维普资讯 http://www.cqvip.com

基于 TMS320F2812 的材料试验机数据采集系统

杨保亮,蒲　琪,代祥俊
(山东理工大学　山东 淄博　255049)

摘　要:为了满足当前科学实验对试验机测控系统在数据采集能力和数据处理方面的高精度、高实时性的要求,介绍了一种以 TI 公司新推出高性能 DSP 芯片 TMS320F2812 为核心的电子万能试验机数据采集系统的软硬件设计,经过实际应用证明:该系统方案设计合理、性能稳定、数据采集实时性能好、测量数据精度高、可靠性高,具有良好的实用价值。

关键词:TMS320F2812;材料试验机;数据采集系统;DSP
中图分类号:TP274.2　　**文献标识码**:B　　**文章编号**:1004-373X(2007)17-122-02

Material Testing Machine Data acquisition System Based on the TMS320F2812

YANG Baoliang,PU Qi,DAI Xiangjun
(Shandong University of Technology,Zibo,255049,China)

Abstract:In order to satisfy requirement with the high precision and high real-time sampling of testing machine's measure and control system in the data acquisition and processing,this paper introduces a data acquisition system of electronic universal testing machine based on the TMS320F2812,and gives the design of hardware and software detailedly. The configuration of system is reasonable with high reliability and stabilization,and it is useful in practice after being proved in the practical system.

Keywords:TMS320F2812;material testing machine;data acquisition;DSP

各种新材料、新产品的开发都离不开材料性能的测试,在材料的物理性能、化学性能、工艺性能和力学性能中,力学性能指标几乎都是通过试验获得的。要进行材料的测试必须用到材料试验机,材料试验机是用来测定材料各种机械性能、工艺性能、结构强度等特性的仪器设备。当前,测控系统正朝着高智能化、高实时性方面发展。因此,系统对数据采集能力和实时处理能力提出了更高的要求。数据采集过程是测控系统中的关键部分,数据采集的速度直接影响到系统的整体工作性能。本文采用 TI 最新推出的 32 位的高性能 DSP 芯片 TMS320F2812 作为数据采集系统的核心,设计了新的电子万能试验机的数据采集系统,实现了试验机测控系统的全数字化,大大提高的系统的抗干扰性,24 位的 Δ-Σ高精度 A/D 转换器,省略了中间环节(弱信号放大等)使测量精度大大提高并真正实现了全量程的无档采集。实践表明,该数据采集系统实时性好,测量数据精度高,接口电路简单,具有良好的实用价值。

1　系统的总体结构和工作原理

试验机的测控系统的总体结构如图 1 所示,整个系统主要包括 DSP 主控制器 TMS320F2812,数据采集接口,数据存储器,人机交互接口和计算机和其他控制器的数据通信接口电路。在试验机的数据测量中,至少需要测量荷载(应力)、变形(应变)、位移 3 个物理量,其中前两个物理量为缓慢变化的直流模拟信号,精度要高,本测控系统中力、变形由应变式桥路传感器转换成 mV 级的电压信号,再经过带有信号调理功能的 24 位高性能模数转换器 CS5534 进行信号放大、数字滤波,并转换成数字量送入 DSP 中进行处理;位移通过高精度编码器转换成脉冲信号,经光电隔离后送入 DSP 中进行处理。LCD 显示器来显示试验过程中的载荷值、变形、加载速度、试验时间及试验中的重要数据如最大力、断裂值等。同时系统还有 17 个按键用来设置试验机各种参数和发送控制命令。数据存储器用来存储试验机的各种工作参数和用户的设定值,数据通信接口用来对采集来的数据及时准确地传给计算机来进行数据进一步的处理和分析或者传给其他的控制器来构成数据采集网络等。

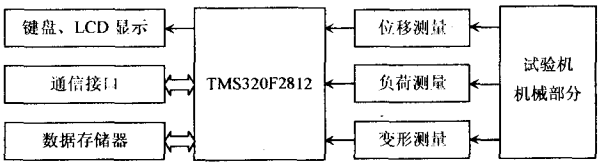

图 1　系统的结构框图

2　系统的硬件设计

2.1　TMS320F2812 的功能特点

TMS320F2812 是 TI 公司最新推出的 DSP 芯片,是目前国际市场上最先进、功能最强大的 32 位定点 DSP 芯片。该芯片采用 32 位中央处理器大大提高了处理能力,主频可以工作在 150 MHz(时钟周期可达 6.67 ns),其性能远远优于当前广泛使用的 C24X 系列产品。TMS320F2812 既具有

收稿日期:2007-01-26

维普资讯 http://www.cqvip.com

数字信号处理能力，又具有强大的事件管理能力和嵌入式控制功能，特别适用于有大量数据处理的测控场合，如工业自动化控制，电力电子技术应用，智能化仪表及电机，马达伺服系统等[1]。他的主要特点如下：

采用高性能的静态 CMOS 技术，主频工作在 150 MHz(时钟周期可达 6.67 ns)；

高性能的 32 位中央处理器，可以进行 16 位×16 位以及 32 位×32 位的乘法累加操作；

片内大容量存储器，128 k×16 b 的 FLASH 和 18 k×16 b 的数据/程序存储器；

高速外设接口，最多可扩展 1M×16 b 存储器；

3 个 32 b CPU 定时器；

具有 12 b 的 ADC，流水线变换时间最小 60 ns，单变换 200 ns；

改进的 eCAN 2.0B 接口模块；

多种串行通信接口(2 个 UART，1 个 SPI 及 1 个 MCBSP)；

高性能低功耗，采用 1.8 V 内核电压和 3.3 V 外围接口电压。

2.2 CS5534 的性能特性

该数据采集系统中采用的 A/D 是美国 CIRRUS LOGIC 公司推出的低噪声 24 位型 A/D 转换器 CS5534。CS5534 芯片采用电荷平衡技术和极低噪声的可编程增益斩波稳定测量放大器，输出分辨率可达 24 位。CS5534 具有四通道的模拟输入，由内置多路开关来选择转换哪一通道的物理信号，且他们均包含 1 个低噪声斩波稳态增益可编程仪表放大器，其增益为 1×，2×，4×，8×，16×，32×，64×可选，他们同时包含 1 个四阶调制器和 1 个数字滤波器。该数字滤波器提供了 7.5 Hz～3 kHz 10 种输出字速率。信号经过一个可编程增益放大器后，进入四阶 Δ-Σ 调节器，最后经程控数字滤波器件进行滤波，得到 A/D 转换结果。该芯片采用串行接口与中央处理器进行通信工作，接口电路比较简单。此外，CS5534 内部有一个完整的自校正系统，可以进行自校准和系统校准，消除 A/D 本身的零点误差和漂移误差[4]。

2.3 DSP 与 A/D 的接口设计

为了便于模数转换器和微控制器之间的通信，该转换器具有一个简单的串行接口，分别为 CS，SDI，SDO，SCLK，所以可直接和 DSP 的串行外设接口相连。AD 片选 CS 与 SPI 的从发送使能 SPISTE 相连，AD 的串行数据输入 SDI 与 SPI 的从输出 SPISOMIA 相连，AD 的串行数据输出 SDO 与 SPI 的从输入 SPISIMOA 相连，AD 的串行时钟输入 SCLK 和 SPI 的 SPICLK 相连，直接将转化后的数据送入 TMS320F2812。其连接如图 2 所示。在此硬件电路设计中第一个要求注意的是 Δ-Σ的正(负)模拟电源电压的选择，电源电压的高低与波动将直接影响 A/D 转换器的精度，在该系统中，我们采用了 L431 做模拟电平的基准源，为其提供±2.5 V 的基准电源电压。另一个要求注意的是：V_{REF+}，V_{REF-} 参考电压输入的选择，因为在本单元转换器可量化的满量程输入信号的范围由增益设定和 V_{REF+}，V_{REF-} 之间的参考电压决定，转换器的满量程输入信号范围等于$((V_{REF+})-(V_{REF-}))/(G*A)$，其中 G 是放大器的增益，由软件设置，$A=1$，其余各项均由软件设置。

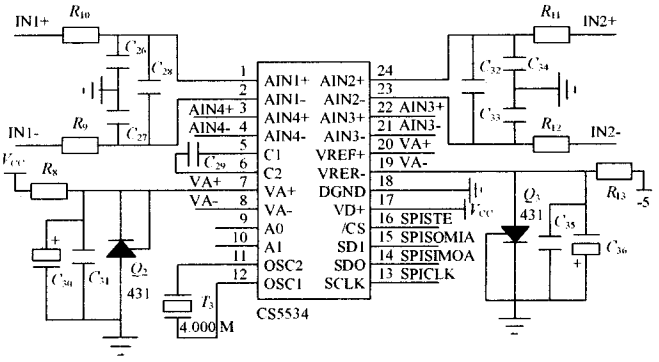

图 2 CS5534 与 TMS320F2812 的接口电路

3 系统的软件设计

DSP 的编程工具有 C 语言和汇编语言两种，一般在要求不是特别高的场合，采用 C 语言编程可以满足其要求。本系统采用 C 语言和汇编语言结合编程的方法，能将 C 语言的优点和汇编语言的高效率有机地结合起来，同时又能实现高速实时的性能。该采集系统采用 XDS510USB 2.0 仿真器，他可以通过 USB 接口直接和 PC 机相连接，在 CCS 3.1 集成开发环境下通过 JTAG 接口调试、烧写程序。

主程序开始先 TMS320F2812 系统初始化，初始化 TMS320F2812 的控制寄存器，状态寄存器，如禁止一切中断，停止一切外部器件，清复位标志等，同时对 AD，LCD 液晶显示器进行初始化等。初始化完成后，再从外部存储器调入系统的参数数据，启动进行数据采集，然后进行数据处理如数据保存、数据显示、数据的发送等。如此循环往复，从而实现了系统对输入模拟电压信号的实时采集。其程序的流程图如图 3 所示。

4 结 语

由于在设计中选用了高性能 DSP 芯片和高精度的 AD 转换器 CS5534，所以数据采集系统能高精度、实时地完成多路信号的采集，并把采集的数据及时发送给主机，提高了数据的传输速度和处理速度，进而保证了系统的实时性。同时该系统具有体积小、构成合理、实现方法简单、速度快、处理能力强、可靠性高以及功耗低等许多优点，本系统的设计方案也可以用于其他各种数据采集系统。

(下转第 126 页)

维普资讯 http://www.cqvip.com

50。每当 20 ms 定时时间到时,产生中断,在中断服务程序中使软件计数器减 1,这样,到软件计数器减到 0 时,就获得 1 s。

在达到 1 s 定时之前,中断服务程序中只是软件计数,不改变输出,只有当软件计数器为 0 时,才输出方波,并重新将软件计数器置为 50,准备开始另一个 1 s 定时。然后再将所采集的数据通过 8155、4 位共阴极 LED 数码管显示出来。

其软件设计流程图如图 6 所示。

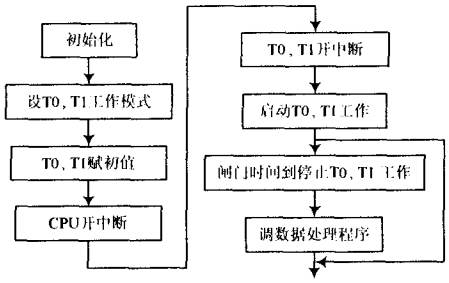

图 6　软件设计流程图

4　结　语

采用上述方法进行了设计研制,MCS-51 单片机的系统时钟为 12 MHz 晶振,定时计数器的计数频率为 F_s=12 MHz/12=1 MHz,如果采样时间设为 T_c(s),则系统的测量分辨率为 $1/(F_s * T)$,例如,T_c=0.1 s 时的测量分辨率为 1×10^{-5};T_c=1 s 时的测量分辨率为 1×10^{-6}。这样,测量分辨率一般都可以满足单片机测量系统的要求。曾在涡轮式流量调节器科研开发项目中采用了上述方法,其系统采用 8031 单片机,晶振频率为 6 MHz(F_s=6 MHz/12=500 kHz),采样时间为 1 s,经测试系统的测量精度达到 5×10^{-6},取得满意的效果。

综上所述,本文提出的这种高精度频率测量系统的设计方法采用了单片机技术将多周期同步法和量化时延法相结合,实现了高精度快速的频率测量,有效地解决了测量精度和测量时间的矛盾。该高精度频率测量系统体积小、成本低,适用于各个领域的高精度频率测量,具有较好的实用价值。

参　考　文　献

[1] 吴慎山,王芳,吴东芳,等.智能单片机频率计的原理与设计[J].河南师范大学学报:自然科学版,2004,32(2):43-45.

[2] 王淑青,吴作健.基于单片机高精度测频方法的研究[J].湖北工业大学学报:自然科学版,2005,20(4):35-37,48.

[3] 朱雪枝,王学伟.自动分频法宽量程频率测量技术及实现[J].北京化工大学学报:自然科学版,2004,31(1):91-94.

[4] 马献果,焦阳.频率测量方法的改进[J].仪器仪表学报,2004,25(Z1):120-121.

作者简介　曹　莉　女,1984 年出生,扬州大学信息工程学院 2003 级电子信息工程专业学习。研究方向为电子测量。

杜宇人　男,1962 年出生,副教授,硕士生导师。研究方向为图像处理、电子测量。

(上接第 123 页)

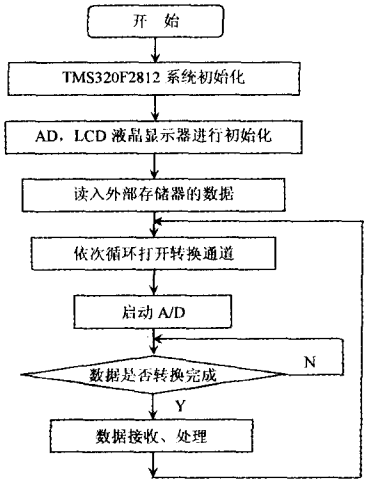

图 3　数据采集程序框图

参　考　文　献

[1] 美国德州仪器公司.TMS320C28X 系列 DSP 的 CPU 与外设(上)[M].张卫宁,译.北京:清华大学出版社,2004.

[2] 苏奎峰,吕强,耿庆锋.TMS320F2812 原理与开发[M].北京:电子工业出版社,2005.

[3] TMS320F2812 Digital Signal Processor Data Manual[Z].Texas Instruments,2003.

[4] CS5534 Datasheet[Z].Cirrus Logic,Inc.,2002.

[5] 王淑芳,张国英.基于 DSP 的数据采集系统开发与实现[J].北京石油化工学院学报:自然科学版,2005,13(1):7-12.

[6] 陈旭,谷惠平.基于 DSP 控制器的材料试验机数据处理系统[J].化工自动化及仪表,2004,31(5):53-55.

[7] 方伟林,孙晓军.材料试验机数据采集测量系统[J].黑龙江大学学报:自然科学版,2003,20(2):75-77.

[8] 吕雪锋,吴书朝.一种基于 TMS320F2812 的数据采集系统[J].工业控制计算机,2006,19(1):12-13.

[9] 李同彩,陈计信.基于 TMS320F2812 的数据采集及处理系统[J].世界电子元器件,2006(4):62-64.

[10] 张鹏程,曹家年.一种基于 DSP 的高速数据采集处理系统[J].应用科技,2006,33(1):16-18.

作者简介　杨保亮　男,1979 年出生,硕士研究生。研究方向为测控技术,嵌入系统开发。