

USB 接口在海洋数据存储中的应用

宋晨光^{1,2}, 龚德俊², 李思忍²

(1. 中国科学院 研究生院, 北京 100049; 2. 中国科学院 海洋研究所 海洋环境工程技术研究发展中心, 山东青岛 266071)

摘要: 设计了一种新型海洋要素数据存储系统。该系统以 USB 接口进行数据存储, 实现了对 U 盘的读写, 解决了海洋数据采集过程中, 数据存储量大、存储设备不易与 PC 机接口的问题。

关键词: 数据存储; USB(通用串行总线)接口; 单片机

中图分类号: TH766.15; TP334.4 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2007)04-0013-03

现有的海洋仪器的数据存储大多采用 CF 卡 (Compact Flash), 它的一个缺点是不能与计算机直接通讯。海洋要素垂直剖面测量系统(简称“海马”), 利用海洋无时无刻的波浪能, 驱动测量平台(载体)上下往返运动, 自动完成从海表面到海底的温度、盐度、深度等各种环境参数的测量。由于“海马”水下工作时间长、数据存储量大, 所以采用容量大、通用性强的 U 盘来实现数据的存储。作者设计的“海马”数据存储模块采用 51 系列单片机 AT89C51 和 USB 主控芯片 SL811, 将 USB 接口嵌入到“海马”中, 用 U 盘实现

数据的存储, 解决了海洋数据采集过程中, 数据存储量大、存储设备不易与 PC 机接口的问题。

1 USB 接口 硬件设计

USB(Universal serial Bus)中文全称为通用串行总线^[1], 是 INTEL, DEC, MICROSOFT, IBM 等公司联合提出的、最近几年逐步成为 PC 领域广为应用的新型接口技术。USB 接口具有通用性好、功耗低、支持热插拔、易于扩展等优点, 是设计低成本、易安装、高可靠性数据采集系统的理想通讯接口。

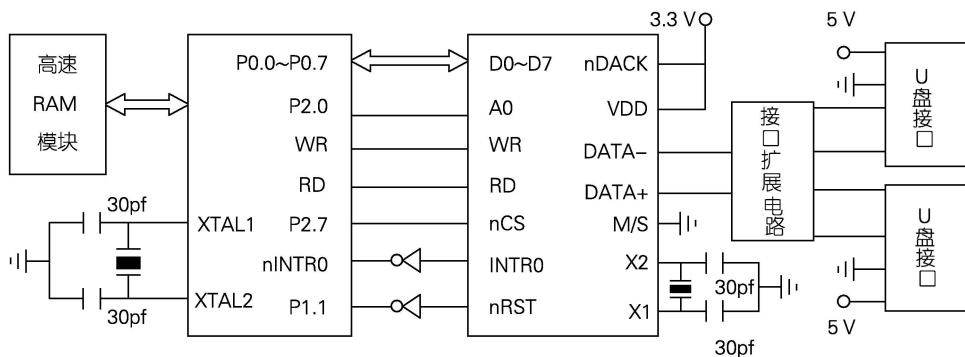


图 1 系统连接框图

Fig. 1 Framework of system connection

USB 接口电路主要由四部分组成^[2]: 控制核心 AT89C51、USB 接口芯片 SL811、高速 RAM 缓存模块、USB 扩展接口电路, 如图 1 所示。其中 AT89C51 为控制核心, SL811 用来实现与 U 盘的通信。为了防止在海底恶劣环境中 U 盘异常损坏, 本设计中扩展了两个 U 盘接口, 以保证数据能更可靠地存储。

1.1 SL811 简介

SL811 是 Cypress 公司提供的 USB 嵌入式控制

芯片, 具有标准的处理器总线接口, 可以提供全速和低速 USB 数据转换^[3]。它具有以下功能: 自动检测

收稿日期: 2006-11-07; 修回日期: 2007-01-19
基金项目: 国家高技术研究发展计划项目(2005A A604220)
作者简介: 宋晨光(1981), 男, 河北沧州人, 硕士研究生, 主要从事海洋环境监测仪器的研究, 电话: 0532-82898737, E-mail: su_310@eyou.com

全速或低速设备; 8 位双向数据输出端口; 集成芯片的串行接口驱动和 USB 接收; 256 字节内部 SRAM 缓存, 乒乓处理; 自动生成内部帧同步和 CRC5/16 校

验; 自动地址增益模式, 可以节省存储器读写周期。模块框图如图 2 所示。

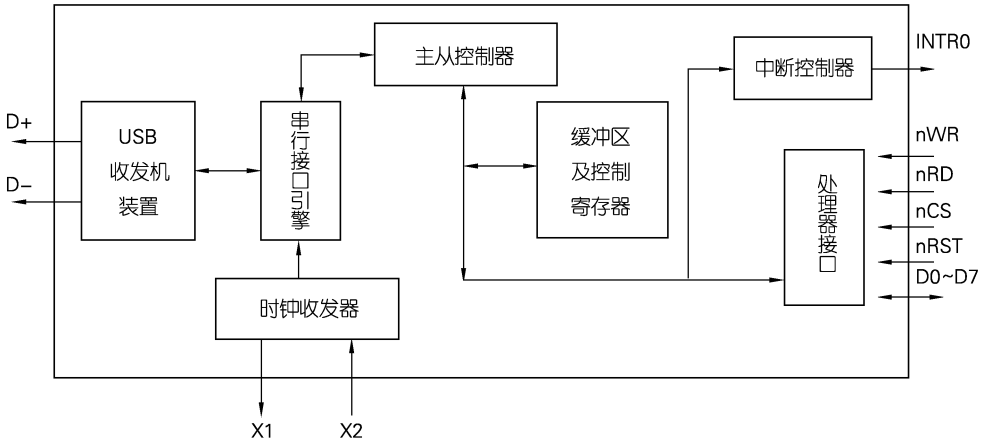


图 2 SL811 主/从控制器功能图

Fig. 2 Function framework of SL811 host/slave controller

1.2 热插拔

传统的串口并不支持热插拔, 因为串口在热插拔时会产生很强的电流容易烧毁硬件电路或接口芯片。USB 在这方面做了很多努力使得热插拔 USB 设备成为可能。硬件方面的支持主要有两点: 一是 USB 接口的设计, USB 接口有四根线: 电源、Data+、Data-、地线, 其中电源线 and 地线略长于数据线, 这种设计便于热插拔的实现; 二是在 SL811 的 USB 差分数据端串接几十欧姆的电阻, 用来吸收插拔时产生的瞬间强电流^[4]。

2 USB 接口 软件设计^[5]

由于 USB 协议的复杂性, 软件部分的编写是该系统设计的难点。主要包括 U 盘检测、USB 枚举、U 盘读写等部分。

2.1 U 盘检测

该系统通过 AT89C51 和 SL811 的中断系统来检测 U 盘的插入与拔出。SL811 支持多种中断请求, 比如 USB 传输完成中断、SOF 1ms 中断、设备接入移开中断、设备由挂起恢复中断等等。可以通过设置 SL811 内部寄存器来实现对不同中断请求的配置。

当 U 盘插入时, SL811 会产生一个中断输出, 需要注意的是 SL811 中断输出为高电平, 与 AT89C51 相连需要接一个反向器。AT89C51 接到中断请求后会读取 SL811 中断状态寄存器中的值, 来确定是哪种动作引起的中断, 比如 USB 设备插入时中断状态寄存器中的值为 40(十六进制), USB 传输完成时值

为 01(十六进制)。

2.2 USB 枚举

USB 枚举是来获取 USB 设备的基本信息, 主要包括用地址零取得设备描述符、设置新地址、用新地址取得设备描述符、取得配置描述符、设置配置等步骤。

其中每一个步骤都是通过发送一个 8 字节的命令来实现的。以取得设备描述符为例, 主机首先发送一个“80 06 00 01 00 00 40 00”(都为 16 进制数)的命令, 设备接到命令后会返回设备描述符的值, 主机成功接受后, 会发送一个无数据的状态包来表明已经完成这个设备请求。

2.3 U 盘读写

USB 总线包括 4 种数据传输类型: 控制传输、中断传输、批量传输和同步传输。U 盘属于 Mass Storage 类, 对它的读写操作是通过批量传输方式来实现的。批量传输命令格式如表 1。

表 1 批量传输命令块结构

Tab 1 Bulk only command block

字节	字节含义
0~ 3	dCBWSignature
4~ 7	dCBWTag
8~ 11	dCBWDataTransferLength
12	bmCBWFlags
13	bCBWLUN
14	bCBWCBLength
15~ 30	CBWCB

其中 dCBWSignature 是批量传输命令的标识; dCBW DataTransferLength 为传输数据的长度; bnr CBW Flags 表明数据传送的方向; bCBW CBLength 为传输的命令长度; CBWCB 为所要执行的命令, 基于 SCSI 命令集。U 盘接收到 CBW 后, 从中解析出 CBWCB, 从而进行相应的操作, 之后会返回一个 CSW 包以表明命令执行的情况。

2.4 FAT 文件系统

在 Fat 文件系统中, 对 Fat 的分配不是以扇区而是以“簇”为单位来进行的。一个簇的大小按 U 盘的大小不等, 可以为 1 k 字节、2 k 字节、4 k 字节、8 k 字节等。

当存储数据时, 可以结合系统本身的特点, 将取得的数据先存储到高速缓存模块中, 待数据达到合适的大小(簇的整数倍), 再将数据转移到 U 盘中, 这样做有利于 Fat 的连续分配和数据存储。数据存储流程见图 3。

3 结束语

由于 USB 协议的复杂性, USB 接口一般只存在于 PC 机, 将它嵌入到“海马”系统中来实现温度、盐度、深度等海洋要素的存储, 解决了海洋数据采集过程中, 数据存储量大、存储设备不易与 PC 机接口的问题, 为长期、大量的海洋数据采集、存储提供了一种新方法。

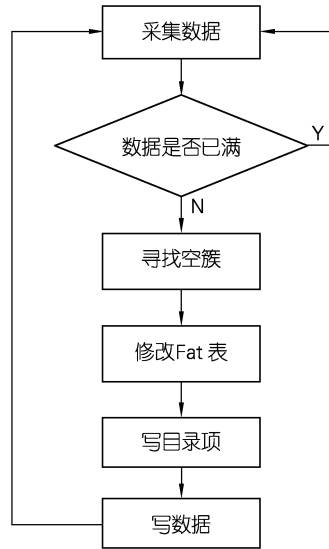


图 3 存储数据流程图

Fig. 3 Flow chart of data storage

参考文献:

- [1] 何利民. 单片机应用系统设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1995.
- [2] 许永和. USB 外围设计与应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.
- [3] 谭浩强. C 程序设计(第二版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [4] Cypress Company. Cypress SL811 Files [EB/OL]. <http://www.cypress.com>, 2005-09-21.
- [5] Universal Serial Bus [EB/OL]. <http://www.usb.org>, 2005-10-15.

The application of USB interface to ocean data storage

SONG Cheirguang^{1,2}, GONG Derjun², LI Sirren²

(1. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China; 2. Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Science, Research and Development Center of Ocean Environmental Engineering and Technology, Qingdao 266071, China)

Received: Nov., 7, 2006

Key words: data storage; USB(Universal Serial Bus)interface; microcontroller

Abstract: Storage of ocean data acquisition is difficult to realize, and the storage device is intractable to communicate with the computer. A new kind of ocean elements storage system is introduced in this paper. The system is based on microcontroller AT89C51 and SL811. The problem of interface with computer is solved by the system.

(本文编辑: 刘珊珊)