

PCB 的抗 ESD 设计

通过对 PCB 的分层、placement、布线恰当的设计，可以实现 PCB 的良好的抗 ESD 效果。要达到期望的抗 ESD 能力，要注意遵循以下的规则：

- 1、尽可能使用多层 PCB，地平面作为一个重要的电荷源，可抵消静电放电源上的电荷，这有利于减小静电场带来的问题。PCB 地平面还可作为其对面信号线的屏蔽体，达到一定减小电磁辐射的效果（当然，地平面的开口越大，其屏蔽效能就越低）。另外，如果发生放电，由于 PCB 板的地平面很大，阻抗很小，电荷很容易注入到地平面中，而不是进入到信号线中。这样将有利于对元器件进行保护，因为在引起元件损坏前，电荷已释放掉。
 - 1) 对于双面 PCB 而言，减少地平面和电源平面与排列紧密的信号线间距能够减小共模阻抗(common impedance)和感性耦合；
 - 2) 尽量地将每一个信号层都紧靠一个电源层或地层；
 - 3) 对于顶层和底层表面都有元器件、具有很短连接线以及许多填充地的高密度 PCB，可以考虑使用内层走线。大多数的信号线以及电源和地平面都在内层上，因而类似于具备屏蔽功能的法拉第电盒。
- 2、对于双面 PCB 来说，要采用紧密交织的电源和地栅格。
 - 1) 电源线紧靠地线。
 - 2) 在垂直和水平线或填充区之间，要尽可能多地连接。
 - 3) 栅格尺寸应小于 60mm。
 - 4) 如果可能，栅格尺寸应小于 13mm(0.5 英寸)。
 - 5) 尽可能的最大面积的铺铜，形成地平面。
- 3、每一个电路尽可能紧凑。
- 4、尽可能将所有连接器都放在 PCB 板的一边，或常用的连接器放在同一边。
- 5、有可能的话，将馈送电源线或信号线从 PCB 板的边缘中心处引出，而不应从某一个角上引出来，并远离容易直接遭受 ESD 影响的区域。而不要从线路板边缘馈送，中间的馈送信号使大多数元件的连线最短。当线路板为正方形时，这样做的效果最明显，当线路板狭长时，效果则不很明显。但只要可能，还是应该尽量这样做。
- 6、在引向机壳外的连接器(容易直接被 ESD 击中)下方的所有 PCB 层上，要放置宽的机壳地或者多边形填充地，并于小于 13mm 的距离用过孔将它们连接在一起。
- 7、在各种功能卡的边缘上放置安装孔，安装孔周围用无阻焊剂的顶层或底层焊盘连接到机壳地上。

- 8、PCB 装配时，不要在顶层或者底层的焊盘上涂覆任何焊料。使用良好的螺丝使得 PCB 与金属机箱/屏蔽层或接地面上支架的紧密接触。
- 9、在机壳地和电路地之间放置用于安装的焊盘或安装孔，如需要的话可用磁珠/高频电容缝合，以达到良好的防 ESD 效果。
- 10、如果电路板不会放入金属机箱或者屏蔽装置中，在电路板的顶层和底层机箱地线上不应涂阻焊剂，这样它们可以作为 ESD 放电回路。
- 11、可以以下列方式在电路周围设置一个环形地：
- 1) 除边缘连接器以及机箱地以外，在整个外围四周放上环形地通路。
 - 2) 建议所有层的环形地宽度大于 2.5mm。
 - 3) 用间隔小于 13mm 过孔将环形地间和与地平面间连接起来。
 - 4) 对安装在金属机箱或者屏蔽装置里的双面板来说，应该将环形地与电路公共地连接起来（多点接地）。
 - 5) 不屏蔽的双面电路则应该将环形地连接到机箱地，环形地上不能涂阻焊剂，以便该环形地与金属机箱良好接触，形成 ESD 的放电回路，在环形地(所有层)上的某个位置处至少放置一个约 0.5mm 的间隙，这样可以避免形成一个大的环路而引起共模电势甚至产生共模杂讯干扰。
 - 6) 信号布线离环形地的距离应大于 0.5mm。
- 12、在可能被 ESD 直接击中的区域，每一个信号线附近应走一条地线，并且地线应位于信号线外侧，以隔离 ESD。
- 13、I/O 电路要尽可能靠近对应的连接器。
- 14、在相关的元件组，相互之间具有很多互连线的元件应彼此靠得很近。例如，I/O 器件应与 I/O 连接器尽量靠得近些；
- 15、隔离电子元件与静电放电电荷源。使电子元件与 PCB 走线远离会暴露在静电放电中的 PCB 部分（例如，用户可直接触摸到的地方）。
- 16、对 ESD 敏感的电路，应该放在靠近电路中心的区域，这样其它的电路可以为它们提供一定的隔离作用。
- 17、通常在接收端放置串联的电阻和磁珠或并联的电容（不影响信号质量的情况下），而对那些易被 ESD 击中的电缆驱动器，也可以考虑在驱动端放置串联的电阻或磁珠。

18、通常在 ESD 施加（放电）端放置瞬态保护器。

- 1) 用短而粗的线(长度小于 5 倍宽度, 最好小于 3 倍宽度)连接到机箱地。
- 2) 从连接器出来的信号线和地线要先接到瞬态保护器, 如 ESD 保护器件, 然后才能接电路的其它部分。

19、在靠近连接器处或者离接收电路 25mm 的范围内, 放置滤波电容。

- 1) 用短而粗的线连接到机箱地或者接收电路地(长度小于 5 倍宽度, 最好小于 3 倍宽度)。
- 2) 信号线和地线先连接到电容再连接到接收电路。

20、建议信号线尽可能短。较长的导线将更易于接收静电放电脉冲产生的更多的频率成份; 而较短的导线只能接收较少的频率成分。因此, 短导线从静电放电产生的电磁场中接收并馈入电路的能量较少。信号线的长度大于 300mm 时, 一定要平行布一条地线, 也可以在信号线上方或其相邻面上放置地线。

21、信号线应与地线应紧挨着放在一起。在每根信号线的旁边安排一条地线。不过, 这也许会产生很多平行地线。为了避免这个问题, 可采用地平面或地线网格, 而不采用单条地线 (即在多层板中, 信号层应相邻一地层)。

22、确保信号线和相应回路 (映像回路) 之间的面积尽可能小。

23、从网络的中心位置驱动信号进入多个接收电路 (同种功能的线路开始应集中走线, 到末端再分开)。

24、确保电源和地之间的环路面积尽可能小, 在尽可能在靠近集成电路芯片每一个电源管脚的地方放置一个高频电容。

25、加强电源线和地线之间的电容耦合。在电源线与地线之间接入高频旁路电容 (电容组合方式可适用于静电放电频率较低和较高的场合)。电源线与地线间的耦合将有助于减小电荷注入问题。两个物体之间由各个物体上电荷量的差异造成的电压取决于两者 ($V=Q/C$) 间的电容。如果 X 库仑的电荷注入到电源线中, 就会在电源线和地线间产生 Y 伏的电压。如果电源线与地线间的电容增加一倍, X 库仑的电荷将仅仅产生 Y/2 伏的电压。当然, 这个较小的电压造成损坏的可能性也相应减小。

26、在距离每一个连接器 80mm 范围以内至少放置一个高频旁路电容。

27、在可能的情况下, 要用地平面填充未使用的区域, 每隔 60mm 距离将所有层的填充地连接起来。

28、确保在任意大的地填充区(大约大于 $25 \times 6\text{mm}$)的两个相反端点位置处要与地连接。

- 29、电源或地平面上开口长度超过 8mm(0.3 英寸)时，要用窄的线将开口的两侧连接起来。
- 30、复位线、中断信号线或者边沿触发信号线不能布置在靠近 PCB 边沿的地方。
- 31、将安装孔同电路公共地连接在一起，或者将它们隔离开来。
- 1) 金属支架必须和金属屏蔽装置或者机壳一起使用时，要采用一个零欧姆电阻实现连接。
 - 2) 确定安装孔大小来实现金属或者塑料支架的可靠安装，在安装孔顶层和底层上要采用大焊盘，底层焊盘上不能采用阻焊剂，并确保低层焊盘不采用波峰焊工艺焊接。
- 32、不能将受保护的信号线和不受保护的信号线并行排列。
- 33、要特别注意复位、中断和控制信号线的布线。
- 1) 采用高频滤波。
 - 2) 远离输入和输出电路。
 - 3) 远离电路板边缘。
- 34、PCB 要装入机壳内，不要安装在开口位置或者内部接缝处。
- 35、要注意磁珠下，可能接触到磁珠的信号线的布线。有些磁珠导电性能相当好，可能会产生意外的导电路径。
- 36、如果一个机壳或者主板要内装几个电路卡，应该将对静电最敏感的电路卡放在最中间。
- 37、PCB 上的机壳地线的阻抗要低，隔离要好。如果机壳地线的阻抗很低，静电放电电流易于通过，就不会发生电弧。当然，如此迅速的电荷释放会产生更强的场，但这比电荷通过电弧直接注入到电路中好得多。另外，机壳地线的长度不能超过其宽度的四或五倍。比这个比例更宽的地线仅能使其阻抗（电感）稍微减小，但是更窄的地线却会使其阻抗大幅度增加。这个长宽比例意味着机壳地线必须很短才行，否则当地线增长时，其宽度要很宽。

参考文献：

- 1、台湾 谢金明 高速数位电路设计及杂讯防制技术 -----内部技术书籍
- 2、刘尚合，武占成等 静电放电及危害防护 北京邮电大学出版社 2004
- 3、Mark.I.Montrose 电磁兼容和印刷电路板理论,设计和布线 人民邮电出版社 2002
- 4、顾海洲，马双武 PCB 电磁兼容技术(设计实践) 清华大学出版社 2004

射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训推荐课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/tuijian/>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

手机天线设计培训视频课程

该套课程全面讲授了当前手机天线相关设计技术,内容涵盖了早期的外置螺旋手机天线设计,最常用的几种手机内置天线类型——如 monopole 天线、PIFA 天线、Loop 天线和 FICA 天线的设计,以及当前高端智能手机中较常用的金属边框和全金属外壳手机天线的设计;通过该套课程的学习,可以帮助您快速、全面、系统地学习、了解和掌握各种类型的手机天线设计,以及天线及其匹配电路的设计和调试...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/133.html>



WiFi 和蓝牙天线设计培训课程



该套课程是李明洋老师应邀给惠普 (HP)公司工程师讲授的 3 天员工内训课程录像,课程内容是李明洋老师十多年工作经验积累和总结,主要讲解了 WiFi 天线设计、HFSS 天线设计软件的使用,匹配电路设计调试、矢量网络分析仪的使用操作、WiFi 射频电路和 PCB Layout 知识,以及 EMC 问题的分析解决思路等内容。对于正在从事射频设计和天线设计领域工作的您,绝对值得拥有和学习!...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/134.html>

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>