

文章编号: 1005-8451(2006)10-0042-03

大容量机车信号记录仪的USB2.0接口的实现

马忠钰, 魏学业, 汪小亮

(北京交通大学 电子信息工程学院, 北京 100044)

摘要: 提供一个基于USB2.0接口的大容量机车信号记录仪的高速数据下载实现方案。系统采用USB接口引擎与单片机搭配的方式实现USB接口。在对USB协议和设备架构充分理解的基础上, 设计了相应的硬件电路、固件代码和上位机工作在Win2000下的设备驱动程序。对比分析, 本记录仪采用USB2.0接口实现数据下载, 其传输速度比通用串口快近12倍, 较好地满足了大容量机车信号记录仪的高速数据下载需求。

关键词: USB2.0; 管道; 端点; WDM; 驱动;

中图分类号: U26+U27 **文献标识码:** A

Implementation of USB2.0 in mass storage locomotive signal recorder

MA Zhong-yu, WEI Xue-ye, WANG Xiao-liang

(School of Electronic and Information Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: Firstly some basic concepts of USB protocol and USB application background were presented, then given a method on how to implement high speed data download from recorder to PC by mean of USB2.0, which was included designs of hardware, firmware and windows driver. Finally it was explained how the data transmission requirement from client software implemented.

Key words: USB2.0; pipe; endpoint; WDM; driver

本设计中的机车信号记录仪应用于铁道车辆运行场合, 用于实时记录机车车辆信息和处理前后的轨道感应电压数据, 作为以后信号维护及故障检测的依据。当完成一次运营单位, 机车入库后, 要将记录仪记录和处理后的数据下载到上位机上, 再由软件分析平台对其进行分析, 以便及时发现既有故障或提供预警。在铁路列车全面提速, 机车信号对铁道安全运营的作用日益加强的背景下, 该记录仪的研制具有重要的实质意义。

记录仪前端电路采用的数据存储器件容量高达256 M。在数据到上位机的下载实现中, 对接口的实现有多种可选方案, 综合考虑数据传输速度、通用性等因素, 本文最后选择USB2.0作为接口开发方案。USB接口基于支持主系统(host)和USB外设(device)之间通信的USB通信协议, 已经成为PC机必须的、普遍使用的接口之一。USB2.0协议在理论上可以实现最高达480 Mbps的传输速率, 远远高于传统的串行端口传输速率。此外, USB协议具备容错机制, 可以使错误数据包的发生频率大大降

低。在硬件实现中, 在满足系统需要的情况下, USB设备可以从USB总线获取电源, 不用为之设计单独的电源模块。最后, USB设备的PnP(热插拔)特性也成为本设计采用USB技术实现数据传输的重要原因。

1 记录仪的USB2.0接口设计

使开发的设备(记录仪)具备USB传输特性, 其系统内部需要嵌入USB控制器以实现与上位机USB总线的接口。USB控制器分两种: (1)集成MCU的USB控制芯片; (2)纯粹的USB接口引擎, 与MCU独立, 需要与其进行接口来实现USB通信。

采用集成MCU的USB控制芯片需要单独的开发系统, 成本较高, 通用性与移植性较差, 不利于系统的扩展。综合比较, 且考虑到记录仪系统中前端数据采集与控制电路对MCU的需求, 采用Philips半导体生产的USB2.0接口芯片ISP1581与CYGNAL公司的C8051F020微处理器搭配来实现USB接口。确定记录仪的接口实现框图如图1所示。

从图1可以看出, 要开发一个完整的USB接口, 至少需要做3部分工作: MCUs与接口芯片之间的硬

收稿日期: 2006-05-23

作者简介: 马忠钰, 在读硕士研究生; 魏学业, 教授。

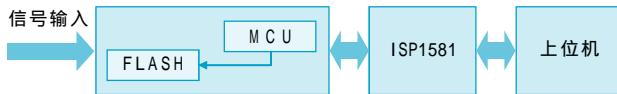


图1 记录仪功能框图

件连接、MCU 的控制程序即固件的编写和设备工作在上位机操作系统下的驱动程序设计。

2 硬件实现

2.1 接口芯片

ISP1581 是整个系统实现 USB 功能的核心部件，它完全符合 USB2.0 协议规范，是一款性价比很高的 USB 器件。

ISP1581 的功能框图如图 2 所示。

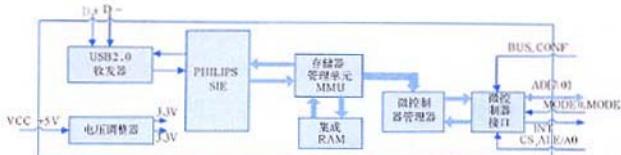


图2 ISP1581功能框图

2.2 硬件连接

利用 ISP1581 的快速通用接口来实现与微控制器的通信。上电时，微控制器的接口由管脚 BUS_CONF, MODE1 和 MODE0 共同设置。本设计中，ISP1581 工作在断开总线工作模式下。实现 DMA 传输需要用 CPLD 控制时序，在硬件上会增加电路的复杂性，故本方案只以批量传输的方式实现普通传输。数据流的流向为：PC<->ISP1581<->MCU。其硬件连接示意图如图 3 所示。

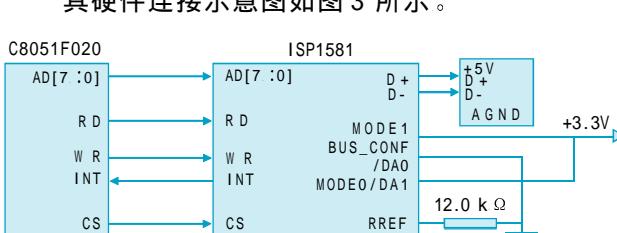


图3 硬件连接原理图

其中，ISP1581 的中断引脚直接接到 MCU 的中断输入，来自主机的任何传输请求由接口芯片以中断的方式通知给 C8051F020，ISP1581 的 BUS_CONF/DAO 接地，设置芯片工作方式为断开总线模式，AD[7:0] 为多路复用的 8 bit 地址/数据总线，MODE0/DA1 接高，设置 MCU 读写方式为 8051 类型。MODE1 接高电平，选择 ALE/A0 为 A0 的功能 (AD[7:0]) 的地

址 / 数据选择)：在 WR 脉冲的上升沿检测到逻辑 1，从而将 AD[7:0] 作为地址寄存器，反之为数据寄存器。

ISP1581 的供电电压为 3.3 V 或 5.0 V，I/O 引脚最大能承受 5.0 V 的电压。根据 I/O 口的电压，从 3.3 V 和 5.0 V 中选择一个作为供电电压。其中 3.3 V 电压是内部调整器的输出电压，给内部数字电路供电，不能用来驱动外部器件。

图 3 中，USB 连接器的 +5V 电压可由 USB 总线获取，无需为这一模块单独设计电源。

3 固件程序开发

3.1 固件设计

固件即固化到 C8051F020 程序存储器中的微控制器代码，用来与 ISP1581 配合实现 USB2.0 协议。从作用上说，它其实是 USB 设备最底层的驱动。考虑到 USB 通讯都由主机发起，而功能设备只是响应来自主机的命令，为使 USB 接口芯片达到最大的传输速率，ISP1581 的固件决定采取中断驱动。固件一直等待主机命令，然后根据命令去执行相应的程序。故将其设计成包含：一个任务随时可中断的主循环程序 Mainloop.c，相应的中断服务程序 Isr.c，以及 USB 协议标准命令处理程序 Charpter9.c，厂商自定义命令处理程序 Vendor.c 和用来对接口芯片内部寄存器和数据端口进行访问设置的命令设置程序 ISP1581.c。其结构如图 4 所示。

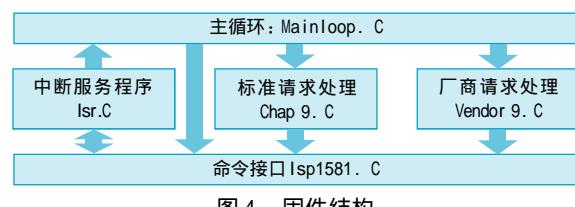


图4 固件结构

USB 有 4 种传输方式，本设计中采用了两种：控制传输和块传输，分别用于设备枚举和大批量数据传输。将固件固化在 C8051F020 中后，C8051F020 系统控制 USB 接口芯片的工作过程可以简单地概括为：当 USB 接口芯片从 USB 总线检测到主机启动的传输请求后，通过中断方式将此请求通知 C8051F020，C8051F020 系统通过访问接口芯片的状态寄存器和数据寄存器获得与此次传输有关的各种参数，并根据具体的传输参数，对 USB 接口芯片的控制寄存器和数据寄存器进行相应的操作，以完成主机的传输请求。

在固件控制下，ISP1581 的操作过程如下：

文章编号: 1005-8451(2006)10-0042-03

大容量机车信号记录仪的USB2.0接口的实现

马忠钰, 魏学业, 汪小亮

(北京交通大学 电子信息工程学院, 北京 100044)

摘要: 提供一个基于USB2.0接口的大容量机车信号记录仪的高速数据下载实现方案。系统采用USB接口引擎与单片机搭配的方式实现USB接口。在对USB协议和设备架构充分理解的基础上, 设计了相应的硬件电路、固件代码和上位机工作在Win2000下的设备驱动程序。对比分析, 本记录仪采用USB2.0接口实现数据下载, 其传输速度比通用串口快近12倍, 较好地满足了大容量机车信号记录仪的高速数据下载需求。

关键词: USB2.0; 管道; 端点; WDM; 驱动;

中图分类号: U26+U27 **文献标识码:** A

Implementation of USB2.0 in mass storage locomotive signal recorder

MA Zhong-yu, WEI Xue-ye, WANG Xiao-liang

(School of Electronic and Information Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: Firstly some basic concepts of USB protocol and USB application background were presented, then given a method on how to implement high speed data download from recorder to PC by mean of USB2.0, which was included designs of hardware, firmware and windows driver. Finally it was explained how the data transmission requirement from client software implemented.

Key words: USB2.0; pipe; endpoint; WDM; driver

本设计中的机车信号记录仪应用于铁道车辆运行场合, 用于实时记录机车车辆信息和处理前后的轨道感应电压数据, 作为以后信号维护及故障检测的依据。当完成一次运营单位, 机车入库后, 要将记录仪记录和处理后的数据下载到上位机上, 再由软件分析平台对其进行分析, 以便及时发现既有故障或提供预警。在铁路列车全面提速, 机车信号对铁道安全运营的作用日益加强的背景下, 该记录仪的研制具有重要的实质意义。

记录仪前端电路采用的数据存储器件容量高达256 M。在数据到上位机的下载实现中, 对接口的实现有多种可选方案, 综合考虑数据传输速度、通用性等因素, 本文最后选择USB2.0作为接口开发方案。USB接口基于支持主系统(host)和USB外设(device)之间通信的USB通信协议, 已经成为PC机必须的、普遍使用的接口之一。USB2.0协议在理论上可以实现最高达480 Mbps的传输速度, 远远高于传统的串行端口传输速率。此外, USB协议具备容错机制, 可以使错误数据包的发生频率大大降

低。在硬件实现中, 在满足系统需要的情况下, USB设备可以从USB总线获取电源, 不用为之设计单独的电源模块。最后, USB设备的PnP(热插拔)特性也成为本设计采用USB技术实现数据传输的重要原因。

1 记录仪的USB2.0接口设计

使开发的设备(记录仪)具备USB传输特性, 其系统内部需要嵌入USB控制器以实现与上位机USB总线的接口。USB控制器分两种: (1)集成MCU的USB控制芯片; (2)纯粹的USB接口引擎, 与MCU独立, 需要与其进行接口来实现USB通信。

采用集成MCU的USB控制芯片需要单独的开发系统, 成本较高, 通用性与移植性较差, 不利于系统的扩展。综合比较, 且考虑到记录仪系统中前端数据采集与控制电路对MCU的需求, 采用Philips半导体生产的USB2.0接口芯片ISP1581与CYGNAL公司的C8051F020微处理器搭配来实现USB接口。确定记录仪的接口实现框图如图1所示。

从图1可以看出, 要开发一个完整的USB接口, 至少需要做3部分工作: MCUs与接口芯片之间的硬

收稿日期: 2006-05-23

作者简介: 马忠钰, 在读硕士研究生; 魏学业, 教授。