**如何选择高频器件功分器和耦合器的PCB材料**

功分器和合路器是最常用/最常见的高频器件，对于耦合器例如定向耦合器来说也是如此。这些器件用于功分、合路、耦合来自天线或系统内部的高频能量，且损耗和泄露很小。PCB板材的选择对于这些器件实现所预想的性能来讲是一个关键因素。当设计和加工功分器/合路器/耦合器时，理解PCB材料的性能如何影响这些器件最终的性能是很有帮助的，例如：能够帮助对选定板材的一系列不同性能指标做出限制，包括频率范围，工作带宽，功率容量。

　　许多各种不同的电路用于设计功分器（反过来用即是合路器）和耦合器，它们具有各种不同的形式。功分器有简单的双路功分以及复杂的N路功分，视系统实际的需要而定。很多不同的定向耦合器以及其他类型的耦合器近些年来也有很大发展，包括威尔金森和阻性功分器以及兰格耦合器和正交混合节电桥，它们有很多不同的形式和尺寸。在这些电路设计中选择合适的PCB材料有助于其达到最佳的性能。

　　这些不同的电路类型都会折衷考虑设计的结构和性能，帮助设计者针对不同的应用选择板材。威尔金森双路功分器，是通过单一的输入信号来提供双路相等幅度和相位的输出信号，实际上是一个“无耗”电路，设计使得其提供一对比原信号小3dB（或者说是原信号一半）的输出信号（功分器每个端口的输出功率是随着输出端口数的增加而减小）。相比来说，阻性的双路功分器则提供一对比原信号小6dB的输出信号。阻性功分器中在每条支路增加的阻抗增加了损耗，但也增加了两路信号之间的隔离。

　　和许多电路设计一样，介电常数（Dk）一般都是选择不同PCB材料的起点，并且功分器/功率合成器的设计者一般都倾向于采用高介电常数（Dk）的电路材料，因为这些材料相比于低介电常数材料来说可以在更小尺寸的电路上提供有效的电磁耦合。高介电常数的电路存在一个问题，即电路板中的介电常数存在各向异性或者说在x，y，z方向上电路板材的介电常数值均不同。在同一方向上的介电常数变化很大时，同样很难得到阻抗均一的传输线。

　　保持阻抗不变性在实现功分器/合路器特性时十分重要，介电常数（阻抗）的变化会导致电磁能量和功率分配的不均匀。幸运的是，存在具有优越各向同性的商业PCB材料可以用于这些电路中，如TMM 10i电路材料。这些材料具有相对高的介电常数值9.8，并且在三个坐标轴方向上保持在9.8+/-0.245的水平上（在10GHz下测量）。这也可以理解成，功分器/合路器和耦合器的传输线中，均一的阻抗特性可以使得器件中电磁能量的分配恒定并且可测。对于更高介电常数的PCB材料，TMM 13i层压板具有12.85的介电常数并且在三个轴的变化在+/-0.35以内（10GHz）。

　　当然，在设计功分器/功率合成器以及耦合器时，恒定的介电常数以及阻抗特性只是PCB材料参数的其中之一需要考虑的。当设计功分器/合路器或耦合器电路时，最小化插入损耗通常是一个重要的目标，理想情况下，一个双路的威尔金森功分器可以提供给两个输出端口-3dB或一半的输入电磁能量。实际上，每个功分器/合路器（和耦合器）电路都会有一定的插入损耗，通常依赖于频率（当频率升高损耗也升高），所以对于一个功分器/合路器的设计来说，PCB材料的选择需要考虑如何控制，使得电路的插入损耗最小。

　　在无源高频器件如功分器/合路器或耦合器中，插入损耗实际上是很多损耗的总和，包括介质损耗，导体损耗，辐射损耗以及泄露损耗。其中的一些损耗可以通过精心的电路设计来加以控制，它们也有可能依赖于PCB材料的特性并且可以通过合理地选择PCB材料来使其损耗最小。阻抗不匹配（即驻波比损耗）可以导致损耗，但是可以通过选择恒定介电常数的PCB材料来减小。

　　最小化损耗在设计高功率值的功分器/合路器和耦合器中非常关键，因为在高功率下损耗会转化为热量并消散在器件和PCB材料中，而热量会对材料的介电常数值（和阻抗值）产生影响。

　　总之，当设计和加工高频功分器/合路器和耦合器时，PCB材料的选择应该基于很多不同的关键材料特性，包括介电常数值，材料中介电常数的连续性，环境因素如温度，减小材料的损耗包括介质损耗和导体损耗以及功率容量。针对具体的应用选择PCB材料有助于设计高频功分器/合路器或耦合器时取得成功。