

基于控制器(C166v2)单片机系统的全数字交流伺服系统的研究

Research on Digital AC Servo System with Dedicated Motor Processor (C166v2) SCM System

北京交通大学 电气工程学院 潘月斗

摘要: 微处理器的高速发展使得交流伺服系统的全数字化、智能化和低廉的费用成为现实。本文采用英飞凌公司电机专用控制器(C166v2)单片机系统开发实现了永磁同步电动机(PMSM)全数字交流伺服系统。理论分析和实验证明,上述方案具有良好的可靠性和性价比,有广阔的应用和经济前景。

关键词: 交流伺服 全数字 PMSM

Abstract: Fast development of microprocessor realizes the fact of entire digitization, intelligence and low charge of AC servo system. This paper develops the digital AC servo system of PMSM with dedicated motor processor (C166v2) SCM system of Infineon Corporation. It is validated by theoretical analysis and experiments that the strategy has good dependability and high performance price ratio as well as the wide application and economic foreground.

Key words: AC servo Entire digital PMSM

1 引言

伺服系统是机床的关键环节,它直接影响机床的性能。交流伺服是目前伺服产品的发展方向,在功能、指标、体积等方面都较直流伺服产品有较大提高,并被广泛应用在高精度数控机床、机器人、特种加工装备等系统中。

随着微处理器的发展,全数字交流伺服系统是实现电流、速度和位置控制全数字化的同时,还可具有丰富的状态自诊断、故障保护和信息显示功能,可以方便地设置各种参数以及和上位机进行通讯,实现了伺服系统的智能化。在控制策略上,伺服系统也开始应用现代控制理论的各种新的研究成果,实现自动推算负荷的惯性,参数自设定等功能。

同国外相比,国产全数字交流伺服产品研制起步较晚,在性能指标和可靠性方面与国外的还有一定的差距:输入模式比较单一,难以满足各类数控系统;同时

数字化程度也较低^[1]。

为此,笔者以英飞凌公司电机专用控制器(C166v2)单片机系统为控制核心,以智能功率模块(IPM)为功率变换装置,并结合必要的外围电路构成了一套完整的永磁同步电动机(PMSM)全数字交流伺服驱动系统,结构如图1所示。

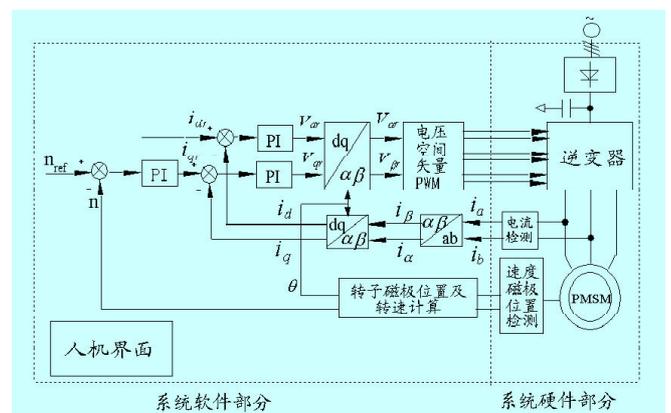


图1 PMSM 矢量控制系统结构

如图1所示,系统软件完成了整个系统大部分的功能:转速调节、电流调节、矢量变换、转速及转子位置检测、电压空间矢量控制、人机界面等部分。我们采用了电机专用控制器C166v2,它集成了相当多的电机控制外围电路。这使得系统硬件部分非常简单,主要包括:C166v2最小系统、人机接口、整流逆变装置、电流的检测、速度及转子磁极位置检测等部分。

图2给出了C166v2为核心的最小系统结构图^[2]。

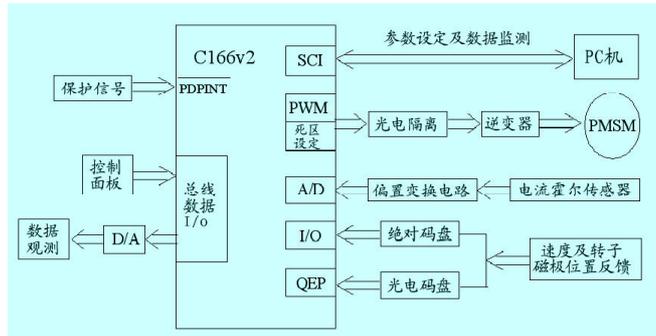


图2 C166v2最小系统

2 英飞凌公司电机专用控制器(C166v2)单片机系统

电机控制专用单片机系统(C166v2)是英国英飞凌公司推出的新型高性能16位数字微处理器。指令速度40MIPS;8路10位A/D转换,2 μ s转换时间;器件为工业级芯片,温度范围为-40~120。它是专门为电机的数字控制设计的,集高速信号处理能力及适用于电机控制的优化外围电路于一体,大大减少了控制系统的体积,提高了系统的性能价格比和更低的能耗及更高的可靠性。

C166v2片内优化的事件管理器ccu6e是高性能电机控制的关键。它提供的脉宽调制(PWM)及I/O口可以用于驱动各种类型的电机,其中包含了3个启/停定时器及9个比较器,并附以灵活的波形发生逻辑,可产生多达9路PWM输出。它还支持对称的和非对称的PWM生成能力及空间矢量PWM状态装置以实现开关功率晶体管的优化方案,并包括可以软件设定的死区发生单元。此外,事件管理器集成了4个接收输入端,其中1个可设置为正交解码脉冲的直接输入端,以检测转速。

3 人机接口

人机接口部分我们采用了PC上位机通过RS232与

C166v2接口,完成运行指令、参数设定、数据的采集等功能。

4 电流、转速检测

C166v2提供了两个A/D模块,总共8路10位的A/D。两个模块可同时进行采集,保证了被采集量的同相位。本系统应用A/D模块实现定子两相电流的采集,矢量变换由控制器完成。

由于C166v2提供了正交解码电路(QEP)实现鉴相和四倍频,所以与常见的处理方案相比,本系统的外部硬件电路只需对码盘的反馈信号进行整形,降低了系统的复杂程度,并极大地提高了可靠性。

5 电流控制

如图1所示,本文所研究系统的内环为空间矢量PWM(SVPWM)控制,而不是通常的电流滞环PWM控制。这主要是考虑到系统的全数字化和C166v2处理能力的强大。事实上,C166v2内部集成了SVPWM逻辑生成环节,使得这种控制方案可以方便地实现,提高了控制的可靠性,降低了算法的复杂性。

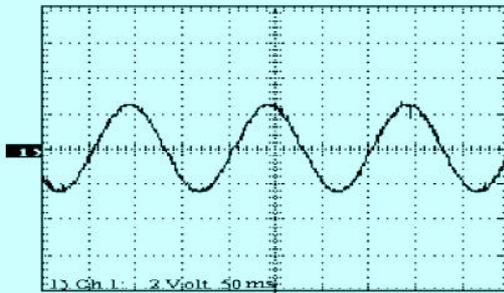
虽然逆变器只能产生8个基本电压空间矢量,但可以利用它们的线性组合来获得更多的与基本矢量相位不同的电压空间矢量,从而构成一组等幅不同相的电压空间矢量,形成尽可能逼近圆形的旋转磁场。这样在一周内逆变器的开关状态可以超过6个,并且有些开关状态会多次出现。这就使得逆变器输出一系列等幅不等宽的脉冲波,从而实现SVPWM控制。

SVPWM主要有以下几个特点:适合数字实现;每次功率器件开关切换基本上只涉及到一个功率开关器件,开关损耗小;采样时间TZ的长短决定电机旋转磁场逼近圆形的程度,TZ越小,越逼近圆形,但要受到所用功率器件允许开关频率的制约;逆变器输出电压基波最大幅值为直流侧电压,比一般的SPWM逆变器输出电压高15%。

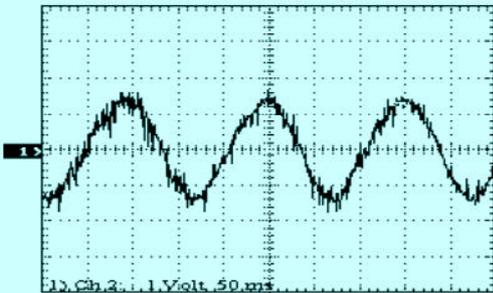
6 结论

进行了上述系统的实验,图3给出了部分实验结果。

可以看出,本系统粗精结合的角度计算所得到的转子位置非常准确,保证了正确的矢量控制,取得了理论分析中的解耦效果。



转子磁极位置正弦值 $\text{Sin } \theta$



带载稳态电流 I_a

图3 +100R 9min 稳态运行时的转子位置和定子电流波形

理论分析和实验证明, 本文的这种基于英飞凌公司电机专用控制器(C166v2)单片机系统的全数字交流伺服系统方案具有良好的性能和性价比, 有很好的应用和经济前景。

参考文献

- [1] 董晓鹏, 王兆安. 永磁交流电机的运动控制. 变频器世界, 1998(3)
- [2] 英飞凌公司. C166v2 电机专用控制单片机系统简介, 2005, 10

作者简介

潘月斗 副教授 现在北京交通大学电气工程学院从事交流伺服系统的教学和科研工作。

我国研制出替代进口的电梯专用变频控制系统

近日, 我国自主研发的电梯专用永磁同步变频高端控制系统在京通过技术鉴定。有关专家评价认为, 这一具有国际先进水平的控制系统问世, 有望打破我国高端电梯变频器市场长期以来由国外品牌垄断的局面。

据介绍, 中国是世界第一电梯生产大国, 但电梯控制技术含量最高的核心部件变频器却一直依靠进口。虽然目前国内企业已相继推出一些通用变频器, 由于缺乏被称为“头脑”的核心变频控制软件技术, 使得国内企业难以对产品进行深度开发, 造成电梯专用变频器市场 90% 以上的份额被外国产品占有。北京兰海创新工业控制系统技术有限公司依托清华大学的长期技术积累, 结合引进国外人才的独有技术, 在高端变频控制算法软件技术上实现了关键性的突破, 并成功地应用于电梯专用变频控制系统。

根据试验样机运转结果分析, 拥有自主知识产权的永磁同步电梯变频器具有高功率、可调速、无谐波污染等特点, 其售价不仅约为目前国内市场同类产品的 70%, 还有显著的节能作用。在电梯中采用变频器调速可实现节能 40% 以上, 而目前我国使用的电梯中只有 1.92% 的采用了变频控制节能型主机。据估计, 2004 年我国在用电梯约 55 万台, 全年耗电约 300 亿千瓦时。如果其中的 10 万台电梯换成变频率控制的节能型主机, 一年即可节约用电这 2.4 亿千瓦时。

该项目负责人、清华大学电子电力及电机控制国家重点实验室教授李永东透露, 高性能变频率控制算法软件在电梯领域的应用仅是开始, 今后兰海公司将把这项技术逐步应用于大型工业过程控制、高速机车、电动汽车等领域。公司通过电梯变频控制系统搭建一个技术平台, 可为相关应用领域提供成熟的技术支持。