

在与二极管换流的 IGBT 驱动参数一定的情况下, 关断损耗和下列因素有关:

1. 负载电流;
2. 直流母线电压;
3. 结温;
4. 开关频率。

二极管总功耗: $P_{\text{tot}/D} = P_{\text{fw}/D} + P_{\text{off}/D}$

带有 n 个 IGBT 和 m 个二极管的混合功率模块

模块总功耗: $P_{\text{tot}/M} = (n * P_{\text{tot}/T}) + (m * P_{\text{tot}/D})$

3.2.1.2 降压斩波器的功耗

图 3.4 显示了一个降压斩波器的电路图及其带阻感负载时的特性曲线。

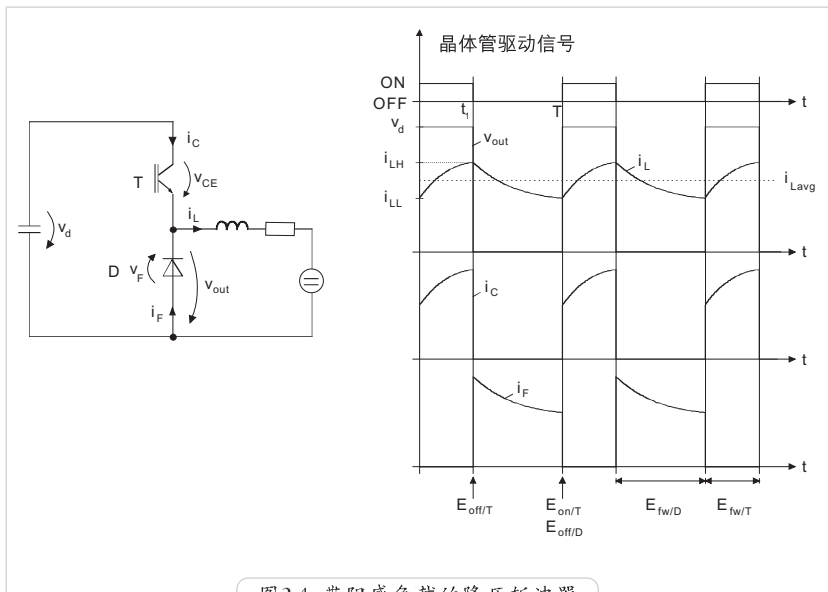


图 3.4 带阻感负载的降压斩波器

在电路进入稳态后,工作点的功耗可以计算如下:

IGBT

$$\text{开通损耗: } P_{\text{on/T}} = f_s * E_{\text{on/T}}(V_d, i_{\text{LL}}, T_{\text{j/T}})$$

$$\text{关断损耗: } P_{\text{off/T}} = f_s * E_{\text{off/T}}(V_d, i_{\text{LH}}, T_{\text{j/T}})$$

$$\text{通态损耗: } P_{\text{fw/T}} = \frac{1}{T} \int_0^{t_1} i_{\text{C}}(t) \cdot V_{\text{CE}}(t) dt$$

当忽略负载电流的波动时:

$$\begin{aligned} P_{\text{fw/T}} &= i_{\text{Lavg}} * V_{\text{CEsat}}(i_{\text{Lavg}}, T_{\text{j/T}}) * (t_1/T) \\ &= i_{\text{Lavg}} * V_{\text{CEsat}}(i_{\text{Lavg}}, T_{\text{j/T}}) * D_{\text{T}} \end{aligned}$$

其中 D_{T} 为晶体管的占空比, i_{Lavg} 为负载电流的平均值。

续流二极管:

$$\text{关断损耗: } P_{\text{off/D}} = f_s * E_{\text{off/D}}(V_d, i_{\text{LL}}, T_{\text{j/D}})$$

$$\text{通态损耗: } P_{\text{fw/T}} = \frac{1}{T} \int_{t_1}^T v_{\text{F}}(t) \cdot i_{\text{F}}(t) dt$$

当忽略负载电流的波动时:

$$\begin{aligned} P_{\text{fw/D}} &= i_{\text{Lavg}} * V_{\text{F}}(i_{\text{Lavg}}, T_{\text{j/D}}) * (1-D_{\text{T}}) \\ &= i_{\text{Lavg}} * V_{\text{F}}(i_{\text{Lavg}}, T_{\text{j/D}}) * (D_{\text{D}}) \end{aligned}$$

其中 D_{D} 为二极管的占空比。

在以上计算 IGBT 和二极管通态损耗的公式中,假定了占空比为理想值(即忽略不计开关时间占总周期的比例)。

在 IGBT 和二极管的参数表中给出了开通能耗、关断能耗以及通态压降的测量数值(见第二篇)。

3.2.1.3 具有正弦电流波型的脉冲电压逆变器或整流器的功耗

基本电路:图3.5显示了一个正弦脉宽调制的逆变器一相电路的理想特性曲线。