

一、前言：

LCD （ Liquid Crystal Display 的简称）液晶显示器，已经逐渐替代CRT成为主流的显示设备之一，因此也成为了单片机发烧友绕不过的话题之一；而LCD1602更是很多单片机发烧友最早接触的字符型液晶显示器。笔者经过一段时间的深入学习，对其驱动有了些许心得，特地记录于此，以备以后查阅。

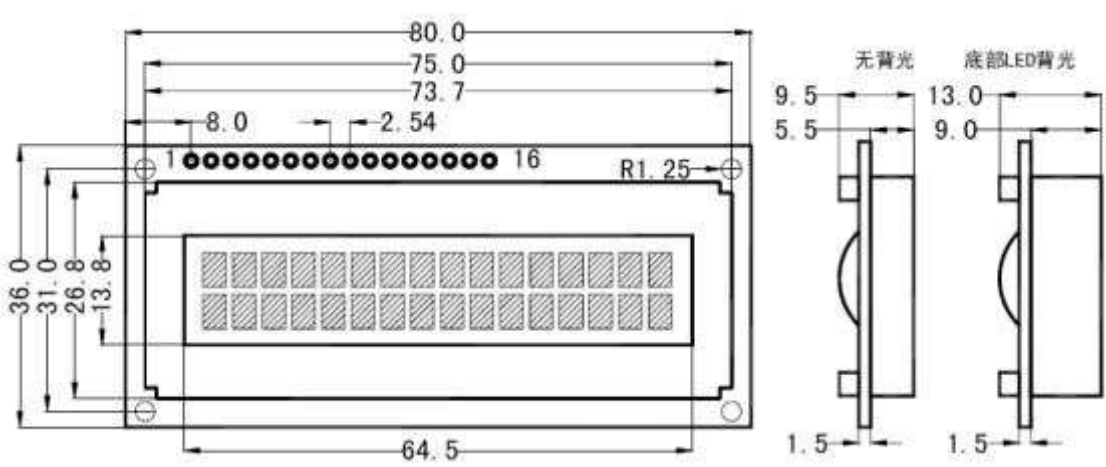
LCD1602，也叫1602液晶，是一种专门用来显示字母、数字、符号等的点阵型液晶模块，工业字符型液晶的一种，能够同时显示16x02即32个字符。主控芯片是HD44780或者其它兼容芯片，而市面上字符液晶大多数是基于HD44780液晶芯片的，控制原理是完全相同的。因此尽管LCD1602可显示的内容十分有限，但在此花点时间是完全值得的。

二、LCD的一些背景知识：

<1>LCD1602基本参数及引脚功能：

1.LCD1602的分类：

LCD1602分为带背光和不带背光两种，带背光的比不带背光的厚，是否带背光在应用中并无差别，两者尺寸差别如下图10-54所示：



在本文中，笔者选用的是带背光的一种。

2.基本参数：

显示容量:16×2个字符

芯片工作电压:4.5—5.5V

工作电流:2.0mA(5.0V)

模块最佳工作电压:5.0V

字符尺寸:2.95×4.35(W×H)mm

2.引脚功能说明：

1602LCD采用标准的14脚（无背光）或16脚（带背光）接口，各引脚接口说明如下：

编号	符号	引脚说明	编号	符号	引脚说明
1	VSS	电源地	9	D2	数据
2	VDD	电源正极	10	D3	数据
3	VL	液晶显示偏压	11	D4	数据
4	RS	数据/命令选择	12	D5	数据
5	R/W	读/写选择	13	D6	数据
6	E	使能信号	14	D7	数据
7	D0	数据	15	BLA	背光源正极
8	D1	数据	16	BLK	背光源负极

各引脚说明：

第1脚：VSS为地电源。

第2脚：VDD接5V正电源。

第3脚：VL为液晶显示器对比度调整端，接正电源时对比度最弱，接地时对比度最高，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：R/W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R/W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R/W为高电平时可以读忙信号，当RS为高电平R/W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脚：背光源正极。

第16脚：背光源负极

<2>LCD1602的指令说明及时序：

1.与HD44780相兼容的芯片时序表如下：

读状态	输入	RS=L, R/W=H, E=H	输出	D0—D7=状态字
写指令	输入	RS=L, R/W=L, D0—D7=指令码, E=高脉冲	输出	无
读数据	输入	RS=H, R/W=H, E=H	输出	D0—D7=数据
写数据	输入	RS=H, R/W=L, D0—D7=数据, E=高脉冲	输出	无

2.LCD1602的指令说明：

1602液晶模块内部的控制器共有11条控制指令，如表所示：

序号	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	1
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					
8	置数据存储器地址	0	0	1	显示数据存储器地址						
9	读忙标志或地址	0	1	BF	计数器地址						
10	写数到CGRAM或DDRAM	1	0	要写的数据内容							
11	从CGRAM或DDRAM读数	1	1	读出的数据内容							

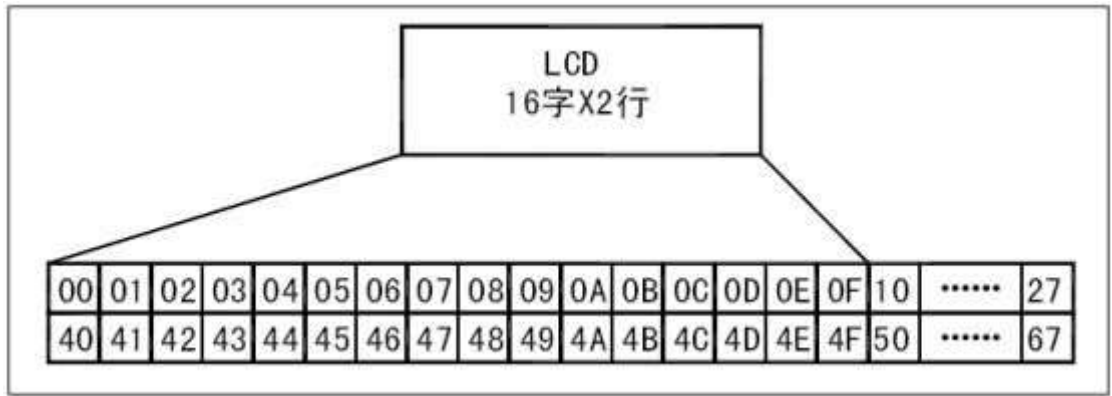
笔者在百度文库中发现一个特别好的介绍1602指令集的文章，给大家分享如下：

[点击查看](#)

<3>LCD1602的RAM地址映射及标准字库表：

1.LCD1602的RAM地址映射

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，下图是1602的内部显示地址：



在对液晶模块的初始化中要先设置其显示模式，在液晶模块显示字符时光标是自动右移的，无需人工干预。每次输入指令前都要判断液晶模块是否处于忙的状态。

2.LCD1602的标准字库表

1602液晶模块内部的字符发生存储器（CGROM）已经存储了160个不同的点阵字符图形，如下图所示，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。

Lower 4 Bits	Upper 4 Bits	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	
xxxx0000	CG RAM (1)				0	1	A	Q	a	q			ー	夕	ミ	α	p	
xxxx0001	(2)				!	2	B	R	b	r			。	ア	チ	厶	ä	q
xxxx0010	(3)				"	3	C	S	c	s			「	イ	ツ	メ	β	θ
xxxx0011	(4)				#	4	D	T	d	t			」	ウ	テ	モ	ε	ω
xxxx0100	(5)				\$	5	E	U	e	u			、	エ	ト	ヤ	μ	Ω
xxxx0101	(6)				%	6	F	V	f	v			・	オ	ナ	1	℃	Ü
xxxx0110	(7)				&	7	G	W	g	w			ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
xxxx0111	(8)				'	8	H	X	h	x			フ	キ	ヌ	ラ	g	π
xxxx1000	(1)				(	9	I	Y	i	y			ィ	ク	ネ	リ	フ	Σ
xxxx1001	(2)				)	0	J	Z	j	z			ッ	ケ	ル	ル	フ	Σ
xxxx1010	(3)				*	:	J	Z	j	z			エ	コ	ハ	レ	j	チ
xxxx1011	(4)				+	;	K	[	k	{			オ	サ	ヒ	ロ	*	斤
xxxx1100	(5)				,	<	L	¥	l	¥			ヤ	シ	フ	ワ	¢	円
xxxx1101	(6)				—	=	M	]	m	}			ユ	ス	ヘ	ン	も	÷
xxxx1110	(7)				。	>	N	^	n	→			ヨ	セ	ホ	°	ñ	
xxxx1111	(8)				/	?	O	_	o	€			ッ	ソ	マ	°	ö	■

在使用标准字库中的字符图形时，无需自己制作字模即可直接使用，若要显示汉字等标准字库中没有的元素，则需要自己在DDRAM中制作字模。

<4>LCD1602四线驱动的约定流程：

1、 写入指令：

- 1) EN = 0 （LCD使能禁止）
- 2) 短延时
- 3) RS = 0 ,RW = 0 （准备写入指令）
- 4) DATA = 指令的高4位（ATA代表D7、D6、D5、D4，下同）
- 5) 短延时
- 6) EN = 1 （LCD使能允许，指令写入）
- 7) 短延时
- 8) EN = 0 （LCD使能禁止）
- 9) DATA = 指令的低4位
- 10) 短延时
- 11) EN = 1 （LCD使能允许，指令写入）

12) 短延时

13) EN = 0 （LCD使能禁止）

14) 短延时

2、 写入数据：

1) EN = 0 （LCD使能禁止）

2) 短延时

3) RS = 1 ,RW = 0 （准备写入数据）

4) DATA = 数据的高4位

5) 短延时

6) EN = 1 （LCD使能允许， 数据写入）

7) 短延时

8) EN = 0 （LCD使能禁止）

9) DATA = 数据的低4位

10) 短延时

11) EN = 1 （LCD使能允许， 数据写入）

12) 短延时

13) EN = 0 （LCD使能禁止）

14) 短延时