# PCB中via过孔的设计及注意事项

 过孔（via）是多层PCB的重要组成部分之一，钻孔的费用通常占PCB制板费用的30%到40%。简单的说来，PCB上的每一个孔都可以称之为过孔。从作用上看，过孔可以分成两类：  
**一是用作各层间的电气连接；  
二是用作器件的固定或定位。**如果从工艺制程上来说，这些过孔一般又分为三类，即盲孔(blind via)、埋孔(buried via)和通孔(through via)。盲孔位于印刷线路板的顶层和底层表面，具有一定深度，用于表层线路和下面的内层线路的连接，孔的深度通常不超过一定的比率(孔径)。埋孔是指位于印刷线路板内层的连接孔，它不会延伸到线路板的表面。上述两类孔都位于线路板的内层，层压前利用通孔成型工艺完成，在过孔形成过程中可能还会重叠做好几个内层。第三种称为通孔，这种孔穿过整个线路板，可用于实现内部互连或作为元件的安装定位孔。由于通孔在工艺上更易于实现，成本较低，所以绝大部分印刷电路板均使用它，而不用另外两种过孔。以下所说的过孔，没有特殊说明的，均作为通孔考虑。  
  
从设计的角度来看，一个过孔主要由两个部分组成，一是中间的钻孔（drill hole）,二是钻孔周围的焊盘区，见下图。这两部分的尺寸大小决定了过孔的大小。很显然，在高速,高密度的PCB设计时，设计者总是希望过孔越小越好，这样板上可以留有更多的布线空间，此外，过孔越小，其自身的寄生电容也越小，更适合用于高速电路。但孔尺寸的减小同时带来  
了成本的增加，而且过孔的尺寸不可能无限制的减小，它受到钻孔(drill)和电镀（plating）等工艺技术的限制：孔越小，钻孔需花费的时间越长，也越容易偏离中心位置；且当孔的深度超过钻孔直径的6倍时，就无法保证孔壁能均匀镀铜。比如，现在正常的一块6层PCB板的厚度（通孔深度）为50Mil左右，所以PCB厂家能提供的钻孔直径最小只能达到8Mil。  
  
**二、过孔的寄生电容**过孔本身存在着对地的寄生电容，如果已知过孔在铺地层上的隔离孔直径为D2,过孔焊盘的直径为D1,PCB板的厚度为T,板基材介电常数为ε,则过孔的寄生电容大小近似于：C=1.41εTD1/(D2-D1)  
过孔的寄生电容会给电路造成的主要影响是延长了信号的上升时间，降低了电路的速度。举例来说，对于一块厚度为50Mil的PCB板，如果使用内径为10Mil，焊盘直径为20Mil的过孔，焊盘与地铺铜区的距离为32Mil,则我们可以通过上面的公式近似算出过孔的寄生电容大致是：C=1.41x4.4x0.050x0.020/(0.032-0.020)=0.517pF，这部分电容引起的上升时间变化量  
为：T10-90=2.2C(Z0/2)=2.2x0.517x(55/2)=31.28ps 。从这些数值可以看出，尽管单个过孔的寄生电容引起的上升延变缓的效用不是很明显，但是如果走线中多次使用过孔进行层间的切换，设计者还是要慎重考虑的。  
  
**三、过孔的寄生电感**同样，过孔存在寄生电容的同时也存在着寄生电感，在高速数字电路的设计中，过孔的寄生电感带来的危害往往大于寄生电容的影响。它的寄生串联电感会削弱旁路电容的贡献，减弱整个电源系统的滤波效用。我们可以用下面的公式来简单地计算一个过孔近似的寄生电感：L=5.08h[ln(4h/d)+1]其中L指过孔的电感，h是过孔的长度，d是中心钻孔的直径。从式中可以看出，过孔的直径对电感的影响较小，而对电感影响最大的是过孔的长度。仍然采用上面的例子，可以计算出过孔的电感为：L=5.08x0.050[ln(4x0.050/0.010)+1]=1.015nH 。如果信号的上升时间是1ns，那么其等效阻抗大小为：XL=πL/T10-90=3.19Ω。这样的阻抗在有高频电流的通过已经不能够被忽略，特别要注意，旁路电容在连接电源层和地层的时候需要通过两个过孔，这样过孔的寄生电感就会成倍增加。  
  
**四、高速PCB中的过孔设计**通过上面对过孔寄生特性的分析，我们可以看到，在高速PCB设计中，看似简单的过孔往往也会给电路的设计带来很大的负面效应。为了减小过孔的寄生效应带来的不利影响，在设计中可以尽量做到：  
1、从成本和信号质量两方面考虑，选择合理尺寸的过孔大小。比如对6-10层的内存模块PCB设计来说，选用10/20Mil（钻孔/焊盘）的过孔较好，对于一些高密度的小尺寸的板子，也可以尝试使用8/18Mil的过孔。目前技术条件下，很难使用更小尺寸的过孔了。对于电源或地线的过孔则可以考虑使用较大尺寸，以减小阻抗。  
2、上面讨论的两个公式可以得出，使用较薄的PCB板有利于减小过孔的两种寄生参数。  
3、PCB板上的信号走线尽量不换层，也就是说尽量不要使用不必要的过孔。  
4、电源和地的管脚要就近打过孔，过孔和管脚之间的引线越短越好，因为它们会  
导致电感的增加。同时电源和地的引线要尽可能粗，以减少阻抗。  
5、在信号换层的过孔附近放置一些接地的过孔，以便为信号提供最近的回路。甚至可以在PCB板上大量放置一些多余的接地过孔。当然，在设计时还需要灵活多变。前面讨论的过孔模型是每层均有焊盘的情况，也有的时候，我们可以将某些层的焊盘减小甚至去掉。特别是在过孔密度非常大的情况下，可能会导致在铺铜层形成一个隔断回路的断槽，解决这样的问  
题除了移动过孔的位置，我们还可以考虑将过孔在该铺铜层的焊盘尺寸减小。