

TEG 大功率半导体器件主要参数介绍

正向平均电流 $I_{F(AV)}$ (整流管)

通态平均电流 $I_{T(AV)}$ (晶闸管)

是指在规定的管壳温度 T_C 时,流过正弦半波电流的平均值。如无其它说明,TEG 提供的是整流管 $T_C = 100^\circ\text{C}$ 、晶闸管 $T_C = 70^\circ\text{C}$ 时的平均电流值。**TEG 备有各种器件平均电流与壳温关系的活页资料,欢迎索取。**

图 2-1 表示晶闸管、整流管的工作区。

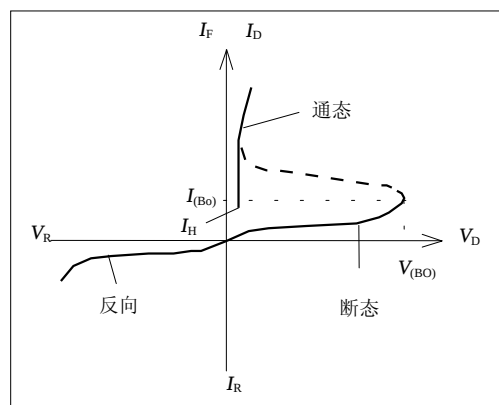


图 2-1 伏安特性

正向方均根电流 $I_{F(RMS)}$ (整流管)

通态方均根电流 $I_{T(RMS)}$ (晶闸管)

是指在规定的管壳温度 T_C 时,流过电流的有效值。这是考虑到器件内部可能出现的电气和机械应力时规定的有效电流最大值,即使安装最有效的散热器,亦不应使 $I_{F(RMS)}/I_{T(RMS)}$ 超过规定值。

浪涌电流 I_{FSM} (整流管)和 I_{TSM} (晶闸管)

样本中给出正弦半波 10ms 不重复浪涌电流值。在确定极限值时,要将许多器件测试到损坏,然后选出一个浪涌电流值,使器件在承受该浪涌试验时还有足够的裕度。试验时采用样本规定的最高允许结温为初始温度,在正向浪涌电流后,紧接着在后半周施加 80% V_{RRM} 。如果保护措施能确保浪涌电流后无反压,则允许浪涌电流超过 15%

图 2-2 是表示浪涌电流、过载电流和重复峰值电流关系的示意图。

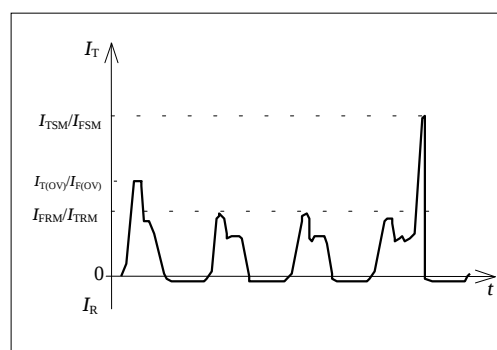


图 2-2 浪涌电流、过载电流和重复峰值电流关系的示意图

熔断器配合 I^2t

样本中给出熔断时间为 10ms 时的 I^2t 数据。TEG 与国内许多熔断器制造厂家保持有密切的联系，能推荐用于保护半导体器件所需的熔断器或熔断器组件。

反向重复峰值电压 V_{RRM}

断态重复峰值电压 V_{DRM} (晶闸管)

是指反向(整流管或晶闸管)和断态(晶闸管)所能承受的最大重复电压。试验时分别在常温和最高允许结温下进行,增加电压使反向或断态(晶闸管) 峰值电流达到样本规定的最大值为止,确定出反向或断态(晶闸管)重复峰值电压。

图 2—3 是按断态和反向峰值电流进行电压分等的示意图。

反向不重复峰值电压 V_{RSM}

断态不重复峰值电压(晶闸管) V_{DSM}

这是指用单脉冲 $t = 5ms$ 测出的参数，TEG 晶闸管及整流管不重复峰值电压与重复峰值电压之间的差值为 100V

图 2—4 是表示不重复峰值电压、重复峰值电压及工作电压之间关系的示意图。

正向峰值电压 V_{FM} (整流管)

通态峰值电压 V_{TM} (晶闸管)

是指通过规定正向峰值电流 I_{FM} (整流管)或通态峰值电流 I_{TM} (晶闸管)时的峰值电压。所有整流管的正向峰值电压或晶闸管的通态峰值电压都是通过试验得出的。如果用户提出要求，我们也可提供门槛电压 V_{T0} 和斜率电阻 r_T 。通过门槛电压 V_{T0} 和斜率电阻 r_T 可以推算出任何电流时的峰值电压降。对一种器件而言，正向或通态峰值

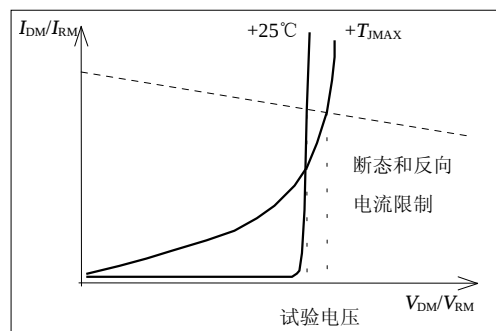


图 2—3 按断态和反向峰值电流进行电压分等的示意图

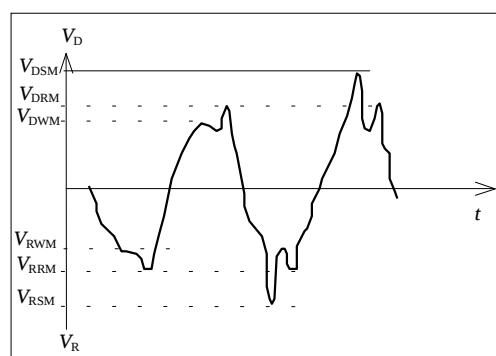


图 2—4 阳-阴电压特性

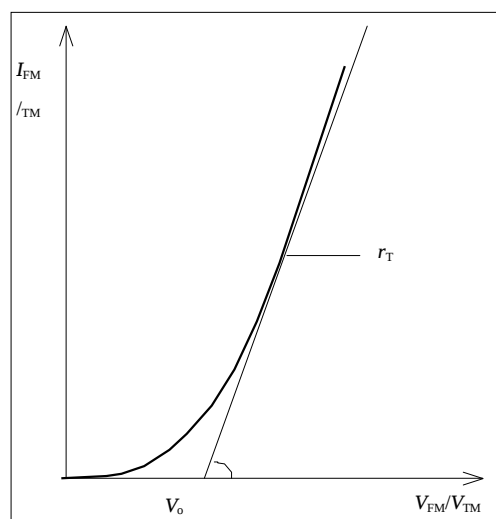


图 5 正向（整）和通态（晶）伏安特性

电压是进行器件电流分等级的重要依据。

图 2—5 是正向（整流管）和通态(晶闸管)伏—安特性。

结壳热阻 R_{jc}

样本中给出双面冷却直流热阻值。试验时通主电流 100 秒后，在主电流断开后几毫秒内通以一个幅值较小的热敏电流，测得热敏电压，并记下管壳台面温度。然后，在恒温的加热夹具上校出该热敏电压所对应的结温。从结温、壳温和加热功率可以计算出结壳热阻 R_{jc} 。

图 2—6 是表明双面冷却热阻分布的示意图。

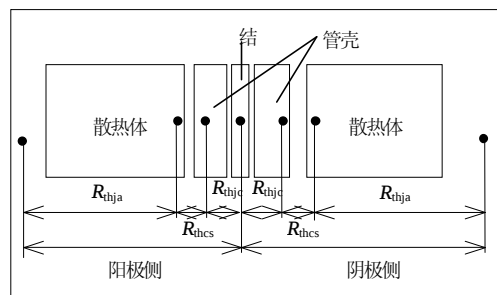


图 2—6 双面冷却热阻分布示意图

关断时间 t_q （晶闸管）

普通晶闸管只给出典型值，快速晶闸管给出严格值。

由于关断时间 t_q 强烈地依赖于测试条件，因此，给用户提供的数据中，通常也包括测试条件：

- Ⅰ 通态峰值电流；
- Ⅰ 通态电流衰减率；
- Ⅰ 重加电压上升率；
- Ⅰ 反向电压；
- Ⅰ 结温等。

图 2—7 是电路换向关断时间、反向恢复电荷测量波形。

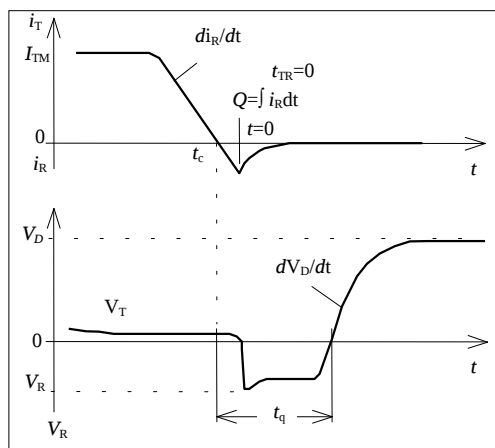


图 2—7 电路换向关断时间、反向恢复电荷测量波形

反向恢复电荷 Q_r

本所的快速整流管附有反向恢复电荷 Q_r 的数据；普通整流管和普通晶闸管的反向恢复电荷数据仅在订货时事先约定后才提供。与关断时间相似，反向恢复电荷数据也与测试条件有密切的关系，因此，在提供反向恢复电荷数据时，通常也附上测试条件。本所备有各种测试条件对反向恢复电荷 Q_r 影响关系的活页资料，欢迎索取。

通态电流临界上升率 dI/dt （晶闸管）

是指从阻断状态转换到导通状态时，晶闸管所能承受的通态电流上升率最大值。试验时所采用的条件为：

- Ⅰ $I_T = 2 \times I_{T(AV)}$;
- Ⅰ $V_D = 0.67 V_{DRM}$;
- Ⅰ $f = 50 \text{ Hz}$;
- Ⅰ $t = 5 \text{ s}$;
- Ⅰ $I_{FGM} = 1.0 \text{ A}$
- Ⅰ $t_R = 0.5 \mu\text{s}$;
- Ⅰ $t_P = 50 \mu\text{s}$.

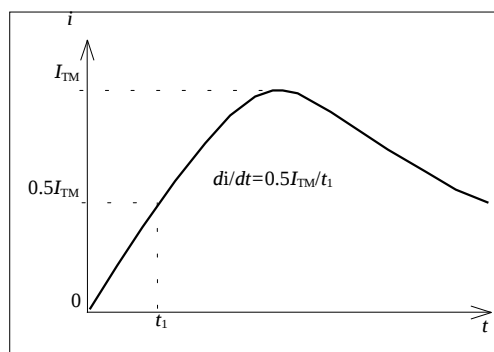


图 2—8 通态电流临界上升率测量示意图

特别强调指出， di/dt 耐量与门极电路条件有密切的关系，使用时请参阅所推荐的门极负载线，并确保门极脉冲前沿的陡度。

图 2—8 是通态电流临界上升率测量示意图。

断态电压临界上升率 dv/dt

样本中所列的 dv/dt 值，是重加电压线性上升到 $V_D=0.67V_{DRM}$ 时的数据。样本所列的数值对大部分用户是足够了。如有更高要求时，应在订货时事先商定。

图 2—9 是断态电压临界上升率测量波形示意图。

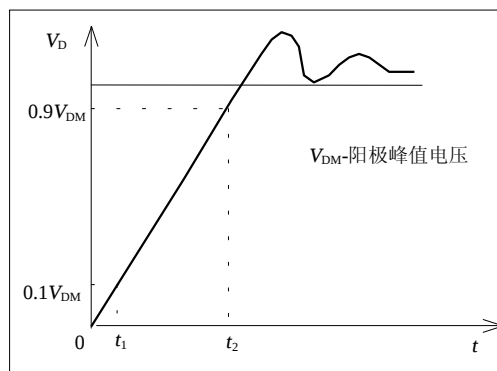


图 2—9 断态电压临界上升率测量波形

并联运行

并联运行的器件应认真加以挑选，使正向峰值电压（整流管）或通态峰值电压（晶闸管）能有良好的匹配。如果用户在订购时没有提出特别的匹配要求，则订购作并联运行的器件将在样本规定的试验电流下允差 250 mV 范围内提供。

串联运行

串联运行的器件也应认真加以挑选。使反向恢复电荷有良好的匹配。如果用户在订购时没有提出特别的匹配要求，则订购作串联运行的器件将在样本规定的试验条件下允差 $200 \mu\text{C}$ 范围内提供。

串并联运行

串并联运行时的选配是既重要又繁琐的工作，我们将与每一位用户商定切实可行的选配方案。

特性曲线

为了将硅机组设计得更加合理、更为经济，建议设计工程师能充分利用本所提供的特性曲线。这些特性曲线已成活页资料，欢迎选用。

下面以 $\text{KP}_A 1400-28$ 晶闸管为例介绍一组特性曲线。

正向伏-安曲线（整流管）

通态伏-安曲线（晶闸管）

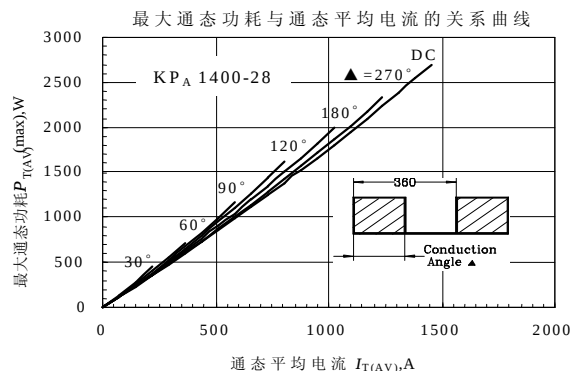
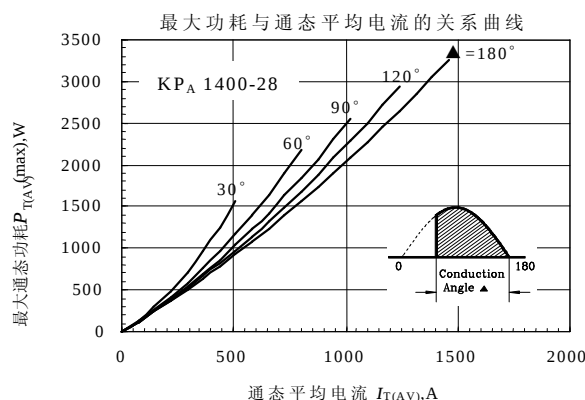
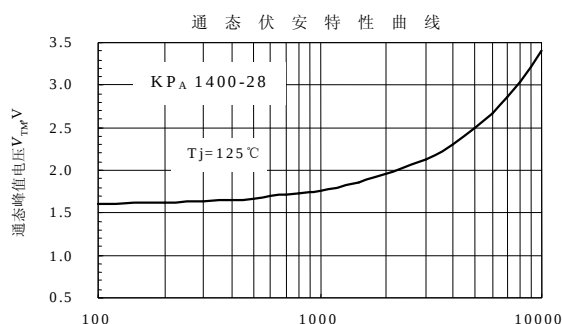
伏-安曲线给出不同峰值电流时的正向峰值电压（整流管）或通态峰值电压（晶闸管）的上限值。利用伏-安曲线可以进行不同电流，包括不同电流工况下的功耗计算。当然，获得功耗数据更方便的途径是直接从功耗曲线中查出。

正向最大平均功耗（整流管）

通态最大平均功耗（晶闸管）

功耗曲线给出了不同平均电流时的正向（整流管）平均功耗和通态（晶闸管）平均功耗的上限值。

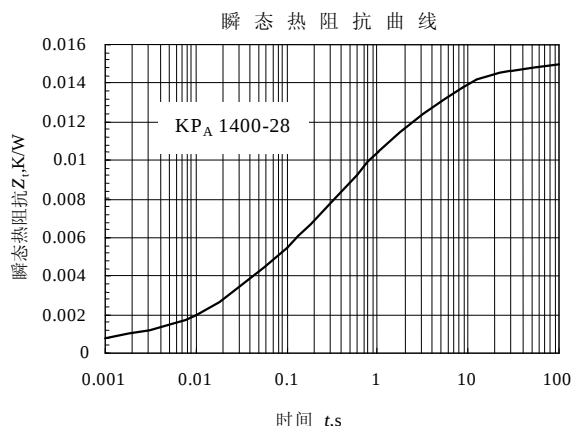
考虑到实际应用中，晶闸管常用作开关，因此功耗



曲线的参变量取导通角；而整流管常用于单相、三相、六相整流，功耗曲线的参变量取单相、三相、六相。

瞬态热阻抗曲线

给出双面冷却直流瞬态热阻抗曲线。如果是用于单面冷却，则可近似地将相应数值 $\times 2.0$ 。



最大许用壳温与平均电流的关系曲线

从最大许用结温、功耗、热阻可以计算出最大许用壳温：

$$T_{cmax} = T_{jmax} - PR_{thJC}$$

其中 T_{cmax} — 最大许用壳温 ($^{\circ}\text{C}$)；

T_{jmax} — 最大许用结温 ($^{\circ}\text{C}$)；

P — 该电流下最大平均功耗 ($^{\circ}\text{C}$)；

R_{thJC} — 结壳热阻 ($^{\circ}\text{C/W}$)；

实际应用时，总是带散热的，也可以通过与上述一样的计算作出最大环境温度与平均电流的关系，只要将上式中的 R_{thJC} 用 R_{thJA} 代替：

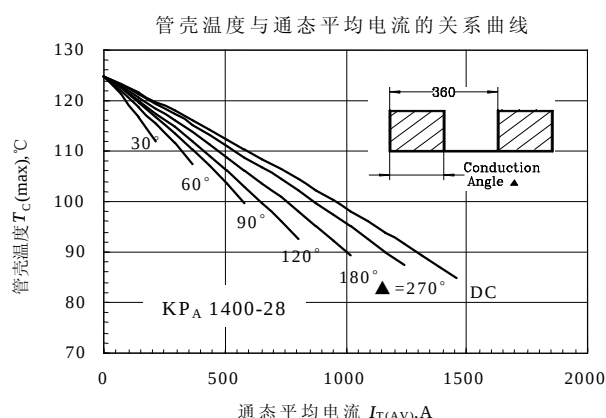
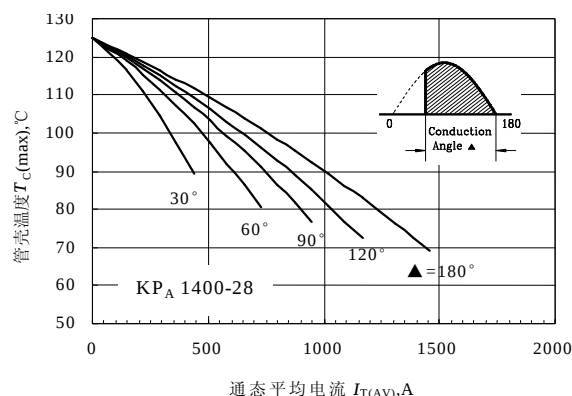
$$R_{thJA} = R_{thJC} + R_{thc-s} + R_{ths-a}$$

式中 R_{thJA} — 结到环境的热阻 ($^{\circ}\text{C}$)；

R_{thJC} — 结壳热阻 ($^{\circ}\text{C}$)；

R_{thc-s} — 壳到散热器热阻 ($^{\circ}\text{C/W}$)；

R_{ths-a} — 散热器到环境热阻 ($^{\circ}\text{C/W}$)。



浪涌电流与周波数的关系

不同周波数 n 所对应的浪涌电流数是不一样的，在器件使用过程中必须根据一定的应用条件来确定器件所能承受的浪涌电流数和周波数。

浪涌电流与脉冲时间的关系

不同脉冲时间 t 所对应的浪涌电流也是不一样的, 浪涌脉冲越宽, 器件所能承受的浪涌电流越小上式中 I_{TSM} (t) 为脉冲时间 t 所对应的浪涌电流值, $I_{TSM}(10)$ 为 10ms 的波涌电流值, t 为脉冲时间。

I^2t 曲线

不同时间 t 所对应的 I^2t 也可通过下式计算得出:

$$I^2t(t) = I^2t(10) \times t/10$$

上式式中 $I^2t(10)$ 为 10ms 正弦半波 I^2t 值, t 为正弦宽度。

由于浪涌电流与周波数的关系、浪涌电流与脉冲时间的关系、 I^2t 曲线等都有很清楚的函数关系, 因此, 有时我们不一定提供这三条曲线。

门极触发特性曲线

从所提供的门极触发特性曲线中, 装置设计工程师对门极回路的设计要求已一目了然。这里要强调指出:

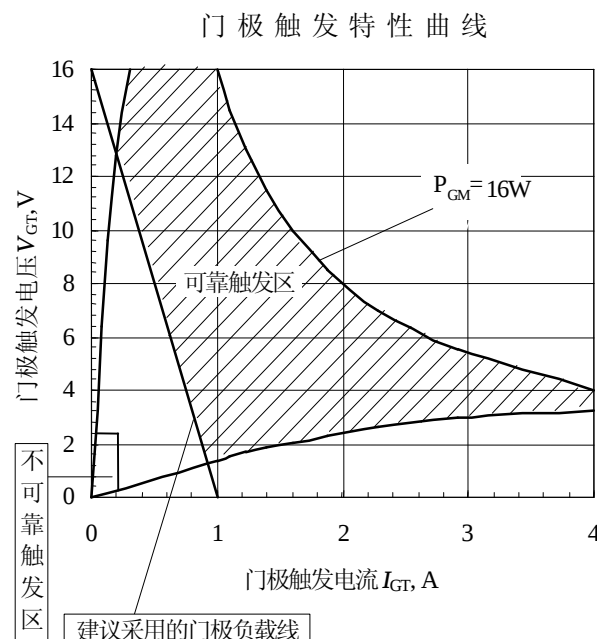
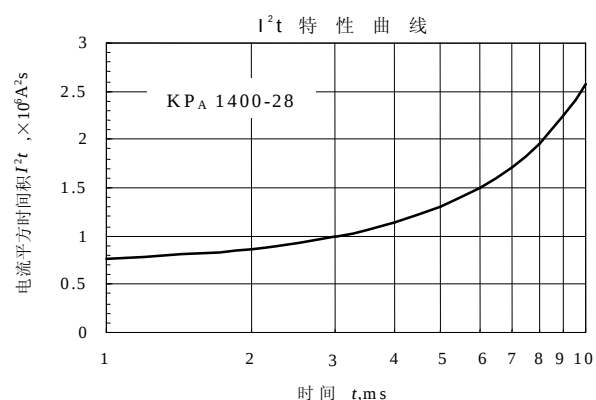
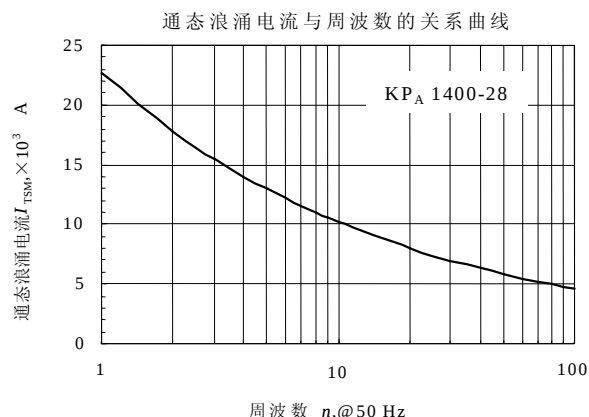
门极串联回路的阻抗应保证:

- $I_G \geq 2 \times I_{GT}$ (I_{GT} 为样本提供的上限值)
- 门极电流上升率 $\leq 1\mu s$;
- 门极脉冲宽度 $\geq 10\mu s$;
- 门极源电压 $\geq 20V$ 。

当门极电流值低于 $2 \times I_{GT}$ 时, 会引起晶闸管开通延迟时间的增长, 会影响到电路同步触发; 但是, 过分的门极电流值 (例如 $> 5A$) 对器件的运行也是不利的, 过分的门极电流所产生的附加热量会损害放大门极结构。

门极电流上升率超过 $1\mu s$ 时, 也会增加延迟时间, 效果就等于降低了门极触发电流。

门极电流的脉冲时间应长到足以使晶闸管擎住, 如



果脉冲时间过短，则晶闸管又会试图回到阻断状态。在许多应用中，这种运行状态将导致在门极附近的阴极区由于转折电压开通而损坏。

门极触发电源电压低于 20V 时，可能会导致器件高 di/dt 损坏特别是当晶闸管的阻断电压很高时，在开通过程中门-阴间横向电阻所产生的电压可能会超过门极电压，严重时，甚至会使门极电流倒流。这种负的门极电流会引起开通损耗增加或器件因 di/dt 损坏。

