

水基油墨清洗剂的研究及应用

王艳辉¹, 李兰辉¹, 钟云飞²

(1.美盈森集团股份有限公司, 广东 深圳 518107;

2.湖南工业大学 包装与材料工程学院, 湖南 株洲 412007)

摘要: **目的** 为提高水基油墨清洗剂的环保性和稳定性, 展开对水基油墨清洗剂的研究。**方法** 分析清洗剂的清洗机理, 选择多种表面活性剂进行复配实验, 确定表面活性剂复配组成的配方及比例, 利用配比实验确定助洗剂和防锈剂等助剂制备的工艺参数, 再通过表面活性剂和助剂复配实验, 优化油墨清洗剂的设计配方, 确定水基油墨清洗剂的制备工艺路线。**结果** 获得了水基油墨清洗剂的组成配方, 水的质量为 82 g, 脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸盐 (AES) 的质量为 9 g, 脂肪醇聚氧乙烯醚 (AEO-9) 的质量为 2 g, 氯化钠的质量为 2 g, 硅酸钠的质量为 1 g, 苯并三氮唑的质量为 1 g, 尿素的质量为 2 g, 三乙醇胺的质量为 1 g。**结论** 所配置的油墨清洗剂的净洗力、腐蚀性和防锈性等已达到规定标准, 可制备性能稳定的水基油墨清洗剂。

关键词: 水基油墨清洗剂; 乳化剂; 表面活性剂; 印刷油墨

中图分类号: TS206 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2020)09-0130-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.09.019

Research and Application of Water-based Ink Cleaning Agent

WANG Yan-hui¹, LI Lan-hui¹, ZHONG Yun-fei²

(1.MYS Group Co., Ltd., Shenzhen 518107, China; 2.School of Packaging and Material Engineering,
Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China)

ABSTRACT: The work aims to carry out a research on water-based ink cleaning agent, in order to improve its environmental protection and stability. On the basis of analyzing the cleaning mechanism of the cleaning agent, a variety of surfactants were selected for compounding experiment to determine the surfactant compounding formula and proportion. The ratio experiment was used to determine the preparation process parameters of auxiliary agents, such as detergent and rust inhibitor. Then, the design formula of ink cleaning agent was optimized to determine the preparation process route of water-based ink cleaning agent, through the compounding experiment of surfactant and auxiliary agent. The optimal formula was obtained: 82 g water, 9 g AES, 2 g AEO-9, 2 g sodium chloride, 1 g sodium silicate, 1 g benzotriazole, 2 g urea and 1 g triethanolamine. The cleaning force, corrosion and rust resistance of the ink cleaning agent reach the specified standards, so that the water-based ink cleaning agent with stable performance can be prepared.

KEY WORDS: water-based ink cleaning agent; emulsifier; surfactant; printing ink

收稿日期: 2019-09-24

基金项目: 深圳市科技创新委员会项目 (JSGG20170822100757740)

作者简介: 王艳辉 (1983—), 女, 助理工程师, 主要研究方向为包装材料及印刷技术。

通信作者: 钟云飞 (1975—), 男, 湖南工业大学教授, 主要研究方向为图像处理与印刷技术。

在“十三五”规划中重点指出,大力实施和推广绿色印刷,以源头削减为重点,提升绿色印刷实效和产业绿色发展水平。2019 年中国印刷业创新大会也以“聚焦绿色化”为主题,由此可见印刷业绿色化发展已成为行业重点关注的问题。在绿色印刷中原材料应用是实施绿色印刷的重要手段和措施,目前水性油墨和水性胶黏剂等绿色、环保的印刷原材料已逐步应用到印刷生产中,对推动绿色印刷发展起到关键作用^[1-2]。随着绿色印刷的继续深入,绿色印刷原材料应用已从主要印刷材料逐步发展到辅助印刷材料,如油墨清洗剂、润版液等。油墨清洗剂是印刷生产中最常用的一种辅助材料,主要用于清洗橡皮布、印版以及印刷设备等残留油墨,常用的油墨清洗剂主要以汽、煤油为主,清洗效果好、干燥快、价格低廉^[3]。传统油墨清洗剂安全性较差,汽、煤油易燃易爆,同时其 VOCs 含量高,对印刷操作人员的身体会产生一定危害,因此研究和开发绿色、环保、安全的油墨清洗剂,提升油墨清洗剂的环保性和安全性已成为绿色印刷下一步的发展重点方向^[4]。

在绿色、环保的油墨清洗剂研究方面,研究人员已逐步研发了半水基、植物油基和水基型油墨清洗剂^[5],用以逐步替代传统的有机溶剂油墨清洗剂。在半水基油墨清洗剂研究方面,主要以微乳型油墨清洗剂为主,胡鑫鑫^[6]、周雷^[7]、梁遂芳^[8]等先后对微乳型油墨清洗剂展开了研究和应用,通过研究油墨清洗剂的表面活性剂、乳化剂、助剂以及其他溶剂的组成配方和比例,完成微乳型环保油墨清洗剂制备;任明丹等^[9]对植物油基、水基、微乳型等油墨清洗剂进行了全面分析,通过分析现有油墨清洗剂优缺点,为油墨清洗技术的方向提供参考;李梅等^[10]在 D-柠檬烯基础上,通过与乙醇进行复配,获得了清洗性能更好的油墨清洗剂制备方法;在水基型油墨清洗剂研究方面,陈静静^[11]、单素灵^[12]、安红霞^[13]、吕路平^[14]等先后对水基油墨清洗剂的组成配方、制备工艺和应用展开研究,从单一表面活性剂、复配表面活性剂以及乳化剂等方面,对水基油墨清洗剂的制备展开了深入研究,以进一步提高水基油墨清洗剂的清洗能力和稳定性;刘腾等^[15]提出了环保型水基油墨清洗剂的制备方法,该方法以吐温-80 和十二烷基二甲基甜菜碱为主表面活性剂,通过表面活性剂、助剂等配比实验获得最佳组成配方完成水基油墨清洗剂制备,其净洗力可达到 99.8%。目前水基型油墨清洗剂还存在表面活性剂和乳化剂稳定性不够,单一的表面活性剂清洗效果不佳以及乳化剂的乳化效果不好等缺陷。

为了进一步提高水基油墨清洗剂的环保性和稳定性,对水基油墨清洗剂展开研究,通过分析清洗剂的清洗机理,选择多种表面活性剂进行复配实验,确定表面活性剂复配组成的配方及比例,利用配比实验

确定助洗剂、防锈剂等助剂的制备工艺参数,再通过表面活性剂和助剂复配实验,优化油墨清洗剂的设计配方,制备水基油墨清洗剂,通过实验验证水基油墨清洗剂的性能。

1 实验

水基油墨清洗剂主要以水为溶剂,以复配组合的表面活性剂作为主清洗剂,再辅以其他各种助剂,通过表面活性剂和助剂的协同作用,降低油墨在橡皮布、印版、印刷设备等表面的附着力,利用擦洗或者搅拌等物理过程,使油墨分散、乳化或溶解到清洗剂中,能有效清洗和去除油墨。水基环保型油墨清洗剂制备过程见图 1。

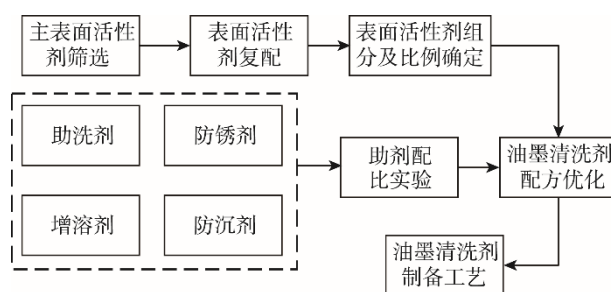


图 1 水基环保型油墨清洗剂制备过程

Fig.1 Preparation process of environmentally friendly water-based ink cleaning agent

1.1 表面活性剂

1.1.1 主表面活性剂

表面活性剂是水基油墨清洗剂的最重要组成成分,表面活性剂主要通过降低溶液的表面张力,使油墨乳化、分散和溶解到清洗剂中,清洗剂的表面张力越低,则油墨清洗剂的净洗力越高,因此选择合适性能的表面活性剂是制备油墨清洗剂的最关键部分。

为了筛选出最佳净洗力的表面活性剂,选择 5 种市面可售表面活性剂:脂肪醇聚氧乙烯醚系列(AEO-3、AEO-9)、烷基酚聚氧乙烯醚(OP-10)、十二烷基苯磺酸钠(LAS)、吐温-80、脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸盐(AES),利用单因素测试方法,将表面活性剂与水溶剂进行混合配比,测量混合溶液的表面张力及其变化情况,筛选出主表面活性剂。选择 PZ-E1-B 表面张力测试仪作为表面张力测试仪器,测试方法为白金板法,不同表面张力实验结果见图 2—3。

由图 2 可知,AES 水溶液的表面张力最低,表明 AES 能更好地降低溶液的表面张力,可选择 AES 作为主表面活性剂。同时,由图 3 可知,当溶液中 AES 质量分数达到一定比例后,即 AES 质量分数达到 7%~8%时,AES 水溶液的表面张力达到最低,随

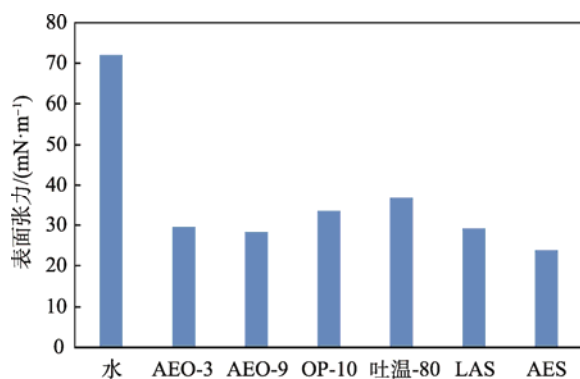


图2 不同表面活性剂表面张力实验结果

Fig.2 Experimental results of surface tension of different surfactants

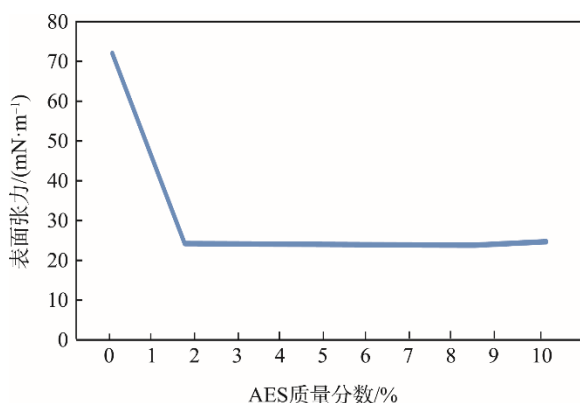


图3 不同比例 AES 溶液表面张力实验结果

Fig.3 Experimental results of surface tension of AES solution with different proportions

着 AES 的质量继续增加,由于部分 AES 未完全溶解,导致溶液的表面张力随 AES 质量的增加而升高,因此表面单一的表面活性剂对降低溶液表面张力作用有限,如需进一步提高清洗剂表面张力,需采用复配表面活性剂。

1.1.2 辅助表面活性剂

为提高油墨清洗剂的净洗力,采用双组分表面活性剂,通过复配实验确定乳化、清洗效果最好的表面活性剂组合,筛选得到与 AES 组合的辅助表面活性剂。

AEO-9 和 AES 组成的复配表面活性剂表面张力最低(见图4),这是由于 AES 为离子型表面活性剂, AEO-9 为非离子表面活性剂,两者混合后产生了混合胶团,降低了混合溶液的临界胶束浓度,从而更加降低了溶液的表面张力。

1.1.3 表面活性剂组成比例

针对筛选获得复配表面活性剂组分,进一步确定了双组份表面活性剂的组成比例。通过正交试验,筛选确定了复配表面活性剂的组成比例,采用净洗力来衡量复配表面活性剂的性能。正交试验结果见表1—2。

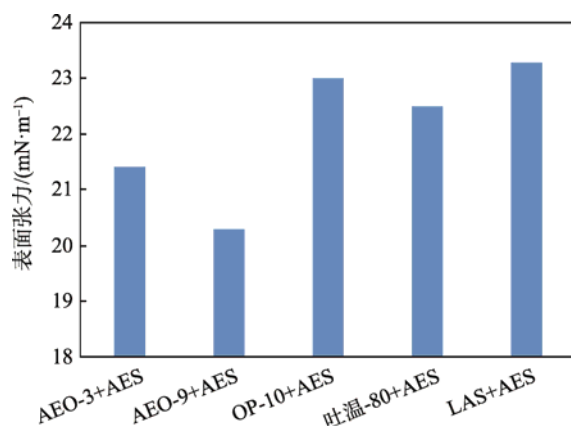


图4 不同类型表面活性剂复配实验结果

Fig.4 Experimental results of the compound of different surfactants

表1 复配表面活性剂的组分与比例水平

Tab.1 Compound surfactant composition and proportion level

水平	因素	
	AES 质量/g	AEO-9 质量/g
1	7	1
2	8	1.5
3	9	2
4	10	2.5

表2 组分混合表面活性剂的正交试验结果

Tab.2 Orthogonal test results of composite surfactants

序 号	AES 质量/g	AEO-9 质量/g	净洗力/ %	序 号	AES 质量/g	AEO-9 质量/g	净洗力/ %
1	7	1	88.3	9	9	1	92.5
2	7	1.5	89.1	10	9	1.5	93.4
3	7	2	89.3	11	9	2	94.8
4	7	2.5	89.8	12	9	2.5	94.3
5	8	1	90.1	13	10	1	93.5
6	8	1.5	90.8	14	10	1.5	93.8
7	8	2	91.2	15	10	2	92.9
8	8	2.5	91.5	16	10	2.5	92.2

1.2 助剂材料

为了进一步提升油墨清洗剂的稳定性和净洗力,还需要添加助剂材料,如助洗剂、防锈剂、增溶剂等,来增强油墨清洗剂的性能。

1.2.1 助洗剂

当无机盐与阴离子表面活性剂混合后,由于无机盐电离作用降低了表面活性剂极性,提高了表面活性。可以在清洗剂中加入适量的无机盐作为助洗剂,使清洗剂的清洗效率得到提升,因此选择氯化钠作为

无机盐助洗剂。

同时,为了调节和稳定清洗剂的 pH 值,需要在清洗剂中添加碱性助剂。碱性助剂不仅能够调节和稳定清洗剂中的 pH 值,还可以与表面活性剂混合后降低溶液表面的张力,并通过皂化效应降低油墨与印刷设备的结合力,提高了清洗剂的清洗能力。通过与表面活性剂进行复配实验,硅酸钠与表面活性剂, AES 和 AEO-9 组成的混合溶液,其净洗力可达到 90% 以上,因此选择硅酸钠作为碱性助剂。

1.2.2 防锈剂

使用水基油墨清洗剂时,因为主要溶剂为水,长期大量使用会对印刷设备产生一定的腐蚀,从而影响印刷设备的使用寿命,所以需要在水基油墨清洗剂中添加一定量的防锈剂,来降低油墨清洗剂对印刷设备的腐蚀。对几种防锈剂进行防腐蚀测试,通过实验数据可知,苯并三氮唑的防锈及防腐蚀性能良好,可选择苯并三氮唑作为油墨清洗剂的防锈剂。

1.2.3 增溶剂

在油墨清洗剂中,由于加入防锈剂、助洗剂以及其他助剂等,会导致表面活性剂的溶解性出现下降。虽然文中所选择的 2 种表面活性剂都具有良好的溶解度,但为了更好地保证表面活性剂在水中的溶解度,提升清洗剂的清洗力和溶液稳定性,选择尿素作为增溶剂加入到清洗剂中。通过实验发现,尿素是一种增溶效果明显的增溶剂,当其作为增溶剂加入到清洗剂溶液后,还可提升油墨清洗剂的清洗效率。

1.2.4 防沉积剂

为了保证油墨清洗剂的稳定性,还需要加入一定量的防沉积剂,使油墨清洗剂在低高温环境具有同样的清洗效率,防止清洗后的油墨再次吸附沉积在物体表面。综合防沉积剂性能和文献资料,选择三乙醇胺作为防沉积剂。三乙醇胺也是一种表面清洗剂,对油墨具有非常好的亲和力,与油墨以包裹形式结合,并使油墨均匀的分散在水溶液中,防止油墨与物体表面的再次吸附接触,因此三乙醇胺可有效保证油墨清洗剂的稳定性,同时还对清洗剂的清洗效率有一定提升。

1.3 水基环保型油墨清洗剂配置工艺流程

根据表面清洗剂和助剂材料的筛选实验,确定水基油墨清洗剂的各组成成分,并根据清洗力测试实验获得各组成成分的最佳比例。水基油墨清洗剂各组成成分及比例配方:水的质量为 82 g,脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸盐(AES)的质量为 9 g,脂肪醇聚氧乙烯醚(AEO-9)的质量为 2 g,氯化钠的质量为 2 g,硅酸钠的质量为 1 g,苯并三氮唑的质量为 1 g,尿素的质量为 2 g,三乙醇胺的质量为 1 g。

根据水基油墨清洗剂的组成成分及比例,制备获得水基环保型油墨清洗剂,具体制备工艺流程见图 5。

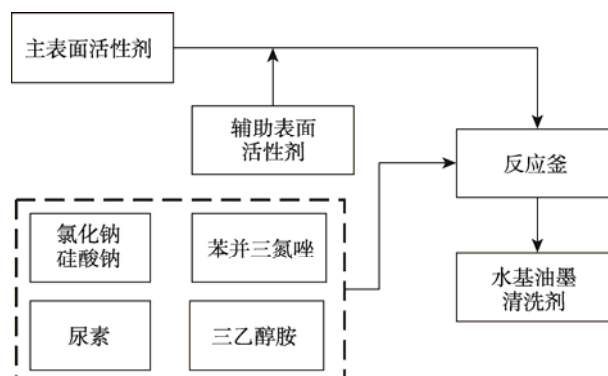


图 5 水基环保型油墨清洗剂工艺流程

Fig.5 Process flow chart of environmentally friendly water-based ink cleaning agent

2 实验结果及讨论

为了检验文中方法所配置油墨清洗剂的性能,从油墨净洗力、腐蚀性、发泡性、防锈性、稳定性等 5 个方面对油墨清洗剂性能进行测定,测试标准以《通用水基金属清洗剂》QB/TQ 2117—95 检测标准和要求执行。

2.1 净洗力测定

根据 QB/TQ 2117—95《通用水基金属清洗剂》,净洗效率的计算见式(1)。

$$P = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中: m_0 为原始质量, m_1 为油墨清洗前质量, m_2 为油墨清洗后质量。根据式(1)计算,水基油墨清洗剂的净洗力为 95.6%。

2.2 腐蚀性测定

根据 QB/TQ 2117—95,在标准检测条件下,将测试试片放置在配置好的油墨清洗剂中 2 h,洗净、称量、干燥后,试片质量的减少量即为油墨清洗剂的腐蚀量。根据实验测试,水基油墨清洗剂腐蚀性为 0.7 mg。

2.3 防锈性测定

根据 QB/TQ 2117—95,在标准检测条件下,将测试试片悬挂在配置好的油墨清洗剂中 30 s 后取出,擦净、干燥后将试片放置在相对湿度为 90% 的湿热器中,分别记录 24 h, 48 h, 72 h, 96 h 后试片的外观变化情况。实验结果显示,96 h 后,试片无锈点出现,油墨清洗剂防锈性能优异。

2.4 稳定性测定

根据 QB/TQ 2117—95, 在标准高低温检测条件下, 观察油墨清洗剂是否出现分层、沉淀和结晶。

2.5 发泡性测定

根据 GB/T 13173.6, 在标准测试条件下, 将 100 mL 油墨清洗剂从 90 cm 的高度倒入含有 50 mL 试液的刻度量管中, 测量 0, 5 min 后的泡沫高度, 即为油墨清洗剂的发泡性。

水基环保油墨清洗剂的性能指标见表 3。

表 3 油墨清洗剂指标检测表
Tab.3 Index test of cleaning agent for printing ink

序号	性能指标	标准要求	产品指标
1	净洗力	≥90%	95.6%
2	防锈率	无锈点	无锈点
3	发泡率	0 min 发泡高度 为 80 mm, 5 min 发泡高度为 20 mm	0 min 发泡高度 为 21 mm, 5 min 发泡高度为 0
4	腐蚀性	≤2 mg	0.7 mg
5	高温稳定性	均匀无分层	均匀无分层
6	低温稳定性	无结晶、沉淀	无结晶、沉淀
7	外观	清洗剂均匀无分 层、沉淀	均匀无分层、沉淀

3 结语

文中通过对表面活性剂、助洗剂、防锈剂等进行复配和正交试验, 获得了水基油墨清洗剂的组成配方及比例, 还获得了水基环保型油墨清洗剂的组成配方: 水的质量为 82 g, 脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸盐 (AES) 的质量为 9 g, 脂肪醇聚氧乙烯醚 (AEO-9) 的质量为 2 g, 氯化钠的质量为 2 g, 硅酸钠的质量为 1 g, 苯并三氮唑的质量为 1 g, 尿素的质量为 2 g, 三乙醇胺的质量为 1 g, 制备了性能稳定的水基油墨清洗剂。水基油墨清洗剂净洗力达到 95.6%, 防锈率和发泡率等性能指标均达到规定标准和要求, 有效地提高了油墨清洗剂的利用效率, 降低了油墨清洗的成本, 提升了印刷生产的环保性, 切实减少了油墨清洗对环境的污染。

参考文献:

- [1] 杨利嫻, 黄萍, 赵建国, 等. 我国印刷业 VOCs 污染状况与控制对策[J]. 包装工程, 2012, 33(3): 125—130.
YANG Li-xian, HUANG Ping, ZHAO Jian-guo, et al.

- Current Status and Control Strategies of VOC Emission from Printing Industry[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(3): 125—130.
- [2] WEI Wei, WANG Shu-xiao, HAO Ji-ming, et al. Projection of Anthropogenic Volatile Organic Compounds (VOCs) Emissions in China for the Period 2010—2020[J]. Atmospheric Environment, 2011, 45(38): 6863—6871.
- [3] 杨懋勋, 李小玉, 柳滢春, 等. 印刷油墨清洗剂的研究及开发进展[J]. 广东化工, 2008, 182(35): 61—63.
YANG Mao-xun, LI Xiao-yu, LIU Ying-chun, et al. Study and Development Progress in Printing Ink Cleaner[J]. Guangzhou Chemical Industry, 2008, 182(35): 61—63.
- [4] 李波, 满瑞林, 秘雪等. 水基型清洗剂的研究现状及发展趋势[J]. 清洗世界, 2017, 33(6): 30—38.
LI Bo, MAN Rui-lin, MI Xue, et al. Research Status and Development Trend of Water-based Cleaning Agents[J]. Cleaning Word, 2017, 33(6): 30—38.
- [5] 杨淑武, 樊兴虎, 丛龙康, 等. 环保型油墨清洗剂的研究进展[J]. 包装工程, 2017, 38(3): 73—77.
YANG Shu-wu, FAN Xing-hu, CONG Long-kang, et al. Research Progress of Environmental Ink-Cleaner[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(3): 73—77.
- [6] 胡鑫鑫, 林洁, 张庆, 等. 新型油墨清洗剂的研制及其应用研究[J]. 当代化工, 2011, 40(5): 454—456.
HU Xin-xin, LIN Jie, ZHANG Qing, et al. Preparation and Application of a Novel Type of Printing Ink Cleaner[J]. Contemporary Chemical Industry, 2011, 40(5): 454—456.
- [7] 周雷, 胡鑫鑫, 甘钊生, 等. 微乳型 OW 新型水溶性油墨清洗剂的研制及其应用[J]. 广东化工, 2013, 40(21): 1—2.
ZHOU Lei, HU Xin-xin, GAN Zhao-sheng, et al. Preparation and Application of a Novel Type of Printing Ink Cleaner[J]. Guangdong Chemical Industry, 2013, 40(21): 1—2.
- [8] 梁遂芳, 刘玉林. 环保节能型油墨清洗剂的开发[J]. 清洗世界, 2013, 29(3): 28—30.
LIANG Sui-fang, LIU Yu-lin. Development of Environment Protective and Energy Saving Ink Cleaning Agents[J]. Cleaning World, 2013, 29(3): 28—30.
- [9] 任明丹, 李涛, 任保增. 印刷油墨清洗剂的技术现状及发展趋势[J]. 河南化工, 2014, 31(2): 21—23.
REN Ming-dan, LI Tao, REN Bao-zeng. Technique Present Situation and Development of Printing Ink Cleaner[J]. Henan Chemical Industry, 2014, 31(2): 21—23.
- [10] 李梅, 葛朗. 橘子油清洗剂的研制及性能研究[J]. 日用化学工业, 2011, 41(6): 419—421.
LI Mei, GE Lang. Preparation of Cleaning Agent Containing Mandarin Oil and Its Performance[J]. China Surfactant Detergent & Cosmetics, 2011, 41(6): 419—421.

- [11] 陈静静, 蒋建平. D-柠檬烯油墨清洗剂的研究开发[J]. 化工时刊, 2009, 23(6): 41—43.
CHEN Jing-jing, JIANG Jian-ping. The Research and Development D-limonene Detergent for Printing Ink[J]. Chemical Industry Times, 2011, 41(6): 419—421.
- [12] 单素灵, 王双田, 沈一飞. 无泡水基印刷油墨清洗剂的研制及应用[J]. 清洗世界, 2010, 26(10): 33—37.
SHAN Su-ling, WANG Shuang-tian, SHEN Yi-fei. Preparation and Usage of Foam Less Water-based Detergent for Printing Ink[J]. Cleaning World, 2010, 26(10): 33—37.
- [13] 安红霞. 新型环保油墨清洗剂的研究[J]. 科协论坛, 2010(5): 84.
AN Hong-xia. New Environmental Ink Cleaning Agent[J]. Science & Technology Association Forum, 2010(5): 84.
- [14] 吕路平, 童国通, 李巍巍. 新型水性油墨清洗剂工艺研究[J]. 广州化工, 2015, 43(7): 70—71.
LYU Lu-ping, TONG Guo-tong, LI Wei-wei. The Preparation of a Novel Aqueous Printing Ink Cleaner [J]. Guangzhou Chemical Industry, 2015, 43(7): 70—71.
- [15] 刘腾, 郑元林, 武军, 等. 环保型水基油墨清洗剂的研究[J]. 包装工程, 2019, 40(7): 107—111.
LIU Teng, ZHENG Yuan-lin, WU Jun, et al. Environment Friendly Water Based Cleaning Agent for Printing Ink[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(7): 107—111.