

## 3 应用指南

### 3.1 MOSFET、IGBT 和 SKiiPPACK 模块的设计与选型

对于一个具体的应用来说,在选择功率模块时需要考虑其在任何静态和短时(过载)的运行状况下:

1. 电压的承受力;
2. 在实际可能的冷却条件下,电流的承受力以及相应的开关频率;
3. 允许的安全工作区域(SOA)。

无论在静态或动态运行过程中,参数表中所给出的最大定额,如截止电压(例外:可以安全锁定的 MOSFET)、峰值电流、结温或允许的安全工作区域(见 2.7 章)均不得被超过。同理也适用于模块封装的最大定额(例如,绝缘电压、允许振动、气候条件、安装规定等)。

模块在运行时会产生一定的温度变化。为了保证模块的可靠性和寿命,在设计时必须考虑其由负载大小而决定的温度循环次数(见 1.4.2.4 节和 3.2.3 节)。

另外,一个严谨的设计应当给半导体所允许的最大热负荷  $T_{j(max)}$ (例如,  $150^{\circ}\text{C}$ ) 留有一定的安全余地,以便应付一些理论上无法预计到的运行状况。而且,在这些状况出现后,半导体的静态和动态参数应该仍然能够安全地回归到半导体制造商所保证的在正常运行温度 ( $125^{\circ}\text{C}$ ) 下所测定的数值。

正如在 2.6 章中所指出的,功率模块的许多重要参数都随温度的上升而变得恶劣起来。因此,最高运行温度的确定需得到特别的注意。

#### 3.1.1 正向截止电压

因为大多数功率模块工作在由交流电网通过单相或三相整流而获得的直流母线电压下,所以通用 IGBT 模块的截止电压 (600V、1200V、1700V) 对应了常用电网的电压等级。这一点也同样适用于高截止电压的 MOSFET 模块。

因此,选型的第一步是根据电网电压  $V_N$  (如果是可控整流桥,则控制角为  $0^{\circ}$ ) 或理想空载直流电压  $V_{di}$  来大致选择耐压:

$V_N$ (V)	整流电路	$V_{di}$ (V)	$V_{DSS}$ 或 $V_{CES}$ (V)
24	B2	22	50
48	B2	44	100
125	B2	110	200
200 - 246	B2	180 - 221	500、600
400 - 460	B6	540 - 621	1200
575 - 690	B6	777 - 932	1700
...1000...	B6	1500	3300

然后,再来检查在出现最大电压的情况下模块最大允许电压是否被超过,即

1. 静态的输入电压为最大值(电网的额定电压加上波动幅度,例如 15%);
2. 电网的动态过电压,如果这一过电压没有被电网的滤波器、直流母线电容或直流电压端的吸收回路(过压抑制二极管、吸收电路)所吸收的话;
3. 关断过电压  $V_d + \Delta V$ , 其中  $\Delta V = L\sigma * I_{max}/t_f$

以上  $L\sigma$  为换流回路的寄生电感,见 1.4.2.5 节和 3.4.2 节,  $I_{max}$  为最大可能的集电极或漏极关断电流(通常出现在主动关断短路电流时,见 3.6 章),  $t_f$  为集电极或漏极电流的下降时间。

这里必须指出的是,参数表中所给出的有关  $V_{DSS}$  或  $V_{CES}$  的最大定额只涉及到晶体管芯片两端的耐压,并不包含模块端子的动态电压。在参数表中给出的模块内部寄生电感  $L_{CE}$ (例如, 20-30nH)也是  $L\sigma$  的一部分,在关断时,芯片的电压比在模块端子之间所能测得的电压还要高出  $L_{CE} * I/t_f$ 。

在 SEMITRANS 的参数表中,这一特征可以用一条曲线来表示。图 3.1 表示了一个 MOSFET 漏源两端直流电压的降额与漏极电流下降速率  $di_D/dt \approx I_D/t_f$  的关系。

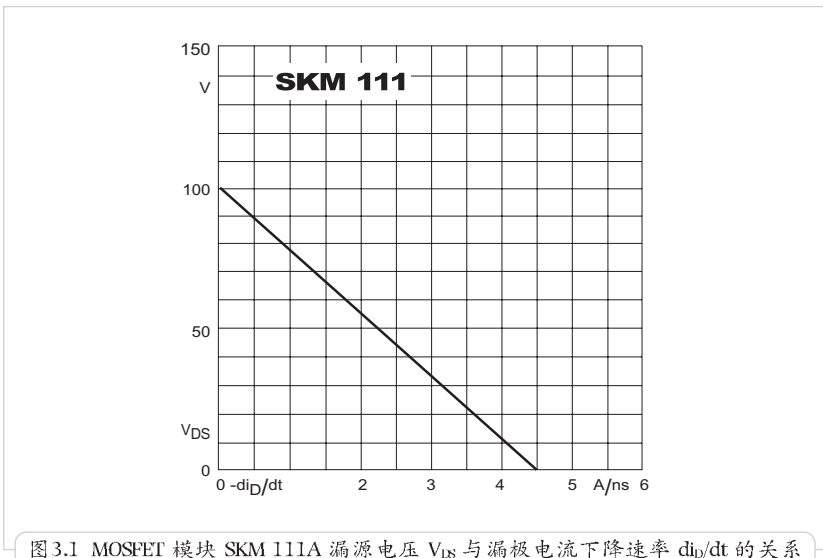


图 3.1 MOSFET 模块 SKM 111A 漏源电压  $V_{DS}$  与漏极电流下降速率  $di_D/dt$  的关系