

水性油墨在凹版印刷中的应用研究

贾春江, 陈广学, 李效周, 赵磊

(华南理工大学 制浆造纸国家重点实验室, 广东 广州 510640)

摘要: 介绍了水性油墨的基本成份和特性, 并通过水性油墨与常规溶剂型油墨的对比, 详细阐述了水性油墨在凹版印刷中的优势以及在未来包装印刷发展中的地位, 并对凹印水性油墨现阶段存在的问题以及改进措施做了探讨, 指出了凹版水性油墨研发与应用的方向。

关键词: 水性油墨; 凹版印刷; 溶剂型油墨

中图分类号: TS802.3; TS83

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2011)01-0032-04

Research on the Applying of Water Based Ink in Rotogravure Printing

Jia Chunjiang, Chen Guangxue, Li Xiaozhou, Zhao Lei

(State Key Laboratory of Pulp and Paper Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: The composing and characteristics of water-based ink are introduced, and from the comparing of water-based ink and solvent-based ink, the superiority and status of water-based ink in the future are expatiated. Meanwhile the current problems and some ways to improve the ink are discussed, and the directions of applications and developments are also put forward.

Key words: water based ink; rotogravure printing; solvent based ink

0 引言

随着全球性环境污染和生态环境破坏程度的加剧, 人们越来越关注生命, 关注环境与人类的发展, 提倡生产和使用绿色产品。凹版印刷(以下简称凹印)作为食品、药品包装印刷的主要印刷方式, 直接关系到环境保护与人类生活的健康。因此, 可以预见, 随着凹印的迅速发展, 凹版水性油墨也将成为未来凹印的重要研究领域。

目前, 国内塑料凹版油墨以溶剂型油墨为主, 几乎占到凹印油墨总量的50%。高挥发性溶剂含有芳香烃, 既有毒又易燃, 但由于凹印速度快, 必须使用挥发性强的油墨才能满足印刷要求, 这就使得凹印的环保问题在所有印刷工艺中尤为突出。而凹版水性油墨

是由水做溶剂制成的环保型液体状油墨, 具有不燃, 不爆, 无毒, 无刺激性气味, 墨性稳定, 色彩鲜艳, 不腐蚀印版, 操作简便, 印刷成本低, 印后附着力好等特点。但同时也存在着干燥能耗高, 干燥效率低等不足。因此, 笔者在此拟对水性油墨在凹印中的应用优势及其未来在包装发展中的地位加以阐述, 同时将对凹印水性油墨现存的问题及解决问题的方法进行研究及探讨。

1 水性油墨概述

水性油墨与油性油墨的主要区别在于所使用的溶剂不同: 水性油墨以水为溶剂, 溶剂排放量较少, 对环境污染较小; 而油性油墨主要采用苯类等有机溶

收稿日期: 2010-12-09

作者简介: 贾春江(1980-), 男, 新疆乌苏人, 广东轻工职业技术学院讲师, 华南理工大学研究生, 主要研究方向为凹版印刷设备及油墨干燥, E-mail: userjcj@126.com

剂,对环境污染较严重,同时,印刷品中残留的溶剂对使用者的健康也会有影响。

水性油墨最早出现在20世纪60年代中期,由于环境保护的要求和石油原材料的紧张,一些发达国家逐步限制使用石油产品用于制造印刷油墨,因而,人们开始了水性油墨的研究和应用。最初,水性油墨主要使用糊精、虫胶、酪素木质酸钠等物质作为连接料,用于一般书籍、杂志等低档印刷品,在一些瓦楞纸印刷等印刷性能要求低的行业也开始使用。到了20世纪60年代末期,随着材料科学的发展,松香改性马来酸树脂的合成技术取得成功,取代了虫胶、酪素等材料,成为水性油墨的主要连接料,从而基本满足了当时印刷的需要。到了20世纪70年代,由于大气污染成为世界性的问题,为了应对日益严重的环境问题,各国油墨研发人员又研制出以苯乙烯-丙烯酸共聚树脂为连接料的新一代水性油墨^[1]。

1.1 水性油墨的分类

按连接料的不同,水性油墨可分为水溶性、碱溶性和扩散型3类。目前研制与开发使用较多的是碱溶性油墨^[2]。

1.1.1 水溶性油墨

水溶性油墨连接料包括聚乙烯醇、羟乙基纤维素和聚乙烯吡咯酮等。这类连接料可以永久地被水溶解,配制的油墨只能应用于不接触水的场合。

1.1.2 碱溶性油墨

碱溶性油墨连接料是一种酸性树脂的碱溶液,加入适量的氢氧化铵,两者化学作用后形成可溶性树脂盐,在油墨干燥过程中,氨挥发后使油墨变成不溶于水的物质。

1.1.3 乳液型油墨

乳液型油墨连接料是悬浮在水中的细小树脂粒子,称为乳液或乳胶。乳胶与溶解的树脂相比,其优点是密度高而黏度低,可形成高质量的薄涂层。乳胶可包含相当大的聚合物分子,涂层硬,耐磨,耐热,黏附性好;缺点是印刷较困难且难以清洗。

1.2 水性油墨的组成及对油墨性能的影响

水性油墨通常由树脂、溶剂、色料以及各种助剂组成,各组成部分对油墨的性能都有一定的影响。水性油墨各组成部分及其对水性油墨性能的影响如表1所示。

在油墨中,树脂、色料和溶剂占油墨组分的95%,其余各种助剂所占比例约为5%,由表1中可以看出,树脂、色料及溶剂是油墨的主体部分,它们共同决定油墨的基本属性,而各种助剂所占比例较少,其主要作用在于改善水性油墨的综合印刷性能。因此,水性

油墨印刷适性的研究应根据性能要求的不同,恰当选择材料。

表1 水性墨组成及性能分析表

Table 1 Analysis table of water based ink composing and characteristics

油墨组分	主要成分	对油墨性能的影响
树脂	硝化纤维素、丙烯酸树脂、聚酯类树脂、环氧树脂、醇酸树脂、虫胶、干酪素等	在油墨中主要起连接料的作用,使油墨具有一定的流动性,并提供与承印物材料的黏附力,使油墨能在印刷后形成有一定光泽度的均匀膜层
溶剂	水性油墨以水为主导溶剂,同时还添加一定数量的醇。常用的醇类溶剂有乙醇、异丙醇等	溶剂的作用是溶解树脂,调整黏度,调节干燥速度和促进承印物表面的润湿等,使油墨具有一定的流动性,在印刷过程中能够顺利地实现转移。醇类有助于提高油墨的稳定性,加快油墨的干燥速度、降低表面张力,异丙醇还能起到防止水性油墨气泡的作用
色料	水性油墨中的色料主要采用能溶解于溶剂的染料或分散于连接料的颜料,包括碱性染料、耐光染料、三苯甲烷染料、耐光酒精溶剂染料、酸性染料等	油墨中的色相主要取决于色料,色料是以分子或微粒状态均匀地分布在连接料中,色料成分能够对光线产生吸收、反射、折射和透射作用,因此能够赋予油墨一定颜色
助剂	常用助剂主要有pH值稳定剂、慢干剂、消泡剂、润滑剂、表面活性剂、交联剂、粘附促进剂、杀菌剂、碱性物质、增稠剂、氧化剂、增塑剂、冲淡剂、除味剂、释放剂等	水性油墨的助剂主要改善油墨的综合性能,从而提高油墨印刷适性。例如:改变油墨pH值,调整油墨干燥速度,消除油墨中泡沫,增加表面活性等

1.3 凹印水性油墨的应用

凹印水性油墨作为一种环保油墨广泛应用于食品、药品及烟酒类包装印刷领域,其无溶剂挥发、无溶剂残留的环保特性得到了业界的广泛认可,从而成为目前各种油墨中唯一经过美国食品药品协会认可的无毒油墨。

由于凹印水性油墨自身的特点,在使用过程中还存在一些有待解决的问题,最主要的问题有二:一是与之配套的印刷设备问题,二是对承印物有特殊的要求。其中,印刷设备方面,为解决水性墨挥发速度慢的问题,需提供高效的油墨干燥装置,从而实现水性墨高速工业化生产。而在现阶段,国内水性油墨凹印设备的印刷速度只有30~100 m/min,远低于溶剂型200

m/min 的印刷速度。在承印物方面, 早期的水性油墨在印刷塑料薄膜承印物时还需要电晕处理, 以改变承印物表面的张力, 从而改善水性油墨的附着力; 随着技术的不断进步, 水性油墨承印材料几乎已不再需要电晕处理^[3]。

2 凹印水性油墨与溶剂型油墨的对比分析

当前, 随着水性油墨及相关配套设备的不断成熟, 水性油墨在凹印中的应用越来越广泛。在我国, 水性油墨凹印从早期不足 3% 的市场份额发展到现今已接近 15%, 而在欧美国家, 凹印油墨中水性油墨所占的比例约为 80%。由此可以预见, 随着环保法规的健全及环保意识的加强, 以及水性油墨技术及水性油墨印刷设备的改进, 水性油墨的市场将会有爆发式的增长。因此, 下面就水性油墨与溶剂型油墨的各项技术指标进行对比分析, 以期扩展水性油墨的应用及发现水性油墨未来技术的发展方向^[4]。

2.1 印刷适性

本文测试所使用油墨均为国产油墨, 测试方法按照国标规定方法测试。油墨的印刷适性主要包括着色力、光泽、黏度、初干性、彻干性、附着牢度及揉搓牢度等。所有测试数据列于表 2 中, 且所有数据均为 25℃ 条件下测定。该表亦为水性油墨与溶剂型油墨印刷适性对比分析表^[5]。

表 2 水性墨与溶剂型油墨性能分析表

Table 2 Analysis of the quality of water based ink and solvent based ink

油墨种类	着色力 / %	光泽	黏度 / s	初干性 / mm ² (30 s) ⁻¹	彻干性 / s	附着牢度	揉搓牢度
溶剂型油墨	98	很大	20	9	88	好	好
水性油墨	100	很大	<10	16	205	好	好

从表 2 中可知, 在印刷适性方面, 水性油墨已基本达到了溶剂型油墨的技术指标, 在部分指标上甚至超过了溶剂型油墨。同时, 主要的问题是油墨的干燥性能, 包括初干性和彻干性。由于油墨自身性能及干燥方法不完善, 现阶段国内水性油墨的干燥性能还有待进一步提高。

2.2 油墨成本

成本是企业最为关注的一项指标, 没有合理的成本优势, 任何先进的技术都很难在市场上得到广泛使用。本文仅从水性油墨与溶剂型油墨的用量与单价方面做一个对比, 给出两种油墨在成本上的区别, 如表 3 所示。

表 3 水性油墨与溶剂型油墨成本对比

Table 3 Comparing of cost between water based ink and solvent based ink

油墨种类	油墨用量 / (g · m ⁻²)	油墨单价 / (元 · kg)	油墨成本 / 元
溶剂型油墨	4	25	100
水性油墨	3	35	105

从表 3 可看出, 在油墨单价上水性油墨价格远高于溶剂型油墨, 几乎是溶剂型油墨的 1.5 倍; 但在用量上, 由于水性油墨颜料的特性, 水性油墨用量通常只有溶剂型油墨用量的 75% 左右。综合来算, 水性油墨的使用成本虽略高于溶剂型油墨, 但价格差异并不明显。

2.3 节能环保

节能环保方面主要考虑单位印刷品能量消耗、有机溶剂挥发量、溶剂残留及各种有机溶剂的使用量。2 种油墨节能环保参数参考表 4 (表中数据均以 10 000 张 A4 幅面纸张为例)。

表 4 水性油墨与溶剂型油墨能耗对比

Table 4 Comparing of energy consume between water based ink and solvent based ink

油墨种类	能耗 / kW · h	有机溶剂挥发量 / kg	溶剂残留量 / g	有机溶剂使用量 / kg
溶剂型油墨	17	0.5	4	≈ 0.5
水性油墨	25	≈ 0	≈ 0	≈ 0

从表 4 中可知, 水性油墨在干燥能耗方面略高于溶剂型油墨, 但在有机溶剂排放和溶剂残留方面则远远低于溶剂型油墨, 几乎无溶剂挥发和残留, 而在有机溶剂助剂的使用量上, 水性油墨也有明显的优势。由此可知, 未来水性油墨的研究方向之一将是如何实现低能耗、高效率的干燥。

3 凹印水性油墨现存的问题及解决途径

如前所述, 凹印水性油墨具有无溶剂挥发, 光泽度高, 不易燃, 不易爆及墨性稳定等优点。但在印刷生产过程中, 水性油墨的干燥效率低且干燥能耗较高仍然是现阶段限制其大量使用的关键因素。本文从油墨自身组成成分及印刷设备两个方面分析影响油墨干燥的因素, 并探讨解决油墨烘干的途径。

水性油墨是由树脂、溶剂、助剂和色料等组成, 其中树脂、溶剂和助剂都会影响油墨的干燥速度。其中, 常用调稀树脂有 2661-86-2p, 2661C-1, 60-4, 63-1, 在水性油墨中加入不同的树脂对油墨的干燥性能有不同的影响, 使用 2661-86-2p, 60-4, 63-1 或其中任意 2 者

组合,油墨干燥速度较快,而使用2661C-1油墨的干燥性能较差;在溶剂的选择上,调整助溶剂与去离子水的比例可改变油墨的干燥速度,通常增大助溶剂的比例可加快油墨干燥;在助剂方面,增稠剂和pH值都会对油墨的干燥产生影响。其中,增稠剂的增加会提高油墨黏度,同时降低油墨的干燥速度。油墨pH值通常控制在8~9.5,在弱碱性范围内,增大油墨的pH值将会降低油墨的黏度,从而使油墨的初干性得到降低^[6]。

水性油墨的干燥主要采用热风干燥,影响干燥的主要参数包括热风速度、热风温度、干燥时间等。其中,干燥时间是决定干燥效果的关键因素之一,因此,选择合理长度的烘干箱是保证烘干质量的有效途径之一。当前,单面塑料凹版印刷机的烘干长度在1.6~2.8 m,具体尺寸选择根据印刷机设计印刷速度确定。热风温度和热风速度是油墨干燥的2个主要参数,在保证承印物不变形,油墨不结皮的前提下,油墨的干燥速度与热风温度成正比。热风速度是影响油墨干燥的另外一个重要因素,油墨干燥速度与热风速度成正比。但热风速度过高会引起承印物的剧烈抖动,严重影响印刷套准。因此,在印刷机设计过程中,要综合考虑印刷机尺寸、热风温度与速度之间的平衡,合理选择设计参数,以达到能源利用的最大化,印刷工艺的简单化,从而在印刷材料和印刷过程2个方面都实现低排放、低能耗的环保要求。

因此,现阶段凹印水性油墨主要的问题集中在干燥速度低的问题上,而要解决干燥问题,主要的研究工作集中在油墨成分的改善和印刷设备结构的优化上。通过改善油墨成分可提高油墨的干燥性能,而良好的机械结构能够提高干燥效率,节约能源。

4 结语

综上所述,凹印水性油墨在使用性能上已取得了巨大的进步,尤其在着色力、附着牢度以及光泽度等方面,甚至超过了溶剂型油墨的性能。此外,水性油墨本身是一种环保型油墨,无溶剂挥发,无溶剂残留,尤其适用于食品、药品包装印刷。因此,水性油墨的开发是符合市场要求的,也是能够适应市场需求的。但是,现阶段水性油墨的开发还存在一些不足,例如,油墨干燥速度慢,干燥能耗高,生产效率低,成本高

等,这些也是未来凹印水性油墨研究需要解决的问题。因此,凹印水性油墨是一种环保健康的油墨,也是一种能够具备良好印刷适性的油墨,但还需要印刷科研人员进一步改善油墨性能,降低油墨价格,以更好地适应市场需求。

随着工业经济的快速发展和人口的剧增,世界环境与气候面临越来越严峻的挑战。包装与印刷行业存在着一定的排放与污染问题,由于它与人们日常生活密切相关,在未来的发展过程中,更应该在节能减排、污染控制等方面积极努力,为保护环境和保证人们健康生活作出贡献。

参考文献:

- [1] 颜梅. 新型水性油墨的研究[D]. 西安: 西安理工大学, 2006.
Yan Mei. Research on the New Type of Water-Based Ink[D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2006.
- [2] 陈荣夫. 中国的绿色印刷[J]. 海德堡媒体技术, 2006(1): 15-53.
Chen Rongfu. Green Printing in China[J]. Heidelberg Media Technology, 2006(1): 15-53.
- [3] 廖少华. 水性油墨废水处理技术的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008.
Liao Shaohua. Study on Water-Based Ink Wastewater Treatment Technology[D]. Yangling: Northwest A&F University, 2008.
- [4] 崔春芳. 水性油墨工业的发展趋势[J]. 中国防伪报道, 2008(4): 36-46.
Cui Chunfang. The Developing Trend of Printing Industry[J]. China Anti-Counterfeiting Report, 2008(4): 36-46.
- [5] 凌云星, 马禾. 塑料薄膜凹版水性印刷油墨: 中国, 0057929.3[P]. 2010-08-04.
Ling Yunxing, Ma He. Water-Based Ink for Rotogravure Printing: China, 0057929.3[P]. 2010-08-04.
- [6] 孙加振, 魏先福. 影响塑料水性凹印油墨干燥性因素的研究[J]. 包装工程, 2010, 31(17): 118-120.
Sun Jiazhen, Wei Xianfu. Study on the Influencing Factors of Dryness of Plastic Aqueous Gravure Ink[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(17): 118-120.

(责任编辑: 蔡燕飞)