

● 新产品 新技术 ●

基于 TMS320F240 及 IPM 的新型通用变频器

车立新¹, 崔博², 马洪飞², 徐殿国²

(1. 黑龙江龙电电气有限公司, 黑龙江哈尔滨 150090; 2. 哈尔滨工业大学, 黑龙江哈尔滨 150001)

摘要:介绍了一种全数字化高性能通用变频器。该变频器以空间矢量脉宽调制(SVPWM)技术作为理论基础,以电机控制专用芯片 TMS320F240 作为控制核心,采用智能功率模块(IPM)作为功率元件,组成交-直-交电压型逆变主回路。通过对数字信号处理器(DSP)的编程,实现用软件取代模拟器件进行高性能交流传动控制。利用与 IBM-PC 的串行异步通信,可以方便地设置各项参数,并同时完成采样、内部查表、输出模拟信号,具有控制外部电路等功能。测试结果表明,该变频器具有优良的动态和静态性能。

关键词:通用变频器; TMS320F240; IPM; SVPWM; 芯片

中图分类号: TM761.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-1663(2003)01-0074-04

New universal frequency converter based on
TMS320F240 and IPMCHE Li-xin¹, CUI Bo², MA Hong-fei², XU Dian-guo²

(1. Heilongjiang Longdian Electric Co., Ltd, Harbin 150090, China;

2. Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China)

Abstract: A full digital high performance universal frequency converter based on space vector pulse width modulation (SVPWM) with chip TMS320F240 exclusive for electric motor control as the control core, intelligent power module (IPM) as the power unit to form an AC-DC-AC voltage counter conversion principal loop is described. By programming for digital signal processor, analogue components were replaced by softwares to perform high performance AC drive control. By serial asynchronous communication with IBW-PC, various parameters can be easily set, and such functions as sampling, internal meter reading, output analogue signal and control external signal were performed at the same time. Test results show that the frequency converter has good dynamic and static performance.

Key words: universal frequency converter; TMS320F240; IPM; SVPWM; chip

目前,交流调速传动已成为电气调速传动的主流,全数字控制方式的软件功能使通用变频器的可靠性、可使用性、可维修性更为充实。通用变频器具有调速范围宽、调速精度高、动态响应快、运行效率高、功率因数高、操作简单及便于与其他设备接口等一系列优点。所以,应用范围越来越广,社会经济效益十分显著。

1 数字信号处理器 TMS320F240

TMS320F240 高速 16 位定点 DSP 控制器是 TI 公司为了满足控制应用而设计的新型产品,它

收稿日期:2001-02-05。

作者简介:车立新(1971-),男,1993年毕业于哈尔滨工业大学微特电机及控制电器专业,工程师。

的操作速率为 20MIPS(每秒执行百万条指令)。F240 将高性能的 DSP 内核和电机控制常用的片内外围设备集成为一个芯片,成为传统微处理器和昂贵多片设计的一种廉价替代品,并将 DSP 的优异性能成功地应用于电机控制。

为加强信号处理能力,TMS320F240 采用改进的哈佛结构,芯片内部具有两套独立的程序存储器总线和数据存储器总线,程序和数据总线都可以在一个指令周期内将片内数据存储器、片内或片外程序存储器中的数据送入乘法器以完成一次乘加运算,从而使其处理能力得到最大程度

的优化。TMS320F240 具有很高的并行机制,数据在 32 位的中央算术逻辑单元 (CALU) 中处理的同时,在辅助寄存器算术单元 (ARAU) 中还可以进行算术操作。这种并行机制的结果是在一个指令周期内,可以完成一系列算术、逻辑和位操作^[1,2]。

TMS320F240 中的事件管理器 (EV) 模块是专门为数字化控制电机而引入的功能模块。该模块内置的硬件电路最大限度地简化了对称空间矢量脉宽调制 (SVPWM) 波形的产生,其内部的发生电路框图如图 1 所示。产生的 SVPWM 是关

于每个周期中心对称的波形。为了获得 SVPWM 波形输出,用户在软件上只需做以下工作:

- a. 配置全比较动作控制寄存器 (ACTR) 来定义全比较输出引脚的极性。
- b. 配置比较控制寄存器 (COMCON) 比较操作和空间矢量模式 (可使空间矢量 PWM 模式会自动设置所有的全比较输出引脚为 PWM 输出),并设置全比较动作控制寄存器 (ACTR) 的重载条件为下溢。
- c. 通用定时器 (GPT1) 设置为连续加 / 减计数模式并可进行启动操作^[3,4]。

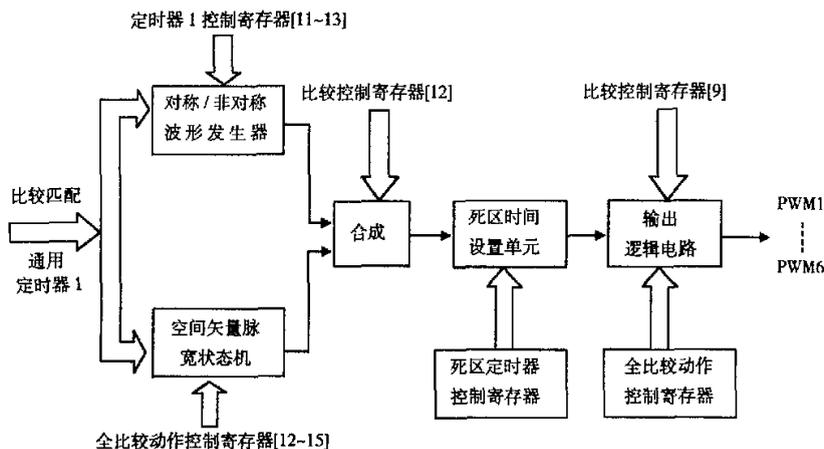


图 1 TMS320F240 内部的 PWM 发生电路框图

2 智能化功率模块 IPM

变频技术是建立在电力电子技术基础之上的,功率器件的作用显得尤为突出。在交流电动机的传动控制中,应用最多的功率器件有大功率晶体管 (GTR)、可关断晶体管 (GTO)、绝缘栅双极性晶体管 (IGBT) 以及智能模块 (IPM) 等。后面两种集 GTR 的低饱和电压特性和金属氧化物半导体场效应管 (MOSFET) 的高频开关特性于一体,是目前通用变频器中广泛使用的主流功率器件。

智能化功率模块具有开关速度快、驱动电流小、控制驱动简单的特点。IPM 包含了 IGBT 芯片及外围的驱动和保护电路、自带电流传感器可以高效迅速地检测出过电流和短路电流,从而防止异常电流的出现,保护功率芯片;由于器件内部电源电路和驱动电路的配线设计进行了优化,所以浪涌电压、门极振荡、噪声引起的干扰等问题可得到有效的抑制。IPM 还具有电流、过压及温度保护电路。其内部利用 RTC 电路的实时电流控制

功能,可抑制短路电流,实现短路的安全切断。而过电压保护改变了过去在外部插入吸收电路的办法,在功率器件内置过电压保护功能,从而解决了吸收电路构成上存在的问题。温度保护则是在功率器件 IGBT 中,内置半导体温度传感器进行芯片温度检测,有效地解决了热敏电阻无法检测短时间通电所引起的芯片温升问题,大大地降低了芯片故障率。在许多场合,IPM 的性能价格比已高过 IGBT,有很好的经济性。

3 系统硬件设计

我们选用了三菱公司的智能功率模块 (IPM) PM75CSA120,其内部集成了 6 个 V_{CES} (集成极射极间电压) 为 1200V、额定电流为 75A 的 IGBT。通用变频器主电路示意图如图 2 所示。

由于选用的是电机控制专用数字信号处理器,所以,主电路结构相当简洁。TMS320F240 控制系统板输出 6 路 PWM 控制信号,通过 IPM 电源及驱动电路板上的光电耦合器进行隔离之后,输出给 IPM 逆变器,控制 IPM 直接加在异步

电动机上的输出信号, 实现对电机的变频调速功能。

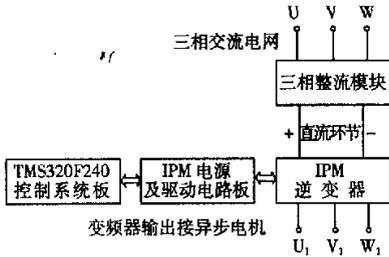


图 2 通用变频器主电路示意图

4 空间电压矢量脉宽调制 (SVPWM) 功能的 DSP 软件实现

空间电压矢量脉宽调制 (SVPWM) 功能的原理是基于电流矢量的最大偏差尽可能地小, 且每一桥臂的开关频率最小, 以减少开关损耗。它是从电机的角度出发, 着眼于如何利用空间电压矢量脉宽调制 (SVPWM) 信号, 使电机获得幅值恒定的圆形磁场。按平行四边形法则, 利用 8 个基本矢量合成任意角度和模长的等效合成矢量, 这样逆变器的输出电压为一系列等幅不等宽的脉冲波, 形成了电压空间矢量控制的 PWM 逆变器。通过矢量分解, 求出任意一个电压空间矢量在相邻的 3 个理想开关状态矢量 (包括零矢量) 上的作用时间, 便可以形成逼近圆形的旋转磁场, 达到电压空间矢量脉宽调制 (SVPWM) 信号的目的^[9]。

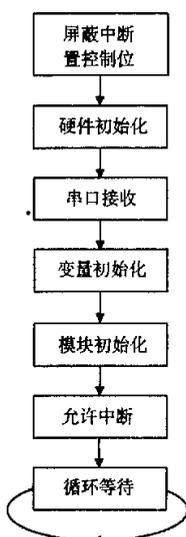


图 3 主程序流程图

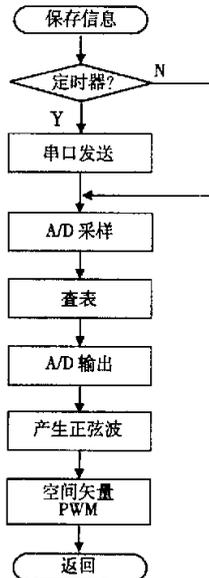


图 4 中断服务程序流程图

通过对数字信号处理器 TMS320F240 的编程, 可实现用软件取代模拟器件进行高性能交流传动控制, 其控制策略采用空间电压矢量脉宽调制 (SVPWM) 变频控制技术。系统软件由主程序和 SVPWM 功能中断服务程序两部分组成。软件流程分别如图 3、图 4 所示。该系统实现了真正的单片机控制, 通过串口通讯, 将用户在 PC 机设置的工作频率、载波频率、上升时间输入至 TMS320F240 微处理芯片内, 由微处理输出 PWM 波形信号, 经过 IPM 完成变频调速。同时, 将所需处理的电机信号进行实时模拟信号 / 数字信号 (A/D) 转换, 利用程序进行查表, 再通过数字信号 / 模拟信号 (D/A) 输出, 从而控制其他外围设备。

5 实验结果

根据上述的软、硬件方案, 设计、制作了一种通用变频器。驱动电机功率为 3 kW、电压为 380V、Y 接法的鼠笼式异步电动机。图 5 表示数字信号处理器 TMS320F240 的 PWM 输出引脚输出的 PWM 控制信号, 其中 PWM1 和 PWM2 是互补的, 死区时间为 4.8 μs。经过光电耦合器隔离后, 加在 IPM W 桥臂上, IPM W 桥臂上的上下两路 PWM 信号如图 6 所示, W_p 和 W_n 是两个桥臂上的 PWM 电压信号, 它们也是互补的 (低电平有

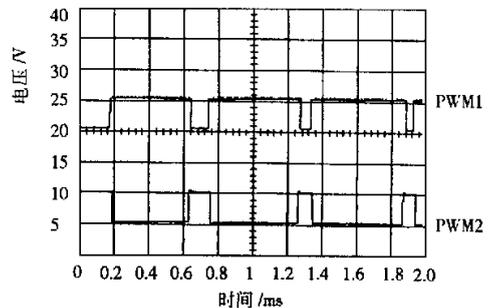


图 5 DSP 输出的控制信号 PWM1 & PWM2

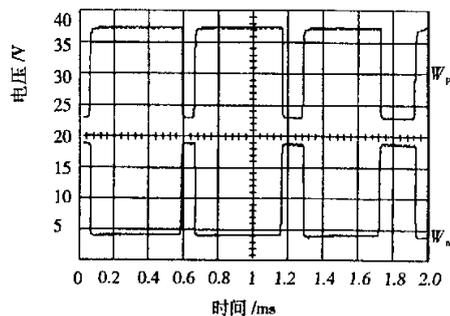


图 6 带死区的 IPM 的控制信号

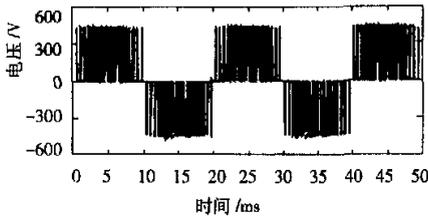


图7 异步电动机的线电压

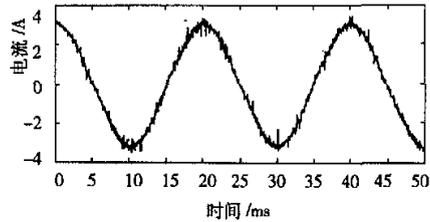


图8 异步电动机的相电流

效)。图7为通用变频器驱动异步电动机的线电压。图8为异步电动机的相电流(输出频率为50 Hz,载波频率为2 kHz)。可见,电动机获得了幅值恒定的圆形磁场,使得电动机的线电压正确,并且具有很好的正弦电流波形。

6 结论

经测试,通用变频器具有良好的动态和静态特性,尤其采用了专用芯片 TMS320F240 和 IPM 作为控制核心以后。在控制高性能变频器方面独具优势,并简化了硬件电路,给软件设计带来了方便,是简化系统结构及改善系统性能的有效措施。

(上接第49页)

1.3 转换成 PID 参数

得到 K_c 、 ω_c 后,可以根据 Ziegler-Nichols 算表,计算 K_p 、 K_i 、 K_d , 计算结果如表1所示。

表1 PID 参数转换表

控制器类型	调整参数		
	K_p	T_i	T_d
P	$0.5 K_c$		
PI	$0.4 K_c$	$0.8 T_c$	
PID	$0.6 K_c$	$0.5 K_c$	$0.12 T_c$

2 实例分析

如图1所示,氧量系统模型约为 $[0.002 / (s^2 + 0.08s + 0.0015)] \exp(-0.5s)$, 输入和输出都折算成100%,当前输出为25%。此时进入自整定状态,输出曲线如图6所示。

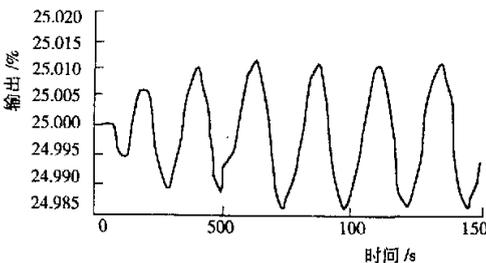


图6 自整定状态输出曲线

参考文献:

- [1] 林君,刘福春,王春民,等. 高速数字信号处理原理、器件及其应用[M]. 北京:海洋出版社,1993.
- [2] H Kawai. A high parallel DSP Architecture for image recognition [J]. IEICE Trans. Fundamentals, 1995, E78-A(8):963-970.
- [3] MOHAMMED S Arefeen. Configuring PWM outputs of TMS320F240 with dead band for different power devices [Z]. Texas Instruments Literature Number SPRA289, 1997.
- [4] 阵作时,陈敏逊. 交流调速系统[M]. 北京:机械工业出版社,1998:150-160.

(编辑 郭金光)

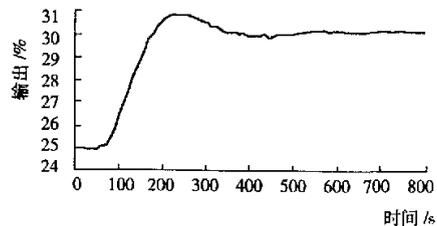


图7 5%扰动后的调节曲线

整定参数后,加5%的设定值扰动,可得图7曲线。从图7中可以看出,其品质优良,符合要求。

3 结论

综合以上分析,可以得出以下结论:

- a. 此方案自动整定参数,速度快。
- b. 由于振荡幅度仅0.012(见图6),对系统没有任何危害。
- c. 这种方法既保留了PID简单易行和实用的特点,又完成了智能式的较高控制功能。

参考文献:

- [1] 薛定宇. 控制补充计算机辅助设计[M]. 北京:清华大学出版社.

(编辑 郭金光)

基于TMS320F240及IPM的新型通用变频器

作者: [车立新](#), [崔博](#), [马洪飞](#), [徐殿国](#)
作者单位: [车立新\(黑龙江龙电电气有限公司, 黑龙江, 哈尔滨, 150090\)](#), [崔博, 马洪飞, 徐殿国\(哈尔滨工业大学, 黑龙江, 哈尔滨, 150001\)](#)
刊名: [黑龙江电力](#)
英文刊名: [HEILONGJIANG ELECTRIC POWER](#)
年, 卷(期): 2003, 25(1)
被引用次数: 1次

参考文献(4条)

1. 阵作时;陈敏逊 [交流调速系统](#) 1998
2. Mohammed S Arefeen [Configuring PWM outputs of TMS320F240 with dead band for different power devices](#) 1997
3. H Kawai [A high parallel DSP Architecture for image recognition](#) 1995(08)
4. 林君;刘福春;王春民 [高速数字信号处理原理、器件及其应用](#) 1993

引证文献(1条)

1. [汤文兵](#), [李敬兆](#) [基于IPM和DSP实现的智能充电装置设计](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2006(12)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_hljdljs200301021.aspx