

调频网点微观形态表征与应用研究

王茜, 王琪

(南京林业大学, 南京 210037)

摘要:目的 调频网点的微观立体形态质量会对数码印刷品质量产生根本影响,选择有效工具对调频网点立体形态进行准确还原。方法 借助明暗恢复算法(SFS)对不同数码样张的网点立体形态进行恢复,并基于此分析打样纸张纸面状况对于油墨吸收的影响。利用扫描电镜技术采集纸张纵向与平面信息,将其扫描结果与网点立体数据进行分析对比。结果 网点立体模型准确而直观地还原了单个调频网点及不同样张实地处的网点立体形态,并且实地处网点质量与电镜分析的结果相互一致。结论 网点立体模型能真实地反映出喷墨过程中的网点传递特征,电镜分析技术为科学评价样张质量提供了进一步的科学理论支持。调频网点微观形态特性分析为更好地研究网点微观结构与数码印刷品复制质量的相互关系提供了有效手段。

关键词: 调频网点; 网点模型; 微观形态; 印刷质量; 电镜分析

中图分类号: TS801 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)23-0144-06

Micro Morphology Characterization and Application of FM Dot

WANG Qian, WANG Qi

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

ABSTRACT: The 3D micro morphology of the AM dot has fundamental impact on the quality of digital proof. It is significant to choose effective tool to restore the FM dot accurately. On the basis of restoring dots in the digital proof by SFS algorithm, we analyzed the influence of the paper condition on the ink absorption and collected the surface and vertical information of the digital proofs through scanning electronic microscope (SEM) for comparatively analyze the restoring result and the scans. The 3D model of the single FM dot and solid area in different proofs were restored accurately and intuitively. The analysis results from the different solid areas were consistent with those from SEM. In conclusion, dot models could truly reflect the dot characteristics in detail during the process of ink-jet printing. The SEM technology provided further scientific support for evaluating digital proof quality. The analysis of micro characteristics of FM dot has become an effective tool to better study the relations between micro characteristics and digital printing proofs.

KEY WORDS: FM dot; dot model; micro morphology; printing quality; electron microscope analysis

调频网点是构成喷墨样张的最小结构单元。在数码印刷过程中,调频网点形态会发生变化,准确提取并表征网点微观立体形态,对评价印刷品质量有重要意义^[1-3]。现有的关于印刷网点微观形态的研究均将调幅网点作为研究对象,还原其在承印物表面

附着的立体形态,然而对调频网点立体形态的恢复的研究还鲜有报道^[4-7]。SFS算法是计算机视觉中用来恢复物体形貌过程的重要算法。整个过程利用一个确定的假设好的光照反射模型,即朗伯体反射模型来确立二维数字图像亮度与物体表面形状之间一

收稿日期: 2015-03-30

基金项目: 江苏省普通高校学术学位研究生科研创新计划(KYLX_0881)

作者简介: 王茜(1991—),女,江苏泗洪人,南京林业大学硕士生,主攻图文处理与印品质控。

通讯作者: 王琪(1971—),女,河南上蔡人,博士,南京林业大学副教授、硕导,主要研究方向为色彩管理与控制。

一对应的函数关系,最终获取其表面各点的相对高度等参数值^[8]。

基于此,笔者以明暗恢复形状(SFS)算法为依据,对数字样张的单个调频网点及不同样张实地处的调频网点进行立体恢复,并通过追踪立体模型的等高线和剖面图对网点恢复情况进行多角度分析,最后利用扫描电镜技术对喷墨样张纵向及平面情况进行分析研究,根据调频网点微观形态的属性对数码印刷品质量进行评价,旨在为数码印刷质量控制提供科学理论依据,为网点微观形态的研究做出贡献。

1 实验

1.1 材料及设备

为了比较调幅圆形网点与调频网点的异同,实验需输出数码与胶印2种样张。由于网点微观参数的提取结果与印刷条件及印刷方式有着重要关系,因而对于胶印及数码印刷,实验均选取各自印刷方式中来自同一样张的网点作为建模对象。文中数码样张利用EPSON St Ylus Pro 7880c 数码喷墨打印机、EPSON 四色彩虹8色油墨及127克泛太克数码打样纸输。胶印样张利用经过方正RIP加过网后,经由海德堡CTP版材、Heidelberg 四色胶印机输出。

1.2 方法

裁下样张中的网点试样,用载玻片夹好并将其水平放置于显微镜的载物台上,纸面二维图像经光源均匀照射,在OLYMPUS BX41可旋转光学显微放大镜头下形成放大图像,并在CCD原件的作用下拍摄形成二维矩阵信息^[9-10]。由于在图像采集过程中,网点图像经过光学系统的显微放大和电子元器件CCD的数值化处理,图像难免会产生噪声。这些噪声给图像处理带来很大的干扰,因此在恢复网点三维图像之前需要对原采集图像以中值滤波的方法滤除噪声,以增强图像质量。此后借助图像分析软件DT2000V2.0提取出数值化之后的网点二维灰度数据,为形貌恢复提供依据,同时利用扫描电镜技术对纸张的纵向与平面信息进行采集,将由构建的喷墨调频网点三维立体数据与电镜扫描得到的纸张结构情况进行分析对比,最终进行数码样张微观形态质量分析,具体流程见图1。

在Matlab软件平台下,选择采集的网点二维图像起始像素点,借助于SFS明暗恢复形貌算法,得到采集的网点二维数据中每一像素点的表面亮度值,之后对

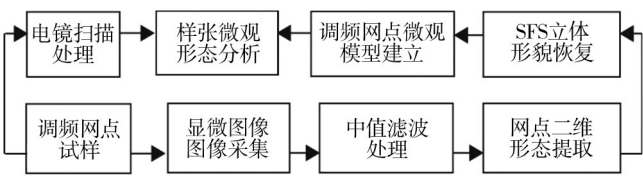


图1 实验流程
Fig.1 Experiment process

其进行归一化处理,并借助于辐照方程对每个像素进行计算,输入迭代次数,最终输出图像形状恢复之后物体的高度^[11-13]。算法具体步骤见图2。

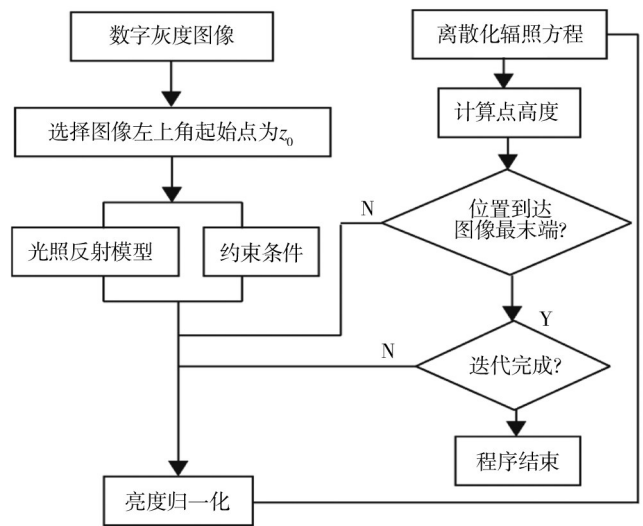


图2 SFS形貌恢复算法流程
Fig.2 SFS algorithm process of morphology restoration

2 网点立体还原

实验采集的圆形、方形、椭圆形、同心圆网点不同百分比的二维图像见图3。

观察各种形状网点的二值图像发现,网点形状特性在30%~70%的阶调区间表现得尤为明显。在图像的暗调处,其极小的空白会反应为圆形而模糊了原本应有的网点形状,而在图像亮调处,较小的网点面积也基本形成直观的圆形,因此实验评价网点形状以中间调网点作为基准。

由于纸张的粗糙度、光泽度、吸墨性等性质的不同都会影响油墨在其表面的附着,而同一纸张也并未保持每个区域有一致的性质,因而实验通过控制变量法,尽可能减少变化的影响因素,选择同一纸张下的不同区域的网点还原情况进行对比,以说明通过直

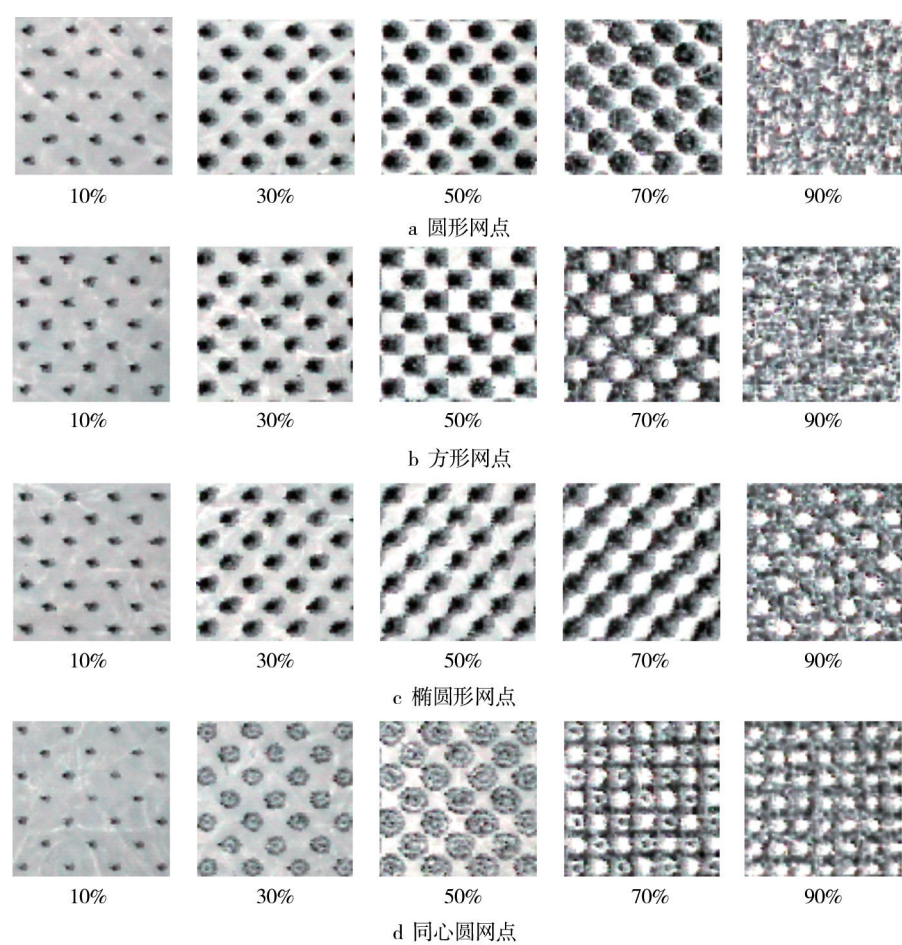


图3 不同形状调幅网点二维形态
Fig.3 2D images of AM dot with different shapes

观检测网点立体形态的恢复质量是评价图像复制质量的有效手段。实验利用SFS算法对不同形状的网点进行三维形貌恢复,其中调幅网点立体形态、等高线及剖面图见图4,调频网点立体形态、等高线及剖面图见图5a。调频网点实地区域1及区域2的形貌恢复图见图5b—c,其中胶印样张的加网线数为175 lpi、所取的网点试样为网点百分比为50%处的不同形状的网点,调频网点的直径为20 μm,剖面图的纵坐标为归一化后的数值。

3 微观形态分析

3.1 网点立体形态

观察不同形状的调幅网点可知,不同形状的网点均保持了原网点的基本形状,网点的整体着墨量并不均匀,等密度区域集中在中间较小的面积,同心圆网点等密度范围极小。观察调幅网点与调频网点的立体结构可以发现,单个喷墨网点的形状为十分规则的

圆形,中间墨层高于两边墨层,但起伏度较为平缓,有别于调幅网中的圆形网点。由等密度线及剖面图来看,调频网点的油墨层高度基本一致,说明喷墨过程中墨滴均匀喷洒。实地区域的调频网点是由很多单个喷墨点叠加而成的,但均匀程度依然低于调幅网点,说明喷墨网点的墨滴分布均匀,在整个实地范围内墨量吸收的变化范围和强度都比较低,其表面比较平滑。实地区域调频网点的均匀程度低于调频单个网点,说明在喷墨过程中,喷墨头产生的喷射力及墨点叠加产生的压力使油墨分布趋于均匀化^[4]。观察墨点规整情况可以看出,单个喷墨网点的偏斜情况明显低于调幅网点,油墨分布的均匀性良好。实地区域几乎不存在偏斜情况,说明喷墨层均匀平整。

比较区域1与区域2中的实地发现,区域2的起伏度较高,说明墨滴分布不均匀;从剖面图也可以看出,区域2有明显的墨量降低现象。这主要源于纸张表面不平滑,存在凹陷,造成该处油墨吸收情况较差,墨量相对其他平整部位较低;区域1的最接近于平面且其各局部形态及局部差异分布较为稳定,而区域2的网

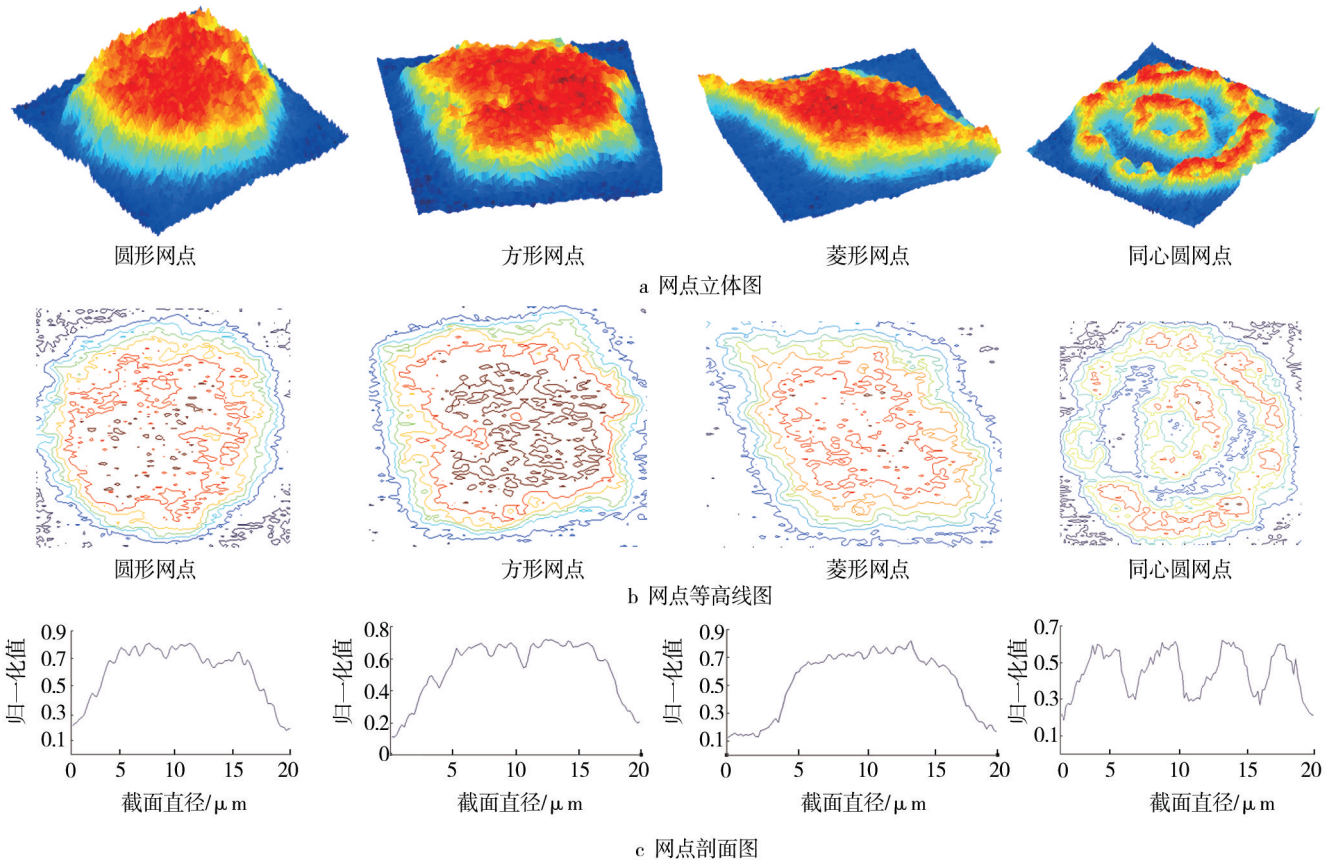


图4 调幅样张立体形态、等高线及剖面图

Fig.4 Stereo-gram, contour-map and profile-map of AM proof

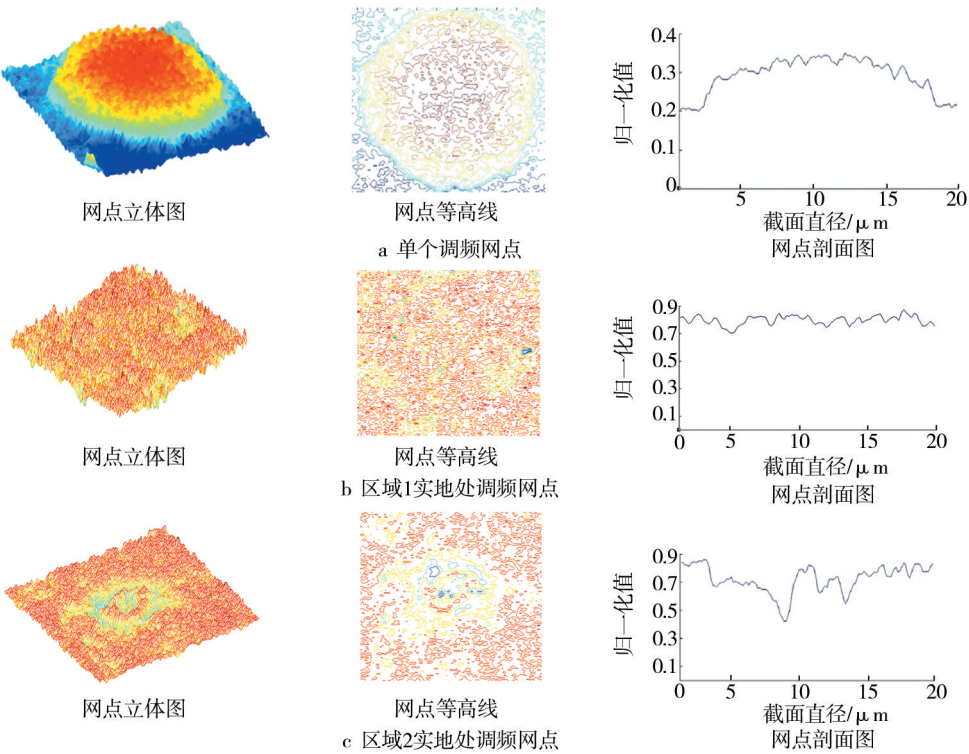


图5 单个调频样张立体形态、等高线及剖面图

Fig.5 Stereo-gram, contour-map and profile-map of single AM dot

点表面呈现明显的凹凸形态,且等密度线分布不规则,差异明显,说明其打样质量不如区域1。

3.2 电镜分析图

利用扫描电镜技术对纸张的纵向与平面信息进行采集,为具体分析喷墨网点还原情况提供依据见图6^[15],其中图6a—c系列中的左图来自区域1,右图来自区域2。

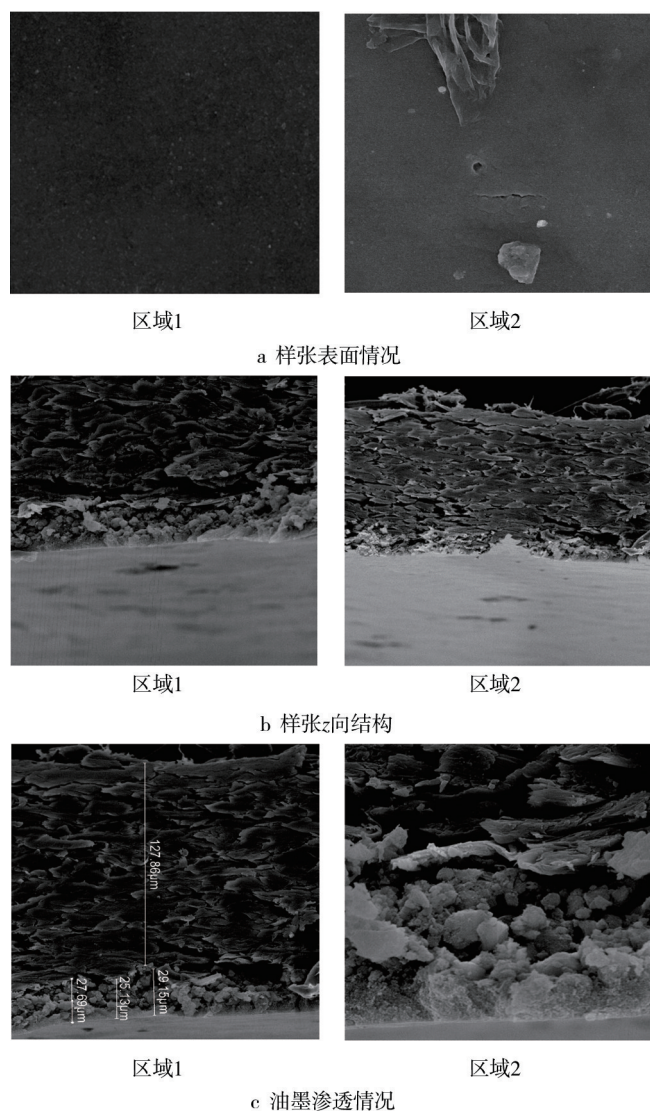


图6 喷墨样张表面及纵向结构

Fig.6 The surface and vertical structure of inkjet proof 1 and proof 2

观察图6可以发现,在图6a中,区域1中油墨吸收均匀,完全看不见纤维,喷墨涂层平滑性良好;区域2可以明显看出未被覆盖的纤维及左下方处收到磨损的部位,并且存在凹孔,说明涂层不平滑,油墨涂层分布并不均匀。造成该现象的原因是在喷墨前纸张表面不平滑,可见纸张的粗糙度直接影响喷墨后样张的油墨吸收与转移,对打样质量造成影响。由6b看出,

区域1的油墨层界面基本平直,而区域2中油墨涂层与纸张分界处的中间存在明显向内的凹坑,与图6a中的区域2对应,因而区域1会带来较高的印刷质量,这与网点立体模型分析得到的结论相一致。此外,由图6c可以观察到油墨小颗粒浮在上面,大颗粒沉在下面,且纤维与墨层明显存在分界线。同时发现,油墨并非完全深入纸张纤维内部,这是因为涂层在一定程度上阻碍了纤维对油墨的吸收。

4 结语

从网点微观形态入手,对数字样张的单个调频网点及不同样张实地处的调频网点进行了立体恢复,并结合扫描电镜技术对喷墨样张纵向及平面情况进行了分析研究。结果表明,不同的网点微观形态会对数码喷墨样张质量产生一定的影响,调频网点立体模型具有良好的直观可视化效果,并且与电镜分析的结果相互一致。从微观角度提取印刷网点的立体形态,能够显著提高表征和测量网点微观相关指标的准确性,为直观有效地检测数码印刷网点复制质量,从源头上解决图像复制的质量问题提供了新方法。

参考文献:

- [1] 胡维友. 喷墨数码印刷品网点扩大值和标定网点面积率间关系的研究[J]. 包装工程, 2009, 30(3): 74—75.
HU Wei-you. Research on the Relationship between Dot Expansion of Digital Proofing and the Calibrated Dot Area Percentage[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(3): 74—75.
- [2] 陈双莲, 陈广学, 屈贞财, 等. 喷墨打印纸印刷适性预测模型的研究[J]. 中国造纸学报, 2011, 26(4): 9—12.
CHEN Shuang-lian, CHEN Guang-xue, QU Zhen-cai, et al. Study on the Prediction Model of Paper Printability in Ink-jet Printing[J]. Transactions of China Pulp and Paper, 2011, 26(4): 9—12.
- [2] CHU F Q, LI C Y. Study on the Effect of Paper Properties on the Dot Reproduction Attributes Based on the Grey Relational [J]. Applied Mechanics and Materials, 2013, 262: 297—301
- [4] LUO Z, ZHANG Z. Automatic Color Printing Inspection by Image Processing[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2003, 139: 373—378.
- [5] 王琪. 基于网点结构形态的图像信息印刷复制研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2013.
WANG Qi. Research on the Quality of Image Replication Based on Dot Microscopic Structure[D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2013.
- [6] 张旭亮. 网点微观结构解析[J]. 测绘通报, 2007(12): 21—

23.
ZHANG Xu-liang. Analysis of Dot Microstructure[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2007(12): 21—23.
- [7] 王琪,周小凡. 基于网点结构形态的印刷色彩再现研究[J]. 包装工程, 2012, 33(23): 110—111.
WANG Qi, ZHOU Xiao-fan. Research of Printing Color Reproduction Based on Dot Structure Form[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(23): 110—111.
- [8] 李杨军. 基于单幅数字图像灰度三维物体形状表面恢复的研究[D]. 南昌:华东交通大学, 2009.
LI Yang-jun. Research on 3D Object Surface's Shape Recovery Based on a Single Image's Gray-scale[D]. Nanchang: East China Jiaotong University, 2009.
- [9] CAPRARI R. Duplicate Document Detection by Template Matching[J]. Image and Vision Computing, 2000(18): 633—643.
- [10] YANG L. A Unified Model of Optical and Physical Dot Gain in Print Color Reproduction[J]. Journal of Imaging Science and Technology, 2004, 48(4): 347—353.
- [11] 俞鸿波,赵荣椿,王兵,等. 单幅图像三维表面重建中的共轭梯度算法[J]. 计算机工程与应用, 2003(35): 24—25.
YU Hong-bo, ZHAO Rong-chun, WANG Bing, et al. Analysis and Realization of the Gradient Algorithms of SFS[J]. Computer Engineering and Applications, 2003(35): 24—25.
- [12] DEMIRCIOGLU P B, DURAKBASA N M. Micro Scale Surface Texture Characterization of Technical Structures by Computer Vision[J]. Measurement, 2013, 46: 2022—2028.
- [13] LEE M. 3D Shape Reconstruction of Hybrid Reflectance Using LMS Algorithm[J]. International Journal of Pattern Recognition & Artificial Intelligence, 2001, 15(4): 723—734.
- [14] 蒋文燕,司莉莉,李凯. 网点形状对胶印网点复制特性的影响[J]. 包装工程, 2010, 31(1): 83—85.
JIANG Wen-yan, SI Li-li, LI Kai. Influence of Dot's Shape on Dot Reproduction Attributes of Offset Printing[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(1): 83—85.
- [15] TOSHIHARU E, DMITRY I, AKIRA I. Three-dimensional Distribution of Ink-jet Inks in Paper Acquired by Confocal Laser Scanning Microscope[C]// 58th APPITA Annual Conference & Exhibition Proceedings, 2004: 577—588.

(上接第110页)

- NI Min, CHEN Wei-dong, TANG Wei. Development of Plug Wrap Splice Detecting and Rejecting Device in Filter Rod Maker[J]. Tobacco Science & Technology, 2014(9): 27—29.
- [9] 常纪恒,赵荣,余振华,等. 滤棒成型工艺参数与质量稳定性的关系[J]. 烟草科技, 2007(1): 5—8.
CHANG Ji-heng, ZHAO Rong, YU Zhen-hua, et al. Relationship Between Quality Stability and Processing Parameters in Filter Rod Making[J]. Tobacco Science & Technology, 2007(1): 5—8.
- [10] 刘书君,张新征,刘颖. 基于模糊非线性回归算法的图像复原[J]. 包装工程, 2013, 34(5): 95—97.
LIU Shu-jun, ZHANG Xin-zheng, LIU Ying. The Nonlinear Regression Algorithm of Image Restoration Based on the Fuzzy [J]. Packaging Engineering, 2013, 34(5): 95—97.
- [11] 洪亮,楚高利. 基于多项式回归模型的显示器特征化研究[J]. 包装工程, 2013, 34(21): 85—89.
HONG Liang, CHU Gao-li. Characterization of Display Based on Polynomial Regression Model[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(21): 85—89.
- [12] 秦佳,马卫东,杨伊林,等. 应用红外检测技术防酒驾系统研究与开发[J]. 包装工程, 2013, 34(16): 63—65.
QIN Jia, MA Wei-dong, YANG Yi-lin, et al. The Research and Development of the Against Drunk Driving System Which Applied Infrared Detection Technology[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(16): 63—65.
- [13] 吴杰,唐正宁. 设备特征化过程中的三棱柱插值与多项式回归算法研究[J]. 包装工程, 2011, 32(3): 77—80.
WU Jie, TANG Zheng-ning. Research on Prism Interpolation and Polynomial Regression Algorithm in Equipment Characterization Process[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(3): 77—80.
- [14] 张桢杰,刘真,吴明光. 基于子空间划分的多项式回归多色分色算法[J]. 包装工程, 2013, 34(7): 65—67.
ZHANG Zhen-jie, LIU Zhen, WU Ming-guang. Polynomial Regression Based on Subspace Division Multiple Color Separation Algorithm[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(7): 65—67.
- [15] 张桢杰,刘真. 3种基于分区纽介堡方程的分色算法的误差分析[J]. 包装工程, 2012, 33(15): 88—91.
ZHANG Zhen-jie, LIU Zhen. Three Kinds of Color Separation Algorithm Based on Partition New Fort Interface Equation of Error Analysis[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(15): 88—91.
- [16] HUTCHINSON J W. Generalizing J2 Flow Theory: Fundamental Issues in Strain Gradient Plasticity[J]. Acta Mechanica Sinica, 2012, 4: 1078—1086.