

步进电机

技术信息

驱动模式

从原理上讲，步进电机可以在三种模式下运行：

- 整步（一相或两相导通）；
- 半步；
- 微步；

无论电机工作在何种模式下，只要所消耗功率(I^2R)相等，电机的最大静转矩均相等

下面以两相、一对极电机为基本模型来说明步进电机的各种工作模式。这样的电机，转子的电角度与定子的机械角度完全一样

- 在整步工作模式下(一相导通)，各相按下列顺序被依次激励：

1. A+ 2. B+ 3. A- 4. B-

对于一对极的步进电机，要完成一个完整的电气、或者由相电流产生的磁场矢量旋转循环周期，需要前进四步，从而使电机完整转动一周。因此，每步转动的角度为： $360/4 = 90^\circ$ 。对于有六对极的电机，则每步转动的角度为： $360^\circ / (4 \cdot 6) = 15^\circ$ ，每转动一周需要 $4 \cdot 6 = 24$ 步

- 半步模式是在一相导通和两相导通之间交替转换实现的。每电气循环需要运行8步：

1.A+ 2.A+B+ 3.B+ 4.A-B+ 5.A- 6.A-B- 7.B- 8.A+B-

- 如果每步都要产生相同的最大静转矩，当只有1相导通时，每相产生的电流都应乘以 $\sqrt{2}$

微步模式

微步运行的两大优点是运行噪音低及分辨率高，两者都取决于每步的细分数量。细分数量在理论上没有限制，仅受系统成本的制约

以上说明可以看出，一个电气或磁场矢量旋转(4 整步)循环，需要驱动器提供与每整步的细分数量成比例的不同的电流值

例如，8 细分需要8种不同的电流值。如在A相，电流值随着 $0^\circ - 90^\circ$ 的余弦函数从全电流降为0；而在B相，电流则随 $0^\circ - 90^\circ$ 的正弦函数从 0上升到全电流

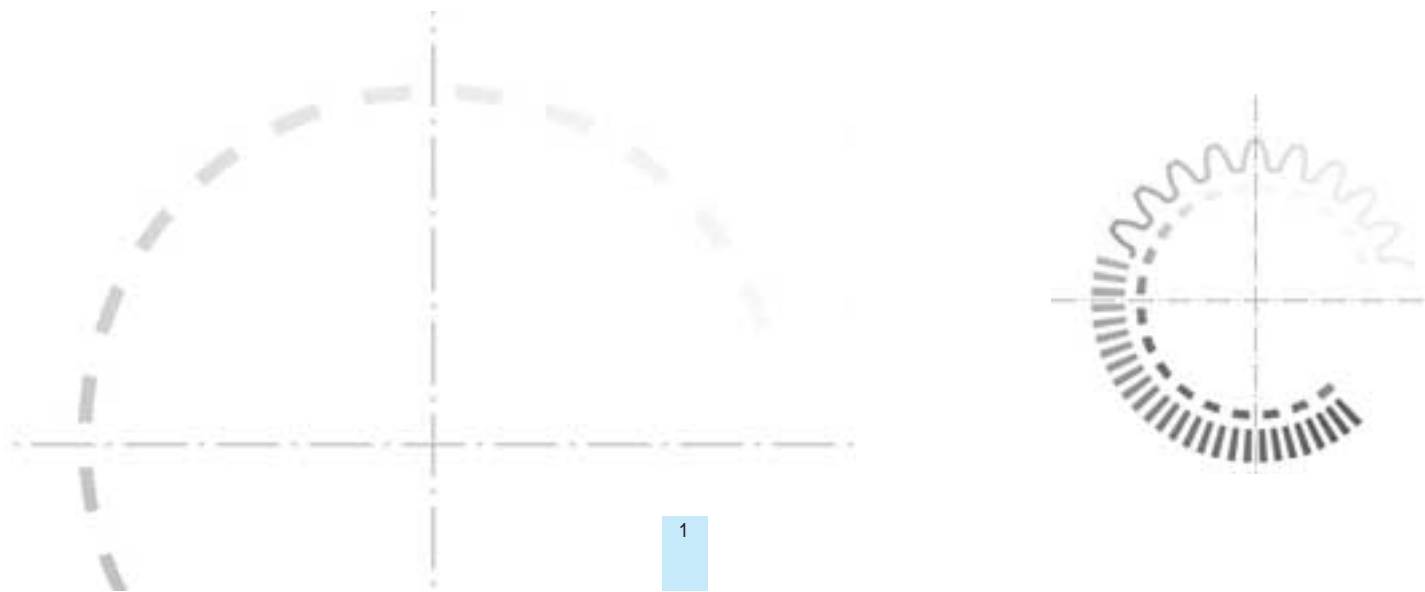
电流值被预先算出并储存，通过控制驱动器的程序调用。转子的目标位置则取决于A相和B相产生的转矩的矢量和：

$$M_A = k \cdot I_A = k \cdot I_0 \cdot \cos \varphi$$

$$M_B = k \cdot I_B = k \cdot I_0 \cdot \sin \varphi$$

上面，M表示转矩，K表示转矩常数， I_0 表示名义相电流

对空载运行的电机，定位误差在整步、半步以及微步模式下都是相同的，并取决于电机由定位转矩、磁场饱和度以及结构特点引起的电机转矩正弦曲线的畸变



样本参数说明

1 名义电压 UN [Volt]

所有其他参数均在这个电压下测得

2 相电阻 [Ω]

在20 °C时的相绕组电阻, 误差为 ±12%, 温度系数为0.4%/°C

3 相电感 (1kHz) [mH]

频率为1kHz时测得的相绕组电感

4 每相名义电流 (两相导通) [A]

产生名义最大静转矩的相电流 $M = K \cdot I$

5 EMF幅值 [V/k step/s]

1000 steps/s 时 EMF的正弦曲线的振幅

6 最大静转矩 (两相, 名义电流) [mNm]

名义电流下电机产生的最大转矩 ($M = K \cdot I$)。此工作电流仅能在短时间内供给

7 最大静转矩 (两倍名义电流) [mNm]

电流为两倍名义电流时电机产生的最大转矩。此转矩受磁路饱和的限制

8 定位转矩 [mNm]

无电流时电机的转矩, 包括轴承摩擦转矩。一般约为最大静转矩数值的1/10。此转矩不能用于定位控制

9 绕组-环境热阻 [°C/W]

表示相绕组每消耗1W 功率, 绕组温度对环境温度上升的数值。增加散热可以降低此数值

10 绕组最高工作温度 [°C]

高于此值将会损坏绕组的工作温度上限

11 环境温度范围 [°C]

电机各相通以名义电流时, 不会引起绕组过热的温度范围

12 热时间常数 [s]

绕组中消耗功率为常数时, 温度呈指数增长, 直到最终数值 T_f , 此数值依下列公式计算:

$$T(t) = T_f \cdot (1 - e^{-t/\tau}) + T_{amb}$$

T_{amb} 为环境温度

13 步进角 (整步) [度]

每整步所旋转的角度。用这个角度除360, 可得到旋转一周所需步数

14 步进角精度 [整步的%]

电机在空载、两相导通、整步工作时步进角的误差

15 转子转动惯量 [$\text{kgm}^2 \cdot 10^{-9}$]

转子的动态转动惯量

16 轴承

标明电机所用轴承的种类

17 输出轴最大载荷 [N]

轴承生产商推荐使用的数值

18 输出轴串动量 [μm]

输出轴的径向和轴向串动

19 重量 [g]

电机的平均重量

20 绝缘测试电压 [V]

在绕组和外壳之间, 按800V/ms上升速率(电击)施加200VDC电压, 250ms后, 允许最大漏电流为1 μA

21 共振频率 [Hz]

电机空载运行时产生共振, 使步进角减小或增大的步进频率, 此频率受负载条件影响。使用半步或微步工作模式可以避免共振

22 电气时间常数 [ms]

相电感 [mH] 与相电阻 [ohms] 的比率

$$\tau_{el} = \frac{L_M}{R_m}$$