

DOI:10.13364/j.issn.1672-6510.20230111

阳离子分散松香胶/AKD乳液/壳聚糖联合提高麻浆与烟梗浆配抄滤嘴棒用紙的疏水疏油性能

殷沛沛¹, 刘莹莹², 管敏², 刘洪斌², 周桂园¹

(1. 云南中烟工业有限责任公司技术中心, 昆明 650106;

2. 天津市制浆造纸重点实验室, 天津科技大学轻工科学与工程学院, 天津 300457)

摘要: 以麻浆和烟梗浆为原料, 抄造滤嘴棒用紙。通过浆内添加施胶剂〔阳离子分散松香胶和烷基烯酮二聚体(AKD)乳液〕和表面涂布壳聚糖的方法, 提高滤嘴棒用紙的疏水疏油性能。探究施胶剂添加量和壳聚糖涂布量对滤嘴棒用紙防水性能、防油等级和物理性能的影响。研究表明: 当浆内阳离子分散松香胶和 AKD 乳液添加量均为 2%(相对绝干浆)时, 滤嘴棒用紙的接触角为 128.8°, 60 s 时滤嘴棒用紙的可勃值为 24.30 g/m²; 当壳聚糖涂布量为 20 g/m²时, 滤嘴棒用紙的防油等级为 12 级。

关键词: 滤嘴棒用紙; 阳离子分散松香胶; 烷基烯酮二聚体(AKD)乳液; 壳聚糖; 疏水疏油性能

中图分类号: TS727^{+.5}

文献标志码: A

文章编号: 1672-6510(2024)02-0042-08

Improvement of Hydrophobic and Oleophobic Properties of Filter Rod Paper Made by Hemp Pulp and Tobacco Stalk Pulp Based on the Addition of Cationic Dispersion Rosin Size/AKD Emulsion/Chitosan

YIN Peipei¹, LIU Yingying², GUAN Min², LIU Hongbin², ZHOU Guiyuan¹

(1. Technology Center of Yunnan China Tobacco Industry Co., Ltd., Kunming 650106, China;

2. Tianjin Key Laboratory of Pulp and Paper, College of Light Industry Science and Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: The filter rod paper was made by hemp pulp and tobacco stalk pulp in our present study. The hydrophobic and oleophobic properties of the filter rod paper were improved by adding sizing agent (cationic dispersion rosin size and alkylenone dimer [AKD] emulsion) and coating chitosan on the surface. The effects of sizing agent additions and chitosan coating weights on the water repellency, oil repellency and physical properties of the filter rod paper were further investigated. The study showed that when both cationic dispersion rosin size and AKD emulsion were added by 2% (based on oven dry pulp), the contact angle of the composites reached at 128.8° and the Cobb 60 s value of the composites was 24.30 g/m². The oil resistance grade of the composite was 12 when the coating weights was at 20 g/m².

Key words: filter rod paper; cationic dispersion rosin size; alkylenone dimer (AKD) emulsion; chitosan; hydrophobic and oleophobic properties

引文格式:

殷沛沛, 刘莹莹, 管敏, 等. 阳离子分散松香胶/AKD 乳液/壳聚糖联合提高麻浆与烟梗浆配抄滤嘴棒用紙的疏水疏油性能[J]. 天津科技大学学报, 2024, 39(2): 42-49.

YIN P P, LIU Y Y, GUAN M, et al. Improvement of hydrophobic and oleophobic properties of filter rod paper made by

收稿日期: 2023-05-16; 修回日期: 2023-11-02

基金项目: 云南中烟工业有限责任公司科技项目(2021CL02)

作者简介: 殷沛沛(1986—), 男, 河南汝南人, 助理研究员; 通信作者: 周桂园, 高级工程师, 13769374852@163.com

hemp pulp and tobacco stalk pulp based on the addition of cationic dispersion rosin size/AKD emulsion/chitosan[J]. Journal of Tianjin university of science & technology, 2024, 39(2): 42-49.

采用造纸法生产的烟草基滤嘴棒用紙是一种新型的纸质滤嘴棒用紙,它不仅保留了传统纸质滤嘴的优势^[1],而且由于其原料及加工工艺特点,相比于常规木质纤维制得的纸质滤嘴,其在工艺调控灵活性及提高卷烟抽吸品质方面具有明显优越性^[2-4]。烟草基滤嘴棒用紙存在抗水性差、易于吸湿、强度差、伸长率低等问题,限制了其在不同品类卷烟产品中的应用,尤其是加热不燃烧卷烟^[5-7]。加热不燃烧卷烟烟弹部分主要成分是烟叶,烟叶在加热的过程中释放烟氣,为了增加烟叶在加热过程中产生的烟霧量,通常会在烟叶中添加雾化剂。雾化剂主要为1,2-丙二醇和丙三醇。加热不燃烧卷烟烟丝在加热时会存在雾化剂渗透的问题。因此,烟草基滤嘴棒用紙用于加热不燃烧卷烟时,需要解决抗水性差、易吸湿的问题。

目前,施胶是提高紙基材料疏水性能的常用方法。阳离子分散松香胶是一种天然高分子材料,具有黏度低、稳定性好、可再生、可降解等特点。在施胶时,阳离子分散松香胶可自行留着在带负电荷的纖維表面,通常在接近中性的系统中(pH为4.0~6.5)进行应用,可提高紙基滤嘴棒用紙的耐久性^[8]。因此,阳离子分散松香施胶剂在提高烟草基滤嘴棒用紙疏水性方面具有很大优势。另外,烷基烯酮二聚体(AKD)在常温条件下是蜡状固体,不溶于水,使用时一般需要乳化形成水包油型乳液^[9]。将AKD乳液和松香胶共混后,该混合液具有较强的阳离子性能,颗粒会带有正电荷,有助于与纖維结合并留着在纖維表面。有研究^[10]表明,阳离子分散松香胶与AKD乳液共混具有优异的联合施胶效果,两者可以通过二元施胶的方式应用于液体包装紙板中,在食品包装领域具有较好的应用前景。

甲壳素在自然界中储量仅次于纖維素,是地球上第二丰富的生物聚合物^[11],是一种可再生的资源。壳聚糖是甲壳素脱乙酰基的产物,是天然多糖中唯一的碱性多糖,有稳定的理化性质和生物相容性^[12-14]。壳聚糖分子链上存在大量的氨基和羟基,它们能与紙张纖維表面的羟基形成氢键。在酸性条件下,氨基因被质子化而带正电,能与带负电的纖維通过静电吸附在紙表面固化成膜,阻隔油进入紙的内部,从而赋予紙张良好的防油性能。此外,壳聚糖还可以增强紙张的抗菌性、气体阻隔性和机械强度等。

本研究以麻浆和烟梗浆为原料制备烟草基滤嘴

棒用紙,通过浆内添加和表面涂布的方式解决其疏水和疏油性能差的问题。实验通过浆内添加阳离子分散松香胶和AKD乳液,利用了阳离子分散松香胶和AKD乳液良好的疏水性与成膜性,赋予滤嘴棒用紙疏水性能,同时也能减少壳聚糖的渗透;在滤嘴棒用紙表面涂布壳聚糖,探究不同施胶剂添加量和壳聚糖涂布量对滤嘴棒用紙防水性能、防油等级和物理性能的影响。

1 材料与方 法

1.1 原料与仪器

烟梗浆料,云南中烟再造烟叶有限公司;麻浆(马尼拉麻)浆料,山东龙德滤嘴棒用紙科技股份有限公司。两种原料的基本性能见表1。

表1 原料的基本性能

Tab. 1 Basic properties of the raw material

样品	固含量/%	打浆度/°SR
烟梗浆料	23.26	26
麻浆浆料	26.17	50
样品	灰分质量分数/%	保水值/(g·g ⁻¹)
烟梗浆料	9.14	4.99
麻浆浆料	1.40	1.95

AKD乳液、阳离子分散松香胶,索理思(上海)化工有限公司;十八水合硫酸铝,淄博市博山瑞吉特化工有限公司;壳聚糖,云南中烟再造烟叶有限公司,脱乙酰度 $\geq 85\%$,相对分子质量为 2×10^5 。AKD乳液固含量为19.2%,密度为 1.02 g/cm^3 ,pH为3.15,黏度为 $19.0 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 。阳离子分散松香胶固含量为40.0%,灰分质量分数为4.1%,pH为3.08,黏度为 $31.0 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 。十八水合硫酸铝中铁离子含量为 7.2 mg/kg , Al_2O_3 质量分数为7.6%。

260型标准疏解器、066型抗张强度仪、251型厚度仪、166型透气度仪,瑞典L&W公司;RK-3A型紙页成型器,德国PTI公司;EL204型电子天平,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;SU-1510型扫描电子显微镜,日本日立公司;61-67型自动可勃值测试仪,美国TMI公司;PGX型动态接触角测试仪,瑞典FIBRO公司;POROLUX100FM型毛细流孔径分析仪,比利时普罗美特公司;DV2TRVTJ0型黏度仪,美国Brookfield公司。

1.2 实验方法

1.2.1 滤嘴棒用纸的制备

称 10 g 壳聚糖溶于 490 g 醋酸溶液(醋酸的体积分数为 1%)中,在 90 °C 水浴锅中搅拌至壳聚糖完全溶解,配制成质量分数为 2% 的壳聚糖溶液。

将打浆度为 50 °SR 的麻浆,按照 1 : 1 的绝干浆配比与烟梗浆(打浆度为 26 °SR)复配。用硫酸铝调节浆料 pH 为 5.5,添加不同量的阳离子分散松香胶和 AKD 乳液,根据 GB/T 24326—2009《纸浆 物理试验用实验室纸页的制备 快速凯塞法》在快速纸页成型器上抄片,片基的定量控制在 $(38 \pm 2) \text{ g/m}^2$ 。将干燥后的纸页放置在温度为 $(23 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$,相对湿度为 $(50 \pm 2)\%$ 的恒温恒湿条件下进行平衡。在涂布机上对纸页进行涂布,通过控制壳聚糖的添加量获得不同涂布量的滤嘴棒用纸。将纸页放到恒温恒湿条件下进行平衡,平衡后根据相应标准分别测定手抄片的定量、厚度、抗张强度、伸长率、透气度、接触角、可勃值、孔径分布以及防油等级(Kit 值)等性能指标。

1.2.2 疏水性能检测

用动态接触角测试仪对不同施胶剂添加量的滤嘴棒用纸表面的接触角进行测试。在室温条件下,将 5 μL 蒸馏水滴到样品表面,然后进行数据记录。

1.2.3 疏油性能检测

根据 TAPPI T 559 cm-02 标准测定涂布纸的防油等级。不同防油等级测试液的组成见表 2。将测试液从 13 mm 的高度滴到待测纸样上,15 s 后用脱脂棉轻轻擦去测试液,若纸样没有被渗透,则说明该纸样达到测试液代表的防油等级;若纸样被渗透,取下一等级的测试液进行测试,直到不产生渗透现象。

表 2 不同防油等级测试液的组成

Tab.2 Composition of test fluids of different oil-proof grades

Kit 值	<i>m</i> (蓖麻油)/g	<i>V</i> (甲苯)/mL	<i>V</i> (庚烷)/mL
1	96.90	0	0
2	87.21	5	5
3	77.52	10	10
4	67.83	15	15
5	58.14	20	20
6	48.45	25	25
7	38.76	30	30
8	29.07	35	35
9	19.38	40	40
10	9.69	45	45
11	0	50	50
12	0	45	55

1.2.4 滤嘴棒用纸的防渗透实验

雾化剂的主要成分为 1,2-丙二醇和丙三醇,为

检测滤嘴棒用纸对雾化剂的防渗透性,将 1,2-丙二醇和丙三醇按质量比为 1 : 1 的比例混合配制成检测液。在室温条件下,将 5 μL 检测液滴到样品表面,然后进行拍照记录。实验过程中选取 7 种不同阳离子分散松香胶和 AKD 乳液添加的样品进行检测。

2 结果与讨论

2.1 浆内添加施胶剂对滤嘴棒用纸物理性能的影响

阳离子分散松香胶和 AKD 乳液对滤嘴棒用纸物理性能的影响结果见表 3。由表 3 可知:随着 AKD 乳液和阳离子分散松香胶用量的增加,滤嘴棒用纸的定量和松厚度变化不大。

表 3 阳离子分散松香胶和 AKD 乳液对滤嘴棒用纸物理性能的影响

Tab.3 Effects of cationic dispersion rosin and AKD emulsion on the physical properties of filter rod paper

添加量/%	定量/ 松香胶 AKD 乳液 ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	松厚度/ ($\text{cm}^3\cdot\text{g}^{-1}$)	透气度/ ($\mu\text{m}\cdot\text{Pa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)	抗张指数/ ($\text{N}\cdot\text{m}\cdot\text{g}^{-1}$)	伸长 率/%	
0	0	36.33	2.80	6.42	54.43	2.11
0	1.0	36.99	2.90	5.19	54.59	2.11
0	2.0	36.55	2.89	5.01	52.95	1.98
0	3.0	37.02	2.91	4.93	52.52	1.95
0	4.0	36.84	2.84	4.88	52.92	1.93
0	5.0	36.82	2.94	4.55	52.10	1.90
0	6.0	37.03	2.81	2.84	52.89	1.88
1.0	0	37.05	2.86	5.86	51.11	2.06
2.0	0	37.56	2.80	5.58	51.03	1.95
3.0	0	36.12	2.89	5.41	50.88	1.87
4.0	0	36.92	2.79	5.22	50.43	1.87
5.0	0	36.66	2.80	3.83	48.51	1.85
6.0	0	36.99	2.84	3.78	48.17	1.82
0.1	0.1	37.25	2.81	6.18	51.99	1.83
0.1	0.1	37.25	2.81	6.18	51.99	1.83
0.2	0.2	36.71	2.85	5.73	50.13	1.80
0.3	0.3	37.11	2.81	5.58	53.39	1.84
0.4	0.4	36.34	2.86	5.54	53.99	2.02
0.5	0.5	36.87	2.83	5.43	52.12	1.78
1.0	1.0	37.09	2.89	5.34	50.60	1.97
2.0	2.0	36.96	2.89	5.18	49.61	1.89
3.0	3.0	36.98	2.88	5.17	49.52	1.88

由表 3 还可以看出,滤嘴棒用纸的透气度随着 AKD 乳液和阳离子分散松香胶用量的增加呈现下降的趋势。这可能是因为 AKD 乳液和阳离子分散松香胶填充在纤维的空隙结构中,使滤嘴棒用纸的透气度下降。此外,滤嘴棒用纸的抗张指数和伸长率均随着 AKD 乳液和阳离子分散松香胶用量的增加呈现下降的趋势。这主要是因为随着 AKD 乳液和阳离子分散

松香胶的添加,AKD乳液和阳离子分散松香胶分子链间的疏水端影响了滤嘴棒用紙纤维间的结合,从而使抗张强度下降,抗张指数也会随之下降。伸长率是衡量紙张强韧性能的一项重要指标,随着AKD乳液和阳离子分散松香胶的添加,滤嘴棒用紙纤维间的结合力减小,从而使其弹性下降,继而伸长率减小。

2.2 浆内添加施胶剂对滤嘴棒用紙接触角的影响

阳离子分散松香胶和AKD乳液对滤嘴棒用紙接触角的影响见表4。

表4 阳离子分散松香胶和AKD乳液对滤嘴棒用紙接触角的影响

Tab.4 Effects of cationic dispersion rosin size and AKD emulsion on the contact angle of filter rod paper

添加量/%		接触角/(°)							
松香胶	AKD乳液	0 s	10 s	20 s	30 s	40 s	50 s	60 s	
0	0	53.9	—	—	—	—	—	—	
0	1.0	72.8	—	—	—	—	—	—	
0	2.0	77.3	—	—	—	—	—	—	
0	3.0	83.8	—	—	—	—	—	—	
0	4.0	100.2	97.4	97.1	95.7	94.5	92.9	—	
0	5.0	112.8	110.2	110.2	105.8	104.7	104.5	104.3	
0	6.0	114.7	114.7	114.5	112.9	112.0	111.2	110.7	
1.0	0	119.0	117.7	113.7	111.4	110.3	109.2	108.9	
2.0	0	123.3	122.7	120.8	116.0	115.7	115.0	113.5	
3.0	0	124.6	124.0	122.3	119.7	118.6	116.7	113.5	
4.0	0	124.8	124.2	123.3	122.7	120.1	119.4	117.5	
5.0	0	127.6	126.7	126.4	123.3	121.0	121.0	119.2	
6.0	0	133.9	131.6	131.3	128.8	125.9	124.3	124.0	
0.1	0.1	107.8	91.4	86.6	—	—	—	—	
0.2	0.2	112.9	109.8	106.9	105.8	105.5	104.2	103.4	
0.3	0.3	117.2	112.6	109.5	106.7	105.2	105.0	104.6	
0.4	0.4	117.6	116.0	115.0	112.1	109.9	108.1	107.6	
0.5	0.5	118.5	117.2	116.9	113.9	113.1	112.7	111.8	
1.0	1.0	127.0	126.7	125.4	125.1	124.8	122.3	122.2	
2.0	2.0	128.8	128.2	125.4	124.5	123.3	123.0	120.4	
3.0	3.0	128.9	128.1	125.5	124.6	123.5	123.3	120.5	

由表4可知:随着AKD乳液和阳离子分散松香胶用量的增加,滤嘴棒用紙的初始接触角不断增加。当AKD乳液单一施胶剂添加量为4.0%时,滤嘴棒用紙表现出微弱的疏水性;当阳离子分散松香胶单一施胶剂添加量为1.0%时,滤嘴棒用紙表现出一定的疏水性。然而,当AKD乳液和阳离子分散松香胶的添加量分别为0.1%时,滤嘴棒用紙的接触角为107.8°,说明此时滤嘴棒用紙具有一定的疏水性能。当两种施胶剂添加量进一步增加时,滤嘴棒用紙接触角最大到128.8°。由此可见,AKD乳液和阳离子分散松香胶的联合使用能够分别降低这两种施胶剂的用量且实现对滤嘴棒用紙疏水性能的调控。由表4还可以看出,在AKD乳液和阳离子分散松香胶的添加

量分别大于0.2%后,滤嘴棒用紙的接触角比较稳定,在60s时仍然具有较好的稳定性。在AKD乳液和阳离子分散松香胶的添加量均为3.0%时,滤嘴棒用紙的疏水性能没有明显的提升,所以选定阳离子分散松香胶和AKD乳液添加量分别为2.0%时作为最佳条件。滤嘴棒用紙的疏水性能主要来源于AKD乳液和阳离子分散松香胶的施胶作用。首先,阳离子分散松香胶通过硫酸铝固着和定位在纤维上,在吸附有松香粒子的滤嘴棒用紙进行干燥时,松香粒子在高温下软化,并和纤维上的铝离子反应,继而将松香颗粒定位到纤维上,使疏水基转向纤维外侧,而亲水基与纤维牢固结合,形成一层良好的疏水层。其次,AKD乳液施胶过程是一个缓慢的过程,将AKD乳液加入浆内,其会留着在带负电荷的纤维上。在湿紙页干燥过程中,胶粒均匀吸附和分布在纤维表面。AKD熔点较低,在干燥时,AKD乳液在温度的作用下,与纤维表面的羟基发生化学反应并结合,其憎水性长链脂肪基转向紙面,使其具有高度的抗水性。此外,AKD与纤维表面的羟基发生酯化反应,或与吸附在纤维表面的铝离子发生螯合作用^[15],促进了AKD乳液的施胶作用。由以上实验效果可知,AKD乳液和阳离子分散松香胶在联合使用时会对滤嘴棒用紙产生较好的施胶效果,所以后续主要研究其联合使用对滤嘴棒用紙其他指标的影响。

2.3 施胶剂联合使用对滤嘴棒用紙可勃值的影响

可勃值是指在一定压力、一定温度下,在规定的时间内单位面积紙和紙板表面所吸收的水的质量,它表示紙与水直接接触时的抗水性能。AKD乳液和阳离子分散松香胶的联合使用对滤嘴棒用紙可勃值的影响如图1所示。

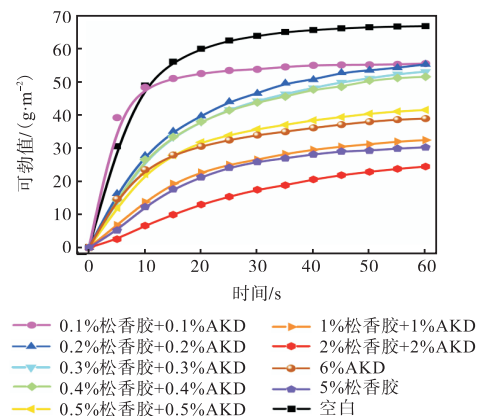


图1 阳离子分散松香胶和AKD乳液联合使用对滤嘴棒用紙可勃值的影响

Fig.1 Effects of cationic dispersion rosin size and AKD emulsion on the Cobb value of filter rod paper

由图 1 可知:随着测试时间的增加,滤嘴棒用紙的可勃值都呈现先增加后趋于平缓的趋势。未添加阳离子分散松香胶和 AKD 乳液的滤嘴棒用紙在 60 s 时的可勃值最大,为 66.37 g/m²。随着 AKD 乳液和阳离子分散松香胶用量的增加,滤嘴棒用紙的可勃值不断下降,当阳离子分散松香胶和 AKD 乳液的添加量分别为 2.0%且时间为 60 s 时,滤嘴棒用紙的可勃值降低至 24.30 g/m²,与未添加阳离子分散松香胶和 AKD 乳液的空白样相比,降低 63.39%。这主要是滤嘴棒用紙的疏水性增加所致。阳离子分散松香胶通过硫酸铝吸附到纤维表面上,在高温下得以软化,并和纤维上的铝离子反应,继而将松香颗粒定位到纤维上,使疏水基转向纤维外侧,赋予其疏水性。另外,AKD 乳液通过浆内添加的方式加入滤嘴棒用紙中,其熔点较低,在高温干燥的条件下很容易与纤维反应,形成酮基酯衍生物,并定位在纤维上,疏水端面向纤维的表面形成疏水层,具有优异的防水性。因此,AKD 乳液和阳离子分散松香胶的联合施胶作用使滤嘴棒用紙的可勃值下降。

2.4 施胶剂联合使用对滤嘴棒用紙孔径分布的影响

AKD 乳液和阳离子分散松香胶的联合使用对滤嘴棒用紙孔径及孔径分布的影响如表 5 和图 2 所示。由表 5 可知:随着 AKD 乳液和阳离子分散松香胶用量的增加,滤嘴棒用紙的最小孔径变化不大,平均孔径呈现不断减小的趋势。这可能是因为随着

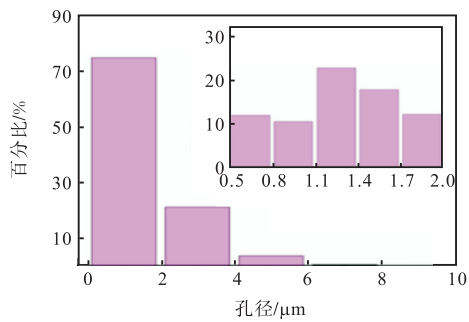
AKD 乳液和阳离子分散松香胶添加量的增加,AKD 乳液和阳离子分散松香胶填充在滤嘴棒用紙的空隙间,使滤嘴棒用紙的平均孔径减小。

由图 2 可知:滤嘴棒用紙的孔径分布在 0~6 μm 的范围内,随着 AKD 乳液和阳离子分散松香胶添加量的增加,滤嘴棒用紙的孔径在 0~2 μm 范围内的占比逐渐增大。其中:未加 AKD 乳液的滤嘴棒用紙在 0~2 μm 范围内的占比为 74.6%;当 AKD 乳液和阳离子分散松香胶的添加量分别为 2.0%时,其占比增加到 84.32%。这说明 AKD 乳液和阳离子分散松香胶的添加使得滤嘴棒用紙的孔径不断减小。另外,由图 2 的内插图可以看出,0.8~1.1 μm 范围内的孔径所占的比例呈现逐渐增加的趋势。

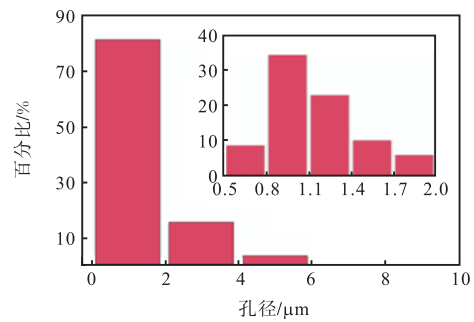
表 5 阳离子分散松香胶和 AKD 乳液联合使用对滤嘴棒用紙孔径的影响

Tab. 5 Effects of cationic dispersion rosin size and AKD emulsion on the pore size of filter rod paper

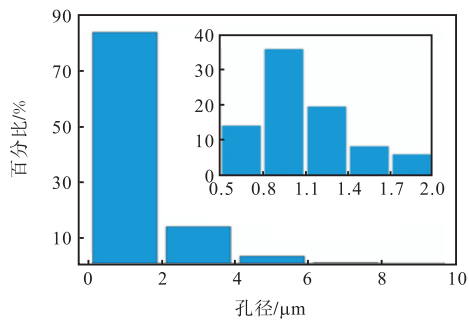
松香胶添加量/%	AKD 乳液添加量/%	最小孔径/μm	平均孔径/μm
0	0	0.68	4.70
0.1	0.1	0.67	3.05
0.2	0.2	0.71	3.00
0.3	0.3	0.67	2.98
0.4	0.4	0.67	2.01
0.5	0.5	0.67	2.89
1.0	1.0	0.67	2.89
2.0	2.0	0.86	2.86



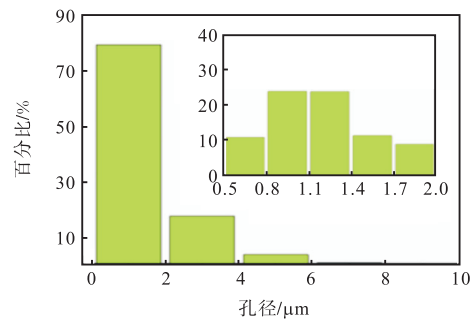
(a) 空白



(b) 0.1%松香胶+0.1%AKD



(c) 0.2%松香胶+0.2%AKD



(d) 0.3%松香胶+0.3%AKD

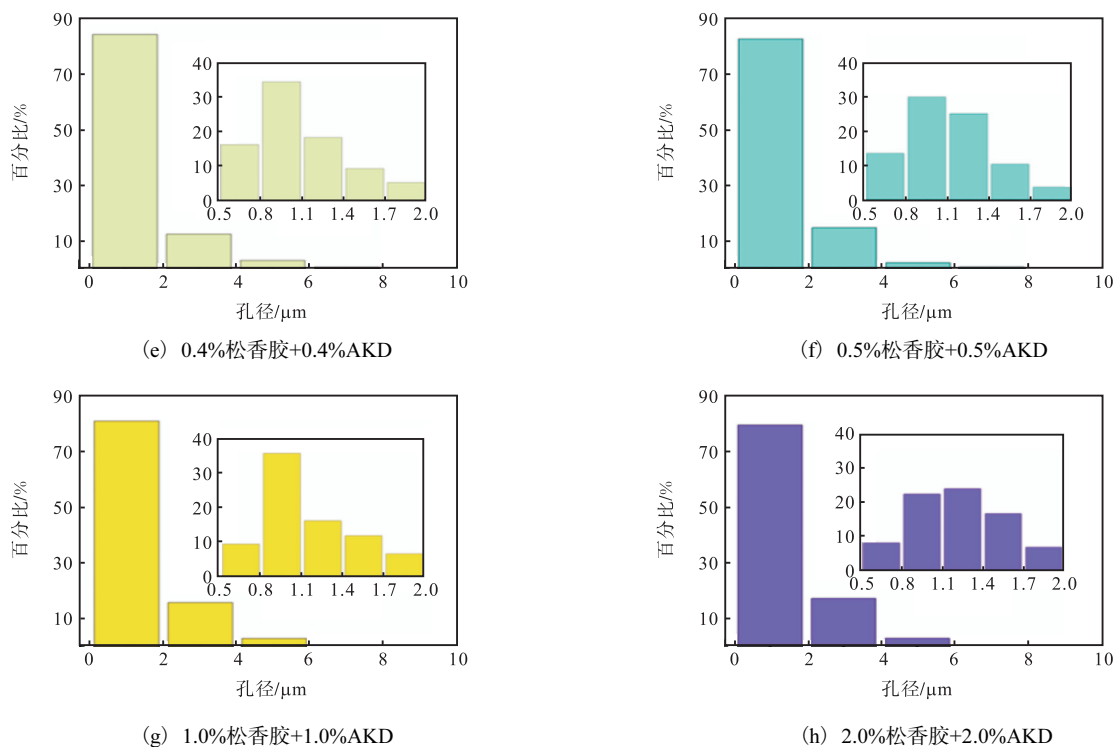


图2 阳离子分散松香胶和AKD乳液联合使用对滤嘴棒用紙孔径分布的影响

Fig. 2 Effects of cationic dispersion rosin and AKD emulsion on the pore size distribution of filter rod paper

2.5 施胶剂联合使用对滤嘴棒用紙表面形态的影响
阳离子分散松香胶和AKD乳液联合使用对滤嘴棒用紙表面形态的影响如图3所示。

由图3可知: 未添加AKD乳液和阳离子分散松

香胶的滤嘴棒用紙的纤维交织在一起, 空隙较大。随着AKD乳液和阳离子分散松香胶添加量的增加, 滤嘴棒用紙的空隙逐渐被填充, 所以其空隙的平均孔径不断减小, 这与孔径分布的结果一致。

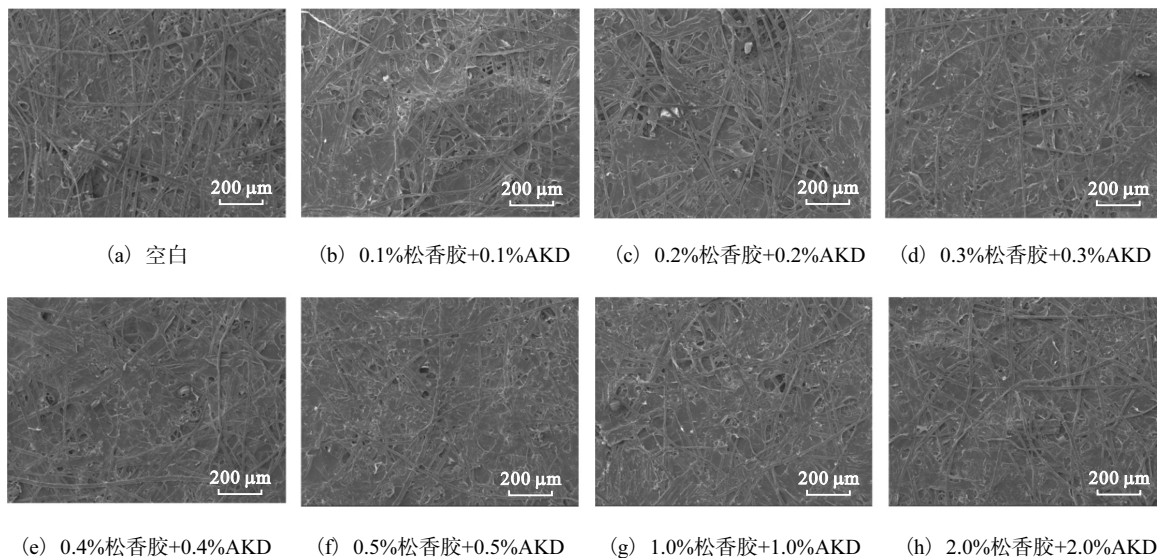


图3 阳离子分散松香胶和AKD乳液联合使用对滤嘴棒用紙表面形态的影响

Fig. 3 Effects of cationic dispersion rosin and AKD emulsion on the surface morphology of filter rod paper

2.6 施胶剂联合使用对滤嘴棒用紙疏油性能的影响
壳聚糖涂布量对滤嘴棒用紙Kit值的影响见表6。通常, 防油等级越高代表滤嘴棒用紙的防油性越强。未涂布的滤嘴棒用紙的防油等级为1级, 防油性

能比较差。随着壳聚糖涂布量的增加, 涂布紙的阻油性能越来越好, 所能达到的防油等级不断提高。在AKD乳液和阳离子分散松香胶的添加量均为0.1%且壳聚糖涂布量达到20.35 g/m²时, 已经可以获得防

油等级为 12 级的涂布滤嘴棒用纸, 达到标准测试的最好水平。因此, 在本实验中, 当 AKD 乳液和阳离子分散松香胶的添加量均为 0.1%、壳聚糖的涂布量为 8.63 g/m² 时, 滤嘴棒用纸可以达到较好的防油效果。其原因主要是壳聚糖防油剂在滤嘴棒用纸表面形成了致密的薄膜, 阻止测试液通过纤维之间的空隙向滤嘴棒用纸内部渗透。另外, 壳聚糖结构中的羟基对测试液具有一定的排斥作用, 可以进一步提高壳聚糖的防油性能。因此, 壳聚糖涂层可以显著提高滤嘴棒用纸的阻油性能。

表 6 壳聚糖涂布量对滤嘴棒用纸 Kit 值的影响

Tab. 6 Effects of chitosan coating weights on the Kit value of filter rod paper

松香胶 添加量/%	AKD 乳液 添加量/%	涂布量/ (g·m ⁻²)	Kit 值
0.1	0.1	4.35	4
		8.63	5
		14.53	10
		20.35	12
		20.35	12
0.2	0.2	4.79	4
		8.29	5
		14.37	10
		20.99	12
		20.99	12
0.3	0.3	4.39	4
		8.89	5
		14.61	10
		20.79	12
		20.79	12
0.4	0.4	4.26	4
		8.55	5
		14.64	10
		20.56	12
		20.56	12
0.5	0.5	4.73	4
		8.13	7
		14.68	10
		20.93	12
		20.93	12
1.0	1.0	4.51	5
		8.31	8
		14.65	10
		20.11	12
		20.11	12
2.0	2.0	4.84	5
		8.71	8
		14.54	10
		20.84	12
		20.84	12

壳聚糖涂布量对滤嘴棒用纸接触角的影响见表 7。由表 7 可知: 经过壳聚糖涂布的滤嘴棒用纸的接触角与未涂布的相比有所降低。这主要是因为壳聚糖分子结构上带有亲水基团, 亲水基团的引入会使滤嘴棒用纸的疏水性降低。

阳离子分散松香胶和 AKD 乳液联合使用对滤

嘴棒用纸防渗透性能的影响如图 4 所示。图 4 中样品 1—样品 7 的阳离子分散松香胶添加量分别为 0%、0.1%、0.3%、0.5%、2.0%、2.0%、0%, AKD 乳液添加量分别为 0%、0.1%、0.3%、0.5%、2.0%、2.0%、0%, 壳聚糖的涂布量分别为 0、4.35、8.89、14.68、20.35、0、20.35 g/m²。

表 7 壳聚糖涂布量对滤嘴棒用纸接触角的影响

Tab. 7 Effects of chitosan coating amount on the contact angle of filter rod paper

松香胶 添加量/%	AKD 乳液 添加量/%	涂布量/ (g·m ⁻²)	60 s 接触 角/(°)
0.1	0.1	4.35	100.6
		8.63	99.7
		14.53	99.8
		20.35	87.1
		20.35	87.1
0.2	0.2	4.79	103.5
		8.29	100.7
		14.37	101.0
		20.99	88.4
		20.99	88.4
0.3	0.3	4.39	107.5
		8.89	102.1
		14.61	102.6
		20.79	90.9
		20.79	90.9
0.4	0.4	4.26	109.0
		8.55	104.3
		14.64	104.8
		20.56	90.9
		20.56	90.9
0.5	0.5	4.73	109.6
		8.13	108.6
		14.68	109.1
		20.93	95.4
		20.93	95.4
1.0	1.0	4.51	110.6
		8.31	114.2
		14.65	114.8
		20.11	97.3
		20.11	97.3
2.0	2.0	4.84	110.9
		8.63	115.1
		14.53	115.7
		20.35	98.6
		20.35	98.6

由图 4 可知: 当含有 1,2-丙二醇和丙三醇的检测液滴加到滤嘴棒用纸表面时, 未添加 AKD 乳液和阳离子分散松香胶的滤嘴棒用纸(样品 1)几乎无法抵抗检测液的渗透; 随着浆内施胶量和涂布量的增加, 滤嘴棒用纸呈现较好的防渗透能力; 另外, 只有浆内施胶的样品 6 和只有涂布的样品 7 也体现出一定的防渗透性能。这主要是因为壳聚糖在滤嘴棒用纸进行浆内施胶和涂布时, 滤嘴棒用纸中纤维间的空隙被填充, 滤嘴棒用纸表面的致密性增加, 因此能够有效抵抗雾化剂中 1,2-丙二醇和丙三醇的渗透。

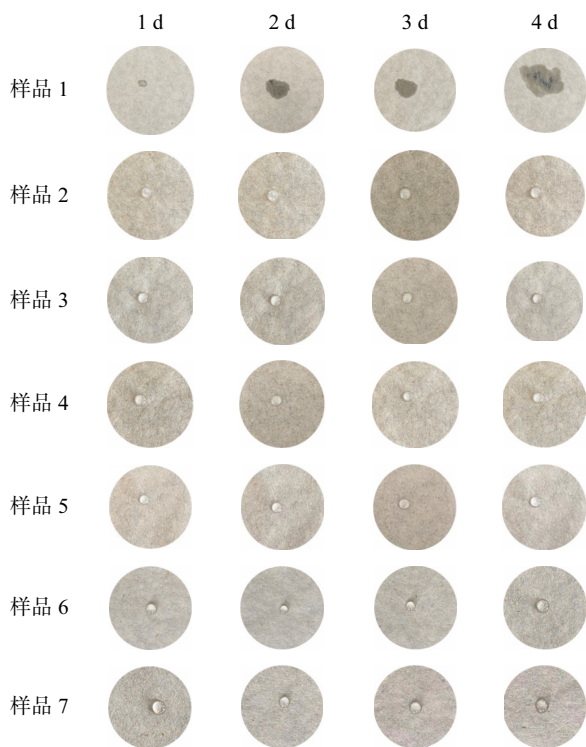


图4 阳离子分散松香胶和 AKD 乳液联合使用对滤嘴棒用紙防渗透性的影响

Fig. 4 Effects of cationic dispersion rosin and AKD emulsion on the penetration resistance of filter rod paper

3 结 论

(1)随着 AKD 乳液和阳离子分散松香胶联合添加量的增加,滤嘴棒用紙的接触角呈现不断增加的趋势,可以实现从 107.8° 到 128.8° 的调控。

(2)随着 AKD 乳液和阳离子分散松香胶联合添加量的增加,滤嘴棒用紙的平均孔径呈现不断下降的趋势。

(3)当 AKD 乳液和阳离子分散松香胶联合添加量一定时,滤嘴棒用紙的 Kit 值随着壳聚糖涂布量的增加而增加,最高可以达到 12 的防油等级。

(4)涂布后的滤嘴棒用紙有着优异的防渗透性。

参考文献:

[1] 曾万怡,向能军,龚为民,等. 纸质滤嘴棒对卷烟主流

烟气中有害物质的影响[J]. 中国造纸,2014,33(6): 35-39.

[2] 金成,高媛. 高性能无皱含麻纸嘴棒的生产技术[J]. 中华纸业,2022,43(2):34-36.

[3] 陈雪峰,陈哲庆,赵涛,等. 卷烟滤嘴棒填充纸及嘴棒性能的研究[J]. 中国造纸,2011,30(8):13-17.

[4] 殷沛沛,张文军,刘晶,等. 不同加工工艺对造纸法再造烟叶滤嘴棒的性能测试研究[J]. 黑龙江造纸,2020,48(2):12-14.

[5] 邵干辉,黄春晖,赵瑞峰,等. 一种烟草纤维纸质滤棒及其制备方法:201210588881.4[P]. 2012-12-29.

[6] 殷沛沛,王理珉,董高峰,等. 功能性烟支用紙的开发及应用[J]. 中国造纸,2014,33(9):56-61.

[7] 沈靖轩,肖维毅,黄海群,等. 不同压纹对卷烟用滤嘴棒原紙及滤嘴棒性能的影响[J]. 中国造纸,2014,33(1):34-36.

[8] 沈一丁,朱平,辛中印,等. 轻化工助剂[M]. 北京:中国轻工业出版社,2004.

[9] JOSEPH M. Preparation of AKD neutral sizing agent[J]. Tappi journal, 1990, 73(11): 139.

[10] 毕衍金,齐根望,赵淑晶,等. 食品包装原紙施胶工艺的应用研究[J]. 华东纸业,2014,45(3):35-36.

[11] YU J T, WANG D P, GEETHA N, et al. Current trends and challenges in the synthesis and applications of chitosan-based nanocomposites for plants: a review[J]. Carbohydrate polymers, 2021, 261: 117904.

[12] 黄浩河,黄崇杏,许扬帆,等. 生物质增强聚乙烯醇在食品包装领域的应用研究进展[J]. 包装工程,2020,41(21):109-116.

[13] GU B, JIANG Q M, LUO B C, et al. A sandwich-like chitosan-based antibacterial nanocomposite film with reduced graphene oxide immobilized silver nanoparticles [J]. Carbohydrate polymers, 2021, 260: 117835.

[14] 李航. 壳聚糖/纳米银-水性聚氨酯复合薄膜的制备及其在抗菌包装方面的研究[D]. 西安:西安理工大学,2020.

[15] 龙芬. AKD 中性施胶剂施胶机理研究[D]. 武汉:湖北工业大学,2012.

责任编辑:周建军