

机器视觉基础 镜头

上海视谷图像技术有限公司

www.machine-vision.com.cn

镜头

镜头通常由一块或者多块光学玻璃组成的透镜组，一般由凹透镜、凸透镜，或其组合组成，在机器视觉中，镜头的主要作用是将目标图像投影到图像传感器的光敏面上

镜头

镜头分类：

◆ 变焦镜头

◆ 定焦镜头

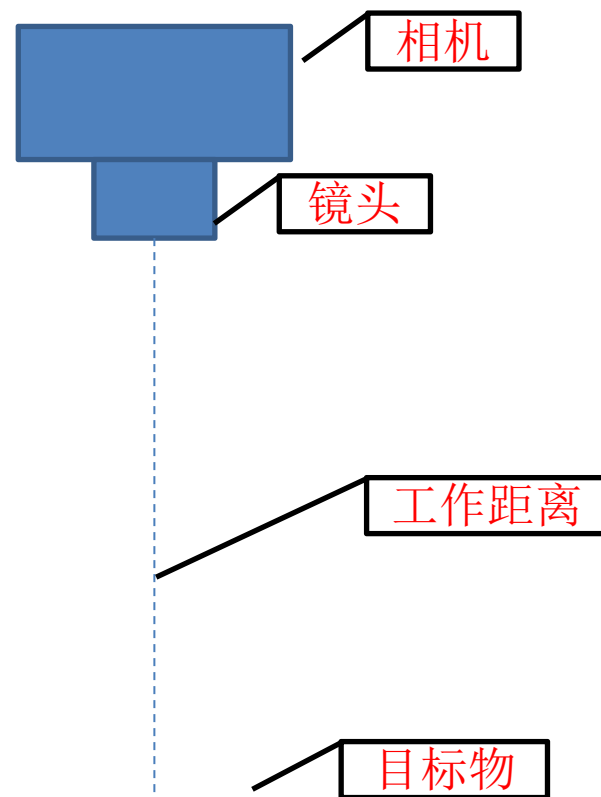
标准镜头：约50度

广角镜头：视角大于标准镜头

特广角镜头：100-120度

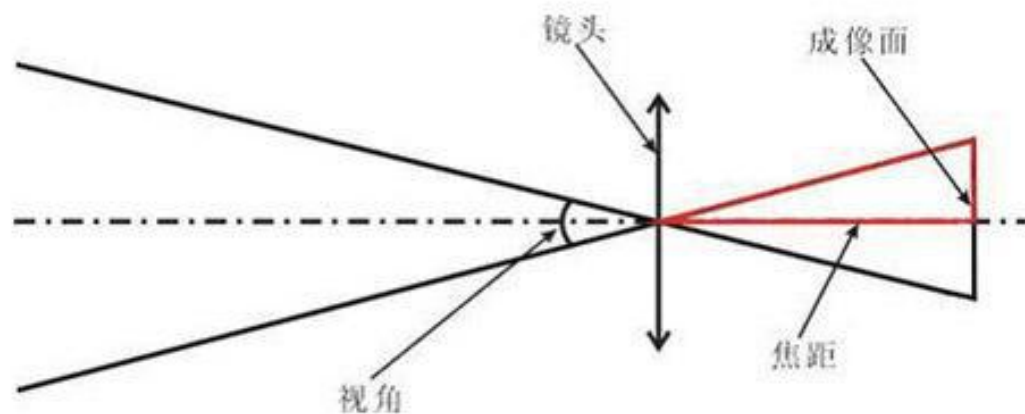
镜头相关参数——工作距离（WD）

镜头与目标之间的距离称作镜头的工作距离（Work Distance）。一个实际的镜头并不是对任何物距下的目标都能做到清晰成像



镜头相关参数——焦距

焦距：从镜片中心到底片或CCD等成像平面的距离



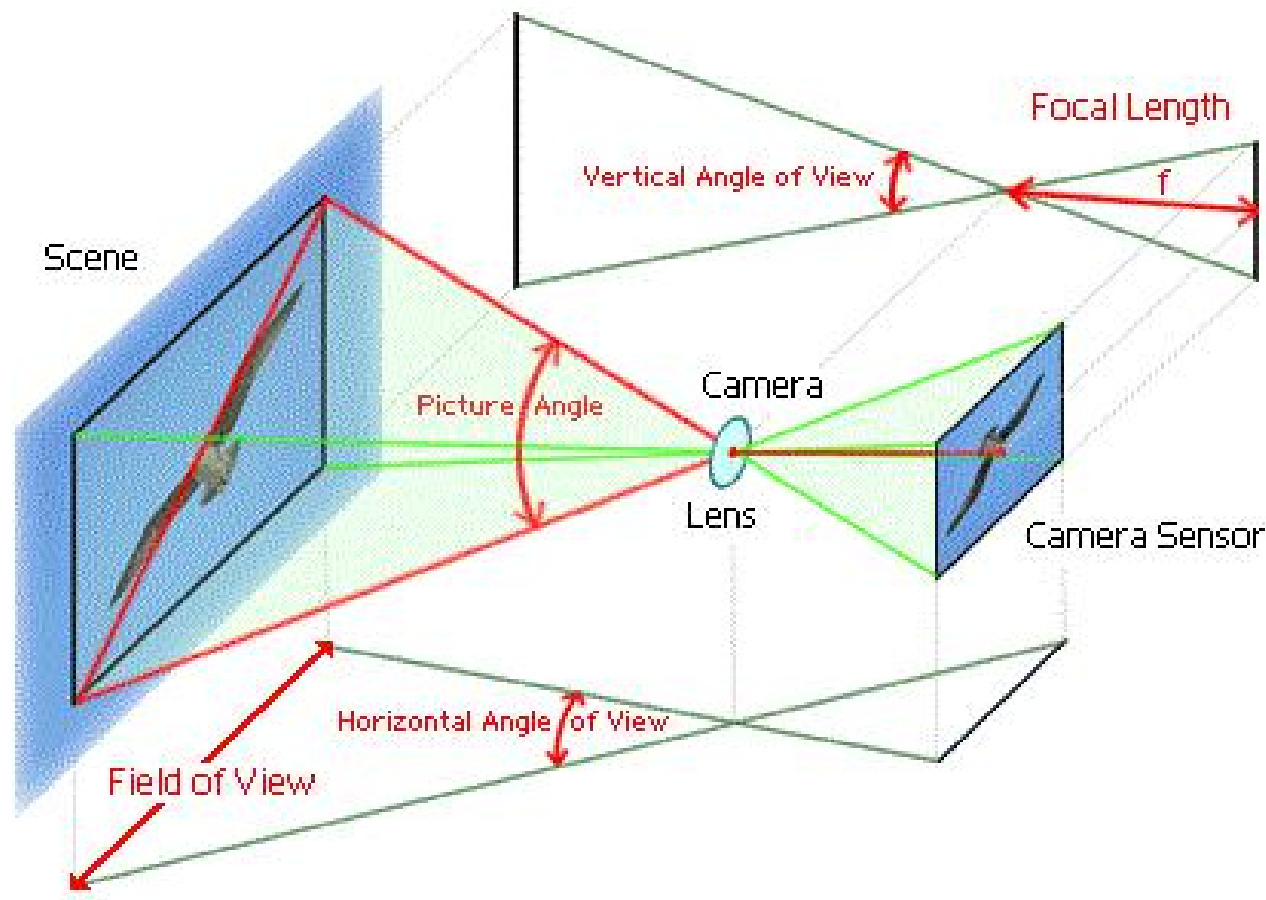
镜头相关参数——视场/视场角

视场和视场角是相似的概念，它们都是用来衡量镜头成像范围的

在近距离成像中，常用实际物面的幅面表示（ $V \times H$ ）成像范围，也称为镜头的视场

这两个概念的使用没有绝对的界限，视使用方便而定

镜头相关参数——视场/视场角



镜头相关参数——光圈

光圈和相对孔径是两个相关的概念，相对孔径（通常用 D/f' 表示）是镜头入瞳直径与焦距的比值；而光圈（通常用 F 表示）是相对孔径的倒数

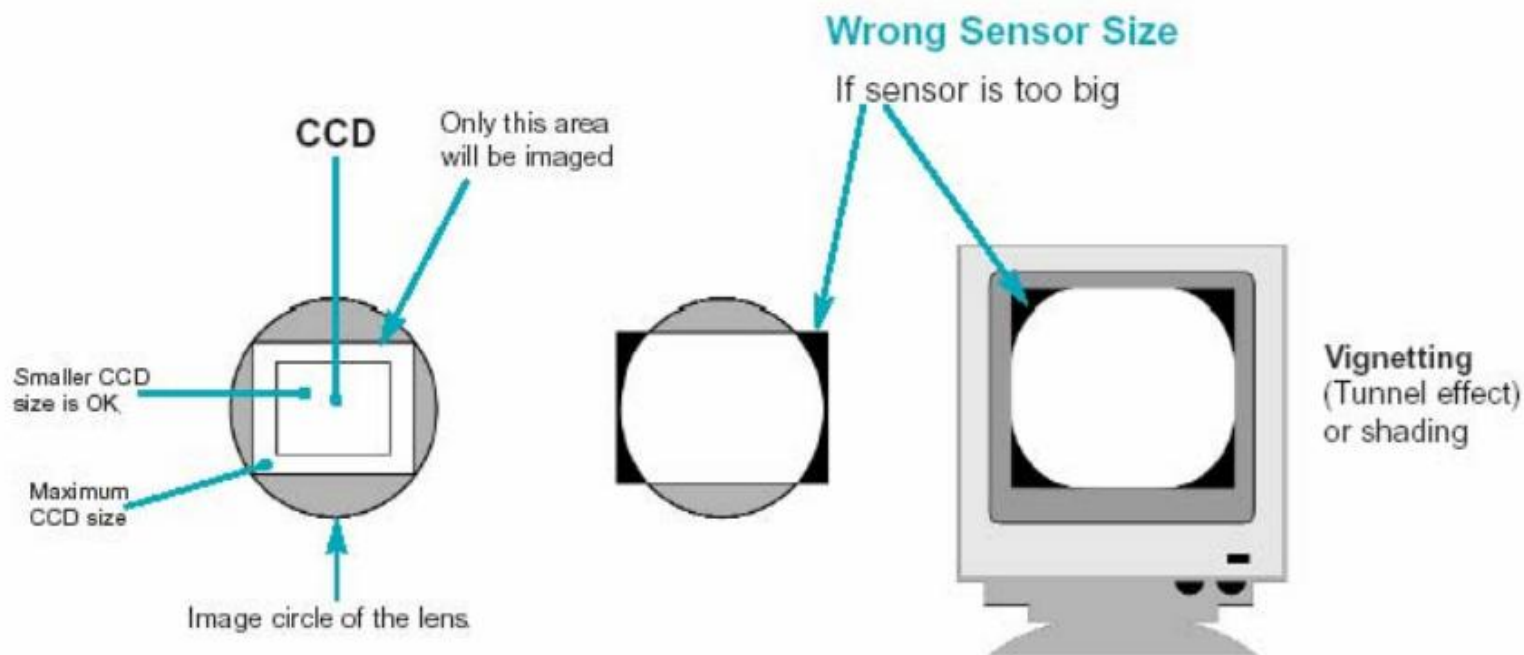
光圈越大，进入到芯片的光线越多，图像越亮

镜头相关参数——像面尺寸

一个镜头能清晰成像的范围是有限的，像面尺寸指它能支持的最大清晰成像范围（通常用其直径表示）

在给相机选配镜头时，可以遵循“大的兼容小的”原则进行，即镜头的像面尺寸大于（或等于）CCD尺寸

镜头相关参数——像面尺寸



镜头相关参数——像质（MTF、畸变）

像质就是指镜头的成像质量，用于评价一个镜头的程序优劣。传函（调制传递函数的简称，用MTF表示）和畸变就是用于评价像质的两个重要参数

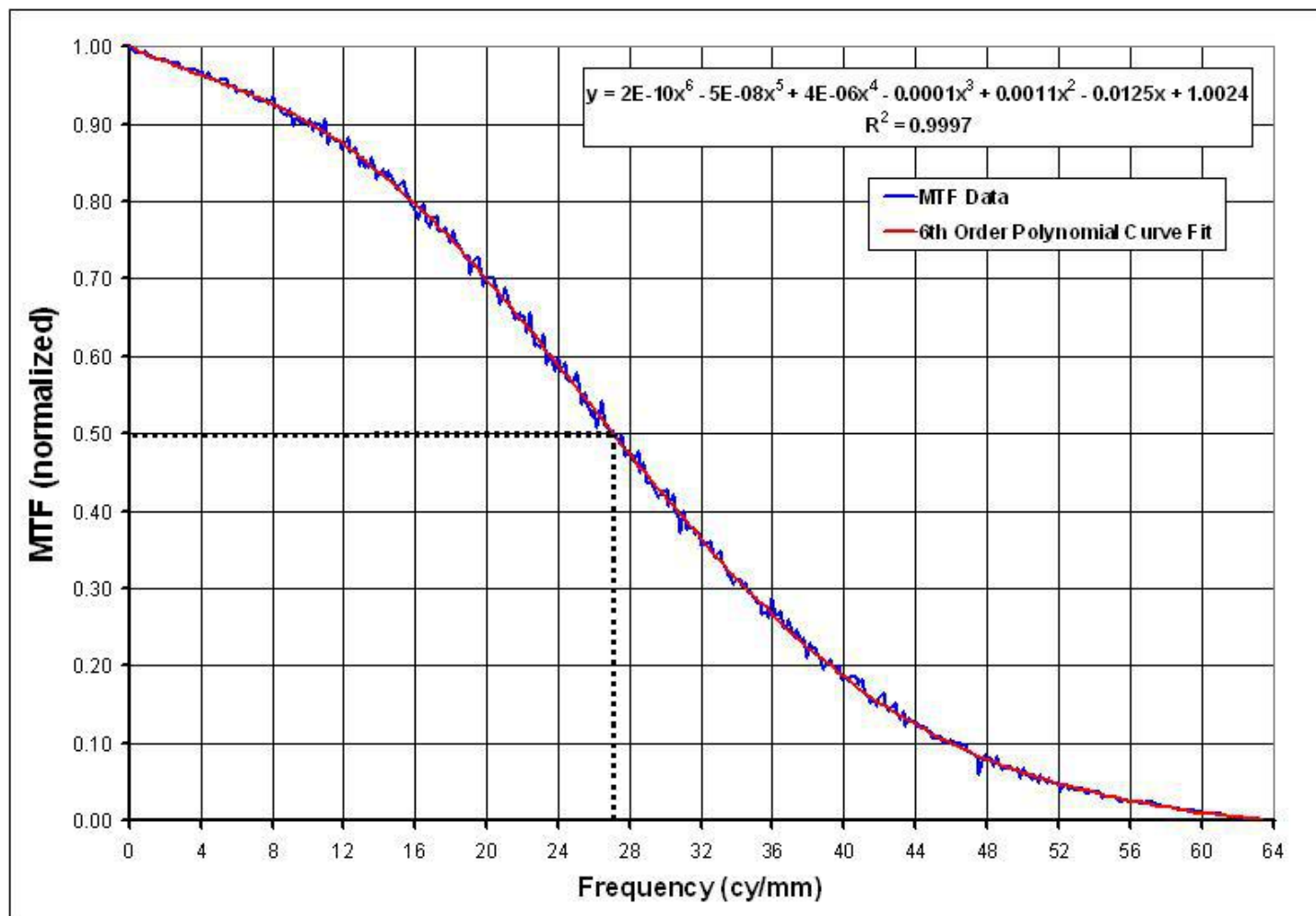
镜头相关参数——MTF

- MTF: 定义为在一定空间频率时像面对比度与物面对比度之比, 这里空间频率以单位毫米内的线对数表示, 其单位为: lp/mm, 用来表征镜头的实际分辨率
- MTF为零时的空间频率称为镜头的截止频率
- 对于同一个镜头, 不同的空间频率处的MTF是不同的, 一般来说, 随着空间频率的增大, MTF越来越小, 直至为零

镜头相关参数——MTF

- 按目前公开的性能指标来说，百万像素镜头对应的极限空间分辨率是**90线对/mm**，二百万像素镜头对应的空间分辨率是**110线对/mm**，五百万像素镜头对应的空间分辨率是**160线对/mm**
- 在选择镜头时，通常要求镜头分辨率要略高于像元分辨率
像元分辨率 = $\frac{1}{2p}$, p 为像素单元的尺寸大小

镜头相关参数——MTF

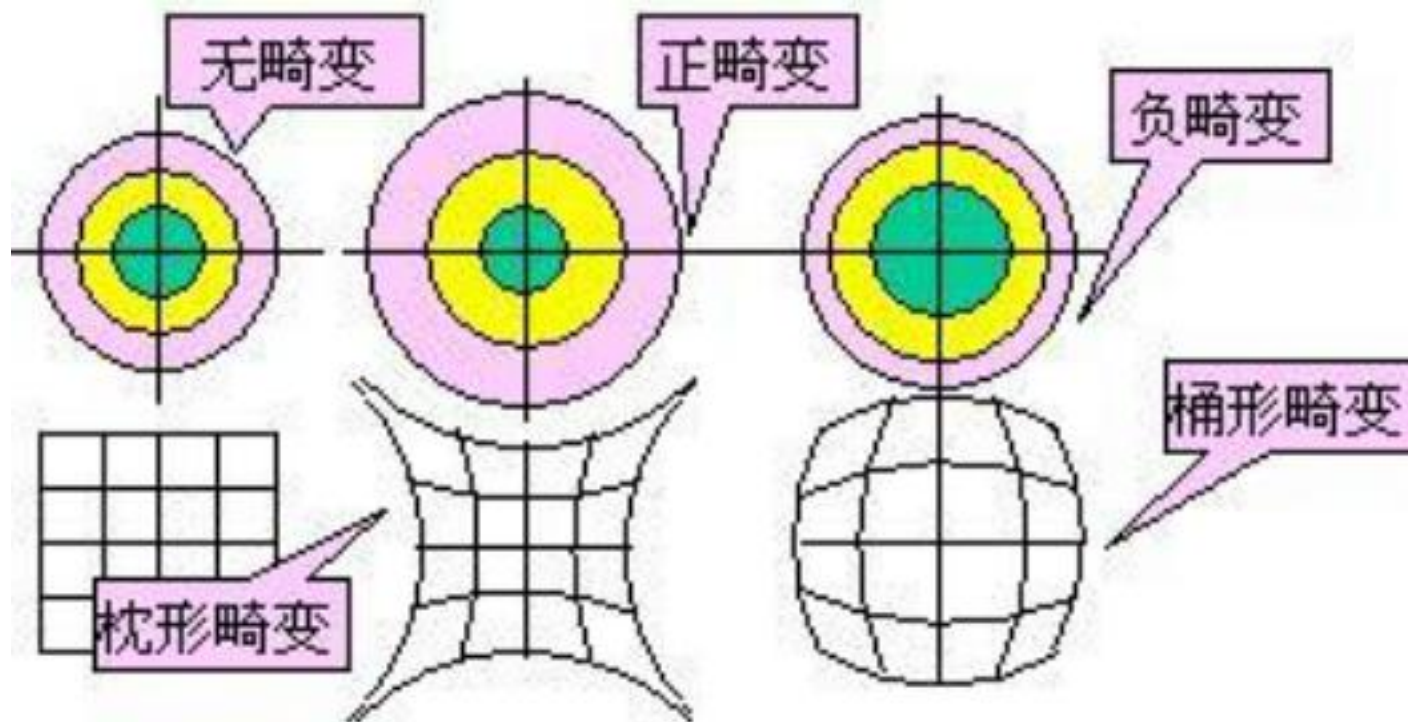


镜头相关参数——畸变

- 理想成像中，物像应该是完全相似的，但是实际成像中，仅当视野较小时具有这一性质，而当视场较大或者很大时，会使像相对于物体失去相似性，这种像变形的成像缺陷称为畸变
- 畸变定义为实际像高与理想像高之差，而实际应用中经常将其与理想像高之比的百分数来表示畸变，称为相对畸变

镜头相关参数——畸变

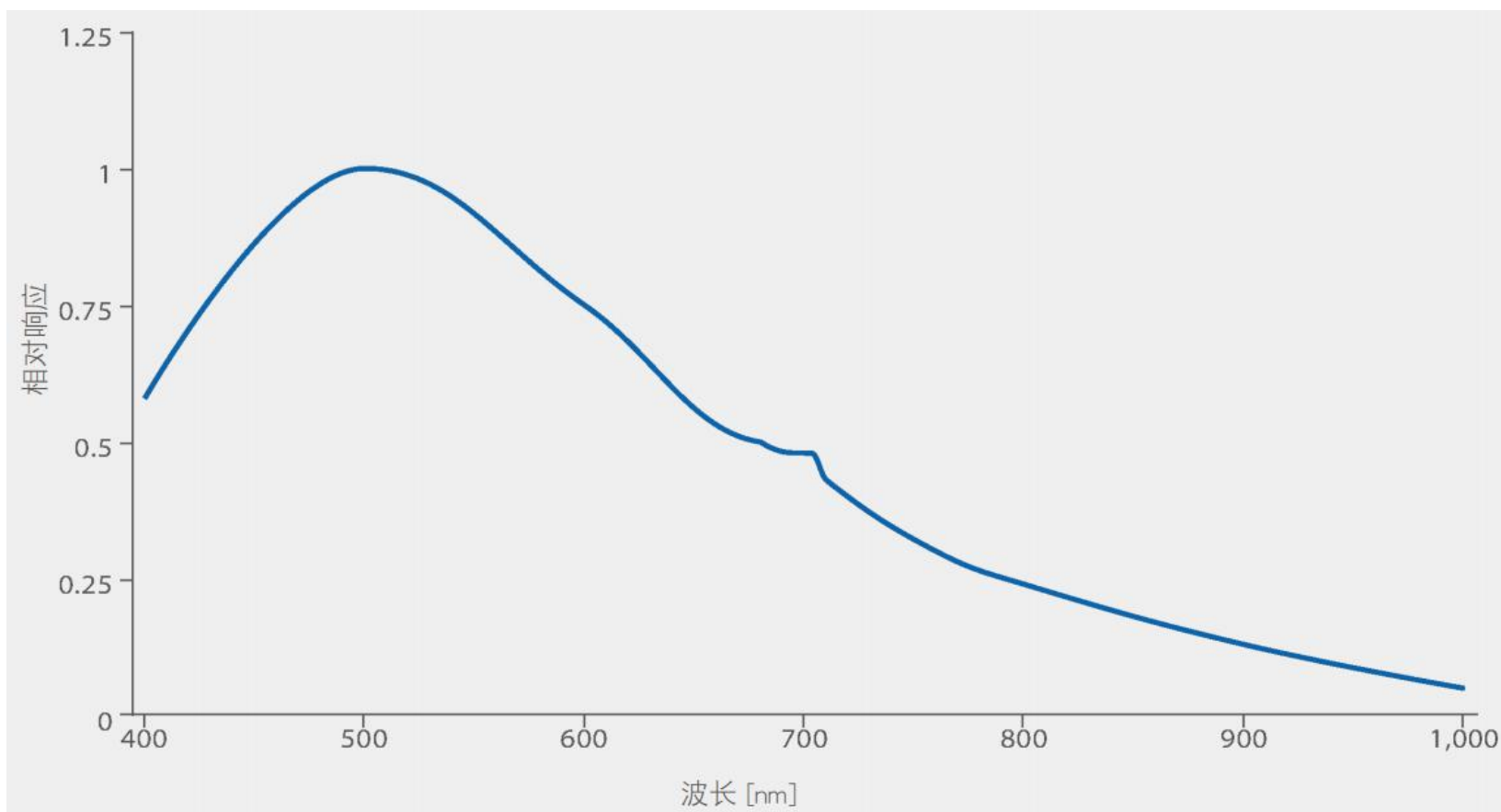
- 常见畸变类型



镜头相关参数——工作波长和透过率

- 光学镜头都是针对一定波长范围内的光波工作，自物面发出的光波，在此范围内的，能够通过镜头在像面上成清晰的像，而且能量衰减较小；而在此范围外的光波，则难以校正像差，成像质量差，分辨率低，而且能量衰减很大，甚至被吸收
- 机器视觉中涉及到的光的波长大约为200-800nm

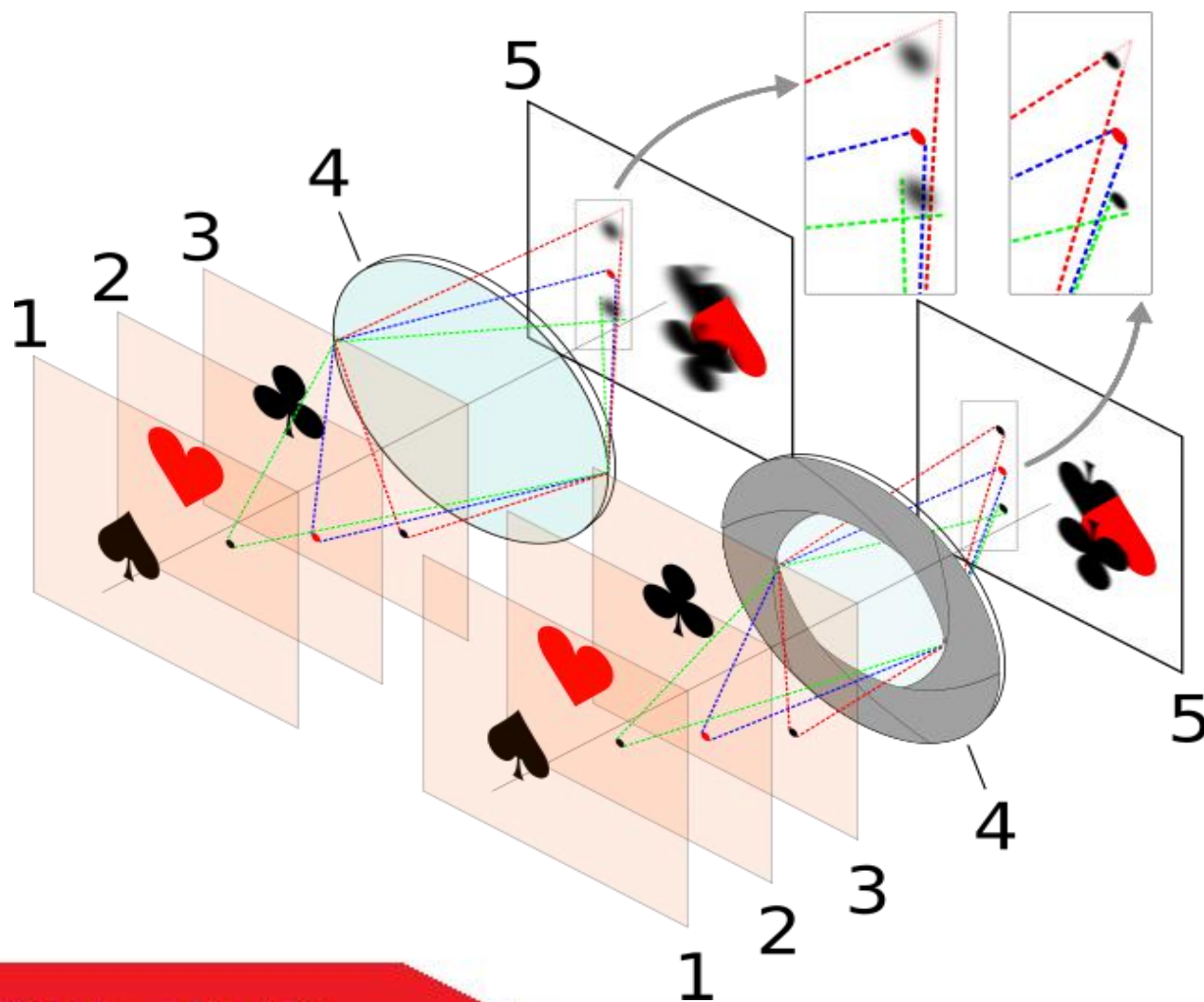
镜头相关参数——工作波长和透过率



镜头相关参数——景深(DOF)

- 景深（depth of field）：是相机对焦点前后相对清晰的成像范围。在景深之内的影像比较清楚，在这个范围之前或者之后的影像则比较模糊，景深主要和光圈、焦距及工作距离有关
- 光圈越大，景深越小；光圈越小，景深越大
- 焦距越长，景深越小；焦距越短，景深越大
- 距离越远，景深越大；距离越近，景深越小

镜头相关参数——景深(DOF)



镜头相关参数——放大率

光学放大率:影像大小相对于物体的放大倍数

电子放大率: CCD上的像呈现在显示器的放大倍数

显示器放大率: 被拍摄物体通过镜头成像显示在显示器上的放大倍数

镜头相关参数——放大率

$$\text{光学放大倍率} = \frac{CCD \text{尺寸}}{FOV \text{实际尺寸}}$$

$$\text{电子放大倍率} = \frac{\text{显示器尺寸}}{CCD \text{尺寸}}$$

$$\text{显示器放大倍率} = \text{光学放大倍率} \times \text{电子放大倍率}$$

相机选型

- 用于测量

相机分辨率计算公式：

$$\text{垂直方向分辨率} \geq \frac{\text{视野垂直方向长度}}{\text{精度要求}} \times \text{比例系数}$$

$$\text{水平方向分辨率} \geq \frac{\text{视野水平方向长度}}{\text{精度要求}} \times \text{比例系数}$$

比例系数可以为1, 2, 3, 4等，根据经验选择

相机选型

测量选型例子：

视野范围：4*4（mm）

精度要求：0.015mm

$$\text{垂直方向分辨率} = \frac{4}{0.015} \times 3 = 800$$

$$\text{水平方向分辨率} = \frac{4}{0.015} \times 3 = 800$$

则需选用水平分辨率和垂直分辨率都大于800的相机，如映美精DMK 23G445（1280*960）

相机选型

其它：

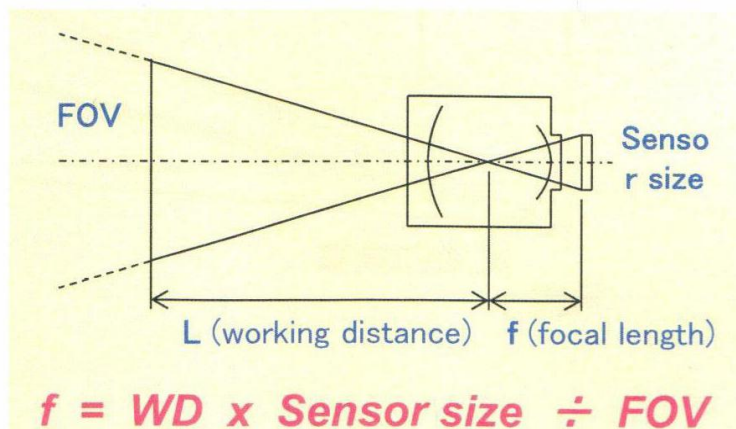
对于其它的检测，如缺陷，定位等若有精度要求则按照测量来选择相机，若没有精度要求且要检测目标相对视野不是很小，则可以选择30万像素相机，若检测目标相对视野较小，则应选择更高分辨率的相机；有运动速度的检测则要选择CCD相机，静态的检测采用CCD或者COMs都可以

镜头选型

CCTV 镜头选型方法

- Step 1: 确定CCD芯片大小
- Step 2: 确定视场大小
- Step 3: 确定工作距离
- Step 4: 代入公式计算f
- Step 5: 选择镜头及对应的接环

注意：1、影响图像质量，加接环会改变镜头的工作距离，
2、加后置变换镜可保持工作距离不变的情况下改变放大倍率。



镜头选型

Exercise (CCTV)

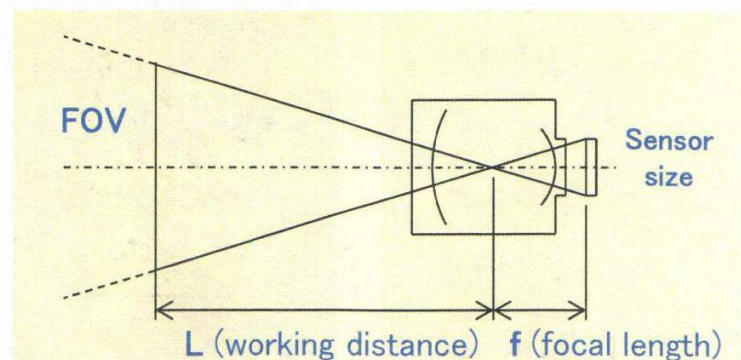
应用：产品外观检测

Camera sensor size = 1/3"

FOV = 10 mm x 13 mm, WD = 121mm

ML-3519 + 8.6 mm extension ring

1



$$f = L \times \text{Sensor size} \div \text{FOV}$$

2

$f = 121 \times 3.6 (L) \div 10 (L) = 43.6 \text{ mm}$ (choose the shorter f)

$f = 121 \times 4.8 (W) \div 13 (W) = 44.7 \text{ mm}$

最接近的标准镜头为35mm

需要加8.6mm 接环

镜头选型

远心镜头：

$$\text{垂直放大倍率} = \frac{\text{相机芯片垂直方向长度}}{\text{视野垂直方向长度}}$$

$$\text{水平放大倍率} = \frac{\text{相机芯片水平方向长度}}{\text{视野水平方向长度}}$$

查看镜头目录选择放大倍率小于等于垂直及水平方向放大倍率的镜头

镜头选型

远心镜头例子：

相机芯片：1/3 视野范围：6*6

$$\text{垂直放大倍率} = \frac{3.6}{6} = 0.6$$

$$\text{垂直放大倍率} = \frac{4.8}{6} = 0.8$$

要选择放大倍率小于等于0.6的远心镜头，例如GV-T0.5×110