

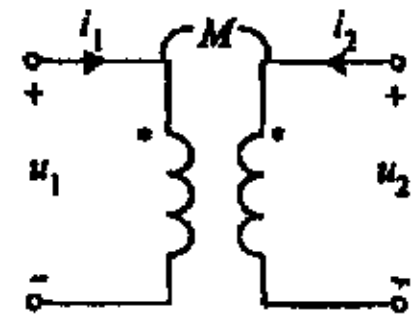
磁集成对绕组电流脉动的影响。

2.2 电感与电感集成

电感与电感集成就是通常讲的耦合电感。根据电感绕组电压之间的关系可分为绕组电压成比例和绕组电压相位交错两种^[10,11]。

① 绕组电压成比例

绕组电压成比例的耦合电感主要用于减小电流脉动。



先用互感表征的耦合电感模型简要说明耦合电感减小电流脉动的原因。如图 2—3 所示， L_1 、 L_2 为耦合电感两个绕组的自感，互感为 M ，绕组两端的电压分别为 u_1 ， u_2 ，“*”表示绕组同名端，根据耦合电感的特性有：

$$\begin{cases} u_1 = L_1 \cdot \frac{di_1}{dt} + M \cdot \frac{di_2}{dt} \\ u_2 = L_2 \cdot \frac{di_2}{dt} + M \cdot \frac{di_1}{dt} \end{cases} \quad (2-4)$$

显然，由于互感的分压作用，可减小加在自感上的电压，从而能减小电流纹波。需要说明，互感的引入并不总能减小自感上的电压，只有按照图 2—3 来设置同名端，保证电感与电感正向耦合，才能减小电流纹波。

将式(2—4)看作图 2—3 所示二端口网络的 Z 参数方程，相应可变换得到其 Y 参数方程：

$$\begin{bmatrix} \frac{di_1}{dt} \\ \frac{di_2}{dt} \end{bmatrix} = \frac{1}{\Delta_Z} \begin{bmatrix} L_2 & -M \\ -M & L_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} \quad (2-5)$$

$$\Delta_Z = L_1 \cdot L_2 - M^2 \quad (2-6)$$

其中， Δ_Z 为式(2—4)的 Z 矩阵的行列式。

根据式(2—5)可得 i_1 实现零纹波的条件为：

$$L_2 \cdot u_1 = M \cdot u_2 \quad (2-7)$$

由上式可知，要实现零纹波需要：①绕组电压成比例；②互感要满足一

定关系。令 $u_2 = ku_1$ ，要实现 i_1 零纹波，要求互感满足：

$$M = L_2/k \tag{2-8}$$

如果 $k=1$ ，要实现 i_1 零纹波， M 应与 L_2 相等。

② 电感绕组电压相位交错

绕组电压相位交错的电感集成主要应用于多路交错并联工作的变换器，如 VRM 变换器等。这一类磁集成的应用，关键要选用恰当的集成方式，充分发挥磁集成的作用，实现磁件体积、电流脉动和铁芯损耗的减小。

由于绕组电压相位不同，绕组匝链的交变磁通相位也不相同，此类电感集成要用多磁路的磁芯，不同的集成方式磁通耦合作用也会不同。根据磁通耦合作用的不同可将磁集成方式分为两种：正向耦合方式和反向耦合方式，当绕组产生的磁通互相增强，就是正向耦合方式；反之，就是反向耦合方式。

2.3 电感与变压器集成

电感与变压器集成被应用于多种隔离型变换器，以减小变换器中磁件的体积、损耗；还可用于非隔离型变换器，以调节输入输出关系，优化变换器的性能。

一、应用于隔离型变换器

下面对电感与变压器集成的应用电路、IM 的变换方法以及 IM 选取应注意的问题进行总结。

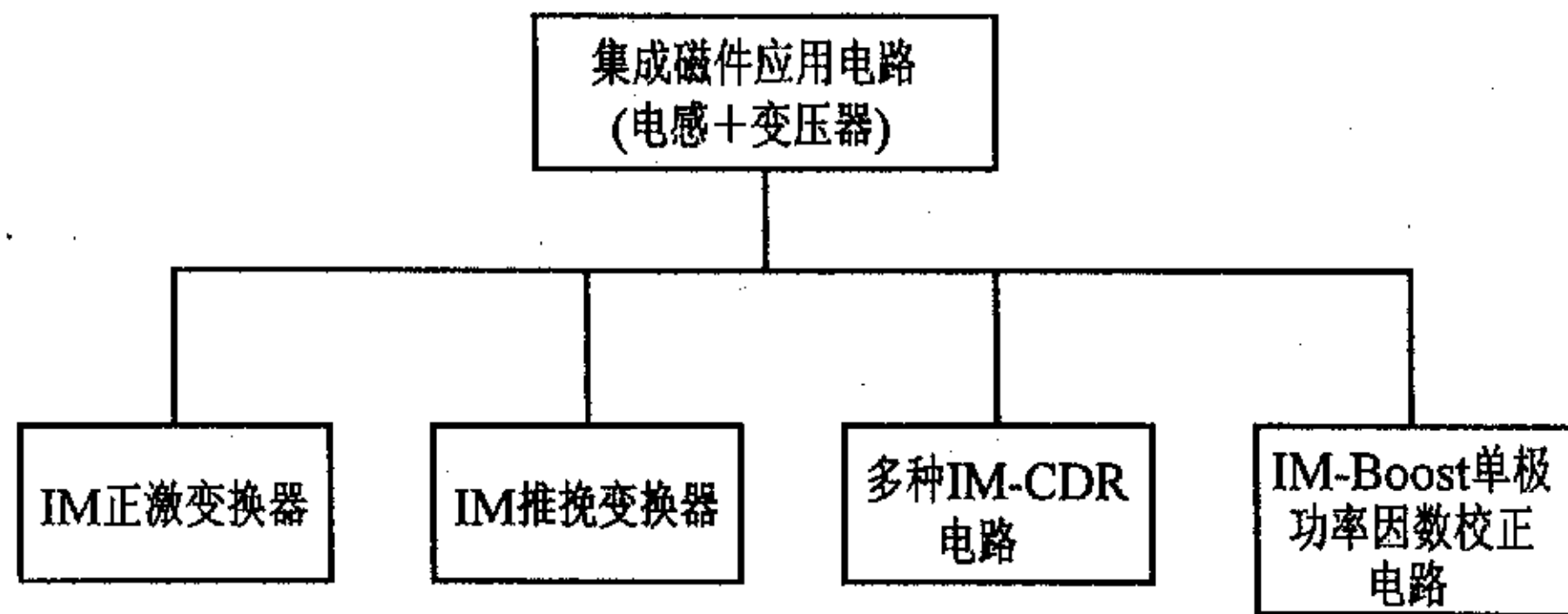


图 2—4 电感+变压器的具体应用电路

① 电感与变压器集成的应用电路

电感与变压器集成被应用于多种隔离型变换器，如图 2—4 所示，这类