

基于莫尔条纹的图像分析方法研究

郭凌华^{1,2}, 郭新华³, 谢雨林⁴

(1. 陕西科技大学, 西安 710021; 2. 陕西省造纸技术及特种纸品开发重点实验室, 西安 710021; 3. 暨南大学, 珠海 519070; 4. 北京北大方正电子有限公司, 北京 100085)

摘要: 印刷行业对于印刷品加网线数和加网角度的识别目前还主要依靠经验。利用莫尔条纹原理, 通过设置合理的印刷加网线数、加网角度、激光照排机输出点数, 设计了评价图像质量的印刷网线尺, 对印刷品加网线数和加网角度可以量化测试, 对于生产实践具有很好的指导作用。

关键词: 印刷网线尺; 加网线数; 加网角度; 莫尔条纹; 激光照排机输出线数

中图分类号: TS801.3; TS807 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)09-0076-04

Study of Image Analysis Methods Based on Moire Fringe

GUO Ling-hua^{1,2}, GUO Xin-hua³, XIE Yu-lin⁴

(1. Shaanxi University of Science & Technology, Xian 710021, China; 2. Shaanxi Province Key Laboratories of Paper-making Technology and Specialty Paper Development, Xian 710021, China; 3. Jinan University, Zhuhai 519070, China; 4. Beijing Founder Electronics Co., Ltd., Beijing 100085, China)

Abstract: At present, identification of screen line and angle for the print products is mainly depended on experience in printing industry. Screen line ruler for image quality evaluation was designed using Moire fringe principle and through setting suitable screen line number, screen angle, and output line number laser typesetter. The ruler can be used to measure screen line number and screen angle quantitatively, which has an important guiding significance for printing practice.

Key words: screen line ruler; screen line number; screen angle; Moire fringe; output line number laser typesetter

印刷工艺过程是将连续调原稿通过印前制作和常用的加网方式加网,再用印刷设备转变成半色调印刷品。印刷品的加网角度和加网线数需要按照一定规律进行,可以避免莫尔条纹的产生。目前,印刷行业对于印刷品加网线数和加网角度的识别还依靠经验,通常采用的识别方法是依靠经验丰富的师傅定出线数和角度,然后在扫描的时候进行去网。文中利用莫尔条纹产生原理的方法通过印刷加网线数、加网角度、激光照排机输出点数设计网线尺,对印刷品加网线数和角度可以进行量化测试,对于生产实践具有很好的指导作用。

1 印刷网线尺设计的原理

1.1 印刷品加网线数和加网角度

一般常规印刷中对应的识别对象为 YMCK 四色加网印刷的彩色印刷品。以印刷品加网线数和加网角度为研究对象,目前印刷中常用的加网线数为 80~200 线/英寸,其中 175 线/英寸最为常用;印刷常用的加网角度是 15°,30°,75°,90°,网点角度差设置为 30°或者 30°倍数。故在设计算法的时候,所涉及的网线尺的应用范围是目前印刷领域常用的加网线数和加网角度。

收稿日期: 2013-01-30

基金项目: 2012 国家大学生创新创业训练计划项目(201210708001);陕西省教育厅省级重点实验室科研计划项目(11JS018);陕西科技大学科研启动基金项目(BJ13-01)

作者简介: 郭凌华(1970-),女,山东人,博士,陕西科技大学副教授,主要从事印刷包装材料适应性和印刷颜色的教学与研究。

1.2 莫尔花纹形成的临界状态

龟纹的周期可以按照公式 Tollennar 进行计算：

$$e = \frac{K_1 K_2}{\sqrt{K_1^2 + K_2^2 - 2K_1 K_2 \cos \alpha}}$$

其中： e 为龟纹周期，是 2 个龟纹之间的最短距离； K_1, K_2 分别是 2 个方向上相邻两线之间最短的距离，即相邻的 2 个色版在各自的加网方向上 2 个相邻网点之间的距离； α 为 2 个叠印网线之间的角度差。若夹角 α 设置的不合适，一般夹角越小时，形成的莫尔花纹的间距增大，此时大到超过人眼可以分辨的最小距离时，人眼就可以发现莫尔条纹。

1.3 人眼的分辨率

在明视距离 250 mm 时，人眼的分辨率是 0.006 mm。即当在设置合适的加网线数，使得 2 个网点的距离小于人眼的分辨率即可，所以计算出的线宽要刚好达到人眼的分辨率 0.006 mm。

1.4 激光照排机输出设定

激光照排机的输出线数与加网线数的比例关系。

设置照排机的输出线数的原则：照排机输出的一般是每线宽是 10 个激光点，并且这个输出点数要与网点线宽成整数倍关系。

2 设计的方法和过程

2.1 选定加网线数

按照印刷常用的加网线数，选定 85, 100, 120, 133, 150, 175, 200 线/英寸加网线数作为算法的第一参数；表 1 以 175 线/英寸为例说明；其他线数的操作步骤都相同。

2.2 分割每一个加网线数

按照间隔 1 线/英寸大小来分割；分割成 165 ~ 185 线/英寸，以 175 线/英寸为例，分割数据见表 1。分割成 165 ~ 185 线/英寸这些加网层次。提供的线宽能够满足龟纹产生的临界条件，即分割的线宽要即为莫尔条纹公式中的 K 值。这个分割的方法经过计算机验证可行，否则要重新提高分割的精度。

表 1 加网线数分割算法
Tab.1 partitioning algorithm of screen lines

线数 175 线/英寸	线宽 /mm	线宽/2 /mm	线宽/3 /mm	每英寸 激光点数	成品线宽 /mm	半径 /mm	直径 /mm
165.0	0.1539	0.0770	0.0513	5	0.0500	20.6000	41.2000
166.0	0.1530	0.0765	0.0510	5	0.0500	20.7539	41.5079
167.0	0.1521	0.0760	0.0507	5	0.0500	20.9070	41.8139
168.0	0.1512	0.0756	0.0504	5	0.0500	21.0590	42.1181
169.0	0.1503	0.0751	0.0501	5	0.0500	21.2102	42.4205
170.0	0.1494	0.0747	0.0498	4	0.0400	21.3555	42.7111
171.0	0.1485	0.0743	0.0495	4	0.0400	21.5049	43.0099
172.0	0.1477	0.0738	0.0492	4	0.0400	21.6535	43.3070
173.0	0.1468	0.0734	0.0489	4	0.0400	21.8012	43.6023
174.0	0.1460	0.0730	0.0487	4	0.0400	21.9480	43.8960
175.0	0.1451	0.0726	0.0484	4	0.0400	22.0940	44.1879
176.0	0.1443	0.0722	0.0481	4	0.0400	22.2391	44.4782
177.0	0.1435	0.0718	0.0478	4	0.0400	22.3834	44.7668
178.0	0.1427	0.0713	0.0476	4	0.0400	22.5269	45.0538
179.0	0.1419	0.0709	0.0473	4	0.0400	22.6696	45.3392
180.0	0.1411	0.0706	0.0470	4	0.0400	22.8115	45.6230
181.0	0.1403	0.0702	0.0468	4	0.0400	22.9526	45.9053
182.0	0.1396	0.0698	0.0465	4	0.0400	23.0930	46.1859
183.0	0.1388	0.0694	0.0463	4	0.0400	23.2325	46.4650
184.0	0.1380	0.0690	0.0460	4	0.0400	23.3713	46.7426
185.0	0.1373	0.0686	0.0458	4	0.0400	23.5094	47.0187

2.3 计算网线尺线宽

计算线宽/2 和线宽/3。分割线宽满足莫尔条纹的周期 e 值,见表 1。因为网线尺的载体是透明胶片,只有这样才能将印刷品上加网的颜色透过,才便于观察;按照莫尔条纹形成的机理公式,在加网时阳线和阴线线宽比例是 1 : 2;所以如果阳线太宽,对于光线的吸收过于厉害,使得衍射花纹形成的效果不好,影响网线尺的使用效果。目的是看这些值跟莫尔条纹形成的临界线宽座比较,是要形成莫尔条纹,如果线宽/2、线宽/3 大于临界值,则此时的线数分割精度应该提高。网线尺中有阴阳线,阴阳线宽加起来是要测的加网线数的线宽。如果一个测量组内线宽是一样的,那样产生的龟纹是方形的,而不是同心圆,因此线宽做成变化的网线数的线宽,做成圆形。这样总有一个角度会与印刷品的加网形成最明显的龟纹。但是如果一个测量组内线宽是一样的,那样产生的龟纹是方形的,而不是同心圆。在彩色印刷套印过程中,如果加网角度不合适,容易产生龟纹现象,这是印刷中要避免的一种故障。利用莫尔条纹形成的临界状态,结合印刷品的实际应用参数,设计出可以测试印刷品加网线数和加网角度的方法。

2.4 设定输出点数

本设计方案中采取的是 10 倍关系。阶调层次 = (输出分辨率/加网线数)+1,要保证 256 级。若要加网 175 线/英寸,需要的输出分辨率是 2805 线/英寸。输出数据的设置见表 1。

2.5 计算网线尺半径

$R=H_3+C_3+(C_4/2)-(C_3/2)$ (其中: R 代表网线尺现在的半径; H_3 是上一个同心圆半径; C_3 是上一个网线数对应的线宽; C_4 是现在的加网线数对应的线宽)。为方便印刷应用,设置的初始同心圆半径为 5。按照上述的算法得到了如表 1 所示的数据。

2.6 算法流程

在计算机中对所设置的线宽数据按照上述的算法进行模拟实验。最终找到合适的线宽。算法流程图见图 1。

2.7 标注网线尺

在网线尺标注加网线数和加网角度,半圆的直径标注的 300,200,150,120,85,55,65,100,133,175,250 是加网线数的读数,单位是线/英寸;半圆的周向上标注的按照逆时针方向 15°,45°,60°,75°,90°,105°,120°,135°,150°,165°是加网的度数,见图 2。

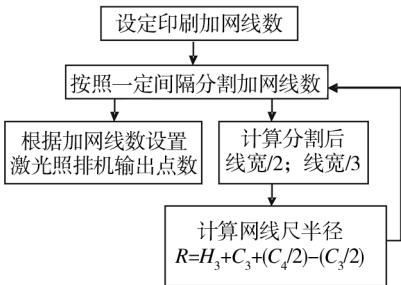


图 1 网线尺算法框图

Fig. 1 Algorithm diagram of screen line ruler

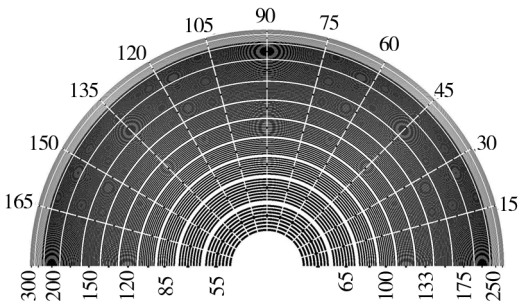


图 2 网线尺的加网线数和加网角度

Fig. 2 Screen line and angle on screen line ruler

3 印刷品加网线数和加网角度测试

测试印刷品品红区域的加网线数和加网角度,见图 3。将网线尺置于印刷完成的图文上,本例子放置

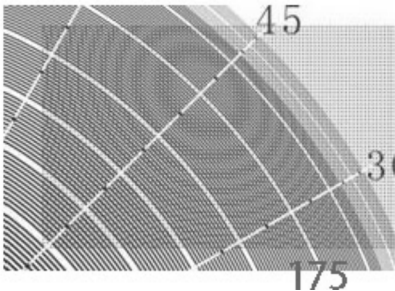


图 3 用网线尺测试不同颜色加网线数和加网角度

Fig. 3 Application of the ruler to measure screen lines and angles

在品红区域,旋转网线尺,形成了莫尔条纹,圆心对应的角度为 45°,加网线数为 175 线/英寸。

4 结论

根据莫尔条纹产生机理确定了印刷网线尺的算法。通过激光照排机输出生成了评价图像质量的印刷网线尺。印刷网线尺对印刷品的加网线数和加网

角度进行量化检测。印前扫描设置破网线数和角度提供了参考的依据。在生产实践中也得到了验证,提高了工作效率和工作精度,对于印刷生产有很重要的指导意义。

参考文献:

- [1] 方靖岳,秦石乔,省书,等. 莫尔条纹法测量微小旋转角度的频域分析[J]. 光子学报,2010,39(4):710-713.
FANG Jing-yue, QIN Shi-qiao, WANG Xing-shu, et al. Acta Photonica Sinica, 2010, 39(4):710-713.
- [2] WALTERS C D. Information technology and libraries, 2004, 3:30-36.
- [3] 杨松,唐正宁,瞿茹芸. 彩色阶调网印龟纹现象之探讨[J]. 包装工程,2006,27(5):14-16.
YANG Song, TANG Zheng-ning, QU Ru-yun. Discussion on Moire Phenomena in Color Screen Printing[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(5):14-16.
- [4] 孙寅,杨松,瞿茹芸. 扫描半色调图像所产生龟纹的抑制[J]. 包装工程,2007,28(10):108-110.
SUN Yin, YANG Song, QU Ru-yun. Suppression of Moire Patterns in Scanned Halftone Images[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(10):108-110.
- [5] 朱孝立,陈军宁. 基于 Ronchi 光栅的莫尔条纹函数建模[J]. 系统仿真学报,2010,22(1):12-15.
ZHU Xiao-li, CHEN Jun-ning. Modeling of Moiré Patterns Based on Ronchi Grating[J]. Journal of System Simulation,

2010, 22(1):12-15.

- [6] 蒋文燕,徐玉香. 多色网点叠印中龟纹的模拟与控制[J]. 包装工程,2010,31(8):93-105.
JIANG Wen-yan, XU Yu-xiang. Simulation and Control of Moire in color Dot Superimposition[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(8):93-105.
- [7] 吕孟军,郭琪,吕印晓. 莫尔条纹信号相位误差补偿[J]. 光学精密工程,2009,17(7):1694-1700.
LYU Meng-jun, GUO Qi, LV Yi-xiao. Signal Phase Error Compensation of Moiré Fringe[J]. Optics and Precision Engineering, 2009, 17(7):1694-1700.
- [8] 周世生. 高等色彩学[M]. 北京:印刷工业出版社,2009.
ZHOU Shi-sheng. Printing Color Science[M]. Beijing: Graphic Communication Press, 2009.
- [9] 张逸新. 分色制版新技术[M]. 北京:中国轻工业出版社,2003.
ZHANG Yi-xin. New Technology of color separation process[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2003.
- [10] GUO Ling-hua, ZHANG Mei-yun. Study of Image Analysis Methods Based on Tollennar Equation[J]. Applied Mechanics and Materials, 2011, 12(21-26):1932-1936.
- [11] 郭凌华,郭新华,谢雨林. 一种测试印刷品加网线数和加网角度的方法:中国,201010140545.4[P]. 2010-09-01.
GUO Ling-hua, GUO Xin-hua, XIE Yu-lin. The Method of Measuring the Lines and Angles of Products: China, 201010140545.4[P]. 2010-09-01.

(上接第 58 页)

参考文献:

- [1] 黄志昌. 自动化生产设备原理及应用[M]. 北京:电子工业出版社,2007.
HUANG Zhi-chang. Principle and Application of Automation Production Equipments[M]. Beijing: Electronics Industry Press, 2007.
- [2] 许学勤. 食品工厂机械与设备[M]. 北京:中国轻工业出版社,2008.
XU Xue-qin. Food Factory Machinery and Equipments[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2008.
- [3] 梁健. 蔬菜洁净保鲜包装成套设备的研究开发[J]. 现代农业装备,2009(7):52-54.
LIANG Jian. Research and Development of Clean Fresh Vegetables Packaging Equipment[J]. Modern Agricultural Equipments, 2009(7):52-54.
- [4] 杨公源. 可编程控制器(PLC)原理与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2004.

YANG Gong-yuan. Principle and Application of Programmable Controller[M]. Beijing: Electronics Industry Press, 2004.

- [5] 黄浩晖. GT4B1 2 型真空封罐机罐头定位系统的改进[J]. 广西轻工业,1997(3):30-32.
HUANG Hao-hui. Improvement of Can Positioning System for GT4B12 Type Vacuum Sealing Machine[J]. Guangxi Journal of Light Industry, 1997(3):30-32.
- [6] 杨忠. 基于 PLC 的电子灌装计量系统设计[J]. 包装工程,2011,32(17):87-90.
YANG Zhong. Design of PLC-based Electronic Measurement Filling System[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(17):87-90.
- [7] 杨晓清. 包装机械与设备[M]. 北京:国防工业出版社,2009.
YANG Xiao-qing. Packaging Machinery and Equipments[M]. Beijing: National Defence Industrial Press, 2009.