

双极晶体管应用简介

我公司大部分产品主要是双极型晶体管，
主要是大功率开关用晶体管，所以下面
主要介绍晶体管开关应用。



双极晶体管的工作方式

- 双极型晶体管属于电流控制器件，即加入变动的基极电流，产生集电极电流的变动。晶体管有三种工作状态：放大，饱和以及截止，有两种工作方式：线性工作方式和开关工作方式。当需要放大作用时，采用线性工作方式；当只需要开通和关断工作时采用开关工作方式，当晶体管应用于实际的开关电路中时，理论上晶体管处于饱和导通或者截止两种状态。

晶体管的开关过程

- 晶体管并非理想的开关元件，它从断态变为通态时有开通过程，需要一定时间，在通态变为断态时也有关断过程，也需要一定时间。通态时流过晶体管的电流由外接负载所限定，晶体管本身有一定饱和压降 V_{cesat} ，断态时发射结和集电结在反偏状态，集、射结在高电压下有穿透电流 I_{CEO} 。一般要求，饱和压降要小，穿透电流也要小。

晶体管的开关过程

- 下面介绍一下晶体管的开关时间：
- 晶体管的下降时间 t_f ，是指晶体管集电极电流从其峰值的90%下降到10%之间的时间间隔。
- 晶体管的存储时间 t_s ，是指当 I_B 开始反向后到 I_C 下降为90% I_C 峰值电流之间的时间间隔。

晶体管的开关过程

- 晶体管的上升时间 t_r ，是指晶体管集电极电流上升沿部分从10%的 I_C 峰值电流到90% I_C 峰值电流之间的时间间隔。
- 晶体管的延迟时间 t_d ，是指晶体管集电极电流上升沿部分从 正向 I_B 注入开始到 I_C 上升到峰值电流的10% I 之间的时间间隔。

晶体管的开关过程

- 通常把晶体管的上升时间和延迟时间统称叫做开通时间 t_{on} : $t_{on}=t_d+t_r$
- 把晶体管的存储时间和下降时间统称叫做关断时间 t_{off} :
- $t_{off}=t_s+t_f$

晶体管的基极驱动

- 驱动方式有直接式和隔离式。直接式是指驱动电路直接与主电路相接。隔离式是指用脉冲变压器进行隔离。基极驱动电路要注意隔离和保护的问题，并且使驱动电流波形为最佳。为了加快开通和降低开通损耗，波形的前沿要陡，在一定时间内有2~3倍的额定驱动电流，然后降低到额定电流，以维持饱和导通状态。关断时，反向基极电流 I_{b2} 可以大一些以便加速抽走基极存储的过剩载流子，缩短存储时间 t_s 和下降时间 t_f 。

晶体管的损耗

- 晶体管的损耗主要有饱和损耗、开关损耗、存储损耗、关断损耗，饱和损耗是指晶体管已经处于饱和状态后的损耗，开关损耗是指晶体管开通和关断过程中的损耗，即晶体管集电极电流上升和下降过程中产生的损耗，存储损耗是 t_s 过程中的晶体管损耗。这些损耗决定了晶体管的工作温度，也决定了对晶体管安全工作区的要求。

晶体管的保护

- 晶体管关断过程是开关管最容易损坏的时间。基极驱动介绍中提到，基极反向电流要大一些，以便较少存储时间和下降时间。但是这种方法也有一定的不利之处， I_{B2} 过大会使基发结击穿，导致晶体管损坏。但是也可以采取一定办法防止这种情况的发生：一是集发电压 V_{CE} 处于低值时，关断晶体管；二是管子关断时，集电极电压上升的同时，较快的减少集电极电流。可以采用RC缓冲器接在晶体管C、E两端，在关断晶体管时，以减少集电极电流

晶体管的失效

- 用于开关电路的晶体管，可能出现偶然性损坏。其失效模型大致归纳如下：
- 1、因电压浪涌超过实际耐压（VCBO）引起的损坏；
- 2、因热击穿引起的损坏；
- 大部分损坏是由于工作条件过高压冲击和热击穿引起的