

高校公选课精品课程系列教材

Sheying
yu
Chengxiang
Jishu

摄影与成像技术

段向阳 张华 编著



武汉理工大学出版社
Wuhan University of Technology Press

高校公选课精品课程系列教材

TB8
12

Sheying
yu
Chengxiang
Jishu

摄影与成像技术

段向阳 张华 编著



武汉理工大学出版社
Wuhan University of Technology Press

图书在版编目(CIP)数据

摄影与成像技术/段向阳,张华编著. —武汉:武汉理工大学出版社,2006.2
ISBN 7-5629-2365-5

I. 摄… II. ①段… ②张… III. 摄影技术 IV. G40-012

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 158140 号

出版发行:武汉理工大学出版社

地 址:武汉市武昌珞狮路 122 号

邮 编:430070

印 刷:武汉理工大印刷厂

开 本:787 × 1092 1/16

印 张:10.25

字 数:256 千字

版 次:2006 年 2 月第 1 版

印 次:2006 年 2 月第 1 次印刷

定 价:20.00 元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

前 言

摄影是一门技术,它离不开光学、化学、机械、电子、计算机等技术的支持;摄影是一门艺术,它是吸收绘画、文学等姊妹艺术精华后而逐渐壮大起来的;摄影是一门光影技术,它需要拍摄者学会运用不同的光线,来描绘物体各种形态、色彩和质感,用以表达作者内心的感受。

本书是根据教育部《关于加强高等教育人才培养工作意见》和《面向 21 世纪教育振兴计划》等文件精神,以摄影与成像技术选修课教学大纲为主要依据,根据高等学校对培养人才的规格要求编写而成的。本书是以光学成像原理为主线来介绍摄影技术,我们希望这种处理方法使学生更容易了解摄影中的光学现象,以便更好地掌握摄影技术以及摄影技巧。

《摄影与成像技术》全书共分为十章,前几章分别介绍了摄影中的一般光学知识,透镜成像与像差,照相机的性能与使用,感光材料的构造与性能,黑白摄影与人像的拍摄,彩色摄影与风景的拍摄。摄影技巧着重介绍日出、日落、雨景、雾景、雪景、夜景以及体育摄影的拍摄方法。科技摄影分别介绍了广告摄影、科技翻拍、红外摄影以及建筑摄影的拍摄方法。最后两章分别介绍了数码摄影技术和现代光学成像技术。

本书可作为高等院校公共选修课的教材,也可作为职业培训的教材,同时还可作为摄影和光学成像专业人员的参考书。本书除了第八章第四节外全部由段向阳执笔,第八章第四节由张华执笔,另外张华还绘制了全书所有的图形,最后定稿工作由段向阳完成。

在编写《摄影与成像技术》的过程中,我们参阅了大量有关摄影和光学成像方面的书籍与文献资料,得到许多同仁的帮助和支持,在此我们表示衷心的感谢。在这本书的出版过程中还得到本书责任编辑孙成林和鹿丽萍的指点和帮助,在此也一并致谢。

编写一本理论与实践并重的《摄影与成像技术》教材是我们孜孜以求的目标,虽然有多年的教学经验,但是由于作者水平有限,编写的时间又短,书中难免存在一些问题和不足,恳请各位同仁和读者就本书中的有关内容提出批评和建议,以便我们再版时予以修改和补充,我们的联系方法是:dxxy310032@163.com。

编 者

2005 年 11 月

目 录

第一章 摄影光学知识	(1)
第一节 光学的一般知识	(1)
第二节 光波与光谱	(1)
第三节 光的色散	(2)
第四节 光的反射	(3)
第五节 光的吸收	(5)
第六节 光的折射	(5)
第七节 光的衍射	(6)
第八节 光的偏振	(7)
第九节 光电效应	(8)
第十节 光度学知识	(9)
第二章 透镜与成像	(12)
第一节 针孔成像	(12)
第二节 透镜成像	(13)
第三节 透镜的像差及校正	(16)
第四节 镜头的组合	(20)
第五节 镜头的口径	(21)
第六节 镜头的景深	(24)
第七节 镜头的视角	(29)
第八节 镜头的种类与用途	(30)
第九节 镜头的分辨率	(32)
第十节 镜头的附件	(32)
第十一节 镜头的检验和保护	(35)
第三章 照相机	(37)
第一节 照相机的基本结构	(37)
第二节 照相机的种类	(38)
第三节 照相机的快门	(41)
第四节 照相机的取景调焦机构	(43)
第五节 照相机的自拍机构	(46)
第六节 闪光联动机构	(46)
第七节 照相机的使用和维护	(46)

第四章 感光材料	(49)
第一节 感光片的规格和种类	(49)
第二节 感光片的结构	(50)
第三节 感光片的主要性能	(53)
第四节 特殊感光片	(56)
第五节 感光片的保存和使用	(57)
第五章 黑白摄影	(58)
第一节 摄影曝光知识	(58)
第二节 摄影构图基础	(61)
第三节 人像摄影	(65)
第四节 黑白胶片的冲洗	(68)
第五节 黑白照片的印相与放大	(72)
第六章 彩色摄影	(79)
第一节 彩色摄影和色光	(79)
第二节 彩色摄影的成色原理	(80)
第三节 彩色摄影的正确曝光	(81)
第四节 自然景观的拍摄	(82)
第五节 彩色胶卷的冲洗	(84)
第六节 彩色照片的印相和放大	(85)
第七章 摄影技巧	(90)
第一节 日出与日落的拍摄	(90)
第二节 雨雾景的拍摄	(91)
第三节 雪景的拍摄	(92)
第四节 夜景的拍摄	(93)
第五节 体育摄影	(95)
第八章 科技摄影	(99)
第一节 广告摄影	(99)
第二节 科技翻拍	(103)
第三节 红外摄影	(105)
第四节 建筑摄影	(107)
第九章 数码摄影	(112)
第一节 数码照相机的工作原理	(112)
第二节 数码照相机的性能和类别	(113)

第三节	数码照相机的操作与维护	(116)
第四节	数码摄影系统	(118)
第五节	数码图像的加工处理	(120)
第十章	现代光学成像技术	(133)
第一节	光的干涉和衍射	(133)
第二节	全息摄影	(136)
第三节	现代光学成像理论	(138)
第四节	模糊图像的光学处理	(141)
第五节	彩色图像的编码技术	(143)
摄影实验报告单		(146)
参考文献		(152)

第一章 摄影光学知识

摄影是利用物体对光的反射作用,使光线通过透镜,成像在感光材料上,感光材料根据光线的强弱完成图像的记录。摄影一词在英语中为 Photograph,它源自希腊文,原意为光画,就是用光线来绘画的意思,这说明光学与摄影有着密切的关系。有人认为,没有光学,就没有摄影这门艺术,这是有道理的。作为一个摄影爱好者,要想真正掌握摄影与成像这门技术,并卓有成效地进行工作,必须对光学理论知识有一个比较全面的了解。

光学是一门独立的学科,也是物理学的一个重要分支。它主要研究光的产生、光的性质、光的传播以及光的其他特性与规律。通常人们把光学分为几何光学和物理光学。在摄影技术中,人们撇开光的物理特性,只考虑光的几何特性,把光的直线传播和几何中的直线概念联系起来,用几何作图的方法来解释光的传播现象,这就是几何光学在摄影中的实际应用。在光学成像技术中,主要涉及物理光学知识,但也包括部分几何光学知识。本章主要介绍一些与摄影有关的光学知识。

第一节 光学的一般知识

人们对光的认识是在探索过程中不断地提高的。开始人们普遍认为光是一种极小的微粒子——质点,从发光物体中放射出来后,迅速向四面八方传播,这些小质点称为光子或光量子。当它们射到人的眼睛上时,便产生了视觉。当它们碰到障碍物时,根据物体性质的不同,或从障碍物的表面反射出去,或透过障碍物内部。这种理论很容易解释光的反射现象和光的折射现象。随着生产实践和科学技术的不断发展,人们对于光的性质的认识,也逐步完善起来了。

人们发现光具有明显的波动特性,根据波动理论发光粒子处在一种特别迅速的振动状态之中,这种振动在发光体的周围形成一种波,这种波能向各个方向传播,碰到眼睛时便产生了视觉,波动理论能圆满地解释光的干涉现象、光的衍射现象、光的偏振现象。随着研究的不断深入,人们又认识到光是一种电磁波,所有电磁波的特性,光也具有。如光速等于电磁波传播的速度,光具有偏振的特性等等。

在光电效应被发现之后,人们逐步地认识到光与物质相互作用时表现出粒子的特性,因此,光具有粒子的特性,也具有波动的特性,即光具有波粒二象性。

与摄影关系密切的光学原理主要包括光波、光谱、光的反射、光的折射、光的色散、光的偏振以及光的强度等等。这就是我们下面要讨论的主要问题。

第二节 光波与光谱

根据光的波动理论,光是电磁波的一部分,都是以极限速度传播的一种横波。光沿着直线传播,其行进速度为每秒 30 万千米。光的波长有长有短,其性质也各不相同,最短的光波波长为千万分之一毫米,最长的光波波长可达几万千米。人们用眼睛可以看到的光波大约在 400

~760nm 的范围之内,比 400nm 短的电磁波,称为紫外线,比 760nm 长的电磁波,称为红外线。这两种光线以外的电磁波,人的肉眼是无法看见的,因此,在摄影中不起作用。光谱是光波按波长的长短和所显示的色彩在观察屏上所排列的秩序,如图 1-1 所示。

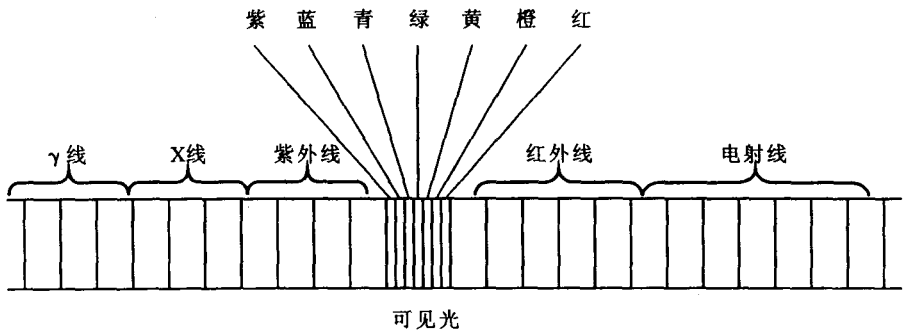


图 1-1

通常人眼看到的太阳光为白色光,但是,当一道白色的太阳光束投射到三棱镜上,经过三棱镜的折射后,它会被分解并排列为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种颜色的光谱,这七种色彩的光排列秩序按照它们自己的波长而定。人眼对于光波的识别是由人们对光波和颜色的知识所“感觉”出来的。比如说,当人眼受到 700nm 光波的刺激时,就会有红色的感觉。换句话说,当人眼看到红色光时,就会意识到它的波长为 700nm。各种色光的波长范围排列如下:

- 紫色 400 ~ 430 nm;
- 蓝色 430 ~ 470 nm;
- 青色 470 ~ 500 nm;
- 绿色 500 ~ 550 nm;
- 黄色 550 ~ 590 nm;
- 橙色 590 ~ 630 nm;
- 红色 630 ~ 760 nm。

由此可见,在光谱中每一条谱线的光,或者说只有单一波长的光,称为单色光,多种谱线的光,或者说包含多种光波的光,称为复色光。光波稍有不同,光的色彩即会发生变化,因为每个极短的光振动,就是光谱中的一个单色。我们还应该知道,光谱中的各种色彩,其交界处是逐渐变化、缓慢过渡的,因此,很难用某一基本颜色把某一色光确切地表示或区别出来。人们用七种色彩光所表示的光谱,只是一个大概概念,实际上色光比这丰富、复杂得多。

大千世界,为什么会色彩斑斓? 雨后晴空,为什么会出现彩虹? 这些自然现象均可通过光的色散原理来解释。实际上,颜色就是一定波长的光波射入人眼所引起的一种视觉感受。

第三节 光的色散

光的色散与光波、光谱有着密切的联系。为什么白色光线通过三棱镜后会显示出一条七种色彩的光谱呢? 这就需要我们了解色散的原理。

形成色散的主要原因是,不同波长的光波,从一种介质进入另一种介质中,其传播的速度有所不同,折射率也各不相同。光在空气中行进时,七种色彩的光波波长尽管不同,但其传播

的速度是一致的,所以光线不会产生偏转。当它们通过棱镜等玻璃介质时,其光波的长短、行进速度的快慢、偏向角的大小就会产生很大的差异。其中紫色光线的波长较短,行进速度较慢,其偏向角较大,红、橙光线的波长较长,行进速度较快,偏向角较小。正是由于红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种色彩光的光波波长的不同,速度快慢不同、折射率不同,所产生的偏向角也各有差异,因此使各种色彩光扩大了偏移的距离,形成各自的传播途径,构成了一条有规律的色彩光带,我们把这种现象称为色散现象,如图 1-2 所示。

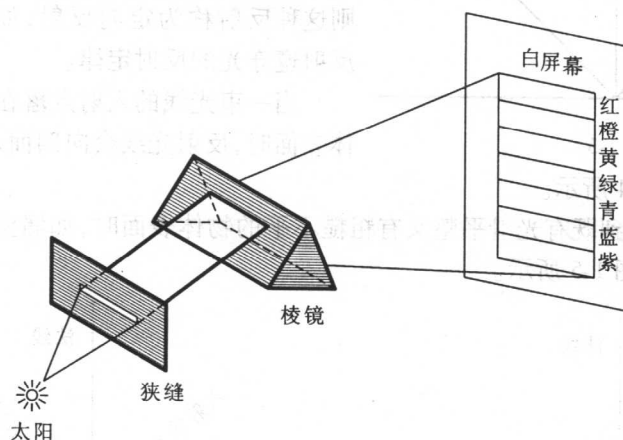


图 1-2

我们还知道,在同一的条件下,由于玻璃性质不同,虽然色散的本质不变,但可见光带所显示的各种色带的宽窄也不相同。例如用火石玻璃所做的透镜,因其发散作用较大,所以色散的面积较宽,而用冕牌玻璃所做的透镜,发散作用较小,色散的面积相对较窄。针对两种玻璃各自的特点,我们在设计摄影镜头时,常用火石玻璃做凹透镜,冕牌玻璃做凸透镜。这种用色散能力不同的凹凸透镜组成的复合式镜头,能使色散互相抵消一部分,达到纠正透镜色散差的作用。

第四节 光的反射

自然界除光源以外,其他任何物体都不会发光,没有光源,周围空间均是漆黑一片,任何物体及其颜色都无法看见。同样,如果物体对光线不能产生反射作用,人们也就不能看到物体的形态和颜色。

光源所发出的光线,投射到某些物体的表面上时,因受光物体性质的不同,会使全部光线或部分光线改变传播方向,投射到与光源射入方向相反的方向,这种现象称为光的反射现象。在通常情况下,光的反射应满足光的反射定律。

摄影就是利用物体对光的反射作用来完成拍摄的。当光线照射在一个物体上时,物体所反射出来的光线通过摄影镜头在感光胶片上结成光影,光影刺激了感光片,感光粒子马上就记录下这个物体的影像。

反光量的多少,取决于光源的强弱和反光物体表面反射能力的大小。例如,表面光滑平整的镀银玻璃或镀镍的金属板,能反射光线的 90% 以上。灰色的或黑暗的物体反射光线的能力

则要弱得多。

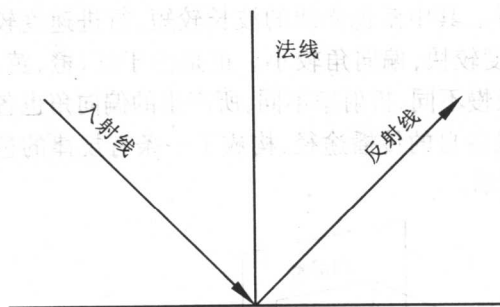


图 1-3

称为漫反射,如图 1-4 所示。

当一束光线投射到既有光滑平整又有粗糙不平的物体表面时,如墙壁、家具等,所反射的光称为混合反射,如图 1-5 所示。

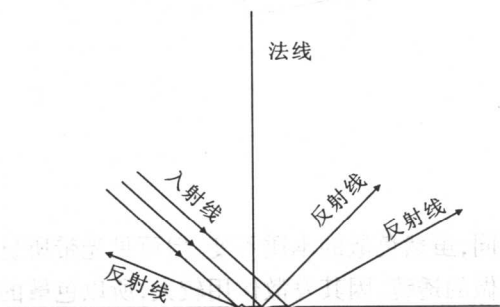


图 1-4

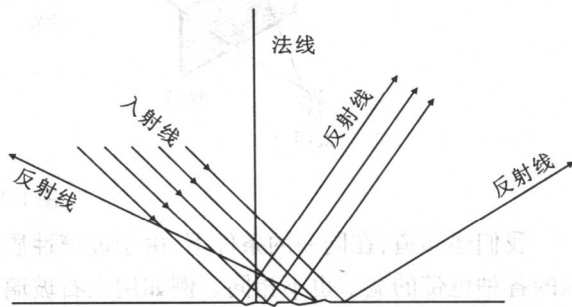


图 1-5

但是不管光线投射到什么物体上,怎样反射,都应遵守一定的规律。我们把投射到平面物体上的光线,称为入射线,光线到达物体表面时的点叫入射点,反射出来的光线称为反射线,与物体平面垂直的直线称为法线。在定向反射中,入射线、法线与反射线在同一平面内,入射线与法线的夹角,称入射角,反射线与法线的夹角,称反射角。入射角和反射角不论角度的大小,都应该是绝对相等的,这就是光的反射定律。

人们之所以能够从各个不同的方向看见本身不会发光的物体,主要是因为物体表面能发生漫反射。如果一个物体,如瓷面花瓶的表面极其光滑,那么就不能看清这个物体表面的真实情况,只能看到物体表面所反射而映出的外界景象,如图 1-6 所示。瓷面花瓶所反映出来的是窗户的形象。

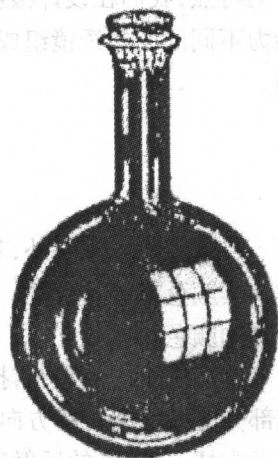


图 1-6

第五节 光的吸收

光的吸收是指光线射到或者通过某些物体时,光线被减弱、消失或损失某些色彩的现象。我们平时能看到物体有不同的亮度和颜色,就是有不同的光线被吸收的缘故,至于说被吸收多少,这与物质的种类、厚度和性质等因素有关。如煤炭、黑墨等黑色物体,由于它们对于各种波长的光都有强烈的吸收作用,反射的光线极少,不能使眼睛产生视觉,所以看上去都是黑色的;再如红色物体受到光的照射时,反射出来的只是红光,其他色彩的光线均被吸收,故看上去呈现红色。物体吸收的光线越多,反射的光线就越少,看起来就越显得灰暗,物体吸收的光线越少,反射的光线就越多,看起来就越明亮。

一般来说,透光性能强,吸收光能力差的物体是透明的,透光性能差,吸收光能力强的物体是不透明的。另外光被吸收的多少与穿过介质的厚度有关,有些不透明物体,如金箔,如果把它碾成薄膜时,金箔也能让光透过,而本来透明的物体,如水,当它的厚度较大时,光线是透不过去的,在海底深水区,即使白昼也是黑暗的,进行潜水摄影时,必须使用潜水灯照明。

当光线照射到透明物体上时,会有光的反射和吸收现象。如光线照射到透镜上时,由于镜面十分光滑明亮,会引起部分光线的反射。同时光线在通过透镜时,还会被吸收一部分。这种现象在摄影中是一种光的能量损失,摄影镜头的镜片越多,两镜片间的空气面就越多,光线被吸收而引起光能量的损失也就越大,空气面数目与光能量损失大小的关系见表 1-1。

表 1-1

透镜组的空气面数目	2	4	6	8
光线亮度损失的百分比	12%	19%	25%	32%

第六节 光的折射

当一束光线投射到两种透明媒质的分界面时,除了一部分光线按照光的反射定律反射回到原来的媒质中外,还有一部分光线将改变在第一种媒质中的传播方向,进入到第二种媒质中继续传播,这种光的偏折现象称为光的折射。例如光线经过空气射到透明玻璃媒质上时,因为玻璃的密度比空气大,在空气和玻璃的临界处,光线在行进中受到了阻碍,改变了原来在空气中的传播方向,进入玻璃折射后继续传播,光线透过玻璃再次射入空气中时,由于同样的原理,在玻璃与空气的临界处,光线再一次改变了它在玻璃中的传播方向,进入空气中继续传播,当光线再次折射后,出射光线平行于入射光线。如图 1-7 所示。

1. 光线折射的名词及概念

折射面:当光线折射时,两种透明介质相交的临界面,称为折射面。

法线:即相交于折射面,并延伸于两种透明介质之中的垂直线。

入射线、入射角、折射线、折射角的概念与光的反射中相应的概念相同,唯一不同的是入射线进入新的透明介质时,发生偏折的光线称为折射线。

2. 光线折射定律

不论入射角怎样改变,入射角的正弦与折射角的正弦之比,对于所给定的两种媒质来说,

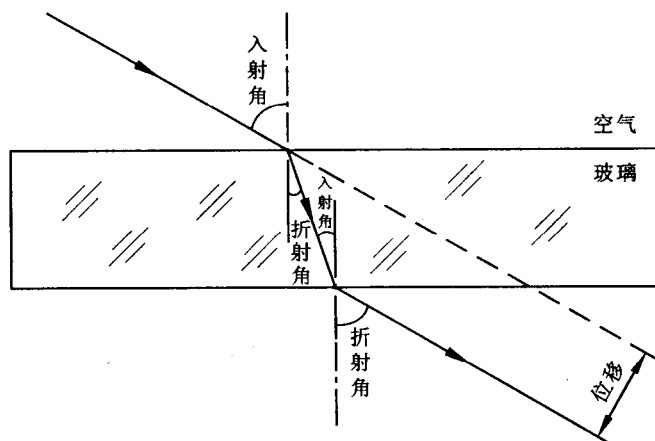


图 1-7

总是一个常数,这个常数就是光线由第一媒质射入到第二媒质时的折射率。

即: n (常数) = 入射角的正弦 / 折射角的正弦。

3. 光线折射规律

(1) 入射线和法线平行射入透明介质时,不产生折射现象;

(2) 只有当入射线偏离法线射入透明介质时,光线才产生折射,入射角愈大,折射角也愈大;

(3) 折射线与法线成 90° 角时,所折射的光线无法进入新的透明介质中,只能沿着临界面的水平方向传播;

(4) 折射线与法线夹角大于 90° 时,光线不能进入另一透明介质,它服从于光的反射定律,反射进入原来的透明介质之中,产生重反射,也称为全反射。

折射率的大小,随透明介质的密度大小而变化。水比空气的密度大,其折射率约为 1.33;普通玻璃比水的密度大,其折射率约为 1.52;光学玻璃的折射率为 1.7 左右。另外,光波波长的大小,对折射率的大小也有直接的影响。同一透明介质,由于光波的长短不同,其折射率也有所不同,因此,在测定折射率时,应以某种单色光来测算,这样更为准确。

第七节 光的衍射

光在同一均匀媒质中沿直线传播,当其遇到障碍物(小孔或缝隙)时,如果障碍物的大小与光的波长大小差不多,光线就不会完全沿着直线进行传播,它会改变直线传播方向而绕过障碍物进行传播,这种现象称为光的衍射现象。例如,点光源 S 照射在一个大小可以调节的圆孔上时,如图 1-8(a),当圆孔的直径比光的波长大很多时,在圆孔后面的屏幕上所形成的是一个明亮的光斑,如图 1-8(b),这说明光是沿直线进行传播的。逐步缩小圆孔的大小,直到圆孔的直径与光的波长大小差不多时,光线通过圆孔后就开始绕向外面,不再沿直线进行传播,这时出现光的衍射现象。在屏幕上形成的光斑不仅不缩小,反而增大,而且光斑的亮度也会发生变化,由原来的均匀分布变成了一系列明暗相间的圆形条纹。单色光源形成单色条纹,复色光源

形成彩色条纹。光斑的边缘部分也失去明显的界限,变得模糊不清,如图 1-8(c)。

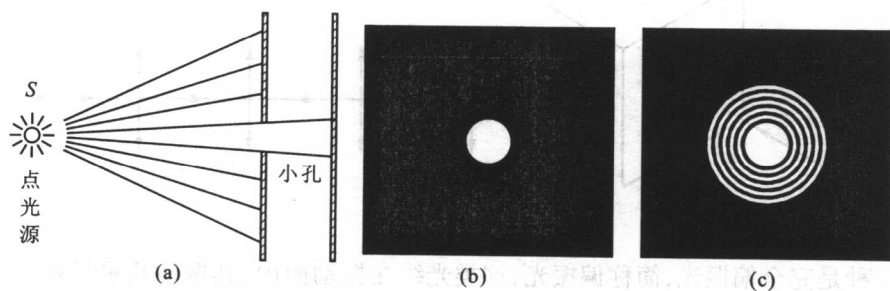


图 1-8

在摄影中也存在光的衍射现象,当一个较小的光源和白墙之间站立一个人时,按照几何光学的原理,在白墙上应该产生一个线条清晰的黑影,可是实际上并不如此,这时在白墙上所产生的黑影边缘是极不整齐的,这是因为光线遇到人物障碍时,会绕过人物边缘向外扩展,即光在直线传播时遇到障碍物而产生衍射。我们还应该知道,摄影透镜所产生的衍射影像,不是一点,也不是一条直线,而是细小的圆圈,这种衍射所产生圆圈的大小,与镜头光圈的大小有着直接的关系,光圈缩得越小,衍射现象就越大。衍射所产生的圆圈可以根据光圈系数计算出来,其公式是:

$$\text{衍射圈直径} = 0.00115 \times \text{光圈系数}$$

例如:一个光圈系数为 4 的镜头,衍射圈的直径是 $0.00115 \times 4 = 0.0046\text{mm}$,然而,在放大照片时,其衍射圈直径的计算还应乘以放大率。例如放大 50 倍的照片,衍射圈直径应为 $50 \times 4 \times 0.00115 = 0.23\text{mm}$ 。在摄影实践中表现在照片上的衍射圈小于 0.0254mm 时,人眼不易察觉,仍视为清晰;而大于 0.0254mm 时,人眼便觉察到不清晰了。因此,上述两种情况中,印相时照片是清晰的,而将照片放大 50 倍时就模糊不清了。

我们了解了光的衍射现象,对拍摄照片和放大工作都是有帮助的。例如在放大照片时,对于局部需要增加曝光量的画面,可在遮挡时适当增加需要曝光的面积;而在局部画面需要减少曝光量时,遮挡面也必须大于需要减少曝光画面的面积,否则会造成照片边缘曝光不足或曝光过多的现象。在特技摄影中,衍射的原理也常常被运用,例如在一个画面中需要进行两次拍摄时,一般的方法是在镜头上先遮住右边的 $1/2$,拍左边的 $1/2$,然后遮住左边的 $1/2$,拍右边的 $1/2$,这时如果真正按 $1/2$ 去遮盖镜头,其结果必然在画面中间出现感光不足的现象,因此,在镜头左右遮盖时,每次都必须小于 $1/2$,这样,在两次拍摄的中间临界处,才不会产生一条明显的分界线。

第八节 光的偏振

前面谈到,光是电磁波的一部分。根据波动理论,电磁波是横波,其振动面方向与传播方向垂直。通常我们将光波的振动情况分为三种。

第一种为非偏振光,这类光线在振动面内各个方向的强度是均等的,一般自然光和所有光

源所发出的光均属此类光线,如图 1-9 所示。

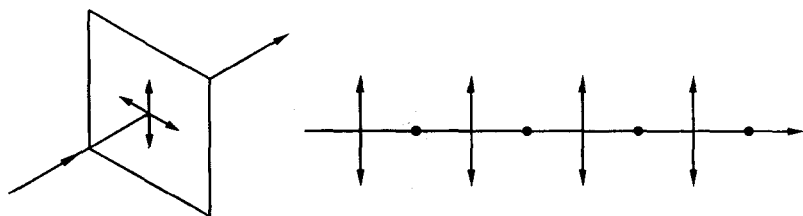


图 1-9

第二种是完全偏振光,简称偏振光,这类光线在振动面内,其振动几乎只在一个固定的方向上,其他方向上没有振动。例如入射光线与法线成 57° 角投射在玻璃平面上,所产生的反射光线均为偏振光,如图 1-10 所示。

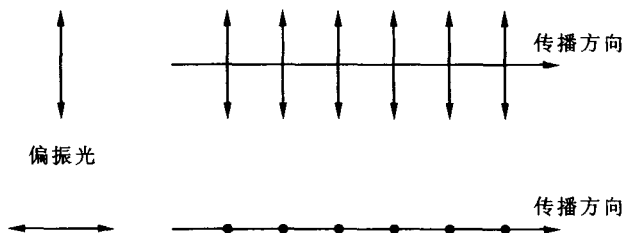


图 1-10

第三种是部分偏振光,它的振动大部分在一个方向上,但其他方向也有部分振动,透过玻璃等介质的透射光均属此类,如图 1-11 所示。

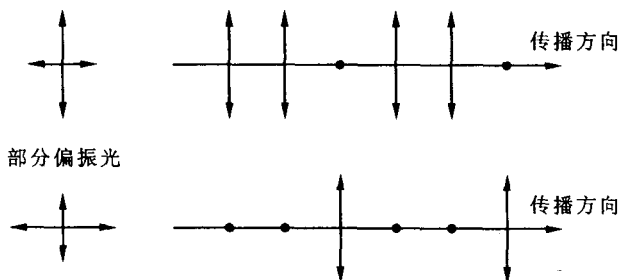


图 1-11

偏振光在摄影中的主要应用是,在拍摄玻璃柜等透明介质中的物品时,由于光的偏振现象,反射光杂乱无章,甚至连玻璃柜中的物品也看不清楚。在翻拍有玻璃隔着的作品时,人影和照相机都会被反射进入作品之中,造成拍摄上的困难。随着人们对偏振光的认识和科学技术的发展,偏振镜的制造成功,对于在摄影中克服偏振光的问题,无疑是一个很大的贡献。在拍摄玻璃柜内物品时,我们可将偏振镜加在摄影镜头上,使反射光的振动方向固定,成为定向的振动。这样就可以消除光的闪耀现象,达到影像清晰的良好效果。

第九节 光电效应

根据光的量子学理论,当光线照射在金属材料表面上时,光子与电子发生碰撞,电子从金属表面逸出形成光电流,这种现象称为光电效应。硒、铯和其他碱金属等物质,由于它们对光

有高度的敏感性,见光后即可逸出电子,使光能转换为电能,产生光电效应。它们所释放出来的电子数目,与入射光的强度成正比。当光线较强时,金属材料释放的电子数目多,所产生的光电流大;当光线较弱时,金属材料释放的电子数目少,所产生的光电流也小。

光电效应揭示了光的量子化特性,所以它常常应用在摄影技术之中。光电式测光表就是利用光电池的光电效应来指示光强度的大小,如图 1-12 所示。当光电池在入射光的照射下,产生微弱的光电流,电流通过导线输入到电磁线圈中。在磁场中的线圈因为有电流通过而产生转动,带动金属指针偏转,从而指出光强度的大小。入射光较强,光电池所产生的光电流就大,指针偏转的角度也大,所指示的光的强度数值就大。反之光较弱,光电池所产生的光电流就小,指针偏转的角度也小,所指示的光强数值就小。光强数值的大小是决定曝光量的依据,可以根据测光表测到的光强大小,来选择合适的光圈和快门。

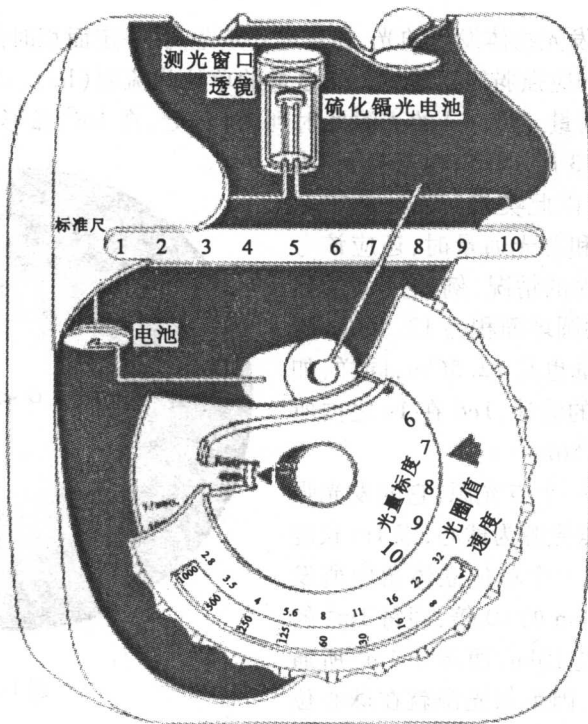


图 1-12

第十节 光度学知识

光的强弱对于摄影来说极为重要。首先,没有光线,物体不能通过镜头结成影像,感光材料或感光器件也无法记录其图像。其次,光的强弱作为摄影艺术造型的手段,也起着极为重要的作用,它可以表现出画面的影调,勾画轮廓,烘托气氛,突出主题等等。要掌握摄影知识,就必须对光源、发光强度、光通量和光的照度等知识有一个大概的了解。

一、光源与发光强度

发光体大致可分为两类：一类是自发光物体，即自然光和各种人造灯光，也就是光源，如太阳光、灯光、闪光灯、火光等等；另一类是非自发光物体，即本身不会发光，只能依靠反射光源照射的光线，如月亮和大部分被摄物体。众多自身不发光的物体，正是因为接受了来自光源的照明才有光的反射和亮度，光线的强弱，又直接与光源的发光强度有着密切的关系。

点光源是发射球面波的光源，光源的发光强度 I 是表征光源在一定方向范围内发出可见光辐射强弱的物理量。点光源在某一方向上，单位立体角内所辐射出去的光功率即为发光强度，其单位为坎德拉 (cd)，它是国际基本单位之一。

二、光通量及其计算

光通量 Φ 是指自发光物体发出的光，在通过一定距离、一定面积时的总光量，因此光通量是描述辐射产生视觉响应强弱的物理量。光通量的单位为流明 (lm)，1lm 是 1cd 的光源发射到单位立体角内的光通量。当 1cd 的光源发射到 1m 远处，在 1m^2 弧形面积孔洞内所通过的光通量为 1lm，如图 1-13 所示，若洞口的面积为 2m^2 ，其光通量为 2lm，以此类推。在计算一个点光源照射的总面积和总光通量时，还应该考虑到其发光是球形发射的情况，例如，1cd 的光源距离 1m 处所发射的圆球面积为 12.56m^2 ，所以它所产生的总光通量也是 12.56lm，同样，如用时间来计算光通量的流速，1cd 在 1s 之内所产生的总光通量为 $12.56\text{lm} \cdot \text{s}$ 。

举例来说，假如有一个点光源，它的发光强度是 10 cd，现以这个点光源为球心，以 1m 长度为半径作一球体，则每 1 个单位立体角内所发射的光通量就应该是 1lm 的 10 倍，即每 1m^2 的球面所通过的光通量是 10lm，而每 0.1m^2 所通过的光通量才是 1lm。因为点光源就在球心位置，所以通过整个球面的总光通量应是 125.6lm。

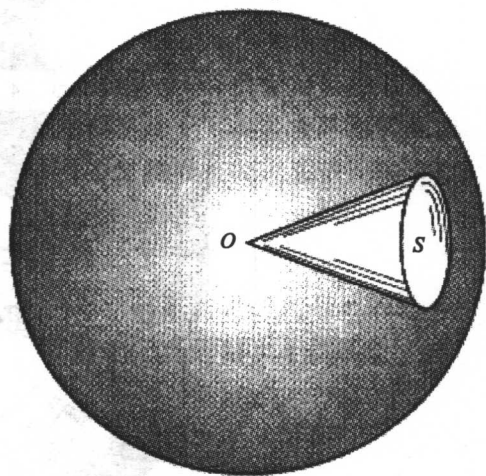


图 1-13

三、光照度和亮度

照度 E 是指光源所发出的光线照射到物体上的强度，光源强度愈高，其物体的照度就愈大。照度的计算一般以勒克斯 (lx, lm/m^2) 为单位。自然光在各种情况下的照度是不相同的，同是太阳光源，因射向物面的角度不同，其照度也有很大的差异。当太阳光与物面成 90° 角时，整个物面与太阳光线垂直，物面受到光照射的强度最大；太阳光与物面成 135° 角时，物面受到光的照度就要减少约 $1/4$ ；当太阳光与物面成 150° 角时，则物面受到光的照度就要减少约 $3/4$ ，……。由此可见，由于物面受光照射角度的变化，照度也随之减弱或增强，光的照射面积的减少或增加的倍数，也就是光通量和照度减少或增加的倍数，它们的关系成正比。

在摄影时，为了将一个物体拍摄清楚，常常加以辅助光照明，目的就是使被摄物体有足够