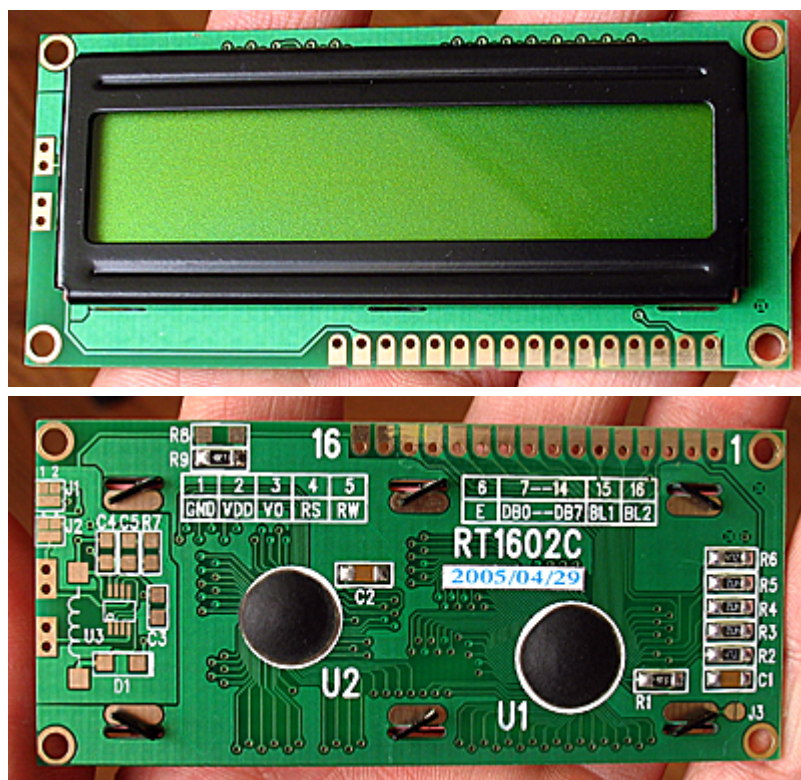


液晶显示器以其低功耗、体积小、显示内容丰富、超薄轻巧的诸多优点，在袖珍式仪表和低功耗应用系统中得到越来越广泛的应用。

这里介绍的字符型液晶模块是一种用 5x7 点阵图形来显示字符的液晶显示器，根据显示的容量可以分为 1 行 16 个字、2 行 16 个字、2 行 20 个字等等，这里以常用的 2 行 16 个字的 1602 液晶模块来介绍它的编程方法。



1602 采用标准的 16 脚接口，其中：

第 1 脚：VSS 为地电源

第 2 脚：VDD 接 5V 正电源

第 3 脚：VO 为液晶显示器对比度调整端，接正电源时对比度最弱，接地电源时对比度最高，对比度过高时会产生“鬼影”，使用时可以通过一个 10K 的电位器调整对比度

第 4 脚：RS 为寄存器选择，高电平时选择数据寄存器、低电平时选择指令寄存器。

第 5 脚：RW 为读写信号线，高电平时进行读操作，低电平时进行写操作。当 RS 和 RW 共同为低电平时可以写入指令或者显示地址，当 RS 为低电平 RW 为高电平时可以读忙信号，当 RS 为高电平 RW 为低电平时可以写入数据。

第 6 脚：E 端为使能端，当 E 端由高电平跳变成低电平时，液晶模块执行命令。

第 7~14 脚：D0~D7 为 8 位双向数据线。

第 15~16 脚：空脚

1602 液晶模块内部的字符发生存储器(CGRAM)已经存储了 160 个不同的点阵字符图形，如表 1 所示，这些字符有：阿拉伯数字、英文字母的大小写、常用的符号、和日文假名等，每一个字符都有一个固定的代码，比如大写的英文字母“A”的代码是 01000001B（41H），显示时模块把地址 41H 中的点阵字符图形显示出来，我们就能看到字母“A”

表 13-4 CGROM 和 CGRAM 中字符代码与字符图形对应关系

高 位 低	位	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
××××0000	CGRAM (1)		0	ə	P	\	p		—	夕	三	α	P	
××××0001	(2)	!	1	A	Q	a	q	□	ア	チ	ム	ä	q	
××××0010	(3)	"	2	B	R	b	r	r	イ	川	メ	β	θ	
××××0011	(4)	#	3	C	S	c	s	┘	ウ	ラ	モ	ε	∞	
××××0100	(5)	\$	4	D	T	d	t	\	エ	ト	セ	μ	Ω	
××××0101	(6)	%	5	E	U	e	u	ロ	オ	ナ	ユ	B	0	
××××0110	(7)	&	6	F	V	f	v	テ	カ	ニ	ヨ	P	Σ	
××××0111	(8)	>	7	G	W	g	w	ア	キ	ヌ	ラ	g	π	
××××1000	(1)	(	8	H	X	h	x	イ	ク	ネ	リ	f	X
××××1001	(2)	)	9	I	Y	i	y	ウ	ケ	┘	ル	-1	y
××××1010	(3)	*	:	J	Z	j	z	エ	コ	リ	レ	j	千	
××××1011	(4)	+	:	K	[	k	{	オ	サ	ヒ	ロ	x	万
××××1100	(5)	フ	<	L	¥	l	|	セ	シ	フ	ワ	Q	円	
××××1101	(6)	—	=	M	]	m	}	ユ	ス	フ	ソ	モ	+
××××1110	(7)	.	>	N	^	n	~	ヨ	セ	ホ	ハ	n		
××××1111	(8)	/	?	O	—	o	←	ツ	ソ	マ	ロ	Ö		

1602 液晶模块内部的控制器共有 11 条控制指令，如表 2 所示，

表 指令表												
	指 令	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
1	清显示	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	光标返回	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	
3	置输入模式	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	
4	显示开/关控制	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	
5	光标或字符移位	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	
6	置功能	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	
7	置字符发生存储器地址	0	0	0	1	字符发生存储器地址(AGG)						
8	置数据存储器地址	0	0	1	显示数据存储器地址(ADD)							
9	读忙标志或地址	0	1	BF	计数器地址(AC)							
10	写数到 CGRAM 或 DDRAM	1	0	要写的数								
11	从 CGRAM 或 DDRAM 读数	1	1	读出的数据								

它的读写操作、屏幕和光标的操作都是通过指令编程来实现的。(说明：1 为高电平、0 为低电平)

指令 1：清显示，指令码 01H, 光标复位到地址 00H 位置

指令 2：光标复位，光标返回到地址 00H

指令 3：光标和显示模式设置 I/D：光标移动方向，高电平右移，低电平左移 S：屏幕上所有文字是否左移或者右移。高电平表示有效，低电平则无效

指令 4：显示开关控制。D：控制整体显示的开与关，高电平表示开显示，低电平表示关显示 C：控制光标的开与关，高电平表示有光标，低电平表示无光标 B：控制光标是否闪烁，高电平闪烁，低电平不闪烁

指令 5：光标或显示移位 S/C：高电平时移动显示的文字，低电平时移动光标

指令 6：功能设置命令 DL：高电平时为 4 位总线，低电平时为 8 位总线 N：低电平时为单行显示，高电平时双行显示 F：低电平时显示 5x7 的点阵字符，高电平时显示 5x10 的点阵字符（有些模块是 DL：高电平时为 8 位总线，低电平时为 4 位总线）

指令 7：字符发生器 RAM 地址设置

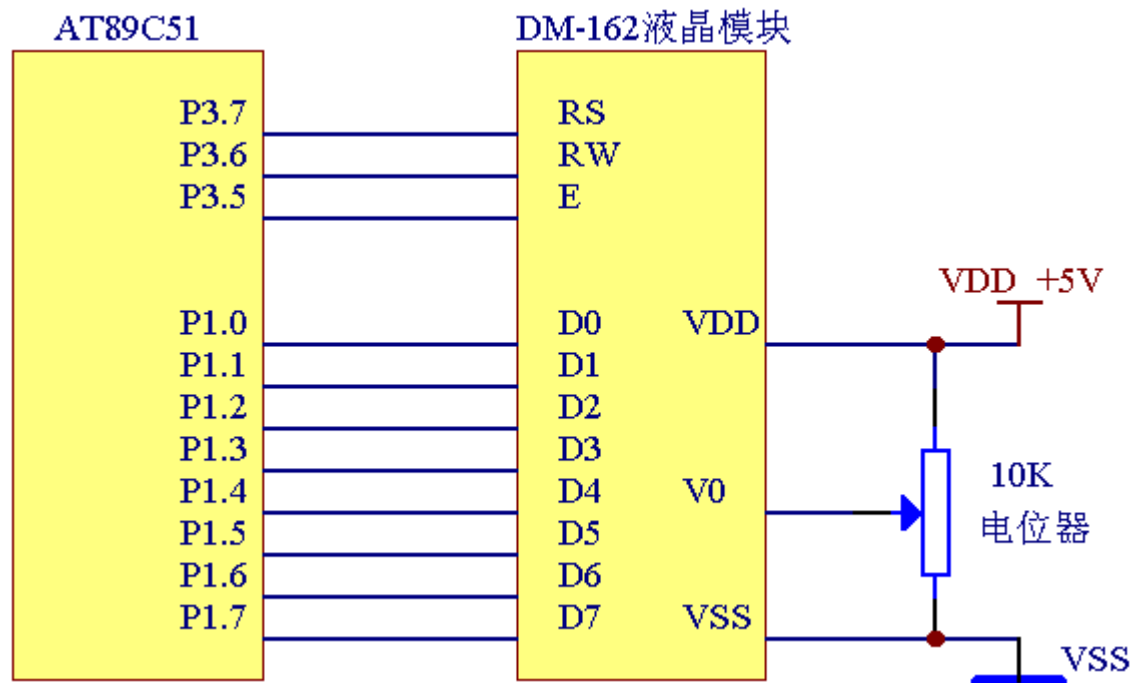
指令 8：DDRAM 地址设置

指令 9：读忙信号和光标地址 BF：为忙标志位，高电平表示忙，此时模块不能接收命令或者数据，如果为低电平表示不忙。

指令 10：写数据

指令 11：读数据

DM-162 液晶显示模块可以和单片机 AT89C51 直接接口，电路如图 1 所示。



液晶显示模块是一个慢显示器件，所以在执行每条指令之前一定要确认模块的忙标志为低电平，表示不忙，否则此指令失效。要显示字符时要先输入显示字符地址，也就是告诉模块在哪里显示字符，表 3 是 DM-162 的内部显示地址。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	第一行
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	第二行

比如第二行第一个字符的地址是 40H，那么是否直接写入 40H 就可以将光标定位在第二行第一个字符的位置呢？这样不行，因为写入显示地址时要求最高位 D7 恒定为高电平 1 所以实际写入的数据应该是 01000000B (40H)+10000000B (80H)=11000000B (C0H)

以下是在液晶模块的第二行第一个字符的位置显示字母“A”的程序： ORG 0000H

RS EQU P3.7;确定具体硬件的连接方式
RW EQU P3.6 ;确定具体硬件的连接方式
E EQU P3.5 ;确定具体硬件的连接方式

MOV P1, #00000001B ; 清屏并光标复位
ACALL ENABLE;调用写入命令子程序
MOV P1, #00111000B ; 设置显示模式:8 位 2 行 5x7 点阵
ACALL ENABLE ;调用写入命令子程序

MOV P1, #00001111B ; 显示器开、光标开、光标允许闪烁
ACALL ENABLE ;调用写入命令子程序

MOV P1, #00000110B ; 文字不动, 光标自动右移
ACALL ENABLE ;调用写入命令子程序

MOV P1, #0C0H ; 写入显示起始地址 (第二行第一个位置)
ACALL ENABLE ;调用写入命令子程序

MOV P1, #01000001B ; 字母 A 的代码

SETB RS ; RS=1
CLR RW ; RW=0 ;准备写入数据
CLR E ; E=0 ;执行显示命令
ACALL DELAY ;判断液晶模块是否忙?
SETB E ; E=1 ;显示完成, 程序停车

AJMP \$

ENABLE:
CLR RS ; 写入控制命令的子程序
CLR RW
CLR E
ACALL DELAY
SETB E
RET

DELAY:
MOV P1, #0FFH ; 判断液晶显示器是否忙的子程序
CLR RS
SETB RW
CLR E

NOP

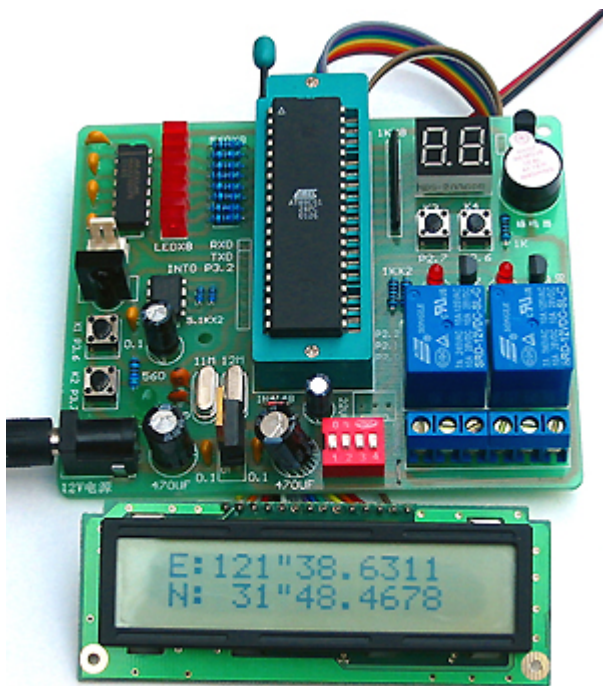
SETB E

JB P1.7, DELAY ; 如果 P1.7 为高电平表示忙就循环等待

RET

END

程序在开始时对液晶模块功能进行了初始化设置，约定了显示格式。注意显示字符时光标是自动右移的，无需人工干预，每次输入指令都先调用判断液晶模块是否忙的子程序 DELAY，然后输入显示位置的地址 0C0H，最后输入要显示的字符 A 的代码 41H。



这是用 1602 液晶模块做的 GPS 卫星定位系统的显示屏，可以显示经纬度和时间。