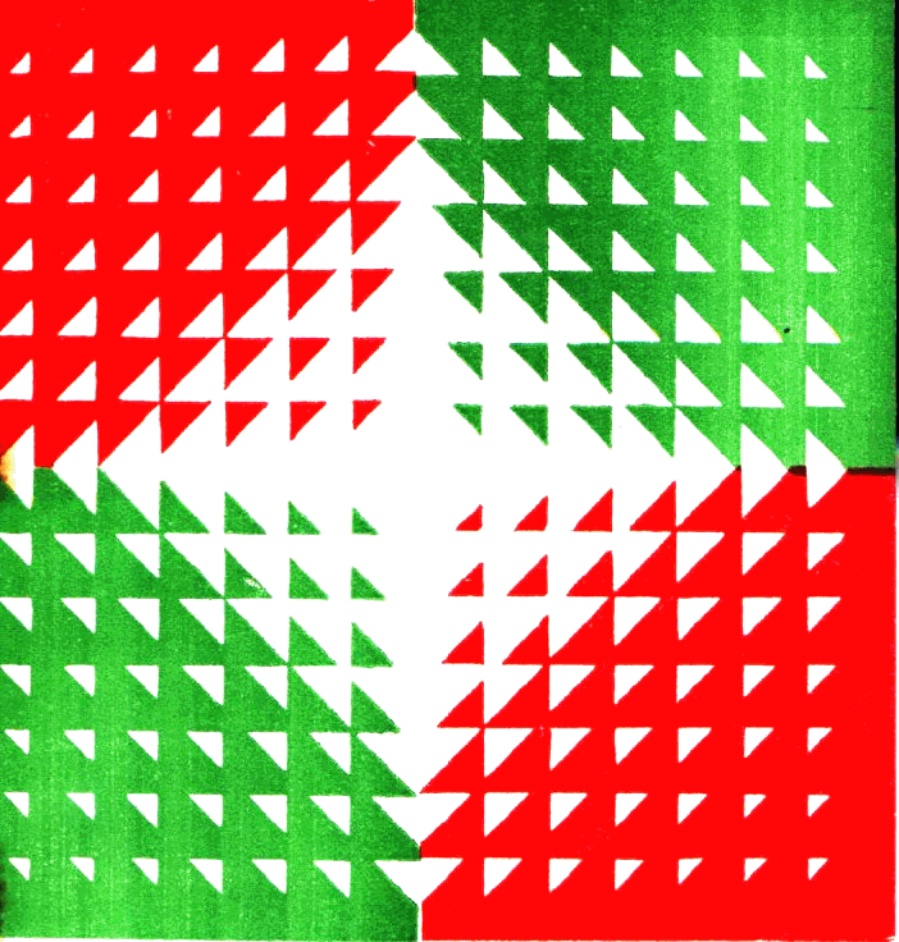




色彩与安全

(讲议)

北京经济学院安全工程系

目 录

第一章 色彩

1.1 概述.....	(1)
1.2 色与光.....	(1)
1.3 色彩的种类与原色.....	(3)
1.3.1 色彩的种类.....	(3)
1.3.2 原色.....	(4)
1.4 色彩的三类要素.....	(5)
1.4.1 一个实例.....	(5)
1.4.2 色彩的光感属性(色彩的三属性).....	(6)
1.4.2.1 色相.....	(6)
1.4.2.2 彩度(饱和度).....	(6)
1.4.2.3 明度.....	(7)
1.4.3 色彩的形象属性.....	(8)
1.4.3.1 面积.....	(8)
1.4.3.2 形状.....	(8)
1.4.3.3 位置.....	(9)
1.4.3.4 肌理.....	(9)
1.5 色彩与照明.....	(10)
1.5.1 光源.....	(10)
1.5.2 视力与照度.....	(10)
1.5.3 视速度.....	(12)
1.5.4 眩光.....	(12)
1.5.5 适应.....	(12)
1.6 色彩体系.....	(15)

1.6.1 色立体.....	(15)
1.6.1.1 孟赛尔色立体.....	(16)
1.6.1.2 奥斯特瓦德色立体.....	(20)
1.7 色彩的心理效应.....	(23)
1.7.1 颜色给人的感受.....	(23)
1.7.2 颜色与邻接色之间的关系.....	(23)
1.7.3 补色关系.....	(23)
1.7.4 膨胀色与收缩色.....	(24)
1.7.5 前进色与后退色.....	(25)
1.7.6 颜色的视认性.....	(25)
1.7.7 暖色系与冷色系.....	(26)
1.7.8 颜色的轻重感.....	(26)
1.7.9 颜色引起的心理反应与情绪效应.....	(27)
1.7.10 听觉、嗅觉与色彩.....	(32)
1.7.11 色彩的生理妙用.....	(33)
1.7.12 配色.....	(35)
1.8 色彩构成简述.....	(36)
1.8.1 “地色”与“图形色”.....	(36)
1.8.2 整体色调.....	(36)

第二章 色彩调节

2.1 色彩调节的意义.....	(38)
2.2 色彩调节的原则.....	(38)
2.2.1 照明.....	(38)
2.2.2 亮度.....	(39)
2.2.3 照明与色彩之间的配合.....	(40)

第一章 色 彩

1.1 概述

色彩在人类生活中占相当重要的地位。大自然给人们创造了丰富的色彩，红的花，绿的叶。青的山，碧蓝的水等各种各样的色彩，可以说大自然是色彩的宝库。千百年来。人們在生活中充分地体验了色彩的魅力，也不断的追求和创造着美的色彩的再现，以此来丰富和美化人们的生活，使人赏心悦目，给人以美的享受，以此来陶冶人們的精神感受。世界上如果没有色彩，那是难以想象的，也是不能忍受的。

色彩学做为—门科学在近几十年来有着飞速的发展。色彩科学也与其他科学一样，正向着边缘学科的方向发展。作为现代色彩科学理论和应用的研究，它已是包括物理、生理、化学、材料、心理、美学、社会学以及计算机等众多学科交叉式的综合研究。它已突破了以往色彩学只在绘画中的狭窄领域的研究，它已渗透到社会生中的各个领域。色彩设计与应用已进入了科学与艺术相结合，色彩与工业生产相结合，色彩与安全以及与社会生活相结合的广阔天地。

1.2 色与光

所谓颜色是光刺激人们的视觉器官——眼睛而产生的视觉感觉。所以在没有光线的场所就不存在色彩。正是由于各种光源进入眼睛刺激神经而产生了色彩的感觉。这种感觉才使我们知道周围世界各种物体的形状、轮廓、质地、大小、重量、色彩等。

所谓光线是电磁波中的一种。能引起视感觉的电磁波称为可见光。经科学测定，可见光的波长是从380毫微米到780毫微米(nm)。可见的颜色是从短波长的紫色到长波长的红色之间的色。如果在关闭窗板上挖一小孔，让阳光通过它而射入暗室中，在光柱中放置一玻璃三棱镜，则由白墙上或特置的银幕上看到的不是光的白点，而是由许多颜色组成的一个色带，这个色带是逐渐的难于察觉的由一种颜色过渡到另一种颜色，其顺序为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。这个色带在物理学中称为光谱。由此可见，颜色是可见光分光的结果。可见光的光波只占整个电磁波中的一小部分，还不到七十分之一。如图1~1。每种光谱的波长如下：

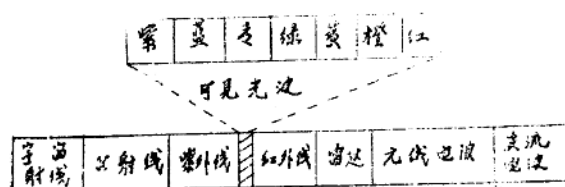


图1-1 电磁波谱

波长(毫微米nm)

红外线 6000~700

可见光红: 700~610

橙: 610~590

黄: 590~570

绿: 570~550

蓝： 550~450

紫： 450~440

紫外线： 440~100

紅外线和紫外线的波长，人眼是看不見的。

颜色虽是光波的结果，也可以說是物体表面反射而反映到人的眼睛里的一种现象。当光线照射在某一物体上时，一部分的光被吸收，其余的被反射。如果某一物体呈现黄色，那是由于该物体的表面吸收了除黄色以外的所有其他颜色的光线而只反射了黄色波长光线的結果，所以看到了黄色。白色是由于所有波长的光线全部被反射的原因；而黑色則是由所有波长的光线全被吸收了的缘故。

既然光线的照射与反射是色彩形成的主要条件，可以推知色彩在人类诞生之前早已存在于世。无机物在阳光的照耀下，由于其本身各自的分子结构形式的不同而对光线的吸收与反射就不一样，从而显示出各自的色彩。地球上的生物自诞生起，为了生存和繁衍后代，或要“防卫”，或要“伪装”，或要“威慑”，或要“取悦”，而逐步形成各自不同的色彩。与无机生物一起，形成了一个绚丽多采的色彩世界。

1.3 色彩的种类与原色

1.3.1 色彩的种类

人的眼睛能够识别数以万计的颜色。这些颜色都是由于光刺激了人们的视觉而产生的引起人们的一种心理效应。颜色可分为有色彩和无色彩两大类。无色彩是指白、灰、黑系统的颜色，即沒有色相只有明暗差别的白、黑系列。有色彩包括无色彩以外的所有颜色。即包括属于赤、橙、黄、绿、

青、蓝、紫等色相的纯色、明色、暗色、清色、浊色以及混合这些颜色而产生的多种颜色。

1.3.2. 原色

平常映現在我們眼前的大部分颜色是多种色彩的混合色。由混合而成的颜色可細分为无法再分的颜色，这种不能再分的基本色称为第一次色，也叫“原色”。两种第一次色混合而成的颜色叫做第二次色。

光的三原色是指赤、绿、蓝紫（青紫）是不能再分的色光。这些色光不能用其他色光合成。把这三个原色光适量的加以混合就可成为白光。

在人眼的视网膜上，有着三种感色的神经细胞和一种感光的神细胞。它們对各种波长及明度的光都有感应。但三种感色细胞中的感红细胞对波长为611nm的赤光感应最敏锐，而感绿细胞对波长为529nm的绿光感应最强烈，其中的感蓝细胞对波长426nm的蓝紫光感应最敏锐。除此之外，别的色光都不可能引起它們同等程度的强烈感应。如当波长为580nm的黄色光刺激视网膜时，并没有专一的感黄细胞去感应，而是由感红及感绿细胞同时感应后，使大脑产生黄色感。假如刺激视网膜的是赤绿的混合光，感红以感绿细胞也同时感应、大脑同样也是产生黄色感。

光的三原色混合而成色的范围（色域）如下：

红 + 绿 → 橙、黄、黄绿系统

红 + 蓝紫 → 红紫、紫系统

绿 + 蓝紫 → 青绿（带绿味的蓝）、青系统

红 + 绿 + 蓝紫 → 全部色相都是低彩度的色或无色彩。

通常把颜料中的三原色称做红、黄、青。这三种原色越混合明度就越降低，三色适度混合形成灰或黑。

1.4 色彩的三类要素

1.4.1 一个实例

在黑色底纸上贴上三个大小、形状、颜色不同的色块，小面积的三角形为粉黄色，大面积的正方形为大红，中等面积的圆形为灰蓝色。把其贴到墙上进行观察有如下的效果：

1、粉黄色亮，灰蓝色暗，大红的亮度居中，彼此有明度的差别

2、大红属红，粉黄色黄，灰蓝为蓝，彼此有色相的差别。

3、大红色鲜，灰蓝色灰，粉黄居中彼此有彩度的差别。

4、大红面积大，粉黄面积小，灰蓝居中，彼此有大小差别。

5、粉黄的三角形，较散，灰蓝色的圆形，最为集中，大红色的方形，其聚散程度居二者之间。

6、三个色块虽在同一个平面上，但彼此有位置不同的差别。

7、三个色块同用一样颜料（如水粉颜料）涂刷，所以其材质肌理一致。

8、三个色块的物理温度一致。但视觉联想不一，红色暖，灰蓝色冷，粉黄居中。

9、三个色块空间一致，但视觉感红色迫近，灰蓝色遥远，黄色居中。

10、三个色块的物理、重量一致，但感视觉灰蓝重，粉

黄轻，大红居中。

11、三个色块的物理测量厚薄一致，但视觉感大红厚，粉黄薄，灰蓝居中。

12、三个色块都是处于相对静止状态，但视觉感灰蓝静，大红在动，粉黄居中。

从以上观察效果可以看出：

明度、色相、彩度是色彩的光感属性。

大小、形状、位置、肌理等是色彩的形象属性。

冷暖、进退、轻重、厚薄、动静等，是色彩的心理效应。

1.4.2 色彩的光感属性（色彩的三属性）

1.4.2.1 色相

所谓色相是指具体颜色面貌的属性，它决定于物体反射光的波长，是物体颜色在质的方面的特性。但必须注意，色相并非光波，色相是眼睛分辨光波的结果。所以，光波差不能完全等于色相差。就光波而言，差距最大的是780nm的红光与380nm的紫光。但从视质来说，它们同属于接近视觉极限的紫光，色相感因此非常接近，色彩学家就是依照这一视觉规律，把红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等色相构成色轮。

1.4.2.2 彩度（饱和度）

彩度是指颜色纯度的程度（色光单一的程度），当某种颜色在饱和的状态下就是该色调的标准色。所以各种单色光是最饱和的色彩。

可见光的辐射，有波长相当混杂的也有相当单一的。黑、白、灰等看不出任何色相的色彩，就是波长相当混杂，

没有任何一种波长的光的比例稍多一些的光束所造成的。它们的彩度等于零，被称为无色彩。色相感最为明确的大红、鲜绿、亮黄、纯紫等，则是由于这类色相感的波长的光成分很多比较单一的结果。

除了波长的单纯程度影响彩度外，眼睛对不同波长的光辐射之色调敏感度，也影响色彩的彩度。眼睛对红色光波感觉最敏锐，因此红色相的彩度显得特别高；对绿色光波感觉相对的讲较为迟钝，因此绿色相的彩度相对就不那么高了。其余色相的彩度则居两者之间，接近红的偏高，接近绿的偏低。

当色相和明度一定的颜色，可根据其鲜明程度来区分其彩度的高低。鲜艳的其彩度就高。发暗的其彩度就低，纯色的彩度最高。当纯色加入白、黑、灰，或其他别的颜色，愈加其彩度就愈低。

1.4.2.3 明度

明度是指色彩的明暗程度。它取决于反射光的强度，是人们视觉对物体明亮的感觉。

白色颜料属于反射率相当高的物体。在其它颜料中混入白色，可以提高混合色的反射率，从而也就提高了混合色的明度。黑色颜料属于反射率极低的物体，在其他颜料中混入黑色可以降低混合色的反射率，稍混一点，反射率就明显下降，也就降低了混合色的明度。混入黑色愈多，其明度降低愈多。

在绘画中，明度也称素描关系。它有两种含意：一是同一色相受光后，由于物体受光强弱不一样，而产生了各种不

同的明暗层次。如红衣服受光后随之给人们以浅红、灰红、深红、暗红等不同明度的变化而形成衣服的立体效果：国画中的墨分五色（浅墨、淡墨、墨、浓墨、焦墨）素描中的明暗层次五大调（高光、明部、中间色、暗部、反光）等都是为了阐明物体明暗的基本规律。二是指颜色本身的明度。在红、橙、黄、绿、青、蓝、紫中，以黄色最明，紫色最暗，

1.4.3 色彩的形象属性

1.4.3.1 面积

客观的物象，一旦在视网膜上成象，就占有面积，被称为像视面积。客观物体大，或视距短，视角就大，成象面积则大，反之成象面积就小。没有面积就不可能成象，没有面积也不会有立体感。所以视面积是色彩存在的不可缺少的形式。

另外，视面积的大小对色彩心理的影响也是很重要的。视面积大，心理作用就强，视面积小，心理作用就弱。人们对色彩的感观以及感观反应，因面积不同所形成的差别是很明显的。

例如一平方公分的黑色出现在人们的面前，人们会感到清晰干净；如在一平方公尺的黑色面积出现在人们面前，人们就会觉得严肃闷暗，心情压抑；当人们被大面积的黑色所包围，就会觉得消极、阴森和恐怖。

1.4.3.2 形状

物体在视网膜上成象，都有一定的色彩形状。眼睛对色彩形状的感觉，最主要的影响就是形状的聚散。

圆形、椭圆、正方形、长方形、梯形、五边形、六边形

三角形等都属于聚集的形，聚集程度最高的是圆形。

条状形、线形、网形、自由形、雾形等都属于分散的形，分散程度最高的是雾形。

视觉器官的瞳孔。黄斑。中央窝都是圆的。圆形的物象最容易被锥体细胞所感受在中央窝上构成圆形的成象。而且所得的色彩形状感受最为准确和稳定。如果物象是条状的，则其成象既有在黄斑之内的，也有在黄斑之外的，色彩形状感觉就不能一致和稳定，势必诱导视线移动。这就是说，面积相同而聚散不同的色彩，所起到的视觉注意的程度是不同的。

1.4.3.3 位置

物象在视网膜成象的位置称为视位置，这个视位置首先表现出光感特点，即具有一定的明度、色调和彩度的色彩位置。其次表现出面积和形状的特征。另外还与物体距离视点的远近有着一定的关系。

从视觉生理和视觉适应来看，色彩成象位置是否在中央窝，或哪块色的成象放大在中央窝，对色彩和感受就有很大的差别和影响。

总之，客观位置及视位置，对色彩的明度、色相、彩度、面积、形状是有不可忽视的影响。另外，对色彩心理也有较大的影响。

1.4.3.4 肌理

引起色彩感觉的可见光，都受到客观物象材料的性质、表层的质感以及视觉可以感受到的质感的影响。这种被人们感觉到色彩的同时而又感觉到材料的性质以及表层的特点性质叫做材料的色彩肌理。不同的材料就有不同的色彩肌

理。如金属、木料、纸、布等都有各自的肌理，都可以通过色彩关系被视觉所感受到。

1.5 色彩与照明

1.5.1 光源

色彩既是光刺激眼睛而产生的视感觉，因此要产生这种色觉首先要有光源。如阳光、月光、星光等自然光；火。油灯、蜡烛、白炽电灯、荧光灯、高压水银灯、钠灯、氙灯、弧光灯和电解灯等人工光源。各种光源的光度变成透过光、反射光、或是直接进入眼睛的光到达眼底的网膜，刺激视觉中枢而产生色感觉。

在自然光中无月之夜其照度约为 0.0003lx （勒克司），月夜约为 0.24lx ，昼光从阴、雨天到晴天约为 $1000\sim 10,000\text{lx}$ ，直射日光可达 10万lx 。人工光源中白炽电灯与荧光灯最为适用。高压水银灯可以发出强有力的光，适合于室外广阔的场所使用，如公园、庭院、道路等。钠灯常用于道路照明，这是由于它能透过烟雾而照亮物体。也可用于探伤检查。氙气灯与日光（昼光）的分布很相似，所以常把它作为标准光源。弧光灯其亮度高，放映、探照及印刷制板等用它。电解灯是面光源，叫做第三照明，俗称“光壁”。这种灯是把两块特殊的玻璃做为电极，在其中間扩散着荧光物质通过电流而发光；由电压的变化使明度增减，周波数的变化也能出现光色（色彩）的变化。

1.5.2 视力与照度

照度（被照面的入射光束密度）与视力的关系是：照度对数与视力成比例。

视力 $V = K \log E$ (K 是定数, E 是明度)。

视力(静视力)的规定是以能识别到最小两点所形成的视角为标准。目前采用由1909年国际眼科学会制定的缺口环(C型环)作为测定视力的标准仪器。这个缺口环,其底色为白色,环为黑色,环的外径为7.5毫米,环宽和缺口均为1.5毫米,如图1~2。在距离为5米的情况下能辨认出此缺口,则视力定为1.0。这时对于缺口的视角为1分。若视角为2分时能看清缺口,则视力为0.5,依此类推。



图 1-2 视力测定原理。

在视网膜的视细胞中,包含着锥体细胞与杆状体细胞,锥体细胞多存在于视网膜中心部位,是感色细胞,杆状体细胞存在于视网膜中心之外的周边部分,它在黑暗的条件下起作用,不能感色。所以白天(或照度大)的视力主要靠锥体细胞起作用,夜间(或照度小)视力主要是杆状体细胞起作用,即在 10 lx 以下主要是杆状体细胞起作用,在 0.01 lx 以下只是杆状体细胞起作用。在晨曦与夕阳明暗转移的时刻,则两种细胞同时起作用,但很不协调,致使物体在视网膜上不能清楚成像而使视力下降。

1.5.3 视速度

看到物体(显现)的时间 T 的倒数 $1/T$ 叫做视速度。 $100\text{ lx} \times 1/500$ 秒的显现时间,只能看到光的闪耀, $1/50$ 秒,能分辨出文字和图形, $1/20$ 秒,视力如是 1.0 左右,就可以清楚的辨认。 20 lx 的情况下(视力为 1.0),需 $1/10$ 秒才能清楚辨认。

照度在 150 lx 以下,读书的速度就要急剧下降 $500 \sim 1,000\text{ lx}$ 较为适宜, $(1,000 \sim 1,5000\text{ lx})$ 小字也能看清。

1.5.4 眩光

所谓眩光就是眼球内产生不适的过强明度,而出现耀眼感。辉度很高的光源出现在视野中就产生眩光耀眼的感觉。

以视线为中心呈 30° 立体角的范围叫眩光区域,在这个区域应该没有辉度高的发光体。如果有,由于眩光耀眼使视力下降,产生不适感,影响对色彩的识别叫不适的眩光。再有,看太阳或夜间看聚光灯,眼睛感到非常不适,有时甚至看不清东西,叫不能的眩光。而耀眼的礼花、营火、宝石、贵重金属的眩光,给人以愉快的感觉,叫愉快的眩光。

有时也可利用眩光看东西。例如用灯炮照明比荧光灯下能够更好的看清尼龙丝条。这是因为电灯泡比荧光灯的辉度高。

1.5.5 适应

眼对明暗的适应过程称为适应。人们从明亮的环境中,突然进入黑暗的环境,会感到什么也看不见,经过一段时间,即能逐渐分辨出黑暗环境下的物体,这一过程叫做暗适。

应。反之，当人们从黑暗的环境中，突然进入非常明亮的场所，起初会感到光线耀眼，稍等片刻，就能看清周围物体，这个过程叫做明适应。

图 1—3 表示暗适应的时间经过。这一过程可分为两个阶段，开始后五分钟曲线变得平缓，这段称为 A 段；之后又较快下降，经过 15 分钟后，又开始缓慢的下降，这段称为 B 段。

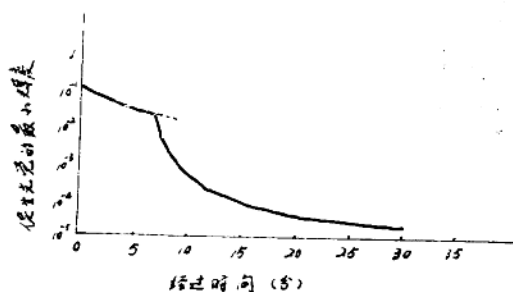


图 1—3 暗适应曲线

这个曲线说明人的眼睛在暗适应过程中，有光感的光度随时间的增加逐渐变低，一般约经 30 分钟后，才能完全适应这种暗环境。

明适应是对强光刺激的适应性，但很快即能适应，一般只需几秒至一分钟。在适应的过程中，眼的瞳孔要变化，如图 1—4 所示。暗适应瞳孔要放大，明适应瞳孔要缩小。

眼睛虽然能在明暗的环境中通过瞳孔的变化来适应环

境，发挥其视感功能。但对明暗的突然变化则不能马上适应，特别是由明至暗。

对颜色的适应，在昼视觉下。人对波长555毫微米的光最敏感，以这一波长的相对感受性为1.00时，即可求出其他波长的相对感受性。以波长为横轴，以相对感受的值（视见函数）为纵轴，即可做出曲线。见图。1—4

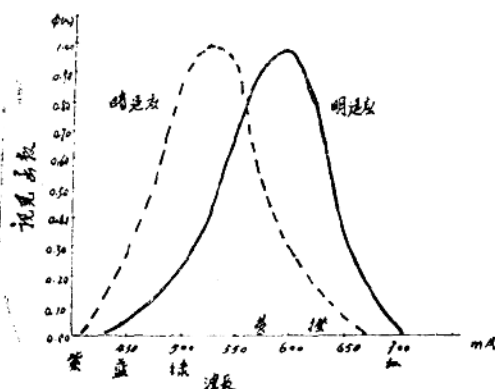


图 1-4 明暗视觉中的颜色视敏度

在黄昏视觉下（暗适应），视函数整个向左移动。人对之最敏感的光波波长不再是555毫微米，而是511毫微米。因此，昼视觉下明度相同的红、蓝两色、在黄昏的视觉下，就会感到蓝色比红色更明亮些。昼间非常鲜明的红橙色的标志变暗，而昼间并不鲜明的青色反而挺引人注目。