

尊敬的客户：

您好！

首先欢迎您光临北京中显网站并索取液晶相关资料，因为网站空间有所限制，所以不能把所有的资料都放在网上自由共享，在此深表歉意。不过，我们欢迎您给我们发来电子邮件索取相关资料，我们会在最短的时间内，把相关资料用电子邮件发送给您，以助您研发顺利，心想事成。我们的电子邮件邮箱是：

1. Email: zxlcd2000@126.com
2. Email: yidongqq2000@126.com
3. QQ 号: 378613368
4. QQ 号: 214496161
5. QQ 号: 1049342393
6. MSN 号: zxlcd@live.cn
7. MSN 号: yidongqq2000@hotmail.com

同时，欢迎您选购中显液晶产品，销售及售后联系方式如下：

公司地址：北京市海淀区中关村大街 32 号和盛大厦 811 室

展柜地址：北京市海淀区知春路 132 号中发电子市场 3123 柜台。

联系业务电话：010-82626833；52926620；传真：010-52926621

联系人及手机：13001234565（刘先生）；13811103333（肖女士）

公司网址：www.zxlcd.com。同时，产品免费保修壹年！祝您开发愉快，万事如意！免费设计液晶开模，开模费执行最低价，物超所值！

目 录

前 言

第一章 绪 论

- 1.1 液晶显示器件在显示技术中的地位 (1)
 - 1.1.1 显示器件分类特点 (1)
 - 1.1.2 液晶显示器件优异特性及发展前景 (6)
- 1.2 液晶显示技术的发明和发展 (7)
 - 1.2.1 液晶显示技术的发展史 (7)
 - 1.2.2 1991年物理学诺贝尔奖授予了液晶物理学家 (8)
- 1.3 液晶显示器件应用技术 (9)
 - 1.3.1 液晶显示器件应用技术内容 (9)
 - 1.3.2 应用技术基础 (9)

第二章 液晶基本知识

- 2.1 形形色色的液晶 (11)
 - 2.1.1 热致液晶 (11)
 - 2.1.2 溶致液晶 (14)
- 2.2 液晶的应用物理性质 (15)
 - 2.2.1 液晶的异向性 (15)
 - 2.2.2 液晶分子排列的有序参量 (15)
 - 2.2.3 液晶的弹性连续体理论 (16)
 - 2.2.4 液晶的折射率和光学异向性 (16)
 - 2.2.5 施加电场和磁场时的液晶分子排列 (17)
 - 2.2.6 胆甾液晶的光学性质 (18)

第三章 液晶显示器件的基本知识

- 3.1 液晶的电光效应和液晶显示器件的分类 (20)
 - 3.1.1 液晶的电光效应 (20)
 - 3.1.2 几种常见的液晶显示器件 (23)
- 3.2 液晶显示器件的基本结构 (37)
 - 3.2.1 静态驱动电极连接结构 (37)
 - 3.2.2 动态驱动电极连接结构 (37)
 - 3.2.3 液晶显示器件的构造与部件 (39)
- 3.3 液晶显示器件的基本参数特性 (40)
 - 3.3.1 液晶显示器件的典型基本参数 (40)
 - 3.3.2 液晶显示器件电光测试系统 (42)
 - 3.3.3 液晶显示器件的特性曲线 (43)

第四章 液晶显示器件的装配与使用

4.1 液晶显示器件的装配结构件及安装方法	(47)
4.1.1 液晶显示器件外引线结构	(47)
4.1.2 液晶显示器件装配中的连接	(47)
4.2 液晶显示器件的使用	(54)
4.3 使用中的故障排除	(56)
4.4 液晶显示模块的装配与使用	(57)
4.5 液晶显示的采光技术	(59)
4.5.1 自然光采光技术	(59)
4.5.2 设置背光源的采光技术	(59)

第五章 液晶显示的驱动和控制

5.1 液晶显示的驱动方式	(68)
5.1.1 静态驱动法	(68)
5.1.2 动态驱动法	(69)
5.1.3 双频驱动法	(71)
5.1.4 非线性元件的应用	(72)
5.1.5 各种射束寻址显示方式	(73)
5.2 液晶显示驱动电路的原理	(77)
5.2.1 驱动电路原理	(77)
5.2.2 驱动电路组成形式	(80)
5.2.3 分压电路	(82)
5.2.4 温度补偿电路	(83)
5.2.5 点阵液晶显示模块	(84)
5.3 液晶显示控制电路原理	(84)
5.3.1 接口部	(84)
5.3.2 控制部	(85)
5.3.3 驱动部	(86)
5.3.4 指令集	(87)
5.3.5 应用	(87)

第六章 笔段型液晶显示器件的应用

6.1 静态驱动应用电路	(90)
6.1.1 1 位液晶显示驱动器的应用	(90)
6.1.2 多位液晶显示驱动器的应用	(92)
6.1.3 使用 MPU 静态驱动液晶显示器件	(97)
6.1.4 40 路液晶显示驱动器 HD 44100 的应用	(100)
6.2 动态驱动应用电路	(105)

第七章 字符型液晶显示模块的应用

7.1 字符型液晶显示控制及驱动器 HD44780	(109)
7.1.1 HD44780 特点	(109)

7.1.2	HD44780 的硬件工作原理	(109)
7.1.3	HD44780 的指令集	(118)
7.2	字符型液晶显示模块分析	(123)
7.3	字符型液晶显示模块接口技术	(124)
7.3.1	直接访问方式	(124)
7.3.2	间接控制方式	(127)
7.4	字符型液晶显示模块应用程序	(130)
7.4.1	用户自定义字符的使用	(130)
7.4.2	多画面形式显示	(132)
第八章 图形液晶显示模块的应用 (一)		
——点阵液晶显示控制器 T6963C 的应用		
8.1	点阵液晶显示控制器 T6963C	(134)
8.1.1	T6963C 特性	(134)
8.1.2	T6963C 电路原理	(136)
8.1.3	T6963C 指令集	(143)
8.2	内藏 T6963C 的图形液晶显示模块的构成	(152)
8.2.1	点阵液晶显示行驱动器 T6961B	(153)
8.2.2	点阵液晶显示列驱动器 T7778A	(154)
8.3	内藏 T6963C 的图形液晶显示模块的接口技术	(157)
8.3.1	直接访问方式	(157)
8.3.2	间接控制方式	(159)
8.4	点阵液晶显示模块应用程序	(160)
8.4.1	初始化程序	(160)
8.4.2	建立 CGRAM	(161)
8.4.3	汉字显示方法	(162)
8.4.4	文本特征方式的应用	(164)
8.4.5	屏读和屏拷贝	(165)
第九章 图形液晶显示模块的应用 (二)		
——点阵液晶显示控制器 HD 61830 (B) 的应用		
9.1	HD 61830 (B) 点阵液晶显示控制器	(167)
9.1.1	HD 61830 (B) 特性	(167)
9.1.2	HD 61830 (B) 工作原理	(168)
9.1.3	HD 61830 (B) 指令集	(173)
9.2	HD 61830 (B) 控制器板的组成与实现	(178)
9.3	HD 61830 (B) 控制器板初始化参数的确定	(180)
9.4	HD 61830 (B) 控制器板与 MPU 接口及驱动程序	(184)
9.4.1	直接访问方式	(185)
9.4.2	间接控制方式	(186)
9.5	点阵液晶显示模块应用程序	(187)

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重知识产权！

第十章 图形液晶显示模块的应用 (三)

——点阵液晶显示控制器 E-1330 (SED 1330) 的应用

10.1 E-1330 硬件构成和控制器板的实现.....	(195)
10.1.1 接口部	(195)
10.1.2 控制部	(198)
10.1.3 驱动部	(201)
10.1.4 E-1330 控制器板的组成.....	(203)
10.2 E-1330 的指令集.....	(204)
10.2.1 系统控制类指令	(205)
10.2.2 显示操作类指令	(208)
10.2.3 绘制操作类指令	(214)
10.2.4 存储操作类指令	(214)
10.3 E-1330 控制器板与图形液晶显示模块的接口技术.....	(215)
10.4 E-1330 控制器板与 MPU 接口技术	(219)
10.4.1 直接访问方式	(219)
10.4.2 间接控制方式	(220)

第一章 绪 论

液晶显示器件行销于世已近 20 年。我国不仅是液晶显示器件的生产大国，同时也拥有液晶显示器件的广大市场。

从液晶电子手表、计算器到液晶电视、便携式计算机，人们已非常熟悉了这种闪动的数字与图形，但能揭开其面纱、了解其特性的人就不多；能够开拓性地将其应用在产品上的人就更是寥寥无几。这不仅是由于其发展历史短，更主要的是由于液晶显示器件涉及多学科、高科技。本书就是试图通过论述液晶显示器件的应用技术，揭开液晶显示的神秘面纱，使广大科技人员掌握这项技术并促进在我国推广与提高。

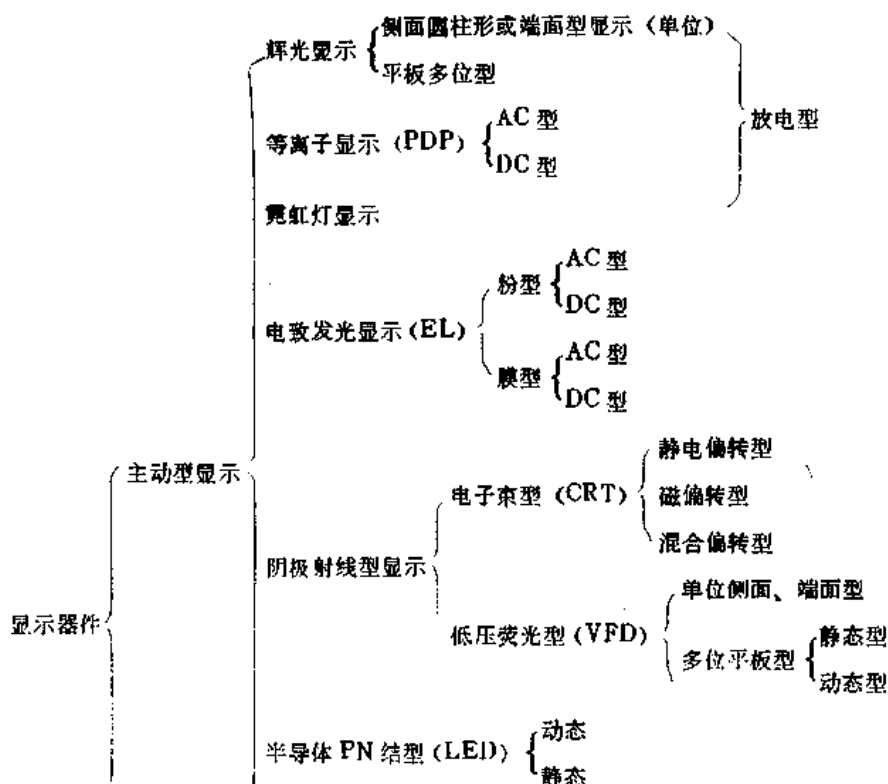
1.1 液晶显示器件在显示技术中的地位

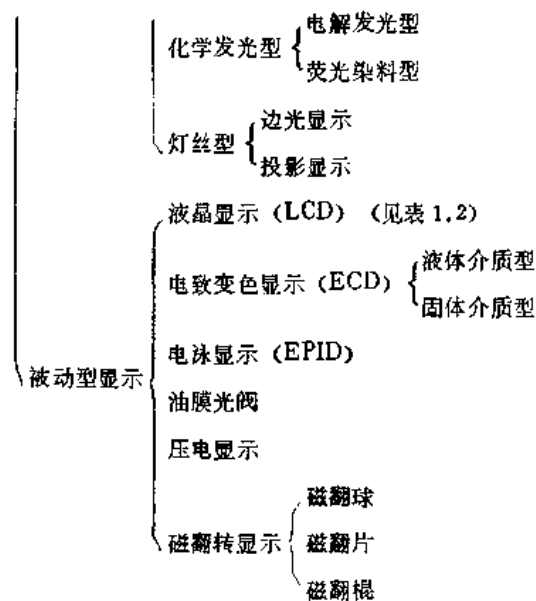
1.1.1 显示器件分类特点

显示技术是传递视觉信息的技术。随着信息社会的发展，显示技术显得越来越重要，作为显示技术基础的显示器件当然也就越发身价倍增。

几十年的发展，显示器件已成为一个大家族。不同的电光原理，不同的结构、特点，不同的要求和需要，构成不同的显示器件。表 1.1 所列为显示器件的分类。

表 1.1 显示器件的分类



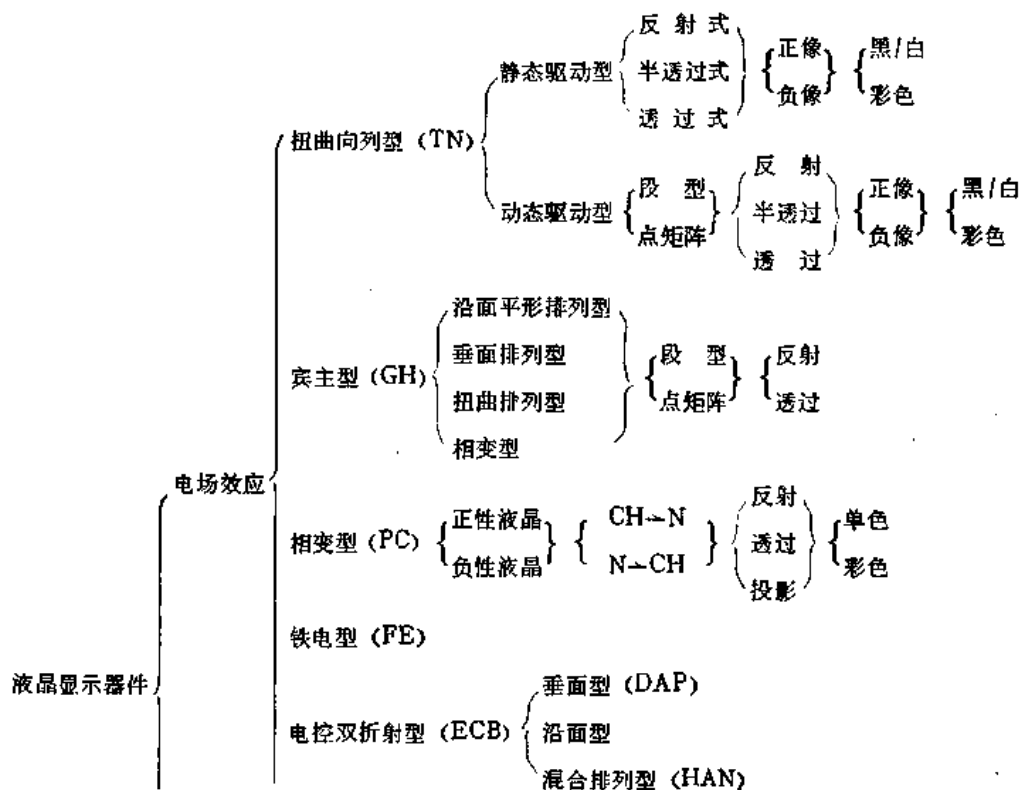


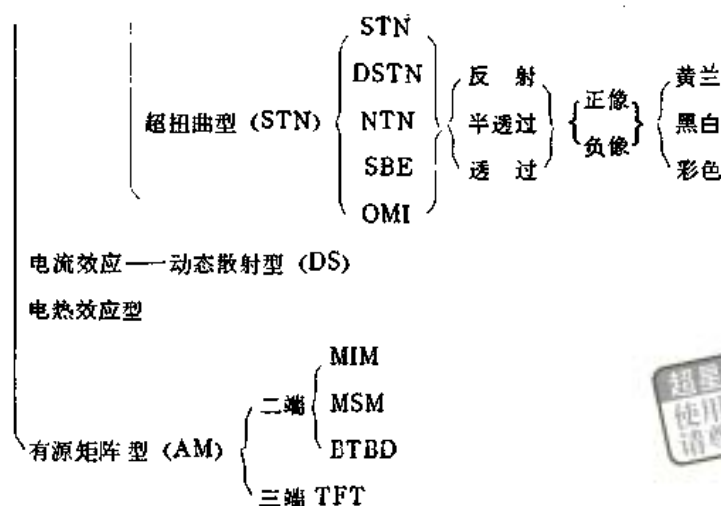
超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识版权！

上表所列分类原则是按显示原理、器件分类的顺序排列的，省略了器件的详细分类。无论大类、小类，凡不同类别均有不同的适用条件，这是应用时必须要注意的。

其次，上表中液晶显示器件之所以没有详细再分，不是因为太少，而是太多了。液晶显示器件分类几乎比所有显示器件分类总数还要多。可见液晶显示器件发展之迅速，潜力之深厚，应用之广泛，前景之光明。表 1.2 列出了液晶显示器件的分类。

表 1.2 液晶显示器件分类





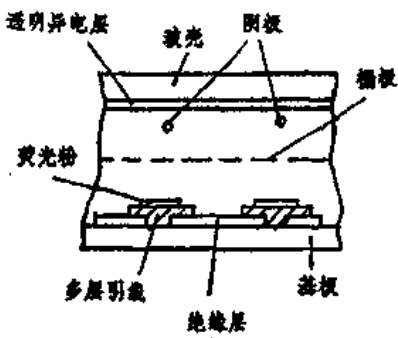
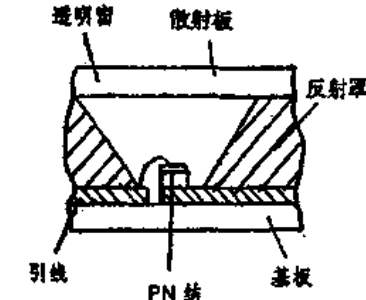
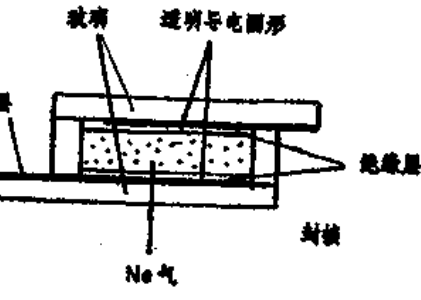
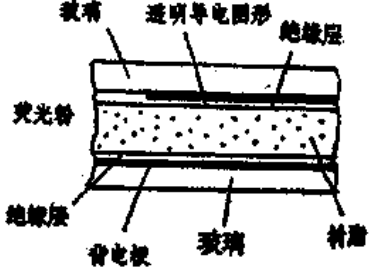
超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

为了使读者了解各种显示器件的基本原理和基本结构，表 1.3 列出了几种主要显示器件的不同构造原理及特点。

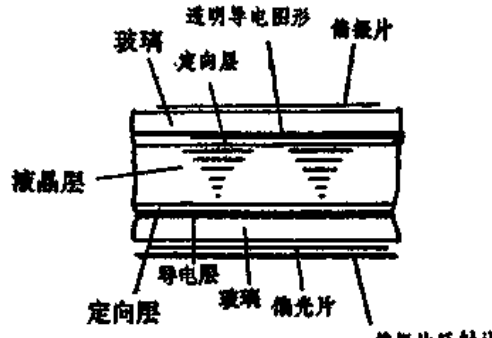
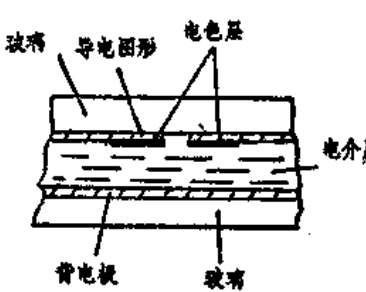
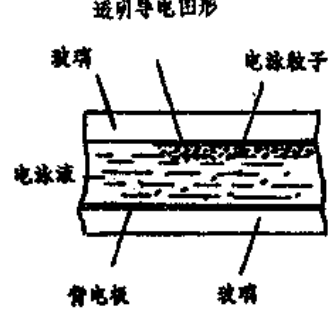
表 1.3 几种具有代表性显示器件的构造、原理及特点

显示器件	构造、原理	特点
电子束管 (显像管)	电子束 荧光屏 加速板 调制板 阳极 聚焦板 阴极 基于电子束在电子透镜调制下扫描，激发荧光粉而显示。	基本参数：1kV~20kV 调制电压、功耗在 10~100 W 间，亮度为 100~2000 fL 之间，工作温度在 -50~70℃ 之间，响应及余辉为 3μs~1s，寿命为 10 万小时。 特点：真空管形式，可用磁偏转或静电偏转扫描驱动，高亮度，有灰度等级，可彩色化，寿命长，实现画面及活动图像显示容易，但体积大，功耗大。
辉光管 (单位数码管)	Ne-Ar 混合气 阳极 阴极字型 发光 阳极栅网 引出线 基于冷阴极字型在电离气体中的阴极辉区而显示。	基本参数：170~300 V 直流或脉冲驱动，功耗为 30~300 mW/字，工作温度在 -50~75℃，显示为橙红，亮度为 200~300 fL。 特点：亮度高、醒目，驱动简单，但功耗大，驱动电压高，视角小，呈真空管形式。

续上表

显示器件	构造、原理	特点
荧光显示 (平板型)	 基于阴极电子流激发荧光粉发光而显示。	基本参数: 12~24 V 直流或脉冲驱动, 功耗在 10~200mW/字, 工作温度在 -55~70℃ 之间, 响应速度约为 8μs, 显示为蓝、绿色, 亮度可达 200 fL。 特点: 工作电压不高, 功耗小, 亮度高, 显示清晰, 显示光谱宽可用滤色片改变显示色调, 薄体形, 但需要双电源。
半导体型 (LED 数码管)	 基于载流子与空穴复合发光而显示。	基本参数: 1.5~2V 直流驱动, 功耗为 1~10 mW/段, 工作温度在 -30~80℃ 之间, 响应速度约为 10μs, 显示为红、绿、黄色, 亮度为 20~70 fL/0.5 mA 段 特点: 驱动电压低, 功耗较小, 响应快、寿命长; 但工作电流较大, 显示单位图形小。
等离子显示	 基于高频电场中气体的等离子辉光放电而显示。	基本参数: 80~150 V 直流或交流驱动, 功耗在 0.6~1 mW/段 工作温度在 0~50℃ 之间, 显示为橙红、红色, 亮度: 50 fL 左右。 特点: 功耗小, 视角大, 可实现大面积及大型显示, 平板型, 但亮度低工作电压高。
电致发光显示 (AC 分散型)	 基于交变电场中荧光粉被激发光而显示。	基本参数: 20~200 V 直流或交流驱动, 功耗在 10~200mW/cm², 工作温度在 -30~60℃ 之间, 亮度为 10~80 fL 显示为红、绿、蓝色。 特点: 平板型结构, 可实现大面积显示, 功耗小, 制作简单, 可显示多种色彩, 但工作电压高, 亮度低, 寿命短。

续上表

显示器件	构造、原理	特 点
被动 液晶显示器 (扭曲向列型)	 基于在电场中液晶分子排列的改变而调制外界光达到显示。	基本参数：1.5~3 V 交流驱动，功耗为 $1\mu\text{W}/\text{cm}^2$，工作温度在 $0\sim 50^\circ\text{C}$ 之间，响应速度为 $200\sim 300\text{ms}$ 对比度为 $5:1\sim 20:1$，显示为黑-白或彩色。 特点：平板型结构，低压低功耗，不怕光冲刷，可实现彩色显示，有存储功能及光输入，热输入功能，但大面积显示难度大，夜间显示需光源，工作温度范围窄。
主动 电色显示	 基于电化学反应时使分子吸收光谱发生变化而显示。	基本参数：1~15 V 直流驱动功耗为 $4\text{mC}/\text{cm}^2$ (ON-OFF)，工作温度为 $-30\sim 80^\circ\text{C}$，显示色彩为蓝黑色及彩色，对比度大于 $20:1$，响应速度为 $0.1\sim 2\text{s}$。 特点：平板型结构，微功耗，有存储功能，视角大，不怕光冲刷，可实现大面积显示。寿命（以开关次数计）、大于 $10^4\sim 10^5$ 次但响应速度慢，需要擦除电压。
示 电泳显示	 基于电泳着色粒子于显示面而显示。	基本参数：70~100V 直流驱动，功耗为 $0.1\sim 0.2\text{mW}/\text{cm}^2$，工作温度在 $-15\sim 50^\circ\text{C}$ 之间，响应速度为 $20\sim 200\text{ms}$，可以彩色化，对比度大于 $20:1$。 特点：平板型结构，可实现大面积显示，微功耗，容易彩色化、视角大，不怕光冲刷，有存储功能，但响应速度慢，需要擦除电压。

从表中不难看出液晶显示器件的原理和结构决定了它具有很多优异性能。表 1.4 列出了各种显示器件特性的比较。

表 1.4 各种显示器件的性能比较

类 型	LCD	LED	EL	VFD	PDP	CRT	ECD		
	液 晶	发 光 二 极 管	电 致	荧 光	等 离 子	电 子 束	电 致 变 色	电 泳	辉 光
显 示 性 能	显示容量	很大	大	很大	不大	很大	大	不大	大
	对比度	好	很好	好	好	很好	很好	好	好
	彩色化	很好	不好	不好	不好	很好	很好	不好	好
	灰 度	很好	不好	好	不好	好	很好	好	好
	亮 度	很好 (背光源)	很好	一般	好	好	很好	不好	不好

续上表

类 型	LCD 液 晶	LED 发光二极管	EL 电 致	VFD 荧 光	PDP 等 离 子	CRT 电 子 束	ECD 电致变色	电 泳	辉 光
驱动电压	很低	低	高	低	高	很高	很低	低	高
功 耗	极小	小	小	小	较小	大	较小	小	较小
响应速度	较慢	很快	很快	很快	很快	很快	很慢	慢	快
器件结构	平板	立体	平板	立体	平板	立体	平板	平板	立体
厚 度	薄	不厚	薄	不厚	较薄	很厚	薄	较薄	厚
画面大小	大	小	很大	大	大	大	很大	大	小
显示方式	被动	主动	主动	主动	主动	主动	被动	被动	主动
数字驱动	好	好	好	好	好	不好	好	好	好
寿 命	很长	很长	一般	一般	一般	一般	一般	一般	一般
成 本	低	低	低	较高	一般	较高	低	低	一般

1.1.2 液晶显示器件优异特性及发展前景

综合比较表 1.3，可以发现液晶显示器件具有以下独特优点：

(1) 低压低功耗。极低的工作电压，只有 3~5 V，工作电流则只有几个 $\mu\text{A}/(\text{cm})^2$ 。因此液晶显示可以和大规模集成电路直接匹配，使便携式电子计算机及电子仪表成为可能。

(2) 平板型结构。液晶显示基本结构是由两片玻璃组成的夹层盒。这种结构的优点，一是在使用上最方便，无论大型、小型、微型都很适用。它可以在有限面积上容纳最大信息量。二是在工艺上适于大批量生产。目前液晶生产线大都采用集成化生产工艺。日本最先进的自动化流水线，仅用几个工人便可以开动一条年产上千万片液晶显示器的生产线。

(3) 被动显示型。液晶显示本身不发光而是靠调制外界光进行显示。也就是说，它不像发光的主动型器件那样，靠发光刺激人眼而实现显示，而是单纯依靠对光的不同反射呈现的对比度达到显示目的。人类视觉所感受的外部信息中，90%以上是由外部物体对光的反射，而不是来自物体发光。所以，被动显示更适合人的视觉习惯，不会引起疲劳。这在大信息量、高密度显示、长时间观看时，尤为重要。被动显示的另一大特点是不怕光冲刷。所谓光冲刷，是指当环境光较亮时，被显示的信息被冲淡，使其不易察觉。可见，光冲刷一般均指主动发光的光信息被环境光冲淡。而被动显示，由于本身不发光，所以外界光亮度越强，被调制后的光信息显示内容就越清晰，故液晶显示可用在室外、强环境光下。当然，被动显示在黑暗的环境下是无法显示的。这时，我们必须为液晶显示配上外光源。

(4) 显示信息量大。与 CRT 显示相比，液晶显示没有荫罩限制，像素可以做得很小，这对于未来的高清晰度电视，是个最理想的选择方案。

(5) 易于彩色化。液晶彩色化，非常容易，方法也很多。更可贵的是液晶的彩色化可以在色谱上非常准确的复现，因此，不会产生色失真。

(6) 液晶显示工作时，没有电磁发射。我们知道，CRT 工作时，不仅会产生软 x 射线辐射，而且会产生电磁辐射，这种辐射不仅会污染环境，而且会产生信息泄漏。而液晶就不会产生这类问题。对人体安全和信息保密都是理想的。因此，最适于长期工作条件下使用和军事上使用。

(7) 长寿命。这种器件本身几乎没有什么劣化问题。因此寿命极长。

液晶显示器件的优越性能决定了它在各类显示器件中的地位。20余年来，几乎改变了手表、计时行业的传统技术；使计算器风行全世界；便携式仪表使仪器、仪表业正在更新换代；用液晶显示的膝上型计算机已经正在改变着人类生活，改变着战争形式；目前人们正在为使液晶走入电视而奋斗。我们相信，虽然目前液晶产业还稍次于 CRT 产业，但用不了多久，液晶显示终将会与 CRT 平分秋色，甚至形成液晶显示独霸擂台的局面。

图 1-1 列出了 CRT 与 LCD 在未来 10 年中市场覆盖率的发展趋势。

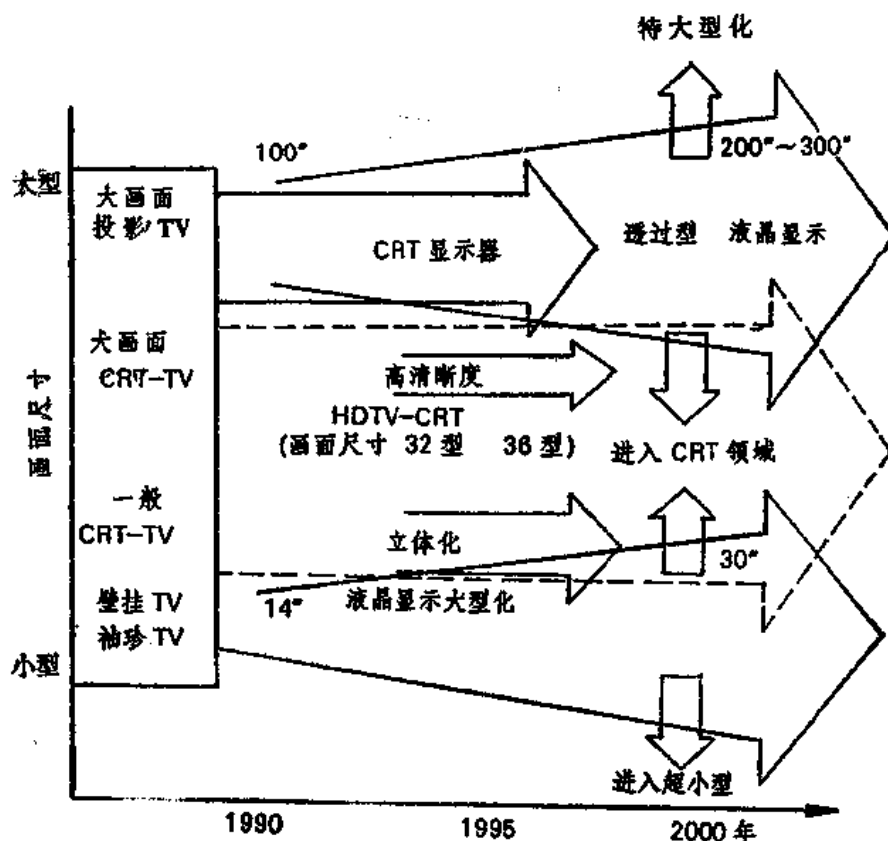


图 1-1 CRT 与 LCD 的发展趋势图

液晶显示器件向 CRT 的挑战展示了液晶显示已进入了一个新的时代。日本人认为 1992 年是液晶的元年，即液晶已开始成为一个巨人，将为人类开拓出一个新时代。我们在“液晶元年”向读者推出这本书作为向液晶时代到来的献礼。

1.2 液晶显示技术的发明和发展

1.2.1 液晶显示技术的发展史

在正式介绍液晶显示应用技术之前向读者介绍液晶显示技术的发明故事及 P. G. de Gennes 获得 1991 年诺贝尔奖的事迹也许是有益的。

液晶由奥地利植物学家 F. Reinitzer 发现已有百年历史了，然而并未给人类带来多少利益。直到 60 年代，几个年轻的电子学家才打破了沉寂。

1961 年在美国 RCA 公司普林斯顿试验室有一个年轻的电子学者 Heilmeyer 正在准备博

士论文的答辩，他的专业是微波固体元件。他在这方面很有造诣。这天，他的一个朋友向他讲述了正在从事的有机半导体方面的研究。跨学科的课题引起了极大的兴趣。他征求了导师的意见，在导师的支持、鼓励下，毅然放弃了他业已有所成就的研究领域，进入了他还知之甚少的新领域。他把电子学应用于有机化学，很快便取得了很大的成绩。不久，他又对当时的另一个新课题（激光）发生了兴趣，从而与晶体打上了交道。我们知道，晶体内部电场是很大的，为了用外部电场控制晶体内部的局部电场，他又转向了在外电场作用下向列液晶分子取向变化的研究。他将染料与向列液晶混合，夹在两片透明导电玻璃基板之间，只施加几伏电压、功率不到几个 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，液晶盒就由红色变成了透明态。Heilmeyer 立刻想到，这不就是平板彩色电视吗？兴奋的小组成员日以继夜的开展研究，相继发现了动态散射、相变等一系列液晶的电光效应。并且研制了一系列数字、字符显示器件，以及液晶钟表、驾驶台显示器等应用产品。公司领导对此极为重视，将其列为该企业重大秘密，直到1968年才向世界公布。1969年2月日本NHK即向日本国内进行了报导，引起了日本科技、工业界的极大重视。日本将当时的大规模集成电路与液晶相结合，以“个人电子化”市场为导向，很快打开了液晶的应用局面，掌握了主动，促成日本微电子工业的惊人发展。而在美国RCA公司，一些生产部门的领导人，局限于原有半导体工业，以当时液晶的某些缺陷、市场还未开拓为借口，极力抵毁液晶产业化。为此，“小组”人员开始外流，液晶专利也被出卖。70年代中期液晶显示已形成强大的独立产业，RCA在一次董事会上沉痛的总结道：在RCA百年历史上液晶显示技术的流失是最大的一次失策。

这段历史很有启发，它表明：

(1) 一代新技术、新产品的问世，特别是当代的高新技术，总是由那些跨学科、跨行业的具有开拓精神的年轻人所发现和突破。

(2) 一个新技术的发现虽然重要，但其真正的发展却必须建立在切切实实的应用技术发展基础上。应用技术是高新技术产业发展的真正动力。

(3) 一个企业的领导，特别是生产部门的领导，应该具有科学的头脑。只局限于原有的产业，被近期、表面或暂时的利害所困扰，往往会葬送一些极有前景、极有生命力和极高利润的新产品、新技术，造成终生遗憾。

(4) 一个冲破传统束缚的发明，大都出自那些规模不大，但很有能力，能够从事跨学科、有独创性研究能力的小组。该小组应该能经得起失败，以及经得起不被承认、不被支持、不被理解的一切压力。

1.2.2 1991年物理学诺贝尔奖授予了液晶物理学家

经过20余年的发展，液晶已形成了一个独立的学科。一批当代伟大的科学家都对液晶给予了极大的关注，并作出了杰出的贡献。其中，被授予1991年诺贝尔物理奖的法国物理学家P.G.de Gennes，就是其中的一个。

P.G.de Gennes是法国物理学家，是一个兴趣广泛，注重实际，建树颇多的伟大科学家，被誉之为“当代牛顿”。他并非是专攻液晶的学者，但却成为当今液晶界的伟大导师。早年他从事的是原子物理学，在中子和磁学方面很有研究，特别是在超导方面提出了“强场下超导在表面的理论”。1968年他进入液晶界，不仅系统地完善了液晶理论，而且将液晶扭曲近晶相A与超导联系在一起。1972年，又进入聚合物领域，预言了强流下聚合物的相变。

1980年以后他的兴趣又转向了界面，在浸润动力学、定向理论方面作出了贡献。目前，他又转向了粘接剂方面。他是一个永不满足、不断发现、不断创新的伟大学者。真到现在，他在液晶方面的理论仍是液晶界的最经典著作。1991年他成为诺贝尔奖的得主的原因是他把研究简单事物方面的方法用到复杂事物的研究上，使具有广泛的很大差别的系统纳入到统一的概念上。

P.G.de Gennes 的得奖是液晶界的光荣，并由此得到如下启示：

(1) 这是一个跨学科的成功例子。不仅证明了液晶跨学科的特点，而且也证明了多学科的融合会像核聚变一样，释放出极大的能量。

(2) 既要动脑，又要动手。要注重实验，讲究实际。科学和技术的发展离不开理论指导，但科学转化为生产力却更借助于实践。在液晶显示应用技术领域，那些善于动手，注重务实的读者往往会提出更为高明的真知灼见。

1.3 液晶显示器件应用技术

顾名思义，这是一门研究如何将液晶显示器件应用到各个领域以充分发挥液晶显示优异特性的技术。

1.3.1 液晶显示器件应用技术内容

液晶显示技术是一门跨学科的高科技专业技术。本书仅从应用角度进行介绍，将着重如下几个重点内容。

1. 液晶显示器件及模块基本知识的介绍。
2. 液晶显示器件及模块基本特性以及正确评价和选用原则。
3. 液晶显示器件及模块的应用技术，典型实例。
4. 常见故障及排除。
5. 适当介绍一些与应用技术有关的相关知识和技术。

1.3.2 应用技术基础

应用技术实际上是一种特殊的开拓型的与动手能力紧密联系的技术，它与一般的科学技术是有区别的。因此，要求具有某些独特的基础和思维方式。为了在掌握液晶显示应用技术上事半功倍，如下几点体会也许对读者会有所帮助。

1. 要广泛而有意识的扩展知识面，积累新知识，要善于随时进行自我知识更新和学习。特别是对于像液晶显示技术这样的高新技术，更要求具备这样的基础。液晶知识广泛涉及化学、电子、光学、计算机、微电子、精细加工、甚至色度学、照明等众多学科领域。当然，并非要求成为门门精通的学者，也并非只有具有全才的水平才能应用液晶。不过，当一个人的知识面越广、越新，肯定会在掌握液晶应用技术上感到越容易，更加得心应手。

2. 要对液晶显示器件有一个全面，深入的了解。液晶显示器件是一新技术，与传统的发光型器件，从原理到特性，甚至结构上都有很大不同。因此在应用上自然也就大不一样。为了充分发挥其特长又避免其不足，就必须全面弄清液晶显示器件的结构、原理、电气特性、电光特性、环境特性、适用范围、配套件、驱动控制电路，要弄清其优点所在，还要知

道其缺点是什么，要知道怎么用最合理，还要知道怎么用就会出毛病。

我们在本书中将尽力满足读者在这方面的要求。也希望读者能够注意，不要错过那些貌似无关紧要，实则关键要害的描述。

3. 要善于创新和开拓。应用技术决非是被动性辅助技术，而是一种极具创新和开拓性的技术。液晶的发现是早在100年前，对液晶的认识也经过了几十年的历史，直到Heilmeyer开创性地找到了液晶的应用之前，液晶一直默默无闻。即使在Heilmeyer发明之后，还是由于日本人的开创性劳动才开拓出如今这一改变了世界产业结构的大市场。

液晶应用到计时、仪表行业，已经取得了惊人的业绩。液晶显示与计算机、信息产业结合，使信息产业真正走进了人们日常生活。而液晶应用到图像电视领域，必将改变人类21世纪的面貌。

应用就是开拓、就是创新，本书不想为读者提供简单的实例，而希望献给读者一把打开创新天地的钥匙。真正液晶显示应用技术的重大成果应该蕴育在读者开创性的劳动之中。

第二章 液晶基本知识

液晶的发现可追溯到19世纪，1888年奥地利植物学家 F·Reinitzer 在作加热胆甾醇苯甲酸酯结晶试验时发现，在加热到一定温度时，结晶溶解，不是透明的液体而是一种粘稠状的混浊液体，只有温度进一步提高后才变成透明态液体。这种混浊液体是什么呢？经观察，发现在偏光镜下这种液体具有双折射性。我们知道，双折射是晶体所具有的特殊性质。这种在一定温度范围内，既具有各向异性的晶体所特有的双折射性，又具有液体流动性的物质状态肯定是一种不同于固体（晶体）、液体（各向同性物质）和气体的特殊物质态。所以当时德国物理学家 O. Lehmann 将其称为 *Fließende Krystalle*（德语的意思即为液晶），英文为 *Liquid Crystal*，中文即“液晶”。液晶实质是指一种物质态，因此，也有人称之为物质的第四态。

2.1 形形色色的液晶

目前世界上发现或人工合成的液晶已不下几千种。可分为两大类：热致液晶和溶致液晶。

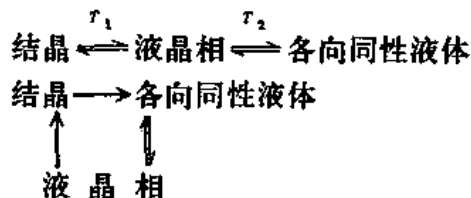
2.1.1 热致液晶

这是一类在一定温度范围内才呈液晶态的物质。有向列相（nematic），又称丝状；近晶相（smectic），又称层状；和胆甾相（cholesteric），又称螺旋状。

这种分类是根据在偏光显微镜下观察到的光学图案而命名的。

“向列相”这个词的意思就是丝状，源于希腊文“νημα”，在偏光显微镜下观察时，可以看到很多丝状的光学图案。“近晶相”这个词的原意是脂类或粘土，来源于希腊文“σμεγμα”，在偏光显微镜下呈特殊的光学图案。第三类“胆甾相”则是由于它们大多是胆甾醇衍生物的缘故。图 2-1 为液体与向列相、近晶相、胆甾相示意图。

其所以称为热致液晶是因为它们都是在一定温度范围内才呈液晶态。这种液晶态的相变过程有如下两种：



可见，超出液晶相温度范围时，液晶态就会消失。液晶显示器件的储存温度范围实际就是液晶相的温度范围。

1. 向列相液晶

这是目前用作显示的主要液晶类型。其分子呈棒状，典型分子结构如图2-2所示。这种

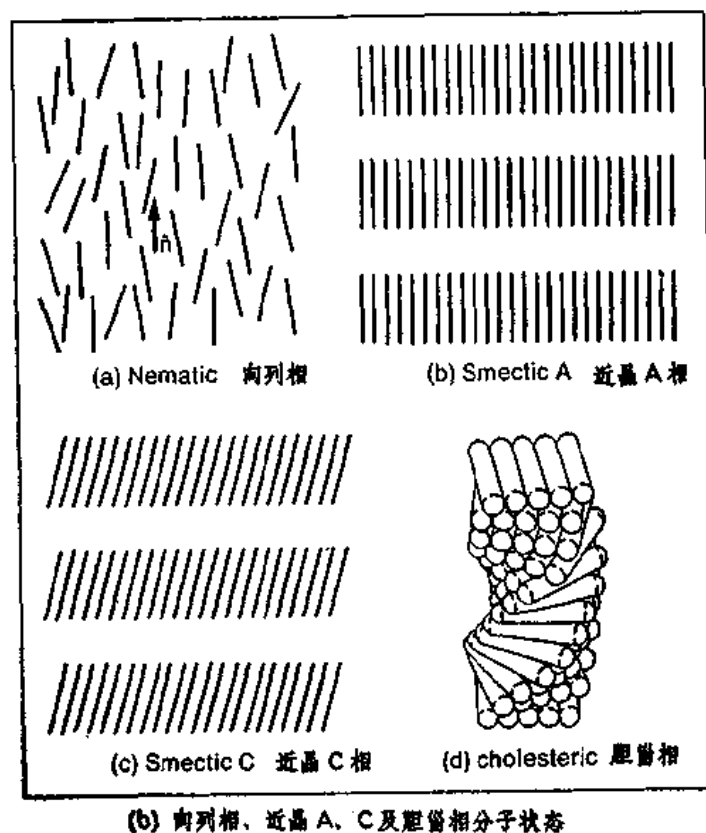
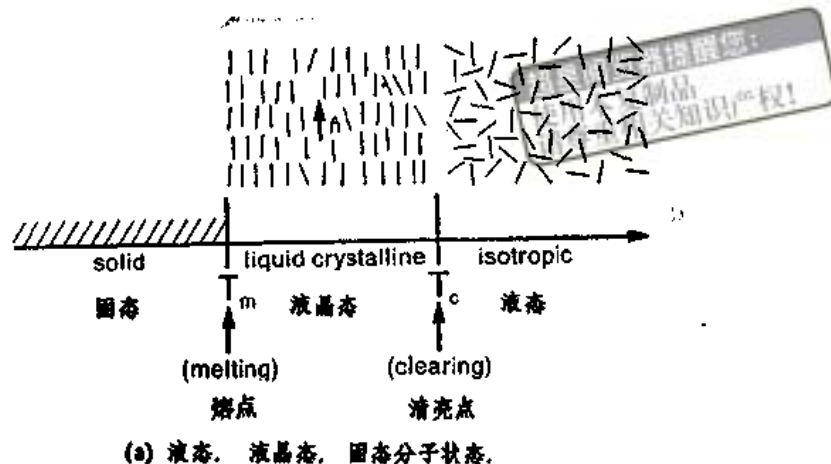


图 2-1 热致液晶的几种分子状态

分子结构决定了它的分子排列方式。其分子排列如图 2-3 所示。即分子长轴方向一致，分子重心位置自由。正是这种分子排列状态使得其粘度小，流动性强。

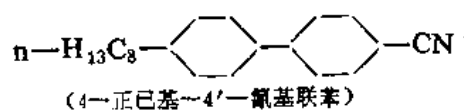


图 2-2 向列液晶分子结构



图 2-3 向列液晶分子排列

2. 近晶相液晶

近晶相液晶也是棒状分子。其分子结构如图2-4、分子排列如图2-5所示。它的分子重心呈层状，而在每层内分子长轴方向是一致的。不过分子长轴与层面一般都呈一定的角度。由于分子长轴与层面夹角不同，近晶相又分为近晶A、B、C、…。由于分子层内分子结合力强，层间分子结合力弱，所以近晶相呈二维流动性，粘度比向列相大。这种液晶具有正性双折射性。过去，应用不多，不过近年来，利用近晶C至近晶A制作的近晶型点阵液晶显示器件具有比其它向列相液晶显示器件更优越的特性。

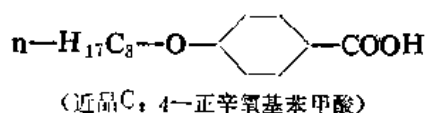
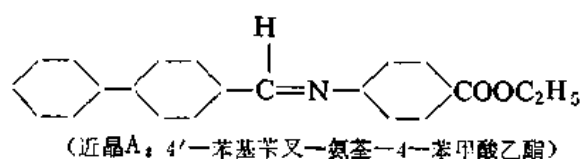
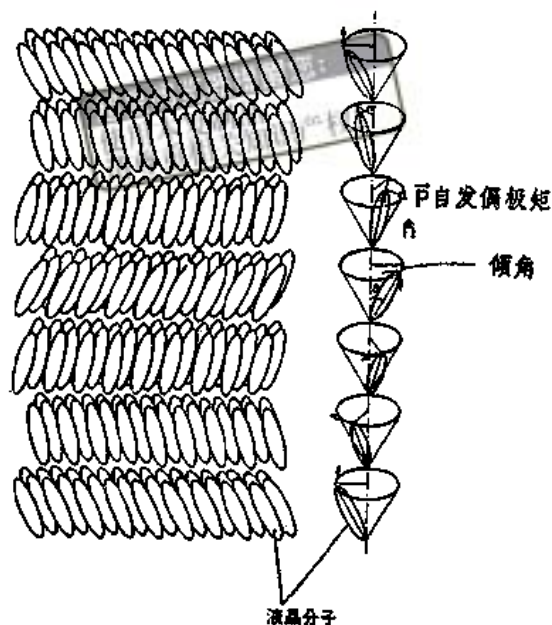


图 2-4 典型近晶相液晶分子



近晶 Sc* 相分子排列

图 2-5 近晶 S_c* 相液晶分子排列

3. 胆甾相液晶

胆甾液晶不是棒形分子，其分子结构和排列如图 2-6 和 2-7 所示，它也是层状结构，但是，层内分子是按向列液晶结构排列的，分子长轴在层内呈与层面平行排列。不过，其特殊之点是，层间分子之间分子轴方向稍有一个角度，从而使液晶整体结构形成螺旋结构。这种结构使胆甾相液晶具有明显的旋光性、选择光散射性、圆偏光二色性等特殊光学性质。因此它可用作控制液晶分子排列的添加剂，还可直接用作温度变色液晶膜。

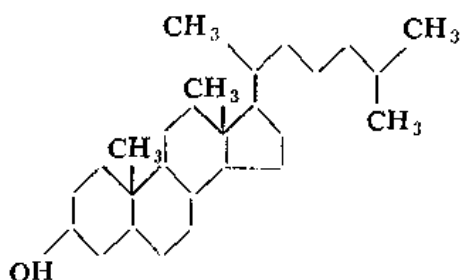


图 2-6 胆甾液晶分子

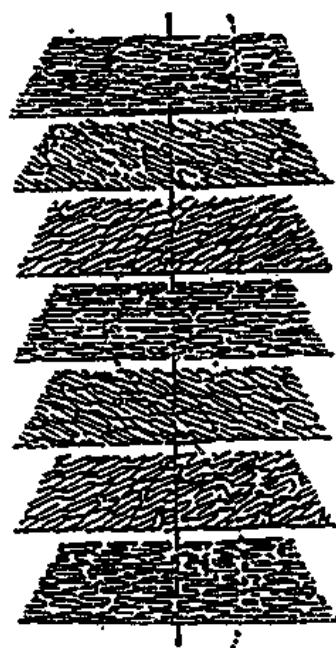


图 2-7 胆甾液晶分子的排列

4. 特异型液晶

近年来, 科学家又发现了一些不属于现有液晶分类的特异型液晶。其中, 较为重要的有盘形液晶和重入型液晶。

(1) 盘形液晶

其分子结构为以苯环为核心的盘形酯类分子, 如图2-8所示。其分子排列如图2-9所示, 呈

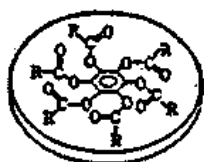


图 2-8 盘状液晶的分子



图 2-9 盘状液晶的分子排列

一层层叠在一起形成一条条的纵列状。这种盘形液晶和前述液晶比, 其特性在于高度对称, 虽然没有电各向异性, 但却具有光学异性。

(2) 重入型液晶

根据一般液晶相转变常识, 向列相是在近晶相的高温端一侧, 即降温过程为:

各向同性液体 $\rightarrow$ 向列相 $\rightarrow$ 近晶相 $\rightarrow$ 晶体

而重入型液晶在降温过程中在近晶相两端都会出现向列相。即降温时出现的过程为:

各向同性液体 $\rightarrow$ 向列相 $\rightarrow$ 近晶相 $\rightarrow$ 向列相 $\rightarrow$ 晶体

2.1.2 溶致液晶

这是一种将某些物质溶于另一物质时形成的液晶态物质。

溶致液晶广泛地存在于自然界, 特别是生物体内, 它不仅广泛地应用于人类生活各个领域, 而且在生物物理、生物化学和仿生学领域深受注目。很多生物体的构造, 如大脑、神经、肌肉、血液等生命物质或生命的新陈代谢、知觉、信息传递等生命现象都与这种液晶态有关。因此在未来的生物电子工程, 生命组织的人工合成领域也倍受重视。

溶致液晶至少有两个组成部分。其中的溶致液晶分子大多是具有一个亲水性集团, 又具有一个疏水性集团的双亲性分子。典型的溶致液晶是碱金属脂肪酸盐类的脂肪酸钠肥皂, 或是十二烷基磺酸钠类的磺酸钠肥皂。将这些肥皂溶成较浓的水溶液就形成了溶致态液晶。

这种溶致液晶态物质在不同浓度下会形成所谓的核相 (middle) 和层相 (lamella)。其分子排列如图2-10所示。核相是由球形或圆柱形分子团排列构成。层相则是由一层肥皂分子、一层水分子组成的夹层态构成, 类似某种近晶相。

有些溶致液晶的溶剂也可以是有机溶液。例如, 某些芳香族合成的聚酰氨酸、核酸等刚性高分子浓度达到一定值以上时就会形成某种液晶态。从这些液晶态物质中纺出的人造纤维其强度比通常的人造纤维高几倍至几十倍。这类溶致液晶与热致液晶一样, 也具有各向异性晶体所特有的光学双折射性。

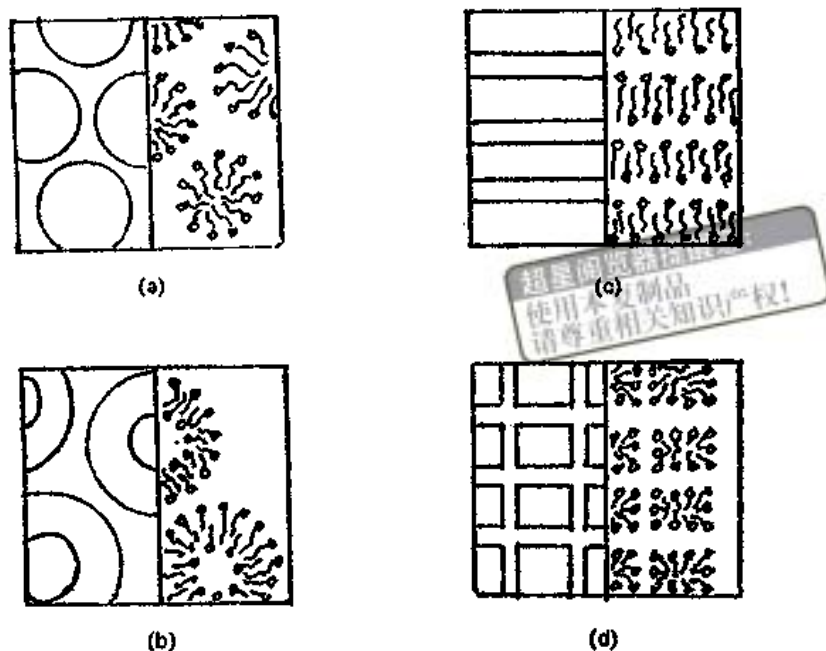


图 2-10 溶致液晶在不同浓度下的分子排列

2.2 液晶的应用物理性质

2.2.1 液晶的异向性

液晶分子一般都是刚性棒状的，由于分子头尾所接分子团不同使分子在长轴与短轴两个方向上具有不同的性质。液晶的分子排列不管是哪种形式，其自然状态总是长轴相互平行。正是由于这一特点，使液晶的折射率、介电率、磁化率、电导率、粘滞系数等物理参数均如图 2-11 所示，沿分子长轴的平行方向上和垂直方向上具有各向异性。

这种各向异性又由于液晶本身的弹性常数很小而使其分子排列在外电场、磁场、应力、热能等作用下极易发生变动。液晶在显示器件方面的应用原理正是从这一特性展开的。

2.2.2 液晶分子排列的有序参量

不论用什么方法使液晶分子垂直于玻璃表面或平行于玻璃表面，其液晶分子都不可能排列得完全一致。这种排列的有序程度，我们称之为有序参量 (Order parameter)，用“ S ”表示。定义为

$$S = 1/2 (3 \cos^2 \theta - 1) \quad (2-1)$$

其中 θ 为液晶分子长轴与单位矢量 n 的夹角。

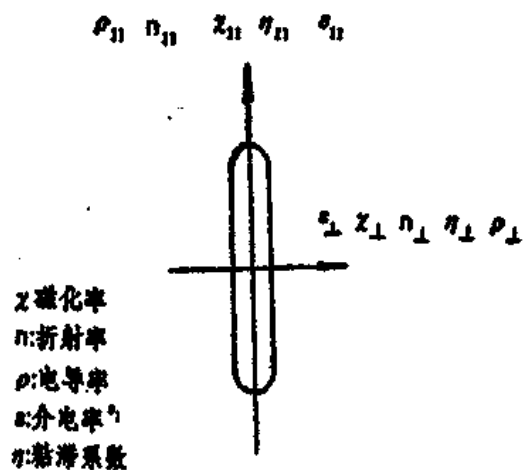


图 2-11 液晶物理性质的异向性示意图

有序参量与不同的液晶材料有关，与温度有关。温度升高将导致有序参量的下降，这就是液晶显示器件在温度上升后显示质量会下降的原因。

一般，我们定义各向同性液体的 $S = 0$ ，理想平行排列时的 $S = 1$ ($T = 0^\circ\text{K}$)，通常的向列液晶在 $N \sim I$ (即结晶与清亮点之间) 时的 S 为 $0.3 \sim 0.8$ 之间。

无论在电场或磁场作用下 S 都不发生变化。

有序参量的大小将直接影响液晶在折射率、介电常数、磁化率等方面的各向异性的大小。

超等微利
使用本复制品
请尊重相关知识版权!

2.2.3 液晶的弹性连续体理论

液晶的弹性常数虽然很小，仅在 $10^{-6} \sim 10^{-7}$ 达因之间，正是因为如此，才使液晶分子排列更容易受电场、磁场、应力、热能等外部影响而发生畸变。但是液晶分子的排列还是遵循弹性连续体理论的。

弹性连续体理论指出，液晶分子排列在受外力作用改变形态时，其畸变如图2-12所示，可呈现展曲 (splay)、扭曲 (twist) 及弯曲 (bend) 三种基本畸变。其畸变与外应力关系可用展曲弹性常数 k_{11} 、扭曲弹性常数 k_{22} 和弯曲弹性常数 k_{33} 表示。

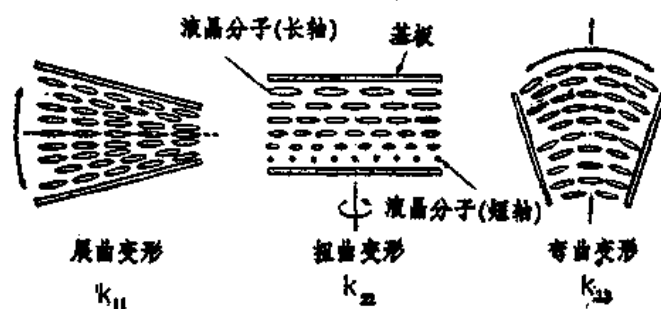


图 2-12 液晶的三种基本形变

由于这三种畸变总是伴随液晶分子排列及其改变而存在，所以， k_{11} 、 k_{22} 、 k_{33} 与液晶显示器件的参数有着直接而密切的关系。

2.2.4 液晶的折射率和光学各向异性

液晶具有寻常光折射率 n_o 与非寻常光折射率 n_e 。向列液晶和近晶液晶的 n_o 与 n_e 方向与液晶分子长轴偶极方向 $n_{\parallel}$ 与 $n_{\perp}$ 是一致的。

$$\left. \begin{aligned} n_o &= n_{\perp} \\ n_e &= n_{\parallel} \end{aligned} \right\} \quad (2-2)$$

其双折射，即折射率各向异性 Δn 为：

$$\Delta n = n_e - n_o = n_{\parallel} - n_{\perp}$$

向列液晶及近晶液晶通常总是 $n_{\parallel} > n_{\perp}$ ，所以 Δn 为正。而胆甾液晶，因为其

$$\left. \begin{aligned} n_o &= \left[\frac{1}{2} (n_{\parallel}^2 + n_{\perp}^2) \right]^{1/2} \\ n_e &= n_{\parallel} \end{aligned} \right\} \quad (2-3)$$

所以, 虽然还是 $n_p > n_z$, 但 $\Delta n = n_e - n_o < 0$, 故胆甾液晶的 Δn 为负, 称为负光学性质。液晶的这种光学各向异性使其具有下列特别有用的光学性质:

(1) 使入射光的前进方向沿分子长轴 (偶极矩方向 n) 方向偏转。

(2) 使入射光的偏振状态 (线、椭圆、圆) 及偏振方向发生变化。

(3) 使入射的左旋及右旋偏振光产生对应的反射或透过。

液晶显示器件就是以此为工作原理而设计制作的。

图 2-13 所示为入射液晶方向的光在液晶内部是依线、椭圆、圆、椭圆、线偏振光的顺序变化, 而且线偏振光的偏振方向也在变化。

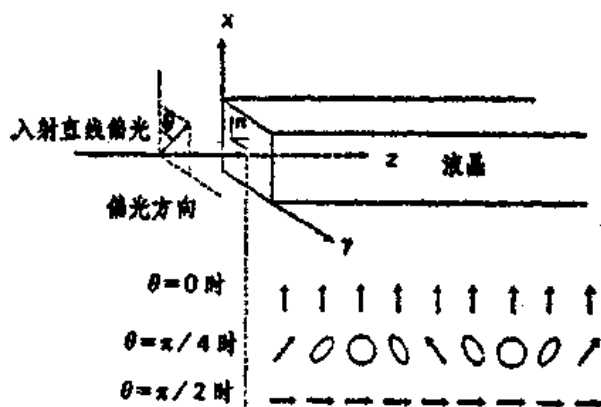
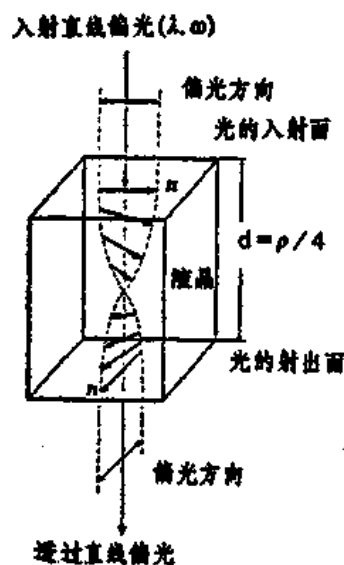


图 2-13 入射液晶的偏光状态及偏光方向的变化



ρ : 扭曲螺距 d : 液晶层厚
 λ : 波长 ω : 光的角频率

图 2-14 偏光方向沿扭曲的液晶而转动

图 2-14 为液晶扭曲螺距 ρ 远大于入射光波长 λ 时的扭曲向列型液晶显示器件的入射光和出射光偏振方向变化示意图。

在胆甾液晶中, 当螺距 ρ 与入射光波长 λ 相近时, 液晶的旋光方向 (例如右旋光) 将使同方向的入射偏振光 (右旋光) 反射, 使反方向的入射偏振光 (左旋光) 透射。从而产生二色性的选择性光散射, 呈现美丽的彩虹色。

2.2.5 施加电场和磁场时的液晶分子排列

1. 磁化率各向异性

向列相液晶的分子长轴方向的磁化率 $\chi_{\parallel}$ 与短轴方向的磁化率 $\chi_{\perp}$ 是不一样的。由于含苯环的向列液晶具有抗磁性, 因此, 磁化率异向性为负值。在施加的磁场强度 H 超过一定界限时, 其液晶分子长轴呈与磁场平行向排列。

2. 介电各向异性

与磁化率异向性相同液晶分子长轴方向的介电常数 $\epsilon_{\parallel}$ 与短轴方向的介电常数 $\epsilon_{\perp}$ 也不一样。其介电异向性 $\Delta\epsilon (= \epsilon_{\parallel} - \epsilon_{\perp})$ 是液晶显示器件电光效应原理的基础。

液晶的 $\Delta\epsilon$ 是正、还是负, 主要是由液晶分子的极化率 α 和永久偶极矩 μ 与分子长轴方向间的夹角 β 决定。 $\Delta\epsilon$ 可用下式近似表示。

$$\Delta\epsilon = 4\pi N h F \left[\Delta\alpha - F \frac{\mu^2}{3kT} \cdot \frac{3}{2} (1 - 3\cos^2\beta) \right] S \quad (2-4)$$

其中:

$$\Delta\alpha = \alpha_{\parallel} - \alpha_{\perp}$$

$$h = \frac{3\bar{\epsilon}}{2\bar{\epsilon} + 1}$$

$$\bar{\epsilon} = \frac{\epsilon_{\parallel} + 2\epsilon_{\perp}}{3}$$

$$F = \frac{1}{1 - af}$$

$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_{\parallel} + 2\alpha_{\perp}}{3}$$

$$f = \frac{2\bar{\epsilon} - 2}{3\bar{\epsilon} + 1} \cdot \frac{4}{3} \pi N$$

$\alpha_{\parallel}$ 、 $\alpha_{\perp}$ 分别为分子长轴方向和短轴方向的极化率, β 是永久偶极矩和分子长轴之间的夹角, N 是单位体积 cm^3 所含的分子数, S 是分子排列的有序参量。

具有介电各向异性 $\Delta\epsilon$ 的液晶, 在外加直流电场时具有可用下式表示的电能密度 f_e 。

$$f = \frac{1}{2} \epsilon_{\perp} E^2 - \frac{1}{2} \Delta\epsilon (nE)^2 \quad (2-5)$$

其中, 第一项与指向矢 n 无关, 第二项和指向矢 n 有关, E 是电场强度。

在 $\Delta\epsilon > 0$ 的液晶 (以下称为 p 型液晶) 上施加一个强电场 ($E > E_c$) 时, 液晶分子长轴将与电场方向平行排列。而在 $\Delta\epsilon < 0$ 的液晶 (以下称为 n 型液晶) 上施加一个强电场 ($E > E_c$) 时, 液晶分子长轴将与电场方向成正交排列。

液晶分子排列由于电场的作用由初始态到开始转变时的全部自由能 F 等于电能密度 f_e 和弹性能密度 f_s 之和对体积的积分。

$$F = \int (f_e + f_s) d\tau \quad (2-6)$$

施加电场使液晶分子排列发生变迁的临界电场 E_c 为:

$$E_c = \frac{\pi}{d} \left(\frac{k_{ii}}{|\Delta\epsilon|} \right)^{1/2} \quad (2-7)$$

在以后各章所述及的液晶显示器件的阈值电压 V_{th} 也可用上式变形后表示为

$$V_{th} = \pi \left(\frac{k_{ii}}{|\Delta\epsilon|} \right)^{1/2} \quad (2-8)$$

(2-7) 式中 d 为盒厚, k_{ii} 是弹性常数。当液晶分子初始排列为沿玻璃表面平行排列时, $k_{ii} = k_{11}$, 垂直玻璃表面时 $k_{ii} = k_{33}$, 扭曲排列时 $k_{ii} = k_{11} + (k_{33} - 2k_{22})/4$ 。

2.2.6 胆甾液晶的光学性质

具有螺旋排列的胆甾相液晶独特的光学特性是选择光反射, 即圆偏光二色性。被选择的最大反射光波长 λ_0 为:

$$\lambda_0 = \bar{n} p \quad (2-9)$$

p 是螺旋织构的螺距, $\bar{n}$ 是与螺旋轴正交的平面内的折射率

$$\bar{n} = (n_{\parallel} + n_{\perp})/2 \quad (2-10)$$

此时反射光的波长 $\Delta\lambda$ 为:

$$\Delta\lambda = \Delta n p \quad (2-11)$$

$$\Delta n = n_{\parallel} - n_{\perp}$$

胆甾体液晶的螺旋排列结构还使其具有非常强的旋光能力,在1mm的膜层内可旋光20000°,即旋光达50周以上,所以有时在混合扭曲向列液晶材料配方时,会选用胆甾体液晶作添加剂。

由于螺距 p 与温度有极强的依赖关系,因此会随温度改变→螺距改变→选择光反射波长改变→颜色改变。一般来说,温度升高, p 减小,反射光 λ_0 向短波端偏移,反之,则向长波端偏移。图2-15是几种用于测温的胆甾体混合液晶的色相、温度特性曲线。

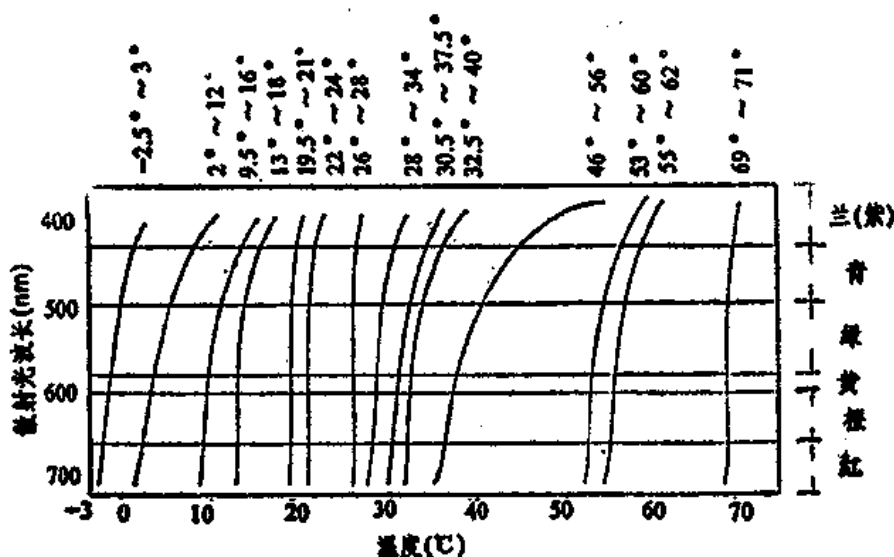


图 2-15 几种用于测温的胆甾体混合液晶的色相、温度特性

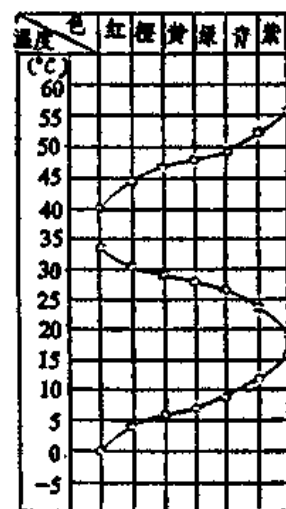


图 2-16 一种具有三段色温变化区的胆甾体混合液晶

胆甾体液晶螺距 p 除随温度变化外,对施加电场、磁场、应力、吸附异物等都会引起螺距的变化。螺距的改变意味着颜色的改变。利用胆甾体液晶这一特殊的光学特性可以开发出很多奇妙而实用的产品。图2-16是一种具有三段色温变化的胆甾体液晶测温曲线。

表 2.1 为肿瘤部位皮肤温度。虽然与常温皮肤温差很小,还是可以配制出适合的混合胆甾体液晶,测出肿瘤的部位。有兴趣的读者不妨一试。

表 2.1 肿瘤部位周围皮肤温度

诊 断 名 称	肿瘤部位的测试位置	温 度 (°C)		温 度 差
		肿 瘤 部 位	周围正常部位	
恶性黑色素瘤	左耳轮前方	35.9	34.0	+1.9
软骨肉瘤	右胫骨上部	35.2	33.6	+1.6
膀胱癌	左大腿根部	35.0	31.7	+3.3
心脏癌	左肩夹骨	35.4	34.2	+1.2
乳状癌	右足	38.6	37.2	+1.4
外阴癌	左腿根部	36.2	34.6	+1.6
恶性神经鞘瘤	左腿根部	33.8	31.4	+2.4
良性纤维脂肪瘤	右前腕	32.0	32.6	-0.6

第三章 液晶显示器件的基本知识

3.1 液晶的电光效应和液晶显示器件的分类

3.1.1 液晶的电光效应

液晶的各向异性和低弹性常数等特性能使液晶具有丰富多彩的有趣电光效应。目前已经发现,具有实用价值的电光效应如表 3.1 所示。

表 3.1 液晶电光效应分类



其中以扭曲向列 (TN) 效应应用最广。

所谓电光效应实际上就是指在电的作用下,液晶分子的初始排列改变为其他的排列形式,从而使液晶盒的光学性质发生变化。也就是说,以“电”通过液晶对“光”进行了调

表 3.2 各种液晶显示器件的分类

分 类 液 晶	沿 面 排 列		垂 面 排 列	倾斜排列	混合排列
	平 行 排 列	扭 曲 排 列			
N_p	干涉色	单色(正、负) (TN 型)	×	干涉色	干涉色 (HAN 型)
N_a	×	×	干涉色 $\rightleftharpoons$ 单色 $\rightleftharpoons$ 光散射 (DAP $\rightleftharpoons$ DS)	干涉色	干涉色 (HAN 型)
N_a + 电解质	光散射 (DS 型)	光散射 (DTN 型)	光散射 (DS 型)	Δ	Δ
N_p (+Ch) + 二色性染料	单色(负像) (GH 型)	单色(正像) (GH 型)	×	Δ	Δ
N_a + 二色性染料	×	×	单色(正像) (GH 型)	单色(正像) (GH 型)	单色(正像) (GH 型)
N_a + Ch	×	×	光散射(记忆功能) (胆甾相 $\rightarrow$ 向列相)	Δ	Δ
N_p + Ch	Δ	Δ	光散射(记忆功能) (胆甾相 $\rightarrow$ 向列相)	Δ	Δ

注: Δ 表示可能, $\times$ 表示不能, () 外 表示电光效应状态, () 内 表示显示类型。

表 3.3 利用各种电光效应制作的液晶显示

显示方式	原 理	液 晶 材 料		液晶分子排列的变化		偏光片	工作电压(V)	如何显示
		种 类	$\Delta\epsilon$	初始排列	→ 加电 (热) 后排列			
TN 型	旋光性	N	正	沿面扭曲	→ 垂面	2 片	2~5	明暗变化
GH 型	二色性	N 添加染料	正	沿面平行	→ 垂面	1 片	4~10	颜色的浓淡变化
		Ch 添加染料	正	垂面	→ 沿面	1 片	4~10	
ECB 型	光的干涉	N	正	平面焦锥	→ 垂面	不要	3~15	多种颜色的变化
			负	垂面	→ 焦锥			
			负	垂面	→ 沿面			
			正	沿面	→ 垂面			
PC 型	光散射	Ch	正(负)	混合排列	→ 垂面 (沿面)	2 片	1~10	白浊 → 透明
DS 型	光散射	N 中添加导电离子	正	平面焦锥	→ 垂面	不要	5~20	
热效应型	光散射	S	负	垂面	→ 畴	不要	7~30	透明 → 白浊
		Ch	正	沿面	→ 畴			
超扭曲	光干涉	S	正	垂面	→ 焦锥	不要	15~40	透明 → 白浊
		Ch	正	沿面	→ 焦锥			
超扭曲	光干涉	N _r	正	沿面扭曲 180°	→ 垂面	2 片	2~5	黄蓝变化

表 3.4 液晶彩色显示的分类

方 式	形 式	基 本 原 理	液晶盒 (基本部件)		被 动 部 件	
			分子排列	液 晶	偏振片	其 他
电控双折射 (ECB) 方式	DAP 型	液晶的双折射光干涉	垂面排列	N _r	2 片	不 需 要
	沿面型		沿面排列	N _r		
	混合 HAN 型		混合排列	N _r , N _r		
多向色方式	宾主型 GH	染料的二色性	沿面排列	N _r + 染料	不 要	λ/4 波片
			垂面排列	N _r , S _r + 染料	1 片	二 层 盒
				Ch _r + 染料	不 要	不 要
			平面焦锥结构	Ch _r + 染料		
	二色性液晶型	液晶的二色性	沿面排列	有色 N _r	1 片	
			垂面排列	有色 N _r		
扭曲向列方式	双折射片	双折射干涉	90° 扭曲	N _r	2 片	双折射片
	彩色偏光片	片的二色性			1 片	彩色偏光片
	胆 甾 片	选择光散射			1 片	胆甾片和 λ/4 波片
胆甾方式	旋光分散	液晶的旋光分散	变形条状	Ch _r	2 片	不 要
	选择散射	液晶的选择散射	平面焦锥	Ch _r , Ch _r	不 要	不 要
	圆偏光二色性	液晶的圆偏光二色性	沿面排列	N _r	不 要	二个胆甾片

制。不同的电光效应可制成不同类型的显示器件。表3.2, 表3.3, 表3.4, 表3.5, 分别从不同角度列出了不同电光效应及以此制造的各种液晶显示器件。

表 3.5 常用液晶电子光阀的种类

偏光片	状态方式	液晶	垂面排列	沿面排列	
				平行排列	90° 扭曲排列
平行偏光片	N_p		×	×	关闭→透过
	$N_e (+电解质)$		透过→白浊	透过→白浊○	关闭→白浊△
正交偏光片	N_p		×	(关闭→干涉色)×	透过→关闭◎
	$N_e (+电解质)$		关闭→白浊△	关闭→白浊△	透过→白浊○
不用偏光片	N_p		×	×	×
	$N_e (+电解质)$		透过→白浊○	透过→白浊○	透过→白浊○

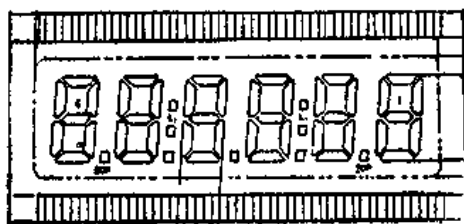
注：×为不可能，○为可能。

表 3.6 液晶分子排列的种类

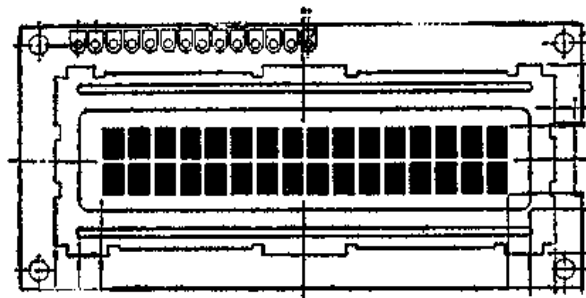
分子排列方式	垂面排列	沿面平行	倾斜排列	混合排列	扭曲排列	沿面排列	焦锥排列
分子排列模式							
定向处理基板组合	⊥/⊥	///	∠/∠	⊥//	//=	///	⊥/⊥

注：○：液晶分子，→：指向矢，⇒：螺旋轴方向。

液晶显示器件外形如图 3-1 的 (a) (b)，而在显示的形式上则如图 3-1 (c) (d) 所示，分为正像显示和负像显示。所谓正像显示，就是显示时背景是浅色的，显示内容是深色的；而负像显示则是显示时背景是深色的，显示的内容是浅色的。



(a) 6 位仪表段形显示器件



(b) 16 位两行点矩阵液晶显示(模块)

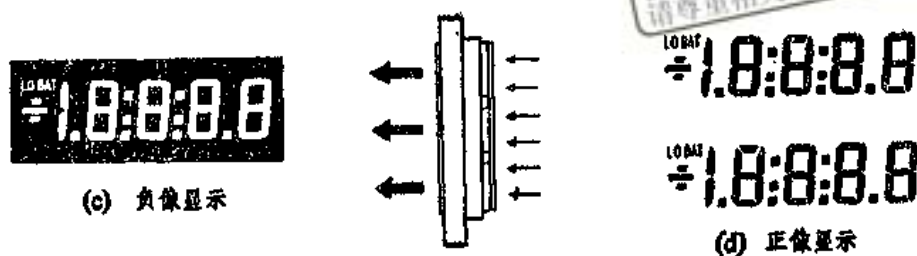


图 3-1 LCD 的外形和显示形式

3.1.2 几种常见的液晶显示器件

下面将分别介绍几种主要电光效应制成的液晶显示器件。

1. 扭曲向列 (TN) 效应液晶显示器件

将涂有透明导电层的两片玻璃基板间夹上一层正介电异向性液晶 (N_p)，液晶层厚约 10μ ，液晶分子沿玻璃表面平行排列，不过排列方向在上下玻璃之间连续扭转了 90° 。这就是 TN 型液晶盒的构成。图 3-2 和 3-3 为 TN-LCD 的原理和结构。

由于液晶盒中液晶扭曲的螺距与可见光波长相比是相当大的，所以，当直线偏振光垂直射入液晶层后，其偏光方向会被液晶扭转 90° 。即，这个液晶盒具有在平行偏振片间可以遮光，在正交偏振片间可以透光的功能。

对这种液晶盒施加电压，达到一定电压值，液晶分子长轴便开始沿电场方向倾斜，当达到 2 倍阈值 V_{th} 时，除电极表面外的所有液晶分子长轴一律都沿电场方向进行再排列。这时 90° 旋光消失，即，将其放在平行偏振片间透光，放在正交偏振片间遮光。

这就是 TN 型电光效应液晶显示器件的工作原理，是应用最广的一类液晶显示器件。我们所以看见时隐时现的黑字，不是液晶变色，而是光被遮挡或被透过的结果。

TN 效应的液晶显示器件的阈值电压 V_{th} 可用 N_p 液晶的介电异向性 $\Delta\epsilon$ 和弹性常数 k_{11} ， k_{22} ， k_{33} 表示。

$$V_{th} = \pi \sqrt{\frac{k_{11} + (k_{33} - 2k_{22}) / 4}{\epsilon_0 \cdot \Delta\epsilon}} \quad (3-1)$$

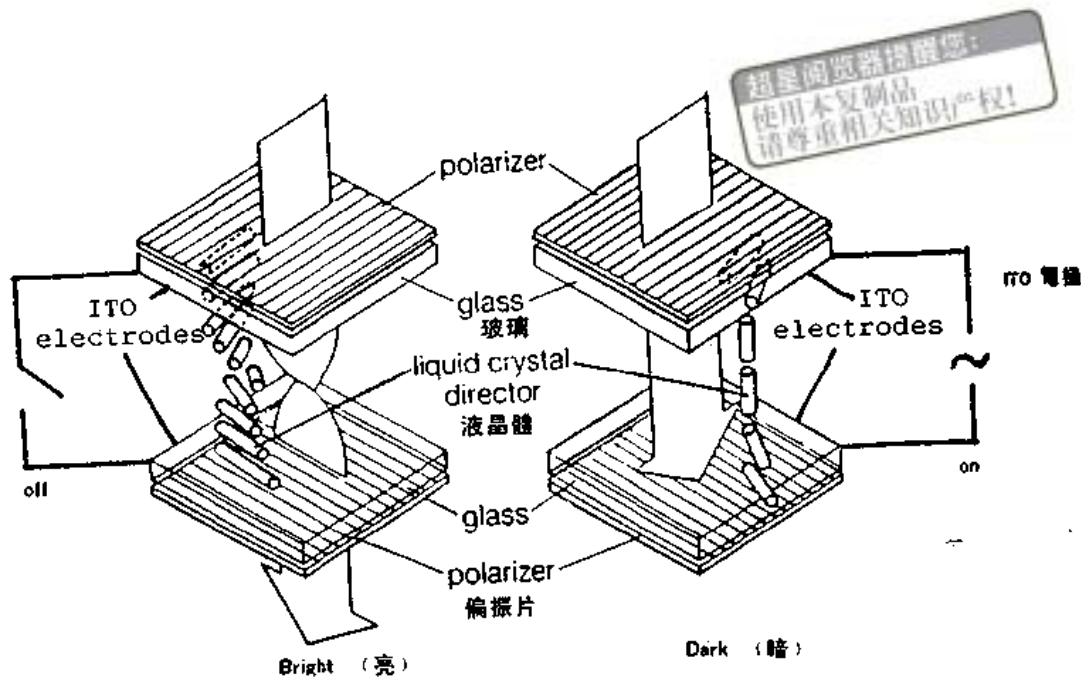
一般 V_{th} 在 $1 \sim 3V$ 之间。

2. 宾主 (GH) 效应液晶显示器件

将沿长轴方向和短轴方向对可见光的吸收不同的二色性染料作为客体，溶于定向排列的液晶主体中。二色性染料将会“客随主变”地与液晶分子同向排列。当作为主体的液晶分子排列在电场作用下发生变化时，二色性染料分子排列方向也将随之而变化。即二色性染料对入射光的吸收也将发生变化。这就是所谓的宾主 (Guest-Host: GH) 效应。其原理如图 3-4 所示，分类如表 3.7 所示。

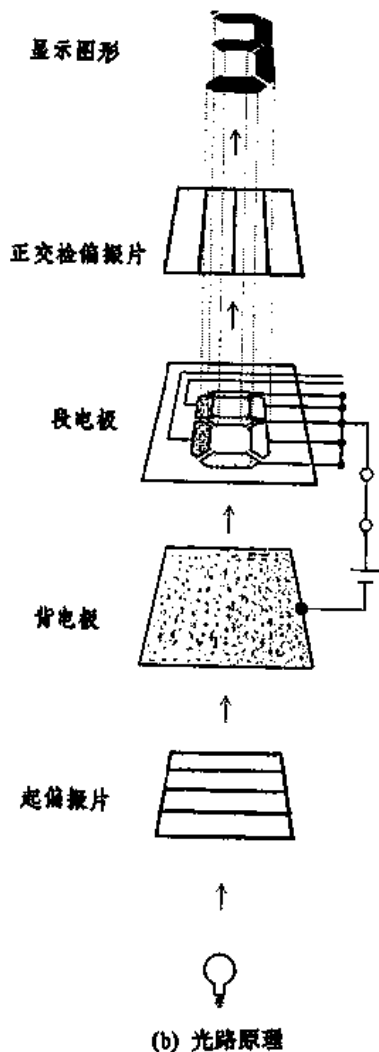
这种 GH 液晶显示是一种彩色显示，而且不用偏振片或只用一个偏振片即可以获得足够对比度的显示效果。其视角范围远比 TN 型的大得多。

GH 液晶显示器件的阈值电压 V_{th} ，当液晶是 N_n 时



(a) 结构原理

图 3-2 TN-LCD 工作原理



(b) 光路原理

图 3-2

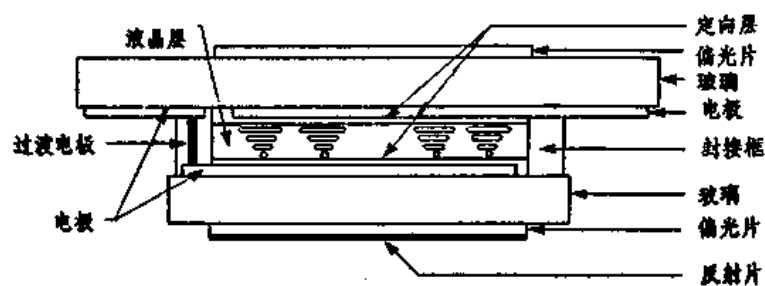


图 3-3 TN-LCD 结构 (横断面)

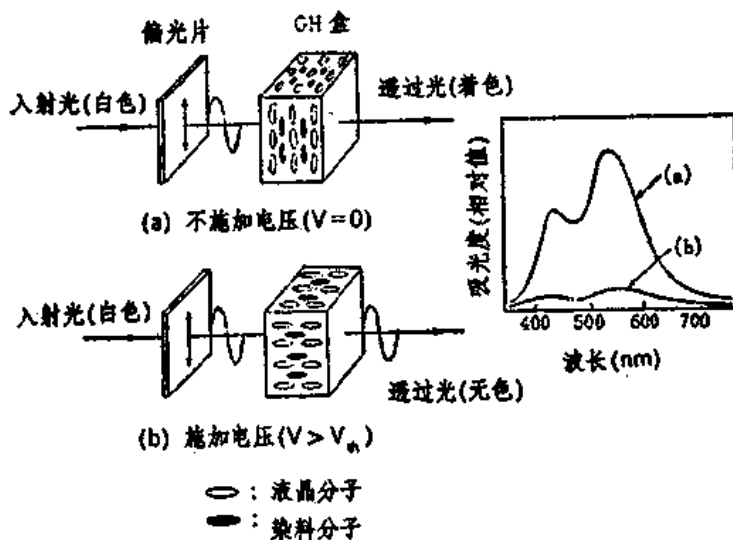
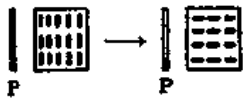
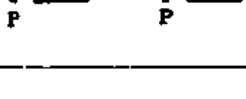
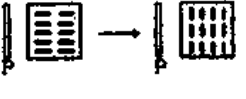
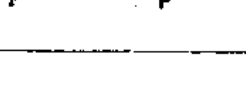
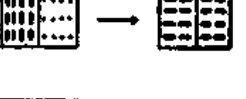
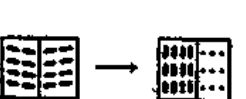
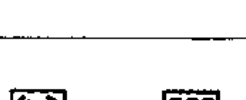
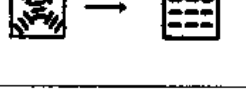
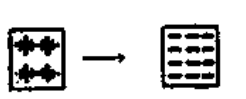


图 3-4 宾主型电光效应的原理

表 3.7 GH 型电光效应的主要方式

方 式	电场引起排列的变化 $V=0 \rightarrow V > V_{th}$	分子排列名称 $V=0 \quad V > V_{th}$	液晶*	染料	电光现象 $V=0 \rightarrow V > V_{th}$	阈值电压 V_{th}
向 列 型	单 层 盒	A 	N_p	p n	有色 $\rightarrow$ 无色 无色 $\rightarrow$ 有色	2~3
		B 				
	盒	C 	N_n	p	无色 $\rightarrow$ 有色	3~6
		D 			有色 $\rightarrow$ 无色	
	双 层 盒	E 	N_p	p	有色 $\rightarrow$ 无色	2~3
		F 			无色 $\rightarrow$ 有色	
近 晶 型	G 	焦锥 垂面	S_p	p	有色 $\rightarrow$ 无色	5~10
胆 甾 型	H 	焦锥 垂面	Ch_p	p	有色 $\rightarrow$ 无色	3~5
	I 	焦锥 垂面	Ch_p	p	有色 $\rightarrow$ 无色	3~5
	J 	垂面 焦锥	Ch_n	p	无色 $\rightarrow$ 有色	1~3

注：有色 $\rightarrow$ 无色，即从浓色 $\rightarrow$ 淡色；无色 $\rightarrow$ 有色，即从淡色 $\rightarrow$ 浓色

液晶的种类：以向列液晶 N ，近晶液晶 S ，胆甾液晶 Ch 符号与介电异向性的正 p ，负 n 组合而成。例如： N_p 为介电异向性为正的向列液晶， Ch_n 为介电异向性为负的胆甾液晶。

$$V_{th} = \pi \sqrt{\frac{k_{33}}{\epsilon_0 |\Delta\epsilon|}} \quad (3-2)$$

当液晶是 N_p 型和 S_p 型

$$V_{th} = \pi \sqrt{\frac{k_{11}}{\epsilon_0 \Delta\epsilon}} \quad (3-3)$$

在使用胆甾液晶材料时

$$V_{th} = \frac{d\pi^2}{p_0} \sqrt{\frac{k_{22}}{\epsilon_0 |\Delta\epsilon|}} \quad (3-4)$$

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

3. 电控双折射 (ECB) 效应显示器件

这种电光效应的器件是将负介电异向性向列液晶垂直于玻璃表面排列 (DAP 型)，或一侧垂直玻璃表面、一侧平行于玻璃表面 (HAN 型) 的正介电异向性液晶制成的液晶盒。在施加电场时，由于在不同的电场强度下，液晶分子长轴与电极产生一个不同的倾角 ϕ 。 ϕ 随施加电压而变化。从而使液晶盒产生双折射效应。入射偏振光由于双折射而变成椭圆偏光，它将被选择透过检偏振片。其结构原理如图 3-5 和 3-6 所示。

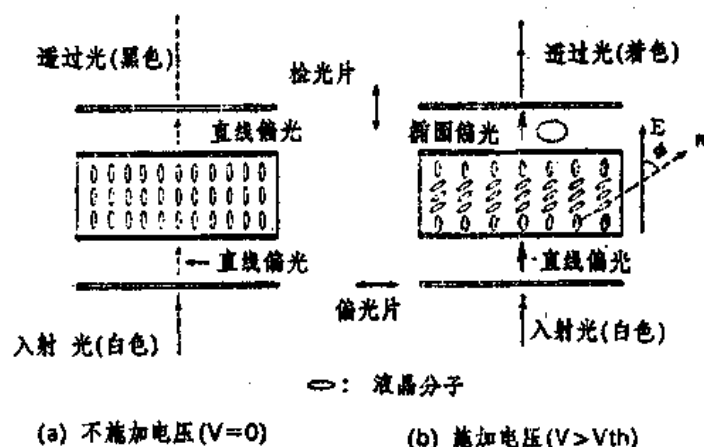
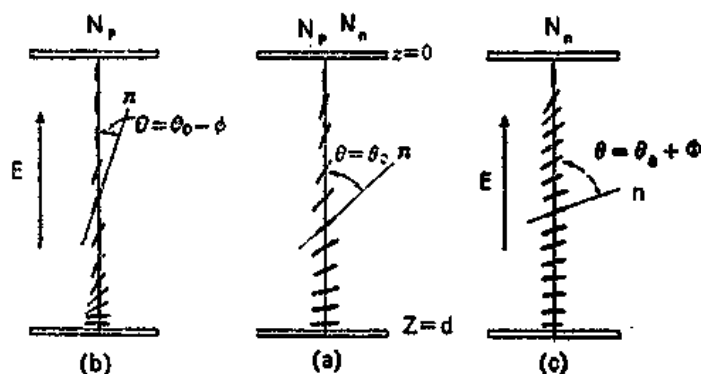


图 3-5 ECB 型电光效应 (DAP 型) 的原理



θ_0 : 初始弹性变形; ϕ : 施加电场引起的介电变形。

图 3-6 混合排列 (HAN) 液晶盒的施加电场与分子排列的变化

透过光强 I 受电压控制，可用下式表示

$$I = I_0 \sin^2 2\theta \sin^2 \frac{\pi d \Delta n(V)}{\lambda} \quad (3-5)$$

其中， I_0 为入射光强；

θ 为入射偏光方向与寻常光偏振方向的夹角；

d 为盒厚；

$\Delta n(V)$ 为在电压 V 时的双折射率；

$d\Delta n$ 为光学相位差；

λ 为入射光波长。

当入射光为白光时，就会出现如图 3-7~3-11 所示的现象，即透过光由于干涉而着色。这就是所谓的电控变色效应。

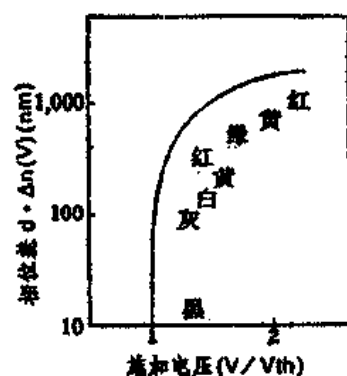


图 3-7 DAP 排列液晶盒透过光的干涉颜色和光学相位差与施加电压的关系

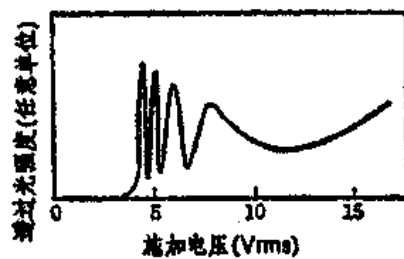


图 3-8 DAP 排列盒的透过光强度和施加电压的关系

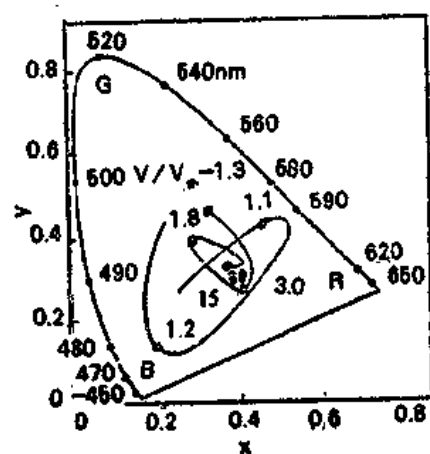


图 3-9 DAP 液晶盒施加电压与透过光的色相变化关系 (正交偏光片)

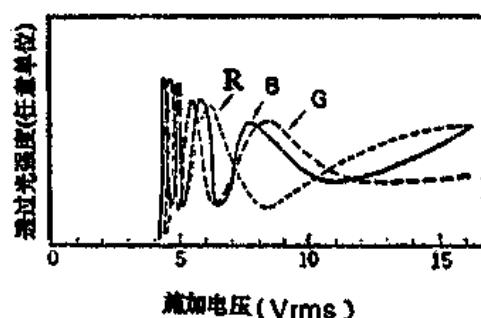


图 3-10 DAP 液晶盒的三色光透过特性 (彩色滤色片红、绿、蓝正交偏光片)

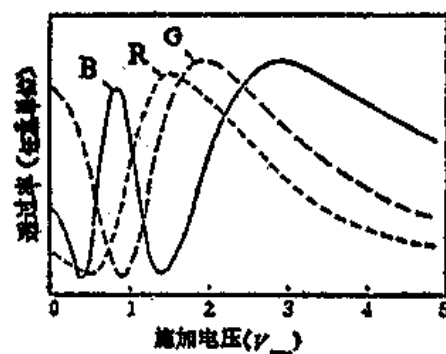


图 3-11 HAN 液晶盒在施加电压时三色光的透过特性

其色相随施加电压强度而变化。

这种电控双折射的液晶显示器件的阈值电压在 DAP 型时为

$$V_{th} = \pi \sqrt{\frac{k_{33}}{\epsilon_0(-\Delta\epsilon)}} \quad (3-6)$$

在沿面平行排列时为

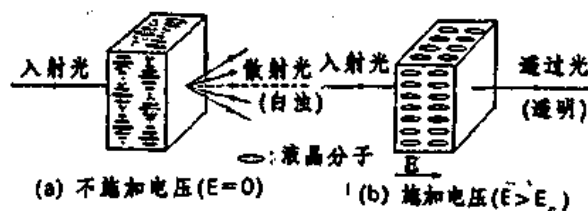
$$V_{th} = \pi \sqrt{\frac{k_{11}}{\epsilon_0\Delta\epsilon}} \quad (3-7)$$

而在 HAN 时则没有阈值。

ECB 是一种多色液晶显示的好方式。但是，由于其双折射率受温度影响较大，所以使用起来不太方便。

4. 相变 (PC) 效应液晶显示器件

图 3-12 所示为 PC 效应原理图。所用液晶为 N_a 时，需掺入正介电异向胆甾液晶 Ch_n (在用 N_n 时需掺入 Ch_n 液晶) 使混合液晶成一长螺距液晶。



液晶分子排列： Ch_n 的垂面焦锥排列

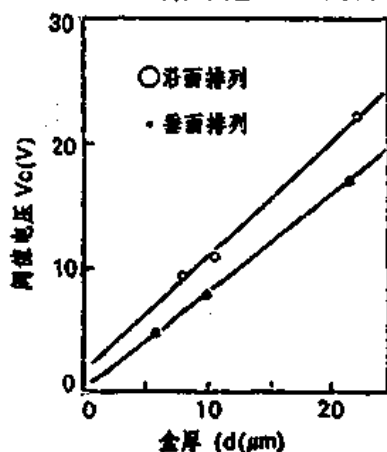
图 3-12 PC 型电光效应的原理

此时螺旋轴与玻璃平面呈平行焦锥结构排列。由于焦锥结构螺旋轴呈自由杂散状，对外界光产生散射，呈白浊状。

当施加一定电压后液晶长轴沿电场方向排列，螺旋解体，液晶盒呈透明态。当然 Ch_n 液晶螺旋轴也可以与基板平面垂直，其电光效应原理相同。使螺旋解体的临界电压 E_c 为

$$E_c = \frac{\pi^2}{\rho_0} \left(\frac{k_{22}}{\epsilon_0\Delta\epsilon} \right)^{1/2} \quad (3-8)$$

其中， ρ_0 为初始螺距； $\Delta\epsilon$ 为介电各向异性， k_{22} 为扭曲弹性常数。



液晶 Ch_n 的螺距， $\rho_0 = 2.7 \mu m$

图 3-13 PC 效应的阈值电压与盒厚的关系

可见，PC 效应的阈值电压 $V_{th} (= E_c d)$ 与盒厚有关。图 3-13 是阈值电压与盒厚 d 的关系。

如果使用 Ch_n 和 N_n 的混合液晶，进行垂面定向处理，则平时是垂面向列结构，加电后，转变为胆甾焦锥排列。此时相变临界电场

$$E_c = \frac{2\pi}{d} \left[\frac{\pi k_{33}}{\epsilon_0(-\Delta\epsilon)} \right]^{1/2} \left[1 - \left(\frac{2k_{22}d}{k_{33}\rho_0} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (3-9)$$

从式中可以看出， $d/\rho_0 < k_{33}/2k_{22}$ ，这是 Ch_n 型 PC 效应的条件。

如果将二色性染料掺入 PC 效应所用的 Ch 液晶中，还可以制成 GH-PC 型彩色液晶显示器件。这种液晶

显示器件由于不需用偏振片,所以显示时明亮、视角大,可以实现负像显示,也可以实现正像显示。

5. 动态散射 (DS) 效应液晶显示器件

如果在液晶盒中的向列液晶中掺入一定比例的机电介质,当通以一定频率的交流电时,随着电压的提高,液晶会产生威廉畴,如果电压继续提高,最终会形成对光产生强烈散射作用的紊流或搅动。这种现象称为动态散射效应。其变化过程如图3-14所示。

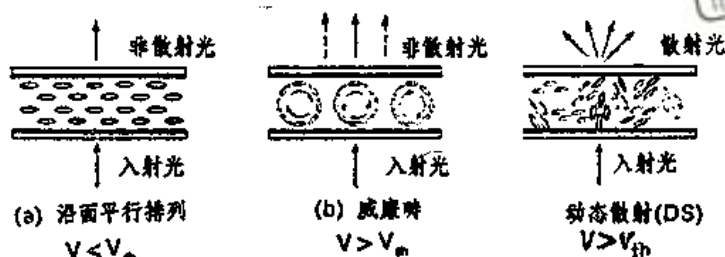


图 3-14 动态散射 (DS) 电光效应的原理及分子排列的变化

动态散射的驱动是受液晶中掺杂后的电导率及液晶本身的介电异性决定的。其阈值 V_{th} 为

$$V_{th} = \frac{V_0^2 (1 + (2\pi f)^2 \tau^2)}{g^2 - (1 + (2\pi f)^2 \tau^2)} \quad (3-10)$$

其中 f 是驱动频率, τ 是介电迟豫时间。

动态散射型液晶显示器件只在一定频率下才产生,其临界频率 f_c 为

$$f_c = \frac{(g^2 - 1)^{1/2}}{2\pi\tau} \quad (3-11)$$

DS效应的电光响应受粘滞系数 η 、盒厚 d 、驱动电压 V 、弹性常数 k 的影响。

$$\tau_r(\text{上升}) = \eta d^2 / (\Delta\epsilon V^2 - \pi^2 k) \quad (3-12)$$

$$\tau_D(\text{下降}) = \eta d^2 / \pi^2 k \quad (3-13)$$

动态散射是最早应用于显示技术的效应。但由于它属于电流型器件,功耗较大,所以现已很少使用。

6. 热光学效应液晶显示器件

所谓热光学效应,是指因温度变化而导致液晶分子排列改变的一种光学效应,主要使用近晶相或胆甾相液晶。

将近晶A相 (S_A) 液晶夹在垂面定向液晶盒中,加热到清亮点以上呈各向同性液体。在急冷后液晶盒呈白浊态,渐冷后,液晶盒呈透明态。这是由于急冷后 S_A 呈焦锥结构被冻结(记忆)住,而渐冷后是呈垂面近晶A相。这种液晶盒可用激光束写入,以实现高密度显示。

如果在温度变化时通电,我们称之为电热光学效应。图3-15及图3-16所示即为这种效应的原理及其特性。

在有加热电极和信号电极并经过垂面定向处理的两片玻璃之间,注入功能为:

$$\text{结晶} \xrightarrow{T_0} S_A \xrightarrow{T_1} N \xrightarrow{T_2} \text{各向同性液体的 } S_A \text{ 液晶。}$$

首先用加热电极将液晶加热到 T_2 以上,遂停止加热。在温度由 T_2 降到 T_1 的过程中,在信

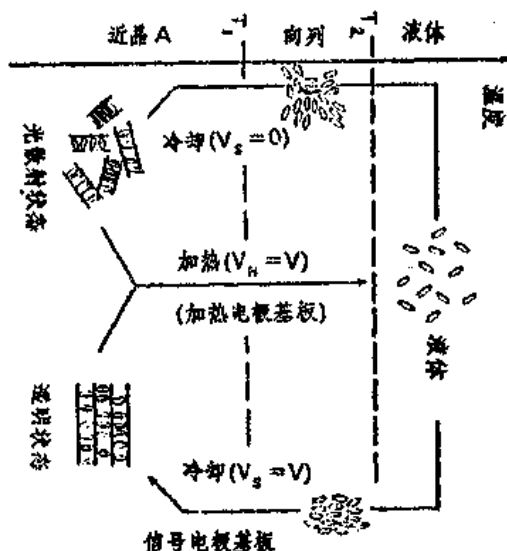


图 3-15 向列相→近晶A的电热光学效应和分子排列的变化

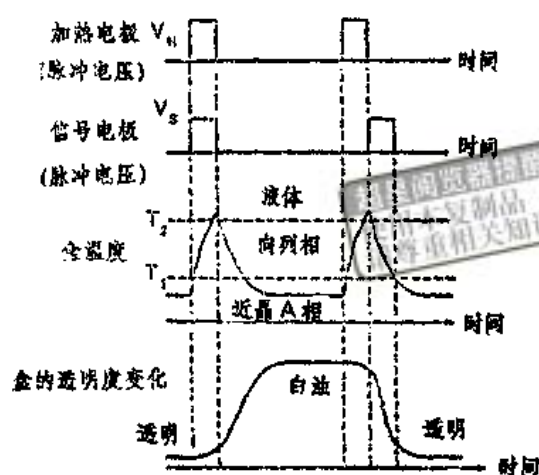


图 3-16 向列相→近晶A的电热光学效应中电、热、光特性曲线

号电极上通以施加电压 ($V_s = V$) 和不施加电压 ($V_s = 0$) 两种信息。当液晶盒降温到 T_1 以下时, 即会呈现白浊态和透明态两种状态, 并被记忆下来。这是一种具有记忆功能、大容量的显示装置, 不过外围结构比较复杂。

7. 电光效应的响应特性

1972 年 E. Jareman 以流体变形理论为基础, 将液晶的电光响应时间 τ 用下式表述。

$$\tau = \eta_i (\epsilon_0 \Delta \epsilon E^2 k_{ii} q^2)^{-1}$$

式中: η_i : 粘滞系数

k_{ii} : 弹性系数

ϵ : 介电常数

E : 施加电场

q : 形变频率

由于考虑盒厚 d , 将 q 用 π/d 近似表示。那么TN型、GH型、ECB型、DS型的电光响应时间均可用下式表示:

$$\tau_r = \eta_i d^2 (\epsilon_0 \Delta \epsilon V^2 - k_{ii} \pi^2)^{-1}$$

$$\tau_d = \frac{\eta_i d^2}{\pi^2 k_{ii}}$$

其中 V 是施加电压。

由于胆甾液晶螺距 p_0 比盒厚小, 所以频率 $q = \pi/p_0$ 。故PC的电光响应 τ_r , τ_d 可用下式表示:

$$\tau_r = \eta_i (\epsilon_0 \Delta \epsilon E^2 - k_{ii} \pi^2 / p_0^2)^{-1}$$

$$\tau_d = \frac{\eta_i p_0^2}{\pi^2 k_{ii}}$$

粘滞系数和弹性常数对响应时间有不同的影响, 表3.8所示为各种电光效应中不同的 η_i 和 k_{ii} 对响应时间的影响。

从表中可以看出正性液晶响应速度较快，而负性液晶的响应要慢得多。不管哪种类型响应数量级都在 ms 范围以内。

表 3.8 电光效应中粘滞系数、弹性常数与其响应时间的关系

电 光 效 应	$\Delta\epsilon$	弹 性 常 数 k_{11}	粘滞系数 η_i	响 应 时 间 (ms)	
				τ_r	τ_d
TN效应	正	$k_{11} + \frac{(k_{33} - 2k_{22})}{4}$	η_1	20~80	60~150
GH 效应	正	k_{11}	η_1	70~150	90~200
	负	k_{33}	η_2	100~200	150~300
ECB 效应	正	k_{11}	η_1	10~30	30~100
	负	k_{33}	η_2	20~50	50~200
PC 效应	正	k_{22}	η_2	10~40	60~200
DS 效应	负	k	η	10~50	30~150

8. 几种新型电光效应和高性能液晶显示器件

(1) 固态液晶膜和聚合物散射液晶膜

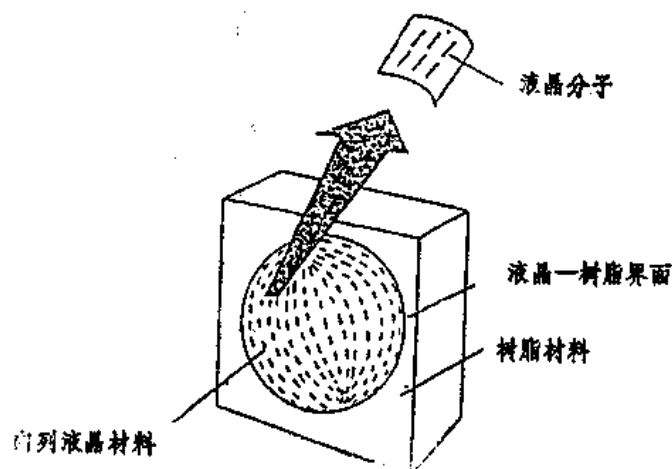
为了提高电光响应速度，近年来又开发了一种固态液晶显示膜 (PDLC) 和 聚合物散射液晶显示膜 (NCAP)。

它们的基本原理如图3-17和图3-18所示。而图 3-19 和图 3-20 为通电和不通电时的光路图。

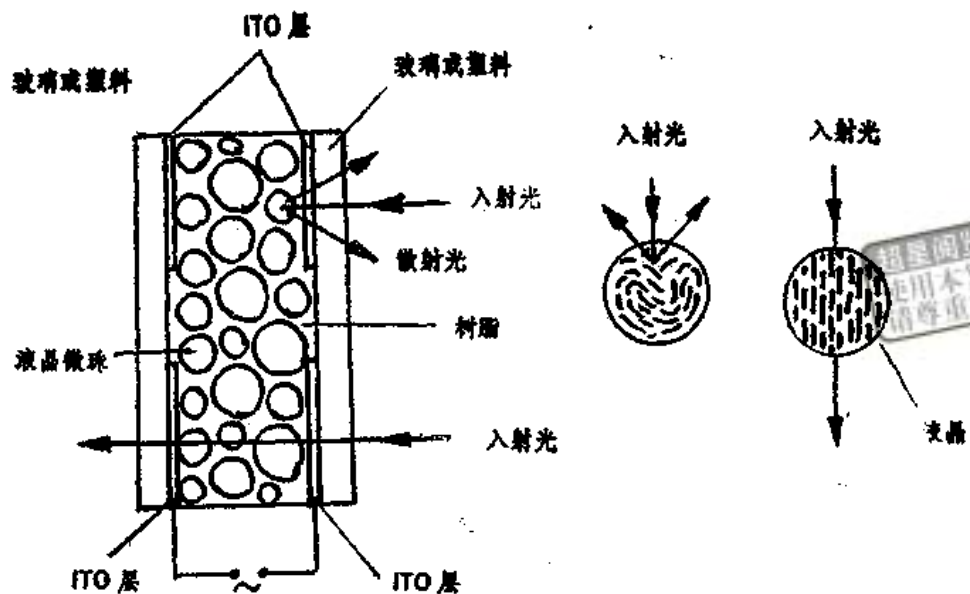
将液晶微珠(或微囊)散布于与其不相溶的树脂膜内，微珠平时呈散射态，而当在膜层两面施加一定电场时，液晶长轴沿电场重新排列，从而使膜透明。这种器件的工作电压较高，达几十伏，响应速度极快可达几百微秒。但其响应曲线不陡，不能作动态驱动型器件。

(2) 超扭曲 (STN) 液晶显示器件

几乎所有常见的 LCD 电光响应曲线都不够陡，这样就大大限制高密度显示方面的应用。为此，近年来，人们开发并商品化了一种所谓超扭曲液晶显示器件。超扭曲 (STN) 液晶显



,a) PDLC结构



(b) PDLC通电与不通电的入射光通路

图 3-17 PDLC结构及原理

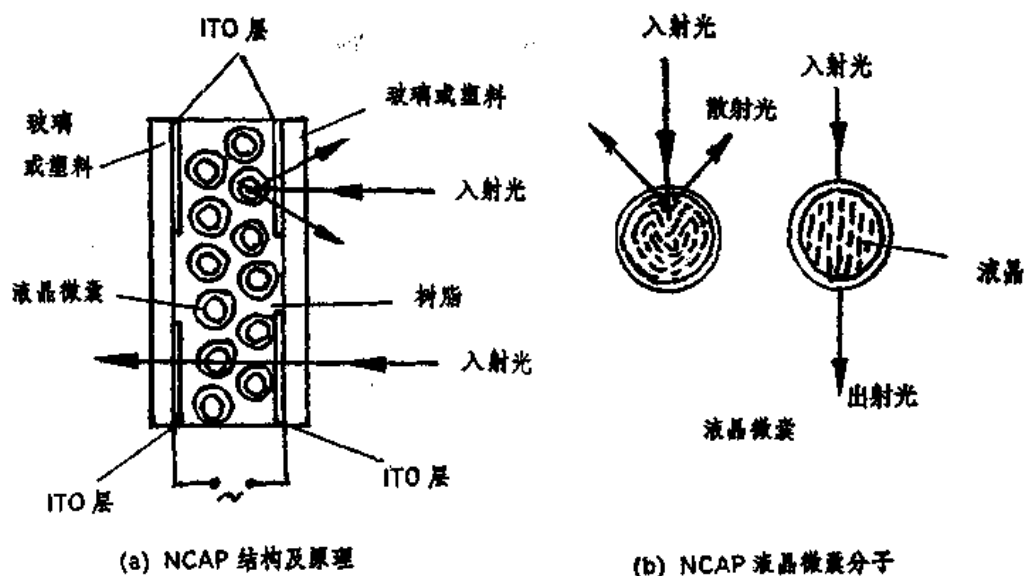


图 3-18 NCAP结构及原理

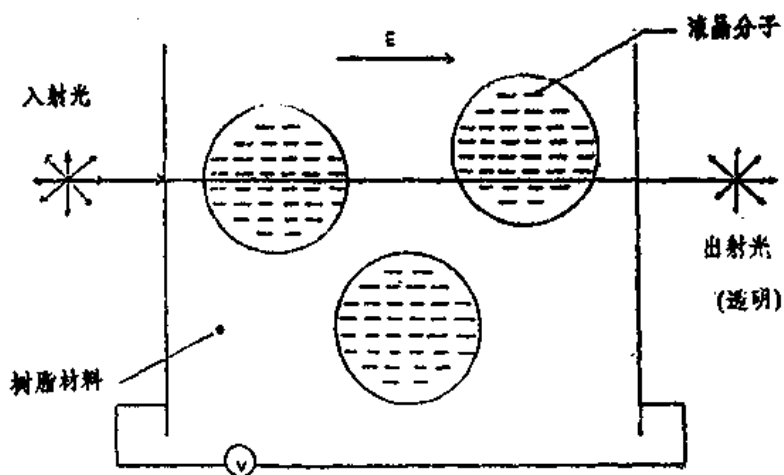


图 3-19 NCAP 通电时入射光通路

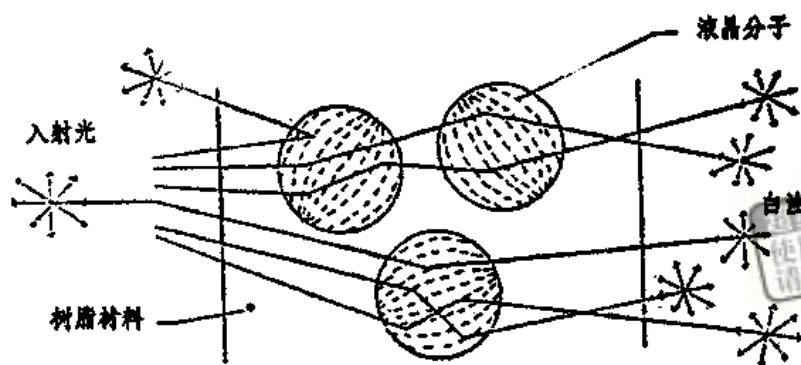


图 3-20 NCAP 不通电时入射光通路

示器件的结构、原理如图3-21所示。

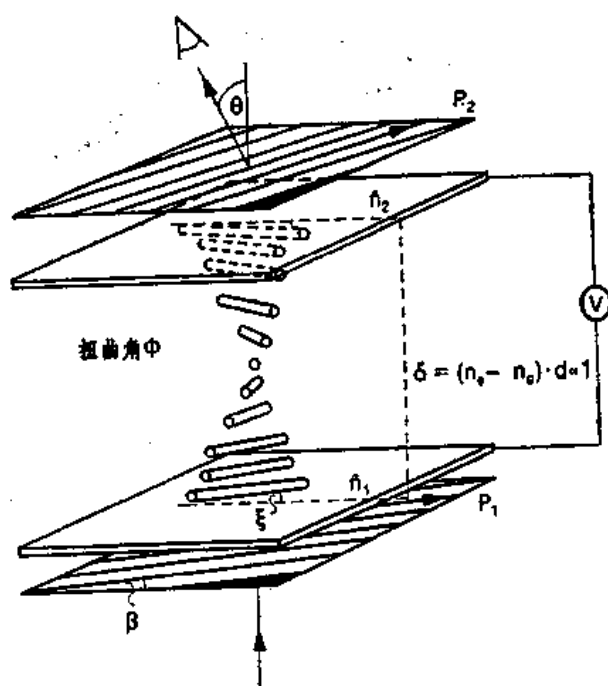


图 3-21 STN 原理图

STN与TN液晶器件结构相同，只不过液晶分子不是扭曲 90° 而是 180° ，还可以扭曲 210° 或 270° 等，见图3-22。它的电光效应属于光的双折射效应，所以又称为光干涉型（OMI），它与TN型是根本不一样的，其最大特点是：① 电光响应曲线很陡，可以适应几百线以上的多路驱动。② 单层的是带色显示。要想实现黑/白显示，还需增加补偿膜或延迟片。图3-23是其电光曲线。

STN是当前液晶界的热门技术，几乎所有32路以上的点阵LCD都已经采用了STN效应结构。日本OPCHEX产DMF系列的点阵模块，除个别型号外，已基本上都是STN系列的产品了。

(3) 铁电（FE）效应的液晶显示器件

铁电液晶显示是又一种高质量新型LCD，原理如图3-24所示。这种器件有优异的电光特性，迅速的响应速度，很陡的特性曲线。但是，由于它要求 $2\sim 3\mu\text{m}$ 的均匀盒厚，故工业生产的难度很大。

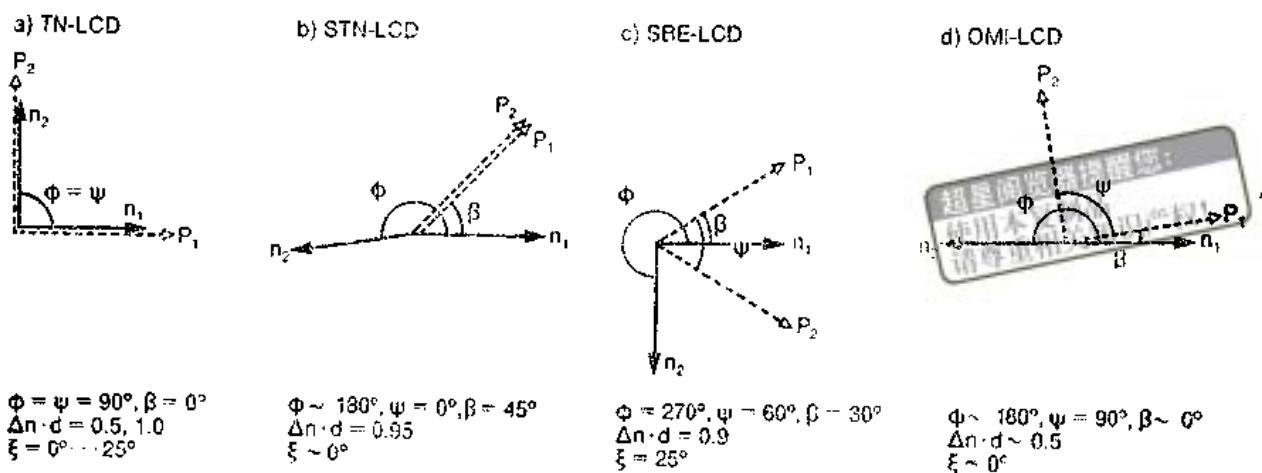


图 3-22 TN、STN、SBE、OMI分子排列

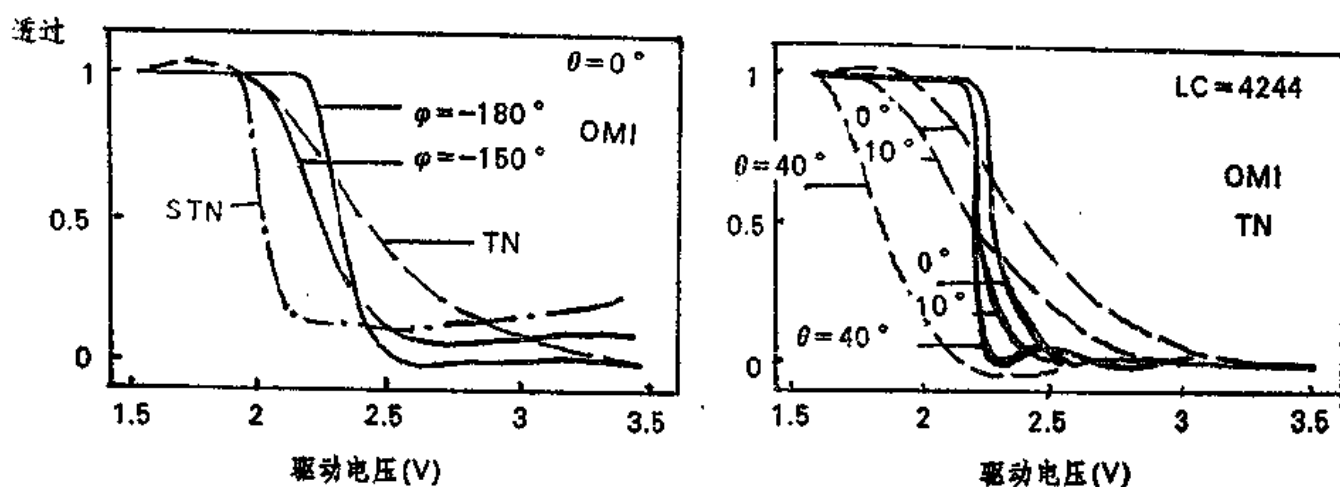


图 3-23 分子排列与电光响应曲线

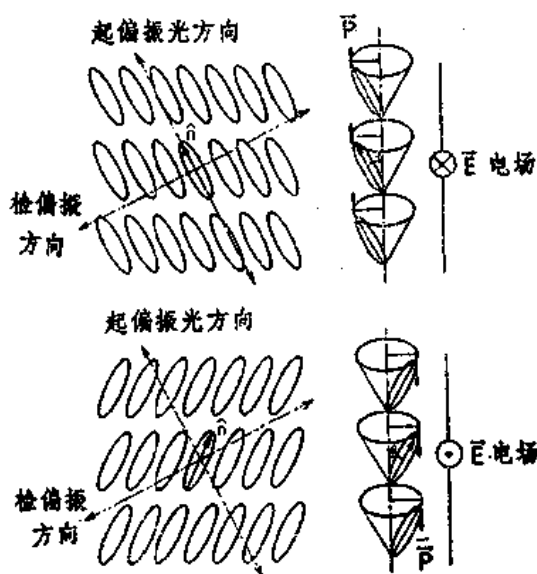


图 3-24 FE-LCD 工作原理

为了显示真正的活动图像。以上几种类型的液晶显示器件都不能满足使用要求。所以世界各主要生产 LCD 国家的有关大型厂家都在大量投资开发有源 (AM) 矩阵液晶显示器件。这是将液晶应用于彩色电视机的最成熟的方案。

(4) 有源 (AM) 矩阵液晶显示器件。

我们知道, 普通简单矩阵液晶显示器件的电光特性不适合显示电视活动图像。其原因是: 简单矩阵每个像素实际上是个无极电容, 因此容易出现串扰现象。所以在选择电极及非选择电极上都应施加一定的偏压。当偏压比 $b = (\sqrt{N} + 1)$ 时, 其最大 α 值 $\alpha_{\max}$ 为:

$$\alpha_{\max} = \sqrt{\frac{\sqrt{N} + 1}{\sqrt{N} - 1}}$$

其中 N 为扫描电极数目, 如图 3-25 所示。可见, 其多路驱动能力也同样受到限制。为此人们

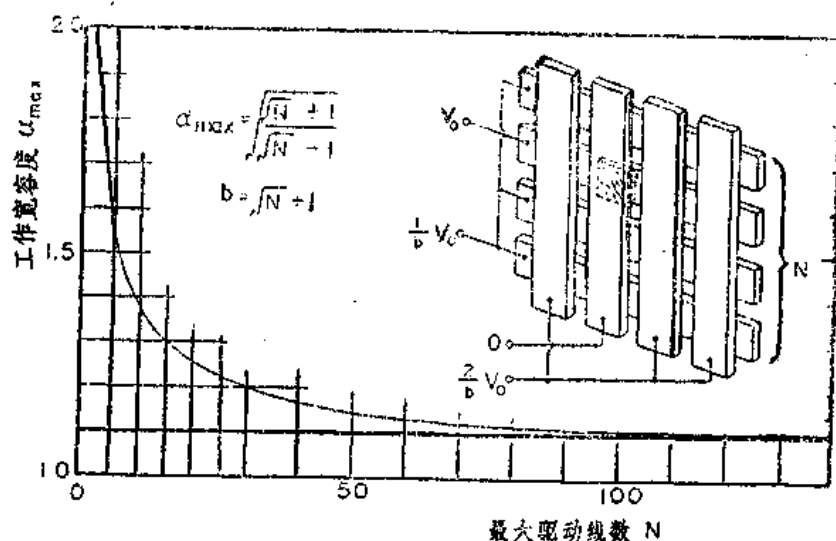


图 3-25 简单矩阵最大扫描线数的特性曲线

在每个点阵像素上设计一个场效应开关管, 这样就可以完全独立的驱动每一个像素了。图 3-26 是这种有源矩阵 TFT 与普通 TN 型矩阵的原理比较图。用 TFT 制作的电视电路原理图见图 3-27。有源矩阵 (AM) 有好几种形式, 表 3.8 列出了常见的几种 TFT 显示。有源矩

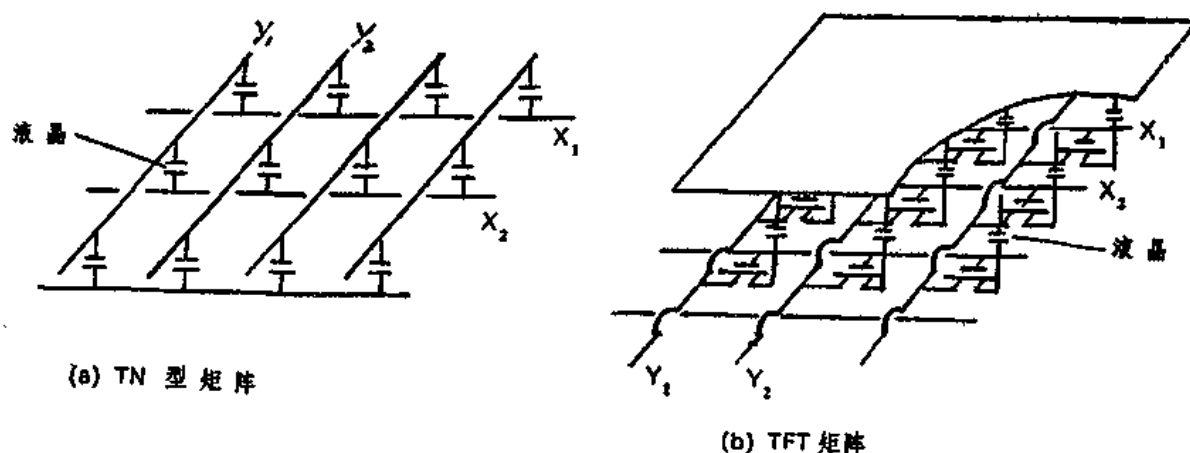


图 3-26 TN 与 TFT 矩阵原理

阵可以实现活动电视图象的显示。图 3-28 为这种有源矩阵液晶电视的外围框图。不过，由于它在制作工艺上难度较大，目前只有日、美等少数国家有能力生产，我国这方面的产品尚在开发之中。

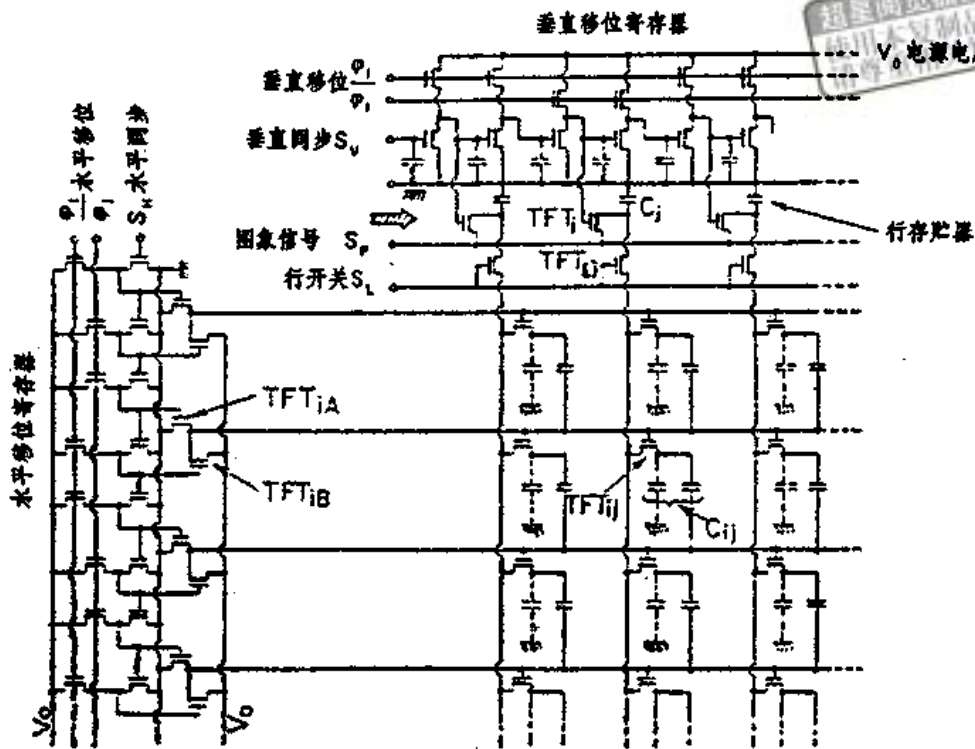


图 3-27 TFT 点阵的液晶电视电原理图

表 3.9 各种TFT液晶显示

开发单位	材 料				特 性			
	栅电极	栅绝缘膜	半 导 体	源、漏极	i_{on}/i_{off}	i_{off} (A)	$\mu(\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s})$	集成规模 Pels/ $\square$
Xerox	Al	Al_2O_3	CdSe	In/Au	10^5	2×10^{-10}		250 × 250/ 5" × 5"
STC大学/ ITT	Ta	Ta_2O_5	CdSe	Al	10^5	10^{-9}		32 × 36/32 × 35mm ²
夏普	Ta	Ta_2O_5	Te	Ni	10^3	10^{-8}	11	7sgs × 10
CNET	Al	SiO_2	α -Si P-Si	NiCy	$10^4 \sim 10^5$	5×10^{-11}	0.01~0.05 15~20	320 × 320/ 8 × 8cm ²
IBM		SiO_2	P-Si(sg) P-Si(lg)			10^{-9}	25~400	
富士通	NiCr	SiO_2	α -Si	Al	10^4	3×10^{-11}		7 × 5/ $\square$
卡友	ITO	Si_3N_4	α -Si	Al	$10^3 \sim 10^4$	4×10^{-11}	0.3	240 × 240 96 × 96/mm ²
三菱			P-Si(B)		10^5	4×10^{-10}	300	160 × 120 4" × 4"

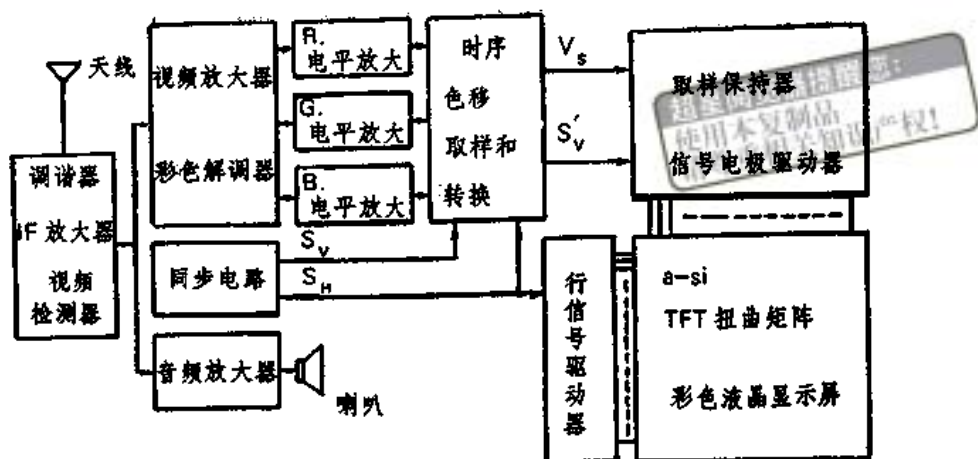


图 3-28 液晶电视原理框图

3.2 液晶显示器件的基本结构

了解器件的结构，对正确、合理的使用有很大的意义。

液晶显示像素可以分为段形 (segment) 和点矩阵 (matrix) 两大类，点矩阵又可分为普通点矩阵和有源矩阵。由于它们的电极连接排布方法是不一样的，因此，在使用、驱动时的方法也大大不同。不同的电极连接，有不同的电路要求。所以，这里有必要介绍一下电极连接的类型。

段形显示的电极连接可分为静态驱动连接和动态驱动连接。

3.2.1 静态驱动电极连接结构

静态驱动电极的每个显示段都单独引出。所有各位显示的段全都公用一个背电极。如图 3-29所示。

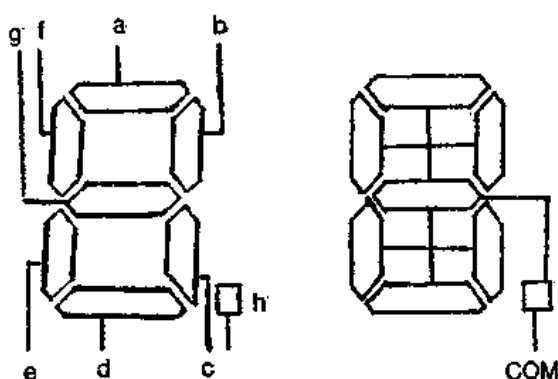


图 3-29 静态驱动显示电极连接排布

3.2.2 动态驱动电极连接结构

段形动态驱动电极连接排布有多种形式。它的每位七段将组合成几部分引出，而背电极则

由与段的组合完全不同的组合引出。图 3-30 的 (a)~(g) 是中华人民共和国国家标准所规定的段式显示几种动态驱动电极连接排布的方式。

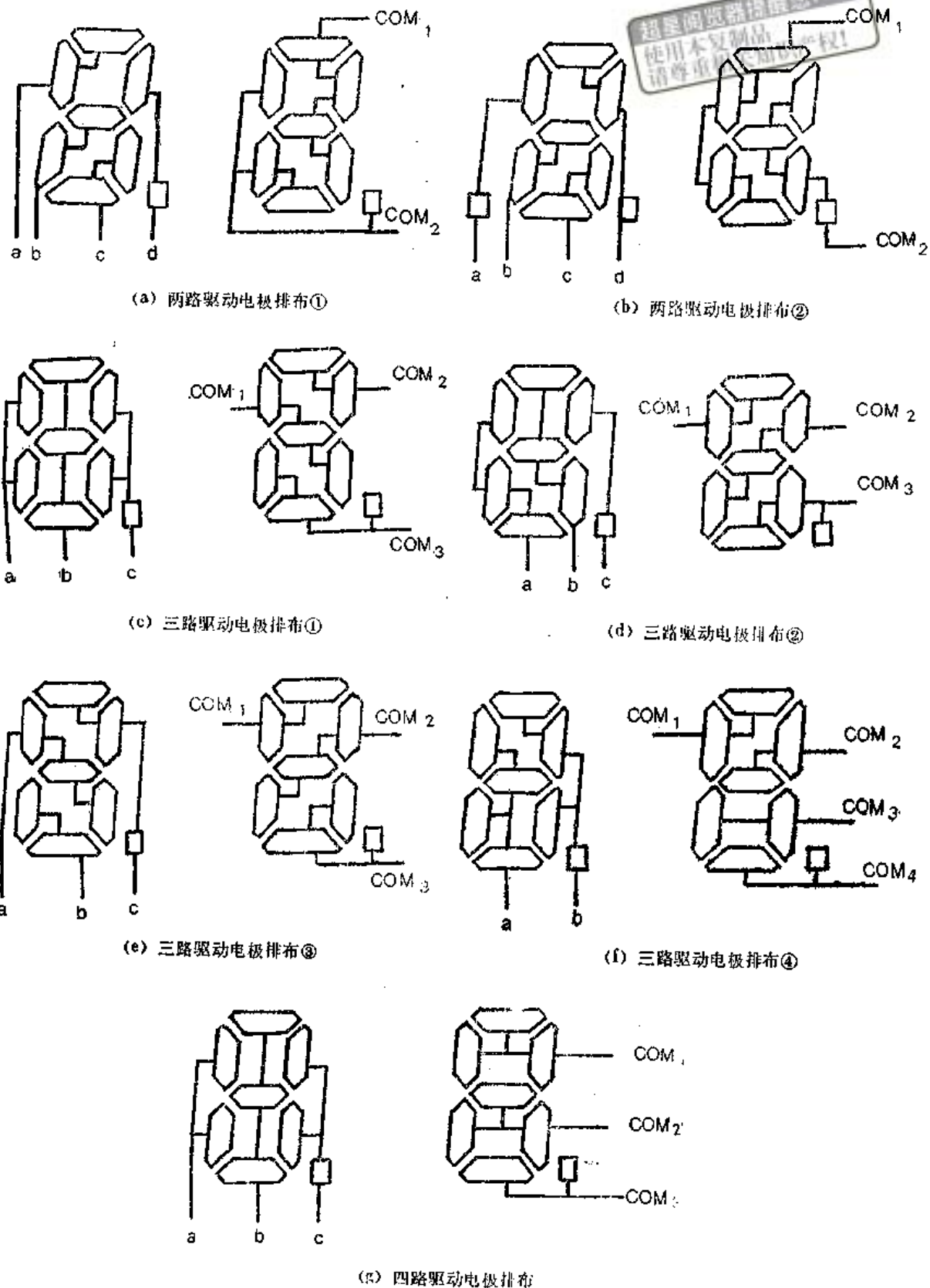


图 3-30 动态驱动电极连接排布图

点矩阵的电极连接排布可分为普通简单矩阵方式和有源矩阵方式，即普通简单矩阵是前后电极呈正交的两组平行线条，相互叠放成盒后，电极交点即为显示像素。而有源矩阵，以 TFT 为例，矩阵电极都在同一玻璃面上，另一片玻璃只是一个公用电极。

液晶显示像素除点矩阵是由一个个小小的矩形点组成外，段形显示的像素可以有多种不同数量的“段”排列方式。图3-31是常见的几种不同段形排列。

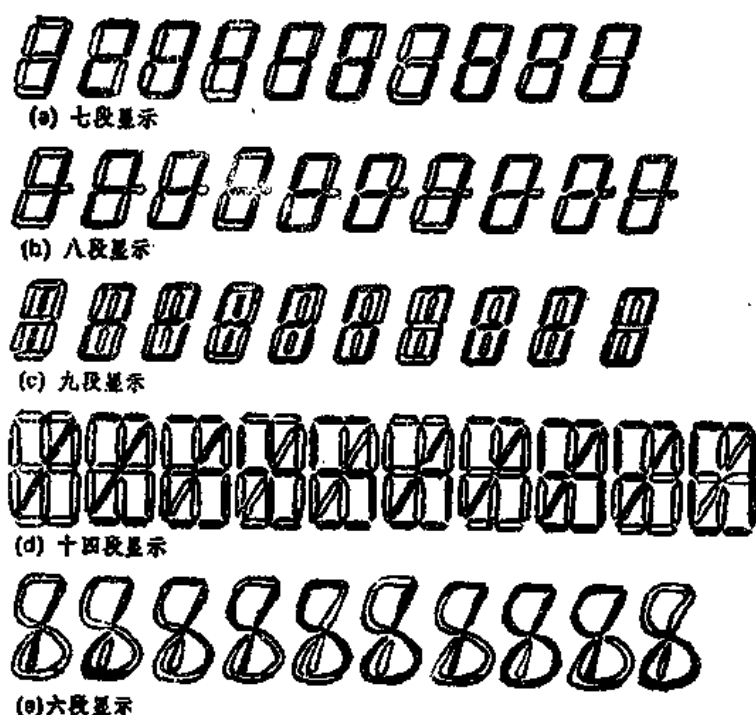


图 3-31 几种常见的段形显示像素排列

其中六段式是由我国最早发明的，它的外围电路少，但有几个字不好看。没有专用译码器。七段式是最常见的，字形规则、整齐，但是“4”无右出头，“1”位置偏右。

另有十六段式不仅可显示数字，还可显示字母，但外围电路复杂，字形不美观。一百五十九段式是中国为汉字显示发明的又一种显示方式，可以显示三级汉字，但目前没有配套的字库和译码。

3.2.3 液晶显示器件的构造与部件

液晶显示器件的基本结构已如图 3-3 所示。图3-32为液晶显示器件的分解图。即，将一个设置了段电极的电极基板与一个设置了公用电极的基板对在一起，其间隔为 $10\mu\text{m}$ 左右。四周用热固化环氧树脂封接在一起，但在封接边上要留有一个开口。该开口称为注入孔。液晶材料就是在真空条件下通过注入孔注入液晶盒内的。注入后，用树脂将注入孔堵住，再在其前后表面贴上一片偏振片，液晶显示器件就算制成了。为了使液晶在盒内呈所需要的排列状态，故在液晶盒内表面需要涂复一层定向膜，使液晶分子形成特定的沿面平行或扭曲排列，以及垂面排列等。下面将分别介绍有关的材料及特点。

1. 玻璃电极基板

这是一种表面极其平整的浮法生产的薄玻璃。表面涂有一层 SiO 和 $\text{InO} \cdot \text{SnO}_2$ 透明导电

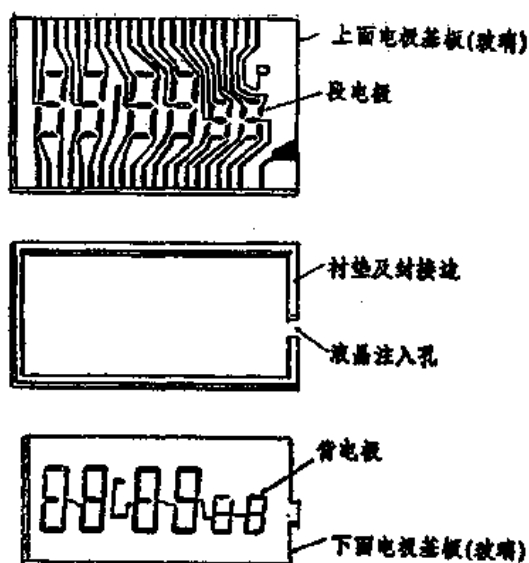


图 3-32 液晶显示器件的分解图

2. 封接胶

热固化环氧是一种有机树脂胶，不能耐过高或过低的温度，对湿度有较大的敏感。

3. 液晶

这是液晶显示器件的主体。不同的器件使用不同的液晶，不同的液晶具有自己独特的结晶点 T_c 和清亮点 T_L 。每个器件必须在保存温度范围内使用。如果温度低于结晶温度，液晶就会结晶，破坏定向层，使器件报废；如果温度过高，液晶将变成各向同性的液体，失去液晶态，也就失去了液晶器件的功能。

4. 偏振光

偏振片分前偏振片和后偏振片，其结构很复杂，如图 3-34 所示。使用时，切记不要划伤，安装时要将保护膜揭去，而且偏振片怕高温、怕潮湿。高温、高湿会退偏振，失去偏振片的功能。

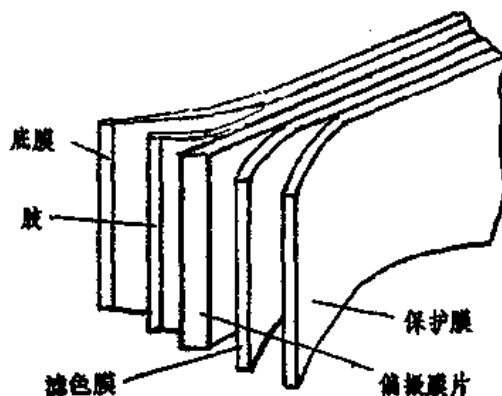


图 3-34 偏振片基本结构

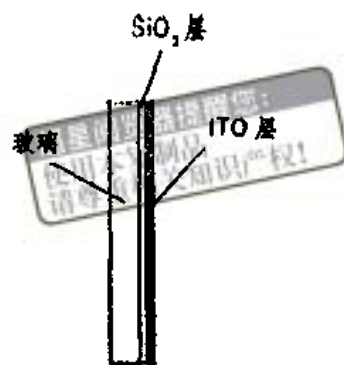


图 3-33 ITO 玻璃

层 (ITO)。经过光刻工艺制成一定的透明导电图形。如图 3-33 所示。在制成的 LCD 上，外引线就是这种 ITO 膜，这种膜不能进行锡焊，只能通过导电橡胶或导电胶片联接。如果划伤、刻断，就会使器件报废。

3.3 液晶显示器件的基本参数特性

3.3.1 液晶显示器件的典型基本参数

液晶显示器件的典型基本参数分别如表 3.10~3.15 所示。

表 3.10 段形液晶显示器件基本电参数

项 目	符 号	单 位	参 数				备 注
			静 态	D/2~D/4	D/8~D/16	D/32	
工作电压	V_{DD}	V	3~6	3~5	3~5	4~9	
工作频率	f_o	Hz	32	32~128			
工作电流	I_{DD}	$\mu A/cm^2$	<1.0	<1.0			

表 3.11 段形液晶显示器件基本电光参数

项 目	符 号	单 位	参 数			备 注
			min	typ	max	
对比度	C_r			20:1		
视 角		度		$\pm 45^\circ$		
响应时间	上 升	T_r	ms	100		
	下 降	T_d	ms	150		

表 3.12 字符型点阵液晶显示器件基本电参数

项 目	符 号	单 位	参 数			备 注
			min	typ	max	
阈值电压	V_{th}	V	1.8		3	
工作电压	V_{DD}	V	3		6	
工作电流	I_{DD}	μA		<1.0/cm ²		
工作频率	f_o	Hz		128		

表 3.13 字符型点阵液晶显示器件基本电光参数

项 目	符 号	单 位	参 数			备 注
			min	typ	max	
对比度	C_r		6		8	
响应 上升	T_r	ms			100	
时间 下降	T_d	ms			100	
视角范围		度		± 30		

表 3.14 液晶显示器件基本环境参数

项 目	符 号	单 位	参 数	备 注
工作温度		℃	0℃~40℃	70%RH
存储温度		℃	-20℃~60℃	60%RH
工作湿度		RH	70%	
存储湿度		RH	60%	

表 3.15 液晶显示器件基本极限环境参数

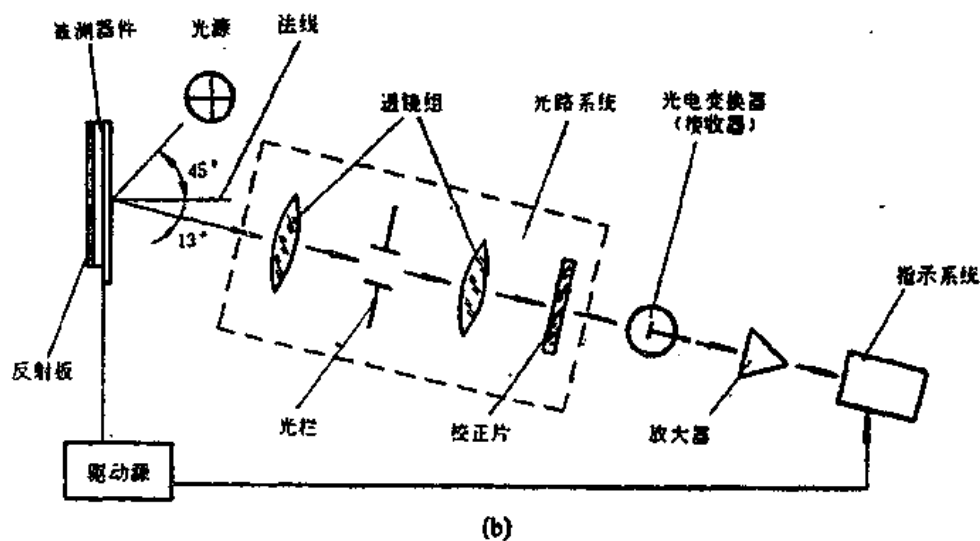
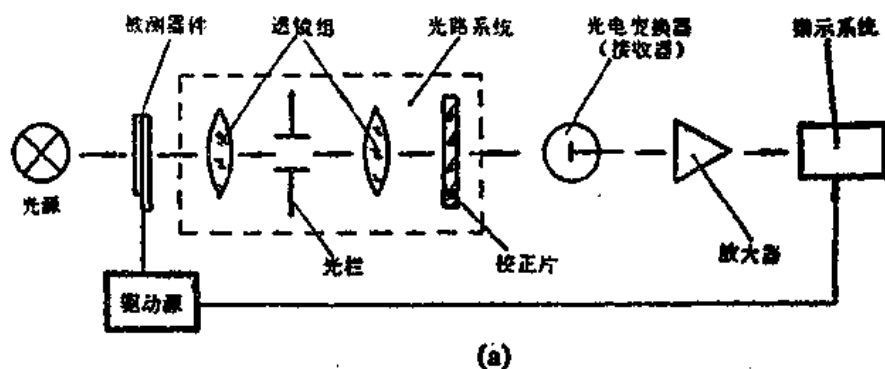
项 目	符 号	单 位	参 数			备 注
			min	typ	max	
工作温度		℃	0℃		40℃	70%RH
存储温度		℃	-20℃		60℃	60%RH
耐振		g		10		完整包装
耐冲击		g		6		完整包装

由于用途和生产厂家以及产品级别的不同, 参数多少会有差异, 但是其差异范围不大。而且, 有些差异是由于不同的测试条件、测试方法和测试设备造成的。

3.3.2 液晶显示器件电光测试系统

不同的测试方法和测试系统测出的参数是不可能完全一致的, 因此, 规定一个测试系统非常必要。

图3-35为我国国家标准 (GB4619-84) 所规定的透射式及反射式的测试系统。该系统是在恒定的照明条件下和一个恒温条件下进行测试的。为了与实际情况相符, 入射光线需与



(a) 透射式测试系统示意图, (b) 反射式测试系统示意图

图 3-35 液晶显示器件测试系统

液晶显示器件的法线成 45° 角。而接收系统则需要置于法线另一侧，其光轴与法线成 13° 角。图3-36是日本所给出的测试系统示意图。

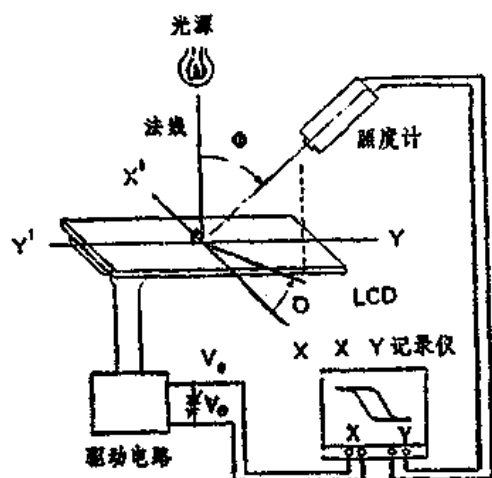


图 3-36 日本液晶显示器件
光电测试系统（反射式）

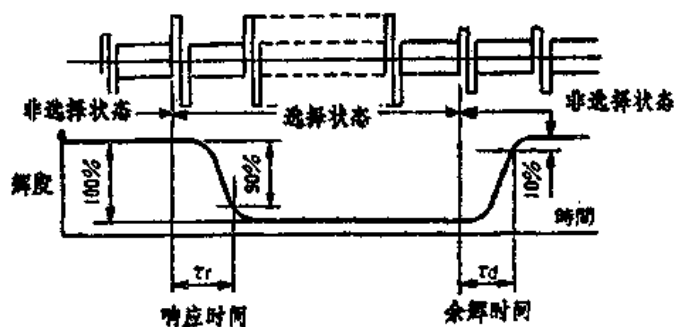


图 3-37 TN-LCD电光曲线

3.3.3 液晶显示器件的特性曲线

1. 电光特性

液晶显示器件（TN型）电光特性曲线如图3-37所示。从图中可以看出：

- (1) 没有明显的阈值。
- (2) 电光响应陡度不够大。
- (3) 电光响应速度慢，一般在几十毫秒至一百毫秒以上，因此TN-LCD不易用在多路驱动上面。如需使用线路数较多的点阵显示器件，则要在外电路上设法克服。
- (4) 其光透过和光关闭（即ON-OFF）都不能达到100%，因而在视觉显示上不可能是白底黑字，只能是灰底黑字。它不如白底黑字效果好，用这种原理制作的光阀，其光的开、关也都不可能彻底。
- (5) 电光响应及余辉与驱动电压有一定关系，其特性如图3-38所示。

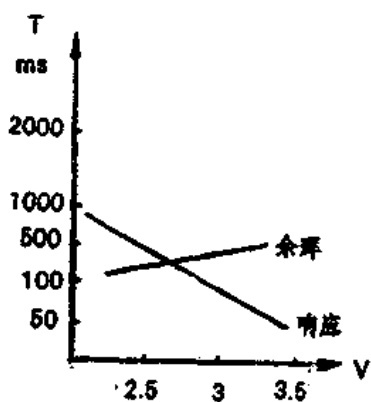


图 3-38 LCD电压与电光
响应的关系

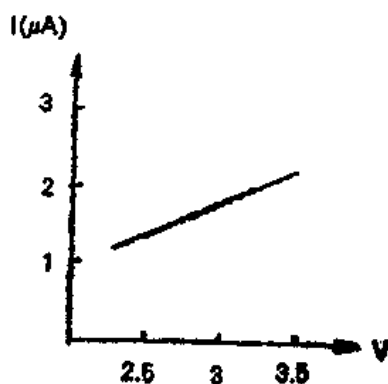


图 3-39 LCD的V-A特性

2 电气特性

TN-LCD 是一种电压型场效应器件。其内阻很大,电阻率一般在 $10^{10}\Omega/\text{cm}$ 以上。又由于驱动电压很低,电流很小,只要外电路稍有漏电,就会影响显示。LCD 的 V - I 特性是呈线性的,如图3-39所示。其工作电流还与显示面积有关,不过,其电流是很小的,只有 $1\sim 3\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 左右。

此外, TN-LCD 基本上可以认为是容抗型器件,等效电路为 R 、 C 并联。在交流驱动条件下,驱动频率对驱动电流影响很大。如果驱动频率由 32Hz 提高到 200Hz ,驱动电流会增加 $5\sim 10$ 倍。所以,一般驱动频率都选择不发生闪变的最低临界值上。

3. 温度特性

LCD 的使用温度比较窄,温度效应也比较严重,这是 LCD 的缺点。当温度过高时,液晶态会消失,不能显示,而温度过低时,响应速度明显变慢,直至结晶,使显示器件损坏,这些都是由液晶材料特性所决定的。以牡丹电子集团公司现代显示技术分公司生产的 TN-LCD 静态屏为例,常温型器件温度范围在 $-5\sim 50^\circ\text{C}$;宽温型器件工作温度范围在 $-20\sim 60^\circ\text{C}$,其存储温度比工作温度宽约 $5\sim 10^\circ\text{C}$ 。而点矩阵的多路显示器件的实际温度范围则比前述的温度范围窄 $5\sim 10^\circ\text{C}$ 。

图 3-40 是 TN-LCD 的典型温度特性曲线。

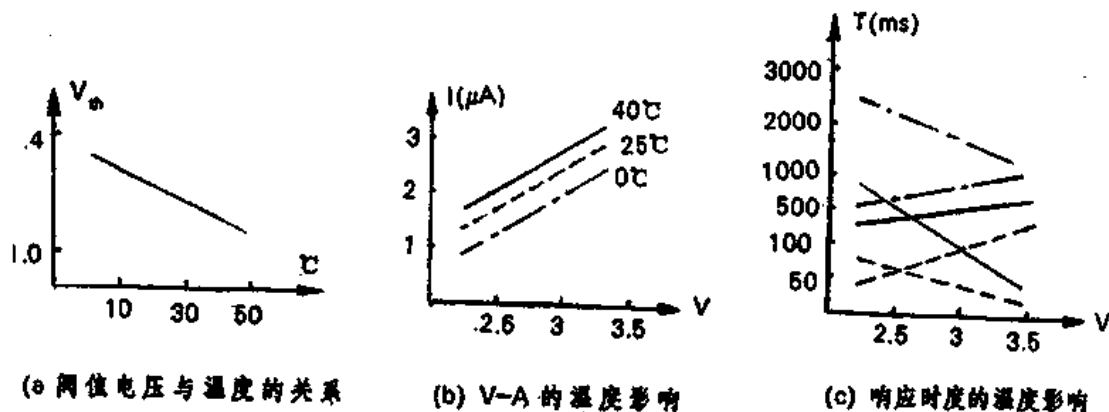


图 3-40 LCD 的温度特性

4. 对比度与视角

LCD 属被动型显示器件,不能用亮度标定其显示效果,只能用对比度来标定其显示效果。但是,在不同测试条件下测得的显示对比度差异是很大的。一般在白色光照射下测得的对比度在 $5:1$ 到 $20:1$ 之间。而在激光下测得的对比度值却可达 $100:1$ 以上。我国国家标准规定了在标准 A 光源条件下按照被测液晶显示器件亮态及暗态的光电变换器输出电压比 V_L/V_d ,计算出其对比度。

这里需指出,对比度并非是唯一理想的显示效果标准。例如,底色的明亮程度就对实际显示效果影响极大。确切的显示效果应该用包含视觉心理学在内的更广泛的指标来评价。

液晶的对比度还有一个重要特征,即是随着视角的变化而变化。视角,即在保持一定对比度前提下,观察方向与液晶显示器件法线所成的夹角。我国国标中还规定了它是在校正视力不低于 1.2 的观察者在明视距离 25cm 处目测能够辨认显示图形的视角范围。图 3-41 所示

为视角及方位角的定义。图 3-42 为商品化 LCD 视角方向划分，其中 12:00、3:00、6:00、9:00 为视角方向的名称。

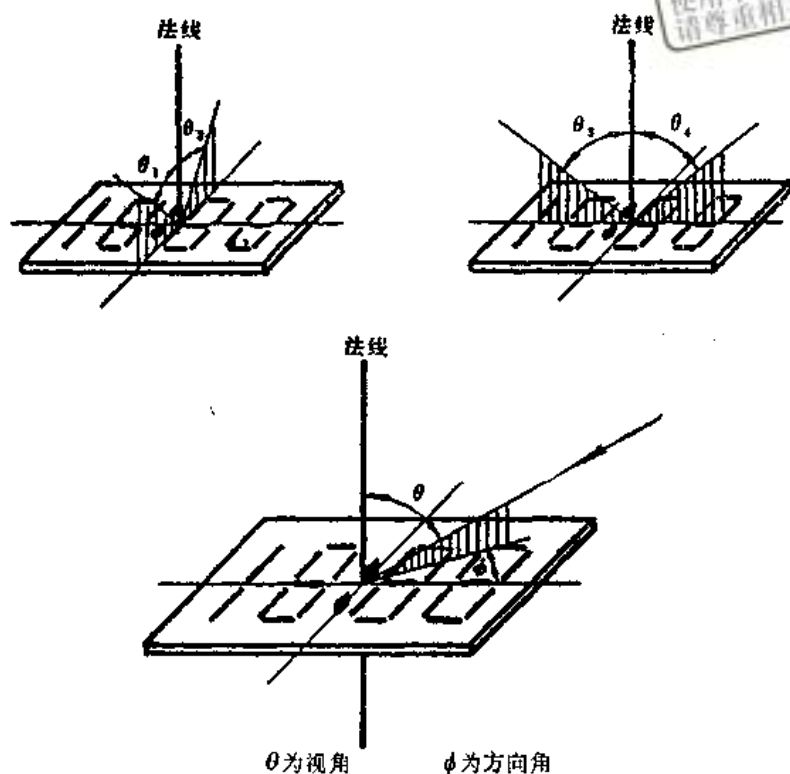


图 3-41 LCD 的视角及方向角

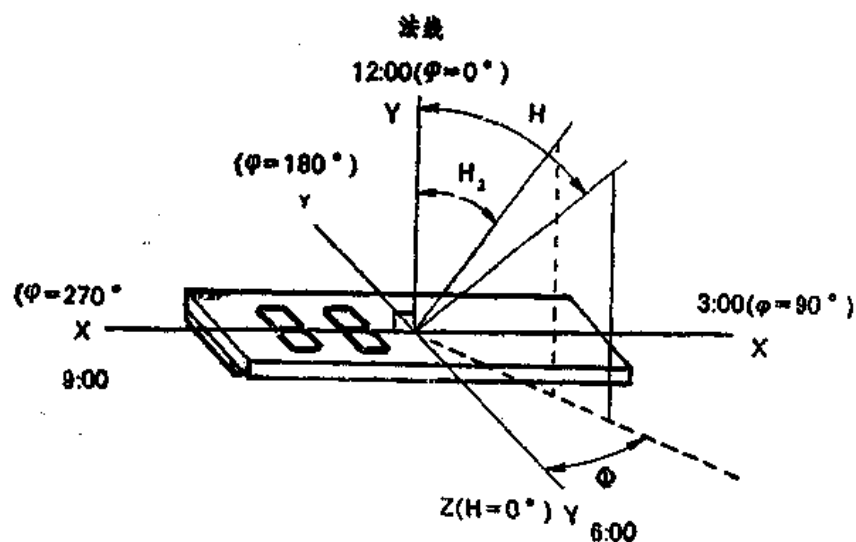


图 3-42 LCD 视角方向划分

TN-LCD 视角较小，只有 $\pm 45^\circ$ 左右，呈一立体角，其中心也不在法线方向上。为了评定对比度与视角的关系，可用全视角等对比度来描述。图 3-43 为全视角等对比度测试法及等对比度图。

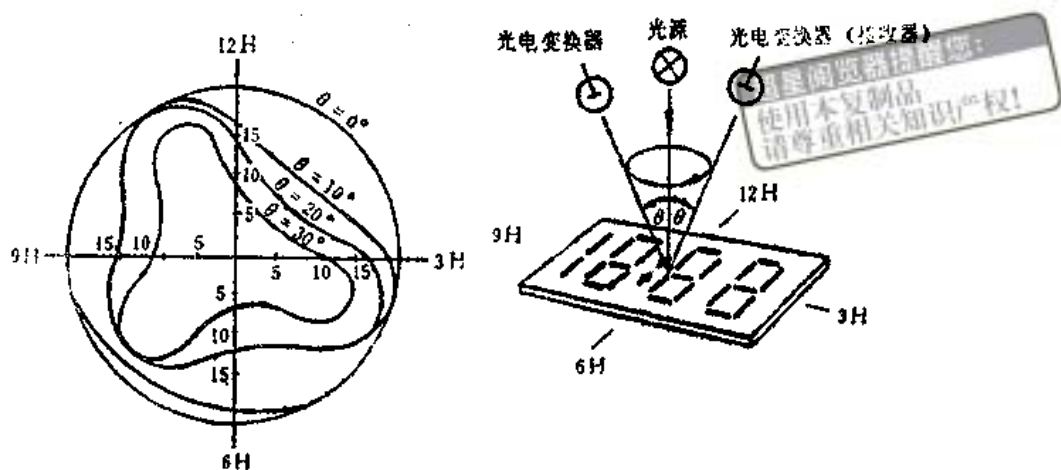


图 3-43 LCD的全视角等对比度测试法及等对比度图

5. 驱动频率

正如前述，TN-LCD是一种内阻很大的场效应器件，呈容抗型。在交流驱动时应选择以不发生“闪变”现象的最低频率为下限，以免白白增加功耗。通常，仪表、手表、时钟的频率均用32Hz或50Hz，计算器的频率选择64Hz至200Hz。

第四章 液晶显示器件的装配与使用

4.1 液晶显示器件的装配结构件及安装方法

液晶显示器件的安装是与其结构分不开的。液晶显示器件在安装过程中需要一些特殊的连接件、配件和附件等，而且应遵循一些特殊的规则。本节将对此作一概括介绍。

4.1.1 液晶显示器件外引线结构

液晶显示器件是用透明导电玻璃作基板粘合而成的。外引线是透明导电电极。但在实际上，商品化的液晶显示器件并非如此简单。图 4-1 所示为几种典型的外引线结构方式。

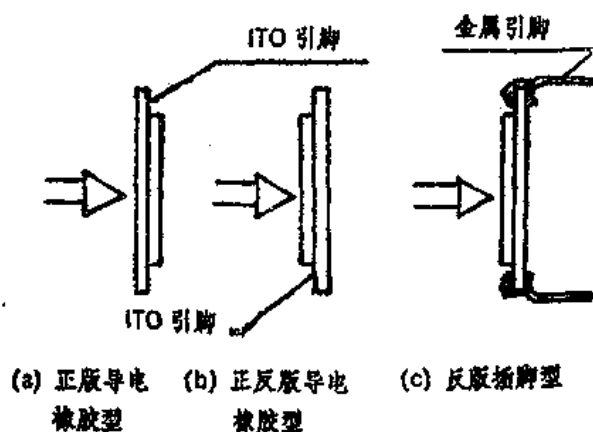


图 4-1 LCD 外引线形式

其中(a)、(b)结构采用导电橡胶或导电软连接片连接，而(c)型，由于固定有金属插脚，故可直接焊接在 PCB 板上或插在插座上。

4.1.2 液晶显示器件装配中的连接

液晶显示器件装配中的连接与传统的元器件不同。目前，它的连接方式有以下几类：

导电橡胶连接；

金属插脚连接；

热压胶片连接；

直接集成连接。

下面将分别予以介绍。

1. 导电橡胶连接

这是一种可以称之为传统的，普遍的连接方式。

液晶的外引线是 ITO 透明导电膜，不能焊接，但是利用一条导电橡胶却可以轻而易举的

将 LCD 和线路板 (PCB) 连接起来。

(1) 导电橡胶条

典型的导电橡胶是将一层薄的导电橡胶与一层薄的绝缘橡胶交替叠在一起，热压成型后再垂直于膜层方向切割成条。这种导电橡胶好似斑马皮，又叫斑马橡胶条，如图 4-2 所示。这种导电橡胶条的性能参数如下表 4.1 所示。

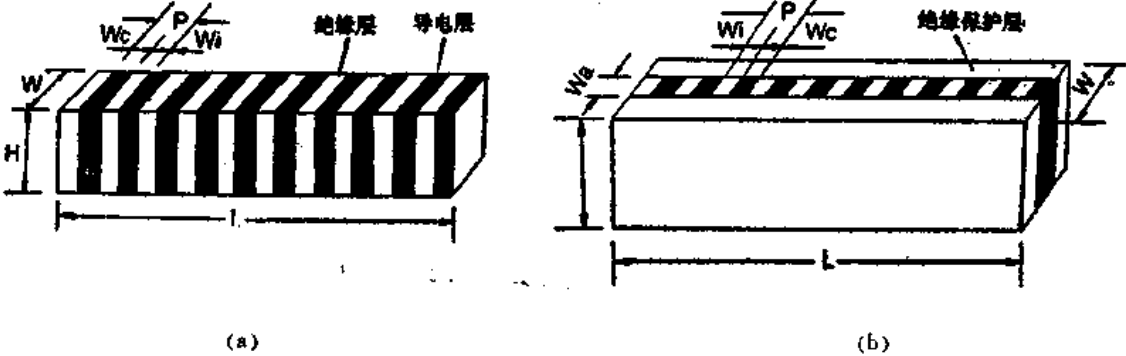


图 4-2 导电橡胶条的结构

表 4.1

参 数	导 电 层	绝 缘 层	保 护 层	
			海 棉 层	软 橡 皮
工作温度 适用温度 压缩变形 (28℃, 3000 小时)			- 40℃ ~ + 120℃ 15%	
体电阻 (Ω · m)	5~8	1×10^{14}	1×10^{11}	1×10^{14}
比 重	1.25	1.15	0.8	1.15
硬 度	$65 \pm 5^\circ$	$65 \pm 5^\circ$	$25 \pm 5^\circ$	$30 \pm 5^\circ$
延伸率 (%)	150~200	180~250	250~300	400~500
抗张强度 (kg/cm ²)	45~55	55~60	5~10	30~40
最大电流 (mA/mm)	1			

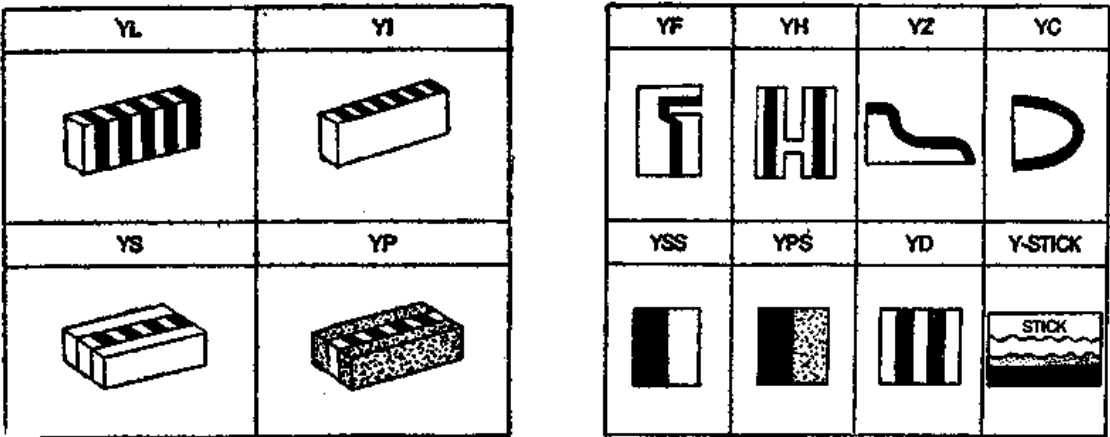


图 4-3 导电橡胶的分类

LCD 用导电橡胶根据不同的用途、使用条件有多种类型。图 4-3 是不同类型的横截面示意图。

(2) 普通型导电橡胶的连接和使用

普通型导电橡胶，由于用途不一样，可分以下几种。① 两侧没有保护层的 YL 型：成本低，可以作得很薄，但两侧裸露，容易和其他金属件短路。② 两侧有绝缘膜的 YL 型：不怕与金属件接触。③ 两侧是较厚的橡胶绝缘层的 YS 型：其弹性与当中的导电橡胶一样，可以支撑较大的压力。④ 两侧绝缘层是软多孔橡胶的 YP 型：既能保护导电橡胶，又不会增加其硬度，减少弹性，不会造成接触不良。

LCD 使用时，由于安装空间以及安装结构件的不同，可以选用不同的类型。但无论是哪种普通型导电橡胶，其安装方式均如图 4-4 所示。

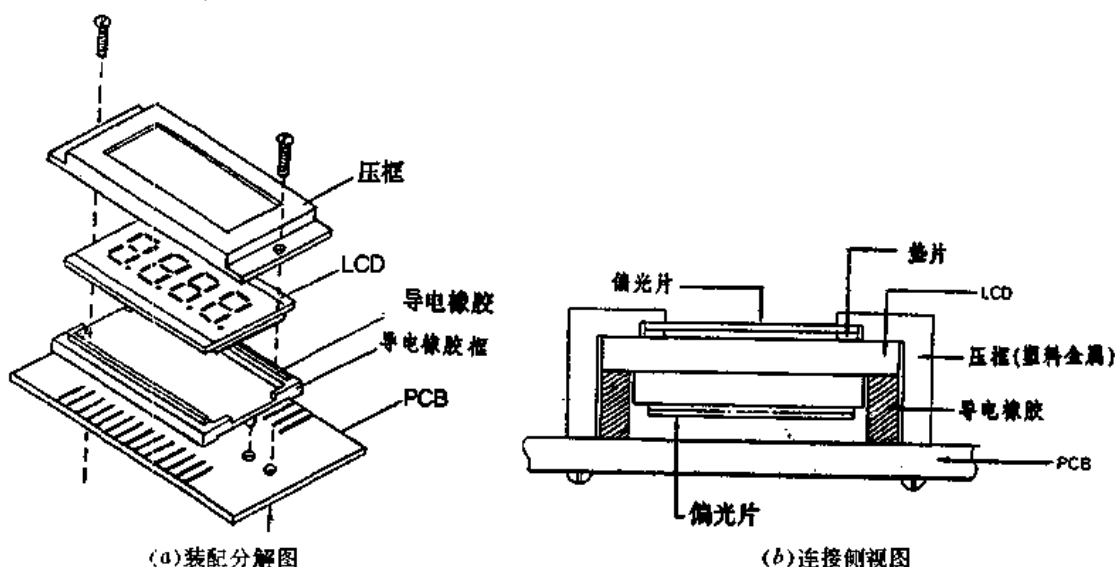


图 4-4 典型导电橡胶的连接装配图

使用导电橡胶连接时，必须用一结构件将 LCD 与导电橡胶和 PCB 板固定在一起，这就是压框的功能。一种压框是用硬塑料注塑而成，如图 4-5 所示；另一种压框则是用金属冲压而成，如图 4-6 所示，它主要用于点阵模块。

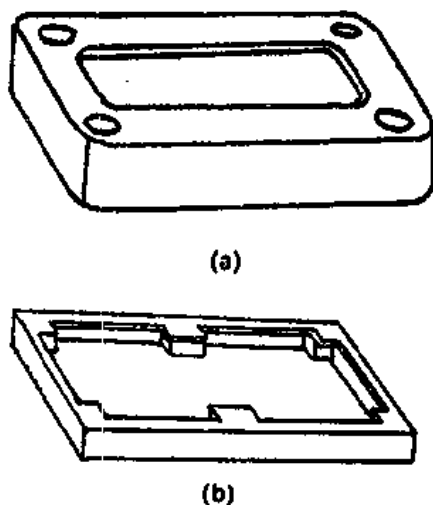


图 4-5 塑料压框示例

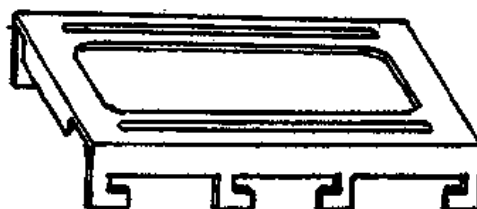


图 4-6 金属压框示例

将液晶片 LCD 夹在压框与线路板 PCB 之间, 用螺钉或固定脚将压框和 PCB 压紧固定在一起。在固定中, 应注意: PCB 板如果小于 1.5mm, 而压紧螺钉又在两端, 很容易造成 PCB 弯曲, 引起接触不良。这时可以有两种方法解决。一个办法是在长边两个螺钉之间再加一个螺钉; 另一个办法是在 LCD 下面设计一个导电橡胶定位架。这样就不会造成接触不良。

还应注意, PCB 板的设计应与 LCD 选型一起进行。因为 PCB 的外引线必须严格与 LCD 外引线相对应, 否则, 会在连接过程中因错位而导致串接或开路。

PCB 板上的固定孔, 不能设计得过远, 以免在固定时, 引起 PCB 板弯曲, 一般两个固定孔之间距离应在 3cm 左右为宜。

普通型导电橡胶只能适用于外引线向下的 LCD, 即 LCD 观看面较宽、外引线在后面的一种。这种 LCD 我们称之为正版 LCD。反之, 如果 LCD 观看面较窄, 外引线面向观看面、向上, 我们就称之为反版 LCD。这种反版 LCD 则无法使用普通型导电橡胶连接。

(3) 特殊型 YF 导电橡胶的连接和使用。

这种导电橡胶主要适用于正、反版混合型 LCD 上。很多点矩阵 LCD 都是这种正、反版混合型结构。即一片玻璃的外引线向上, 另一片玻璃的外引线向下, 为了使向上面的外引线能通过导电橡胶与下面的 PCB 连接, 就必须使用这种 YF 型导电橡胶条。其安装结构、方式如图 4-7 所示。图中没有画出 LCD 上面的压框。实用中, LCD 上面必须设置一个与普通导电橡胶安装法中相同的一个压框。

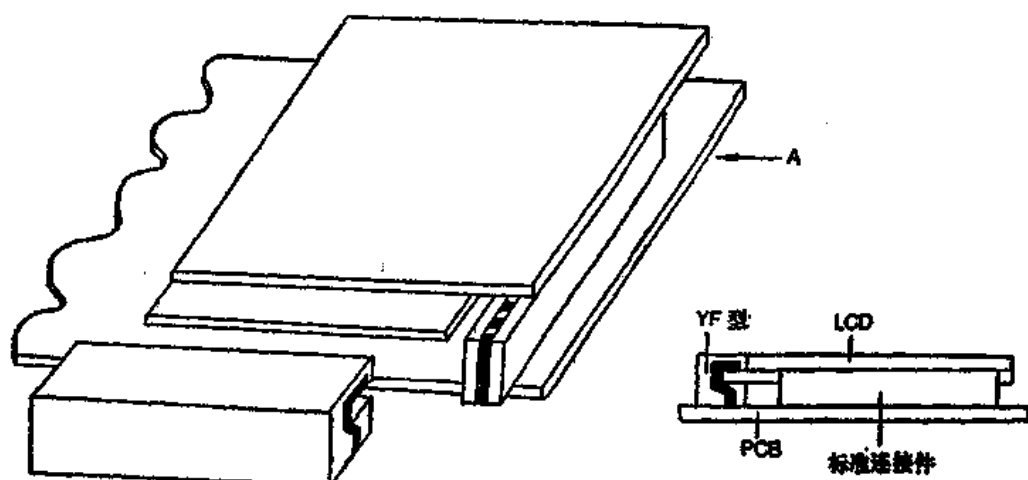


图 4-7 YF 型导电橡胶的连接装配图

(4) 特殊型 YH 导电橡胶的连接和使用

在 LCD 的使用中有时会遇到这种情况, 即要将两片 LCD 并排装到一起。这时, 使用 YH 型导电橡胶就要方便得多, 而且定位也会准确得多。当然 YH 也可以用在一片 LCD 上。图 4-8 所示是这种 YH 型导电橡胶的两种安装示意图。

(5) 特殊型 YD 导电橡胶的连接和使用

这是一种双层导电橡胶, 它是为高密度外引线 LCD 设计的。当 LCD 外引线过密时, 导电橡胶的连接就会出现問題。此时, LCD 的外引线设计成双排, 因此所用导电橡胶也要作成双层的。图 4-9 是 YD 型导电橡胶安装示意图。

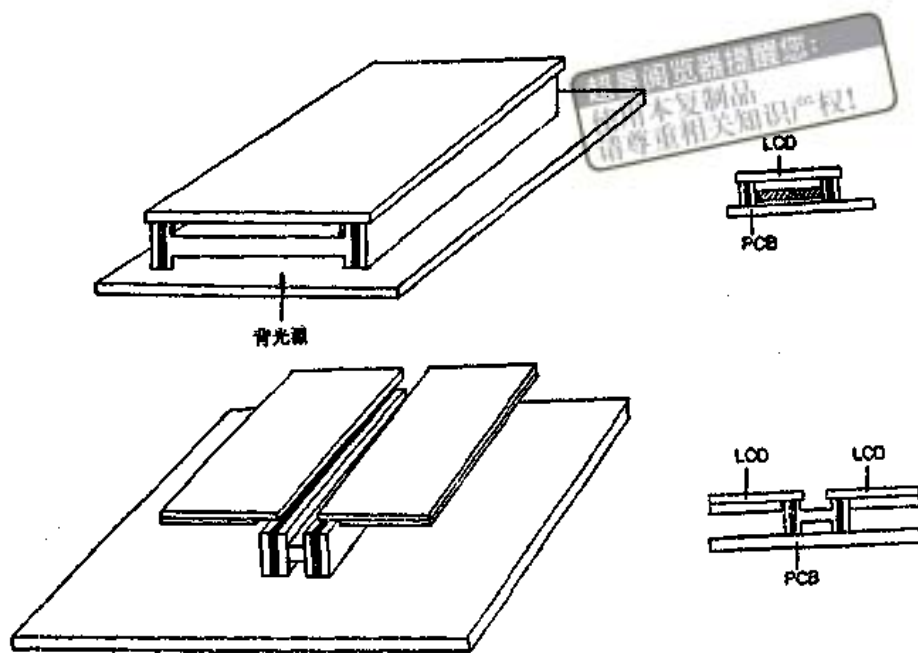


图 4-8 YH 型导电橡胶连接装配图

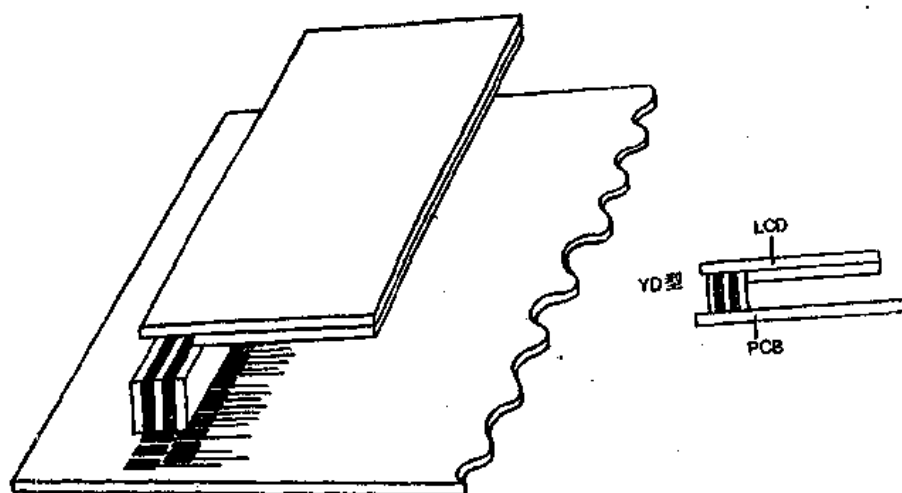


图 4-9 YD 型导电橡胶的连接装配图

(6) 特殊型 YZ、YC 导电橡胶的连接和使用

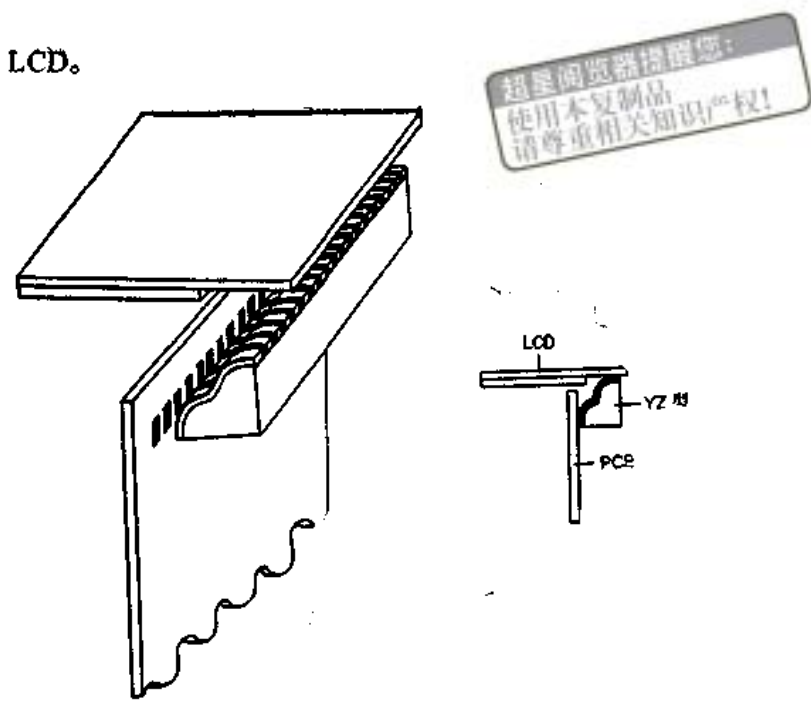
有时, LCD 与 PCB 板的连接是有一个角度的, 这时, 前面的几种导电橡胶就不适用了。YZ、YC 型就是为这种 LCD 装配的要求而设计的。YZ 型可以将 LCD 和 PCB 垂直连接在一起, 而 YC 型可以将 LCD 和 PCB 成一夹角连接在一起。图 4-10 即这两种特殊导电橡胶的安装、使用示意图。

导电橡胶是一种适应范围很广的 LCD 连接件。随着新型 LCD 的诞生和用途的扩大, 还将会不断开发出新型的导电橡胶。

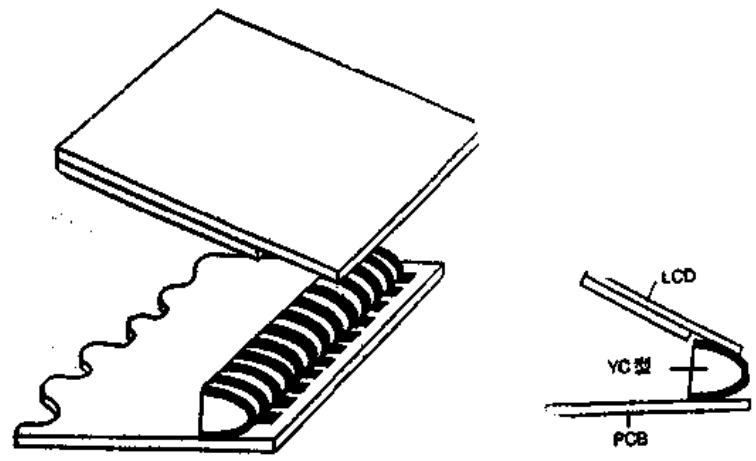
2. 金属插脚连接

由于人们习惯和信赖焊接式连接, 为此, 设计了金属插脚的连接方式。将金属插脚固定在 LCD 外引线上, 既可以直接将 LCD 焊在 PCB 板上, 也可以将 LCD 插在 PCB 板的插座上。

图 4-11 是带插脚的 LCD。

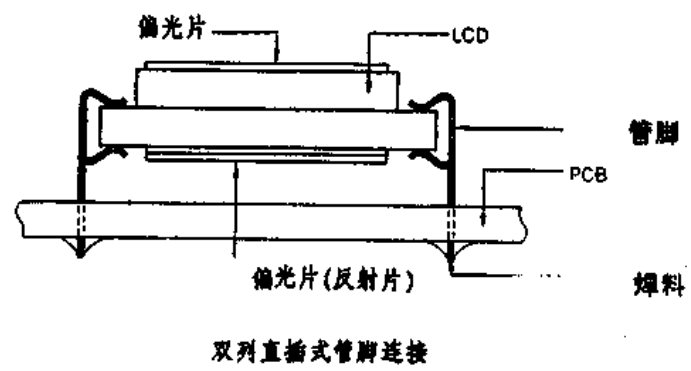


(a) YZ 型导电橡胶的连接装配图



(b) YC 型导电橡胶连接装配图

图 4-10 YZ 型和 YC 型导电橡胶连接装配图



双列直插式管脚连接

图 4-11 双列直插式管(插)脚连接的 LCD

插脚一般不是由客户安装，而是由 LCD 生产厂装好的。其安装结构是在 LCD 外引线上点一银浆点，再将插脚插上，固化后再在整个插脚上涂一层绝缘环氧胶。如图 4-12 所示。

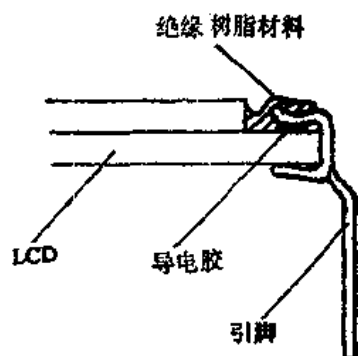


图 4-12 插脚式结构

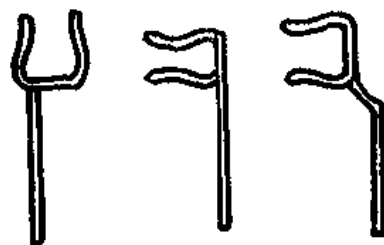


图 4-13 插脚类型

从其结构看插脚方式连接主要适合反版 LCD，即适合观看面是窄玻璃、外引线向上的 LCD，以免插脚高出 LCD 上表面。在使用中还应注意：

(1) 插入插座时应按住插脚端插入插座，且插入方向应垂直，不能摇动着插入，还应避免反复插拔。以免插脚与 LCD 的连接松动。

(2) 焊接时，应用低熔点焊锡，快速焊好，而且不能反复多次拆焊，以免因过热而使插脚与 LCD 导电膜接触受损。

插脚是由金属冲压成型制成的。市售的插脚基本有图 4-13 所示的几种类型。

由于插脚由金属冲压而成，插头总有一定宽度，所以，不能适用任意引线尺寸。常用的规格尺寸有间距 2.54mm、1.25mm、2.00mm、1.80mm 和 1.5mm 等。

3. 热压胶片软连接

热压胶片软连接又称软膜连接，这是一种使用方便可靠的最新连接方式。热压胶片的结构及连接方式如图 4-14 所示。

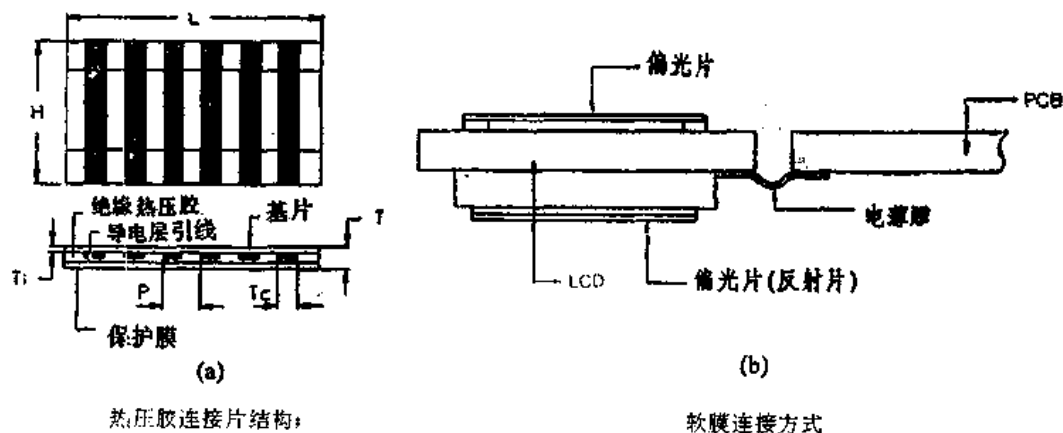


图 4-14 热压胶膜连接方式示意图

这种热压胶片的关键是在导电条之间的热压胶，它在一定温度下经压力可以和玻璃、环氧板等各种固体牢固的粘接在一起。而且，时间越长，粘接得越牢固。表 4.2 是这种热压胶片的典型性能参数。

表 4.2 热压胶连接片性能参数

性 能	参 数	规 范 条 件
导电条电阻	3k Ω 或更高(<900 Ω /□)	常规条件
绝缘电阻	1 $\times 10^8\Omega$	常规条件
绝缘强度	大于AC 250V 1分钟	电极间隙0.6mm
剥离强度	大于600g/cm	90°剥离, 50mm/分
工作温度范围	-20~+70℃	240小时
储存温度范围	-20~+70℃	240小时
推荐保管条件	8个月	密闭、阴冷、避光小于25℃条件下

这种热压胶片的连接、使用方法是，将保护膜撕掉，将一端胶面贴在 LCD 玻璃上，另一端贴在 PCB 板上，在 110~130℃（实际胶面应在 180~220℃）条件下加压力 30kg/cm² 约 5 秒钟左右即可。一般 LCD 生产厂可以购置一台专用热压机，而普通用户可以用塑料热压机改装。

由于片基是柔软的，所以在使用时固定起来非常方便。而且安装厚度非常薄。

4. 直接集成连接

这里的集成连接，是指将 LCD 与 IC 电路直接连接在一起。而连接后的整体仍然还要和 PCB 板连在一起。其连接示意如图 4-15 所示。

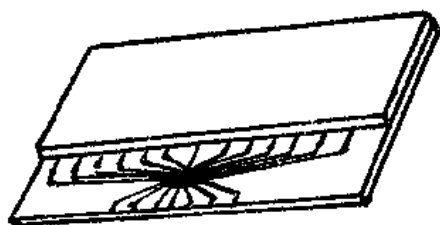


图 4-15 直接集成连接方式

将 LCD 外引线集中设计在一很小的面积上将 LCD 专用的 LSI-IC 专用芯片粘在其间，用压焊丝将各端点按要求焊在一起，再在上面滴铸一滴封接胶即可。而 IC 的输入端则同样也设计在 LCD 外引线玻璃上，并同样压焊到芯片的输入端点上。此时，这个装有芯片的 LCD 已经构成了一个完整的 LCD 模块，只要用热压胶片将其与 PCB 连在一起

就可以了。

这是一种高度集成、微型、薄型的连接方式，在当前微型化仪表发展中具有广泛的应用前景和极高的实用价值。

4.2 液晶显示器件的使用

由于液晶显示器件特殊的原理、结构。使用和安装时必须注意：

1. 防止加压过大

液晶是由两片玻璃做成的液晶盒。它们之间仅 5~10 μ m，而玻璃内表面还涂有一层定向

层, 很易破坏, 所以, 装配、使用中应注意:

(1) LCD 表面不能加压过大, 以免破坏定向层, 万一加压过大, 或用手按压了 LCD 中部, 需放置起码 1 小时后再通电。

(2) 装配中切记要压力均匀, 只压器件边缘, 不能压中间, 也不能不均匀用力。

2. 防止玻璃破损

由于 LCD 是由玻璃制成, 如果失落、冲击, 肯定会造成破裂, 所以在整机设计时必须考虑装配方法、装配的耐振和耐冲击性能。

3. 保护插脚

如果是插脚式 LCD, 则 LCD 应装在距线路板 2mm 或更远的地方, 而且不能受力过大, 受热过高, 以免破坏连接。连接处最大耐温不得超过 80℃。管脚处不得用洗涤剂, 因为在日光下洗涤剂会分解出 Cl_2 , 吸水后形成盐酸从而腐蚀电极。

4. 器件防潮

由于 LCD 是低压、微功耗的、液晶材料电阻率极高 (达 $10^{10}\Omega$ 以上)。所以, 由于潮湿造成的玻璃表面导电就足以影响显示。段之间会产生“串”扰显示。所以, 整机设计应考虑防潮, 机箱密封性好, 甚至采用夹层型导电橡胶条。

5. 防止划伤、污染

由于液晶显示器件表面为塑料型偏振片, 所以装配、使用应绝对避免硬物划伤、沾污。LCD 上表面偏振片上都有一层保护膜, 以免造成划伤、沾污。装配时, 应在最后装配完成时再揭去。

即使如此, 在安装、操作时, 最好还是带棉线手套, 避免手汗、油污、化妆品等的沾污。

如已被沾污, 应及时用细布、棉球轻拭处理。如沾污过重必须用溶剂清洗时, 只能用异丙醇 (甘油)、酒精、氟利昂擦拭, 并迅速干燥, 而绝不能用丙酮、芳香族溶剂 (如甲苯等及水擦洗), 否则会损坏 LCD 表面偏振片。

6. 防止施加直流电

驱动电压直流成份越小越好, 最好不超过 50mV, 长时间施加过大的直流成份会使电极产生电化学反应而老化。在段形显示时, 常在振荡电路中引入二分频电路, 以保证方波的对称。

7. 防紫外线

液晶及偏振片都是有机物, 在紫外线照射下会产生光化学反应, 使其劣化, 所以应根据 LCD 使用条件 and 环境考虑是否需要装置防紫外滤光片。

8. 在规定的温度范围内使用和存储

由于超过一定温度范围液晶态会消失, 所以必须在规定温度范围内使用和存储。温度过高, 液晶态消失, 变成液态, 显示面呈黑色, 不能工作。此时千万不要通电。待温度恢复正常, 显示面也将恢复正常。如果温度过低, 液晶态也会消失, 变成晶体。此时有可能会在形成晶体过程中破坏定向层而造成永久性损坏。

9. 静电干扰

由于 LCD 工作电压极低, 内阻很大, 所以在用万用表 ($\times 10k$ 档) 检查时, 有时会出现“串”的现象。这是由于电极悬空所致, 是正常现象。



4.3 使用中的故障排除

一个合格的显示器件在使用时,有时也会由于不合理的使用、不适宜条件及配件不合格或安装方法不当而出现故障。其原因和排除方法如下:

1. 字迹排除

使用几小时或几天后,电极变色出现黑、棕色“字迹”,液晶盒产生气泡,字致不能显示。这是由于驱动电压直流成份过大,从而引起电化学反应造成的。检查电路,排除过大直流成份后,换上新的 LCD 即可。

当刚刚出现“字迹”时,可将 LCD 加热至保存温度以上,即显示器件显示面全部变色时,停止升温,自然冷却后,一般可除掉“字迹”。

2. 隐约显示

装配后出现不该显示的笔段也隐约显示,以致不能读出,其原因可能是:

- (1) 引线间不清洁。用干细布擦净即可。
- (2) 天气太潮,玻璃表面导电。室内干燥后即可恢复。
- (3) 公用电极或段电极悬空,重新装配可靠后,即可消除。
- (4) 交流方波上下幅度不对称,造成熄灭时截止不清,调整方波幅度即可解决。
- (5) 导电橡胶条纹不正、不平行、绝缘性能较差时,更换导电橡胶条即可。

3. 对比度差的排除

对比度很差,或出现负像,或显示混乱,或全部显示,一般是由于背电极悬空造成,排除即可。

4. 混乱显示的排除

外界干扰也可能引起显示混乱,排除即可。

5. 全部显示的排除

译码器正常,但全部显示。一般是背电极未接好,或背电极出现直流。

6. 缺划显示的排除

缺划显示的原因可能是:

- (1) 电极引线沾污,导致装配接触不良。
- (2) 导电橡胶沾污,导致装配接触不良。

以上两项只需进行清洁处理后装配即可。装配时不能用手触摸清洁处理后的部位。

- (3) 玻璃边缘破损,划伤外引线导电层。

- (4) 装配压框不合适。

7. 乱显示的排除

造成乱显示的原因可能是:背电极悬空、驱动为直流、电源波动、接触不良、电池耗尽等。可根据不同原因进行排除。

8. 断续显示的排除

功能紊乱,不能调校,其原因因为电源电压不正常,电池耗尽,此时需更换电池。



4.4 液晶显示模块的装配与使用

液晶显示模块是将 LCD 与控制, 驱动电路和线路板 PCB 装配在一起的组件。它可以直接与 MPU 联接。这种模块使用时, 除应注意一般 LCD 使用时的注意事项外, 还应在装配、使用时注意以下事项。

1. 处理保护膜

在装好的模块成品表面贴有一层保护膜, 以防在装配时沾污显示表面, 所以在整机装配结束前不得揭去, 以免弄脏或沾污显示面。

2. 加装衬垫

在模块与前面板之间最好加装一个约 0.1 毫米左右的衬垫。面板还应保持绝对平整, 以免在装配后产生扭曲。

3. 严防静电

模块中的控制, 驱动电路是低压、微功耗的 CMOS 电路, 极易被静电击穿, 而人体有时会产生高达几十伏或上百伏的高压静电, 所以, 在操作、装配, 以及使用中都应极小心, 要严防静电。为此:

- (1) 不要用手随意去摸外引线、电路板上的电路及金属框。
- (2) 如必须直接接触时, 应使人体与模块保持同一电位, 或将人体良好接地。
- (3) 焊接使用的烙铁必须良好接地, 没有漏电。
- (4) 操作用的电动改锥等工具必须良好接地没有漏电。
- (5) 不得使用真空吸尘器进行清洁处理。因为它将会产生很强的静电。
- (6) 空气干燥, 也会产生静电, 因此, 工作间湿度应在 RH50% 以上。
- (7) 地面、工作台、椅子、架子、推车及工具之间都应形成电阻接触, 以保持其在相同电位上, 否则也会产生静电。
- (8) 取出或放回包装袋或移动位置时, 也需格外小心, 不要产生静电。不要随意更换包装或舍弃包装。

静电击穿是一种不可修复的损坏, 务必注意, 不可大意。

4. 装配操作时注意事项

模块是经精心设计组装而成的, 请勿随意自行加工、修整。

- (1) 金属框爪不得随意扭动、拆卸。
- (2) 不要随意修改、加工 PCB 板外形, 装配孔、线路及部件。
- (3) 不要修改导电胶条
- (4) 不要修改任何内部支架
- (5) 不要碰、摔、折曲、扭动模块。

5. 焊接

在焊接模块外引线、接口电路时, 应按如下规定进行:

- (1) 烙铁头温度: $280 \pm 10^{\circ}\text{C}$
- (2) 焊接时间: $< 3 \sim 4\text{s}$

- (3) 焊锡材料：共晶型、低熔点。
- (4) 不要使用酸性焊剂。
- (5) 重复焊接不得超过 3 次。

6. 模块的使用

- (1) 模块使用接入电源及断开电源时，必须按图 4-16 时序进行。即，必须在正电源

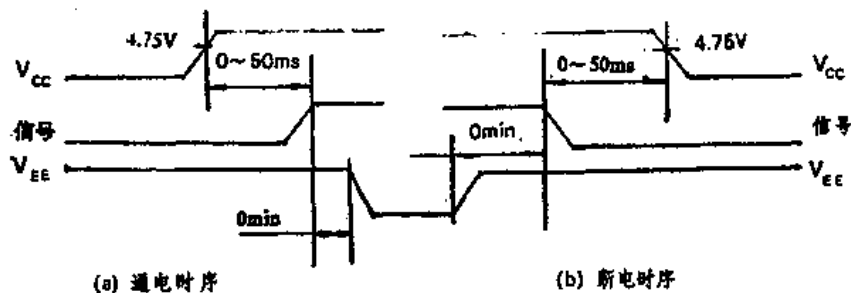


图 4-16 液晶模块通电与断电时的时序要求

($5 \pm 0.25V$) 稳定接入后，才能输入信号电平。如在电源稳定前，或断开后输入信号电平，将会损坏模块中的 IC 电路，使模块损坏。

(2) 点阵模块是高路数 LCD，显示时的对比度、视角与温度、驱动电压关系很大。所以，应调整 V_{EE} 至最佳对比度、视角时为止。如果 V_{EE} 调整过高，不仅会影响显示，还会缩短寿命。

(3) 在规定工作温度范围以下使用时，显示响应很慢，而在规定工作温度范围以上使用时，整个显示面又会变黑，这不是损坏，只需恢复到规定温度范围内，一切又将恢复正常。

(4) 用力按压显示部位，会产生异常显示。这时切断电源，从新接入，即可恢复正常。

(5) LCD 或模块表面结雾时，不要通电工作。因为这将引起电极化学反应，产生断线。

(6) 长期用于阳光及强灯下，被遮部位会产生残留影像。

7. 模块的存储

若长期（如几年以上）存储，我们推荐以下方式：

- (1) 装入聚乙烯口袋（最好有防静电涂层）并将口封住。
- (2) 在 $0 \sim +35^{\circ}C$ 之间存储。
- (3) 放暗处，避强光。
- (4) 决不能在表面压放任何物品。

(5) 严格避免在极限温、湿度条件下存放。特殊条件下必须存放时，则在 $+40^{\circ}C$ 、85% RH 时，或 60%、小于 60% RH 条件下存放，但不宜超过 168 小时。

4.5 液晶显示的采光技术

液晶显示器件是被动型显示器件。它本身不发光，而是靠调制周围的外界光实现显示的。外界光是液晶显示的必要条件。所以，巧妙的解决采光，不仅可以提高液晶显示的质量，而且会大大扩大其应用领域。

一般来说，LCD的采光主要有利用周围自然光和设置背光源两大类。

4.5.1 自然光采光技术

利用周围环境光是最省事、最便宜的方法。大部分的计数、计时、仪表、计算器等计量显示器件都是用周围自然光为光源。它是靠LCD背面的反射膜将射入的自然光从正面反射出来完成的。其缺点是，显示清晰度受周围光的影响很大。为了减少这些影响，在使用中要注意：

1. 显示窗应尽量突出，不要凹向面板内。
2. 显示器件应装在机器受光面最多的正面。较大的机器，应作成扁平状，显示器应装在上面，避免装在侧面。

4.5.2 设置背光源的采光技术

设置背光源则可以取得稳定、清晰的显示，即使在环境光极差的条件下，也能得到清晰的显示。不过，由于背光源增加了功耗，选用时还需谨慎，不要轻易设置。

图 4-17 是环境光变化时引起视觉感受的曲线。

1. LCD 对背光源的要求

- (1) 对液晶应有较好的透过率；
- (2) 重量轻；
- (3) 要薄而不易损坏；
- (4) 亮度均匀一致的面光源最好；
- (5) 成本低；
- (6) 光色悦目、基色丰富、可以调节亮度；
- (7) 功耗小、供电容易。

2. 照明光源

通常用作 LCD 背光源的照明光源可见表 4.3。

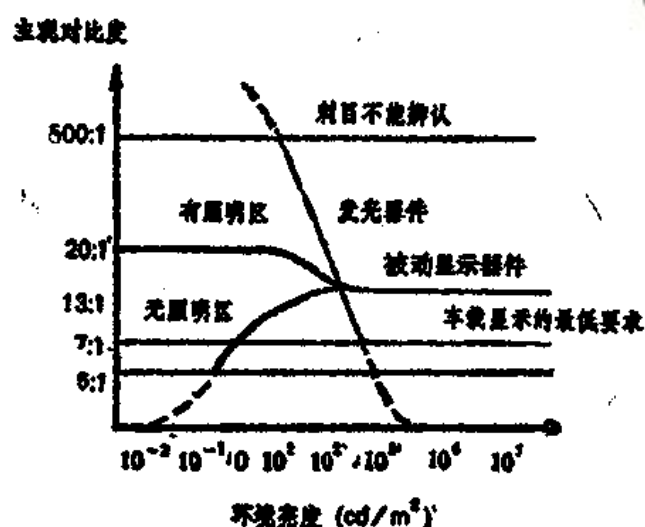


图 4-17 环境光变化时视觉对比度感受的变化

表 4.3 用于 LCD 的背光源

形 状	光 源	色 调	效 率 (lm/W)	寿 命 (h)	特 点	
					优 点	缺 点
点 状	小型白炽灯	2800k	20(20W)	1000~2000	最简单, 小型,	长波端分光 特性
	卤素灯 LED	3000k 红、绿(700~550nm)	30(1500W) 0.14~1.64(3W) (GaP时)	1000~2000 寿命最长	低价格, 可调光, 寿命长、不发热, 寿命长、不发热,	不好, 不适用彩色化 单色 单色
线 状	冷阴极荧光灯	红、绿、蓝 (RGB)	70(1~4W)	20000	在可见区内光谱峰 值为复数、可任意 选择、适于彩色显 示, 寿命长, 亮度高	难于调光
	热阴极荧光灯		50~85 (4~2200W)	5000~7000	可选择任意波长, 适于彩色化	发 热
面 状	偏平荧光灯 EL	7000k 红、绿、白色	3~5W 1~10mW/cm²	~2000 1000~5000	没有亮斑 分光特性好, 亮斑小	笨重, 装配困难 寿命短

最近, 由于膝上机、OA 设备及 LCTV 的发展 LCD背光源有了很大发展。其中, 较为实用的是:

- (1) 塑料膜型的 EL;
- (2) 三基色扁平荧光灯。

在用于彩色 LCD 时, 为了取得好的色还原, 对背景照明的分光光谱分布要求均匀, 还需对彩色滤色膜与灯光的匹配进行精心的设计。这就是背景采光技术。

3. 采光技术

显示面与背景光的配置方式如表 4.4 所示。

边光式，即在显示器件的侧面，将光源按线型配置，还要在显示器件的背面配置上特殊设计的散射板或反射板等光学板，以使 LCD 显示时背景光源均匀一致。

背光式，则是在显示器件整个背面配置一个面光源。这个面光源可以是一个连续的整体面光源，也可以是一个由大量点光源连成一片的点阵光源，当然后一种方式还要配置一片匀光用的散射板。

表 4.4 LCD 背光源配置分类表

方 式	形 状 、 构 造	特 征	
		优 点	缺 点
边光式	单-光导板/双层散射板 拉丝工艺	可薄形化	亮度低、重量大
	多层光导板	利用率高(45%) 大型化	加工性不好 指向性好
背光式	特殊形状光导板/反射面	利用率高(50%) 重量轻、易批量生产	方向角小
	特殊形状光导板	高亮度	
背光式	直形管	高亮度(55%)	有光斑厚度不好
	直形管/光控膜	高亮度	有残留灯影
背光式	U 形管	高亮度	有光斑、厚度不好
	W 形管	亮度高、无光斑	有光斑、厚度不好
背光式	面发光荧光灯	薄、无光斑、功耗小	笨重
	EL		

(1) 边光方式背景光

一般来说，边光方式的光源器件可以做得很薄，使背景光亮度均匀，减少灯泡热量的影

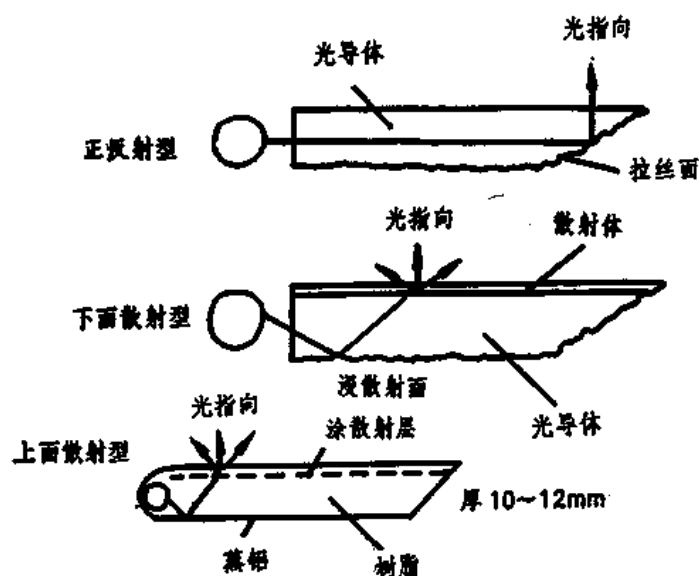


图 4-18 几种典型边光配置

响,但是其光利用率不高。图 4-18 是几种典型边光配置。

其中散射式,由于在材料中掺有一定散射剂,故光的利用率下降。光漫反射式,只要漫反射面设计合理,光的利用率会高一些,但这种反射式容易出现远端变暗,特别是大面积时,光度不易均匀。因此,又设计了所谓复合型光导边光片。这种边光片不仅光效率高亮度好,而且亮度均匀,指向性好。即使在比较大的面积上使用也很理想。

图4-19是复合式光导边光板的构造和特性。

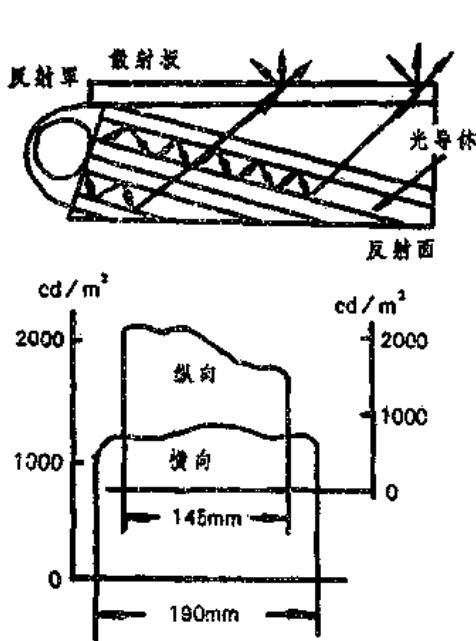


图 4-19 复合边光结构和光分布

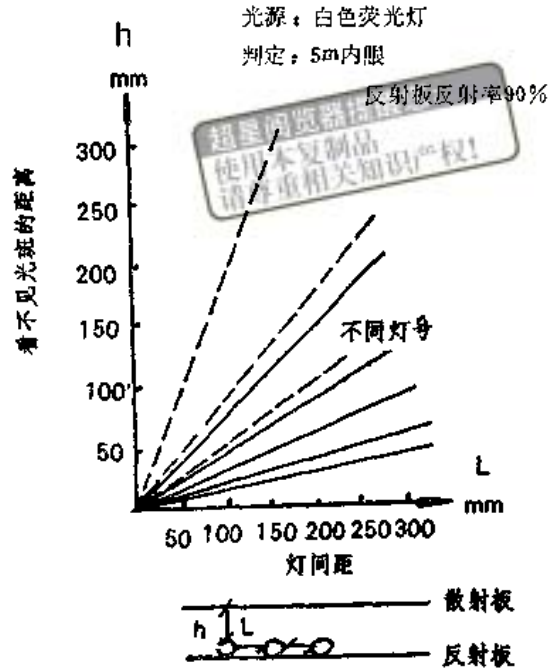


图 4-20 点/面光源

由图中可以看出,这是一种既实用且性能又好的背景光配置的配件。国外已有批量生产,目前国内还没有产品。希望国内有识之士能尽快开发出我国自己的产品。

(2) 背光式

这种将光源直接放在 LCD 背面的背光方式光利用率高,面积不受限制,分光特性也不会变化。虽然用 LED、灯泡及荧光灯等会使厚度增加,但如果使用电致发光的 EL 膜,也是很薄的。

当使用非面发光的点光源,如灯泡,LED等,由于点光源总是以点中心为圆心的一个亮圈,从而影响其均匀性。所以,除应在上面配置一个散射板外,还应使灯与散射板间有一段距离。图 4-20 是国外从试验得出的灯与散射板之间的距离关系。

为了克服上述缺点,人们正在开发细直径的 W 形光源作 LCD 的直接背光源。



图 4-21 EL 的结构及原理

另一种直接背光式光源是电致发光 EL，它是一种固态面光源。其基本构造如图4-21所示。

它是一种结构理想的背光源。没有任何光斑，亮度均匀，外形很薄，由于它将玻璃基板改成软塑料膜，可以制成仅零点几毫米的背光源。不过它的亮度不高，仅有 30~100nt，颜色也只有蓝、绿、橙三色，而且要用几十伏的交流或脉冲驱动。

此外，作为面光源的还有荧光，等离子等方式。

(3) 光源选用

不同的应用应该选用不同的光源。表 4.5 列出了几大类不同应用领域，对光源的不同要求和适用光源，供读者参考。

随着 LCD 的发展，背光也将会不断有新的突破，开发出更理想的背光源。

表 4.5 不同应用中的背光源

分 类		大 约 尺 寸	厚 度 mm	亮 度 要 求 nt	光 源	方 式
小 型 计 量		小 型	2	100 50~80	EL LED	背光 边光 背光
OA 用 显 示	绿 色	10"	5~10	200	CFL	边光
	蓝 色	10"	20	400	CFL	边光
	白 / 黑 色	10~12"	20	600~700	CFL	调光 边光 背光
	彩 色		20	3000~5000	HFL	边光 背光
彩 色 电 视		2~6"	10	1000	CFL U形灯	背光 边光
		14"	20	3000~5000	HFL	背光 边光
车 载			20	3000~10000	HFL	背 光
大 型 显 示		1×2m	50	10000~30000	HFL	背 光

4. 光源的安装与供电驱动

下面将对几种主要背光源的安装、供电、使用作一介绍。

(1) 白炽灯：

这是一种最简单的光源，它是靠钨丝通电发热而发光的，所以称为白炽灯。光源虽然简单但却可以适用于彩色显示。特别是红、黄、橙色等暖色调显示更为合适。

白炽灯的安装一般多采用背射式及边光式，分别如图 4-22 和图 4-23 所示。背射式，靠

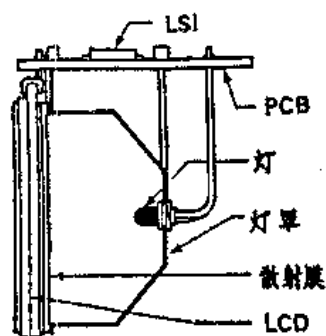


图 4-22 白炽灯的背光安装

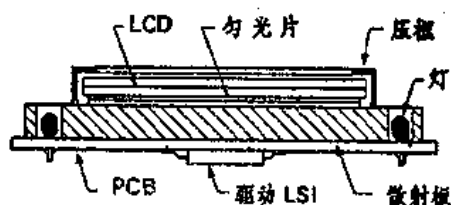


图 4-23 白炽灯边光安装

反光罩可以用较少的灯泡取得均匀的照明,但厚度较大。边光式,则可以作得很薄,不过光利用率较差。

白炽灯供电简单,无论是交流还是直流均可以使用。

(2) LED

这是一种寿命最长、功耗又小的光源,它是靠半导体 PN 结离子注入而发光的,可以显示红、绿、橙三色,还可以进行光色转换。它也有背光式和边光式两种安装方式,见图4-24所示。

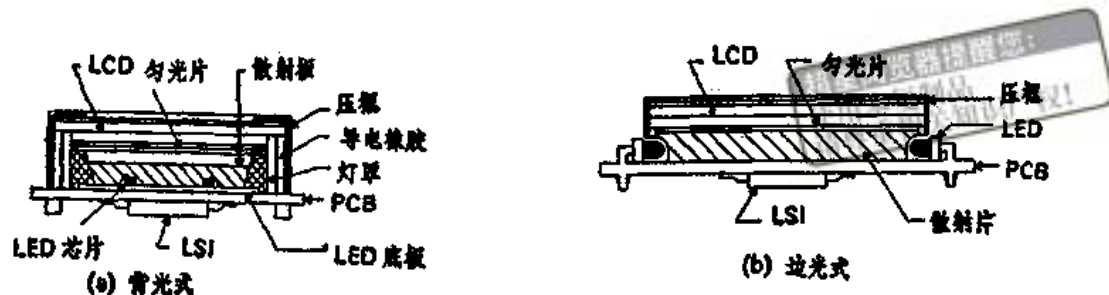


图 4-24 背光源安装方法

LED 的供电方式,与其特性有关。LED 属电流型器件,而且,当电压超过其正向压降后电流会呈指数上升。如图 4-25 所示。所以,电路中必须串入一个限流电阻。如图 4-26 所示。

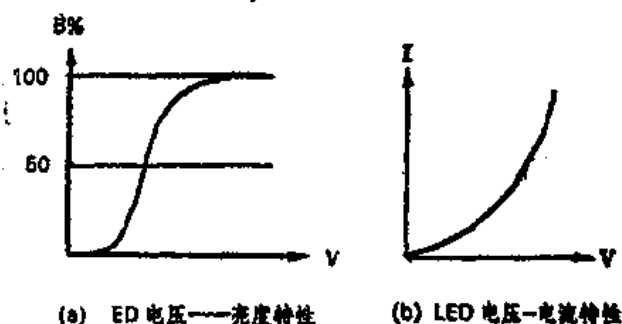


图 4-25 LED背光源特性

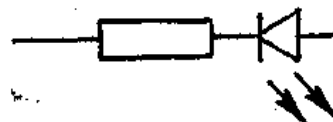


图 4-26 LED供电原理

示。其电阻值视LED产品标准和所需亮度而定。

用LED作背光源时,一般总是用好几个。因此可以使用串联供电,此时电压为每支管电压之和;也可以用并联供电,此时,电压为单支管子工作电压,而电流却是各支管子工作电流之和。当然还可用串并联方式供电。LED对电源的要求也不高,直流、交流均可,不过,交流时只有正向半波时才起作用,反向半波时,LED截止。为了取得与直流供电时相同的亮度,电压与电流均应提高,保持与直流供电时相同功耗水平才可以。

以北京牡丹电子集团公司现代显示技术公司所售DMC16202-LY的LED背光源为例,其供电标准为3.9V,70mA,可达到50cd/m²的亮度。

(3) 电致发光(EL)

这是一种面发光的冷光源,它是靠荧光粉在交流电场下激发而发光的,可以做得很大很薄,而亮度又非常均匀。但亮度不高。

其安装容易,只需插在LCD与线路板之间即可,如图4-27所示。

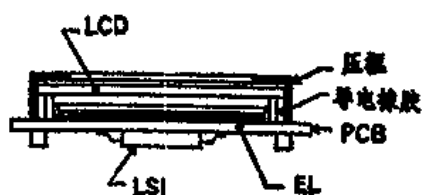


图 4-27 EL 背光源安装方法

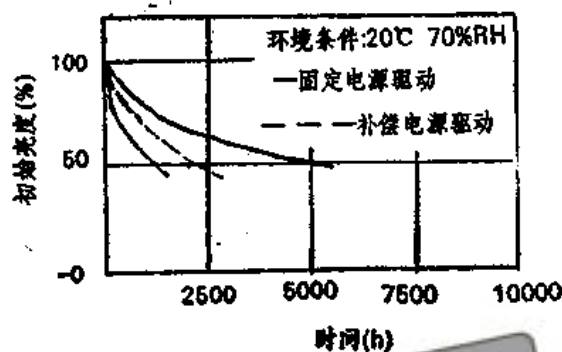


图 4-28 EL 寿命特性

EL 基本特性参数如下:

厚度: 塑料型 $< 1.3\text{mm}$

玻璃型 $< 2.5\text{mm}$

环境参数: 相对湿度 RH60% (20℃)

工作温度 $0 \sim +50^\circ\text{C}$

存储温度 $-25 \sim +60^\circ\text{C}$

工作电压: 60~1000Hz

AC, 150V (max)

工作电流: $0.1 \sim 0.2\text{mA}/\text{cm}^2$

寿命: EL 寿命与驱动电压和频率有关, 其寿命特性如图 4-28 所示

电光特性: EL 的电光曲线及 V-A 特性如图 4-29 和 4-30 所示。

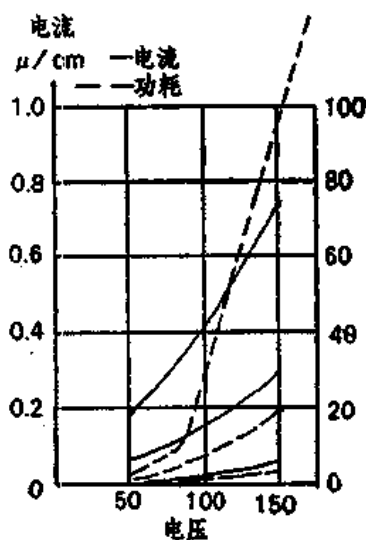


图 4-29 EL 电压—亮度特性

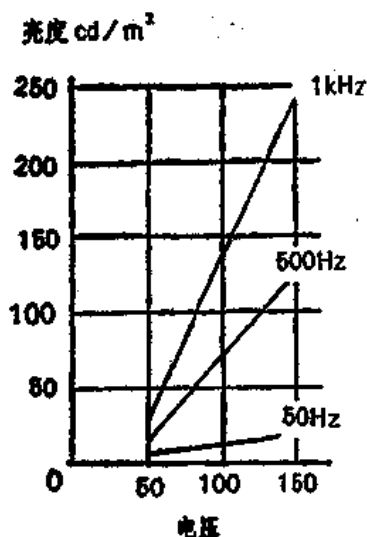


图 4-30 EL 电压—电流特性

由于 EL 大部分是交流型器件, 电压又高, 与 LCD 采用整机所用的电源不匹配。为此, 在供电时需配置一个能将 $1.5 \sim 6\text{V}$ 的直流转变为 $100 \sim 150\text{V}$, $50\text{Hz} \sim 1\text{kHz}$ 的逆变电源。图 4-31 为几种实用 EL 逆变电源电路图。

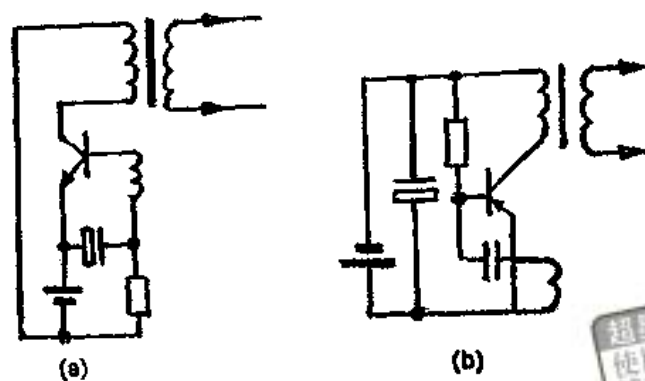


图 4-31 EL 逆变器电路原理

为了延长 EL 寿命，又保持足够的亮度，向读者推荐选用 400Hz、110V 的驱动电源。

(4) 热阴极荧光灯 (VFD)

这是一种低压、热阴极、平板型荧光灯。其基本结构如图 4-32 所示。

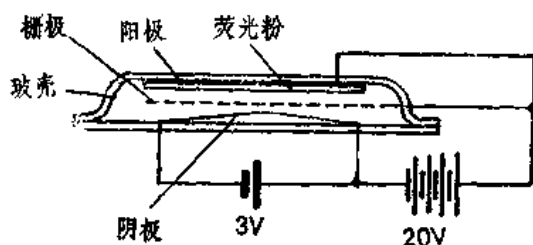


图 4-32 VFD 结构及供电原理

当阳极通以适当的直流或脉冲电压时，热阴极发射的电子会经栅极加速而轰击阳极上的荧光粉涂层，激发其发光。其典型参数如下：

工作电压：阴极电压 1.5~6V

阳极电压 12~20V

栅极电压 10~18V

工作电流：阴极电流 20~100mA

阳极电流 3mA/cm²

栅极电流 1.5mA/cm²

考虑到降低功耗，可以将栅极电压降为阳极的 70~80%，这时，有一个最佳电光转化工作区，如图 4-33 所示。

这种荧光灯体积稍厚，安装时要制作一定的结构件。图 4-34 为典型安装图。

(5) 冷阴极荧光灯 (CFD)

这是一种依靠冷阴极气体放电激发荧光粉而发光的光源，由于稀薄气体在高电压下会被电离。被电离的气体离子具有足够的能量可以激发玻璃壁上的荧光粉涂层而发光。它可以制成白色或三基色的高亮度背光源。图 4-35 是其结构和工作原理图。

其典型参数如下：

外型：圆柱型

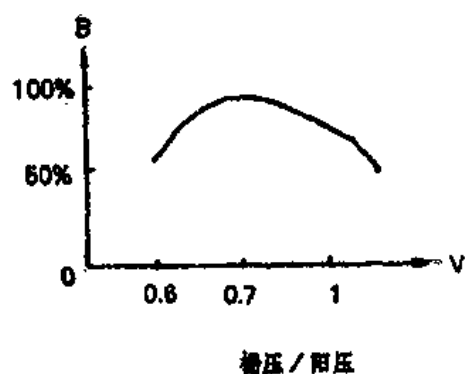


图 4-33 VFD 栅压与亮度的关系

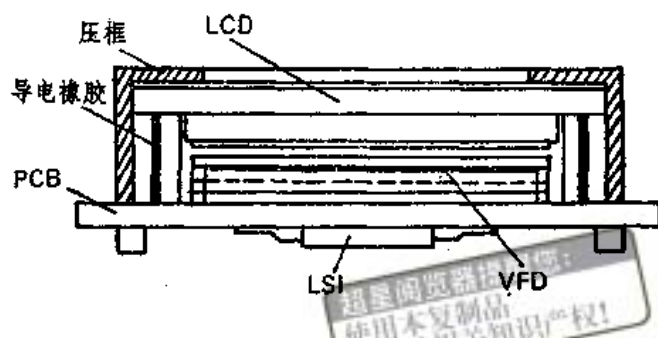


图 4-34 VFD 安装图

驱动电压: 700V~1000V (50Hz)

驱动电流: 4~6mA

串联限流电阻: 200kΩ~156kΩ

管压降: 350V

亮度: 3000~4000cd/m²

寿命: >20000H

环境参数:

工作温度: +10~+50℃

储存温度: -20~+60℃

其驱动电路可以用 220V、50Hz 交流电源经变压器升压使用, 也可用逆变器将低压直流转变为需要的高压交流。

由于它使用高压供电, 所以在安装、使用时要加倍小心, 避免与模块其它部位接触, 以免损坏其它器件。

冷阴极荧光灯作背光源的安装和使用也有背光及边光两种方式, 如图4-36所示。

这是一种高亮度、高呈色性的LCD背光源, 它广泛应用于图形点阵模块上。LCD 的背光源虽然并非 LCD 的主体技

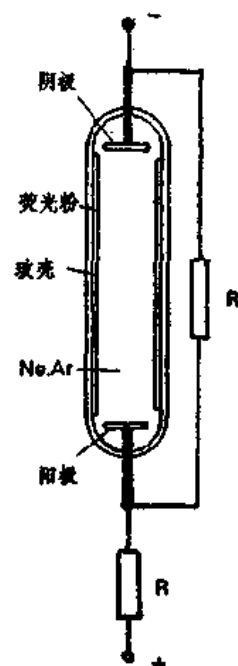
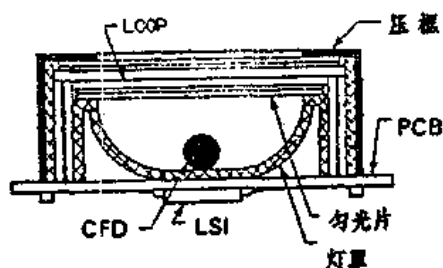
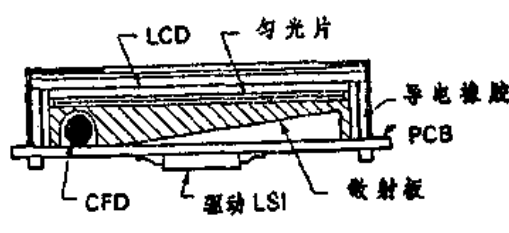


图 4-35 CFD 结构及供电原理



(a) CFD 背光安装



(b) CFD 边光安装

图 4-36 CFD 背光源安装示意

术, 但是随着 LCD 应用领域的扩大, 其重要程度已经与日俱增。不同类型、不同用途的背光源被一代代开发出来。LCD 采光技术将会有更新、更快的发展。

第五章 液晶显示的驱动和控制

液晶显示器件LCD的显示原理是：具有偶极矩的液晶棒状分子在外加电场的作用下其排列状态发生变化，使得通过液晶显示器件的光被调制，从而呈现明与暗或透过与不透过的显示效果。液晶显示器件中的每个显示像素都可以单独被电场控制，不同的显示像素按照控制信号的“指挥”便可以在显示屏上组成不同的字符、数字及图形。因此建立显示所需的电场以及控制显示像素的组合就成为液晶显示驱动器和液晶显示控制器的功能。

5.1 液晶显示的驱动方式

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。液晶显示的驱动方式有许多种，常用的驱动方法有：

5.1.1 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。图5-1(a)示出此类液晶显示器件的电极结构，当多位数字组合时，各位的背电极BP是连接在一起的。静态驱动法的电路实现见图5-1(b)。振荡器的脉冲信号经分频后直接施加在液晶显示器件的背电极BP上，而段电极的脉冲信号是由显示选择信号A与时序脉冲通过逻辑异或合成产生，异或逻辑的真值表如表5.1所示。

当某位显示像素被显示选择时， $A = 1$ ，该显示像素上两电极的脉冲电压相位相差 180° ，在显示像素上产生2V的电压脉冲序列，使该显示像素呈现显示特性；当某位显示像素为非显示选择时， $A = 0$ ，该显示像素上两电极的脉冲电压相位相等，在显示像素上合成电压脉冲为0V，从而实现显示的效果。这就是静态驱动法，驱动波形图见图5-1(c)。为了提高显示的对比度，适当地调整脉冲的电压即可。

表 5.1

BP	A	SEG
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

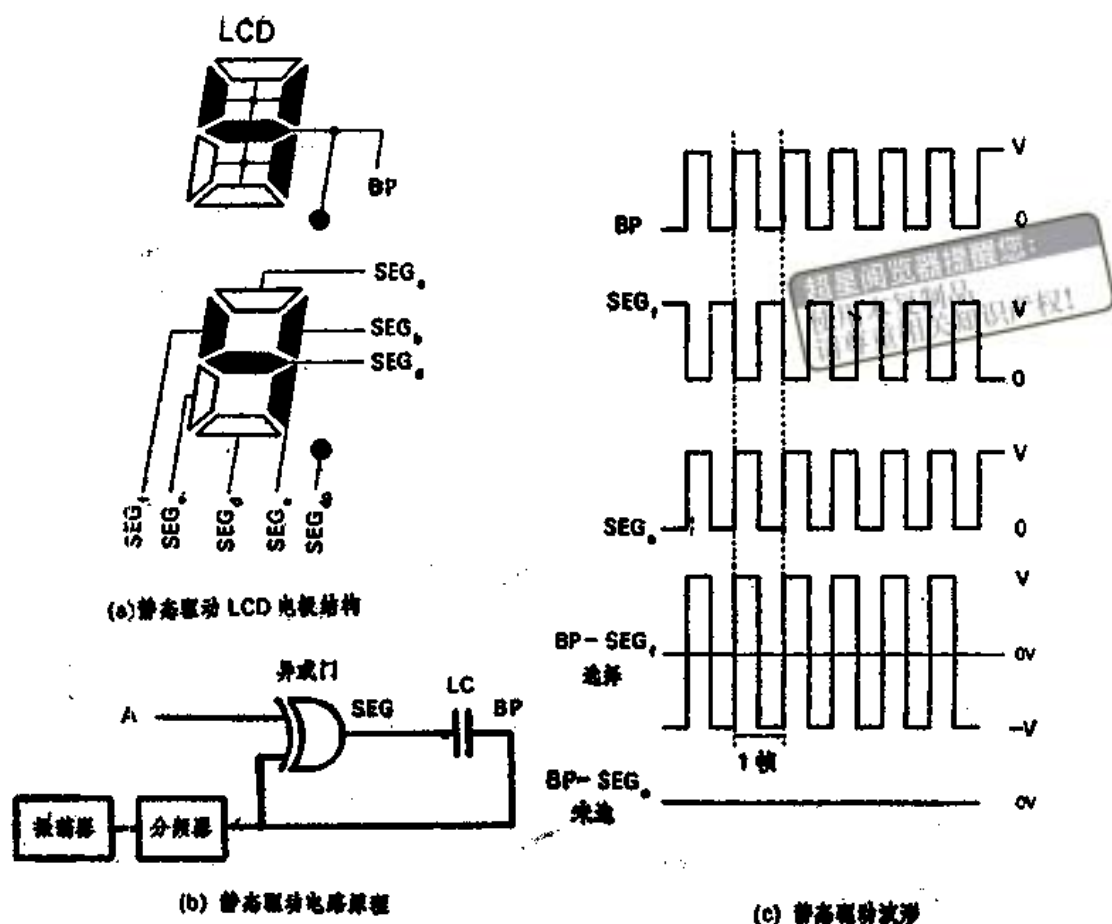


图 5-1 静态驱动法原理

5.1.2 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，把纵向一组显示像素的段电极都连接起来一起引出，称之为列电极。在液晶显示器件上每一个显示像素都由其所在的列与行的位置唯一确定。在驱动方式上相应地采用了类同于CRT的光栅扫描方法。液晶显示的动态驱动法是循环地给行电极施加选择脉冲，同时所有为显示数据的列电极给出相应的选择或非选择的驱动脉冲，从而实现某行所有显示像素的显示功能，这种行扫描是逐行顺序进行的，循环周期很短，使得液晶显示屏上呈现出稳定的图象。我们把液晶显示的扫描驱动方式称为动态驱动法。

在一帧中每一行的选择时间是均等的。假设一帧的扫描行数为 N ，扫描时间为 1 ，那么一行所占有的选择时间为一帧时间的 $1/N$ 。在液晶显示的驱动方法中把这个值，即一行扫描数的倒数称为液晶显示驱动的占空比系数，在同等电压下，扫描行数的增多将使液晶显示的占空比下降，从而导致了变电场电压有效值的下降，降低了显示质量。因此随着显示屏的增大，显示行的增多，为了保证显示的质量，就需适度地提高驱动电压或采用双屏电极排布

结构以提高电场的电压有效值或提高占空比系数。

在动态驱动方式下,液晶显示器件上某一位置上的显示像素的显示机理是由行选择电压与列显示数据电压合成实现的,即要使某一位置如 (i,j) 点^①显示,就需要在第 i 列和第 j 行上同时施加选择电压,以使该点变电场强度达到最大。但是此时除 (i,j) 点外第 i 列和第 j 行的其余各点也都承受了一定的电压,把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,在屏上将出现不应有的显示,使对比度下降,这种现象叫“交叉效应”。

在动态驱动方法中解决“交叉效应”的方法是平均电压法,即把半选择点和非选择点的电压平均化,适度提高非选择点电压来抵消半选择点上的一部分电压,使得半选择点上电压下降,提高显示的对比度。现以图 5-2 的示例说明。

在图 5-2 中选择点为 (SEG_1, COM_2) 〔以下简称为下标值 $(1,2)$ 〕位置。现在在第 2 行上施加 V_1 电压,其余各行电压均为 $0V$,在第 1 列上施加 $-V_2$ 电压,其余各列均为非选择电压 $-\frac{1}{a'}V_1$,试分析各点的

的电位差值(行电压减去列电压):

选择点: $(1,2): V_1 + V_2$

半选择点: $(1,1), (1,3), (1,4): V_2$

$(2,2), (3,2), (4,2): V_1 - \frac{1}{a'}V_1$

非选择点: $-\frac{1}{a'}V_1$

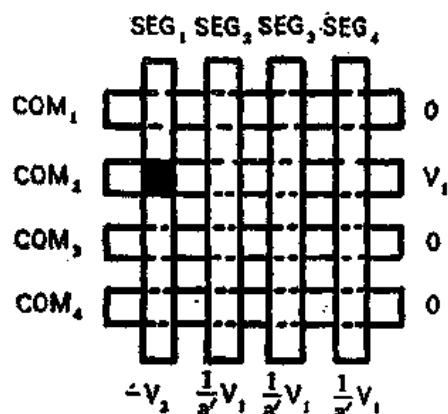


图 5-2 偏压法示例

为了保证选择点的显示效果,使得 $V_1 + V_2$ 保持在显示所需的电压值 V_{LCD} ,同时为了提高显示的对比度,令 V_2 的绝对值等于非选择点电压 $-\frac{1}{a'}V_1$ 的绝对值,于是有

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

解得 $V_1 = \frac{a'}{a' + 1} V_{LCD}$ $V_2 = \frac{1}{a' + 1} V_{LCD}$

令 $a' + 1 = a$, 得

$$V_1 = \frac{a-1}{a} V_{LCD} \quad V_2 = \frac{1}{a} V_{LCD} \quad (a > 1)$$

于是图 5-2 各点电压值为

选择点: $(1,2), V_{LCD}$

半选择点: $(1,1), (1,3), (1,4): \frac{1}{a} V_{LCD}$

① 在点阵型液晶显示器件上点阵的描述是以笛卡尔坐标系形式表示: (i,j) 表示水平方向点列 i 和垂直方向点行 j 的交汇点。

$$(2,2), (3,2), (4,2): \frac{a-2}{a}V_{LCD}$$

$$\text{非选择点: } -\frac{1}{a}V_{LCD}$$

可见，行半选择点和非选择点上的电压均为显示电压 V_{LCD} 的 $1/a$ 倍，我们把 $1/a$ 称为偏压系数，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，半选择点上电压 $\text{MAX}\left(\frac{a-2}{a}V_{LCD}, \frac{1}{a}V_{LCD}\right)$ 将成为调整显示对比度的尺度。

表 5.2 中取几个 a 值，使读者在偏压法的效果上有一些直观的了解。

表 5.2

a 取值	选 择 点	半 选 择 点	非 选 择 点
$a=2$	V_{LCD}	$\frac{1}{2}V_{LCD}$ $0V$	$-\frac{1}{2}V_{LCD}$
$a=4$	V_{LCD}	$\frac{1}{4}V_{LCD}$ $\frac{1}{2}V_{LCD}$	$-\frac{1}{4}V_{LCD}$
$a=5$	V_{LCD}	$\frac{1}{5}V_{LCD}$ $\frac{3}{5}V_{LCD}$	$-\frac{1}{5}V_{LCD}$
$a=13$	V_{LCD}	$\frac{1}{13}V_{LCD}$ $\frac{11}{13}V_{LCD}$	$-\frac{1}{13}V_{LCD}$

动态驱动法中加入了偏压法使其更加完善，它不仅广泛用于点阵型液晶显示器件的驱动，也适应多背电极排布的笔段型液晶显示器件的驱动，此时也被称为多路寻址驱动法。

当扫描行数 $N=1$ 时，动态驱动法就等于静态驱动法，换句话说，静态驱动法是动态驱动法的行数为 1 时的特例。由于静态驱动法没有交叉效应，所以也就没有偏压法的应用。

动态驱动法的交流波形是通过周期性改变电压极性实现的。常见的有两种基本形式：A 型和 B 型。A 型是在一帧中每个行扫描过程中都完成一次电压极性的转换，如图 5-3 和图 5-4 所示。B 型是在一帧行扫描约束时完成电压极性实转换，假如当前一帧行扫描是在电压为正时进行的，那么下一帧行扫描则是在电压为负的情况下进行。如图 5-5 和图 5-6 所示。

5.1.3 双频驱动法

双频驱动法是解决交叉效应的又一种方法。双频驱动法利用了液晶介电常数与驱动电压频率的相互关系。当驱动电压频率远低于介电转换频率时可使液晶分子稳定在一种取向上；当驱动电压频率远高于介电转换频率时可使液晶分子稳定在另一种取向上。这样我们可以使用两种不同的驱动电压频率来改变液晶显示器件上各显示像素的分子取向，使其达到显示的效果。当使用低频驱动电压作为显示选择的驱动频率的双频驱动法称之为低频选择的双频驱动法。此时高频驱动电压则是用来消除背景显示影响。图 5-7 给出了低频选择双频驱动方法的驱动波形图。

同样，使用高频驱动电压作为显示选择的驱动频率的双频驱动法称之为高频选择的双频驱动法。此时低频驱动电压则是用来消除背景显示影响的。

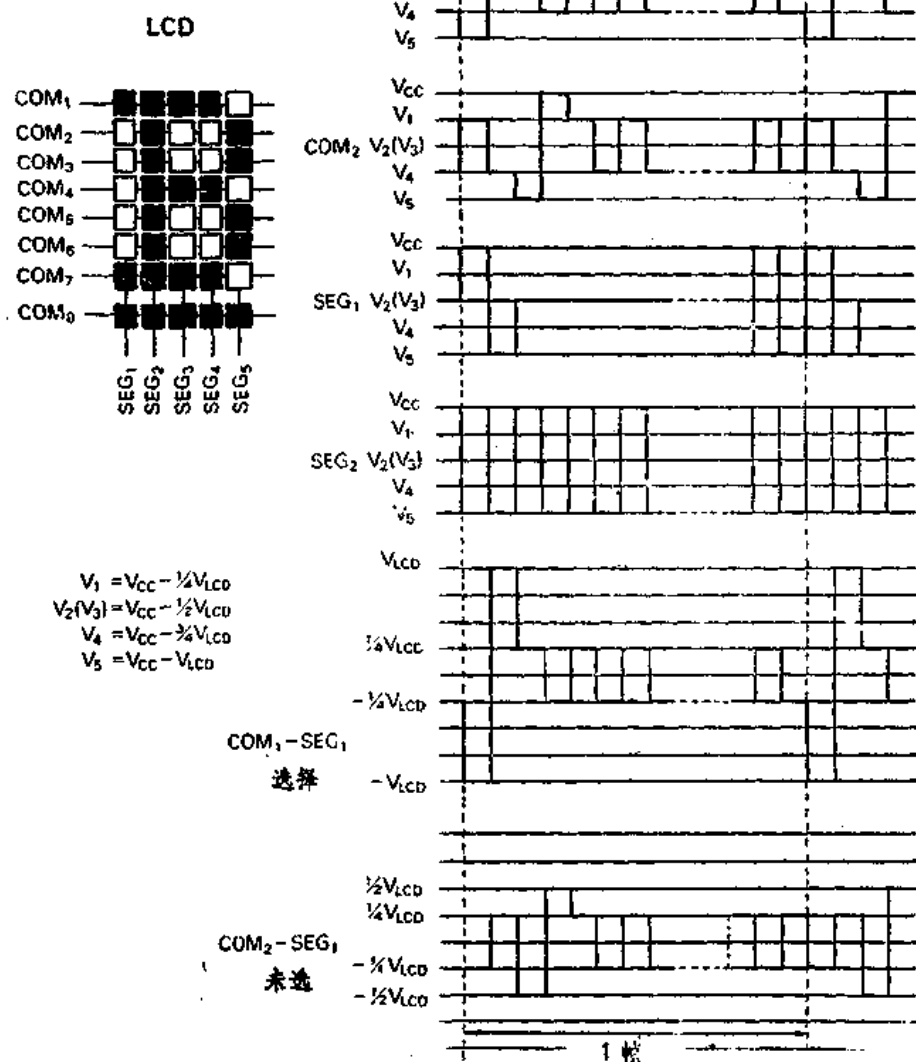


图 5-3 1/4偏压, 1/8占空比驱动波形 (A 型) 示例

5.1.4 非线性元件的应用

在点阵型液晶显示器件上使用了半导体等非线性元件与显示像素构成复合元件, 如图 5-8 所示。图 5-8 给出了薄膜晶体管 TFT 驱动显示像素及 TFT 电路加入电容器的驱动电路。当扫描 X_i 行时, FET_{ij} ($j=1, 2, \dots, N$) 导通。在列电极 Y_j 上施加选择电压使得电容 C_{ij} 充电, 液晶被驱动, 当扫描行选择电压转移时, 由于液晶本身为容性负载, 使得电容 C_{ij} 的充电电压被保持, 其衰减速度将取决于液晶的电阻和 TFT 漏电流。在下一循环扫描到来时, 若该像素仍被选择, 则再一次被充电至最大值; 若不被选择, 则放电使得液晶终止驱动状态。由于薄膜晶体管 TFT 可以作得极其微小, 所以适合于更大规模的液晶显示器件的制造。

使用了晶体管的非线性元件使得各液晶像素近似独立, 解决了点阵型液晶显示器件驱动时的交叉效应并实现了近似 100% 的占空比系数, 因此被广泛应用在液晶电视的驱动方法上。

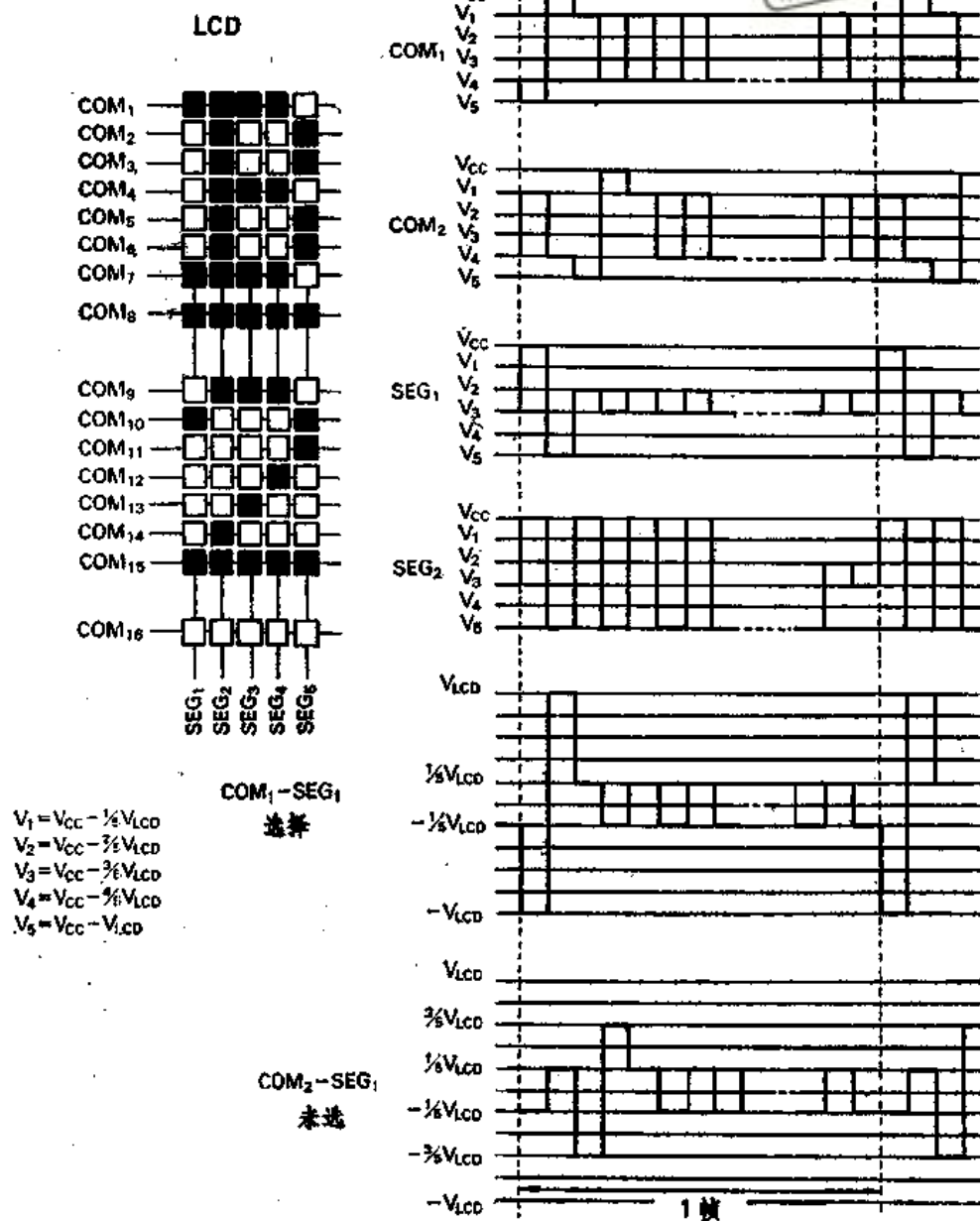


图 5-4 1/5 偏压, 1/16 占空比驱动波形 (A 型) 示例

5.1.5 各种射束寻址显示方式

利用射束形式寻址显示的方式有光射束和电子束两种形式。电子束形式原理近似 CRT 的电子枪, 本节只介绍一种光射束——激光寻址法。

激光寻址法是利用液晶的热光效应和电热效应来实现显示的。见图 5-9(a), 初态时盒内的近晶 A 相液晶分子在两透明电极间呈垂直排列, 此时液晶盒为透明状态。当近晶在液晶 A 相的液晶显示像素被较强的激光束照射加热到近晶相-向列相转变温度时, 某分子排列发生变形, 使液晶盒出现有不透明点, 呈显示效果。当撤去激光束后, 该像素冷却, 若在其

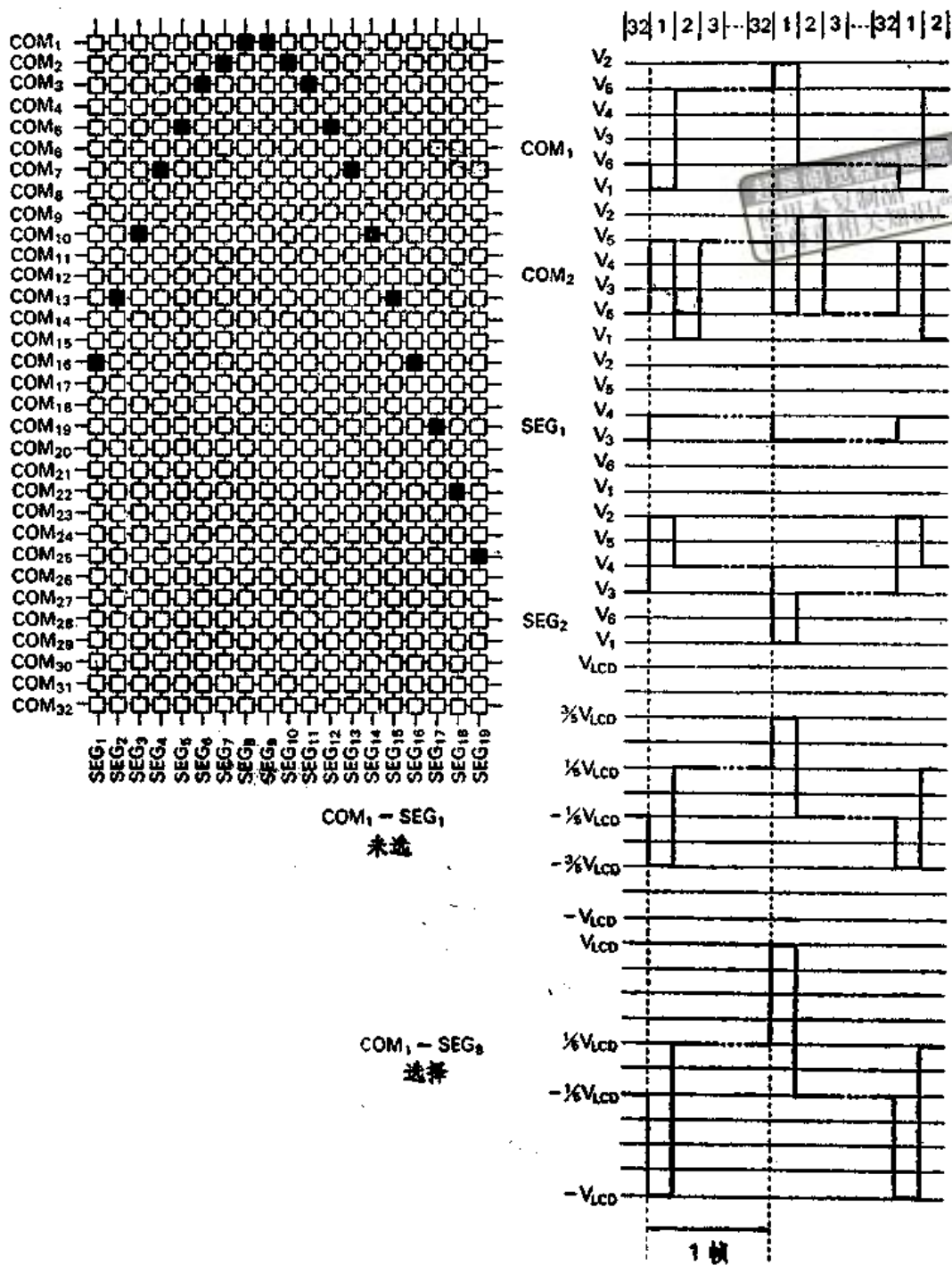


图 5-6 1/5 偏压, 1/32 占空比驱动波形 (B 型) 示例

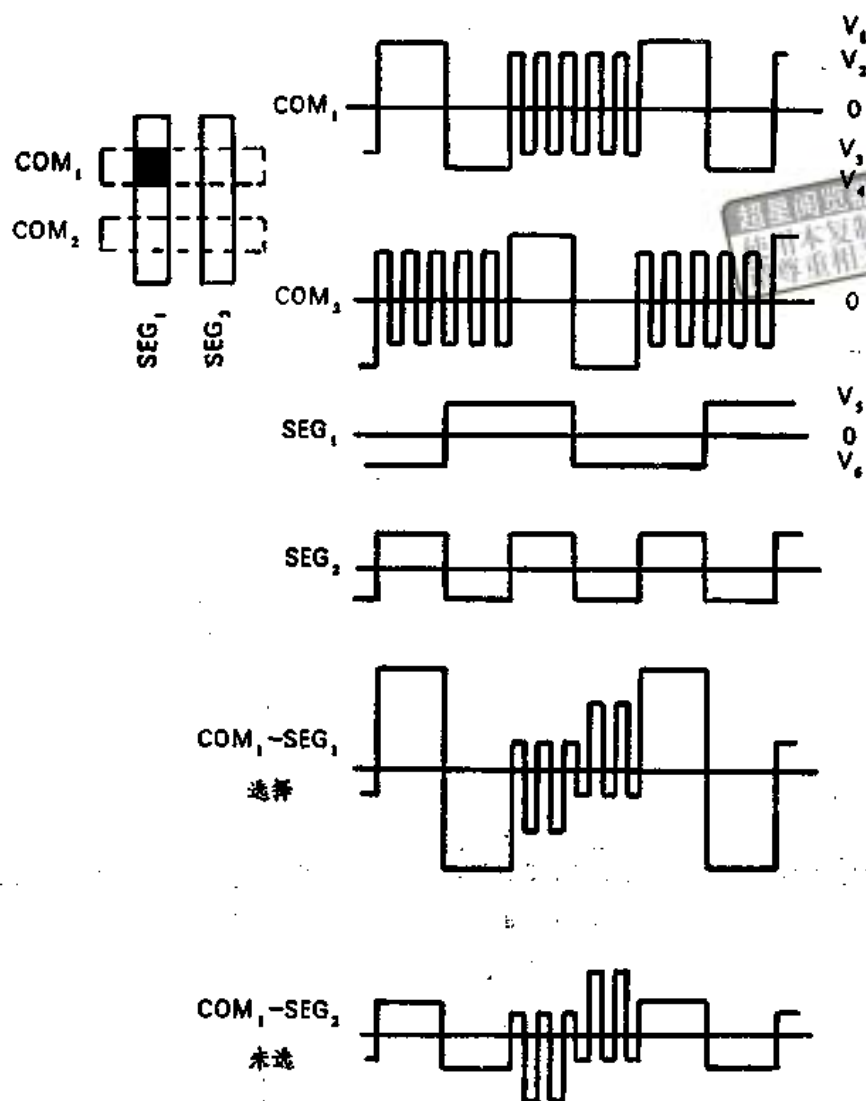


图 5-7 低频选择双频驱动波形示例

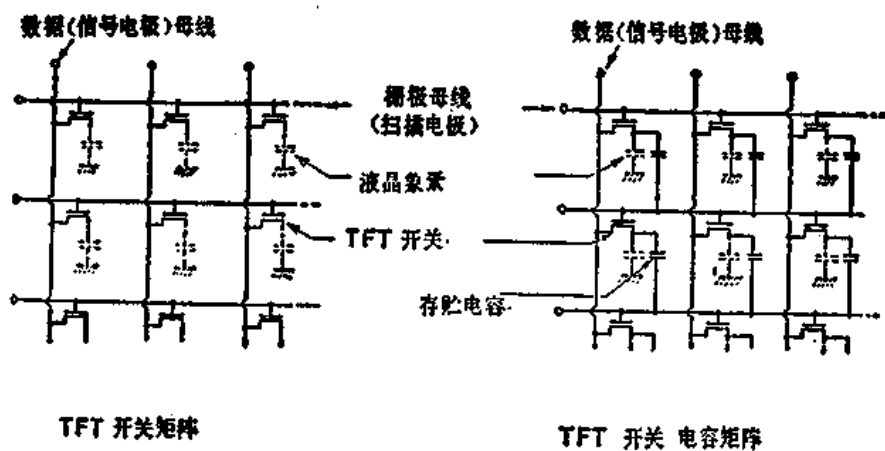
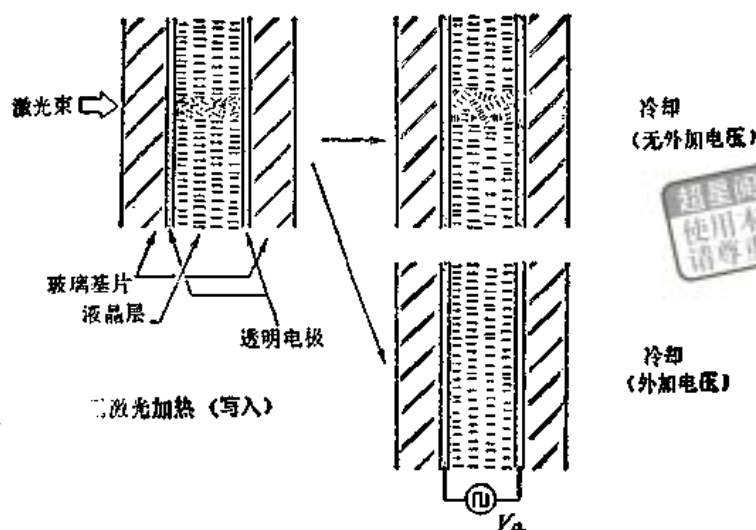
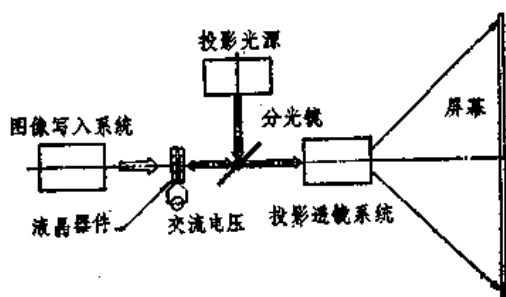


图 5-8 非线性元件应用示例



(a) 激光寻址法工作原理



(b) 投影 LCD 基本结构

图 5-9 激光寻址法的工作原理

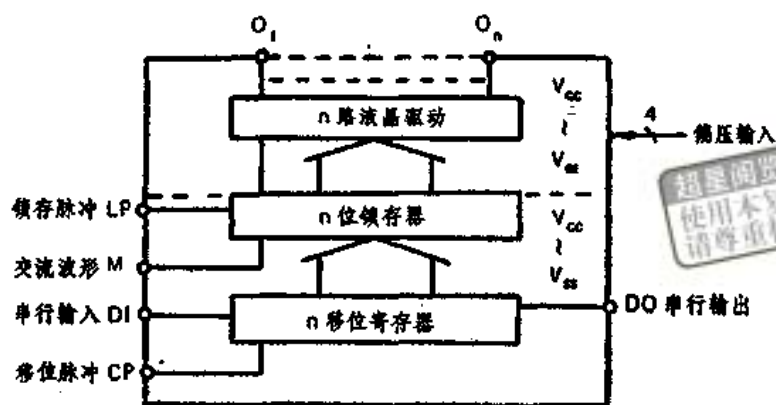
5.2 液晶显示驱动电路的原理

在自动化、智能化的应用中，液晶显示器件多采用静态驱动法和动态驱动法。本节将详述动态驱动法的电路实现原理及周边电路，对于静态驱动法的驱动电路将在下一章作详细的介绍。

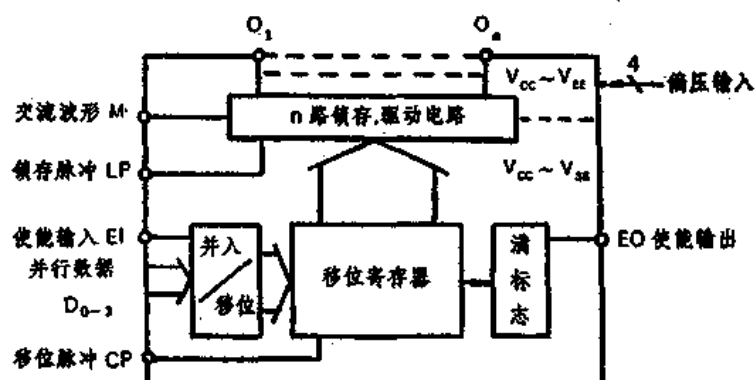
5.2.1 驱动电路原理

动态驱动法采用的是等频脉冲序列驱动波形，所以在电路上比较容易实现。本书范围内的液晶显示驱动器就是动态驱动法的实现电路，其原理框图如图5-10所示（关于驱动器实例，本书将在后几章中有代表性地作一介绍）。

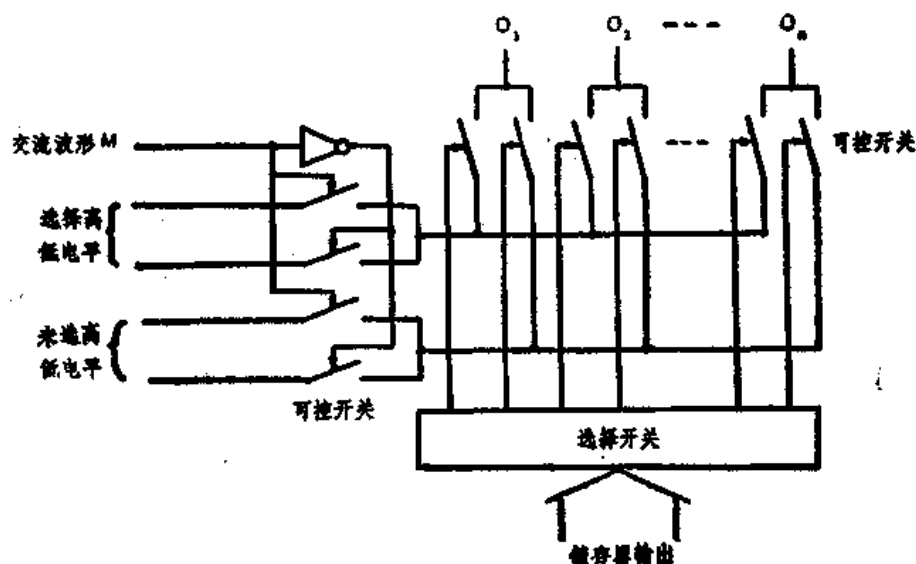
在驱动器电路的结构上可分成逻辑电路侧和液晶驱动电路侧。逻辑电路侧电源与 MPU 系统的逻辑电源一致，保证了驱动器数据通道和受控信号与控制电路的接口。逻辑电路侧将完成显示数据的传送及到位后的锁存等，其接口信号有：显示数据的输入口（DI）和输出口（DO）、数据移位脉冲（CP）、数据锁存脉冲（LP）等数据与控制信号。液晶驱动侧是动态驱动法的具体实现。工作电源为 $V_{CC} - V_{EE}$ 。当显示数据被锁存进锁存器后，锁存器的输出实现了工



(a) 串行数据传输方式驱动原理框图



(b) 并行数据传输方式驱动原理框图



(c) 驱动电路剖析图

图 5-10 液晶显示驱动器原理框图

作电源的转换。这些数据进入液晶驱动电路作为选择、非选择信号控制着输出的驱动波形的峰值电压。而峰值电压将由偏压输入端的电压确定，驱动的波形由交流波形信号输入端M调

整，见图5-10(c)所示。驱动侧具有若干路驱动输出。该输出量决定了该驱动器的带载能力，所以输出量总是出现在驱动器的名称内，如××路液晶显示驱动器。

液晶显示驱动器的输出波形可以从图5-3至图5-6的波形中看到。驱动器的数据输入时序由图5-11给出。图5-11所示的时序表明：显示数据在移位脉冲的作用下，依顺序输入给驱动器的移位寄存器内，并在寄存器内串行移进；当一定量的移位脉冲发出后使各显示数据就位，产生一个锁存脉冲，将数据打入锁存器内锁存，锁存器的输出在交流波形信号的调制下产生驱动输出。

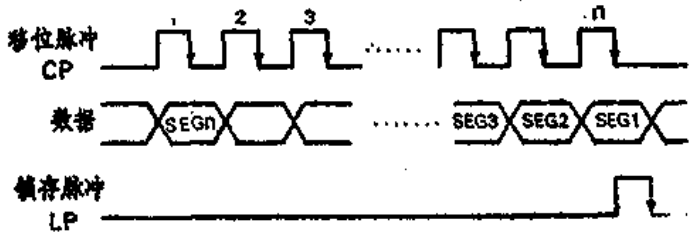


图 5-11 液晶显示驱动器数据输入信号时序图

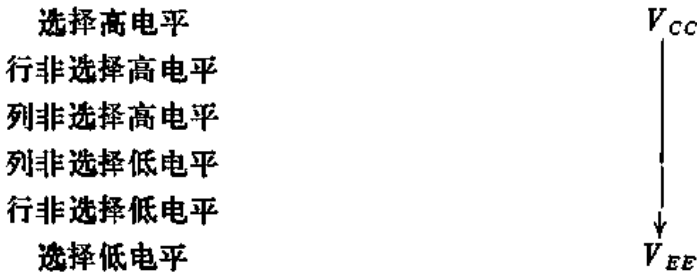
液晶显示驱动器按用途可分为行驱动器和列驱动器。这两类驱动器的工作原理和基本结构是相同的，不同的是：

(1) 输入数据的性质不同。列驱动器的数据为列选择信号。列驱动器的数据输入方式有如下三种：1位串行输入方式，2位或4位并行输入方式。并行输入方式适应大屏幕的列数据传输。行驱动器只有一位数据即帧信号，用于扫描行的选择。

(2) 移位时钟的不同。列驱动器移位时钟的作用是把列数据送入相应的位置上；行驱动器的移位时钟作用是为了实现扫描行的更换。这种行更换必须新的扫描行上所有的列数据就位后锁存时进行，也就是说列驱动器的锁存脉冲正是行驱动器的移位脉冲。

(3) 非选择偏置电压的设置不同。在5.1.2中介绍偏压法时，假定非选择行的电压为0V，但在实现电路中都是脉冲信号。行驱动器的非选择电压与列驱动器的非选择电压不同。

行驱动器和列驱动器都有偏置电压的输入端，偏置电压按大小顺序排列如下：



(4) 输出波形相位的不同。为了使交流驱动电压在液晶显示像素上合成液晶的驱动电压波形，行驱动器输出波形与列驱动器输出波形在选择显示状态下应相差180°，而在非选择状态下波形为同相。这样的行、列驱动波形区别是由图5-10(c)电路中同一M状态下，行、列驱动器的选择开关输入电平的不同而产生。

5.2.2 驱动电路组成形式

无论是行驱动器还是列驱动器，其驱动能力，即负载能力都是有限的。目前所见到的驱动器没有超过80路输出的，所以在大规模点阵液晶显示器件的驱动电路中需要多片驱动器的组合。这种组合的控制时序信号基本是不变的，但数据的传输方式将根据驱动器组之间数据传输方式而定。这种数据的传输主要是针对列显示数据而言，常见到的有两种数据传输方式。

1. 串行数据传输方式

此方式常见于1位串行数据接口的列驱动器的连接方式中。该方式下各驱动器的移位寄存器以串联形式连接，显示数据将通过该组串联移位寄存器在移位脉冲的作用下传输就位。这种方式的驱动电路如图5-12所示。

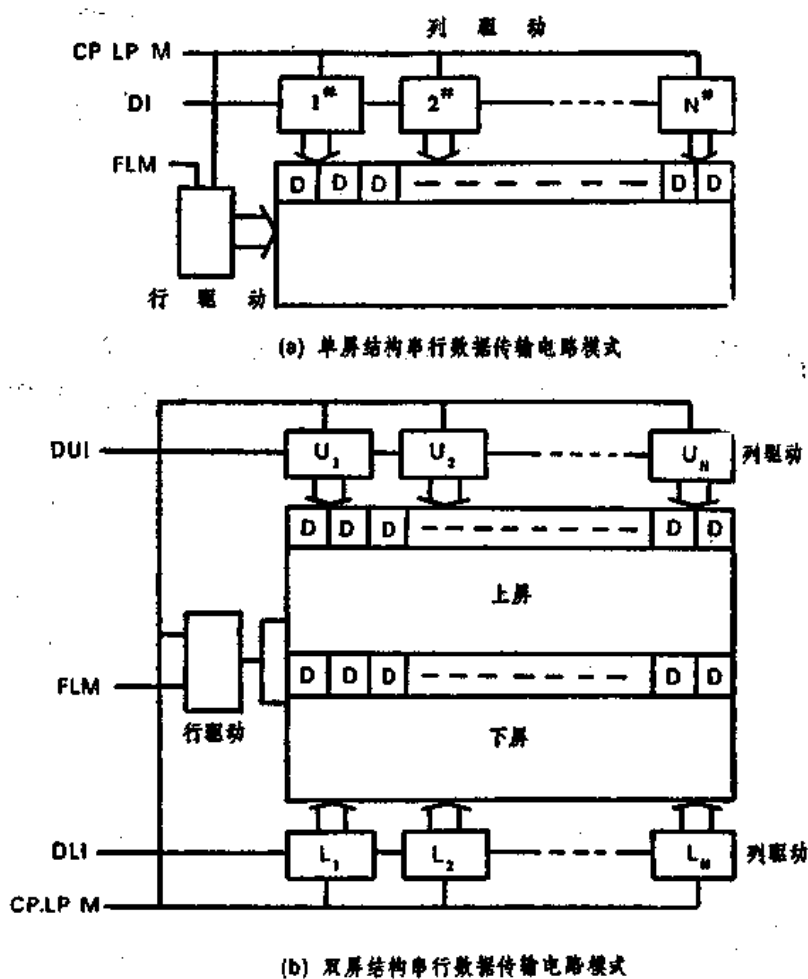
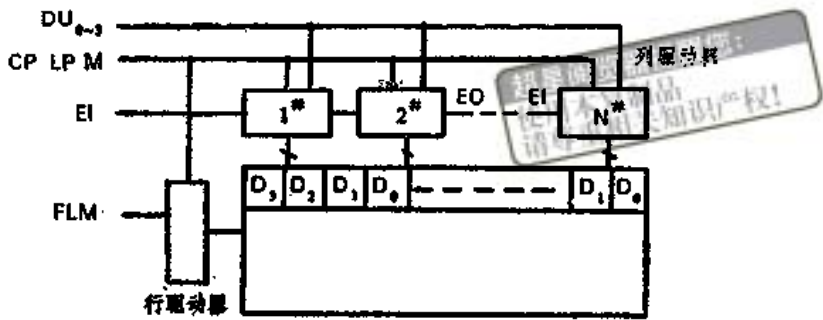


图 5-12 串行数据传输方式驱动电路

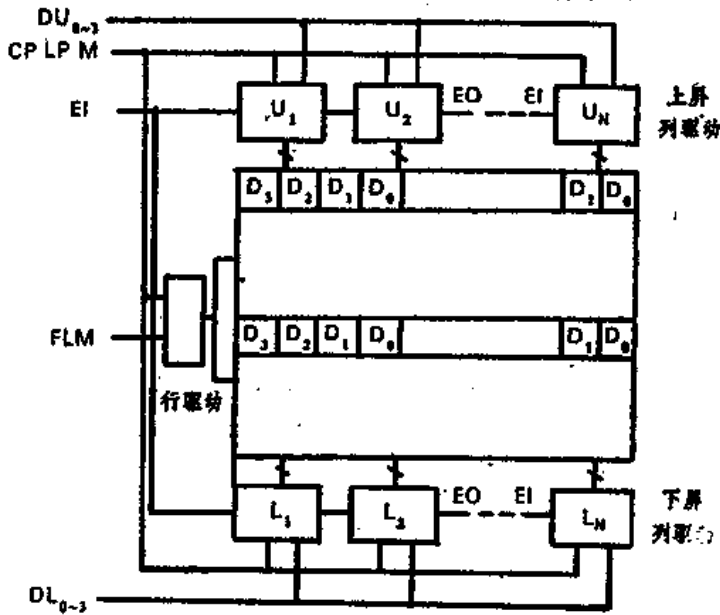
2. 并行数据传输方式

并行数据传输方式有2位并行传输、4位并行传输，也有十位并行传输，其驱动器必须具有并行接口，在此方式下各驱动器的数据口并联。每个驱动器都有两个菊花链使能信号，一个是在输入端，一个是在输出端。上一列驱动器的使能输出接至下一列驱动器的使能输入

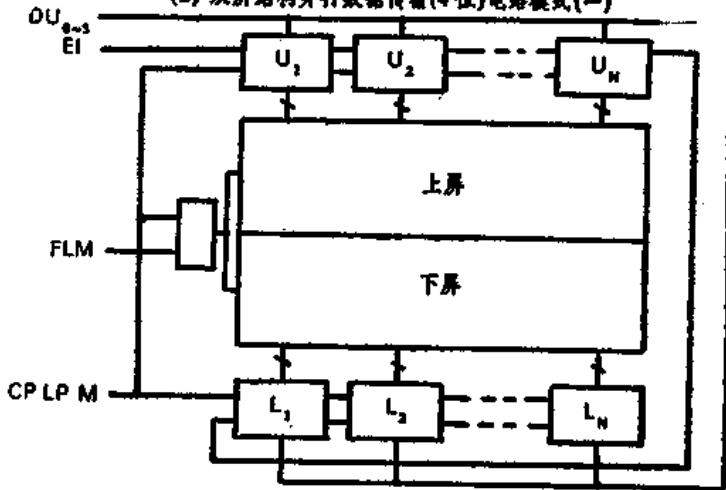
端。这两个使能信号的作用是使输入信号有效，启动本驱动器开始接收数据，当驱动器数据接收满额时，驱动器停止接收数据并向外部发出一个数据已满的信号，启动下一个列驱动器，使其接收数据。在第一个列驱动器的菊花链使能输入信号端上将根据驱动器的要求接至



(a) 单屏结构并行数据传输(4位)电路模式



(b) 双屏结构并行数据传输(4位)电路模式(一)



(c) 双屏结构并行数据传输(4位)电路模式(二)

图 5-13 并行数据传输方式驱动电路

高电位或低电位，自动启动或由控制电路提供。这种方式的原理类同于多I/O设备的菊花链式优先权排队电路，所以并行数据传输方式也被称为菊花链数据传输方式，如图5-13所示。

5.2.3 分压电路

在动态驱动方法中，偏置电压的设置是非常重要的。根据所需的偏置电压系数 $1/a$ ，把液晶驱动电压 V_{LCD} 均分为不同的电压档次，这就是偏置电压的生成电路(分压电路)的功能。分压电路归纳起来有两种常用的电路形式。

1. 电阻分压电路

各驱动器的偏置电压由电阻分压电路提供，如图5-14(a)所示。电阻值的选择取决于液晶显示器件的工作电压范围及其功耗的要求。由于液晶显示器件可等效为一个电容，所以由分压电路提供的驱动输出电压波形将随负载电容的充、放电特性而变形，如图5-14(b)所示。为了减小这种变形，就需要减小负载的充放电时间常数。减小分压电路的电阻值可实现这个目的，但功耗将随之上升。有时为了减小输出驱动波形的变形，不得已只好牺牲功耗要求了。

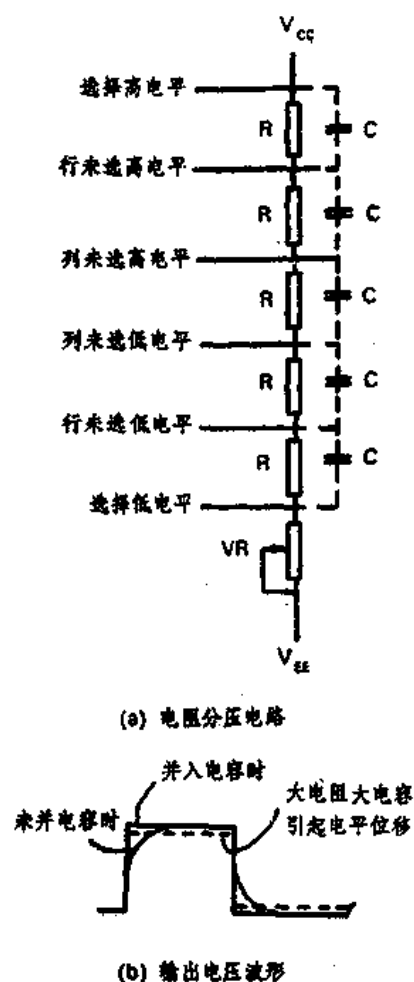


图 5-14 电阻分压电路(1/5偏压)

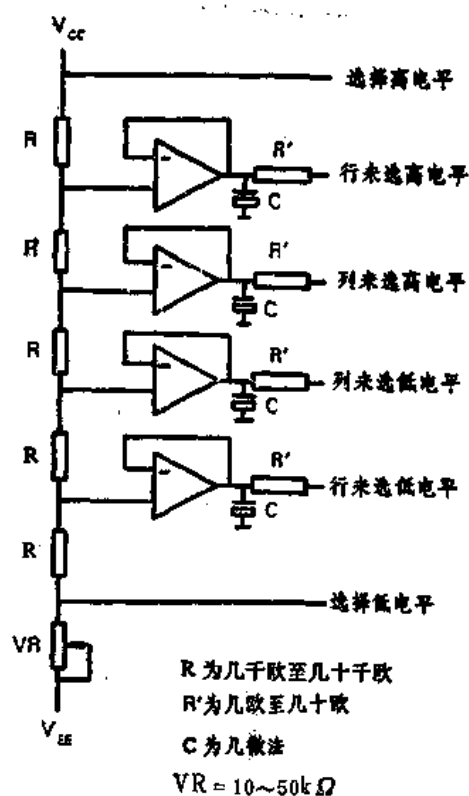


图 5-15 运算放大器分压电路(1/5偏压)

为了减小驱动波形的变形,还可以在电阻两端并入电容,见图 5-14(a) 的虚线处,但效果是有限的。如果用大电阻以减小功耗,大电容改进波形,则会引起驱动器输出电压的下降如图 5-14(b) 所示,这是液晶显示驱动所不允许的。

点阵型液晶显示器件驱动器的负载是复杂的,它随显示状态的变化而变,因此分压电阻必须结合所用的液晶显示器件的特性及其对功耗的要求而确定。一般电阻值在几百至几千欧姆范围内选择,电容则要求小于等于 0.1 微法。

2. 运算放大器分压电路

随着液晶显示器件的规模增大,驱动器的负载随显示状态的变化而大幅度地变化,这就把偏置电压生成电路的稳定性放在了重要的位置上,而电阻分压电路难以满足这个要求。运算放大器组成的分压电路稳定性较为理想。图 5-15 所示电路应用了运算放大器高输入阻抗、低输出阻抗的特性,组成了阻抗变换形式的跟随器电路。液晶显示所需的偏压仍由运算放大器输入部分的电阻分压产生,但阻值可采用高阻值,如 $R = 10k\Omega$, $VR = 50k\Omega$ 。驱动器的偏压输入则由运算放大器低阻抗输出提供,从而使电阻值大大减小,保证了输出驱动波形的质量。

在分压电路中可调电阻 VR 是用来调整液晶显示器件的显示对比度的。在初次调试液晶显示控制电路及驱动程序之前,首先要作的就是调节 VR,使得显示屏底色(或称背景光)与未通电时有较明显的变化。底色不宜过深,过深容易把显示的内容覆盖掉,但也不宜过浅,以致连字符都因显示得过浅而看不出来。

5.2.4 温度补偿电路

液晶材料对温度是比较敏感的,不容忽视的是温度对液晶阈值电压的影响,它直接影响着显示的对比度。一般液晶材料都具有负温度系数。例如,某一种液晶材料的阈值电压有 $-7 \sim -14mV/^{\circ}C$ 的温度系数。温度的升高将导致阈值电压的下降,使得不显示的位置也变得可见了。相反,温度的下降使阈值电压升高,使得该显示的位置也变得模糊不清了。因此液晶显示器件在宽温场下使用时,就需要随温度的变化适量地调整偏置电压,使得驱动电压适合于阈值电压的变化。

在偏置电压生成电路中增加温度补偿电路,可望在温度变化下自动调节偏置电压,保证良好的显示对比度。这种温度补偿原理同某些测量电路中的温度补偿原理一样,它利用了如电阻、二极管、三极管等元件的温度系数在分压电路中的影响(若在较大的温度变化范围内,这些元件难以补偿),有时也需要使用像热敏电阻一类的热敏元件来实现电路的温度补偿。

图 5-16(a) 电路把三极管接入分压电路中,调整电阻 VR 便可很好地调整显示驱动电压。该电路同时也提供了温度的补偿作用,这是利用了三极管 b-e 结的负温度系数,通过三极管的放大作用($\beta \geq 100$)来实现对偏置电压的调节。调节原理是:当温度升高时, V_{be} 下降,导致 V_{ce} 的升高,实现偏置电压的调整。

在宽温场下工作的液晶显示器件单靠三极管的 b-e

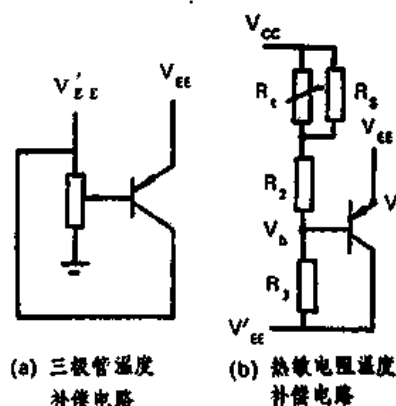


图 5-16 温度补偿电路

结的温度特性调节是不够的,这就需要使用热敏元件。图 5-16(b) 电路使用了热敏电阻 R_t 的温度补偿电路。工作原理为:当温度升高时, R_t 阻值下降,使得 V_i 上升, V_{EE} 上升, $V_{LCS} = V_{CC} - V_{EE}$ 减小,从而实现偏置电压与阈值电压的等值下降。同理可推出温度下降时的补偿作用。

5.2.5 点阵液晶显示模块

由于点阵型液晶显示器件的引线众多,用户使用极不方便,所以制造商将点阵型液晶显示器件和驱动器做在一块板上成套出售,这种产品称为液晶显示模块(LCM)。在液晶显示模块上,线路板为双面印刷线路板,正面布有电极引线,并固定液晶显示器件;背面装配好了液晶显示驱动电路和分压电路,并提供驱动电路的接口。有的液晶显示模块内藏有控制器电路使得用户进一步摆脱对控制电路的硬件设计,这种内藏控制器的液晶显示模块所给出的接口可直接与微处理器(MPU)连接;而用户可以把主要的精力投入到显示屏画面上的软件设计上。

5.3 液晶显示控制电路原理

液晶显示控制器用于点阵型液晶显示驱动的控制,该控制器属于计算机 I/O 设备接口,它受控于 MPU,操纵着液晶显示驱动器,以实现在点阵型液晶显示器件上的各种显示功能。它的使用使 MPU 摆脱了繁琐的显示控制,使得点阵型液晶显示器件更加实用于智能化系统中,控制器的特点可归纳为:

- (1) 具有简捷的 MPU 接口。控制器对 MPU 呈现一般并行接口的通用特点。
- (2) 具有一套完整的逻辑控制线路和时序发生器,可完成显示缓冲区的管理功能和实现对各种显示功能的控制。
- (3) 具备功能齐全的控制指令集,可以方便地通过编程实现 MPU 对控制器本身乃至液晶显示器件的显示功能的控制。
- (4) 具有显示数据的传输能力和时序脉冲信号的发送能力,可直接控制液晶显示驱动器。

在结构上液晶显示控制器可分成接口部、控制部和输出部三个组成部分。液晶显示控制器的原理图如图 5-17 所示。

5.3.1 接口部

接口部用来接收 MPU 发来的指令和数据,并向 MPU 反馈所需的数据信息。接口部具备两个通道口,一个为指令通道口,另一个为数据通道口。指令通道口用来接收并暂存 MPU 发来的指令代码,等待控制器内部逻辑电路译码以实现相应的功能。该通道还连接“忙”标志寄存器。标志“忙”(BUSY)表示当前控制器内部的操作状态。MPU 可以通过读指令通道来取出“忙”标志,用以决定何时对控制器操作。数据通道口是用来接收和发送显示数据的。MPU 可以通过数据通道口访问显示缓冲区,控制器的指令多带有参量的补充,比如光标地址指针的设置,设置指令后要紧跟两个字节的地址参量的输入。这类参量也要通过数据通道口传输到相应的参量寄存器中,此时的指令代码犹如寄存器的选择代码,以选通各

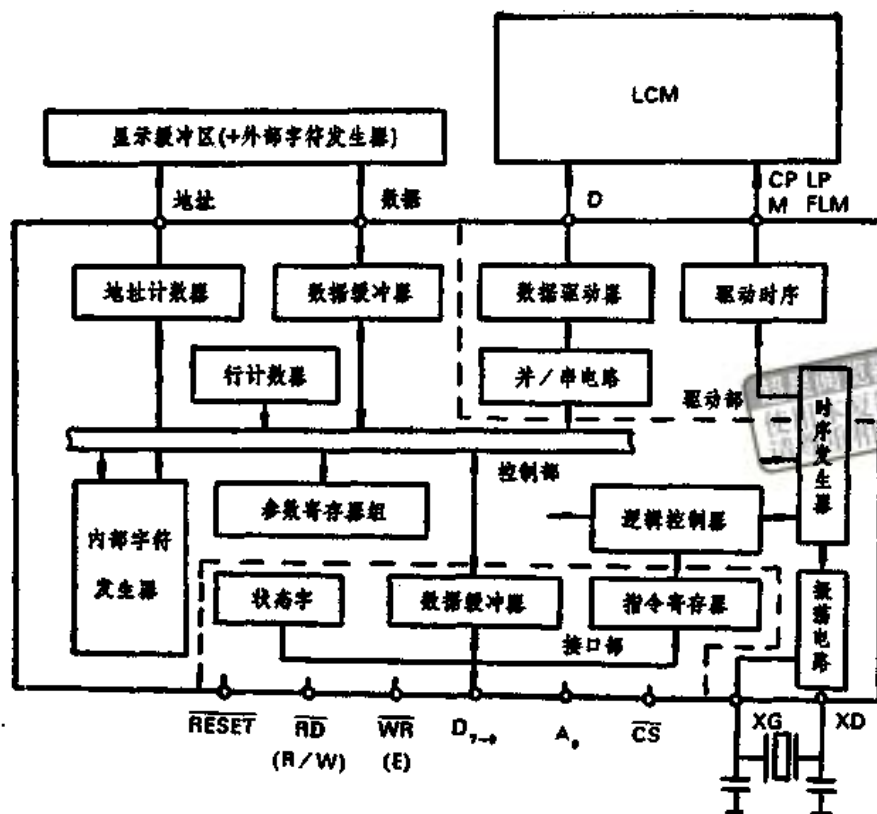


图 5-17 液晶显示控制器框图

类参量寄存器。

在接口部除了引出 8 位数据总线外，还有几条控制信号的输入线，如读写控制信号、片选信号、通道口选择信号、使能信号以及复位信号等。某种型号的控制器的设计都是为了适应某系列 MPU 而设计接口部及信号线的。一般有两种系列 MPU 的接口常用，一个是适用于 INTEL 8080 系列 MPU 及 Z80 系列 MPU，其控制线为 $\overline{WR}$ 、 $\overline{RD}$ 等，另一个是适用于 M6800 系列 MPU，其控制线为 $R/\overline{W}$ 、 E 等。对于与控制器接口适宜的 MPU 可直接连接信号线，而与控制器接口不相宜的 MPU 就要通过信号转换电路生成与控制器相容的控制信号。

5.3.2 控制部

液晶显示控制器具有独立处理信息的能力。液晶显示控制器的控制部就是这种能力的实现电路。它具有独立的时序振荡器和逻辑控制线路，从而实现对显示缓冲区 RAM 的管理和对字符发生器的管理；实现对指令代码的译码并生成相应的逻辑控制信号以及完成对各参量寄存器的设置；实现对液晶显示驱动器的各种时序脉冲信号的产生，并可根据参量寄存器的某些状态将不同显示缓冲区的数据进行某种规律的组合，然后发送出去，以实现各种显示的效果。

任何一种显示器件的显示都需要建立显示的缓冲区，液晶显示器件也不例外。为了不占用 MPU 的内存资源，液晶显示控制器具备管理 RAM 的能力。由于显示的缓冲区随显示画面的大小变化，所以显示的缓冲区一般都不集成在控制器内部而是以控制器的周边电路形式与

控制器连接。因此控制部的引脚除了电源功能及某些硬件设置功能外，主要的是对显示缓冲区的管理，一般具有16位地址输出线，8位数据线以及读、写控制输出线等。

显示缓冲区的作用是保存当前的显示数据。显示屏上的液晶像素点阵在该区都有相对应的单元。在字符方式下，显示缓冲区单元存储着当前显示字符代码，控制器根据代码确定字符发生器地址的高8位，并把该地址的一组字符字模送到显示屏上对应的位置显示。在此方式下，缓冲区单元（一个字节）对应着显示屏上的一个字符位块，（如 5×7 点阵），见图5-18(a)。在图形方式下，显示缓冲区单元对应着显示屏上 8×1 点阵的组合，如图5-18(b)所示。

控制器在具有合成显示功能时，显示缓冲区可以划分出字符显示区和图形显示区。这种划分一般是通过设置指令来设置各区的首地址及长度。当缓冲区分配完成后，各显示区的性质就确定下来了，而且与显示屏位置的对应关系也就确定下来了。在同一显示屏的显示画面上，字符显示区和图形显示区的空间大小之比一般为1:8（字符为 8×8 点阵时）。

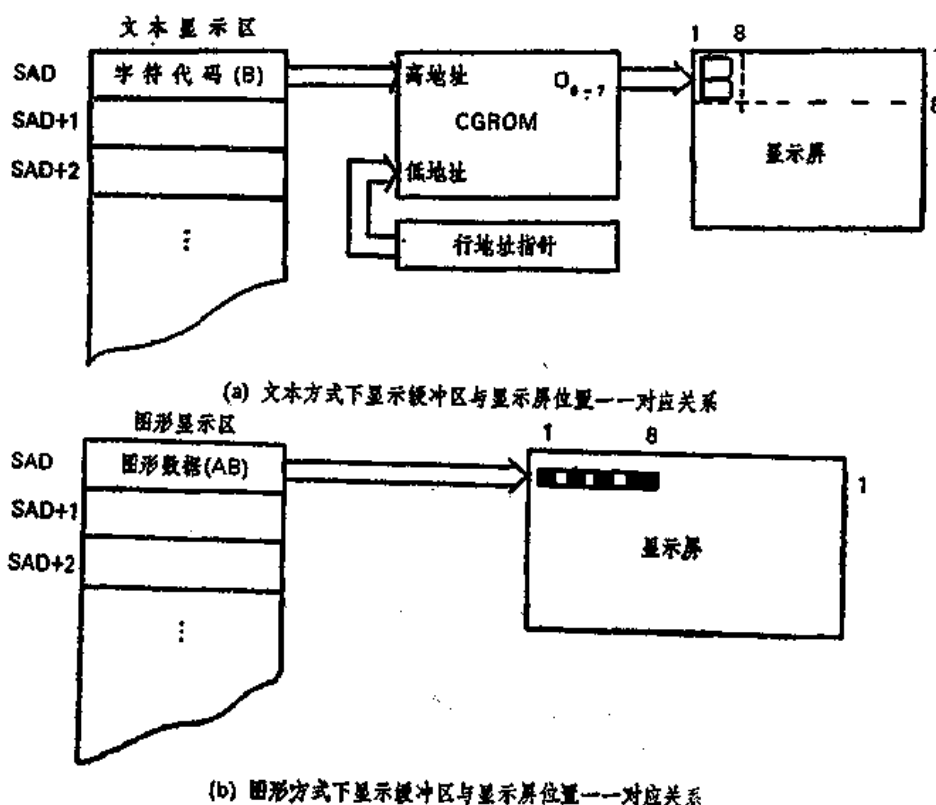


图 5-18 显示缓冲区与显示屏位置的对应关系

控制器内嵌有100多种常用字符、数字、符号等的字符发生器CGROM。为了满足用户的需求，控制器还具有管理外部扩展的字符发生器CGRAM或CGROM的能力，用户可充分利用这个区域建立自定义字符的字模库以实现特殊的显示要求。

5.3.3 驱动部

驱动部是控制器对液晶显示模块的接口。它向液晶显示模块中的驱动器提供所需的帧扫描信号，行、列移位脉冲，行、列锁存脉冲，列显示数据信号以及驱动器交流驱动波形信号等输出信号。驱动部在刷新地址指针的寻址下把显示数据送入显示混合电路，在并/串电路中

转换成串行显示数据形式输出。输出的脉冲时序由时序发生器产生。液晶显示模块对控制器的配置是有要求的，控制器并不是适用于各种驱动器，所以液晶显示模块所使用的驱动器形式限制了控制器。这种限制主要体现在对控制器驱动部的数据输出方式有一定的要求。

5.3.4 指令集

控制器具有一套专用指令用以 MPU 对其进行操作。指令集一般可分为三大类。

1. 系统工作设置类。此类指令为系统工作方式的设置、显示缓冲区划分等。
2. 显示方式设置类。此类指令为显示状态、显示方式、显示合成和光标显示设置等。
3. 数据操作类。此类指令有地址指针设置、地址指针变化方向设置以及读、写操作命令等。

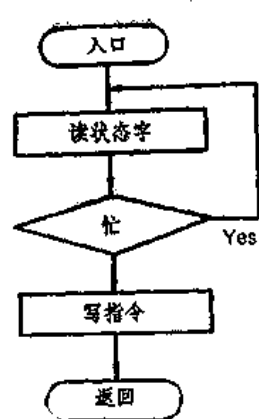
5.3.5 应用

液晶显示控制器作为液晶显示器件与 MPU 的接口，在液晶显示器件应用技术中占有非常重要的地位。MPU 使用液晶显示器件实际上就是对液晶显示控制器的操作。在液晶显示控制器的应用上概括以下几个方面：

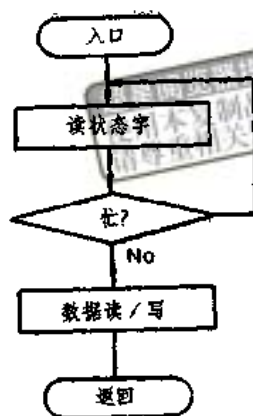
1. 控制器周边电路的组成

液晶显示控制器的周边电路主要包括有一组 RAM 芯片和两个接口。一般应用时，RAM 芯片与控制器的接口、控制器与液晶显示模块的接口都是固定接法，没有太大的选择余地。所以这里着重说明控制器与 MPU 的接口方法。

液晶显示器件作为 MPU 的显示终端实际上是液晶显示控制器与 MPU 的连接，其硬件连接方式的选择 时 应 的 正 确 性 以 及 使 用 的 可 靠 性 初 步 非 常 重 要 的 ， 地 址 的 接 法 如 下 。



(a) 写指令子程序流程图



(b) 读/写数据子程序流程图

图 5-19 程序流程图

3. 初始化

控制器在开始使用时首要的工作就是初始化，初始化的内容包含有对控制器工作参数及显示所需的基础参数的设置，显示缓冲区的初始化等。工作参数的设置与液晶显示器件和液晶显示驱动器的特性有关，用户将根据有关指令的规定及硬件跳线来设置，别无其它选择。比如占空比系数的设置，驱动器传输方式的设置等。至于显示所需的基础参数的设置，就要根据用户使用液晶显示器件的目的及需要来设置，最好都集中在初始化程序中进行。显示缓冲区的初始化，包括显示缓冲区的“清零”与显示缓冲区的划分。初始化程序最好写在系统的初始化程序中。

4. 用户CGRAM的使用

在显示缓冲区中可以定义一块区域作为用户的字符库。用户可利用这个区域建立用户的专用字符。建立步骤如下：

步骤 1：建立所需字符的字模数据。字符的字模通常由 8 个字节组成，每个字节代表字符一行的点组合，8 个字节可组成 8×8 点阵的字符体。汉字的显示需要 16×16 点阵，这就需要由 4×8 个字节组成。

简单的字符可通过在 8×8 格阵内填“1”组成，然后把每行 8 个格内的 0、1 组成一个字节数据，从上往下排列组成该字符的字模。

汉字字模的建立可以从计算机内提取。在附录 A 中给出了简单的从计算机显示屏上提取汉字字模的 BASIC 程序，供读者参考。

步骤 2：在控制器所规定的字符代码取值范围内确定自定义字符的字符代码。

步骤 3：确定 CGRAM 的逻辑地址。所谓逻辑地址是因为它不是 CGRAM 的首地址，它仅作为 CGRAM 的基址出现。控制器都用 CGRAM 的地址寄存器来存储这个逻辑地址。

步骤 4：确定字模写入的起始地址，公式如下：

a. 8×8 点阵字符体

CGRAM	逻辑地址	A ₁₅	A ₁₄	A ₁₃	A ₁₂	A ₁₁	A ₁₀	A ₉	A ₈	A ₇	A ₆	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀
	字符代码							D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀		
	行地址指针 +)															R ₂	R ₁ R ₀

实际地址	V ₁₅	V ₁₄	V ₁₃	V ₁₂	V ₁₁	V ₁₀	V ₉	V ₈	V ₇	V ₆	V ₅	V ₄	V ₃	V ₂	V ₁	V ₀
------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

b. 8 × 16点阵字符体

CGRAM	逻辑地址	A ₁₅	A ₁₄	A ₁₃	A ₁₂	A ₁₁	A ₁₀	A ₉	A ₈	A ₇	A ₆	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀
	字符代码							D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀		
	行地址指针 +)															R ₃	R ₂ R ₁ R ₀

实际地址	V ₁₅	V ₁₄	V ₁₃	V ₁₂	V ₁₁	V ₁₀	V ₉	V ₈	V ₇	V ₆	V ₅	V ₄	V ₃	V ₂	V ₁	V ₀
------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

注意：此时R₂R₁R₀或R₃R₂R₁R₀均为零。

步骤 5：把实际地址写入地址指针寄存器中，确定地址指针变化为增 1 变化，然后使用写数据子程序将字符的字模数据依次地写入CGRAM中。

在此后的液晶显示器件的应用中，只需向字符显示区内写入该字符的字符代码，在显示屏的相应位置上便可得到所需的显示字符。

第六章 笔段型液晶显示器件的应用

笔段型液晶显示是指以长条状显示像素组成一位显示类型的液晶显示器件的显示，简称段型显示。

段型显示主要用于数字显示，也可以显示西文字母及某些符号，个别的段型显示还可以显示汉字。

从显示形状上分类，段型显示可分为六段显示、七段显示、八段显示、九段显示、十四段显示和十六段显示等，在形状上总是围绕数字“8”的结构变化。其中以七段显示最为常用，被广泛应用于各种数字仪表、计时器、计算器等中。段型显示还包括了为专用显示设计的固定图形的显示形状。

从段型显示器件的驱动方式上分类，可分成静态显示和动态显示驱动两种。一个段型显示器件的驱动方式主要取决于该器件各显示像素外引线的引出与排布方式。静态显示的显示器件引线排布与结构如图5-1(a)所示，动态显示的显示器件引线排布与结构示例如图5-5所示，这是 8×3 引线结构，另外还有 2×4 及 4×2 等引线结构。

由于引线电极排布不同，故其驱动方式也就不同。所以在使用时一定要先弄清楚。不同的电极排布要配不同的驱动器，使用不同的控制方法。

本章将分别介绍静态驱动方法和动态驱动方法。

6.1 静态驱动应用电路

静态驱动是段型液晶显示器件最常用的驱动方法。本节将几种静态驱动类型逐一介绍。

6.1.1 1 位液晶显示驱动器的应用

1 位液晶显示驱动器在各大系列的集成电路中都能找到几种，这里举两种集成电路（一种无锁存，一种带锁存）的应用电路来说明该驱动器的应用。

1. CD4055的应用

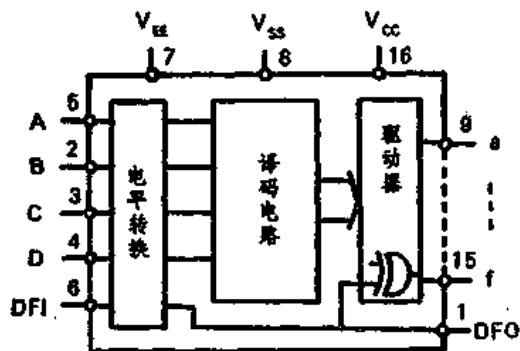


图 6-1 CD4055 引脚图

CD4055 是 1 位 BCD-七段译码 LCD 驱动器，是 CMOS 的集成电路。其引脚图如图 6-1 所示。

CD4055 的工作方式为静态驱动方法，其电路是由七段译码器配接静态驱动电路组合而成。CD4055 由数据输入端 D、C、B、A 输入 BCD 码，通过译码电路转换成七段字型数据进入显示驱动电路。在驱动信号输入端 DFI 的脉冲驱

动下输出各段的显示驱动波形和背电极 BP 的驱动波形, 为液晶显示器件提供了交流驱动波形, 如图 5-1(c) 所示, 从而实现了 0~9、L、H、P、R、-、“空”等十六种显示组合。CD4055 片内有电平转换电路, V_{EE} 为液晶驱动的负电源, 在段型液晶显示器件的一般用途上, 对 V_{EE} 的要求并不严格, 所以 V_{EE} 常与 V_{SS} 共同接地, 此时的显示对比度也一样良好。如果是较高的工作电压或宽温度的液晶显示器件, 那么在低温下使用时, 可在 V_{EE} 接入 -3~-5V 的电压。

通常使用的液晶显示器件都是多位结构的, 比如 4 位液晶显示器件, 就需要 CD4055 多片组合使用。图 6-2 的电路为 4 位液晶显示器件的驱动电路。由于 CD4055 没有数据锁存功能, 所以每位驱动器的输入端不能共用, 这就造成控制部分的接口负担。在需要共用时, 就要在每个驱动器与数据线之间加入 4 位锁存器, 比如选用可选通的 D 触发器来实现。CD4055 需要的交流驱动信号发生器由 555 集成电路组成。振荡频率可在 32~200Hz 范围内调整。但要保证输出脉冲占空比必须是 50%, 其必要性在于: 一是减少驱动波形的直流分量, 保证液晶显示器件的使用寿命; 二是保证驱动电压的有效值满足液晶显示器件的显示要求, 以避免可能出现的驱动能力不及的现象。要做到这一点, 一是 555 振荡电路的电容质量要好, 建议选用漏电小、稳定性好的涤纶电容为宜, 二是在 555 振荡电路的输出应加入二分频电路。

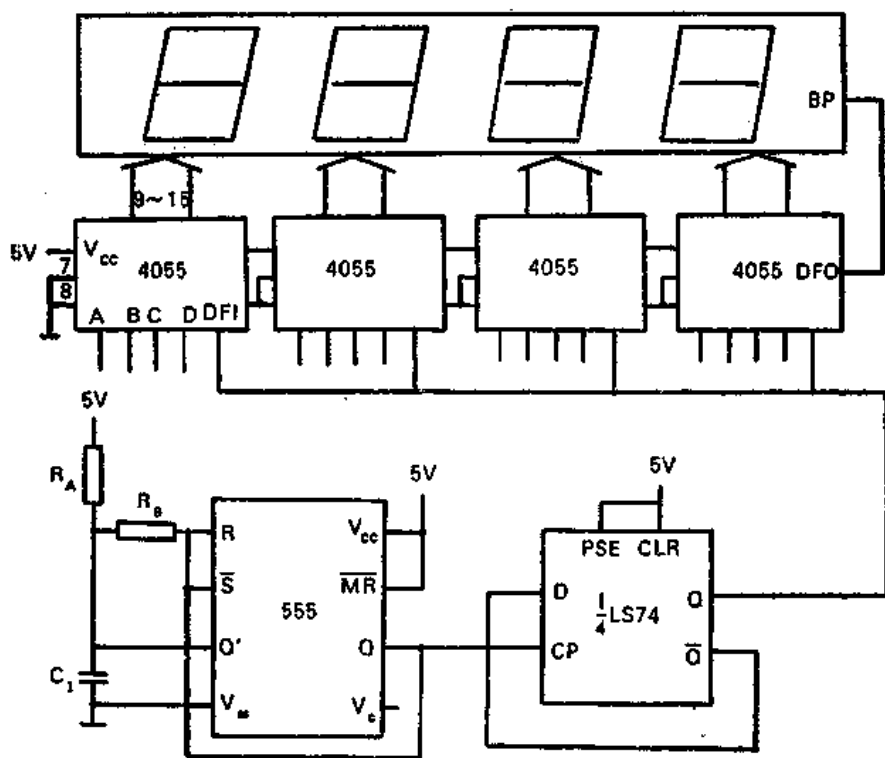


图 6-2 CD4055 4 位驱动电路

2. CC14543 的应用

CC14543 在 CD4055 的基础上增加了数据锁存功能, 引脚图如图 6-3 所示。当锁存端 $LE = 0$ 时, 显示内容随数据输入端的变化而变化; 当 $LE = 1$ 时, 电路把当前数据锁存在内部锁存器内, 输入数据的再度变化将不会显示。CC14543 还设置了消除信号 BI 。当 $BI = 1$ 时显示屏上

显示位将不显示任何内容。CC14543的真值表见表6.1,

表 6.1

LE	BI	DCBA	显示
x	1	x	空
0	0	0~9	0~9
0	0	A~F	空
1	0	x	不变

CC14543 只有脉冲信号输入端 DFI，它需要外部电路提供时钟脉冲信号，液晶显示器件的背电极 BP 所需的驱动脉冲直接由时钟发生器的输出端提供。

CC14543 省去了驱动电源 V_{EE} ，这是因为一般段型液晶显示器件的显示驱动电压用 V_{CC} 电压就足够了。

图 6-4 给出了 CC14543 驱动 4 位液晶显示器件的驱动电路。

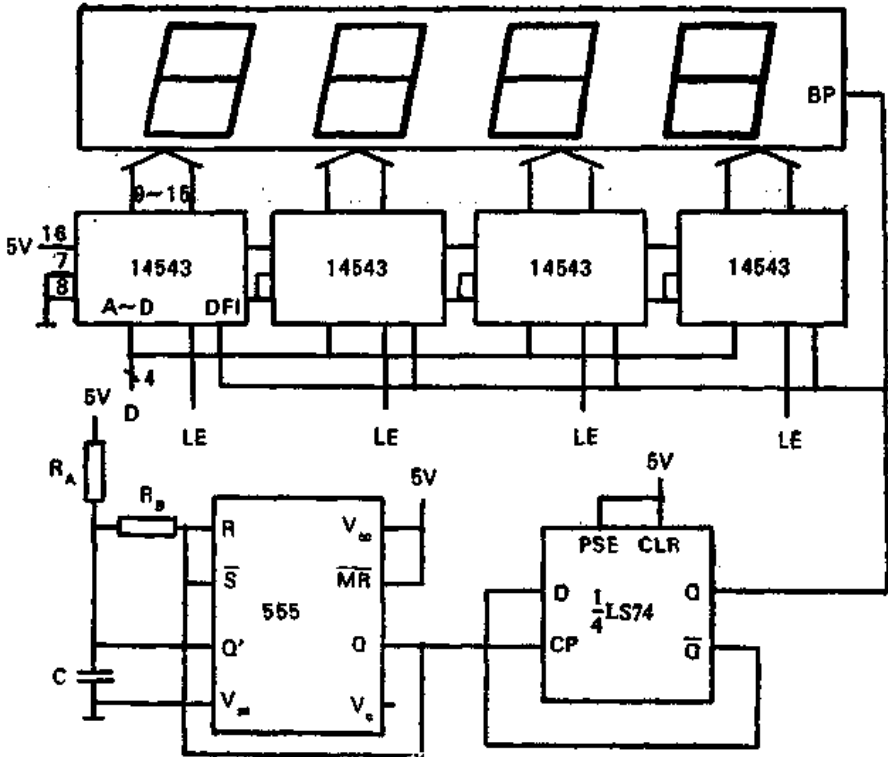


图 6-4 CC14543 4 位驱动电路

1 位液晶显示驱动器的应用具有成本低的特点，但由于仅是 1 位的驱动，而且片内没有振荡电路，所以在多位液晶显示器件的驱动组成上就显示比较繁琐了，电路也复杂化了，因此它只适用于位数较少的液晶显示器件的显示驱动方面。

6.1.2 多位液晶显示驱动器的应用

多位液晶显示驱动器有两种形式，一种是专用于段型液晶显示器件的驱动器集成电路，

如ICM7211等,另一种是把液晶显示驱动器作为某类专用功能集成电路的输出部而集成在一个芯片上的专用集成电路,这类集成电路往往称为具有液晶显示驱动能力的××功能集成电路,比如计算器、手表等专用的功能芯片,数字万用表上的集成电路,以及某种专用单片机等。

多位液晶显示驱动器按数据输入方式可分为两种方式:一种为模拟量输入方式,一种为数字量输入方式。下面分别介绍这两种输入方式的常用集成电路的应用电路。

1. 模拟量输入型液晶显示驱动器

所谓模拟量输入型液晶显示驱动器实际上是指模拟信号输入,片内拥有A/D转换器,输出全部为液晶显示驱动器功能的集成电路。这类集成电路多用于仪器仪表、测量显示集成化使用。这类集成电路也称为(常称为)具有×位液晶显示驱动的A/D转换器。这里以ICL7106、ICL7116、ICL7126和ICL7136集成电路为例,介绍这一类模拟量输入型液晶显示驱动器的应用。

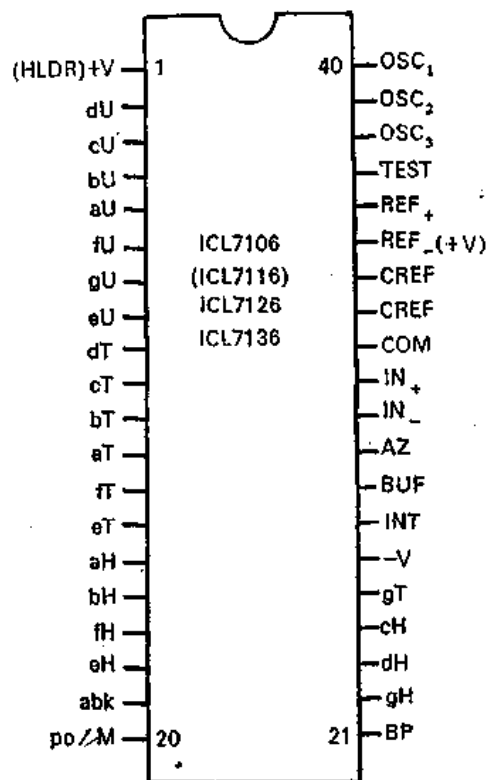
ICL7106/ICL7116/ICL7126/ICL7136集成电路为 $3\frac{1}{2}$ 位液晶显示驱动的A/D转换器。它们是目目前 $3\frac{1}{2}$ 数字万用表以及其它测量显示仪器上主要应用的集成电路,它们的引脚图如图6-5所示。

ICL7106、ICL7126和ICL7136都是 $3\frac{1}{2}$ 位液晶显示驱动的A/D转换器,它们的共同特点是:

- 采用双积分式A/D转换电路,内部设有基准电压,并设有自零线路。
- 片内设有时钟电路,可外接RC电路或晶振组成振荡器电路。
- 片内拥有 $3\frac{1}{2}$ 位的液晶显示驱动电路输出,可直接与液晶显示器件连接。
- 模拟量输入可采用差分输入方式,信号输入阻抗很高。
- 9V干电池供电。
- ICL7106、ICL7126和ICL7136引脚兼容,功能向下兼容。

ICL7106功耗为10mW以下,ICL7126是ICL7106的低功耗型,ICL7126功耗低于1mW,用9V干电池供电,可连续使用8000小时。ICL7136是ICL7126(ICL7106)的改进型,它具有7126的所有功能,并且增加了超量程时消除散放的滞后效应的功能。

ICL7106、ICL7126和ICL7136的原理框图(以液晶显示驱动为主)如图6-6所示。ICL7106、ICL7126和ICL7136的应用电路如图6-7所示。



括号内为ICL7116管脚功能

图 6-5 ICL7106~ICL7136引脚图

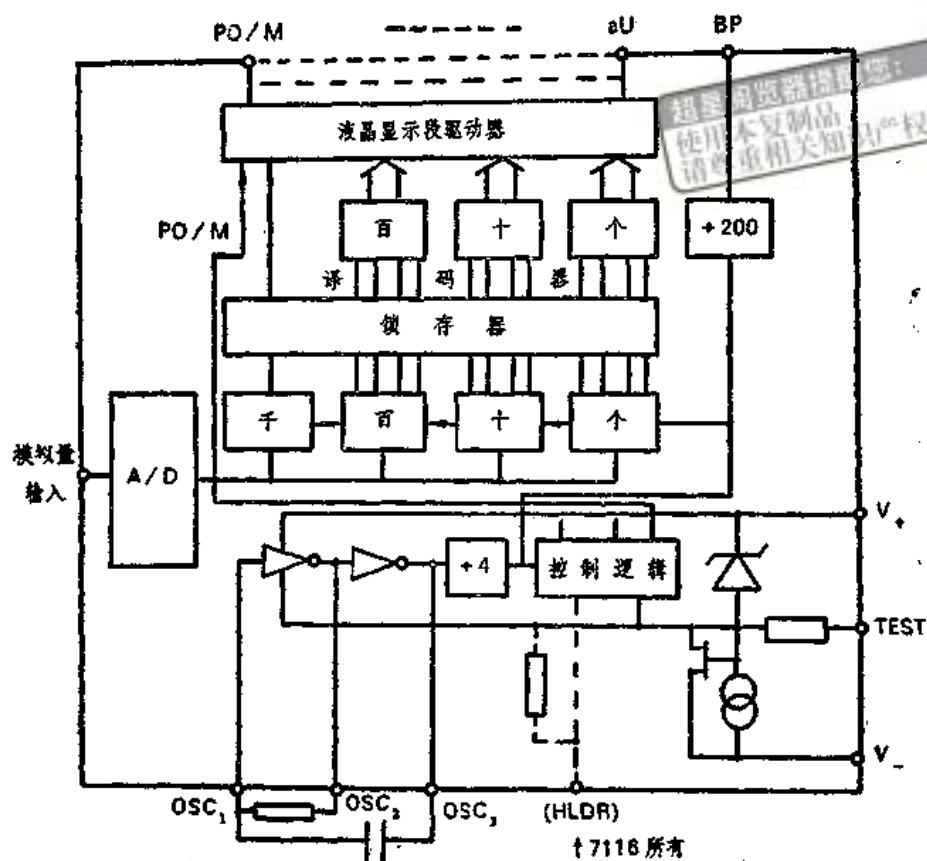


图 6-6 ICL7106~ICL7136原理图

图中电路仅是 ICL7106、ICL7126 和 ICL7136 众多应用电路的一种，用于数字电压表的实用电路，它们的参数选择将随着测量电压的范围而定。

ICL7116 是带显示保持的 ICL7106，具有 ICL7106 的全部特点，而再增加一个保持读数输入端 HLDR，当 HLDR = 1 时，ICL7116 将无限期地保持所显示的读数。为了增加这个

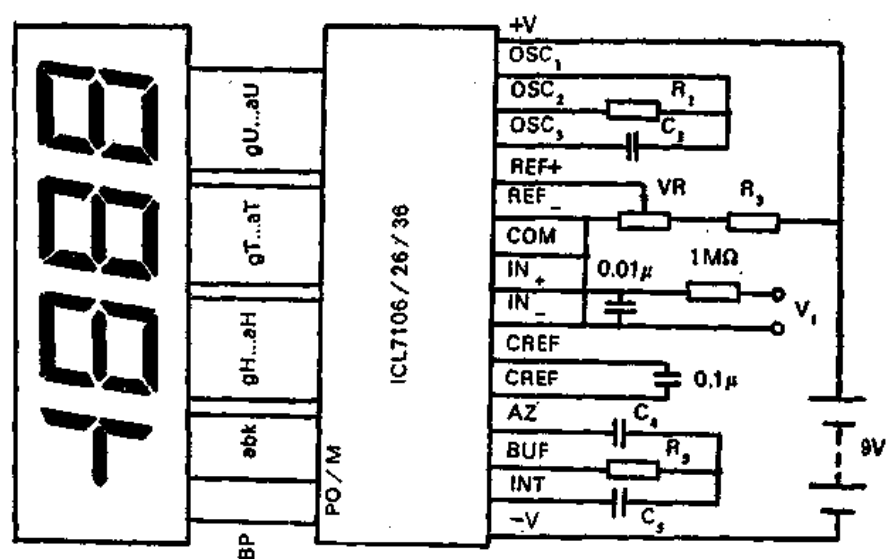


图 6-7 ICL7106、ICL7126和ICL7136应用电路举例

功能, ICL7116 基准电压 REF - 固定地以 COM 端为参考低电位, 线路仍能确保达到极佳精度。ICL7116 逻辑原理图如图 6-6 中 (包括虚线部分) 所示。

2. 数字量输入型液晶显示驱动器

数字量输入型液晶显示驱动器的种类有很多, 这里仅以 ICM7211 为例, 介绍专一功能的液晶显示驱动器的功能及应用。

ICM7211 系列为 4 位液晶显示驱动器, 它有四种型号: ICM7211IPL, ICM7211AIPL, ICM7211MIPL 和 ICM7211AMIPL, 它们都是双列直插式塑封型, 其引脚图如图 6-8, 工作原理图如图 6-9 所示。它们的特点是:

- 带有背电极 BP 驱动器的 4 位七段液晶显示驱动输出;
- 片内有 RC 振荡器, 用以产生显示驱动的脉冲信号;
- 可级联工作, 驱动多于 4 位的液晶显示器件;
- CMOS 工艺: 功耗极低, 即使在 CMOS 的 MPU 系统中, 其功耗也是可忽略不计的;
- ICM7211IPL 和 ICM7211AIPL 提供了 4 位数字输入端和 4 位位选输入, 从而适用于 BCD 或二进制的输出设备, 如 I/O 接口 8255、单片机 8031 的 P₁ 口等。
- ICM7211MIPL 和 ICM7211AMIPL 提供了 4 位数字输入端, 2 位地址输入和 2 位片选信号输入, 从而实现与 MPU 总线的直接接口, 如图 6-9(b) 所示。

• ICM7211 提供了两套译码表。ICM7211IPL 和 ICM7211MIPL 译码为 BCD——十六进制数, 即 0~9, A~F。ICM7211AIPL 和 ICM7211AMIPL 的译码则为 BCD——0~9, -, E, H, L, P, “空”。

ICM7211 有完整的脉冲发生器, 它由 RC 振荡器、128 分频电路、背电极 BP 驱动器和使能检测器等组成, 如图 6-9(a) 所示。对外它有两个引脚, OSC 和 BP, 在 ICM7211 单独使用或级联主机使用时, OSC 浮空使 BP 驱动器工作。内部振荡器生成 19kHz 的脉冲序列, 经 128 分频后供给 BP 驱动器约 150Hz 的脉冲。此时 BP 为输出状态, 一方面它提供片内 4 位段驱动器的信号作用, 另一方面完成液晶显示器件背电极驱动和级联从机的同步交流信号源的功能。这部分 BP 具有相当于 16 位 1.5 英寸字符的背电极的驱动能力。所以, 如果级联工作的芯片大于 4 片时, 则建议使用外部交流信号源, 所有的 ICM7211 全为从方式工作, 并且要求外部交流信号源有能力驱动非常大的电容负载和 1~2μs 的脉冲上升沿和下降沿的延时时间。外部脉冲信号源的最大频率约为 150Hz。在级联从机使用时, ICM7211 的 OSC 端接地, 封锁 BP 驱动器, BP 端此时为输入端, 连接外部 BP 发生源为本片内部 4 位段驱动器提供交流信号。

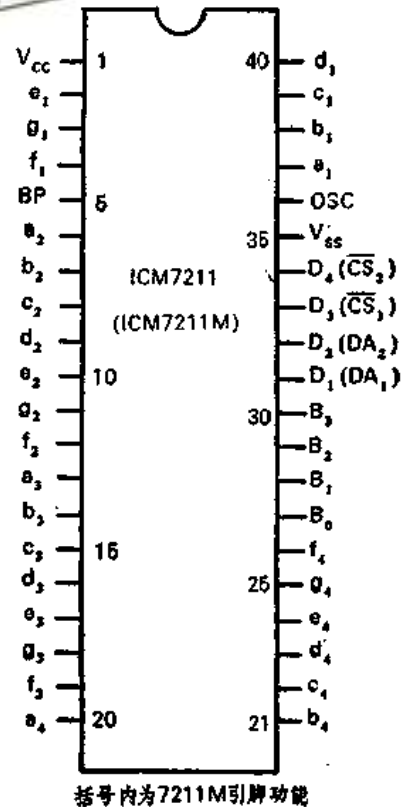
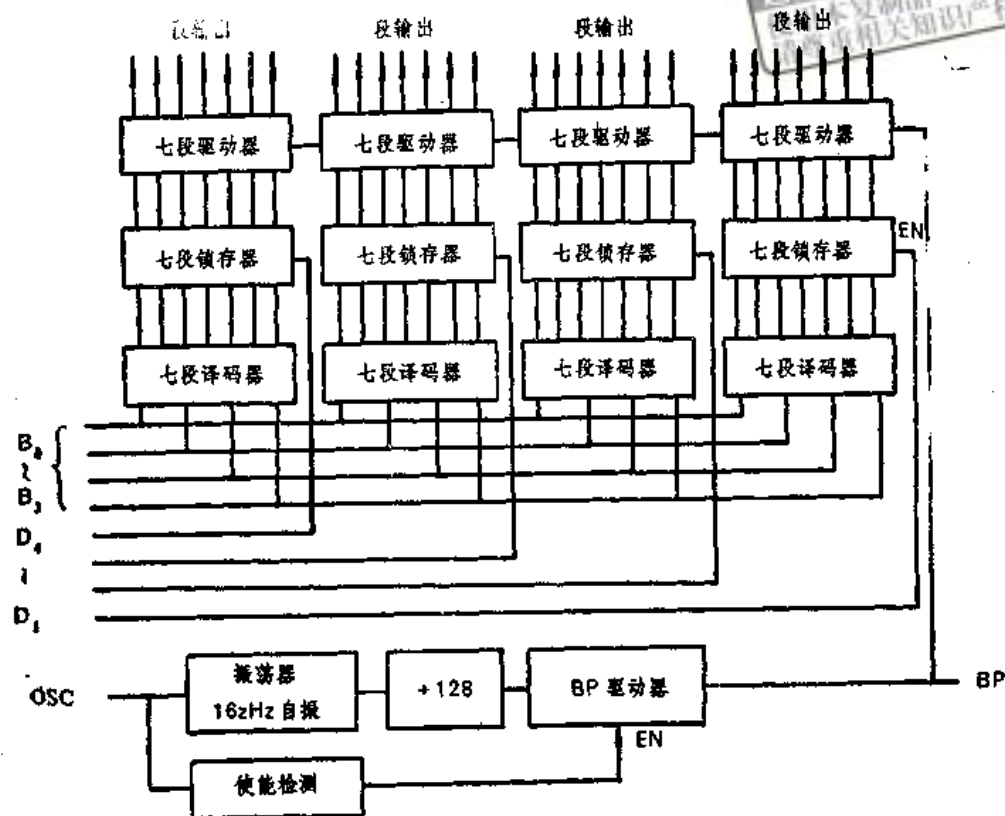
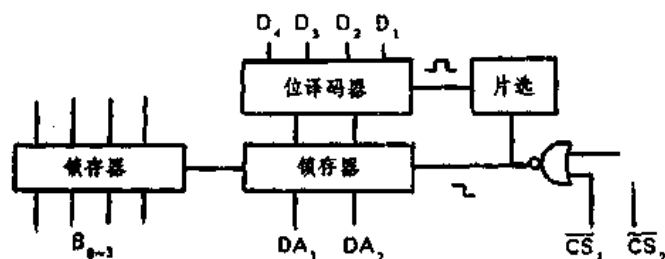


图 6-8 ICM7211 系列引脚图



(a) 7211原理图



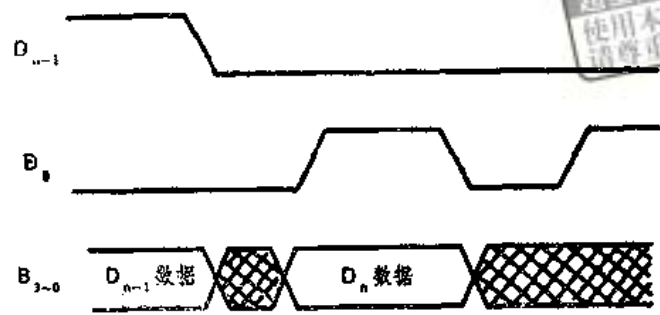
(b) 7211M 数据接口电路原理

图 6-9 ICM7211 的原理图

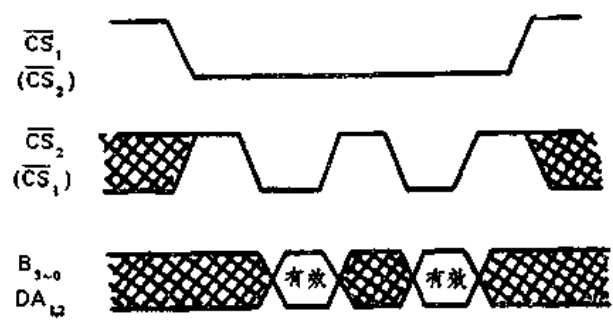
ICM7211(A) IPL 输入结构为 4 位数据线 $B_{3\sim0}$ 和 4 位位选线 $D_{1\sim4}$ 。数据线 $B_{3\sim0}$ 输入为 BCD 码，BCD 码经译码后输出七段显示字形。4 位位选线 $D_{1\sim4}$ 分别控制 4 位七段译码锁存器，每一位都是“1”选通，“0”封锁，它们可以同时为“1”，即 4 位可以全选通，也可以 4 位全为“0”，即 4 位全封锁，也只有这时，数据线 $B_{3\sim0}$ 的变化才不会影响显示。它们的工作时序如图 6-10(a) 所示。由于 ICM7211(A) IPL 没有片选信号，所以不适合直接挂在 MPU 的总线上，它们必须通过 I/O 接口受 MPU 的控制。

ICM7211(A) MIPL 的输入结构为 4 位数据线 $B_{3\sim0}$ 。这部分与 ICM7211(A) IPL 相同，但它们把 ICM7211(A) IPL 的 4 位位选线改进为 2 位位地址线 DA_2 、 DA_1 和 2 位片选信号 $\overline{CS}_2$ 、 $\overline{CS}_1$ 。

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！



(a) ICM7211(A)工作时序



(b) ICM7211 M 工作时序

图 6-10 ICM7211工作时序

$\overline{CS}_1$ ，其真值表如表6.2所示。

ICM7211(A) MIPL 工作时序如图 6-10(b) 所示，在 $\overline{CS}_1$ 和 $\overline{CS}_2$ 都为“0”时，该片才被选通。数据和位地址被写入输入缓冲锁存器内。在任一片选信号 $\overline{CS}_1$ 或 $\overline{CS}_2$ 的上升沿时，数据被译码并存入相应的输出锁存器内。

ICM7211应用电路如图6-11所示。

表 6.2

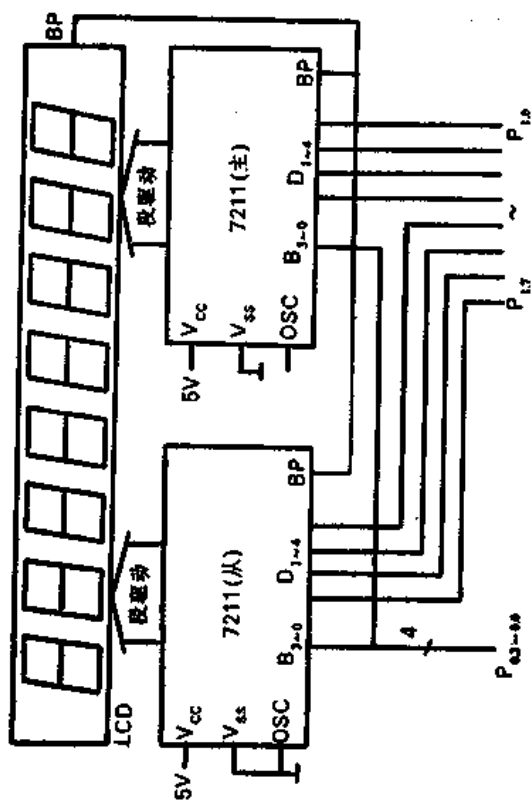
$\overline{CS}_2$	$\overline{CS}_1$	DA_2	DA_1	功 能
0	0	0	0	D_4 位
0	0	0	1	D_5 位
0	0	1	0	D_6 位
0	0	1	1	D_7 位
其 它		×	×	未选

6.1.3 使用 MPU 静态驱动液晶显示器件

把液晶显示器件直接与 MPU 连接，然后通过软件编程实现对液晶显示器件的驱动，这也是实现液晶显示器件驱动的一种方法。图6-12绘出了用 8751 的 P_1 、 P_2 、 P_3 三个并行口联合驱动 $3\frac{1}{2}$ 位液晶显示器件的电路，使用晶振为6MHz。

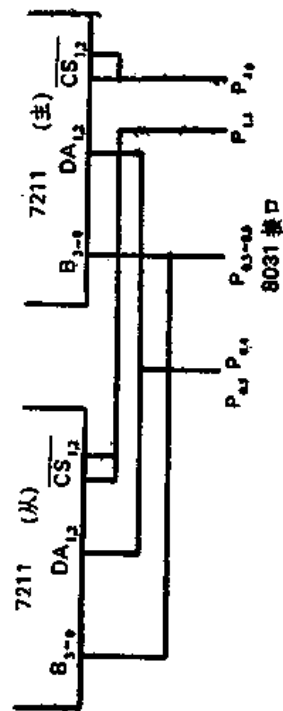
这种驱动方法的实现主要是通过软件程序在 P_1 、 P_2 、 P_3 口实现液晶显示器件的静态驱动原理。编程的基本思路是：

- (1) 显示位的段电极状态与BP 不在同一状态位上，即当 $BP = 1$ 时，段电极为“0”；当 BP



(a) 7211 应用电路

(b) 7211M 数据接口应用电路



(c) 7211M 数据接口应用电路

图 6-11 ICM7211 应用电路

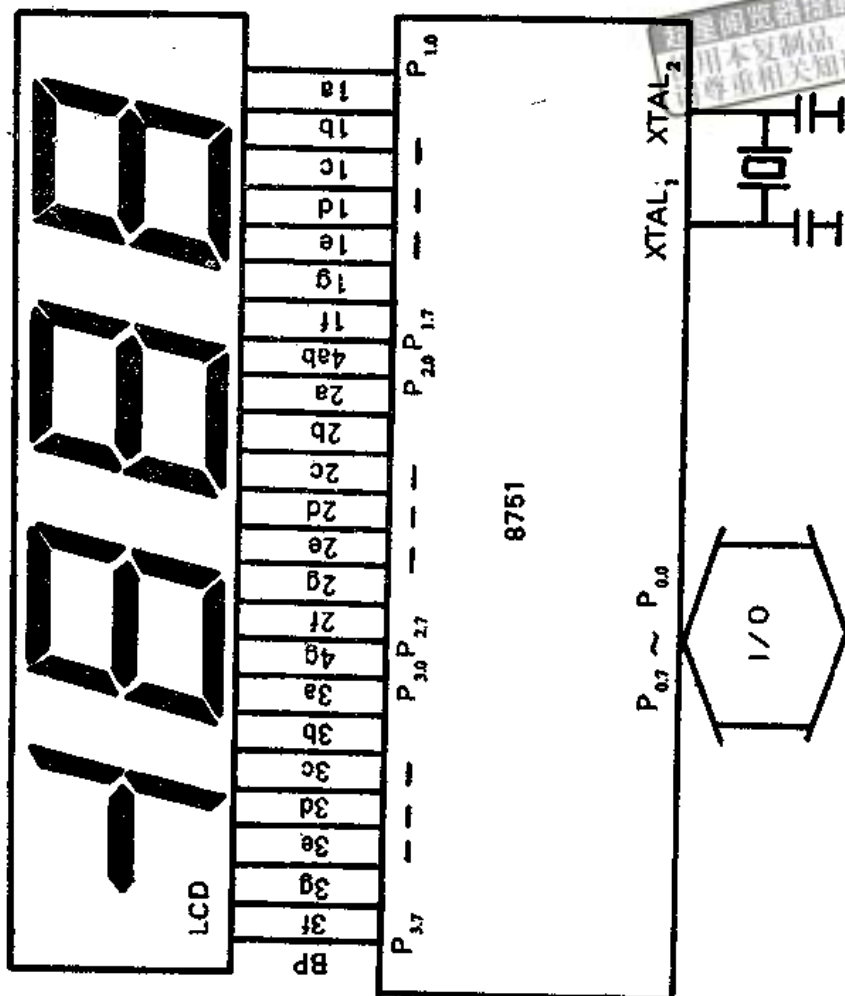


图 6-12 8751 驱动 3 1/2 LCD 电路原理图

$= 0$ 时, 段电极“1”;

(2) 不显示位的段电极状态与 BP 相同;

(3) 交流波形, 定时间隔地将驱动信号求反, 以实现波形的变化。

在编程时首先要建立显示缓冲区及显示字形数据, 比如把20~22H单元设置为显示位相对应的显示缓冲区, 及该区存储显示的数据。同时建立驱动区23~25H单元, 用来实现驱动波形的变化。如表 6.3 所示。

表 6.3

	RAM 单元地址	内 容 分 配							
		D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
显 示 缓冲区	20H	4a	1f	1g	1e	1d	1c	1b	1a
	21H	4e	2f	2g	2e	2d	2c	2b	2a
	22H	BP	3f	3g	3e	3d	3c	3b	3a
驱动区	23H	P ₁							
	24H	P ₂							
	25H	P ₃							

在显示缓冲区中, 主程序是可以随机地写入数据的, 现设定显示位为“1”, 不显示位为“0”。所以在写完显示数据后要将 BP 位置成“0”状态。从而表示显示数据有效。

在显示的驱动区内, 显示程序将显示缓冲区内有效的显示数据读入相应的驱动区单元内输出给P₁、P₂、P₃, 然后把驱动区各单元内容求反, 再输出给 P₁、P₂、P₃, 这样循环下去, 在显示器件上形成了交流驱动波形, 从而达到显示的效果。驱动程序如下:

占用寄存器: R0, R1, R2, A;

```

ORG 000BH          ; 定时器 0 中断入口
PR1: MOV TL0, #0EFH ; 设置时间常数
      MOV TH0, #0D8H ; 扫描频率 = 50Hz
      MOV 30H, A      ; A入“栈”
      MOV 31H, R1     ; R1入“栈”
      MOV R0, #20H    ; R0 = 显示缓冲区首址
      JNB 17H, P11    ; BP = 0 为有效数据
      MOV R0, #23H
P11:  MOV R1, #23H     ; 驱动区首址
      MOV R2, #03H    ; 循环量
P12:  MOV A, @R0       ; 产生交变信号
      CPL A
      MOV @R1, A
      INC R0
      INC R1
      DJNZ R2, P12
      MOV P1, 23H     ; 驱动输出
      MOV P2, 24H
      MOV P3, 25H
      MOV A, 30H      ; 出“栈”

```

```

MOV R1, 31H      , 出“栈”
SETB 17H         , BP=1为无效数据
RETI

```



驱动程序使用了定时器0中断方式，定时器每20ms中断一次，驱动程序中要判断显示缓冲区BP位状态。当BP=1时，驱动程序仅在原驱动区内数据求反，输出驱动液晶显示器件以实现交流波形驱动。当BP=0时，将显示缓冲区数据取出，更新驱动区数据来实现新内容的显示。

在主程序中，要实现中断方式驱动液晶显示器件，需要设置一些初始化值，同样在显示缓冲区写入数据00H以实现显示缓冲区的初始化。另外，向显示缓冲区写入数据，该数据由字符代码转换成显示字形码，其码表TAB将存放用户根据自己系统需要设置的字形码。其字符代码将是码表TAB的偏移地址量。主程序及数据写入子程序如下：

初始化程序段：

```

...
CLR A            , 初始化
MOV P1, A
MOV P2, A
MOV P3, A
MOV 20H, A
MOV 21H, A
MOV 22H, A
MOV TMOD, #31H   , 定时器0为定时状态
MOV TH0, #0D8H   , 设置时间常数
MOV TL0, #0EFH   , 扫描频率=50Hz
MOV IE, #82H     , 开中断
SETB TR0         , 启动定时器0
...

```

数据写入子程序 占用寄存器：R1, A, DPTR；

输入寄存器：R1 显示缓冲区地址，A 显示字符代码

```

PR2,      MOV DPTR, #TAB          , 设置表地址
          MOVC A, @A+DPTR         , 取显示字形码
          MOV @R1, A              , 送入
          CLR 17H                 , BP=0为有效数据
          RET
TAB, DB   ...                    , 显示字符字形码表

```

6.1.4 40路液晶显示驱动器HD44100的应用

HD44100是一个通用型液晶显示驱动器，它由两个独立的20路液晶显示驱动电路组成，它的引脚图和原理图分别如图6-13和图6-14所示。HD44100接收来自显示控制器的时序信号和串行数据，并把它们转换成相应的液晶驱动波形输出，HD44100既可以静态驱动方式工作也可以动态驱动方式工作，显示驱动所用的偏置电压可从静态（1/1偏压）到1/5偏压级，由于两路驱动电路相互独立，所以HD44100既可作为列驱动器（段驱动器）也可作为行驱动器使用，还可作为列（段）驱动器和行驱动器共同使用。由于HD44100的逻辑线路

与液晶显示驱动电路是相对独立的, 所以 HD44100 可适用于多种控制器和液晶显示器件。

HD44100 是典型的串行数据输入形式的液晶显示驱动器, 所以这里介绍的 HD44100 也可以作为第五章液晶显示驱动原理的实例。

1. HD44100 的各功能块及其引脚作用

(1) 20位双向移位寄存器

该寄存器用于接收来自控制器的显示数据。为了便于接口线路的设计, 寄存器采用了双向传输的移位功能, 传输方向由引脚SHL₁(SHL₂)电位控制, 其控制逻辑由表 6.4 表示。

其中 DL、DR 为串行数据输入或输出口。

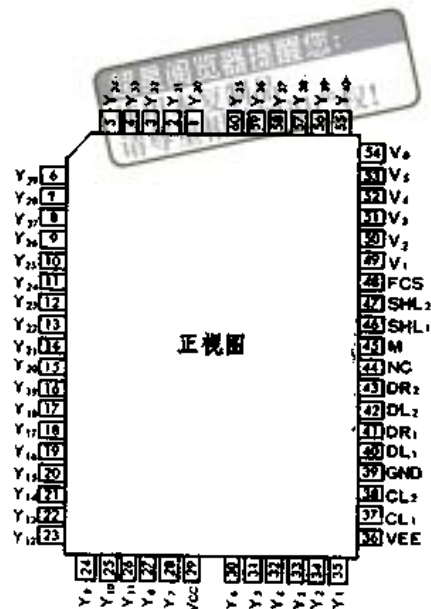


图 6-13 HD44100 引脚图

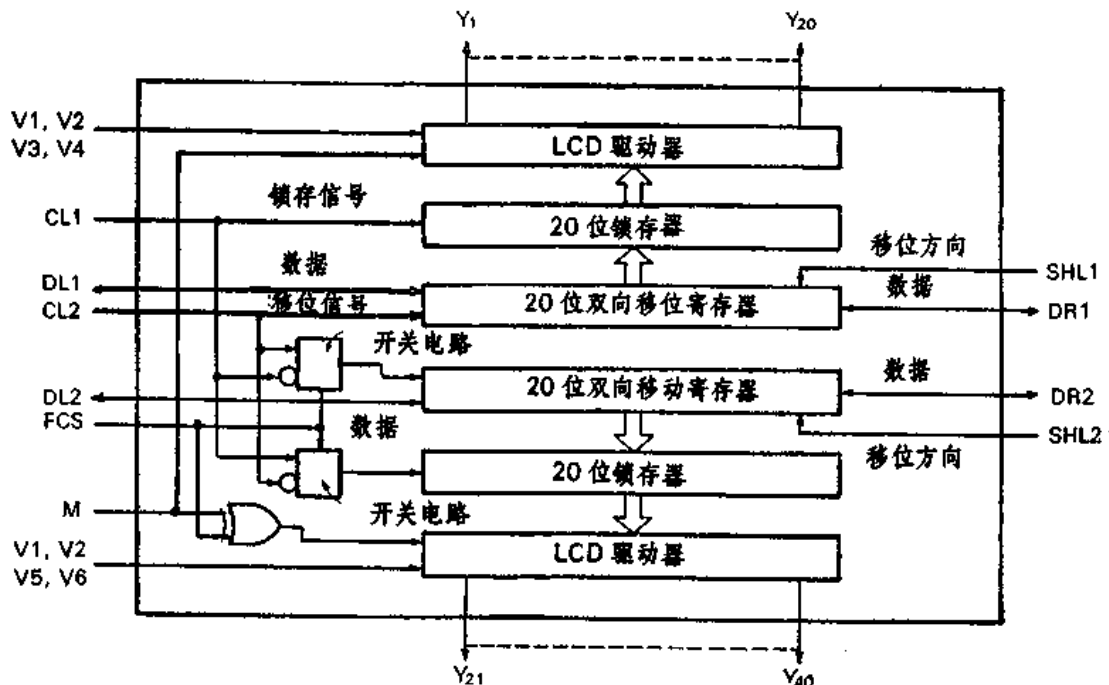


图 6-14 HD44100 原理框图

表 6.4

SHL ₁ (SHL ₂)	DL ₁ (DL ₂)	DR ₁ (DR ₂)	功 能
1	输出	输入	数据左移
0	输入	输出	数据右移

移位寄存器的移位脉冲 CL₂ 由控制器产生, 以保证各驱动器之间及与控制器传输数据的同步。

(2) 20位锁存器

20 位锁存器的作用是当移位寄存器内数据传输到位后, 将移位寄存器串行传输的数据转换成并行数据锁存保持, 并且输出给液晶显示驱动电路。20 位锁存器有三个功能: 一是

提供液晶显示驱动电路的各路显示特性数据，“1”为显示，“0”为不显示；二是作为电平的转换电路，在20位锁存器的输入之前，电路工作在逻辑电源+5V，而在其输出之后，数据进入了驱动电源 $V_{cc}-V_{ee}$ ，三是在允许液晶显示驱动的同时，移位寄存器继续接收下一扫描行的显示数据，20位锁存器的控制信号仅有锁存脉冲信号 CL_1 。

(3) 液晶显示驱动电路

液晶显示驱动电路的作用是产生液晶驱动波形，这个波形为交变波形，它的产生及频率受控于由M引脚输入的控制器交流驱动波形信号，而波形峰值电压的选择则根据相应的锁存器内数据决定，偏置电压由 $V_1 \sim V_6$ 提供，它们的作用分别为：

- V_1 、 V_2 ：选择显示的波形高、低电平；
- $V_3 \sim V_4$ ：通道1未选显示的波形高、低电平；
- $V_5 \sim V_6$ ：通道2未选显示的波形高、低电平。

液晶显示驱动电路有 20×2 路驱动输出 $Y_1 \sim Y_{40}$ 它们将直接驱动液晶显示器件。

(4) 列驱动电路转换成行驱动电路的转换逻辑

在通道2的控制线路中，增加了一套转换开关电路，它的作用就是将通道2的列驱动电路功能转换成行驱动电路功能，从而实现HD44100可作为行驱动使用的功能。从5.2节的液晶驱动原理可知，行驱动器与列驱动器的不同点在于移位脉冲的不同、偏置电压的不同及输入数据的不同，这套转换逻辑就是将现有的输入控制信号 CL_2 、 CL_1 和M转换成符合行驱动器功能的时序信号，转换电路的启动由引脚FCS控制。其作用如表6.5所示。FCS还把液晶

表 6.5

功 能	FCS	锁存信号	移位信号	M极性
列驱动器	0	$CL_1 \downarrow$	$CL_1 \downarrow$	M
行驱动器	1	$CL_2 \uparrow$	$CL_2 \uparrow$	$\bar{M}$

表 6.6

FCS	数 据	M	通 道 1	通 道 2
1	1 选择	1	V_1	V_2
		0	V_3	V_4
	0 未选	1	V_5	V_6
		0	V_1	V_2
0	1 选择	1	V_1	V_1
		0	V_2	V_2
	0 未选	1	V_3	V_3
		0	V_4	V_4

显示偏置电压由列驱动方式转换成行驱动方式，如表6.6所示。HD44100的驱动波形由图6-15所示。

超星阅读器提醒您：
使用本软件制品
请遵守相关版权！

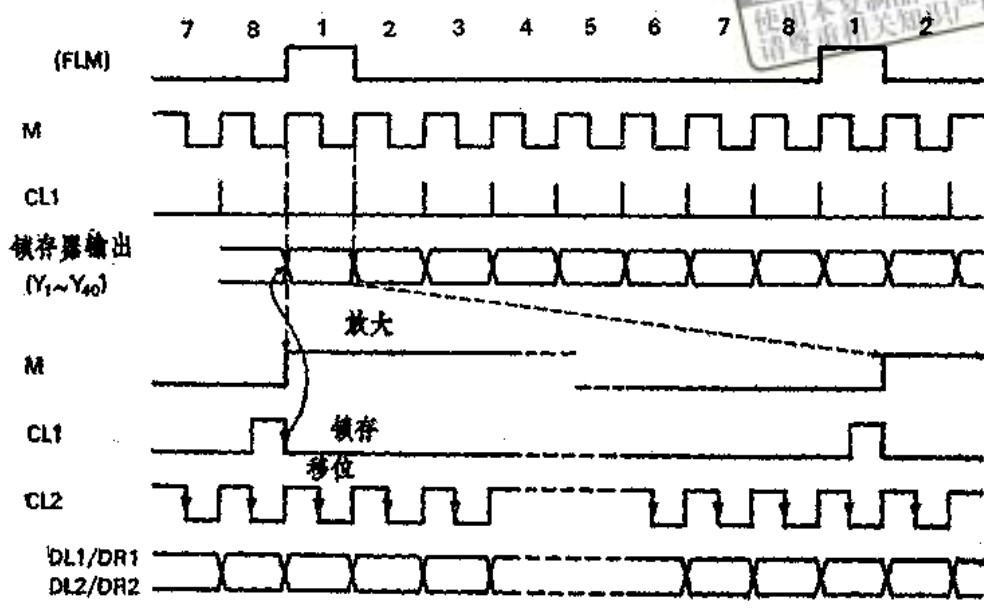


图 6-15 HD44100驱动波形时序图

2. HD44100的静态驱动应用

HD44100 是最通用的低价格液晶显示驱动器。这里仅举例介绍 HD44100 静态驱动方式的应用，至于动态驱动方式的应用将在下一章介绍。HD44100 用于静态驱动的方法如图 6-16 所示。 V_1 、 V_4 和 V_6 接至 V_{cc} ， V_2 、 V_3 和 V_5 接至 GND，FCS 接 GND 作为列驱动器使用。此方式下数据在 CL_2 传输，在 CL_1 锁存。 CL_1 的频率成为液晶显示器件的帧频率。M 脚提供的信号必须是 CL_1 频率的二倍，M 信号应为 50% 占空比的方波，其频率取决于

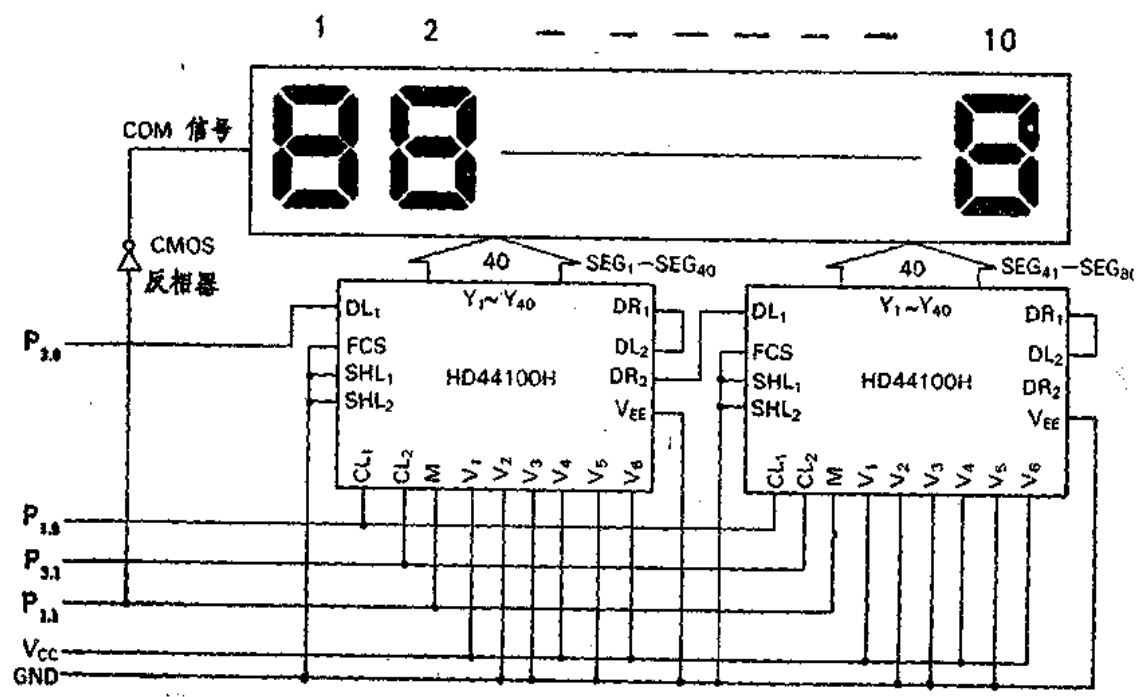


图 6-16 HD44100 静态驱动方法电路

液晶显示器件的要求, 范围在 $50 \sim 500$ Hz。HD44100 的控制器可以用液晶显示控制也可用 MPU 控制。本图例中使用 8031 单片机为控制器样机控制 HD44100 的控制时序及数据传输。控制功能全部由软件实现。在编程时需要注意的是:

- (1) M 信号必须是 50% 方波;
- (2) M 和 CL_1 同步下降, 以减少波形中的直流分量。

在软件编程中使用的方法是:

- (1) 设置显示缓冲区 $20 \sim 29$ H, 用来存储从第 10 位到第 1 位的显示字形码;
- (2) 采用了串行口方式 0 数据传输方式, 其 RXD ($P_{3.0}$) 发送数据, TXD ($P_{3.1}$) 产生移位脉冲。

(3) 采用定时器 0 定时中断方式产生 M 交流驱动信号, 但要求 M 与 CL_1 同时下降, 并且是 CL_1 的频率的二倍。定时为 20ms, 即 M 频率为 50Hz。注意, M 为 20ms 翻转一次, 数据 40ms 更新一次。

软件驱动的初始化程序段如下:

```

;
MOV R0, #20H      ; 显示缓冲区首址
CLR A
MOV R2, #0AH      ; 循环量
L1: MOV @R0, A      ; 清 0
    DJNZ R2, L1
    CLR P1.0        ;  $CL_1 = \uparrow$ , M = 0
    MOV TL0, #0EFH  ; 设置时间常数
    MOV TH0, #0D8H  ; 扫描频率 = 50Hz
    MOV TMOD, #31H  ; 定时器 0 为定时状态
    MOV SCON, #00H  ; 串行口为方式 0 发送方式
    MOV IE, #82H    ; 开中断
    SETB TR0        ; 启动定时器 0
;

```

时序控制与数据传输子程序如下:

占用寄存器: R0, R2, A;

```

ORG 000BH          ; 定时器 0 中断入口
PR1: MOV TL0, #0EFH ; 设置时间常数
      MOV TH0, #0D8H ; 扫描频率 = 50Hz
      MOV R2, #0AH   ; 循环量
      MOV R0, #20H   ; 显示缓冲区首址
P11:  MOV A, @R0      ; 取数
      MOV SBUF, A     ; 发送
      INC R0          ; 地址加 1
P12:  JNB TI, P12     ; 发送结束 (TI = 1)?
      DJNZ R2, P11
      CLR TI          ; TI 复位
      CPL P1.0        ; M,  $CL_1$  信号翻转, (注  $CL_1$  在  $\uparrow$  时无作用)
      RETI

```

此程序正是使用了 $CL_1 \downarrow$ 的特点使 CL_1 与 M 同步变化, 每中断两次更新一次数据。因为在

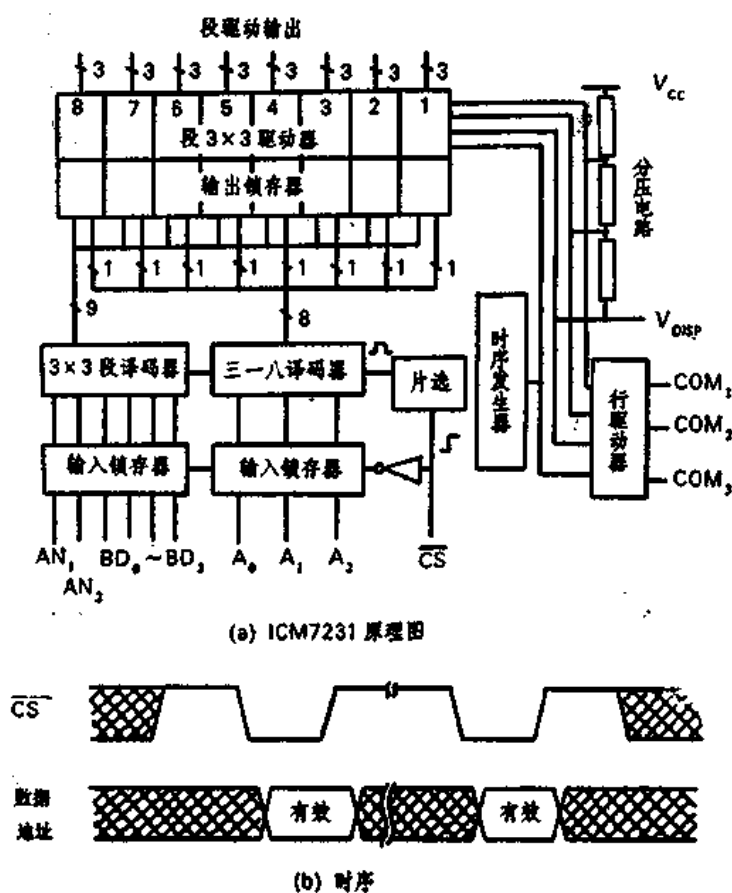
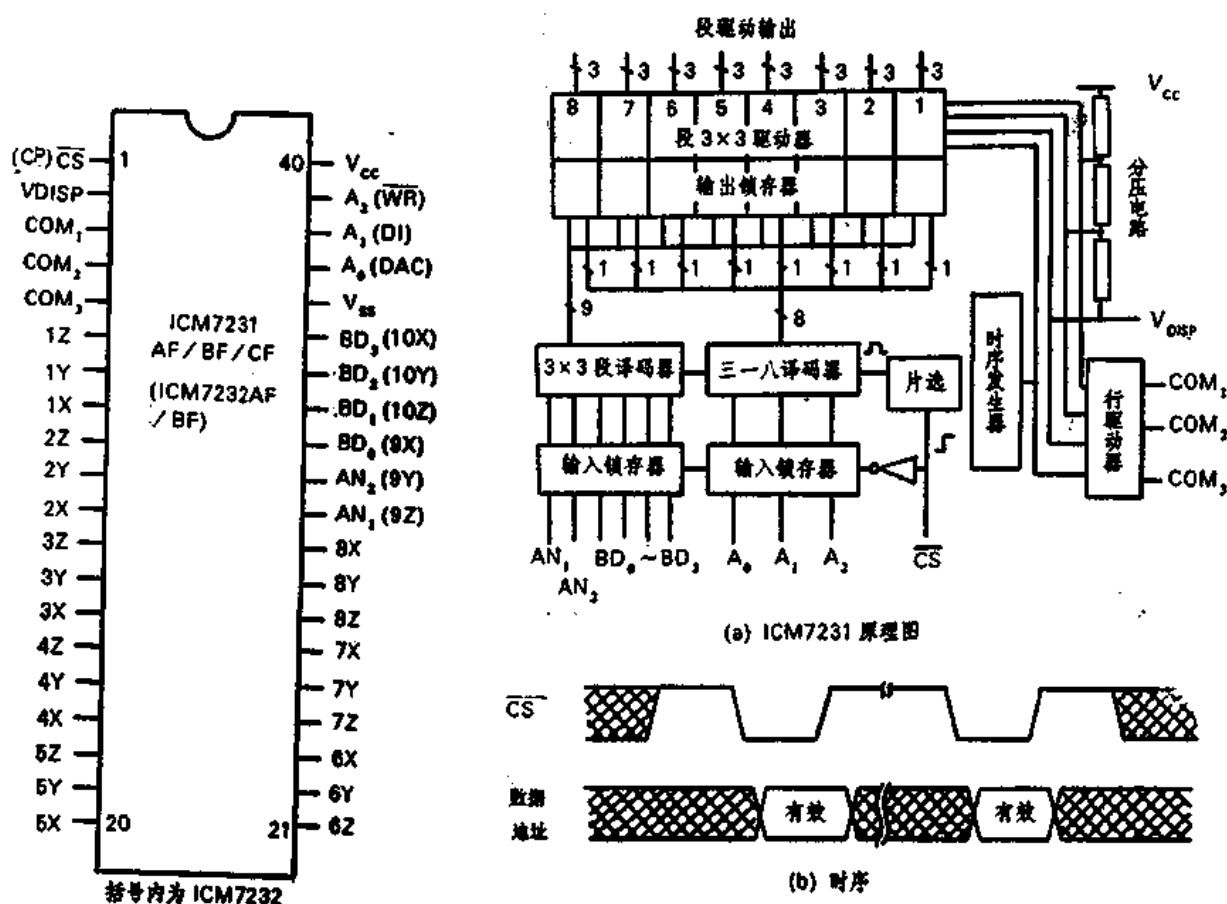
其中一次，脉冲上升沿时 CL_1 无效。

6.2 动态驱动应用电路

当段型液晶显示器件的电极呈矩阵式排布，即多路背电极驱动时，就不能使用静态驱动方法作为显示驱动，因此上一节所介绍的芯片类型（HD44100 除外）就不能使用了。本节将介绍几种用于段型液晶显示动态驱动的集成电路。

1. ICM7231

ICM7231 是 8 位九段（其中包括七段数字显示，二段信号指示）数字的 1/3 占空比的液晶显示驱动器。ICM7231 引脚图由图 6-17 所示。



ICM7231 自备一套完整液晶显示驱动器，原理图如图 6-18(a) 所示，它由显示时序发生器、段驱动器、输出锁存器、数据译码器、位地址译码器行驱动器、显示电压发生器以及数据、地址并行输入锁存器等组成。输入结构拥有 6 位并行数据线 $DB_3 \sim 0$ 、 AN_2 、 AN_1 ，其中 AN_2 、 AN_1 是专用于信号指示段点亮的数据输入，还有 3 个地址位 $A_2 \sim 0$ ，用以选通 8 位中 1 位，ICM7231 输入部分还具有片选信号 CS ，用于 ICM7231 输入部分的选通。在输出结构中包括三个行驱动输出 $COM_3 \sim COM_1$ 和 8 组段选显示驱动输出 iX 、 iY 、 iZ 。为了提高显示的

对比度, ICM7231 还设置了液晶显示驱动电压 V_{DISP} 端, 用来满足液晶驱动的需要, V_{DISP} 取值在 $0 \sim V_{CC}$ 范围内。显示所用的偏压由片内电阻链提供, 其形式为 $V_{CC} - V_{DISP}$ 的分压形式, 使用时调整 V_{DISP} 将调整显示的对比度, V_{DISP} 开路或 $V_{CC} - V_{DISP} < 1V$ 时, ICM7231 不工作, 所有显示为“1”; V_{DISP} 决不能小于 $0V$, 否则将损坏 ICM7231。

由于 ICM7231 的输入结构, 允许其与 MPU 直接联接, 在应用时, 6 位数据线可直接挂在 MPU 数据总线上, 3 路地址线与片选信号将受 MPU 的地址线和写控制信号线的控制。时序图如图 6-18(b) 所示。应用电路由图 6-19 表示。

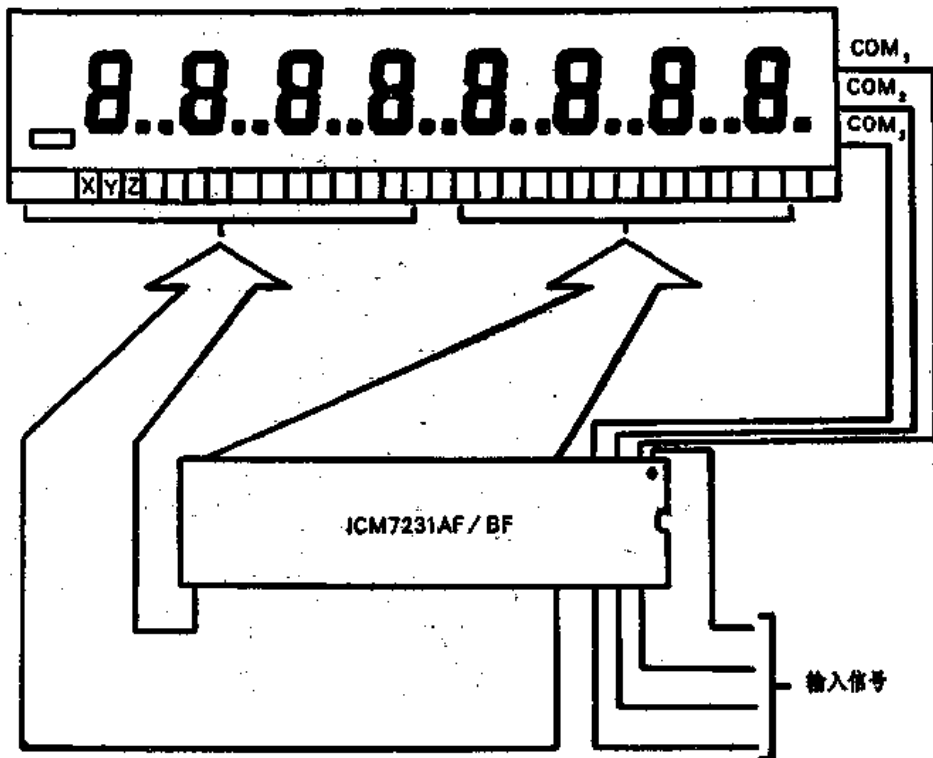


图 6-19 ICM7231 应用电路

2. ICM7232

ICM7232 是 10 位九段数字液晶显示驱动器它的各项功能与 ICM7231 大体相同, 引脚图如图 6-17 所示只是输入结构改为串行结构, 用节省下来的 6 个端口改为段驱动输出, 从而使其驱动能力比 ICM7231 增加了两位。在输入结构上 ICM7232 把 ICM7231 的数据输入和地址的锁存器改为具有并行输出的串行移位寄存器, 并且把单一的片选电路加强成串行输入的控制逻辑电路, 如图 6-20(a) 所示。这样 ICM7232 的输入结构有四个引脚端, 它们是:

(1) 数据、地址输入端 DI (pin38): 用于向 ICM7232 传送显示数据和地址, 它由 10 位组成, 按移位寄存器的并行输出位置排列为:

移位寄存器位置:	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
各位意义	AN ₁	AN ₂	BD ₀	BD ₁	BD ₂	BD ₃	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	DI

(2) 数据移位寄存器及控制逻辑时钟 CP (pin1): CP 把当前 DI 呈现的数据输入进

移位寄存器内第一位,同时将寄存器内所有数据向前移动一位。CP 上升沿有效,由于 DI 输入最多为 10 位数据,所以当 CP 连续的第 11 个脉冲到来时,将产生移位寄存器和控制逻辑的复位,从而防止不正确的数据被译码。

(3) 数据接收输出信号 DAC (pin37): 这是 ICM7232 向控制器发送的应答信号,在数据输入 8 位时 DAC 为低,一直保持到第 10 位的输入。它表示允许控制器发出写入信号将当前移位寄存器内容译码写入输出寄存器内。在输入单元复位时, DAC 恢复为“1”状态。DAC 的输出可驱动一个 LSTTL 负载,并且具有上提和下拉电流的驱动能力。

(4) 写信号输入端 $\overline{\text{WR}}$ (pin39): 当 DAC 为低时, $\overline{\text{WR}}$ 的上升沿将移位寄存器内的数据译码并送入输出锁存器内,然后将输入单元复位,当 DAC 为高时, $\overline{\text{WR}}$ 的上升沿仅完成输入单元的复位功能。

根据这四个输入端的功能, ICM7232 的输入时序如图 6-20 (b) 所示,其工作程序为:

- ① 在 $\text{DAC} = "1"$ 时 $\overline{\text{WR}}$ 产生负脉冲将输入单元复位;
- ② 输入数据;
- ③ 自输入第 8 个数据时起, $\text{DAC} = "0"$;
- ④ 当所需的数据已输入后,发出 $\overline{\text{WR}}$, 将数据译码并输出给输出锁存器内锁存,而后

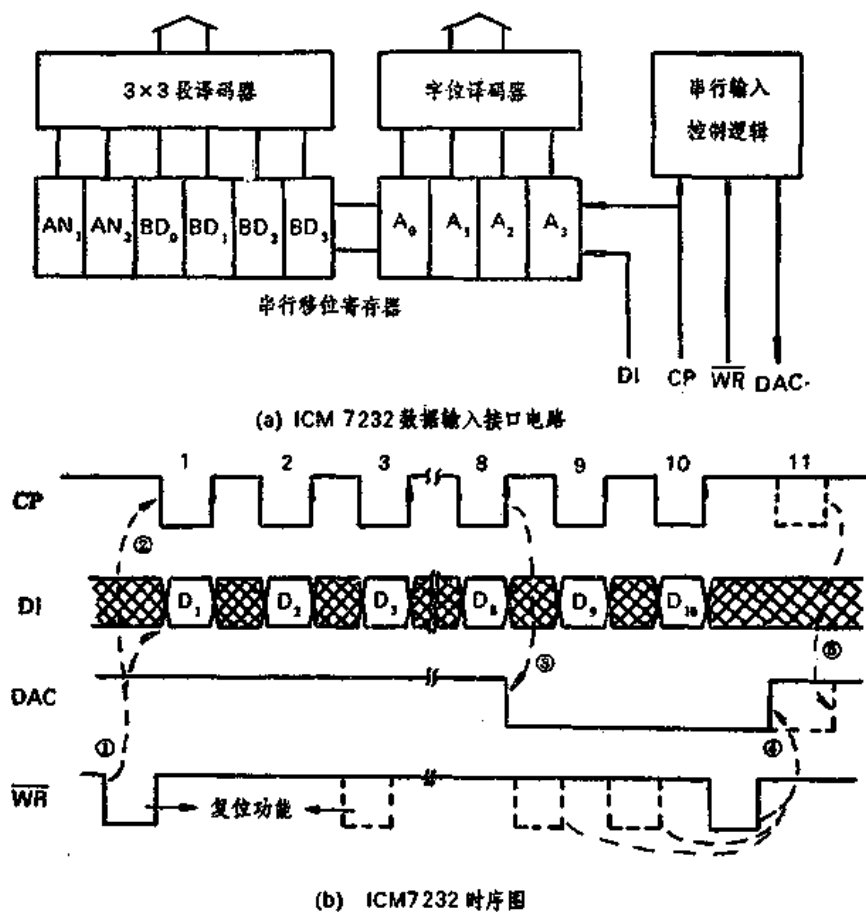


图 6-20 ICM7232 数据输入电路和输入时序图

将输入单元复位，DAC 恢复“1”状态；

⑤ 在输入10个数据后，仍未出现 $\overline{\text{WR}}$ 信号，则在第 11 个 CLK 上升沿后输入单元复位。

由于在输入第 8 位数据后，DAC 变为“0”，所以输入的数据可为 8 位、9 位或 10 位，根据传送到移位寄存器所对应的位置，8 位数据则不含有 AN_1 和 AN_2 ，9 位数据不启用 AN_1 。



第七章 字符型液晶显示模块的应用

字符型液晶显示模块是一类专门用于显示字母、数字、符号等的点阵型液晶显示模块。在显示器件的电极图形设计上,它是由若干个 5×7 或 5×11 等点阵字符位组成。每一个点阵字符位都可以显示一个字符。点阵字符位之间空有一个点距的间隔起到了字符间距和行距的作用。字符型液晶显示模块是在一块双面印刷线路板上,它的一面用导电橡胶将电路与液晶显示器件连接,另一面装配所需要的驱动器和控制器以及驱动所需的分压电路。在我国,字符型液晶显示模块的应用以日本DMC系列字符型液晶显示模块为主流产品。这类模块的控制器为日本日立公司的HD44780及其替代的集成电路,驱动器为HD44100及其替代的集成电路。本章将以DMC-20203字符型液晶显示模块为例,详细介绍字符型液晶显示模块的应用技术。

7.1 字符型液晶显示控制及驱动器 HD44780

HD44780是集驱动器与控制器于一体,专用于字符显示的液晶显示控制驱动集成电路。HD44780是字符型液晶显示控制器的代表电路,熟知HD44780,将可通晓字符型液晶显示控制器的工作原理。

7.1.1 HD44780 特点

1. HD44780不仅作为控制器而且还具有驱动 40×16 点阵液晶像素的能力,并且HD44780的驱动能力可通过外接驱动器扩展360列驱动;

2. HD44780的显示缓冲区及用户自定义的字符发生器CGRAM全部内藏在芯片内;

3. HD44780具有适用于M6800系列MPU的接口,并且接口数据传输可为8位数据传输和4位数据传输两种方式;

4. HD44780具有简单而功能较强的指令集,可实现字符移动、闪烁等显示功能。

7.1.2 HD44780 的硬件工作原理

HD44780的引脚图和原理框图如图7-1和图7-2所示,现按照§5.3节的分析方法,分析HD44780的工作原理;

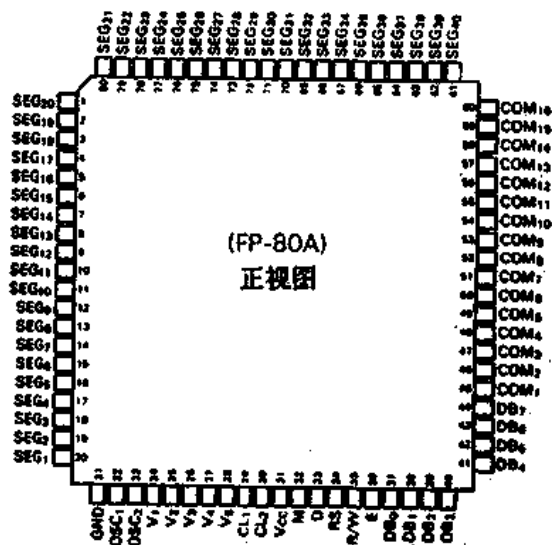


图 7-1 HD44780 引脚图

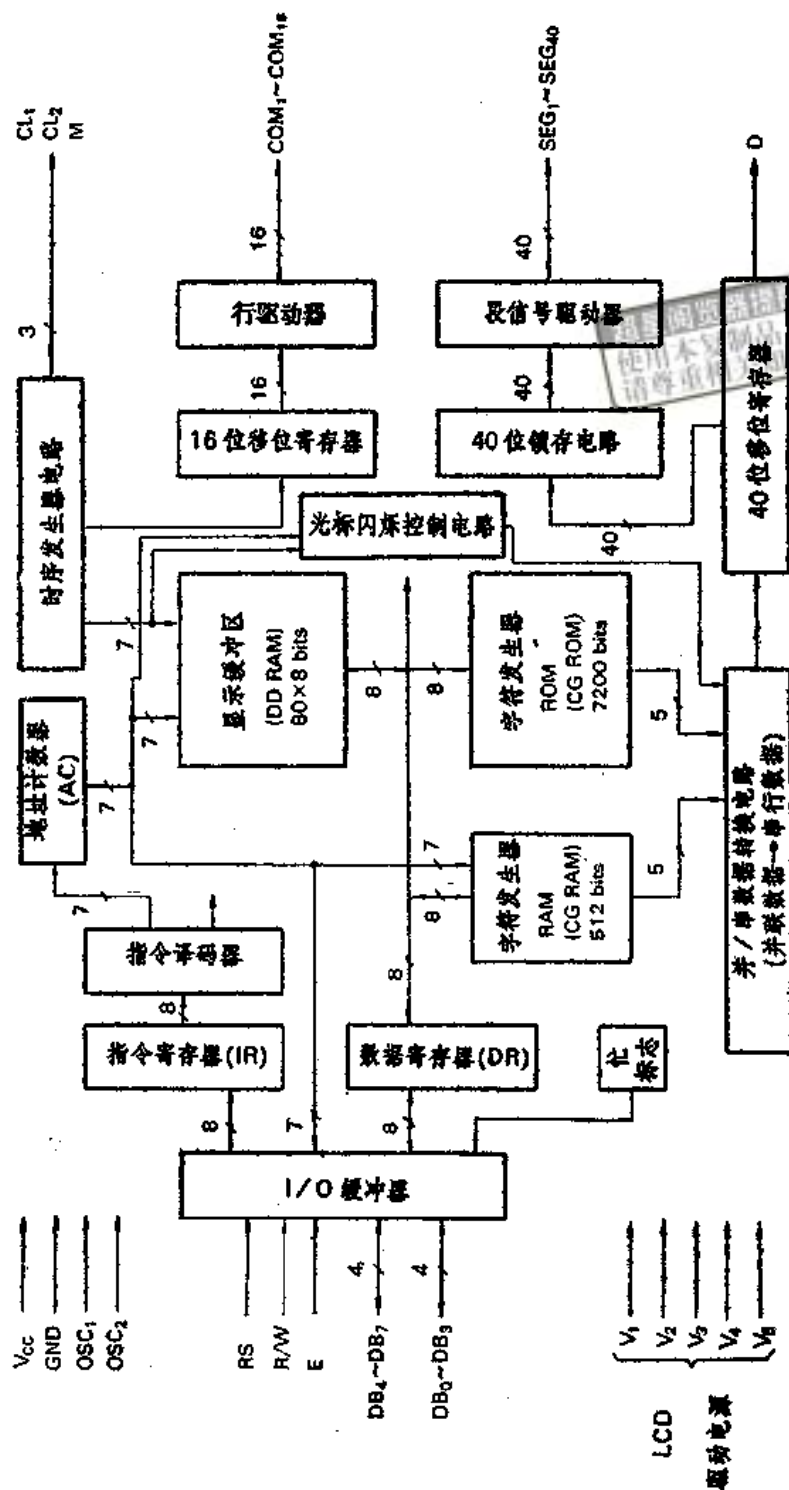


图 7-2 HD44780 原理框图

1. 接口部

HD44780 在与 MPU 接口部控制时序适合于 M6800 系列 MPU，其内部寄存器都通过 I/O 缓冲器与接口的数据总线连接，I/O 缓冲器除了具备一般 I/O 接口的缓冲器功能外，还具有将 MPU 的 4 位数据方式传输来的信息转换成内部的 8 位数据传输的能力，从而使

HD44780 有较宽的适应能力。

HD44780 接口中有两个寄存器直接与 I/O 缓冲器连接。一个是指令寄存器 IR，它用于存储指令代码，诸如清屏、光标移动和显示缓冲区地址等，指令寄存器只能由 MPU 写入而不能被读出。另一个寄存器是数据寄存器 DR，它用于暂存 MPU 送入显示缓冲区单元或字符发生器 CGRAM 单元的数据。也是 MPU 读取这些单元数据时的暂存器。与 I/O 缓冲器有联系的还有一位忙“BF”标志位和地址计数器 AC 的输出。MPU 只可以直接读取它们的信息。忙标志位 BF 是 HD44780 向 MPU 提供的唯一 1 位状态信号，它反映 HD44780 内部运行时序状态。BF=1 表示内部控制电路正在处理指令寄存器内的指令代码及数据寄存器内的数据，这时 HD44780 内部电路将封锁接口部的 I/O 缓冲器，不接收 MPU 发来的任何指令代码或数据。当 BF=0 时，HD44780 向 MPU 表示已准备好接收状态，可以随时接收 MPU 发来控制信号与数据。MPU 在访问 HD44780 时必须先读取 BF 信号，以判断 HD44780 的工作状态。

接口部的数据总线为：

DB_{7~4} 三态 8 位数据总线的高 4 位，也可作为 4 位数据总线使用。

DB_{3~0} 三态 8 位数据总线的低 4 位，在 4 位数据总线方式下无用。

HD44780 的数据总线的这种特性可使其适应于 MPU 的 8 位数据总线形式或 4 位数据总线形式。在 4 位数据总线形式下，MPU 向 HD44780 发送或接收的 8 位指令代码或数据，按照先传输高 4 位再传输低 4 位的顺序传输。

接口部的控制线有三条，它们是：

E 输入 使能信号。在读状态时高电平有效；在写状态下，下降沿有效。

R/ $\overline{W}$ 输入 读、写选择信号。R/ $\overline{W}$ =1 为读状态；R/ $\overline{W}$ =0 为写状态。

RS 输入 寄存器选择信号。RS=0 为指令寄存器；RS=1 为数据寄存器。

这三条控制线是用于 MPU 访问 HD44780 使用的，全部为输入状态其功能组合由表 7.1 所示，时序图由图 7-3 所示。

表 7.1

RS	R/ $\overline{W}$	E	功 能
0	0	↓	写指令代码
0	1	□	读 BF 和 AC 值
1	0	↓	写数据
1	1	□	读数据

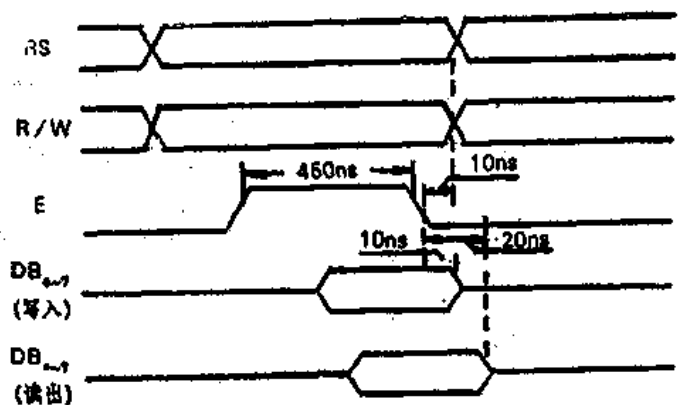


图 7-3 HD44780 的读出和写入时序

分析功能表和时序图可以得出 MPU 与 HD44780 的接口工作原理如下:

在 8 位数据总线形式下, MPU 可以同时设置 $RS=0/1$ 、 $R/\bar{W}=1$, 然后向 HD44780 的 E 端发送一个正脉冲信号, 在高电平时, MPU 从 HD44780 读出所需的数据, 当 MPU 设置 $RS=0/1$ 、 $R/\bar{W}=0$ 后, MPU 向 HD44780 的 E 端发出一个正脉冲, 并且向 HD44780 数据线给出 8 位数据, 在 E 端正脉冲的尾沿时, HD44780 接收数据总线上的数据, 并把它送到相应的寄存器内。

在 4 位数据总线形式下, MPU 在向 HD44780 发出 $RS=0/1$ 、 $R/\bar{W}=1$ 后, 连续发出两个使能信号 E。在第一个正脉冲时, MPU 读出数据的高 4 位值, 在第二个正脉冲时, MPU 读出数据的低 4 位值。在写操作下, MPU 发出 $RS=0/1$ 、 $R/\bar{W}=0$ 后, 在发第一个脉冲时, 将指令代码或数据的高 4 位送入 HD44780 数据总线上, 在发第二个脉冲时, 将指令代码或数据的低 4 位送至数据总线上。HD44780 在接口部的缓冲器内自动地分解或合成 8 位数据。

虽然 HD44780 的读、写功能是由 $R/\bar{W}$ 信号与使能信号 E 联合实现的, 但关键的控制信号还是 E 信号。 $R/\bar{W}$ 可看作为读、写的选择信号, 所以当 HD44780 与 8080 系列 MPU 连接时, 可以把 $R/\bar{W}$ 信号与 RS 信号同作为地址线控制, 而 E 信号则由 MPU 的读信号 $\overline{RD}$ 和写信号 $\overline{WR}$ 的时序控制。

2. 控制部

HD44780 的控制部是 HD44780 的核心, 它控制着 HD44780 的工作时序和各功能的实现。控制部具有完整的控制逻辑线路和存储器的管理能力。其控制部的逻辑电路包括有:

(1) 时序发生电路

时序发生电路用来产生内部运行及显示驱动所需的时序脉冲, 内部运行时序包括有: MPU 操作的响应时序; 显示缓冲区和字符发生器 CGRAM 的存取时序; 字符发生器寻址时序等。时序发生电路还产生液晶显示驱动所需的控制时序信号和数据传输的时序等。时序发生器的基础时钟由时钟发生器提供, 它的工作频率为 $125k\sim 350kHz$, 典型值为 $250kHz$ 。时钟发生器有两个端口 OSC_1 和 OSC_2 , 以作为时钟频率的调整与产生。时钟频率的调整与

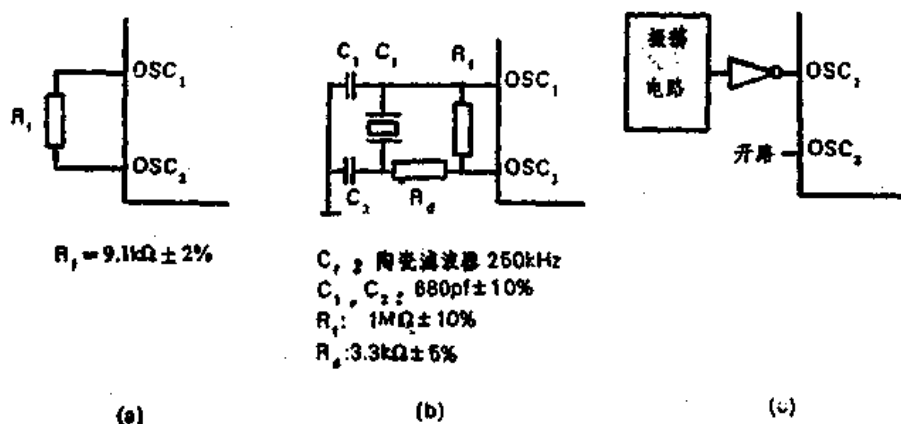


图 7-4 HD44780 的 OSC_1 和 OSC_2 的使用电路

产生有两种方式,一种是启用内部时钟发生器,图 7-4(a) 通过外接振荡电阻来启动内部振荡器的工作,图 7-4(b) 则是用陶瓷滤波器来启动内部振荡器的工作。另一种方式则是外接时钟发生器,如图 7-4(c) 所示。

(2) 内部逻辑控制线路

内部逻辑控制线路把指令寄存器的指令代码译码翻译成相应的逻辑值置入内部逻辑控制线路中及相应的控制寄存器内,如地址计数器等,在时序脉冲的作用下实现各种指令所规定的功能。

内部逻辑控制线路包括有复位电路。在电源接通时,HD44780 首先启动内部的复位电路,以实现硬件初始化运行,在初始化运行中,内部逻辑控制电路将自动执行下列功能的设置:

- 清屏功能设置;
- 8 位总线接口,1 行 5×7 字体的字符显示方式的功能设置;
- 关显示设置;
- 地址计数器以自动加一输入方式设置;

在这个过程中,BF 一直为“1”。直到初始化结束为止。

内部复位电路的启动是有条件的,当电源从 0.2V 上升到 4.5V 时所需时间在 0.1~10ms 范围之外,或当电源瞬间抖动,低电平(小于 0.2V)的时间小于 1ms(这时即使电源上升时间满足 HD44780 对电源的要求)时,内部的复位电路都不会启动。

(3) 地址计数器 AC

地址计数器 AC 作为显示缓冲区 DDRAM 或字符发生器 CGRAM 的地址指针由 MPU 以指令形式设置。AC 有两种作用:一是指出当前 MPU 访问的 DDRAM 或 CGRAM 的单元地址,在 MPU 访问结束,即完成读、写操作后,AC 在指令的设置下自动加 1 或减 1;二是指示当前光标显示的位置地址,当 AC 所示地址在显示屏之外,光标将在显示屏上消失。AC 值可由 MPU 读指令寄存器操作时读出。

(4) 光标闪烁控制线路

该线路用于在显示屏上产生光标或闪烁的效果。光标以底线形式在字符位第 8 行上显示。闪烁是以某一频率交替亮、灭显示而产生的效果。闪烁可以为光标的闪烁,也可以为光标位置上的字符闪烁。光标和闪烁由指令设置控制。

HD44780 控制部除了有控制逻辑电路外,还内藏有显示缓冲区 DDRAM 和用户自定义的字符发生器 CGRAM。当然还拥有字符发生器 CGROM。

字符发生器 CGROM 是芯片在出厂时就已固化好的字模库。它含有 160 种 5×7 点阵字体的字符字模和 32 种 5×10 点阵字体的字符字模,见附录 B 表 1。

在内部时序的控制下,显示缓冲区 DDRAM 内的字符代码与行计数器合成 CGROM 的地址,该地址单元内的数据被读出送至驱动部。CGROM 不能由 MPU 访问。

字符发生器 CGRAM 是用户可读、写的自定义字符发生器。它的容量仅为 64 个字节,地址为 00H~3FH,但是作为字符字模使用的仅是一个字节中的低 5 位。用户自定义的字符是由 5×8 点阵组成,字符代码取值为 00H~07H 或 08H~0FH,自定义的字符量最大为 8 个。若用户自定义字符由 5×11 点阵组成,那么仅能定义 4 个字符。CGRAM 的寻址方式由下例说明。

例 5×7 点阵字体的字符“月”

字符代码 $000 * C_2 C_1 C_0$ 。第 4 位可“0”可“1”，这里假设为 0。字符代码可能选择 00H~07H 中的一个。本例中设“月”字的字符代码为 00H，CGRAM 地址由 $C_2 C_1 C_0 R_2 R_1 R_0$ 组成， $C_2 C_1 C_0$ 为字符代码的低 3 位， $R_2 R_1 R_0$ 为行计数器值，因此“月”字的字模组如表 7.2 所示。

表 7.2

CGRAM 地 址		CGRAM 单 元 值								十六进制表示
$C_2 C_1 C_0$	$R_2 R_1 R_0$	7	6	5	4	3	2	1	0	
0 0 0	0 0 0					0	1	1	1	0FH
0 0 0	0 0 1					0	1	0	0	09H
0 0 0	0 1 0					0	1	1	1	0FH
0 0 0	0 1 1					0	1	0	0	09H
0 0 0	1 0 0					0	1	1	1	0FH
0 0 0	1 0 1					0	1	0	0	09H
0 0 0	1 1 0					1	0	0	1	13H
0 0 0	1 1 1					0	0	0	0	00H

由于 MPU 可以存取 CGRAM，所以 CGRAM 的空闲单元或空闲位都可以作为 MPU 的外部存储器使用。

显示缓冲区 DDRAM 是用来存储显示字符代码的，共有 80 个字节，MPU 可对 DDRAM 进行读、写操作，读、写单元的地址由地址计数器 AC 提供。DDRAM 内存储的字符代码向 HD 44780 控制部提供了 CGROM 或 CGRAM 地址的高 8 位，而地址的低 3 位或低 4 位由行计数器提供。HD44780 根据这个地址寻址，取出的数据供驱动部传输数据使用。DDRAM 各个单元均对应着显示屏上的各个字符位，即使显示屏没有这么大，但对应关系依然存在，DDRAM 地址单元与显示屏上位置的对应如下：

(2) 1 行显示

显示屏上字符位置	1	2	3	4		79	80
DDRAM 地址	00	01	02	03		4E	4F

(2) 2 行显示

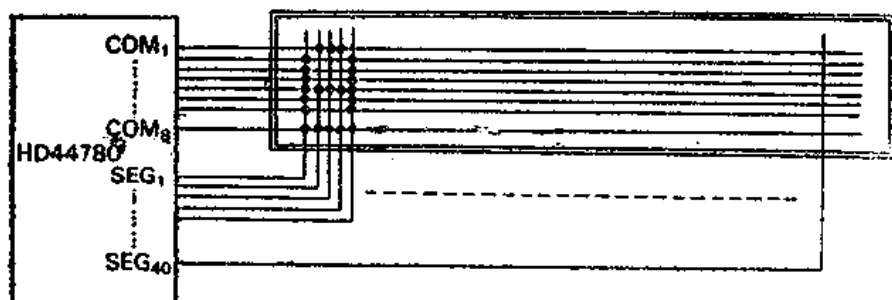
显示屏上字符位置	1	2	3	4		39	40
第一行 DDRAM 地址	00	01	02	03		26	27
第二行 DDRAM 地址	40	41	42	43		66	67

这种地址分配是 HD44780 内定的，是不可更改的。它与显示屏上位置的一一对应关系（即使液晶显示器件的画面没有这么大）也是不可更改的。

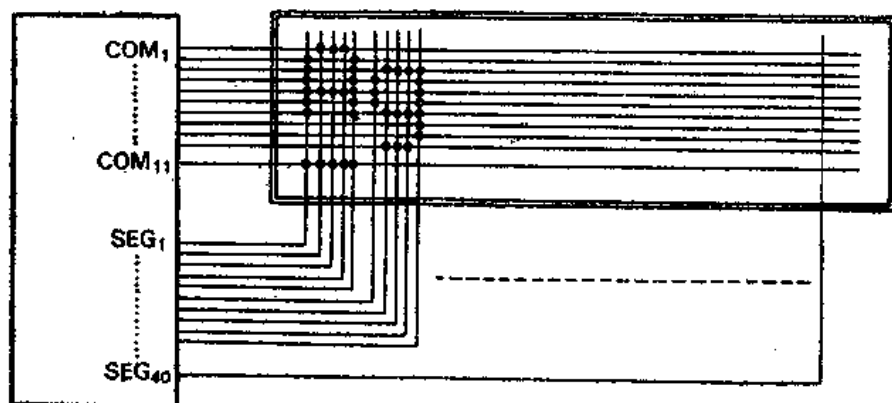
3. 驱动部

由于 HD44780 的 DDRAM 容量的限制，HD44780 最大可控制 80 个字符，即 $5 \times 80 =$

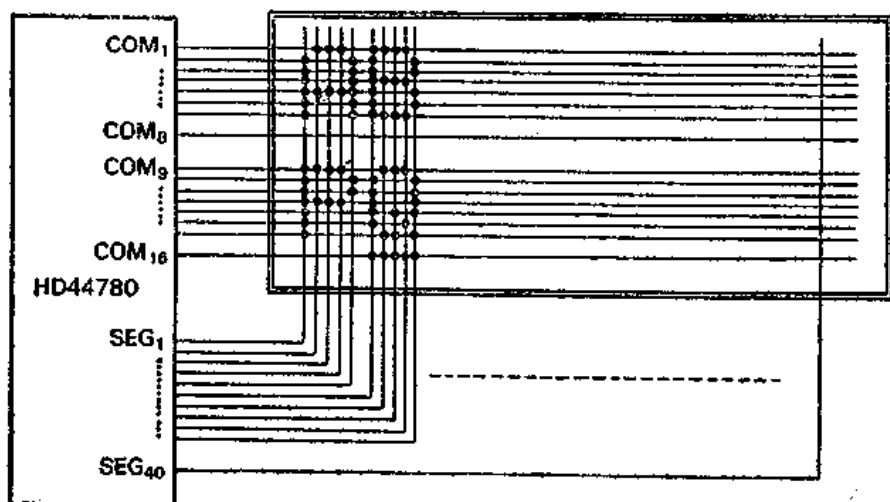
400点列的液晶显示器件。HD44780内藏有16路行驱动器和40路列驱动器，所以HD44780本身就具有驱动 40×16 点阵的液晶显示器件的能力，驱动电路如图7-5所示。HD44780还可以外扩360列的驱动能力，如图7-6(a)所示。HD44780采用的液晶驱动方法为动态驱动法，驱动部的16路行驱动器使得HD44780动态驱动的最大占空比为 $1/16$ 。作为外部扩展列驱动器的需要，在驱动部除了16路行驱动器输出和40路列驱动器输出外，还具有列驱动器所需的控制信号及时序，它们是



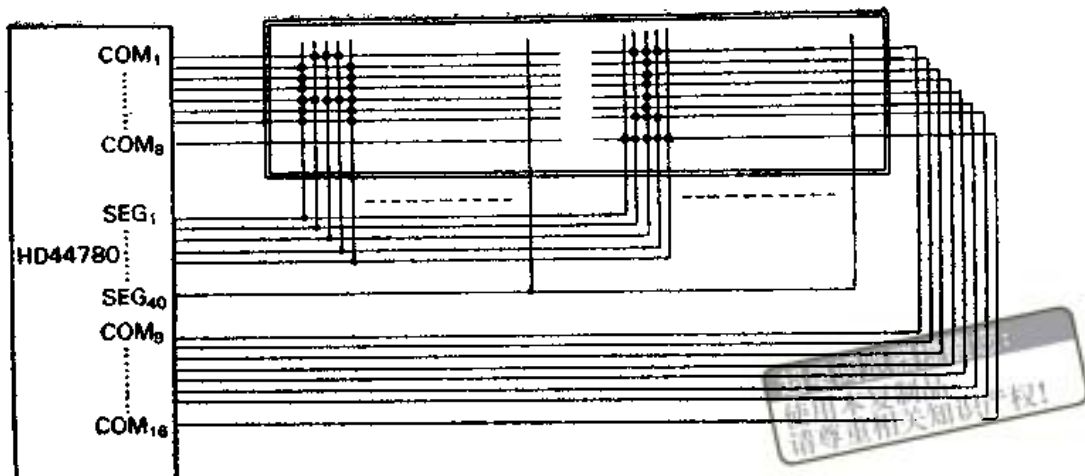
(a) 5×7点阵,一行8个字符显示(1/4偏压,1/8占空比)示例



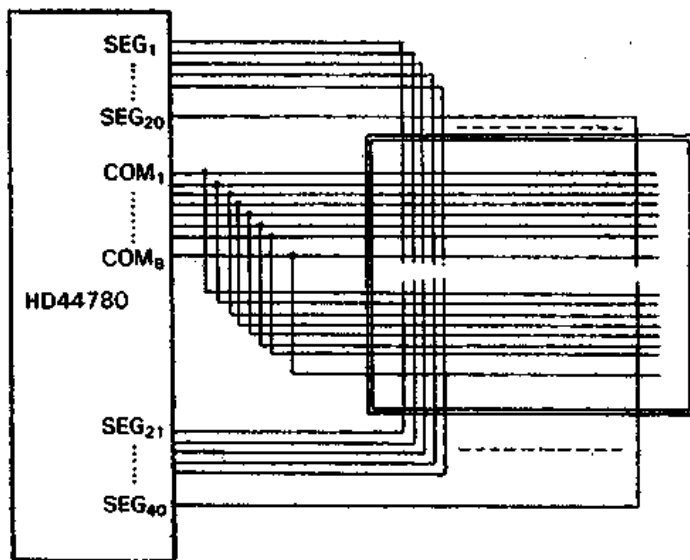
(b) 5×10点阵,一行8个字符显示(1/4偏压, 1/8占空比)示例



(c) 5×7点阵,二行×8个字符显示(1/5偏压,1/16占空比)示例.



(d) 5×7点阵,一行16个字符显示(1/5偏压,1/16占空比)示例



(e) 5×7点阵,4个字符×2显示(1/4偏压,1/8占空比)示例

图 7-5 HD44780 驱动电路

D 输出 用于外部驱动器的数据传输端;

M 输出 液晶驱动用的交流波形信号;

CL₁ 输出 列驱动器的锁存时钟信号;

CL₂ 输出 列驱动器的数据移位时钟信号。

这四个控制信号的驱动时序关系由图 7-6(b) 所示。

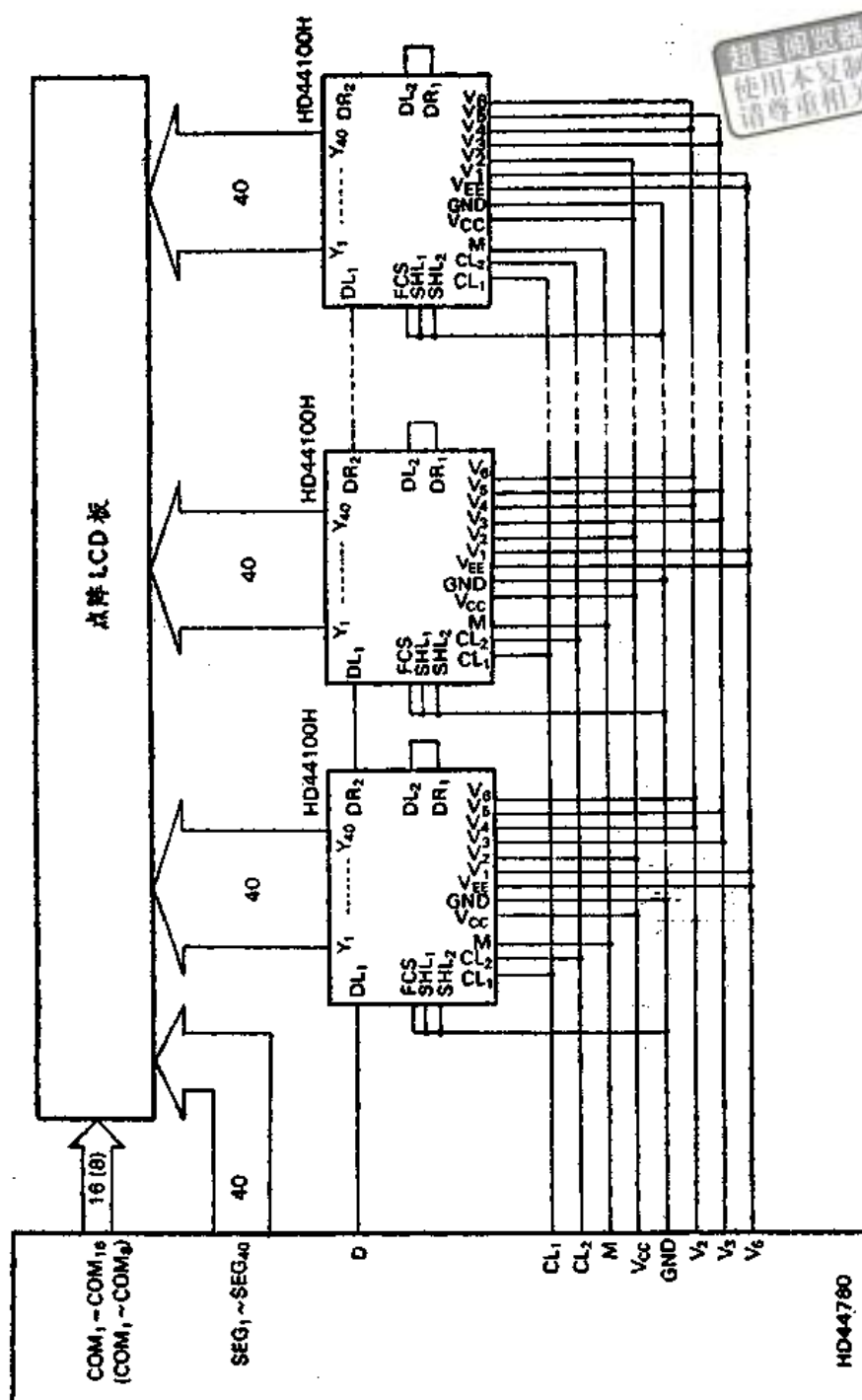
HD44780 的驱动部所需的偏置电压由 V_{cc} , $V_1 \sim V_5$ 组成, V_{cc} 是逻辑+5V 电源, $V_1 \sim V_5$ 则由分压电路产生, 各档电压作用是

V_{cc} 、 V_5 行、列驱动器选择波形的高电平和低电平;

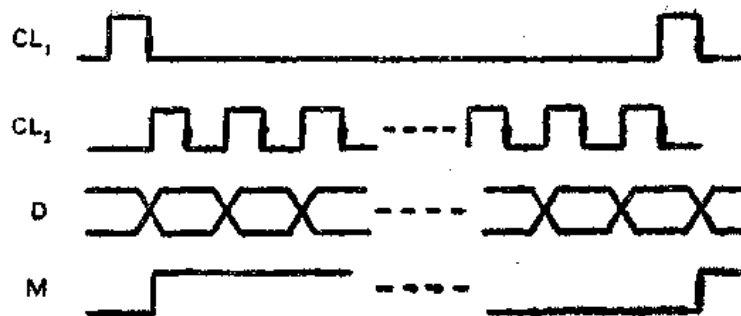
V_1 、 V_4 行驱动器非选择波形的高电平和低电平;

V_2 、 V_3 列驱动器非选择波形的高电平和低电平。

当 MPU 写入指令设置了显示字符体的形式和字符行数后，驱动部的液晶显示驱动的占空比系数就确定了下来，驱动部在时序发生器的作用下，产生帧扫描信号和扫描时序，同时把由字符代码确定的字符数据通过并/串转换电路串行输出给外部列驱动器和内部列驱动器，数据的传输顺序总是起始于显示缓冲区所对应一行显示字符的最高地址的数据。当全部一行数据到位后，锁存时钟 CL_1 将数据锁存在列驱动器的锁存器内，最后传输的 40 位数据，也就是说各显示行的前 8 个字符位总是被锁存在 HD44780 的内部列驱动器的锁存器中。 CL_1 同时也是行驱动器的移位脉冲，使得扫描行更新。如此循环，使得屏上呈现字符的组合。



(a) 电路



(b) 驱动时序图

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

图 7-6 HD44780 扩展驱动电路及时序图

7.1.3 HD44780 的指令集

HD44780 有 8 条指令，指令格式非常简单。指令一览表由表 7.3 所示。

表 7.3

指令名称	控制信号		指令代码								运行时间 250kHz	功能
	RS	R/W	D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀		
清屏	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	1.64ms	空码送 DDRAM AC=0
归位	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.64ms	AC=0, 光标、显示回到原始位置上
输入方式	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	40μs	设置光标、显示画面移动方向
显示开关控制	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	40μs	设置显示、光标、闪烁开关
光标、显示画面位移	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	40μs	在不改变 DDRAM 内容下移动光标或显示画面一个字符位
功能设置	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	40μs	初始化设置
CGRAM地址设置	0	0	0	1	A ₆	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	40μs	设置 CGRAM地址 6 位有效
DDRAM地址设置	0	0	1	A ₆	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀	40μs	设置 DDRAM地址 7 位有效
读 BF 及 AC 值	0	1	BF	AC ₆	AC ₅	AC ₄	AC ₃	AC ₂	AC ₁	AC ₀	0μs	读 BF 及 AC 值
写数据	1	0	数 据								40μs	把数据写入 DDRAM 或 CGRAM
读数据	1	1	数 据								40μs	从 DDRAM 或 CGRAM 读数据

I/D=1 增 1	R/L=1 右移	N=1 2行	BF=1 忙
I/D=0 减 1	R/L=0 左移	N=0 1行	BF=0 准备好
S=1 有效	DL=1 8 位	F=1 5×10 点阵	
S/C=1 显示位移	DL=0 4 位	F=0 5×7 点阵	
S/C=0 光标位移			

注：*表示任意。

指令详细解释如下，

1. 清屏 指令代码 01H

该指令将执行如下操作：

- 把空码 20H 写入 DDRAM 的全部 80 个单元内;
- 地址计数器 AC 清零, 光标或闪烁归位;
- 设置输入方式参数位 I/D=1, 即地址计数器 AC 自动加 1 输入方式;

该指令用于初始化或更新显示内容。在使用之前要考虑 DDRAM 的内容是否还需要。

2. 归位 指令代码 02H

该指令使地址计数器 AC 清零。如果显示画面已经位移, 则指令执行后显示画面将回到原点地址 00H 处开始显示, 光标或闪烁亦将返回到原点 00H 位置上显示。此指令可用于显示、光标、闪烁等归位的操作上。

3. 输入方式设置 指令代码: 0000, 01, I/D, S

该指令设置 MPU 读、写 DDRAM 或 CGRAM 后, 地址计数器 AC 内容的变化方向。反映在显示屏上, 当输入一个字符时显示画面和光标的变化效果。该指令具有两个参数位 I/D 和 S。

I/D: 表示当读、写 DDRAM 或 CGRAM 的数据后, 地址计数器内容的变化方向。由于光标位置也由 AC 值确定, 所以也是光标移动的方向。

I/D=1: AC 自动加 1, 光标右移一个字符位;

I/D=0: AC 自动减 1, 光标左移一个字符位。

S: 表示在写入 DDRAM 数据后, 显示屏上画面将向左或向右全部平移一个字符位。

S=0: 无效; S=1: 有效。

S=1, I/D=1: 显示画面左移;

S=1, I/D=0: 显示画面右移;

这种效果在显示屏上看上去好象光标不动而输入的内容移动, 如同计算器输入数据时的显示效果。表 7.4 列举了所有输入方式的显示效果, 输入方式的输入数字为 0、1 和 2。

需要提示的是当从 DDRAM 单元读数据时, 或在读、写 CGRAM 时, 不产生显示画面的位移, 此时建议将 S 清“0”。

4. 显示开关控制 指令代码 0000, 1, D, C, B

该指令控制着显示的效果, 它带有三个指令参数位, 这些参数位分别作为显示、光标及闪烁的启用或关闭的控制位。它们是:

D: 显示开关。当 D=1 时开显示, D=0 时关显示, 关显示只是在显示屏上不显示任何内容, 而 DDRAM 内容不变, 这与清屏指令有重要的区别。

C: 光标开关。当 C=1 时光标显示, C=0 时光标消失。在 5×7 点阵字体的形式下光标以底线形式 (5×1 点阵) 出现在第 8 行上, 在 5×10 点阵字体的形式下光标出现在第 11 行上。

光标出现的位置由地址计数器 AC 确定, 并随 AC 的变化而移动。当 AC 值超出了所用显示屏的显示范围时, 光标在显示屏上消失。

B: 闪烁开关。闪烁是指一个字符位交替全亮或全暗, 闪烁频率约为 2.4Hz (当振荡器频率为 250kHz 时), 当该字符位有字符或光标显示时, 闪烁出现时将字符及光标覆盖, 在闪烁全暗时, 字符及光标呈现闪烁的位置与光标位置一样由 AC 决定。当闪烁位置上无字符或光标显示时, 闪烁的效果如同计算机监视器上块状光标闪烁提示

表 7.4

输入方式代码	显示位置							显示效果
	7	8	9	10	11	12	13	
04H S=0 I/D=0				—				显示画面不动光标右移
				0	—			
				0	1	—		
				0	1	2	—	
05H S=1 I/D=0				—				显示画面右移
				—	0			
				—	1	0		
				—	2	1	0	
06H S=0 I/D=1				—				显示画面不动光标左移
				—	0			
				—	1	0		
				—	2	1	0	
07H S=1 I/D=1				—				显示画面左移
				0	—			
				0	1	—		
				0	1	2	—	

符的效果一样。B=1 为闪烁启用，B=0 为闪烁关闭。

显示开关控制的状态如表 7.5 所示。

表 7.5

指令代码	参 数 位			功 能
	D	C	B	
08H	0	0	0	关显示
0CH	1	0	0	开显示
0DH	1	0	1	开显示、闪烁
0EH	1	1	0	开显示、光标
0FH	1	1	1	开显示、光标、闪烁

5. 光标或画面位移 指令代码 0001, S/C, R/L, 0, 0

当执行该指令时，光标或显示屏上画面将左移或右移一个字符位。在显示屏为两行显示时，光标将在第一行（或第二行）的第40字符位（即使实际显示屏没有这么大）上“右移”跳到第二行（或第一行）的起始字符位上，或者光标从第一行（或第二行）的起始字符位上“左移”跳到第二行（或第一行）的第40字符位上。显示屏上的显示画面的位移则是第一行与第二行的独立循环。此指令有两个参数位：

S/C：位移对象的选择。S/C=1 为显示画面位移，S/C=0 为光标位移。

R/L：位移方向的选择。R/L=1 为右移，R/L=0 为左移。

当无光标出现时，仅有画面的位移则不修改地址计数器 AC 值，当有光标出现时，光标的位移或画面的位移都将使光标产生位移，地址计数器 AC 值被修改。所以该指令也可用于纠正或搜寻显示字符使用。

此指令与输入方式指令都可以引起光标或显示画面的位移，但区别在于该指令在执行后立即产生位移的效果，而输入方式指令执行后只是完成了一种设置，只有在 MPU 写数据操作后才能产生位移的效果。

6. 功能设置 指令代码 001, DL, N, F, 00

此指令可以说是 HD44780 的初始化设置指令，MPU 在操作以 HD44780 为控制器的字符型液晶显示模块时必须首先使用这条指令，该指令设置了 HD44780 的工作方式：一是 HD44780 与 MPU 接口的数据总线位长；二是显示驱动的占空比值。该指令带有三个参数位，它们是

DL：设置 HD44780 与 MPU 接口的数据总线位长。DL = 0 表示数据总线有效位长为 4 位，即 DB_{7~4} 有效，DB_{3~0} 无效。该方式下 8 位指令代码与数据需分两次传输，顺序是先高 4 位后低 4 位。

DL = 1 表示数据总线有效位长为 8 位，DB_{7~0} 有效。

N：表示字符型液晶显示器件的显示字符行数。N = 0 表示字符行为一行；N = 1 表示字符行为两行。

F：表示显示字符的字体形式。F = 0 表示字符体为 5×7 点阵，F = 1 表示字符体为 5×10 点阵。

N 与 F 设置的组合规定了 HD44780 的驱动占空比系数，如表 7.6 所示。

表 7.6

N F	显示字符行数	字体形式	占空比	备注
0 0	1	5×7	1/8	仅 5×7 字体
0 1	1	5×10	1/11	
1 0	2	5×7	1/16	

由于 HD44780 内部复位电路启动对电源的要求有时系统满足不了，为了工作可靠起见，建议在软件编程时首先对 HD44780 进行软件的初始化，然后再实现进行显示的使用。其初始化设置流程图如图 7-7 所示。

7. CGRAM 地址设置 指令代码 01 A₅A₄, A₃A₂A₁A₀

该指令将 CGRAM 的 6 位地址码 00H~3FH 写入地址计数器 AC 内，随后 MPU 的数据读、写操作将是针对 CGRAM 单元的访问。

8. DDRAM 地址设置 指令代码 1A₆A₅A₄, A₃A₂A₁A₀

该指令将 DDRAM 的 7 位地址码送入地址计数器 AC 内，随后的 MPU 的数据读、写操作将是针对 DDRAM 单元的访问。DDRAM 地址范围是：

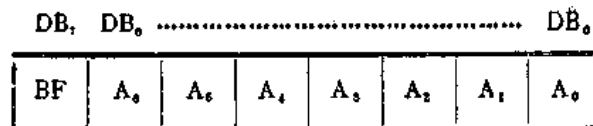
N = 0 (1 行字符行)：00H~4FH

N = 1 (2 行字符行)：第一行 00H~27H；

第二行 40H~67H。

9. 读忙标志与地址计数器 AC

当 MPU 对指令口读操作时 (RS = 0, R/W = 1)，读出的不是指令寄存器 IR 的内容而是读出来一位忙标志与七位地址计数器当前内容的组合。格式为



AC 当前值可能是 DDRAM 地址，也可能是 CGRAM 地址，这取决于最近一次向 AC 写入的是何类地址，AC 值将与忙标志 BF 位同时出现在数据总线上。

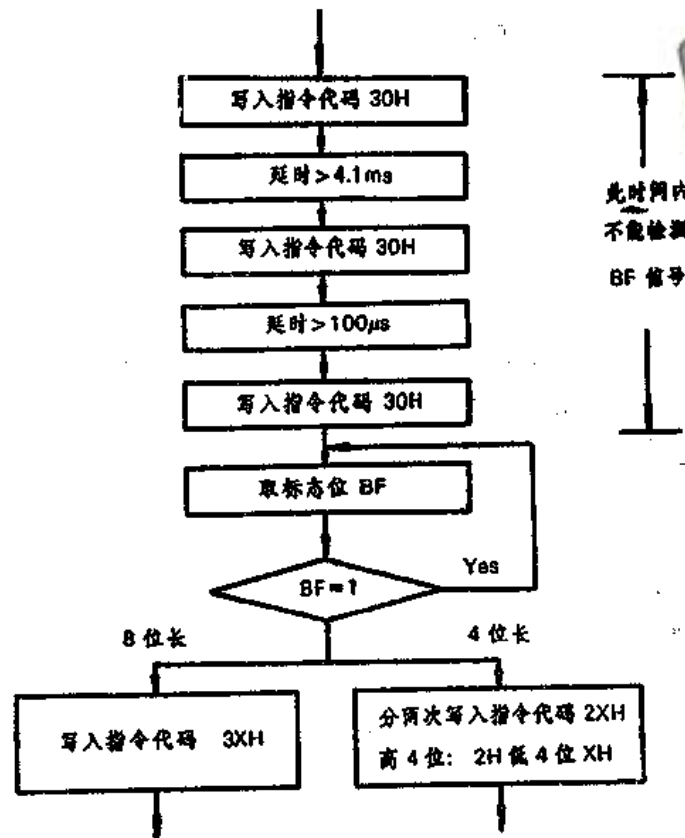


图 7-7 初始化设置流程图

10. 写入 DDRAM 或 CGRAM 数据

MPU 把要写入 DDRAM 或 CGRAM 的数据写入 HD44780 的接口部中数据寄存器 DR 内，即 $RS=1$ ， $R/\overline{W}=0$ ，在 HD44780 控制部的逻辑线路控制下，DR 内的数据将在内部时序下写入由地址计数器 AC 所指定的 DDRAM 单元或 CGRAM 单元内，MPU 在写数据之前必须要完成两条指令的写入工作，其一是 DDRAM 地址设置指令或 CGRAM 地址设置指令，这种指令实现数据写入首单元的寻址；其二是输入方式设置指令，它完成了地址计数器 AC 的自动修改方式的设置，它为数据连续写入的地址修改作了准备。

11. 读取 DDRAM 或 CGRAM 数据

MPU 读取 CGRAM 或 DDRAM 的数据，要使用数据寄存器 DR，即 $RS=1$ ， $R/\overline{W}=1$ ，MPU 读数据过程是：在 HD44780 控制部的操作下，地址计数器 AC 的每一次更新，包括地址设置指令的写入、光标位移引起 AC 的修改或由 MPU 读写数据操作后产生的 AC 的修改，控制部都会把当前 AC 值所指单元的内容送至接口部的数据寄存器内，供 MPU 读取。

MPU 读出的数据只是当前数据寄存器的内容。因此在首次读操作之前需重新设置地址计数器 AC 值,或用光标移动指令将地址计数器 AC 值修改到所需的地址上,修改后的读操作获得的数据是有效的。

7.2 字符型液晶显示模块分析

日本 DMC 系列字符型液晶显示模块规格齐全,在我国推广很快,现在以 DMC 为样本的国产化产品业已上市,本节将概括介绍 DMC 系列产品的硬件结构及接口功能。

DMC 系列字符型液晶显示模块均以 HD44780 或可代换的其它集成电路(如 KS0062 F00)为控制器,HD44100(见 6.1.4 节)或其他可代换的集成电路(如 SED0061D)为驱动器。这类模块的控制驱动电路原理见图 7-8 所示。

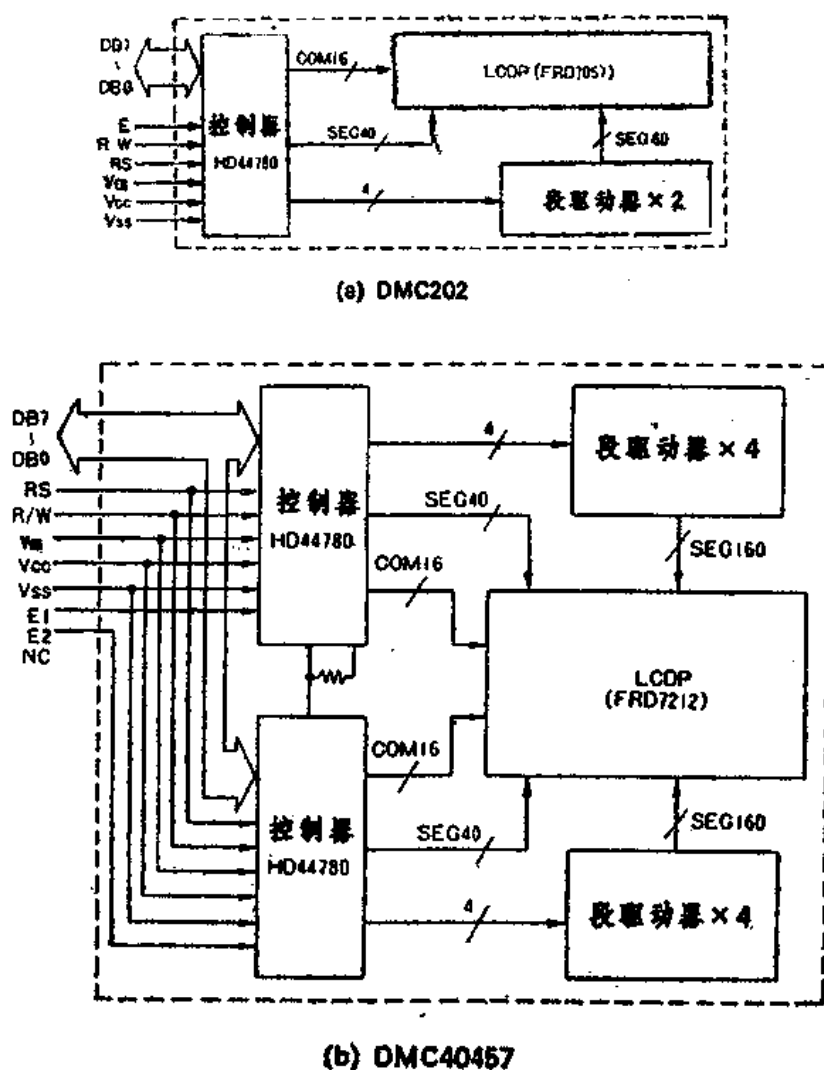


图 7-8 字符型液晶显示模块系列

DMC 系列字符型液晶显示模块可与 MPU 直接连接,图 7-8(a) 类型和图 7-8(b) 类型的接口端功能分别如表 7.7 和表 7.8 所示。

表 7.7

端子号	标 记	电 平	功 能
1	V_{cc}	—	电源电压 GND
2	V_{cc}	—	电源电压 +5V
3	V_{EE}	—	液晶驱动电源
4	RS	H/L	寄存器选择信号 L: 指令寄存器 H: 数据寄存器
5	R/W	H/L	读、写选择信号 L: MPU 写操作 H: MPU 读操作
6	E	H, H→L	使能信号
7~14	$DB_0 \sim 7$	H/L	数据总线

表 7.8

端子号	标 记	电 平	功能
1~8	$DB_7 \sim 0$	H/L	数据总线
9	E_1	H, H→L	上 HD44780 使能信号
10	R/W	H/L	读、写选择信号 L: MPU 写操作 H: MPU 读操作
11	RS	H/L	寄存器选择信号 L: 指令寄存器 H: 数据寄存器
12	V_{EE}	—	液晶驱动电源
13	V_{SS}	—	逻辑电源 0V
14	V_{CC}	—	逻辑电源 +5V
15	E_2	H, H→L	下 HD44780 使能信号
16	NC		未用

7.3 字符型液晶显示模块接口技术

前两节已经对字符型液晶显示模块的硬件结构、工作原理及指令功能作了系统的分析, 本节将根据这些知识以 MCS-51 单片机 8031 为样机来实现字符型液晶显示模块与 MPU 系统的联机。字符型液晶显示模块的接口实际上就是 HD44780 与 MPU 的接口, 所以接口技术要满足 HD44780 与 MPU 接口部的要求, 关键在于要满足 HD44780 的时序关系。从图 7-3 的时序关系得知, $R/\bar{W}$ 的作用与 RS 的作用相同, 控制信号关键是 E 信号的使用, 所以在接口分配及程序驱动时要注意 E 的使用。

MPU 与字符型液晶显示模块的联机方法有两种, 一种为直接访问方式, 另一种为间接控制方式。本节将分别详细地介绍这两种方法的接口技术。

7.3.1 直接访问方式

MPU 的直接访问方式是把字符型液晶显示模块作为存储器或 I/O 设备直接挂在 MPU 的总线上。在这种方式下, 字符型液晶显示模块采用 8 位数据传输形式, 数据端 $DB_0 \sim 7$ 直

接与 MPU 的数据线联接，RS 信号和 R/W 信号利用 MPU 的地址线控制，E 信号则由 MPU 的 $\overline{RD}$ 和 $\overline{WR}$ 控制信号一起控制，以实现 HD44780 所需的接口时序。这种方法的接口原理图见图 7-9。图 7-9 是以存储器访问方式的电路。至于使用 8080 或 Z80 类 CPU 时，可利用它们所具备的存储器访问许可控制线 $\overline{MREQ}$ 或 I/O 访问许可控制线 $\overline{IORQ}$ 作为 E 信号的选通端，从而更好地对字符型液晶显示模块进行方便的操作。

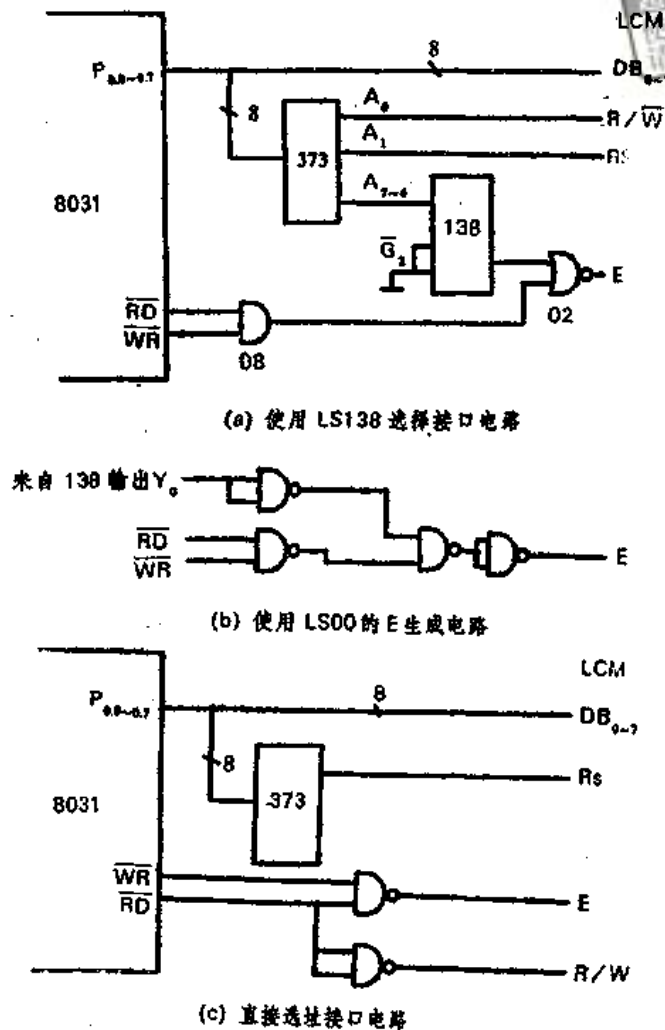


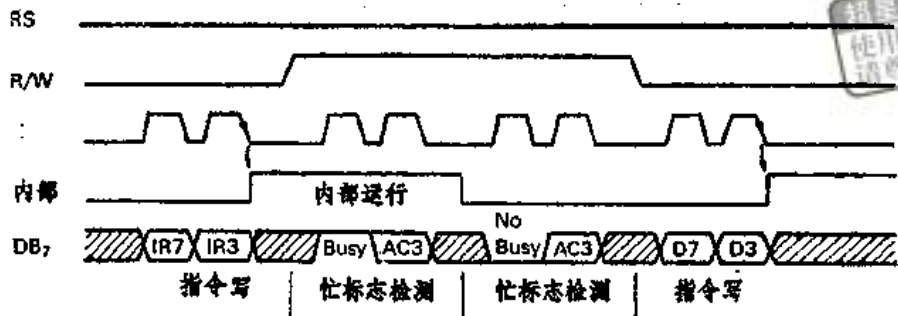
图 7-9 直接访问方式电路

分析图 7-9 线路的时序：首先 P_0 口产生的地址信号被锁存在 74LS373 内，LS373 的输出 A_0 ， A_1 地址给出了 RS 和 R/W 的控制信号，LS373 的输出 A_{7-6} 地址打开了 E 信号的控制门，接着 $\overline{RD}$ 或 $\overline{WR}$ 控制信号和 P_0 口数据的传输将完成对字符型液晶显示模块的每一次访问。在写操作过程中，HD44780 要求在 E 信号结束后，数据线上的数据要保持 10ns 以上的时间，而 8031 P_0 口在 $\overline{WR}$ 信号结束后将有 116ns（以 6MHz 晶振计算）的数据保持时间，减去各级门电路的延时时间，业已大大超过了 HD44780 的要求。在读操作过程中，HD44780 在 E 信号为高电平时就将所需数据送入数据线上，在 E 信号结束后，数据可保持

20ns 以上，这也满足了 8031 读时序的要求。因为 8031 的读过程是在 $\overline{RD}=0$ 期间完成的。因此图 7-9 的电路是实用的。图中 (a)，(b) 是根据 MPU 系统内部芯片使用情况而定，(c) 是使用字符型液晶显示模块的最简单线路，在系统中没有其它 RAM 芯片时是可行的，所以一般作为用户初次使用字符型液晶显示模块时的调试电路。

MPU 对字符型液晶显示模块的操作是通过软件编程实现的。编程时要求 MPU 每一次

浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！



注：IR7, IR3:指令第7位,第3位
AC3:地址计数器第3位

(b) 时序

图 7-10 间接控制方式电路及时序

代码的传输分两次进行，而且还要把 RS、R/W 和 E 的时序关系表现出来。这种时序是先设置 RS 和 R/W 状态，然后设置 E 信号，结束时是先复位 E 信号，然后再是 RS 和 R/W 信号的复位。基本子程序如下：

1. 读忙标志 BF 和地址计数器 AC 值子程序

占用寄存器：R3，A 输出寄存器：A 存储 BF 及 AC 值 ACC.7=BF, ACC.6-ACC.0=AC

```
PR0,  ANL P1, #00H      , P1口初始化, R/W=RS=0
P01,   ORL P1, #04H      , R/W=1, RS=0
      ORL P1, #0F8H      , 数据口为输入状态, E=1
      MOV A, P1          , 第一次读
      ANL P1, #07H      , E=0
      ANL A, #0F0H      , 取数
      MOV R3, A          , 保存
      ORL P1, #0F8H      , E=1
      MOV A, P1          , 第二次读
      ANL P1, #00H      , 
      ANL A, #0F0H      , 取数
      SWAP A             , 整理
      ORL A, R3          , 合成
      RET
```

2. 写指令代码子程序

占用寄存器：R2, R3, A；输入寄存器：R2 存储指令代码

```
PR1,   ACALL PR0
      JB ACC, 7, PR1     , 判断 BF 值
P11,   MOV A, R2         , 取指令代码
      ANL A, #0F0H      , 保留高4位
      ORL P1, #08H      , R/W=RS=0, E=1
      ORL, P1, A         , 第一次写
```

```

        ANL P1, #0F7H      , E = 0
        ANL P1, #07H       , 数据线复位
        MOV A, R2
        SWAP A              , 保留低 4 位
P12,    ANL A, #0F0H
        ORL P1, #08H       , E = 1
        ORL P1, A          , 第二次写
        ANL P1, #0F7H      , E = 0
        ANL P1, #00H
        RET

```

3. 写数据子程序

占用寄存器: R2, R3, A; 输入寄存器: R2 存储输入数据

```

PR2,    ACALL PR0
        JB ACC.7, PR2
        ORL P1, #02H       , R/W = 0, RS = 1
        SJMP P11           , 转入 PR1 子程序的 P11 入口

```

4. 读数据子程序

占用寄存器: R3, A; 输出寄存器: A 存储读出的数据

```

PR3,    ACALL PR0
        JB ACC.7, PR3
        ORL P1, #02H       , R/W = 0, RS = 1
        SJMP P01           , 转入 PR0 子程序的 P01 入口

```

5. 软件初始化程序

```

PR4,    ANL P1, #00H
        MOV R2, #03H       , 循环量
P41,    MOV A, #30H         , 功能设置指令代码
        ACALL P12           , 按 8 位写入
        ACALL T
        DJNZ R2, P41
        MOV A, #20H         , 功能设置指令代码
        ACALL P12
        MOV R2, #0010NF00B , 功能设置指令代码
        ACALL PR1
        MOV R2, #01H        , 清屏指令代码
        ACALL PR1
        MOV R2, #06H        , 输入方式指令代码
        ACALL PR1
        MOV R2, #0EH        , 显示方式指令代码
        ACALL PR1
        RET
T,      .....             , 延时子程序

```

7.4 字符型液晶显示模块应用程序

字符型液晶显示模块的应用内容是随用户系统功能而定的，这里将给出的应用程序是在上一节的基础上对字符型液晶显示模块的功能及特征应用的进一步说明。

7.4.1 用户自定义字符的使用

HD44780 的 CGRAM 允许用户建立 8 个 5×8 点阵的字符。用户可以使用 CGRAM 建立用户所需要的但 HD44780 内部 CGROM 又没有的专用字符或符号，HD44780 留给用户自定义字符的字符代码为 00H~07H，规定 CGRAM 的地址为 00H~3FH。根据我国的应用情况，多数用户希望在产品或设备的使用时，能有些汉字的提示。为此，将以建立简单的汉字显示为目的，说明 CGRAM 的使用方法。

由于字符型液晶显示器件结构的限制，即每个字符位 (5×8 点阵) 之间都有一个点距的空白，这样显示汉字的最好效果是以 5×8 点阵能容下的简单笔划的汉字，如年、月、日、天和元等，若使用两个字符位组成一个汉字 (10×8 点阵)，则中间将出现一个点距的空白，这时汉字的结构以左右结构型为好，如你、他等，这样汉字的左半部占一个字符位，右半部占一个字符位。若选用上下结构型等汉字，则字符位中间的一个点距空白将汉字显示效果破坏。如下面举例中的“迎”字，可以在试验中看出它的缺陷。显示自定义字符的步骤如下：

1. 建立字符的字模组

例 1 “日”字的汉字字模组 (5×8 点阵) 如表 7.9 所示

表 7.9

行 \ 数据位	4	3	2	1	0	字 模 数 据
1	0	1	1	1	1	0FH
2	0	1	0	0	1	09H
3	0	1	0	0	1	09H
4	0	1	1	1	1	0FH
5	0	1	0	0	1	09H
6	0	1	0	0	1	09H
7	0	1	1	1	1	0FH
8	0	0	0	0	0	00H

同理可得：

“月”字模：0FH, 09H, 0FH, 09H, 0FH, 09H, 11H, 00H

“年”字模：08H, 0FH, 12H, 0FH, 0AH, 1FH, 02H, 02H

“用”字模：1FH, 15H, 1FH, 15H, 1FH, 15H, 15H, 13H

例 2 “欢”字的汉字字模组 (10×8 点阵) 如表 7.10 所示

表 7.10

行	数据位	一 组					二 组					字 模 数 据	
		4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	一 组	二 组
1		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	00H	08H
2		0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0EH	0FH
3		1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	18H	11H
4		0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0AH	04H
5		0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	04H	04H
6		0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0AH	0AH
7		1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	10H	11H
8		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	01H	00H

同理可得:

“迎”字模: 一组: 0BH, 02H, 1AH, 0BH, 08H, 08H, 0EH, 13H

二组: 17H, 05H, 15H, 17H, 14H, 14H, 04H, 1FH

2. 确定各字符的字符代码, 也就是确定了该字符字模数据组在 CGRAM 的地址

由于 HD44780 只给出 CGRAM 8 个字符代码 00H~07H, 所以 (1) 中汉字的字符代码为 (自定义):

年: 00H, 月: 01H, 日: 02H, 用: 03H

欢: 04H (一组), 05H (二组), 迎: 06H (一组), 7H (二组)。

根据 CGRAM 地址的确定法, 6 位地址中的高 3 位 $A_5A_4A_3$ 为字符代码的低 3 位, 即 00H~07H, 地址的低 3 位 $A_2A_1A_0$ 是行计数器 (3 位) 的内容, 变化范围从 00H 到 07H。由于字模数据是从第一行依次写入的, 所以在设置 CGRAM 地址时, 把这三位置“0”, 这样用户定义的 8 个字符的字模数据在 CGRAM 的首地址固定为表 7.11 所示

表 7.11

字 符 代 码	CGRAM 地址	字 符 代 码	CGRAM 地址
00H	00H	01H	08H
02H	10H	03H	18H
04H	20H	05H	28H
06H	30H	07H	38H

CGRAM 地址设置指令的标志位 D_7D_6 为 01, 因此设置某一字符字模数据首地址的指令代码应为:

指令代码 = 40H + 首地址

3. 把字模数据写入 CGRAM 单元内, 数组写入子程序如下:

占用寄存器: R2, R3, R4, A, DPTR; 输入寄存器: R2——CGRAM 或 DDRAM 首地址, R4——数据量 DTPR——数据存储单元首地址。

```

PR5:    ACALL PR1          , 写入 CGRAM 或 DDRAM 地址
P51:    CLR A
        MOV A, @A+DPTR    , 取数据
        MOV R2, A
        ACALL PR2
  
```

```

DINZ R4, P51      , 循环
RET

```

把8个自定义字符依顺序一起送入 CGRAM，所以 CGRAM 的首地址为 00H，则该项指令代码为 40H 送入 R₂ 内，数据量为 64 个字节 40H 送入 R₄，数据存放的首地址为 8300H，即 DPTR = 8300H，则主程序中写入数据组的程序段为：

```

.....
MOV R2, #40H      , CGRAM 首地址
MOV R4, #40H      , 数据量 64 个字节
MOV DPTR, #8300H  , 数据存储单元首地址
ACALL PR5
.....
ORG 8300H
DB, .....        , 年, 月, 日, 用字模数组
DB, .....        , 欢迎字模数组

```

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

4. 以 DMC202 字符型液晶显示模块为例，显示格式设计为：

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
							欢					迎							
				1	9	9	2	年	1	0	月	0	2	日	用				

写入显示程序为：

```

MOV R2, #87H      , DDRAM 的“欢”字显示地址
MOV DPTR, #83A0H
MOV R4, #06H      , 数据量
ACALL PR5
MOV R2, #0C4H     , DDRAM 的“19”字显示地址
MOV R4, #0CH      , 数据量
ACALL PR5
.....
ORG 83A0H
DB, 04H, 05H, 20H, 20H, 06H, 07H
DB, 31H, 39H, 39H, 32H, 00H, 31H, 30H, 01H, 30H, 32H, 02H, 03H

```

7.4.2 多画面形式显示

由于 HD44780 的 DDRAM 是固定的，所以当显示屏的显示字符位小于 DDRAM 单元数时，在实际显示时必定空闲着若干个 DDRAM 单元，因此有可能实现多画面显示的效果。

以 DMC 202 字符型液晶显示模块为例，它的 DDRAM 富余单元为 40 个，正好是一个整屏的显示画面，如此部分的显示格式设计为：

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
						H	E	L	L	O		I	I						
		W	E	L	C	O	M	E		T	O		Y	O	U		I		

在工作显示时，显示屏的显示画面为1~20位内容，这时使用显示移位指令将未用的部分21~40位显示出来，由于显示移位指令执行一次仅移位一个字符位，所以要想把21~40位的内容全部显示出来需要使用20次显示移位指令才行。程序如下：

```

MOV R2, #08H          ; 关显示
ACALL PP1
MOV R3, #14H          ; 循环量
L1: MOV R2, #18H       ; 显示画面左移指令代码
ACALL PR1
DJNZ R3, L1
MOV R2, #0CH          ; 开显示
ACALL PR1
.....

```

要从21~40位显示状态回到原始显示状态1~20位时，仅使用一次归位指令即可。

即：

```

.....
MOV R2, #02H          ; 归位指令代码
ACALL PR1
.....

```

第八章 图形液晶显示模块的应用 (一)

——点阵液晶显示控制器 T6963C 的应用

我们知道, 液晶显示器件与其控制、驱动电路是紧密相关的, 显示器件必须通过控制器、驱动器才能实现显示。而控制器则只有通过显示器件才能体现其功能。

点阵液晶显示器件与配套或选定的控制器、驱动器装配成的点阵液晶显示模块具有多种多样。介绍图形液晶显示模块的应用, 实际上主要是介绍其配套的控制电路的应用。同一块液晶显示器件, 如果使用的控制器不一样, 那么用它们装配的模块的应用也就不一样。这一点应该是每个选购图形液晶显示模块的读者必须注意的。

可以作为图形液晶显示模块配套的控制器种类很多。以 DMF 图形液晶显示模块为例, 所用的控制器主要有以下几种型号:

T6963C	(日) 东芝公司产品	TOSHIBA
HD61830 (B)	(日) 日立公司产品	HITACHI
SED1330 (E-1330)	(日) 精工公司产品	SEIKO EPSON CORP
MSM6255	(日) 冲电气公司产品	OKI CORP

从本章起将逐一介绍这些控制器及其应用。

T6963C 点阵液晶显示控制器多用于较小规模的液晶显示器件的控制器, 常被装配在图形液晶显示模块上, 以内藏式图形液晶显示模块的形式出现。本章将以内藏式图形液晶显示模块 DMF5001N 应用为例, 详细介绍 T6963C 控制器的应用。

8.1 点阵液晶显示控制器 T6963C

T6963C 是日本东芝公司的产品, 其原理图和引脚图如图 8-1 和图 8-2 所示。

8.1.1 T6963C 特性

T6963C 除了具备液晶显示控制器的一般特征外, 还拥有其独有的功能特征, 其特征如下:

1. T6963C 适配于 8080 系列 MPU 和 Z80 系列 MPU 的接口信号, 并且具有 $\overline{\text{RESET}}$ (复位) 信号输入端和 $\overline{\text{HALT}}$ (间歇) 信号输入端用于 MPU 系统硬件控制 T6963C 及其管理的液晶显示模块。
2. T6963C 具有独特的硬件初始值设置功能和丰富的指令功能, 可以设置字符方式与图形方式的合成显示、字符方式下的特征显示以及可以象 CAD 那样屏拷贝操作等。
3. T6963C 具有管理 64K 显示缓冲区及字符发生器 CGRAM 的能力, 它允许 MPU 随时访问显示缓冲区, 甚至可以进行位操作。
4. T6963C 驱动用的数据传输线可以分别向双屏电极引线结构的列驱动器同时发送数

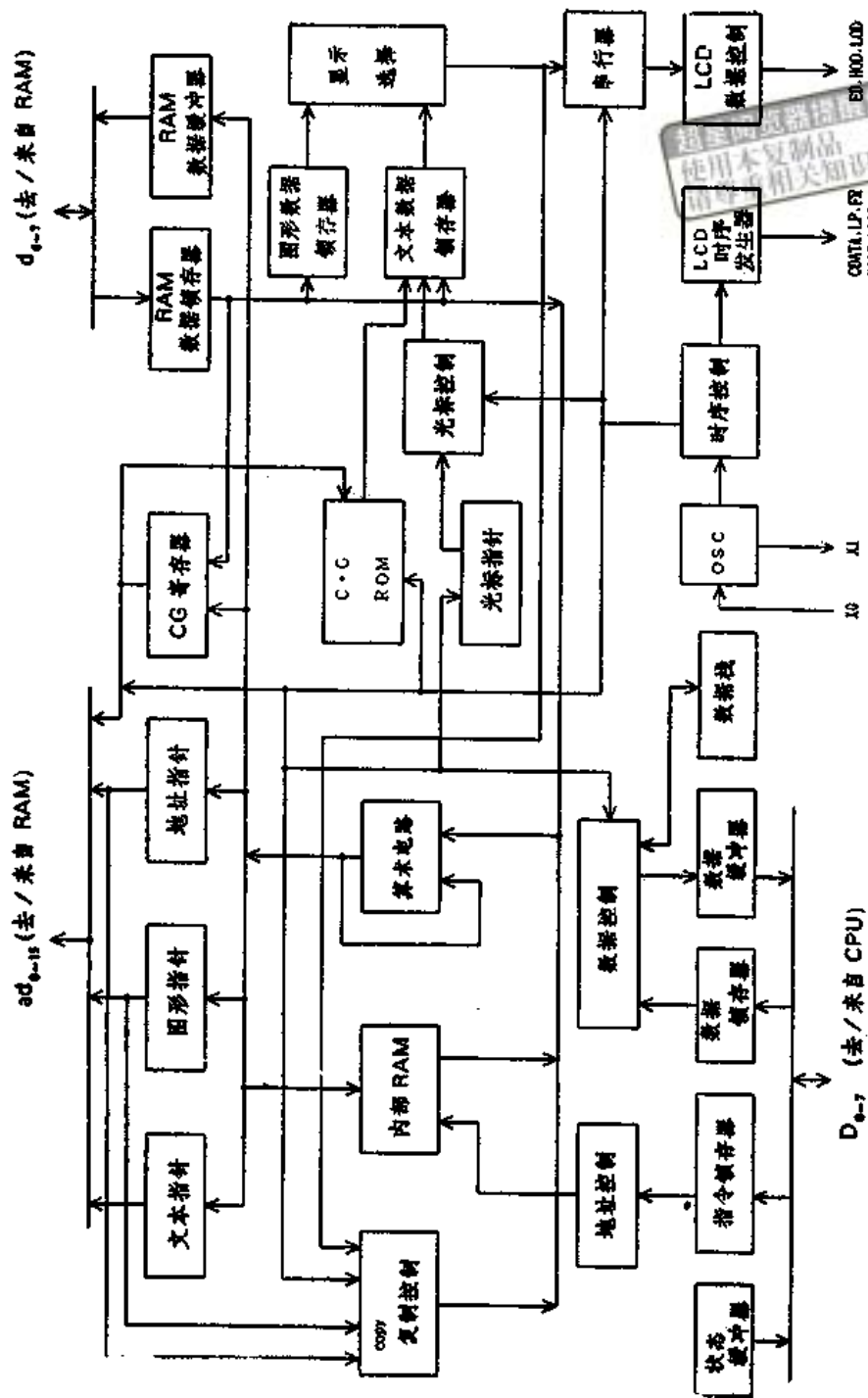


图 8-1 T6963C 原理图

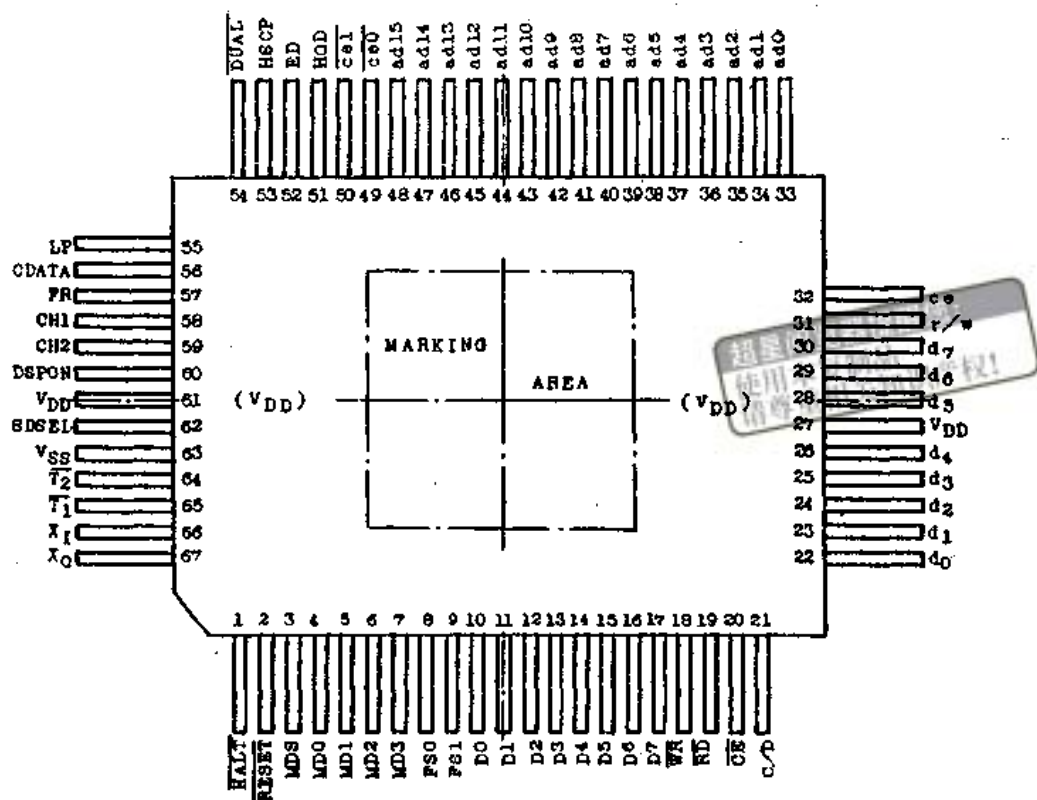


图 8-2 T6963C 引脚框图

据, T6963C 可以控制 640×128 点阵单屏结构的点阵液晶显示器件, 和控制 640×256 点阵的双屏结构的点阵液晶显示器件。占空比可以为 $1/16 \sim 1/128$, 显示字符的字体可以为 $5 \times 8 \sim 8 \times 8$ 点阵的四种字体之一。

5. T6963C 单电源 +5V 供电, 内藏时序振荡电路, 可外接最大为 5.5 MHz 的振荡源。

8.1.2 T6963C 电路原理

按照第 5.3 节的功能结构分解, 下面将详细介绍 T6963C 的电路原理。

1. 接口部

T6963C 与 MPU 接口部的缓冲区由 4 个缓冲器组成, 它们是由于接收 MPU 信息的指令锁存器和数据锁存器以及用于向 MPU 发送信息的状态缓冲器和数据缓冲器。其中状态缓冲器存有 T6963C 当前工作状态的标志字, T6963C 的状态标志字多达七位, 它们是:

状态标志字	STA ₇	STA ₆	STA ₅	STA ₄	STA ₃	STA ₂	STA ₁	STA ₀
STA ₇ : 指令读, 写状态	1: 准备好	0: 忙						
STA ₆ : 数据读, 写状态	1: 准备好	0: 忙						
STA ₅ : 数据自动读状态	1: 准备好	0: 忙						
STA ₄ : 数据自动写状态	1: 准备好	0: 忙						
STA ₃ : 未用								
STA ₂ : 控制器运行检测可能性	1: 可能	0: 不能						
STA ₁ : 屏读/拷贝出错状态	1: 出错	0: 正确						
STA ₀ : 闪烁状态检测	1: 正常显示	0: 关显示						

七位标志位各有应用场合，并非同时都有效。在 MPU 一次读、写指令及数据时，STA₀ 和 STA₁ 要同时有效——“准备好”状态，当 MPU 读、写数组时，STA₂ 或 STA₃ 取代 STA₀ 和 STA₁ 作为忙标志位，此时 MPU 就要判别它是否有效。STA₅ 标志是 T6963C 屏读或拷贝指令的标志位。STA₅ 和 STA₇ 表示控制器内部运行状态，在 T6963C 的应用上很少使用它们。

对 T6963C 的操作都要经过状态字的判别，若所提示的状态位为“忙”状态时，T6963C 是不接收 MPU 发来的任何信号的。

T6963C 的接口部适配 8030 系列和 Z80 系列 MPU 的控制时序，其引脚功能为：

D_{0~7} 三态 数据总线

RD 输入 低电平有效。MPU 从 T6963C 读数据

WR 输入 低电平有效。MPU 向 T6963C 写数据

CE 输入 低电平有效。T6963C 片选信号

C/D 输入 通道选择信号，C/D=1 为指令通道，C/D=0 为数据通道。

T6963C 接口部的工作时序由图 8-3 所示。

在接口部 T6963C 还提供了两条复位线，它们是 RESET 和 HALT。RESET 复位信号将把行、列计数器和显示寄存器清零，并且关显示。在 RESET 复位后可用开显示指令完整地恢复显示屏上原有的画面内容。在每次通电后，有必要使用一次 RESET 复位一次。HALT 为间歇信号，它不仅具有 RESET 的基本功能，而且还将中止内部时钟振荡器的工作。RESET 和 HALT 都是低电平有效。它们对 T6963C 外特性的影响如表 8.1 所示。

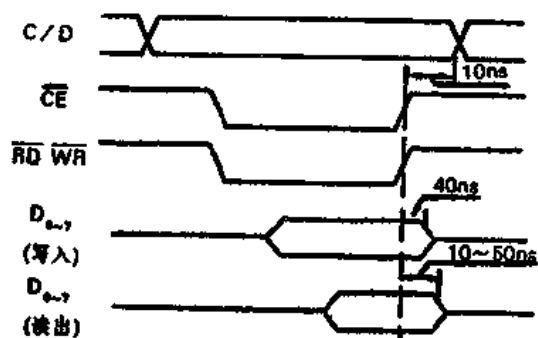


图 8-3 T6963C 接口部的工作时序

表 8.1

引 脚 端	RESET	HALT
D _{0~7}	浮 空	
d _{0~7}	浮 空	
r/w	高 电 位	
ce	高 电 位	
ad _{0~15}	高 电 位	
ce ₀ , ce ₁	高 电 位	
ED, HOD	最后的数据状态	
HSCP, LP	低 电 位	
CDATA, FR	高 电 位	
CH ₁	内 部 状 态	低 电 位
CH ₂	行或列计数器结束信号	低 电 位
DSPON	低 电 位	
XO	振 荡 器 时 钟	高 电 位

请注意振荡器输出端 XO 的状态, 当 $\overline{\text{HALT}}$ 有效时 XO 为高电位, 从而中止了振荡器的工作。

2. 控制部

T6963C 控制部是 T6963C 的核心, 它由时序发生器、寄存器组、运算电路、指令译码器和数据控制器、数据栈等组成。控制部在时序发生器的作用下, 先把 MPU 送入数据锁存器内的数据暂存入数据栈内, 然后根据指令锁存器的内容译码, 将数据栈内的数据或作为指令参数送入相应的寄存器内, 或作为数据送入显示缓冲区内。T6963C 的指令是带有参数补充的, 参数的输入是在指令代码之前, 就是由 T6963C 控制器的硬件电路特性决定的。

(1) 引脚设置功能

T6963C 控制部引出了若干个引脚作为 T6963C 工作的初始化设置, 这是 T6963C 又一独有的特点, 作为一种液晶显示控制器的出世希望能适用于各种液晶显示模块, 这样就需要具备有工作初始化设置的功能, 多数控制器是用指令进行软件初始化设置, 而 T6963C 则采用了硬件设置方法, 它使用了若干引脚端的电平状态的组合来实现初始化的设置。这些初始化引脚的功能分类如下:

① 驱动方式的设置: 驱动方式是指由控制器向列驱动器传输数据的数据形式。它由图形液晶显示器件的结构和驱动器的工作方式而定。T6963C 可实现四种传输方式, 由下面两个引脚端确定:

$\overline{\text{DUAL}}$ 液晶显示器件电极排列形式设置。

$\overline{\text{DUAL}} = 1$ 为单屏结构; $\overline{\text{DUAL}} = 0$ 为双屏结构。

SDSEL 数据传输方式设置。

SDSEL = 0 为一位串行数据传输方式; SDSEL = 1 为 2 位并行数据传输方式。

这两个信号功能组合与输出数据线的关系如表 8.2 所示。

表 8.2

$\overline{\text{DUAL}}$	SDSEL	上半屏数据传输线	下半屏数据传输线
1	1	HOD ED	—
1	0	ED	—
0	1	HOD ED	LOD ED
0	0	ED	ED

② 显示窗口长度 (列) 的设置: 显示窗口长度的设置确定了列数据传输个数的最大值, 从而确定了列驱动器所需的移位脉冲和锁存脉冲的时序。该设置由两个引脚电位状态的组合确定, 其逻辑关系如表 8.3 所示

表 8.3

MD ₁	1	1	0	0
MD ₀	1	0	1	0
字符数	32	40	64	80

③ 显示窗口宽度（行）的设置：显示窗口宽度的设置确定了T6963C的帧扫描信号的时序和显示驱动的占空比系数，该设置由下列引脚电位状态组合确定，其逻辑关系如表8.4所示。

表 8.4

DUAL	1	1	1	1	1	1	1	1
MDS	0	0	0	0	1	1	1	1
MD ₁	1	1	0	0	1	1	0	0
MD ₀	1	0	1	0	1	0	1	0
字 符 行	2	4	6	8	10	12	14	16
点 行 数	16	32	48	64	80	96	112	128
占 空 比	1/16	1/32	1/48	1/64	1/80	1/96	1/112	1/128
适 应 结 构	单 屏							
DUAL	0	0	0	0	0	0	0	0
MDS	0	0	0	0	1	1	1	1
MD ₁	1	1	0	0	1	1	0	0
MD ₀	1	0	1	0	1	0	1	0
字 符 行	4	8	12	16	20	24	28	32
点 行 数	32	64	96	128	160	192	224	256
占 空 比	1/16	1/32	1/48	1/64	1/80	1/96	1/112	1/128
适 应 结 构	双 屏							

④ 显示字符的字体选择：把字体选择放在了硬件的设置上，从而失去了字体软件改变的可能性。引脚电位状态组合如表8.5所示。

表 8.5

FS ₁	1	1	0	0
FS ₀	1	0	1	0
字 体	5×8	6×8	7×8	8×8

⑤ 振荡器时钟的确定：振荡器时钟与控制器所驱动的行数和列数有关，晶振频率 f_{osc} 可由下列公式计算求出：

$$f_{osc} = 2f_{scp}$$

其中： f_{scp} 为位移时钟频率，即HSCP（LSCP）脉冲频率

$$f_{scp} = 8 \cdot M \cdot 8 \cdot N \cdot f_R$$

其中：M为字符数/行；8M为点列数/行，在四种字体形式下，晶振频率是不变的。N为字符行数；8N为点行数； f_R 为帧信号频率，即液晶显示器件所需要的扫描频率。

则

$$f_{osc} = 2 \cdot 8 \cdot M \cdot 8 \cdot N \cdot f_R = 128 M \cdot N \cdot f_R$$

若 $f_R = 60\text{Hz}$ ；驱动 32×16 字符阵的单屏结构液晶显示器件。

则

$$f_{osc} = 128 \times 32 \times 16 \times 60 = 3,932\text{kHz}$$

T6963C 振荡电路有两个引脚 XI 和 XO，其工作电路如图 8-4 所示。

(2) 显示缓冲区的管理

T6963C 控制部具有管理显示缓冲区和字符发生器的能力。

T6963C 内嵌有 128 种字符的 CGROM (见附录 B 中表 2)，并允许用户在显示缓冲区内任意设置一个区域作为外扩的字符发生器 CGRAM。当 CGRAM 使用了固定的字模数据时，也可以用 EPROM 固化字模数据后取代 CGRAM，从而形成了外扩 CGROM。这样做，在系统中免去了 MPU 程序区所占用的字模数据区。T6963C 可管理 64 k 字节的显示缓冲区，从图 8-1 分

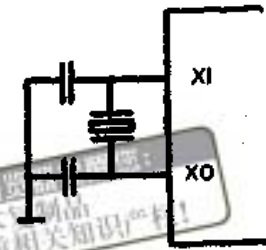


图 8-4 振荡电路
引脚接法

析，T6963C 具有地址计数器、图形计数器、字符计数器和字符发生器的地址寄存器等四个寄存器作为显示缓冲区的寻址，所以显示缓冲区可以分为文本显示区、图形显示区和 CGRAM 区，每个显示区具有不同的显示功能，T6963C 控制部可以分别管理与寻址，从而增强了 T6963C 的显示能力。

这四个寄存器的基本作用是：

① 地址计数器：作为 MPU 访问显示缓冲区的地址指针。该计数器可以由指令修改，并且具有自动加 1 或减 1 功能。

② 字符计数器和图形计数器：分别作为文本显示区和图形显示区的地址指针。这两个计数器被用于显示数据传输的寻址，其当前值所选通的显示缓冲区单元与显示屏上的位置一一对应。这两个计数器的初始值和修改值由相应的寄存器内容确定，而相应寄存器值则由指令设置或硬件初始化状态设置。这两个计数器的寻址频率由时序发生器控制。

③ 字符发生器的地址寄存器：作为字符发生器的寻址寄存器是 CGRAM 偏置地址、字符代码和行计数器的合成逻辑寄存器，其输出将形成 CGRAM 或 CGROM 的地址。

T6963C 控制部在管理显示缓冲区时有两种时序在交替进行，其工作原理为：T6963C 控制部将 MPU 设置的时序和控制逻辑值以及地址指针等分门别类地存入寄存器组内。在屏幕显示的过程中，T6963C 启用了字符计数器和图形计数器。在文本显示方式下，控制电路将字符计数器所选通的单元的字符代码取出送至字符发生器的地址寄存器内与字符发生器基址和行计数器值合成，输出所需的 CGROM 或 CGRAM 地址。控制电路将根据这个地址取出字符字模数据送至字符数据锁存器准备发送。在图形显示方式下，图形计数器所选通的单元作为显示数据直接送入图形数据锁存器准备发送。当同时启用文本显示方式和图形显示方式时，字符计数器和图形计数器将交叉寻址，显示数据在显示选择器的输入上达到同步。

上述过程是 T6963C 控制部的主要工作过程。在屏幕显示过程中，向驱动部发送显示数据是不间断地循环进行的。

在 MPU 要访问显示缓冲区时，启用了地址计数器。在向显示缓冲区写数据时，控制电路将 MPU 写入数据栈的数据通过显示缓冲区的数据缓冲器送入地址计数器选通的单元。在 MPU 从显示缓冲区读取数据时，在 MPU 写入读指令代码后，T6963C 控制电路将地址计数器所选通的单元的数据送入数据栈内等待 MPU 从数据口读出。

T6963C 显示数据的寻址和 MPU 访问显示缓冲区的时序是不能同时进行的，需要分时

操作。所以, T6963C 向 MPU 提供了状态标志字以使 MPU 能有效地访问显示缓冲区。

T6963C 控制部管理显示缓冲区的引脚有:

$ad_{0\sim15}$ 输出 16 位地址总线。

$d_{0\sim7}$ 三态 8 位数据总线。

$r/\overline{w}$ 输出 读/写控制信号。 $r/\overline{w} = 1$ 为读操作; $r/\overline{w} = 0$ 为写操作。

$\overline{ce}$ 输出 存储器片选信号, 低电平有效。

$\overline{ce_0}, \overline{ce_1}$ 输出 存储器片选信号, 当 $\overline{DUAL} = 1$ 时有效。片选信号的有效范围是:

$\overline{ce_0}$ 选址范围为 0000 H~07 FFH RAM; $\overline{ce_1}$ 选址范围为 0800 H~0 FFFH RAM。

T6963C 管理显示缓冲区的时序关系如图 8-5 所示。

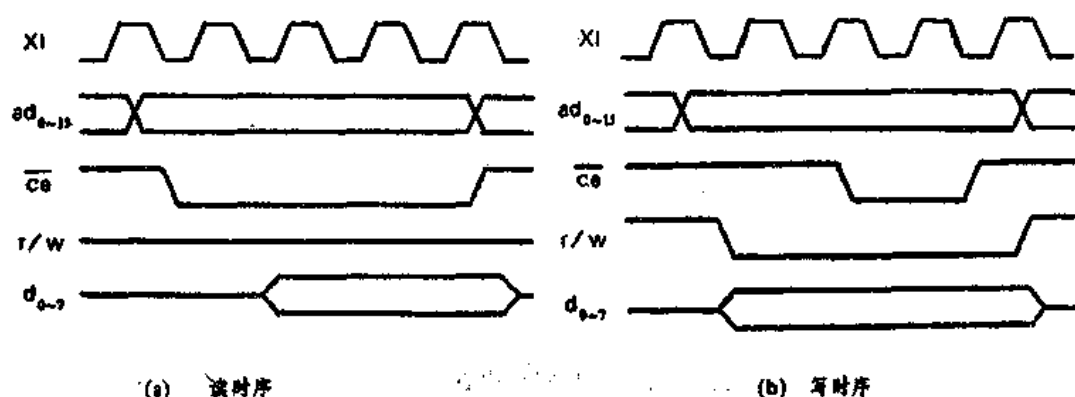


图 8-5 管理 RAM 时序图

T6963C 可以把显示缓冲区划分出两个不同性质的使用区域: 文本显示区和图形显示区。这两个区域的划分是通过对各区域的起始地址 SAD 和一行显示所占用显示区单元数 AP 的设置来实现的。SAD 对应着显示屏左上角位置的显示位。以 6×8 字体设置为例, 在文本显示区一个单元对应着屏上的一个字符位, 6×8 点阵在图形显示区一个单元则对应着屏上的 6×1 点阵显示位, 此时图形显示区单元的低 6 位有效, 在 T6963C 控制双屏结构液晶显示器件时, 下半屏显示区的起始地址在片内自动修改成 $8000 \text{ H} + \text{SAD}$ 。这种修改对 CGRAM 区无效, 如图 8-6(a) 所示。由于这种特性, T6963C 在接 RAM 芯片和写入 RAM 数据时都要注意。例如单屏结构液晶显示器件, 显示缓冲区为 8k RAM, T6963C 使用了 $ad_{12} \sim ad_0$ 地址线寻址, 而双屏结构液晶显示器件, T6963C 就要使用 $ad_{15}, ad_{11} \sim ad_0$ 地址线寻址了, 如图 8-6(b), (c) 所示。

(3) 显示功能块

控制部还具有光标控制器和光标指针, 它们用来在字符方式下启用光标显示。该光标的输出将与字符数据在字符数据锁存器内通过逻辑“或”后一同发送。

T6963C 具有显示合成功能, 即字符显示区的内容和图形显示区的内容同时显示在显示屏上。这种同时显示是通过显示选择器的合成产生的。字符数据锁存器的输出与图形数据锁存器的输出在显示选择器内根据指令设置的逻辑值进行某种逻辑关系的合成, 如逻辑“与”、逻辑“或”、逻辑“异或”等。显示选择器的输出数据在显示屏上将产生合成显示的效

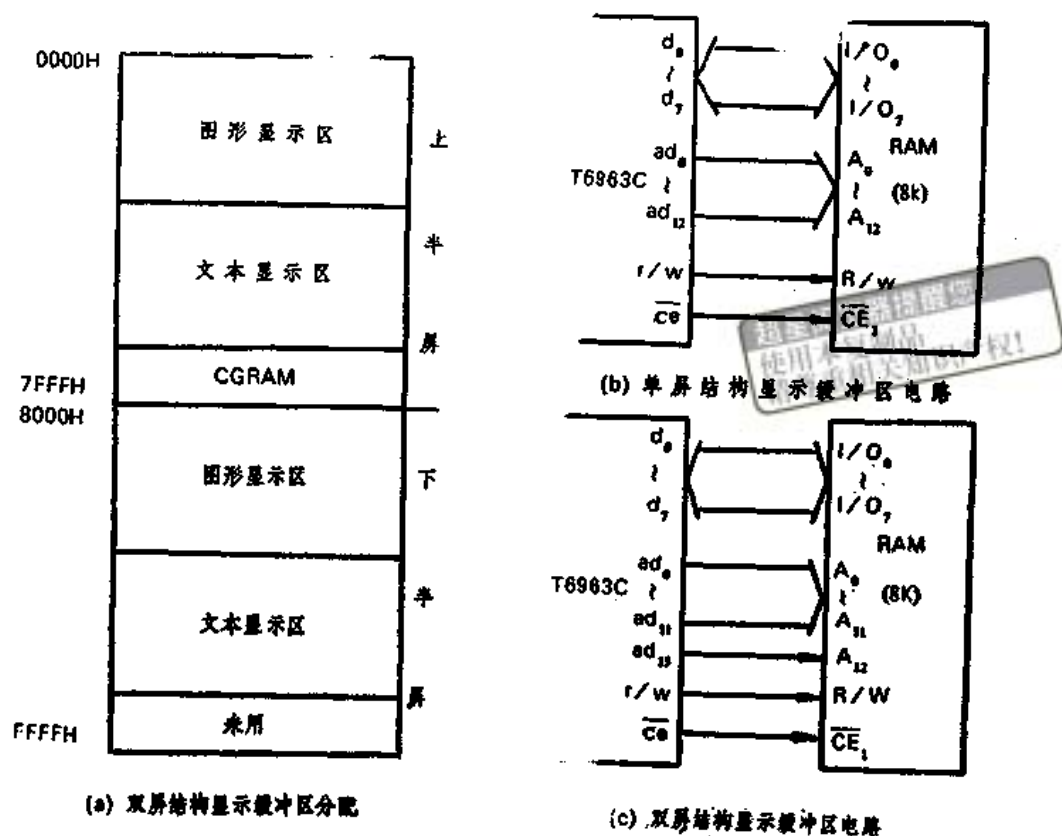


图 8-6 T6963C 的显示缓冲区的划分与接法

果。

另外，在 T6963C 控制部还有 $\overline{T_1}$ 、 $\overline{T_2}$ 和 CH_1 、 CH_2 四个引脚作为检测 T6963C 工况使用， $\overline{T_1}$ 、 $\overline{T_2}$ 两引脚为测试信号输入端， CH_1 、 CH_2 为检测信号输出端。在应用时，这四个引脚功能不必考虑。

3. 驱动器

T6963C 驱动器在时序发生器的时序控制下将显示选择器的数据输出在并/串转换器内转换成串行结构输出给驱动器。同时由时序发生器产生的时钟信号输出给液晶显示驱动时序发生器，该发生器将向驱动器提供一组驱动时序脉冲信号。

T6963C 驱动时序脉冲与数据传输线的引脚功能如下：

- HOD 输出 上半屏偶列数据线。
- HSCP 输出 上半屏列驱动器移位时钟信号。
- LOD 输出 下半屏偶列数据线。
- LSCP 输出 下半屏列驱动器移位时钟信号。

LOD 和 LSCP 是与 $\overline{ce_0}$ 和 $\overline{ce_1}$ 共用引脚，这两个引脚功能的改变由 $\overline{DUAL}$ 设置而定，所以在硬件电路设计时，将根据 $\overline{DUAL}$ 的电位状态来选择这两个引脚的接法：

$$\overline{DUAL} = 0 \text{ 为 LOD, LSCP} \quad \overline{DUAL} = 1 \text{ 为 } \overline{ce_0} \quad \overline{ce_1}$$

ED 输出 显示列数据线。所输出的数据内容由 SDSEL 确定。
 SDSEL = 1 为上、下半屏的奇列数据输出。
 SDSEL = 0 为上、下半屏的列数据输出。

LP 输出 列驱动器锁存脉冲和行驱动器移位脉冲信号。

CDATA 输出 帧扫描信号输出，即行驱动器的数据信号。

FR 输出 交流驱动波形信号。

T6963C 驱动部驱动波形如图 8-7 所示。T6963C 驱动部还有一个引脚 DSPON。当

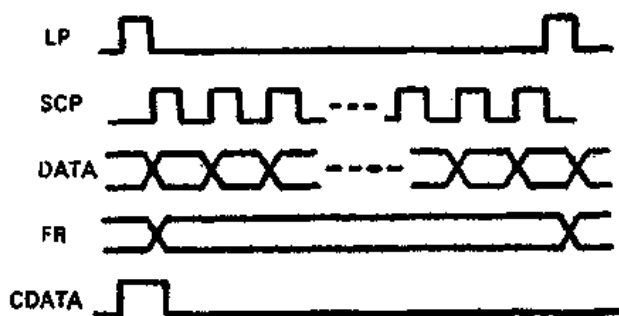


图 8-7 驱动波形图

RESET 或 HALT 有效时，DSPON 输出低电平。由于液晶显示驱动应避免产生直流电压，所以驱动电压都被调制成交流波形，但是当 RESET 或 HALT 有效时，T6963C 将停止向驱动器发送时序脉冲，致使驱动器停止工作，但加在液晶各像素上的电压没有撤消并保持在直流电压的状态下，这是液晶显示所不允许的。因此，T6963C 提供了驱动电源控制端 DSPON，其旨意在于用 DSPON 控制液晶显示的驱动电源变换器（DC/DC 变换器）或某些驱动器内部的电源控制端，使得 T6963C 在复位或间歇状态下关闭驱动器的液晶显示的驱动电源，以保证液晶显示器件的寿命。

8.1.3 T6963C 指令集

由于 T6963C 使用了硬件初始化设置，所以使得其指令功能集中于显示功能的设置方面，加强了 T6963C 的显示控制能力。T6963C 指令如表 8.6 所示。

表 8.6

指 令	指 令 代 码								参 数	功 能	运行时间
	D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀			
指针设置	0	0	1	0	0	N ₂	N ₁	N ₀	2	N ₂ N ₁ N ₀ 0 0 1 光标指针设置 0 1 0 偏置寄存器设置 1 0 0 地址指针设置	状态检测
控制字设置	0	1	0	0	0	0	N ₁	N ₀	2	N ₁ N ₀ 0 0 文本显示区首地址 0 1 文本区域设置 1 0 图形区首地址设置 1 1 图形区域设置	状态检测

续上表

指 令	指 令 代 码								参 数	功 能	运行时间
	D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀			
方式设置	1	0	0	0	CG	N ₂	N ₁	N ₀	-	CG=0, CGROM 方式 CG=1, CGRAM 方式 N ₂ N ₁ N ₀ 图形和文本 0 0 0 “或” 0 0 1 “异或” 0 1 1 “与” 1 0 0 文本属性	32×1/f...
显示方式	1	0	0	1	N ₄	N ₃	N ₂	N ₁	-	N ₃ =0, 图形方式关 N ₃ =1, 图形方式开 N ₂ =0, 文本方式关 N ₂ =1, 文本方式开 N ₁ =0, 光标显示关 N ₁ =1, 光标显示开 N ₀ =0, 光标闪烁关 N ₀ =1, 光标闪烁开	32×1/f...
光标形状选择	1	0	1	0	0	N ₂	N ₁	N ₀	-	N ₂ , N ₁ , N ₀ 规定了光标行数 N ₂ N ₁ N ₀ 0 0 0 1 行光标 (底线) 1 1 1 8 行光标 (8×8 点阵)	32×1/f...
数据自动读/写方式	1	0	1	1	0	0	N ₁	N ₀	-	N ₁ N ₀ 0 0 数据自动写 0 1 数据自动读 1 * 中止自动方式	32×1/f...
数据一次读/写方式	1	1	0	0	0	N ₂	N ₁	N ₀	1	读/写数据一次 N ₂ =0, 地址指针修改 =1, 地址指针不变 N ₁ =0, 地址指针加1 =1, 地址指针减1 N ₀ =0, 数据写 =1, 数据读	32×1/f...
屏 读	1	1	1	0	0	0	0	0	-	把屏上显示数据 (1 字节) 送入数据栈内供 MPU 读取	状态检测
屏 拷贝	1	1	1	0	1	0	0	0	-	把地址指针所指的 1 行显示数据拷贝到图形区	状态检测
位 操 作	1	1	1	1	N ₄	N ₃	N ₂	N ₁	-	把地址指针所指单元中某一位清零或置“1” N ₃ =0, 位清零 =1, 位置“1” N ₂ , N ₁ , N ₀ 指示位地址 000 为 D ₀ 位, 111 为 D ₇ 位	状态检测

T6963C 指令的运行时间有些是不能确定的,这是因为有些指令的运行要受到当时控制部的状态影响。虽然有些指令的运行时间已经给定,但对于所有的指令传输和数据传输之间建议都使用状态字检测。

T6963C 指令集中有的指令需要参数的补充,如地址指针的设置等。T6963C 指令参数输入是在指令代码传送之前。如前所述,T6963C 在接口部与控制部连接处在一数据栈,某指令参数从数据口被送入数据栈内,在随后输入到指令锁存器内的指令代码被译码,控制部根据译码输出选通的寄存器或显示缓冲区单元将参数送入其内。T6963C 指令传输的流程图由图 8-8 表示。如果在带有参数的指令代码输入之前,输送了多于该指令所带的参数时,T6963C 认可最近输入的数据作为该指令的参数。T6963C 指令详细介绍如下:

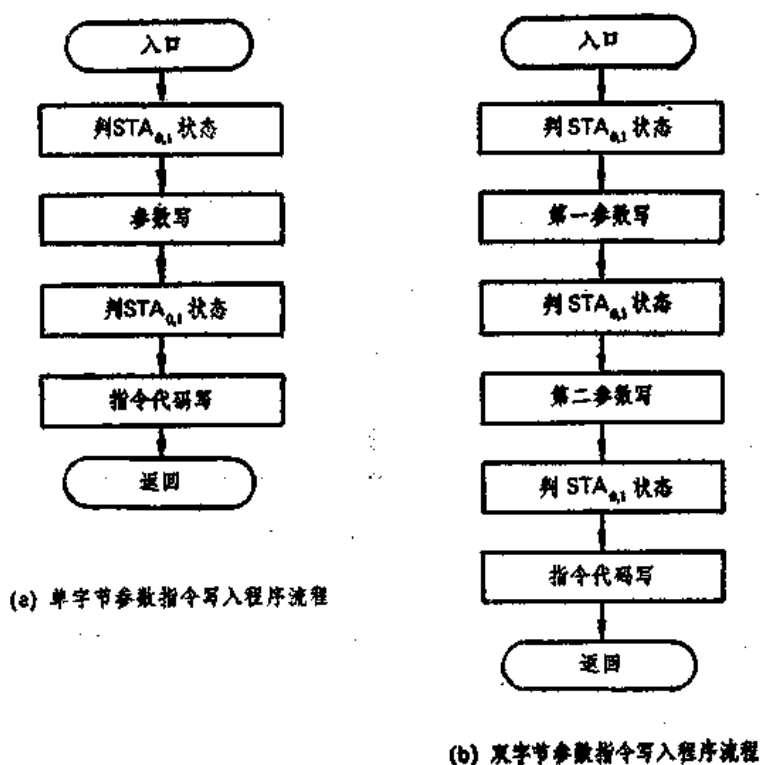


图 8-8 指令传输流程图

(1) 指针设置

D_1, D_2 ,

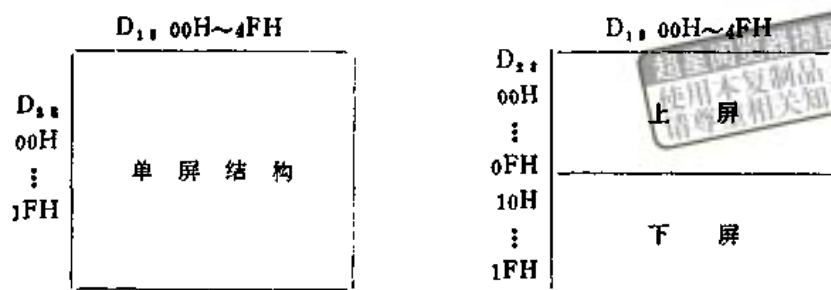
0	0	1	0	0	N_2	N_1	N_0
---	---	---	---	---	-------	-------	-------

该指令为双参数 (D_1, D_2) 指令, $N_0 \sim N_2$ 的取值“1”为有效,“0”为无效, $N_0 \sim N_2$ 不能同时为“1”,根据 N 的取值,该指令有三种含义,如表 8.7 所示。

表 8.7

D_1	D_2	指令代码	功能
水平位置 (7 位)	垂直位置 (5 位)	21 H ($N_0 = 1$)	光标指针设置
地址 (5 位)	00 H	22 H ($N_1 = 1$)	CG 偏置地址寄存器设置
低字节	高字节	24 H ($N_2 = 1$)	地址指针设置

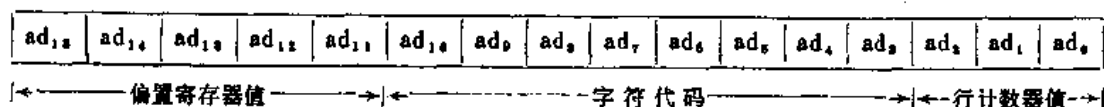
① 光标指针的设置确定了光标在显示屏上的位置，光标的位置是以字符位为单位由两个参数确定，水平方向位置由 D_1 参数确定，表示左起第几个字符位， D_1 的取值在 $00H \sim 4FH$ ($1 \sim 80$ 字符) 范围内。垂直方向位置由 D_2 参数确定，表示上起第几个字符行， D_2 的取值在 $00H \sim 1FH$ ($1 \sim 32$ 字符行) 范围内。光标在显示屏上的位置与显示屏结构的关系如下：



在双屏结构显示屏上，垂直方向位置确定无论双屏结构行数多少，上、下屏 D_2 的取值范围是固定的。

光标位置的设置与修改必须经过光标指针的重新设置来实现，它与地址指针无关，更没有自动修改的功能。

② 偏置寄存器设置：T6963C 可以管理 2k 的 CGRAM，在显示缓冲区内要划出 2k 的区域给 CGRAM，只需确定 16 位地址的高 5 位 ($A_{15} \sim A_{11}$) 的值即可。偏置寄存器就是用来存储这高 5 位地址值的。T6963C 将这高 5 位地址值与字符代码值及行计数器值组合成该字符的字模数组地址，即：

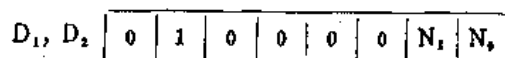


偏置寄存器设置由指令参数 D_1 的低 5 位值完成，此时 D_2 设置为 $00H$ 。例如，若把显示缓冲区中的 $F800H \sim FFFFH$ 的 2k 字节作为 CGRAM 区域，则 $D_1 = 1FH$ 。

③ 地址指针设置：T6963C 把地址指针值送入控制部的地址计数器内，为 MPU 访问显示缓冲区时提供地址。该地址指针可以自动修改。

地址指针为 16 位数据，由指令参数 D_1 、 D_2 联合送入， D_1 为地址指针的低字节， D_2 为地址指针的高字节。

(2) 控制字设置



该指令为双参数 (D_1 , D_2) 指令，根据 N 的组合，该指令可由表 8.8 组合而成，一共四种指令功能形式：

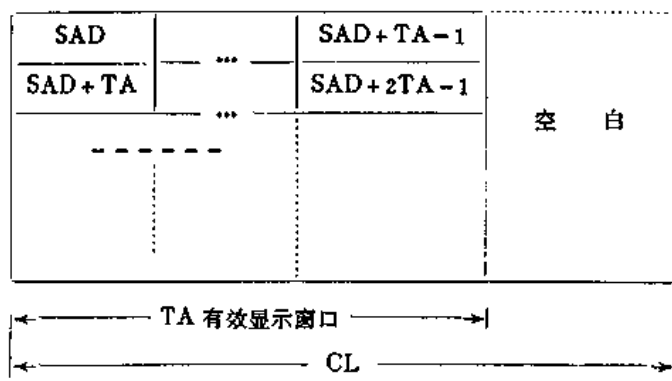
表 8.8

N_1	N_0	D_1	D_2	指令代码	功 能
0	0	低字节	高字节	40H	文本区首地址
0	1	字节数	00H	41H	文本区域设置
1	0	低字节	高字节	42H	图形区首地址
1	1	字节数	00H	43H	图形区域设置

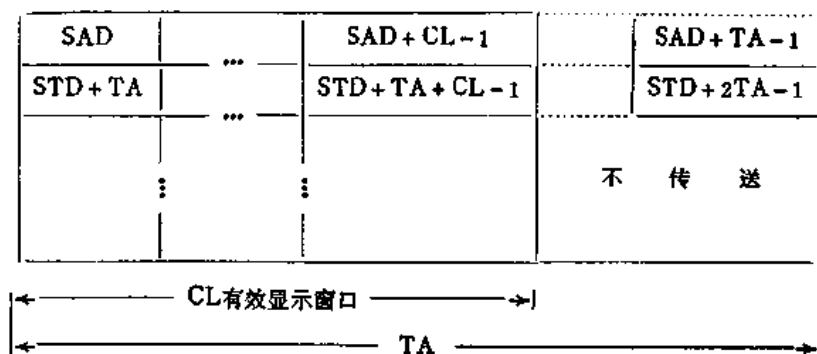
① 文本区首地址设置：该指令所用的指令参数 D_1 、 D_2 为文本显示区首地址的低字节部分与高字节部分。该地址对应着显示屏上左上角的字符位。修改这个地址可以产生屏画面“卷动”的显示效果。

② 文本区域设置：显示屏上的显示窗口宽度（列数）已由 T6963C 硬件设置，本指令是用于调整使用的有效显示窗口宽度（列数）的。该指令所设置的显示行的字符数确定了文本显示区单元与显示屏上各字符位的对应关系。设硬件设置的显示窗口宽度为 CL ，该指令设置的显示窗口宽度为 TA ，则文本显示区与显示屏上的对应关系如下：

(a) $TA \leq CL$ 时， $SAD =$ 文本显示区首地址



(b) $TA > CL$ 时



③ 图形区首地址：该指令所用的指令参数 D_1 、 D_2 设置了图形显示区的首地址。该地址对应着显示屏上左上角的显示位。修改这个地址可以产生屏画面“卷动”的显示效果。

图形显示区内单元对应显示屏上显示位的大小是由 T6963C 硬件设置字符体所决定，当硬件设置 6×8 字体时，图形显示区单元的低 6 位有效，对应显示屏上 6×1 显示位，当硬件设置 8×8 字体时，图形显示区单元的 8 位全部有效，则对应显示屏上 8×1 显示位。

④ 图形区域设置：图形区域设置概念与文本区域设置相同，需要说明的是由于图形显示区单元对应显示屏上 8×1 点阵（设字符体设置为 8×8 点阵），所以在同一显示窗口的尺寸上，图形显示区要比文本显示区大 8 倍。

(3) 方式设置

1	0	0	0	N_3	N_2	N_1	N_0
---	---	---	---	-------	-------	-------	-------

该指令设置了显示合成方式，无指令参数。它具有字符发生器的选择位 N_3 和文本与图

形的合成显示方式控制位 $N_2 \sim N_0$ 。

各参数位的功能如下：

N_3 ：字符发生器选择位。

$N_3 = 1$ 为启用 CGRAM，字符代码为 $00H \sim FFH$ ，CGRAM 最大区域为 2k 字节。

$N_3 = 0$ 为启用内部 CGROM，该字符库仅有 128 种字符，字符代码为 $00H \sim 7FH$ 。当选用 $80H \sim FFH$ 字符代码时，T6963C 自动选择 CGRAM。

$N_2 \sim N_0$ ：合成显示方式控制位， $N_2 \sim N_0$ 的组合功能由表 8.9 表示。

表 8.9

N_2	N_1	N_0	合成方式
0	0	0	逻辑“或”合成
0	0	1	逻辑“异或”合成
0	1	1	逻辑“与”合成
1	0	0	文本特征

合成显示的显示效果如图 8-9 所示。

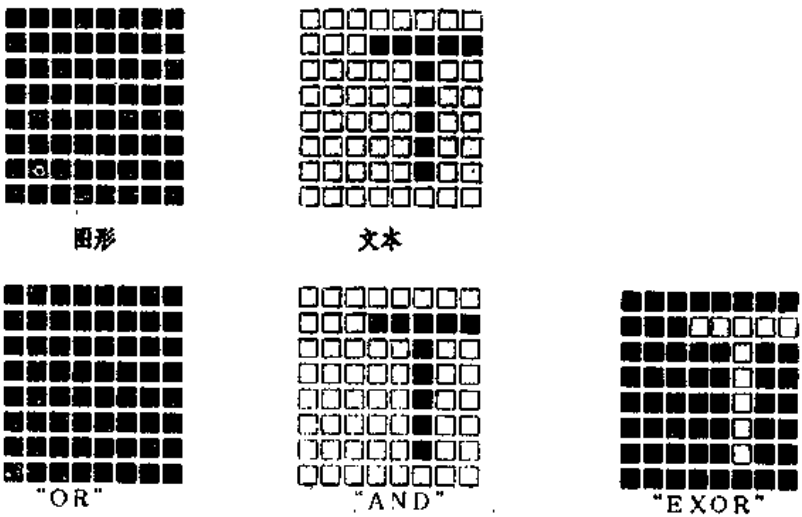
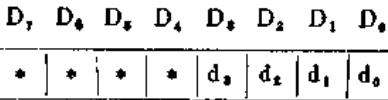


图 8-9 合成显示举例

在合成显示方式中，T6963C 有一条指令是用来设置文本特征显示功能的。文本特征包括有字符显示与不显示、字符闪烁及字符的“负向”显示（如同图 8-9 的“异或”合成效果）等。T6963C 可以控制每个字符的文本特征。在设置了文本特征后，图形显示区将转化为文本特征区，存储字符的文本特征码，其地址与显示屏上位置的对应关系与文本显示区相同。因此，在显示屏上某位置的显示的字符是由双字节数据组成，第一字节作为字符代码存储在文本显示区相对应的单元内，第二字节则作为该字符的文本特征码存储在文本特征区相对应的单元内。这种组成如同彩色 CRT 的字符数据一样。

在文本特征区内，字符的文本特征码由一个字节的低四位组成，即：



其中:

d_3 : 字符闪烁控制位, $d_3 = 1$ 为闪烁, $d_3 = 0$ 为不闪烁, $d_2 \sim d_0$: 显示功能控制位。功能组合取值如表 8.10 所示。

表 8.10

d_2	d_1	d_0	显 示 效 果
0	0	0	正向显示, 如同图 8-9 中“与”合成效果
1	0	1	负向显示, 如同图 8-9 中“异或”合成效果
0	1	1	禁止显示, 空白

由于启用文本特征方式将会破坏图形显示区原有的数据, 所以建议在显示缓冲区内单独开辟一个区域作为文本特征区, 届时将图形显示区的首地址更改到这个文本特征区首地址即可。显示缓冲区划分如下:

SAD_1	图 形 显 示 区	显 示 缓 冲 区 RAM
SAD_1'	文 本 特 征 区	
SAD_2	文 本 显 示 区	
	CGRAM (2k)	

这是单屏结构液晶显示器件应用时显示缓冲区的划分示例, 双屏结构液晶显示器件应用时显示缓冲区的划分请参考图 8-6(a)。

(4) 显示方式

1	0	0	1	N_3	N_2	N_1	N_0
---	---	---	---	-------	-------	-------	-------

该指令无参数补充, 用于启用或禁止光标显示、文本显示或图形显示等。每个 N_i 值都代表一种显示方式, 它们是:

N_0 : 1/0 光标闪烁的启用/禁止;

N_1 : 1/0 光标显示的启用/禁止;

N_2 : 1/0 文本显示的启用/禁止;

N_3 : 1/0 图形显示的启用/禁止。

当 $N_3 \sim N_0$ 均为“0”时, 即指令代码为 90H 时, 显示全部禁止。 $N_3 \sim N_0$ 可以同时启用几种显示方式, 在使用合成显示方式时, 必须同时启用文本显示方式和图形显示方式。

(5) 光标形状选择

1	0	1	0	0	N_1	N_0
---	---	---	---	---	-------	-------

此指令设置了光标的形状, 无指令参数补充。光标形状为 8 点(列) $\times$ N(行)。N 的取值如表 8.11 所示。

表 8.11

N_2	N_1	N_0	光标所占行数
0	0	0	1 行 (底线形状)
0	0	1	2 行
0	1	0	3 行
0	1	1	4 行
1	0	0	5 行
1	0	1	6 行
1	1	0	7 行
1	1	1	8 行 (8×8 点阵形状)

精英浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

(6) 数据自动读/写方式设置

1	0	1	1	0	0	N_1	N_0
---	---	---	---	---	---	-------	-------

该指令启用了数据自动读或自动写方式。在自动读或自动写设置后, MPU 可以连续地将数据读出或写入显示缓冲区, 地址指针自动加 1 修正。在自动读或自动写过程中, 标志 STA_0 和 STA_1 由 STA_2 或 STA_3 取代, 在自动读或自动写完成后, 要写入自动结束指令以使 T6963C 退出自动读/写状态, 开始接受其它指令。该指令无指令参数补充。N 的取值产生三种指令功能, 如表 8.12 所示。

表 8.12

N_1	N_0	指令代码	功能
0	0	B0H	自动写方式
0	1	B1H	自动读方式
1	*	B2H/B3H	自动结束

自动读或自动写方式的流程图如图 8-10 所示。

(7) 数据一次读/写方式

D_1	1	1	0	0	0	N_2	N_1	N_0
-------	---	---	---	---	---	-------	-------	-------

该指令一次仅读/写一个字节的数[据。在每次写数据时, 先把数据写入数据口, 然后写入数据写指令, 这个过程如同带参数的指令输入过程。数据读则是先写入数据读指令, 然后从数据口读出数据来。该指令与自动读/写指令相比, 只适用于单个数据的读、写, 所以该指令对地址指针的修改是可选择的。它所需的指令参数 D_1 为所要写入的数据。N 值的组合可产生 6 种指令功能, 如表 8.13 所示。

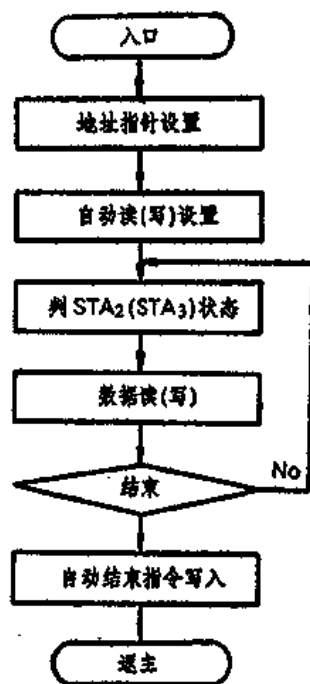


图 8-10 自动读、自动写方式流程图

表 8.13

D_1	N_0	N_1	N_2	指令代码	功 能
数 据	0	0	0	C0H	数据写, 地址加 1
-	0	0	1	C1H	数据读, 地址加 1
数 据	0	1	0	C2H	数据写, 地址减 1
-	0	1	1	C3H	数据读, 地址减 1
数 据	1	0	0	C4H	数据写, 地址不变
-	1	0	1	C5H	数据读, 地址不变

(8) 屏读

1	1	1	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

该指令把当前由地址指针指向的显示屏上某一位置上的显示状态 (8×1 点阵) 作为一个字节的数据传送到 T6963C 的数据栈内, 等待 MPU 的读取。它是文本数据与图形数据在该位置上的逻辑合成值。由于该指令读出的是显示屏上一个字节的数据, 所以要求地址指针在图形显示区内设置。若地址指针不在图形显示区内, 则标志位 STA_6 将表示出错, 指令不予执行。因此在该指令后应立即检查一下 STA_6 , 判断其是否有效, 以决定是否读取数据。屏读操作流程如图 8-11 所示。该指令不带指令参数。

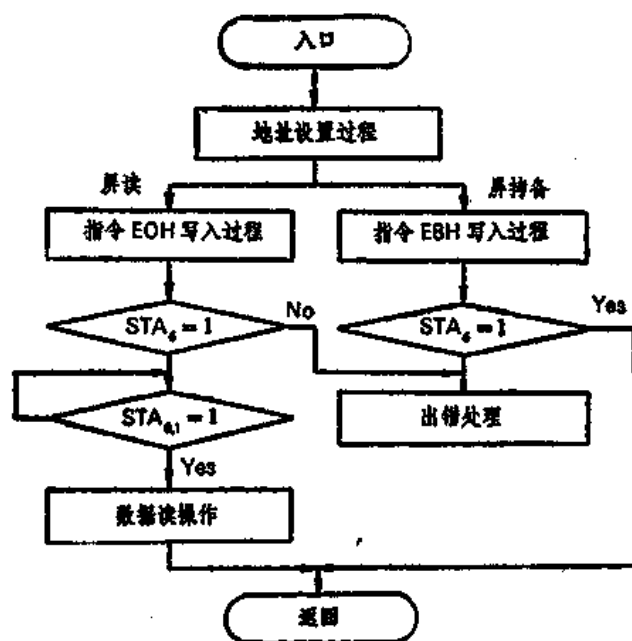


图 8-11 屏读或屏拷贝流程图

(9) 屏拷贝

1	1	1	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

该指令把显示屏上正在显示的一行显示状态拷贝到相对应的图形显示区的一组单元内。

屏上一行显示状态有可能是文本数与据图形数据的合成。当把这一行显示状态拷贝到相应的图形显示区内，原图形数据被屏上的显示状态取代，但与文本显示的逻辑关系并未改变，所以显示屏画面不受影响。

屏上要拷贝的一行的起始地址由地址指针设置，由于该指令拷贝的一行显示状态不是一字符行的数据，所以要求地址指针应设置在图形显示区内，否则标志 STA₆ 将表示出错，则指令不予执行。

该指令不能用于文本特征方式下或双屏结构液晶显示器件的应用上。该指令不带指令参数。

该指令使用的流程图如图 8-11 所示。

(10) 位操作



该指令可以把显示缓冲区内某单元的某一位置“1”或清“0”。该单元的地址由当前地址指针提供。该指令一次仅能操作一位。N 的取值如下：

N_3 ：操作功能。 $N_3=1$ ，置“1”； $N_3=0$ ，清“0”。

$N_2 \sim N_0$ ：操作位。0H~7H 对应于单元的 $D_0 \sim D_7$ 位。

该指令无指令参数。

8.2 内藏 T6963C 的图形液晶显示模块的构成

本节以 DMF5001N 为实例，详细介绍内藏型液晶显示模块的组成及内部时序的配置。并且本节所列举的两种驱动器作为第 5.2 节驱动器部分的实例具有普遍的特点。

DMF5001N 图形液晶显示模块由一块 160×128 点阵单屏结构的液晶显示器件、两片 T6961B、两片 T7778A、一片 T6963C 及其 8k RAM 以及配套电路组成。DMF5001N 驱动与控制电路原理图如图 8-12 所示。模块的接口端的功能如表 8.14 所示：

表 8.14

端子序号	符 号	功 能
1	F.G	帧地。(模块内已与 V _{ss} 连接)
2	V _{ss}	逻辑地
3	V _{DD}	逻辑电源 +5V
4	V ₀₀₀	液晶驱动电源控制
5	V _{EE}	液晶驱动电源：-15V~-20V
6	WR	写操作信号，低电平有效
7	RD	读操作信号，低电平有效
8	CE	片选信号，低电平有效
9	C/D	寄存器选择信号：C/D=0：数据口 C/D=1：指令口
10	HALT	间歇信号，低电平有效
11	RESET	复位信号，低电平有效
12~19	D _{0~7}	数据总线
20	NC	未用

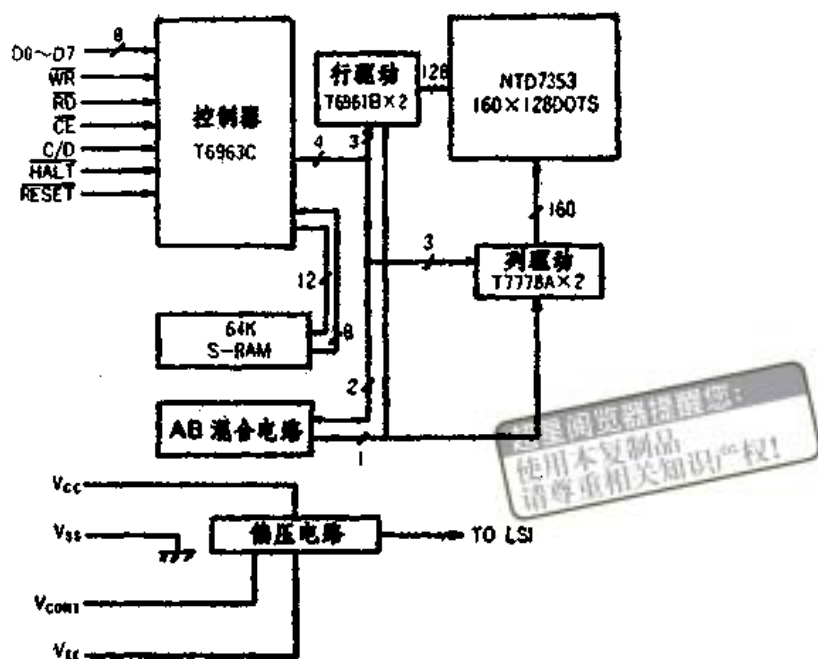


图 8-12 DMF5001N 驱动与控制原理图

从接口端分析，模块所需的所有控制信号都是液晶显示控制器的控制信号，所以一般而论，MPU 与内藏控制器型液晶显示模块（以 DMF5001N 为例）的联络主要是与液晶显示控制器的接口联络。

8.2.1 点阵液晶显示行驱动器 T6961B

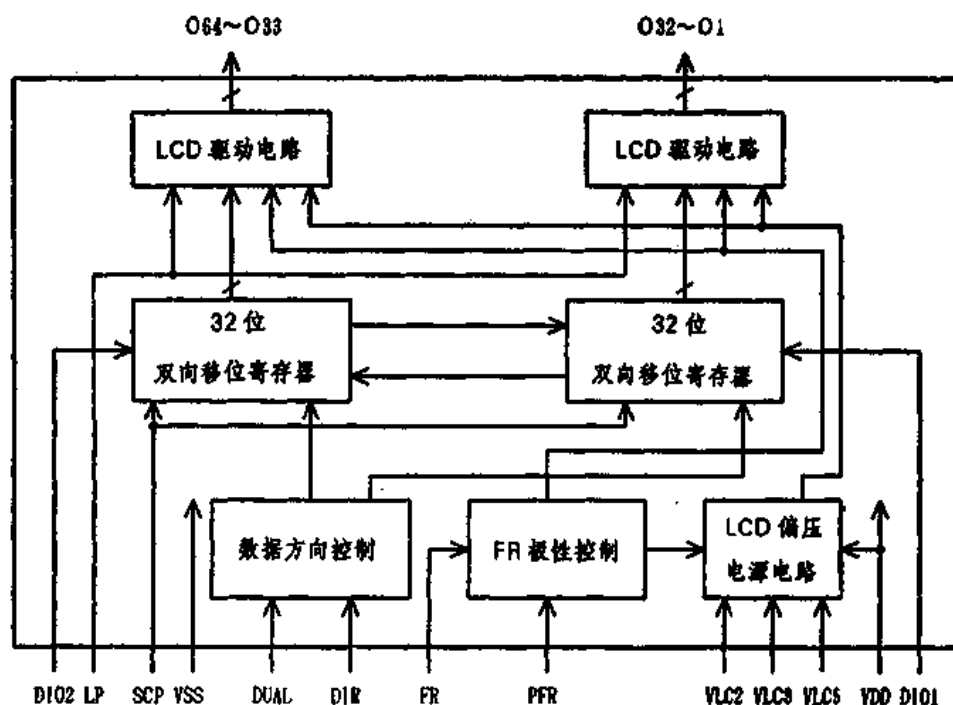


图 8-13 T6961B 原理图

T6961B 是典型的点阵液晶显示行驱动器。它采用了 CMOS 工艺和 AL 门结构,使其具有低功耗、高耐压和高速运行等特点。T6961B 可产生最大为 26V 的液晶驱动信号,可接收最大频率为 5.4 MHz 的位移脉冲信号。原理图如图 8-13 所示。

T6961B 具有 64 路驱动输出能力。它有两组双向数据位移寄存器和驱动电路,有三种不同方式的数据流。T6961B 外特性如下:

液晶显示行驱动信号的输出: $O_1 \sim O_{64}$

液晶显示行驱动扫描信号(帧信号)输入/输出: DIO_1, DIO_2 。

这两路输入/输出信号的工作方式由 DUAL (数据流的单/双向传输方式选择)和 DIR (数据流输入方向)的组合选择,如表 8.15 所示。

表 8.15

DUAL	DIR	DIO_1	DIO_2	数据流方式
0	0	输出	输入	$O_{64} \rightarrow O_1$
0	1	输入	输出	$O_1 \rightarrow O_{64}$
1	0	—	—	—
1	1	输入	输入	$O_1 \rightarrow O_{32}, O_{64} \rightarrow O_{31}$

第四组选择可以使 T6961B 实现 64 行的双屏结构的液晶显示器件的行驱动功能。

行驱动器的控制与时序信号由下面输入信号组接收:

SCP 输入 位移时钟脉冲信号。该信号使帧扫描信号在移位寄存器内移动实现行扫描。

LP 输入 锁存脉冲信号。该信号将移位寄存器内行扫描信号打入锁存器内。

FR 输入 交流波形信号。该信号将驱动器内锁存器的输出信号调制成驱动信号波形输出。

PFR 输入 交流波形信号极性控制端。当 $PFR = 1$ 时,FR 在片内不反相,当 $PFR = 0$ 时 FR 在片内反相。该信号使得 T6961B 可以作为行驱动器 ($PFR = 1$),也可以作为列驱动器 ($PFR = 0$) 使用。

行驱动器的电源分为逻辑电源和液晶驱动电源,这两个电源输入端为:

V_{SS} 逻辑地;

V_{CC} 逻辑电源 +5V,是选择高电平;

V_{LC2} 液晶驱动电源,非选择高电平;

V_{LC3} 液晶驱动电源,非选择低电平;

V_{LC5} 液晶驱动电源,选择低电平。

T6961B 时序图如图 8-14 所示。

8.2.2 点阵液晶显示列驱动器 T7778A

T7778A 是典型的菊花链形式联机的点阵液晶显示列驱动器。它采用了 CMOS 和 AL 门结构,使其具有低功耗、高耐压和高速运行等特点。T7778A 可产生最大为 27V 的液晶驱动信号,可接收最大频率为 4MHz 的位移脉冲信号。原理图如图 8-15 所示。

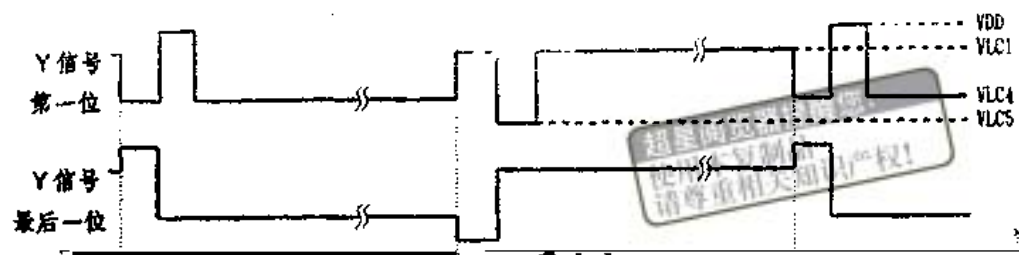


表 8.16

数据接收					数据传输方式	数 据 输 入 端			
	DF ₁	DF ₂	DUAL	DIR		DI ₁	DI ₂	DI ₃	DI ₄
“1” 位	0	0	0	0	$O_{30} \rightarrow O_1$	1	1	1	IN
	0	0	0	1	$O_1 \rightarrow O_{30}$	IN	1	1	1
	0	0	1	0	$O_{30} \rightarrow O_{41}$	1	1	1	IN
	0	0	1	1	$O_1 \rightarrow O_{40}$ $O_{30} \rightarrow O_{41}$	IN	1	1	IN
“2” 位	1	0	0	0	$O_{30} \rightarrow O_1$	1	1	IN	IN
	1	0	0	1	$O_1 \rightarrow O_{30}$	IN	IN	1	1
	1	0	1	0	$O_{30} \rightarrow O_{41}$	1	1	IN	IN
	1	0	1	1	$O_1 \rightarrow O_{40}$ $O_{30} \rightarrow O_{41}$	IN	IN	IN	IN
“4” 位	*	1	0	0	$O_{30} \rightarrow O_1$	IN	IN	IN	IN
	*	1	0	1	$O_1 \rightarrow O_{30}$	IN	IN	IN	IN
	*	1	1	0	$O_{30} \rightarrow O_{41}$	IN	IN	IN	IN
	*	1	1	1	未 使 用				

数据接收	数 据 形 式											
	L	DI ₁	F	L	DI ₂	F	L	DI ₃	F	L	DI ₄	F
“1” 位		—			—			—		$O_{30} \dots$		O_1
	O_1	...	O_{30}		—			—		$O_{30} \dots$		O_{41}
	O_1	...	O_{40}		—			—		$O_{30} \dots$		O_{41}
“2” 位		—			—		$O_{19} \dots$	O_1		$O_{30} \dots$		O_2
	O_1	...	O_{19}	O_2	...	O_{30}		—		$O_{30} \dots$		O_{42}
	O_1	...	O_{39}	O_2	...	O_{40}	$O_{19} \dots$	O_{41}		$O_{30} \dots$		O_{42}
“4” 位	O_{77}	...	O_1	O_{78}	...	O_2	$O_{19} \dots$	O_3		$O_{30} \dots$		O_4
	O_1	...	O_{77}	O_2	...	O_{78}	$O_3 \dots$	O_{79}		$O_4 \dots$		O_{30}
	O_{77}	...	O_{41}	O_{78}	...	O_{42}	$O_{19} \dots$	O_{43}		$O_{30} \dots$		O_{44}
未 使 用												

注：L，表示最后传输的数据；F，表示第一个传输的数据

T7778A 有两个用作多片 T7778A 级联使用的使能信号 EIO₁、EIO₂，它们中一个作为输入端，用来接收上一级或控制器的启动信号以启动本片 T7778A 接收数据，另一个则作为输出端，在本片数据端接收已满时，发出电平信号，启动下一级 T7778A 的工作。这两个使能信号的输入和输出功能可以互换，由 DUAL 和 DIR 信号确定：如表 8.17 所示。

表 8.17

DUAL	DIR	EIO ₂		EIO ₁	
0	0	输	入	输	入
0	1	输	入	输	出
1	0	输	出	输	入
1	1	输	出	输	出

T7778A 的控制与时序信号由下面输入信号组接收:

SCP 输入 移位时钟脉冲信号;

LP 输入 锁存脉冲信号;

FR 输入 交流波形信号。

列驱动器的电源分为逻辑电源和液晶驱动电源, 这两个电源输入端为:

V_{SS} 逻辑地;

V_{CC} 逻辑电源 +5V, 也是列选择高电平;

V_{LC2} 液晶驱动电源, 非选择高电平;

V_{LC3} 液晶驱动电源, 非选择低电平;

V_{LC5} 液晶驱动电源, 列选择低电平。

T7778A 的时序图参见图 8-14。



8.3 内藏 T6963C 的图形液晶显示模块的接口技术

控制器为内藏式的图形液晶显示模块的应用重点在与 MPU 的接口技术上。本节我们以 MCS-51 单片机 8031 为 MPU 样机, 从两种接口技术方面阐述 MPU 与 T6963C 为控制器类的图形液晶显示模块的接口电路与软件驱动程序。

8.3.1 直接访问方式

MPU 利用数据总线与控制信号直接采用存储器访问形式或 I/O 设备访问形式控制 T6963C 类液晶显示模块。接口电路图由图 8-16 所示。

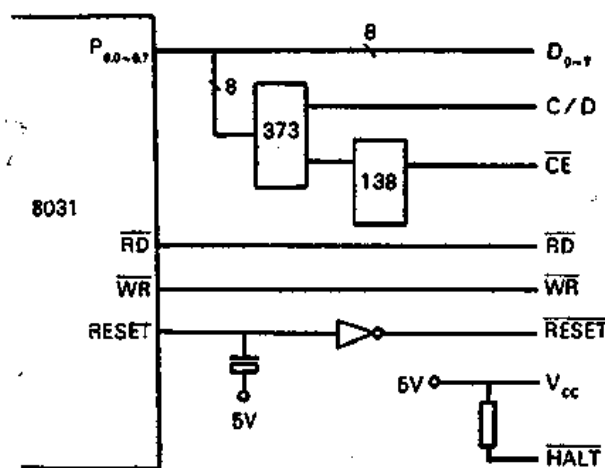


图 8-16 直接访问方式接口电路图

8031 数据口 P_0 口直接与液晶显示模块的数据口连接, 由于 T6963C 接口适用于 8080 系列和 Z80 系列 MPU, 所以可以直接用 8031 的 $\overline{RD}$ 、 $\overline{WR}$ 作为液晶显示模块的读、写控制信号, 液晶显示模块 $\overline{RESET}$ 信号需要的有效电平与 8031 的 RESET 信号相反, 所以在使用 8031 的 RESET 复位信号控制液晶显示模块的 $\overline{RESET}$ 时需要串入一个反相器。液晶显

示模块的 $\overline{\text{HALT}}$ 挂在 V_{CC} 上不用, $\overline{\text{CE}}$ 信号可由地址线译码或与 $\overline{\text{MREQ}}$ 或 $\overline{\text{IORQ}}$ 共同产生。例如, 取 138 译码器 Y_0 输出。C/D 信号由 8031 地址线 A_0 提供, $A_0 = 1$ 为指令口地址; $A_0 = 0$ 为数据口地址。各驱动子程序如下:

1. 读标志字子程序

占用寄存器: $R0, A$; 输出寄存器: A 存储标志字

```
PR0:  MOV R0, #01H    , 指令口地址
      MOVX A, @R0     , 读标志字
      RET
```

由此程序派生出判断有关标志位的子程序:

(1) 判断 STA_0 、 STA_1 状态位子程序, 在写指令的读、写数据之前这两个标志位必须同时为“1”;

```
PR01: ACALL PR0
      JNB ACC.0, PR01   , 判别 STA0
      JNB ACC.1, PR01   , 判别 STA1
      RET
```

(2) 判断 STA_2 标志位子程序, 该位在数据自动读操作过程中取代 STA_0 和 STA_1 有效。在连续读过程中每读一次之前都要确认 $\text{STA}_2 = 1$ 。

```
PR02: ACALL PR0
      JNB ACC.2, PR02   , 判别 STA2
      RET
```

同理, 数据自动写标志位 STA_3 的判断子程序如下:

```
PR03: ACALL PR0
      JNB ACC.3, PR03   , 判别 STA3
      RET
```

(3) 在屏读或屏拷贝指令执行后, 紧接着要判断 STA_6 标志位, 若 $\text{STA}_6 = 0$, 则表示指令条件正确, 执行有效。如:

```
PR06: ACALL PR0
      JB ACC.6, ERR     , 判别 STA6
      RET
ERR:   ....           , 出错处理程序
```

2. 写指令和数据子程序

有了判断各标志位的子程序, 写指令的子程序也就随之而来了。如:

占用寄存器: $R0, R2, R3, R4, A$;

输入寄存器: $R2$ 参数第一字节, $R3$ 参数第二字节, $R4$ 指令代码

```
PR1:  ACALL PR01       , 双字节参数指令入口
      MOV A, R2
      ACALL PR14
PR11: ACALL PR01       , 单字节参数指令入口
      MOV A, R3
      ACALL PR14
PR12: ACALL PR01       , 无参数指令入口
      MOV A, R4
```

```

        SJMP PR15
PR14,   MOV R0, #00H    ; 写数据入口, 数据口地址
PR15,   MOVX @R0, A
        RET

```

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

此程序是通用程序，当单参数指令或写入数据时，应把参数值或数据送入 R_0 内，其子程序入口分别为 PR11 和 PR14。无参数指令写入子程序入口为 PR12。

3. 读数据子程序

占用寄存器： R_0, A ；输出寄存器： A 存储数据

```

PR2,    ACALL PR01
        MOV R0, #00H
        MOVX A, @R0
        RET

```

8.3.2 间接控制方式

间接控制方式是 MPU 通过并行接口间接实现对液晶显示模块控制。根据液晶显示模块的需要，并行接口需要一个 8 位并行接口和一个 3 位并行口，由图 8-17 所示。8031 的 P_1 口作为数据总线， P_3 口中 3 位作为读、写及寄存器选择信号。由于并行接口只用于液晶显示模块，所以 $\overline{CE}$ 信号接地就行了。MPU 通过并行接口操纵液晶显示模块，要对其时序关系

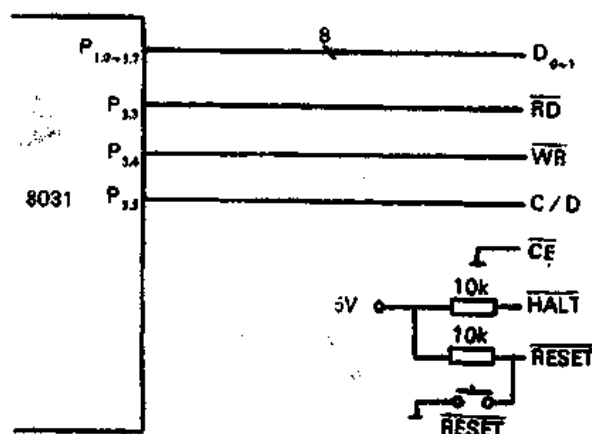


图 8-17 间接控制方式接口电路

有一清楚的了解，并应在程序中明确地反映出来。间接控制方式的基本程序如下：

1. 读标志字子程序

占用寄存器： A ；输出寄存器： A 存储标志字。

```

PR0,    ORL P3, #38H    ; 控制口初始化, C/D=1
        ORL P1, #0FFH    ; P1 口为输入方式
        CLR P3.3         ; RD=0
        MOV A, P1        ; 读标志字
        SETB P3.3        ; RD=1
        RET

```

此程序可以用直接访问方式中的 PR01、PR02、PR03 和 PR06 等子程序直接调用。

2. 写指令和数据子程序

占用寄存器: R2, R3, R4, A;

输入寄存器: R2 参数第一字节, R3 参数第二字节, R4 指令代码

PR1: ACALL PR01 ; 双字节参数指令入口
MOV A, R2
ACALL PR14
PR11: ACALL PR01 ; 单字节参数指令入口
MOV A, R3
ACALL PR14
PR12: ACALL PR01 ; 无参数指令入口
MOV A, R4
SJMP PR15
PR14: CLR P3.5 ; 写数据入口, C/D=0
PR15: CLR P3.4 ; WR=0
MOV P1, A ; 写入
SETB P3.4 ; WR=1
SETB P3.5 ; C/D=1
RET

3. 读数据子程序

占用寄存器: A; 输出寄存器: A 存储数据

PR2: ACALL PR01
CLR P3.5 ; C/D=0
ORL P1, #0FFH ; P1 口输入方式
CLR P3.3 ; RD=0
MOV A, P1 ; 读数据
ORL P3, #38H ; RD=C/D=1
RET

8.4 点阵液晶显示模块应用程序

为了进一步说明 T6963C 指令的应用, 本节仍以 DMF5001N 为实例, 提供一些有关汉字显示的一些实用程序, 凡以 T6963C 为控制器的液晶显示模块的操作都可以把这些程序移植过去。这里再重复一下 DMF5001N 的设置:

显示窗口: 20×16 字符阵;

显示缓冲区: 8k RAM;

文本显示区首地址: 0000H, 文本域值: 14H;

图形显示区首地址: 0800H, 图形域值: 14H。

8.4.1 初始化程序

T6963C 硬件复位 $\overline{\text{RESET}}$ 功能仅是对内部逻辑电路的初始化, 但显示缓冲区内容是通电后的随机状态, 所以在开机后, T6963C 首先要求对显示缓冲区初始化, 清零过程是向全部存储单元写入 00H, 该数据在图形方式下为不显示状态数据, 在文本方式下正好是空格

的字符代码。初始化的清零过程应用了自动写指令，子程序如下：

占用寄存器：R2, R3, R4

```
PR3:  MOV R2,*00H    ; RAM 地址=0000H
      MOV R3,*00H
      MOV R4,*24H    ; 设置地址指令
      ACALL PR1
      MOV R4,*0B0H   ; 自动写指令
      ACALL PR12
      MOV R2,*1FH    ; 循环量 8k 字节
PR31: MOV R3,*0FFH
PR32: ACALL PR03     ; 判别 STA3
      CLR A
      ACALL PR14     ; 写 00H
      DJNZ R3,PR32
      DJNZ R2,PR31
      MOV R4,*0B2H   ; 自动写结束指令
      ACALL PR14
      RET
```

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

8.4.2 建立 CGRAM

建立用户字符库是实现用户专用符号显示的方法。建立的步骤为：

1. 设置偏置寄存器

偏置寄存器设置了 CGRAM 的高 5 位地址 $ad_{15\sim11}$ ，从而在显示缓冲区内划出了 2k 字节的 CGRAM 空间。假如用户使用了 EPROM 固化字符库，则 EPROM 片选信号要由偏置寄存器的内容决定。例如设置 CGRAM 区域在 1800H~1FFFH，则偏置寄存器值为 00011。设置程序见程序 PR4 的前四条指令。

2. 建立字符的字模数据及字符代码

以汉字“北”为例，在附录 A 中提供了在 BASIC 下从 CRT 屏上提取汉字字模的程序，使用该程序可得到 16×16 点阵的汉字字模数据 32 个字节，按结构分成 8 个字节一组共 4 组，每一组定义一个字符代码。字符代码的选择范围在 80H~FFH 之间，则“北”字的结构字模数组及字符代码定义如表 8.18 所示。

表 8.18

“北”字结构	字 模 数 据	字符代码
左 上 部	04H, 04H, 04H, 04H, 04H, 7CH, 04H, 04H	80H
左 下 部	04H, 04H, 04H, 04H, 1CH, E4H, 44H, 00H	81H
右 上 部	80H, 80H, 88H, 96H, A0H, C0H, 80H, 80H	82H
右 下 部	80H, 80H, 80H, 80H, 82H, 82H, 7EH, 00H	83H

3. 将字模数组写入 CGRAM 内

汉字字模数组在 CGRAM 中的首地址为：

$ad_{15} \quad ad_{14} \quad ad_{13} \quad ad_{12} \quad ad_{11} \quad ad_{10} \quad ad_9 \quad ad_8 \quad ad_7 \quad ad_6 \quad ad_5 \quad ad_4 \quad ad_3 \quad ad_2 \quad ad_1 \quad ad_0$
 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 ←——— 偏置寄存器值 ———→ | ←——— 字符代码 ———→ | ←——— 行计数器 ———→

即 1C00H。

由于“北”字的字符代码是连续定义的(80H~83H)，所以字模数组的存放单元也是连续的。因此在编写写入字模数组的程序时，仍可采用自动写指令，把字模数组的32个字节依次按顺序写入CGRAM，其子程序如下：

占用寄存器：R2, R3, R4, DPTR

```
PR4:  MOV R2, *03H
      MOV R3, *00H
      MOV R4, *22H          ; 偏置寄存器设置指令
      ACALL PR1
      MOV DPTR, *8300H      ; 数组首地址
      MOV R2, *00H
      MOV R3, *1CH          ; CGRAM 地址
      MOV R4, *24H          ; 地址指针设置
      ACALL PR1
      MOV R4, *0B0H         ; 自动写指令
      ACALL PR12
      MOV R2, *20H          ; 数组量
PR41:  ACALL PR03            ; 判断 STA3
      CLR A
      MOVC A, @A + DPTR     ; 取数据
      ACALL PR14            ; 写入 CGRAM
      INC DPTR
      DJNZ R2, PR41
      MOV R4, *0B2H         ; 自动写结束指令
      ACALL PR12
      RET
      ORG 8300H
DB,    04H, 04H, 04H, 04H, 04H, 7CH, 04H, 04H    ; “北”字字模数组
DB,    04H, 04H, 04H, 04H, 1CH, 0E4H, 44H, 00H
DB,    80H, 80H, 88H, 98H, 0A0H, 0C0H, 80H, 80H
DB,    80H, 80H, 80H, 80H, 82H, 82H, 7EH, 00H
```

8.4.3 汉字显示方法

在使用图形液晶显示器件作为终端显示器时，有两种方法显示汉字。

1. 文本显示方式下汉字显示

在文本显示方式下，用CGRAM用建立汉字库，编写汉字代码，使用时即在所需的汉字位置置入汉字代码，但要注意汉字代码是由4个字符代码组成，把这4个字符代码写入汉字结构所对应的位置上才可显示出完整的汉字。此方法的特点是输入代码方式简单，若能建立外部CGROM，则可节省系统的程序区，但全部使用外部CGROM，最多只可建立256种字符，而汉字则只可建立64种。汉字输入子程序如下所示（汉字代码80H在主程序中已设置在R₃中）：

占用寄存器：R2, R3, R4, A；输入寄存器：R3 存储汉字代码

```

PR5:  MOV R2,*14H      , 字符量/行
      MOV R4,*0C3H    , 读数据, 地址减1指令
PR51: ACALL PR12
      DJNZ R2,PR51     , 地址指针返至汉字左上角
      MOV R4,*0C0H    , 写数据, 地址加1指令
      ACALL PR11      , R3 在主程序中设定, R3 = 80H
      INC R3
      INC R3
      ACALL PR11      , R3 = 82H
      DEC R3          , R3 = 81H
      MOV R4,*0C1H    , 读数据, 地址加1指令
PR52: ACALL PR12
      INC R2
      CJNE R2,*12H,PR52 , 地址指针移至汉字左下角
      MOV R4,*0C0H
      ACALL PR11
      INC R3
      INC R3          , R3 = 83H
      ACALL PR11
      RET

```



该程序要求地址指针开始应指向要显示汉字的左下部, 相当于光标位置。程序中读指令的作用是修改地址指针。

由于在文本方式下显示有限的汉字种类。故作为汉字处理就显得不够多了。下面一种方法就解决了这个问题。

2. 图形显示方式下汉字显示

这种方法是在 MPU 系统的程序 ROM 区开辟一个汉字库, 汉字字模以图形方式下逐字节地写入, 从而在显示屏上得到汉字的图形。该方法的特点是能够在任意位置上显示汉字而不受字符行的限制, 并且汉字量不受控制器的限制。图形方式下汉字输入子程序如下:

占用寄存器: R2, R3, R4, A; 输入寄存器: A 存储字模代码。

```

PR6:  MOV R2,*10H      , 循环量
PR61: PUSH A          , 代码入栈
      MOVC A,@A+DPTR   , 取字模
      MOV R3,A
      MOV R4,*0C0H
      ACALL PR11
      POP A            , 取代码
      PUSH A           , 代码入栈
      ADD A,*10H       , 代码+10H 指向水平方向第二字节字模
      MOVC A,@A+DPTR   , 取字模
      MOV R3,A
      ACALL PR11
      MOV A,R2
      MOV R3,A         , R3 = R2
      MOV R2,*12H     , 循环量

```

```

MOV R4,*0C1H
PR62: ACALL PR12      ; 地址指针修改
      DJNZ R2,PR62
      MOV A,R3
      MOV R2,A        ; 恢复R2
      POP A           ; 取代码
      INC A           ; 代码+1
      DJNZ R2,PR61
      RET

```

程序要求:

(1) DPTR 在主程序中赋值, DPTR 所指的是汉字库某一页的地址, 一页为 256 个字节, 可存储 8 个汉字的字模数组。汉字字模数组存储顺序是先汉字结构的左半部数组 16 个字节, 然后是右半部数组 16 个字节。

(2) A 的内容也要在主程序中赋值, A 的值是汉数字组首地址的相对地址, 汉数字组实际的首地址为页地址 (DPTR) 加上相对地址 (A) 所得。在一页范围内 A 的取值为 00H、20H、40H、60H、80H、A0H、C0H、E0H 等 8 种之一。

8.4.4 文本特征方式的应用

文本特征显示实际上是把一个字符用两个字节表示, 一个字节为字符代码被写入文本显示区中, 另一个字节为该字符的文本特征字值被写入文本特征区对应的单元内, 于是在显示屏相应的位置上显示出该字符的特征效果。在文本特征方式下要求把图形显示区首地址更改到文本特征区上以供使用。下面提供一个实用程序供读者使用, 以求弄懂文本特征方式的使用方法。显示效果是在显示屏左上角闪烁的“A”。特征值可修改, 程序如下:

```

MOV R4,*9CH      ; 启用字符和图形方式
ACALL PR12
MOV R4,*84H      ; 字符特征方式
ACALL PR12
MOV R2,*00H
MOV R3,*00H      ; 字符显示区
MOV R4,*24H      ; 地址指针设置
ACALL PR1
MOV R3,*21H      ; 字符代码 (可变)
MOV R4,*0C0H
ACALL PR11
MOV R2,*00H
MOV R3,*08H      ; 图形显示区
MOV R4,*24H      ; 地址指针设置
ACALL PR1
MOV R3,*08H      ; 字符特征值 (可变)
MOV R4,*0C0H
ACALL PR11
HALT, SJMP HALT

```

8.4.5 屏读和屏拷贝

T6963C 有两条指令：屏读和屏拷贝。这两条指令有助于图形的处理，如同 CAD 的功能。由于这两条指令都属于同一类指令，所以这里以屏读指令为例说明它们的应用。

由于汉字的显示为 16×16 点阵，所以控制器内部 CGROM 内的字符 5×8 点阵与其相配不上，要重新建立 16×16 点阵字模，又不能充分利用现有的资源，所以只有利用屏读指令的功能，将显示屏上某一位置上显示的 5×8 点阵的字符读出，再经图像方式的“垂直放大”处理，显示出与汉字相称的字符来。此方法的难点是确定屏读的地址指针位置。程序如下：

```
MOV R2, #3FH
MOV R3, #01H      ; 字符显示区地址
MOV R4, #24H
ACALL PR1
MOV R3, #21H      ; “A” 代码 (可变)
MOV R4, #0C0H
ACALL PR1
MOV R1, #21H      ; 缓冲区首地址
MOV R5, #08H      ; 循环量
MOV R2, #73H
MOV A, #11H       ; 图形显示区对应首地址
LB:  PUSH A
      MOV R3, A
      MOV R4, #24H
      ACALL PR1
      MOV R4, #0E0H ; 屏读指令
      ACALL PR12
      ACALL PR0
      JB ACC.0, HALT ; 判别 STA6
      ACALL PR2      ; 读数据
      MOV @R1, A     ; 存储
      INC R1
      MOV A, #14H    ; 地址修改
      ADD A, R2
      MOV R2, A      ; 地址低字节
      POP A
      ADDC A, #00H
      MOV R3, A      ; 地址高字节
      DJNZ R5, LB
      MOV R1, #21H   ; 缓冲区首地址
      MOV R5, #10H   ; 循环 16 次
      MOV R2, #0CH
      MOV R3, #08H   ; 图形显示区放大显示首地址
      LC:  MOV R4, #24H
            MOV A, R3
```



```

PUSH A
ACALL PR1
MOV A,@R1      , 取数据
MOV R3,A
MOV R4,*0C0H   , 写数据
ACALL PR11
MOV A,R5
JNB ACC.0,LD   , 垂直放大
INC R1
LD,  MOV A,*14H   , 地址修改
ADD A,R2
MOV R2,A
CLR A
POP A
ADDC A,*00H
MOV R3,A
DJNZ R5,LC
HALT,  SJMP HALT

```

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第九章 图形液晶显示模块的应用 (二)

——点阵液晶显示控制器HD61830(B)的应用

前两章叙述了内藏控制器型的液晶显示模块的应用技术，应用的重点放在了MPU与点阵液晶显示控制器的接口技术方面。所讲的控制器，一个是适配于M6800系列MPU的HD44780，一个是适配于8080系列和Z80系列MPU的T6963C。这两个控制器概括了控制器与MPU的接口形式，它们与MPU的接口电路及程序驱动时序都具有一定的通用性。但是作为大多数的图形液晶显示模块是不带控制器的，因此需要在MPU与图形液晶显示模块连接之间加入点阵液晶显示控制器板，以实现MPU与图形液晶显示模块之间的“握手”。控制器板主要由控制器、显示缓冲区RAM芯片、外部字符发生器RAM芯片或ROM芯片、以及与MPU接口件和与液晶显示模块接口件等组成，有时也可以包括液晶显示驱动电源。本章以点阵液晶显示控制器HD61830和HD61830B（合写HD61830(B)）为实例，介绍液晶显示模块控制板的实现及应用。

9.1 HD61830(B)点阵液晶显示控制器

HD61830(B)点阵液晶显示控制器的引脚图和原理图如图9-1和图9-2所示。

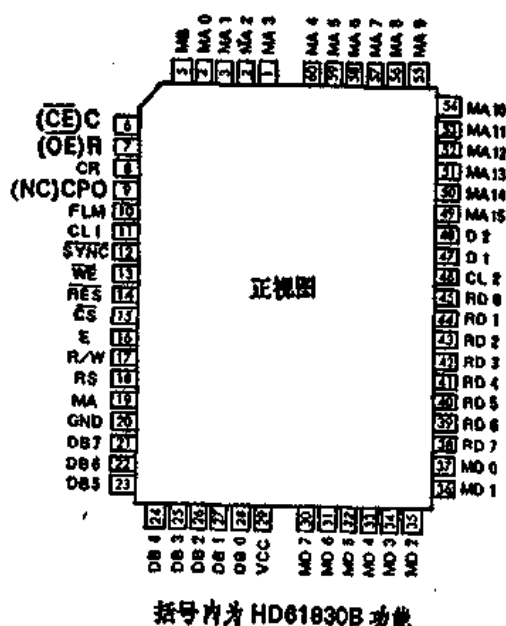


图 9-1 HD61830(B) 引脚图

器，它们的区别仅在振荡器的功能上。HD61830 可使用内部振荡电路和外接振荡器电路两种形式，在使用内部振荡电路时，需要通过C、R、CR端外接电阻和电容。而HD61830B只能使用外部振荡器电路作为振荡源，它把省下的C、R端改为管理显示缓冲区RAM的 $\overline{CE}$ 、 $\overline{OE}$ 控制信号。另外HD61830B的工作频率最大可达到2.4MHz，比HD61830的(1.1MHz)要高一倍。由此在实用中，HD61830B最大可控制480×128点阵液晶显示器件，而HD61830

9.1.1 HD61830(B)特性

(1) HD61830(B)具有与M6800系列相适配的MPU接口功能，并有专用的指令集，可完成文本显示或图形显示的功能设置，以及实现画面卷动、光标、闪烁、位操作等功能。

(2) HD61830(B)可管理64k的显示缓冲区RAM。可外接字符发生器ROM。

(3) HD61830(B)可以静态方式至1/128占空比的动态方式驱动图形液晶显示模块。

(4) HD61830(B)是以双屏结构数据串行传输方式传输数据的，所以它可以直接控制双屏结构的液晶显示模块。

HD61830和HD61830B属同一档的控制

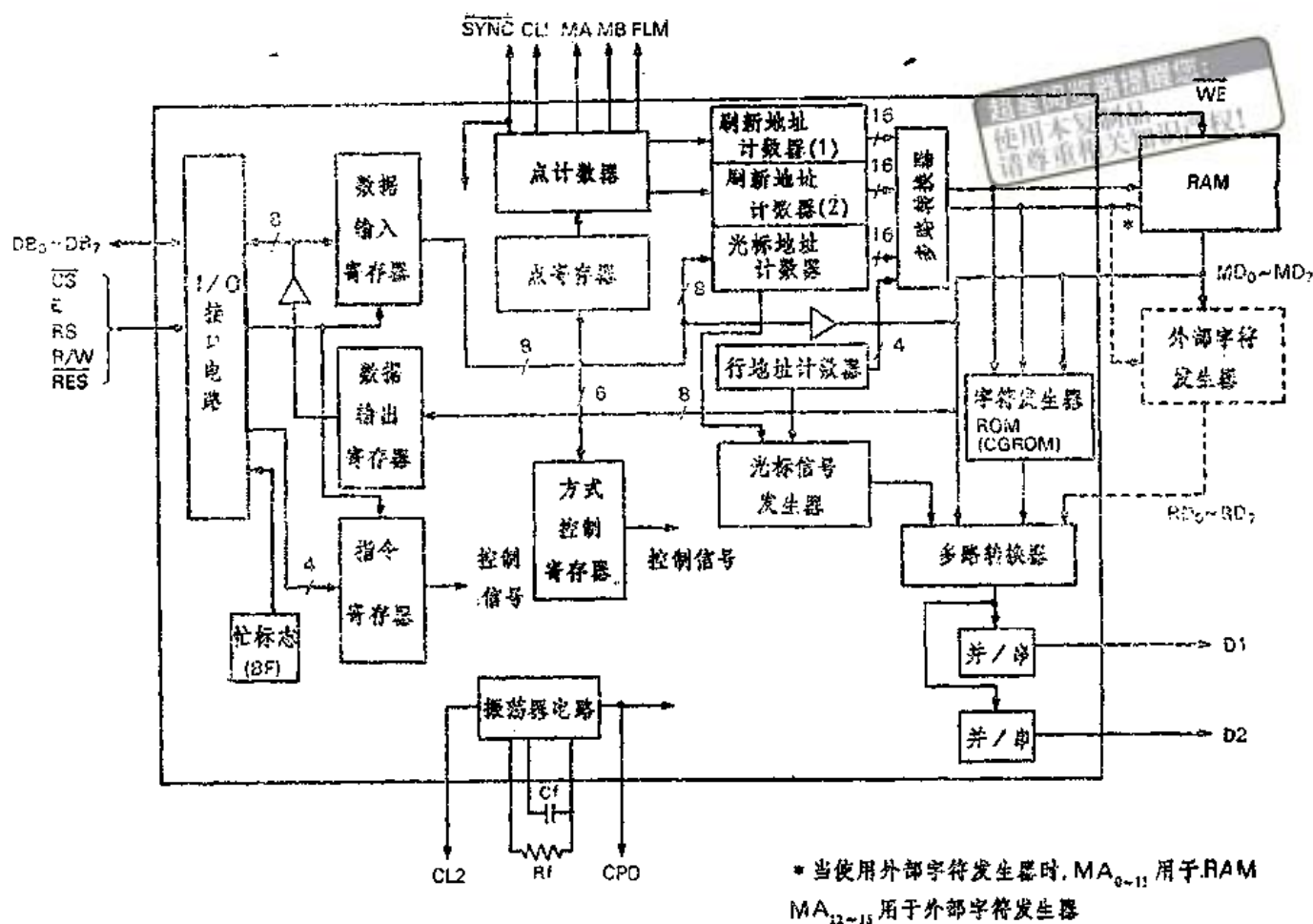


图 9-2 HD61830原理图

最大仅控制 240×64 点阵液晶显示器件。

9.1.2 HD61830(B)工作原理

HD61830(B)工作原理按结构分类描述如下:

1. 接口部

HD61830(B)接口部的作用是与 MPU 联络。其电路由指令寄存器、数据 I/O 缓冲器以及忙标志位等组成,它们的功能为:

(1) 指令寄存器

指令寄存器为 4 位寄存器,它接收数据总线的低 4 位数据。指令寄存器顾名思义是用来保存指令代码的,但 HD61830(B)的指令集中没有一条指令是由指令代码单独完成的,它的所有指令都带有一条参数,而指令代码本身没有任何功能设置,仅作为选通参数寄存器的地址代码。因此 HD61830(B)的指令寄存器的作用可比拟为一个四一十六地址锁存译码器。写入的指令代码可以理解成各专用寄存器的选通码。

(2) 数据输入寄存器

数据输入寄存器是 8 位缓冲器,它用来暂存 MPU 写入 HD61830(B)的指令参数或显示数据。HD61830(B)的内部逻辑电路在时序的作用下把这个参数或数据送至相应的寄存器或

显示缓冲区单元内。

(3) 数据输出寄存器

数据输出寄存器是 8 位缓冲器，它用来暂存由 HD61830(B) 内部逻辑电路操作送来的显示缓冲区单元的数据，等待 MPU 的读取。

(4) 忙标志位 BF

忙标志位 BF 是 HD61830(B) 与 MPU 联络时唯一的应答信号，它向 MPU 表示当前 HD61830(B) 的工作状态。BF = 1 表示 HD61830(B) 正在执行内部时序功能，不能接收 MPU 送来的指令代码和数据，忙标志位由 HD61830(B) 内部逻辑电路设置，可通过读指令寄存器方式在数据总线 DB7 位读出。

HD61830(B) 接口部有 13 条受控信号线，它们是：

DB_{7~0}：三态 数据总线；

$\overline{CS}$ ：输入 片选信号，低电平有效；

E：输入 使能信号，高电平有效。

R/ $\overline{W}$ ：输入读、写选择信号。R/ $\overline{W}$ = 1 表示 MPU 读取 HD61830(B) 的信息；R/ $\overline{W}$ = 0 表示 MPU 向 HD61830(B) 写入数据。

RS：输入寄存器选择信号。RS = 1 表示指令寄存器及忙标志位；RS = 0 表示数据寄存器。

$\overline{RES}$ ：输入复位信号。当 $\overline{RES}$ = 0 时，HD61830(B) 实现内部关显示，从方式状态及 HP = 6 等设置。

接口部的工作时序如图 9-3 所示。从时序上分析 MPU 与 HD61830(B) 联络的关键信号是使能信号 E。HD61830(B) 的读、写信号 R/ $\overline{W}$ 可认为是数据总线上数据流方向的控制信号，使能信号 E 在读、写操作过程中的作用如表 9.1 所示。

表 9.1

RS	R/ $\overline{W}$	E	功 能
0	0	$\downarrow$	写数据或指令参数
0	1	$\uparrow$	读数据
1	0	$\downarrow$	写指令代码
1	1	$\uparrow$	读忙标志位

2. 控制部

控制部是 HD61830(B) 的核心，它由振荡器电路、逻辑电路、参数寄存器组、内部字符发生器 CGROM 等组成，控制部产生 HD61830(B) 的工作逻辑控制时序脉冲，实现 HD61830(B) 所拥有的全部功能以及管理显示缓冲区和外部字符发生器 CGROM。控制部外特性由控制部的接口引脚功能所体现，引脚功能如下：

MA_{15~12} 输出 在图形方式下作为显示缓冲区高 4 位地址线；在文本方式下由行计数器提供外部 CGROM 的低 4 位地址。

MA_{11~0} 输出 显示缓冲区低 12 位地址。

MD_{7~0} 三态 显示缓冲区数据总线。

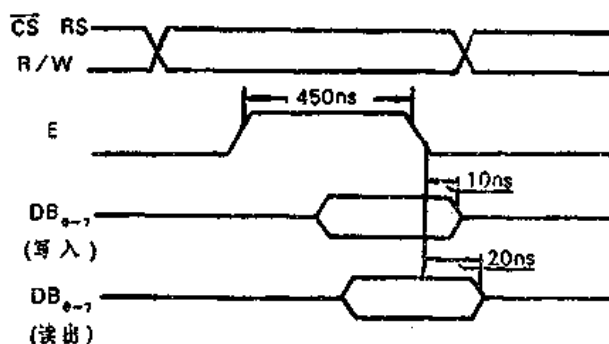


图 9-3 HD61830(B) 与 MPU 的时序图

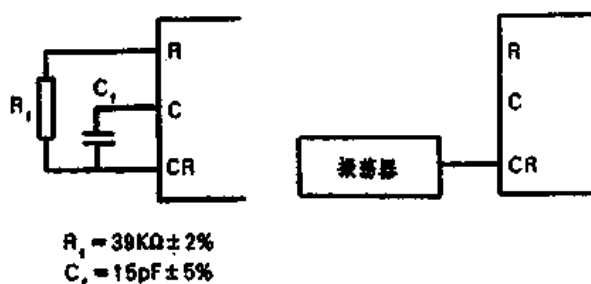
$RD_{7\sim0}$	输入	外部 CGROM 数据总线。
$C(\overline{CE})$	输入(输出)	HD61830内部振荡器工作的外接电容端,是 HD61830(B)的显示缓冲区的片选信号输出端。
$R(\overline{OE})$	输入(输出)	HD61830内部振荡器工作的外接电阻端,是HD61830(B)的显示缓冲区的读操作使能信号。
CR	输入	外部振荡器的输入端,当 HD61830使用内部振荡器时,则为外接电阻和电容的公共端。
$CP_0(NC)$	输出	HD61830 振荡器电路的时序输出端,此端 HD61830B 未用。
$\overline{SYNC}$	输入/输出	并联使用时的同步信号。主方式下 HD61830(B)为输出端,从方式下为输入端。

控制部各功能块的组成如下:

(1) 振荡器电路

振荡器电路是控制部的核心,它产生 HD61830(B)的基本工作时序,控制逻辑电路的工作过程。

HD61830 可以启用内部振荡器电路,但需要外接振荡电阻和电容,以确定振荡器电路的工作频率。元件接法如图 9-4(a)所示。电阻和电容的取值应在产生 100k~1100kHz 频率范围内,其典型值 $R_1 = 39k\Omega$, $C_1 = 15pF$,产生频率为500kHz。另外 HD61830 还可以外接



(a) 应用内部振荡器

(b) 外接时钟发生器

图 9-4 振荡器电路的接法

振荡器源,而 HD61830B 只能外接振荡器源,如图 9-4(b)所示。HD61830 要求外部振荡器源产生的频率应在 100k~1100kHz (HD61830B 为100k~2400kHz) 范围之内。时钟脉冲占空比为 $50 \pm 2.5\%$,时钟脉冲的上升、下降时间在50ns (HD61830 为25ns) 以内。

HD61830(B)可以两片并联使用,共同控制大规模的点阵液晶显示器件,在并联工作时,两片 HD61830(B)需要同步工作,关键是数据的同步传输。在HD61830 中有 CP_0 和 $\overline{SYNC}$ 两引脚端专用于并联使用的时序及同步信号。 CP_0 是振荡器电路的脉冲输出端,作为主方式工作的HD61830 内部振荡器电路产生的时钟脉冲信号通过 CP_0 输出给从方式工作的 HD61830 的CR端,以外接振荡器源的形式给入。同时主方式下 HD61830 的 $\overline{SYNC}$ 端作为同步信号的输出端给入从方式下 HD61830 的 $\overline{SYNC}$ 端,以达到两片HD61830 的同步工作。HD61830B没有 CP_0 端,只能外接振荡器源,所以在振荡器的频率方面,两片 HD61830B 都接收同一振荡源的时序脉冲,频率时序达成一致是容易的。 $\overline{SYNC}$ 的作用与 HD61830 的 $\overline{SYNC}$ 一致。两片 HD61830B的主从关系将由各自的指令设置。

(2) 方式控制寄存器

方式控制寄存器是6位寄存器,它用来设置HD61830(B)的显示工作状态,诸如显示开/关、闪烁开/关等,方式控制寄存器由MPU用指令方式设置。

(3) 点寄存器组

点寄存器组由一组与点阵设置有关的寄存器组成,它包括有字符体寄存器、字符量寄存器、扫描行数寄存器等。

(4) 光标地址计数器

光标地址计数器是16位计数器,它作为显示缓冲区寻址和光标位置指示使用,具有自动加1功能。当读、写操作显示缓冲区单元后或进行显示缓冲区单元的位操作后,该计数器都进行加1程序。

(5) 光标信号发生器

光标信号发生器在文本方式下启用,以产生光标显示的效果。光标的显示是由光标地址和光标位置设置所规定,由光标发生器产生。

HD61830(B)的光标显示功能仅能用在文本显示方式,在图形显示方式下没有光标出现。光标显示的形状分长度与字符宽度一样,高度仅是一点行。光标显示的位置可以由指令设置,可以在字符中的任一行上,而且光标显示比字符显示具有较高一级的显示优先权,在光标显示的位置上光标将该行字符覆盖。

HD61830(B)可以管理64k的显示缓冲区RAM。HD61830(B)控制部还可以管理字符发生器CGROM。在控制部HD61830(B)内装了一个 1472×5 位的CGROM,它拥有160种 5×7 字体字符和32种 5×11 字体的字符,共计192种字符。见附录B中表1。HD61830(B)还有管理外部字符发生器EXCGROM的能力,它通过显示缓冲区地址总线高4位 $MA_{15 \sim 12}$ 作为行计数器的输出端,用以控制EXCGROM的低位地址状态。在EXCGROM的高8位地址上HD61830(B)直接将显示缓冲区的数据总线接入。在文本显示方式下,显示缓冲区单元的字符代码直接作为EXCGROM的寻址地址高8位。EXCGROM的数据输出将由 $RD_{0 \sim 7}$ 接收。由于HD61830(B)的字符代码占有一个字节,所以HD61830(B)只能建立256种字符。若全部采用 8×8 字体,则行计数器低三位即 $M_{14 \sim 12}$ 有效。HD61830(B)可管理2kEXCGROM。当字符字体为 8×16 点阵时,行计数器所有4位即 $M_{15 \sim 12}$ 都有效。此时HD61830(B)可管理4k的EXCGROM。EXCGROM的寻址方式实际上与内部的CGROM相同,从宏观上看这两个CGROM是全并联形式。HD61830(B)不允许两个CGROM同时使用,选择哪个CGROM将由HD61830(B)方式控制寄存器的 D_0 位决定。由于 $MA_{15 \sim 12}$ 用于CGROM寻址输出上,而不能作为显示缓冲区RAM的寻址。所以在文本方式下显示缓冲区RAM的寻址仅为4k范围。在文本方式下控制部外接显示缓冲区RAM和外部字符发生器的EXCGROM的电路如图9-5所示。

在图形方式下HD61830(B)屏蔽了字符发生器, $MA_{15 \sim 12}$ 可作为显示缓冲区RAM的高4位地址使用,所以图形方式下,HD61830(B)可管理64k显示缓冲区RAM。接口电路由图9-6表示。

3. 驱动部

HD61830(B)驱动部是用来产生点阵液晶显示驱动器的时序信号和输送显示数据的。它包括点计数器、两个刷新地址计数器、行地址计数器、数据多路转换器和并/串转换电路等。

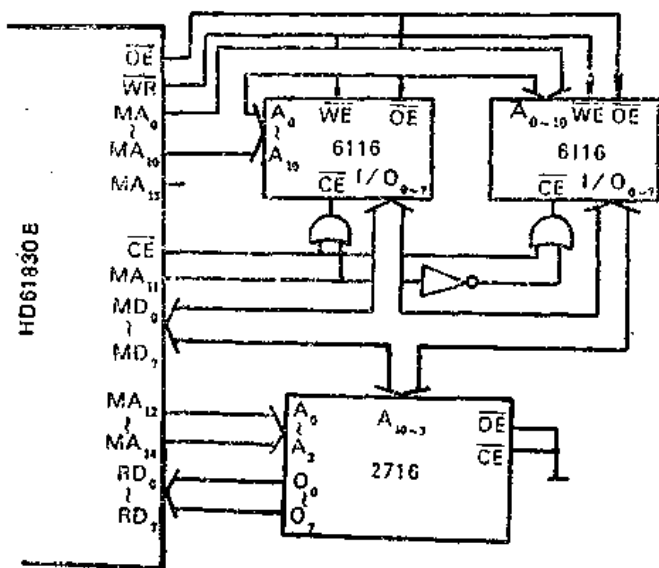


图 9-5 文本方式下的显示缓冲
区接口电路

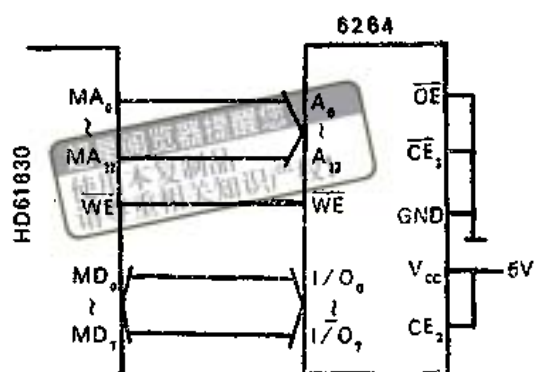


图 9-6 图形方式下的显示
缓冲区接口电路

驱动部向点阵液晶显示驱动器发出的信号有：

D_1, D_2 输出 显示数据串行输出。 D_1 为上半屏数据， D_2 为下半屏数据。

CL_2 输出 显示数据移位时钟信号。

CS 输出 显示数据串行输出时钟信号。

是独立地提供。这种结构的列数据传输需要控制同步的传输, HD61830(B)驱动部就适合于这种结构。首先HD61830(B)的点计数器根据点寄存器组所提供的参数值产生驱动脉冲时序。如果设置了有效显示画面为1行240列,那么点计数器将在产生240个移位脉冲 CL_2 后产生一个锁存脉冲 CL_1 。如果设置了驱动部动态驱动占空比系数为1/32,那么帧扫描信号每32个 CL_1 产生一个高脉冲。其次HD61830(B)有两路数据发送端 D_1 、 D_2 ,它们分别负责上半屏和下半屏列数据的传送。在HD61830(B)驱动部有两16个位刷新地址计数器 RAC_1 和 RAC_2 ,它们分别用于上半屏对应的显示缓冲区单元的寻址和下半屏对应的显示缓冲区单元的寻址。由于用于显示缓冲区地址 $MA_{15\sim13}$ 的特性,所以在图形方式下 RAC_1 和 RAC_2 为16位有效,在文本方式下则为12位有效。 RAC_1 的内容由显示缓冲区首地址 SAD 确定, RAC_2 则要通过计算得出。例如在文本方式下显示缓冲区首地址为 $SAD=000H$,扫描行数 $N_X=20H$,字符体 $H_P \cdot V_P=8 \times 8$;一行字符数为 $H_N=1EH$,所以下半屏显示缓冲区的起始地址 SAD' 为:

$$\begin{aligned} SAD' &= SAD + H_N \cdot INT(N_X/V_P) \\ &= 000H + 1EH_X \cdot INT(20H/08H) \\ &= 000H + 78H \\ &= 078H \end{aligned}$$

因此,下半屏显示缓冲区的首地址为078H,它作为 RAC_2 的初始值放入 RAC_2 内,在内部时序脉冲的作用下,由 RAC_1 和 RAC_2 交替寻址。从显示缓冲区内提取字符代码,然后作为CGROM的地址,在与行计数器一起作用下,从CGROM内提取字符字模数据送入多路数据转换器,上半屏数据分配给 D_1 口的并/串转换器,下半屏数据分配给 D_2 口的并/串转换器。在 CL_2 移位脉冲的作用下,这两组数据同时从 D_1 和 D_2 发送,分别送入相应的列驱动器内,在传输240个数据后,锁存信号 CL_1 将驱动器内移位寄存器数据并行输入到锁存器内锁存,同时 CL_1 也将FLM信号在行驱动器内移位一次,于是行驱动器和列驱动器共同输出选择信号波形,在液晶像素上,上、下屏相对应的行产生显示效果。与此同时,行计数器自动加1, D_1 和 D_2 进行下一行的列数据的传送,如此循环。当 $V=8$ 次,就完成了一行字符的显示效果。

在图形方式下,下半屏显示缓冲区的首地址 SAD' 为:

$$SAD' = SAD + H_N \cdot N_X$$

此时字符发生器和行计数器都不起作用。

以上就是HD61830(B)的驱动部原理,当HD61830(B)配置了单屏结构的点阵液晶显示器件时,扫描行数 N_X 值为全屏的点行数,所以数据传输线 D_1 包含了显示屏上的全部数据,而 D_2 所传输的总是显示屏以外的数据。因此在单屏结构下,HD61830(B)仅用 D_1 作为数据传送线, D_2 视为无用。

HD61830(B)驱动部与点阵液晶显示模块的接口连接时,要首先弄清楚液晶显示模块对控制器的要求及液晶显示模块接口端的功能。

9.1.3 HD61830(B)指令集

HD61830(B)的指令结构是一致的,一条指令由一个字节的指令代码与一个字节的指令参数组成。从接口部功能得知,指令寄存器犹如四—十六地址锁存译码器,指令代码的功能只是参数寄存器的选通码而已。

HD61830(B)指令写入过程是: MPU 先向指令寄存器内写入指令代码选通有关参数寄存器, 紧跟着 MPU 向数据输入寄存器写入指令参数或数据, 然后由 HD61830(B) 内部逻辑电路将其送入相应的参数寄存器或显示缓冲区内。到此为止, 该输入的指令才有效。

作为读指令的过程也是一样, 在写入读指令代码后, HD61830(B)并未马上执行读操作, 而是等待着下面数据口的操作。当 MPU 紧跟着读数据操作时, 才能启动读指令的执行, 在启动读指令执行后, 内部逻辑电路将光标指针所指单元的内容送入数据输出寄存器内等待 MPU 的读出, 这时光标指针加 1。因此在读指令代码写入后的第一次读数据操作仅是作为读指令执行的启动, 所读出的数据并非是所需的数据, 所以这次读操作被称为“空读”。正确的数据只有在第二次读操作后才能读出来。MPU 读、写操作的流程图如图 9-8 所示。HD61830(B)指令如表 9.2 所示。

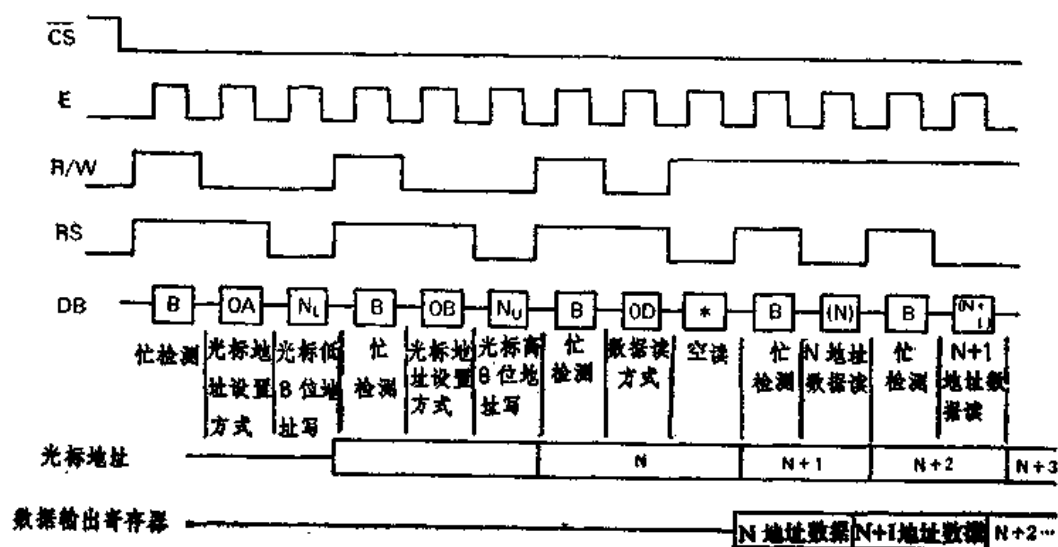


图 9-8 MPU 的读、写操作流程

表 9.2

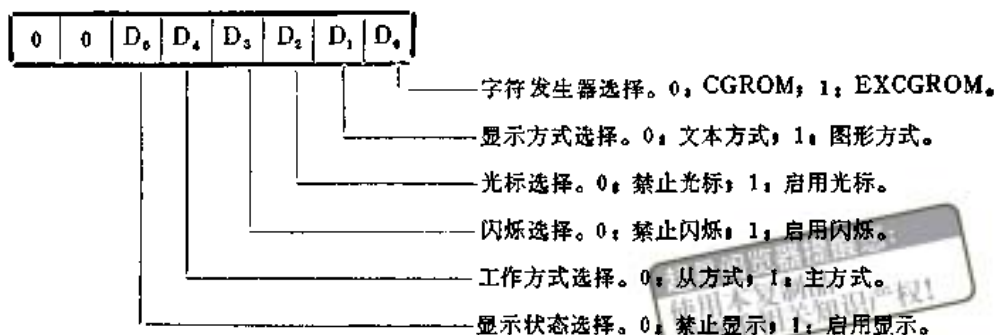
指 令	指令代码	参 数	功 能
方式设置	00H	1	设置显示方式、工作运行方式等
字体设置	01H	1	设置显示字符的字体
显示域设置	02H	1	设置字符量/显示行
帧设置	03H	1	设置扫描的点行数
光标位置设置	04H	1	设置光标在字符位上的位置
SAD _L 设置	08H	1	设置显示起始地址低字节
SAD _H 设置	09H	1	设置显示起始地址高字节
CAC _L 设置	0AH	1	设置光标指针低字节
CAC _H 设置	0BH	1	设置光标指针高字节
数据写	0CH	若干	将数据写入显示缓冲区单元
数据读	0DH	若干	将数据从显示缓冲区单元读出
位清零	0EH	1	将显示单元某位清“0”
位置“1”	0FH	1	将显示单元某位置“1”

HD61830(B)各指令的功能如下:

(1) 方式设置 00H

该指令设置了 HD61830(B)的工作方式和显示方式。指令的功能设置由指令参数的低 6

位完成, 指令参数格式如下:



在参数位设置中可见, 显示方式的选择位仅有一位, 非“0”即“1”, 所以 HD61830(B) 控制的图形液晶显示模块不能“图文并茂”。在图形方式下, 光标、闪烁及字符发生器都被屏蔽, 其参数位均应置“0”, 即 $D_0 = D_2 = D_3 = 0$

在文本方式下, 闪烁位和光标位设置组合所实现的功能如表 9.3 所示:

表 9.3

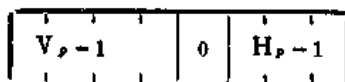
D_5	D_2	功 能
0	0	光标禁止
0	1	启用光标
1	0	光标禁止, 字符闪烁
1	1	光标闪烁

光标与闪烁的位置由光标指针确定, 并随着光标指针的修改而移动。当 $D_3D_2 = 10$ 时, 字符闪烁是以全黑和字符交替显示实现的。当闪烁位无字符时, 显示效果犹如 CRT 块状闪烁提示符。

HD61830(B) 使用字符发生器时不能象使用 CGRAM 那样与 CGROM 同时使用。HD61830(B) 在使用一种字符发生器 (CGROM 或 EXCGROM) 时, 都要屏蔽掉另一种字符发生器 (EXCGROM 或 CGROM)。

(2) 字体设置 01H

该指令设置了在文本方式下显示字符的字体为 $H_p \cdot V_p$ 点阵。指令的功能设置由指令参数实现, 指令参数格式为:



V_p : 字符体的高度, 由点行数决定。 V_p 也包括了两个字符行之间的行距 (空点数), 当 V_p 大于字符发生器内字符的字体高度时, 多余的部分作为空点总是出现在字符的下面, V_p 取值在 1~16 范围内。 V_p 仅在文本方式下有效。

H_p : 在文本方式下表示字符体的宽度, 用点列数表示。它也包括了两个字符之间的字距 (空点数), 当 H_p 大于字符发生器内字符的字体宽度时, 多余的部分作为空点总是出现在字符的右边。在图形方式下 H_p 表示一字节显示数据的有效位数, H_p 的值只在 6、7、8 三种中选择。

(3) 显示域设置 02H

该指令设置了在文本方式下行显示的字符数或在图形方式下一行显示的字节数。该指令的设置与 SADL 和 SADH 设置一起确定了显示缓冲区各单元与显示屏上位置的一一对应关系。

指令的功能设置由指令参数实现, 参数的格式如下:

0	$H_N - 1$
---	-----------

H_N 为一行显示所占的字节数。 H_N 取值为 2~128 范围内的偶数值。由 H_N 可得到显示屏上的有效显示宽度（点列数）：

$$\text{点列数 } n = H_p \cdot H_N$$

(4) 帧设置 03H

该指令设置了 HD61830(B) 的动态驱动的帧扫描行数，其倒数为动态驱动的 占空比 系数。指令的功能设置由指令参数的 N_x 完成。参数格式为

0	$N_x - 1$
---	-----------

N_x 为扫描的点行数。 N_x 取值范围为 1~128。

在单屏结构显示器件应用时， N_x 即为显示屏上有效显示行数。在双屏结构显示器件应用时， $2N_x$ 才表示显示屏上有效显示行数。

(5) 光标位置设置 04H

该指令用来规定光标在字符体 $H_p \cdot V_p$ 中的位置。

光标形状为一行点阵，其宽度等于 H_p 值，光标的位置由指令参数中 C_p 确定，其格式为：

0	0	0	0	$C_p - 1$
---	---	---	---	-----------

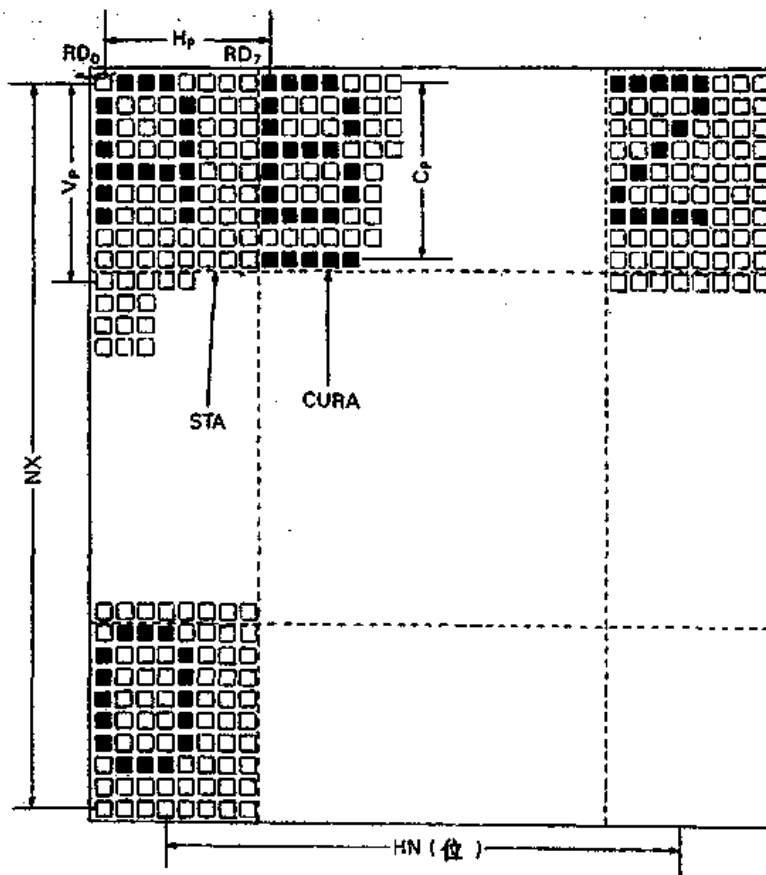


图 9-9 显示参数关系

C_p 表示光标在字符显示位中行的位置。例如在 5×7 字体 ($H_p = 6, V_p = 8$) 字符显示时, 设置 $C_p = 8$, 光标将在字符显示位的最底行出现, 即底线光标形式。光标显示具有较高的优先权, 当光标与字符的某一点行重合时, 光标显示将覆盖该行字体状态。 C_p 取值范围在 $1 \sim V_p$ 之间。

C_p 取值要小于等于 V_p , 当 C_p 取值大于 V_p 时, 光标被禁止。

上述几条指令设置了 HD61830(B) 的显示规则, 从显示屏上可以看出这些参数设置之间的关系, 如图 9-9 所示。

(6) SADL 设置 08H

该指令设置显示缓冲区的起始地址(16位)的低 8 位地址。该地址由指令参数提供。

(7) SADH 设置 09H

该指令设置了显示缓冲区起始地址(16位)的高 8 位地址。该地址由指令参数提供。

这两条指令设置显示缓冲区的起始地址。该地址对应着显示屏左上角的显示位。它与显示域设置指令的参数 H_N 一起确定了显示缓冲区单元与显示屏上显示位的一一对应关系, 地址分配如下所示:

SAD	SAD+1	...	SAD+ H_N-1
SAD+ H_N	SAD+ H_N+1	...	SAD+ $2H_N-1$
...	...	...	...
SAD+ MH_N	SAD+ MH_N+1	...	SAD+ MH_N-1

SAD 值在图形方式下为 16 位有效, 在文本方式下为 12 位有效, 此时 SADH 的高 4 位设置无效。

用上两条指令修改显示缓冲区的起始地址 SAD, 可以达到显示屏上画面的卷动功能。显示缓冲区的起始地址可以由上两条指令一起设置, 也可以分别独立设置高字节部分或低字节部分。

(8) CACL 设置 0AH

该指令设置光标地址指针(16位)的低 8 位地址。该地址由指令参数提供。

(9) CACH 设置 0BH

该指令设置光标地址指针(16位)的高 8 位地址。该地址由指令参数提供。

这两条指令设置了光标地址计数器的内容。光标地址指针有两个作用: 一是用来指示当前要读、写显示缓冲区单元的地址; 二是用来指示在文本方式下, 光标或闪烁在显示屏上的位置。当光标指针超出了显示屏的显示范围时, 光标将在屏上消失。

由于光标地址计数器是 16 位加 1 计数器, 当第 N 位从 1 变到 0 时, 第 $N+1$ 位自动加

表 9.4

条 件	要 求
设置 16 位光标地址指针	先设置低 8 位, 再设置高 8 位
仅修改低 8 位光标地址指针	先设置低 8 位, 再设置高 8 位
仅修改高 8 位光标地址指针	仅设置高 8 位

1. 因此当设置低 8 位地址时, 若最高位 MSB 从 1 变到 0 就会引起高 8 位地址的最低位 LBS 加 1。所以光标地址指针的设置应按表 9.4 所示的规则执行。

(10) 数据写 0CH

该指令将随后写入数据输入寄存器的数据送入光标地址指针所指向的显示缓冲区单元中, 光标地址指针将随着每次数据的写入而自动加 1 修改。该指令功能的终止将由下一条指令的输入来完成。

(11) 数据读 0DH

该指令代码写入后, 要紧跟着一次“空读”操作, 以启动读过程的执行。从第二次读操作起, 可以连续读出前光标地址指针所指向单元的内容, 光标地址指针将随着每次数据的读出而自动加 1 修改。该指令功能的终止将由下一条指令的输入完成。

(12) 位清“0” 0EH

该指令将光标地址指针所指单元内的某一位清“0”。清“0”位的确定由指令参数 N_B 设置。指令参数格式如下:

0	0	0	0	0	$N_B - 1$
---	---	---	---	---	-----------

N_B 为清“0”位, 取值在 1~8 范围内, 对应单元的 LSB~MSB 位。

该指令一次只能清一位, 指令执行后光标地址指针自动加 1。

(13) 位置“1” 0FH

该指令将光标地址指针所指单元内的某一位置 1。置 1 位的确定由指令参数 N_B 设置。指令参数格式如下:

0	0	0	0	0	$N_B - 1$
---	---	---	---	---	-----------

N_B 为置“1”位, 取值在 1~8 范围内, 对应单元的 LSB~MSB 位。

该指令一次只能置一位, 指令执行后光标地址指针自动加 1。

9.2 HD61830(B)控制器板的组成与实现

在内藏控制器型的液晶显示模块上, 工厂已经完成了控制器与液晶显示驱动器和显示缓冲区的接口工作, 留给用户的仅仅是与 MPU 的接口。在无控制器的液晶显示模块的应用时, 首先要作的是控制器工作电路的实现。这就是控制器板所要实现的任务。在 HD61830(B) 控制器板上 (见图 9-10), 实现了与显示缓冲区 RAM 及外部字符发生器 EXCGROM 的接口工作, 提供了图形液晶显示模块所需的信号接口和与 MPU 的接口端。在 HD61830(B) 控制器板上还配置了时钟发生器电路供选择。

图 9-10 给出的控制板在使用 HD61830 时, 可采用内部振荡器电路的工作方式, 短路插针 W_1 、 W_2 设置在 A, W_3 开路, 在使用 HD61830B 或 HD61830 外接时钟发生器时, 元件 R_7 和 C_7 不连接, 短路 W_3 。在用 HD61830B 时要把短路插针 W_1 、 W_2 设置在 B 上。在与显示缓冲区的接口部分, 采用了 8kRAM。这是因为在 DMF 系列产品中, HD61830(B) 多用在 480×128 点阵以下的液晶显示应用上。以最大 480×128 点阵计算, 在图形方式下显示屏一帧所需显示缓冲区的单元为 7680 字节, 在文本方式下最大为 4k 字节。所以 8kRAM 可以

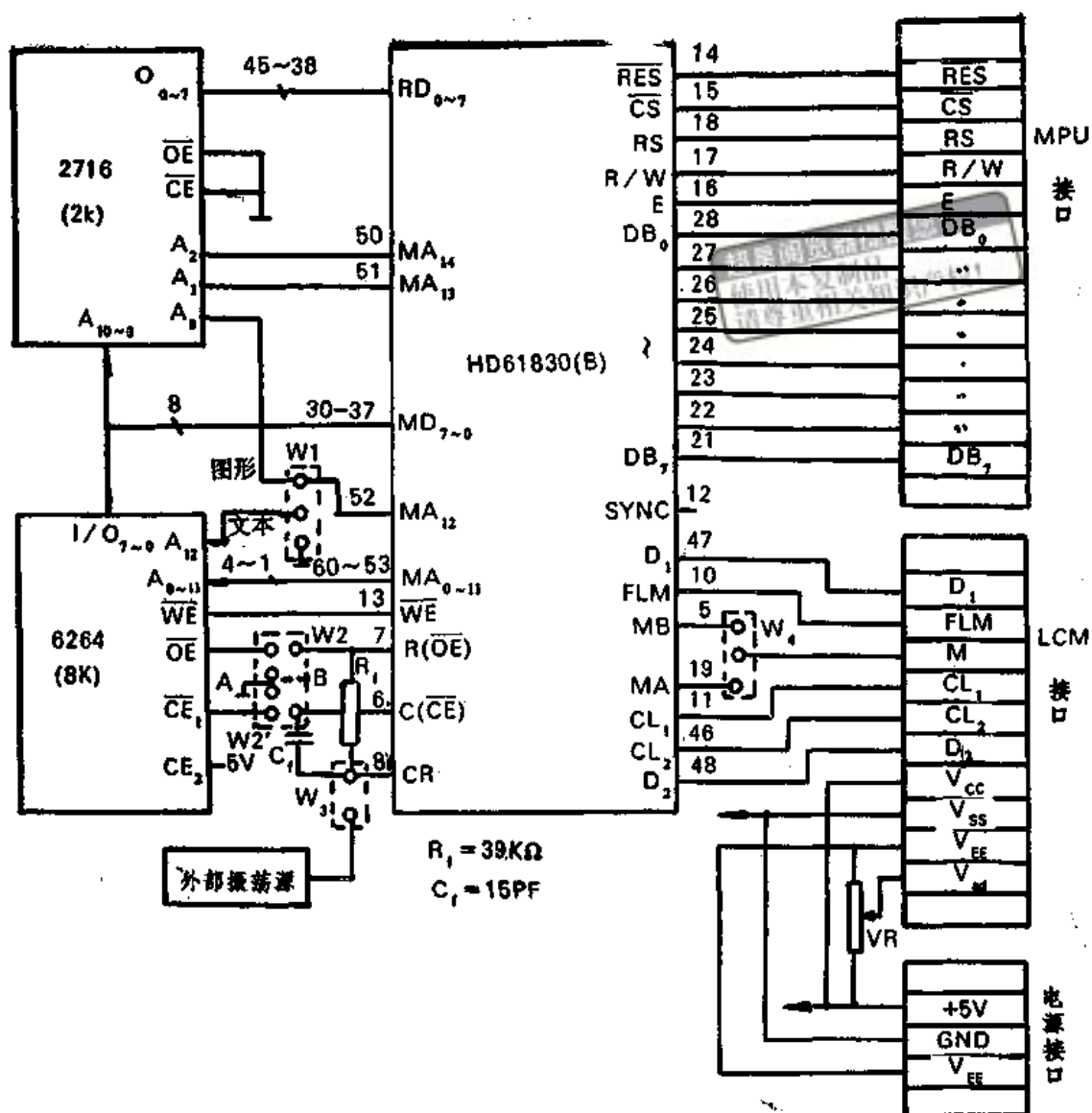


图 9-10 HD61830(B) 控制器板电路原理图

满足应用的需要。在HD61830(B)的 MA12 端设置了转换插针W₁，以便在使用前设置显示缓冲区和外部字符发生器。若显示屏点阵数较小，则只要 4kRAM 就能满足图形方式的需要，就可以将短路环设置在文本上，在应用时可通过编程设置显示方式来实现图文交替使用。

当仅作为图形方式使用时，HD61830(B)控制器板可以去掉外部字符发生器，选用更大容量的RAM。

图 9-11 为 HD61830 和 HD61830(B) 并联使用的控制器板，在并联使用时，主方式下工作的 HD61830(B) 向液晶显示模块提供驱动时序信号，而从方式下工作的 HD61830(B) 仅提供数据信息。

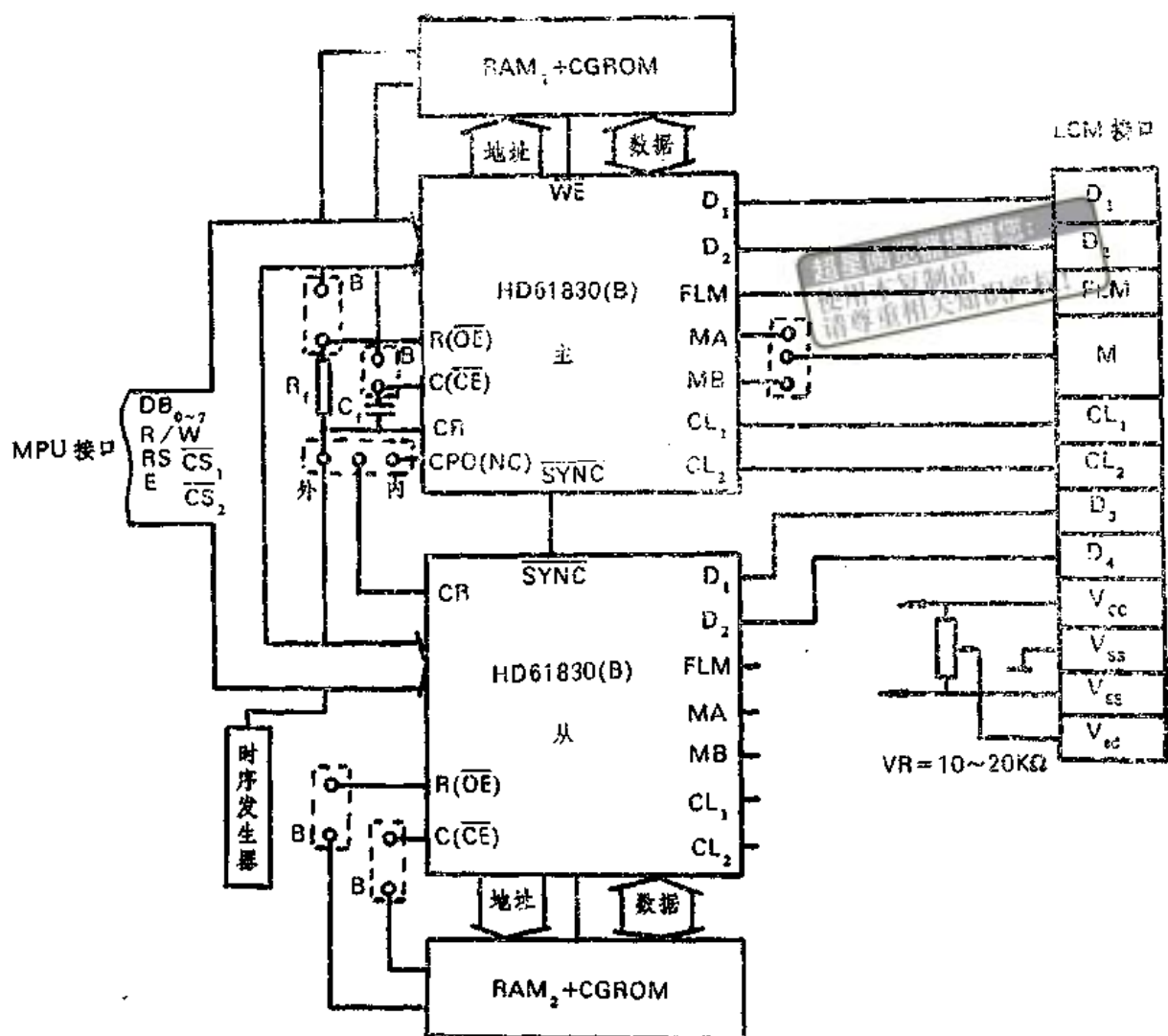


图 9-11 HD61830(B) 并联控制器板电路原理图

9.3 HD61830(B) 控制器板初始化参数的确定

从 HD61830(B) 的指令集中可以看到 HD61830(B) 在工作之初需要设置若干个参数，以确定 HD61830(B) 的工作方式和驱动时序等。这些参数的确定必须根据所应用的图形液晶显示模块的特性而定。下面举三个例子说明。

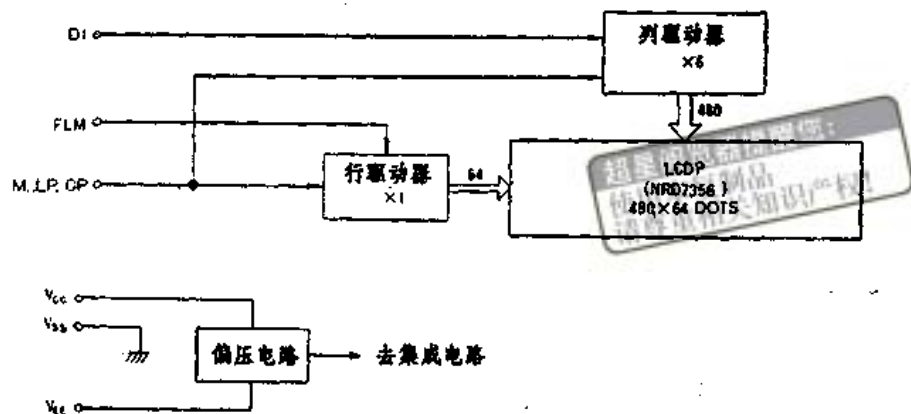
例 1 DMF612N 图形液晶显示模块

DMF612N 的显示器件是 480×64 点阵单屏结构的液晶显示器件，适配于 HD61830B 控制器。模块电路原理框图及工作时序见图 9-12，接口端功能如表 9.5 所示。

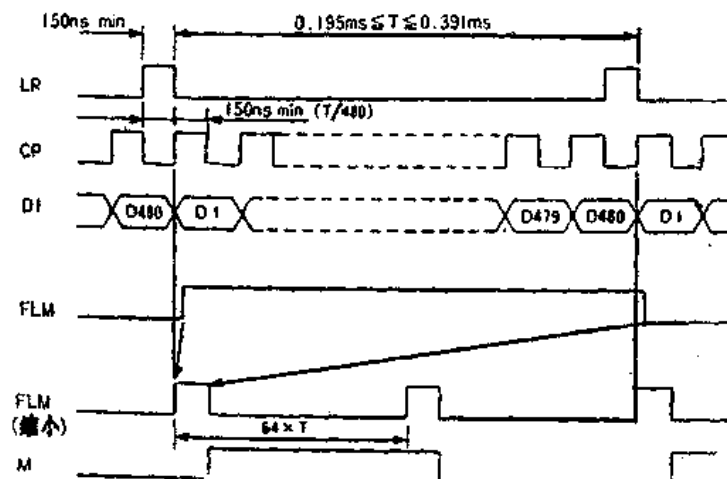
DMF612N 在与 HD61830B 控制器板接口时，控制板上接口端 D_2 不用，模块 V_{EE} 与控制板 V_{ed} 连接以启用控制板上的调整电阻的调整功能。其余端子一一对应连接即可。

一旦使用的图形液晶显示模块确定下来，则 HD61830B 的一些初始化参数即可确定，参数的确定如下：

(1) HD61830B 工作方式的确定



(a) LCM 电路原理图



(b) 工作时序图

图 9-12 DMF612N 电路原理图及工作时序

表 9.5

端子序号	符 号	状 态	功 能
1	D_i	H/L	数据输入
2	FLM	H	帧信号
3	M	H/L	交流波形信号
4	LP	H→L	数据锁存时钟
5	CP	H→L	数据移位时钟
6	N_C	—	未用
7	V_{CC}	—	逻辑电源 +5V
8	V_{SS}	—	逻辑地
9	V_{EE}	—	液晶驱动电源 -10V
10	N_C	—	未用

显示方式设置指令中 $D_i = 1$ ，主方式。

(2) 显示窗口宽度 (列) 参数的确定

$H_p =$	6H	7H	8H
$H_N =$	50H	4EH	3CH

$$V_p = 8H$$

(4) 显示缓冲区起始地址的确定

设置 $SAD = 0000H$

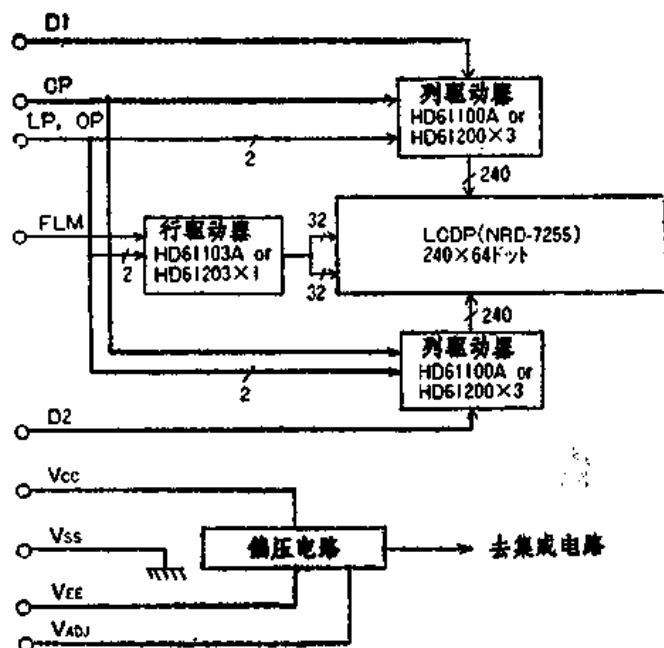
其余参数随用户使用情况而设定, 如光标位置 C_p 及工作参数等的设置。

例 2 DMF633N 图形液晶显示模块。

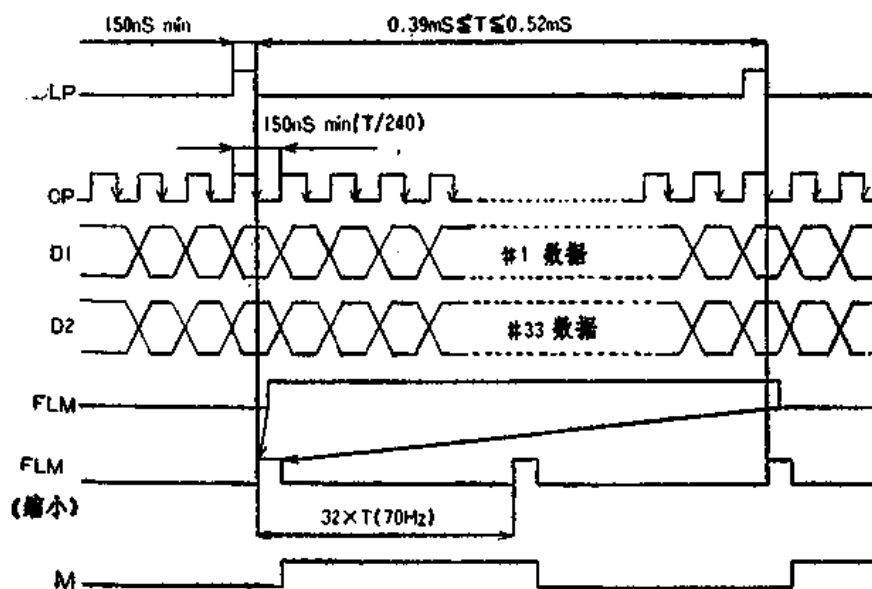
因为 $n = 480$, 所以

(3) 驱动占空比系数的确定

由于是单屏结构的液晶显示器件, 所以显示屏上行数即为扫描行数 N_x $N_x = 40H$



(a) 电路原理图



(b) 工作时序图

图 9-13 DMF633N 电路原理框图及时序图

DMF633N 的显示器件是 240×64 双屏结构的点阵液晶显示器件, 适配于 HD61830(B)。模块的电路原理框图如图 9-13 所示, 接口端功能如表 9.6 所示。

表 9.6

端子序号	符 号	状 态	功 能
1	D_1	H/L	数据1 (上半屏)
2	FLM	H→L	帧扫描信号
3	M	H/L	交流驱动信号
4	LP	H→L	数据锁存时钟
5	CP	H→L	数据移位时钟
6	D_2	H/L	数据2 (下半屏)
7	V_{CC}	—	电源 +5V
8	V_{SS}	—	电源地
9	V_{EE}	—	液晶驱动电源 -5V
10	V_{adj}	—	液晶视角调整端

DMF633N 在与 HD61830(B) 控制器板接口时, 控制板接口的所有信号与其一一对应连接。

HD61830(B) 的一些初始化参数设置为:

- (1) 主方式工作: 显示方式设置参数位 $D_4 = 1$
- (2) 因为 $N = 240$, 所以

$H_x =$	6H	7H	8H
$H_N =$	28H	22H	1EH

$$V_p = 8H$$

- (3) $N_x = 20H$

- (4) 显示缓冲区起始地址 $SAD = 0000H$

其余参数将随用户使用情况而设定, 如光标位置 C_p 及工作参数的设置等。

例 3 LM215B 图形液晶显示模块

LM215B 的显示器件为 480×128 点阵四屏结构的液晶显示器件, 适用于 HD61830B 并联控制。模块电路原理框图如图 9-14 所示, 其接口端功能如表 9.7 所示。

表 9.7

端子序号	符 号	状 态	功 能
1	D_1	H/L	数据1 (左上半屏)
2	D_2	H/L	数据2 (左下半屏)
3	FLM	H	帧扫描信号
4	M	H/L	交流驱动波形信号
5	CL_1	H→L	数据锁存信号
6	CL_2	H→L	数据移位信号
7	D_3	H/L	数据3 (右上半屏)
8	D_4	H/L	数据4 (右下半屏)
9	V_{CC}	—	+5V
10	V_{SS}	—	0V
11	V_{EE}	—	-10V
12	V_o	—	液晶显示驱动运行电源

LM215B 在与 HD61830B 并联控制器板接口时, 控制板接口端的所有信号均与其一一对应连接。

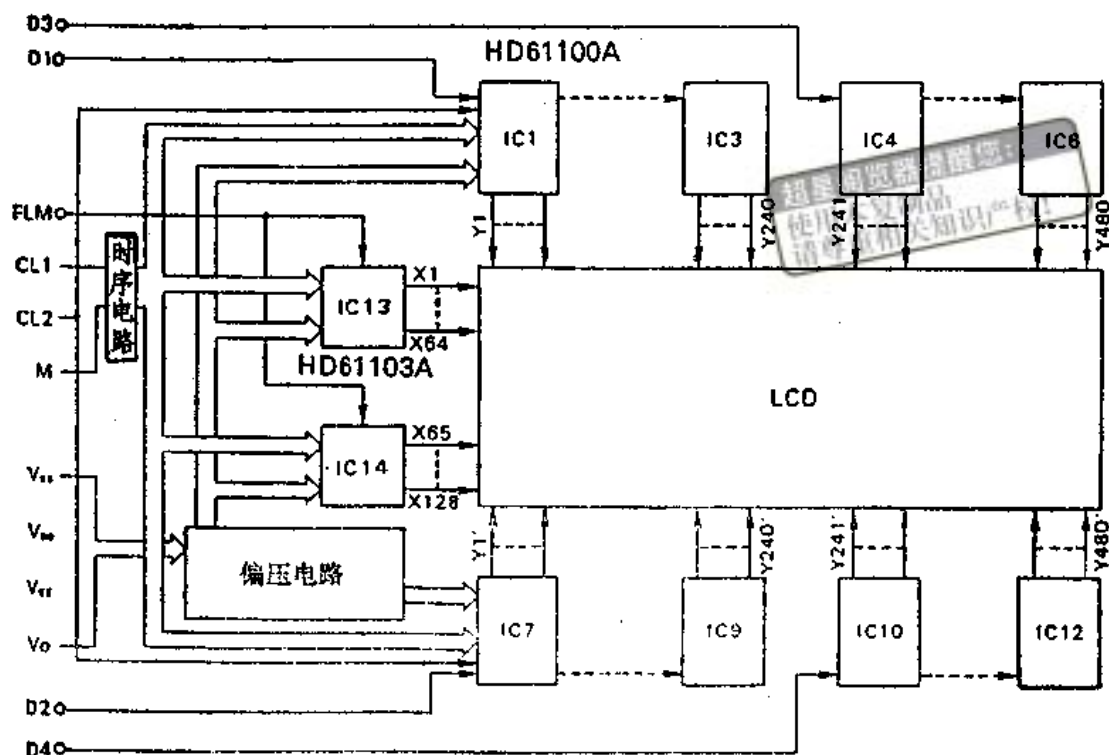


图 9-14 LM215B 电路原理图

一旦确定了使用的液晶显示模块，HD61830B 的初始化参数即可确定下来。参数的确定为：

(1) 主、从方式选择位

HD61830B 主：D₄ = 1；HD61830B 从：D₄ = 0

(2) 由于 LM215B 为四屏结构的显示器件，所以主、从 HD61830B 各管理左半屏与右半屏，即每一片 HD61830B 管理 240 × 128 点阵。n = 240。

H _p =	6H	7H	8H
H _N =	28H	22H	1EH

V_p = 8H

(3) N_s = 40H

(4) 显示缓冲区起始地址 SAD = 0000H

其余参数将随用户使用情况而设定，如工作参数及光标位置 CP 的设置等。注意，两片 HD61830B 都要设置。

9.4 HD61830(B) 控制器板与 MPU 接口及驱动程序

从 HD61830(B) 控制器板电路分析，控制板与 MPU 的接口端实际上同内藏控制器液晶显示模块的 MPU 接口一样，主要是控制器的接口。本节以 MCS-51 系列单片机 8031 为主机，介绍在两种接口方式下 MPU 与 HD61830(B) 控制器板之间的接口及驱动程序。

HD61830(B) 与 MPU 接口应注意 E 信号的作用，在 MPU 向 HD61830(B) 写操作过程中，E 信号的下降沿起作用。此时要求 RS、CS、R/W 及数据线要在 E 信号结束后保持一段时

间，在 HD61830(B) 读操作时，E 信号为高电平作用，这时对 RS、 $\overline{\text{CS}}$ 、 $\text{R}/\overline{\text{W}}$ 及 $\text{DB}_{0\sim7}$ 数据线在 E 信号结束后无太严格要求，这个概念在间接控制法编程中特别重要。

9.4.1 直接访问方式

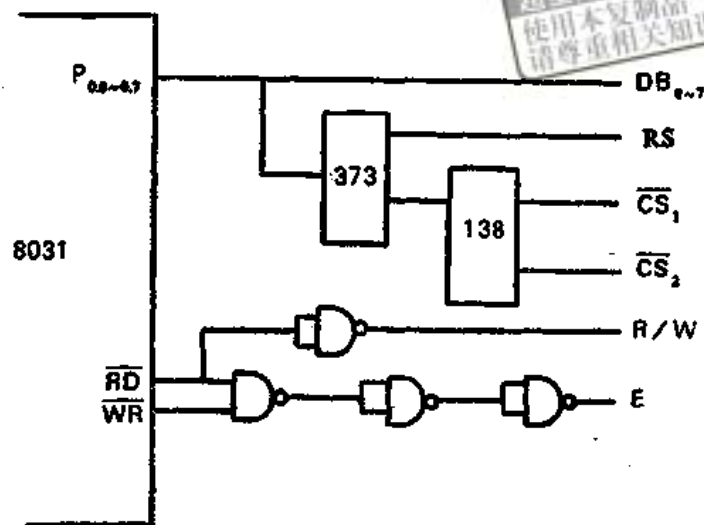


图 9-15 直接访问法的接口电路

直接访问方式接口电路如图 9-15 所示，该电路给出的是与 HD61830(B) 并联控制器板的接口电路，由于仅仅是用片选信号 $\overline{\text{CS}}_1$ 和 $\overline{\text{CS}}_2$ 来分别控制两片 HD61830(B)，所以该电路也适用于一片 HD61830(B) 组成的控制器板。驱动子程序如下（应用一片 HD61830(B) 的驱动）：

(1) 写指令代码子程序

占用寄存器：R0, R2, A；输入寄存器：R2 存储指令代码

```
PR1:  MOV R0,  *INSADD, 指令口地址
      MOVX A, @R0      ; 读忙标志
      JB ACC. 7, PR1    ; 判别忙标志
      MOV A, R2
      MOVX @R0, A      ; 写指令代码
      RET
```

(2) 写数据及参数子程序

占用寄存器：R0, R2, A；输入寄存器：R2 存储数据或指令参数

```
PR2:  MOV R0,  *INSADD
      MOVX A, @R0
      JB ACC. 7, PR2    ; 判别忙标志
      MOV A, R2
      MOV R0,  *DATADD ; 数据口地址
      MOVX @R0, A      ; 写数据或指令参数
      RET
```

(3) 读数据子程序

占用寄存器：R0, A；输出寄存器：A 存储读出的数据

```

PR3,    MOV R0,    *INSADD
        MOVX A,    @R0
        JB ACC.7, PR3
        MOV R0,    *DATADD
        MOVX A,    @R0    , 读出数据
        RET

```

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识版权！

9.4.2 间接控制方式

间接控制方式接口电路如图 9-16 所示，该电路给出了 HD61830(B) 并联控制器板的接口电路，由于仅仅是用片选信号 $\overline{CS}_1$ 和 $\overline{CS}_2$ 来分别控制两片 HD61830(B)，所以该电路也适用于一片 HD61830(B) 组成的控制器板。驱动子程序如下(应用一片 HD61830(B) 的驱动)：

(1) 判断忙标志子程序

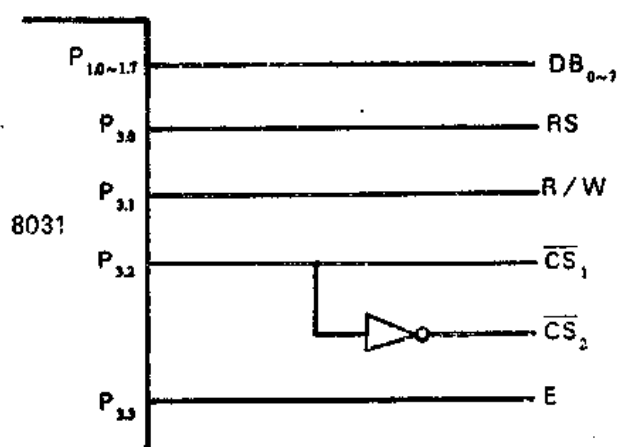


图 9-16 间接控制方式接口电路

占用寄存器：A

```

PR0,    ANL P3,    *0F0H    , 控制信号清零
        SETB P3.0    , R/W = 1
        SETB P3.1    , RS = 1
P01,    ORL P1,    *0FFH    , P1口为输入方式
        SETB P3.3    , E = 1
        MOV A,    P1    , 读忙标志
        CLR P3.3    , E = 0
        JB ACC.7, P01    , 判别忙标志
        RET

```

此程序为一片 HD61830(B) 工作的控制器板(片选 $P_{3.2} = 0$ 形式)，如果是 HD61830(B) 并联控制器板，则建议程序的第一条指令为：

ANL P3, *0F4H

而片选信号 $P_{3.2}$ 的设置由主程序设置。使用指令为：

SETB $P_{3.2}$ 或 CLR $P_{3.2}$

因为该程序为以下各基本子程序之“头”，所以修改它即可适用。

(2) 写指令代码子程序

占用寄存器: R2, A; 输入寄存器: R2存储指令代码

```
PR1,   ACALL PR0    , 判别忙标志
        MOV A, R2
        CLR P3.0     , R/W=0
        SETB P3.3    , E=1
        MOV P1, A    , 写入指令代码
        CLR P3.3     , E=0
        RET
```

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识版权！

(3) 写数据或参数子程序

占用寄存器: R2, A; 输入寄存器: R2存储数据或指令参数

```
PR2,   ACALL PR0
        MOV A, R2
        CLR P3.0     , R/W=0
        CLR P3.1     , RS=0
        SETB P3.3    , E=1
        MOV P1, A    , 写入数据或指令参数
        CLR P3.3     , E=0
        RET
```

(4) 读数据子程序

占用寄存器: A; 输出寄存器: A 存储读出的数据

```
PR3,   ACALL PR0
        CLR P3.1     , RS=0
        ORL P1, #0FFH , P1口输入方式
        SETB P3.3    , E=1
        MOV A, P1    , 读出数据
        CLR P3.3     , E=0
        RET
```

9.5 点阵液晶显示模块应用程序

前两章介绍了文本显示应用的示例程序,并且着重介绍了汉字显示的实用程序。本章和下一章将在点阵液晶显示器件绘图方面的应用作一实用性的举例说明。

在液晶显示器件上,绘制图形的工作一般分为两步,第一步是应用某种算法求出所绘图形的各点坐标值,这一步要完成算法程序的编制;第二步是在所应用的点阵液晶显示器件上,根据算法程序所提供的点坐标,换算成点阵液晶显示屏上显示点的位置,即显示缓冲区相应单元地址及其该单元内数据的确定,从而在显示屏上组成所需的显示图形。这一步要完成绘点程序的编制。算法程序是通用的,绘点程序则是要根据应用点阵液晶显示器件所配的液晶显示控制器特性来编制。本书以绘制直线为例。

绘制直线的算法多种多样,为了避免复杂的浮点运算,这里采用了整数数字微分分析法 (INTEGER DDA)。

作以 (X_S, Y_S) 为起点, (X_E, Y_E) 为终点的直线,其斜率 $k = (Y_E - Y_S) / (X_E - X_S)$ 。整数数字微分法的基本思路是回避计算斜率 k 过程中的除法运算,应用 $\Delta Y = Y_E - Y_S$ 和 $\Delta X =$

$X_E - X_S$ 之间的关系, 在保证 $\Delta Y \geq 0$ 的条件下将斜率 k 分成四种情况, 在每一种情况下用 ERR 指明建立点位置与真实线的差距, 确定相应的作点规则。这个规则也将终点情况考虑了进去。这四种情况为:

1. $k = 0 \sim 1$, 此时有 $\Delta Y \geq 0$, $\Delta X \geq 0$, 且 $\Delta Y \leq \Delta X$ 关系成立。作点规则为:

在当前 (X, Y) 点处, 若 $ERR < 0$, 则在 $(X + 1, Y)$ 绘点, 且 $ERR = ERR + \Delta Y$;

若 $ERR \geq 0$, 则在 $(X + 1, Y + 1)$ 绘点, 且 $ERR = ERR + \Delta Y - \Delta X$ 。

然后将新的绘点坐标作为当前的 (X, Y) 点, 而所得到的 ERR 值为该坐标点的偏差值, 重复上述的工作直至 $X = X_E$ 为止。

(X, Y) 的初始坐标值为 (X_S, Y_S) , 且 $ERR = 0$ 。

2. $k > 1$, 此时有 $\Delta Y \geq 0$, $\Delta X \geq 0$ 且 $\Delta Y > \Delta X$ 关系成立。作点规则为:

在当前 (X, Y) 点处, 若 $ERR < 0$, 则在 $(X + 1, Y + 1)$ 绘点, 且 $ERR = ERR + \Delta Y - \Delta X$;

若 $ERR \geq 0$, 则在 $(X, Y + 1)$ 绘点, 且 $ERR = ERR - \Delta X$ 。

然后将新的绘点坐标作为当前 (X, Y) 点, 而所得到的 ERR 值为该坐标点的偏差值, 重复上述工作直至 $Y = Y_E$ 为止。

(X, Y) 的初始坐标值为 (X_S, Y_S) , 且 $ERR = 0$ 。

3. $k = -1 \sim 0$, 此时有 $\Delta Y \geq 0$, $\Delta X < 0$ 且 $|\Delta Y| \leq |\Delta X|$ 关系成立。作点规则为:

在当前 (X, Y) 点处, 若 $ERR < 0$, 则在 $(X - 1, Y)$ 绘点, 且 $ERR = ERR + \Delta Y$;

若 $ERR \geq 0$, 则在 $(X - 1, Y + 1)$ 绘点, 且 $ERR = ERR + \Delta Y + \Delta X = ERR + \Delta Y - |\Delta X|$

然后将新的绘点坐标作为当前 (X, Y) 点, 而所得到的 ERR 值为该坐标点的偏差值, 重复上述工作直至 $X = X_E$ 为止。

(X, Y) 的初始坐标值为 (X_S, Y_S) , 且 $ERR = 0$ 。

4. $k < -1$, 此时有 $\Delta Y \geq 0$, $\Delta X < 0$ 且 $|\Delta Y| > |\Delta X|$ 关系成立。作点规则为:

在当前 (X, Y) 点处, 若 $ERR < 0$, 则在 $(X - 1, Y + 1)$ 绘点, 且 $ERR = ERR + \Delta Y + \Delta X = ERR + \Delta Y - |\Delta X|$;

若 $ERR \geq 0$, 则在 $(X, Y + 1)$ 绘点, 且 $ERR = ERR + \Delta X = ERR - |\Delta X|$ 。

然后将新的绘点坐标作为当前的 (X, Y) 点, 而所得到的 ERR 值为该坐标点的偏差值, 重复上述工作直至 $Y = Y_E$ 为止。

(X, Y) 点的初始坐标值为 (X_S, Y_S) , 且 $ERR = 0$ 。

应用 MCS-51 指令集编制整数数字微分法实用算法程序 CADL 如下所示。该程序可完成 $(0 \sim 255, 0 \sim 255)$ 范围内的任意直线绘制, 所作直线在点阵液晶显示屏上显示的质量是相当不错的。直线整数 DDA 算法子程序 CADL 如下。

占用寄存器: A, R0, R6, R7; 其中: A: 累加器 R0: 地址指针; R6: 坐标 Y 值; R7: 坐标 X 值

占用存储区单元: 20H, 21H, 22H, 23H, 24H, 25H, 26H, 27H 其中: 20H: 终点坐标 Y_E ; 21H: 起点坐标 Y_S ; 22H: 终点坐标 X_E ; 23H: 起点坐标 X_S ; 24H: $\Delta Y = Y_E - Y_S$; 25H: $\Delta X = X_E - X_S$; 26H: ERR 低字节; 27H: ERR 高字节; 27H 的 D7 位 3FH 为 ERR 的符号位

CADL:	MOV 26H, *00H	; ERR = 0000H
	MOV 27H, *00H	
	MOV R0, *20H	; 计算 $\Delta Y = YE - YS$
	MOV A, @R0	
	INC R0	
	CLR C	
	SUBB A, @R0	
	JNC L1	; $\Delta Y \geq 0$, 则转 L1
	MOV R0, *20H	; 交换 YE 和 YS
	MOV A, @R0	
	INC R0	
	XCH A, @R0	
	MOV 20H, A	
	INC R0	; 交换 XE 和 XS
	MOV A, @R0	
	INC R0	
	XCH A, @R0	
	MOV 22H, A	
	SJMP CADL	; 重新计算
L1:	MOV 24H, A	; (24H) = ΔY
	MOV R6, 21H	; R6 = YE
	MOV R7, 23H	; R7 = XS
	ACALL DOTPR	; 调用绘点子程序
	INC R0	
	MOV A, @R0	; 计算 $\Delta X = XE - XS$
	INC R0	
	CLR C	
	SUBB A, @R0	
	MOV 25H, A	; (25H) = ΔX
	JC L3	; $\Delta X < 0$, 则转 L3
	MOV A, 24H	
	CJNE A, 25H, L2	; 比较 ΔY 和 ΔX
	SJMP K1	; $\Delta Y = \Delta X$, 则转 K1
L2:	JNC K2	; $\Delta Y > \Delta X$, 则转 K2
	SJMP K1	; $\Delta Y < \Delta X$, 则转 K1
L3:	MOV A, @R0	; $\Delta X = XS - XE$
	CLR C	
	DEC R0	
	SUBB A, @R0	
	MOV 25H, A	; (25H) = ΔX
	CJNE A, 24H, L4	; 比较 ΔX 和 ΔY
	SJMP K3	; $\Delta X = \Delta Y$, 则转 K3
L4:	JC K4	; $\Delta X < \Delta Y$, 则转 K4
	SJMP K3	; $\Delta X > \Delta Y$, 则转 K3
K1:	MOV A, R6	; 比较 YE 和 YS



	CJNE A, 20H, K10	, YE $\neq$ YS, 则转K10
	SJMP K11	, YE=YS, 则转K11
K10,	JB 3FH, K12	, ERR<0, 则转K12
	INC R6	, Y=Y+1
K11,	INC R7	, X=X+1
	MOV A, 26H	, ERR=ERR+ Δ Y- Δ X
	ADD A, 24H	
	MOV 26H, A	
	MOV A, 27H	
	ADDC A, *00H	
	MOV 27H, A	
	CLR C	
	MOV A, 26H	
	SUBB A, 25H	
	MOV 26H, A	
	MOV A, 27H	
	SUBB A, *00H	
	MOV 27H, A	
	SJMP K13	
K12,	INC R7	, X=X+1
	MOV A, 26H	, ERR=ERR+ Δ Y
	ADD A, 24H	
	MOV 26H, A	
	MOV A, 27H	
	ADDC A, *00H	
	MOV 27H, A	
K13,	ACALL DOTPR	, 调用绘点子程序
	MOV A, R7	
	CJNE A, 22H, K10	, X $\neq$ XE, 则转K10
	RET	, X=XE, 则退出
K2,	JB 3FH, K21	, ERR<0, 则转K21
	INC R6	, Y=Y+1
	CLR C	
	MOV A, 26H	, ERR=ERR- Δ X
	SUBB A, 25H	
	MOV 26H, A	
	MOV A, 27H	
	SUBB A, *00H	
	MOV 27H, A	
	SJMP K22	
K21,	INC R6	, Y=Y+1
	INC R7	, X=X+1
	MOV A, 26H	, ERR=ERR+ Δ Y- Δ X
	ADD A, 24H	
	MOV 26H, A	
	MOV A, 27H	

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

	ADDC A, *00H	
	MOV 27H, A	
	CLR C	
	MOV A, 26H	
	SUBB A, 25H	
	MOV 26H, A	
	MOV A, 27H	
	SUBB A, *00H	
	MOV 27H, A	
K22,	ACALL DOTPR	, 调用绘点子程序
	MOV A, R6	
	CJNE A, 20H, K2	, Y ≠ YE, 则转K2
	RET	, Y = YE, 则退出
K3,	JB 3FH, K31	, ERR < 0, 则转K31
	DEC R7	, X = X - 1
	INC R6	, Y = Y + 1
	MOV A, 26H	, ERR = ERR + ΔY - ΔX
	ADD A, 24H	
	MOV 26H, A	
	MOV A, 27H	
	ADDC A, *00H	
	MOV 27H, A	
	CLR C	
	MOV A, 26H	
	SUBB A, 25H	
	MOV 26H, A	
	MOV A, 27H	
	SUBB A, *00H	
	MOV 27H, A	
	SJMP K32	
K31,	DEC R7	, X = X - 1
	MOV A, 26H	, ERR = ERR + ΔY
	ADD A, 24H	
	MOV 26H, A	
	MOV A, 27H	
	ADDC A, *00H	
	MOV 27H, A	
K32,	ACALL DOTPR	, 调用绘点子程序
	MOV A, R7	
	CJNE A, 22H, K3	, X ≠ XE, 则转K3
	RET	, X = XE, 则退出
K4,	JB 3FH, K41	, ERR < 0, 则转K41
	INC R6	, Y = Y + 1
	CLR C	
	MOV A, 26H	, ERR = ERR - ΔX
	SUBB A, 25H	

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

```

MOV 26H, A
MOV A, 27H
SUBB A, *00H
MOV 27H, A
SJMP K42
K41: DEC R7          , X = X - 1
      INC R6          , Y = Y + 1
      MOV A, 26H      , ERR = ERR + ΔY - ΔX
      ADD A, 24H
      MOV 26H, A
      MOV A, 27H
      ADDC A, *00H
      MOV 27H, A
      CLR C
      MOV A, 26H
      SUBB A, 25H
      MOV 26H, A
      MOV A, 27H
      SUBB A, *00H
      MOV 27H, A
K42:  ACALL DOTPR      , 调用绘点子程序
      MOV A, R6
      CJNE A, 20H, K4   , Y ≠ YE, 则转K4
      RET              , Y = YE, 则退出
      END

```



绘点程序是要根据所用液晶显示控制器的特性来编制。本节以 HD61830(B) 为应用液晶显示器件的控制器，根据它的操作特征编制绘点程序。

首先设定液晶显示屏面上直角坐标系原点在屏面上的左下角处，即若原点坐标在（第一列，最后一行）处，这样设定的坐标系使得全屏面都处于坐标系的第一象限内，即(X,Y)的取值均为正数。以此为前提，下面给出了适配 HD61830(B) 控制器的绘点程序。作为通用性程序，该程序绘点显示子程序 DOTPR (H_r = 8) 可实现在该坐标系下任意点的绘制。

占用寄存器：A, R5, R6, R7 其中 A：累加器 R5：计数器 R6：坐标 Y 值，输入寄存器 R7：坐标 X 值，输入寄存器

占用内部存储区单元：30H, 31H, 32H 其中 30H：绘点地址低字节 31H：绘点地址高字节 32H：绘点数据

```

DOTPR: MOV A, *NX          , 显示行数，双屏结构时，NX = 2NX
      CLR C
      SUBB A, R6          , A = NX - Y
      MOV B, *HN          , HN：一行所占单元数
      MUL AB
      ADD A, *SADL        , SAD：显示区的首地址
      MOV 30H, A          , (30H) = 绘点地址低字节
      MOV A, B
      ADDC A, *SADH
      MOV 31H, A          , (31H) = 绘点地址高字节

```

	MOV A, R7	, A = X
	MOV R5, A	, R5 = X
D1,	MOV A, R5	
	CJNE A, #08H, D3	, X ≠ 8, 则转D3
D2,	CLR C	, X ≥ 8 情况
	SUBB A, #08H	, X = X - 8
	MOV R5, A	
	MOV A, 30H	, 绘点地址加一
	ADD A, #01H	
	MOV 30H, A	
	MOV A, 31H	
	ADDC A, #00H	
	MOV 31H, A	
	SJMP D1	
D3,	JNC, D2	, X > 8, 则转D2
	MOV R5, A	, X < 8, 确定终点位
	INC R5	, X = X + 1
	CLR A	, A = 0
	SETB C	, C = 1
D4,	RRC A	
	DJNZ R5, D4	
	MOV 32H, A	, (32H) = 绘点数据
	MOV R2, #0AH	, 光标地址低字节设置
	ACALL PR1	
	MOV R2, 30H	, 写入当前绘点地址低字节
	ACALL PR2	
	MOV R2, #0BH	, 光标地址高字节设置
	ACALL PR1	
	MOV R2, 31H	, 写入当前绘点地址高字节
	ACALL PR2	
	MOV R2, #0DH	, 读数据指令
	ACALL PR1	
	ACALL PR3	, 空读
	ACALL PR3	, 读绘点单元数据
	ORL A, 32H	, 绘点单元数据与绘点数据相或
	MOV 32H, A	
	MOV R2, #0AH	, 光标地址低字节设置
	ACALL PR1	
	MOV R2, 30H	, 写入当前绘点地址低字节
	ACALL PR2	
	MOV R2, #0BH	, 光标地址高字节设置
	ACALL PR1	
	MOV R2, 31H	, 写入当前绘点地址高字节
	ACALL PR2	
	MOV R2, #0CH	, 写数据指令
	ACALL PR1	

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

MOV R2, 32H

ACALL PR2 , 写入绘点数据

RET

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第十章 图形液晶显示模块的应用 (三)

——点阵液晶显示控制器E-1330 (SED1330) 的应用

E-1330 和 SED1330 同属 SEIKO EPSON 公司产品, 属同一档次的图形和字符液晶显示控制器。它们在单片使用时完全相同并且兼容, E-1330 还可以并联使用。本章在说明这两个控制器时, 都用 E-1330 来代替, (本书在未作说明处, 可认为 E-1330 和 SED1330 是完全相同的)。

E-1330 作为图形和字符液晶显示控制器是同类中功能最强的控制器之一, 它具备以下几种重要特征:

1. E-1330 不仅适用于 8080 系列 MPU 接口, 也适用于 M6800 系列 MPU 接口, 它在接口部设置了 SEL_1 、 SEL_2 两个引脚, 作为 MPU 的接口功能的转换设置。

2. E-1330 在与 MPU 的接口部设有功能较强的 I/O 缓冲器, 从而避免了一般控制器的状态检查项目。MPU 可以不寻问“忙”标志而随时访问 E-1330, 从而使 E-1330 中“忙”标志的作用大大削弱。

3. 功能的增强也体现在指令集的丰富。E-1330 的指令多数带有参数的补充, 所带的参数量也较多, 最多可达 10 个参数。E-1330 指令不仅可以实现把两个显示区的内容根据不同的逻辑关系合成显示, 而且还可以把三个显示区的内容合成显示。通过这些合成显示, 可以实现字符图形混合显示、字符文本特征显示、闪烁显示以及半色光调显示等。

4. 向液晶显示模块发送的显示数据是以 4 位并行方式传输的, 从而大大提高了控制点阵液晶显示器件的能力, 单片 E-1330 最大驱动能力可达 640×200 点阵。

10.1 E-1330 硬件构成和控制器板的实现

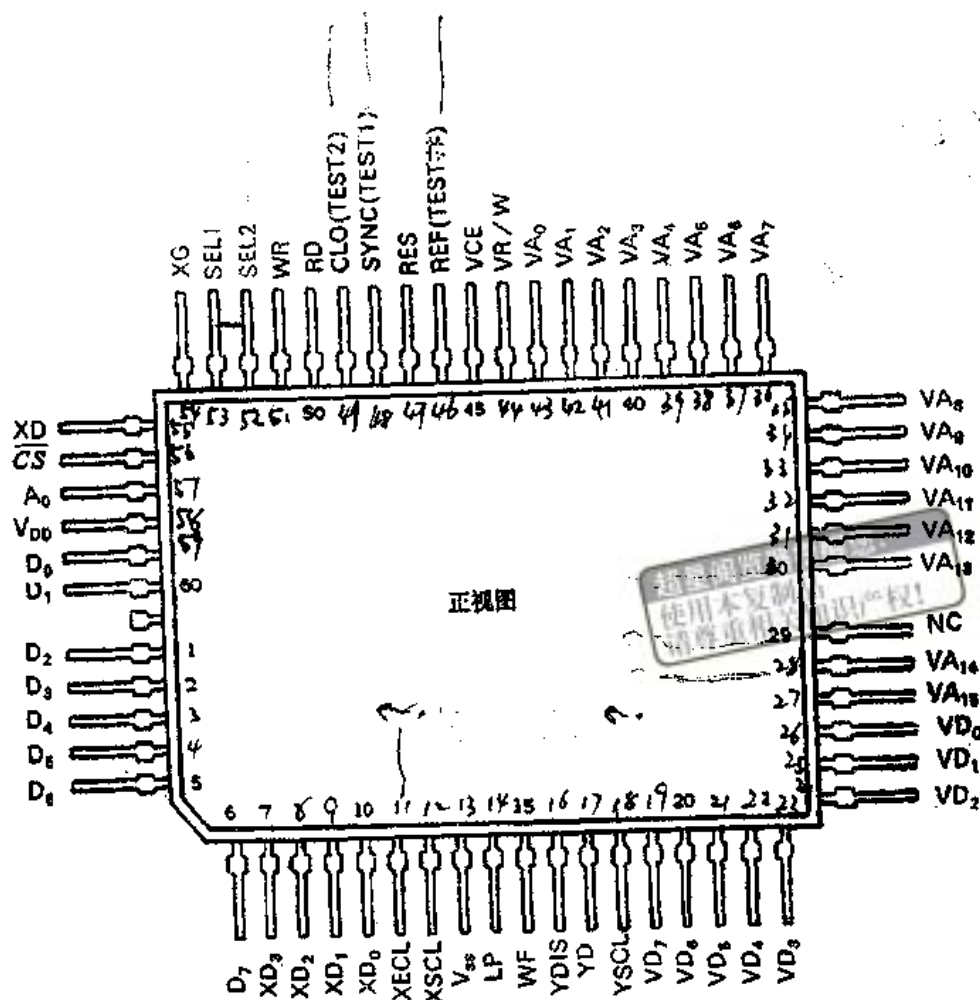
E-1330 引脚图和内部电路原理框图分别由图 10-1 和图 10-2 所示。

如同控制器的特性一样, E-1330 内部功能结构也可以分成与 MPU 接口部、内部控制部和对液晶显示模块的驱动部等三部分。

10.1.1 接口部

E-1330 与 MPU 的接口部具有高性能的缓冲器, 其作用是随时准备接受 MPU 的访问并即时地把 MPU 送来的指令及参数或数据在控制器内部时序工作周期内就位。这种功能使得在操作 E-1330 时可以不判别状态位 BF, 这是 E-1330 接口部的一大特点, 另一个特点是 E-1330 在接口部备有两种 MPU 系列的控制信号的接收控制电路, 即 E-1330 的接口部不仅适配于 8080 系列 MPU 的控制时序, 而且还适配于 M6800 系列 MPU 的控制时序。这两种时序功能的转换由接口部引脚 SEL_1 和 SEL_2 状态规定。

E-1330 接口部的 I/O 缓冲器可分为指令输入缓冲器和数据输出缓冲器、数据输入缓冲



括号内为 5ED1330

图 10-1 E-1330 引脚图

器和忙状态寄存器。它们的选择是引脚 A_0 与读、写信号联合控制。忙状态寄存器是一位只读寄存器，它仅有一位忙标志位 BF，当 $BF = 1$ 时表示控制部正在向液晶显示模块传送有效显示数据，在控制器传送完一行有效显示数据到开始下一行数据传输之间的时间内， $BF = 0$ 。此时 MPU 访问显示缓冲区不影响显示的效果。由于 E-1330 在接口部配置了缓冲区，BF 位不控制 E-1330 接口部工作，所以使得忙标志位 BF 控制 E-1330 的作用减小，但当它向显示缓冲区写入大量数据时，当 $BF = 1$ ，由于写数据与取显示数据的工作交叉进行，所以可能会使显示屏上的显示出现闪动。因此，此时应使用忙标志选择输入数据的时间或在关显示下进行全屏数据处理。MPU 在读忙状态寄存器时，BF 出现在数据总线的 DB_6 位上。

E-1330 接口部的引脚为：

D_{1-0} 三态 数据总线。

$\overline{RES}$ 输入 复位信号。当 $\overline{RES} = 0$ 时，E-1330 内部电路复位。重新启动 E-1330 须使用 SYSTEM SET 指令的 P_1 参数。

A_0 输入 I/O 缓冲器选择信号。

$\overline{RD}$ 输入 8080 系列 MPU 接口为 MPU 读控制信号。6800 系列 MPU 接口为使能信号 E。

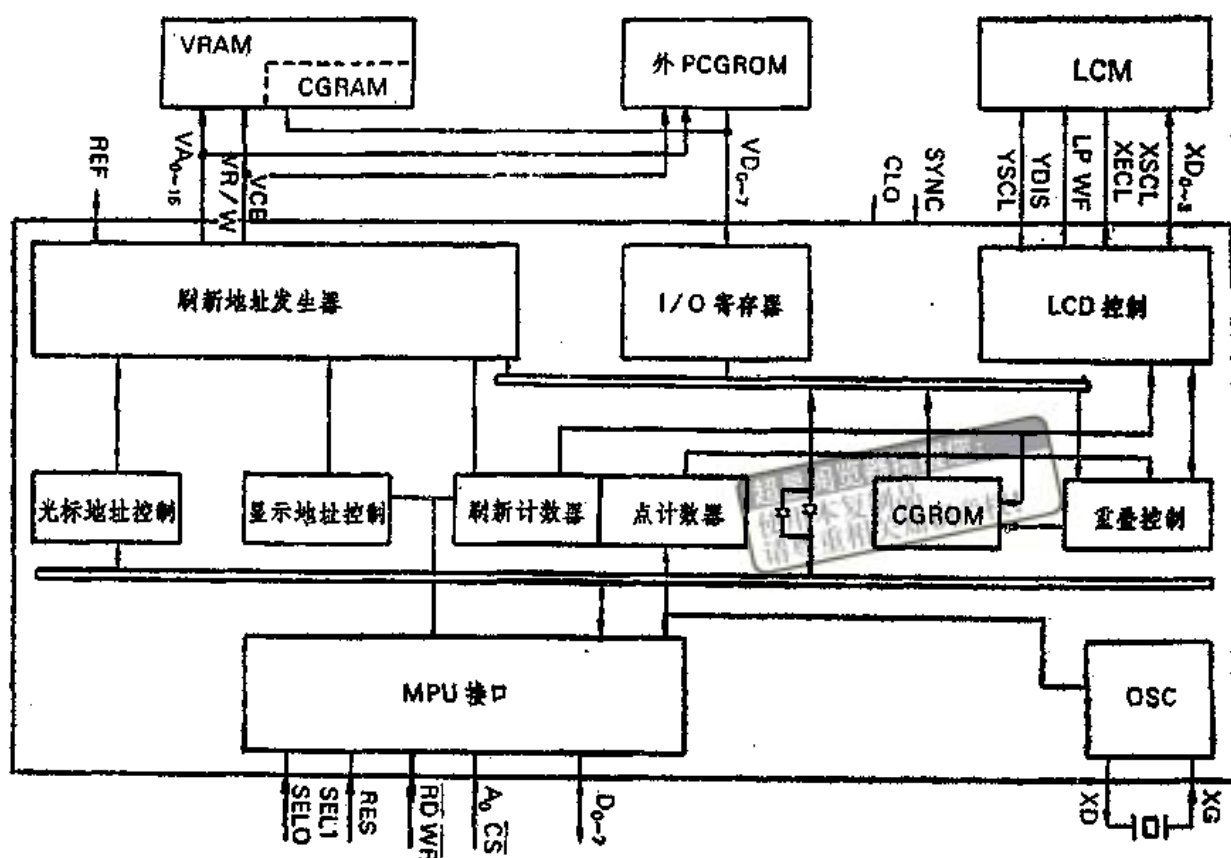


图 10-2 E-1330 原理框图

$\overline{WR}$ 输入 8080 系列 MPU 接口为 MPU 写控制信号。

6800 系列 MPU 接口为读 / 写选择信号 $R/\overline{W}$ 。

$\overline{CS}$ 输入 E-1330 片选信号。低电平有效。

SEL_1, SEL_2 输入 E-1330 与 MPU 接口配置选择信号。

用户可以根据 MPU 的类型将 SEL_1, SEL_2 接 V_{cc} 或接 V_{ss} ，以实现 E-1330 的接口功能转换。如表 10.1 所示。

当 E-1330 设置与 8080 系列 MPU 接口时，其 $A_0, \overline{RD}, \overline{WR}$ 的功能如表 10.2 所示，接口工作时序如图 10-3 所示。

表 10.1

SEL_1	SEL_2	方 式	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$
0	0	8080 系列	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$
1	0	6800 系列	E	$R/\overline{W}$
*	1	运 行 禁 止		

表 10.2

A_0	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	功 能
0	0	1	读状态标志
1	0	1	读显示数据和光标地址
0	1	0	写显示数据和参数
1	1	0	写指令代码

当 E-1330 设置与 M6800 系列 MPU 接口时，其 $\overline{RD}$ 信号转换为使能信号 E， $\overline{WR}$ 信号转换为读写选择信号 $R/\overline{W}$ ，它们与 A_0 组合的功能如表 10.3 所示，接口的工作时序如图 10-4 所示。

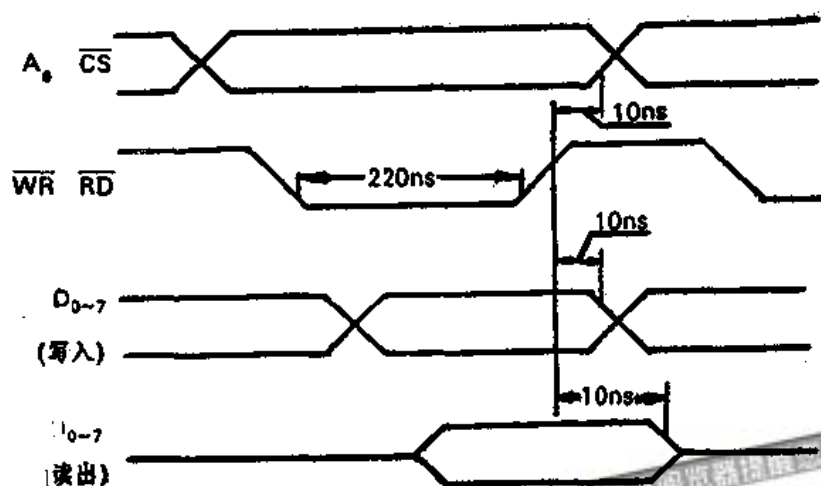


图 10-3 E-1330 与 8080 系列 MPU 接口时序图

表 10.3

A ₀	R/W	E	功 能
0	1	↑	读状态标志
1	1	↑	读显示数据和光标地址
0	0	↓	写显示数据和参数
1	0	↓	写指令代码

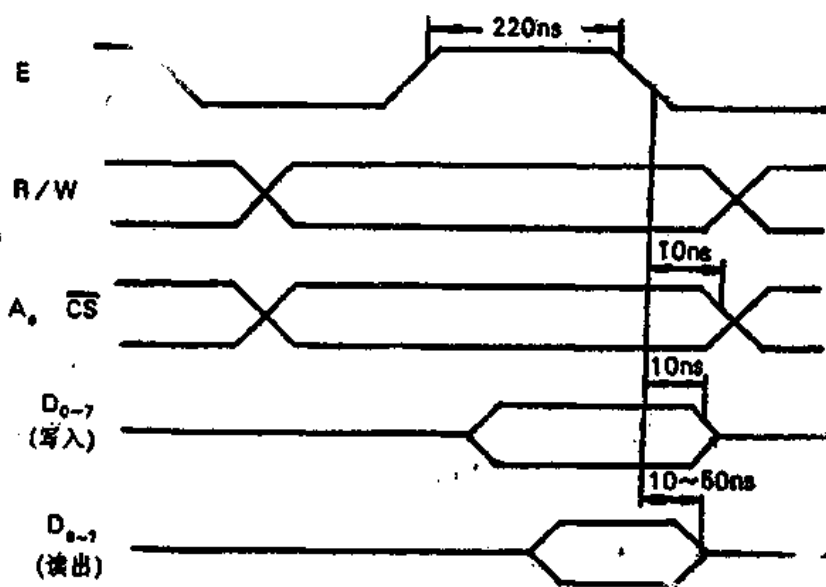


图 10-4 E-1330 与 M6800 系列 MPU 接口时序图

10.1.2 控制部

E-1330 的控制部可工作在很高的晶振频率下,一般在 1M~10MHz 范围内。E-1330 的逻辑电路在很高频率的时序脉冲作用下可迅速地将 MPU 写入接口部的指令及参数置入相应

的寄存器内,驱动相应的功能块运行,E-1330还即时地处理MPU对显示缓冲区的访问、管理内部和外部字符发生器等,使得E-1330成为MPU高速外设接口。

E-1330可以两片并联同步使用,从而使得E-1330应用于上、下屏数据独立传输的双屏结构的驱动电路,将驱动能力提高到 640×400 点阵。

E-1330内藏有可读型字符发生器CGROM,其固化有160种 5×7 字体的字符(见附录B中表1)。内藏CGROM可由MPU读出字符的字模数据,能与CGRAM联合使用,字符点阵最大能设置 8×16 点阵。

E-1330能够管理64k显示缓冲区。按照显示特性,显示缓冲区可有4种显示特性。

1. 文本显示特性

具有此特性的显示区专用于文本方式显示使用。该显示区内单元的数据均被认为是字符代码。这个字符代码作为字符发生器地址的一部分来实现对字符发生器的寻址,以取得相应的字符字模数据,送至显示屏上显示。

2. 图形显示特性

具有此特性的显示区专用于图形方式显示使用。该显示区内单元的数据均被认为是显示屏上 8×1 点阵的显示位的状态组合。

具有这两种特性的显示区都用于显示,它们中每一个单元都和显示屏上某一显示位有着——对应的关系。若使用同一显示面积,假设字符为 8×8 点阵的显示格式,那么图形显示区空间与文本显示区空间之比将为8:1。

E-1330的控制部专有一组寄存器来管理这两种特性的显示区,它可以在显示缓冲区的0000H~EFFFH地址范围内任意划分出四个显示区,每个显示区可以设置为文本显示特性或图形显示特性。这四个显示区被命名为一区、二区、三区 and 四区,它们的显示作用以一、二区为主体,三、四区为补充。在使用中,E-1330把一区或者一区和三区“串联”组成第一显示画面L1,把二区或者二区和四区“串联”组成第二显示画面L2。有时把三区单独作为第三显示画面L3处理。这三个显示画面可以单独显示,也可以根据某一种逻辑关系合成显示。合成的形式可以是双重合成(即L1和L2合成显示)也可以是三重合成(即L1、L2和L3合成显示)。这四个显示区用指令SCROLL划分,划分所需要的参数有:各区的起始地址SAD,一行显示所占的字节数AP和该区所占显示屏上的点行数SL。这些参数都存储在专用寄存器中。

3. 字符发生器CGRAM

这类区域为用户提供了随时建立专用字符的字符库,用户定义的字符可以是 8×8 点阵,也可以是 8×16 点阵。由于E-1330仅能处理8位字符代码,所以一次最多只能显示及建立256种字符。CGRAM可以单独使用,建立256种字符,也可以与片内CGROM联合使用,此时E-1330给定用户建立字符的字符代码选值范围。建立32个字符时,字符代码范围在80H~9FH。建立64个字符时,字符代码范围在80H~9FH和E0H~FFH。与之相对应的字符发生器为CGRAM₁和CGRAM₁+CGRAM₂,CGRAM₁和CGRAM₂都是256个字节空间。

当CGRAM与内部CGROM联用,字符代码为80H~9FH范围时,E-1330自动到CGRAM₁寻址;当字符代码为E0H~FFH范围时,E-1330自动到CGRAM₂寻址。由于CGRAM的寻址与字符代码有着密切的关系,因此不连续的字符代码寻址就是不连续的。也

就是说, $CGRAM_1$ 与 $CGRAM_2$ 由于字符代码取值不连续, 所以它们在显示缓冲区内的地址也是不连续的, 从而造成了一种浪费。为此 E-1330 控制部采用 40H 异或电路, 使 E0H~FFH 范围内的字符代码在经过 40H 异或门后产生新的代码 A0H~BFH 作为 $CGRAM_2$ 的寻址, 从而使 $CGRAM_1$ 和 $CGRAM_2$ 成为相邻的两个区域。这一特点用户在使用 $CGRAM_2$ 时要特别注意。

4. 字符发生器 CGROM

这类区域是作为用户定义常用字符的字符库使用, 在液晶显示模块应用系统中, 有相当一部分专用字符是经常使用的, 所以将其固化在 EPROM 内, 作为 CGROM 使用。用户可以建立 8×8 字体的字符, 占用空间为 2k 字节, 也可以建立 8×16 字体的字符, 占用空间为 4k 字节。最大使用字符量为 256 种字符。CGROM 也可以象内部 CGROM 一样, 同 CGRAM 共同使用。

E-1330 是在 F000H~FFFFH 的 4k 空间内分配 CGRAM 和 CGROM 这两类字符发生器。具体分配方式为:

(1) 全部 CGROM (4k); 地址为 F000H~FFFFH

(2) 部分 CGROM (2k), 部分 CGRAM (2k)

CGROM 地址为: F000H~F7FFH

CGRAM 地址为: F800H~FFFFH

CGRAM 可分成四个子区:

CGRAM A 地址为: F800H~F9FFH

CGRAM B 地址为: FA00H~FBFFH

CGRAM C 地址为: FC00H~FDFFH

CGRAM D 地址为: FE00H~FFFFH

每一个子区 (512 字节) 均为 64 个 8×8 字体的字符库, 即上述所言的 $CGRAM_1$ + $CGRAM_2$ 。

(3) 全部 CGRAM (4k) 地址为 F000H~FFFFH

这里要说明的是, CGRAM 的建立可在 0000H~FFFFH 范围内的任意一处, 而 CGROM 的建立则必须从 F000H 起设置。

控制部的引脚如下:

XG、XD: 内部振荡器的输入和输出端。

内部振荡器的工作方式有两种, 一是通过 XG 和 XD 引入晶振的方式, 如图 10-5(a) 所示。晶振频率可在 1M~10MHz 范围内选择。二是引入外部时钟发生器, 此时 XG 端接时钟发生器的输出端, XD 端浮空, 如图 10-5(b) 所示。时钟发生器的最大频率为 10MHz。

SYNC (TEST1) 输入/输出 E-1330 并联使用时的同步信号。主方式工作的 E-1330 的 SYNC 端为输出方式, 从方式工作的 E-1330 的 SYNC 为输入方式。SYNC 信号在每帧开始时, 由主方式 E-1330 输出, 从方式 E-1330 接收并在其引导沿处与内部信号 SYNC 比较。如果两个信号不一致, 则点计数器和刷新计数器重新初始化。而 SED1330 不具备这种功能, 该引脚的

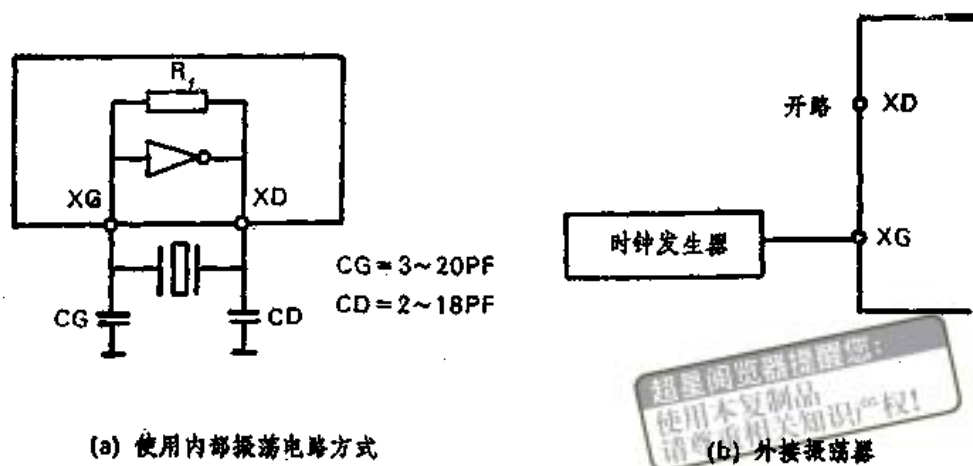


图 10-5 E-1330 内部振荡器的工作方式

功能为 TEST1 测试输出端，仅作为 SED1330 性能测试使用，与用户使用无关。

CL0 (TEST2) 输出 E-1330 内部时钟信号。主方式 E-1330 的 CL0 向从方式 E-1330 提供外部时钟信号。从方式 E-1330 由 XG 端接收。而 SED1330 不具备这种功能，该引脚的功能为 TEST2 测试输出端，仅作为 SED1330 性能测试使用，与用户使用无关。

VA₀₋₁₅ 输出 显示缓冲区地址总线。

VD₀₋₇ 三态 显示缓冲区数据总线，VR/ $\overline{W}$ = 0 时，数据总线为输出状态。

VR/ $\overline{W}$ 输出 显示缓冲区读、写控制信号。VR/ $\overline{W}$ = 0 时，向显示缓冲区写操作。

$\overline{VCE}$ 输出 在显示缓冲区使用静态 RAM 时， $\overline{VCE}$ 为片选信号，在使用动态 RAM 时，

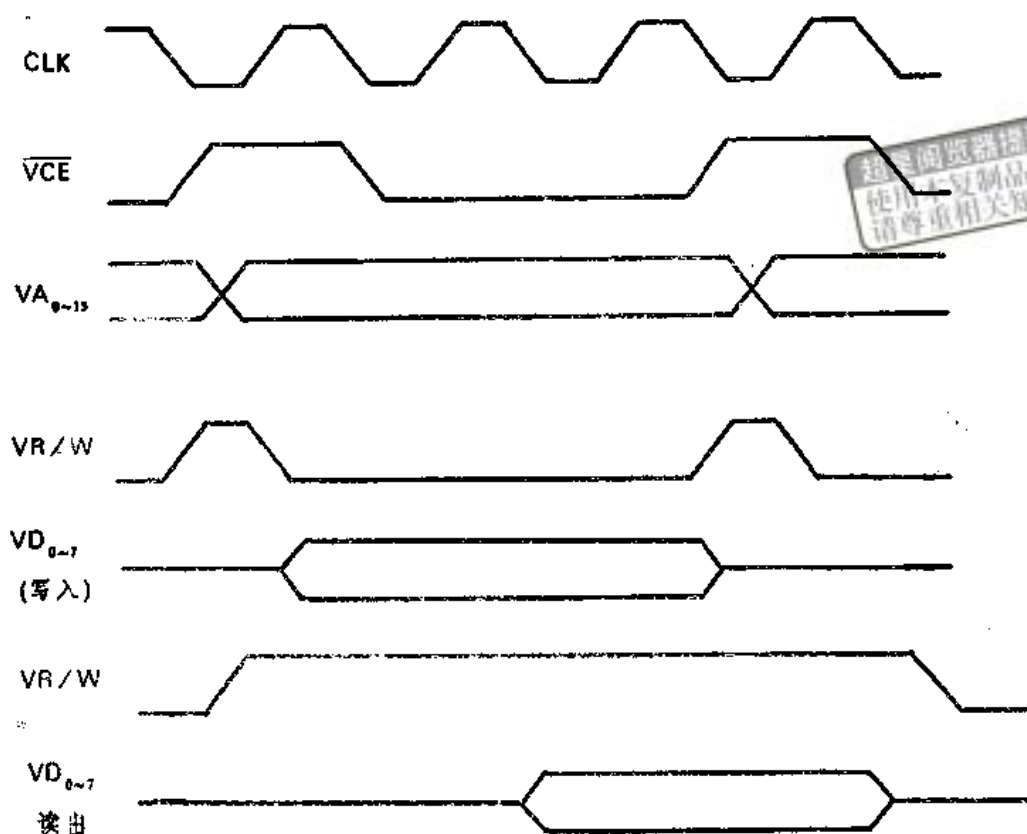


图 10-6 E-1330 访问静态 RAM 的时序关系

E-1330 驱动部是以 16×4 位 (64 位) 或 8×4 位 (32 位) 为数据块组织传输的。当显示屏一行为 64 或 32 的整倍数的点列时, E-1330 驱动部正好满数据块组织传输; 当一行传输的点列数不是 64 或 32 的整倍数 (E-1330 驱动部在组织到最后一个数据块时, 有效数据将不足 64 位或 32 位) 时, 驱动部将自动装填充格以补充到 64 位或 32 位再传输。是以 64 位还是以 32 位组织数据块, 要由 E-1330 的初始化指令 SYSTEM SET 中参数位 PKT 的状态决定。一般当一行列数不足 64 位或 32 位时, 其余数都是一致的, 即所需装填的空格数是相等的, 所以多数采用 64 位组织方式, 即 $\text{PKT} = 0$ 。E-1330 驱动部的这个特点在单屏结构液晶显示器件的驱动上无关紧要, 在双屏结构液晶显示器件的驱动上, 列驱动器以菊花链方式从上半屏传输到下半屏, E-1330 要完成上半屏数据块传输后才转到下半屏的数据传输上, 因此当点列数不足 64 或 32 的整倍数时, 上半屏最后传输的数据块内将填充有一定量的空格, 为了使这些空格不会出现在下半屏的显示画面上, 在列驱动器的排列上要求在上半屏之尾或下半屏之首留出与装填充格数相等的列驱动输出端浮空, 供这些空格使用。

驱动部引脚的功能如下:

XD₀₋₃ 输出 列驱动器的数据线。E-1330 的列数据传输能力一次可并行传输 4 位数据, 传输的顺序是 XD₀ 为最低位, XD₃ 为最高位。

XSCL 输出 列驱动器的位移时钟信号, 负责将 E-1330 发出的列数据组逐次地移入列驱动器内。

XECL 输出 列驱动器菊花链使能信号, 下降沿有效。

LP 输出 显示行结束脉冲信号。该脉冲相当于一位串行数据传输方式下的锁存信

号, E-1330 在每个显示行的数据传输结束后产生正脉冲给 LP 输出。

WF 输出 液晶显示交流驱动波形信号。

YSCL 输出 行驱动器的移位脉冲信号。

YD 输出 帧扫描信号。在一帧的最后一行的周期内 E-1330 产生 $YD = 1$ 信号。该信号由 $YSCL$ 脉冲移入行驱动器内。

YDIS 输出 液晶显示驱动电源关信号, 高电平有效。该信号用于对驱动器的液晶驱动电源 V_{EE} 的控制。为了使液晶显示器件在 E-1330 的复位或空状态避免因加入直流电压而损失寿命, 故 E-1330 产生 YDIS 信号, 以关断 V_{EE} 电源, 使行、列驱动器的驱动电压趋于 0V。

超星阅读器提醒您:
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

10.1.4 E-1330 控制器板的组成

E-1330 控制器板要完成三种接口的组织工作。作为 E-1330 与显示缓冲区的接口连接已在控制器板上实现, E-1330 与液晶显示模块的接口和与 MPU 接口分别引入插座上, 留使用时连接, 如图 10-7 所示。

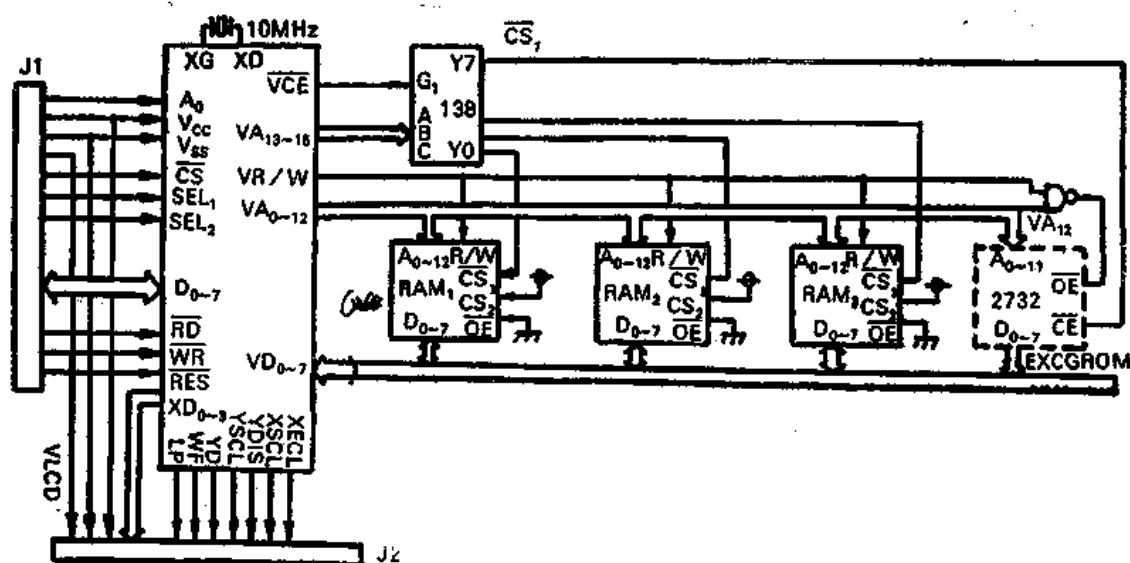


图 10-7 E-1330 控制器板电路原理图

在图 10-7 电路中, SEL_1 和 SEL_2 两端状态应根据所用的 MPU 系列, 用短路插针设置, 晶振也是待选的。晶振值应根据应用的液晶显示模块的参数通过计算得出。

E-1330 并联使用的 (不适合 SED1330 使用) 实用电路。由图 10-8 所示。由于各片所管理的 RAM 区与 E-1330 单片使用时相同, 所以使得 E-1330 管理显示缓冲区的电路得到简化。

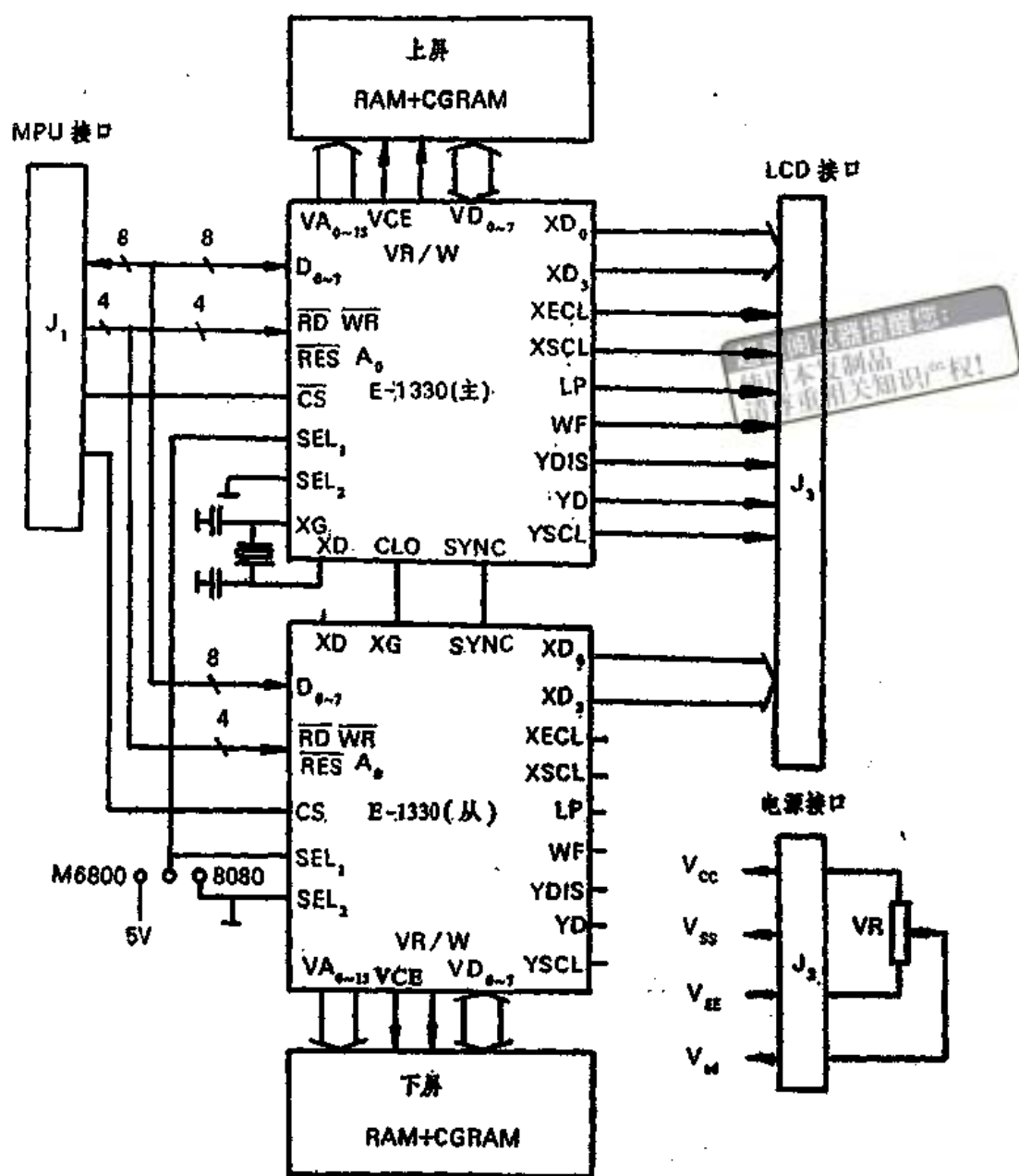


图 10-8 E-1330×2 控制器板电路原理图

10.2 E-1330 的指令集

E-1330 控制器有 15 条指令，多数指令带有参数。参数值由用户根据所控制的液晶显示模块的特征和显示的需要来设置。指令如表 10.4 所示。

MPU 把指令代码写入指令输入缓冲器内，(即 $A_0 = 1$)，指令的参数则随后通过数据输入缓冲器 (即 $A_0 = 0$) 写入。带有参数指令代码的作用之一就是选通相应参数的寄存器。任一指令的执行 (除 SLEEP IN, CSRDIR, CSRR 和 MREAD) 都产生在附属参数的输入完成后。当写入一条新的指令时，SED1330 将在旧的指令参数组运行完成后等待新的参数的到

表 10.4

功 能	指 令	操 作 码	说 明	参 数 量
系 统 控 制	SYSTEM SET	40H	初始化, 显示窗口设置	8
	SLEEP IN	53H	空闲操作	—
显 示 操 作	DISP ON/OFF	59/58H	显示开/关, 设置显示方式	1
	SCROLL	44H	设置显示区域, 卷动	10
	CSRFORM	5DH	设置光标形状	2
	CGRAM ADR	5CH	设置 CGRAM 起始地址	2
	CSRDIR	4C~4FH	设置光标移动方向	—
	HDOT SCR	5AH	设置点单元卷动位置	1
	OVLAY	5BH	设置合成显示方式	1
绘 制 操 作	CSRW	46H	设置光标地址	2
	CSRR	47H	读出光标地址	2
	ERASE	52H	清除光标地址以下的显示数据	—
存 储 操 作	MWRITE	42H	数据写入显示缓冲区	—
	MREAD	43H	从显示缓冲区读出数据	—
	INTCGR	55H	从内装CGROM读出数据	—

来。MPU 可用写入新的指令的办法来结束上条指令参数的写入。此时已写入的新参数与余下的旧参数有效地组合成新的参数组。需要注意的是虽然参数可以不必全部地写入, 但所写入参数的顺序不能改变, 也不能省略。

对于双字节的参数应作如下处理:

1. CSRW/CSRR 指令: 参数可依顺序逐个字节地修改, MPU 仅改变或检查低字节内容。
2. SYSTEM SET, SCROLL和CGRAM.ADR 等指令: 双字节参数必须依顺序完整写入。该参数的作用仅在第二字节写入后才有效。

E-1330 指令集可分成四类, 下面将分类介绍各指令的功能。

10.2.1 系统控制类指令

此类含有两条指令, 用于 E-1330 初始化及空闲状态工作设置。

1. SYSTEM SET 指令代码 40H

本指令是为 E-1330 的初始化而配置的指令。它规定了 E-1330 运行所必需的各种参量, MPU 在控制液晶显示模块时, 首先要向 E-1330 写入这种指令。如果该指令的设置出现错误, E-1330 将不能正确地工作, 本指令带有 8 个参数。各参数功能如下:

P ₁	PKT	0	IV	M/S	W/S	M ₂	M ₁	M ₀
----------------	-----	---	----	-----	-----	----------------	----------------	----------------

PKT: 选择 64 位或 32 位的液晶显示驱动器数据块, 通常为 PKT = 0 (说明见第 10.1.3 节) PKT = 0 为 64 位; PKT = 1 为 32 位。

IV: 调整负向字符显示时的屏面边界。通常为 IV = 1。

IV = 0 为画面首行作为边界。

IV = 1 为无边界。

M/S: 控制器运行方式位, 用于 E-1330 并联使用时主从关系的确立, 单片使用时 $M/S \equiv 1$ 。M/S = 0 为从运行方式; M/S = 1 为主运行方式。

W/S: 选择驱动器配置。

W/S = 0 为单屏结构液晶显示器件驱动系统; W/S = 1 为双屏结构液晶显示器件驱动系统。

M₂: 选择外部字符发生器的字符体。

M₂ = 0 为 8×8 字体; M₂ = 1 为 8×16 字体。

M₁: 选择外部字符发生器 CGRAM 代码区域。

M₁ = 0 为选择 CGRAM₁, 字符代码为 80H~9FH;

M₁ = 1 为选择 CGRAM₁ + CGRAM₂, 字符代码为 80H~9FH 和 E0H~FFH。

M₀: 选择内部字符发生器或外部字符发生器。

M₀ = 0 为内部字符发生器 CGROM; M₀ = 1 为外部字符发生器。

M₂、M₁ 和 M₀ 的组合功能如表 10.5 所示

表 10.5

M ₂	M ₁	M ₀	字 符 发 生 器 结 构
0	0	0	内部 CGROM + CGRAM ₁ (8×8 点阵)
0	0	1	外部 CGROM + CGRAM ₁ (8×8 点阵)
0	1	0	内部 CGROM + CGRAM ₁ + CGRAM ₂ (8×8 点阵)
0	1	1	外部 CGROM + CGRAM ₁ + CGRAM ₂ (8×8 点阵)
1	0	1	外部 CGROM + CGRAM ₁ (8×16 点阵)
1	1	1	外部 CGROM + CGRAM ₁ + CGRAM ₂ (8×16 点阵)

说明:

(1) 当要屏蔽 CGRAM 时, 设置 CGRAM ADR = F000H 即可。

(2) M₂M₁M₀ 的组合 100、110 是内部 CGROM 8×8 点阵字符与外部 CGRAM 的 8×16 点阵字符混用, 这是不希望的。

P₂

WF	0	0	0	0	FX
----	---	---	---	---	----

WF: 选择驱动器的交流驱动波形

WF = 0: 行反向驱动。每扫描 16 行, WF 输出状态翻转一次。

WF = 1: B 型驱动波形。WF 信号的半周期等于一个帧周期。

FX: 设置显示字符位的宽度(点列数)。若 FX 大于字符发生器的字符宽度时, E-1330 将在字符的右边加空格, 从而形成字距。FX 取值在 0~7H (1~8 点列/字符位) 范围内。FX 可由下列公式计算求出:

$$V_D = V_C \cdot FX, FX = \text{INT}(V_D/V_C)$$

其中, V_D——显示屏的点列数, V_C——字符数/显示行

例如, 若液晶显示器件为 640×200 点阵, 则 V_D = 640, V_C 与 FX 的取值关系为

$V_c =$	80	91	106
$FX =$	8	7	6

FX 为正整数, 当 FX 为非整数时, 在一行尾部余下来的点由 E-1330 自动由空格补充。

P3

0	0	0	0	FY
---	---	---	---	----

FY: 设置显示字符位的高度 (点行数)。若 FY 大于字符发生器的字符高度时, E-1330 将在字符的下边加空格, 从而形成了行距。FY 取值在 0~FH (1~16 点行/字符位) 范围内。

P4

C/R

C/R: 设置有效显示窗口长度, C/R 值用一行显示行所占显示缓冲区的有效单元数表示。C/R 值可以选比显示屏物理长度要小一些的值, 但余出的部分不能超过 64 个空点列, 即 8 个单元。C/R 取值在 00H~EFH (1~240 个单元/显示行) 范围内, 一般 $C/R = V_c$ 。

P5

TC/R

TC/R: 由晶振频率 f_{osc} 转换成液晶显示器件工作频率 FR 的时间常数。它由公式

$$\begin{cases} f_{osc} \geq [TC/R] \cdot 9 \cdot [L/F] \cdot FR & (1) \\ [TC/R] \geq [C/R] + 4 & (2) \end{cases}$$

联合求解。

一般在使用 E-1330 时, 液晶显示器件的工作频率 FR, 显示屏行数 L/F 及 C/R 都是已知的, 所以在 TC/R 满足公式 (2) 条件下用公式 (1) 计算 f_{osc} 的最小值。如果没有相当 f_{osc} 的标准晶振, 则选择大于 f_{osc} 值而且最接近计算值的标准晶振使用, 然后再使用公式 (1) 反过来重新计算 TC/R 值。TC/R 值的取值在 00H~FFH (1~256) 范围内。

TC/R 的错误设置可引起以下几种现象:

- 行扫描停止且出现高对比度的水平直线;
- 显示屏全亮或全暗;
- LP 信号不足或不存在。

实际 TC/R 的取值允许在计算值上下波动几值, 但差异过大就会产生显示闪烁或上述三种现象。

P6

L/F

L/F: 设置液晶显示器件的点行数。L/F 取值在 00H~FFH (1~256 行) 范围内。L/F 是显示屏的实际点行数, 当液晶显示器件为单屏结构时 ($W/S = 0$), L/F 即为一帧的扫描行数。当液晶显示器件为双屏结构时 ($W/S = 1$), L/F 为一帧扫描行数的 2 倍, 此时 L/F 必须是偶数值。

P7

APL

P8

APH

AP: 显示屏一行所占显示缓冲区的物理单元数。通常取 $AP = (C/R) + 1$ 。AP 是双字节参数, AP_L 为 AP 的低 8 位值, AP_H 为 AP 的高 8 位值。

2. SLEEP IN 指令代码 53H

该指令输入后, E-1330 在扫描最后一行 (一帧信号的最后—个周期) 时, 把显示变成空白, 并且中止包括振荡器在内的所有内部操作, 把列驱动器清零, 使 $YDIS = 0$, 以关断液晶显示驱动电源; $\overline{VCE} = 1$, 以保护显示缓冲区内数据不受破坏; 保存所有状态码, 使 E-1330 处于空闲状态。此后必须由 SYSTEM SET 的 P1 参数重新启动系统才可恢复正常工作。

10.2.2 显示操作类指令

1. DISP ON/OFF 指令代码 59H/58H

该指令用于关显示 (58H) 或开显示 (59H), 规定各显示区及光标的显示方式, 带有一个参数。

P1

FP_L	FP_L	FP_L	FP_L	FP_L	FP_L	FC_L	FC_L
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

FC_L : 控制光标显示和其闪烁速率。功能组合如表 10.6 所示。

表 10.6

FC_L	FC_H	光 标 方 式	
0	0	关 显 示	
0	1	开 显 示	关闪烁
1	0		以 FR/32Hz 闪烁
1	1		以 FR/64Hz 闪烁

光标闪烁亮与暗的占空周期为 7:3。

FP_L : 控制屏显示和闪烁功能组合如表 10.7 所示。

表 10.7

FP_L	FP_H	第 一 显 示 区 (一 区)	
FP_L	FP_H	第 二 显 示 区 (二、四 区)	
FP_L	FP_H	第 三 显 示 区 (三 区)	
0	0	关 显 示	
0	1	开 显 示	关闪烁
1	0		画面以 FR/32Hz 闪烁
1	1		画面以 FR/64Hz 闪烁

画面闪烁亮与暗占空周期为 7:3。

2. SCROLL 指令代码 44H

该指令设置了各显示区的起始地址及所占有的显示行数, 若结合 SYSTEM SET 指令的 AP 参数, 将可确定该显示区所占的字节数。当定时间隔的递增或递减显示区的起始地址 SAD

时，显示屏上将产生各种方向的画面滚动。该指令带有 10 个参数，参数部分设置有效（注意双字节的处理方法），但设置的顺序不能改变也不能省略。各参数功能为：

P1

SAD ₁ L

P2

SAD ₁ H

SAD₁: 显示一区首地址

P3

SL ₁

SL₁: 显示一区所占有显示屏上的点行数。取值范围 00H~(L/F)H

P4

SAD ₂ L

P5

SAD ₂ H

SAD₂: 显示二区首地址

P6

SL ₂

SL₂: 显示二区所占有显示屏上的点行数，取值范围 00H~(L/F)H

P7

SAD ₃ L

P8

SAD ₃ H

SAD₃: 显示三区首地址

P9

SAD ₄ L

P10

SAD ₄ H

SAD₄: 显示四区首地址，仅在双屏结构液晶显示器件驱动系统(W/S=1)时设置。

SL₃ 和 SL₄ 由 (L/F) - min(SL₁, SL₂) 确定，不必重复设置。

通过 SCROLL 和 SYSTEM SET 的设置，显示屏的显示位置与显示缓冲区单元的一一对应关系如下：

显示位 →		C/R						
显示行 ↓	1	SAD	SAD+1		SAD+C/R	SAD+C/R+1		SAD+AP-1
	2	SAD+AP	SAD+AP+1		SAD+AP+C/R	SAD+AP+C/R+1		SAD+2AP-1
	3	SAD+2AP						
	4							
		C/R 有效显示屏面						未用
		AP 显示行占用的单元						

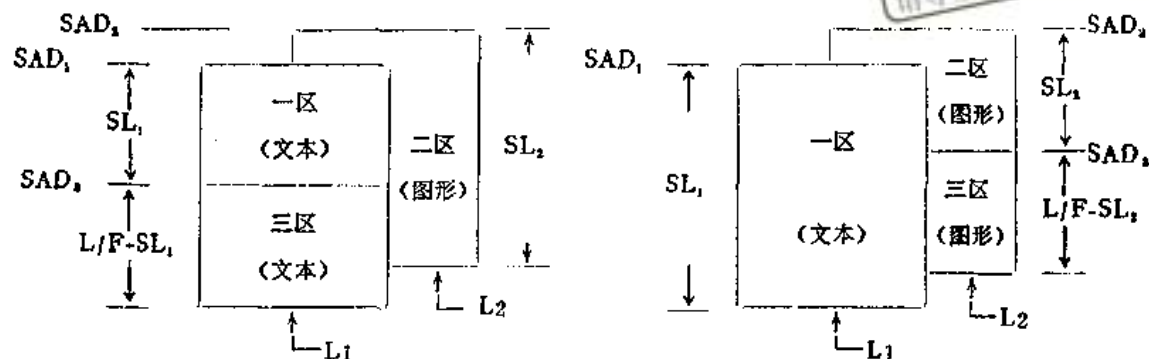
其中显示位在文本显示方式下为 $FX \cdot FY$ 点阵块, 在图形显示方式下为 8×1 点阵块。
显示行同样在文本显示方式下为一个字符行, 在图形显示方式下为一点行。

由 SCROLL 指令分配的四个显示区域在显示屏上组成的显示画面如下:

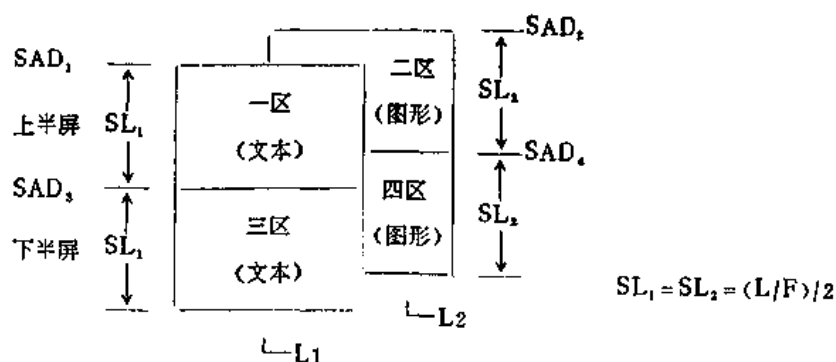
(1) 文本方式

该方式可实现双重合成显示。

① 单屏液晶显示器件结构 ($W/S = 0$)



② 双屏液晶显示器件结构 ($W/S = 1$)

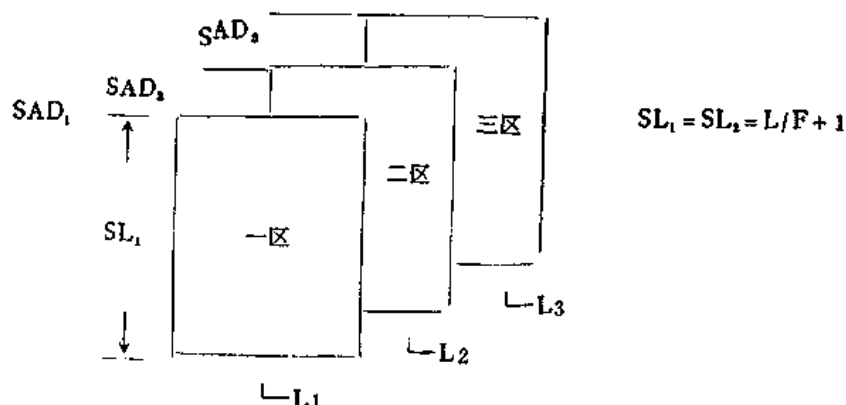


(2) 图形方式

① 单屏液晶显示器件结构 ($W/S = 0$)

双重合成显示分配同文本方式, 只是 $L1$ 为图形方式。

三重合成显示分配如下



② 双屏液晶显示器件结构 ($W/S = 1$)

此时仅有双重合成显示分配形式，同文本方式，只是 L_1 为图形方式。

3. CSRFORM 指令代码 5DH

该指令设置了光标的显示方式及形状，有二个参数。

P1

0	0	0	0	0	CRX
---	---	---	---	---	-----

CRX: 设置光标的水平点列数，CRX 取值在 $0 \sim 7H$ ($1 \sim 8$ 个点) 范围内， $CRX \leq FX$

P2

CM	0	0	0	CRY
----	---	---	---	-----

CM: 设置光标显示方式

CM = 0: 光标为底线显示方式。

CM = 1: 光标是阴影块状显示方式，阴影块大小由 CRX 和 CRY 确定。

CRY: 当 CM = 0 时，表示底线光标在字符体中的显示行位置；当 CM = 1 时，表示光标的垂直点行数。

CRY 取值在 $1H \sim FH$ ($2 \sim 16$ 行) 范展内，CRY = 0 或 $CRY > FY$ 均无效。

在图形方式下光标仅为一行阴影线，此时此时 CM = 1, CRX 为阴影线的长度，CRY 无用。

表 10.8

MX_1	MX_0	合 成 方 式	用 途
0	0	$L_1 + L_2 + L_3$ 简单逻辑或合成	底线坐标和文本/图形混合显示
0	1	$(L_1 \oplus L_2) + L_3$ 逻辑异或·或合成	字符负向显示区域闪烁底线
1	0	$(L_1 \cdot L_2) + L_3$ 逻辑与或合成	简单动画片立体表达式
1	1	$L_1 > L_2 > L_3$ 优先迭加	

重叠合成的结果仅改变显示画面而不改变各显示区的内容。

合成显示的示意图如图 10-10 所示。

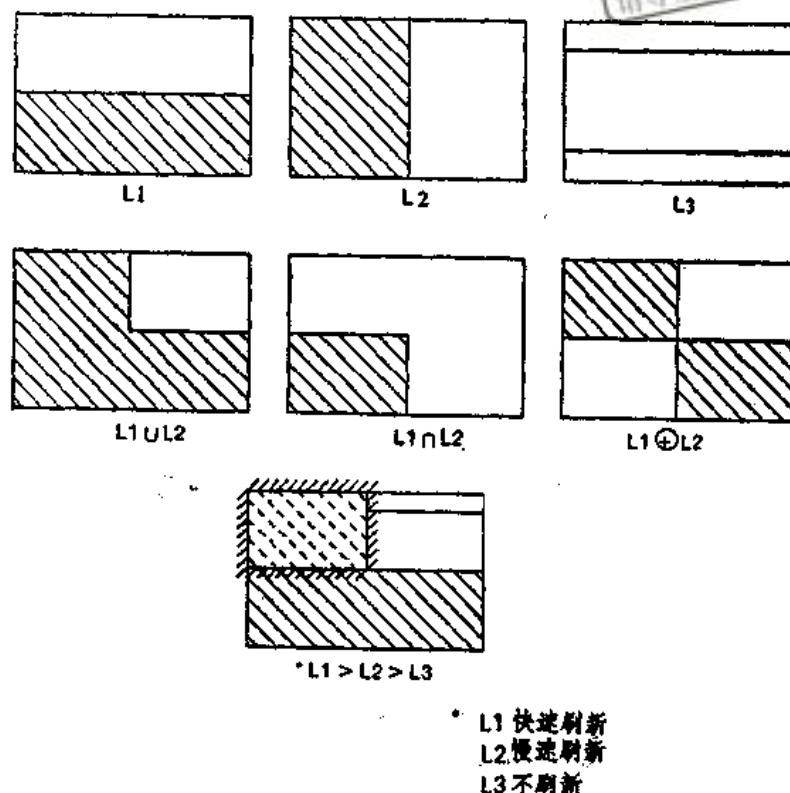


图 10-10 合成显示示意图

8. CGRAM ADR 指令代码 5CH

该指令设置 CGRAM 的起始地址 SAG。E-1330 假设 CGRAM 被放入一个虚拟的字符表内，如同面向用户的字符代码表，该指令设置了这个虚拟字符表的起始地址。但要注意，这只是 CGRAM 的相对地址，而字符的字模数组所放置的实际地址应由 5.3.5 节所提供的公式确定，即：

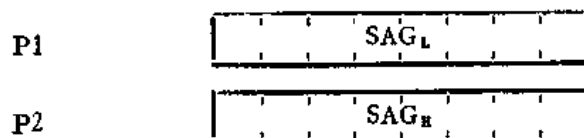
(1) 8×8 点阵字体 $M_2 = 0$

实际地址 = $SAG + \text{字符代码} \times 8H + \text{行计数器值}(0 \sim 7H)$

(2) 8×16 点阵字体 $M_2 = 1$

实际地址 = $SAG + \text{字符代码} \times 10H + \text{行计数器值}$

该指令带有二个参数：

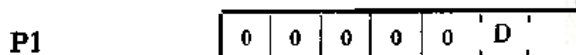


SAG_L: SAG 低 8 位地址

SAG_H: SAG 高 8 位地址

7. HDOT SCR 指令代码 5AH

该指令设置以点为单位的显示画面水平移动量，是小于 1 个字节（8 点）的“SCROLL”卷动功能的补充。要想平滑卷动，就要定时、间隔地输入 HDOT SCR 指令。该指令带有一个参数。



D: 0~7H。水平显示偏移量的点位置数。当显示左移时，D 值由 0H 向 7H 方向递增；当显示右移时，D 值由 7H 向 0H 方向递减。在 8 个点或 FX 点全部移过之后，显示区起始地址 SAD 要人为地设置加 1 或减 1。在初始化时要将 P1 清零复位。

HDOT SCR 应用如图 10-11 所示

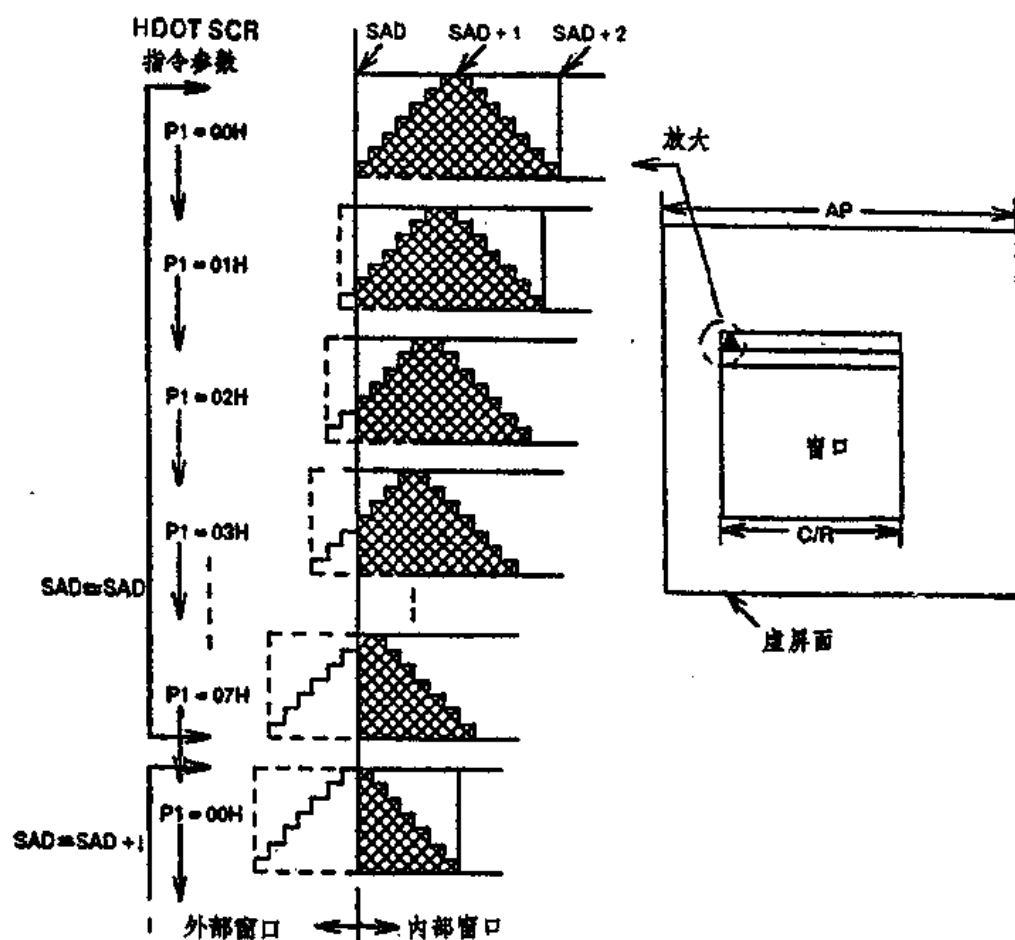


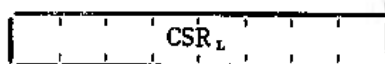
图 10-11 HDOT SCR (FX=8) 应用举例

10.2.3 绘制操作类指令

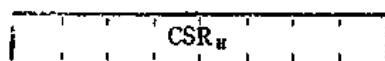
1. CSRW 指令代码 46H

该指令设置光标地址 CSR。该地址有两个功能：一是作为显示屏上光标显示的当前位置；二是作为显示缓冲区的当前地址指针。如果光标地址值超出了显示屏所对应的地址范围，光标将消失。光标地址在读、写数据操作后将根据 CSR DTR 指令的设置自动修改。光标地址不受卷动操作的影响。该指令带有二个参数。

P1



P2



CSR_L: 光标地址 CSR 的低字节;

CSR_H: 光标地址 CSR 的高字节。

2. CSRR 指令代码 47H

该指令读出当前的光标地址值。在指令写入后 MPU 使用两次读数据操作，就可以把 CSR_L 和 CSR_H 依次读出。

3. ERASE 操作码 52H

该指令清除从光标地址至屏右下角的显示存储区内容及对应的屏显示内容。清除功能仅发生在当前光标地址正指在显示屏域内时。即使显示屏在显示禁止状态 (DISP OFF)，亦能执行该指令，但当 DISP ON/OFF 指令参数 FP₀~FP₅ 均为 0 时则禁止执行。

该指令的完成需要二个帧周期的时间，此期间内 E-1330 不接受 MPU 送来的任何指令，所以小区域的清除可用重写显示区内容来迅速完成。

该指令不能用于动态 RAM。该指令无参数。

10.2.4 存储操作类指令

1. MWRITE 指令代码 42H

该指令允许 MPU 连续地把数据通过数据输入缓冲器写入显示缓冲区内。在使用指令之前要事先设置好光标地址和光标移向参数。E-1330 在指令执行后的每一次写数据操作之后，都自动地根据光标移向参数修改光标地址。数据可连续写入 N(N≥1) 个。写功能将在下一条指令代码的写入时中止。

2. MREAD 指令代码 43H

该指令输入后，E-1330 把光标地址所指向的显示缓冲区单元内的数据送入数据输出缓冲器内，紧接着的 MPU 的读数据操作将数据读出。同时光标地址根据光标移向参数自动修改，并将新地址的单元内容送入数据输出缓冲器内。读操作将在下一条指令代码输入时中止。

3. INT CGR 操作码 55H

该指令读出内藏 CGROM 的内容，读出方式同指令 MREAD，可读出 N(N≥1) 个数据。

与读外部 CGROM 一样, INT CGR 指令在光标地址及其移动方向设置后执行。

内藏 CGROM 的地址确定方法可用 CGRAM 地址的确定公式 (见第 5.3.5 节), 并且设置 SAG = 0000H (见第 10.2.2 节 CGRAM ADR 的说明)。

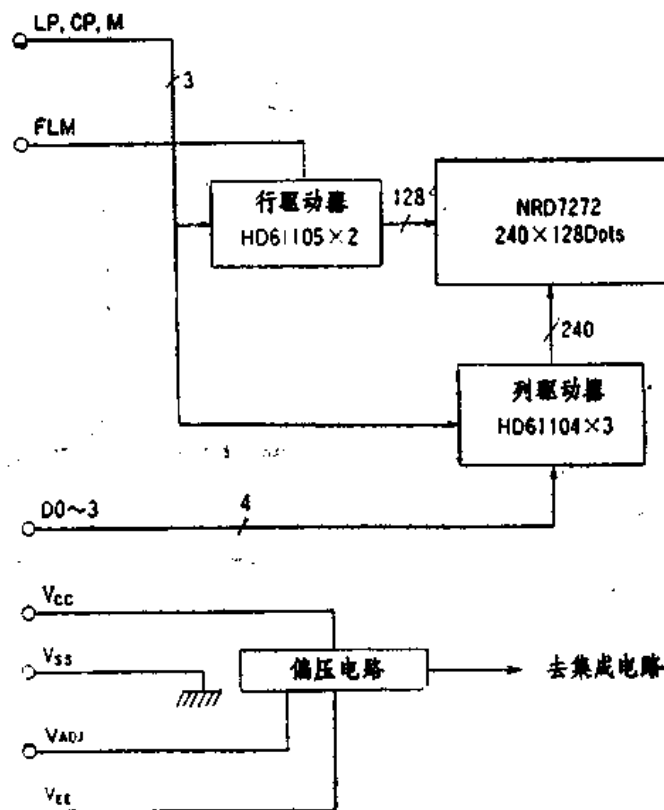
此指令在光标关状态下进行。

10.3 E-1330 控制器板与图形液晶显示模块的接口技术

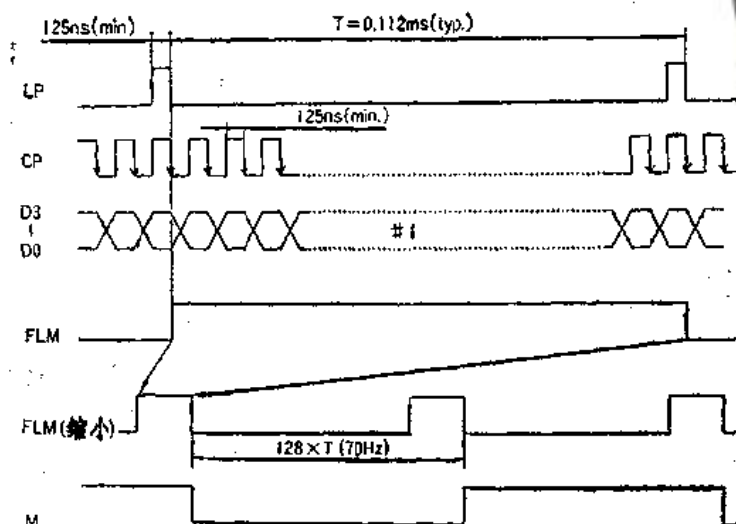
图形液晶显示模块要求使用 E-1330 作为控制器时, 其接口端就已具备了 E-1330 的接口要求。因此 E-1330 控制器板 (见图 10-7 和图 10-8) 与液晶显示模块接口应做到: ①接口信号的对应; ②确定 E-1330 控制器工作的初始化参数。现举例说明。

例 1 E-1330 控制器板与 DMF 660N 图形液晶显示模块接口。

DMF660N 是单屏结构 240×128 点阵液晶显示模块, 其电路原理框图及时序图如图 10-12 所示。



a) 电路原理图



(b) 时序图

图 10-12 DMF660N 原理图与时序图

DMF660N 接口功能如表 10.9 所示。

表 10.9

端 子 号	符 号	电 平	功 能
1	FLM	H	帧扫描信号
2	CP	H→L	数据移位时钟信号
8	LP	H→L	数据锁存信号
4	M	H/L	交流驱动波形信号
5	V _{CC}	—	+5V
6	V _{SS}	—	0V
7	V _{EE}	—	液晶驱动电源 -15V~-20V
8~11	D _{0~3}	H/L	显示数据
12	V _{AD}	—	对比度调整电压输入端

若E-1330 控制器板与 DMF660N 接口对应信号相连接，即完成了接口的硬件工作。

E-1330 控制器板应用于 DMF660N, 系统工作参数全部体现在 SYSTEM SET 指令 的参数设置上，设置如表 10.10 所示。

表 10.10

SYSTEM SET 指令	功 能 及 选 择
C=40H P1=30H 7	指令代码 PKT=0 (240+16)÷64=整数 IV=1 无边界 M/S=1 主方式运行 W/S=0 单屏结构 M ₂ =0 8×8 字体 M ₁ =0 外扩 CGRAM ₁ M ₀ =0 内部 CGROM

续表

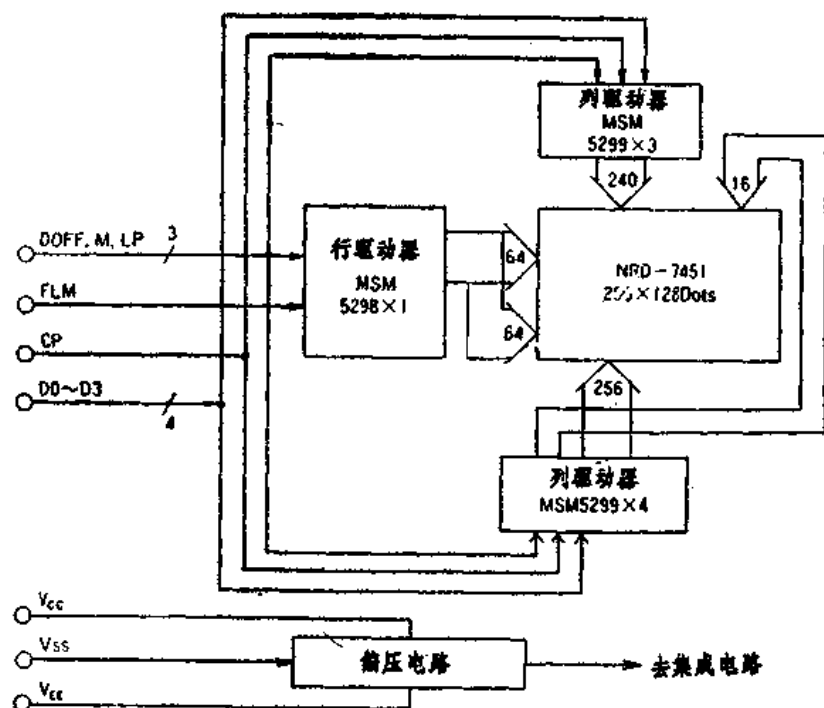
SYSTEM SET 指令	功 能 及 选 择
$P_2 = 87H$	$WF \approx 1$ B型驱动波形信号输出 $FX = 7H$
$P_3 = 07H$	$FY = 7H$ 字符显示为 8×8 点阵
$P_4 = 1DH$	$C/R = 240/8 = 30$ 个字符/行
$P_5 = 24H$	$f_{FR} = 70Hz$ 取 $TC/R = 34$ 得 $f_{...} = 9TC/R \cdot L/F \cdot f_{FR} \approx 2.7MHz$ 取标准 $f_{...} = 3MHz$ 得 $TC/R = 37$
$P_6 = 7FH$	$L/F = 128$ 行
$P_7 = 20H$	$AP = 0020H$
$P_8 = 00H$	$AP = 0020H$

例2 E-1330 控制器板与 DMF682AN 图形液晶显示模块接口。

DMF682AN 是双屏结构 256×128 点阵液晶显示模块。其电路原理框图及时序图由图 10-13 所示。DMF682AN 接口端功能如表 10.11 所示。

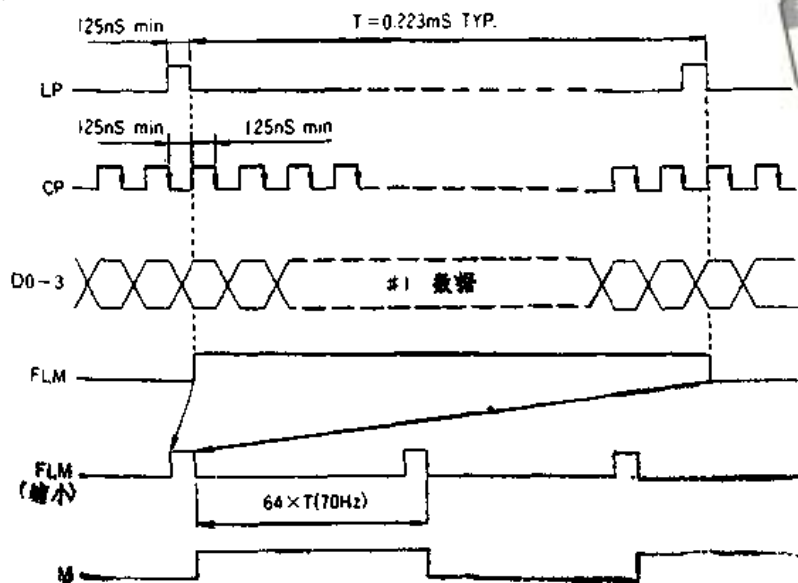
E-1330 控制器板与 DMF682AN 接口对应信号相接, 其中 E-1330 的 YDIS 与 DMF682AN 的 DOFF 连接, 从而使 E-1330 在复位或空闲状态下液晶显示模块上驱动器能关闭 液晶显示驱动电源, 以保证液晶显示器件的使用寿命。

E-1330 控制器板应用于 DMF682AN, 系统工作参数全部体现在 SYSTEM SET 指令的参数设置上, 设置如表 10.12 所示。



(a) 电路原理图

图 10-13 DMF682AN 电路原理图及时序关系



(b) 时序图

图 10-13 DMF682AN 电路原理图及时序关系

表 10.11

端 子 号	符 号	电 平	功 能
1	V_{CC}	—	+5V
2	V_{SS}	—	0V
3	V_{EE}	—	-10V ~ -15V
4	LP	H→L	数据锁存信号
5	M	H/L	交流驱动波形信号
6	DOFF	L	显示控制, L 为关显示 H 为开显示
7	Nc	—	未用
8	FLM	H→L	帧扫描信号
9	CP	H→L	数据移位时钟信号
10	Nc	—	未用
11~14	D_{0-3}	H/L	显示数据

表 10.12

SYSTEM SET 指令	功 能 及 选 择
C = 40H P1 = 38H	指令代码 PKT = 0 (256 + 64 = 整数) IV = 1 无边界 M/S = 1 主方式运行 W/S = 1 双屏结构 M ₁ = 0 8×8字体 M ₁ = 0 CGRAM ₁ M ₀ = 0 内部CGROM
P2 = 87H	WF = 1 B型驱动波形信号
P3 = 07H	FX = 7H FY = 7H 字符体 8 × 8 点阵

续表

P ₄ = 1FH P ₅ = 24H	C/R = 256/8 = 32 字符/行 f _{PA} = 70Hz 取 TC/R = 36 得 f... = TC/R · 8 · L/F · f _{PA} = 2.9MHz 取标准 f... = 3MHz 得 TC/R = 37 L/F = 128
P ₆ = 7FH P ₇ = 40H P ₈ = 00H	AP = 0040H AP = 0040H

10.4 E-1330 控制器板与 MPU 接口技术

MPU 与 E-1330 控制器板接口有两种方式。一是直接访问方式，即把 E-1330 控制器板作为 I/O 设备或存储器直接挂在 MPU 总线上，MPU 可直接访问 E-1330 控制器板。在 8080 系列和 Z80 系列 CPU 系统中，可以用 IORQ 或 MREQ 作为选道控制信号。二是间接控制方式，即 E-1330 控制器板与 MPU 系统中的并行接口连接，MPU 通过该并行接口的控制与操作间接实现对 E-1330 控制器板的访问。本节以 MCS-51 系列单片机 8031 为 MPU 样机来实现与 E-1330 控制器板的接口技术。需要说明的是，E-1330 忙标志可不必访问。

10.4.1 直接访问方式

E-1330 控制器板挂在 8031 的总线上，E-1330 在接口结构上应选择 8080 系列 MPU 接口形式，即 SEL₁ = SEL₂ = 0。它的接口电路原理图如图 10-14 所示。

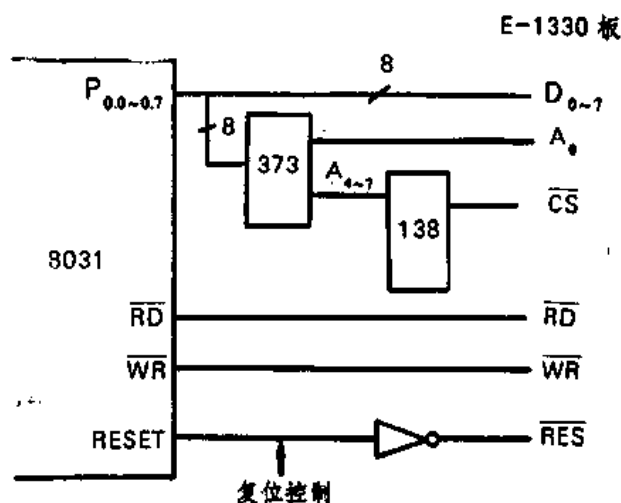


图 10-14 直接访问方式接口电路原理图

设地址指针为 81H：指令写，数据读；

80H：数据写，状态读。

(1) 指令代码写入子程序

占用寄存器：R0, A；输入寄存器：A 存储指令代码

PR0, MOV R0, #81H ; 指令写地址

MOVX @R0, A ; 写入

RET

(2) 数据及指令参数写入子程序

占用寄存器: R0, A; 输入寄存器: A 存储显示数据或指令参数

```
PR1: MOV R0, #80H      ; 数据写地址
      MOVX @R0, A        ; 写入
      RET
```

(3) 数据及光标地址读出子程序

占用寄存器: R0, A; 输出寄存器: A 存储显示数据或光标地址

```
PR2: MOV R0, #81H      ; 数据读地址
      MOVX A, @R0       ; 读出
      RET
```

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

10.4.2 间接控制方式

E-1330 控制器板接在 8031 的并行接口 P₁ 和 P₃ 上。E-1330 的接口结构选择使用了仅有一个关键控制信号的 M6800 系列 MPU 适配接口方式，即 SEL₁ = 1 SEL₂ = 0，接口电路所理图如图 10-15 所示。

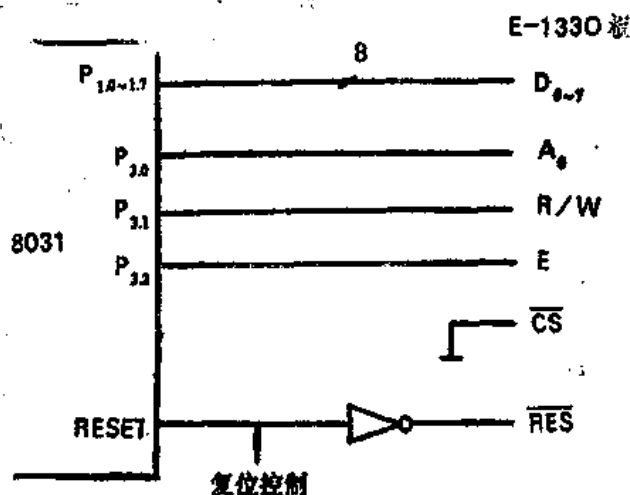


图 10-15 间接控制方式接口电路原理图

在间接控制方式下需要一个 8 位并行接口（如图 10-15 的 P₁ 口）作为数据总线接口，还需要使用另一个 8 位并行口中的三位作为控制信号：A₀，R/ $\overline{W}$ 和 E 的接口。E-1330 的片选信号直接接地，不作控制，因为这几个口电路都是专用的。驱动子程序如下：

(1) 指令代码写入子程序

占用寄存器: A; 输入寄存器: A 存储指令代码

```
PR0: SETB P3.0      ; A0 = 1
      CLR P3.1       ; R/W = 0
      STEB P3.2      ; E = 1
      MOV P1, A       ; 写入
      CLR P3.2       ; E = 0
      RET
```

(2) 数据及指令参数写入子程序

占用寄存器: A; 输入寄存器: A 存储显示数据或指令参数

```
PR1, CLR P3.0      , A0=0
      CLR P3.1      , R/W=0
      SETB P3.2     , E=1
      MOV P1,A       , 写入
      CLR P3.2      , E=0
      RET
```

(3) 数据及光标地址读出子程序

占用寄存器: A; 输出寄存器: A 存储显示数据或光标地址

```
PR2, SETB P3.0     , A0=1
      SETB P3.1     , R/W=1
      ORL P1, #0FFH , P1置输入方式
      SETB P3.2     , E=1
      MOV A, P1      , 读出
      CLR P3.2      , E=0
      RET
```

超星阅读器提醒您:
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

10.5 点阵液晶显示模块应用程序

在 E-1330 的应用中, 首先介绍 INT CGR 指令的用法。

读内藏 CGROM 数据是 E-1330 独特的功能, 它由 INT CGR 指令来实现。实现的过程有两步, 第一步是确定所读单元的地址; 第二步是读过程。

内藏 CGROM 的地址是以 SAG = 0000H 为相对地址, 某一字符的字模数据所存放的地址由这个相对地址加上偏移地址量而得到, 确定的公式见 5.3.5 节提供的公式。例如读取“A”的字模数据, 通过查表得知 A 的字符代码为 41H, 则根据 5.3.5 节的公式, “A”的字模数据存放在内藏 CGROM 的实际首地址为 0208H, 并且“A”的字模数据占有 8 个字节。

内藏 CGROM 所读单元的地址确定下来后, INT CGR 的实现过程就比较容易理解了。下面是 INT CGR 的应用程序 INTR:

```
INTR, MOV      A, *5CH      , CGRAM ADR
      ACALL    PR0
      CLR      A
      ACALL    PR1          , SAG=0000H
      ACALL    PR1
      MOV      A, *4CH      , CSR DIR
      ACALL    PR0
      MOV      A, *46H      , CSRW
      ACALL    PR0
      MOV      A, *08H      , “A”字模数据在内藏 CGROM 内的
      ACALL    PR1          , 存储单元首地址=0208H
      MOV      A, *02H
      ACALL    PR1
      MOV      A, *55H      , INT CGR
      ACALL    PR0
```

```

MOV     R2, #08H
MOV     R1, #20H      , 数据存储区首地址
I1:     ACALL    PR2
MOV     @R1, A
INC     R1
DJNZ    R2, I1
END

```

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识版权！

程序执行的结果将把“A”的字模数据依次写入 20H~27H 单元。“A”的字模数据为：70H, 88H, 88H, 88H, F8H, 88H, 88H, 00H

在图形绘制中最基本的图形是直线和圆，前面已经给出了直线的算法程序，本节将阐述圆的算法和显示方法。

绘圆的算法有多种多样。本节将提供一种特别有效的绘圆算法，即贝森海姆圆算法 (BRESENHAM'S CIRCLE ALGORITHM)。

贝森海姆圆算法是以原点为圆心的圆可由 45° 弧计算得到，即 X 从 0 到半径的 $\sqrt{2}$ 分之一，剩下的 7 段区可由圆的 8 点对称性得到。

见图 10-16 的实线圆部分。当 X 从 0 增加到 $r/\sqrt{2}$ 时， Y 值从 r 递减到 $r/\sqrt{2}$ 。若设当前点坐标为 (X_1, Y_1) ，下一点则是在 A 点 (X_1+1, Y_1) 和 B 点 (X_1+1, Y_1-1) 中取一。算法就是通过比较 A 、 B 两点各自对真实圆上点的距离大小来选取，具有最小距离的点为绘制点。

A 点到原点之间的距离平方为

$$(X_1+1)^2 + Y_1^2$$

那么 A 点所得到的距离平方与真实圆半径的平方之差为

$$\Delta A = (X_1+1)^2 + Y_1^2 - r^2$$

同理，可得到 B 点的距离平方与真实圆半径平方之差为

$$\Delta B = (X_1+1)^2 + (Y_1-1)^2 - r^2$$

设 $\Delta_1 = \Delta A + \Delta B$ ，有以下三种情况出现：

1. 若 $\Delta A > 0$, $\Delta B < 0$ 。即 A 点位于真实圆之外， B 点位于真实圆之内。则

$$\Delta_1 = \Delta A + \Delta B = |\Delta A| - |\Delta B|$$

若 $|\Delta A| > |\Delta B|$ ，则 $\Delta_1 > 0$ ，选取 B 点 (X_1+1, Y_1-1) 为绘点坐标；

若 $|\Delta A| \leq |\Delta B|$ ，则 $\Delta_1 \leq 0$ ，选取 A 点 (X_1+1, Y_1) 为绘点坐标。

2. 若 $\Delta A \leq 0$, $\Delta B < 0$ 。即 A 点和 B 点都位于

真实圆之内，且 A 点有可能落在真实圆之上，则必有

$$|\Delta A| < |\Delta B| \quad \text{即} \quad \Delta_1 = \Delta A + \Delta B < 0$$

显然选取 A 点 (X_1+1, Y_1) 为宜。

3. 若 $\Delta A > 0$, $\Delta B \geq 0$ ，即 A 点和 B 点都位于真实圆之外，且 B 点可能落在真实圆之上，则必有

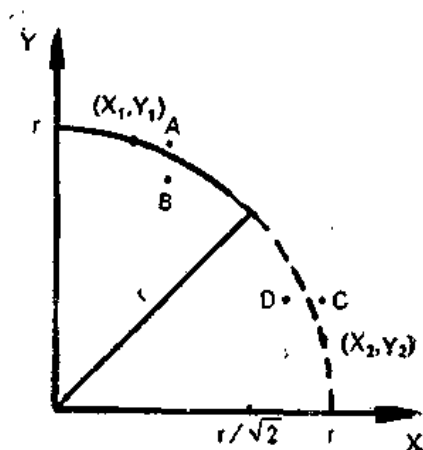


图 10-16 用贝森海姆法选点

$$|\Delta A| > |\Delta B| \quad \text{即} \quad \Delta_1 = \Delta A + \Delta B > 0$$

显然选取 B 点 (X_1+1, Y_1-1) 为宜。

综合上述三种情况, 得

$$\Delta_1 \begin{cases} > 0 & \text{选取 B 点 } (X_1+1, Y_1-1) \\ \leq 0 & \text{选取 A 点 } (X_1+1, Y_1) \end{cases}$$

将所选取的点坐标作为当前坐标, 重复上述过程直至 $X = r/\sqrt{2}$ 为止。 (X_1, Y_1) 的初始值为 $(0, r)$ 。

这就是贝森海姆圆算法的基本思想。但是由于使用该算法需要通过浮点运算计算 $r/\sqrt{2}$, 这给用 MCS-51 编程带来了繁琐。为了避免这种运算, 我们考虑图 10-16 虚线圆部分, 如果算法以 $(r, 0)$ 为起点, 则 Y 从 0 增加到 $r/\sqrt{2}$ 时, X 值是从 r 递减到 $r/\sqrt{2}$, 从而也得到一个 45° 的弧, 应用贝森海姆算法, 设当前点坐标为 (X_2, Y_2) , 则下一点的选取规则为:

设 $\Delta_2 = \Delta C + \Delta D$ 则

$$\Delta_2 \begin{cases} > 0, & \text{选取 D 点 } (X_2-1, Y_2+1) \\ \leq 0, & \text{选取 C 点 } (X_2, Y_2+1) \end{cases}$$

将所得到的点坐标作为当前坐标值, 重复上述过程直到 $Y_2 = r/\sqrt{2}$ 或 $X_2 = r/\sqrt{2}$ 为止。 (X_2, Y_2) 的初始值为 $(r, 0)$ 。

本节提供的绘图算法程序是应用贝森海姆圆算法, 从 $(0, r)$ 起, 以 X 递增方向绘点; 再应用贝森海姆圆算法, 从 $(r, 0)$ 起, 以 X 递减方向绘点。然后比较 X_1 和 X_2 , 若不相等, 则将所得点作为当前坐标值, 再重复上述过程。若相等, 则表明两圆弧已经相接, 退出算法程序。根据圆的对称性, 若 $X_1 = X_2$, 即为 $r/\sqrt{2}$ 值。从而避免因计算 $r/\sqrt{2}$ 带有繁琐运算。下面就是用 MCS-51 指令编制的绘图算法程序, 该程序可实现圆心在 origin, 半径从 0~255 范围内的 $1/4$ 圆。利用下面所示的算法程序在点阵液晶显示屏上绘制的圆的质量是相当不错的。贝森海姆圆算法子程序 CADC 设计为:

占用寄存器: A, R5, R6, R7; 其中: A: 累加器; R5: 计数器; R6: 坐标 Y 值输出寄存器; R7: 坐标 X 值, 输出寄存器。

占用内部存储区单元: 20H, 21H, 22H, 23H, 24H, 25H, 26H; 其中: 20H: 圆心坐标 X 值; 21H: 圆心坐标 Y 值; 22H: 圆半径 r; 23H: X 暂存器; 24H: Y 暂存器; 25H: 方差和 Δ 低字节; 26H: 方差和 Δ 高字节

```

CADC, MOV A, #00H      , X1=0
      MOV R7, A         , R7=X1
      MOV 24H, A        , Y2=0
      MOV A, 22H        , Y1=r
      MOV 23H, A        , X2=r
C1,   MOV R6, A         , R6=Y1
      ACALL DRAW        , 调用绘点子程序
      ACALL SQU         , 调用方差计算子程序
      MOV A, R7
      CJNE A, 23H, C3    , X1≠X2, 则转C3
C2,   ACALL             , X1=X2, 则绘点退出

```

RET

C3, XCH A, 23H ; 交换X1和X2
 MOV R7, A
 MOV A, R6
 XCH A, 24H ; 交换Y1和Y2
 MOV R6, A
 ACALL DRAW ; 调用绘点子程序
 MOV A, R7
 XCH A, R6 ; 交换X2和Y2
 MOV R7, A
 ACALL SQU ; 调用方差计算子程序
 MOV A, R7
 XCH A, R6 ; 交换X2和Y2
 MOV R7, A
 CJNE A, 23H, C4 ; $X_2 \neq X_1$, 则转C4
 SJMP C2 ; $X_2 = X_1$, 则转C2

C4, XCH A, 23H ; 交换X2和X1
 MOV R7, A
 MOV A, R6
 XCH A, 24H ; 交换Y2和Y1
 SJMP C1 ; 循环

SQU, MOV A, R7 ; $\Delta = (X_1 + 1)(X_1 + 1)$ 或
 INC A ; $\Delta = (Y_2 + 1)(Y_2 + 1)$
 MOV B, A
 MUL AB
 MOV 25H, A
 MOV 26H, B
 MOV A, R6 ; $\Delta = \Delta + Y_1 \cdot Y_1$ 或 $\Delta = \Delta + X_2 \cdot X_2$
 MOV B, A
 MUL AB
 ADD A, 25H
 MOV 25H, A
 MOV A, B
 ADDC A, 26H
 MOV 26H, A
 MOV A, 22H ; $\Delta = \Delta - r \cdot r$
 MOV B, A
 MUL AB
 CLR C
 XCH A, 25H
 SUBB A, 25H
 MOV 25H, A
 MOV A, B
 XCH A, 26H
 SUBB A, 26H
 MOV 26H, A

超星阅读器提醒您：
 使用本复制品
 请尊重相关知识产权！

JC S1 ; $\Delta < 0$, 则转S1
 MOV A, R6 ; $\Delta \geq 0$, 则
 XCH A, 25H ; $\Delta = \Delta - Y_1$ 或 $\Delta = \Delta - X_2$
 SUBB A, 25H
 MOV 25H, A
 CLR A
 XCH A, 26H
 SUBB A, 26H
 MOV 26H, A
 JC S1 ; $\Delta < 0$, 则转S1
 DEC R6 ; $Y_1 = Y_1 - 1$ 或 $X_2 = X_2 - 1$
 S1, INC R7 ; $X_1 = X_1 + 1$ 或 $Y_2 = Y_2 + 1$
 RET ; 退出



为了简化程序，将程序中的 Δ_1 和 Δ_2 计算作如下化简：

$$\begin{aligned}\Delta_1 &= (X_1 + 1)^2 + Y_1^2 - r^2 + (X_1 + 1)^2 + (Y_1 - 1)^2 - r^2 \\ &= 2[(X_1 + 1)^2 + Y_1^2 - r^2 - Y_1] + 1\end{aligned}$$

若 $\Delta_1 > 0$ 则 $(X_1 + 1)^2 + Y_1^2 - r^2 - Y_1 > 0$

若 $\Delta_1 \leq 0$ 则 $(X_1 + 1)^2 + Y_1^2 - r^2 - Y_1 < 0$

因此将 Δ_1 化简为：

$$\begin{aligned}\Delta_1 &= (X_1 + 1)^2 + Y_1^2 - r^2 - Y_1 \\ \Delta_1 &\begin{cases} > 0, \text{取 } B \text{ 点}(X_1 + 1, Y_1 - 1) \\ < 0, \text{取 } A \text{ 点}(X_1 + 1, Y_1) \end{cases}\end{aligned}$$

同理，可得到 Δ_2 化简算式为

$$\begin{aligned}\Delta_2 &= (Y_2 + 1)^2 + X_2^2 - r^2 - X_2 \\ \Delta_2 &\begin{cases} > 0, \text{取 } D \text{ 点}(X_2 - 1, Y_2 + 1) \\ < 0, \text{取 } C_2 \text{ 点}(X_2, Y_2 + 1) \end{cases}\end{aligned}$$

比较 Δ_1 和 Δ_2 ，可见它们的算式形式是一致的，结果形式也是一样的，只是变量值不同而已，因此程序中将 Δ_1 和 Δ_2 的计算及绘点归入一个运算子程序——方差计算子程序，然后根据 Δ_1 和 Δ_2 计算置入相应的变量值调入该子程序即可。

本节设置液晶显示屏上左下角为直角坐标系的原点，若直接使用算法程序绘点，只能得到一个 90° 的圆弧，为了实现在显示屏上任意位置上显示完整的圆，下面提供圆绘点子程序DRAW。该程序应用了坐标平移原理和圆对称性的特征，将圆心为原点、半径为用户设置的 90° 圆弧，平移到用户设置的圆心位置上并展开成 360° 的全圆弧。圆绘点子程序DRAW的设计为：

占用寄存器：A, R7, R6。其中A：累加器；R7：坐标X值，输入输出寄存器；R6：坐标Y值，输入输出寄存器。

占用内部存储区单元：20H, 21H, 27H, 28H 其中20H：圆心X坐标；21H：圆心Y坐标；27H：坐标X暂存器；28H：坐标Y暂存器。

程序如下：

DRAW, MOV A, R7 ; A = X
 MOV 27H, A ; (27H) = X

ADD	A, 20H	
MOV	R7, A	, $R7 = X + X_0$
MOV	A, R6	, $A = Y$
MOV	28H, A	, $(28H) = Y$
ADD	A, 21H	
MOV	R6, A	, $R6 = Y + Y_0$
ACALL	DISP	, $(X_0 + X, Y_0 + Y)$ 绘点显示
MOV	A, 21H	, $A = Y_0$
CLR	C	
SUBB	A, 28H	
MOV	R6, A	, $R6 = Y_0 - Y$
ACALL	DISP	, $(X_0 + X, Y_0 - Y)$ 绘点显示
MOV	A, 20H	, $A = X_0$
CLR	C	
SUBB	A, 27H	
MOV	R7, A	, $R7 = X_0 - X$
ACALL	DISP	, $(X_0 - X, Y_0 - Y)$ 绘点显示
MOV	A, 21H	, $A = Y_0$
ADD	A, 28H	
MOV	R6, A	, $R6 = Y_0 + Y$
ACALL	DISP	, $(X_0 - X, Y_0 + Y)$ 绘点显示
MOV	A, 27H	
MOV	R7, A	, $R7 = X$
MOV	A, 28H	
MOV	R6, A	, $R6 = Y$
RET		



在 E-1330 控制器下的绘点子程序 DDAW 是一个通用的绘点程序，其作用是以显示屏左下角位置为坐标原点，对所提供的绘点坐标进行换算，确定出绘点所在显示屏上的位置，这个位置是由显示缓冲区单元的地址和显示位数据来决定。绘点显示子程序 DISP 设计为：

占用寄存器：A, R5, R6, R7。其中，A：累加器；R5：计数器；R6：坐标 Y 值，输入寄存器；R7：坐标 X 值，输入寄存器。

占用内部存储区单元：30H, 31H, 32H。其中 30H：绘点地址低字节；31H：绘点地址高字节；32H：绘点数据。

DISP, MOV	A, *L/F	, 显示行数
CLR	C	
SUBB	A, R6	, $A = L/F - Y$
MOV	B, *APL	, $AP = 00XXH$ ，一行所占用单元数
MUL	AB	, APL 为低字节
ADD	A, *SAD2L	, SAD2，第二显示区的首地址
MOV	30H, A	, $(30H) =$ 绘点地址低字节
MOV	A, B	
ADDC	A, *SAD2H	
MOV	31H, A	, $(31H) =$ 绘点地址高字节
MOV	A, R7	, $A = X$
MOV	R5, A	, $R5 = X$

D1,	MOV	A, R5	
	CJNE	A, *08H, D3	, X≠8, 则转D3
D2,	CLR	C	, X≥8, 情况
	SUBB	A, *08H,	, X=X-8
	MOV	R5, A	
	MOV	A, 30H	, 绘点地址加一
	ADD	A, *01H	
	MOV	30H, A	
	MOV	A, 31H	
	ADDC	A, *00H	
	MOV	31H, A	
	SJMP	D1	
D3,	JNC	D2	, X>8, 则转D2
	MOV	R5, A	, X<8, 确定绘点位
	INC	R5	, X=X+1
	CLR	A	, A=0
	SETB	C	, C=1
D4,	RRC	A	
	DJNZ	R5, D4	
	MOV	32H, A	, (32H)=绘点数据
	MOV	A, *46H	, CSRW
	ACALL	PR0	
	MOV	A, 30H	, 写入当前绘点地址
	ACALL	PR1	
	MOV	A, 31H	
	ACALL	PR1	
	MOV	A, *43H	, MREAD
	ACALL	PR0	
	ACALL	PR2	, 读绘点单元数据
	ORL	A, 32H	, 绘点单元数据与绘点数据相或
	MOV	32H, A	
	MOV	A, *46H	, CSRW
	ACALL	PR0	
	MOV	A, 30H	, 写入当前绘点地址
	ACALL	PR1	
	MOV	A, 31H	
	ACALL	PR1	
	MOV	A, *42H	, MWRITE
	ACALL	PR0	
	MOV	A, 32H	
	ACALL	PR1	, 写入绘点数据
	RET		

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第十一章 图形液晶显示模块的应用 (四)

——点阵液晶显示控制器 MSM6255 的应用

从前面几章对几种型号的点阵液晶显示控制器硬件功能的分析来看,为了尽可能方便地使用,控制器的外特性表现得越简单越好。但 MSM6255 则不同,它可谓是开放型点阵液晶显示控制器,它具有以下特点:

1. MSM6255 的指令写入寻址方式和显示缓冲区的存取方式完全不同,MSM6255 把显示缓冲区的地址总线转换器和光标地址计数器的接口给了 MPU。

2. MSM6255 没有内部 CGROM,用户所需的字符全部由用户自己建立,MSM6255 可以管理外部 2k 8×8 字体的 CGROM 或 4k 8×16 字体的 CGROM。

3. MSM6255 的显示数据输出方式是按双屏结构设计的,有多种传输方式选择,显示数据的传输有 1 位串行输出、2 位并行输出和 4 位并行输出等方式,可谓集显示数据传输形式之大全。因此 MSM6255 可适合于各种液晶显示模块的控制,范围之广是其它控制器所不能相比的。

本章将详细介绍 MSM6255 的硬件结构原理和指令功能,给出 MSM6255 的应用指南。

11.1 MSM6255 硬件结构

MSM6255 是大规模双屏结构点阵液晶显示模块的 CMOS 控制器。它可以分别控制图形显示方式和文本显示方式,具有 1/2~1/256 的占空比,最大可管理 1024×512 点阵的液晶显示器件,工作频率可达 11MHz。MSM6255 的引脚图和原理图分别如图 11-1 和图 11-2 所示。

MSM6255 按结构功能可分三个部分,即接口部、控制部和驱动部。其各部分功能如下。

11.1.1 接口部

MSM6255 接口控制时序适配于 8080 系列和 Z80 系列的 MPU。从图 11-2 分析,MSM6255 与 MPU 接口部由 12 个寄存器组成,这些寄存器可分为指令寄存器、输入输出寄存器和参数寄存器组三类。

(1) 指令寄存器

指令寄存器是用于存储指令代码的 4 位寄存器,输入与接口部的数据总线低 4 位连接。该寄存器的作用是参数寄存器的地址译码器,其内容相当于参数寄存器的选通码。

(2) 输入寄存器和输出寄存器

这两个寄存器是参数寄存器组与 MPU 连接的缓冲器。输入寄存器把 MPU 发送来的指令参数送入由指令寄存器内指令代码所选通的参数寄存器内。而由指令代码所确定的参数寄存器的内容则通过输出寄存器缓冲送给 MPU。

(3) 参数寄存器组

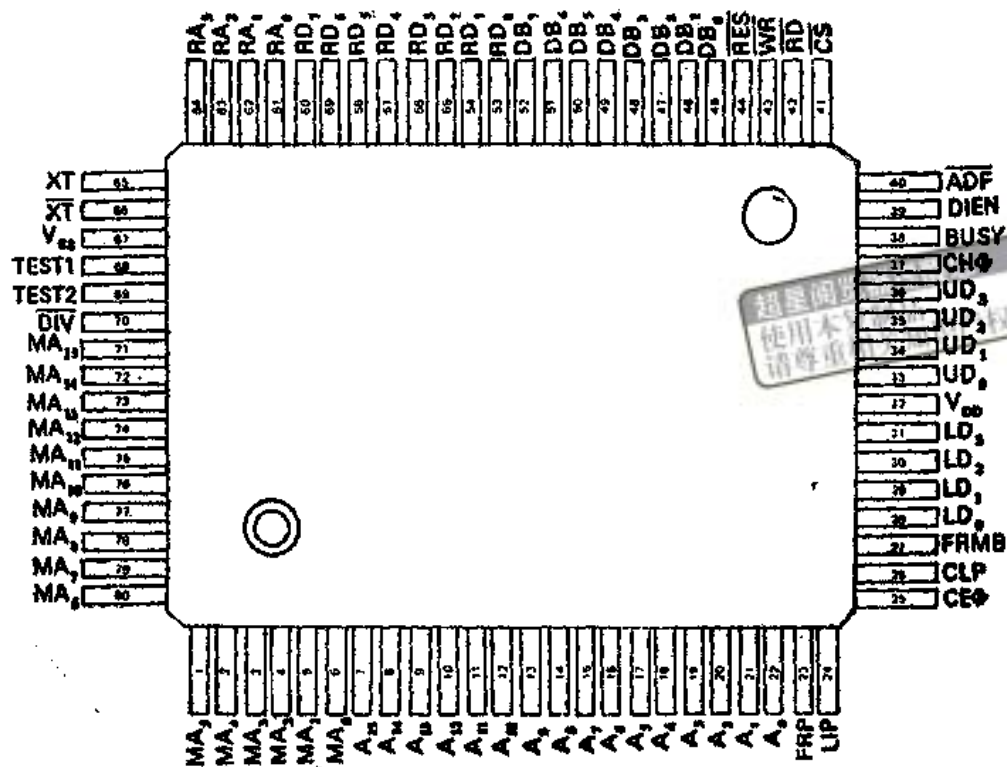


图 11-1 MSM6255 引脚图

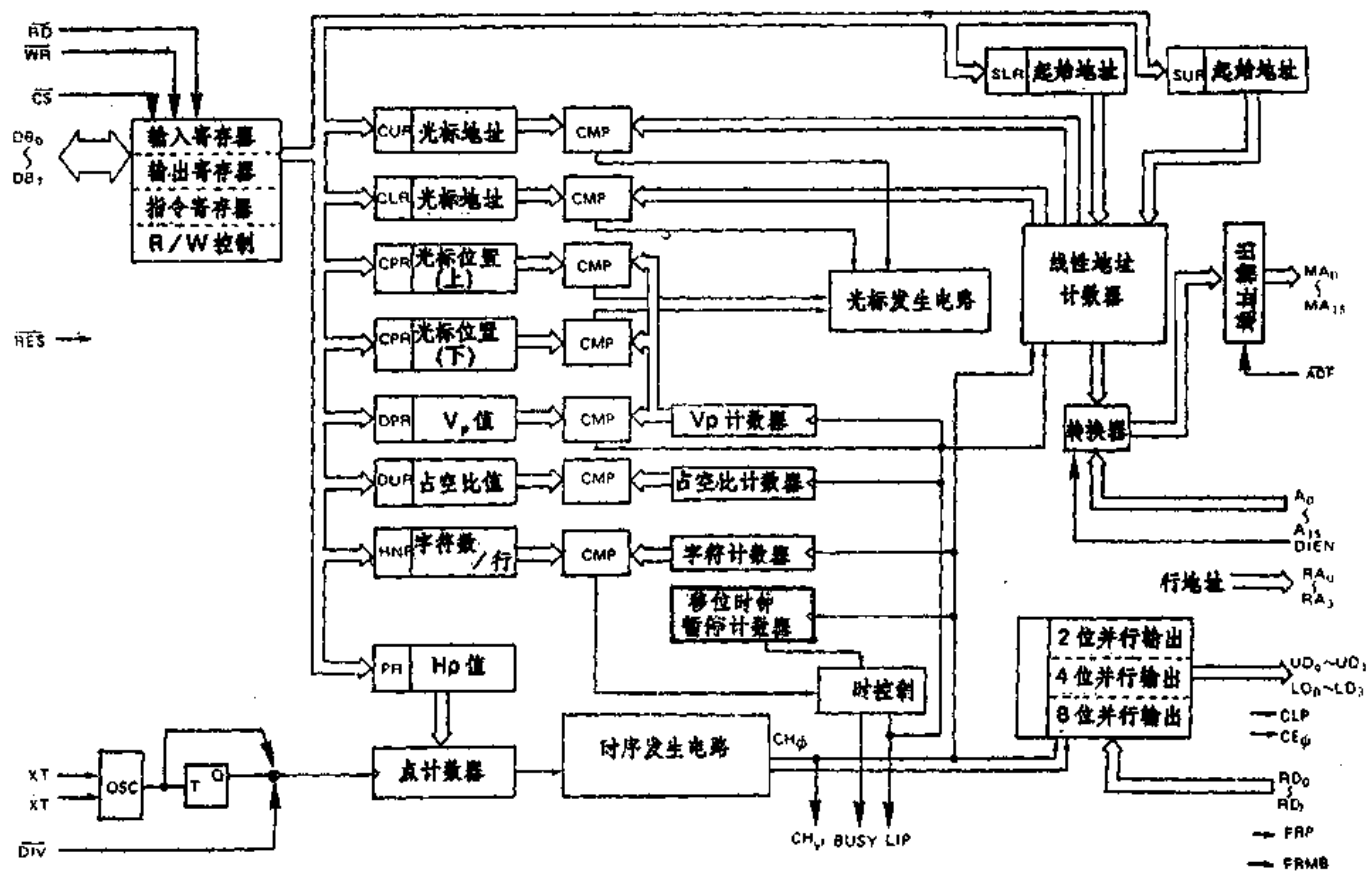


图 11-2 MSM6255 原理图

参数寄存器组是用来存储 MSM6255 的各种功能参数。参数寄存器一共有 9 个，这些寄存器的输入接收通过输入寄存器送入的 MPU 设置数据，输出提供了 MSM6255 控制部比较电路的参考值。参数寄存器大多数可读可写，这是其它控制器所不具备的。参数寄存器的功能一览表如表 11.1 所示。

表 11.1

$\overline{CS}$ A_0	指令寄存器				寄存器	寄存器名称	读	写	数 据 位							
	3	2	1	0					7	6	5	4	3	2	1	0
H	x	x	x	x	x	无效	—	—								
L	H	x	x	x	x	IR 指令寄存器	○	○	0	0	0	0				
L	L	L	L	L	L	MOR 方式控制寄存器	—	○	0							
L	L	L	L	L	H	PR 字符体寄存器	○	○					0			
L	L	L	L	H	L	HNR 水平字符量寄存器	○	○	0							
L	L	L	L	H	H	DVR 占空比系数寄存器	—	○								
L	L	L	H	L	L	CPR 光标形状寄存器	○	○								
L	L	L	H	L	H	SLR 起始地址低字节寄存器	○	○								
L	L	L	H	H	L	SUR 起始地址高字节寄存器	○	○								
L	L	L	H	H	H	CLR 光标地址低字节寄存器	○	○								
L	L	H	L	L	L	CHR 光标地址高字节寄存器	○	○								

注：—，表示无效；○：表示允许；x：表示任意。

MSM6255 接口部仅完成指令的输入与读出，没有对显示缓冲区的访问功能，这是 MSM6255 的一大特点，MSM6255 接口部对 MPU 是完全开放的，就结构功能而言，接口部可以比拟成 MPU 系统内的一组寄存器，MPU 可以随时对各寄存器进行写操作，也可以进行读操作（除方式控制寄存器和占空比系数寄存器不能读以外）。由于 MSM6255 内部逻辑控制电路从参数寄存器的输出部分开始控制，所以 MPU 访问 MSM6255 接口部时不需要“忙”标志判别，其实 MSM6255 也没有提供 MPU 任何访问接口部的应答信号。

MSM6255 接口部引脚有：

DB_{0-7} 三态 8 位数据总线。用来实现指令的输入与读出。

$\overline{CS}$ 输入 片选信号。仅作为 MSM6255 接口中的选通信号。低电平有效。

$\overline{RD}$ 输入 读信号，低电平有效。

$\overline{WR}$ 输入 写信号，低电平有效。

A_0 输入 指令寄存器与参数寄存器的选择信号。 $A_0=0$ 为参数寄存器组选择， $A_0=1$ 为指令寄存器选择。

$\overline{RES}$ 输入 复位信号。低电平有效，它使接口部所有的寄存器清零。

接口部控制时序图如图 11—8 所示

11.1.2 控制部

MSM6255 控制部包括时序发生电路、比较器组和各种计数器，并有管理显示缓冲区的地址总线转换器、地址输出电路等。

1. 时序控制

MSM6255 时序发生电路由振荡器电路、分频电路、时序发生器和时序控制器组成。时

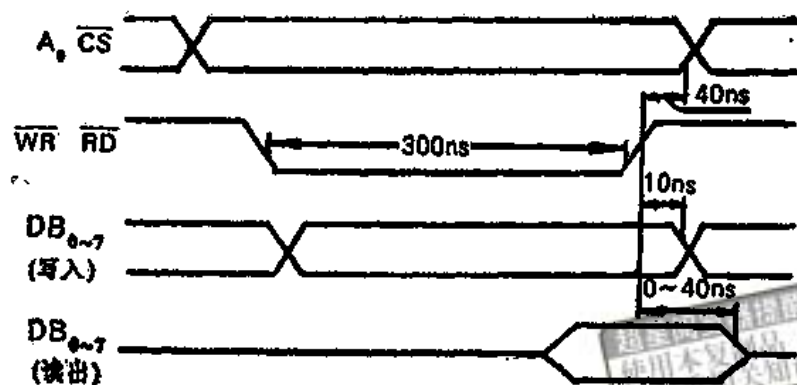


图 11-3 MSM6255 接口部时序图

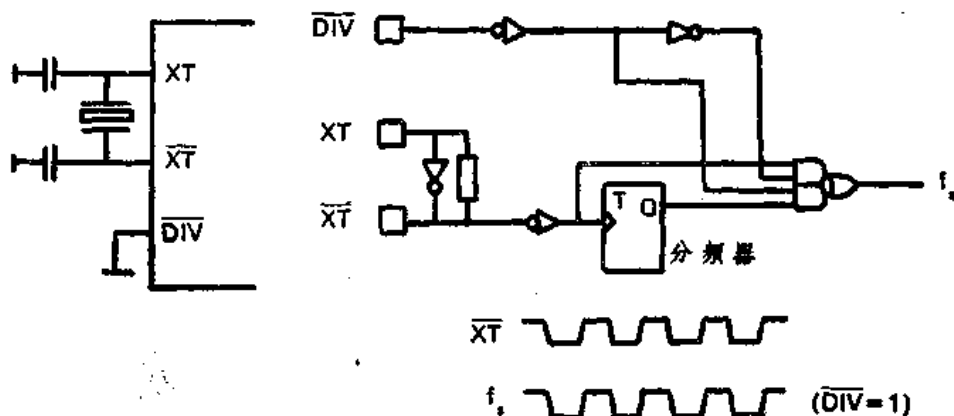
序发生电路是 MSM6255 的工作核心，振荡器电路对外有三个引脚端，它们是：

XT 输入 晶振输入端，或是外部时序发生器的输入端，

$\overline{XT}$ 输出 晶振的输出端。

$\overline{DIV}$ 输入 振荡器工作方式选择信号。

MSM6255 振荡器电路有两种工作方式，一是 $\overline{DIV} = 0$ ，利用内部自分频振荡器。XT 和 $\overline{XT}$ 外接晶体振荡器，如图 11-4(a) 所示；二是 $\overline{DIV} = 1$ ，旁路分频电路，利用外部时钟发生器，如图 11-4(b) 所示。



(a) 内部振荡器工作方式

(b) 内部振荡器的结构及波形

图 11-4 MSM6255 振荡器工作方式

MSM6255 时钟频率适应范围很广，晶振频率 f_{osc} 允许最大值为 11MHz。晶振频率值的确定与指令参数有关（见 11.2 节）。

在控制部内，有多个计数器控制或受控于时序控制器，比较电路是当某条件满足时将产生控制器的内部逻辑控制值，以实现控制器对各种功能、时序等的控制。

2. 显示缓冲区的管理

在控制部中，与众不同的是 MSM6255 对显示缓冲区的管理方式。作为液晶显示控制器的显示缓冲区应有两种操作，一种是作为列驱动器显示数据的扫描过程，另一种是 MPU 对显示缓冲区的读、写过程。前者是控制器在刷新显示地址计数器的寻址下逐行逐字节的将显示缓

冲区的内容读出并转换成显示数据（图形方式不用转换）送入到数据驱动器内。这种扫描过程是控制器时序中的一个重要部分，是连续地循环地进行的。后者是MPU通过控制器的光标地址计数器的寻址，随机地对显示缓冲区访问。这两种操作以前者为主，二者交替进行。MSM6255对显示缓冲区的管理由线性地址计数器、地址总线转换器和输出缓冲器等组成，这部分只完成对显示缓冲区的扫描过程，而对于MPU的访问，MSM6255把光标地址计数器用于显示缓冲区寻址的功能抛给了MPU，它向MPU提供了两路地址总线转换器中的一路16位地址总线 $A_{0\sim15}$ 的输入接口，允许MPU直接寻址，这就是MSM6255开放型的又一特点。

MSM6255管理显示缓冲区的引脚功能如下：

(1) 地址总线，数据总线部分

$MA_{0\sim15}$ 输出 显示缓冲区的地址总线

$RA_{0\sim3}$ 输出 作为CGROM寻址的低3~4位地址线，它由控制部的行地址计数器输出产生。

$RD_{0\sim7}$ 输入 显示缓冲区或CGROM的数据总线。

$A_{0\sim15}$ 输入 MPU访问显示缓冲区的地址总线。其中 A_0 还作为MPU访问MSM6255接口部的时寄存器选择信号。

(2) 控制信号线

$\overline{ADF}$ 输入 显示缓冲区地址总线 $MA_{0\sim15}$ 和 $RA_{0\sim3}$ 的选通信号。当 $\overline{ADF}=0$ 时， $MA_{0\sim15}$ 和 $RA_{0\sim3}$ 为高阻状态，当 $\overline{ADF}=1$ 时， $MA_{0\sim15}$ 和 $RA_{0\sim3}$ 为输出状态。

$CH\Phi$ 输出 字符时钟输出，相当于XT的上分频脉冲信号。

$DIEN$ 输入 显示使能信号。该信号用于地址总线转换器的分配上。当 $DIEN=1$ 时，地址总线转换器选通作为扫描过程的线性地址计数器的输出为 $MA_{0\sim15}$ 值，并且允许驱动部接收显示数据。当 $DIEN=0$ 时，地址总线转换器选通由MPU提供的 $A_{0\sim15}$ 作为 $MA_{0\sim15}$ 的值，并且在内部封闭了驱动部的数据总线输入，将显示缓冲区数据总线转让给MPU，以供MPU操作显示缓冲区使用。

$BUSY$ 输出 准备好状态信号。驱动部在一行数据发送结束后有相当于8个字符发送时间的间歇时间，在这个时间内驱动部不发送数据， $BUSY=1$ 。

MSM6255内部没有字符发生器，它在文本显示方式下必须外接字符发生器CGROM，所以在图形方式下和文本方式下显示缓冲区的接口电路是完全不一样的。从这个角度上分析，MSM6255也不会“图文并茂”了，这也是MSM6255的一个特点。显示缓冲区接口电路原理图如图11-5所示。

MSM6255在任何显示状态下都可以管理64k RAM空间。在文本方式下显示缓冲区数据总线作为CGROM高8位地址，当所要显示的字符小于等于 8×8 点阵时， $RA_{0\sim2}$ 接至CGROM的低3位，管理2k的字符库。当所要显示的字符为 $8\times 8\sim 8\times 16$ 点阵时， $RA_{0\sim3}$ 接至CGROM的低4位，从而可管理4k字符库。CGROM的字符代码可在00H~FFH范围内任意取值，也就是说MSM6255最多允许建立256种字符。

在MPU访问显示缓冲区时要求 $DIEN=0$ ，这时地址总线转换器将选通MPU的地址总线 $A_{0\sim15}$ ，从而实现MPU对显示缓冲区的访问。MPU访问显示缓冲区有三种方式。

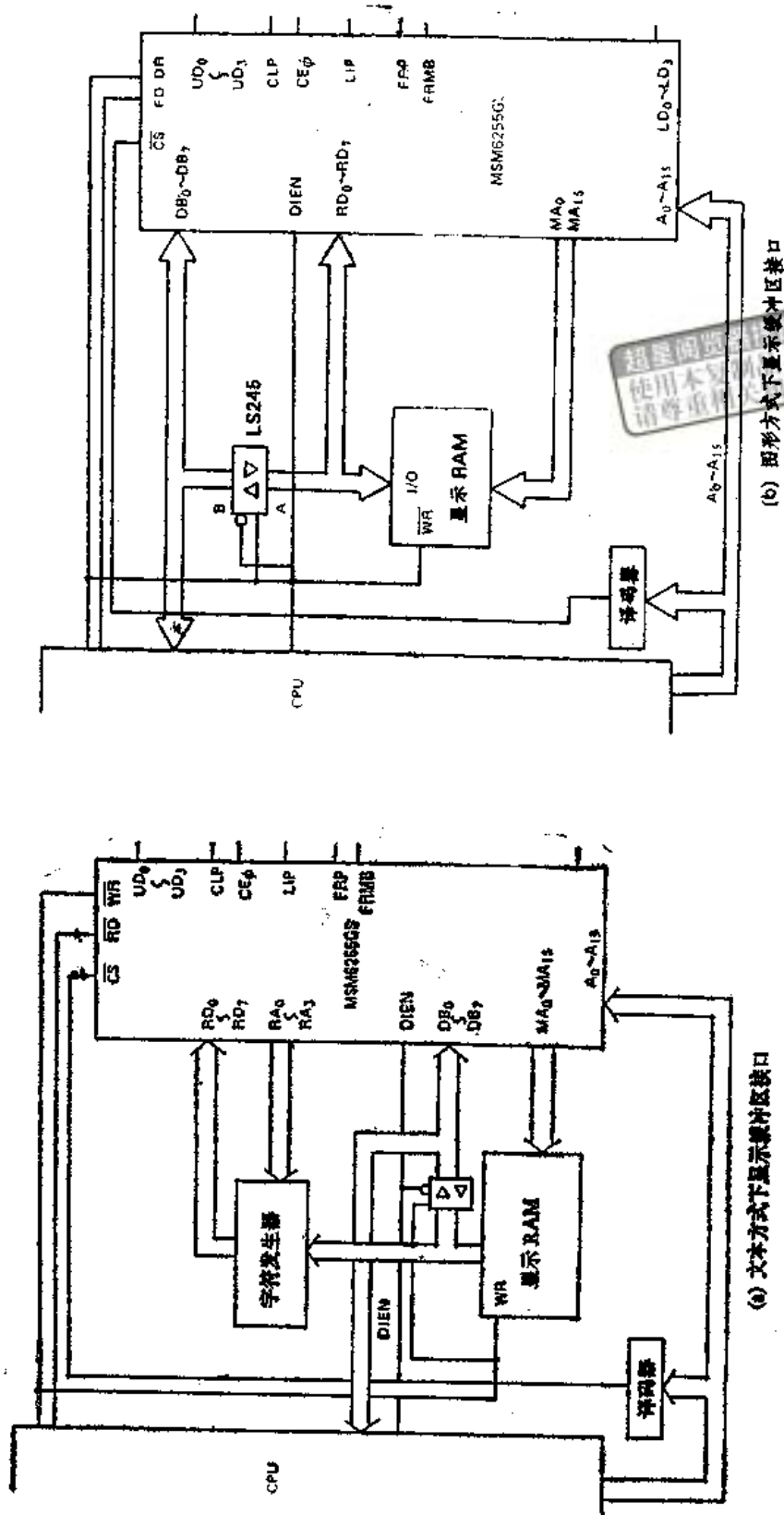


图 11-5 MSM6255 与显示缓冲区接口电路原理图



图 11-6 MPU 直接访问的程序流程图

3. MPU 访问显示缓冲区的三种方式

(1) MPU 直接访问

MPU 直接访问显示缓冲区而不考虑 MSM6255 当前是否正在扫描过程中, 如图 11-5 电路所示。图中, MPU 的数据总线通过 LS245 与显示缓冲区数据总线连接, LS245 的控制端与 DIEN 相接 共同受控于 MPU 的一端。当 MPU 要向显示缓冲区内写入或读出数据时, MPU 首先强迫 DIEN=0, 使地址总线转换器无条件地将显示缓冲区地址总线让给 MPU 使用。程序流程图如图 11-6 所示。MPU 用此方式访问显示缓冲区将使得在扫描过程中不能暂缓显示数据的传输, 从而延长了扫描周期, 显示屏上将会出现显示画面的闪动, 降低了显示质量。

(2) 在 BUSY=1 期间存取方式

MSM6255 在每行有效显示数据传输完成后将有相当于 8 个字符传送时间的间歇周期。间歇周期过后, MSM6255 将开始下一行有效显示数据的传输。在间歇周期内 MSM6255 将向 MPU 发出显示缓冲区准备好信号 BUSY=1。BUSY=1 的延续时间相当于 7 个字符的发送时间。MPU 利用这个周期访问显示缓冲区将不影响显示屏上的显示效果, 如图 11-7 所示。此电路中 MPU 通过数据口 DB₁ 读取 BUSY 信号, 判断

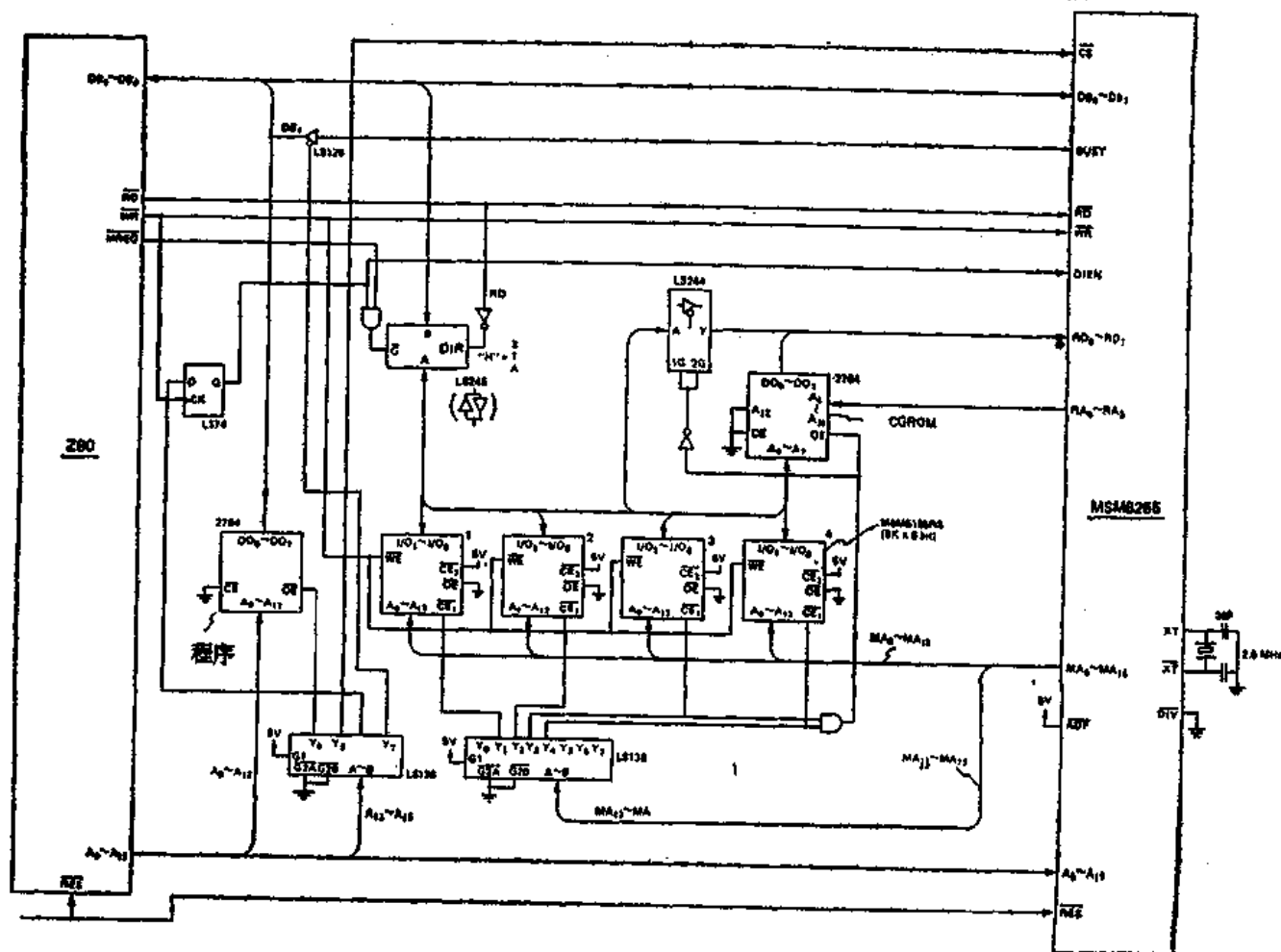


图 11-7 BUSY=1 期间存取方式电路原理图

BUSY 是否为“1”。若 $BUSY=1$ ，则进行读/写操作，即令 $DIEN=0$ ，使得地址总线转换器选通 MPU 的地址总线，然后 MPU 读、写操作显示缓冲区，程序如图 11-8 所示。

虽然这种方法利用了 MSM6255 传输的间歇周期，不会影响显示效果。但这个间歇周期随着显示屏面的增大，传输速率的加快而缩短。比如说 640×200 点阵的液晶显示器件，传输一个字符需要约 $1.6\mu s$ ，所以 $BUSY=1$ 周期有 $11.2\mu s$ 。在这么短的时间内不可写入大量的数据。因此这种方法较适合于小规模液晶显示器件的使用。

(3) 同步存取方式

所谓同步存取方式是扫描周期与 MPU 访问周期交替进行。在此方式下不需要检测 BUSY 信号，在显示屏上也没有闪烁现象。同步存取方式的工作原理是：在 MSM6255 传输显示数据的扫描周期中，传输是上、下屏相应位置的数据交替传输。这个交替传输的转换信号由 $CH\Phi$ 信号实现。图 11-9(a) 给出了 $CH\Phi$ 与 $MA_{0\sim15}$ 和 $RD_{0\sim7}$ 的时序关系， $CH\Phi$ 信号与 XT 信号在 4 位并行传输方式下的关系也在图 11-9(a) 中给出，这样就可以求出 $CH\Phi$ 的周期时间，图 11-9(a) 给出了 $CH\Phi$ 的最小值，分析可见 $CH\Phi$ 的周期时间大于显示刷新时间，因此可以利用 $CH\Phi$ 的这个富余时间来插入 MPU 对显示缓冲区的访问。同步存取方式实现了这种设想。它使用了 $DIEN$ 信号与 $CH\Phi$ 的组合，重新分配了 $CH\Phi$ 的工作空间，从而实现 MPU 同步访

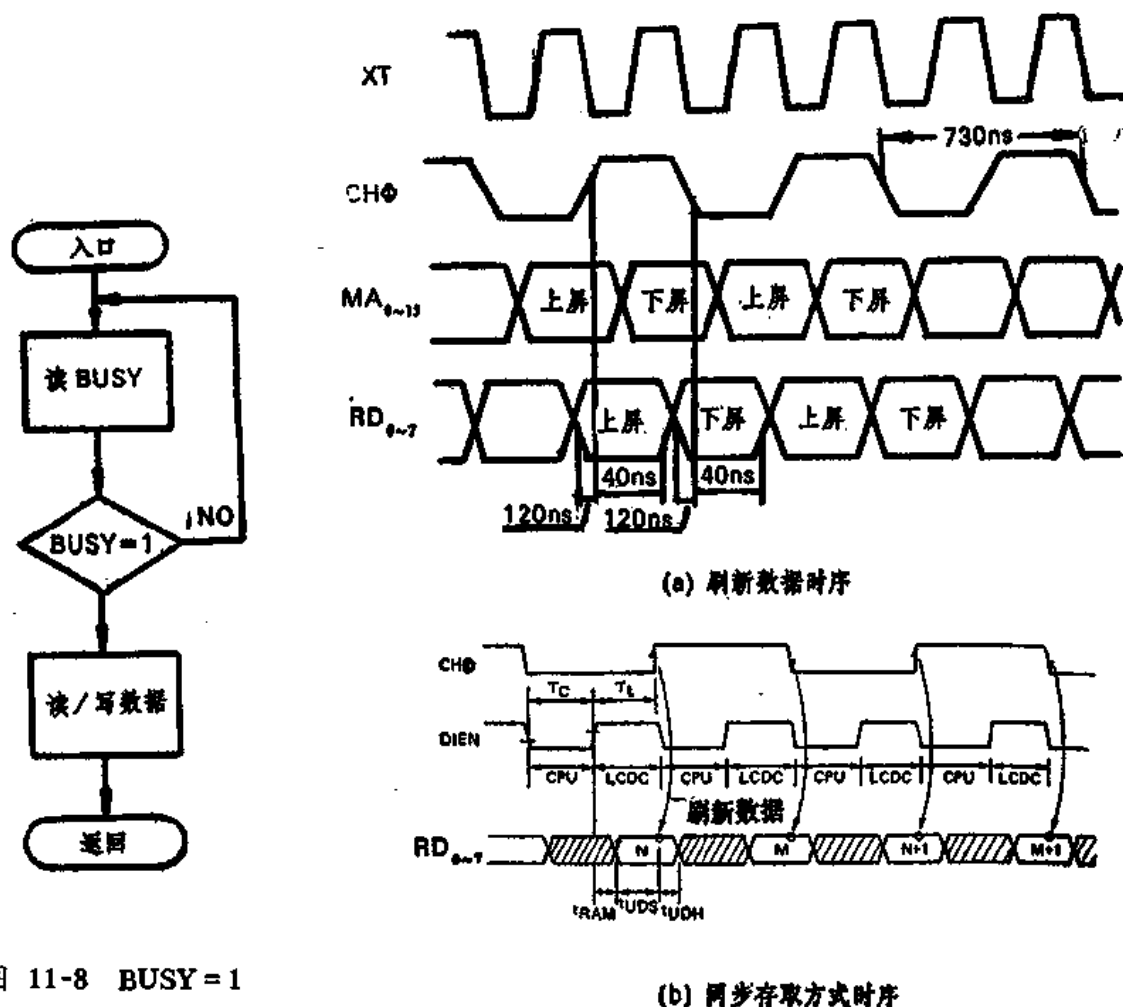


图 11-8 $BUSY=1$
期间存取方式
程序流程图

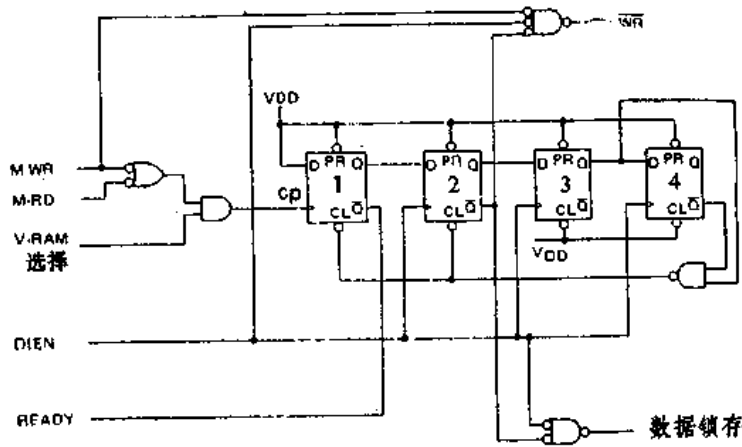
图 11-9 同步存取方式时序图

问显示缓冲区的功能。DIEN和CHΦ的工作时序关系如图11-9(b)所示。

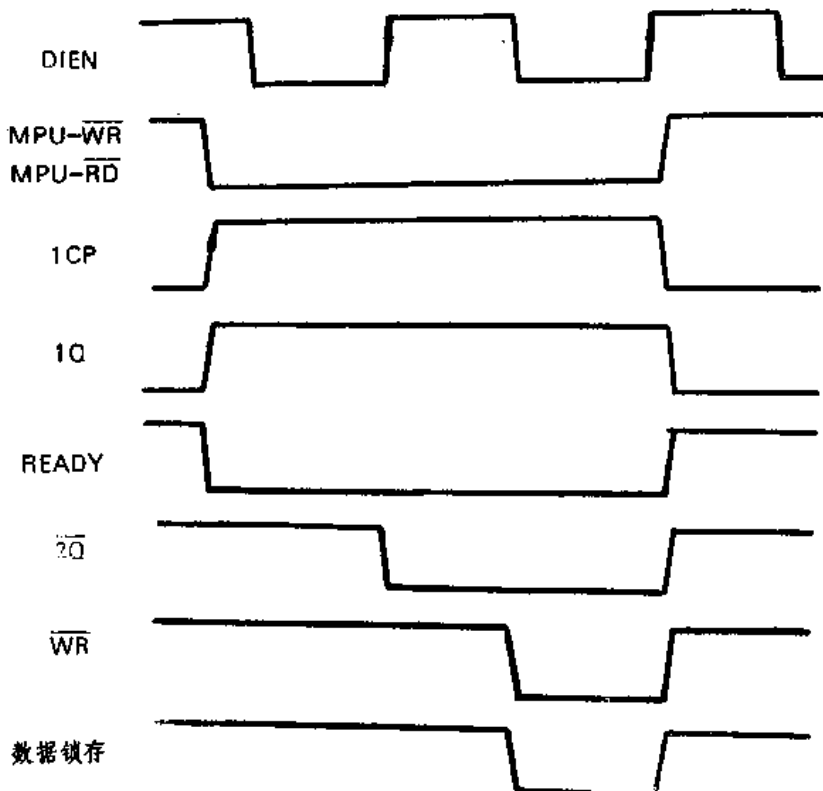
若要实现同步存取方式则要求 TL 必须满足：

$$TL > t_{RAM} + t_{UDS}$$

其中 t_{UDS} 为上屏数据建立时间 = 120ns (最小值)， t_{RAM} 为刷新地址延时时间 + 存储器存取时间。



(a) 等待电路



(b) 等待电路时序图

图 11-10 等待控制电路及其时序关系 ($H_p = 8$ 时)

要实现同步存取方式需要增加一些外部电路。其中,关键是实现图 11-9 时序关系及时间要求。现以 MSM6255 与 8085 系统连接电路为例,说明同步存取方式的实现。

图 11-10(a) 给出了等待控制电路,其时序图如图 11-10(b) 所示。该电路实现了 $\text{CH}\Phi$ 和 DIEN 的时序关系和 8085 读、写显示缓冲区的同步时序关系。8085 可根据由存储器或 I/O 口发来的确定周期结束时间的控制信号 READY 来自由延长读写周期时间。等待控制电路正是利用这个特点来实现同步时序关系的。

从图 11-10(b) 的时序图分析,在 8085 写入显示缓冲区时,MSM6255 是同步的,写脉冲产生在 TC 周期内;在 8085 读出显示缓冲区时,为了使 8085 读到有效数据,显示缓冲区的数据应该首先锁存起来。

同步存取方式的实现电路如图 11-11 所示。

MSM6255 还设置了两个检测端 TEST_1 和 TEST_2 ,但使用时这两端都不用。

11.1.3 驱动部

MSM6255 驱动部的引脚功能如下:

FRP	输出	帧信号。
LIP	输出	显示数据锁存脉冲信号。
CLP	输出	显示数据移位脉冲信号。
FRMB	输出	交流驱动波形信号。
$\text{CE}\Phi$	输出	驱动器使能信号。用于 4 位并行传输时菊花链方式。
$\text{UD}_0 \sim \text{UD}_3$	输出	显示数据并行输出。上半屏显示 4 位输出。
$\text{LD}_0 \sim \text{LD}_3$	输出	下半屏显示数据并行输出。

MSM6255 驱动部具有驱动器所需的时序控制信号输出和显示数据的输出端,MSM6255 适合于双屏结构液晶显示器件驱动电路的控制,它的数据传输都是以上、下半屏数据同时传输的。在驱动部内拥有 2 位并行输出电路,4 位并行输出电路和 8 位并/串输出电路等三套数据输出电路,它们的功能是把从显示缓冲区或字符发生器接收来的数据按照某种传输方式调制、输出,这三套电路的功能分别是:

1. 8 位并/串输出电路实现了上、下半屏各 1 位的串行数据传输方式,如图 11-12 所示。数据传输端为:上半屏为 UD_0 ,下半屏为 UD_1 。

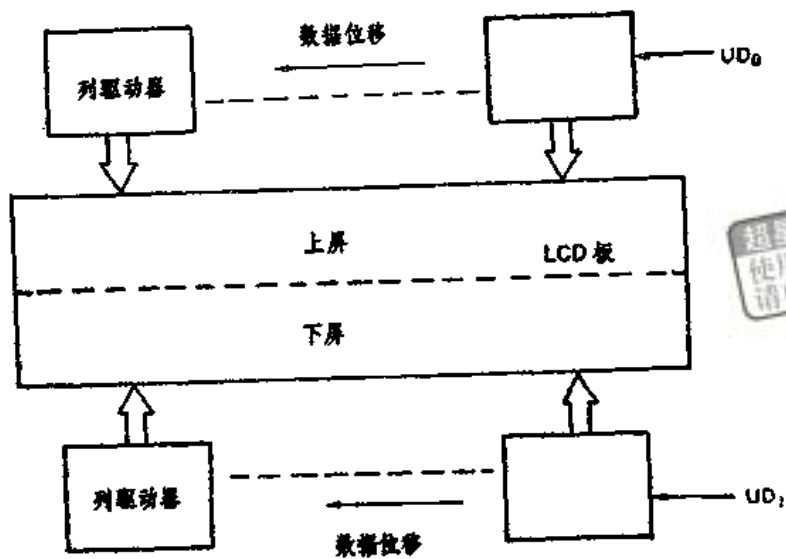
2. 2 位并行输出电路实现了上、下半屏各 2 位同时传输方式,如图 11-13 所示。数据传输端为:上半屏为 UD_1 (偶位) UD_0 (奇位),下半屏为 UD_3 (偶位) UD_2 (奇位)。

3. 4 位并行输出电路实现了上、下半屏各 4 位同时传输方式,如图 11-14 所示。数据传输端为:上半屏为 $\text{UD}_3 \sim 0$ (UD_3 为高位),下半屏为 $\text{LD}_3 \sim 0$ (LD_3 为高位)。

这三套电路的选择将由方式控制指令的参数位来设定。

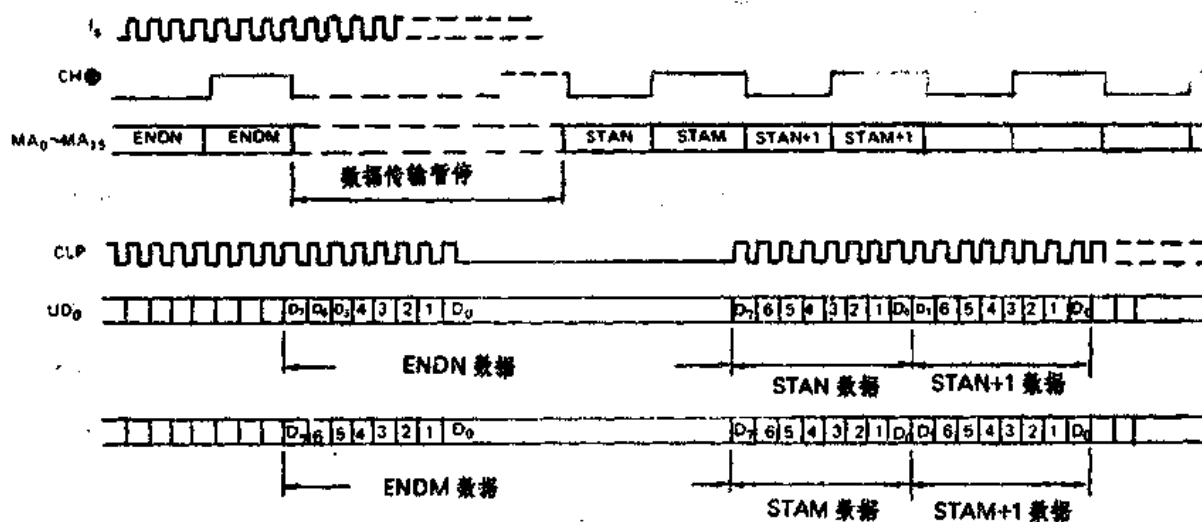
1





超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

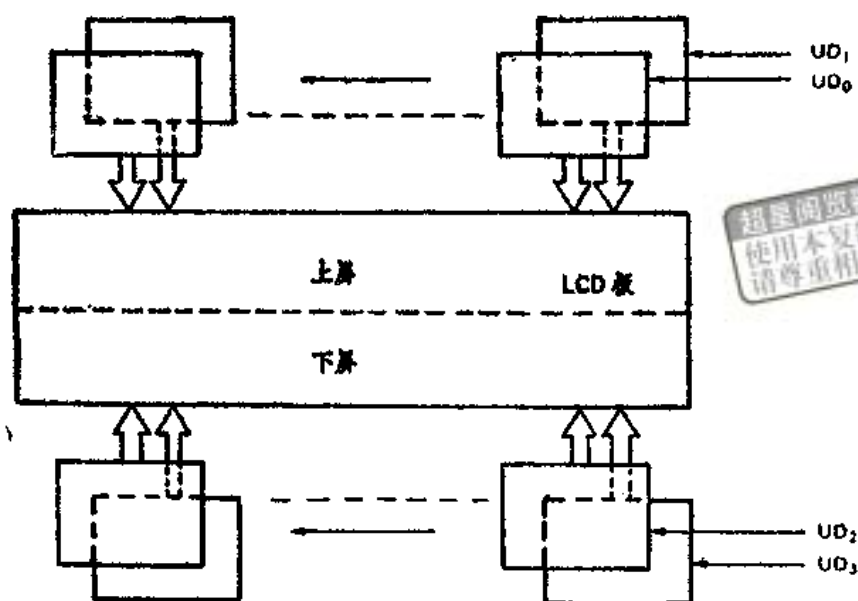
(a) 传输方式原理



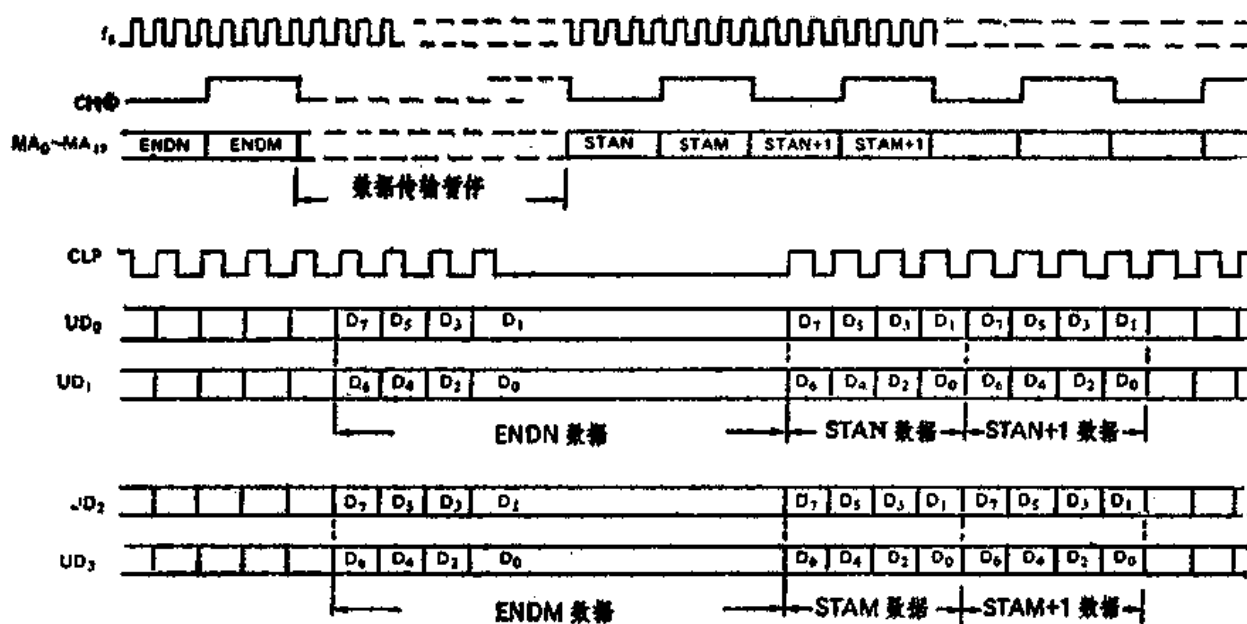
注: STAN 上屏一行对应缓冲首地址
STAM 下屏一行对应缓冲首地址
ENDN 上屏一行对应缓冲地址
ENDM 下屏一行对应缓冲地址

(b) 传输方式时序

图 11-12 1 位串行数据传输方式

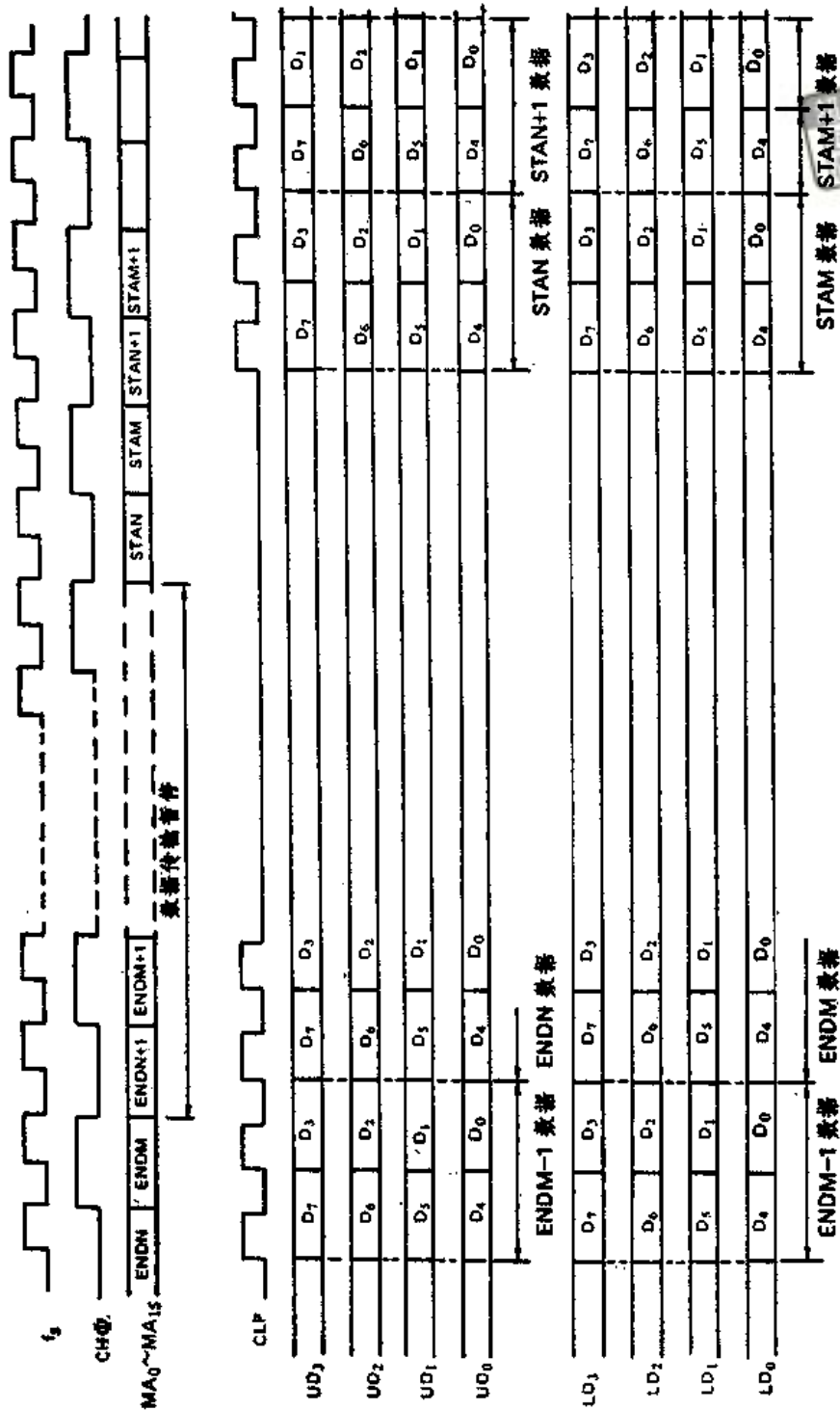


(a) 传输方式原理



(b) 传输方式时序

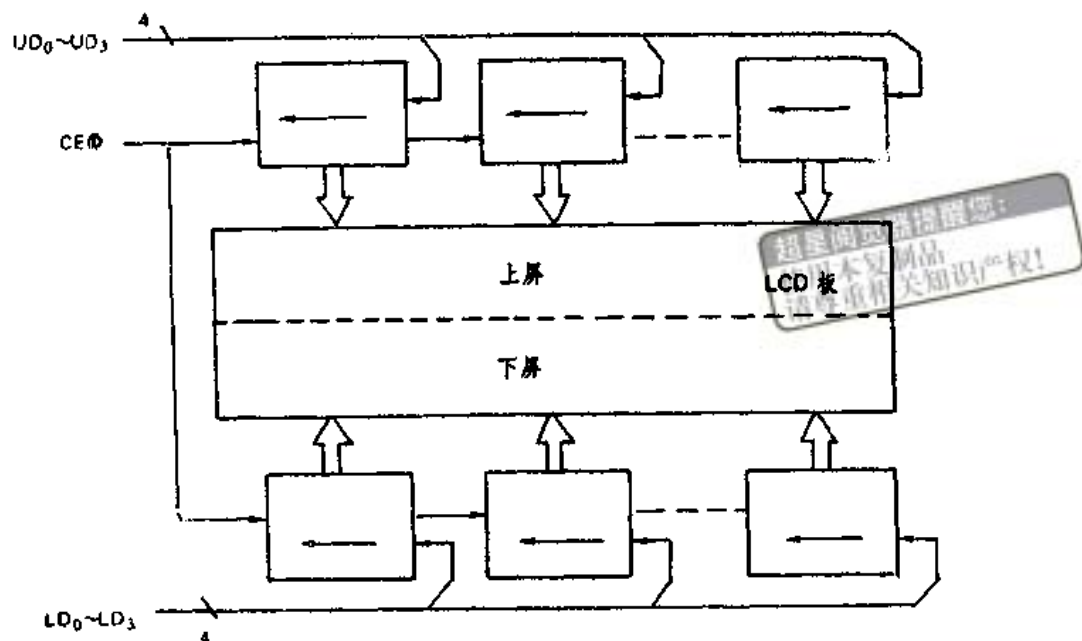
图 11-13 2 位并行数据传输方式



(b) 传输方式时序

图 11-14 4 位并行数据传送方式

星网浏览器提醒您：
 川本复制品
 尊重相关知识产权！



(a) 传输方式原理

图 11-14 4 位并行数据传输方式

11.2 MSM6255 指令集

MSM6255 指令的写入实际上就是对 MSM6255 接口部各参数寄存器的赋值。MSM6255 的指令结构是一致的，一条指令由一个字节的指令代码（低 4 位有效）和一个字节的指令参数组成。指令代码如同参数寄存器的选通码，而实际起作用的是指令参数的各个有效位。

MSM6255 的指令代码及指令参数都是可写可读的。当指令代码输入后，相应的参数寄存器被选通，这种状态一直保持到下一条指令代码输入为止。此期间 MPU 可以向该参数寄存器连续写入数据，但有效数据是以最近一次输入的参数值为准。下面介绍 MSM6255 各指令功能。

1. 方式控制 00H

该指令设置了 MSM6255 的显示控制方式，其指令参数设置如下：

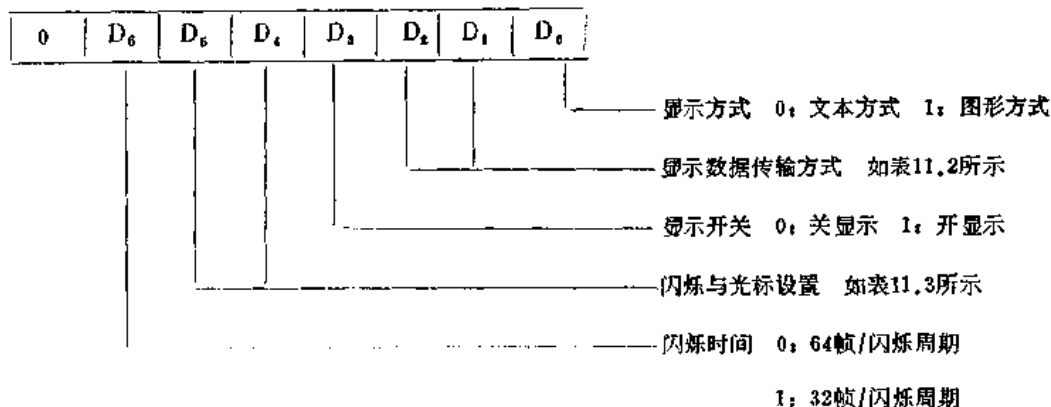


表 11.2

D ₂	D ₁	传 输 方 式
0	0	1位 串行
1	0	2位 并行
x	1	4位 并行

表 11.3

D ₃	D ₄	闪 烁 与 光 标
0	0	光标, 闪烁关
0	1	光标关
1	0	光标开
1	1	光标闪烁

由指令参数设置来看, MSM6255 控制的液晶显示模块不能“图文并茂”。在图形方式下, 光标与闪烁将被禁止, 此时应设置 D₃D₄ = 00。

2. 字体设置 01H

该指令设置了在文本方式下显示字符的字体 H_p × V_p 点阵值。该指令的功能设置由指令参数实现, 指令参数格式为

V _p -1	0	H _p -1
-------------------	---	-------------------

V_p: 为字符体高度, 由点行数决定。V_p 决定了 CGROM_i 的低位地址扫描值, 即行地址计数器输出 RA₀₋₃, 在建立 CGROM 字库时要注意字符的大小, 以保证显示字符位之间有适当的间距、行距。V_p 在 1~16 范围内取值。

H_p: 表示显示数据一字节传输的有效位。在文本方式下表示显示字符值的宽度, 用点列数表示, 在图形方式下表示一字节的显示数据的有效传输位。H_p 取值在 4~8 范围内。

3. 显示域设置 02H

该指令设置了在文本方式下一行显示的字符数或在图形方式下一行显示的字节数。该指令的设置与 SAD_L 和 SAD_H 设置一起确定了显示缓冲区各单元与显示屏上位置的一一对应关系。

该指令的功能设置由指令参数实现, 参数的格式为

0	H _N -1
---	-------------------

H_N 取值在 2~128 范围内。

假定显示的水平点数为 η_H, 则

$$\eta_H = H_P \cdot H_N$$

所以 MSM6255 最大驱动点阵液晶显示器件的列数为:

$$\eta_{Hmax} = H_P \times H_N = 8 \times 128 = 1024 \text{ 点}$$

4. 帧设置 03H

该指令设置了 MSM6255 动态驱动的帧扫描行数, 其倒数为动态驱动的占空比系数。该指令的功能设置由指令参数 N_x 完成, 参数格式为

0	N _x -1
---	-------------------

N_x: 扫描的点行数。N_x 值在 2~256 范围内选取。

在单屏结构液晶显示器件应用时, N_x 即为显示屏上有效的显示行数, 在双屏结构液晶显示器件应用时, 2N_x 才表示显示屏上有效显示行数。

5. 光标形状设置 04H

该指令定义了光标体的大小。在文本方式下，光标的形状为 H_p 宽度，高度则由该指令的参数 C_{pu} 和 C_{pd} 确定，指令参数格式为

$C_{pu}-1$	$C_{pd}-1$
------------	------------

C_{pu} : 表示光标显示上边界。

C_{pd} : 表示光标显示的下边界。

光标的形状是在 C_{pu} 和 C_{pd} 之间的块状。也就是说光标显示的高度为 $C_{pu}-C_{pd}$ 的行数。如图11-15所示。

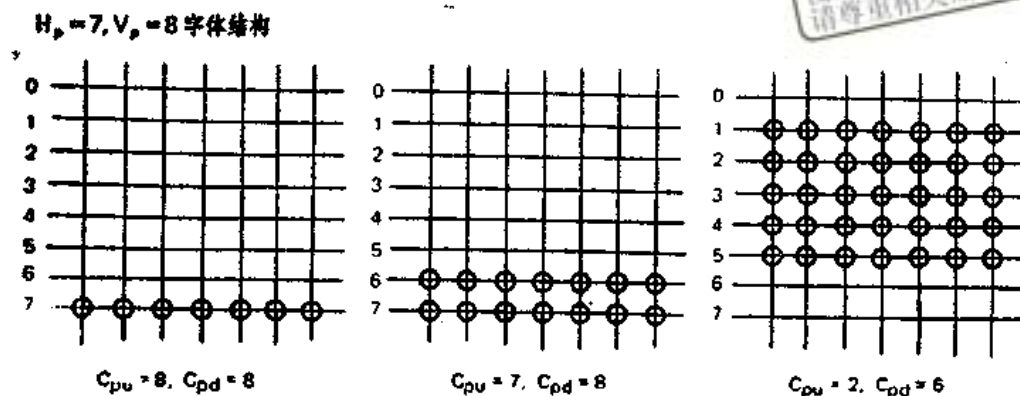


图 11-15 光标形状

C_{pu} 、 C_{pd} 的取值均在 1~16 范围内，但应满足 C_{pu} 、 $C_{pd} < V_p$ 。

在图形方式下光标不显示，该参数的设置也就无效了。

光标显示与字符体重叠时，显示关系是一种异或合成显示关系。

上述几条指令设置了 MSM6255 的显示规则，从显示屏上可以看出这些参数设置之间的关系。

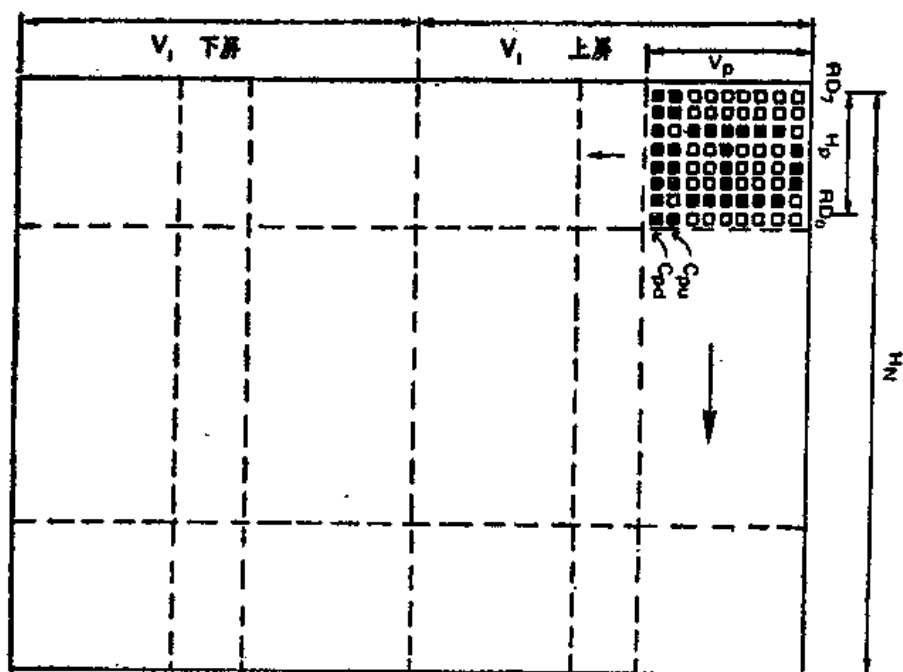


图 11-16 显示参数关系

6. SAD_L设置 05H

该指令设置了显示缓冲区起始地址（16位）的低8位地址。该地址由指令参数提供。

7. SAD_H设置 06H

该指令设置了显示缓冲区起始地址（16位）的高8位地址。该地址由指令参数提供。

这两条指令设置了显示缓冲区的起始地址，该地址将对应着显示屏上左上角的显示位。它与显示域设置指令的参数 H_N 一起确定了显示缓冲区单元与显示屏上显示位的一一对应关系。地址分配如下：

SAD	SAD+1	...	SAD+ H_N-1
SAD+ H_N	SAD+ H_N+1	...	SAD+ $2H_N-1$
⋮	⋮	⋮	⋮
SAD+ MH_N	SAD+ MH_N+1	...	SAD+ MH_N-1

在双屏结构显示器件驱动时，假设M为全屏的行数，则MSM6255 将从 $SAD + \frac{M}{2} H_N$ 起作为下半屏数据区，在单屏结构显示器件驱动时，仍假设M为全屏的行数，则MSM6255 将从 $SAD + (M+1) H_N$ 起作为下半屏（虚无的）数据区，这样仅用上半屏数据传输端即可显示全屏画面。这种原理也可以从帧设置指令参数 N_x 的含义中理解。

8. CAC_L设置 07H

该指令设置了光标地址寄存器（16位）的低8位地址。该地址由指令参数提供。

9. CAC_H设置 08H

该指令设置了光标地址寄存器（16位）的高8位地址。该地址由指令参数提供。

这两条指令设置了光标地址寄存器的内容。该寄存器仅用来指示在文本方式下光标在显示屏上的位置。该寄存器不是计数器，没有自动修改功能，要想改变光标的位置，必须重新设置光标的地址。当该寄存器取值超出了显示屏范围时，光标将在显示屏上消失。

11.3 MSM6255 应用指南

MSM6255 由于适应于双屏结构显示器件，具有1位串行，2位或4位并行的数据传输方式，所以它的适用面很广，在DMF系列液晶显示模块中，除了内藏有控制器的液晶显示模块外，都可以用MSM6255控制。

在应用时，MSM6255有三种形式的应用电路，即三种MPU访问显示缓冲区的方式，并且在每种方式中还有用于图形方式和字符方式的两种形式。对于驱动液晶显示模块，MSM6255数据传输线的使用也是多种方式的，在MSM6255与MPU接口，只能采用MPU直接访问方式。如图11-5、图11-7、图11-11所示。

由于MSM6255是开放型电路，用其组成点阵液晶显示控制电路可以与MPU系统融为一体，最大限度借用MPU系统资源，尤其是同步存取方式。MSM6255驱动点阵液晶显示器件的能力最强，即所驱动的点阵屏面最大，所以MSM6255作为点阵液晶显示控制器常用于以较大

规模液晶显示器件为显示终端的计算机系统中,如便携式计算机,中、英文打字机,打印机等。

MSM6255 的使用关键在于硬件电路的设计与构成,它的软件工作比起本书前面已介绍的各种控制器要容易得多。在 MSM6255 应用中,还有以下几组计算公式用于确定参数及工作计算值。

(1) 晶振频率 (f_{osc}) 的计算

晶振频率要根据所用显示屏大小而定,设量值为:

① $\overline{DIV} = 0$ 晶体振荡器

$$f_{osc} = FR(H_N + 8) \cdot H_p \cdot H_x \cdot 2 \quad H_p = 4 \sim 7$$

$$f_{osc} = FR(H_N + 8) \cdot H_x \cdot 4 \quad H_p = 8 \text{ (仅 4 位并行方式)}$$

② $\overline{DIV} = 1$ 外部时钟发生器

$$f_{osc} = FR \cdot (H_N + 8) \cdot H_p \cdot H_x \quad H_p = 4 \sim 7$$

$$f_{osc} = FR \cdot (H_N + 8) \cdot H_x \cdot 2 \quad H_p = 8 \text{ (仅 4 位并行方式)}$$

其中: FR 为液晶显示模块的工作频率;

$(H_N + 8)$ 为一行所传送的字符数,包括行尾的 8 个字符的间歇周期。

例 640×200 点阵双屏结构液晶显示模块 $FR = 70\text{Hz}$ 且显示数据传输为 4 位并行方式。

设 $H_p = 8$, 且使用晶体振荡器。

则 $H_N = 80$, $H_x = 100$

$$\begin{aligned} f_{osc} &= FR \cdot (H_N + 8) \cdot H_x \cdot 4 \\ &= 70 \times (80 + 8) \times 100 \times 4 = 2.464\text{MHz} \end{aligned}$$

(2) 字符时钟 $CH\Phi$ 频率的计算

$$CH\Phi = FR \cdot (H_N + 8) \cdot H_x$$

若参数与上例参数相同,则

$$\begin{aligned} CH\Phi &= 70 \times (80 + 8) \times 100 \\ &= 616\text{kHz} \end{aligned}$$

或 $CH\Phi = 1.62\mu\text{s}$

(3) 数据移位时钟 CLP 频率的计算

① 一位串行方式

$$CLP = FR \cdot (H_N + 8) \cdot H_p \cdot H_x$$

② 2 位并行方式

$$CLP = FR \cdot (H_N + 8) \cdot H_p \cdot H_x \cdot 1/2$$

③ 4 位并行传输方式

$$CLP = FR \cdot (H_N + 8) \cdot H_p \cdot H_x \cdot 1/4$$

用于上例则为

$$\begin{aligned} CLP &= 70 \times (80 + 8) \times 8 \times 100 \times 1/4 \\ &= 1.232\text{MHz} \end{aligned}$$

超星浏览器提醒您:
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

附录 A

从微机的汉字库中提取汉字字模数据是当前液晶显示器件应用的设计人员建立系统专用汉字库的比较简捷的方法。从微机上提取汉字的方法很多,这里仅向读者提供在汉字BASIC语言下从显示屏上提取汉字字模数据并在打印机上打印出结果来的一个简单程序。使用微机机型为IBM-PC,汉字操作系统为CCDOS 3.0,打印机型号为OKI-0830。程序如下:

```
5  REM 从屏幕提取汉字字模数据程序
10  DIM A(20,20),B(20),C$(20)
20  SCREEN 2:CLS:INPUT "请输入所需汉字:",A$
30  CLS
40  LOCATE 1,1:PRINT A$;LPRINT A$," "
50  FOR I=0 TO 15
60  C=0
70  FOR J=0 TO 7
80  A(J,I)=POINT(J,I)
90  B(J)=A(J,I)*2^(7-J)
100 C=C+B(J)
110 NEXT J
120 C$(I)=HEX$(C)
130 IF LEN(C$(I))=1 THEN LPRINT "0",C$(I),"-",ELSE LPRINT C$(I),"-",
140 NEXT I
150 LPRINT:LPRINT " ",
160 FOR I=0 TO 15
170 C=0
180 FOR J=8 TO 15
190 A(J,I)=POINT(J,I)
200 B(J)=A(J,I)*2^(15-J)
210 C=C+B(J)
220 NEXT J
230 C$(I)=HEX$(C)
240 IF LEN(C$(I))=1 THEN LPRINT "0",C$(I),"-",ELSE LPRINT C$(I),"-",
250 NEXT I
260 LPRINT:LPRINT:LPRINT
270 PRINT "还需要吗(Y/N)? ";
280 D$=INPUT$(1)
290 IF D$="Y" THEN 20
300 END
```

执行过程:

RUN

请输入所需汉字:北

北

还需要吗 (Y/N)? Y

请输入所需汉字: 京

京

还需要吗 (Y/N)? N

OK

打印结果:

北: 04-04-04-04-04-7C-04-04-04-04-04-04-1C-E4-44-00-
80-80-88-98-A0-C0-80-80-80-80-80-80-82-82-7E-00-

京: 02-01-01-FF-00-1F-10-10-10-1F-01-09-09-11-25-02-
00-00-04-FE-10-F8-10-10-10-F0-00-40-30-18-08-00-



附录 B

HD44780的字库如表 1 所示。HD61830 (B) 和E-1330 (SED1330) 的字库与之相同, 其中 5×11 点阵字符仅是HD44780 控制器独有的特征。T6963C 的字库如表 2 所示:

表 1

Lower 4-bit	Upper 4-bit	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111	1110	1111
XXXX0000	CG RAM (1)			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C
XXXX0001	(2)	!	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E
XXXX0010	(3)	"	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
XXXX0011	(4)	#	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G
XXXX0100	(5)	\$	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H
XXXX0101	(6)	%	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I
XXXX0110	(7)	&	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
XXXX0111	(8)	'	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
XXXX1000	(1)	(	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
XXXX1001	(2)	)	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
XXXX1010	(3)	*	:	;	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
XXXX1011	(4)	+	:	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
XXXX1100	(5)	,	<	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
XXXX1101	(6)	-	=	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
XXXX1110	(7)	.	>	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
XXXX1111	(8)	/	?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C

表 2

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0																
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																

参 考 文 献

- (1) 佐佐木昭夫, 液晶エレクトロニクス的基础と応用オーム社, 1979.
- (2) 小林俊介, 液晶—その性质と応用, 1970.
- (3) 立花太郎, 液晶知识, 1972.
- (4) G. H. 布朗 J. J. 沃尔兹, 液晶与生物结构, 1979.
- (5) 松本正一 角田市良, 液晶の最新技术——物性・マテリアル・応用——工业调查会, 1983.
- (6) 液晶ディスプレイ シーズン先端技术ライブラリ-Vol.1, 1989.
- (7) M. B. 福克, 实用场致发光学, 1974.
- (8) P. G. de Gennes, 液晶物理学, 1975.
- (9) 彭国贤 薛文进等, 电子显示技术, 1987.
- (10) 小林俊介, 液晶, 1987.
- (11) 液晶发现百周年纪念会刊, 1988.
- (12) 赵静安 王良御等, 液晶入门, 1982.
- (13) 第六届中国液晶会议文集, 1991.
- (14) 第一届全国平板显示会议文集, 1992.
- (15) 日立技术, 日グラフィック表示用液晶モジュール, 1990.
- (16) オプトレックス株式会社, LCD総合カタログ液晶表示モジュール, 1992.
- (17) NEC LCD コントローラ/ドライバ, 第7版, 1990.
- (18) NEC データ・ブック表示コントローラ/ドライバ, IC, 1989.
- (19) OKI LCD DRIVER/CONTROLLER DATA BOOK, 1990—1991.
- (20) 日立 MAR. 1991 Hitachi LCD CONTROLLER/DRIVER LSI, 1991.
- (21) 三星 半导体器件指南, 1989.
- (22) 中华人民共和国国家标准: 液晶显示器件名词术语.
- (23) 中华人民共和国国家标准: 扭曲向列型液晶显示器件测试方法.
- (24) 中华人民共和国国家标准: 扭曲向列型静态驱动液晶显示器件测试方法.
- (25) 中华人民共和国国家标准: 液晶显示器件电极排布和外引线规则.
- (26) 中华人民共和国国家标准: 彩色液晶显示器件色度测试方法.
- (27) 东芝 LCD用CONTROLLER/DRIVER IC 1989.
- (28) 荆其诚 焦书兰等, 色度学, 1983.
- (29) 李维祺, 液晶显示的应用与发展, 1990.
- (30) 金子英二, 液晶电视——液晶显示的原理和应用, 1991.
- (31) SEIKO EPSON, E-1330 LCD Controller IC Data Sheet and Design Guide, 1986.
- (32) SEIKO EPSON, SED1330 LCD Controller IC Data Sheet and Design Guide, 1989.
- (33) 徐子亮 李世祥等, 计算机图形学, 1988.
- (34) 中国集成电路大全——CMOS 集成电路, 1985.



(35) INTERSIL Component Data Catalog, 1990.

(36) 郭强, 点阵式液晶显示器, 《电子技术应用》1989年12期.

(37) 郭强, 点阵式液晶显示控制器的应用, 《电子技术应用》1990年12期.

超星浏览器提醒您:
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

尊敬的客户：

您好！

首先欢迎您光临北京中显网站并索取液晶相关资料，因为网站空间有所限制，所以不能把所有的资料都放在网上自由共享，在此深表歉意。不过，我们欢迎您给我们发来电子邮件索取相关资料，我们会在最短的时间内，把相关资料用电子邮件发送给您，以助您研发顺利，心想事成。我们的电子邮件邮箱是：

1. Email: zxlcd2000@126.com
2. Email: yidongqq2000@126.com
3. QQ 号: 378613368
4. QQ 号: 214496161
5. QQ 号: 1049342393
6. MSN 号: zxlcd@live.cn
7. MSN 号: yidongqq2000@hotmail.com

同时，欢迎您选购中显液晶产品，销售及售后联系方式如下：

公司地址：北京市海淀区中关村大街 32 号和盛大厦 811 室

展柜地址：北京市海淀区知春路 132 号中发电子市场 3123 柜台。

联系业务电话：010-82626833；52926620；传真：010-52926621

联系人及手机：13001234565（刘先生）；13811103333（肖女士）

公司网址：www.zxlcd.com。同时，产品免费保修壹年！祝您开发愉快，万事如意！免费设计液晶开模，开模费执行最低价，物超所值！