

另一方面,如果在模块附近发生负载短路,则发射极反馈现象可以被用来限制集电极电流的  $di/dt$ 。

为了降低电感  $L_{31}$  及  $L_{32}$ ,功率模块往往在发射极处具有一个独立的驱动端子。

如果逆变器底部开关的驱动电路由一个共同的电源来供电的话,则位于驱动地线和直流回路负极之间的寄生电感可能会在对地回路中引起振荡。对此,可以在驱动电源输出端附加高频稳定电路。对于大功率变流器来说,可以采用隔离的独立驱动电源。

### 电感 $L_{21}$ 和 $L_{22}$

$L_{21}$  以及  $L_{22}$  为驱动器末极和晶体管之间的引线电感。它除了使驱动回路的阻抗增加以外,还可能与晶体管的输入电容一起引发振荡。其解决办法是在驱动器末极和晶体管之间采用尽可能短的低电感引线。

### 电容

图 3.23 中所示的电容  $C_{xx}$  表示了功率半导体的本征电容。它们随电压而变化,具有非线性的特性,且不能被用户所影响。它们构成了换流电容  $C_k$  的最小值。从原理上来说,它们有利于降低关断过程中的损耗(见第 0 篇和第 3.8 章)。

在主动开通时,换流电容的充放电会引起附加损耗。在多数 MOSFET 的高频应用中(100kHz 上下),这一现象应得到注意。

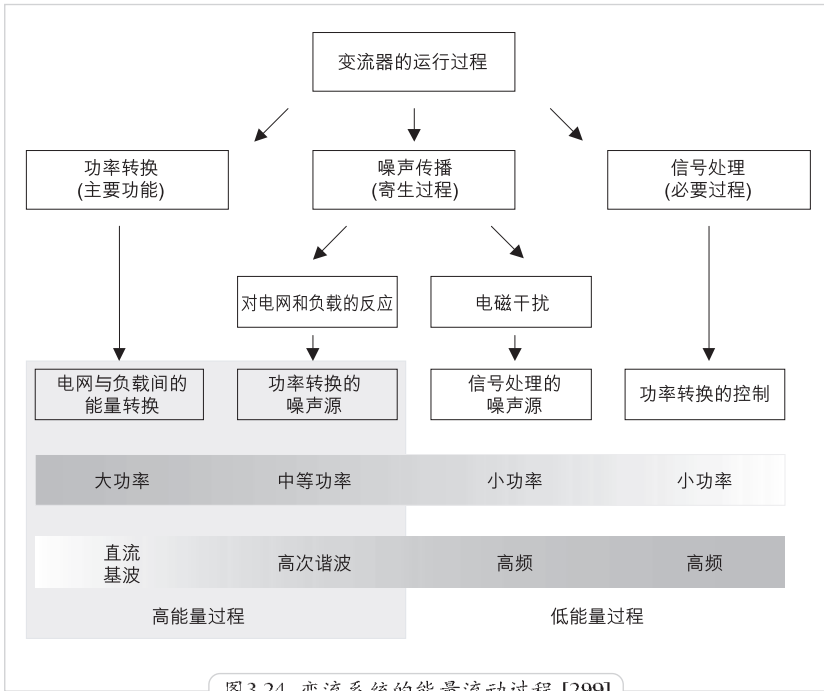
$C_{11}$  和  $C_{12}$  还对栅极产生  $dv/dt$  的反馈效应(米勒效应,见图 3.35)。

器件的本征电容与开关附近的电感一起可能会引发振荡。

## 3.4.2 电磁干扰与对电网的干扰

### 3.4.2.1 变流器的过程

如果考察一个变流系统的运行过程,则我们可以看到,功率模块的开关工作方式一方面会产生不受欢迎的干扰,另一方面则构成了我们所期望的能量传递及必要的信号处理过程(图 3.24)。



这些过程又可以按能量的高低进行进一步的划分。高能量过程可能会在电网和负载中引起干扰，其频率范围在基波和约 10kHz 之间。而低能量过程的频率范围则大致在 10kHz 至 30MHz 之间，主要产生辐射干扰且其传递无需借助导线。这里所提到的频率范围主要由所采用的测量方式所决定，并非完全对应于其物理数值。

变流器在低频范围内的干扰被称作电网回馈干扰，习惯上用电流的高次谐波分量来表达，直至 2kHz。而大于 10kHz 的干扰则被称作无线电干扰，由于采用了选择性的频谱测量，所以多用干扰电压的频谱来表达，其单位是 dB/ $\mu$ V。对于这之间的频率范围（功率模块的开关频率多在此范围），目前正在讨论形成一致的测量方法以及定义各极限值。有关这些干扰效应的讨论还没有完全一致的结论，因为同样的物理过程可以通过不同的观察方式去描述。不同的定义，例如，零电流、对地电流或不对称干扰电压，其区别仅在于所定义的频率范围不同，以及所有的开关参数均和频率相关而已。如同无线电干扰过程本身一样，参数对频率的依赖性连续的，因而其过渡范围也极其宽广。