

黑白摄影技术

(修订本)

中国人民大学新闻系
摄影教研室



21.661
2612

黑白摄影技术

(修订本)

中国人民大学新闻系摄影教研室

中国人民大学出版社

黑白摄影技术
(修订本)

中国人民大学新闻系
摄影教研室

中国人民大学出版社出版发行
(北京西郊海淀路39号)
北京北郊华生印刷厂排版
外文印刷厂印刷
新华书店经销

开本: 850×1168毫米32开 印张: 6.25
1987年11月第1版 1987年11月第1次印刷
字数: 150 000 册数: 5 001—20 000

ISBN 7-300-00202-1

J·2 定价: 1.50元

修 订 版 说 明

本书1980年出版后，曾重印。由于原书内容已不能充分反映摄影技术的新发展，因此我们对全书进行了修订。

本书经集体讨论，分头执笔。各章执笔人如下：第一、二、三章肖绪珊；第四、六章马运增；第五、七、八章徐国兴。书中部分照片是由孔繁根拍摄的。

新闻摄影是新闻系的必修课程，目的在于使学生初步掌握摄影技术的基本知识以及从事新闻摄影采访和编辑工作的能力。此书仅包括本课程的黑白摄影技术内容。

摄影技术发展日新月异，书中不足之处在所难免，希望能得到广大读者的批评和指正。

新闻摄影教研室

1987年6月

目 录

第一章 照相机	(1)
第一节 照相机的结构	(1)
第二节 照相机的类型	(24)
第三节 照相机的附件	(27)
第四节 使用照相机的基本常识	(28)
第二章 黑白感光片	(31)
第一节 感光片的构成	(31)
第二节 感光片的类型	(34)
第三节 感光片的主要性能	(36)
第四节 感光片的选用与保存	(45)
第三章 摄影曝光	(49)
第一节 曝光原理	(49)
第二节 影响感光的各种因素	(52)
第三节 室内自然光摄影	(59)
第四节 高速动体摄影	(63)
第五节 测光表	(68)
第四章 景深	(75)
第一节 景深与分散圈	(75)
第二节 决定景深范围的因素	(78)
第三节 景深表及其应用	(85)
第四节 超焦距	(90)
第五节 景深的选择	(95)

第五章 滤光镜.....	(97)
第一节 滤光镜的原理.....	(97)
第二节 滤光镜的因数.....	(99)
第三节 滤光镜的功用.....	(102)
第四节 其它用途的滤光镜.....	(109)
第六章 人造光摄影.....	(113)
第一节 灯光摄影.....	(113)
第二节 闪光灯与闪光连动.....	(117)
第三节 闪光摄影的感光.....	(125)
第四节 闪光灯的使用方法.....	(130)
第七章 感光片的冲洗.....	(140)
第一节 显影原理与显影液的成分.....	(140)
第二节 显影液的配制与配方.....	(146)
第三节 显影方法.....	(150)
第四节 显影效果的控制.....	(155)
第五节 显影后的处理.....	(161)
第六节 负片的鉴别.....	(165)
第七节 负片的加工与保存.....	(167)
第八章 印相与放大.....	(173)
第一节 感光纸.....	(173)
第二节 印相.....	(176)
第三节 放大.....	(182)

第一章 照相机

照相机的种类繁多。它们的构造有的复杂、有的简单。但不管哪一种相机，它们的基本结构是一样的，都包括镜头、快门、取景、测距、卷片、暗箱和机身等几个主要部分。

第一节 照相机的结构

一、镜头

人们习惯于把照相机的镜头比作人的眼睛。因为人眼能见到外界万物，全凭眼球水晶体在网膜上结成了影象，而照相机能摄影成象，也主要靠镜头将被摄体结成影象投在感光片上。镜头装设在暗箱的前端，有固定的和可以拆卸的两种。

1. 镜头的构造

镜头都是由透镜构成，透镜又分凹透镜和凸透镜两种。凹透镜中心部分薄，边缘部分厚，它只能发散光线，不能成象。凸透镜中心部分厚，边缘部分薄，它有会聚光线的能力，用其制作镜头，即能成象。如图1.1，透镜左边的光亮点所散开的光线，通

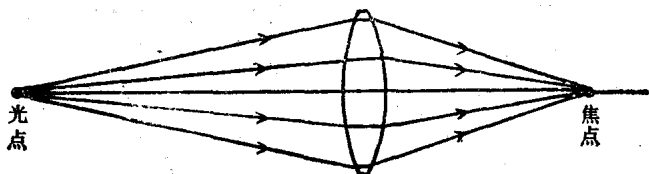


图1.1 凸透镜有会聚光线的作用

过透镜后，就向主轴折射而结成很清晰的小光点，这个小光点即为左边光亮点的焦点。

照相机的镜头，大部分是由许多凸、凹单透镜组合成的复式透镜，在复式透镜中的凹透镜主要用于校正镜头在成象上的各种象差缺点。因此，今天的照相镜头已从早期的单片弯月形透镜发展到近十片甚至十几片透镜组成。在适应普通摄影的镜头中，有对称型结构，见图1.2、和非对称型结构，见图1.3。这种镜头已能较好地校正球面差、色差、像散等缺陷。在适应专业摄影的镜头中，有摄远镜头结构、反摄远镜头结

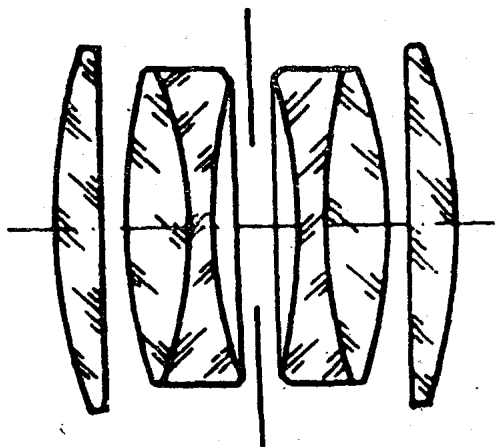


图1.2 对称性结构

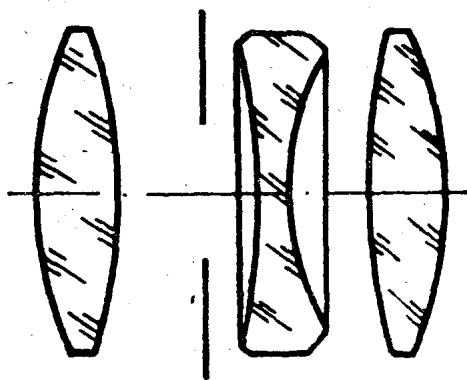


图1.3 非对称性结构

构、鱼眼镜头结构和变焦镜头结构,见图1.4。这些镜头种类繁多,在制作上是非常复杂的。

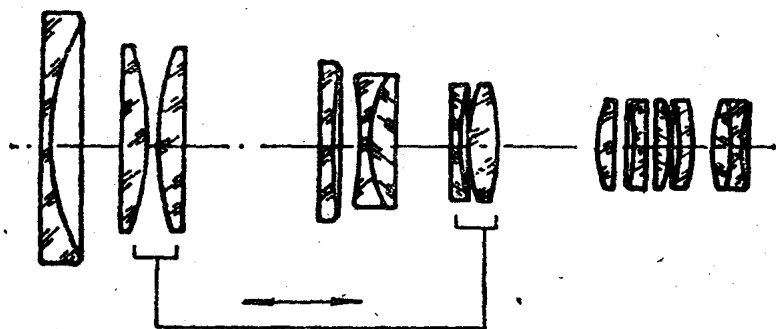


图1.4 变焦镜头结构

因为透镜镜面对光线的反射,会损失一些光线,也会影响成像的质量。而且,随着镜头透镜数量的增多,这种现象将会更加严重。为了克服这一缺点,现在的镜头都在镜面上敷上一层或多层薄膜。加膜后的镜头,减少了光线的反射,提高了光线的透过数量,并且减弱了因光线反射而产生的光晕现象,使影象的质量大大提高。

2. 镜头成像原理

复式透镜组成的镜头,其总的效果仍如同单凸透镜一样,起着会聚光线的作用。镜头左边的光点,经镜头折射后,会在镜头的右边结成清晰的象点,如果左边不是一个光亮点,而是其他物体,则在透镜右边所会聚成的便是该物体的影象。因为物体上每一点的光线都依照直线方向进行,当穿过透镜时,即向主轴折射,而后到达成像屏上,会聚成影象,由物体下部射来的光线会聚在上方,左边的光线会聚在右方,余此类推。所以,透镜所会聚成的影象,其上下左右的位置是和原物相反的,见图1.5。

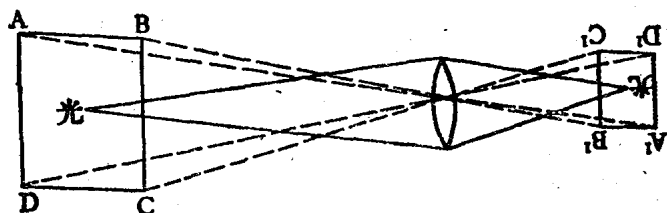


图1.5 镜头成像倒置原理

在镜头成像中，被摄体与镜头中心（精确的计算应为镜头的第一节点）之间的距离叫物距。从镜头中心（精确的计算应为镜头的第二节点）与影象之间的距离叫象距。物距与象距是相互制约的，物距远则象距近，物距近则象距远。这种物和象之间的对应关系叫作共轭关系。

3. 镜头的焦距

由无限远处（在摄影上，被摄物体一般离镜头30米以上，即为无限远）射来的平行光线通过镜头折射在主轴上会聚成清晰的一点，此点即被称作焦点，由焦点至镜头中心的距离，谓之焦距（精确的计算应由镜头的第二节点量起，为简便起见，一般皆以镜头中心为准），见图1.6。

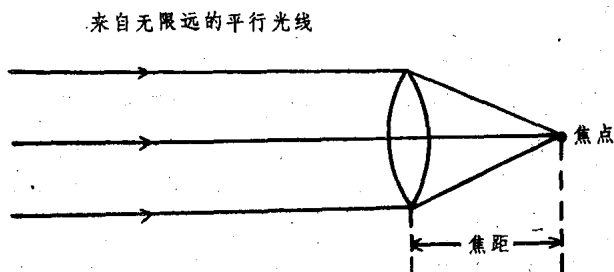


图1.6 焦点和焦距

镜头的焦距用英文字母 F 来表示，长度单位为厘米（cm）或毫米（mm）。一般镜头的边缘都刻有焦距数值，如 $F = 5\text{cm}$ ，

$F = 7.5\text{cm}$ 等等。

镜头焦距的长短和成象的大小有密切关系。假若以两个不同焦距的镜头在同一距离拍摄同一物体，则所得的影象大小是不同的。镜头焦距长的成象大，焦距短的成象小。若焦距5cm的镜头象高为1厘米，则焦距10cm的镜头象高为2厘米，如图1.7。

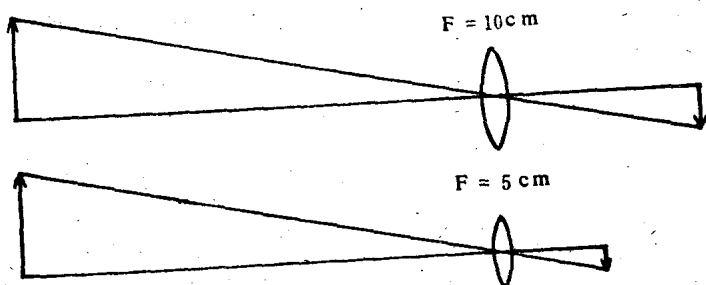


图1.7 10厘米镜头成象比5厘米镜头大一倍（高度）

所以拍摄底片尺寸大的照相机，通常用的镜头焦距就长，拍摄底片尺寸小的照相机，通常用的镜头焦距就短，如通常拍摄6×6厘米底片的照相机，其镜头焦距为7.5厘米或8厘米，而拍摄2.4×3.6厘米底片的照相机，其镜头焦距为5厘米左右。

从镜头成象的基本规律和透镜的共轭原理中可以看出，物距（ u ）、象距（ v ）和焦距（ f ）三者之间有着一定的比例关系。可用一个公式来表示，即

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

由此公式可演变为

$$\text{物距}(u) = \frac{v \times f}{v - f} = \frac{\text{象距} \times \text{焦距}}{\text{象距} - \text{焦距}}$$

$$\text{象距}(v) = \frac{u \times f}{u - f} = \frac{\text{物距} \times \text{焦距}}{\text{物距} - \text{焦距}}$$

$$\text{焦距}(f) = \frac{u \times v}{u + v} = \frac{\text{物距} \times \text{象距}}{\text{物距} + \text{象距}}$$

根据以上的公式，当我们知道物距、象距、焦距中的两个数据时，即可计算出第三个未知数据。

另外，也可以看出，用同一焦距镜头摄影，物距愈大，象距愈小，影象愈小；物距愈小，象距愈大，影象愈大。所以，拍摄影象的大小，是由物距和象距的变化所决定的。如象距小于物距，则影象被缩小；如象距等于物距，影象与被摄体大小相等；如象距大于物距，则影象被放大。

4. 镜头的口径和光圈系数

镜头通光孔的口径愈大，其通光量愈多；镜头通光孔的口径愈小，通光量愈少，所以，镜头通光量的多少与镜头通光孔口径的大小成正比关系。但是，感光片上承受的光量还与镜头的焦距有关。如果把暗箱比作一间屋子的话，不仅窗户的大小（如镜头通光孔口径的大小）直接影响到通入光线的多少，而且屋子深处的亮度还决定于屋子的深度。如窗户大小相等的两间屋子，屋子短的，射到深处的光线就强，屋子长的，射到深处的光线就弱。那么，把镜头的焦距理解为屋子的深度的话，镜头焦距越长，装在暗箱后壁的感光片所得到的亮度便小，镜头焦距越短，则感光片所得到的亮度便大。我们通常以镜头的通光孔口径与焦距相比，其比值的大小即表示镜头感光力的强弱。

$$\text{镜头感光力} = \frac{\text{焦距}}{\text{光束直径}}$$

因为镜头前镜是凸透镜，能将镜头的通光圆孔扩大，这被扩大的通光圆孔的直径，就是光束直径。

如照相机镜头的焦距是5厘米，镜头最大通光圆孔的光束直径是2.5厘米，则此镜头的有效口径为1:2，以表示此镜头的最大感光力。如镜头的焦距是5厘米，最大通光孔的光束直径是1.25厘米，则此镜头的最大口径为1:4。1:2与1:4相比，说明前者感光力比后者为强。这1:2与1:4，即说明两个镜头的最大感光力。比值

越大的镜头，感光力越强，通光量越多，比值越小的镜头，感光力越弱，通光量越少。从摄影曝光的角度来看，为了能在微弱光线下拍摄照片，镜头的通光能力自然是越大越好。但是，镜头的口径越大，镜头的象差越明显，校正越困难，在设计镜头组件时，需要精密的计算才能解决技术上的这些问题。所以，感光力强的镜头，制作上比较困难，技术要求高，价钱也比较昂贵。每架相机的最大感光力都刻在镜头的前方。

光圈和光圈系数

因为外界的光线时强时弱，为保持通过镜头的光线能适量，最好使镜头的通光孔也能随之变大或变小。因此，人们在镜头里增设了光圈的装置。光圈由十余片钢片组成，它装设在镜头的复合透镜中间，可以开大或缩小，如图1.8。

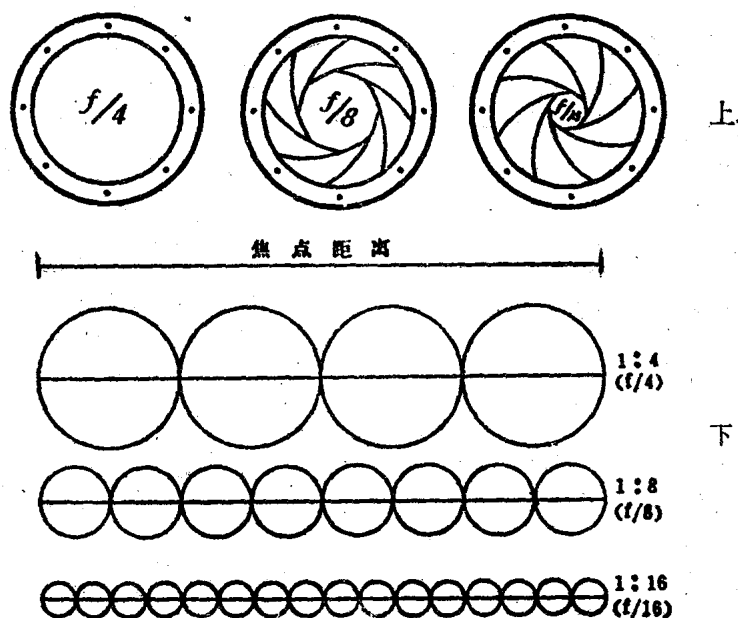


图1.8 光圈（上）与f系数（下）

光圈犹如人眼之瞳孔，以控制和调节光线通过镜头的数量。这样，尽管镜头的有效口径是固定不变的，而随着光圈的开大或缩小，通光的实际口径却在相应地改变，形成大小不同的镜头口径。这种可变的口径，叫作相对口径。为了标志相对口径的标度，制定了各级数值不等的一系列的光圈系数。光圈系数通常也称之为f系数。f系数的数值即表示镜头焦距与镜头相对口径的比值。

$$f \text{ 系数} = \frac{\text{焦距}}{\text{相对口径}}$$

f系数的标法，在国际上多采用下列标准：

f系数：1.4 2 2.8 4 5.6 8 11 16 22

从f系数的标度来看，其数字的大小与镜头实际口径的大小成反比。即f系数数字越大，口径越小，通光量也越少；f系数数字越小，口径越大，通光量也越多。如以f/2与f/4相比：因为f（焦距）是个常数，分母越小，所得的商数越大；分母越大，所得的商数越小。所以f/2的通光量比f/4多。每一级f系数所表示的通光量，其差数之比均为1:2，如f/4的通光量相当于f/5.6的2倍，相当于f/8的4倍。通光量相差的倍数是按照通光面积之差来计算的，见图1.9。f/8与f/4通光面积相比是1:4。假定该镜头的焦距为8cm，则f/8的口径是1cm，f/4的口径便是2cm。求圆面积的公式是半径平方乘以3.14，f/8与f/4的面积之比为：

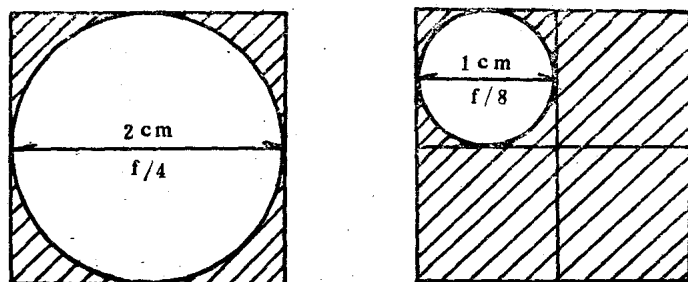


图1.9 通光量等于通光面积之比图

$f/8$ 的通光面积 $= 0.5^2 \times 3.14$

$f/4$ 的通光面积 $= 1^2 \times 3.14$

$f/8:f/4 = 0.25:1 = 1:4$

故 $f/4$ 的通光量等于 $f/8$ 的通光量的4倍。

每个镜头的各级光圈系数，都刻在镜头的边缘上。

各级口径通光量的比较表

光圈系数	2	2.8	3.5	4	5.6	8	11	16	22
光 通 量	1	1/2	1/3	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128

上表中，任何一个 f 系数所通过的光线，都是它相邻下一个 f 系数的2倍。但是，镜头的大口径部分有时并不成这一比例。比如，有的镜头大口径的 f 系数是 $f/1.2$ ，这一系数与邻近的 $f/1.4$ 相比，并非是2倍的关系。这是因为镜头制造商都是尽量制造出最大口径的镜头，即使未达到2倍的数值，而 $f/1.2$ 还是标志了在镜头质量上的提高。

5. 镜头的视角

镜头的摄视范围是有一定限度的，犹如人的眼睛一样，当眼睛正视前方时，只能看清上下左右一定范围的景物。视角的大小，决定于镜头焦距的长短和所摄底片尺寸的大小。量度视角的方法，即当镜头与底片保持在焦点距离时，由镜头中心至底片对角线两端所形成之夹角，便是该镜头的视角。见图1.10

当镜头焦距相当于底片对角线的

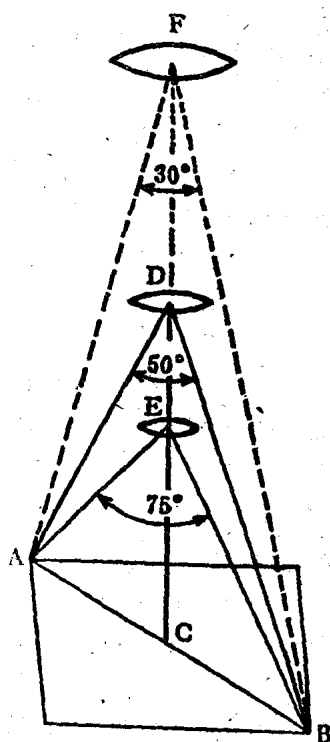


图 1-10 镜头的视角

长度时，这种镜头为标准镜头，其视角大约是 50° 。如果镜头焦距大于底片对角线的长度时，其视角小，摄照范围小，这种镜头为长焦距镜头。如果镜头焦距小于底片对角线的长度时，其视角大，摄照范围大，这种镜头为广角镜头。

镜头的分类，是依据每种镜头的底片尺寸的对角线（象场范围）与镜头本身焦距的比值来确定的。比如35毫米的小型相机，它的底片画幅是 24×36 毫米，对角线长度是43毫米。所以，焦距43毫米左右的镜头是这种相机的标准镜头。 60×60 毫米画幅的120相机，它的底片对角线长度是85毫米。所以，焦距80毫米左右的镜头是这种相机的标准镜头。 60×90 毫米画幅的相机，它的底片对角线长度是108毫米。所以，焦距105毫米左右的镜头是这种相机的标准镜头。而同一尺寸底片的镜头，其视角大小完全决定于焦距的长度。如35毫米的小型相机，24毫米焦距的广角镜头，视角是 84° ；35毫米焦距的广角镜头，视角是 63° ；而135毫米焦距的长焦距镜头，视角是 18° ；800毫米焦距的镜头，视角只有 3° 。视角的度数是可以从焦距的长度和所摄底片的尺寸数字中推算出的。

6. 镜头的种类与性能

（1）广角镜头

广角镜头的焦距比标准镜头的焦距短而视角范围大。与标准镜头相比在同一距离拍摄同一物体时，虽然成象小，但拍摄范围广。

普通广角镜头的视角在 70° 至 90° 左右。如果视角在 100° 以上，就称为超广角镜头。

由于广角镜头视角大，拍摄范围广，它可以在较近距离内拍摄大场面。在摄影实践中，当遇到在较狭窄的环境中拍摄较宽阔的场面时，摄影者常会受到拍摄条件的限制。在这种情况下，他既不可能挪远距离拍摄，而用标准镜头又无法容纳应拍摄的景物。这时，摄影者只能借助视角广阔的广角镜头来完成拍摄任

务。所以，广角镜头的最大优点是，它可以在近距离内容纳大场面。另外，广角镜头景深长，在使用大光圈时，也能把一定深度的前后景物拍摄清晰。

用广角镜头摄影，因物距近，会出现前景大、后景小的现象。广角镜头成象近大远小的特点，常被用来突出前景，使主体突出。另外，也用来夸张景物距离上的空间纵深感。

（2）鱼眼镜头

又叫全景镜头。它是一种视角接近 180° 的超广角镜头。这种镜头前镜片突出，视场大，类似鱼的眼睛，所以叫鱼眼镜头。它的焦距极短，一般在8毫米到十几毫米之间。景深特别长，从一米到无限远，都可拍出清晰的影象。

鱼眼镜头有两种：一种是圆形鱼眼镜头，它所拍摄出的象画面在底片上呈圆形；另一种是对角线鱼眼镜头，它所拍摄出的象画面呈矩形。鱼眼镜头拍摄出的影象畸变相当严重，它能把半球形的视野拍成平面圆形画面。所以，它不能表现直线，适宜拍摄圆形的景物。另外，鱼眼镜头拍摄出的画面，中心亮四周暗，画面感光不均匀。摄影者利用鱼眼镜头的不正常的透视规律，可以拍摄出特殊效果的照片。

（3）远摄镜头

有远摄镜头与反射远摄镜头两种。反射远摄镜头由于透镜组合的结构不同，因此焦距虽长，而镜头筒并不长。反射远摄镜头的内部安了两个镜面，因为光线经过两个镜面来回反射，镜筒大大缩短。比如，300毫米的远摄镜头长度一般为 $8\frac{1}{2}$ 吋左右，而300毫米的远摄反射镜头长度只有 $3\frac{1}{4}$ 吋。

望远镜头和广角镜头的效果相反，由于它的焦距长而视角范围小，在同距离拍摄，它只能拍到包括在标准镜头视角范围内的部分景物。由于望远镜头可以把较远距离的景物拍摄成特写镜头，因