

## 水性和UV喷墨印刷油墨对文字线条印刷质量的影响

潘丹红, 陈广学

(华南理工大学, 广州 510640)

**摘要:**目的 研究Epson水性油墨与UV油墨对线条印刷质量的影响。方法 采用Epson水性油墨打印机和UV喷墨打印机在相同分辨率设置和相同纸张表面分别打印2种油墨的测试标版,运用PIAS™-II图像分析系统,对各个打印样张垂直方向阳线进行测量,保存测量数据。结果 由Epson水性油墨打印获得的印刷线条宽度均匀、光滑清晰,而UV油墨打印获得的印刷线条宽度波动较大、粗糙模糊。结论 对于精细的文字线条印刷品来讲,Epson水性油墨具有良好的表现能力,可以满足较高的质量要求。

**关键词:** Epson水性油墨; UV油墨; 线条质量; 图像分析系统

中图分类号: TS802.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2015)23-0030-04

### Influence of Water-based and UV Ink-jet Printing Ink on the Print Quality of the Text Line

PAN Dan-hong, CHEN Guang-xue

(South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**ABSTRACT:** This paper studied the influence of Epson water-based ink vs. UV ink on the quality of the printing line. The Epson water-based ink printer and the UV ink jet printer were used to print the test forms by the two kinds of printing inks in the same resolution settings and on the same paper surface respectively. The PIAS™-II image analysis system was used to measure the vertical line in each printing sample, and the measurement data were saved. The printed line using Epson water-based ink had a uniform width, smooth and clear, in contrast, the printed line using UV ink showed width fluctuations, rough and fuzzy. For prints that call for fine text lines, Epson water-based ink has good performance capacity to meet requirements of high quality.

**KEY WORDS:** Epson water-based ink; UV ink; line quality; image analysis system

随着喷墨印刷的不断发展及推广使用,喷墨印刷油墨也迎来了快速发展时期。喷墨印刷油墨是喷墨印刷中非常重要的材料之一,它直接决定了喷墨印刷的质量好坏。喷墨油墨是一种要求较高的专用油墨,必须具备稳定、无毒,不堵塞喷嘴,保湿性和可喷性好,且对喷头等金属部件无腐蚀作用,不易燃烧和褪色等特点<sup>[1-4]</sup>。除此之外,还必须具有合适的表面张力、黏度、弹性和密度。为了获得较好的印刷质量,必须选用合适的喷墨油墨<sup>[5-7]</sup>。

目前,市场上所用的喷墨印刷种类很多,主要分为UV油墨、溶剂型油墨、水性油墨等3种<sup>[8]</sup>。这3种类型的油墨各有所长,在喷墨印刷领域都有广泛运用。其中,UV油墨和水性油墨属于环保型油墨。UV油墨不依靠渗透和蒸发来固化,而是通过紫外光照射进行固化,是一种特有的固化方式<sup>[9-11]</sup>,因此受到广泛的推崇。爱普生(Epson)公司生产的水性颜料油墨,在数字打样系统中也被广泛应用。文中将基于Epson水性油墨与UV油墨分别在相同条件下进行喷墨打印,观

收稿日期: 2015-06-16

作者简介: 潘丹红(1990—),女,四川广安人,华南理工大学硕士生,主攻包装材料。

通讯作者: 陈广学(1963—),男,工学博士,华南理工大学教授、博导,主要研究方向为数字图像信息处理,数字加网与高保真印刷,印刷包装材料等。

察和分析印刷品图像质量再现情况,最终获得 Epson 水性油墨与 UV 油墨的使用方案。

对于线条印刷质量的评价,在 ISO13660 标准中,一共定义了 8 种字符线条的属性以供不同目的的质量检测来选择使用<sup>[12-13]</sup>。这些属性用于反映图像或文字的视觉感受特性,是最小的检测单元。在线条检测中,这 8 种属性对视觉感受有不完全相等的贡献。有文献报道将线条属性划分为线条填充属性和线条边缘属性,通过结合主、客观评价实验证明,在视觉感受中,贡献较大的依次为线宽、粗糙度和对比度<sup>[14]</sup>。这与姜桂平研究的实验结果一致<sup>[15-16]</sup>。此外,喷墨技术有着墨滴在承印物表面扩展现象明显的弊端,而且容易在线条周围发生渗出现象。结合以上两点,文中实验选择线条宽度、粗糙度、模糊度、对比度等 4 种线条质量评价参数。

### 1 实验

#### 1.1 器材

实验采用 Epson STYLUS Pro 7800C 喷墨印刷机、MimakiUJF-3042 喷墨打印机、PIAS-II 图像分析系统、Epson 系列的八色水性颜料墨水、MimakiLH-100CMYK 四色 UV 墨水、MimakiLH-100W UV 白色墨水和 240 g 柯达亮光纸。

#### 1.2 标版

ImageXpert OCR 样张中的 Line Width 检测单元见图 1,四边都各有 6 条不同粗细的线条,H/V 分别代表水平/垂直方向的阳线和阴线。实验中只选用垂直方向的阳线进行测量比较,并研究 2 种系列的油墨对喷墨印刷线属性的影响。由图 1 可知,从编号 1 至 6 表示线条从 1~6 dpi,逐渐变宽。

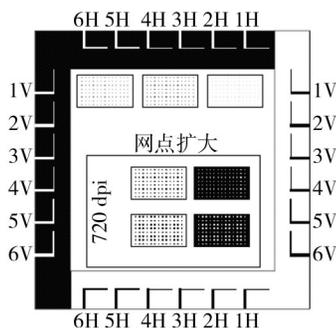


图1 Line Width 检测单元

Fig.1 Detection unit of line width

### 1.3 步骤

驱动 Epson STYLUS Pro 7800C 喷墨印刷机和 MimakiUJF-3042 喷墨打印机,设置好打印参数(2 种打印机的打印精度均设置为 1440 dpi × 1200 dpi),分别在相同的纸张上打印测试标版。对其测试标版进行扫描获取,导入“PIAS-II 图像分析系统”软件,利用可变选区工具选择需要分析的图像区域,通过软件的分析工具进行所需参数分析,并将分析结果导出和保存。实验中对打印样张垂直方向阳线的线条宽度、粗糙度、模糊度、对比度参数进行了测量。线条宽度、线条粗糙度、线条模糊度、线条对比度都是通过 ISO-13660 来定义,其中对比度=( $R_r - R_l$ )/ $R_l$ , $R_l$ 为该区域的反射率, $R_r$ 为该线条的反射率。

## 2 结果与讨论

### 2.1 线条宽度分析

线条宽度有 4 个测量参数<sup>[27]</sup>:平均线宽、最小线宽、最大线宽、线宽标准方差。对平均线宽和线宽标准方差等 2 个测量参数进行分析,将其测量值分别标记于图 2 和图 3 中,连接各点,用折线来分析 2 种油墨对线宽的影响。

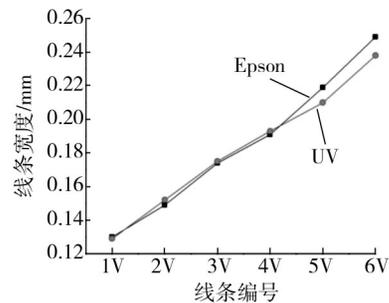


图2 平均线宽折线

Fig.2 Broken line graph of the average width

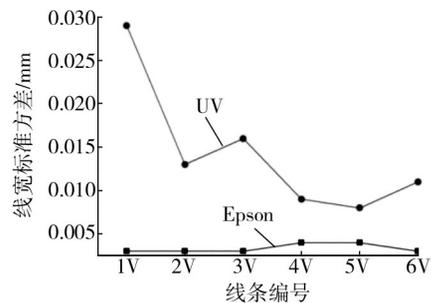


图3 线宽标准方差折线

Fig.3 Broken line graph of standard deviation of line width

从图2可以发现,2种油墨打印得到的折线中,平均线宽从1—6 V的测量值都呈现增加现象,且这2种增加趋势均接近于直线,这是由标版设置的1—6 V的线宽增加决定的。还可看出,2种油墨打印得到的6种分辨率的平均线宽值相差较小,其中只有5 V和6 V的误差较大。从图3发现,2种油墨打印得到的线宽标准方差折线相差很大,其中Epson系列的水性油墨得到的线宽标准方差均较小,6个方差的连线基本水平,说明Epson系列的水性油墨在打印过程中稳定性较好,打印得到线的边缘较为光滑,线宽波动小;UV油墨得到的线宽标准方差差别较大,6个方差的连线起伏很大,说明UV油墨在打印过程中变化较大,打印得到线的边缘粗糙,线宽的波动大,不能很好地保证打印精度的稳定性。

通过分析图2和图3得出,Epson系列的水性油墨和UV油墨打印得到线的平均线宽基本相同,但UV油墨打印得到线的线宽波动较大,因此UV油墨对打印线条的线条宽度属性影响较大,不适合用来印刷精细的线条图。

### 2.2 线条粗糙度分析

线条粗糙度有2个测量参数:起始边粗糙度和结束边粗糙度,即测量得到线条左右两边粗糙度值,将各个参数测量值分别标记于图4中。

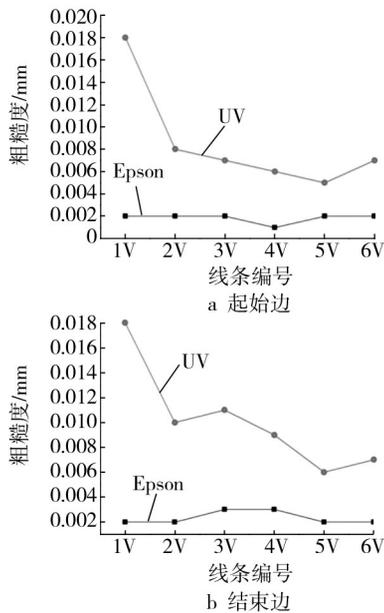


图4 粗糙度折线

Fig.4 Broken line graph of roughness

通过图4a可以发现,UV油墨在1—6 V的起始边粗糙度各不相同,且波动较大,与线条宽度未确定有

关,但在2—5 V之间,它的变化趋势是一条直线。Epson水性油墨在1—6 V的起始边粗糙度的变化趋势不大,相对比较平缓,且起始边粗糙度比UV油墨小很多。从图4b可以看出,UV油墨在1—6 V的结束边粗糙度也各不相同,波动比起始边粗糙度更大,而Epson水性油墨在1—6 V的起始边粗糙度的变化趋势同样不大,同样比UV油墨小很多。说明UV油墨打印得到的线条不管是起始边还是结束边都较粗糙,且变化较大,而Epson水性油墨得到的线条较光滑,起始边和结束边相差不大。

通过分析图4得出,UV油墨打印的2—5 V线条从开始到结束的粗糙度变化很大,线条质量不稳定,Epson水性油墨打印的线条从开始到结束都比较光滑,波动很小,线条质量稳定,所以UV油墨不适合用在质量要求较高的印刷品中。

### 2.3 线条模糊度分析

线条模糊度有2个测量参数:起始边模糊度和结束边模糊度,即测量得到线条左右两边模糊度值,将各个参数测量值分别标记于图5a中。从图5a可以看到,UV油墨在1—5 V的起始边模糊度呈增长趋势,到6 V时又急剧下降。也就是说,对于UV油墨在一定的线条宽度内,线条越宽,打印后得到的线条就越模糊。Epson水性油墨的线条起始边模糊度无规律可循,且6个起始边模糊度波动较大,不似粗糙度一样平缓,但总体上,线条比UV油墨打印的线条清晰。从图5b可以看出,UV油墨和Epson水性油墨的结束边模糊

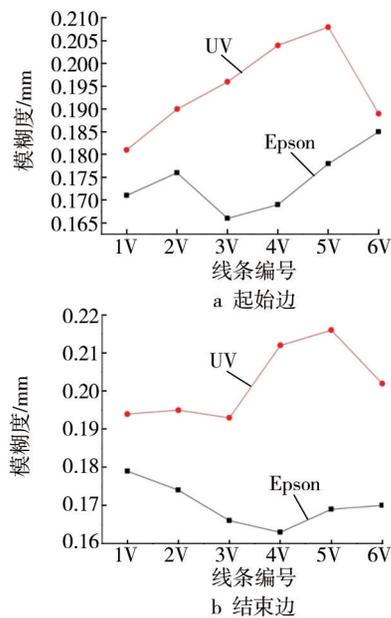


图5 模糊度折线

Fig.5 Broken line graph of ambiguity

度的波动也较大,Epson水性油墨打印得到的线条同样比UV油墨清晰。同时分析图5得出,虽然UV油墨和Epson水性油墨在1—6V之间,从打印开始到结束的模糊度不等的增大或者减小,但是Epson水性油墨最后得到的线条比UV油墨清晰。

## 2.4 线条对比度分析

不同喷头距离设置条件下,打印的线条对比度折线见图6。

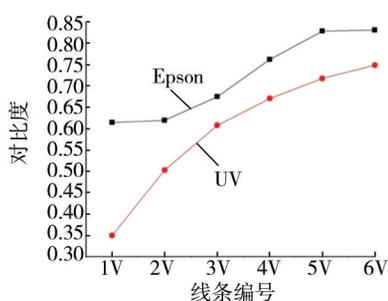


图6 对比度折线

Fig.6 Broken line graph of contrast

从图6可以看出,UV油墨和Epson水性油墨在1—6V的线条对比度都呈上升趋势,其中UV油墨增大速度逐渐减慢,而Epson水性油墨的增长趋势是先变快后减慢,且Epson水性油墨在6个线条宽度的对比度都大于UV油墨,因而线条质量更好。

## 3 结语

通过对2种油墨对打印线条的线条宽度、粗糙度、模糊度和对比度属性的分析,发现对于其中的任何一个属性,最后得到的结果均为Epson水性油墨比UV油墨印刷效果更好。由此,当需要印刷高质量的线条印刷品时,最好选择Epson水性油墨,它印刷出来的印刷品质量稳定,线条光滑清晰,能满足质量要求。对于其他的印刷品,需要根据具体的用途与要求来选择油墨的种类,由此通过检测线条的线条宽度、粗糙度、模糊度和对比度也能简单地评价图像质量。

Epson水性油墨与UV油墨的印刷效果克服了喷墨印刷选用油墨的难题,采用以不同油墨在同等条件下进行印刷,根据多个性能指标进行比较,来完成2种油墨呈现的印刷效果。Epson水性油墨相对于UV油墨大大提高了印刷品的质量,满足了高端印刷品所需达到的质量要求。

### 参考文献:

[1] 张黎明,辛秀兰.水性喷墨印刷的研究现状及发展[J].包装

工程,2010,31(11):128—131.

ZHANG Li-ming, XIN Xiu-lan. Research Status and Development Aqueous Ink-jet Printing[J]. Packaging Engineering, 2010,31(11):128—131.

[2] BRIGGS J C, FORRESTD J, KLEIN A H, et al. Living with ISO 13660: Pleasures and Perils[C]// IS and T'sNIP15: International Conference on Digital Printing Technologies, 1999:421—425.

[3] FLEMING P D, CAWTHORNE J E, Mehta F. Interpretation of Dot Area and Dot Shape Based on Image Analysis[C]// Proceedings of IS & T's NIP18: International Conference on Digital Printing Technologies. Spring-field, VA:IS&T, 2002.

[4] ISO/IEC 13660, Information Technology Office Equipment Measurement of Image Quality Attributes for Hardcopy Output Binary Monochrome Text and Graphic Images, First Edition[S].

[5] 顾小萍,唐正宁.对喷墨印刷中油墨铺展和渗透的研究[J].包装工程,2005,26(5):98—100.

GU Xiao-ping, TANG Zheng-ning. Research on Ink Penetration and Spreading in Ink-jet Printing[J]. Packaging Engineering, 2005,26(5):98—100.

[6] 韩玄武. UV油墨光引发剂与颜料匹配的研究[J].包装工程,2009,30(4):48—51.

HAN Xuan-wu. Research on Matching between Photoinitiator and Pigment of UV Ink[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(4):48—51.

[7] 陈海生.用于PE材料印刷的UV固化油墨的研制[J].包装工程,2012,33(11):97—100.

CHEN Hai-sheng. Development of UV Curable Ink Used on PE Materials[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(11):97—100.

[8] 周文华.普通高等教育印刷工程本科规划教材印刷材料及适性[M].北京:印刷工业出版社,2008.

ZHOU Wen-hua. Ordinary Printing Engineering Undergraduate Education Planning Materials Printed Materials and Adaptive[M]. Beijing:Printing Industry Press, 2008.

[9] 陶劲松,陈港,祝妙楠,等.纸张喷墨打印质量检测系统的建立和研究[J].中国造纸,2004,23(10):17—20.

TAO Jin-song, CHEN Gang, ZHU Miao-nan, et al. Paper Ink-jet Printing Quality Detection System[J]. Chinese Paper, 2004,23(10):17—20.

[10] 王怀功,姚群,黄剑莉,等. UV光固化墨水技术及其绿色营销[J].信息记录材料,2014,15(5):58—64.

WANG Huai-gong, YAO Que, HUANG Jian-li, et al. UV light-curable Ink Technology and Green Marketing[J]. The Information Recording Material, 2014,15(5):58—64.

[11] 王焕美.基于UV油墨的3D打印数学模型及质量控制研究[D].广州:华南理工大学,2014.

(下转第71页)

- and Cost Analysis of the Quality and Performance of Straw Seedling Pot Effects[J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(10):83—87.
- [3] 滕翠青, 杨军, 韩克清, 等. 秸秆纤维增强复合材料的可降解性能研究[J]. 东华大学学报, 2002, 28(1):83—86.  
TENG Cui-qing, YANG Jun, HAN Ke-qing, et al. Study on the Degradable Properties of Composite Materials Straw Fiber Reinforced[J]. Donghua University Journal, 2002, 28(1):83—86.
- [4] 彭祚登, 刘彦明, 杨会英. 秸秆容器育苗效果的初步研究[J]. 福建林业科技, 2006, 33(2):15—19.  
PENG Zuo-deng, LIU Yan-ming, YANG Hui-ying. Preliminary Study on Seedling Raising Effect of Straw Container[J]. Fujian Forestry Science and Technology, 2006, 33(2):15—19.
- [5] 张志军, 王慧杰, 李会珍, 等. 秸秆育苗钵在棉花育苗移栽上的应用及效益分析[J]. 农业工程学报, 2011, 27(7):279—282.  
ZHANG Zhi-jun, WANG Hui-jie, LI Hui-zhen, et al. Application and Benefit Analysis of Straw Block in Seedling Transplanting of Cotton[J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(7):279—282.
- [6] WANG X B, CAI D X, WILLEM B H, et al. Crop Residue, Manure and Fertilizer In Dryland Maize under Reduced Tillage in Northern China: I Grain Yields and Nutrient Use Efficiencies[J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 2007, 79:1—16.
- [7] 鲁彩艳, 陈欣. 不同施肥处理土壤及不同 C/N 比有机物料中有机 N 的矿化进程[J]. 土壤通报, 2003, 34(4):267—270.  
LU Cai-yan, CHEN Xin. Mineralization Process of Soil Organic Nitrogen in Different Fertilizer Systems and Organic Materials with Different C/ N Ratios[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2003, 34(4):267—270.
- [8] PETER S. Effect of Temperature on Bacterial Species Diversity on Hemophilic Solid Waste Composting[J]. Apply Environ Microbiol, 1985, 50(4):899—955.
- [9] 中国土壤学会农业化学专业委员会编. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 1983:272—276.  
Agricultural chemical Specialized Committee Soil Institute Chinese Series. The Conventional Analysis Methods of Soil and Agricultural Chemistry[M]. Beijing: Science press, 1983:272—276.
- [10] DAVIDSON E A, VERCHOT L V, CATT ANIO J H, et al. Effect of Soil Water Content on Soil Respiration in Forests and Cattle Pastures of Eastern Amazonia[J]. Biogeochemistry, 2000, 48:53—691.
- [11] 章键, 常志洲, 黄红英, 等. 厌氧降解条件下秸秆育苗容器降解性能研究[J]. 河南农业科学学报, 2012, 41(2):86—88.  
ZHANG Jian, CHANG Zhi-zhou, HUANG Hong-ying, et al. Study on the Degradation of Straw Seedling Containers under Anaerobic Conditions[J]. Henan Agricultural Science Journal, 2012, 41(2):86—88.
- [12] B NICOLARDOT, S RECOUS, B MARY. Simulation of C and N Mineralization during Crop Residue Decomposition: A Simple Dynamic Model Based on the C:N Ratio of the Residues [J]. Plant and Soil, 2001, 228:83—103.
- [13] 戴志刚, 鲁剑巍, 李小坤, 等. 不同作物还田秸秆养分释放特征试验[J]. 农业工程学报, 2010, 26(6):272—276.  
DAI Zhi-gang, LU Jian-wei, LI Xiao-kun, et al. Nutrient Release Characteristics of Different Crop Straw Returning to Field[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(6):272—276.

(上接第33页)

- WANG Huan-mei. Based on Mathematical Models and 3D Printing Quality UV Inks Research[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2014.
- [12] 崔晓萌, 陈广学. 彩色数字印刷线条质量的微观检测与分析[J]. 中国印刷与包装研究, 2013(3):42—48.  
CUI Xiao-meng, CHEN Guang-xue. Quality Color Digital Printing Lines Microscopic Examination and Analysis[J]. China Printing and Packaging Research, 2013(3):42—48.
- [13] 金张英, 郑亮, 管雯珺. 基于 ISO 13660 的数字印刷线条质量分析与评价[J]. 包装工程, 2012, 33(15):97—103.  
JIN Zhang-ying, ZHENG Liang, GUAN Wen-Jun. Tube Analysis and Evaluation ISO 13660 is Based on the Digital Printing Line Quality[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(15):97—103.
- [14] CARUANA A, PITT L. Intqual—an Internal Measure of Service Quality and the Link between Service Quality and Business Performance[J]. European Journal of Marketing, 1997, 31(8):604—616.
- [15] 姜桂平. 数字印刷品文本清晰度感知质量的评价方法研究[D]. 曲阜: 曲阜师范大学, 2011.  
JIANG Gui-ping. Digital Prints Text Clarity Study of Perceived Quality Evaluation Methods[D]. Qufu: Qufu Normal University, 2011.
- [16] 姜桂平, 徐艳芳, 郭歌, 等. 数字印刷品线条清晰度的评价方法研究[J]. 中国印刷与包装研究, 2010(1):221—225.  
JIANG Gui-ping, XU Yan-fang, GUO Ge, et al. Evaluation Method Definition Digital Print Lines[J]. China Printing and Packaging Research, 2010(1):221—225.
- [17] 崔晓萌. 数字印刷图像质量检测与质量控制工程理论与应用研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2013.  
CUI Xiao-meng. Engineering Theory and Applications Digital Printing Image Quality Inspection and Quality Control[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2013.