

# 东冠科技（上海）有限公司

## 机器视觉光源培训

电话：021-50313863 58348328

邮箱：[vision@osesemi.com](mailto:vision@osesemi.com)

地址：上海市浦东新区金皖路389号金门广场503室

# 光源

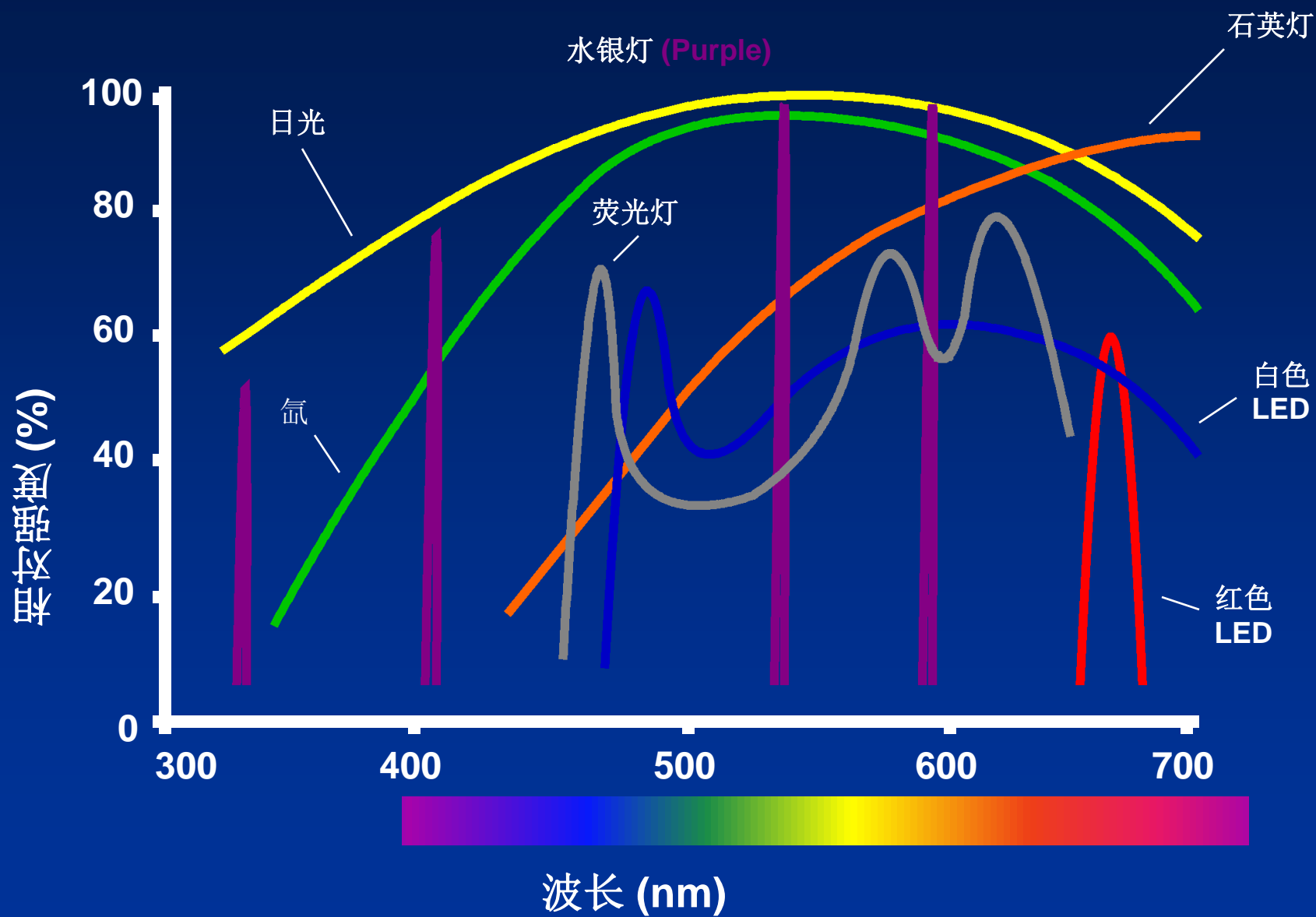
- LED – 发光二极管
- 石英卤素灯
- 荧光灯
- 金属卤化灯
- 氙气灯
- 高压钠汽灯
- 紫外灯
- 红外灯
- 冷光灯

# 各种光源性能对比

种类	光谱	亮度	寿命(小时)	注解
LED	宽	亮-非常亮	长达 100,000	长寿命 稳定输出 范围小 **
荧光灯	白/蓝-绿, 黄	亮	5000 - 7000	便宜 需要高频器 低热量
卤素灯	白/黄	非常亮	200 -- 3000	便宜 高热量
氙气灯	白/绿	非常亮	3000-- 7000	价格高 稳定
冷光灯	绿	暗	2000 --5000	非常薄 低热量

\*\* 迄今为止

# 各种光源频谱及强度



# 机器视觉图片

是艺术加工还是科学？

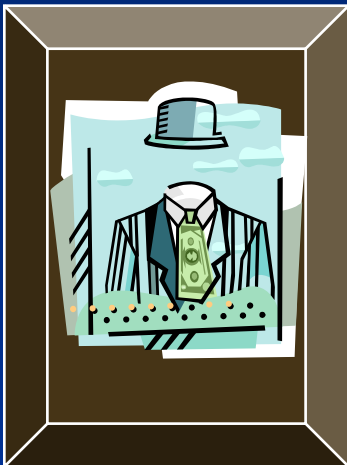


Image 1/10



Image 2/10

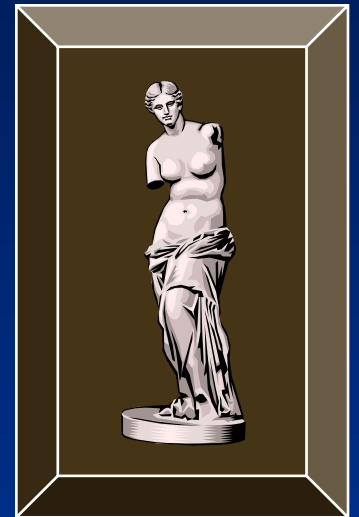


Image 3/10

还是二者兼有？

# Methods for Solving Lighting Problems

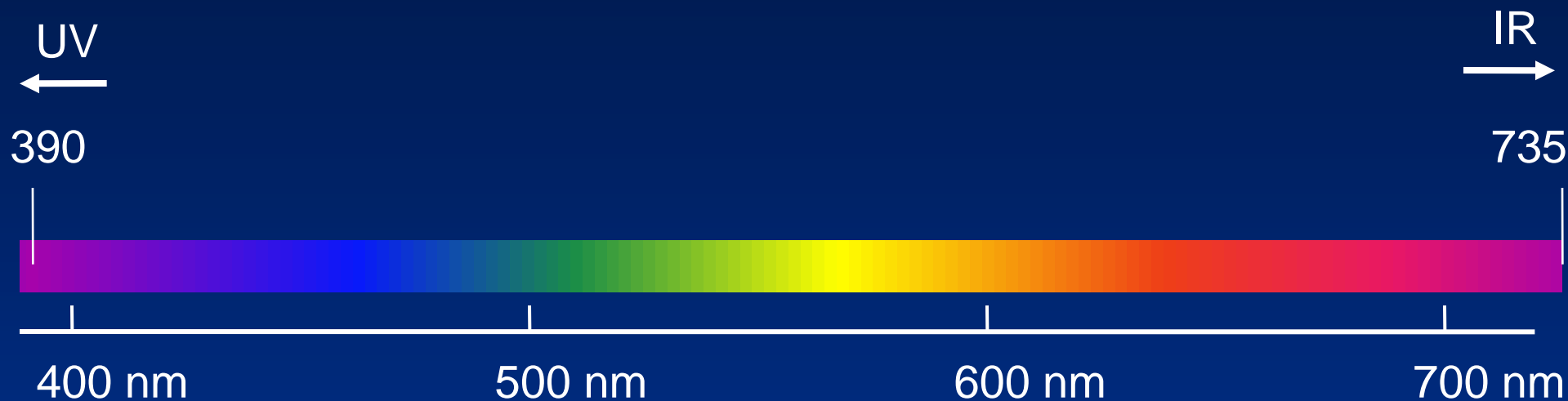
- 日常用语理解
  - 不同的质地、不同的角度显现不同的物体
- 科学用语
  - 分析环境和材质，应用最好的解决方案

# 采用合适的照明来帮助视觉系统工作

- 在视觉方案中，光源是成本最低、最可靠的解决方案之一.
- 简单、合适的光源能促成视觉方案的成功.

# 回顾光学原理

# 可见光



肉眼可见光

降低频率



增加波长



减少光能量



增加感光强度

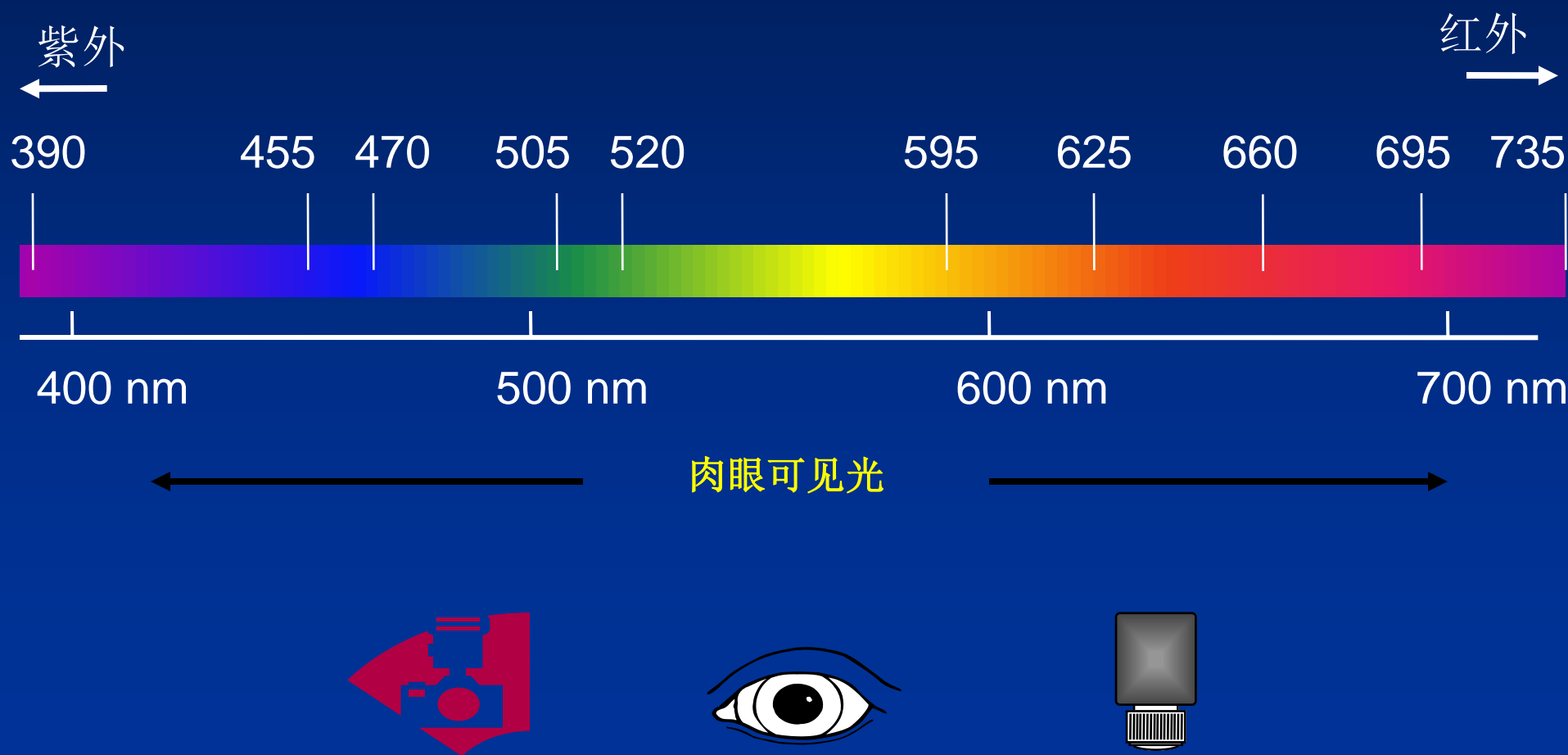


增加景深



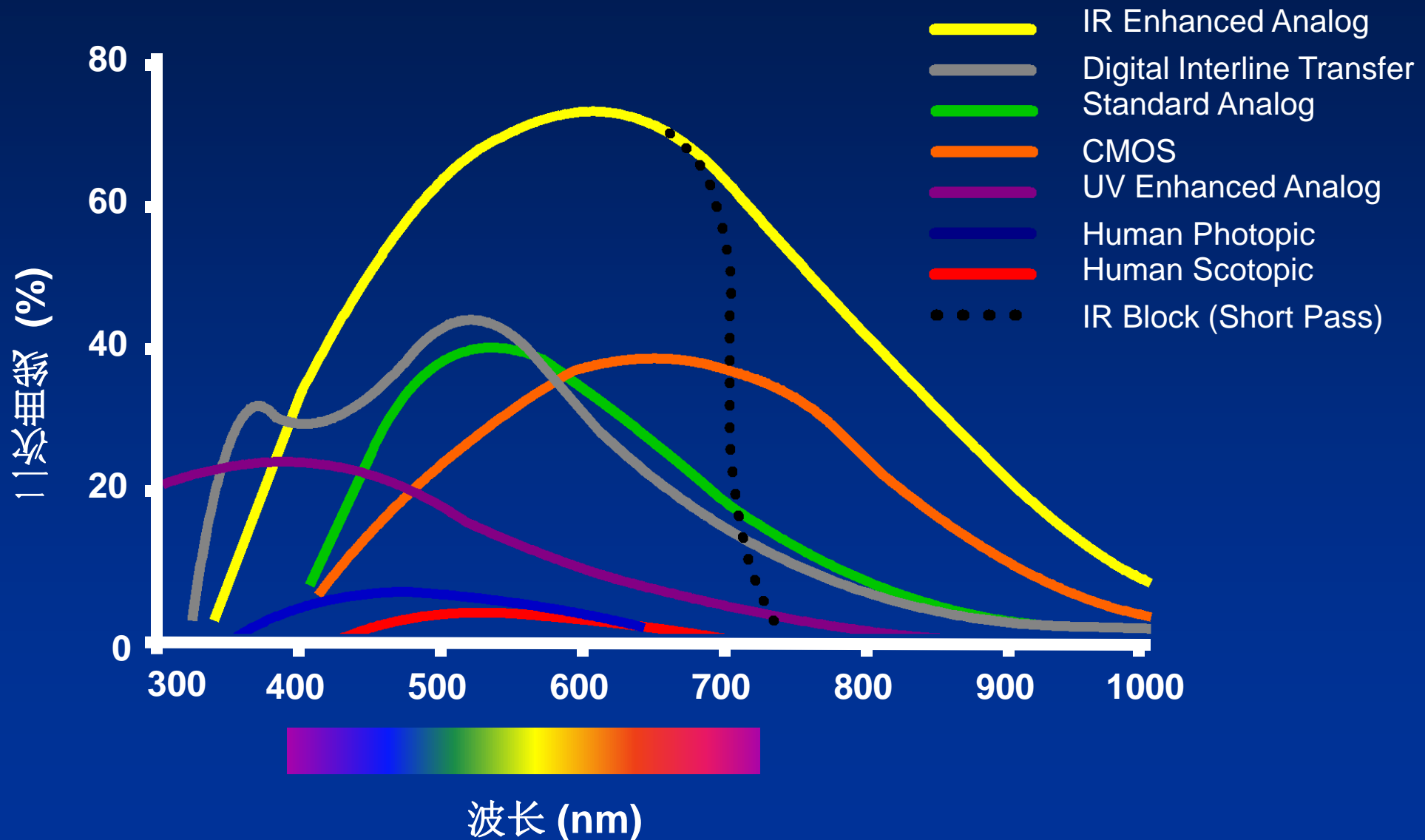
# 可见光光谱

- 胶片、肉眼和CCD感光范围不同



# 检测响应

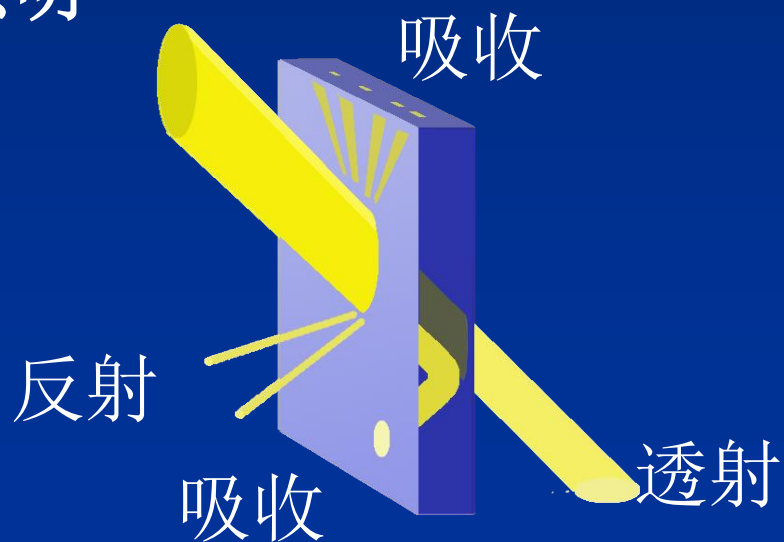
## - CCD vs. 肉眼



# 光通道？

- 全部入射光 =  
反射光  
+ 吸收  
+ 透射光

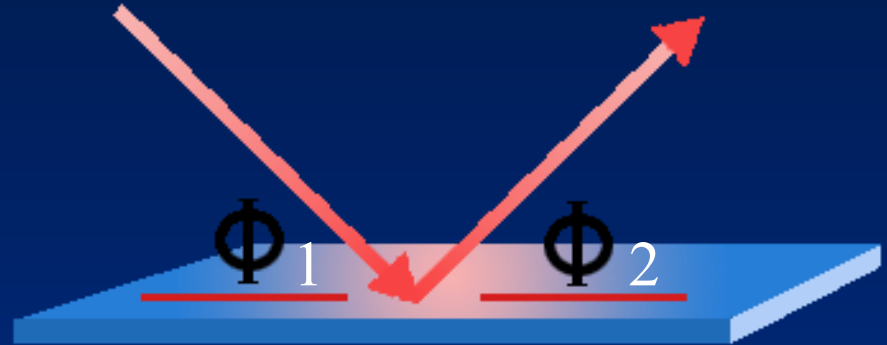
照明



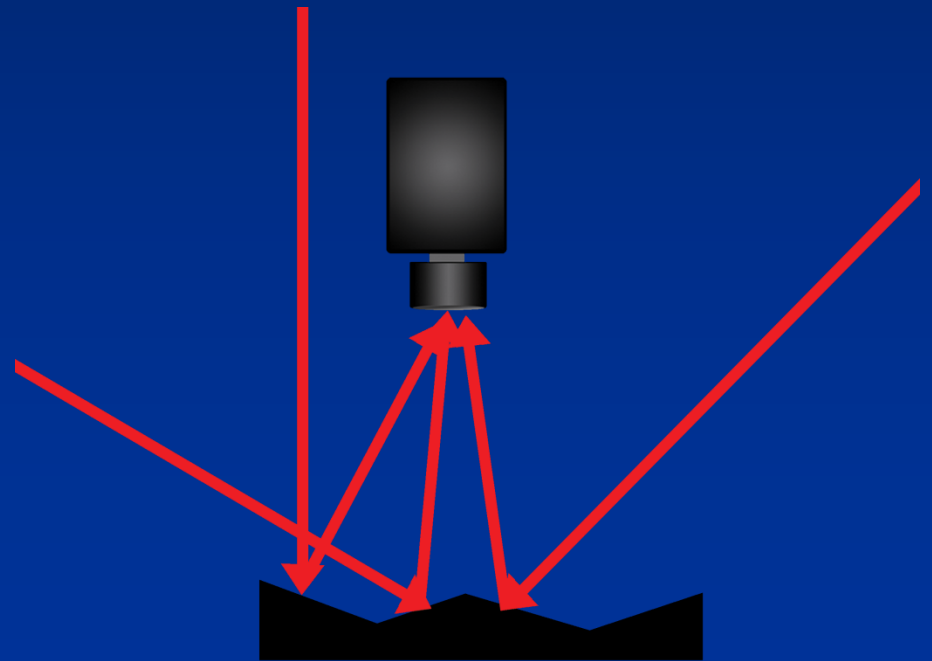
# 定向反射原理

- 光的入射角=反射角

$$\Phi_1 = \Phi_2$$

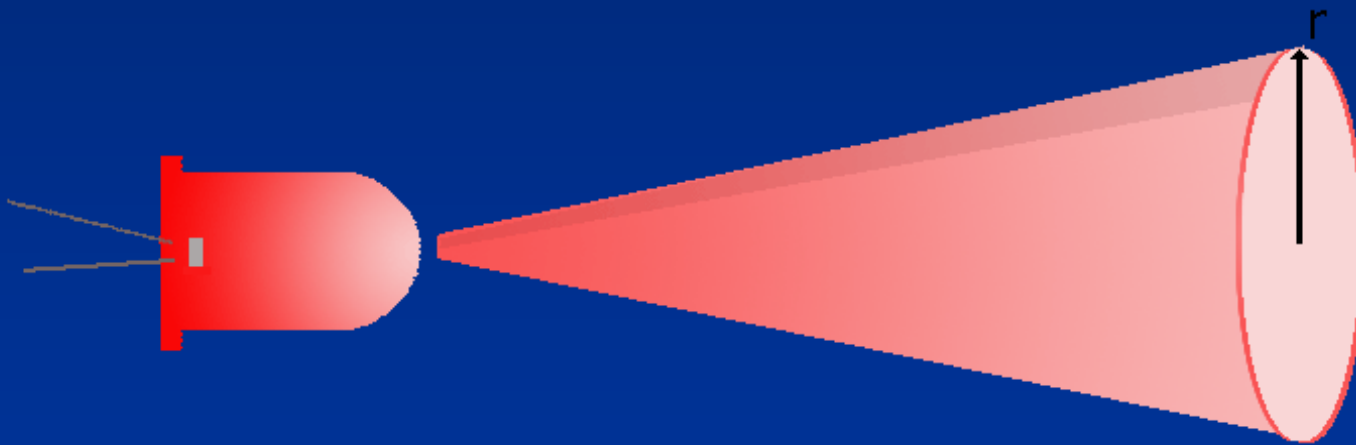


- 物体表面纹理粗糙度决定了光的反射角度



# 散射和聚焦

- 光强衰减程度与散射半径的平方成正比
- $I = 1/r^2$
- 尽可能采取聚焦和短距离的照明方式



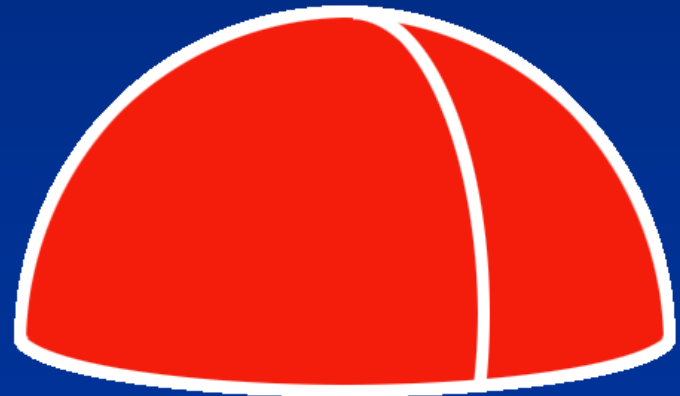
# 照明环境和部件

- 环型灯
  - 小的焦点

注：随着距离缩短焦点会变大.



- 连续的碗状光源
  - 大的焦点



OK, 我们开始吧?

## 考虑要点:

- 物体对光的反应 (明亮的, 昏暗的)
- 表面纹理 (光滑, 粗糙)
- 物体材质 / 颜色
- 照明方式
- 相机感光度
- 物体传送方式 (静态/动态)
- 不可控因素, 如环境光等干扰,
- 颜色反应

# 图象最优化

- 所有的一切都取决于对比度!
- 特征分离与提取
  - 对比度最大
    - 检测物体与背景
  - 对比度最小
    - 非检测物体 (干扰)
  - 变化最小
    - 物体效果变化最小
    - 干扰变化变化最小

# 建立对比度 – 照明

- 改变光的入射角 (几何学原理)
  - 3-D 空间关系 – 物品, 光源 & 相机
- 改变光的形状 (光源的结构)
  - 光源类型: 点光源, 线光源, 碗光源, 面光源
  - 照明类型: 直射. 低角度. 散射. 背光.
- 变化光谱 (颜色 / 波长)
  - 单色, 白色 vs. 物品 / 相机反应
  - 暖色 vs. 冷色 – 物体 vs. 背景

需要学习不同光波混合的效果!

# 光学原理

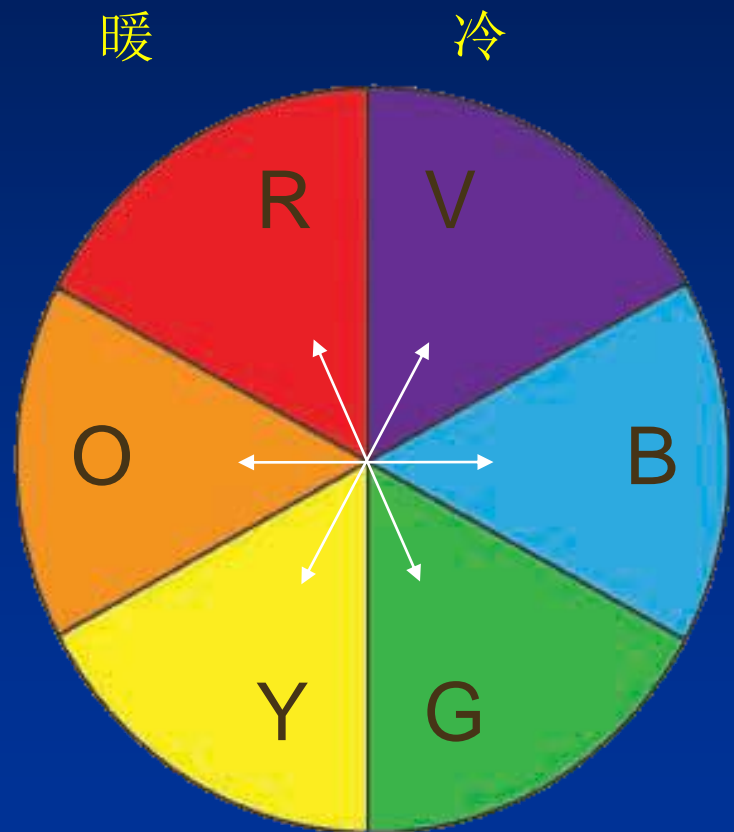
- 分析物品
  - 干净的/脏斑的
  - 小 / 大 视野
  - 动态 / 静态
  - 焦距对准
- 分析表面特征
  - 质地
  - 反射率
  - 对比度 – 物品 vs. 背景
  - 表面平整度/粗糙度
- 照明类型和应用类型
  - 环型, 碗型, 条形, 面光源, 点光源, 控制器
  - 亮场, 暗场, 散射, 背光
- 确定系统构成
  - 3-D 几何学, 颜色
- 评估效果 / 环境

# 颜色选择

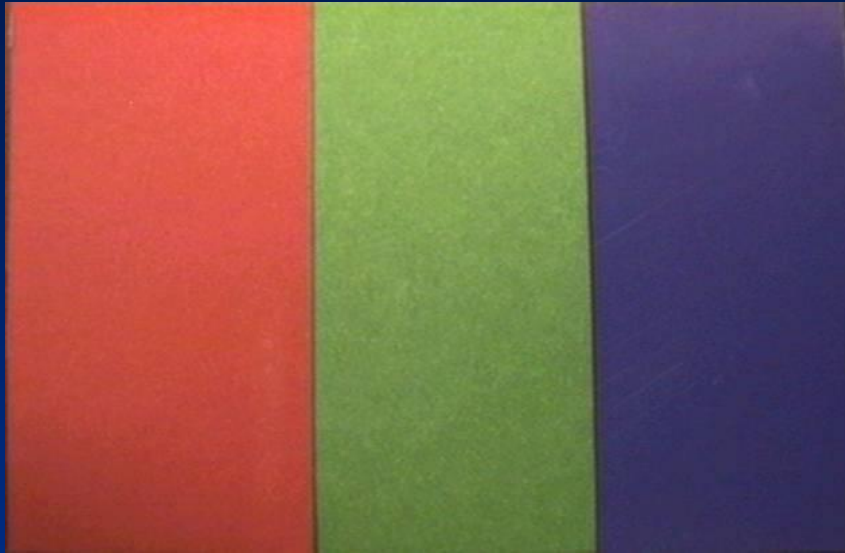
# 颜色选择

## 选择不同颜色增强对比度

- 选择相近的颜色和色系增亮  
(例:黄色光使橙色物体变亮)
- 选择相反的颜色和色系变暗  
(红光使绿色物体变暗)

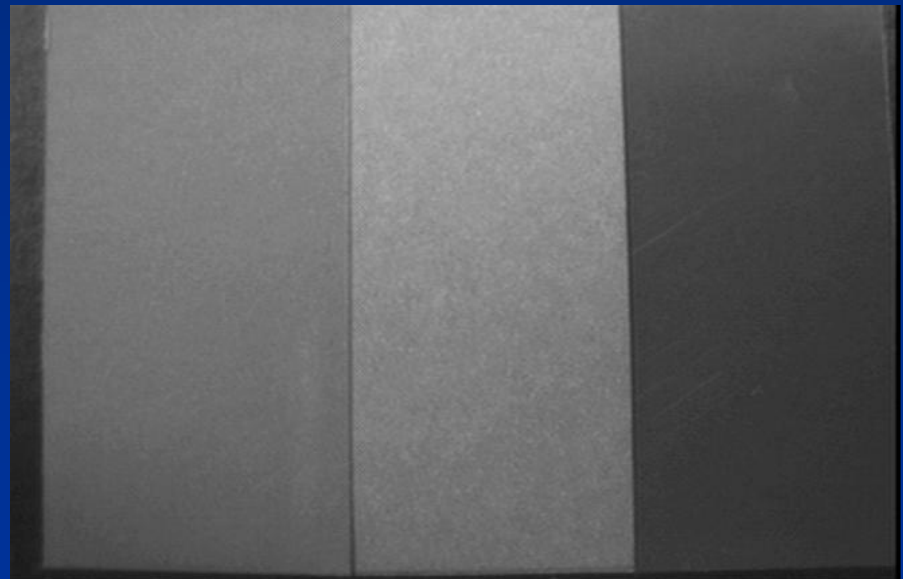


# 三原色

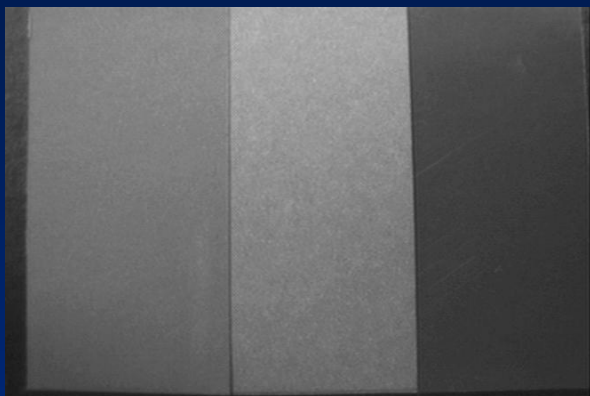


白光下的彩色物体

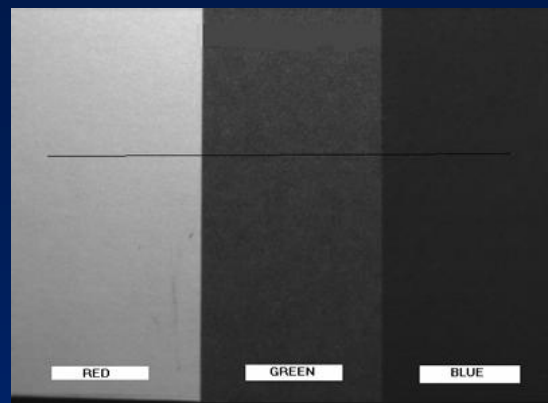
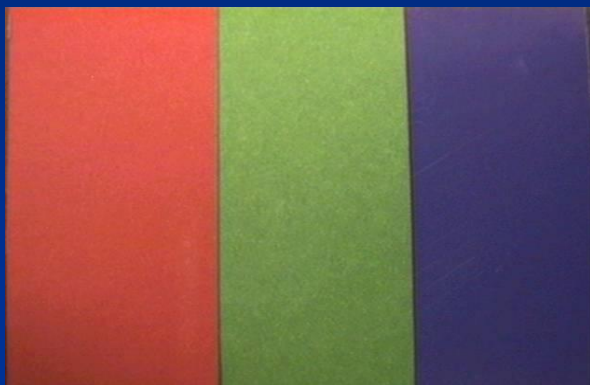
在黑白相机下的图象



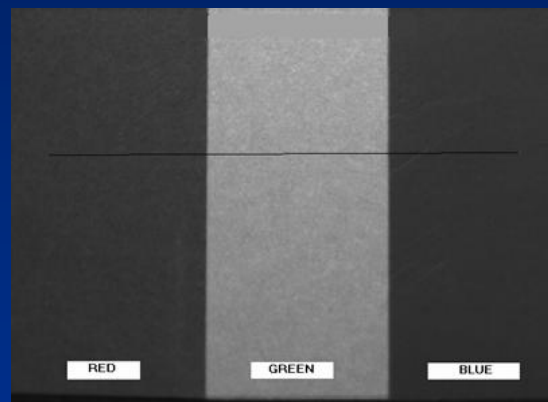
# 选用单色 LED 照明



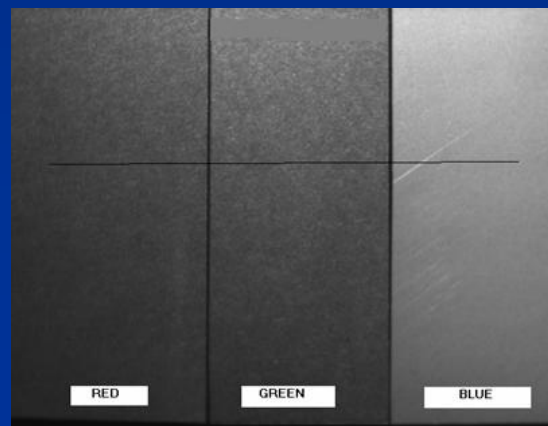
白光



红光  
LED



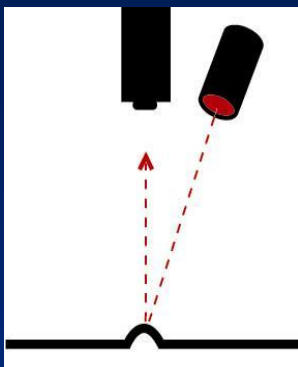
绿光  
LED



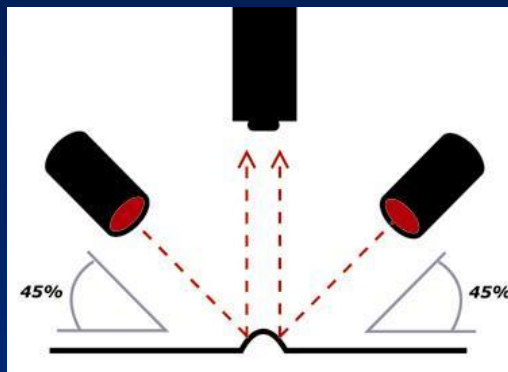
蓝光  
LED

利用几何学原理

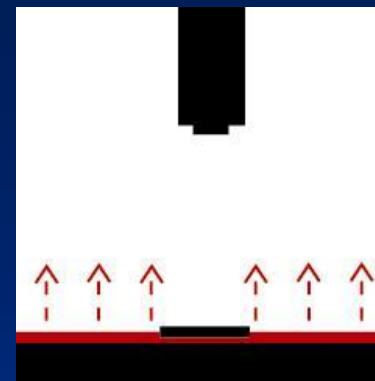
# 一般照明原理



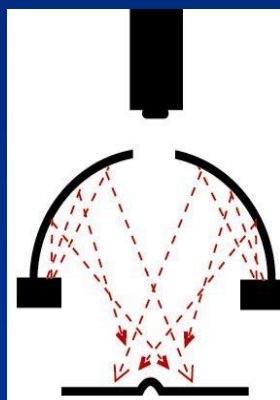
直射光



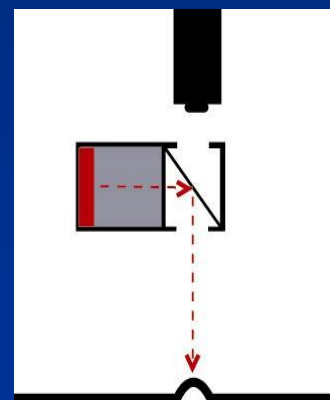
暗场光



背光

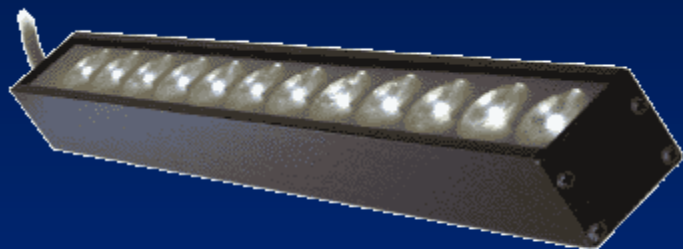


散射碗状光



同轴光

# 光源类型



# 全场光



# 暗 场 光



# 亮场 vs. 暗场

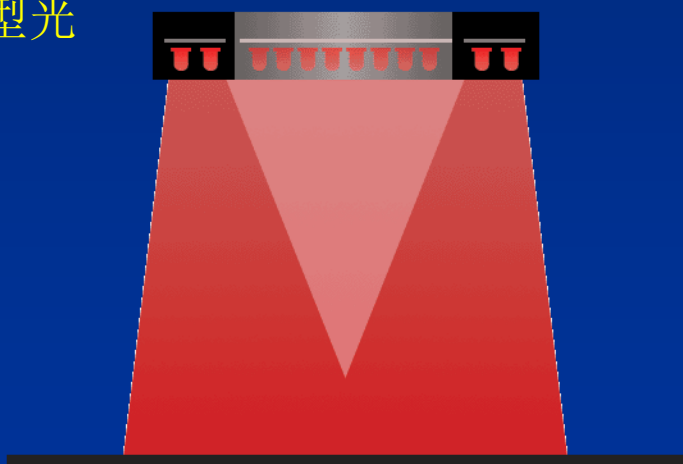
相机



亮场图象



亮场环型光



镜面



# 亮场 vs. 暗场

相机



暗场图象

划痕



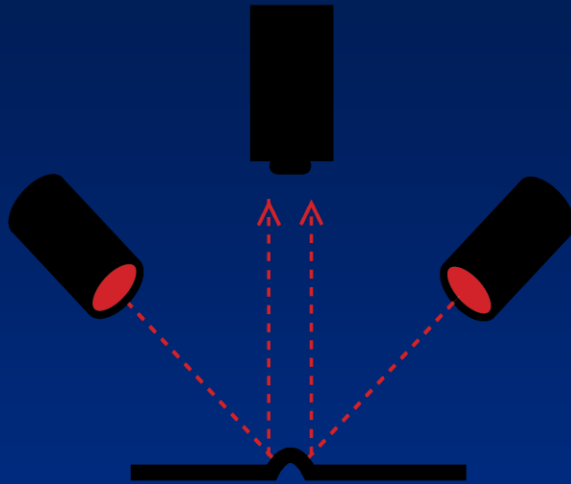
暗场环型光



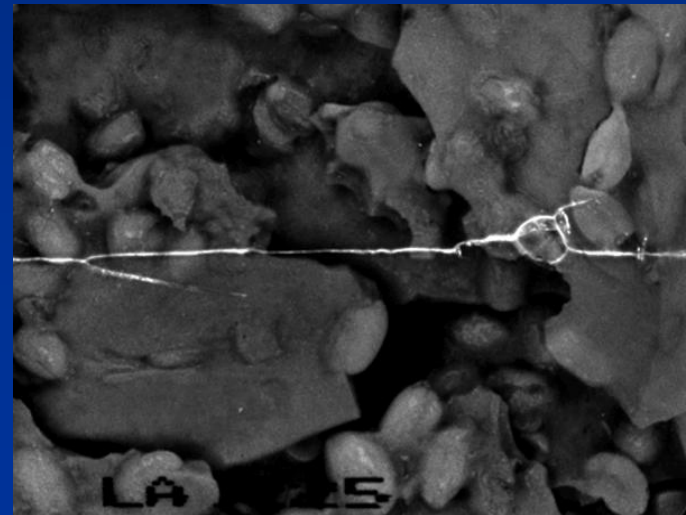
镜面



# 暗场

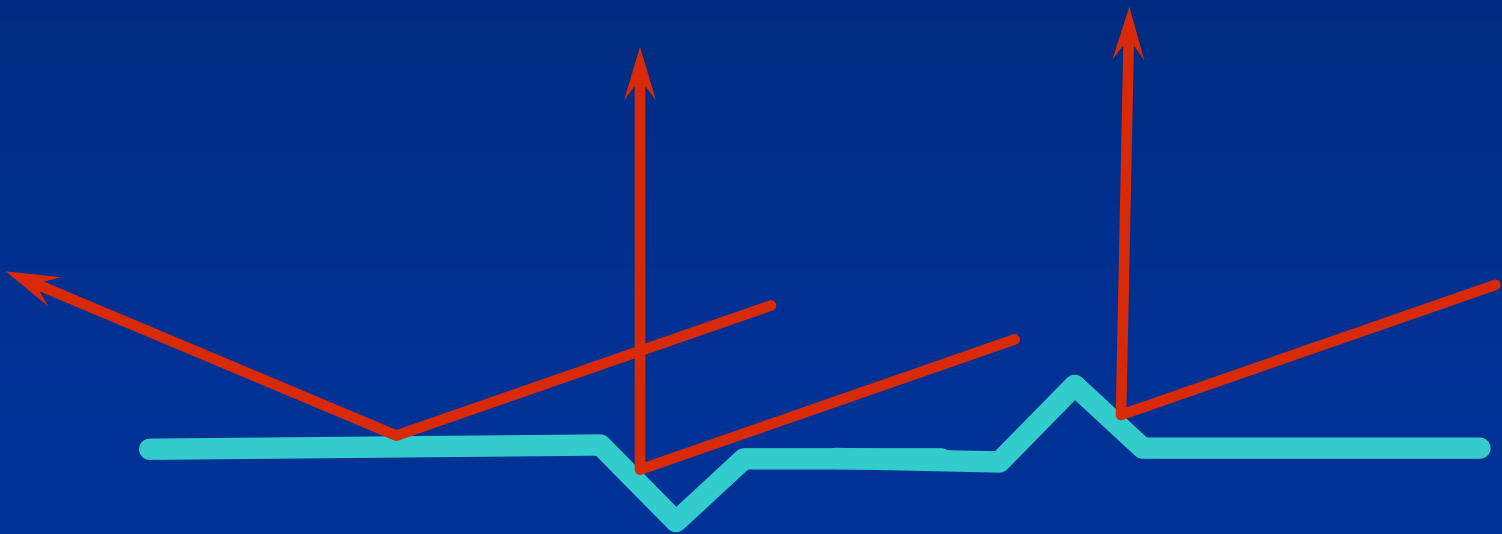


- 低角度灯
- 用于高反光表面
- OCR 或 表面检测



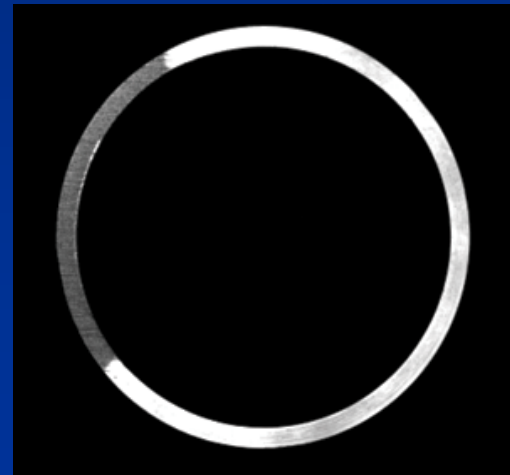
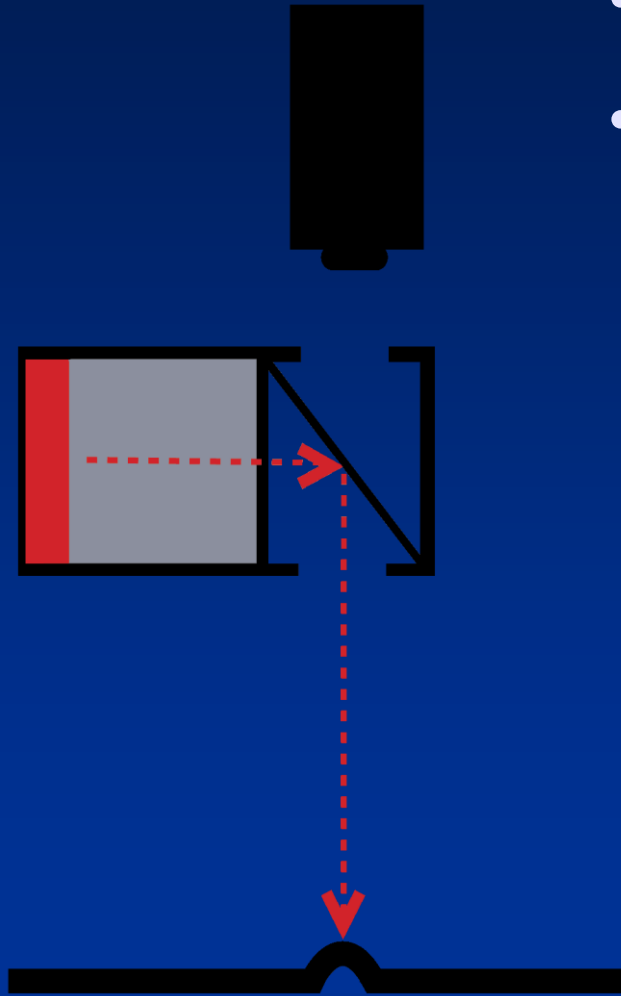
# 暗场光（低角度光）结果

- 强调表面高低变化
- 散射使粗糙表面变亮
- 平整表面变暗
- 边缘及轮廓加强



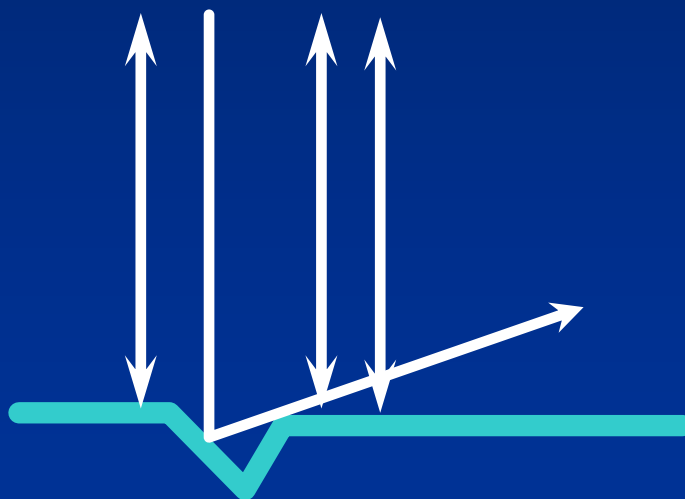
# 同轴光

- 光直射到物体表面
- 用于反光物体



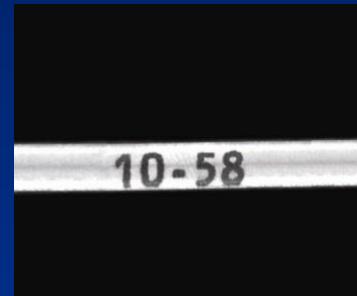
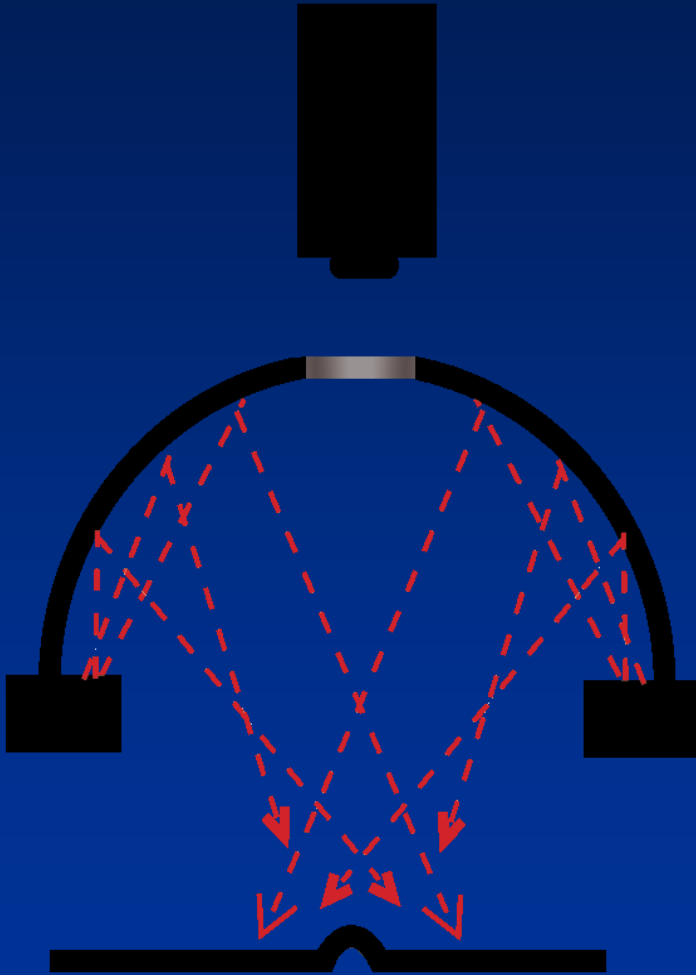
# 轴向照明散射效果

- 表面纹理加强
- 角度变化使深浅效果有变化



# 碗状散射光

- 类似于阴天的光线
- 减少耀斑.



# 技巧

表面反光强度 →

不反光

一般

反光

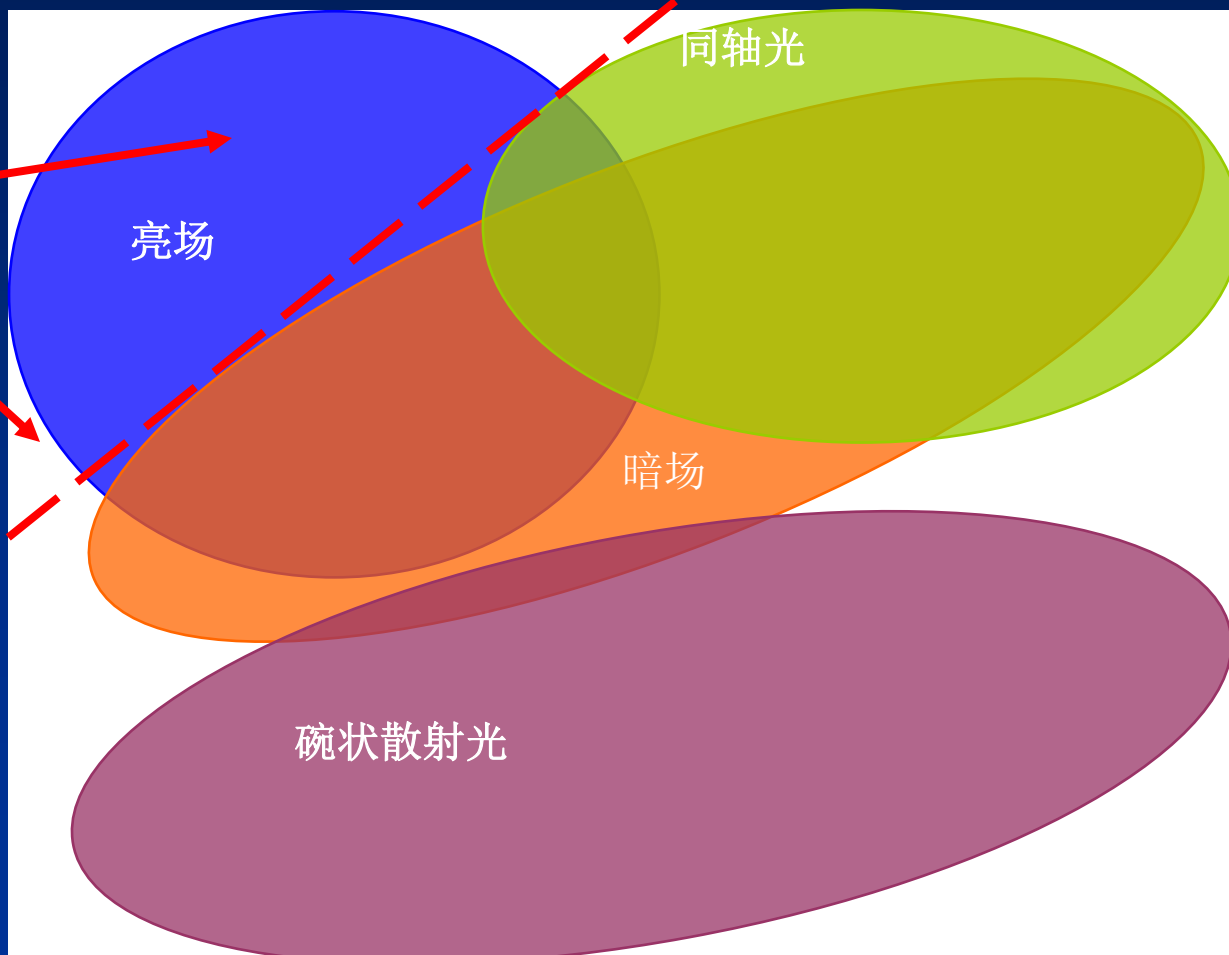
平面

几何学原理

表面纹理

Topography

粗糙



# 波长 vs. 材质

单色光

	UV	B	G	R	IR	RGB	WHI
UV光反应物体	X						
黑橡胶		X					X
黑塑料					X		X
透明塑料 /玻璃				X	X		
合金				X	X		X
金属				X	X		X
混合色						X	X
一般物体				X			X
环境杂乱		X	X	X			
人员					X		

应 用

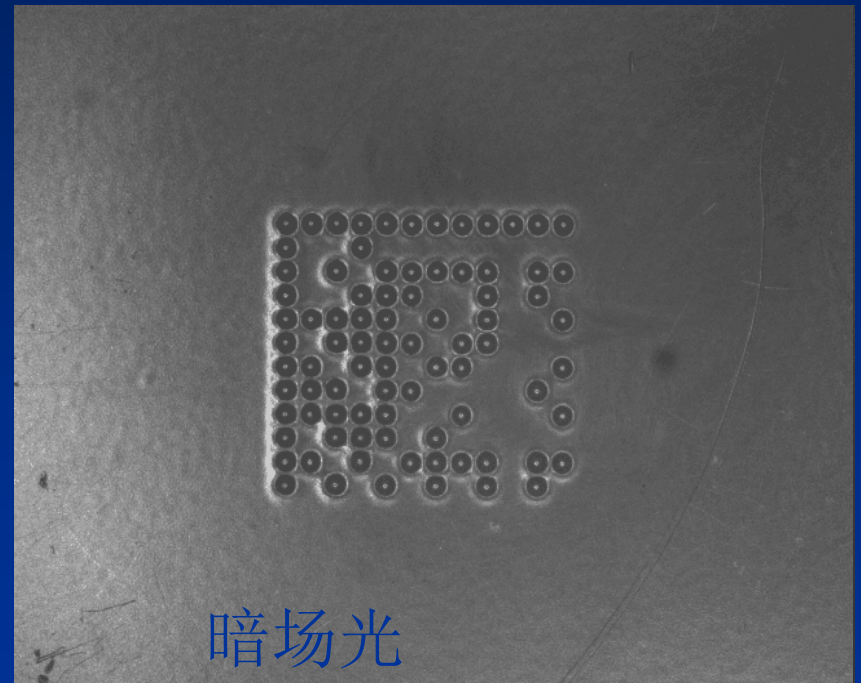
# 字符 凿 刻

- 字符凹进
- 不反光, 粗糙, 不平整表面



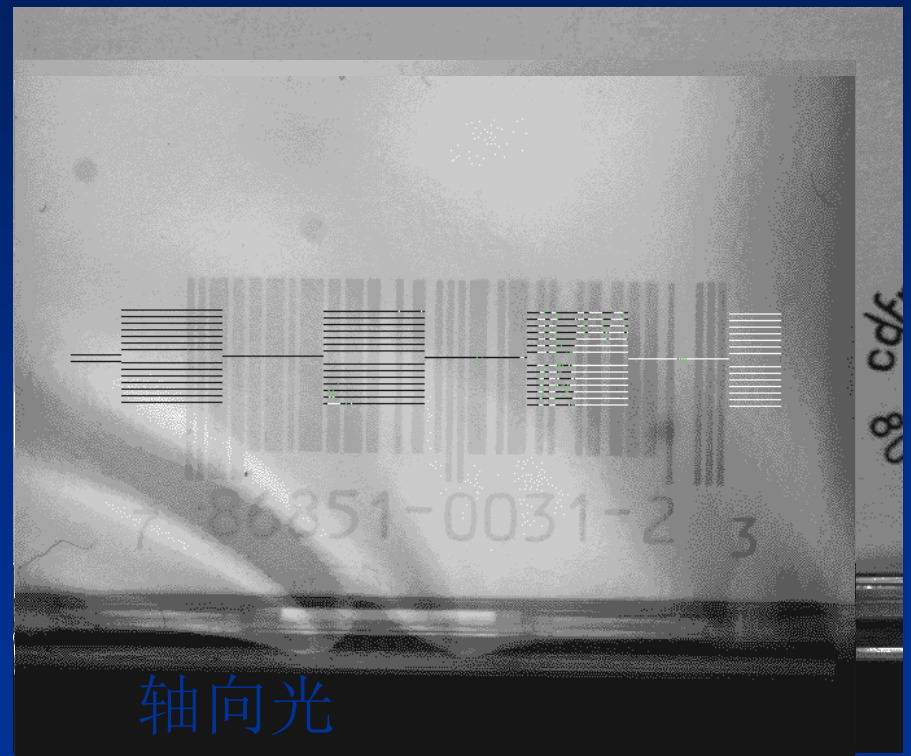
# Data Matrix

- 针凿 data matrix
- 平面, 反光面

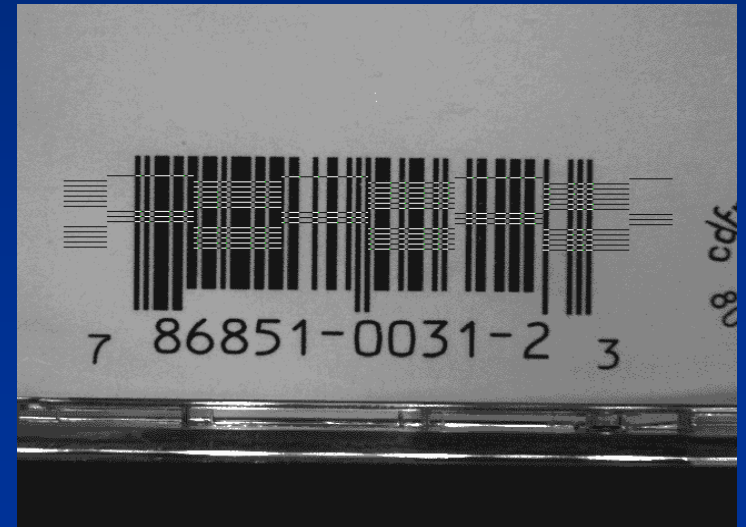


# 印刷条形码

- 印刷
- 不平整包裹



# 不平整表面上的条形码



# 喷墨 OCR

- 紫色油墨
- 凹型, 反光表面



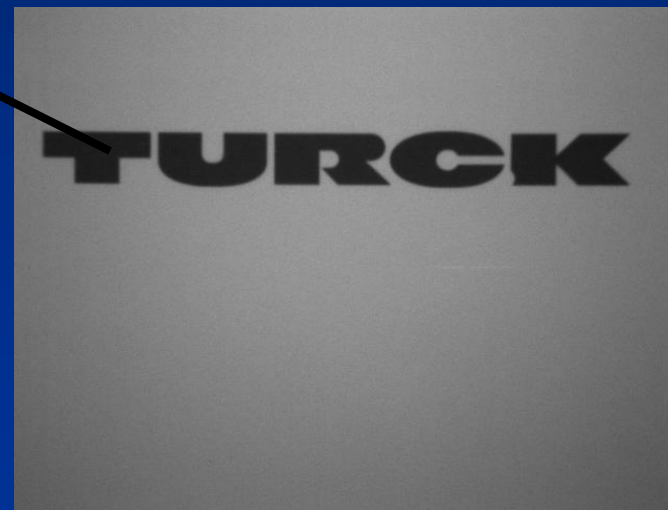
使用红外和紫外光

# 在红外光下的图象

- 红外 (IR) 灯



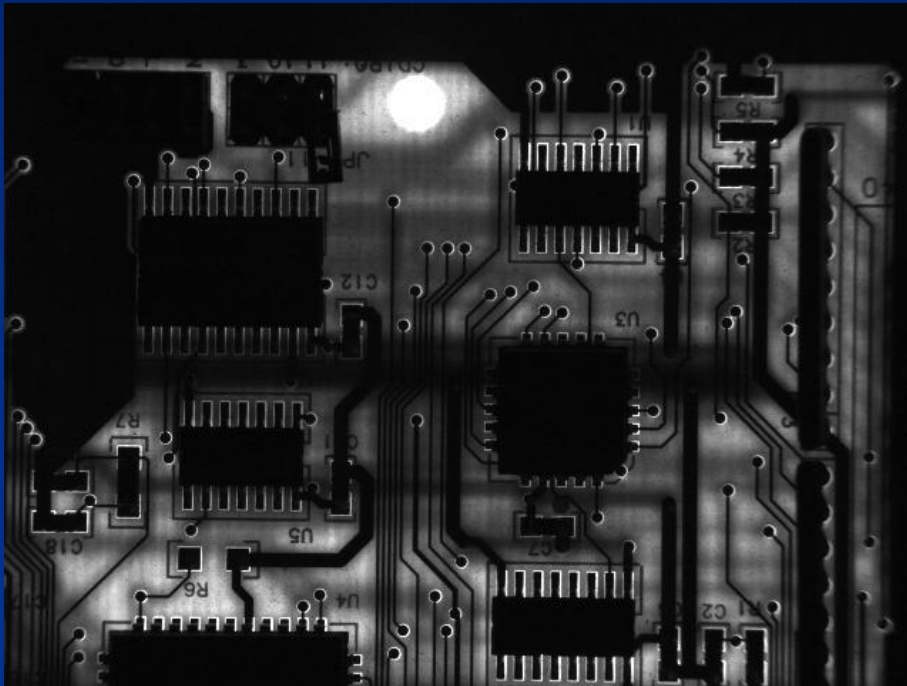
白光 - 黑白相机



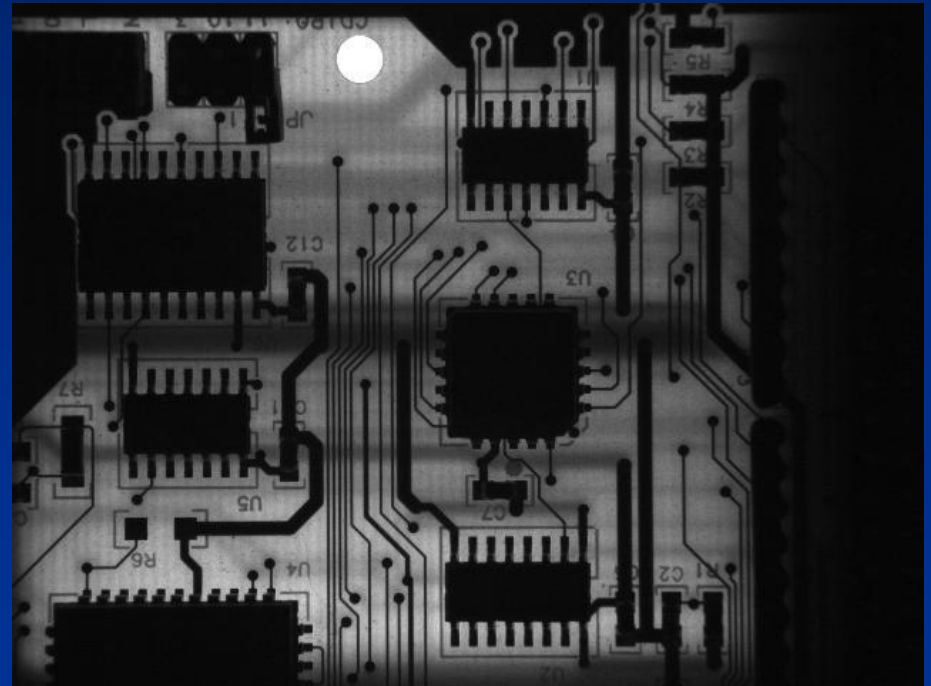
红外光 - 黑白相机

# 在红外光下的图象

- 波长越长越容易透过材质。



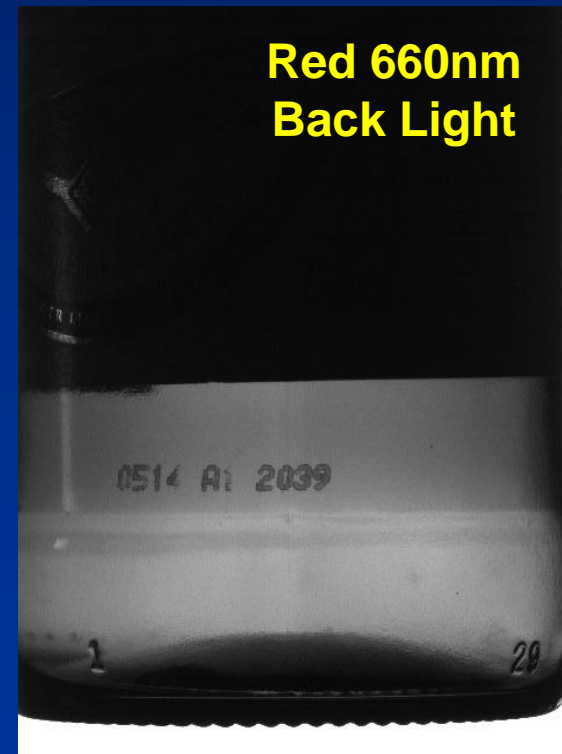
红 660 nm 背光



红外 880 nm 背光

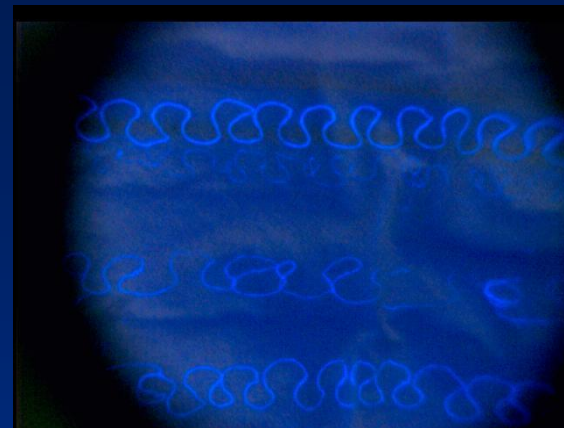
# 在红外光下的图象

- 红光 660 nm 显现了三色墨点字符

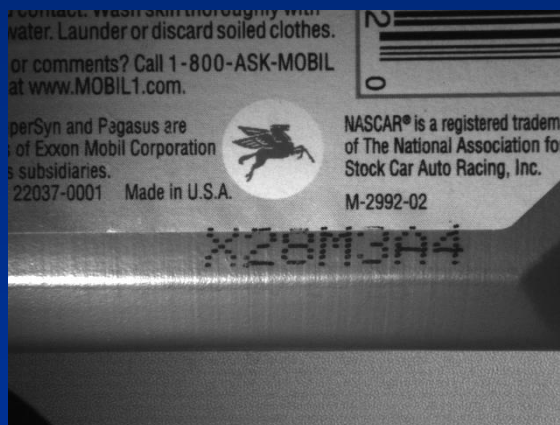


# 紫外光下的图象

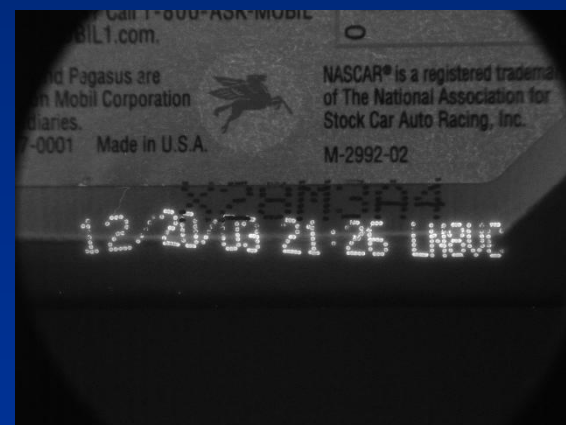
- 紫外染色的物体和墨点.



- 上图: 尿裤内橡筋

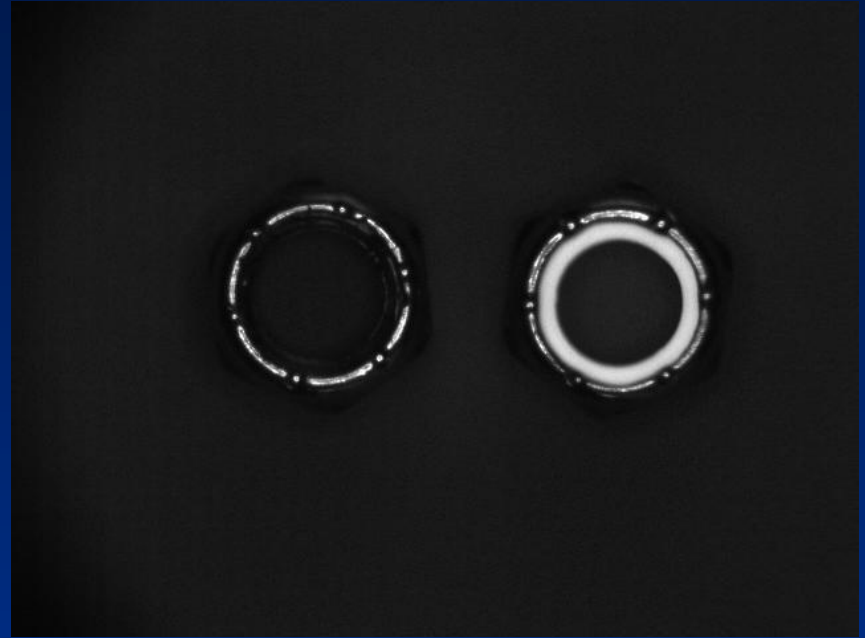


- 下图: 紫外油墨喷码



# UV紫外光下的图象

- 紫外光使许多聚合物增亮,如尼龙



- 上图: UV 光, 黑白相机

- 下图: UV光, 彩色相机



# 视觉系统光源的选择

- 设计一套机器视觉系统时，光源选择优先.
- 记住相似颜色 (或色系)混合变亮，相反颜色混合变暗.
- 如果采用单色**LED**照明，使用滤光片隔绝环境干扰.
- 采用几何学原理来考虑样品、光源和相机位置.
- 考虑光源形状和颜色以加强测量物体和背景的对比度.

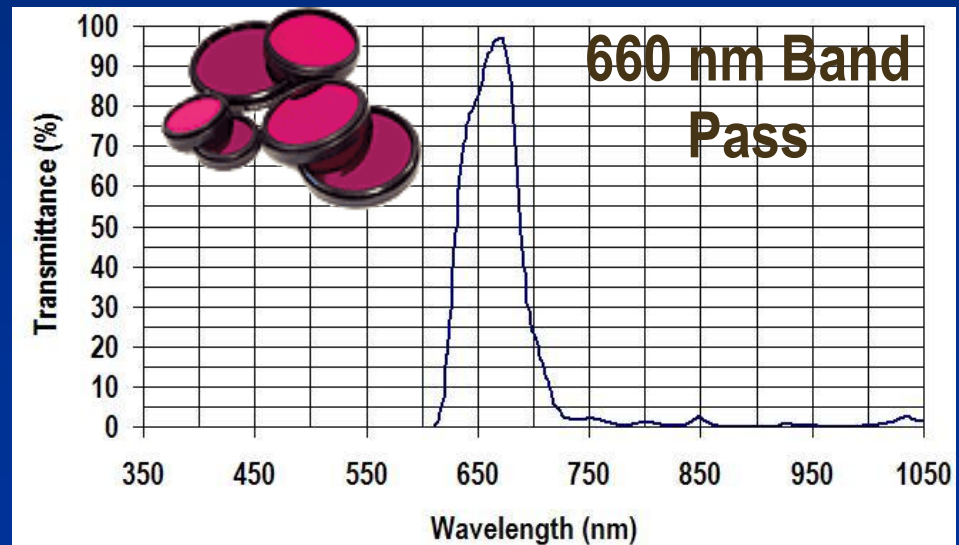
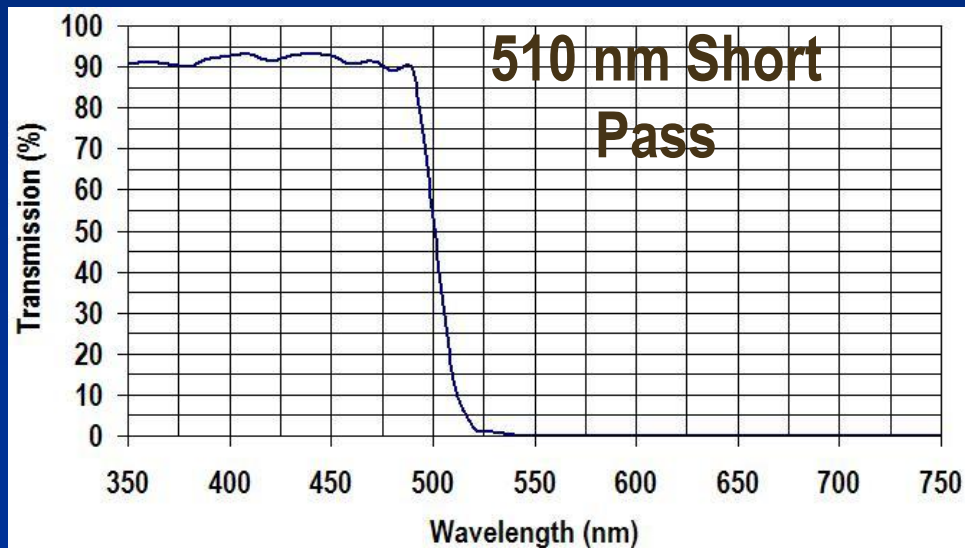
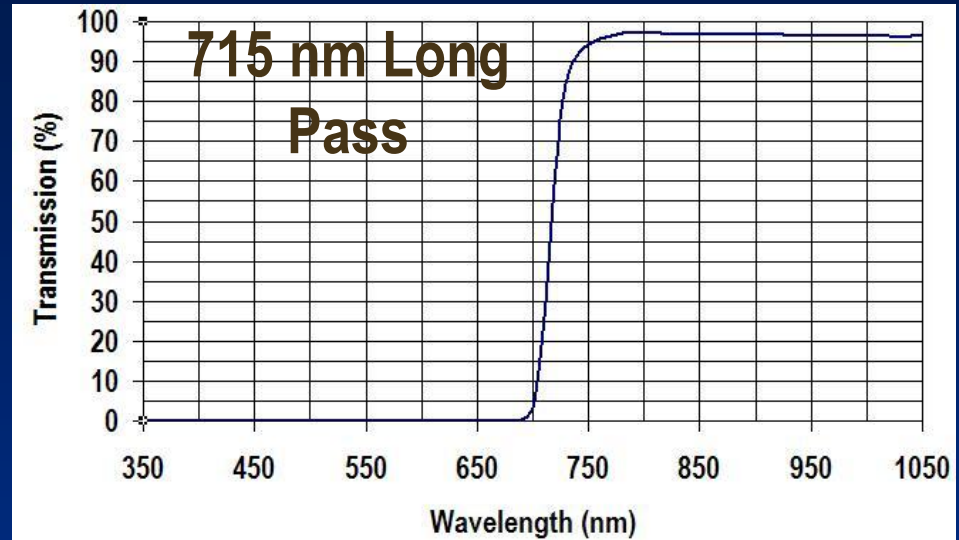
# 光源选择技巧

	部分亮场	暗场	全亮场散射光	全亮场散射光
形状	环型直射、点光源	低角度光、条形光	散射全场光	碗状光
应用场合	<ul style="list-style-type: none"> <li>-部分照明</li> <li>-也可用于暗场照明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-表面/顶部面积测量</li> <li>-边界强化</li> <li>-可透过透明材料</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-平面 /粗糙混合表面</li> <li>-有棱角的表面</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-粗糙起伏的表面</li> <li>-有环境干扰光的影响</li> </ul>
使用要点	<ul style="list-style-type: none"> <li>-No WD limit (limited only to intensity need on part)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Light must be very close to part</li> <li>-Large footprint</li> <li>-Limited spot size</li> <li>-Ambient light may interfere</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Light close to part</li> <li>-Large footprint</li> <li>-Ambient light minor</li> <li>-Beam splitter lowers light to camera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Light close to part</li> <li>-Large footprint</li> <li>-Camera close to light</li> <li>-Spot size is <math>\frac{1}{2}</math> light inner diameter</li> </ul>

濾光片也是非常有用的！

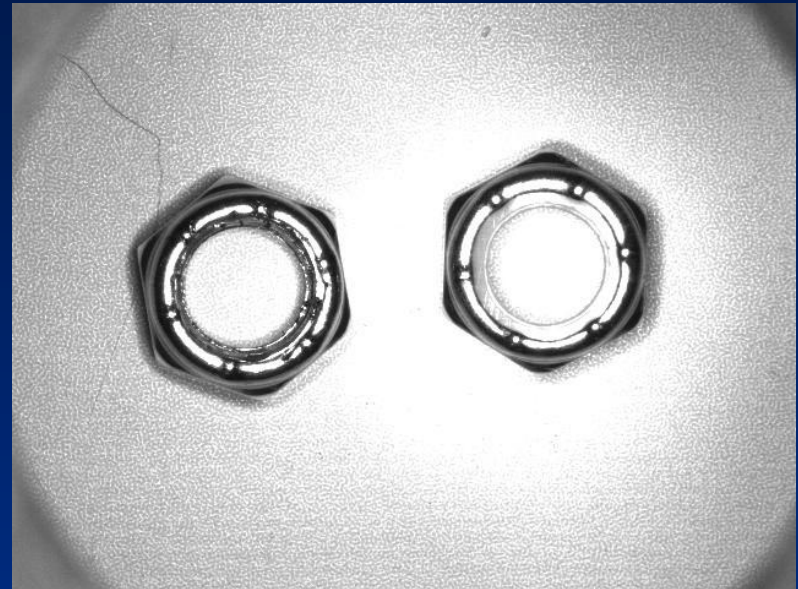
# 机器视觉所用滤光片：

- 滤光片的工作原理是过滤不同波长的光波。



# 濾光片

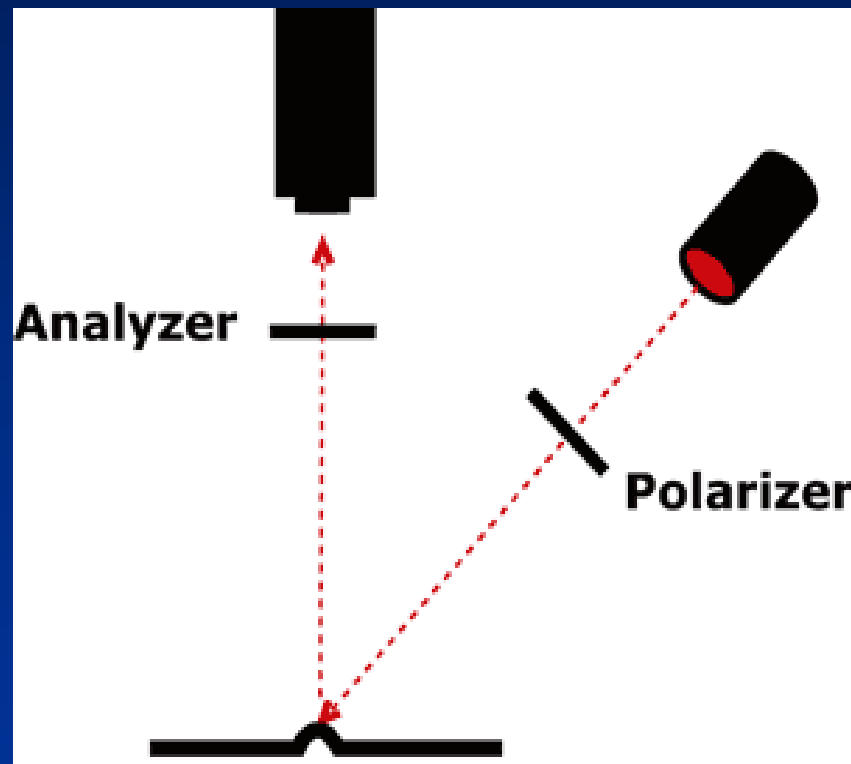
- 上图: UV 光/ 强烈的660nm红色干扰光



- 下图: 同样UV 光/ 强烈的660nm红色干扰光, 采用510nm窄波濾波片.

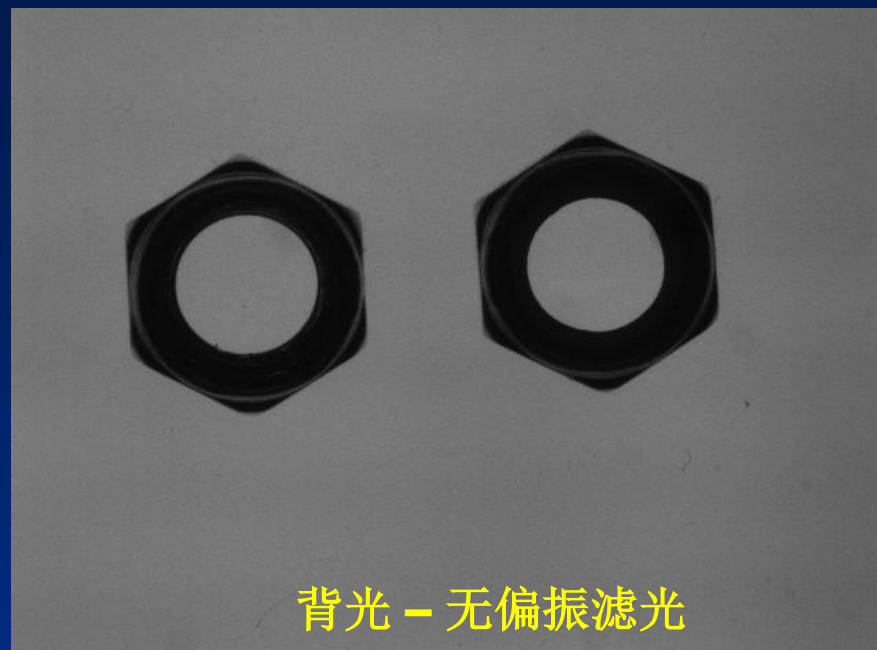


# Light Polarization

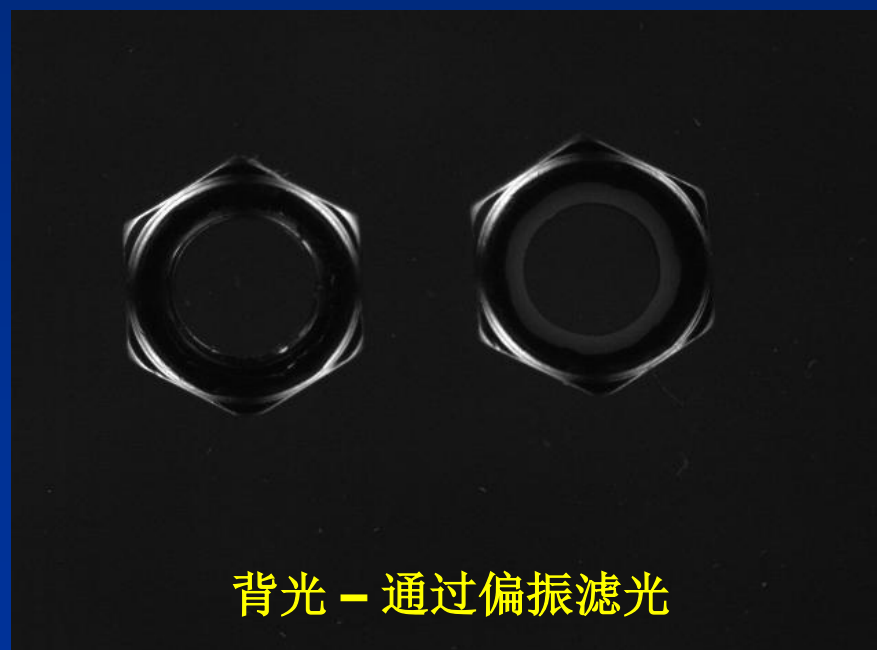


# Polarizing Filters in Machine Vision

- 上图：很难分辨是否有尼龙材料在零件上



- 下图：通过偏振滤光片可同时分辨右侧零件中心的尼龙材料。



# 让光源成为你的助手

- 被检测物体对比度极大化; 其余极小化; 降低外界干扰
- 颜色区分? — 首先考虑黑白相机 & 彩色光源
- 环境光干扰? — 尝试单色光和窄波滤光片
- 反光+起伏表面? — 尝试碗状全场光源
- 反光, 平整表面? — 漫射光
- 突现表面纹理? — 暗场 (低角度光)
- 塑料材料? — UV (紫外) 或 IR (红外) 光
- 反光表面的特征? — 低角度条形光 (暗场)
- \*不同光的组合能产生意想不到的效果!
- \*使用频闪光可达到额定20倍的亮度!