



α 海泡石制备卷烟滤嘴棒纸的初步研究

王 伟, 高玉杰, 庞春霞, 田龙刚

(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: 对 α 海泡石与植物纤维配抄卷烟滤嘴棒纸进行了初步研究. 实验结果表明: α 海泡石与针叶木浆质量比为 20 : 80, 针叶木浆打浆度为 16 °SR, 添加适量助剂, 可以抄造 35 ~ 40 g/m² 的卷烟滤嘴棒纸, 其强度和透气度指标均可满足技术要求. 海泡石滤嘴棒纸能够降低焦油对人体健康的危害程度, 提高卷烟档次, 具有很大的发展前景.

关键词: α 海泡石; 卷烟滤嘴棒纸; 透气度; 焦油

中图分类号: TS426

文献标志码: A

文章编号: 1672-6510(2013)05-0051-05

Preliminary Study of the Alpha Sepiolite in Making Cigarette Filter Rod Paper

WANG Wei, GAO Yujie, PANG Chunxia, TIAN Longgang

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

Abstract: Cigarette filter rod paper with alpha sepiolite and plant fibers has been studied in this research. The results showed that cigarette filter rod paper whose grammage is between 35 g/m² and 40 g/m² can be made with some appropriate additives when the alpha sepiolite and softwood pulp's ratio is 20 : 80 and softwood pulp's beating degree is 16 °SR. The strength and air permeability index can meet the technical requirements. Sepiolite filter rod paper can reduce the harm of tar to consumers' health, raise cigarette's grade and thus has great prospects for development.

Key words: alpha sepiolite; cigarette filter rod paper; porosity; tar

吸烟影响人体的健康, 降低卷烟烟气中的有害物质一直是烟草科技工作者的重点研究课题. 卷烟滤嘴自从在 20 世纪 20 年代出现以来经历了多次演变, 现已成为改变烟草焦油及尼古丁输送量的一种重要工具. 目前使用的滤嘴过滤材料中, 90% 左右由醋酸纤维制成, 主要通过机械过滤降低烟气中的颗粒物, 在滤除大量有害成分的同时, 仍会有相当的有害成分被吸入人体. 因此, 研制低焦油安全型卷烟是国际卷烟产品的发展方向 and 变化趋势, 选择合适的滤嘴材料, 提高滤嘴的过滤效果是支持此发展方向的有效途径.

α 海泡石属于矿物纤维, 其标准化学式为 $Mg_8Si_{12}O_{30}(OH)_4(H_2O)_4 \cdot 8H_2O$, 其中 Si^{4+} 、 Mg^{2+} 可以少量被其他离子替代, 而且海泡石结构中的结晶水位于其孔道表面, 结晶水分子易与进入孔道的吸附质

形成氢键连接, 并且优先吸附极性分子^[1]. 近些年来, 国内有关单位对其在造纸中的性能进行了有益的探索, 但总体来说, 国内对海泡石在造纸中的应用研究尚处于起步阶段. α 海泡石与植物纤维存在显著的区别: 纤维间的结合力低, 细料多, 原始打浆度较高, 滤水性能较差, 纤维的强度低, 脆性大, 且海泡石纤维与植物纤维之间结合困难. 但是矿物海泡石对卷烟烟气有良好的吸附作用, 尤其易吸附烟气中的极性化合物, 因此可以利用其特性将其应用于滤嘴材料中.

可以使用喷涂法或者混合法将海泡石应用于卷烟滤嘴材料中. 喷涂法是将海泡石喷涂在薄纸上起皱成型, 或将海泡石喷涂在醋酸纤维、聚丙烯纤维上成型; 混合法是将海泡石和纸浆混合制成纸张起皱成型^[2]. 本研究是在实验室范围内, 将适度活化的 α 海

泡石与植物纤维混抄制备卷烟滤嘴棒纸,旨在开发海泡石资源的新用途.

1 材料与方法

1.1 原料

α 海泡石,白马五金矿产有限公司;硫酸盐针叶木浆,河南江河纸业;阳离子聚丙烯酰胺(CPAM),固含量15%,天津奥东化工有限公司;羧甲基纤维素钠(CMC),白色粉末状,2%水溶液黏度200~400 mPa·s,水分 \leq 8.0%,NaCl质量分数 \leq 3%,pH 6.5~7.5,芬德纤维素有限公司;两性淀粉,中国储城兴贸玉米开发有限公司.

1.2 设备与仪器

肖伯式打浆度测定仪,陕西科技大学机械厂;标准抄片器,Lab Tec公司;Mark VI型PFI磨,挪威制浆造纸研究院生产;200 mm小型长网纸机,西德Kuster公司;透气度仪、厚度仪、白度仪、抗张强度测定仪、970154型浆料疏解器,瑞士Lorentzen & Wetre公司.

1.3 实验方法

1.3.1 海泡石纤维与木浆纤维配抄卷烟滤嘴棒纸

将海泡石纤维按最佳改性方法处理后,与针叶木浆按一定配比混合后在不同条件下抄纸;按标准方法检测成品纸的有关指标.

1.3.2 纸页物理性能的测定^[3]

纸页按照 GB/T 10739—2002《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—2002《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;按照 GB/T 742—2008《纸浆灰分的测定》进行填料留着率测定.

2 结果与讨论

2.1 α 海泡石与木浆纤维配抄卷烟滤嘴棒纸

采用海泡石纤维与木浆纤维混合配抄,制备滤嘴棒纸.所制备的卷烟滤嘴棒纸借助海泡石优良的选择吸附性,对烟气中的有害物质进行选择吸附,同时不影响或较少地影响吸烟的味觉.由于目前卷烟滤嘴棒纸还没有相关的国家质量标准及行业标准,因此对所抄纸页的性能考察以半皱纹过滤嘴纸的技术指标^[4]作为参考,详见表1.

表1 半皱纹过滤嘴纸的技术指标

Tab. 1 Parameters of half wrinkles filter paper

定量/ (g·m ⁻²)	紧度/ (g·cm ⁻³)	抗张强度/ (kN·m ⁻¹)	抗张指数/ (N·m·g ⁻¹)	透气度 ($\mu\text{m}\cdot\text{Pa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)
36 \pm 0.5	0.25	0.5~0.7	13.89~19.44	60

2.1.1 纤维对比对纸页性能的影响

配抄的目的是利用 α 海泡石优良的吸附性改善卷烟滤嘴棒纸的性能.但 α 海泡石纤维长度较短,纤维间结合力及单根纤维的强度较低,因此 α 海泡石的加入量将对纸张性能有较大影响.参照前期工作^[5],选取木浆打浆度为16°SR,不添加任何助剂,考察 α 海泡石的质量分数(占总绝干浆的百分比)对纸页性能的影响,实验结果见表2及图1.

表2 纤维对比对纸页性能的影响

Tab. 2 Effect of fiber composition on paper properties

α 海泡石 质量分数/%	定量/ (g·m ⁻²)	白度/%	紧度/ (g·cm ⁻³)
0	36.7	76.15	0.448
10	36.2	75.60	0.430
20	36.1	75.49	0.433
30	36.0	74.36	0.427
40	36.3	73.19	0.419

实验结果表明,用 α 海泡石与针叶木浆混合配抄的卷烟滤嘴棒纸,由于 α 海泡石的白度低于木浆白度,同时纤维间结合力较低,随着 α 海泡石用量的增加,成纸白度有所下降,纸页紧度有所降低.

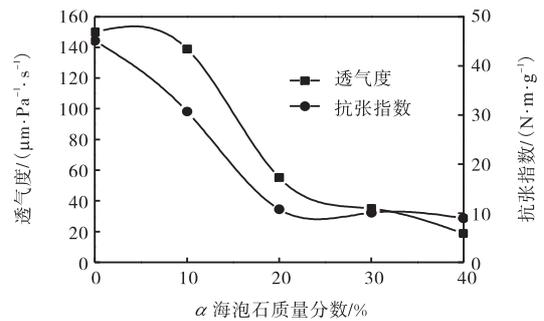


图1 纤维对比对纸页透气度和强度的影响

Fig. 1 Effect of fiber composition on the porosity and strength of paper

由图1可以看出,随着浆料中 α 海泡石纤维质量分数的逐渐增加,所抄纸页的透气度下降较多,尤其当 α 海泡石质量分数由10%提高到20%这一区间时,所抄纸页的透气度下降50%以上.由于 α 海泡石纤维短,细料多,当配抄量加大时,会在一定程度上填充纸页纤维间的孔隙,从而宏观上表现为纸页透气度有较大的下降.因透气度可表示纸层中间含有孔

隙的程度,同时因实际应用的需要,卷烟滤嘴棒纸对透气度要求很高,所以仅从透气度这个指标来说,用 α 海泡石与针叶木浆配抄时应考虑 α 海泡石的加入量不可过多。

从图 1 还可以看出:海泡石与木浆纤维配抄时,抗张指数随着 α 海泡石质量分数的增加而逐渐下降.这是由于 α 海泡石纤维强度较低,当海泡石纤维的加入量逐渐提高时,会在一定程度上妨碍植物纤维间的氢键结合,导致纸页的抗张指数有所下降.当 α 海泡石的质量分数由 10% 上升到 20% 时,所抄纸页的抗张指数有较明显的降低,由于目前关于 α 海泡石纸质滤嘴的研究还很少,而且在本实验中针叶木纤维主要是作为 α 海泡石的载体并提供所抄纸页的强度,同时考虑到所抄纸页主要是利用 α 海泡石具有强的吸附性的特点,随着 α 海泡石加入量的增多,其吸附卷烟烟气的能力也就越强,但 α 海泡石所加的量也不是越多越好,最好是使 α 海泡石与针叶木浆纤维的比例需求达到平衡,使成纸既能有滤除有害物的基本能力,又有足够的强度^[6].因此选取 α 海泡石纤维质量分数为 20% 及 40% 两种情况来讨论。

2.1.2 针叶木浆打浆度对纸页性能的影响

由于 α 海泡石的原始打浆度已经较高,因此抄纸前只对海泡石纤维进行必要的疏解.而对木浆进行打浆,通过调整木浆打浆度来改善纸页的匀度和强度,同时考虑对纸页透气度的影响,木浆的打浆度亦需维持在较低的水平.实验考察了 $m(\alpha$ 海泡石) $:m$ (针叶木浆纤维) = 20 : 80 以及 40 : 60 两种配比的情况下木浆打浆度的变化对纸页性能的影响,结果见表 3 和图 2。

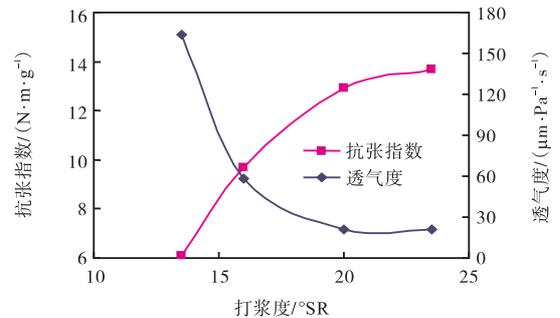
表 3 不同木浆打浆度对纸页性能的影响

Tab. 3 Effects of beating degree of wood pulp on paper properties

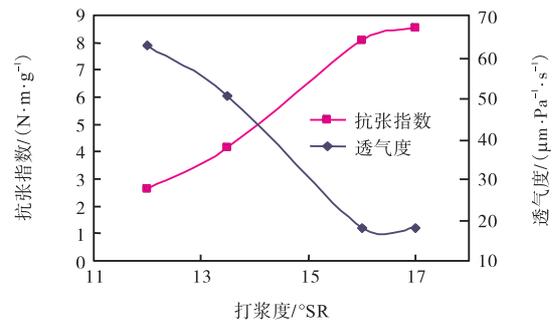
$m(\alpha$ 海泡石) $:m$ (针叶木浆纤维)	打浆度/ $^{\circ}$ SR	定量/ $(\text{g}\cdot\text{m}^{-2})$	白度/ $\%$	紧度/ $(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$
20 : 80	13.5	36.0	77.43	0.370
	16.0	36.1	75.49	0.433
	20.0	36.4	74.01	0.456
	23.5	36.9	74.74	0.456
40 : 60	12.0	42.0	76.14	0.387
	13.5	40.3	76.95	0.405
	16.0	40.5	75.86	0.453
	17.0	38.8	76.64	0.441

由表 3 可以看出,在一定范围内,随着针叶木浆打浆度的提高,所抄纸页的紧度有所升高,纸页的白度变化不大。

实验中发现,当 α 海泡石的质量分数为 40% 时,在不加入任何增强剂的情况下,欲抄造定量为 36 g/m^2 或较低的纸页比较困难.这主要是纸页在抄片器上成形后太薄,湿纸页间的结合力不大,从而造成纸页的转移比较难,因此实验中将抄造的纸页定量提高到 40 g/m^2 。



(a) $m(\alpha$ 海泡石) $:m$ (针叶木浆) = 20 : 80



(b) $m(\alpha$ 海泡石) $:m$ (针叶木浆) = 40 : 60

图 2 打浆度对抗张指数和透气度的影响

Fig. 2 Effects of beating degree on tensile index & porosity of paper

由图 2 可以看出,不论 α 海泡石与木浆的配比是多少,所抄纸页都是随着木浆打浆度的增加,抗张指数不断升高,透气度下降较多.这主要是因为随着木浆打浆度的提高,有利于促进纤维间的氢键结合,使纤维间结合力不断上升,减少了纸页中的孔隙,因此使抗张指数逐渐升高,透气度不断下降.实验中还发现,尽管 α 海泡石纤维本身滤水比较困难,但即使 α 海泡石纤维质量分数达到 40% 时,与木浆混合抄纸时滤水还是较快的.综合考虑成纸的透气度和抗张指数等因素,确定当 $m(\alpha$ 海泡石) $:m$ (针叶木浆) = 20 : 80 时选取木浆的打浆度为 16° SR; $m(\alpha$ 海泡石) $:m$ (针叶木浆) = 40 : 60 时取木浆的打浆度为 14° SR。

2.2 长网纸机抄纸性能

根据手抄片的实验结果,选择适宜的纤维配比进行小型长网纸机抄纸实验,对海泡石纤维与不同打浆

度的针叶木浆纤维配抄的造纸特性进行进一步探讨。

针叶木浆经过充分疏解、打浆(控制较低的打浆度及较高的湿重),浆料中加入活化好的 α 海泡石纤维,同时加入适量的 CPAM、CMC 及淀粉等,混合均匀后抄纸。抄纸工艺条件为:车速 1.1 m/min,抄宽 200 mm;上网浓度 0.3%;固定 $m(\alpha$ 海泡石): m (针叶木浆)=20:80;针叶木浆打浆度 16°SR; α 海泡石打浆度 57.5°SR。考察不同定量时 α 海泡石纤维与木浆纤维配抄纸页的性能。同时从改善纸张匀度和强度的角度出发,进一步探讨了在此纤维配比下针叶木浆打浆度为 20°SR 时的小长网抄纸特性。

2.2.1 针叶木浆打浆度为 16°SR 时的纸页性能

针叶木浆打浆度为 16°SR 时所抄纸页性能指标测试结果见表 4 及图 3。从表 4 可以看出,随着纸页定量的增加,紧度有所上升,抗张指数(表中数据为纵横向平均值)随之升高。图 3 的实验结果说明,在小型长网纸机上抄造的纸页透气度随着定量的增加而有所降低。当纸页的定量在 35.6 g/m²时,透气度为 58.4 $\mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$,与前面实验中手抄片所抄纸页的透气度相差不大,基本上能满足卷烟过滤嘴纸对透气度的要求。

表 4 实验室长网纸机抄造 α 海泡石滤嘴棒纸性能

Tab. 4 The performance of paper with α sepiolite using fourdrinier

定量/ (g·m ⁻²)	白度/%	紧度/(g·cm ⁻³)	抗张指数/ (N·m·g ⁻¹)
35.6	80.32	0.403	10.3
38.2	80.50	0.417	10.7
44.9	80.45	0.429	11.9
50.4	80.47	0.426	13.2

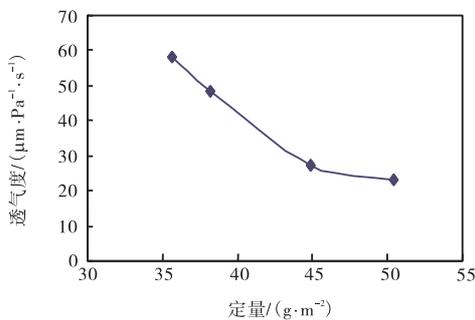


图 3 定量对纸页透气度的影响

Fig. 3 Effects of grammage on the porosity of paper

2.2.2 针叶木浆打浆度为 20°SR 时的纸页性能

针叶木浆打浆度为 20°SR 时所抄纸页性能指标测试结果见表 5 及图 4。

表 5 长网纸机抄造 α 海泡石纸张性能

Tab. 5 The performance of paper with α sepiolite using fourdrinier

定量/ (g·m ⁻²)	白度/%	紧度/(g·cm ⁻³)	抗张指数/ (N·m·g ⁻¹)
34.8	80.50	0.437	10.0
37.0	80.37	0.431	13.1
38.0	80.77	0.431	13.4
40.4	80.44	0.442	15.2

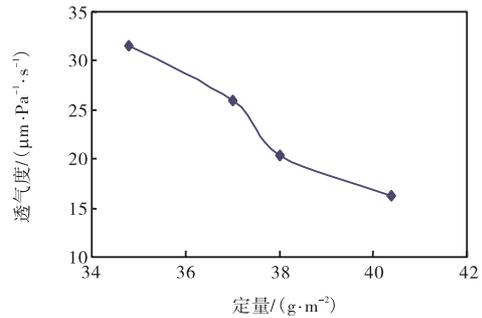


图 4 定量对纸页透气度的影响

Fig. 4 Effects of grammage on the porosity of paper

实验结果表明:在针叶木浆打浆度为 20°SR 时,当纸页的定量为 40.4 g/m²时,抗张指数达到 15.2 N·m/g,强度指标可满足要求;当所抄纸页的定量为 34.8 g/m²时,纸页的透气度为 31.6 $\mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$,与针叶木浆打浆度为 16°SR,同样在小型长网纸机上抄造出的纸页的透气度相比下降很多,不能满足要求。由此可见,针叶木浆的打浆度对纸页的透气度影响很大。

2.2.3 α 海泡石抄纸留着率分析

实验分析了采用实验室小型长网纸机抄造 α 海泡石卷烟滤嘴棒纸时的海泡石纤维留着情况,实验结果如图 5 所示。

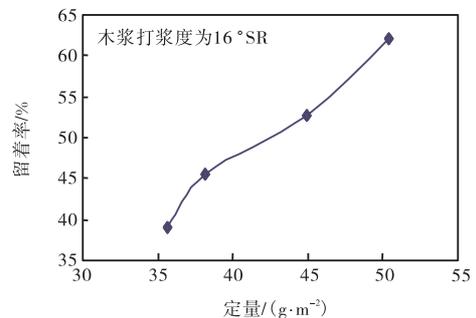


图 5 定量对 α 海泡石留着率的影响

Fig. 5 Effects of grammage on retention of α sepiolite

由图 5 可以看出, α 海泡石的留着率随着纸页定量的升高而有较大的提高,当纸页的定量为 35.6 g/m²时, α 海泡石的留着率仅为 39.1%,当纸页

定量为 50 g/m^2 时, α 海泡石的留着率已达 63% 左右. 海泡石抄纸时在纸中的留着机理与一般的造纸填料类似, 机械过滤与吸附效应同时存在. 海泡石矿在粉碎、加工、提纯等过程中会产生较多的细料, α 海泡石晶体中的 OH^+ 活性基团、金属阳离子等会与带负电荷的纤维产生亲和效应而有利于留着; 同时刚性的矿物晶纤与柔性的木材纤维构成了相互穿插的网絮状三维结构, 并相互制约从而表现出了良好的悬浮性^[7]. 当然, 随着定量的增大, 会截留更多的海泡石纤维及细料, 填充了纤维间孔隙, 会对纸页的透气度有所影响.

2.2.4 海泡石滤嘴棒纸吸附性能预测与分析

吸附材料质量的优劣主要由比表面积指标来体现. 表 6 为国内外几种常用的卷烟过滤材料比表面积的测试结果.

表 6 几种吸附材料的比表面积

Tab. 6 The specific surface area of several adsorbent materials

材料	比表面积/ $(\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1})$
醋酸纤维*	3.21
玻璃纤维*	5.97
针叶木浆	1.57
海泡石原矿*	36.1
改性后 α 海泡石	249

注: *表示数据取自参考文献[8].

结果表明, 海泡石经提纯和改性处理后, 与醋酸纤维相比, 其比表面积指标具有很大的优势, 具有很强的吸附能力. 同时, 海泡石与醋酸纤维或活性炭相比, 对危害人体健康的腈、丙酮、丙烯醛等有选择性吸附作用^[9], 无异味, 成本低, 完全可以应用于卷烟过滤材料领域.

由于条件的限制, 目前没有进行吸附焦油的实际指标测试. 崔国治等^[8]以醋酸纤维为基料, 在滤嘴棒的生产过程中复合卷入 2% ~ 10% 的活化海泡石, 成为醋酸纤维/海泡石复合滤嘴, 与纯醋酸纤维滤嘴相比, 可使每支香烟焦油吸附量增加 17.65%. 定性预测和分析, 若抄纸时在植物纤维中配加 20% 的经良好活化的海泡石, 以 50% 的留着率计, 完全可以达到或超过此焦油吸附量, 从而有效降低焦油对人体健康的危害, 同时可以提高卷烟的档次, 替代成本较高的

醋酸纤维.

3 结 论

(1) 利用 α 海泡石纤维与针叶木纤维配抄卷烟滤嘴棒纸, 随着 α 海泡石配比的逐渐增多, 所抄纸页的强度、透气度有一定程度的下降. 综合考虑成纸的透气度和强度等因素, 确定 $m(\alpha\text{海泡石}) : m(\text{针叶木浆}) = 20 : 80$ 时为宜; 针叶木浆的打浆度不可过高, 以 16°SR 左右为宜.

(2) α 海泡石纤维抄纸时在纸中的留着机理与一般的造纸填料类似, 机械过滤与吸附效应同时存在. 抄纸过程、木浆纤维的打浆度、抄纸定量等对海泡石的留着均有重要影响.

(3) α 海泡石经提纯和改性处理后具有很强的吸附能力. 分析预测自行研制的海泡石滤嘴棒纸, 若抄纸时在植物纤维中配加 20% 的经良好活化的 α 海泡石纤维, 可大大提高焦油吸附程度, 有效降低焦油对人体健康的危害.

参考文献:

- [1] 王雪琴, 李珍, 杨友生. 海泡石的改性及应用研究现状[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2003(3): 11-14.
- [2] 董金泉, 黄忠祥. 强吸附海泡石香烟过滤嘴复合材料的制备方法: 中国, 93101429. 8 [P]. 1993-07-28.
- [3] 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.
- [4] 郝芸田, 邓文学, 牟云飞. 半皱纹过滤嘴纸的生产方法: 中国, 95111820. X [P]. 1997-04-09.
- [5] 李静. 海泡石制作汽车尾气净化器衬垫及香烟过滤嘴纸的研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2004: 61-64.
- [6] 赵璜. 活性炭过滤纸[J]. 纸和造纸, 2003(1): 72-74.
- [7] 陈波. 矿物短纤维在造纸中的应用[J]. 中华纸业, 2002, 23(6): 52-53.
- [8] 崔国治, 张高科. 海泡石卷烟过滤材料的研究[J]. 中国非金属矿工业导刊, 1999(6): 15-16.
- [9] 吴敏, 李胜荣. 矿物材料应用于香烟过滤嘴降害的研究现状与展望[J]. 岩石矿物学杂志, 2007, 26(2): 171-176.

责任编辑: 周建军