

声表面波滤波器的使用和匹配

如何在电路板上安装和匹配 SAW 滤波器，发挥 SAW 滤波器的最佳性能，这对于应用 SAW 滤波器的人员很重要，为此我们介绍 SAW 滤波器的使用和匹配。

一般的 SAW 滤波器在接入电路中都要要求前后级加匹配，这些匹配结构和元件值由滤波器制造厂家提供，系统人员在设计 PCB 时就要考虑匹配。我们要避免将匹配元件安装在 SAW 滤波器的内部，这不象 LC 滤波器容易将匹配和滤波器作为一个整体考虑。如果将匹配元件安装在 SAW 滤波器的内部，器件的可靠性将是一个很大的问题。

SAW 滤波器匹配的目的是：

(1) 取得小的驻波系数。特别是高损耗 SAW 滤波器，其驻波系数一般在 5~10，匹配后可以改善到 2~5。对于低损耗 SAW 滤波器通过匹配可以使驻波系数达到 1.2~2。

(2) 取得小的损耗。对于损耗在 30~40dB 的高损耗 SAW 滤波器通过匹配可以得到 20~25dB 的损耗。而对于 SPUDT 的滤波器，要求必须匹配才能得到小的损耗。

(3) 取得平坦的通带特性。对于大带宽 SAW 滤波器、TCRF 滤波器、SPUDT 滤波器等如果不匹配，通带波纹很大，匹配后不但损耗降低，而且可以得到平坦的通带特性。

(4) LC 匹配网络设计得当，可以起到 LC 滤波器的作用，提高远端带外抑制。

SAW 滤波器的匹配不同于其他滤波器的匹配，针对不同结构的 SAW 滤波器其匹配目标不同。对于高损耗 SAW 滤波器并不需要与外部电路完全的共轭理想匹配，因为在较大的声辐射条件下，改进理想匹配虽然可以实现低损耗，但却是以增加幅度和相位波动为代价的。这些器件通常有意使器件在一定程度上失配。对于中等损耗的 SPUDT 滤波器，其匹配也不完全是理想电匹配。对于 1~4dB 的低损耗 SAW 滤波器则要求尽量理想电匹配以取得最小损耗。

为了使声表面波器件应用简单，滤波器的输入输出端一般采用二元件进行匹配。对不同的 SAW 滤波器 S 参数，匹配网络不同，需要根据 Smith 圆图，选取合适的匹配网络结构。在 Smith 圆图中，经匹配从起点到目的位置点经过的曲线长度越短，匹配后频响特性越好。如图 1(c)中两条曲线分别对应于图 1(a)、(b)的匹配电路网络。

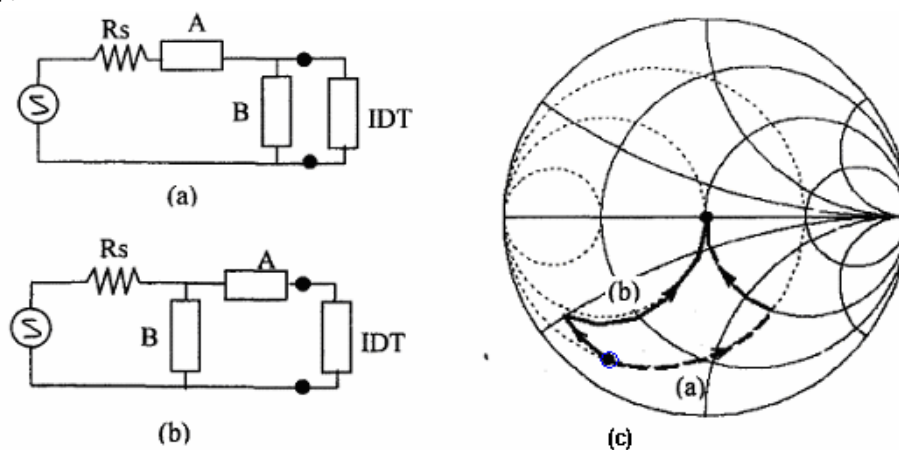


图 1 二种简单匹配电路方案(a)、(b) 及对应的 Smith 圆图路径(c)

匹配结构确定后，如何找到匹配元件值？一般有两种方法：一是试验法。借助于矢量网络分析仪的 Smith 圆图和频响图实际匹配。二是借助于矢量网络分析仪，提取 SAW 滤波器的 S 参数，计算滤波器的四端网络导纳 Y 参数，通过软件匹配计算匹配元件值，最后指导试验匹配。

实际 SAW 滤波器匹配时需要注意的问题：

- (1) 评估板和系统板上的匹配元件值有些差异，其原因是分布参数不同，需要微调元件值。
- (2) 高损耗滤波器通常要求失配，以得到好的通带特性。

- (3) 低损耗滤波器通常要求最佳匹配，以得到小的损耗和驻波系数（SWR）。
- (4) 损耗越小的滤波器对匹配元件值越敏感

SAW 滤波器与 LC 滤波器、介质滤波器、腔体滤波器相比，损耗大、信号延迟时间长，因此 SAW 滤波器的装配比其他滤波器更讲究。例如：一个 25dB 损耗 SAW 滤波器，要求滤波器带外抑制大于 55dB，则对 PC 板隔离度要求大于 80dB。因此，抑制好输入输出之间的直通信号是 SAW 滤波器的装配的主要问题。

SAW 滤波器的直通信号对滤波器性能的影响有两方面：一是恶化带外抑制；二是通带波纹增大。图 2 是横向 SAW 滤波器的典型脉冲响应，图 3 是同一只 SAW 滤波器不同安装引起直通信号抑制不同，得到的滤波效果也完全不同。

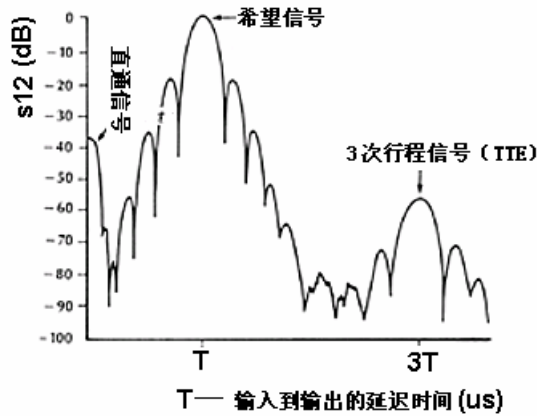


图 2 横向 SAW 滤波器的典型脉冲响应

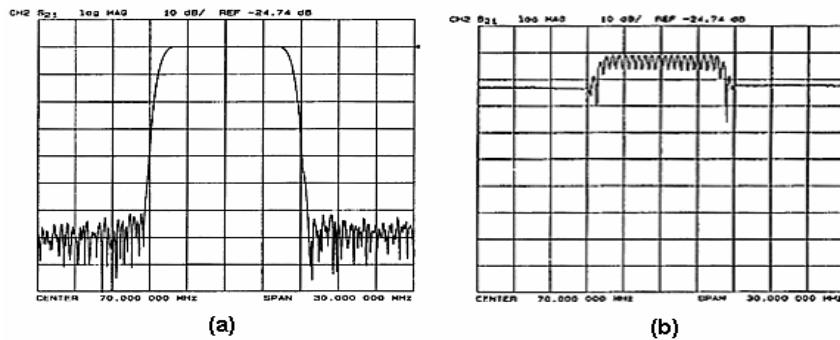
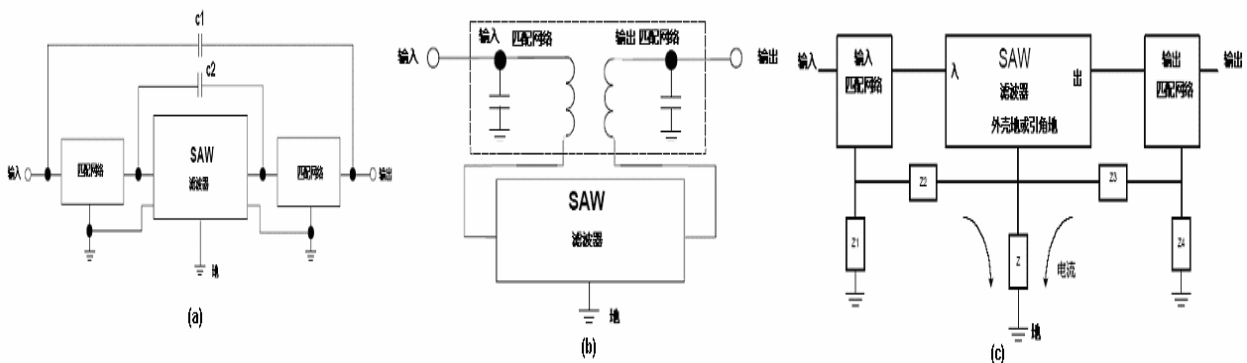


图 3 SAW 滤波器的直通信号抑制好(a)和差(b)对频响的影响

SAW 滤波器的直通来源大致有三方面：一是 PC 板的布线带来的输入输出之间的杂散电容 C_1 、 C_2 ；二是输入输出的匹配之间的耦合；三是匹配地和滤波器的地并不是理想地，由地电阻引起耦合。如图 4 所示。



(a) 杂散电容引起的耦合

(b) 匹配元件之间的互耦

(c) 地电流回路引起的耦合

图 4 引起直通的三种模型

针对直通信号的来源，比较好的 SAW 滤波器的 PC 板按图 5 设计，并注意如下几点：

- (1) 采用双面大面积接地的 PC 板。
- (2) PC 板作些垂直交叉金属化孔，减小 PC 板间的电容耦合。
- (3) 滤波器接地底座紧贴 PC 板，以便接地良好。可能的话，外壳边缘与 PC 板加焊几个点。
- (4) 输入输出匹配元件垂直放置，特别是电感，以减小互耦。
- (5) 匹配网络和滤波器各自的地电流回路尽量短，以减小地电流回路引起的耦合。
- (6) 输入输出的匹配元件尽量远，以便降低匹配元件之间的直达信号。
- (7) 可能的话，在滤波器输入输出间的 PC 板开隔离槽减小 PC 板介质层引起的 RF 泄漏。
- (8) 可能的话，在滤波器输入输出间、匹配网络间加隔离腔。

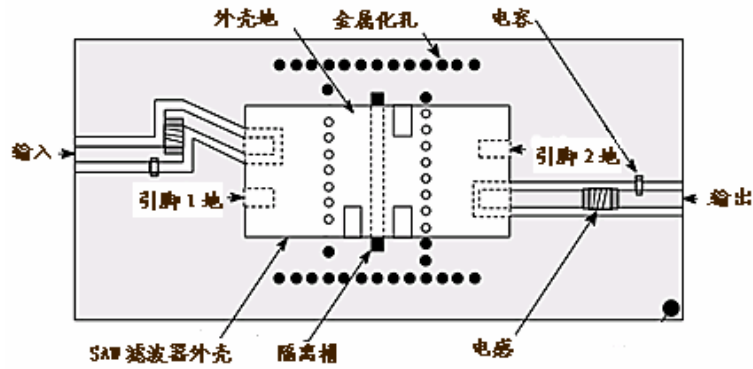


图 5 优化的 SAW 器件 PC 板