

环保型油墨清洗剂的研究进展

杨淑武¹, 樊兴虎¹, 丛龙康², 张效林²

(1.陕西大风印务科技股份有限公司, 西安 710300; 2.西安理工大学, 西安 710048)

摘要: **目的** 通过研究环保型油墨清洗剂的研发进展, 为该类油墨清洗剂的技术升级开拓研究思路。**方法** 以半水基型油墨清洗剂和水基型油墨清洗剂为研究对象, 阐述了不同种类环保油墨清洗剂的去污效果、安全性、环保性和防腐性能, 并展望了环保型油墨清洗剂的未来发展趋势。**结论** 分析了不同种油墨清洗剂的优点和缺点, 得出植物油基油墨清洗剂和水基型油墨清洗剂在将来拥有广阔的应用和发展前景。**关键词:** 半水基油墨清洗剂; 水基油墨清洗剂; 乳化剂; 表面活性剂; 研究进展
中图分类号: TS802.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)03-0073-05

Research Progress of Environmental Ink-Cleaner

YANG Shu-wu¹, FAN Xing-hu¹, CONG Long-kang², ZHANG Xiao-lin²

(1. Shaanxi Dafeng Printing Technology Co., Ltd., Xi'an 710300, China; 2. Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

ABSTRACT: The work aims to research the R&D progress of environmental printing ink-cleaner, in order to explore the research strategy for the technology upgrading of such cleaner. Regarding semi-aqueous ink cleaner and aqueous ink-cleaner as the research objects, the effect of decontamination, security, environmental friendliness and antiseptic properties of different types of environmental ink cleaners were elaborated and the future development trend of environmental ink cleaners was forecasted. According to the analysis on the advantages and disadvantages of different ink cleaners, it concludes that plant oil-based ink cleaner and aqueous ink-cleaner will have broad application and development prospects in the future.

KEY WORDS: semi-aqueous ink cleaner; aqueous ink cleaner; emulsifying agent; surfactants; research progress

进入 21 世纪以来, 随着经济的高速发展, 印刷包装产品的产量和需求不断增加; 油墨是印刷包装产品生产过程中重要的消耗材料, 2015 年国内油墨消费量超过 30 万 t。由于印刷过程中经常涉及到油墨的清洗问题, 所以油墨清洗剂一直备受行业关注。印刷油墨是由颜料、连结料和各种助剂组成的稳定的粗分散体系, 其主要成分为油脂/合成树脂类有机物和着色剂类无机物^[1]。在印刷油墨清洗的过程中, 最主要的任务是去除牢固地附着在承印物表面的油脂类墨膜, 清洗剂的对墨膜的清洗效率是衡量清洗剂去污能力强弱的关键。早期印刷企业普遍使用是有机溶剂类油墨清洗剂, 其可以快速、彻底地清除油墨表面的成膜物质, 油墨的清洁效果很高。传统油墨清洗剂的主要成分为: 以汽油和煤油为主的矿物油和以芳香烃类、酮类和醚类等为主的有机溶剂^[2-3]。虽然, 传统

的油墨清洗剂的清洗效果好, 干燥速度快, 价格便宜, 生产工艺简单; 但也存在安全性差, 有机挥发物(VOC)含量高, 危害印刷工人的身体健康等缺点^[4-8]。这使得绿色环保、安全和高效的油墨清洗剂引起了人们越来越多的关注。

半水基型和水基型油墨清洗剂是在传统清洗剂加入适量的水或者完全用水替代有机溶剂而形成的。这使得半水基型和水基型油墨清洗剂中有机溶剂的含量大大降低, 降低了有机溶剂对墨辊和橡皮布的润胀作用, 减少了印刷设备的损伤; 降低了清洗剂的挥发性和闪点, 提高了清洗剂的环保性和安全性^[9-10]。文中综述了以半水基型和水基型油墨清洗剂为主的环保型油墨清洗剂的研究现状, 并展望了环保型油墨清洗剂未来的发展趋势。

收稿日期: 2016-08-01

作者简介: 杨淑武(1967—), 男, 陕西大风印务科技股份有限公司技术中心主任, 主要研究方向为包装印刷油墨及工艺。

1 半水基型油墨清洗剂

半水基型油墨清洗剂是在传统的油墨清洗剂中加入了适量表面活性剂、乳化剂和水,而形成乳状液的清洗剂^[11]。半水基型油墨清洗剂不仅具有环保、安全、高效等优点,还解决了传统清洗剂对纸毛、灰尘和颜料等无机物清洗效果差的问题^[11-12]。半水基型油墨清洗剂种类很多,其中油包水型油墨清洗剂、水包油型油墨清洗剂、微乳液型油墨清洗剂和植物油基型油墨清洗剂等 4 种半水基型油墨清洗剂的研究和应用范围最广。

1.1 油包水型(W/O)油墨清洗剂

油包水型油墨清洗剂是外相为有机溶剂(O),内相为水(W)的乳状液;其主要用于印刷机的胶辊和橡皮布的清洗过程。W/O 型油墨清洗剂能够克服传统清洗剂安全性差和污染环境等缺点。同时,对油墨具有良好的渗透、溶解和清洗效果,具有良好的应用价值^[13]。朱桂花等^[14-15]使用煤油、混合乳化剂和水制备了 W/O 型油墨清洗剂,研究表明,该清洗剂的清洗效果优于同等用量的汽油,对印刷机的墨辊具有优良的溶解、渗透和洗涤效果;此外产品生产工艺简单、成本低、易控制。

1.2 水包油型(O/W)油墨清洗剂

水包油型油墨清洗剂是内相为有机溶剂(O),外相为水(W)的乳状液。由于油被包裹在水中,所以该种清洗剂相比于 W/O 型清洗剂,有机溶剂的挥发性进一步降低,清洗剂分散性和润湿性更强,这使得 O/W 型清洗剂的去污能力增强,环保性提高。O/W 型清洗剂还具有生产成本低、生产工艺简单的优点,故成为了市场上主流清洗剂。王景平等^[16]使用包含酮、醇、醚和胺类的混合有机溶剂,混合乳化剂和水制备了 W/O 型油墨清洗剂,结果表明,当添加 6%(质量分数)的混合乳化剂,22%~26%(体积分数)的混合溶剂;乳化时间大于 30 min 时,清洗剂的性能较佳,安全性和稳定性也较优。李冰等^[17]制备了含有烷基酚聚氧乙烯醚(OP-10)、十二烷基苯磺酸钠(ABS-Na)、油酸钠和环保油溶剂的中性 O/W 型油墨清洗剂,该清洗剂去污效果好、安全环保,具有良好的应用价值。梁遂芳等^[18]选用了脂肪族烃类溶剂为主溶剂,含有乳化剂 OP-10 和脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠(AES)的复合乳化剂和适量的抗老化剂和防腐剂,制备环保型油墨清洗剂,结果发现,制备的清洗剂清洗效果和防腐性能良好,可完全替代以汽油为主要溶剂的传统油墨清洗剂。

1.3 微乳液型油墨清洗剂

微乳液型油墨清洗剂是研究者为了解决乳化型

清洗剂稳定性差的缺点,而采用微乳技术制备的油墨清洗剂。微乳液的粒径很小,尺寸在 10~100 nm 之间,具有超低的界面张力;所以,微乳液型清洗剂长时间放置也不会出现分层和破乳现象^[19]。周磊等^[20]和胡鑫鑫等^[21]制备了一种稳定性强、去污效果好、安全性高的微乳液型油墨清洗剂,该清洗剂在清洗温度为 25℃,清洗剂与水稀释体积比为 1:3 的情况下,对油墨的去除率可达到 100%;具有良好的经济效益和社会效益。马和平等^[22]研制了一种免稀释的微乳液型油墨清洗剂,改清洗剂的去污效果好,可替代传统的汽油和煤油清洗剂,安全性和防腐性能良好。吕路平等^[23]以航空煤油为原料,制备了一种微乳液型油墨清洗剂;当复合乳化剂的用量为 6%,搅拌速度为 400 r/min,乳化温度为 80℃和乳化时间为 60 min 时,清洗剂的清洗效果最好,稳定性最佳;另外,助溶剂异丙醇和助剂氢氧化钠的添加,也进一步改善了油墨清洗剂的清洗效果和稳定性。

2 植物油基油墨清洗剂

传统的半水基型油墨清洗剂溶剂的主要成分是以汽油或煤油为主的有机溶剂,这使其每年仍需要消耗大量的石油资源。虽然半水基型油墨清洗剂中有水的加入,但其仍然存在环保和安全隐患。为了解决环境污染问题和实现节能减排,研究者开始尝试用植物油来替代矿物油的使用^[24]。其中,从柑橘类果皮和植物精油中提取的 D-柠檬烯,因为具有极强的去污能力、无毒和可降解等优点,被广泛的使用在各种类型的工业清洗剂中^[25]。

蒋建平等^[26]以 D-柠檬烯为原料制备了一种植物油基油墨清洗剂,结果表明,该清洗剂的清洗效率高,对墨辊和橡皮布润张性小,VOC 排放低,腐蚀性低;另外,该清洗剂的回收率可达到 83%,可以循环使用。卫国^[27-28]使用大豆油为溶剂,ABS-Na 为乳化剂,制备一种新型的环保油墨清洗剂,有良好的阻燃效果和去污效果,对油墨中的有机物和无机物都有很高程度的清洗效果。研究表明,乳化条件和清洗剂中各成分的配比,对以 D-柠檬烯为溶剂的 O/W 型油墨清洗剂的清洗效果有显著的影响。李小玉^[29]使用 AEO-9 和油溶性的失水山梨醇脂肪酸酯(Span40)作为 D-柠檬烯清洗剂的乳化剂,获得的优化乳化条件为:室温下,搅拌速度为 5000 r/min, $m(\text{AEO-9}):m(\text{Span40})=2:1$,加料速度为 10 mL/min,加料完成后继续搅拌 10 min。李梅等^[30]研究表明,当 D-柠檬烯的质量分数为 20%时,复配的表面活性剂(K12 和 AEO-5)质量分数为 15%,D-柠檬烯与乙醇的质量比为 1:2 时,制备的清洗剂的清洗效果最佳,降解性能最佳,完全可以替代传统的油墨清洗剂。

3 水基型油墨清洗剂

半水基型油墨清洗剂是将油脂类溶剂和水混合形成的乳状液,虽然清洗剂中含有一定量的表面活性剂,但是半水基油墨清洗剂的稳定性较差,在使用和储存过程中难免出现分层和破乳现象,仍会逸出少量的油气,这给生产带来了巨大的安全隐患。表面活性剂可以降低油墨的表面能,削弱油墨与承印物的结合力,有利于油墨粒子的去除^[31-32]。主要成分为表面活性剂和一些化学助剂的水基型油墨清洗剂,彻底摒弃了挥发性有机溶剂的使用,排除了生产过程中的安全隐患,减少了石油资源的消耗,对环境保护和建设环境友好型社会具有重要的意义。

传统的水基型油墨清洗剂主要是添加无机碱性物质或者有机碱性物质为主,虽然,碱性的水基型感光油墨清洗剂具有去污效果好、成本低、工艺简单等优点,但也会造成环境污染,这极大的限制了它的应用。陈修宁等^[33]以氢氧化钠为主要原料,辅助添加适量的有机碱,制备了一种水基型感光油墨清洗剂;实验结果表明,碱性油墨清洗剂使感光油墨易清洗,加快了油墨的清洗效率,且无残留;通过添加合理的缓蚀剂,使油墨清洗剂对墨辊和橡皮布的腐蚀性降低。目前,使用的大多数水基型油墨清洗剂主要成份是表面活性剂和其他的功能性助剂,具有良好的渗透、润湿和溶解等功能^[34]。单素灵等^[35]研制出了一种用于墨辊和橡皮布清洗的无泡水基型油墨清洗剂,研究表明,含有磷酸酯和氢氧化钠的清洗剂与水以1:30稀释,对油墨的净洗率达到100%,其清洗速率优于国外的同类产品;这种清洗剂使用方便,安全性好,清洗过程不起泡,对金属无腐蚀性,可降解不污染环境。单素灵等^[36]还使用磷酸酯盐和碱性无机物为主要原料,制备的水基油墨清洗剂对难溶的固化油墨有极好的去污效果,对印刷机的上墨系统有保护作用;另外,该清洗剂对人体和环境也不会造成不良的危害,使用安全。

选择合适的表面活性剂和助剂能够提高水基型油墨清洗剂的溶解,渗透和乳化作用。王益民等^[37]选择了表面活性剂聚乙二醇辛基苯基醚(TrionX-100)和乳化剂油酸钠为原料,复配了2种助溶剂和缓蚀剂,制备了一种水基油墨清洗剂;获得清洗剂的最佳复配方案为TrionX-100质量分数为15%,油酸钠质量分数为60%、混合助溶剂(丁醇质量分数为15%、磷酸三丁酯质量分数为5%)、缓蚀剂(苯并三氮唑质量分数为0.5%、亚硝酸钠质量分数为4.5%),与水1:9混合;实验表明,该种清洗剂的清洗效果与传统的清洗剂相当,且更加安全和环保。刘杰^[38]在大量的表面活性剂中选出几种表面活性剂进行了双组份和三组份的复配实验,研究结果表

明,三组份复配的表面活性剂之间具有明显的协同增益的效果,去污效果最好;添加助剂苯并三氮唑、苯甲酸钠和乙二胺四乙酸四钠的水基清洗剂的各项指标都符合国家标准的规定,具有良好的应用前景。

4 结语

随着世界环保呼声的日益高涨,安全意识、环保意识和自我保护意识不断深入人心,传统的油墨清洗剂难以符合环境友好型社会的要求,必将逐渐被新型环保型油墨清洗剂所取代。半水基型油墨清洗剂和水基型油墨清洗剂作为环保型油墨清洗剂的代表,近年来受到全球印刷行业的高度关注。植物油基油墨清洗剂和水基型油墨清洗剂,完全摒弃了矿物油的使用,具有稳定性好、去污能力强、安全性高、低燃性等优点,是目前比较理想的环保型油墨清洗剂。但是,植物油基油墨清洗剂过高的生产成本和水基型油墨清洗剂较差的去污效果、干燥性能和防腐性能,大大限制了其应用范围。

综合环保型油墨清洗剂的发展现状,笔者认为油墨清洗剂的发展应该在以下几个方面加大研发力度:对于水基型油墨清洗剂,应研发或复配更加高效、稳定的表面活性剂和乳化剂,提高增溶与乳化效果,进一步改善清洗剂清洗效果;制备环保、高效的干燥剂、助溶剂、缓蚀剂等助剂,进一步优化助剂配方,提高清洗效率;植物油基油墨清洗剂原料广泛,应加大植物油基油墨清洗剂的研发力度,系统研究不同种类植物油基油墨清洗剂的清洗作用机理和实际效果,提高原料利用率,并降低植物油基清洗剂生产成本;积极寻求清洗剂完全“绿色”化技术,不仅考虑前端油墨清洗的绿色环保,还应该综合考虑油墨清洗剂清洗完成后形成废水的回收处理问题,切实减少对环境的污染。

参考文献:

- [1] 刘春格. 印刷油墨的现状与发展[J]. 印刷质量与标准化, 2010(11): 17—20.
LIU Chun-ge. The Status and Development of Printing Ink[J]. Printing Quality & Standardization, 2010(11): 17—20.
- [2] 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]. Hennan Chemical Industry, 2014, 31(2): 21—23.
- [3] 龚光芬, 徐祥兵, 王东波, 等. 新型印刷油墨清洗剂的研制[J]. 湖北化工, 2003(3): 21—22.
GONG Guang-fen, XU Xiang-bing, WANG Dong-bo, et al. The Study of a Novel Type of Printing Ink

- Cleaner[J]. Hubei Chemical Industry, 2003(3): 21—22.
- [4] 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.
- [5] 杨利娟, 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]. Package Engineering, 2012, 33(3): 125—130.
- [6] SALERNO S, TARTAGLIA R, GARZI S, et al. Application of the Method of Organizational Congruencies in Substituting Organic Solvents with Vegetable Agents for the Cleaning of an Offset Printing Machine[J]. Int J Occup Saf Ergon, 1998, 4(1): 97—106.
- [7] WEI W, WANG S, HAO J, 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.
- [8] SUTTON P, WOLF K, QUIN J. Implementing Safer Alternatives to Lithographic Cleanup Solvents to Protect the Health of Workers and the Environment[J]. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2009, 6(3): 174—187.
- [9] 肖潇. 工业清洗剂的研究现状与发展趋势[J]. 清洗世界, 2011, 27(7): 22—27.
XIAO Xiao. Research Status and Development Trend of Industrial Cleaning Agents[J]. Cleaning World, 2011, 27(7): 22—27.
- [10] 郝桂齐, 马超, 刘洪宏, 等. 微乳液型油墨清洗技术的研究[J]. 化工科技市场, 2010, 33(4): 25—27.
HAO Gui-qi, MA Chao, LIU Hong-hong, et al. Study on Micro-emulsion Type Cleaning Technology for Printing Ink[J]. Chemical Technology Market, 2010, 33(4): 25—27.
- [11] 覃小焕, 闫小武, 王丽莉, 等. 微乳液型油墨清洗剂的研制[J]. 应用化工, 2010, 41(10): 1858—1860.
QIN Xiao-huan, YAN Xiao-wu, WANG Li-li, et al. Preparation of Microemulsion-type Detergent for Printing Ink[J]. Applied Chemical Industry, 2010, 41(10): 1858—1860.
- [12] 徐婷. 油墨清洗剂的研制[J]. 化工科技市场, 2006, 29(6): 34—36.
XU Ting. The Study of Printing Ink Cleaner[J]. Chemical Technology Market, 2006, 29(6): 34—36.
- [13] 李倩. W/O 型油墨清洗剂的研制[D]. 西安: 西安理工大学, 2007.
LI Qian. Development of W/O Emulsion Type Printing Ink Cleaner[D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2007.
- [14] 朱桂花. 一种高效油墨清洗剂的研制[J]. 宁夏大学学报(自然科学版), 1999, 20(4): 347—348.
ZHU Gui-hua. Preparation of High-grade Cleaner for Printing Ink[J]. Journal of Ningxia University(Natural Science Edition), 1999, 20(4): 347—348.
- [15] 朱桂花, 吕硕. 油包水 W/O 乳化型胶印墨辊清洗剂的研究[J]. 石油化工应用, 2006(2): 15—17.
ZHU Gui-hua, LYU Shuo. Development of W/O Emulsion Type Printing Ink Cleaning[J]. Petrochemical Industry Application, 2006(2): 15—17.
- [16] 王景平, 杨庆浩. 新型油墨清洗剂的研究[J]. 包装工程, 2005, 26(5): 101—102.
WANG Jing-ping, YANG Qing-hao. Study on Preparation of a Novel Ink Cleaner[J]. Package Engineering, 2005, 26(5): 101—102.
- [17] 李冰, 宫晋英. D 相乳化法制备油墨清洗剂[J]. 清洗世界, 2014, 30(2): 46—48.
LI Bing, GONG Jin-ying. Preparation of the Ink Cleaner by D-phase Emulsification[J]. Cleaning World, 2014, 30(2): 46—48.
- [18] 梁遂芳, 刘玉林. OW 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.
- [19] 甘孟瑜, 揭芳芳. 微乳液技术研究进展及其在涂料中的应用[J]. 涂料工业, 2007, 37(2): 51—54.
GAN Meng-yu, JIE Fang-fang. Research Progress of Microemulsion and Its Application in Paints[J]. Paint & Coating Industry, 2007, 37(2): 51—54.
- [20] 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. Study on Preparation and Application of a Novel Type of Printing Ink Cleaner[J]. Guangdong Chemical Industry, 2013, 40(21): 1—2.
- [21] 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. Study on Preparation and Application of a Novel Type of Printing Ink Cleaner[J]. Contemporary Chemical Industry, 2011, 40(5): 454—456.
- [22] 马和平, 金燕子, 张晓娜. 一种性能优越的微乳型油墨清洗剂的研制[J]. 广东化工, 2013, 40(5): 49—52.
MA He-ping, JIN Yan-zi, ZHANG Xiao-na. Study on the Preparation of Micro-emulsion Type Detergent for Printing Ink Cleaner[J]. Guangdong Chemical Industry, 2013, 40(5): 49—52.
- [23] 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. Study on The Preparation of A Novel Aqueous Printing Ink Cleaner[J]. Guangzhou Chemical Industry, 2015, 43(7): 70—71.
- [24] BARTLETT I W, DALTON A J P, MCGUINNESS A,

- et al. Substitution of Organic Solvent Cleaning Agents in the Lithographic Printing Industry[J]. *Annals of Occupational Hygiene*, 1999, 43(2): 83—90.
- [25] 何有良. 浅谈 D-柠檬烯清洗剂的优势[J]. *中国设备工程*, 2016(6): 83—84.
HE You-liang. The Advantage of D-limonene Cleaner [J]. *China Plant Engineering*, 2016(6): 83—84.
- [26] 蒋建平, 陈静静. 环保微相油墨清洗剂的使用特性研究[J]. *包装工程*, 2009, 30(9): 103—104.
JIANG Jian-ping, CHEN Jing-jing. Study of Application Characteristics of Environmentally Friendly Micro-phase Ink Cleaning Agent[J]. *Package Engineering*, 2009, 30(9): 103—104.
- [27] 卫国. 新型环保油墨清洗剂: 中国, CN104804511A[P]. 2015.
WEI Guo. The Novel Environmental Printing Ink Cleaner: China, CN104804511A[P]. 2015.
- [28] 卫国. 一种环保型印刷油墨清洗剂: 中国, CN104804512A[P]. 2015.
WEI Guo. A Environmentally Friendly Printing Ink Cleaner: China, CN104804512A[P]. 2015.
- [29] 李小玉. 一种 O/W 乳化型油墨清洗剂的研制[J]. *江西化工*, 2008, 37(4): 128—130.
LI Xiao-yu. Study on the O/W Emulsion-type Ink Cleaner[J]. *Jiangxi Chemical Industry*, 2008, 37(4): 128—130.
- [30] 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.
- [31] GECOL H, SCAMEHORN J F, CHRISTIAN S D, et al. Use of Surfactants to Remove Water Based Inks from Plastic Films[J]. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2001, 189: 55—64.
- [32] 曹晓瑶. 表面活性剂在废旧新闻纸脱墨中的特性比选及应用[J]. *包装工程*, 2013, 34(21): 123—126.
CAO Xiao-yao. Selection and Application of Surfactant with Different Characteristics in Waste Newsprint Deinking[J]. *Package Engineering*, 2013, 34(21): 123—126.
- [33] 陈修宁, 黄志齐, 郝意, 等. 感光油墨清洗剂: 中国, CN104845435A[P]. 2015-8-19.
CHEN Xiu-ning, HUANG Zhi-qi, HAO Yi, et al. Photosensitive Ink Cleaner: CN, 104845435A[P]. 2015-8-19.
- [34] 何勇, 钱建平. 一种新型的水基清洗剂: 中国, CN103602138A[P]. 2014-2-16.
HE Yong, QIAN Jian-ping. A Novel Aqueous Ink Cleaner Agent: CN, 103602138A[P]. 2014-2-16.
- [35] 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.
- [36] 单素灵, 白剑利, 王双田, 等. 一种水基油墨清洗剂: 中国, CN101760072B[P]. 2011.
SHAN Su-ling, BAI Jian-li, WANG Shuang-tian, et al. Aqueous Ink Cleaner Agent: CN, 101760072B[P]. 2011.
- [37] 王益民, 沈丽, 张志众. 水基油墨清洗剂的研制[J]. *包装工程*, 2008, 29(2): 197—198.
WANG Yi-min, SHEN Li, ZHANG Zhi-zhong. Preparation Water-based Detergent for Printing Ink[J]. *Package Engineering*, 2008, 29(2): 197—198.
- [38] 刘杰. 环保型印刷油墨清洗剂的开发[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2014.
LIU Jie. Research on Environmental Cleaning Agents for Printing Ink[D]. Nanjing: Nanjing University of Information Science & Technology, 2014.