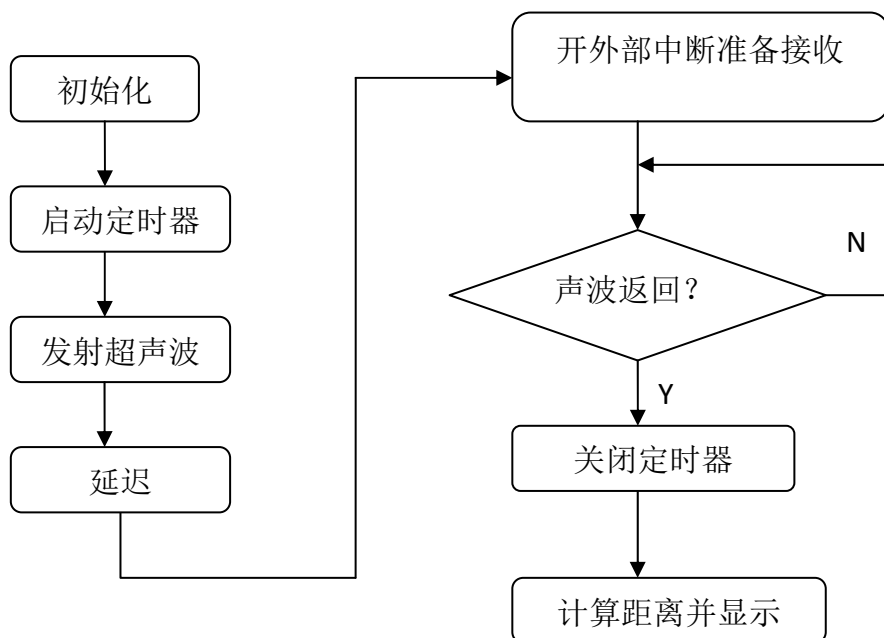


超声波测距分为两部分：超声波发生器部分和超声波接受部分。超声波发生器可以分为两大类：一类是用电气方式产生超声波，一类是用机械方式产生超声波。本实验中采用压电式发生器。压电式超声波发生器实际上是利用压电晶体的谐振来工作的。它有两个压电晶片和一个共振板。当它的两极外加脉冲信号，其频率等于压电晶片的固有振荡频率时，压电晶片将会发生共振，并带动共振板振动，便产生超声波。反之，如果两电极间未外加电压，当共振板接收到超声波时，将压迫压电晶片作振动，将机械能转换为电信号，这时它成为超声波接收器了。

实验产生误差的原因有时间误差和超声波传播速度误差两大方面。其中后者影响较大，超声波的传播速度受空气的密度所影响，空气的密度越高则超声波的传播速度就越快，而空气的密度又与温度有着密切的关系。限制系统的最大可测距离存在四个因素：超声波的幅度,反射面的质地,反射面和入射声波之间的夹角以及接收器的灵敏度。

超声波测距的流程图如下所示：



五、点阵液晶显示屏（LCM）的使用

液晶显示是目前较为先进的一种显示方式，由于耗电小，像素密度高等特点得到广泛应用。一般液晶显示屏都是由很多像素组成的点阵，如果直接控制，方法复杂，且占据 CPU 运行时间，因此一般使用专用的控制芯片控制显示，CPU 与控制芯片进行通信，传递显示数据。

本实验平台使用一个集成的液晶显示屏驱动芯片 YM12864C。它主要采用动态驱动原理由行驱动控制器和列驱动器两部分组成了 128(列)×64(行)的全点阵液晶显示。此显示器采用了 COB 的软封装方式，通过导电橡胶和压框连接 LCD,使其寿命长，连接可靠。YM12864C 是全屏幕点阵,点阵数为 128(列)×64(行),可显示 8(每行)×4(行)个(16×16 点阵)汉字，也可完成图形，字符的显示。与 CPU 接口采用 5 条位控制总线和 8 位并行数据总线输入输出，适配 M6800 系列时序。内部有显示数据锁存器，自带上电复位电路。

5.1 硬件说明

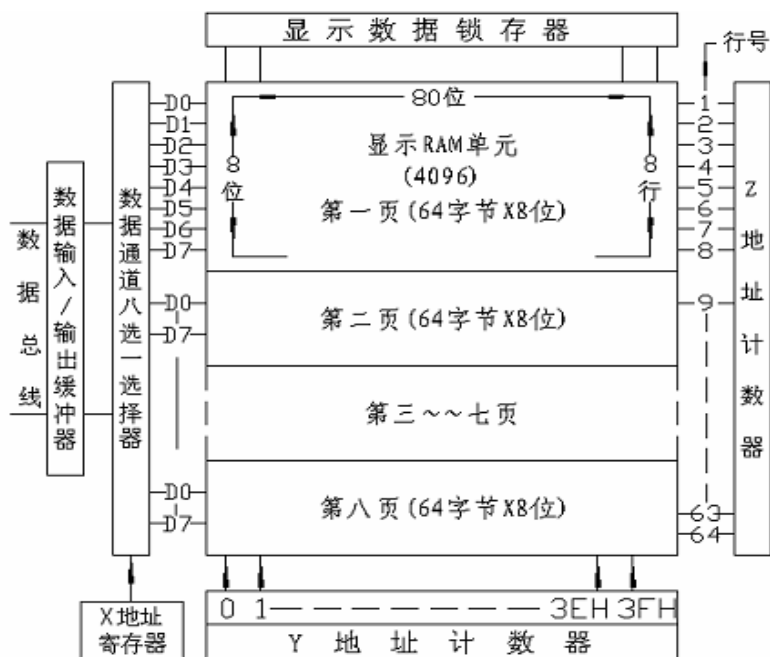
引脚特性如下表所示：

引脚名称	级别	引脚功能描述
CS1	H/L	片选信号，当/CS1=L 时,液晶左半屏显示
CS2	H/L	片选信号，当/CS2=L 时,液晶右半屏显示
VSS	0V	电源地
VDD	+5V	电源电压
V0	0 至-10V	LCD 驱动负电压，要求 VDD-VLCD=10V
RS	H/L	寄存器选择信号
R/W	H/L	读/写操作选择信号
E	H/L	使能信号
DB0	H/L	八位三态并行数据总线
DB1		
DB2		
DB3		
DB4		
DB5		
DB6		
DB7		
RES	H/L	复位信号，低电平有效
VOUT	-10V	输出-10V 的负电压（单电源供电）
LED+(EL)	+5V	背光电源, $I_{dd} \leq 960\text{mA}$
LED-(EL)	0V	

YM12864C 的液晶分为左边和右边两个 64×64 的子屏，分别通过 CS1 和 CS2 选通，每个子屏相应的内部寄存器是相互独立的。在一个时刻只能选择一个子屏操作。

5.2 寄存器功能说明

LCM 的内部寄存器如下图所示：



内部扫描时钟实时将 DDRAM 数据通过光学震荡显示在 LCM 液晶屏上,微处理器将数据通过数据总线在时序电路的控制下写入 DDRAM 某个单元, DDRAM 单元的选择通过 X, Y, Z 3 个地址寄存器决定。CS1 和 CS2 决定片选子屏, X 地址寄存器决定子屏中显示单元页位置, 从上至下, 每 8 行, 即一个字节为一页, 范围从 D0h ~ D7h ; Y 地址寄存器决定子屏中显示单元列位置, 范围从 0 ~ 3Fh ; Z 地址寄存器决定行滚动的首行地址, 首行范围从 1~64 。下面将详细介绍每个寄存器的功能和使用方法。

1) 显示数据 RAM(DDRAM)

DDRAM (64×8×8 bits) 是存储图形显示数据的。此 RAM 的每一位数据对应显示面板上一个点的显示 (数据为 H) 与不显示 (数据为 L)。

2) I/O 缓冲器 (DB0~DB7)

I/O 缓冲器为双向三态数据缓冲器。是 LCM (液晶显示模块) 内部总线与单片机总线的结合部。其作用是将两个不同时钟下工作的系统连接起来, 实现通讯。I/O 缓冲器在片选信号/CS 有效状态下, I/O 缓冲器开放, 实现 LCM (液晶显示模块) 与单片机之间的数据传递。当片选信号为无效状态时, I/O 缓冲器将中断 LCM (液晶显示模块) 内部总线与单片机数据总线的联系, 对外总线呈高阻状态, 从而不影响单片机的其他数据操作功能。

3) 输入寄存器

输入寄存器用于接收在 单片机 运行速度下传送给 LCM (液晶显示模块) 的数据并将其锁存在输入寄存器内, 其输出将在 LCM (液晶显示模块) 内部工作时钟的运作下将数据写入指令寄存器或显示存储器内。

4) 输出寄存器

输出寄存器用于暂存从显示存储器读出的数据, 在单片机读操作时, 输出寄存器将当前锁存的数据通过 I/O 缓冲器送入单片机数据总线上。

5) 指令寄存器

指令寄存器用于接收单片机发来的指令代码, 通过译码将指令代码置入相关的寄存器或触发器内。

6) 状态字寄存器

状态字寄存器是 LCM（液晶显示模块）与单片机通讯时唯一的“握手”信号。状态字寄存器向单片机表示了 LCM（液晶显示模块）当前的工作状态。尤其是状态字中的“忙”标志位是单片机在每次对 LCM（液晶显示模块）访问时必须读出判别的状态位。当处于“忙”标志位时，I/O 缓冲器被封锁，此时单片机对 LCM（液晶显示模块）的任何操作（除读状态字操作外）都将是无效的。

7) X 地址寄存器

X 地址寄存器是一个三位页地址寄存器，其输出控制着 DDRAM 中 8 个页面的选择，也是控制着数据传输通道的八选一选择器。X 地址寄存器可以由单片机以指令形式设置。X 地址寄存器没有自动修改功能，所以要想转换页面需要重新设置 X 地址寄存器的内容。

8) Y 地址计数器

Y 地址计数器是一个 6 位循环加一计数器。它管理某一页面上的 64 个单元。Y 地址计数器可以由单片机以指令形式设置，它和页地址指针结合唯一选通显示存储器的一个单元，Y 地址计数器具有自动加一功能。在显示存储器读/写操作后 Y 地址计数将自动加一。当计数器加至 3FH 后循环归零再继续加一。

9) Z 地址计数器

Z 地址计数器是一个 6 位地址计数器，用于确定当前显示行的扫描地址。Z 地址计数器具有自动加一功能。它与行驱动器的行扫描输出同步，选择相应的列驱动的数据输出。

10) 显示起始行寄存器

显示起始行寄存器是一个 6 位寄存器，它规定了显示存储器所对应显示屏上第一行的行号。该行的数据将作为显示屏上第一行显示状态的控制信号。

11) 显示开/关触发器

显示开/关触发器的作用就是控制显示驱动输出的电平以控制显示屏的开关。在触发器输出为“关”电平时，显示数据锁存器的输入被封锁并将输出置“0”，从而使显示驱动输出全部为非选择波形，显示屏呈不显示状态。在触发器输出为“开”电平时，显示数据锁存器被控制，显示驱动输出受显示驱动数据总线上数据控制，显示屏将呈显示状态。

12) 复位端/RES

复位端/RES 用于在 LCM（液晶显示模块）上电时或需要时实现硬件电路对 LCM（液晶显示模块）的复位。该复位功能将实现：设置显示状态为关显示状态，显示起始寄存器清零。显示 RAM 第 1 行对应显示屏上的第 1 行，在复位期间状态字中 RESET 位置 1。

5.3 软件功能说明

5.3.1 指令表

指令名称	控制信号		控制代码							
	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
显示开关设置	0	0	0	0	1	1	1	1	1	D
显示起始行设置	0	0	1	1	L5	L4	L3	L2	L1	L0
页面地址设置	0	0	1	0	1	1	1	P2	P1	P0

列地址设置	0	0	0	1	C5	C4	C3	C2	C1	C0
读取状态字	0	1	BUSY	0	ON/OFF	RESET	0	0	0	0
写显示数据	1	0	数据							
读显示数据	1	1	数据							

下面详细解释各个指令功能

1) 读状态字

状态字是单片机了解 LCM（液晶显示模块）当前状态，或 LCM 向单片机提供其内部状态的唯一的信道。

BUSY 表示当前 LCM 接口控制电路运行状态。BUSY=1 表示 LCM 正在处理单片机发过来的指令或数据。此时接口电路被封锁，不能接受除读状态字以外的任何操作。BUSY=0 表示 LCM 接口控制电路已处于“准备好”状态，等待单片机的访问。

ON/OFF 表示当前的显示状态。ON/OFF 1 表示关显示状态，ON/OFF 0 表示开显示状态。

RESET 表示当前 LCM 的工作状态，即反映/RES 端的电平状态。当/RES 为低电平状态时，LCM 处于复位工作状态，标志位 RESET=1。当/RES 为高电平状态时，LCM 为正常工作状态，标志位 RESET=0。

在指令设置和数据读写时要注意状态字中的 BUSY 标志。只有在 BUSY=0 时，单片机对 LCM 的操作才能有效。因此单片机在每次对 LCM 操作之前，都要读出状态字判断 BUSY 是否为“0”。若不为“0”，则单片机需要等待，直至 BUSY=0 为止。

2) 显示开关设置

该指令设置显示开/关触发器的状态，由此控制显示数据锁存器的工作方式，从而控制显示屏上的显示状态。D 位为显示开/关的控制位。当 D=1 为开显示设置，显示数据锁存器正常工作，显示屏上呈现所需的显示效果。此时在状态字中 ON/OFF=0。当 D=0 为关显示设置，显示数据锁存器被置零，显示屏呈不显示状态，但显示存储器并没有被破坏，在状态字中 ON/OFF=1。

3) 显示起始行设置

该指令设置了显示起始行寄存器的内容。LCM 通过/CS 的选择分别具有 64 行显示的管理能力，该指令中 L5~L0 为显示起始行的地址，取值在 0~3FH（1~64 行）范围内，它规定了显示屏上最顶一行所对应的显示存储器的行地址。如果定时间隔地，等间距地修改（如加一或减一）显示起始行寄存器的内容，则显示屏将呈现显示内容向上或向下平滑滚动的显示效果。

4) 页面地址设置

该指令设置了页面地址—X 地址寄存器的内容。LCM 将显示存储器分成 8 页，指令代码中 P2~P0 就是要确定当前所要选择的页面地址，取值范围为 0~7H，代表 1~8 页。该指令规定了以后的读/写操作将在哪一个页面上进行。

5) 列地址设置

该指令设置了 Y 地址计数器的内容，LCM 通过/CS 的选择分别具有 64 列显示的管理能力，C5~C0=0~3FH（1~64）代表某一页面上的某一单元地址，随后的一次读或写数据将在这个单元上进行。Y 地址计数器具有自动加一功能，在每一次读/写数据后它将自动加一，所以在连续进行读/写数据时，Y 地址计数器不必每次都设置一次。页面地址的设置和列地址的设置将显示存储器单元唯一地确定下来，为后来的显示数据的读/写作了地址的选通。

6) 写显示数据

该操作将 8 位数据写入先前已确定的显示存储器的单元内。操作完成后列地址计数器自

动加一。

7)读显示数据

该操作将 LCM 接口部的输出寄存器内容读出，然后列地址计数器自动加一。

5.3.2 控制时序表

CS1	CS2	RS	R/W	E	DB7~DB0	功能
X	X	X	X	0	高阻	总线释放
1	1	0	0	下降沿	输入	写指令代码
1	1	0	1	1	输出	读状态字
1	1	1	0	下降沿	输入	写显示数据
1	1	1	1	1	输出	读显示数据

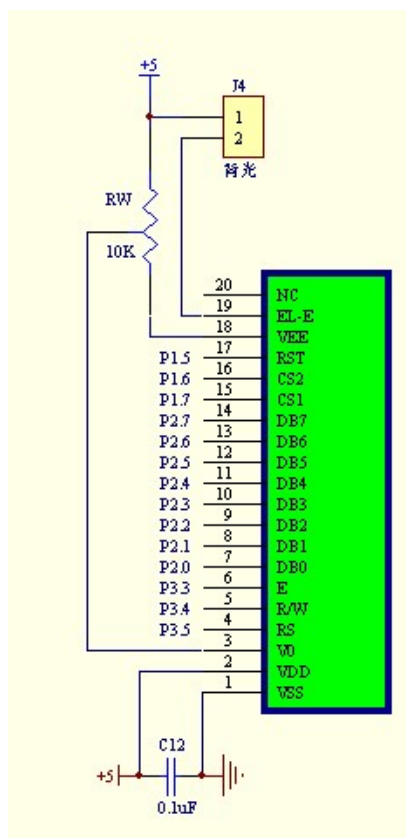
5.3.3 DDRAM 表

下图表示了内部显存的组织方式，也就是要显示的数据需要依照的格式。

CS1=1						CS2=1					
Y=	0	1	...	62	63	0	1	...	62	63	行号
X=0 ↓ X=7	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	0
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	7
	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	0
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	7
	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	DB0	0
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	DB7	7

5.4 硬件连接

本实验平台使用多个 IO 线与控制芯片相连，具体连接电路如下图所示：



5.5 程序设计

YM12864C 的使用过程包括初始化和读写操作。下面举例给出 C51 编写的左半屏写数据。

```
void data_w_1(){
    P2=0xff;
    cs2=0; cs1=1;
    rs=0; rw=1;
    e=1;
    while(p27==1) ; //直到读状态字BUSY位为0
    e=0;
    rs=1; rw=0;
    P2=lcm_data;    //将数据写入左半屏
    e=1;
    _nop_();_nop_();_nop_();_nop_();_nop_();_nop_();_nop_();_nop_();
    _nop_();_nop_();
    _nop_();_nop_();_nop_();_nop_();_nop_();_nop_();_nop_();_nop_();
    _nop_();_nop_();    //必须有延时
    e=0;
    cs1=0;
}
```