

导电油墨在包装防伪印刷中的应用研究

潘光华, 李云, 李彬胜, 彭志划

(深圳职业技术学院, 深圳 518055)

摘要: 在分析影响导电油墨电阻值因素的基础上, 设计了丝网印刷工艺, 在不同承印物上印刷了导电油墨条码, 经过测量承印物上充分干燥后的导电油墨条码的电阻值, 对电阻值数据进行了分析和处理, 探讨了使用导电油墨电阻值防伪的可行性。结果表明, 不同网目线数的网版印刷的导电油墨条码的电阻值也不同, 所以用导电油墨印制条形码, 使条形码增加了一项电阻防伪功能。

关键词: 导电油墨; 防伪; 电阻; 条形码

中图分类号: TS853⁺.6; TS851⁺.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)17-0130-03

Application Research on Electrically Conductive Ink for Anti-counterfeit Package Printing

PAN Guang-hua, LI Yun, LI Bin-sheng, PENG Zhi-hua

(Shenzhen Polytechnic, Shenzhen 518055, China)

Abstract: Influencing factors on electric resistance of electrically conductive ink were analyzed. A screen printing process was designed and bar codes were printed on different substrates using electrically conductive ink. The prints were dried and the electric resistance of bar codes of electrically conductive ink was tested, processed and analyzed. The results showed that the bar code resistances of electrically conductive ink change with different screen lines, therefore, bar code printed by electrically conductive ink can be another effective way for package anti-counterfeit printing.

Key words: electrically conductive ink; anti-counterfeit; electric resistance; bar code

包装防伪印刷技术就防伪油墨而言, 目前主要有紫外激发荧光油墨、日光激发变色油墨、热敏防伪油墨、化学反应变色油墨、智能机读防伪油墨等, 具体实施主要以油墨的印刷方式实现。其特点是通过实施不同的外界条件采用光、热、光谱检测等形式来观察油墨的色彩变化达到防伪目的^[1]。笔者用导电油墨印刷在包装材料上, 检测导电油墨的电阻值, 论证电阻值作为导电油墨防伪参数的可行性。用这种导电油墨印制的条形码, 除了具有传统条形码功能外, 还增加了电阻值防伪功能。

1 导电油墨导电电阻分析

导电油墨的主要材料是导电材料粒子(常见的是

金、银、碳等粒子), 当印在承印物上的导电油墨充分干燥后, 导电材料的自由电子在外加电场的作用下, 沿电场方向移动形成电流^[2]。自由电子的移动方式主要有渗流作用、隧道效应和场致发射 3 种。渗流作用是在干燥固化的导电油墨涂层中, 当导电油墨中的导电粒子量大于某一特定值时, 导电粒子相互接触, 接触的结果使电子流动而呈现导电现象, 此特定值称为渗流临界值^[3]。隧道效应是在干燥固化的导电油墨涂层中, 当导电粒子之间的非导电层小于 10 nm 时, 在外界电场作用下电子会越过很低的势垒而流动的现象^[3]。场致发射是在干燥固化的导电油墨涂层中, 当导电粒子含量很低时, 在强外加电场作用下, 导电粒子间内部电场很强, 电子将有很大的几率飞跃到相邻导电粒子而形成电流^[4]。此外, 还由于热振动或

收稿日期: 2012-03-07

作者简介: 潘光华(1964—), 男, 湖南人, 深圳职业技术学院副教授、高级工程师, 主要从事印刷设备及印刷工艺的教学与科研工作。

内部电场作用使导电粒子间迁移而形成电流。

从导电油墨的导电机理可以看出,导电油墨导电完全不同于金属导体导电,虽然在外加电场下导电油墨可以导电,其电阻值很大,万用电表完全可以测出准确的电阻值,自然用导电油墨制作的条形码,也能测出条码的电阻值。

2 影响导电油墨条码电阻值的因素

目前,高精度条码制作方法主要是非现场印刷。导电油墨普遍采用丝网印刷,在不改变导电油墨材料粒子的前提下,仅从印刷工艺上考虑,丝网印刷导电油墨条码的厚度及电阻值主要受丝网版结构影响,同时也受印刷工艺条件的影响,如刮板角度及硬度、油墨粘度、印刷压力、印刷速度等^[5]。

丝网版结构见图 1,决定墨层厚度的主要参数是

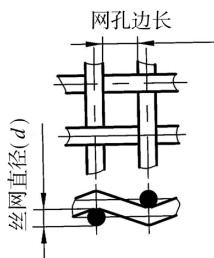


图 1 丝网版结构

Fig. 1 Structure of screen plate

丝网版的网目线数(单位长度内的网孔数量,单位是网目数/cm 或网目数/in)、丝线直径(μm)等。丝网版的网孔体积大小由丝网版上网目线数、丝网直径决定,由于油墨是从网孔漏印到承印物上的,丝网印刷时的透墨量与网孔体积大小成正比^[6]。以网目数/cm 为单位的网版为例:

$$\text{网孔边长: } l = \frac{10000}{n} - d \quad (1)$$

$$\text{网孔面积: } S = l^2 = \left(\frac{10000}{n} - d \right)^2 \quad (2)$$

$$\text{静态网孔厚度: } D = 2d \quad (3)$$

静态时透墨量近似网孔的体积:

$$V = S \times D = 2d \left(\frac{10000}{n} - d \right)^2 \quad (4)$$

则承印材料上导电油墨的厚度近似值:

$$H = \frac{\text{印刷涂层面积上网孔体积之和}}{\text{印刷涂层面积}} \quad (5)$$

在实际丝网印刷过程中,丝网版受压后网线产生变形,刮刀压印时丝网版变形情况,见图 2。圆形丝网

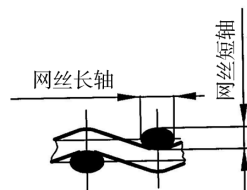


图 2 压印网版变形

Fig. 2 Deformation of screen plate under printing pressure

线变成椭圆形,网孔边长、网孔面积、网版厚度都会变小,导致网孔透墨量变小,从而导致承印物上导电油墨层变薄。一般地实际丝网印刷导电油墨厚度比理论计算墨层厚度减少 25% 左右,电阻值自然会增大。

3 印刷工艺与电阻值关系实验

3.1 导电油墨准备

导电油墨种类很多,常用的是以金、银、碳为导电材料的导电油墨。虽然金、银、碳等导电油墨等化学稳定性、抗蚀性、抗氧化性依次降低,其电阻值依次增大^[7],碳质导电油墨印刷的不同厚度的线条,更容易用数显万用电表测出,并且碳系导电油墨价格便宜,印刷适性较好,所以实验中选择性价比高的碳系导电油墨,文中选择型号为 8450 的碳系导电油墨。

3.2 丝网及承印物准备

丝网版丝网材料有尼龙丝网、涤纶丝网、不锈钢丝网、镀镍涤纶丝网等,相对地尼龙丝网的强度、耐磨性、耐碱性较高,油墨透过性、弹性较好,印迹也较鲜明^[8]。该实验目的是检测网线数不同的丝网版印刷的导电油墨电阻值,故选择网线数为 60 线、80 线、100 线、120 线、140 线的尼龙丝网版各 1 块。

导电油墨印刷后是与溶剂形成的一种浆状物,这种浆状物必须干燥后,溶剂挥发,才具有导电性及稳定的导电电阻^[9],干燥的方式有恒温烘干、自然风干等。该实验干燥方式采用恒温烘干方式,故承印物选择耐高温(15°)的 FR-1 型树脂双面绝缘板。

3.3 其他器材准备

某平面丝网印刷机 1 台,万用表(数显式与指针式各 1 台)、恒温烘干机 1 台、千分尺、钢尺、钢刀;丝网印刷的刮刀,调墨刀,调墨板,洗网水等等。

3.4 印刷实验

3.4.1 丝网版制作

丝网版式设计。为了比较不同网目线数的丝网版印刷的导电油墨电阻值,60线、80线、100线、120线、140线的丝网版都设计成相同图案,见图3。本来

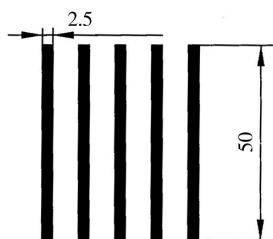


图3 丝网版图案

Fig. 3 Patterns of screen plate

丝网版应该设计成条码图案,但实验目的主要是验证不同网线数印版印刷的线条电阻值是否差别明显,为了减少次要因素干扰,图案设计为50 mm长、2.5 mm宽的直线,并且每块版设计10条相同直线。

以金属框做丝网版框,网框清洁处理后采用气动方式绷网、粘接和修整,达到丝网张力适当,均匀稳定,丝向一致,经纬丝各自平行要求^[10]。其步骤为:网版清洗→涂感光胶→晒版→显影→修版。

3.4.2 印刷

平面丝网印刷机印刷时刮板移动速度设置为4 m/min,刮板硬度为肖氏60°,刮板与印版的夹角调整为65°,用制作好的60线、80线、100线、120线、140线的丝网版分别在5块FR-1型树脂绝缘承印材料上印刷,然后将印品放在恒温烘干机中充分干燥。

3.5 数据检测及分析

分别用数显万用电表的两表笔抵住导电油墨线两端,待万用电表数字显示稳定后读出电阻值,每根导电油墨电阻值数据见表1。

表1 导电油墨电阻值测量数据

Tab. 1 Test resistance data of electrically conductive ink

图案	网版电阻值/k Ω				
	60线	80线	100线	120线	140线
1号线	3.63	3.77	7.07	8.77	10.57
2号线	3.62	3.78	7.07	8.75	10.55
3号线	3.60	3.75	7.09	8.76	10.55
4号线	3.64	3.77	7.08	8.78	10.58
5号线	3.63	3.78	7.05	8.78	10.59
范围	3.60~3.64	3.75~3.78	7.05~7.09	8.75~8.78	10.55~10.59

从表1可以看出,60线、80线、100线、120线及140线的网版印刷的导电油墨线电阻值分别为3.60~3.64 k Ω ,3.75~3.78 k Ω ,7.05~7.09 k Ω ,8.75~8.78 k Ω 及10.55~10.59 k Ω ,其差别非常明显,且用普通的数显万用电表可以方便测出。从实验看出,导电油墨电阻值是由印刷的长度、宽度及厚度决定的,电阻值与网目线数、导电油墨线宽度、导电油墨线长度一一对应,电阻值范围稳定,其中只有丝网版网目线数控制的厚度技术是导电油墨条码防伪的关键。

4 结论

采用丝网印刷印制高精度的导电油墨条形码,条码线的电阻值与网版网目线数、长度、宽度等3个参数有关,改变任何一个参数,其电阻值差别明显,并能准确测出。其中,网版网目线数不易识别,很难伪造,因而丝网印刷导电油墨条形码,除了具备传统条形码的功能外,还具有独特的电阻值防伪功能。

参考文献:

- [1] 张逸新,唐正宁. 防伪印刷[M]. 北京:中国轻工业出版社,1999.
ZHANG Yi-xin, TANG Zheng-ning. Anti-counterfeit Printing[M]. Beijing: China Light Industry Press, 1999.
- [2] 陈伊凡. 新型导电油墨的制备[J]. 广东印刷, 2009(3): 51-52.
CHEN Yi-fan. Preparation for Newstyle Electro-conductive Ink[J]. Guangdong Printing, 2009(3): 51-52.
- [3] 刘国杰. 特种功能性涂料[M]. 北京:化学工业出版社, 2002.
LIU Guo-jie. Special Functional Paint [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2002.
- [4] 吕月仙. 导电涂料的导电机理[J]. 华南工学院报, 1998(19): 4.
LU Yue-xian. The Electrical Conduction Mechanism of Electrical Conducting Paint[J]. Journal of South China Institute of Technology, 1998(19): 4.
- [5] 李婧伟,唐正宁,王志宏. 基于印制电路板精细丝网印刷过程的数学模型研究[J]. 包装工程, 2008, 29(2): 94-95.
LI Jing-wei, TANG Zheng-ning, WANG zhi-hong. Study of the Mathematical Model for Fine Screen Printing Process of Print Circuit Board[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(2): 94-95.

(下转第147页)

不同物资的岸基存贮设施和码头堆场等。实施集装箱物资装卸,还需要配套大量后勤装备实施集装箱物资输转、装卸等,如各类集装箱运输平台、集装箱转运装备、专用起重设备和叉车等。由此,我军在统筹集装箱建设的同时,应同步通盘规划集装箱配套设施和运输、作业装备的建设,以确保形成集装箱岸-海运补给能力。

3) 以信息技术为依托,综合集成海上物流管理信息系统。美军从1991年的海湾战争中获得了许多经验教训,其中最重要的是物流系统信息不透明所带来的问题,使得补给物资只能大量堆积在港口,无法及时准确、及时分发到部队。海湾战争经验后,美军认真总结经验教训,美军认为,即使拥有先进的保障设施和装备,如果物资信息透明度跟不上,也同样影响物资的补给效率。因此,我海军应在建立和完善集装箱运输补给体系的基础上,借鉴美军成功经验,依托先进的信息技术,整合现有运输补给信息系统,利用自动识别技术、电子数据交换、全球定位技术、通讯技术和传感技术等技术,综合集成可实时或近实时掌握物资信息管理系统,实现对整个物流系统,特别是海上物流系统中各类物资的品种、数量、位置、运载工具等自动跟踪,准确显示实时数据,并依据这些信息改进物流作业,实现对海上舰艇编队实施适时、适地、适量的物资保障。

参考文献:

- [1] 美军全资产可视性资料[Z]. 总后勤科学研究所, 2001.
Total Asset Visibility of US Military[Z]. Logistics Science Research Institute of GLD, 2001.
- [2] Joint Pub 4-01.7, Joint Tactics, Techniques, and Procedures for Use of Intermodal Containers in Joint Operations, January, 1997.
- [3] 唐其环, 李军念, 代红. 万宁滨海与西沙群岛大气腐蚀性对比研究[J]. 装备环境工程, 2010, 7(6): 1-4.
TANG Qi-huan, LI Jun-nian, DAI Hong. Contrast Research on Corrosivity of Wanning Seaside and Xisha Islands Atmosphere[J]. Equipment Environmental Engineering, 2010, 7(6): 1-4.
- [4] 肖泽, 李亚政, 张军涛, 等. 国外海军舰船装备环境试验军用标准分析[J]. 装备环境工程, 2010, 7(6): 46-48.
XIAO Ze, LI Ya-zheng, ZHANG Jun-tao, et al. Analysis of Foreign Military Environmental Test Standards for Warship Equipment[J]. Equipment Environmental Engineering, 2010, 7(6): 46-48.
- [5] 阮拥军, 董立宁, 刘栋. 信息化战场环境下装备精确保障探析[J]. 装备环境工程, 2012, 9(4): 54-56.
RUAN Yong-jun, DONG Li-ning, LIU Dong. Analysis on Precise Equipment Support in Information Battlefield Environment[J]. Equipment Environmental Engineering, 2012, 9(4): 54-56.

(上接第132页)

- [6] 刘彩凤. 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. Screen Printing Ink Film Thickness Analysis of the Passive RFID Tag Antenna[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(12): 110-111.
- [7] 李瑞. 网印导电油墨的种类及其应用[J]. 丝网印刷, 2010(6): 30-32.
LI Rui. Conductive Ink Type and Application in Screen Printing[J]. Screen Printing, 2010, (6): 30-32.
- [8] 叶洪勋. 精细印制电路板的丝网模版制作要求[J]. 电子电路信息, 2002(1): 35-37.
YE Hong-xun. Screen Plate Making Requirement on

High Quality Printed Circuit [J]. Electronic Circuit Information, 2002(1): 35-37.

- [9] 齐成. 印制电路板丝网印刷工艺和技术要点[J]. 印制电路信息, 2009(2): 35-37.
QI Cheng. Procedure and Key Technical Points of Screen Printing for Printed Circuit Board[J]. Printed Circuit Information, 2009(2): 35-37.
- [10] 刘志华. 高精度丝网版制作[J]. 网印工业, 2003(Z1): 48-49.
LIU Zhi-hua. High-resolution Screening Plate Making, Screen Printing Industry[J]. 2003(Z1): 48-49.