

2.2 磷石膏晶须对纸张物理性能和填料留着率的影响

2.2.1 磷石膏晶须对针叶木浆物理性能的影响

采用针叶木浆(打浆度为 30 °SR)配抄磷石膏晶须,所得纸张的物理性能见表 2.

表 2 磷石膏晶须配抄针叶木浆原纸的物理性能

Tab.2 Physical performance of the paper made from softwood mixed Calcium Sulfate Whisker

晶须添加量/%	定量/(g·m ⁻²)	紧度/(g·cm ⁻³)	白度/%	抗张指数/(N·m·g ⁻¹)	撕裂指数/(mN·m ² ·g ⁻¹)	耐破指数/(kPa·m ² ·g ⁻¹)	耐折度/次
0	82.45	0.62	83.22	52.43	16.39	4.30	168
10	82.00	0.63	82.90	50.33	16.11	4.23	103
20	82.13	0.62	83.31	54.49	16.34	4.32	117
30	80.51	0.63	83.38	55.96	16.69	4.36	163
40	76.08	0.62	83.18	56.84	15.05	4.30	127
50	71.47	0.60	83.00	52.72	14.73	3.65	72

由表 2 可以看出,在针叶木浆中添加 30%的磷石膏晶须时,原纸的综合物理强度性能最好,抗张指数、撕裂指数和耐破指数分别比空白样提高了 6.7%、1.8%和 1.4%,耐折度与空白样相比有所降低,但不是

很明显.当磷石膏晶须添加量达到 40%时,虽然抗张指数与空白样相比达到最高,但其他指标都有所下降.同样,原纸白度在磷石膏晶须添加量为 30%时达到最大值且大于原纸白度.因此,认为针叶木浆中磷

石膏晶须的最佳添加量为 30%。

2.2.2 针叶木浆添加晶须后填料留着率的测定

针叶木浆添加晶须后填料在纸张中的留着率见表 3。实验结果表明:在不加任何助剂的情况下,在添加量为 30%时,填料留着率达到最大值。并且随着磷石膏晶须添加量的不断增加,其填料留着率在逐渐减少,说明随着添加量的增加,磷石膏晶须流失会变得更加严重,今后将对此进行深入研究和分析,可以探讨利用助剂提高磷石膏晶须的留着率。

表 4 磷石膏晶须配抄漂白麦草浆原纸的物理性能

Tab.4 Physical performance of the paper made from bleached straw mixed Calcium Sulfate Whisker

晶须添加量/%	定量/(g·m ⁻²)	紧度/(g·cm ⁻³)	白度/%	抗张指数/(N·m·g ⁻¹)	撕裂指数/(mN·m ² ·g ⁻¹)	耐破指数/(kPa·m ² ·g ⁻¹)	耐折度/次
0	82.64	0.66	69.86	42.83	3.44	2.66	5.3
10	81.88	0.66	71.30	40.96	3.30	2.65	4.5
20	79.51	0.65	70.68	43.02	3.55	2.66	4.7
30	83.37	0.66	70.11	47.63	3.74	2.83	4.8
40	82.53	0.65	69.43	43.71	3.46	2.54	4.7
50	78.61	0.65	69.34	42.53	3.23	2.59	3.5

由表 4 可以看出,当在漂白麦草浆中添加 30%的磷石膏晶须时,原纸的综合物理强度性能最好,抗张指数、撕裂指数和耐破指数分别比空白样提高了 11.2%、8.7%和 6.4%。虽然耐折度在各个添加量下都有所降低,但是在 30%添加量时仍可维持较高水平。与此同时,在添加 10%磷石膏晶须时,原纸的白度值达到最大,随着添加量的增加原纸白度逐渐下降,但在添加量为 30%时原纸白度仍大于空白样原纸白度。根据实验结果可以认为在漂白麦草浆中磷石膏晶须的最佳添加量为 30%。

2.2.4 漂白麦草浆添加晶须后填料留着率的测定

漂白麦草浆添加晶须后填料在纸张中的留着率见表 5。

表 5 磷石膏晶须配抄漂白麦草浆原纸的填料留着率

Tab.5 Filler retention of the paper made from bleached straw mixed Calcium Sulfate Whisker

晶须添加量/%	0	10	20	30	40	50
填料留着率/%	0	58.43	60.83	71.45	40.96	20.24

由表 5 可以看出,磷石膏晶须加填漂白麦草浆与加填针叶木浆时填料留着率的变化规律基本上是一致的。在添加量为 30%时,填料留着率达到最大值。随着磷石膏晶须添加量的不断增加,其填料留着率也在逐渐减少。

从以上实验结果可以看出,当磷石膏晶须添加量小于 10%时,由于磷石膏晶须在纸页中含量过低,彼此间距较大,以致磷石膏晶须之间结合力过小或不产生结合力,此时磷石膏晶须只起到类似填料的作用,

表 3 磷石膏晶须配抄针叶木浆原纸的填料留着率

Tab.3 Filler retention of the paper made from softwood mixed Calcium Sulfate Whisker

晶须添加量/%	0	10	20	30	40	50
填料留着率/%	0	60.20	65.45	70.89	45.00	30.82

2.2.3 磷石膏晶须对漂白麦草浆物理性能的影响

采用漂白麦草浆(打浆度为 30 °SR)配抄磷石膏晶须,实验结果见表 4。

所以纸页强度呈下降趋势;当磷石膏晶须添加量大于 10%时,原纸的物理强度开始上升,并当磷石膏晶须添加量为 30%时,纸页强度指标达到最大值;当添加量大于 30%时,虽然磷石膏晶须间的结合力进一步增大,但是过多的磷石膏晶须会影响纤维间氢键的形成,导致所形成的氢键数量减少,综合作用后,结果表现为纸页物理强度性能下降^[6]。在原纸白度方面,磷石膏晶须自身白度能达到 98%,因而加到纸张中后能够提高原纸白度。手抄片由磷石膏晶须、植物纤维、水和空气组成,原纸白度受以上各组成成分相互影响。在针叶木浆中添加 30%的磷石膏晶须时,原纸白度大于空白样原纸白度且达到最大值。在漂白麦草浆中添加 30%磷石膏晶须时,原纸白度虽然没有达到最高值,但仍较空白有所提高。

3 结 论

(1)磷石膏晶须长度在 0.5 mm 以上所占的比例明显大于漂白麦草浆,并且与针叶木浆的频率分布相差不大。

(2)针叶木浆打浆度为 30 °SR 时,针叶木浆配抄磷石膏晶须的最佳添加量为 30%,抗张指数、撕裂指数和耐破指数分别比空白样提高了 6.7%、1.8%和 1.4%,耐折度与空白样相比降低得不是很明显。磷石膏晶须留着率在添加量为 30%时,达到最大值。原纸白度在添加量为 30%时,达到最大值。

(下转第 44 页)