

步进电机

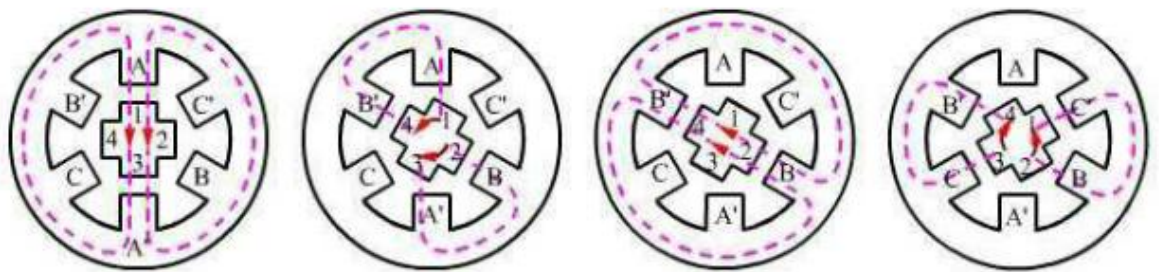
1 什么是步进电机

步进电机是一种将电脉冲信号转换成机械位移的机电执行元件。每当一个脉冲信号施加于电机的控制绕组时，其转轴就转过一个固定的角度（步距角），顺序连续地发给脉冲，则电机轴一步接一步地运转。

2 步进电机特点

- 步进电机的角位移与输入脉冲数严格成正比，运行中无累积误差。
- 步进电机能方便地实现正反转和调速，定位控制。
特别是不需位置传感器或速度传感器就可以在开环控制下精确定位或同步运行。
- 步进电机的缺点是不能达到很高的转速（一般小于 1000 到 2000 转每分）。存在低频振荡，失步和高速失步等缺陷。另外，步进电机自身的噪声和振动较大。

3 基本工作原理



4 通电方式

对于三相反应式步进电机，其运行方式有：

单三拍（全步，Full Step）

单双六拍（半步，Half Step）

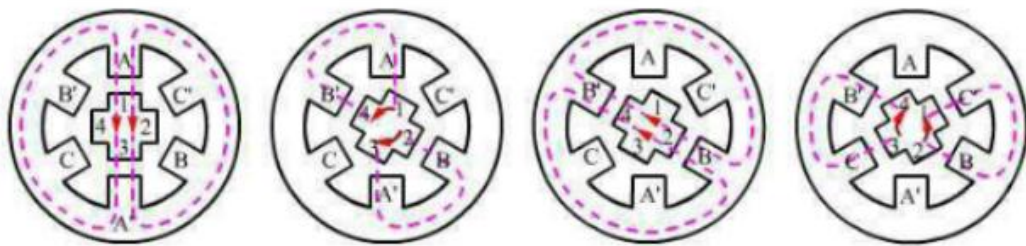
双三拍等通电方式

“单”，“双”，“拍”的意思是：

“单”是指每次切换前后只有一相绕组通电；

“双”就是指每次有两相绕组通电；

而从一种通电状态转换到另一种通电状态就叫做一“拍”。



5 三相单三拍工作方式

指对三相绕组单独轮流通电，三次换相（三拍）完成一个通电循环。

通电顺序为 A-B-C-A 时，转子按顺时针方向一步一步转动。

通电顺序为 A-C-B-A 时，转子按逆时针方向一步一步转动。

可见，欲改变步进电机的旋转方向，则只要改变通电顺序即可。

电流换接三次，磁场旋转一周，转子前进一个齿距角（此例中转子有四个齿，则齿距角为 90 度）。

电流每换接一次转子前进一个角度称为步距角。此例中电流换接三次走完一齿距角，则步距角为 30 度。

6 三相单双六拍工作方式

按 A-AB-B-BC-C-CA-A 或 A-CA-C-BC-B-AB-A 相序循环通电。

同样，通电顺序改变时，旋转方向改变。而电流换接次数多了一倍，步子走得更细了，步距角为 15 度。

7 三相双三拍工作方式

按 AB-BC-CA-AB 或 AB-CA-BC-AB 相序循环通电。

步距角与三相单三拍工作方式相同也 30 度，运行稳定性较前者好。

综上所述，可得出：

- 通电频率提高，步进电机的转速升高
- 每一循环中通电拍数越多，步距角减小。步进电机的转速降低。

8 步距角计算公式

从以上对步进电机三种驱动方式的分析可得步距角计算公式：

$$\theta = \frac{360^\circ}{Z_r m}$$

θ —步距角

Z_r —转子齿数

m —每个通电循环周期的拍数

实用步进电机的步距角多为 3 度和 1.5 度。为了获得小步距角，电机的定子，转子都做成多齿的。