

印版参数对凹印水性油墨印刷性能的影响分析

戚奇杰¹, 汤德芳¹, 陆俊², 黄芳芳¹, 杜芳琪¹

(1.浙江中烟工业有限责任公司, 杭州 310024; 2.浙江美浓世纪集团有限公司, 杭州 310000)

摘要: **目的** 通过研究印版参数对凹印水性油墨印刷性能的影响, 解决凹印水性油墨在应用过程中出现的圆点缺失、实地流平性不佳、细小文字发虚等印刷外观质量问题。**方法** 通过调整网穴开口值、网角、网线等印版参数的试验方法, 并结合凹印印刷原理, 对印品的实地流平性、色差、圆点呈现度、文字清晰度等外观质量进行分析。**结果** 当银色印版网穴开口值为 200 μm 、深度 52 μm 、针角 125°时, 采用银色凹印水性油墨印制的印品外观效果达到最佳, 银色圆点清晰完整、不变形; 在网线 80 l/cm、针角 130°、网穴开口值 154 μm 、深度 36 μm 条件下, 当网角为 35°时, 红色印版印制的红色凹印水性油墨印品实地外观较佳, 墨色均匀、边缘光洁; 红色印版网线为 95 l/cm、深度为 38 μm 时, 采用红色凹印水性油墨印刷的细小文字线条清晰完整、不变形。**结论** 印版参数应根据不同凹印水性油墨的特点以及印刷图案外观的要求进行相应的调整, 解决因不同种油墨所带来的印刷适应性问题, 才能保证印刷品外观质量的一致性。

关键词: 印版参数; 凹印水性油墨; 网穴; 网角; 网线

中图分类号: TS802.5 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2020)01-0156-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.01.024

Effects of Printing Plate Parameters on Printing Performance of Gravure Water-based Ink

QI Qi-jie¹, TANG De-fang¹, LU Jun², HUANG Fang-fang¹, DU Fang-qi¹

(1.China Tobacco Zhejiang Industrial Co., Ltd., Hangzhou 310024, China;

2.Zhejiang Minong Century Group Co., Ltd., Hangzhou 310000, China)

ABSTRACT: The paper aims to solve the problems of dot missing, poor leveling in the field and falsification of small words in gravure water-based ink by studying the influence of plate parameters on the printing performance of gravure water-based ink. By adjusting the parameters of screen opening, mesh angle and mesh line, and combining with gravure printing principle, the appearance quality of printed matter such as leveling, chromatic aberration, dot presentation and text clarity was analyzed. When the opening value of the mesh cave opening was 200 μm , the depth was 52 μm and the needle angle was 130, the appearance of the silver gravure water-based ink printed on the silver plate was the best, and the silver dots were clear and intact, without distortion. Under the conditions of 80 l/cm mesh line, 130° of needle angle, 154 μm of opening value and 36 μm of depth, when the mesh angle was 35°, the red gravure water-based ink print printed by red plate was better in appearance. The ink color was uniform and the edges were smooth; when the mesh line was 95 l/cm and the depth was 38 μm , the red gravure water-based ink printed on the red printing plate had clear and complete lines and no deformation. The printing plate parameters should be adjusted according to the characteristics of different gravure

收稿日期: 2019-05-16

作者简介: 戚奇杰 (1989—), 男, 工程师, 主要研究方向为烟用包装材料及包装设计。

通信作者: 杜芳琪 (1979—), 女, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为烟用包装材料及包装设计。

aqueous inks and the appearance of the printed patterns, to solve the printing adaptability problems caused by different kinds of inks, in order to ensure the consistency of the appearance quality of the printed matter.

KEY WORDS: printing plate parameters; gravure water-based ink; mesh cave; mesh angle; mesh line

随着国内环保形势的日渐严峻,人们也越来越注重健康生活,提倡使用绿色产品,绿色包装也被大力推广。凹印水性油墨作为新型“绿色”印刷包装材料,因其环保及安全卫生性能较普通溶剂油墨具有明显优势,正越来越受欢迎^[1-3]。然而凹印水性油墨在实际应用中仍存在一定的不足,如图案外观糊版、文字边缘发虚,色块流平性不佳等^[4-5],制约了其中高档包装印刷品中的推广应用。

目前,针对凹印水性油墨本身的研究颇多,是近年来研究的热点与焦点,如连接料、助剂、pH 值、表面活性剂等方面的研究较为深入^[6-9],但对凹印水性油墨印刷匹配的辅材研究相对较少。由于凹印水性油墨表面张力与普通溶剂油墨不同,与之匹配的印刷辅材参数设置也应不同^[10]。其中,印版参数是油墨转移率最重要的影响因素之一,而油墨转移率的好坏直接影响图案印刷的优良程度,如墨色是否饱和、细小文字是否清晰,大色块流平是否光洁等,因此,印版参数的设定是印刷过程中的重要环节之一^[11]。印版参数主要包括网穴、网角、网线、针角等。

虽然,印版参数中网穴开口值、网穴深度与油墨转移率之间的关系已有部分研究^[12-13],但在实际应用过程中,由于油墨自身的液体属性,使其无法 100% 转移到承印物表面。同时,网线与网穴深度之间也存在一定的交互作用。此外,不同色系的水性油墨,其特点也略有不同,如彩色水性油墨,其颜料一般属于有机体系,而白色、银色等水性油墨,其颜料属无机体系^[14],因此应根据实际印刷情况,探讨印版参数对凹印水性油墨印刷性能的影响。文中拟以烟包中常用的红色凹印水性墨和银色凹印水性墨为例,分析印版的网穴、网角、网线等参数对银色圆点呈现度、红色实地外观以及红色细小文字清晰度的影响,为在中高档包装印刷品中更好地推广应用凹印水性油墨提供一定的参考。

1 实验

1.1 材料与仪器

1) 材料:凹印水性白墨(英科卡乐公司提供)、25U 粒径铝粉的凹印水性银墨(英科卡乐公司提供)、凹印水性红墨(山西鹰蛄公司提供),其中凹印水性白墨为打底墨,即在真空镀铝转移纸上先印刷凹印水性白墨,然后在白墨的基础上分别印刷水性银墨与水性红墨;纸张统一采用 227 g/m² 真空镀铝转移纸。

2) 仪器:印刷设备为松德 10 色凹印机,其印刷工艺参数如印刷速度(120 m/min)、烘箱温度(白墨双烘箱 80 °C/80 °C、红墨单烘箱 90 °C、银墨单烘箱 80 °C)、排风量(100%)等设定不变。印版参数:网线为 60, 80, 90, 95, 100 l/cm;网角为 30°, 35°, 37°, 40°;针角为 110°, 120°, 125°, 130°;网穴深度为 35, 36, 38, 42, 45, 52, 55 μm;网穴开口值为 130, 154, 180, 190, 200, 210 μm;色差仪采用爱色丽 CI7800;采用 D65 光源观察样品。

1.2 方法

根据印品的印刷特点,对不同印版参数条件下、不同凹印水性油墨印制的图文外观质量进行评价,主要包括红色部分与银色部分。其中,红色部分由红色实地与细小文字组成,银色部分由银色小圆点组成,因此,文中只对红色的实地外观、细小文字清晰度以及银色圆点呈现度等指标进行质量评价,分析印版参数对凹印水性油墨印刷性能的影响。上述指标检测方法参考 GB/T 7707《凹版装潢印刷品》中规定的外观检验方法^[15]。为方便统计,以计分形式进行对比评价,计分标准见表 1。其中,每组实验取 20 个样品,目测项目由 5 人分别进行评价,每组实验得到 20 个色差数据,计算平均值作为最终外观质量得分。

表 1 印刷品外观质量与分值

Tab.1 Appearance quality and value of printed matter

序号	红色实地流平性	红色实地色差值	银色圆点呈现度	细小文字清晰度	分值
1	边缘光洁、墨色均匀	$\Delta E \leq 0.5$	清晰均匀、完整	清晰完整、无变形	30
2	墨色轻微纹状或边缘轻微拖尾	$0.5 < \Delta E \leq 1.0$	轻微变形或轻微缺失	—	25
3	边缘轻微拖尾和墨色轻微纹状	$1.0 < \Delta E \leq 1.5$	轻微变形和轻微缺失	轻微发虚或轻微拖尾	20
4	边缘拖尾或墨色纹状	$1.5 < \Delta E \leq 2.0$	变形或网点缺失	—	15
5	边缘拖尾和墨色纹状	$2.0 < \Delta E \leq 2.5$	变形和网点缺失	发虚或拖尾	10
6	边缘严重拖尾或墨色严重纹状	$2.5 < \Delta E \leq 3.0$	严重缺失或严重变形	—	5
7	边缘严重拖尾和墨色严重纹状	$\Delta E > 3.0$	严重缺失和严重变形	严重发虚或严重拖尾	0

2 结果与讨论

2.1 网穴对银色圆点外观的影响

一般凹印电雕版选用棱形锥体的网穴结构,见图1。网穴相关参数主要包括针角、网穴开口值、网穴深度等,见图2。从图2可以看出,针角 α 、网穴开口值 W 、网穴深度 h 之间的关系为: $W=2htan(\alpha/2)$,结合椎体体积计算公式 $V=1/3$ 网穴面积 S ×网穴深度 h ,即理论上,在网线、网角、网穴深度相同的情况下,针角越大,网穴开口值越大,网穴容积越大;反之,针角越小,网穴开口值越小,网穴容积越小。对

于粒径较大的凹印水性油墨而言,网穴容积显得尤为重要。由于网穴并不是理想的棱形锥体^[13],实际网穴容积没有精确的计算方法,加之油墨并不能100%转移,因此,无法直接理论计算出油墨的转移量。在实际印版制作过程中,受印版材质、厚度限制,往往根据所需要的大致网穴容积,先确定雕刻的网穴深度,再通过深度选择合适的针角。因此,在银版水性油墨印刷试验中,在保持网线(60 l/cm)及网角不变(37°)的前提下,通过调整针角及雕刻的网穴深度来改变网穴开口值,获得相应的网穴容积。并对采用上述版辊及银色凹印水性油墨印刷的圆点外观分值进行统计,实验方案见表2。

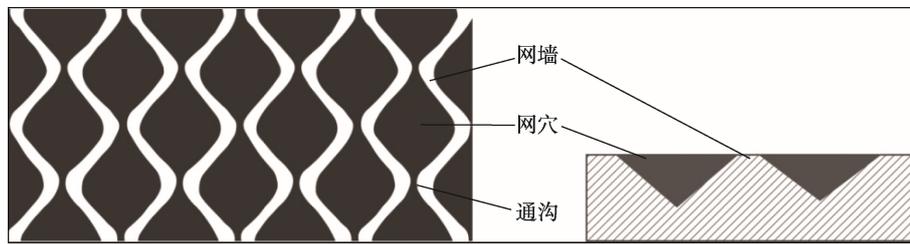


图1 网穴结构
Fig.1 Cave structure

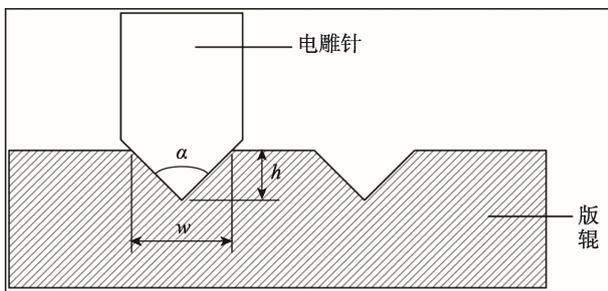


图2 网穴参数
Fig.2 Cave parameter diagram

表2 不同网穴开口值下银色圆点外观分值
Tab.2 Appearance score of silver dots with different cave openings

印版编号	针角/ (°)	网穴 开口值/ μm	深度/ μm	圆点呈现 度分值
银版 1#	130	180	42	20
银版 2#	130	190	45	25
银版 3#	125	200	52	30
银版 4#	125	210	55	25

由表2可以看出,银版3#的银色圆点呈现度较好,圆点清晰、均匀、完整。银版1#~4#网穴开口值及网穴深度依次递增,相应的网穴容积也依次递增。当网穴容积较低,即开口值与深度较低时,如银版1#、银版2#,网穴储存墨量相对较少。尤其是银色水

性油墨,由于其粒径相对较大,与其他普通色墨相比,网穴存储量更少,更易导致堵版。加之油墨转移量不足,从而导致银色圆点缺失,印刷品露底等现象,因此,网穴容积需适当增加。同时,由于网穴雕刻越深,需选用更小的针角,故针角也从130°调整为125°。当网穴容积过大时,即开口值与深度过大,如银版4#,虽然有利于粒径较大的银色水性油墨转移,但转移量过大,印刷图文容易扩大,导致糊版现象,且不利于油墨干燥。此外,较大的网穴开口也使网墙变窄,减弱了网墙对凹印刮刀的支撑效果,容易导致刮刀损坏网穴结构,造成圆点变形。因此,选择适宜的网穴容积,即当网穴开口值为200 μm 、深度为52 μm 、针角为125°时,印版能够保证银色凹印水性油墨有效转移,并且确保油墨干燥完全,圆点不变形。

2.2 网角对红色实地流平性的影响

网角指网点的排列方向,即基准水平线与2个邻边的网穴的中心点连线的夹角,见图3。网角对油墨的流平性会产生一定的影响,电子雕刻的凹版网点角度一般在30°~60°范围选取。

针对网角对油墨流平性的影响情况,此次设计的红色水性油墨印刷实验是以网线(80 l/cm)、针角(130°)、网穴开口值(154 μm)、网穴深度(36 μm)等印版参数不变的情况下,通过调整网角,制作印刷版辊,并测算由上述版辊印刷的红色实地流平性以及色差的分值,实验设计方案见表3。

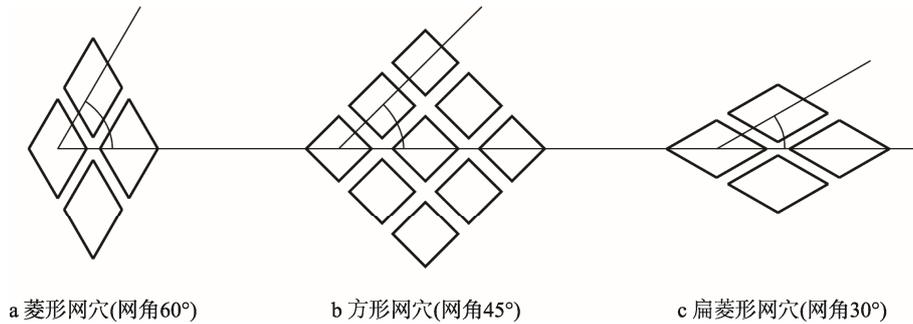


图 3 60°, 45°, 30°的网角示意
Fig.3 Mesh angles of 60°, 45°and 30°

表 3 不同网角下红色实地流平性分值
Tab.3 Leveling score of red field with different mesh angles

印版编号	网角/(°)	流平性分值	色差分值
红版 1#实地	30	30	25
红版 2#实地	35	29	30
红版 3#实地	40	27	26

从表 3 看出,红版 1#和 2#的实地流平性较好,红版 3#略差。主要是当网角较高时(40°),网穴间的沟通一般较小,不利于每个网穴之间的油墨微流动,使得油墨在印版上分布不够均匀,从而导致红色实地存在轻微纹状,造成实地流平性不佳。故一般情况下,网角越小,实地流平性越好;但若网角过小(30°),网穴则越扁平,即存在的锐角越多,滞留在网穴里的油墨越多,不利于油墨转移至印品上,影响实地的色相饱和度,色差得分相应较低。由此,需选择适宜的网角,即在网线为 80 l/cm、针角为 130°、网穴开口值为 154 μm、深度为 36 μm 条件下,当网角为 35°时,红色印版才能保证红色凹印水性油墨印后有较佳的流平性,且保持较好的色饱和度,基本无色差。

2.3 网线与网穴深度对细小文字线条的影响

网点线数就是指每平方厘米的长或宽排列的网点个数,简称网线。凹印印版常用网线为 60~100 l/cm。凹印印版网线的具体测量方法为:垂直与网穴的网墙画一定长度(l)的线条,再数线条上存在的网穴个数(d),个数与长度的比值(d/l)就是凹

版的线数,见图 4。文字线条作为精细图案的典型代表,其清晰与否是衡量凹印水性油墨是否成功应用的重要指标之一。网线的高低一般影响整个图案的油墨转移量,而网穴容积则影响每个网点的油墨转移量。精细文字线条的印刷,离不开网线及网穴容积两者之间的交互作用。当网线一定时,若改变网穴开口值,将会影响网墙支撑力,因此,在网穴开口值不变的前提下,一般通过改变网穴深度来调整网穴容积。

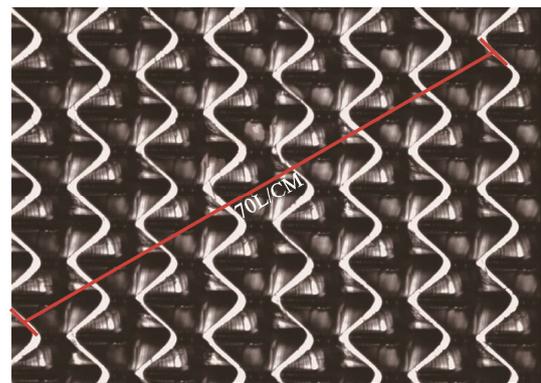


图 4 网线示意
Fig.4 Diagram of mesh lines

实验设计上,在印版的网角(30°)及网穴开口值(130 μm)不变的前提下,通过调整网线及网穴深度,即网线与网穴容积两者的参数变化(针角因网穴雕刻深度的变化需要相应调整),来制作不同的印版。再对由上述印版印刷的文字线条清晰度分值进行测算,见表 4。

表 4 不同网线、网穴深度下文字线条的分值
Tab.4 Scores of text lines with different lines and depths

色序	网线/(l·cm ⁻¹)	网角/(°)	针角/(°)	网穴开口值/μm	深度/μm	文字清晰度分值
红版 1#文字	90	30	110	130	45	27
红版 2#文字	90	30	120	130	38	28
红版 3#文字	95	30	120	130	38	30
红版 4#文字	95	30	130	130	35	27
红版 5#文字	100	30	120	130	38	26

从表4可以看出,当网线较低时(90 l/cm),红色水性油墨相对更容易转移至印品上;但若对应的网穴深度较高时(45 μm),网穴内油墨储存量较大,油墨转移至印品上的量相应更大,易造成文字变形偏粗、糊版等现象;若对应的网穴深度较低(印版38 μm),网穴内油墨储存量较小,从而降低了油墨转移量,易出现印刷的文字线条中间厚实、边缘锯齿明显的问题。当网线适当提高至95 l/cm时,水性油墨的转移量较网线为90 l/cm时有一定程度上的增加;但若网穴深度较低(35 μm),油墨转移量则进一步减少,导致文字发虚,易干版;网穴深度为38 μm 时,水性油墨整体转移量达到最佳水平,印刷的文字线条边缘光洁、清晰完整;当网线为100 l/cm时,网点过密,不利于水性油墨转移至印品上,文字线条呈现出残缺、发虚等现象。印版网线为95 l/cm、网穴深度为38 μm 时,两者匹配性较好,红色凹印水性油墨印刷的细小文字线条清晰完整,印刷效果最佳。

3 结语

印版参数虽然只是凹印工艺中的一小部分,但其产生的影响却不容忽视。在印版制作过程中,对于银墨等粒径较大的水性油墨,可侧重考虑设定较大的网穴开口值及网穴深度;较大的网角在一定程度上可改善流平性,但需注意对油墨转移量的影响;对于细小文字线条的印刷清晰程度,可考虑调整网线及网穴容积,但需保证油墨顺利转移。即需要根据不同凹印水性油墨的特性以及印刷图案的外观要求,对网穴、网线、网角等印版参数作相应调整,才能保证印刷品外观质量的一致性。

参考文献:

- [1] 牛倩倩,刘昕.绿色凹印水性油墨的现状及其发展[J].今日印刷,2017(2):57—59.
NIU Qian-qian, LIU Xin. Present Situation and Development of Water-based Ink for Green Gravure Printing[J]. Printing Today, 2017(2): 57—59.
- [2] 何丽.水性油墨的现状以及发展分析[J].纸和造纸,2017(9):47—48.
HE Li. Present Situation and Development Analysis of Water-based Ink[J]. Paper and Paper Making, 2017(9): 47—48.
- [3] 杨建辉,李海山,郭蕾蕾,等.烟标水墨凹印工艺改进案例分析[J].印刷杂志,2018(8):35—37.
YANG Jian-hui, LI Hai-shan, GUO Lei-lei, et al. Study on Improvement of Ink Gravure Printing Technology for Cigarette Mark[J]. Print Magazine, 2018(8): 35—37.
- [4] 李斌.烟包凹印水性油墨应用探讨[J].印刷技术,2017(4):17—19.
LI Bin. Discussion on the Application of Water-based Ink in Cigarette Pack Gravure Printing[J]. Printing Technology, 2017(4): 17—19.
- [5] 邢洁芳,张绪勇,郝琪,等.凹印水性油墨在烟包印制中的应用研究[J].北京印刷学院学报,2016,24(2):1—4.
XING Jie-fang, ZHANG Xu-yong, HAO Qi, et al. Research on the Applying of Water-based Ink in Gravure Printing of Cigarette[J]. Journal of Beijing Institute of Graphic Communication, 2016, 24(2): 1—4.
- [6] 牛倩倩.水性凹印油墨及其性能研究[J].今日印刷,2018(2):72—76.
NIU Qian-qian. Study on Water-based Gravure Ink and Its Properties[J]. Printing Today, 2018(2): 72—76.
- [7] 朱先梅,丁瑾.pH值对水性油墨印刷质量的影响[J].中华纸业,2017,38(2):41—44.
ZHU Xian-mei, DING Jin. Effect of PH on Water-based Ink Printing Quality[J]. China Pulp & Paper Industry, 2017, 38(2): 41—44.
- [8] 刘金凤,辛秀兰,赵翔晨,等.表面活性剂助剂对水性基墨性能的影响[J].包装工程,2017,38(21):169—173.
LIU Jin-feng, XIN Xiu-lan, ZHAO Xiang-chen, et al. Effect of Surfactants on Properties of Water-based Ink[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(21): 169—173.
- [9] 戈楚.水性油墨印刷质量影响因素分析[J].云南化工,2018(3):82—83.
GE Chu. Analysis of Influencing Factors on Printing Quality of Waterborne Ink[J]. Yunnan Chemical Technology, 2018(3): 82—83.
- [10] 齐清美,张燕,岳勇,等.水性珠光油墨与凹印印刷适性研究[J].化工管理,2017(1):92—93.
QI Qing-mei, ZHANG Yan, YUE Yong, et al. Study on the Suitability of Water-based Pearlescent Ink and Gravure Printing[J]. Chemical Management, 2017(1): 92—93.
- [11] 周宏.烟包凹印材料与印刷质量控制[J].印刷技术,2018(9):52—54.
ZHOU Hong. Cigarette Pack Gravure Material and Printing Quality Control[J]. Printing Technology, 2018(9): 52—54.
- [12] 刘海燕.凹版印刷油墨转移特性分析[J].包装工程,2011,32(13):79—85.
LIU Hai-yan. Analysis of Ink Transfer Characteristics in Gravure Printing[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(13): 79—85.
- [13] 邓普君,张改梅,方伟,等.电子雕刻凹印网穴容积计算模型研究[J].中国印刷与包装研究,2012(5):27—29.
DENG Pu-jun, ZHANG Gai-mei, FANG Wei, et al. Calculation Model for the Ink Cell Volume of Electronic Engraved Gravure[J]. China Printing and Packaging Study, 2012(5): 27—29.
- [14] 李勇锋,陈昌杰,春胜利,等.墨传水性油墨及其凹版印刷技术[J].塑料包装,2017,27(2):9—15.
LI Yong-feng, CHEN Chang-jie, CHUN Sheng-li, et al. Transfer ink and Gravure Printing Technology[J]. Plastic Packaging, 2017, 27(2): 9—15.
- [15] GB/T 7707—2008, 中国标准书号[S].
GB/T 7707—2008, CSBN[S].