

威克菲 著

镜头和快门

中国电影出版社



鏡 头 和 快 門

(英国)乔治·威克菲 著

沈叔玉 合譯
沈觀光
張印泉 校

中国電影出版社

1957·北京

鏡 头 和 快 門

(英) 乔治·威克菲著

沈叔玉 合譯

沈觀光

張印泉 校

*

中国电影出版社出版

(北京西單舍飯寺12号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第089号

北京外文印刷厂印刷 新华書店发行

*

開本7 87×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ • 印張2 $\frac{3}{16}$ • 插頁4 • 字數58,000

1957年8月第1版

1957年8月北京第1次印刷

印數1—11,500册 定價(10) 0.40元

統一書號: 15261·18

GEORGE L. WAKEFIELD
YOUR CAMERA AND SHUTTER
THE FOUNTAIN PRESS, LONDON

*

本書根据英国倫敦芳敦出版社 1950 年版譯出

内 容 說 明

本書根据光学基本原理，通俗地介绍了各种照象机镜头与快門的構造原理和作用，并結合攝影实践，分別叙述了使用和計算方法。为了便于讀者理解，重要地方都加上插图，或另附照片。对于攝影工作者、业余攝影爱好者以及初学者來說，具有相当的参考价值。

全書共分七章，除第六章專門叙述快門的知識外，其余六章所講的都是镜头方面的知識。

照象机最重要的部分就是镜头与快門，而过去在这方面供攝影工作者和爱好者参考的專門性的書籍几乎沒有。本書部分章节原系新华社攝影部譯出用作学习材料的，現經他們全部譯出，交由本社出版，以供应广大攝影工作者和爱好者的需要。

引 言

鏡頭和快門對於攝影家而言頗為重要，有如鑿子之于雕刻家或筆之于畫家一般。如欲獲得優良的照片，則必須對鏡頭和快門的作用及其局限性具有透徹的知識。本書旨在提供此種知識，而不深入涉及幾何光學；同時也極力設法澄清關於鏡頭性能的一般誤解。

可能在盡量簡化某些結象原理時有些小的錯誤，但著者認為嚴格精確的定義，有時反不如簡明清晰的譬喻易於使人領悟。

本書在“快門”一章中敘述的比同類書籍詳盡些，這是由於多數攝影家對於快門的作用甚至連模糊的概念都不具備，同時也不知道怎樣使用快門才能保持它的效率。

書中的綫圖是幫助讀者理解那些用文字難以說明的主要論點；所附的照片，則打算提供給讀者應用於實用攝影中構成影象的某些原理。

著者承蒙曼徹斯特技術學院物理系教授哈格里夫博士惠予校閱稿樣以及提出許多寶貴意見，在這裡深致感謝之意。

喬治·威克菲

目 录

引言	
第一章 光的作用	(1)
波长——光波的特性——反射定律——折射定律—— 棱镜的折射——光的色散——光的繞射	
第二章 單透鏡以及它对光綫的作用	(7)
針孔照象机——分散圈——清晰度——單透鏡——不 同类型的單透鏡——透鏡的主軸——焦距——一个实 驗——無限远——聚焦——焦深——景深——超焦距 ——主点——镜头焦距的求法——鏡后焦点——負透 鏡	
第三章 照象机的鏡頭	(20)
复鏡頭——光圈—— f 系数——有效口径—— f 系数 与曝光——照盖力——視角——最大光圈——更換鏡 头——鏡頭的校正——透視——焦距与景深——焦距 与影象的大小——望远鏡頭	
第四章 鏡頭的使用	(29)
装鏡頭——灰尘所引起的后果——鏡頭的清潔工作 ——鏡面上凝有水点的問題——鏡頭的拆卸——鏡頭 眩光——加膜鏡頭——聚焦——聚焦的輔助器——聚 焦标尺——聚焦不准的原因——检查照象机的焦点 ——附加透鏡——負附加透鏡	
第五章 鏡頭的缺陷	(39)
球面差——色差——放大鏡頭——彗形差——象場弯 曲——象散現象——畸变——鏡頭的設計——光綫的 散射——不均匀的照明	

第六章 照象机的快門(45)

旋轉快門——單叶快門——多叶快門——上弦快門和
自動上弦快門——快門的效率——高速度快門的效率
——機械效率——快門的保護——快門的修理——潤
滑油和快門——捲帘快門——焦點平面快門——捲帘
行走的時間——畸變——捲帘的加速度——焦面快門
的效率——自動上蓋快門——檢查快門的速度——使
用氬光的測驗

第七章 鏡頭的基本數學計算(58)

透鏡的基本公式——計算超焦距的公式——景深的計
算——聚焦距離——象和物體大小的比例——共軛點
——焦外距離——兩個鏡頭的組合焦距

第一章

光 的 作 用

光是从发光物体以波动的形式放射出来的能。这种通用的简短定义是初級物理教科書中所常見的，对于攝影家也够用了，因为他所更关心的在于光的作用而不在于光为何物。光从光源辐射出来时，往往可以和一块石头抛入水池时所引起的扰动相比，从冲击点向外发展的同心圈的波紋，和光的波动正相仿佛。

光是由于物体受到高热而产生的。火箭插入火中不久就会烧成暗紅，再过一时它更紅更亮了，到了最后又变为我們所謂的“白熾”，若在暗室之中它就会发出大量的光。电灯的灯絲由于电流的通过可以达到高温，它所发出来的光比燒紅的火箭所发的更多得多。

波 长 研究任何形态的波动，最好要知道辐射的波长。假如要在收音机上寻找某一指定的电台，我們就要去查明那电台播送时所用電波的波长，然后再把指針按照这波长撥准。任何波长都是两个鄰接波峰（或波腹）之間的距离，或是两个鄰接波上同位点之間的距离。（图1）

广播電波的波长是长到可以用公尺来量的，一公尺的波长就算短波了。光的波长是短到只能用微小的單位才能量——通常是恩格斯特洛姆單位（Angstrom Units简称“埃”），只有一毫米的一千万分之一。此外还有專用于光波的其他波长單位。光的波长是与攝影术有重大关系的，因为它可以測定光的顏色。人們目力所能見的光譜，其波长由4000埃到7000埃。

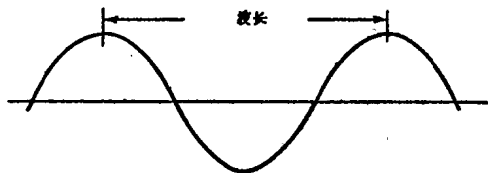


图1

光波的特性 光波在真空間进行的速度極高——每秒鐘有十八万六千英里。在大气中它进行得稍慢，到水里或玻璃里还要更慢。在性質純一

的介質中光走的是直綫——這從攝影家的觀點來說是一個重大的特點。這種特點從研究日光下物體的投影就很容易看出它的正確性。

比方說，我們以電燈的燈絲作為光源來研究，這光源上的每一點都是向四面八方放光（圖二）。光在進行中所走的直綫，差不多一向都被稱為“光綫”，這可能給人一種印象，認為光是以無數細微綫條的形態放射出來的。這種說法並不正確，但是光綫這個名詞用以說明朝着一定方向移動的光卻是很有用的，為了便利起見，這本書中還是採用這個名詞。應該牢牢地記住一個重要的原理：從光源上的每一點所發出來的光都是向四面八方直綫進行的，因為它可以使人明確地了解光在不同的情況下所起的作用。

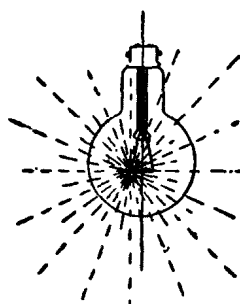


圖 2

光照到物體的時候，可以有種種的情形出現。它可能自由地穿過這個物體，在這種情形之下，這個物體就稱為透明體；它也可能根本穿不過去，這樣的物體就稱為不透明體。有時光碰到了物體的表面重又迸跳出來，這就是反射。如果這物體是一面鏡子，差不多所有的光都會反射出來。所有這些現象都是日常生活中所習見的，因為太熟悉了，它們也就被認為是當然的，而且很少有人企圖把這些現象加以精確的分析。

反射定律 光從磨光的金屬平面“迸跳”出來的時候，它也是遵守球形物體撞到堅硬平面時同樣的規律。如果一個球從上面墜在水平的平面上，它會垂直地向着來處跳回。如果斜擲過去而撞到平面時有一個角度，它就將要向着來處的對方跳去。圖三所說明的就是這簡單的反射定律：在光滑的平面上反射角和入射角相等，而入射綫和反射綫以及法綫都在同一平面上。必須注意，入射角和反射角都是從入射點上垂直於平面的直綫計量的。這條垂直綫就叫做“法綫”。遇到曲面時，這法綫就是經過曲率中心與入射點的直綫。

光從光滑的物面反射出來名為“鏡面”反射。因為物面勻淨，它所反射的光綫都保持着和原來同樣的相對地位，因而可以看見物體的清晰影像。鏡子的好處就在於此。粗糙的物面也會反光，例如白紙就是有效

的反光体，不过它的作用和鏡子不同，因为它的平面不是光滑勻淨的。图 4 是鏡面和光滑白紙反射情况的截面图。鏡面上反射綫的整齐規則是显而易見的；紙面或类似的未經磨光的物面上反射綫的杂乱無章，其原因是因为光綫投射到紙面或物面时，与紙面構成的角度彼此不同，差不多任何角度都有。虽然这些反射綫还是遵守着反射定律，但所反射的光綫却是分散开来各种方向都有的。这种反射就叫作“漫射”。由于“漫射”

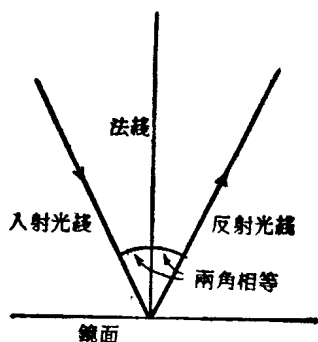


图 3

才使我們能看到周圍的一切物体。每一个物体都会反射一些光綫，甚至黑絨这种东西也是有反光的，而且多数的物体也会反射相当大量的光綫。

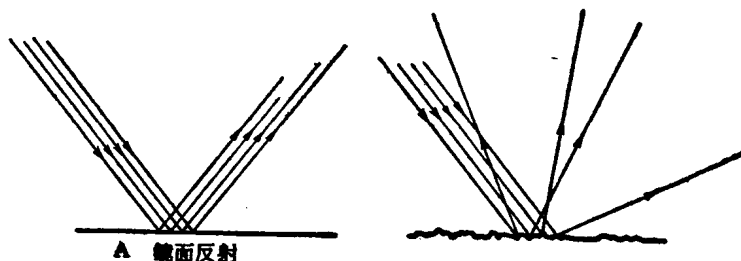


图 4

漫反射的表面和光源一样，在它的每一点上都会向四面八方散射光綫。在明亮的室内的地板上放上一張白紙，从室内任何地方都能很清楚地看得見這張白紙，从这一点就可以証实。当然这是指看者和白紙之間沒有不透明的障礙而言。上漆的木料这一类的物質，会兼有鏡面反射和漫反射。涂腊的光滑面稍有鏡子的作用可以照出影象，但是透过表面层的光綫又被下面的木料漫反射出来。

必須記住，光在玻璃中行進比較在空气中慢，这种速度的差別就产生了一种有趣的現象，若沒有这种現象透鏡就不能够映射出影象了。光綫

在空气中行进每秒钟是十八万六千英里，如遇到一块玻璃，速度就会下降为原来速度的三分之二(折射率 1.5)。等到穿过玻璃重新进入大气，它又会恢复到它原来的速度。

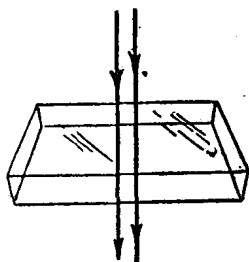


图 5 甲

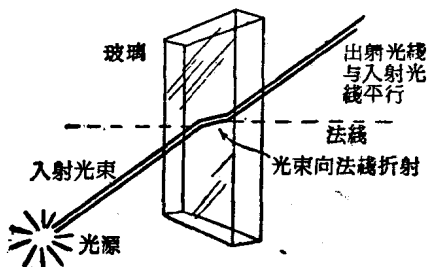


图 5 乙

折射定律 在图 5 甲中可以看出，光束进入玻璃和玻璃的平面垂直时的情况。因为光束的前部与玻璃平面正交，光束每一部分的速度进入玻璃都是同时降低的。光束在玻璃中行进并无曲折。到了玻璃的后一面——与前面的平面是平行的——光束仍是与后边的平面正交。光束穿过了玻璃离开后边的平面就恢复了原来在空气中的速度。光的整个路程是一条直线。

图 5 乙所示则是一个极不相同的情况。

这次光束射到玻璃前面的平面时有了角度。光束下缘首先接触到平面，速度的减低要比上缘早一秒鐘的几分之几。汽车在行驶中要斜过胶泥沼泽的时候也会发生同样的情形。光束速度上快下慢因而方向甩向法线，也和汽车速度左快右慢时方向甩向法线一样。光线转了方向也就是折射了。到了玻璃后边的平面，光束的下缘首先放出而恢复了原来的速度，于是方向又离开法线甩去。如果玻璃两面是平行的，如图 5 乙，出去的光束所走的路线和未进玻璃以前也是平行的。光束的方向并没有改变，只是中间由于玻璃的作用而折扭了一下。

棱镜的折射 从图 6 可以看出，三棱镜实际上是改变光束方向的。在三棱镜的前一面，光的折射和在两面平行的玻璃上折射是一样的，但是到了三棱镜第二面时，光束上缘首先离开玻璃，于是光束就向着底面折射了。



图 6

折射綫的途徑是可以預先約略猜出的，如果我們記住：从密度小的介質进入密度較大的介質（如从空气进入玻璃），光綫弯向法綫折射，从密度大的介質进

入密度小的介質（如从玻璃进入空气），光綫弯离法綫折射。在兩种介質交界之处，折射角度的大小与下列三項有关：

1. 入射角
2. 光的波长
3. 兩种介質之間的密度差

入射角越大，折射角也越大，只要參閱第 5 图就可以証实。短波的光总比长波的光折射較大，这一特点从設計透鏡的观点看来是不方便的。兩种介質密度之差越大，折射的角度也越大。以对空气的“折射率”来说明某一介質折射性的强弱是便利的。解釋“折射率”的定义为何并没有甚么意思，因为講求实际的攝影家是从来没有机会要用它的，不过，在一定的情况之下，介質的折射率越高折射角度就越大这个定理是值得記住的。和光的反射一样，所有折射角度都是从法綫量算的。

光的色散 图 6 所示的三棱鏡折光，只能适用于某一种波长的光。如果是白光，就如图 7 所示，因为白光是由全部不同波长的可見光所組成的。折射出来的光束投射在白色的平面上就会呈現出一条杂色的帶子，最下是紫色，中間具备虹霓中的各色，最上端是紅色。这条杂色的帶子事实上是人为的虹，也就是“光譜”。这光譜是由于不同波长的光折射不同而产生的。短波的光（約有 4,000 埃）偏向最大，刺激到眼睛就产生紫色的感觉。长波的光（約为 7,000 埃）偏向最小，呈現出紅色。所有其余

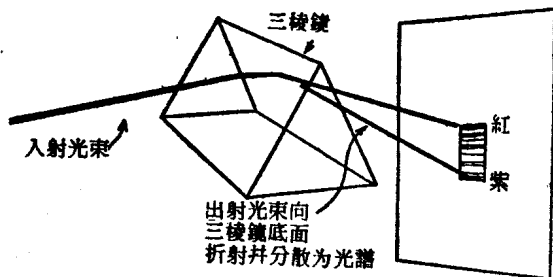


图 7

的顏色都是從中間的各種不同長短的光波所引起的，波長5,500埃的光是綠色的。真正的白光是從波長4,000埃至7,000埃之間的所有等量能的組合，而三稜鏡就能夠把各種顏色散開，並把它們按照光波的長短依次排列出來。

我們所說的光，只是同樣性質的輻射綫中極小一段的光波。可見光譜所占的領域在所有的電磁波體系之中說起來是微不足道的，不過它有獨具的特性，能刺激視覺器官，因而在腦中引起光的感覺。當然，它也有力量能使照象乳劑受到感應。

在可見光譜的界限之外還有紫外光，這紫外光對於眼睛雖無影響，但能在照象乳劑上引起強烈的感應，而且日光里和某些人工的照明里它都存在的。另外又有一種紅外光也是看不見的，但是日光和人工照明中也都含有此種射綫。一般說來，照象乳劑是不感紅外光的，但若加用特製感光染色乳劑也能使乳劑起反應，不過這只是用於特殊部門的攝影。圖8表示不同波長的色光和紫外光紅外光在光譜上的位置。

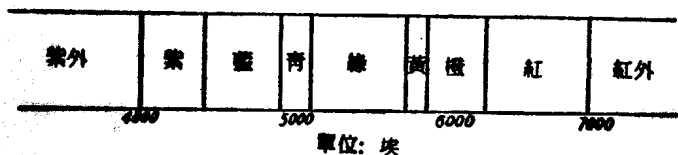


圖 8

不同性質的玻璃的折射能力，與它們的色散能力並無直接關係，這的確是一種很有趣的事。幾種光學玻璃可能折射率相同而具有不同的色散能力。在設計攝影所用的鏡頭中，精選玻璃是一項極複雜的工作。

光的繞射 (又名衍射) 再談到光的特性，還有一種現象稱為“繞射作用”也是有趣的。光綫經過物體邊緣的時候會不走直綫而發生偏轉。我們如果想象到水龍帶噴射出來的水擦到花園椅背邊緣會發生偏轉時，那麼，腦際就會浮現一個當光綫擦過類似的邊緣時同樣也會發生偏向的明確印象。這種作用，一般地在攝影中並無多大影響，然而也有時是重要的，例如使用針孔投射影象時和使用裝有極小光圈的鏡頭時，繞射都有影響。

第二章

單透鏡以及它对光綫的作用

針孔照象机 要在照象机中結成影象并不一定非用鏡頭不可，一个針孔就行。針孔效率实际上虽然并不高，不过研究針孔的作用，确是有助于更清楚地了解鏡頭的性能，和在成象中所涉及的簡易几何学。图9所示是一个簡單針孔照象机，在它的前方是一个太阳照耀下的物体。按照散射定律，这物体上的每一点都在直綫地向四面八方反射光綫。試以A点作为典型來說，从这一点就有無數的光綫向着四面八方射出；有些光綫必定会射及照象机的前面，也有一小束的光綫必然地会进入針孔，而在照象机的后背結成一块極小的圓形光斑。为便于說明起見，我們假定这个后背是一个白色的幕。这照象机上的洞眼虽然叫做針孔，但它應該小到象極細的針所戳的孔那样才好。

物体基座上的B点也会反射一小束的光綫穿过針孔，而在背幕上投射一片極小的光。同样地，物体上每一点——A和B不过只是其中的兩点——都將把它自己那部分的光反射入針孔，而在背幕上結成小片的光斑。这些光斑

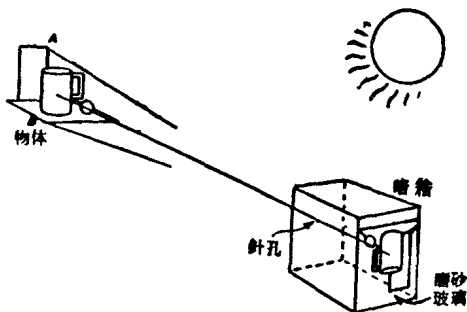


图9

的明暗，因物体上的不同部分反射力的大小而有所不同。由此可見，影象就是無數小片圓形光斑所結成的。这些光斑非常的小，它們小得几乎成为真正的点。針孔照象机的几何学說明了影象上下倒置和左右相反的理由。若將磨砂玻璃換为感光干板或胶片，就可成为負片。用針孔照象机作些感光試驗，老实說，也是十分有趣的。

分散圈 为甚么不經常地使用針孔照象呢？針孔虽然可以成象，但它还有許多的缺点，有一种缺点在图10中就可以看到。当我们考虑到物体上的一点时，我們的意思是指一个極其微小的面积，但是無論我們的針孔如何地小，它比物体上任何一点还是大得很多。为了显示它的影

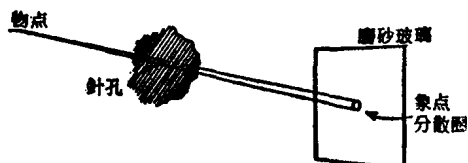


图 10

响，这种情况在这示意图中曾經加以夸大。我們可以看出，从物体的一点射进来的光斑实在就是一个光錐的底，圓錐的尖端就是物体上的

那一点，圓錐底的面积則是由針孔大小决定的。背幕上的光斑要比針孔較大，而它的正确尺寸也是可以計算的。这种現象的重要性，就是物体上的每一点都要在影象上映成一片小圓光斑——如果針孔本身很小，但比原点要大得多。因此我們所得的不是無數紧密鄰接的光点所結成的理想影象，而是互相交叠的圓光斑所产生的象界不清的影象(图11)。此种圓形光斑就叫做“分散圈”。如果能使这些分散圈保持得很小，假定直徑在0.01吋以下的話，影象的清晰度还算看得过去，因为在正常的視距为十吋至十四吋之間时，目力可以把这些圓光斑視同小点。

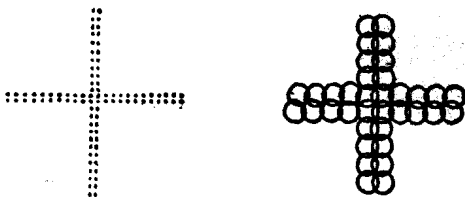


图 11

清晰度 要使針孔影

象尽可能地清晰，針孔一定要小，但是又不能太小，因为太小了就会产生繞射，其結果就使影象的清晰度降低。不幸的是，即便使用大的針孔，它所放进来的仍然只是小量的光，因而虽用高速度的乳剂，感光時間还是长的——普通快照更談不到了。我們面临的是兩不相容的矛盾：我們需要小針孔，目的在于使影象有看得过去的清晰度；但又需要大的針孔，为了可使感光時間縮短。因此針孔照象机只能在試驗上才能引起兴趣。

然而針孔也不是沒有它的优点的。例如：物体無論远近，影象都是同样清晰，感光乳剂距离針孔远近都不会使清晰度有显著的改变。

有人会想到为了增进针孔的效用,是否可以多开几个针孔?要知道,每一针孔各有它的影象,针孔一多影象会互相交错重叠的(图12)。

图13所示的是一种比较可行的办法。用三个针孔,一个在一个之上,再在两个针孔上安置小三棱镜,使所结成的三个影象彼此重合,其结果成为一个影象,但亮度是一个单独影象的三倍,而且清晰度并无损失。依据折射率和顶角的关系,选择适当的棱镜并且各按适当的位置来装置,当然不是简单的事,不过是可以做得到的。

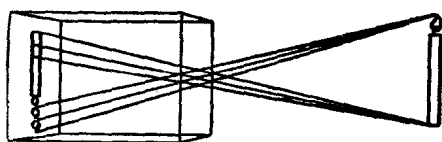


图 12

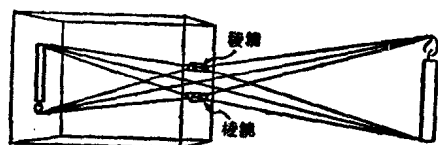


图 13

这方法可以接连不断地继续进行,多开针孔多装棱镜,直到后来这无数的针孔集成一个大孔而许多的棱镜合成整块的玻璃,截面就象图14所示的一样。若是这些

棱镜斜面都是无限的小,那末截面就有如图15所示,于是我们就得到一个单透镜。

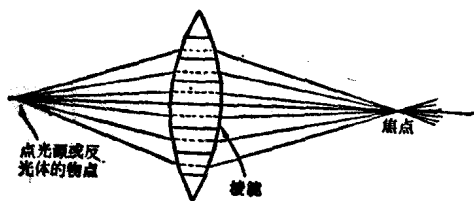


图 14



图 15

单透镜 上面那样的透镜,和看书的放大镜上的透镜一样,它和高价的照象机透镜遵守同样的光学定律,详细地去研究它怎样结象也是很有趣味的。举一个最简单的例子,我们假设有一个点状光源离开一个透

鏡有若干距離，如图16。光源中的一部分光綫照到透鏡，因为透鏡是透明的，光又会从中穿过。在穿行的过程中，这些光綫都要折射而会聚于一点，这会聚点就叫作焦点。如果用一块硬的白紙片置于焦点上，就会映出一个明朗而清晰的光点影象。这个影象比用針孔所映出来的要明亮得多，因为透鏡大于針孔，所通过的光量比較多。

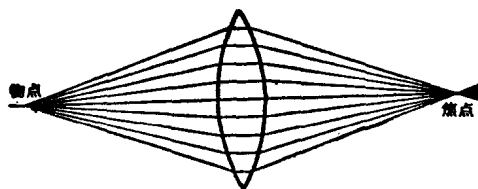


图 16

現在我們再假定有一个物体距透鏡有若干距离，它也会在鏡后的背幕上結成影象，和針孔所映的一样，不过明亮程度不知要大多少倍（图17）。物体上面的

每一点都有一尖錐反射到透鏡的表面上，这部分光綫經過透鏡后，形成一会聚光柱，最后又会聚于一点。要紧的是，我們必須認識到影象上的每一点都是从整个透鏡上进来的光所結成的。若是把不透明的紙块貼在透鏡某处，影象上并不会产生影子而使得影象某一部分模糊。整个影象上只是光度稍差，但仍是完整的。

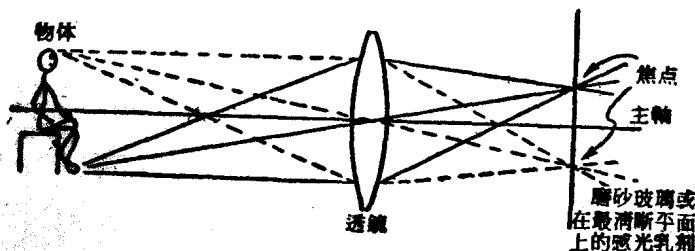


图 17

不同类型的單透鏡 在更詳細地研討成象的多种情况之前，我們必須对于透鏡本身有更多的認識。透鏡可以解釋为透明介質（通常是玻璃）的一部。介質有兩個曲面都是球面的一部分。透鏡可以有的一面是平的，但是光学家喜于把这平面看作是半徑無穷大的球面的一部。如果透鏡可以有三种的鏡面，平面、凸面和凹面，我們就可以有六种类型的單透鏡，截面如图18所示。这些透鏡可以分为兩大类。左方三种是正鏡又名会