

多媒体技术基础

摄影基础

Photography

山东大学 潘荣江

panrj@sdu.edu.cn

<http://vr.sdu.edu.cn/~prj>

内容

- 照相机的种类
- 基本概念
- 曝光
- 景深

传统相机分类



按画幅分：

画幅——相机所使用胶片的尺寸。画幅越大，画质越好。



135相机

使用135胶片的相机，拍摄尺寸36x24mm；最常用。体积最小，便于携带。尼康F80、徕卡M系列等。



中画幅相机

使用120胶片，根据机背不同可分为6×6、6×7、6×9、6×10等画幅；商业用得最多。体积中等，可以接受。哈苏503、禄来6006等。

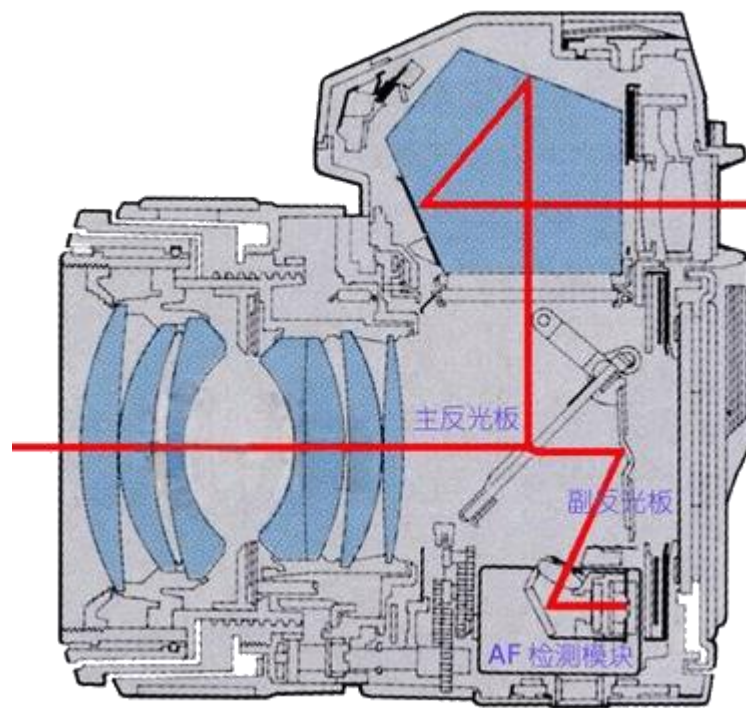


大画幅相机

4×5、8×10大画幅相机使用的是单张的页片，一次拍一张或两张胶片。体积最大，笨重。林好夫、仙娜。

单反相机

- 单反相机：又称作单镜头反光相机（Single Lens Reflex Camera，缩写为SLR camera）。它是用一只镜头并通过此镜头反光取景的相机。
- 摄影曝光光路和取景光路共用一个镜头；
- 相机内一块平面反光镜将两个光路分开；
 - 取景时反光镜落下，将镜头的光线反射到五棱镜，再到取景窗；
 - 拍摄时反光镜快速抬起，光线可以照射到感光元件上。



优点

(1) 一个镜头用于摄影和取景，视差问题基本得到解决。摄影者通过取景目镜观察的景物，就是将要拍摄的影像，取景、调焦非常方便。摄影时，反光镜会立刻弹起来，镜头光圈自动收缩到预定的数值，快门开启使胶片感光；曝光结束后快门关闭，反光镜和镜头光圈同时复位。

(2) 单镜头反光相机可以随意换用与其配套的各种广角、中焦距、远摄或变焦距镜头，也能根据需要在镜头前安装近摄镜、加接延伸接环或伸缩皮腔。凡是能从取景器里看清楚的景物，照相机都能拍摄下来。

缺点

- 增加反光镜室和五棱镜以后，机身加高、加厚，重量增加；
- 反光镜弹起来的一瞬间还会出现机械震动和噪音；
- 从按下快门钮到启动快门的时间间隔也比其它照相机略长；
- 使用小口径镜头在光线较差的环境中取景、调焦，会因取景屏较暗而产生困难，易造成聚焦失误。

Canon

EOS-1D X

EOS 5D Mark III----5D2----5D

EOS 6D

EOS 7D

EOS 70D

EOS 60D-----50D----40D----30D

EOS 700D

EOS 600D---550D---500D----450D---400D

EOS 100D

EOS 1200D-----1100D---1000D

Nikon

D3X

D4S-----D4

按 Esc 退出全屏模式。

D810---- D800

D750-----D700

D600-----D610



D300S-----D300-----D200

D7100-----D7000

D90----D80----D70-----D50

D5300-----D5200----D5100-----D5000

D3300-----D3200----D3100-----D3000

微单相机

- 体积小于单反却能够更换镜头的相机称为微单相机。涵盖微型和单反两层含义：相机微型、小巧、便携，还可以像单反相机一样更换镜头，并提供和单反相机同样的画质。
- 微单相机采用与单反相机相同规格的传感器，取消单反相机上的光学取景器构成元件，没有棱镜与反光镜结构，缩小了镜头卡口到感光元件的距离，可以获得比单反更小巧的机身，也保证成像画质与单反相同。



镜头 (len)

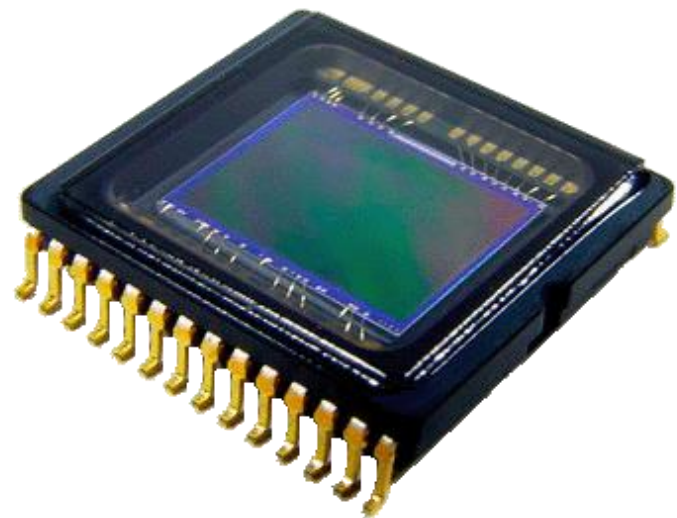
- 佳能红圈镜头、定焦头都是全画幅镜头。
- 变焦狗头：没规律。
- 全画幅镜头在全画幅机身和半画幅机身上面都能用。
- 半画幅镜头不能装在全画幅机身上。

佳能镜头

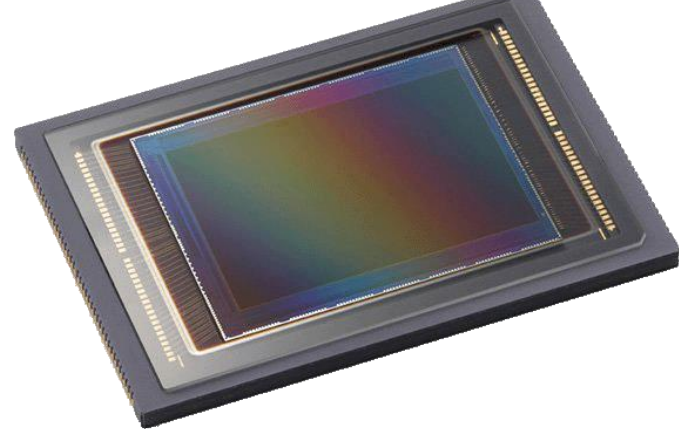
- 佳能EF 16-35mm f/2.8L II USM 9549元（广角）
- 佳能24-70mm f/2.8L II USM 12199元（中焦）： f2.8-f22, 镜头结构13组18片, 最近对焦距离0.38m, 最大光圈F2.8, 最小光圈F22
- 佳能EF 70-200MM F2.8 L USM（小白） 9200元（长焦）
或佳能EF 70-200mm F2.8L IS USM（爱死小白） 13400元（长焦）
- 微距镜头 佳能EF 100mm f/2.8L IS USM微距 最近对焦距离0.3m, 最大光圈F2.8, 最小光圈F32, 镜头结构： 12组15片
- 标准镜头 佳能EF 50mm f/1.2L USM 最近对焦距离 0.45m, 最大光圈 F1.2, 最小光圈 F16, 镜头结构： 6组8片

照相机的常用术语

- CCD(Charge-coupled Device)，即电荷耦合元件，称为CCD图像传感器。
- CCD是一种半导体器件，CCD上有许多排列整齐的电容，能感应光线，并将影像转变成数字信号。一块CCD上包含的电容数越多，其提供的画面分辨率也就越高。



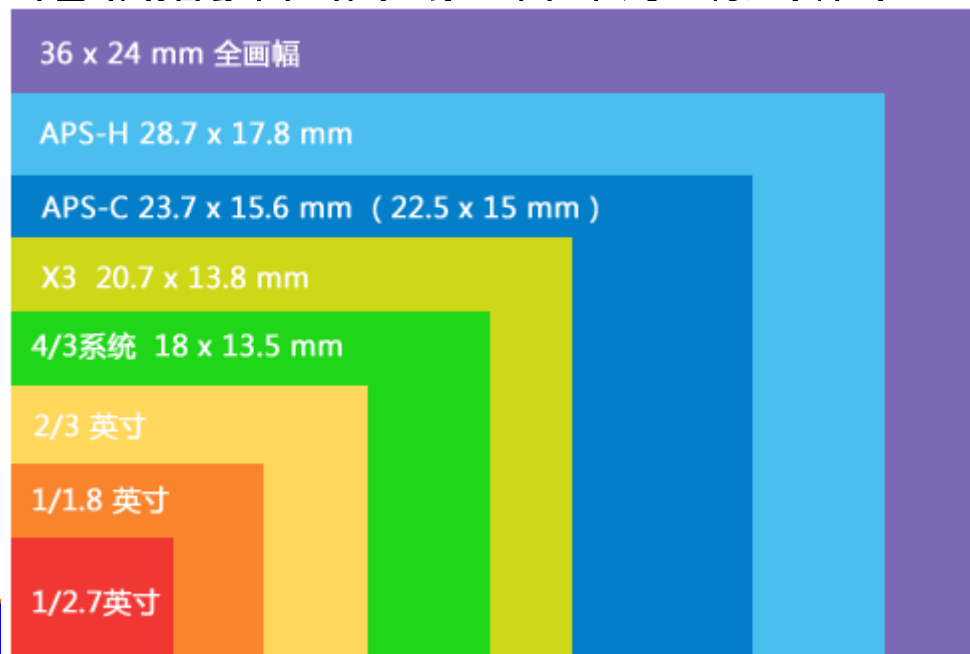
CMOS



- CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)
，互补金属氧化物半导体，电压控制的一种放大器件。
- 在计算机领域，CMOS常指保存计算机基本启动信息（如日期、时间、启动设置等）的芯片。
- 片幅规格较大的单反数码相机，采取CMOS的工艺，将纯粹逻辑运算的功能转变成接收外界光线后转化为电能，再透过芯片上的模数转换器（ADC）将获得的影像信号转变为数字信号输出。

传感器尺寸

- 传感器尺寸越大，感光面积越大，成像效果越好。相同尺寸的传感器像素增加之后，会导致单个像素的感光面积缩小，有曝光不足的可能。传感器尺寸较大的数字相机，价格也较高。感光器件的大小直接影响数字相机的体积与重量。超薄、超轻的数字相机一般传感器尺寸也小，而越专业的数字相机，传感器尺寸也越大。



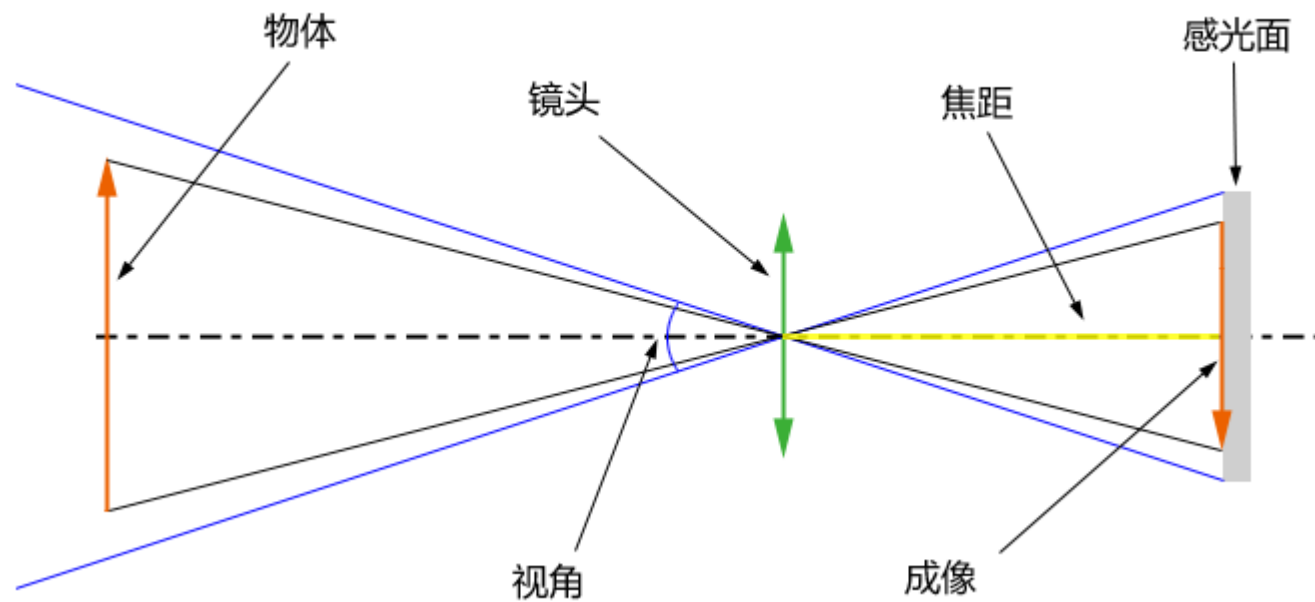
常见传感器尺寸

格式	宽度	长度	对角线	面积	焦距乘数	代表机型
中画幅	33.0	44.0	55.0	1452	0.7	宾得645D
全画幅	24.0	36.0	43.4	864	1.0	全画幅单反
APS-C	15.6	23.6	28.3	368	1.5	其他APS-C单反
APS-C	15.0	22.0	27.3	329	1.6	佳能APS-C单反
1.5"	14.0	18.7	23.4	262	1.9	佳能G1 X
4/3	13.5	18.0	22.4	243	2.0	4/3及M4/3相机
1"	8.8	13.2	15.8	116	2.7	尼康1、索尼 RX100
1/1.7"	5.6	7.4	9.5	42	4.6	佳能G12
1/2.5"	4.3	5.8	7.2	25	6.0	低端便携相机

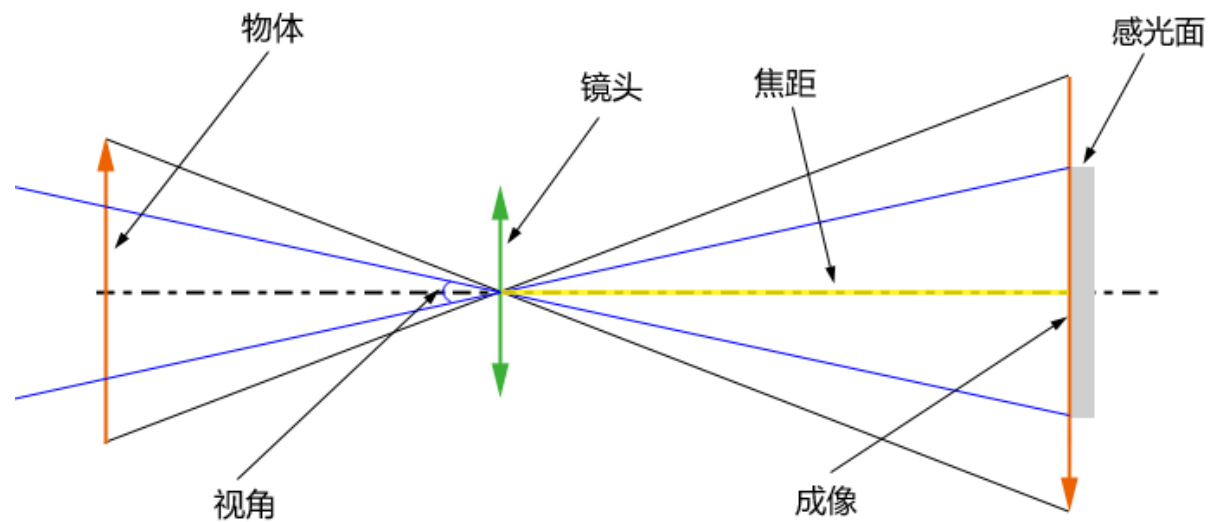
焦距(focal length)

- 物镜的一个重要特征，其数值取决于透镜的曲率半径和透镜玻璃的折射率。
- 焦距的大小决定着影像成像的大小、景深、被摄景物变形等情况。
- 拍摄远距离的或比较小的景物时应该使用长焦距镜头，拍摄近距离的小景物则应该使用微距镜头；拍摄人像应该选择85~105毫米的镜头。拍摄大角度（如室内、探方内）的景物时应该使用短焦距镜头。

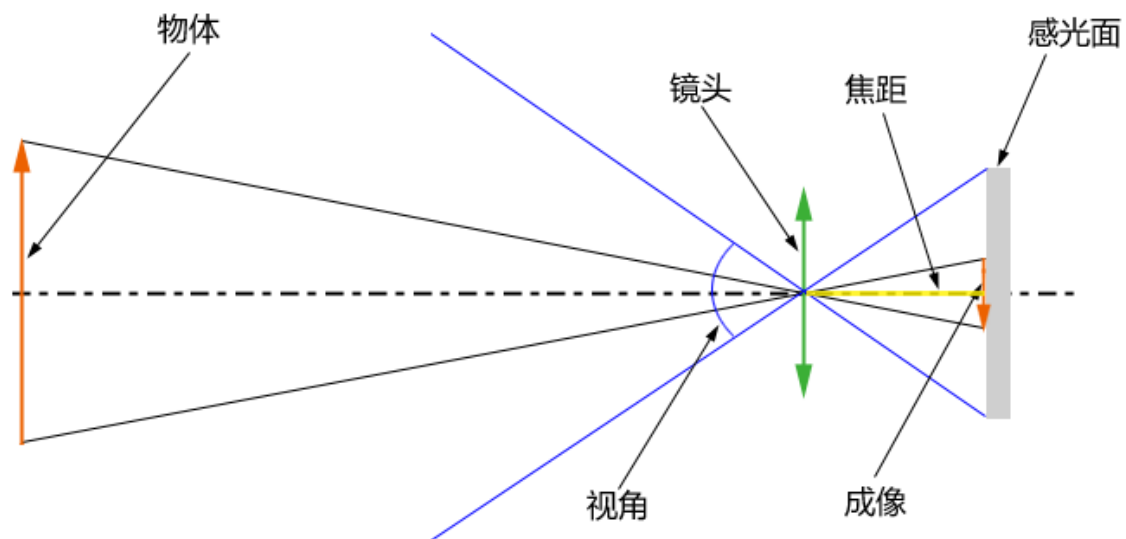
小孔成像原理



焦距变长



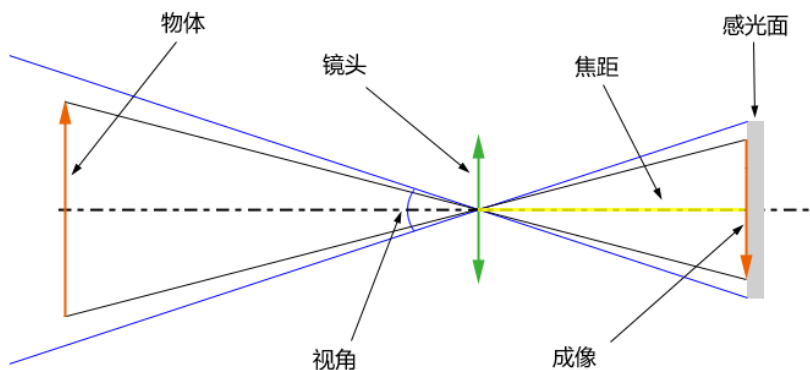
焦距变短



焦距和视角

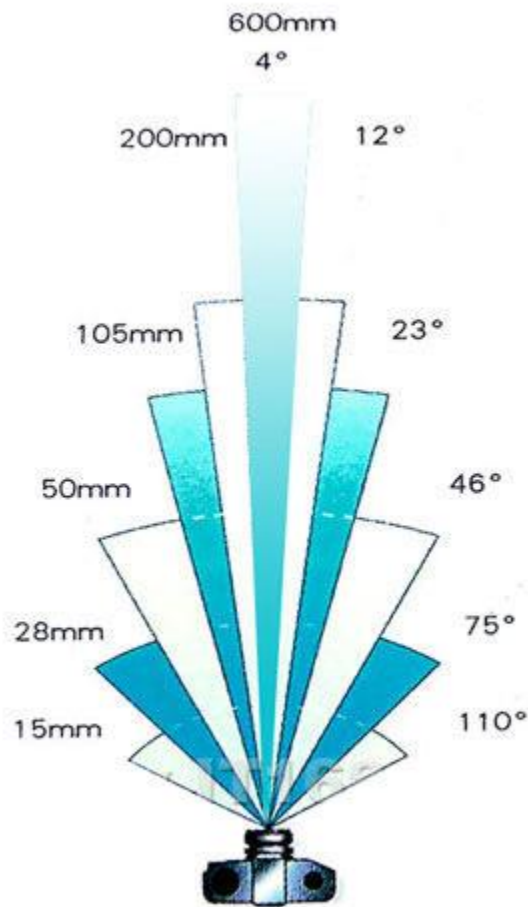
焦距：

透镜中心到光聚集之焦点的距离。
亦是照相机中,从镜片中心到底片或CCD等
成像平面的距离。
短焦比长焦更容易对焦准确。



视角：

镜头中心点到成像平面对角线两端所形成的
夹角就是镜头视角，对于相同的成像面积，
焦距越短，视角越大。



镜头焦距

在APS-C画幅上的视角

实拍图像

超广角

10
mm



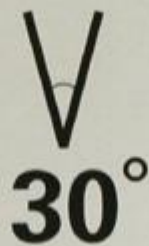
广角

18
mm



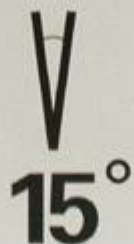
标准

50
mm



远摄

100
mm



超远摄

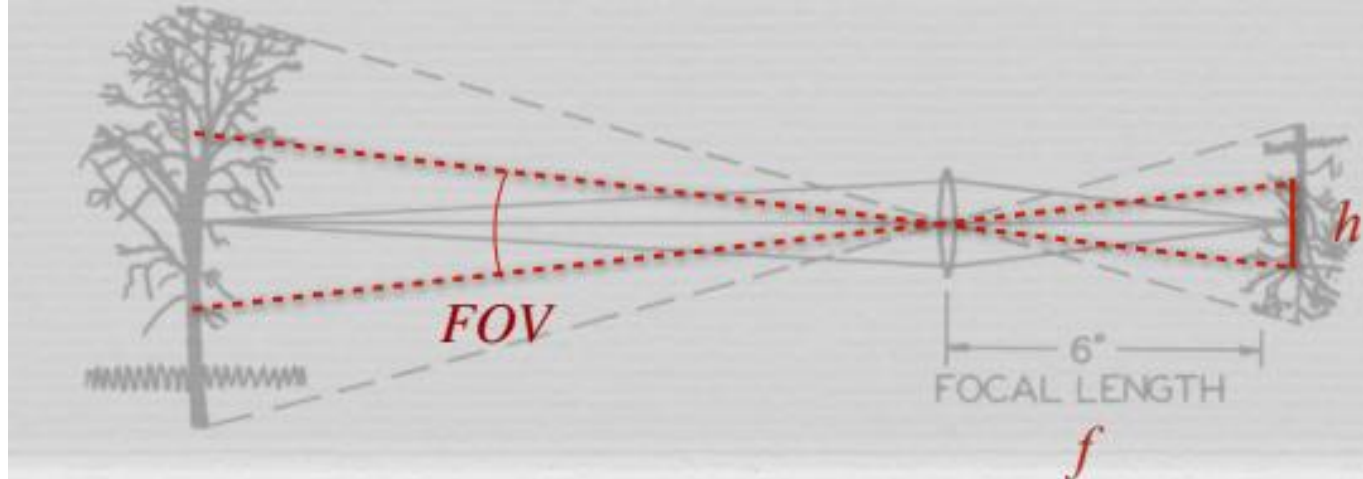
250
mm





FOV

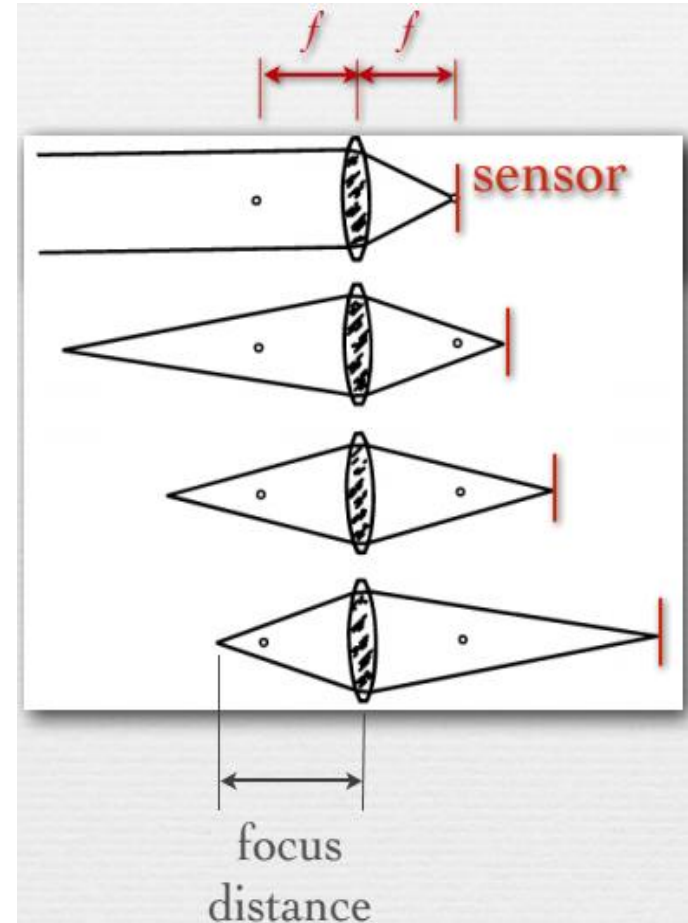
- FOV measured diagonally on a 35mm full-frame camera ($24 \times 36\text{mm}$), the sensor size (h) is constant
- $\text{FOV} = 2\arctan(h/2f)$



焦点（focusing distance）

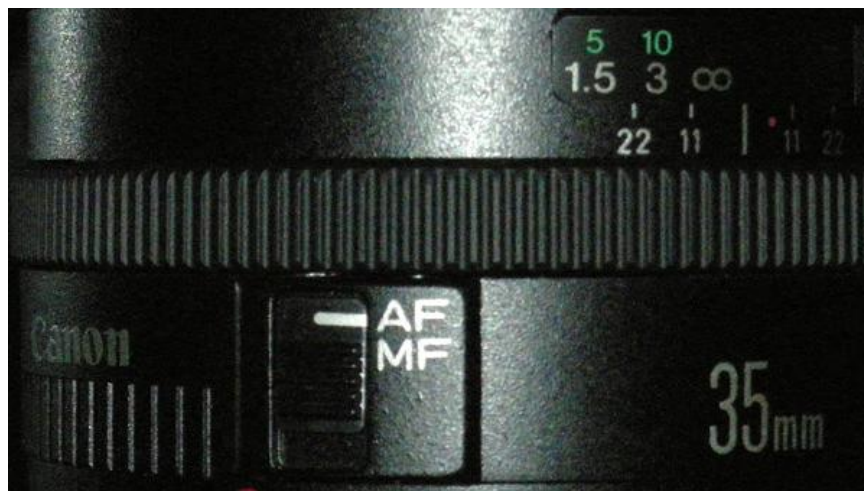
- 对焦（合焦、聚焦）就是改变焦点（镜头的景深位置），调整图像的清晰部分，以便得到清晰的影象。
- 对焦实际上是改变像距 v ，也就是改变镜头光心到成像平面的距离。除了一些低档机镜头没有调焦机构，不能改变像距外，所有镜头，无论定焦变焦，都可以改变像距。
- 理想凸透镜成像公式： $1/u + 1/v = 1/f$ ，其中 u 是物距， v 是像距， f 是焦距

- In a handheld camera, one actually **moves the lens**, not the sensor.
- To focus on objects at different distances, move sensor relative to lens.
- By convention, the “focus distance” is on the object side of the lens



对焦方式

- **自动对焦（AF）**：半压快门按钮，镜头会自动调焦。全自动摄影模式下会自行设定光圈大小、曝光时间。自动调焦时取景器中往往会有清晰点位的提示，确认之后按钮快门进行拍摄。
- **手动对焦（MF）**：手动调节物距，使用摄影目标清晰成像。



自动对焦模式又可分为单点对焦和多点对焦。

- **单点对焦：**以物体的一点为聚焦点，通过该种方式，提高物体整体在图片中的清晰程度。利用此种方式可以有效的将主体与环境的层次拉开，让画面更有层次，让主体更为突出。
- **多点对焦：**以区域为单位进行对焦，多点共同作用确立对焦范围，只要处于对焦范围内的区域，被摄对象都是清晰的。如果被摄物体的体积或数量较多采用此种方式，会是个不错的选择。

感光度ISO

- ISO（International Standards Organization）即国际标准组织的缩写。ISO感光度是CCD（或胶卷）对光线的敏感程度。如果用ISO100，相机2秒可以正确曝光的话，同样光线条件下用ISO200只需要1秒即可，用ISO400则只要0.5秒。
- 机型不同，低的到ISO50，最高有到25600的，数字越大越敏感（感光度越高）。其实很多数字相机的高感光度形同虚设，没有实际意义。

ISO感光度

H(12800)

AUTO	100	125	160	200	250
320	400	500	640	800	1000
1250	1600	2000	2500	3200	4000
5000	6400	H(12800)			

- 在室内或黄昏等光线较弱时，快门速度变慢，拍摄时相机抖动会影响成像效果。如果提高ISO感光度，快门速度也会按比例相应变快，即使不使用闪光灯，也可防止相机抖动。有时为了拍摄好的效果，也会尽量不使用闪光灯。
- 胶卷的ISO有规定的感光度。数字相机是以其为基准，用“相当于ISO200”的形式表示，胶卷的感光度越高，颗粒就越粗。数字影像表现为图斑很粗糙，而且还会损失色调和色阶，因此除非成像质量很高的相机外，很多时候都尽量避免过度增加感光度。
- 风光摄影要使用相机的最低感光度，才可能得到精细的画面，高ISO一般在万不得已的时候才会使用。



低感光度照片



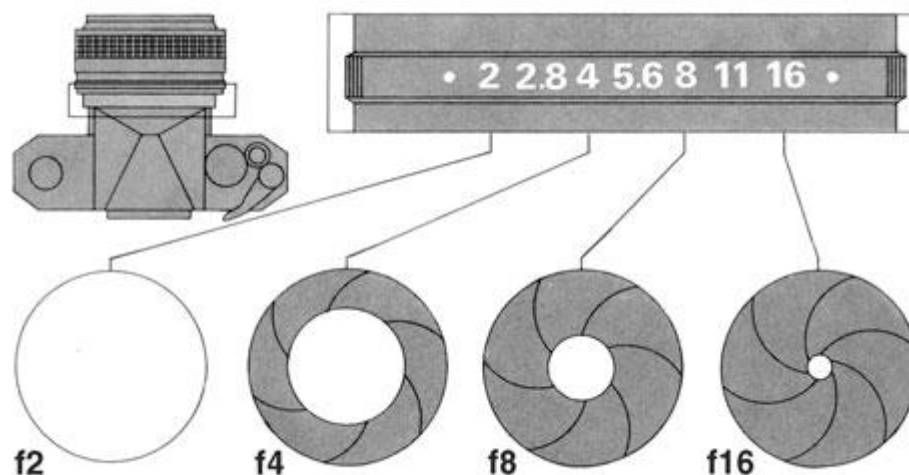
高感光度照片

光圈

- 光圈（镜头的相对孔径）是镜头里调节进光孔大小的遮光片。一般情况下，光圈数值增加一档其面积减少一半。光圈的作用：
 - 1. 调节物镜的使用面积，调节物镜边缘部分的使用情况，达到特殊效果。因为摄影物镜的不同部分对像差的修正程度不一样，近轴（物镜中央）部分修正得好，远轴（物镜边缘）部分修正得差。
 - 2. 调节进入物镜的光通量，可以根据被摄景物的光照强度，选择合适的光圈。
 - 3. 调节景深。景深是能够清晰成像的距离范围，与成像时的物距、光圈号数、物镜焦距都有关。

光圈：镜头上的遮光片

功能：控制光线量

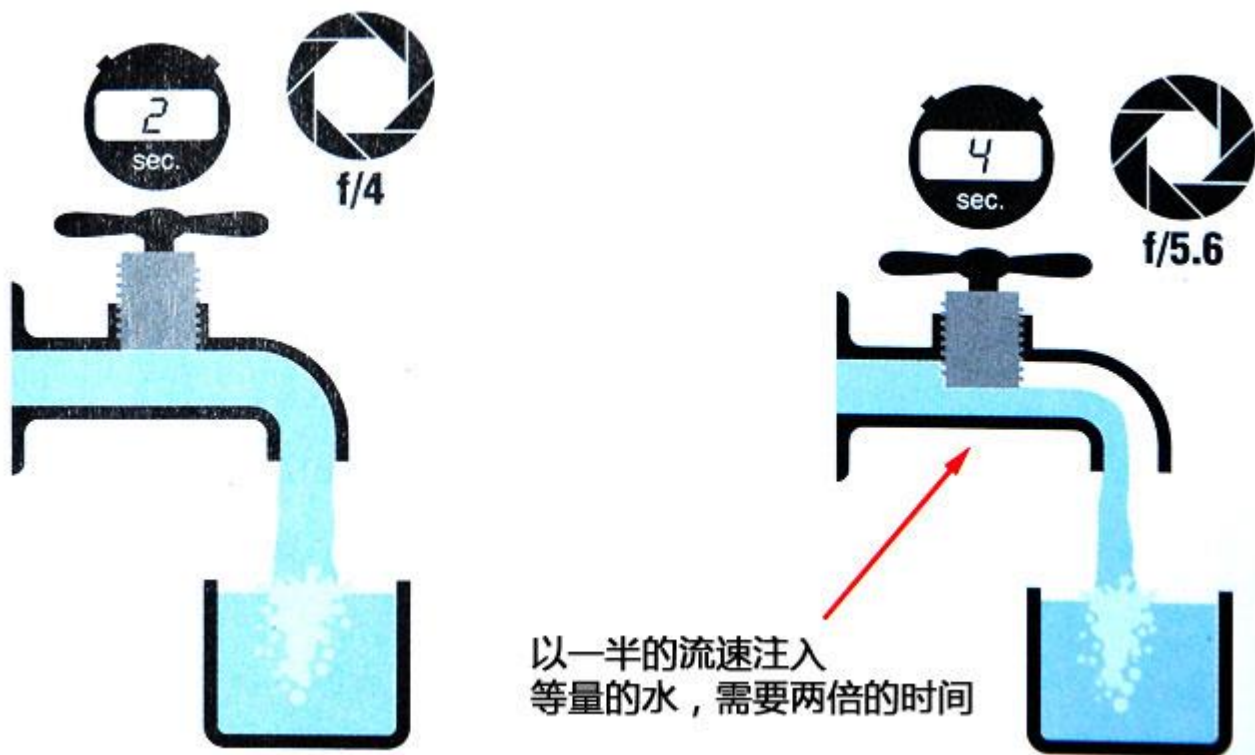


光圈 f 值 = 镜头的焦距 / 镜头口径的直径

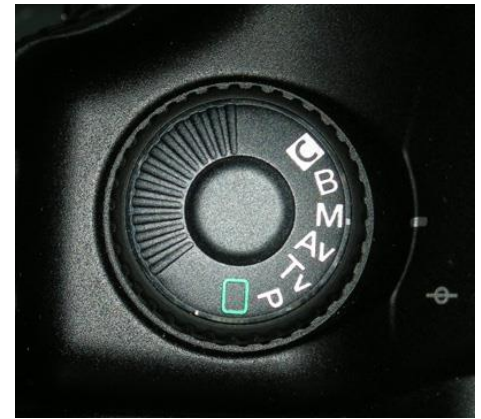
完整的光圈系列值：

$f1$, $f1.4$, $f2$, $f2.8$, $f4$, $f5.6$, $f8$, $f11$, $f16$, $f22$, $f32$, $f44$, $f64$

光圈F值越小——表示光圈越大，进光量越大，所需曝光时间短
光圈F值越大——表示光圈越小，进光量越小，所需曝光时间长



快门

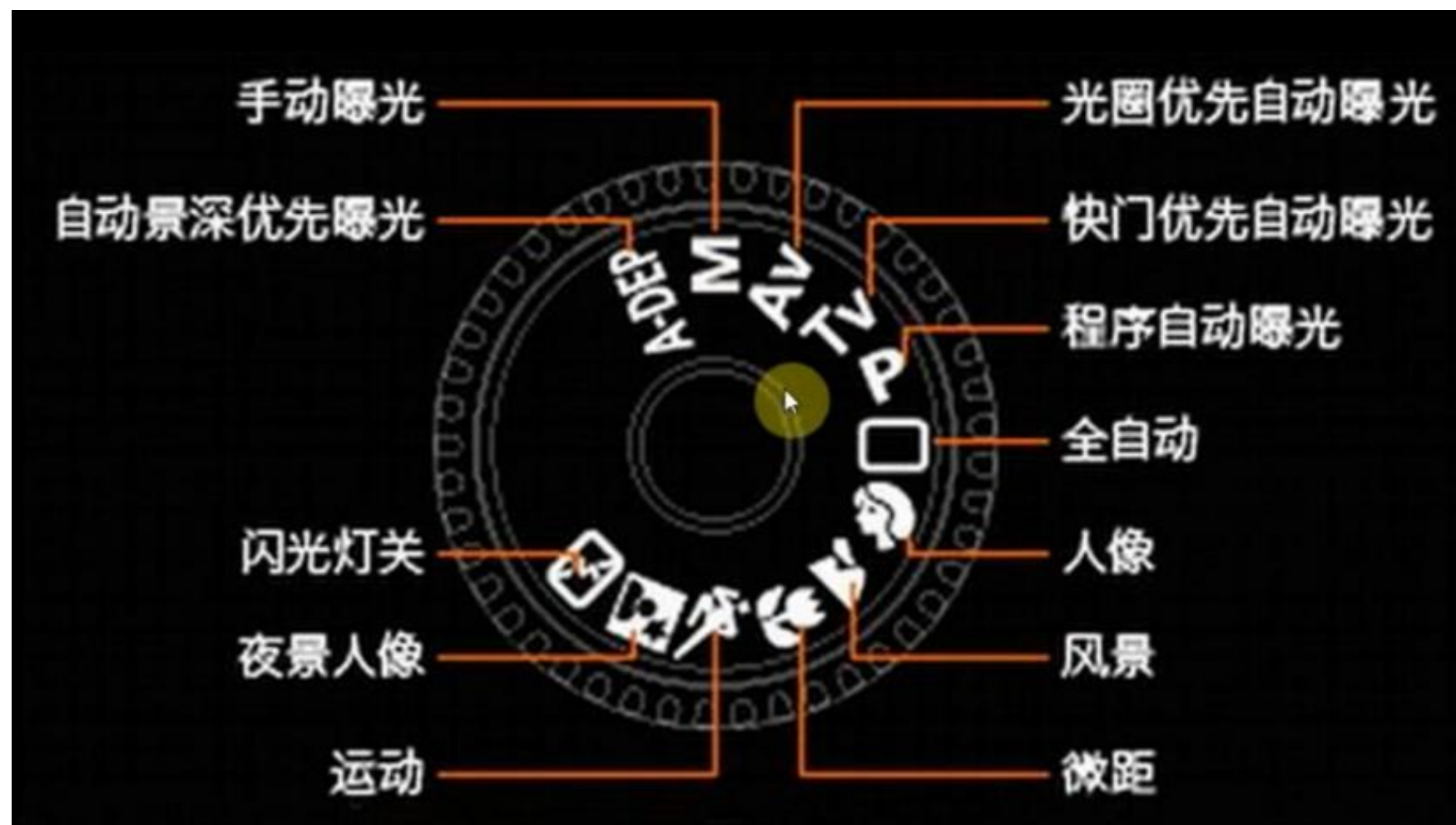


- **快门**：调节摄影时曝光时间的装置。它可以在预先设置的时间内，让光线通过物镜使相机内的胶片感光或传感器记录。快门从打开到关闭所用的时间称为曝光时间。
- 快门档（俗称曝光速度）：T和B是长时间曝光档位，T档是第一次按快门按钮打开快门，再按一次关闭，现在很多相机上没有T档；B档是按下快门按钮打开，松开关闭。

摄影模式

- 全自动摄影，有时候需要把光圈设置在特定的档位，或者选择一些特定的摄影模式（如风景、花卉、人像等）。
- Av为光圈优先，根据预先设定的光圈，由照相机自动测定曝光的时间。光圈优先模式可以自由的控制景深，获得理想的拍摄效果。大光圈可以虚化背景，小光圈可以获取图片整体的清晰度。
- Tv为快门优先，使用快门优先模式，拍摄者自己设定快门速度，相机会根据被摄物的亮度的自动设定适当的光圈值。高速快门速度可以拍摄动态的被摄物和有效的预防抖动，慢速快门可以使光圈变小获得更好的景深效果。

- **M**为手动曝光模式，光圈和快门速度两者都有拍摄者自己设定。利用相机自身的曝光计，参考取景器内指示器的显示，设定各自的数值。可以不受自动功能的左右，自由地控制曝光。快门曝光时间设置档位：1、2、4、8、.....、1000等等，数字代表以秒为单位的时间倒数。
- **P**为程序自动模式，由相机自动设定光圈值和快门速度。除了有明确的拍摄意图之外，普通的被摄物和场景无需考虑这样或那样的曝光状况，这种情况下，使用程序自动模式是最简单的方式。在这种模式下，只按一下快门就可以轻松享受拍照的乐趣，不仅如此，还可以通过程序功能有意识的发挥光圈值和快门速度带来的效果。

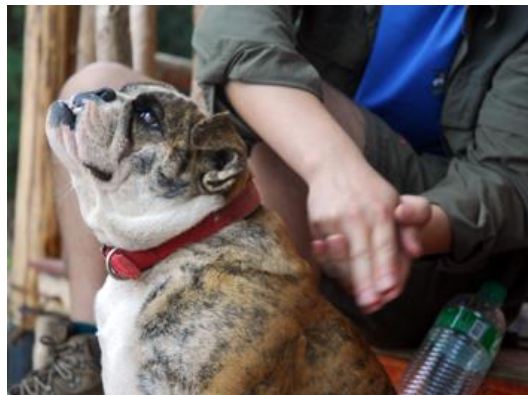


曝光

- 三要素：光圈、快门、ISO



欠曝



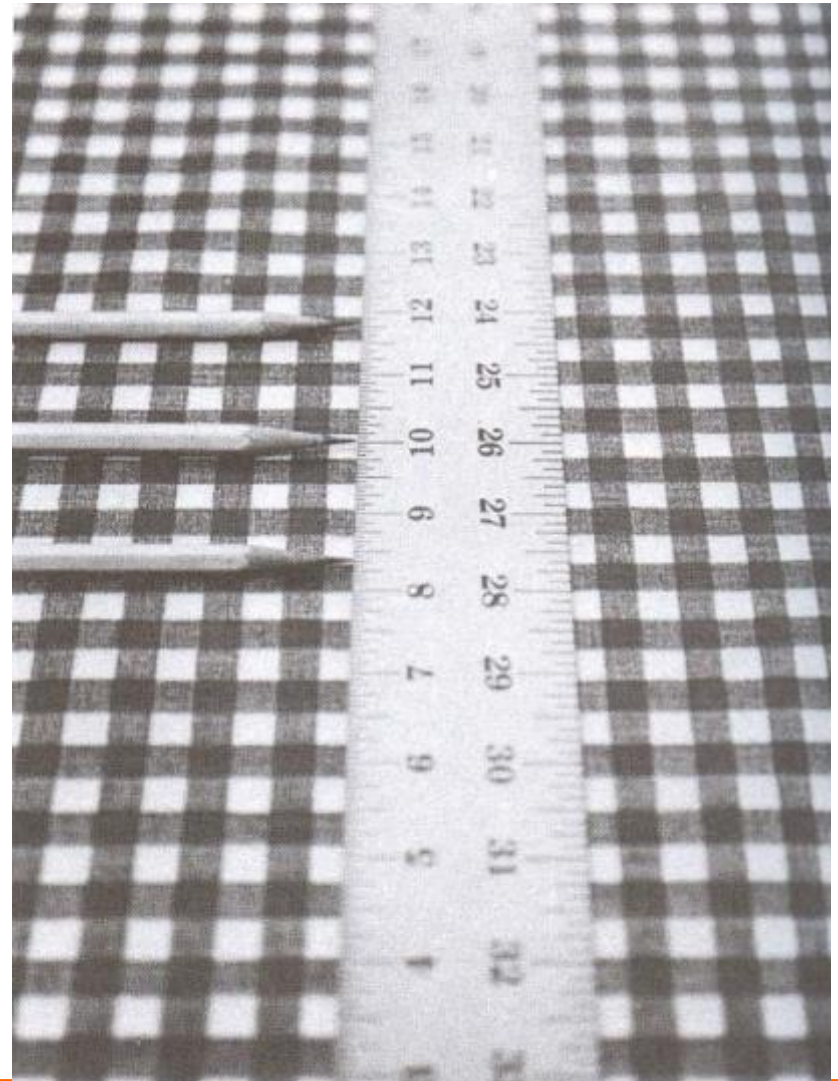
正常



过曝

景深(Depth of Field)

- **景深：**能够清晰成像的距离范围。
- 三要素：光圈、焦距、对焦距离。





能够清晰成像的距离范围

景深和虚化

景深是被拍摄物体的清晰范围，不清晰的范围叫做虚化。

光圈大，焦距长，景深小——拍特写、微距适用；
光圈小，焦距短，景深大——拍风景、建筑适用。



DOF Equations

- Hyperfocal distance:

$$H = \frac{f^2}{Nc} + f$$

- Near distance of acceptable sharpness:

$$D_n = \frac{s(H - f)}{H + s - 2f}$$

- Far distance of acceptable sharpness:

$$D_f = \frac{s(H - f)}{H - s}$$

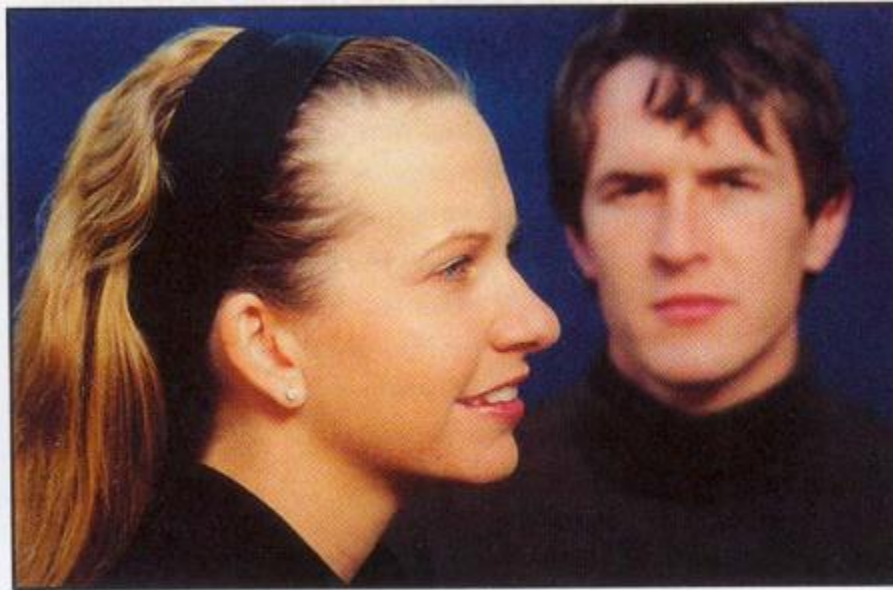
- H is the hyperfocal distance, mm
- f is the lens focal length, mm
- s is the focus distance, mm
- D_n is the near distance for acceptable sharpness, mm
- D_f is the far distance for acceptable sharpness, mm
- N is the f-number
- c is the circle of confusion, mm

超焦点距离(hyperfocal distance)

- 当物距是无穷远时（几十米以外的距离），距离远于H的所有景物都会非常清晰，这个距离H就称为超焦点距离。

Depth of field & focusing distance

- simplifications $D_f - D_n = 2Ncs^2/f^2$
 - Quadratic (bad news for macro, but careful, our simplifications are not accurate for macro)



Closer to subject



3 feet

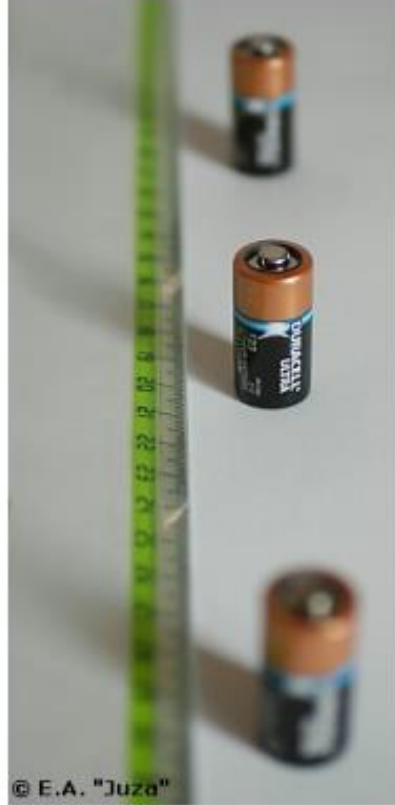


Farther from subject



10 feet

DoF & aperture



f/2.8

f/32

F2.8

F4

F5.6

F8

F11

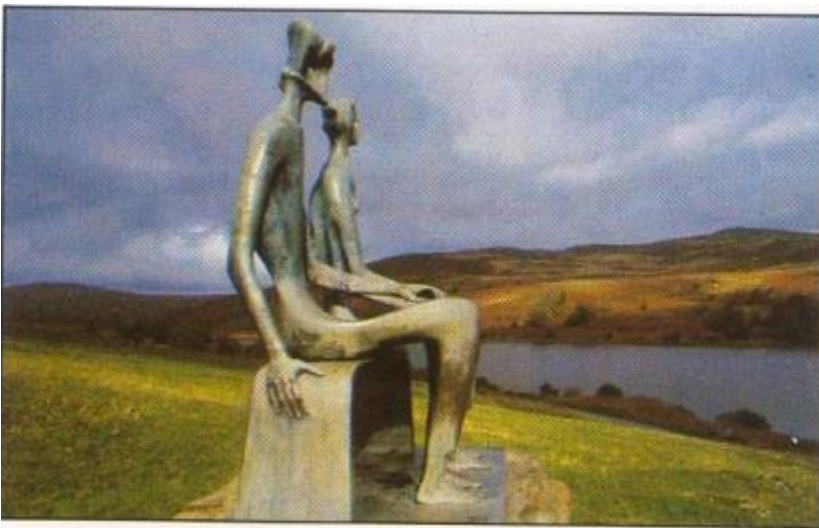
F16

F22



Depth of field & focal length

- Recall that to get the same image size, we can double the focal length and the distance
- Recall what happens to physical aperture size when we double the focal length for the same f number?
 - It is doubled



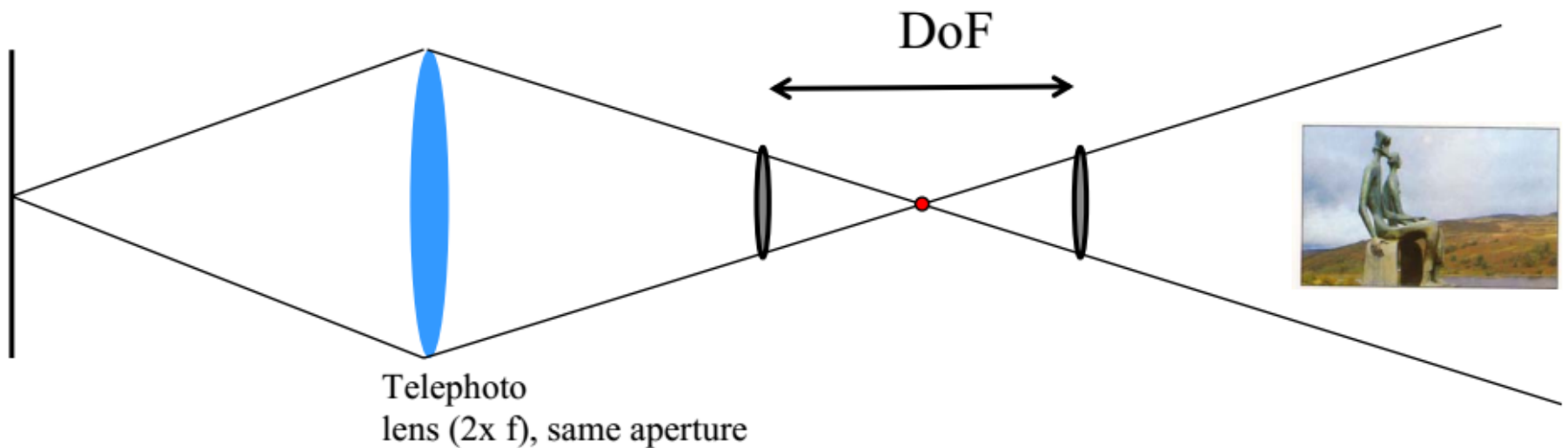
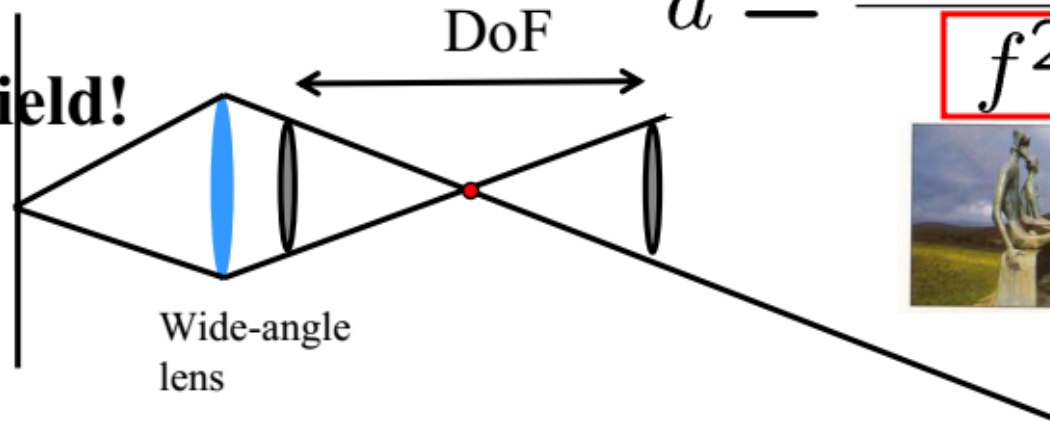
24mm



50mm

- Same image size (same magnification)
same f number
- Same depth of field!

$$d = \frac{2NC D^2}{f^2}$$



- http://www.juzaphoto.com/eng/articles/depth_of_field



50mm f/4.8



200mm f/4.8
(from 4 times farther)

Important conclusion

- **For a given image size and a given f number, the depth of field (in object space) is the same.**
- **Might be counter intuitive.**
- **Very useful for macro where DoF is critical. You can change your working distance without affecting depth of field**

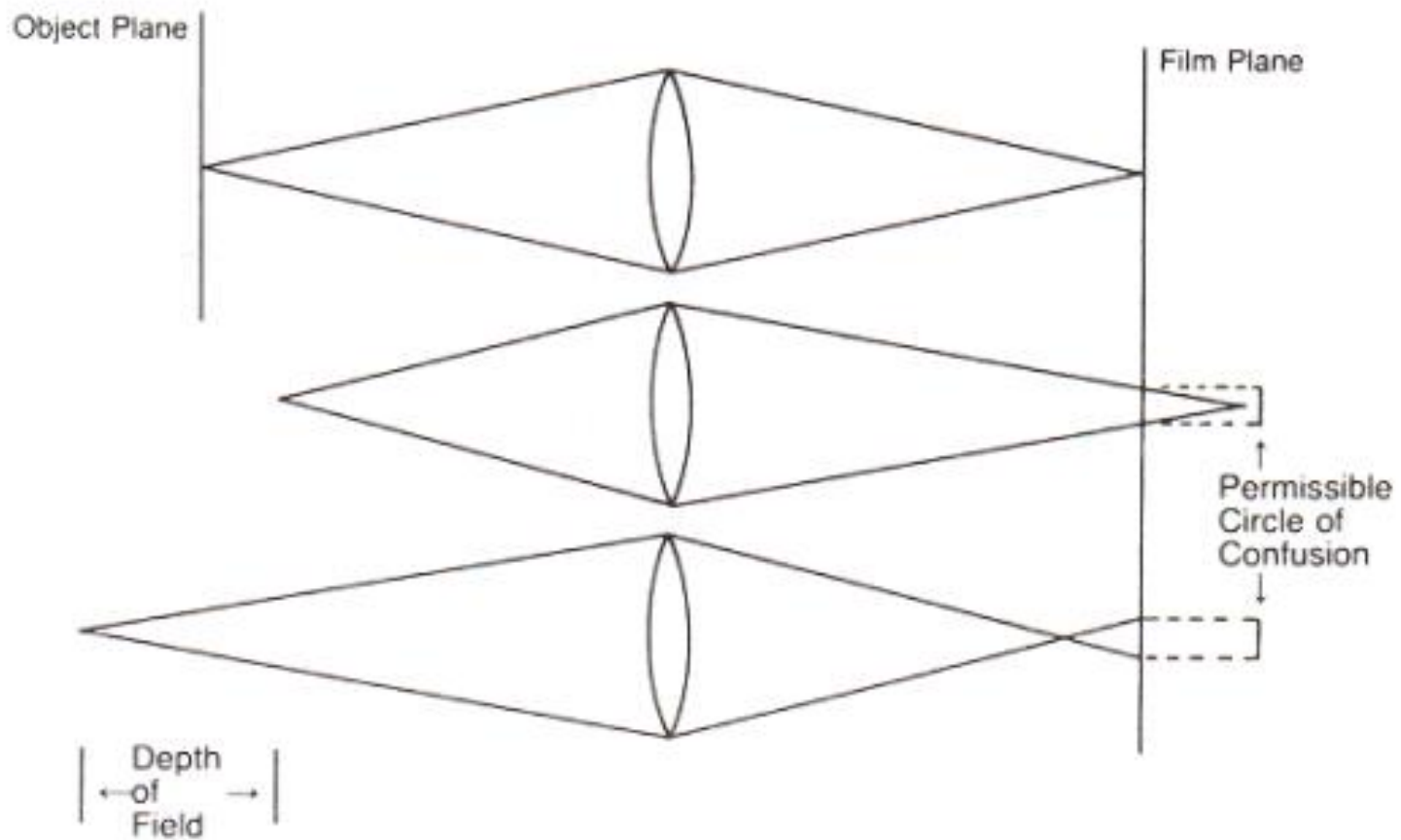
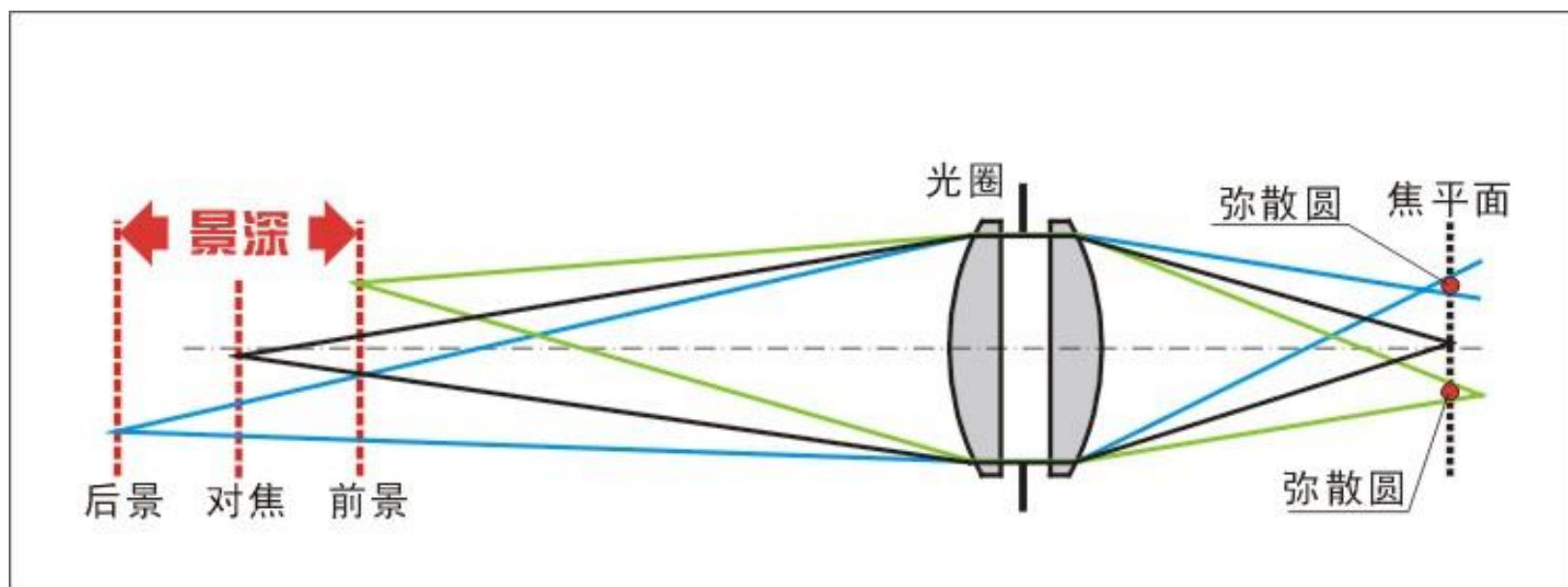


Figure 5-33A Depth of field is the range of distances within which objects are imaged with acceptable sharpness. At the limits, object points are imaged as permissible circles of confusion.

弥散圈(Circle Of Confusion)

- 当镜头对焦时，光线犹如光锥，光锥的最尖端与焦平面重合时，就是合焦，物象会在焦平面形成一个光点。而在焦平面前后，物象点会变得模糊，形成一个扩大的圆圈，这个圆圈就是弥散圈。
- 当弥散圈直径在一定范围内，人眼观察仍然接近是一个点时——影像还是清晰的，此时的弥散圈被称为是“容许弥散圈”。
- 在对焦点前后容许弥散圈范围内的距离反映在成像的影像上就是景深。



Size of permissible circle

- **Assumption on print size, viewing distance, human vision**
 - Typically for 35mm film: diameter = 0.02mm
 - 全画幅相机: 0.03mm

照片模糊的原因

- 跑焦：对焦平面不准确
 - 定焦镜头+大光圈、距离太大容易跑焦。
- 运动模糊：手抖、物体运动：

Demo

- <http://www.canonoutsideofauto.ca/play/>
- <http://camerasim.com/>

