

DSP 和 USB 技术的数据采集与处理系统

1、引言

采用 dsp(数字信号处理器)作为控制器,而采用 USB(通用串行总线)和上位机相连接将是数据采集处理系统的一种可能的发展趋势。

1.1 数字信号处理器 dsp

dsp 芯片,又称为数字信号处理器,是一种特别适用于进行实时数字信号处理的微处理器,采用它能满足系统计算量大的要求。它的主要特点是:(1)它内部采用的是程序空间和数据空间分开的哈佛结构,允许同时取指令和取操作数;(2)芯片内多采用分离的总线结构,这样可保证一个极其周期内可以多次访问程序空间和数据空间;(3)采用流水线结构,在程序运行中取指、译码、取操作数和执行阶段是重叠的;(4)芯片内部一般都包括多个处理单元,它们可以在一个指令周期内同时进行运算;(5)dsp 数字系统中设置了一些特殊的 dsp 指令,能更好地满足数字信号处理应用的需要;(6)指令周期短,如 TMS320F240 的指令周期可达 50ns;(7)硬件配置强,接口功能强,片内具有串行口、主机接口、DMA 控制器、锁相环时钟产生器和在片仿真测试访问口等。dsp 芯片的这些特点,使其在各个领域得到越来越广泛的应用。

1.2 通用串行总线 USB

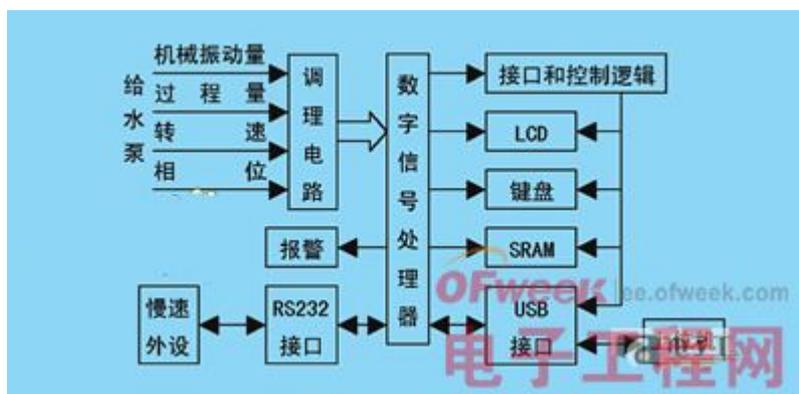
USB(通用串行总线)协议是一些 PC 大厂商为了解决日益增加的 PC 外设与有限的主板插槽之间的矛盾而制定的一种串行通信标准。USB 接口是一个快速的、双向的、同步的、低成本的、动态的串行连接接口,支持主机和并发存取外设之间的数据交换。所连的外设通过主机调度和基于令牌的协议共享 USB 带宽。USB 的主要优点有:(1)速度快;(2)设备配置和安装容易。所有的 USB 设备支持热拔插,系统对其进行自动配置;(3)能够采用总线供电;(4)易于扩展;(5)使用灵活,USB 共有 4 种传输模式:控制传输、同步传输、中断传输、块传输,以适用不同的设备的需要;(5)容错性强,USB 协议规定了对各种可能遇到的错误的处理和恢复机制,保证了数据传输的正确性,同时,对设备的热拔插处理迅速且不影响系统的正常工作;(6)实现成本低,USB 对系统与 PC 的集成进行了优化,适合于开发低成本的外设。由于这些优点,USB 的应用范围很广。

下面本文将介绍一个具体的基于 dsp 和 USB 技术的数字采集与处理系统给水泵运行状态监测系统。本系统需要对给水泵运行过程中的过程量和机械量进行采集,需要对振动信号进行处理,下面分别介绍系统的工作原理、总体设计、硬件设计和软件设计。

2、系统工作原理和总体设计

给水泵运行状态监测系统主要完成各路机械量和过程量的采集,并对各振动信号进行阶比谱分析,计算振动幅度的平均值,并将采集数据和分析结果上传

PC 机，为在线检修系统的专家系统提供给水泵的运行状态信息；同时就地简单显示给水泵的状态信息，并提供给水泵振动幅值越限和轴向位移越限报警。



系统的特点是计算量大，通信数据量大，而且给水泵运行状态监测仪必须提供实时的状态数据，这就对实时性提出了较高的要求。根据系统的这些特点我们采用 dsp(数字信号处理器)+USB(通用串行接口)的方案来满足系统的需求。

给水泵状态监测系统由信号调理电路、A/D 转换器、dsp 处理器、SRAM、LCD、键盘以及基于 PLD 的接口和逻辑控制电路组成。系统的总体设计框图如图 1 所示。

3、系统硬件设计

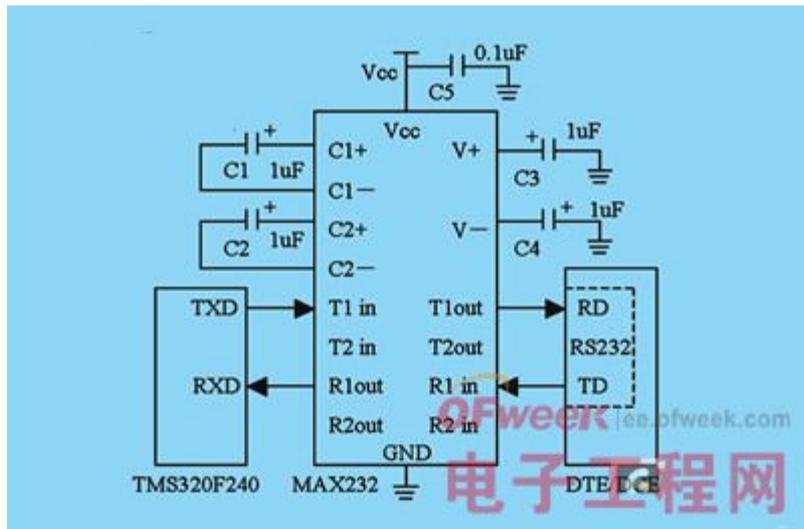
系统硬件部分的主要内容包括 dsp 最小系统的设计、通信模块的设计、人机接口模块的设计、调理电路的设计和电源模块的设计。

dsp 小系统包括复位电路、时钟电路、SRAM 接口、Flashmemory 接口和逻辑控制电路等。这里的 dsp 控制器选用的是 TMS320F240，它具有强大的外设功能，能为基于控制的应用设计提供高性价比的解决方案。

本系统采用了两种通信接口，分别为 USB 和 RS232 接口。USB 接口用于仪表向 PC 机上传数据。RS232 接口主要用于调试和用于与慢速外设接口，当系统上传的数据不多时也可用于仪表向 PC 机传输数据，这样可以简化 PC 机软件的设计。下面分别对这两个接口进行介绍。

3.1 RS232 接口

dsp 控制器 TMS320F240 内含有一个全双工的串行接口，通过编程可以很方便的实现 RS232 串行通信。通信标准采用 RS-232C。这里采用 MAX232 芯片完成电平转换工作。MAX232 芯片是 MAXIM 公司生产的低功耗、单 5V 电源供电，双 RS232 发送/接收器，它具有驱动能力，不需要外加任何驱动电路。采用 MAX232 的串行通信接口电路如图 2 所示。

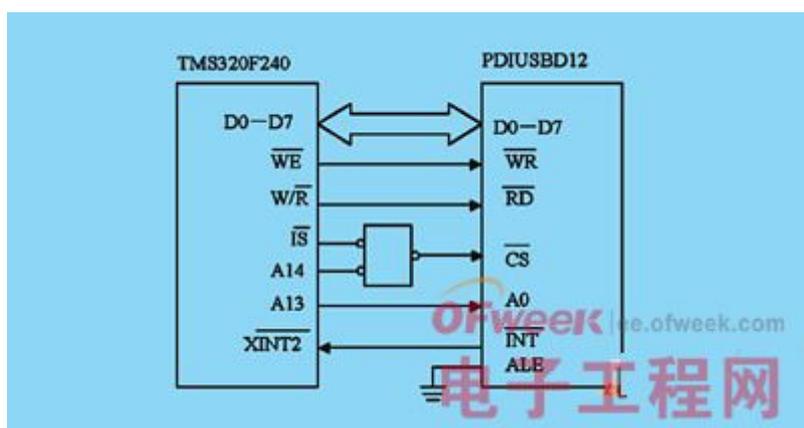


3.2 USB 接口

USB 具有完全的即插即用特性，不占用中断等系统资源，提供多种数据传输方式以及能达到较高的数据传输速率等特点。使用 USB 接口可以减少系统的体积，降低系统的功耗，使仪表与系统的接口更加方便。

从技术上说，USB 是一个电缆总线协议，用于主机与可访问辅助设备的数据交换。通过一个由主机分配的令牌协议，辅助设备共享 USB 的带宽。一个完整的 USB 系统是由 USB 主机、集线器、连接电缆和 USB 外设组成。本文研究的给水泵运行状态监测仪属于 USB 外设。

本文选用的 USB 通信芯片是 PDIUSB12。它是一款性价比很高的器件，通常用在基于 MCU 的系统中，能够通过高速通用并行接口与微控制器通信，同时也支持本地的 DMA 传输。PDIUSB12 与 TMS320F240 的接口电路如图 3 所示。



PDIUSB12 和其他常见的接口芯片一样，也是通过向芯片写入控制字来操作的。首先向芯片写入一个字节的命令字，通知芯片按一定的方式处理下面的数据，然后对芯片读写一个或多个字节的数据，这些数据包括的内容可能是地址、数据以及一些设置位。

4、系统软件设计

本系统采用 C 和汇编混合编程，主程序框架采用 C 语言编制，关键算法(如 FIR、FFT 等)用汇编语言实现。

给水泵运行状态监测仪的主要任务是:完成过程量与机械量的采集，滤波，对机械量进行谱分析，将所采集的数据和分析结果上传给 PC 机，同时，就地简单显示给水泵的运行状态信息等。

我们把系统设计成前后台系统，也可称为超循环系统。应用程序是一个无限的循环，循环中调用相应的函数来完成相应的操作，这部分可以看成后台行为。中断服务程序处理异步事件，这部分可以看成前台行为。后台也可以叫做任务级，前台也叫中断级。时间相关性很强的关键操作一定是靠中断程序保证的。

后台程序完成的功能包括:过程量的采集和滤波，轴振采样周期的确定，并根据采样周期初始化定时器 0，FFT 变换，将采集的数据和分析后的数据放在发送缓冲区，将待显示的信息写入显示缓冲区，对 PC 机传下来的命令和数据信息做相应处理。后台程序的流程图如图 4 所示。



前台程序主要包括 3 个定时中断和键盘中断服务子程序。定时器 0 中断，主要用于机械量数据采集和抗混叠滤波;定时器 1 中断，为 RS232 串行通信提供发送节拍;定时器 2 中断，为显示器的刷新提供时钟节拍;键盘中断，完成键盘的扫描和获取键值。以定时器 0 中断子程序的程序流程图如图 5 所示。



5、结束语

本文虽以给水泵为例，但并不局限于给水泵，更换信号调理板，对于其他转子机械的运行状态监测同样适用。本系统也可以作为数据采集与处理的一个通用平台，具有广阔的应用前景。