

# 印制 RFID 天线问题总结

随着 RFID (Radio Frequency Identification) 技术的日趋成熟以及 RFID 标签价格的逐渐降低, RFID 标签很有可能替代传统的一维条形码和二维码。如果说, 二维码是一维码标签的延伸, 那么 RFID 的诞生或者可以称为标签行业的一场革命。

## 丝网印刷 RFID 天线需求

RFID 是一种非接触式的自动识别技术, 通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据。其可在各种恶劣的环境中工作, 且无需人工干预。RFID 标签的系统主要由三部分组成, 即标签、阅读器和天线。其中天线的制造与印刷有着越发“亲近”的关系——由于传统制造技术铜导线绕制工艺的成本较高、速度慢, 而金属箔蚀刻工艺存在精度低、污染环境、防水耐折性差的弊病, 故采用印刷的方式直接印制 RFID 标签天线是近年来行业内普遍使用的一种方式。

实则, 柔版印刷、凹版印刷、喷墨印刷以及丝网印刷都可以完成对 RFID 标签天线的印制工作, 但从诸多方面考虑, 似乎丝网印刷要优于其他几种印刷工艺, 尤其墨层厚度这一因素, 让丝网印刷占据了绝对的优势。在实际印制过程中, 一般要求墨层厚度要达到  $20\mu\text{m}$  以上, 这对于墨层厚度可以达到  $300\mu\text{m}$  的丝网印刷而言自然没有太大困难, 但对于其他印刷方式, 则需要依靠多次反复印刷以达到期望厚度, 这必然会对印刷精度又提出更高的要求。所以, 笔者认为丝网印刷是最适合印制 RFID 标签天线的印刷工艺。

## 非传统丝印的非传统法则

虽然丝网印刷是最适于印制 RFID 标签天线的印刷工艺, 但由于 RFID 标签天线印制过程中采用的是导电油墨, 所以在某些方面还有别于传统的丝网印刷, 在印刷过程中需要对以下问题特别注意。

### 1. 天线结构的确定

天线在 RFID 标签的整个工作过程中主要起到接收及发送信号的作用, 包括低频、高频、超高频和微波 4 个工作频段。根据频段的不同, RFID 标签的天线可以分为线圈型、微带贴片型和偶极子型 3 种基本形式。

小于 1 米的近距离应用系统的 RFID 标签天线一般采用工艺简单、成本较低的线圈型的天线结构, 其工作频段主要位于低频和高频。线圈型天线可以采用不同的构成方式——既可以是圆形环, 也可以是矩形环; 基板可以采用不同的材料——既可以是柔性基材, 也可以是硬质基材。

1 米以上的远距离应用系统的 RFID 标签天线需要采用的是微带贴片或偶极子型的天线结构，其主要工作于超高频以及微波频段，典型的工作距离为 1~10 米。

## 2. 印刷方式的确定

丝网印刷方式一般分为接触式和非接触式两种。接触式印刷过程中，基板与丝网直接接触，刮板在丝网上移动进行印刷，其优点在于不会使丝网倾斜和变形。非接触式印刷过程中，丝网与基板之间有一固定的距离，刮板推动浆料流经丝网时，使丝网倾斜，并与基板接触印出图形。由于印刷后丝网可即刻反弹，故不会将印刷图案蹭模糊。在采用接触式印制 RFID 标签天线时，由于导电油墨的性能所致，极容易发生蹭脏现象，对精细印刷产生不良影响。所以为了得到良好的印刷质量，在实际操作中，多采用非接触式印刷作为 RFID 标签天线的印刷方式。

## 3. 导电油墨的选择

导电油墨的导电性能会被导电材料种类、粒子大小、形状、填充量、分散状态、黏合剂种类以及固化时间等诸多因素影响。不同变量之间的搭配亦会对导电性能产生不同的影响。鉴于 RFID 标签天线对导电性要求极高，故首选即为银系导电油墨。油墨用银粉主要分微米级和纳米级 2 类，而常用的微米级银粉包括片状和球形 2 种。为了使银粉在连接料之间有较好的接触，一般选用片状银粉做主要填料，纳米银粉辅助。

在印刷过程中，可能会遇到由于烘干不完全、印刷厚度薄而引起的油墨电阻增大现象。此外，倘若印前油墨搅拌不够彻底，由于银的比重大，容易沉积到底部，故而会导致油墨上层银含量低，增大电阻，下层银含量高，附着力降低等问题。这些都应该引起足够的重视。

### 需要特别注意的问题

在确定了印刷方式、天线结构等基本因素后，印刷的过程也并非是一帆风顺的。采用丝网印刷印制 RFID 标签天线的过程中，会出现些许难以避免的问题，特举例提示，以供读者借鉴。

#### 1. 漏墨不匀

在用丝网印刷方式印制 RFID 标签天线的过程中，经常会遇见这种情况：局部导电性良好，整体导电性差或者无明显导电性，用放大镜观察时会发现有断断续续的线路，即承印物表面局部没有油墨，也就是我们常说的漏墨不匀。造成这种现象的原因有很多，诸如丝网目数选择得过高，就会导致油墨通透性差，目数过低则会导致线条精度下降，影响精细印刷品的质量，所以一般选择丝网目

数在 200~300 目；刮板压印力不够或者受力不均匀也会导致漏墨不匀，应调整丝印刮板力度；油墨黏度问题也是导致漏墨不匀的原因之一，黏度过高，油墨渗透力低，不能均匀地转移到承印物上，过低则会导致糊版。

## 2. 静电放电

静电放电简称 ESD(Electro Static Discharge)，是电子制造业的巨大隐患，严重影响产业的发展。固体、液体和气体中的任意两种相摩擦都会产生静电。在印刷时，刮墨刀的速度、压力、油墨量、网距、基材的剥离速度都会产生静电，机器本身的运作也会产生静电。静电产生后会吸附灰尘，使材料表面蹭脏或网版堵网，造成印刷缺陷；静电也会引起 拉丝或飞毛现象，对精细薄膜线路产生较大的影响；过高的静电电压则有可能击穿空气，进而产生火花，引起火灾。

静电危害如此之大，鉴于其不可见性、随机性、潜在性和复杂性等特点，对 ESD 现象要以预防为主，可以通过以下两种措施进行防护。

- ①泄放法。通过有效接地，将产生的静电直接泄放到大地，从而消除静电。
- ②中和法。通过释放不同极性的静电，中和掉标签基材和机器上的静电。

## 3. 银粉迁移

在日常工作中，往往会出现这样一种现象：产品在出厂检查时性能良好，各项参数指标完全合格，但用户在使用一段时间后却发现某些产品电阻增大，甚至出现短路自通现象。究其原因，就是银的迁移在作祟。银迁移问题也是影响银浆油墨应用范围扩大的最大一个症结。当然，目前还不存在完全不发生银迁移的银浆，但我们可以通过对银粉进行适当处理在一定程度上抑制银的迁移。由于银粉对浆料的排胶性具有催化剂的作用，所以可以使用粒度为  $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ 、平均表面积为  $2\text{m}^2/\text{g}$  的超细片状银粉。采用气流喷雾法制备的 Ag-Pd 导电浆料，即使在  $200^\circ\text{C}$  和潮湿条件下，导电性能也比较稳定，很少出现由于银迁移造成的短路现象。