

在关断过程中出现的拖尾电流 I_t 的大小随温度的增加而增加。当温度从 25°C 上升到 125°C 时, NPT 型 IGBT (图 2.25a) 的拖尾电流上升大约一倍, 而 PT 型 IGBT (图 2.25b) 则几乎会上升大约三倍。因此, NPT 型的 IGBT 在温度较高时具有明显较低的开关损耗。

2.7 可靠性

可靠性, 即在一个确定的时期内保持器件所保证的性能的能力, 是功率模块最重要的质量参数之一。

一方面, 功率模块的电气或传热参数通常会被尽量地充分利用; 另一方面, 如果发生比预期还要早的失效, 则会导致危险、直接和间接的损失、还有高额的费用。

由于模块的生产批量较小, 而在很多情况下对模块的寿命要求又极高 (10—30 年), 加之对测试的要求也相当复杂, 使得关于可靠性的预测很难被作出。但它可通过:

1. 严格控制制造过程中的所有影响因素 (工艺的可靠性);
2. 采用尽可能接近于实际使用的可靠性实验, 用于发现典型的失效机制;
3. 在系统中测试元件, 跟随其主要参数 [231] 来控制。

下面将举例说明几个功率模块的可靠性试验, 但不准备涉及到范围更为广阔的 EN ISO9001 质量保证体系。基于该体系的引入, SEMIKRON 得以对所有的功率模块承诺为期两年的全面质量保证期。

下列的标准测试被用于 MOSFET 和 IGBT 模块的出厂试验以及产品质量的复审。针对具体的产品,可能还会有其它的、补充性的可靠性测试:

标准	标准	测试条件
高温漏电流试验 (HTRB)	DIN 41749、IEC 147-4	1000 小时、 V_{DSmax} 、 V_{CEEmax} 、 T_{jmax}
高温栅极应力试验	DIN 45930、CECC 50000-4: 5.2	1000 小时、 V_{DSmax} 、 V_{CEEmax} 、 T_{jmax}
高温储藏	DIN 45930、CECC 50000-4: 4.3	1000 小时、 T_{stgmax}
低温储藏		1000 小时、 T_{stgmin}
湿热漏电流试验	DIN 45930、CECC 50000-4: 4.3	1000 小时、85°C、相对湿度 85%。 V_{CE} 、 $V_{DS} = 0.8 V_{CEEmax}$ 、 V_{DSmax} ; $\leq 80 V$
温度循环试验	DIN IEC 68-2-14-Test Na	100 次温度循环、 T_{stgmax}/T_{stgmin}
负载循环试验	DIN 41794、IEC 147-4	20000 次负载循环、 $\Delta T_j = 100 K$
焊接温度试验	DIN IEC 68-2-20: Test Tb	$260 \pm 5^\circ C$ 、 $10 \pm 1 s$
可焊性	DIN IEC 68-2-20: Test Ta	$235 \pm 5^\circ C$ 、老化等级 3
振动、加速	根据 DIN IEC 68-2-6: Test Fc	5g

根据 MIL-STD-19500 标准,适用于下列的失效准则:

栅源或栅极-发射极漏电流 I_{GSS} 、 I_{GES} : $> \pm 20 nA$ 或 $>$ 初始值的 100%
栅极电压为零时的漏极电流或

集电极漏电流 I_{DSS} 、 I_{CES} : $> \pm 100 \mu A$ 或 $>$ 初始值的 100%
(最多为极限值的两倍)

通态电阻或通态压降 $R_{DS(on)}$ 、 V_{CEsat} : $>$ 初始值的 120%

开启电压的最大变化 $V_{GS(th)}$ 、 $V_{GE(th)}$: $>$ 初始值的 $\pm 120\%$

芯片热阻 R_{thjc} : $>$ 初始值的 120%

绝缘测试电压 V_{isol} : $<$ 给定的极限值

图 2.26 举例显示了用于温度循环试验的测量线路和测量方法。图 2.27 则是负载循环试验。

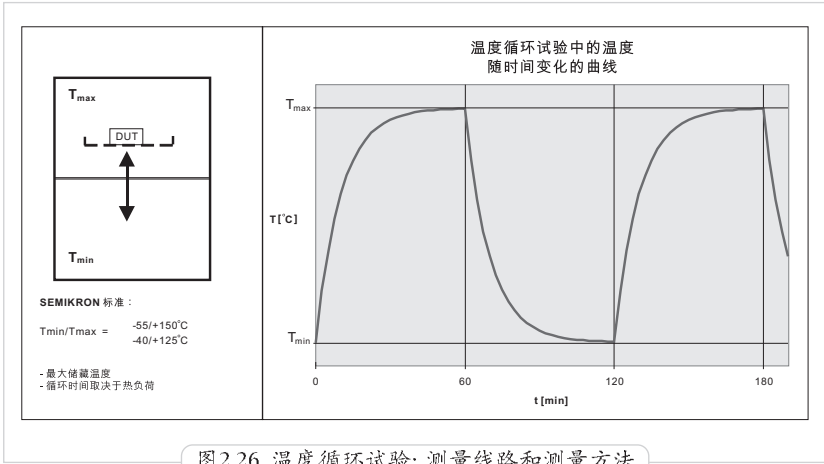


图2.26 温度循环试验: 测量线路和测量方法

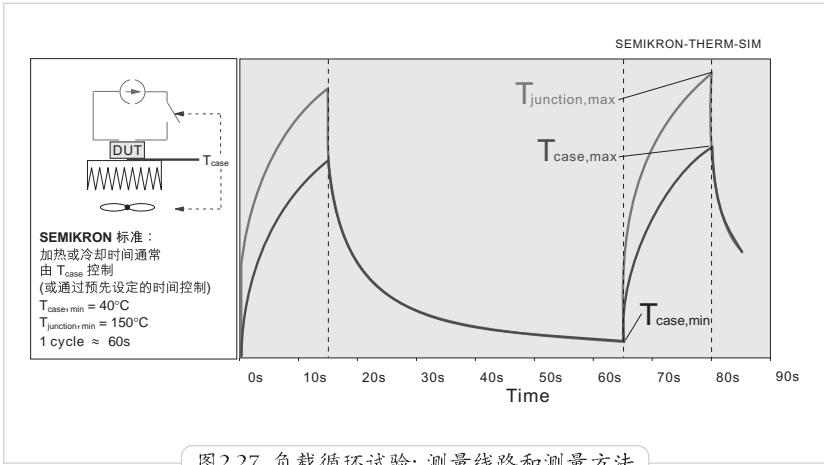


图2.27 负载循环试验: 测量线路和测量方法

通过温度和负载循环试验可以检验功率模块与可靠性有关的主要性能，请参阅 1.4.2.4 节。因此，该试验对于模块的合格鉴定具有决定性的意义。