

对于开关电源,PCB 布线毫无疑问是非常重要的一个环节.然而市面似乎很没有合适的书籍来阐述这一块,这主要是由于写书的人不太具有工程经验,具有工程经验的人往往不会写书导致.

在这里先挖一个坑,我会慢慢和大家分享这些年来在 PCB 布线方面的经验,欢迎大家参与讨论.

暂时先罗列一下大致内容:

- 1.原理图的绘制
- 2.PCB 封装
- 3.布局
- 4.走线
- 5.机械,散热和 EMI 考量
- 6.Gerber 文件的生成
- 7.制板工艺说明

首先,你要开始这个工作,先掌握一款软件,画 PCB 的软件很多,protel,AD,PADS, Power PCB, Allegro 等等.当然这些只是工具,在这里并不讨论某种软件怎么用.

第一步,我们来讨论怎么画原理图.可能很多工程师觉得怎么画原理图不重要,只要画对就行.其实不然,画图和编程一样,一个是要正确,二是要有可读性,逻辑分明.要是一张原理图,n 久之后连你自己都看不懂,那肯定不是好原理图.

对于电源原理图,要做到逻辑分明并不难.

- 1.首先要把功率电路和控制电路区分开来.如果你是简单电路,可以放在一张原理图里.比如上面为功率电路,下面为控制电路.并且将初次级分割明显.如果你是复杂电路,可以采用多张原理图,比如 PFC 一页,DCDC 一页,PFC 控制电路一页,DCDC 控制电路一页,还有各种保护也单独一页.
- 2.每个功能模块,都应该有简短的文字说明.
- 3.尽量少用交叉,但又不连接的连线.过多的交叉线,会导致看不清楚,而且有可能会误连接.
- 4.合理利用网络名,原理图中每一个节点都有一个独一无二的 net name,所以对一些无法用连线连接的节点,可以用 net 来连接,但是 net 的名字应该取得比较形象,容易读懂.对于跨页的连接,应该采用全局的网络名.

在画原理图的时候,还需要养成一些小的良好习惯,比如

- 1.一些在布板的时候需要彼此靠近的器件,在原理图中最好也画在一起.
- 2.在第一次研发的时候,应该预留一些调试的器件位置,有利于增加器件.
- 3.善于利用 0 欧姆电阻,0 欧姆电阻可以将一个 net 分成二个 net,有利于布线.(当线布不过去的时候,加个 0Ω 电阻。 *跨接时用于电流回路* 当分割电地平面后,造成信号最短回流路径断裂,此时,信号回路不得不绕道,形成很大的环路面积,电场和磁场的影响就变强了,容易干扰/被干扰。在分割区上跨接 0 欧电阻,可以提供较短的回流路径,减小干扰。 *配置电路* 一般,产品上不要出现跳线和拨码开关。有时用户会乱动设置,易引起误会,为了减少维护费用,应用 0 欧电阻代替跳线等焊在板子上。 空置跳线在高频时相当于天线,用贴片电阻效果好。更多时候是出于 EMC 对策的需要。另外, 0 欧姆电阻比过孔的寄生电感小,而且过孔还会影响地平面(因为要挖孔)。在你布比较复杂的电路的时候,会发现有时候很多走线是一个 net 的,但是又不能混在一起.比如功率地,信号地.那么在布线的时候,为了能自动互相避让,可以将其分成两个 net.)

原理图是一个项目的开始,也是最为关键的一环.所以在画原理图的时候,应该仔细审查,任何一个细微错误,都会导致将来花大力气来弥补.

原理图一旦完成,就该进行编号,同时每一次修改,都应该另存,不要随意覆盖旧文件,避免出错后找不到原来的文件.

那么如果原理图准备完毕,就要开始准备每一个所用器件的 PCB 封装.在大公司里,通常 PCB 封装有严格的规范,或许有专人制作,那么电源工程师就省去了这个麻烦.但是在一些小公司里,封装还得工程师自己来画,那么要注意些什么呢?

- 1.封装的脚位必须和原理图脚位一一对应,比如电解电容,如果脚位对错,那可糟糕了.
- 2.要了解生产工艺对封装的要求,通常生产线会积累一些经验,比如封装焊盘多大,生产效率比较高,那么工程师在做封装的时候要事先了解这些规范,尽量迁就产线标准.这样生产效率才能提高.其次,不同的焊接工艺,比如是波峰焊,还是回流焊,都会对焊盘有不同的要求.
- 3.对于一些对称的封装,一定要注意标记,比如标记 1 脚,避免装反.对于定制的器件,最好搞成不对称,可防反.

如果开始布局了,首先要考量的就是器件的总体摆放.

- 1.要考量功率电路的走向,功率电路是占了 PCB 大部分的区域,那么这部分电路的走向就非常重要了.通常对于功率比较大的电路,走向有以下几种.

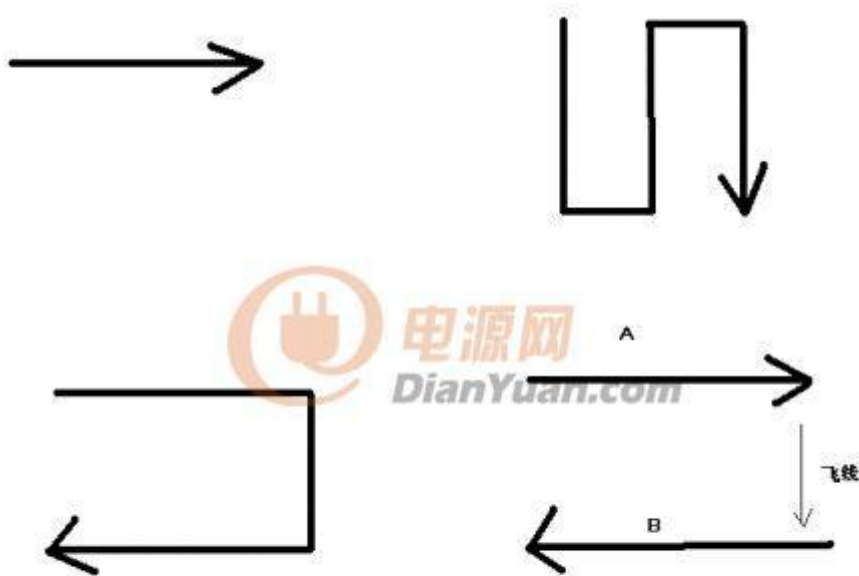
直线型:输入在一边,输出在另外一边.

回字型:输入和输出在同一边,绕个弯回来.

蛇形:绕好几个弯

多块板子,比如有 AB 两块板子,中间用飞线连接.(注意飞线上要走直流电流,减少 EMI)

当然还有其他的一些,总的来说,功率走向要清晰,不能胡乱交叉.

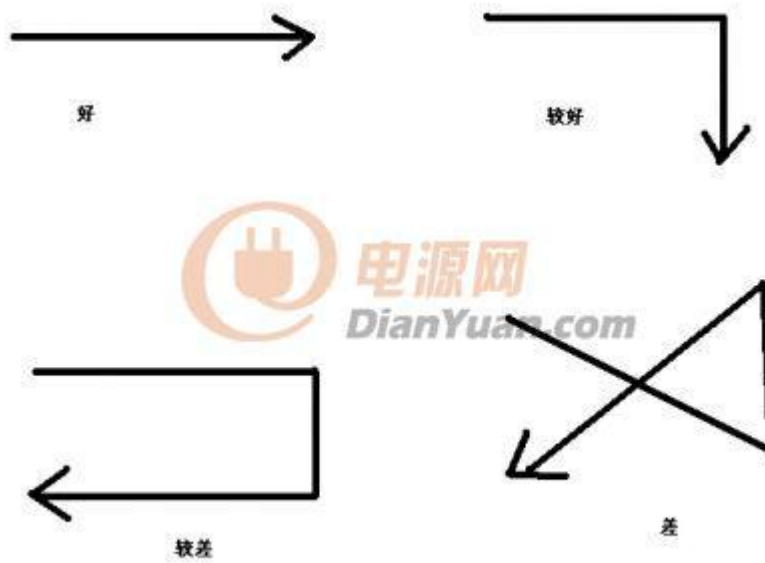


对于布局,为了考虑 EMI,首先需要对原理图的 EMI 产生源头进行分析,首先保证功率电路的 EMI 的源头的环路最小,在此基础上去布局比较好!我现在指导 LAYOUT 布局就是依据这点来布的,其次在对芯片的周围原件的布局时,先把关键的原件给优先布局,然后在布局其他次要的,举个例子,如芯片的去耦电容优先布局,控制器的震荡优先布局,反馈回路优先布局等等。

对于大致的功率走向确定之后,要来分别细化各个功率电路的走向,首先看 EMI 的滤波器的,布局

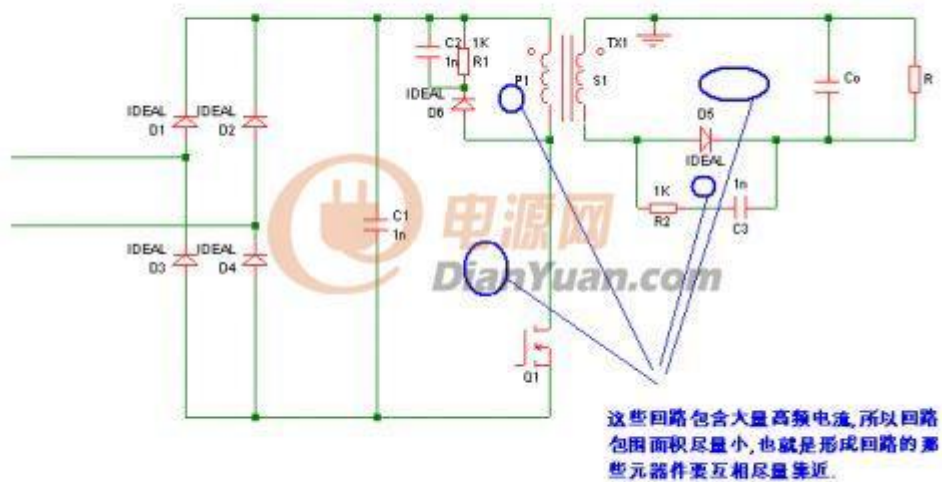
EMI 滤波有个大概的原则,就是输入和输出尽量远离.如果输入和输出很靠近,那么输入输出之间的耦合电容,会导致高频滤波效果变差.

滤波器走向如下:



在双面、多面印制板中，上下两层信号线的走线方向要相互垂直或斜交叉，尽量避免平行走线；对于数字、模拟混合系统来说，模拟信号走线和数字信号走线应分别位于不同面内，且走线方向垂直，以减少相互间的信号耦合。----

那么再来看一下一个简单的反激电路



如果从结构, 散热的角度来考虑的话, 要注意一些细节:

板子的重量尽量均衡, 不要把重物器件都集中在某一区域.

热源器件也不要都聚集在一块, 不然互相提高温升.

对热敏感的器件, 比如电解电容, 不要靠近热源, 或者热源的下风口.

对于风冷的电源, 要注意风道的畅通, 发热器器件尽量处于下风口, 对热敏感器件处于上风口.

对于容易破裂的器件, 比如陶瓷电容, 不要放在 PCB 容易弯曲的地方, 比如定位孔附近.

除此之外, 还有一个重要的环节, 就是要事先了解安规, 要知道你设计的产品, 将来要过哪个地区的哪些安规.

要事先考虑好, 各个爬电距离, 电气间隙的要求. 事实上安规的细节要求是非常多的, 对于研发工程师来说, 一开始就要和安规工程师做好沟通, 了解一些细节.

最主要的一些细节, 大致有这些,

保险丝前的火线和零线的距离。

初级, 次级, 大地之间的距离。

两个不同电位点之间的距离。

这些, 以后有时间可以和大家专门以安规的角度去讨论。

关于控制电路的布局, 通常复杂点的电源, 控制电路分为控制部份, 和驱动部份. 而驱动部份介于功率电路和信号电路之间, 是一定的干扰源, 而抗干扰能力要比信号电路强.

简单一点的电路, 控制和驱动是集成在一块的.

那么需要注意的是:

1. 控制电路的布局, 应该尽量远离功率电路, 不宜和功率电路混在一起. 特别需要避开 dv/dt 大的节点, di/dt 大的环路.
2. 布局应该以 IC 为中心, 优先布局震荡电容, 去耦电容等电容器件. 因为容性器件起到滤除高频噪音的功能, 为了减少寄生电感, 要和 IC 的引脚尽量近.
3. 驱动电路必须靠近 MOS, 这样驱动电路的环路才会比较小, 一个减少干扰, 二减少驱动线上的寄生电感.

当布局初步完成之后,就要切入我们讨论的重点,如何布线.对于电源来说布线并非简单的连起来这么简单,有诸多的细节需要考虑.

首先,在布线之间,你要了解合作的PCB厂家的工艺水平.比如你采用1盎司的铜厚,通常的厂家能做的最小线宽和最小间距大概在5mil左右,如果你设计的太小,会导致工艺做不到.

同样铜厚越厚,最小线宽和间距就会越大.通常2盎司,会要求7mil以上,3盎司会要求8mil以上.

当然这些都是要看各个PCB厂家的工艺水平.

所以在设置布线规则之前,要先了解这些.

接下来,应该知道多大的电流需要多宽的铜皮.也就是所谓的走线的电流密度,这个没有唯一的标准,完全受铜线的温升限制.但是IPC-2221提供一个参考计算.

为了方便计算,国外的网友设计了一个网页:

<http://circuitcalculator.com/wordpress/2006/01/31/pcb-trace-width-calculator/>

但是有一个前提需要告知,该计算方法是在没有其它热源影响的前提下.

所以在设计的时候,你要注意走线附近的热源,来估算PCB走线容许的温升是多少.