

一个容性的换流过程则始于开关  $S_1$  的主动关断。

在硬开关过程中 ( $C_K = C_{Kmin}$ )，并联于换流电容的对地有效阻抗与开关  $S_1$  的半导体参数一起决定了不对称电流的大小。电流换流过程出现于电压换流过程之后，对称的干扰电流由开关  $S_1$  的关断特性以及开关  $S_2$  的导通特性所决定。

通过增大  $C_K$  可使得关断过程变软 (零电压开关，见 3.8 章)。

关断过程由电流的换流过程开始，其  $di/dt$  由开关  $S_1$  所决定，此时的电压较低。延缓了的  $dv/dt$  可以降低电压换流过程中的非对称电流。接下来，开关  $S_2$  被动打开并决定了电流换流过程的  $di/dt$ 。如果引入零电压开关模式，则该软开关将降低非对称的干扰电流，但对对称的干扰电流则无明显的作用。而电容  $C_K$  的增加会扩大其在容性分流器中的分流比例，从而降低了网络 1 的对称干扰电流。所以，在 ZVS 模式下，采用相位控制的软开关变流线路可以降低非对称的干扰电流，而在 ZCS 模式下则降低对称的干扰电流。但在采用辅助的换流回路且交替使用 ZVS 和 ZCS 的软开关变流线路中，同硬开关线路相比较，干扰电流并没有明显的降低。

### 3.4.2.3 传播途径

在测量无线电干扰电压时，采用有选择的测量方法来测量变流器的电网结点对大地的电压波动。标准的测量过程是借助于一个电网阻抗稳定网络来测量对于参考地的电压波动。在研究电磁干扰频率范围内的对称与非对称干扰电流时，所有低频范围内的简单开关元件都可以通过附加的电感、电阻和电容来补充，以增强其对频率的敏感度。

图 3.26 举例显示了一个简单的降压斩波器，在这里电网阻抗稳定网络 (LISN) 替代了图 3.25 中的网络 1，而负载则替代了网络 2。

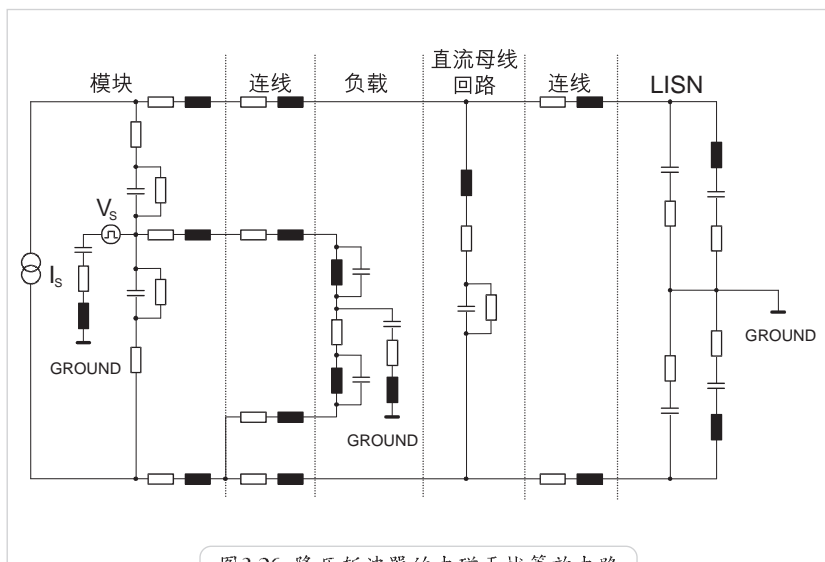


图 3.26 降压斩波器的电磁干扰等效电路

模块则构成了两个开关  $S_1$  和  $S_2$  及其换流电感和电容的等效电路。前述的干扰电流在这里被简化为一个电流源，代表对称的干扰电流，以及一个电压源，代表非对称的干扰电流。在两个等效电源中，由测量而得到的半导体特性可以用时间函数来表示（图 3.27）。

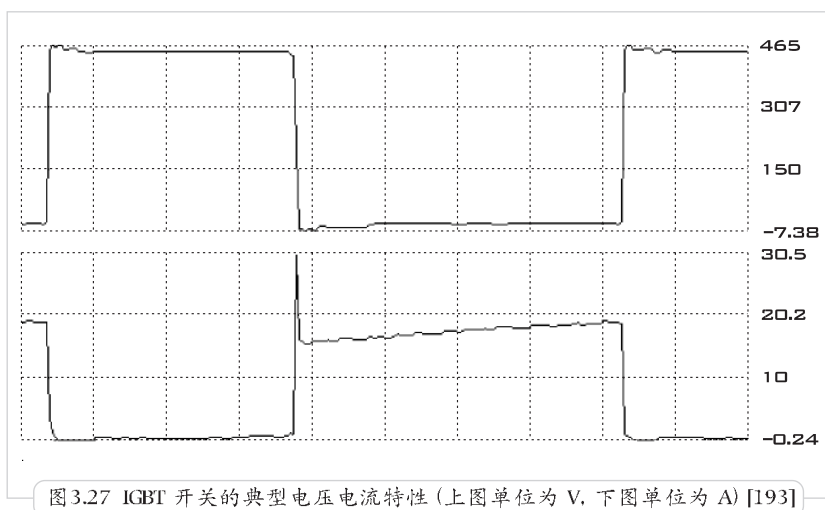
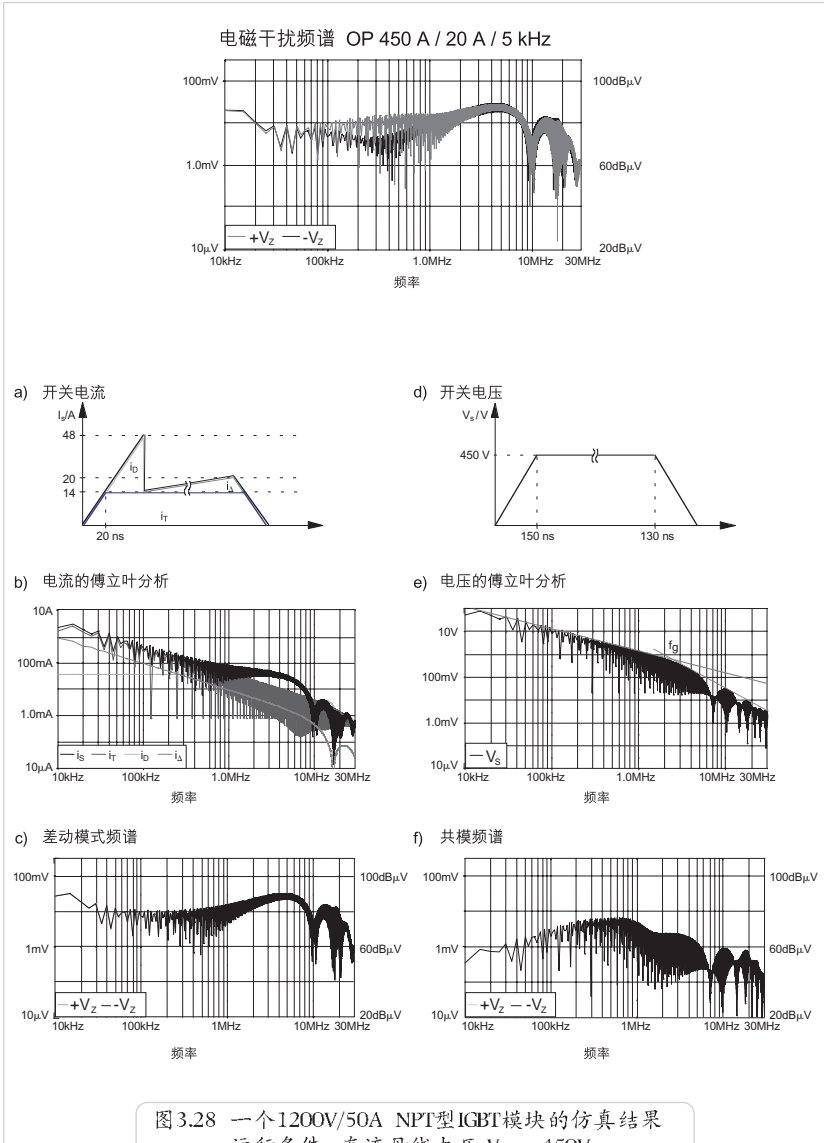


图 3.27 IGBT 开关的典型电压电流特性（上图单位为 V，下图单位为 A）[193]

图 3.28 举例显示了源自 [193] 的仿真结果，其电路模型见图 3.26。所得到的结果与实测值极其接近。



在 [299] 中还研究了其它的、通过能量和信息传输线的传播途径的影响。