

步进电机的基本原理

张 明

(天津工业大学计算机学院自动化 中国 天津 300160)

摘要: 步进电机是一种将电脉冲转化为角位移的执行机构。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(称为“步距角”),它的旋转是以固定的角度一步一步运行的。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。步进电机可以作为一种控制用的特种电机,利用其没有积累误差(精度为 100%)的特点,广泛应用于各种开环控制。

关键词: 步进电机;步进驱动器

步进电机作为执行元件,是机电一体化关键产品之一,广泛应用于各种自动化控制系统中。随着微电子和计算机技术的发展,步进电机的需求量与日俱增,在各个国民经济领域都有应用。

步进电机是一种将电脉冲转化为角位移的执行机构。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(称为“步距角”),它的旋转是以固定的角度一步一步运行的。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。步进电机可以作为一种控制用的特种电机,利用其没有积累误差(精度为 100%)的特点,广泛应用于各种开环控制。

现在比较常用的步进电机包括反应式步进电机(VR)、永磁式步进电机(PM)、混合式步进电机(HB)和单相式步进电机等。

永磁式步进电机一般为两相,转矩和体积较小,步进角一般为 7.5 度或 15 度;反应式步进电机一般为三相,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。反应式步进电机的转子磁路由软磁材料制成,定子上有多相励磁绕组,利用磁导的变化产生转矩。

混合式步进电机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,也是本次细分驱动方案所选用的步进电机。

步进电机的一些基本参数:

电机固有步距角:

它表示控制系统每发一个步进脉冲信号,电机所转动的角度。电机出厂时给出了一个步距角的值,如 86BYG250A 型电机给出的值为 0.9°/1.8°(表示半步工作时为 0.9°,整步工作时为 1.8°),这个步距角可以称之为“电机固有步距角”,它不一定是电机实际工作时的真正步距角,真正的步距角和驱动器有关。

步进电机的相数:

是指电机内部的线圈组数,目前常用的有二相、三相、四相、五相步进电机。电机相数不同,其步距角也不同,一般二相电机的步距角为 0.9°/1.8°,三相的为 0.75°/1.5°,五相的为 0.36°/0.72°。在没有细分驱动器时,用户主要靠选择不同相数的步进电机来满足自己步距角的要求。如果使用细分驱动器,则“相数”将变得没有意义,用户只需在驱动器上改变细分数,就可以改变步距角。

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。

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。

步进电机的一些特点:

1. 一般步进电机的精度为步距角的 3-5%,且不累积。

2. 步进电机外表允许的最高温度。

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。

3. 步进电机的力矩会随转速的升高而下降。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。

4. 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。

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)。

步进电动机以其显著的特点,在数字化制造时代发挥着重大的用途。伴随着不同的数字化技术的发展以及步进电机本身技术的提高,步进电机将会在更多的领域得到应用。

(上接第 42 页)主导作用。

教学双方不受时间、空间的限制。

学生学习更自主,而且具有网上学习能力才能真正成为学习的主体。

为学生构建一个多媒体,全方位的虚拟学习环境。

教育的投入小,效益大。

三、网上教学的实践

1. 充分利用远程教学网发展继续教育

目前我院远程教学网提供了几十门课程的网络教学环境,并在不断完善和丰富。学生可通过网络与教师、同学进行实时交谈,进行网上答疑、讨论、上交作业等。这些都深受学生欢迎。尤其是对个别的残疾学生来说,网上教学更显优越性。

2. 充分发挥校园网的作用搞好学历教育

校园网络是学校教与学的纽带,搞好学历教育,学生可以从校园

网上得到更多的知识信息,也能及时地发布自己的信息,并实现网上交流、讨论。教师的备课可从校园网中获得更多教学信息,及时了解学生的学习情况,教师可方便地,有选择地比较教学信息资源,然后通过校园网向学生进行指导,以提高教学质量。具体的做法是:

教师要建立自己的教学主页;

在教学主页要有自己任教课程的多媒体教材(电子版);

配合教学进度,定期更新讨论主题及 BBS 材料;

每周定时与网上的学生进行实时交谈、辅导、答疑;

利用自己的邮箱(E-mail)收缴学生作业及收集学生对教学意见或建议;

参考文献

- [1] 陈琦,刘儒德.信息技术教育应用.人民邮电出版社.1997.111-115.
- [2] 王洪,沈凌霄.计算机与教育.电子工业出版社.1997.42.