

TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

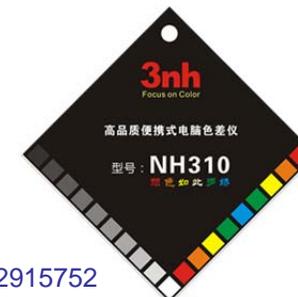
颜色基本原理及色差仪介绍

3nh·研发中心
www.3nh.com

TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752



目录



TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

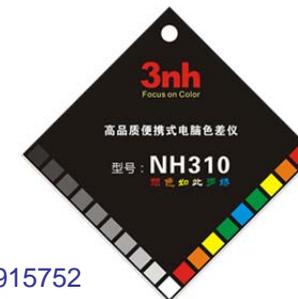
一、光

二、人眼颜色假说

三、物体为什么会有颜色

四、颜色空间

五、色差仪的原理介绍

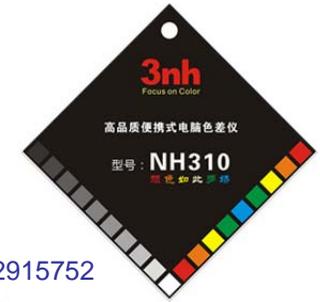


TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

一、光

- 1、光与人眼
- 2、光与颜色
- 3、光是什么？

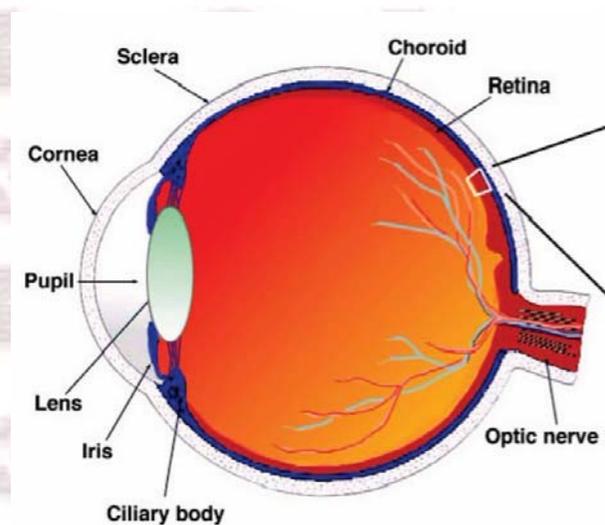
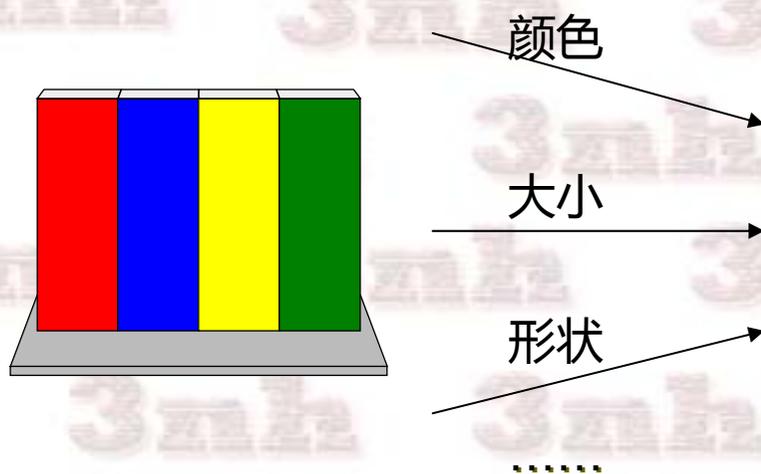


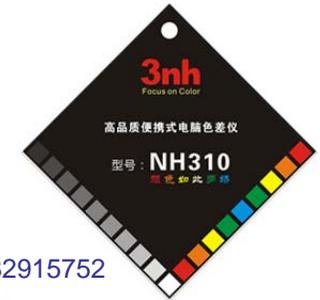


TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

一、光——光与人眼

- 光是人类生存不可或缺的元素。
- 据统计研究，人类获取的信息有80%来自于眼睛，眼睛获取外界环境的信息只能通过**光**来实现。

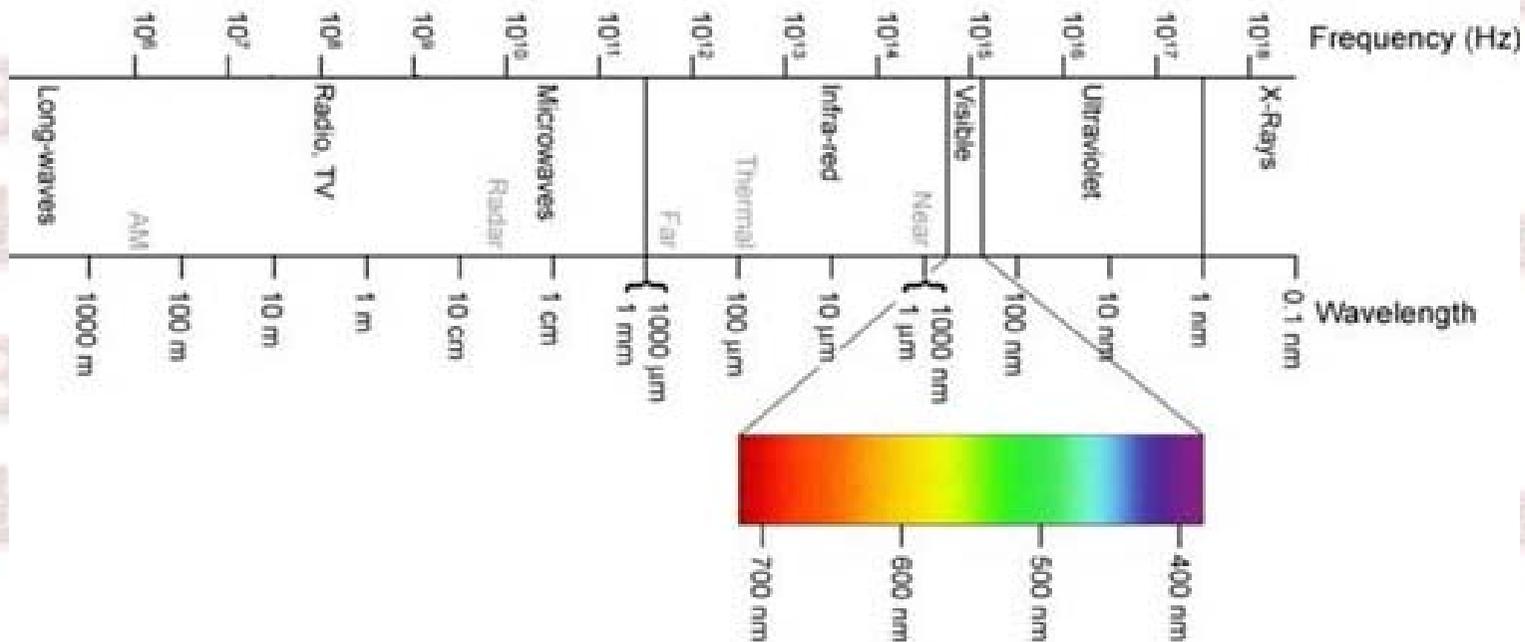




TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

一、光——光与颜色

- 我们人类能区分出各种颜色，一方面是人眼对色彩感知的功能；
- 另一方面则是因为光具有波动性，因此光波就具有波长、频率，不同波长、频率的光被人眼接受，从而获得不同的颜色感知。





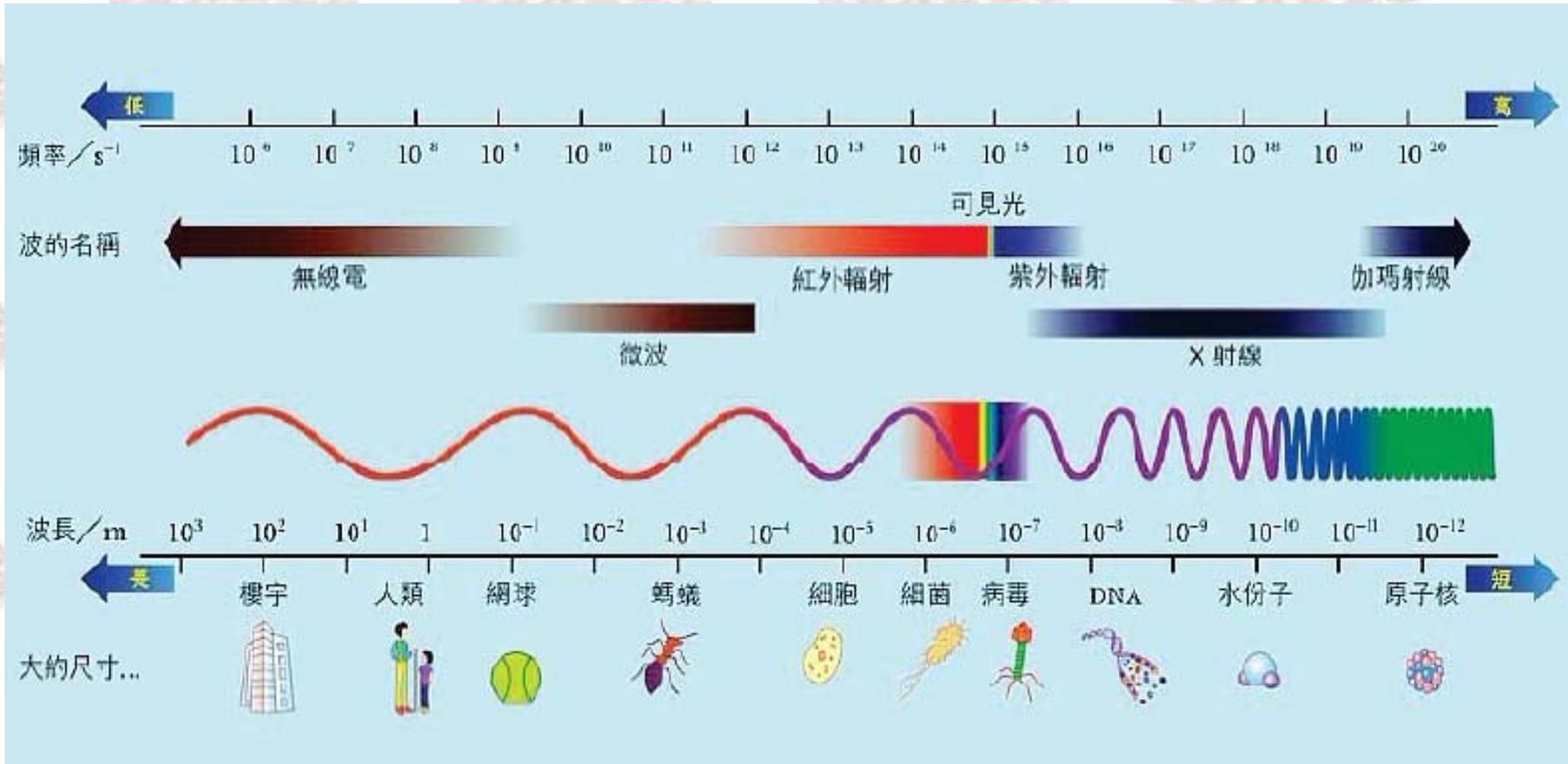
TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

一、光——光是什么？

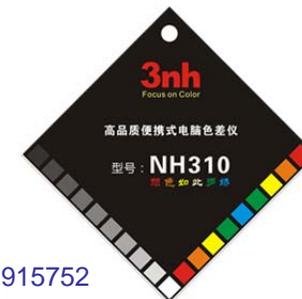
- 最早的光学现象、光学原理的描述记载于中国战国时期的《墨经》，俗称“墨经八条”；
- 直到1865年，麦克斯韦根据麦克斯韦方程组预言光是电磁波，该预言在1888年得到证实；
- 现代光学认为光是属于可被人眼感知的电磁波，可见光在电磁波中只占据了很窄的波段，电磁波波长范围约从0.1nm~1000m，其中只有波长为380nm~780nm的可见光被我们人类所感知，并形成色彩的感觉。



TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752



目录



TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

一、光

二、人眼颜色假说

三、物体为什么会有颜色

四、颜色空间

五、色差仪的原理介绍



TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

二、人眼颜色假说

- 1、扬-赫姆霍兹三原色学说
- 2、对抗色理论
- 3、阶段学说





二、人眼颜色假说——扬-赫姆霍兹三原色学说

TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

- 扬-赫姆霍兹三原色学说假设人眼视网膜上有三种神经纤维，对应红、绿、蓝三原色，每种神经纤维的兴奋都引起对应的一种原色的感觉。光照射到视网膜时，三种神经纤维根据光包含的波长呈现不同的兴奋，人眼就形成了特定的色彩感觉。
- 经过多年的研究，近20年来，发现人眼视网膜上确实有三种不同类型的椎体细胞，分别含有不同的视色素，起对应的光谱吸收峰分别是440nm~450nm、530nm~540nm、560nm~570nm。



二、人眼颜色假说——对抗色理论

TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

- 又称为四色学说，其假设视网膜中有三对视素：白——黑、红——绿、黄——蓝。这三对视素有二种对立过程，分别是建设（同化）、破坏（异化）。

有光：白——黑被破坏，产生白色感觉；

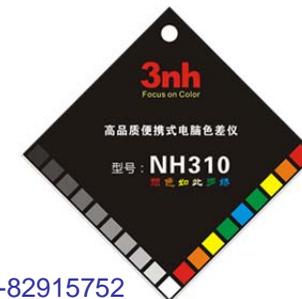
无光：白——黑被建设，产生黑色感觉；

红光：红——绿被破坏，产生红色感觉；

绿光：红——绿被建设，产生绿色感觉；

黄光：黄——蓝被破坏，产生黄色感觉；

蓝光：黄——蓝被建设，产生蓝色感觉。

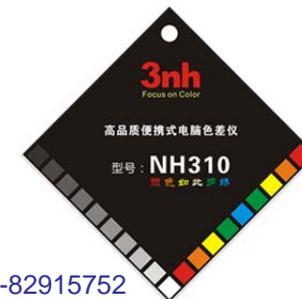


二、人眼颜色假说——阶段学说

TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

- Vos和Walraren在1971年提出了阶段学说，认为颜色视觉过程可以分为几个阶段：第一阶段是视网膜上的杆体细胞对亮度产生感应和和三椎体细胞对红、绿、蓝产生颜色感应；第二阶段是三椎体细胞感应到的红、绿、蓝颜色中，红、绿的一部分合成黄色，剩下的组成红——绿对，合成的黄与蓝组成黄——蓝对；红、绿、蓝组合形成了明暗视觉。
- 经过以上的过程之后，神经将这些信息传递给大脑，形成了颜色感觉。

目录



TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

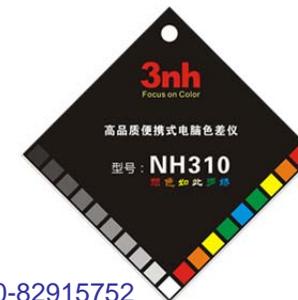
一、光

二、人眼颜色假说

三、物体为什么会有颜色

四、颜色空间

五、色差仪的原理介绍

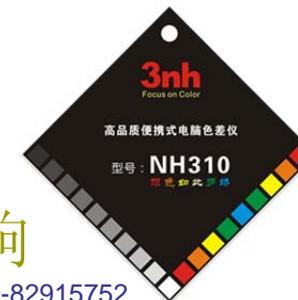


三、物体为什么会有颜色

TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

- 1、物体对颜色的影响
- 2、光源对颜色的影响
- 3、标准光源
- 4、观察者对颜色的影响





三、物体为什么会有颜色——物体对颜色的影响

TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

观测颜色三要素

光源



环境不变?
光源不变?

物体

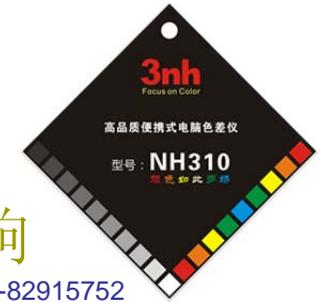


□ 当照明光源、观察者不发生变化时，那么物体将决定观察者形成的色彩感知，

观测者



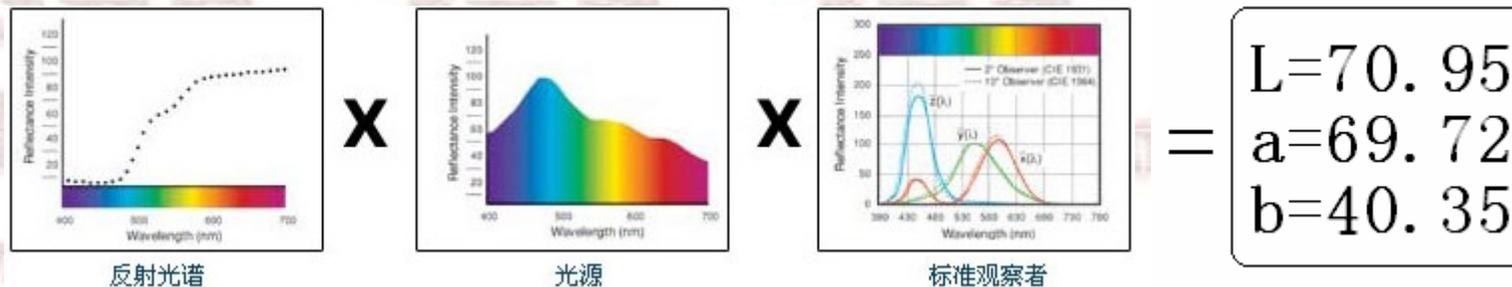
心理因素?
同一个人?

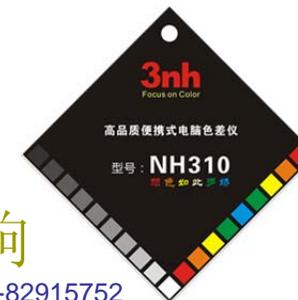


三、物体为什么会有颜色——物体对颜色的影响

TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

- 物体之所以能影响最终的色彩感知，是因为物体的反射光谱（透射光谱）对光源光谱进行了调制，不同的物体有不同的反射光谱（透射光谱），光源光谱被不同的物体的反射光谱（透射光谱）调制获得不同的结果，因为观察者不变，所以呈现不同的颜色。





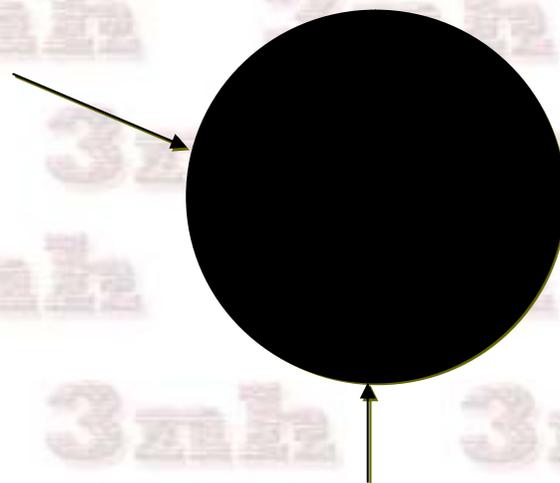
三、物体为什么会有颜色——光源对颜色的影响

TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

□ 理想光源

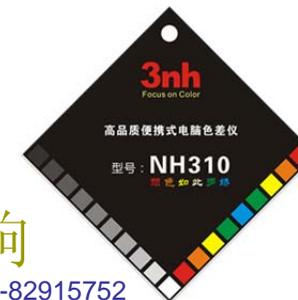
黑体是理想中的光源，又被称为完全辐射体、普朗克辐射体。黑体是吸收率恒为1的物体，也就是说，在任何温度下，落在黑体上的任何波长的辐射将全部被吸收。

自然界中不存在



人工制造接近黑体的光源

黑体会随着温度辐射出不同光谱功率，某一时刻的光谱完全由黑体的温度决定。

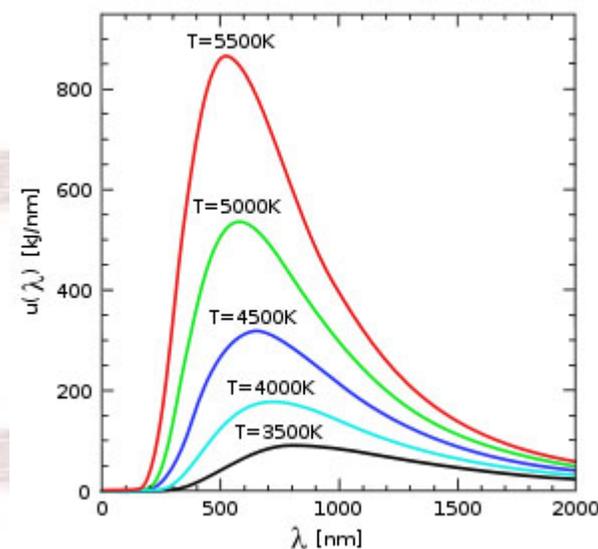


三、物体为什么会有颜色——光源对颜色的影响

TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

- 作为理想光源，黑体被用作其他辐射体的初级标准，并用黑体的温度——色温来描述光源的发光特性，当某一光源的色品与某一温度下的黑体色品相同时，该黑体的温度就是该光源的色温。

随着色温的增加，短波长的光能比例逐渐增加；随着色温的下降，长波长的光能比例逐渐增加；因此，比较笼统的说，色温高的光源，光源颜色会偏蓝色，被照射物体颜色会偏蓝色，色温低的光源，光源颜色会偏红色，被照射物体颜色也会偏红色。



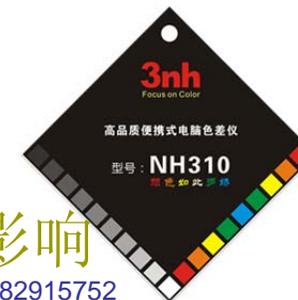


三、物体为什么会有颜色——标准光源

TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

- 为了能进行准确的颜色交流，CIE对光源进行了标准化

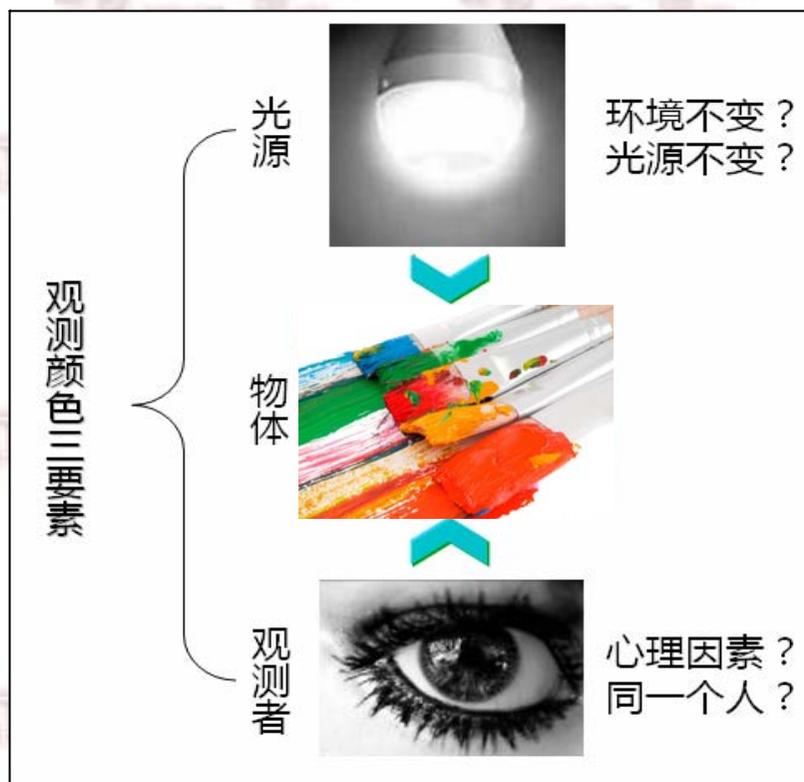
标准光源	描述
A光源	CIE 15:2004推荐分布温度为2856K的充气钨丝灯。如果要求更准确的实现标准照明体的紫外辐射的相对光谱功率分布，推荐使用熔融石英壳或带石英窗口的玻璃壳的灯。
B光源	已经被CIE废弃。
C光源	由光源A加一组特定的戴维斯-吉伯逊液体滤光器，以产生相关色温近似6800K的辐射。
D65光源	到目前为止，还没有人造光源被推荐为CIE D65 照明体和其他D照明体。现在正在研制的模拟D65的人造光源有：带滤光片的高压氙弧灯、带滤光器的白炽灯、带滤光器的荧光灯三种。其中，带滤光片的高压氙弧灯的模拟最好。



三、物体为什么会有颜色——观察者对颜色的影响

TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

- 心理过程，难以量化，只能做统计性的处理；
- 为了实现准确的颜色交流，使用仪器代替人作为观察者。



内部提供稳定光源
隔绝外部环境影响



模拟人眼功能
不受心理因素影响
提供自然真实数据

目录



TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

一、光

二、人眼颜色假说

三、物体为什么会有颜色

四、颜色空间

五、色差仪的原理介绍

四、颜色空间



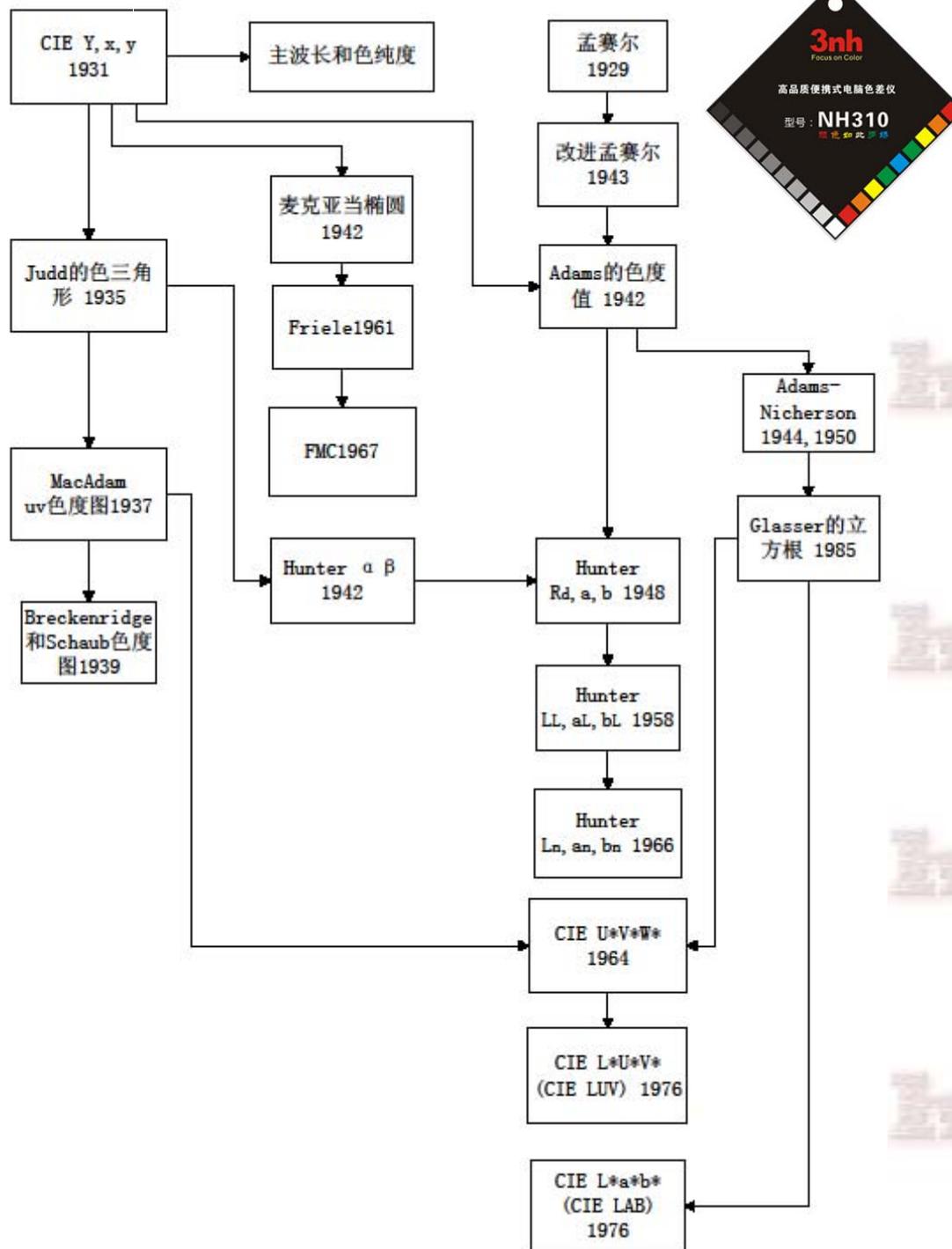
TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752



四、颜色空间

TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

- 颜色需要用三个参数来表示，这三个参数构成了三维空间，国际照明委员会在1931年确立了CIE 1931 XYZ标准，这是第一个用数学方式定义的色彩空间。
- 空间都是近似理想的色空间，存在不足之处，需要继续改进。
- 目前的空间都是近似理想的色空间，存在不足之处，需要继续改进。



目录



TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

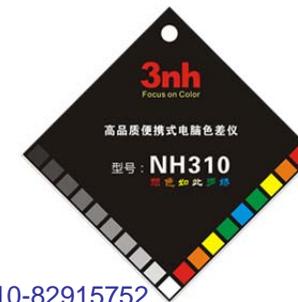
一、光

二、人眼颜色假说

三、物体为什么会有颜色

四、颜色空间

五、色差仪的原理介绍



五、色差仪的原理介绍

TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

- 1、光学结构
- 2、测量原理
- 3、基本的数学过程
- 4、应用范围及应用方法
- 5、现状及发展趋势

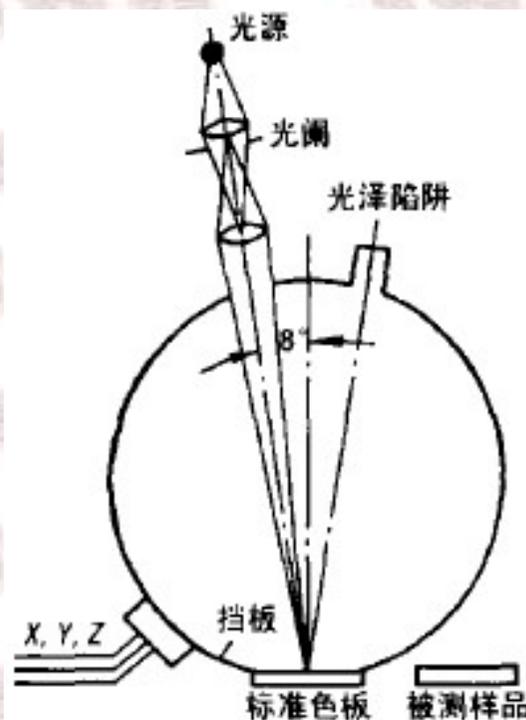




五、色差仪的原理介绍——光学结构

TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

- 色差仪大多采用了8/d照明方式的光学结构，包括了光源、进入积分球前的光路、积分球、感应器。其他照明方式的光学结构也与此相差不大。



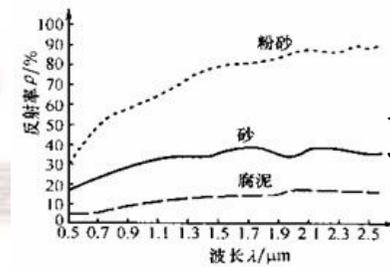
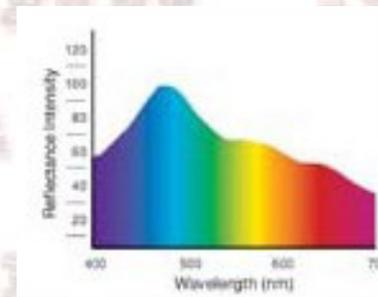


五、色差仪的原理介绍——测量原理

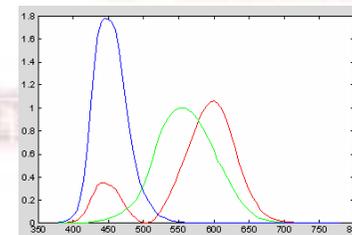
TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752



抽象为数学模型



反射率曲线是物体本身所固有的





五、色差仪的原理介绍——基本的数学过程

1、假设光源的发光光谱为 $s_1(\lambda)$

那么光源发出的光经过聚光镜、光路、积分球后，照射在被探测物的光为 $s_2(\lambda)$ ，则有

$$s_2(\lambda) = \alpha_1 s_1(\lambda) \quad \text{其中 } 0 \leq \alpha_1 \leq 1$$

2、当被探测物为校正白板时

那么感应器接收到的颜色信息如下

$$R = k \int_{\lambda} s_2(\lambda) \bar{r}(\lambda) d\lambda$$

$$G = k \int_{\lambda} s_2(\lambda) \bar{g}(\lambda) d\lambda$$

$$B = k \int_{\lambda} s_2(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda$$

其中， $\bar{r}(\lambda)$ 、 $\bar{g}(\lambda)$ 、 $\bar{b}(\lambda)$ 为 1931CIE-RGB

标准色度观测者光谱三刺激值；k 为归一化系数，为常数。

3、当被探测物颜色信息未知时

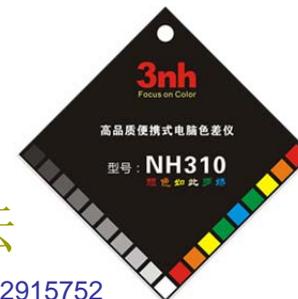
那么感应器接收到的颜色信息如下

$$R = k \int_{\lambda} s(\lambda) R(\lambda) \bar{r}(\lambda) d\lambda$$

$$G = k \int_{\lambda} s(\lambda) R(\lambda) \bar{g}(\lambda) d\lambda$$

$$B = k \int_{\lambda} s(\lambda) R(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda$$

其中， $\bar{r}(\lambda)$ 、 $\bar{g}(\lambda)$ 、 $\bar{b}(\lambda)$ 为 1931CIE-RGB 标准色度观测者光谱三刺激值； $R(\lambda)$ 为物体的光谱发射因数；k 为归一化系数，为常数。



五、色差仪的原理介绍——应用范围及应用方法

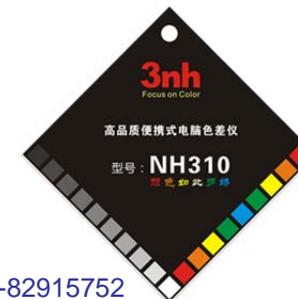
TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

□ 色差仪是集色度学、现代光电子学、计算机科学于一体的高科技产品，用途相当广泛，主要有以下的几个应用：

1、 产品颜色质量控制

2、 辅助油漆、喷涂、油墨等的配色

3、 颜色传递



五、色差仪的原理介绍——现状及发展趋势

TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

- 目前，色差仪在对产品颜色质量要求比较严格的行业已经得到广泛的应用，如塑胶、陶瓷、纺织、油漆、喷涂、印刷等等，也可用于与颜色相关的检测，如食品安全、药品安全等等。
- 国外的厂家有日本的美能达公司、美国的X-Rite公司和德国的BYK公司。
- 国内的经过近十年来了追赶，也出现了类似三恩驰（3nh）这样生产出稳定性好、测量精度高、操作简单、使用方便的色差仪的厂家。
- 目前色差仪发展趋势有以下几个方面：

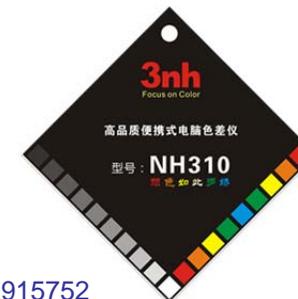
智能化

多种色空间的转换

测量稳定

准确高速

PC电脑扩展色差仪的功能



TEL:400-024-0008 FAX:010-82915752

谢谢

