

# 基于 STC12C5A60S2 单片机的 LED 显示屏硬件设计

刘 晋, 王政林, 薛凯方

(辽宁师范大学 计算机与信息技术学院, 辽宁 大连 116081)

**摘要:** 设计使用宏晶科技的 8 位单片机 STC12C5A60S2 作为中央控制器, 结合 NAND 闪存芯片 K9F4008 存储汉字库的 8×128 点阵 LED 数字屏, 该点阵 LED 数字屏具有存储信息后离线显示的功能。可应用到多种显示环境, 尤其像汽车等移动工具上的脱机显示环境。

**关键词:** LED 显示; 单片机; NAND Flash 存储器; 点阵字库

中图分类号: TP399

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)22-0024-04

## Hardware design of based on the single chip STC12C5A60S2 LED display

Liu Jin, Wang Zhenglin, Xue Kaifang

(College of Computer and Information Technology, Liaoning Normal University, Dalian 116081, China)

**Abstract:** This system is used to design a macro as the eight single-chip microcomputer chip technology STC12C5A60S2 as the central controller, combined with NAND flash memory chips K9F4008 storage which consists of 8×128 lattice LED digital screen. The lattice LED digital screen has store information and the function of the show after, and Can be used to kinds of display environment, especially as cars to mobile tools weaning shows that conditions.

**Key words:** LED display; microcontroller; NAND flash memory; dot matrix font

自上世纪 90 年代以来, 随着 LED 显示技术设计制造水平的不断提高, LED 数字屏逐渐在生产和生活中大量使用, LED 数字屏以其特有的显示介质, 在大面积, 全天候, 高亮度和超高亮度显示屏领域凸现优势。LED 显示技术发展的十几年中, 新器件和新技术不断采用, 制造成本逐渐降低, 生产分工不断细化, 但大量应用的同时也暴露出 LED 显示技术的若干缺陷, 总体上技术尚未成熟, 标准尚未完全建立, 有许多方面值得进行更深入的研究与改进。

随着大规模集成电路的迅猛发展, 微处理器的运算、控制能力大大增加, 单片计算机已在很多工业及民用系统中承担智能化的任务, 与迅猛发展的运算速度相比, 其端口扩展能力则逊色得多 (数目有限且扩展困难), 因此研发过程中不得不在节省端口上投入大量精力, 目前国内为解决端口扩展问题可采用软件处理的方式, 这样加重了软件编写的难度, 或采用扩展端口的专用芯片。这两种方法将引起软件成本的提高或硬件电路复杂度的提高, 不利于一些小型系统的研发, STC12C5A60S2 单片机具有多种串行传输模式, 在一定程度上解决了这个矛盾。

LED 数字屏应用非常广泛, 不仅能显示文字, 还能  
《微型机与应用》2011 年 第 30 卷 第 22 期

显示各种图形、图表, 甚至各种动画效果, 是广告宣传、新闻传播的有力工具。

本文采用 STC12C5A60S2 单片机、接口 NAND 闪存和上位 PC 机, 实现了对 16×128 点阵 LED 数字屏的控制。

### 1 芯片选型

#### 1.1 屏体

由于屏体是商业成品, 因此系统芯片的选型首选为能与屏体配合的芯片。屏体自备电源, 能直接将蓄电池的能量转变为 5 V 的直流电源, 并且这个电源也通过屏体的接口电缆输出到系统板上。因此系统可直接引用该电源, 不必自备电源电路。

#### 1.2 单片机

综合考虑屏体和系统需求, 选用国内宏晶科技生产的单时钟/机器周期(1T)的单片机 STC12C5A60S2。

STC12C5A60S2 是新一代高速 8051 单片机, 其指令代码完全兼容传统 8051, 但速度快 8~12 倍。内部集成 MAX810 专用复位电路, 其工作电压范围是 3.5 V~5.5 V, 满足要求的电压。由于是单周期的 8051 (传统 8051 是 12 周期), 可选择较易于获得准确波特率的 11.059 2 MHz 晶振, 而不必担心工作速度降低。

STC12C5A60S2 有 60 KB 的用户应用程序空间, 256 B

欢迎网上投稿 [www.pcachina.com](http://www.pcachina.com)

27



### 3 总体设计

#### 3.1 屏体接口模块

屏体接口包括屏体接口头文件、屏幕缓冲区的定义、屏体接口初始化、刷新定时器中断服务程序和 SPI 中断服务程序几个部分。

屏体接口的头文件 screen.h 应该使屏幕缓冲区对其他应用可见,并提供屏体初始化函数<sup>[4]</sup>。具体定义如下:

```
#ifndef _SCREEN_H_
#define _SCREEN_H_
#include "inc/board.h"
extern u8 xdata SCR_BUF[16][16];
void screen_init(void);
#endif
```

这样就把屏幕缓冲区的结构暴露给应用,但应用不必关心具体的屏幕刷新操作。

具体屏体接口的实现集中在一个文件 screen.c 中定义。具体如下:

首先是屏幕缓冲区定义:

```
u8 xdata SCR_BUF[16][16]_at_0x0000;//~0x00ff 256Bytes
```

其次是当前显示行和输出列变量定义,属于静态变量,应用程序不可见。

```
static u8 data row,col;
```

然后是屏幕初始化,包括刷新定时器 0 的初始化、SPI 的初始化、锁存 bLatch 信号的初始化、屏幕缓冲区的初始清零以及定时器和 SPI 中断的优先权和使能位的初始化<sup>[3]</sup>。代码略。

SPI 和定时器 0 的中断服务程序是屏体接口的关键。

定时器 0 的中断服务程序首先进行扫描行增量取模运算,并将扫描行输出。然后依据扫描行取出屏幕缓冲区对应的第一个字节发送到 SPI 端口。同时列增量。

```
void display_one_screen(void)interrupt 1 using 3{
row = (++row)&0x0f;
PO = (PO & 0xf0)|((~row)& 0xf);
col = 0;SPDAT = ~SCR_BUF[row][col++];
}
```

这样编写的屏体驱动,应用只要在初始化屏体后,向屏幕缓冲区中写入要显示的数据即可,而不必关心屏幕显示的细节。

#### 3.2 UART 接口

UART 接口负责与上位机的数据收发,尽管发送可以同步进行,但接收必须异步进行。因而 UART 接口的核心仍然应该是一个中断服务程序。

UART 接口的头文件 uart.h 隐藏了接收缓冲区的信息,用户可调用的函数只有初始化、发送和接收<sup>[1]</sup>。

```
#ifndef _UART_H_
#define _UART_H_
void uart_init(void);
void uart_put_c(u8 ch);
```

```
u8 uart_get_c(u8 *);
```

```
#endif
```

UART 的接口实现首先定义一个接收缓冲 FIFO,以及对 FIFO 的读下标 uart\_rd 和写下标 uart\_wr,他们都是文件内可见的静态变量:

```
static u8 xdata uart_buf[64];
static u8 uart_rd,uart_wr;
bit fSend
```

UART 的初始化包括进行 FIFO 的初始化和 UART 格式、波特率、中断的初始化。代码略。

UART 的 ISR 主要是服务于接收,无条件地将数据装入 FIFO,并调整写入指针。

```
static void uart_isr(void)interrupt 4 using 1{
if(RI){RI = 0;
uart_buf[uart_wr++] = SBUF;
uart_wr &= 0x0f;
}
}
```

提供给用户的发送程序首先检测发送结束标记,如果为 0,表示上次发送尚未结束,直接返回错误信息 1。否则将要发送的信息发送并清零发送结束标记。这样设计的发送程序,其目的是将发送等待不限制在接口底层,而是给上层一个决定是否等待发送结束的机会。

```
u8 uart_put_c(u8 ch){
if(! TI)return 1;
TI = 0;SBUF = ch; return 0;
}
```

同样,接收程序也给上层一个选择等待的机会。接收函数首先判断接收 FIFO 是否为空,如果为空或输入指针参数错误,则直接返回错误,否则才从 FIFO 中读取数据并将数据存储到指针指向的地址,然后返回成功。

```
u8 uart_get_c(u8 *ch){
u8 i;
if(! ch)return 1;
if((i = (uart_rd+1)&0x0f) == uart_wr)return 1;
uart_rd = i; *ch = uart_buf[i];return 0;
}
```

#### 3.3 闪存接口

闪存的存取有特殊的时序,闪存的内部结构也和具体应用要求有很大的不同。因此闪存的接口需要仔细设计。

K9F4008 闪存芯片的存储结构组织如图 2<sup>[5]</sup>所示。

K9F4008 闪存的存储以块为单位,每个芯片共有 128 块。每块有 32 行,每行有 4 个帧,每帧含有 32 B。全部芯片为 512 KB。

闪存接口提供的闪存初始化函数中就包括对这样情况的处理。初始化函数要从闪存的第一个块中读出一个块映射表,该表下标是逻辑扇区,表内每项存储的是

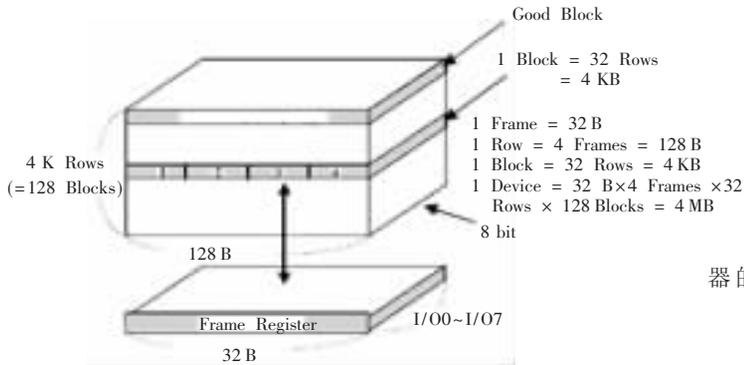


图2 K9F4008 的存储组织

该逻辑扇区对应的物理块编号。初始化函数在必要时对闪存进行读写校验,然后将坏块从表中删除。再寻找新的良好块,将其编号填入到对应逻辑扇区的表项中。这样对应用来说,只见到连续的扇区编号,而不知道扇区究竟对应到那个块<sup>[2]</sup>。

闪存的接口头文件 flash.h 如下:

```
#ifndef _K9F4008_H_
#define _K9F4008_H_
void read_log_page(u8 sector,u8 page,u8 xdata *buf);
u8 prog_log_page(u8 sector,u8 page,u8 xdata *buf);
void erase_log_blk(u8 sector);
bit flash_init(void);
#endif
```

实现闪存的接口,首先就是依据说明书的时序定义闪存的基本操作。这里是以宏定义实现基本操作的。

```
#define W_CMD(cmd_)\
    bCLE=1; bWE=0; P2=(cmd_); bWE=1; bCLE=0
#define W_ADDR(addr1_,addr2_,addr3_)\
    bALE=1; bWE=0; P2=(addr1_); bWE=1; \
    bWE=0; P2=(addr2_); bWE=1; \
    bWE=0; P2=(addr3_); bWE=1; \
    bALE=0
#define W_DAT(dat_) bWE=0; P2=(dat_); bWE=1
#define wait_RB while(! bRB)
#define l2p(x_) fat_tbl[(x_)]
```

### 3.4 EEPROM

内部集成的 EEPROM 是与程序空间分开的,利用 ISP/IAP 技术可将内部 DATAFLASH 当 EEPROM,擦写次数 10 万次以上。EEPROM 可分为若干个扇区,每个扇区包含 512 B。使用时,建议同一次修改的数据放在同一个扇区,不是同一次修改的数据放在不同的扇区,不一定要用满。数据存储器的擦除操作是按扇区进行的。

```
sfr IAP_DATA = 0xC2; //Flash data register
sfr IAP_ADDRH = 0xC3; //Flash address HIGH
sfr IAP_ADDRL = 0xC4; //Flash address LOW
sfr IAP_CMD = 0xC5; //Flash command register
sfr IAP_TRIG = 0xC6; //Flash command trigger
sfr IAP_CONTR = 0xC7; //Flash control register
```

根据使用说明对 EEPROM 的寄存器进行定义。

#### 参考文献

- [1] 石东海. 单片机数据通信技术从入门到精通[M]. 西安电子科技大学出版社,2002.
- [2] 王标,周新志. 嵌入式系统中 NAND Flash 写平衡的研究[J]. 微计算机信息,2008,24(5-2):8-9,26.
- [3] 黎友盛,周菁菁. 大屏幕 LED 显示屏的高速控制方案[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2007(09):48-50.
- [4] 石长华,周杰. 基于 Proteus 的单片机汉字点阵显示设计与仿真[J]. 景德镇高专学报,2007,22(04):1-3.
- [5] K9F4008W0A-TCB0[EB/OL]. <http://www.samsung.com>.
- [6] 康志亮,廖国刚. LED 点阵显示系统设计[J]. 云南民族大学学报,2006,15(04):297-301.

(收稿日期:2011-09-16)

#### 作者简介:

刘晋,男,1964 年生,教授,主要研究方向:数字印刷技术与嵌入式系统设计。

王政林,男,1987 年生,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式系统设计与 USB 数据通讯。

薛凯方,女,1986 年生,硕士研究生,主要研究方向:计算机教学设计。