

 高等师范院校新世纪教材

曹建国
编著

生物(显微)摄影 及电子图版 制作教程

SHENGWU XIANWEI SHEYING JI DIANZITUBAN ZHIZUOJIAOCHENG



科学出版社

www.sciencep.com

高等师范院校新世纪教材

生物(显微)摄影及电子图版 制作教程

曹建国 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系统地介绍了生物摄影知识和电子图版制作技术。主要内容包括摄影基础知识、摄影方法和技巧、暗室技术、生物显微镜和显微摄影、数码摄影、数码图片处理和电子图版制作技术等。本书是在汲取传统摄影知识的基础上,吸收了摄影技术最新的发展成果,着重于生物显微数码摄影技术和方法的介绍,同时还新编了数码图片处理和电子图版制作技术。本书内容丰富、条理清晰、由浅入深,是生命科学与图像采集和处理相关领域中有一价值的参考书。

本书可作为高等院校生命科学、农学、林学、医学等相关专业的本科生和研究生的教材。也可作为相关学科科研人员和教师的参考书。对其他摄影爱好者也有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

生物(显微)摄影及电子图版制作教程/曹建国编著. —北京:科学出版社,2007

新世纪高等师范院校教材

ISBN 978-7-03-019993-5

I. 生… II. 曹… III. ①生物显微镜—显微摄影—师范大学—教材②自动绘图—软件包—师范大学—教材

IV. TB873 TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 144320 号

责任编辑:陈 露 韩 芳/ 责任校对:连秉亮
责任印制:刘 学 / 封面设计:一 明

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

南京展望文化发展有限公司排版

常熟华通印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 9 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007 年 9 月第一次印刷 印张:13½ 插页 4

印数:1—3 200 字数:311 000

定价:27.00 元

前 言

生物摄影包括普通生物摄影和显微摄影,通过生物摄影能够获得大量图像信息资料,这些图像信息是记录实验结果的一种重要方式。因此,生物摄影是从事生物科学研究,尤其是从事形态学、解剖学、结构生物学等学科的重要研究手段。而图版制作是将照片按照一定的顺序拼制成图版,并对图版的内容进行标注和说明用于发表。

在记录图像的方式上,传统的方法是用胶片记录图像,再把胶片洗成照片,最后把照片制成图版用于发表。随着科学技术的不断进步,采集和记录图像的方式已由传统的胶片法逐步发展到电子记录法,即用数码相机、扫描仪等设备采集和记录图像。处理图片和制作图版的方法也由传统的粘贴制版发展为用电脑软件处理并制作。本教材在介绍传统生物摄影的基础上,重点介绍生物显微摄影、数码照片摄制和电子图版制作技术。

全书可分为三部分,第一部分主要介绍普通生物摄影,包括光和透镜的成像原理、摄影术和照相机、感光胶片、摄影技术和方法、暗室技术、生物显微镜和显微摄影;第二部分主要介绍数码摄影,包括数码摄影基础知识、数码照相机、数码显微摄影等;第三部分主要介绍图片处理和图版制作技术,包括数码图片处理技术、生物图像电子图版制作技术等。

本书的主要特点:1. 系统地介绍了传统生物摄影的技术和方法。鉴于传统生物摄影在生物科研的某些领域仍有一定的应用,如黑白照片在电子显微镜方面的应用,故传统生物摄影仍然是本书介绍的主要内容之一。2. 系统地介绍了生物显微镜和显微摄影的方法。生物显微镜和显微摄影是进行生物科学研究的重要手段之一,因此,该部分是本书重点介绍的内容。3. 系统地介绍了数码照相机和数码显微摄影方面的知识。数码照相机是近些年发展起来的新技术,它在生物图像记录方面的应用越来越广泛,本书将其作为重点内容加以介绍。4. 系统地介绍了数码图片的处理和电子图版的制作技术。由于电子图版在表现力上远远超过传统的生物图版,它可以用丰富的图形和符号来表示生物信息,因此,这一部分是本书的核心内容之一。

总之,本书是在总结了摄影最新发展成果的基础上,结合作者多年来从事生物摄影和电子图版制作方面的实践经验编写了此书,希望对从事此方面研究的科技工作者和学生有所帮助。在编写的过程中参阅了大量国内外的相关著作和部分网络资料,在此向这些资料的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免有错误和不当之处,恳请广大读者批评指正。

曹建国

2007年3月

目 录

前 言

第一部分 普通生物摄影

第一章 光和透镜	3
第一节 光的特征.....	3
第二节 色彩基础.....	6
第三节 光学透镜	10
第二章 摄影术和照相机	18
第一节 摄影术和照相机的发明简史	18
第二节 照相机的基本结构	22
第三节 照相机的镜头	29
第四节 照相机的种类	36
第三章 感光胶片	39
第一节 黑白感光胶片的结构	39
第二节 黑白感光胶片的特性	40
第三节 彩色胶片	43
第四章 摄影的方法和技巧	45
第一节 胶片的曝光控制	45
第二节 滤光镜的原理与应用	53
第三节 闪光灯的原理与应用	55
第四节 摄影用光	65
第五节 摄影构图	68
第五章 暗室技术	78
第一节 洗相的基本原理	78
第二节 显影液	79
第三节 定影液	83
第四节 负片(胶卷)的冲洗	85
第五节 黑白照片的冲洗	87
第六章 生物显微镜和显微摄影	92
第一节 光学显微镜的基本结构	92
第二节 光学显微镜的工作原理	97
第三节 光学显微镜的性能	98
第四节 光学显微镜的调节和使用.....	100

第五节	光学显微镜的主要种类·····	104
第六节	显微镜的常用附件·····	113
第七节	传统显微镜摄影技术·····	114

第二部分 数 码 摄 影

第七章	数码摄影基础·····	123
第一节	数码基础知识·····	123
第二节	数码图片·····	123
第八章	数码照相机·····	129
第一节	数码相机的工作原理·····	129
第二节	数码相机的结构和性能·····	131
第三节	数码相机的种类·····	135
第四节	数码相机的使用方法·····	136
第九章	数码显微摄影·····	140
第一节	数码显微摄影简介·····	140
第二节	数码显微镜·····	140
第三节	数码显微镜的安装和使用·····	143

第三部分 数码图片处理和图版制作技术

第十章	数码图片的处理技术·····	147
第一节	了解 Photoshop 工作区 ·····	147
第二节	Photoshop 图像文件 ·····	148
第三节	Photoshop 色彩模式及转换 ·····	155
第四节	图像色彩调整·····	159
第五节	图像素材的取舍·····	165
第六节	图像的修饰·····	170
第七节	绘图·····	175
第八节	绘画·····	180
第九节	图层·····	182
第十节	在 Photoshop 中使用文字 ·····	195
第十一章	生物图像电子图版的制作技术·····	199
第一节	制作生物图版的基本要求·····	199
第二节	生物图像电子素材的获取·····	200
第三节	国内主要生物期刊对图版规格的要求·····	201
第四节	电子生物图版的制作过程与方法·····	202
参考文献	·····	209

第一部分

普通生物摄影

第一章 光 和 透 镜

第一节 光 的 特 征

一、光 的 本 质

我们的周围是充满光的世界,太阳、恒星可发光,月亮可反射太阳光,燃烧的物质和炽热的物体均可发光,光是我们认识世界的必要条件。那么,光的本质是什么呢?现代物理学认为光是一种客观存在的基本粒子,称光子或光量子(photon),它具有两种属性,即波动性和粒子性。麦克斯韦的电磁场理论认为,光本质上是一种电磁波,它可以被人的视觉感知,每种光都具有一定的波长和振动频率。

二、可见光与不可见光

炽热的发光体(如太阳)能够发出各种连续波长的光,称为光谱(light spectrum)。在整个电磁波范围内,并不是所有的光都可被人的眼睛所感受。大约波长只有在 380~750 nm 之间的光才能引起人眼的色知感觉。这段波长的电磁波叫可见光,也即我们平时所说的光。其余波长的电磁波,都是肉眼所看不见的,如波长大于 750 nm 的称为红外光,波长小于 380 nm 的称为紫外光,它们都属于不可见光(图 1.1)。

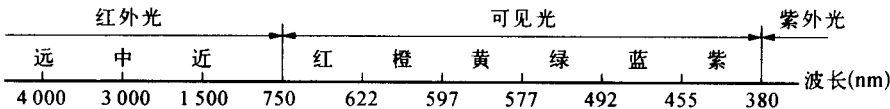


图 1.1 可见光谱示意图

根据实验,人眼对波长 556 nm 的光(黄绿色光)最敏感,然后随着波长的增大或减小而下降,当波长减小到 380 nm(青紫光)或增大到 750 nm(红光)时,人眼对光的感受能力逐渐丧失。红外线和紫外线虽然不能引起视觉反应,但用光学仪器和摄影的方法可以察觉得到,因此它们也属于光学研究的范围。

三、复色光与单色光

复色光指包含多种波长或频率的光,如日光、灯光、烛光等。复色光可以分解为单色光。

单色光指具有单一波长或频率的光,如 750 nm 的红光、370 nm 的紫光等。单色光不

能再分解出其他的色光。

四、光的物理性质

(一) 光的传播

光波是一种横波,它的振动方向和传播方向是相垂直的,在各向同性的均匀介质中,光按直线传播。光只有遇到很小的不透明的障碍物时,传播方向才会发生改变。

光的传播是相互独立的,从不同光源发出的光,以不同的方向通过空间某点时,彼此互不影响,各光线独立传播,这就是光线的独立传播规律。

(二) 光的反射和折射

当一束光线在真空或空气中传播时,由介质 1 投射到与介质 2 的分界面上时,光的传播方向将发生改变,即光线发生反射(reflection)和折射(refraction)的现象。

1. 光的反射

当光照射到某种媒质的界面上时,有一部分光返回到原介质中,称为反射。光的反射遵循反射定律,即反射光线、入射光线和法线在同一平面上,反射光线和入射光线分居在法线两侧,反射角等于入射角(图 1.2 左)。如果物体表面(反射面)是均匀的,类似镜面一样,将发生全反射。当反射面不均匀时,将发生漫反射,一个理想的漫射面能将入射光线在各个方向上做均匀反射,其亮度与视点无关,是个常量。

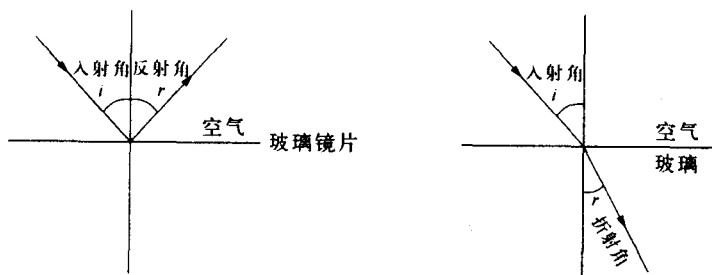


图 1.2 光的反射(左)和折射(右)

摄影时,如果被拍摄对象表面光亮,会发生光线全反射,造成局部过亮或过暗。因此,需要被拍摄物体尽量为漫反射,减少全反射(如不戴眼镜、不穿光亮的衣服或白颜色的衣服等)。

2. 光的折射

光从一种介质斜射入另一种介质时,传播方向发生改变,这个现象叫光的折射。折射与介质和光的波长有关。折射定律为折射光线和入射光线、法线在同在一平面上,折射光

线和入射光线分居法线两侧。光从空气斜射入介质时,折射角小于入射角。光从介质斜射入空气时,折射角大于入射角(图 1.2 右)。

折射定律可用公式表示为

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

式中, n_1 和 n_2 分别表示两种介质的折射率, i 为入射角, r 为折射角。任何介质相对于真空的折射率,称为该介质的绝对折射率,简称折射率(index of refraction)。对于一般光学玻璃,可以近似地认为空气的折射率等于 1,以空气的折射率来代替绝对折射率。

(三) 光的衍射

在光的传播过程中,当光线遇到障碍物时,它将偏离直线传播,这就是光的衍射(diffraction)。当光通过一个小孔时,如果小孔的直径接近于光的波长,产生的衍射现象最明显。在摄影方面,如果把光圈关的过小,衍射现象就明显,会产生成像不清晰现象。

(四) 光的色散

白光是由各种波长的光线平均混合在一起形成的,感觉不出色彩。当白光通过三棱镜时,我们可以观察到彩虹光谱,这是由于光学玻璃的折射率会随光波长的变化而变化,它对短波光的折射率比对长波光的折射率大,从而发生折射角不同的现象,这种由于对不同波长的光折射率不同而产生的彩虹光谱称之为色散现象(dispersion)(图 1.3)。

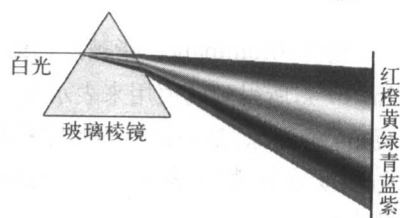


图 1.3 光的色散示意图(见彩页)

(五) 光的吸收

光照射在物体上,有三种情况发生,即反射、透过和吸收。对摄影来说,反射和吸收都属于光的损失,为了减少光的损失常采取的方法有:① 胶合透镜片,以减少空气面;② 镜头透镜表面涂以氟化物薄膜。

(六) 光的偏振

光波是横波,其振动方向和传播方向是相互垂直的。通常情况下,自然发光体发出的光其振动方向是向各个方向的,是非偏振的光。如果一束光只有一个固定的振动方向,这样的光称为偏振光。在实际应用中我们可以用光学仪器(偏光镜)来产生偏振光。光的偏振在实践中有一定的应用,如制造偏光滤镜、微分干涉差显微镜中的起偏镜和检偏镜等。

(七) 光强度、光通量、照度和亮度

这是几个表示和描述光强弱的单位。

1. 光强度

即发光强度(luminous intensity),是描述光源辐射强弱的单位,原始计量是通过人眼的感觉进行的,大约二百多年前,已经使用“烛光”作为发光强度的单位,它是指一支蜡烛在水平方向上的发光强度,称为1烛光。

现在,发光强度的单位为坎德拉(candela,意为用兽油制作的蜡烛),1979年10月召开的第十六届国际计量大会上正式规定:频率为 540×10^{12} Hz的单色光,沿给定方向的辐射强度为 $1/683$ W/Sr(瓦/球面度)时,光源在该方向的发光强度为1 cd(坎德拉)。

2. 光通量

光通量(luminous flux)指光源每秒钟发出的光量之总和,单位为流明(lumen, lm)。

3. 照度

照度(illuminance)指被照物体单位面积内入射光的量,也就是单位面积上的光通量(lm/m^2),所得到的值用来表示某一场所的明亮度,单位为勒克斯(lx)。 $1\text{x} = 1\text{lm}/\text{m}^2$ 。同样强度的光源,某一位置的照度和其与光源的距离有关,当光源的发光强度不变,距离越远,照度越小,物体表面的照度与距离的平方成反比,称为平方反比定律,该定律适用于点光源。

4. 亮度

亮度(brightness)物体表面受光照后所呈现的明亮程度,光源在某一方向上的单位投影而在单位立体角中反射光的数量,称为光源在某一方向的光亮度,符号为 L ,单位为坎德拉/平方米(cd/m^2)。

第二节 色彩基础

一、色彩原理

(一) 什么是色彩

色彩是不同波长的可见光刺激眼睛所产生的视觉现象。要理解这一问题,必须知道我们常说的“白光”实际是由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等不同色光组成的,这些不同颜色的光称为光的色彩。

(二) 人眼对色彩的感知

色彩是人眼对光的一种感知,人类的眼睛是怎样区别各种不同光线颜色的呢?人眼的视网膜上具有锥状及杆状两类感光细胞,其中杆状细胞灵敏度高,能感受非常暗的物体,但没有色彩感觉;而锥状细胞只对较强的光敏感,至少有三种不同的感色神经细胞分别感觉红光、绿光和蓝光。人脑受到三种感色系统的相应刺激,它们刺激的强弱不同就组合成不同颜色的光,从而使我们看到可见光谱范围内所有颜色的光。

值得说明的是并不是所有的人都能正确地感知色彩,在全人类中大约 8%~10%的男性和 0.5%的女性不能完全区分色彩,即色盲。最普遍的是辨别红色和绿色困难,即红绿色盲,完全色盲者(只看见灰色的影像)是很少见的。色彩的视觉是很主观的,每个人所经历的色彩感觉均会因诸多因素影响而产生差别。

(三) 物体的颜色

物体的颜色是指在白光照射下所呈现出的颜色。物体通常可分为透明体和不透明体两种。对于不透明物体,在白光照射下,如果物体呈现红色,我们称它为红色物体,呈现蓝色称为蓝色物体,这是因为反射出来的光波长是红色和蓝色光波的缘故。对于透明物体,如果透过的光是蓝色光线,人眼感觉到它是蓝色的,那是因为白光中的蓝色光透过玻璃到达眼睛形成的色觉感知。那么,其他波长的光线到哪里去了呢?它们被物质吸收了,所以,眼睛看到的不同颜色的光是经物体吸收后反射或透射过来的光。如果物体的表面能够把白光中所有色光几乎全部地吸收掉,这就是黑色物体。如果能够把各种色光几乎全部地反射出来,这是白色物体。

物体的颜色与物体本身的性质有关,也与入射光的波长或频率有关,同一个物体在不同光源的照射下可以呈现不同的颜色,这是由于不同的光源发射的光波波长或频率不同而造成的,使用单色光照明,物体则只能呈现这一种颜色或黑色。例如,用不含红色光的光源照射红色物体,此物体不是红色而是黑色了。我们平时在商店里选购衣物,在室内看颜色比较满意而在室外看觉得颜色不好,其原因是商店常用日光灯照明;其光色不如太阳光全而造成的。

二、色彩的分类与特性

现代色彩学把色彩分为两大类,即无彩色系和彩色系。

(一) 无 彩 色 系

无彩色系或称无色系,只有黑和白两种颜色。理论上,纯白是能将光线完全反射的物体,纯黑是能将光线完全吸收的物体。可是在现实生活中并不存在纯白与纯黑的物体,颜

料中采用的锌白和铅白只能接近于纯白,煤黑只能接近于纯黑。无彩色系的颜色只有一种基本属性,即明度。它们不具备色相和纯度的性质,也就是说它们的色相与纯度在理论上都等于零。

无彩色系具有明度的变化,这种明度的级别称为色调。将纯黑逐渐加白,使其由黑、深灰、中灰、浅灰直到纯白,分为 11 个阶梯,即 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$,称为明度渐变。凡明度在 $0^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 的称为低调,低调的颜色深,亮度低; $4^{\circ} \sim 6^{\circ}$ 的称为中调,其灰度中等; $7^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 的称为高调,高调的颜色浅,亮度高。如图 1.4 所示,色调从左至右分别为 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。

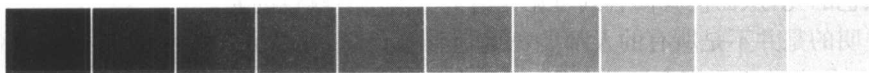


图 1.4 无彩色系的明度色标

无彩色系明度差别的大小,决定于明度对比的强弱,两个色调在 3° 以内的对比称为弱对比,在 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 之间的称为中对比,在 5° 以上的称为强对比。

色调及其对比强弱能引起人们不同的心理感觉,一般来说,高调明快、活泼,低调朴素、沉稳。色调对比较强时光感强、反差大、清晰度高;色调对比弱时光感弱、反差小、感觉模糊不清。色调的这种变化可在摄影时加以应用。

(二) 有彩色系

有彩色系有三个基本特征:色相、纯度、明度,在色彩学上也称色彩的三要素、三属性或三特征。

1. 色相

色相是指色彩的相貌,确切地说是依波长来划分色光的相貌。可见光因波长的不同,给眼睛的色彩感觉也不同,每种波长的色光就是一种色相。根据色散可分出色相的序列关系为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫(图 1.5)。



图 1.5 有彩色系的色相(红、橙、黄、绿、青、蓝、紫)(见彩页)

2. 纯度(彩度、饱和度)

纯度是指色光波长的纯合程度,它表示颜色中含有色成分的比例。含有色彩成分的比例愈大,则色彩的纯度愈高;含有色成分的比例愈小,则色彩的纯度也愈低。光谱的各种单色光是最纯的颜色,为极限纯度。当一种颜色掺入黑、白或其他彩色时,纯度就产生变化。

3. 明度

明度是指色彩的明亮程度。各种有色物体由于它们反射光量的区别而产生颜色的明

暗强弱。色彩的明度有两种情况：一是同一色相不同明度，如同一颜色的物体在强光照射下显得明亮，在弱光照射下显得较灰暗；对于颜料来讲，同一颜色的颜料加黑或加白以后也能产生各种不同的明暗层次。二是各种颜色的不同明度，每一种纯色都有与其相应的明度，黄色明度最高，蓝紫色明度最低，红、绿色为中间明度。色彩的明度变化往往会影响到纯度，加入黑色以后明度降低了，同时纯度也降低了；加入白色则明度提高了，纯度却降低了。有彩色系的色相、纯度和明度三特征是不可分割的，应用时必须同时考虑这三个因素。

三、颜色混合

（一）三原色

三原色是指色彩中的某一种颜色，不能由另外两种颜色混合产生，称为原色，原色有三种，即红、绿、蓝，其他色可由这三种颜色按一定的比例混合出来，这三个独立的色彩称为三原色（或三基色）。

三原色的发现经历了较长的过程，最初，牛顿用三棱镜将白光分解得到红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种色光，这七种色光混合后又得到白光，因此他认为这七种色光为原色。后来，物理学家大卫·鲁伯特发现染料原色只是红、黄、蓝三色，其他颜色都可以由这三种颜色混合而成的。他的这种理论被法国染料学家席弗通过各种染料配合试验所证实。从此，三原色理论被人们所接受。

1802年英国生理学家汤麦斯·杨和德国生理物理学家赫姆霍尔兹根据人眼的视觉生理特征提出了新的三原色理论，他们认为色光的三原色并非红、黄、蓝，而是红、绿、紫。这种理论又被物理学家麦克斯韦证实，他通过物理试验，将红光和绿光混合，这时出现黄光，然后掺入一定比例的紫光，结果出现了白光。此后，人们才开始认识到色光和颜料的原色及其混合规律是有区别的。

色光的三原色是红、绿、蓝（蓝紫色）（图 1.6）。颜料的三原色是红（品红）、黄（柠檬黄）、青（湖蓝）（图 1.7）。色光混合变亮，称为加色混合。颜料混合变暗，称为减色混合。

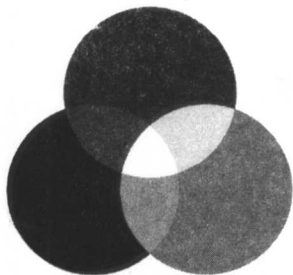


图 1.6 光的三原色（见彩页）

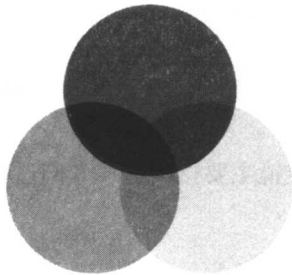


图 1.7 颜料的三原色（见彩页）

(二) 加 色 法

从光学实验中得出:光的三原色为红、绿、蓝(蓝紫),这三种色光是其他色光所混合不出来的,而这三种色光以不同比例的混合几乎可以得到自然界所有的颜色,称为色光混合的加色法(additive process)。所以红、绿、蓝(蓝紫)是加色混合最理想的色光三原色。

加色混合可得出:红光+绿光=黄光;红光+蓝紫光=品红光;蓝紫光+绿光=青光;红光+绿光+蓝紫光=白光。如果改变三原色的混合比例,还可得到其他不同的颜色。由于加色混合是色光的混合,因此随着不同色光混合量的增加,色光的明度也逐渐加强。当全色光混合时则可趋近于白色光,它较任何色光都明亮。加色混合效果是由人的视觉器官来完成的,因此是一种视觉混合。

(三) 减 色 法

如前所述,物体(包括颜料)之所以能显色,是因为物体对色谱中色光选择吸收和反射所致。“吸收”也就是减去的部分色光,因此颜料的混合得到的不同颜色称为色彩混合的减色法。减色法(subtractive process)的原色为青、品红、黄三色,用减色混合法可得出:品红+黄=红;青+黄=绿;青+品红=蓝;品红+青+黄=黑。印刷即是利用减色原理,印刷机在纸上印上青、品红和黄等三种主色色墨,三者的比例不同可印出不同的颜色。

从色光和颜料三原色混色图中可以看出加色混合的三原色,恰是减色混合的三间色,而减色混合的三原色又恰是加色混合的三间色。

凡两种色光相加呈现白光,或两种颜色相混呈现黑色,那么这两种色光或颜色即互为补色。不论是色光或是颜料,红与青、绿与品红、蓝与黄都互为补色。

第三节 光 学 透 镜

光学透镜是由玻璃、石英或透明塑料制造的两个折射面都是球面或一面是球面另一面是平面的透明镜片,透镜的基本特征是能够成像,因此它是许多光学仪器的重要组件,也是显微镜和照相机的核心部分。显微镜的物镜、目镜和照相机的摄影镜头均是由透镜组成的。

一、透镜的种类

光学透镜主要指凸透镜和凹透镜。

(一) 凸 透 镜

凸透镜也称为聚光透镜或会聚透镜,是一种能使光线向光轴靠拢的透镜,该种透镜的

边缘薄,中间厚,可分为双凸、平凸和凸凹三种类型(图 1.8)。

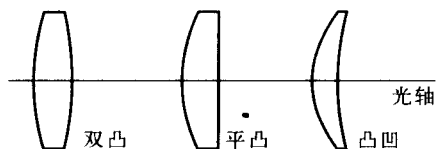


图 1.8 凸透镜的类型

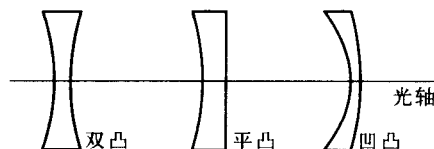


图 1.9 凹透镜的类型

(二) 凹 透 镜

凹透镜也称为散光透镜,是一种能使光线沿光轴向外发散的透镜,该种透镜的边缘厚,中间薄,可分为双凹、平凹和凹凸三种类型(图1.9)。

(三) 非 球 面 透 镜

光学透镜通常是球面状的,从透镜中心到边缘有固定的曲率,这种透镜称为球面透镜。而非球面透镜的曲率则是从透镜中心到边缘作连续变化,非球面透镜又有单面和双面两种。当镜头使用了非球面镜片之后,可以有效地克服“球差”,制成大孔径的高像质镜头,提高成像质量,减少镜头的重量和长度,有利于镜头的小型化。

(四) 复透镜和透镜组

1. 复透镜

由两个或两个以上的单透镜胶合而成的透镜。

2. 透镜组

由两个或两个以上相互隔开一定距离的单透镜或复透镜组成的系统叫透镜组。

现代生产的显微镜和照相机的镜头有很大一部分都是透镜组。透镜组的优点是能减小像差,提高成像质量。

二、透 镜 的 成 像

(一) 物和像的概念

在几何光学中,把光学系统之入射线会聚点的集合或其延长线会聚点的集合称为物(object);把光学系统之出射线会聚点的集合或其延长线会聚点的集合称为像(image)。

像可以分为实像和虚像,实像是由实际光线会聚成的点所组成的像,实像可以被眼睛或其他光能接受器(如照相底片、干板、荧屏等)接收。虚像是由实际光线的反向延长线会