

TVS 管原理和特性

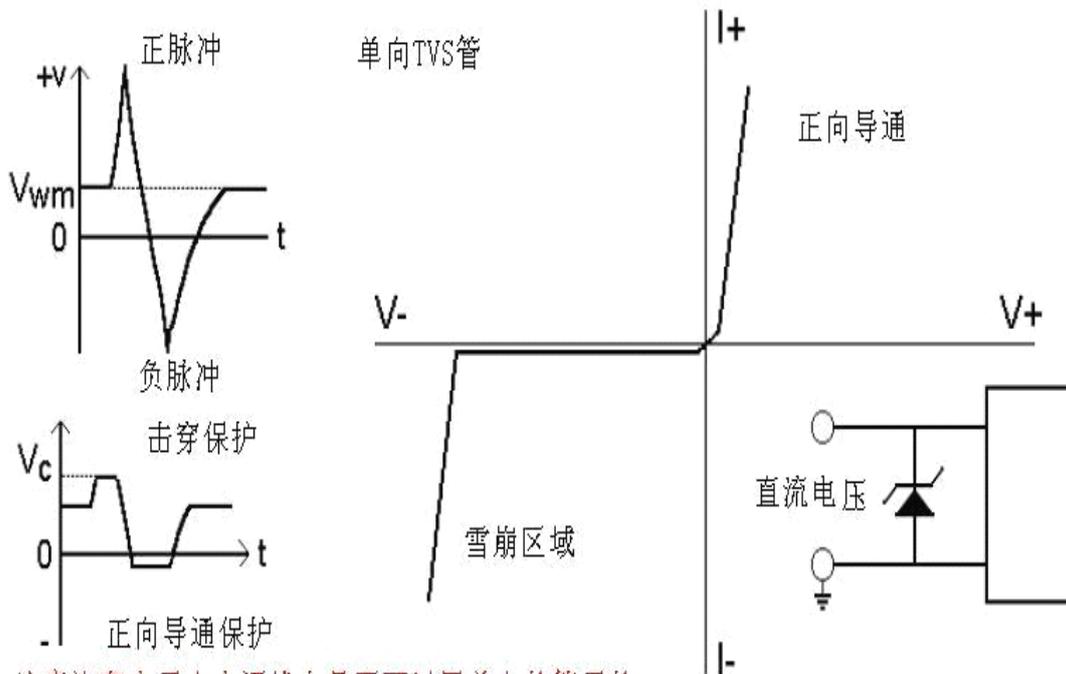
介绍 TVS 管的资料太多，中文的也有非常多，不过大多数的都是翻译的，在文章最后有所有文件的目录和下载。这里主要介绍原理特性和参数，然后画一些时间分析一下散热选取，最后把 PCB 总结一下。

瞬态二极管【TVS|Transient Voltage Suppressor】

是一种二极管形式（齐纳二极管的进化）的高效能保护器件。当 TVS 二极管的两极受到反向瞬态高能量冲击时，它能以极快的速度，将其两极间的高阻抗变为低阻抗，吸收电源和信号线上的浪涌功率，使两极间的电压箝位于一个预定值。

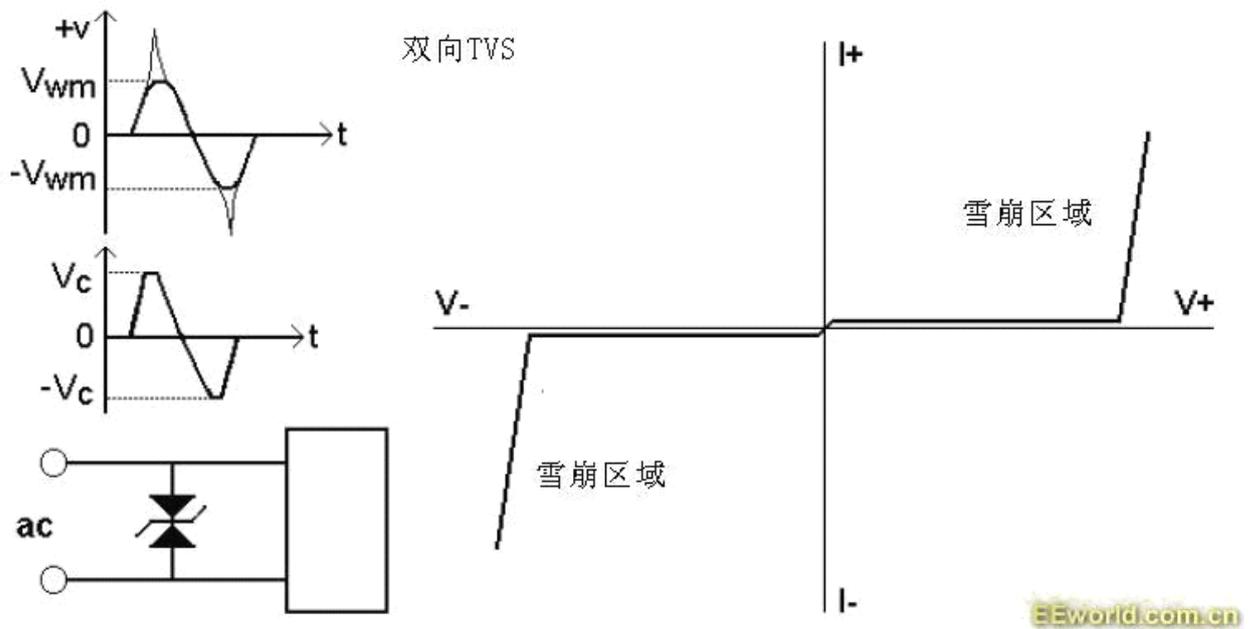
双向 TVS 和单向 TVS

单向 TVS 和就特性而言和齐纳管较类似，只能吸收正向的浪涌电压脉冲，一般只用于直流电路（且没有反接和负向脉冲）。

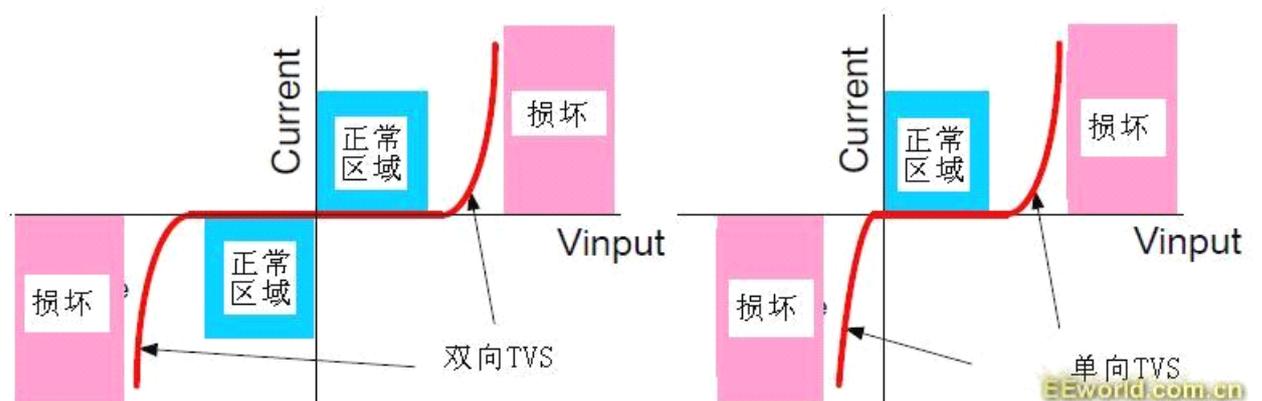


注意汽车电子中电源线上是不可以用单向的管子的
因为电源反接时14V电压加在TVS管过热而崩溃。
普通信号线上（一般在带感性负载的HSD上面，Relay后面）
需要慎重考虑电源反接时是否会构成通路。

双向 TVS 可在正反两个方向吸收浪涌电压脉冲,实现了对电压的钳制,双向 TVS 用途较广(直流,交流均可用)。



看下图对比更清晰一些:



TVS 管特点:

优点: 响应时间快、瞬态功率大、漏电流低、箝位电压较易控制、无损坏极限、体积小等优点。

缺点: 击穿电压较低, 价格较贵。

与 MOV 的对比结果:

关键参数或极限值	TVS	MOV	比较
反应速度	短, ps级	长, ns级	TVS
是否会老化	无老化	老化现象明显	TVS
最高使用温度	175度	115度	TVS
元件极性	单级或双极	无极性	MOV
反向漏电典型值	5uA	200uA	TVS
箝位因子 (VC/BV)	大于7	小于1.5	TVS
封装性质	密封	不密封	TVS
价格	贵	便宜	MOV
寄生电容	低	很大	TVS
耐压耐流	相对低	高, 与器件体积成正比	MOV

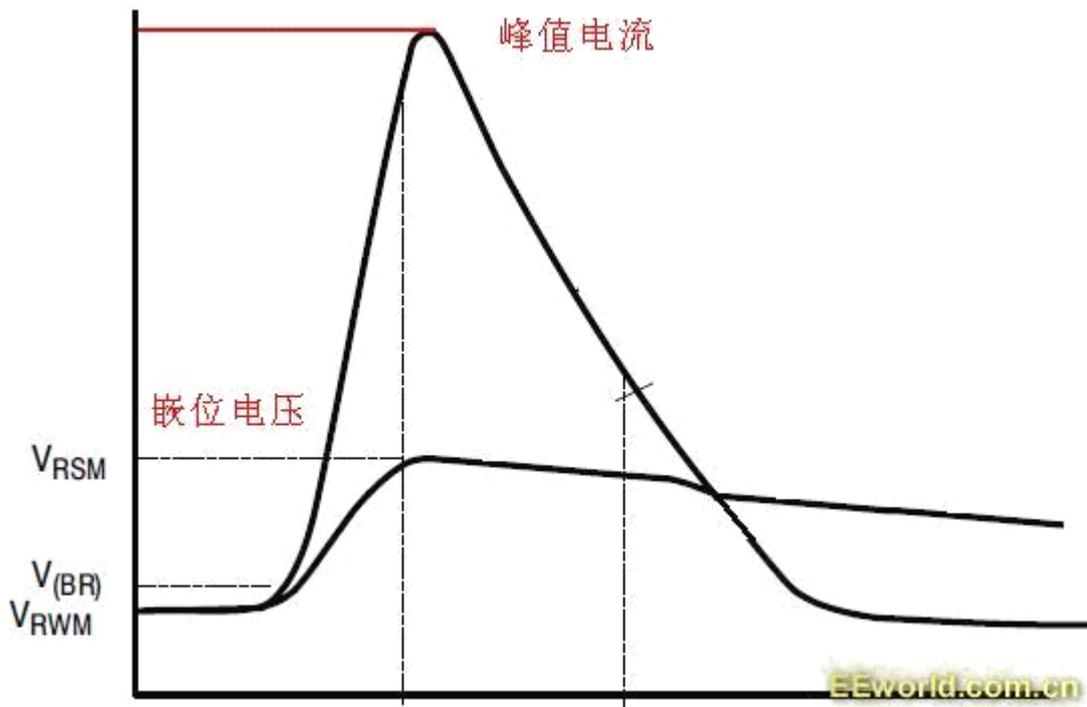
TVS 管参数:

1) 击穿电压【V(BR)】

TVS 在发生击穿的区域内, 在规定的试验电流 $I(BR)$ 下, 测得器件两端的电压称为击穿电压。

2) 最大反向脉冲峰值电流【I.PP】

在击穿时【规定的脉冲条件下】器件允许通过的最大脉冲峰值电流。



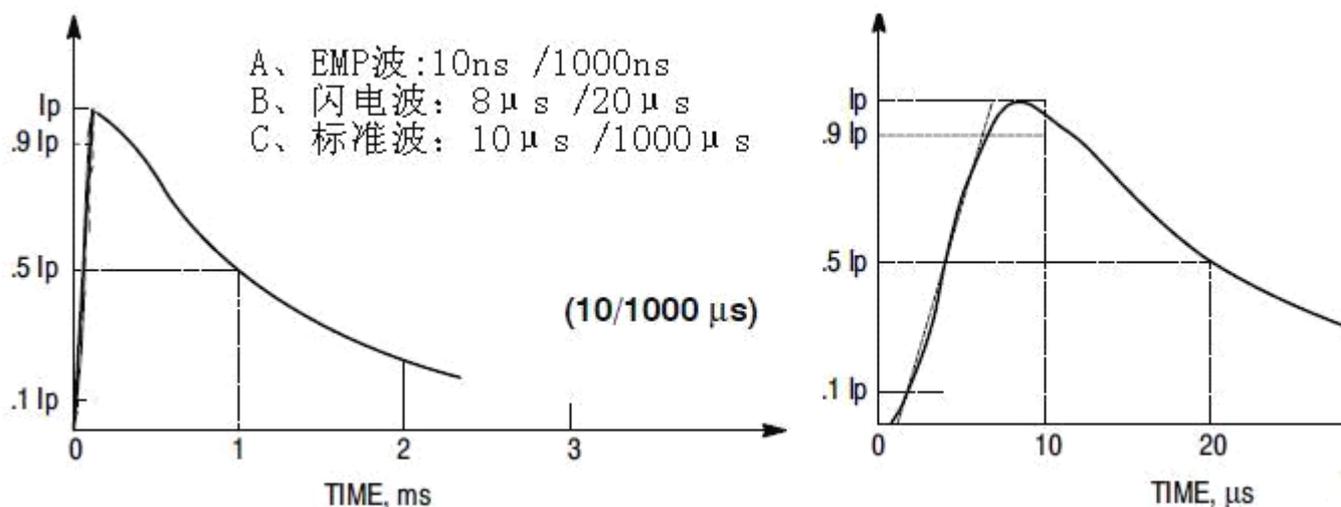
我们要注意这个参数, 因为瞬态脉冲功率的最大值= $IPP \times$ 最大箝位电压

VC(MAX)。要保证 TVS 能够正常工作，需要确认额定瞬态脉冲功率 PPR 大于最大瞬态浪涌功率。

实际上峰值电流的试验波形采用标准波（指数波形），由 TR/TP 决定。

峰值电流上升时间 TR: 电流从 0.1IPP 开始达到 0.9IPP 的时间。

半峰值电流时间 TP: 电流从零开始通过最大峰值后，下降到 0.5IPP 值的时间。



3) 最大反向工作电压【VRWM】

TVS 保护电路过程中，在规定的反向电流下，TVS 两端的电压值称为最大反向工作电压 VRWM。

一般 $VRWM = (0.8 \sim 0.9) V(BR)$ 。在这个电压下，器件的功率消耗很小。我们一般设计的时候要选择 VRWM 大于 16V 的器件。

4) 最大箝位电压【VC(max)】

在脉冲峰值电流 I_{pp} 作用下器件两端的最大电压值称为最大箝位电压。使用时，应使 VC(max) 不高于被保护器件的最大允许安全电压。最大箝位电压与击穿电压之比称为箝位系数。

5、 反向脉冲峰值功率 PPR

TVS 的 PPR 取决于脉冲峰值电流 IPP 和最大箝位电压 VC(max)，除此以外，

还和脉冲波形、脉冲时间及环境温度有关。

当脉冲时间 T_p 一定时, $PPR=K1 \times K2 \times VC(max) \times I_{pp}$, 式中 $K1$ 为功率系数, $K2$ 为功率的温度系数。

典型的脉冲持续时间 T_p 为 $1MS$, 当施加到瞬态电压抑制二极管上的脉冲时间 t_p 比标准脉冲时间短时, 其脉冲峰值功率将随 t_p 的缩短而增加。

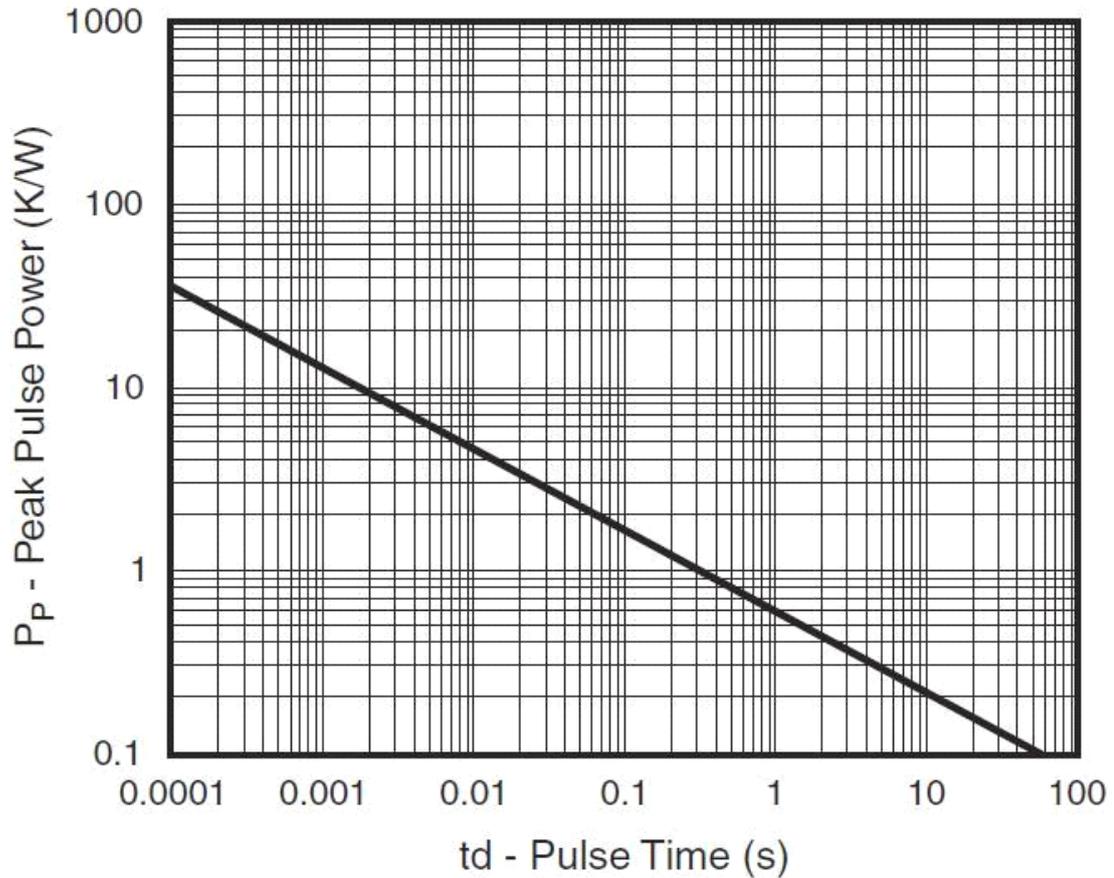


Figure 1. Peak Pulse Power vs. Pulse Time Eeworld.com.cn

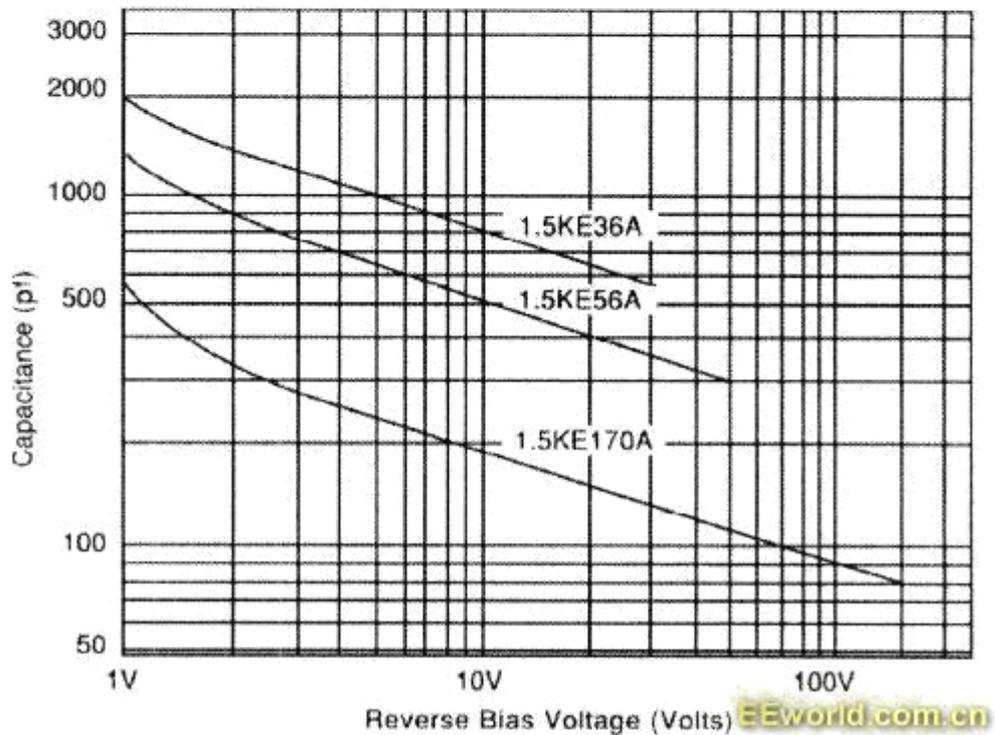
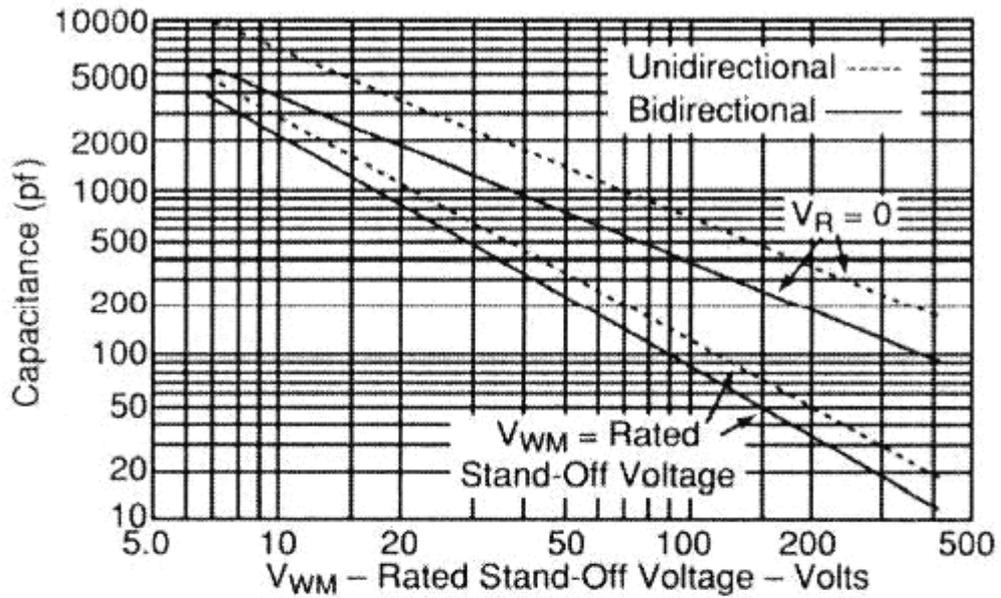
TVS 的反向脉冲峰值功率 PPR 与经受浪涌的脉冲波形有关, 用功率系数 $K1$ 表示: $E = \int i(t) \cdot V(t) dt$, 式中: $i(t)$ 为脉冲电流波形, $V(t)$ 为箝位电压波形。

WAVESHAPE	EQUATION	K-FACTOR
	$I_{PK} e^{-t/1.44\tau}$	1.4
	I_{PK}	1.0
	$I_{PK}(t/\tau)$	0.5
	$I_{PK} \sin(\pi t) e^{-t/\tau}$	0.86
	$I_{PK} \sin([\pi / \tau] t)$	0.637

这个额定能量值在极短的时间内对 TVS 是不可重复施加的。但是，在实际的应用中，浪涌通常是重复地出现，在这种情况下，即使单个的脉冲能量比 TVS 器件可承受的脉冲能量要小得多，但若重复施加，这些单个的脉冲能量积累起来，在某些情况下，也会超过 TVS 器件可承受的脉冲能量。因此，电路设计必须在这点上认真考虑和选用 TVS 器件，使其在规定的间隔时间内，重复施加脉冲能量的累积不至超过 TVS 器件的脉冲能量额定值。

6、电容 CPP

TVS 的电容由硅片的面积和偏置电压来决定，电容在零偏置情况下，随偏置电压的增加，该电容值呈下降趋势。电容的大小会影响 TVS 器件的响应时间。



7、漏电流 I_R

当最大反向工作电压施加到 TVS 上时，TVS 管有一个漏电流 I_r ，在汽车电子中，这个参数影响到静态电流。