

机器视觉基础 光源

上海视谷图像技术有限公司

www.machine-vision.com.cn

光源

照明系统是机器视觉系统最为关键的部分之一。好的打光设计能够得到一幅好的图像，从而改善整个系统的分辨率，简化软件运算，提高系统的精度和可靠性，而不合适的照明，则会引起许多问题

截至目前尚没有一个通用的机器视觉照明设备，因此针对每个特定的案例，要设计合适的照明装置，以达到最佳效果

光源

光源在机器视觉中的作用：

1. 照亮目标，提高亮度
2. 形成有利于图像处理的效果
3. 克服环境光干扰，保证图像稳定

光源

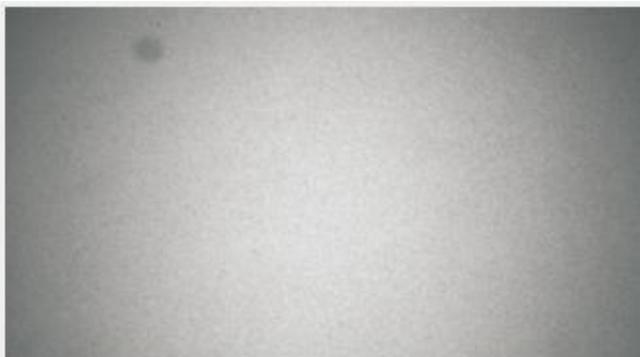
一幅好的图像应具备的条件：

1. 对比度明显，目标与背景的边界清晰
2. 整体亮度均匀，整体不均匀时灰度差应不影响图像处理
3. 背景尽量淡化而且均匀，不干扰图像处理
4. 与颜色有关的还需要颜色真实，亮度适中，不过度曝光

光源



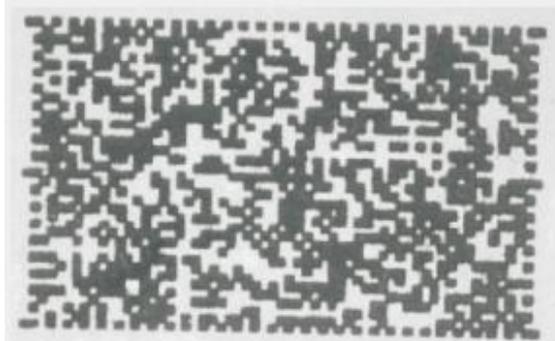
对比度比较差



均匀性比较差



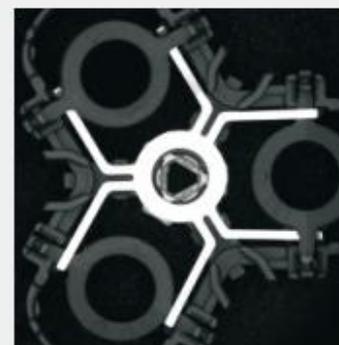
一致性差



对比度明显



均匀性良好

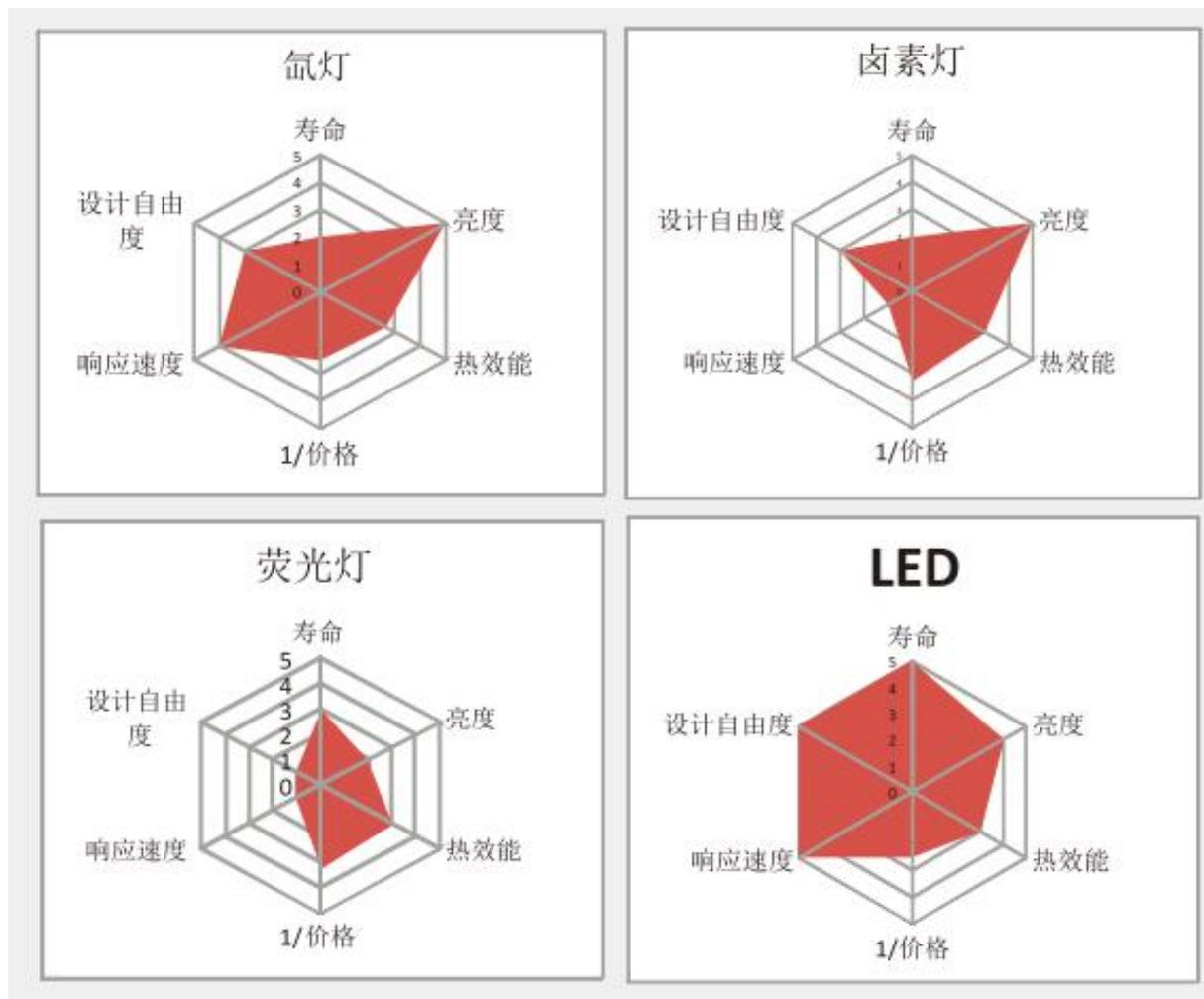


一致性好

常用光源分类

- 氙灯：亮度高，响应速度慢，发热量大，寿命短，约1000h
- 荧光灯：扩散性好，适合大面积均匀照射，响应速度慢，亮度较暗，寿命约1500-3000h
- 光纤卤素灯：亮度高，响应速度慢，几乎没有光亮度变化，寿命约1000h
- LED：响应速度快，可组合不同形状，波长可根据用途选择，寿命约30000-100000h

常用光源综合性能对比



LED光源优势

- 可制成各种形状、尺寸、颜色和角度
- 使用寿命长
- 反应快捷，可在10微秒以内达到最大亮度
- 亮度可随时调节，且可通过外触发控制，用作频闪灯
- 运行成本低，综合成本和性能方面具有优势

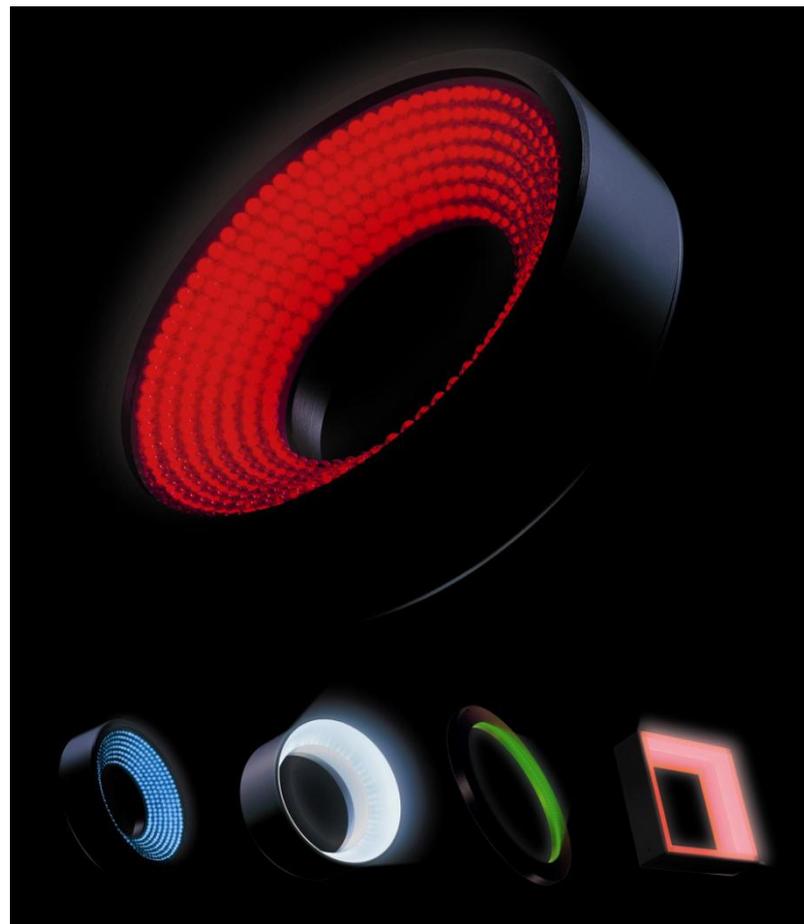
LED光源的颜色

常见颜色：

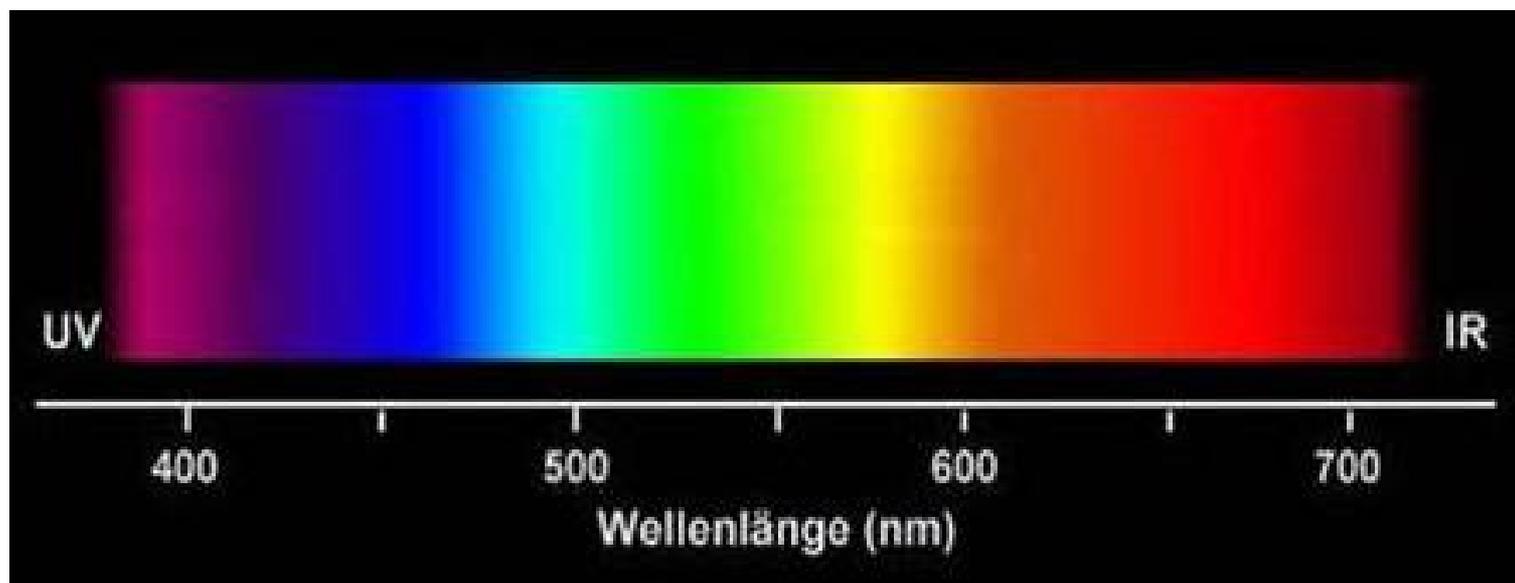
蓝、红、白、绿

其它颜色：

橙色、红外、紫
外



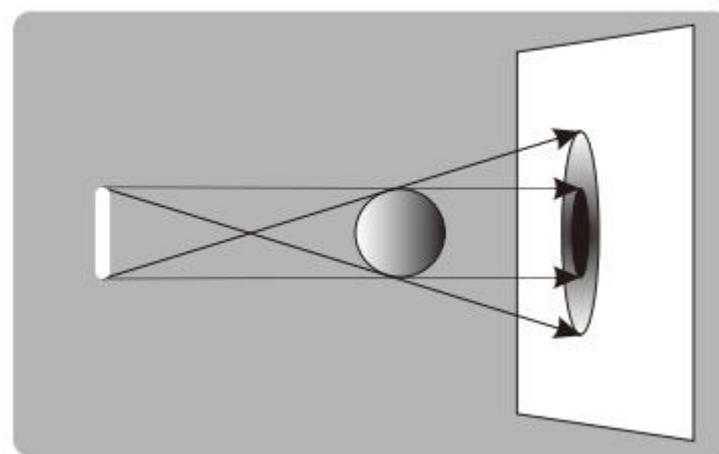
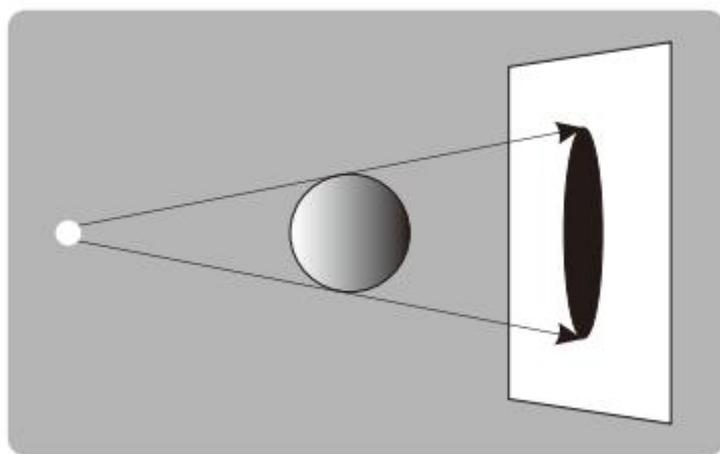
可见光与近可见光波普



光学基础

光的直线传播：

光在均匀介质中沿直线传播



光学基础

光的反射：

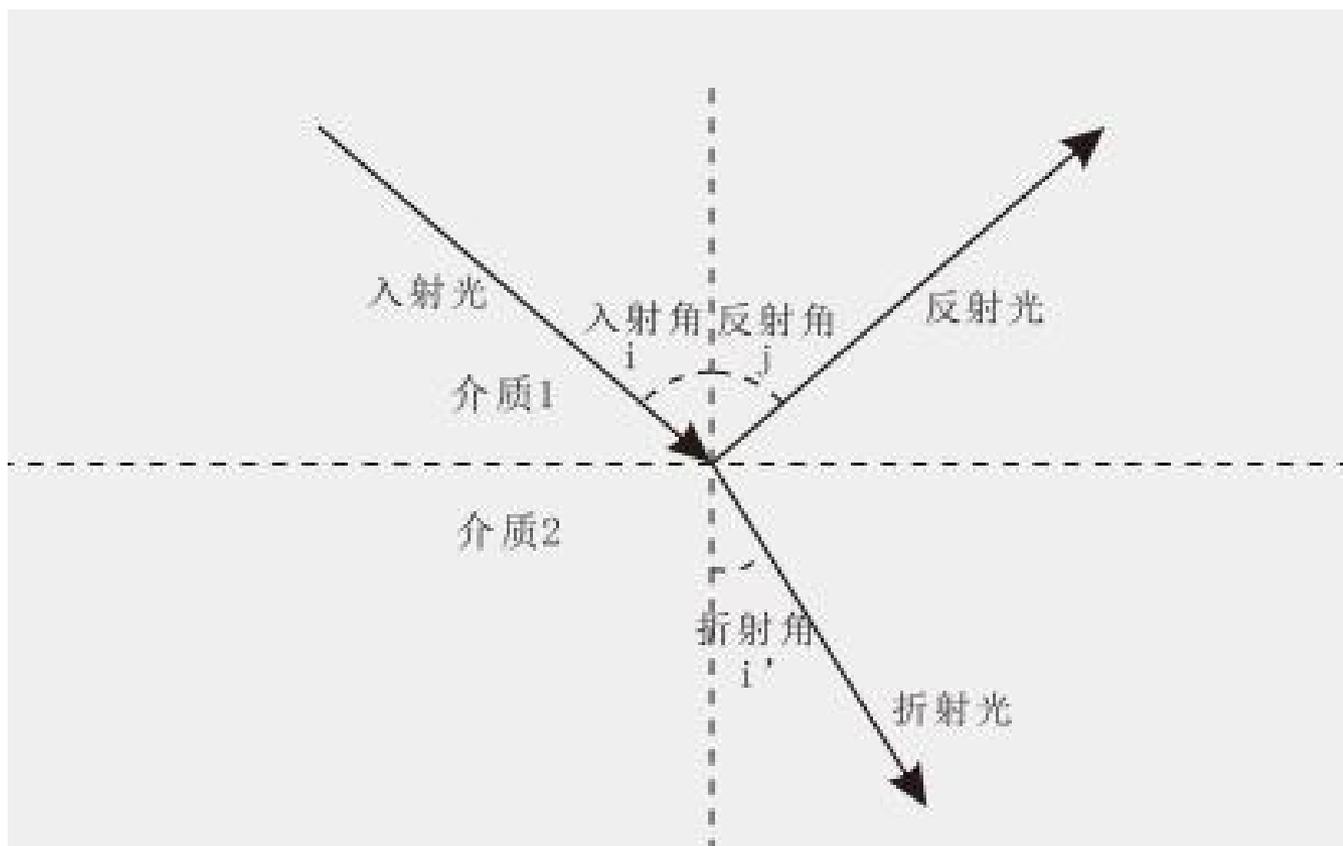
反射光线与入射光线、法线在同一平面上，
反射光线和入射光线分居在法线两侧，反射角等于入射角

光的折射：

折射定律：
$$\frac{\sin i}{\sin i'} = \frac{n_1}{n_2}$$

其中*i*为入射角，*i'*为折射角， n_1 和 n_2 分别为界面两侧物质的折射率

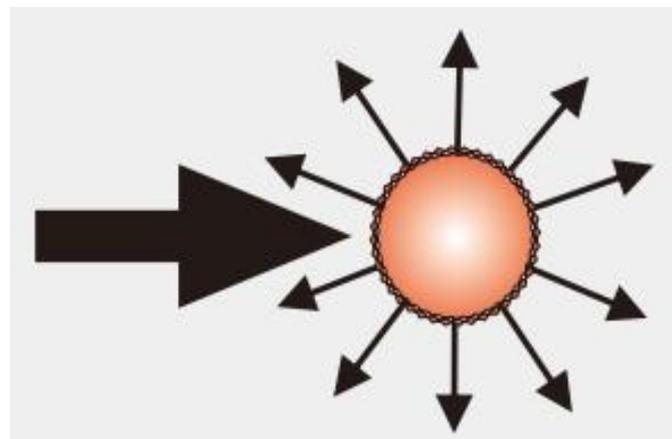
光学基础



光学基础

光的散射：

光线照射到微小结构
（颗粒、小坑等）时，
不再严格遵循反射和折
射等规律，其能量将以
散射点为中心，杂乱无
章地向四周发射出去
波长越短散射越强



光学基础

光的透射：

入射光经过折射穿过物体后出射的现象

物体的材质和厚度会影响透射率

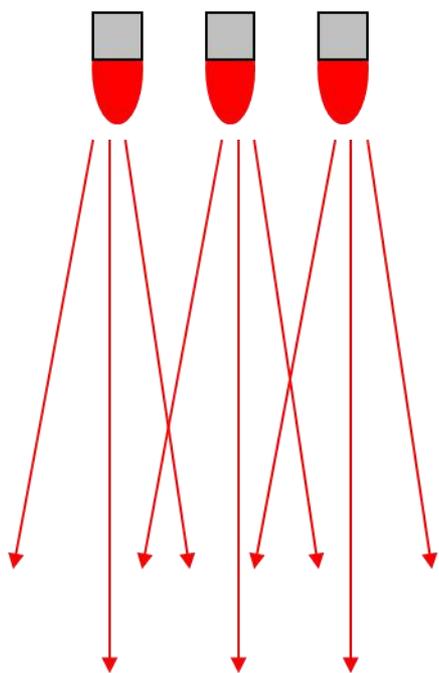
光的波长越长，对物体的透射力越强

光源方案设计

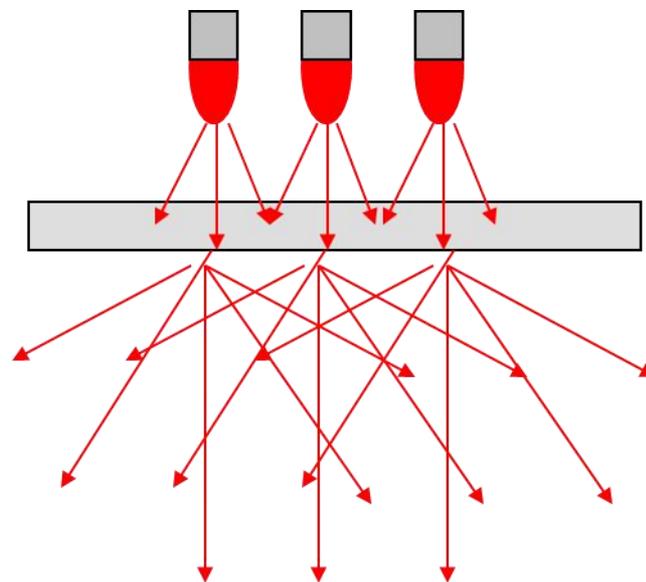
1. 了解项目需求，明确要检测或者测量的目标；
2. 分析目标与背景的区别，找出两者之间最可能差异大的光学现象；
3. 根据光源与目标之间的配合关系，初步确定光源的发光类型；
4. 拿实际光源测试，以确定满足要求的打光方式

照明技术（一）

- 直射光与漫射光



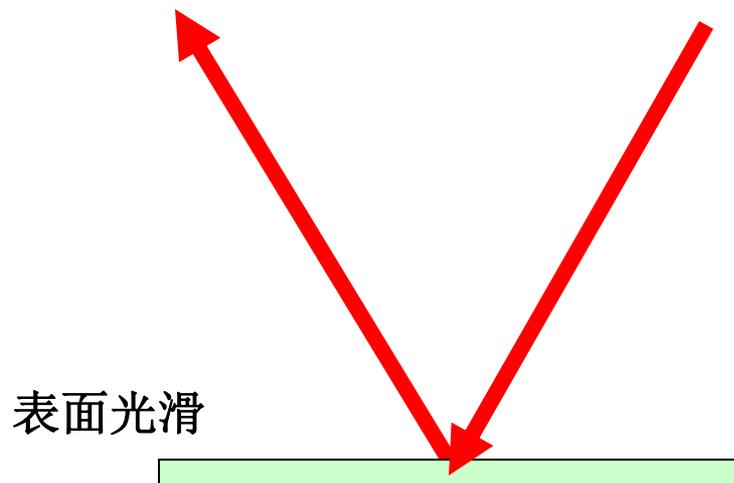
明亮、射角窄、会有光点



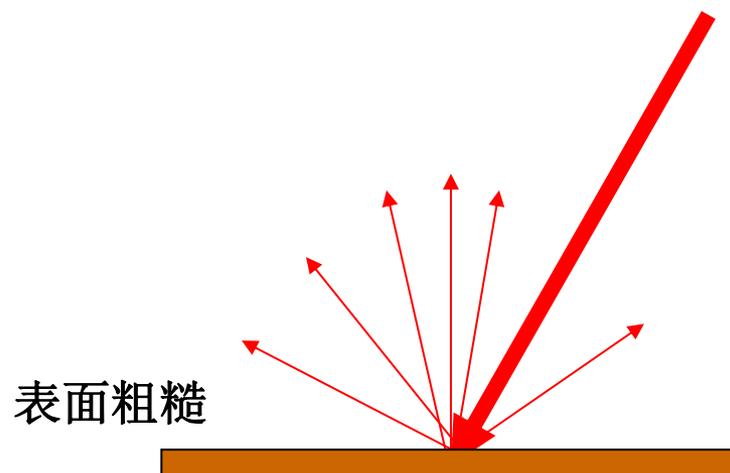
较暗、射角宽
无光点、光斑均匀

照明技术（二）

- 镜面反射与漫反射



明亮
与照射距离无关
与角度有关
不反映照射物的颜色



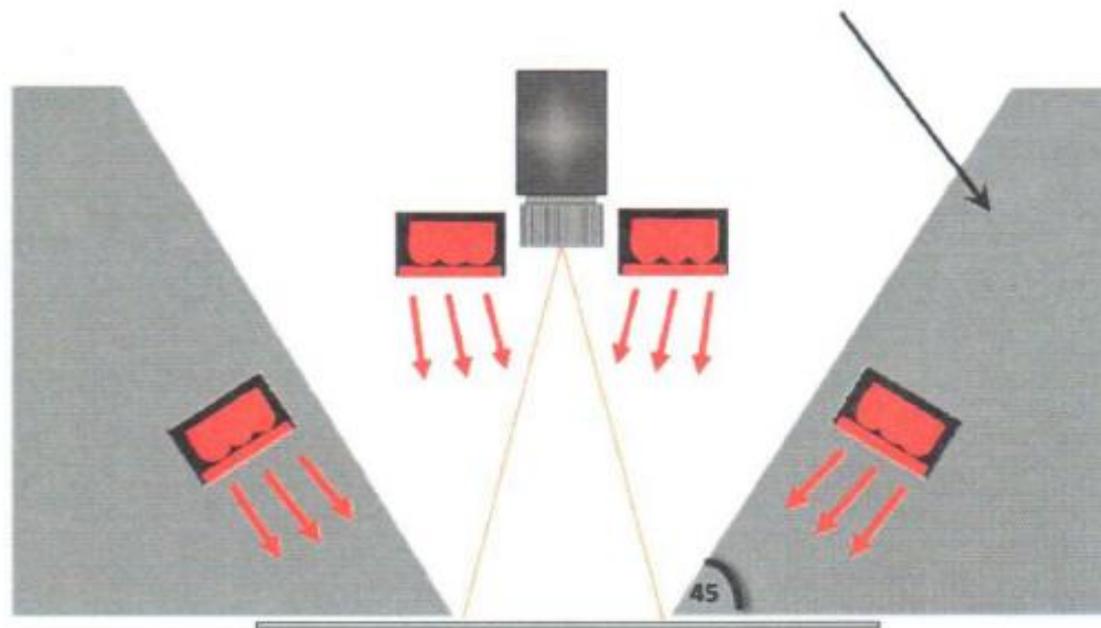
较暗
与照射距离有关
与角度无关
反映照射物的颜色

照明技术（三）

- 明市场与暗视场

白色区域是部分明视场灯

灰色区域是暗视场灯



照明技术（三）

暗视场：

光的角度小于 45°

平整部位亮度较低

不平整部位亮度较高

主要应用：表面划伤、
打标字符、边缘尺寸测
量、倒角测量等

常用光源：条形光、低
角度环形光



照明技术（三）

- 明视场：

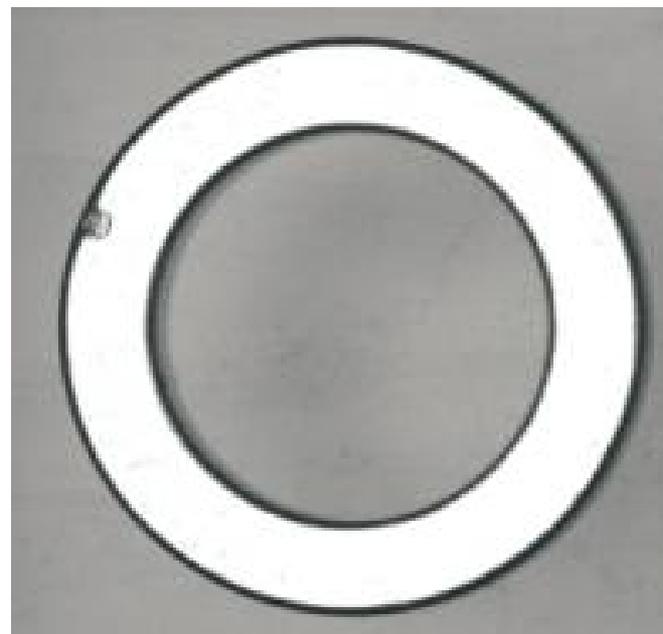
光的角度大于 45°

平整部分亮度较高

不平整部分亮度较低

主要应用：边缘尺寸测量、
定位、表面异物检测、表面
细微划伤

常用光源：条形光、高角度
环光、同轴光、面光、点光



照明技术（三）

- 明视场VS暗视场

	明视场	暗视场
优点	效果明显、细节清晰	便于安装、效果稳定
缺点	均匀性调节有一定难度	透明物质、表面划伤边缘起毛效果不明显，有些情况下现场要求光源必须处于一定高度之下，否则影响效果

照明技术（三）

明视场VS暗视场



暗视场

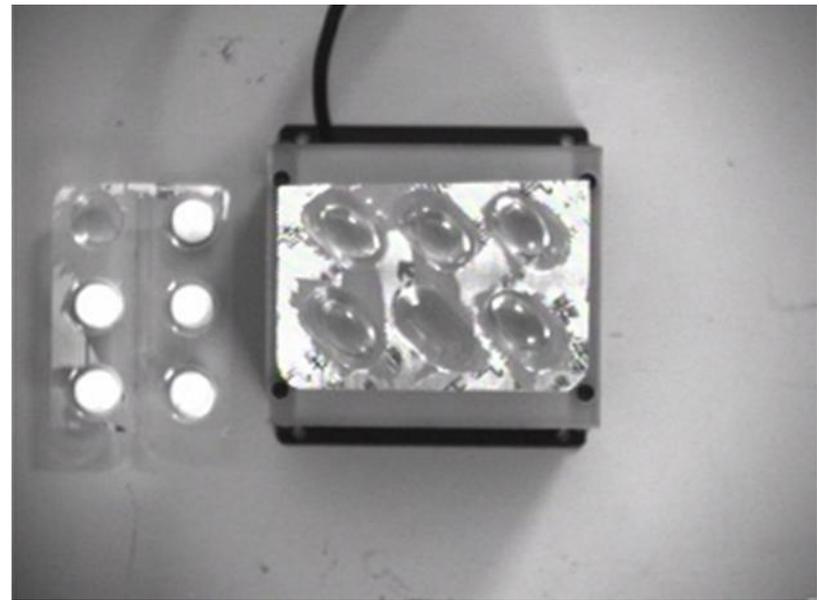
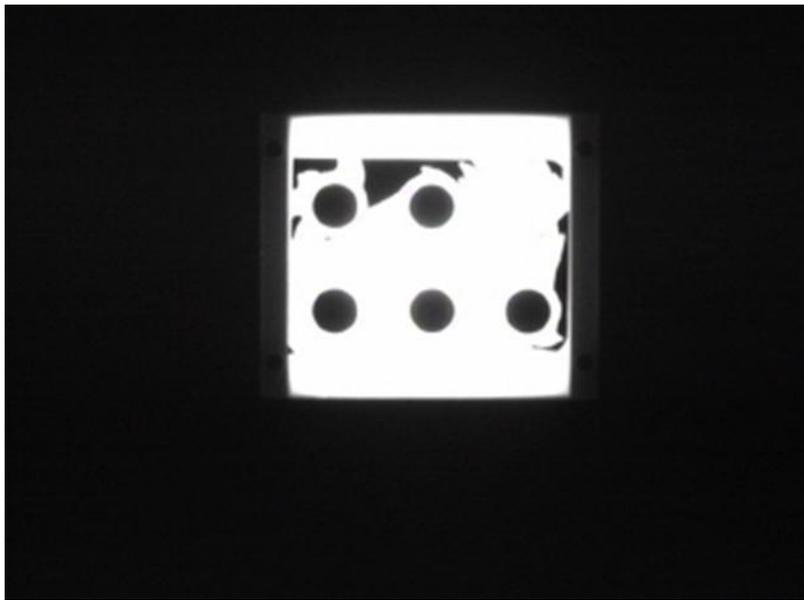


明视场

照明技术（四）

透射照明——背光

应用领域：机械零件尺寸测量，电子元件外观检测，胶片污点检测，透明物体划痕检测



照明技术（四）

透射照明—漫射背光VS平行背光

漫射背光会有杂散光干扰，导致边缘有倒角、圆角或者圆柱状物体边缘发虚



照明技术（四）

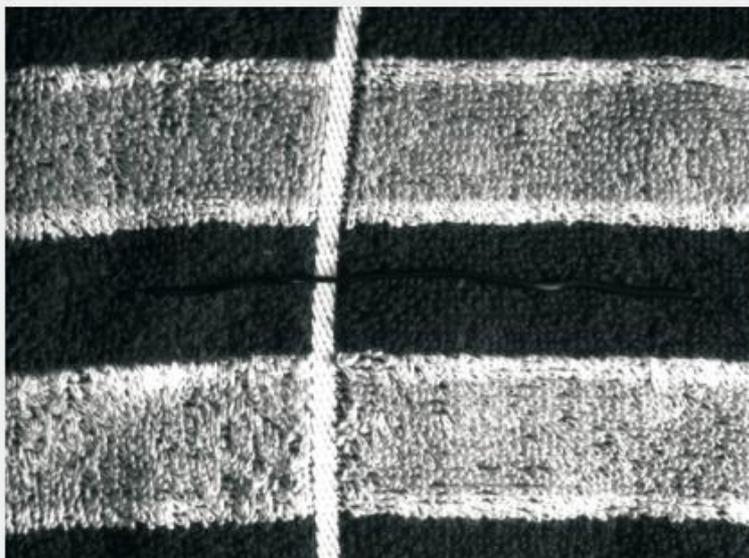
透射照明—漫射背光VS平行背光效果



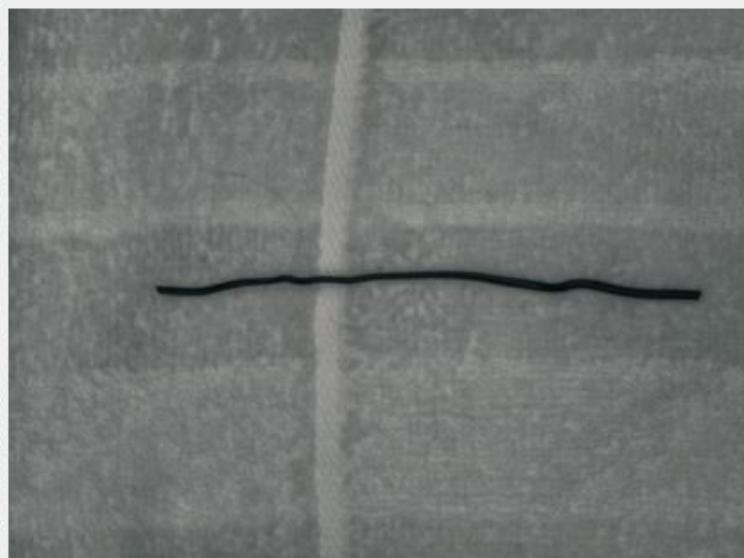
照明技术（四）

透射照明——红外光

红外光波长较长，具有较强的穿透力，能够透过较薄的塑胶，还可以用于过滤一些有机染料形成的颜色干扰



实物图

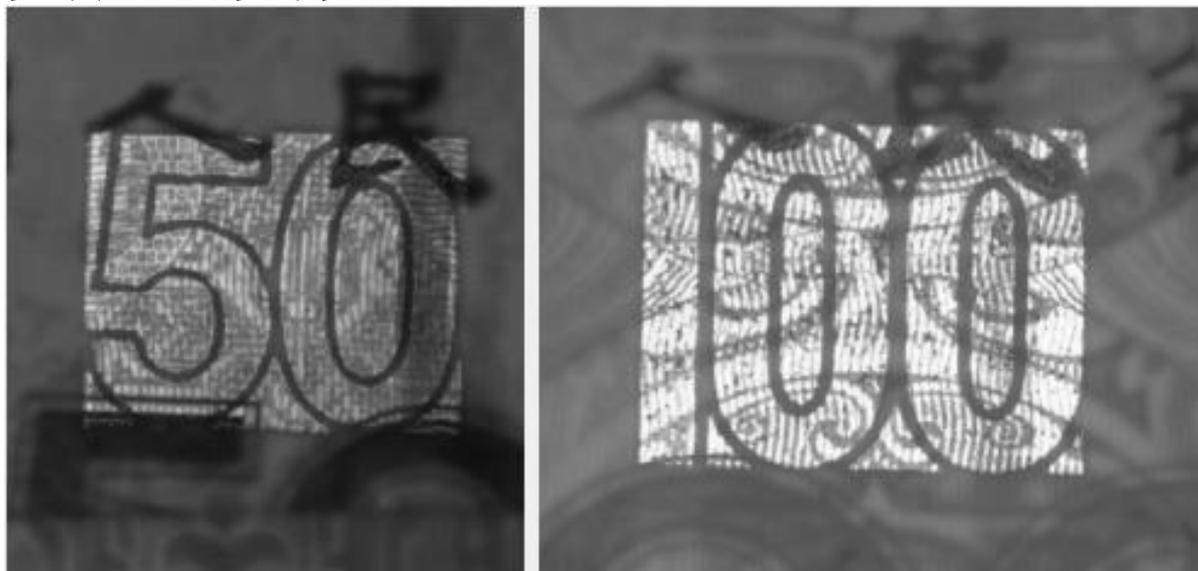


红外光效果图片

照明技术（五）

紫外光应用

紫外光常用385nm和365nm两个波段，具有荧光效应，和良好散射性，但对人体有害，容易使物体产生化学变化而变质



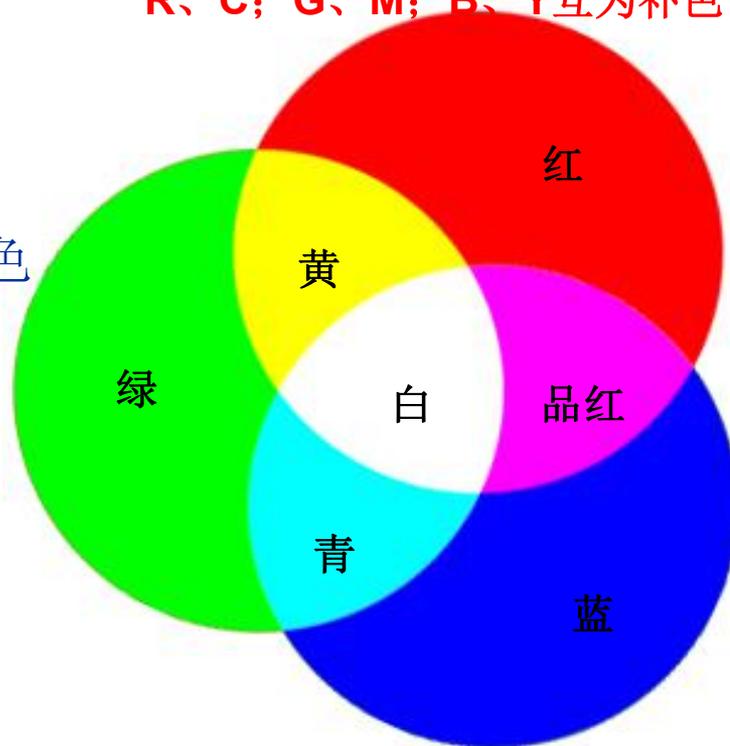
照明技术（六）

颜色和补色

R、C； G、M； B、Y互为补色

光的三原色

- R – 红
- G – 绿
- B – 蓝



色彩的三原色

- C – 青
- M – 品红
- Y – 黄

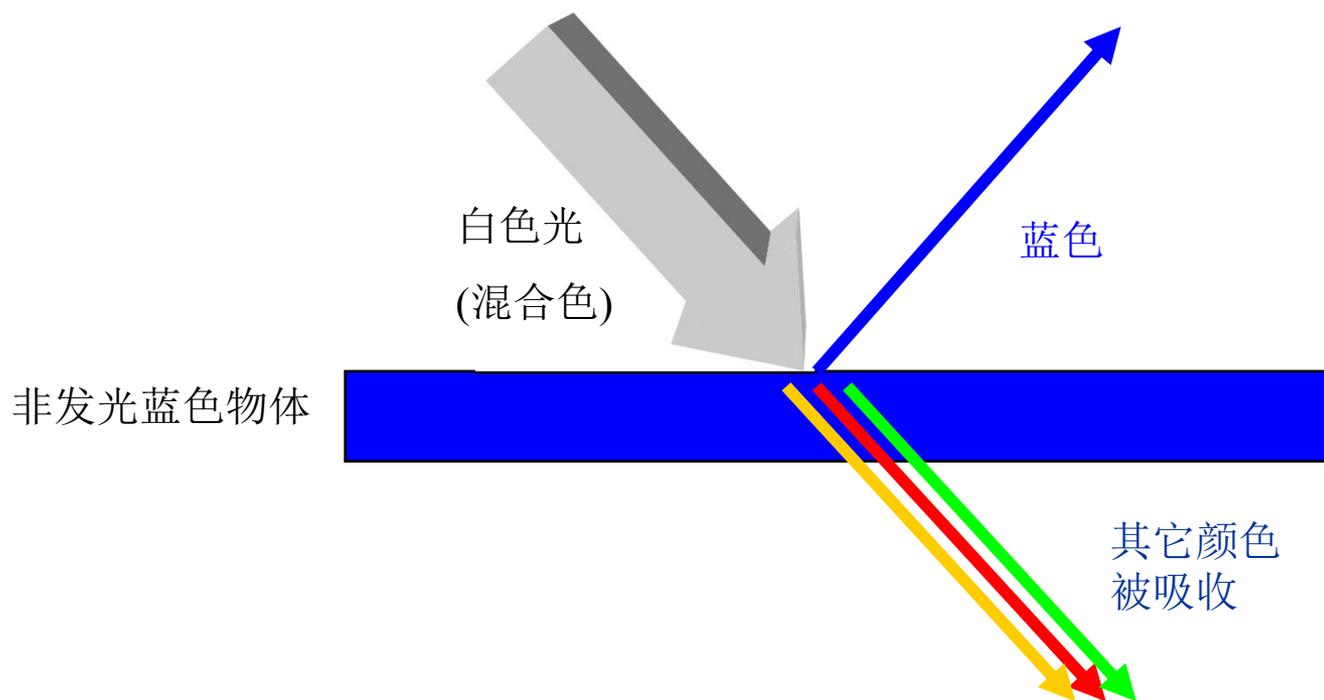
照明技术（六）

颜色过滤与加强

与物体表面自然色相同或相近颜色的光照射到物体之上，反射率比较高，对比色照射，则反射率较低，利用这一原理，可以实现加强图像效果，过滤背景干扰的目的

照明技术（六）

颜色过滤与加强



照明技术 (六)

颜色过滤与加强



实物图



互补色(彩色)



相邻色(彩色)



互补色(黑白)



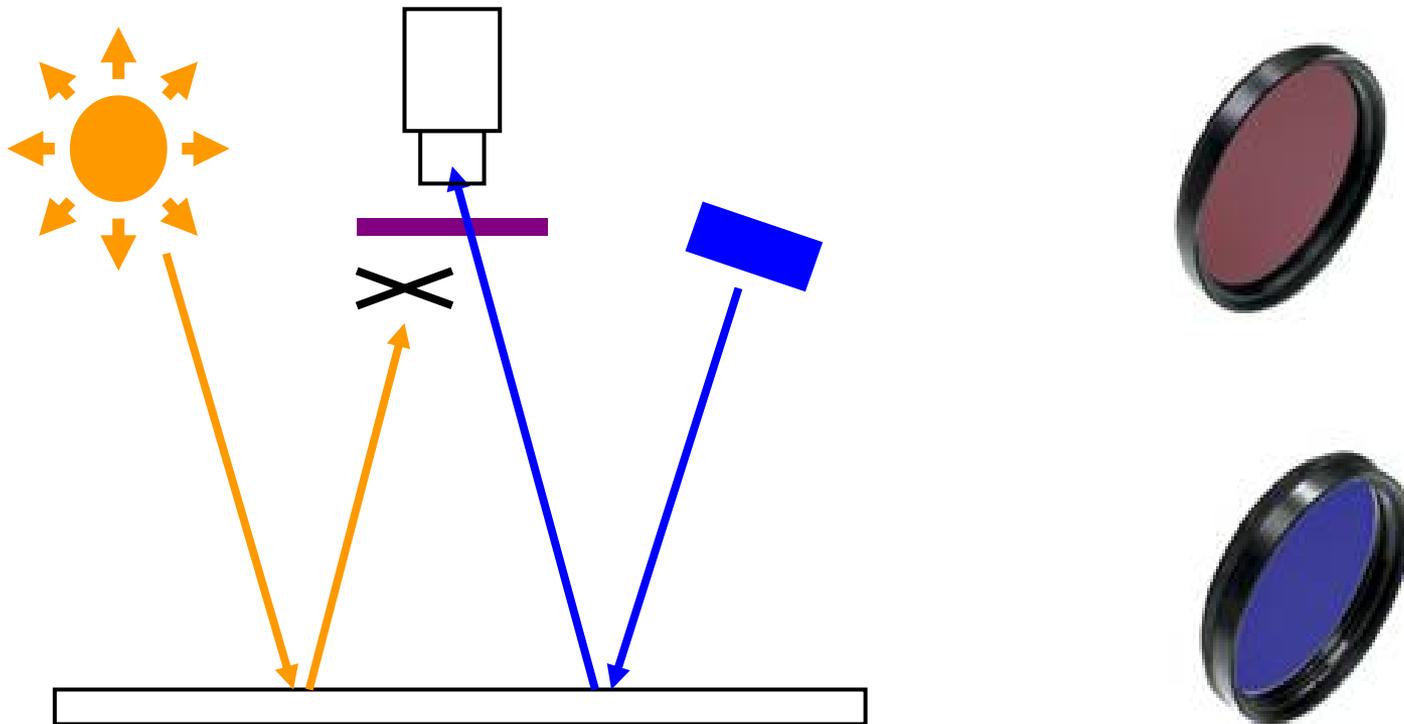
相邻色(黑白)



相同色(蓝色)

照明技术（六）

光源配件应用——滤光片

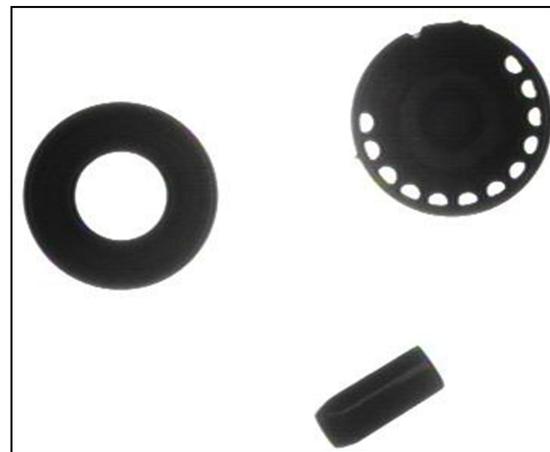


照明技术（七）

光源配件应用——滤光片



由于来自室内的光源产生了漫射光，其他不需要的细节也进入了摄像机

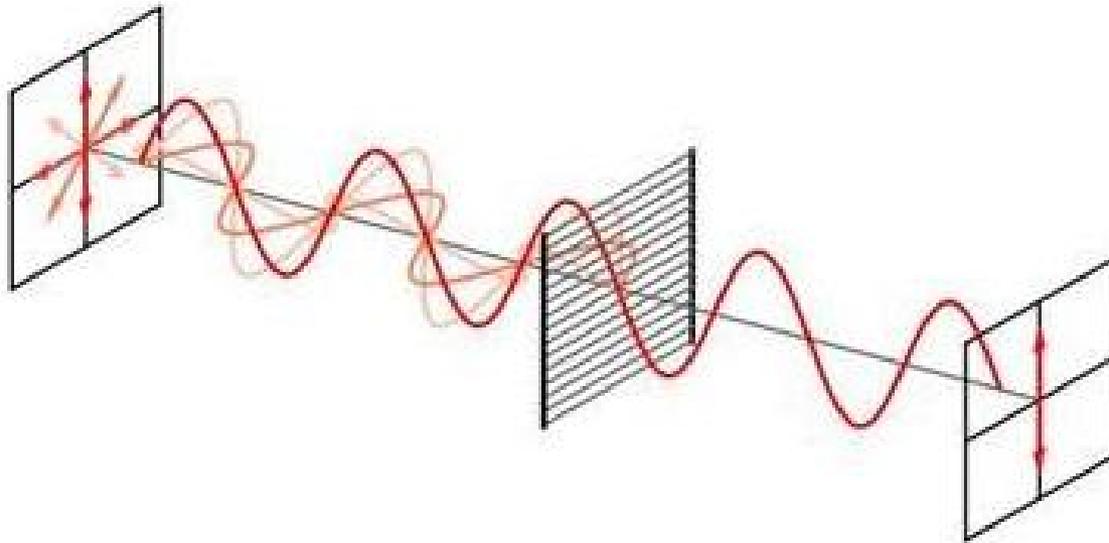


添加滤镜将漫射光滤掉，从而得到对比度良好的对象轮廓

照明技术（七）

光源配件应用——偏振片

只允许震动方向平行于其允许方向的光能通过，垂直分量被截止



照明技术（七）

光源配件应用——偏振片



使用偏振片前有严重的反光影响检测



使用偏振片后没有反光 图像清晰

常用光源——环形光

应用领域：

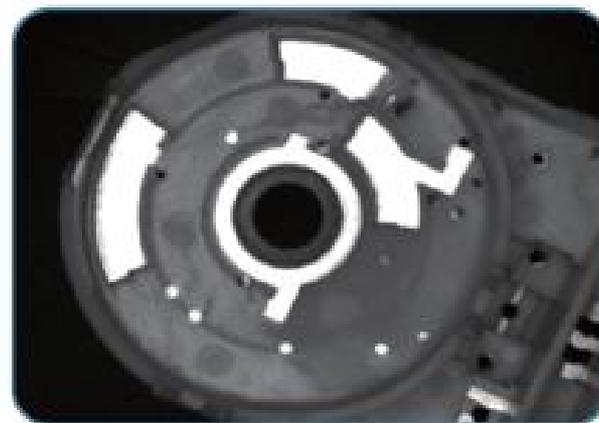
PCB基板检测

IC元件检测

塑胶容器检测

集成电路印字检查

产品外包装、标签检测



连接器金属片有无

常用光源——条形光

应用领域：

零件尺寸和外形检测

二维码、条形码检测

物体表面划痕

产品表面缺陷检测

LCD面板检测

长条形物体表面字符检测



常用光源——条形散射光

应用领域：

电子元件识别与检测

印刷品质量检测

家用电器外壳检测

食品包装检测

条形码、二维码识别

纺织品质量检测



常用光源——同轴光

应用领域:

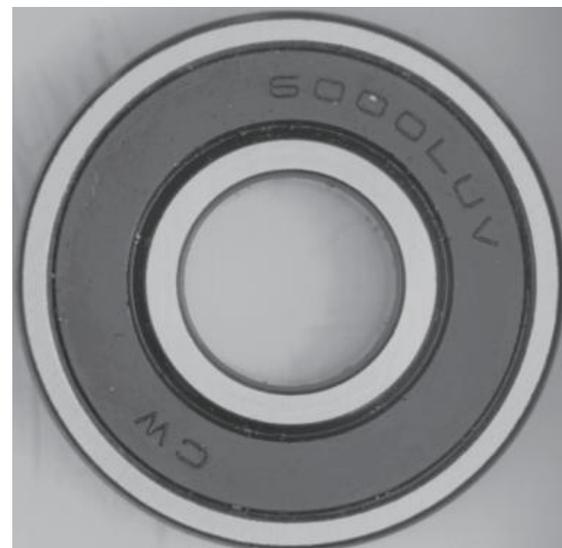
高反光表面的划伤检测

新品和硅晶片的破损检测

Mark点定位

包装条码、二维码识别

激光打标字符识别



常用光源——背光

应用领域：

产品外形轮廓检测

零件尺寸检测

透明液体中杂质检测

液面高度检测

透明物体划痕检测

胶片污点检测



常用光源——拱形光

应用领域：

表面反光较强的物体表面检测

曲面、凹凸、弧形表面检测

易拉罐底喷码字符检测

橡胶件表面缺陷

IC表面字符检测



常用光源——点光

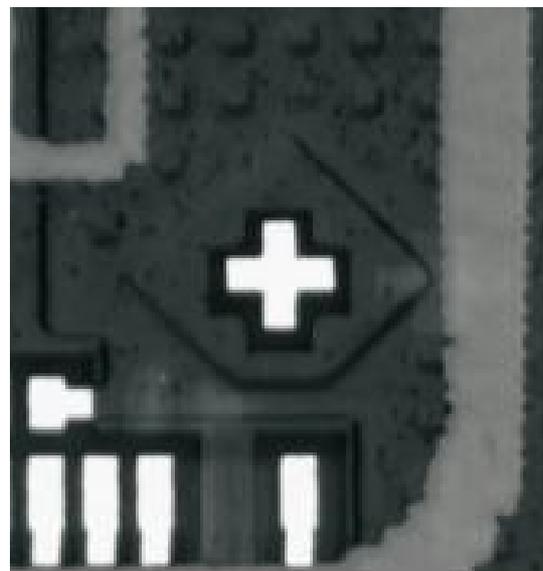
应用领域：

与远心镜头或显微镜配合使用

适合安装空间小的场合

微小零配件检测

Mark点定位



常用光源——点光

点光源配合远心镜头工作光路图



光源控制器

光源控制器主要有以下三种：

普通控制器： 仅可调节亮度

频闪控制器： 具有外触发功能

数字控制器： 可以通过电脑编程控制光源亮度

打光是一门艺术

THANK YOU