

# 单片机控制大容量安全数字卡的应用设计

李文华<sup>1</sup>, 龚宸<sup>2</sup>

(1. 湖北仙桃职业学院机械电子工程学院, 湖北 仙桃 433000;

2. 华中师范大学计算机与科学系, 湖北 武汉 430000)

**摘要:**为了解决大容量安全数字卡在嵌入式系统中不能访问的问题,通过分析大容量安全数字卡与标准容量安全数字卡的差异,提出了用串行外设接口访问控制大容量安全数字卡的方法,用飞思卡尔 MC9S12XS128 单片机作为嵌入式微处理器,用字瞻 4 千字节的大容量安全数字卡作为控制对象,设计了大容量安全数字卡的控制电路和访问程序.先用单片机向大容量安全数字卡的指定扇区中写入数据,然后用单片机读取安全数字卡中所写入的数据,最后对所读出的数据与所写入的数据进行比较.实验表明,单片机所读出的数据与写入大容量安全数字卡的数据一致,采用串行外设接口访问控制大容量安全数字卡可以实现嵌入式系统的存储器升级.

**关键词:**嵌入式系统;安全数字卡;存储器升级

**中图分类号:**TP37

**文献标识码:**A

**doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2012.07.015

## 0 引言

大容量安全数字卡广泛应用在含有视频功能的嵌入式系统<sup>[1]</sup>、笔记本电脑中,对大容量安全数字卡的访问控制成为研究的热点.在含有视频拍摄功能的嵌入式系统中,常用 SD 卡 (Secure Digital Card——安全数字卡)保存系统拍摄的视频,以便用计算机进一步处理嵌入式系统中所拍摄到的数据.随着拍摄时间的增加和拍摄功能的增强,选用最高容量不超过 2 GB 的 SDSC 卡 (Standard Capacity Secure Digital Card——标准容量安全数字卡)很难满足系统对存储卡的容量要求,客观上需要嵌入式系统选用容量为 4GB ~ 32GB 的 SDHC 卡 (High Capacity Secure Digital Card——大容量安全数字卡).SDHC 卡是近来按 Ver2.0 规范生产的 SD 卡,与按 Ver1.1 规范生产的 SDSC 卡存在较大的差异,为了解决嵌入式系统中大容量 SD 卡的访问控制问题,本文从应用的角度出发,以 MC9S12XS12 单片机控制 Apacer (字瞻)4GB 的 SD 卡为例,详细地讨论 SDHC 卡的控制设计.

## 1 SDHC 卡与 SDSC 卡在使用上的主要差异

SDHC 卡的内部结构与 SDSC 卡不同,除了容

量上的差异外,在使用控制上还存在着以下几方面的差别:

(1)SDHC 卡只支持块访问,不支持字节访问,块的大小固定为一个扇区 512 字节;SDSC 卡既支持块访问,又支持字节访问,块的大小由用户指定.

(2)SDHC 卡所使用的文件系统是 FAT32,不能在 FAT12/16 文件系统中使用;SDSC 卡使用的文件系统是 FAT12/16,在 FAT32 文件系统中也可以访问 SDSC 卡.

(3)SD 卡除了拥有 SDSC 卡的全部命令集外,还增加了许多命令.其中,SPI 模式中新增加了 CMD8 命令,用来识别 SD 卡的接口类型.CMD8 命令的格式与其他 SPI 命令的格式相同,命令代码为 0x48.

(4)块访问命令参数的含义不同.在 SDSC 卡中,6 个块访问命令 CMD17、CMD18、CMD24、CMD25、CMD32、CMD33 的参数含义是 SD 卡的字节地址.在 SDHC 卡中块访问命令虽然也是这 6 个命令,但其参数的含义为 SD 卡的块地址(扇区地址).

(5)初始化过程不同.

## 2 硬件电路设计

SDHC 卡是在 SDSC 卡的基础上发展起来的,

它们的引脚数都是 9 脚,引脚分布相同,都具有 SD 和 SPI 两种工作模式,用单片机控制 SDHC 卡可以采用 SPI 模式<sup>[2]</sup>控制。

MC9S12XS128 单片机是带有 SPI 口的 CMOS 单片机<sup>[3]</sup>,其工作电压为 3.135 ~ 5.5 V,SD 卡的工作电压为 2.7 ~ 3.6 V,它们都采用 3.3 V 电源供电时,可用 MC9S12XS128 的 SPI 口直接控制 SD 卡. MC9S12XS128 控制宇瞻 4 GB 的 SDHC 卡的硬件电路<sup>[4]</sup>如图 1 所示。

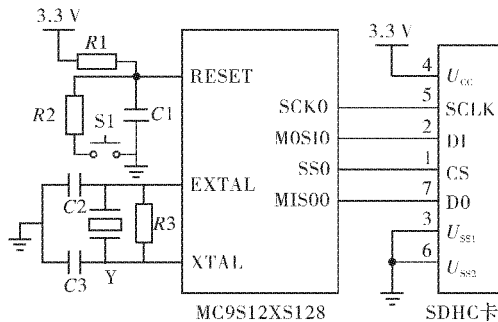


图 1 单片机控制 SD 卡的硬件电路

Fig. 1 Circuit of controlling SD card based on MCU

图 1 中,  $R1$  为  $4.7\text{ k}\Omega$  的电阻,  $R2$  为  $100\ \Omega$  的电阻,  $R3$  为  $1\text{ M}\Omega$  的电阻,  $C1$  为  $0.01\ \mu\text{F}$  的电容,  $S1$  为复位按钮,  $C2$ 、 $C3$  为  $22\text{PF}$  的电容,  $Y$  为  $16\text{ MHz}$  的晶振.  $R1$ 、 $R2$ 、 $C1$ 、 $S1$  构成了单片机的复位电路,  $C2$ 、 $C3$ 、 $Y$ 、 $R3$  为单片机的振荡电路。

### 3 软件程序设计

#### 3.1 SPI 初始化程序

SDHC 卡工作在 SPI 模式时,一次数据传输期内 CS 引脚必须保护为低电平,数据传输结束后需将 CS 置为高电平. 一个字节的数据传输方向是,高字节在先,低字节在后. SDHC 卡输出数发生在时钟的下降沿之后,SDHC 卡接收数据时时钟的上升沿锁存数据. 在 SDHC 卡的初始化过程中, SPI 的时钟频率为  $100 \sim 400\text{ kHz}$ ,初始化结束后, SPI 的时钟频率为  $0 \sim 6\text{ MHz}$ . 为了实现单片机与 SDHC 卡通信,单片机的 SPI 口应按 SDHC 卡的时序要求工作<sup>[5]</sup>. 用 MC9S12XS128 单片机控制宇瞻 4 GB 的 SDHC 卡时,单片机的 SPI 口初始化程序如下:

```
void SPI_Init(void)
{
    MODRR = 0;
    MODRR_MODRR4 = 1; //使用 PM 口
    DDRM1 = 0x38; //SCK0 = 1, MOSI = 1,
    SS0 = 1
    DDRM &= (~0x04); //MISO = 0 输入
    SPIOCR1 = 0x5E; //CPOL = 1, CPHA = 1

```

SPIOCR2 = 0x00;

SPI0BR = 0x07; //SPI 速率:312.5 kHz}

#### 3.2 SD 卡的初始化程序

上电后,SD 卡处于 SD 模式,采用 SPI 模式访问 SD 卡时必须先将 SD 卡的工作模式转换成 SPI 模式,然后用 SPI 模式命令访问 SD 卡中的存储器. 初始化 SD 卡的主要任务是,判断卡槽中的 SD 卡是何种 SD 卡,并将 SD 卡的工作模式设置成 SPI 模式,如果是 SDSC 卡还需要设置访问块的大小。

初始化 SD 卡的方法是,上电后先用 CMD0 命令复位 SD 卡,使 SD 卡能接收后续的 SPI 模式命令,然后用 CMD8 命令<sup>[6]</sup>判断 SD 卡的接口类型和工作条件。

在读得 CMD8 命令的响应有效后再用 ACMD41 命令启动 SD 卡的 SPI 模式初始化,并检查初始化是否结束,此处发送 ACMD41 命令时,应将参数的 HCS 位设置成 1。

在 SD 卡完成了 SPI 模式初始化后,再用 CMD58 命令读 OCR 寄存器的内容,并根据 OCR 的 CCS 位判断 SD 卡是 SDHC 卡还是 Ver2.0 版本的 SDSC 卡. SDSC 卡、SDHC 卡通用的初始化流程图如图 2 所示。

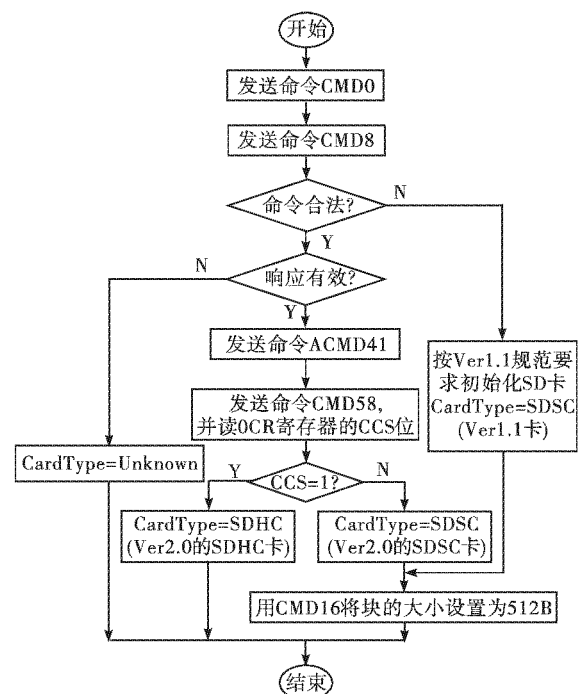


图 2 SD 卡初始化流程

Fig. 2 Flow chart of the SD card initialized

#### 3.3 读写扇区程序

在 SPI 模式下,SDHC 卡的读扇区的命令是 CMD17,写扇区命令是 CMD24,这 2 个命令也是 SDSC 卡在 SPI 模式下的读写扇区命令. 读扇区程

序必须按照 CMD17 命令的时序图编写,写扇区程序必须按照 CMD24 的时序图编写.考虑到 SDHC 卡和 SDSC 卡的读写扇区命令相同,仅仅只是参数的含义不同,可以将读写扇区程序编写成 SDHC 卡和 SDSC 卡通用的程序.通用的读扇区流程图如图 3 所示,通用的写扇区的流程图如图 4 所示.

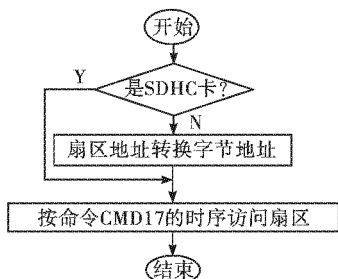


图3 读扇区流程图

Fig.3 Flow chart of reading sector

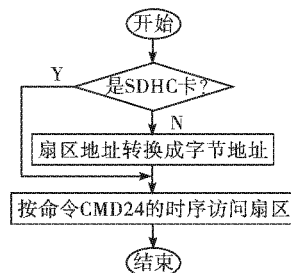


图4 写扇区流程图

Fig.4 Flow chart of writing sector

## 4 测试结果

测试主要包括 2 个方面,一是测试向 SDHC 卡写数的功能,二是测试从 SDHC 卡中读数的功能.应用本设计中的电路和程序向宇瞻 SDHC 卡的第 50 000 扇区写入 512 个 0x17 数据,写数后的结果如图 5 所示.

将 SDHC 卡的 50 000 扇区中的数据读至数据组 buff[512]中的结果如图 6 所示.

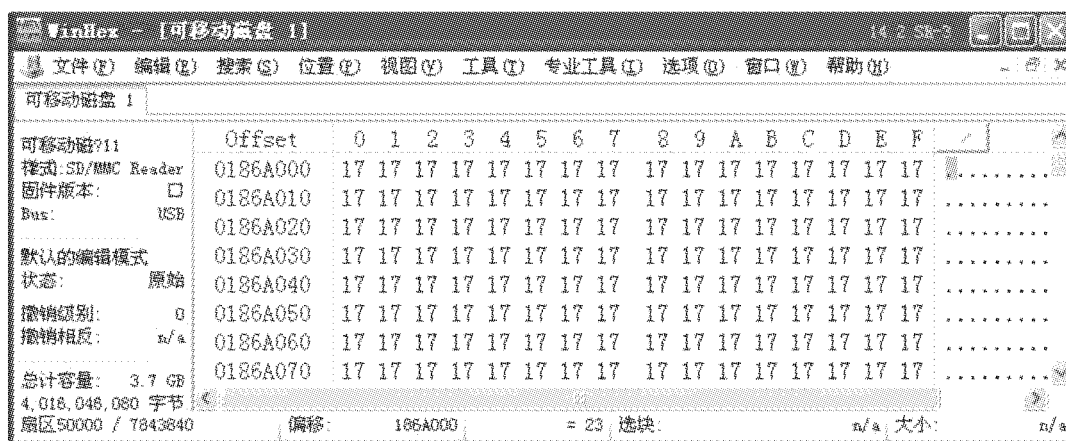


图5 向 SDHC 卡写数的结果

Fig.5 Result of writing data to SDHC card

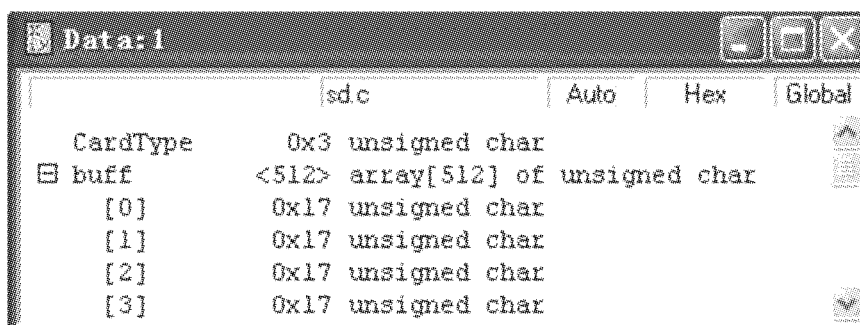


图6 从 SDHC 卡读数的结果

Fig.6 Result of reading data from SDHC card

## 5 结 语

本设计通过采用 MC9S12XS128 单片机控制字瞻 4 GB 的 SDHC 卡,提出了嵌入式系统中使用大容量 SD 卡的设计思路和方法,并成功地实现了单片机对 SDHC 的访问控制,本设计中的电路和程序已在第五届“飞思卡尔”杯智能汽车的调试过程得到了很好的应用. 实践表明,本设计解决了大容量 SD 卡的访问控制问题,可应用于含有视频拍摄功能的嵌入系统中和基于 SD 卡的嵌入式系统的存储器升级.

### 参考文献:

[1] 罗肖,刘军,杨辉. 嵌入式安全存储系统的研究[J].

武汉工程大学学报,2012,34(2):67-70.

- [2] 盛李立,王忠,王春丽,等. 基于 SPI 接口的无线网卡设备驱动设计[J]. 武汉工程大学学报, 2011, 33(6):89-97.
- [3] 孙同景. Freescale 9S12 十六位单片机原理及嵌入式开发技术[M]. 北京:机械工业出版社,2008.
- [4] 王效华,牛思先. 基于单片机 PWM 控制技术的实现[J]. 武汉理工大学学报,2010,32(1):94-98.
- [5] 李文华. 单片机应用技术(C语言版)[M]. 北京:人民邮电出版社,2011.
- [6] SD 卡委员会. SD specifications part1 (physical layer simplified specification version 3.01) [R]. Technical Committee SD Card Association,2010(5):113-116.

## Application design of high capacity secure digital card based on controlling of single – chip microcomputer

*LI Wen-hua<sup>1</sup>, GONG Chen<sup>2</sup>*

(1. School of Mechatronics Engineering ,Xiantao Vocational College ,Xiantao 433000, China;

2. School of Computer and science ,Huazhong Normal University ,Wuhan 430000, China)

**Abstract:** In order to solve the problem that the high capacity digital card cannot be accessed in the embedded system, we put forward the method of controlling the high capacity secure digital card by the serial peripheral interface access after analyzing the difference between the high capacity secure digital card and standard capacity secure digital card. With Freescale single chip MC9S12XS128 chosen as an embedded microprocessor and the high capacity secure digital card of an Apacera 4Giga byte as the controlled object, the control circuit and the access program of the high capacity secure digital card were designed. First, the single chip wrote the data to the designated sector of the high capacity secure digital card, and then read the written data in the card, finally the written data were compared with the read data. The experimental result shows that the read data agree with the written data and the instrument can be applied in the embedded systems upgrade.

本文编辑:陈小平