

激光模压全息术的新应用

——彩虹全息透明防伪包装

刘守 张向苏
(厦门大学物理系)

一、引言

在竞争激烈并且假冒伪劣产品冲击的消费市场中,商品的包装是一门十分重要的学问。大批量生产的各类商品,除了需要精良的包装外,还需要防伪包装。这样,商品才能得到美化及保护。

激光模压全息图作为商品的安全防伪和精制包装应该是遥遥领先的。正如国际商会情报局付主席 Peter Lower 所说:激光全息图的新奇性、强烈的视觉效果、制作的难度以及易于应用的在商品和包装上、不能去除性、价格低廉、容易验证等特点,使它很快占领了防伪领域。1993年世界“包装之星”的获奖作品——加拿大的 MOLSON 干啤标识就是应用例子。在我国,87年开始首先在平面防伪包装上应用,即主要用于防伪标识。它即启动了企业的自我保护能力,也为消费者提供了直接判别真伪的“武器”。但随着这项技术的普及发展及其生产工艺的局限性,出现了两个问题:

1. 有些生产防伪标识厂家公然为造假者提供假冒全息防伪标识,于是防伪技术产品市场出现了严重的混乱。

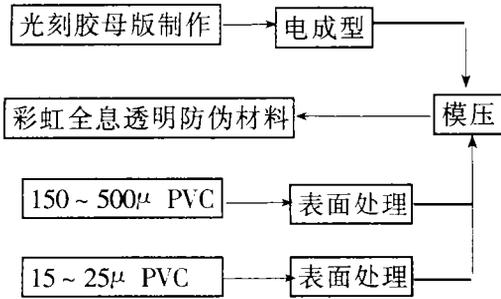
2. 由于塑料薄膜在模压过程中的伸缩性,使全息标识无法使用自动贴标,于是大量商品的使用受到限制。

第一个问题:近年来由于科学工作者的不断努力,从而提高了全息标识的技术含量,使其防伪力度不断升级。同行相互仿制已十分困难甚至不可能。例如中国海关使用的一枚全息标识,使用三年来无人能攻破。具体负责设计全息防伪标识的中国海关科技司的年轻处长自信地说:我们的激光全息防伪综合技术完全可以打入国际防伪领域。

第二个问题:使激光模压全息图进入了一个更广泛的领域——立体防伪包装,即直接用于防伪包装袋、防伪包装盒等。目前市场上已出现一些食品袋采用彩虹射膜,起到美观效果而促进消费,但防伪功能比较弱。本文提出两种透明彩虹全息防伪材料的制作原理及其应用。它不但得到精美的包装,而且具有很强的防伪功能。

二、制作原理

工艺流程:



2.1 光刻胶全息母版的设计和制作

这种光刻胶全息母版一般分为两大类：

第一类：像素全息法加全息照相两步记录法

“像素全息法”也称“点阵全息术”，它是利用计算机程序来控制经过微缩的两激光束进行旋转曝光，从而使最后形成的全息图像从不同的角度观察，会产生忽大忽小、闪烁跳动、变化无穷的各种彩虹图案。图案的选择由计算机所编的程序来控制。这是对彩虹材料整体外观的设计。图案具有强烈的视觉冲击感，而防伪功能由“全息照相的两步法”来完成，即由点阵曝光后，再在特定的位置输入特殊的三维图像或密码。

特殊的图像有“准三维显示法”、“莫尔技术”和“加密码法”。

准三维显示法的种类很多，其中最有趣也是防伪力度最大的是利用人眼视差将一组不同角度的普通人像透射片组合成立体动态像。若采用真彩色编码技术，可得到自然色彩的立体人像。这对提高防伪力度十分有效。除其制作难度外，伪造商很难弄到一组不同角度的同一个

人像。

莫尔技术是近二年开始应用于全息防伪领域的方法，它是由计算机设计出两组频率相等或相近的周期性图形重叠在一起并错开一个角度，就能形成一个新的图案，即称之为莫尔图。然后将它记录于光刻胶版上，伪造商很难从莫尔图中解出原先的两组图案，因此无法仿造。

加密法的手段很多，其中主要的方法是利用光学付立叶变换来实现，即以特殊函数的付立叶变换为理论模型，建立相应的光学系统来实现谱的记录，于是重现的图像普通人很容易观察、辨认，但伪造商很难从显现出来的图像推理到其模型或编码方法。

这类全息母版一般要采用“重力冲击拼版法”来实现最终的母版。因为“像素全息法”的制版周期很长。若制一块 $15 \times 15\text{cm}$ 的母版需要144小时，所以只能先制一小块 $2 \times 2\text{cm}$ 来进行冲击拼版，以达到所需尺寸。

第二类：光栅光谱编码法加全息照相两步记录法

根据激光全息光栅衍射光谱的有关理论，衍射光的每一级光谱将由短波到长波展开成一组蓝、绿、黄、红的颜色，而衍射级到光源的距离将由不同的光栅常数所决定。若我们让各组光栅的衍射光谱相互错开一个波段，即严格计算好各组光栅常数所对应的角度，精确掌握形成光栅的两束激光到光刻胶版的交角，然后对每组光栅作正交或不同部位旋转

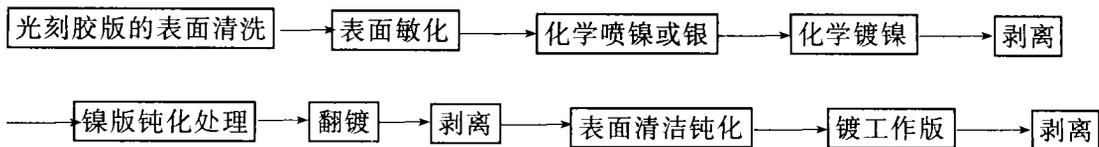
方向曝光, 每组光栅由计算机所设计的图案的不同部位的反差片组成。这样, 经旋转干版架来实现多次多组交驻曝光, 就得到多方位可观察的五彩缤纷的光刻胶彩虹母版。

这仅是包装材料的整体外观设计, 然后在这块母版的特定位置输入防伪图像。原理和方法与第一类提到的全息照相两步法一样。最后进行一次显影处

理。就得到所需要的光刻胶彩虹全息母版。此方法比第一类简单、成本低。

2.2 电成型

电成型也称为电铸, 目的是将光刻胶版上的浮雕全息图“转移”到金属镍版上, 然后可以从镍原版上翻镀几次。任何一次镍版都可以重复地翻镀工作版。工作版的厚度一般控制在 50μ 左右。其工艺流程为:



2.3 模压:

其工艺一般分为四个步骤:

2.3.1 透明塑料膜的表面处理

表面处理分为化学涂布和预处理两种。化学涂布是在塑料膜表面复上一层 $1\sim 2\mu$ 的涂料。模压过程所“转移”的图像就是形成在这层涂料上。预处理是有些材料必须保持原有的性能指标, 所以不能用涂料, 比如胶盒用的 PVC 材料, 只能采用特殊的预处理后再模压而达到指标。目前表面处理的这两种方法国内外各公司都是保密的。

2.3.2 安装工作版

这是一项技巧性的工作。其方法分二种: 一种是在专门设计的拼版工作台上将工作镍版一块一块地拼好; 另一种是在电成型时已拼好。无论那一种拼法, 目的是达到图案的最佳衔接和接缝极小。然后将已贴好双面胶的模压辊轴紧

贴于拼好的工作镍版上而完成这项工作。

2.3.3 模压

模压是将工作镍版上的浮雕全息图经过一定的张力、压力、温度、冷却等处理, 从而“转移”到透明塑料膜上。这实际上是一种精细结构的复制过程, 即将每毫米 $800\sim 1500$ 条, 深度 0.3μ 左右的错综复杂的凹凸条纹压印到塑料膜上。由于不同的原材料或涂料层软化点不同, 相应的工作参数 (压力和温度) 也要变化。这些参数可由计算机来设定控制。在工作中要不断修正, 以达到最佳指标, 即激光图像的衍射效率 (大于 10%)。

不同型号的模压机所用的塑料膜的宽度不同。目前一般分为 0.6m 、 1.03m 、 1.10m 和 1.60m 四种, 模压速度是每分钟 $50\sim 100\text{m}$ 。

2.3.4 复膜

即在形成凹凸条纹的表面复上一层 0.5μ 左右的透明膜,目的在于保护激光全息图像。这层透明膜将直接影响产品的质量。世界上产量最高,质量最好的美国 Spectratek 公司对于透明材料的复膜采用光学镀膜的方法。特别是使主要的技术指标——衍射效率提高2~3倍,但成本也同样提高。

三、应用范围

一件精良的包装,最重要的是要有特色和独特的外观。这直接影响到消费者对商品由外到内的观感,从而决定消费者购买的意欲。透明彩虹全息材料完全迎合了这种包装。这里仅举两例。

3.1 PVC 胶盒材料的应用

厚度为 200μ 到 500μ 的PVC胶盒用材料,经模压处理后,在光线的照射下有着绚丽光彩、五彩缤纷,并且变化无穷的激光全息图像(见图1)。我们称之为PVC胶盒激光彩虹材料。它保持了原材料的特性,如透明度等。用于制作包装盒。其精美的外观让人惊讶(见图2)!更重要的是采用专版专用,那么制版时除所需外观图案外,再输入防伪图像。这将使伪造商而生畏。无疑,这种材料除了应用于各种干食品的包装盒外,还可以用于文具、办公用品、工艺品、日用品、纺织品、高档服装等透明包装盒。

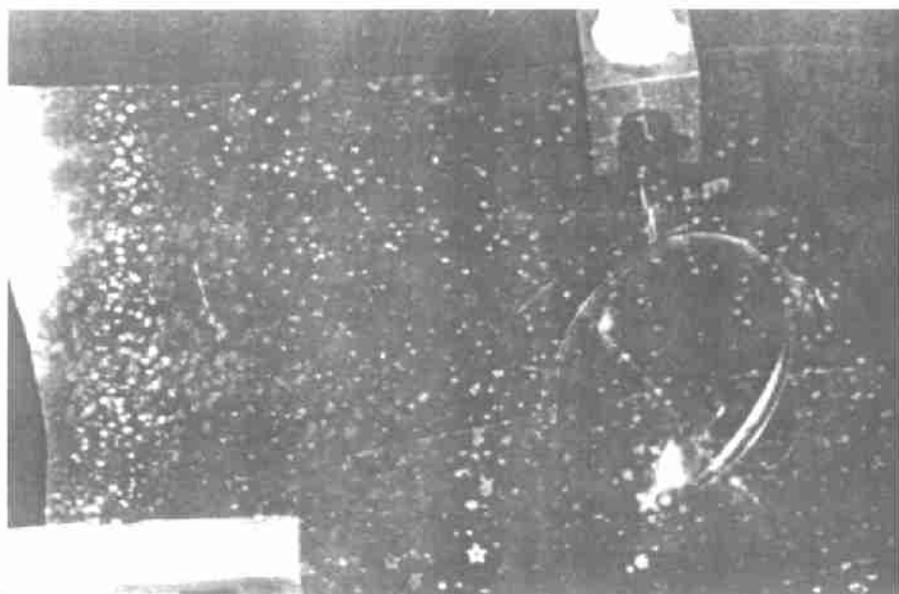


图1 经模压后的PVC材料

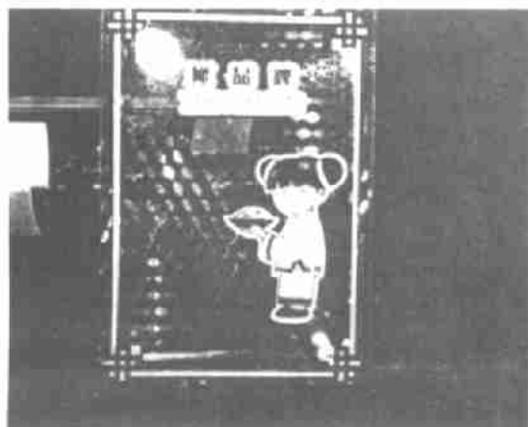


图2 采用彩虹全息透明材料的包装盒

3.2 BOPP香烟防潮薄膜的应用

香烟的防伪长期以来一直是一个重大的课题,也是一个难题。据统计我国烟草产业每年由于假冒、伪造、走私等造成的损失达10多亿人民币。所以目前部分省份的烟草专卖局已采用了激光防伪标识,起到了一定的作用。但如果在双向热封的BOPP防潮薄膜上输入激光全息图像,那么防伪力度可以说能达到A级。其最大的优点是:

1. 不改变原包装的任何工艺程序
2. 激光图像“含而不露,若有若无”的效果,消费者非常容易辨认,而又丝毫

不改变原香烟盒的外观设计。如图3所示,这仅是一个样品。

3. 专版专用,防伪力度高。



图3 香烟盒的防潮膜出现的就是激光图像

四、讨论

本项目的制作技术及其应用目前还处于萌芽状态,因此存在许多工艺问题还没有完全解决或正在探索中。比如本材料最关键也是最主要的参数指标——“衍射效率”如何提高,除了固有的条件:光刻胶版的像质和模压条件外,更关键的是涉及到二个问题:

1. 寻找高质量的化学涂料配方。
2. 寻找最佳折射率的复膜层配方。