

本 期 目 录

- 1.3.2 瞬态
 - 1.3.2.1 耦合模式
 - 1.3.2.2 信号线上的瞬态
- 1.3.3 静电放电 (ESD)
 - 1.3.3.1 静电放电波形
 - 1.3.3.2 ESD保护措施
- 1.3.4 磁场
 - 1.3.4.1 磁场屏蔽
- 1.3.5 电源电压波动

1.3.2 瞬态

瞬态过电压发生在电源线上，这是电网中的其它部位有开关操作或遭受雷击引起的。超过1kV的瞬态电压占观察到的瞬态总数的0.1%。德国某机构作过统计，在40个地方进行的总时间约3400小时的测量中，共观测到2800个超过100V的火线对地的瞬态。从这些结果中分析了峰值幅度、上升速率和能量分量。表1.1给出了在4种类别的地方瞬态的平均发生率。图1.18给出了瞬态的相对数量作为最高瞬态幅度的函数。这表示瞬态数粗略地与峰值电压的立方成反比。

高能量的瞬态可以危害设备电源中的有源元件。快速上升前沿是破坏电路运行的最主要因素，因为它们受耦合通路的衰减最小，并能在感性地线和信号线中产生较大的电压。研究表明，瞬态的上升速率近似与风致电压的平方根成正比。典型值为200V脉冲时为3V/nS，对2kV脉冲时为10V/ns。其它的现场实验表明机械开关产生多个瞬态（族），其上升时间为几毫微秒（ns），峰值幅度为几百伏特。电源网络的衰减将快速上升脉冲限制在发生地的局部。

模拟电路对触立的短瞬态几乎没有响应，而数字电路很容易受它们影响。作为一般的导则，微处理器至少要承受幅度为2kV的试验脉冲。当阈值低于1kV时，在几乎所有环境中发生故障的频度将是不能容忍的；而阈值在1kV~2kV之间时，仅发生偶然的故障。对于高可靠设备，推荐4—6kV的阈值。

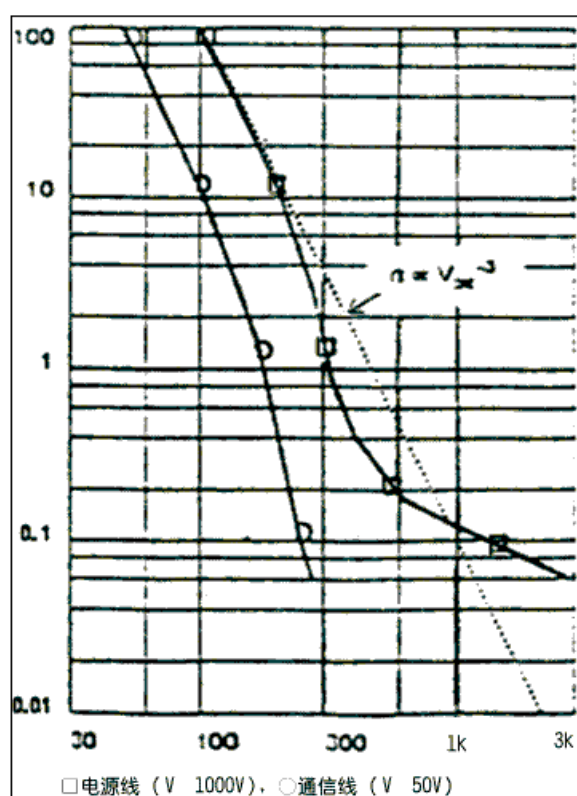


图1.18 瞬态的相对数量（百分比）与最高瞬态幅值的关系（伏）

1.3.2.1 耦合模式

电源瞬态可能以差模（火线和零线之间对称）或共模（火线 / 零线和大地之间不对称）出现。电源网络中的导体之间的耦合通常是两种模式的混合。差模尖峰电压往往有较慢的上升时间和较高的能量。为了防止输入电路损坏，需要采取抑制措施。如果抑制措施是安装在电路内部的，它不能影响电路的正常工作。抑制共模瞬态更困难一些，因为要求在火线与大地之间连接抑制元件，或者与地线串接，还因对大地的杂散电容比较难控制。耦合路径与共模射频信号十分相似。不幸的是，这种干扰也更易造成损害，因为瞬态电流是在地回路里流动的。

1.3.2.2 信号线上的瞬态

快速瞬态通常以共模的方式通过寄生电容耦合到信号电缆上。特别是当电缆靠近脉冲干扰源或沿脉冲干扰源布置时。尽管这种瞬态的幅度通常比电源网络上的瞬态幅度低，但它直接耦合进电路的I/O端口并流进电路地线。其它一些传导瞬态源是远程通讯线和汽车12V电源。汽车环境中的瞬态常常是正常电压范围的数倍。最严重的瞬态（图1.19）是卸载，它发生在急速充电时交流发电机负载突然断开时；感性负载断开时，例如电机和线圈；以及交流发电机磁场消失时，它在点火开关关掉时产生负电压脉冲。近期颁布的标准（ISO 7637）规定了在汽车应进行的瞬态试验。

关于电话用户线上的共模瞬态的研究表明，幅度与发生率的分布也是符合图18中的立方的倒数规律。实际的幅度比电源线上的低（峰值很少超过300V）。人们发现瞬态的振荡频率一般为1Mz，上升时间为10—20us。

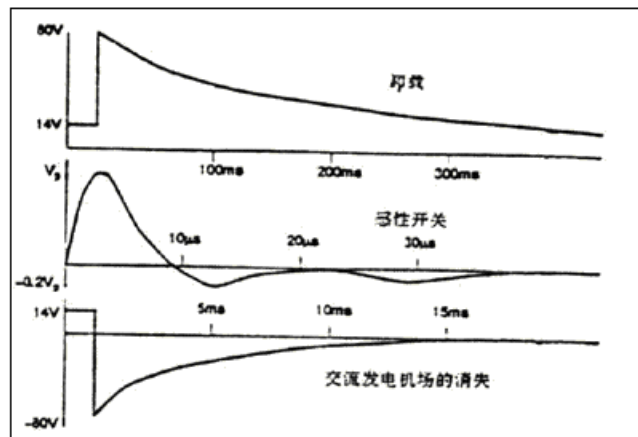


图1.19 汽车中的瞬态

1.3.3 静电放电（ESD）

当两个非导体材料一起摩擦时，电子会从一种材料转移到另一种材料上。这导致在材料表面积累摩擦电荷。由材料运动引起的电荷量是摩擦起电序列（图20（a））中材料间隔的函数。其它一些因素是接触的紧密程度、分离的速率和湿度。人体能够通过摩擦起电充电到几千伏。

当人体（最坏的情况是握着一个金属物体，例如钥匙）接近导电物体时，如果窄气隙上的电位梯度足够高，电荷会以火花的形式转移到那个物体上。电荷转移中的能量既可以低得不易察觉；也可能造成十分疼痛的感觉。

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。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



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>

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>



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>

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 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书,课程从基础讲起,内容由浅入深,理论介绍和实际操作讲解相结合,全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程,可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线,让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程,培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合,全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作,同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习,可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.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>