

#### 1.3.1.4 对续流二极管在整流和逆变运行中的要求

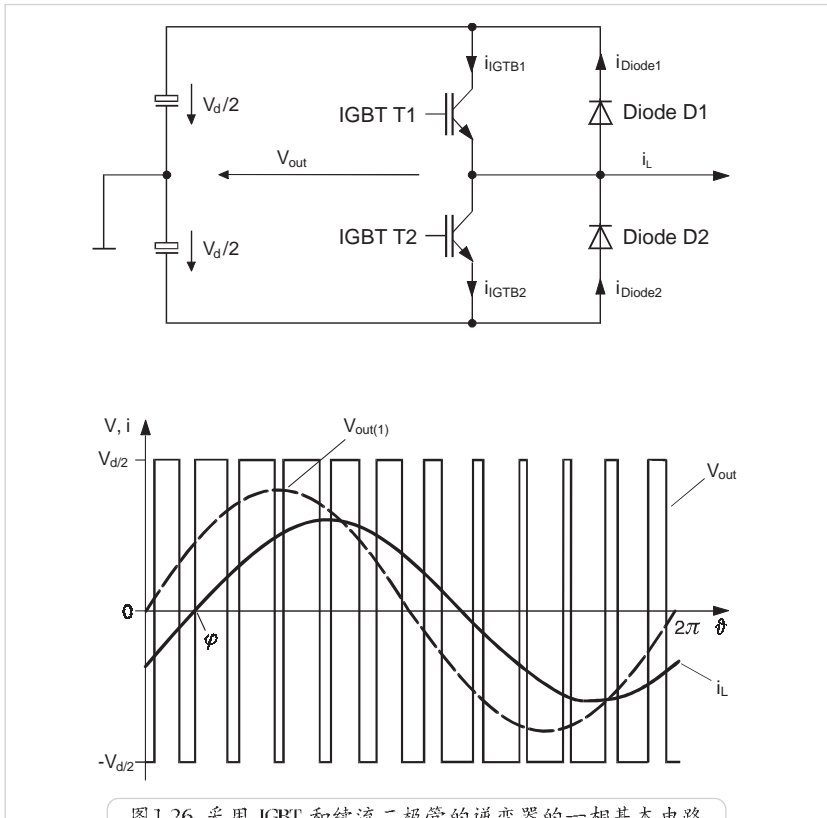
在 IGBT 或 MOSFET 变流器中，对续流二极管的要求取决于它是工作在整流还是逆变运行的状态下。即使在传递功率为相同的情况下，两种工作状态下的损耗也不尽相同。

逆变运行的特征总体来说是能量由直流电压母线端流向交流端。也就是说，交流端和一个用户相连接并给其供电（例如，三相交流电机）。

而在整流运行状态下，平均的能量由交流端流向直流电压母线端。在这种情况下，变流器是作为一个斩波整流器工作在电网端或发电机端。

在传递功率相等的条件下，功率半导体内不同的损耗主要由在整流和逆变运行期间交流端电压和电流基波之间的相位所决定。

这一点可以用图 1.26 所示的基本电路来做进一步的说明。



我们可以看到：

1. 如果  $v_{out}$  为正和  $i_L > 0$ ： 电流通过 IGBT1；
2. 如果  $v_{out}$  为负和  $i_L > 0$ ： 电流通过续流二极管2；
3. 如果  $v_{out}$  为正和  $i_L < 0$ ： 电流通过续流二极管1；
4. 如果  $v_{out}$  为负和  $i_L < 0$ ： 电流通过 IGBT2。

所以在给定了电流的有效值的情况下，IGBT 和续流二极管中出现的导通损耗由电压和电流基波之间的功率因素以及变流器的调制度  $m$  (决定了占空比) 所决定。

在逆变运行时存在着  $0 \leq m \cdot \cos \varphi \leq 1$ 。如果  $m \cdot \cos \varphi = 1$ ，则功率半导体的损耗达到了其极限情况。在该条件下，导通损耗以及 IGBT 的总损耗都达到最大值，二极管的损耗则达到最小值。

在整流运行时存在着  $0 \geq m \cdot \cos \varphi \geq -1$ 。在  $m \cdot \cos \varphi = -1$  时，功率半导体的损耗达到了其极限情况。在该条件下，导通损耗以及 IGBT 的总损耗都达到最小值，二极管的损耗则达到最大值。

将此理论应用于图 1.26，则该情况刚好出现在斩波整流器仅仅从电网吸收纯有功功率时（就电流基波而言）。此时，电网的星形中点应该与直流母线电压的中点相连。

图1.27 举例绘出了上述关系。

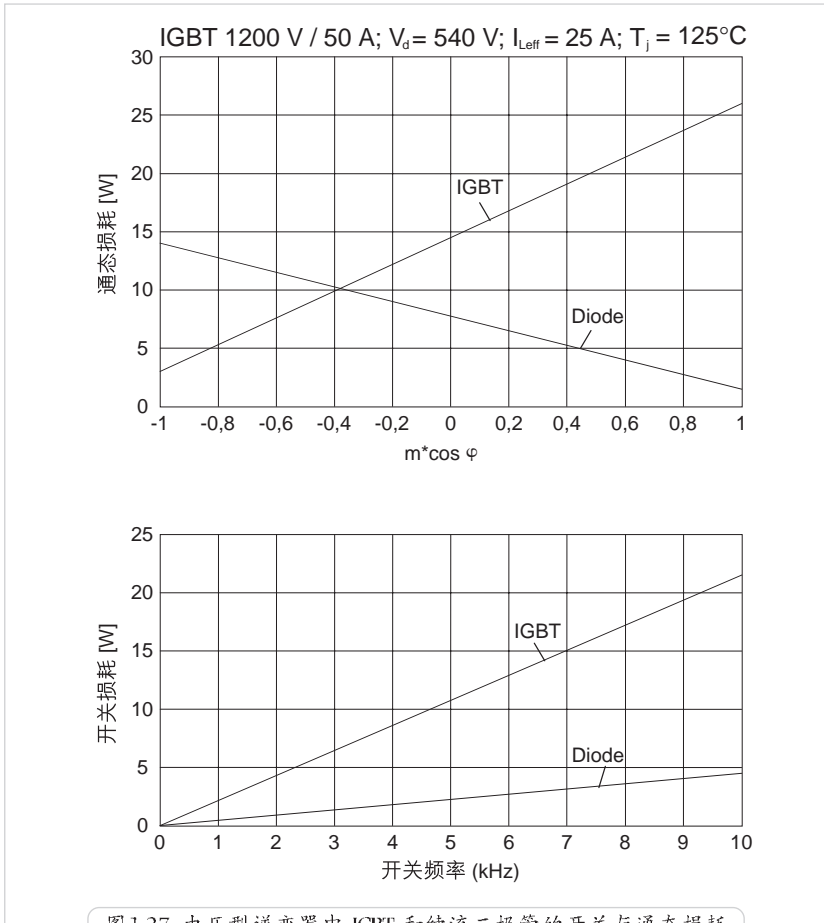


图1.27 电压型逆变器中 IGBT 和续流二极管的开关与通态损耗

在给定直流母线电压和交流电流有效值的情况下，器件的开关损耗只与开关频率有关，两者之间呈线性关系（图 1.27）。

市场上大量的带有续流二极管的 IGBT 和 MOSFET 模块就其在额定电流下可散发的损耗而言，是为逆变工作状态而设计的（例如  $\cos \varphi = 0.6-1$ ）。由于在此工作状态下二极管的通态损耗以及总损耗远比 IGBT 要低，所以二极管损耗的设计值也远低于 IGBT（IGBT/二极管损耗设计比约为 2-3:1）。

因此，在设计斩波整流器时，若其功率和相应的斩波逆变器相等，则建议使用电流等级高一档的功率模块。

### 举例

假设传动系统为：电网 (400V/50Hz) —— 斩波整流器 ( $f_s = 10 - 12\text{kHz}$ ) —— 直流母线 —— 斩波逆变器 ( $f_s = 10 - 12\text{kHz}$ ) —— 三相交流电机 (400V/50Hz/22kW)，则

1. 斩波整流器采用标准 IGBT 半桥模块  $\geq 1200 \text{ V}/100 \text{ A}$  ( $T_c = 80^\circ\text{C}$ )；
2. 斩波逆变器采用标准 IGBT 半桥模块  $\geq 1200 \text{ V}/75 \text{ A}$  ( $T_c = 80^\circ\text{C}$ )。

如果功率模块本身就带有加强的二极管，则此区分便无必要。