

纸张丝网印刷用水性金墨的研制

徐彦明, 陈蕴智, 罗婉如, 张正健, 贺建国

(天津科技大学, 天津 300222)

摘要: **目的** 为了制备一种可用于纸张丝网印刷、具备烫金效果的水性金墨, 以提高包装印刷品的印刷效果。**方法** 通过采用不同种类的树脂、分散剂及颜料, 辅以调节剂、润湿剂、消泡剂等助剂来制备纸张丝网印刷用水性金墨。通过测量油墨的干燥速度、粘度、粒径、光泽度等性能, 以分析不同配方对油墨性能的影响。**结果** 不同种类的树脂对金墨性能有不同的影响, 水性丙烯酸树脂 C 所制备的金墨粘度较小, 油墨彻干性、光泽度相对较好; 与 BYK198 相比, BYK190, BYK193 分散剂适合制备水性金墨, 并且随着分散剂含量的提高, 油墨的粘度、彻干性、光泽度均得到了改善。**结论** 得到了一种纸张丝网印刷用水性金墨及其相关的油墨配方, 用以替代传统烫金工艺, 提升了包装印刷品的印刷效果。

关键词: 金墨; 水性油墨; 丝网印刷; 纸张

中图分类号: TS802.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)07-0112-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.07.017

Preparation of Water-based Gold Ink for Screen Printing of Paper

XU Yan-ming, CHEN Yun-zhi, LUO Wan-ru, ZHANG Zheng-jian, HE Jian-guo

(Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300222, China)

ABSTRACT: The work aims to prepare a kind of water-borne gold ink which can be used for paper screen printing and has the effect of bronzing for improving printing effect of printing products. Water-borne gold ink for paper screen printing was prepared by different kinds of resins, dispersants and pigments and supplemented by regulator, wetting agent and defoamer. The influence of different formulations on the performance of ink was analyzed by measuring the drying speed, viscosity, particle size and gloss of ink. Different kinds of resins had different effects on the properties of gold ink. The gold ink prepared by water-borne acrylic resin C had low viscosity and better drying speed, viscosity and gloss. Compared with BYK198, BYK190 and BYK193 dispersant were suitable for preparing water-borne gold ink. With the increase of dispersant content, the ink's viscosity, dryness, gloss were improved. Finally, a water-based gold ink for screen printing of paper and the formula of the gold ink have been obtained, which can replace the traditional bronzing process and improve printing effect of printing products.

KEY WORDS: gold ink; water-based ink; screen printing; paper

随着经济的发展和人们生活水平的不断提高, 人们在追求产品质量的同时, 对其包装质量也提出了更高的要求。近年来, 世界各国对赋予印刷产品特殊效

果的各种功能颜料非常重视^[1], 其中采用铜粉颜料制备的金墨, 凭借其独特的金属光泽而备受瞩目。金墨给人以富丽堂皇的高雅感觉, 其印刷效果类似于印刷

收稿日期: 2018-11-05

基金项目: 天津科技大学大学生实验室创新基金 (1706A303)

作者简介: 徐彦明 (1993—), 男, 天津科技大学硕士生, 主攻印刷材料及其适性。

通信作者: 陈蕴智 (1968—), 男, 天津科技大学教授, 主要研究方向为印刷包装材料及其适性。

工艺中的烫金^[2]，符合人们对高档次包装印刷产品的要求。因此从未来发展趋势上看，金墨在包装印刷领域的应用将会越来越广泛^[3-4]。

近年来，人们越来越关注在油墨生产和印刷过程中的环保性，“绿色印刷”成为新的发展趋势^[5-6]。传统有机溶剂型油墨一般含有芳香烃、醇、酯、醚、酮等有机溶剂^[7]，印刷后会排放大量的 VOCs，从而影响空气质量、损害人体健康。尽管目前有一定的技术可以回收 VOCs^[8]，但 VOCs 的治理形势仍然非常严峻。水性油墨因其具有环保无毒、无挥发性有机溶剂排放等优点，成为最具应用价值的绿色环保

型油墨^[9]。丝网印刷因其墨层厚、印刷立体感强、圆网丝网印刷可与柔性印刷集成等特点广泛用于标签印刷、包装印刷。丝网印刷用水性金墨因其优良的环保性能以及特殊的表现效果，受到了越来越多的关注，不仅可以提升印刷品的印刷效果，还会因其特殊的金属光泽而媲美烫金工艺。

1 实验

1.1 材料与设备

实验所用材料见表 1 和表 2。

表 1 主要实验材料
Tab.1 Main laboratory materials

材料	型号规格	来源
连接料	苯乙烯改性丙烯酸树脂A	万华化学集团有限公司
	水性聚氨酯B	万华化学集团有限公司
	水性丙烯酸树脂C	万华化学集团有限公司
颜料	9305R 黄金色金粉	上海市赋西涂料有限公司
分散剂	BYK190, 193, 198	德国毕克化学公司
消泡剂	TEGO FOAMEX 815N	天津市宝兴化工原料有限公司
润湿剂	KYC648	广州市晏古贸易有限公司
调节剂	AMP95	上海尤尼威尔化学品有限公司
流平剂	TAFIGEL PUR 40	上海颜钛实业有限公司
成膜剂	BCS	吉林怡达化工有限公司
无水乙醇	≥99.7%	天津市景泓鑫商贸有限公司

注：A/B/C 种树脂的固含量（固含量是指乳液在规定条件下烘干后剩余部分占总量的质量分数）分别为 51.0%，46.3%，37.5%

表 2 主要实验设备
Tab.2 Main laboratory equipment

设备	型号	生产商
数显研磨仪	MOD. GJ-2S	青岛海通达专用仪器有限公司
锥板粘度计	CAP2000+Viscometer	美国博勒飞公司
激光粒度仪	Malvern Mastersizer 3000E	英国马尔文仪器公司
电热鼓风干燥箱	DHG-9145A	上海一恒科学仪器有限公司
光泽度仪	NOVO-GLOSS™	英国RHOPOINT公司
IGT印刷适性仪	F1/C1	荷兰IGT公司

1.2 油墨制备

丝网印刷用水性金墨的制备由配料、预分散、研磨、过滤、罐装等 5 个部分组成^[10]。具体工艺为如下所述。

1) 配料。通过电子天平准确量取各种材料，其中研磨铝珠的质量为总质量的 75%，不同配方的具体材料及含量见表 1，表 3。

2) 预分散。预分散转速为 1000 r/min，时间 30 min。分散时，用塑料薄膜进行封口处理。

3) 研磨。时间 4 h，转速 4000 r/min。研磨 3.5 h

后，加入无水乙醇、流平剂、成膜剂，继续研磨 0.5 h 即可制得丝网印刷用水性金墨。

4) 过滤并进行罐装处理。实验具体配方材料及含量见表 3，其中配方 1/2/3 是针对树脂种类的研究，配方 3/4/5/6 是针对分散剂种类的研究。

1.3 油墨性能检测

1) 粘度。通过锥板粘度计进行测量，测量转速分别为 60，200 r/min。

2) 粒径。通过激光粒度仪测量，以此表征油墨粒径的分布及其分散性能。

表 3 金墨配方
Tab.3 Formula of the gold ink

配方	质量分数/%									
	颜料	水性树脂	去离子水	分散剂	消泡剂	润湿剂	调节剂	无水乙醇	流平剂	成膜剂
1	15	45(树脂A)	30	1(BYK198)	0.5	0.25	0.25	4	2	2
2	15	45(树脂B)	30	1(BYK198)	0.5	0.25	0.25	4	2	2
3	15	45(树脂C)	30	1(BYK198)	0.5	0.25	0.25	4	2	2
4	15	45(树脂C)	30	1(BYK190)	0.5	0.25	0.25	4	2	2
5	15	45(树脂C)	30	1(BYK193)	0.5	0.25	0.25	4	2	2
6	15	45(树脂C)	30	1(BYK190+193)	0.5	0.25	0.25	4	2	2

3) 干燥速度。以定量为 128 g/m^2 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)。

4) 光泽度。以定量为 128 g/m^2 的铜版纸为承印物, 通过 NOVO-GLOSS™ 光泽度仪测量, 测量角度为 60° 。

2 结果与讨论

颜料、树脂、分散剂及其他助剂均会对所制备的金墨的分散性能及其他性能产生重要影响^[11—16], 因

此如何合理地选择原料及控制其含量显得尤为重要。

2.1 树脂种类对金墨性能的影响

连接料是水性油墨的“心脏”, 起到分散色料的作用, 在很大程度上影响油墨的粘度、干燥性、流动性等性能。不同树脂连接料的选取会对油墨性能、实验结果产生重要的影响。实验以 BYK198 作为分散剂, 以 A/B/C 3 种树脂制备金墨 1/2/3。由图 1a 可知, 金墨 1 的粘度在转速提高时也稍有提高, 即出现“切稠现象”, 具备胀流型流体的特点, 随着剪切应力 τ 的增加剪切速率 D 增加的越来越慢, 粘度 η_a 越来越大,

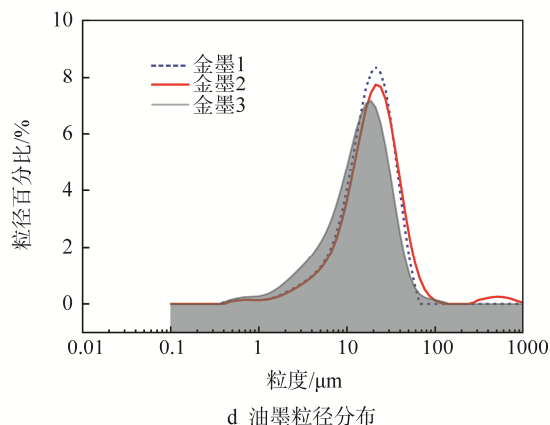
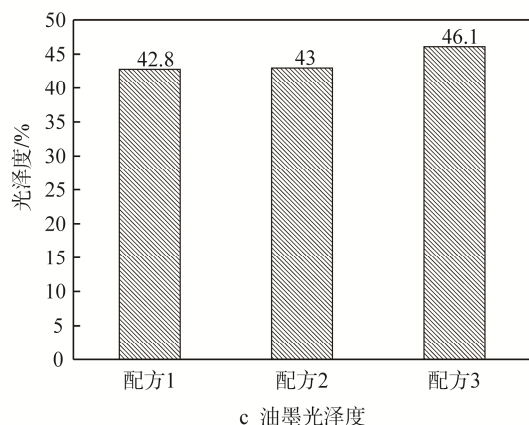
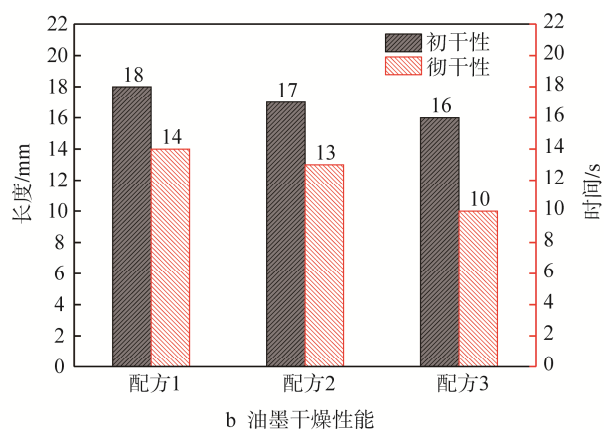
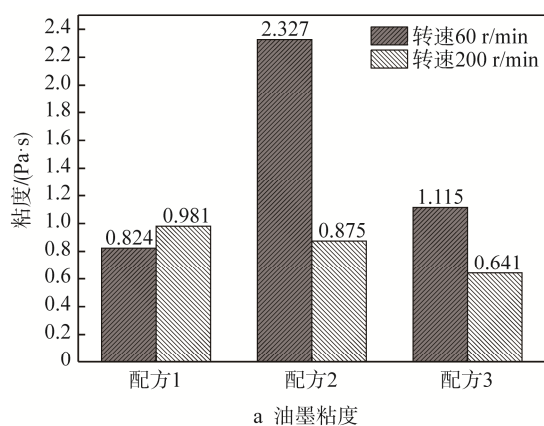


图 1 树脂种类对油墨性能的影响
Fig.1 Effect of resin types on ink properties

不用于丝网印刷。金墨2、金墨3在受到外力作用时发生流动,出现“切稀现象”,具备假塑性流体的特点,随着 τ 的增加 D 增加的越来越快,粘度 η_a 越来越小;金墨2的粘度相对金墨3的粘度来说偏大,故选取配方3为较优配方,即树脂C作为此实验中的较优树脂。由1b图、图1c可知,金墨3的光泽度较好,虽然初干性稍有不足,但与金墨1、金墨2的初干性相比相差不大,综合金墨印制样品的初干性来分析,金墨3仍是实验中性能相对较好的样品。从图1d可知,金墨3的粒径分布图的(阴影部分及对应曲线)最高峰位于最左侧,这表明粒径整体相对其余2种金墨样品来说偏小;其次金墨3在300 μm 之后没有“峰”的出现,这表明金墨3的粒径分布相对来说比较集中,所以从粒径分布方面考虑,金墨3的效果相对较好。

综上所述,金墨3的性能相对较好,配方3是实验1—3中的较优配方。树脂C是低固含量树脂,含水量较高,水分含量会对油墨的干燥速度有一定影响;低固含量则对油墨的粘度、流动性有一定影响。树脂C本身的流平性较好,在保证油墨具备良好的流平性的同时也为油墨提供了较好的光泽度,因此树脂C是最合理的材料选择,故选取树脂C作

为后续实验的树脂,从而研究分散剂对金墨性能的影响。

2.2 分散剂对油墨性能的影响

2.2.1 分散剂种类对油墨性能的影响

根据配方3/4/5/6研制金墨3/4/5/6这4种样品。根据实验数据分析,分散剂种类对水性金墨的粘度影响较大,所研制油墨符合假塑性流体的特征。从图2a来看,金墨5的粘度相对来说最低,其在不同转速下变化程度为32.3%;金墨4的粘度在不同转速下变化程度高达70%;金墨3的粘度在不同转速下变化程度为43%。不同金墨的粒径分布见图2b,总体差别不大,这是因为金粉作为颜料,本身的硬度比较大,镉珠的研磨效果受到一定的影响。金墨5、金墨6在300 μm 以后仅有一个小峰出现但总量很少。图2c表明金墨5的初干性和彻干性均优于金墨4。图2d表明金墨4的光泽度优于金墨5。综合考虑将金墨4中的BYK190分散剂和金墨5中的BYK193分散剂进行复配,研制金墨6。从图2中可以看出,复配之后的金墨6会综合金墨4和金墨5的性能,其中油墨的干燥性能得到提高,故后续实验采用复配分散剂BYK190和BYK193进行复配。

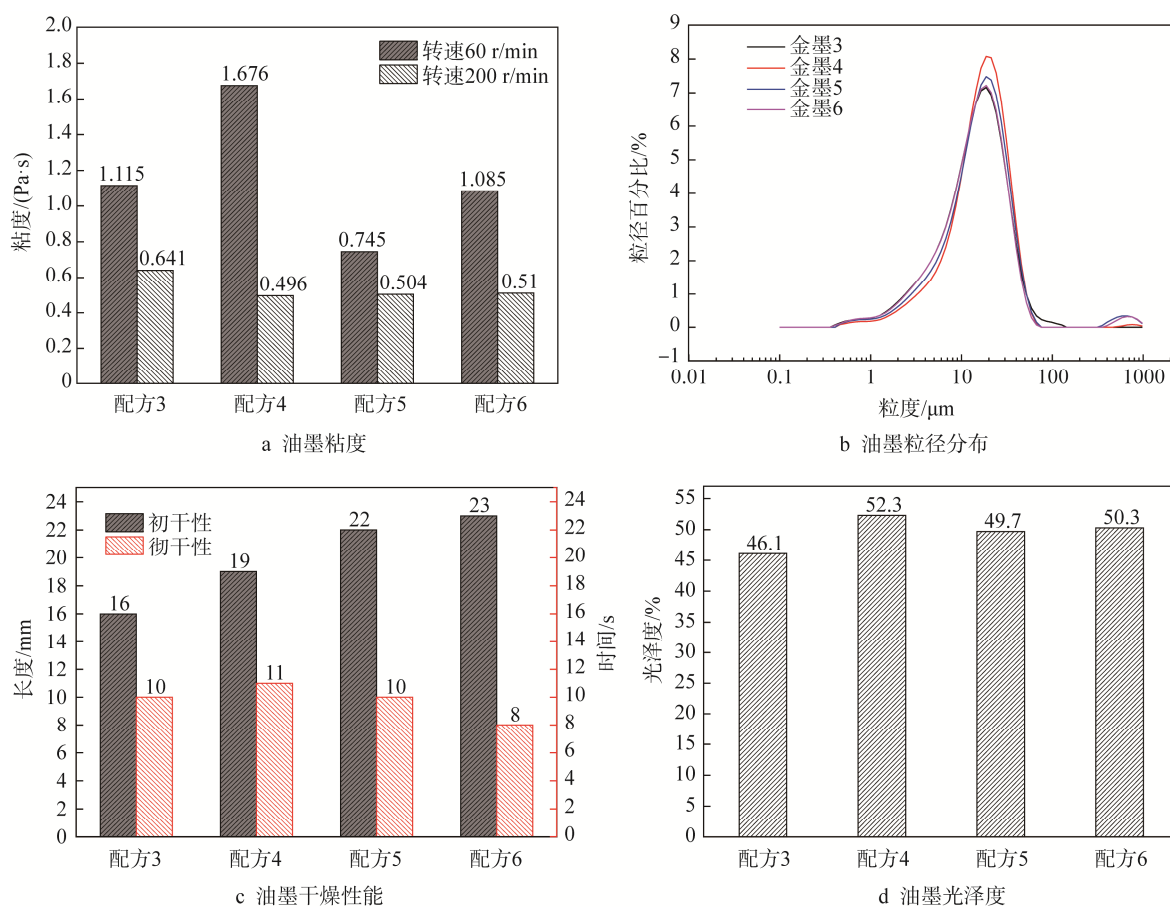


图2 分散剂种类对油墨性能的影响

Fig.2 Influence of dispersant type on ink properties

2.2.2 分散剂含量对油墨性能的影响

实验是在配方 6 的基础上增加分散剂的含量来进行相关油墨的研制以及性能检测。实验选取

BYK190, BYK193 分散剂按质量比 1:1 复配制备油墨样品 6/7/8, 其分散剂质量分别为总质量的 1%, 2%, 2.5%, 检测数据见表 4。

表 4 油墨性能检测数据
Tab.4 Test data of ink properties

油墨	分散剂质量分数/%	粘度 1/(Pa·s)	粘度 2/(Pa·s)	长度/mm	时间/s	光泽度/%
金墨6	1	1.085	0.51	23	8	50.3
金墨7	2	0.496	0.17	18	7	51.5
金墨8	2.5	0.218	0.116	14	6	58.2

注：粘度 1 测量转速为 60 r/min，粘度 2 测量转速为 200 r/min。长度用于评价油墨初干性，时间用于评价油墨彻干性

从表 4 可以发现，分散剂含量的增加会大幅度提高金墨的相关性能。随着分散剂含量的提高，金墨的粘度大幅度降低；金墨的干燥时间由 8 s 缩短至 6 s，干燥速度得到提升；金墨的光泽度有较大的提高，由 50.3% 提升至 58.2%。实验所用分散剂为非离子型分散剂，通过空间阻位稳定作用而使颜料解絮凝。分散剂吸附在金属颜料表面，当吸附层达到一定厚度时，它们之间的排斥力可以保护粒子不致絮凝。随着分散剂含量的增加，其在颜料粒子表面的吸附更加充分，因此油墨的分散性能会得到提高。当分散剂含量达到临界胶束浓度时，油墨达到最优的分散效果。若分散剂含量超过临界胶束浓度，则其含量的增加对油墨分散性能无非常明显的影响。

2.3 印刷效果分析

实验采用金墨 8 进行丝网印刷并得到相关印张，实际样张效果见图 3。从图 3 可以发现，在实地印刷时（图 3a），样张具有优良的光泽度，其金属感也非常的引人注目，具备烫金的效果。在网目调印刷时（图

3b），样张的金属效果会有所减弱，与传统的烫金效果相比仍稍显不足。

3 结语

1) 实验选择 BYK190, BYK193 复配作为分散剂，随着分散剂含量的提高，油墨分散效果以及其他性能相得到提升，分散剂的适合质量分数为 2.5%。

2) 树脂本身的固含量对金墨的性能有一定的影响，实验选用树脂 C，所得金墨的性能较好。

3) 综合分析得出，油墨适合配方中各组分的质量分数分别为颜料 15%、树脂 45%、水溶剂 30%、分散剂 2.5%、消泡剂 0.5%、润湿剂 0.25%、调节剂 0.25%、流平剂 2%、成膜剂 2%、无水乙醇 4%。

参考文献：

- [1] 覃有学. 常见油墨颜料种类识别[J]. 丝网印刷, 2014(3): 37—42.
QIN You-xue. Common Types of Ink and Pigment[J]. Screen Printing, 2014(3): 37—42.
- [2] 朱海鸥. 国内烟包印后加工工艺及发展趋势[J]. 印刷杂志, 2017(10): 19—22.
ZHU Hai-ou. Post Processing Technology and Development Trend of Domestic Cigarette Packaging[J]. Printing Field, 2017(10): 19—22.
- [3] 陈磊. 水性金属油墨及其在纸张表面涂覆性能的研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2017.
CHEN Lei. A Study about Water-based Metal Ink and Its Coating Properties on Paper Surface[D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2017.
- [4] 姚春. 金属油墨的应用[J]. 今日印刷, 2007(6): 67—69.
YAO Chun. Application of Metal Inks[J]. Print Today, 2007(6): 67—69.
- [5] 陈志周, 封晴霞, 要志雯, 等. 绿色印刷及应用研究进展[J]. 包装工程, 2018, 39(1): 207—211.
CHEN Zhi-zhou, FENG Qing-xia, YAO Zhi-wen, et al. Research Progress in Green Printing and Application[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(1): 207—



a 实地印刷



b 网目调印刷

图 3 丝网印刷样张

Fig.3 Screen printing sample

- 211.
- [6] 孙永泰. 环保型水性油墨的研究[J]. 印刷质量与标准化, 2014(10): 8—10.
SUN Yong-tai. Research on Environment-friendly Water-based Ink[J]. Printing Quality and Standardization, 2014(10): 8—10.
- [7] 牛倩倩. 绿色印刷水性凹印油墨及其性能研究[D]. 西安: 西安理工大学, 2017.
NIU Qian-qian. A Study About Green Printing Water-based Gravure Ink and Its Properties[D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2017.
- [8] SALARGARCIA M J, ORTIZMARTINEZ V M, HERNANDEZFERNANDEZ F J, et al. Ionic Liquid Technology to Recover Volatile Organic Compounds (VOCs)[J]. Journal of Hazardous Materials, 2017(321): 484—499.
- [9] RAMIREZ J C C, TUMOLVA T P. Analysis and Optimization of Water-based Printing Ink Formulations for Polyethylene Films[J]. Applied Adhesion Science, 2018, 6(1): 1—21.
- [10] 张彪, 胡更生, 李阳. 浅谈水性油墨制备工艺[J]. 印刷质量与标准化, 2011(9): 46—47.
ZHANG Biao, HU Geng-sheng, LI Yang. Brief Discussion on the Preparation Process of Water-based Ink[J]. Printing Quality and Standardization, 2011(9): 46—47.
- [11] 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 Chemicals, 2017, 34(3): 241—249.
- [12] 曹瑞春, 魏先福, 王琪, 等. 水性油墨中颜料的分散性能[J]. 包装工程, 2017, 38(1): 62—66.
CAO Rui-chun, WEI Xian-fu, WANG Qi, et al. Dispersion Properties of Pigments in Water-based Ink[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(1): 62—66.
- [13] MARIUSZ T, ZUZANNA Z, JOANNA I P. The Wettability Effect of Branched Polyglycerols Used as Performance Additives for Water-based Printing Inks[J]. Coat Technol Res, 2018, 15(3): 649—655.
- [14] GONG Y, HUANG B Q. Comprehensive Research into the Influence of Resin on Properties of Environmentally Friendly Water-based Ink[J]. Applied Mechanics and Materials, 2014(525): 15—22.
- [15] 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. The Influence of Surfactants on the Preparation and Properties of Color Paste for Water-based Ink[J]. Dyestuffs And Coloration, 2018, 55(4): 39—42.
- [16] LI J Y, WANG X F. Impact of Leveling Agents on the Film-forming Performance of Water-based Inks[C]// 4th China Academic Conference on Printing and Packaging (CACPP), Hangzhou Dianzi University, Lecture Notes in Electrical Engineering, 2016(369): 985—990.