

攝影叢書

攝影原理與實用

張印泉 著

上海人民美術出版社

43.5

攝影叢書

攝影原理與實用

張印泉著

上海人民美術出版社

类号	485
册号	3680

摄影原理與實用

摄影工作社編

張印泉著

*

上海人民美術出版社

(上海銅仁路二五七號)

上海市書刊出版業營業許可證出〇〇二號

上海市印刷三厂印刷 新華書店上海發行所發行

*

*開本 787×1092 1/25 印張 16 24/25 字數 374,000

一九五六年八月第一版

一九五六年八月第一次印刷

印數 0,001—8,000

統一書號：8081·1686

定價：(10) 二元一角

內 容 提 要

本書內容包括光學常識、鏡頭、攝影機、感光片、濾色鏡和偏振鏡、攝影光源、感光、負片的顯影和處理、印相與放大、彩色攝影等十章，詳細闡述了攝影技術中的一般原理和實踐方法。可以幫助攝影者解決實際工作中一些技術上的疑難，進一步提高自己的業務水平。

本書適合於具有初步攝影知識的攝影工作者和攝影愛好者閱讀。

自序

新中國攝影事業的發展是非常迅速的，在國家大規模經濟建設時期，處處都離不開攝影，所以從事攝影工作的人員逐漸增多。在攝影上的一切基本常識都需要了解和提高，一切攝影上的問題也都需要解決，本書編寫的宗旨就是爲了滿足攝影工作者在這方面的要求，從而促進人民攝影事業的開展。

今天的攝影科學和技術門類繁多，本書所包含的，僅是普通應用的常識，內容不夠豐富；雖談些原理，也是比較淺近的，僅求與實用相結合。本書目的除注重普及一般攝影常識外，也可供研究者的參考。因爲攝影工作者熟悉業務的程度不齊，一本書不可能合乎每位讀者的要求，但本書的主要目的，還是以合乎大多數攝影工作者的要求爲標準。

此書因編寫時間倉卒，各方面考核不夠詳密，在內容上和解說上，漏誤之處恐不能免，希望讀者多賜指正，俟再版時，加以修改，使它真正成爲一本對攝影事業有用的書籍。

張印泉

目 錄

第一章 光學常識	5
第一節 光的性質	5
第二節 光的反射	7
第三節 光的折射	9
第四節 光的會聚和發散	10
第五節 光的色散	11
第六節 光的強度	12
第七節 光的損失	17
第八節 光的干涉、繞射、偏振和光電效應	19
第二章 鏡 頭	25
第一節 透鏡的性能	25
第二節 透鏡光行差（像差）	55
第三節 攝影鏡頭的種類	65
第四節 各種攝影鏡頭效能上的區別	70
第五節 對光時鏡頭全部伸縮與轉前鏡的區別	81
第六節 附屬鏡	83
第七節 鏡頭的保護	85
第八節 透鏡面加膜減少反光的原理及其效果	86
第三章 攝影機	93
第一節 攝影機的種類	93
第二節 攝影機的結構	98
第三節 攝影機的比較	117

第四節	攝影機的調整方法	119
第五節	攝影機的使用	123
第六節	攝影機的保護	129
第四章	感光片	131
第一節	軟片的組織	131
第二節	軟片種類及其用途	135
第三節	感光片的性能	141
第四節	軟片的類型	148
第五節	膠片的選擇	149
第六節	感光片的保存和使用注意事項	151
第五章	濾色鏡和偏振鏡	153
第一節	有色玻璃與光譜的關係	153
第二節	濾色鏡的區別	155
第三節	通過與吸收	158
第四節	濾色鏡的用途	161
第五節	濾色鏡的因數	168
第六節	濾色鏡各種缺點	172
第七節	濾色鏡的檢驗	173
第八節	偏振鏡的製法及其作用	174
第九節	偏振鏡的用法和效能	176
第十節	使用偏振鏡應注意的事項	181
第六章	攝影光源	182
第一節	人目對色感受的能力	182
第二節	光源與發光	183
第三節	光在攝影上的效果	201
第七章	感 光	206

第一節	感光的理論	206
第二節	感光上各種實用的原理	210
第三節	戶外各種不同的感光	218
第四節	室內攝影自然光的感光	226
第五節	燈光下及夜間各種感光	229
第六節	感光與照片色調的關係	235
第七節	測光表的使用	239
第八節	在感光上膠片增速法	245

第八章 負片的顯影和處理 248

第一節	顯影的作用	248
第二節	顯影化學品的種類及其性能	249
第三節	顯影液的配合及其性質	252
第四節	顯影作用的因素	253
第五節	負片密度和反差	254
第六節	顯影、停顯和堅膜液的配方	263
第七節	配液各項要點	271
第八節	顯影液的弊端	272
第九節	負片的定影	273
第十節	顯影與定影的處理	275
第十一節	水洗和晾乾	278
第十二節	減 薄	279
第十三節	加 厚	282
第十四節	負片去漬和漂白	285
第十五節	正片直接反轉沖洗法	286

第九章 印相與放大 289

第一節	正像與負像	289
第二節	感光紙的性質和種類	290
第三節	印 相	299

第四節 放 大	301
---------------	-----

第五節 照片的調色	322
-----------------	-----

第十章 彩色攝影325

第一節 色的性質	325
----------------	-----

第二節 加色法與減色法	328
-------------------	-----

第三節 彩色片的類型和性質	331
---------------------	-----

第四節 彩色片攝影的光源、色溫 and 濾色鏡	338
-------------------------------	-----

第五節 日光下和燈光下攝影與感光（反轉片）	348
-----------------------------	-----

第六節 反轉彩色片的顯影	360
--------------------	-----

第七節 彩色透明正片顏色的改正	368
-----------------------	-----

第八節 由彩色透明正片複製黑白照片和彩色照片	370
------------------------------	-----

第九節 彩色負片的攝照與顯影	377
----------------------	-----

第十節 由彩色負片製成彩色正片或照片	386
--------------------------	-----

第一章

光學常識

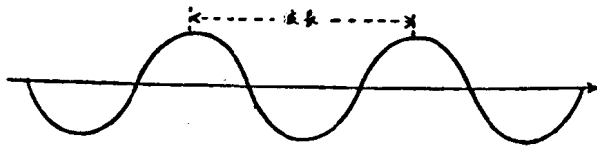
光學可分為幾何光學和物理光學兩項，在攝影上應用的大部分是幾何光學，如透鏡光學等，小部分是物理光學。本章所介紹的，都是和攝影有關的光學常識。

第一節 光的性質

現在光學上有兩種理論說明光的性質。一是波動理論，如反射、折射、干涉、繞射和偏振等等。二是量子（微粒）理論，說明愛克斯（X）反射線和光電效應等等。這兩種理論可同時應用，能將光的性質解釋清楚完備。

按照波動理論，光是一種電磁波，在以太介質中傳播，沿直線進行，速度極高，每秒約行進三十萬公里。

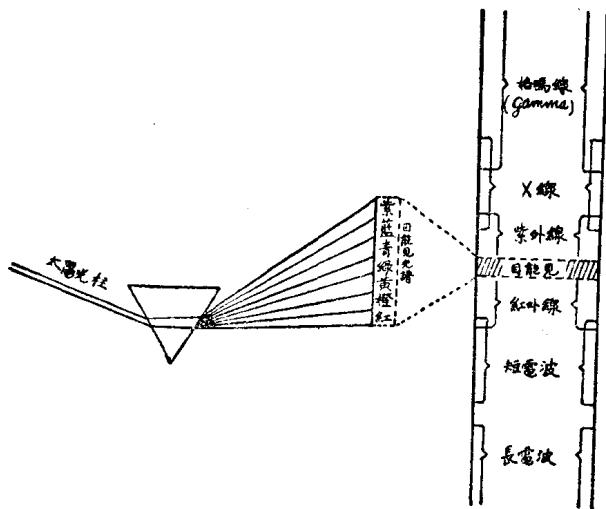
光波的波峯間的距離名為波長，如第1圖所示。量度波長有兩種單位：一是毫微米（簡寫為 $m\mu$ 等於一毫米百萬分之一），二是埃（簡寫為 $\text{\AA}$ 等於一毫米千萬分之一）。光波的長度極其微小，人目所能看見的，僅



第1圖 光波的波長

是由不同的波長表現不同的顏色。光譜中紅色光波比較長，紫色光波比較短。由 400 至 700 毫微米，是人目能看見的範圍，在全部的電磁波中，是非常小的一部分。紅色以上的輻射線名為紅外線，紫色以下的輻射線名為紫外線，這兩部分的輻射線人眼睛都看不見，但用攝影方法却能顯示，如第 2 乙圖。每個極短的振動波，就是光譜中單純的一色，假若是多數的振動波，那麼顏色較單振動波就不同了。所以光譜中各類顏色是逐漸改變的，不是截然分開的，因此人目在光譜中不能辨出單純的一色，或明確區別二色間的不同。光譜中大致是分成七色，在實際上顏色是很多的。

太陽的白光是紅、橙、黃、綠、青、藍、紫七色所組成，這七色中以紅、綠、藍三部分為原色，每個單色全有它一定的波長，因為三原色光相合、並強度相等所以成為白色。太陽白色光柱穿過三稜鏡後，就現出七色排列的光譜（人目能見的光譜），這可證明太陽的白光，是多種色光所構成的。如第 2 甲圖。



甲. 太陽白光穿過三稜鏡後
現出七色光譜

乙. 在全部波長範圍人目
能見的是極小一部分

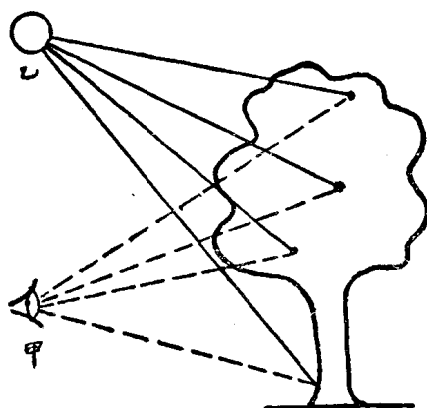
第 2 圖

第一表 色和波長的關係

色	波長 (毫微米 $m\mu$)
紫外.....	比 400 短的波長
紫.....	400—430
藍.....	430—460
青.....	460—490
綠.....	490—550
黃.....	550—590
橙.....	590—630
紅.....	630—700
紅外.....	比 700 長的波長

第二節 光的反射

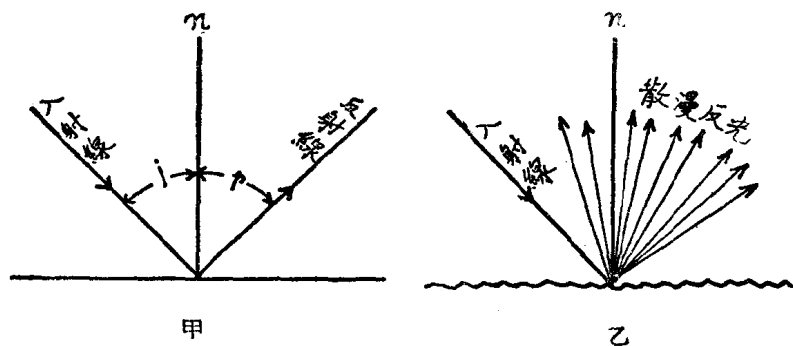
由光源發出的光線，投射到物體上，就發生反射光線。我們能見到物體的形態和顏色，也是因物體能反射光線的緣故。反射光量的多少，完全根據物體表面反射能力的大小，極高度磨光物面或極淡白色的物體，比粗糙面或黑暗色物體，反射的光量多。



第 3 圖

物體上能顯出顏色，第一須有光線投射其上，第二須有反射光線達到眼睛。譬如白色光線射在紅色物體上，他色光線被它吸收，所反射的僅是紅色，所以我們看見的也是紅色。白色物體能反射全部光線，所以視之為白色。黑色物體能吸收全部光線，所以視之為黑色。第3圖甲為人目能見的樹上所反射的光線，各種顏色能分別清楚。乙是太陽光源，其光投射到樹葉和樹幹上，樹葉中葉綠素，能吸收其他色光線僅反射綠色；樹幹也能吸收其他色光線，僅反射棕色，所以我們眼睛見到的是綠色的樹葉和棕色的樹幹。

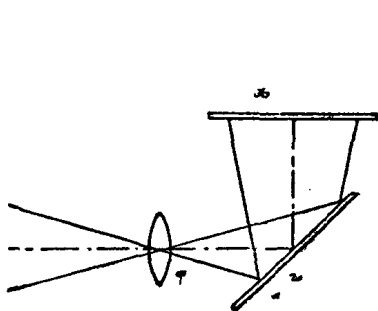
光線投射到磨光平面物體上，就生出反射光線，與物面垂直的是法線(n)，入射線與法線的角度和反射線的角度是相等的，這就是光線反射的定律。但是光線投射到粗糙物面上就發生分散現象，所反射的是散漫光線，這名為散射线，如第4甲、乙兩圖。



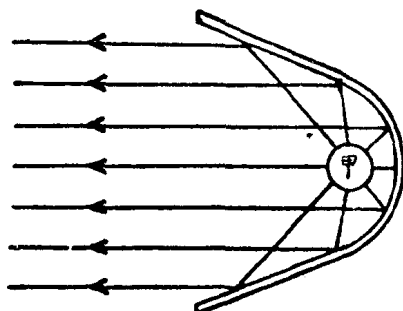
第 4 圖

光耀面的鍍銀玻璃反射力最強，能反射光線百分之九十以上，如反光攝影機中的反光鏡。第5圖中，外界物體光線通過透鏡達到反光鏡乙上，再反射到成像磨沙玻璃丙上，可看見頗為明朗清晰的影像，就是利用光線反射的作用。許多攝影燈和探照燈，也是利用弧形光亮面的反光罩，將光源的強烈光線，都反射出去以增加照度。如第6圖。

在攝影上所利用的，除直接攝照光源外，可以說全部都是反射光線，就是從光源的光線射在物體上，再由物體上將光線反射出而達到鏡箱中。



第 5 圖



第 6 圖

所以物面的明暗，顏色的深淺和四週反射光線的多少，對於攝影的感光很有關係。

第三節 光的折射

光是沿着直線進行的，不遇到阻礙，不改變它原來的方向。光不但在空氣中能行進，在透明物體中也依然行進，不過透明物體的密度比空氣大，所以光的行進速度要減低。當入射線與物面不垂直時，原來的直進的方向也有些改變，這名為偏向。偏向就是光的折射，折射角度的大小可以表示折射率的高低。密度愈大的介質其折射率愈高，如水的密度比空氣大（空氣折射率一般皆定為 1），其折射率約為 1.33，普通玻璃的密度比空氣更大，其折射率約為 1.52。因為光在空氣中比在透明物體中速度高，所以各種透明介質的折射率，就是光在空氣中速度和在透明物體（如玻璃等）中速度的比率，也是入射角正弦與折射角正弦的比率，其計算如下：

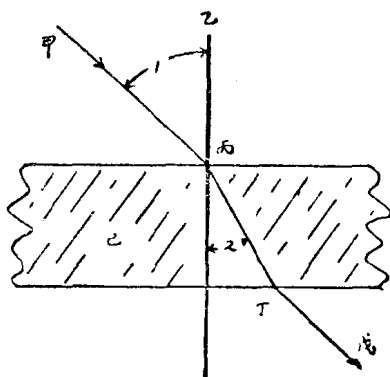
$$\text{折射率} = \frac{\text{光在空氣中速度}}{\text{光在透明介質中速度}} \quad \text{折射率} = \frac{\text{入射角正弦}}{\text{折射角正弦}}$$

舉例：光在自由空間速度每秒是 300,000 公里，如穿入玻璃中降低為 200,000 公里，那麼這介質的折射率是 $300,000/200,000 = 1.5$ 。若入射角是 40 度，折射角是 25 度，其折射率是 $\frac{\text{正弦} \cdot 643}{\text{正弦} \cdot 423} = 1.52$ 。

用空氣折射率（1）乘入射角正弦，和用玻璃折射率乘折射角正弦，

其數字相等●。

光線由空氣通過透明物體時，在中間改變了方向和角度，這個角名爲折射角，但是通過透明物體達到空氣後，其折射角又變，和入射線的角度相等與入射線平行。這就是光的折射定律。第7圖中的己爲密度厚的玻璃，甲是入射線，1是入射角。丙丁是經過玻璃的折射線，2是折射角。其角度比1角爲小，但再到空氣層時，它的折射角又變成和入射角相等。

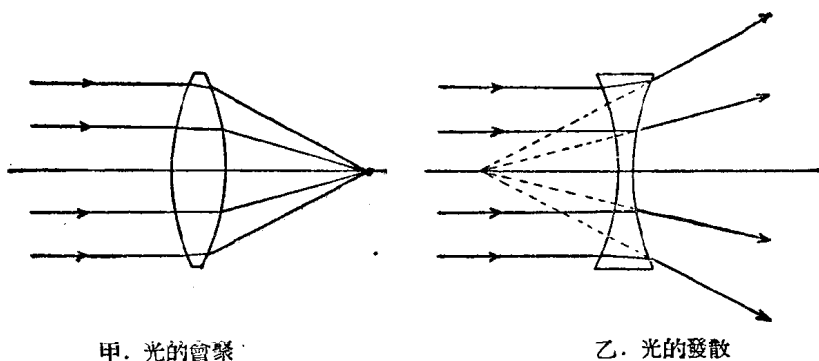


第 7 圖

第四節 光的會聚和發散

外面物體的平行光線，通過球形凸面透鏡後，都向主軸折射，而形成小光點的焦點，稱爲光的會聚。我們攝影用的鏡頭因爲有會聚光線能力，才能夠結成清晰的影像。外面光點的光線通過球形凹面透鏡時，全向主軸以外的方向折射，不能集成焦點，稱爲光的發散。如第8甲、乙兩圖。會聚和發散都是光穿過凹凸不同的球面透明介質向主軸和向主軸外折射的現象。

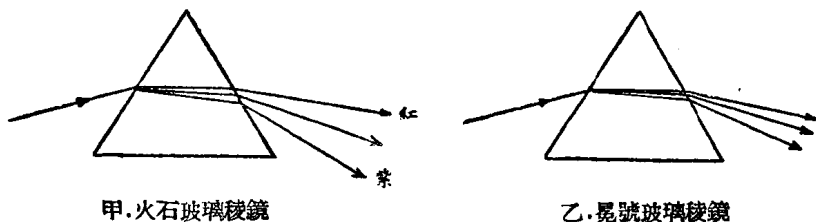
● 當一條光線從一介質入射於另一介質，其行進方向若有偏折，兩個介質的折射率不相等。入射角正弦和折射角正弦之比等於常數，與兩個折射系數之比相同，這是第一介質對第二介質的折射率。由密度小穿入密度大介質的光線，因向法線方面偏折，所以其折射角比入射角小；若將光線倒轉過來，從密度大向密度小的介質穿入，其偏折的趨向相反，所以其折射角比入射角大。



第 8 圖

第五節 光的色散

光的色散和發散不同，第9圖為說明白光穿過稜鏡或透鏡後顏色的散開。上面已經談過，太陽白光是多色組合而成的，通過三稜鏡後，就現出七色的光譜，這光譜就是色散的結果。七色光線在空氣中行進，其速度是一律的，但穿入玻璃時，紫藍光波短而速度較慢，其偏向角大；紅橙光波長而速度較快，其偏向角小。但玻璃因性質不同，對於色光散開的程度也有區別。如第9圖所示，甲圖稜鏡原質是火石玻璃，乙圖是冕號玻璃，兩種相較其色散能力顯有不同，火石玻璃對於色散的面積較寬。所以攝影鏡頭的凹鏡皆用火石玻璃，因其富於發散作用；凸鏡皆用冕號玻璃，因其富於會聚作用。消色差透鏡，皆用此二種色散能力不同的玻璃，使其結合後能互相抵消而得到平衡，消除其色散缺點。



第 9 圖

玻璃對於白光中所含各種顏色散開程度的大小，是根據藍光和紅光折射率的差數。如光學玻璃中矽酸鹽重火石玻璃其折射後的色散，藍色光折射系數是 1.6528，紅色光折射系數是 1.6129，差數是 0.0399。輕冕號玻璃其折射後的色散，藍色光折射系數是 1.5232，紅色光折射系數是 1.5049，差數是 0.0183，這藍、紅兩端相差的數字，就是色散的程度。由此可知，一般折射系數愈高的玻璃，對於顏色散開的程度愈大（耶拿新光學玻璃，折射系數高而色散程度小，是特種的鎮冕玻璃）。我們用的攝影鏡頭，都是複式的，裏面包含着各種對於色散力不同的凹凸透鏡，主要的目的除校正其他缺點外，還要校正色差，色差的生成，完全是玻璃對白色光線有色散的能力，其現象當於鏡頭章中說明。

白光穿過稜鏡和透鏡，各色光線折射系數都不一致，一般說某種玻璃的折射率，都指某一單色光線（普通皆指黃色光線）。因此每種性質的光學玻璃都有它固定的色散力。色散力可用下列公式求出。

$$\text{色散力} = \frac{\text{藍光折射率} - \text{紅光折射率}}{\text{黃光折射率} - 1}$$

舉例：矽酸鹽火石玻璃的折射系數，紅 = 1.613，黃 = 1.620，藍 = 1.632。

$$\text{色散力} = \frac{1.632 - 1.613}{1.620 - 1} = 0.031 \text{ (火石玻璃)}$$

矽酸鹽冕號玻璃的折射系數，紅 = 1.504，黃 = 1.508，藍 = 1.513。

$$\text{色散力} = \frac{1.513 - 1.504}{1.508 - 1} = 0.018 \text{ (冕號玻璃)}$$

根據兩種玻璃的色散力，配合凸、凹透鏡適當的焦距，可製出單個消色差透鏡。

第六節 光的強度

光度的強弱於攝影上有直接關係，因為攝影感光物必須有光達到上面才能起變化，光度的高低直接影響進入透鏡光量的多少，因之在感光時間上也就不同。