

RFID 天线的丝印工艺研究

张玉春, 李 飞

(曲阜师范大学, 日照 276826)

摘要: 为分析优化 RFID 天线的丝网印刷过程并提高其印刷质量, 对丝网印刷工艺对天线印刷精度的各种影响因素进行了分析, 包括网目数、印版特性、刮刀角度等各项参数。通过优化丝印工艺参数, 印刷了 RFID 天线并测量了作为主要参数之一的阻抗, 结果表明其阻抗波动较小, 丝印工艺可满足天线印刷的质量要求。

关键词: 电子标签; 天线印刷; 丝网印刷; 丝网目数; 网距

中图分类号: TS871.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)13-0120-03

Study of Screen Printing Process of RFID Tag Antenna

ZHANG Yu-chun, LI Fei

(Qufu Normal University, Rizhao 276826, China)

Abstract: The influencing factors of screen printing process on RFID antenna printing precision were analyzed, which were the mesh count of screen, the characteristics of screen stencil, the angle of doctor blade, and so on. RFID tag antennas were printed through optimization of process parameters and the main parameter, antenna impedance, was measured. The results showed that the fluctuation of antenna impedance is small; screen printing technology can meet the printing quality requirement of RFID tag antenna.

Key words: RFID tag; antenna printing; screen printing; mesh count; off-contact distance

在现代 RFID 电子标签制作中, 采用导电油墨在纸张等承印材料上快速印刷其天线的方法, 降低了标签成本, 为电子标签的推广应用提供了可能^[1]。丝网印刷被称为万能印刷, 有着墨层厚、覆盖力强、印刷压力小等独特优点, 在各行各业都有着广泛的应用。丝网印刷天线工艺, 减少了 RFID 标签生产的复杂程度, 是实现其低成本、小型化、高精度、大规模生产最具潜力和最可行的工艺之一^[2-3]。当然, RFID 天线印刷有其印刷精度、油墨厚度、均匀性等方面的特殊要求, 为稳定其印刷质量, 提高生产效率, 必须优化丝网印刷工艺的各项参数, 并使其向更精细化的方向发展。笔者对影响丝网印刷天线精度的几个工艺参数进行分析, 并通过试验验证工艺优化的可行性。

1 RFID 天线的生产及质量要求

传统 RFID 天线的生产主要有铜导线绕制法和

金属腐蚀法 2 种, 其生产成本低、污染较重、尺寸大、精度及生产效率低^[4]。导电油墨的印刷方式则具有可批量生产、小型化、精度高、成本低等优势, 受到了业内的极大关注。

丝网印刷工艺制作 RFID 天线有 3 个步骤, 每一步骤的印刷图形见图 1。3 个步骤中, 底层导电油墨

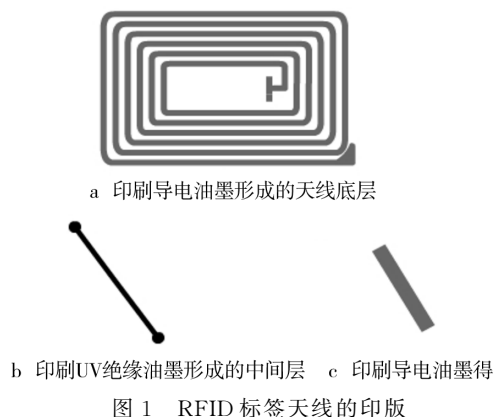


Fig. 1 The configuration of RFID tag antenna printing plate

收稿日期: 2012-05-08

基金项目: 山东省教育厅基金项目(J091B62)

作者简介: 张玉春(1964—), 女, 山东人, 硕士, 曲阜师范大学副教授, 主要从事包装印刷材料及工艺的教学与研究。

的印刷是保证天线性能的关键。导电油墨印刷后必须要经过烘干才具有导电能力^[5]。用丝印方式印刷天线虽然可以批量生产,但由于收卷张力难以控制,双面印刷时两面印刷位置对正困难,多用于单面印刷。

当然,采用印刷天线制作的 RFID 标签在性能方面不如金属天线稳定。在不增加成本的情况下,只有提高印刷天线的质量才能使其满足使用要求并提高性能。RFID 天线要达到设计所需的电感及电阻要求,既需要满足其结构尺寸的设计,且每件产品尺寸大小一致,误差小;又要保证在印刷时油墨厚度的均匀性。目前国内外高精度天线印刷能再现 0.01 mm 宽的点或线,墨层厚度在 1~100 μm 范围内变化^[6]。

2 丝印工艺参数控制

丝网印刷工艺虽然简单,但其过程相关参数则较多。实际操作中,丝网印刷的网版目数、印刷压力、刮板相关参数、网距、晒版等因素都会影响天线的印刷质量。控制不当,往往会使印刷后的标签质量稳定性差,产生如结构变形、边界粗糙、尺寸不稳定等问题,从而影响天线的感应精度。为了确定丝印的关键参数并进行工艺改进,有必要对导电油墨印刷过程中各环节工艺进行仔细分析。

2.1 丝网特性

丝网特性是决定丝印精度的首要因素,包括目数及丝径。网版目数的高低和丝径大小又决定了丝网开度、厚度及网孔面积率的大小,这些参数又最终影响印刷线条的边缘精度。低目数网版的丝径大,虽利于油墨转移,但架桥性差,印刷后的图形边界粗糙,线条中间墨层不厚实。精细印刷应尽可能选择大目数及小丝径丝网,有利于提高边缘印刷质量^[7]。

RFID 天线的性能对印刷墨层的均匀性要求很高。大量实验表明:丝网目数<200 目/in 时,印刷后油墨边缘粗糙,墨层均匀性较差;丝网目数高于 200 目/in 时,线条边缘印迹光滑度高,油墨附着均匀性好,导电油墨厚度也可达到 8~12 μm ,能满足 RFID 标签天线的印刷质量要求^[8]。

2.2 印版特性

印版特性主要指网版的涂布及其厚度、平滑性,主要影响印刷后的线条厚度及边缘精度。网版总厚度包括丝网厚度及感光胶厚度 h 。一般来讲,印版总厚度与墨层厚度成正比。当复制的线条宽度 $W \leq 2\omega$

+ d 时, h 直接影响着线条的油墨转移及边缘再现。一般有如下公式^[9]:

$$W = \sqrt{4T \times h / P} \quad (1)$$

式中: ω 为丝网开度; d 为丝径; T 为网版张力; P 为刮压力。

计算表明,在常规的 T 及 P 情况下, $W = 0.127$ cm,即当线粗<0.127 cm 时,墨层厚度随 h 的变化而变化。这在精细印刷尤其在线路印刷中非常重要, h 的误差应控制在 2 μm 内^[9],这就需要感光胶的均匀涂布。 h 的大小与油墨转移密切相关, h 太小,油墨转移不良,使线条边缘粗糙,太大又造成网内油墨残留。精细印刷的胶膜涂布厚度可取丝网厚度的 10%。采用涂布机械并在丝网两侧分别进行 2~3 次的“湿压干”式涂布,可大大提高其版面的光滑程度,从而有利于减小印迹边缘的粗糙度。

当然,网版制作时还要选用带色丝网,用平行光源曝光,以减少曝光时的散射。曝光时间也要用曝光测试片进行测试后确定。

2.3 丝网中的刮墨刀

刮墨刀的主要作用是挤压油墨透过印版完成到承印材料的转移,其性能对最终印刷效果有直接影响。刮墨刀参数的正确选择应用有利于印刷生产,并保证墨层厚度的精确及稳定性。刮墨刀的硬度一般选择在肖氏 70 度左右,要具有良好的耐磨、耐化学性能。刮印角与透墨量也有很大关系,刮印角度越大,油墨透过量越少,一般以 60°~70°为宜。刮印速度越快,则透墨量越少,反之则越多^[10]。

2.4 其他参数

网距的存在使网版在刮墨刀过后回弹从而顺利完成印刷,但其大小对天线尺寸的结构稳定也有重要影响。一般天线尺寸越大,网距也要加大,同时,绷网张力越小,所需网距也应加大。精细印刷中,网距可选 1.5~4.0 mm,同时要注意网版张力的大小。晒版时天线图像应尽量置于网版中心,加大四周边距,也可以减少图文变形。网距大小与印版图像的变形关系见图 2^[11]。

3 实验

选用 250 目/in 低伸长率聚酯丝网,绷网张力 21 N/cm,用重氮感光胶晒制天线版,采用金属银导电油墨印刷。刮板硬度 75 度,平面丝网印刷台,60°刮印,

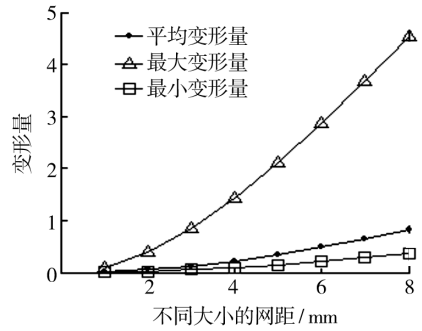


图2 网距大小与网版图像的尺寸变形的关系

Fig. 2 Relation between off-contact distance and stencil distortion

网距为 2 mm。承印材料为双面光滑铜版纸,天线结构见图 1a。印刷完成后在烘箱中 120 ℃ 下烘干 30 min,再用电阻测量仪测定天线电阻值,结果见表 1。

表 1 RFID 标签天线的阻抗值

Tab. 1 Impedance value of RFID tag antennas

序号	1	2	3	4	5	6	7	8
电阻值/ Ω	38.46	38.89	37.76	37.90	38.28	37.85	38.14	38.55
序号	9	10	11	12	13	14	15	
电阻值/ Ω	37.62	37.78	38.15	38.70	37.62	38.47	37.52	

在标准光源下,目视观察印刷天线,其边缘光滑清晰,印刷效果好。计算表明,其均方差 $s=1.61$,各样张电阻值波动小,通过对比文献及国内 RFID 生产厂商小规模试制的天线电阻数据来看,文中工艺实验符合天线的印刷要求。

4 结语

丝网印刷所涉及的参数很多,相互之间又有影响。如丝网目数应选择 200 目/in 以上;网距的确定、刮压力的大小与绷网张力要相互配合才能达到所要求;制版过程也要注意版面的光滑度与涂膜厚度,各曝光参数也应采用测试条确定。每一个工艺环节不当,都有可能造成后面工序的失误。RFID 的天线印刷质量要求高,丝网印刷必须严格各环节的参数,不断试验优化,才能取得印刷质量的突破。

参考文献:

[1] VIVEKS,PAULCC,DANIELH,et al. All Printed RFID Tags; Materials, Devices, and Circuit Implications[C]. Proceedings of the 19th International Conference on VL-

SI Design,2006.

[2] RAO KVS,NIKITINPV,LAM S F. Ant Enna Design for UHF RFID Tags;A Review and a Pract ical Applicat Ion [J]. IEEE Trans Antennas Propag,2005,53(12):3870—3876.

[3] 倪文虎,张逸新. 工业网版印刷的数学模型研究[J]. 包装工程,2010,31(15):102—105.

NI Wen-hu,ZHANG Yi-xin. Research on the Mathematical Model for Industrial Screen Printing[J]. Packaging Engineering,2010,31(15):102—105.

[4] 刘彩凤. EAS 软标签的制造工艺分析[J]. 包装工程,2007,28(2):67—68.

LIU Cai-feng. Analysis of the Manufacturing Technology of EAS Soft Labels[J]. Packaging Engineering,2007,28(2):90—93.

[5] 王忠于. 无源 RFID 标签天线丝网印刷技术的研究[J]. 印刷技术,2009(3):50—51.

WANG Zhong-yu. Study on Printing Passive RFID Tag of Screen Printing[J]. Printing Tecnology, 2009(3):50—51.

[6] 唐宝玲. 电子标签(RFID)天线的印制技术[J]. 印制电路信息,2007(6):24—27.

TANG Bao-ling. Manufacture Technology of Antenna for RFID[J]. Printed Circuit Information,2007(6):24—27.

[7] 唐正宁,李飞. 丝网印版的分辨率特性研[J]. 包装工程,2006,27(1):90—93.

TANG Zheng-ning,LI Fei. Study on Resolution Characteristics of Screen Printing[J]. Packaging Engineering,2006,27(1):90—93.

[8] 刘彩凤,王忠于. 无源 RFID 标签天线的丝网印刷墨层厚度分析[J]. 包装工程,2008,29(12):110—111.

LIU Cai-feng,WANG Zhong-yu. Screen Printing Ink Film Thickness Analysis of the Passive RFID Tag Antenna[J]. Packaging Engineering,2008,29(12):110—111.

[9] 黄天甫. 丝网印刷[M]. 武汉:测绘出版社,1992.

HUANG Tian-pu. Screen Printing[M]. Wuhan:Surveying and Mapping Press,1992.

[10] 孔凡美,钱军浩,陈默. 丝网中的刮墨刀[J]. 包装工程,2008,29(1):195—197.

KONG Fan-mei,QIAN Jun-hao,CHEN Mo. Doctor Blade in Screen Printing [J]. Packaging Engineering,2008,29(5):195—197.

[11] 李飞. 丝网印刷工艺与参数研究[D]. 无锡:江南大学,2007.

LI Fei. Research of Screen-Printing Processing and Parameters[D]. Wuxi:Jiangnan University, 2007.