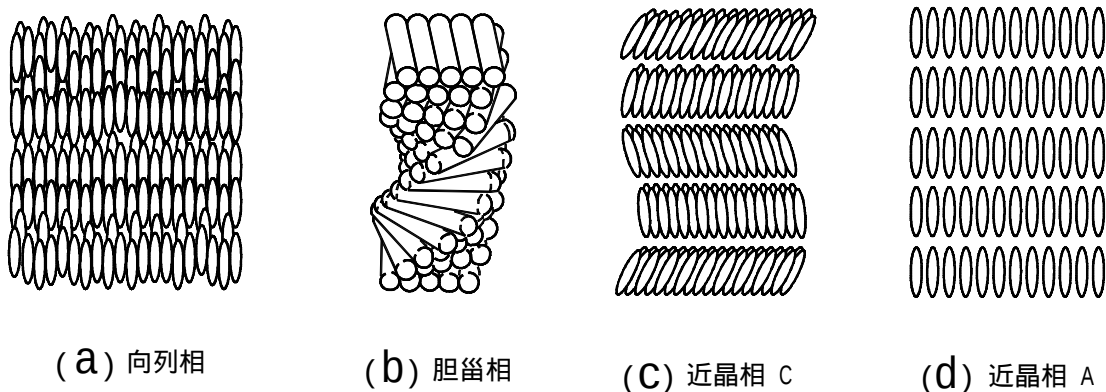


液晶显示器知识

一. 液晶

什么是液晶？通常的物质存在着三种体态：即气态，液态和固态（晶体）。然而有一些有机物质在一定的温度和压强下呈现液体的流动性，同时又呈现固体（晶体）的光学各向异性，人们称这种物质为液晶。从液晶的成分和出现液晶相的物理条件看，液晶可分为热致液晶和容致液晶两大类。目前用于显示器的液晶大多为热致液晶。从液晶分子排列结构上看，可以分为三大类：如图 1 所示，即 a. 向列相，b. 胆甾相，c 近晶相。

● 图 1：几种液晶分子排列图



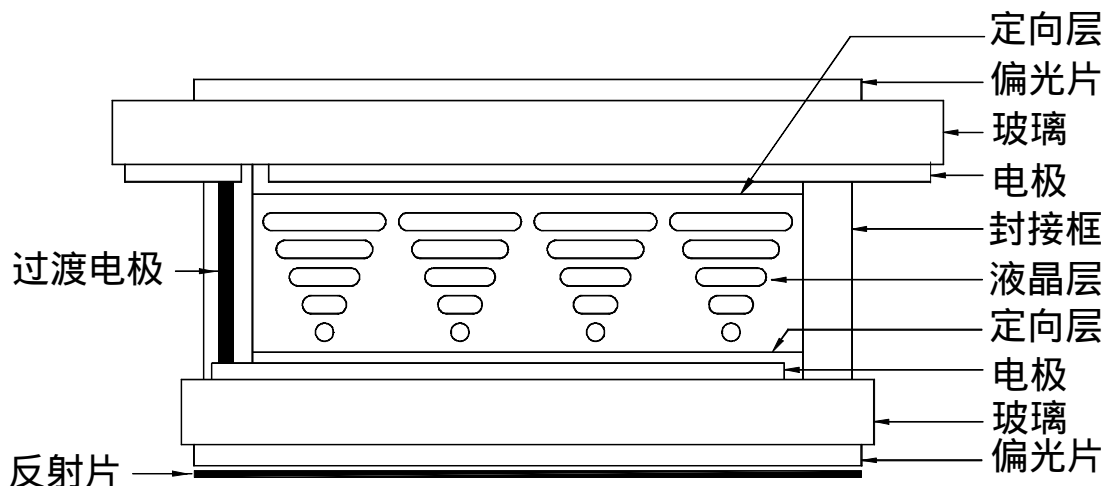
二. 液晶显示器件

液晶在电场或温度的作用下，产生光学性能的变化，称为“电光效应”和“热光效应”。液晶具有多种电光效应，如动态散射，扭曲效应，电光存储，相变效应，电控双折射，宾主效应等。目前广泛应用的扭曲效应（电场型效应）与动态散射（电流型效应），人们利用液晶的这些特性制作成液晶显示器件。下面介绍几种用电光效应制成的最常见的液晶显示器件：

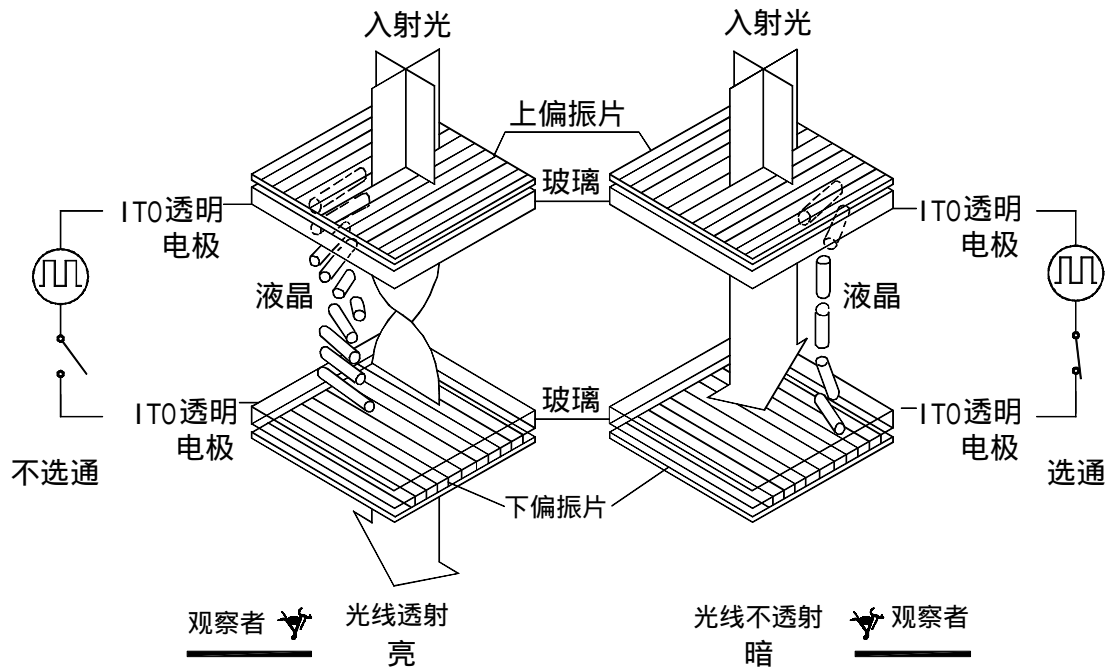
1. 扭曲向列型 (TN) 效应液晶显示器件

其结构如图 2 所示，敷有透明电极与液晶定向层的两片玻璃用胶粘合成夹层厚度为 $7\mu\text{m}$ 左右的盒，然后将正介电相性液晶 (Np) 注入其中。液晶分子按定向层设定的方向沿玻璃表面平行排列，在排列方向上，上下玻璃之间的液晶分子连续扭转了 90° 。

● 图 2：TN-LCD 结构图（断面图）



● 图 3: 透射型 TN-LCD 的显示动作原理



左边的图表示液晶处于非选通状态，即液晶盒的两片电极间不加驱动信号。液晶盒的液晶分子处平行于玻璃表面并上下扭曲 90° 的状态，一束入射自然光自上而下，通过上偏振片变为偏振光。通过液晶层并被液晶扭转 90° ，其方向正好与下偏振片偏振方向相同，所以能通过下偏振片，处于最下方的观察者观察到透过液晶盒的光线，这是不显示状态。

右边的图表示液晶处于选通状态，即液晶盒的两片电极间加有驱动信号。液晶盒的液晶分子在电场力的作用下，均处沿电场力方向排列状态，一束入射自然光自上而下，通过上偏振片变为偏振光。一直通过液晶层(未被扭转)，其方向正好与下偏振片偏振方向相垂直，所以光线不能通过下偏振片。处于最下方的观察者观察不到液晶盒的光线，所以加有电场的区域是没有光线通过的黑色区域，这就是显示状态。如果这加有电场的区域是一个汉字，这时下方的观察者便看到一个黑色的汉字。

2. 高扭曲向列型 (HTN) 液晶显示器件

其结构与 TN-LCD 相同。增大 TN 型液晶显示器液晶的扭曲角 (一般为 $100^\circ \sim 120^\circ$)，即成为 HTN 型液晶显示器件。HTN 型液晶显示器件比普通 TN 型液晶显示器件视角大 30° 左右，其对比度，响应速度都较 TN 型液晶显示器件高，而价格与普通 TN-LCD 接近。

3. 超扭曲向列型 (STN) 液晶显示器件与 TN 型液晶显示器件结构相同，只不过液晶分子不是扭曲 90° 而是 180° ，还可以扭曲 210° 或 270° 等，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。如要想实现黑/白显示，还需增加补偿膜或延迟片。目前多数的字符点阵及 32 路以上的图形点阵 LCD 都已经采用了 STN 效应结构。

4. 宾主效应型 (GH) 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力作用下发生变化时，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 (GH) 效应。其原理图略 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。但需要加背光源,彩色显示只能是固定区域,即是在需要彩色显示区域与背光源之间加上彩色透明滤光膜实现彩色的。这种彩色的位置是固定的,单色与不可编程的。

5. 电控双折射效应型 (ECB) 显示器件

将负介电异向性向列型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, 液晶分子长轴与电场方向之间产生一个不同的倾角 θ 。 θ 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。其结构原理图略。ECB 型是一种多色液晶显示的方式, 但是, 其双折射率受温度影响较大, 所以使用并不太方便。

6. 相变效应型 (PC) 液晶显示器件

PC 型所用液晶为 N_p (或 N_n)。用 N_p 时需掺入正介电异向胆甾液晶 Ch_p 。(在用 N_n 时需掺入 Ch_n 液晶) 使混合液晶成一长螺距液晶。此时螺旋轴与玻璃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_p 液晶螺旋轴也可以与基板平面垂直, 其电光效应原理相同。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。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。

7. 动态散射效应型 (DS) 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有机电介质, 当加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。其变化过程图略。

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。动态散射型液晶显示器件只在一定频率下才产生。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。

8. 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。这是由于急冷后近晶 A 相呈焦锥结构被冻结 (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。

9. 铁电效应型 (FE) 液晶显示器件

铁电液晶显示是又一种高质量新型 LCD。这种器件有优异的电光特性, 快捷的响应速度, 很陡的特性曲线。但是, 由于它要求 2~3 微米的均匀盒厚, 故工业化生产的难度很大。

10. 有源矩阵 (AM) 液晶显示器件

普通简单矩阵液晶显示器件 (指 TN 类型) 的电光特性对多路、视频活动图像的显示, 是不能满足要求的。这不仅是因为其响应阈值不够陡, 速度不够快, 而且也是因为简单矩阵的每个像素都等效于一个无极性电容, 显示中自然会产生串扰。即当一个像素被选通时, 相邻的行, 列像素会呈半选通态。为此, 在驱动中要引入一个偏压。当偏压比 $b = \sqrt{N+1}$ 时, 驱动路数的宽容度为 α , 最大值 $\alpha_{\max}$ 为: (式中 N 为驱动路数)

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

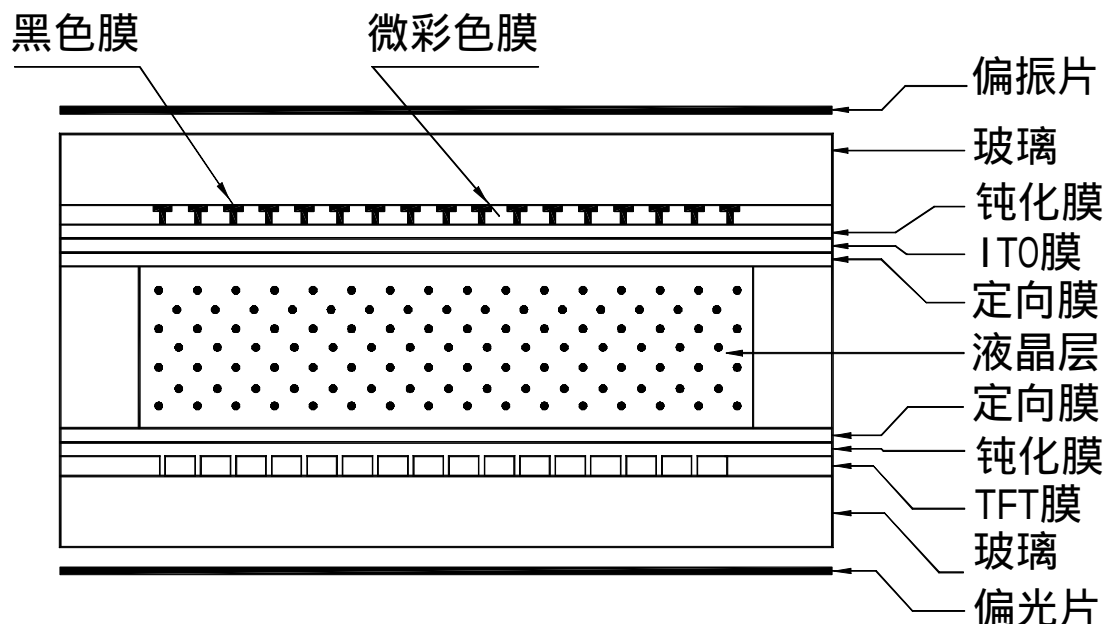
可见，驱动路数会受到限制，更不可能满足多路视频画面的要求。为此，人们在每个像素上设计一个非线性的有源器件，使每个像素可以被独立驱动，从而克服了串扰，解决了大容量多路显示遇到的困难，提高了画面质量，使多路视频显示画面成为可能。

有源矩阵液晶显示器件根据有源器件的种类可分为三端有源与两端有源两大类。

三端有源方式，由于扫描输入与寻址输入可以分别优化处理，所以图像质量好，但是其工艺制作要复杂一些。而二端有源方式，由于其工艺相对简单、开口率可以作得较大，但其图像质量比三端有源还是要稍逊一筹。

在三端有源方式中 TFT 为主流，而在 TFT 中又以 a-Si 和 P-Si 为主流。a-Si，即非晶硅方式制作。其特点是用低温 CVD 方式即可成膜，容易大面积制作。而 P-Si，即多晶硅方式制作，其内部迁移率高，可以内装驱动控制电路。而二端有源方式中，以 MIM 即金属绝缘体-金属二极管方式最为实用。

● 图 5：带微彩膜的 TFT 有源矩阵液晶显示器件断面图



三. 液晶显示器件的特点

1. 人们每天获取的信息 80%是通过人的眼睛得到的，可见视觉信息之重要。显示器是人与机器沟通的重要界面。在众多的显示器中，液晶显示器件(LCD)以它的突出优点，已越来越受到人们的青睐，它的应用几乎遍布所有领域。它具有体积小，轻薄平板型；低工作电压，低功耗；无辐射危害，显示影像稳定不闪烁等优点。

2. 高清晰度液晶电视(HDTV-LCD)显示器特点

高端应用上，由于近年来其设备工艺，材料与技术的不断创新，并取得重要的进步，在视频应用上产品逐渐取代 CRT 之主流地位。那么应用与高端的液晶显示器，即高清晰大屏幕电视(HDTV-LCD)与传统的显像管 CRT 相比，有什么新的特点呢？表术于下：

(1) 显示质量高，无闪烁

由于液晶显示器的每一个像素在扫描刷新后就一直保持其色彩和亮度，恒定不变。

而阴极射线管 CRT (显像管) 扫描刷新每一个像素后, 显示信号是不能保持的, 因为显像管 (CRT) 是依靠人眼睛视觉暂留原理保持显示信息的因此显像管显示信息产生闪烁是不可克服的。液晶显示器画面质高而且不闪烁, 这样眼睛的疲劳度降到最低。人们在观看完传统显示器 (CRT) 电视节目时, 眼前总是会闪现很多彩色斑点, 而且持续很长的时间。而观看液晶电视就不会再有这种现象了。

另外显像管 CRT 电视那种克服不了的百叶窗效应显像在液晶显示器上就根本没有了。

(2) 没有电磁辐射

显像管 (CRT) 的显示材料是荧光粉, 通过电子束撞击荧光粉发光而显示。电子束在打到荧光粉上的一瞬间会产生强大的电磁辐射, 尽管目前有许多显示器产品在处理辐射问题上进行了比较有效的办法尽可能地把辐射量降到最低, 但要彻底消除是困难的。相对来说, 液晶显示器在防止辐射方面具有先天的优势, 因为它不需要电子束扫描刷新显示像素, 根本就不存在电磁辐射。其驱动电路与背光源产生的电磁辐射已经很小, 整机上采用了严格的密封防辐射技术将少量电磁辐射屏蔽其中。

(3) 显示像素多, 可视面积大

显像管 (CRT) 显示为 625X833 约 52 万个像素, 液晶显示器 (LCD) 显示像素以 17 英寸显示屏为例: 显示像素 1280X1024 约为 131 万个像素, 目前最大的液晶显示器像素达 1920X1080, 约 207 万个像素, 可视面积达 52 英寸, 而且是平面直角的屏幕。除此, 模糊拖尾这一困扰液晶电视的老难题, 行内采用倍频技术, 将原来液晶屏 60Hz 的刷新频率提升到 120Hz, 结合 10000 : 1 的动态对比度, 有效去除图像运动过程中的拖尾和模糊, 使画面更稳定更清晰。同时, 120Hz 的画面显示让人眼更加舒适, 即使长时间观看也不会产生眼睛疲劳。

(4) 体积小, 重量轻

显像管 (CRT) 显示器, 又笨又重后面还拖着长长的尾巴 (电子枪管)。整机的体积与重量总是随着显像管的显示面积增大而成正比例的增加, 即占地方, 对搬运, 使用维护, 维修总有居多不便。液晶显示器却没有这些烦恼, 整机厚度只有 10 ~ 12 厘米, 给人一种全新的感觉。而液晶显示器在增加屏幕尺寸时, 它的体积并不会成正比的增加, 而且在重量上比相同显示面积的显像管 (CRT) 要轻得多。

(5) 功耗低

显像管 (CRT) 的主要电量消耗在维持显像管的正常工作上, 其中包括灯丝, 栅极, 阳极等回路; 高压发生器, 行偏转电路, 场偏转电路, 而且其功耗随屏幕尺寸增大而正比例增加。相比而言, 液晶显示器就没有这些耗电大的回路, 液晶显示器的功耗主要消耗在其内部的扫描电极和驱动电路以及背光源上, 因而耗电量比显像管 (CRT) 要小得多。

四. 液晶显示器件的工作原理与驱动方式

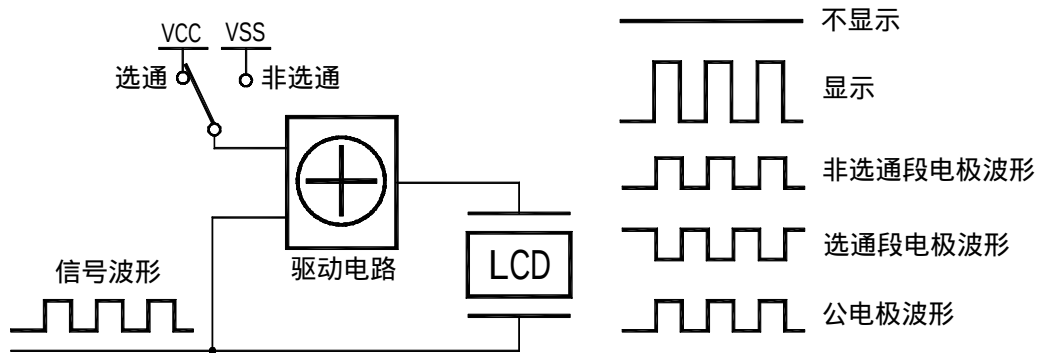
因为液晶显示是通过在显示电极间施加电场, 对外界光进行调制实现的。而液晶材料是有机化合物, 加直流电场会使液晶发生分解和老化, 从而使液晶显示器件失效损坏。另一方面从图 3 右边液晶在电场作用下沿电场力方向排列的动作原理, 可知外加电场力上升越陡越好, 综上所述得出结论: 液晶显示驱动必须用交变的脉冲信号, 并且其电极间的直流分量越小越好。

常用的液晶驱动方式有三种: 静态驱动方式, 多路寻址驱动方式, 矩阵扫描驱动方式。

1. 静态驱动方式

静态驱动方式中, 每一个驱动信号端, 单独驱动一个显示段; 其背电极是连在一起的, 用一个驱动信号端驱动。其工作原理, 驱动原理如图 3, 图 6 所示:

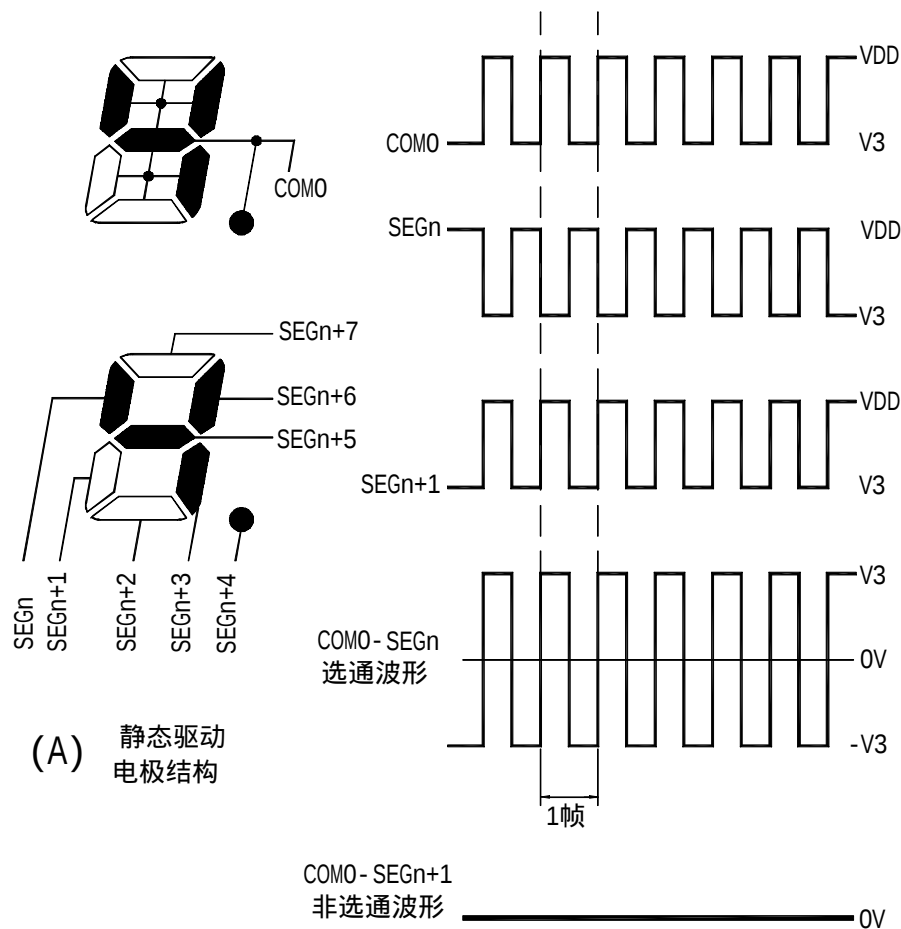
● 图 6: 静态 TN-LCD 显示段驱动电原理图



异或门的输出端接 LCD 信号端；异或门的一个输入端和 LCD 的公共端加上驱动脉冲信号，异或门的另一端通过选择开关接 VCC 或 VSS。当选择端接 VCC 时，异或门输出与输入信号反相的驱动脉冲：公电极信号 选通段信号 = 显示信号，其幅度是公电极信号的 2 倍，这时 LCD 处于显示状态。当选择端接 VSS 时，异或门输出与输入信号同相的驱动脉冲：公电极信号 非选通段信号 = 不显示信号，其幅度值为 0，这时 LCD 处于不显示状态。

TN-LCD 一般应用于字段式数字显示和简单图标，图形显示。如电子钟表，数字式仪表，电子计算器等等。而静态驱动一般是用在显示数字位数较少的场合。

● 图 7: TN-LCD 静态驱动电极结构 (A) 与 静态驱动波形 (B)



(B) 静态驱动波形

2. 多路寻址驱动方式

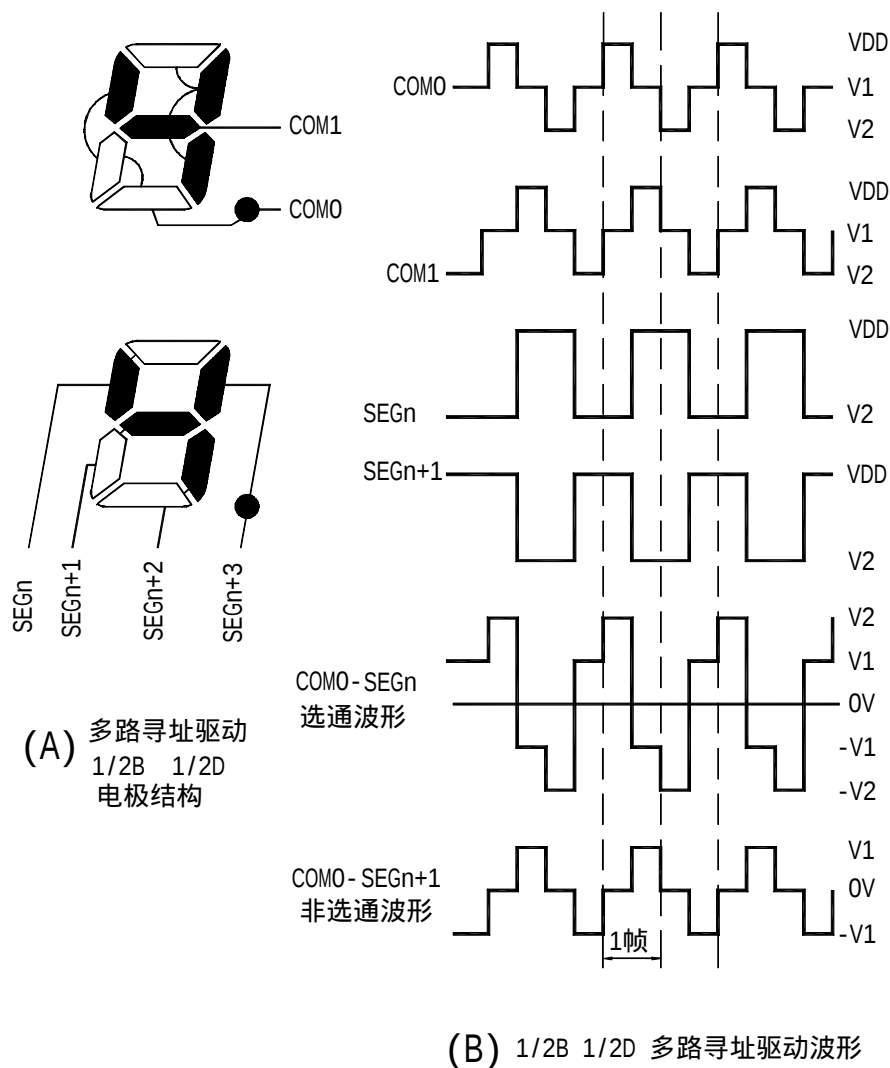
如果一个液晶显示器有 10 位数字，每位数字带小数点由 8 段构成，这样用静态驱动就需要 65 条驱动线(其中一条公共线) 和 65 个驱动单元电路。位数越多,驱动单元也越多,液晶显示器轻薄平板的优点就没有了,而且价格也随之增加。这样多路寻址驱动方式便可轻松解决上述矛盾。

多路寻址驱动方式一般有 2 路, 3 路和 4 路驱动, 最多时可到 8 路驱动。多路寻址驱动方式是将每个 8 字的公共电极与段电极都分成多组, 然后将公共电极同名端相连接引出。以 4 路驱动为例: 每个 8 字段电极分 2 个引出段, 公电极分为 4 个引出段。这样一个 10 个数位的 8 字, 只要 $20+4=24$ 条驱动线就可以了。

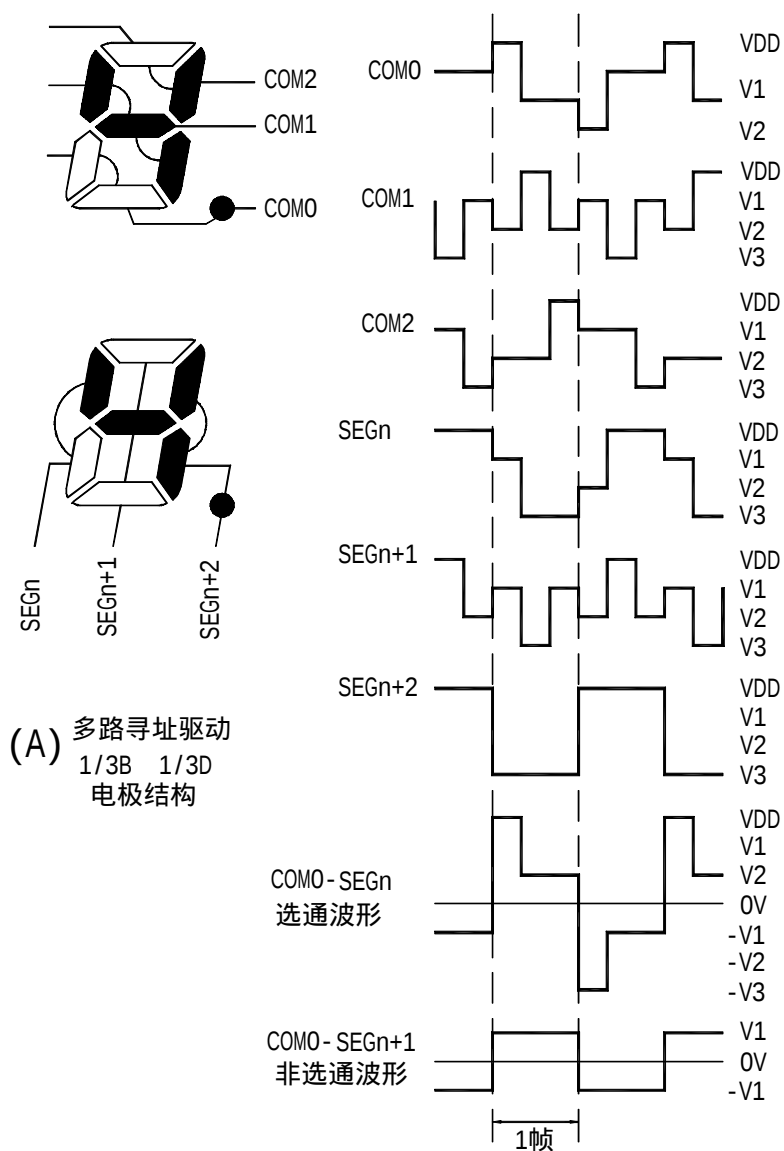
多路寻址驱动是用分时扫描驱动方法实现的, 它的非显示段上会出现半显示现象, 即所谓的交叉效应, 使得显示对比度下降。这种现象在电路采用了偏压法来解决, 即平均电压法。它把半选择段和非选择段电压平均化, 适度提高非选择段电压来抵消半选择段上的一部分电压, 使得半选择段上的电压下降, 以提高显示的对比度。

使用中一般有以下几种组合方式

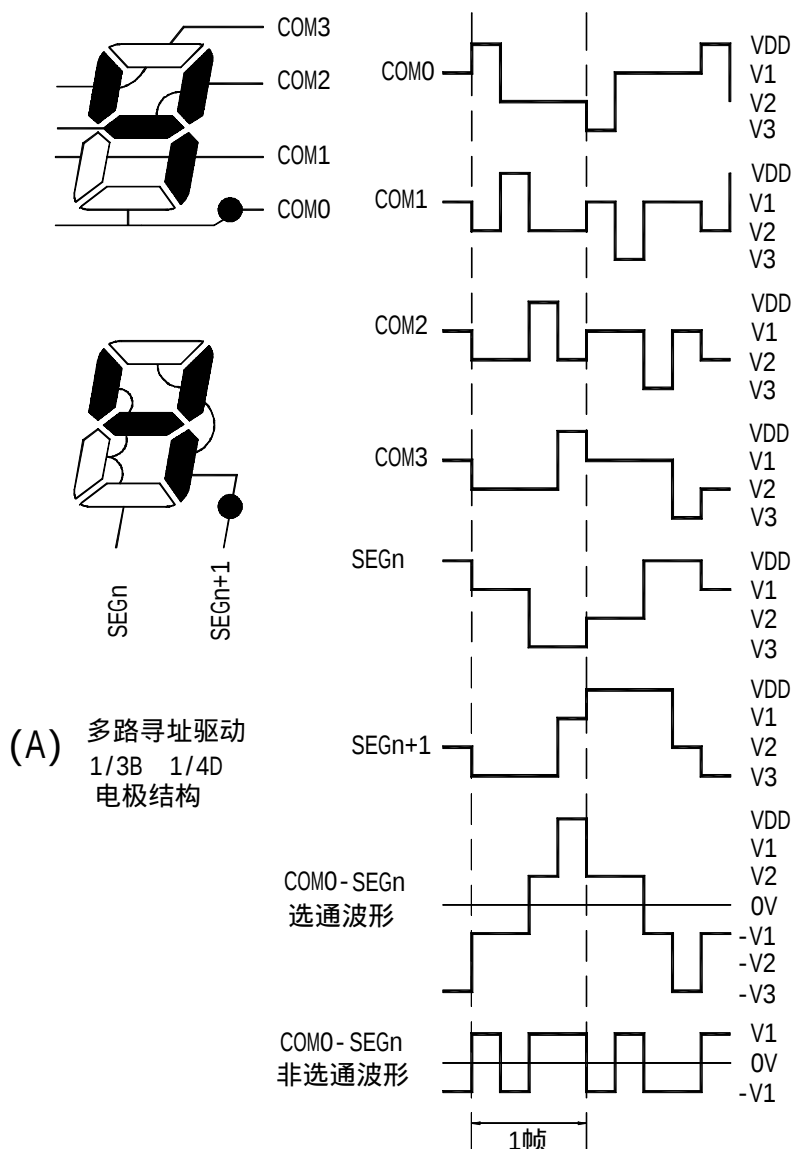
- 图 8: TN-LCD : 1/2BIAS 1/2DUTY 多路寻址驱动方式
驱动电极结构 (A) 与 驱动波形 (B)



- 图 9: TN-LCD : 1/3BIAS 1/3DUTY 多路寻址驱动方式
驱动电极结构 (A) 与 驱动波形 (B)



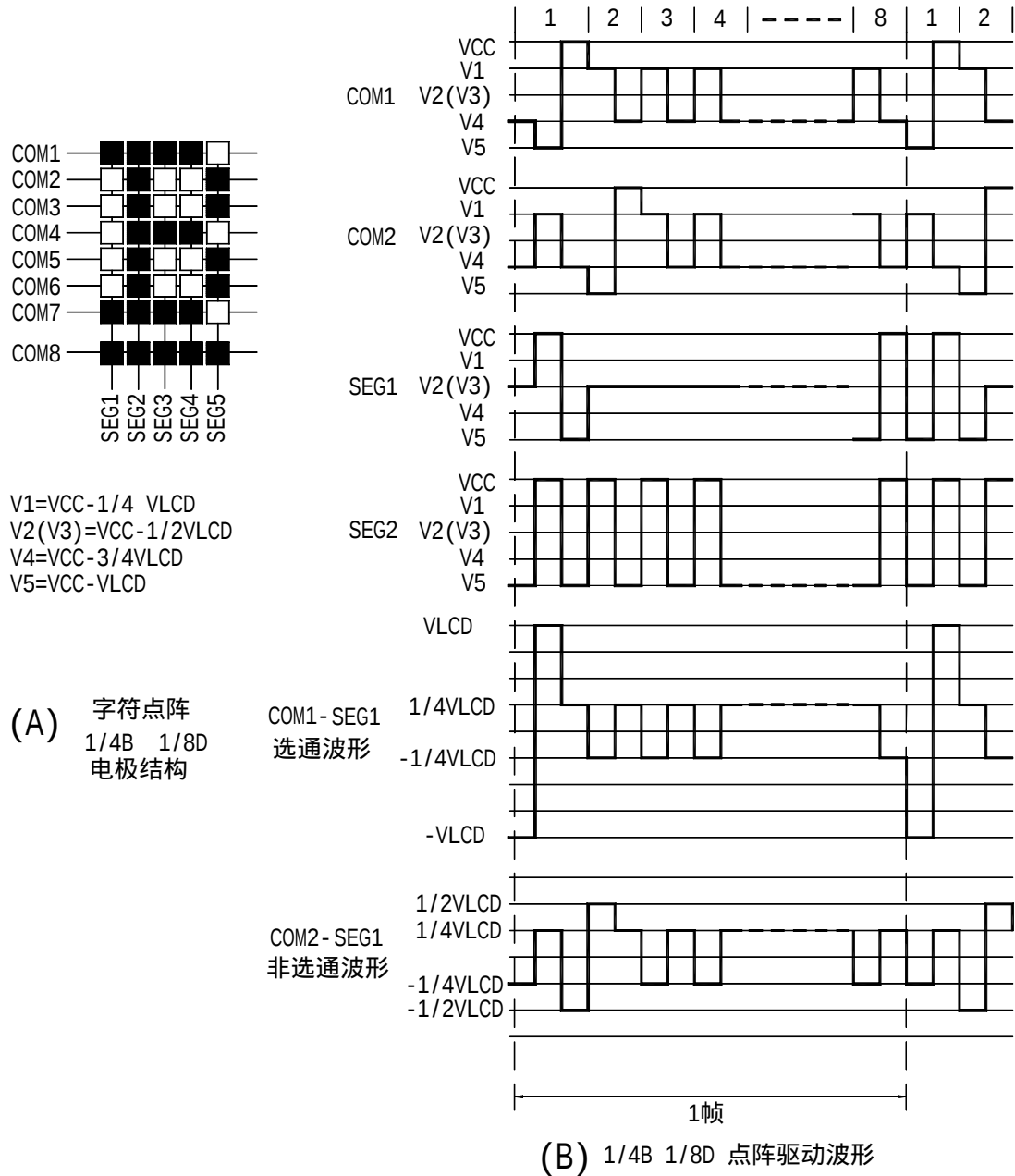
- 图 9: TN-LCD : 1/3BIAS 1/4DUTY 多路寻址驱动方式
驱动电极结构 (A) 与 驱动波形 (B)



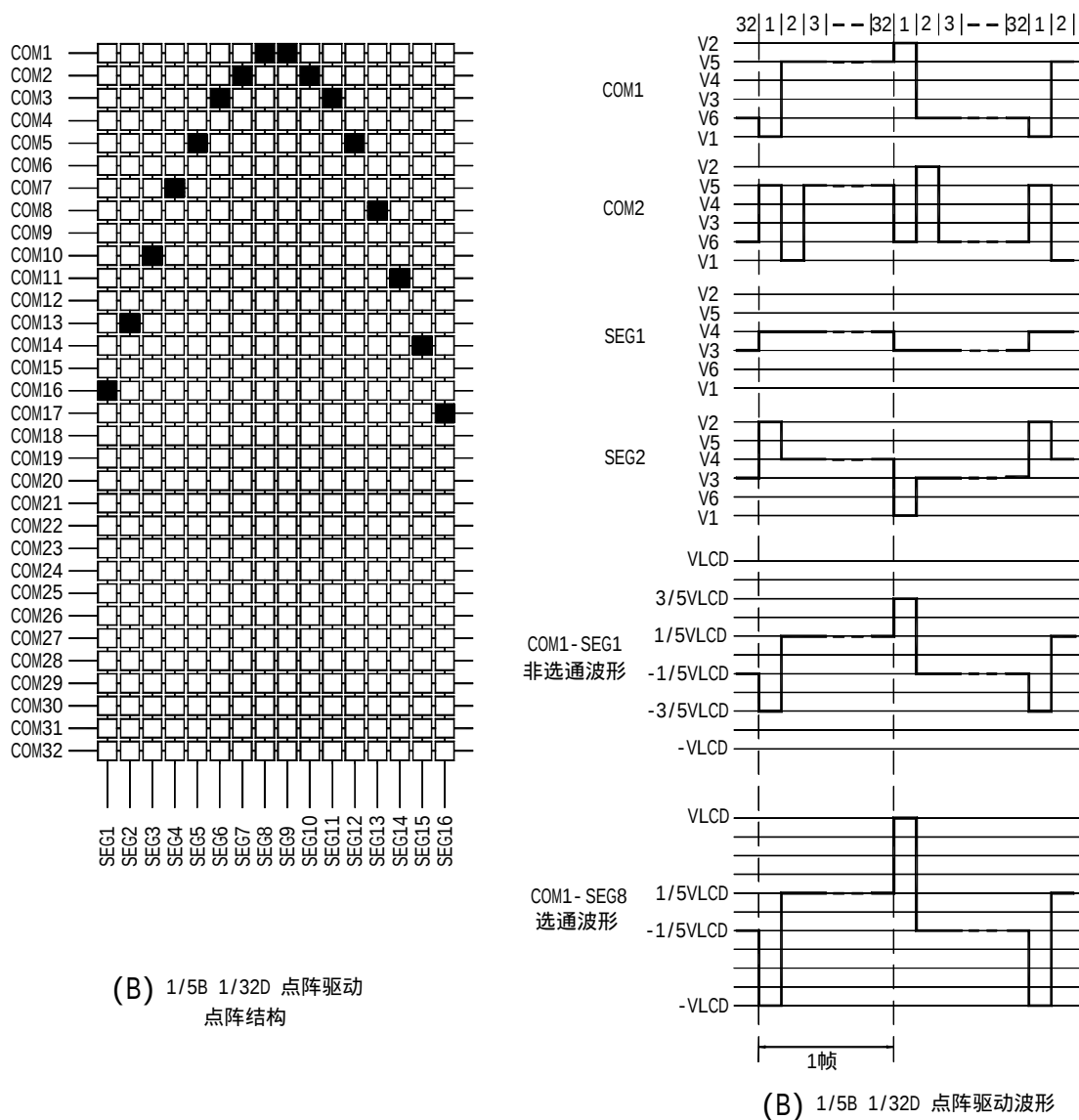
3. 点阵驱动方式

点阵驱动是行列式动态扫描驱动方式。多用于点阵式结构的液晶显示器件，它比多路寻址驱动扫描线数多，因而交叉效应更为严重，解决的方法还是在电路路上采用了偏压法，即平均电压法。与此同时，在液晶材料与工艺上作出了努力，采用了 STN 模式。这样点阵驱动的对比度与驱动路数大大提高。为了扩展液晶显示器件的应用范围，尤其在超大屏幕与超高清晰度液晶彩色电视的应用上，人们采用了各种各样的材料与工艺方法，来解决液晶显示器件的高端应用的难题。如驱动路数上不去，视角小对比度低，响应速度慢等，现在已有了长足的发展。其中有源矩阵方式，微彩膜的工艺技术，把驱动单元与彩色滤光膜直接做到 ITO 透明玻璃电极上。目前市面上大到 52 英寸，像素达 1970×1080 的高清晰度液晶电视 已全新了人们的视觉感受。

- 图 10: TN-LCD : 1/4BIAS 1/8DUTY 点阵驱动方式
驱动电极结构 (A) 与 驱动波形 (B)



● 图 11: TN-LCD : 1/5BIAS 1/32DUTY 点阵驱动方式
驱动电极结构 (A) 与 驱动波形 (B)



五. 常用液晶显示器件的主要技术参数

常用 TN-LCD 液晶显示器件的主要技术参数，如表 1 所示：

主要特性参数的含义：

1. 对比度 Cr

液晶显示器件对比度是显示状态与非显示状态相对透光率的比值。它标示了显示的清晰程度，一般情况当 $Cr=2$ 时，显示勉强可辨， $Cr \geq 5$ 时，显示已很清晰。

TN-LCD: DUTY 1 ~ 1/8 时， $Cr > 5$ ； DUTY 1/8 ~ 1/16 (包含 1/8) 时， $Cr > 3$

STN-LCD: 蓝、灰模式时， $Cr > 3$ ； 黄、绿、黄绿模式时， $Cr > 5$

2. 阈值电压 V_{th}

如图 14 (B) 扭曲效应电光转移特性曲线所示：当显示驱动电压施加至显示段起，光透过率达 10% (黑底白字，负显示型) 时所对应的电压值。

常温下 TN 最低达到 0.7V, STN 最低达到 0.8V。宽温时最低的阈值电压会相应提高。

3. 饱和电压 V_{st}

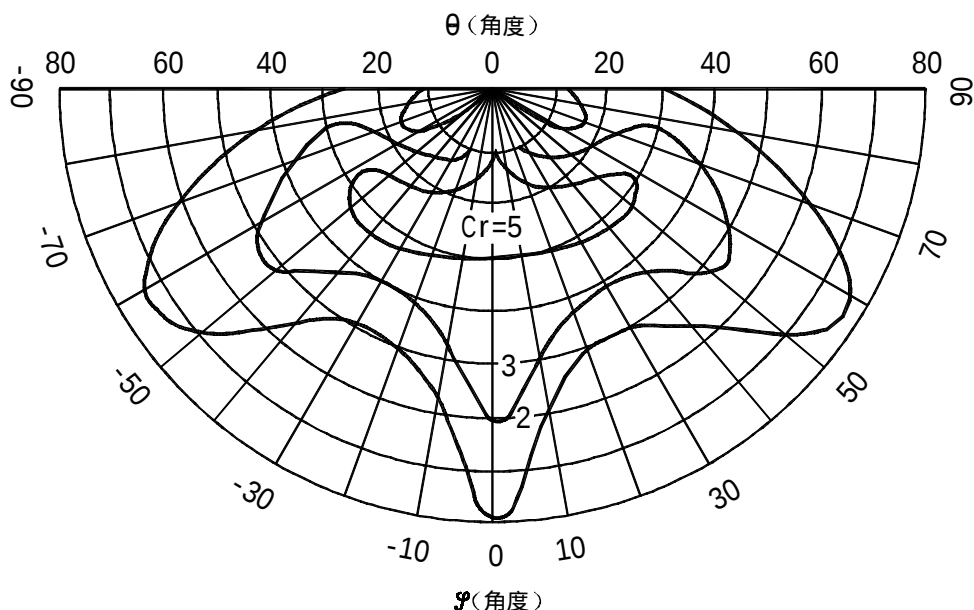
如图 14 (B) 扭曲效应电光转移特性曲线所示: 当显示驱动电压施加至光透过率达 90% (黑底白字, 负显示型) 时所对应的电压值。

阈值电压 V_{th} 和饱和电压 V_{ts} 的大小, 与液晶材料配方, 温度高低等有关。

4. 视角 θ

在一定的驱动电压下, 不同的观察角度其显示对比度不一样, 这种对比度随观察角度变化的特性称为视角特性。视角特性可参看图 12 所示的对比度与视角关系: 图中 θ 是观察倾角, Φ 角方位角, 极坐标中的曲线是等对比度曲线。一般取定一个对比度的最小可接受值, 来衡量对比度大于这个值的视角范围, 这个范围称为视角锥。例如: 当 $Cr=3$ 时的视角锥, 其上视角为 10° , 下视角为 40° , 左右视角为 30° 。

● 图 12: 对比度与视角的关系

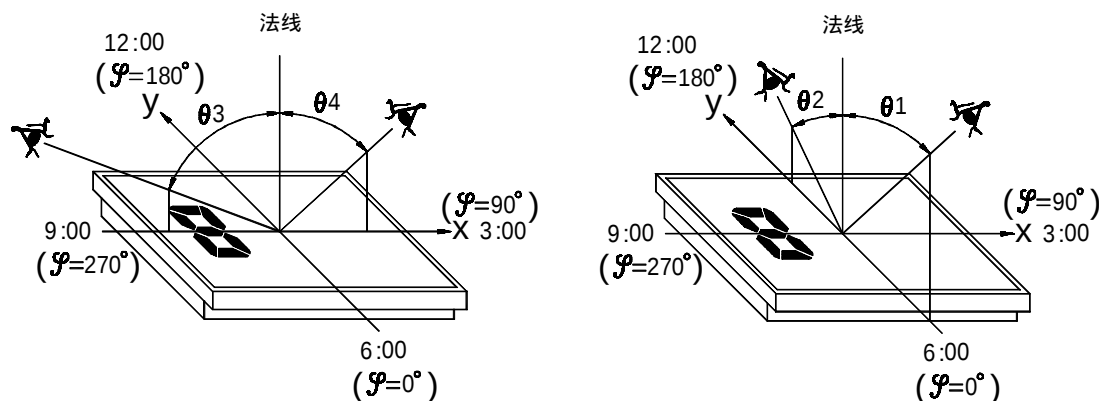


TN-LCD: DUTY 1 ~ 1/8 时, $> 30^\circ$; DUTY 1/8 ~ 1/16 时, $> 25^\circ$

STN-LCD: DUTY $> 1/64$ 时, $> 50^\circ$; DUTY $> 1/64$ 时, $> 30^\circ$ 。

在产品中, 为了方便使用, 记忆一般将方位角按时钟的表盘区域划分为 12: 00, 3: 00 6: 00, 9: 00 4 个区域, 并以此命名。如下图 13 所示:

● 图 13: 液晶显示器件视角定义-示意图



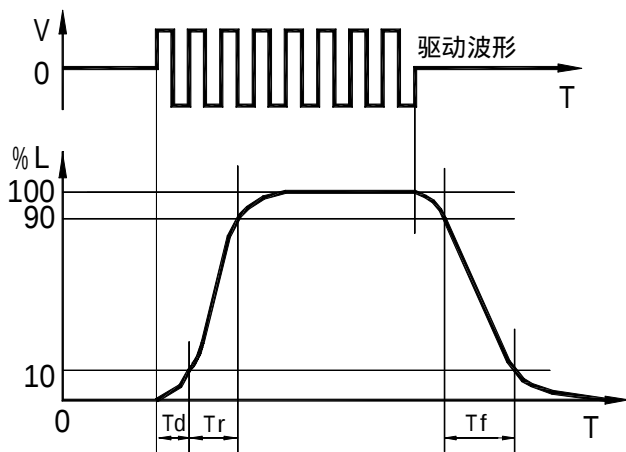
4. 响应时间

液晶显示器在显示变化的图象时,人眼对图像变化的反应时间为 20 毫秒左右。故显示图象的变化对外加信号电压变化的响应不应低于这个速度。描述液晶显示器动态特性的响应时间,通常用三个参数来表征:延迟时间 T_d , 上升时间 T_r 和下降时间 T_f , 参见图 14 其中 T_d 为加上电压到相对透光率达到 10% 时所需用的时间, T_r 定义为相对透光率由 10% 上升至 90% 所需的时间, T_f 定义为相对透光率从 90% 下降到 10% 所需的时间。在室温时,一般 TN 型液晶显示器的 T_d 为几毫秒, T_r 在 10~100 毫秒之间, T_f 在 20~200 毫秒之间。

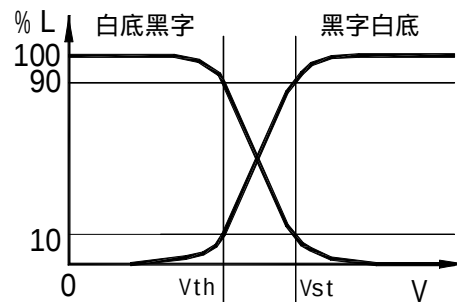
对 TN 型液晶显示器来说,决定响应时间的因素主要是液晶的粘度、盒厚、液晶的弹性常数 and 介电常数等。降低液晶的粘度和液晶盒厚能显著提高响应速度。

● 图 14: 典型的液晶显示器件电光曲线

图 14 (A): 扭曲效应电光响应特性曲线



(A) 扭曲效应电光响应特性曲线



(B) 扭曲效应电光转移特性曲线

TN-LCD: 上升时间 <250 ms 下降时间 <300 ms
STN-LCD: 上升时间 <400 ms 下降时间 <400 ms

5. 功耗

功耗是液晶显示器工作时所消耗的能量。

液晶显示器的功耗在微瓦/厘米²量级。功耗低是液晶显示器最大的优点之一。液晶显示器的总功耗取决于显示面积,驱动电压及频率,液晶的电阻率,介电常数和盒厚等。其中最容易受外界影响的是液晶正电阻率。纯净液晶的电阻率很高,在 10^8 欧姆·米以上。但如果显示器在制造过程中受到污染,或者使用在强紫外线,高温,直流电压环境下,液晶电阻率都会显著降低,从而使功耗增加,缩短显示器的使用寿命,这是要特别注意加以避免的。

6. 温度特性

液晶材料是温度敏感型材料,只在一定的温度范围内才呈现液晶态。即使在液晶态温度范围之内,温度的变化也会影响液晶材料的物理参数,如粘度、介电常数和弹性常数等,而液晶显示器件的显示特性与这些物理参数直接相关。所以,液晶显示器必须在一定的温度范围内才能够正常工作。

工作温度 T_{op} : 液晶显示器件工作在液晶材料处于液晶态的一定温度范围,常温工作的 TN 液晶温度范围在 $-10^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 之间,若高于上限温度值,液晶将转变为纯液态,而失去显示。低于下限温度值,液晶将转变为纯固态,液晶分子排列已不再随电场力变化,失去了显示。这个温度范围被定义为液晶显示器件的工作温度。

储存温度 T_{st} : 液晶显示器件的储存环境也受到温度的限制,因为储存环境温度大于这个范围液晶显示器件,会发生不可逆的损坏。常温工作的 TN 液晶显示器件储存温度

一般在 $-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 之间。

7. 直流电阻 R 与 电容 C

液晶显示器件显示单元可等效为一个电阻和电容的并联。一般 $R = (10 \sim 100) \text{ M}\Omega/\text{cm}^2$,
 $C = (300 \sim 3000) \text{ PF}/\text{cm}^2$ 。

$$R = \rho \cdot d/S, \quad C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_{LC} \cdot S/d$$

其中 ρ 为电阻率 (一般液晶的电阻率大于 $1 \times 10^{10} \Omega\text{-cm}$),

ε_0 为真空介电常数,

ε_{LC} 为液晶材料的介电常数,

d 为液晶盒厚,

S 为显示面积。

● 表 1: TN-LCD 主要技术参数

参数类型	符号	参数名称	单位	最小值	典型值	最大值	测试条件
电气参数	Vop	工作电压	V	1.5	3	9	32Hz
	Iop	工作电流	$\mu\text{A}/\text{cm}^2$	1	2	5	32Hz
	f	工作频率	Hz	25	32	128	
	Vdc	驱动电压直流分量	mV		≤ 50	≤ 100	
	R	直流电阻	$\text{M}\Omega/\text{cm}^2$	10		100	
	C	电 容	PF	300		3000	
电光参数	Vth	阈值电压	V	0.9	1.1	1.3	20°C
	Vst	饱和电压	V	2.3		2.8	20°C
	Tr	上升时间	mS		50	100	20°C
	Tf	下降时间	Ms		100	200	20°C
	Cr	对比度			20:1		法线
	θ	视 角	DEG		$\pm 45^{\circ}$		
环境参数	Top	工作温度	$^{\circ}\text{C}$	-10		+55	<70%RH
	Tst	储存温度	$^{\circ}\text{C}$	-20		+60	<70%RH
	H	相对湿度				85%	<50 $^{\circ}\text{C}$

注: 因为目前 TN-LCD 品种很多, 未能一一列出, 上表只是某一个型号的静态驱动显示器测试参数, 仅供参考。

六. 液晶显示模块

将液晶显示器件，液晶显示控制驱动电路，背光源等组装在一起，成为一种通用的功能组件，称为液晶显示模块。也可以将专用功能大规模集成电路直接与液晶显示模块，装配在一起做成功能更强的显示模块，这样极有利于使用和开发应用。

目前我公司液晶显示模块类型有：

字段式液晶显示模块

字符点阵式液晶显示模块

图形点阵式液晶显示模块

专用功能液晶显示模块

七. 液晶显示器件的连接方式

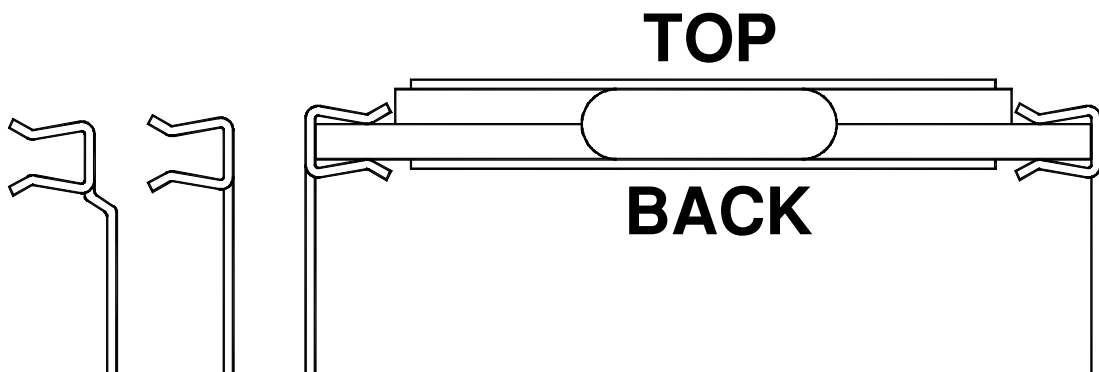
常用的液晶显示器件引出线的连接方式有 3 种即：

插针式：如图 15 所示是插针与插针装配图，将插针卡装在显示屏的引线上，用紫外固化胶固定，使用中避免温度过高焊接时间过长。

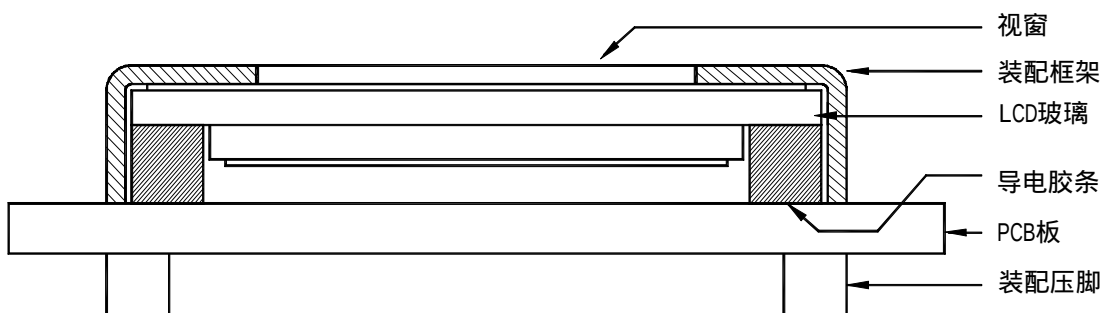
导电橡胶条：如图 16，所示导电胶条装配图。导电胶条俗称斑马条，使用中须避免油脂，手汗，尘屑的污染，不能切割，避免使用在油气的场所。

柔性导电带：将平行带状导电胶线，粘合在聚酯薄膜上，做成柔性导电胶带，为超薄型液晶显示模块的应用提供了方便。它是通过热压方法进行装配的。

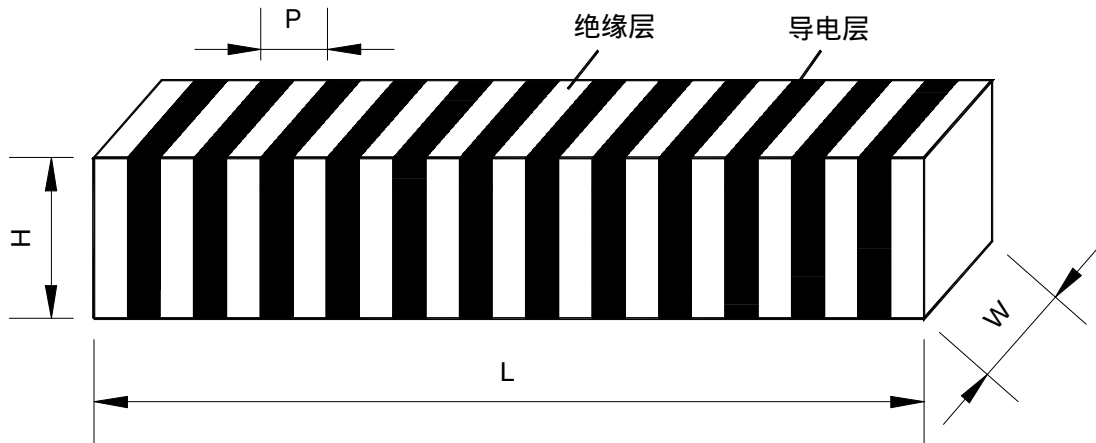
● 图 15: 插针与插针装配图



● 图 16: 导电胶条装配图



● 图 17: 导电胶条 (斑马条) 示意图



● 图 18: 绝缘夹层导电胶条示意图

