

光栅隐形潜像防伪技术研究

唐柱斌, 肖志坚

(浙江东方职业技术学院, 温州 325011)

摘要: **目的** 研究借助光栅材料实现高档印品的防伪技术。**方法** 结合光栅材料特殊的光学特性和半色调图像加网技术, 提出隐形潜像防伪技术, 采用最小阈值矩阵的原理, 实现变角度加网防伪技术。详细论述每种防伪技术的原理, 分别使用 Photoshop 和 Matlab 编程模拟来实现这些算法。**结果** 以 EPSON Stylus Pro7880C 为图像输出设备, 在隐形潜像防伪技术中, 当光栅片线条角度与印刷品呈 45° 或 135° 时, 可以清晰看到隐藏的潜像信息; 在变角度加网中, 使用对应光栅在特定角度 21.14° 条件下叠加在含水印图像上, 清楚地观察到了防伪信息。**结论** 通过实验, 表明光栅隐形潜像防伪技术在印品防伪中具有较好的应用效果。

关键词: 半色调图像; 隐形潜像防伪; 阈值矩阵; 变角度加网

中图分类号: TS853⁺.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)09-0117-05

Grating Anti-counterfeit Technology for High-end Printing

TANG Zhu-bin, XIAO Zhi-jian

(Zhejiang Dongfang Vocational and Technical College, Wenzhou 325011, China)

ABSTRACT: **Objective** To study the anti-counterfeit technology for high-end printing through grating materials. **Methods** Combined with special optical properties of grating material and halftone image screening technology, invisible latent image anti-counterfeit technology was presented, and based on the minimum threshold matrix theory, variable angle screening anti-counterfeit technology was achieved. The principles of each anti-counterfeiting technology were discussed in detail, and these algorithms were implemented based on photoshop and matlab programming. **Results** EPSON Stylus Pro7880C was used as the image output device. In the invisible latent image anti-counterfeiting technology, when the grating line screen angle on printing was 45° or 135° , the hidden latent image information could be clearly seen. During the variable angle technology, the corresponding grating was superimposed on the watermarked image with a specific angle of 21.14° , the anti-counterfeit information could be clearly observed. **Conclusion** Experiments showed that raster invisible latent anti-counterfeiting technology had a good performance in security printing.

KEY WORDS: halftone image; invisible latent image anti-counterfeiting; threshold matrix theory; variable angle screening

凭借销量高、利润大等优势, 烟酒、食品、化妆品等高档包装印品长期稳据包装印刷领域的大半壁江山^[1], 然而随着现代印刷技术的不断发展, 盗版现象

日益严重^[2-4]。假包装及产品充斥市场, 严重扰乱了正常的市场秩序, 破坏了市场经济, 导致企业信誉下降、利润缩小、国家税收受损, 对消费者心理及健康造

收稿日期: 2013-10-09

基金项目: 浙江省高职高专院校中青年专业带头人专业领军项目 (LJ2013153); 浙江省科技厅 2012 年新产品试制计划 (2012D60SA300008, 2012D60SA300008); 浙江省高等教育教学改革研究项目 (jg2013348); 温州工业科技项目 (G20130005)

作者简介: 唐柱斌 (1978—), 男, 安徽池州人, 硕士, 浙江东方职业技术学院讲师, 主要研究方向为数字媒体和防伪技术。

通讯作者: 肖志坚 (1977—), 男, 安徽天长人, 硕士, 副教授, 浙江省高职高专专业带头人, 华南理工大学访问学者, 主要研究方向为印刷包装材料 and 工艺。

成了巨大危害。产品的印刷便成为防伪的主要途径,由此派生的印刷防伪技术成为众多厂家及技术人员广泛关注的焦点。传统的印刷防伪技术主要是利用印刷材料和印刷工序,如防伪油墨、特殊承印材料、组合印刷等。这类防伪方法的核心技术往往由材料生产商所掌控,需要购买专用防伪材料,工艺上要增加印刷色组,大大增加了使用成本^[5-6]。同时,这类防伪技术由于其材料很容易采购,一旦被揭密,就会被大量复制,所以其防伪能力非常有限。

针对目前防伪技术存在的问题,创造性地提出了光栅隐形潜像防伪技术。在印品的设计开发过程中,通过在印品的图像或平网中隐藏某种特定意义的图案(也可以是文字)信息,随主图案一起印刷出来的防伪技术称为位移潜像防伪技术。由于隐藏图片不会对原图片的层次还原产生明显的影响,因而仅凭肉眼根本无法察觉到不同。如果使用频率相对应光栅片蒙在印刷品原图上,旋转光栅片角度与原图网线角度一致时,便显示出了隐藏图片的潜像信息,从而达到鉴别商标真假的目。在半色调图像加网中,设计不同于常用的加网角度,利用对应光栅在对应角度下才能观察到防伪信息,这种防伪方法称为变角度潜像防伪技术^[7-9]。

1 防伪技术理论分析

1.1 位移潜像防伪技术

位移潜像防伪技术是一种借助工具检测的技术,又被称为二线防伪^[10-11],是在完全不影响印品质量的基础上,运用印前设计软件制作成一种平面载体,随后叠加光栅材料,从而实现防伪效果。该技术需要对特定的图案信息进行预先排列,利用隐藏图像的网点在特定方向上发生轻微位移,一般为 0.01 ~ 0.05 mm,然后借助特制光栅片观看隐藏的图文信息,达到防伪的目的。位移潜像防伪技术,不受印刷工艺的限制,既能以胶印方式实现,也可以用凹印或丝方式来实现,生产方式灵活。与其它“隐形”印刷防伪技术相比,由于它不需要增加印刷色数和特定的印刷材料,也不需要其它工艺配合来实现,所以它具有零成本、防扫描、难复制、安全性极高的防伪优势。

1.2 变角度潜像防伪技术

在彩色印刷中,通常的加网角度为 0°, 15°, 45°, 75°。为了尽可能地避免产生龟纹,需要对 15°和 75°加网角度进行调整,15°的正切值大约为 0.2676,该值非常接近有理数 1/3,而 $\arctan^{-1}(1/3) = 18.435^\circ$ 。若取 18.44°来代替 15°的加网角度,可将无理正切加网变为有理正切加网。同理,可采用 71.57°来近似代替 75°的加网角度。于是,经调整后的加网角度为 0°, 18.44°, 45°和 71.57°。依据印刷中加网角度可调的原理,在隐形潜像防伪技术中,不需要改变潜像的网点位移,只需要变换潜像的加网角度,也可实现印品防伪,该技术称为变角度潜像防伪技术。借助光栅特定的光学特性,在对应角度叠加时,便能观察到隐藏的防伪信息。由此,可以设计出不同于原图的潜像加网角度,以保证隐藏信息的隐蔽性,利用光栅在潜像的加网角度下观察到防伪信息,实现防伪效果^[12-16]。

1.3 光栅的光学特性分析

光栅片是由许多结构参数和性能完全相同的微小半圆柱透镜元按照一定的排列顺序组成的软质材料。光栅片表面的圆柱透镜元对不同方向的光线具有不同的作用,对与其排列方向相同的光线具有聚集作用,对与其排列方向垂直的光线不具备聚集作用。利用这一特性,可借助光栅实现对图像的“显现”和“隔离”的作用。在隐形潜像防伪技术中,当旋转光栅片使隐藏图像的加网角度与光栅片旋转角度一致时,光线即可与排列的圆柱透镜元方向一致,隐藏的防伪信息就可得以再现。由此,可以有规律地设置隐藏图像的网点位移和加网角度,借助光栅片就可实现防伪技术,这就是光栅潜像防伪技术。

2 实验

2.1 器材

实验材料:市售彩色喷墨打印纸,EPSON 公司的“世纪彩虹”8 色颜料墨水;光栅片(200 dpi,黑线宽为 0.05 mm,线条角度为 45°),立体画光栅材料厂。

实验设备:EPSON Stylus Pro7880c 数字喷墨打印机;Photoshop CS2 和 Matlab 软件。

2.2 方法

1) 位移潜像防伪实验。新建分辨率为 200 lpi × 200 lpi 的图像,填充 40% 白色作为原图片,输出网目

线数为 200 dpi,网线角度为 45°。将“泰山”字体图案变成图片,填色 40% 白色,然后半色调化处理,其网线设置为 45°,175 dpi,以覆盖的方式叠加到原图上,使其网点与原图网点完全重叠,然后沿原图 45°网线方向移位 0.02 ~ 0.03 mm,形成第 1 个方向的防伪图案。将“Taishan”字体图案变成图片,填色 40% 白色,然后进行半色调化处理,其网线设置为 45°,175 dpi,以覆盖的方式叠加到原图上,使其网点与原图网点完全重叠,然后沿原图 135°网线方向移位 0.02 ~ 0.03 mm,形成另一个方向的防伪图案。将图片打印出来,用光栅片检测其防伪效果。

2) 变角度潜像防伪实验新建分辨率为 100 dpi×100 dpi,灰度值为 200 的灰度图像,运用 Matlab 模拟四色通道,分别以 0°,18.44°,45°和 71.57°对原灰度图像进行加网处理。设置数字“3”为隐藏信息。隐藏图像以 21.14°加网,背景图像以 45°加网,并在 0°和 18.44°对原灰度图像进行加网。分别在 0°,18.44°,21.14°等角度下叠加光栅片,观察隐藏图案信息。

3 结果与讨论

3.1 位移潜像防伪技术结果检测

将图 1 所示的光栅片蒙附在图 2 所示的防伪印刷区域,旋转光栅片,使光栅片线条角度与印刷品呈 45°,在光栅片上可以看到清晰的“泰山”文字潜像,结果见图 3。

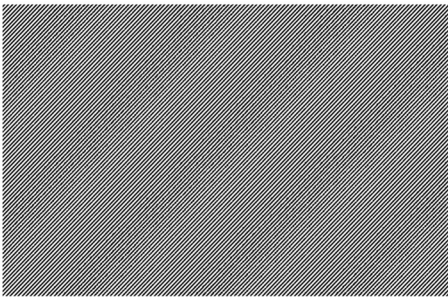


图 1 线条角度为 45°的光栅片
Fig. 1 Grating with a line screen angle of 45°

在上述基础上,再将光栅片沿顺时针或者逆时针方向旋转 90°,使光栅片线条角度与印刷品呈 135°,在光栅片上可以清楚地看到“Taishan”文字潜像,效果见图 4。

由图 3 和图 4 可以明显看出,在光栅片线条角度

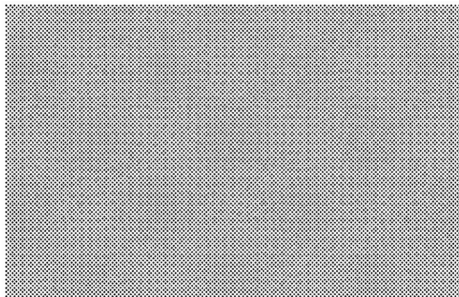


图 2 未叠加光栅片时的防伪印刷区域
Fig. 2 Security printing area with un-superimposed grating



图 3 光栅片线条角度与印刷品呈 45°时效果
Fig. 3 Effect of grating line screen angle on printing at 45°



图 4 光栅片线条角度与印刷品呈 135°时效果
Fig. 4 Effect of grating line screen angle on printing at 135°

与潜像网线角度一致时,可以清晰地看到印品中隐藏的防伪信息,验证了该防伪技术的可行性。

3.2 变角度潜像防伪技术结果检测

新建灰度值为 200 的灰度图像,见图 5a。以数字“3”为隐藏图像,以 21.14°加网,见图 5b。背景图像以 45°加网,见图 5c。分别在 0°和 18.44°对原灰度图像进行加网,并相互叠合起来,成为混合的半色调图像,见图 5d。

对叠合后的图像在 0°,18.44°,21.14°等角度下叠加光栅片,观察隐藏图案信息,结果见图 6。由图 5

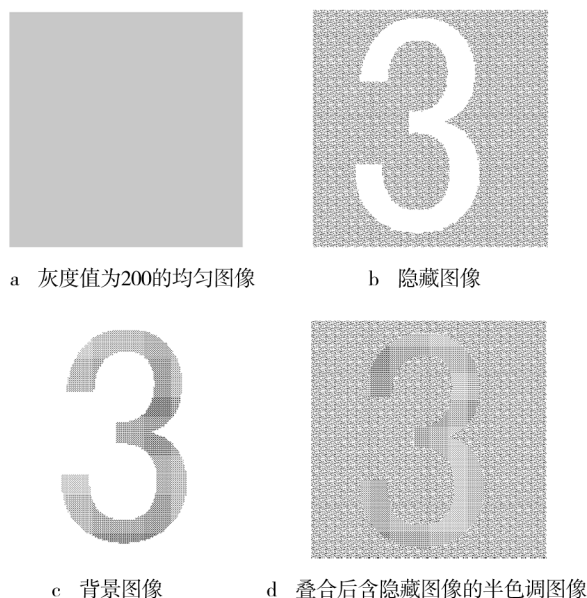


图5 隐藏图像与背景图像的叠合过程

Fig.5 Superimposing process of the hidden image and the background image

和图6可以明显看出,当将不同加网角度的隐藏图像与背景图像叠合在一起时,不会影响隐藏图像的整体视觉效果。对照图6a—c,可见只有在对应角度下叠加光栅片,才能观察到防伪图像,表明该方法在印品防伪中有较高的实用价值。

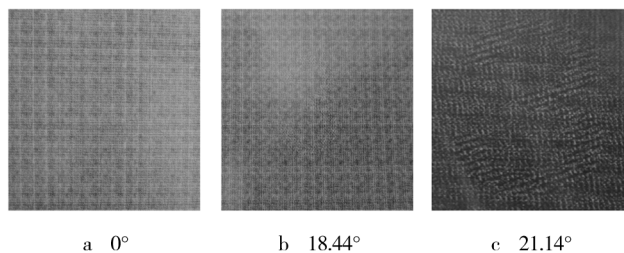


图6 不同观察角度下的观测结果

Fig.6 Observation results at different observing angle

4 结语

根据光栅的光学特性,笔者创造性地提出了光栅隐形潜像防伪技术,分别是位移潜像防伪技术和变角度潜像防伪技术。位移潜像防伪技术通过调整隐藏图片网点抖动参数,使隐藏图片的网点相对于原图的网点产生微量的偏移,不改变隐藏图片的网点线数和角度,不会对原图片的层次还原产生明显的影响。当使用线数相对应光栅片蒙在原图上,旋转光栅片角度

与原图网线角度一致时,即可显示隐藏图片的潜像。变角度潜像防伪技术根据人眼不能观察到图像的加网线数,使隐藏图像与背景图像的加网线数不同,将对应线数的光栅片在对应角度下叠加在含隐藏图像的混合半色调图像上,便能够观察到隐藏图案信息。

通过实验,论证了2种隐形潜像防伪技术的可行性。光栅隐形潜像防伪技术工艺实施比较简单,只需要利用计算机对印前图像进行一定的处理,后期的印刷复制均可按常规的印刷方式进行,因此不会增加生产难度,不存在额外的投入,具有较为广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 屈贞财. 环保油墨助推绿色烟包印刷健康发展[J]. 印刷质量与标准化, 2013(7): 21—23.
QU Zhen-cai. Environmental Ink Boosts the Healthy Development of Green Cigarette Packaging Printing[J]. Printing Quality & Standardization, 2013(7): 21—23.
- [2] 刘真, 任乐义. 基于加网复制的光栅防伪技术研究[J]. 中国印刷与包装研究, 2011, 10(2): 153—156.
LIU Zhen, REN Le-yi. Study of Anti-counterfeit Printing with Cylindrical Lens Sheet Basic on Screening Copy[J]. China Printing and Packaging Study, 2011, 10(2): 153—156.
- [3] 孔玲君, 刘真, 姜中敏. 基于 CCD 的数字印刷质量检测与分析技术[J]. 包装工程, 2010, 31(3): 92—95.
KONG Lin-jun, LIU Zhen, JIANG Zhong-min. CCD-based Digital Print Quality Measurement and Analysis Techniques[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(3): 92—95.
- [4] 冯起芹, 单武扬, 薛继武, 等. 基于全息水印印刷防伪的半色调算法[J]. 包装学报, 2013, 5(1): 26—30.
FENG Qi-qing, SHAN Wu-yang, XUE Ji-wu. The Halftone Algorithm Based on Holographic Watermark Security[J]. Packaging Journal, 2013, 5(1): 26—30.
- [5] 张岩, 崔晓萌. 基于灰度变换的图像增强实现[J]. 包装工程, 2010, 31(19): 95—97.
ZHANG Yan, CUI Xiao-meng. Implementation of Image Enhancement Based on Gray Level Transformation[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(19): 95—97.
- [6] GUO J M, LIU Y F. Halftone-image Security Improving Using Overall Minimal-error Searching[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2011, 20(10): 2800—2812.
- [7] GUO J M, LIU Y F. Hiding Multitone Watermarks in Halftone Images[J]. Multimedia, IEEE, 2010, 17(1): 34—43.
- [8] 龚利明. 基于数字水印技术的印刷品防伪算法研究

- [D]. 厦门:厦门大学,2007.
- GONG Li-ming. Security Algorithms on Printing Based on Digital Watermarking Technology [D]. Xiamen: Xiamen University, 2007.
- [9] 任乐义,刘真,问双双,等. 随机矩阵抖动加网在光栅防伪技术中的应用[J]. 包装工程,2011,32(13):89—92.
- REN Le-yi, LIU Zhen, WEN Shuang-shuang, et al. Application of Random Matrix Pattern Jitter Screening in Grating Anti-counterfeit Printing Technology [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(13):89—92.
- [10] 问双双,陈广学,刘真. 基于噪声平衡误差扩散的彩色印刷图像防伪研究[J]. 包装工程,2011,32(15):25—28.
- WEN Shuang-shuang, CHEN Guang-xue, LIU Zhen. Study of Printed Color Image Anti-counterfeit Based on Noise Balanced Error Diffusion [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(15):25—28.
- [11] 谢勇,冯起芹,单武扬,等. 数字全息水印在印刷半色调图像中的应用[J]. 包装工程,2013,34(1):101—105.
- XIE Yong, FENG Qi-qin, SHAN Wu-yang, et al. Application of Digital Hologram Watermark in Printing Halftone Image [J]. Packaging Engineering, 2013, 34(1):101—105.
- [12] WU X T, SUN W. Visual Data Hiding in Dot Diffusion Images [C]//5th International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology. United States: IEEE Computer Society, 2010:588—593.
- [13] GUO J M, TSAI J J. Data Hiding in Halftone Images Using Adaptive Noise-balanced Error Diffusion and Quality-noise Look up Table [C]//5th International Conference on Information Assurance and Security. United States: IEEE, 2009:201—204.
- [14] 徐锦林,陈素明. 调幅加网阈值矩阵设计方法与加网原理[J]. 中国印刷与包装研究,2009,3(1):38—42.
- XU Jing-lin, CHEN Su-ming. The Design Method of Threshold Matrix and Principle for AM Screening [J]. China Printing and Packaging Study, 2009, 3(1):38—42.
- [15] 问双双. 基于数字加网的防伪技术的研究[D]. 广州:华南理工大学,2012.
- WEN Shuang-shuang. Anti-counterfeit Technology Based on Digital Screening [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2012.
- [16] WEN S S, CHEN G X, LIU Z, et al. Adaptive Multi-resolution Halftone Image Embedding [J]. Proceedings of SPIE—The International Society for Optical Engineering, 2011, 8205:1—5.
- ~~~~~
- (上接第116页)
- [8] 黄庆梅,赵达尊. 不同色域映射算法视觉效果的一种评价方法[J]. 北京理工大学学报,2003,23(4):408—413.
- HUANG Qing-mei, ZHAO Da-zun. An Evaluation Method for the Visual Effects of Different Gamut Mapping Algorithms [J]. Transactions of Beijing Institute of Technology, 2003, 23(4):408—413.
- [9] 张忠武,吴信才. 平面海量散乱点集凸壳算法[J]. 计算机工程,2009,35(9):43—48.
- ZHANG Zhong-wu, WU Xin-cai. Algorithm for Convex Hull of Planar Massive Scattered Point Set [J]. Computer Engineering, 2009, 35(9):43—48.
- [10] CHOLEWO T J, LOVE S. Gamut Boundary Determination Using Alpha-shapes [C]//Proceedings of IS & T and SID's 7th Color Imaging Conference: Color Science, Systems and Applications, 1999:200—204.
- [11] MOROVIC J, LUO M R. Calculating Medium and Image Gamut Boundaries for Gamut Mapping [J]. Color Research and Application, 2000, 25(6):384—401.
- [12] MOROVIC J, LUO M R. The Fundamentals of Gamut Mapping: A Survey [J]. J Imaging Sci Technol, 2001, 45:283—290.
- [13] 武兵. CIELAB 均匀颜色空间在印刷中的应用[J]. 印刷质量与标准化,2003(9):14—18.
- WU Bing. The Application of the CIELAB Color Space in Print [J]. Printing Quality & Standardization, 2003(9):14—18.
- [14] HIROAKI K, RYOICHI S. Image-dependent Three-dimensional Gamut Mapping Using Gamut Boundary Descriptor [J]. Journal of Electronic Imaging, 2004, 13(3):630—638.
- [15] 王强. 分色原理与方法[M]. 北京:印刷工业出版社,2007.
- WANG Qiang. Principle and Method of Colour Separation [M]. Beijing: Printing Industry Press, 2007.