

一、基本概念

1. 简述什么叫液晶显示模块。

液晶显示模块（LCM）是一种将液晶显示器件、连接件、集成电路、PCB、背光源、结构件装配在一起的组件。

2. 什么是字段式液晶显示模块？

这是一种由段型液晶显示器件与专用的集成电路组装成一体的功能部件，只能显示数字和一些标识符号。段型液晶显示器件大多应用在便携、袖珍设备上。

3. 什么是字符型液晶显示模块？

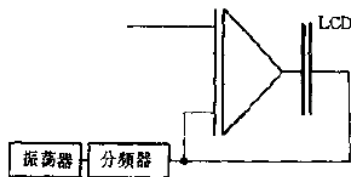
它是由点阵字符液晶显示器件和专用的行、列驱动器、控制器及必要的边接件，结构件装配而成的。可以显示数字和西文字符。这种点阵字符模块本身具有字符发生器，显示容量大，功能丰富。一般该种模块最少也可以显示 8 位 1 行或 16 位 1 行以上的字符。这种模块的点阵排列是由 5*7、5*8 或 5*11 的一组组像素点阵排列组成的。每组为一位，每位间有一点的间隔，每行间也有一行的间隔，所以不能显示图形。

4. 什么是点阵图形液晶显示模块？

点阵图形液晶显示模块点阵像素连续排列，行和列在排布中均没有空隔。因此可以显示了连续、完整的图形。由于它也是有 X-Y 矩阵像素构成的，所以除显示图形外，也可以显示字符。

5. 简述什么是静态驱动法，并画出静态驱动法的电路原理图。（10 分）

静态驱动是指在像素前后电极上施加电压信号时则呈显示状态，不施加电压时则呈非显示状态。



6. 简述什么是“交叉效应”。

在动态驱动方式下,某一液晶像素(选择点)呈显示效果是由施加在行电极上的选择电压与施加在列电极上的选择电压的合成实现的。与该像素不在同一行和同一列的像素(非选点)都处在非选状态下，与该像素在同一行或同一列的像素均有选择电压的加入，称之为半选择点。该点的电场电压处于液晶的阈值电压附

近时，屏上将出现不应有的半显现象，使得显示对比度下降，这种现象叫做“交叉效应”。

7. 简述什么是直接驱动法。

8. 简述平均电压法的原理。

“平均电压法”是解决“交叉效应”的一种驱动技巧。其原理是把半选择点上的电压和非选择点上的电压平均化，用适度提高非选择点的电压来抵消半选择点上的一部分电压，从而扩大选择点与半选择点的电压之间的差距，提高显示对比度，又使非选择点与半选择点的显示更均匀一致。

9. 列出 4 种提高大容量液晶显示器件图像质量的方法。

10. 简述空间灰度调制法的原理及特点。

将一个像素划分为若干个单独可控的“子像素”，控制子像素被选通数量，便可实现灰度显示。

这种方法是不需要特殊的驱动、控制技巧，但有很大的缺点：

- ① 不可能将一个像素分割成很多个子像素，因此不可能产生很多的灰度级；
- ② 增加了微细加工的成本，或者以牺牲分辨率为代价；
- ③ 增加驱动、控制电路数量。

11. 什么叫做帧和占空比？

我们把所有扫描行电极各施加一次扫描电压的时间叫一帧。

假设一帧的扫描行数为 N ，扫描时间为 1，那么一行所占有选择时间为一帧时间的 $1/N$ 。这就是液晶显示驱动的占空比系数，也称为占空比（Duty），一般占空比等于扫描电极数 N 的倒数，即 $1/N$ 。

12. 简述液晶显示控制器的功能和特性。

13. LCD 背光源

电致发光(EL)

EL 背光源厚度薄，重量轻、发光均匀。它可用于不同颜色，但最常用于 LCD 白色背光。EL 背光源功耗低，只需电压 80-100VAC，通过变压器将 5V,12V 或 24VDC 转变得到。EL 背光源的半衰期约为 2000-3000 小时。

发光二极管(LED)

LED 比 EL 寿命更长（最少 5000 小时），光更强，但能耗更大。作为固态装置，它直接使用 5VDC。LCD 一般直接排列在 LCD 的后面，厚度要增加 5mm，LED 可以发不同颜色的光，最常见的是黄绿光。

冷阴极荧光灯(CCFL)

CCFL 能够提供能耗低，光亮强的白光。它由冷阴极荧光管发光，通过散射器将光均匀分散在视窗区。侧背光源体积小，能耗低，但 CCFL 需要一个变压器来供应 270-300VAC 的电源，寿命达 10000-15000 小时。

14. 请列出 IC 与 LCD 的常见连接方式（五种），并简述各种工艺的特点及流程。

SMT, COB, COG, COF, TAB

15. 简述字符型液晶显示模块的字符发生器有哪两种，分别有什么特点。

D44780U 内置两种字符发生器。一种为 CGROM 即已固化好的字模库。计算机只要写入某个字符的字符代码，HD44780U 将以其作为字模库的地址将该字符输出给驱动器显示。另一种为 CGRAM，即可随时定义的字符字模库。HD44780U 提供 64 个字节的 CGRAM，地址为（00~3FH）它可以生成 8 个 5*8 点阵（作为光标行也可以占用）的自定义字符或 4 个 5X11 点阵（作为光标行也可以占用）的自定义字符。

16. C51 程序设计中使用指针有什么好处？

使程序简洁、紧凑、高效

有效地表示复杂的数据结构

动态分配内存

得到多于一个的函数返回值

17. 为什么字符型液晶显示模块只能用于字符显示，显示不了图形？

之所以称字符型液晶显示模块是因为其液晶显示器件的电极图形是由若干个 5*8 或 5*11 点阵块组成的字符块集，每一个字符块是一个字符位，每一位都可以显示一个字符，字符位之间空有一个点距的间隔起着字符间距和行距的作用，这是其一；其二是这类模块使用的是用于字符显示控制与驱动的 IC 芯片。这两个因素决定了这类模块只能用于字符显示，显示不了图形。

18. 字符型液晶显示模块的显示存储器有多少个字节？为什么在使用两行地址

定义的时候第一行与第二行的地址不连续？

- 字符型液晶显示模块的显示存储器有 80 个字节，用于存储当前所要显示的字符的字模代码。
- 在两行显示时，第二行总是从 DDRAM 的后半部分开始，即若 DDRAM 为 128 字节，从第二行起始地址第 40H 单元起单元定义为第二行 DDRAM 单元。

19. 液晶模块的显示存储器一般划分为几个区域，每个区域分别具有什么样的功能特点？

液晶显示控制器将显示存储器分为几个显示区域，每个区域可以有不同的性质，根据控制器的功能，显示存储器通常分为文本显示区，图形显示区和外部随机字符发生器，有的还分出个文本属性区。

文本显示区:用于文本显示方式。在此方式下文本显示区单元内的数据被控制部确认为字符代码。一个字节的的数据对应显示屏上的 8X8 点阵字符块。

文本属性区:用于文本显示方式。该区单元内的数据被控制部确认为相应文本显示区单元所显示的字符的显示特性，如正向显示、负向显示和闪烁显示等。

图形显示区:用于图形显示方式。在此方式下图形显示区单元内的数据被控制部确认为显示屏上对应点的显示状态。1 表示显示，0 表示不显示。一个字节的的数据对应显示屏上 8X1 或 1X8 点阵条。

外部随机字符发生器:用于文本显示方式。外部随机字符发生器是对应于控制器内部字符发生器而言的，是作为内部字符发生器的补充。它是以单字节代码形式排列字符的字模数据库(8X8 点阵)，最大容量一般为 2K 字节(256 种 8X8 点阵字符字模)。它可以由计算机在工作中随时写入字符字模数据，然后向文本显示区写入字符的代码即可在显示屏上显示该字符。

20. 简述帧灰度调制法的原理及特点。

以数帧为一个时间单元，控制显示像素选通的帧数，即可实现灰度调制。例如，取 4 帧为一个时间单位，从全部选通到全部不选通可以实现 5 个灰度级别。这种方法的缺点是会引起灰度级别的闪烁，由于液晶响应速度慢，不可能用增加

帧频来解决，所以必然导致活动图象显示变得慢。

21. 简述液晶显示控制器的特性和三部一集。

作为液晶显示控制器应具备以下几个特性:

(1)应具备简捷的计算机接口。控制器对计算机一般以总线形式提供接口特性。

(2)应具备一套完整的逻辑控制电路和时序发生器，可实现对各种显示功能的控制。

(3)应具备管理显示缓冲区的能力。计算机通过控制器访问显示缓冲区，控制器自行管理显示缓冲区。

(4)应具备液晶显示驱动器工作所必需的扫描时序信号的生成以及发送能力和显示数据的传输能力。

(5)应具备功能齐全的控制指令集，计算机可以容易地编程。

综合上述五条特性，可以把控制器的特性简称为三部一集，即接口部、控制部、驱动部和指令集。

22. 简述微彩色膜方式实现全彩色显示的原理。

这是一种将点阵像素分割成三个子像素，并在其对应位置的器件内表面设置上 R, G, B 三个微型滤色膜。这时，液晶显示器件仅仅作为一个光阀。控制每个子像素光阀，就可以控制 R, G, B 三个滤色膜透过光的通断。控制三个子像素光阀的灰度级别，就可以控制 R, G, B 三个滤色膜透过光的多少。利用 R, G, B 三个子像素透过的不同光量便可以混合加色为千万种鲜艳的彩色。

我们知道，世界上任何颜色都可以由红(R)、绿(G)、蓝(B)三基色加色混合而成。因此，我们只要通电驱动三个子像素的关断、开启、使其透过不同的 R, G, B 三色光。就可以得到由人眼将其混合而成的各种颜色。若我们仅能控制 R, G, B 的开关，则 R, G, B 可以组合成 8 种彩色显示，若我们可以使每种颜色的子像素实现多级灰度，则可以实现极为丰富的多种彩色显示。可见，微彩色膜方式的液晶显示的彩色驱动法，实际上只是灰度显示驱动法。当然，若仅使用灰度显示驱动，也不可能准确实现某种彩色的目的。需要计算还原等功能。

23. 单片机开发测试平台包，括那几部分？

(1) 汇编编译器：编辑、汇编、编译链接、生成可执行文件

- (2) 单片机控制开发板（用户应用板）：验证程序执行的结果
- (3) 编程器（烧录器）：将开发测试好的程序烧录到单片机中
- (4) 仿真器（模拟器）：加载可执行文件，模拟仿真 cpu 的工作

24. 什么叫做偏压系数？

行半选点和非选点上的电压均为显示电压 VLCD 的 $1/a$ 。这 $1/a$ 就称为偏压系数，也称为偏压（Bias）

25. 彩色显示数据的处理有哪两种方法，分别进行简要说明。

彩色显示数据的处理有两种，一种为颜色位面法，一种为压缩像素法。这两种方法都应用于计算机的 VGA 显示上，也是 VGA 下液晶显示的彩色显示数据的处理方法。

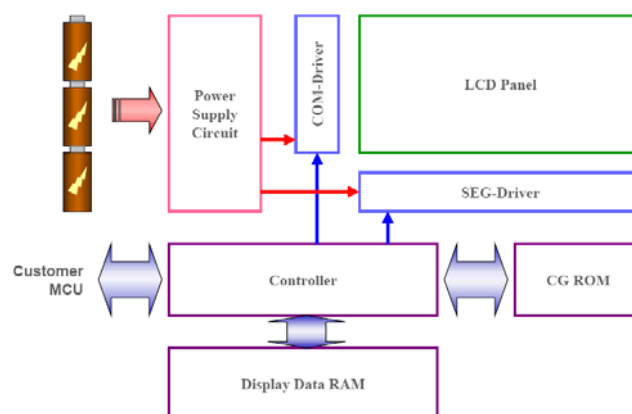
- 颜色位面法：

将显示存储器空间分割成 4 个独立的存储区，称为位面。4 个位面分别为红色位面，绿色位面，蓝色位面和亮度位面。每个显示像素点都在各个位面上占有一位或几位。由四个位面上相对应的位组合成一个像素点的显示数据，如图所示。

- 压缩像素法：

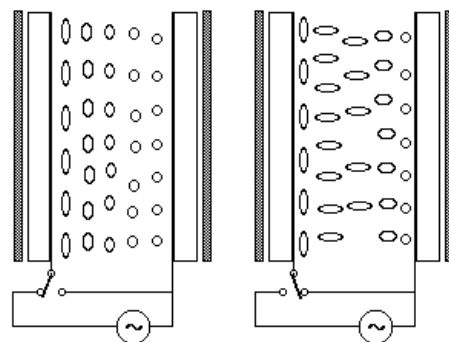
将一个像素的彩色信息压缩成一个字或一个字节的显示数据存储在显示存储器内。彩色种类的多少将表现在彩色数据的位数的多少。如一个像素的彩色数据用一个字节中的 8 位来表示，那么该显示像素可以显示 256 种色彩。如图所示。压缩像素法是彩色液晶显示控制的主要方法。

26. 液晶显示模块结构框图。



二、LCD 的驱动方式

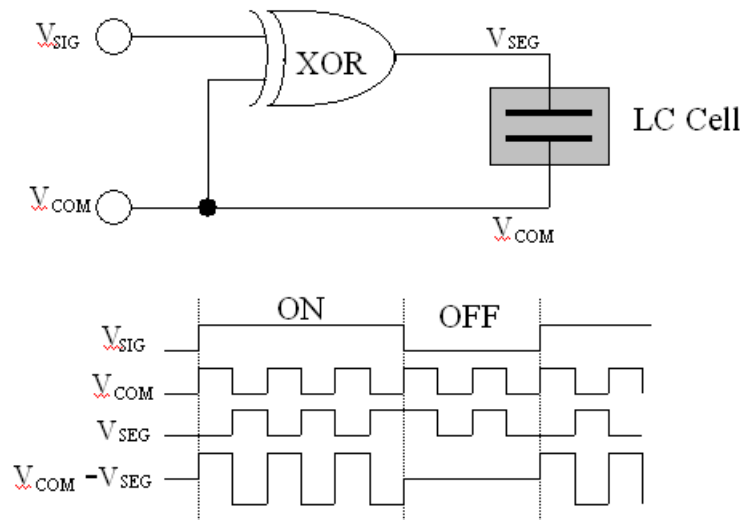
液晶的显示是由于在显示像素上施加了电场的缘故，而这个电场则由显示像素前后两电极上的电位信号合成产生，在显示像素上建立直流电场是非常容易的事，但直流电场将导致液晶材料的化学反应和电极老化，从而迅速降低液晶的显示寿命，因此必须建立交流驱动电场，并且要求这个交流电场中的直流分量越小越好，通常要求直流分量小于 50mV。



在实际应用中，由于采用了数字电路驱动，所以这种交流电场是通过脉冲电压信号来建立的。显示像素上交流电场的强弱用交流电压的有效值表示，当有效值大于液晶的阈值电压时，像素呈显示态；当有效值小于阈值电压时，像素不产生电光效应；当有效值在阈值电压附近时，液晶将呈现较弱的电光效应，此时将会影响液晶显示器件的对比度。液晶显示的驱动就是用来调整施加在液晶显示器件电极上的电位信号的相位、峰值、频率等，建立驱动电场，以实现液晶显示器件的显示效果。

对于 TN 及 STN-LCD 液晶显示常用的驱动方法有：静态驱动法和动态驱动法。液晶显示器的驱动方式由电极引线的选择方向确定，因此，在选择好液晶显示器之后，用户无法改变驱动方式。

1 静态驱动法



静态驱动法是获得最佳显示质量的最基本的方法。它适用于笔段型液晶显示器件的驱动。段电极波形不是与背电极波形同相就是反相。同相时液晶上无电场，LCD 处于非选通状态。反相时，液晶上施加了一矩形波。当矩形波的电压比液晶阈值高很多时，LCD 处于选通状态。这就是静态驱动法。为了提高显示的对比度，适当地调整脉冲的电压即可。

2 动态驱动法

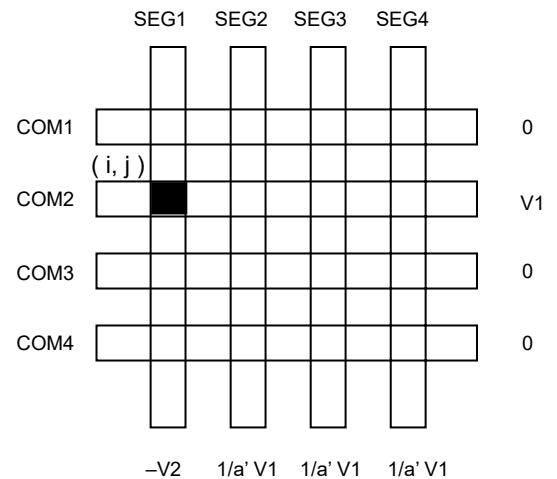
当液晶显示器件上显示像素众多时，如点阵型液晶显示器件，为了节省庞大的硬件驱动电路，在液晶显示器件电极的制作与排列上作了加工，实施了矩阵型的结构，即把水平一组显示像素的背电极都连在一起引出，称之为行电极，用 COM 符号来表示；把纵向一组显示像素的段电极连在一起引出，称之为列电极，用 SEG 符号表示。在液晶显示器上每一个显示像素都由其所在的列与行的位置唯一确定。液晶显示器的动态驱动法就是循环地给行电极施加选择脉冲，同时给所有的列电极加上响应的选择或非选择的驱动脉冲，从而实现某行所有像素的显示功能。这种扫描是逐行顺序进行的，循环周期很短，使得液晶屏上呈现出稳定的图像效果。我们把液晶显示的扫描驱动方式称为动态驱动法。

假设一帧的扫描行数为 N ，扫描时间为 1，那么一行所占有选择时间为一帧时间的 $1/N$ 。这就是液晶显示驱动的占空比系数，也称为占空比（Duty）。

2.1 平均电压法

在动态驱动方式下，要使某一位置如 (i, j) 点显示，就需在第 i 列和第 j 行上同时施加选择电压，使该点的合成电压最大，但此时除 (i, j) 点外，第 i 列和第 j 行的其余各点也承受了一定电压，这些点称为半选择点。若半选择点上的有效电压大于阈值电压时，在屏幕上将出现不应有的显示，使对比度下降，这就是交叉效应。

解决交叉效应的办法是平均电压法，即把半选择点与非选择点的电压平均，适度提高非选择点的电压来抵消半选择点上的一部分电压，使半选择点上的电压下降，从而提高显示对比度。



右图中选择点为 $(\text{SEG1}, \text{COM2})$ 以下简称为 $(1, 2)$ 。现第 2 行施加 V_1 电压，其余各行电压 $0V$ ；第一列施加 $-V_2$ 电压，其余均为非选择电压 $1/a' V_1$ 。接下来分析各点的电位差，即行电压减去列电压。

选择点 $(1, 2)$: $V_1 + V_2$

半选择点 $(1, 1)$, $(1, 3)$, $(1, 4)$: V_2

$(2, 2)$, $(3, 2)$, $(4, 2)$: $V_1 - 1/a' V_1$

非选择点: $-1/a' V_1$

为保证选择点的显示效果，使 $V_1 + V_2 = V_{LCD}$ 保持在所需的电压值 V_{LCD} 。同时为了提高显示的对比度，令 $|V_2| = |-1/a' V_1|$ ，即：

$$\begin{cases} V_1 + V_2 = V_{LCD} \\ |V_2| = |-1/a' V_1| \end{cases}$$

解之：

$$\begin{cases} V_1 = [a'/(a'+1)]V_{LCD} \\ V_2 = [1/(a'+1)]V_{LCD} \end{cases}$$

令 $a'+1=a$ ，得：

$$\begin{cases} V_1 = [(a-1)/a]V_{LCD} \\ V_2 = (1/a)V_{LCD} \end{cases} \quad (a > 1)$$

于是，各点电压为：

$$\begin{aligned} \text{选择点 (1, 2):} & \quad V_{LCD} \\ \text{半选择点 (1, 1), (1, 3), (1, 4):} & \quad (1/a) V_{LCD} \\ \text{(2, 2), (3, 2), (4, 2):} & \quad [(a-2)/a]V_{LCD} \\ \text{非选择点:} & \quad -(1/a) V_{LCD} \end{aligned}$$

可见，行半选点和非选点上的电压均为显示电压 V_{LCD} 的 $1/a$ 。这 $1/a$ 就称为偏压系数，也称为**偏压 (Bias)**。此方法称为 $1/a$ 偏压的平均电压法，简称为 $1/a$ 偏压法。在这种方法中， $\text{MAX}\{[(a-2)/a], V_{LCD} (1/a) V_{LCD}\}$ 将成为调整显示对比度的尺度。

从多路驱动的基本思想可以看出，不仅选通像素上施加有电压，非选通像素上也施加了电压。为了使选通像素之间及非选通像素之间显示状态一致，必须要求选点电压 V_{on} 一致，非选点电压 V_{off} 一致。为了使像素在选通电压作用下被选通；而在非选通电压作用下不选通，必须要求 LCD 的光电性能有阈值特性，且越陡越好。但由于材料和模式的限制，LCD 电光曲线陡度总是有限的。因而反过来要求 V_{on} 、 V_{off} 拉得越开越好，即 V_{on}/V_{off} 越大越好。

已知电压有效值定义式 $V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{t_f} \int_0^{t_f} V_t^2 dt}$ ，动态驱动中选择点电压 V_0 ，非选择点电压 $-\frac{1}{a}V_0$ ，半选择点电压 $\frac{a-2}{a}V_0$ ，请推导多路驱动铁的定律。

作为选择点时，在一帧时间内，只有一行的时间施加电压为 V_0 ，其余 $N-1$ 行时间内施加电压为 $-\frac{1}{a}V_0$ ，所以作为全选择点的均方电压为

×

作为非选择点时，在一帧时间内，总有一行的时间处于半选择点，施加的电压为 $\frac{a-2}{a}V_0$ ，其余 $N-1$ 行时间内施加电压为 $-\frac{1}{a}V_0$ ，所以作为半选择点的均方


电压为



由于液晶对比度是透过率之比，透过率又正比于施加有效电压值，所以让我们用施加有效电压比值来分析一下对比度(显示质量的重要标志)与驱动路数 N 和偏压比 a 之间的关系。


$$\frac{V_{on}}{V_{off}} = \sqrt{\frac{a^2 + (N-1)}{(a-2)^2 + (N-1)}}$$

这就是有效电压比 V_{on}/V_{off} 最大时，偏压比 a 必须满足的条件



上式称为多路驱动铁定律

经理论计算，当 **Duty**、**Bias** 满足以上关系时， V_{on}/V_{off} 取极大值。满足下式的 a ，即为驱动路数为 N 的最佳偏压值：



2.2 驱动电压

设定液晶动态驱动的行驱动电压和列驱动电压分别为：

行、列选择电压： V_0 、 V_5

行未选电压： V_1 、 V_4

列未选电压： V_2 、 V_3

同时有： $V_0 > V_1 > V_2 > V_3 > V_4 > V_5$

在动态驱动方法中，根据所需的偏置电压系数 $1/a$ ，把液晶驱动电压 V_{LCD} 分为 a 档。
各驱动电压取值为：

$V_0 = V_{CC}$

$V_1 = V_{CC} - 1/a V_{LCD}$

$V_2 = V_{CC} - 2/a V_{LCD}$

$$V3 = V_{CC} - (a-2) / a V_{LCD}$$

$$V4 = V_{CC} - (a-1) / a V_{LCD}$$

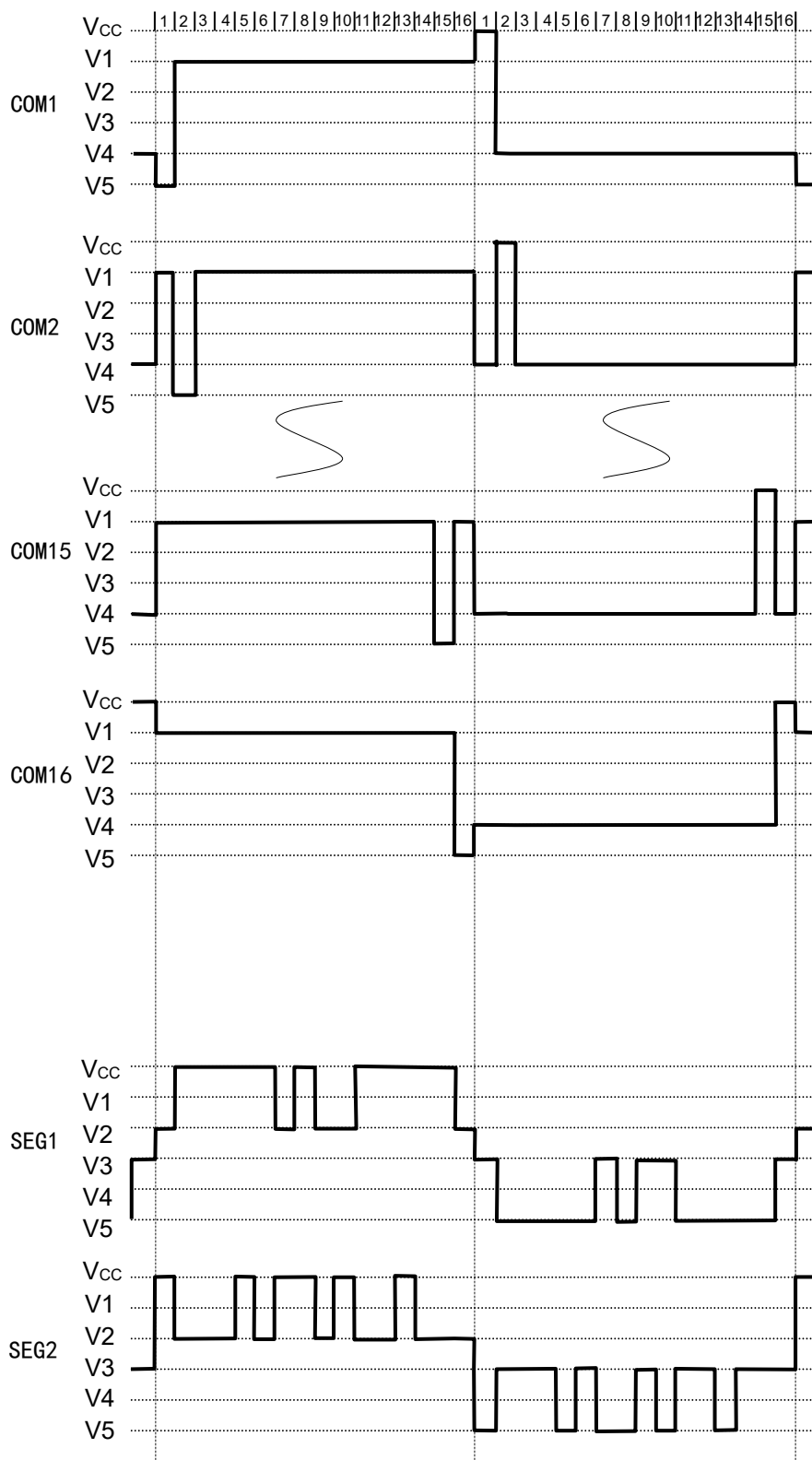
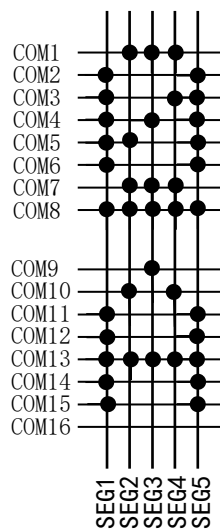
$$V5 = V_{CC} - V_{LCD}$$

由于液晶是交流驱动，所以行驱动脉冲序列中，幅值 $V0$ 和 $V5$ ， $V4$ 和 $V1$ 相互交换；在列驱动脉冲序列中， $V5$ 和 $V0$ ， $V3$ 和 $V2$ 交替变换，从而实现交流驱动的性能。

上叙为 6 级电平，当 $a < 5$ 时，会发生如下简并：

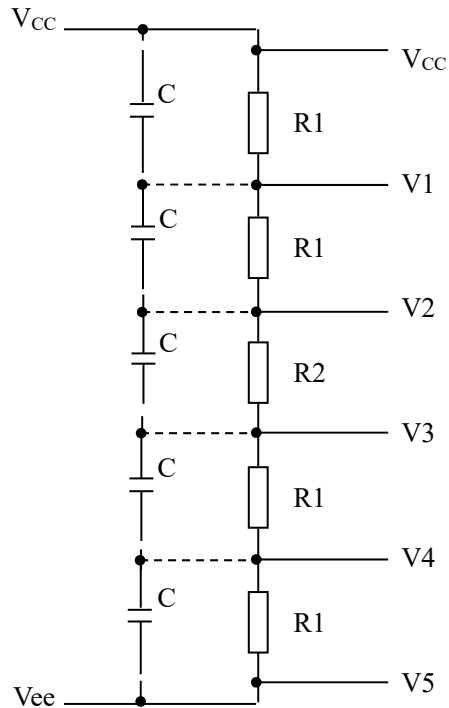
- $a=4$ 时， $V2=V3$
- $a=3$ 时， $V1=V3$ ， $V2=V4$
- $a=2$ 时， $V0=V3$ ， $V1=V4$ ， $V2=V5$

举例：1/16 占空比驱动波形



2.3 驱动电路的实现

1) 电阻分压电路



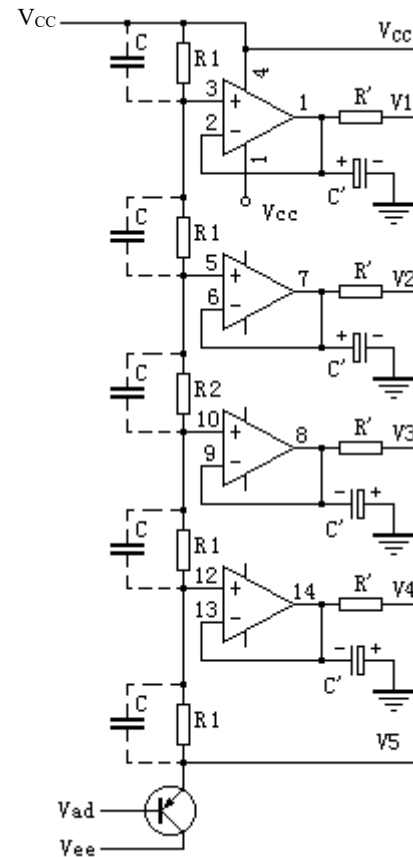
电阻 \$R1, R2\$ 的选择公式为：

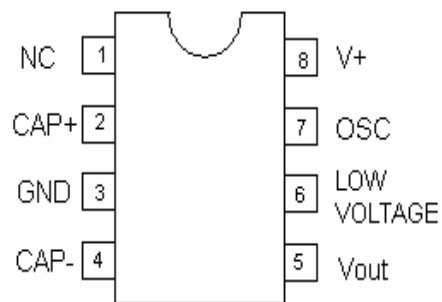
$$\frac{R1}{4R1+R2} = \frac{1}{a}$$

DC-DC 转换 IC

ME7660 芯片能将输入范围为 +1.5V 至 +10V 的电压转换成相应的 -1.5V 至 -10V 的输出，并且只需外接两只低损耗电容，无需电感，降低了损耗、面积及电磁干扰。芯片的振荡器额定频率为 10KHz，应用于低输入电流情况时，可于振荡器与地之间外接一电容，从而以低于 10KHz 的振荡频率正常工作。

2) 运算放大器分压电路

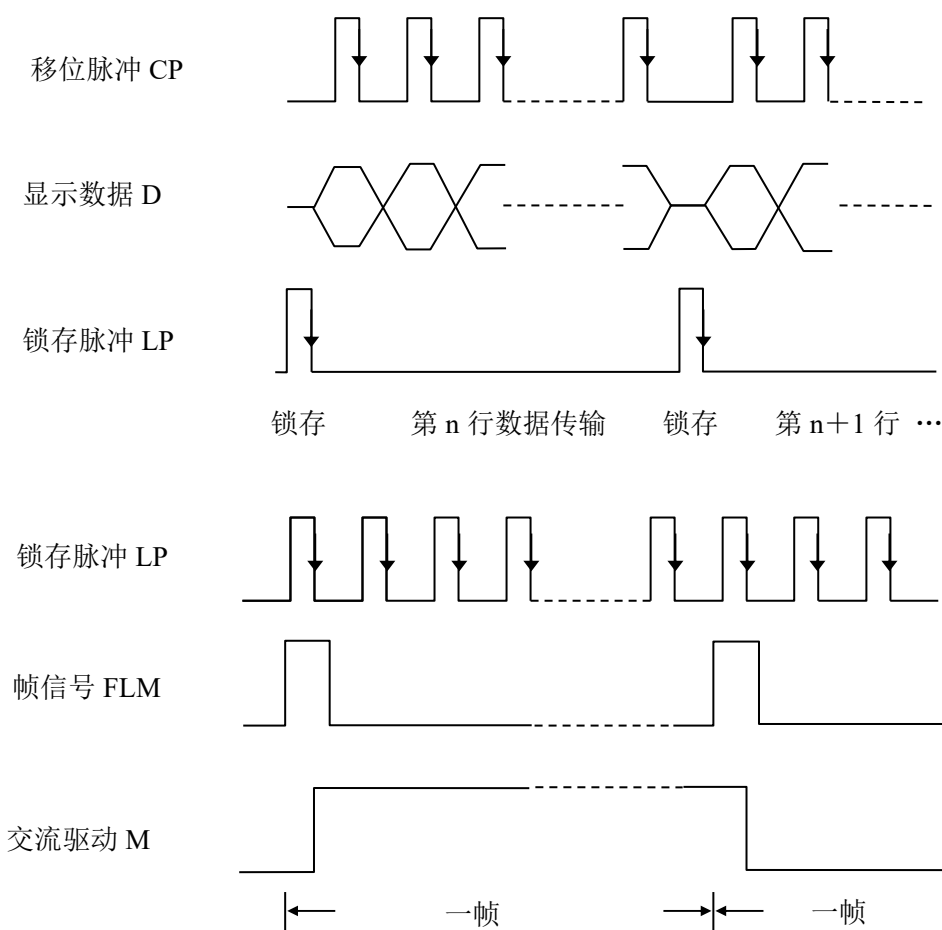




- 转换逻辑电源 +5V 为 $\pm 5V$ 双相电压；
- 输入工作电压范围广： 1.5V \sim 10V ；
- 电压转换精度高： 99.9% ；
- 电源转换效率高： 98% ；
- 低功耗： 静态电流为 90 μA (输入 5V 时) ；
- 外围元器件少，便于使用： 只需两只外接电容；
- 符合 RS232 负电压标准；
- 静电击穿电压高： 可达 3KV；
- 高电压工作时，无 Dx 二极管需求；
- 封装尺寸： SOP8 、 DIP8

2.4 驱动器的外加信号

显示数据	DI	显示数据的输入端口，作用于移位寄存器；
移位脉冲	CP	显示数据的移位脉冲信号，作用于移位寄存器；
锁存脉冲	LP	显示数据的锁存脉冲信号，作用于数据锁存器；
交流驱动波形	M	交流驱动信号，作用于驱动电路；
液晶驱动电平	V0 \sim V5	液晶显示的驱动电源，作用于驱动电路；



行驱动器和列驱动器的工作原理和基本构成是相同的，不同点如下：

- (1) 输入数据的性质不同
- (2) 移位时钟的不同
- (3) 非选择电压的设置不同
- (4) 选择电压输出相位相差 180°

三、TOPWAY 液晶显示模块的分类

(1) 段式液晶显示模块 (HT1621 控制器)

HT1621: SPI 串行接口模式

(2) 字符类型液晶显示模块 (ST7066U 控制器或兼容芯片)

ST7066U: 支持 8/4 并行 M6800 接口模式

5×7 或 5×11 点阵字符显示

可自定义 8 个 5×8 或 4 个 5×11 点阵的字符

能够实现光标和显示画面的左右滚动

(3) 内置中文字库的全图形点阵液晶显示模块 (ST7920, RA8803/8802 控制器)

ST7920: 支持串行、8/4 并行接口模式

文本 (16×16、8×16), 图形, 以及文本与图形的异或合成显示

光标固定为 16 位

可自定义 4 个 16×16 字符

支持反白显示; 显示画面水平、垂直移动

RA8802: Intel8080 模式

文本 (16×16、8×16) 或图形显示

光标 8 位、16 位可变

RA8803: Intel8080 模式

文本 (16×16、8×16), 图形, 以及文本与图形逻辑合成, 四级灰度显示

光标 8 位、16 位可变

可自定义 16 个 16×16 点阵的字符

支持字型放大功能, 最大为 64×64 点阵

支持画面垂直、水平移动

(4) 全图形点阵的液晶显示模块 (S6B0108、AX6120、SED1575、S6B0741、S6B0724、ST7565P、T6963C、SED1335 控制器)

S6B0108、AX6120、SED1575、S6B0741、ST7565P: 全图形点阵

S6B0724: 支持并行 M6800、Intel8080 模式, SPI 串行接口模式

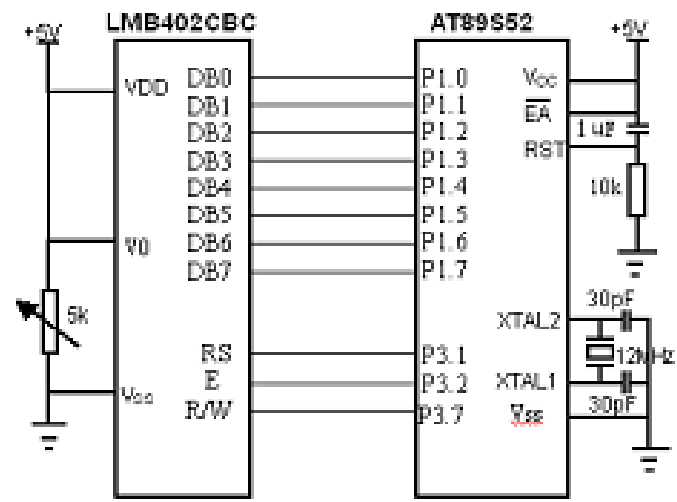
四级灰度图形显示

T6963C、SED1335: 带 ASCII 码字库(8×8 点阵), 可自定义字符

文本和图形可以合成, 功能强大

四、字符型液晶显示模块 LMB162ABC 的应用

液晶显示模块和 MCU 接口，采用的是 8 位并行通信，满足 M6800 时序：



LMB162ABC 模块各引脚功能描述

引脚号	引脚名称	输入/输出	描述
1	VSS	电源	电源负极，接地
2	VDD	电源	电源正极
3	V0	电源	LCD 对比度调节
4	RS	输入	寄存器选择： RS=1 传输显示数据 RS=0 传输指令数据
5	R/W	输入	读写控制信号选择： R/W=1 读模式选择 R/W=0 写模式选择
6	E	输入	数据使能信号
7	DB0	输入/输出	双向三态数据线 8 bit 模式下，占用 DB0~DB7 数据线 4 bit 模式下，占用 DB4~DB7 数据线，DB0~DB3 数据线悬空
:	:		
14	DB7		
15	BLA	电源	背光电源正极
16	BLK	电源	背光电源负极

控制信号的功能组合

RS	R/W	E	DB0-DB7	功能说明
L	L	H→L	输入态	MPU 写指令到指令寄存器（IR）
L	H	H	输出态	读出忙标志（BF）及地址指针（AC）值
H	L	H→L	输入态	MPU 写入数据到数据寄存器（DR）
H	H	H	输出态	MPU 从数据寄存器（DR）中读出数据

S6A2067 控制器的指令集

指令名称	控制信号		控制代码								功能
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	
清屏	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	将空码 20H 写入 DDRAM 的全部 80 个单元 清地址指针 AC，光标或闪烁归 home 位
归 home 位	0	0	0	0	0	0	0	0	1	×	将 AC 清零，将光标或闪烁返回显示屏左上第一个字符位（DDRAM 内容不受影响）
输入方式设置	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	读写 DDRAM 或者 CGRAM 数据时，设置光标的移动方向及画面的移动 S=1 画面移动 S=0 画面禁止移动 I/D=1 AC 加 1，若 S=1 画面左移 I/D=0 AC 减 1，若 S=1 画面右移
显示状态设置	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	D=1 显示开 D=0 显示关 C=1 光标开 C=0 光标关 B=1 光标闪烁开 B=0 光标闪烁关
光标画面移位	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	×	×	控制画面或光标向左或向右移动一个字符位 S/C=1 画面移动 S/C=0 光标移动 R/L=1 向右移动 R/L=0 向左移动 (若 S/C=1，AC 值不变)
工作方式设置	0	0	0	0	1	DL	N	F	×	×	DL=1: 8 位数据接口 DL=0: 4 位数据接口 N=1: 两行显示 N=0: 一行显示 F=1: 5×11 点阵字体 F=0: 5×8 点阵字体
CGRAM 地址设置	0	0	0	1	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	将 CGRAM 地址写入地址指针 AC 内
DDRAM 地址设置	0	0	1	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	将 DDRAM 地址写入地址指针 AC 内
读 BF 和 AC 值	0	1	BF	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	检查系统状态，并获取地址指针内容 AC6~AC0 BF=1 系统忙 BF=0 准备好
写数据	1	0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	写数据到地址指针 AC 所指向的内存单元
读数据	1	1	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	从地址指针 AC 所指向的内存单元中读出数据

注：详细的指令系统请参考 S6A2067 手册

显示数据存储器 DDRAM 的地址

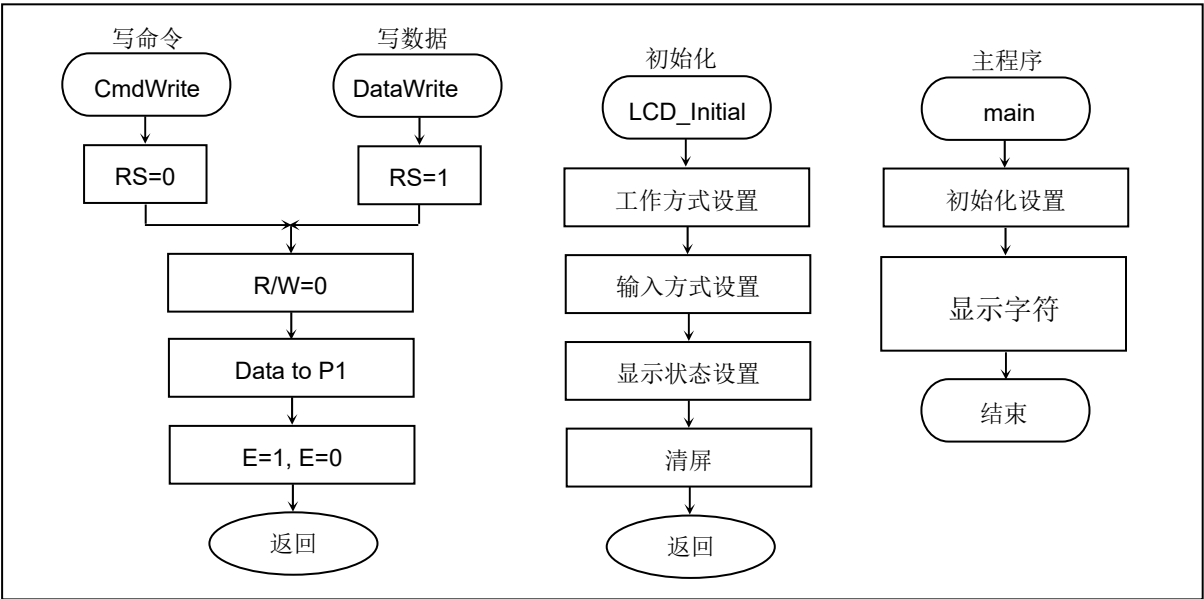
显示存储器地址											
00H	01H	02H	03H				0CH	0DH	0EH	0FH
				<div>16×2Characters 5×8dots font</div>							
40H	41H	42H	43H				4CH	4DH	4EH	4FH

注：N=1 两行显示
F=0 5×8 点阵字体
D=1 开显示

字符发生器 **CGRAM** 的地址

用户自定义 字符代码	CGRAM 地址	CGRAM 数据字体模式	
		D7~D5	D4~D0
00h (08h)	00h 01h .. 06h 07h	Not Use	5×8 点阵 字体模式
01h (09h)	08h 09h .. 0Eh 0Fh	Not Use	5×8 点阵 字体模式
02h (0Ah)	10h 11h .. 16h 17h	Not Use	5×8 点阵 字体模式
03h (0Bh)	18h 19h .. 1Eh 1Fh	Not Use	5×8 点阵 字体模式
04h (0Ch)	20h 21h .. 26h 27h	Not Use	5×8 点阵 字体模式
05h (0Dh)	28h 29h .. 2Eh 2Fh	Not Use	5×8 点阵 字体模式
06h (0Eh)	30h 31h .. 36h 37h	Not Use	5×8 点阵 字体模式
07h (0Fh)	38h 39h .. 3Eh 3Fh	Not Use	5×8 点阵 字体模式

程序流程图



参考程序：

```
#include <reg52.h>
#include <intrins.h>
#define uchar unsigned char
#define uint unsigned int
#define LCD_BUS P1
sbit RS=P3^1;
sbit R_W=P3^6;
sbit E=P3^2;
//-----
//延时子程序
//-----
void Delay(uint t)
{
    uint i;
    uint j;
    for(i=0;i<t;i++)
        for(j=0;j<109;j++)
            _nop_();
}
//-----
//检查忙位
//-----
void chk_busy()
{
    RS=0;
    R_W=1;
    E=1;
    LCD_BUS=0xff;
    while((LCD_BUS&0x80)==0x80);
    E=0;
}
//-----
//写命令到 LCD
//-----
void CmdWrite(uchar cmdcode)
{
    chk_busy();
    RS=0;
    R_W=0;
    LCD_BUS=cmdcode;
    E=1;
    E=0;
    R_W=1;
    RS=1;
}
```

```

//-----
//写数据到 LCD
//-----
void DataWrite(uchar Dispdata)
{
    chk_busy();
    RS=1;
    R_W=0;
    LCD_BUS=Dispdata;
    E=1;
    E=0;
    R_W=1;
    RS=0;
}
//-----
//写入字符串
//-----
void Printstr(uchar code *pstr)
{
    while(*pstr>0)
    {
        DataWrite(*pstr);
        pstr++;
        //Delay(10);
    }
}
//-----
//自定义字符
//-----
uchar code a[]={0x08,0x0f,0x12,0x0f,0x0a,0x1f,0x02,0x02,
                0x0f,0x09,0x0f,0x09,0x0f,0x09,0x11,0x00,
                0x1f,0x11,0x11,0x1f,0x11,0x11,0x1f,0x00};
void zidingyi()
{
    uchar i;
    CmdWrite(0x40);
    for(i=0;i<24;i++)
        DataWrite(a[i]);
}
//-----
//初始化设置
//-----
void LCD_Initial()
{

```

```

    Delay(100);

    CmdWrite(0x38);    //8 位并行，两行，5*8
    //Delay(10);
    CmdWrite(0x04);    //shift=0,AC 加 1
    //Delay(10);
    CmdWrite(0x01);    //清屏
    //Delay(10);
    CmdWrite(0x0f);    //开显示，开光标，闪烁
    //Delay(10);

}
//-----
//主函数
//-----
void main()
{
    E=0;
    LCD_Initial();
    zidingyi();
    CmdWrite(0x80);    //第一行显示内容:"www.hebut.edu.cn"
    Printstr("www.hebut.edu.cn");
    CmdWrite(0xc2);
    Printstr("2015");    //第二行显示内容:"2015 年 12 月 31 日"
    DataWrite(0x00);
    Printstr("12");
    DataWrite(0x01);
    Printstr("31");
    DataWrite(0x02);
    Delay(5000);
    while(1)
    {}
}
//end of program

```

会用 C51 编写延时函数

会编写字符型液晶显示模块利用 CGRAM 显示自定义字型的程序

掌握单片机和液晶显示模块的连接电路以及单片机的最小外围电路