

轮机仿真系统高速数据采集卡的设计研究

周华斌 张刚 陈明昭 武汉理工大学系统仿真与控制中心(430063)

Abstract

This paper emphasizes on illustrations of the interface circuits and design of software. Results of tests and applications show that this card has such merits as high speed response and strong anti-jamming abilities. It can be widely used in power station, marine simulator and so on.

Keywords: real-time simulation, data acquisition, marine simulation

摘要

文章针对复杂的大型仿真系统繁多的模拟量数据采集,提出了一种基于80C196KB微处理器和AD574A模/数转换器为核心的数据采集卡的设计与实现。文章重点阐述了其硬件接口电路和软件设计思想等。实际调试运行表明,该卡具有实时响应速度快、数据吞吐量大、抗干扰能力强等优点,可广泛应用于船舶轮机、电站等仿真培训系统。

关键词: 实时仿真, 数据采集, 轮机模拟

随着仿真对象性的提高,数据 I/O 点的增多,数据采集卡的响应速度、分辨率和稳定性等对仿真系统的实时性和逼真度的影响程度就更大。由我校研制开发的 MSCIS(Marine Simulation & Control Interface System)接口控制系统采用多微处理器的典型分布式结构:上位仿真主计算机、中位通信主控和监控 PC 机、下位 I/O 接口机箱群组,系统组成如图 1 所示。本文讨论的是下位 I/O 接口机箱群组中基于 80C196KB 微处理器的高速模拟量数据采集卡(AI)的硬件设计技术和软件结构思想。该卡的设计成功解决了一般数据采集系统中存在的“瓶颈”效应,大大提高了系统实时响应的能力。

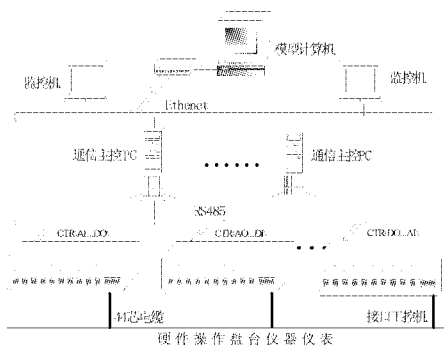


图1 MSCIS接口系统框图

1 模拟量输入卡的总体设计

模拟量输入卡可设置成 16 路单端模拟量输入或 8 路差分输入,还可分别设置每一路的增益、输入量程、滤波次数等参数,以满足不同的输入点的采样要求,这些都由主控计算机灵活组态。输入信号为电压值,可选择单、双极性方式, A/D 转换的分辨率为 12 位。模拟量输入卡装有可编程控制的增益放大电路,共提供 x1、x2、x4、x8 四档增益选择,滤波次数也可根据不同的数据采集对象可设置为 1、4、8、16 四档。

模拟量输入卡以 80C196KB 单片机为核心,该处

理器采用寄存器-寄存器结构,消除了 8 位 MCU 中累加器的“瓶颈”效应,操作速度更快、数据吞吐能力更强,而且 CPU 指令代码执行速度也更快,状态周期也由主频 2 分频获得,当采用同样晶振时,其运算速度至少比 8098 速度高 1/3^[1]。其总体结构简图如图 2 所示。



图2 系统原理简图

2 硬件接口技术

2.1 程控增益放大电路

对于数值不大的弱电信号,程控增益放大电路可实现由组态表设定的增益放大选择,共提供 x1、x2、x4、x8 四档增益。程控增益放大电路如图 3 所示。图中 U18、U19、U20、U23 均为单运算放大器 LF356,U22 为采样/保持器 LF398,模拟量开关器件 DG211 每一路开关连接不同的增益匹配电阻。为了实际调校的需要,图中所有电阻均为精密可调。

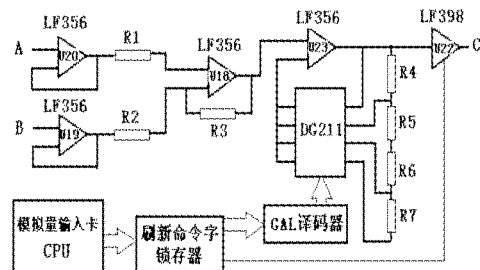


图3 程控增益放大电路

从多路开关电路输出端 A、B 送来的模拟量信号,经过 U19、U20 同相驱动后,以差分形式送入运算放大器 U18,经 U18 处理的模拟量信号,接入 U23。这对于单端输入和差分输入是兼容的,因为单端形式下的

B 端是接地的。模拟量输入卡 CPU 输出的模拟量通道刷新命令字,也包含增益放大的译码输出和采样/保持器 LF398 的保持信号,经过刷新命令字锁存器锁存,GAL 译码器输出增益放大对应的开关信号,控制 DG211 连接不同的匹配电阻,可以得到不同的增益倍数,可以精确调整 R4、R5、R6、R7 的电阻值,从而实现程控的 x1、x2、x4、x8 四档增益。同时输出采样/保持器 LF398 的保持信号保证最后正确增益放大的模拟量保持在输出端 C,送至 A/D 转换控制电路,进行随后的 A/D 转换过程。

2.2 A/D 转换控制电路

A/D 转换采用 12 位逐次逼近式模/数转换器 AD574A 芯片,转换时间为 25~35uS。芯片内有数据输出寄存器,并有三态输出的控制逻辑且运行方式灵活,既可进行 12 位转换,也可作 8 位转换;转换结果可直接 12 位输出,也可先输出高 8 位,后输出低 4 位。输出可设置成单极性,也可设置成双极性。AD574A 适用于对精度和速度要求较高的数据采集系统和实时控制系统,它的这些优点能够满足 MSCIS 接口系统的需要。根据 AD574A 的控制逻辑和时序设计的 A/D 转换控制电路,电路图设计如图 4 所示。模拟量输入卡 CPU 给出 A/D 转换命令字,由 A/D 转换命令锁存器锁存,提供给 AD574A 进行转换。程控增益放大电路 LF398 的输出端 C 送来的模拟量信号可根据 A/D 转换的输入量程选择,实现单、双极性配置。输入量程由跳线器手动设置完成。AD574A 的工作状态由其 STATUS 脚通过 GAL 译码器反馈给模拟量输入卡 CPU 来查询。当 STATUS 电平由高变底后即可读出 A/D 转换结果数据。

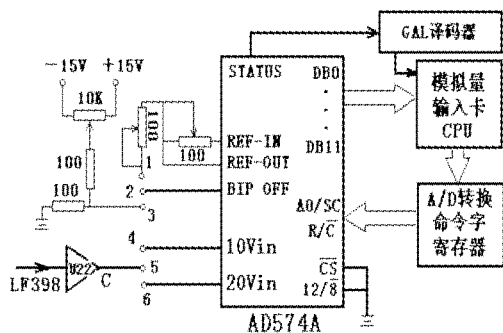


图 4 A/D 转换接口电路

3 软件设计技术

3.1 数据通讯原理

AI 数据与模型计算机的通信是通过通讯主控计算机内的通信卡和下位接口机箱内的控制卡实现的,一张控制卡可以管理本工控机箱内的 16 张 AI、AO 或 DI、DO 卡^[2-3]。AI 卡利用 HSI.0 中断服务程序和控制卡交换数据。当主控制卡要求和模拟量输入卡交换数据时发出要求握手的和信号,通过硬件电路触发 HSI.0 中断并发出应答信号。AI 接受数据交换请求帧后通

过数据总线返回一个应答帧。握手正确后主控制卡再发回一个命令帧,HSI.0 中断服务程序便根据这个命令帧决定是上传 A/D 转换结果数据还是接受下发的各个通道的组态信息。只要组态完成,模拟量输入卡就会进入刷新循环使 A/D 转换控制模块不断地执行 A/D 转换过程。A/D 转换结果循环高速刷新存放于 RAM 中,可随时与控制卡以 HSI.0 外部中断方式进行数据上传操作。

3.2 软件模块

系统软件按照结构化的方法分为主程序模块、HSI.0 中断服务程序、片内 A/D 转换子程序、数字滤波子程序、属性字与刷新字转换子程序等。模拟量输入卡上电 80C196KB 复位后,将地址 2018H 的芯片配置字节 CCB 装载到 CCR 中,系统便从 2080H 开始执行主程序。主程序完成上电内存自检、清缓存、设置中断方式、调用 D/A 转换子程序等。只要系统无中断,主程序便会在不停地循环调用 D/A 转换子程序进行 16 个通道的刷新,程序流程如图 5 所示。中断服务程序是与控制卡进行数据交换的模块,当控制卡循环片选接口机箱内 1~16 个插槽中的某一张 AI 卡时,AI 卡就进入 HSI.0 中断服务程序与控制卡通讯握手、接受下发 16 个通道的属性字或上传各个通路的 A/D 转换结果数据等。D/A 转换子程序根据刷新命令字选择模拟量的输入通路及其属性设置、进行 A/D 转换和结果数据读出转存。

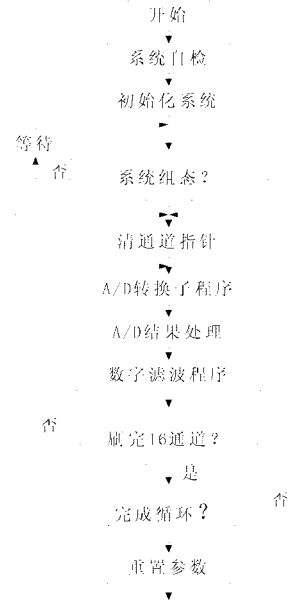


图 5 主程序流程图

系统的模拟输入信号往往含有种种噪声和干扰,它们来自信号源、传感器和外空间电磁场等。数字滤波对提高系统的可靠性和抗干扰能力起着第二道防线的作用,下面列出了数字滤波的部分汇编程序以供参考,其中 CHADEX 是为通道指针寄存器,COUNTA 为组态表设定的滤波循环次数。

```

...
fa: NOP
LD DBUF, RBUF
LD DBUF1, DBUF
SHR DBUF, CONST1
CMPB CONST1, R0
JE fb
LD RBUF, DBUF
SHL RBUF, CONST1
SUB DBUF1, RBUF
LD RBUF, COUNTA
SHR RBUF, #01H
CMP DBUF1, RBUF
JLT fb
INC DBUF
fb: NOP

```

(下转第 20 页)

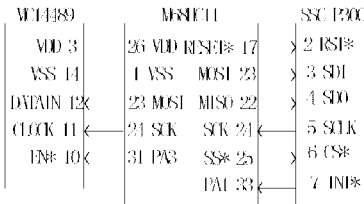


图3 数据接收硬件示意图

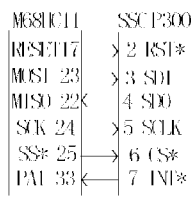


图4 数据发送硬件示意图

2.2 软件实现

利用单片机的汇编语言编写和调试系统初始化、数据发送和数据接收检查程序。在实现数据正确发送和接收的基础上，可以利用面向对象程序设计技术（VC语言,VB语言,Delphi语言等）编写应用程序界面和串口,使得一台PC机向另一台PC机呼叫,实现双方在线半双工对话。

系统初始化子程序:

```
INIT: LDY #REGBAS
      BRCLR PORTD,Y,$20,$
      NOP
      NOP
      LDAA #$04
      STAA SPDR,Y
      BRCLR SPSR,Y,$80,$
      BRSET PORTA,Y,$02,$
      STAA SPDR,Y
      BRCLR SPSR,Y,$80,$
      BRSET PORTA,Y,$02,$
      LDAA SPDR,Y
      STAA TEMP1
```

数据发送子程序:

```
WTI: LDY #REGBAS
      BCLR PORTB,Y,$20
      LDAA COMMAND
      STAA SPDR,Y
      BRCLR SPSR,Y,$80,$
      BRSET PORTA,Y,$02,$
      LDAA LEN_BYT
      STAA SPDR,Y
      BRCLR SPSR,Y,$80,$
      CLR COUNT1
IN81:BRSET PORTA,Y,$02,$
      LDAA DAT
      STAA SPDR,Y
      INC DAT
      BRCLR SPSR,Y,$80,$
      INC COUNT1
      LDAA COUNT1
      CMPA LEN_BYT
```

```
BHS TR_ANT1
JMP IN81
该接口标志子程序:
RIR: LDY #REGBAS
      BCLR PORTB,Y,$20
      LDAA #$04
      LDAA SPDR,Y
      BRCLR SPSR,Y,$80,$
      BRSET PORTA,Y,$02,$
      JSR DELAY
      STAA SPDR,Y
      BRCLR SPSR,T,$80,$
      LDAA SPDR,Y
      STAA DATA2
      BRSET PORTA,Y,$02,$
      JSR DELAY
      STAA SPDR,Y
      BRCLR SPSR,Y,$80,$
      JSR DELAY
      LDAA SPDR,Y
      STAA DATA2+1
      BRSET PORTA,Y,$02,$
      BSET PORTB,Y,$20
      RTS
```

2.3 实验数据分析

配电变压器对电力线载波信号有阻隔作用，所以电力线载波信号一般在同一个配电变压器范围内传送。据实验结果统计，在用电负载较轻和稳定的情况下，数据输出的正确率高达99%以上，在用电负载高或有干扰的情况下，正确率略有降低。当电力线上负载很重时，电力线对载波信号形成高衰减。当电力线上接有各种用电设备，频繁关闭或开启会给电力线带来各种噪声干扰,而且幅值较大。

3 结束语

基于SSCP300电力线载波模块在通信系统中有着很好的应用前景。电力线载波可以很好地应用于组建信息家电网络，也可用于智能住宅小区的远程抄表系统、电器设备的远程控制、测试和诊断等。

参考文献

- 1 宋一弘,等.基于P300电力线载波模块的智能住宅系统[J].哈尔滨商业大学学报,2002
- 2 扬扬.快速发展的低压电力线载波技术及其应用展望[J].浙江电力,2002 [收稿日期:2003.3.11]

(上接第18页)

```
SHL DBUF, #04H          fc: NOP
ADDDBUF,CHADEX,CHADEX  ...
ST DBUF,DATABUF[RBUF]
```

4 结束语

模拟量采集卡已成功应用于我校最新研制的WMS2002型远洋船舶轮机仿真训练机中。实际调试运行表明该卡实时性好、数据吞吐量较大、可靠性好并且维护方便。在其多达2000余个I/O点的DCS系统中,整个系统板卡刷新率超过了10次/秒,AI卡的A/D

转换速度达到了约30000次/秒,其性能完全满足了系统的实时性要求。

参考文献

- 1 孙涵芳.INTEL16位单片机.北京:北京航空航天大学出版社,1995.10
- 2 付睿,陈明昭. MSCIS集散控制接口系统智能通信卡的设计与实现. 交通与计算机,2001(6):46
- 3 程树良.分布式智能I/O接口系统及程序设计.计算机应用,2001(5):60 [收稿日期:2003.4.26]