

A Study on Black Ink-Jet Ink Application Performance

Xian Leng, Bing-rong Cui, Lu-hai Li*, Peng Du, Wen Zhao, Xu-wei Hu

¹Laboratory of printing & Packaging Material and Technology-Beijing Area Major Laboratory, Beijing Institute of Graphic Communication, Beijing, China
Email: liluh6@yahoo.com.cn

Abstract: In order to analyze the connection between constitution and printing performance of black inkjet ink, experiments about printability by printing different black inks on different substrates were carried out. Making use of EpsonR230 piezoelectric inkjet, pigment type and dye type black ink were printed on various substrates (swellable photo paper, porous photo paper, coated off-set paper, PP, xuan paper, film) separately. Proliferation, infiltration and distribution of ink droplet on those substrates were observed with digital microscope. Samples' water fastness and light fastness were studied through the change of color density with corresponding experiments. Printability was evaluated subjectively. Considering ink constitution and substrates structure, comparison and analysis of printability with different black inks on substrates of diverse support body were investigated. The result indicates: Both black inks can reach high color density in the special-purpose photo paper, and acquire relatively clear writing picture edge, advanced water fastness and light fastness. On coated off-set paper and swellable paper, the performance of dye type is inferior to that of pigment type; Xuan paper reaches low density and shows minor difference between using two different inks.

Keywords: inkjet printing; ink; special-purpose photo paper; Xuan paper; printability

黑色喷墨墨水应用性能的研究

冷 娴, 崔秉荣, 李路海*, 杜 鹏, 赵 文, 胡旭伟

北京印刷学院, 北京, 中国, 102600

Email: liluh6@yahoo.com.cn

摘 要: 为了分析黑色喷墨墨水构成与应用性能的关系, 进行了部分黑色喷墨墨水在不同打印介质上的打印性能研究。使用 EpsonR230 压电式喷墨打印机, 选择颜料型和染料型黑墨, 分别在不同的承印介质如膨润型相纸、间隙型相纸、铜版纸、PP 背胶、宣纸、胶片等上进行喷墨打样, 测试了样品墨水扩散、洇墨、缺墨、分布等性能。用数码显微镜观察了墨滴表面扩散形貌; 借助耐水和耐老化试验, 通过测试色密度变化, 分析了样张的耐水性和耐光色牢度; 主观评价了样张打印质量, 研究了承印材料介质的表面性能对打印效果的影响。从墨水构成和承印介质结构等方面, 对比分析不同墨水在不同支持体表面的打印测试结果。结果表明: 两种黑墨在专用相纸上色密度高、文字图像边缘清晰、耐水和耐光性较好; 在铜版纸和膨润纸上染料墨的清晰度不如颜料墨; 宣纸上打印密度低, 两种墨水在其表面打印效果差别不大。

关键词: 喷墨打印; 墨水; 专用相纸; 宣纸; 打印性能

1 引言

喷墨打印是数字印刷技术的重要组成部分, 运用日益广泛。喷墨墨水中年产量最高的黑色喷墨墨水, 其在稳定四色叠印阶调、黑白文档打印、国画复制等领域起

着重要作用。喷墨打印介质种类多样, 吸墨原理各异。喷墨成像的质量是墨水与承印物相互作用的体现。实际应用中, 不同的需求领域对成像质量要求不尽相同。为了对比黑色墨水在不同承印介质上的应用性能, 选择颜料型和染料型黑色喷墨墨水在七种不同材质上的打样, 并进行耐水和耐老化实验, 分析墨水和承印材料对打印效果的影响。

资助信息: 北京市教委重点科研项目暨北京市自然科学基金(B类)项目(KZ200910015001); 北京市属高等学校人才强教深化计划资助项目-创新人才(2009)资助项目(PHR·IHLB)(PXM2009-014223-077341); (PHR200909124)。

2 实验

2.1 实验仪器

压电式喷墨打印机 (Epson R230) ; 分光密度计 (X · Rite 528, 美国爱色丽公司) ; 气候老化试验箱 (Xenotes Alpha, 美国亚太拉斯有限公司) ; 数码显微镜 (AnMo Electronics公司) 。

2.2 原材料

选择两种黑色喷墨墨水和七种打印材料为研究对象, 见表 1。

Table 1. A list of experimental materials

表 1. 实验材料一览表

实验材料&编号	来源	特点
颜料型黑墨	艺美佳	颜料颗粒 (如炭黑) 分散在特殊的溶剂中, 形成悬浮溶液。优点是耐水、耐光。
染料型黑墨	自制	染料分子全部溶解在溶剂中。色彩鲜艳, 但不防水、不耐刮, 褪色快。常用黑染料为 C.I.食品黑 2、C.I.直接黑 19、C.I.溶剂黑 3、C.I.溶剂黑 27、C.I.直接黑 168、C.I.溶剂黑 45 等。
1# 128g 铜版纸	联创佳艺	铜版纸又称涂布印刷纸, 涂布由白色颜料 (如高岭土)、胶黏剂 (如聚乙烯醇) 和添加剂等组成, 表面白度高、光泽度高、平滑, 适于印刷高档纸制品。
2# 260g 高光相纸	联创佳艺	属间隙型相纸, 吸墨方式为涂层微孔吸附, 具有照片级的成像质量。
3# 膨润型相纸	联创佳艺	以原纸为纸基, 吸墨方式为聚合物吸水膨胀和自然挥发, 色泽鲜艳, 但干燥速度较慢, 容易堆墨。
4# PP 背胶	联创佳艺	以 PP 合成纸为基材, 涂布吸墨涂层制成, 防水性能优异, 比重轻, 强度大, 背面经背胶加工, 可以粘贴展示, 为喷墨通用耗材。
5# 生宣纸	联创佳艺	没有经过矾水加工的, 吸水性和渗水性强, 遇水即化开, 易产生丰富的墨韵变化。
6# HP 胶片	联创佳艺	膨润型介质, 以 PET 为底基, 用作幻灯片、灯箱广告等。
7# Epson 胶片		

为记录方便, 喷打染料墨的样张在编号前加 D, 喷打颜料墨的样张在编号前加 P, 如 “D1” 表示铜版纸染料墨样张, 依次类推。

2.3 实验方法

设计测试样张: 用 AutoCAD 制作 “测试样张”, 包括色块、文字、色调梯尺和用来检测各方向精度的类似传统印刷中质量检测星标 (由指向圆心的楔形实地和空白交错组成) 的矢量图形, 样张见图 1。

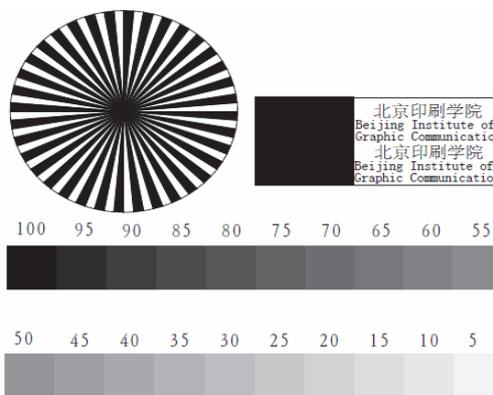


Figure 1. Test Chart

图 1. 测试样张

耐水性性能测试: 参照喷墨墨水的行业标准 QB/T 2730, 分别将 P1-P7, D1-D7 样张进行耐水性测试。取两块大小适中的玻璃片, 用去离子水冲洗干净, 将两片用去离子水浸透的滤纸放贴在一块玻璃片上, 再将各类大小为 20 mm × 50 mm、含色块和文字的打印样品置于滤纸上, 取另一张用去离子水浸湿的滤纸覆于其上, 盖上另一玻璃片, 上方加 1 kg 砝码, 持续 24 h 后取出, 在室温下自然干燥后测试密度变化, 并与原样比较, 观察字迹是否清晰, 色块是否均匀, 有无溶色、褪色现象。

耐老化性能测试: 采用 Xenotes Alpha 气候老化试验箱对样张的耐光和耐候性能进行模拟实验。设置模式为光照度 80 lm/m², 黑板温度 40°C, 湿度 45% RH。将样张放入老化仪 6 小时, 每两小时测试一次色密度变化。

3 实验结果讨论

3.1 样张实地密度分析

分别测量在七种承印材料上打印颜料型和染料型黑色喷墨墨水得到的实地色块密度, 作柱状图如下:

由图 2 可见, 染料墨和颜料墨的实地密度差别在 0.1100~0.9175 之间, 大部分颜料样张实地密度比染料样张高, 这与着色剂与材质的作用机理有关。颜料颗粒大, 聚集在承印介质的涂层表面, 堆积紧密导致密度稍高; 而染料分子随溶剂在承印介质表面渗透、扩散开来, 留在表面的染料少, 造成实地密度相对较低。铜版纸、PP 背胶和 Epson 胶片吸墨量有限, 导致堆积的染料在承印介质表层挥发干燥, 所以能得到较高的实地密度。因为实地部分密度越高, 在单色印刷

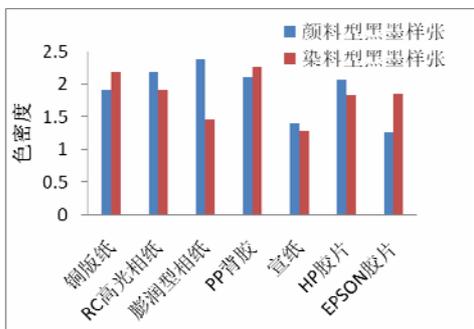


Figure 2. Comparison between different black ink on 7 substrates
图 2. 不同黑墨在七种材质上实地密度比较

中呈现阶调范围越宽，在彩色印刷中色彩再现的范围越广，所以单从实地密度来看，铜版纸、PP 背胶和 Epson 胶片适于用染料墨水打印。密度的高低与染料的色光有关，由于染料溶解度有限，单独使用一种染料，不能进一步提高色密度。因此，需考虑染料的复配，从而获得理想的色密度^[1]。

3.2 样张的耐水性能

根据测试结果，将样张在耐水实验中色密度随时间变化的情况制成柱状图 3：

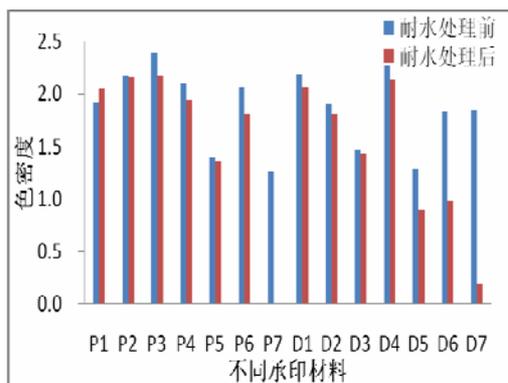


Figure3. Change of density during water-resisting test
图 3. 耐水实验色密度变化图

由图 3 可见，在前四种材质上，色密度值在耐水性测试前后变化较小，变化范围在 0.0200~0.2100 之间，因此，颜料和染料墨水在这四种承印介质上的耐水性较好。颜料的着色剂炭黑化学稳定性稳定，耐水性好；阴离子染料本身耐水性差，但染料分子与承印介质涂层间的范德华力、静电作用、氢键作用等可改善其耐水性能。Epson 胶片经耐水测试后，文字和色块仅留下浅色阴影，可能是膨润型涂层吸水饱和，涂层被软化、冲走。染料墨的耐水性能与染料的官能团有关，可通过染料改性提高其耐水性，如氨基的引入、用羧基替换磺酸基、“增载”基团增大染料分子，加强共轭作用等；染料与涂层的作用力也能提高染料的耐水性能，如可采用阳离子苯丙乳液作为保护层主

要组分，打印时它可与阴离子染料结成不溶性盐，使染料固着在该层内，提高了染色牢度和打印图像的耐湿擦能力^[2]。宣纸颜料墨样品密度变化小且实地密度大，国画复制时适宜用颜料墨，以便体现艺术品丰富的层次。

3.3 样张的耐老化性能测试

根据测试结果，将颜料型和染料型黑色喷墨墨水在耐老化实验中色密度随时间变化的情况制成曲线图 4：

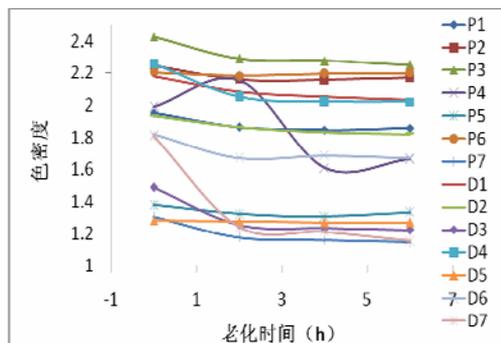


Figure4. Change of density during light-resisting test
图 4. 耐老化实验色密度变化图

由图4可见，色密度变化在前两小时相对明显，后四小时基本稳定。颜料墨样品色密度值变化范围在 0.0025~0.3275 之间，变化较大的是 PP 背胶，这与墨水的构成和 PP 背胶的涂层的性能有关。染料墨样品色密度值的变化在 0.1000~0.6525 之间，变化较大的是具有膨润涂层的相纸和 Epson 胶片。耐光性取决于着色剂的选择、温度、湿度、介质 Ph 值、墨水中染料的浓度以及周围的环境条件。为了提高打印样张的耐老化性能，可以在承印介质涂层中添加耐候性的功能助剂；或者可以增强染料分子与涂层的范德华力、氢键、正负电荷的静电作用和 $\pi - \pi$ 电子间的相互作用^[3]。颜料的聚集状态能保护内部颗粒不受光照，因此具有好的耐光性。

3.4 样张的主观评价

选取部分样张用数码显微镜放大 200 倍，对比打印效果。

由图 5 可见，打印质量由高到低依次为：RC 高光相纸 (2#)、膨润型相纸 (3#)、铜版纸 (1#)。颜料墨点更加光洁、颜色更加均匀，而染料分子的渗透和铺展使其不如颜料样张解像力高。相对来说，在 RC 高光相纸 (2#) 上，两种墨水的打印效果最相近，得益于纸张本身属间隙型相纸，所成图像具有良好的层次感和较高的光学密度，其涂层由多孔性吸附材料(二氧化硅、三氧化二铝等)和树脂构成，吸墨快，100% 防水，对墨水的依赖性相对较低；膨润型相纸 (3#)

由于高聚物膨胀速度有限，干燥速度慢，特别在打印染料型墨水时如图 5 中 D3 所示，易产生堆墨，色块分布不均匀，因此更适合颜料墨水。铜版纸（1#）上

染料墨滴搭接明显，整体色调发灰，因其无快干涂层，不能有效吸收墨量，造成色块发花、流墨等印刷故障^[4]，因此不适于一般的染料喷墨墨水。

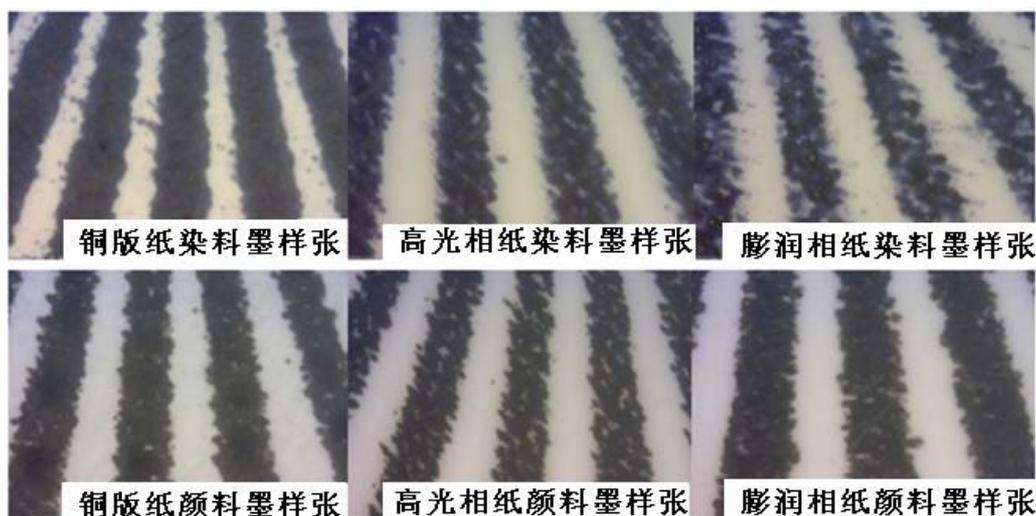


Figure5. Comparison of proofs in enlarged form
图 5. 部分样张放大比较图

4 结论

实验表明，颜料型和染料型墨水在专用相纸（如膨润型相纸、RC 高光相纸）上打印时，色密度高、文字边缘清晰、耐水和耐光性好；铜版纸样张表现出良好的耐水、耐老化性能，但打印染料墨时，有发花、流墨现象；膨润纸样张密度高，耐光、耐水性能良好，但易堆墨，造成色块不均匀；宣纸因其纤维空隙大，使用两种墨水时区别不大，但实地密度低；PP 背胶样张的耐水性能优异；HP 胶片和 Epson 胶片样张的耐老化性能有待提高。

References（参考文献）

- [1] Lu Di. Study on Water-soluble Dye Ink Used in Colour Inkjet[D]. Xi'an University of technology.2008.
陆迪. 喷墨打印墨水的研究[D]. 西安理工大学, 2008.
- [2] Ma Jifeng, Dai Hongqi. The Application of St-ba Cationic Copolymer Latex in Color Ink-jet Paper [J]. Paper Chemicals. 2005 (5) : 8-11.
马吉峰, 戴红旗. 阳离子苯丙乳液在彩喷纸中的应用研究[J]. 造纸化学品. 2005 (5) : 8-11.
- [3] Zhuang Yongxiang. Black Ink-jet Ink and It's Dyes [J]. Dye and Colouring,2008.45(3):20-22.
庄永祥. 黑色喷墨打印墨水及其相关的染料[J]. 染料与染色, 2008, 45(3): 20-22.
- [4] Tang Xiaojun. Investigation on the Preparation and Performance of Water-based Inkjet Ink for Coated Paper[J]. Functional Materials.2009(40 sup): 585-58.
唐小君. 铜版纸喷墨墨水的制备及性能研究[J]. 功能材料. 2009, 增刊 40 卷: 585-587.