

文章编号: 1671- 251X(2009) 06- 0068- 03

基于 ISP1161 的 USB 主机系统的设计

张 亮¹, 元学广¹, 刘鼎立¹, 董洪毅²

(1. 山东科技大学信电学院, 山东 青岛 266510; 2. 山东省科学院激光研究所, 山东 济宁 272017)

摘要: 根据数据采集的实时性要求, 并针对要将现场采集的数据存储到 U 盘的情况, 文章提出了一种基于 ISP1161 的 USB 主机系统的设计方案, 详细介绍了系统硬件及软件设计。该方案通过对 USB 芯片 ISP1161 的操作、DSP 芯片 TMS320F2812 与 USB 芯片 ISP1161 的硬件连接及 USB 数据传输系统的软件设计, 实现了 USB 传输和存储数据的功能, 并在 U 盘里完成了 FAT32 文件系统的构建。实验结果表明, 基于 ISP1161 的 USB 主机系统性能可靠, 可以根据需要对 U 盘正确、高效地读写, 满足数据采集的实时性要求。

关键词: USB 主机; U 盘; 操作; U 盘枚举; DSP; ISP1161; TMS320F2812

中图分类号: TP333. 2 **文献标识码:** B

0 引言

USB 协议规定: USB 接口由主机端发出控制命令, 设备端被动地执行命令, 数据传输只发生在主机和设备之间, 不允许主机和主机之间或设备和设备之间进行数据传输。因此, USB 设备往往围绕主机端——PC 机才能充分发挥作用, 这显然是一个缺陷。随着 USB 接口的进一步推广, 用户更希望设备之间, 如消费类数码产品和打印机之间, 能够摆脱 PC 机的约束, 直接通过 USB 接口建立连接。鉴于此, 笔者设计了一种基于 ISP1161 的 USB 主机系统, 以实现 USB 主机的功能, 从而摆脱 USB 设备对 PC 机的依赖性。

基于 ISP1161 的 USB 主机系统将现场采集的数据保存到 U 盘, 并在 U 盘建立文件系统, 使 Windows 操作系统可以识别存入 U 盘的数据文件,

直接在 PC 机上读取数据, 并通过软件进行分析。其中, 控制器采用 TI 公司生产的 TMS320F2812 DSP 芯片, USB 芯片采用 Philips 公司生产的 ISP1161。

1 系统硬件设计

1.1 控制器与 ISP1161 的接口电路

TMS320F2812 与 ISP1161 的接口电路如图 1 所示。

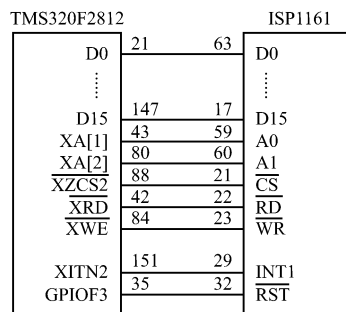


图 1 TMS320F2812 与 ISP1161 的接口电路图

ISP1161 选用 5 V 供电, 内部转换为 3.3 V, 其引脚的输入、输出电平和 TMS320F2812 的引脚电

收稿日期: 2009- 02- 11

作者简介: 张 亮(1978-), 男, 山东科技大学信电学院在读硕士研究生, 主要研究方向为电磁测量技术及装置。E-mail: notebookdf@ 163. com

有出现混乱和堵塞现象, 由于现场支架数量有限(为 5 台), 在综采面上的实际工作环境(几十台以上) 下的状态还未得出, 有待进一步调试和改进。本文给出的设计方法给液压支架控制系统的应用开发和双 CAN 总线通信可提供新的设计参考。

参考文献:

[1] 饶运涛, 邹继军, 王进宏, 等. 现场总线 CAN 原理与应

用技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.

[2] 沙宝银, 王 勇, 姜金球, 等. 基于 CAN 总线的液压支架分布测控系统研究[J]. 工矿自动化, 2008(3): 109~ 111.

[3] 孙晓健, 张东来. CAN 总线在液压支架电液控制系统的应用[J]. 微机计算机信息, 2006(06z): 97~ 98.

[4] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.

平互相兼容, 无需电平转换。

ISP1161 的 A1= 0 时, 访问主机控制器(HC); A1= 1 时, 访问设备控制器(DC); A0= 0 时, 访问数据端口; A0= 1 访问命令端口。这样, ISP1161 在 TMS320F2812 里映射一个 USB 主机的命令寄存器地址 0x80002 和一个 USB 主机的数据寄存器地址 0x80000, TMS320F2812 通过这 2 个地址对 ISP1161 进行读写操作。ISP1161 功能中断引脚 INT1 接 TMS320F2812 的外部中断 XINTN2 引脚, 用来检测 U 盘的插拔等操作。

1.2 ISP1161 的外围电路

ISP1161 的外围电路如图 2 所示。图 2 中, ISP1161 的 2 个下行端口的下拉电阻通过对寄存器的设置选用内部的 2 个 15 k Ω 下拉电阻; MOS 管采用 9435 对下行口进行过流检测和保护; 晶振频率为 6 MHz, 再由 ISP1161 内部倍频到 48 MHz; 数字地和模拟地隔离。

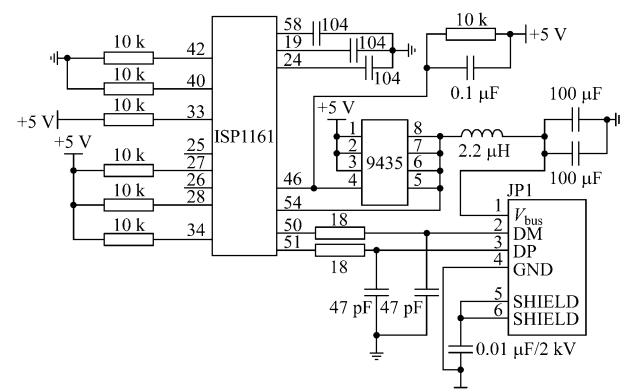


图 2 ISP1161 的外围电路图

2 系统软件设计

2.1 TMS320F2812 的初始化

通过设置 TMS320F2812 内部的寄存器对 TMS320F2812 进行初始化, 主要包括: (1) 看门狗功能的设置; (2) 锁相倍频的参数设置, 本系统选择 4 倍频, 晶振频率为 20 MHz; (3) 中断的配置和使用; (4) 外扩存储区读写周期的设置; (5) I/O 口的功能选择和输入、输出设置。

2.2 ISP1161 内部寄存器的访问和初始化

ISP1161 内部寄存器是一个具有指令-数据双重结构的寄存器。1 个完整的寄存器访问周期包括指令阶段和数据阶段。指令(也可以理解为寄存器的地址索引)指向 ISP1161 的将被访问的寄存器, 1 个指令长度为 8 B。在一个微处理器的 16 位数据总线上, 指令占用低字节, 高字节被填充为 0。

指令分为读寄存器的指令和写寄存器的指令, 一般读寄存器指令与 0x80 相或即可得到对应的写寄存器的指令, 为程序的编写提供了便利。例如访问 1 号下行端口寄存器 HcRhPortStatus^[1] 的内容, 查看是否有设备插入。读该寄存器的指令为 0x15, 相应的写该寄存器的指令为 0x15|0x80= 0x95。于是写入 TMS320F2812 的寄存器地址 0x80002(对应 ISP1161 的主机命令地址), 通知 ISP1161 读取寄存器 HcRhPortStatus 的内容, 然后再读取 TMS320F2812 的寄存器地址 0x80000(对应 ISP1161 的主机数据地址)的内容即可。

ISP1161 的一部分内部控制寄存器为 32 位。对 32 位寄存器的访问类似于 16 位寄存器的访问: 先是 1 个指令阶段, 然后是 2 个数据阶段。在 2 个数据阶段中, 微处理器首先读或写低 16 位数据, 然后为高 16 位数据。

通过对 ISP1161 内部寄存器的读写, 即可完成 ISP1161 的初始化任务。ISP1161 的初始化流程如图 3 所示。

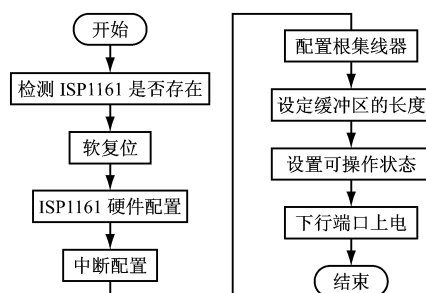


图 3 ISP1161 的初始化流程图

ISP1161 的主要功能是完成与 USB 设备之间的通信任务, 就本系统而言, 需要完成 TMS320F2812 与 U 盘之间的通信任务。该任务由 ISP1161 的 ATL 缓冲区(FIFO)完成: 通过操作寄存器 HcATLBufferLength 设置 ATL 缓冲区的长度(最长为 4 096 B); 通过寄存器 HcTransferCounter 写入要传输数据的字节数; 通过寄存器 HcATLBufferPort 写入数据; 通过读取寄存器 HcBufferStatus 的内容, 看是否可以访问 ATL 缓冲区。这样, 将封装好的数据发送到 ATL 缓冲区即可实现 ISP1161 与 U 盘或其它 USB 设备之间的通信。

2.3 ISP1161 与 U 盘的通信

TMS320F2812 将 PTD (Philips Transfer Descriptor) 格式的数据(以下简称 PTD 数据)发往 ISP1161 的 ATL 缓冲区, PTD 数据提供了 USB 通信的相关信息, 如指令、状态和 USB 数据包等, ISP1161 根据 PTD 数据完成与 U 盘之间的通信, 并

将执行结果以 PTD 格式反馈回来。

PTD 头占 8 B, 包括需要发送数据的字节数、发往的设备地址和设备的端点地址、端点最大包尺寸、同步触发位的设置、传输事务类型等。发送完毕后, ISP1161 自动更新 PTD 头中的发送结束标志位和实际传输的数据字节数。

PTD 后边带有要发送的数据, 包括实际的传输 USB 命令和需要传输的数据, 这样就完成了 ISP1161 与 USB 设备之间的通信过程。

当有 U 盘插入 ISP1161 的下行口时, ISP1161 自动检测并触发中断, 此时 TMS320F2812 即可进行 U 盘枚举及数据传输。

U 盘枚举的过程分为 2 个部分: 一部分是对所有 USB 设备的枚举过程, 期间用到 USB 设备必须支持的 11 种标准命令; 另一部分是对大容量设备的 U 盘枚举。U 盘枚举流程如图 4 所示。

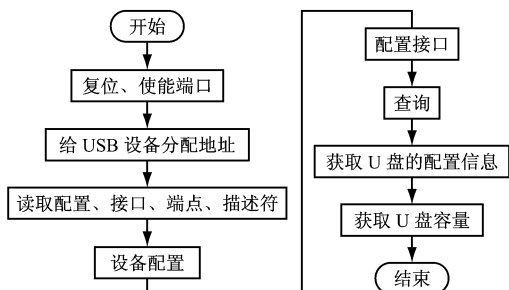


图 4 U 盘枚举流程图

2.4 FAT32 文件系统的构建

目前, 大容量 U 盘普遍采用 FAT32 文件系统^[2], 为了便于直接在 PC 机上读取存入 U 盘中的数据, 本系统完成了 FAT32 文件系统的构建。对 U 盘的读写是以扇区(512 B)为单位进行的, 每 8 个扇区占 1 个簇, 存放文件以簇为单位。U 盘的结构分为以下几个部分:

(1) DBR(DOS Boot Record): 即操作系统引导记录区, 通常占用第零扇区, 共 512 B, 其中包含重要数据信息——BPB(BIOS Parameter Block, 磁盘参数表), BPB 中包含 U 盘总大小等重要信息。DBR 还包含跳转指令、厂商标志和操作系统版本号、结束标志等信息。

(2) FAT 表(File Allocation Table, 文件分配表): 是 Microsoft 公司在 FAT 文件系统中用于磁盘数据(文件)索引和定位而引进的一种链式结构。为了文件的安全性, FAT 表一般由 FAT1 和 FAT2 两个表组成, 2 个 FAT 表内容完全相同。

(3) Root Directory (根目录区): FAT32 文件系统与 FAT16 文件系统的差别较大, 其中 1 个主要

的差别就是 FAT32 文件系统将根目录划归到数据区中, 在 BPB 中专门加了 1 项根目录开始簇号。这样根目录的大小就不再受到限制, 大大增加了根目录的自由度。

(4) Data 区(数据区): 存放文件的具体内容。

文件存到 U 盘以后, 存放格式如下: 在目录区(Directory)存放子文件夹或文件的名称、扩展名、存放的起始簇、大小以及建立时间等信息。对应 FAT 表中文件的起始簇指向文件夹或文件的下一个簇, 直到簇链的结束标志 0xffff, 可形成一个簇链。由 FAT 表中指定的簇链确定了在 Data 文件存放的具体位置。

为了快速建立文件, 根据本系统的实际情况, U 盘的操作流程:

(1) 根据 U 盘的容量确定可以建立的文件夹和文件的最多个数。

(2) 写目录区: 建立文件夹, 确定文件夹的起始簇等。

(3) 写 FAT 区: 将文件夹的起始簇设置为末簇标志, 表示每个文件夹占 1 个簇, 根据文件的大小建立簇链。

(4) 写 Data 区: 在文件夹的起始簇建立上级目录和本级目录信息。然后, 建立文件的目录项, 包括文件的扩展名、文件大小、起始簇号、建立时间等。再根据文件目录项的起始簇对应的 FAT 表中的簇链, 在 Data 区写入文件内容。

与一般的操作流程相比, 该流程节省了不断查找新簇建立簇链、反复修改文件目录信息等操作, 避免了反复读写 FAT 区和目录区。另外, 写 U 盘的 Data 区可多扇区连续写, 写入速度更快。

3 结语

本文介绍了基于 ISP1161 的 USB 主机系统, 重点讨论了 DSP 和 USB 芯片的硬件接口电路和软件设计以及 USB 芯片的操作方法。实验结果表明, 该系统性能稳定可靠, 便于数据的采集和读取操作。

参考文献:

- [1] 肖踞雄, 翁铁成, 宋中庆. USB 技术及应用设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [2] 惠玥琳. 基于单片机的 USB 主从机的设计与实现[D]. 西安: 电子科技大学, 2007.
- [3] 石文孝, 于德津, 杨蕊. 基于 TI5409 处理器的 U 盘读写系统[J]. 吉林大学学报: 自然科学版, 2008(1).