

## 2.2.3 特性曲线图

在这一节里,我们将按照参数表的顺序,介绍在 MOSFET 模块参数表中所包含的特线曲线的一些要点。如果其中某些图在另外的章节中会被更详细地涉及,则我们在此节中将只给出一个索引。

### MOSFET 模块的最大允许耗散功率 $P_D$ 与壳温 $T_{case}$ 的关系

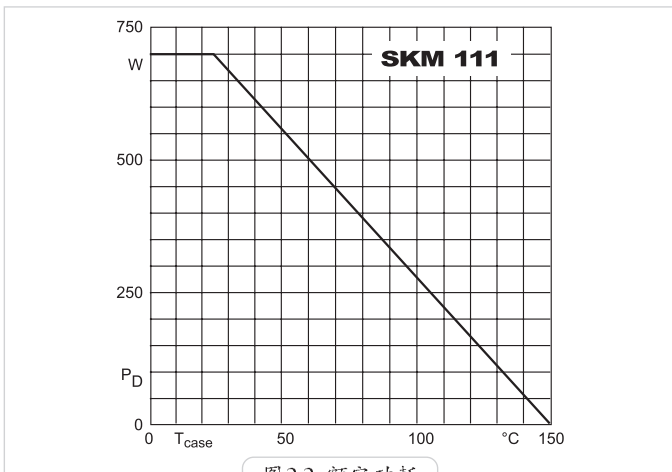


图2.2 额定功耗

以  $T_{case} = 25^{\circ}\text{C}$  时所给定的临界值为起点,该曲线描述了 MOSFET 的最大允许功耗

$$P_{D(25^{\circ}\text{C})} = (T_{jmax} - 25^{\circ}\text{C})/R_{thjc}$$

随壳温的增加而降额的关系。

### 脉冲工作状态下的最大安全工作区域 (SOA)

如 1.2.3 节所提到的, 在硬开关工作状态下, MOSFET 需要提供一个准正方形的安全工作区域。

SOA (安全工作区域) 的曲线描述了各种临界的、不导致模块损坏的运行状态。

SOA 的边界曲线为:

1. 最大允许的漏极电流 (水平边界);
2. 最大允许的漏源电压 (垂直边界);
3. 最大允许功耗或最高允许的芯片温度 (图 2.3 中的虚对角线);
4. 开通电阻 (实对角线)。

针对不同的脉冲宽度, 图 2.3 以双对数图的形式显示了 MOSFET 在开关和通态工作状态下的安全工作图  $I_D = f(V_{DS})$ 。

这里必须指出的是, 图中的临界值只适用于单脉冲和壳温  $T_c = 25^\circ\text{C}$  时。在这一单脉冲的作用下, MOSFET 的芯片温度将不会超过最高允许值  $T_j = 150^\circ\text{C}$ 。

安全工作区域图中最下面的一条对角线代表了最大允许的静态功耗  $P_{tot}$ 。尽管如此, MOSFET 模块只允许在开关期间经过线性放大区。因为由芯片之间的制造偏差而引起的不对称和开启电压的负温度系数可能会引起系统发热的失衡, 所以不允许长时间运行在放大区域。

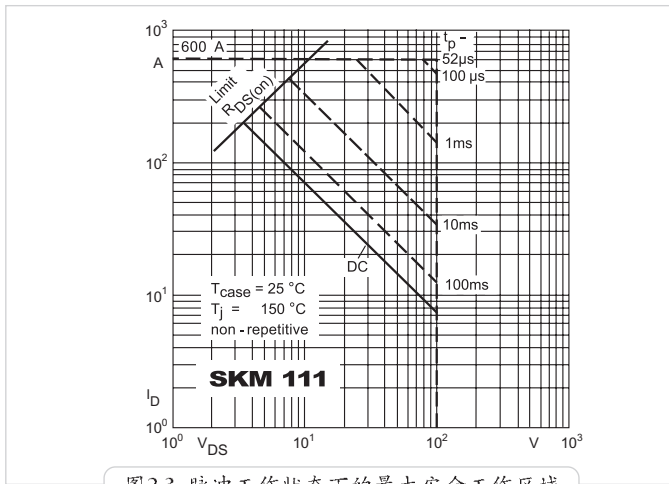


图 2.3 脉冲工作状态下的最大安全工作区域

### 正向输出特性 $I_D = f(V_{DS})$

以  $V_{GS}$  为参数, 图 2.4 显示了 MOSFET 的输出特性曲线 (典型值), 参阅 1.2.2.1 节。

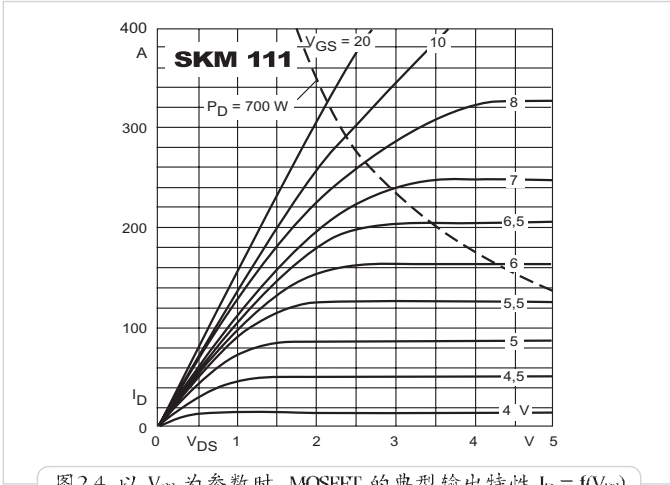


图2.4 以  $V_{GS}$  为参数时, MOSFET 的典型输出特性  $I_D = f(V_{DS})$

**转移特性  $I_D = f(V_{GS})$**

转移特性 (图2.5) 描述了MOSFET 在主动区域 (线性工作区域) 内, 且  $V_{DS} = 25V$  时的特性。此时, 漏极电流通过

$$I_D = g_{fs} * (V_{GS} - V_{GS(th)})$$

与栅源电压相耦合。

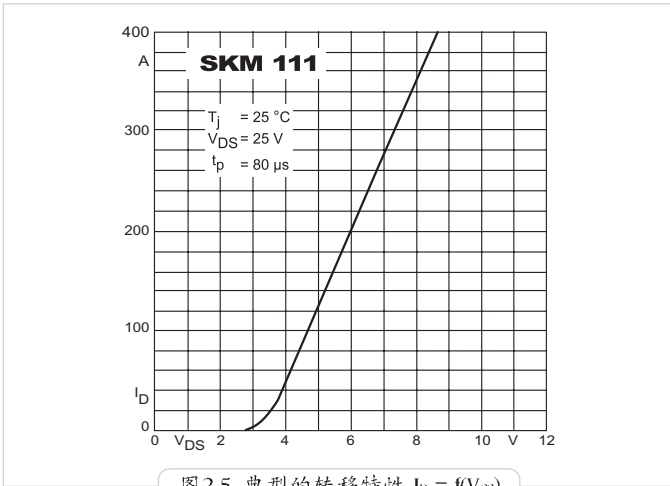


图2.5 典型的转移特性  $I_D = f(V_{GS})$

**通态电阻与芯片温度的关系**

见 2.6 节

### 漏极电流的降额与壳温的关系

见 2.6 节

### 漏源击穿电压与温度的关系

如图 2.6 所示, MOSFET 的漏源击穿电压  $V_{(BR)DSS}$  随温度的增加而线性增长。由于在参数表中给出的临界值为  $T_j = 25^\circ\text{C}$  时的值, 所以在芯片温度低于  $25^\circ\text{C}$  时 MOSFET 必须降额使用。

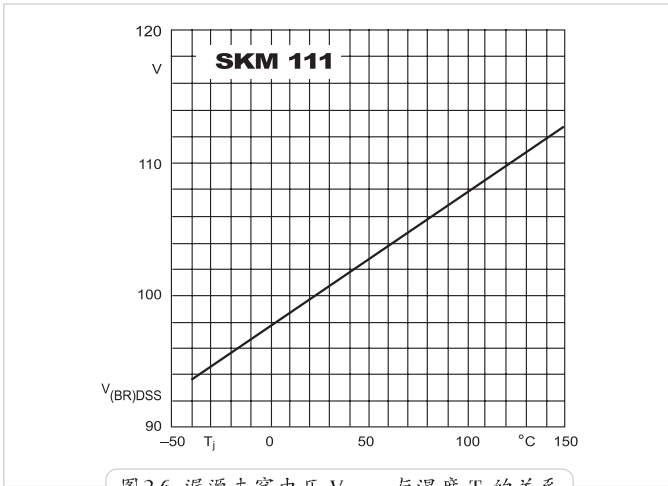


图 2.6 漏源击穿电压  $V_{(BR)DSS}$  与温度  $T_j$  的关系

### 漏源电压的降额与漏极电流换流速率的关系

见 3.3.1 节

### 寄生电容与漏源电压的关系

见 1.2.3 节

### 栅极电荷的特性曲线

见 1.2.3 节

### 反向二极管的通态特性曲线

见 1.2.1 节

### 通态电阻与漏极电流的关系

图 2.7 显示了一个完全打开了的 MOSFET 的通态电阻  $R_{DS(on)}$  与漏极电流  $I_D$  以及栅源电压  $V_{GS}$  的关系。

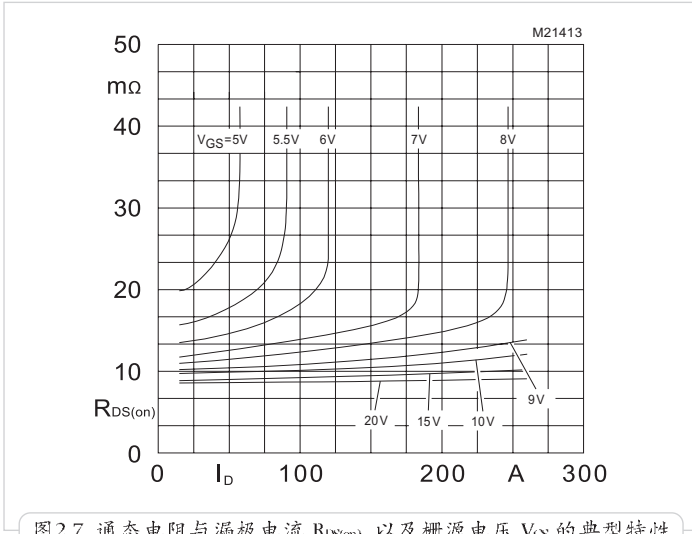


图2.7 通态电阻与漏极电流  $R_{DS(on)}$  以及栅源电压  $V_{GS}$  的典型特性

通态电阻随栅源电压的增加而降低。另外，在整条曲线上需要注意  $R_{DS(on)}$  随漏极电流的增加而略有增加。

### 栅源开启电压与温度的关系

图 2.8 包含了 MOSFET 的栅源开启电压  $V_{GS(th)}$  与芯片温度  $T_j$  之间的三条曲线，分别为典型值及其上下边界曲线。

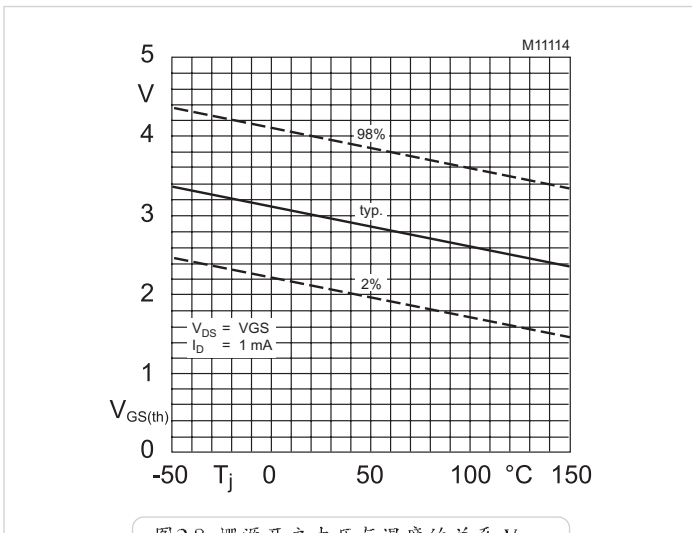


图2.8 栅源开启电压与温度的关系  $V_{GS(th)}$

当  $T_j$  增加时,  $V_{GS(th)}$  线性下降。在温度为 -50 度到 +150 度范围内, 开启电压的温度系数约为 -10 mV/K。

### **MOSFET 和反向二极管的动态热抗**

见 3.2 节