

下面以H_PWM-L_ON调制模式下，A相为例分析续流对相电压的影响。

如下图所示，在300°~360°中，A相为非导通相，上下MOS都关闭，但是此时A相相电压并不等于A相反电动势，而是最开始幅值等于母线电压，随后一段时间呈现出一个随着PWM调制逐步上升的阶梯状脉冲波形，如图1所示。下面为分析过程。

在300°~360°中，电机C、B相导通，A相关闭。C相上半桥Q5由PWM调制、Q4恒通。当Q5进行PWM调制时，电机B、C相的端电压表达式为

$$u_{BN} = u_{Bg} - u_{Ng} = Ri_B + L \frac{di_B}{dt} + e_B$$

$$u_{CN} = u_{Cg} - u_{Ng} = Ri_C + L \frac{di_C}{dt} + e_C$$

u_{BN} : B相端口与中心点N之间的电压

u_{Bg} : B相端口与地之间的电压

u_{Ng} : 中心点N对地之间的电压

在CB导通期间，忽略Q4、Q5以及续流二极管导通压降， $u_{Bg} = 0$ ， $u_{Cg} = SU_{DC}$

其中，S代表Q5的开关状态，S=0代表Q5关断，S=1代表Q5导通。

若以B相相电流为正方向，则 $i_c = -i_B$ ，将上面两式相加可得：

$$u_{BN} + u_{CN} = SU_{DC} - 2u_{Ng} = e_B + e_C \rightarrow u_{Ng} = \frac{1}{2}SU_{DC} + \frac{e_A}{2}$$

由于此时A相为非导通相，A相绕组对地电压 u_{Ag} 为：

$$u_{Ag} = e_A + u_{Ng} = \frac{1}{2}SU_{DC} + \frac{3e_A}{2}$$

在300°换相时刻，电机导通相由CA切换到CB，A相下半桥Q2关断后，A相电流通过与Q1反并接的二极管D1续流，流回母线电容，电流流向如图2所示，续流时间为上图1中的 t_0 - t_1 时间段。A相相电流续流结束后，A相成非导通相。（续流过程）

如图1所示，在300°~330°，A相反电动势过零点之前（ $e_A < 0$ ）：

- 当S = 1，即Q5导通时， $u_{Ag} = \frac{U_{DC}}{2} + \frac{3e_A}{2} < \frac{U_{DC}}{2}$
- 当S = 0，即Q5关闭时， $u_{Ag} = \frac{3e_A}{2} < 0$ ，续流二极管D2将A相绕组端电压 u_{Ag} 钳位至一个很小的负电压（二极管前向导通压降的负值）

如图1所示，在330°~360°，也就是A相反电动势过零点之后（ $e_A > 0$ ）：

- 当S = 1，即Q5导通时， $u_{Ag} = \frac{U_{DC}}{2} + \frac{3e_A}{2} > \frac{U_{DC}}{2}$
- 当S = 0，即Q5关闭时， $u_{Ag} = \frac{3e_A}{2} > 0$ 。 u_{Ag} 不受续流二极管D2钳位。于是呈现出A相端电压随着PWM调制一高一低，且低电压并未被拉低到0的波形。

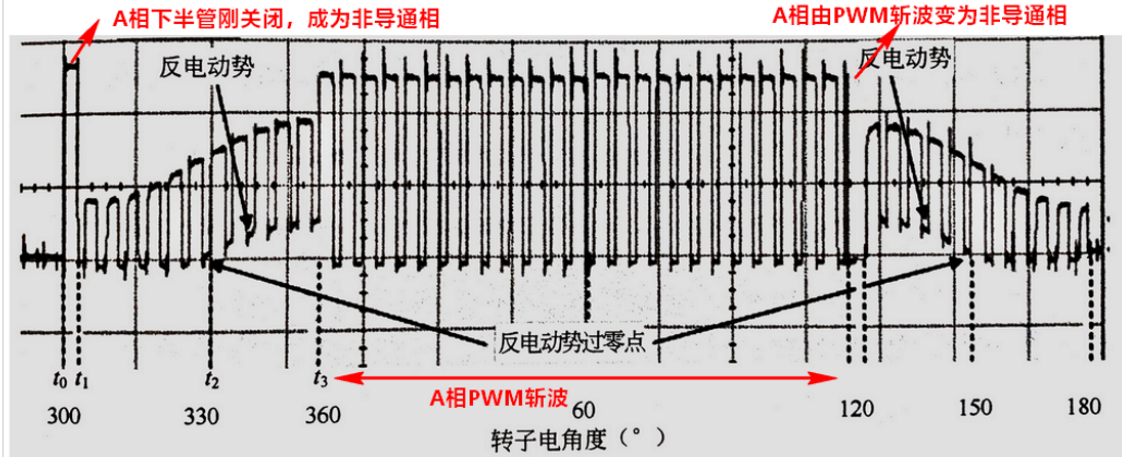


图1

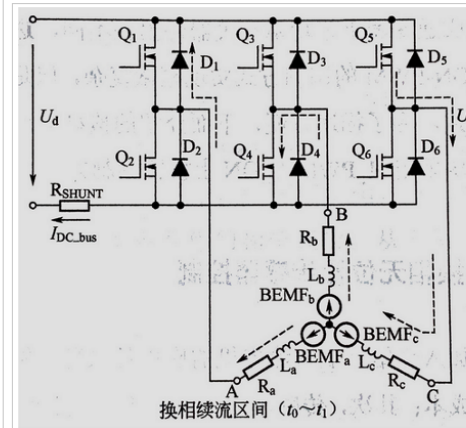


图2

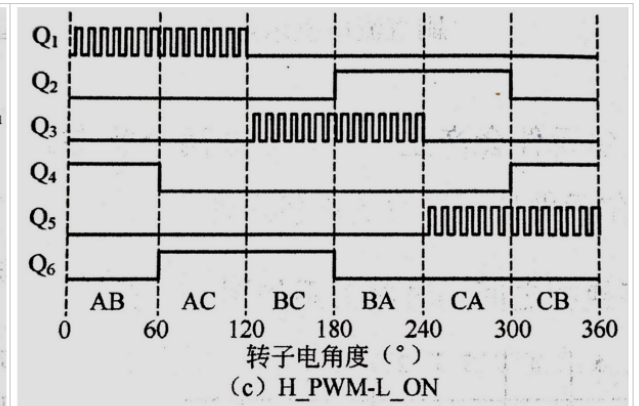


图3