

# 数字存储示波器中 USB 接口功能的开发

吴慧鑫, 王厚军

(电子科技大学 自动化学院, 四川 成都 610054)

**摘要:**介绍了 USB 总线技术在数字存储示波器中的开发方法, 包括硬件设计、固件设计、USB 设备驱动程序设计和应用程序设计。通过 USB 总线接口可以实现数字存储示波器与计算机之间快速、可靠的通信, 能够完成波形、示波器界面和测量参数的传输。

**关键词:**USB 接口; 数字存储示波器; 固件; Lab Window/CVI

**中图分类号:**TP334.7; TP935.37 **文献标识码:**A **文章编号:**1817-0633(2007)08-0033-02

## Development of USB Interface Function in Digital Storage Oscilloscope

WU Hui-xin, WANG Hou-jun

(School of Automation Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China)

**Abstract:**The USB development approach in a digital storage oscilloscope is introduced, including hardware design, firmware design, USB device driver program design and application program design. Fast and reliable communication between the digital storage oscilloscope and the computer can be carried out through USB, thus implementing the transmission of wave, oscilloscope's graphics and measurement parameters.

**Keywords:**USB Interface; Digital Storage Oscilloscope; Firmware; Lab Windows/CVI

## 0 前言

电子测量技术和计算机技术的高速发展及其在仪器领域中的应用, 产生了具有 USB 接口功能的数字存储示波器, 通过 USB 接口示波器可与计算机通信, 突破了数字示波器在数据存储、分析处理等方面的限制, 使数字存储示波器的使用更加方便灵活。

USB 的最大特点是支持热插拔和即插即用, 并具有统一标准。USB 的设计为非对称式, USB 接口可挂接多个 USB 设备, 增强了数字存储示波器的接口功能, 提高了与外设的数据传输速度。

## 1 设计概述

数字存储示波器的 USB 接口设计总体上分为硬件设计和软件设计两部分。本设计中硬件设计主要是 USB 接口芯片与 DSP 的电路设计; 软件设计包括底层固件程序, 计算机端驱动程序和应用程序三部分。

## 2 硬件设计

硬件结构如图 1 所示<sup>[1]</sup>, DSP 通过数字电路(数据缓存及触发电路)控制 A/D 采样, 同时 DSP 控制 USB 接口芯片实现数据的准确传输。这里重点介绍 USB 接口的 Device 部分。

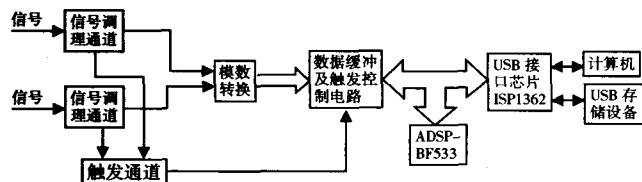


图1 数字存储示波器的硬件结构

ISP1362 与 ADSP-BF533 之间采用中断方式进行通信, 电路图如图 2 所示。本设计中采用块传输 (ATL) 方式传送数据, ISP1362 的设备控制器集成了一个 2462 字节的内存, 为了将数据准确地发送到计算机, 将其内存中的端点 1 配制成双缓存, 每个缓存大小为 512 字节。当传输准备就绪时, DSP 将数据写入其中一个缓存, 当缓存被写满时, 数据通过 SIE(串行接口引擎) 传送给计算机, 传输同时 DSP 向另一个缓存写数据。当缓存中的数

据被完全读取后, DSP 会继续向缓存中写数据直至写满, 此过程循环往复<sup>[2]</sup>。

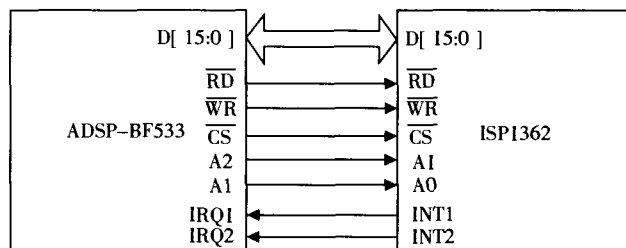


图2 ISP1362 与 ADSP-BF533 的电路图

## 3 软件设计

USB 接口的软件设计分为三部分: 底层固件程序接收计算机发送的控制命令并将数据传送给计算机; 计算机端驱动程序为计算机提供读、写等接口函数; 应用程序提供软面板与用户的接口, 并对所接收的数据进行分析和处理。

### 3.1 底层固件程序

本设计采用 Visual DSP++ 开发平台对底层固件程序进行具体设计。当 DSP 检测到 ISP1362 产生的中断时, 屏蔽其他优先级较低的中断, 根据计算机发送的命令进入相应的传输程序, 由 DSP 控制, 通过 ISP1362 的 Device 功能向计算机传输数据。

### 3.2 计算机端驱动程序

计算机端驱动程序设计主要是 USB 设备驱动函数的设计, 包括初始化 USB 端口, 打开、关闭 USB 端口以及读、写 USB 端口。初始化 USB 端口程序是对特定的 USB 端口驱动器即数字存储示波器的 USB 接口进行配置, 使计算机能够识别到示波器的 USB 接口, 将 USB 设备驱动器安装到设备管理器列表中。应用程序进行读、写数据前要先打开 USB 设备, 应用程序中不允许多次打开设备, 关闭设备后才能再次打开。若打开设备成功则返回 1, 否则返回 0。由于接口芯片 ISP1362 支持全速传输, 所以读函数读取一次 USB 接口可获取 64 字节数据<sup>[3]</sup>。本设计中写函数以单字节形式发送数据。在读写数据完成后需要关闭设备, 关闭 USB 设备可防止应用程序意外读写 USB 端口。下面是打开 USB 端口

和读、写 USB 端口的程序框架:

```

BOOLEAN OpenUsb(HANDLE *pDevice) //打开 USB 端口
{
    .....
    *pDevice = CreateFile( ..... );
    if (*pDevice == INVALID_HANDLE_VALUE)
        return (FALSE);
    else
        return (TRUE);
}

ULONG BulkRead (const HANDLE phDevice, BYTE addr,
BYTE *data , ULONG num) //读 USB 端口
{
    .....
    if (hDevice != NULL)
    {
        .....
        bResult = DeviceIoControl ( ..... );
    }
    else return 0;
    bResult = ReadFile( ..... );
    if (bResult != TRUE)
        return (FALSE);
    else
        return (TRUE);
}

BOOLEAN outport(const HANDLE phDevice, BYTE addr, BYTE
data) //写 USB 端口
{
    .....
    if (hDevice != NULL)
    {
        bResult = DeviceIoControl ( ..... );
    }
    if (bResult != TRUE)
        return (FALSE);
    else
        return (TRUE);
}

```

### 3.3 应用程序设计

应用程序设计采用 Lab Windows/CVI 开发平台,用 CVI 提供的控件和库函数可设计出逼真,便于操作的用户界面并完成面板中命令控件的相应功能,用户界面如图 3 所示<sup>[4][9]</sup>。

用户界面中的功能菜单包括数学运算、数字滤波、数据表

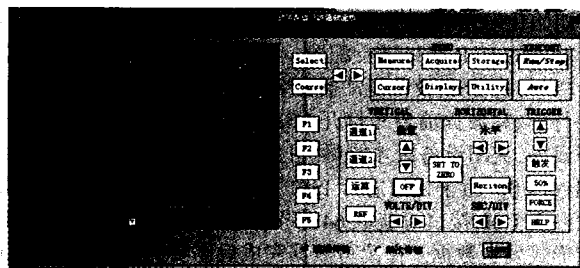


图 3 用户界面

格、参数测量、远程控制、保存以及打印。数据表格可记录当前波形每一个点的电压值和时间值;参数测量可对当前波形的 20 种参数指标进行测量,例如有效值、周期、频率等,基本满足工业应用的需要,参数测量和数据表格均以.xls 格式保存数据;远程控制即用户点击软面板上的按键可在示波器上完成相应实际按键的功能,方便用户操作;本设计中以.dat 格式保存波形数据,以.bmp 格式保存界面数据。

示波器与计算机通信过程中的握手协议至关重要,它是保障正确传输数据的关键,本设计中采用应答方式进行数据传输,实验证明用此传输方式是可靠的,图 4 为 USB 设备传输数据流程图。

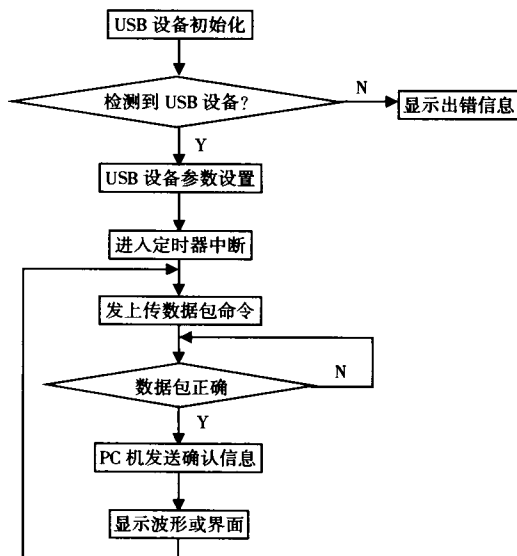


图 4 USB 设备传输数据流程图

### 4 结束语

通过大量测试与试验表明,具有 USB 接口功能的数字存储示波器接口设计能够稳定、准确地进行数据传输,且上传数据和下传数据能够同时进行。数字存储示波器的 USB 接口具有传输速度快、传输数据量大、设计灵活、便于维护等优点,有很高的开发价值和广阔的市场前景。Att

### 参考文献

- [1] 王全玉,刘丹君,关文举.基于 USB2.0 的虚拟示波器设计[J].电测与仪表,2004(4):40-42.
- [2] USB On-The-Go.ISP1362 Single-chip Universal Serial Bus On-The-Go controller Rev.04[EB/OL].http://www.nxp.com/pip/ISP1362-04.pdf 2004-12.
- [3] 周立功.USB2.0 与 OTG 规范及开发指南[M].北京:北京航空航天大学出版社,2004-09.
- [4] 张毅刚,乔立岩.虚拟仪器软件开发环境[M].北京:机械工业出版社,2002-01.
- [5] 刘君华.虚拟仪器编程语言 LabWindows/CVI 教程.北京:电子工业出版社,2001-08.

### 第一作者简介

吴慧鑫 女,生于 1982 年,在读硕士,主要研究方向为检测技术与自动化装置。

### 第二作者简介

王厚军 男,教授,主要在自动化检测系统,数据域测试,军事电子装备故障诊断等领域从事研究工作。