





第7章 视频显示器及接口



本章学习目标

- 了解显示器的种类及发展。
- 了解液晶的物理特性、电光效应的显示原理。
- 熟悉液晶显示器（**LCD**）的基本结构、工作原理及优缺点。
- 熟悉有机发光显示器（**OLED**）的工作原理。
- 了解**OLED**的技术特点及面临的挑战。
- 了解立体视觉的感知机理。
- 了解**3D**显示技术的发展及种类。
- 掌握**DVI**、**HDMI**接口的性能特点。



第7章 视频显示器及接口

- 7.1 显示技术概述
- 7.2 液晶显示器
- 7.3 有机发光显示器
- 7.4 三维立体显示
- 7.5 数字视频接口



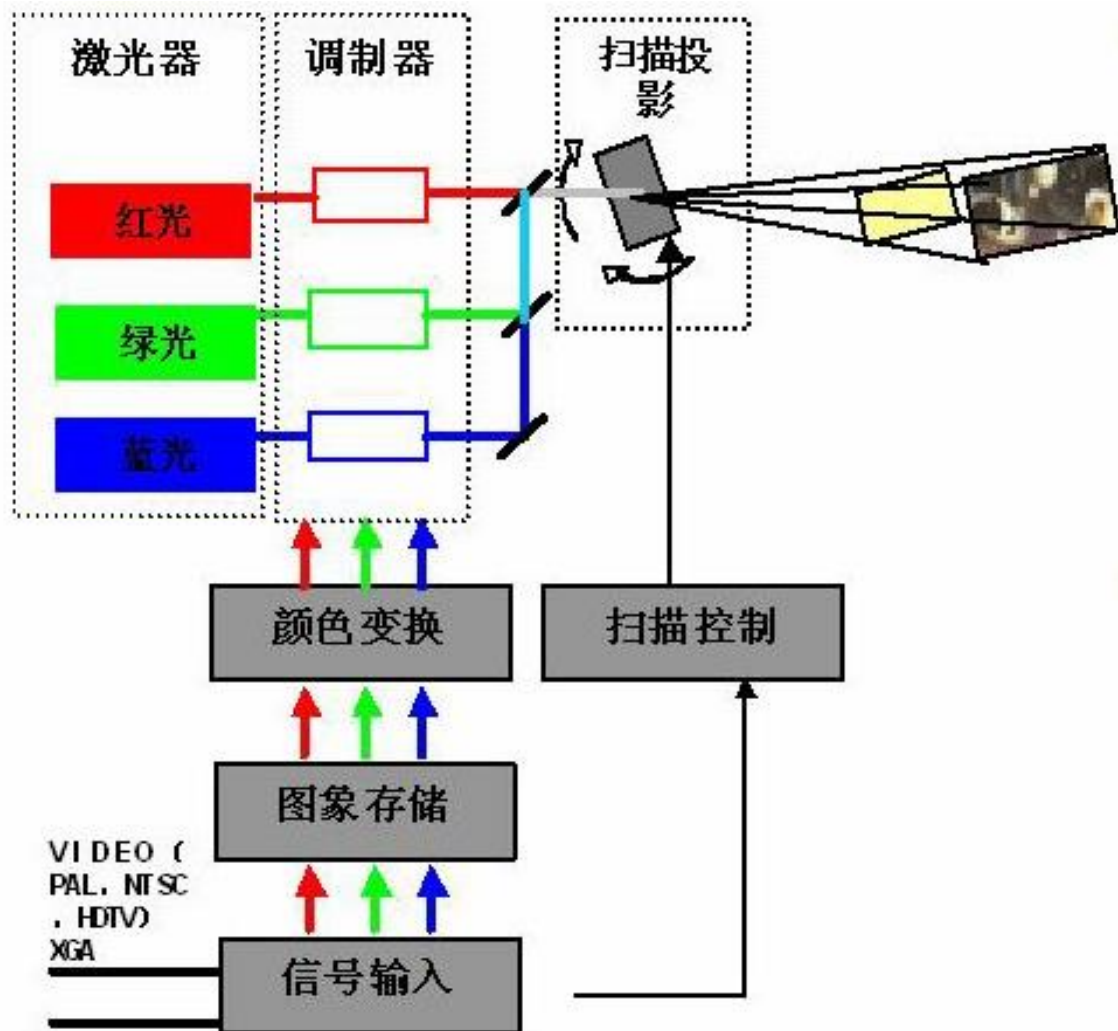
7.1 显示技术概述

7.1.1 显示器的分类

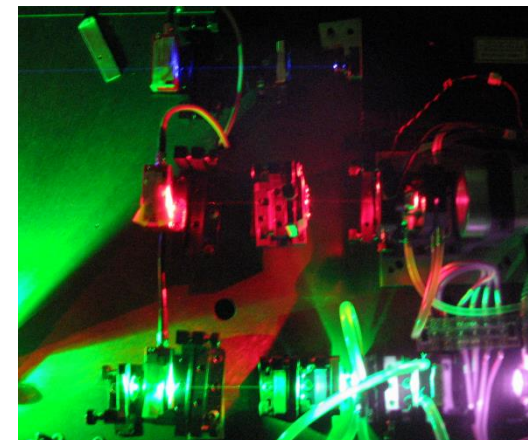
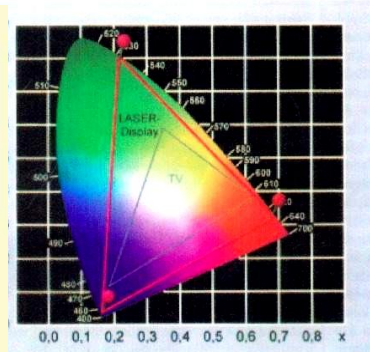
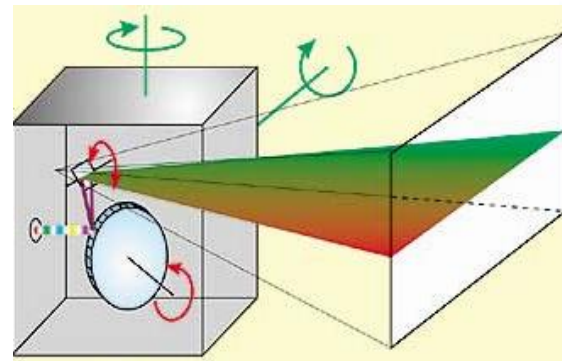
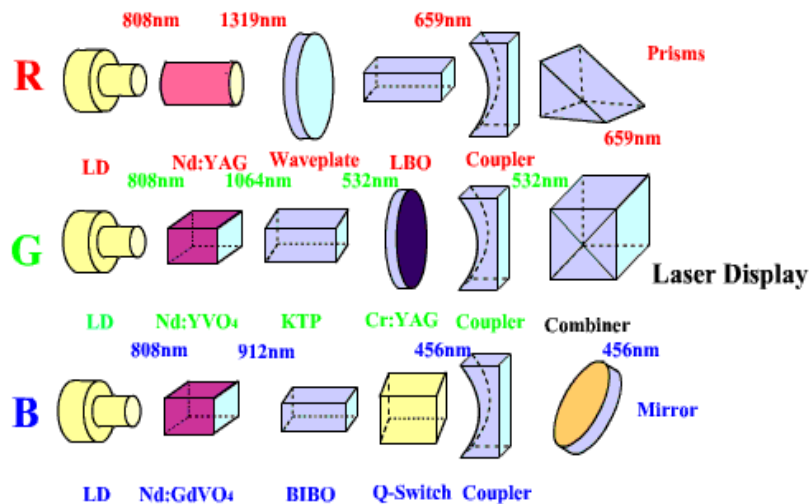
- 投影显示器
 - 背投影显示
 - 前投影显示
- 空间成像型显示器
 - 头盔显示 (HMD)
 - 全息显示
- 直视型显示器
 - 主动发光型显示器: CRT、PDP、ELD、OLED、FED、SED
 - 被动发光型显示器: LCD、ECD、EPID

7.1 显示技术概述

■ 激光投影显示



7.1 显示技术概述



7.1 显示技术概述

■ 激光显示



7.1 显示技术概述

■ 激光显示



7.1 显示技术概述



7.1 显示技术概述



Oculus Rift 是一个头盔显示器，他有两个目镜，每个目镜的分辨率640x800，最大分辨率是1280x800。Oculus Rift 可以带我们进入一个逼真的游戏世界。

7.1 显示技术概述

- 全息显示



7.1 显示技术概述

- 全息显示



7.1 显示技术概述

- 全息显示





7.1 显示技术概述

7.1.2 直视型显示器的发展

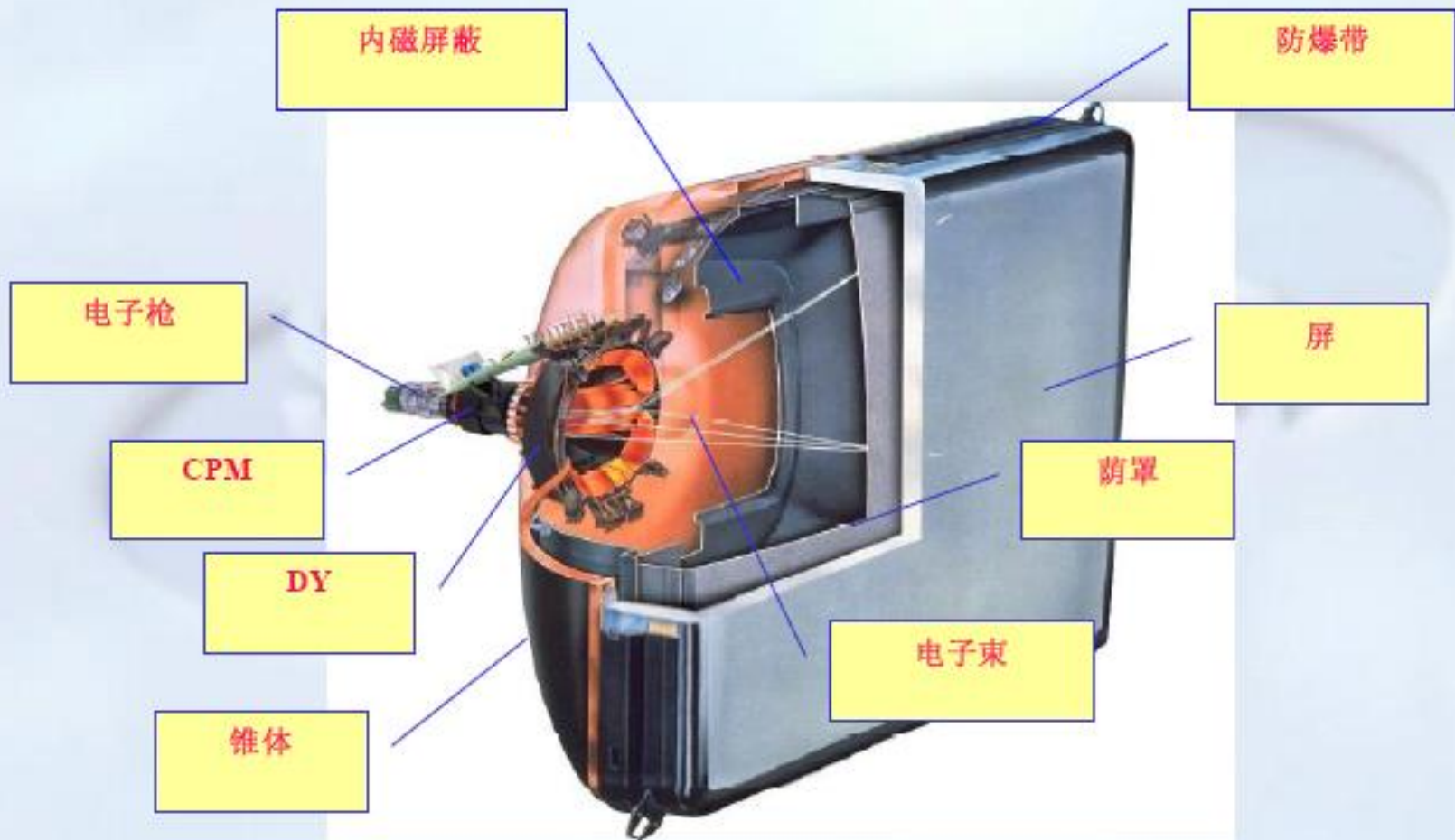
- 第一代显示器
 - 阴极射线管 (CRT)
- 第二代显示器
 - 液晶显示器 (LCD)
 - 等离子显示器 (PDP)
- 第三代显示器
 - 有机发光二极管 (OLED)

7.1 显示技术概述

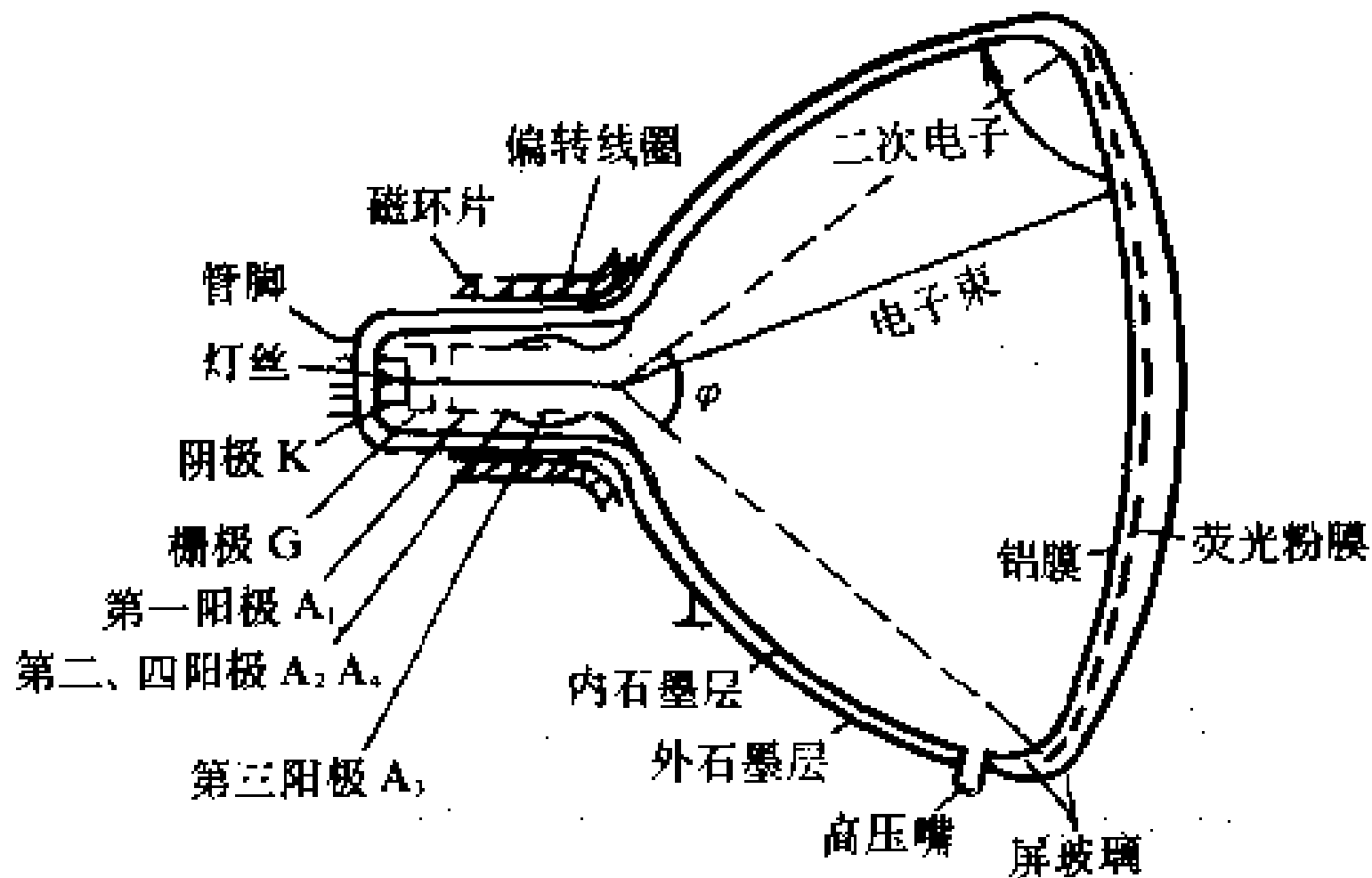


7.1 显示技术概述

1. CRT 内部结构图



7.1 显示技术概述



7.1 显示技术概述



7.1 显示技术概述



7.1 显示技术概述



7.1 显示技术概述



7.1 显示技术概述



7.1 显示技术概述



7.1 显示技术概述





第7章 视频显示器及接口

- 7.1 显示技术概述
- **7.2 液晶显示器**
- 7.3 有机发光显示器
- 7.4 三维立体显示
- 7.5 数字视频接口

7.2 液晶显示器



掌上游戏机



便携式DVD机



PMP



PDA



数字像框



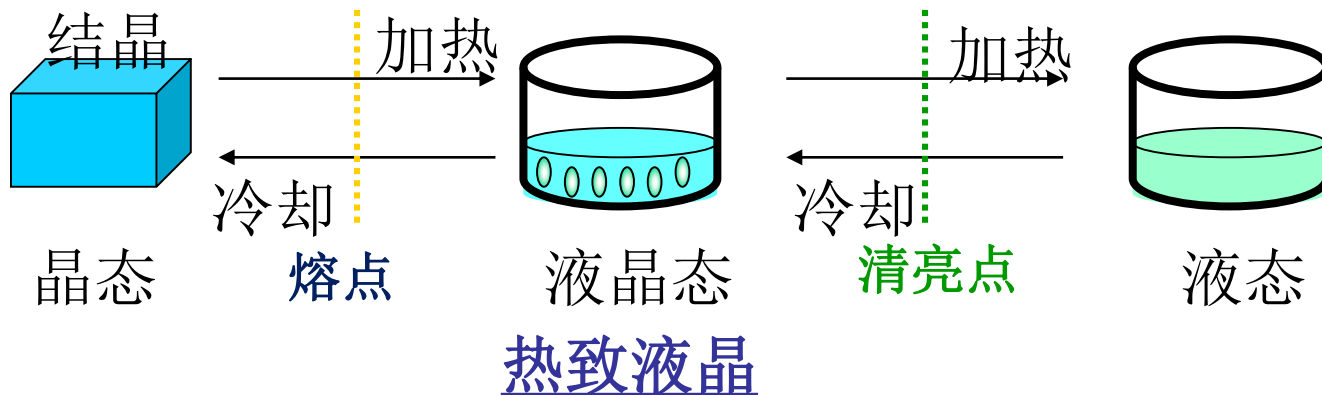
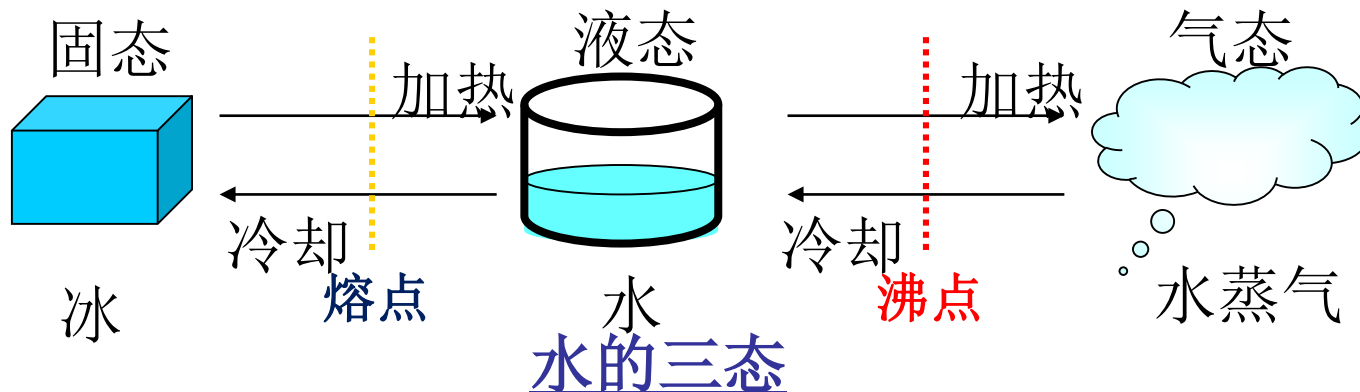
笔记本电脑



手机

7.2 液晶显示器

7.2.1 液晶的物理特性





7.2 液晶显示器

7.2.1 液晶的物理特性

晶态（各向异性） \longleftrightarrow 非晶态（各向同性）

- **晶态：** 原子在空间呈有规则地周期性重复排列
- **非晶态：** 原子无规则排列
- **液晶态：** 一种介于晶态和液态之间的过渡状态。具有液体的流动性，微观上分子位置无序，但结构上排列长程有序。

液晶态是一种不同于固体（晶体），又不同于液体和气体的特殊物质态，亦被称为物质的“第四态”。



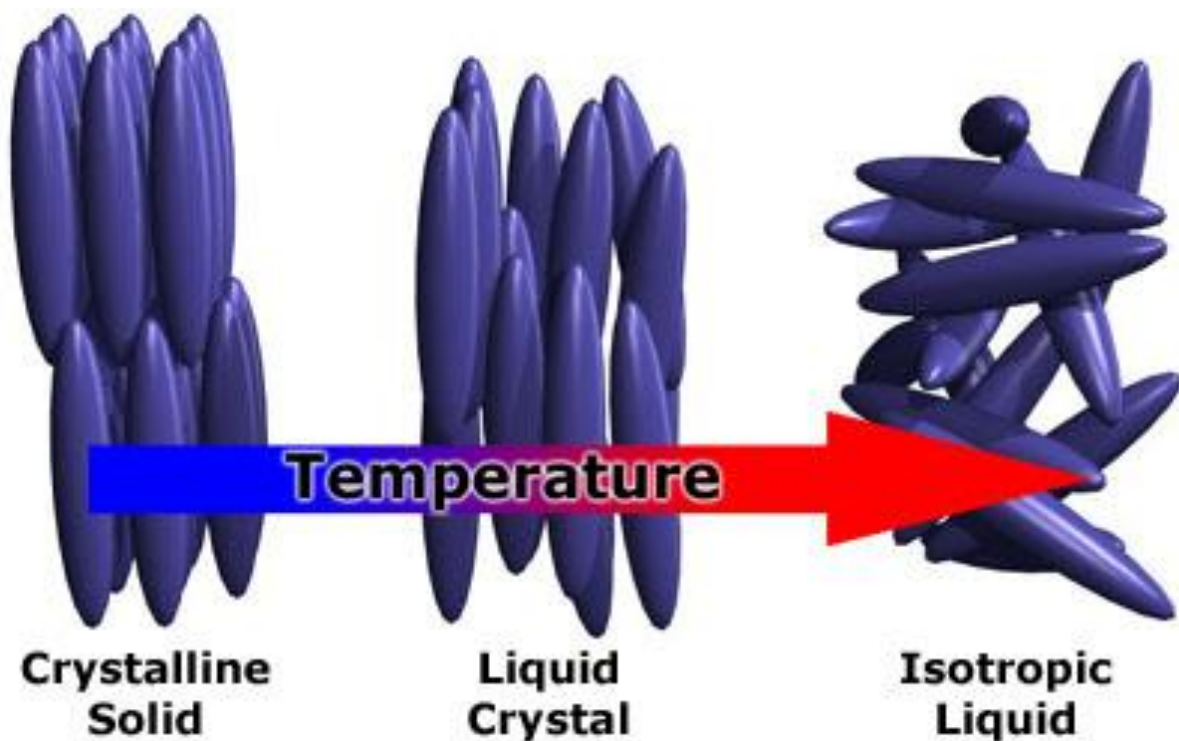
7.2 液晶显示器

7.2.1 液晶的物理特性

- 一般固态晶体具有方向性
 - 欲改变固态晶体方向 => 须旋转整个晶体
- 液态晶体 (Liquid Crystal)
 - 具有方向性又具有可流动性
 - 欲改变液态晶体方向 => 可经由电场或磁场来控制
- 液晶分为两大类：
 - 溶致液晶：要溶解在水或有机溶剂中才显示出液晶态
 - 热致液晶：要在一定的温度范围内才呈现出液晶态
- 作为显示技术应用的液晶都是热致液晶

7.2 液晶显示器

7.2.1 液晶的物理特性



晶体 $\xleftarrow{T_1}$ 液晶 $\xleftarrow{T_2}$ 各向同性液体



7.2 液晶显示器

7.2.1 液晶的物理特性

- 液晶分子大多由棒状或碟状分子形成，所以与分子长轴平行或垂直方向的物理特性会有所差异，这就是液晶分子结构的各向异性。
- 由于液晶分子结构的各向异性，所以液晶分子在介电系数和光电系数等物理特性上都具有各向异性。

7.2 液晶显示器

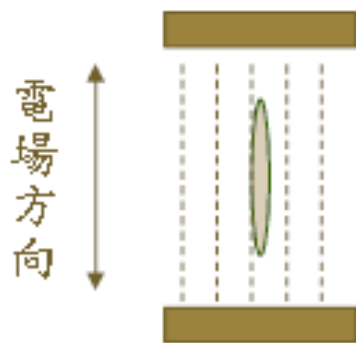
■ 介电系数 ϵ :

介电系数可以分为与指向矢平行的分量 $\epsilon_{//}$ 和与指向矢垂直的分量 ϵ_{\perp} 。

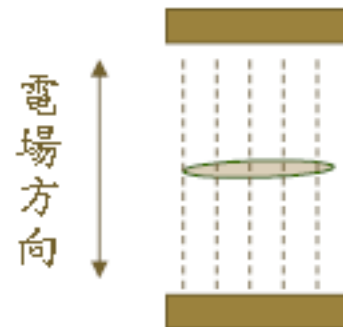
当 $\epsilon_{//} > \epsilon_{\perp}$ 时称为介电系数各向异性为正型的液晶（**P型液晶**）。

当 $\epsilon_{//} < \epsilon_{\perp}$ 时称为介电系数各向异性为负型的液晶（**N型液晶**）。

P型液晶



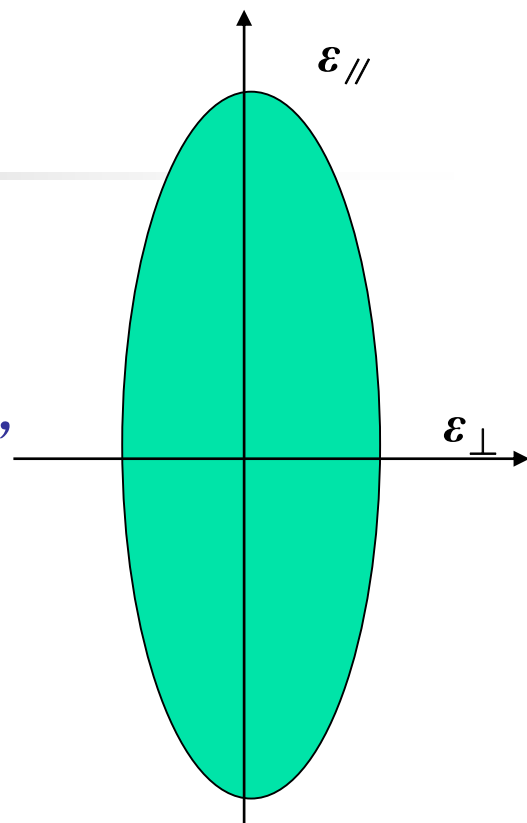
N型液晶



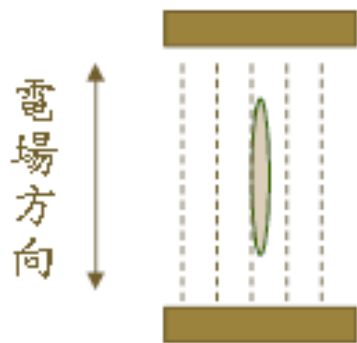
7.2 液晶显示器

7.2.1 液晶的物理特性

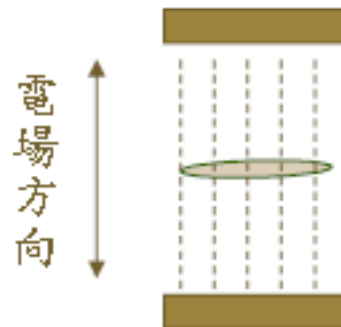
- ❖ 在外电场作用下，分子的排列极易发生变化，
P型液晶分子长轴方向平行于外电场方向，
N型液晶分子长轴方向垂直于外电场方向。
- ❖ 目前液晶显示器主要应用**P型液晶**。



P型液晶



N型液晶





7.2 液晶显示器

7.2.1 液晶的物理特性

由于液晶具有单轴晶体的光学各向异性，所以具有以下**光学特性**：

- 能使入射光沿液晶分子偶极矩的方向偏转；
- 使入射的偏光状态及偏光轴方向发生变化；
- 使入射的左旋及右旋偏振光产生对应的透过或反射。

液晶器件基本就是根据这三种光学特设计制造的。



7.2 液晶显示器

7.2.1 液晶的物理特性

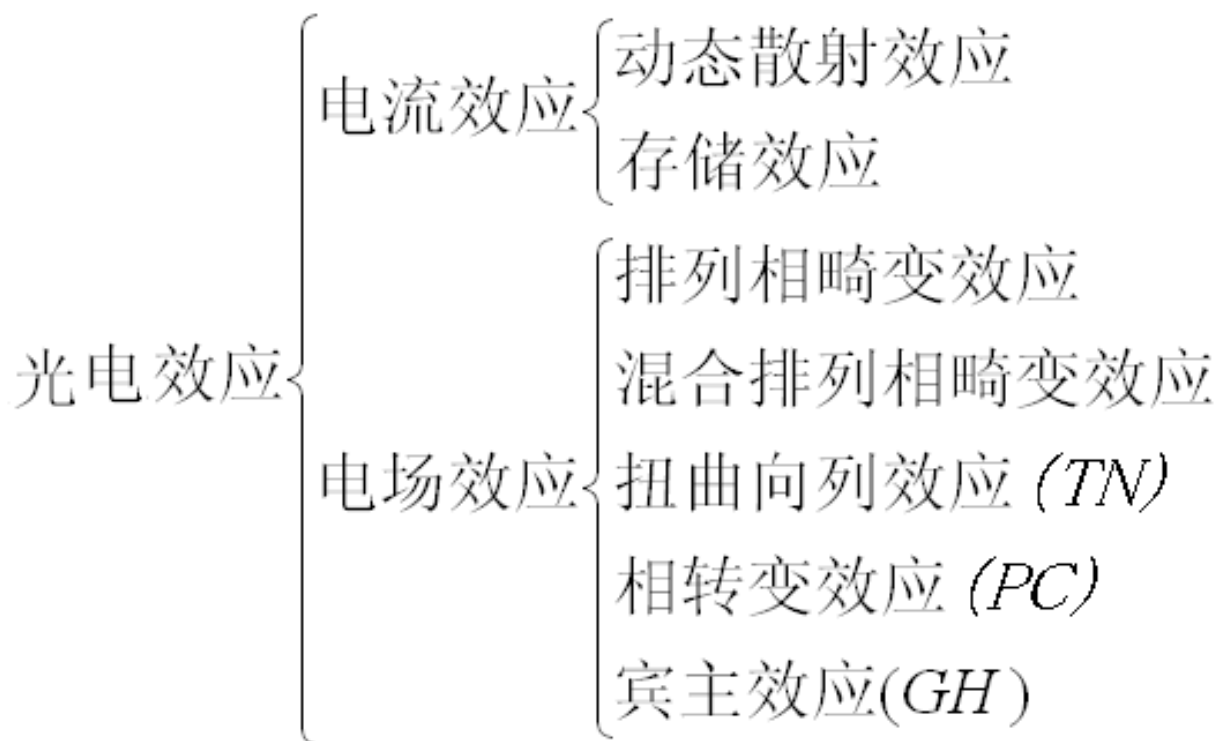
- 液晶材料在施加电场（电流）时，其光学性质会发生变化，这种效应称为**液晶的电光效应**。
- 液晶的电光效应在液晶显示器的设计中被广泛采用。目前发现的电光效应种类很多，产生电光效应的机理也较为复杂，**但就其本质来讲都是液晶分子在电场作用下改变其分子排列或造成分子变形的结果。**



7.2 液晶显示器

7.2.1 液晶的物理特性

■ 液晶的电光效应分类



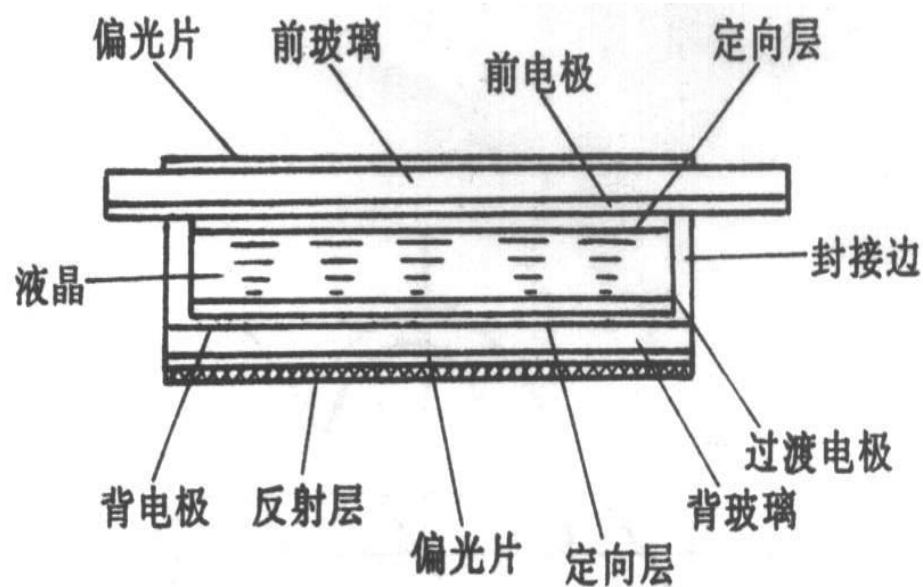
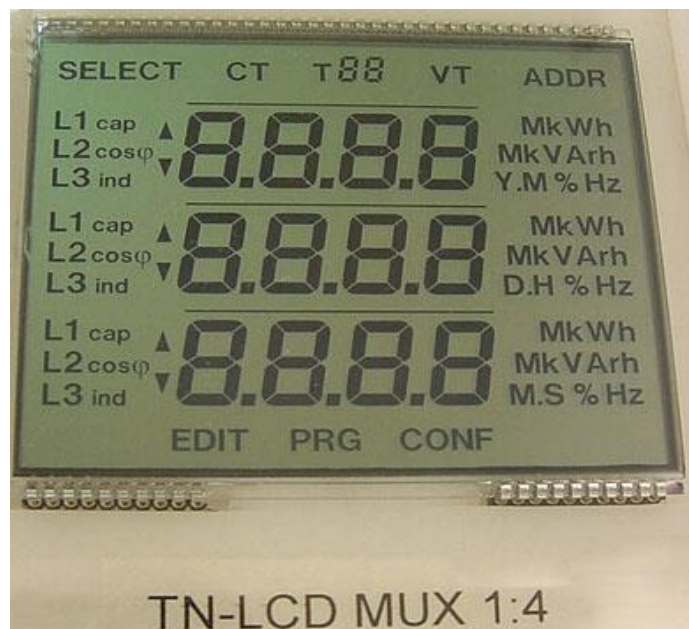


7.2 液晶显示器

7.2.2 液晶显示器的发展

- 动态散射液晶显示器件（DS-LCD），1968~1971年
- 扭曲向列相液晶显示器件（TN-LCD），1971~1984年
- 超扭曲向列相液晶显示器件（STN-LCD），1985~1990年
- 薄膜晶体管液晶显示器件（TFT-LCD），1990年—

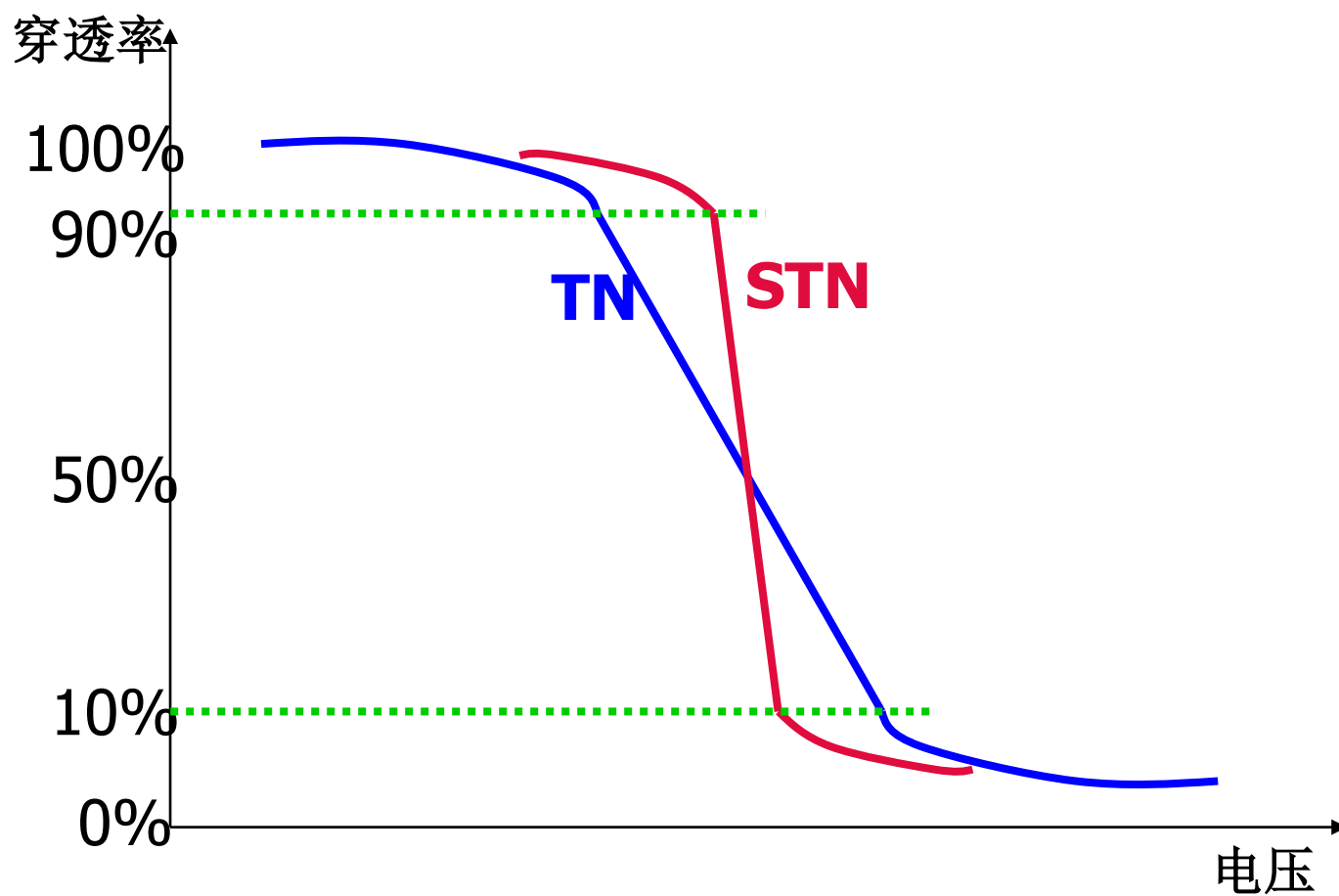
■ 扭曲向列相液晶显示器件（TN-LCD）





■ 超扭曲向列相液晶显示器件（**STN-LCD**）

- **80年代初**，人们经过理论分析和实验发现，只要将分子的扭曲角增加到 **$180^{\circ} \sim 270^{\circ}$** 时，就可大大提高电光特性的响应速度。
- 随着扭曲角的增大，曲线的斜率增加，当扭角达到 **270°** 时，斜率达到无究大。
- 曲线斜率的提高可以允许多路驱动，且可获得敏锐的锐度和宽的视角。
- 第三代液晶显示器件。顾名思义，“超扭曲”即扭曲角大于 **90°** 。



TN-LCD与STN-LCD的电压与穿透率的关系曲线

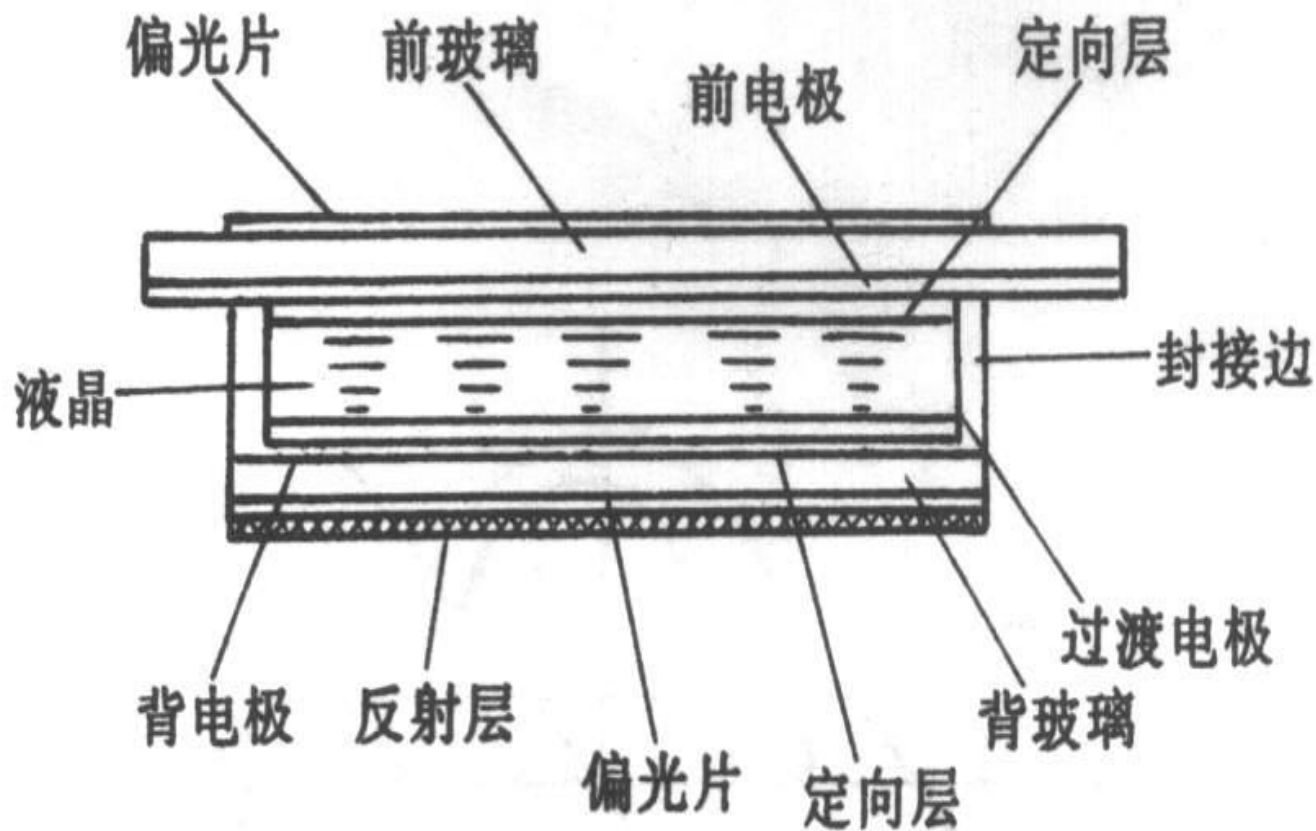


■ STN与TN显示原理差别

- 产品结构上基本相同，只不过盒中液晶分子排列不是沿面90度扭曲排列，而是180度--360度扭曲排列。
- STN的另一个不同是上下偏振片的偏振方向不同。
- 单纯的TN液晶显示器本身只有明暗两种情形（或称黑白），并没有办法做到色彩的变化。而STN液晶显示器牵涉液晶材料的关系，以及光线的干涉现象，因此显示的色调都以淡绿色与橘色为主。但如果在传统单色STN液晶显示器加上一彩色滤光片（color filter），并将单色显示矩阵之任一像素（pixel）分成三个子像素（sub-pixel），分别通过彩色滤光片显示红、绿、蓝三原色，再经由三原色比例之调和，也可以显示出全彩模式的色彩。

7.2 液晶显示器

7.2.3 TN-LCD的基本结构

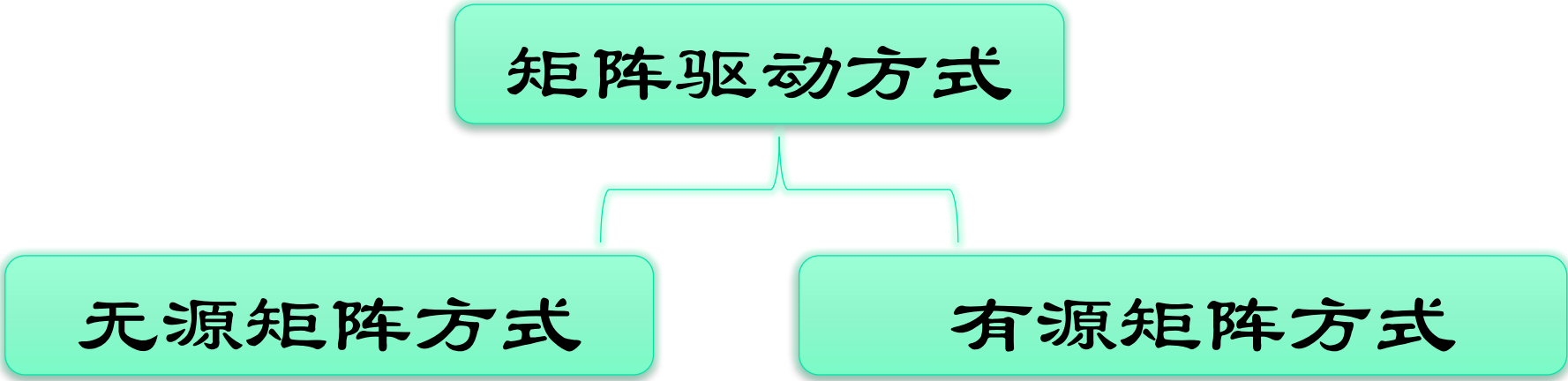




7.2 液晶显示器

7.2.5 LCD的驱动技术

矩阵驱动方式



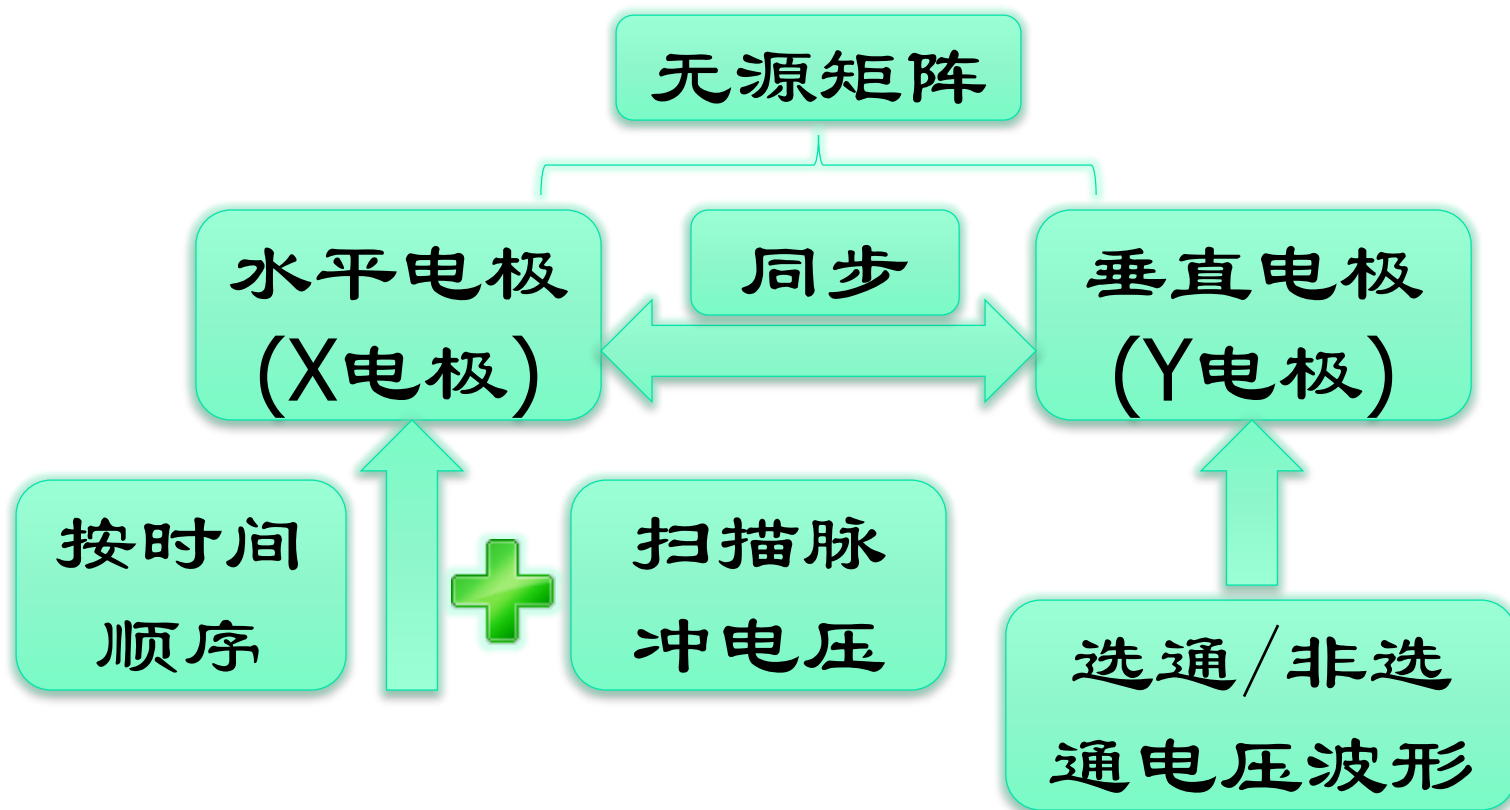
```
graph TD; A[矩阵驱动方式] --> B[无源矩阵方式]; A --> C[有源矩阵方式];
```

无源矩阵方式

有源矩阵方式

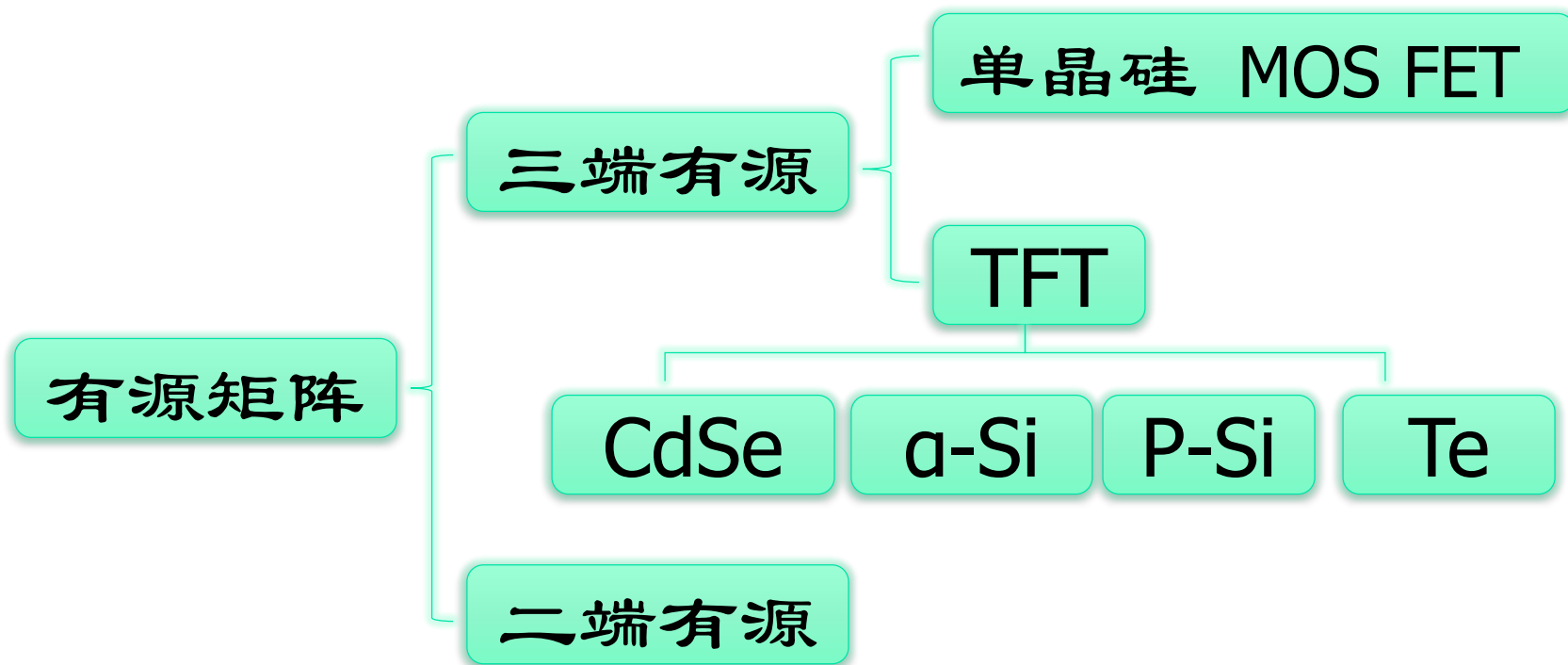
7.2 液晶显示器

7.2.5 LCD的驱动技术



7.2 液晶显示器

7.2.5 LCD的驱动技术

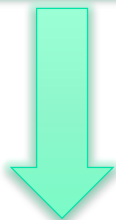




7.2 液晶显示器

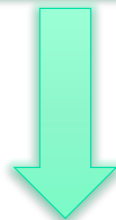
7.2.5 LCD的驱动技术

三端有源



图像质量好
但工艺制作
复杂，投资
额度大

二端有源

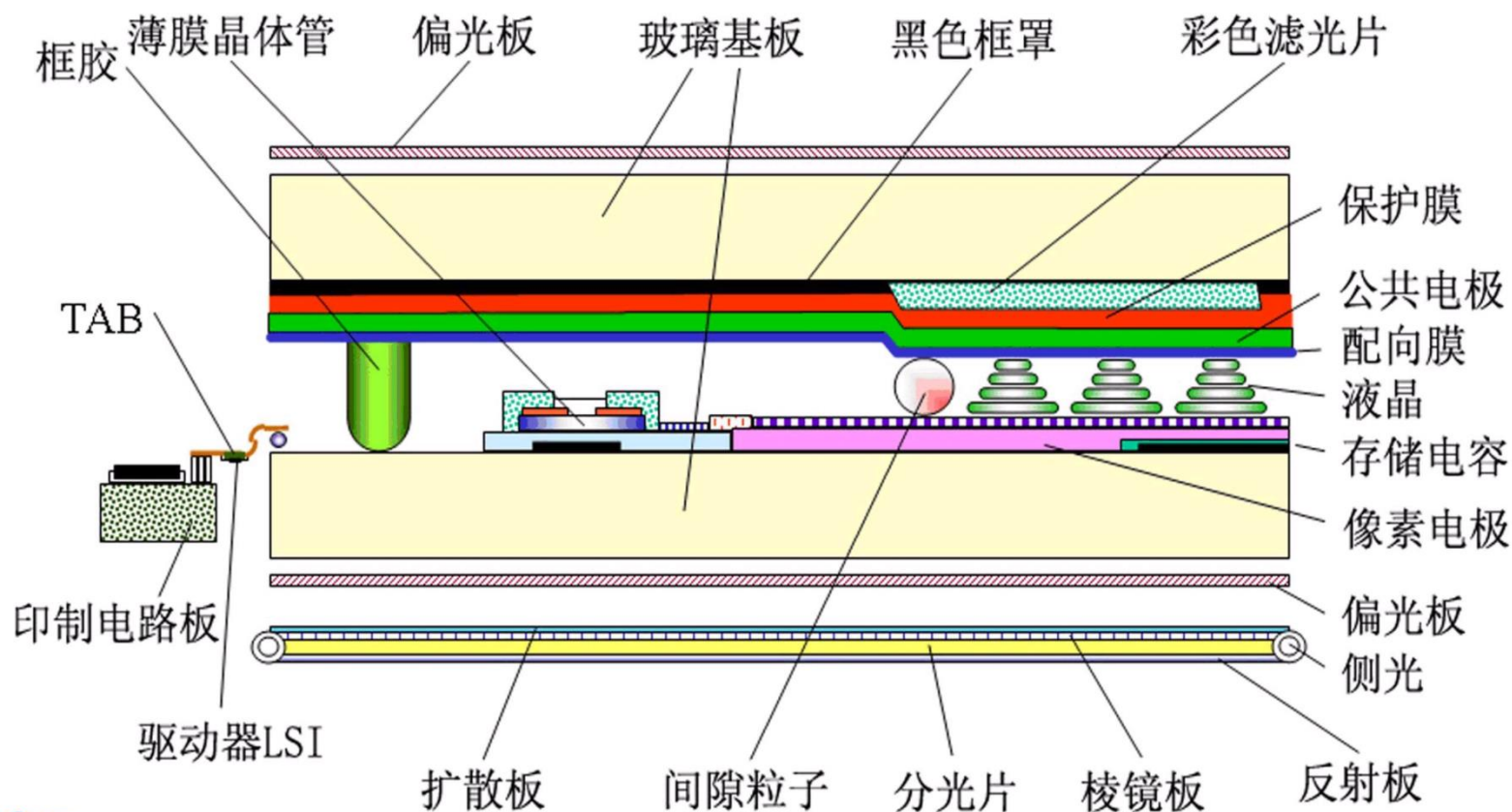


工艺相对简单、
开口率较大，投
资额度小，但图
像质量略差

7.2 液晶显示器

7.2.5 LCD的驱动技术

■ TFT-LCD





7.2 液晶显示器

7.2.6 LCD的优缺点

- **TFT-LCD优点**
 - 低压、微功耗
 - 平板结构
 - 被动显示型
 - 显示信息量大
 - 易于彩色化
 - 长寿命
 - 无辐射、无污染



7.2 液晶显示器

7.2.6 LCD的优缺点

■ TFT-LCD缺点

- 非主动发光，暗场图像层次感较差
- 可视角较小，亮度、色度有方向性
- 响应时间较长，重显快速运动图像时有拖尾现象
- 屏幕边沿容易产生漏光现象，会造成全屏亮度不均匀，影响图像质量



第7章 视频显示器及接口

- 7.1 显示技术概述
- 7.2 液晶显示器
- **7.3 有机发光显示器**
- 7.4 三维立体显示
- 7.5 数字视频接口



7.3 有机发光显示器

7.3.1 OLED概述

- **OLED: Organic Light Emitting Display**, 有机发光显示器
- **OLED: Organic Light Emitting Diode**, 有机发光二极管
- **OLED**是利用有机发光二极管的**电致发光**实现显示的一种**主动发光显示器**。
- 它的发光原理是指有机半导体材料和发光材料在电场驱动下, 通过载流子注入和复合导致发光的现象。通过搭配不同的有机材料, 发出不同颜色的光, 来达成全彩显示器的需求。



7.3 有机发光显示器

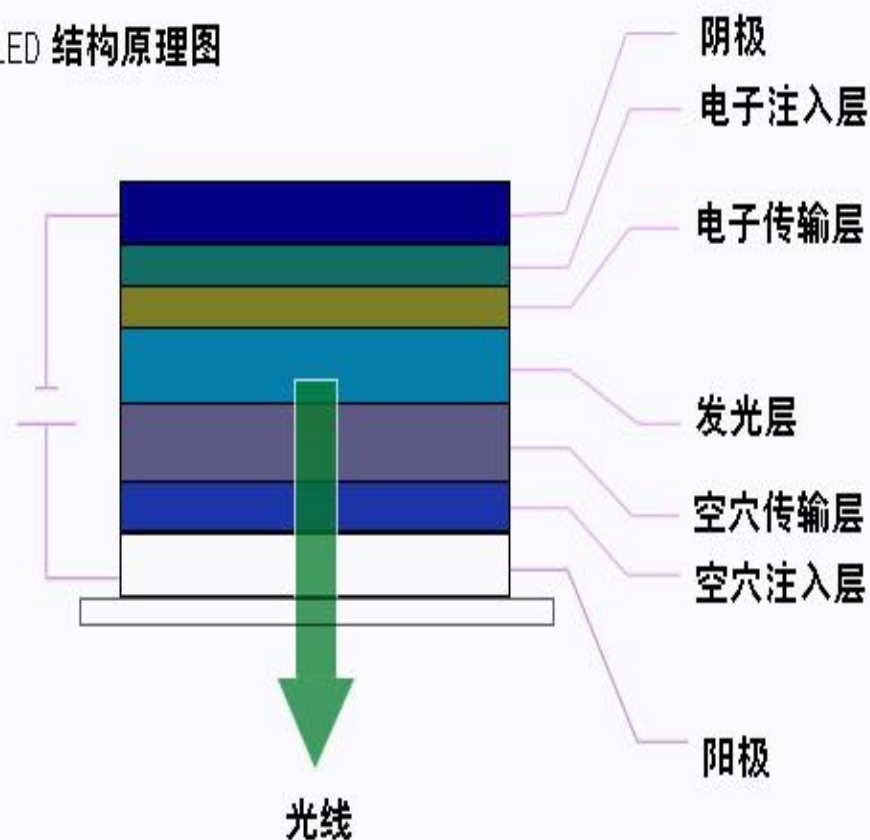
7.3.1 OLED概述

- **OLED: Organic Light Emitting Display**, 有机发光显示器
- **OLED: Organic Light Emitting Diode** , 有机发光二极管
- **OLED**是利用有机发光二极管的**电致发光**实现显示的一种**主动发光显示器**。
- 它的发光原理是指有机半导体材料和发光材料在电场驱动下, 通过载流子注入和复合导致发光的现象。通过搭配不同的有机材料, 发出不同颜色的光, 来达成全彩显示器的需求。

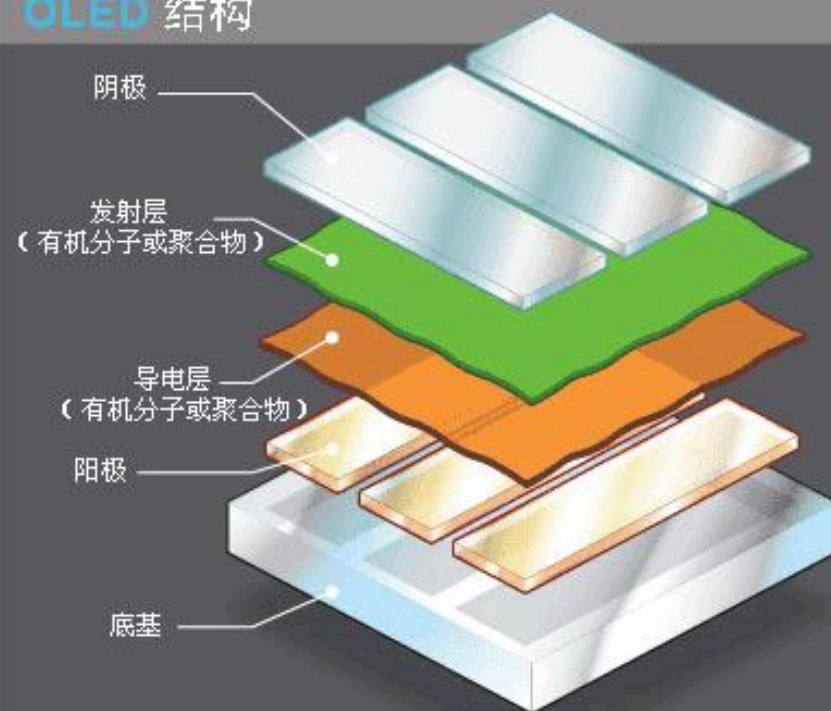
7.3 有机发光显示器

7.3.3 OLED显示原理

OLED 结构原理图



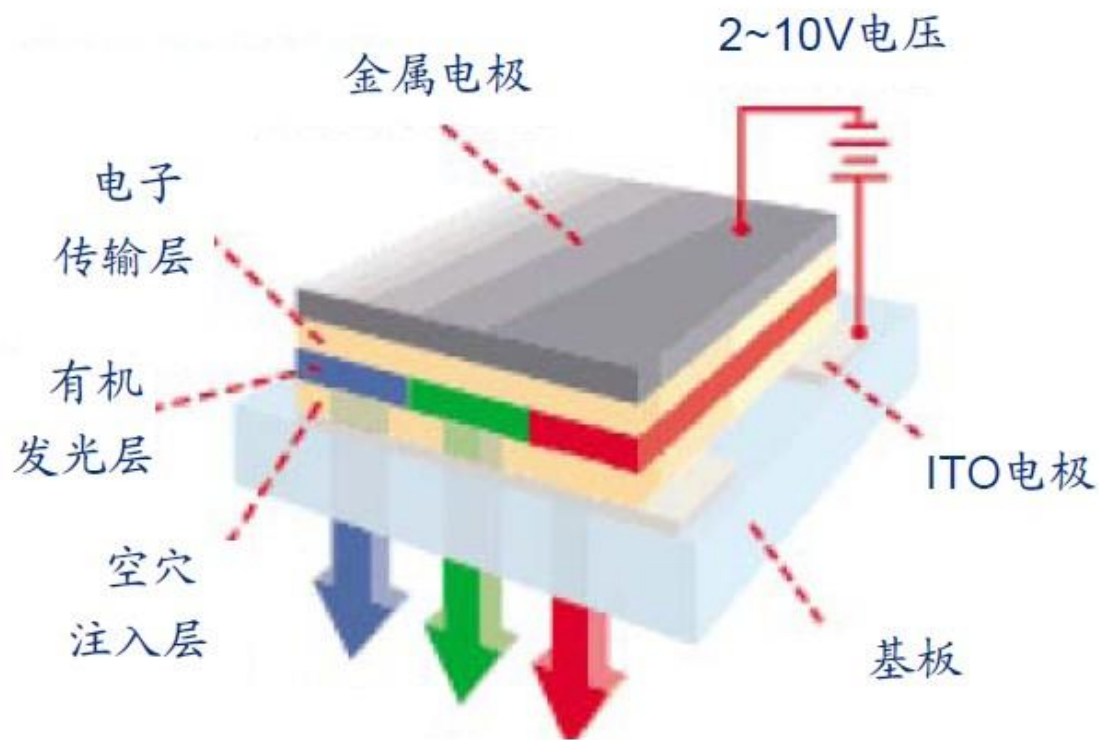
OLED 结构



7.3 有机发光显示器

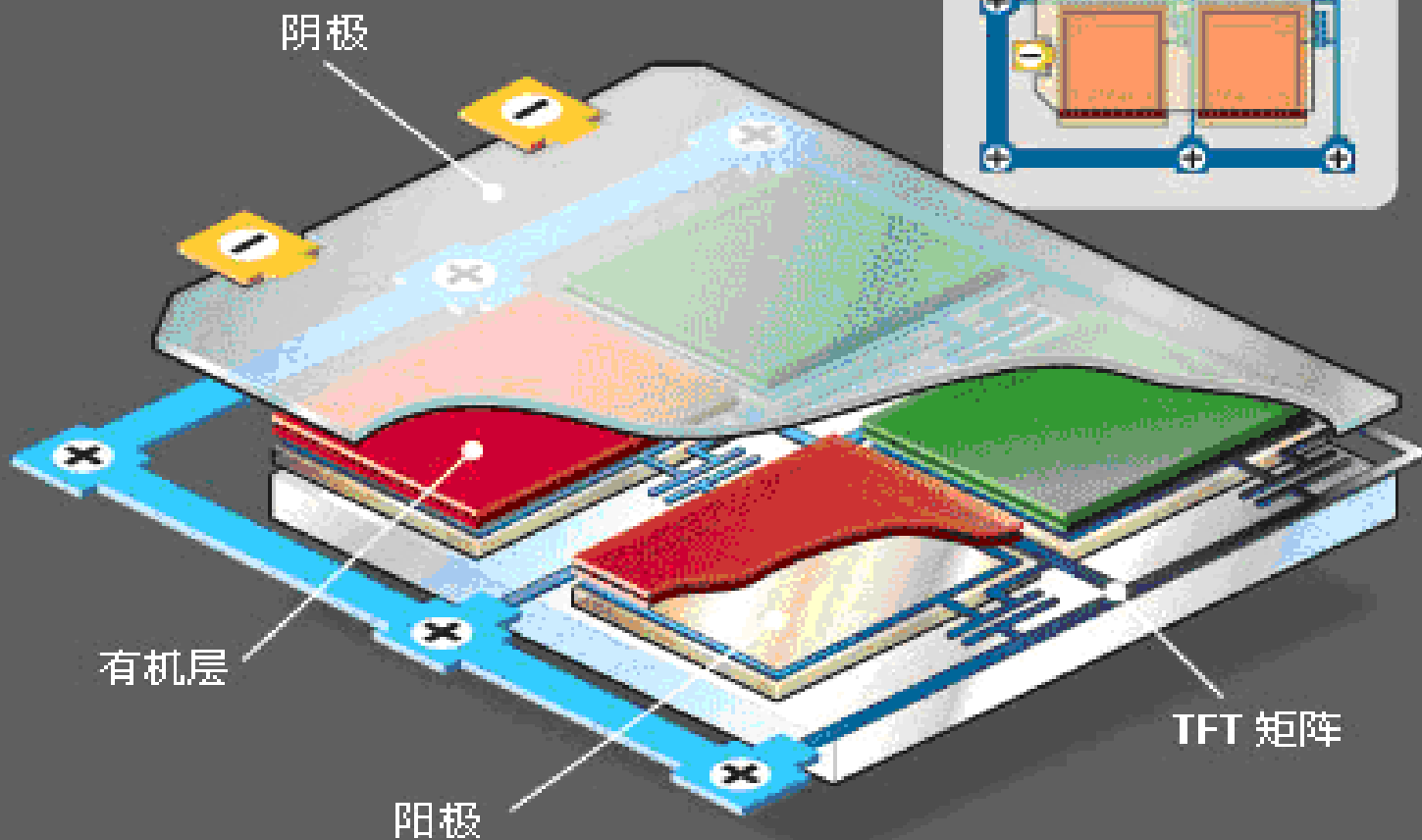
7.3.3 OLED显示原理

➤ OLED原件结构图



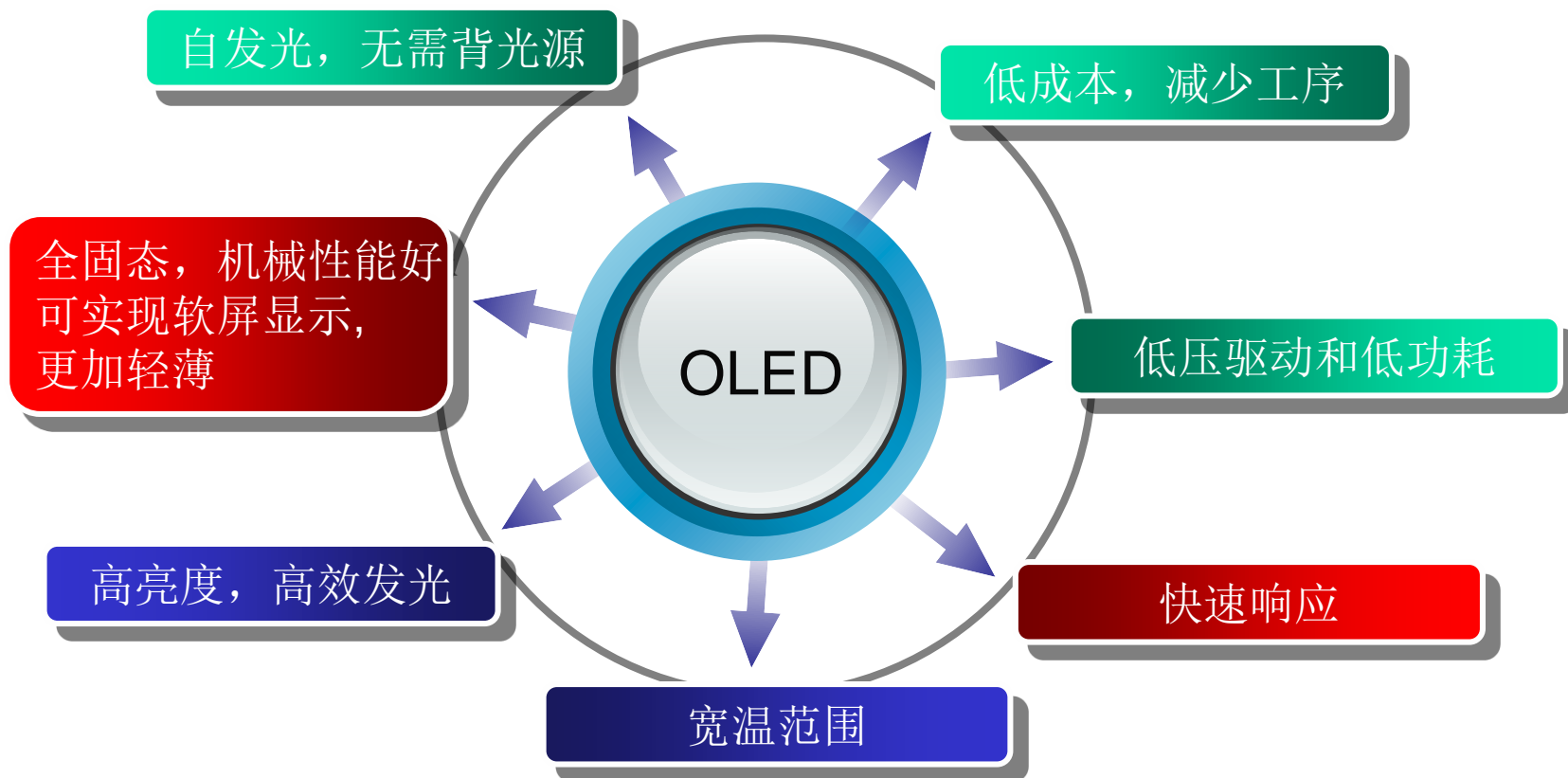
7.3 有机发光显示器

主动矩阵 OLED



7.3 有机发光显示器

7.3.4 OLED的技术特点及面临的挑战



7.3 有机发光显示器

7.3.5 柔性OLED



7.3 有机发光显示器

7.3.5 柔性OLED



7.3 有机发光显示器

7.3.5 柔性OLED





第7章 视频显示器及接口

- 7.1 显示技术概述
- 7.2 液晶显示器
- 7.3 有机发光显示器
- **7.4 三维立体显示**
- 7.5 数字视频接口

7.4 三维立体显示

3D显示技术就是利用一系列的**光学方法**使人左右眼产生视差，从而接受到不同的画面，在大脑形成3D（**3 Dimensions**）立体效果的技术。

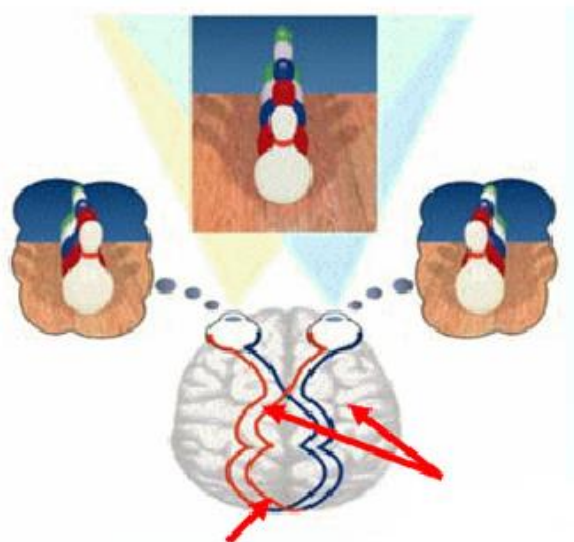


7.4 三维立体显示

7.4.1 立体视觉的感知机理

左眼看左边画面

右眼看右边画面

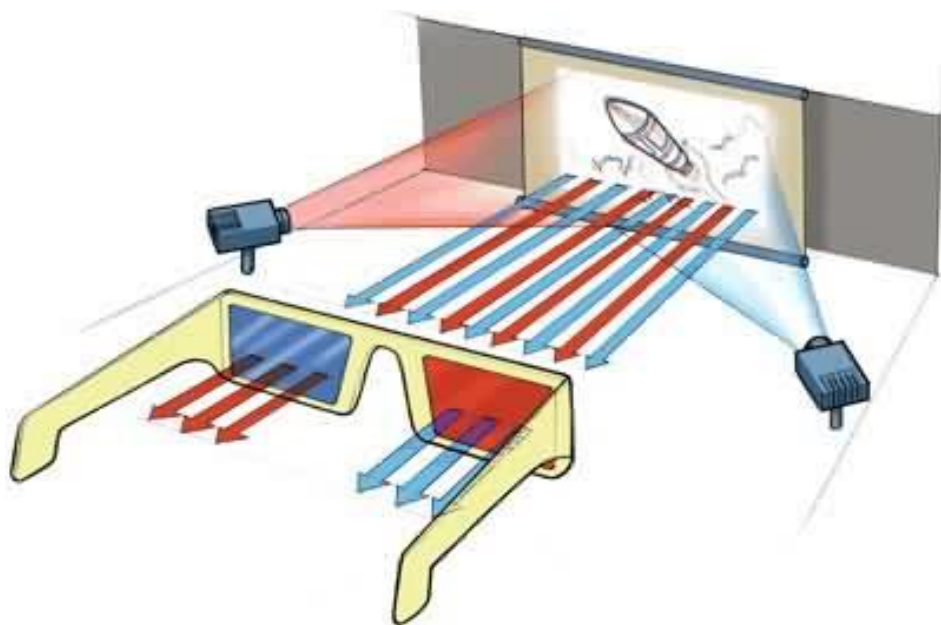


3D 画面在脑中结合

不同的画面传递到
不同的眼睛

7.4 三维立体显示

7.4.2 三维立体显示技术的种类



色差式3D先由旋转的滤光轮分出光谱信息，使用不同颜色的滤光片进行画面滤光，使得一个图片能产生出两幅图像，人的左、右眼都看见不同的图像。这样的方法容易使画面边缘产生偏色。

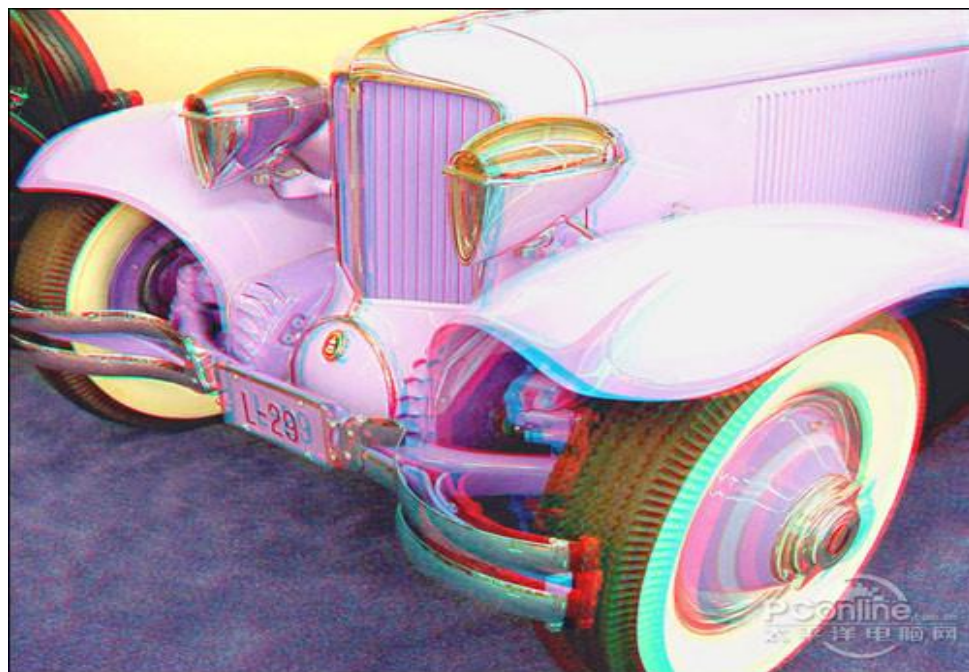
色差式（互补色）3D显示原理示意图

7.4 三维立体显示

7.4.2 三维立体显示技术的种类



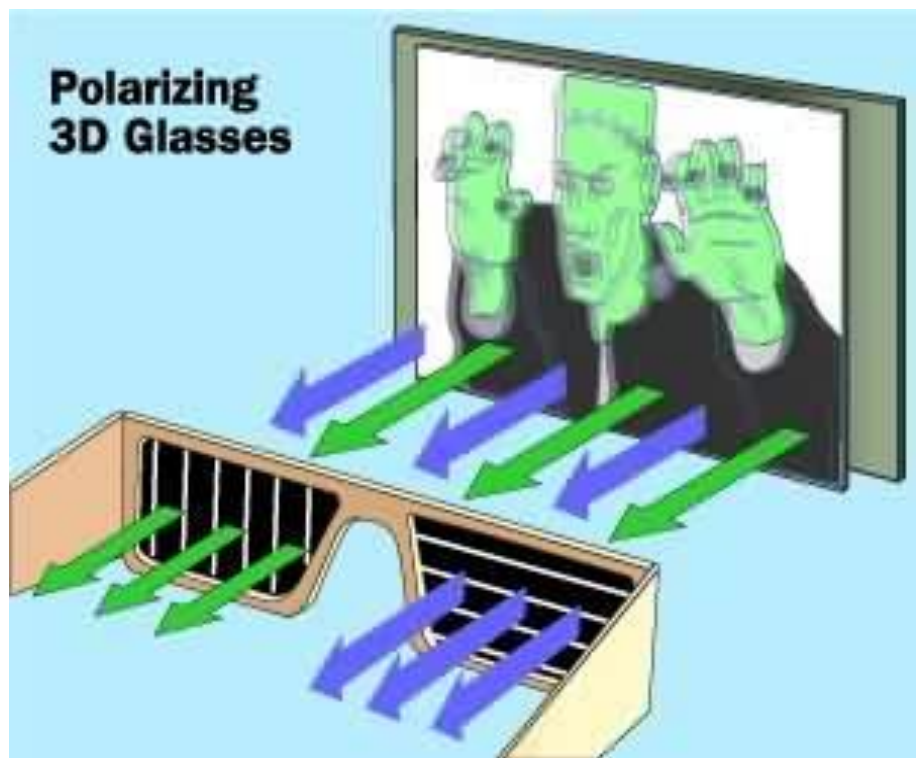
红-青色差式3D眼镜



色差式（互补色）3D显示原理示意图

7.4 三维立体显示

7.4.2 三维立体显示技术的种类



偏振式3D是利用光线有“振动方向”的原理来分解原始图像，先通过把图像分为垂直向偏振光和水平向偏振光两组画面，然后3D眼镜左右分别采用不同偏振方向的偏光镜片，这样人的左右眼就能接收两组画面，再经过大脑合成立体影像。

偏振式3D显示原理示意图



采用交错偏光片的
3D 液晶电视



偏光片眼镜



第7章 视频显示器及接口

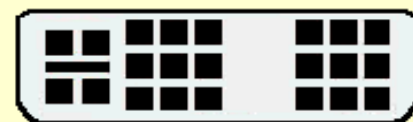
- 7.1 显示技术概述
- 7.2 液晶显示器
- 7.3 有机发光显示器
- 7.4 三维立体显示
- **7.5 数字视频接口**

7.5 数字视频接口

10.5.1 数字视频接口

□3大类：DVI-Analog (DVI-A) 接口，DVI-Digital (DVI-D) 接口，DVI-Integrated (DVI-I) 接口

□5种规格：DVI-A (12+5)、单连接DVI-D (18+1)、双连接DVI-D (24+1)、单连接DVI-I (18+5)、双连接DVI-I (24+5)



DVI-I (Single Link)

18+5



DVI-I (Dual Link)

24+5



DVI-D (Single Link)

18+1



DVI-D (Dual Link)

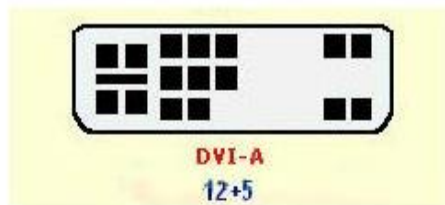
24+1



DVI-A

12+5

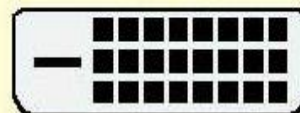
- **DVI-Analog (DVI-A) 接口 (12 + 5) 只传输模拟信号，实质就是 VGA 模拟传输接口规格。当要将模拟信号VGA接头连接在显卡的DVI-I插座时，必须使用转换接头。转换接头连接显卡的插头，就是DVI-A接口。早期的大屏幕专业CRT中也能看见这种插头。**



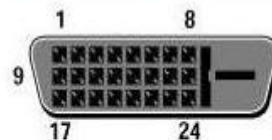
- **DVI-Digital (DVI-D) 接口 (18+1和24 + 1) 是纯数字的接口，只能传输数字信号，不兼容模拟信号。所以，DVI-D的插座有18个或24个数字插针的插孔+ 1个扁形插孔。**



DVI-D (Single Link)
18+1

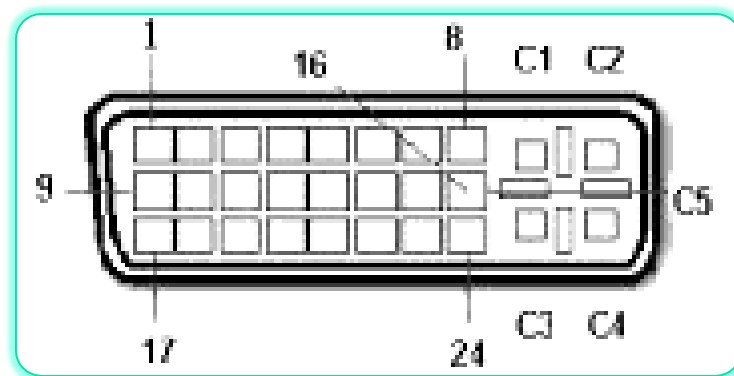
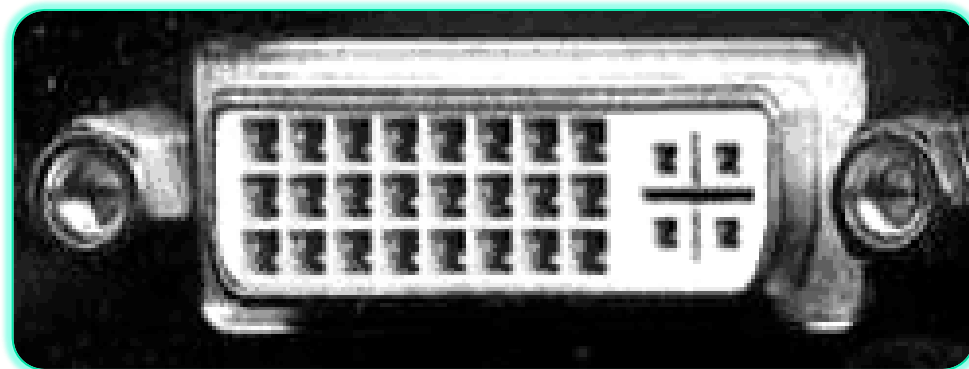


DVI-D (Dual Link)
24+1

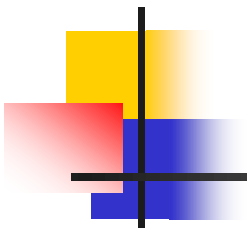


DVI-D (Digital)



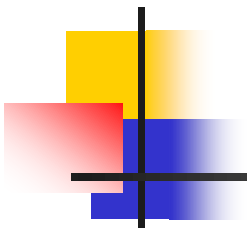


DVI-I (24+5) 连接器示意图



➤ DVI支持最大分辨率

| 接口种类 | 最大分辨率 |
|----------|--------------------------------|
| VGA | 2048x1536,60Hz |
| DVI-I单通道 | 1920x1200,60Hz |
| DVI-I双通道 | 2560x1600,60Hz/1920x1200,120Hz |
| DVI-D单通道 | 1920x1200,60Hz |
| DVI-D双通道 | 2560x1600,60Hz/1920x1080,120Hz |



➤ DVI与VGA转换

| 类型 | 信号类型 | 针数 | 备注 |
|----------|-------|------|---------|
| DVI-I单通道 | 数字/模拟 | 18+5 | 可转换VGA |
| DVI-I双通道 | 数字/模拟 | 24+5 | 可转换VGA |
| DVI-D单通道 | 数字 | 18+1 | 不可转换VGA |
| DVI-D双通道 | 数字 | 24+1 | 不可转换VGA |
| DVI-A | 模拟 | 12+5 | 已废弃 |



DVI接口的主要优点

- 可以传输大容量的高清晰度数字电视信号，适用于各种新型平板显示器
- 具有防复制功能
- 具有分辨力自动识别和缩放功能
- 可以兼容模拟电视信号的传输

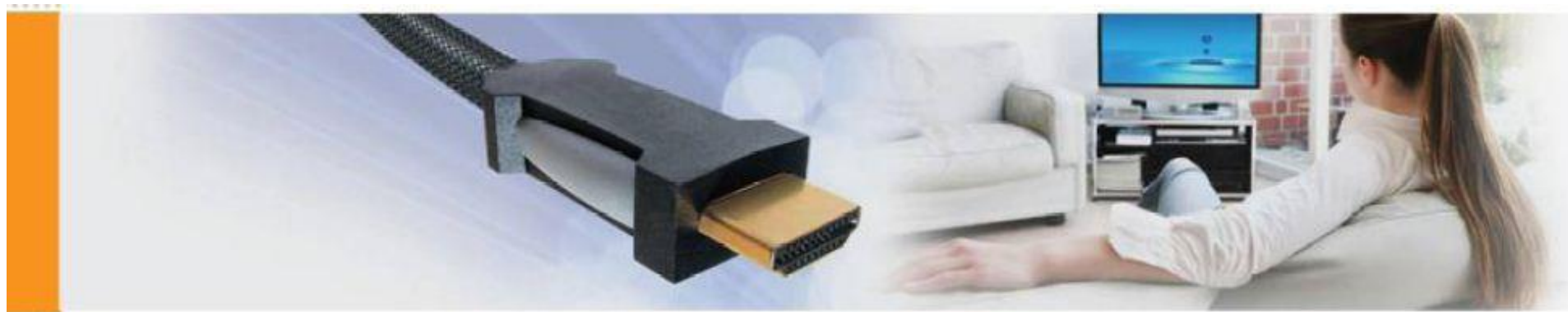


DVI接口的主要缺点

- 体积大，不适用于便携式设备
- 不能传输数字音频信号
- 只支持8 bit的R、G、B基色信号传输，不支持更高量化级的数字视频信号传输
- 只能传输R、G、B三基色信号，不支持分量信号YPbPr/YCbCr传输

7.5 数字视频接口

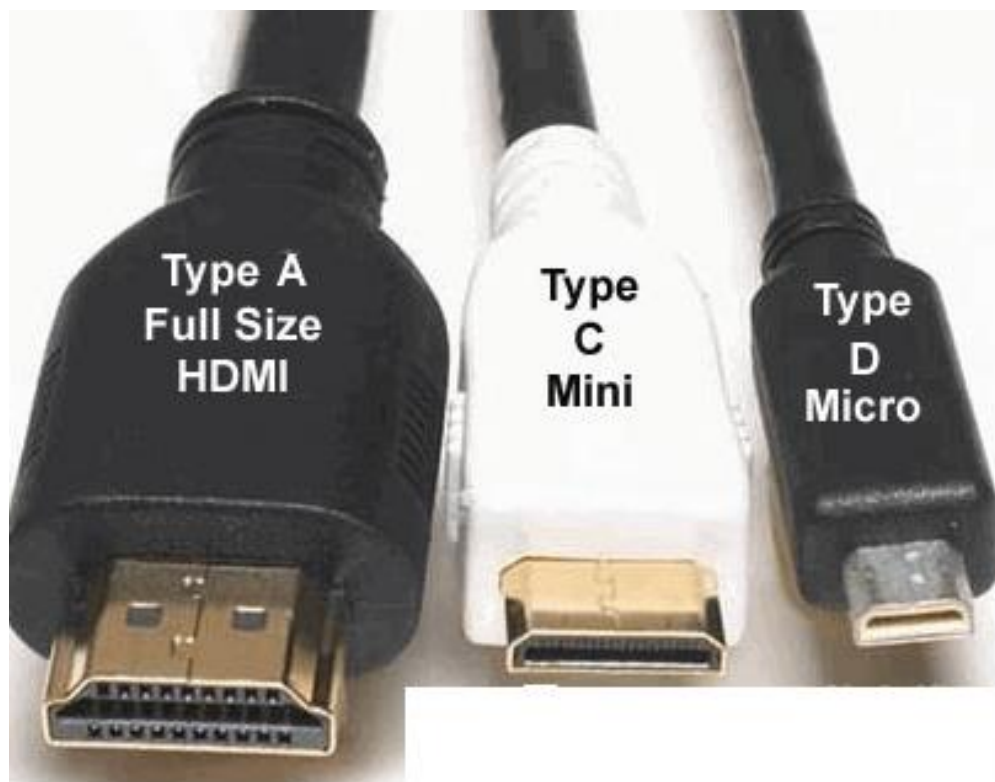
10.5.2 高清晰度多媒体接口



HDMI (**High Definition Multimedia Interface**, 高清晰度多媒体接口) 是首个支持在单线缆上传输未经压缩的全数字高清晰度电视、多声道音频和智能格式与控制命令数据的数字接口。

7.5 数字视频接口

10.5.2 高清晰度多媒体接口



A型、C型、D型HDMI连接器

HDMI接头类型

- Type A:目前通用HDMI的接口
- Type B: Dual Channel 的接口
- Type C: Mini HDMI接口
- Type D: Micro HDMI 接口（相对于Type C更加紧凑）
- Type E: 汽车电子专用HDMI接口



HDMI接头类型

- HDMI Type B
- 总共有29pin, 可传输HDMI Type A两倍的TMDS数据量, 相当于DVI Dual-Link传输, 用于传输高分辨率(WQXGA 2560×1600以上)。(因为HDMI Type A只有Single-Link的TMDS传输, 如果要传输成HDMI Type B的信号, 则必须要两倍的传输效率, 会造成TMDS的Tx、Rx的工作频率必须提高至270MHz以上。而在HDMI 1.3c出现之前, 市面上大部分的TMDS Tx、Rx只能稳定在165MHz以下工作。



HDMI接头类型

- HDMI Type C
- 总共有19pin，可以说是缩小版的HDMI Type A，但针脚定义有所改变。主要是用在便携式设备上，例如DV、数码相机、便携式多媒体播放机等。





HDMI传输原理

- HDMI采用由Silicon Image 公司发明的最小化传输差分信号（Transition Minimized Differential Signal, **TMDS**）传输技术。TMDS是一种微分信号机制，采用的是差分传动方式。
- TMDS差分传动技术是一种得用2个引脚间电压差来传送信号的技术。传输数据的数值（“0”或者“1”）由两脚间电压正负极性和大小决定。



HDMI的不同版本

2002.04.16---成立HDMI组织

2002.12.09---正式发布HDMI V1.0版本

2004.05.20---发布HDMI V1.1版本

2005.08.22---发布HDMI V1.2版本

2005.12.14---发布HDMI V1.2a版本

2006.06.22---发布HDMI V1.3版本

2006.11.10---发布HDMI V1.3a版本

2007.03.26---发布HDMI V1.3b版本

2010.03.04---发布HDMI V1.4a版本

2011.10----- 发布HDMI V1.4b版本



HDMI的不同版本

| 发布时间 | 接口规范 | 信号频率 | 数据带宽 | 备注 |
|----------|-----------|--------|----------|---------------------------------|
| 2002.12 | HDMI 1.0 | 165MHZ | 4.95Gbps | 原始标准，最近已基本淘汰 |
| 2004.5 | HDMI 1.1 | 165MHZ | 4.95Gbps | 增加DVD-Audio支持等 |
| 2005. 8 | HDMI 1.2 | 165MHZ | 4.95Gbps | 增加SACD音频支持等 |
| 2005. 12 | HDMI 1.2a | 165MHZ | 4.95Gbps | 增加兼容性认证等要求 |
| 2006.6 | HDMI 1.3 | 340MHZ | 10.2Gbps | 提高通讯带宽，增加TrueHD和DTS HD 音频支持等 |
| 2009.6 | HDMI 1.4 | 340MHZ | 10.2Gbps | |

HDMI不同版本比较

| HDMI 版本 | 1.0~1.2a | 1.3 | 1.4 |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 最大时钟频率(MHz) | 165 | 340 | 340 |
| 最大总吐量(Gbit/s) | 4.95 | 10.2 | 10.2 |
| 最大视频带宽 (Gbit/s) | 3.96 | 8.16 | 8.16 |
| 最大音频带宽 (Mbit/s) | 36.86 | 36.86 | 36.86 |
| 最大色彩深度 (bit/px) | 24 | 48 | 48 |
| 24-bit/px HDMI单通道最大分辨率 | 1920×1200p 60Hz | 2560×1600p 75Hz | 4096×2160p 24Hz |
| 30-bit/px HDMI单通道最大分辨率 | 不适用 | 2560×1600p 60Hz | 3840×2160p 30Hz |
| 36-bit/px HDMI单通道最大分辨率 | 不适用 | 1920×1200p 75Hz | 3840×2160p 25Hz |
| 48-bit/px HDMI单通道最大分辨率 | 不适用 | 1920×1200p 60Hz | 3840×2160p 24Hz |

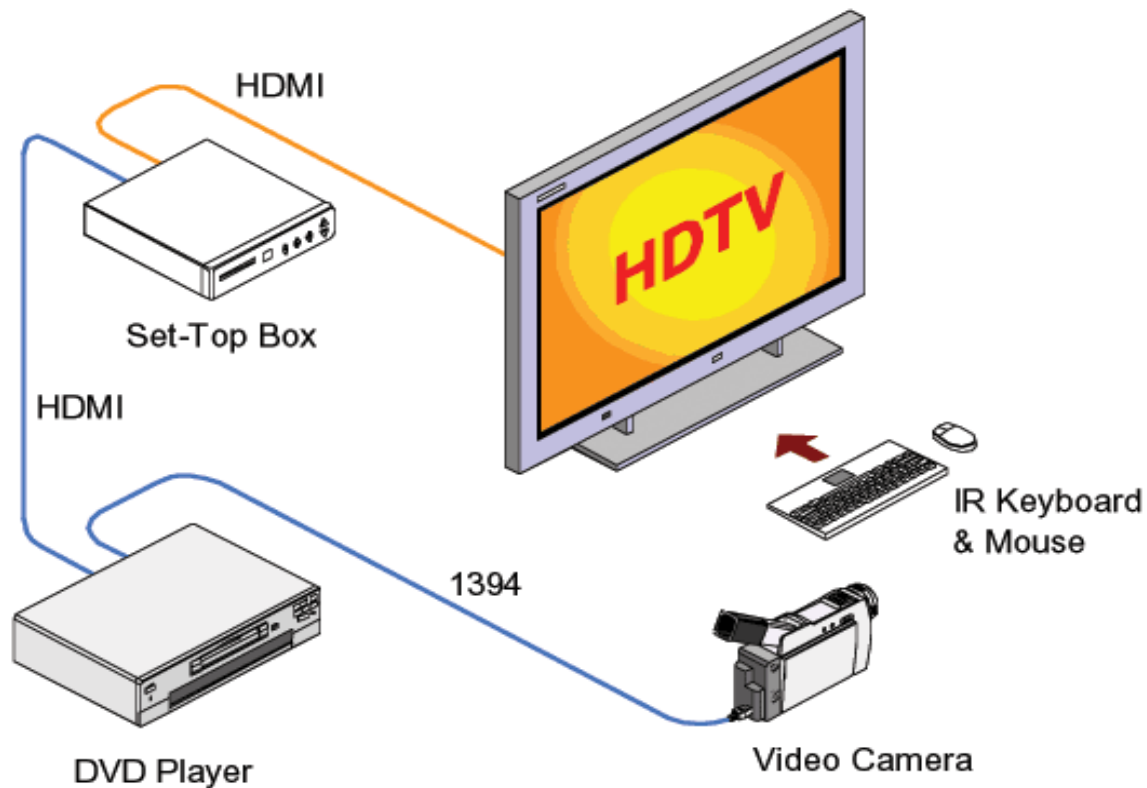
| HDMI 版本 | 1.0 | 1.1 | 1.2 1.2a | 1.3 | 1.3a 1.3b 1.3c | 1.4 |
|---|-----|-----|-------------|-----|----------------------|-----|
| <u>sRGB</u> | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| <u>YCbCr</u> | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 8 声道 <u>LPCM</u> ，192 <u>kHz</u> ，24 bit 音频传输 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| <u>Blu-ray Disc</u> 视频音频全分辨率支持 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 消费电子控制(CEC) | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| <u>DVD Audio</u> 支持 | 否 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| <u>Super Audio CD (DSD)</u> 支持 | 否 | 否 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| <u>Deep Color</u> 色深技术 | 否 | 否 | 否 | 是 | 是 | 是 |
| <u>xvYCC</u> | 否 | 否 | 否 | 是 | 是 | 是 |
| <u>自动声画同步</u> | 否 | 否 | 否 | 是 | 是 | 是 |
| <u>Dolby TrueHD</u> 音频 | 否 | 否 | 否 | 是 | 是 | 是 |
| <u>DTS-HD Master Audio</u> 音频 | 否 | 否 | 否 | 是 | 是 | 是 |
| CEC命令行表更新 | 否 | 否 | 否 | 否 | 是 | 是 |
| 以太网通道 | 否 | 否 | 否 | 否 | 否 | 是 |
| 音频回传通道 | 否 | 否 | 否 | 否 | 否 | 是 |
| HDMI 3D功能 | 否 | 否 | 否 | 否 | 否 | 是 |
| 4K×2K分辨率支持 | 否 | 否 | 否 | 否 | 否 | 是 |



HDMI 1.4版的新功能

- • **HEAC: Ethernet and Audio Return Channel**
- • **高速以太网通讯**
 - – 提供双向的点对点通讯
 - – 建立高性能的家庭网络
 - – 比目前的CEC提供1000倍以上的传输速率
 - – 使用被广泛应用的以太网技术
- • **数字音频流的传输**
 - – 提供SPDIF (Sony/Philip Digital Interface) 格式的数字通道
 - – 由AV 控制中心提供多功能的音频处理
 - – 实现32k/44.1k/48k 高采样率的音频质量
 - – 音频反向传输(Sink to Source)
- • **对目前HDMI 1.3的兼容性**
 - – 全兼容目前的HDMI 1.3的设备
 - – 自动检测是否设备有eHDMI 增强功能
 - – 利用Hot Plug Detect & Reserve pins

HDMI应用示例





Question?

