

# 食品包装光栅印刷中莫尔条纹的影响

## Effects of grating moire fringe on food packaging printing

郑莉

ZHENG Li

(海口经济学院, 海南 海口 571127)

(Haikou College of Economics, Haikou, Hainan 571127, China)

**摘要:**在食品包装中,结合光栅材料光学性质和半色调图像加网技术,对光栅印刷莫尔条纹生成规律和防伪应用研究具有重要意义。采用理论计算的方法对莫尔条纹形成及分布特征进行分析,并通过实验对分析和计算进行验证。针对食品包装光栅印刷的实际情况,根据莫尔条纹形成规律,选择适宜的光栅印刷加网角度和网屏/光栅线数比,可以有效消除或减弱莫尔条纹的影响。

**关键词:**食品包装;光栅印刷;莫尔条纹;加网角度

**Abstract:** Combined with grating in food packaging materials, optical properties and the halftone image and network technology, studied the anti-counterfeiting grating moire fringe of printing forming rules. Explored the new technology of food packaging, and adopt the method of theoretical calculation of moire fringe formation and distribution characteristics. And the analysis and calculation are verified by experiments. According to the actual situation of food packaging grating printing, and the laws of the moire fringe formation, the results shows that choosing suitable grating and screen printing and network Angle/grating line ratio, can effectively eliminate or weaken the influence of the moire fringe.

**Keywords:** food packaging; grating printing; moire fringe; network perspective

莫尔条纹是两线条或两物体之间以恒定角度和频率发生干涉的视觉效果<sup>[1,2]</sup>。食品包装印刷图像复现为了呈现其层次阶调,通常应用网点或小点子作为油墨载体将油墨转移到承印物上,网点作为油墨载体,按一定规律呈线条状排列形成<sup>[3]</sup>。显然,在食品包装中四色印刷复制的图像将不可避免地生成莫尔条纹。

目前食品包装印刷图像复现虽然也可采用调频加网方式表现图像层次<sup>[4-6]</sup>,但由于目前版材分辨率及包装印刷工艺等原因,并未被广泛使用。为了避免或减弱莫尔条纹对印

刷图像复现的不良影响,在实际食品包装印刷作业中往往通过调整加网角度来实现,但由于光栅印刷的光栅,其本身特殊结构具备有莫尔条纹效应<sup>[7-9]</sup>,传统印刷的加网角度对其并不太适用。本研究拟就此对莫尔条纹在光栅印刷中产生的影响进行分析,以便寻求解决光栅印刷莫尔条纹效应的方法。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 材料与仪器

##### 1.1.1 材料

有色 PVC 片材、PVC 雕刻片材:深圳(龙城阳琪)塑料厂;

日本富士菲林片:东莞佳焯印刷器材有限公司。

##### 1.1.2 仪器

分光测试仪:CS-660 型,杭州彩谱科技有限公司;

测色灯箱:五光源型,杭州彩谱科技有限公司;

色卡:GP-1201 型,杭州彩谱科技有限公司;

分光密度仪:528 型,爱丽色(东莞)有限公司;

连续变倍显微镜:SWG-L45B-1 型,深圳斯威冠光学有限公司;

数显角度仪:JL-360 型,鑫量仪器科技(上海)有限公司。

#### 1.2 方 法

##### 1.2.1 测试项目

(1) 以不同光栅线数和网屏线数相互叠合,通过改变其角度测试莫尔条纹变化状况;

(2) 评价状况不同的莫尔条纹对食品包装印刷图像的影响;

(3) 选择合理的光栅印刷加网角度,根据光栅印刷特性选择合适的光栅/网屏线数比。

##### 1.2.2 试验方法

(1) 选择常用印刷网屏线数(如 175,150,100),选取不同分辨率的光栅;

(2) 通过网屏和光栅以不同角度叠合,观测莫尔条纹效应的变化。

**基金项目:**海南省社会发展专项科技项目(编号:SF201437)

**作者简介:**郑莉(1957—),女,海口经济学院教授。

E-mail:510637689@qq.com

**收稿日期:**2015-08-02

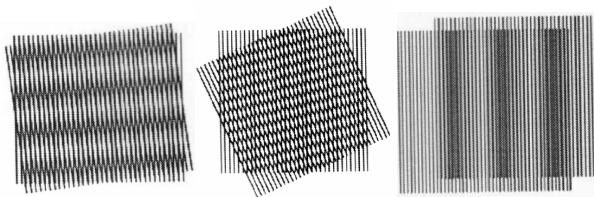
## 2 结果与讨论

### 2.1 影响莫尔条纹效应的因素

在食品包装印刷图像复现中,不连续离散的网点组成直线光栅,其相互干涉必然发生莫尔效应,其构成的图案破坏了食品包装印刷的图像观赏性<sup>[10-12]</sup>,极大地影响了食品包装印刷的图像质量,分析莫尔效应形成机理是为了避免或消除其影响的有效途径。

2.1.1 莫尔条纹效应与网屏夹角的关系 图1为两网线间距相等以不同角度相互叠合的网屏所产生的莫尔条纹效应图例。其中图1(a)为横向莫尔条纹,其基于网屏夹角较小时产生;图1(b)为斜向莫尔条纹,一般而言,当网屏以不同角度叠合时,都会出现这类莫尔干涉条纹;图1(c)为当两网屏夹角几乎重合时所产生的纵向莫尔条纹。值得指出的是,若两网屏夹角绝对重合,不会产生莫尔条纹,但在食品包装印刷作业中这种情况较难实现。

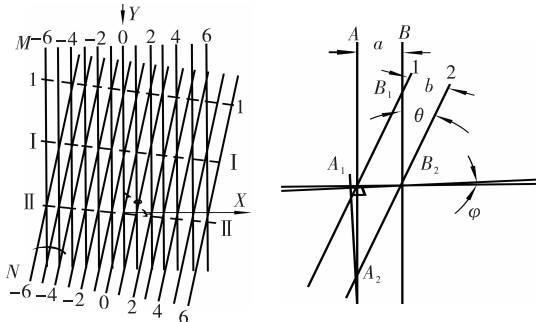
图2为两网屏交错叠合产生的莫尔条纹状况。



(a) 横向莫尔条纹 (b) 斜向莫尔条纹 (c) 纵向莫尔条纹

图1 莫尔条纹类型

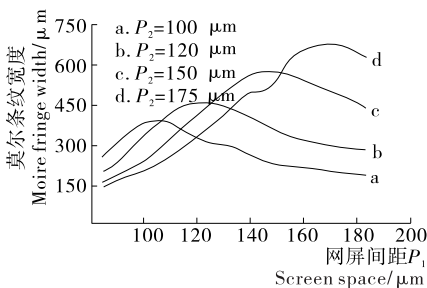
Figure 1 Moiré fringe types



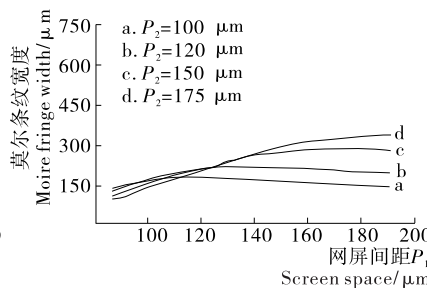
(a) 两网屏交错叠合莫尔条纹状况 (b) 莫尔条纹状况局部放大 A、B、1、2 分别表示相邻两组光栅, A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> 表示 A 与光栅 1 和光栅 2 相交区域形式的像中心,同时也是 A 与光栅 1 和光栅 2 中心线的交点,其余交点依法类推

图2 莫尔条纹形成

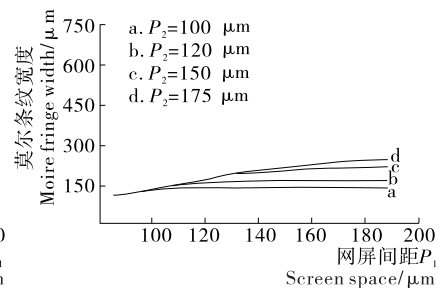
Figure 2 Moiré fringes formed



(a)  $\theta=15^\circ$



(b)  $\theta=30^\circ$



(c)  $\theta=45^\circ$

图4 光栅间距变化的莫尔效应  
Figure 4 Moiré grating pitch change

由图2并参考文献[13]可推导出式(1)、(2):

$$W = \frac{P_1 P_2}{\sqrt{P_1^2 + P_2^2 - 2P_1 P_2 \cos\theta}} \quad (1)$$

$$\sin\varphi = \frac{P_1 \sin\theta}{\sqrt{P_1^2 + P_2^2 - 2P_1 P_2 \cos\theta}} \quad (2)$$

式中:

W——莫尔条纹宽度,  $\mu\text{m}$ ;

$\theta$ ——网屏夹角,  $(^\circ)$ ;

$\varphi$ ——W对Y轴的夹角,  $(^\circ)$ ;

$P_1$ 、 $P_2$ ——分别为网屏间距,  $\mu\text{m}$ 。

若  $P_1 = P_2$ ,  $\theta = 0$  时,由式(1)可知,莫尔条纹为无限大;

若  $P_1 = P_2$ ,  $\theta$  以  $0^\circ \sim 45^\circ$  变化时( $\theta \neq 0$ ),莫尔条纹宽度见图3。在这里因网屏由黑白相间两直线以  $90^\circ$  相交而成,故仅考虑  $\theta = 0^\circ \sim 45^\circ$  状况。

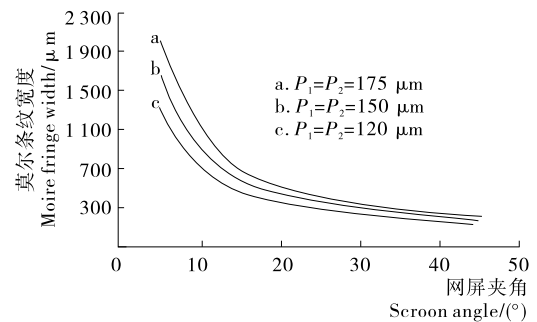


图3 网屏夹角不同的莫尔条纹

Figure 3 Different screen angle moiré fringe

图3为网屏夹角不同的莫尔条纹。由图3可知,莫尔条纹随网屏夹角增加逐渐减轻,在  $45^\circ$  附近影响最小,小于  $10^\circ$  莫尔条纹影响急剧加大,  $\theta = 0^\circ$  时,莫尔条纹为无限大;同时还表明不同线数的网屏都有这种取向。

若  $P_1 \neq P_2$ ,其莫尔条纹变化见图4、5。

2.1.2 莫尔条纹效应与光栅间距的关系 图4为指定网屏夹角下光栅间距( $P_2$ 分别为  $100, 120, 150, 175 \mu\text{m}$ )变化的莫尔条纹状况。由图4可知,当光栅间距或网线相差较大时,莫尔效应影响趋向减弱;当网线夹角较小时,光栅间距相同,莫尔效应影响最大。

图5为指定的光栅间距相互叠合时由加网角度变化而形成莫尔效应。由图5可知,莫尔条纹随加网角度增加而减弱,粗网屏叠合生成的莫尔效应影响小于细网屏。

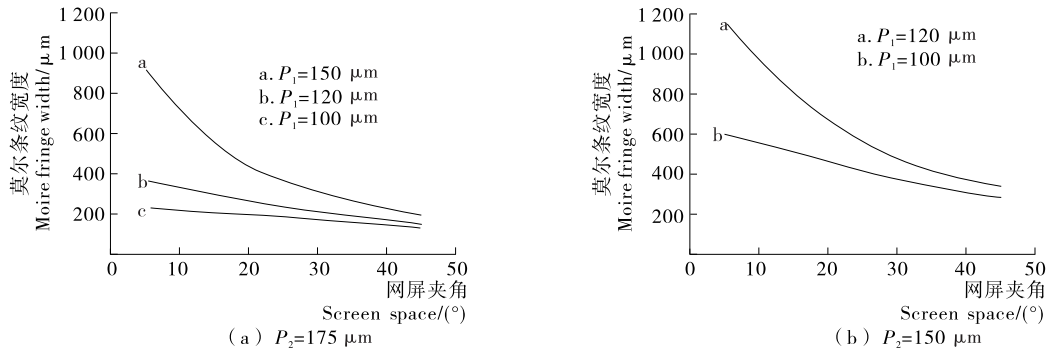


图 5 加网角度变化的莫尔效应  
Figure 5 Moire effect change screen angle

2.2 莫尔条纹效应的评价

图 6 为以不同网屏/光栅线数比及不同夹角所呈现的莫尔条纹效果。由图 6(a)~(d)可知,网线/光栅线数比较为接近时,在 10°以内时莫尔条纹表现较为明显,在 30°时莫尔条

纹影响不太明显。由图 6(e)和(f)可知,改变网线/光栅线数比时,夹角在 5°和 15°时网屏/光栅线数比较大,莫尔条纹影响减弱。由图 6(g)可知,网屏/光栅线数比继续增大时莫尔条纹影响继续减弱。

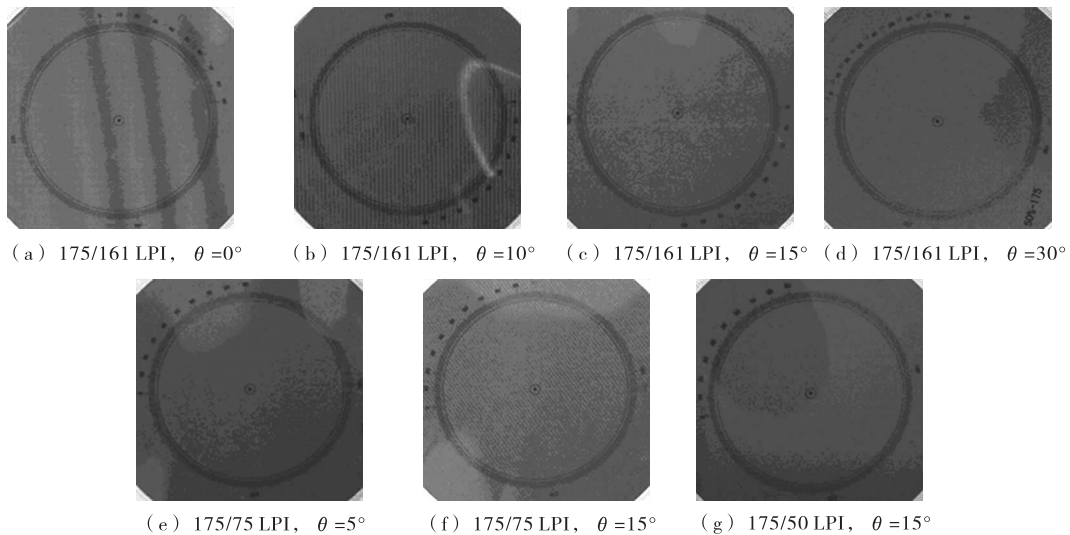


图 6 网屏/光栅不同角度叠合莫尔条纹效应

Figure 6 The different angle screen/grating superposed moire effect

不同线数的网屏和光栅匹配试验结果表明,网线/光栅线数比越大,莫尔条纹影响越弱。网线夹角变化的试验,也显示出夹角越大,莫尔条纹影响越弱的特征,这与理论计算结果基本符合。

综上所述,在食品包装中光栅印刷的加网角度大于 30°时,能较好地实现消除或减弱莫尔条纹的目的。若改变网线/光栅线数比,也能达到改变莫尔条纹影响的目的,网线/光栅线数比较大,莫尔条纹影响将减弱。由于光栅本身具有网屏性质,在 0°~90°范围内按 30°等分网屏与光栅夹角。考虑光栅性质和印刷工艺<sup>[14-16]</sup>,可以将主要色版按(如 M、C 版)以 30°夹角放置,其余色版与光栅按 15°角放置,印刷网线为 150~200,常用光栅线数有 161,75,70,50 LPI 等,印刷网线高有利于网线/光栅线数比拉开。另外,光栅印刷横向精度要求较纵向精度要高,故横向套合要求较高,色调表现适宜范围约在 30%~70%。若采用短调 K 版,工艺较为完善,可以考虑将相近色相色版加网角度重合(如 C、K 版),如此可使加网角度有较大的选择性。

3 结论

通过对食品包装中新工艺技术—光栅印刷技术进行研究,选择网屏/光栅不同的线数比及不同的加网角度为研究对象,经实验验证了计算结果和莫尔条纹分布曲线。根据食品包装中图像光栅的作业,对光栅印刷的加网角度及网屏/光栅线数比,提出了合理配置的方法。同时还指出,改变网屏/光栅线数比,印刷加网角度可根据上述方法相应变化。通过研究,实现了光栅印刷加网技术的正确应用,为深入光栅技术的研究提供了在食品包装印刷中的一种研究方法,具有较大应用价值,特别是在食品包装的防伪方面,光栅印刷有着较大的发展空间。

参考文献

1 徐海英. 莫尔条纹应用的初探[J]. 南京工学院学报(自然科学版), 2006(3): 60~50.

(下转第 185 页)

### 3 结论

掌握果实的生长动态和品质变化规律是制定优质高产培育措施和确定最佳采收期的理论依据。试验结果表明,佛手瓜果实发育呈慢—快—慢的单 S 型生长曲线,花后第 6~10 天为佛手瓜果实的快速生长期,该时期细胞呼吸代谢旺盛,营养物质消耗快,需水肥多,生产中应抓住这个关键时期,加强水肥管理,以期达到优产、丰产的目的。硬度是佛手瓜重要的外观品质指标,二者显著的负相关性不利于果实的长期生长,严重地影响了佛手瓜的销售和食用情况。Vc 和氨基酸是佛手瓜主要的营养指标,果实氨基酸总量在第 10 天后开始急剧下降,极大地降低了果实营养价值;同时,生长至第 10 天的佛手瓜重量和体积已经相对较大,继续生长会造成枝蔓负载过重,影响后茬果实的生长发育。故从品质和产量两方面来看,佛手瓜的最佳采摘期应控制在花后第 10 天之前。但从贮藏特性和经济角度考虑,若佛手瓜采摘过早,则果实含水量较高、皮嫩易破、呼吸代谢旺盛,导致果实耐贮性差;而且果实没有充分生长,重量和体积相对较小,经济价值较低,不利于农户长期种植。综合以上各种因素,佛手瓜的最适采收期应为花后第 10 天,此时的佛手瓜已经具有成熟果的商品价值。

#### 参考文献

- 张福平,张喜春.佛手瓜多酚氧化酶学特性研究[J].食品科学,2010,31(1):161~164.
- Cadena-I Iguéz J, Arévalo-Galarza L, Ruiz-Posadas L M, et al. Quality evaluation and influence of 1-MCP on *Sechium edule* (Jacq.) Sw. fruit during postharvest[J]. Postharvest Biology and Technology, 2006, 40(2): 170~176.
- 黄建伟.佛手瓜高产栽培技术[J].安徽农学通报,2013,19(14):57~58.
- 张奇志,邓欢英,林丹琼,等.佛手瓜果实的营养保健成分研究[J].中国食物与营养,2007(7):45~47.
- Ordoñez A A L, Gomez J D, Vattuone M A, et al. Antioxidant activities of *Sechium edule* (Jacq.) Swartz extracts[J]. Food Chemistry, 2006, 97(3): 452~458.
- 叶陈亮,黄碧琦.佛手瓜果实的生长进程及生理生化变化[J].福建农学院学报,1993,22(3):356~360.
- 王晶英.植物生理生化实验技术与原理[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,2003:16~18.
- 曹建康.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业,2007:32~48.
- 李合生.现代植物生理学[M].北京:高等教育出版社,2006:31~40.
- Ashino H, Shimamura M, Nakajima H, et al. Novel function of ascorbic acid as an angiostatic factor[J]. Angiogenesis, 2003, 6(4): 259~269.
- 常尚连,于贤昌,于喜艳.西瓜果实发育过程中糖分积累与相关酶活性的变化[J].西北农业学报,2006,15(3):138~141.
- 王平荣,张帆涛,高家旭,等.高等植物叶绿素生物合成的研究进展[J].西北植物学报,2009,29(3):629~636.
- 赵丽芹,张子德.园艺产品贮藏加工学[M].北京:中国轻工业出版社,2014:14~16.
- 蒋滢.氨基酸的应用[M].北京:世界图书出版公司,1996:17~21.
- 王彬.火龙果果实发育规律及果实品质分析[D].长沙:湖南农业大学,2008.
- Zhang Yan-zi, Li Peng-min, Cheng Lai-liang. Developmental changes of carbohydrates, organic acids, amino acids, and phenolic compounds in 'Honeycrisp' apple flesh[J]. Food Chemistry, 2010, 123: 1 013~1 018.
- 师江,刘兴勇.基于营养成分的变化确定油茶最佳采摘期[J].食品与机械,2014,30(1):71~74.
- Somkuwar R G, Bahetwar A, Khan I, et al. Changes in growth, photosynthetic activities, biochemical parameters and amino acid profile of Thompson Seedless grapes (*Vitis vinifera* L.) [J]. Journal of Envi, 2014, 35(6): 1 157~1 163.
- Kalac P, Krausová P. A review of dietary polyamines: Formation, implications for growth and health and occurrence in foods [J]. Food Chemistry, 2005, 90(1~2): 219~230.
- Li Wei-qin, Hu Qing-ping, Xu Jian-guo. Changes in physico-chemical characteristics and free amino acids of hawthorn (*Crataegus pinnatida*) fruits during maturation[J]. Food Chemistry, 2015, 175: 50~56.
- 姚芳,夏文水.不同生长期仙人掌的营养及生理活性成分分析[J].食品与机械,2006,22(3):80~82.
- 颜孙安,钱爱萍,姚清华,等.闽产李果实氨基酸组成及其营养分析[J].热带亚热带植物学报,2012,20(6):571~577.
- 王利斌,姜丽,石韵,等.气调贮藏对四季豆生理生化特性的影响[J].食品科学,2013,34(8):289~293.

(上接第 159 页)

- 任采义,刘真,向双双,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.
- 莫灵阁,段华伟.数字加网新技术的研究进展[J].包装工程,2004,25(5):24~26.
- 何辉.本原文化与中国食品包装生态设计理念[J].食品与机械,2011,27(2):101~103.
- 李飞,唐亚宁.数字加网技术[J].包装工程,2005,26(5):47~52.
- 王成林,唐亚宁,高松,等.基于 Am/Fm 半色调的混合加网算法研究[J].包装工程,2008,29(3):15~17.
- 温志英.现代生物技术食品包装中的应用现状及发展前景[J].食品与机械,2006,22(4):119~121.
- 李鹏.立体印刷成像原理[J].印刷质量与标准化,2007(3):8~11.
- 崔晓明.立体印刷的立体视觉原理[J].今日印刷,2007(3):8~11.
- 陈广学.可视化中的数字加网技术研究[D].郑州:解放军信息工程大学,2005.
- 将文燕,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):93~125.
- 杨松,唐正宁,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.
- 朱燕林,陈瑞改,谢佳,等.光栅式自由立体显示器中莫尔条纹的形成规律[J].液晶与显示,2009,24(6):911~915.
- 张靖.数字半色调技术研究[D].西安:西安电子科技大学,2008.
- 叶劲松,蒲彪.我国食品包装及市场的现状与发展[J].食品与机械,2002(4):32~34.
- 刘金香,朱元泓.图像复制原理[M].武汉:武汉大学出版社,2006:98~99.