



家用电器维修技术入门丛书

照相机原理与维修



《家用电器》杂志编辑部 主编

● 北京科学技术出版社 ●



国家职业技能鉴定技术工人入门丛书

照相机原理与维修

（国家职业资格二级） 李永强 编著

北京机械工业出版社出版发行

48
家用电器维修技术入门丛书

照相机原理与维修

《家用电器》杂志编辑部主编

周祥文 钱元凯 编写

北京科学技术出版社

(京)新登字207号

内 容 提 要

本书是针对目前国产相机电子化、多品种特点而编写的教材。本书的稿编著者长期从事相机设计及教学实践。在本书中深入浅出系统地讲授了摄影光学,照相机原理与照相机电子化的最基本的知识;综合介绍了故障诊断学,照相机故障分类与故障排除的一般方法;详细叙述了机械、电子、闪光灯、电源等系统的维修;扼要介绍了照相机的主要精度标准与业余测试方法。

本书选材新颖,图文并茂,内容全面,通用性强,适合职业高中、军地两用人材培训使用,也可供广大摄影爱好者,照相机维修人员及摄影专业的大专学生参考。

书末附有十年来国内公开发表的有关文献索引,以便读者在维修工作中查阅。

家用电器维修技术入门丛书

照相机原理与维修

周祥文 钱元凯 编写

北京科学技术出版社出版

(北京西直门南大街16号)

邮政编码: 100035

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经销

北京通县马驹桥印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 16.625印张 插页1 376千字

1989年12月第一版 1992年5月第三次印刷

印数 19101—26700册

ISBN7-5304-0608-6/T·118

定 价: 6.60元

出版说明

近几年来，随着我国家用电器工业的迅速发展，家用电器进入千家万户，已经成为人们生活中的必需品。家电产品的维修逐渐成为一个突出的问题。为了适应家用电器专业维修人员和广大读者的需要，《家用电器》杂志编辑部组织编写了这套《家用电器维修技术入门》丛书，由北京科学技术出版社出版。

本丛书包括电冰箱、洗衣机、收录机、黑白与彩色电视机、录像机、电热器具、电动器具、照相机等分册；每分册介绍一种（或一类）家用电器的维修技术，包括这种家用电器的基本原理、结构类型、性能指标、故障分析和维修方法。

丛书选材新颖，内容充实，图文并茂，通用性强，可用作家用电器维修函授教学，职业高中家用电器专业的教材，也可作为部队培训军地两用人材、维修服务业培训学习和广大家用电器用户及爱好者的自学读本。

参加本丛书选题、组稿、编著、编辑、审稿等工作的同志有（按姓氏笔划排列），王毅青、卢旭生、李燕南、周祥文、张友良、钟载传、钱元凯、潘月琴、董宽。

书中如有不当之处，恳请广大读者提出宝贵意见。

前 言

随着我国人民生活水平的提高与照相机工业的发展,国产照相机的年产量已经突破了250万台。照相机正在从高档奢侈品转变成重要的民用机电产品。

现代的照相机是光、机、电一体化的精密电子光学机械。要充分发挥相机的作用,必须熟悉它的构造;要使手中的相机经常保持最佳状态,必须重视日常的保养与维修。因此,无论业余爱好者、专业摄影工作者还是照相机修理行业的人员,都应了解有关照相机构造与维修的基本知识。

目前国内已经出版了一些照相机维修的书籍,书中较详细地介绍了几种典型国产机械相机的维修。八十年代以来,国产照相机开始更新换代,大量具有电测光、自动曝光功能和内藏闪光灯机构的新机型正在取代六十年代设计的机械相机。为满足国产照相机电子化、多品种对维修工作的新需求,我们编写了本书。

本书第1~8章讲述了摄影光学、照相机结构与照相机电子化的一般知识,这是摄影与照相机维修人员应掌握的最基本的光、机、电知识,利用它们可以比较顺利地了解各种新型相机的结构与工作原理。第9章介绍了照相机维修的一般知识,包括维修的工具与程序、相机的检查与拆装、故障诊断学、故障的类型与排除方法等。这都是照相机维修中通用的方法与规则,是本书的核心。第10~13章分别叙述了照相机机械、电子与闪光灯系统的维修。第14章介绍了照相机用电池及其代换方法。第15章介绍了业余条件下照相机的检测方法。

本书的对象是摄影爱好者与相机修理人员,因此内容力求深入浅出,列举的机型与电路都以国产相机为主,可以作为职业高中或军地两用人材培训班的教材,也可供业余摄影爱好者、照相机行业的工人或技术人员及摄影专业的大专学生参考。

本书1~7章由周祥文编著,8~15章由钱元凯编著。在编写过程中参考了近百篇已公开发表的文献,在附录中按文献内容分类列出,供读者在维修工作中查阅参考。

本书引用了上述参考书中的某些插图与资料并经过林海晏、李国庆、陈崑山、张岩、李明建、冯卫疆等同志校阅,提出大量宝贵的意见,在此一并致谢。由于水平有限、时间仓促,书中难免存在错误与疏漏,敬请广大读者指正。

目 录

第一章 摄影光学知识

第一节	光和光的特性·····	(1)
第二节	几何光学方面的一些基本知识·····	(6)
第三节	简单透镜的缺点——像差·····	(13)

第二章 照相机物镜

第一节	照相物镜的主要参数及实用意义·····	(17)
第二节	照相物镜的基本组成·····	(25)
第三节	镜头的种类与用途·····	(30)
第四节	照相镜头的附件及其作用·····	(32)
第五节	景深和超焦距·····	(34)

第三章 照相机的性能和应用

第一节	照相机的工作原理特点和基本结构·····	(45)
第二节	照相机的类型及其特点·····	(46)
第三节	照相机的使用和维护·····	(51)

第四章 照相机快门

第一节	快门的作用和分类·····	(53)
第二节	快门的主要组成及技术要求·····	(56)
第三节	镜头快门·····	(57)
第四节	焦平面快门·····	(66)

第五章 取景器

第一节	取景器的作用和要求·····	(71)
第二节	取景器的类型·····	(71)
第三节	视差及其校正·····	(75)

第六章 调焦机构和测距

第一节	概述	(77)
第二节	调焦机构分类	(77)
第三节	调焦的机械结构	(79)
第四节	调焦方法	(80)

第七章 照相机机身部份

第一节	照相机机身的作用和要求	(84)
第二节	卷片和计数机构	(86)

第八章 照相机的电子化

第一节	测光与曝光的基本原理	(92)
第二节	测光系统	(95)
第三节	自动与半自动曝光	(97)
第四节	闪光灯	(101)
第五节	自动调焦	(103)
第六节	马达输片	(104)

第九章 照相机修理的基本知识

第一节	维修人员必须具备的条件	(107)
第二节	修理的主要工具、材料与环境	(108)
第三节	照相机的初步检查与鉴定	(109)
第四节	相机拆卸的基础知识	(111)
第五节	故障诊断的一般原理	(114)
第六节	常见故障类型及其排除方法	(121)
第七节	常见损坏的修复技术	(124)

第十章 照相机机械结构的修理

第一节	镜头与调焦系统的修理	(129)
第二节	取景测距系统的修理	(134)
第三节	135照相机输片系统的修理	(137)
第四节	机械中心快门的修理	(143)

第五节	焦平面幕帘快门的构造和修理·····	(150)
第六节	海鸥DF关连机构与整机的故障诊断·····	(159)

第十一章 电路的基本知识

第一节	正确使用万用表·····	(169)
第二节	常用电子元器件·····	(171)
第三节	简单直流电路的计算·····	(177)
第四节	电子元件的焊接工艺·····	(179)

第十二章 照相机电路的修理

第一节	硫化镉测光元件的测量与调整·····	(181)
第二节	暗光显示电路的修理·····	(185)
第三节	半自动相机的原理与维修·····	(189)
第四节	自动曝光照相机的维修·····	(200)
第五节	小结·····	(214)

第十三章 电子闪光灯的原理与维修

第一节	电子闪光灯使用的特殊元器件·····	(216)
第二节	闪光灯的主要参数·····	(219)
第三节	电子闪光灯的工作原理·····	(220)
第四节	闪光灯的修理与维护·····	(227)

第十四章 照相机用电池

第一节	照相机用电池的基本知识·····	(234)
第二节	照相机电池的更换与使用·····	(236)

第十五章 照相机的简易测试方法

第一节	照相机镜头的测试·····	(240)
第二节	测距与调焦系统的测试·····	(245)
第三节	快门速度的测试·····	(247)
第四节	电子闪光灯的测试·····	(250)
第五节	照相机的其他测试·····	(251)

〔附录〕有关照相机原理及维修的资料索引

第一章 摄影光学知识

第一节 光和光的特性

一、光的本性

我们生活在五光十色的客观世界里，光和人类的生产和生活有着十分密切的关系。人的视觉要依靠光，人类一切活动几乎都离不开光。照相是通过光的作用，把客观世界的影像记录在感光材料上。那末光究竟是什么呢？这是一个很重要的问题，很早就引起了人们的注意，在我国的墨经上最早对光的几何性质进行了较完全的记载。不过这个问题并不简单，人类对光的本性的认识经历了漫长而曲折的过程。在十九世纪以前，关于光的本性和光的传播特性，人们是根据两种学说来解释的：第一种学说是微粒说，认为光是极细小的质点从光源发出并以直线向四面八方飞行；另一种是波动说，认为光是一种波状的运动形式，从光源发出时就激起了这种波动。

人类对于光的本性的认识是逐步发展的，直到十九世纪中叶，由于无线电技术的发展，随着对电磁波性质的深入研究，才证明光实际上是电磁波，从本质上讲光和一般无线电波并无区别，光和电磁波一样是一横波，即波的振动的方向与传播的方向垂直。一个发光体就是电磁波的发射源，发光体发射的电磁波向周围空间传播的情况，和水面的振动产生的波浪向四周传播相似，如图 1-1所示。

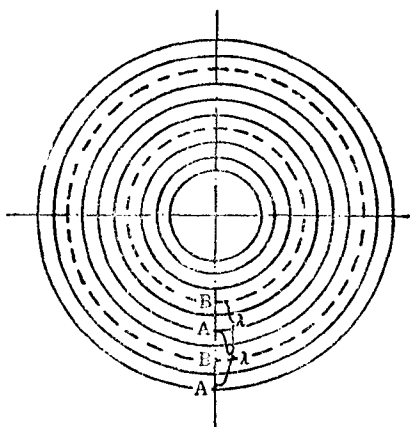


图 1-1

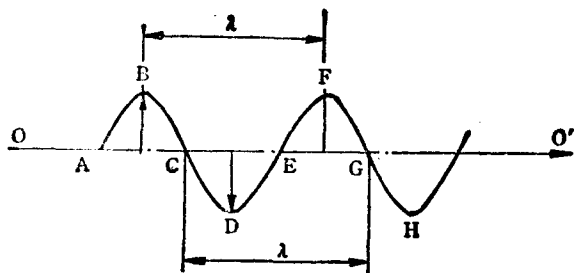


图 1-2 光波示意图

强度最大或最小的二点间的距离称为波长用“ λ ”表示，如图 1-1 的 AA 或 BB 所示。

光波的示意图如图 1-2所示。

图上直线箭头方向表示传播方向，从线 OO' 至 B 点或 F 点及从线 OO' 至 D 点或 H 点最大距离称振幅。B 与 F 为波峰，D 和 H 为波谷，相邻的两个波峰或波谷间的距离为波长 (CG

或BF间距离)，用 λ 表示。振动从B点传到F点，即传播一个波长所需要的时间称为周期，用T表示。一个周期就是一个质点完成一次振动所需要的时间。一秒钟振动的次数称为频率，用 ν 表示。经过一秒钟振动传播的距离称为速度，以 v 表示，所以波长、频率、周期和速度之间有如下关系：

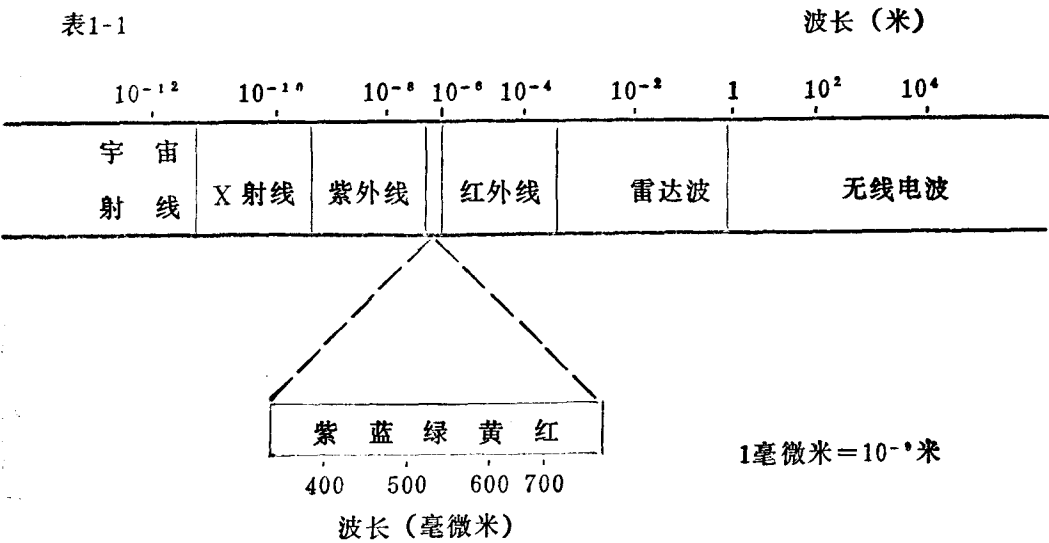
$$v = \frac{\lambda}{T} \quad \text{速度} = \frac{\text{波长}}{\text{周期}}$$

$$\nu = \frac{1}{T} \quad \text{频率} = \frac{1}{\text{周期}}$$

$$\therefore v = \lambda \nu \quad \text{速度} = \text{波长} \times \text{频率}$$

由此可知，光的波长和频率成反比，波长愈短，频率愈高，反之波长愈长，频率愈低。

光波是电磁波段的一部分，和一般无线电波不同的只是光波的波长比无线电波短。表1-1表示了电磁波按波长的分类。



波长在400~700毫微米的电磁波能够为人眼所感觉称为“可见光”。超过这个范围，人眼就感觉不到了。不同波长的可见光，在我们的眼睛中产生不同的颜色感觉，按照波长由长到短，光的颜色依次是红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等色。

不同波长的电磁波在真空中具有完全相同的传播速度：

$$c = 3 \times 10^8 \text{ 千米/秒 (用激光测速度为 } 299792, 458 \pm 0.001 \text{ 千米/秒)}$$

在一般透明介质中，如水、玻璃等，光的速度随波长不同而改变。某一瞬间波动传播所到达的位置称为“波面”。在均匀介质中，波动在各方面的传播速度相同，因此一个位于均匀介质中的点光源所发出的电磁波的波面应该是以光源为中心的同心球面如图1-3。

光既然是电磁波，研究光的传播问题，应该是一个波动传播问题，但是在设计照相

机镜头及其它光学仪器时，并不把光看作电磁波，而把光看作是能够传播能量的几何线，叫做“光线”。

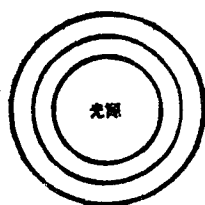


图 1-3

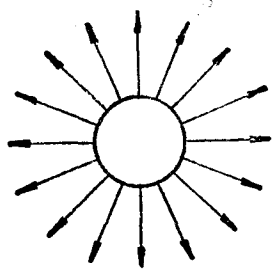


图 1-4

光源A发光就是向四周发出无数条几何线，见图 1-4。“光线”这一概念是人们直接从无数光学现象中抽象出来的，利用这一概念反过来又可以去解释自然界中的各种光学现象。例如常见的影子的生成，日蚀、月蚀等现象。光线就是具有方向的几何线。这样在几何光学中研究光的传播问题，就变成了一个几何问题，数学问题，问题简化多了。

二、几何光学的几个基本定律——光线的传播规律

几何光学，是以几何学的观点来研究光像的一门科学，是以下列四个定律为基础研究光像问题，有纯粹数学的特点。

1. 光的直线传播：光在均匀介质中，是沿着直线传播，即在均匀介质中，光线为一直线。光的直线传播现象在日常生活中随时随地可以见到，如物体被光照射而成影，小孔成像等，这些现象是光直线传播的最好说明。光的直线传播引出了光线这个概念。

2. 诸光束的独立定律：光的传播是独立的，即自不同的方向或由不同物体发出的光线的相交，对每一光线的独立传播不发生影响。

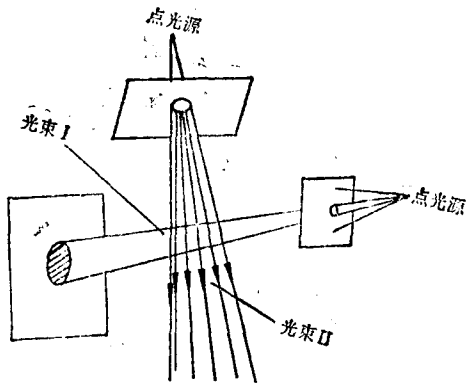


图 1-5

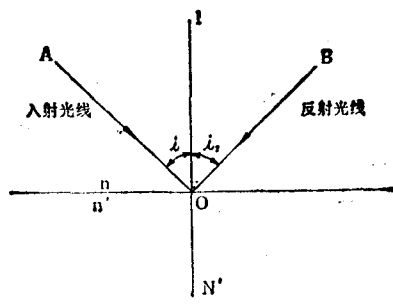


图 1-6

光束 I 在空间传播时，不因其它光束 II 存在而受到影响。由于光的独立性存在，所

以在照相中物体各点的光都互不影响的进入照相镜头，使我们能够拍摄物体的像。如图 1-5 所示光束 I 和光束 II 相互交叉进行，我们看到光束 I 在幕上所照亮的圆亮场不因光束 II 存在而有改变。光束 I 和光束 II 互不影响，相互独立。

3. 反射定律：光的直线传播，是指在真空或均匀介质中而言，当光在两种不同介质分界面上，就会改变其传播方向而向另一方向行进。这种现象叫做光的反射，其反射现象遵循的一定规律叫做光的反射定律。如图 1-6 所示。

向物体表面投射的光线叫做入射光线 (AO)，到达物体表面的一点叫做入射点 (O)。从入射点反射出来的光线叫做反射光线 (OB)，在入射点画一条与物面垂直的线叫做法线 (NN')，入射光线与法线所构成的角叫入射角 (i_1)。法线与反射光线所构成的角叫反射角 (i_2)。

光的反射定律为：

(1) 入射光线、反射光线和法线在同一平面内，入射光线与反射光线分居于在法线的二侧。

(2) 入射角等于反射角。

光的反射现象是具有可逆性，即假如光线逆着原来反射光线的方向射到物面上，那么，它就要逆着原来入射光线的方向而反射。

物体表面可分镜面、光滑面、粗糙面三种，会产生不同性质的反射。从一个方向射到光亮平整的镜面上的光线，入射点都在同一平面上。其反射都向着一个方向，这叫做定向反射如图 1-7A 所示。粗糙面可以看作很多不同角度的小平面，从一个方向投射到粗糙面上的光线，因入射点落在不同角度的小平面上光线便向不同方向反射出去，这种现象叫做漫反射。必须注意，发生漫反射的时候，每一条光线还是遵守反射定律的。当然还有二者均有的混合反射。

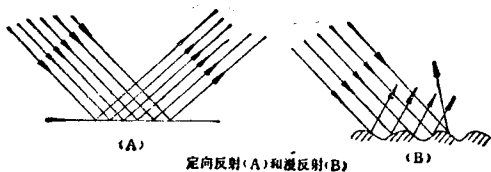


图 1-7

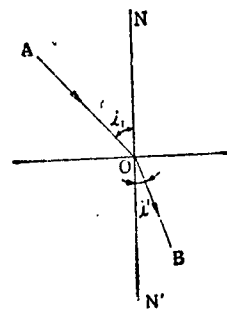


图 1-8

光的反射，在照相技术中起重要作用，我们常利用反射光进行拍照，就是遵循光的反射规律。

4. 光的折射定律：光不但能在空间传播，而且也能在透明介质（如水、玻璃）中传播，但传播的方向随着介质的密度大小而改变。当光从一种媒质进入到另一种媒质，例如从空气进入到玻璃中时，在二种媒质的介面处，一部分光进入到后一种媒质中并且改变了原来的传播方向，这种现象叫做光的折射。见图 1-8。

NN' 为法线，入射光线(AO)与法线 (NN')的夹角*i*叫做入射角，折射光线(OB)与法线间的夹角*i'*叫折射角 折射定律表述如下：

(1) 折射光线在入射光线和法线所在平面上，折射光线和入射光线分别在法线的两侧。

(2) 入射角的正弦跟折射角的正弦之比为一常数即

$$\frac{\sin i}{\sin i'} = n$$

在折射现象中，光路也是可逆的。折射现象在日常生活中会经常碰到，如在容器中的物体注入水后，看起来好像跟底部一起上升了。利用光的折射，可以解释水的视深比实深浅的现象。因为底上的物体发出的光线由水中射入空气时，折射角比入射角大，折射光线远离法线折射光线进入眼中后，我们根据光沿直线传播的经验，就觉得它们是从物体上方发出的，所以看到容器底部上升，水变浅了。

折射率：光从真空射入某种媒质发生折射的时候，入射角*i*的正弦跟折射角*i'*的正弦之比*n*，叫做这种媒质的折射率。

理论和实验的研究都证明：某种媒质的折射率等于光在真空中的速度*c*跟光在这种媒质中的速度*v*之比

$$n = \frac{c}{v} \quad (1-2)$$

折射率的大小表明媒质的折光能力的大小，*n*值大表明折光能力大。

全反射：在各种不同媒质中，光的折射率也不同，我们把折射率小的媒质叫做光疏媒质，折射率大的媒质叫做光密媒质。光疏媒质和光密媒质是相对的，例如水、玻璃和金钢石三种物质相比较，玻璃对水来说是光密，对金钢石来说是光疏媒质。当光线从光密媒质进入光疏媒质时，折射角大于入射角，入射角不断增大，折射角相应地也跟着增大，可以预料当入射角增大到一定程度时，折射角就会增大到90°，再增大就会出现只有反射而没有折射了，这种现象叫全反射。如图 1-9所示。

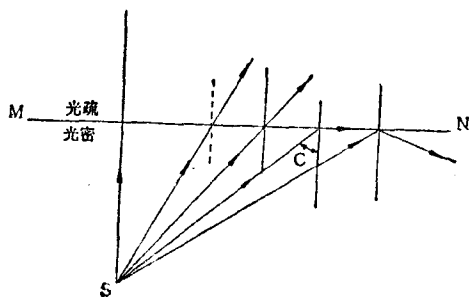


图 1-9

折射角变成90°时的入射角，我们称之为临界角。利用光的折射定律，可以求出各种媒质对空气（或真空）的临界角，如果用*c*表示临界角，*n*表示媒质的折射率，那么可得：

$$\frac{\sin c}{\sin 90^\circ} = \frac{1}{n} \quad \sin c = \frac{1}{n} \quad (1-3)$$

因此已知媒质的折射率，利用上式就可以求出这种媒质对空气的临界角。

全反射现象在实际工作中有很多应用，例如转折光路使用的全反射棱镜、光导纤维等。

三、光的色散和吸收

普通的光是由许多不同波长的光线组成的。因为波长不同的光线在透明介质中传播的速度是不同的，所以在界限面上这些光线被折射的程度也不一样。利用这个特性，我们可以用三棱镜把白光分成许多不同的色光。用某种透明物质把白光分解为组成它的那些光线叫做光的色散。波长愈短，光线的偏折也愈大。当光线透过三棱镜时，紫色光的折射最大，红色光的折射最小。由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫，组成的这一条色带称为光谱。

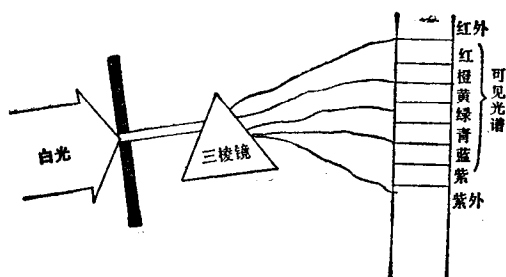


图 1-10

光的吸收，就是光通过介质后，光线被减弱、消灭或某些光谱消失的现象。除了真空，没有一种介质对任何波长的电磁波是完全透明的。因而吸收是物质的普遍性质。我们平时看到物体的不同亮度和颜色，都是光被吸收后的结果。如果黑的物体，由于它们对各种波长的光都强烈的吸收，反射极少，引不起视觉，看上去都是黑色的。物体吸收的光线多，反射的光线就少，看起来就灰暗。反之，看起来就明

亮。光线经过摄影物镜，也会被吸收一部分，这种现象在摄影中是一种光量的损失，摄影镜头镜片越多，空气面也越多，光线被吸收而引起的损失也就越大。故目前将镜片加膜，增加光线的穿透力，来降低光线的损失。

第二节 几何光学方面的一些基本知识

一、平面镜：平面反光镜是一种最简单的光学元件。我们从研究单个平面镜开始。见图 1-11所示。

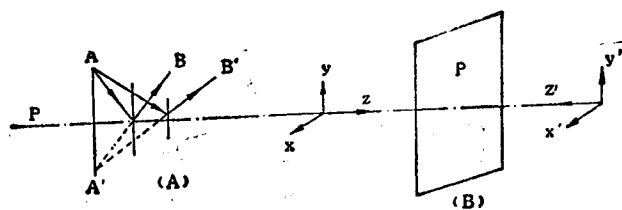


图 1-11

P是一个和图面垂直的平面镜，A是一任意物点，由A点发出的AO光线，经平面镜反射后，反射光线OB的延长线和平面镜P的垂直线AD的延长线相交于一点A'，所有的

反射光线的延长线都通过同一点A'因此任意一物点A经平面镜反射后都能形成一完善像点A'，A和A'的位置对平面镜对称。A为实物点，A'为虚像点。下面进一步讨论平面镜物和像之间的空间形状对应关系。假如我们在平面镜P的物空间取一左手坐标xyz，根据物点和像点对平面镜对称的关系，很容易确定它的像x'y'z'，如图 1-11 (B) 所示。由图可以看到，x'y'z'是一右手坐标，和xyz大小相等，但形状不同，物空间的左手坐标在像空间变成了右手坐标，反之，物空间的右手坐标在像空间则为左手坐标。这个特点在双镜头反光照相机取景时，人的右手变成像的左手，在取景时必须注意。只有在光学系统中加入偶数个平面镜，则不仅不会影响像的清晰，而且像的大小，形状也不会改变。

二、透镜的基本知识及成像原理

1. 透镜的种类和性能：

透镜是二个相邻折射面所构成的透明体，通常二个折射面均为球面，也有一面是球面，一面是平面的。

透镜的中心部分厚，边缘部分薄，属于凸透镜，也叫正透镜又称会聚透镜。凸透镜又分为双凸、平凸、凹凸和不对称双凸透镜四种。

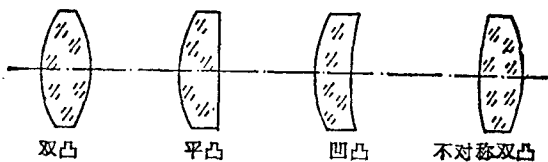


图 1-12

透镜的中心薄，边缘部分厚，属于凹透镜，也叫负透镜，又称发散透镜。凹透镜又分为双凹、平凹、凸凹和不对称双凹透镜四种。

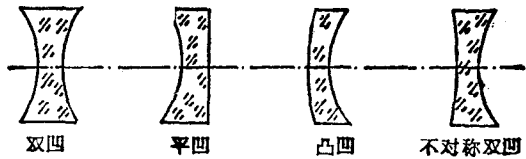


图 1-13

各种类型的透镜都具有使光线偏折的性能。当光线平行地穿过凸透镜时，光线直线的传播方向有所改变，这就是偏向，偏向是光的折射，经折射的光线在透镜的另一侧向中心会聚起来。当光线平行地穿越凹透镜时，光线的传播方向也发生偏折，在透镜的另一侧向四周发散。见图 1-14

我们可以把凸透镜设想为底面朝向透镜中央的许多棱镜的集合体，而凹透镜可以设想为底面朝向透镜边缘的许多棱镜的集合体。由于棱镜会使光线偏向它的底面，所以凸

透镜会使光线偏向中央起会聚作用。凹透镜会使光线偏向边缘起发散作用。透镜中心部分起着二面平行的透明板作用，它不会使光线改变方向。

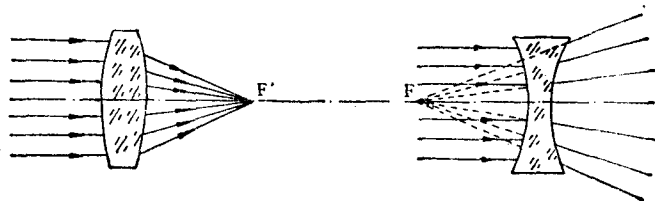


图 1-14

2. 透镜的有关名词：

(1) 主轴：通过透镜二个折射面球心的直线叫做透镜的主光轴简称主轴。

(2) 光心：射入透镜的光线不改变方向的点，也就是入射线和出射线平行，此光线在透镜和主轴的交点。

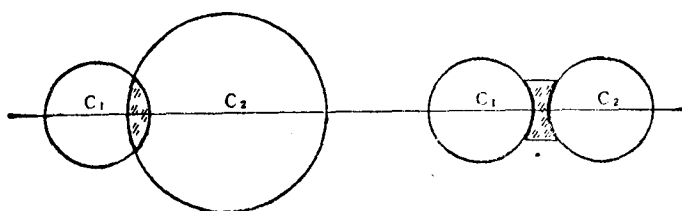


图 1-15

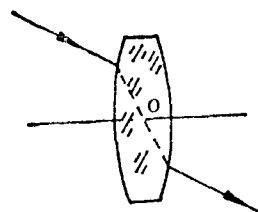


图 1-16 透镜的光心

(3) 焦点和焦平面：平行于主轴的光线，即无限远主轴上物点发出的光线通过透镜后相交于一点 F' ，此点叫做透镜的焦点。过焦点 F' 垂直于主轴的平面叫焦平面。

(4) 共轭关系：在物镜成像中，为使成像清晰，理想情况下同一物点发出的全部光线通过镜头后仍交于一点，就是说每一物点都对应唯一像点，每一条直线都对应唯一的一条直线，每一个平面都对应唯一的一个平面，这种物和像之间的对应关系，叫做共轭关系。

(5) 主平面和主点：不同位置的共轭面对应着不同的放大倍率。不难想像有这样

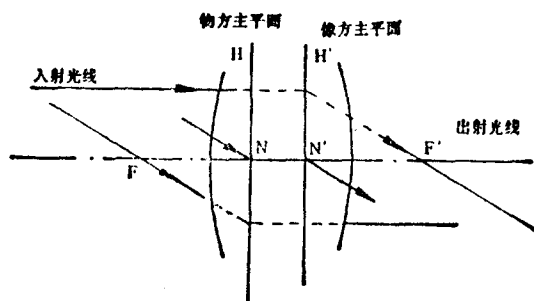


图 1-17

一对共轭面，它们的放大率等于1。我们称这一对共轭面为主平面。其中物平面称为物方