

# 智能测产系统中的海量数据存储技术

上海交通大学机电控制研究所(200030) 索远强 周国祥 苗玉彬 刘成良

**摘 要：**介绍了智能仪器中海量数据的存储方法,并设计了一种海量数据存储模块。该模块采用 Compact Flash 电子盘实现了大量数据的存储,并通过串口通信与各种现场智能设备和工控系统进行数据交换。最后将其应用于智能测产系统中,并进行了现场实验。实验结果表明,该模块具有很高的可靠性,满足了使用要求。

**关键词：**海量数据存储 电子盘 精准农业 智能测产

在一些智能仪器中,经常需要进行大量的数据采集和存储操作。例如,在精准农业作业中需要采集田地中每一个采样点的经度、纬度、产量和湿度等信息。采样点有成千上万个,产生了大量的数据,保证这些现场数据的可靠存储是测控系统设计中的关键问题之一。对基于 PC 机的智能仪器,这些数据可直接以 DOS 或 Windows 文件的形式存入硬盘;而对于基于单片机的现场设备,则由于系统处理速度慢、没有操作系统支持和存储容量小等原因,难以满足上述要求。通常单片机所支持的存储单元为 RAM、EEPROM 或小容量的 Flash 存储芯片,它们的一个共同特点是受寻址空间的限制,不能满足海量存储的要求。

为此本文设计了一种海量存储模块,它的存储单元采用大容量电子盘(64MB 或更高),也称 CF 卡(Compact Flash Card)。CF 卡体积小、重量轻、功耗低、容量大、读写速度快、机械性能优、硬件兼容性好,非常适合解决野外现场数据采集系统中数据传输及大容量存储的问题。

该存储模块由微处理芯片、扩展 I/O 芯片、电子盘、IDE 接口以及串行接口电路等组成。它通过串口与外部设备进行命令和数据的传输,通过 IDE 接口实现对电子盘的操作,由微处理芯片来协调和控制各部分的工作,这样便构成了基于单片机系统的海量存储系统。

## 1 存储模块的组成结构

CF 卡存储模块由串口、微处理芯片、I/O 扩展芯片、IDE 接口、电子盘组成。图 1 是其组成结构图。

### 1.1 CF 卡的结构和读写控制

如图 1 所示,微控制器通过 82C55A 组成的 I/O 扩展电路和 IDE 接口来控制 CF 卡。由于 CF 卡与 IDE (Integrated Drive Electronics)设备接口具有兼容性,这里 IDE 接口实际上实现了 CF 读卡器的功能,完成了 50 引脚 CF 卡接口到 40 引脚标准 IDE 接口的转换。所以借助于该 IDE 接口电路,微控制器读写 CF 卡采用的软硬件结构与控制 IDE 硬盘完全相同。下面对 IDE 接口作一简

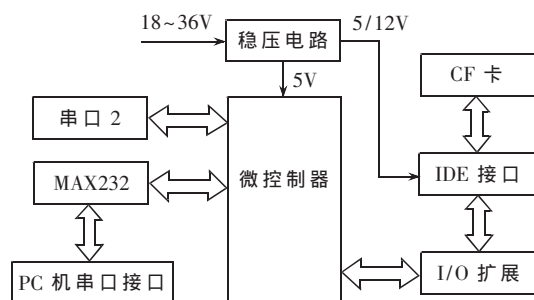


图 1 存储模块组成结构图

单介绍。

IDE 接口引脚图如图 2 所示。其中,D(15...0)是数据线,GND 为地线,IOW、IOR 分别为写、读信号,RESET 为复位信号,/CS0、/CS1、HA(2...0)为地址信号,I/O CHRDY 为驱动器就绪信号。

IDE 接口基于寄存器结构,所有的输入输出均通过对相应的寄存器进行操作来实现。表 1 为在 /CS0、/CS1、

表 1 IDE 接口寄存器地址

HA2/ HA1/ HA0	/CS0=1, /CS1=0		地 址
	读操作	写操作	
0 0 0	数据寄存器	数据寄存器	1F0
0 0 1	错误寄存器	特性寄存器	1F1
0 1 0	扇区数寄存器	扇区数寄存器	1F2
0 1 1	扇区号寄存器	扇区号寄存器	1F3
1 0 0	柱面号寄存器	柱面号寄存器	1F4
1 0 1	柱面号寄存器	柱面号寄存器	1F5
1 1 0	磁头号寄存器	磁头号寄存器	1F6
1 1 1	状态寄存器	命令寄存器	1F7
/CS0=0, /CS1=1			
1 1 0	辅助状态寄存器	硬盘控制寄存器	3F6
1 1 1	地址寄存器		3F7

ICS			
1	RESET	GND	40
2	GND	激活	39
3	D7	/CS1	38
4	D8	/CS0	37
5	D6	HA2	36
6	D9	HA0	35
7	D5	PDLA	34
8	D10	HA1	33
9	D4	HIO16	32
10	D11	中断	31
11	D3	GND	30
12	D12	NC	29
13	D2	ALE	28
14	D13	I/O CHRDY	27
15	D1	GND	26
16	D14	IOR	25
17	D0	GND	24
18	D15	IOW	23
19	GND	GND	22
20	KEY	NC	21

图 2 IDE 接口引脚图

HA2、HA1、HA0 信号和读、写信号控制下所选择的寄存器名称及其地址。

IDE 接口的操作时序为：

- (1)等待驱动器将状态寄存器中的 Bit7 (BUSY 位) 清零。
- (2)向相关的寄存器写操作硬盘所需的参数,即写扇区数寄存器、扇区号寄存器、柱面号寄存器、磁头寄存器等。
- (3)向命令寄存器写命令代码。
- (4)使中断使能位有效。
- (5)等待驱动器置 DRY#,发中断请求。

IDE 接口有两种读写方式:LBA(逻辑块地址)和 CHS(柱面/磁头/扇区)方式。本模块使用 CHS 方式。

## 1.2 系统硬件组成

微控制芯片采用 51 系列的 SST89E564RD 芯片,该芯片中含有 1K 的 RAM(On-Chip RAM)和 64K+8K 字节的内置电可擦除存储器 (Flash ROM),支持在线编程 (ISP),系统开发非常简便。对于电子盘的读写只能以扇区为单位,一个扇区有 512 字节,因此一次读写最少要有 512 字节。这就要求芯片中要有一个大于 512 字节的数据存储区,所以采用含有 1K 内存的 SST89E564RD 芯片是比较合适的,可以节省一个外接的数据存储器。

串口的作用是实现与外部设备之间的命令和数据传输。SST89E564RD 共有两个串口,一个用来实现与单片机系统之间的通信,另一个用来实现与 PC 机之间的通信。与 PC 机相连的串口采用一个 MAX232 芯片来实现电平转换。这样,该模块可以在现场接收来自于单片机采集系统的数据并实时存储,而存储的数据也能被

PC 机读取,并进行事后数据分析。

标准的 IDE 接口有 40 个引脚,其中控制和数据引脚共有 24 个,这对于 51 系列芯片来说是无法控制的,所以需要一个 I/O 扩展芯片 82C55A 来将 I/O 口扩展到 24 个,以实现标准 IDE 接口和微控制器的连接。图 3 所示为 82C55A 的扩展 I/O 电路,图 4 为 CF 卡的 IDE 接口电路。

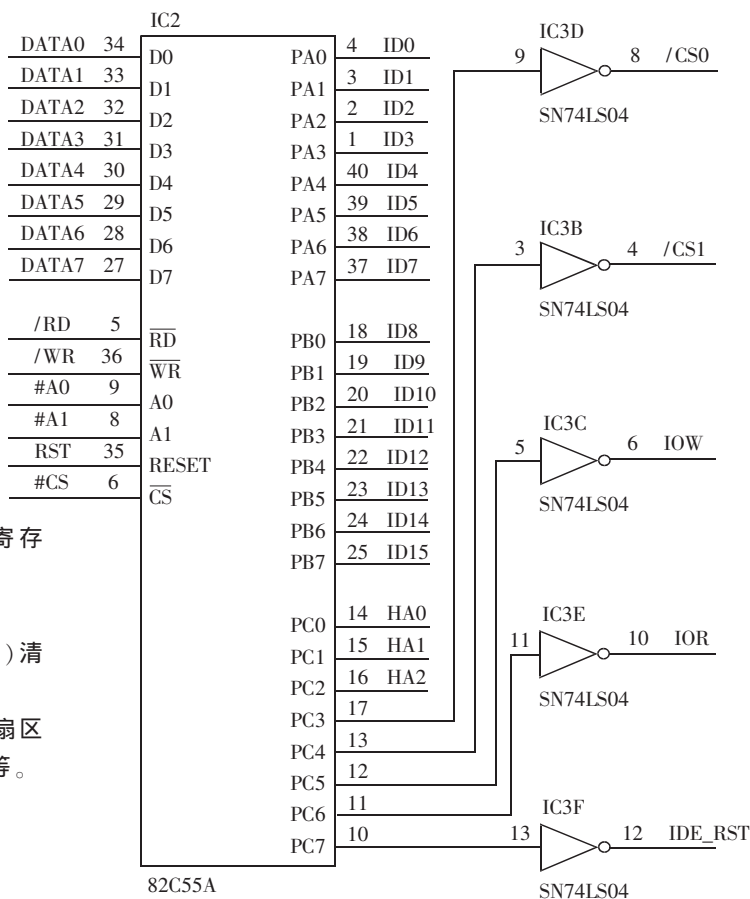


图 3 82C55A 扩展 I/O 电路

## 2 CF 卡存储模块的程序结构

CF 卡存储模块的程序采用 C51 语言编写,主要包括主程序和初始化、写扇区、读扇区和串口输入输出子程序等。其程序流程图如图 5 所示。串口输入采用硬件中断方式。程序能够接收来自于两个串口的命令并执行相应的数据读写操作。

主程序的任务就是等待从串口中输入的命令。当串口中有字符输入时,首先判断输入的命令是否为真命令,当为真命令后,就调用相应的命令函数。

在初始化子程序中完成初始化串口和电子盘,设置串口的工作方式和合适的波特率,并且使电子盘处于工作状态。

当接收到来自于串口输入的写扇区命令后,系统将在规定时间内等待扇区号的输入和数据的输入。如果超出规定时间,则系统会回到主程序的等待状态,这样防

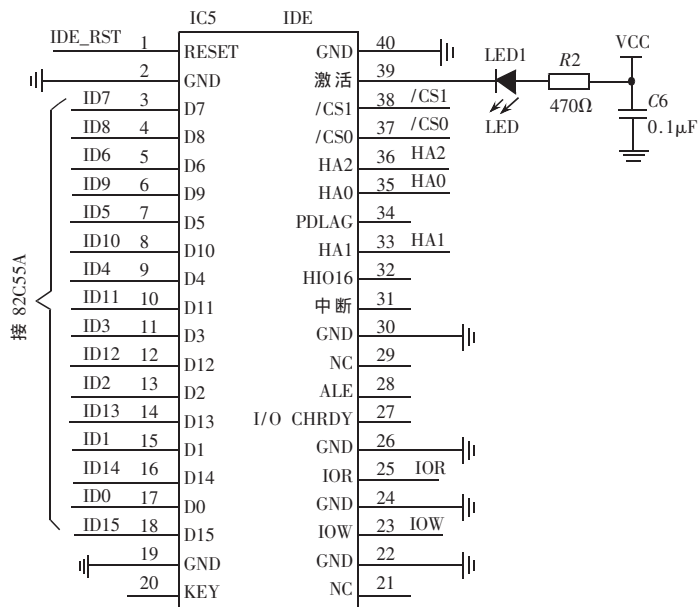


图 4 CF 卡的 IDE 接口电路

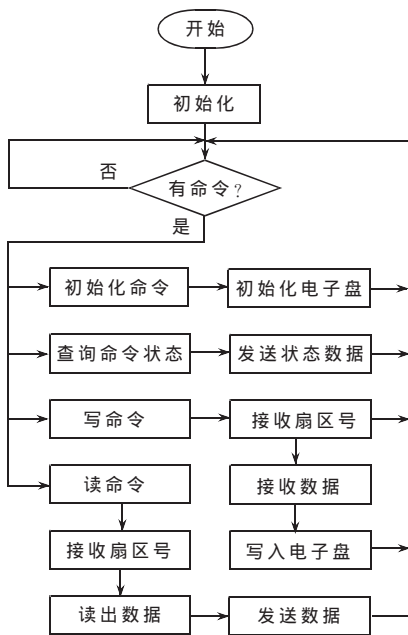


图 5 程序流程图

止系统进入另一个死循环。然后系统就会驱动 IDE 接口,把数据写入指定的扇区中。

对于读扇区命令,同样它也会在规定的时间内等待

扇区号的输入,然后从指定的扇区中读出数据,并从串口将这些数据送出。

### 3 存储模块的应用

在精准农业的谷物产量在线测量过程中,需要实时采集收割机作业点的 GPS 位置信息、收割机行走速度、谷物的瞬时产量和湿度等信息,经过数据处理得到田间每一位置的作物产量信息,并及时存储起来。通过农业专家决策系统分析现场采集的田间产量信息,掌握土地的生产潜力差异,从而为下一年农业耕作提供指导,以实现“按需投入,提高资源利用率”。

为了实现现场大量数据的存储,将上述存储模块用于该在线智能测产系统,并通过串口实现存储模块与测产主控制模块之间的数据通信。测产主控制模块由嵌入式微控制器、GPS 接收器、割台传感器、速度传感器、产量传感器、湿度传感器等组成,安装在收割机上。在小麦、水稻等的收割过程中,主控制模块将现场采集的传感信号经过处理之后传送给存储模块保存。收割结束后,将存储模块上的产量信息读入到 PC 机。PC 机与存储模块的数据通信程序采用 VB6.0 编写,它通过串口读取数据,并将其存储于 Access 数据库中。

自 2002 年 5 月以来,多次将该在线测产系统用于小麦和水稻收割过程的在线测产实验,该系统一直运行稳定,实现了数据的可靠存储和读取。实验中采集了大量现场数据,为进一步进行精准农业的研究奠定了坚实基础。

本文讨论了基于单片机的智能仪器海量数据存储方法,并设计了一种通用模块。为了验证其性能,还将该模块应用于精准农业的智能测产系统中。实践表明,此模块不仅成本低,而且运行可靠,为嵌入式测控系统的数据和工作参数的存储提供了很好的解决方案。

### 参考文献

- 1 陈嘉庆.多国单片计算机实用技术.北京:电子工业出版社,2002
- 2 张培仁.基于 C 语言编程 MCS-51 单片机原理与应用.北京:清华大学出版社,2003
- 3 王义方.微型计算机原理及应用.北京:机械工业出版社,2002
- 4 金炯泰.KEIL 8051 C 编译器.北京:北京航空航天大学出版社,2003

(收稿日期:2004-09-20)

(上接第 32 页)

运动控制的快速性和高精度,能够很好地满足母盘刻录机运动控制的需要。

### 参考文献

- 1 Gutt H. J., Scholl F. D, Blattner J.High Precision Servo Drives with DSP-based Torque Ripple reduction[J].IEEE Transactions, 1996(2): 632~637
- 2 徐端颐.高密度光盘数据存储[M].北京:清华大学出版社,

2003(7): 415~425

- 3 李 晟.高密度母盘刻录机控制系统的设计与实验:[硕士学位论文].北京:清华大学,2003.6
- 4 TMS320C3X User's Guide .Texas Instruments,2001
- 5 苏绍景.基于 DSP 的宽动态范围莫尔条纹计数与精密细分技术[J].光学精密工程,2001;9(2): 146~150

(收稿日期:2004-09-20)