

印制电路板设计经验点滴

对于电子产品来说，印制电路板设计是其从电原理图变成一个具体产品必经的一道设计工序，其设计的合理性与产品生产及产品质量紧密相关，而对于许多刚从事电子设计的人员来说，在这方面经验较少，虽然已学会了印制电路板设计软件，但设计出的印制电路板常有这样那样的问题，而许多电子刊物上少有这方面文章介绍，笔者曾多年从事印制电路板设计的工作，在此将印制电路板设计的点滴经验与大家分享，希望能起到抛砖引玉的作用。笔者的印制电路板设计软件

？ 板的布局：

1. 印制电路板上的元器件放置的通常顺序：
 1. 放置与结构有紧密配合的固定位置的元器件，如电源插座、指示灯、开关、连接件之类，这些器件放置好后用软件的 LOCK 功能将其锁定，使之以后不会被误移动；
 2. 放置线路上的特殊元件和大的元器件，如发热元件、变压器、IC 等；
 3. 放置小器件。
2. 元器件离板边缘的距离：可能的话所有的元器件均放置在离板的边缘 3mm 以内或至少大于板厚，这是由于在大批量生产的流水线插件和进行波峰焊时，要提供给导轨槽使用，同时也为了防止由于外形加工引起边缘部分的缺损，如果印制电路板上元器件过多，不得已要超出 3mm 范围时，可以在板的边缘加上 3mm 的辅边，辅边开 V 形槽，在生产时用手掰断即可。
3. 高低压之间的隔离：在许多印制电路板上同时有高压电路和低压电路，高压电路部分的元器件与低压部分要分隔开，隔离距离要与要承受的耐压有关，通常情况下在 2000kV 时板上要距离 2mm，在此之上以比例算还要加大，例如若要承受 3000V 的耐压测试，则高低压线路之间的距离应在 3.5mm 以上，许多情况下为避免爬电，还在印制电路板上的高低压之间开槽。

？ 印制电路板的走线：

1. 印制导线的布设应尽可能的短，在高频回路中更应如此；印制导线的拐弯应成圆角，而直角或尖角在高频电路和布线密度高的情况下会影响电气性能；当两面板布线时，两面的导线宜相互垂直、斜交、或弯曲走线，避免相互平行，以减小寄生耦合；作为电路的输入及输出用的印制导线应尽量避免相邻平行，以免发生回授，在这些导线之间最好加接地线。
2. 印制导线的宽度：导线宽度应以能满足电气性能要求而又便于生产为宜，它的最小值以承受的电流大小而定，但最小不宜小于 0.2mm，在高密度、高精度的印制线路中，导线宽度和间距一般可取 0.3mm；导线宽度在大电流情况下还要考虑其温升，单面板实验表明，当铜箔厚度为 50 μ m、导线宽度 1~1.5mm、通过电流 2A 时，温升很小，因此，一般选用 1~1.5mm 宽度导线就可能满足设计要求而不致引起温升；印制导线的公共地线应尽可能地粗，可能的话，使用大于 2~3mm 的线条，这点在带有微处理器的电路中尤为重要，因为当地线过细时，由于流过的电流的变化，地电位变动，微处理器定时信号的电平不稳，会使噪声容限劣化；在 DIP 封装的 IC 脚间走线，可应用 10 - 10 与 12 - 12 原则，即当两脚间通过 2 根线时，焊盘直径可设为 50mil、线宽与线距都为 10mil，当两脚间只通过 1 根线时，焊盘直径可设为 64mil、线宽与线距都为 12mil。
3. 印制导线的间距：相邻导线间距必须能满足电气安全要求，而且为了便于操作和生产，

间距也应尽量宽些。最小间距至少要能适合承受的电压。这个电压一般包括工作电压、附加波动电压以及其它原因引起的峰值电压。如果有关技术条件允许导线之间存在某种程度的金属残粒,则其间距就会减小。因此设计者在考虑电压时应把这种因素考虑进去。在布线密度较低时,信号线的间距可适当地加大,对高、低电平悬殊的信号线应尽可能地短且加大间距。

4. 印制导线的屏蔽与接地:印制导线的公共地线,应尽量布置在印制线路板的边缘部分。在印制线路板上应尽可能多地保留铜箔做地线,这样得到的屏蔽效果,比一长条地线要好,传输线特性和屏蔽作用将得到改善,另外起到了减小分布电容的作用。印制导线的公共地线最好形成环路或网状,这是因为当在同一块板上有许多集成电路,特别是有耗电多的元件时,由于图形上的限制产生了接地电位差,从而引起噪声容限的降低,当做成回路时,接地电位差减小。另外,接地和电源的图形尽可能要与数据的流动方向平行,这是抑制噪声能力增强的秘诀;多层印制线路板可采取其中若干层作屏蔽层,电源层、地线层均可视为屏蔽层,一般地线层和电源层设计在多层印制线路板的内层,信号线设计在内层和外层。

? 焊盘:

焊盘的直径和内孔尺寸:焊盘的内孔尺寸必须从元件引线直径和公差尺寸以及搪锡层厚度、孔径公差、孔金属化电镀层厚度等方面考虑,焊盘的内孔一般不小于 0.6mm,因为小于 0.6mm 的孔开模冲孔时不易加工,通常情况下以金属引脚直径值加上 0.2mm 作为焊盘内孔直径,如电阻的金属引脚直径为 0.5mm 时,其焊盘内孔直径对应为 0.7mm,焊盘直径取决于内孔直径,如下表:

孔直径	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0
焊盘直径		1.5	1.5	2	2.5	3.0	3.5	4

1. 当焊盘直径为 1.5mm 时,为了增加焊盘抗剥强度,可采用长不小于 1.5mm,宽为 1.5mm 和长圆形焊盘,此种焊盘在集成电路引脚焊盘中最常见。
2. 对于超出上表范围的焊盘直径可用下列公式选取:
 - 直径小于 0.4mm 的孔: $D/d = 0.5 \sim 3$
 - 直径大于 2mm 的孔: $D/d = 1.5 \sim 2$
 - 式中:(D - 焊盘直径, d - 内孔直径)

有关焊盘的其它注意点:

1. 焊盘内孔边缘到印制板边的距离要大于 1mm,这样可以避免加工时导致焊盘缺损。
2. 焊盘的开口:有些器件是在经过波峰焊后补焊的,但由于经过波峰焊后焊盘内孔被锡封住,使器件无法插下去,解决办法是在印制板加工时对该焊盘开一小口,这样波峰焊时内孔就不会被封住,而且也不会影响正常的焊接。
3. 焊盘补泪滴:当与焊盘连接的走线较细时,要将焊盘与走线之间的连接设计成水滴状,这样的好处是焊盘不容易起皮,而是走线与焊盘不易断开。
4. 相邻的焊盘要避免成锐角或大面积的铜箔,成锐角会造成波峰焊困难,而且有桥接的危险,大面积铜箔因散热过快会导致不易焊接。

? 大面积敷铜:

印制线路板上的大面积敷铜常用于两种作用,一种是散热,一种用于屏蔽来减小干扰,初学者设计印制线路板时常犯的一个错误是大面积敷铜上没有开窗口,而由于印制线路板

材的基板与铜箔间的粘合剂在浸焊或长时间受热时，会产生挥发性气体无法排除，热量不易散发，以致产生铜箔膨胀，脱落现象。因此在使用大面积敷铜时，应将其开窗口设计成网状。

? 跨接线的使用：

在单面的印制线路板设计中，有些线路无法连接时，常会用到跨接线，在初学者中，跨接线常是随意的，有长有短，这会给生产上带来不便。放置跨接线时，其种类越少越好，通常情况下只设 6mm，8mm，10mm 三种，超出此范围的会给生产上带来不便。

? 板材与板厚：

印制线路板一般用覆箔层压板制成，常用的是覆铜箔层压板。板材选用时要从电气性能、可靠性、加工工艺要求、经济指标等方面考虑，常用的覆铜箔层压板有覆铜箔酚醛纸质层压板、覆铜箔环氧纸质层压板、覆铜箔环氧玻璃布层压板、覆铜箔环氧酚醛玻璃布层压板、覆铜箔聚四氟乙烯玻璃布层压板和多层印制线路板用环氧玻璃布等。由于环氧树脂与铜箔有极好的粘合力，因此铜箔的附着强度和工作温度较高，可以在 260 的熔锡中浸焊而无起泡。环氧树脂浸渍的玻璃布层压板受潮湿的影响较小。超高频印制线路最优良的材料是覆铜箔聚四氟乙烯玻璃布层压板。在有阻燃要求的电子设备上，还要使用阻燃性覆铜箔层压板，其原理是由绝缘纸或玻璃布浸渍了不燃或难燃性的树脂，使制得的覆铜箔酚醛纸质层压板、覆铜箔环氧纸质层压板、覆铜箔环氧玻璃布层压板、覆铜箔环氧酚醛玻璃布层压板，除了具有同类覆铜箔层压板的相似性能外，还有阻燃性。印制线路板的厚度应根据印制板的功能及所装元件的重量、印制板插座规格、印制板的外形尺寸和所承受的机械负荷来决定。多层印制板总厚度及各层间厚度的分配应根据电气和结构性能的需要以及覆箔板的标准规格来选取。常见的印制线路板厚度有 0.5mm、1mm、1.5mm、2mm 等。