

基于 MSP430 和 DSP 的动平衡测量系统

The Detection System of Dynamic Balancing Based on DSP and MSP430

王 鼎 毕笃彦 李存华 张友来
(空军工程大学工程学院四系,西安 710038)

摘要: 介绍了动平衡的基本概念,并针对传统的单微处理器动平衡系统处理实时性不强等缺陷,介绍了 MSP430 单片机结合 TMS320 数字信号处理器组成的动平衡测量系统的原理和实现方法。

关键词: 动平衡 DSP MSP430 单片机 自适应 FIR 滤波

Abstract: This paper introduces the elementary conception of dynamic balancing system, and to solve the limitation of the traditional dynamic balancing system using single CPU, this paper introduces a new dynamic balancing system composed of MSP430 SCM (single-chip microcontroller) and TMS320 DSP (digital signal processing), including its theory and the way of realization.

Key words: dynamic balancing DSP MSP430 SCM adaptive FIR filter

0 引言

旋转物体在转动时,由于其不平衡离心力的影响,而使中心惯性主轴与回转轴线不重合。它产生的惯性力矩或惯性力偶矩的大小和方向随着机械运动的循环而产生周期性变化,从而使得整个机械系统产生振动,影响到设备的工作精度,减少设备的工作寿命。当振动很大或者振动频率接近系统的固有频率时,就可能损坏设备,使得可靠度下降。因此,对旋转部件进行动平衡检测及处理,是减小或者消除机械振动的有效工艺措施。

以往的动平衡测量大多以模拟电路进行滤波,以光点矢量进行相位、幅值的指示,辅助以 LED 进行数码显示,或者单纯以单片机或 DSP 处理器完成数据的采集、计算、处理、输出,这样必然会加大系统对数据的处理周期,难以保证系统的实时性。本系统采用 MSP430F135 单片机结合数字信号处理器 TMS320LF2402 来完成数据的采集、处理。其中, TMS320LF2402 为从机,利用它的高速数字信号处理能力,负责完成算法的实现; MSP430F135 为主机,负责完成 A/D 转换,实现数字采集、操作控制、打印和 LCD 模块显示、输出数据。

1 总体设计

如图 1 所示,光电传感器测量出转子转动的频率,在每个周期产生一个脉冲信号,经脉冲整形后,输出基准方波,作为进行数据处理的基准信号。左、右振动传感器检

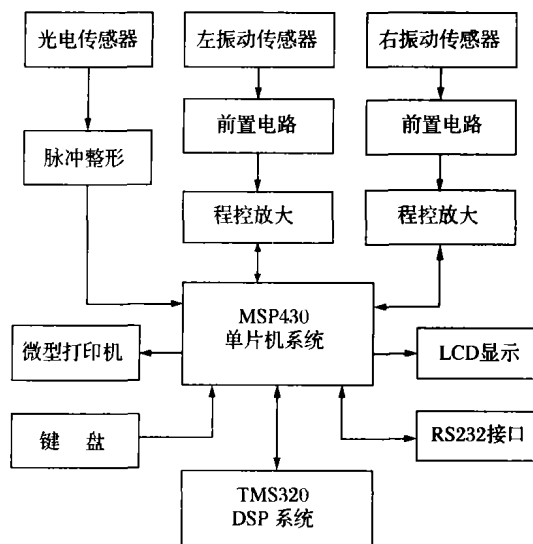


图 1 系统组成框图

测到由转子不平衡所引起的振动信号,分别送入前置电路进行预先处理,滤除掉高频干扰,再送入程控放大电路进行程控放大。单片机根据信号的强弱,控制程控放大的放大倍数,使得放大后的信号控制在一定的范围内。通过 MSP430 单片机内部的 12 位 A/D 转换器进行模数转换。转换后的数字信号进入 DSP 电路,以基准信号为参考进行自适应滤波,得到与转子同频率的正弦波形式的

作者简介:王 鼎 1975 年生,硕士研究生,主要研究方向为图像处理与模式识别、智能控制。

毕笃彦 1962 年生,教授,博士生导师,主要研究方向为图像处理、模式识别。

李存华 1945 年生,高级工程师,主要研究方向为动平衡检测。

不平衡量信号。通过 MSP430 单片机系统,将不平衡振动信号的幅值和相位进行显示、打印或通过 RS232 口输出。

2 硬件设计与实现

2.1 单片机系统

该系统采用 TI 公司 MSP 系列 16 位单片机 MSP430F135。该器件包含 8 路外部通道 12 位 200Kb/s 的 A/D 转换器。其内置参考电源、2 组频率可达到 8MHz 的时钟模块、2 个分别带有 3 个捕获/比较寄存器的 16 位定时器、1 个串行通信接口 USART0、1 个模拟比较器、看门狗、数十个可实现方向设置及中断功能的并行输入输出端口。

2.2 DSP 系统

采用 TI 公司推出的 TMS320LF2402。该器件以 30Mb/s 的速度执行指令,使得指令周期缩短到 33ns (30MHz),提高了实时计算能力;片内高达 32K 的 FLASH 程序存储器,高达 1.5K 数据/程序 RAM,544 字节双口 RAM 和 2K 字的单口 RAM,使得更利于完成信号分析、快速变换和数据运算等一系列处理功能;并通过辅助芯片与接口电路同外设相连,以实现输入输出的实时控制。

2.3 主要电路设计

2.3.1 DSP 与单片机接口电路

如图 2 所示,DSP 与 MSP430 的通用 I/O 口 P_1 和 P_2 相连,DSP 的数据线与单片机的 P_1 口相连,控制信号由单片机的 P_2 口提供。MSP 的 P_2 口是可单独操作控制的具有中断源功能的 8 位 I/O 口,其中断及控制信号由 DSP 的 IOPB3 ~ IOPB5 提供。IOPB3 被定义为 DSP 处理完毕一次数据,向 MSP 发出一次中断。

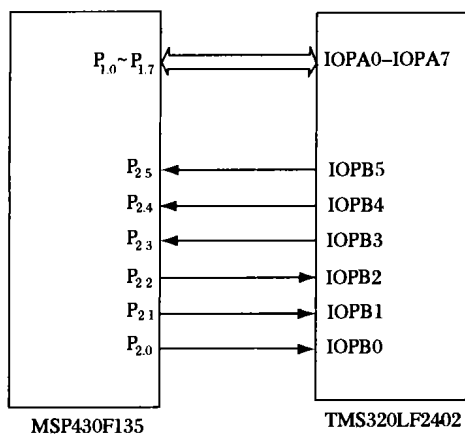


图 2 MSP430 与 DSP 的接口电路

2.3.2 A/D 转换电路

该 A/D 转换采用 MSP430 内部携带的 12 位 A/D 转换器,只需配置好参考电压和时钟信号源即可。由于有 8 路外路模拟通道,在接外部模拟信号时,应将外部模拟信号相邻通道接地,以免电源毛刺、地电平波动以及交互串扰等影响转换结果。

2.3.3 单片机与液晶显示器接口电路

如图 3 所示,该接口控制时序采用了 M6800 操作时序,单片机 MSP430F135 的 $P_{4.0} \sim P_{4.7}$ 口为数据线接 MG-12232 模块的数据线 $D_0 \sim D_7$,MSP430F135 的 $P_{1.4} \sim P_{1.7}$ 提

供控制信号,接 SED1520FOA 引出的控制信号 R/W, A_0 , E_1 和 E_2 。RES 为接口时序类型选择, E_2 为主工作方式 IC 使能信号,R/W 为读/写选择信号。该信号 = 1 时为读, A_0 为寄存器选择信号,SLK 为背光灯负电源。

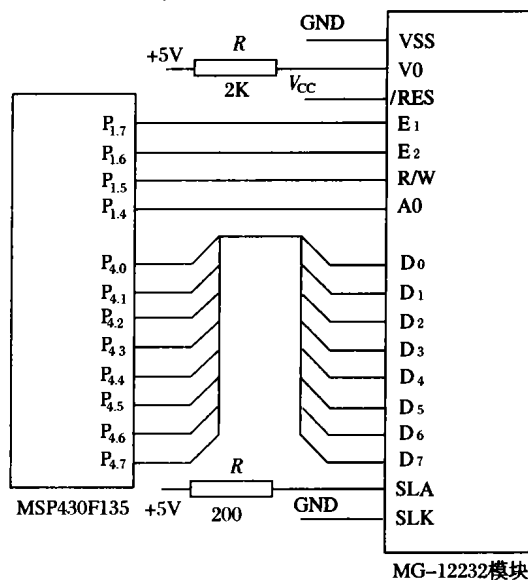


图 3 MSP430 与液晶显示器的接口电路

3 软件设计

该硬件系统具有较强的灵活性和通用性,因此,该系统对软件的设计提出了更高的要求。该软件设计采用模块化结构,每个模块完成相应控制处理。

主机软件主要由以下几个模块组成:系统初始化模块、设备状态自检模块、键盘扫描模块、A/D 转换模块、RS232 通信模块、LCD 液晶显示驱动模块、微打驱动模块、单片机与 DSP 之间的通信模块。

从机软件主要由 DSP 软件模块、DSP 与单片机之间的通信模块组成。其中,DSP 软件模块在本系统中主要实现实时快速采用自适应 FIR 滤波算法来实现不平衡信号的检测,使之从噪声信号中分离出来。

4 结束语

该系统经过组装调试,在桥架上对陀螺进行测试,其精度已达到了 ISO 规定的高精度平衡级 G 0.4。同时,由于采用的两块处理器都集成了丰富的片内外设,并采用了 LCD 作为显示器件,使得整个系统的体积大为缩小,便于携带。该设备既可独立使用,也可通过 RS232 口与计算机连接,进行数据保存、分析。

参考文献

- 1 张正松,傅尚新. 旋转机械振动监测及故障诊断[M]. 北京:北京机械工业出版社,1991
- 2 徐芳麟. 平衡技术的原理与技巧[M]. 上海:上海科学技术文献出版社 1992
- 3 魏小龙. MSP43 系列单片机技术及系统设计实例[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002
- 4 刘和平,严利. TMS320LF240XDSP 结构原理及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002