

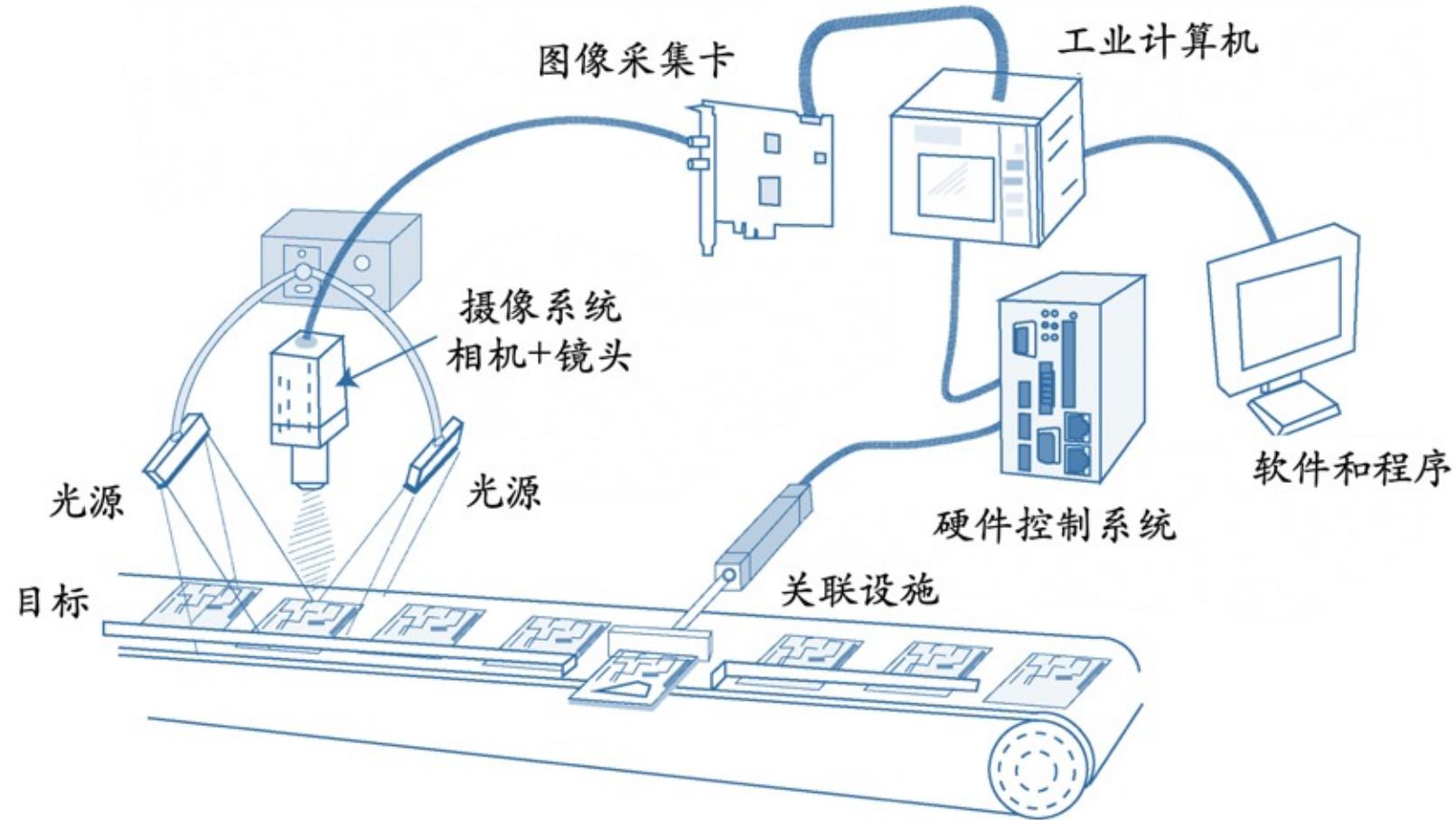


# 图像的采集

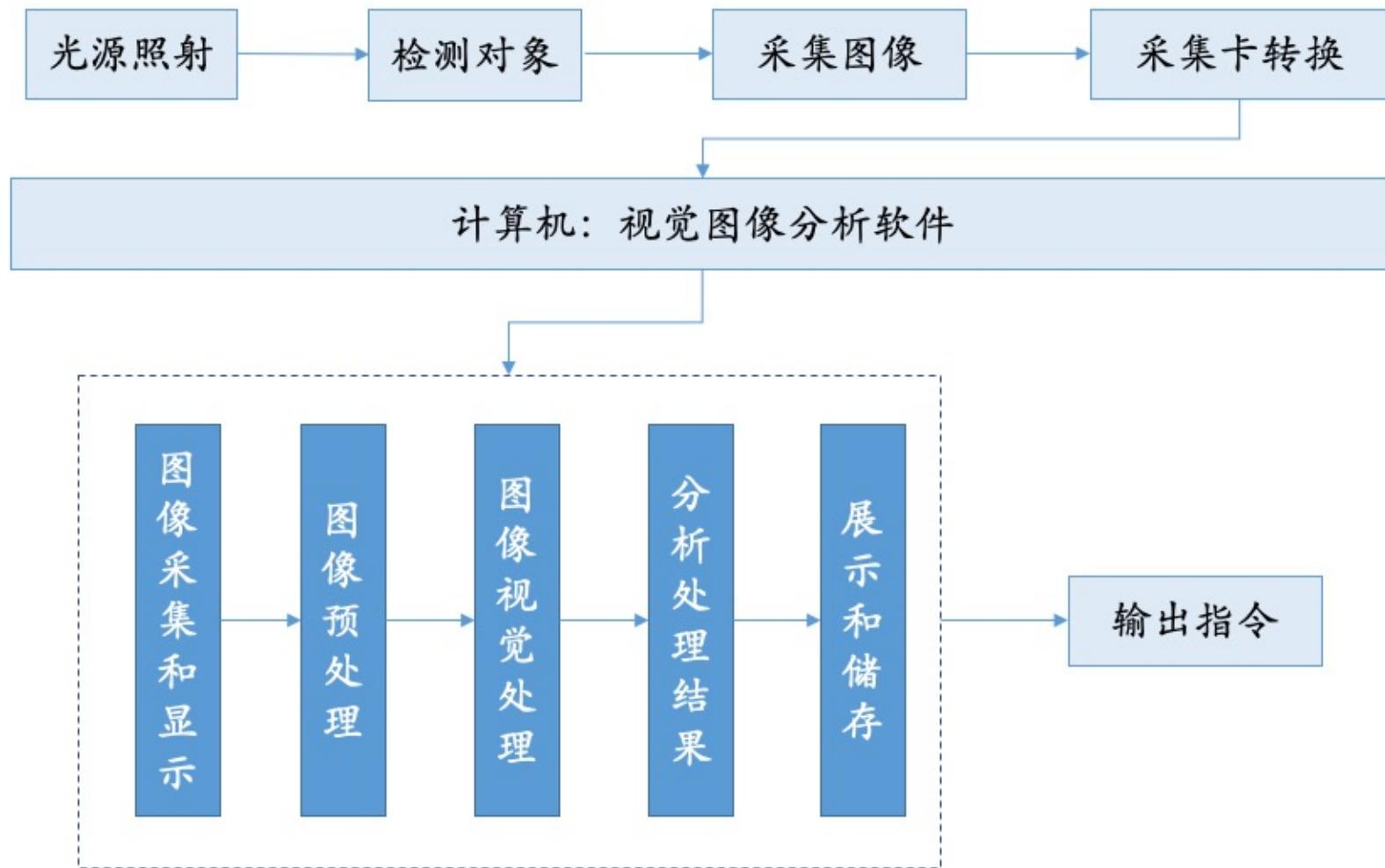
叶山 中国地质大学（北京）

yes@cugb.edu.cn

# 计算机视觉系统的构成



# 计算机视觉系统的构成



计算机视觉系统的工作流程

光源

# 光源的选择



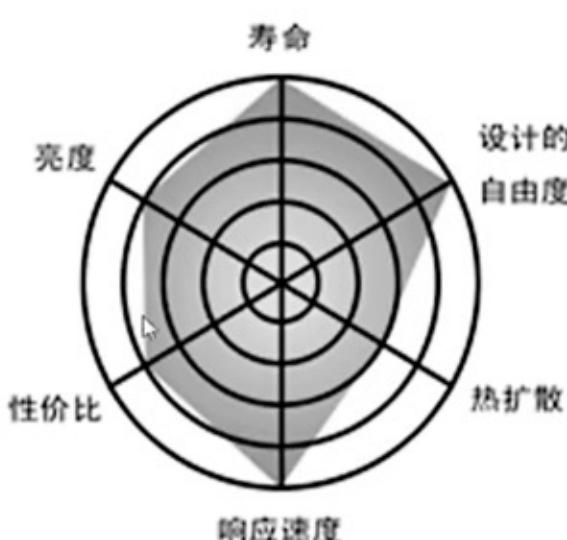
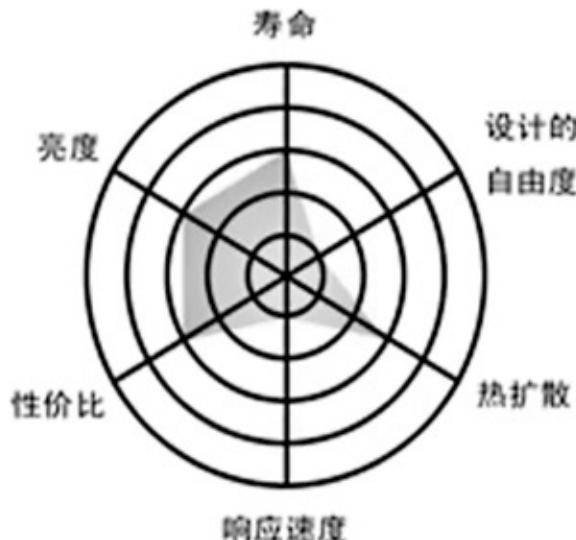
荧光灯



卤素灯



LED灯



# 光源的选择

可以制成各种形状和尺寸，满足各种照射角度

可根据需要制成各种颜色，并可以随时调节亮度

通过添加散热装置，散热效果更好，光的亮度更稳定

使用寿命长（约3万小时）

反应快，可在10微秒内达到最大亮度，且能通过计算机控制，用作频闪灯

可根据客户的需要，进行特殊设计

LED（发光二极管）的优势

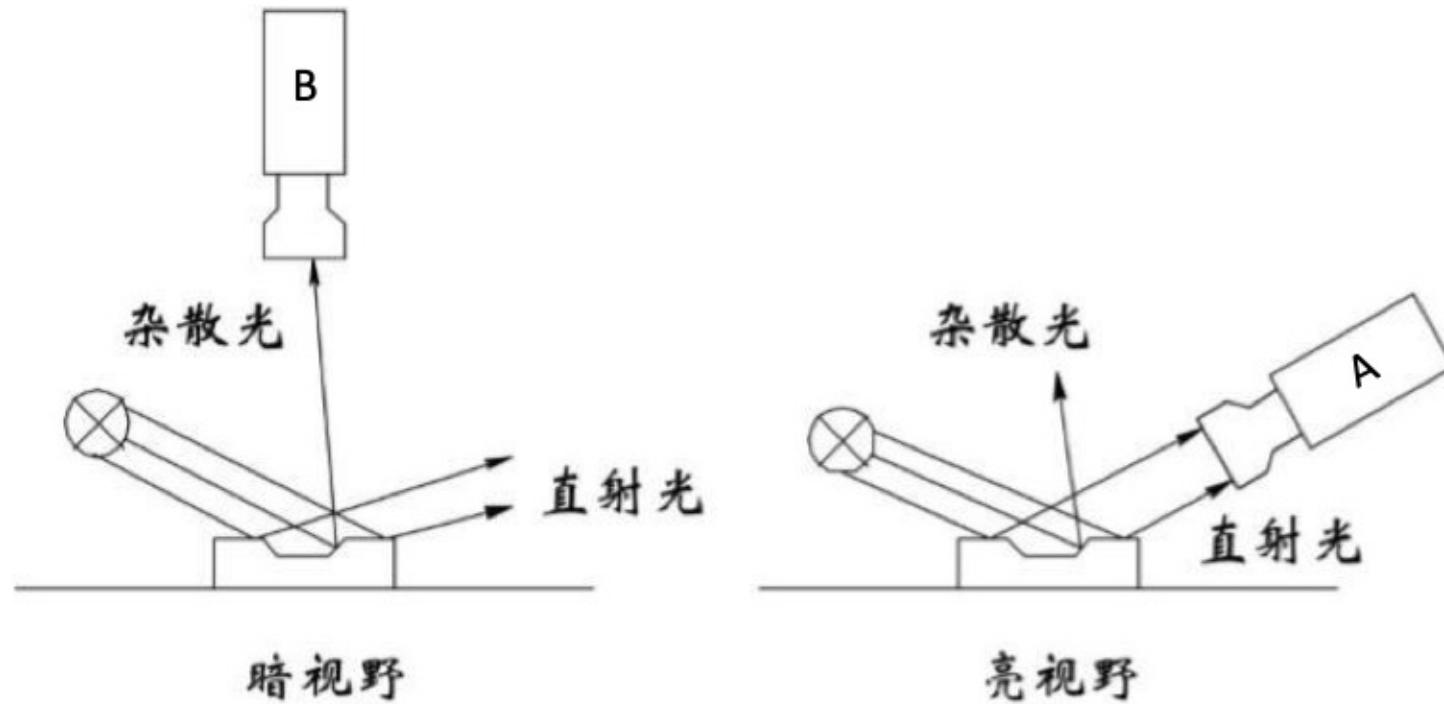


# 光源的选择

- 光源决定了数据的质量，从而影响计算机视觉系统的产出质量。



# 打光的方式

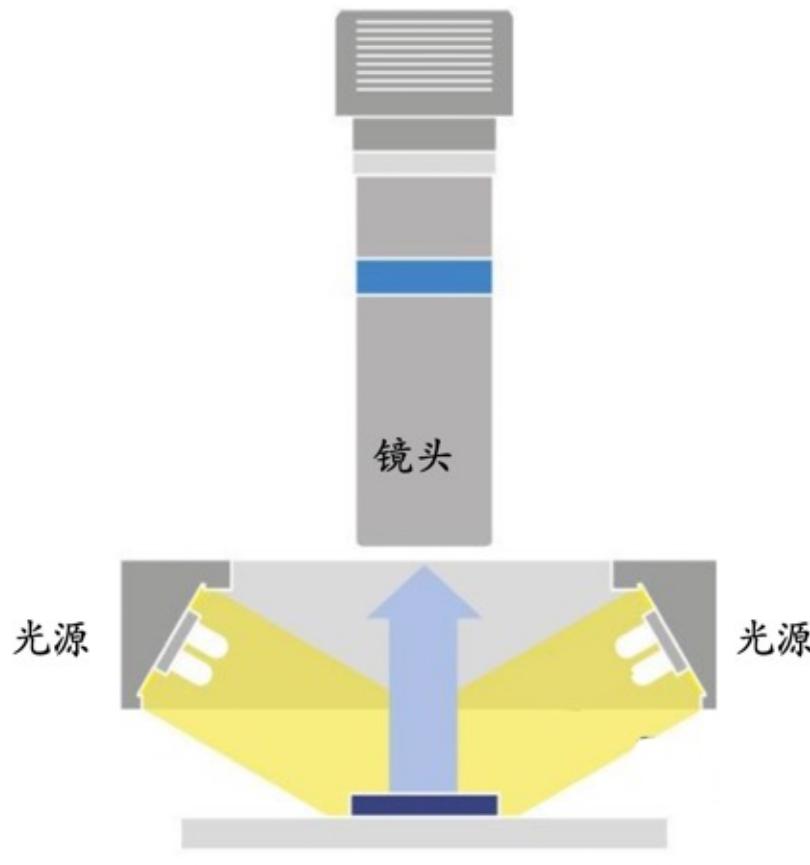


亮视野 (Bright Field/明场) : 最直接的照明, 相机接收直射光。  
暗视野 (Dark Field/暗场) : 适用于光滑表面, 相机接收杂散光。

# 打光的角度

- 低角度照明
- 高角度照明（前向光直射照明）
- 穹顶照明（前向光漫射照明）
- 背光照明
- 同轴光照明

# 打光的角度



## 低角度照明

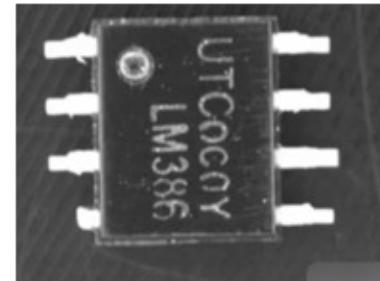
- 能够突出显示物体表面的**凹凸不平**现象。  
通常适用于物体表面上的**划痕、刀痕、雕刻纹理、边缘检查**。



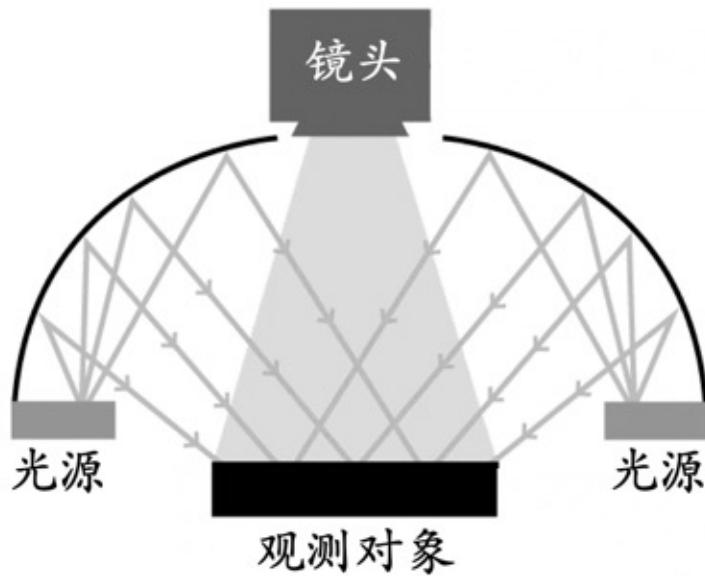
高角度光源



低角度光源



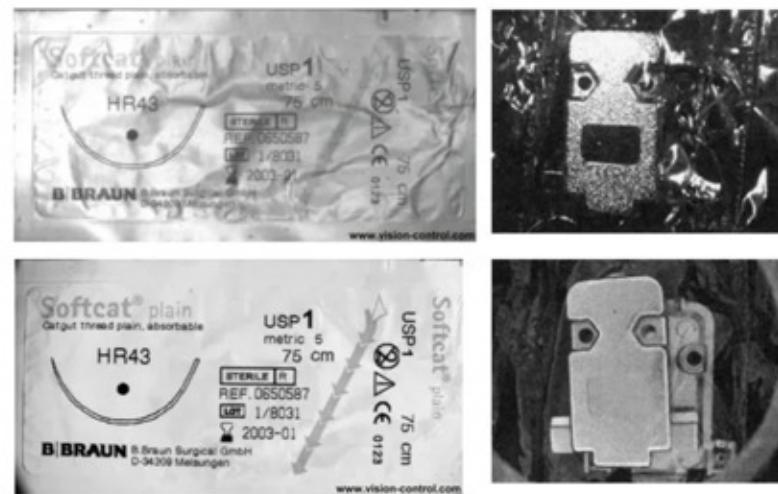
# 打光的角度



## 穹顶照明

(前向光漫射照明)

- 使被观测对象的表面有来自各个方向的光，从而达到消除阴影或者消除眩光的效果。



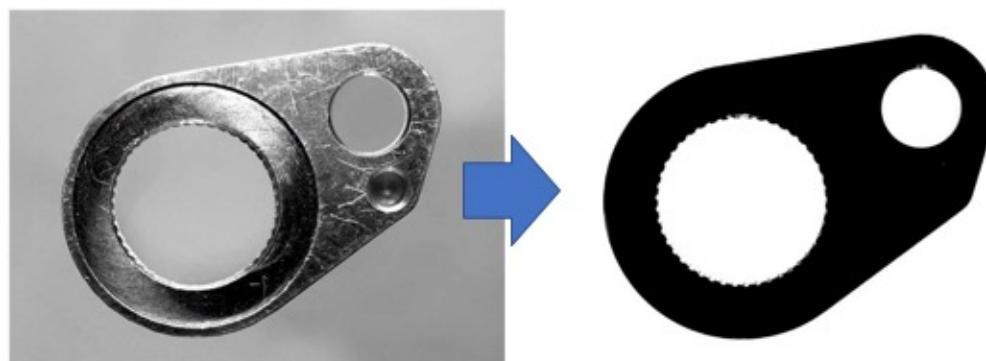
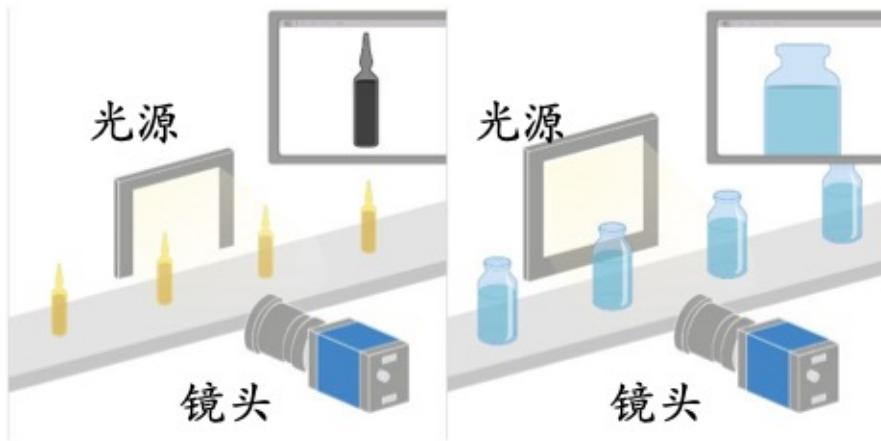
普通照明

穹顶照明

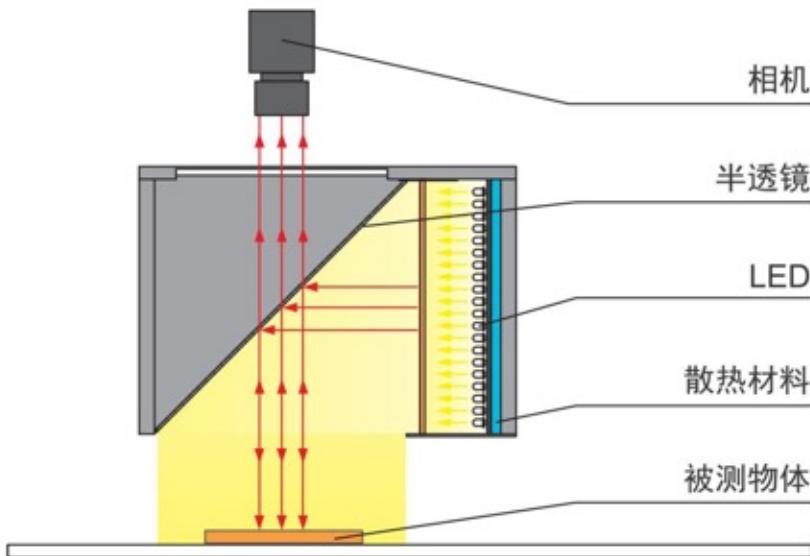
# 打光的角度

## 背光照明（“剪影”）

- 将光源放置在物体的背面。特点：对比度强，会丢失物体表面特征，但能获得清晰的轮廓。适用于零件的尺寸检测，外观检测，以及透明物体的轮廓检测。



# 打光的角度

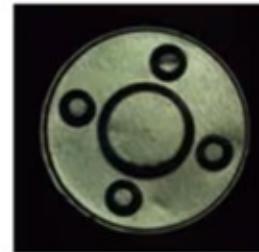


冲压部件

标准照明下



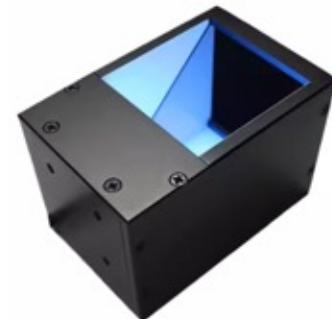
同轴照明下



边缘不明显。因为漫反射和镜面反射光都被 CCD 接收。

凹陷区域的光发生扩散，所以显得较暗，边缘从而能够轻松识别。

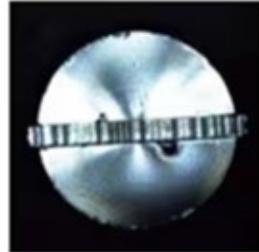
## 同轴光照明



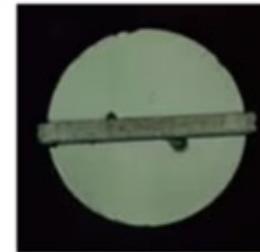
- 镜头和光线方向趋于平行。通常用于半导体、印制电路板、金属零件的表面成像检测，以及小尺度器件的外形、尺寸测量。

螺丝头

标准照明下



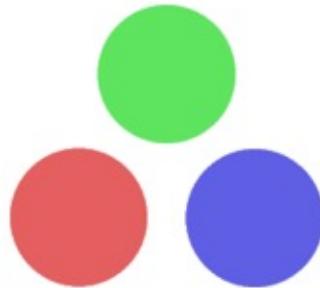
同轴照明下



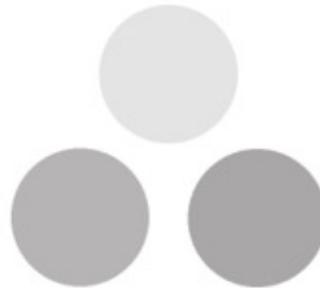
从弯曲到平坦的变化能够清楚的识别，平坦区域在 CCD 中被良好地突出。

# 光的颜色和补色

原图（半透明）



W（白光）



R（红光）



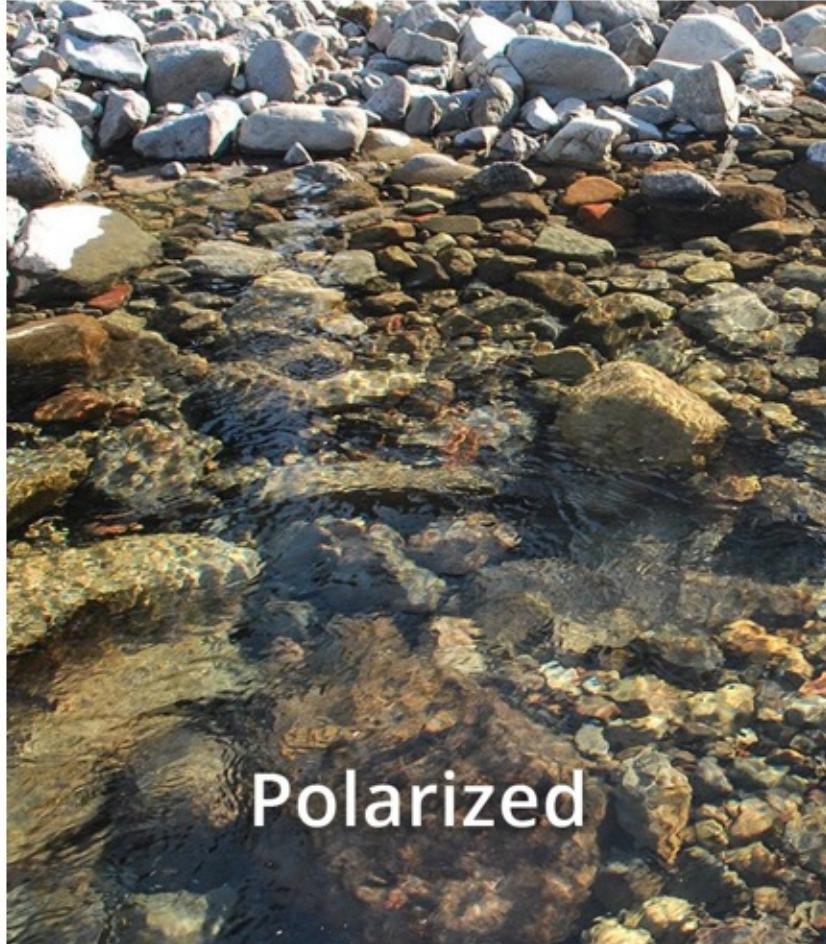
G（绿光）



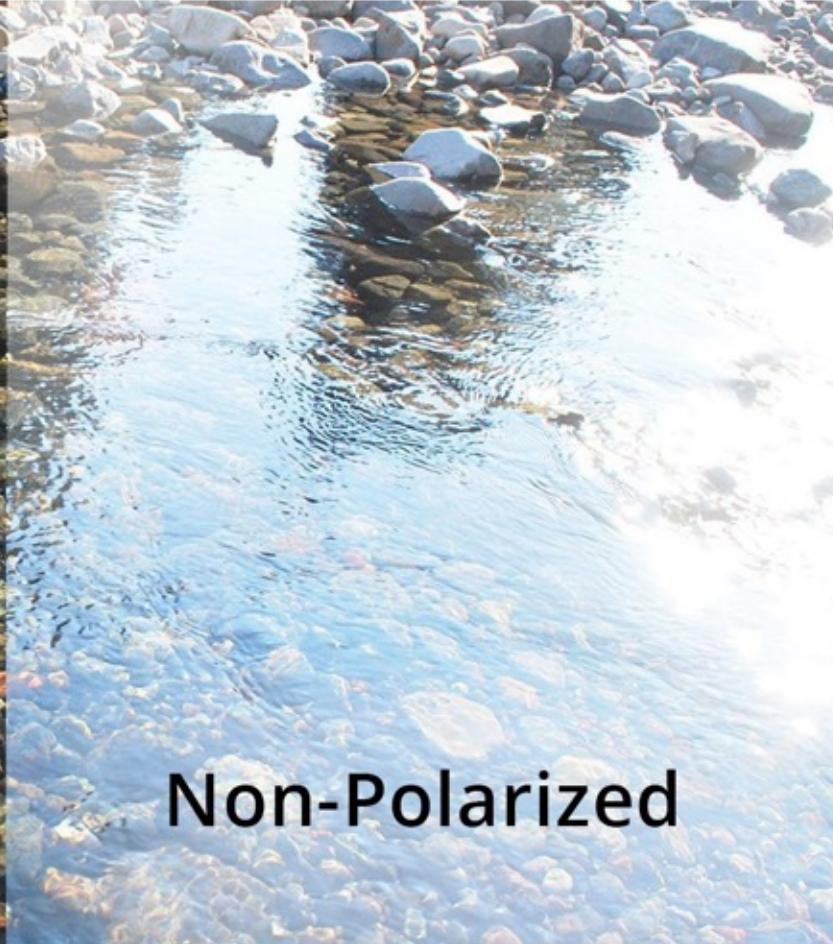
B（蓝光）



# 偏振片



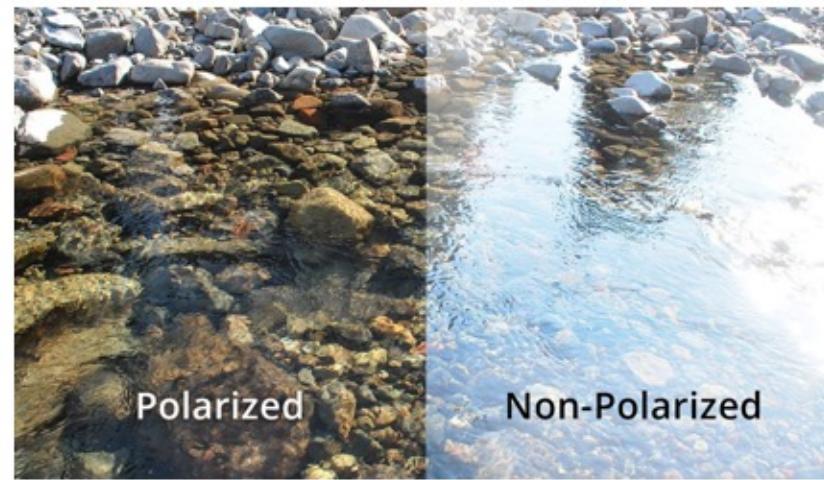
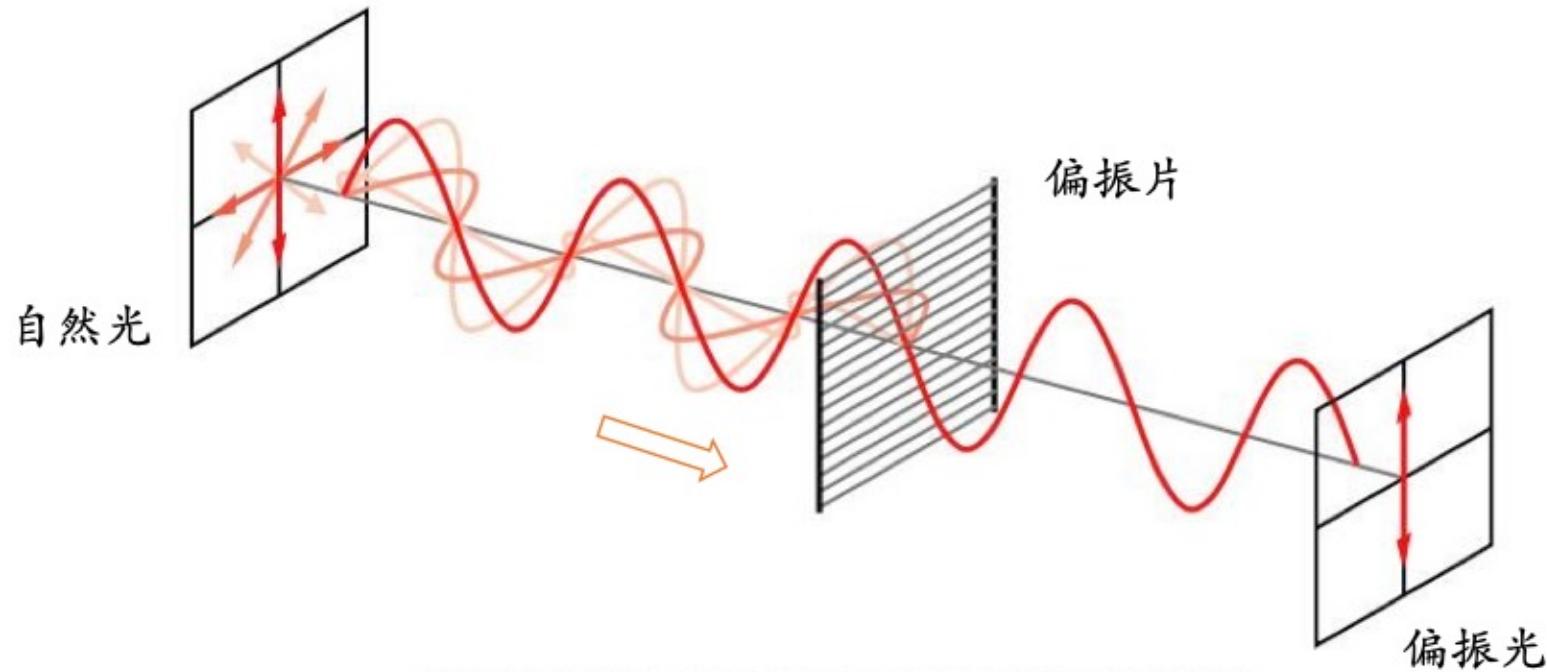
有偏振滤镜



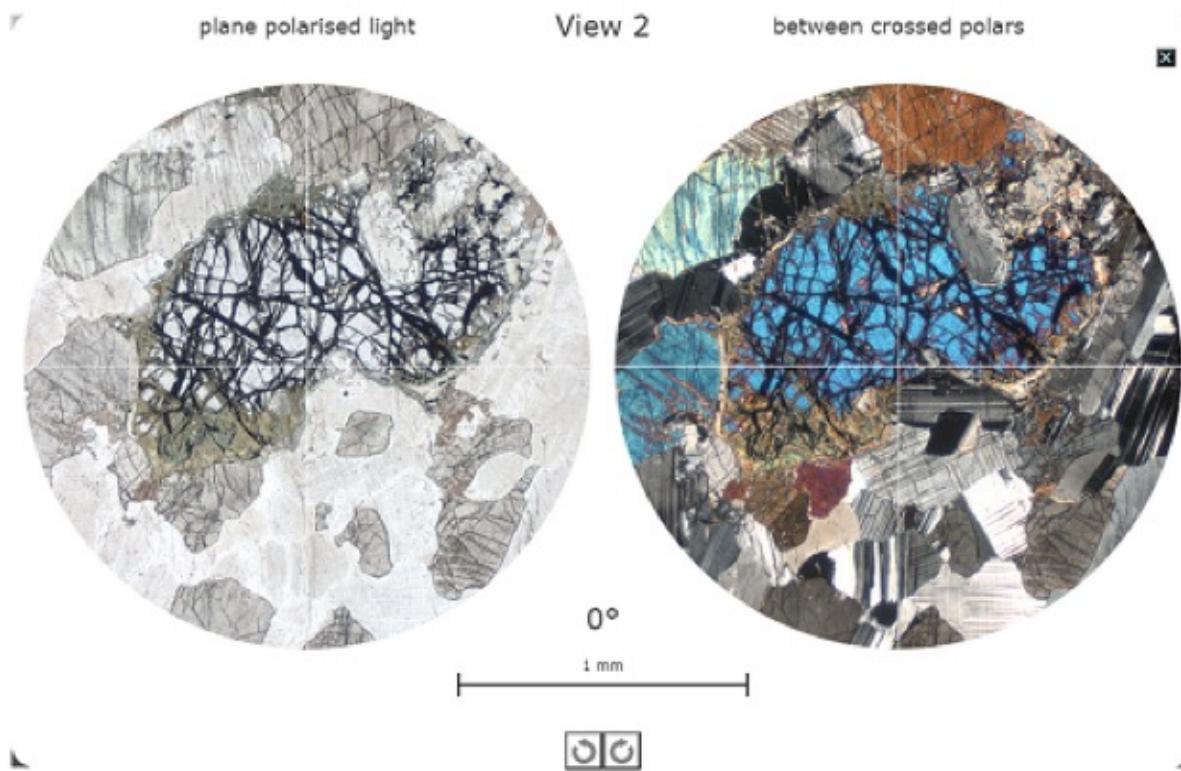
Non-Polarized

无偏振滤镜

# 偏振片



# 偏振片



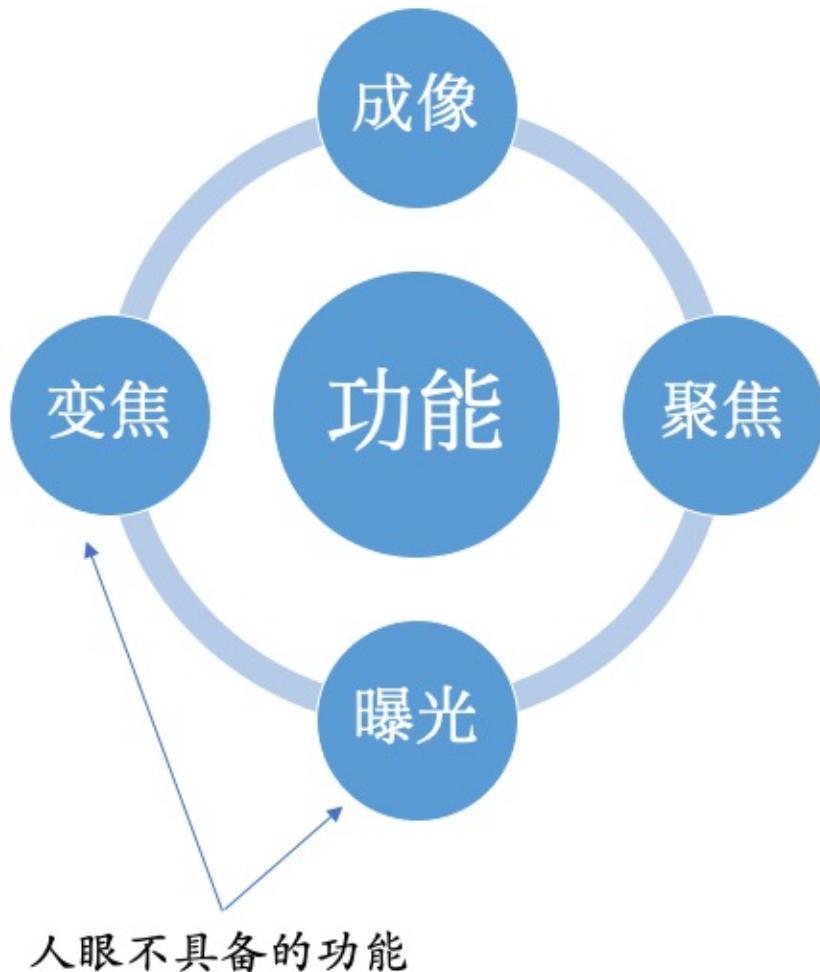
光性矿物学

# 打光的效果



镜头

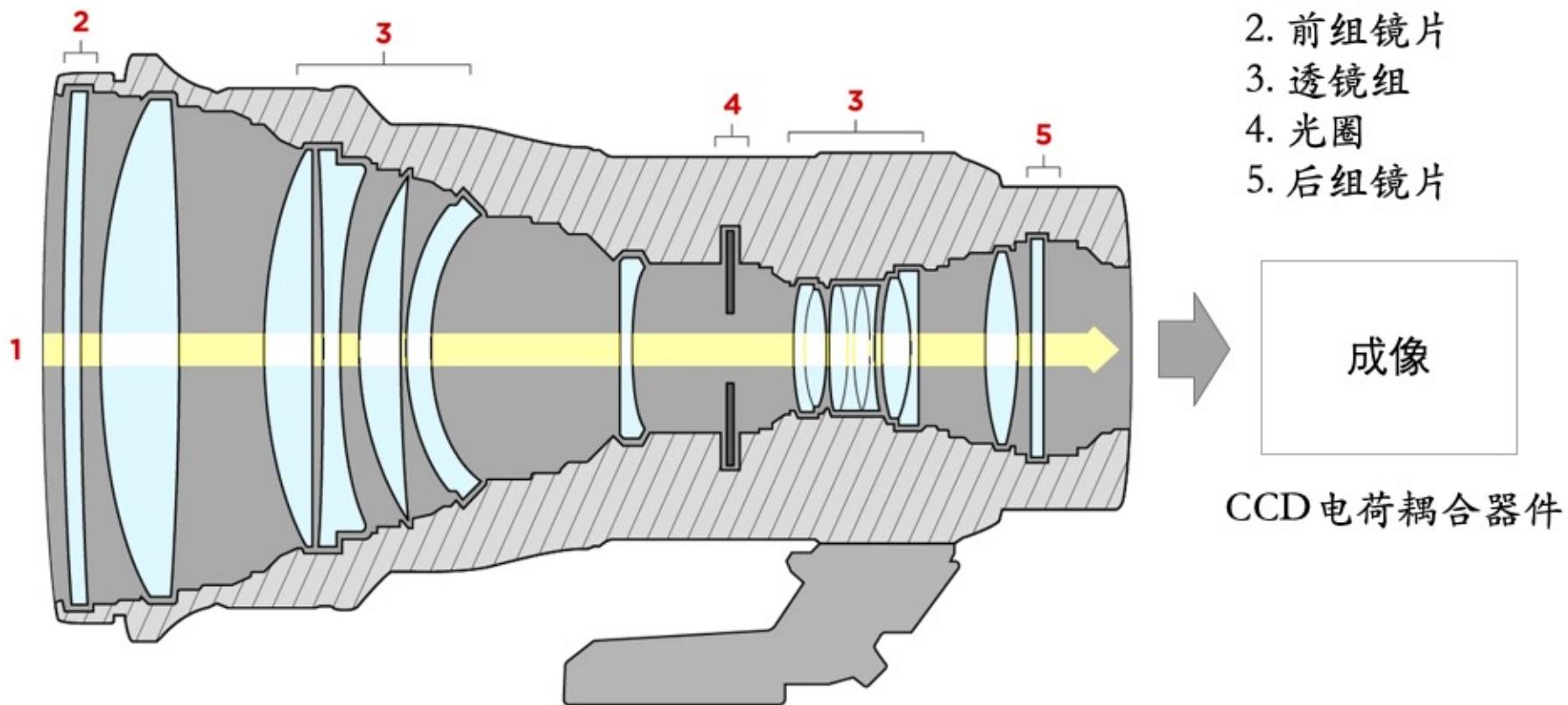
# 镜头的功能



镜头：与相机配合使用的成像设备

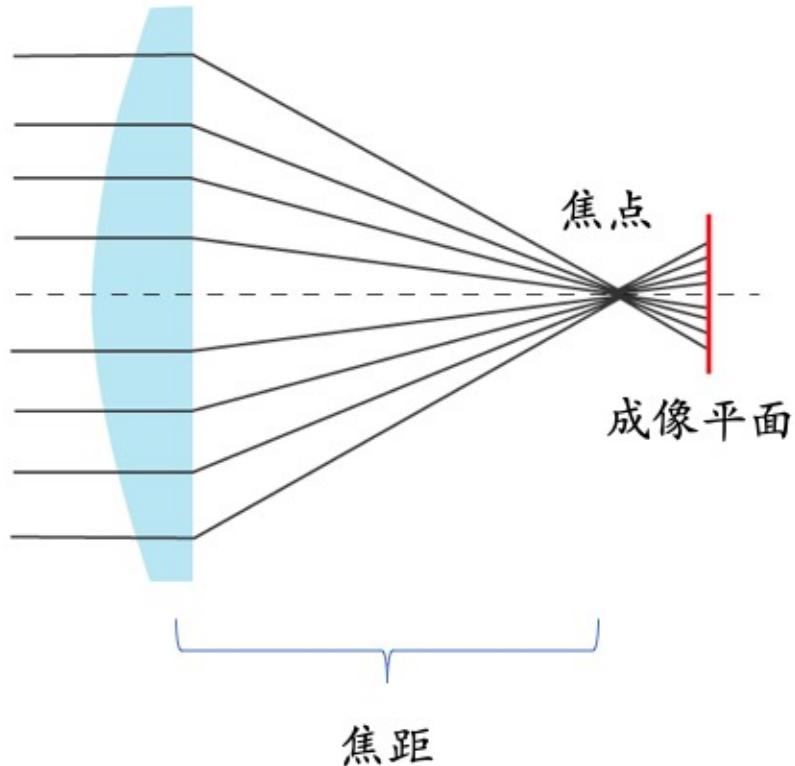


# 镜头的功能

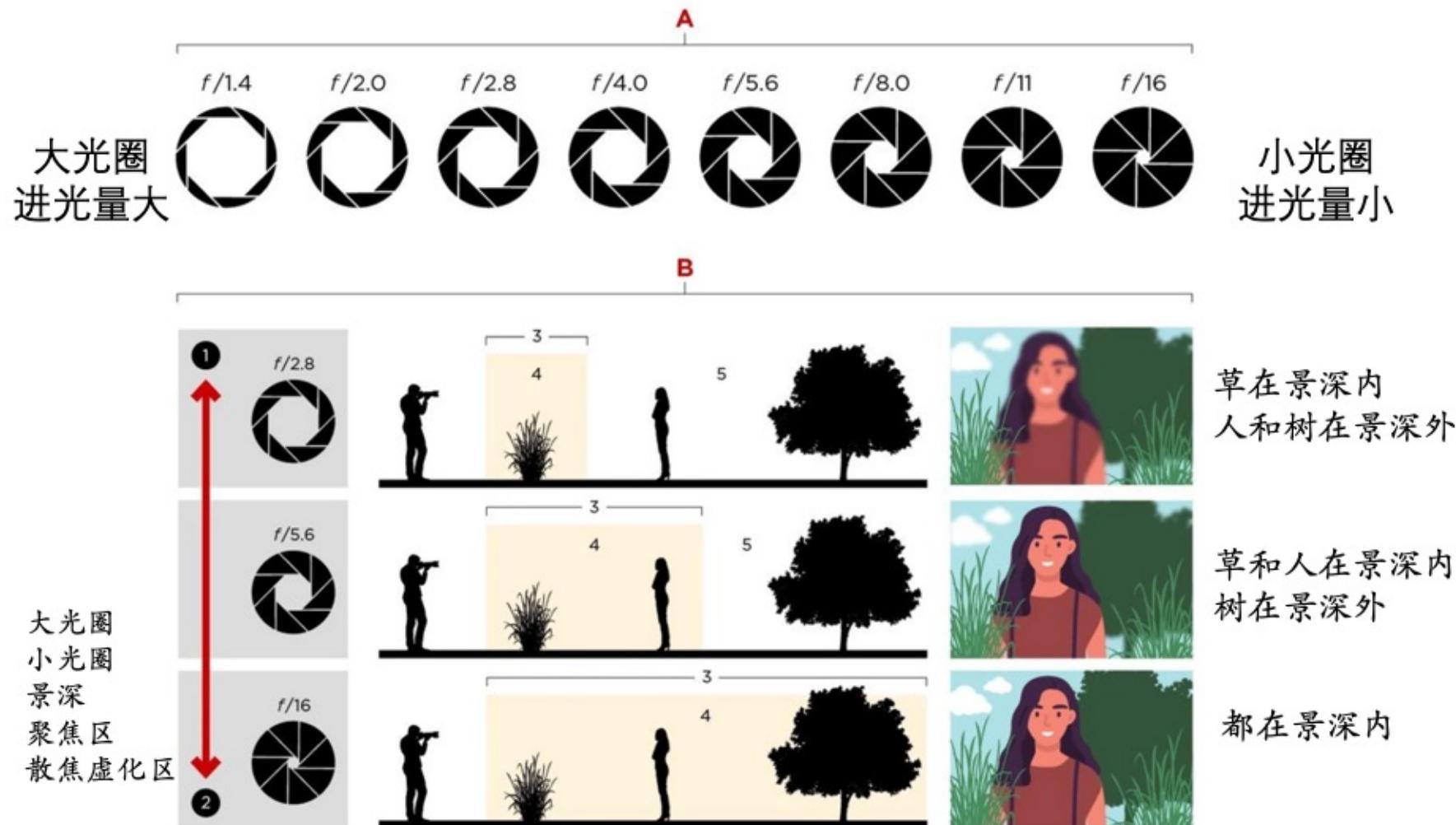


如果脱离镜头强行成像，则图像信息会淹没于噪声。

# 镜头的功能



# 镜头的功能



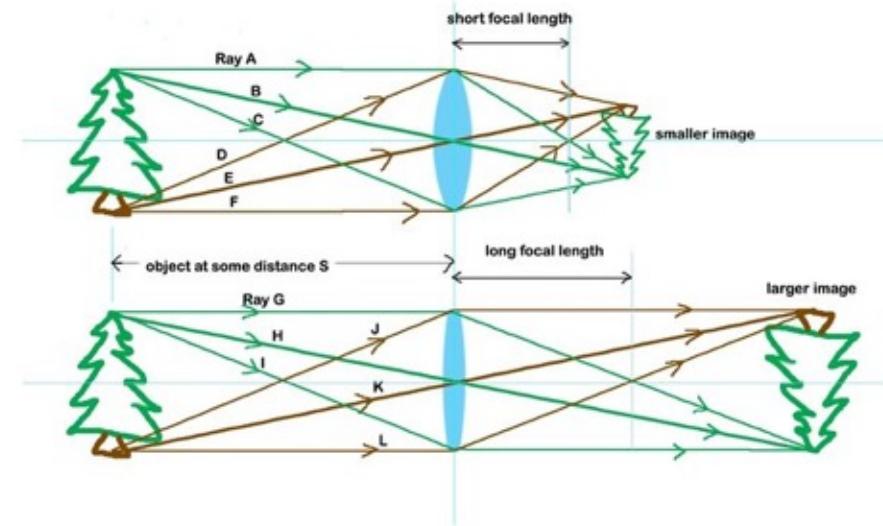
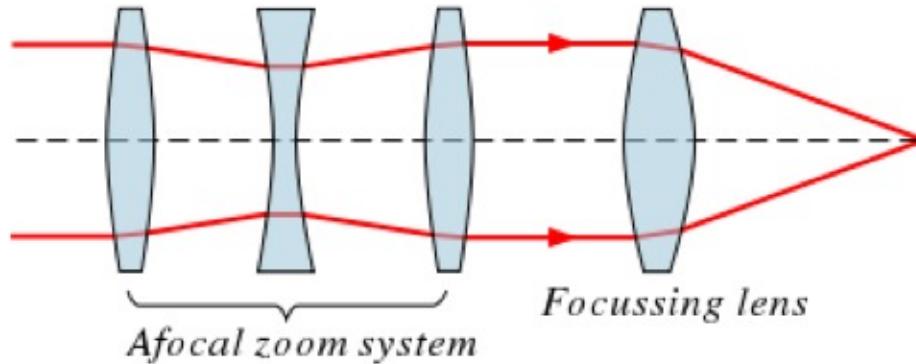
# 镜头的功能

长曝光效果



# 镜头的功能

长焦镜头：变焦、放大物体

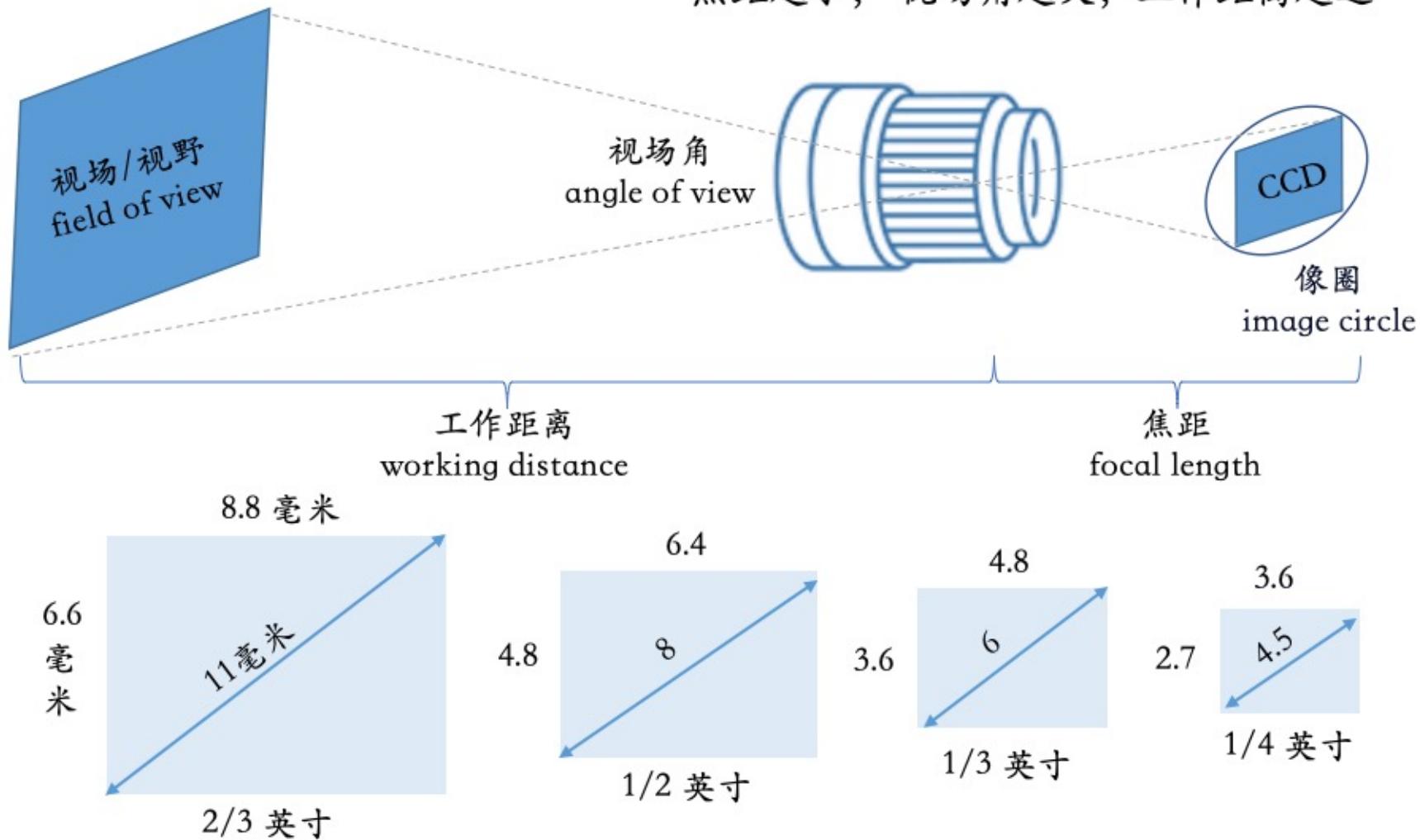
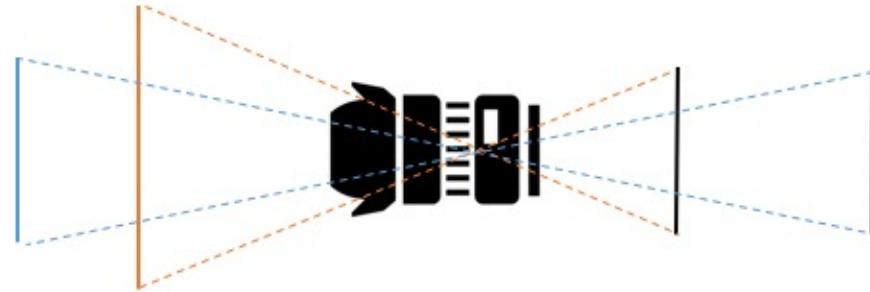


# 镜头质量

图像质量参数	影响图像质量的因素
分辨率	镜头、摄像机、显示设备、打印设备
对比度	镜头、摄像机、光源
景深	镜头（光圈）
失真	镜头（焦距等）
投影误差	镜头

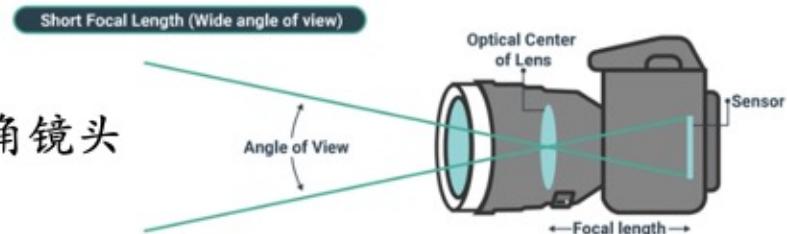


# 焦距和视场

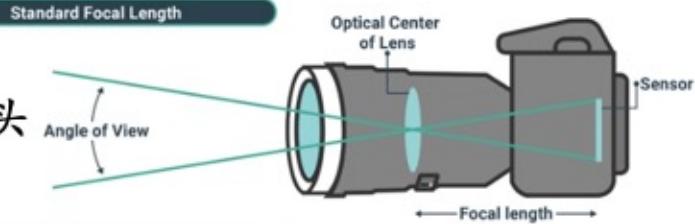


# 焦距和视场

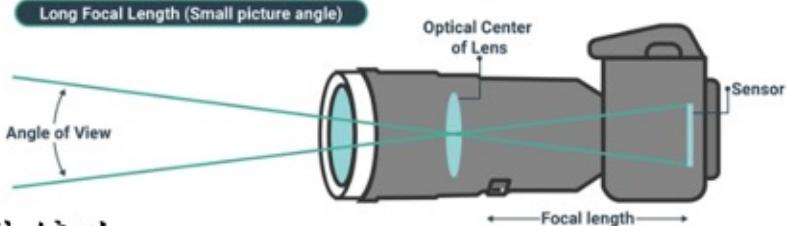
广角镜头



标准镜头



长焦镜头



广角



标准



长焦

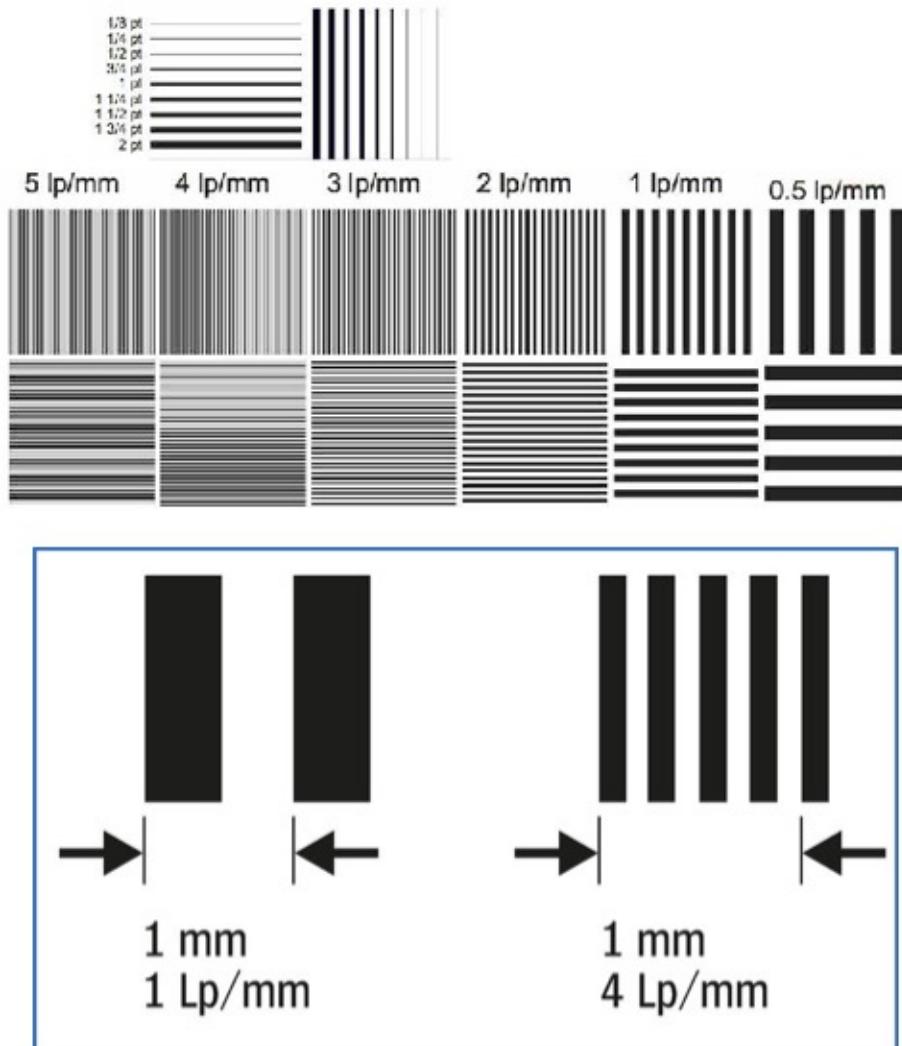
# 焦距和视场



鱼眼镜头（超广角的一种，视场角 $180^\circ$ ）

# 镜头参数：分辨率

- 分辨率单位：
  - lp/mm (线对/毫米)
- 影响因素：
  - 镜头质量：结构、材质、加工精度
  - 孔径：镜头的相对孔径越大，分辨率越高
  - 照明波长：波长越短分辨率越高
  - 相对位置：视场中心较边缘分辨率高
  - 镜头类型：档次相同时，定焦镜头的分辨率高于变焦镜头

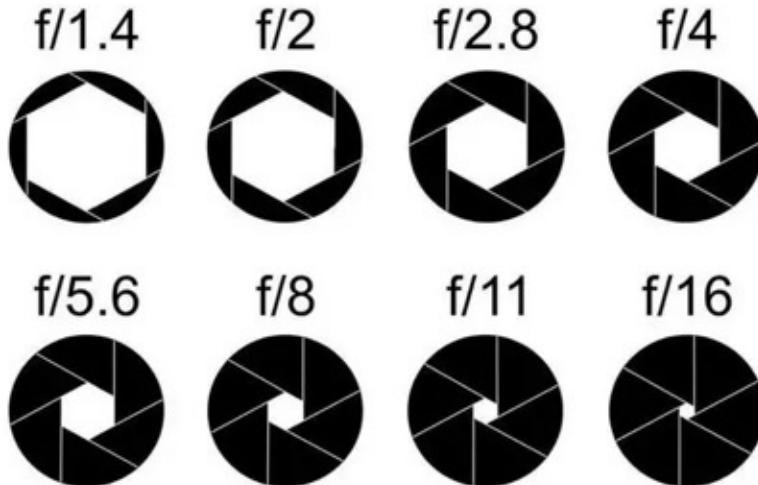


# 镜头参数：光圈

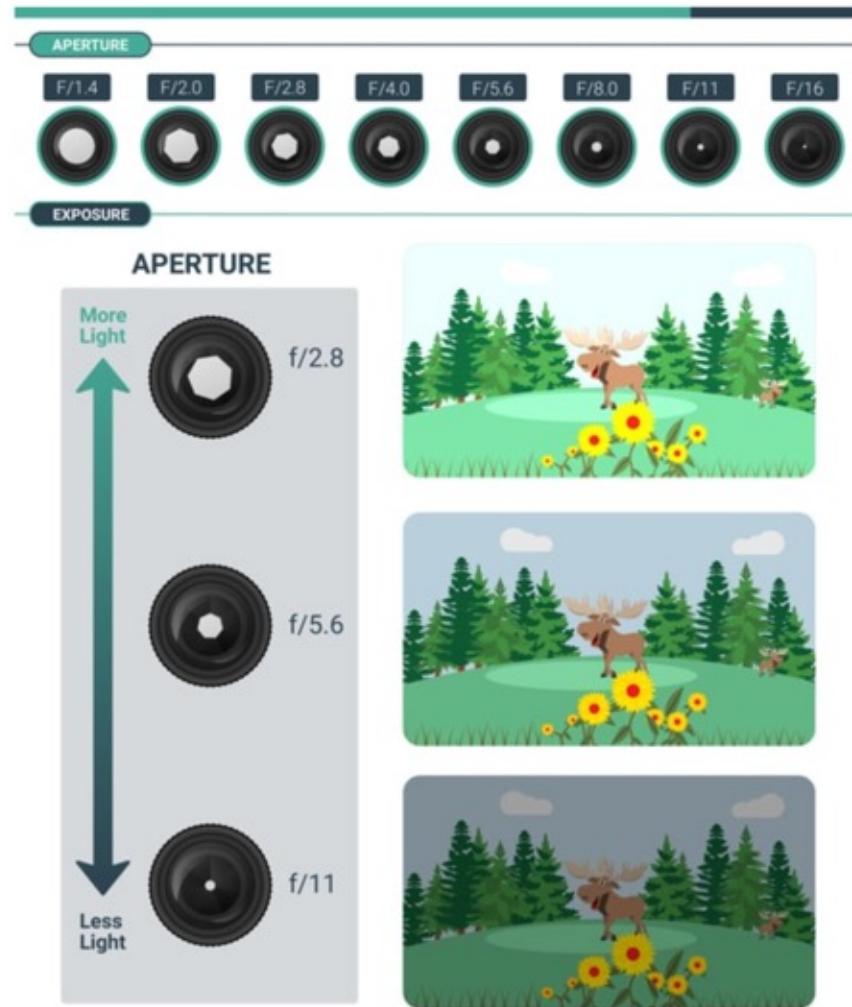
光圈值N（或f-number）是镜头焦距f和通光孔径D的比值：

$$N = f / D$$

f-number并非光圈孔径的大小。在描述中，光圈孔径大小和f-number成反比。



# 镜头参数：光圈



f-number越大，光圈越小

# 镜头参数：景深



不同光圈拍摄效果的对比

大光圈：景深短

小光圈：景深长

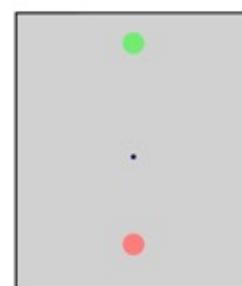
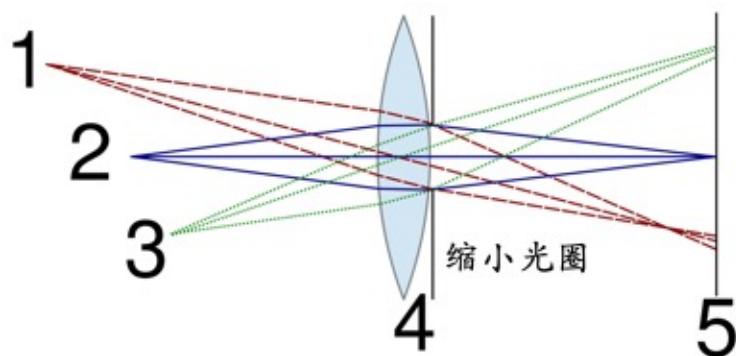
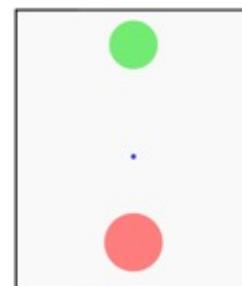
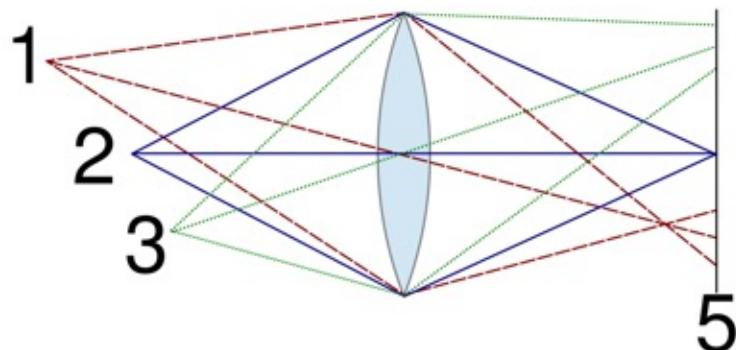
# 镜头参数：景深

终点

景深

起点

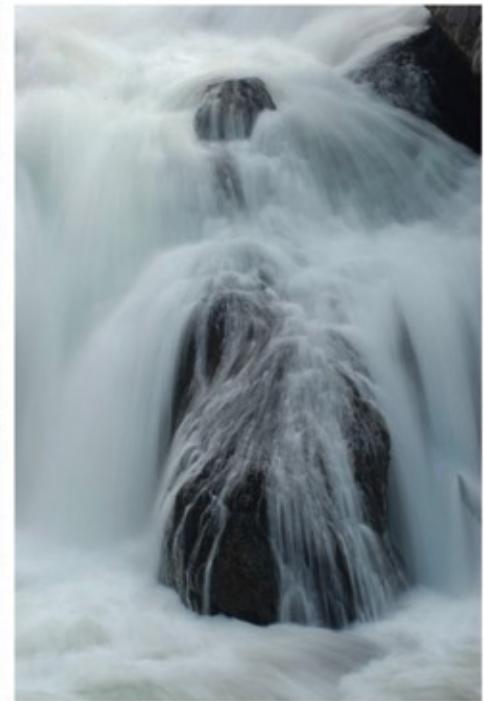
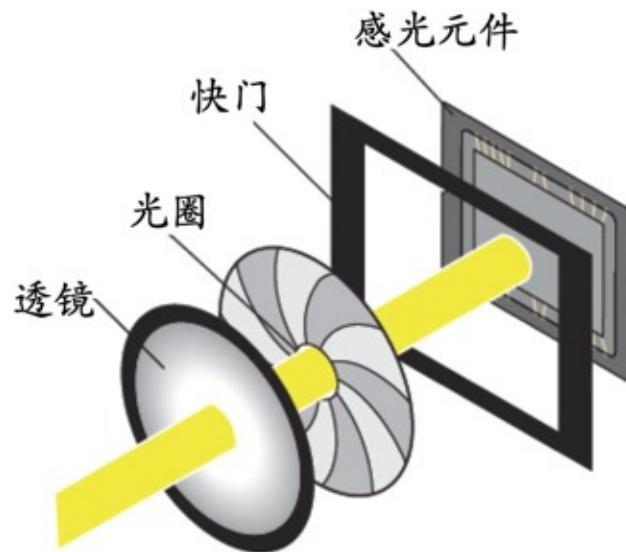
far distance, the main focus of interest for that specimen, is scales on a lens barrel perfocal distance opposite to the one you are using. If you then increase the depth of field will increase to infinity. ▲ For cameras with a hyperfocal distance focus at 18 feet,



# 镜头参数：快门

工作原理：通过控制镜头打开的时间长短来决定进入相机的光量。

- 早期的感光介质灵敏度十分低，拍摄所需曝光时间非常长，摄影师直接通过镜头盖来控制曝光时间。
- 随着感光元件的灵敏度提高，曝光时间来到亚秒级，出现了快门。



相机

# 相机参数

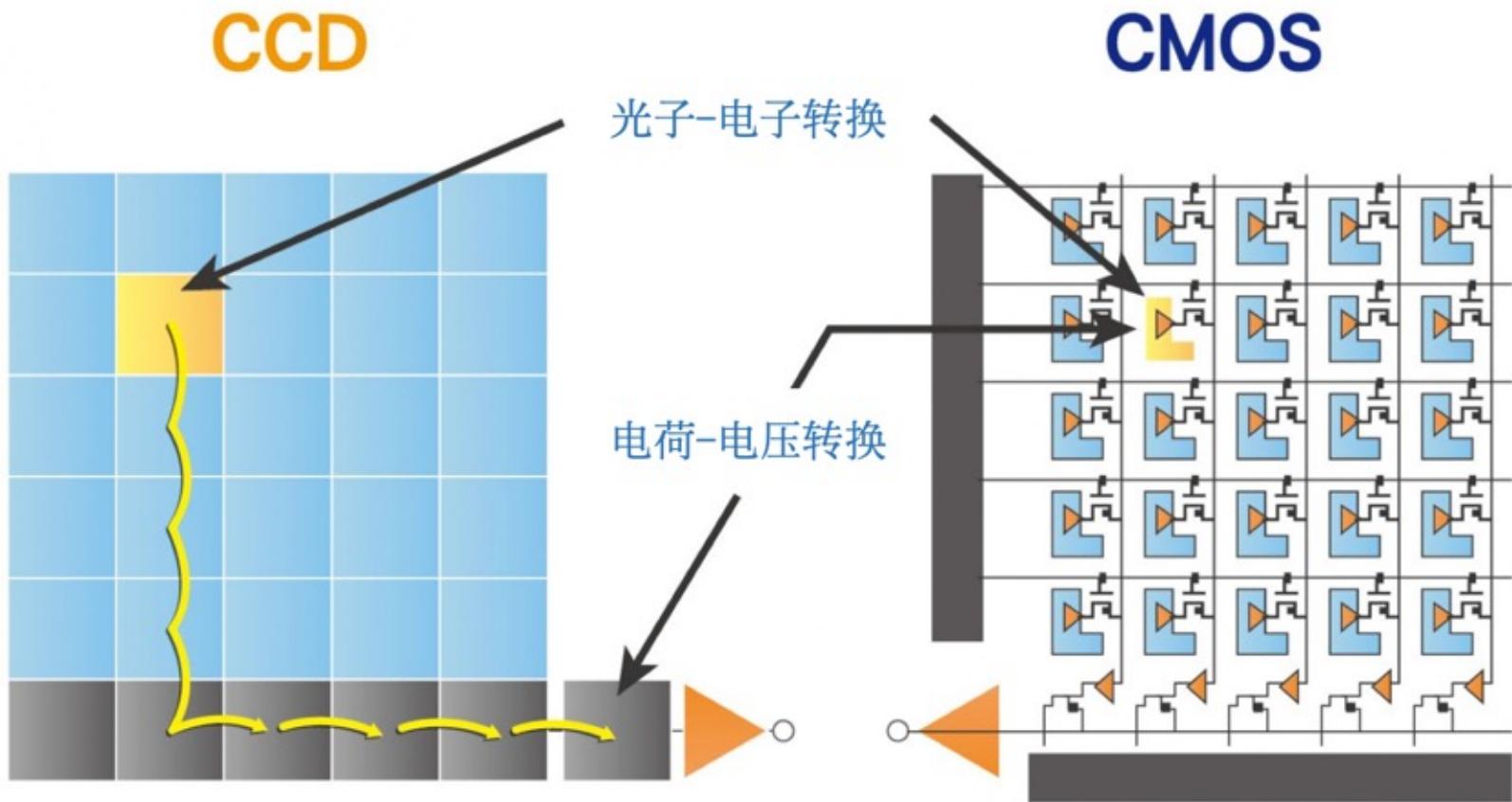
相机：将现场的影像转化成数字信号或模拟信号的工具。

相机的选型主要关注以下参数：

- 分辨率
- 像素尺寸
- 帧率
- 像素深度
- 数字接口



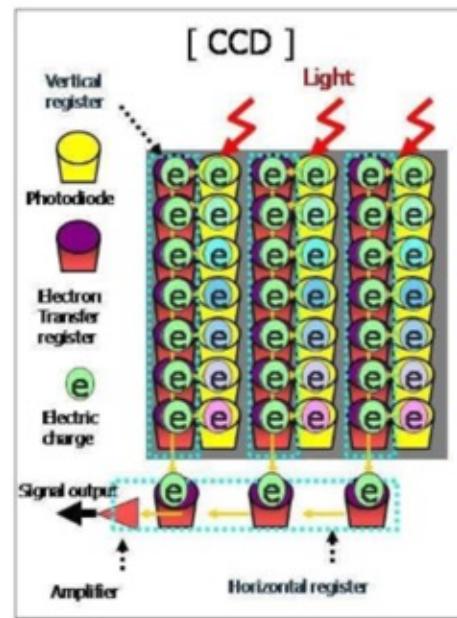
# 光感类型



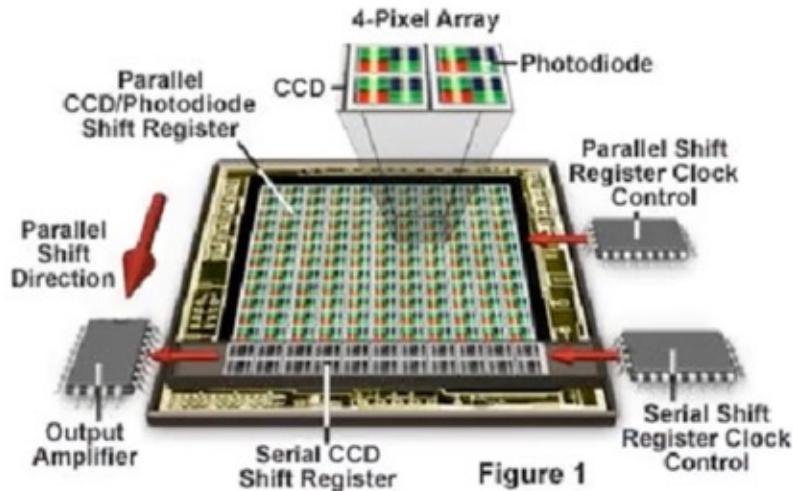
# 光感类型

电荷耦合器件（Charge-Coupled Device, CCD）由一系列电荷耦合的电容和放大器组成，用于将光信号转换为电荷，并进一步转换为数字信号。

- CCD由许多光敏单元（即像素）组成，每个光敏单元可以感应光线，并将其转换为电荷。
- 电荷被转移到输出放大器，并转换为电压信号，最终生成数字图像。
- 由于每个像素都是独立的，因此CCD能够捕捉到非常详细的图像信息。



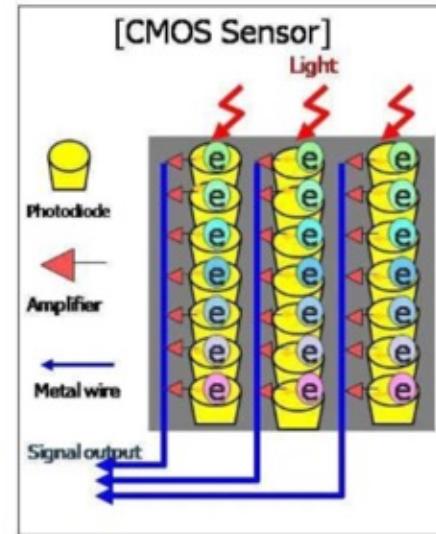
Interline Transfer CCD Architecture



# 光感类型

互补金属氧化物半导体（Complementary Metal Oxide Semiconductor, CMOS）被广泛用于数字集成电路，尤其是计算机中的存储和逻辑电路。

- CMOS图像传感器将每个像素的电荷直接转换成电压信号，具有低功耗、低成本和高度集成的优点。
- CMOS传感器能够将图像采集单元和信号处理单元集成在同一块芯片上，从而实现了更小、更轻便的设计，因此被运用于智能手机、数码相机、安防摄像头等小体积设备上。



CMOS Image Sensor Integrated Circuit Architecture

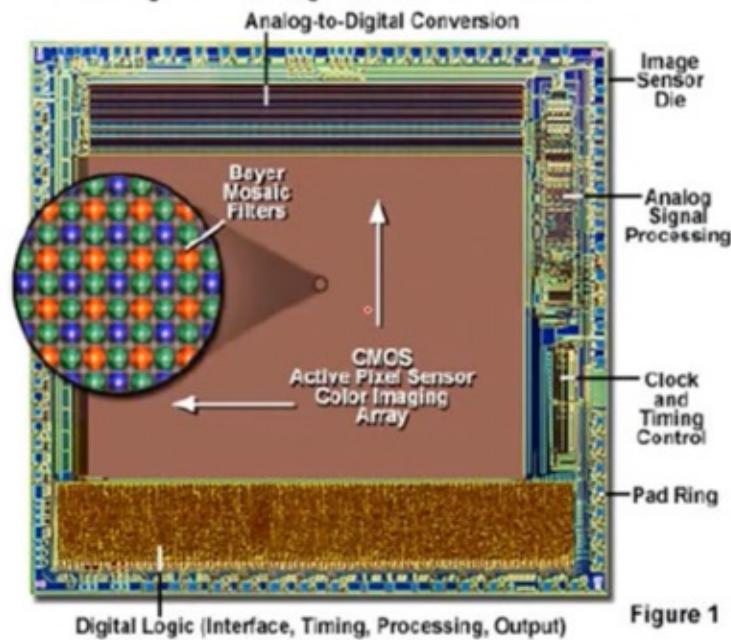
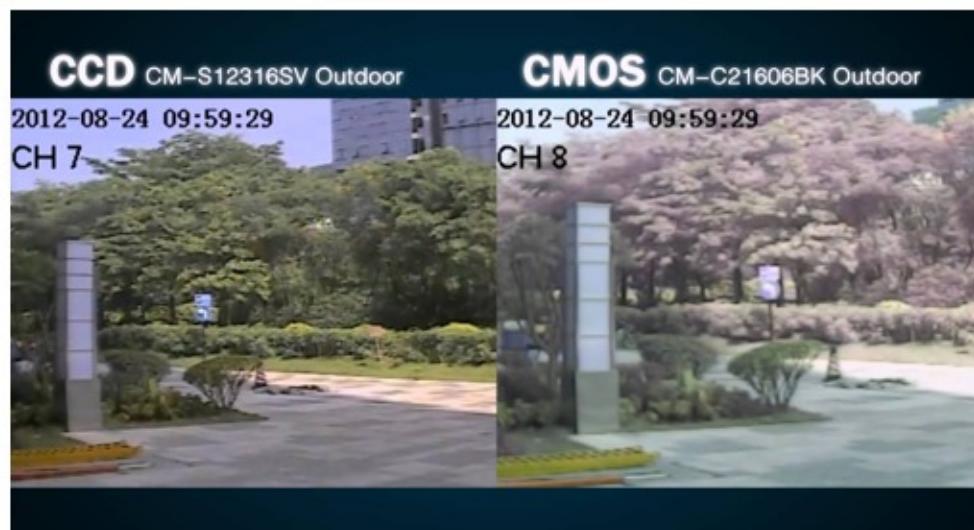


Figure 1

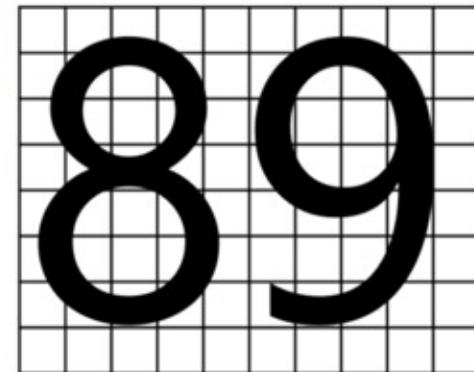
# 光感类型

	CCD	CMOS
光感应方法	电荷通过像素传送到单个输出节点	每个像素都有独立的放大器和电路
功耗	通常较高	通常较低
读出速度	由于串行电荷传输，读出速度较慢	读出速度较快，可同时读出不同像素
制造复杂性	更复杂，可能更昂贵	复杂性较低，具有成本效益
功能集成	主要用于成像	允许在同一芯片上集成各种功能
灵活性	较好	较差
应用	用于有高质量和高灵敏度需求的场景	由于成本低，在消费级电子产品中占主导地位



# 采集图像的方式

	面阵相机	线阵相机
采集图像的方式	同时捕获全幅图像	一次只捕获一行像素
感光元件	感光元件呈面状，可以一次性获取二维图像信息。	感光元件呈线状。虽然扫出来的是二维图像，但极狭长。长度可达数千像素，而宽度却只有1个像素。
分辨率举例	640*480、1280*960等	1k、2k、8k等
应用范围	常用于检测二维平面上的静态信息，如面积、形状、尺寸、位置等。在食品检测、印刷品质控制等领域有广泛应用。	通常用于检测连续的材料，如金属、塑料、纸和纤维等。被检测的物体通常匀速运动，相机对其进行逐行连续扫描，以达到对其整个表面均匀检测。
优点	提供全景视野，确保图像信息的完整性和连贯性。无需额外的图像拼接，降低系统的复杂性。可以按需切换分辨率和图像格式。可以快速准确地获取二维图像信息，并以非常直观的方式展示测量图像。	传感器具有水平方向的极高分辨率，并支持高速采集，可以准确测量到微米级别，非常适合用于测量场合。可以在较低的光照条件下工作。有较好的连续性和稳定性，适用于需要不间断检测的场合，以及对细长物体或连续材料的检测。
缺点	像元总数多，每行的像元数一般较线阵相机少，帧幅率也受到限制。	无法直接提供二维图像信息，二维信息需拼接获得，导致系统复杂度上升。



面阵相机一次性扫描结果



线阵相机一次性扫描结果



线阵相机

# 快门类型

全快门（全局快门）：在曝光开始时，传感器的所有像素点同时开始收集光线，并在曝光结束时同时停止。

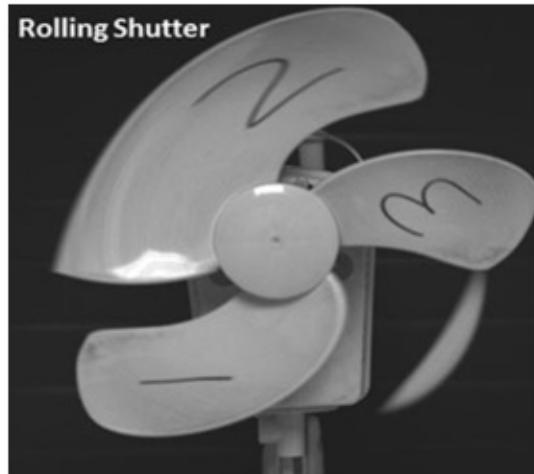
- 能够确保整个图像是在同一时间点被捕捉的，因此避免因为扫描时间差异而导致的图像扭曲或失真。
- 适合拍摄快速移动的对象，减少图像畸变。

卷帘快门：在曝光开始时，传感器逐行扫描、逐行曝光，直到所有像素点都被曝光。

- 在拍摄快速移动的对象时，可能会出现扭曲、晃动或部分曝光等效应，这是因为：不同行的像素点曝光的时间点不同。这些效应通常被称为果冻效应，在拍摄高速运动场景时尤为明显。
- 成本较低、数据处理简单、功耗低，在对象静止或移动速度较慢的场景下适用。

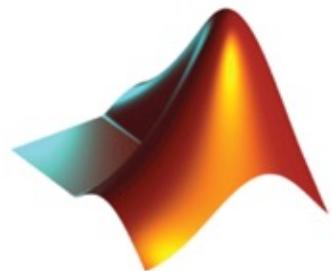


全快门



卷帘快门

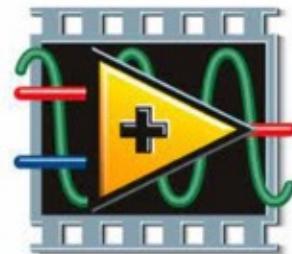
# 计算机视觉平台和软件



MATLAB



OpenCV



NATIONAL INSTRUMENTS  
LabVIEW



Fiji



**HALCON**

a product of MVtec

intel

REALSENSE



TRACTABLE



**HIKVISION**

海康威视

## 下一节：图像的构建