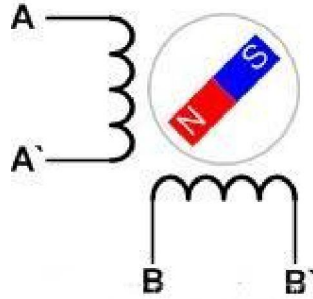


步进电机驱动方案概述

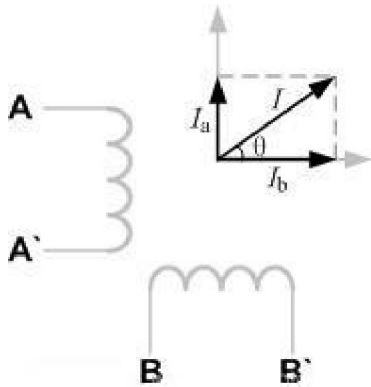
众所周知，步进电机的驱动方式有整步，半步，细分驱动。三者即有区别又有联系，目前，市面上很多驱动器支持细分驱动方式。本文主要描述这三种驱动的概述

如下图是两相步进电机的内部定子示意图,为了使电机的转子能够连续、平稳地转动,定子必须产生一个连续、平均的磁场。因为从宏观上看,电机转子始终跟随电机定子合成的磁场方向。如果定子合成的磁场变化太快,转子



跟随不上,这时步进电机就出现失步现象。

既然电机转子是跟随电机定子磁场转动,而电机定子磁场的强度和方向是由定子合成电流决定且成正比。即只要控制电机的定子电流,则可以达到驱动电机的目的。下图是两相步进电机的电流合成示意图。其中 I_a 是由 A-A' 相产生, I_b 是由 B-B' 相产生,它们两个合成后产生的电流 I 就是电机定子的合成电流,它可以代表电机定子产生



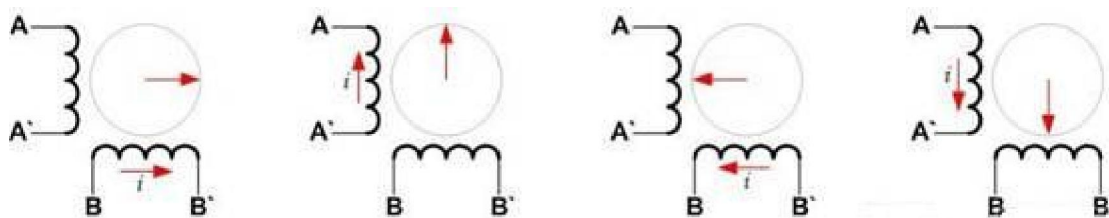
磁场的大小和方向。

有了以上的步进电机背景描述后,对于步进电机的整步、半步、细分的三种驱动方式,都会是同一种方法,只是电流把一个圆(360°)分割的粗细程序不同。

整步驱动

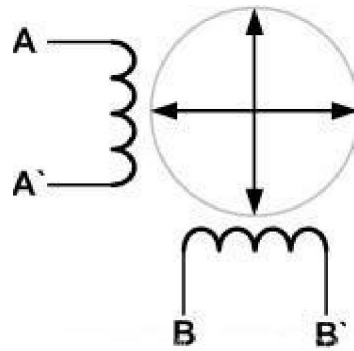
对于整步驱动方式,电机是走一个整步,如对于一个步进角是 3.6°的步进电机,整步驱动是每走一步是走 3.6°。

下图是整步驱动方式中,电机定子的电流次序示意图:



由上图可知,整步驱动每一时刻只有一个相通电,所以这种驱动方式的驱动电路可以是很简单,程序代码也是相对容易实现,且由上图可以得到电机整步驱动相序如下:

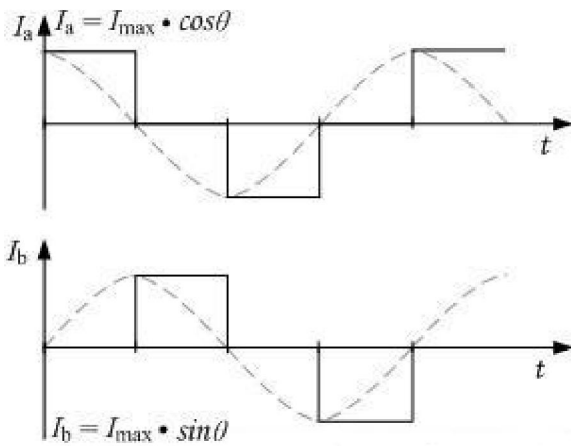
BB' A'A B'B AA' BB'



下图是这种驱动方式的电流矢量分割图：

可见，整步驱动方式的电流矢量把一个圆平均分割成四份。

下图是整步驱动方式的 A、B 相的电流 I vs T 图：

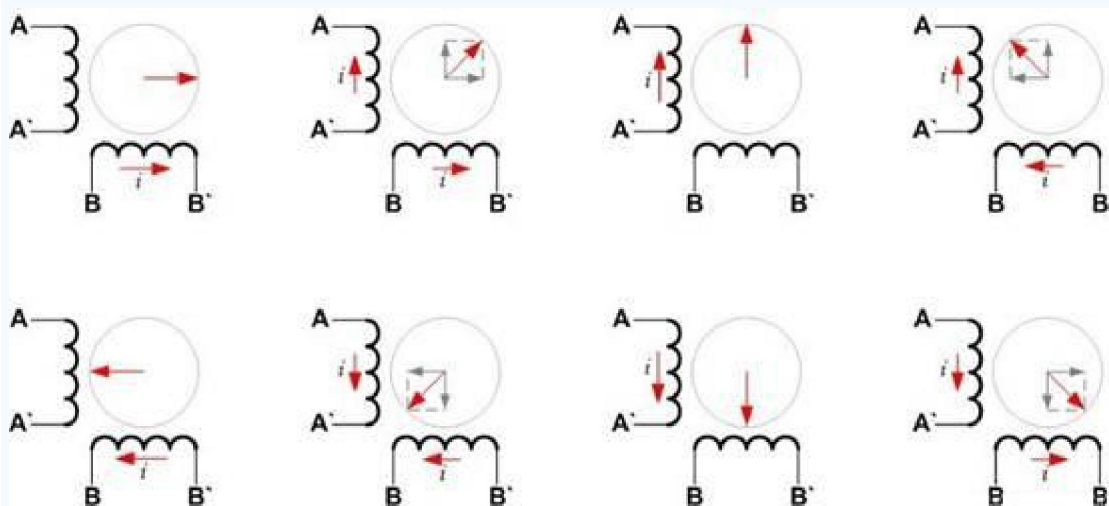


可以看出，整步驱动描出的正弦波是粗糙的。使用这种方式驱动步进电机，低速时电机会抖动，噪声会比较大。但是，这种驱动方式无论在硬件或软件上都是相对简单，从而驱动器制造成本容易得到控制。

半步驱动

对于半步驱动方式，电机是走一个半步，如对于一个步进角是 3.6° 的步进电机，半步驱动是每走一步，是走 $1.8^\circ (3.6^\circ/2)$ 。

下图是半步驱动方式中，电机定子的电流次序示意图：

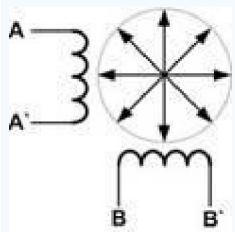


由上图可见，半步驱动方式的比整步驱动方式相对复杂一些，在同一时刻，可能两个相都需要被通电，如果要求电机转动的力矩平稳，则需要两相同时通电时，通电电流应该为单相通电电流的 $\sin(45^\circ)$ ，即 $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 。当然，可以直接通以和单相通电流相等的电流，结果是电机转动过程中的力矩不恒定，但它带来的好处是驱动电路或软件编写的简化。具体应用视实际场合而定。以下是这种的驱动方式的驱动相序：

BB' BB' A'A A'A B'B A'A B'B B'B AA' AA' AA' BB'

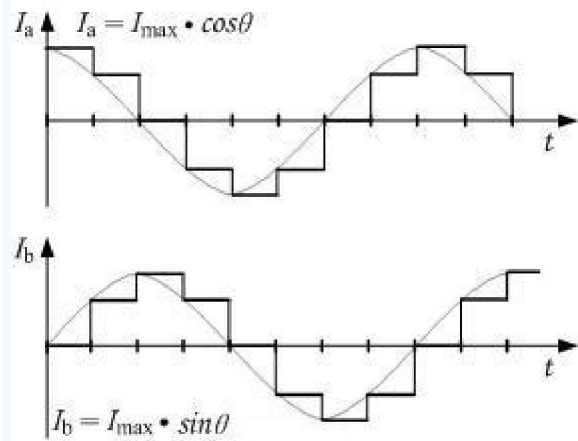
如果需要反转，只需按以上相序的逆向进行通电即可。

当按以上相序对电机通电，产生的电流矢量则可以把一个圆分割成 8 份，如下图所示：



半步驱动一方面使电机的步进分辨率提高了一倍，且电机运转会更为平稳。

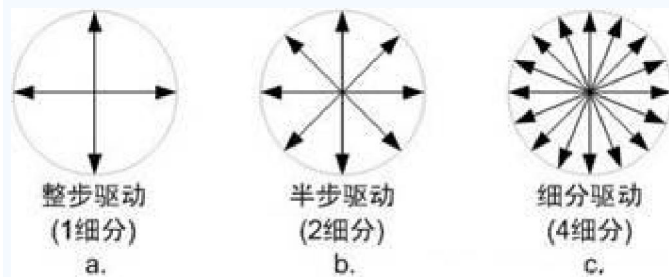
对比地，半步驱动方式的两相电流图如下图所示：



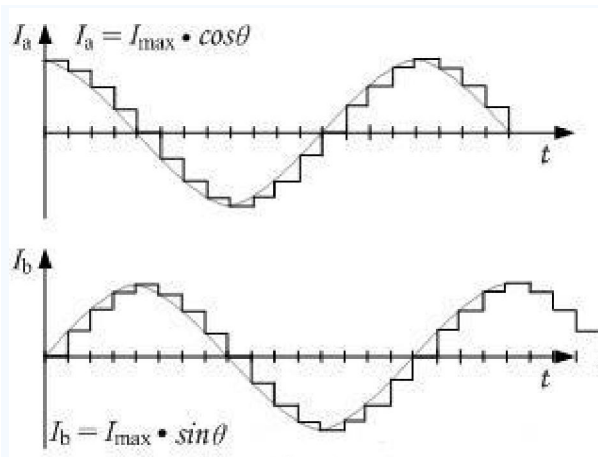
由上图看出，半步驱动方式描出的正弦波较之整步驱动方式，有了改观，提高了精度。这样的好处是在无需更改电机的情况下，电机的步进角分辨率提高了一倍，且电机运行相对安静一些。

细分驱动

如下图，可以看出某种规律：



看上图，电流矢量分割圆越来越稠密，如上图的 c。这是 4 细分驱动的分割图，从宏观上可想象，电机转子走一步的角度将会随着细分数的增加而减小，电机转动也越来越平稳、安静。从某种意义上，整步和半步驱动也是细分驱动的一样，它们的关系就如正方形和长方形的关系。



上图是 4 细分驱动方式的两相电流图，由图看出，这时每相电流的曲线较半步驱动时的电流曲线更加细腻。电流细分是细分驱动的其中方法，恒流的实现常用斩波驱动，给定的电流是以正弦波分布。另一种为电压细分，这种方法是比正弦波的电压驱动电机的线圈，可以不需要反馈地实现电机的细分驱动，但是由于电机的反电势等的作用，正弦波电压驱动并不能产生正弦波的电流，效果没有电流细分好，但是它的驱动电路相对简单。细分可以提高电机的步进角分辨率，但是，这并不是细分驱动的初衷，而是为了减缓步进电机运转过程的震动和噪声，使电机的力矩输出更平稳。这像数码相机的光学变焦和数字变焦的关系，提高步进系统分辨率最好依靠电机本身和机械结构。