

水基丝印油墨性能及印刷适性研究

邓倩¹, 张小芳², 陈天佑¹, 陈明帅¹

(1.河南工程学院, 郑州 450007; 2.西安理工大学, 西安 710048)

摘要: **目的** 研究分析不同配方和比例原材料对水基丝印油墨性能和印刷适性的影响。**方法** 分别以聚氨酯乳液、丙烯酸树脂乳液、水性色浆为主剂, 增稠剂、干燥剂、消泡剂等为辅助剂配置水性油墨; 利用平行板粘度计、旋转粘度计等检测油墨的粘度、软硬程度、流动值、拉丝性能、耐抗性等相关性能。**结果** 随着丙烯酸树脂乳液相对于水性色浆比例的增大, 粘度逐渐增加, 丝头越短, 油墨越硬, 光泽度提高; 随着聚氨酯乳液相对于水性色浆比例的增大, 粘度逐渐减小, 丝头越长, 油墨先变软后变硬, 光泽度降低; 随着增稠剂加入量的增大, 油墨粘度增大; 随着催干剂的加入, 油墨干燥时间缩短。**结论** 丙烯酸树脂乳液与水性色浆的质量比为 5:1 时为较优配方; 聚氨酯树脂乳液与水性色浆的质量比为 3:1 时为较优配方。

关键词: 丙烯酸树脂乳液; 聚氨酯树脂乳液; 油墨配比; 丝印水性油墨; 印刷适性

中图分类号: TS802.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)01-0076-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.01.012

Properties and Printability of Water-based Silk Screen Printing Ink

DENG Qian¹, ZHANG Xiao-fang², CHEN Tian-you¹, CHEN Ming-shuai¹

(1.Henan University of Engineering, Zhengzhou 450007, China; 2.Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

ABSTRACT: The paper aims to study the effects of different formulations and proportions of raw materials on ink properties and printability. The water-based ink was prepared with polyurethane emulsion, acrylic resin emulsion and water-based color paste as main agent, thickener, desiccant and defoamer as auxiliary agent; parallel plate viscometer, rotating viscometer and other instruments were used to test ink viscosity, hardness, fluidity, wire-drawing property, resistance and other related properties. With the increase of the ratio of acrylic emulsion to water-based color paste, the viscosity increased gradually; the shorter the silk head, the harder the ink, and the higher the gloss; with the increase of the ratio of polyurethane emulsion to water-based color paste, the viscosity gradually decreased; the longer the silk head, the ink first became soft and then hard, and the lower the gloss. With the addition of thickener, ink viscosity increased. With the addition of drying agent, ink drying time was shortened. When the ratio of acrylic resin emulsion to water-based color paste is 5:1, it is a comparatively excellent formula. When the ratio of polyurethane resin emulsion to water color paste is 3:1, it is a comparatively excellent formula.

KEY WORDS: acrylic resin emulsion; polyurethane emulsion; ratio of ink; silk-screen water-based ink; printability

丝印水性油墨环保无毒, 具有较好的印刷适性, 能够满足丝网印刷的各种要求, 符合丝网印刷承印材料广泛的特点^[1]。水性油墨是由连结料、颜料及

相关助剂经过一系列加工过程混合形成的液状物质。水性色浆具有^[2-3]安全环保、耐酸碱、耐温差及耐光热的优良性能。连结料^[4]起到将颜料粒子分

收稿日期: 2017-07-23

作者简介: 邓倩(1983—), 女, 硕士, 河南工程学院讲师, 主要研究方向为印刷材料。

散均匀的作用，决定了油墨多方面的性能。水性聚氨酯乳液和丙烯酸树脂乳液为配制水性油墨的主要品种。其中水性聚氨酯乳液^[5]是以水作为溶剂，具备绿色环保、相容性好、力学性能优良、易于改良、安全可靠等优点，油墨的性能和印刷适性都较优异。丙烯酸树脂乳液^[6]是由水中的烯类单体在水性自由基引发剂引发下乳化合成的液状物质，其共聚结构中的活性基团不具有相互反应性；其颜色较浅，油墨的光泽度、透明性等各方面性能都较好。选取不同种类的树脂联结料，性能和印刷适性方面会存在一些差异。

水性油墨^[7]制备方面，已有许多研究人员分别从水性油墨的研究现状^[8]，室温自交联纯丙乳液的合成及应用^[9]，水性油墨的分散稳定机制、影响分散性的主要因素^[10]，环氧改性聚氨酯乳液的合成研究^[11]，水性丙烯酸树脂的研制^[12]，自交联水溶性丙烯酸树脂性能的研究^[13]，环氧树脂改性水性聚氨酯油墨联结料的合成与性能研究^[14]，PE 和 PP 薄膜油墨用室温自交联水性丙烯酸酯树脂的制备^[15]等不同角度进行了研究。水性油墨性能方面，研究人员分别从水性油墨联结料对 PVC 印刷耐光色牢度的影响^[16]，pH 值对水性油墨印刷质量的影响^[17]，降低水性油墨颗粒在纤维上吸附量^[18]，水性油墨对新型印刷材料 TiO₂ 薄膜表面吸附的影响^[19]，影响水性油墨粘度的主要因素^[20]，影响水性油墨印刷适性的主要因素^[21]，丝印油墨的特殊技术要点^[22]，影响油墨印迹光泽度的主要因素^[23]等几个角度进行了研究。系统性的水基油墨制备和性能研究并不多见。基于上述原因，文中分别以聚氨酯乳液、丙烯酸树脂乳液和水性色浆为主剂，增稠剂、干燥剂、消泡剂等为辅助剂配置水性油墨；利用平行板粘度计、旋转粘度计等油墨性能测试仪器，检测油墨的粘度、软硬程度、流动值、拉丝性能、耐抗性等相关性能，研究分析不同配方比例对水性丝网印油墨印刷适性的影响。

1 实验

1.1 材料

实验材料：丙烯酸树脂乳液、水性聚氨酯乳液、水性色浆（桃红）、相关助剂，深圳市吉田化工；去离子水，河南新源科技有限公司；无水乙醇（相对分子质量为 46.07）、浓盐酸、氢氧化钠，天津市德恩化学试剂有限公司；80 g/m² 新闻纸、157 g/m² 铜版纸、120 g/m² 铜版纸，东莞市中胶粘纸品有限公司；丝网版，网孔 100 目。

1.2 主要仪器设备

主要仪器设备：磁力加热搅拌器，79-1，常州国

华电器有限公司；电子天平，JJ2000，常熟市双杰测试仪器厂；OPN 型平板粘度计，杭州研特科技有限公司；旋转粘度计，NDJ-8S，上海越平科学仪器有限公司；分光光度计，X-Rite i1 PRO，爱色丽（亚太）有限公司；光泽度测定仪，YT-GM，杭州研特科技有限公司；半自动丝网印刷机，常州远甬网印设备有限公司。

1.3 步骤

1) 以丙烯酸树脂乳液、聚氨酯乳液、水性色浆为主剂，流平剂、消泡剂、催干剂、增稠剂为助剂，制备样品油墨，见图 1。树脂乳液与水性色浆的质量比分别设置为 3 : 1, 4 : 1, 5 : 1。

2) 水性聚氨酯乳液、水性色浆按照 3 : 1 的质量比（27 g 水性聚氨酯乳液和 9 g 水性色浆）混合后，加入其他相关助剂（流平剂 1.5 g、消泡剂 9.4 g、去离子水 9 g、增稠剂 0.6 g），然后将所配制的样品分成 4 等份（每份 17 g），再分别向其中加入 0, 0.5, 1.0, 1.5 g 的催干剂，制备样品油墨。

3) 水性聚氨酯乳液、水性色浆按照 3 : 1 的质量比（27 g 水性聚氨酯乳液和 9 g 水性色浆）混合后加入其他相关助剂（流平剂 1.5 g、消泡剂 9.4 g、去离子水 9 g、催干剂 1.5 g），然后将所配制的样品分成 4 等份（每份 13 g），再分别向其中加入 0, 0.1, 0.2, 0.3 g 的增稠剂，制备样品油墨。

4) 样品油墨丝网印刷：印刷厚度 0.6 mm，承印材料为 157 g/m² 铜版纸和 120 g/m² 铜版纸。

5) 油墨性能测试：粘度、拉丝性、软硬程度、耐抗性、干燥性、色度、光泽度。

粘度。通过旋转粘度计进行测量，测量转速分别为 30, 60 r/min。

拉丝性、软硬程度。平行板粘度计。

耐抗性。以定量为 157 g/m² 的铜版纸为承印物，按照 GB/T 18724—2008 进行耐抗性测量。

干燥性。以定量为 120 g/m² 的铜版纸为承印物，按照 GB/T 13217.5—2008 进行初干性测量；通过鼓风干燥箱进行彻干性测量（温度为 65 °C）。

光泽度。以定量为 120 g/m² 的铜版纸为承印物，使用 YT-GM 光泽度仪测量，测量角度为 75°。

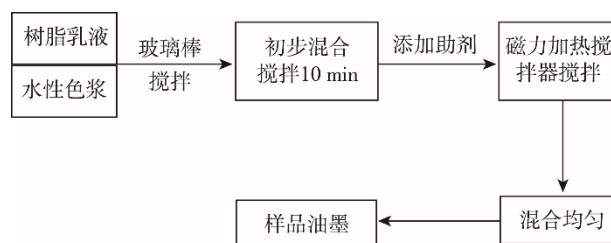


图 1 水性油墨样品制备流程

Fig.1 Flow chart of water-based ink sample preparation

2 结果与讨论

2.1 主剂配方比例对油墨性能的影响

2.1.1 粘度

设置旋转粘度计的转子为 4[#], 转速设置为 30, 60 r/min, 仪器显示为 50% 时, 测得油墨粘度值见图 2 和图 3。

可以看出, 聚氨酯乳液/水性色浆样品油墨在受到外力作用时发生流动, 出现“切稀现象”, 随着 τ 的增加 D 增加得越来越快, 粘度 η_a 越来越小, 所配制的样品油墨具备假塑性流体^[24]的特点。质量比为 3:1 的油墨较质量比为 4:1 和 5:1 的油墨粘度下降更快, 有利于油墨的转移和固着。聚氨酯配方油墨, 质量比为 3:1 时为较优配方。

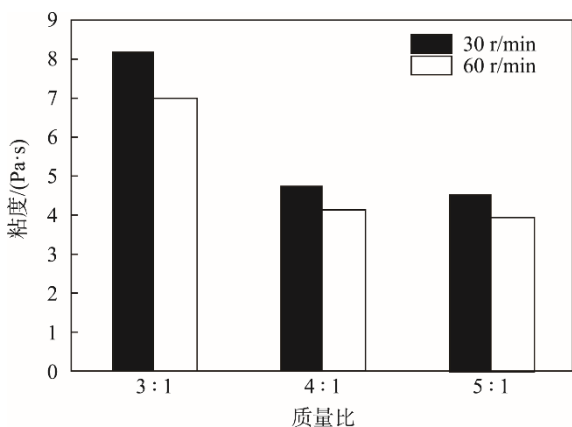


图2 聚氨酯乳液/水性色浆比例对油墨粘度的影响

Fig.2 Ink viscosity of polyurethane emulsion and water-based color paste with different proportions

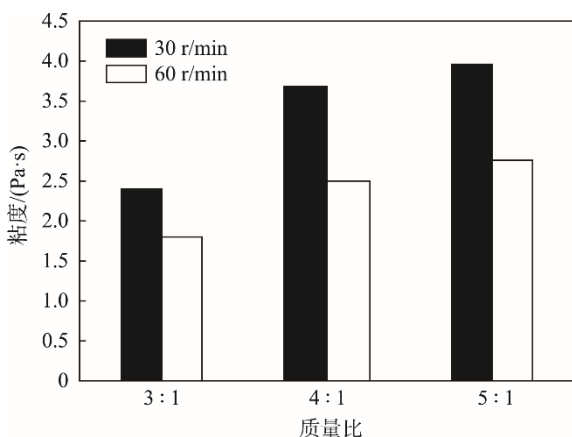


图3 丙烯酸树脂乳液/水性色浆比例对油墨粘度的影响

Fig.3 Ink viscosity of acrylic resin emulsion and water-based color paste with different proportions

丙烯酸树脂乳液/水性色浆样品油墨同样具备假塑性流体的特点, 随着剪切速率的增加, 粘度变得越来越小。质量比为 5:1 的油墨较质量比为 4:1 和 3:1 的油墨粘度下降更快, 有利于油墨的转移和固着。

丙烯酸配方油墨, 质量比为 5:1 时为较优配方。

2.1.2 拉丝性、软硬程度、流动值

利用平行板粘度计测量油墨在 10, 20...60, 100 s 时的铺展半径, 计算出斜率、截距, 60 s 时铺展半径为油墨的流动值, 见表 1。

表 1 不同配方下油墨流动值

Tab.1 Ink flow value corresponding to different formula ratio

质量比	丙烯酸树脂乳液/水性色浆	水性聚氨酯乳液/水性色浆
3:1	60	52
4:1	56	56
5:1	55	58

由表 1 可知, 丙烯酸乳液配制的油墨流动性大于对应比例水性聚氨酯油墨, 随着树脂乳液的比例加大, 流动性逐渐降低。

以铺展时间的对数值 $\lg t$ 为横坐标, 铺展直径 d 为纵坐标, 得到不同主剂配方比例下油墨拉丝性与软硬程度, 见图 4 和图 5。

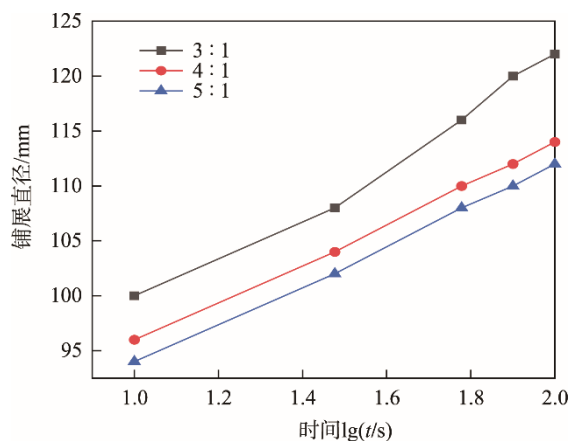


图4 丙烯酸树脂乳液/水性色浆共混油墨的特性曲线

Fig.4 Characteristic curve of acrylic emulsion/water-based color paste ink blend

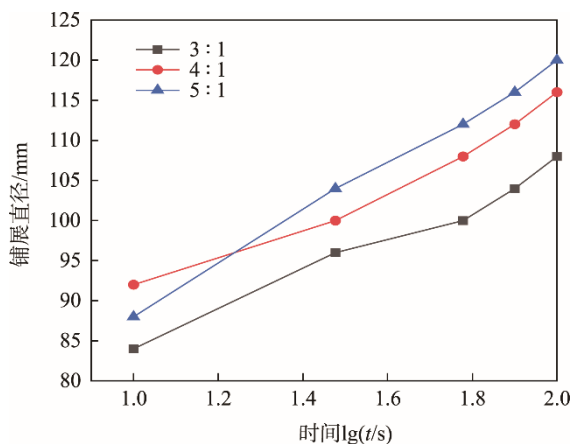


图5 水性聚氨酯乳液/水性色浆共混油墨的特性曲线

Fig.5 Characteristic curve of water-based polyurethane emulsion/water-based color paste ink blend

随着丙烯酸树脂乳液比例的增大，直线斜率减小，说明所配制油墨的丝头长度越来越短；直线截距减小，表示油墨变硬。随着水性聚氨酯乳液比例的增大，直线斜率增大，说明所配制的油墨丝头长度越来越长；直线截距先变大后减小，代表油墨软硬程度随聚氨酯比例的增大先变软后变硬。

2.1.3 耐抗性

样品油墨丝网印刷到 157 g/m² 的铜版纸上，待印品完全干燥后，将带有油墨印迹的印品裁剪成面积大小相同的试样，然后将试样分别放于已经配制好的盐酸（1%）、氢氧化钠（1%）和乙醇（95%）3 种溶液中，停留 24 h 后取出。丙烯酸树脂乳液/水性色浆所配制水性油墨的耐酸碱性级别为 4，水性聚氨酯乳液/水性色浆配制水性油墨耐酸碱性级别为 5，水性聚氨酯乳液/水性色浆配制的油墨耐酸碱性能较好，原因在于水性聚氨酯乳液的分子间作用力强，分子空间排列紧密。

2.1.4 色度

将桃红色浆和不同比例树脂/桃红色浆配制的样品专色油墨分别丝网印刷到 120 g/m² 铜版纸上。利用分光光度计测得桃红色浆的色度值（*L*^{*}，*a*^{*}，*b*^{*}）为 31.2，62.4，43.7，不同配方比例样品油墨的色度值见表 3。以桃红色浆的色度值为标准，计算不同配方比例油墨丝印所得印品与原始桃红色浆的色差，结果见图 6。

表 3 不同配方比例混合样品油墨的色度值
Tab.3 Chromaticity value of mixed sample ink with different formula ratio

质量比	水性聚氨酯乳液/水性色浆混合			丙烯酸树脂乳液/水性色浆混合		
	<i>L</i> [*]	<i>a</i> [*]	<i>b</i> [*]	<i>L</i> [*]	<i>a</i> [*]	<i>b</i> [*]
3 : 1	32.8	67.0	47.3	33	64.8	44.7
4 : 1	35.1	69.1	49.0	35.5	67.6	46.5
5 : 1	35.6	68.9	47.8	35.7	66.7	46.0

由表 3 可知，随着水性聚氨酯乳液和丙烯酸树脂乳液加入比例的增大，明度逐渐增大，样品油墨偏红，偏黄。

由图 6 可知，水性色浆在油墨配方中占比较大时，与纯色浆的色差较小；丙烯酸树脂乳液所配置油墨与纯色浆的色差小于对应比例下聚氨酯配方油墨。随着树脂在油墨中所占比例的增加，油墨色度值与原始色浆色度值差异增大。从色差角度分析，树脂乳液/水性色浆质量比为 3 : 1 时为较优配方。

2.1.5 光泽度

不同配方比例样品油墨的光泽度测量值见图 7。

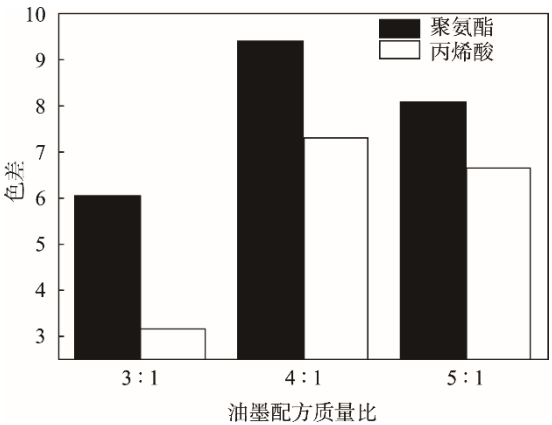


图 6 不同油墨配方比例下印品色差
Fig.6 Color difference of printing corresponding to different formula ratio

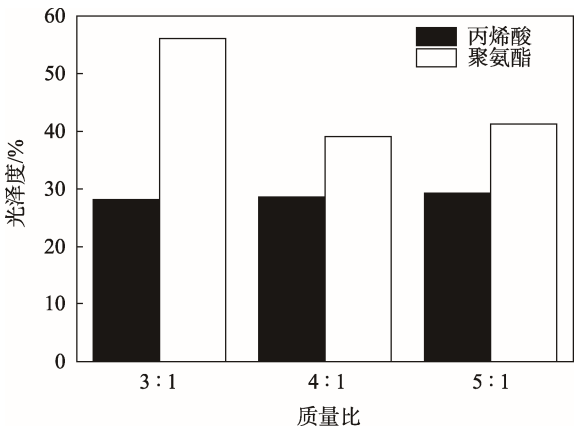


图 7 不同配方比例样品油墨的光泽度
Fig.7 Gloss of sample ink with different formula ratio

丙烯酸树脂乳液所配制油墨，随丙烯酸乳液比例的增加，印品光泽度增加，质量比为 5 : 1 时，光泽度最好。其原因在于树脂乳液的固含量影响样品油墨的粘度，油墨的粘度大小影响油墨的光泽度，树脂含量多则光泽好。当质量比增大时，树脂乳液含量增加，油墨体系的粘度增加。对于丙烯酸树脂乳液所配制油墨，质量比为 5 : 1 时为较优配方。水性聚氨酯乳液所配制油墨，随聚氨酯比例的增加，印品光泽度降低，质量比为 3 : 1 时，印品印迹光泽度最好。其原因在于水性聚氨酯乳液自身的粘度较小，当树脂乳液加入量增多时，会使得所配制的油墨体系的稠度降低，即油墨粘度也随之降低，光泽度降低。对于水性聚氨酯乳液所配制油墨，质量比为 3 : 1 时为较优配方。

2.2 辅助剂对油墨性能的影响

2.2.1 增稠剂

增稠剂主要作用是增加油墨的黏稠度，应用于粘度较低的液状油墨。设置旋转粘度计的转子为 4[#]，转速设置为 30，60 r/min，测得的油墨粘度值见图 8。

随着增稠剂加入量的增大，样品油墨的粘度越来越大。主要原因是增稠剂添加到水性油墨中后，在氢

键的作用下,增稠剂分子具有相互连接的链段^[25],呈现三维网状结构,油墨流动变得困难,油墨的粘度增加。增稠剂在油墨中所占的比例越来越大,其增稠效果愈明显。

2.2.2 干燥剂

油墨干燥速度过慢和过快都会给印刷带来不便,干燥速度太快会导致油墨提前干结在丝网版表面,操作不便;而干燥速度太慢,影响产量,出现“粘脏”,印品图文不完整;在配制油墨时,通过适当添加催干剂来改善油墨的干燥性能。印刷厚度为 0.6 mm 时,催干剂的加入量与干燥时间的关系见图 9。

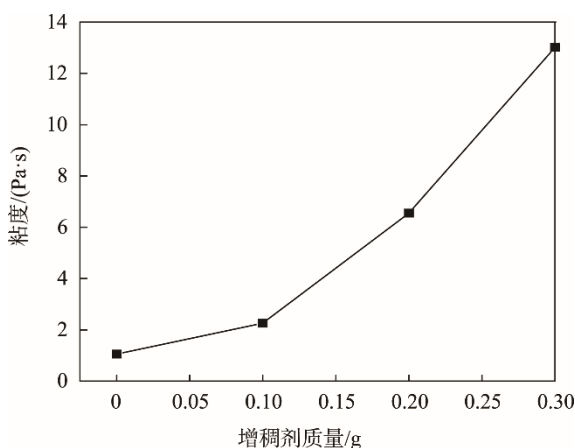


图 8 增稠剂的添加量与粘度的关系

Fig.8 Relationship between amount of thickener and viscosity of ink

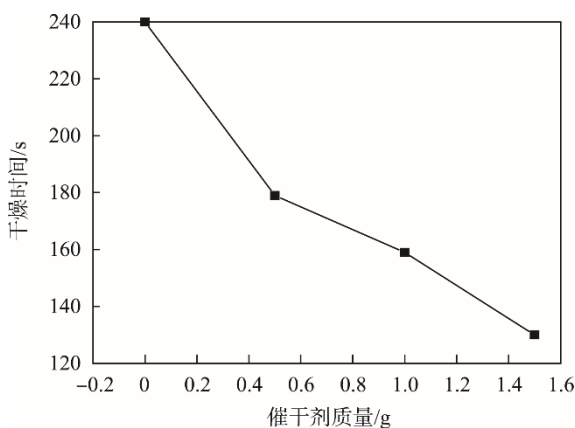


图 9 催干剂的加入量与干燥时间的关系

Fig.9 Relation between the amount of drier and the drying time

随着催干剂加入量的增加,油墨膜层干燥时间的变化曲线接近一条直线,油墨干燥时间由 240 s 缩短至 130 s。

3 结语

研究了不同配方比例水性丝印油墨的性能和印刷适性,结果表明:随着丙烯酸树脂乳液/水性色浆

质量比的增大,油墨的粘度由 1800 mPa·s 增加到 2760 mPa·s;随着水性聚氨酯乳液/水性色浆质量比的增大,油墨粘度由 6980 mPa·s 减小到 3930 mPa·s;调节催干剂的添加量为 0~1.5 g,干燥时间由 240 s 减小到 130 s,干燥性能增强;随着增稠剂加入量的增大,油墨的粘度由 1050 mPa·s 增加到 13 020 mPa·s,增稠剂增黏效果明显;随着树脂乳液/水性色浆比例的增大,丙烯酸配方油墨光泽度下降,聚氨酯配方油墨光泽度提高。丙烯酸树脂乳液所配制油墨,质量比为 5:1 时为较优配方;水性聚氨酯乳液所配制油墨,质量比为 3:1 时为较优配方。

参考文献:

- [1] 孙加振. 水性丝网印刷油墨应用技术探究[J]. 网印工业, 2013(11): 31—33.
SUN Jia-zhen. Research on Application Technology of Waterborne Screen Printing Ink[J]. Screen Printing Industry, 2013(11): 31—33.
- [2] 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.
YANG Xi-jiang. Effects of Surfactants on the Preparation and Properties of Color Paste for Water-based Inks[J]. Dyes and Dyeing, 2018, 55(4): 39—42.
- [3] AMICK J F, BEHEIM C W. Screen-printing Ink Transfer in a Sexual Assault Case[J]. Journal of Forensic Sciences, 2002, 47(3): 619—624.
- [4] 熊华玉, 包婷, 文为, 等. 水基油墨聚合物连接料的研究进展[J]. 胶体与聚合物, 2016, 34(2): 82—84.
XIONG Hua-yu, BAO Ting, WEN Wei, et al. Research Progress of Water-based Ink Polymer Connectors[J]. Colloid and Polymer, 2016, 34(2): 82—84.
- [5] 王小芳, 李昭, 孙建明. 环保水性油墨制备技术与应用现状分析[J]. 科学技术与工程, 2017, 17(15): 167—175.
WANG Xiao-fang, LI Zhao, SUN Jian-ming. Analysis of Preparation Technology and Application Status of Environmental Water-based Ink[J]. Science, Technology and Engineering, 2017, 17(15): 167—175.
- [6] 李鸿洲, 祁自和. 水性油墨用丙烯酸树脂乳液的制备研究[J]. 化学与黏合, 2006, 28(5): 327—329.
LI Hong-zhou, QI Zi-he. Preparation of Acrylic Emulsion for Water-based Ink[J]. Chemistry and Bonding, 2006, 28(5): 327—329.
- [7] 周刚. 浅析印刷业的发展——论一种 PVC 塑料凹版水性油墨的应用[J]. 经济研究导刊, 2013(31): 223—224.
ZHOU Gang. Brief Analysis on the Development of Printing Industry: on the Application of a Kind of PVC Gravure Water-based Ink[J]. Economic Research Guide, 2013(31): 223—224.
- [8] 娄丽丽, 蒋平平, 夏嘉良, 等. 水性油墨研究现状[J]. 化工新型材料, 2013, 41(1): 9—11.
LOU Li-li, JIANG Ping-ping, XIA Jia-liang, et al. Re-

- search Status of Water-based Ink[J]. New Chemical Materials, 2013, 41(1): 9—11.
- [9] 闫继芳, 王琪, 黄蓓青, 等. 水性油墨用室温自交联纯丙乳液的合成及应用[J]. 精细化工, 2019, 36(4): 764—770.
YAN Ji-fang, WANG Qi, HUANG Bei-qing, et al. Synthesis and Application of Room Temperature Self-crosslinking Pure Acrylic Emulsion for Water-based Ink[J]. Fine Chemical Engineering, 2019, 36(4): 764—770.
- [10] 曹瑞春, 魏先福, 王琪, 等. 水性油墨分散技术研究进展[J]. 精细化工, 2017, 34(3): 241—249.
CAO Rui-chun, WEI Xian-fu, WANG Qi, et al. Research Progress of Water-based Ink Dispersion Technology[J]. Fine Chemical Industry, 2017, 34(3): 241—249.
- [11] 朱可可, 张旭东, 王月. 水性油墨用环氧改性聚氨酯乳液的合成研究[J]. 功能材料, 2016, 47(9): 9216—9219.
ZHU Ke-ke, ZHANG Xu-dong, WANG Yue. Study on Synthesis of Epoxy Modified Polyurethane Emulsion for Water-based Ink[J]. Functional Materials, 2016, 47(9): 9216—9219.
- [12] 龙小柱, 王利军, 李海洋, 等. 水性油墨用水性丙烯酸树脂的研制[J]. 应用化工, 2015, 44(12): 2293—2296.
LONG Xiao-zhu, WANG Li-jun, LI Hai-yang, et al. Development of Water-based Acrylic Resin for Water-based Ink[J]. Applied Chemical Industry, 2015, 44(12): 2293—2296.
- [13] 汤建新, 陈洪, 聂立波, 等. 自交联水溶性丙烯酸树脂及柔性版四色套印水性油墨的研究[J]. 东南大学学报(自然科学版), 2003, 33(1): 68—71.
TANG Jian-xin, CHEN Hong, NIE Li-bo, et al. Study on Self-crosslinking Water-soluble Acrylic Resin and Flexible Four-color Overprinter Water-based Ink[J]. Journal of Southeast University (Natural Science Edition), 2003, 33(1): 68—71.
- [14] 杜娟. 环氧树脂改性水性聚氨酯油墨连结料的合成与性能[J]. 涂料工业, 2012, 42(6): 41—44.
DU Juan. Synthesis and Properties of Waterborne Polyurethane Ink Binders Modified by Epoxy Resin[J]. Coatings Industry, 2012, 42(6): 41—44.
- [15] 陈曦, 薛超霞, 皮丕辉, 等. PE、PP 薄膜油墨用室温自交联水性丙烯酸酯树脂的制备[J]. 电镀与涂饰, 2015, 34(14): 765—769.
CHEN Xi, XUE Chao-xia, PI Pi-hui, et al. Preparation of Water-based Acrylic Resin with Room Temperature Self-crosslinking for PE, PP Film Inks[J]. Electroplating and Finishing, 2015, 34(14): 765—769.
- [16] 盘茂森, 谢志昆, 葛雅莉, 等. 水性油墨连结料对 PVC 印刷耐光色牢度的影响[J]. 工程塑料应用, 2018, 46(8): 93—97.
PAN Mao-sen, XIE Zhi-kun, GE Ya-li, et al. Effect of Water-based Ink Binders on Light Fastness of PVC Printing[J]. Application of Engineering Plastics, 2008, 46(8): 93—97.
- [17] 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 Value on Printing Quality of Water-based Inks[J]. China Paper Industry, 2017, 38(2): 41—44.
- [18] 程芸, 朱荣耀, 冯杰, 等. 降低水性油墨颗粒在纤维上吸附量的研究[J]. 中国造纸, 2019, 38(4): 15—22.
CHENG Yun, ZHU Rong-yao, FENG Jie, et al. Study on Reducing Adsorption Capacity of Water-based Ink Particles on Fiber[J]. China Paper Industry, 2019, 38(4): 15—22.
- [19] 孙文涛, 周树云, 江雷, 等. TiO₂ 光致双亲性与水性油墨转印的研究[J]. 高等学校化学学报, 2003, 24(9): 1642—1644.
SUN Wen-tao, ZHOU Shu-yun, JIANG Lei, et al. Study on Photoamphiphilicity and Water-based Ink Transfer of TiO₂ [J]. Journal of Chemistry, 2003, 24(9): 1642—1644.
- [20] 李虎. 网印水性油墨的组成及印刷适性[J]. 丝网印刷, 2012(2): 35—37.
LI Hu. Composition and Printing Suitability of Water-based Ink for Screen Printing[J]. Screen Printing, 2012(2): 35—37.
- [21] 马恩超, 张青溪. 水性油墨印刷质量影响因素分析[J]. 中国化工贸易, 2018, 10(35): 228.
MA En-chao, ZHANG Qing-xi. Analysis of Influencing Factors of Water-based Ink Printing Quality[J]. China Chemical Industry Trade, 2008, 10(35): 228.
- [22] 孙加振, 魏先福, 黄蓓青. 水性丝印油墨应用中 pH 值问题的探究[J]. 网印工业, 2014(3): 35—38.
SUN Jia-zhen, WEI Xian-fu, HUANG Bei-qing. Research on pH Value in Application of Water-based Screen Printing Ink[J]. Screen Printing Industry, 2014(3): 35—38.
- [23] 孙寅, 钱军浩. 浅析印刷油墨光泽度[J]. 广东印刷, 2004(3): 29—31.
SUN Yin, QIAN Jun-hao. Analysis of Printing Ink Gloss[J]. Guangdong Printing, 2004(3): 29—31.
- [24] 徐彦明, 陈蕴智, 罗婉如, 等. 纸张丝网印刷用水性金墨的研制[J]. 包装工程, 2019, 40(7): 112—117.
XU Yan-ming, CHEN Yun-zhi, LUO Wan-ru, et al. Development of Water-based Golden Ink for Paper Screen Printing[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(7): 112—117.
- [25] 方长青, 张茂荣, 任鹏刚, 等. 聚氨酯基水性油墨的研究[J]. 包装工程, 2009, 30(4): 45—47.
FANG Chang-qing, ZHANG Mao-rong, REN Peng-gang, et al. Study on Waterborne Polyurethane Inks[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(4): 45—47.