智能标签天线的丝网印刷工艺参数研究

资料来源：《广东印刷》2009年第2期 作者：杜玉宝

一、前言

目前，采用导电油墨印刷RFID标签天线主要应用丝网或凹版印刷方式进行设计制造， RFID标签天线对其导电率的要求越来越高，往往需要导电油墨中含有较高的金属颗粒含量。在固液比较高的情况下，丝网印制具有均匀致密、表面光滑、分辨率高的优质天线线路，但研究印刷工艺参数对标签天线电学性能的研究国内还不多见，是目前采用印刷方式生产标签天线的企业所面临的一个难题。为了确定关键参数进行工艺改进，有必要对导电油墨印刷过程中各环节工艺与性能关系进行仔细分析。本文采用含银导电油墨和丝网印刷的方式印制标签天线，并剖析导电油墨和丝网印刷的关键参数对该工艺过程的影响。

二、导电油墨丝网印刷方式的选择

丝网印刷一般分为接触式和非接触式印刷两种，在接触式印刷中基板直接与丝网接触，刮板在丝网上移动时，不会使丝网倾斜和变形；非接触式印刷，丝网和基板之间有一固定的距离，刮板推动浆料流过丝网时，使丝网倾斜，并与基板接触，印出图形，由于印刷后丝网即反弹回位，不会将印刷图案蹭模糊。为获得良好的印刷质量避免蹭脏，一般采用非接触式印刷作为导电标签印刷方式，图一为非接触式印刷的过程示意图。

图一 非接触式印刷的过程示意图

三、丝网印刷墨层厚度的计算

目前，高效能应答器线圈的墨层厚度一般为6μm以上，线圈导线之间的间隙根据应答器规格而定，小规格应答器是发展趋势。丝网印刷的墨层厚度从4μm～70μm不等，可调范围广，是目前最适合印刷RFID应答器线圈的技术。在网目调丝网印刷中，墨层厚度的控制占有重要地位。

按照透墨量的内涵不同，可将透墨量分为两种，即理论透墨量和实际透墨量。

1.理论透墨量

理论透墨量是指由丝网技术参数所决定的单位面积内透过丝网网孔油墨的总量。由于理论透墨量是由丝网的技术参数所决定的，丝网的基本技术参数包括丝径、目数和丝网厚度，其它的参数都可以通过这几个参数计算得到。

所以理论透墨量的函数表达式可以写成如下形式，即：

（1）

其中，为理论透墨量，单位cm3/m2，为丝网目数，单位目/cm，为丝网的丝径，单位为μm，为丝网厚度，单位为μm。图二为丝网技术参数示意图。

图二 丝网技术参数示意图

从上面的分析可以看出，丝网的目数是决定理论透墨量的主要因素，如果能找出丝网目数与理论透墨量的对应关系，就可以基本上确定理论透墨量的大致范围。

决定丝网印刷墨层厚度Thv的关键因素是丝网开口的透墨量G。透墨量的大小与丝网网孔的体积V成正比。而丝网网孔体积V主要由丝网目数M决定，如图三所示。

图三 丝网技术参数

丝网目数M是指单位长度内的网孔数量，网孔边长L为：

（2）

站内搜索
科教 站内搜索
企业搜索 企业登记 自助链接
实用服务 疑难求助 印刷网站
论坛新贴

网孔面积　　（3）

静态时，丝网厚度t近似为：

（4）

因此，网版静态时，一个丝网网孔的透墨量G也即丝网网孔的体积V，其值约为：

（5）

油墨转移到承印材料表面，则承印材料上的墨层厚度Thv近似为透墨量/面积：

（6）

目前，丝网网版的丝线直径最小为30μm。一般来说，丝网目数M越小，丝网的丝线直径d相应增大。因此，从公式（6）可见：理论计算的油墨层厚度Thv应随丝网网版的目数增大而减小。

2.实际透墨量

由于影响透墨量的因素比较复杂，除了丝网技术参数外，在印刷中还有其他因素也会对透墨量产生较大影响，所以，通常把印刷中在一定印刷条件下所获得的透墨量称为实际透墨量。丝网印刷实际墨层厚度由丝网的结构参数和实际印刷条件共同影响决定。所以，丝网印刷的墨层厚度是丝网技术参数和印刷加工条件的函数。即：

（7）

其中：Thv-丝网印刷的墨层厚度；M-丝网目数；m-丝网材料；δ-网孔形状；θ-刮板角度；ξ-刮板硬度；τ-油墨黏度；α-上墨量；ρ-印刷压力；ν-印刷速度；ε-印刷环境。如图四所示，当印刷压力增大，丝网网版压缩，圆形丝线变成椭圆形。

图四 丝网网版受压变形示意图

刮板的硬度也会影响网版上的透墨量。通常刮板材料的硬度应选择在肖氏硬度60度左右为好。而刮板在版面上的刮印角度越大，透墨量越少，刮印角越小，透墨量就越大。刮板与印版的夹角一般平面印刷时刮印角度70度左右为宜，曲面印刷时刮印角在50度左右为宜。刮板的移动速度也就是丝网印刷速度，刮板移动速度对油墨的转移量以及对油墨转移的均匀程度都有一定的影响。刮板移动速度越快，透墨量越少；反之，透墨量越多。一般来说，当丝网网版绷紧后网孔的体积比静态时缩小15%，在正常印刷条件下网版变形后的网孔体积又缩小15%左右，因此，网版上实际墨层厚度比理论墨层厚度减少25%左右。

3.论证丝网网版目数与墨层厚度的关系

针对以上分析得出的结论，本实验采用某平面丝网印刷机，聚酯丝网网版，刮板硬度为肖氏60度，刮板角度650，刮板移动速度为4米/分钟，导电油墨的黏度为90pa.s，在其他印刷加工条件相同的情况下，仅改变丝网网版目数，测量墨层厚度，分析墨层厚度H与网版目数n之间的关系，找出不同丝网目数(从10T目/inch到700T目/inch)所对应的理论透墨量见表1，发现两者之间存在良好的相关性，并绘制出其关系曲线，如图五所示。

表1 RFID标签天线的印刷制造工艺参数

图五 丝网目数与理论透墨最关系曲线

分析这一曲线，可发现存在以下规律：

①随着丝网目数的增加，其理论透墨量相应减小。

②当丝网目数为低目数(10～50T目/inch)时，即曲线的1～2段，随着丝网目数的增加，理论透墨量急剧下降，其理论透墨量从40μm下降到20μm，说明丝网目数对理论透墨量的影响非常之大。在这种情况下，选择丝网目数时应该特别慎重。

③当丝网目数为中低目数(50T～200T目/inch)时，即曲线的2～3段，随着丝网目数的增加理论透墨量相应下降，理论透墨量从20μm下降到12μm，说明丝网目数对理论透墨量的影响有所缓解。

④当丝网为中高目数(200T～450T目/inch)时，即曲线的3～4段，随着丝网目数的增加，理论透墨量稍有下降，其理论透墨量从12μm下降至8μm。

⑤当丝网目数为高目数450～700T目/inch时，即曲线4～5段，墨层厚度Thv变化很小，从8μm降低到7μm，几乎可以认为是不变化的。说明丝网目数对理论透墨量的影响更趋于平缓。因此，在这个范围内选择丝网时，应尽量选择较低目数的丝网。

由于RFID应答器线圈在整个导线范围内均匀性要求都很高，笔者用聚酯丝网网版进行了大量的实验印刷，结果发现低于200目/inch的丝网网版印刷得到的线圈粗糙，不能满足RFID的工作要求。采用250目/inch的丝网网版、高质量的导电油墨，印刷得到的线圈墨层厚度精度能满足RFID的工作要求。

打 印 去论坛 关 闭

相关文章