

光电显示技术

- 1. 绪论
- 2. 阴极射线管(CRT)显示技术
- 3. 液晶显示器件
- 4. 发光二极管(LED)显示技术
- 5. 等离子显示器件
- 6. 激光显示技术
- 7. 新型光电显示技术
- 8. 大屏幕显示技术

光电显示技术

第1章 绪论

❖ 1.1 光电显示技术概述

1.1.1 显示技术研究的意义

1.1.2 光电显示器件分类

❖ 1.2 显示参量与人的因素

1.2.1 光的基本特性

1.2.2 人眼视觉特性

1.2.3 色彩学基础

1.2.4 显示器件主要性能指标

第1章 绪论

❖ 1.1 光电显示技术概述

1. 显示技术研究的意义

光电子技术是由光学、激光、电子学和信息技术互相渗透、交叉形成的一门高新技术学科，具有广泛的应用。

光电子技术以物理学为基础，涉及激光、光波导、光检测、光计算和信息处理、光存储、光电显示、激光加工与激光生物技术、光生伏特技术、光电照明，已逐渐形成了光电子材料与元件产业、光信息产业、现代光学产业、光通信产业、激光器与激光应用产业等五大类光电子信息产业。

第1章 绪论

- 显示 (display)，指对信息的表示，即information display。
- 在信息工程学领域中，把显示技术限定在基于光电子手段产生的视觉效果上，即根据视觉可识别的亮度、颜色，将信息内容以光电信号的形式传达给眼睛产生视觉效果。
- 定义：光电显示技术是将电子设备输出的电信号转换成视觉可见的图像、图形、数码以及字符等光信号的一门技术。作为光电子技术的重要组成部分，近年来发展迅速，应用广泛。

第1章 绪论

2. 显示技术的发展历史

- 自1897年发明阴极射线管(CRT:Cathode Ray Tube)以来,随着电视广播媒体和计算机等媒体的出现和发展,显示器件产业取得了极大的进步。
- 全世界第一只球形彩色CRT于1950年问世。因其体积大、重量沉,有人认为不超过10年,它就会被平板显示器替代。
- 虽然CRT电视机只能做到40英寸以下。但显示图像的质量,如亮度、对比度、分辨率、视野角、刷新频率和响应时间等综合性的视觉性能好。迄今为止,任何平板显示器件的主要性能都不如CRT。而且,由于它的工作原理巧妙,本身及相应配合线路也简单,成本低,所以在显示器件中,CRT的性价比最高。2001年,市场规模2.74亿只、250亿美元。

第1章 绪论

- ❖ 1983年，日本科技人员对传统反射型的液晶显示器（LCD: Liquid Crystal Display）作了改进，除偏光片外，又在其背面加上背景光源，改变为透射型彩色LCD。从此开创了平板显示的新纪元。
- ❖ 日本政府先后投资200亿美元，研制出薄膜晶体管液晶显示器（TFT-LCD）。如今TFT-LCD已逐步替代了计算机显示器，并向大屏幕发展，进入TV领域，2005年已形成240亿美元的显示器件产业。
- ❖ CRT构筑了大众媒体时代的现代工业社会，LCD则构筑了个人媒体为主导的现代信息社会。

第1章 绪论

- ❖ 另一方面，显示技术已不再局限于以前的**CRT**和**LCD**，等离子体显示器（**PDP:Plasma Display Panel**）和有机电致发光效应（**EL:Electro Luminescence**）等多种新型的显示技术和显示方式已在多媒体市场上应用。**PDP**不仅用于**40英寸**以上的彩色显示器，用于高清晰度电视（**HDTV**）的**PDP**已进入家庭用显示器领域。
- ❖ 最近几年，出现了**有机发光二极管显示器**（**OLED:Organic Light Emitting Diode**）及场致发射显示器（**FED:Field Emission Display**）。**OLED**甚至可以折叠，被誉为“梦幻显示器”，可用于可视移动多媒体。

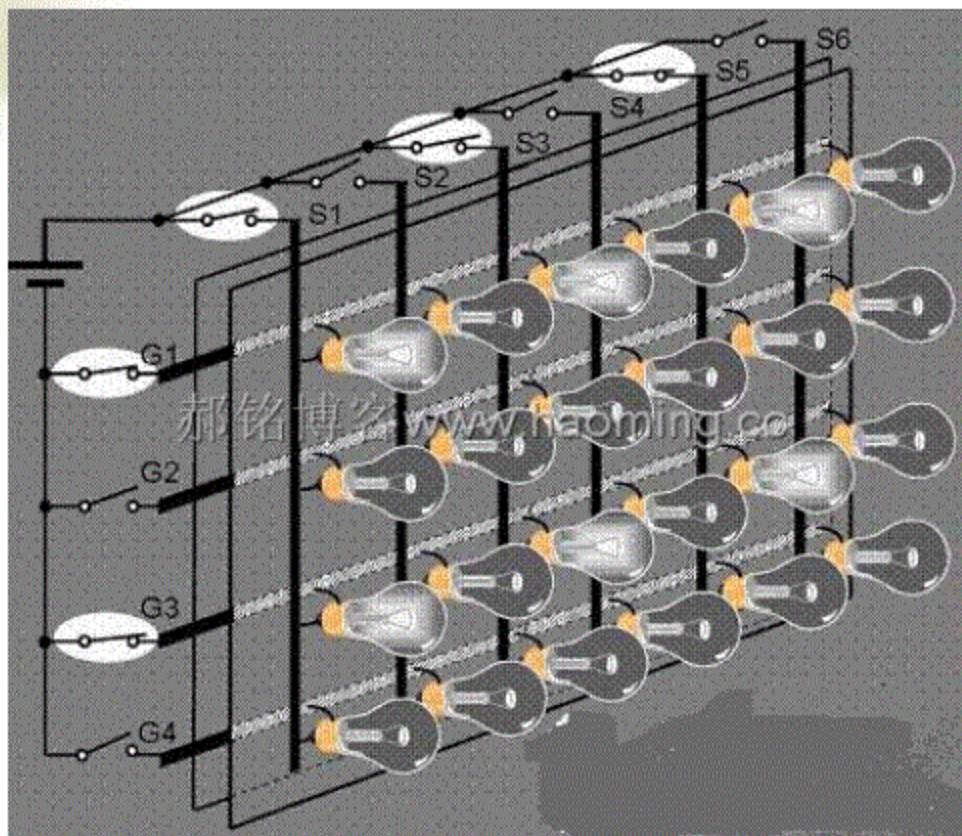
第1章 绪论

在大屏幕显示方面

- 直观式HDTV大屏幕显示系统把HDTV、PAL和NTSC制式普通电视以及计算机的VGA、SVGA、XGA等全在一个大屏幕上显示，被称为“多媒体大屏幕显示墙”（Multimedia Display Wall）。
- 高亮度、超高亮度LED三基色全彩色大显示屏由于使用寿命长、环境适应能力强、价格性能比高等特点，在大屏幕显示领域得到广泛的应用。
- 如今，无论是市场还是技术都处于变化时期，各种显示器的应用范围不断扩大，争夺未来潜在市场。估计到2025年将达到5000亿美元。显示器行业群雄争霸，前景变化大。

第1章 绪论

显示器件	发展趋势	显示器件	发展趋势
阴极射线管	小型化, 平板化	电致变色显示器	改进可靠性
交流等离子体显示器	驱动的简化	液晶显示器	彩色, 小电视的实际使用
直流等离子体显示器	提高显示效率	发光二极管	高亮度LED, 蓝光LED的实际使用
电泳显示器	改进可靠性	电致发光显示器	矩阵显示商品化



第1章 绪论

1.1.2 光电显示

原则上把显示设备上出现的视觉信息直接观看的方式称为直观型

- ❖ 如果根据收视信息目的的大小，可分成
- ❖ 1. 直观型 (Direct Type)
- ❖ 2. 投影型 (Projection Type)
- ❖ 3. 空间成像型 (Space Imaging Type)

把由显示设备或者光控装置所产生的比较小的光信息经过一定的光学系统放大投射到大屏幕后收看的方式称为投影型。

指采用某种光学手段(如激光)在空间形成可供观看图像的方式,从原理上说,图像大小与显示器无关,可以很大。空间成像显示因为图像具有纵深而大大提高了真实感和现场感。

原创力文档

max.book118.com
请保持文档一致,下载高清无水印

第1章 绪论

❖ 从显示原理的角度来看，
了发光和电光效应是指加上电
射率、反射率、
因此，根据像素
器件分为以下两种

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。当然，被动显示在黑暗的环境下是无法显示的，这时我们必须为器件配上外光源。比如LED、各种光阀管(light valve)投影仪等。

在外加电信号作用下，主动发光型器件本身产生光辐射刺激人眼而实现显示。比如CRT、PDP、ELD、激光显示器(LPD:Laser Projection Display)等。

1. 主动发光(emissive)型
2. 被动显示(passive)型

在外加电信号作用下，被动显示型器件单纯依靠对光的不同反射呈现的对比度达到显示目的。

象。
示

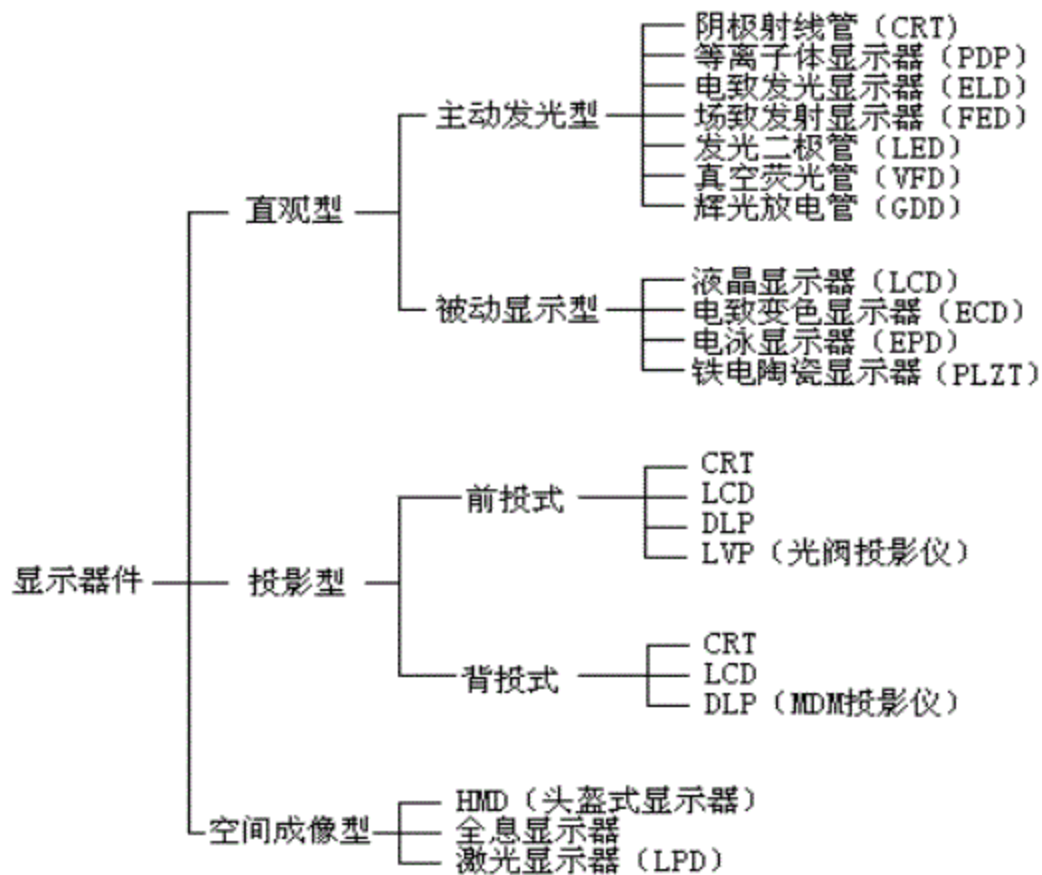
第1章 绪论

- ❖ 按显示屏幕大小分类有：超大屏幕（ $>4\text{m}^2$ ）、大屏幕（ $1\sim4\text{m}^2$ ）、中屏幕（ $0.2\sim1\text{m}^2$ ）和小屏幕（ $<0.2\text{m}^2$ ）。
- ❖ 按色调显示功能分类有：黑白二值色调显示、多值色调显示（三级以上灰度）和全色调显示。
- ❖ 按色彩显示功能分类有：单色（**monochrome**）黑白或红黑显示、多色（**multi color**）显示（三种以上）和全色显示。
- ❖ 按显示内容、形式分类有：数码、字符、轨迹、图表、图形和图像显示。
- ❖ 按成像空间坐标分类有：二维平面显示和三维立体显示。

第1章 绪论

- ❖ 按所用显示材料分类有：固体(晶体和非晶体)、液体、气体、等离子体、液晶体显示等。
- ❖ 按显示原理分类有：阴极射线管(CRT)、真空荧光管(VFD)、辉光放电管(GDD)、液晶显示器(LCD)、等离子体显示器(PDP)、发光二极管(LED)、场致发射显示器(FED)、电致发光显示器(ELD)、电致变色显示器(ECD)、激光显示器(LPD)、电泳显示器(EPD)、铁电陶瓷显示器(PLZT)等等。

第1章 绪论



光电显示器件的种类

第1章 绪论

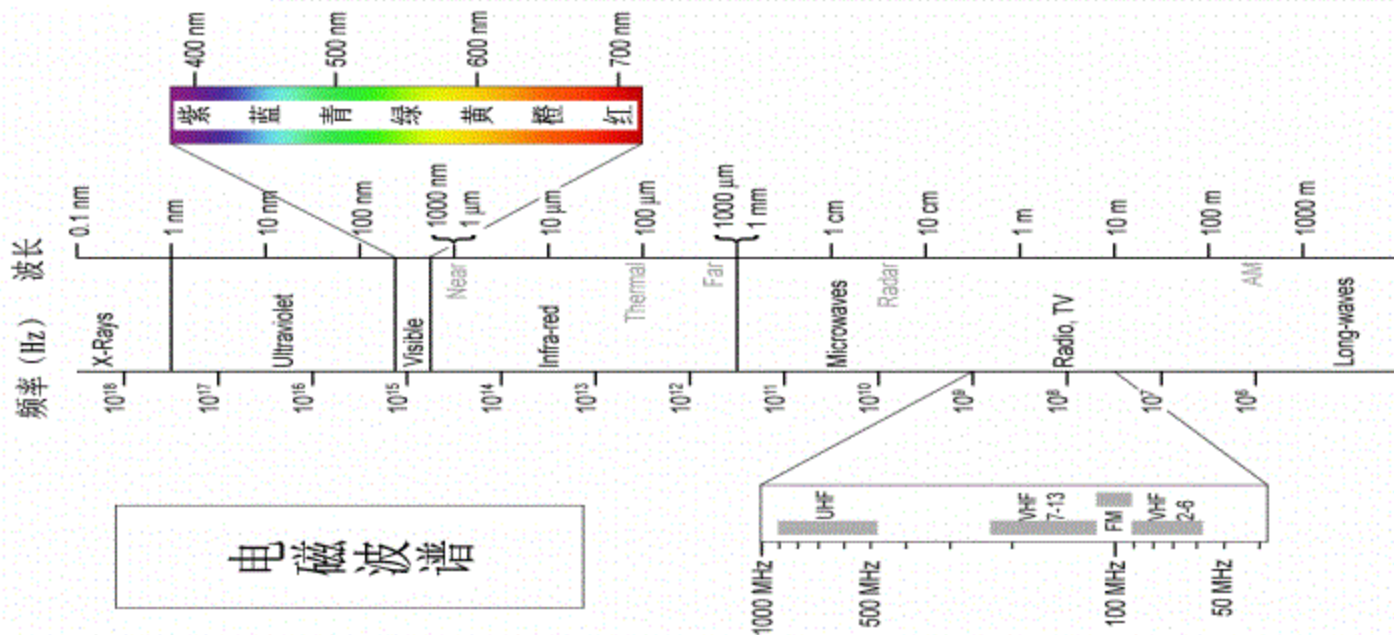
1.2 显示参量与人的因素

1.2.1 光的基本特性

光是一种波长很短的电磁波，可见光是光刺激人眼的感觉，波长范围为**380~780nm**；

电磁波的波谱范围宽广，包括甚低频（**VLF**）超长波、低频（**LF**）长波、中频（**MF**）中波、高频（**HF**）短波、甚高频（**VHF**）超短波、特高频（**UHF**）分米微波、超高频（**SHF**）厘米微波、极高频（**EHF**）毫米微波、红外线、光波、紫外线、**X**射线、**γ**射线等。

第1章 绪论



电磁波的波谱

第1章 绪论

几个主要的光度量的定义及单位:

❖ 光通量(**Luminous flux**)

光源单位时间内发出的光量称为光通量，符号为 Φ ，单位为流明 (lm)。

❖ 发光强度 (**Luminous intensity**)

光源在给定方向的单位立体角 (ω) 辐射的光通量称为发光强度，符号为 I ，单位为坎德拉 (cd)。
发光强度 I 可由下式表示：

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

第1章 绪论

❖ 光照度

单位受光面积上（**S**）所接收的光通量称为光照度，符号为**E**，单位为勒克斯（**lx**）。光照度**E**可由下式表示：
$$E = \frac{d\Phi}{dS}$$

❖ 亮度

垂直于传播方向单位面积（ $S \cdot \cos \theta$ ）上的发光强度称为亮度，符号为**L**，单位为 cd/m^2 。亮度**L**可由下式表示：

$$L = \frac{d\Phi}{dS \cdot \cos \theta \cdot d\omega}$$



第1章 绪论

1.人眼的视觉生理基础：

光波通过眼睛的光学系统在视网膜上成像。视网膜内的视觉细胞把光信息变换为电信号，传递给视神经。左右眼引出的视神经在视交叉处把左右眼分别获得的视觉信号进行整理，然后传向外侧膝状体。两个外侧膝状体经视放射线神经连接于左右后头部的大脑视觉区域。

❖ 1.2.2 人眼视觉特

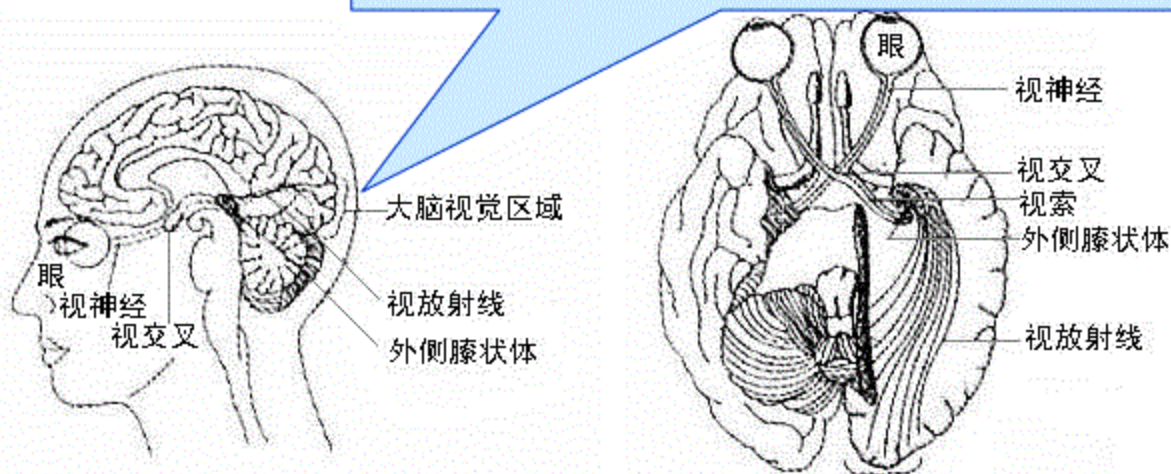
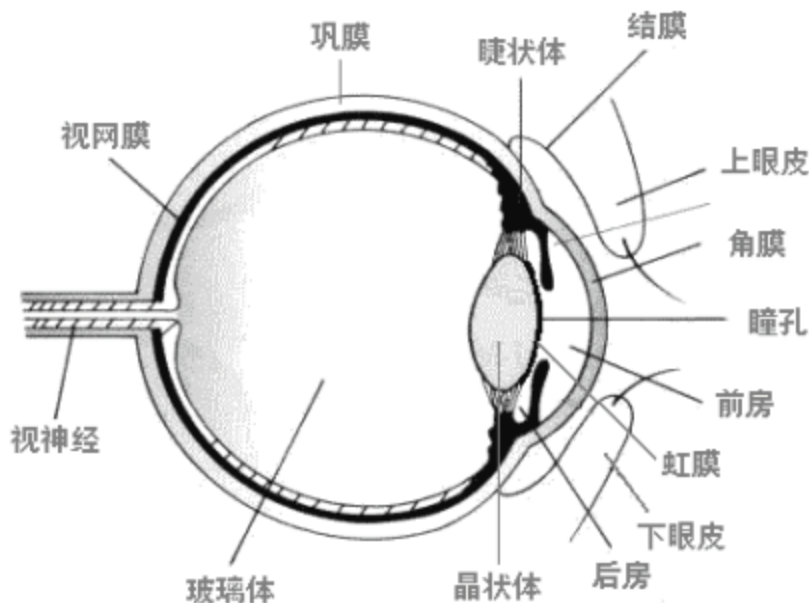


图1.3 信息从人眼到大脑的路径

大脑视觉区域

第1章 绪论

- ❖ 人的眼睛很像一部精巧的照相机，图是眼球的后部，从球状体在
- ❖ 角膜的为了能
- ❖ 虹膜紧为瞳孔左右（1）入眼睛的元趣里，类似于照相机元圈的作用。



眼球的构造

第1章 绪论

- ❖ 晶状体起着照相机透镜的作用，四周的睫状肌收缩、松缓可以调节其凸度，亦即调节了焦距，以便使不同距离的景物成像在视网膜上；晶状体同时吸收一部分紫外线，对眼睛起到保护作用。晶状体的弹力会随着年龄增加而减小，到**60**岁左右，会失去调节能力而变得扁平。
- ❖ 视网膜广泛分布于眼球的后部，其作用很像照相机中的感光胶片。视网膜主要由许多感光细胞组成，感光细胞把光变换为电信号，它又分为两大类：一类叫杆状（**rod**）细胞，另一类叫锥状（**cone**）细胞。

第1章 绪论

- ❖ 锥状细胞大部分集中分布在视网膜上正对瞳孔的中央部分直径约为2mm的区域，因呈黄色，称为黄斑区。在黄斑区中央有一个下陷的区域，称为中央凹（fovea）。在中央凹内锥状细胞密度最大，视觉的精细程度主要由这一部分所决定。在黄斑区中心部分，每个锥状细胞连接着一个视神经末梢。
- ❖ 在远离黄斑区的视网膜上分布的视觉细胞大部分是杆状细胞，而且视神经末梢分布较稀，每个锥状细胞和几个杆状细胞合接在一条视神经上。
- ❖ 所有视神经都通过视网膜后面的一个空穴，称为神经凸（nipple）的通到大脑去。在神经凸处没有感光细胞，不能感受光线，故又称为盲点。

第1章 绪论

光射入眼睛会引起视觉反应，单一波长成分的光称为单色光，人眼感觉到的单色光按波长由长到短的顺序为：红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。包含两种或两种以上波长成分的光称为复合光。太阳光是复合光，且波长范围宽、能量几乎均匀分布，所以给人白光的综合感觉。

(1) 光谱光效率

人眼对不同波长光的敏感程度。相同主观亮度感觉情况下， $\lambda = 555\text{nm}$ 的黄绿光，所需光的辐射功率最小。

第1章 绪论

(2) 视觉二重功能

人的视觉具有明视觉功能和暗视觉功能。

锥状细胞的感光灵敏度比较低，只有在明亮条件下才起作用。锥状细胞密集地分布在视网膜中央凹区域，且每个锥状细胞连接一根视神经，因此它能够分辨颜色和物体细节。

杆状细胞的感光灵敏度比较高，大约比锥状细胞高两个数量级。

第1章 绪论

(3) 暗适应

从明亮处向昏暗处移动时，视觉系统灵敏度会逐渐变化，大约**40min**左右达到最大灵敏度。

当我们从明亮的地方进入黑暗环境，或突然关掉电灯，要经过一段时间才能看清物体，这就是暗适应现象。

第1章 绪论

(4) 明适应

从黑暗环境到明亮环境变化的逐渐习惯过程，称为明适应。与暗适应比较，其时间要快得多，大约仅需**1min**左右即可完成。

(5) 视觉惰性

在外界光作用下，感光细胞内视敏感物质经过曝光染色过程是需要时间的，响应时间大约为**40ms**；另一方面，当外界光消失后，亮度感觉还会残留一段时间，大约为**100ms**。

第1章 绪论

(6) 闪烁 (flicker)

以周期性光脉冲形式反复刺激眼睛，频率低时，可以出现闪烁现象；随着频率逐渐提高就观察不到闪烁了，视觉变得稳定而均匀。将此闪烁感刚刚消失时的频率称为临界闪烁频率 (CFF: Critical Fusion Frequency)。此时视野内的明亮度等于亮度的时间平均值。

第1章 绪论

(7) 视角

眼睛的视野是比较大的，由视线方向的中心与与耳侧的夹角约为 $100^{\circ}\sim 104^{\circ}$ ，向上方约为 65° ，向下方为 75° 。

第1章 绪论

1.2.3. 色度学基础

彩色是物体反射光作用于人眼的视觉效果。自然界中的景物，在太阳光照射下，由于反射了可见光中的不同成分而吸收其余部分，从而引起人眼的不同彩色感觉。

1. 三基色原理

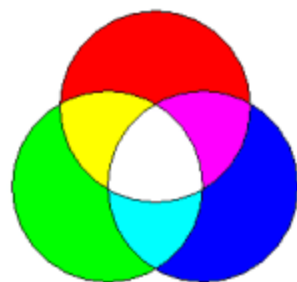
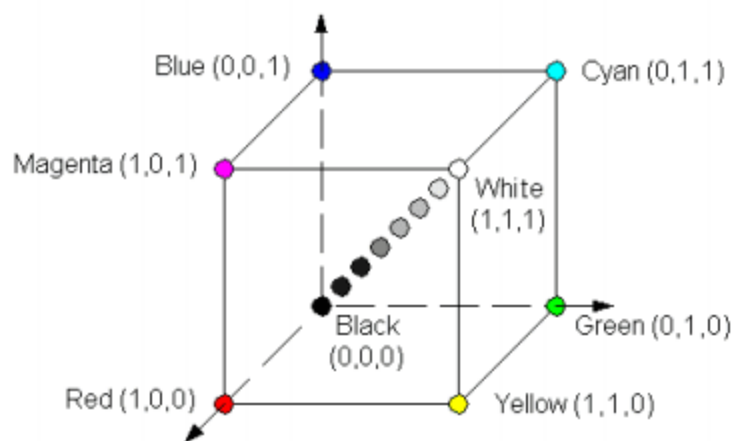
自然界中任意一种颜色均可以表示为三个确定的相互独立的基色的线性组合。国际照明委员会（CIE）的色度学CIE-RGB计色系统规定：波长700nm，光通量为1lm的红光为一个红基色单位，用（R）表示；波长546.1nm，光通量为4.951lm的绿光为一个绿基色单位，用（G）表示；波长435.8nm，光通量为0.0601lm的蓝光为一个蓝基色单位，用（B）表示。

第1章 绪论

将三基色按一定比例相加混合，就可以模拟出各种颜色，如：

- 红色+绿色=黄色
- 绿色+蓝色=青色
- 红色+蓝色=紫色
- 红色+绿色+蓝色=白色

等量的**RGB**能配出等能的白光。三基色按不同比例合成各种颜色。



R:200

G:50

B:120



RGB颜色模型

第1章 绪论

2. 色彩再现

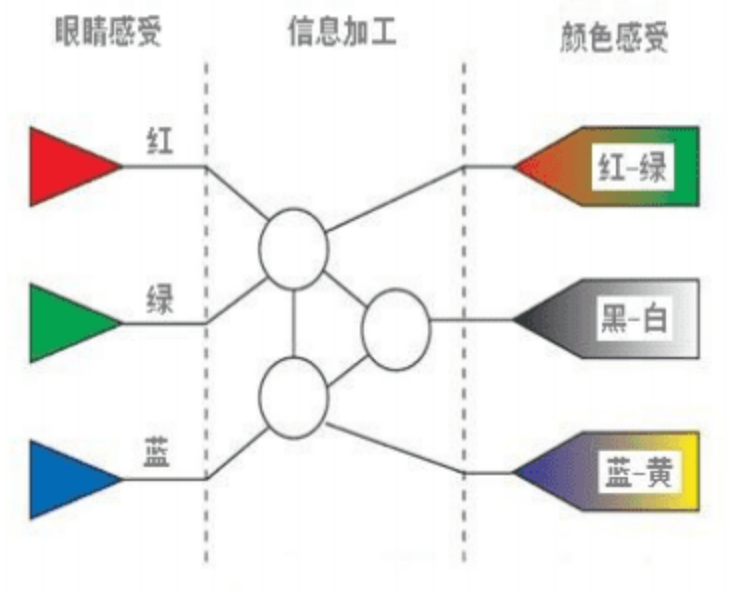
显示器中的色彩再现，不是把实际的色彩完全忠实地再现，只要看者满意就可以。

三个发光点虽然在屏上占有不同位置，但不同颜色的光落在同一个视觉细胞上，荧光屏上所显示的颜色实际上是在观察者自己的视觉上混合产生的。产生三色相加的视觉效果。



红 (R)、绿 (G)、蓝 (B) 三色荧光粉点各自在相应的红、绿、蓝电子束的轰击下发光从而产生颜色。

第1章 绪论



色彩再现过程示意图

第1章 绪论

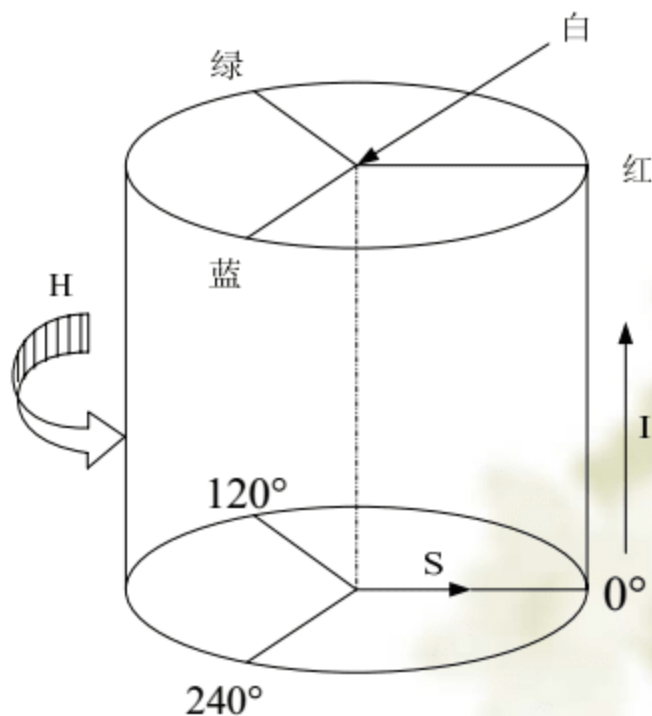
3. 颜色的特征参数

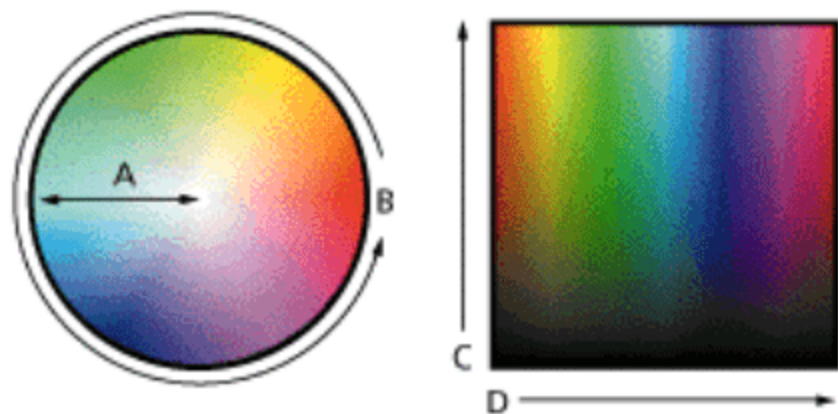
颜色包括三个特征参数：亮度、色调、饱和度。

- ◆ **亮度**表示各种颜色的光对人眼所引起的视觉强度，它与光的辐射功率有关。
- ◆ **色调**表示颜色彼此区分特性，不同波长的光辐射在物体上表现出不同色调特性。
- ◆ **饱和度**表示颜色光所呈现的颜色深浅程度（或纯度）。饱和度越高，则颜色越深，如深红、深绿等。饱和度越低，则颜色越浅，如浅红、浅绿等。
- ◆ **色调与饱和度又合称为色度**，它既说明彩色光的颜色类别，又说明颜色的深浅程度。

HSI模型:

HSI模型利用颜色的三个属性：色调H（hue）、饱和度S（saturation）和亮度I（intensity）组成一个表示颜色的圆柱体。





A. 饱和度 B. 色相 C. 亮度 D. 所有色相

第1章 绪论

1.2.4 . 显示器件主要性能指标

1. 像素 (pixel) :

指构成图像的最小面积单位，具有一定的亮度和色彩。

第1章 绪论

显示器制式与像素数、宽高比

器件	显示器制式	有效像素数			宽高比
		宽	高	总像素数	
彩色显像管	PAL	720	576	403200	4 : 3
	NTSC	720	490	352800	4 : 3
	HDTV	1920	1080	2073600	16 : 9
彩色显示器	VGA	640	480	307200	4 : 3
	SVGA	800	600	480000	4 : 3
	XGA	1024	768	786432	4 : 3
	SXGA	1280	1024	1310720	5 : 4
	UXGA	1600	1200	1920000	4 : 3
	QXGA	2048	1536	3145728	4 : 3
	QXGA	2560	2048	5242880	5 : 4

第1章 绪论

➤ 2.亮度:

指从给定方向上观察的任意表面的单位投射面积上的发光强度。亮度值用 cd/m^2 表示。一般显示器应有 $70\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度。

在室外观看要求达 $300\text{cd}/\text{m}^2$ 以上。
人眼可感觉的亮度范围 $0.03 \sim 50000\text{cd}/\text{m}^2$ 。

➤ 3.亮度均匀性:

不同显示区域所产生的亮度的均匀性。通常也用它的反面概念——不均匀性来描述，或者用规定取样点的亮度相对于平均亮度的百分比来描述。

第1章 绪论

➤ 4.对比度

画面上最大亮度和最小亮度之比。与环境光线有关，一般显示器应有30：1。

➤ 5.灰度

画面上亮度的等级差别。例如，一幅电视画面图像应有八级左右的灰度。人眼可分辨的最大灰度级大致为100。

第1章 绪论

➤ 6. 清晰度 (definition)

人眼能察觉到的图像细节清晰的程度，用帧高范围内能分辨的等宽度黑白条纹(对比度为100%)数目表示。如果在垂直方向能分辨250对黑白条纹，就称垂直清晰度为500行(线)。

第1章 绪论

➤ 7.分辨力

用图像小投影点的数量表示，如SVGA彩色显示器的分辨力是 800×600 ，就代表画面是由 800×600 个点所构成，组成方式为每条线上有800个投影点，共有600条线。

分辨力有时也用光点直径来表示。在显示器件中，光点直径大约几微米到几千微米。一般电视显像管其光点直径约为 $0.2 \sim 0.5\text{mm}$ 。

第1章 绪论

➤ 8.发光颜色

显示器件的颜色显示能力，包括颜色的种类、层次和范围，是彩色显示器件的一个重要指标。真（全）色彩的色彩数目为：
 $256 \times 256 \times 256 = 16777216 \approx 16M$ 。

➤ 9.余辉时间

从驱动停止后起，到亮度减小到稳定亮度的1/10所经历的时间。

对于阴极射线管显示器，余辉时间主要决定于荧光粉，一般荧光粉的余辉时间从几百纳秒到几十秒。

第1章 绪论

➤ 10.解析度DPI (Dot Per Inch)

指图片1英寸长度上像点的数量，分为水平解析度和垂直解析度。解析度越高显示出来的影像也就越清晰。

➤ 11.收看距离

可以用绝对值表示，也可以用与画面高度H的比值来表示（即相对收看距离）。

➤ 12.周围光线环境

主要指观看者所在的水平照度以及照明装置。

第1章 绪论

➤ 13. 图像的数据率

在一定时间内、一定速度下，显示系统能将多少单元的信息转换成图形或文字并显示出来。

如果已知一个字符或像素是以 bit 表示，数据率可以换算成比特/秒 (bps)。

一张A4黑白照片的数据量大约是40KB，一张A4彩色照片的数据量大约是5MB，一分钟家用录像系统

(VHS:Video Home System) 质量的全活动图像的数据量约为10MB，一分钟广播级全动态影像 (FMV:Full-motion Video) 的数据量约为40MB。

第1章 绪论

14.其它

- 如辐射，CRT明显大于其他显示器件，其它显示器件之间差别不大。
- 在显示响应时间方面，LCD类的显示器件劣于其他器件。
- 在显示屏的缺陷点方面，CRT一般不会出现这样的问题，而其它显示器件虽然在出厂时该指标控制的较严，但用户在使用过程中有时会出现缺陷点。
- 在可靠性方面（MTBF值），基本上都可以达到15000h，需要注意的是：
- 投影设备里往往使用了灯泡作为光源，灯泡的寿命有限，只能作为消耗品，也就是说在使用过程中需要定期更换这些部件。

光电显示技术

思考题

- ❖ 1. 光电显示器件有哪些分类？
- ❖ 2. 光度量有哪些？单位分别是什么？
- ❖ 3. 简述色彩再现原理？