



# 移动台EMC问题与对策

---

王洪博

电信研究院泰尔实验室

E-Mail: [homberwang@emcite.com](mailto:homberwang@emcite.com)

Tele: +86 10 62302295

Fax: +86 10 62304793

http: //www.emcite.com/



# ESD问题及建议

---

# 解决电荷注入问题的方法

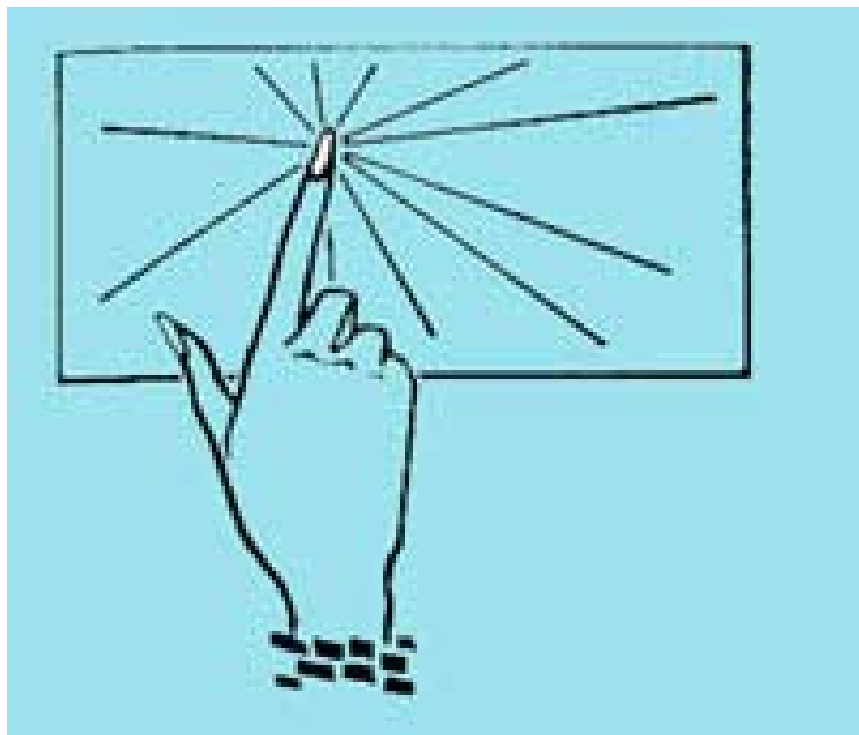
- 解决电荷注入问题的一个方法是在人体和电子器件之间放置一块绝缘屏障。只要这个屏障不被击穿，就不会发生放电。
- 另一个方法是在人体与器件之间放置一块金属挡板。当然，这个金属挡板与器件之间必须有良好的绝缘，使它与器件之间不会发生放电。这时，静电放电事件是向金属板注入电荷，而不是器件。
- 无论使用哪种屏障，静电场的问题都不能解决。使用金属挡板时的不同点是，当放电发生后，电场是在挡板和器件之间，而不是在人体和器件之间。
- 要彻底解决静电场的问题和电荷注入问题，必须将系统（包括电缆）完全包围起来，或者将金属挡板接地。当金属板与大地连接后，金属板上的电荷会泄放掉，从而消除静电场。将系统完全包围起来的金属壳体可以保证没有任何电场到达系统，即使壳体的外表面充满了电荷也没有关系。（这相当于系统中所有的设备都有金属外壳，电缆也是屏蔽的场合）

# 解决电荷注入问题的方法

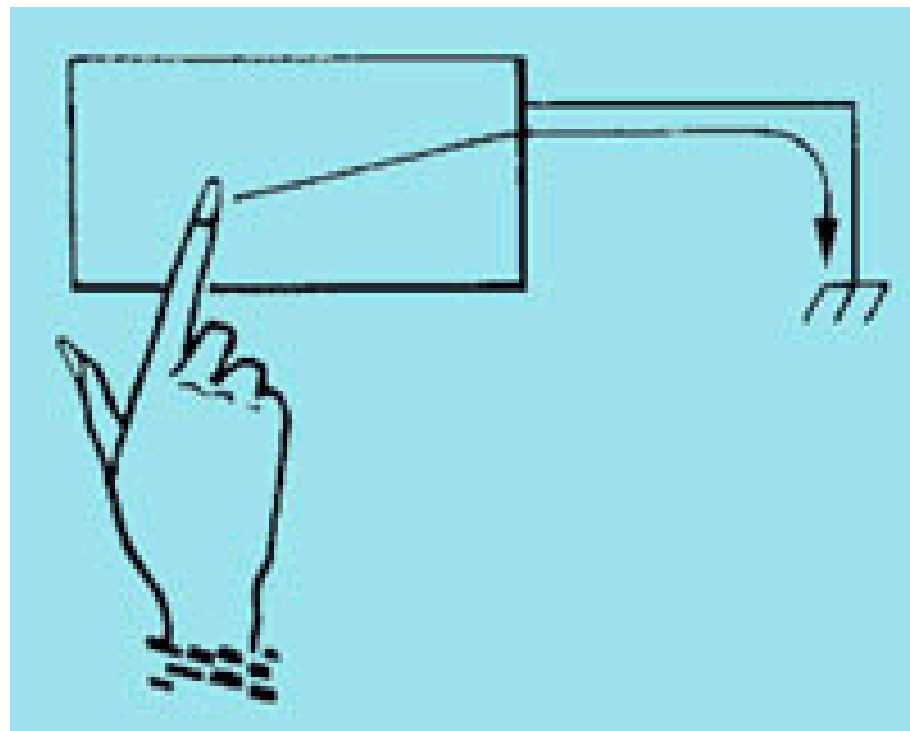
- 在前面的静电放电模型中，放电脉冲中的高频成分主要是由手、臂和键盘的电容产生的放电电流引起的。这些高频电流是金属板内的电荷再分布电流。另外，在这个模型中，由人体对地电容形成的放电电流主要导致低频成分，并携带了大部分放电能量。这些低频电流是地通路电流。金属板上的高频再分布电流的物理路径取决于人体和金属板的位置，并呈现辐射状，如下面左图所示。
- 人体上的低频放电电流的路径是选择一条电阻最小的路径直接到地，如下面右图所示。当然这个描述是近似的，实际情况要更复杂一些。
- 在了解放电电流的路径和频率的基础上，可以分析它们对电子系统性能的影响。在本例中，低频电流被旁路到地，因此键盘和系统的其它部分可以免受这种高能电流的损害。对于设计而言，防止电荷注入和损坏是最基本的要求。但是，这些电流（特别是高频电流）产生的场仍然会有严重的影响。

# 解决电荷注入问题的方法

■ 静电放电的辐射状电流



■ 流向地的静电放电电流



# 解决电荷注入问题的方法

- 在分析静电放电的影响时，还要记住，场不仅对系统内的电路会产生直接的影响，而且还会产生间接的影响。这是通过场在导体上感应出电流或电压，然后导体将电流或电压传导到场本身达不到的地方产生的。一个典型的例子是场在电缆屏蔽层上感应出电流。如果电缆屏蔽层没有良好端接，感应电流会穿进本来屏蔽良好的机壳。这时，尽管原始的场不能穿透机壳，但通过电缆上的感应电流，场还是会对机壳内的电路造成影响。
- 另一个需要注意的问题是共模噪声会转化为差模噪声。这一点很重要。因为如果共模噪声在整个系统中都保持共模形态，则对系统的实际影响很小。不幸的是，由于幅度、相位和频率成分的变化不同，原始的共模噪声总是会在系统的某一点变为差模噪声。例如，如果电缆中每一条线端接方式不是完全相同，电缆上的共模噪声会在电路输入端变为差模噪声。

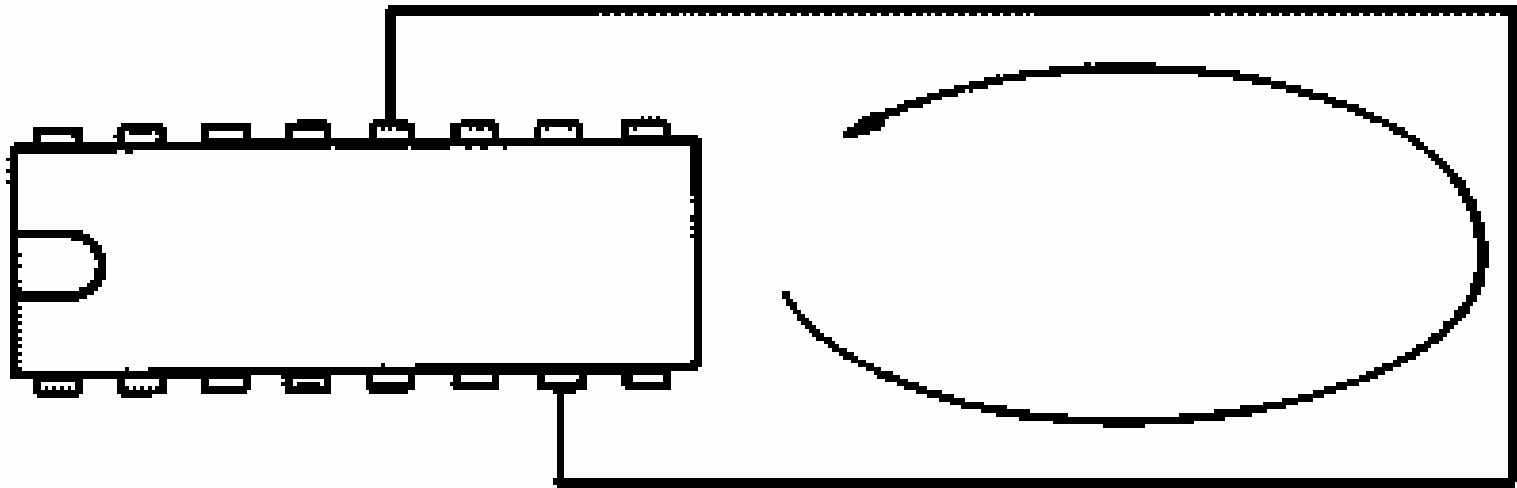


# ESD的硬件解决

- 静电放电效应划分成以下三个部分：
  - 静电放电之前静电场的效应
  - 放电产生的电荷注入效应
  - 静电放电电流产生的场效应
- 尽管PCB的设计会对上述三种效应都产生影响，但是主要是对第三种效应产生影响。下面的讨论将针对第三条所述的问题给出设计指南。
- 通常，源与接收电路之间的场耦合可以通过下列方式之一减小
  - 在源端使用滤波器以衰减信号
  - 在接收端使用滤波器以衰减信号
  - 增加距离以减小耦合
  - 降低源和/或接收电路的天线效果以减小耦合
  - 采用一致的、低阻抗参考平面（如同多层PCB板所提供的）耦合信号，使它们保持共模方式

# 保持环路面积最小

- 任意一个电路回路中有变化的磁通量穿过时，将会在环路内感应出电流。电流的大小与磁通量成正比。较小的环路中通过的磁通量也较少，因此感应出的电流也较小，这就说明环路面积必须最小。应用这一经验的困难之处是如何找到环路。



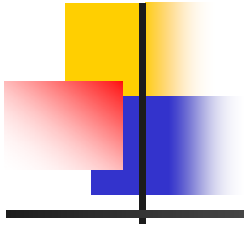


# 使导线长度尽量短

- 较长的导线将有利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。

使导线尽可能短是一个比是环路面积尽量小更容易实现的措施。因为它不象信号环路那样不容易识别，环路面积的尽可能小不可能立即看到，而导线的长短则是很显然的。有关设计步骤如下：

- a) 使所有元件紧靠在一起，PCB设计人员不应将元件过于分散而占用更多的面积；
- b) 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器件是与I/O连接器尽量靠得近些；
- c) 如有可能的话，从线路板的中心馈送电源或信号，而不要从线路板边缘馈送，如图27所示，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。



# 尽可能在PCB上使用完整的地线面 (建议采用多层板)

- 地线面作为一个重要的电荷源，可抵消静电放电电源上的电荷，这有利于减小静电场带来的问题。
- PCB地线面也可作为其对面信号线的屏蔽体（当然，地线面的开口越大，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，电荷很容易注入到地线面中，而不是进入到信号线中。这样将有利于对元件进行保护，因为在引起元件损坏前，电荷可以泄放掉。（然而，即使泄放到地的电荷也可能损坏器件，应采取措施加以避免）

# 加强电源线和地线之间的电容耦合

- 电源线与地线间的耦合通过两种方式来实现。
  - A、使电源线与地线靠得很近，或采用多层PCB板。这将在电源线和地线间产生更多的寄生电容。
  - B、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。



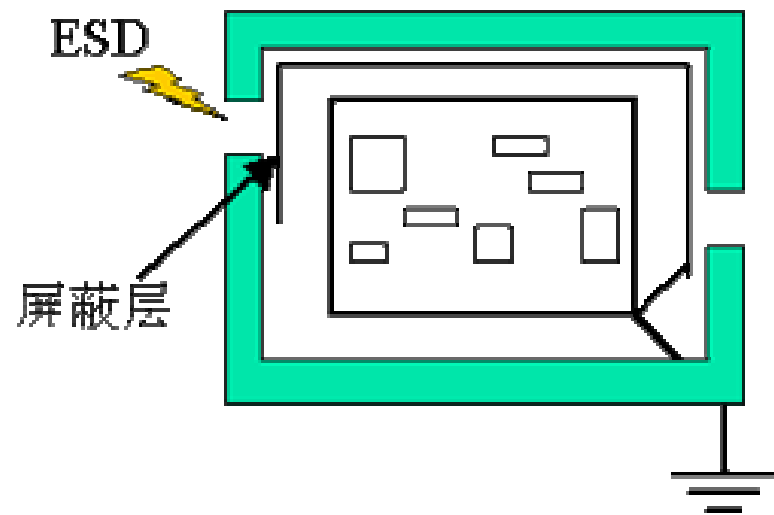
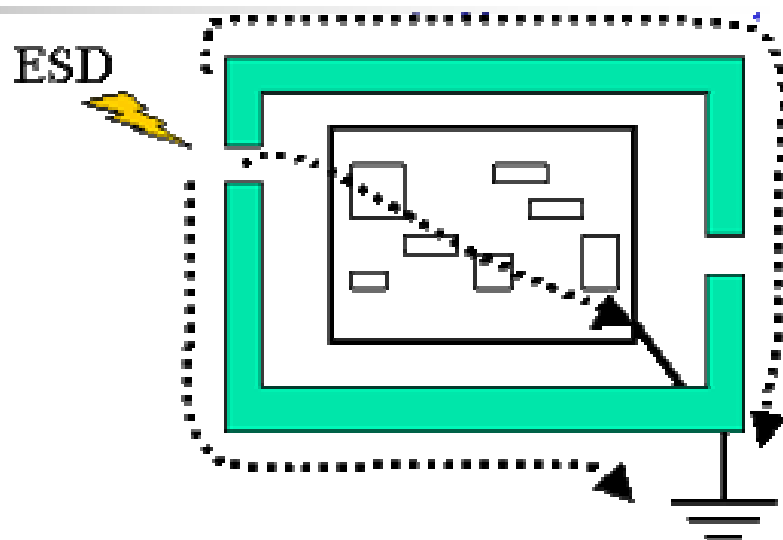
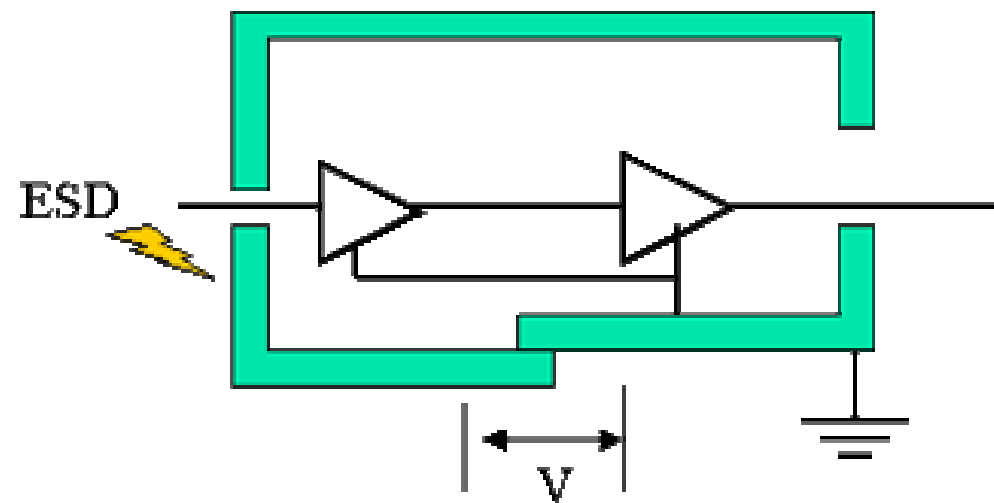
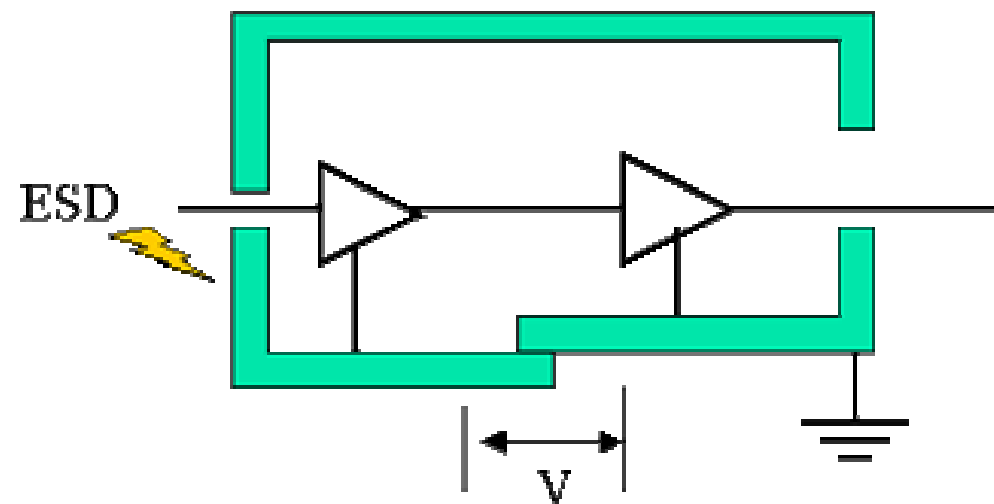
# 隔离电子元件与静电放电电荷源

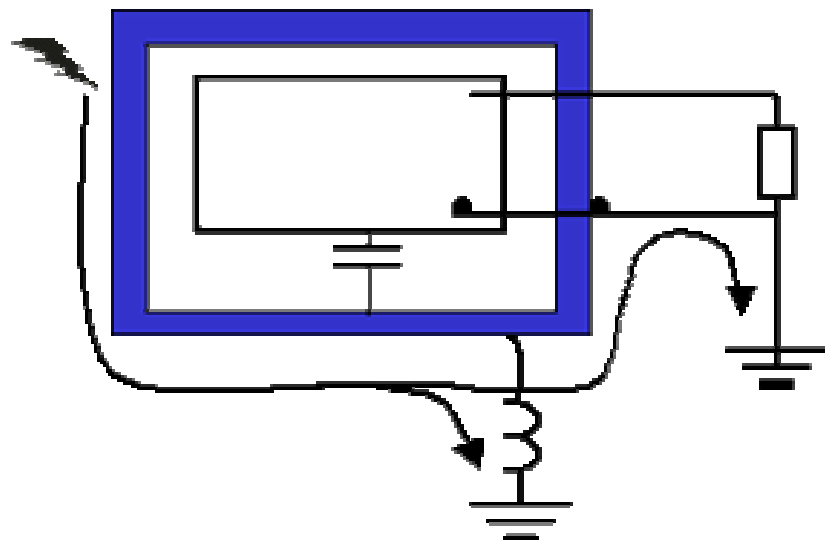
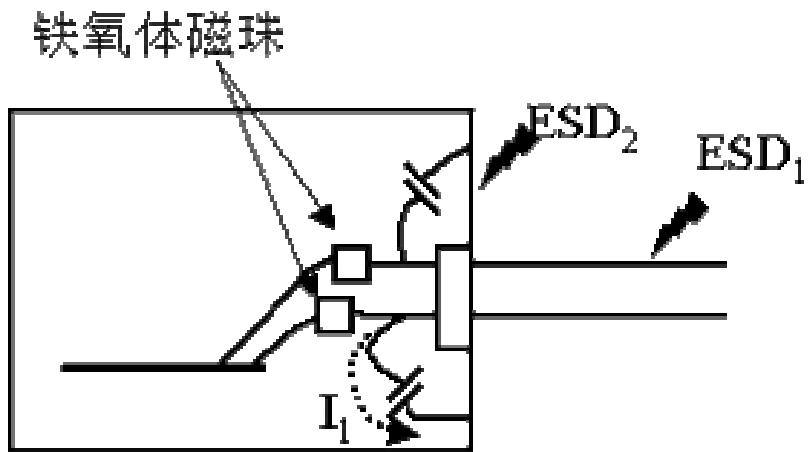
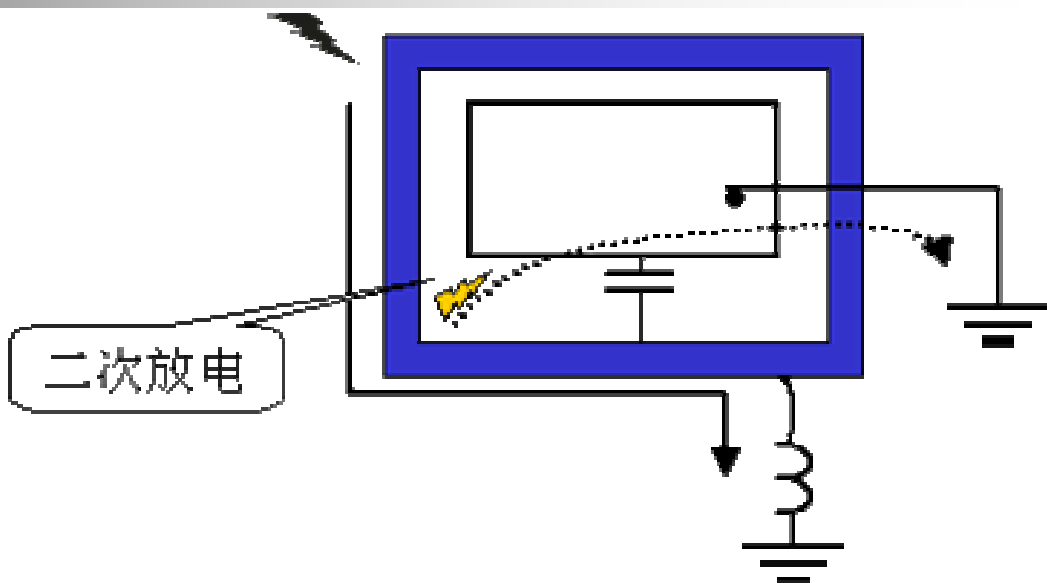
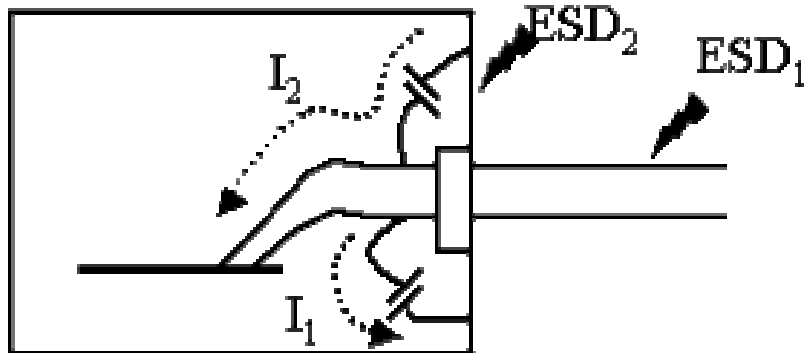
- 在静电放电效应的讨论中，曾指出注入到电子仪器中的电荷可通过隔离来解决。对于PCB设计，这主要指将电子仪器与可能的电荷源隔离开，也与连接器端口或感应电流趋于集中的信号线相隔离。可采取以下两个步骤来进行隔离：
  - A、使电子元件与PCB走线远离会暴露在静电放电中的PCB部分（例如，操作人员可直接触摸到的地方）。
  - B、使电子元件和PCB走线远离会暴露在静电放电中的任意一个金属物体（包括螺钉、机架、连接器外壳等）。后一个要求小于下面的设计规则相关联。

# PCB上的机壳地线的阻抗要低，隔离要好

- 尽管PCB轨线上的阻焊层有利于隔离PCB走线，但阻焊层可能会导致插针孔发生电弧。
  - A、 隔离机壳地线的最好方法是使之远离电子仪器。另外，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，如此迅速的电荷泄放会产生更强的场，但这比电荷通过电弧直接注入到电路中好得多。
  - B、 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。

# ESD常见问题与改进





## 射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训([www.edatop.com](http://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](http://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>