

文章编号:1001-5132 (2008) 01-0007-04

# 基于 ISP1760 的嵌入式 USB Host 接口设计

张青波<sup>1,3</sup>, 何加铭<sup>2,3</sup>

(1.浙江工商职业技术学院 机电工程学院, 浙江 宁波 315012; 2.宁波大学 通信技术研究所, 浙江 宁波 315211; 3.宁波市无线通信与数字音视频技术重点实验室, 浙江 宁波 315211)

摘要: 提出了基于 ISP1760 的嵌入式 USB 主机接口方案, 详细探讨了主机接口的软硬件设计, 该方案支持 USB 2.0 协议和大规模存储协议规范, 并将其应用于无线通信终端设备中.

关键词: 嵌入式系统; USB Host; 主机接口

中图分类号: TP334.7

文献标识码: A

通用串行总线(Universal Serial Bus, USB)技术规范将使用 USB 进行数据传输的双方划分为主机和从机 2 部分, 并且规定数据传输只能发生在主机和从机之间. 在传统应用中, 常以 PC 作为主机, 随着嵌入式产品应用领域的日益扩大, 嵌入式用户对 USB 的应用需求提出了更高的要求. 本文基于 Philips 公司生产的 ISP1760 芯片, 提出了一种嵌入式 USB 主机接口方案. 该方案支持 USB 2.0 协议和大规模存储协议规范, 可以实现对支持 FAT 文件系统的移动存储设备的识别以及文件读写.

## 1 USB Host 技术简介

USB 通信可以用图 1 表示. 图 1 的左半部分为 USB 主机端, 主机端由 2 部分构成, 即软件体和硬件体. 实际由 3 个软件组件组成 USB Host 解决方案, 即 USB 客户驱动程序、USB 驱动程序和 USB 主机控制器驱动程序. 应用程序的事务处理是由 USB 客户驱动程序(设备驱动程序)启动时, 客户驱

动程序把 USB 设备当作一个可以被访问的端点集合, 它可以被控制并与它的功能单元进行通信. USB 系统软件包括 USB 驱动程序和 USB 主控制器驱动程序, USB 驱动程序负责配置管理、用户管理、总线管理和数据传输管理, 以及数据的位编码、封包、循环校验、发送、错误处理等.

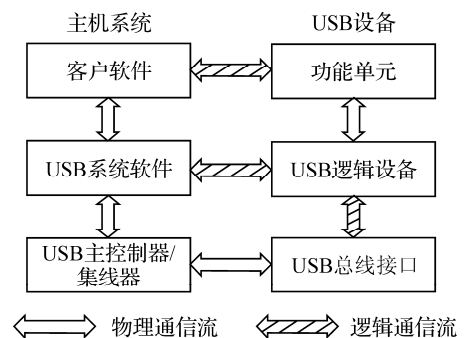


图 1 USB 通信流模型

## 2 USB Host 接口电路

### 2.1 ISP1760 功能简介

ISP1760 是 Philips 公司设计的一款用于嵌入式

系统的 USB 2.0 主机控制器芯片,兼容 USB 1.1 规范,支持低速/全速/高速 3 种速率的通信,可用于实现高速的 USB 主机. ISP1760 芯片上集成了 PLL、Hub、USB 收发器和 64 kb 内部存储空间;内置 FIFO 缓冲和过流检测模拟电路,支持基于帧的中断;具有硬件自动产生帧起始包 SOF 和 CRC5/16 校验功能. 其功能框图如图 2 所示.

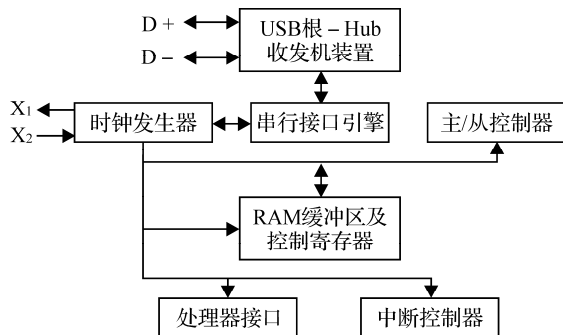


图 2 ISP1760 功能框图

图 2 中的主/从控制器可作为 USB 主机结构的 USB 主机控制器部分,也可作为 USB 设备的控制器;中断控制器以中断形式检测各种 USB 总线的状态变化(设备的接入/移除、设备挂起模式的唤醒等),因此通过检测中断状态寄存器可了解设备的状态;串行接口引擎实现数据并、串转换;集成的根 Hub 提供 USB 设备的连接点;处理器接口提供数据、地址和控制信号线,方便了 ISP1760 芯片与 DSP 和嵌入式微处理器的连接.

## 2.2 接口电路

图 3 为 USB 主机接口电路. 图 3 中的微处理器采用 MC9328MX1. MC9328MX1 是 Freescale 公司基于 ARM 核心的第一款 CPU,主要面向高端嵌入式应用. MC9328MX1 内部采用先进的低功耗 ARM920T 内核,运行速度可达 200 MHz,并集成了 SDRAM/Flash、LCD、多媒体内存卡(MMC/SD)和 CMOS 摄像头等控制器. 此外,MC9328MX1 还是世界上第一款支持蓝牙(Bluetooth)技术的处理器. 而且由于 MC9328MX1 集成了众多的外围设备,减少了芯片的数量,降低了整个系统的功耗. 在本电路中与 ISP1760 配合组成 USB 主机接口.

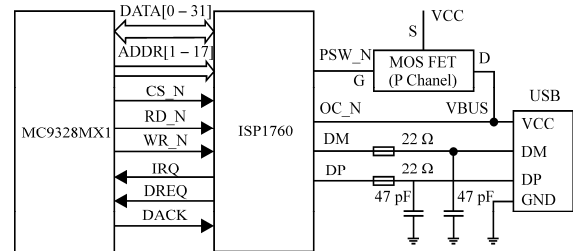


图 3 USB 主机接口电路图

MC9328MX1 与 ISP1760 的数据传输可以通过 PIO(程控输入输出)方式或 DMA(直接存储器访问)方式进行传输,在 ISP1760 进入工作状态前,要进行一系列初始化,包括检测器、复位控制器、初始化硬件配置、设置中断、设置 Buffer(缓冲区)大小等,使 ISP1760 的主机控制器处于工作状态. 真正用于发送到总线的数据被放置于 ISP1760 内部的缓冲区内. 当 ISP1760 产生中断时,通过 IRQ 可向嵌入式系统的核心 MC9328MX1 发出中断请求,进行相应的中断操作;DREQ 为 DMA 请求信号线,DACK 为 DMA 握手信号线;CS\_N、RD\_N 和 WR\_N 分别为片选和读、写信号.

USB 主机与设备在物理上以四线电缆相连,它们是 DP 与 DM,VBUS 与 GND. USB 主机通过 VBUS 与 GND 为设备提供+5 V 的电源. 如有过流情况出现,USB 主机停止向设备提供电源. ISP1760 内部集成了过流检测模拟电路,与外围电路相结合,可提供对芯片的保护. 如图 3 所示,OC\_N 是 ISP1760 的过流检测输入引脚,PSW\_N 是电源切换输出引脚. ISP1760 不直接对设备提供电源,而由 Vcc(5 V)与 MOS 管 S 极相连,PSW\_N 与 G 极相连,VBUS 与 D 极相连,在正常情况下,PSW\_N 输出低电平,打开 MOS 管,VBUS 上有 5 V 的输出电压;当 OC\_N 检测到下行端口的过流状态时,PSW\_N 输出高电平,关闭 MOS 管,VBUS 输出电压为 0 V.

## 3 接口软件设计

USB 主机软件自下而上分为 USB 主机接口驱

动层、USB 主机协议驱动层、Mass Storage 类驱动层、FAT 文件系统操作层和应用层等 5 层。在这 5 层中, 每一层向上层提供服务。其中: USB 主机接口驱动层处于最底层, 是嵌入式系统核心 MC9328MX1 与 ISP1760 进行通信的接口层, 其实质是对硬件的一种抽象; USB 主机协议驱动层是 USB 主机软件的核心层, 负责检测和管理 USB 系统的所有活动; Mass Storage 类驱动层通过执行各种 UFI(USB Floppy Interface)命令来驱动移动存储设备; FAT 文件系统操作层实现对基于 FAT 文件系统的移动存储设备的访问; 应用层主要利用下层服务, 完成特定的应用功能。

### 3.1 USB 主机接口驱动层

该层较简单, 主要是利用数据线、读写控制信号、片选信号完成对 ISP1760 芯片的读写等操作, 通过接口函数完成对硬件的封装, 为上层驱动提供对 ISP1760 的访问接口。接口函数有单字节操作和多字节操作 2 类, 每种操作又有读字节和写字节 2 种。其中读单字节函数为 U8ISP1760Read(U8a), 写单字节函数为 voidISP1760 Write(U8a, U8d)(U8 为无符号单字节类型, a 为寄存器地址, d 为数据); 读多字节函数为 void ISP1760 BufRead (U8 addr, U8\*s, U8c), 写多字节函数为 void ISP1760 BufWrite(U8 addr, U8\*s, U8 c)(addr 为寄存器地址, s 为 buffer 地址, c 为读写字节数)。

### 3.2 USB 主机协议驱动层

该层主要用于检测和管理 USB 系统的所有活动, 是整个 USB 接口软件设计的核心部分。在该层中, 数据传输主要采用控制传输和批量传输 2 种传输方式。控制传输是 USB 枚举阶段最主要的数据交换方式。当 USB 初次连接到主机后, 就是通过控制传输来交换信息、设备地址和读取设备描述符的, USB 主机对设备枚举流程如图 4 所示, 批量传输主要用于实现大数据量传输。

### 3.3 Mass Storage 类驱动层

Mass Storage 类是 USB 协议定义的存储设备

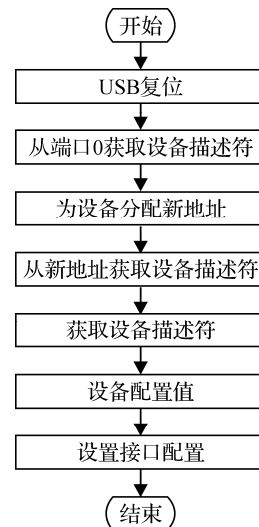


图 4 枚举 USB 设备流程图

类, 主要用于磁盘管理和大容量数据传输。该层采用简单的批量(Bulk)传输协议, 在移动存储设备和主机之间调用 USB 主机协议层的批量传输服务, 通过批量读(BulkIn)和批量写(BulkOut)函数来传送 UFI 命令。在该层中实现的基本 UFI 命令有:

UFI 读 BYTE Read(DWORD dlba, BYTE blen, BYTE\*pbBuffer);

UFI 写 BYTE Write(DWORD dlba, BYTE blen, BYTE\*pbBuffer);

UFI 容量 BYTE ReadCapacity(void);

UFI 查询 BYTE Inquiry(void)。

在上述各命令中, 参数 dlba 表示数据逻辑块的地址, blen 表示数据长度, pbBuffer 表示数据缓冲区的指针。

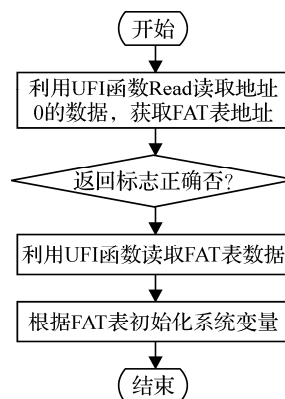


图 5 FAT 表的初始化流程

### 3.4 FAT 文件系统操作层

主要是利用 Mass Storage 类驱动层提供的读、写、查询等命令,来完成对 FAT 表的初始化、定位、搜索和读写等操作,FAT 表的初始化操作流程如图 5 所示.

## 4 结语

本文提出了基于 ISP1760 的嵌入式 USB 主机接口方案,详细探讨了主机接口的软硬件设计.经过测试,利用上述方案实现的模块可以识别和读取

绝大多数厂商生产的 Flash 盘.目前,该模块已成功应用于无线通信终端设备中,可以将终端设备中的状态数据记录至移动存储设备,便于数据的处理.

### 参考文献:

- [1] 马伟. 计算机 USB 系统原理及其主/从机设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.
- [2] 田泽. 嵌入式系统开发与应用教程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [3] 何加铭. 嵌入式 32 位微处理器系统设计与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.

## A Design of Embedded USB Host Interface Based on ISP1760

ZHANG Qing-bo<sup>1,3</sup>, HE Jia-ming<sup>2,3</sup>

( 1.Department of Mechanic Electronic Engineering, Zhejiang Business Technology Institute, Ningbo 315012, China;  
2.Communication Technology Institute, Ningbo University, Ningbo 315211, China; 3.Ningbo Wireless  
Communication and Digital Audio Video Technology Key Laboratory, Ningbo 315211, China )

**Abstract:** An ISP1760-based design scheme for USB host interface is proposed, and the design steps are elaborated. The scheme supports USB2.0 protocol and large scale storage, and has been applied in the wireless communication terminal unit.

**Key words:** embedded system; USB host; host interface

**CLC number:** TP334.7

**Document code:** A

( 责任编辑 史小丽 )