

绿色照明丛书



餐馆照明

编著 周莉 袁樵



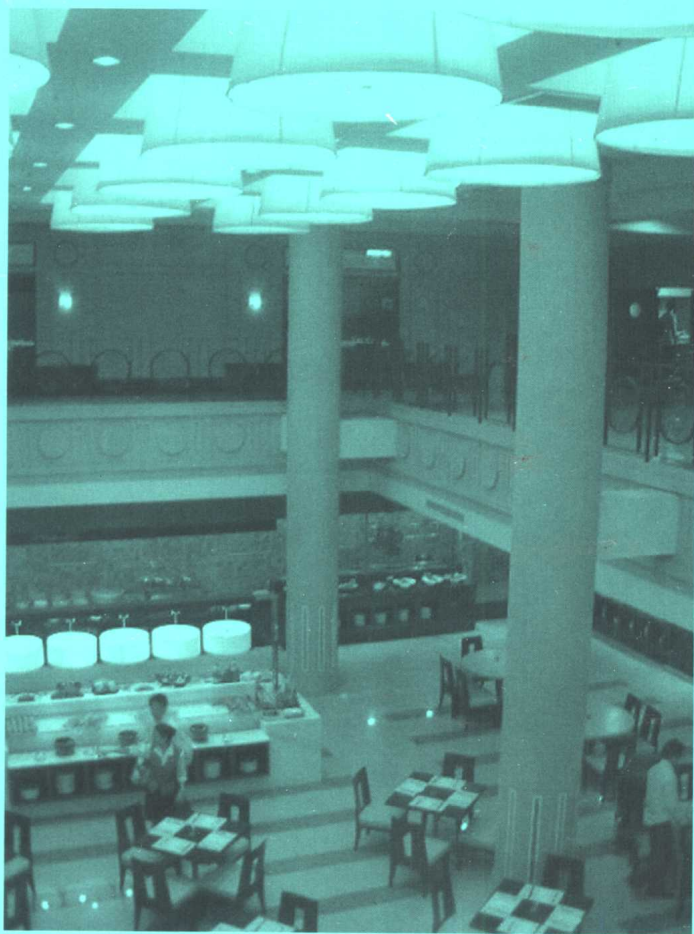
复旦大学出版社

绿色照明丛书



餐馆照明

编著 周 莉 袁 樵



复旦大学出版社

www.fudanpress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

餐馆照明/周莉,袁樵编著. —上海:复旦大学出版社,2004.7
(绿色照明丛书)

ISBN 7-309-04052-X

I. 餐… II. ①周…②袁… III. 餐厅-照明设计
IV. TU113.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 052922 号

餐馆照明

编著 周 莉 袁 樵

出版发行 复旦大学出版社

上海市国权路 579 号 邮编 200433

86-21-65118853(发行部) 86-21-65109143(邮购)

fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com

责任编辑 范仁梅

装帧设计 孙 曙

总 编 辑 高若海

出 品 人 贺圣遂

印 刷 浙江临安市曙光印务有限公司

开 本 787×960 1/16

印 张 8 插页 2

字 数 147 千

版 次 2004 年 7 月第一版第一次印刷

印 数 1—3 600

书 号 ISBN 7-309-04052-X/O · 326

定 价 13.80 元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

内 容 提 要

本书共6章。第一章扼要介绍了光、颜色、视觉等基础概念；第二、第三章两章着重介绍餐馆、酒吧照明中经常或可能用到的光源和电器附件，以及灯具的基本概念。第四章阐述了餐厅、酒吧、咖啡馆的照明，包括照明的一般要求，灯具的选择以及照明方式。第五章介绍了照明控制方面的内容。最后一章列举了餐厅、酒吧、咖啡馆的照明实例。

本书是绿色照明丛书之一，可供电器照明设计和相关的工程技术人员参考。

前 言

随着人类文明的不断进步、科学技术的不断发展,照明已成为人们生活中不可或缺的一个重要组成部分.现代照明不仅仅是对光的需求,更是对舒适、人性化的光环境的需求.餐馆作为休闲交际和享受美食的地方,合理、舒适、温馨的照明就更为重要.

在现代化建设中,必须实施可持续发展战略,而“绿色照明工程”是可持续发展战略中的一个重要内容.绿色照明的推广,一方面可以大幅度节约照明用电、减少发电排污,有利于环境保护;一方面可以改善照明质量,形成高效、经济、舒适、安全可靠的照明环境.但是,消费者对于绿色照明的意义及高效照明电器产品和照明设计的认知度还有待提高.因此,我们期望这套照明丛书的出版对绿色照明的宣传、推广有一定促进作用.

在本书的编著过程中,国家发展和改革委员会环境资源司刘显法副司长、吕文斌副处长、中国绿色照明促进项目办公室韩文科主任和刘虹副主任给予许多关心和指导,得到 Adam W. Hinge 先生、袁宗南先生、周太明教授、宋贤杰教授的大力帮助.该项目还受到 UNDP 和 GEF 的鼎力支持.此外,屠其非、李福生、陆燕对本书的编写也提供了帮助.在此一并表示感谢.

由于编者水平所限,谬误之处,请予以批评指正.

编著者
2003 年 12 月

目 录

第一章 基础概念	1
1.1 光	1
1.1.1 概述	1
1.1.2 光度量	2
1.2 颜色	4
1.2.1 颜色的物理特性	4
1.2.2 颜色的生理特性	9
1.2.3 光源的色温与显色性	10
1.3 视觉和光环境	12
第二章 餐馆照明用光源及电器附件	18
2.1 常用光源	18
2.1.1 白炽灯	18
2.1.2 卤钨灯	21
2.1.3 荧光灯	25
2.1.4 金属卤化物灯	31
2.1.5 发光二极管	35
2.1.6 霓虹灯	37
2.2 照明电器附件	40
2.2.1 镇流器	40
2.2.2 触发器	48
第三章 灯具	54
3.1 灯具的控光部件	54
3.1.1 反射器	54
3.1.2 折射器	58
3.1.3 漫射器	59
3.1.4 遮光器	60
3.1.5 光导纤维和导光管	60
3.2 灯具的分类	63

3.2.1 按防触电保护方式分类	64
3.2.2 灯具的防尘、防水等级	64
3.2.3 按光通量分布分类	66
3.2.4 按光束角分类	68
3.3 灯具的光学特性	69
3.3.1 发光强度的空间分布	69
3.3.2 灯具的效率	70
第四章 餐厅照明	71
4.1 照明的要求	71
4.1.1 照明的照度要求	71
4.1.2 光源的显色性要求	72
4.2 灯具选择	72
4.2.1 下射灯	72
4.2.2 射灯	73
4.2.3 装饰性灯具	74
4.3 餐厅照明	76
4.3.1 一般照明	76
4.3.2 照明中色彩的应用	78
4.3.3 照明设计	79
4.4 酒吧、咖啡馆照明	81
第五章 照明控制	86
5.1 概述	86
5.2 照明控制的构成	88
5.2.1 信号发生/接收器	88
5.2.2 控制器和执行器	94
5.3 照明控制的策略	96
第六章 照明实例	99
参考书目	122

第一章

基础概念

1.1 光

1.1.1 概述

光是一种电磁辐射。光波在整个电磁波谱中只占据很小的部分(见图 1.1.1)。光波的波长区间从几个纳米(nm , $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)到 1 mm 左右。这些光并不是都能看得见的,人眼所能看见的只是其中的一部分,我们将这一部分光称为可见光。在可见光中,波长最短的是紫光,稍长的是蓝光,以后的顺序是青光、绿光、黄光、橙光和红光,其中红光的波长最长。在不可见光中,波长比紫光短的部分称为紫外线,比红光长的叫做红外线。而紫外线和红外线又各分为 3 个区。表 1.1.1 列出紫外、可见光和红外区域的大致波长范围。波长小于 200 nm 的这部分光在空气中很快被吸收,只能在真空中传播,因此这部分紫外线又称为真空紫外。需要说明的是,该表中各个区域的界限不是很严格的,只是给出大致的波长范围。由此表可以看出,能引起视觉效果的可见光只占很小的一部分,而大部分是紫外光和红外光。

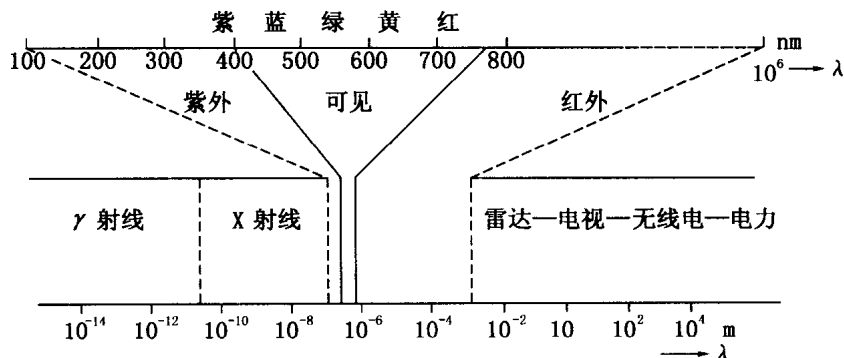


图 1.1.1 电磁波谱

表 1.1.1 光的各个波长区域

波长区域 (nm)	区域名称
1 ~ 280	UV-C(远紫外) UV-B(中紫外) UV-A(近紫外) } 紫外线
280 ~ 315	
315 ~ 380	
380 ~ 435	紫光 蓝、青光 绿光 黄光 橙光 红光 } 可见光
435 ~ 500	
500 ~ 566	
566 ~ 600	
600 ~ 630	
630 ~ 780	
780 ~ 1 400	IR-A(近红外) IR-B(中红外) IR-C(远红外) } 红外线
1 400 ~ 3 000	
3 000 ~ 1 000 000	

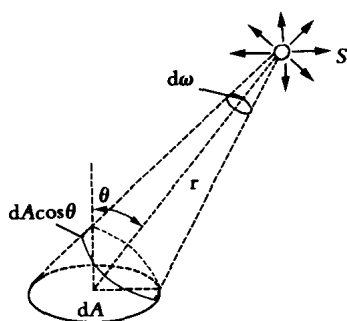
1. 1. 2 光度量

1. 光通量

光源在单位时间内发出的光量称为光源的光通量,通常用符号 Φ 表示,单位为 lm(流明)。

2. 光强

光源在给定方向上,单位立体角内发出的光通量称为光源在该方向上的发光强度(简称光强),用 I 表示,单位为 cd(坎德拉,烛光)。如图 1.1.2 所示,对于点光源 S ,取某一方向上微小立体角 $d\omega$,在此立体角的光源发出的光通量为 $d\Phi$,则光源在此方向上的光强为



$$I = \frac{d\Phi}{d\omega} \quad (1.1.1)$$

立体角是指任意封闭的圆锥面内所包含的空间,单位为 sr(球面度),一个球体所包含的球面度为 4π 。立体角通常可由该圆锥内任一垂直于该方向

图 1.1.2 光强和立体角的定义

的截面的面积与该截面与圆锥顶点的距离求得,即

$$\Omega = \frac{dA \cos \theta}{r^2}. \quad (1.1.2)$$

因此, $1 \text{ cd} = 1 \text{ lm} \cdot (\text{sr})^{-1}$. 光强是用于表征发光体空间光分布情况的量.

3. 照度和光出度

在被照表面上, 单位面积内接收到的光通量称为照度, 是表征被照面上被照明程度的量(图 1.1.3(a)), 为

$$E = \frac{d\Phi}{dA}. \quad (1.1.3)$$

单位为 lx (勒克斯), $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} \cdot \text{m}^{-2}$. 在北美, 更常用的照度单位是 fc (英尺烛光), $1 \text{ fc} = 10.76 \text{ lx}$. 通常, 满月的夜晚的地面照度为 0.2 lx , 白天采光良好的室内照度为 $100 \sim 500 \text{ lx}$, 晴朗的室外太阳非直射下的地面照度为 $10^3 \sim 10^4 \text{ lx}$, 而中午太阳照射下的地面照度可达 10^5 lx .

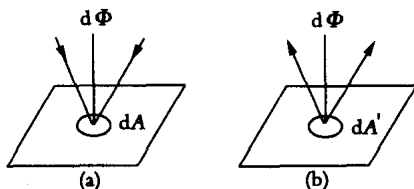


图 1.1.3 照度和光出度

(a) 照度; (b) 光出度

对于点光源在某接收面上某一点产生的照度(如图 1.1.4 所示), 可以用余弦定律求得, 即:

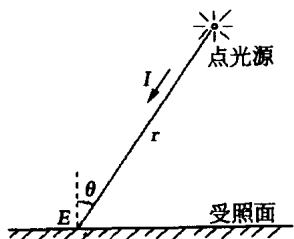


图 1.1.4 余弦定律示意图

$$E = \frac{I \cos \theta}{r^2}, \quad (1.1.4)$$

式中, E 为受照面参考点上的照度; I 为光源在此方向上的光强; θ 为光线入射角; r 为光源到参考点的距离.

光出度主要针对面光源而言. 对于有一定表面积的发光体, 在不同位置上的发光程度可能不同, 因此需要用光出度来表征. 由此可见, 光出度是指单位面积发光面发出的光通量(图 1.1.3(b)), 为

$$M = \frac{d\Phi}{dA'}, \quad (1.1.5)$$

单位为 $\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$. 需要指出的是, 这里研究的面光源不仅指自身发光的光源. 例如, 某个不发光的表面受到光照后成为发光的二次发光面, 其光出度为

$$M = \rho E, \quad (1.1.6)$$

ρ 为被照面的反射系数; 对于因透射而发光的二次发光面, 其光出度为

$$M = \tau E, \quad (1.1.7)$$

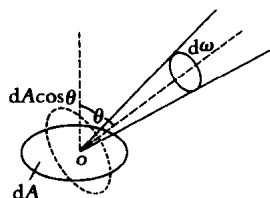
τ 为被照面的透射系数.

照度和光出度有相类似的定义式和相同的量纲, 其区别在于照度表示受照面

所接收到的光通量的表面密度,而光出度表示发光面所发出的光通量的表面密度.

4. 亮度

面光源在某个方向上,单位投影面积、单位立体角内发出的光通量称为亮度(图 1.1.5):



$$L_{\theta, \varphi} = \frac{d\Phi}{d\omega \cdot dA \cdot \cos\theta}$$

$$= \frac{I_{\theta, \varphi}}{dA \cdot \cos\theta}, \quad (1.1.8)$$

单位为 $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$. 对于光强分布满足 $I_{\theta} = I_0 \cos\theta$ 的余弦辐射体,其亮度分布不随方向改变,为一常数,此类表面的

图 1.1.5 亮度
的光出度可表示为:

$$M = \pi L. \quad (1.1.9)$$

表 1.1.2 给出了一些实际光源的亮度值以供参考.

表 1.1.2 一些实际光源的亮度近似值 单位: $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$

光 源	亮 度
无月的夜空	10^{-4}
地球上看到的满月表面	2.5×10^3
蓝天	8×10^3
钨丝灯	$(2 \sim 20) \times 10^6$
荧光灯	$(0.5 \sim 3.6) \times 10^4$
普通 CRT 显示器	$(1.5 \sim 3.5) \times 10^2$

1.2 颜色

各种光源发出的光,由于光谱功率分布的差异,显现出各种不同的颜色. 世间万物的光谱反射率(或透射率)不同,使大自然在日光的照射下显得五彩缤纷.

1.2.1 颜色的物理特性

1. 颜色的特性

颜色可以分为无色和彩色两大类.

无色是指白色、黑色和各种深浅不同的灰色,把它们排列成一个系列即是

黑白系列,如图 1.2.1 所示. 纯白是反射比 $\rho = 1$ 的理想的完全反射体,而纯黑是 $\rho = 0$ 的无反射体. 接近纯白的有氧化镁,接近纯黑的有黑绒. 黑白系列代表物体的反射比的变化,在视觉上表现为明度的变化. 白色、黑色及灰色物体对光谱各波段光的反射是没有选择性的,故被称为中性色.

彩色是黑白系列以外的各种颜色. 彩色有 3 个特性: 色调、明度和彩度.

色调: 亦称为色相,表示不同波长的可见光在视觉上的属性,如红、黄、蓝等. 光源的色调决定于辐射光谱组成对人眼所产生的感觉,而物体的色调决定于物体对光源的光谱辐射有选择的反射或透射对人眼所产生的感觉.

明度: 在同样的照明条件下,依据表现为白色或高透射比的表面的视亮度来判断某一表面的视亮度.

彩度: 在同样的照明条件下,一个区域根据表现为白色或高透射比的区域的视亮度比例来判断的颜色的丰富程度.

无彩色的黑白系列只有明度的差别,而没有色调和彩度的特性. 例如,越接近白色,明度越高;越接近黑色,明度越低. 因此,对于黑白系列,只能根据明度的差别来辨认物体;而对于彩色,可以从明度、色调和彩度上来辨认物体,从而大大提高人们识别物体的能力.

饱和度: 表示彩色光在整个色觉(包括无彩色)中的纯洁度. 可见光谱中各种单色光是纯洁的,是最饱和的色彩,通常被称为光谱色. 当物体表面的反射具有很强的光谱选择性时,这一物体的颜色就具有较高的饱和度.

2. 孟塞尔系统

为了将颜色分类,并简洁明了地命名,孟塞尔(Munsell)创立了孟塞尔颜色系统. 它是采用颜色图册的系统,只要某一颜色与系统中的某一颜色样品相一致,就可确定其颜色. 此系统按颜色的 3 个基本特性,即色调 H、明度 V 和彩度 C 进行分类. 孟塞尔系统采用一个三维的颜色立体将这 3 个特性全部表示出来(见图 1.2.2). 在模型的中央是一根表示明度的轴线,它代表无彩色白黑系列中性色,白色在顶部,黑色在底部. 将理想白色和理想黑色的明度值分别定为 10 和 0,这样,孟塞尔明度共分成 0~10 共 11 个在感觉上等距的等级.

图 1.2.3 是孟塞尔颜色立体的水平剖面图. 每一个水平剖面对应于一个明度值. 水平剖面上的各个方向代表不同的色调. 图中画出了 5 种主要色调: 红(R)、黄(Y)、绿(G)、蓝(B)和紫(P),还画出了 5 种中间色调: 黄红(YR)、绿黄(GY)、

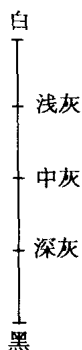


图 1.2.1 黑白系列

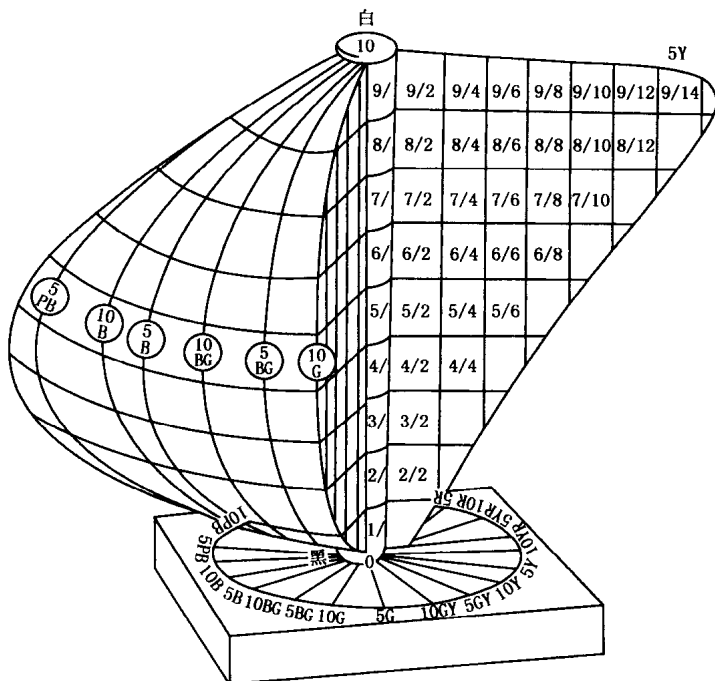


图 1.2.2 孟塞尔颜色立体

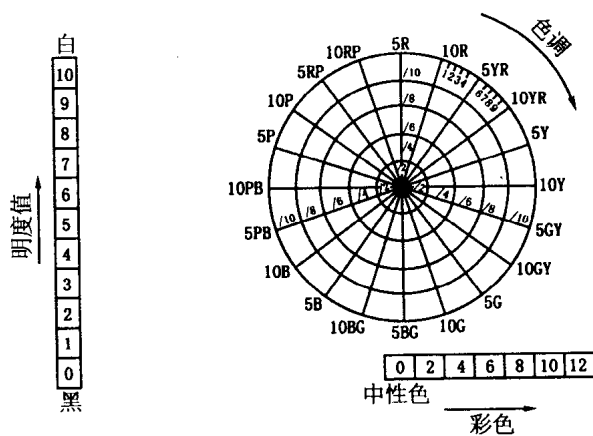


图 1.2.3 孟塞尔颜色立体的水平剖面

蓝绿(BG)、紫蓝(PB)和红紫(RP)。每一色调又分成1~10共10个等级,并规定主要色调和中间色调的等级值都为5。颜色沿经向的变化则代表颜色饱和度(即深浅)的变化,在孟塞尔系统中称为彩度,它表示具有相同照度值的颜色偏离中性

灰色的程度。彩度也可分成许多视觉上相等的等级。在圆心,彩度为0;离圆心越远,彩度越大。应注意,各种颜色的最大彩度是不一样的,这从图 1.2.3 可以清楚地看出。

任何颜色都可以用色调、明度和彩度加以标定。标定的方法是先写出色调 H, 然后写明度值 V, 在斜线后再写彩度 C, 即:

$$HV/C = \text{色调明度} / \text{彩度},$$

HV/C 就是颜色的标号。例如,标号为 5Y8/12 的颜色,其色调为黄(Y),明度值为 8,彩度为 12,这是一个比较明亮、具有较高饱和度的黄色。表 1.2.1 给出了一些具有代表性的颜色样品的孟塞尔标号。

表 1.2.1 某些颜色样品的孟塞尔标号

号数	孟塞尔标号	日光下的颜色
1	7.5 R6/4	淡灰红色
2	5 Y6/4	暗灰黄色
3	5 GY6/8	饱和黄绿色
4	2.5 G6/6	中等黄绿色
5	10 BG6/4	淡蓝绿色
6	5 PB6/8	淡蓝色
7	2.5 P6/8	淡紫蓝色
8	10 P6/8	淡红紫色
9	4.5 R4/13	饱和红色
10	5 Y8/10	饱和黄色
11	4.5 G5/8	饱和绿色
12	3 PB3/11	饱和蓝色
13	5 YR8/4	淡黄粉色(肤色)
14	5 GY4/4	中等绿色(树叶)

3. 颜色环

颜色环是一个表示颜色及其混合规律的示意图。例如,把颜色饱和度最高的光谱色加上紫红色,然后依照波长顺序就可围成一个圆环,称为颜色环。如图 1.2.4所示,白色位于圆环中心。

当两种颜色混合时,混合色在圆环中的位置取决于两颜色成分的比例,并且靠近比重大那种颜色。

凡是两种颜色相混合后产生白色或灰色的,那么这两种颜色称为互补色。颜

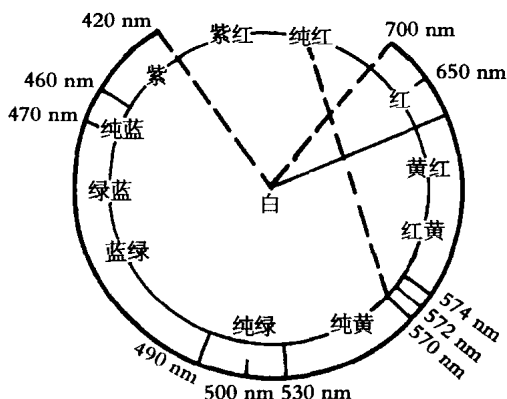


图 1.2.4 颜色环

色环中心对称的颜色都是互补色。例如,黄和蓝是一对互补色,红和绿是一对互补色等等。因此,当一对互补色按各种比例混合后,所产生的颜色就位于连接互补色的直线上,呈白色或各种非饱和色。

颜色环上任何两个非互补色相混合后,可以得到两色中间的混合色,位于两色相连的直线上,其色调取决于两颜色的比例。例如,420 nm 紫色和 700 nm 红色相混合可以产生紫红色系列,这是光谱上没有的颜色。

4. 颜色混合定律

我们人眼所接收到的光通常是由各种波长辐射组成的,视觉系统将其综合成一种颜色的感觉。这种综合过程符合格拉斯曼(H. Grasman)总结的颜色混合定律:

(1) 人的视觉只能分辨颜色的 3 种变化,即明度、彩度、色调的变化。

(2) 在有两种成分组成的混合色中,如果一个成分连续变化,则混合色的外貌也随之连续变化。由此导出:

① 补色律:每一种颜色都有一个相应的补色。如果某一颜色与其补色以适当的比例混合,则可产生白色或灰色;如两者按其他的比例混合,则将产生近似比重大的颜色成分的非饱和色。

② 中间色律:任何两种非补色混合时,产生中间色,其色调取决于两颜色的相对数量;其饱和度取决于两者在色调顺序上的远近。

(3) 颜色外貌相同的光,不管它们的光谱组成是否相同,在颜色混合中具有相同的效果。也就是说,凡是在视觉上相同的颜色都是等效的。由此导出颜色的替代律:相似颜色混合后仍相似。若由颜色 A = 颜色 B,颜色 C = 颜色 D,则颜色 A + 颜色 C = 颜色 B + 颜色 D。根据替代定律,可以利用颜色混合方法来产生或代替各种所需要的颜色。

(4) 亮度相加定律:由各种颜色光组成的混合光的总亮度等于组成混合光的各颜色光亮度的总和。

上述颜色混合定律适合于各种颜色光的相加混合,而不适合于染料或涂料的混合。因为颜色光的混合,为加色法混合;而染料或涂料的混合,为减色法混合,这种混合所得到的颜色是由于不同波长的光在所混合的染料或涂料微粒中逐渐被吸收而产生的。

1.2.2 颜色的生理特性

以上讲述的都是颜色的物理特性。人的视觉器官不但能反映光的强度,而且也能反映光的波长特性。前者表现为亮度的感觉,后者表现为颜色的感觉。

人眼所感受到的颜色与波长的关系也不是固定不变的,除了光谱上的 572 nm (黄)、503 nm (绿) 和 478 nm (蓝)。也就是说,一定波长的光,当强度改变时,所看到的颜色也改变。改变的规律大致是:当强度增加时,都略向红色或蓝色变化。这种现象称为贝楚德-朴尔克效应 (Bezold-Brücke Effect)。

1. 颜色对比

当同时或相继观看物体的颜色时,视野中两部分颜色差异的主观判断称为颜色对比。它包括:色调对比、明度对比和彩度对比。

我们在一块红色背景上放一小块白色纸或灰色纸,用眼睛注视白纸中心几分钟,白纸会表现出绿色。同时,可以把背景换成各种不同的颜色进行试验,由试验结果可知,每一种颜色都在其周围诱导出一种确定的颜色,这种颜色称为被诱导色(是原来诱导色的互补色或相似颜色)。如果被诱导色与所观察的物体色相同,则这个效果会使物体相对于背景更明显、清晰;否则会使物体色带有诱导色的味道。

2. 颜色适应

在明视觉状态下,视觉系统对视野的色感觉的变化称为颜色适应。

人先在日光下观察物体的颜色,然后突然改在室内的白炽灯下观察物体的颜色,开始时,室内照明看起来带有白炽光的黄色,物体的颜色也带有黄色;几分钟后,当视觉适应了白炽灯光的颜色后,室内照明趋向变白,物体的颜色也趋向恢复到日光下的颜色。可以说,眼睛和大脑的组合功能倾向于维持视场范围内的颜色稳定性。

人戴太阳镜的效果也与此相同。

1.2.3 光源的色温与显色性

1. 色温

色温是对光源颜色的一种表示方法。当光源所发出的光的颜色与黑体在某一温度下的颜色相同时,这一黑体的温度称为该光源的颜色温度 T_c ,简称色温,用绝对温标表示,单位为 K(开尔文)。不同温度黑体的光色变化,在色度图上形成一个弧形轨迹,称为黑体轨迹(如图 1.2.5 所示)。热辐射光源(如白炽灯、卤钨灯等)的颜色变化基本上与黑体轨迹相符。

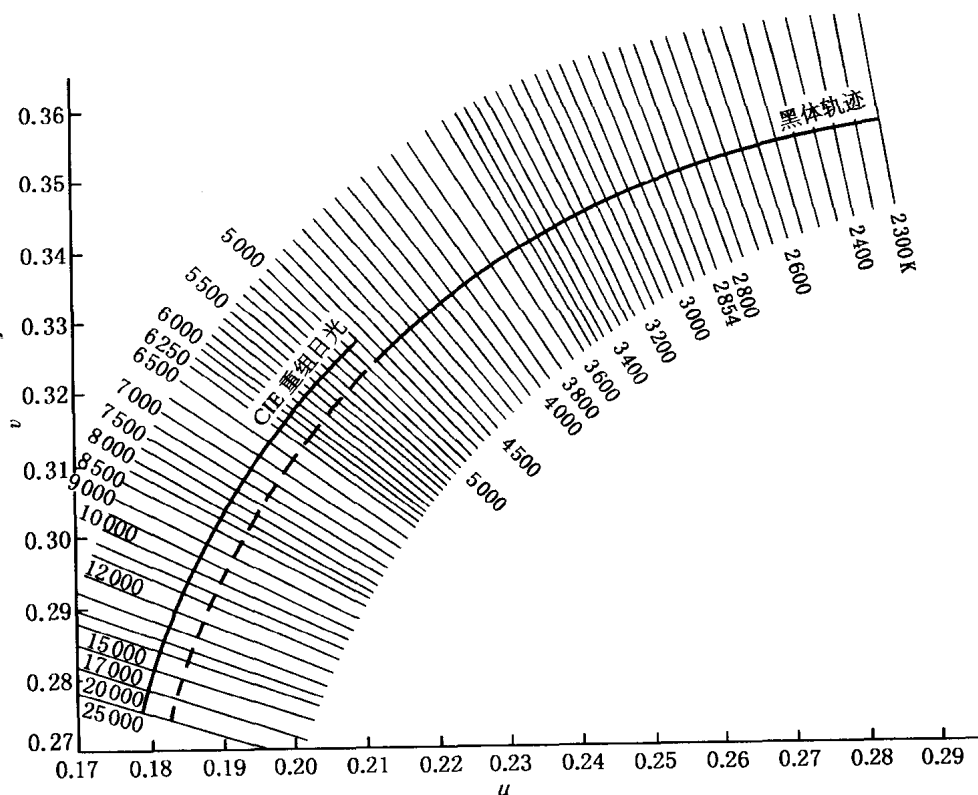


图 1.2.5 uv 色度图中的黑体轨迹和等色温线

对于以其他形式发光的光源,其光色不一定落在黑体轨迹上,此时只能用相关色温来表示。若光源发出的光与黑体在某一温度下的颜色最接近,则黑体此时的温度称为该光源的相关色温。

通常,色温高的光源的光色偏蓝,色温低的光源的光色偏红。表 1.2.2 为一些