

# 基于单片机的 USB 文件读写

储甜 颜锦奎

(上海大学 上海 200444)

**摘要:** 目前在数据采集设备和仪器仪表等嵌入式系统中,数据交换多采用串行口或以太网等方式的现状,但这些方式需要布线、成本高且移动性差。设计了一种由单片机 STC15F2K60S2 控制 USB 接口芯片 CH376,进行 U 盘文件的读写控制的方案,并给出了系统电路原理图和单片机读写 U 盘的程序流程图。使用便携式的 U 盘作为存储设备,只需在在线仪表上插入 U 盘设备后即可对测量的数据进行保存。该方案具有成本低、通用性强、可靠性高等特点,可方便的集成到各种测控系统中。

**关键词:** CH376 芯片; STC15KF2K60S2; 文件读写; USB

**中图分类号:** TP30 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.50

## USB file to read and write Based on single-chip computer

Chu Tian Yan Jinkui

(Shanghai University, Shanghai 200444, China)

**Abstract:** Now UART and Ethernet are widely used in application-embedded systems, such as data acquisition equipment and instrument. This paper introduces a design in which the MCU controls the CH376 to read or write files from a USB flash disk, and provides schematic diagram of hardware and part flow sheet of the program. It is proved to have several advantages such as low cost, easy application and stable running. The solution fits the application especially in measuring system and data acquisition equipment.

**Keywords:** CH376 chip; STC15KF2K60S2; file read and file write; Universal Serial Bus

## 1 引言

在数据采集设备和仪器仪表等嵌入式系统中,数据交换多采用串行口(RS232、RS485、CAN 总线或以太网等方式,但这些方式至少需要一台一直工作着的 PC 和串口设备,需要布线施工、成本高且不具有移动性。基于 USB-FLASH 技术的 USB 移动存储技术的发展为上述领域中的数据存储和交换提供了新的方式。U 盘以其容量大、体积小、价格便宜、信息不易丢失等优点成为了最新的移动存储设备。由于多数据采集设备和仪器仪表等嵌入式系统并没有安装 USB 标准接口,使得在 USB 数据存储方面一直没有很好的解决方案。

### 1.1 USB 接口方案的确定

目前有两种方式选择 USB 接口和微处理器:一种是采用具备 USB 通信功能的微处理器。但是由于这些具有 USB 接口微处理器不兼容过去的开发系统,需要购买新的开发系统,因此开发成本较高;另一种则是采用普通微处理器加上专用的 USB 通信芯片。本文即介绍了使用 USB 总

线通用接口芯片 CH376 和 16 位单片机 STC15F2K60S2 来实现 USB 接口的设计方法,并用于智能仪器仪表和 PC 之间的通信。

### 1.2 CH376 芯片简介

CH376 是文件管理控制芯片,用于单片机系统读写 U 盘或者 SD 卡中的文件。CH376 支持 USB 设备方式(Slave)和 USB 主机方式(Master),兼容 USB2.0,并且内置了 USB 通信协议的基本固件、处理 Mass-Storage 海量存储设备的专用通信协议的固件、SD 卡的通信接口固件和 FAT16、FAT32 以及 FAT12 文件系统的管理固件,支持常用的 USB 存储设备(包括 U 盘/USB 硬盘/USB 闪存盘/USB 读卡器)和 SD 卡(包括标准容量 SD 卡和高容量 HC-SD 卡以及协议兼容的 MMC 卡和 TF 卡)。

CH376 支持 3 种通信接口:8 位并口、SPI 接口或者异步串口,单片机/DSP/MCU/MPU 等控制器可以通过上述任何一种通信接口控制 CH376 芯片,存储 U 盘或 SD 卡中的文件或者与计算机通信。

## 2 CH376 硬件电路设计

STC15 系列单片机还提供一种高速串行通信接口——SPI 接口。SPI 是一种全双工、高速、同步的通信总线,有两种操作模式:主模式和从模式。在主模式中支持高达 3 Mbps 的速率,还具有传输完成标志和写冲突保护标志。本设计 CH376 使用 SPI 同步串行接口与 STC15F2K60S2 进行通信,他们的硬件连接图如图 1 所示。

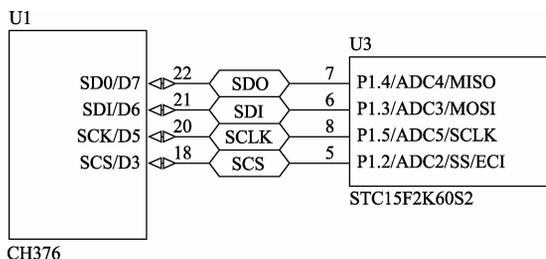


图 1 CH376 与单片机的连接

图中,将单片机 P1 口的 P1. 2、P1. 3、P1. 4、P1. 5 引脚分别作为片选、输入、输出和同步时钟信号接口与 CH376 的对应引脚相连。单片机可以不连接 CH376 芯片的 INT 引脚,通过查询 CH376 的状态端口(即命令端口 CMD\_GET\_STATUS)获取接口状态,位 7 是中断标志位。

SPI 的操作步骤如下:

- 1)STC15F2K60S2 产生 CH376 芯片的 SPI 片选,低电平有效;
- 2)STC15F2K60S2 按 SPI 输出方式发出一个字节的数,CH376 总是将 SCS 有效后接受到的首个字节当作命令码,后续字节当作数据;
- 3)如果是写操作,STC15F2K60S2 向 CH376 发出一个字节的代写数据,等待 SPI 接口空闲后,STC15F2K60S2 继续发出若干个待写的数,直到 SPI 片选被禁止;
- 4)如果是读操作,STC15F2K60S2 从 CH376 接受一个字节的数,等待 SPI 接口空闲后,STC15F2K60S2 继续接受若干个字节的数据,直到 SPI 片选被禁止;
- 5)STC15F2K60S2 禁止 CH376 的 SPI 片选,接受当前 SPI 操作。

## 3 CH376 软件电路设计

一般情况下,单片机或者嵌入式系统处理 U 盘的文件系统需要实现如图 2 左边的 4 个层次,图 2 右边是 U 盘的内部结构层次。由于 CH376 不仅是一个通用的 USB-HOST 硬件接口芯片,还内置了相关的 USB 底层传输固件程序、Bulk-Only 协议传输固件程序、FAT 文件系统管理固件程序,包含了图 2 左边的 4 个层次,所以实际的单片机程序只需要发出文件管理和文件读写命令。

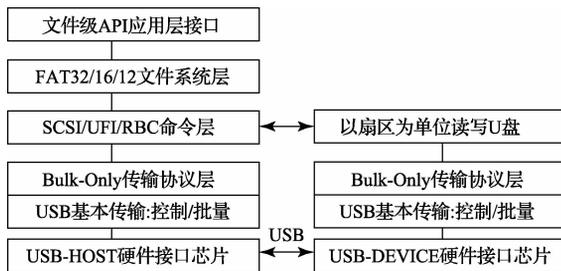


图 2 CH376 的内置固件及 U 盘内部结构

表 1 是该芯片部分指令编码表,其他指令用户可以参考 CH376 的数据手册。

表 1 部分 CH376 指令编码

代码	命令名称	输入数据	输出数据	命令用途
	GMD_			
0x15H	SET_USB_MODE	模式代码	操作状态	设置 USB 工作模式
0x22H	CET_ST ATUS		中断状态	获取中断状态并取消中断请求
0x2FH	SET_FILE_NAME	字符串	产生中断	设置将要操作的文件名
0x32H	FILE_OPEN		产生中断	打开文件或目录
0x34H	FILE_CR EATE		产生中断	新建文件
0x36H	FILE_CLOSE	是否允许更新	产生中断	关闭当前已经打开的文件或目录
0x3CH	BYTE_WRITE	请求写入字节数	产生中断	以字节为单位向当前位置写入数据块
0x3DH	BYTE_WR_GO		产生中断	继续字节写

CH376 对 U 盘文件的读写方式分为扇区模式和字节模式。扇区模式下以扇区(每扇区通常是 512 字节)为基本单位对 U 盘文件进行读写,所以读写速度较快,但是通常情况下需要额外的文件数据缓冲区(RAM)。字节模式下,以字节为基本单位对 U 盘进行读写,读写速度较慢,但是不需要额外的文件数据缓冲区,使用方便,适用于 RAM 少、数据量小或者数据零碎、不经常读写数据的单片机系统。本设计采用的是字节模式的读写方式。

CH376 芯片专门用于处理 USB 通信,在接收到数据后或者发送完数据后,CH376 以中断方式通知单片机进行处理。

### 3.1 主控制模块

主控制模块是整个控制系统的核心,主要完成系统的

初始化,包括 CH376 的初始化和 SPI 串口的初始化等,然后通过判断中断标识位做出决策,即当中断发生时,则将输出对应的设备状态标识符位置位(插入还是移除)。初始化程序流程图如图 3 所示。

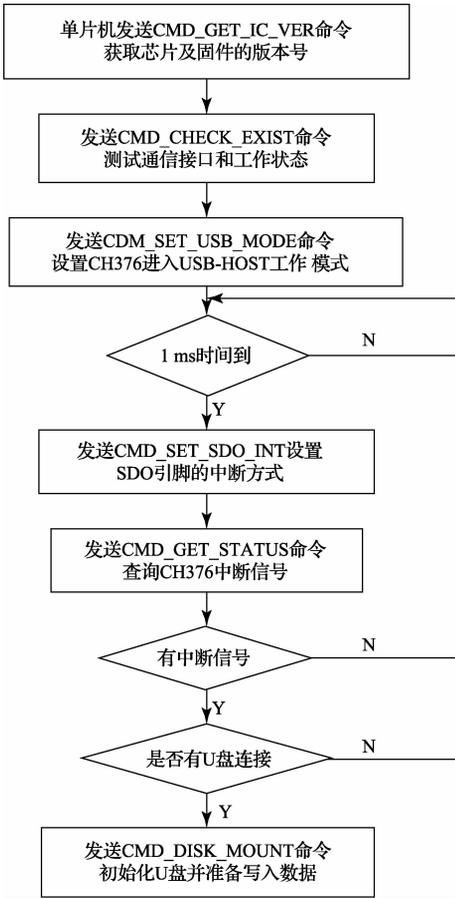


图 3 主控制模块的流程

首先单片机向 CH376 发送 CMD\_GET\_IC\_VER 命令,返回的一个字节数据是版本号,其位 7 为 0,位 6 为 1,位 5~0 为版本号;然后再发送 CMD\_CHECK\_EXIST 命令检查通信接口,该命令需要输入 1 个任意数据,如果 CH376 工作正常,那么 CH376 的输出数据是该输入数据的按位取反。发送 CMD\_SET\_USB\_MODE 命令,设置 CH376 模式代码为 06H,切换到已启用的 USB-HOST 主机方式,通常情况下,设置 USB 工作模式在 10 μs 时间之内完成,完成后输出操作状态。发送 CMD\_SET\_SDO\_INT 设置 SPI 接口的 SDO 引脚的中断方式,输入 90H 设置 SDO 引脚一直处于输出状态,在 SCS 片选无效时兼做中断请求输出,等效于 INT# 引脚,供单片机查询中断请求状态。发送 CMD\_GET\_STATUS 命令,获取 CH376 的中断状态并通知 CH376 取消中断请求,该命令返回一系列的中断状态码,单片机通过这些中断状态码获取中断状态,分析中断原因并处理。

### 3.2 CH376 与 STC15K2F60S2 通信程序设计

整个系统的基础是单片机与 CH376 的通信,只有当二者能够进行快速、可靠的数据交换,才能够正常实现 USB 主机的各种功能与行为。单片机对 CH376 的操作主要为读操作和写操作。下面是单片机向 CH376 中发送命令,发送数据以及接受数据的相关代码:

```

    UINT8 CH376DiskConnect( void ) /* 检查 U 盘是  
    否连接,不支持 SD 卡 */
  
```

```

    void CH376SetFileName( PUINT8 name ) /* 设置  
    将要操作的文件的文件名 */
  
```

```

    UINT8 CH376DirCreate( PUINT8 name ) /* 在根  
    目录下新建目录(文件夹)并打开,如果目录已经存在那么  
    直接打开 */
  
```

```

    UINT8 CH376FileOpenDir( PUINT8 PathName,  
    UINT8 StopName ) /* 打开多级目录下的文件或者目录  
    的上级目录,支持多级目录路径,支持路径分隔符,路径长  
    度不超过 255 个字符 */
  
```

```

    UINT8 CH376ByteLocate( UINT32 offset ) /* 以字  
    节为单位移动当前文件指针 */
  
```

```

    UINT8 CH376ByteWrite( PUINT8 buf, UINT16  
    ReqCount, PUINT16 RealCount ) /* 以字节为单位向当  
    前位置写入数据块 */
  
```

### 3.3 文件读写程序设计

该程序是以字节模式在 U 盘中新建一个“/TEST.TXT”文档,并向其中写入数据。程序流程图如图 4 所示。

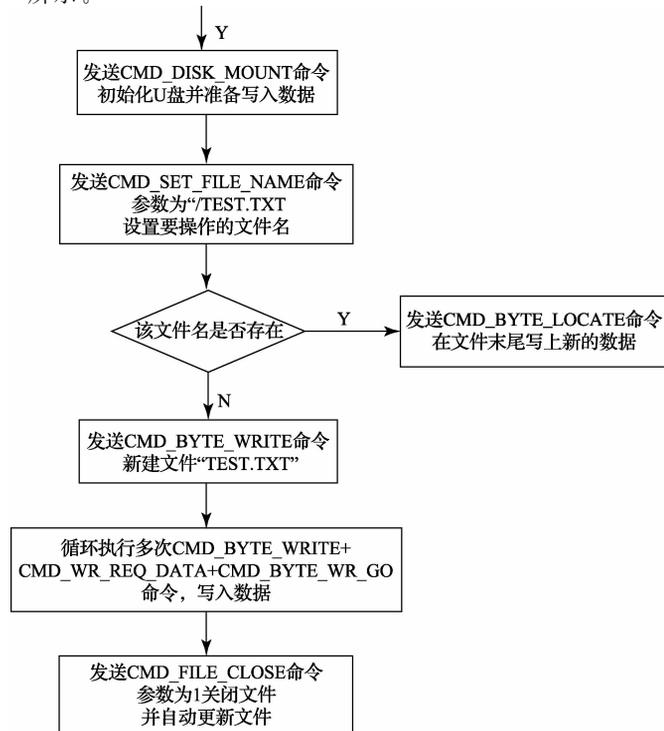


图 4 文件读写模块的流程

首先单片机发送 CMD\_DISK\_MOUNT 命令来初始化 U 盘,如果收到返回操作成功状态 USB\_INT\_SUCCESS。接着发送 CMD\_SET\_FILE\_NAME 命令,设置要操作的文件名为“/TEST.TXT\0”,这是在根目录下新建 TXT 文件,首先检查该文件名是否存在,如果存在发送 CMD\_BYTE\_LOCATE 命令,定位到该文件的末尾,并写上新的数据;如果该文件名不存在,则发送 CMD\_BYTE\_WRITE 命令,在根目录下新建“/TEST.TXT”文件。接着循环多次执行 CMD\_BYTE\_WRITE、CMD\_WR\_REQ\_DATA、CMD\_BYTE\_WR\_GO 命令,以字节为单位向新建的文件写入数据。带数据写入完毕,发送 CMD\_FILE\_CLOSE 命令关闭文件,并且自动更新文件的长度。

### 4 实验结果与分析

实验是将设计的系统用于光纤电流传感器后端的测量电路上,用于对测量数据的保存。实验的电路板如图 5 所示。在光纤电流传感器的测量电路上加上该电路板后,系统可以将光纤电流传感器测得的电流值记录在 U 盘里,以便后续对该测量值进行对比操作。实验结果是在插入的 U 盘上,按照年/月/日来建立的文件夹,文件夹的路径为:H:\Y2014\M05,如图 6(a);并且在 M05 的文件夹里按具体日期来建立 txt 文件,如图 6(b)所示。该 txt 文档里存储的内容就是每隔 5 s 保存一次实验的测量电流的值。那么一天 24 h 可以保存  $24 \times 60 \times 60 / 5 = 17\ 280$  个测量数据。图 6(c)就是实验数据的展示图。



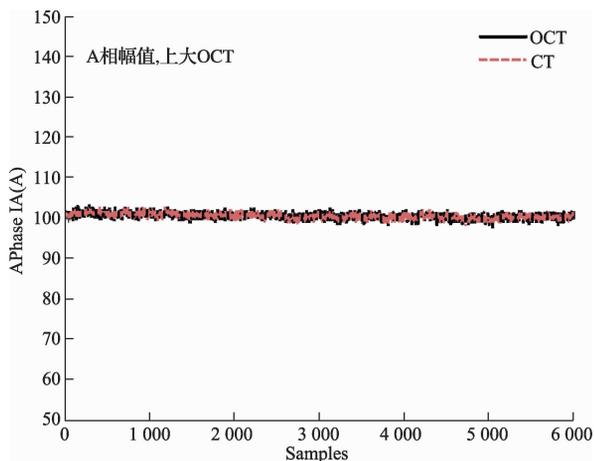
图 5 基于单片机的 USB 文件读写方案电路板

TOSHIBA (H...)	20140514.TXT	28 KB	文本文档	2015-1-28 19:58
Y2014	20140515.TXT	28 KB	文本文档	2015-1-28 19:58
M05	20140516.TXT	28 KB	文本文档	2015-1-28 19:58

(a)实验过程中在U盘中新建的文件夹及文件



(b)Txt文件中保存的测量数据



(c)实验测量数据曲线

图 6 实验结果

通过实验结果分析,在光纤电流传感器的测量电路中引进本文设计的基于单片机的 U 盘文件读写模块后,可以实时的保存光纤电流传感器的测量数据。所以经实验验证,本设计可以完成以下功能:新建文件夹或 txt 文件、向 txt 文档里存储实验的测量数据。

### 5 结 论

本设计只需要一片 CH376 即可实现对 U 盘的读写控制,具有成本低、结构简单、通用性强、可靠性高等优点,为数据采集设备和仪器仪表等嵌入式系统的数据存储和交换提供了一种方便、通用、可靠的解决方案。

### 参考文献

- [1] 孟涛,王福虎. 单片机 U 盘控制器的设计与实现[J]. 舰船防化, 2010(2): 20-24.
- [2] 贾世胜,周茂迎,赵玉怀. USB 接口芯片 CH376 在机车测速仪中的应用[J]. 煤矿机械, 2012, 33(11): 272-275.

(下转第 98 页)