



数码印花用涤纶非织造布聚丙烯酸酯 涂层的制备及其性能

张 亚, 陈维国, 王成龙, 崔志华, 郑今欢

(浙江理工大学, a. 生态染整技术教育部工程研究中心; b. 先进纺织材料与制备技术教育部重点实验室, 杭州 310018)

摘 要: 在聚丙烯酸酯乳液中加入具有增白效果的高岭土填料制成涂层用浆料, 然后对涤纶针刺基布进行涂层整理, 通过研究涂层浆体系各组分用量及涂层工艺对涂层材料耐折力、附着力、断裂强力及表面性能等的影响, 确定最佳涂层浆配方及涂层工艺, 从而制备适用于数码喷墨印花的涤纶非织造布涂层材料。结果表明: 当分散剂 CF-10 用量为 0.3 wt%, 交联剂 SAC-100 用量为 0.3 wt%, 聚丙烯酸酯涂层剂用量为 20.0 wt%, 涂层剂与高岭土质量比为 1:4 时, 可以制备得到性能优良的涂层浆; 将所制涂层浆用于非织造布涂层, 当后处理焙烘温度为 160 °C, 焙烘时间为 90 s 时, 可以制备得到耐折力和附着力好、手感较佳的涂层材料; 对制备的涂层材料进行 UV 数码喷印, 所得图案的干摩擦色牢度为 4~5 级、湿摩擦色牢度为 3~4 级, 图案颜色鲜艳且边缘清晰。该涤纶针刺非织造布涂层材料对于拓展非织造布应用领域具有重要意义。

关键词: 涤纶; 非织造布; 聚丙烯酸酯; 涂层; 数码印花

中图分类号: TS193.5

文献标志码: A

文章编号: 1673-3851(2020)07-0464-08

Preparation and performance of polyester non-woven polyacrylate coating for digital printing

ZHANG Ya, CHEN Weiguo, WANG Chenglong, CUI Zhihua, ZHENG Jinhuan

(a. Engineering Research Center for Eco-Dyeing and Finishing of Textiles, Ministry of Education;

b. Key Laboratory of Advanced Textile Materials and Manufacturing Technology, Ministry
of Education, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The coating slurry was prepared by adding the kaolin filler with whitening effect into the polyacrylate emulsion, and then the polyester needle-punched fabric was coated. And the effects of the dose of each component of the coating slurry system and the coating process on the bending resistance, adhesion, breaking strength and surface properties of the coating material were studied to determine the optimal formula of coating slurry, and the polyester nonwoven coating materials for digital inkjet printing were prepared. The results show that the coating slurry with excellent properties could be prepared under the following conditions: The dose of dispersant CF-10 0.3 wt%, dose of cross-linking agent SAC-100 0.3 wt%, dose of polyacrylate coating agent 20.0 wt%, and the ratio of coating agent to kaolin 1:4. Then the coating slurry was used for non-woven coating. When the baking temperature was 160 °C and the baking time was 90 s, the coating materials with good bending resistance, adhesion and soft hand feeling could be prepared. Then UV digital printing was performed for the coating materials, and the pattern gained had grade 4~5 dry rubbing color fastness, and grade 3~4 wet rubbing color fastness. Besides, the obtained pattern also

收稿日期: 2019-10-02 网络出版日期: 2020-01-02

基金项目: 国家自然科学基金项目(21808210, 51673176)

作者简介: 张 亚(1993-), 男, 河南周口人, 硕士研究生, 主要从事织物涂层整理方面的研究。

通信作者: 陈维国, E-mail: wgchen_62@126.com

had bright colors and sharp edges. The prepared polyester non-woven coating material has great significance for expanding the application field of non-woven.

Key words: polyester; non-woven; polyacrylate; coating; digital printing

0 引言

随着全球纺织行业的迅速发展,非织造布的应用也日益广泛。与传统涤纶机织物相比,非织造布省去了纺丝、牵经、织造、退浆、水洗、热定型等复杂繁琐的处理工序,工艺相对简单、生产过程环保、节能、减排。为了更好地拓展非织造布的应用领域,越来越多的研究者在非织造布产品上开展了涂层整理和数码印花的应用研究^[1-2]。

数码印花能够满足小批量、多品种的印花趋势,并且生产的产品图案清晰,色彩艳丽自然,在市场上广受消费者的青睐。但对于涤纶针刺非织造布来说,其空间结构疏松,孔隙较多,墨水易渗化,造成其打印性能不佳,从而影响了印花的清晰度和产品品质^[3],因此,为了提升数码打印效果,需对非织造布进行涂层等预处理。涂层整理不仅可以改变基布的表面结构,获得独特的外观风格,还可以提升打印性能,并能使涂层织物获得防水、防污、耐磨、阻燃等功能。若将涂层整理用于非织造布加工,将有利于拓展非织造布的应用领域,提高其实用性及使用寿命^[4-5]。聚丙烯酸酯具有粘结力强、耐日光和气候性好、光泽度高等优点,是应用于涂层加工中最的一类涂层剂,且可以选择干法涂层,工艺简单,操作便捷^[6]。

本文通过对涤纶非织造布进行聚丙烯酸酯涂层整理,制备适用于数码印花的涂层材料,并进一步研究涂层材料的数码印花加工性能,以期制备性能优良、图案精美的涤纶针刺非织造布涂层材料奠定技术基础。

1 实验部分

1.1 实验材料与仪器

材料:涤纶针刺非织造布(85 g/m²,东莞市荣嘉纺织皮革有限公司)。

药品:聚丙烯酸酯乳液(固含量为50%,湖州新利商标制带有限公司),高岭土(6000目,湖州新利商标制带有限公司),交联剂聚氮丙啶 SAC-100(分子式为 C₂₄H₄₁N₃O₆,中国阿法埃莎化学有限公司),分散剂 CF-10(广州恒宇化工有限公司)。

仪器:LTE-S 涂层覆膜试验机(瑞士 Mathis 公

司),Phenom Pro 台式扫描电镜(复纳科学仪器有限公司),DSA25 视频接触角张力仪(德国 Krüss 公司),MCR52 旋转流变仪(奥地利 Anton Paar 公司),M-6 连续式热定型机(南通宝来纺织设备有限公司),3D 视频显微镜(日本电子 JEOL),JEM-2100 型透射电子显微镜(日本电子株式会社),RH-BR10 K 别克式平滑度仪(广州润湖仪器有限公司),XT-48B 智能白度仪(杭州研特科技有限公司),WG68 (多角度光泽度仪昆山杰斯特精密仪器有限公司),SF600X Datacolor 测色配色仪(美国 Datacolor 公司),MIMAKI JV300-160 UV 数码打印机(深圳市汉托普科技有限公司)。

1.2 实验方法

1.2.1 聚丙烯酸酯涂层浆的制备

在 250 mL 烧杯中加入 100 g 去离子水,依次加入适量聚丙烯酸酯乳液、分散剂和交联剂,搅拌 30 min 使其充分分散均匀,然后向烧杯中缓慢地加入高岭土,高速搅拌 60 min,使填料分散均匀,制成的浆料静置备用。

1.2.2 涂层材料的制备

用涂层覆膜试验机对基材进行干法刮涂,车速设置为 2 m/min,涂层厚度为 30 μm,涂布后将涂层材料放入连续式热定型机进行固化定型。

1.2.3 UV 数码喷印实验

将制备好的涂层材料裁剪为 15 cm×15 cm 大小,然后用 UV 数码打印机在涂层材料上进行打印。

1.3 测试与表征

1.3.1 浆膜附着力测试

按照 ASTM D3359—2009 标准对浆膜的附着力进行测试和评级。使用切割刀片和钢尺在浆膜表面纵横方向各划六道,得到 25 个 2 mm×2 mm 的小方格,然后用特制胶带粘附浆膜表面迅速撕下,计算方格脱落面积占总面积的百分比进行等级评定:

0 级:方格无任何剥落;

1 级:方格有小部分剥落,但划格区内实际破损面积不超过 5%;

2 级:方格有部分剥落,划格区内实际破损面积其面积大于 5%,但不到 15%;

3级:划格区内有部分剥落或整大片剥落,被剥落面积超15%,但不到35%;

4级:划格区内大片剥落,其面积大于划格区的35%,但不超过65%;

5级:剥落面积超过上一个等级。

1.3.2 涂层材料耐折力测试

将制备的涂层材料裁剪成10 cm×10 cm大小,将其进行反复对折100次,然后采用3D视频显微镜在放大50倍的条件下观察涂层浆膜的折痕及断裂情况。

1.3.3 扫描电镜(SEM)测试

采用台式扫描电镜观察涂层材料表面形貌,将放大倍数设置为2000倍。

1.3.4 透射电镜(TEM)测试

采用透射电子显微镜在200 kV电压下观察填料颗粒在浆料体系中的分散情况。

1.3.5 表面接触角测试

采用视频接触角测量仪对试样表面进行水接触角测定,首先将针管内的超纯水滴滴于水平放置于表面皿的试样之上,每滴液滴体积为2 μL,然后立即测定试样表面的水接触角,每个试样取三个不同位置测试3次,取其平均值作为试验数据。

1.3.6 平滑度测试

在室温(25±1)℃条件下,将试样裁剪为15 cm×15 cm,用平滑度测试仪进行测试,测试时按照5 cm的间隔取5个点,取其平均值。

1.3.7 光泽度测试

在室温(25±1)℃条件下,将试样裁剪为15 cm×15 cm尺寸大小,用多角度光泽度仪以60°测定试样表面光泽度,每个试样取不同位置测定3次,然后取其平均值。

1.3.8 表观得色深度K/S测试

在D₆₅标准光源、10°视角下采用Datacolor测色配色仪测定380~750 nm波长下涂层材料图案的反射率曲线,记录最大吸收波长下的K/S值,每个试样测量三次,实验结果取其平均值。依据Kubelka-Munk理论,其计算公式如下:

$$K/S = \frac{(1 - R_2)^2}{2R_2}$$

其中:K为吸收系数,S为散射系数,R₂为样品的光谱反射率。

1.3.9 图案清晰度测试

采用3D显微镜将打印后的涂层材料上的图案放大50倍,拍照观察图案边缘清晰度。

2 结果与讨论

2.1 分散剂对涂层浆料稳定性的影响

实验选用的高岭土填料(6000目)粒度细小、比表面积大、颗粒间易团聚,添加分散剂能够提高涂层浆料体系的分散稳定性。固定聚丙烯酸酯乳液用量为12.0 wt%,交联剂用量为0.3 wt%,高岭土用量1:4的试验条件下,制备分散剂用量不同的涂层浆料。通过测定浆料的粘度、平均粒径、分散状态等性能,探究分散剂用量(分别为0.1、0.3、0.5 wt%和0.7 wt%)对浆料稳定性的影响,实验结果如图1和图2所示。

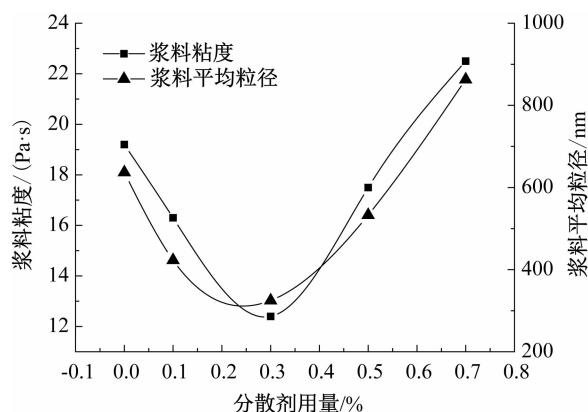
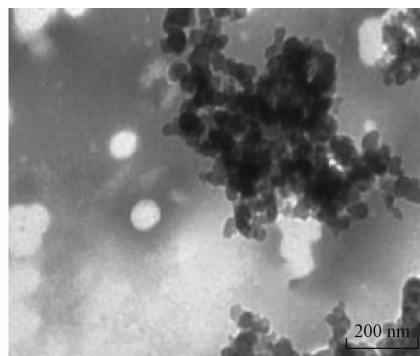
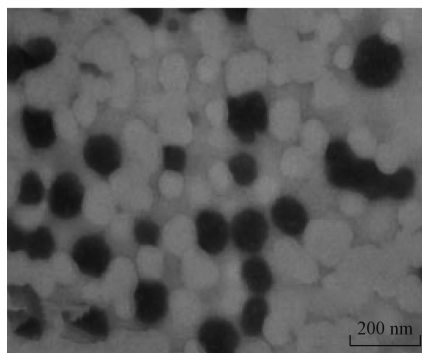


图1 不同分散剂用量下浆料粘度和平均粒径的变化曲线



(a) 未添加分散剂的浆料分散情况



(b) 添加分散剂的浆料分散情况

图2 两种分散体系的TEM图

注:深色颗粒为高岭土,浅色颗粒为聚丙烯酸酯

图1和图2分别为分散剂用量和浆料粘度、平均粒径的关系曲线及添加分散剂前后浆料的TEM图。从图1可以看出,当分散剂用量小于0.3 wt%时,相较于未添加分散剂的浆料,添加分散剂后浆料的粘度和平均粒径均呈现明显的减小趋势,这是因为分散剂加入后能够吸附在高岭土表面,增大颗粒间的空间阻力,从而减弱其团聚程度(如图2中的TEM图像所示),宏观表现为浆料粘度和平均粒径的减小;但当分散剂的用量大于0.3 wt%后,分散剂的吸附呈现过饱和状态,多余的伸向水相的大分子链端会互相缠结,填料会在这种桥联作用下形成团聚,发生沉降,也会相应地导致体系粘度增大,浆料粘度过大则会导致刮刀涂布困难,上浆量难以调控;当分散剂用量为0.3 wt%时,分散剂能够均匀吸附于填料表面,形成有效的保护层,颗粒在较强的空间位阻阻力下难以发生团聚,从而提高了分散体系的稳定性^[7-8],并且此条件下浆料粘度适中,有利于涂布的顺利进行。因此,分散剂的用量定为0.3 wt%是较为适宜的。

2.2 聚丙烯酸酯用量对涂层材料性能的影响

聚丙烯酸酯作为常用的涂层剂具有良好的成膜性、阻燃性、耐水性和耐化学腐蚀性^[9]。对于涤纶非织造布的加工来说,确定较为适宜的涂层剂用量是非常关键的。通过研究聚丙烯酸酯用量对涂层材料表面性能、力学性能的影响,确定其较为适宜的用量。

在固定高岭土用量为65 g,分散剂用量为0.3 wt%,交联剂用量为0.3 wt%的试验条件下,探究聚丙烯酸酯用量(分别为12.0、16.0、20.0、24.0 wt%)对涂层材料表面平滑度、光泽度以及浆膜附着力的影响,实验结果如图3和表1示。

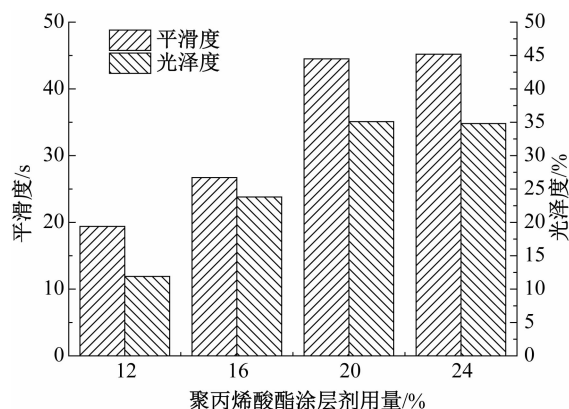


图3 不同聚丙烯酸酯用量下涂层材料的平滑度和光泽度

图3为聚丙烯酸酯用量对涂层材料表面性能的影响。从图3可以看出,随着聚丙烯酸酯乳液用量

表1 不同聚丙烯酸酯用量下涂层的附着力

聚丙烯酸酯用量/(wt%)	附着力/级
12.0	3
16.0	2
20.0	0
24.0	0

的增加,涂层材料的平滑度和光泽度均有显著提高,但用量超过20.0 wt%后涂层材料表面的平滑度及光泽度不再有明显提升。这是由于涂层剂用量较少时,浆料体系粘度较低,流动性较强,涂布不易控制,基材表面裸露的纤维不易被覆盖,因而会导致制备的涂层材料表面粗糙不平,平滑度较低,光泽度也相应较低。

另外,表1显示了聚丙烯酸酯用量对涂层附着力的影响。从表1可以看出,当用量低于20.0 wt%时,浆膜与基材的结合强力较差,浆膜易从基材表面剥离,这是因为涂层剂用量的增加,相当于增多了浆料中的分子极性基团,即形成的化学活性附着中心增加,与基材表面间的氢键和范德华力增大,宏观上提高了浆膜与基材之间的附着力^[10],因此涂层剂用量的适当增加有利于改善涂层材料的表面性能,但用量过多不仅会导致浆料体系粘度过大,给涂布带来困难,而且会增加浆膜的热固化时间,不仅增大能源损耗,而且也会影响涂层材料的手感。

2.3 填料用量对涂层材料性能的影响

填料不仅能起到遮蔽底色,增白的作用,还会影响涂层材料的吸墨性及喷印性能^[11-13]。本节主要通过研究填料高岭土的用量对涂层材料吸墨性以及遮盖力等的影响来确定较为适宜的用量。

在固定聚丙烯酸酯乳液用量为20.0 wt%,分散剂用量为0.3 wt%,交联剂用量为0.3 wt%的试验条件下,配制涂层剂与高岭土的质量比为1:2、1:3、1:4和1:5的浆料,然后采用干法对基材进行涂布,通过测定涂层材料对墨水的表面接触角大小研究高岭土用量对吸墨性的影响。图4为不同用量填料制备的涂层材料的接触角及SEM图。从图4可以看出,随着填料高岭土用量的增加,涂层材料对水性墨水的表面接触角呈现出先减小后增大的趋势。结合表面形貌分析可知,当涂层剂与高岭土的质量比为1:4时,涂层材料表面的空隙分布较为均匀,孔径尺寸大小较为一致,有利于墨水的纵向吸收^[14]。表面接触角最小,表明吸墨性较好。当高岭土用量较少时,涂层材料表面孔隙分布不均匀,孔径大小不一,甚至有纤维裸露的现象,不利于墨水的垂直吸

收,表现为墨水表面接触角增大,可能会由于纤维的毛细效应导致墨水的水平渗化现象比较严重^[15],不利于印花加工,当高岭土用量过多时,填料颗粒致密堆积,导致涂层材料表面孔隙减少,同样不利于墨水的垂直吸收,导致固墨性能较差^[16]。

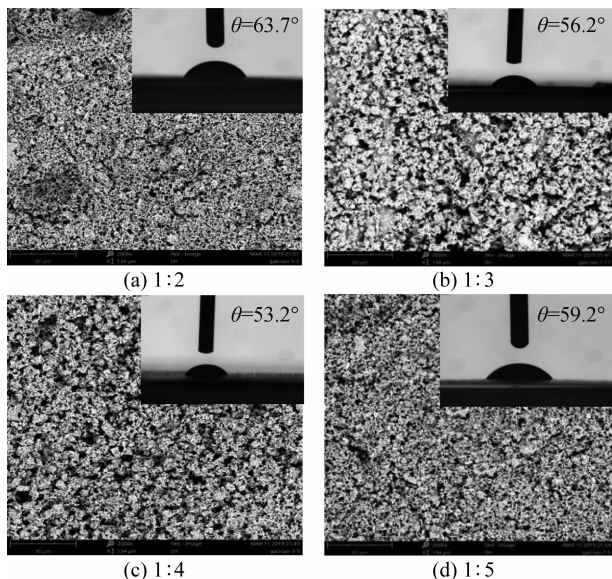


图4 不同涂层剂与高岭土的质量比下制备所得涂层材料的接触角及SEM图($\times 2000$)

遮盖力是涂层加工中的关键指标之一,它可以表征涂层浆料遮盖基底能力的特性^[17]。若涂层遮盖力不佳,会对后续数码印花加工产生较大的影响。本文进一步研究了高岭土用量对基材底色遮盖力的影响,结果如图5和图6所示。图5显示了填料高岭土的用量对制备所得涂层材料白度的影响。从图

5可以看出,涂层材料的白度随着高岭土用量的增加而增大,当高岭土用量超过1:4后,其白度不再呈现明显的增大,结合图6可以看出,涂层遮盖力也呈现相同的变化趋势,高岭土用量较小时,基材底色透出,随着高岭土用量的提高,遮盖力也相应提高。这主要原因可能是,涂层的遮盖力主要受涂布后高岭土在浆膜中分布情况的影响,用量较少时,高岭土在浆料中的相对浓度较低,因此涂布后单位面积分布的颗粒较少,遮蔽性较差,透出的底色会减弱涂层表面光线的反射率,造成白度较低。但涂层剂与高岭土的质量比超过1:4后,对比图6(c)和图6(d)两幅图片来看,视觉上几乎不存在差异,说明高岭土已过量,再增加其用量已经意义不大,反而会产生浪费,增加生产成本。综合来看,将涂层剂与高岭土的质量比确定为1:4是较为适宜的。

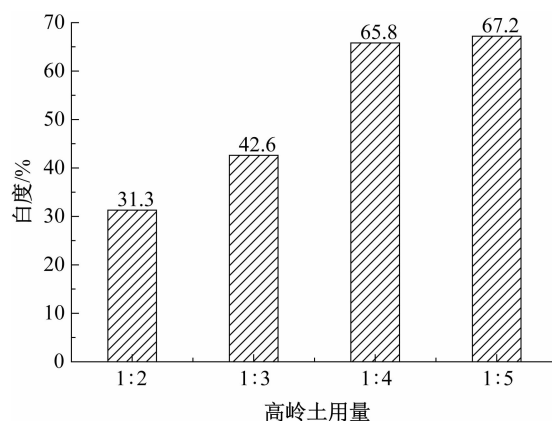


图5 不同涂层剂与高岭土质量比下制备所得涂层材料的白度

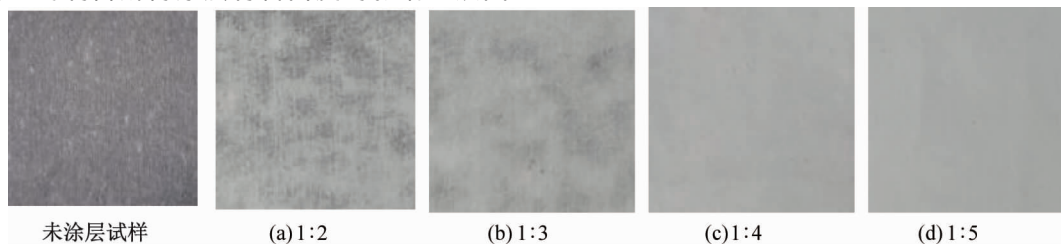


图6 不同高岭土用量下基材底色的遮盖情况(手机拍摄)

2.4 交联剂用量对涂层材料性能的影响

交联剂具有改善有机物和无机物之间的界面作用力,增加涂层材料强力、韧性及耐磨性的作用^[18-22]。本实验采用的是氮丙啶交联剂 SAC-100,其分子结构式如图7所示。氮丙啶分子中含有多个氮丙啶环,化学性质非常活泼,能够与丙烯酸树脂分子中的羧基发生交联反应^[23-25],对应的反应过程如图8所示。

通过测试涂层材料的耐折力、附着力、断裂强力、刚度等,探究交联剂用量(分别为0.1、0.2、0.3 wt%和

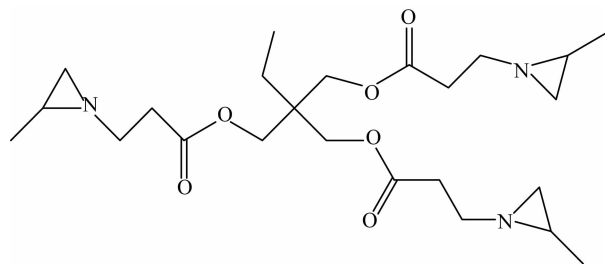


图7 聚氮丙啶交联剂分子结构式

0.4 wt%)对涂层材料性能的影响。表2显示了交联剂 SAC-100 用量对涂层材料性能的影响,从表2

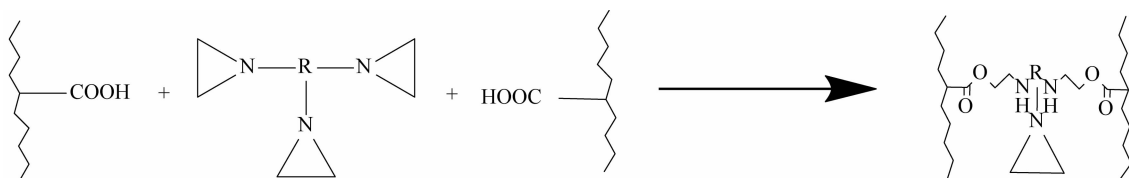


图8 氮丙啶与丙烯酸树脂的交联反应

可以明显看出,随着交联剂 SAC-100 用量的增加,涂层材料的耐折力、附着力、刚度、断裂强力均有一定程度的提升。在没有添加交联剂 SAC-100 时,浆膜与基材表面主要以范德华力和氢键相连接,而添加交联剂后,水解后的交联剂分子的架桥作用使其一端与成膜树脂分子以化学键的方式相连接,另一端与基材以共价键的方式相连接,使得浆膜和基材形成有机的整体,从而在分子结构层面上提升了浆膜的粘结强度,从而改善了涂层材料的断裂强力^[26]。但交联剂用量过多,会导致涂层材料的刚度较大,这是因为当交联剂用量增加到一定程度时,氮丙啶的单键与聚丙烯酸酯中的-COOH 发生反应比例增大,交联结构增多,分子间的相互作用力增加,交联结构发挥主要作用,韧性增大^[27]。综合分析,交联剂 SAC-100 的用量为 0.3wt% 是较为适宜的。

表2 不同交联剂 SAC-100 用量下的涂层材料性能

SAC-100 用量/wt%	耐折力	附着力/级	刚度/ cm	横向断裂 强力/N	纵向断裂 强力/N
0	明显裂纹	2	3.31	389.1	276.2
0.1	细微裂纹	2	5.16	422.6	332.8
0.2	无裂纹	1	6.89	467.3	379.7
0.3	无裂纹	0	8.71	487.2	378.4
0.4	无裂纹	0	11.42	494.5	389.5

2.5 焙烘工艺对涂层材料性能的影响

焙烘工艺主要影响浆膜的热粘合定型,在固定聚丙烯酸酯用量为 20.0 wt%,高岭土用量为 1:4,分散剂用量为 0.3 wt%,交联剂用量为 0.3 wt% 的试验条件下,设置了一系列温度及时间梯度,实验结果如表 3 表 4 所示。表 3 和表 4 分别显示了不同焙烘温度和焙烘时间下所得涂层材料的性能。结合表 3 与表 4 的实验结果,分析可以得出焙烘工艺影响浆膜的成型过程,并对涂层材料的性能有较大的影响。焙烘温度过低,浆膜未完全粘合成型,与基材间的附着强度较低,耐折力差,浆膜易断裂,焙烘温度过高,浆膜手感僵硬,导致涂层材料易产生脆损,耐折力和附着力下降,同时根据温时等效原理,提高焙烘时间相当于间接提高了焙烘温度,因此两表中的实验数据是相对应的。综合来看,将焙烘工艺优化

为焙烘温度 160 ℃,焙烘时间 90 s 是较为适宜的,此工艺条件下得到的涂层材料附着力和耐折力较好,手感较为柔软。

表3 不同焙烘温度下涂层材料的性能

焙烘温度/℃	附着力/级	耐折力	柔软度
100	2	有明显裂痕	20.04
120	1	有细微裂痕	22.78
140	0	无裂痕	23.65
160	0	无裂痕	21.27
180	1	有细微裂痕	14.73

注:焙烘时间为 100 s

表4 不同焙烘时间下涂层材料的性能

焙烘时间/s	附着力/级	耐折力	柔软度
50	1	有明显裂痕	21.82
70	1	有细微裂痕	23.12
90	0	无裂痕	22.29
110	0	无裂痕	21.53
130	1	有细微裂痕	16.83

注:焙烘温度为 160 ℃

2.6 涂层材料的喷墨打印性能

实验将最优涂层工艺条件下制备的涂层材料进行 UV 数码印花,并对打印效果进行测定,结果如表 5、图 9 和图 10 所示。表 5 为最优工艺条件下的数码打印性能,实验选取了 3 个品红色块平行试样,测试其表面得色量 K/S 值和耐摩擦色牢度,从表 5 可以得知,以涤纶针刺无纺布为基材,经涂层整理制备的涂层材料经数码喷印后,其表面图案能够获得较高的 K/S ,并且具有较好的干、湿耐摩擦色牢度。图 9 为涂层与未涂层试样打印效果对比图,从图 9 可以看到,对比未涂层试样,基布经涂层整理后的印花图案边缘渗化现象明显得改善,清晰度较高;图 10 为涂层材料经 UV 数码喷印加工的效果图,从图 10 可以看出,印花图案色彩艳丽,色彩均匀自然,说明制备的涂层材料具有良好的可打印性能。

表5 最优涂层工艺下的数码打印性能

样品编号	K/S (品红)	耐摩擦色牢度/级	
		干	湿
1	8.53	4~5	4
2	9.21	4	3~4
3	8.33	4~5	3

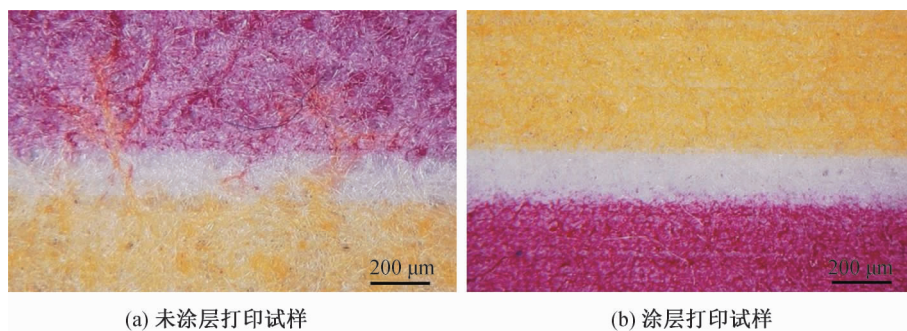
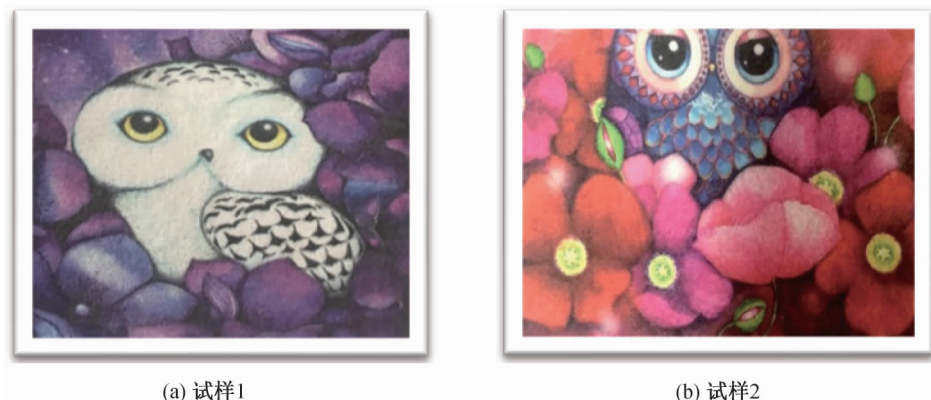
图9 UV数码喷印样品的3D视频显微镜图($\times 50$)

图10 涂层材料经UV数码喷印加工的效果图

3 结 论

为提高针刺非织造布的数码打印性能,拓展非织造布的应用领域,通过研究涂层浆体系各组分用量及涂层工艺对涂层材料耐折力、附着力、断裂强力及表面性能等的影响,确定了最佳涂层浆配方及涂层工艺,制备出了适用于数码喷墨印花的涤纶针刺非织造布涂层材料,得到了如下结论:

a) 通过分别探究涂层浆体系中分散剂、涂层剂、填料、交联剂用量对涂层材料耐折力、附着力、断裂强力及表面性能等的影响,确定了涂层浆料各组分的最适用量,制定了适用于涤纶非织造布涂层加工的涂层浆料配方:涂层剂用量 20.0 wt%,分散剂 CF-10 用量 0.3 wt%,交联剂 SAC-100 用量 0.3 wt%,成膜助剂 0.4 wt%,添加去离子水至 100%,涂层剂与填料高岭土质量比为 1:4。

b) 通过探究焙烘温度和时间对涂层材料耐折力、柔软度的影响,优化了焙烘工艺,当焙烘温度为 160 $^{\circ}\text{C}$,焙烘时间为 90 s 时,能够制备出耐折力强,附着力好,柔软度较佳的涂层材料。

c) 通过 UV 数码喷印加工在涂层材料上的应用研究,发现涂层材料打印时图案得色量较大,显色度高,墨水能迅速渗入涂层材料,没有明显毛边,还具有较好的干/湿摩擦色牢度。

参考文献:

- [1] 陈曙光,孙新增,徐广标. 后整理对丙纶针刺非织造材料表面与孔隙结构的影响[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2017, 43(3): 359-363.
- [2] 刘文月,邓炳耀. 数码印花纺粘非织造装饰材料的应用前景探讨[J]. 产业用纺织品, 2010, 28(1): 37-40.
- [3] 王莉,闫新,孙静,等. 非织造布装饰材料喷墨印花技术探析[J]. 纺织导报, 2018(10): 97-99.
- [4] 张红阳,任煜,徐林,等. 常压等离子体辅助涤纶非织造材料表面拒水拒油整理研究[J]. 纺织导报, 2019(4): 26-29.
- [5] 刘太东,徐长如,李齐红,等. 棉/仪纶织物的染整加工[J]. 印染, 2018, 44(13): 32-35.
- [6] 杨西江. 表面活性剂对水性油墨用色浆制备和性能的影响[J]. 染料与染色, 2018, 55(4): 39-42.
- [7] 陈益人. 篷用全棉涂层织物制备及性能研究[D]. 上海: 东华大学, 2009: 43-47.
- [8] 刘金花,杨斌. 用于墙纸的水刺非织造布涂层工艺的研究[J]. 浙江理工大学学报, 2013, 30(6): 834-837.
- [9] 汤锡铨. 干法涂层技术简介[J]. 塑料科技, 1994, 22(1): 25-26.
- [10] 张剑飞,王进忠,李斌,等. 环氧涂层在金属基材上附着力影响因素探讨[J]. 现代涂料与涂装, 2018, 21(2): 1-4.
- [11] 李莹. 涂布纸油墨渗透的表征及影响油墨渗透因素的研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2011: 2-7.

- [12] 司占军, 刘小闹. 颜料对喷墨打印纸涂布结构和印刷质量的影响[J]. 实验室科学, 2006, 9(5): 120-12.
- [13] 刘小闹, 陈蕴智, 司占军. 二氧化硅和氧化铝对喷墨打印纸涂布结构和印刷质量的影响[J]. 国际造纸, 2005, 24(3): 10-13.
- [14] 周文华. 基于可光学识别的喷墨打印纸的涂层特性及其印刷性能研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2014: 62-66.
- [15] 王新龙, 肖雄, 杨鑫. 聚丙烯酸酯改性水性环氧树脂油墨连接料的制备[J]. 热固性树脂, 2019, 34(1): 50-54.
- [16] 王岩. 改性高岭土替代二氧化硅生产低光泽涂布喷墨打印纸[J]. 国际造纸, 2015, 34(6): 33-38.
- [17] 王华. 涂料遮盖力的快速评估[D]. 杭州: 浙江大学, 2008: 2-5.
- [18] 农魏魏. 膨润土的偶联改性研究[D]. 南宁: 广西大学, 2007: 53-55.
- [19] 叶思佳, 雷鹏飞, 朱清, 等. 硅烷偶联剂 KH-570 改性高岭土在聚酰胺涂层中的应用[J]. 印染, 2018, 44(3): 15-20.
- [20] 刘亚兰, 申士杰, 许小芳, 等. 工艺参数对玄武岩连续纤维增强环氧树脂力学性能的影响[J]. 林业机械与木工设备, 2011, 39(2): 28-32.
- [21] 徐从升. 植物多酚对橡胶填料复合材料界面与性能的影响[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2013. 43-47.
- [22] 邬继荣, 陈利民, 许文东. 新型硅烷偶联剂研究进展[J]. 化工生产与技术, 2009, 16(4): 48-50.
- [23] 储富祥, 吕时铎. 环氧交联丙烯酸树脂交联反应动力学研究[J]. 高分子材料科学与工程, 1999, 15(5): 169-171.
- [24] 谢飞, 刘宗惠, 魏德卿. 氮丙啶交联剂的交联性能及固化动力学研究[J]. 合成化学, 2002, 10(2): 120-125.
- [25] 程时远, 徐祖顺, 张洪涛, 等. 丙烯酸酯共聚物乳液自交联反应的研究[J]. 高分子学报, 1992(2): 142-147.
- [26] Zhang J X, Zhu C Q, Xu J, et al. Enhanced mechanical behavior and electrochemical performance of composite separator by constructing crosslinked polymer electrolyte networks on polyphenylene sulfide nonwoven surface[J]. Journal of Membrane Science, 2019: 117622.
- [27] 刘裕文. 自交联水性聚氨酯-丙烯酸酯-有机硅织物涂层胶的研究[D]. 江门: 五邑大学, 2015: 53-57.

(责任编辑: 唐志荣)