

## 第三章

**1.单相绕组通入直流电形成恒定磁场，气隙磁密基波在空间按正弦分布，位置和大小不随时间变化。**

单相绕组通入交流电形成脉振磁场，基波在空间按正余弦分布，位置（对称轴、幅值位置）固定，振幅（大小与符号）随时间正弦变化。

两相对称绕组通入两相对称电流形成圆形旋转磁场，在空间按正弦分布，波形最大幅值不变，幅值所在位置随时间匀速变化。

**2.两相伺服电动机通常是椭圆旋转磁场。**

两相对称绕组通相位相同的交流电流形成脉振磁场。

**3.两相绕组上的电压和电流应具备 $90^\circ$ 相位差。电压和匝数成正比，电流和匝数成反比。 $I_c W_c = I_f W_f$**

**4.使一相绕组上电流或电压相位改变 $180^\circ$ 。**

**5. 旋转磁场的转速就是同步转速。**

**50Hz, 6极**

**1000 r/min**

$$n_s = \frac{60f}{p}$$

**6. 异步电机空载转速应略低或低于同步转速。**

**2 极**

**4 极**

**6 极**

**3000 r/min**

**1500 r/min**

**1000 r/min**

**$n_0 = 1200$  r/min**

$$s = \frac{1500 - 1200}{1500} = 20\%$$

**4极电机**

7.当电机的轴被卡住不动，定子绕组仍加额定电压，为什么转子电流会很大？

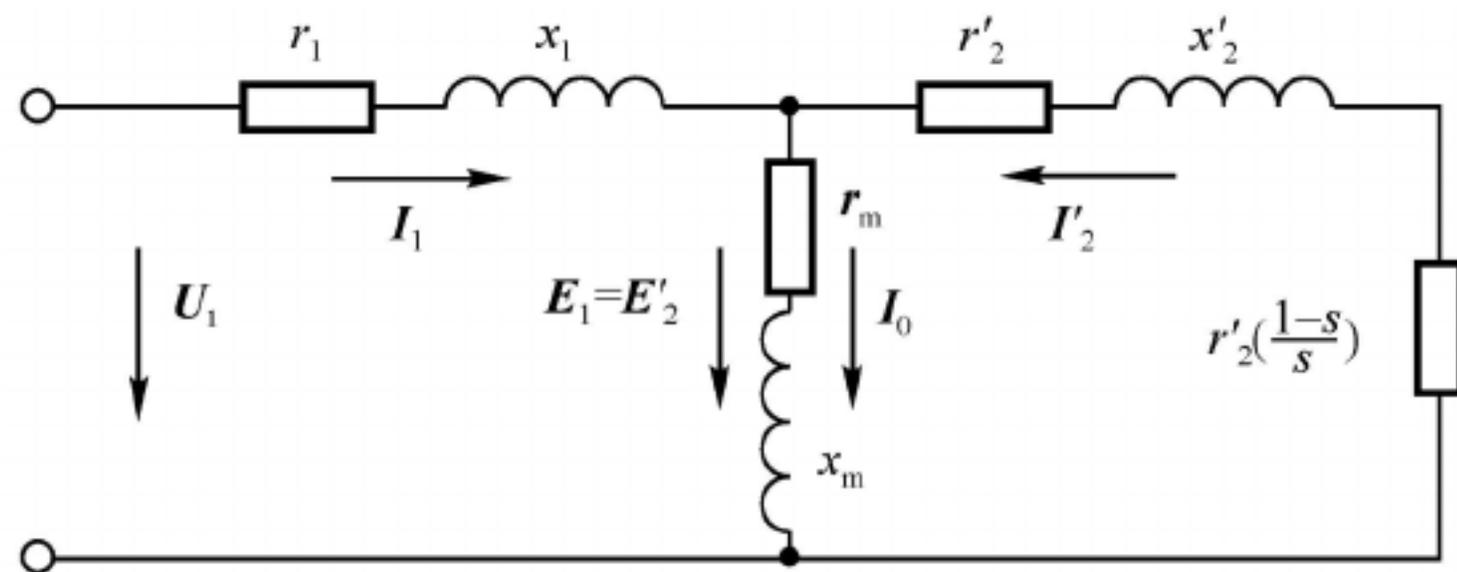
伺服电动机从启动到运转时，转子绕组电流的频率、电势及电抗会有什么变化？为什么会有这些变化？

7.1) 转子不动时,  $n=0$ ,  $s=1$ ,  $r_2 \frac{1-s}{s} = 0$

模拟电阻

等效电路中转子电路阻抗最小, 只有转子本身的电阻和漏抗, 故电流很大。

从物理角度看, 转子不动时, 转子与磁场间相对速度最高, 感应电势最大, 故电流也最大。



$$7.2) \quad n : 0 \rightarrow n_s, \quad s : 1 \rightarrow 0 \Rightarrow$$

$$f_2 = sf_1 : \quad f_1 \rightarrow 0$$

$$E_{2s} = sE_2 (E = 4.44 fW\Phi_m) : \quad E_2 \rightarrow 0$$

$$x_{2s} = sx_2 (x_{2s} = \omega L_2 = 2\pi f_2 L_2) : \quad x_2 \rightarrow 0$$

物理定性解释：

转子电流频率取决于转子和磁场的相对转速，转子转速越高，相对转速越低，导致转子电流频率越低，因此使感应电势和感抗越小。

8. 当有效信号系数 $\alpha_e$ 从0~1变化时, 电机磁场的椭圆度怎样变化? 被分解成的正、反向旋转磁场的大小怎样变化?

解  $\alpha \approx \alpha_e \quad \alpha_e : 0 \rightarrow 1 \quad \Rightarrow \alpha : 0 \rightarrow 1$

$$B_+ = \frac{1+\alpha}{2} B_{fm} \quad B_- = \frac{1-\alpha}{2} B_{fm}$$

$$\alpha_e : 0 \rightarrow 1 \quad \Rightarrow B_+ \uparrow \quad B_- \downarrow$$

椭圆度 变小,  $\alpha$  变大,

正转磁场变大, 反转磁场变小。

9.两相电机空载运转时，当一相控制信号为0( $I_c=0$ 或 $U_c=0$ )，转子仍旋不止，就称为自转。

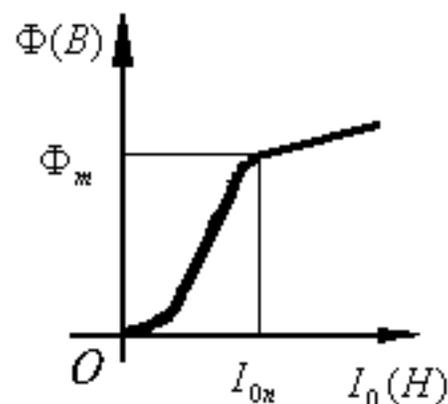
两相伺服电动机单相供电时，机械特性应分布在2、4象限（不在1、3象限），且通过 $s=1, n=0$ 及 $T=0$ 的坐标原点。

10.转子电阻大可使 1) 圆形旋转磁场时的机械特性在第1象限是下垂的，在 $0 \rightarrow n_s$ 内可稳定运行。2) 避免单相自转现象。3) 机械特性线性度好。

转子电阻过大，效率太低，电机发热；堵转转矩过小。

$$11. U_1 \approx E_1 \approx 4.44 f_1 W_1 k_{w1} \Phi_m, T = C \Phi_m I_2 \cos \phi_2$$

为了保持电机的电磁转矩等性能不变，应尽量使 $\Phi_m$ 不变。若 $f_1$ 下降，同时保持 $U_1$ 成比例下降即 $U_1 / f_1$ 不变，则 $\Phi_m$ 可基本不变。若 $f_1$ 下降而 $U_1$ 不变，则 $\Phi_m$ 增加，将使电流迅速增加，导致电机过热损坏。



$$12. U_1 \approx E_1 = 4.44 f W_1 \Phi_m = 4.44 f W_1^2 \frac{I_0}{R_m} \quad R_m \uparrow \uparrow \Rightarrow I_0 \uparrow \uparrow \Rightarrow I_1 \uparrow \uparrow$$

$R_m$  增加很大，导致 $I_0$ 增加很多，从而 $I_1$ 增加很多， $I_1$ 可增大到额定值的10倍以上。又解：转子从定子取出后，定子绕组就是1个电感，电阻和电感都很小，所以电流很大。

## 第四章

- 1.异步运行时，鼠笼转子转速  $n < n_s$ ，产生转矩。若  $n_s - n$  较大，定转子磁场轴线夹角  $\theta$  随  $t$  迅速增加，由  $T = K \sin \theta$ ，转矩是  $t$  的周期函数，短时间内的平均转矩为零，永磁体不产生转矩。同步运行时， $n = n_s$ ，鼠笼转子与磁场相对静止，无转矩。由  $0 < \theta < 90^\circ$   $T = K \sin \theta > 0$ 。
- 2.电机起动及  $n_s - n$  较大时，鼠笼转子产生电磁转矩带动转子加速前进，使  $n \rightarrow n_s$ 。
- 3.  $T = K \sin 2\theta$ ， $\theta = 0$  或  $\theta = 90^\circ$ ， $T = 0$ 。  
磁力线产生的转矩互相抵消，总转矩为零。
- 4.异步状态， $\theta = \theta_m$  不变，故  $T = K \sin \theta = K \sin \theta_m$  不变。  
同步状态， $0 < \theta < \theta_m$  可变，故  $T = K \sin \theta$  可变。



- **8.步进电机最大输出转矩与运行频率的关系称为运行矩频特性。起动频率与负载转矩的关系是起动矩频特性，起动频率与负载转动惯量的关系是起动惯频特性。在负载条件下能无失步运行的最高控制频率称为运行频率。**

**12. 步进电动机的驱动器包括哪些主要部分？  
它们的主要功能是什么？**

**驱动器包括脉冲分配器与功率放大器。**

**脉冲分配器接收控制脉冲和方向信号，  
并按要求的状态顺序产生各相控制绕组  
导通或截止的信号。**

**功率放大器包括信号放大器与处理、保  
护电路，推动放大级和功率输出级。功放  
输出级直接与步进电机各相绕组连接，直  
接向绕组提供所要的电压、电流。**

13. 步进电动机的功率放大电路有哪几种常用类型？它们各有什么特点？

单电压功放电路：线路简单，功放元件少，成本低。效率低。用于小功率及要求不高的场合。

高低压切换型：有较大的动态输出转矩，运行矩频特性好，提高运行频率，功耗较少。低频时振动噪声较大。

细分功放电路：可得到更小的步矩角，并明显减小电机的振动、噪声，改善低频性能。

- 现代的先进步进电机驱动器一般同时包括细分、恒流斩波、升频升压等电路。

# 第九章

- 1. 产生误差的主要原因是负载电流磁势的交轴分量。可采用负边补偿和原边补偿消除误差。
- 2. 线性旋变接线图
- 3. 旋变发送机和变压器的转角分别为  $\theta_1$  和  $\theta_2$ 。旋变变压器定子磁密与定子绕组  $S_1S_3$  轴线的夹角为  $\theta_1$ ，与转子绕组  $R_2R_4$  轴线的夹角为  $90^\circ - (\theta_1 - \theta_2)$ ，与  $R_1R_3$  的夹角为  $\theta_1 - \theta_2$ 。所以  $R_2R_4$  中的感应电势有效值为

$$E'_{R24} = E'_R \cos[90^\circ - (\theta_1 - \theta_2)] = E'_R \sin(\theta_1 - \theta_2) = E'_R \sin \delta$$

故可测出两轴转角差。

