

瞬态电压抑制器 TVS 的特性及应用

瞬态电压抑制器 (Transient Voltage Suppressor) 简称 TVS , 是一种二极管形式的高效能保护器件 , 有的文献上也为 TVP、AJTVS、SAJTVS 等。当 TVS 二极管的两极受到反向瞬态高能量冲击时 , 它能以 10-12 秒量级的速度 , 将其两极间的高阻抗变为低阻抗 , 吸收高达数千瓦的浪涌功率 , 使两极间的电压箝位于一个预定值 , 有效地保护电子线路中的精密元器件 , 免受各种浪涌脉冲的损坏。由于它具有响应时间快、瞬态功率大、漏电流低、击穿电压偏差小、箝位电压较易控制、无损坏极限、体积小等优点 , 目前已广泛应用于计算机系统、通讯设备、电源、家用电器等各个领域。具体有以下三大特点 :

- 1、 将 TVS 二极管加在信号及电源线上 , 能防止微处理器或单片机因瞬间的肪冲 , 如静电放电效应、交流电源之浪涌及开关电源的噪音所导致的失灵。
- 2、 静电放电效应能释放超过 10000V、60A 以上的脉冲 , 并能持续 10ms ; 而一般的 TTL 器件 , 遇到超过 30ms 的 10V 脉冲时 , 便会导至损坏。利用 TVS 二极管 , 可有效吸收会造成器件损坏的脉冲 , 并能消除由总线之间开关所引起的干扰 (Crosstalk) 。
- 3、 将 TVS 二极管放置在信号线及接地间 , 能避免数据及控制总线受到不必要的噪音影响。

一、TVS 的特性及主要参数

1、TVS 的特性曲线

TVS 的电路符号与普通稳压二极管相同。它的正向特性与普通二极管相同 ; 反向特性为典型的 PN 结雪崩器件。

在瞬态峰值脉冲电流作用下 , 流过 TVS 的电流 , 由原来的反向漏电流 I_D 上升到 I_R 时 , 其两极呈现的电压由额定反向关断电压 V_{WM} 上升到击穿电压 V_{BR} , TVS 被击穿。随着峰值脉冲电流的出现 , 流过 TVS 的电流达到峰值脉冲电流 I_{PP} 。在其两极的电压被箝位到预定的最大箝位电压以下。尔后 , 随着脉冲电流按指数衰减 , TVS 两极的电压也不断下降 , 最后恢复到起始状态。这就是 TVS 抑制可能出现的浪涌脉冲功率 , 保护电子元器件的整个过程。

2、TVS 的特性参数

最大反向漏电流 I_D 和额定反向关断电压 V_{WM} 。 V_{WM} 是 TVS 最大连续工作的直流或脉冲电压 , 当这个反向电压加入 TVS 的两极间时 , 它处于反向关断状态 , 流过它的电流应小于或等于其最大反向漏电流 I_D 。

最小击穿电压 V_{BR} 和击穿电流 I_R

V_{BR} 是 TVS 最小的雪崩电压。25 °C 时 , 在这个电压之前 , TVS 是不导通的。当 TVS 流过规定的 1mA 电流 (I_R) 时 , 加入 TVS 两极间的电压为其最小击穿

电压 VBR。按 TVS 的 VBR 与标准值的离散程度，可把 TVS 分为 $\pm 5\%$ VBR 和平共处 $\pm 10\%$ VBR 两种。对于 $\pm 5\%$ VBR 来说， $V_{WM}=0.85V_{BR}$ ；对于 $\pm 10\%$ VBR 来说， $V_{WM}=0.81 V_{BR}$ 。

最大箝位电压 VC 和最大峰值脉冲电流 IPP

当持续时间为 20 微秒的脉冲峰值电流 IPP 流过 TVS 时，在其两极间出现的最大峰值电压为 VC。它是串联电阻上和因温度系数两者电压上升的组合。VC、IPP 反映了 TVS 器件的浪涌抑制能力。VC 与 VBR 之比称为箝位因子，一般在 1.2~1.4 之间。

电容量 C

电容量 C 是 TVS 雪崩结截面决定的、在特定的 1MHz 频率下测得的。C 的大小与 TVS 的电流承受能力成正比，C 过大将使信号衰减。因此，C 是数据接口电路选用 TVS 的重要参数。

最大峰值脉冲功耗 PM

PM 是 TVS 能承受的最大峰值脉冲耗散功率。其规定的试验脉冲波形和各种 TVS 的 PM 值，请查阅有关产品手册。在给定的最大箝位电压下，功耗 PM 越大，其浪涌电流的承受能力越大；在给定的功耗 PM 下，箝位电压 VC 越低，其浪涌电流的承受能力越大。另外，峰值脉冲功耗还与脉冲波形、持续时间和环境温度有关。而且 TVS 所能承受的瞬态脉冲是不重复的，器件规定的脉冲重复频率（持续时间与间歇时间之比）为 0.01%，如果电路内出现重复性脉冲，应考虑脉冲功率的“累积”，有可能使 TVS 损坏。

箝位时间 TC

TC 是从零到最小击穿电压 VBR 的时间。对单极性 TVS 小于 1×10^{-12} 秒；对双极性 TVS 小于是 1×10^{-11} 秒。

二、TVS 二极管的分类

TVS 器件可以按极性分为单极性和双极性两种，按用途可分为各种电路都适用的通用型器件和特殊电路适用的专用型器件。如：各种交流电压保护器、4~200mA 电流环保器、数据线保护器、同轴电缆保护器、电话机保护器等。若按封装及内部结构可分为：轴向引线二极管、双列直插 TVS 阵列（适用多线保护）、贴片式、组件式和大功率模块式等。

三、TVS 的选用技巧

- 1、 确定被保护电路的最大直流或连续工作电压、电路的额定标准电压和“高端”容限。
- 2、 TVS 额定反向关断 VWM 应大于或等于被保护电路的最大工作电压。若选用的 VWM 太低，器件可能进入雪崩或因反向漏电流太大影响电路的正常工作。串行连接分电压，并行连接分电流。

- 3、 TVS 的最大箝位电压 V_C 应小于被保护电路的损坏电压。
- 4、 在规定的脉冲持续时间内，TVS 的最大峰值脉冲功耗 P_M 必须大于被保护电路内可能出现的峰值脉冲功率。在确定了最大箝位电压后，其峰值脉冲电流应大于瞬态浪涌电流。
- 5、 对于数据接口电路的保护，还必须注意选取具有合适电容 C 的 TVS 器件。
- 6、 根据用途选用 TVS 的极性 & 封装结构。交流电路选用双极性 TVS 较为合理；多线保护选用 TVS 阵列更为有利。
- 7、 温度考虑。瞬态电压抑制器可以在 $-55\sim+150$ 之间工作。如果需要 TVS 在一个变化的温度工作，由于其反向漏电流 I_D 是随增加而增大；功耗随 TVS 结温增加而下降，从 $+25$ 到 $+175$ ，大约线性下降 50% 雷击穿电压 V_{BR} 随温度的增加按一定的系数增加。因此，必须查阅有关产品资料，考虑温度变化对其特性的影响。
- 8、 台湾 CCD 公司提供的 TVS 二极管，有下列不同的功率选择：
 - ~500W：SA 系列
 - ~600W：P6KE、SMBJ(贴片)系列
 - ~1500W：1.5KE、SMCJ(贴片)系列
 - ~3000W：3KP 系列
 - ~5000W：5KP 系列
 - ~15000W：15KP 系列

四、TVS 与压敏电阻的比较

目前，国内不少需进行浪涌保护的设备上使用的是压敏电阻。压敏电阻是一种金属氧化物变阻器。TVS 比压敏电阻的特性优越得多，具体特性参数的比较如下表所示。

关键参数或极限值

	TVS	压敏电阻
反应速度	10-12s	5×10^{-8}
有否老化现象	否	有
最高使用温度	175	115
元件极性	单极性与双极性	单极性
反向漏电流典型值	$5\mu\text{A}$	$200\mu\text{A}$
箝位因子 (VC/VBR)	1.5	7~8
密封性质	密封不透气	透气

上海歆旺电子有限公司

电话：021-62155640-125、13167198718

传真：021-52131510

联系人：刘汉荣

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>