调色的基本知识与原理(一)

楼铭鹤 (上海涂料有限公司上海造漆厂 201108)
俞 峰 周克尧 (上海涂料有限公司技术中心 200062)

摘 要:主要介绍了调色的基本知识与原理,供刚从事涂料调色人员参考之用。

关键词:调色;原理;颜色
中图分类号:TQ 630.1 **文献标识码**:A **文章编号**:1009-1696(2007)01-0039-05

0 前言

所谓调色(配色),看上去是简单得谁都可以做的工作,但是能够以比较高的效率来进行配色工作的人却不多。调色工作不得不称作是一门专业技术,它需要有一定的专业知识、实践以及经验的积累,要想成为一名优秀的配色人员至少得花3~5年进行专业学习与实践锻炼。

在这里,我们将向各位刚涉足涂料配色领域的工作人员介绍涂料配色中的一些基本知识与原理,以助大家能成为专业的配色人才。同时也希望大家能在今后的实践中多加锻炼与思考,及时总结经验,这样加以时日必能成为不可多得的配色人才。

[收稿日期]2006-11-17

1 颜色的本质

1.1 看见颜色的途径

通常我们看到物品的颜色有以下一些途径:

(1) 光源直接传入我们的眼睛,这时我们称之为光源色,这是物体自身发光的颜色,常见的有:太阳、星星、闪电、蜡烛的火等。

(2) 太阳光分散照入眼睛时,我们称之为分光色。太阳光中有7种波长的单色光(赤、橙、黄、绿、蓝、靛、紫),当这几种颜色混到一起时,该光是呈无色的,当其透过三菱镜,因波长的不同而被分开时,我们就能看到各种单色光了。通常我们看到的彩虹就是这种原因。

(3) 穿过物体的光线传入眼睛时,我们称之为透过色。这和前面所讲的分光色有类似的原理,当

涂料表面张力越大,流平时间越短。反之,如果粘度越大,波长越长,则流平时间越长。

最后,我们还要分析一下消泡剂的消泡机理。

消泡剂是指对已形成的泡沫即静态的泡沫进行消除的制剂,当消泡剂进入泡沫的表面时,使泡沫的表面张力急剧变化,它在气/液界面间扩散,使泡沫壁迅速变薄,最后导致破坏,不溶的消泡剂再重新进入另一个泡沫膜的表面,这个过程将会持续不断地进行下去,直到消除所有的泡沫。

根据以上理论分析可知:涂料干燥过程中,不会允许消泡剂无限制地消泡,也不会允许流平剂在超出流平时间外流平。因此,经过反复实验及理论验证,我们得出了以下避免缩孔的措施(从涂料内部加以控制):

(1) 应使涂料的固化时间远大于流平时间。

(2) 流平时间必须大于消泡时间。

(3) 控制涂料的表面张力,使涂料的表面张力小于基材的表面张力,甚至小于一些基本污染物的表面张力。

只有这样,我们才会得到比较满意的涂膜。

一束光(其中含有不同波长的单色光)通过一块有色玻璃时，因为波长的原因，只有和玻璃颜色相近的光波才能通过，因而我们肉眼通过该有色玻璃看出去的世界就是玻璃自身的这种颜色。类似的例子还有：我们通过高锰酸钾溶液看出去的世界是紫红色的。

(4) 从物体反射的光线传入眼睛时，我们称之为物体色。这和透过色的原理相似，当一束光(其中含有不同波长的单色光)照射到一件有色物体上时，因为波长的原因，其部分光波会被反射(通常是和物品颜色相似的那部分光波会被反射，而其余部分将会被物品吸收)，那我们所能看到的颜色也就是物体所反射出来的光波颜色。我们平时看到的五彩缤纷的世界就都是这个原因。这也是我们涂料调色中所能看到的涂料颜色的原因。

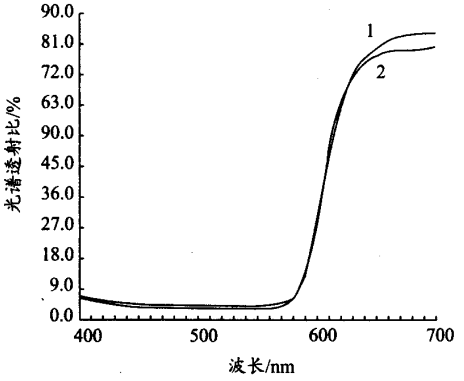
1.2 看见颜色的原因

从我们前面介绍的“看到颜色的途径”中可知：任何颜色都是因为光波传入我们眼睛所造成的，这也就是说离开了光，颜色不可能单独存在。对我们来说这应该比较好理解，比如晚上在一个熄灯的房间，我们就连墙上涂的是什么颜色的涂料，地板是什么颜色都无法知道一样。

但这里我们要补充一点：虽然离开了光我们不能看到任何颜色，但这并不意味着任何光波都有我们能看到的颜色。由于我们人眼的生理原因，通常我们所能看到的光波长范围为380~720 nm，一旦光波长超出了这个范围，我们肉眼将无法看到，但它的确存在。比如我们通常听到的红外光与紫外光，虽然在太阳光里我们不能直接看到，但我们的确能够感受到它们的存在。比如在晒太阳时能够让我们感到暖和，就是红外光的功劳；但也能将我们的皮肤晒黑，这是紫外光惹的祸了。

1.3 漆膜的颜色

我们能看到漆膜的颜色，就是通过上面所述的第4种途径。当一束光照射到漆膜上时，在这束光中，和漆膜颜色相同的那部分波长的光将被反射掉，其余部分就被吸收，被反射的那部分光也就是我们所能看到的漆膜颜色。如果入射光被全部(80%~90%)均匀反射的话，则漆膜显示出白色；如果大部分(>95%)不同波长的光都被均匀吸收，则漆膜呈现黑色；反射量介于黑白漆当中的，则为灰色；如果入射光不是被均匀反射，那么涂料会呈现出被反射较多的颜色。如图1所示：当一束光照射到该漆膜上时，波长范围为380~600 nm的光波几乎没被反射，而波长为600~720 nm的光波则大部分被反射。根据常识我们知道光波长范围在600~720 nm时，显为红色，所以可以推断该样板为红色，事实证明也正如此。



1—标准；2—样板

图1 漆膜反射光谱图

2 颜色的性质

在介绍颜色时，有些专业词汇我们必须搞清楚。结合图2~3，我们对色彩中的专业词汇能有比较直观的认识。其中图3是图2在水平面上的投影。

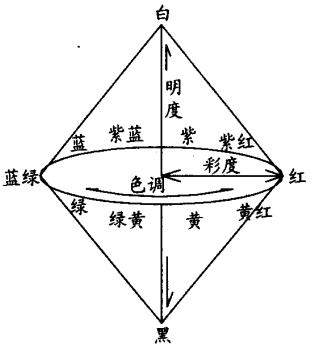


图2 颜色立体示意图

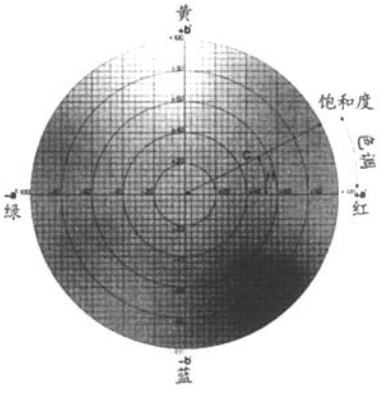


图3 CIE 色空间坐标图

（1）色调（H）

物体的基本色，如红色、绿色、紫色等，可用圆柱形色空间角度位置或在色轮上的位置决定色相。有人认为判断色调的一致是配色中最好的手段之一。

其中的基本色，我们可用+a、-a、+b、-b的数值来表示：a、b值是表示色相的数值。

a值偏正表示颜色偏红，a值偏负则表示颜色偏绿；b值偏正表示颜色偏黄，b值偏负则表示颜色偏蓝。

（2）明度（L）

颜色的深浅程度。L值表示颜色的明亮度（明度）。L值偏正表示颜色偏浅，通常我们会错误地表达为偏白；L值偏负则表示颜色偏深，通常我们会错误地表达为偏黑。

（3）色饱和度（彩度、艳度、纯度）（C）

颜色的鲜明程度。从图2中我们能将其理解为离中心灰点的半径，其值越大也就意味着该颜色越鲜艳。

（4）补色

以适当比例进行加法（减法）混色能生成特定无彩色刺激的两种色刺激互称补色。从图上来看，我们可以理解为两种颜色的a、b值矢量和为零。

（5）色差（ΔE）

所谓色差，就是对色样目视或用色差仪测定有多少颜色的差别。

通常其由以下几部分决定：

Δa：标准色的a值－调整色的a值

Δb：标准色的b值－调整色的b值

ΔL：标准色的L值－调整色的L值

ΔE的求法：

$$\Delta E=[(\Delta L)^2+(\Delta a)^2+(\Delta b)^2]^{1/2}$$

3 颜色的表示方法

当我们知道一个漆膜的L值、a值以及b值时，我们就能在CIE颜色体系中找到相对应的一个点，确切地表示该颜色。这只是我们所说的一种表示方法，通常我们用以下4种方法来表示颜色：

（1）标准涂膜表示法：标准色卡和标准颜色样板；

（2）“色坐标”表示法：Munsell颜色体系和中国颜色体系样册；

（3）数值表示法：CIELab，CIELCH；

（4）光谱反射率曲线的表色方法。

4 光的本质

前面我们在介绍颜色中，曾提到任何颜色都是因光波传入我们眼睛所造成，这也就是说，离开了光，颜色不可能单独存在。所以在这里我们有必要介绍一下光，以便我们能更好地理解颜色。

光，其实就是一种电磁波，随着其波长的不同体现出不同的性质。大多数波长的电磁波，我们肉眼看不到，只有波长在380~720 nm之间的电磁辐射是人眼能看到的可见光波。而可见光波，也有热量，我们用色温来表示，其单位就是绝对温度或称开尔文（Kelvin）温度。通常在物理上，把全黑的物体加热，温度上升，开始变成红色呈红热状态，再继续加热会变成白色，呈白热状态。在红热状态时，光源放射能低，光波长，其红色成分较多，白热状态时，光源放射能高，波长短，其蓝色成分多。凡发光物体温度越高，光的颜色就越白；温度越低，光的颜色越红。在同一钨丝灯下电压低时的灯光比电压高时还红。在理解了色温的定义后，我们就能理

解不同的光有不同的色温，比如：红色的色温是2 400° K（低），蓝色的色温是9 300° K（高），灰色的色温是6 500° K（中性）。所以我们可以根据所发出光的色温值的不同来区分光源。比如：

A光源：以白炽灯为代表的CIE标准光源，黄－橙色，与之相关的色温为2 856° K。

C光源：模拟平均日光的钨丝灯为代表的标准光源，如蓝色，与之相关的色温为6 774° K。

D光源：以日光灯为代表的CIE标准光源，以日光的真实测量光谱为依据，与之相关的色温为6 504° K。其中D50、D65以及D75等是最常用的几种色温。

D50：表示色温为5 000° K的CIE标准照明体。在印刷工业中，这种色温较广泛地用于制作观察灯箱。

D65：表示色温为6 504° K的CIE标准照明体。是一般常用的测试照明体。

F光源：以荧光灯为代表的CIE标准光源，F2代表冷白荧光灯（4 200° K），F7代表宽频日光荧光灯（6 500° K），F11代表窄频日光荧光灯（4 200° K）。

因为不同光源所发出的光有不同的色温，也就意味着各种波长光的成分不同。由于入射光中各种光波波长不同，所以反射光中的光波将会不同，这就会导致同一个颜色在不同光源下可能呈现不同颜色，此现象为“同色异谱”。同色异谱现象和涂料配色中的原料及工艺等条件有关，所以我们不能轻易更换涂料的颜料，以免对涂料的配色造成影响。而且配色通常要在早上9点到下午3点之间来进行，因为在这段时间之内日光中各种波长光波的分配是最全面合理的。在没有日光的条件下，我们就会规定一个光源，以此光源作为我们判断颜色的依据，用得比较多的有D65光源。

5 颜色的区分

5.1 仪器的区分

每种颜色测量仪器都能够做到人眼不能做到的事情：给颜色标以特定的值，因此可以以数值标准和误差加以分析（在设计和制造时类似）。颜色测量仪器用和人眼感知颜色的同样方法“接收”颜色：将某物体反射光的主波长收集、滤光，以一个定量的数值“接收”反射的波长，这个数值是：简单的密度数值（密度仪）、三刺激数据（色度仪）或反射光谱数据（积分球式分光光度仪）。测量反射光谱数据——在可见光谱范围内，在不同波长区间内物体反射的光量。色度仪能测量色光，它将光分成RGB 3种成分，按照同人眼、扫描仪或显示器相似的方法。某一颜色的数值就用CIEXYZ色空间或其转换空间，如CIEL*a*b*来表示。

密度仪在涂料行业中使用比较少，它测量从一个物体透射或反射的光量大小。密度仪主要用在印刷中来测量感光胶片和油墨密度、点面积、点增益和陷波百分比。

5.2 人眼的区分

在讲人眼对颜色的区分前有些基本概念我们先做一下介绍：

（1）色彩的识别能力

每个人对颜色的识别能力均不相同，细小的颜色差异对一般人来说可能会看成是同一种颜色，但对专业的涂料配色人员来说就必须能分辨出颜色的不同。当然这还和观察者的心情等诸多主观因素有关，同一个人在不同环境条件下对颜色的识别能力也不同。

（2）颜色的视觉现象

颜色的辨认：正常人的视觉在一定亮度条件下能看到可见光谱中的各种颜色，随着波长的不同可看见赤、橙、黄、绿、蓝、靛、紫等色，而且还能看到两颜色之间的各种过渡颜色。可见光谱上颜色是连续渐变的，而人辨别颜色的能力在不同波长下不一样，在光谱的某些部位比较灵敏，只需改变1 nm的波长，人眼便能看出颜色的差别。视觉辨认波长微小变化方面的能力称为辨认阈限。在图4所示的CMC容差图中，在一个圈中颜色的不同，我们肉眼是不能区分的，不同颜色的容差范围也不同。这与人眼的生理特性有关，当然不同的人可能会略微有所不同。CMC容差方法，是用“椭球体”作为视觉对色差的范围，因而许多工业认为CMC对色差的表示方法比前面所说的CIELAB更精确合理。

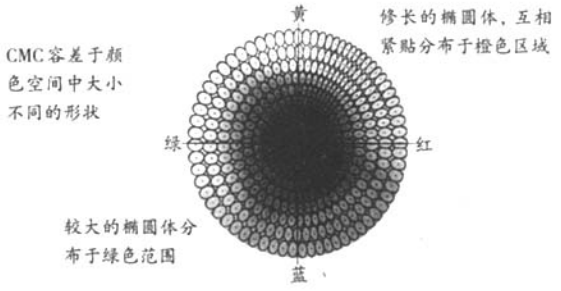


图4　CMC容差图

颜色对比：在视场中，相邻区域的不同颜色相互影响。其能使颜色的色调向另一颜色的补色方向变化。颜色对比有同时对比和连续对比两大类。所以我们在看颜色的过程中就要非常注意周围环境对颜色的影响。如同一种颜色在我们肉眼看来会觉得：在红色底材上显得更绿；而在蓝色的底材上则显黄；在黄色的底材上则略显蓝。

颜色适应：颜色适应指人眼在颜色刺激的作用下所造成的颜色视觉变化。例如长时间注视背景，特别是刺激较大的背景颜色，再去观看物体色时往往已经改变而带有背景补色的感觉，但经过一段时间后，眼睛又会逐渐恢复过来，这一过程称为颜色适应。

色域：人眼对色彩的敏感区域，称之为色域。不同人色域也不同，而且同一人在不同时候其眼睛的色域也不同。因为人眼中锥形细胞中的感光蛋白分布情况不同而形成一定的感色区域。中央凹是锥型细胞集中区，因此是色彩感应最敏捷的区域。由中央凹向外扩散，感红能力首先消失，最后是感蓝能力的消失。

颜色错觉：人眼具有特定的趋向，同一种形与色的物体处于不同的位置或环境会使人产生不同的视觉变化，这种现象称为颜色错觉。颜色的错觉是人眼的各种错视感觉之一。色彩是由物体的形体来体现的。任何形体都有其空间、位置、大小、形态等。这些因素的不同产生了物体色彩的色相、明度、饱和度的变化，这些变化常给人造成色彩的错觉效果。

（3）色视觉理论

三色学说：三色学说是根据红、绿、蓝三原色光混合可以产生各种色调及灰色的色彩混合规律，假设在视网膜上存在3种神经纤维，每种神经纤维的兴奋能引起一种原色的感觉。

对立学说：对立学说假设视网膜中存在3对视素：白－黑视素、红－绿视素、黄－蓝视素。这3对视素的代谢作用包括建设（同化）和破坏（异化）两种对立的过程。

阶段学说：颜色视觉过程可分为几个阶段。第一阶段视网膜上有3种独立的锥形感色物质，它们有选择地吸收光谱不同波长的辐射，同时又能单独产生黑和白的反应。第二阶段当神经兴奋由锥形感受器向视觉中枢的传递过程中，这3种反应又重新组合，最后形成3对“对立”性的神经反应，即红或绿、黄或蓝、黑或白的反应。

（未完待续）

为适应环保需求，提升涂料品质，本刊拟出版两期专辑：“环保涂料”专辑和“涂料用原材料”专辑，欢迎各界人士踊跃投稿！