

柔印制版质量数字化控制方法的研究

张岩^{1,2}, 刘士伟¹, 李玉山³

(1. 郑州牧业工程高等专科学校, 郑州 450011; 2. 南京林业大学, 南京 210037; 3. 富林特柔印事业部, 上海 201108)

摘要: 柔性版制版质量控制是柔性版印刷品质优劣的关键,通过分析柔性版制版过程各环节质量控制要素及其控制参数,建立了一套数字化的制版质量控制参数的获取与优化方法。对柔印标准化管理有积极推动作用,对实际生产有一定指导意义。

关键词: 柔性版制版; 质量控制; 数字化

中图分类号: TS803.4; TS873 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)03-0099-05

Study of Digital Quality Control Method of Plate Making of Flexographic Printing

ZHANG Yan^{1,2}, LIU Shi-wei¹, LI Yu-shan³

(1. Zhengzhou College of Animal Husbandry Engineering, Zhengzhou 450011, China; 2. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 3. Flint Group Flexographic Products, Shanghai 201108, China)

Abstract: The quality control of plate making is the key of flexographic printing quality. The obtaining and optimizing method of digital quality control parameter of plate making was established through analysis of quality control elements and parameters of plate making in flexographic printing process. The purpose was to provide reference for standardization management of flexographic printing and practical production.

Key words: plate making of flexographic printing; quality control; digitalization

柔性版印刷生产效率高、适应性广,印刷材料环保特性好^[1],是行业公认的一种“最优秀、最有前途”的印刷方式。政府在“十二五”期间对“绿色环保”的柔版印刷给予政策支持,将有力地推动柔性版印刷的发展。作为柔性版印刷质量关键的柔印制版质量,长期缺乏数字化与标准化的管控方法,这将严重制约柔性版印刷的发展。因此,研究柔性版制版质量控制的数字化方法及其应用,就成为了柔版印刷质量控制中的关键问题和亟待突破的技术难点^[2]。

1 柔性版制版流程及其质量控制分析

柔印传统版制版 6 个步骤见图 1^[3],激光版除增加激光蚀膜环节外,其他步骤与传统版基本一致,见图 2。

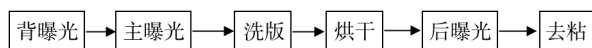


图 1 传统版制版过程

Fig. 1 Traditional plate making processes



图 2 激光版制版过程

Fig. 2 Laser plate making processes

在这些环节中,背曝光和洗版过程决定了底基厚度,为确保网点充分地联结在底基上,理想底基厚度至少应达到版材厚度的 1/2。主曝光和洗版过程决定了浮雕网点还原情况以及反白深度。烘干是将洗版时浸入到版材中的溶剂蒸发出来,直至恢复版材原

收稿日期: 2011-12-10

基金项目: 河南省重点科技攻关项目(082102250002)

作者简介: 张岩(1972—),女,江苏泰兴人,硕士,郑州牧业工程高等专科学校副教授,南京林业大学在读博士研究生,主要从事印刷包装的教学与研究。

来的厚度。后曝光将赋予版材应有的硬度,肖氏硬度一般在 25~60,不同厚度的版材有不同的硬度要求。最后一步是去粘,目的是消除整张版材表面的粘性。

通过实验获得的 25 °C 时 nyloflex® 1.7 mm 厚传统版和激光版网点面积率数据,见图 3,可以看出

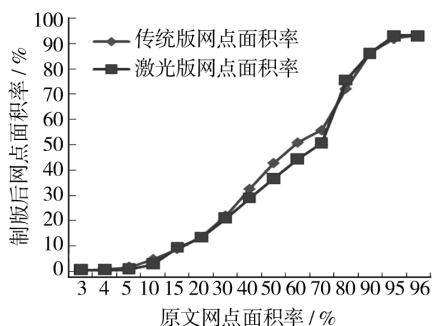


图 3 传统版和激光版的网点还原情况

Fig. 3 Dots recovery percentage in traditional and laser plates

柔性版网点面积率普遍偏小^[4],在中亮调区域更为明显,激光版因为抑氧作用网点面积率更小于传统版。

针对网点面积率现状需要对制版进行补偿,前提是制版各环节质量稳定,因此通过对柔印制版质量控制参数的研究,减少波动,成为稳定质量的关键所在^[5]。

2 制版质量测试标版设计及其控制参数筛选

针对柔版印刷中阶调还原不够理想、耐印率相对较低、空白容易糊版等主要质量弊病,设计了制版测试标版,主要用来检测和控制网点面积率、底基厚度、浮雕高度或反白深度等参数,见图 4。

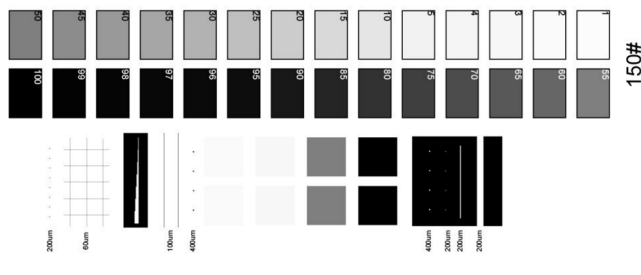


图 4 实验用测试标版

Fig. 4 Testing documents in experiments

标版中包括 1%~100% 网点面积率梯尺; 200 μm , 400 μm 独立阳点和阴点; 60 μm 阳线条网格,

100 μm , 200 μm 阳线条和阴线条等信息。

从网点面积率梯尺可以测得印版上 3%~97% 网点面积率,以获得网点在印版上的还原情况。3% 以下和 97% 以上的网点面积率因测量仪器和条件所限无法较为准确获得,所以不考虑这部分网点。

通过测量标版中空白区域的厚度,可以获得版基厚度数据。通过独立阳点可以测得浮雕高度,通过独立阴点可以测量反白深度。阳线条及网格可以观察细线条连续完整性以及是否弯曲变形,用以判断主曝光时间是否合适。

通过对数据的测量和分析,最终筛选出环境温度、洗版速度、背曝光和主曝光时间、烘版、后曝光以及去粘时间 7 个关键参数。

3 实验数据分析与质量控制参数优化

3.1 环境温度的影响及温度参数优化

环境温度对制版效果的影响一直未得到验证,实验模拟 10, 15, 20, 25, 30, 35 °C 环境温度,使用设计的标版进行传统制版和激光制版,测量印版上底基厚度、3%~96% 网点面积、400 μm 反白点深度等参数。

实验中使用 nyloflex® 1.7 mm 厚的版材,背曝光时间为 30 s,主曝光时间传统版 10 min,激光版 12 min,洗版速度 140 mm/min,在 60 °C 下烘干 3 h,后曝光 12 min,去粘 10 min。

实验结果显示环境温度对背曝光影响较明显。环境温度对底基厚度的影响见图 5,因为底基厚度主

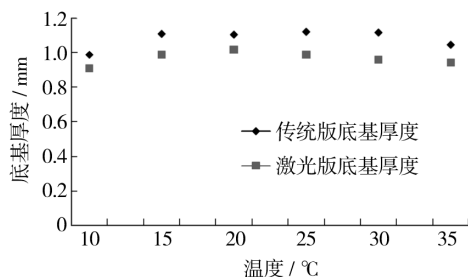


图 5 不同环境温度下的底基厚度

Fig. 5 Thickness of base under different temperature

要由背曝光决定,所以从图 5 可以看出环境温度对背曝光效果的影响。在 10, 15 °C 时产生的底基较薄, 20, 25 °C 时底基厚度达到理想最高点,随着温度继续上升, 30, 35 °C 时底基厚度又呈下降趋势。底基厚度与环境温度呈抛物线关系。

实验证明制版环境温度应保持在 $20\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 版材需提前放置在室温下适应, 以保证稳定的制版效果。

测量还发现, 各印版 $3\%\sim 96\%$ 网点面积、 $400\text{ }\mu\text{m}$ 反白点深度几乎没有变化, 而网点面积率、反白深度主要由主曝光决定, 说明环境温度对主曝光的影响可以忽略。

3.2 洗版环节的测试及洗版参数优化

3.2.1 洗版速度测试方法

实验使用 nyloflex[®] 2.84 mm 厚版材, 裁为 4 块小版。每块版材都用 1 或 2 块遮光板遮住某一部分 (此部分在曝光冲洗后形成一定深度的下凹), 然后在曝光设备中从正面曝光 10 min。将 4 块版材分别使用不同的洗版速度冲洗。实验中设定第 1 块版材的洗版速度为 240 mm/min , 第 2 块版材速度为 200 mm/min , 第 3 块为 160 mm/min , 第 4 块为 120 mm/min 。然后将所有版材烘干后, 测量被冲洗部分的深度, 即得到浮雕高度, 将数据拟合见图 6。

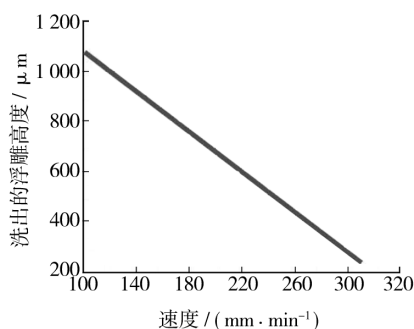


图 6 浮雕高度与洗版速度的关系

Fig. 6 Relation between relief height and plate washing speed

3.2.2 数据分析和优化

在实际使用中, 洗版时间与浮雕高度的比率并不是固定值, 取决于版材的类型和洗版设备的类型, 更换版材和洗版设备, 曲线都需重新测试^[6]。

为了确保洗版干净, 最佳的洗版时间为超过期望浮雕深度 $200\text{ }\mu\text{m}$ 所对应的时间, 比如期望的浮雕深度为 $1\text{ }000\text{ }\mu\text{m}$, 则浮雕深度为 $1\text{ }200\text{ }\mu\text{m}$ 对应的时间是正确的洗版时间。

3.3 背曝光环节的测试及参数的优化

3.3.1 测试方法

使用 nyloflex[®] 2.84 mm 版材, 测试时曝光时间以 10 s 为间隔递增。

先用大小与测试区域面积一样的不透明的铝片遮住版材, 第 1 块区域 (A) 在测试过程中一直遮住, 测试从第 2 块区域 B 区开始, 见图 7。

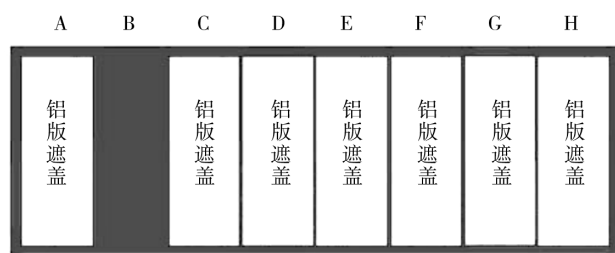


图 7 测试方法示意图

Fig. 7 Sketch map of test method

第 2 块区域 B 露出来, 曝光 10 s 。然后将 C 区域的遮光板移到 B 区, 露出区域 C, 曝光 20 s 。然后将 D 区域的遮光板移到 C 区, 曝光 30 s 。以此类推, 版材形成以 10 s 为递进单位的 8 个曝光区域。

背曝光后按照前面测试所得洗版速度进行洗版, 洗版完毕后烘干, 测量不同背曝光条件下得到的浮雕高度, 见图 8。

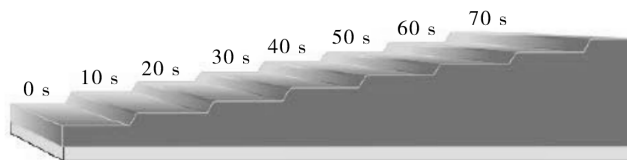


图 8 背曝光时间与浮雕高度的关系

Fig. 8 Relation between back-exposure time and relief height

3.3.2 数据优化

依据上面测试得到的数据, 根据期望的浮雕高度就可以确定合适的背曝光时间。期望的浮雕高度一般为版材厚度的一半。

需要注意的是, 不同厚度的版材, 浮雕高度的理想值各不相同, 同时还应考虑版材上的图像元素、半色调网点或线条、承印材料、印刷机具体状况等因素^[7]。实验中 nyloflex[®] 2.84 mm 厚版材理想的浮雕高度为 $1.45\sim 1.60\text{ mm}$, 如果印品为细网、独立点和细线条, 则可以将期望的浮雕高度定为 1.45 mm , 如果为实地、粗线条并使用表面不平坦、粗糙的承印物则定为 1.60 mm 。

3.4 主曝光环节的测试及参数优化

3.4.1 菲林的数据化

对于传统版来讲, 晒版时需要使用负片菲林。菲

林上任何小的瑕疵,例如细尘、刮擦等因素,都将会在版材上表现出来,制版后就无法修复,因此负片菲林必须达到一定标准。如为了保证阴片菲林与版材在主曝光时能够紧密贴合,菲林的药膜面必须是磨砂的。菲林的实地光学密度至少为 Dlog 3.50。根据版材厚度的不同,对菲林的要求略有区别,具体数据见表 1。

表 1 菲林的质量要求
Tab.1 Quality requirement of film

最大浮雕高度 1.0 mm 时对负片菲林的要求			
独立点直径	阳线条宽度	最小网点	最小网点密度
≤0.20 mm	≥0.10 mm	≥2%	≥Dlog 1.70
最大浮雕高度在 1.0~3.0 mm 时对负片菲林的要求			
独立点直径	阳线条宽度	最小网点	最小网点密度
≤0.75 mm	≥0.30 mm	≥3%	≥Dlog 1.50

3.4.2 测试方法

将 nyloflex® 柔印版材切成与前面设计的测试菲林相适配的尺寸,先用测得的背曝光时间对整个版材进行背曝光。此次实验通过逐步增加曝光时间来测试正确的主曝光时间。

将 8 个拷贝同时曝光 2 min,然后遮住第 1 个拷贝,将剩余的 7 个拷贝再曝光 2 min,接着遮住第 2 个拷贝,将剩余的 6 个拷贝再曝光 2 min,以此类推,直到第 8 个拷贝。这样,第 1 个拷贝曝光 2 min,第 2 个拷贝曝光 4 min,最后一个拷贝曝光 16 min。

根据前面测试的洗版时间正确洗版,烘干 3 h,再后曝光 10 min,去粘 10 min,在 8 个拷贝中挑选出最合适的曝光时间。

最直观的方法是观察测试标版中 60 μm 细线网格的形状,见图 9,如果浮雕网格出现断裂、残破、弯

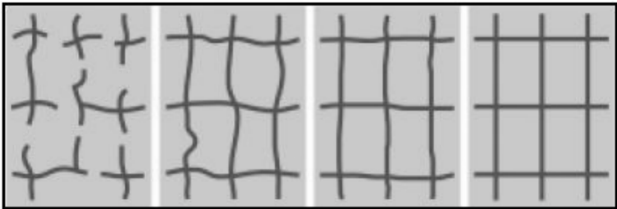


图 9 不同主曝光时间下的 60 μm 细线网格
Fig.9 60 μm grid line in different main-exposure time

曲变形,则说明曝光时间不足,合适的曝光时间下获得的阳线条完整笔直。

3.4.3 主曝光参数优化

主曝光时间与多种因素有关,如版材类型和批次、负片菲林或黑膜、曝光设备具体情况等,因此,上述条件发生变化时,均需要重新测试主曝光时间。

虽然材料和设备情况不同需要的主曝光时间完全不同,但是主曝光时间优化的方法和标准是一致的。以 nyloflex® 柔印版材为例,主曝光时间应满足以下内容,见表 2—3。

表 2 0.76~3.18 mm 厚度的薄版主曝光时间参数优化标准
Tab.2 Optimization criterion of main-exposure time of 0.76~3.18 mm plates

最短曝光时间	最长曝光时间
直径为 200 μm 的独立点能够被完好地复制	直径 400 μm 的网点高度达到 70 μm
线宽为 60 μm 的网格线条没有损坏弯曲等变形	宽度为 2 000 μm 的反白线深度达到 500 μm
浮雕高度为 0.7 mm 的 2 %	
网点可再现	

表 3 2.84~6.35 mm 厚度薄版主曝光时间参数优化标准
Tab.3 Optimization criterion of main-exposure time of 2.84~6.35 mm plates

最短曝光时间	最长曝光时间
直径为 750 μm 的独立点能够被完好地复制	直径 500 μm 的网点高度达到 100 μm
线宽为 300 μm 的网格线条没有损坏弯曲等变形	宽度为 2 000 μm 的反白线深度达到 100 μm
浮雕高度为 2.5 mm 的 3 %	
网点可再现	

最短曝光时间和最长曝光时间之间的跨度称为曝光宽容度^[8]。柔印版材一般都具有较大的宽容度,通常可以达到 4 min。在曝光宽容度范围内,曝光时间的长短不会影响网点的直径和线条的宽度。

3.5 烘干环节的测试及参数优化

将冲洗后的柔印版材放置在有热风的设备里烘干,每 30 min 测量版材厚度,可以发现烘干 1~2 h 内版材厚度下降明显,2 h 后厚度趋于稳定,基本恢复原本厚度的时间即为最佳烘干时间。通常,越厚所需烘干时间越长,以 nyloflex® 版材为例,60 ℃ 下烘干环节的数据见表 4。

表格中的烘干时间为必需的最短烘干时间,温度最大值为 60 ℃。如果选用较低的烘干温度,应相应

表 4 不同厚度版材的烘干时间
Tab.4 The drying time of different thickness plate

版材厚度 /mm	烘版时间/h		
	洗版溶剂	洗版溶剂	洗版溶剂
	PER	nyloflex [®] A	nyloflex [®] II
0.76~1.14	1	1.5~2	1.5~2
1.70~3.18	2	1.5~3	1.5~3
3.18~6.35	3~4	2.5~4	2.5~4

延长烘干时间。
烘干后需要将版材在室温下放置 12~15 h,使版材中的残留溶剂充分挥发,版材达到稳定的厚度。

3.6 后曝光环节的测试及参数优化

后曝光时间的测试与优化以版材获得的硬度为标准,使用 UVA 光源照射版材,每 3 min 测量版材硬度,达到理想硬度的背曝光时间为最佳时间^[9],硬度一般要求在肖氏 25~60,版越薄硬度要求越高。后曝光时间一般与主曝光相同,为 10~15 min。

3.7 去粘环节的测试及参数优化

去粘时用 UVC 光源照射版材,去除版材表面粘性。确定去粘时间时,可以每隔 3 min 将手掌放于版材表面,感觉其表面是否有粘性。实验中 nyloflex[®] 版材去粘时间为 10 min。

4 结论

在激光版制版过程中,激光蚀膜环节由计算机控制,质量相对稳定^[10],因此没有讨论这一过程,而是将重点放在数据多变的环境温度、背曝光、主曝光、洗版、烘干、后曝光、去粘环节,通过获取和优化相关参数实现了柔印制版过程的数据化、标准化控制。

通过大量实验和数据,总结优化了柔印制版各环节质量控制参数,形成了数据化管理体系,对柔印标准化管理有积极推动作用,对生产有一定指导意义。

参考文献:

[1] 汪玉东. 柔印技术发展前景[J]. 信息记录材料, 2005, 6(1): 39.
WANG Yu-dong. Development Prospects of Flexographic Printing[J]. Information Recording, 2005, 6(1): 39.
[2] 高晓静. 密度式彩色柔版印刷呈色模型的探讨[J]. 包装工程, 2007, 28(7): 54-55.
GAO Xiao-jing. Discussion on Density Type Mathemati-

cal Model of Color Flexography[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(7): 54-55.
[3] 高英新. 1.70mm 柔性树脂版的制版研究[J]. 影像技术, 2009, 21(3): 5-46.
GAO Ying-xin. A Study on Making Printing Plate Using 1.7 mm Flexographic Resin Plate [J]. Imaging Technology, 2009, 21(3): 45-46.
[4] LILIYA H. Microscopic Studies of the Influence of Main Exposure Time on Parameters of Flexographic Printing Plate Produced by Digital Thermal Method [J]. 中国印刷与包装研究, 2009, 1(6): 71-73.
LILIYA H. Microscopic Studies of the Influence of Main Exposure Time on Parameters of Flexographic Printing Plate Produced by Digital Thermal Method [J]. China Printing and Pakaging Study, 2009, 1(6): 71-73.
[5] 高文利. 柔性版制版研究[J]. 信息记录材料, 2010, 11(6): 55-56.
GAO Wen-li. Study on Plate Produced in Flexographic Printing[J]. Information Recording, 2010, 11(6): 55-56.
[6] 杨祖彬. 包装印刷原稿设计与制版印刷的结合问题[J]. 包装工程, 2003, 24(5): 49-50.
YANG Zu-bin. Combination of Package Printing Original Manuscript Design and Plate making Printing [J]. Packaging Engineering, 2003, 24(5): 49-50.
[7] 赵东柏. 柔版中的 CTP 技术及市场前景[J]. 包装工程, 2004, 25(2): 43-44.
ZHAO Dong-bo. The CTP Technology and its Market Prospects in the Flexible Plate Printing [J]. Packaging Engineering, 2004, 25(2): 43-44.
[8] 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 Flexography [J]. Packaging Engineering, 2005, 26(6): 233-234.
[9] 邢晓坤. 柔性版材的应用及最新技术动向[J]. 信息记录材料, 2001(2): 54-55.
XING Xiao-kun. Application and the Latest Development of Flexography[J]. Information Recording, 2001(2): 54-55.
[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): 226.
HUANG Bei-qing. Tones and Color Reproduction of Color Flexography [J]. Packaging Engineering, 2006, 27(6): 226.