

基于亚麻黄麻织物阻燃整理的研究

郑来久 张 宁

(大连轻工业学院纺织工程系,大连,116034)

摘要:用FK-103磷系阻燃剂及相应工艺对亚麻、黄麻织物进行阻燃整理,运用数理统计中的正交表及方差分析法对所得结果进行分析,从而确定亚麻、黄麻织物阻燃整理的最佳工艺参数。

关键词:亚麻 黄麻 阻燃整理 方差分析 研究

中图分类号:TS 195.592 文献标识码:A

麻类纤维具有吸湿散湿快、拉力强、光泽好、绝缘好、耐酸碱、抗腐蚀等特点,具有良好的卫生保健性能及透气、滑爽、粗犷、豪放、纹理自然、色调柔和、挺括大方等独特风格。在国内外,麻制品被广泛用于服装、装饰和其它领域。目前,发达国家对麻制品的需求量日益增加,其中一个主要用途是做居室的装饰,如桌布、沙发布、墙布、窗帘及床上用品等。从居室安全防火角度来看,麻类制品的阻燃整理日趋重要,倍受纺织工程技术人员关注^[1]。本文主要探讨亚麻织物、黄麻织物的阻燃整理,从而确定最佳工艺与技术。

1 阻燃机理

引起燃烧必须具备可燃物质、火源和氧气3个条件,燃烧过程的实质就是固相分解转向气相氧化的过程^[2]。燃烧循环如图1。

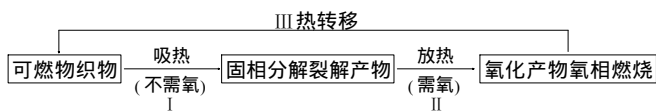


图1 织物燃烧循环图

由图1可知,可燃物与火源接触后,首先发生热分解(固相分解),产生可燃性气体,在氧气的作用下发生燃烧(气相氧化),气相氧化产生大量的热,这些热量又作为热源的补充促进固相分解,从而构成了燃烧循环。不难理解,切断这种循环,抑制固相分解(减少可燃气体的产生)或抑制气相燃烧(削弱可燃性气体的热能级),都可以起到阻燃的效果。

亚麻、黄麻纤维属纤维素纤维范畴,纤维素纤维及木质素纤维的结构和化学组分对它们的热性能影响很大。纤维经阻燃整理后,其起始裂解温度降低了,甚至其裂解终止温度比未阻燃纤维的起始裂解温度还要低,而残渣的重量却增加了,这是阻燃剂的存在改变了裂解机理所致:经阻燃整理的纤维在300℃左右就开始脱水炭化,而抑制在340℃以上纤

维素的1,4-苷键断裂时生成左旋葡萄糖。因为 β -葡萄糖1,4-苷键断裂,其中间产物经实验研究生成左旋葡萄糖或生成1,6-脱水 β -D-呋喃葡萄糖,生成左旋葡萄糖后则容易生成各种可燃性气体。

纤维经含磷阻燃剂整理后,由于降低了纤维的起始裂解温度,含磷阻燃剂在较低的温度下即可分解生成磷酸,随着温度的升高变成偏磷酸,继之缩合成聚偏磷酸,聚偏磷酸是一种强烈的脱水剂,促成纤维素碳化,抑制了可燃性裂解产物的生成,从而起阻燃作用。此外,分解产生的磷酸,又会形成不挥发性的保护层,既能隔绝空气,又是纤维素燃烧中使碳氧化成一氧化碳的催化剂,因而,减少了二氧化碳的生成。由于碳生成一氧化碳的生成热(110.4 kJ/mol)小于生成二氧化碳的生成热(394.6 kJ/mol),这样有效地抑制了热量的释放,阻止纤维素的燃烧。故其阻燃作用主要是发生在凝固相部分^[3]。

2 材料及实验

2.1 材料和仪器

织物:经煮练漂白的亚麻织物,黄麻织物;药品:阻燃剂,062树脂,JFC渗透剂,磷酸,氯化镁,肥皂;仪器设备:702-2型电热鼓风机,恒温水浴锅,小轧车,YG815垂直法织物燃烧性能测试仪,YG065型电子织物强力测试仪,LLY-01B电脑控制硬挺度仪。

2.2 实验方法

2.2.1 试样称重 试样预先放置在温度为(21±1)℃,相对湿度为(65±2)%的室内8h以上,称出阻燃处理前空白试样每平方米重(精确到0.1g)。

表1 炭长测试的悬重

织物	空白试样(g/m ²)	测定炭长时重锤重量(g)
亚麻	192.4	113.4
黄麻	664.5	453.6

2.2.2 永久性阻燃整理工艺 织物 → 浸轧(轧液率 75%~80%) → 烘干(105℃, 5 min) → 焙烘(155℃, 4 min, 160℃ 3 min, 170℃ 1.45 min) → 皂洗(皂粉 3 g/L, 60℃ 3 min) → 烘干。

2.2.3 阻燃效果测定 对所有经过阻燃整理后的织物进行测定,根据 GB5455-97 规定,采用垂直燃烧试验法测织物防余燃、防阴燃及炭长(被烧焦的最大长度),在垂直燃烧试验仪上测量。

2.3 实验结果及讨论

亚麻织物的阻燃整理实验采用正交设计法^[4]L₉(3⁴)正交表,见表 2。图 2 反映了工艺指标随各影响因素变化的规律。极差、方差分析见表 3。

表 2 亚麻阻燃整理正交实验表

	1	2	3	4	实验结果
	阻燃剂浓度 (g/L)	树脂浓度 (g/L)	焙烘温度 (℃)	轧液率 (%)	炭长 (cm)
1	1(300)	1(40)	1(155)	1(75)	11.7
2	1(300)	2(50)	2(160)	2(77.5)	18.4
3	1(300)	3(60)	3(170)	3(80)	15.4
4	2(325)	1(40)	2(160)	3(80)	17
5	2(325)	2(50)	3(170)	1(75)	15.6
6	2(325)	3(60)	1(155)	2(77.5)	14.6
7	3(350)	1(40)	3(170)	2(77.5)	11.25
8	3(350)	2(50)	1(155)	3(80)	14.55
9	3(350)	3(60)	2(160)	1(75)	15.3

表 3 测定结果极差分析与方差分析

	极差分析							方差分析				
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₂	K ₃	R	离差平方和	自由度	均方和	F 比	显著性
A	45.5	47.2	41.1	15.2	15.7	13.7	2	6.61	2	3.305	2.06	
B	39.95	48.55	45.3	13.3	16.2	15.1	2.9	12.57	2	6.285	3.91	
C	40.85	50.7	42.25	13.6	16.9	14.1	3.3	18.93	2	9.465	5.89	
D	42.6	44.25	46.95	14.2	14.75	15.7	1.5	3.215	2	1.6075	-	

表 4 弯曲长度及断裂强度方差分析表

方差来源	偏差平方和	自由度	均方和	F 比	显著性	方差来源	偏差平方和	自由度	均方和	F 比	显著性
A	S _A = 0.06	2	0.03	30	**	A	S _A = 5371.6	2	2685.8	1.8	
B	S _B = 0.03	2	0.015	15	**	C	S _C = 9821.6	2	4910.8	3.2	
D	S _D = 0.05	2	0.025	25	**	D	S _D = 8736.3	2	4368.15	2.8	
误差	S _e = 0.002	2	0.001	-		误差	S _e = 3076.3	2	1538.15	-	

注:左为弯曲长度,右为断裂强度

表 5 黄麻阻燃整理正交实验表

	1	2	3	实验结果
	阻燃剂浓度 (g/L)	树脂浓度 (g/L)	焙烘温度 (℃)	炭长 (cm)
1	1(300)	1(40)	1(155)	1.5
2	1(300)	2(50)	2(160)	2.85
3	2(325)	1(40)	2(160)	4.25
4	2(325)	2(50)	1(155)	1.5

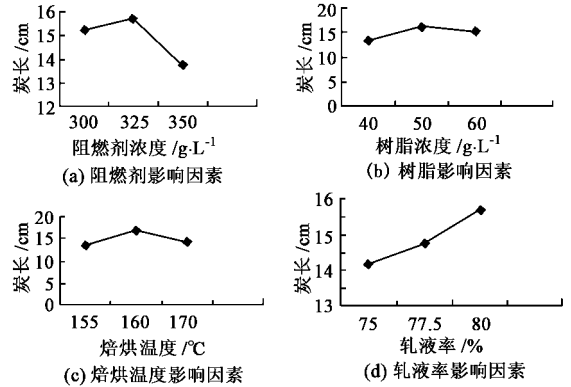


图 2 工艺指标随影响因素变化规律图

对阻燃后的亚麻织物进行硬挺度及拉伸测试,并对所得结果进行方差分析见表 4。

黄麻织物采用 L₄(2³)正交表,实验因素水平、实验安排及结果见表 5 所示,极差与方差分析见表 6。

对阻燃后的黄麻织物进行硬挺度及拉伸测试,并对测试结果进行方差分析,分析结果见表 7。

3 结论

1. 对亚麻织物阻燃整理影响最大的因素是焙烘温度,其次为树脂浓度、阻燃剂浓度和轧液率,最佳工艺为 A₃B₁C₁D₁,即阻燃剂的浓度采用 350 g/L,树脂浓度为 40 g/L,焙烘温度 155℃,4 min,

轧液率为 75%。

2. 各因素各水平在 a = 0.25 时,树脂浓度与焙烘温度影响显著,但在 a = 0.1 以下认为各因素各水平的效应相等,即阻燃剂浓度、树脂浓度与焙烘温度影响因素趋于一致。

3. 阻燃剂浓度、树脂浓度和轧液率对阻燃整理后的亚麻织物弯曲长度影响显著。阻燃剂浓度、焙烘温度和轧液率因素对断裂强度的影响趋于一致。

表 6 测定结果极差分析与方差分析

	极差分析					方差分析				
	K_1	K_2	K_1	K_2	R	偏差平方和	自由度	均方和	F 比	显著性
A	4.35	5.75	2.175	2.875	0.7	0.49	1	0.49	1	
B	3	7.1	1.5	3.55	2.05	4.2025	1	4.2025	9	* *
C	5.75	4.35	2.875	2.175	0.7	0.49	1	0.49	-	

表 7 弯曲长度及断裂强度方差分析表

方差来源	偏差平方和	自由度	均方和	F 比	显著性	方差来源	偏差平方和	自由度	均方和	F 比	显著性
A	2.2	1	2.2	22	* *	A	9216	1	9216	25.5	* *
C	2.4	1	2.4	24	* *	C	12769	1	12769	35.4	* *
误差	0.1	1	0.1	-		误差	361	1	361	-	

注:左为弯曲长度,右为断裂强度

4. 对黄麻织物阻燃整理后影响最大的因素是焙烘温度,寻求到最佳工艺为 $A_1 B_1 C_2$,即阻燃剂浓度采用 350 g/L,焙烘温度为 155 °C、4 min,树脂浓度为 12.5 g/L。

5. 焙烘温度对实验结果即炭长影响显著,其它因素趋于一致。

6. 阻燃剂浓度、树脂浓度对阻燃整理后的黄麻织物的弯曲长度和断裂强力影响显著。

参 考 文 献

- 1 温玉华等.浅谈亚麻织物的阻燃整理.黑龙江纺织,1996(2):5~6.
- 2 杜明.阻燃整理浅谈.黑龙江纺织,1998(4):36~37.
- 3 范雪荣.纺织品染整工艺学.北京:中国纺织出版社,1999:193.
- 4 李忠.纺织数理统计方法.重庆:重庆出版社,1986:99,172.