

高岭土对水性油墨印刷适性的影响研究

胡涛¹, 钟泽辉¹, 钟嘉颖², 高鹏¹, 曹瑜¹

(1.湖南工业大学 包装与材料工程学院,湖南 株洲 412000;2.湘潭大学 化学学院,湖南 湘潭 411105)

摘要: **目的** 探究高岭土加入调墨油中对水性油墨印刷适性影响。**方法** 使用高岭土制备冲淡剂,然后加入不同含量的冲淡剂配置3种调墨油,再将这3种调墨油与5种不同的色浆分别配置成油墨,最后从防滑度、黏度、pH值、鼓泡、沉底、细度、呈色效果等方面考察其印刷适性。**结果** 冲淡剂加入调墨油中会稍微降低水性防滑油墨的防滑度,但不影响油墨的pH值、细度和呈色效果。样2调墨油由于冲淡剂含量较大,所以沉底现象很明显,可能会影响到油墨的印刷适性。**结论** 使用质量分数为10%~12%调墨油配置的水性油墨满足印刷要求,对水性油墨的配置及使用范围具有一定参考意义。

关键词: 高岭土; 冲淡剂; 水性油墨; 印刷适性

中图分类号: TS802.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)15-0209-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.15.024

Effect of Kaolin on Printability of Water-based Ink

HU Tao¹, ZHONG Ze-hui¹, ZHONG Jia-ying², GAO Peng¹, CAO Yu¹

(1. School of Packaging and Materials Engineering, Hunan University of Technology, Hunan Zhuzhou 412000, China;

2. School of Chemistry, Xiangtan University, Hunan Xiangtan 411105, China)

ABSTRACT: The work aims to investigate the effect of kaolin added into varnish on the printability of water-based ink. Kaolin was used to prepare diluent and then different contents of diluent were applied to compound 3 kinds of varnish which were mixed with 5 different types of colorants to prepare ink. Eventually, the printability of these inks was investigated from the aspects of slip resistance, viscosity, pH value, bubbling, deposit, fineness and color rendering effect. The addition of diluent to varnish slightly reduced the slip resistance of water-based anti-slip ink, but did not affect the pH value, fineness and color rendering effect of ink. However, the ink sample 1 with large content of diluent caused an obvious deposit, which might affect the printability. The water-based ink prepared with 10%-12% varnish can meet the printing requirements, which has certain reference significance for the preparation and application range of water-based ink.

KEY WORDS: kaolin; diluent; water-based ink; printability

水性油墨的优势相对于其他油墨无论是在印刷性能还是在环保方面都有很好的表现^[1-5], 有机物的挥发明显减少, 对操作人员的健康也不会造成危害, 不易燃, 无味无毒, 安全性能表现优良, 对环境不会产生的污染, 是一种环境友好型的油墨^[6-9]。由于在公司有大量闲置高岭土, 考虑将它加入水性油墨中以

节约资源、降低成本。在食品行业使用凹印水性油墨较多, 但在高岭土冲淡剂加入油墨中这方面研究较少^[10-12]。高岭土无法直接在油墨中分散, 考虑将它与树脂混合, 加入研磨机进行研磨分散配置成冲淡剂再加入油墨中^[13]。高岭土不一定能在油墨中稳定分散, 故其含量不能过多。文中使用不同质量分数的冲

收稿日期: 2021-10-22

基金项目: 湖南省创新型省份建设专项 (S2022JKSLH0153); 2022年度湖南省大学生创新创业训练 (5352, 5356)

作者简介: 胡涛 (1997—), 男, 湖南工业大学硕士生, 主攻水性聚氨酯油墨。

通信作者: 钟泽辉 (1970—), 男, 博士, 湖南工业大学教授, 主要研究方向为包装印刷新材料与技术。

淡剂加入油墨中,再从防滑度、黏度、pH 值、鼓泡、沉底、细度、呈色效果等方面考察其印刷适性。

1 实验

1.1 原料及设备

主要原料:煅烧高岭土、78-D 胺化固体树脂油、0212A 水性丙烯酸遮盖乳液、1603 水性丙烯酸防滑乳液、140-A 防滑冲淡剂、180 消泡剂、181 消泡剂、191 乙醇胺中和剂、325 硅酸铝、研磨玻璃珠等;A1-BK 黄浆、A3-BK 金光红浆、A4-BK 大红浆、A6 蓝浆、A7 绿浆油墨色浆由广东天龙油墨有限公司提供。

主要设备:蔡恩杯、手动展色轮、pH 计、涂料快速分散试验机、IKA RW20 Digital、BGD 740/2 高速分散机;精密烘箱(OVEN),标格达精密仪器(广州)有限公司;防滑度测试仪,广东天龙油墨有限公司。

1.2 水性油墨制备

冲淡剂制备:使用电子天平称取 78-D 胺化固体树脂油、180 消泡剂、水、高岭土共 300 g,加入 200 g 研磨玻璃珠,然后使用涂料快速分散试验机研磨 3 h 后,过滤装瓶备用。

调墨油制备:在 3 个大烧杯中分别加入的 0212A 树脂、1603 水性丙烯酸防滑乳液、140-A 防滑冲淡剂、181 消泡剂、191 中和剂、325 硅酸铝等,再加入不同量制备好的冲淡剂,并分别标记为标样(0 g 冲淡剂)、样 1(200 g 冲淡剂)、样 2(300 g 冲淡剂),各成分质量分数见表 1。然后使用高速分散机在 3 000 r/min 的转速下分散 1 h 后,使用日本蔡恩杯(4 号)检测其黏度,并加水稀释至黏度为 15 s,装瓶备用。

配墨:在试样瓶中称取调墨油(标样/样 1/样 2)50 g、色浆(A1-BK 黄浆/A3-BK 金光红浆/A4-BK 大红浆/A6 蓝浆/A7 绿浆)50 g,共得到 15 瓶油墨样品,然后使用搅拌机在转速为 1 000 r/min 下分散 1 min 后,盖好瓶盖备用。

表 1 水性油墨的成分
Tab.1 Composition of water-based ink

油墨 样品	色浆质量 分数/%	调墨油	
		其他成分质量 分数/%	冲淡剂质量 分数/%
标样	50	50	0
样 1	50	40	10
样 2	50	35	15

1.3 分析与测试

1.3.1 防滑度检测

依据秉信公司油墨防滑规格检测,将白卡纸裁切成尺寸为 10 cm×30 cm 的长条备用,把展色轮清洗干净并保持干燥,取适量油墨滴入网纹辊和胶轮间隙中,在样张上均匀展色,然后使用电吹风吹干待测。将白卡纸裁切成 5 cm×5 cm,用双面胶将其固定在金属砝码上,白面朝外。把待测样纸固定在测试仪木板上,将带有白面纸的金属砝码放置在待测样上。按下开关,木板自动缓慢抬起,待砝码落下后记录木板抬起的角度,作为防滑度参考,角度越高则防滑度越好。各种油墨分别使用白卡纸和牛卡纸各测试 4 次,取平均值。

1.3.2 黏度检测

依据 GB/T 13217.4—2020 液体油墨黏度检验方法,用日本蔡恩杯 4 号杯检测,使用油墨流出至断线的时间来表示,流出时间越长则黏度越大。检测 15 瓶油墨样品刚配置好时和静置 36 h 后的黏度。

1.3.3 pH 检测

将 15 瓶油墨样品及 3 瓶调墨油分别使用 pH 计测量 3 次取平均值。

1.3.4 鼓泡测试

取一个大量筒,在天平上称取 70 g 油墨样品,将鼓泡机清洗干净被擦干,放入量筒中,读取此时液面高度度数并记录,打开鼓泡机至最大鼓泡速率,30 min 后读取液面高度及最高液面高度并记录。

1.3.5 沉底测试

将 15 瓶油墨样品盖好瓶盖,放入 60 °C 的烤箱中,4 h 后取出自然冷却至室温,用调墨刀搅拌瓶底观察沉底情况。

1.3.6 细度测试

依据 GB/T 1724—2019 油墨细度检测方法,使用细度板测量细度,同一样品测量 4 次并取平均值。

1.3.7 墨色对比

将白卡纸及牛皮卡纸裁切成尺寸为 10 cm×30 cm 的长条备用,把展色轮清洗干净并保持干燥,取适量标样/样 1、标样/样 2、样 1/样 2 油墨分别滴入网纹辊和胶轮间隙中,在样张上均匀对比展色。使用爱色丽分光光度计测量各样条的 L^* 、 a^* 、 b^* 值,然后根据公式计算其之间的色差 ΔE^* 。

2 结果与讨论

2.1 防滑度分析

水性油墨的防滑也是一个重要的印刷适性,特别

是在纸箱的印刷上。实验采用的 A1-BK 黄浆、A3-BK 金光红浆、A4-BK 大红浆本身是防滑耐磨的油墨色浆,而 A6 蓝浆、A7 绿浆则是普通高档印刷油墨色浆,因此前 3 种色浆配置的油墨防滑度比后 2 种较高。由表 2 可知,3 种防滑油墨中样 1、样 2 调墨油配置的油墨防滑度比标样有些许降低,而对于 A6 和 A7 色浆来说,基本不影响防滑度。冲淡剂的加入会稍微降低防滑油墨的防滑性,但是降低幅度不大,可以继续使用。

2.2 黏度分析

黏度是印刷过程中较容易变化的变量之一,也是对印刷质量影响最大的一个变量,水性油墨的黏度会影响到印刷的多个方面。由表 3 可看出,在油墨刚配备好时,同种色浆之间黏度基本差别不大,只有不同色浆配置的油墨才存在较大黏度差异,这是色浆本身的黏度差异造成的结果。在静置 36 h 后,所有油墨黏度都变高,这主要是因为刚制备的油墨是经过搅拌机高速分散而成,因此剪切变稀,黏度会偏低,而长时间静置后油墨黏度会变高。这是油墨生产过程中的正常现象,油墨使用前会充分搅拌均匀,故不影响实

际生产应用。
其中样 1、样 2 调墨油配置的油墨黏度有较大增加,造成这一现象是由于冲淡剂中树脂、高岭土的加入,在静置后使得油墨黏度增加。如若黏度的增加影响到其印刷适性,可在调墨油中加入适量水进行稀释。

2.3 pH 分析

油墨的 pH 值对印刷效果会产生一定的影响,当水性油墨 pH 值为 8.2~9.5 时,固含量、表面张力、黏度值等数据表明油墨的性能保持稳定^[14],因此,水性油墨 pH 值控制在 8.2~9.5 较为合适。各样品的 pH 值见表 4。由表 4 可知,所有油墨 pH 值基本在 9.3~9.5,样 1、样 2 中冲淡剂的加入没有对油墨的 pH 值造成较大影响。

2.4 鼓泡分析

在鼓泡计放进量筒,开始鼓泡 1 min 内,泡沫就已完全溢出大量筒,所有油墨样品皆是如此,抑泡效果较差。造成这一现象的原因应该是配方中 181 消泡剂含量较低,需要进行改善,因此,增加消泡剂含量。

表 2 油墨在白卡纸和牛皮卡纸上的防滑度
Tab.2 Slip resistance of ink on white cardboard and kraft paper

油墨样品	A1-BK 黄浆	A3-BK 金光红浆	A4-BK 大红浆	A6 蓝浆	A7 绿浆
标样	30.7/31.2	31.7/31.4	30.2/30.3	27.6/26.6	27.9/27.4
样 1	29.4/29.2	30.4/30.8	29.7/28.9	27.6/26.9	27.5/27.9
样 2	29.0/29.3	30.7/30.4	28.6/29.0	27.1/26.8	27.0/27.8

注:“/”前的数值为白卡纸的防滑度,“/”后的数值为牛皮纸的防滑度。

表 3 调墨油及油墨刚配备好和静置 36 h 后的黏度
Tab.3 Viscosities of varnish and ink just prepared and rested for 36 hours s

油墨样品	调墨油	A1-BK	A3-BK	A4-BK	A6	A7
标样	15/17	20/23	16/23	15/18	16/23	15/19
样 1	16/21	23/25	17/26	17/23	18/26	17/23
样 2	15/21	22/25	15/25	16/22	17/24	16/21

注:“/”前的数值为刚配备好时的黏度,“/”后的数值为 36 h 后的黏度。

表 4 调墨油与油墨的 pH 值
Tab.4 pH values of varnish and ink

油墨样品	调墨油	A1-BK	A3-BK	A4-BK	A6	A7
标样	9.70	9.40	9.49	9.56	9.46	9.47
样 1	9.62	9.32	9.45	9.52	9.49	9.30
样 2	9.47	9.35	9.43	9.51	9.40	9.33

2.5 沉底分析

一般情况下水性油墨不会出现沉淀,但由于油墨本身的特性,如使用的树脂分散性不佳,加上树脂、颜料等电荷差异、密度差异,或经过高温曝晒,在存放过程中还是可能出现凝聚沉淀。轻微的沉淀在使用前充分搅拌均匀可以重新分散到油墨中,较严重的沉淀则会影响油墨的印刷质量。由于冲淡剂含量对油墨的沉淀现象影响较大,故又补充不同含量的冲淡剂样品进行具体分析,具体沉淀现象见表 5。

由表 5 可知,冲淡剂的加入使得沉底现象增加,冲淡剂的比例越大则沉淀现象越明显,尤其是以样 2 调墨油配置的油墨,由于冲淡剂加入较多,沉底现象较严重,充分搅拌后依然有絮状沉淀物,对印刷质量会造成一定影响。产生这一现象的原因可能是冲淡剂中的高岭土和树脂在长时间的静置后而沉淀,因此冲淡剂不能加入过多,其质量分数为 10%~12%时最佳。

2.6 细度分析

油墨的细度指颜填料等粉状物质分散在连接料中的程度,单位为 μm ,其值主要与颜填料粒子与分散树脂的配比有关。一般水性油墨的细度为 15~25 μm

为佳,过小或过大都会对水性油墨的流动性和流变性产生影响。

由表 6 可知,不同色浆配制成的油墨细度都有一定差异,而冲淡剂的加入对油墨细度没有造成影响,主要是因为冲淡剂的加入一般是为了减少油墨色料的含量,而油墨的粒径大小如细度主要受油墨色料含量的影响;实验中将冲淡剂加入调墨油中,然后将调墨油与色浆按质量比 1:1 混合,冲淡剂的加入并没有影响到油墨色料的含量。

2.7 墨色对比

在印刷过程中,印品最终呈色效果与众多因素有关。油墨作为印刷过程中不可缺少的重要材料之一,它本身的各种性质在很大程度上影响或决定着油墨的最终呈色效果^[15]。色差 ΔE 可以很好地衡量出颜色的误差,一般来说, $\Delta E \leq 1$ 时肉眼很难看出颜色的差异,可以满足油墨印刷要求。表 7 为各样条的 Lab 值,表 8 是根据表 7 中 Lab 值计算出的标样与样 1、标样与样 2 之间的最终色差值。由表 8 可知,同种油墨各样品之间的色差基本小于 1。图 1—3 分别为 A3-BK、A6、A7 油墨进行对比展色的样品图。由图 3 可知,在光线充足条件下观察样条看不出颜色区别,符合印刷要求。

表 5 调墨油与油墨的沉底程度
Tab.5 Deposit degree of varnish and ink

油墨样品	冲淡剂质量分数/%	调墨油	A1-BK	A3-BK	A4-BK	A6	A7
标样	0	0	0	1	0	0	0
样 3	5	0	0	1	0	0	0
样 1	10	0	1	1	0	1	0
样 4	11	0	1	1	0	1	0
样 5	12	0	1	1	1	1	0
样 6	13	1	2	2	2	2	2
样 7	14	1	3	3	2	2	2
样 2	15	1	3	3	2	2	2

注: 0 表示没有沉淀现象; 1—3 表示有沉淀现象, 数值越大沉淀越明显。

表 6 油墨的细度
Tab.6 Fineness of ink

油墨样品	A1-BK	A3-BK	A4-BK	A6	A7
标样	21	19	18	22	21
样 1	21	19	18	22	21
样 2	22	19	19	22	21

表 7 各样条的 Lab 值
Tab.7 Lab values of samples

油墨样品	Lab 值	白卡纸			牛皮卡纸		
		标样	样 1	样 2	标样	样 1	样 2
A1-BK 黄浆	L^*	82.17	82.76	81.79	58.51	57.85	58.60
	a^*	-2.85	-3.09	-3.04	7.52	7.06	6.96
	b^*	81.94	82.31	81.84	50.36	50.83	50.13
A3-BK 金光红浆	L^*	52.71	52.60	53.25	43.63	43.30	43.62
	a^*	59.92	59.78	60.20	42.35	41.80	41.60
	b^*	38.56	38.29	38.98	30.71	30.61	30.98
A4-BK 大红浆	L^*	48.92	48.68	48.49	40.42	39.85	40.57
	a^*	62.05	61.26	61.33	21.63	22.31	22.29
	b^*	20.70	20.35	20.85	21.63	22.31	22.29
A6 蓝浆	L^*	43.32	43.55	43.34	32.01	32.25	31.68
	a^*	-14.87	-15.69	-15.06	-10.60	-9.59	-9.81
	b^*	-47.87	-46.72	-48.07	-16.70	-16.00	-16.29
A7 绿浆	L^*	54.04	53.89	54.38	39.33	38.45	39.61
	a^*	-57.57	-57.79	-57.01	-28.29	-27.74	-27.77
	b^*	1.16	1.27	0.98	5.53	5.12	5.84

表 8 标样与样 1、样 2 的 ΔE 值
Tab.8 ΔE values of standard sample, sample 1 and sample 2

油墨样品	白卡纸		牛皮卡纸	
	标样与样 1	标样与样 2	标样与样 1	标样与样 2
A1-BK 黄浆	0.74	0.43	0.93	0.61
A3-BK 金光红浆	0.32	0.74	0.64	0.80
A4-BK 大红浆	0.90	0.86	0.95	0.74
A6 蓝浆	1.14	0.61	1.25	0.95
A7 绿浆	0.29	0.68	1.11	0.67

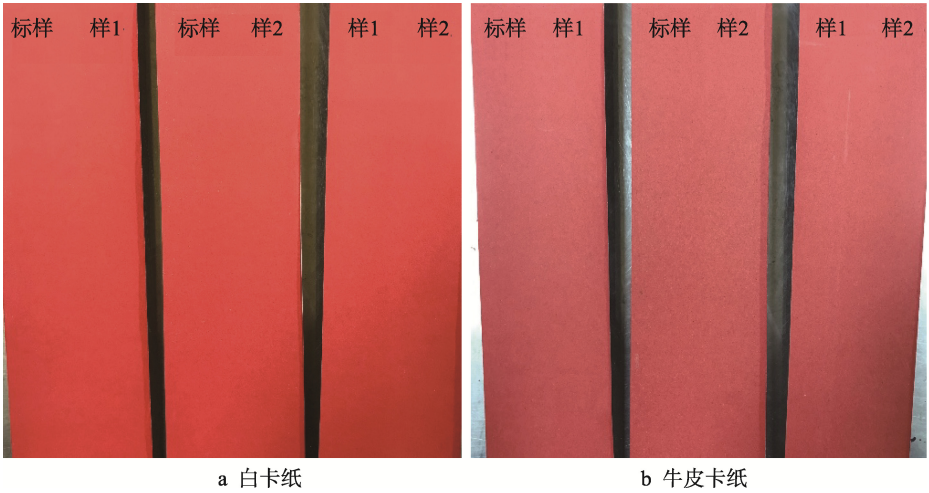


图 1 A3-BK 油墨在白卡纸及牛皮卡纸上的对比展色
Fig.1 Color comparison of A3-BK ink on white cardboard and kraft paper

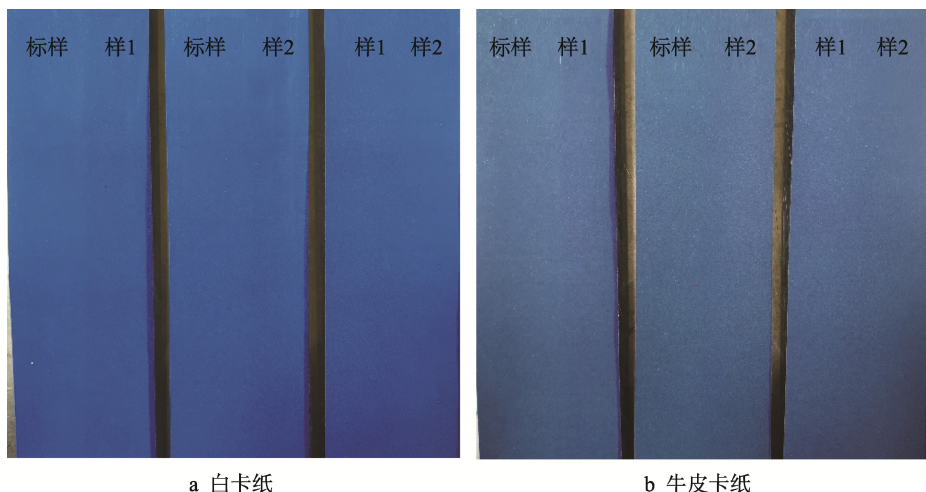


图 2 A6 油墨在白卡纸及牛皮卡纸上的对比展色

Fig.2 Color comparison of A6 ink on white cardboard and kraft paper

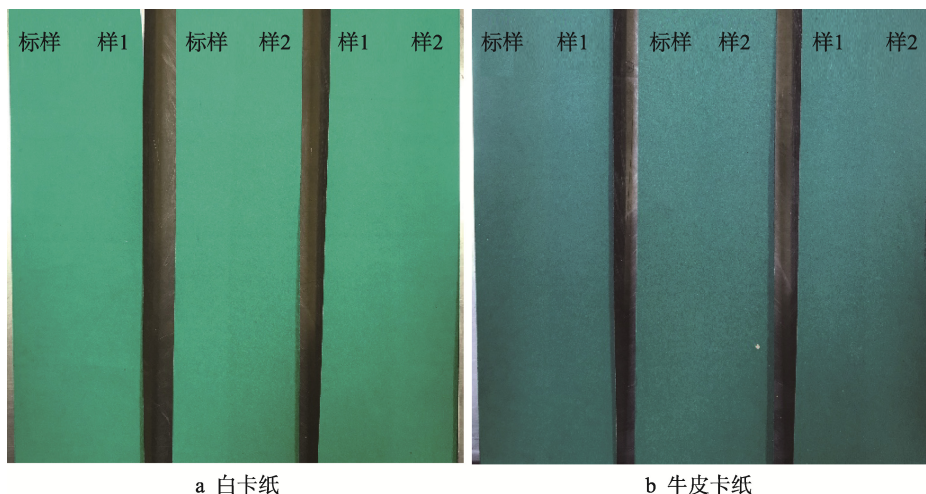


图 3 A7 油墨在白卡纸及牛皮卡纸上的对比展色

Fig.3 Color comparison of A7 ink on white cardboard and kraft paper

3 结语

高岭土冲淡剂加入调墨油中对普通油墨防滑度影响不大,会稍微降低防滑油墨的防滑度,但不影响其继续使用,并且不会影响油墨的 pH 值、细度和呈色效果,但在使用时需注意在长时间静置后,油墨的黏度会变大。样 1 调墨油配置的油墨置于烤箱中一段时间后会出些许沉底现象,在使用前充分搅拌摇匀会重新分散到油墨中,油墨可以正常使用。样 2 调墨油由于冲淡剂含量较大,所以沉底现象很明显,可能会影响到油墨的印刷适性。综上,使用质量分数为 10%~12%的调墨油配置的水性油墨可以满足印刷要求,对水性油墨的配置及使用范围具有一定参考意义。

参考文献:

[1] 任慧,冯晶,曹磊,等.浅析绿色环保油墨对大气污

染防治的推动作用[J].塑料包装,2020,30(6):1-5.

REN Hui, FENG Jing, CAO Lei, et al. Brief Analyze of the Promotion of Green Printing Ink on Air Pollution Prevention and Control[J]. Plastics Packaging, 2020, 30(6): 1-5.

[2] 孙慧.环保油墨在绿色烟包中的应用研究分析[J].皮革制作与环保科技,2021,2(2):118-120.

SUN Hui. Research and Analysis on the Application of Environmental Protection Ink in Green Cigarette Pack[J]. Leather Manufacture and Environmental Technology, 2021, 2(2): 118-120.

[3] 刘维维,王洪霞,张宇昊,等.明胶基环保油墨的制备和食品应用研究进展[J].食品与发酵工业,2021,47(10):265-270.

LIU Wei-wei, WANG Hong-xia, ZHANG Yu-hao, et al. Preparation and Food Application of Environmental-Friendly Inks Based on Gelatin[J]. Food and Fer-

- mentation Industries, 2021, 47(10): 265-270.
- [4] 顾晨辉. 水性油墨连接料树脂的合成及性能研究[J]. 当代化工研究, 2020(24): 28-29.
GU Chen-hui. Study on Synthesis and Properties of Water-Based Ink Binder Resin[J]. Modern Chemical Research, 2020(24): 28-29.
- [5] 李建军. “十四五”时期印刷包装行业 VOCs 深度治理政策与技术建议[J]. 印刷工业, 2020, 15(6): 18-19.
LI Jian-jun. Policy and Technical Recommendations on In-Depth VOCs Control in Printing and Packaging Industry during "the Fourteenth Five-Year Plan" Period[J]. Print China, 2020, 15(6): 18-19.
- [6] 张旭. 水性丝印油墨的性能研究[D]. 西安: 西安理工大学, 2021: 28-40.
ZHANG Xu. The Study of Water-Based Screen Printing Ink and Its Performance[D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2021: 28-40.
- [7] 皮阳雪, 陈新, 陈海生. 凹版印刷水性 UV-LED 油墨的制备与性能研究[J]. 中国胶粘剂, 2021, 30(1): 57-62.
PI Yang-xue, CHEN Xin, CHEN Hai-sheng. Research on Preparation and Performance of Water-Based UV-LED Ink for Gravure Printing[J]. China Adhesives, 2021, 30(1): 57-62.
- [8] 高国凤, 晁季蕾, 褚夫强, 等. 环保型油墨的研究进展[J]. 绿色包装, 2020(6): 64-66.
GAO Guo-feng, CHAO Ji-lei, CHU Fu-qiang, et al. Research Progress of Environment-Friendly Ink[J]. Green Packaging, 2020(6): 64-66.
- [9] 张平平. 助剂对水性薄膜凹印复合油墨的影响研究[J]. 数字印刷, 2020(3): 164-171.
ZHANG Ping-ping. Influence of Additives on Water-Based Gravure Lamination Ink for Film Printing[J]. Digital Printing, 2020(3): 164-171.
- [10] 刘志成, 郭婷. 水性油墨印刷质量影响因素分析[J]. 云南化工, 2020, 47(5): 156-157.
LIU Zhi-cheng, GUO Ting. Analysis of Factors Influencing the Printing Quality of Water-Based Ink[J]. Yunnan Chemical Technology, 2020, 47(5): 156-157.
- [11] 李勇锋, 陈昌杰, 春胜利, 等. 水性油墨在凹版印刷上的应用[J]. 塑料包装, 2020, 30(2): 22-29.
LI Yong-feng, CHEN Chang-jie, CHUN Sheng-li, et al. Application of Water-Based Ink in Gravure Printing[J]. Plastics Packaging, 2020, 30(2): 22-29.
- [12] 时劲松, 周国强. 水性油墨的研究现状及其发展趋势[J]. 染整技术, 2019, 41(9): 6-10.
SHI Jin-song, ZHOU Guo-qiang. Research Status and Development Trend of Water Base Ink[J]. Textile Dyeing and Finishing Journal, 2019, 41(9): 6-10.
- [13] 朱雁兵. 水性油墨中颜料的分散性能及对油墨印刷适性的影响分析[J]. 粘接, 2020, 43(7): 39-42.
ZHU Yan-bing. Analysis of Dispersing Property of Pigment in Water-Based Ink and Its Influence on Printability of Ink[J]. Adhesion, 2020, 43(7): 39-42.
- [14] 朱先梅, 丁瑾. pH 值对水性油墨印刷质量的影响[J]. 中华纸业, 2017, 38(2): 41-44.
ZHU Xian-mei, DING Jin. Effect of pH on Water-Based Ink Printing Quality[J]. China Pulp & Paper Industry, 2017, 38(2): 41-44.
- [15] 陈春霞, 余裕娟, 赵俭, 等. 环保型水性油墨柔版印刷墨色呈色效果分析[J]. 造纸科学与技术, 2018, 37(6): 70-77.
CHEN Chun-xia, YU Yu-juan, ZHAO Jian, et al. Analysis on Colorimetric Results for Flexographic Printing with Water-Based Ink[J]. Paper Science & Technology, 2018, 37(6): 70-77.

责任编辑: 曾钰婵