

对于业余爱好者来说，最容易得到的步进电机是单极性(又称双线或 4 相)和双极性(又称单线或两相)步进电机。

一、单极性步进电机

这种步进电机之所以称为单极性是因为每个绕组中电流仅沿一个方向流动。它也被称为两线步进电机，因为它只含有两个线圈。两个线圈的极性相反，卷绕在同一铁芯上，具有同一个中间抽头。单极性步进电机还被称为 4 相步进电机，因为它有 4 个激励绕组。单极性步

进电机的引线有 5 或 6 根。

如果步进电机的引线是 5 根，那么其中一根是公共线(连接到 V+)，其他 4 根分别连到电机的 4 相。如果步进电机的引线是 6 根，那么它是多段式单极性步进电机有两个绕组，每

个绕组分别有一个中间抽头引线。但是如何分辨这些引线呢?请继续阅读下述内容。

1. 分辨 5 线单极性步进电机接头

为了找出 5 线单极性步进电机各条引线的正确配置，事先需要做一番实际上很简单的考察。图 1 给出了 5 线步进电机的基本

为了找出正确的引线顺序并使电机转动，需要一块电池和一段胶带(当然也需要一个 5 引线步进电机)。备好记号笔来标注引线以便分辨它们。按以下步骤操作：

①用数字万用表找到公共线。其他引线与公共线之间的电阻测量值都相同。

将此线连接到电池的 V+。5V 或 6V 就足够测试用了。

②胶带粘贴到步进电机的输出轴上，并使它垂直于轴端伸出成为一个标志。此标志的作用在于判断电机是否转动。

③任意挑出一条引线称之为相 1。若将此线接地，则电机输出轴将做轻微的转动。现在步进电机被锁定在相 1 的位置上。如图 2 所示。

④取另一根引线并将其接地，仔细观察输出轴上的胶带。如果输出轴向右轻微地旋转，那么此根引线是相 2。如图 3

所示。

⑤取另一根线并将其接地，仔细观察输出轴上的胶带。如果输出轴向左轻微地旋转，那么此根引线是相 4。如图 4 所示。

⑥再取另一根线并将其接地，仔细观察输出轴上胶带的运动状态。如果输出轴不旋转，那么此根引线就是相 3。如图 5 所示。

2. 分辨 6 线单极性步进电机接头

回收打印机旧电机时最常遇到这种类型的单极性步进电机。6 线单极性步进电机通常看起来像是两个单段式电机叠放在一起，每个单段有 3 根线引出(参见图 6)。这种步进电机的

引线非常容易分辨。

分辨 6 线步进电机引线顺序的工作相当简单。如果它的结构形式是多段式步进电机，那么引线的顺序实际上已经给出了，用数字万用表可以找出每对绕组的公共线。只要保持绕组对的两根引线对应一致，它们的顺序并无紧要，仅会影响电机的旋转方向而已。

如果不是多段式的 6 线步进电机，可以按以下步骤确定绕组对的引线：

①使用数字万用表找出每对绕组的公共端。

②照上述方法能找出两个绕组对，分隔它们并加以标记。请将其中一个绕组对标记为 A 和 C(也可以是 1 和 3)，另一个标记为 B 和 D(也可以是 2 和 4)。在每一对绕组中，哪条引线

是何顺序并不重要，只要成对就足够了。

二、单极性步进电机的步进方式

单极性步进电机可以用三种步进方式：单拍、双拍、半拍方式。单拍步进方式是指每次仅给一个绕组通电，结果导致转子旋转，并运动到转子永磁体与具有相反极性的绕组对齐的位置。双拍方式同时给两个绕组通电，这样就导致转子旋转，并在永磁体到达两个通电绕组的中间位置点时平衡。双拍方式的优点是比单拍方式多获得 41.4% 的输出力矩，不过代价

是需要花费后者两倍的能量，因为它有两相绕组同时通电。最后，半拍方式工作时则让两个绕组通电与单个绕组通电方式交替地进行。半拍方式的输出力矩比双拍方式小，随设计不同，在 15% 30% 之间变化，不过它可以获得双拍方式两倍的步进分辨率(每周两倍的步数)。表 1 到表 3 给出了在这三种步进方式下绕组通电的过程。要使步进电机反转，只需将通电过程反向即可。

三、双极性步进电机

双极性步进电机之所以如此命名，是因为每个绕组都可以两个方向通电。因此每个绕组都既可以是 N 极又可以是 S 极。它又被称为单绕组步进电机，因为每极只有单一的绕组，它还被称为两相步进电机，因为具有两个分离的线圈。

双极性步进电机有四根引线，每个绕组两条。与同样尺寸和重量的单极性步进电机相比，双极性步进电机具有更大的驱动能力，原因在于其磁极(不是中间抽头的单一线圈)中的场强是单极性步进电机的两倍。双极性步进电机的每个绕组需要一个可逆电源，通常由 H 桥驱动电路提供。由于双极性步进电机比单极性步进电机的输出力矩大，因此总是应用于空间有限的设计中。这也是软盘驱动器的磁头步进机械系统的驱动之所以总是采用双极性步进电机的原因。

可以相当简单地使用数字万用表来查找两个绕组。如果在某两根引线之间能够测量到阻值，那么这两根引线之间就属于一个绕组，其他两根引线之间是另外一个绕组。双极性步进电机的步距通常是 1.8° ，也就是 200 步。

四、双极性步进电机的步进方式

双极性步进电机具有和单极性步进电机相同的步进方式，仅仅由于绕组配置的不同，在实现上存在一些差别。双极性步进电机的步进方式如表 4 到表 6 所示。

五、步进驱动方式的相似之处

如果读者是聪明的，或者在实践中很细心，也许就会注意到单极性步进电机和双极性步进电机在步进驱动方式上是极其相似的。以前面介绍的单极性步进电机的步进方式表格为例，交换列 B 和列 C 的位置，将所有的“通”替“+”，然后在与状态为“+”的引线同一绕组的另一列中补上“-”，就将看到和上面双极性步进电机同样格式的表格，只是电机的转向相反。这说明控制单极性步进电机的任何逻辑也可以用来驱动双极性步进电机。注意是逻辑，而非驱动电路。双极性步进电机的绕组需要 H 桥电路，而单极性步进电机仅仅需要一个简单的晶体管开关。做到在控制单极性步进电机和双极性步进电机之间切换，惟一需要的变化是交换 B 和 C 的逻辑输出。

六、通用步进电机

如图 7 所示，通用步进电机有 8 根引线。它既可配置为单极性也可配置为双极性步进电机。在分辨这类步进电机的绕组时可能使用户产生某些困惑，因为需要掌握正确的绕组极性以及顺序。通常，仅仅依靠观察是无法确定绕组的极性的。幸运的是，可以通过电子测量的方法来推断它。

1

· 分辨通用步进电机绕组的极性

为了测量和确定通用步进电机的绕组极性，需要一个电源或电池组，以及一块数字万用

表。请遵循以下步骤进行：

- ①首先，使用数字万用表的欧姆档找出 4 个引线对，从而确定 4 个绕组。
 - ②选择两个绕组，并各选一条引线相互短接。将数字万用表切换到 AC 电压的 20V 档，将数字万用表的两个表笔连接到正在测量的两个绕组的末端。
 - ③转电机轴，如果得到 2V 左右的电压读数，那么就找到了同一组的绕组，也就确定了它们的极性(参见图 8)。如果万用表的读数是 0V，同样也确定了绕组的极性，它们的极性相
- 反(参见图 9)。切换到绕组的另一根引线并短接到另一绕组，以验证前面的假设。
- ④标注引线以指示绕组的极性。至于哪一端定为上述图示中所标示的记号黑点端并不重要，只要你知道如何分组即可。

2. 配置通用步进电机极性的方法

这一小节讲述配置通用步进电机极性的三种方式：单极性、双极性串联和双极性并联。

图 10 所示的配置模拟了一个 6 绕组的单极性步进电机。

图 11 所示的双极性配置可以以较低的工作频率传递较高的力矩。它的工作频率无法较高，是因为串联绕组具有高的磁阻，因此电流无法快速达到峰值。

图 12 所示的双极性并联配置步进电机的输出力矩小于双极性串联配置，但是它具有更高的工作频率，因为并联绕组配置具有低磁阻，电流可以快速达到峰值。

七、有关步进电机极性配置的结束语

至今为止，读者可能已看到了 6 线单极性步进电机和串联配置的通用步进电机之间的令人惊异的相同点。事实上，可以通过忽略两条公共绕组的连接，将一个 6 线单极性步进电机

用作双极性步进电机。作者已经测试过，并且工作状态良好。

八、如何获得步进电机

如今步进电机的价格仍然比较昂贵，但幸运的是，它们在旧货市场上比较常见。几乎在每一家旧货商店中都有剩余步进电机处理出售。麻烦的是，很少有商店能向顾客提供步进电机的规格性能说明书，因为他们也不知道。如果知道，他们当然是会提供的。

获取更多资料