

基于双模式 USB 接口的多处理器数据采集系统设计

张晨光, 闫英敏, 陈永利

(军械工程学院电气工程系, 河北 石家庄 050003)

摘要: 针对特殊测试环境下传统数据采集系统存储、传输数据的不便, 设计了一种基于双模式 USB 接口的数据采集系统。该系统以 CH375 为 USB 接口芯片, STC12C5A60S2 单片机为处理器, 构成主从单片机系统, 用于某型数字式随动系统的性能测试。该系统采用 USB 主/从双模式的采集方案, 可将数据保存于 USB 移动存储设备或直接上传至 PC 机, 大大提高了测试效率。

关键词: 数据采集; 双模式; USB; 多处理器

中图分类号: TP274.2

文献标志码: A

文章编号: 1674-7720(2010)14-0029-04

Design of multiprocessor data acquisition system based on double-mode USB interface

ZHAND Chen Guang, YAN Ying Min, CHEN Yong Li

(Department of Electric Engineering, Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China)

Abstract: A data acquisition based on double-mode USB interface is designed for the inconvenience of data storage and transfer in unusual testing environment. The system uses the CH375 as the USB interface chip, STC12C5A60S2 micro controller unit as the processors, composing a multiprocessor system which tests the performances of a digital servo system. The system provides host/slave double USB modes for data acquiring. It can save the data into USB storage devices or upload to PC directly, provides lots of convenience for testing.

Key words: data acquisition; double-mode; USB; multiprocessor

现代军事、工业自动化设备功能不断完善、集成化程度越来越高, 这就对配套的数据采集以及检测系统提出了更高要求。特别是条件恶劣、野外以及空间狭小封闭的测试环境中, 不仅要求系统能够快速稳定地完成数据采集, 同时更需要将采集的数据保存于大容量存储设备中, 方便后续的分析处理^[1]。目前, 由于高速率、低成本、易扩展的优点, USB 总线已成为计算机与外设之间数据交换的主流总线协议。采用 USB 接口的各种大容量移动存储设备具有高速、抗震、稳定的优点, 特别适用于以上的数据采集场合。

本文采用 USB 总线接口芯片 CH375 设计了具有主/从双模式的多单片机数据采集系统, 既能完成与上位机的实时通讯, 也可在环境条件恶劣时作为便携式系统完成采集数据在 USB 移动存储设备上的转存。

1 双模式 USB 接口芯片 CH375 简介

CH375 是南京沁恒有限公司生产的 USB 总线通用接口芯片, 支持 USB-HOST 主机方式与 USB-DEVICE/

SLAVE 设备方式, 并可动态切换。CH375 具有 8 bit 数据总线, 读、写、片选控制以及中断输出, 可以方便地挂接到单片机等控制器的系统总线上。主机模式下, 芯片还提供了串行通讯方式, 控制器可以通过串口操作 USB 移动存储设备。此外, CH375 内置了处理 Mass-Storage 海量存储设备的专用通讯协议固件, 支持常用的 USB 全速设备, 兼容 USB2.0 设备(U 盘、闪存以及 USB 移动硬盘)^[2]。外部控制器可以通过该芯片直接以扇区为单位进行读写操作控制。如果需要处理与 PC 机兼容的文件系统, 可以利用厂家提供的 C 语言子程序库实现 USB 存储设备的文件级接口, 从而降低开发难度、节约成本。

2 硬件系统设计^[3]

本文介绍的数据采集系统用于某型数字式随动系统的性能测试, 其硬件框图如图 1 所示。

系统硬件主要由主控单片机、信号调理模块、USB 通讯模块、从控单片机组以及键盘显示模块五部分构成。工作时, 先由主控单片机向从控单片机组发出测试

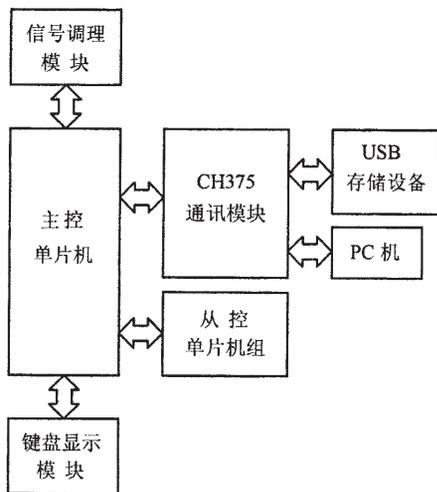


图1 系统硬件框图

开始指令，从控单片机组完成与被测随动系统数控电路的通讯，一方面测试通讯情况是否正常，另一方面维持随动系统正常工作。通讯测试结果经串行口由从控机组送回主控机，作为性能测试的部分结果数据。随动系统正常运行后，信号调理模块将被测信号滤波整理，分批送入主控单片机的ADC输入端，主控单片机经CH375将被测数据写入USB存储设备或发送至PC机直接处理。

基于USB主机模式下文件级子程序库编程的需要，主控单片机采用宏晶科技有限公司的STC12C5A60S2。该单片机工作频率可达35MHz，具有1280B片内RAM数据存储器和60KB片内Flash程序存储器，8通道10bit高速ADC，2个全双工异步串行口^[4]，完全满足数据采集与CH375主/从双模式的控制要求。

USB主机接口电路如图2所示。CH375芯片工作于并口方式，将其TXD引脚接地，并行接口挂接到单片机系统总线上。其8bit双向数据总线D0~D7直接与单片机的P0数据总线相连，地址输入线A0，读、写选通引脚RD、WR和片选信号CS，分别连接至单片机的P5.0~5.3引脚。中断请求输出INT连接到单片机的中断输入INT0引脚，中断请求为低电平有效。

从控单片机组共有4片STC12C5A60S2，每片第一串口与主控机相连，实现主、从机数据与控制传输。其中3片经并行口、1片经第二串行口与随动数控电路通讯。从控机与随动系统数控电路进行并口通讯的各信号线包括：8bit数据总线D0~D7，通讯启动信号START，应答信号ACK，同步信号SYN，中断信号INT。

系统工作模式由主控单片机外接键盘动态切换。开机后默认工作于主机模式，等待USB存储设备连接。单片机检测存储设备连接并判断符合要求后，系统可正常测试采集数据，并转存于外接存储设备，供后期导入PC

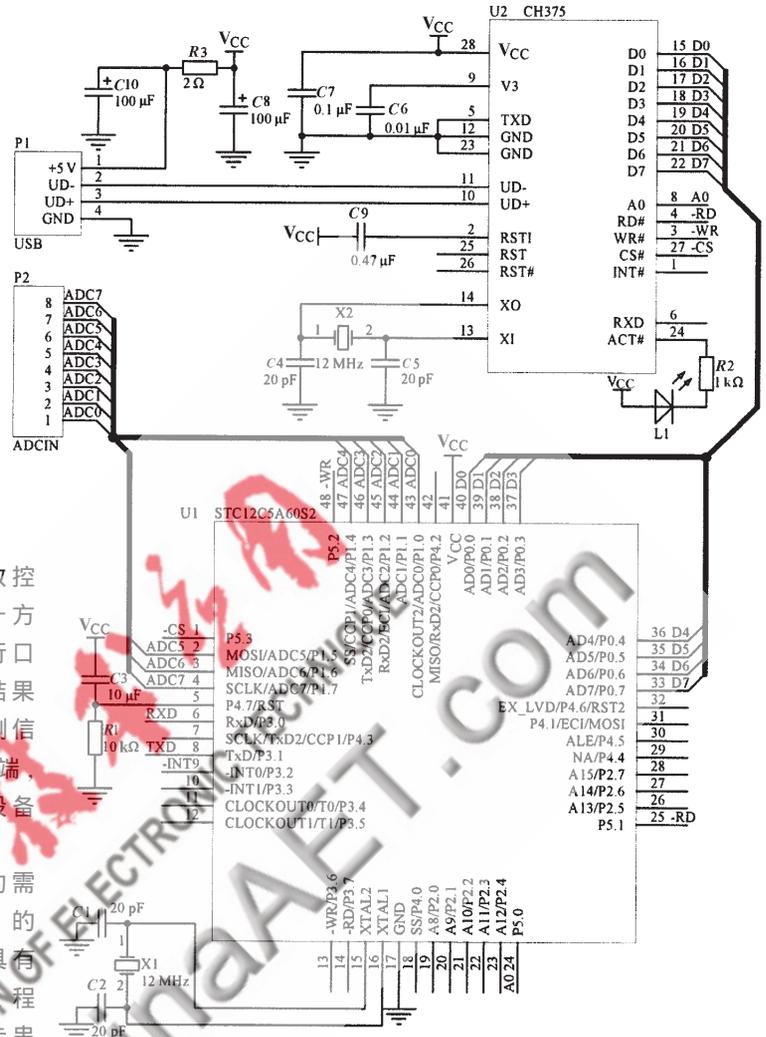


图2 主控单片机与CH375芯片接口电路图

机分析处理。测试条件允许时，也可将系统设置为与PC机直接相连的从机模式。这时，数据采集过程完全由上位机控制，可实现较为复杂的性能参数与故障分析测试，提高工作效率。

3 双模式系统软件设计

使用51系列兼容单片机C语言编程软件Keil uVision3编写单片机程序，完成数据采集、通讯控制、数据处理等功能。主程序流程如图3所示。

3.1 主机模式程序设计

厂家提供了适用于单片机操作U盘的文件级子程序库CH375HF6.LIB，将主机模式下处理USB存储设备的API进行了封装，支持FAT12、FAT16和FAT32文件系统^[5]。该文件级子程序库的所有API函数在调用后都有操作状态返回，但不一定有应答数据，API参数在CH375HF6.H文件内进行说明。调用的API子程序主要有：芯片初始化CH375Init()，查询设备准备好CH375DiskReady()，查询存储设备信息CH375DiskQuery()，新建文件CH375FileCreate()，打开文件CH375FileOpen()，写文件数

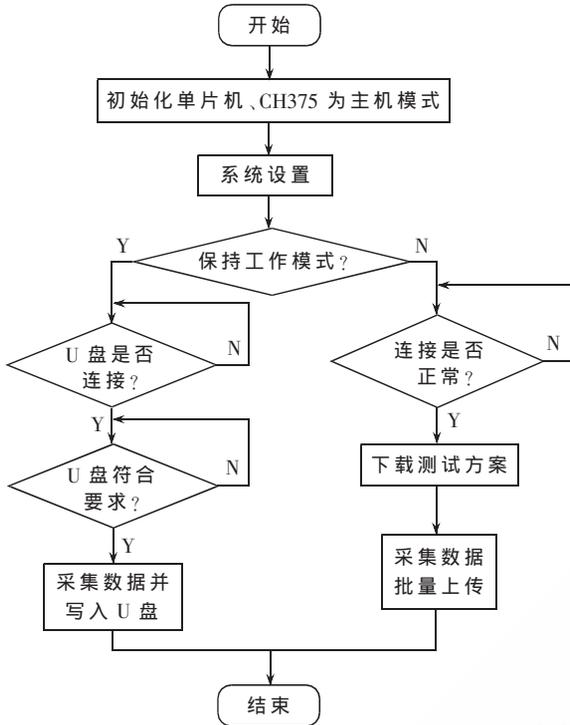


图 3 系统主程序流程图

据 CH375ByteWrite(), 关闭文件 CH375FileClose() 等^[6]。操作 U 盘存储采集数据的程序流程图如图 4 所示。

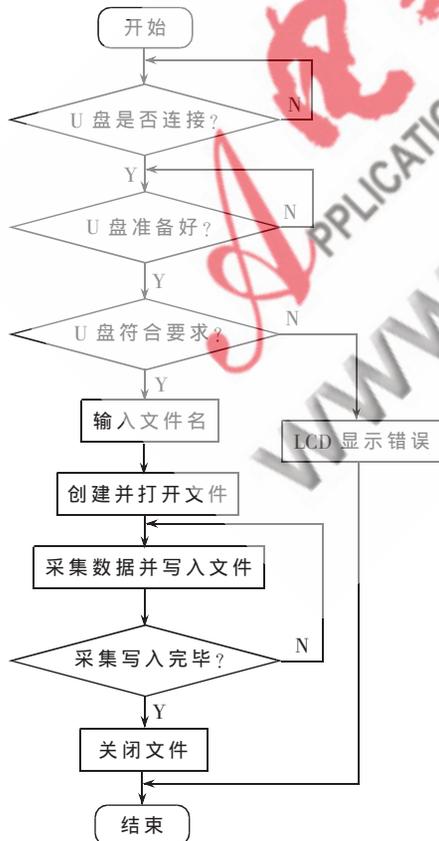


图 4 主机模式程序流程图

采用 Keil 编写 U 盘操作程序时, 需要将 CH375HF6.LIB 库文件和 CH375HF6.H 添加到项目中。主机模式单片机程序基本框架如下:

```

CH375_WR_CMD_PORT(CMD_SET_USB_MODE);
//设置 USB 工作模式
CH375_WR_DAT_PORT(6);
//模式代码, 已启用的 USB 主机模式
DelayuS(20);
//延时
while(CH375DiskConnect( ) !=ERR_SUCCESS)
//查询 U 盘是否连接
DelaymS(200);
//延时, 等待 U 盘工作正常
while(CH375DiskReady( ) !=ERR_SUCCESS)
//检查 U 盘是否准备好

```

```

.....
CH375DiskQuery( );
//查询 U 盘信息: 总容量、剩余容量、文件系统
.....
while ( i! =ERR_SUCCESS )
{strcpy( mCmdParam.Open.mPathName, "WTEST" );
//目录名
i=CH375FileOpen( );
//打开目录
while(! =ERR_SUCCESS)
{strcpy(mCmdParam.Open.mPathName,TestData);
//输入文件名
i=CH375FileOpen( );
//打开文件
.....
mCmdParam.Write.mSectorCount=SecCount;
//写入所有扇区的数据
current_buffer=& FILE_DATA_BUF[0];
//设置存放数据的缓冲区的起始地址
CH375FileWrite( );
//向文件写入数据
.....
CH375FileClose( );
//关闭文件

```

3.2 从机模式

此模式下, 单片机通过 CH375 与 PC 机进行通讯, 完成采集方案下载与数据上传, 程序流程图如图 5 所示。

单片机重新初始化 CH375 并设置为设备工作模式。测试芯片正常连接后, 系统可接收 PC 机发送的数据。主控单片机根据下载的采集方案进行采集测试, 并将结果数据存入采集缓冲区, 待缓冲区满, 则向 PC 机请求上传。采集结束, 数据全部上传, 系统完成一个从机模式采集工作过程。从机模式单片机程序基本框架如下:

```

CH375Init();
//初始化 CH375
DelaymS(50);
//延时
CH375_WR_CMD_PORT(CMD_SET_USB_MODE);
//设置 USB 工作模式
CH375_WR_DAT_PORT(2);
//模式代码, 已启用的内置固件 USB 设备模式
DelayuS(20);
//延时

```

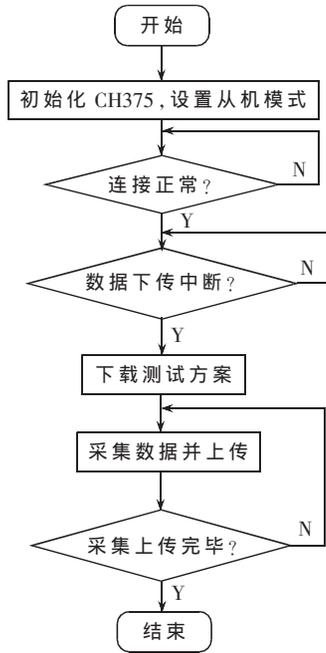


图 5 从机模式程序流程图

```

CH375_WR_CMD_PORT(CMD_CHECK_EXIST);
//测试工作状态
CH375_WR_DAT_PORT(0x57); //写入测试数据
DelayuS(10); //延时
If(CH375_RD_DAT_PORT( )==0xA8);
//读出测试数据是否按位取反,判断工作状态
.....
CH375_WR_CMD_PORT(CMD_GET_STATUS);
//中断子程序中,读取中断状态命令
int_sn=CH375_RD_DAT_PORT( ); //读中断号
.....
if (int_sn ==USB_INT_USB_EP2_OUT)
CH375_WR_CMD_PORT(CMD_RD_USB_DATA);
//读取上位机测试方案数据并释放缓冲区
.....
test_all( ); //按下载方案测试采集数据
.....
While (flag_upload == 0) //数据上传未结束
{
.....
CH375_WR_CMD_PORT(CMD_WR_USB_DATA 7);

```

```

//批量上传采集数据
CH375_WR_DAT_PORT(n); //写入上传字节数
for (i=0;i<n;i++) //每次上传 n 字节
CH375_WR_DAT_PORT(*test_buf ++);
//上传采集结果,指针自动加 1
.....
}
.....
if (int_sn ==USB_INT_USB_EP2_IN)
//中断子程序中,中断号为端点 2 发送数据完毕
CH375_WR_CMD_PORT(CMD_UNLOCK_USB);

```

//释放缓冲区

基于 CH375 双模式 USB 接口芯片,设计完成了主/从双模式的数据采集测试系统。充分利用接口即插即用、便携式的优点,解决了特殊环境下的测试困难问题。同时,系统具有双模式、多单片机的优势,能够满足高标准的测试需求,具有广阔的应用前景。

参考文献

[1] 薛小铃,李丽华.一种 U 盘存储的数据采集系统的设计[J].闽江学院学报,2008,29(5):44-47.
 [2] 南京沁恒电子有限公司.USB 总线接口芯片 CH375 中文手册[EB/OL].[2005].http://weh.cn/download/ch375ds1.pdf
 [3] 蒋乐涛.某型数字化随动系统分析及调测系统设计[D].南京:南京理工大学,2008.
 [4] 宏晶科技有限公司.STC12C5A60S2 系列单片机器件手册[EB/OL].[2009.6]. http://www.mcu-memory.com/datasheet/stc/STC-AD-PDF/STC12C5A60S2.pdf
 [5] 汤剑灵,高玉.USB 通信芯片 CH375 在数据交换中的应用[J].电子工程师,2007,33(10).
 [6] 位耀东,马海涛,董春波.基于双模式 USB 接口的便携式比色计设计[J].微计算机信息,2009,25(6-2).

(收稿日期:2010-04-14)

作者简介:

张晨光,男,1982 年生,硕士研究生,助教,主要研究方向:电气系统检测与故障诊断技术。
 闫英敏,女,1970 年生,博士研究生,副教授,主要研究方向:电气系统检测与故障诊断技术。
 陈永利,男,1970 年生,硕士研究生,副教授,研究方向:电力电子与电力传动。