

实用单片机讲座：

□周兴华

# 手把手教你学单片机(十五) ——LED 数码显示器接口技术

在单片机系统中，经常用 LED (发光二极管) 数码显示器来显示单片机系统的工作状态、运算结果等各种信息，LED 数码显示器是单片机与人对话的一种重要输出设备。

图 1 是 LED 数码显示器的构造。它实际上是由 8 个发光二极管构成，其中 7 个发光二极管排列成“8”字形的笔画段，另一个发光二极管为圆点形状，安装在显示器的右下角作为小圆点使用。通过发光二极管亮暗的不同组合，从而可显示出 0~9 的阿拉伯数字符号以及其它能由这些笔画段构成的各种字符。

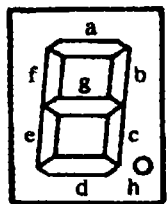
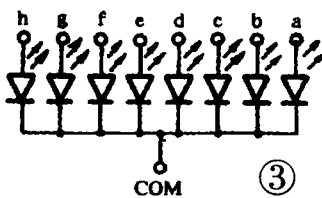
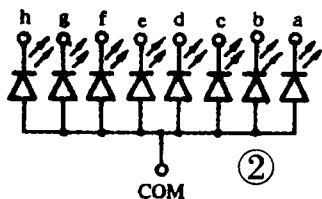


图 1 是 LED 数码显示器的构造。它实际上是由 8 个发光二极管构成，其中 7 个发光二极管排列成“8”字形的笔画段，另一个发光二极管为圆点形状，安装在显示器的右下角作为小圆点使用。通过发光二极管亮暗的不同组合，从而可显示出 0~9 的阿拉伯数字符号以及其它能由这些笔画段构成的各种字符。

LED 数码显示器的内部结构共有两种不同形式，一种是共阳极显示器，其内部电路见图 2，即 8 个发光二极管的正极全部连接在一起组成公共端，8 个发光二极管的负极则各自独立引出。另一种是共阴极显示器，其内部电路见图 3，即 8 个发光二极管的负极全部连接在一起组成公共端，8 个发光二极管的正极则各自独立引出。



LED 数码显示器中的发光二极管共有两种连接方法：

**共阳极接法。**把发光二极管的阳极连在一起，使用时公共阳极接 +5V，这时阴极接低电平的段发光二极管就导通点亮，而接高电平的则不点亮。

**共阴极接法。**把发光二极管的阴极连在一起，使用时公共阴极接地，这时阳极接高电平的段发光二极管就导通点亮，而接低电平的则不点亮。

驱动电路中的限流电阻 R，通常根据 LED 的工作电流计算而得到， $R = (V_{cc} - V_{led}) / I_{led}$ 。式中， $V_{cc}$  为电源电压 (+5V)， $V_{led}$  为 LED 压降 (一般取 2V 左右)， $I_{led}$  为工作电流 (可取 1~20mA)。R 通常取数百欧姆。

我们实验中使用的 89C51 单片机，其 P0~P3 口具有 20mA 的灌电流输出能力，因此可直接驱动共阳极的 LED 数码显示器。

为了显示数字或符号，要为 LED

数码显示器提供代码，因为这些代码是为显示字形的，因此称之为字形代码。

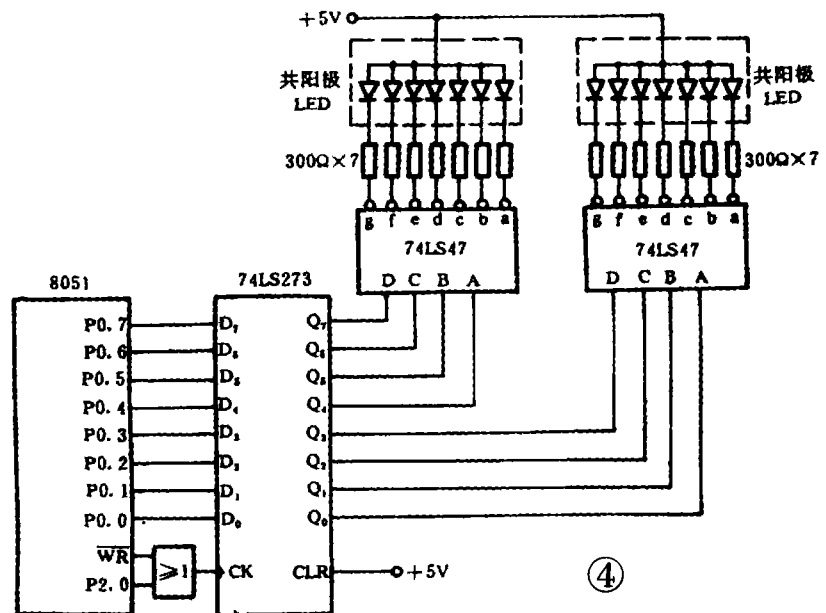
七段发光二极管，再加上一个小数点位，共计 8 位代码，由一个数据字节提供。各数据位的对应关系如下所示：

数据位	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
显示段	h	g	f	e	d	c	b	a

LED 数码显示器的字形 (段) 码表如下所示：

在单片机应用系统中，LED 数码显示器的显示方法有两种：静态显示法和动态扫描显示法。

所谓静态显示，就是每一个显示器各笔画段都要独占具有锁存功能的输出口线，CPU 把欲显示的波形代码送到输出口上，就可以使显示器显示出所需的数字或符号，常扫描显示器，所以节约了 CPU 的工作时间。但静态显示也有其缺点，主要是占用的 I/O 口线较多，硬件成本也较高。所以静态显示法常用于在显示器数目较少的应用系统中。图



显示字形	字形码(共阳极)	字形码(共阴极)
0	0FH	3FH
1	4FH	06H
2	A4H	5BH
3	B0H	4FH
4	9FH	66H
5	8FH	BDH
6	82H	7DH
7	F0H	07H
8	00H	7FH
9	90H	6FH
A	88H	77H
B	83H	7CH
C	04H	39H
D	A1H	5EH
E	86H	79H
F	8EH	71H
熄灭	FFH	00H

图4为静态显示示意图。

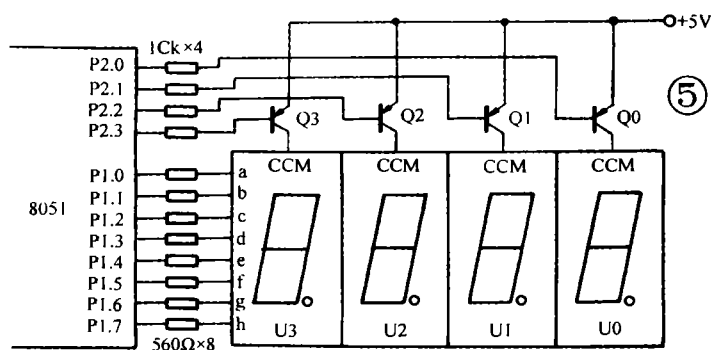
图4中由74LS273(8D锁存器)作扩展输出口,输出控制信号由P2.0和/WR合成,当二者同时为0时,或门输出为0,将P0口数据锁存到74LS273中,口地址为FEEEH。输出口线的低4位和高4位分别接BCD-7段显示译码驱动器74LS47,它们驱动两位数码管作静态的连续显示。

动态扫描显示是单片机应用系统中最常用的显示方式之一。它是把所有显示器的8个笔画段a~h的各同段名端互相并接在一起,并把它们接到字段输出口上。为了防止各个显示器同时显示相同的数字,各个显示器的公共端COM还要受到另一组信号控制,即把它们接到位输出口上。这样,对于一组LED数码显示器需要由两组信号来控制:一组是字段输出口输出的字形代码,用来控制显示的字形,称为段码;另一组是位输出口输出的控制信号,用来选择第几位显示器工作,称为位码。在这两组信号的控制下,可以一位一位地轮流点亮各个显示器显示各自的数码,以实现动态扫描显示。在轮流点亮一遍的过程中,每位显示器点亮的时间则是极为短暂的(1~5ms)。由于LED具有余辉特性以及人眼视觉的惰性,尽管各位显示器实际上是分时断续地显示,但只要适当选取扫描频率,给人眼的视觉印象就会是在连续稳定地显示,并不察觉有闪烁现象。动态扫描显示由于各个数码管

的字段线是并联使用的,因而大大简化了硬件线路。图5为动态显示示意图。

在实际的单片机系统中,LED显示程序都是作为一个子程序供监控程序调用,因此各位显示器都扫过一遍之后,就返回监控程序。返回监控程序后,进行一些其它操作,再调用显示扫描程序。通过这种反复调用来实现LED数码显示器的动态扫描。

动态扫描显示接口电路虽然硬件



简单,但在使用时必须反复调用显示器程序,若CPU要进行其它操作,那么显示器程序只能插入循环程序中,这往往束缚了CPU的工作,降低了CPU的工作效率。另外扫描显示电路中,显示器数目也不宜太多,一般在12个以内,否则会使人察觉出显示器在分时轮流显示。

下面在S2板做一个静态显示实验,通电后左边两个数码管静态显示56,右边两个数码管则作累加显示。

在我的文档中建立一个文件目录(S30),然后建立一个S30.uv2的工程项目,最后建立源程序文件(S30.asm)。

输入下面的程序:

```

序号:1   ORG 0000H
2       LJMP MAIN
3       ORG 030H
4   MAIN:MOV 20H,#00H
5       MOV A,20H
6       MOV P3,#92H
7       MOV P2,#82H
8   GOON:CLR C
9       ANL A,#0FH
10      MOV DPTR,#TAB
11      MOVC A,@A+DPTR
12      MOV P0,A
    
```

```

13      MOV A,20H
14      SWAP A
15      ANL A,#0FH
16      MOVC A,@A+DPTR
17      MOV P1,A
18      ACALL DEL
19      MOV A,20H
20      INC A
21      DA A
22      MOV 20H,A
    
```

```

23      AJMP GOON
24      DEL:MOV R7,#014H
25      DEL1:MOV R6,#0FFH
26      DEL2:MOV R5,#01FH
27      DEL3:DJNZ R5,DEL3
28          DJNZ R6,DEL2
29          DJNZ R7,DEL1
30      RET
31      ORG 0100H
32      TAB:DB 0C0H,0F9H,
           0A4H,0B0H,99H,
           92H,82H,0F8H
33          DB 80H,90H,88H,
           83H,0C6H,0A1H,
           86H,08EH
34      END
    
```

编译通过后,将S30文件夹中的hex文件烧录到89C51芯片中,将芯片插入到S2型数码管试验板上,通电运行。可看到左边两个数码管静态显示56,右边两个数码管则从00~99作累加显示。

我们对程序进行解释。

序号1(程序解释,以下同):程序开始。

序号2:跳转到MAIN主程序处。

序号3:主程序MAIN从地址0030H开

始。

序号 4: 将立即数 00H 传送给 20H 单元中。

序号 5: 将 20H 单元中的内容传送给累加器 A。

序号 6: 将立即数 92H 送 P3 口, 使最左的数码管显示 5。

序号 7: 将立即数 82H 送 P2 口, 使左边第二个数码管显示 6。

序号 8: 进位位 CY 置 0。

序号 9: 屏蔽累加器 A 中高 4 位。

序号 10: 将数据表格的首地址 (0100H) 存入 16 位数据地址指针 DPTR 中。

序号 11: 查表。

序号 12: 将累加器 A 中内容传送给 P0 输出口, 点亮 '个' 位数码管。

序号 13: 再将 20H 单元中的内容传送给累加器 A。

序号 14: 交换累加器 A 中的高、低 4 位。

序号 15: 屏蔽 A 中高 4 位。

序号 16: 查表。

序号 17: 将累加器 A 中内容传送给 P1 输出口, 点亮 '十' 位数码管。

序号 18: 调用延时子程序, 便于观察。

序号 19: 20H 单元中的内容传送给累加器 A。

序号 20: 累加器 A 内容加 1。

序号 21: 2-10 进制调整。

序号 22: 累加器 A 中的内容传送给 20H 单元。

序号 23: 跳转到标号 GOON 处继续执行。

序号 24~30: 延时子程序。

序号 31: 数据表格的首地址为 0100H。

序号 32~33: 数据表格内容。

序号 34: 程序结束。

可以看出, 一开始对 P3、P2 口置数点亮左边两个数码管 (显示 56), 以后 CPU 不再访问 P3、P2 口。由于 P3、P2 口具有锁存作用, 因此左边两个数码管被持续点亮, 处于静态显示状态。

下面再在 S2 板做慢速扫描动态显示与快速扫描动态显示的对比实验。在 S2 板做一个实验, 让 P3~P0 口的数码管依次慢速 (显示时间为 0.5S) 显

示 1234 四个字。

在我的文档中建立一个文件目录 (S31), 然后建立一个 S31.uv2 的工程项目, 最后建立源程序文件 (S31.asm)。

输入下面的程序:

```

序号:1      ORG 0000H
          2      LJMP MAIN
          3      ORG 030H
          4      MAIN:MOV P3,#0F9H
          5          ACALL DEL0_5S
          6          MOV P3,#0FFH
          7          MOV P2,#0A4H
          8          ACALL DEL0_5S
          9          MOV P2,#0FFH
         10          MOV P1,#0B0H
         11          ACALL DEL0_5S
         12          MOV P1,#0FFH
         13          MOV P0,#99H
         14          ACALL DEL0_5S
         15          MOV P0,#0FFH
         16          AJMP MAIN
         17      DEL0_5S: MOV R5,#04H
         18      DEL1:MOV R6,#0FFH
         19      DEL2:MOV R7,#0FFH
         20      DEL3:DJNZ R7,DEL3
         21          DJNZ R6,DEL2
         22          DJNZ R5,DEL1
         23          RET
         24          END
    
```

编译通过后, 将 S31 文件夹中的 hex 文件烧录到 89C51 芯片中, 将芯片插入到 S2 型数码管试验板上, 通电运行。可看到左边第一个 (千位) 数码管显示 "1" 字 0.5 秒, 随即熄灭; 接下来百位数码管显示 "2" 字 0.5 秒, 随即熄灭; 再下来十位数码管显示 "3" 字 0.5 秒, 随即熄灭; 最后个位数码管显示 "4" 字 0.5 秒, 随即熄灭。重复循环, 反复不已。显示过程采用了分时动态扫描的方法依次点亮四位数码管, 但由于每位数码管在点亮 0.5 秒的过程中, 其它三位数码管处于熄灭状态, 扫描频率太低, 因此观察起来很不舒服。

我们对程序进行解释。

序号 1 (程序解释, 以下同): 程序开始。

序号 2: 跳转到 MAIN 主程序处。

序号 3: 主程序 MAIN 从地址 0030H 开始。

序号 4: 将立即数 F9H 送 P3 口, 使千位数码管显示 1。

序号 5: 调用 0.5 秒延时子程序, 维持千位数码管点亮。

序号 6: 将立即数 FFH 送 P3 口, 熄灭千位数码管。

序号 7: 将立即数 A4H 送 P2 口, 使百位数码管显示 2。

序号 8: 调用 0.5 秒延时子程序, 维持百位数码管点亮。

序号 9: 将立即数 FFH 送 P2 口, 熄灭百位数码管。

序号 10: 将立即数 B0H 送 P1 口, 使十位数码管显示 3。

序号 11: 调用 0.5 秒延时子程序, 维持十位数码管点亮。

序号 12: 将立即数 FFH 送 P1 口, 熄灭十位数码管。

序号 13: 将立即数 99H 送 P0 口, 使个位数码管显示 4。

序号 14: 调用 0.5 秒延时子程序, 维持个位数码管点亮。

序号 15: 将立即数 FFH 送 P0 口, 熄灭个位数码管。

序号 16: 跳转到 MAIN 处循环运行。

序号 17~23: 0.5 秒延时子程序。

序号 24: 程序结束。

**配文优惠邮购** (每次邮费保价费 12 元): Keil 51 Windows 集成开发环境 (已汉化光盘, 邮购代号: K1): 46 元。TOP851 多功能编程器 (邮购代号: B1): 400 元。LED 输出试验板 (邮购代号: S1): 90 元。LED 数码管输出试验板 (邮购代号: S2): 140 元。5V 高稳定专用稳压电源 (邮购代号: D1): 35 元。邮购时只需在附言栏中写明邮购代号及数量并附上联系电话即可。

邮购地址: 201103 上海市闵行区莲花路 2151 弄 57 号 201 室

联系人: 吕超亚

电话: 021-64066571 13044152947

技术支持 E-mail: zzh2151@sohu.com