

## 晶闸管特性曲线计算指南

## 1 主题内容与适用范围

本标准给出了功耗与电流、壳温与电流和浪涌电流与周波数等特性曲线的技术要求、计算公式和方法。

本标准适用于反向阻断三极晶闸管，也适用于整流二极管。对应特性曲线的一般技术要求和计算方法也适用于双向三极晶闸管和逆导三极晶闸管。

## 2 引用标准及参数符号

## 2.1 引用标准

- GB 2900.32 电工名词术语 电力半导体器件  
 GB 3859 半导体电力变流器  
 GB 4024 半导体器件 反向阻断三极晶闸管测试方法  
 GB 4939 普通整流管  
 GB 4940 普通晶闸管

## 2.2 参数符号

- $I_{T(AV)}$ ——通态平均电流，A；  
 $I_{T(RMS)}$ ——通态方均根（有效值）电流，A；  
 $I_{TM}$ ——通态峰值电流，A；  
 $I_m(I_{TSM})$ ——通态浪涌电流，A；  
 $V_{TM}$ ——通态峰值电压，V；  
 $V_{TO}$ ——门槛电压，V；  
 $P_{T(AV)}$ ——通态平均功率，W；  
 $P_m$ ——浪涌电流的峰值功率，W；  
 $T_j$ ——晶闸管的结温，℃；  
 $T_{jm}$ ——晶闸管的最高工作结温，℃；  
 $\Delta T_j$ ——结对规定基准点的结温升，℃；  
 $T_C$ ——晶闸管的壳温，℃；  
 $t_w$ ——一个正弦半波的底宽，ms；  
 $t_p$ ——等效一个正弦半波的矩形波底宽，ms；  
 $T$ ——50Hz频率的周期，ms；  
 $R_{th}$ ——晶闸管的（稳态）热阻，℃/W；  
 $R_{ic}$ ——晶闸管的直流结壳热阻，℃/W；  
 $Z_{th}$ 、 $Z(t)$ ——晶闸管的瞬态热阻抗，℃/W；  
 $Z_{ic}$ ——晶闸管的结壳瞬态热阻抗，℃/W；  
 $\Delta_r$ ——相对于直流热阻增加的附加热阻，℃/W；  
 $r_T$ ——通态特性曲线的微分电阻，Ω；

注： $r_T$ 的单位，在数据表或标准中通常以 $m\Omega$ 给出。

$F$ ——波形因数；

$n$ ——正弦波的周波数；

$\phi$ ——导通角。

### 3 特性曲线的一般技术要求

#### 3.1 特性曲线的属性

晶闸管的基本特性曲线按其由来，可分为由试验得到的曲线和由计算产生的曲线两类。通态伏安特性曲线和瞬态热阻抗特性曲线应是试验曲线。功耗与电流、壳温与电流、浪涌电流与周波数等特性曲线一般是计算曲线。计算曲线应与试验验证结果一致。

#### 3.2 计算曲线的前提条件

计算曲线是在一定的原理条件下，由有关的试验曲线经过计算求得。功耗与电流、壳温与电流等稳态特性曲线是由通态伏安特性试验曲线求得，浪涌电流与周波数、 $I^2 t$ 与时间等瞬态特性曲线是瞬态热阻抗特性和高工作点伏安特性两条试验曲线求得。计算各特性曲线必须通过试验先得到正确的有关试验曲线。

#### 3.3 计算公式和计算工具

计算曲线时应正确选用数学公式，并正确理解公式中每个符号的意义、单位和量值区间。

为提高计算的效率和准确性，应尽可能使用带程序的计算器或计算机。

#### 3.4 特性曲线的座标

晶闸管特性曲线的函数、变量及其座标应按通用的选取，按量值范围选用算术、单对数或双对数座标。合适地选取座标是正确表达曲线宏观形状和便于使用查阅曲线的需要。

此外，在曲线图上应标出参变量和必要的条件。

## 4 试验曲线的技术要求

#### 4.1 通态伏安特性曲线 ( $I_{TM} \sim V_{TM}$ )

a. 通态伏安特性曲线的测试方法应符合GB 4024的3.3条的规定。

b. 应在 $25^\circ\text{C}$ 和 $T_{in}$ 等温条件下给出两条通态伏安特性曲线，如给出一条，则应给出 $T_{in}$ 的。

c. 通态伏安特性曲线应是合格产品曲线范围的上限，曲线上规定点的 $V_{TM}$ 值应等于或略小于产品数据表中的 $V_{TM}$ 值。

d. 通态特性曲线的 $I_{TM}$ 值范围：对于一般工作点，由零至 $5I_{T(AV)}$ 左右，并应用算术座标描绘；对于高工作点，一般从 $6I_{T(AV)}$ 至接近 $I_{TSM}$ ，并用单对数座标描绘。

e.  $V_{TO}$ 和 $r_T$ 应根据GB 2900.32的有关定义，由 $T_{in}$ 的通态特性近似直线求得。

#### 4.2 瞬态热阻抗特性曲线 ( $Z_{th} \sim t$ )

a. 瞬态热阻抗 ( $Z_{th}$ ) 的定义及其特性曲线的测试方法，应分别符合GB 2900.32的1.2.12条和GB 4024的2.3条。

d. 瞬态热阻抗特性曲线用单对数座标描绘，横座标 (对数) 给出的时间范围应从不低于 $10^{-3}$  s至热稳态，热稳态的 $Z_{th}$ 应等于 $R_{th}$ 。

c. 瞬态热阻抗特性曲线分为结壳瞬态热阻抗 ( $Z_{js}$ ) 曲线、结散瞬态热阻抗 ( $Z_{js}$ ) 曲线和总瞬态热阻抗 ( $Z_{th}$ ) 曲线等多种。管壳额定晶闸管至少必须给出结壳瞬态热阻抗曲线。

d. 瞬态热阻抗曲线的时间 ( $t$ ) 座标单位通常用s，为提高曲线前半段的精度，可适当牺牲 $t$ 的范围而用ms。

注：在查用瞬态热阻抗曲线时，应特别注意对数尺度的关系。