

一种新型全数字 SPWM 变频器的设计

Design of A New Full Digital SPWM Inverter

张贻锋 袁艳 张泰山

Zhang, Yifeng Yuan, Yan Zhang, Taishan

摘要: 设计开发了一种以高性能微处理器 80C196KC 为核心, SPWM 控制器 SA4828 为主体, 基于 CAN 总线的全数字变频器, 介绍了其系统构成、工作特点和实验研究。该变频器采用全数字控制, 结构简单、控制灵活, 为变频器产品的开发提出了一种全新的设计方法。

关键词: 变频器; SPWM; 全数字; CAN 总线

中图分类号: TP21/TP273

文献标识码: B

文章编号: 1008-0570(2004)03-0070-02

Abstract: In this paper, a new SPWM inverter which has CAN Field-Bus interface and is based on 80C196KC and SA4828 is designed. The system configuration, performance feature and experimental study are introduced as well. The inverter uses the full digital control method, so it is simple in construction, flexible in control. This paper presents a new design method of inverter product.

Keywords: inverter; SPWM; full digital; CAN Field-Bus

1 引言

变频调速以其控制精度高、节能明显、调速范围广等优点成为当前交流电机较理想的调速手段, 脉宽调制(PWM)技术以优良的调压和调频性能, 在变频调速中得到广泛的应用[1]。随着我国工业自动化程度的提高, 对用来实现 PWM 技术的变频器的要求越来越高, 不仅要求高频化、实用化, 而且要向网络化、灵活化方向发展。以专用电机控制应用而开发的微处理器(如 80C196MC)为核心, 通过编写软件, 采用“实时算法”或“查表法”等算法来获得 SPWM 信号的变频产品, 由于算法复杂、计算工作量大、需占用大量的微处理器机时, 导致处理器几乎没有空闲时间处理其他事务。近年来, 用来产生 SPWM 控制信号的大规模集成电路的问世, 为变频器的研制注入了新的活力, 使微处理器可以避免繁琐的计算, 把大量的时间用于与外部设备打交道, 从而使实现变频器网络化、灵活化成为可能[2]。本文设计开发了一种以 80C196KC 单片机为核心, SPWM 专用控制器 SA4828 为主体, 基于 CAN 总线的全数字变频器。

2 系统总体设计

2.1 系统总体结构

系统总体结构如图 1 所示。

AC/DC/AC 电压型变频器的主电路由三相全波整流器、储能滤波电容、限流电感及智能功率模块 IPM 构成。其中 IPM 中集成有功率晶体管驱动和保护电路。SPWM 信号控制器由 80C196KC、SA4828 构成, 根据面板预置给定的参数或者从通信口接收到的给定参数, 输出三相 SPWM 信号给智能功率模块 IPM, 实现对功率晶体管的通断控制, 从而达到使输出电压变频变幅的目的。保护电路防止系统上电瞬间充电电流太大而击穿

电容。R1 为制动电阻, 当电压检测电路检测到直流端电压值超过正常值某一值时, 控制系统给出信号, 接通 R1, 达到消耗泵升电压之目的。

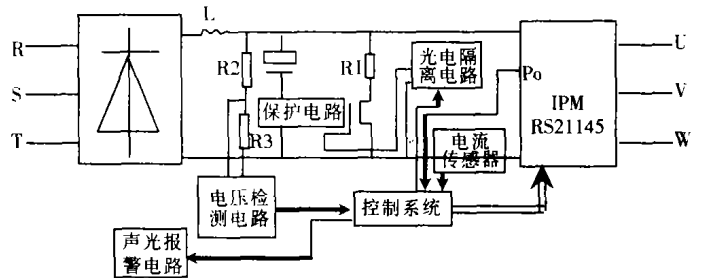


图 1 系统总体结构图

2.2 系统工作特点

系统具有以下特点:

- (1) 输出波可调频率范围宽, 从 1~1KHz 之间任意连续调节。
- (2) 具有完善的过流、过压、欠压、桥臂直通、三相短路、对地短路等故障保护功能, 同时对瞬时停电具有自恢复功能。
- (3) 提供多种升/降速方式和多条 V/F 曲线供用户选择, 具有很强的灵活性。
- (4) 设计了标准的 CAN 总线接口。通过它, 变频器可以挂在 CAN 总线上, 作为总线上的一个节点, 由控制中心统一进行控制和监视。同时系统也保留了传统的 RS232 串行口, 以便满足用户想直接用变频器与 PC 机进行通信的需求。

3 控制系统硬件设计

新型全数字 SPWM 变频器的控制系统是以 16 位高性能微处理器 80C196KC 为核心, SPWM 控制发生器 SA4828 为主体, 自主开发的一种微控制系统。控制系统结构框图如图 2 所示。

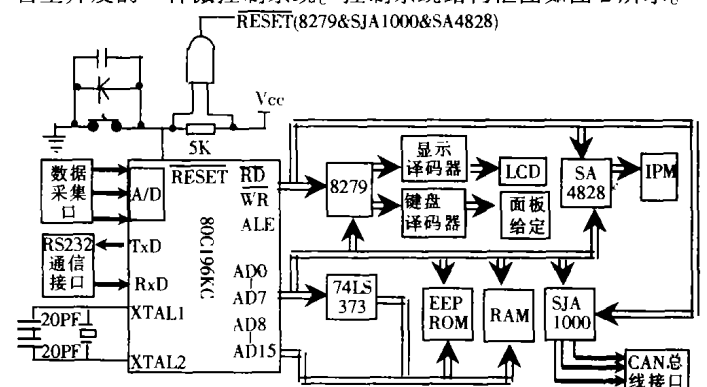


图 2 控制系统框图

下面简要介绍系统的主要功能部件和工作原理。

- (1) 80C196KC 单片机。80C196KC 单片机是 INTEL 公司继 8096KB 之后推出的高性能 CMOS16 位单片机系列之一, 它在保留了 8096 所有功能的基础上, 提高了运行速度(在采用相同频率晶振时, 其操作速度比 8096 快 1/3), 并增加了许多新功能。
- (2) 程序存储器和数据存储器。程序存储器采用 E-PROM27C256, 以保证控制程序能根据需要进行最大限度的扩

展。同时,几种典型的升/降速方式所对应的曲线以及多条 V/F 控制线也保存程序存储器中,这样可提高数据的读写速度。数据存储器采用高速非易失性的 RAM,其内部自带有锂电池,在系统断电后,设置的参数不会丢失,除非重新进行设置,这样可以给用户节省很多重复的工作,提高了变频器的适用性。

(3)SPWM 控制信号产生电路。在本系统中,采用大规模集成芯片 SA4828 来产生三相 PWM 信号,它提供与 80C196KC 完全兼容的 8 位总线接口;输出频率可在 0~4KHz 之间连续可调;频率分辨率达 16 位;载波频率最高可达 24KHz;可设置最小脉宽和延迟时间,每相输出都是标准的 TTL 电平,且有 12mA 的驱动能力。SA4828 的内部结构图略可向作者索取。

SA4828 的突出特点:1)连线简单,提供与微处理器直接相连的地址/数据线、片选端、时钟输入端等;2)可以单独调整各相输出,以适应不平衡负载;3)内部集成了看门狗定时器,提供软复位控制;4)提供了软复位控制功能;4)片内 ROM 提供三种可供选择的波形,如图 3 所示,每一种波形各有 1536 个采样值。其中纯正弦波可用于静止逆变电源和单相交流调速,而增强型波和高效型波用于三相交流调速。

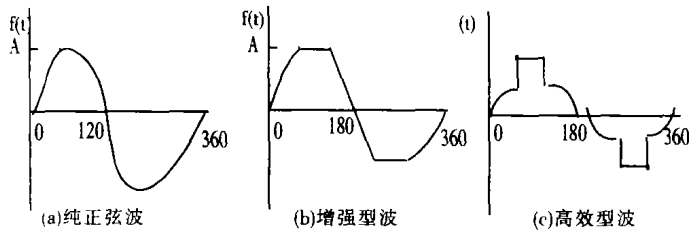


图 3 SA4828 片内 ROM 提供的波形

系统的工作原理:系统进行初始化时,微处理器通过 SA4828 内部的总线控制和译码电路向其初始化寄存器中写数据,完成载波频率、调制频率的范围、脉冲延迟时间以及计数器复位的设置。在运行过程中,实时地与其控制寄存器中写数据,实现对调制波频率、调制波幅值、正/反转、过调制、输出禁止等参数的刷新,从而使 RPHB、YPHB、BPHB、RPHT、YPHT、BPHT 引脚上的信号发生改变。

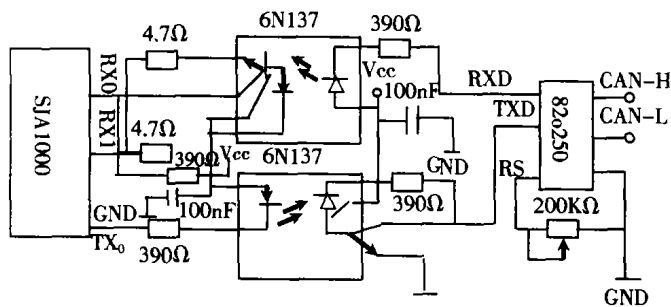


图 4 CAN 总线接口

(4)CAN 总线接口。CAN(Control Area Network)是控制局域网的简称,其总线规范已被 ISO 国际标准组织接收。与一般的通信总线相比,CAN 总线数据通信具有突出的可靠性、实时性和灵活性。在本系统中,选用 PHILIPS 公司的 SJA1000 作为 CAN 控制器。为了提高 CAN 总线的驱动能力及抗干扰能力,我们没直接用 SJA1000 作为与外部联系的接口,而是通过一级光耦合器 6N137 隔离后,利用 CAN 总线收发器 82C250 来与 CAN BUS 打交道。总线接口实现电路如图 4 所示。变频器内部的控制数据经 80C196KC 处理后以 CAN 的数据帧格式写入 SJA1000 的发送缓冲区,并启动发送命令,把数据发送到 CAN 总线上。同时当变频器探测到发给本机的信息帧时,产生中断,微控制器响应中断,读取所有的信息并进行处理,输出幅值和频率都满足要求的电压。

(5)键盘、显示电路。变频器的面板上置有 12 个触摸式按

键,用于设置变频器的运行参数,包括频率、时间、V/F 选择、升/降方式选择、正/反转、设置、运行、停止等。四个 8 段数码管构成显示器,用于显示调试及运行过程中的参数值。为了减轻 CPU 的负担,本系统采用可编程键盘/显示接口芯片 8279 来处理显示和按键动作,CPU 通过响应中断来处理键盘输入数据。

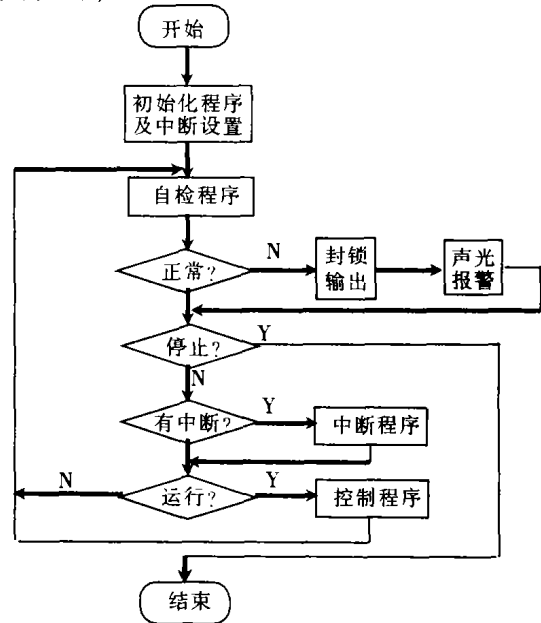


图 5 主程序框图

4 系统软件设计

本系统的软件主要由初始化程序、自检程序、中断程序以及控制程序组成。主程序框图如图 5 所示。初始化程序完成 80C196KC 内部特殊功能寄存器 SFR、变量、8279、SA4828 以及 SJA1000 的初始化工作,其中 8279 和 SA4828 的初始化较简单,在此不多述,仅对 CAN 控制器 SJA1000 的初始化程序进行具体介绍,其流程图如图 6 所示。

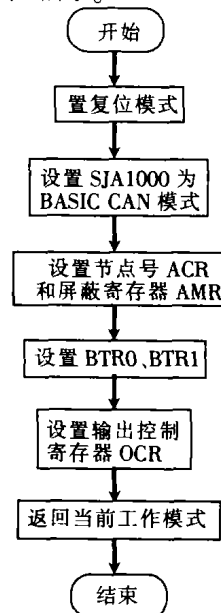


图 6 SJA1000 初始化流程图

具体例程如下:

```
LDB AL, #01H
STB AL,CR;置复位请求,进入复位模式
LDB AL, #48H
LDB AL, #02h
STB AL,ACR;设置节点号 ACR (见第 52 页)
```

线缆上任何一点(T1)的温度高于其它部分的温度时,该处的热电偶导线之间的绝缘电阻(R)降低,导致出现“临时”热电偶接头,其作用与常规单接点热电偶接头相同,当线缆上另外一点(T2)的温度高于(T1)点时,该处的热电偶导线之间的绝缘电阻会变的低于T1点的电阻,导致出现新的“临时”热电偶接头。(见工作原理如图1所示)

3.2 技术参数

外层护套:双层 PTFE(有效避免因探测范围内的环境恶劣而引起的误报,如粉尘和油脂以及水份等介质的浸入)

测量元件:隔离 K 型热电偶

工作温度:FTLD(-40℃—200℃)、CTTC(-40℃—899℃)

输出信号:与线缆最高温度点实际温度相对应的直流毫伏信号

线缆结构:双绞线、金属管、外层护套、NTC 绝缘、EMI 屏蔽(有效抑制各种干扰、避免漏报误报)

绝缘保护:使用注入特殊材料的玻璃纤维

最小长度:FTLD15m、CTTC 3m

外径尺寸:FTLD3.5mm、CTTC93mm—187mm(体积小,可以安装在传统探头无法铺设到的恶劣环境中)

3.3 系统特点:稳定可靠/防湿防潮/本质安全型/无需外加电源/完全无误报/环境温度自动补偿/异常温度预报/ROC 异常温度报警/报警温度点不受寒冷气温影响/系统设备简单/适合危险区域/用户可自行设定报警点/无需现场标定/大面积使用有良好的性能价格比。

4 测温电缆 FTLD、CTTC 在电缆夹层、桥架的防火设计

测温电缆 FTLD 和 CTTC 作为线型连续寻热式热电偶,它的概念是指探测器本身具有连续探测并预告和显示被测区域发热值、过热状况的能力。通过精确测量温度上升的幅度和速率,采用智能化的火灾测算法科学的处理探测器提供的早期火灾信号。由于其体积小、重量轻、柔韧性好、施工方便,探测器本身不需要带电工作(本质安全型)尤其适用于受现场环境限制或现场环境比较恶劣的地方。(如:辐射、粉尘、潮湿、气流、静电、电磁场、电瞬变、等)

将测温电缆 FTLD、CTTC 用导热胶或束线带以正旋波方式横向固定铺设在电缆夹层、桥架中,以每 15m—500m 作为一个防区段或报警单元。为了节约企业有限的资金,尽可能的避免没有必要的浪费,根据测温电缆 K 型热电偶的特性,我们采用 K 型热电偶专用的价廉物美的温度补偿导线与测温电缆的任意一端对接,然后连接到温度控制器和报警系统中,就可以实现对电缆事故的早期预警。

5 在其他方面的应用

将测温电缆在输油罐的顶端沿内壁铺设一周,并且与罐区的报警、消防系统相连接,就实现了输油罐内发生火灾的自动消防报警功能,弥补了可燃气体报警仪所存在的不足。另外,对于电信机房的防火,也可以应用。

6 小结

如通过测温电缆在输油泵站的应用,将大大提高消防系统的反映灵敏度,及时发现电缆过热现象,降低事故发生率,为输油泵站的安全生产又提供了一项可靠的保证。

参考文献:

[1]贾怀宇著《测温电缆在电信机房的应用》

作者简介:张全智,男,1969年生,1991年毕业于石油大学自动化专业,曾任中石化管道储运公司潍坊处输油站生产站长,现为南京输油处岚山调度控制中心工程师。电话:01395823063

(中石化管道储运公司南京输油处岚山调度控制中心)

张全智

通信地址:

(102249 北京昌平石油大学 260 信箱自动化所)杜殿林

(收稿日期:2004.2.5)

(接第 71 页)

LDB AL, #00H

STB AL, AMR;设置屏蔽寄存器 AMR

LDB AL, #0C7H

STB AL, BTR0;设置 BTR0

STB AL, CDR;置 SJA1000 为 BASIC CAN 模式

LDB AL, #0AFH

STB AL, BTR1;设置 BTR1

LDB AL, #01AH

STB AL, OCR;设置输出控制寄存器 OCR

LDB AL, #02H

STB AL, CR;初始化结束,返回

图 6 中,自检程序主要是利用 IPM 智能功率模块 F0 端子,通过检测其电平的高低,来判断系统当前是否有过流、过压、欠压、桥臂直通、三相短路、对地短路等故障。中断程序包括 8279 键盘中断程序、SJA1000 引起的外部中断程序以及串口中断程序,可以满足用户以不同的方式完成变频器运行前的参数预设,以及运行中的命令给定。控制程序则根据用户预设的运行参数和给定命令进行输出控制。程序框图略。

5 实验研究

按照系统结构框图,研制了一台容量为 50KVA 的变频器样机,并在 7.5KW 的三相鼠笼式异步电机上多次试验。图 7 给出了启动阶段及稳定运行于 50Hz 时的电流波形。目前,此变频器样机被应用在国家杂交水稻技术研究中心人工气候控制系统的照度控制当中,取得了较好的控制效果。

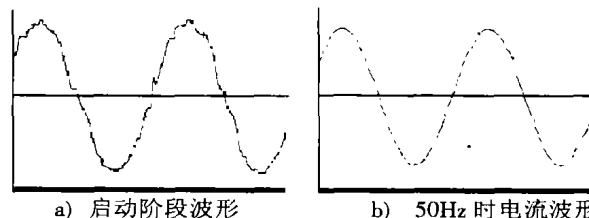


图 7 电流波形

6 结论

本文所设计的变频器,由于采用高性能的微处理器与集成度高的专用芯片相结合的设计方法,体积小、成本低、灵活性强,只对软件进行扩展,就可达到提高系统性能及扩展变频器功能的目的。同时,设计中所采用的总线接口,使它很适合于应用在具有总线控制的工业现场,对同类产品的开发具有一定的参考价值。

参考文献

[1]张燕宾,SPWM 变频调速技术,北京:机械工业出版社,1997.12

[2]黄俊、王兆安,电力电子变流技术,北京:机械工业出版社,1999.12

[3]孙涵芳,Intel 16 位单片机,北京:北京航空航天大学出版社,1995.11

[4]SA4828.3-Phase Pulse Width Modulation Engine

作者简介:张贻锋,男,1977年12月生,汉族,中南大学信息科学与工程学院控制理论与控制工程专业硕士研究生,主要从事变频器实现技术及其控制算法的研究;袁艳,中南大学信息科学与工程学院在读博士;张泰山,中南大学信息科学与工程学院教授、博士生导师。电话:0731-8830971. E-mail: yfzhang_csu@163.com

(410083 长沙中南大学信息科学与工程学院)张贻锋 袁艳 张泰山

通信地址:(410083 长沙中南大学信息科学与工程学院民主楼 203 室)张贻锋 (收稿日期:2003.9.23)