

步进电机技术十四问

1. 什么是步进电机？
2. 步进电机分哪几种？
3. 什么是保持转矩（**HOLDING TORQUE**）？
4. 什么是 **DETENT TORQUE**？
5. 步进电机精度为多少？是否累积？
6. 步进电机的外表温度允许达到多少？
7. 为什么步进电机的力矩会随转速的升高而下降？
8. 为什么步进电机低速时可以正常运转，但若高于一定速度就无法启动，并伴有啸叫声？
9. 如何克服两相混合式步进电机在低速运转时的振动和噪声？
10. 细分驱动器的细分数是否能代表精度？
11. 四相混合式步进电机与驱动器的串联接法和并联接法有什么区别？
12. 如何确定步进电机驱动器的直流供电电源？
13. 混合式步进电机驱动器的脱机信号 **FREE** 一般在什么情况下使用？
14. 如果用简单的方法调整两相步进电机通电后的转动方向？

1.什么是步进电机？ TOP

步进电机是一种将电脉冲转化为角位移的执行机构。通俗一点讲：当步进驱动器接收到一个脉冲信号，它就驱动步进电机按设定的方向转动一个固定的角度（及步进角）。

您可以通过控制脉冲个数来控制角位移量，从而达到准确定位的目的；同时您可以通过控制脉冲频率来控制电机转动的速度和加速度，从而达到调速的目的。

2.步进电机分哪几种？ TOP

步进电机分三种：永磁式（PM），反应式（VR）和混合式（HB），永磁式步进一般为两相，转矩和体积较小，步进角一般为 7.5 度 或 15 度；

反应式步进一般为三相，可实现大转矩输出，步进角一般为 1.5 度，但噪声和振动都很大。在欧美等发达国家 80 年代已被淘汰；

混合式步进是指混合了永磁式和反应式的优点。它又分为两相和五相：两相步进角一般为 1.8 度而五相步进角一般为 0.72 度。这种步进电机的应用最为广泛。

3.什么是保持转矩（HOLDING TORQUE）？ TOP

保持转矩（HOLDING TORQUE）是指步进电机通电但没有转动时，定子锁住转子的力矩。它是步进电机最重要的参数之一，通常步进电机在低速时的力矩接近保持转矩。由于步进电机的输出力矩随速度的增大而不断衰减，输出功率也随速度的增大而变化，所以保持转矩就成为了衡量步进电机最重要的参数之一。比如，当人们说 2N.m 的步进电机，在没有特殊说明的情况下是指保持转矩为 2N.m 的步进电机。

4.什么是 DETENT TORQUE？ TOP

DETENT TORQUE 是指步进电机没有通电的情况下，定子锁住转子的力矩。DETENT TORQUE 在国内没有统一的翻译方式，容易使大家产生误解；由于反应式步进电机的转子不是永磁材料，所以它没有 DETENT TORQUE。

5.步进电机精度为多少？是否累积？ TOP

一般步进电机的精度为步进角的 3-5%，且不累积。

6.步进电机的外表温度允许达到多少？ TOP

步进电机温度过高首先会使电机的磁性材料退磁，从而导致力矩下降乃至于失步，因此电机外表允许的最高温度应取决于不同电机磁性材料的退磁点；

一般来讲，磁性材料的退磁点都在摄氏 130 度以上，有的甚至高达摄氏 200 度以上，所以步进电机外表温度在摄氏 80-90 度完全正常。

7.为什么步进电机的力矩会随转速的升高而下降？ TOP

当步进电机转动时，电机各相绕组的电感将形成一个反向电动势；频率越高，反向电动势越大。在它的作用下，电机随频率（或速度）的增大而相电流减小，从而导致力矩下降。

8.为什么步进电机低速时可以正常运转，但若高于一定速度就无法启动，并伴有啸叫声？ TOP

步进电机有一个技术参数：空载启动频率，即步进电机在空载情况下能够正常启动的脉冲频率，如果脉冲频率高于该值，电机不能正常启动，可能发生丢步或堵转。在有负载的情况下，启动频率应更低。如果要使电机达到高速转动，脉冲频率应该有加速过程，即启动频率较低，然后按一定加速度升到所希望的高频（电机转速从低速升到高速）。

9.如何克服两相混合式步进电机在低速运转时的振动和噪声? TOP

步进电机低速转动时振动和噪声大是其固有的缺点，一般可采用以下方案来克服：

- A.如步进电机正好工作在共振区，可通过改变减速比等机械传动避开共振区；
- B.采用带有细分功能的驱动器，这是最常用的、最简便的方法；
- C.换成步距角更小的步进电机，如三相或五相步进电机；
- D.换成交流伺服电机，几乎可以完全克服震动和噪声，但成本较高；
- E.在电机轴上加磁性阻尼器，市场上已有这种产品，但机械结构改变较大。

10.细分驱动器的细分数是否能代表精度?TOP

步进电机的细分技术实质上是一种电子阻尼技术（请参考有关文献），其主要目的是减弱或消除步进电机的低频振动，提高电机的运转精度只是细分技术的一个附带功能。比如对于步进角为 1.8° 的两相混合式步进电机，如果细分驱动器的细分数设置为 4，那么电机的运转分辨率为每个脉冲 0.45° ，电机的精度能否达到或接近 0.45° ，还取决于细分驱动器的细分电流控制精度等其它因素。不同厂家的细分驱动器精度可能差别很大；细分数越大精度越难控制。

11.四相混合式步进电机与驱动器的串联接法和并联接法有什么区别?TOP

四相混合式步进电机一般由两相驱动器来驱动，因此，连接时可以采用串联接法或并联接法将四相电机接成两相使用。串联接法一般在电机转速较的场合使用，此时需要的驱动器输出电流为电机相电流的 0.7 倍，因而电机发热小；并联接法一般在电机转速较高的场合使用（又称高速接法），所需要的驱动器输出电流为电机相电流的 1.4 倍，因而电机发热较大。

12.如何确定步进电机驱动器的直流供电电源? TOP**A.电压的确定：**

混合式步进电机驱动器的供电电源电压一般是一个较宽的范围（比如 IM483 的供电电压为 12～48VDC），电源电压通常根据电机的工作转速和响应要求来选择。如果电机工作转速较高或响应要求较快，那么电压取值也高，但注意电源电压的纹波不能超过驱动器的最大输入电压，否则可能损坏驱动器。

B.电流的确定：

供电电源电流一般根据驱动器的输出相电流 I 来确定。如果采用线性电源，电源电流一般可取 I 的 1.1～1.3 倍；如果采用开关电源，电源电流一般可取 I 的 1.5～2.0 倍。

13.混合式步进电机驱动器的脱机信号 FREE 一般在什么情况下使用? TOP

当脱机信号 **FREE** 为低电平时，驱动器输出到电机的电流被切断，电机转子处于自由状态（脱机状态）。在有些自动化设备中，如果在驱动器不断电的情况下要求直接转动电机轴（手动方式），就可以将 **FREE** 信号置低，使电机脱机，进行手动操作或调节。手动完成后，再将 **FREE** 信号置高，以继续自动控制。

14.如果用简单的方法调整两相步进电机通电后的转动方向? TOP

只需将电机与驱动器接线的 **A+** 和 **A-**（或者 **B+** 和 **B-**）对调即可。