

# 基于 OMAP-L138 的便携式设备状态监测与诊断仪设计

师 皓, 江志农

(北京化工大学 诊断与自愈工程研究中心, 北京 100029)

**摘要:** 提出基于 OMAP-L138 的便携式设备状态监测与诊断仪的设计方案。介绍了其软硬件结构设计, 重点对数据采集部分的硬件及数据采集模块的软件设计做了详细的介绍。利用了 ARM 核控制处理优势与 DSP 核数字处理能力, 实现低功耗高性能的优点。

**关键词:** OMAP; 故障诊断仪; 数据采集

中图分类号: TP216

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)16-0028-03

## Design of portable condition monitoring and diagnostic device based on OMAP-L138

Shi Hao, Jiang Zhinong

(Diagnosis and Self-recovery Engineering Research Center, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

**Abstract:** A design scheme about portable condition monitoring and diagnostic device based on OMAP-L138 is proposed. The hardware and software design of the device is introduced, focused on the data acquisition module, which is made a detailed introduction. Taking advantages of the ARM core and the digital processing capabilities of the DSP core, low power high-performance is exerted.

**Key words:** OMAP; diagnostic device; data acquisition

工业设备的状态监测和故障诊断, 有效地保证了设备的平稳运行, 并在设备预知维修中发挥越来越重要的作用。为了满足石化企业对于状态监测和故障诊断的需求, 设计了一款便携式综合性设备状态监测与诊断仪器。TI 公司推出的 OMAPL138 双核处理器, 具备强大的复杂数据处理能力和可靠的实时性, 可以实现高性能双通道数据采集器和信号分析, 现场显示 FFT 频谱图、轴心轨迹等功能。

OMAPL138 处理器综合了 DSP 和 ARM 两个处理器各自在实时性和计算精度上的优势。DSP 进行信号处理任务, ARM 可以运行嵌入式操作系统及图形界面, 完成波形显示、存储及外围器件的控制。DSP 与 ARM 间的数据通信由 DSP/BIOS 桥来实现。

### 1 硬件设计

#### 1.1 处理器及其外设电路设计

OMAPL138 芯片采用 C6748 内核和 ARM926EJ-S 核, 两个处理器主频最高支持到 456 MHz。C6748 是一个

定点浮点数字信号处理器核, 它相对 TMS320C6000 器件功耗显著降低, 并可实现代码兼容。ARM926EJ-S 是一个 32 bit 精简指令集的处理核, 可以执行 32 bit、16 bit 指令集, 处理 32 bit、16 bit、8 bit 数据。ARM 核有一个协处理器 CP15, 以及 8 KB 的 RAM、64 KB 的 ROM。接口支持 1 个 10/100 M 以太网接口, DDR2 内存控制器, 1 个 EMIFA 接口, 2 套 I<sup>2</sup>C 与 SPI 接口, 以及 2 套 McBSP 接口等<sup>[1]</sup>。OMAPL138 的硬件连接图如图 1 所示。

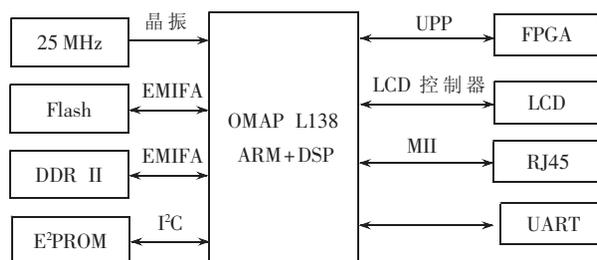


图 1 OMAPL138 硬件接口图

《微型机与应用》2011 年 第 30 卷 第 16 期

OMAPL138 使用 EMIFA 接口控制 Flash 的操作,使用 GPCM 16 bit 操作模式。FLASH 选用 SPANSION 公司的一款容量为 32 MB 的芯片,用于存储 BOOT 内容和应用程序。此外,OMPAL138 的数据地址线顺序采用 SMALL\_EIDEN 模式,地址线和数据线的连接要注意最高有效位与最低有效位的顺序与 PowerPC 等系列的处理器不一致。

OMAPL138 支持 mDDR 和 DDR2 两种制式,本设计选用 DDR2 SDRAM 作为芯片的内存。DDR2 SDRAM 采用 1 片 DDR2 芯片 MT47H64M16HR 来实现,单片芯片的容量是 128 MB,位宽 16 bit,内部分为 8 个 BANK。只需要配置 SDCR、SDRCR、SDTIMR1、SDTIMR2 这 4 个寄存器即可实现对 DDR2 的配置。OMAPL138 的 DDR2 控制器最高速率支持 150 MHz。

OMAPL138 通过 I<sup>2</sup>C 接口连接一片 E<sup>2</sup>PROM,型号为 AT24C32CN,有 4 096×8 bit 的存储空间,用于存储传感器标定参数和版本信息等。

此外 OMAPL138 通过 MII 接口连接网线与 PC 机之间的通信,还可以通过 UART 接口方便地与上位机进行驱动程序的调试,打印调试信息。

## 1.2 数据采集电路设计

系统数据采集部分由两路高速 AD、大容量缓冲器 FIFO 和 FPGA 组成。FPGA 负责高速数据采集逻辑控制、缓存 FIFO 逻辑控制<sup>[2]</sup>。采集得到的信号传到 OMAP 中的 DSP 核,然后进行信号处理、完成算法,最后送给 ARM 核进行波形显示等功能。数据采集模块架构如图 2 所示。

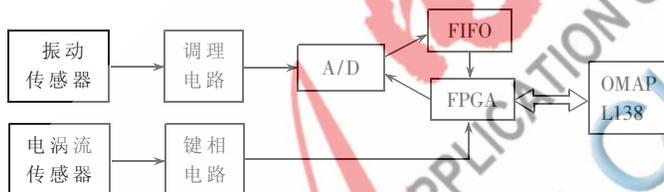


图 2 数据采集模块架构图

通过压电式加速度传感器采集得到的振动信号,首先通过信号调理放大电路,之后再经过二阶巴特沃斯带通滤波器,可以由 AD 采集得到纯净的加速度信号。加速度信号经过一级积分电路可得到速度信号,再经过一级积分电路可得到位移信号。

在旋转机械状态检测和诊断中,键相信号占有重要的位置。通过电涡流传感器产生的键相信号一般为-10 V 左右的负脉冲,经过隔直、反相、迟滞比较之后变成 3.3 V 的窄脉冲,送给 FPGA 作为触发采集的触发信号。

FPGA 选用 Altera 公司的 Cyclone 系列,通过 OMAP 上的 UPP(Universal Parallel Port)接口相连接,将高速数据信号传输到 OMAP 的 DSP 核。FPGA 接受键相电路的触发作为数据采集的相位零点,同时控制单路或两路 AD 同时对调理后的振动信号进行采集,采集得到的数

值先缓存到 FIFO 中,然后再通过 FPGA 传送到 OMAP 中。

在 OMAP 的 DSP 核中,可以将采集得到的振动波形进行数字信号处理,完成傅里叶变换、轴心轨迹、动平衡等算法。最终通过 DSP/BIOS 桥将处理结果传送给 ARM 核,在应用程序中显示出时域图、频谱图和轴心轨迹图等。

## 2 软件设计

设备状态监测与诊断仪的软件设计包括:引导程序的设计、操作系统内核裁剪和移植、定制文件系统以及应用程序及界面的开发。OMAP 中 DSP 核运行 DSP/BIOS 实时系统,ARM 核运行 Windows CE 系统。DSP/Link 为处理器提供双核通信架构。在 DSP 端,DSP/Link 作为 DSP/BIOS 的一个驱动而存在。在 ARM 端,DSP/Link 作为一个外设而存在,并通过应用层的函数库访问这个设备来进行操作。

### 2.1 操作系统搭建与移植

板级支持包(BSP)是介于主板硬件和操作系统之间的一层,主要目的是支持操作系统,使之能够更好地运行于硬件主板。一个典型的 Windows CE 板级支持包包括引导装载程序 Boot loader、OEM 适配层(OAL),设备驱动以及系统镜像的配置文件四个组成部分。应用集成开发环境 Platform Build 根据特定的 BSP,可以生成针对不同硬件的特定操作系统镜像。对嵌入式操作系统 Windows CE 进行剪裁,结合板级支持包编译生成可在硬件上运行的操作系统,达到 Windows CE 对硬件系统移植的目的。通过对 Windows CE 部分代码的修改,实现系统需求的新软件特性的扩展。

设备驱动的设计和开发,包括数据采集系统的驱动、红外测温模块、面板功能键盘模块及电源管理模块等设备的驱动;并且面向系统和应用程序提供友好而灵活的接口,方便上层调用。

### 2.2 数据采集功能模块设计

数据采集模块是设备状态监测与诊断仪的核心部分,其驱动的高效性和稳定性是影响整个系统的关键因素。其基本工作流程如图 3 所示。

在启动数据采集之前,可以先对采样点数、采样频率以及单/双通道采集等进行设置。在采集过程中,当 A/D 转换器完成一个周期的转换后,会给 FPGA 发出一个中断,FPGA 对 FIFO 发出写信号并将转换完成后的数据写入 FIFO。当 FIFO 达到半满时,其半满标志位会发出中断信号,FPGA 接收到该信号后,控制 OMAP 对 FIFO 执行读操作。非触发采集方式和触发采集方式不同之处是:在非触发采集方式下,A/D 的启动、停止信号由 OMAP 提供,当需要转换时,OMAP 发出启动转换信号,启动 AD 转换,停止亦然;在触发采集方式下,采集启动、停止信号由键相信号来提供。

以 OMAPL138 为处理器平台的便携式设备状态监测与诊断仪,满足了手持仪器低功耗高性能的要求。ARM

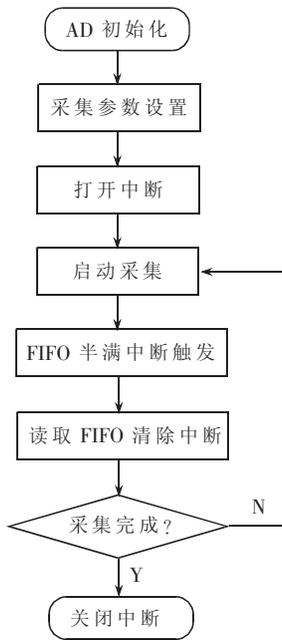


图3 数据采集模块流程图

核与 DSP 核的协同工作,既满足了高速数字信号处理的

要求,完成复杂的故障诊断算法,又具备强大的外设管理及控制能力,同时 Window CE 还为用户提供了丰富友好的操作界面,以满足用户的需求。

参考文献

- [1] Texas Instrument. OMAP-L138 Technical Reference Manual [EB/OL]. 2009.
- [2] 任雷,林岩,张干沫阳. 基于 CPLD 的 OMAP-L137 与 ADS1178 数据通信设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2009, 8: 26-28.
- [3] 武昱. 嵌入式数据采集系统的研究与开发[D]. 北京:北京化工大学, 2008.

(收稿日期:2011-06-17)

作者简介:

师皓,男,1986年生,在读研究生,主要研究方向:手持式嵌入式仪器硬件设计。

江志农,男,1967年生,教授,主要研究方向:大型机组远程实时监测、诊断系统,过程装备复杂系统故障自愈调控原理研究。