

奇妙的颜色（上）： 视觉现象

华中科技大学软件学院 万琳



提纲

- ① 什么是颜色
- ② 人眼视觉现象

1

什么是颜色

◆美国光学学会（Optical Society of America）的色度学委员会曾把颜色定义为：

- 颜色是除了空间的和时间的不均匀性以外的光的一种特性
- 即光的辐射能刺激视网膜而引起观察者通过视觉而获得的景象。

◆我国国家标准GB5698-85，颜色的定义为：

- 色是光作用于人眼引起除形象以外的视觉特性。

1

什么是颜色

❖ 科学家牛顿，三棱镜实验

❧ 英国科学家牛顿在1666年发现，太阳光经三棱镜折射后投射到白色屏幕上，显现出一条象彩虹一样美丽的彩色光带（称为光谱， spectrum ）

❧ 证明了白光是所有不同波长可见光的组合

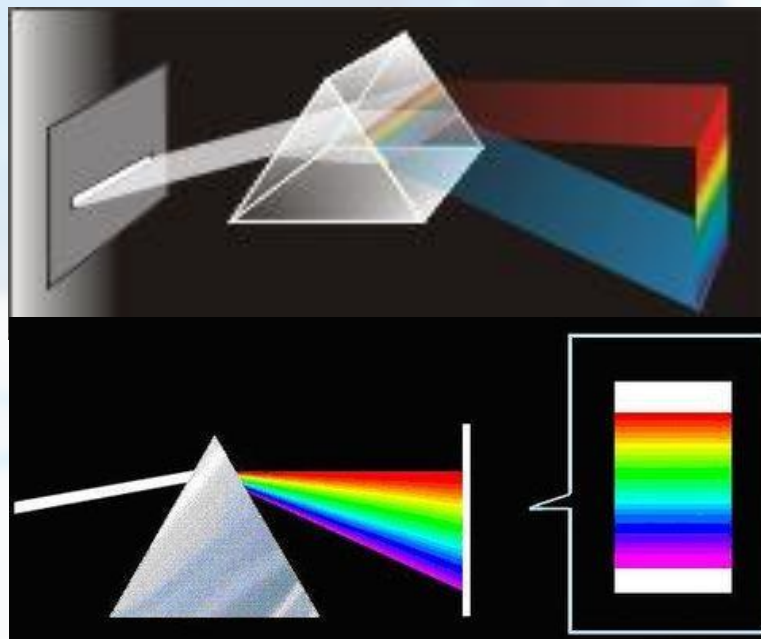
❧ 色散现象

❖ 不同波长折射系数不同

❖ 折射后投影在屏上的位置也不同

插入影片55秒至1分钟

https://m.v.qq.com/play.html?&vid=z0537zmfhw&ptag=v_qq_com%23v.play.adaptor%233

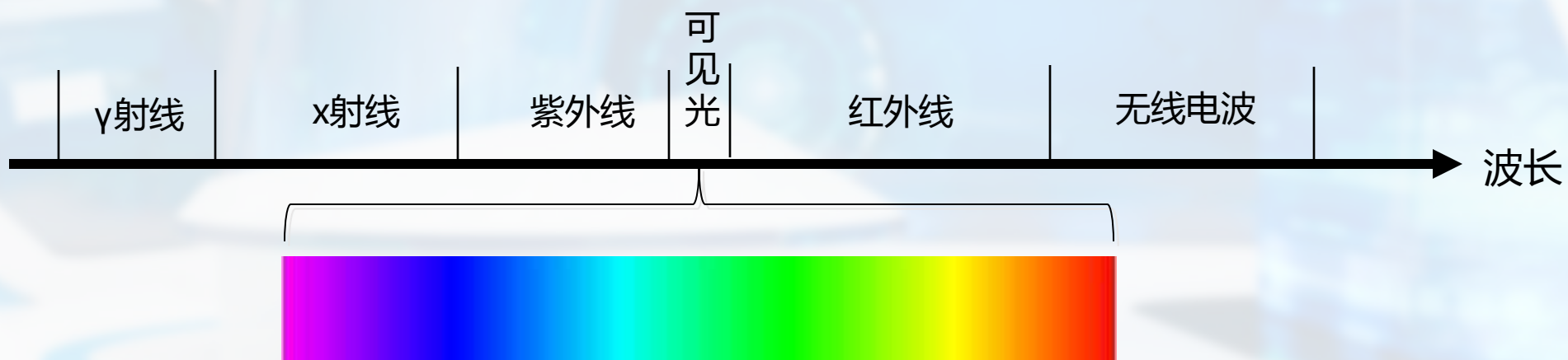


1

什么是颜色

◆ 可见光谱

人眼能看到的光波为波长约380 - 780纳米的光波



1

什么是颜色

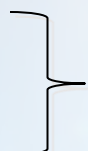
◆人们色彩感觉形成的四大要素

➤光源

➤彩色物体

➤眼睛

➤大脑



光源辐射和物体反射属于物理学范畴

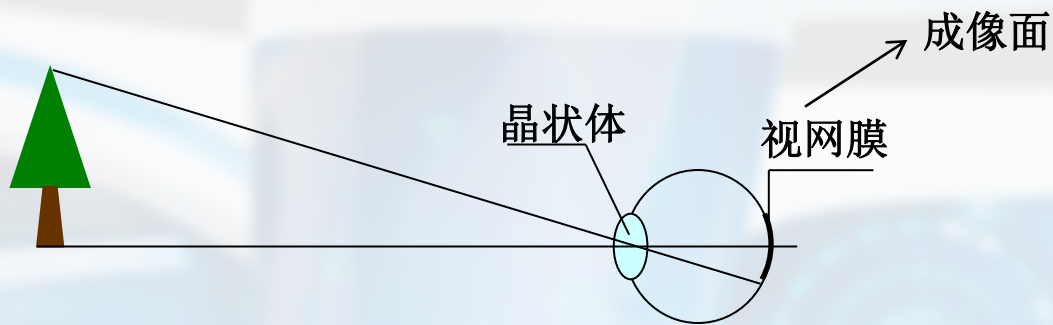


眼睛和大脑是生理学研究的内容

1

什么是颜色

颜色视觉的生理基础

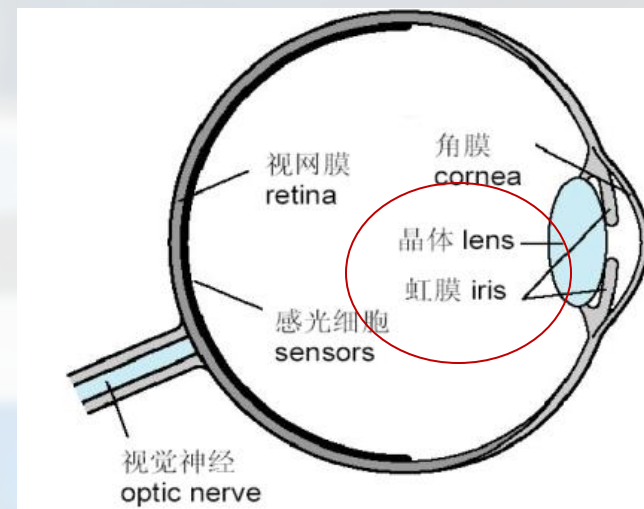


屈光系统（聚焦控制）

➤ 角膜、房水、晶状体、玻璃体...

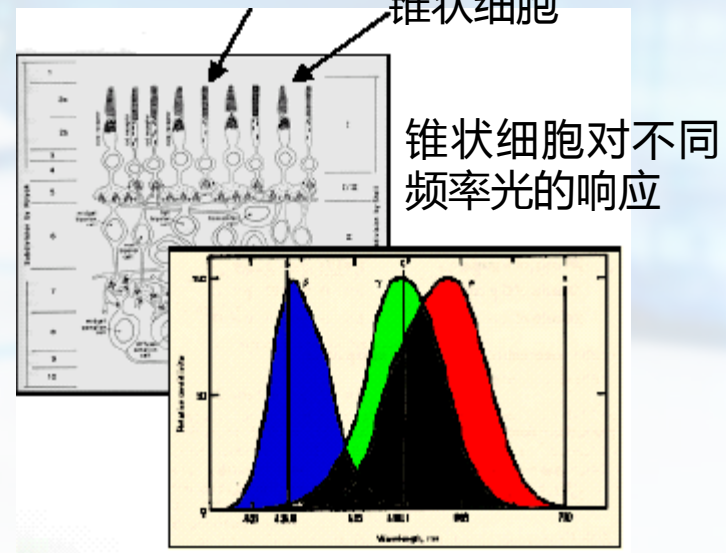
感光细胞

- 锥状细胞(Cone Cells)：感受色彩，三种锥状细胞感受三种不同颜色，送到大脑
- 杆状细胞(Rod Cells)：感受明暗，夜视



杆状细胞

锥状细胞



1

什么是颜色

颜色视觉的生理基础

- 颜色视觉原理 Color Vision Theory
 - Young -Helmholtz的三原色学说
 - Hering的对立颜色学说（四色学说）
 - 阶段学说

1

什么是颜色

颜色视觉的生理基础

- 颜色视觉原理 Color Vision Theory

- Young -Helmholtz的三原色学说 ➡

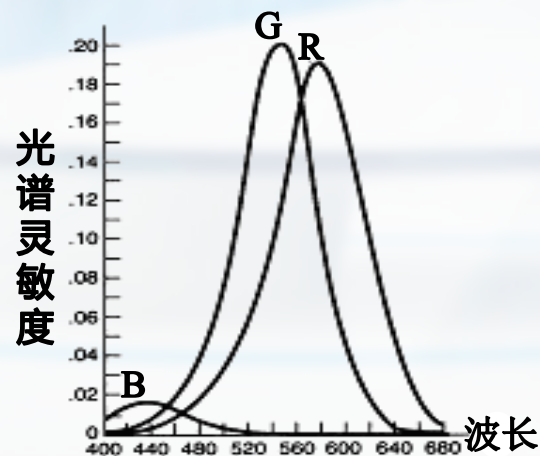
- Hering的对立颜色学说（四色学说）

- 阶段学说

- 在人眼视网膜上存在感受红、绿、蓝色的锥状细胞，分别对红、绿、蓝三种光最敏感

- 一切颜色特性都由这些锥状体的响应量比例来表示

- 三者共同作用，使人产生不同的颜色感觉。



三种锥状体的光谱灵敏度曲线

1

什么是颜色

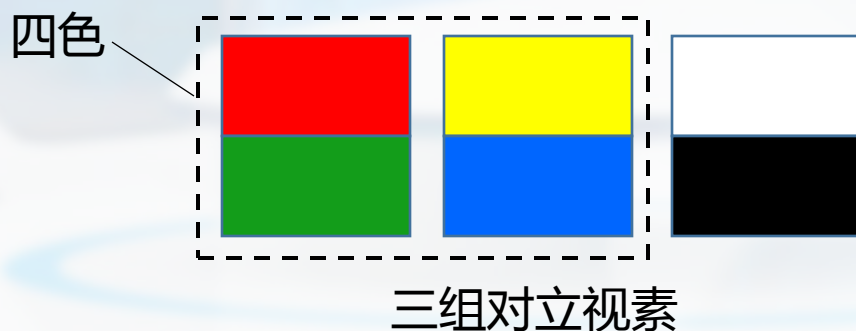
颜色视觉的生理基础

- 颜色视觉原理 Color Vision Theory

- Young -Helmholtz的三原色学说

- Hering的对立颜色学说（四色学说）

- 阶段学说



➤ 由视觉现象总结出的规律

➤ 在人眼视网膜上存在三组对立视素：红-绿、黄-蓝、白-黑

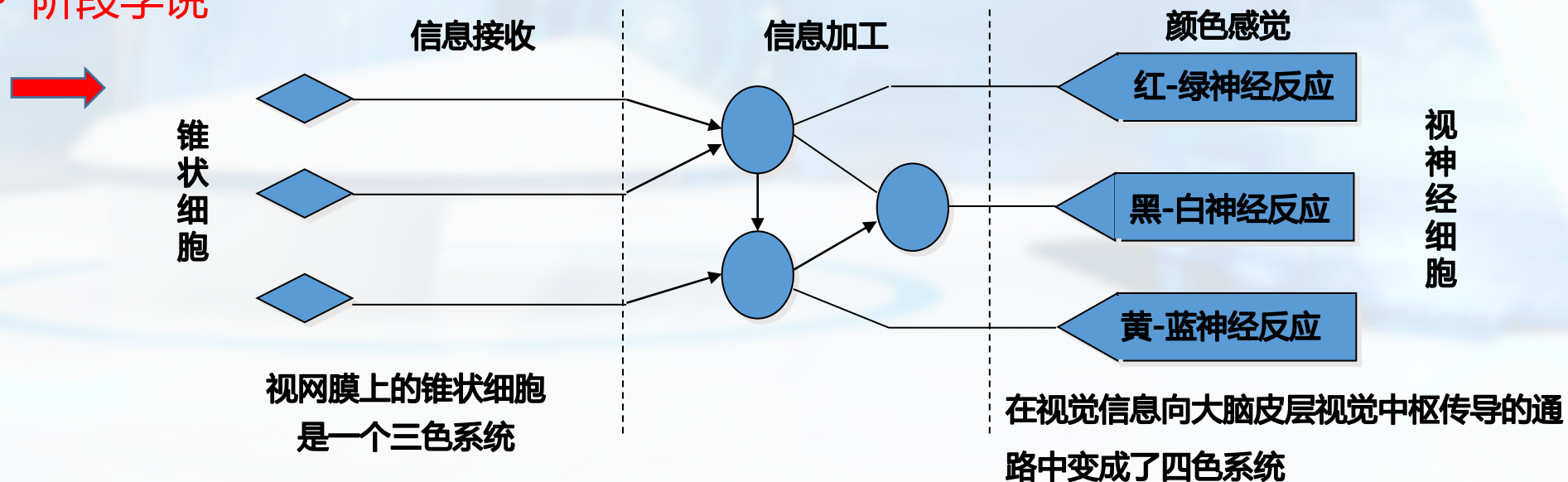
➤ 所有的颜色特性都由这三组对立颜色的响应量比例来表示，绿和黄—蓝两组对立颜色响应值的组合决定其色调，黑—白响应值决定其亮度

1

什么是颜色

颜色视觉的生理基础

- 颜色视觉原理 Color Vision Theory
 - Young -Helmholtz的三原色学说
 - Hering的对立颜色学说（四色学说）
- 阶段学说



2

人眼视觉现象

◆颜色辨别



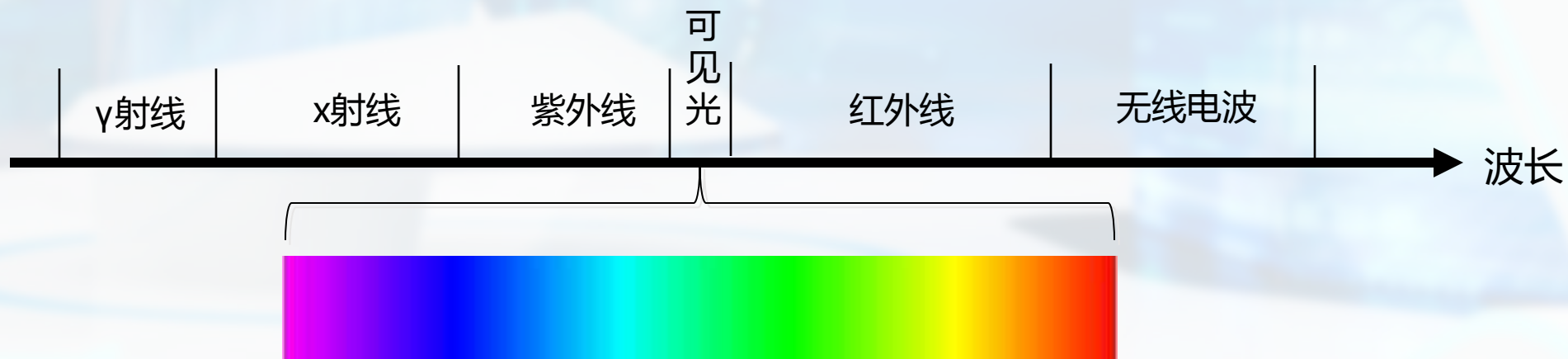
◆颜色对比

◆颜色错觉

人眼能分辨100多种颜色

对490nm的青绿色和590nm的橙黄色的光波变化最敏感

在可见光谱的两端最不敏感



2

人眼视觉现象

◆颜色辨别

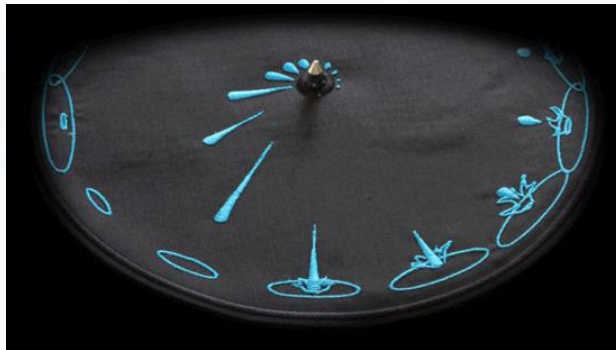
◆颜色对比



相邻区域的不同颜色相互影响，是由是视觉暂留效应引起的

◆颜色错觉

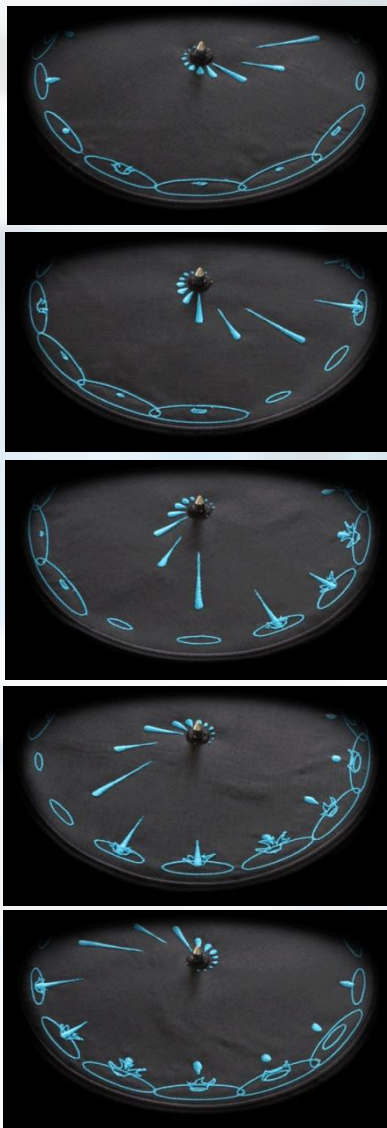
视觉暂留：视觉暂留效应即视觉暂停现象（Persistence of vision，Visual staying phenomenon，duration of vision）又称“余晖效应”，1824年由英国伦敦大学教授皮特‘马克’罗葛特在他的研究报告《移动物体的视觉暂留现象》中最先提出。



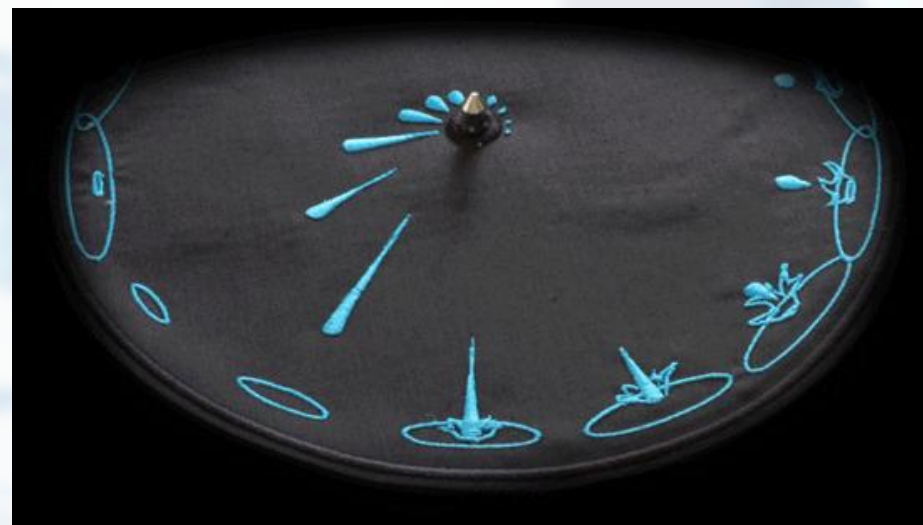
2

人眼视觉现象

视觉
暂留



五幅图连续播放产生运动效果



2

人眼视觉现象

◆颜色辨别

◆颜色对比



相邻区域的不同颜色相互影响，是由是视觉暂留效应引起的

◆颜色错觉

🌀 同时对比

🌀 继时对比

🌀 边界对比

🌀 色相对比

🌀 明度对比

🌀 纯度对比

2

人眼视觉现象

◆颜色辨别

◆颜色对比



相邻区域的不同颜色相互影响，是由是视觉残留效应引起的

◆颜色错觉

同时对比

继时对比

边界对比

色相对比

明度对比

纯度对比



对比区域的颜色不同，效果不同

2

人眼视觉现象

◆颜色辨别

◆颜色对比



相邻区域的不同颜色相互影响，是由是视觉残留效应引起的

◆颜色错觉

同时对比

继时对比

边界对比

色相对比

明度对比

纯度对比



当看了一种色彩再看一种色彩时，会把前一种色彩的补色加到后一种色彩上

2

人眼视觉现象

◆颜色辨别

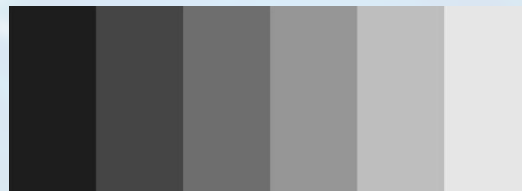
◆颜色对比



相邻区域的不同颜色相互影响，是由是视觉残留效应引起的

◆颜色错觉

- 同时对比
- 继时对比
- 边界对比**
- 色相对比
- 明度对比
- 纯度对比



马赫带效应 (Mach Band Effect)

- 当亮度发生跃变时，可看到有一种边缘增强的感觉
- 明度高的越高，明度低的越低；越接近边界线，影响越强烈

2

人眼视觉现象

◆颜色辨别

◆颜色对比



相邻区域的不同颜色相互影响，是由是视觉残留效应引起的

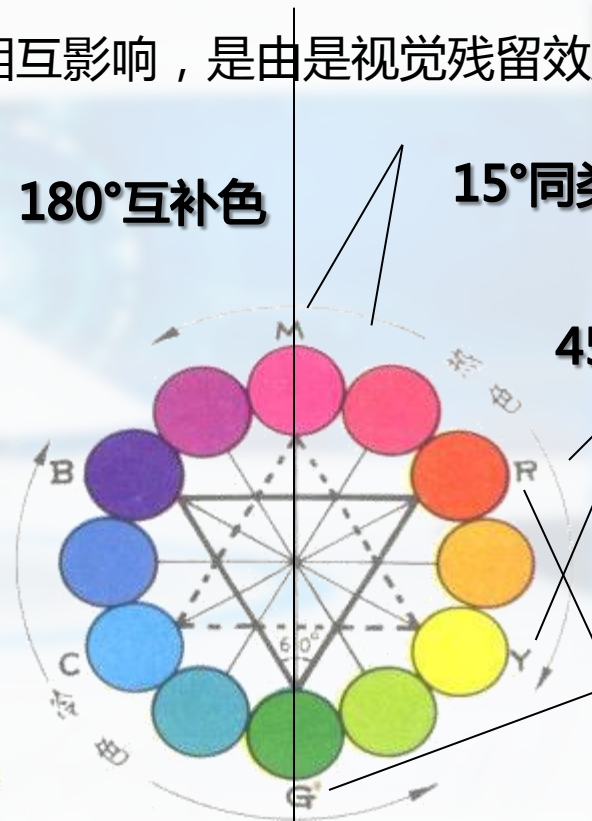
◆颜色错觉

- 同时对比
- 继时对比
- 边界对比
- 色相对比**
- 明度对比
- 纯度对比

180°互补色

15°同类色

45°邻近色

90~120°
对比色

2

人眼视觉现象

◆颜色辨别

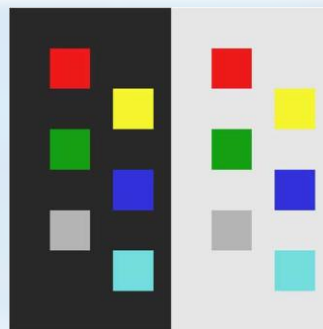
◆颜色对比



相邻区域的不同颜色相互影响，是由是视觉残留效应引起的

◆颜色错觉

- 同时对比
- 继时对比
- 边界对比
- 色相对比
- 明度对比**
- 纯度对比



因明度差异形成的对比，同一明度的色彩，在白底上显得暗，而在黑色背景上却显得更亮

2

人眼视觉现象

◆颜色辨别

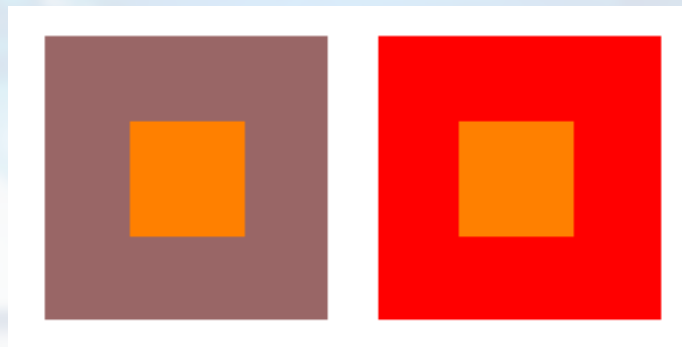
◆颜色对比



相邻区域的不同颜色相互影响，是由是视觉残留效应引起的

◆颜色错觉

- 同时对比
- 继时对比
- 边界对比
- 色相对比
- 明度对比
- 纯度对比**



在纯度低的背景色上的会显得鲜艳一些
在纯度高的背景色上会显得灰浊

2

人眼视觉现象

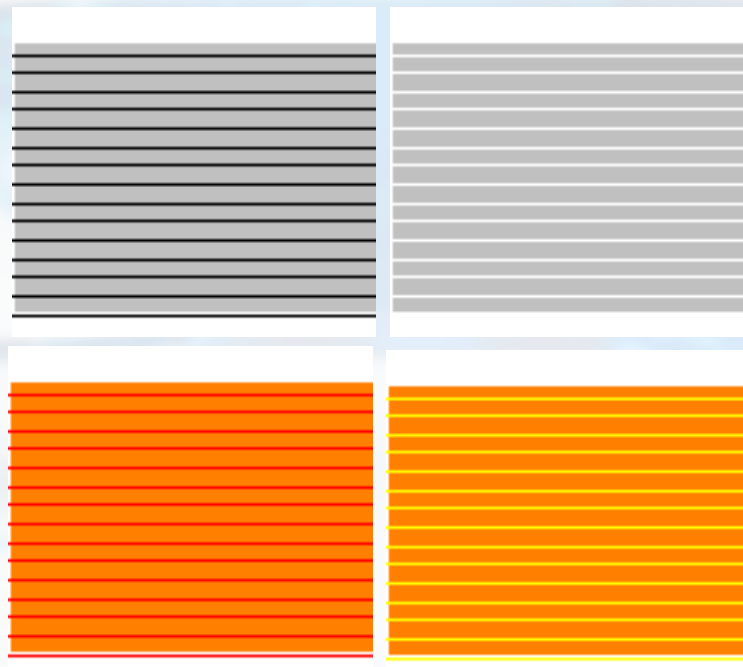
◆颜色辨别

◆颜色对比

◆颜色错觉 →

➤同化现象

- 色彩的醒目性
- 色彩的进退
- 色彩的冷暖
- 色彩的胀缩
- 色彩的软硬
- 色彩的情绪



当配色的色相、明度接近时，同化现象的效果越明显

2

人眼视觉现象

◆颜色辨别

◆颜色对比

◆颜色错觉 →

➤同化现象

➤色彩的醒目性

➤色彩的进退

➤色彩的冷暖

➤色彩的胀缩

➤色彩的软硬

➤色彩的情绪



交通标志上醒目的配色

2

人眼视觉现象

◆颜色辨别

◆颜色对比

◆颜色错觉 →

➤同化现象

➤色彩的醒目性

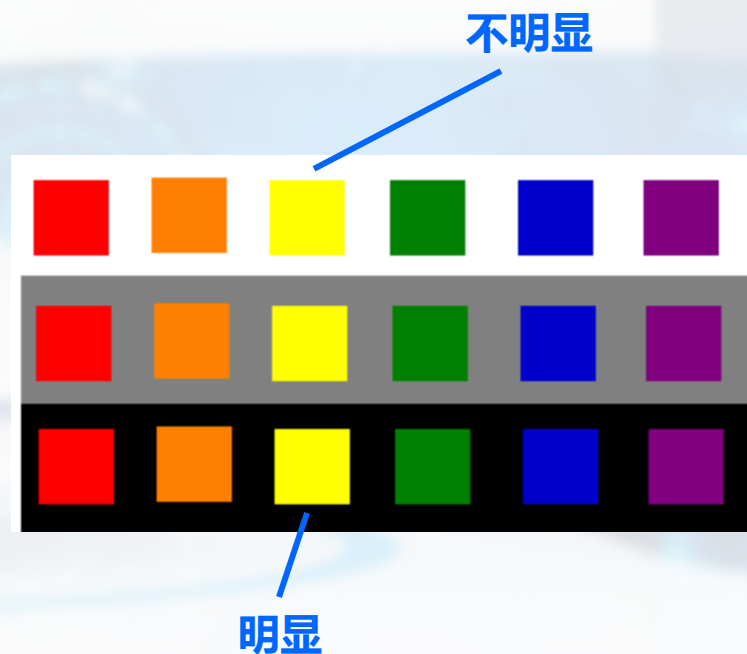
➤色彩的进退

➤色彩的冷暖

➤色彩的胀缩

➤色彩的软硬

➤色彩的情绪



2

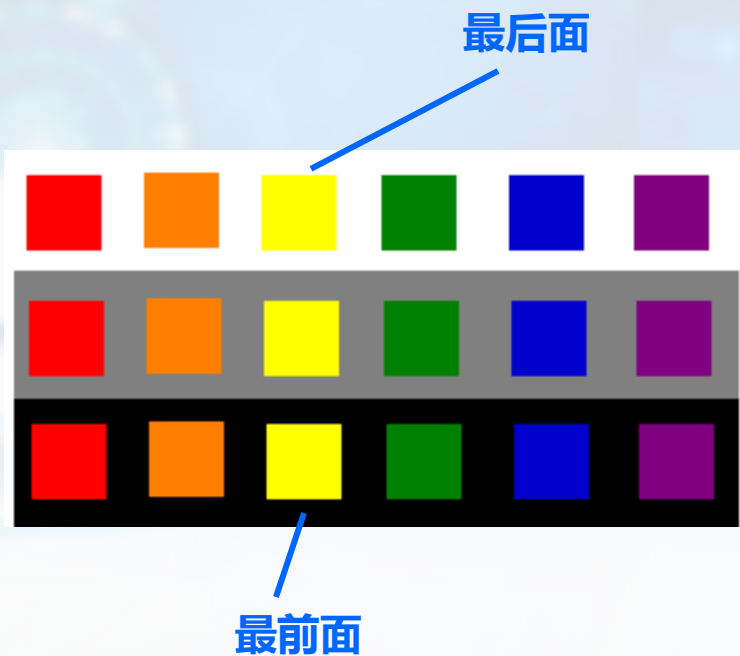
人眼视觉现象

◆颜色辨别

◆颜色对比

◆颜色错觉 →

- 同化现象
- 色彩的醒目性
- 色彩的进退**
- 色彩的冷暖
- 色彩的胀缩
- 色彩的软硬
- 色彩的情绪



2

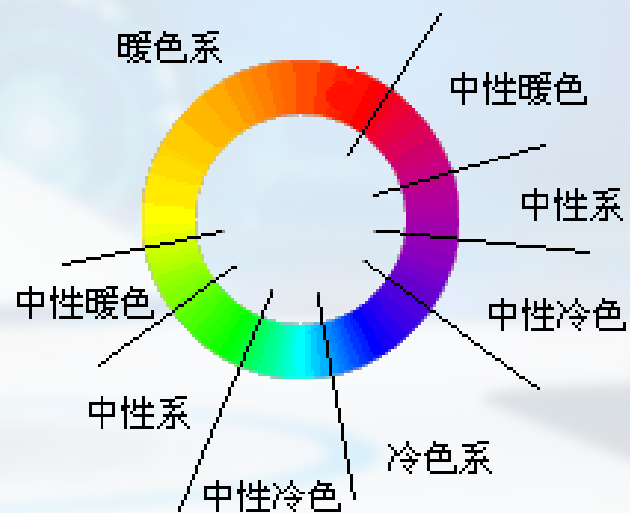
人眼视觉现象

◆颜色辨别

◆颜色对比

◆颜色错觉 ➡

- 同化现象
- 色彩的醒目性
- 色彩的进退
- 色彩的冷暖
- 色彩的胀缩
- 色彩的软硬
- 色彩的情绪



2

人眼视觉现象

◆颜色辨别

◆颜色对比

◆颜色错觉 ➡

- 同化现象
- 色彩的醒目性
- 色彩的进退
- 色彩的冷暖
- 色彩的胀缩
- 色彩的软硬
- 色彩的情绪



暖色



冷色

2

人眼视觉现象

◆颜色辨别

◆颜色对比

◆颜色错觉 →

➤同化现象

➤色彩的醒目性

➤色彩的进退

➤色彩的冷暖

➤色彩的胀缩

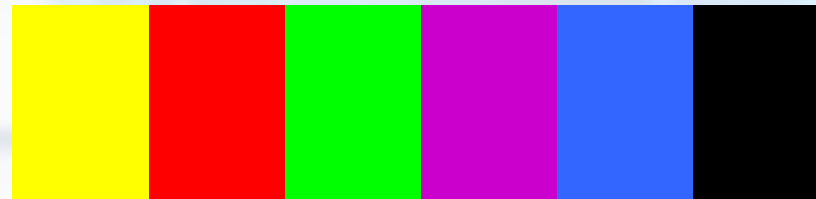
➤色彩的软硬

➤色彩的情绪

膨胀



收缩



2

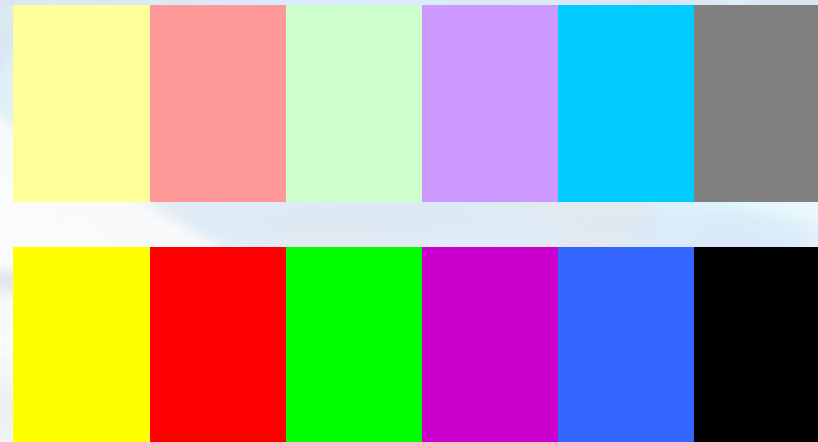
人眼视觉现象

◆颜色辨别

◆颜色对比

◆颜色错觉 →

- 同化现象
- 色彩的醒目性
- 色彩的进退
- 色彩的冷暖
- 色彩的胀缩
- 色彩的软硬
- 色彩的情绪



2

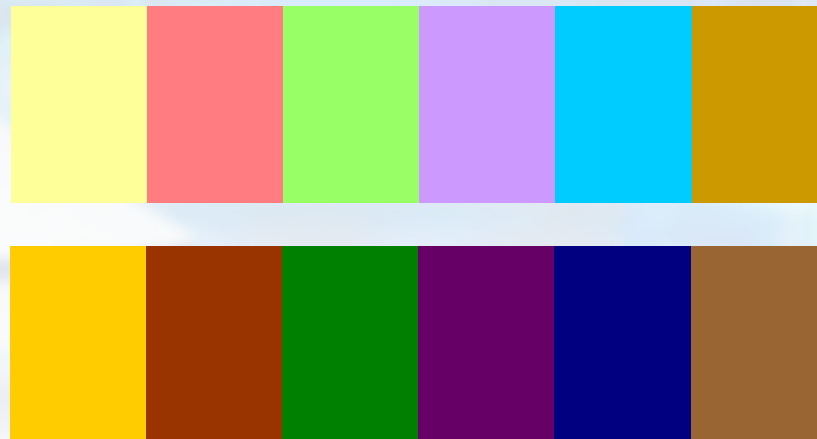
人眼视觉现象

◆颜色辨别

◆颜色对比

◆颜色错觉 →

- 同化现象
- 色彩的醒目性
- 色彩的进退
- 色彩的冷暖
- 色彩的胀缩
- 色彩的软硬
- 色彩的情绪





谢谢

软件学院 万琳