

DOI: 10.19398/j.att.201803020

引用格式:沈静,张梅飞,马廷方,余厚咏,姚菊明.基于纤维素纳米球分散剂的数码印花墨水的制备及其性能研究[J].现代纺织技术,2019,27(3):69-72,77.

基于纤维素纳米球分散剂的数码印花墨水的制备及其性能研究

沈 静^{1,2},张梅飞¹,马廷方¹,余厚咏²,姚菊明²

(1.杭州万事利丝绸科技有限公司,杭州 310021;2.浙江理工大学材料与纺织学院,杭州 310018)

摘 要:采用混酸法制备纤维素纳米球,并以其为分散剂,通过与其他助剂混合制得性能优良、分散稳定的数码印花墨水。扫描电镜显示,混酸法制备的纤维素纳米球的粒径在 50 nm 左右,Zeta 电位仪测定其具有较高的电负性。将其与活性墨水及其他助剂混合,正交试验结果表明,纤维素纳米球对墨水的黏度及电导率起到重要的影响作用。将其与商用墨水进行对比,可以发现自主配制的数码印花墨水在黏度、电导率及 Zeta 点位等性能指标上均优于普通商用墨水。

关键词:纤维素;分散剂;数码印花;墨水

中图分类号:TS194.434 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-265X(2019)03-0069-04

Preparation and Properties of Digital Printing Inks Based on the Cellulose Nanoparticles as Dispersant

SHEN Jing^{1,2}, ZHANG Meifei¹, MA Tingfang¹, YU Houyong², YAO Juming²

(1. Hangzhou Wensli Silk Science & Technology Co., Ltd., Hangzhou 310021, China;

2. College of Materials and Textiles, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The cellulose nanoparticles were prepared by mixed acid method, and they were used as the dispersant to prepare the digital printing ink with good properties and dispersion stability by mixing with other additives. Scanning electron microscope result showed that the particle size of the cellulose nanoparticles prepared by the mixed acid method was about 50 nm, and the cellulose nanoparticles had high electronegativity according to Zeta potentiometer test. After the cellulose nanoparticles were mixed with other additives, the orthogonal testing results showed that the cellulose nanoparticles played an important role for the viscosity and conductivity of the inks. Compared with the commercial inks, the inks prepared in this study have the good properties such as the viscosity, conductivity and Zeta potential.

Key words: cellulose; dispersant; digital ink-jet printing; ink

纺织品喷墨印花技术是一种新型的印花方式,它摒弃了传统印花中制版这一复杂环节,而是将经

过数字化处理的图片输入计算机,经计算机印花分色系统编辑处理后,通过喷墨印花系统,将专用墨水直接喷印到各种织物上,从而在织物上得到满足设计要求的印花织物^[1]。其工艺流程简单,具有小批量、高精度、多品种、快速反应等优点,是 21 世纪纺织品印花的全新发展方向。

印花墨水的配制是数码印花技术的一个关键工

收稿日期:2018-03-16 网络出版日期:2018-09-21

基金项目:2014 年度茧丝绸发展专项资金项目

作者简介:沈 静(1982-),女,河北赵县人,工程师,主要从事真丝绸相关产品方面的研究。

通信作者:姚菊明,E-mail:yaoj@zstu.edu.cn

序,用于数码印花的墨水必须满足一定的物理及化学标准^[2-3]。性能优良的墨水不仅决定了织物表面印花图案的效果,也决定了喷嘴喷出液滴的形状及印花系统的稳定性^[3]。目前,数码印花的墨水主要依赖国外公司进口,其价格普遍较高,且墨水的各项性能对织物表面的数码印花仍然具有一定的限制。

本文采用混酸法制备了一种纤维素纳米球,以其为分散剂配制了一种纺织品数码印花墨水,研究了墨水的各组分对墨水性能的影响,并将其与商用墨水进行了比较,发现本研究所配制的墨水具有更为优良的性能,研究结果对喷墨印花墨水的研发具有很好的指导作用。

1 实验

1.1 实验材料与仪器

材料:纤维素纤维(粘胶短纤维,山东银鹰化纤有限公司);盐酸(分析纯,上海化学试剂公司);柠檬酸(分析纯,上海化学试剂公司);红色活性染料(K-2BP,泰兴锦鸡染料有限公司);保湿剂(乙二醇,化学纯,国药化学试剂有限公司);杀菌剂(CIT/MIT-14,上海三博生化有限公司);表面活性剂(十二烷基磺酸钠,化学纯,国药化学试剂有限公司)。

仪器:Zeta 电位仪(90Plus,美国布鲁克海文仪器公司);场发射扫描电镜(ALTRA55,德国 ZEISS 公司);雷磁电导率仪(DDS-307,深圳市泰康达科技有限公司);旋转流变仪(MCR52,奥地利安东帕有限公司)。

1.2 实验方法

1.2.1 纤维素纳米球的制备

将纤维素纤维置于 50% 的 NaOH 溶液中,在 300 r/min 的搅拌速度下碱煮 30 min,得到碱处理纤维素,然后将碱处理纤维素置于反应釜中在混酸条件下于 120 °C 反应 30 min,即可得到在水溶液中良好分散的纤维素纳米球。

1.2.2 基于纤维素纳米球分散剂的数码印花墨水配制

以红色活性染料为主体,纤维素纳米球为分散剂,将其与保湿剂、杀菌剂、表面活性剂等助剂按一定的比例进行混合,然后充分搅拌均匀,配制得到数码印花墨水。

1.3 测试表征

采用场发射扫描电镜测定纤维素纳米球的表面形貌;采用 Zeta 电位仪测定纤维素纳米球及墨水的

Zeta 电位;采用旋转流变仪测定所配制墨水的黏度;采用雷磁电导率仪测定墨水的电导率。

2 结果与讨论

2.1 纤维素纳米球分散剂的性能分析

稳定分散的纤维素纳米球能够作为染料分子的分散剂及稳定剂,进而实现染料分子的高度分散,并调控配制染料的黏度、电导率等物理性能。因此,尺寸均一且表面带电的纤维素纳米球分散剂的制备是配制数码印花墨水的关键^[4]。图 1 为盐酸法与混酸法所制备的纤维素纳米球的 Zeta 电位,可以发现不同条件下所制备的纤维素纳米球均呈现较高的负电性。

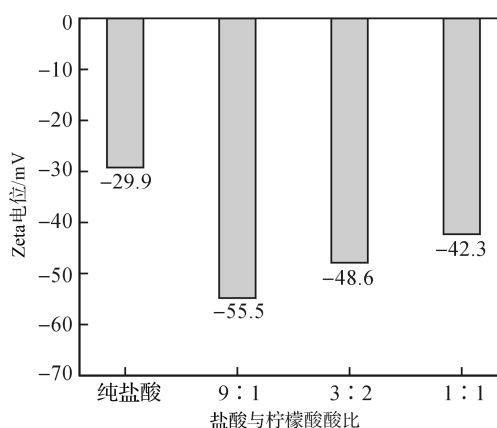


图 1 盐酸法和混酸法制备的纤维素纳米球的 Zeta 电位

相比于盐酸法,混酸法制得的纤维素纳米球的 Zeta 电位绝对值明显增大,当盐酸与柠檬酸配比为 9:1 时,其 Zeta 电位绝对值最大达到 -55.5 mV,说明此条件下所制备的纤维素纳米球表面所带的负电荷最大,悬浮液中纳米球间的静电斥力最大,其悬浮体系最稳定^[5]。图 2 为混酸法(9:1)所制备的纳米球的 SEM 照片,所制备的纳米球具有较好的单分散性、尺寸较为均一,粒径大小约为 10~50 nm。

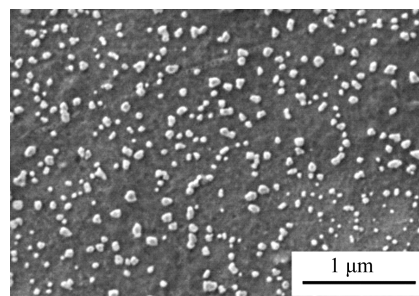


图 2 纤维素纳米球的 SEM 照片

因此,混酸法克服了盐酸法制备的纤维素纳米球容易团聚的缺点,实现了纤维素纳米球的表面功

能化(含有带电基团),使纤维素纳米球具有稳定的分散性(高 Zeta 电位值),室温下静置 2 个月仍然保持良好的分散性。

2.2 基于纤维素纳米球分散剂的数码印花墨水的配制及其性能优化

以上述混酸法(9:1)制备的纤维素纳米球作为数码印花墨水的稳定剂及分散剂,通过选配适当的助剂制备数码印花墨水。通过 5 因素 4 水平的正交试验对所配制墨水的基本物理性能进行工艺优化,其正交参数设置如表 1 所示,所得正交试验结果如

表 2 所示。

表 1 正交试验因素水平

水平	因素				
	活性染料 A/%	保湿剂 B/%	杀菌剂 C/%	分散剂 D/%	表面活性剂 E/%
1	5	1	0.01	0.3	0.5
2	10	3	0.05	0.7	1.0
3	15	5	0.10	1.0	2.0
4	20	7	0.20	2.0	3.0

表 2 红色墨水正交实验结果

编号	A	B	C	D	E	黏度/(mPa·s)	电导率/(mS·cm ⁻¹)	Zeta 电位/mV
1	A1	B1	C1	D1	E1	5.70	2.15	-37.10
2	A1	B2	C2	D2	E2	6.10	2.43	-42.30
3	A1	B3	C3	D3	E3	1.60	4.75	-48.60
4	A1	B4	C4	D4	E4	1.50	4.32	-55.50
5	A2	B1	C1	D3	E4	8.10	5.52	-62.70
6	A2	B2	C2	D4	E3	4.10	4.98	-51.70
7	A2	B3	C4	D1	E2	6.40	4.85	-57.60
8	A2	B4	C3	D2	E1	5.60	1.45	-55.30
9	A3	B1	C3	D4	E2	4.80	5.12	-57.30
10	A3	B2	C4	D3	E1	5.30	2.54	-54.30
11	A3	B3	C2	D2	E4	30.50	4.20	-63.70
12	A3	B4	C1	D1	E3	29.40	3.46	-61.50
13	A4	B1	C4	D2	E3	29.10	3.14	-65.60
14	A4	B2	C3	D1	E4	32.20	5.27	-67.20
15	A4	B3	C2	D4	E1	13.40	4.76	-55.70
16	A4	B4	C1	D3	E2	14.60	4.13	-56.20

选择黏度、电导率和 Zeta 电位作为正交试验的 3 个指标以评价墨水基本物理性能的基本指标,分别求出极差和 K_1, K_2, K_3, K_4 值,得出影响 3 个指标的因素主次顺序(表 3—表 5)。

根据正交试验中的结果,分析墨水组分对黏度的影响因素可以发现,影响所配制墨水黏度的主要因素为染料本身,其次为所制备的纤维素纳米球分散剂;分析墨水组分对电导率的影响可以发现,影响所配制墨水电导率的主要因素为表面活性剂,纤维素纳米分散剂也起了重要作用;分析墨水组分对 Zeta 电位的影响可以发现,活性染料对其具有较大影响。正交试验的极差结果分析表明,除了适当试剂的综合影响外,纤维素纳米球分散剂在黏度和电

导率两项墨水指标中都占有重要的影响。

表 3 正交实验对黏度的极差分析结果

序号	A	B	C	D	E
K_1	45.71	59.67	60.82	44.32	48.16
K_2	41.11	27.52	56.69	48.03	48.24
K_3	50.16	50.48	44.11	51.83	55.21
K_4	68.88	54.68	50.82	58.45	53.20
R	27.77	9.19	16.71	14.13	7.05
影响因素主次 顺序优组合	A>C>D>B>E A4B1C1D4E3				

表 4 正交实验对电导率的极差分析结果

序号	A	B	C	D	E
K ₁	2.54	3.41	3.27	3.22	2.40
K ₂	3.27	3.22	3.18	3.14	3.16
K ₃	3.40	3.39	3.20	3.32	4.12
K ₄	3.75	3.11	3.33	3.13	3.93
R	1.21	0.28	0.15	0.19	1.72
影响因素主次	E>A>B>D>C				
顺序优组合	A4B1C4D3E3				

表 5 正交试验对 Zeta 电位的极差分析结果

序号	A	B	C	D	E
K ₁	-25.71	-33.76	-24.89	-15.52	-24.01
K ₂	-27.72	-29.56	-33.71	-37.77	-31.09
K ₃	-32.81	-33.32	-26.83	-36.12	-27.37
K ₄	-29.63	-19.45	-28.25	-26.46	-33.41
R	-7.10	-14.31	-8.89	-22.52	-9.40
影响因素主次	D>B>E>C>A				
顺序优组合	A3B1C2D2E4				

2.3 基于纤维素纳米球分散剂的数码印花墨水的物理性能表征

选择正交试验中性能相对较为优良的样品(编号 8、9、10)为对比样,研究其与商用墨水的物理性能差异。

图 3 为商用墨水与自主配制墨水的黏度对比。与商用墨水相比,本研究所配制的墨水的黏度大大降低,这是由于墨水中的纤维素纳米球分散剂表面具有强负电荷基团,使粒子间具有较强的静电斥力作用,因此墨水中纤维素纳米球可以呈现较好的分散状态,导致墨水的黏度降低。

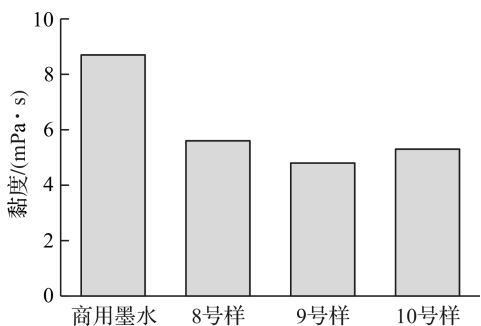


图 3 商用墨水与自主配制墨水的黏度对比

喷墨印花墨水的电导率,反映了墨水中盐含量的高低程度。电导率高,含盐量高,墨水容易结晶、沉析,稳定性差,易堵塞喷头。图 4 为商用墨水与自主配制墨水的电导率对比,相对于商用墨水,自主配制的墨水电导率明显降低,这可以有效避免墨水在喷头处形成结晶,堵塞喷口。

图 5 为商用墨水与自主配制墨水的 Zeta 电位

对比。相比于商用墨水,本研究所配制的墨水具有更高的 Zeta 电位,墨水的稳定性大大提升,有利于墨水的储存及打印要求。

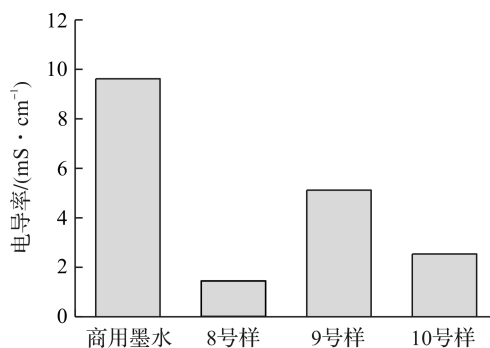


图 4 商用墨水与自制墨水的电导率对比

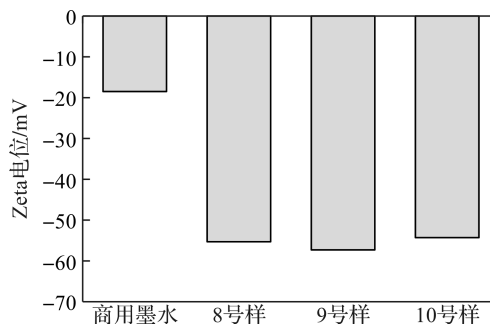


图 5 商用墨水与自主配制墨水的 Zeta 电位对比

2.4 基于纤维素纳米球分散剂的数码印花墨水的印花效果

图 6 为纤维素纳米球为分散剂的数码印花用纳米墨水(CNCI)最优样品与商用墨水理化性能及印花效果对比图。

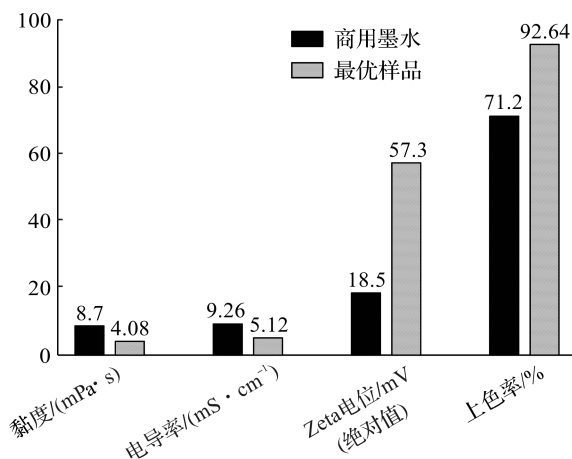


图 6 纤维素纳米球为分散剂的数码印花用纳米墨水(CNCI)最优样品与商用墨水理化性能及上色率对比

(下转第 77 页)