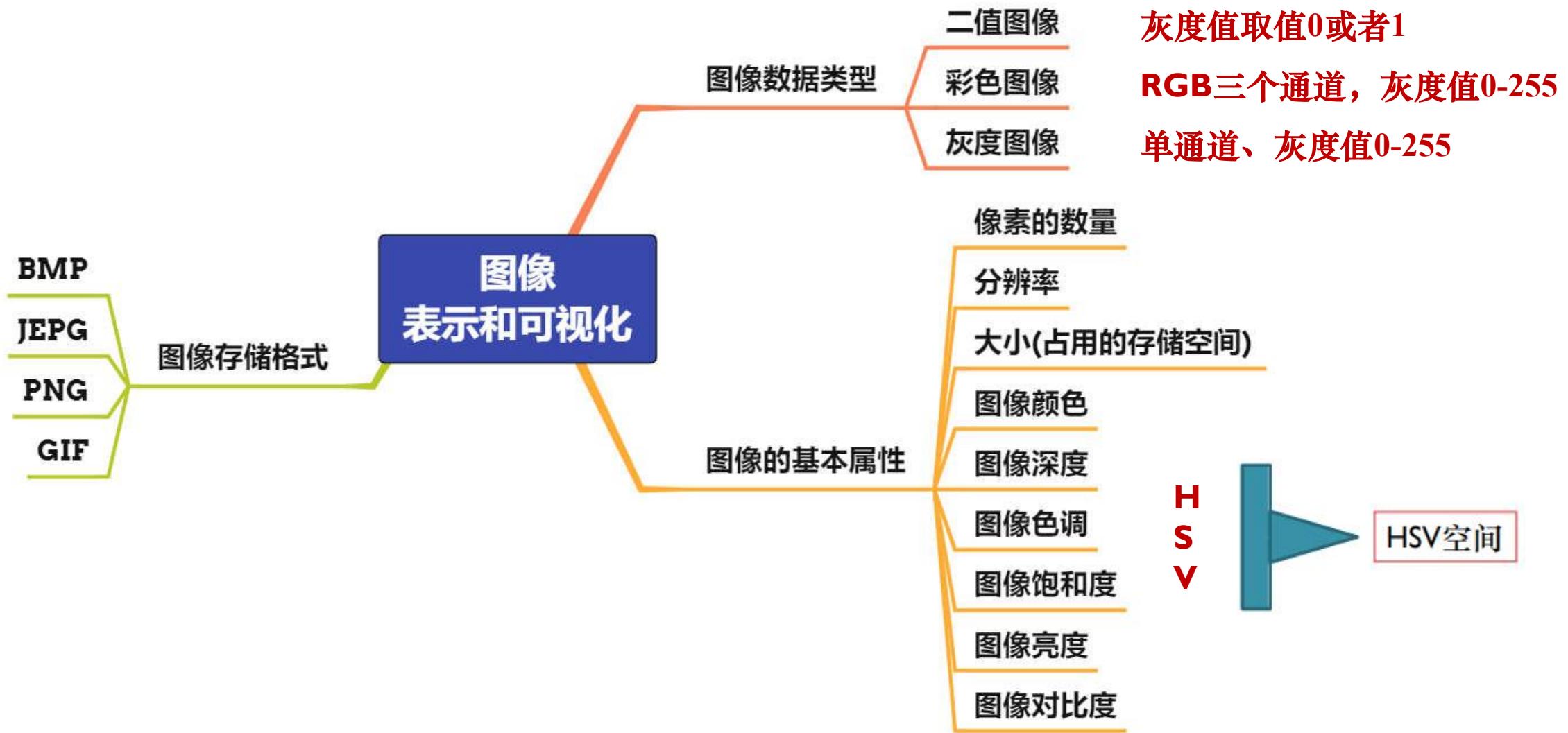


# 计算机视觉

## 颜色模型（空间）



# 关于颜色

彩色图像处理被划分为三个主要领域，即：

- 真彩色 (True color processing)
- 假彩色 (False color processing)
- 伪彩色 (pseudo color processing)





**真彩色处理中，被处理的图像一般从全彩色传感器中获得，如彩色摄影机或彩色扫描仪；**

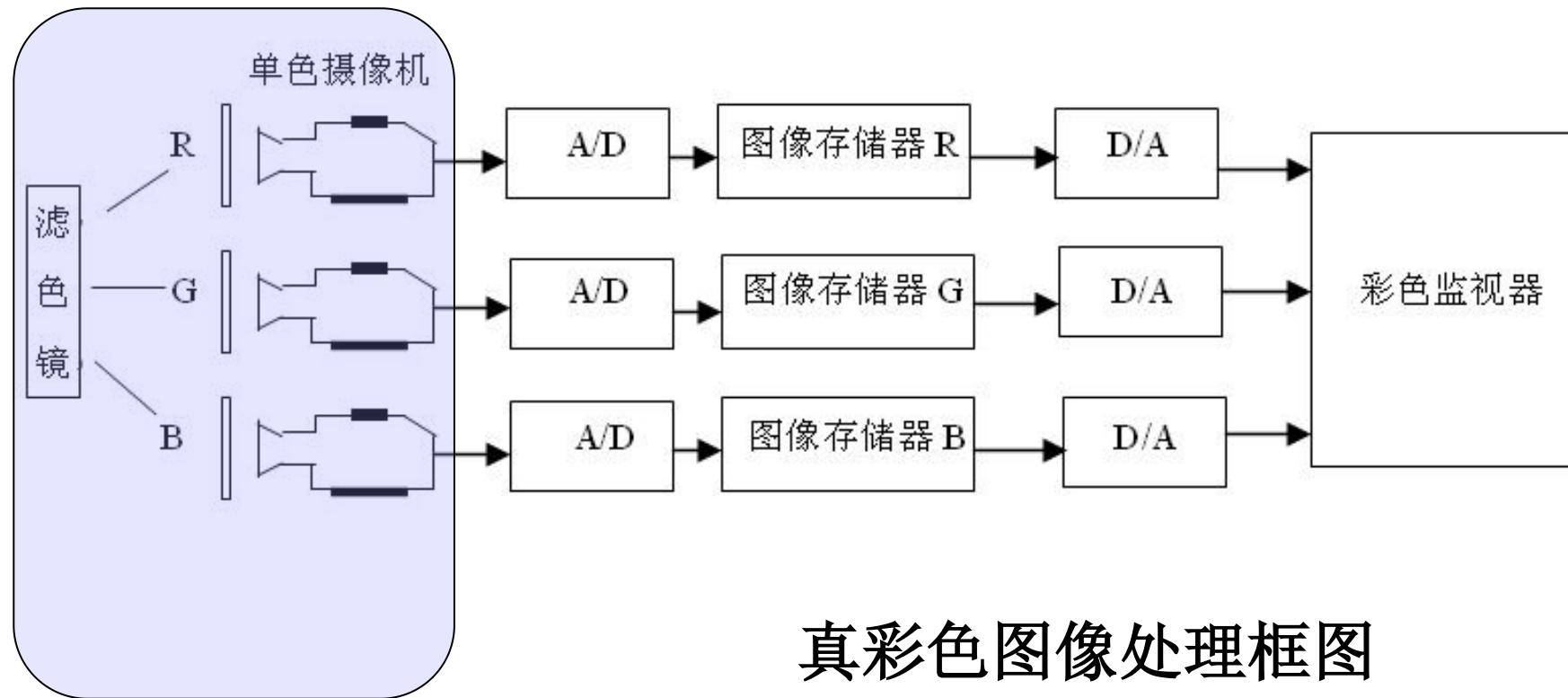
**假彩色处理是一种尽量逼近真实彩色的人工彩色处理技术；**

**伪彩色处理的问题是分配需要（特定）的彩色给某种灰度（强度或强度范围），以增强辩识能力。**

# 彩色感知 - 真彩色

一般情况下，把**能真实反映自然物体本来颜色的图像叫真彩色图像。**

在计算机图像处理系统中进行真彩色图像处理：



# 彩色感知—假彩色

**假彩色**图像处理与**伪彩色**图像处理这两个术语在有些文献中并没有加以严格区分。

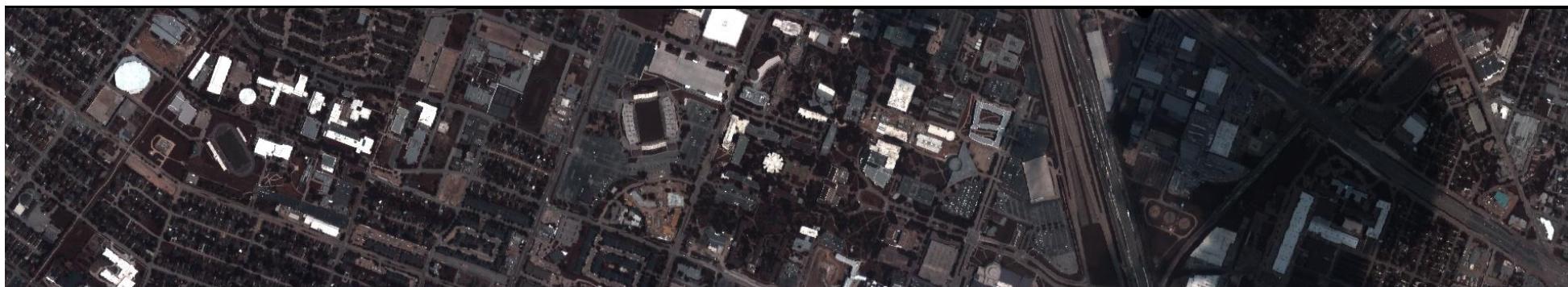
但从图像处理的角度来看，二者还是有差别的。例如，人们常常把没有颜色的人物照片用人工着色的方法彩色化，并且其目的主要是在于使其颜色尽量接近于真实色彩，这种技术我们认为应归入**假彩色**技术。



# 彩色感知-伪彩色

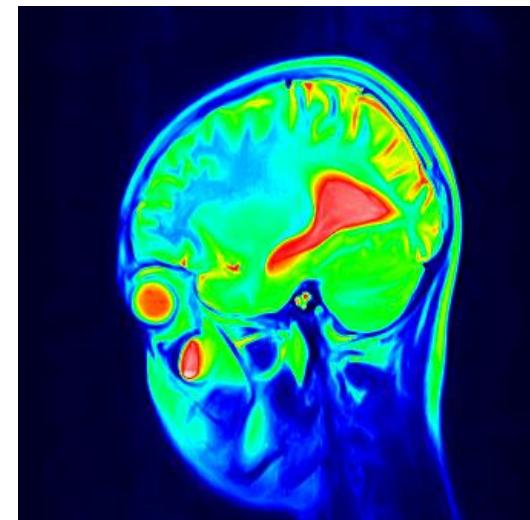
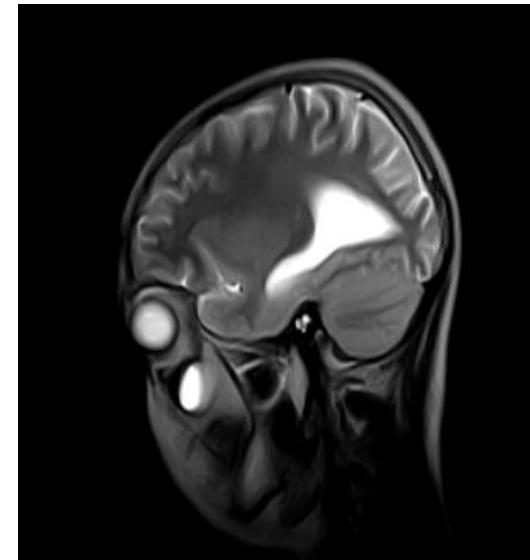
**定义：指将灰度图像转化为彩色图像，或者将单色图像变换成给定彩色分布的图像。**

一般情况下人为设计的各个目标物的颜色是不同的。如，蓝天可映射为红色，绿草也可映射为蓝色等。主要目的在于使处理后的图像中的某些内容更加醒目，提高人眼对图像的细节分辨能力，以达到图像增强的目的。伪彩色技术也可用于线性彩色坐标变换，它可以由原图像基色转变为另一组新基色。



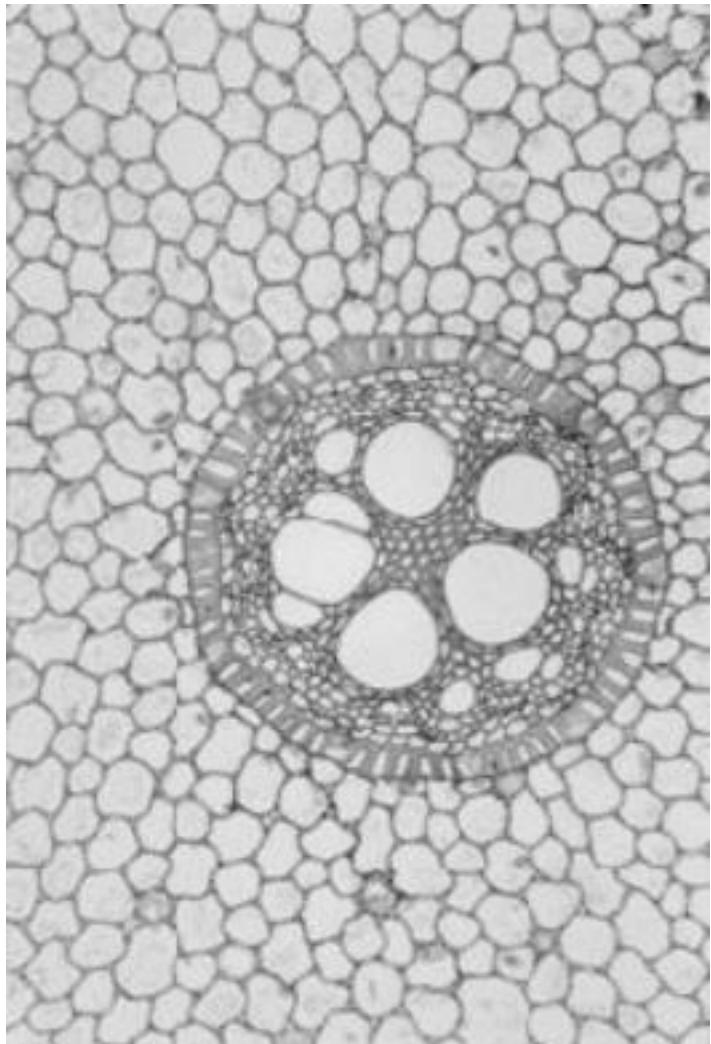
伪彩色处理之所以可以达到增强效果，主要是由于人眼对彩色的分辨能力远远高于对黑白灰度的分辨能力。

一般的观察者通常只能分辨十几级灰度。即使经过专门训练的人员（如X光透视医生）也只能分辨几十级灰度。而对于彩色来说，人的眼睛可分辨出上千种彩色的色调和强度。因此，在一幅黑白图像中检测不到的信息，经伪彩色增强后可较容易地被检测出来。

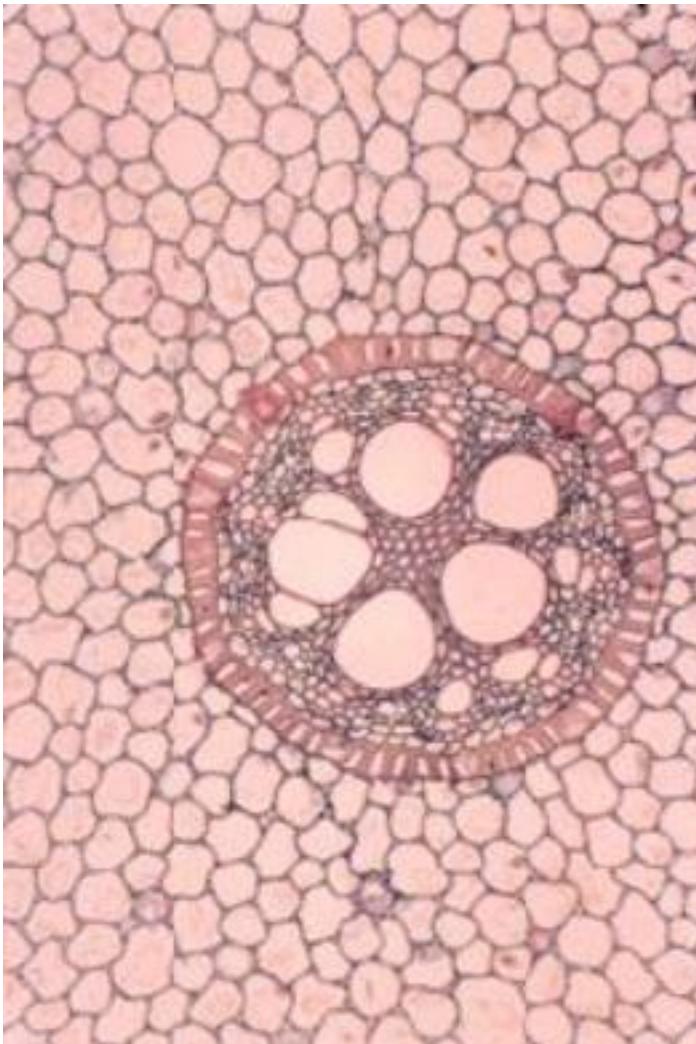


# 简单色调图片假彩色变换效果

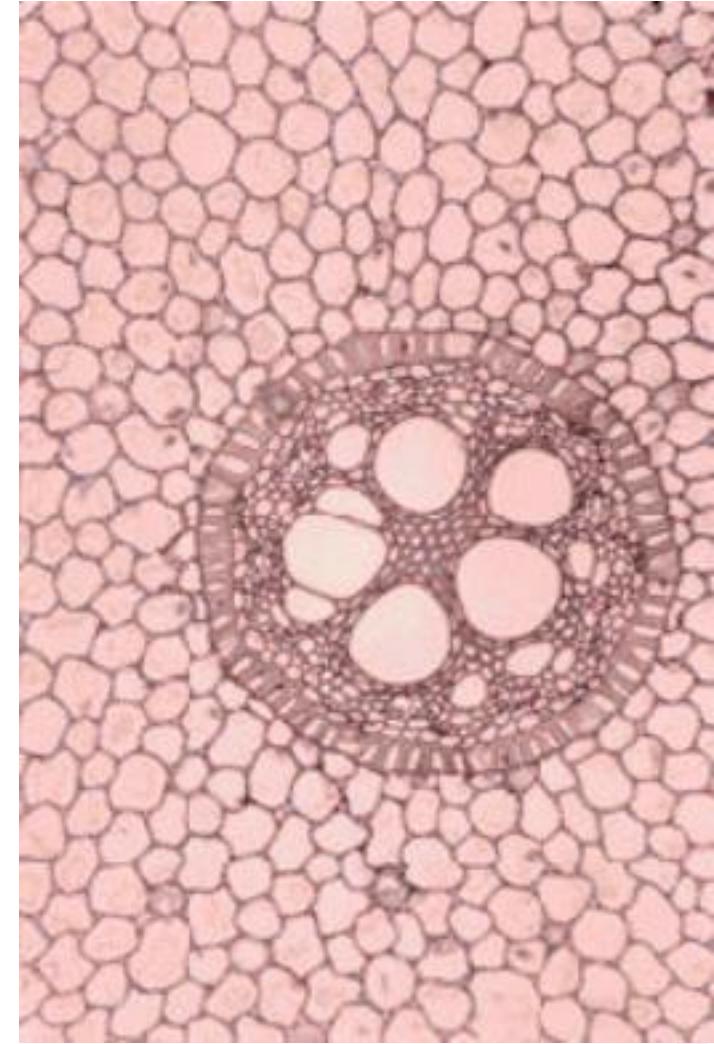
灰度图片



参考图片

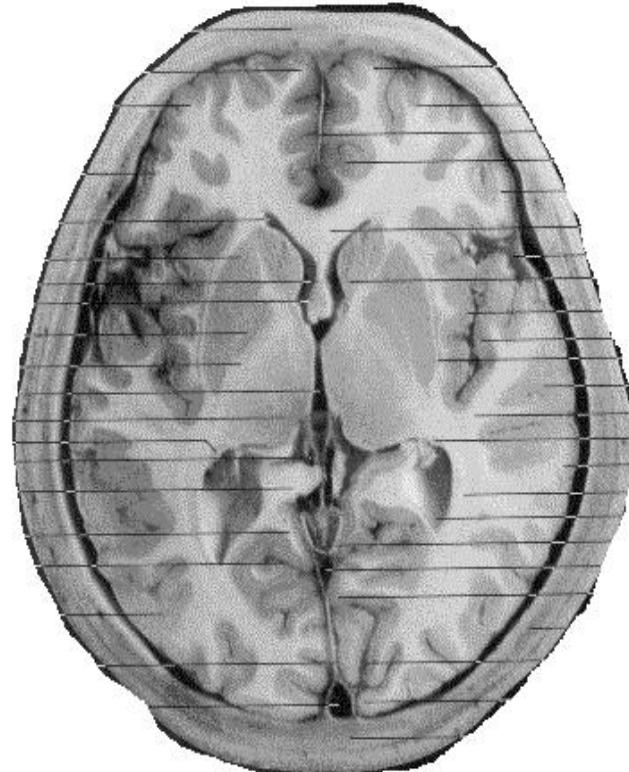


假彩色变换后图片

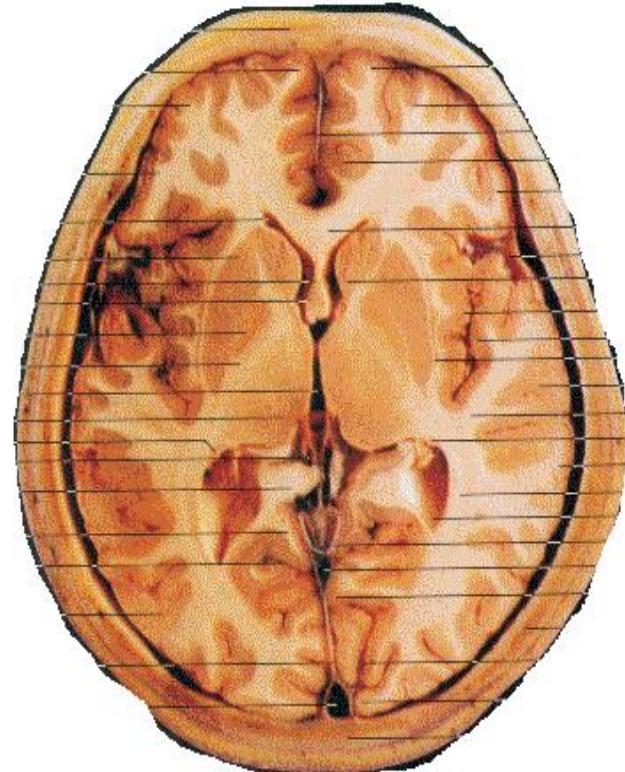


# 简单色调图片假彩色变换效果

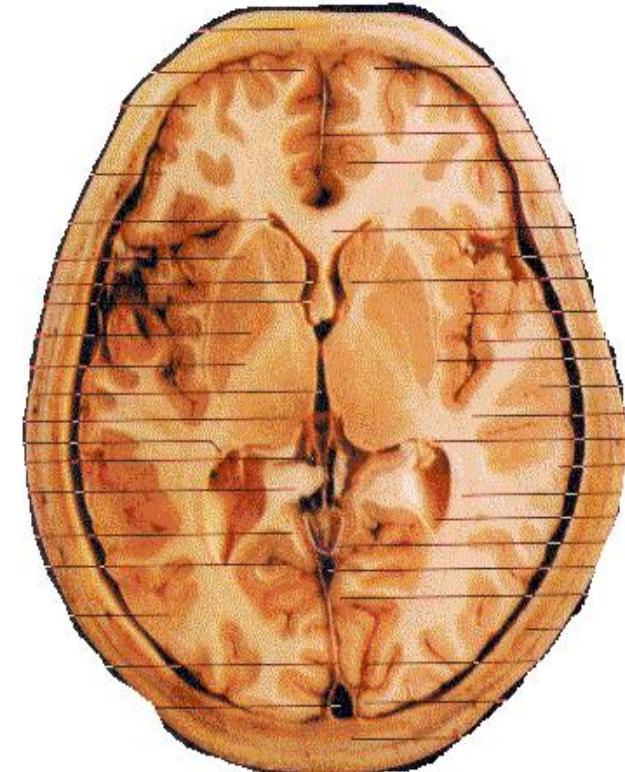
灰度图片



参考图片

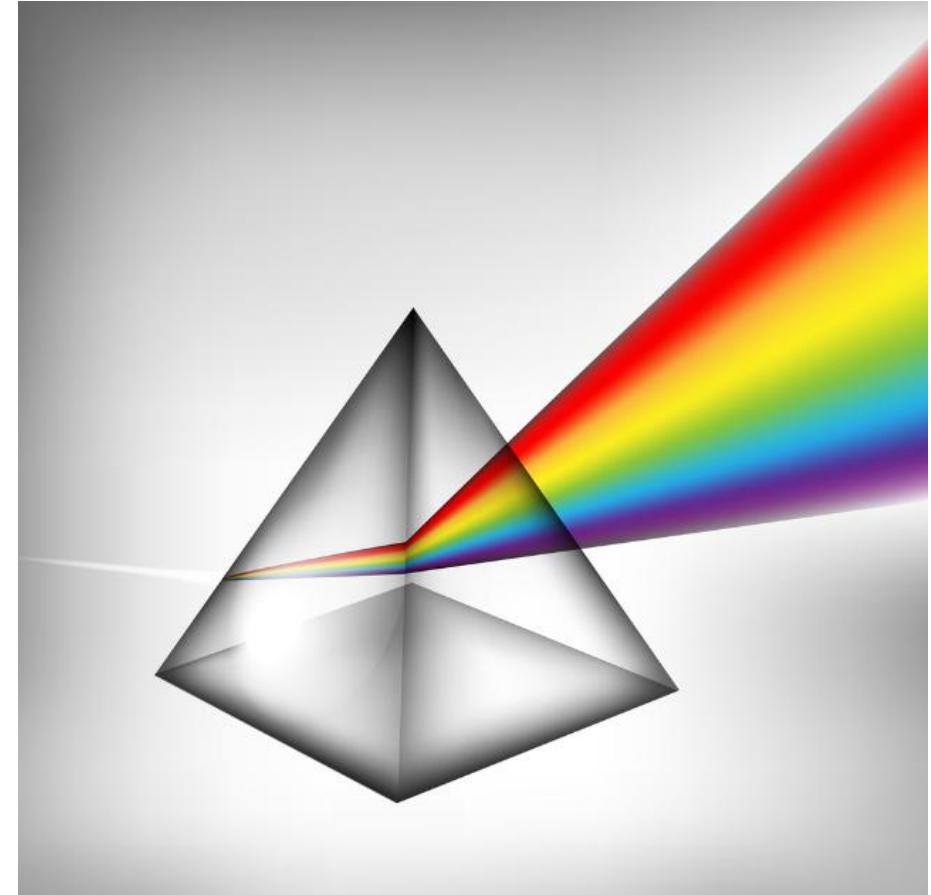


变换后的  
假彩色图片



# 颜色基本原理

1666年，牛顿发现当一束太阳光穿过一个玻璃棱镜时，光束的边缘并不是白色的，而是一个**连续的光谱**，一端是紫色，另一端是红色。这条彩色光谱可分为6个宽域：**紫色、蓝色、绿色、黄色、桔黄和红色**。彩带中没有截然的颜色界限，而是每种彩条都平滑地变成另外一种。



# 颜色基本原理

- **白光**

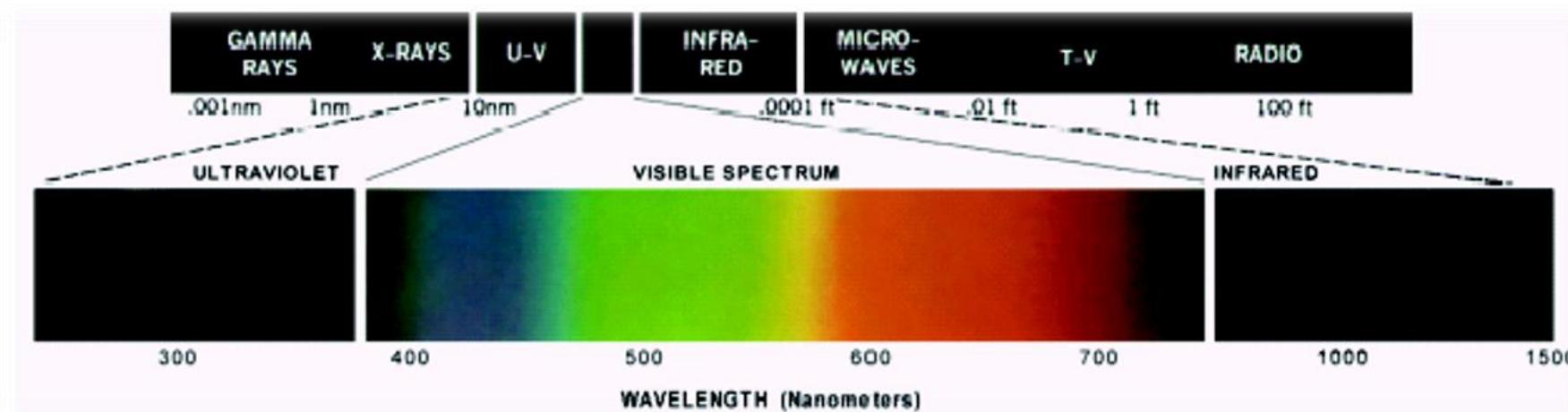
在17世纪，牛顿通过三棱镜研究对白光的折射就已发现：

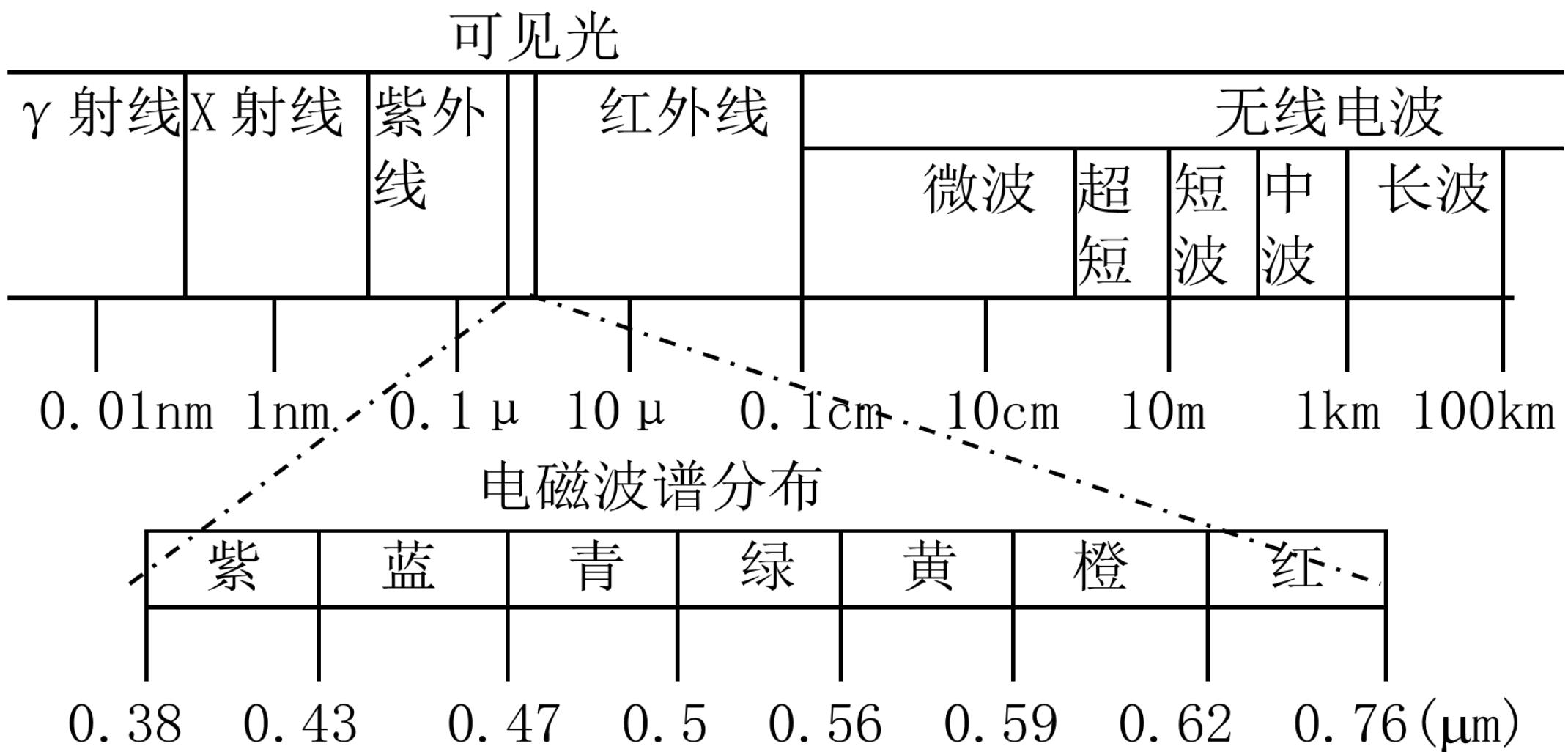
白光可被分解成一系列从紫到红的连续光谱，从而证明白光是由不同颜色（而且这些颜色并不能再进一步被分解）的光线相混合而组成的。

## •可见光

如果物体的反射光在所有可见光波长中的成分**相对平衡时**，物体显示出白色。

如果物体只**反射有限的可见频谱范围内的某些光波时**，物体**则显示不同的颜色**，例如：物体反射光的波长主要是从500到570nm，而吸收多数其它波长的能量时，物体则显示**绿色**。





可见范围电磁波谱的波长组成

## • 人眼的吸收特性：

人眼的锥状细胞是负责彩色视觉的传感器，人眼的锥状细胞可分为三个主要的感觉类别。

大约65%的锥状细胞对红光敏感，33%对绿光敏感，只有2%对蓝光敏感。

由于人眼的这些吸收特性，被看到的彩色是所谓的原色红(R, red)、绿(G, green)和蓝(B, blue)的各种组合。

## •三原色原理（三基色）

任何颜色都可以用3种不同的基本颜色按不同比例混合得到，

即

$$C = a * C_1 + b * C_2 + c * C_3$$

其中,  $a, b, c \geq 0$  为三种原色的权值或者比例,  $C_1, C_2, C_3$  为三原色 (又称为三基色)。

# 颜色空间分类

## 1. 从颜色感知的角度分类

- 混合型颜色空间：三基色比例合成，RGB、CMY和XYZ等。
- 非线性亮度/色度：用一个分量表示非色彩的感知，另两个独立分量表示色彩的感知，如YUV、YIQ等。
- 强度/饱和度/色调：如HSL、HSI等。

## 2. 从技术角度分

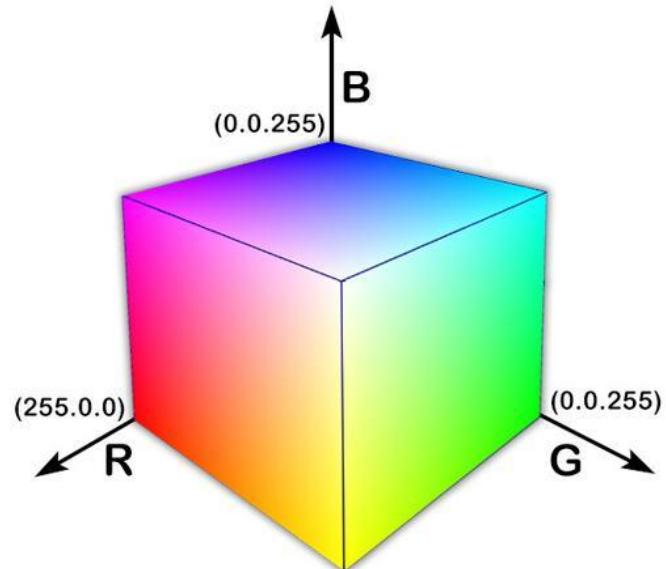
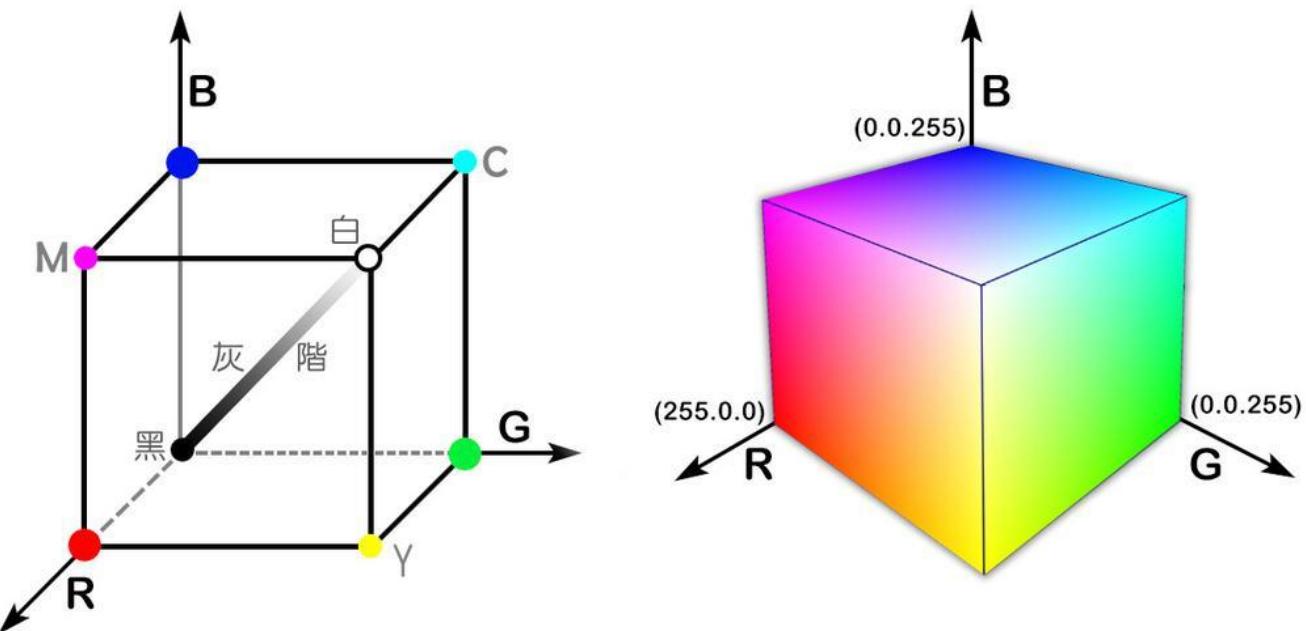
- RGB颜色空间/计算机图形颜色空间：如RGB、HSL
- XYZ型颜色空间/CIE颜色空间：用于科学计算和中间转换，它与设备无关
- YUV型颜色空间/电视系统颜色空间：如YUV、YIQ、ITU-R BT.601
- ITU-R BT.709、SMPTE-240M（美国电影电视工程师协会，定义了NTSC标准接口）

# 色彩模型/颜色空间

- **色彩模型**是描述使用一组值（通常使用三个、四个值或者颜色成分）表示颜色方法的抽象数学模型，用一个3D坐标系统及该系统中的一个子空间来表示，位于系统中的每种颜色都由单个点来表示。
- **颜色空间**从提出到现在已经有上百种，大部分只是局部的改变或专用于某一领域。大多数颜色模型都是面向硬件或面向应用。
- 颜色空间有许多种，常用有**RGB, CMY, HSV/HSI**等。
  - RGB：面向硬件的彩色模型。该模型用于彩色监视器和一大类彩色视频摄像。
  - CMY：工业印刷采用的颜色空间，如彩色打印机：一般采用四色墨盒，即CMY加黑色墨盒。
  - HSV,HSI：为了更好的数字化处理颜色而提出。有许多种HSX颜色空间，X可能是V或I。H是色调，S是饱和度，I是强度。

# RGB颜色空间

- RGB颜色空间使用最广泛的颜色空间，基本所有的颜色都可以看成三个基本颜色-红色(red)、绿色(green)和蓝色(blue)的不同组合。
- 一幅三通道彩色数字图像的每个像素可以用三个矢量分量R、G、B表示



←  
红(R): 29  
绿(G): 160  
蓝(B): 228

## • 三原色原理

- 原色相加可产生二次色。

例如：绿色+蓝色=青色(C, cyan), 红色+蓝色=深红色(M, magenta), 红色+绿色=黄色(Y, yellow)。

- 以一定的比例混合光的三种原色或者以一种二次色与其相反的原色相混合可以产生白色(W, white), 即：红色+绿色+蓝色=白色。
- $C=1-R$ ;  $M=1-G$ ;  $Y=1-B$  (假定所有颜色值都已被标准化到[0,1])

CMY颜色空间

## ➤ 三基色混色及色度表示原理

### 颜色的特性：

通常用来**区别颜色的三种基本特征量**：亮度、色度和饱和度。

**亮度**：用来表征颜色强度概念；

**色度/色调**：是一种与波长有关的属性，色度表征了观察者所获得的主导颜色的感觉。当我们说一个物体是红色、桔黄或黄色时，就是指它的色度。

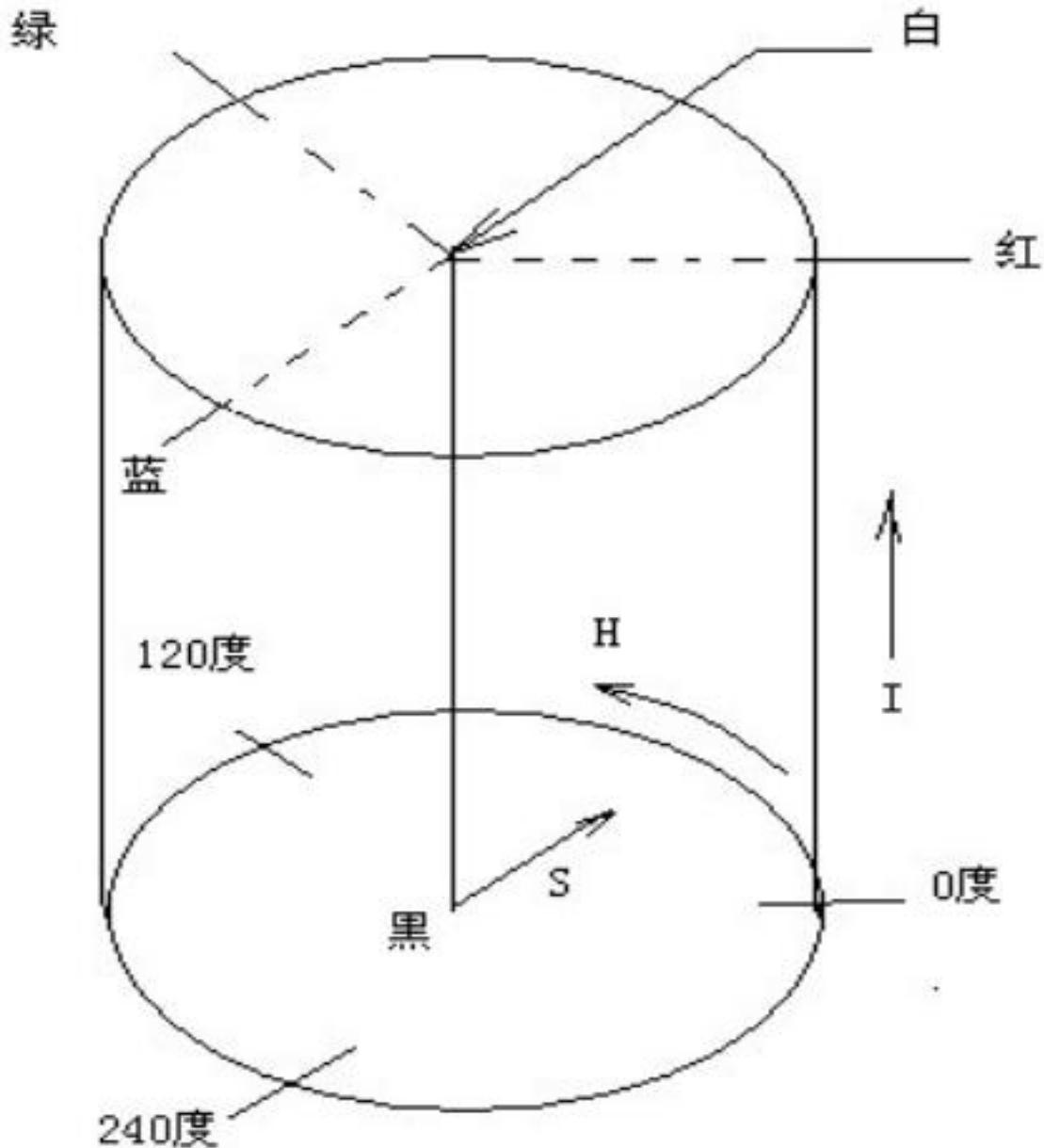
**饱和度**：是在颜色中掺杂白色光的数量多少的度量。纯谱颜色是完全饱和的，随着白光的加入饱和度逐渐减少。如紫色(红和白)和淡紫色(紫和白)这样的颜色是不饱和的。饱和的程度与添加白光的数量成比例。

# HSI 颜色模型

HSI (Hue-Saturation-Intensity, HSI) 模型用H、S、I三个参数描述颜色特性。

- H 定义颜色的波长，称为色度/色调，反映了该彩色最接近什么样的光谱波长；
- S 表示颜色的深浅程度，称为饱和度，饱和度越高，颜色越深；
- I/V (Value) 表示强度或亮度，其大小由物体反射系数来决定，反射系数越大，物体亮度越大。

- 如果把亮度作为色环的垂线，那么H、S、I构成一个**柱形彩色空间**。
- HSI模型的三个属性定义了一个三维柱形空间。



## 颜色空间变换

- 有些颜色空间可以直接变换：如 RGB和HSL, RGB和YUV
- 有些不能直接变换。如 HSL和CIE XYZ, RGB和CIE L\*a\*b\*（即CIE 1976 LAB）

## 什么颜色空间适合我？

- RGB与CMY空间
- 计算机图形颜色空间：HSL、HIS、HSB用于编辑颜色
- 电视系统颜色空间：YUV、YIQ、YC<sub>r</sub>C<sub>b</sub>（亮、色分离）