

一、色彩感觉的形成

(一)多彩的世界

世界是色彩缤纷的。不管是自然的世界还是人为的世界,都充满了无限丰富和不断变化的色彩。

人类最早是从大自然感受和认识色彩的。青山、绿水、蓝天、白云、朝霞、落日、珍禽、异兽、四季花卉、七彩飞虹……各种色彩的无机物和有机物构成了人类生活的环境,带给人们美的享受。

从原始社会起,人们就开始进行艺术创作。而色彩也很早就被人们作为艺术表现的要素。早在一、二万年前的旧石器时代,原始人就在洞窟中用赭红色画上了野牛等动物。在漫长的人类历史中,不知产生了多少色彩绚丽的艺术珍品。同时,人们也用色彩来美化自己的生活。六千多年前新石器时代的中国彩陶及以后的唐三彩、敦煌壁画都是十分典型的例子。现在色彩的应用已经渗透到了人们衣食住行的各个角落。多彩的世界是美好的,用色彩进行设计将使世界更加美好。在视觉传达设计领域、产品和服装设计领域、建筑和环境设计领域、工艺美术设计领域,色彩都是设计师最有力的工具之一。

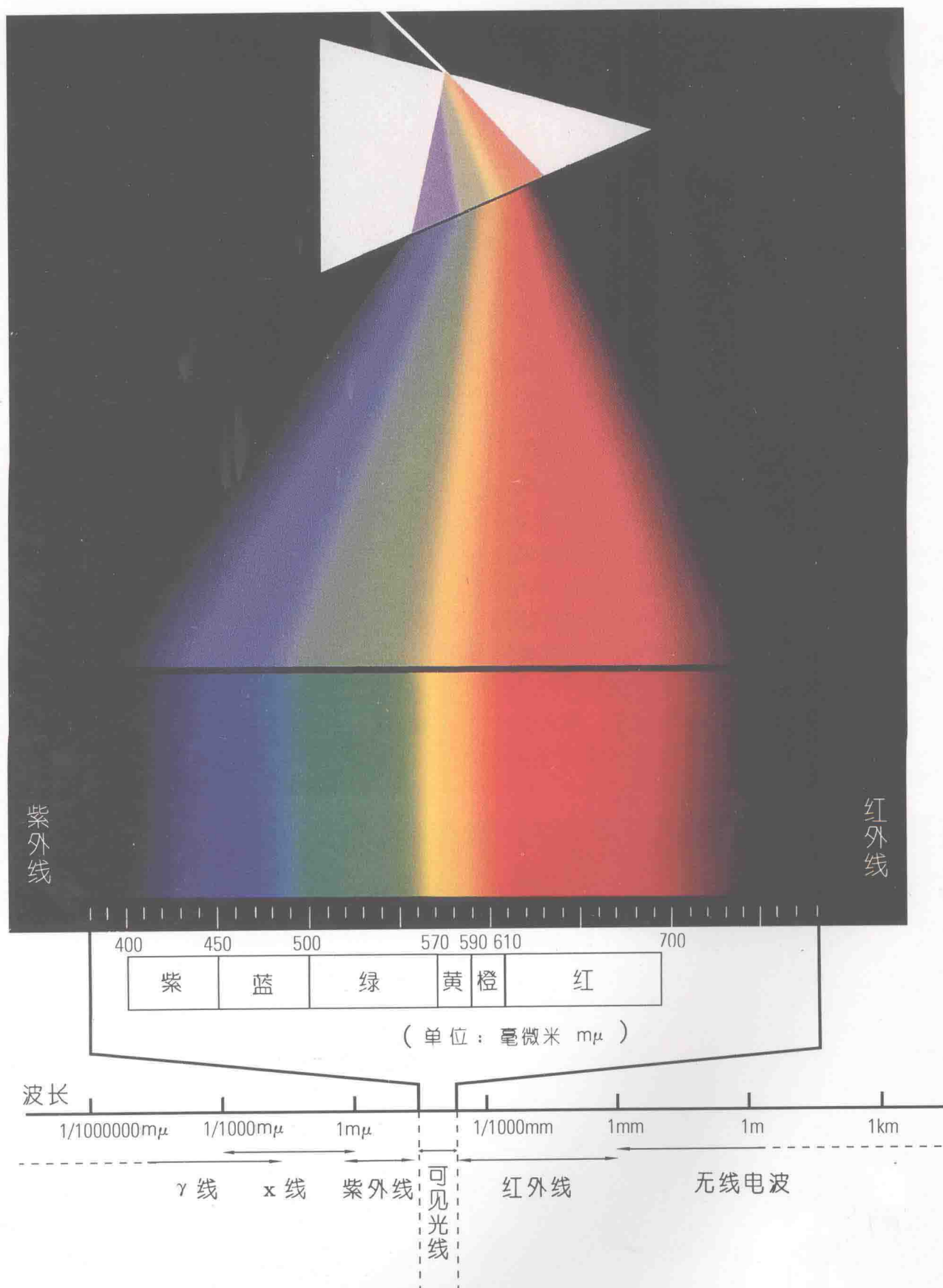
用色彩点缀的银座夜景



美丽的大自然是色彩设计的源泉



三棱镜分解白色光



(二)光和色

在完全黑暗的情况下无法看到色彩,有了光才能呈现色彩,光是感知色彩的前提条件。

在物理学上,光是一种电磁波辐射能。电磁波根据波长可以分成很多种类,从短到长依次为 γ 线、 x 线、紫外线、可见光线、红外线、电波(短波、中波、长波)等。其中可见光线的波长范围是380~780毫微米,这是人的眼睛在正常范围内可以看到的光线。毫微米($m\mu$)在长度的国际单位中是 $10^{-9}m$,即1毫米(mm)的100万分之一。

1666年,牛顿用三棱镜作了光的分解与合成的观察实验,发现了太阳光能分解成为如彩虹一样红橙黄绿蓝紫的色带,这就是光谱。在光谱中,短波长是紫色,中波长是绿色,长波长是红色。把这六色光按顺序围成环状,称为色相环。电磁波的另一个重要性质是振幅。振幅的大小决定了光的强弱,即光量。振幅的差异造成色彩明暗的区别,而波长的差异造成色相的区别。

发光物体发出的光的色彩,称为“光源色”,被光照射以后看到的物体的色彩称为“物体色”。其中,不透明物体反射光线呈现的色彩称为“表面色”。表面色的区别在于对所照射的光的各种波长吸收与反射的程度的差异。白色表面几乎反射全部光线,黑色表面几乎吸收全部光线。物体表面色是日常生活中接触最多的色彩。透

明体如彩色玻璃等在透过光线时吸收部分光线,这种透过光的色彩称为“透过色”。

物体的表面色和透过色除了由物体本身的性质决定以外,还受照射的光线所影响。同样的物体在不同性质的光源(如白炽灯、荧光灯、自然光)照射下会呈现不同的色彩。我们平时所说的物体的“固有色”是指在自然光照射下反射的色彩。同时,物体的色彩还受光线的光亮度、周围的环境色以及观看时的视觉心理的影响。

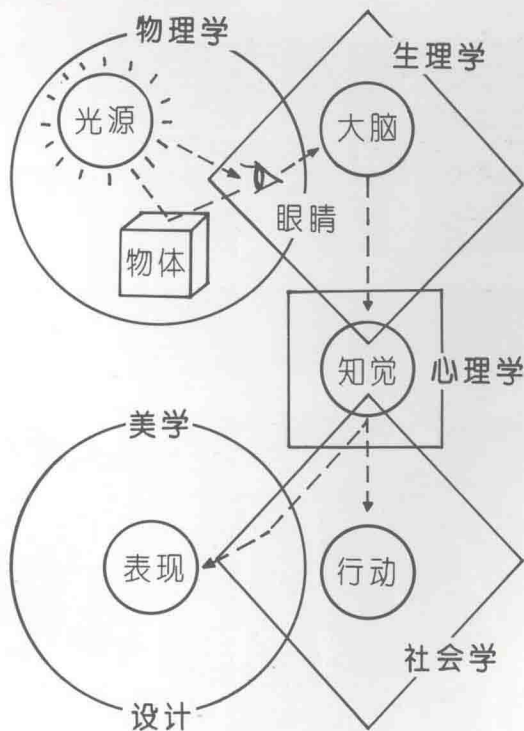
(三)色彩感觉的形成

人们感知色彩是通过眼睛实现的。光的刺激通过瞳孔到达视网膜,视网膜上有大量的视神经体即锥状细胞和柱状细胞,它们会吸收光线。其中,锥状细胞含有感受红、绿、蓝色光三原色的细胞,能感受色彩。柱状细胞不能识别色彩,但感受光线明暗能力强,在弱光下锥状细胞感觉迟钝,由柱状细胞以明暗深浅来辨别色彩。正常色觉的人,大致能区别750万种色彩。

视神经受到光线刺激,转化为神经冲动,通过神经纤维,将信息传达到大脑的视觉中枢,产生色彩的感觉。

人们在通过视觉器官感知色彩的同时,往往伴随着其它感觉器官及大脑等的活动而产生综合性的知觉和意识活动。因此,当我们使用色彩时,不仅要依据客观的科学知识,而且要结合印象、记忆、联想、象征、经验和传统习惯等等以达到良好的色彩效应。

色彩的感知与反应



二、色彩的体系

(一)色彩三属性

在日常生活中,我们对物体的观察不仅只观察色彩,同时会注意到形状、面积、体积、材质、肌理,以至该物体的功能和所处的环境。这些对色彩的感觉也会产生影响。为了寻找规律性,人们抽出纯粹色知觉的要素,认为构成色彩的基本要素是色相、明度、纯度,这就是色彩的三属性。

1. 色相(Hue)

色相是指色彩的相貌,是区别不同色彩的表象特征,不同的色相具有不同的波长。

将色相按波长进行循环排列,就形成色相环。色相环上划分的主要色相的位数,根据需要,有5位、6位、8位、12位、20位、24位、40位,甚至100位。



2. 明度(Value)

明度是指色彩的明暗程度。明度由光的振幅决定,振幅宽,明度高;振幅窄,明度低。

明度的尺度由黑—灰—白系列按感觉等分得到。理想的黑作为0,理想的白作为10,中间的灰色划分为9个等明度色标,作为明度色阶序列。用色纸表示的范围一般只能达到1~9.5之间。

黑白灰称为无彩色,从物理学的角度看不能称为色彩(在可视光谱中没有黑白灰),但从视觉艺术和设计的角度看,它们具有明显的色彩属性。

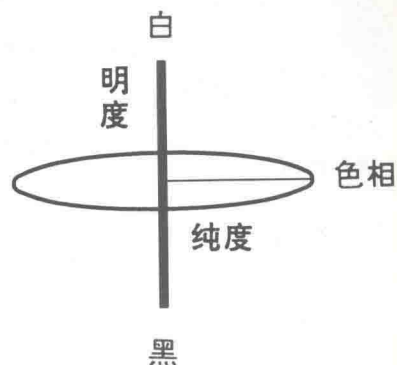
红黄蓝等各种色彩称为有彩色。有彩色的明度也不相同,其主要色相的明度为:红4、橙6、黄8、黄绿7、绿5、蓝绿5、蓝4、蓝紫3、紫4、紫红4。

3. 纯度(Chroma)

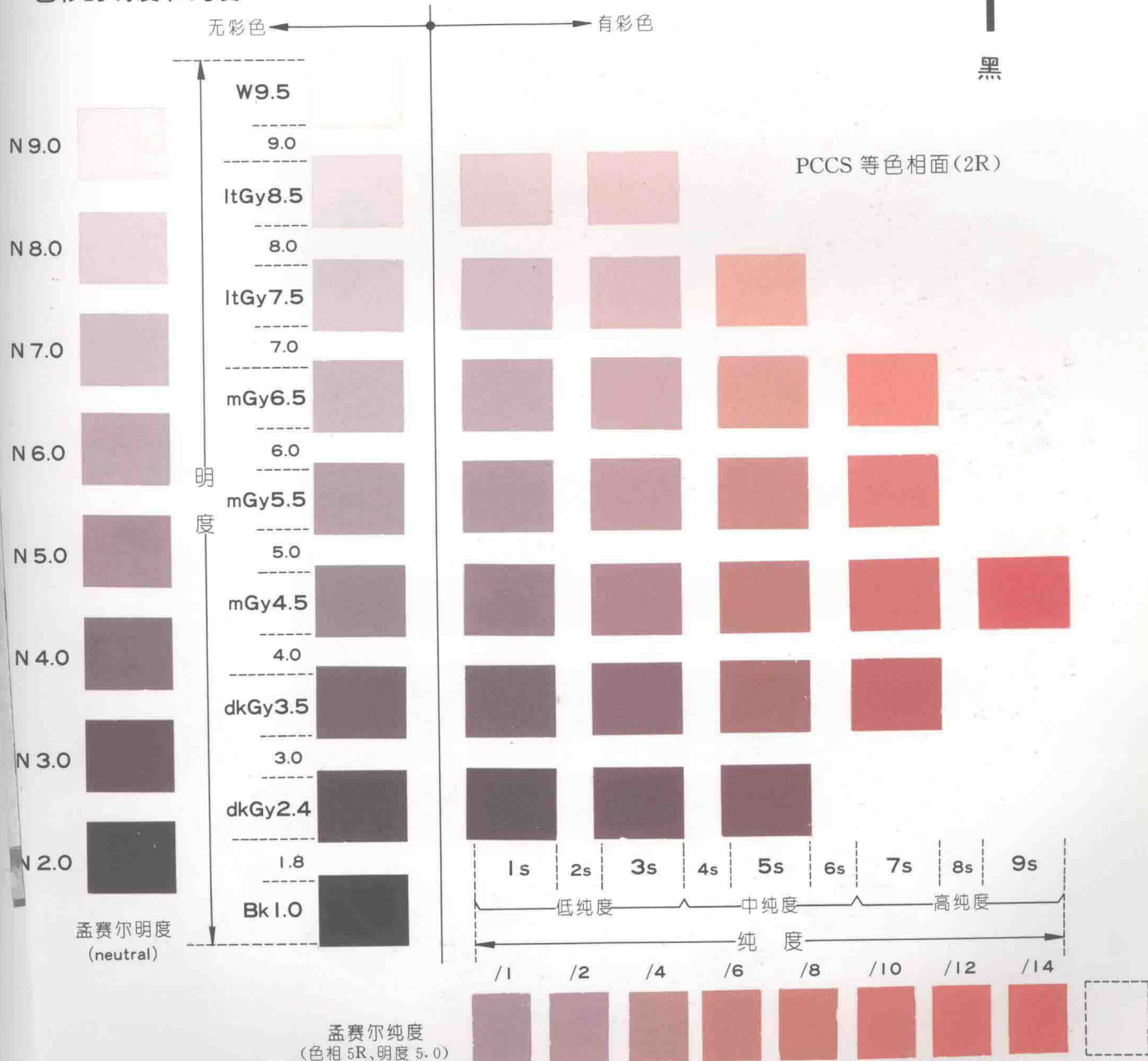
纯度是指色彩的鲜艳程度,由色彩所含单色相的饱和程度所决定,也称为彩度、饱和度。

黑白灰的纯度是0,依次向色彩鲜艳的纯色递增。日本色研体系(PCCS)将纯色色相的纯度定为9,用S表示。孟赛尔色彩体系根据验证,认为各主要色相的纯度并不相同。最高的是红,纯度为14。

色立体结构图



色彩的明度和纯度



(二)色立体

由色相、明度、纯度三个坐标组成的三维模型称为色立体。中心轴由无彩色组成,上端为白色,下端为黑色,中间为不同程度的灰色。外围排列的是色相环。由中心的无彩色到外围的色相环之间按纯度序列和明度色阶水平排列着各不同明度与纯度的色彩。这样,所有色彩都按一定秩序和规律包含在色立体中。

色立体的基本结构是相同的,但不同的色彩体系又各有自己的特色,形态不同,断面也有差异。下面介绍三种不同的色立体。

1. 孟赛尔色立体

孟赛尔色立体是由美国的美术教师孟赛尔(1858—1918)创立的。他根据色彩的体系构想了色彩树和色彩球。

后来,美国光学会(OSA)的孟赛尔色空间委员会经

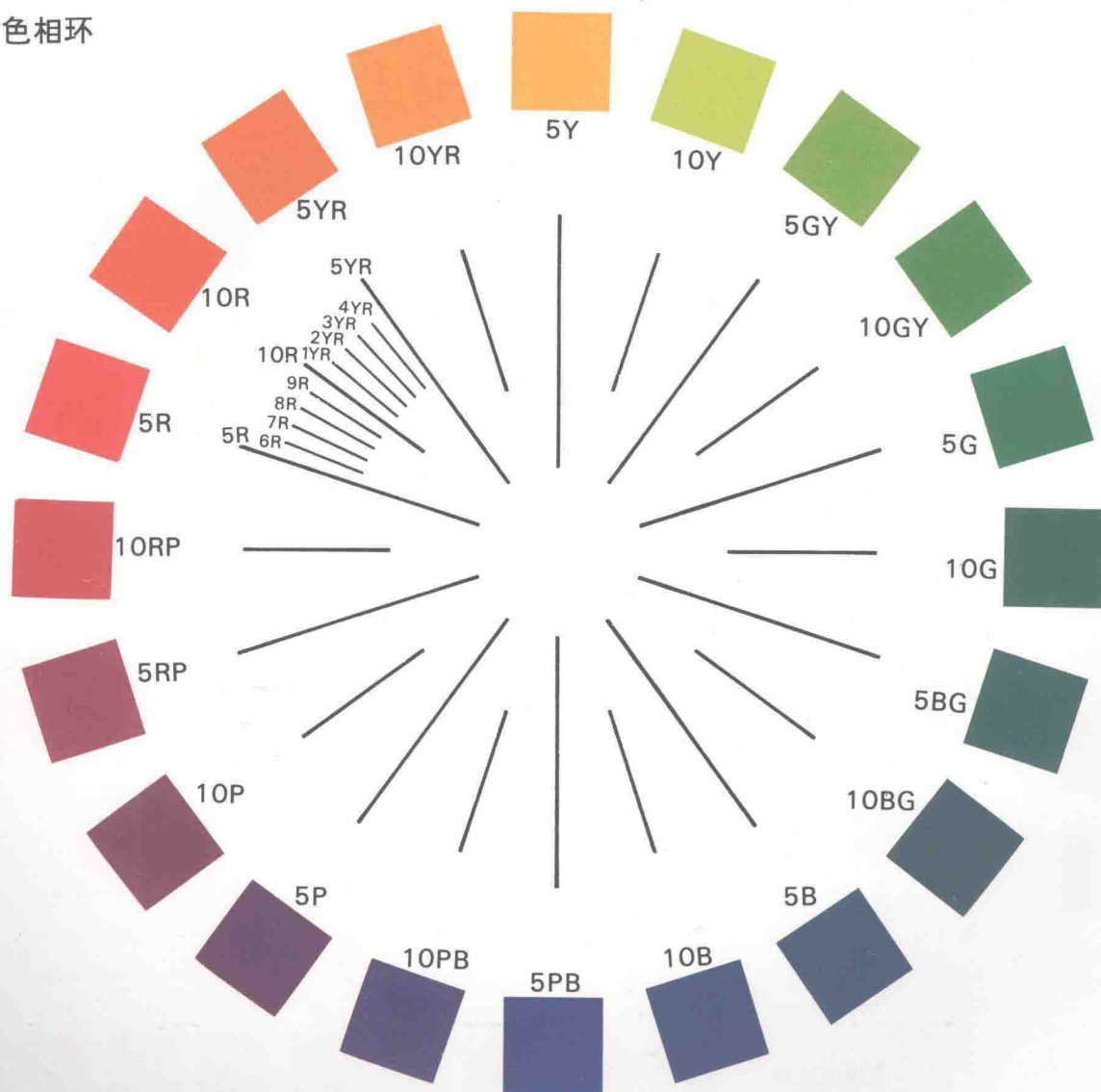
过很多光学检验,于1943年发表了“修正孟赛尔色彩体系”。由于其科学的精度,便于管理,成为国际上通用的色彩体系。

孟赛尔色彩体系采用10进制制,用各英文名称的开头字母表示有关概念。色相用H(Hue)表示,以红(R)、黄(Y)、绿(G)、蓝(B)、紫(P)等5种主要色相作为分割基础,加上黄红(YR)、绿黄(GY)、蓝绿(BG)、紫蓝(PB)、红紫(RP)等5种间色,成为10种基本色相。每种色相又各分为10等分,共得100种色彩,按顺时针方向排列。10种基本色相为各色相的第5格。

明度用V(Value)表示,从反射率为0的完全的黑色(N_0)开始,到完全反射的理想白色(N_{10})为止,共11个等级。但实际上只用1~9的范围。N是灰色(Neutral)的缩写。

纯度用C(Chroma)表示。中心轴的无彩色的纯度为0,按等感觉划分纯度阶段,越往外纯度越高,并以各色

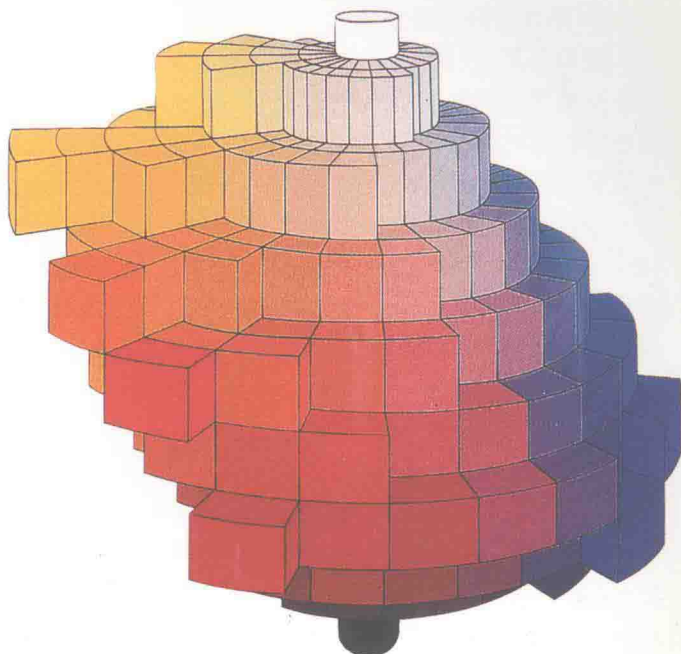
孟赛尔色相环



相实际能达到的纯度决定其最高值。10个主要色相的纯度分别为红 14、黄红 12、黄 12、黄绿 12、绿 8、蓝绿 6、蓝 8、蓝紫 12、紫 12、红紫 12。

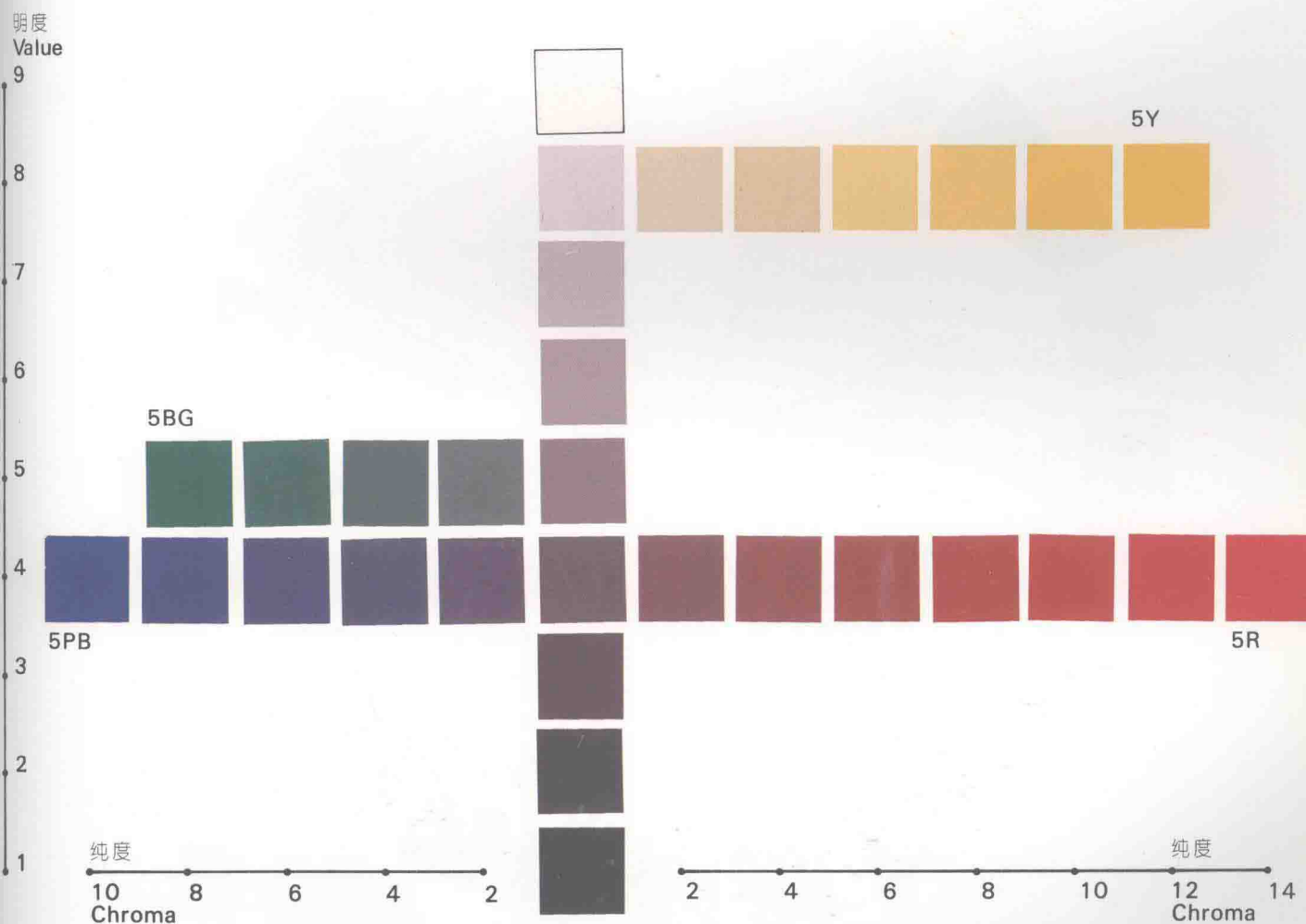
由于各色相在明度与纯度上的差异，孟赛尔色立体就形成了非对称的具有不规则凹凸的形态。

孟赛尔体系的表色方法是 HV/C 形式。例如 5Y8/12 表示色相为黄色，明度为 8，纯度为 12，读作 5Y 之 12。



孟赛尔色立体

孟赛尔明度和纯度



2. 奥斯特瓦德色立体

奥斯特瓦德(1853—1932)是诺贝尔化学奖获得者,晚年从事色彩的研究。他把物体的色彩分为无彩色和有彩色两类,并认为一切色彩都由纯色、白色、黑色按一定比例混合而成,从而形成了自己的色彩体系。

奥斯特瓦德色相环把黄(Y)、红(R)、蓝(UB)、绿(SG)作为基本色相,橙(O)、紫(P)、蓝绿(T)、黄绿(LG)作为中间色相,由这8个主要色相再各分为三个色阶,成为24色相,用1—24的数字表示。

无彩色的明度有8个阶段,其黑白含量如下表:

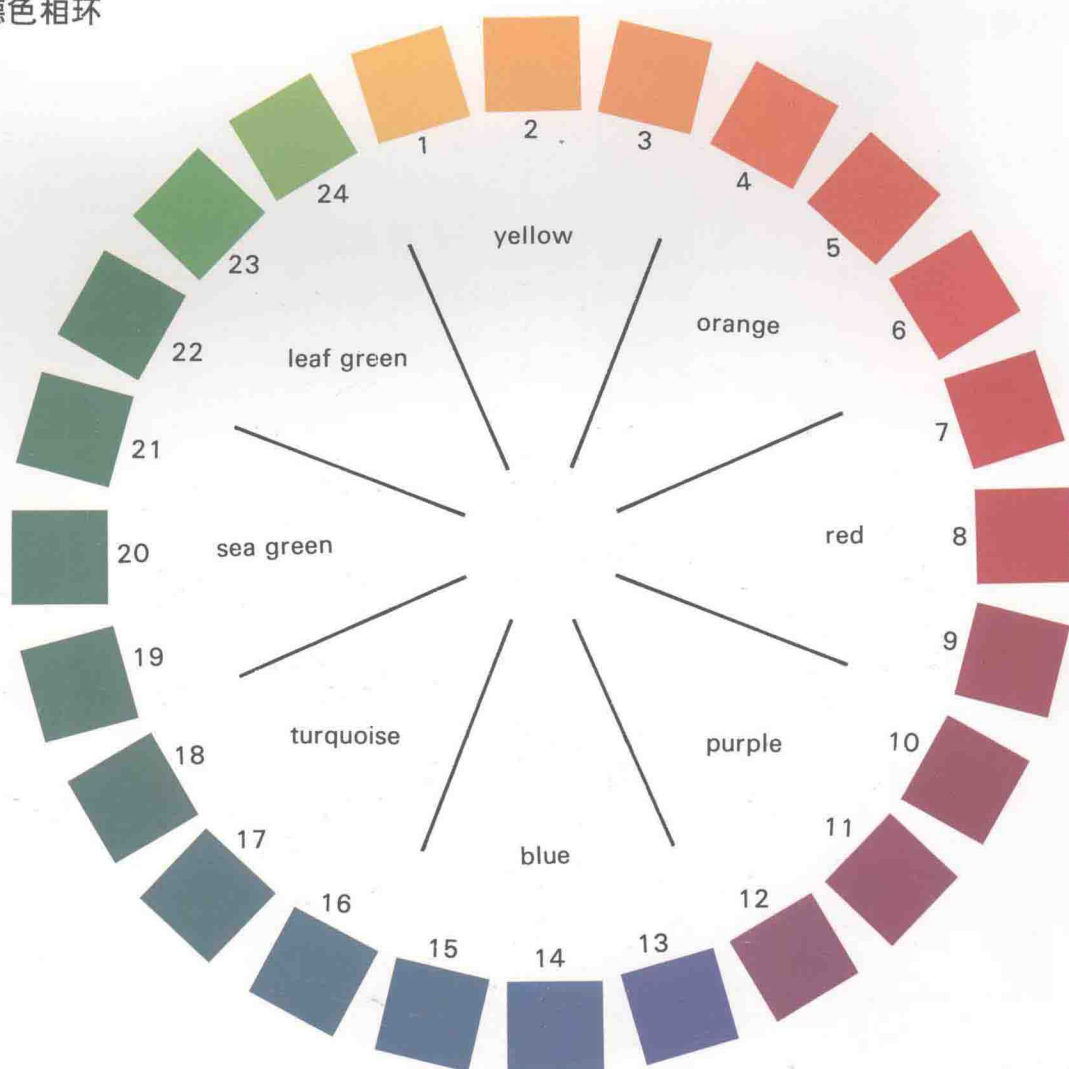
符号	a	c	e	g	i	l	n	p
含白量	89	56	35	22	14	8.9	5.6	3.5
含黑量	11	44	65	78	86	91.1	94.4	96.5

奥斯特瓦德色彩体系的等色相面是正三角形,以中心轴为三角的一边,相对的顶点为纯色,分割成28格,以固定符号表示该色的黑、白、纯色的含量比例。而且这三者含量比例之和均为100。在纯色和黑色之间连线方向上并列的各色含白量相等,称等白系列。在纯色与白色之间连线方向上并列的各色含黑量相等,称等黑系列。在白色与黑色之间连线(垂直线)方向上并列的各色含色量相等,称等纯系列。在色立体同一横断面上,色相不同而含白量与含色量相等的各称为等价值色系列。

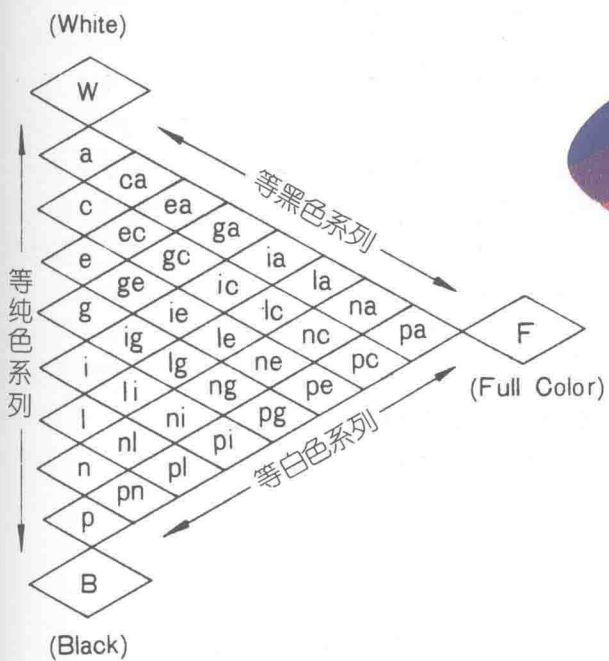
奥斯特瓦德体系的表色方法是数字、白量、黑量。例如14ne表示色相为蓝色,含白量为5.6%,含黑量为65%,计算得纯色量为29.4%。

奥斯特瓦德色立体虽然在明度概念的说明上存在不足,但对色彩的等价值性容易理解,便于调和配色,能为艺术家和设计师乐意采用。

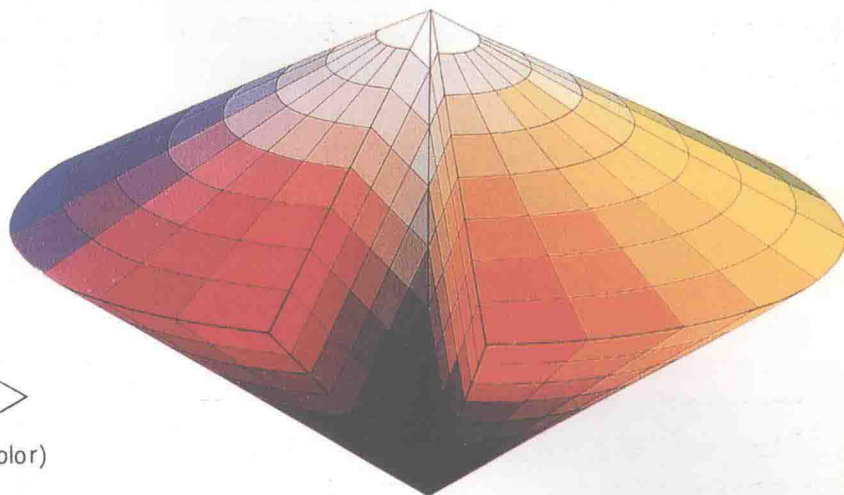
奥斯特瓦德色相环



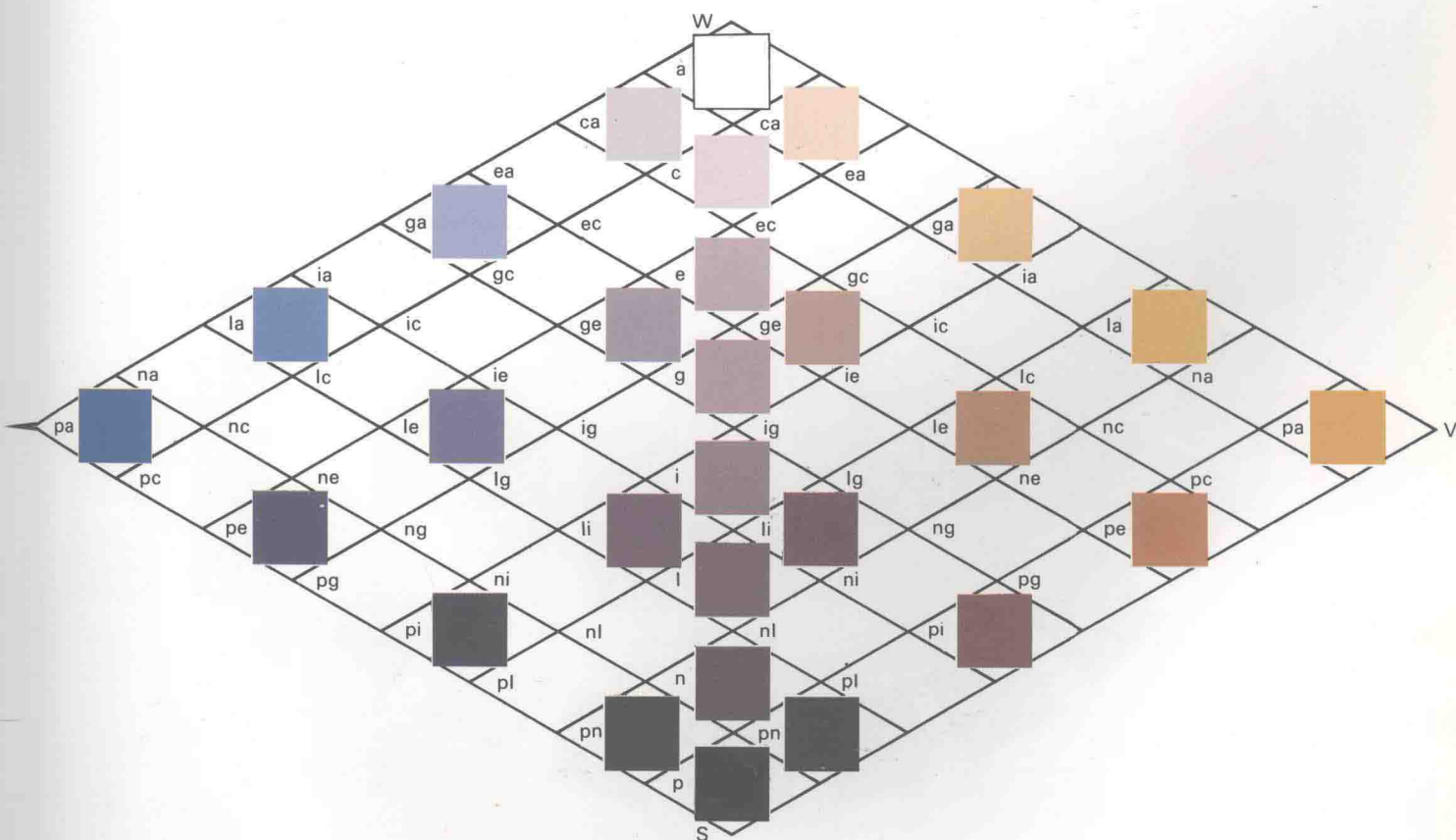
奥斯特瓦德等色相面



奥斯特瓦德色立体



奥斯特瓦德补色断面



3. PCCS 色立体(日本色研配色体系)

PCCS (Practical Color Co-ordinate System) 是由日本色彩研究所于 1964 年发表的配色体系。从英语名称理解这是一个实用的以色彩调和为主要目标的色彩体系。

PCCS 色彩体系根据人的色觉基础将红、黄、绿、蓝心理四原色作为色相分割的出发点,再将各自的心理补色配置在色相环的对向位置上,并按照等感觉差分割成 12 色相,再插进中间色相,形成 24 色相环。分割时同时也考虑到色光三原色和色料三原色的关系。但补色不在色相环直径的两端。

PCCS 的明度是根据人的等感觉差决定的。考虑到白色色票的表示和近似于各色相纯色的明度关系,从白 9.5 到黑 1.0 之间每 0.5 一格,分成 17 格。其明度标准用 9 种无彩色色票表示,分别与孟赛尔的中明度(8.5、7.5、6.5……1.5)相对应。各色相标准色的明度呈

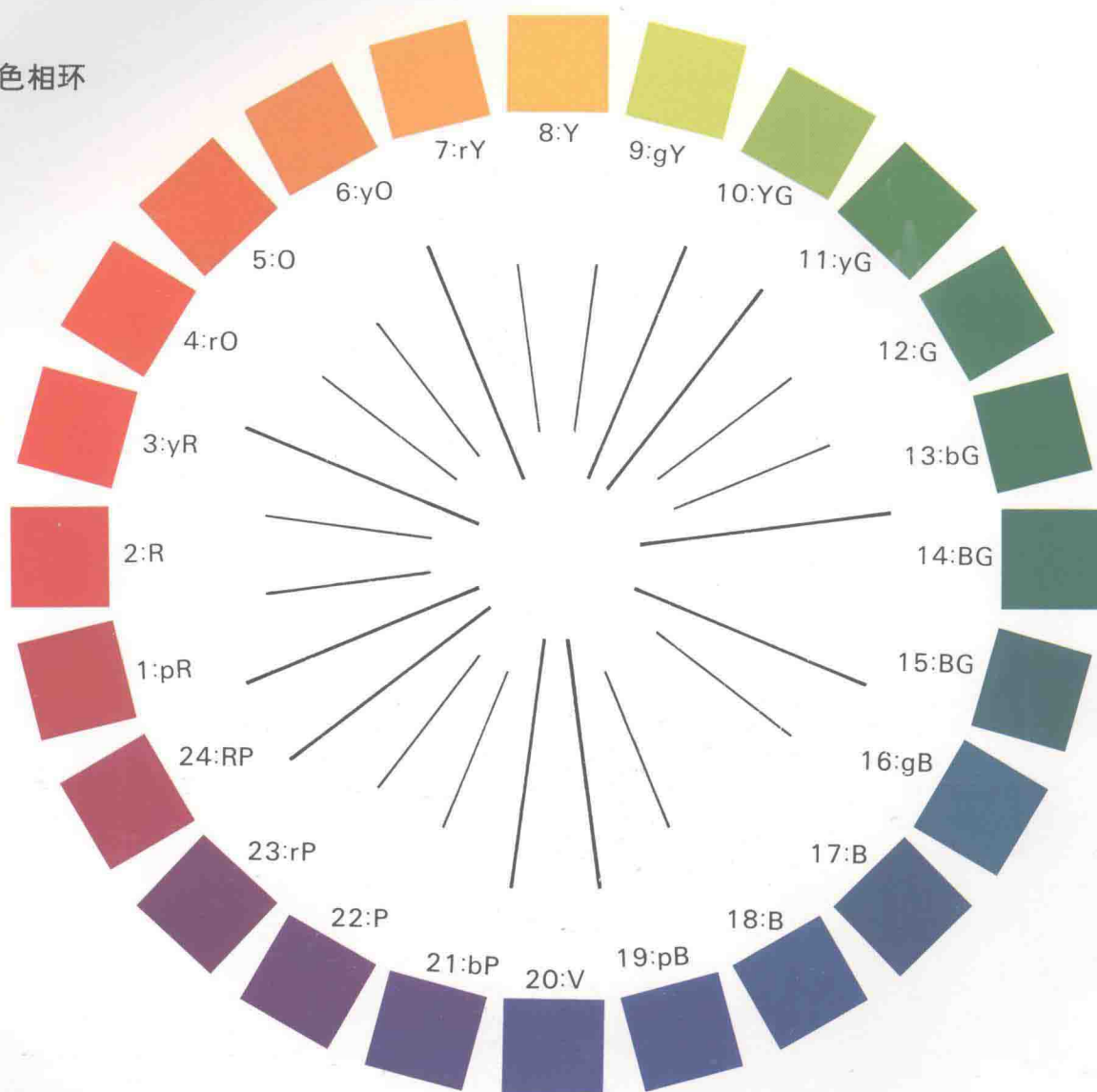
曲线状。

PCCS 的纯度根据美术教育的需要以假想的纯色为基础,定为 10S,从现实的颜料能够实现的各色相的色票中选出各色相的代表色作为 9S,再按人的等感觉差在代表色和等明度的无彩色之间进行分割。PCCS 的色立体形成黄色方向高,蓝紫方向低的椭圆形。

PCCS 体系的表色方法是色相—明度—纯度。例如 2:R—4.5—9S 即表示明度为 4.5、纯度为 9S 的红色。

PCCS 色彩体系的最大特征是色调(Tone)概念。调子本来是音乐的概念,是由音阶、音色、音调、节奏等综合形成的一种音乐印象。色彩的调子(色调)则是与色彩的三属性特别是明度与纯度都有关的综合性的直观色彩形象。同一调子的色彩即使色相不同,感情效果是相同的。例如明暗、浓淡、强弱等。色调感觉并不专指哪一个色相,也不是指明度或仅仅指纯度,例如“明”的形象,既包含明度高,还包含鲜艳程度(纯度)。

PCCS 色相环

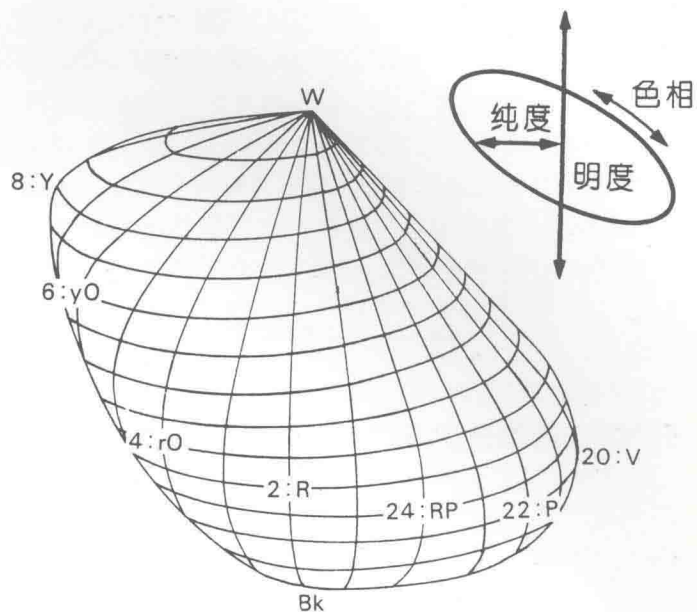


PCCS 体系以明度为纵轴、纯度为横轴,根据日常的感觉特性设定有彩色的 12 个色调,加上无彩色的 3 个色调共 15 个色调。如将其中灰色调细分为 3 个色调,则成为 18 个色调。由于各色相的纯色的明度是不同的,因而在同一个色调中的各色相的明度也有差异,纯度越高,差异越大(如鲜、明等);纯度越低,差异越小,如粉色、浅灰色各色相,几乎没有明度差。

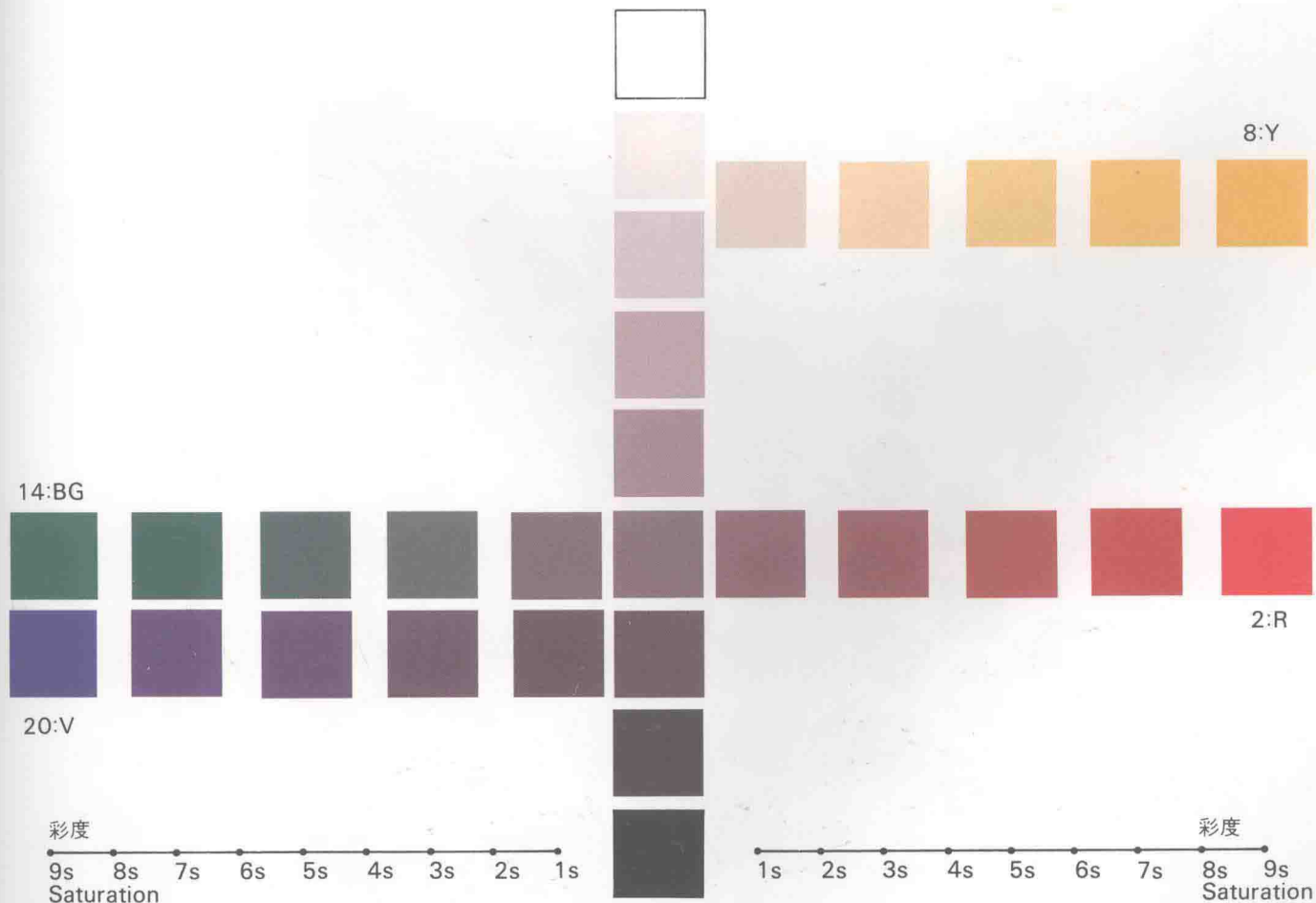
有彩色的色调又可区分为清色调和中间色调两大类。清色调是纯色加白(明清色调)或加黑(暗清色调),中间色调是纯色加灰。

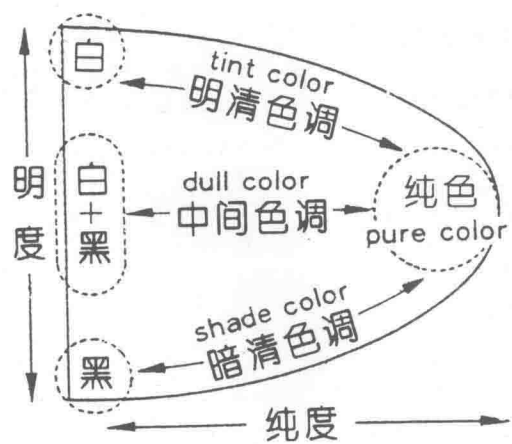
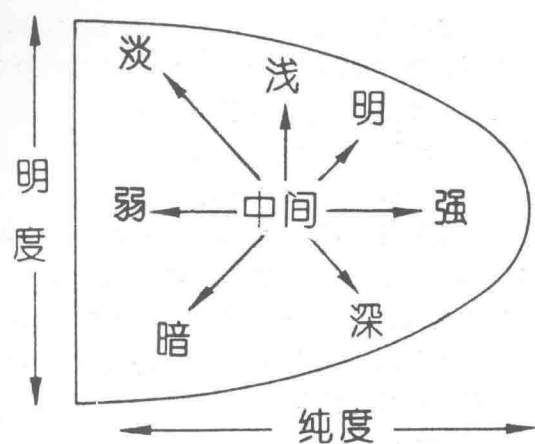
可以说 PCCS 是由色相和色调两个要素组成的体系。这是认识色彩的最基本的两个要素。由于其对配色和设计有明显的实用价值,因而为设计师与艺术家所青睐。

PCCS 色立体

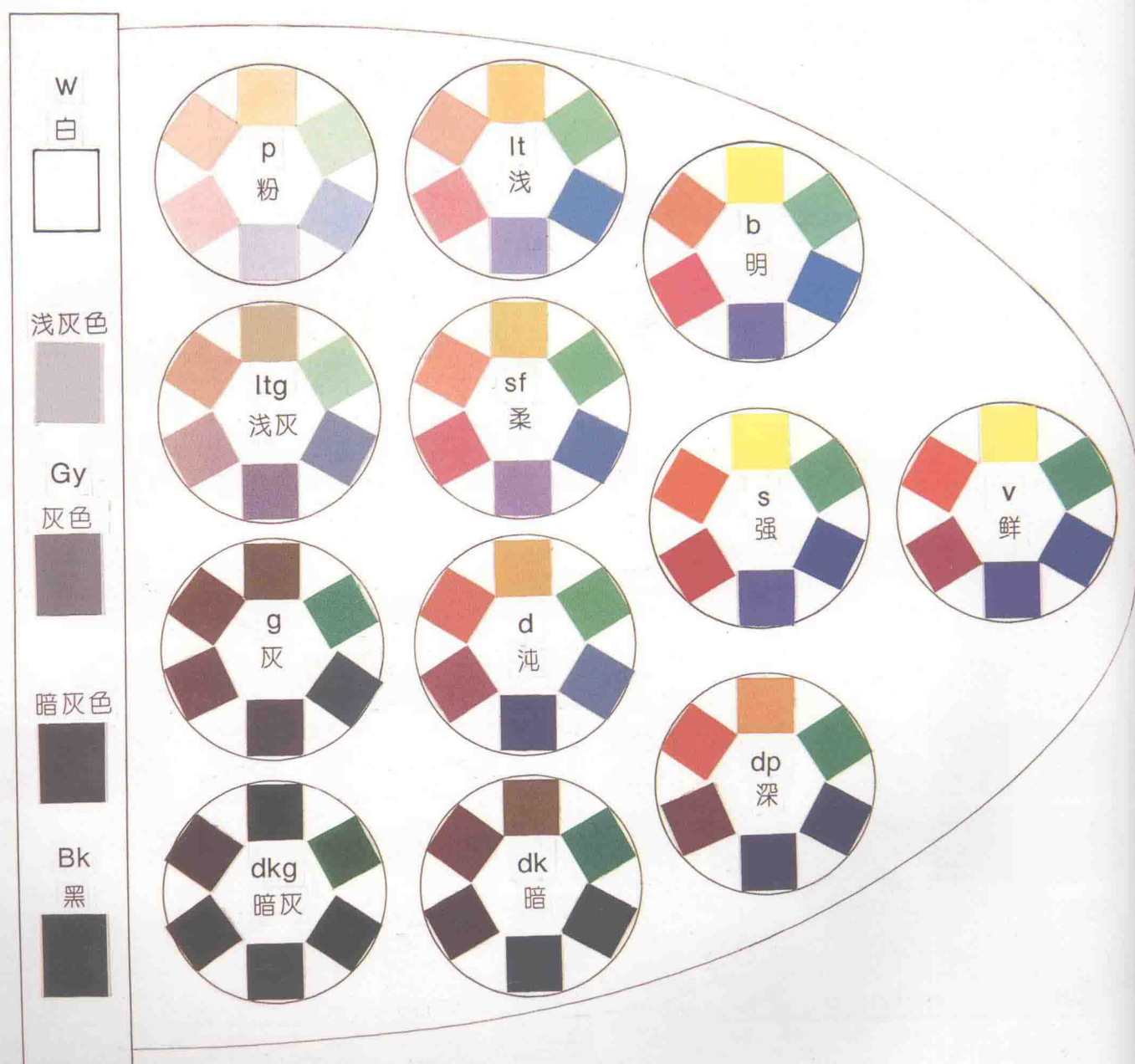


PCCS 明度和纯度





PCCS 色调分类表



(三)色彩的体系

因为色彩的数量无限,为了分类整理、记录传达,必须有一定的标准。以某种秩序为基础,以一定的数字、记号和名称表现色彩的体系就是表色体系。表色体系大致可分为显色体系、混色体系、色材混合体系、色名体系等几类。

1. 显色体系

显色体系是根据感觉尺度分类排列表示物体表面色的体系,前述修正孟赛尔色立体、PCCS 色立体都是显色体系。此外,还有很多研究者发表过各种不同的体系。例如 17 世纪的牛顿、18 世纪的歌德和本世纪美国的波普、比林等。各个国家也都发表过色彩标准,如德国工业规格的 DIN 色票,日本化学规格 JES 的“色的标准”,以及一些特定用途的标准色、色票等。

2. 混色体系

混色体系是由光的混色作成的色彩体系。代表性的是 CIE(国际照明学会)定的表色体系。物体的色彩是由

照明光源的分光特性,物体对于光的反射特性、眼睛对于光的感度特性决定的。如果规定标准的光的分光分布和眼睛的分光感度,物体的色彩就由该物体的分光反射率决定。CIE 就是根据这种原理利用仪器测定色料的三刺激值 XYZ 作成色度坐标。由于 $X+Y+Z=1$, 所以用 X、Y 直交坐标即能作成“色度图”。这种表色体系由于其精确性而为色彩研究及企业的色彩管理广泛应用。奥斯特瓦德表色系是以有彩色和无彩色的混色圆板进行回转混色作为色票构成的基础,因此在色票化的色彩体系中作为混色体系的代表。

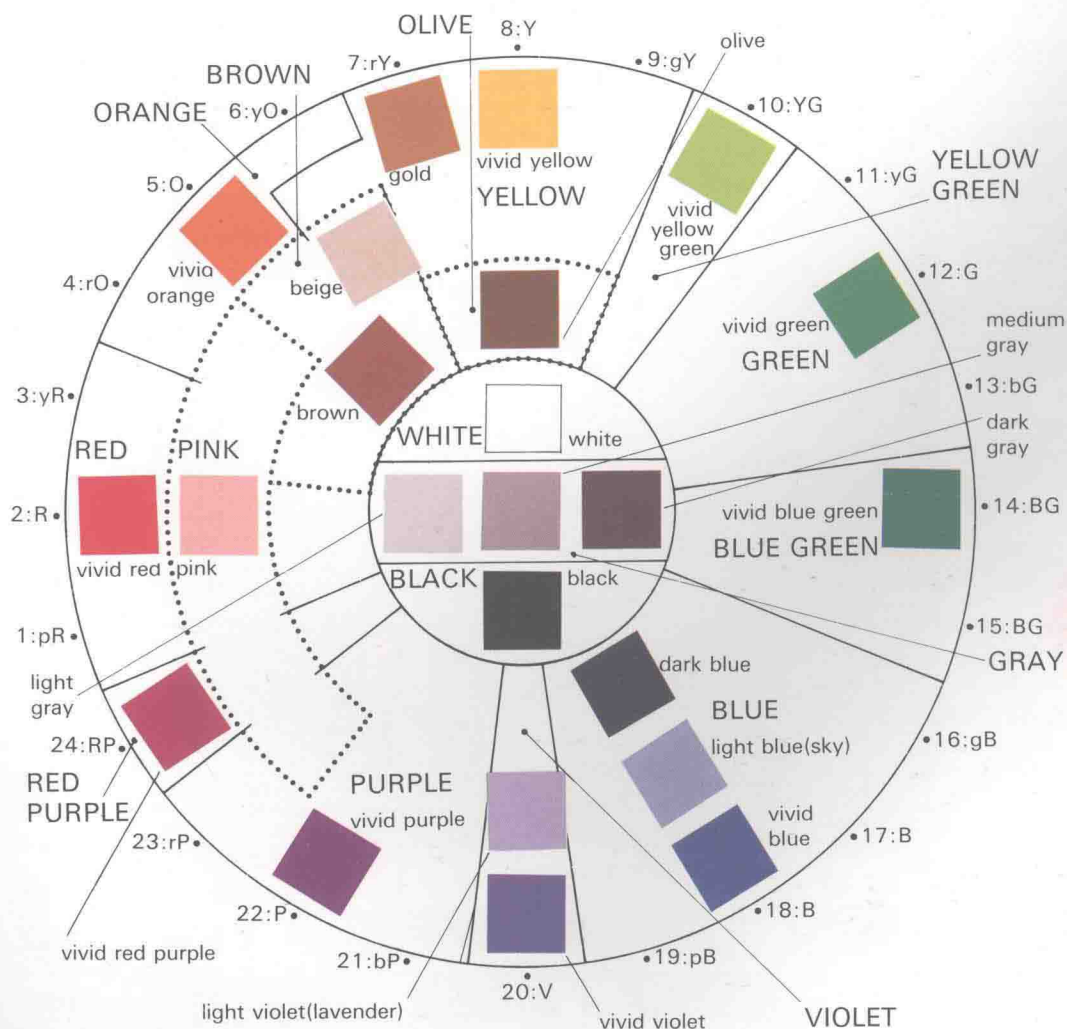
3. 色材混合体系

色材混合体系是由印刷油墨、涂料、染料等色材组成的体系,通过色票表示其混含量。在使用色材的工作中为了进行色彩选定和传达,经常应用色材混合体系。

4. 色名体系

人类很久以前就有关于色彩的经验,并用语言进行表达,经过长期积累,形成了许多描述色彩的名词,这就是色名。大致可分为以下几类:

PCCS 系统色名的分类



(1)固有色名:颜料、染料等经常借用事物或事象表达各种色彩名称,例如橄榄绿、玫瑰红、象牙色等,属于固有色名。

(2)惯用色名:固有色名中为人们普遍知道及经常使用的常识性的色名,例如大红、朱红、草绿等。

(3)基本色名:基本色名是表示基本的色彩区别的词形和意义单一的色彩专用语,JIS规定的基本色名包

括有彩色10种(红、黄红、黄、黄绿、绿、蓝绿、蓝、蓝紫、紫、红紫)和无彩色3种(白、灰、黑)。

(4)系统色名:系统色名是在基本色名前加上特定的修饰语,使色彩空间中必须区别的色名范围都能表达的色彩分类用语。例如美国的ISCC—NBS色名法,JIS一般色名等。PCCS系统色名将色名分成16个色名圈和25个色名系别,再用色调和色相倾向细分为230种。

PCCS 系统色名的色彩分类

圈 别		系 列		记 号
英 文	中 文	英 文	中 文	
PINK	粉红	pink	粉红	Pi
RED	红	red	红	R
ORANGE	橙	orange	橙	O
BROWN	褐	beige brown	浅茶 褐	Be Br
YELLOW	黄	yellow gold	黄 金黄	Y Gl
OLIVE	橄榄	olive	橄榄	Ol
YELLOW GREEN	黄绿	yellow green	黄绿	YG
GREEN	绿	green	绿	G
BLUE GREEN	蓝绿	blue green	蓝绿	BG
BLUE	蓝	sky blue dark blue	天蓝 蓝 暗蓝	S B dkB
VIOLET	紫罗兰	lavender violet	浅紫 紫罗兰	La V
PURPLE	紫	purple	紫	P
RED PURPLE	红紫	red purple	红紫	RP
WHITE	白	white	白	W
GRAY	灰	light gray gray dark gray	浅灰 灰 暗灰	ltGY mGY dkGY
BLACK	黑	black	黑	BK

三、色彩混合

(一)原色

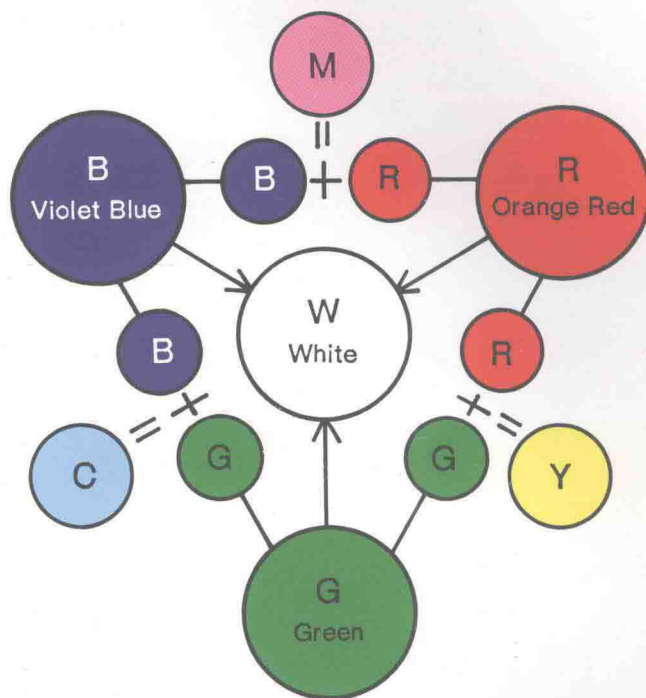
无法用其它色彩混合得到的基本色彩称为原色。由原色按一定比例进行混合可以得到各种色彩。色料三原色是洋红、黄、蓝色。色光三原色是红、绿、蓝紫色。而由补色残像实验得出的色觉上的原色是红、黄、绿、蓝四色，称为心理四原色。

(二)加法混色

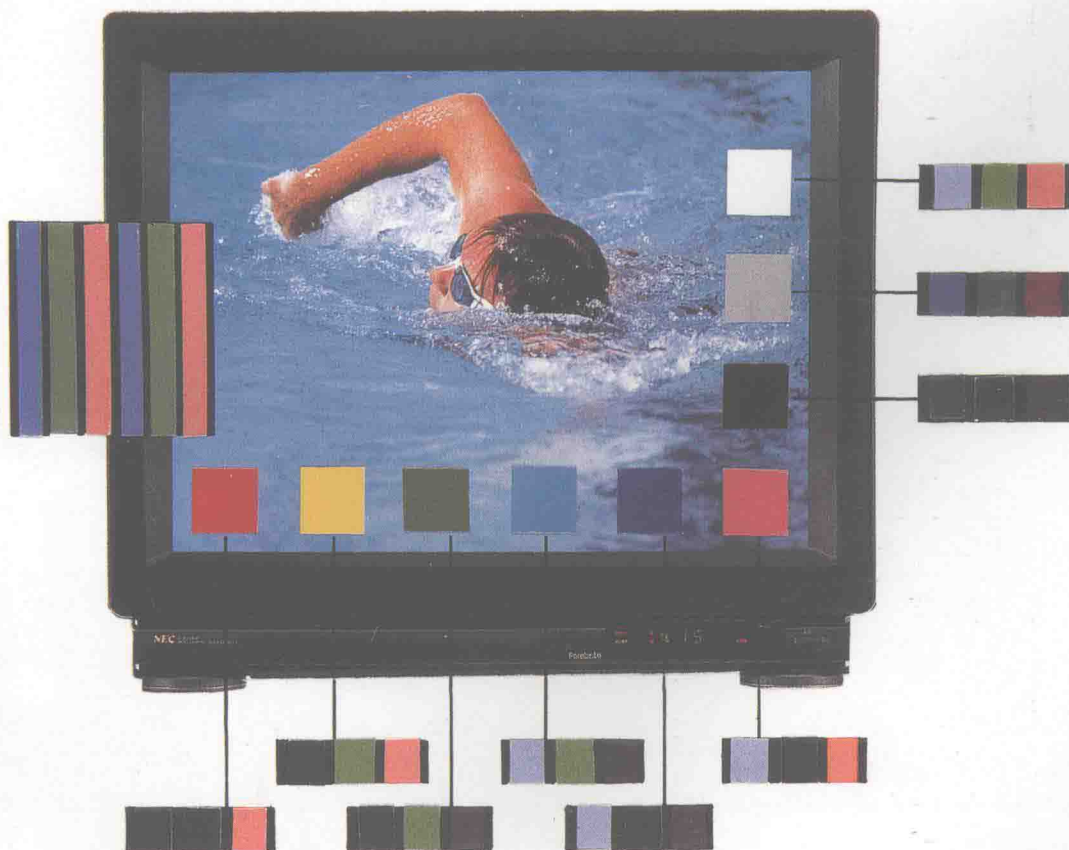
色光三原色的蓝紫、绿、红在光谱上相当于短波长、中波长、长波长的光。分别将三原色光投射到屏幕上重叠混合，红加绿可得黄色光，绿加蓝紫可得蓝色光，红加蓝紫可得洋红色光，正好是色料三原色。三原色光等量混合，会形成白色光。由于色光愈混合愈明亮，故称加法混色。

彩色电视的色彩就是由色光三原色混合而成的。严格讲是由三色的光点并列组合，而人们的眼睛难以分辨，在视网膜上融合而形成一定的色彩。

色光三原色和加法混色原理



电视的混合原理

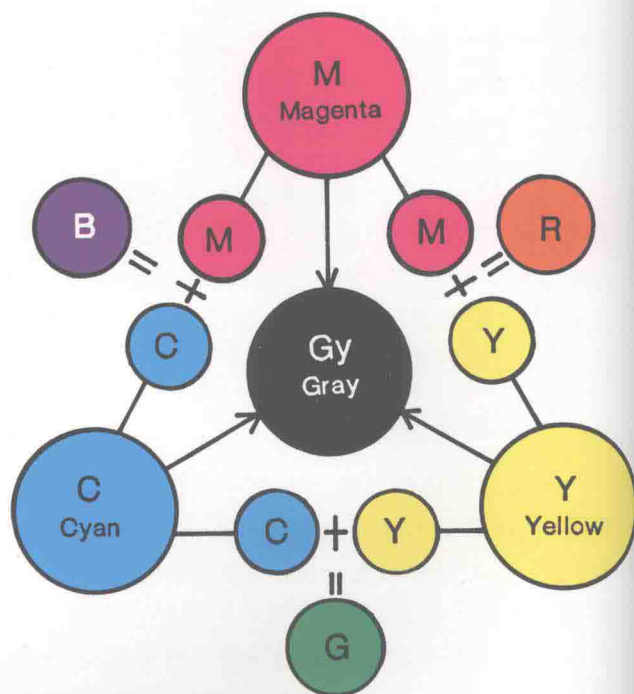


(三) 减法混色

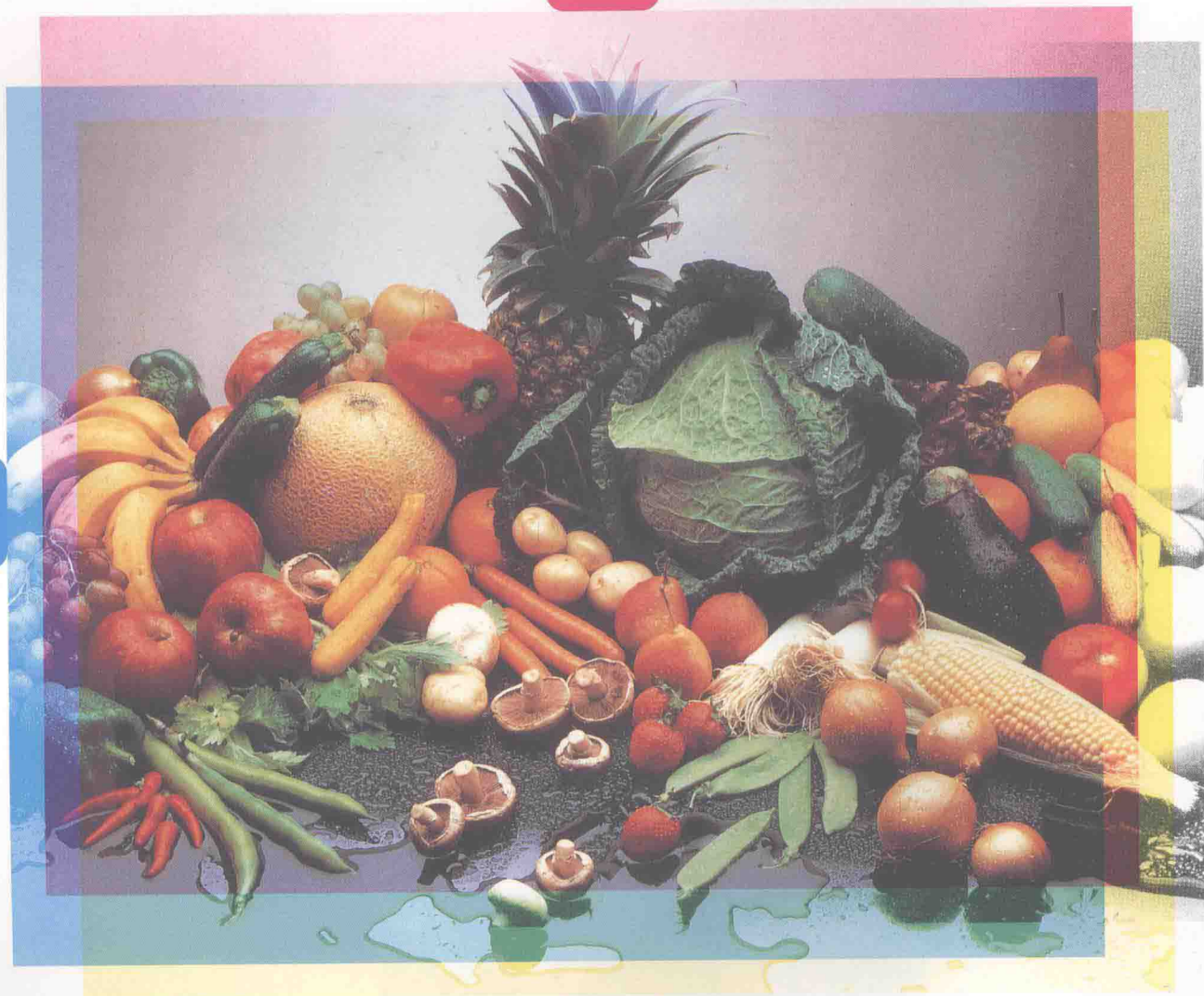
色料(颜料、染料、印刷油墨等)三原色按一定比例混合可以得到各种色相。三原色等量混合在理论上可得到黑色。由于色料愈混合愈灰暗,故称减法混色。

由于设计工作大多使用广告色、水彩色、麦克笔等,尤其应当注意减法混色的方法。广告色的不同色相混合时,将成为中间色相,纯度降低。对比色混合时将形成暗浊的颜色。因此必须根据所需色彩慎重选配。水彩色、麦克笔等是透明色的重叠,与四色印刷的透明油墨重叠类似,由于光线从纸上反射时透过透明色膜光量减少会变暗,重叠越多也就越暗。从印刷网点扩大图可以看出,彩色印刷同时包含并置混色,因而能保持较好的鲜明度。而点彩画则是利用并置混色的原理达到画面的鲜艳明快。

色料三原色和减法混色原理



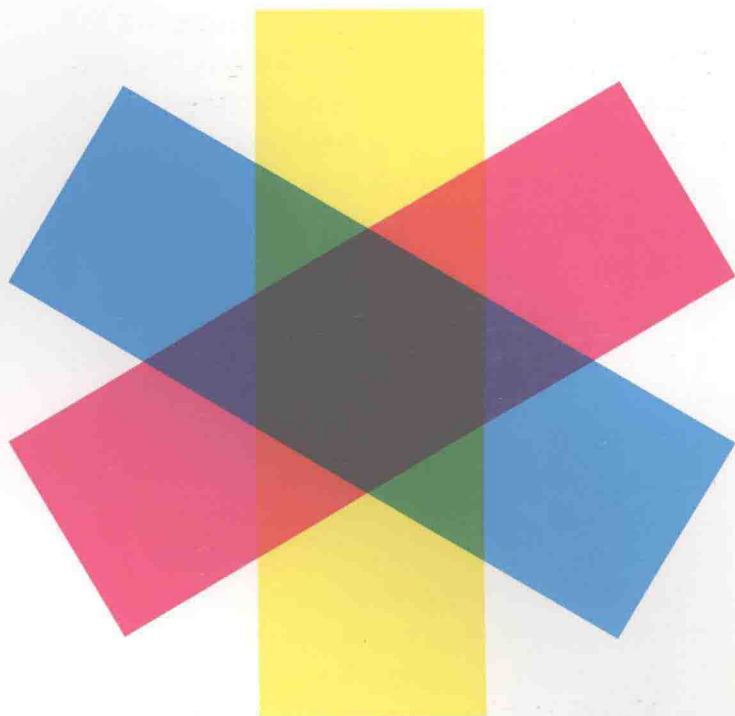
原色版印刷的色分解



印刷网点扩大图



透明色的叠色



不透明色的混色

