

科印培训指定教材 科印传媒[®]
Keyin Media



一看就懂

色彩管理

实用手册

■ 陈啸谷 黎阳晖 高晶 编著

色彩的基础知识

色彩软件使用

印刷认证标准介绍

印刷标准化内容

印刷标准化测试

印刷闭环系统



印刷工业出版社

科印培训指定教材



色彩管理

实用手册



印刷工业出版社

前言

色彩管理是什么？相信这是一个困扰很多印刷从业人员的问题。

色彩管理，广义来说就是运用软硬件结合的方法使实际颜色与目标颜色达到匹配。但是如何实施色彩管理，相信从字面上理解还是一头雾水。

常说色彩管理的实施步骤有3C，即校正（Calibration），特性化（Characterization），转换（Conversion），那么还能不能有更进一步接地气的阐述？

色彩管理，对于大多数印刷从业人员是一个复杂的概念，但是对于印刷行业又是个不得不正视的概念。

没有色彩管理会怎么样？相信很多印刷厂都遇到过这样的情况，之前印刷的样张在重印时颜色追不上，客户投诉颜色不准，同一批次的产品色差明显等。而这一切，色彩管理都可以帮助解决。

那么，建立色彩管理体系相关的如何着手、如何实施的信息资料太少，因此便有了编写《色彩管理实用手册》的初衷。

这本书并不包含复杂深奥的理论知识，如果需要具体了解三色学说、对立学说等的色彩溯源问题，那建议阅读更专业的书籍，本书涉及的是印刷生产实际当中需要了解到以及使用到的色彩概念。

本书不仅仅局限于色彩这个抽象的概念，更实际的延伸到印刷标准化建立的所涉及的各个领域，这是一本为标准化服务的色彩书籍。

本书起源于印厂所推行的SOP体系，但它并不等于标准化操作指引。它力求实用但并不是机械化的教授，它只负责阐述清楚色彩管理所涵盖的相关内容，但至于应用，那还需要管理体系的配合。

本书不是色彩管理专家的速成手册，一个优秀的色彩管理专员仍然需要印刷整个流程体系经验的积累，但是请相信，它可以帮助相关人员更懂色彩。

本书并不是一本面向大学生的专业书籍，相反由于太贴近实际，很多内容课本中也许并没有叙述。对于印刷操作人员、工艺人员、印前人员、管理人员，它都是适用的。

本书讲述的是作者从多年一线色彩管理实践中所总结出的经验，尽管从目录看起来有些方面可能与色彩这个概念不太沾边，但书中所涵盖的内容的确是色彩管理实际应用中所要涉

猎的范围。

本书是一本软硬件结合的书籍。主流的色彩应用软件及硬件的使用均有介绍，但由于资源的局限，可能还是会与一些印厂的实际情况有出入，但已力求相关信息保证最新。

总之，这是一本截然不同的色彩管理书籍，这是一本更贴近实际的色彩管理手册。

感谢在成书过程中中文印刷社区大量热心会员所提供的无私帮助，如此多智慧的头脑碰撞在一起所迸发的火花是惊人的；感谢所有为书中内容提供咨询协助的工程师们，你们专业的立场让相关内容更为准确和翔实；也感谢相关摘录资料的作者和译者们，正是因为你们所印刻下来的信息才使得本书成文更加顺利；同时还要感谢当纳利印刷有限公司对于本书所提供的一切软件及硬件相关资料的帮助，保证了成书所需的丰富资源。

编 者

2012.9.6

1	色彩的基础知识	1
1.1	光与色觉	2
1.1.1	可见光	2
1.1.2	光谱分布	2
1.2	人眼呈色原理	3
1.2.1	眼睛的生理结构	3
1.2.2	视角、视力与视场	4
1.2.3	人眼视觉现象	4
1.3	颜色的视觉理论	5
1.3.1	颜色的三属性	5
1.3.2	颜色的混合规律	5
1.4	CIE标准色度系统	7
1.4.1	颜色匹配	7
1.4.2	色度学系统概述	7
1.4.3	CIE色度计算方法	9
1.4.4	同色异谱	13
1.5	光源的色彩特性	13
1.5.1	光源的色温	13
1.5.2	标准光源	13
1.5.3	光源的显色性	14
1.6	颜色空间	14
1.6.1	RGB色空间	14
1.6.2	CMYK色空间	15
1.6.3	L*a*b*色空间	15
1.7	印刷色彩	16
1.7.1	分色	16

1.7.2	色域	16
1.7.3	网点增大	17
1.7.4	ICC特性文件	18
1.7.5	密度	19
1.7.6	印刷总墨量	19
1.7.7	UCR和GCR	20

2

色彩设置21

2.1	在Photoshop内的色彩设置	22
2.1.1	颜色设置菜单	22
2.1.2	指定和转换特性文件	28
2.1.3	Photoshop中的软打样模拟	28
2.1.4	Photoshop打印中的色彩管理设置	30
2.2	在Illustrator内的色彩设置	31
2.2.1	颜色设置菜单	31
2.2.2	特性文件提醒	31
2.2.3	指定特性文件	32
2.2.4	Illustrator中的软打样模拟	33
2.2.5	Illustrator打印中的色彩管理设置	33
2.2.6	Illustrator文件导出的色彩管理设置	34
2.3	在InDesign内的色彩设置	36
2.3.1	颜色设置菜单	36
2.3.2	InDesign特性文件提醒	36
2.3.3	指定特性文件	37
2.3.4	转换到特性文件	38
2.3.5	置入对象的色彩管理策略	38
2.3.6	InDesign中的软打样模拟	39
2.3.7	InDesign打印中的色彩管理设置	39
2.3.8	InDesign文件导出的色彩管理设置	39

3

色彩软件使用42

3.1	光源的测量	43
3.1.1	测光工具	43
3.1.2	标准光源灯箱的校正	46
3.2	显示器的校准	47
3.2.1	ColorNavigator中的显示器校准	47

3.2.2	ColorNavigator中的显示器QA	50
3.2.3	i1 Profiler中的显示器校准	52
3.2.4	i1 Profiler中的显示器QA	57
3.3	数码打样机的校准	58
3.3.1	使用EFI校正数码打样机的校准步骤	58
3.3.2	使用GMG校正数码打样机	63
3.3.3	使用CGS校正数码打样机	78
3.3.4	数码打样QA流程	88
3.4	ICC特性文件的制作	90
3.4.1	ProfileMaker的使用	90
3.4.2	MeasureTool的使用	94
3.4.3	Curve2软件的使用	100
3.4.4	印刷补偿曲线软件Harmony的使用	106

4

印刷认证标准介绍 110

4.1	G7	111
4.1.1	G7简介	111
4.1.2	G7灰平衡	111
4.1.3	HR、SC和HC的G7定义	111
4.1.4	NPDC（中性印刷密度曲线）	112
4.1.5	G7 P2P色靶	113
4.1.6	G7的认证级别	116
4.2	PSO	118
4.2.1	PSO简介	118
4.2.2	PSO认证的考核范围	118
4.2.3	标准操作程序（SOP）	119
4.2.4	PSO认证流程	120
4.2.5	PSO相关参考标准	120
4.3	GMI	121
4.3.1	GMI简介	121
4.3.2	GMI认证流程	121
4.3.3	GMI胶印包装印刷过程评分标准	123

5

印刷标准化内容 125

5.1	环境标准	126
5.1.1	纸张的吸湿性	126

5.1.2 纸张的静电作用	126
5.2 耗材标准	127
5.2.1 承印物	127
5.2.2 油墨	131
5.2.3 润版液	134
5.2.4 橡皮布	137
5.2.5 喷粉	139
5.3 印前标准	141
5.3.1 输出流程标准——PDFX	141
5.3.2 色彩转换标准	148
5.4 印刷标准	151
5.4.1 飞达的标准调校	151
5.4.2 墨路系统	152
5.4.3 串墨辊的调节	158
5.4.4 水路系统	159
5.4.5 墨斗片的维护	163
5.4.6 印刷机其他部件的维护和保养	163
5.4.7 印刷机胶辊的维护	163
5.4.8 日常管理中的注意事项	164
5.4.9 印刷压力标准	165
5.4.10 橡皮布的张力标准	167

6

印刷标准化测试 169

6.1 文件制作	170
6.1.1 测试信息	170
6.1.2 分辨率测试线对标版	171
6.1.3 数字印版控制条	171
6.1.4 数字梯级标版	172
6.1.5 星标	173
6.1.6 图像定位测试标	173
6.1.7 三色灰度条	174
6.1.8 转移网格	174
6.1.9 油墨覆盖率标版	174
6.1.10 TVI阶调梯尺	175
6.1.11 P2P灰平衡测试靶	175
6.1.12 灰平衡查找表	176

6.1.13	实地墨色带	176
6.1.14	IT8.7/4色彩测试靶（或等同测试靶）	177
6.1.15	印刷机测控条	177
6.1.16	图像	178
6.1.17	测试靶制作的注意事项	181
6.2	制版准备	181
6.2.1	ICplate II 的使用	181
6.2.2	印版输出	182
6.3	印刷机校正测试	182
6.3.1	选择耗材	182
6.3.2	确定色序	183
6.3.3	套印精度	183
6.3.4	网点还原	184
6.3.5	最佳密度	184
6.3.6	灰平衡	185
6.3.7	网点增大（TVI）	185
6.3.8	密度均匀性	186
6.4	印刷机验证测试	187
6.4.1	印刷补偿曲线	187
6.4.2	印刷特性文件	188
6.4.3	印刷机验证测试	189
6.5	相关测试	190
6.5.1	最佳油墨密度测试	190
6.5.2	印刷机状态测试	194
6.5.3	田字格套准测试	195
6.5.4	水墨平衡测试	196
7	印刷闭环系统	197
7.1	CIP3/CIP4介绍	198
7.2	测量软件的使用	200
7.3	印刷闭环颜色控制技术	200
7.4	测量软件的使用	202
7.4.1	IntelliTrax的使用	202
7.4.2	PressView的使用	210
7.4.3	PressSign的使用	214

7.5 闭环软件的使用和设置	218
7.5.1 Inkzone的使用	218
7.5.2 InpressControl的使用	222
附录	224



色彩的基础知识



什么是光？什么是颜色？什么又是色空间？这些都是抽象的色彩学概念。然而在色彩管理中，不得不接触的也是这些抽象的色彩学概念。本章将详细介绍最基础、最实际的色彩学知识。

- 光与色觉
- 人眼的呈色原理
- 颜色的视觉理论
- CIE标准色度系统



1

1.1 光与色觉

1.1.1 可见光

光是电磁波辐射的一部分，但不是所有的电磁波都能引起人眼的视觉反应。刺激人眼能引起视觉感觉的电磁辐射称为可见光辐射，简称可见光。可见光的波长范围在380~780nm，只占整个电磁波谱的很小一部分，如图1-1所示。

可见光谱范围内，不同波长的辐射所能引起人眼的颜色感觉是不同的，因此就产生了色彩。产生特定颜色感觉的单一波长光称为单色光。而自然界中的日光、火光或白炽灯、荧光灯等光源发出的光为复色光。将白光通过三棱镜或光栅等色散器件分解后，会形成按波长顺序排列的彩色光带，这种彩色光带又称作可见光谱，组成光谱的各种单色光称作光谱色。雨后天空中的彩虹，就是可见光谱的典型案例，如图1-2所示。

可见光谱的大概颜色感知如表1-1所示。

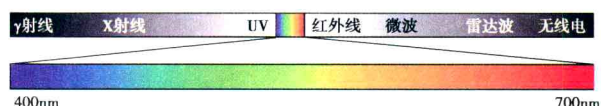


图1-1 可见光谱



图1-2 彩虹

表1-1 可见光谱波长与色相的关系

颜色	波长范围	颜色	波长范围
红色	770~620nm	橙色	620~590nm
黄色	590~560nm	黄绿色	560~530nm
绿色	530~500nm	青色	500~470nm
蓝色	470~430nm	紫色	430~380nm

1.1.2 光谱分布

自然光和大多数光源所发出的光是由不同波长的单色光复合而成的，通常组成复色光的单色光比例各不相同。辐射能量按波长分布的规律称为光谱分布。光谱分布是描述物体颜色的最基本的方法。

常见光源的光谱分布有①线状光谱；②带状光谱；③连续光谱；④混合光谱，图1-3为一些常见光源光谱分布图。

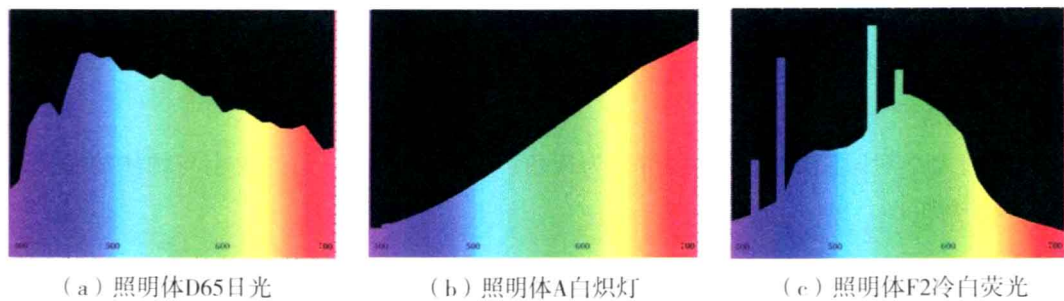


图1-3 各种光源的光谱分布

1.2 人眼呈色原理

1.2.1 眼睛的生理结构

可见光辐射刺激人眼产生颜色视觉。人眼担负着成像和感觉两大作用。从视觉功能的角度来看，整个眼球主要分为屈光系统和感光系统两大部分，如图1-4所示。

（1）屈光系统

屈光系统的作用是将远近不同的物体清晰地成像在视网膜上。它包括角膜、瞳孔、房水、晶状体和玻璃体。

（2）感光系统

人眼的感光系统由视网膜构成。视网膜厚度约0.1~0.5mm，主要由三层细胞构成。

最外层是视细胞层，包含锥体细胞和杆体细胞两种视细胞，它们以形状来命名。锥体细胞感光灵敏度低，只能在明亮条件下发挥作用，具有精细的分辨力，能很好地分辨颜色与细节；而杆体细胞感光灵敏度高，能在阴暗条件下发挥作用，分辨细节能力低，不能辨别颜色。

第二层为双极细胞层，起联结视细胞与神经节细胞的作用。

第三层是最内层，主要含有神经节细胞，与视神经联结。

光线由角膜进入眼球至视网膜，会先通过视网膜的第二层和第三层，最后才到达视细胞层（锥体细胞和杆体细胞），如图1-5所示。

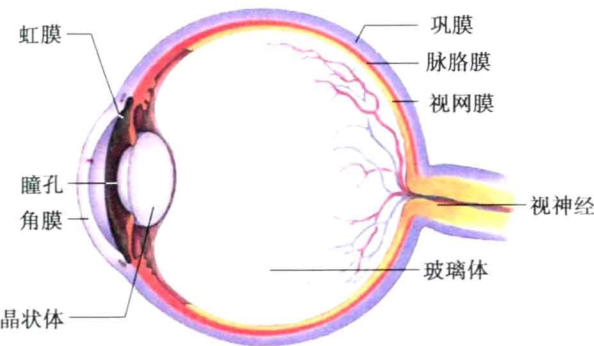


图1-4 眼睛生理结构图

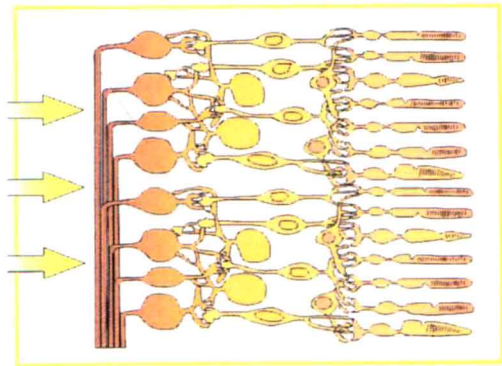


图1-5 锥体细胞和杆体细胞

1.2.2 视角、视力与视场

(1) 视角

物体的大小对眼睛所形成的张角称为视角，以 α 表示。视角的大小与物体的距离成反比，如图1-6所示。

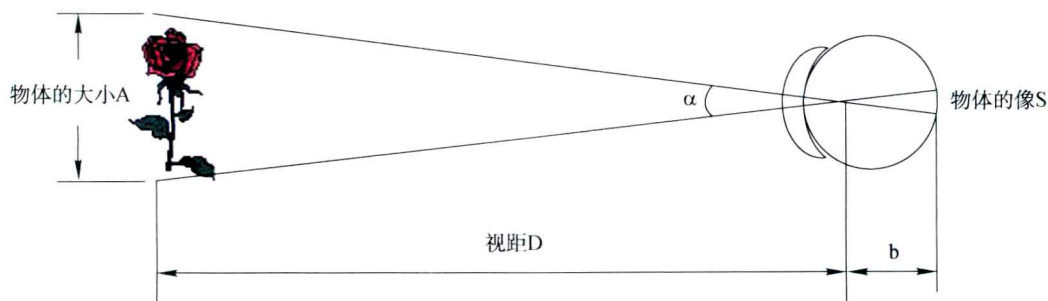


图1-6 视角

(2) 视力（视觉敏锐度）

表示视觉辨认物体细节的能力，也称视锐度。视力正常的人所能分辨物体空间亮点所形成的最小视角为 $\alpha=1'$ 。

(3) 视场

视角 α 所对应的圆面积，称为视场。CIE标准观察者的视场如图1-7所示。

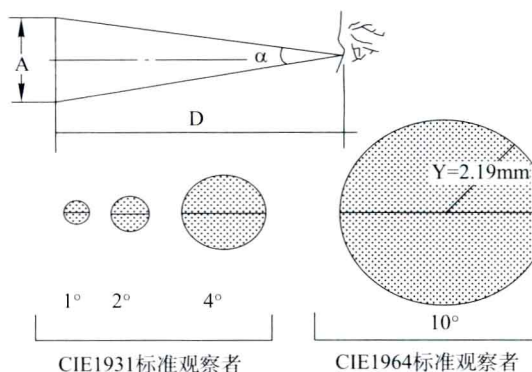


图1-7 不同视角下视场的大小

1.2.3 人眼视觉现象

(1) 暗适应

当人从光亮处进入到暗处时，眼睛的感受能力逐步增强的现象叫暗适应。在暗条件下，人眼内的杆体细胞起主要作用，此时只有明暗感觉而不能分辨颜色和细节，此时又叫暗视觉。进入暗环境45min后，人眼才能够达到完全的暗适应。

(2) 明适应

当人从暗处进入光亮处时，由于强光作用而引起的视网膜对光刺激的敏感度下降的现象叫作明适应。在光亮条件下，人眼内的锥体细胞起主要作用，可以很好地分辨物体的颜色与细节，又叫作明视觉。与暗适应不同，明适应的过程一般只需1min即可完成。

(3) 颜色适应

通常人眼适应于一定的色刺激后，再观察另一种颜色时，后面的色彩会发生变化，而带有原适应色光的补色成分。这种先看到的色彩对后看到的色彩的影响所造成的颜色视觉变化叫作颜色适应。

这也就是为什么对于印刷行业来说，需要强调不要在白炽灯或其他色温太低的非标准光源下观察印刷样色彩的原因。

（4）同时颜色对比

当两种颜色放置在仪器观察时，人的视觉会感到一个颜色向一个颜色的相反色发生变化。

（5）先后颜色对比

先后颜色对比是指先看一种颜色后再看第二种颜色时，两种颜色的感觉会相叠加，导致颜色产生不稳定的现象。先后颜色对比只是视觉器官的感受，并不是颜色真正发生的变化。

1.3 颜色的视觉理论

1.3.1 颜色的三属性

（1）颜色的分类

颜色分为彩色和非彩色两大类。非彩色指白色、黑色和各种深浅不同的灰色。彩色是指除白黑系列以外的各种颜色。

（2）颜色的三属性

非彩色只有一个明度特性。

彩色则需要三个特性来描述它们，这三个特性是：色相（hue）、明度（lightness）和饱和度（chromaticness）。

色相是彩色彼此相互区分的特征。不同波长的单色光表现为不同的色相。

明度是人眼所能感受到的色彩的明暗程度。根据物体的表面反射光的程度不同，色彩的明暗程度就会不同。同一种色相正是由于明度的差别而具有不同的色彩，也同样由于色彩的明暗不同，才显示出画面的层次感和立体感。

饱和度又叫纯度或彩度，指彩色的纯洁性或鲜艳程度。可见光谱的各种单色光是最饱和的彩色。

（3）色立体

颜色的三个特性——色相、明度、饱和度需要用一个三维空间柱坐标体系表现出来，这个坐标体系就是色立体。色立体的垂直方向代表颜色明度的变化，色调则由水平面的圆周表示。从圆周到圆心过渡表示饱和度逐渐降低，如图1-8所示。

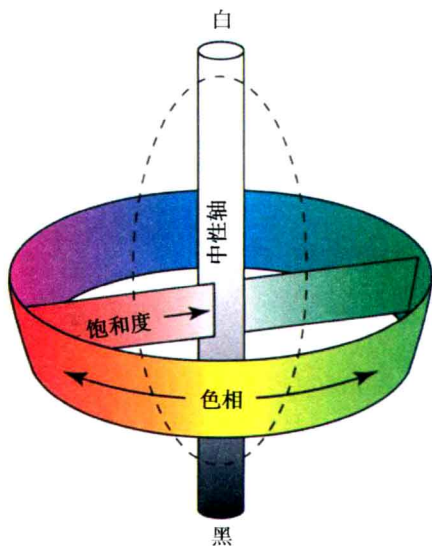


图1-8 色立体

1.3.2 颜色的混合规律

颜色的混合有两种，一种是颜色光的混合，另一种是颜料（包括油墨）的混合。色光的混合又叫加色法混色，色料的混合又叫减色法混色。

（1）色光加色法

由两种或两种以上的色光相混合时，会同时或者在极短的时间内连续刺激人的视觉器

官，使人产生一种新的色彩感觉，则称这种色光混合为加色混合。这种由两种以上色光相混合，呈现另一种色光的方法，称为色光加色法。

色光的混合有三种形式：

①不同色光在眼睛以外的空间混合，混合光进入人眼；

②不同颜色的光以很快的频率顺序进入人眼，在眼睛内部进行混合；

③色光点很小且距离近，人眼无法分辨出每一个小光点，因此看到的是小光点混合后的效果，相当于在视网膜上进行颜色混合。彩色电视和彩色印刷都利用了这种混色原理。

使用红、绿、蓝为加色三原色。

加色混合规律：

红色光+绿色光+蓝色光=白光；

红色光+绿色光=黄色光；

红色光+蓝色光=品红色光；

蓝色光+绿色光=青色光。

色光加色混合的结果是使混合色变亮，如图1-9所示。

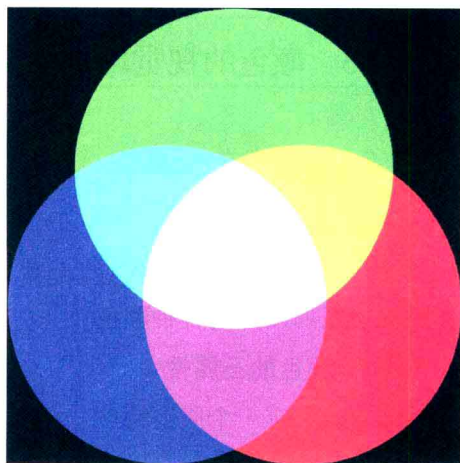


图1-9 色光加色法

（2）色料减色法

在实际生活中，还有另一类色彩设备利用颜料、染料等呈色物质来呈现原色，其呈色原理是依靠不同呈色物质吸收了可见光谱中特定波段的色光，而使白光因部分色光被吸收而呈现出颜色。这种方法称为色料减色法，色料减色法的三原色，称为减色法原色。

使用青、品红、黄为减色三原色。

减色混合规律：

青色 $\cap$ 品红色=蓝紫色；

青色 $\cap$ 黄色=绿色；

品红色 $\cap$ 黄色=红色；

青色 $\cap$ 品红色 $\cap$ 黄色=黑色。

色料减色混合的结果是使混合色变暗，如图1-10所示。

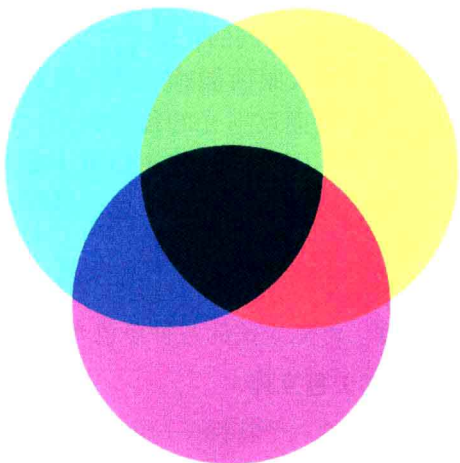


图1-10 色料减色法

（3）补色

如果两个颜色以适当的比例混合产生非彩色，则这两个颜色为互补色。两个互补色相互混合，混合色的色调偏向于比例大的颜色。

从互补关系来看，有三对基本互补色，分别为R和C；G与M；B与Y。在色光加色法中，互补色相加，得到白色；在色料减色法中，互补色混合得到黑色。

1.4 CIE标准色度系统

1.4.1 颜色匹配

通俗地说,颜色匹配就是将不同的颜色以不同的比例进行混合,从而得到一种与原色样具有相同颜色效果的新颜色的过程。

在颜色匹配中,用于颜色混合以产生任意颜色的三种颜色叫作三原色。实际中三原色可以任意选取,只要三原色中任何一种原色不能由其余两种原色相加混合得到就可以。但通常选用红、绿、蓝作为三原色,这样可以得到最多的混合色。

(1) 三刺激值

颜色匹配实验中,与待测色达到色匹配时所需要的三原色的数量,称为三刺激值,记作R、G、B。R、G、B分别表示红、绿、蓝光的数量。R、G、B值相同的颜色,颜色感觉(外貌)必定相同。因此用三刺激值来表示不同的颜色,就是CIE色度系统的基本出发点。

(2) 光谱三刺激值

除了三刺激值以外,还有光谱三刺激值的概念。将各单色光的辐射能量值都保持相同来做颜色匹配实验,此时所得到的三刺激值称为光谱三刺激值,以 $\bar{r}$ 、 $\bar{g}$ 、 $\bar{b}$ 符号表示。光谱三刺激值是色度计算的基础。

虽然三刺激值能够表示出颜色,但是在实际色度学中则是利用三原色各自在总量中的比例来表示颜色。把三原色各自在R+G+B总量中的相对比例叫作色度坐标,用 r 、 g 、 b 表示。色度坐标与三刺激值的关系如下:

$$\begin{cases} r = \frac{R}{R+G+B} \\ g = \frac{G}{R+G+B} \\ b = \frac{B}{R+G+B} = 1-r-g \end{cases} \quad (1-1)$$

由于 $r+g+b=1$,因此仅用 r 和 g 就可以表示一个颜色。以色度坐标 r 、 b 表示的平面图称为色度图。色度图是一个等腰直角三角形的平面坐标图,三个角分别代表红(R)、绿(G)、蓝(B)三原色。该三角图形又称为麦克斯维三角图形,如图1-11所示。

1.4.2 色度学系统概述

现代色度学采用CIE所规定的一系列颜色测量原理、条件、数据和计算方法,称为CIE标准色度系统。

CIE标准色度学系统的基本数据是由颜色匹配实验得到的标准观察者函数(光谱三刺激值),再由标准观察者函数计算得出三刺激值,最后用色度图和色度坐标表示颜色。

(1) CIE1931-rgb色度系统

颜色的测量和标定必须与人的观察结果相符合才有实际意义,因此为了用三刺激值标

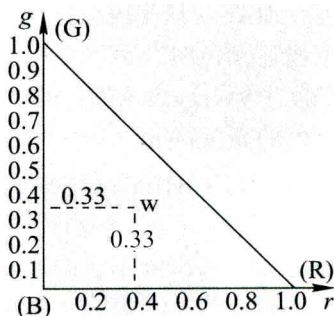


图1-11 麦克斯维三角形