

## 烘烤工艺对彩印覆膜铁DRD罐性能的影响

倪俊义,江轲,张作全

(奥瑞金包装股份有限公司,北京 101407)

**摘要:** **目的** 研究烘烤工艺对彩印覆膜铁材料拉深成形后光油产生裂纹、内壁透明膜白痕、蒸煮后覆膜剥离的影响规律。**方法** 分别设定罩光油烘烤时间为10, 12, 15 min, 分析烘烤时间差异对光油表征及耐加工性能的影响, 对比罐体烘烤前后的内壁白痕变化及耐蒸煮性差异。**结果** 随着罩光油烘烤时间的延长, 彩印覆膜铁表面光油的耐加工性能得到了提升, 烘烤可以消除内壁透明膜白痕, 并避免覆膜在蒸煮后剥离。**结论** 将罩光油烘烤时间从10 min延长至15 min, 可避免罐体拉深后的光油裂纹产生。罐身成形后增加烘烤工艺(烘烤温度为230 ℃, 烘烤时间为1 min)可消除内壁透明膜白痕, 提高空罐的耐蒸煮性能。

**关键词:** 覆膜铁; 深冲拉拔罐; 烘烤工艺

**中图分类号:** TS206 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)17-0069-03

## Effects of Baking Process on Performance of Printed Laminated Steel DRD Cans

NI Jun-yi, JIANG Ke, ZHANG Zuo-quan

(ORG Packaging Co., Ltd., Beijing 101407, China)

**ABSTRACT: Objective** To study the influence of baking on varnish cracks, the white marks of transparent inner film and film's peeling off after boiling. **Methods** By setting the varnish baking time as 10, 12 and 15 minutes respectively, the influence of difference baking time on varnish's representation and process resistance was analyzed. The changes in white marks of transparent inner film and the boiling resistance of baked cans were compared with non-baked ones. **Results** With the extension of overprint varnish baking time, the process resistance of surface varnish of printed laminated steel was improved. Baking was effective to remove the white marks of transparent inner film, and avoid film peeling after cooking. **Conclusion** It was found that extending the varnish baking time from 10 minutes to 15 minutes could effectively prevent varnish cracks after can-body drawing. Adding a 1 min baking step at 230 ℃ on can-body could remove the white marks, and improve the boiling resistance of the cans.

**KEY WORDS:** laminated steel; drawing and re-drawing cans; baking process

覆膜铁是采用高分子薄膜与金属板材进行复合而成的一种加工材料,常用的薄膜为PP(聚丙烯)和PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯)<sup>[1]</sup>。与涂料铁相比,覆膜铁具有以下特点<sup>[2-4]</sup>:良好的防锈、装饰、隔热、减震等功能,尤其耐冲压、耐腐蚀性是涂料铁无法比拟的;表

面针孔少,致密,且可在覆膜上做多种处理,如标识、镭射处理等(与涂层相比较);生产效率高,能源消耗和材料成本低;有利于环保。

包装材料在满足包装质量和数量等要求外,应向拓宽应用领域和提高环境协调性方向发展<sup>[5]</sup>。目前食

收稿日期: 2013-12-12

基金项目: 北京市科技计划课题(Z111100074211022)

作者简介: 倪俊义(1984—),男,江苏盐城人,工程师,主要研究方向为金属包装开发。

品罐头的金属包装主要采用涂料铁作为原材料,需要使用环氧树脂作为内涂层,由此很容易受到BPA及其低聚物的污染<sup>[6]</sup>,因为涂层在固化过程中会产生大量的二氧化碳及其他有害气体,并且涂料铁中会迁移出大量的蒸发残渣<sup>[7]</sup>。可持续性包装应该做到减少温室气体排放、减少环境污染<sup>[8]</sup>。覆膜铁的广泛应用将大大提高食品安全性,降低成本,提高生产率,提高环保水平,增强竞争能力<sup>[9]</sup>。

为了增加罐体表面装饰效果,通常先在覆膜铁平板表面按照设计图文进行油墨印刷,印刷后罩光油,用于保护油墨,使其在冲压过程中避免擦伤。彩印覆膜铁深冲拉拔罐(DRD罐)在生产加工过程中容易存在一些缺陷,如冲压成形后罐身内壁有一圈明显白痕,彩印面产生细微裂纹,耐蒸煮性能较差等,这些缺陷与印刷过程中罩光油烘烤工艺有直接关系。优化罩光油烘烤工艺可以避免拉深后彩印面裂纹的产生,罐体拉深成形后亦可通过合适的烘烤工艺消除白痕,并提高产品耐蒸煮性。由此,通过制定合适的烘烤工艺消除上述缺陷,成为现阶段改善覆膜铁DRD罐产品质量的重要方向。

## 1 实验

将电镀铬薄钢板与PET薄膜(内壁透明膜,外壁白膜)经过250℃高温热压形成覆膜铁,按图案变形规律设计预变形图案<sup>[10]</sup>,在覆膜铁材料表面进行印刷形成彩印覆膜铁。印刷过程中,先后在表面进行印墨、烘烤、印墨、烘烤、罩光油、烘烤等6道工序。罩光油烘烤温度为180℃,烘烤时间分别为10,12,15 min,采用ZEISS EVO-18钨灯丝扫描电子显微镜分析光油表征差别。对彩印覆膜铁材料进行制罐,通过罐体中部(形变量最大部位)光油的开裂程度,对比不同罩光油烘烤工艺下材料拉深成形的结果。

彩印覆膜铁经落料冲杯、拉深、修边等3道工序完成罐身成型,分别对比未烘烤、烘烤(温度为230℃和时间为1 min)等2种方式对罐身耐蒸煮性能的影响。

## 2 结果及讨论

### 2.1 罩光油烘烤时间对拉深成形结果的影响

不同罩光油烘烤时间后的彩印覆膜铁材料表征

检测结果见图1。检测结果显示,不同时间罩光油烘烤的彩印覆膜铁表面(光油层)无明显差别。

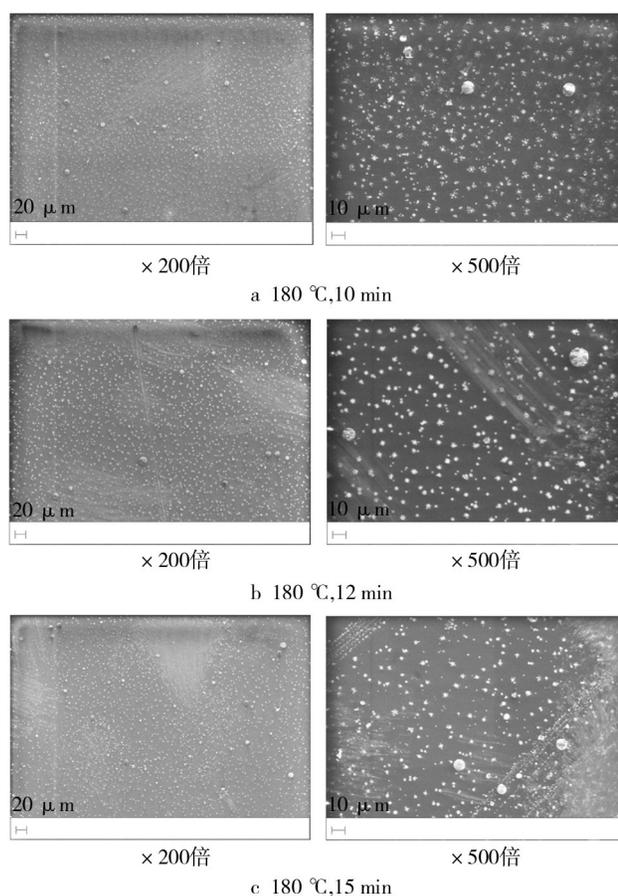


图1 不同时间的罩光油烘烤覆膜铁材料表征

Fig.1 Material characterization after different time of overprint varnishing baking

由于经过冲杯及拉深,罐身中部形变量最大,所以此处光油最容易产生裂纹。由图2可见,随着罩光油烘烤时间的延长,裂纹逐渐消失。结合图1可判断,

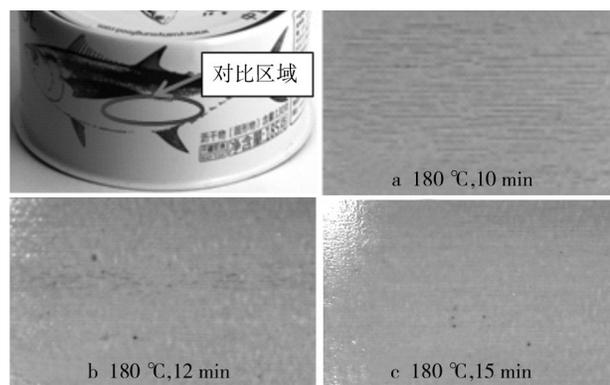


图2 不同时间的罩光油烘烤覆膜铁材料拉深结果

Fig.2 Drawing results of material after different time of overprint varnishing baking

经过不同时间的烘烤,光油的表征无明显差别,但是其耐加工性发生了显著变化。

## 2.2 拉深后烘烤对罐身外观的影响

拉深后未经烘烤的空罐内壁透明膜有明显的白痕,见图3a。Peterlin模型<sup>[11-13]</sup>认为球晶在应力作用下发生塑性形变并破坏,经片晶倾斜和滑移变为椭圆,最后解体为片晶和分子链取向,形成纤维结构状态。由此,印刷后的覆膜铁材料进行DRD制罐时,受应力应变综合作用,使PET局部产生纤维结构状态,影响了覆膜的透明度,产生白痕见图3a<sup>[14]</sup>。

经过烘烤(温度为230℃,时间为1min),彩印面感官无变化,内壁白痕消失,见图3b。覆膜铁材料经过印刷烘烤后,PET内部形成部分结晶体,制罐过程中的塑性变形使局部晶体取向发生变化,相应区域对光线的折射角度有所区别,透明PET膜以白痕的形式体现。通过拉深成形后的烘烤工艺,可以使该局部区域发生重结晶,消除内壁白痕。

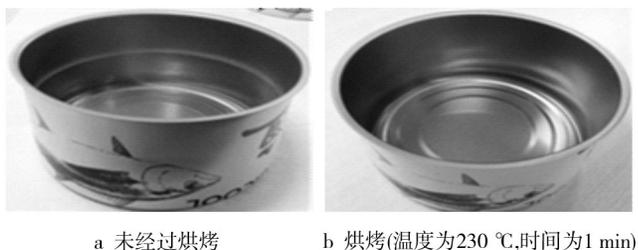


图3 烘烤对消除白痕的影响

Fig.3 Effect of baking on eliminating white marks

## 2.3 拉深后烘烤罐身对耐蒸煮性能的影响

拉深后未经烘烤的空罐经蒸煮(温度为121℃,时间为30min)后PET薄膜剥离,见图4a。空罐经过烘烤(温度为230℃,时间为1min),再蒸煮(温度为121℃,时间为30min)后PET薄膜未剥离,见图4b。

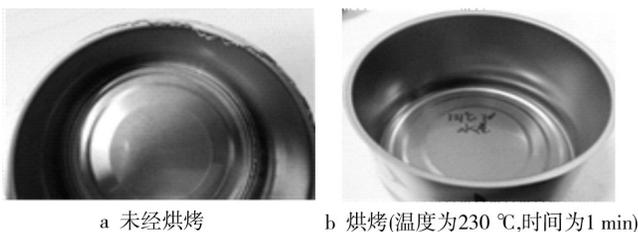


图4 烘烤对耐蒸煮性能的影响

Fig.4 Effect of baking on the boiling resistance

成形时因受外力作用,PET与基材的粘接性下降,每次成形会下降50%<sup>[15]</sup>。由于薄膜在拉深后产生内应力,以及蒸煮过程中水蒸气的介入,增加了薄膜与基材的剥离趋势。通过对罐体进行烘烤,消除了残余内应力及其在蒸煮过程中对薄膜剥离的作用。

## 3 结语

通过文中的实验可知,通过调整覆膜铁印刷工艺,罩光油烘烤时间从10min延长至15min,材料表征无明显差别,但可以解决拉深后光油开裂问题。在制罐后增加烘烤工序(温度为230℃,时间为1min),可以消除透明膜内壁白痕,可以解决蒸煮后PET薄膜与基材剥离的问题。

## 参考文献:

- [1] 刘志浩,曾科,赵宇晖. 覆膜铁:金属食品包装的“绿色革命”[J]. 包装学报,2012,4(4):9—15.  
LIU Zhi-hao, ZENG Ke, ZHAO Yu-hui. Polymer-coated Steel: A Green Revolution in Metal Packaging for Food and Beverage[J]. Packaging Journal, 2012, 4(4): 9—15.
- [2] HAN M H, JEGAL J P, PARK K W, et al. Surface Modification for Adhesion Enhancement of PET-laminated Steel Using Atmospheric Pressure Plasma[J]. Surface & Coatings Technology, 2007(201): 4948—4952.
- [3] ZUMELZU E, RULL F, BOETTCHER A A. Characterization and Micro and Ultra-structural Analysis of PET-based Co-rolled Composite Electrolytic Chromium Coated Steel (ECCS)[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2006(173): 34—39.
- [4] ZUMELZU E, CABEZAS C, DELGADO F. Performance and Degradation Analyses of Traditional and ECCS Canning Tinplate in Citric-citrate Medium[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2004(152): 384—388.
- [5] 李翠薇,杨祖彬. 包装材料的环境性能及发展方向[J]. 包装工程, 2008, 29(5): 182—184.  
LI Cui-wei, YANG Zu-bin. Environmental Property and Development Trends of Packaging Materials[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(5): 182—184.
- [6] 许文才,李东立,魏华. 国内外食品包装安全研究进展[J]. 包装工程, 2009, 30(8): 86—90.  
XU Wen-cai, LI Dong-li, WEI Hua. Progress of Food

(下转第90页)

- 47—49.
- [7] LIU Cai-shan, ZHANG Ke, YANG Rei. The FEM Analysis and Approximate Model for Cylindrical Joints with Clearances [J]. Mechanism and Machine Theory, 2007, 42: 183—197
- [8] SHI Bing, JIN Ye. A Framework of Virtual Prototyping Environment for the Design and Analysis of Mechanical Mechanism with Clearance [J]. Virtual and Physical Prototyping, 2007, 2(1): 21—28.
- [9] 徐立峰, 张雷. 基于ADAMS的模切机双肘杆机构优化设计研究 [J]. 包装工程, 2013, 34(1): 75—78.  
XU Li-feng, ZHANG Lei. Optimal Design of Wine Dual-elbow Machine of Die-cutting Machine Based on ADAMS [J]. Packaging Engineering, 2013, 34(1): 75—78.
- [10] 李杨, 李光. 基于SolidWorks的托盘结构有限元分析及优化设计 [J]. 包装工程, 2011, 32(19): 1—4.  
LI Yang, LI Guang. Structural Finite Element Analysis and Optimum Design of Pallet Via SolidWorks [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(19): 1—4.
- [11] 丁晓红, 李国杰. 箱型支撑结构加筋板布局设计方法研究 [J]. 中国机械工程, 2012, 23(4): 449—453.  
DING Xiao-hong, LI Guo-jie. Layout Design Optimization of Stiffener Plates Inside Housing Structures [J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2012, 23(4): 449—453.
- [12] 魏衍侠. 基于ADAMS手抛式机器人碰撞动力学分析 [J]. 机械工程与自动化, 2011(2): 82—85.  
WEI Yan-xia. Analysis the Impact Dynamics of Throwing Type Robot Based on ADAMS [J]. Mechanical Engineering & Automation, 2011(2): 82—85.
- [13] 刘飞飞, 刘金根. 基于ADAMS的捆扎机锁紧机构的优化设计 [J]. 包装工程, 2009, 30(7): 19—21.  
LIU Fei-fei, LIU Jin-gen. Optimal Design for Locking Mechanism of Bundling Machine Based on ADAMS [J]. Packaging Engineering, 2009, 30(7): 19—21.
- [14] 方子帆, 舒刚, 何孔德, 等. 齿轮传动多体接触动力学模型 [J]. 机械传动, 2009(1): 15—18.  
FANG Zi-fan, SHU Gang, HE Kong-de, et al. Gear Transmission Dynamics of Multi-body Contact Model [J]. Mechanical Transmission, 2009(1): 15—18.

(上接第71页)

- Packaging Safety Research at Home and Abroad [J]. Packaging Engineering, 2009, 30(8): 86—90.
- [7] 曹国荣, 许文才, 彭立春, 等. 食品罐内涂膜蒸发残渣检测与分析 [J]. 包装工程, 2007, 28(12): 96—110.  
CAO Guo-rong, XU Wen-cai, PENG Li-chun, et al. Determination and Analysis of Evaporation Residue of Food Can Coatings [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(12): 96—110.
- [8] 黄秀玲, 徐兰萍, 李明. 包装的减量化与环保及案例分析 [J]. 包装工程, 2010, 31(13): 133—139.  
HUANG Xiu-ling, XU Lan-ping, LI Ming. Reduction and Environmental Protection of Packaging and Case Analysis [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(13): 133—139.
- [9] 夏利勇, 邓潮玉, 齐永杰. 覆膜铁技术在我国的的发展前景预测 [J]. 中国包装工业, 2013(4): 12.  
XIA Li-yong, DENG Chao-yu, QI Yong-jie. Prospects of Laminated Steel Technology Development in China [J]. China Packaging Industry, 2013(4): 12.
- [10] 江轲, 张作全. 预变形技术在覆膜铁罐彩印中的应用 [J]. 包装学报, 2012, 4(4): 47—49.  
JIANG Ke, ZHANG Zuo-quan. Application of Pre-distorted Printing Technology in DRD Polymer-coated Cans [J]. Packaging Journal, 2012, 4(4): 47—49.
- [11] PETERLIN A. Folded Chain Model of Highly Drawn Polyethylene [J]. Polym Eng Sci, 1969, 9(3): 172—181.
- [12] PETERLIN A. Plastic Deformation of Polymers with Fibrous Structure [J]. Colloid and Polym Sci, 1975, 253(10): 809—823.
- [13] PETERLIN A. Molecular Model of Drawing Polyethylene and Polypropylene [J]. J Mater Sci, 1971, 6(6): 490—508.
- [14] 倪俊义, 张作全, 黄晶, 等. 覆膜铁在食品DRD罐上的应用 [J]. 功能材料, 2012, 43: 308—310.  
NI Jun-yi, ZHANG Zuo-quan, HUANG Jing, et al. The Use of Laminated Steel on Food Packaging [J]. Journal of Functional Materials, 2012, 43: 308—310.
- [15] BEREND B, HANS den H, HANS van der W. Product Performance of Polymer Coated Packaging Steel, Study of the Mechanism of Defect Growth in Cans [J]. Progress in Organic Coatings, 2004, 50(1): 40—46.