

OLED 显示实验

1. 实验目的

- 了解 OLED 屏的基本原理及接口特性。
- 掌握 STC15 驱动 OLED 显示模块的程序设计。

2. 实验内容

- 编写程序使用模拟 SPI 控制 OLED 显示模块显示不同信息的内容。
- 编写程序使用硬件 SPI 控制 OLED 显示模块显示不同信息的内容。

3. 硬件设计

3.1. OLED 简介

OLED 是 Organic Light-Emitting Diode 的缩写，翻译成的中文名常见的是有机发光二极管，又称为有机电激光显示、有机发光半导体。最早的 OLED 技术研发开始于 1950 年代的法国南茜大学，法国物化学家安德烈·贝纳诺斯被誉为“OLED 之父”，而最早的实用性 OLED 则于 1987 被柯达公司的香港人邓青云和美国人史蒂夫·范·斯莱克两人发现。

OLED 结构如下图所示：

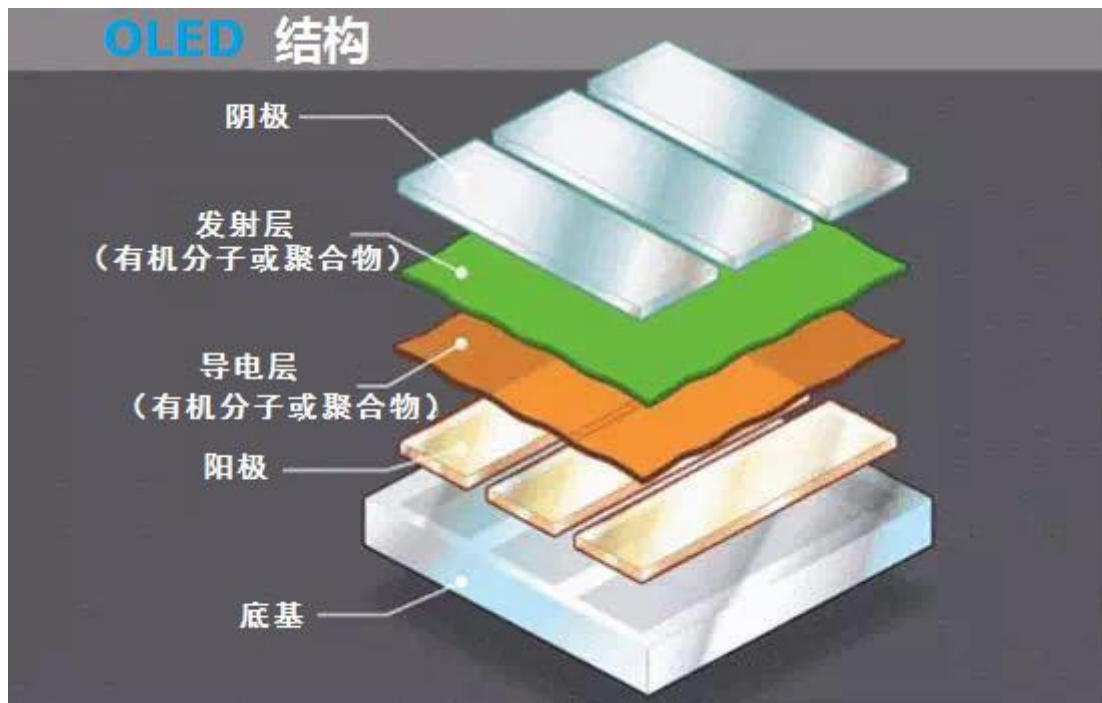


图 1：OLED 结构示意图

OLED 可分为 PMOLED（Passive Matrix OLED 的缩写）和 AMOLED（AcTive Matrix OLED 的缩写）。

PMOLED 翻译成中文是被动驱动式 OLED，其单纯地以阴极、阳极构成矩阵状，以扫描方式点亮阵列中的像素，每个像素都是操作在短脉冲模式下，为瞬间高亮度发光。优点是结构简单，可以有效降低制造成本，缺点是驱动电压高，使 PMOLED 不适合应用在大尺寸与高分辨率面板上。

AMOLED 翻译成中文是主动驱动式 OLED，其采用独立的薄膜电晶体去控制每个像素，每个像素皆可以连续且独立的驱动发光，可以使用低温多晶硅或者氧化物 TFT 驱动，优点是驱动电压低，发光元件寿命长。缺点是低成本及制作工艺更为复杂。

✧ 注：OLED 技术起源于欧美，但实现大规模产业化的国家/地区主要集中在东亚，如日本、韩国、中国等地区。

3.2.OLED 显示屏介绍

OLED 显示屏是利用有机发光二极管制成的显示屏。由于同时具备自发光有机电激发光二极管，不需背光源、对比度高、厚度薄、视角广、反应速度快、可用于挠曲性面板、使用温度范围广、构造及制程较简单等优异特性，被认为是下一代的平面显示器新兴应用技术。

有机发光显示技术由非常薄的有机材料涂层和玻璃基板构成。当有电荷通过时这些有机材料就会发光。OLED 发光的颜色取决于有机发光层的材料，故厂商可由改变发光层的材料而得到所需之颜色。有源阵列有机发光显示屏具有内置的电子电路系统，因此每个像素都由一个对应的电路独立驱动。

由于 OLED 显示屏的优点，在商业领域 OLED 显示屏可以适用于 POS 机和 ATM 机、复印机、游戏机等；在通讯领域则可适用于手机、移动网络终端等领域；在计算机领域则可大量应用在 PDA、商用 PC 和家用 PC、笔记本电脑上；消费类电子产品领域则可适用于音响设备、数码相机、便携式 DVD；在工业应用领域则适用于仪器仪表等；在交通领域则用在 GPS、飞机仪表上等。另外，OLED 显示屏在可穿戴设备上的应用也越来越广泛。

3.3.OLED 显示模块（0.96 吋和 1.3 吋）

通常项目或产品中会用到 OLED 裸屏或 OLED 显示模块，以实现 OLED 显示所需字符、文字或图形。OLED 屏的尺寸有多种规格（有特殊需求甚至可以定制尺寸），这里介绍较为常见的两种 OLED 屏，一种是 0.96 吋 OLED 屏，一种是 1.3 吋 OLED 屏。通常介绍这两种 OLED 屏时，会有显示颜色的选择，这个需要用户自己确定，常见的选择有白色、蓝色或者显示颜色可以是蓝黄双色。

下面给出 OLED 裸屏和 OLED 显示模块的实物图。用户在设计产品时可根据实际需求选择，OLED 裸屏会节省体积，设计也会更加灵活，但需要用户焊接排线，并搭建部分外围器件。OLED 显示模块则只需预留接口即可，方便接插调试，但所占体积相对比较大。

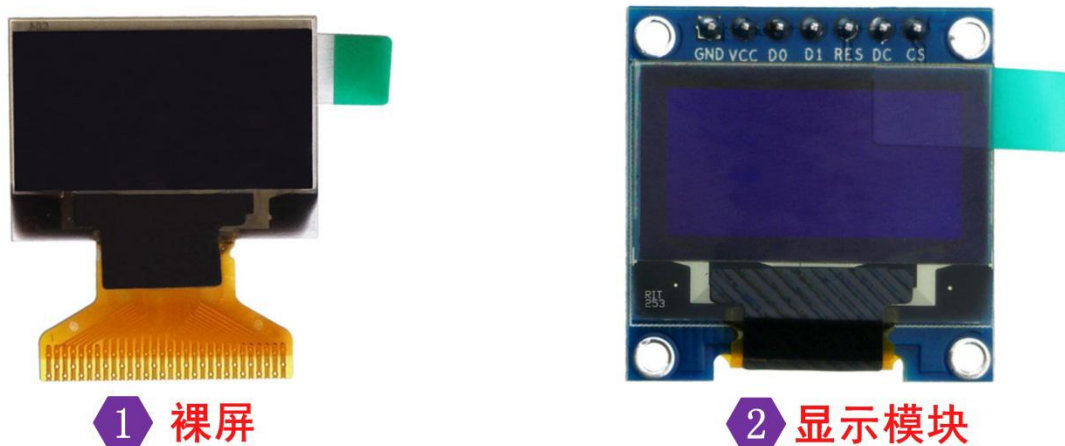


图 2：OLED 裸屏和 OLED 显示模块实物图

✧ 注：艾克姆科技使用的 0.96 吋 OLED 显示模块和 1.3 吋 OLED 显示模块接口完全一样，都是 7 芯的。

3.3.1. OLED 显示模块的规格参数

下面介绍下 0.96 吋 OLED 显示模块的规格参数，1.3 吋 OLED 显示模块的规格参数在此不做介绍。

表 1：0.96 吋 OLED 显示模块规格参数

参数	规格
工作电压	3.3V~5V
外形尺寸	27.8(L)mm × 27.3(W)mm
显示尺寸	21.744mm × 10.864mm
通信接口	3 线 SPI、4 线 SPI、IIC 接口
分辨率	128 × 64
显示颜色	蓝、白、黄蓝
控制芯片	SSD1306
工作温度	-40~70 度
重量	5g
引脚数	7 个

✧ 注：OLED 屏无字库，需要用取模软件取字，也可以显示图形。OLED 显示的颜色需选择，一般使用白色较多，用户可根据需求选择。

3.3.2. OLED 显示模块的管脚定义

下面介绍下 0.96 吋 OLED 显示模块的管脚定义，1.3 吋 OLED 显示模块的管脚定义和 0.96 吋 OLED 显示模块的管脚定义完全一致。

表 2：0.96 吋 OLED 显示模块管脚定义

序号	管脚名	功能描述
1	GND	模块供电地
2	VCC	模块供电正
3	CLK(D0)	在 SPI 和 IIC 通信中为时钟管脚
4	DIN(D1)	在 SPI 和 IIC 通信中为数据管脚
5	RES	复位管脚（低电平有效）
6	DC	命令和数据控制管脚（低电平发送命令，高电平发送数据）
7	CS	OLED 片选管脚

✧ 注：OLED 屏也有 8 个管脚的，用户在使用不同接口的 OLED 屏时请注意。

3.4. OLED 显示模块和开发板连接

OLED 显示模块可以使用各种类型的 MCU 驱动，如 STM32 系列单片机、STC15 系列单片机、LPC 系列单片机以及各种蓝牙 BLE 芯片等。OLED 显示模块和艾克姆科技进取者 STC15 开发板 MCU 之间的连接如下图所示。

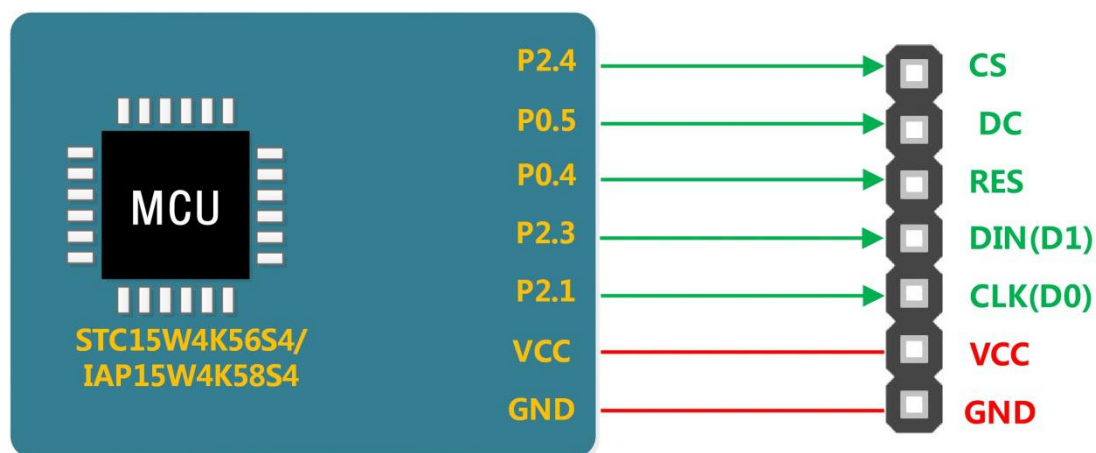


图 3：进取者 STC15 开发板与 OLED 屏连接示意图

✧ 1 个 OLED 屏接口占用的单片机的引脚如下表：

表 3: OLED 屏接口引脚分配

OLED	引脚	说明
CLK(D0)	P2.1	非独立 GPIO
DIN(D1)	P2.3	非独立 GPIO
RES	P0.4	非独立 GPIO
DC	P0.5	非独立 GPIO
CS	P2.4	非独立 GPIO

✧ 注：独立 GPIO 表示开发板没有其他的电路使用这个 GPIO，非独立 GPIO 说明开发板有其他电路用到了该 GPIO。

4. 软件设计

4.1. 取模软件的使用

取模软件在屏的显示应用中有非常重要的作用，只有对取模软件进行正确的配置才会通过单片机控制屏显示正确的文字或图形，而不至于出现乱码。取模软件有很多，在此不做列举。下面仅简单介绍下 PCtoLCD2002 取模软件的使用。

4.1.1. 生成汉字字模

下图是举例生成楷体，汉字“克”的步骤，仅供用户参考：

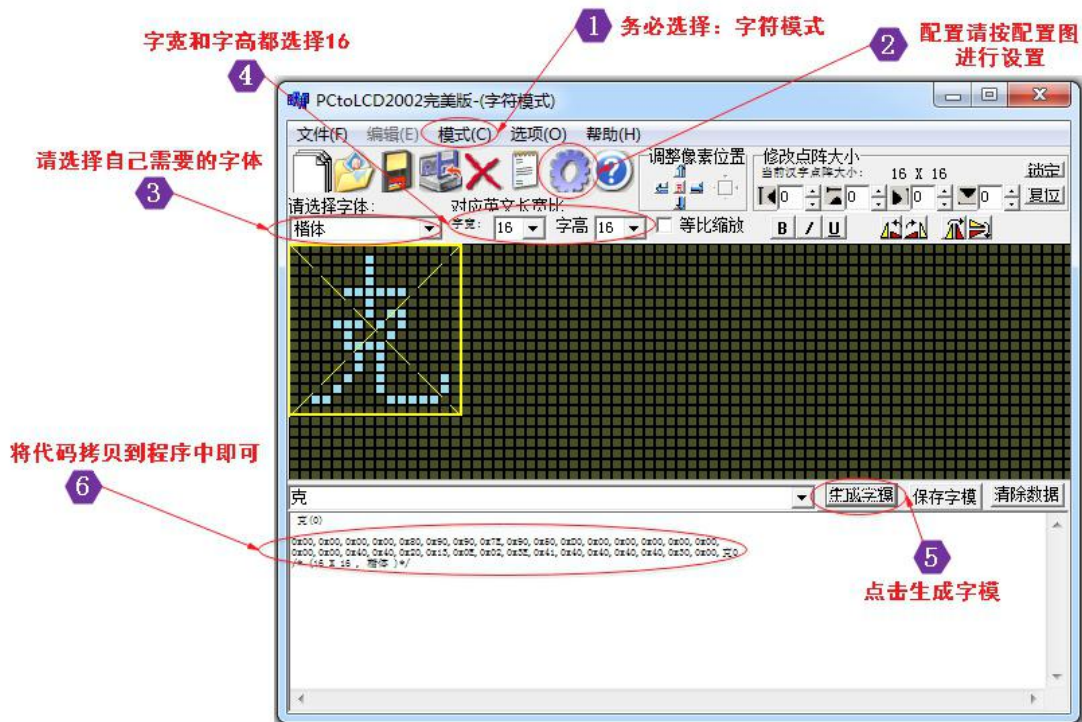


图 4: 取模软件生成汉字步骤示意

在上图中的第2步配置中，请按照下图进行配置。

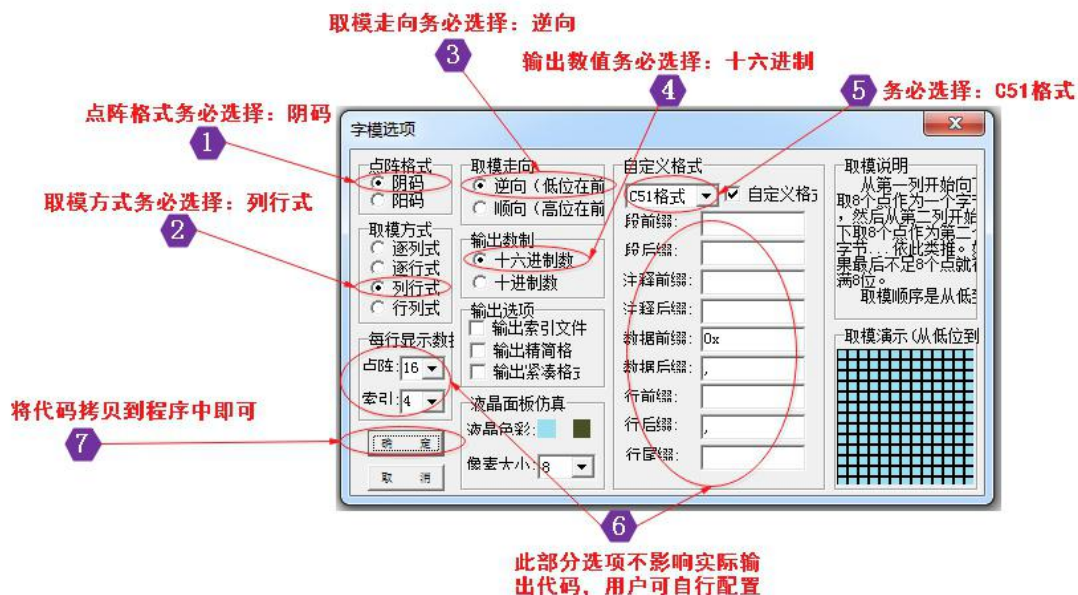


图 5：取模软件生成汉字设置步骤配置图

4.1.2. 生成图形字模

下图是举例生成一个 128*64 图形的步骤，仅供用户参考：

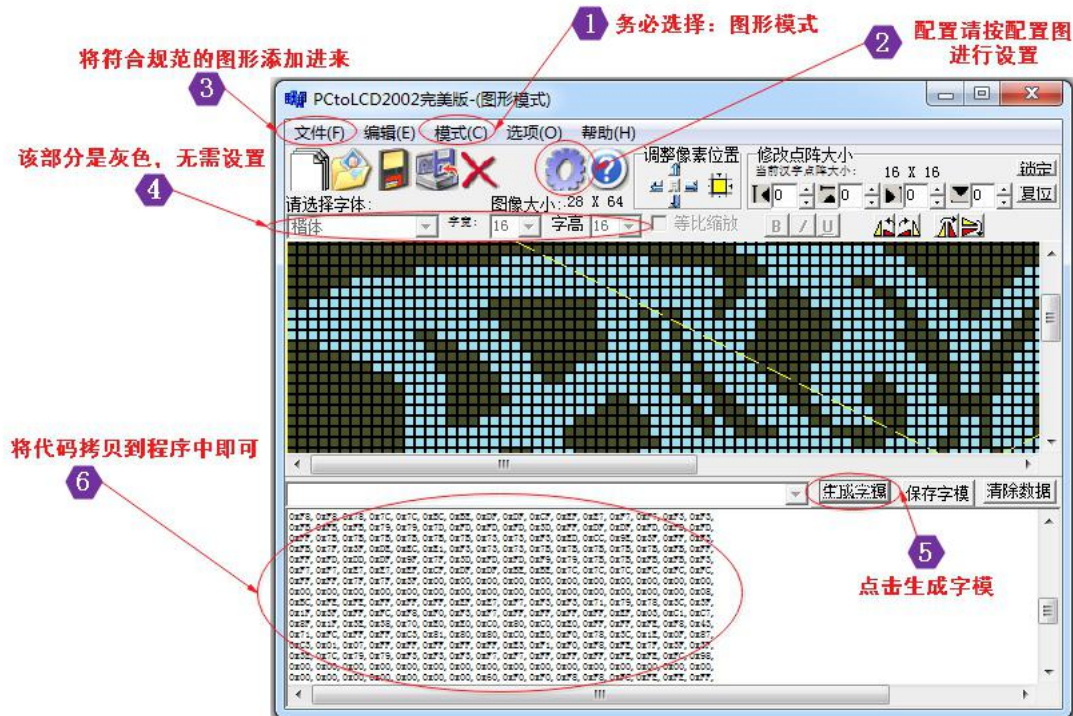


图 6：取模软件生成图形步骤示意

◇ 注：该生成图形的第2步配置与生成汉字的配置图配置规则一样，在此不赘述。

4.2. OLED 显示实验（模拟 SPI）

✧ 注：本节的实验源码是在“实验 2-14-1：外接 FRAM 读写实验（模拟 SPI）”的基础上修改。本节对应的实验源码是：“实验 3-1-1：OLED 屏显示（模拟 SPI）”。本实验是 4 线 SPI 控制 OLED 屏，请知悉。

4.2.1. 控制 OLED 屏所需函数汇集

在“实验 3-1-1：OLED 屏显示（模拟 SPI）”工程中有 oled.c 文件，该文件包括了模拟 SPI 方式控制 OLED 屏所用到的函数。这些函数仅是艾克姆科技为 OLED 屏控制设计的函数，仅供用户参考。下表列举了模拟 SPI 方式控制 OLED 屏所使用的函数。

表 4：模拟 SPI 控制 OLED 屏相关函数汇集

序号	函数名	功能描述
1	OLED_WrByte	模拟 SPI 向 OLED 写入 1 字节数据。
2	OLED_Set_Pos	设置坐标。
3	OLED_Fill	清屏函数。
4	OLED_ShowChar	指定位置显示一个字符。
5	LCD_P8x16Str	显示 8*16 一组标准 ASCII 字符串。
6	LCD_P16x16Ch	显示 16*16 汉字。
7	OLED_DrawBMP	显示 128*64 图形。
8	OLED_Init	屏初始化。

4.2.2. 编写代码

首先介绍下模拟 SPI 接口向 OLED 发送一个字节的数，需要注意的是，该函数入参有两个，其中一个入参是模式选择，即确定发送的是数据还是命令。还有一个入参就是向 SPI 接口发送的实际的一个字节的数。

代码清单：模拟 SPI 向 OLED 写入 1 字节数据

```
1.  /*****
2.   * 描 述：向 OLED 写入 1 字节数据
3.   * 入 参：dat:数据；mode：=0：写入命令，=1：写入数据
4.   * 返回值：无
5.   *****/
6. void OLED_WrByte(uint8 dat,uint8 mode)
```

7 / 16

```
7. {
8.     uint8 i=8, temp=0;
9.
10.    if(mode == OLED_WR_CMD)LCD_DC = 0;
11.    else LCD_DC = 1;
12.
13.    for(i=0; i<8; i++) //发送一个八位数据
14.    {
15.        LCD_SCL = 0;
16.
17.        temp = dat&0x80;
18.        if (temp == 0)
19.        {
20.            LCD_SDA = 0;
21.        }
22.        else
23.        {
24.            LCD_SDA = 1;
25.        }
26.        dat <<= 1;
27.        LCD_SCL = 1;
28.    }
29. }
```

然后，使用 OLED 显示的内容可能是字符、字符串、汉字或图形，下面分别介绍下这些功能函数，代码如下。

程序清单：指定位置显示一个字符

```
1.  /*****
2.   * 描 述：指定位置显示一个字符
3.   * 入 参：x:列 0~127; y:页地址 0~7;
4.   * 返回值：无
5.   *****/
6. void OLED_ShowChar(uint8 x,uint8 y,uint8 chr)
7. {
8.     uint8 c=0,i=0;
9.
10.    c = chr-' ';//得到偏移后的值
11.    if(x > Max_Column-1)
12.    {
13.        x = 0;
14.        y = y+2;
15.    }
```



```
14. }
15.
16. OLED_Set_Pos(x,y);
17. for(i=0; i<8; i++)OLED_WrByte(F8X16[c*16+i],OLED_WR_DAT);
18. OLED_Set_Pos(x,y+1);
19. for(i=0;i<8;i++)OLED_WrByte(F8X16[c*16+i+8],OLED_WR_DAT);
20. }
```

程序清单：显示字符串

```
1. /*****
2.  * 描 述：显示 8*16 一组标准 ASCII 字符串
3.  * 入 参：x:列 0~127; y:页地址 0~7;
4.  * 返回值：无
5.  *****/
6. void LCD_P8x16Str(uint8 x, uint8 y,uint8 ch[])
7. {
8.     uint8 c=0,i=0,j=0;
9.     while (ch[j] != '\0')
10.    {
11.        c = ch[j]-32;
12.        if(x>120){x=0;y++;}
13.        OLED_Set_Pos(x,y);
14.        for(i=0; i<8; i++)OLED_WrByte(F8X16[c*16+i],OLED_WR_DAT);
15.        OLED_Set_Pos(x,y+1);
16.        for(i=0;i<8;i++) OLED_WrByte(F8X16[c*16+i+8],OLED_WR_DAT);
17.        x += 8;
18.        j++;
19.    }
20. }
```

程序清单：指定位置显示单个汉字

```
1. /*****
2.  * 描 述：显示汉字
3.  * 入 参：x:列 0~127; y:页地址 0~7;
4.  * 返回值：无
5.  *****/
6. void LCD_P16x16Ch(uint8 x, uint8 y, uint8 N)
```

```
7. {
8.     uint8 wm=0;
9.     unsigned int adder=32*N;
10.    OLED_Set_Pos(x , y);
11.    for(wm = 0;wm < 16;wm++)
12.    {
13.        OLED_WrByte(codeF16x16[adder],OLED_WR_DAT);
14.        adder += 1;
15.    }
16.    OLED_Set_Pos(x,y + 1);
17.    for(wm = 0;wm < 16;wm++)
18.    {
19.        OLED_WrByte(codeF16x16[adder],OLED_WR_DAT);
20.        adder += 1;
21.    }
22. }
```

✧ 注：显示的汉字需使用字模软件按照一定的规则设置生成。

程序清单：显示图片

```
1.  /*****
2.  * 描 述：显示 BMP 图片 128×64
3.  * 入 参：起始点坐标(x,y),x 的范围 0~127, y 为页的范围 0~7
4.  * 返回值：无
5.  *****/
6. void OLED_DrawBMP(uint8 x0, uint8 y0,uint8 x1, uint8 y1,const uint8 BMP[])
7. {
8.     uint16 j=0;
9.     uint8 x,y;
10.
11.    if((y1 % 8) == 0) y = y1/8;
12.    else y = y1/8+1;
13.    for(y=y0;y<y1;y++)
14.    {
15.        OLED_Set_Pos(x0,y);
16.        for(x=x0; x<x1; x++)
17.        {
18.            OLED_WrByte(BMP[j++],OLED_WR_DAT);
19.        }
20.    }
21. }
```

✧ 注：显示的图片需使用字模软件按照一定的规则设置生成。

最后，在主函数中对 OLED 屏进行初始化后，控制 OLED 屏循环显示不同的内容。

代码清单：主函数

```
1. int main(void)
2. {
3.     uint8 i=0;
4.
5.     ///////////////////////////////////
6.     //注意：STC15W4K32S4 系列的芯片,上电后所有与 PWM 相关的 IO 口均为
7.     //      高阻态,需将这些口设置为准双向口或强推挽模式方可正常使用
8.     //相关 IO: P0.6/P0.7/P1.6/P1.7/P2.1/P2.2
9.     //      P2.3/P2.7/P3.7/P4.2/P4.4/P4.5
10.    ///////////////////////////////////
11.    P0M1  &= 0xCF;  P0M0  &= 0xCF;      //设置 P0.4,P0.5 为准双向口
12.    P2M1  &= 0xE5;  P2M0  &= 0xE5;      //设置 P2.1,P2.3, P2.4 为准双向口
13.
14.    RES=0;                                //对 OLED 屏复位引脚的控制，低电平有效
15.    delay_ms(500);                        //此延时不可少，是用于复位延时用
16.    RES=1;                                //对 OLED 屏复位引脚的控制
17.
18.    OLED_Init();                          //对 OLED 屏初始化
19.    OLED_Fill(0x00);                      //清屏
20.    while(1)
21.    {
22.        //显示 ACSII 使用单个字符显示函数
23.        OLED_Fill(0x00);                  //清屏
24.        for(i=0; i<16 ;i++)
25.        {
26.            OLED_ShowChar(i*8,0, ' '+i);
27.            OLED_ShowChar(i*8,2, ' '+i+16);
28.            OLED_ShowChar(i*8,4, ' '+i+32);
29.            OLED_ShowChar(i*8,6, ' '+i+48);
30.        }
31.        delay_ms(500);
32.
33.        //显示数字和字母 使用字符串显示函数
34.        OLED_Fill(0x00);                  //清屏
35.        LCD_P8x16Str(0,0,"0123456789");
36.        LCD_P8x16Str(0,2,"abcdefghijklmnop");
37.        LCD_P8x16Str(0,4,"ABCDEFGHIJKLMNop");
38.        LCD_P8x16Str(0,6,"0123456789");
39.        delay_ms(500);
```

```
40.
41. //显示汉字
42. OLED_Fill(0x00); //清屏
43. for(i=0; i<7; i++)
44. {
45.     LCD_P16x16Ch(i*16+8,2,i);
46. }
47. for(i=0; i<4; i++)
48. {
49.     LCD_P16x16Ch(i*16+32,4,i+7);
50.     LCD_P16x16Ch(i*16+32,6,i+7+4);
51. }
52. delay_ms(500);
53.
54. //显示图形 1
55. OLED_Fill(0x00); //清屏
56. OLED_DrawBMP(0,0,128,8,BMP1);
57. delay_ms(500);
58.
59. //显示图形 2
60. OLED_Fill(0x00); //清屏
61. OLED_DrawBMP(0,0,128,8,BMP2);
62. delay_ms(500);
63. }
64. }
```

4.2.3. 实验步骤

1. 解压“…\第3部分：配套例程源码\2-传感器实验程序\”目录下的压缩文件“实验3-1-1: OLED屏显示（模拟SPI）”，将解压后得到的文件夹拷贝到合适的目录，如“D\STC15”。
2. 启动 Keil C51。
3. 在 Keil C51 中执行“Project→Open Project”打开“…\OLED\projec”目录下的工程“OLED.uvproj”。
4. 点击编译按钮编译工程。注意查看编译输出栏，观察编译的结果，如果有错误，修改程序，直到编译成功为止。编译后生成的 HEX 文件“OLED.hex”位于工程目录下的“Output”文件夹中。
5. 打开 STC-ISP 软件下载程序。下载使用内部 IRC 时钟，IRC 频率选择为 11.0592MHZ。
6. 程序运行后，可以观察到 OLED 屏循环显示不同内容的信息。

4.3. OLED 显示实验（硬件 SPI）

✧ 注：本节的实验源码是在“实验 3-1-1：OLED 屏显示（模拟 SPI）”的基础上修改。本节对应的实验源码是：“实验 3-1-2：OLED 屏显示（硬件 SPI）”。本实验是 4 线 SPI 控制 OLED 屏，请知悉。

4.3.1. 控制 OLED 屏所需函数汇集

在“实验 3-1-2：OLED 屏显示（硬件 SPI）”工程中有 oled.c 文件，该文件包括了硬件 SPI 方式控制 OLED 屏所用到的函数。这些函数仅是艾克姆科技为 OLED 屏控制设计的函数，仅供用户参考。下表列举了硬件 SPI 方式控制 OLED 屏所使用的函数。

表 5：硬件 SPI 控制 OLED 屏相关函数汇集

序号	函数名	功能描述
1	OLED_WrByte	硬件 SPI 向 OLED 读写 1 字节数据。
2	Init_SPI	硬件 SPI 初始化。
3	OLED_Set_Pos	设置坐标。
4	OLED_Fill	清屏函数。
5	OLED_ShowChar	指定位置显示一个字符。
6	LCD_P8x16Str	显示 8*16 一组标准 ASCII 字符串。
7	LCD_P16x16Ch	显示 16*16 汉字。
8	OLED_DrawBMP	显示 128*64 图形。
9	OLED_Init	屏初始化。

✧ 注：硬件 SPI 控制 OLED 屏的函数与模拟 SPI 控制 OLED 屏的函数只有关于 SPI 初始化函数不同，而以 SPI 总线控制 OLED 屏的函数部分都是一样的。

4.3.2. 编写代码

首先对 OLED 屏用到的 SPI 接口进行硬件初始化配置，并使用硬件 SPI 编写读写函数。

程序清单：硬件 SPI 初始化

```
1.  /*****
2.  * 描 述：硬件 SPI 初始化
3.  * 入 参：无
4.  * 返回值：无
5.  *****/
```



```
6. void Init_SPI()
7. {
8.     AUXR1|=0X04;           //将 SPI 调整到 P2.1 P2.2 P2.3 P2.4
9.     AUXR1&=0XF7;
10.    SPDAT = 0;             //初始化将 SPI 数据寄存器清空
11.    SPSTAT = SPIF | WCOL;   //清除 SPI 状态位
12.    SPCTL = SPEN | MSTR | SSIG; //主机模式
13. }
```

程序清单：硬件 SPI 读写函数

```
1.  /*****
2.  * 描 述：硬件 SPI 写入一个字节，并返回一个值
3.  * 入 参：uint8 date
4.  * 返回值：无
5.  *****/
6. uint8 OLED_WrByte(uint8 dat,uint8 mode)
7. {
8.
9.     if(mode == OLED_WR_CMD)LCD_DC = 0;
10.    else LCD_DC = 1;
11.
12.    SPDAT = dat;           //触发 SPI 发送数据
13.    while (!(SPSTAT & SPIF)); //等待发送完成
14.    SPSTAT = SPIF | WCOL;   //清除 SPI 状态位
15.    return SPDAT;          //返回 SPI 数据
16. }
```

然后，在主函数中对 OLED 屏进行初始化后，控制 OLED 屏循环显示不同的内容。

代码清单：主函数

```
1. int main(void)
2. {
3.     uint8 i=0;
4.
5.     ///////////////////////////////////
6.     //注意：STC15W4K32S4 系列的芯片,上电后所有与 PWM 相关的 IO 口均为
7.     //      高阻态,需将这些口设置为准双向口或强推挽模式方可正常使用
8.     //相关 IO: P0.6/P0.7/P1.6/P1.7/P2.1/P2.2
9.     //      P2.3/P2.7/P3.7/P4.2/P4.4/P4.5
```

```
10. ////////////////////////////////////////////
11.  P0M1  &= 0xCF;  P0M0  &= 0xCF;           //设置 P0.4,P0.5 为准双向口
12.  P2M1  &= 0xE5;  P2M0  &= 0xE5;           //设置 P2.1,P2.3, P2.4 为准双向口
13.
14.  RES=0;                                     //对 OLED 屏复位引脚的控制, 低电平有效
15.  delay_ms(500);                             //此延时不可少, 是用于复位延时用
16.  RES=1;                                     //对 OLED 屏复位引脚的控制
17.
18.  OLED_Init();                               //对 OLED 屏初始化
19.  OLED_Fill(0x00);                           //清屏
20.  while(1)
21.  {
22.      //显示 ACSII 使用单个字符显示函数
23.      OLED_Fill(0x00);                       //清屏
24.      for(i=0; i<16 ;i++)
25.      {
26.          OLED_ShowChar(i*8,0, ' '+i);
27.          OLED_ShowChar(i*8,2, ' '+i+16);
28.          OLED_ShowChar(i*8,4, ' '+i+32);
29.          OLED_ShowChar(i*8,6, ' '+i+48);
30.      }
31.      delay_ms(500);
32.
33.      //显示数字和字母 使用字符串显示函数
34.      OLED_Fill(0x00);                       //清屏
35.      LCD_P8x16Str(0,0,"0123456789");
36.      LCD_P8x16Str(0,2,"abcdefghijklmnop");
37.      LCD_P8x16Str(0,4,"ABCDEFGHIJKLMNop");
38.      LCD_P8x16Str(0,6,"0123456789");
39.      delay_ms(500);
40.
41.      //显示汉字
42.      OLED_Fill(0x00);                       //清屏
43.      for(i=0; i<7; i++)
44.      {
45.          LCD_P16x16Ch(i*16+8,2,i);
46.      }
47.      for(i=0; i<4; i++)
48.      {
49.          LCD_P16x16Ch(i*16+32,4,i+7);
50.          LCD_P16x16Ch(i*16+32,6,i+7+4);
51.      }
52.      delay_ms(500);
53.
```

```
54.      //显示图形 1
55.      OLED_Fill(0x00);                      //清屏
56.      OLED_DrawBMP(0,0,128,8,BMP1);
57.      delay_ms(500);
58.
59.      //显示图形 2
60.      OLED_Fill(0x00);                      //清屏
61.      OLED_DrawBMP(0,0,128,8,BMP2);
62.      delay_ms(500);
63.  }
64. }
```

4.3.3. 实验步骤

1. 解压“…\第3部分：配套例程源码\2-传感器实验程序\”目录下的压缩文件“实验3-1-2: OLED 屏显示（硬件 SPI）”，将解压后得到的文件夹拷贝到合适的目录，如“D\STC15”。
2. 启动 Keil C51。
3. 在 Keil C51 中执行“Project→Open Project”打开“…\OLED\projec”目录下的工程“OLED.uvproj”。
4. 点击编译按钮编译工程。注意查看编译输出栏，观察编译的结果，如果有错误，修改程序，直到编译成功为止。编译后生成的 HEX 文件“OLED.hex”位于工程目录下的“Output”文件夹中。
5. 打开 STC-ISP 软件下载程序。下载使用内部 IRC 时钟，IRC 频率选择为 11.0592MHZ。
6. 程序运行后，可以观察到 OLED 屏循环显示不同内容的信息。