



## 思茅松硫酸盐浆粮食包装袋纸的打浆工艺研究

李 敏, 高玉杰, 武兰芳, 刘红娟

(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:** 针对粮食包装袋的特殊要求, 研究了思茅松硫酸盐浆抄造粮食包装袋纸的打浆工艺. 实验结果表明, 打浆时间和打浆浓度对纸张的抗张强度、抗张能量吸收、伸长率、耐破度等都有一定程度的影响; 思茅松硫酸盐浆在打浆浓度为 16% 时利用 PFI 磨打浆 5 min 时所抄纸页可以满足粮食包装袋纸的性能要求. 以 20% 与 5% 的浓度组合进行组合打浆, 更可取得较好的纸张韧性发展, 同时获得良好的纸张撕裂强度和透气度性能, 所制粮食包装袋纸具有较好的使用性能.

**关键词:** 粮食包装袋纸; 思茅松硫酸盐浆; 打浆工艺; 组合打浆

**中图分类号:** TS761.7      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1672-6510(2011)06-0024-05

## Study on the Refining of Foodstuff Packaging Sack Paper of Simao Pine Kraft Pulp

LI Min, GAO Yu-jie, WU Lan-fang, LIU Hong-juan

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

**Abstract:** The effect of refining on the foodstuff packaging sack paper properties were studied for the special requirements of foodstuff packaging sack. The results illustrated that both beating time and pulp consistency had effects on TEA, tensile stretch and bursting strength. It was found that the best pulp consistency was 16% and the best refining time was 5 min using PFI mill. The co-refining study indicated that the best strength properties can be achieved under 20% refining pulp consistency in the first stage and 5% refining pulp consistency in the second stage.

**Keywords:** foodstuff package paper; Simao pine kraft pulp; refining; co-refining

目前,我国粮食包装袋主要是塑料编织袋和复合塑料袋. 在环境问题日益被关注的今天,这些塑料编织袋和复合塑料袋将逐渐被美观、实用、卫生、可回收的纸袋包装所取代. 我国粮食包装时使用的包装材料基本不环保且损耗率高,采用环保包装及灵活的包装形式迫在眉睫. 粮食小包装必须同时具备以下几种性能:对粮食品质安全保护性能,该性能涉及屏蔽性、保护性、稳定性、卫生安全性;机加工制袋的作用性能,该性能涉及加工性、作业性、印刷性、热封性;包装使用的方便性能,要求包装质轻、易携带、易存放、易开启、易开封、标志明显、易选购;经济性能,要求包装具有生产的简易性、合理性、节能性;环保性能,粮食小包装需消耗大量的包装材料,产生大

量的包装废弃物,其可回收再用性或可降解性是决定该材料是否可用的标准. 因此,发展粮食、食品小包装涉及生产、技术、原料、经济、环保等多方面问题. 开发适用的包装材料、研制高效的专用粮食包装设备及设计功能齐全的包装结构是粮食销售包装改进的重要环节<sup>[1]</sup>.

思茅松是我国独有的速生丰产针叶木树种,集中分布在云南省的思茅地区和周边的一些区域<sup>[2-3]</sup>. 思茅松是优质的长纤维植物纤维原料,具有速生丰产和区域化集中分布的特征,是云南省乃至我国重点实施林浆纸产业发展的优势树种之一<sup>[4]</sup>. 思茅松纤维细胞壁厚,致使纤维挺硬、纤维之间的结合力差、交织困难,在一定程度上影响了思茅松优质长纤维在中高档

纸产品中的应用,而使得思茅松纸浆目前的市场主要局限于文化用纸、中低档生活用纸等领域,思茅松硫酸盐浆长纤维的优势并没有突出地体现出来.这也成为制约思茅松未来浆纸产业发展的一大障碍.本文针对思茅松纸浆的特性<sup>[5-6]</sup>,结合粮食包装袋纸的具体要求及思茅松的特点,以国家优等纸袋纸标准作为参考,重点研究思茅松硫酸盐浆的打浆时间、打浆浓度、打浆方式等对粮食包装袋纸性能的影响,研究行之有效的打浆技术和方法,解决思茅松纸浆厚壁纤维难打浆、难帚化的问题,旨在拓宽思茅松纸浆的应用领域,为发挥思茅松硫酸盐浆的品牌优势,推动思茅松纸浆产业的快速发展,提供一定的实验理论数据.

## 1 实验

### 1.1 原料与仪器

云南思茅松漂白硫酸盐浆,初始打浆度为 12 °SR,云南云景林纸股份有限公司.

PFI 磨,挪威制浆造纸研究院;法国 Christ 高速离心机;德国 Rapid 纸页成形器;J500 型精密电子天平,上海精科天平厂;浆料疏解器、标准厚度仪、透气度测试仪、纸张撕裂度测试仪、纸张耐破度测试仪、纸张抗张强度测试仪、光学显微镜、扫描电子显微镜、纤维分析仪等.

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 打浆时间的确定

思茅松硫酸盐浆在 10%的浓度下经 PFI 磨打浆(刀底缝间隙为 0,负荷为 3.6 kg)后,抄造定量为 80 g/m<sup>2</sup>的手抄片,在 4 MPa 压力下压榨脱水 1 min,然后干燥.在标准恒温恒湿条件下检测其性能<sup>[7]</sup>,确定抄造纸袋纸所需的最佳打浆时间.

#### 1.2.2 打浆浓度的确定

思茅松硫酸盐浆在不同浓度(5%~30%)下打浆一定时间后抄片,在标准条件下检测手抄片性能,确定抄造粮食包装纸袋纸的最佳打浆浓度.

#### 1.2.3 组合打浆<sup>[8]</sup>

将思茅松硫酸盐浆分别在 10%、15%、20%、25%、30%的浓度下用 PFI 磨打浆(刀底缝间隙为 0,负荷为 3.6 kg),然后疏解并稀释到一定浓度下继续打浆,检测所得手抄片的物理性能.

## 2 结果与讨论

### 2.1 打浆时间

固定思茅松硫酸盐浆打浆浓度为 10%,采用 PFI 磨打浆,打浆时间分别为 2、3、4、5、6、7、8、9 min,考察打浆时间对思茅松硫酸盐浆抄造粮食包装袋纸性能的影响.实验结果见表 1,GB/T 7968—1996《纸袋纸》中优等品的相关指标见表 2.

表 1 思茅松硫酸盐浆打浆时间对粮食包装袋纸性能的影响

Tab.1 Effect of refining time on foodstuff packaging sack paper properties

打浆时间/ min	打浆度/ °SR	定量/ (g·m <sup>-2</sup> )	厚度/ $\mu$ m	透气度/ ( $\mu$ m/(Pa·s))	耐破指数/ (kPa·m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	撕裂指数/ (mN·m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	抗张指数/ (N·m·g <sup>-1</sup> )	抗张能量吸收/ (J·g <sup>-1</sup> )	伸长率/ %
2	17.5	79.1	149	44.20	4.43	28.0	52.1	1.03	2.54
3	19.0	80.1	138	25.10	4.58	20.4	54.3	1.13	2.55
4	23.5	79.5	137	7.66	4.74	18.5	56.9	1.22	2.58
5	32.0	78.9	133	4.26	4.93	17.0	58.7	1.20	2.61
6	40.0	81.0	132	1.56	5.19	16.9	63.9	1.41	2.73
7	47.5	78.0	123	1.08	5.48	14.9	64.8	1.42	2.75
8	62.0	79.0	122	0.56	5.29	11.1	75.7	1.45	2.87
9	67.0	81.8	121	0.22	5.57	10.4	76.5	1.46	2.99

表 2 GB/T 7968—1996 纸袋纸优等品的相关指标

Tab.2 Standard of high class sack paper(GB/T 7968—1996)

定量/(g·m <sup>-2</sup> )	撕裂指数/(mN·m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	透气度/( $\mu$ m/(Pa·s))	抗张指数/(N·m·g <sup>-1</sup> )	伸长率/%	抗张能量吸收/(J·g <sup>-1</sup> )
80.0 ± 3.0	≥13.0 (14.5)	≥3.50	≥40.0 (36.9)	≥2.3 (2.5)	≥1.25 (1.31)

注:括号内数字为在温度(20 ± 1) °C、相对湿度(65 ± 2)%条件下测试的要求.

可以看到,在 10%浓度下,随着打浆时间的增加,纸张的强度性能均有一定程度的改善.说明随着

打浆度升高的同时,纤维的润胀和细纤维化作用有所增加.纤维的吸水润胀和细纤维化,增加了纤维的柔

软性和可塑性,有效地增加了纤维的比表面积和游离羟基的数量,氢键作用使纸页结合得更紧密,显著提高了纤维之间的结合力,提高了纸的紧度和强度。

打浆时间对思茅松硫酸盐浆的浆纸性能有较大的影响。实验结果表明,增加打浆时间,有利于提高纸张的抗张指数、抗张能量吸收、伸长率、耐破指数等;但会降低成纸的撕裂指数和透气度。结合纸袋纸标准及粮食包装袋纸的实际需要,兼顾成纸的透气性能和强度性能之间的关系,采用 PFI 磨打浆,较适宜的打浆时间为 5 min。

## 2.2 打浆浓度

思茅松纤维较长,在浓度为 10%时打浆成纸的撕裂指数、抗张指数和伸长率的指标都能满足纸袋纸优等品的标准要求,但透气度只有在打浆时间小于

6 min 的情况下才能满足标准要求,抗张能量吸收满足纸袋纸优等品要求则需打浆 4 min 以上。综合考虑成纸的透气性能和强度性能之间的矛盾、思茅松硫酸盐浆本身的特点以及表 1 的纸袋纸标准的要求,后续实验选用 5 min 为 PFI 磨打浆时间(PFI 磨刀间距为 0,负荷为 3.6 kg)来进行进一步研究。

在 5 min 的打浆时间下,采用 5%、6%、8%、10%、12%、14%、16%、18%、20%、22%、24%、26%、28%、30% 14 种浓度分别进行单段打浆,考察打浆浓度对思茅松浆抄造粮食包装袋纸性能的影响(由于本次实验主要研究探讨打浆度对思茅松浆抄造粮食包装袋纸性能的影响,采用实验常用的 PFI 磨打浆,浓度较易控制,但在实际生产中还需进一步研究),结果见表 3。

表 3 思茅松硫酸盐浆的打浆浓度对粮食包装袋纸性能的影响

Tab.3 Effect of Simao pine kraft pulp refining consistency on the foodstuff packaging sack paper properties

打浆浓度/ %	打浆度/ °SR	定量/ (g·m <sup>-2</sup> )	厚度/ μm	透气度/ (μm/(Pa·s))	耐破指数/ (kPa·m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	撕裂指数/ (mN·m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	抗张指数/ (N·m·g <sup>-1</sup> )	抗张能量吸收/ (J·g <sup>-1</sup> )	伸长率/ %
5	24.0	80.7	146	7.42	4.38	18.5	52.1	0.97	2.68
6	28.0	80.1	132	5.72	4.60	17.8	54.0	1.09	2.70
8	31.0	81.1	133	5.15	4.99	17.6	59.2	1.20	2.71
10	32.0	78.9	133	4.26	4.93	17.0	58.7	1.30	2.73
12	27.0	79.6	135	5.53	5.10	17.2	57.4	1.32	2.74
14	27.0	80.8	130	7.77	5.11	17.8	57.7	1.37	2.74
16	28.5	78.0	133	7.68	5.17	17.7	59.0	1.38	2.76
18	23.0	79.3	130	17.70	5.21	18.1	58.6	1.27	2.75
20	21.0	79.0	129	27.50	4.81	18.4	57.8	1.15	2.76
22	21.0	78.7	133	27.90	4.82	18.5	56.0	1.11	2.79
24	20.0	79.8	136	28.00	4.16	19.2	53.6	1.08	2.79
26	20.0	80.7	137	28.30	4.12	19.4	51.4	1.09	2.81
28	19.0	79.5	133	28.90	3.93	19.5	48.9	1.01	2.83
30	19.0	77.4	134	28.70	3.78	19.6	46.8	0.96	2.86

由实验结果可以看出,纸张的透气度随着打浆浓度的升高先有所降低,在浓度为 10%时达到最小值,然后随着打浆浓度的升高而上升。不同浓度的思茅松硫酸盐浆打浆 5 min 成纸的透气度均能满足表 1 中纸袋纸优等品的标准。但高浓思茅松硫酸盐浆成纸的透气度太大,做成粮食包装纸袋包装粮食容易使粮食受潮、变质等,不利于粮食的包装,因此打浆浓度应低于 20%。同时,当打浆浓度高于 20%时,除撕裂强度外,纸张的抗张能量吸收等强度指标会有所下降。

## 2.3 组合打浆

本文结合粮食包装袋纸的性能要求,对思茅松硫酸盐浆组合打浆中第二段打浆浓度的影响进行了

进一步研究。表 4、表 5、表 6 为思茅松硫酸盐浆第二段打浆浓度分别为 8%、6%、5%,打浆时间为 5 min 的组合打浆对成纸性能影响的实验结果。

一般情况下,在高浓打浆阶段,由于纤维之间的相互作用增加,会产生一系列高浓打浆所特有的打浆作用,如纤维的纵向压缩、扭转、弯曲以及内外部的细纤维化等,从而可改善纸张的性能。实验结果表明,相对于单段打浆,组合打浆既提高了纸张的伸长率又提高了抗张指数,从而表现为纸张韧性的较大提高。而经高浓打浆后继之以低浓打浆,可使纤维消潜,并进一步细纤维化,同时又具有一定的匀整浆料作用,改善了纤维间的结合,因而有利于抗张强度的提高。简言之,高浓打浆改善了成纸的伸长率,低浓

打浆进一步发展了抗张指数,二者相互影响,导致组合打浆使成纸的抗张能量吸收有较大的提高。

表4 后续打浆浓度为8%的组合打浆对成纸性能的影响

Tab.4 Effect of co-refining (post-refining consistency: 8%) on the foodstuff packaging sack paper properties

初始打浆浓度/%	打浆度/°SR	定量/(g·m <sup>-2</sup> )	厚度/μm	透气度/(μm/(Pa·s))	耐破指数/(kPa·m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	撕裂指数/(mN·m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	抗张指数/(N·m·g <sup>-1</sup> )	抗张能量吸收/(J·g <sup>-1</sup> )	伸长率/%
12	25.0	79.7	131	6.22	4.84	13.3	63.0	1.08	2.54
14	26.0	80.6	135	4.76	4.95	13.8	66.9	1.15	2.61
16	26.0	80.9	144	4.40	5.05	13.7	68.6	1.21	2.71
18	27.0	80.9	136	4.24	5.12	13.8	68.9	1.22	2.72
20	28.0	82.4	132	3.92	5.05	13.9	73.7	1.23	2.74
22	29.0	77.1	125	3.53	5.51	15.6	81.8	1.26	2.78
24	30.0	80.4	127	2.64	5.36	15.2	80.8	1.31	2.79
26	30.0	79.9	133	2.51	5.44	15.2	85.9	1.33	2.89
28	32.0	79.6	128	2.42	5.56	15.7	89.1	1.42	2.95
30	34.0	82.1	137	1.55	5.58	15.8	87.2	1.41	3.03

表5 后续打浆浓度为6%的组合打浆对成纸性能的影响

Tab.5 Effect of co-refining (post-refining consistency: 6%) on the foodstuff packaging sack paper properties

初始打浆浓度/%	打浆度/°SR	定量/(g·m <sup>-2</sup> )	厚度/μm	透气度/(μm/(Pa·s))	耐破指数/(kPa·m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	撕裂指数/(mN·m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	抗张指数/(N·m·g <sup>-1</sup> )	抗张能量吸收/(J·g <sup>-1</sup> )	伸长率/%
12	19.0	78.4	134	6.83	4.70	14.8	63.1	1.16	2.73
14	20.0	82.0	135	5.69	4.68	14.9	62.9	1.20	2.74
16	21.0	79.1	136	5.25	4.88	15.5	69.0	1.23	2.75
18	22.0	81.3	137	4.77	4.78	15.2	68.0	1.25	2.76
20	24.5	81.6	129	4.58	5.05	15.2	74.1	1.28	2.82
22	25.0	79.6	131	4.00	5.21	15.9	76.5	1.29	2.83
24	26.0	82.6	132	3.64	5.15	15.6	78.3	1.30	2.83
26	27.0	82.6	138	3.19	5.24	15.6	79.2	1.35	2.88
28	30.5	81.8	128	2.63	5.44	16.9	83.4	1.38	2.89
30	31.0	80.9	132	1.97	5.56	18.3	87.6	1.46	2.94

表6 后续打浆浓度为5%的组合打浆对成纸性能的影响

Tab.6 Effect of co-refining (post-refining consistency: 5%) on the foodstuff packaging sack paper properties

初始打浆浓度/%	打浆度/°SR	定量/(g·m <sup>-2</sup> )	厚度/μm	透气度/(μm/(Pa·s))	耐破指数/(kPa·m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	撕裂指数/(mN·m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	抗张指数/(N·m·g <sup>-1</sup> )	抗张能量吸收/(J·g <sup>-1</sup> )	伸长率/%
12	19.0	79.9	136	6.00	4.51	13.7	63.8	1.23	2.63
14	20.0	79.5	135	5.89	4.79	14.5	65.4	1.27	2.71
16	20.0	81.3	134	5.89	4.91	14.7	67.7	1.26	2.77
18	21.0	81.7	138	5.34	4.96	14.8	68.4	1.26	2.81
20	23.0	81.3	133	5.31	5.03	14.9	75.4	1.32	2.85
22	24.0	80.2	130	4.70	5.28	16.0	77.4	1.33	2.86
24	25.0	79.6	132	4.67	5.33	16.4	84.7	1.35	2.89
26	25.0	79.9	137	4.35	5.33	16.7	85.2	1.34	2.89
28	26.0	80.2	129	3.98	5.46	18.2	86.7	1.39	2.90
30	28.0	80.5	134	2.76	5.71	18.8	89.4	1.46	2.93

此外,比较表3、表6的实验结果可以看出,在达到相同打浆度时,组合打浆可获得比单段打浆高得多的抗张能量吸收,20%与5%的浓度组合可获得较好的韧性发展。在相同打浆度时,组合打浆又可大大提高抗张指数和耐破指数;换言之,在达到同样的纤维结合强度和使用性能水平时,组合打浆使浆料具有较低的打浆度,若把打浆度看作是浆料脱水性质的一个

参考因素,则在相同的强度水平,组合打浆可带给思茅松浆料较好的滤水性能。

### 3 结论

(1)打浆时间对思茅松硫酸盐浆的纸张性能有较大的影响。增加打浆时间,有利于提高纸张的抗张指

数、抗张能量吸收、伸长率、耐破指数等;但会降低成纸的撕裂指数和透气度. 综合各方面因素, 确定较适宜的打浆时间为 5 min.

(2) 思茅松硫酸盐浆单段打浆时, 在相同的打浆时间下, 随着打浆浓度的升高, 纸张透气度先减小后增大, 在浓度为 10% 时达到最小值. 在实验范围内透气度均能满足纸袋纸优等品的标准. 随着打浆浓度的升高, 耐破指数先增后减, 在浓度为 18% 时达到最大值. 打浆浓度在 8%~20% 时, 手抄片均可取得较高的抗张指数并能满足纸袋纸优等品的标准. 成纸伸长率虽有一定的波动, 但均能满足纸袋纸标准. 随着打浆浓度的提高, 抗张能量吸收先增后减, 在浓度为 16% 时达到峰值; 思茅松硫酸盐浆在浓度为 12%、14% 和 16% 时打浆 5min, 成纸的抗张能量吸收可满足纸袋纸优等品的标准.

(3) 不论组合打浆采用何种浓度配合, 其抗张能量吸收均较单段低浓打浆有较大优势. 就组合打浆而言, 适当提高初始打浆浓度, 可使纸张的抗张能量吸收逐渐提高; 在实验范围内, 采用较低的第二段打浆浓度(如 5%) 是有利的. 在达到相同打浆度时, 组合打浆可获得比单段低浓打浆较高的抗张能量吸收、抗张指数和耐破指数. 综合考虑生产实际情况及实

验结果, 认为以 20% 与 5% 的浓度组合进行组合打浆, 可取得较好的纸张韧性发展, 同时获得良好的纸张撕裂指数和透气度, 取得较好的粮食包装袋纸的使用性能.

#### 参考文献:

- [1] 何京. 我国粮食包装存在的问题及未来发展方向[J]. 杭州食品科技, 2005(2): 1-3.
- [2] 成俊卿, 杨家驹, 刘鹏. 中国木材志[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992: 48-65.
- [3] 向明欢, 章煜, 卫凡. 景谷县高海拔地区桉树引种推广成效显著[J]. 中华纸业, 2007, 28(6): 26-29.
- [4] 孟梦, 陈宏伟, 王达明, 等. 优良的纸浆材树种: 思茅松[J]. 西南造纸, 2004, 33(3): 13-14.
- [5] 周建国. 思茅松制浆造纸的原料特性与成浆性能[J]. 西南造纸, 2002, 31(4): 24-25.
- [6] 廖声科. 采用高-低浓打浆提高纸袋纸质量[J]. 纸和造纸, 1998(2): 15-16.
- [7] 石淑兰, 何福望. 制浆造纸分析与检测[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003.
- [8] McKenzie A W, Prosser N A. The beating action at a PFI mill[J]. Appita Journal, 1981, 34(4): 293-297.