

柱透镜光栅立体印刷研究

付艳艳^{1,2}, 成立²

(1. 荆楚理工学院, 荆门 448000; 2. 华南理工大学, 广州 510640)

摘要:目的 采用光栅立体成像原理,研究由专业图像处理软件制作基于柱透镜光栅的立体影像图的技术方法。方法 将立体印刷图像原稿,在Photoshop CS 5图像处理软件中按前后景顺序分层放置,并导入3D MAGIC V2专业立体软件中,进行一系列处理制作成光栅图像;将柱透镜光栅与光栅图像精确对位并紧密压裱,形成光栅立体影像图。结果 经过专业计算机软件处理,获得了具有良好立体视觉效果影像图。结论 利用专业图像处理软件,进行柱透镜光栅立体图的制作是简单可行的方法,所得到的立体图效果强烈、观赏性强、应用前景广阔。

关键词:柱透镜光栅立体印刷;光栅测试;图像处理

中图分类号:TS801.3 文献标识码:A 文章编号:1001-3563(2015)03-0123-06

Cylindrical Lens Grating Three-dimensional Printing

FU Yan-yan, CHENG Li

(1. Jingchu University of Technology, Jingmen 448000, China;
2. South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

ABSTRACT: To study the technical method of three-dimensional imaging based on column lens grating produced by professional image processing software using the principle of grating stereo imaging. The stereoscopic printing images in manuscript were placed in layers in the foreground order using the Photoshop CS 5 image processing software, then imported into the 3D MAGIC V2 professional 3D software to create raster images through a series of processing, in the end, the cylindrical lens grating and raster images were precisely aligned and piped, and grating stereo images were formed. An image with a good stereoscopic vision effect was obtained after the treatment of professional computer software. Making cylindrical lens grating three-dimensional map using the professional image processing software was a simple and practical method. The resulting stereogram effect was strong, entertaining and had a broad application prospect.

KEY WORDS: cylindrical lens grating three-dimensional printing; grating test; image processing

光栅立体印刷是根据光学原理,将不同角度、不同层次的像素记录在感光材料上,利用光栅板使图像记忆立体效果的一种印刷方法,相对于只能再现平面效果的传统印刷产品,可以更形象地表达信息,有强烈的视觉冲击力和吸引力^[1]。柱透镜光栅是由许多相同柱镜半径和柱镜间距的小圆柱透镜组成的透明塑料薄片,一侧是平面,另一侧是具有一定曲率半径的周期性起伏变化的半圆柱面^[2]。在通常情况下,与排列方向垂

直的透镜对光线不起汇聚作用,而在其排列方向上每个小透镜相当于汇聚透镜,起聚光成像作用,使不同方向的光线聚焦于不同位置^[3-5]。这一光学特性使得柱透镜光栅对图像具有“缩放”和“分离”的作用^[6-9]。柱透镜光栅立体成像是将柱透镜光栅覆盖在合成图像上,使观测到的合成图像具有更强的立体效果。其与平面印刷品成图技术过程的区别在于:原理制作方面需要特殊的立体软件处理,并在后期工序中有光栅

收稿日期:2014-06-26

基金项目:湖北省本科高校印刷工程专业综合改革试点项目(鄂教高[2013]10号);湖北省教育厅高等学校省级教研项目(2011384)

作者简介:付艳艳(1990—),女,湖北江陵人,华南理工大学硕士生,主攻印刷工程。

通讯作者:成立(1968—),女,湖北荆门人,荆楚理工学院教授,主要研究方向为印刷材料。

板的制作^[10-11]。随着计算机图像处理技术的快速发展,光栅立体印刷的印前图像处理已进入数字图像处理合成阶段,各种专业制作光栅立体的软件也层出不穷,光栅立体印刷在特种印刷行业的应用越来越广。这里,根据柱透镜光栅成像原理及影响立体效果的各光栅参数,利用Photoshop CS 5 图像处理软件及3D MAGIC V2 专业立体软件,对立体印刷图像原稿进行一系列处理,以得到有较好立体视觉效果的光栅立体图。

1 实验流程设计

按照原稿选择、立体效果设计和冷裱机复合光栅三大步骤的思路进行。具体实验流程见图1。

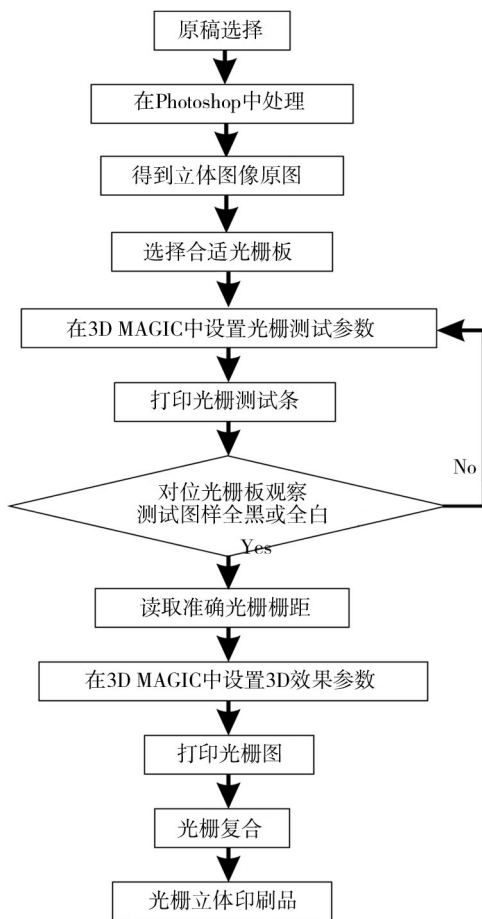


图1 柱透镜光栅立体印刷实验流程

Fig.1 Experimental process of cylindrical lens grating 3D printing

2 实验软件、材料及仪器

实验软件: Adobe Photoshop CS 5 图像处理软件、3D MAGIC V2 专业光栅立体变图设计软件。

实验材料: PET 光栅板; 卷筒纸克重 400 g, 宽度

450 mm。

实验仪器: Espon stylus pro 7910 打印机、650E 冷压装裱机。

3 实验方法

3.1 立体图像原稿选择

立体印刷一般通过摄影来摄取主题景物, 然后进行后期合成来再现立体图像^[12-13]。如今通过计算机技术, 对平面图像在图像处理软件中进行处理, 就能获得层次丰富的图像^[14-15]。选择立体图像原稿时通常遵循的原则有: 色彩艳丽、明快, 饱和度好; 层次分明, 画面简洁; 图像纵向景深分明。该实验在上述原则下选定立体图像原稿, 见图2。



图2 立体图像原稿

Fig.2 Original image of the stereoscopic image

3.2 立体图像原稿在 Photoshop 中分层

由于立体效果的呈现主要是通过图像中不同对象之间的空间关系来体现的, 因此位于不同层次的图像需要对其进行单独的勾勒, 然后经过立体位移法处理使整个图像具有立体效果。将图像上的各个物体以及单个物体的各个部分, 单独分开到单个的图层当中, 然后再将分出去的物体及部位后面的画面进行修补, 使得后面的画面没有残缺。

1) 立体图像原稿抠图。按照人眼的视觉原理, 对图像原稿各部分之间的前后关系进行设定和图层分离。

2) 立体图像原稿补图。立体图像原稿完成抠图后, 由于图像上的各个部分(尤其分层后的各部分之间存在重叠的区域)在分离后会使得后面的画面有残缺, 进而需要对图像残缺的部分进行修补, 如果分层后的各部分图像不存在残缺, 则不需要对图像进行补图。对图像原稿的分层与补图处理后的结果见图3。

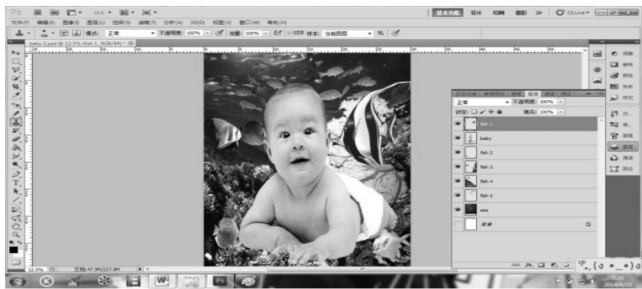


图3 对原图的分层与补图

Fig.3 Stratification and complementary graph of the original image

3.3 光栅测试

由于各种实际生产条件的影响,如 75 lpi 的光栅片在 1 英寸宽度内不一定有 75 条光栅,可能是 75.01, 75.02 或 74.99。以 2 幅图合成为例,每条光栅包含 2 幅图的构成部分,如果栅距不准,每部分构图会存在微小误差,即使误差很小,1 幅图的构成部分会前移,另一幅图也会受影响,累计的结果是移出本来范围,使整个图像模糊。因此,准确度量栅距是非常重要的。

3.3.1 光栅板选择

选择合适的光栅板对于图像的立体显示效果具有至关重要的作用^[16-17]。选择光栅板时,应根据观察所需距离先确定合适的栅距,再根据二者确定光栅板厚度。

1) 光栅线数。光栅线数是指光栅板 1 英寸所含有的光栅条数,单位为 lpi。光栅线数=2.54/*p*,*p* 为光栅栅距。实际中根据观察距离来选择光栅板线数。不同光栅线数的观察距离见表 1。

表 1 不同光栅线数的观察距离
Tab.1 Viewing distance of different grating line resolutions

光栅线数/lpi	观察距离/cm	光栅线数/lpi	观察距离/cm
15~24	300~900	60~75	100~150
30~50	150~300	75~100	50~100

该实验设计立体图观察距离为 300 cm,选用光栅板的光栅线数为 30 lpi。

2) 光栅厚度。光栅厚度是指光栅板上、下两面之间的距离,也称为光栅幅度。图像立体感是靠光学折射或衍射产生的,同时立体感是由光学材料介质厚度决定的,但由于折射视角的关系,线数制约着光学材料厚度,因此常见的光栅材料线数和厚度都是有相对固定的关系。通俗地说,线数越高则厚度越小,线数越低则厚度越大。对于 70 lpi 以上的高线数光栅材

料,其厚度一般在 0.9 mm 左右,画面立体感适中;在 90 lpi 及以上厚度一般为 0.3~0.6 mm,立体感稍差;介于其中间的线数,例如 45, 32 和 25 lpi 等,厚度一般为 2~4 mm,立体感较强;而对于 10, 12, 15 lpi 等这些低线数的光栅材料,厚度一般在 6~10 mm 之间,常用于超大幅面立体画或变画的制作,立体感强烈。该实验中光栅线数为 30.48 lpi,光栅板厚度为 2 mm。

3) 透射率。是指光栅板的透明程度,取决于制作光栅板材料自身的性能及加工工艺。光栅板的透射率高,再现图像清晰度好;相反,会影响再现图像的质量^[18]。因此,在实验中应当尽量选择透射率高的材料。

3.3.2 光栅栅距测试步骤

在 3D MAGIC V2 软件的主界面中,按“光栅测试”按钮,出现对话框见图 4。



图 4 光栅测试基本设定

Fig.4 The basic setting of grating test

1) 输入打印机分辨率。对于 Canon, HP, Novajet 等打印机为 600 dpi。对于 Espon, Mimaki, Mutoh, Roland 等打印机,分辨率为 720 dpi,或能整除照排机输出精度的分辨率。实验中采用 Espon 打印机,故输入分辨率为 720 dpi。

2) 根据厂家给出的光栅栅距数值(lpi 或 mm),作为第 1 次测试的初始栅距。这里,初始光栅线数为 30.48 lpi,修改测试精度(光栅测试图中相邻光栅测试条的步长),第 1 次测试时设置为 1 lpi,获得光栅测试图。

3) 输出光栅测试图。将文件存为 TIFF 格式,在 Photoshop 中打开保存的文件,打印生成 25.48 lpi 到 35.48 lpi 的光栅测试图(图 4 中显示共有 11 根光栅测试条)。

4) 将被测光栅覆盖在输出的测试图上,光栅与测试画面上的对位线对齐,读取干扰条纹最少的光栅参数。观察光栅测试图的方法见图 5。

在图 5 中,A,B 和 C 为各光栅测试条对应的光栅线数。光栅与测试条的对位线对齐,左右移动视点,找到相反移动的光栅条纹。当相反移动的光栅条纹相邻时(见图 5a),则本次测试所要的结果是(A+B)/2;

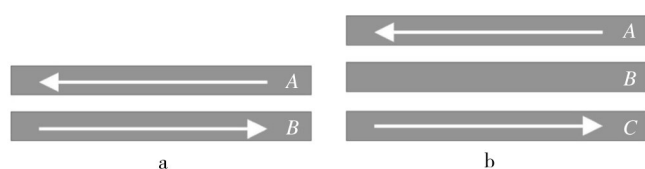


图5 观察光栅测试条方法

Fig.5 Observation of grating test articles

当相反移动的光栅条纹相隔时(见图5b),则该次测试所要的结果为B。实验中初次测试所得光栅线数为31.48 lpi。

5) 将第1次测试结果作为第2次测试的初始数据。将测试精度提高到0.1 lpi,再次生成和打印测试图。以相同的方法测试得到光栅线数数值为 $(31.68+31.78)/2=31.73$ lpi。第3次测试以第2次测试结果作为初始数据,将测试精度提高到0.01 lpi进行测试,得到测试线数为31.73 lpi。一般而言,使用喷墨打印机测试立体光栅时,测试精度达到0.01 lpi时就能获得很精确的光栅栅距了。实验中,第3次所得测试图样皆为全黑或全白,因此最终的光栅线数为31.73 lpi。

3.4 立体图像原图在3D MAGIC中的生成制作

立体图像原图的制作可通过3D MAGIC软件完成,它是根据双眼视差原理和光线折射原理来制作立体图像原图的,进而模拟出使人眼能够感知图像中物体的上下、左右和前后关系的立体图像。

3.4.1 载入PSD分层图档

将PSD档载入3D MAGIC软件中,选择“3D 立体(包括3D+变图)”方式。在这里,输出尺寸可以任意修改,或保持图像与原始尺寸相同。

3.4.2 分层3D效果设置

3D效果界面见图6。



图6 3D设置界面

Fig.6 3D setting interface

1) 设置光栅栅距。输入经过光栅测试最终得到的光栅线数31.73 lpi,软件会自动转换为相对应的mm栏中的数值。

2) 设置3D参数。设置视图数量为10幅;设置前景位移(前景位移=观测距离÷画面宽度),这里观测距离为300 cm,画面宽度为60 cm,因此前景位移设为5;设置背景位移(背景位移=前景位移×1.4),这里,前景位移为5,因此背景位移设为7。

3) 设置光栅定位条。定位条的作用是使得光栅与画面对位。定位条的位置共有无、左、右、上、下等10种选择,在这里设置为左侧。其他数据按照软件一般设置,无特殊情况,不需要改动。

4) 设置原始图层的空间位置。软件默认位置的数据是在100中均分,如果要调整每个原始图层的空间位置,可以在软件下方移动指示标志,其上面的空间位置数据就会跟着变化。根据实际立体效果,对各个图层的空间位置作适量的调整即可。保存参数文件,点击预览,所有的设计效果都可以在预览中表现出来。

3.4.3 设置勾画立体效果

在效果设定界面中,设置分层3D效果的各项参数后,选择原始图层“baby”,点右键选择“勾画立体”命令。勾画立体界面见图7。

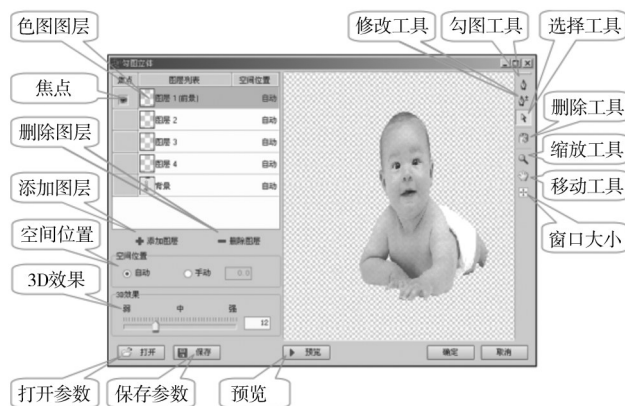


图7 勾画立体界面

Fig.7 Outline 3D interface

根据实际需要增加细节图层。利用软件中的勾图工具对图层进行勾画,完毕后点击预览,若重新修改本图层的勾线,则还要重新进行预览。预览时软件会自动计算满足立体效果图的各种数据。在所有的图层都勾线完毕和预览立体效果后,再点击预览进行全图的立体效果预览。图像原稿的中景位置婴儿图层的勾线见图8。

在勾画立体设定界面上按“预览”按钮后,出现

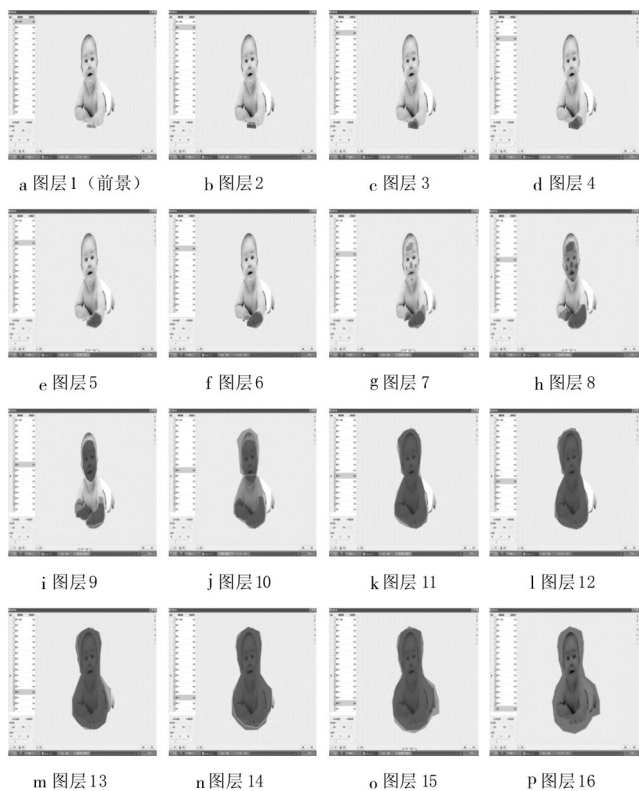


图8 图像原稿中景图层的勾线

Fig.8 Delineating of the middle layer image in the original manuscript

“预览”设定对话框。输入预览画面的帧数,默认值就是勾画立体效果所在的全景空间的视图数量。由于预览画面可以保存为 GIF 档,如果采用全景空间的视图数量,GIF 画面的显示效果可能不佳。此时,可以手动调整视图数量,使得 GIF 画面显示达到最佳,在这里设置为 15。调整预览显示速度,调整屏幕上显示的快慢速度,即是调整 GIF 画面中各帧的显示时间。保存预览为 GIF 文件,可以在 Windows 下直接播放。

保存参数,确定后退出“勾画立体”设定界面。当单个图层应用“勾画立体”效果后,会在该层之上另加一个“勾画立体”控制层。该控制层决定了“勾画立体”效果的空间位置和视图数量。将"baby"图层位置设置在中景位子,当“勾画立体”控制层在前景区域时,会表现为漂浮在前景区域的勾画立体效果;当控制层在背景区域时,会表现为漂浮在背景区域的勾画立体效果。

输出选择任务,将图保存为 TIFF 格式,即为需要的光栅图。在 Photoshop 中打开光栅图,并打印输出。

3.5 立体图像光栅复合

复合光栅板的关键是将光栅板上的直线与光栅

图上的直线准确的叠在一起。有光栅的一面朝下,将略大于光栅板的双面胶经冷裱机裱于光栅板的背面。将已经贴有双面胶的光栅板覆盖在画面上(有栅线的面朝上)。先将光栅板与画面边端的定位测试条对齐(全黑或全白),人眼观察画面的水平中央位置,判断是否有“切变”现象,轻轻平移光栅板,直至画面没有切变现象。将观察点从画面中央向画面左端平移,记住左端第 1 个切变点的大概位置。然后,将观察点从画面中央向画面右端平移,记住右端第 1 个切变点的位置。当左、右切变点各自与画面中央的距离大致相等,则光栅板与画面对位准确^[9]。

压紧光栅板与画面,依光栅板边缘,用透明胶带将光栅板与画面 3 条边紧紧固定,留 1 条为引头。光栅板在下,进入冷裱机,调节压轮压力,揭开引头的双面胶离型纸,匀速复合引头。撤除其余 3 条边的固定透明胶带,揭去双面胶的离型纸,对画面进行整体复合。

3.6 结果分析

复合光栅以后最终获得的光栅立体图像具有较好的立体感和纵深感,观看时立体感舒适、自然,符合视觉经验。且纵观整个流程其操作简单易学,对工作人员的软件处理水平要求也并不高。柱透镜立体印刷实验效果见图 9。



图9 柱透镜光栅立体印刷品

Fig.9 Finished product of cylindrical lens grating 3D printing

4 结语

实验验证了利用专业立体软件制作柱透镜光栅立体图的可行性,从立体图像原图在 Photoshop 软件中进行分层制作,到在 3D MAGIC V2 中完成图像立体效果处理,其操作简单,成图效果较为理想,具有极其广阔的市场前景。另外,分析最终的结果可知,由于立体软件制作柱透镜光栅立体印刷技术还不够成熟,因而还需要不断更新和完善工艺流程,以及进一步提高

软件智能化操作水平和数据处理速度等,以期得到更好的发展。该研究对于实际立体图像的印刷生产过程具有一定的参考和指导意义,同时,对于开发功能更加强大的立体软件也具有一定的启示作用。

参考文献:

- [1] 周立权. 光栅立体印刷图像处理技术研究[J]. 包装工程, 2010, 31(3): 107—110.
ZHOU Li-quan. Research on Image-processing Technology of Stereoscopic Printing[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(3): 107—110.
- [2] 于瀛洁, 蔡明义, 张之江. 柱透镜光栅自由立体显示中几何参数间关系分析[J]. 光电子技术, 2010, 30(1): 10—15.
YU Ying-jie, CAI Ming-yi, ZHANG Zhi-jiang. Analysis for Geometric Parameter Relation of Lenticular Sheet Based Autostereoscopic[J]. Optoelectronic Technology, 2010, 30(1): 10—15.
- [3] DODGSON N A. Autostereoscopic 3D Display[J]. Computer, 2005, 38(8): 31—36.
- [4] LOVE G D, HOFFMAN D M, HANDS P J W, et al. High-speed Switchable Lens Enables the Development of a Volumetric Stereoscopic Display[J]. Opt Exp, 2009, 17: 716—725.
- [5] 彭爱华, 朱化凤. 应用于立体印刷的矩阵式透镜光栅的原理[J]. 燕山大学学报, 2010, 34(3): 262—265.
PENG Ai-hua, ZHU Hua-feng. Principium of Matrix Lens Grating in Three-dimensional Printing[J]. Journal of Yanshan University, 2010, 34(3): 262—265.
- [6] 卢军. 现代光栅立体印刷原理与工艺[J]. 印刷技术, 2007(10): 50—52.
LU Jun. The Principle and Technology of Modern Stereoscopic Printing[J]. Printing Technology, 2007(10): 50—52.
- [7] 董永贵, 沈里, 冯冠平, 等. 一种基于柱透镜光栅的计算机辅助彩色立体图片合成方法[J]. 光学技术, 1999, 25(3): 66—68.
DONG Yong-gui, SHEN Li, FENG Guan-ping, et al. Computer-aided Composite Method of the Lenticular Screen Covering Color Stereo-image[J]. Optical Technique, 1999, 25(3): 66—68.
- [8] ZHU Z W, CHEN G X, CHEN Q F. Technology Application of Cylindrical Lens Grating Stereoscopic Printing[C]// 2011 International Conference on Photonics, 3D-imaging, and Visualization, 2011.
- [9] KWON YM, LEE J H, AHN J H, et al. New Synthesis Method of Stereo Image in Lenticular Display System[M]. Seoul: Korea Institute of Science and Technology, 1995.
- [10] 史瑞芝. 光栅立体印刷技术综述[J]. 中国印刷与包装研究, 2009, 1(5): 1—9.
SHI Rui-zhi. Summary of Grating Stereoscopic Printing Technology[J]. China Printing and Packaging Study, 2009, 1(5): 1—9.
- [11] 韩竺邑. 探析立体印刷工艺[J]. 广东印刷, 2011(5): 42—44.
HAN Zhu-yi. Analysis of 3D Printing Technology[J]. Guangdong Printing, 2011(5): 42—44.
- [12] 谷俊, 王琼华, 刘军, 等. 多摄像机拍摄立体图像的方法[C]// 中国光学学会2010年光学大会论文集. 天津: 中国光学学会, 2010.
GU Jun, WANG Qiong-hua, LIU Jun, et al. A Multi-camera Shooting Method for Autostereoscopic Display[C]// The Chinese Optical Society Annual Conference 2010. Tianjin: The Chinese Optical Society, 2010.
- [13] 赵亮. 3D立体成像研究[J]. 科技信息, 2011(8): 626—627.
ZHAO Liang. Research on 3D Three-dimensional Imaging[J]. Information Technology, 2011(8): 626—627.
- [14] 吴宇. 立体光栅标签防伪印刷全接触[J]. 印刷技术, 2009(13): 27—29.
WU Yu. Solid Contact for Grating Label Anti-counterfeiting Printing[J]. Printing Technology, 2009(13): 27—29.
- [15] 安敬. 柱镜光栅立体地图关键技术研究[D]. 郑州: 解放军信息工程大学, 2010.
AN Jing. Research Onkey Techniques of Lenticular Screen Stereoscopicmap[D]. Zhengzhou: PLA Information Engineering University, 2010.
- [16] 劳国华. 光栅立体影像的技术进展[J]. 感光科学与光化学, 2004, 22(1): 44—51.
LAO Guo-hua. History of Development of Micro-lenticule 3-D Imaging Technology[J]. Photographic Science and Photochemistry, 2004, 22(1): 44—51.
- [17] ROY E, VOISIN B, GRAVEL J F, et al. Microlensarray Fabrication by Enhanced Thermal Reflow Process; Towards Efficient Collection of Fluorescence Light from Microarrays[J]. Microelectronic Engineering, 2009, 86(11): 2255—2261.
- [18] 黄敏, 刘浩学. 立体印刷制作工艺光栅板参数等的选择[J]. 北京印刷学院学报, 2005, 13(1): 9—12.
HUANG Min, LIU Hao-xue. Selecting of the Parameters of Cylindrical Lens Sheet Imaging in 3D Printing[J]. Journal of Beijing Institute of Graphic Communication, 2005, 13(1): 9—12.
- [19] 成都卡蒙广告有限公司. 立体光栅的对位技术[EB/OL]. (2010-02-24). http://blog.sina.com.cn/s/blog_662f2e350100hprk.html.
Chengdu Carmon Advertising Co. Ltd. Counterpoint technique of Stereo Grating[EB/OL]. [2010-02-24]. http://blog.sina.com.cn/s/blog_662f2e350100hprk.html.