

doi: 10.7690/bgzdh.2014.03.016

# USB 接口芯片 CH376 在专用控制系统中的应用

张亮, 李杰, 张天佑

(中国兵器工业第五八研究所数控技术部, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 针对专用控制系统缺乏 U 盘接口的问题, 介绍一种在专用控制系统中增加 USB 接口功能的设计方案。介绍系统总体结构, 给出系统电路原理图和单片机读写 U 盘的程序流程。结果表明: 该方案具有成本低、通用性强、可靠性高等特点, 可方便地集成到各种专用控制系统和嵌入式系统中, 实现 USB 接口和 U 盘读写功能。

**关键词:** CH376; 单片机; U 盘; USB 接口

**中图分类号:** TP273 **文献标志码:** A

## Application of USB Interface Chip CH376 in Embedded Control Systems

Zhang Liang, Li Jie, Zhang Tianyou

(Department of CNC Technology, No. 58 Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** In view of the lack of dedicated control system U disk interface problems, presents a design scheme of adding the USB interface in the control system. The system general structure was introduced and gives schematic circuit diagram and program flow chart of mono-chip computers (MCU) access USB flash disk. The results show that the design is low cost, universal, easy application and high reliability, and fits most MCU based control systems or embedded systems for the implementation of USB flash disk interface functions.

**Keywords:** CH376; MCU; USB flash disk; USB interface

### 0 引言

随着集成电路和闪存技术的飞速发展, U 盘 (USB flash disk) 的体积越来越小, 容量越来越大, 可靠性越来越高, 存取速度越来越快, 价格越来越便宜, 使用越来越方便<sup>[1]</sup>。但在专用控制系统或嵌入式应用系统中, 很多基于单片机或微处理器的控制系统没有 USB 接口功能, 数据交换仍采用串行口 UART, 包括: RS232、RS485、CAN 总线等方式, 这些方式需要布线施工, 使用也不方便, 与通用计算机的数据交换比较麻烦。随着技术的发展, 现在在很多专用控制系统也开始采用具有 USB 接口功能的处理器芯片, 但由于专用控制系统的特殊性, 不可能全部更换成新的具有 USB 接口功能的处理器芯片, 这样就必须寻求针对专用控制系统或嵌入式应用系统的 USB 接口技术的解决方案。

针对专用控制系统的 USB 接口问题, 很多芯片制造商提供了接口芯片和解决方案, 如: NS 公司的 USBN9602/9603/9604, Scan logic 的 SUIT、Philips 公司的 PDIUSB1X、ISP1581, Cypress 公司的 CY7C63×××/CY7C64×××系列、EZ-USB 以及 Motorola 和国内的南京沁恒电子等公司的产品。但是, 这些芯片大多数只提供物理接口和简单的 USB

接口函数, 而通信协议和文件管理程序需要自己开发, 对单片机来说开发难度大。为了减少单片机 USB 接口的开发难度, 有些公司推出了包含有 USB 通信协议和文件管理功能的控制芯片, 提供较为完善的接口函数, 如国内南京沁恒电子的 CH376 芯片, 就是一款很好的 USB 接口控制芯片。

笔者在自主开发的基于 INTEL 单片机 N80196KC 的专用数控系统上, 采用 USB 接口控制芯片 CH376, 实现了 U 盘接口功能, 具有成本低、结构简单、通用性强、可靠性高等优点, 能普遍应用于各种专用控制系统、仪器仪表等嵌入式系统中增加外挂式海量存储等。

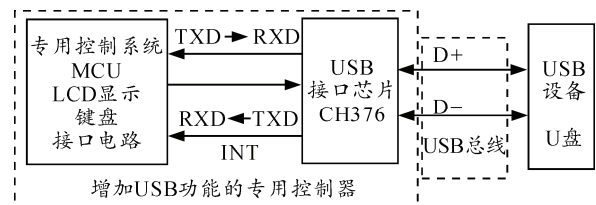


图1 系统原理构成框图

### 1 系统总体结构

本系统是在原来基于 N80C196KC 单片机的专用数控系统上, 增加 USB 接口芯片 CH376 的升级系统, 已具有了完备人机接口和控制功能模块, 如

收稿日期: 2013-10-08; 修回日期: 2013-11-19

作者简介: 张亮(1962—), 男, 陕西人, 大学, 高级工程师, 从事数控技术研究。

键盘、LCD 液晶模块、输入输出接口和 UART 等。增加 USB 接口后，单片机通过控制 CH376 接口芯片，实现对 U 盘进行读写操作。图 1 是实现 USB 功能的系统原理构成框图。

## 2 CH376 芯片简介

CH376 是一款具有通信协议和文件管理功能的 USB 接口控制芯片，用于单片机或其他嵌入式系统 MCU 读写 USB 存储器中的文件。CH376 芯片支持 USB 主机方式和 USB 设备方式，芯片内置了 USB 通讯协议基本程序固件，处理 Mass-Storage 海量存储设备的专用通讯协议程序固件、SD 卡通讯接口程序固件、FAT32/16/12 文件系统管理程序固件。CH376 芯片支持常用的 USB 存储设备和 SD 卡，支持移动存储容量高达 32 GB<sup>[2]</sup>。CH376 芯片支持 3 种通讯接口：8 位并口、SPI 接口或异步串口，单片机/DSP/MCU 等处理器可以通过上述任何一种通讯接口方式控制 CH376 芯片，存取 USB 存储器中的文件数据或者与计算机通讯。CH376 支持 1.5 Mbit/s 低速和 12 Mbit/s 全速 USB 通讯，兼容 USB V2.0，外围元器件只需要晶振和电容。

通常单片机或嵌入式系统 MCU 要处理 U 盘的文件，首先要实现对 USB-HOST 主机硬件接口芯片的控制，还需要编制文件级 API 应用层接口程序、FAT32/16/12 文件系统管理层接口程序、SCSI/UFI/RBC 命令层接口程序和 Bulk-Only 传输协议层接口程序(USB 基本传输控制和批量)，才能实现 U 盘存取功能。如图 2 所示。

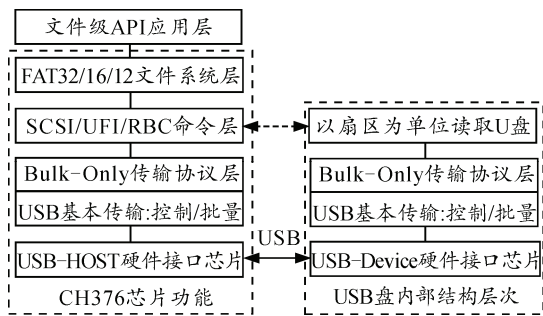


图 2 MCU 处理 U 盘的示意图

图 2 左边为 MCU 实现 U 盘存取所需要功能，右边是 U 盘的内部结构层次。CH376 芯片是一款通用的 USB 接口控制芯片，除了 USB-HOST 硬件接口功能，还内置了相关的 USB 底层基本传输协议固件程序、Bulk-Only 协议传输固件程序和 FAT 文件系统管理固件程序。图 2 中左边虚线框内的 4 个层次的功能 CH376 控制芯片已全部内置，无需再次开

发，大大减少了系统开发难度和工作量；因此，采用 CH376 控制芯片，单片机只需要发出文件管理和文件读写命令即可完成对 U 盘的操作。

## 3 系统硬件电路设计

CH376 控制芯片支持 3 种通讯接口：8 位并口、SPI 接口或者异步串口。为简便起见，采用异步串口方式实现单片机与 CH376 芯片之间通信，CH376 芯片的 RXD 和 TXD 可以分别连接到单片机的串行数据输出引脚和串行数据输入引脚，再将 CH376 的 INT 信号引入单片机的 INT 引脚。CH376 芯片的串行数据格式是标准的字节传输模式，包括 1 个起始位、8 个数据位和 1 个停止位，CH376 芯片既支持硬件设定默认的串行通讯波特率，也支持单片机随时通过命令选择合适的通讯波特率，笔者采用开机默认 9 600 bit/s，然后系统设置为 1 Mbit/s。系统硬件电路原理如图 3 所示。

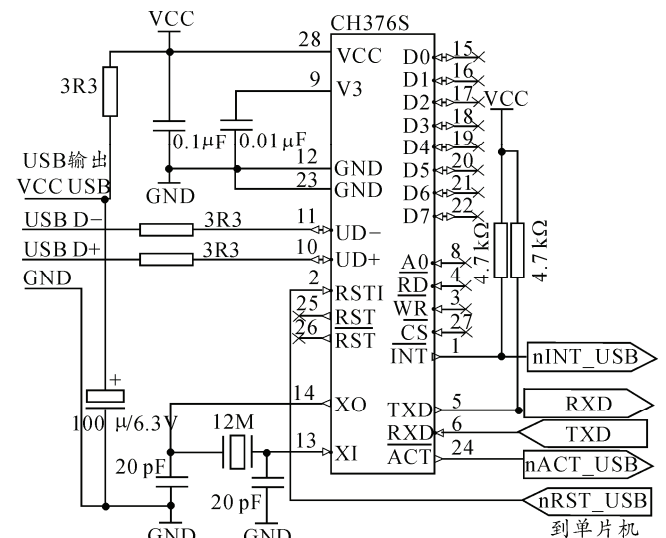


图 3 系统硬件电路原理

## 4 系统软件设计

CH376 芯片内置了较为完备的 USB 控制传输协议处理器和处理海量存储设备的专用通讯协议程序，支持 Bulk-Only 传输协议和 SCSI、UFI、RBC 或等效命令集的 USB 存储设备的固件，所以单片机程序设计只需要按照 CH376 提供的各种控制指令与 CH376 芯片通讯，便可实现 USB 大容量存储器的存取，而不需要详细了解 USB 通信协议和文件管理过程。CH376 控制芯片提供了操作 USB 设备的命令集，按照 CH376 的数据手册规定的格式编制 USB 接口控制程序即可。笔者以 U 盘文件读取为例说明 CH376 芯片控制和文件读取软件流程，如图 4。

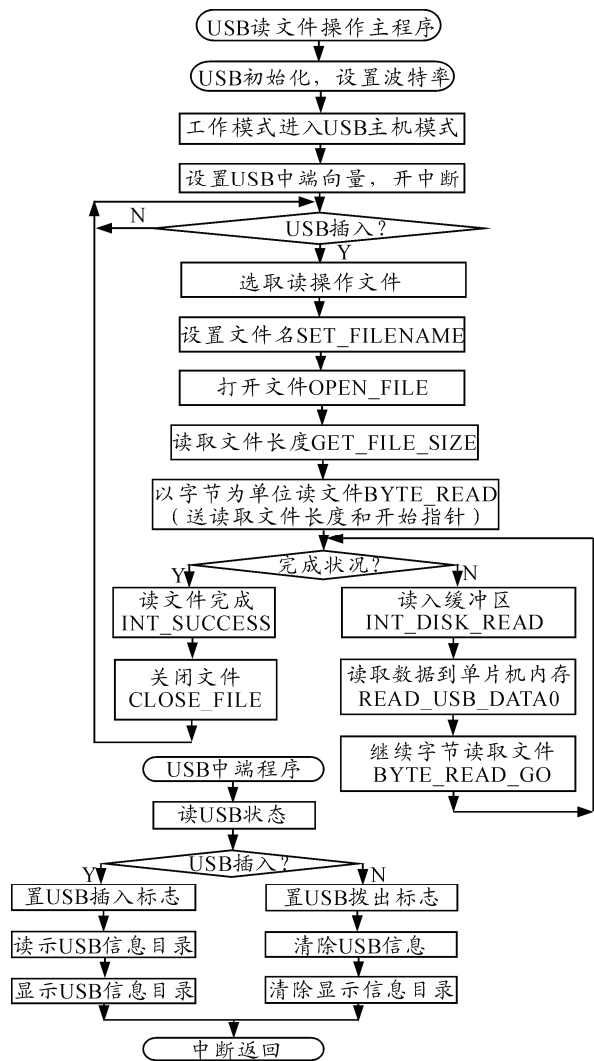


图 4 U 盘文件读软件流程

\*\*\*\*\*

(上接第 42 页)

在雷达参数及其目标起伏环境下，改变雷达回波信噪比，并做 100 次蒙特卡罗仿真，得到基于回波互相关的干扰抑制算法性能，如图 6 所示。可见，该算法干扰抑制深度随着干信比的增加而增加；但是随着信噪比的增加而缓慢下降。同时，与 IPMF 算法、ICC 算法相比，该算法的干扰抑制性能更高。

#### 4 结束语

针对拖引干扰，笔者提出了基于回波互相关的拖引干扰抑制方法。根据雷达回波互相关，对雷达回波的互相关函数低通滤波实现了对雷达有源拖引干扰(含匀速拖引干扰和匀加速拖引干扰)的抑制。仿真实验表明：该算法干扰抑制性能与 IPMF 算法相比高 3 dB 左右，与 ICC 算法相比高 8 dB 左右。

#### 参考文献：

[1] 韩杨, 刘金伟, 彭泽令, 等. 基于 DEA 的雷达干扰弹效费比评估模型[J]. 兵工自动化, 2010, 29(8): 10-12.  
 [2] 李小龙, 王星, 李彬, 等. 一种新的空空雷达主动制导

#### 5 结束语

笔者利用 USB 总线接口控制芯片 CH376，实现了单片机 U 盘控制器的设计，并成功应用于自主开发的多款专用控制系统，具有成本低、结构简单、通用性强、可靠性高等优点，为专用控制系统、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。随着 USB 移动存储产品的普及，该方案在嵌入式系统领域将有着广泛的应用前景。

#### 参考文献：

[1] 孙海涛, 刘洁. 载波泄漏型硬件木马芯片设计[J]. 兵工自动化, 2012, 31(4): 65-68.  
 [2] 南京沁恒电子有限公司. USB总线接口芯片 CH376 中文手册[S]. <http://wch.cn>, 2009.  
 [3] 贾世胜, 周茂迎, 赵玉怀, 等. 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.  
 [4] 谢志英, 郑立评, 寇应展, 等. 基于 CH376USB 接口和 MSP430 单片机的数据采集集[J]. 工业控制计算机, 2012, 25(11): 32-33.  
 [5] 李萍, 单葆悦, 刘晓东, 等. USB 芯片 CH376 在智能仪器仪表中的应用[J]. 计量与测试技术, 2011, 38(2): 9-10.  
 [6] 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.  
 [7] 刘井权, 王宪, 等. 基于单片机的 USB 接口的设计[J]. 自动化仪表, 2006, 27(8): 29-31.  
 [8] 张嵩, 王剑. 简易的 USB 接口开发[J]. 湖北工业大学学报, 2006, 21(3): 222-224.  
 [9] 凌仕勇, 黄兆华. DSP 平台的 USB 接口设计及系统开发[J]. 华东交通大学学报, 2005, 22(5): 110-113.

导弹抗速度波门拖引干扰方法[J]. 电光与控制, 2012(2): 33-36.  
 [3] 顾海燕, 罗双才. 波门拖引干扰类型识别方法研究[J]. 电子信息对抗技术, 2010, 25(6): 45-49.  
 [4] 顾海燕. 距离-速度有源雷达干扰建模与对抗方法研究[D]. 电子科技大学, 2011.  
 [5] Gu Haiyan, Xiong Ying, Wang Pei, et al. Range-velocity synchronous gate-pull radar jamming suppression with instantaneous cross-correlation [C]. Radar (Radar), 2011 IEEE CIE International Conference on, Oct. 2011, 2: 24-1842.  
 [6] Luo Shuangcai, Xiong Ying, Cheng Hao, et al. An algorithm of radar deception jamming suppression based on blind signal separation [C]. Computational Problem-Solving (ICCP), 2011 International Conference on, Oct. 2011: 21-170.  
 [7] Greco M., Gini F., Farina A. Combined effect of phase and RGPO delay quantization on jamming signal spectrum [C]. IEEE Int. Radar Conference, 2005: 37-42.  
 [8] 陈晓军, 成昊, 唐斌. 基于 ICA 的雷达信号欠定盲分离算法[J]. 电子与信息学报, 2010, 32(4): 919-924.  
 [9] 张勇强, 伍岳, 于孝松. 基于初相匹配滤波的有源欺骗干扰抑制[J]. 电子信息对抗技术, 2013, 28(06): 1-6.