

4 位 8 段 LCD 应用

一、软硬件环境

1、硬件:

①选用芯片: MC51F003A4。5 个 LCD 驱动端口, 可输出 $1/2V_{DD}$ 电压。

②LCD 屏 (无驱动 IC, 需要通过 MCU 生成驱动信号): 工作电压 3.3V、 $1/4duty$ (COM 数为 4), $1/3bias$ (阈值为 1.1V)。

LCD 引脚说明图详见图 3, 其硬件连接图如图 1 所示。

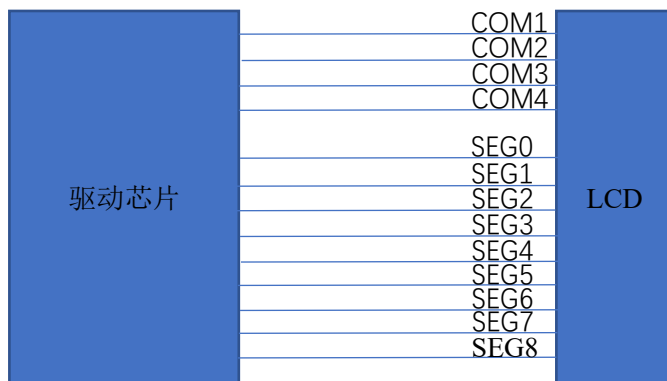


图 1 硬件连接图

2、软件: Keil uVision5。

二、段码 LCD 结构

本文 LCD 为 4 位 8 段屏, 可以显示 4 位数字, 每位包括 ABCDEFGP 8 个段 (SEG) 和一个 COM 端。其引脚说明图如图 3 所示。PIN1-4 为 COM 选择端, PIN5-PIN12 为 SEG 选择端。

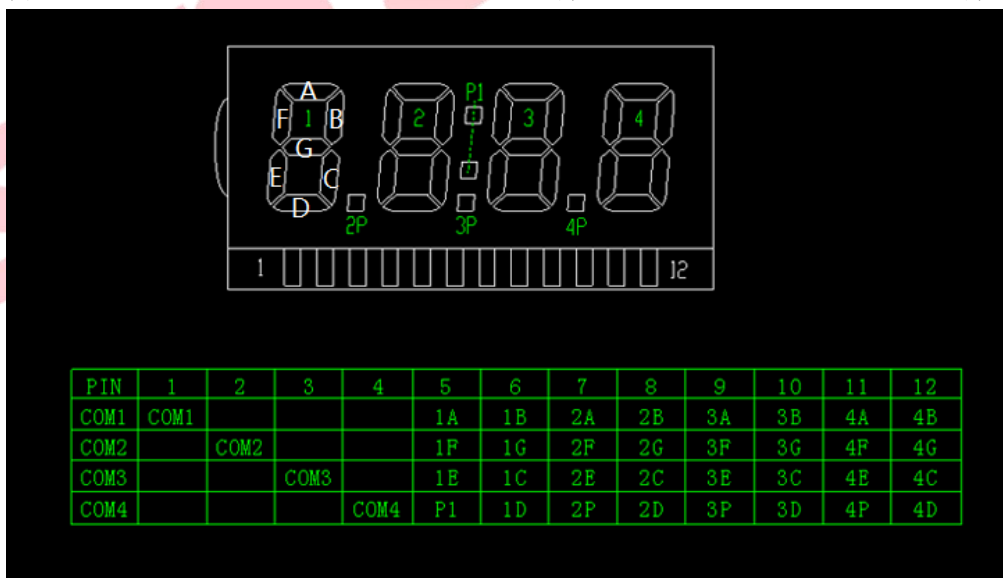


图 3 LCD 引脚说明图

三、LCD 驱动原理

LCD 跟 LED 数码管驱动方式有相似之处，每位显示包括 ABCDEFGP 8 个段 (SEG) 和一个 COM 端，通过点亮每一个段来显示数字。

不同之处：

LED 直接使用直流驱动每段，定时扫描；

LCD 需要使用“交流”方式驱动，定时扫描；

驱动帧频率（四个 COM 端扫描一次的时间）：通常在 25Hz~250Hz，一般设置为 60Hz。其 COM 端模拟驱动波形图 4 所示。

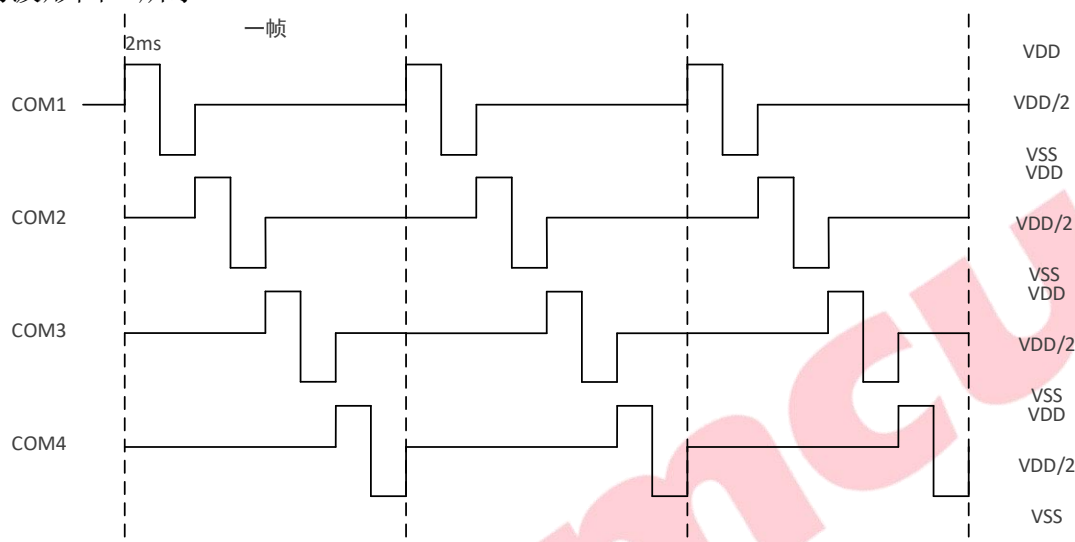


图 4 COM 端模拟驱动波形

1、显示一段：只要 COM、SEG 的电压差为 VDD 就可以点亮对应的 LCD SEG。比如：点亮 1A 段，只需 PIN1 与 PIN5 的电压差为 VDD。

2、显示一位：控制 A-G 段的亮灭。如图 4 所示，仅当 COM 为 2/VDD 时为非选状态。

当选择 COM1 时，可以控制 AB 两段的亮灭；

当选择 COM2 时，可以控制 FG 两段的亮灭；

当选择 COM3 时，可以控制 EC 两段的亮灭；

当选择 COM4 时，可以控制 PD 两段的亮灭。

以 COM 端为低电平时为例，1 位显示数字 0-9 时，各 SEG 的二进制值如下。SEG 引脚 1 表示亮，0 表示灭。

笔段	A	B	C	D	E	F	G	P
数字	A	B	C	D	E	F	G	P
0	1	1	1	1	1	1	0	0
1	0	1	1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	1	1	1	0	0
3	1	1	1	1	0	0	1	0
4	0	1	1	0	0	1	1	0
5	1	0	1	1	0	1	1	0
6	1	0	1	1	1	1	1	0
7	1	1	1	0	0	0	0	0
8	1	1	1	1	1	1	1	0
9	1	1	1	1	0	1	1	0
不显示	0	0	0	0	0	0	0	0

由于选择 COM 端时，可同时控制 2 个 SEG 端，为编写程序做准备，将 0-9 的各 SEG 二进制值按如下顺序调整。

笔段 数字	P	D	E	C	F	G	A	B
0	0	1	1	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	1	1	0	0	1	1	1
3	0	1	0	1	0	1	1	1
4	0	0	0	1	1	1	0	1
5	0	1	0	1	1	1	1	0
6	0	1	1	1	1	1	1	0
7	0	0	0	1	0	0	1	1
8	0	1	1	1	1	1	1	1
9	0	1	0	1	1	1	1	1
不显示	0	0	0	0	0	0	0	0

3、显示 4 位

因 LCD 硬件选择 COM 端时，可同时控制 4 位（每位中的 2 段），为了提高程序效率，同时驱动 4 位显示需要将 SEG 二进制表译码。以选择 COM1 时（4 个位的 A、B SEG），4 位分别显示 0 1 2 3 为例（其他段类似），如下图所示。

先将 0 的 AB 段的值赋值给 PIN5 与 PIN6，将 1 的 AB 段的值赋值给 PIN7 与 PIN8，将 2 的 AB 段的值赋值给 PIN9 与 PIN10，将 3 的 AB 段的数值赋值给 PIN11 与 PIN12。则 AB 段译码推算公式为：

$$\text{show_num} = \text{num1} \& 0x03 \ll 6 \mid \text{num2} \& 0x03 \ll 4 \mid \text{num3} \& 0x03 \ll 2 \mid \text{num4} \& 0x03$$

按LCD显示顺序排列								
笔段 数字	P	D	E	C	F	G	A	B
0	0	1	1	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	1	1	0	0	1	1	1
3	0	1	0	1	0	1	1	1
4	0	0	0	1	1	1	0	1
5	0	1	0	1	1	1	1	0
6	0	1	1	1	1	1	1	0
7	0	0	0	1	0	0	1	1
8	0	1	1	1	1	1	1	1
9	0	1	0	1	1	1	1	1
不显示	0	0	0	0	0	0	0	0

LCD显示的译码推算								
笔段 引脚	PIN5	PIN6	PIN7	PIN8	PIN9	PIN10	PIN11	PIN12
AB	1	1	0	1	1	1	1	1
FG	1	0	0	0	0	1	0	1
EC	1	1	0	1	1	0	0	1
PD	0	1	0	0	0	1	0	1
显示数字	0		1		2		3	

三、软件驱动

1、芯片 IO 口配置:

①COM 端 IO 端口模式配置为保留模式, SEG 端配置为推挽输出。

②使能 LCD 模块, 使能 COM 端口。

2、选择内部分压电阻阻值, 调节分压电阻可以使显示的数字更清晰。

3、COM 端模拟波形如图 4 所示, 当 COM 输出高电平时, 对应 SEG 为低电平点亮, 当 COM 端为低电平时, 对应 SEG 为高电平点亮。选择 COM 端时, 根据要显示的数据设置各个 SEG 的输出。

四、核心代码

1、COM 模拟波形输出

COMx_VDD、COMx_GND 分别表示输出高、低电平。

```
/******扫描******/
switch(sel)
{
    case 0:{ COM1_VDD();P1 = ~COM1_NUM; P0 = ( ~COM1_NUM&0x07)>>1; sel = 1;break; } //COM1
    case 1:{ COM1_GND();P1 = COM1_NUM; P0 = ( COM1_NUM&0x07)>>1; sel = 2;break; }
    case 2:{ COM2_VDD();P1 = ~COM2_NUM; P0 = ( ~COM2_NUM&0x07)>>1; sel = 3;break; } //COM2
    case 3:{ COM2_GND();P1 = COM2_NUM; P0 = ( COM2_NUM&0x07)>>1; sel = 4;break; }
    case 4:{ COM3_VDD();P1 = ~COM3_NUM; P0 = ( ~COM3_NUM&0x07)>>1; sel = 5;break; } //COM3
    case 5:{ COM3_GND();P1 = COM3_NUM; P0 = ( COM3_NUM&0x07)>>1; sel = 6;break; }
    case 6:{ COM4_VDD();P1 = ~COM4_NUM; P0 = ( ~COM4_NUM&0x07)>>1; sel = 7;break; } //COM4
    case 7:{ COM4_GND();P1 = COM4_NUM; P0 = ( COM4_NUM&0x07)>>1; sel = 0;break; }
    default :break;
}
```

2、译码计算

COM1_NUM, COM2_NUM, COM3_NUM, COM4_NUM 分别表示显示的四位数字的 SEG 值。

```
#define COM1_NUM ( (buf[num[0]]&0x03)<<6 | (buf[num[1]]&0x03)<<4 | (buf[num[2]]&0x03)<<2 | buf[num[3]]&0x03 )//译码
#define COM2_NUM ( (buf[num[0]]&0x0c)<<4 | (buf[num[1]]&0x0c)<<2 | buf[num[2]]&0x0c | (buf[num[3]]&0x0c)>>2 )
#define COM3_NUM ( (buf[num[0]]&0x30)<<2 | buf[num[1]]&0x30 | (buf[num[2]]&0x30)>>2 | (buf[num[3]]&0x30)>>4 )
#define COM4_NUM ( (buf[num[0]]&0xc0 | (buf[num[1]]&0xc0)>>2 | (buf[num[2]]&0xc0)>>4 | (buf[num[3]]&0xc0)>>6 )
```