

# 现代创新型电机设计研究

范 锐

(佳木斯电机股份有限公司, 黑龙江 佳木斯 154002)

**摘 要** 现代电机已经不再是运行任务的一个部分, 而是一种综合控制系统。可以说, 现代电机是全部机电控制系统的神经中枢, 现代电机能够给全部的机电控制系统供给电能。现代电机同时还能够发挥调整、平衡和管理整个机械体系的功能, 而且, 很多现代电机都具备了这两种功能。那么这种巨大而全面的功能, 必然对现代电动机提出了更高的要求, 而这种需求不但反映在现代电机的设计与制造过程中, 而且反映在现代电机生产的经济性、应用与发展过程中。

**关键词** 超声波电机 无刷永磁电机 步进电机 电机设计

中图分类号: TM315

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)08-0125-03

现代的创新电动机设计, 力求将有刷电动机转为无刷电机: 无刷直流电机是一个典型的机电一体化产品, 由电动机自然本体和驱动器所构成。而无刷电机品种也很多, 但几乎没有无刷电机的任何缺陷。无刷电机磨损小、噪声少、干扰小。因此, 无刷电机比有刷电机具有较大的优越性。

现代电机的直接驱动: 现代电动机通常在高速运行时, 其工作转速可达到每分钟几百乃至几千转。在如此高速的工作转速下, 切换为高速和低速都是相当麻烦的。此时, 唯有把现代电力驱动技术发展为直接驱动, 才可以更有效地克服这一问题。智能化: 在当今社会, 随着电子科学技术的迅速变化, 智能系统也开始渗入人类生活中的各个方面。现代发动机技术不但能够帮助整个车辆的机械系统, 还能够平衡和调整车辆的内部电气系统<sup>[1]</sup>。在当今社会, 现代车辆系统更要求具备高度适应性和主动创新功能, 并形成了面向各种任务的个性化服务。这也是汽车智能科技和现代电子系统高度集成的重要表征。同时现代发动机智能化系统还要求综合运用各种电子理论、智能传感器和高效材料<sup>[2]</sup>。

## 1 超声波电机

### 1.1 超声波电机的原理

超声波电机, 是指一类利用超声材料在一定频域内产生的震荡来获取电能的机器, 又或者使用超声波振荡来获取电能的机器。超声波电机利用压电材料的输入电压, 而形成晶格变化。超声波电机由于使用了压电材料的高输入电流, 从而产生了晶格变形。但是, 由于使用了压电材料驱动的转子, 前进距离一般都相当小, 通常为微米量级。所以, 如果电机要求长距离

运动时, 就必须利用输入超声波的高频电压, 使定子产生很大的震动频率, 以获得理想的转速, 这也就是超声波电机的基本原理<sup>[3]</sup>。

### 1.2 超声波电机的特性

1. 根据超声波发动机弹性振动体的振动率和摩擦驱动电能的方法确定, 这是一个低速引擎。同时, 由于其功率密度通常比普通电磁发动机高5至10倍, 它可以在低速时获得大扭矩, 并且没有减速机构, 因此可以直接驱动推进机构<sup>[4]</sup>。

2. 当超声波发动机由于歧管和转子之间的静摩擦而关闭时, 发动机之间会形成较大的静扭矩, 实现自锁并断开制动; 简化GPS工作, 缩短响应时间。

3. 超声波发动机的启动器, 通过超声振动驱动转子。超声振动的振幅一般为微米量级。但是, 在直接反馈系统中, 因为高速分离能力和高速定位精度, 更容易实现。

### 1.3 超声波电机的应用

超声波电机还可以作为照相机的驱动器和自动对焦控制器。自动驾驶仪-工业机器人和小型仪器的自动控制, 供飞行员在飞机和航空上使用; 高档汽车门窗; 座椅调整及驱动装置; 自动打开和关闭窗帘。医疗领域: 人工心脏、人工关节、人工驱动设备、强磁场驱动装置、磁悬浮电动车组等控制系统。如果驱动装置不产生磁性, 例如磁通门自动检测系统、转盘等。

## 2 无刷永磁电机

### 2.1 无刷永磁电机的原理

无刷永磁电机的伺服系统, 如图1所示。主要由如下四大部分所组成: 永磁同步电机MS、转子位移检测器BQ、逆变器和控制器。

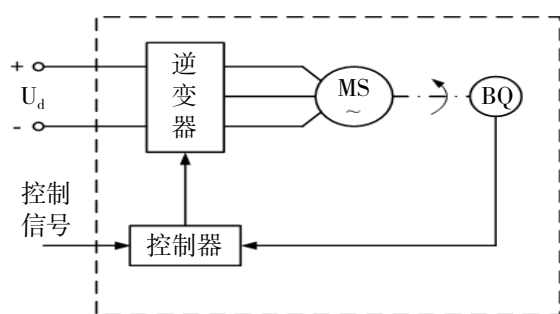


图1 无刷永磁电机的伺服系统

## 2.2 无刷永磁电机的特点

1. 无刷直流电机效率高，高效面积大，功率和转矩密度高，功率因数（ $\cos\phi$ ）接近1，系统能效高于百分之九十，永磁无刷直流电机转子能够在所有状况下同步工作，交流电流频率电机为变频调速，无刷直流电机则是变频调速。发电机以相等速度同时工作，在转子上既不损失铜也不损失铁。

2. 无刷直流电机具有低压特性好、转矩过载特性强、起动转矩大（堵转特性）、起动压力差小等特点<sup>[5]</sup>。

## 2.3 无刷永磁电机的应用

汽车净化器主要使用直流无刷电机，通过驱动的离心叶片清除污浊空气。而发电机本体则根据发电机的电路方案选择，通常采用两相桥式换向驱动电路。定子内绕组可以很容易地绕在铁心齿上。发电机制成了外转子结构，即定子和定子绕组并置于同一个转子内。换向驱动电路使用了专门的嵌入式集成电路（ASIC），结构简洁，并具有了电子监视和保护的功能。

工业缝纫机用无刷直流电机具备正反向（100ms）的起动速度，以及制动速率快、定位精度高、过载能力大、震动范围小、自动背缝等三种自动控制功能，并同时实现了传统工业缝纫机的手动剪线和手动挑线<sup>[6]</sup>。

## 3 步进电机控制

### 3.1 步进电机的原理

步进发动机是一种开放式循环电气控制装置，可将电脉冲信号转换为角位移或线性位移。如果没有过载，发动机的转速和排量仅取决于脉冲信号的频率和脉冲数，不受负载变化的影响。通过改变电压和脉冲率，可以调节发动机转速并快速启动、停止或反转。适用于数字控制器。原则上，控制器可在0.5之前打开或关闭<sup>[7]</sup>。此外，步进电机还具有周期误差和累积误差的优点。因此，在速度调节器和车辆控制领域，通过蹦床来调节速度将非常容易。该系统由双脉冲信号和可以实际使用的高能链组成，因此，步进机的实际应用并不简单，因为它还包括许多专业，如机械工程、汽车、

电气工程、计算机科学等。步进式发动机主要由稳定器和转子组成，它是由地磁材料制成的，控制装置的旋转位于稳定器的地磁场处。

### 3.2 步进电机的特点

步进电机的起动转矩与控制脉冲频率之间的比率是转矩频率的一个特征。其特点是减速曲线明显变化，通常从最大转矩（起动转矩） $T_Q$ 开始。然而，由于控制脉冲频率的增加，步进发动机的速度逐渐增加，而负载容量则降低。关于电源的基本规定：阶段编号、接线方法、电源的电压和电流应满足步进机的基本要求，应符合步进电机启动频率和工作频率的规定。最大限度地抑制了步进机的振动，工作环境稳定可靠，驱避能力强；成本低、效率高、配置简单、维护简单。

### 3.3 步进电机的应用

#### 3.3.1 工业机器人中的应用

工业机械手是一种能够模拟手的机械动作方法。它可以代替人手抓取物体、搬运物品和使用工具执行程序。发动机是一种机电设备，可以将脉冲信号转换为线性运动和角位移。步进发动机的启动位置与输入脉冲的数量成正比，而速度与单位时间内的输入脉冲数（即脉冲频率）成反比，并均匀分布在每一步的相位旋转上机器。因此，当发动机推进调节脉冲的数量和频率以及耦合后相序的相应值时，启动阶段，步进机的速度和方向可以调节。

#### 3.3.2 包装机械中的应用

步进电机驱动齿轮泵，实现精确测量。齿轮泵还广泛用于输送饮料、豆腐、白酒、油、番茄酱等粘性物料。此外，在矿井提升机上，甚至在电机的测试中，步进电机由于其自身的特点，已经获得了不可替代的重要地位。

## 4 电机设计的发展趋势

由于节能成为世界关注的焦点，电力设计的效率问题也日益引起重视。电机驱动器产业将继续配合产业发展，帮助工程师提升生产效率、减少能耗、增强产品安全性、降低电子元器件数量等，对实现工业节能目标具有积极意义。

无刷直流式（BLDC）电机用来代替在发电机罩下辅助部分的皮带和大齿轮传动系统，如泵、阀、加热器、空调、风机等。随着无刷直流电机拥有越来越卓越的特性，它也开始进入了传统上使用无刷直流（BDC）电源方案的其他领域。另一种趋势是，应用装配率提高了发动机的总装配数量。例如，电热通风空调系统（HVAC）门控（主要是无刷直流单极步进电机）技术就已广泛应用于中低端汽车的HVAC控制系统。

无刷直流电动机广泛应用于信息通讯行业。典型

应用有通风机、送风机、自动泵和压气机。无刷直流电动机(BLDCM)比传统的交流电动机(AC)或开关磁阻电动机(SRM)的效能更高。同时,无刷直流电动机亦能进行较低速、低成本的应用,尤其是集成无传感器换相算法,也因此节约了大量外部传感器。

### 5 节能趋势对电机驱动应用的新要求

能源成本通常是发电机全部寿命循环成本中最重要的一部分。所以,通过使用更高效率的发电机能够节约不少电能。在国际节能趋势中,对电力驱动方式的更新需求可以大致分为这些方面。首先,能源利用效率主要决定于所选择的电力技术和电力结构,所以必须选用可以把电力转化为机械能的发动机,并把比例增加到最大。其次,必须选用可以最大限度地减少驱动功率,从而增加能源利用率的驱动电路。最后,必须通过增加发电机驱动智能化程度,达到优化的能源方案<sup>[8]</sup>。

### 6 提高电机设计能效的创新解决方案

步进电机在高速、高精度、动态的运动控制系统中也越来越受到人们的青睐。随着电子技术的飞速发展,智能电机/控制器的特殊标准产品(ASSP)也应运而生,可以更有效地驱动这些设备。这种标准装置为产品设计人员创造了更加灵活多样的方法,开发了新的功能空间,也出现了许多新的应用。

#### 6.1 双极步进电机驱动及控制器

AMIS-30623是由AMIS-3062X系列半导体有限公司所研制的消费电子产品,是一款高效的双极性步进电机驱动控制器。本产品包括专用有限状态机,局域网(LIN)指令集,是根据先进的前照灯系统(AFS)及控制系统的需要量身定做的。本实用新型集无传感器控制系统和测试功能于一身,大大增强了安全性,也降低了航天器部件数量,从而减少了生产成本。AMIS-30623也是为远程应用和多轴定位系统而设计的。新设计的无传感器控制系统和测量功能,可简单地实现高精确定位和准闭环标定过程。

该系统设备的主要好处是,每个应用的运动控制功能都可在工厂内预先编写,这就大大减少了机械工程师的编码工作。一旦选定了设备的闪存版本,就可在开发应用程序和以后测试和调试的软件时,对其进行重新编写,这将极大提高设备设计更新的速度。

#### 6.2 步进电机的精确动态控制

随着步进电机在更多的现实应用中的出现,设计者们也将日益要求更为精确的产品定位。但同时,也由于其的超高效率、高性能以及日渐减小的尺寸,将促使它对于纺织机械、机器人、数控铣床等消费电子产品而言,更加具有吸引力。安森美0.5半导体的

Amis-305xx产品,是在所有要求更精确全过程动态管理的步进电机系列中最大的ASSP产品。它还能够实现具有SPI接口的可变电机电流控制器,以实现更为准确的全过程动态管理。

在建筑自动化汽车安全设计中,工程师不应再担心动态设计中的交通计算,因为这些计算已集成到ASSP中。它们应仅规定发动机的总运动,相关IC系统可执行增强功能,如系列的传感器报告,简化设计师的工作,加快上市时间。此外,这些新的微步引擎和控制系统还可以使设计师以最低的速度和轻松度完成动态应用组件和材料的最低价格。

### 7 结语

按照要求选用电机,是设计系统中最关键的原则。另外还应兼顾以下各种因素:电动机能完全满足对于生产机械在电器功能方面的要求;生产电动机在工作过程中,其输出功率也应被最有效地利用;生产电动机的结构形式,也要满足于周围环境的需要。不同的工作环境下,对电机系统也存在着不同的要求。这里所论述的电动机控制系统,是在特定的工况环境下应用的,不过如果把它们和传统的电动机控制系统相比,会发现,对电动机控制并不容易,而且对电源驱动方法的要求也更多。不过,他们也具有别的电动机控制系统所不能替代的优点。在创新型电源管理系统中,合理地节电已经是一种总的发展趋势,而电力驱动产品则已日益成为大量的通用商品,而降低每个供电驱动的生产成本与降低方案尺寸,将成为一个很重要的经济动力,而市场也将会在最高效的管理方式和降低成本之间取得一种动态平衡。

### 参考文献:

- [1] 唐静,王斌.创新型机电产品的快速设计[J].农业科技与装备,2014(09):39-41.
- [2] 陈志红.论冶金机电设备创新设计[J].大科技,2018(07):237.
- [3] 李昕瞳.现代机械设计的创新方法[J].科技创新与应用,2018(08):41-42.
- [4] 范雪蕾,莫会成,莫为.一种高端制造装备用伺服电机设计研究[J].微电机,2019,52(09):14-18.
- [5] 杜飞,姚舜才,安坤,等.新型直爪混合励磁爪极电机设计与研究[J].机电工程,2019,36(05):539-543.
- [6] 杨宁,董冰.新型永磁电机的设计、分析与应用研究[J].民营科技,2015(09):28.
- [7] 同[6].
- [8] 基于H264的无线遥控车及其控制系统的设计与实现[D].长春:吉林大学,2014.