

(c) 等效变换后的磁件

图 2—2 用源转移法等效变换三绕组磁件

由图 2—2(b), 得到新的等效变换后的磁件, 见图(c)。变换后的磁件将绕在中柱上的 cd 绕组拆为两个串联绕组, 分别绕在两个侧柱上, 两个绕组匝数与原来的相同, 绕组在各磁柱产生的磁通方向不变。在源转移等效变换中, 绕组与磁通的匝链关系不变: cd 绕组原来与 ϕ_2 匝链, 变换后与 $(\phi_1 - \phi_3)$ 匝链, 而 ϕ_2 与 $(\phi_1 - \phi_3)$ 相等。

根据例子, 可总结出用源转移法变换磁件的具体做法: 将绕组拆分串联移到其它各个磁柱上, 各绕组匝数与原来的相同, 并且保证绕组在各个磁柱产生的磁通方向不变, 得到的磁件与原来磁件等效。

2.1.3 磁集成对磁件的影响

根据电磁感应定律及磁路的基本定律, 可分析磁集成对磁件的影响:

① 磁集成前后绕组匝链的交变磁通一般不变。根据法拉第电磁感应定律可知: 绕组匝链的交变磁通由绕组匝数和绕组两端电压决定, 与磁芯无关。因此, 绕组匝数不变、端电压不变时, 磁集成前后绕组匝链的交变磁通不变;

② 磁集成前后绕组的电流脉动可能会变化。根据磁路欧姆定律可知, 对于 DM, 绕组匝链的交变磁通完全由对应绕组的电流脉动决定; 对于 IM, 由于磁通相互耦合, 绕组匝链的交变磁通由磁件中所有绕组的电流脉动共同决定。虽然磁集成不会改变绕组匝链的交变磁通, 但改变了交变磁通与绕组电流脉动的关系, 所以会改变绕组的电流脉动。进行磁集成应用时必须考虑

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。

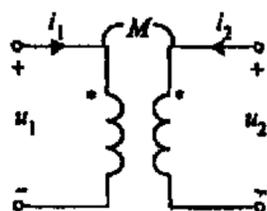


图 2—3 耦合电感模型

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