

# 印刷电路板（PCB）开发技术中的电磁的兼容性

电磁兼容性（EMC， Electromagnetic Compatibility）是指电子设备在各种电磁环境中仍能够协调、有效地进行工作的能力。电磁兼容性设计的目的是使电子设备既能抑制各种外来的干扰，使电子设备在特定的电磁环境中能够正常工作，同时又能减少电子设备本身对其它电子设备的电磁干扰。印刷电路板（PCB）设计中的电磁兼容性涉及多方面因数，以下主要从三大部分加以阐述，具体选择要综合各方面因数。

## 一 印刷电路板整体布局及器件布置

1. 一个产品的成功与否，一是要注重内在质量，二是兼顾整体的美观，两者都较完美才能认为该产品是成功的；在一个 PCB 板上，元件的布局要求要均衡，疏密有序，不能头重脚轻或一头沉，过孔要尽量少；电路板的最佳形状为矩形。长宽比为 3:2 或 4:3;4 层板比双面板噪声低 20dB. 6 层板比 4 层板噪声低 10dB. 经济条件允许时尽量用多层板。

2. 电路板一般分模拟电路区（怕干扰），数字电路区（怕干扰、又产生干扰），功率驱动区（干扰源），故步板时要合理地分成三区。

3. 器件一般选择功耗低，稳定性好的器件，而且尽量少用高速器件。

4. 线条有讲究：有条件做宽的线决不做细；高压及高频线应园滑，不得有尖锐的倒角，拐弯也不得采用直角。地线应尽量宽，最好使用大面积敷铜，这对接地点问题有相当大的改善。

5. 外时钟是高频的噪声源，除能引起对本应用系统的干扰之外，还可能产生对外界的干扰，使电磁兼容检测不能达标。在对系统可靠性要求很高的应用系统中，选用频率低的单片机是降低系统噪声的原则之一。以 8051 单片机为例，最短指令周期  $1\mu s$  时，外时钟是 12MHz. 而同样速度的 Motorola 单片机系统时钟只需 4MHz，更适合用于工控系统。近年来，一些生产 8051 兼容单片机的厂商也采用了一些新技术，在不牺牲运算速度的前提下将对外时钟的需求降至原来的  $1/3$ . 而 Motorola 单片机在新推出的 68HC08 系列以及其 16/32 位单片机中普遍采用了内部锁相环技术，将外部时钟频率降至 32KHz，而内部总线速度却提高到 8MHz 乃至更高。

6. 布线要有合理的走向：如输入/输出，交流/直流，强/弱信号，高频/低频，高压/低压等……，它们的走向应该是呈线形的（或分离），不得相互交融。其目的是防止相互干扰。最好的走向是按直线，但一般不易实现，最不利的走向是环形。对于是直流，小信号，低电压 PCB 设计的要求可以低些。所以“合理”是相对的。上下层之间走线的方向基本垂直。整个板子的不想要均匀，能不挤的不要挤在一齐。

7. 在器件布置方面与其它逻辑电路一样,应把相互有关的器件尽量放得靠近些,这样可以获得较好的抗噪声效果。时钟发生器、晶振和 CPU 的时钟输入端都易产生噪声,要相互靠近些,特别是晶振下方不要走信号线。易产生噪声的器件、小电流电路、大电流电路等应尽量远离逻辑电路,如有可能,应另做电路板,这一点十分重要。

## 二 地线技术 SkE 安规与电磁兼容网

1. 模拟电路和数字电路在元件布局图的设计和布线方法上有许多相同和不同之处。模拟电路中,由于放大器的存在,由布线产生的极小噪声电压,都会引起输出信号的严重失真,在数字电路中,TTL 噪声容限为 0.4V~0.6V,CMOS 噪声容限为  $V_{cc}$  的 0.3~0.45 倍,故数字电路具有较强的抗干扰的能力。良好的电源和地总线方式的合理选择是仪器可靠工作的重要保证,相当多的干扰源是通过电源和地总线产生的,其中地线引起的噪声干扰最大。

2. 数字地与模拟地分开(或一点接地),地线加宽,要根据电流决定线宽,一般来说越粗越好(100mil 线经约通过 1 到 2A 的电流)。地线>电源线>信号线是线宽的合理选择。

3. 电源线和地线尽可能靠近,整块印刷板上的电源与地要呈“井”字形分布,以便使分布线电流达到均衡。

4. 为减少线间串扰,必要时可增加印刷线条间距离,在其安插一些零伏线作为线间隔离。特别是输入输出信号间,

## 三 去耦、滤波、隔离三大技术

1. 去耦、滤波、隔离是硬件抗干扰常用的三大措施。

2. 电源输入端跨接 10~100 $\mu$ F 的电解电容器。如有可能,接 100 $\mu$ F 以上的更好;原则上每个集成电路芯片都应布置一个 0.01 $\mu$ F 的瓷片电容,如遇印制板空隙不够,可每 4~8 个芯片布置一个 1~10 $\mu$ F 的但电容;对于抗噪能力弱、关断时电源变化大的器件,如 RAM、ROM 存储器件,应在芯片的电源线和地线之间直接接入退藕电容;

3. 滤波指各类信号按频率特性分类并控制它们的方向。常用的有各种低通滤波器、高通滤波器、带通滤波器。低通滤波器用在接入的交流电源线上,旨在让 50 周的交流电顺利通过,将其它高频噪声导入大地。低通滤波器的配置指标是插入损耗,选择的低通滤波器插入损耗过低起不到抑制噪声的作用,而过高的插入损耗会导致“漏电”,影响系统的人身安全性。高通、带通滤波器则应根据系统中对信号的处理要求选择使用。

4. 典型的信号隔离是光电隔离。使用光电隔离器件将单片机的输入输出隔离开，一方面使干扰信号不得进入单片机系统，另一方面单片机系统本身的噪声也不会以传导的方式传播出去。屏蔽则是用来隔离空间辐射的，对噪声特别大的部件，如开关电源，用金属盒罩起来，可减少噪声源对单片机系统的干扰。对特别怕干扰的模拟电路，如高灵敏度的弱信号放大电路可屏蔽起来。而重要的是金属屏蔽本身必须接真正的地 SkE 安规与电磁兼容网。