水洗数码柔版制版研究

顾 萍，戚昇超
（上海出版印刷高等专科学校，上海 200093）

摘要：通过对水洗数码柔版制版参数的测试和研究，详细分析了制版参数对版材的版基厚度、细小网点、线条、文字再现等的影响，确定了最佳的制版工艺参数，为进一步完善水洗数码柔版制版工艺及其应用提供解决方案。

关键词：数码水洗柔版；柔版制版；制版工艺
中图分类号：TS803.4 **文献标识码：**A **文章编号：**1001-3563(2012)19-0122-05

Study on Platemaking of Digital Water-washed Flexographic Plate

GU Ping, QI Sheng-chao
(Shanghai Publishing and Printing College, Shanghai 200093, China)

Abstract: Platemaking preferences of digital water-washed flexographic plate were tested and studied. The influence of platemaking parameters on base thickness, small dot, line and characters was analyzed. The best platemaking parameters were determined. The purpose was to provide solution for improvement of platemaking process and application digital water-washed flexographic plate.

Key words: digital water-washed flexographic plate; flexographic platemaking; platemaking process

目前数码柔版制版方式主要有溶剂制版、水洗柔版制版、热敏制版、直接雕刻制版，水洗柔版制版因其低碳环保而逐渐被市场所接受[1]。

1 水洗数码柔版特点

水洗柔版版材最大的特点是可用自来水洗版，非常环保；且干燥时间短，新型的高品质水洗数码柔版版材，还能在 175 线/英寸加网线数下，再现出 1%～95%的网点，并能与水性油墨、UV 油墨和溶剂型油墨系统相兼容。水洗数码型柔版和溶剂型柔版的性能比较见表 1[2]。

表 1 水性柔版和溶剂柔版工艺参数

Tab.1 Process parameters of water-based flexographic plate and solvent-based flexographic plate

特性		水洗型柔版	溶剂型柔版
制版时间		40 min 左右	150 min 左右
洗版环境	溶液	水(水＋中性洗衣粉)	溶剂
	作业舒适度	好(无味、可触摸)	较差(有味道、不能触摸)
	废液处理	残液经滤网处理可直接排出	不能直接排出，需专业处理
网点再现性/(l·in^{-1})		175 1%～95%	175 1%～95%
版材硬度/(邵氏 A)		78	77
薄型通用版材厚度/mm		1.14 或 1.70	1.14 或 1.70
墨水适用性		水性墨、溶剂墨、UV 墨	水性墨、溶剂墨、UV 墨

收稿日期：2012-06-08
基金项目：上海市教育委员会科研创新项目(自然科学类)(11YZ299)

作者简介：顾萍(1963－)，女，上海人，上海出版印刷高等专科学校高级工程师，主要从事印刷包装工程数字印前技术的教学和研究。

2　水洗数码柔版制版参数测试

为控制好制版质量，在正式制版前需对背曝光、主曝光、洗版、干燥、后曝光、去粘等过程做相应测试，以获得正确的制版参数。

测试采用 KMP 水洗柔性制版一体机（广州白云科茂有限公司生产），所用版材为东海泉龙水洗数码柔版，版材厚度为 1.14 mm，保护膜厚度为 0.08 mm，由日本东海橡塑工业株式会社提供，工作环境温度 25 ℃。

2.1　洗版速度测试

测定洗版速度，其目的是为了获得一定浮雕深度下所需要的洗版时间。

洗版温度控制在 50 ℃，成分是水＋中性洗衣液，洗版毛刷为高密度尼龙材质，毛刷线径 150～180 μm，长度 15～18 mm[2]。

裁剪出一定大小，如 170 mm×100 mm 的测试样品，测定并记录样品不同区域若干位置的印版厚度，背曝光 10 s，剥下保护胶，洗版 1 min，干燥 10 min，冷却后再测定各点厚度。

设版材厚度为 H，洗版后厚度为 h，被洗去的版材厚度为 h'，测定点数为 n 个，版材被洗去的平均厚度，即浮雕深度为 $\bar{h}'$，显影时间为 t，显影速度为 v，则 v 等于：

$$v=\frac{\bar{h}'}{t}=\frac{\sum[(H-0.08)-h]}{n}/t$$

若在版材上取 5 点，显影时间为 1 min，洗版前后厚度值见表 2，经计算，v＝0.216 mm/min。

表 2　不同区域洗版前后的厚度值

Tab.2 Thickness of different areas on the plate before and after washed

取点位置	版材厚度 H/mm	洗版后厚度为 h/mm
1	1.700	1.400
2	1.710	1.420
3	1.690	1.380
4	1.70	1.410
5	1.698	1.406

在实际工作中，为了确保洗版干净，最佳的洗版时间往往要在所需浮雕深度所对应的时间上加 4 min 左右[2]。1.14 mm 的版材，浮雕深度一般在 0.6～0.7 mm 范围内[3]，若浮雕深度取 0.7 mm，所得对应时间大约为 3.24，则实际显影时间则为 7 min 左右。

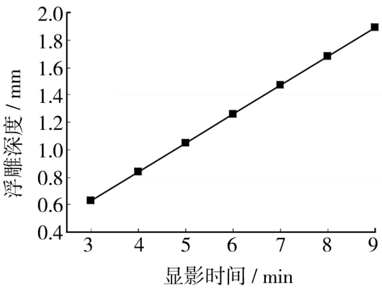


图 1　洗版时间与浮雕深度的关系

Fig. 1 Relationship between plate-washing time and relief height

2.2　背曝光测试

背曝光采用紫外线 A 区（波长域：300～400 nm UV-A）光源，曝光能量为 1000 MJ/(cm^2·min)。背曝光是决定印版底基厚度及印版浮雕深度的主要环节，因此为保证合适的底基厚度，形成有利于印刷的印版浮雕深度，应该在控制好曝光能量、稳定设备环境温度等前提下，对不同版材作背曝光测试，以确定合理的背曝光时间。通常，背曝光时间根据需要的底基厚度决定。曝光时间太长，印刷容易起脏；时间太短，底基太薄，对细小文字等的支撑能力下降[4]。

在 1.14 mm 厚度版材上取 7 小块 1.7 mm 厚度 30 mm×70 mm 样片，分别以 10，20，30，40，50，60，70 s 的背曝光时间对样版进行测试，曝光结束后 7 块样片一起放入洗版槽进行洗版，确保去掉所有未曝光的部分。然后烘干、后曝光、去粘，最后取出印版，用卡尺测出 7 块样片的底基厚度值，制作背曝光及版材厚度对应表，就可得到所需版基厚度的背曝光时间，见图 2。

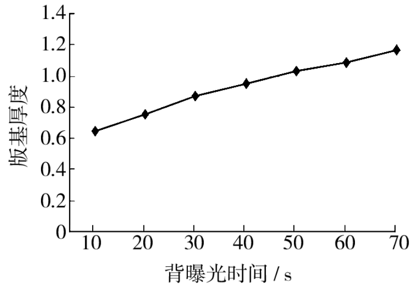


图 2　背曝光与底基厚度的关系

Fig. 2 Relationship between back-exposure time and base thickness

2.3 干燥测试

干燥目的是排除版材内吸收的水分，当水洗柔版干燥温度设定在 60 ℃，时间控制在 12 min 左右时，版材就能恢复原有的特性及厚度。干燥温度过低和时间过短，版面膨胀程度不均匀；若温度过高、时间过长，版面会产生发脆变形，印版图文尺寸会受影响。

2.4 后曝光测试

对干燥后印版进行一次全面、均匀的曝光，目的是使印版彻底固化，以达到最终应有的硬度[5]，并增加版面对油墨、溶剂的抵抗力，提高印版的耐磨性。水洗柔版后曝光时间通常控制在 10 min 左右，后曝光时间过长印版容易爆裂，时间太短，会影响印版的耐印力。

2.5 去粘测试

去粘光源为紫外线 C 区（波长域：200～300 nm UV-C）杀菌光源，去粘目的是除去版面的黏性，增强印版的着墨能力。去粘时间不宜过长，以能去粘为宜，如果时间过长，印版就会开裂、变脆，耐印力低[5]，通常水洗柔版去粘时间控制在 5 min 左右。

2.6 主曝光时间测试

在同一块水洗数码版上对测试文件以 175 lpi、输出分辨率 2400 dpi，进行激光曝光。激光曝光设备为 ESKO CDI Spark 2120，曝光能量 2.1 J/cm^2。

对 5 块数码版分别给予背曝光 55 s，主曝光 6，8，10，12，14 min，洗版 9 min，干燥 15 min（60 ℃），后曝光 10 min，去粘 5 min。结果表明，在一定时间范围内，主曝光对浮雕深度影响不大，但会影响网点再现、浮雕肩角以及阴线再现能力[4]。

3 结果分析

对以上测试实验结果分析可知，背曝光、洗版对印版浮雕深度影响很大，干燥、后曝光、去粘过程对印版浮雕深度及网点大小的影响微乎其微。

主曝光是制版质量关键，主曝光时间长短会对网点大小、浮雕深度、网点角坡度等会产生不同程度的影响。

3.1 主曝光对网点再现影响

用数码显微照相仪器 OLYMPUS SC30，对不同曝光时间印版上 3%～97%区域的网点，分别测量其直径，每一区域均取 5 个抽样点，取其平均值，再根据公式转换成网点百分比，得数据见表 3。

表 3 主曝光对网点再现的影响

Tab.3 Inference of main-exposure on dot recovery

理论网点值	主曝光时间/min				
/%	6	8	10	12	14
3	1.2	1.8	2.2	2.4	2.5
5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
10	6.5	8.2	8.2	9	7
15	9.5	11.5	10.5	12.5	13.5
20	13.5	15.8	16	16.5	17.5
30	22	25	27	28	27
40	28	34	33	36	38
50	40	45	45	45	47
60	50	55	57	57	59
70	62	63	59	59	63
80	68	75	73	67	73
85	79	80	84	82	85
90	89	85	86	87	87
95	95.4	97.7	97.8	97.9	97
97	96.6	98.6	98.6	98	97

从表 3 可以看出，该水洗数码版有较大的曝光宽容度，曝光时间从 6 min 变化至 14 min，每变化 2 min，各级网点百分比差值均在 2%左右，每变化 4 min，各级网点百分比差值最大不超过 5%。因此在一定曝光时间范围内，曝光时间的长短对网点再现影响不大；但对细小网点而言，曝光时间延长，有利于网点还原程度提高。如适当延长主曝光时间能够确保 3%的网点不丢失，但过长会造成 95%以上网点扩大而造成层次并级。水洗数码柔版网点再现曲线见图 3。

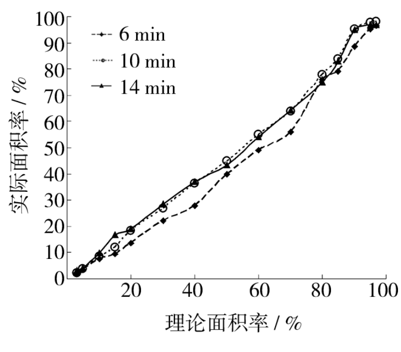


图 3 水洗数码版印版网点再现曲线

Fig.3 Dot recovery curves of digital water-washed plate

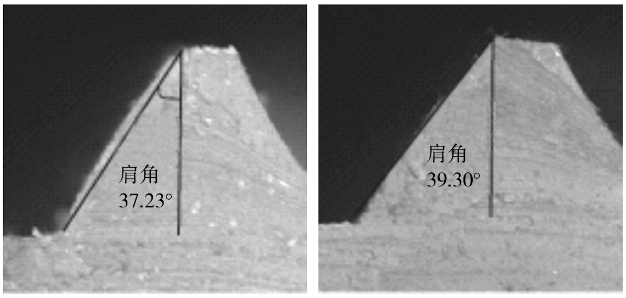
该曲线是经线性化后的印版再现曲线。从图 3 可以看出 10，14 min 的印版有较好的再现曲线，且变化稳定。6 min 主曝光时间对于该印版显然过短，造

成整个版面的网点硬化程度不够,冲洗时易丢失,最终导致实际印版网点明显小于理论值,且再现波动大、不稳定,高调区域的小点偏小,难以保住,印刷时网点易丢失,耐印力也会受到影响[4]。

3.2 主曝光对浮雕肩角的影响

浮雕肩角是指浮雕肩部垂直线与浮雕斜线之间的角度。主曝光时间的长短在很大程度上影响着浮雕肩角大小及网点的锐利度[3]。

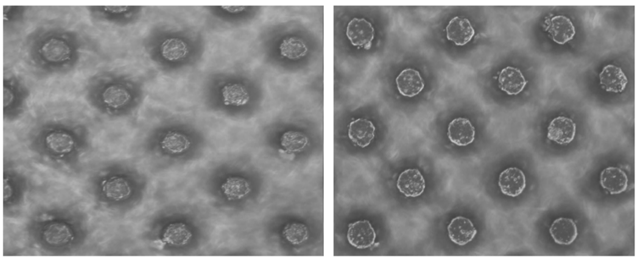
用显微照相仪分别对不同曝光的 1.0 pt 线条、10%网点区域进行拍摄,得图 4－5。可以看出,随着



a　8 min　　b　14 min

图 4　2 种 1 pt 线条浮雕

Fig. 4 1 pt line relief



a　8 min　　b　14 min

图 5　2 种主曝光网点浮雕

Fig. 5 main-exposure dots relief

主曝光时间从 6 min 到 14 min 递增,线条浮雕肩角随之增大。网点浮雕底部随着曝光时间增加而变宽,网点肩角及网点面积明显增大,清晰度也随着曝光时间延长而增强。

3.3 主曝光对细小线条再现的影响

将不同曝光时间的细线条区域,0.1,0.2,0.4,0.6,0.8,1.0 pt 区域,切剖面图拍摄图像并分析。

3.3.1　细小阳线再现

经分析各曝光时间段对 0.1 pt 线条均不能很好再现,虽有浮雕影像,但宽度过小,均不能满足印刷要求。各段对其他段线条再现数据见表 4。

表 4　主曝光对细线条再现的影响

Tab.4 Influence of main exposure on reproduction of fine line

线宽/pt	6 min		10 min		14 min	
	宽度/pt	肩角/(°)	宽度/pt	肩角/(°)	宽度/pt	肩角/(°)
0.2	0.137	33.40	0.158	33.51	0.159	33.70
0.4	0.234	33.57	0.366	33.81	0.387	33.90
0.6	0.510	34.4	0.519	35.20	0.540	35.7
0.8	0.713	36.5	0.744	36.54	0.746	36.9
1.0	0.91	36.8	0.942	38.40	0.947	39.28

数据表明,相同曝光时间段,细线条再现能力随线条变宽而增强;对于相同宽度的线条,其再现能力又随曝光时间延长而提高。

3.3.2　细小阴线再现

各曝光时间段对 0.2 pt 以下阴线均无再现能力,除 6 min 曝光时间段对 0.4 pt 无法再现外,其余曝光时间均能再现出 0.4 pt 及以上的细小阴线条。

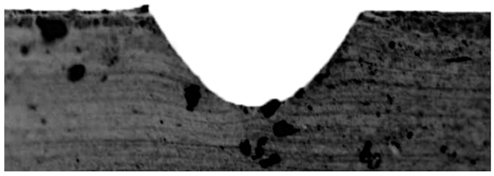


图 8　1 pt 阴线剖面

Fig. 8 Profile of 1 pt concave-line

不同的主曝光时间对阴线条的深度、宽度影响较小,每变化 4 min,深宽比变化也很小,说明该版材有较高的曝光宽容度,见表 5。另外,随着曝光时间的增加,光线漫射现象加重,致使阴线部分曝光过度,从而使阴线深度和宽度缩小。若曝光时间过长,严重的会使阴文字糊住、丢失。

表 5　不同主曝光时间 1 pt(351 μm)阴线深宽比

Tab. 5 Breadth depth ratio of 351 μm concave-line under different main-exposure time

主曝光时间/min	深度/μm	宽度/μm	深宽比/%
6	171.26	359.68	47.6
8	166.640	358.80	46.44
10	164.96	358.40	46.03
12	158.13	357.08	44.28
14	142.70	355.84	40.1

4 结语

根据上述实验分析,在稳定激光曝光条件、控制好制版条件的情况下,可以得出相对宜适的制版参数:背曝光 55 s,主曝光 9 min,洗版 9 min,干燥 15 min(60 ℃),后曝光 10 min,去粘 5 min。在这一条件下,水洗数码柔版的细小网点、线条、文字都有较高的再现能力,能够得到相对精细的图像。同时还可以获得水洗数码柔版制版过程带来的好处:制版过程简便,显影、干燥时间快,制版效率高,最关键的是无需溶剂冲洗和废液处理,工作环境好,环保低碳[1]。

参考文献:

[1] 郑元立. 柔印制版的低碳工艺,促柔印发展的绿色之路[J]. 中国柔印,2010(12):3-4.
ZHENG Yuan-li. Low-carbon Process,A Green Road for Flexoplate Making Development[J]. China Flexography,2010(12):3-4.

[2] 东海橡塑工业株式会社柔版版材事业部,水洗版和溶剂版特性比较[R]. 日本,2012.
Tokai Rubber Flexographic Products. Comparison on Washed Plates and Solvent Plates[R]. Japan:2012:1-12.

[3] 郝尔穆特·基普汉. 印刷媒体手册[M]. 2004.
Kipphan · HELMUT. Handbook of Print Media[M]. XIE Pu-nan,WANG Qiang,Translate. 2004.

[4] 戢小亮. 柔性版的制版研究(上)[J]. 印刷技术,2004,14(5):22-29.
JI Xiao-liang. Study on Platemaking of Flexographic Printing(Part One)[J]. Printing Technology,2004,14(5):22-29.

[5] 高建利. 柔性版 CDI 制版工艺及其质量控制[J]. 印刷技术,2010,4(2):25-27.
GAO Jian-li. Cyrel Digital Imager:New Platemaking Process of Flexographic and Quality Control[J]. Printing and Technology,2010,4(2):25-27.

[6] 戢小亮. 柔性版的制版研究(中)[J]. 印刷技术,2004(17):41-42.
JI Xiao-liang. Study on Platemaking of Flexographic Printing(Part Two)[J]. Printing Technology 2004(17):41-42.

[7] 戢小亮. 柔性版的制版研究(下)[J]. 印刷技术,2004(20)(7):53-54..
JI Xiao-liang. Study on Platemaking of Flexographic Printing(Part Three)[J]. Printing Technology,2004,20(7):53-54.

[8] 高文利. 柔性版制版研究[J]. 信息记录材料,2010(6):54-56.
GAO Wen-li. Study on Plate Produced in Flexograph Printing[J]. Information Recording,2010(6):54-56.

[9] 黄颖为. 柔版印刷中网点扩大变形的研究[J]. 包装工程,2005,26(6):233-234.
HUANG Ying-wei. Research of Dot Enlargement Deformation in Flexograhpy[J]. Packaging Engineering,2005,26(6):233-234.

[10] 黄蓓青. 彩色柔性版印刷色彩阶调再现性[J]. 包装工程,2006,27(6).
HUANG Bei-jing. Tones and Color Reproduction of Color Flexography[J]. Packaging Engineering,2006,27(6):9-11.

[11] 张改梅. 柔性版印刷网点增大的研究[J]. 包装工程,2008,29(1):41-42.
ZHANG Gai-mei. Study on the Dot Gain of Flexo Printing[J]. Printing Technology Packaging Engineering,2008,29(1):41-42.

[12] 水显影洗柔性版材的春天到了吗?[J]标签产业,2011,34(6):40-42.
Will Washed Plate to be a New Development Trends?[J]. Label Industry,2011,34(6):40-42.

[13] 张岩. 柔印制版质量数字化控制方法的研究[J]包装工程,2012,33(5):99-102.
ZHANG Yan. Study of Digital Quality Control Method of Plate Making of Flexographic[J]. Packaging Engineering,2012,33(5):99-102.

[14] 金银河,李新胜[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
JIN Yin-he. LI Xin-sheng[M]. Beijing:Chemical Industry Press,2004.