

机器视觉集成——光源篇

光源选型原理及使用方法

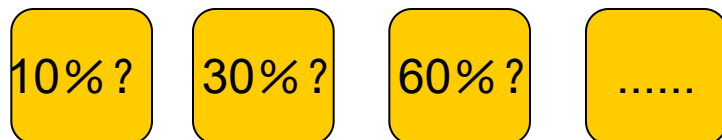
上海图星电子科技有限公司

张勤健

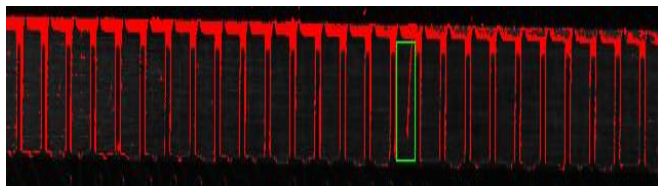
索引

- 光源的重要性
- 光源的需求分析（用途）
- 光源颜色
- 照射方式（结构与角度）
- 打光过程中常用的辅助手段
- 照明系统的指导方法
- 解决问题的一般过程
- 其他因素
- 光源选择的注意事项
- 案例分析

■ 不同光源将直接影响图像的成像质量和效果

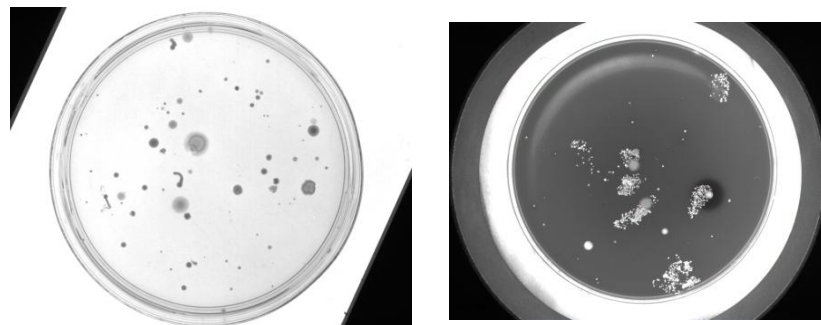


■ 不同的应用场合，光源的重要性体现（比重）



选择合适的光源，可突显良好的图像效果（特征点），可以简化算法，提高检测精度、保证检测系统的稳定性。

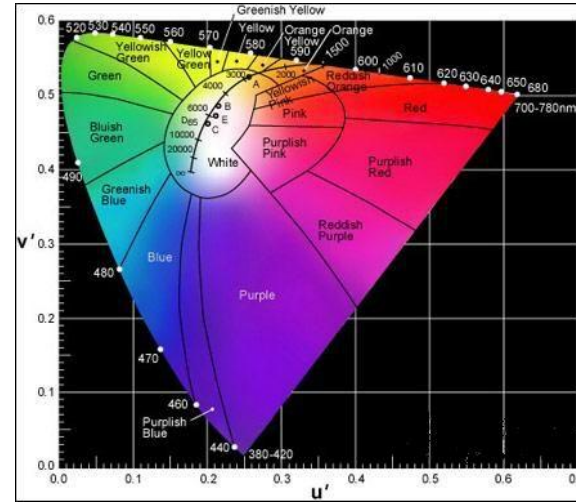
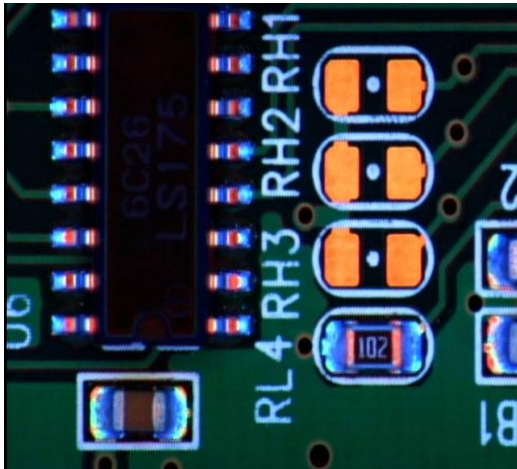
光源的重要性



由上图可见不同的光源产生了完全不同的成像效果，从而也导致不同的检测算法（优选及简化）。

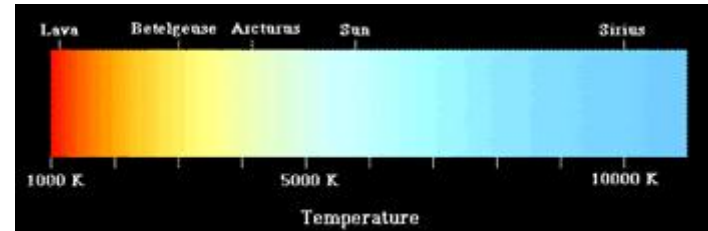
光源的需求分析

- ◆ **任务**：检测（识别）、测量、定位、条形码、字符识别、三维扫描等。
- ◆ **性能要求**：如检测内容、检测速度、检测精度等。
- ◆ **其他配合**：如相机、镜头、软件、安装方式等



光源颜色

光谱图（波长-频率）



色温谱（暖-冷）

常用光源颜色有：白色、蓝色、红色、绿色、红外、紫外。

■ LED光源型号参数示意图

代码	颜色	波长 (nm)
R	红	625
G	绿	517
B	蓝	465
V	紫	400
W	白	色温: 5500k
IR	红外	850
UV	紫外	385

白色光源 (W)

白色光源通常用色温来界定, 色温高的颜色偏蓝色(冷色, 色温 $>5000\text{K}$), 色温低的颜色偏红(暖色, 色温 $<3300\text{K}$), 介于3300与5000K之间称之为中间色, 白色光源适用性广, 亮度高, 特别是拍摄彩色图像时使用更多。

蓝色光源 (B)

蓝色光源波光为430-480之间, 适用产品: 银色背景产品(如钣金, 车加工件等)、薄膜上金属印刷品

红色光源 (R)

红色光源的波长通常在600-720之间，其波长比较长，可以透过一些比较暗的物体，例如底材黑色的透明软板孔位定位、绿色线路板线路检测，透光膜厚度检测等，采用红色光源更能提高对比度；

绿色光源 (G)

绿色光源波长510-530，界于红色与蓝色之间，主要针对产品：红色背景产品，银色背景产品（如钣金，车加工件等）。

红外光（IR）

红外光的波长一般为780-1400，我司大多采用940波长的红外光，红外光属于不可见光，其透过力强。一般LCD屏检测、视频监控行业应用比较普遍；

紫外光（UV）

紫外光的波长一般为190-400，我司主要采用385波长的紫外光，其波长短，穿透力强，主要应用于证件检测、触摸屏ITO检测、布料表面破损、点胶溢胶检测等方面，金属表面划痕检测等；

光源颜色



特点：是一种波长范围在0.01nm到10nm之间的电磁波，波长短，透视效果良好（密度，通透量，阴影，灰阶图）。

应用：工业上应用广泛，常用于各种行业的透视检测

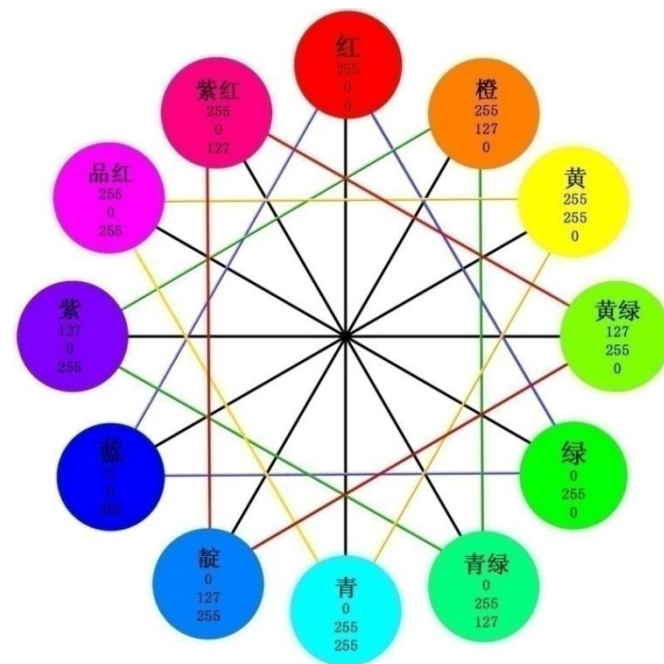
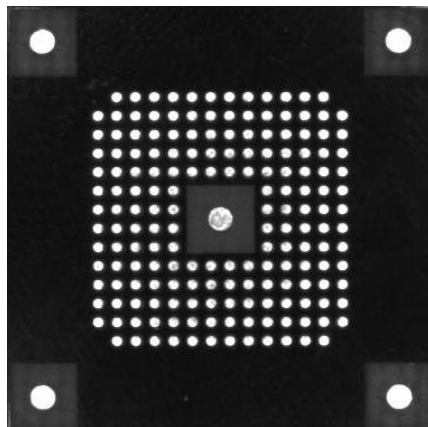
X-Ray射线检测女鞋

通过互补色增加对比度

互补色：也称为对比色，互补色在色环（右图）上相互对应。两种互补色等强度混合可以得到白色。

如果希望更加鲜明地突出某些颜色，则选择色环上想对应的互补颜色，这样可以明显地提高图像的对比度。

右图中，绿色背景采用红色光源提高对比度（灰阶图像）



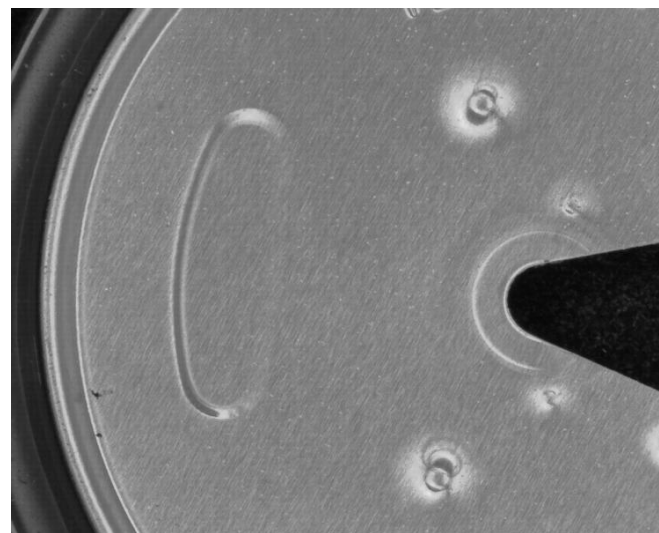
主色：红、黄、蓝、绿

光源颜色

■ 合理运用颜色过滤背景



白色光源



红色光源

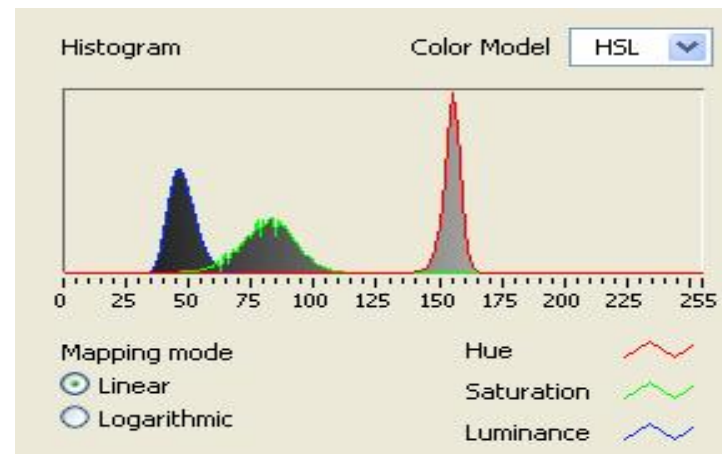
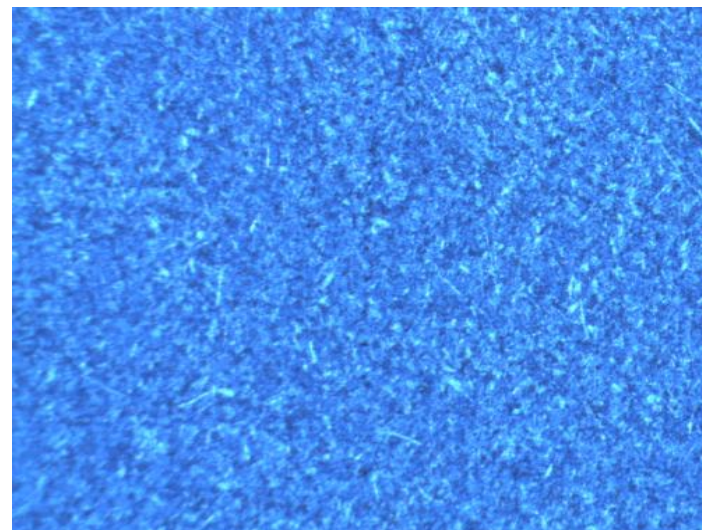
红色的光源过滤掉红色的文字

提高光源的显色性

显色性好的光源可以比较真实的还原物体的真实原色。



采用自然光源可提高颜色的显色性



光源的照射方式

光源是影响 机器视觉图像质量 的重要因素，照明对输入数据的影响至少占到 **30 %** 。

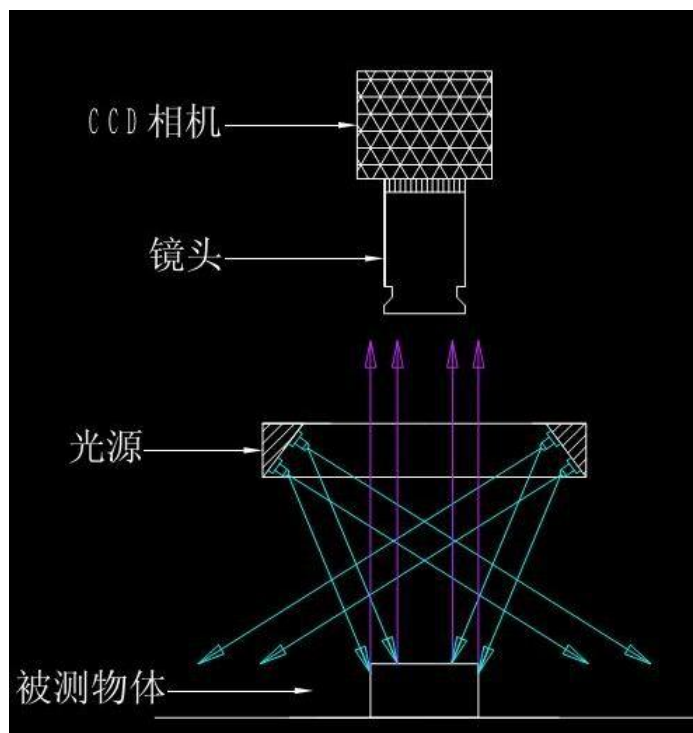
好的打光方式可以准确捕捉物体特征，提高物体与背景的对比度。

常见的打光方式有以下几种：

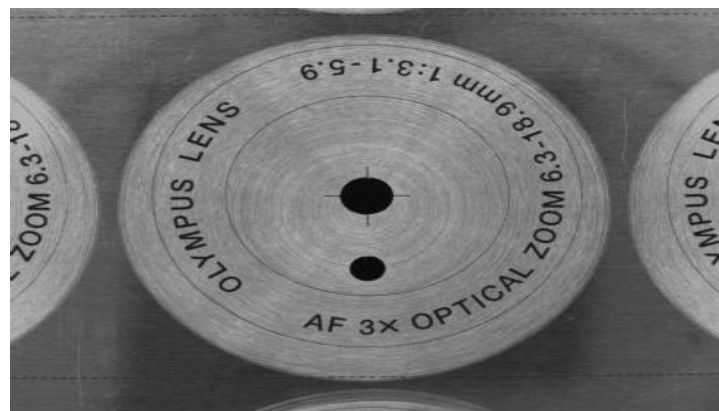
- u 前面打光法
- u 后面打光法
- u 结构光打光法
- u 混合多方式照明
- u 特殊式

照射方式

角度照射



应用

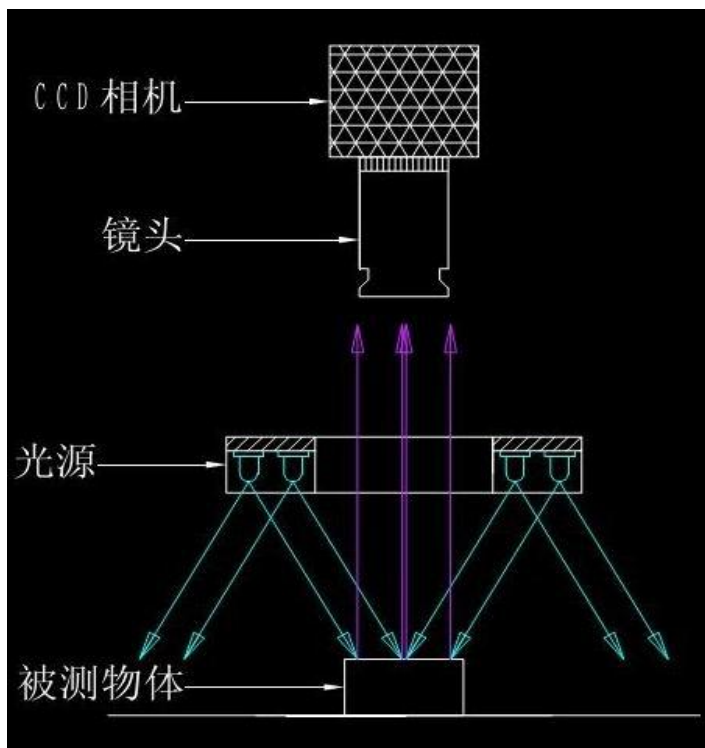


特点：在一定工作距离下，光束集中、亮度高、均匀性好、照射面积相对较小。常用于液晶校正、塑胶容器检查、工件螺孔定位、标签检查、管脚检查、集成电路印字检查等(30、45、60、75等角度环光*)。

*不同的光源公司对角度的定义不同，在选购合适的光源的同时要慎重

照射方式

垂直照射



应用

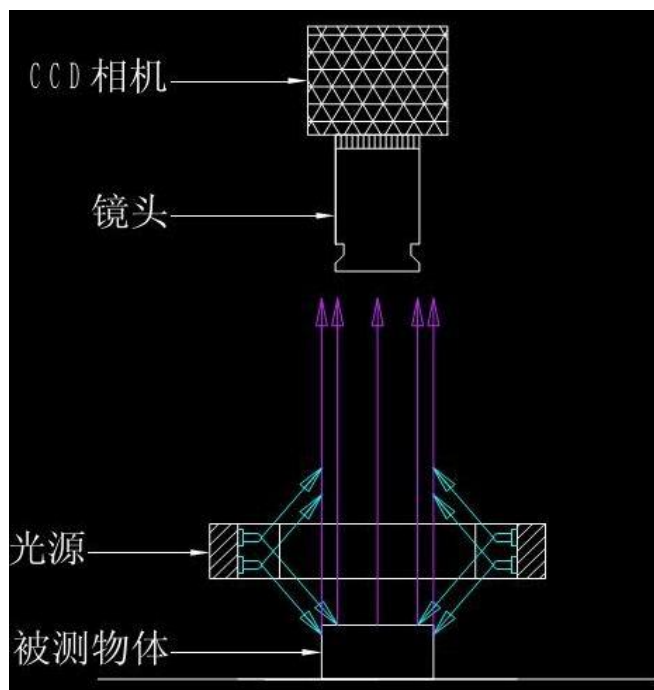


特点：照射面积大、光照均匀性好、适用于较大面积照明。可用于基底和线路板定位、晶片部件检查等（0角度环光、面光源*）。

*不同的光源公司对角度的定义不同，在选购合适的光源的同时要慎重

照射方式

低角度照射



应用

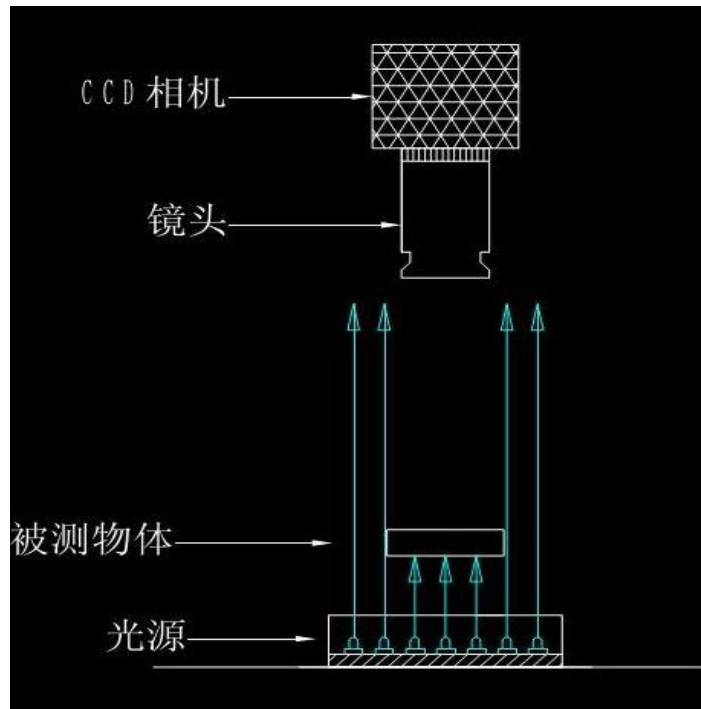


特点：对表面凹凸表现力强。适用于晶片或玻璃基片上的伤痕检查（90度环光*）

*不同的光源公司对角度的定义不同，在选购合适的光源的同时要慎重

照射方式

背光照射



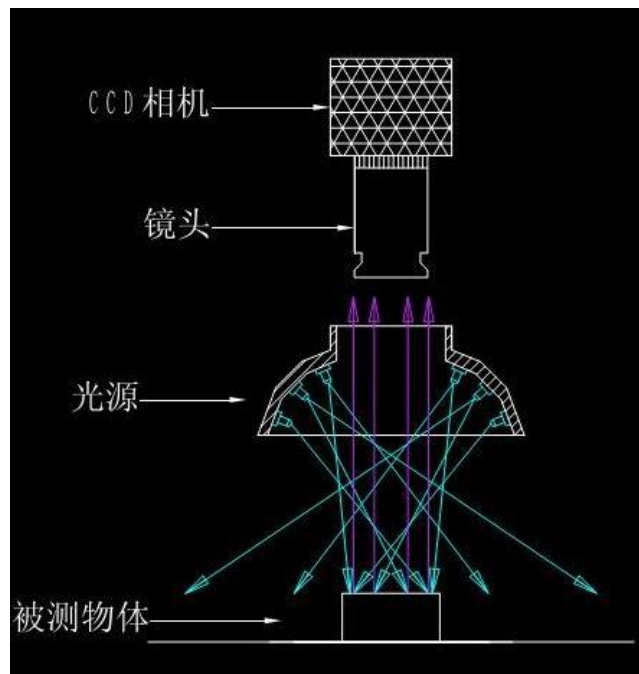
应用



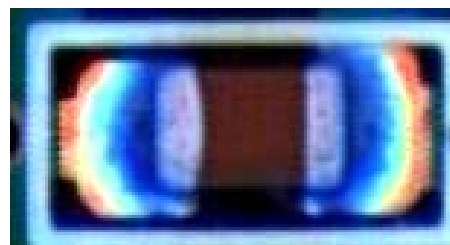
特点：发光面是一个漫射面，均匀性好。可用于镜面反射材料，如晶片或玻璃基底上的伤痕检测；LCD检测；微小电子元件尺寸、形状，靶标测试。（背光源、平行背光源）

照射方式

多角度照射



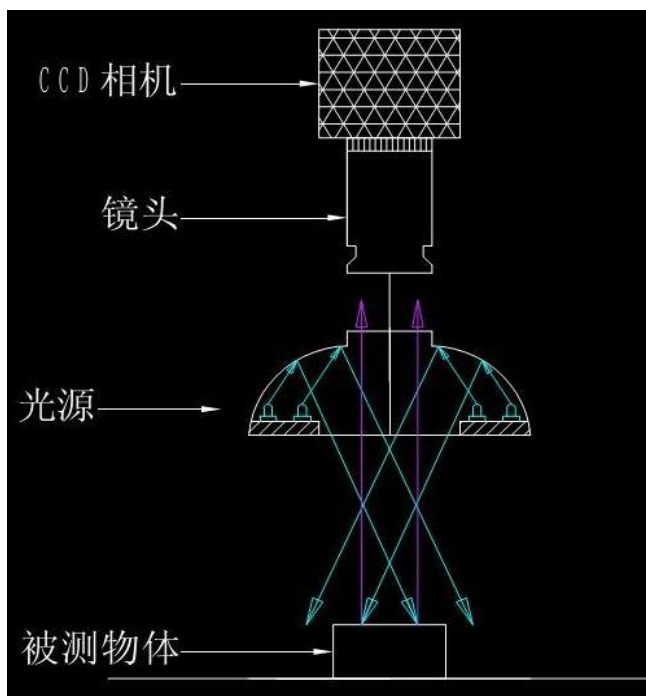
应用



特点：RGB三种不同颜色不同角度光照，可以实现焊点的三维信息的提取。适用于组装机板的焊锡部份、球形或半圆形物体、其它奇怪形状物体、接脚头（AOI光源）

照射方式

碗状光照明



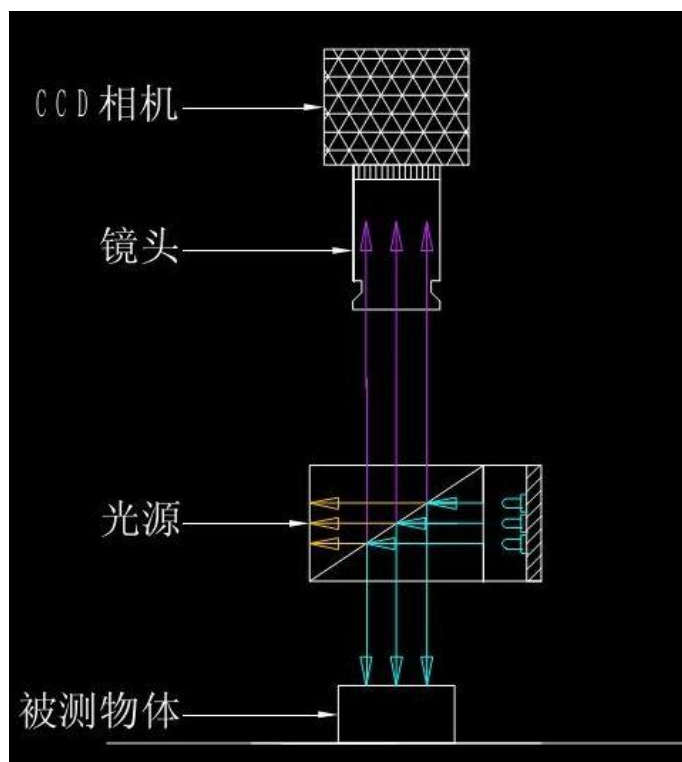
应用



特点：360度底部发光，通过碗状内壁发射，形成球形均匀光照。用于检测曲面的金属表面文字和缺陷。（球积分光源，通常也叫圆顶光）

照射方式

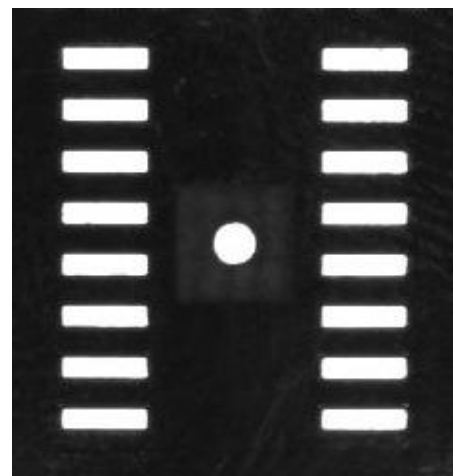
同轴光照明



特点:

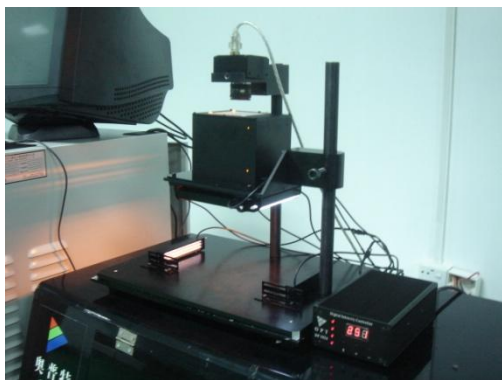
类似于平行光的应用，光源前面带漫反射板，形成二次光源，光线主要趋于平行。用于半导体、PCB板、以及金属零件的表面成像检测，微小元件的外形、尺寸测量。（同轴光源，平行同轴光源）

应用

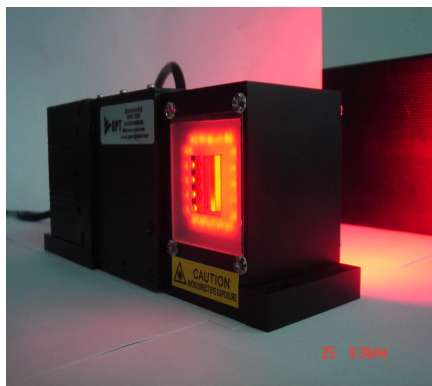


照射方式

其他光源及照射方式



护照检测：同轴光，
条形光，环形光，组
合使用，以适应各种
缺陷



对位装置：环形光，
同轴光，既能实现
Mark点定位，又能
实现检测功能



多色组合光源：
应轻松应对不
同颜色的工件

照射方式

当目前标准光源产品不能满足要求时，就需要进行非标准的选型与设计。
我公司可为客户提供非标准光源的定制。



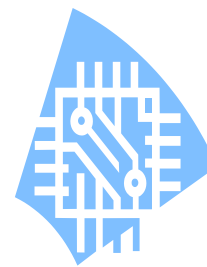
客户提出想法或者要求



通过实验确定设计方案



和客户讨论方案可行性



产品试制



协助客户使用

辅助手段

机器视觉系统是一门应用性很强的系统工程，不同的工厂，不同的生产线，不同的工作环境对光源亮度，工作距离，照射角度等的要求差别很大。有时受限于具体的应用环境，不能直接通过光源类型或照射角度的调整而获取良好的视觉图像，我们就常常需要借助于一些特殊的辅助光学器件。

常见的辅助光学器件有：

反射镜：反射镜可以简单方便的改变优化光源的光路和角度，从而为光源的安装提供了更大的选择空间。

分光镜：分光镜通过特殊的镀膜技术，不同的镀膜参数可以实现反射光和折射光比例的任意调节。机器视觉光源中的同轴光就是分光镜的具体应用。

棱镜：不同频率的光在介质中的折射率是不同的，根据光学的这一基本原理可以把不同颜色的复合光分开，从而得到频率较为单一的光源。

辅助手段

偏振片：光线在非金属表面的反射是偏振光，借助于偏振片可以有效的消除物体的表面反光。同时，偏振片在透明或半透明物体的应力检测上也有很好的应用。

漫射片：漫射片是机器视觉光源中比较常见的一种光学器件，它可以使光照变得更均匀，减少不需要的反光。

光纤：光纤可以将光束聚集于光纤管中，使之想水流一样便于光线的传输，为光源的安装提供了很大的灵活性。

打光的指导方法

指导方法

光源选型时打光的指导方法：

1. 光线太暗或太亮会影响视觉系统。
2. 光线的主要功能是产生光学信号。
3. 减少噪声是照明要解决的主要问题之一。
4. 只有来自目标并到达镜头的光线才是有效的光线。
5. 进入镜头但非来自目标的光线为杂散光，它将降低图像摄取装置的成像质量。
6. 来自目标的任意光线都应填满镜头的入瞳。

其他因素

市场上各种机器视觉光源越来越多，如何选择一款适合项目需求的光源产品，是摆在很多应用工程师面前的一个难题。这个问题本身很难总结出一个千篇一律的结论，我们这里只是提出一些需要加以注意的地方供大家参考。

u光源设计

主要包括光源设计的是否合理，视场内光照是否均匀，扩展性（可否加装漫射板，偏光镜等）是否良好，安装是否方便等。

u产品质量

产品质量问题是我们尤其需要关注的问题。它包括芯片的使用寿命，亮度衰减快慢，色温范围，发光均匀性，散热合理性等问题。

u性价比

优越的性价比是一个优秀的企业采购者的极致追求。

u工作距离

不同的光源的最佳工作距离是不同的。在实际应用由于场地，环境的限制，工作距离尤其需要引起我们的注意。

u技术支持

良好的技术支持是项目得以顺利进行的保障。

光源选型的一般过程如下：

1. 提出问题
2. 定义检测目标
3. 收集制定完整的规格列表
4. 可行性研究： **a** 这个零件是如何被肉眼看到的； **b**这个零件将如何照射其上的光学特性； **c** 将自己想成这个零件
5. 概念设计
6. 实验室的反复试验
7. 原型产品生产
8. 试用、反馈、改进
9. 批量生产、制造。

注意事项

光源选择的注意事项

- 1、镜头的工作距离；
- 2、现场的安装障碍；
- 3、照明对象的现场实际情况；
- 4、照明对象特征是否存在特殊性；
- 5、图像是否需要彩色；
- 6、安装的便利性；
- 7、成本；

满足应用，综合考虑，理论分析，最后实验验证。

条光选型要领：

- 1、条光照射宽度最好大于检测的距离，否则可能会照射距离远造成亮度差，或者是距离近而幅射面积不够；
- 2、条光长度能够照明所需打亮的位置即可，无须太长造成安装不便，同时也增加成本，一般情况下，光源的安装高度会影响到所选用条光的长度，高度越高，光源长度要求越长，否则图像两侧亮度传经比中间暗；
- 3、如果照明目标是高反光物体，最好加上漫射板，如果是黑色等暗色不反光产品，也可以拆掉漫射板以提高亮度；

环光选型要领：

- 1、了解光源安装距离，过滤掉某些角度光源；例如要求光源安装尺寸高，就可以过滤掉大角度光源，选择用小角度光源，同样，安装高度越高，要求光源的直径越大；
- 2、目标面积小，且主要特性在表面中间，可选择小尺寸0角度或小角度光源；
- 3、目标需要表现的特征如果在边缘，可选择90度角环光，或大尺寸高角度环形光；
- 4、检测表面划伤，可选择90度角环光，尽量选择波长短的光源；

条形组合光选型要领：

- 1、条形组合光在选择时，不一定要按照资料上的型号来选型，因为被测的目标形状、大小各不一样，所以可以按照目标尺寸来选择不同的条形光源进行组合；
- 2、组合光在选择时，一定要考虑光源的安装高度，再根据四边被测特征点的长度宽度选择相对应的条形光进行组合；

背光源/平行背光源造型要领

- 1、选择背光源时，根据物体的大小选择合适大小的背光源，以免增加成本造成浪费；
- 2、背光源四周一条由于的外壳遮挡，因此其亮度会低于中间部位，因此，选择背光源时，尽量不要使目标正好位于背光源边缘；
- 3、背光源一般在检测轮廓时，可以尽量使用波长短的光源，波长短的光源其衍射性弱，图像边缘不容易产生重影，对比度更高；
- 4、背光源与目标之间的距离可以通过调整来达到最佳的效果，并非离得越近效果越好，也非越远越好；
- 6、检测液位可以将背光源侧立使用；
- 5、圆轴类的产品，螺旋状的产品尽量使用平行背光源；

同轴光造型要领

- 1、选择同轴光时主要看其发光面积，根据目标的大小来选择合适发光面积的同轴光；
- 2、同轴光的发光面积最好比目标尺寸大1.5~2倍左右,因为同轴光的光路设计是让光路通过一片45度半反半透镜改变,光源靠近灯板的地方会比远离灯板的亮度高,因此,尽量选择大一点的发光面避免光线左右不均匀；
- 3、同轴光在安装时尽量不要离目标太高，越高，要求选用的同轴光越大，才能保证才均匀性；

平行同轴光选型要领：

- 1、平行同轴光光路设计独特，主要适用于检测各种划痕；
- 2、平行同轴光与同轴光表现的牲点不一样，不能替代同轴光使用；
- 3、平行同轴光检测划伤之类的产品，尽量不要选择波长长的光源；

其他光源选型要领：

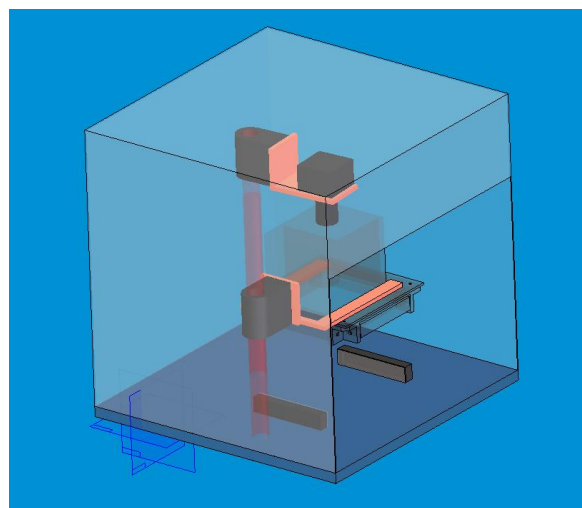
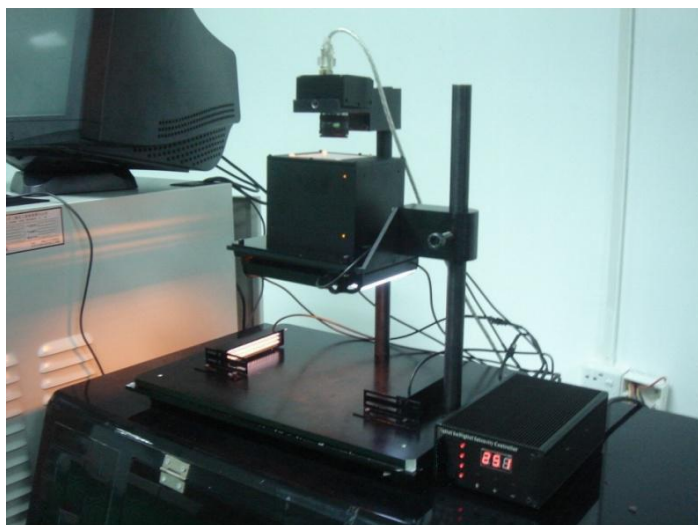
- 1、了解特征点面积大小，选择合适尺寸的光源；
- 2、了解产品特性，选择不同类型的光源；
- 3、了解产品的材质，选择不同颜色的光源；
- 4、了解安装空间及其他可能会产生障碍的情况，选择合适的光源；

案例分析

案例分析

护照检测

检测的内容主要有水印、微缩文字、人图象、证件的有效时间、以及其他暗号。需要多种光源(同轴光, 组合条光, 条光)组合使用。



案例分析



水印: 365nm



4500K



水印: 365nm

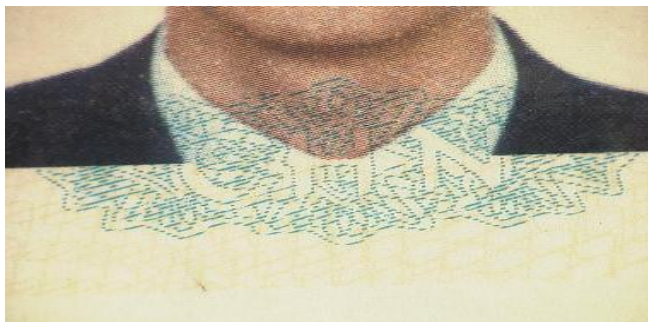


8000K亮度在8000MCD

案例分析



940nm



365nm



585nm + 365nm



假护照

酒瓶盖条码检测

检测的内容主要有条码识别、条码打标位置是否偏离；使用光源：
204mm、60度蓝光



单个瓶盖



要求装在包装箱里检测

选型分析：

1、了解产品特性：

瓶盖上面是黑色，另有红黑交错背景图案，条码为激光刻印显灰色，为了显现出条码，应该将字符打亮，背景与字符分辨明显；我们如果选用红色光源的话，背景中的红色会滤掉打白，会干扰同为白色的字符，所以，我们应该利用光源的互补原理，采用蓝色光源，将红色背景尽量打黑；



白色光源效果



蓝色光源效果

2、了解产品形状选择合适光源

瓶盖为圆形，直径为25MM，一般此情况可以选择同轴光或者环形光比较合适；

3、了解产品材质特性选择合适光源

瓶盖为金属材料，表面有印刷图案，比较光滑，反光度很强，选用同轴光或带角度的环形光比较合适；

4、模拟现场打光选择能用的光源

由于酒瓶必须装在包装纸箱里，瓶盖离纸箱上顶部的距离有80MM，考虑需要留一定的空间，因此，瓶盖离光源需要的距离为100MM或以上，如此高的距离，小同轴光跟小环光以及低角度光就不能满足要求，必须选用大同轴光跟大环光

5、打光试验

根据以上情况选择大致的光源后，再进行性价比对比，选择性价比高的光源进行实际打光测试（同轴光如果提到110MM距离的话，需要用到120左右的光，单位价值比较高，所以选择环形光比较经济）



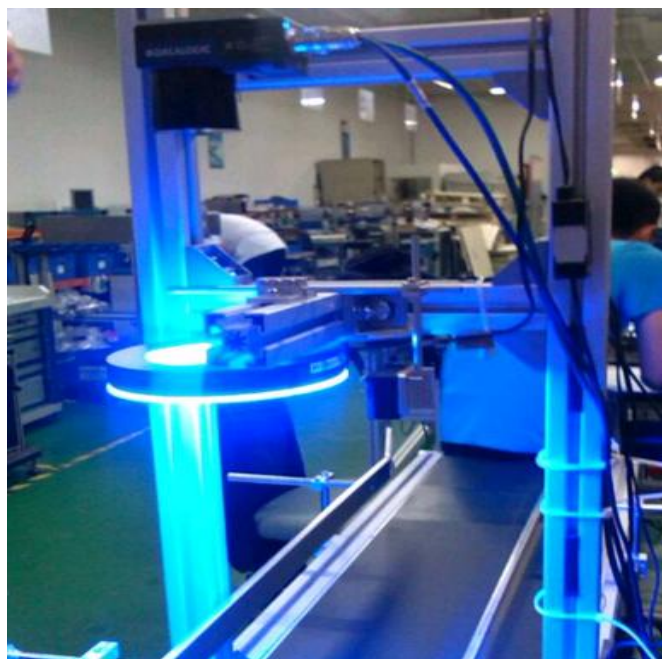
采用180mm、30度蓝色环光在110MM高度打光周边亮带反光强，不利于找中心位。



采用204mm、60度蓝色环光在110MM高度不会将光源LED亮斑影投射到瓶盖上。

6、最终确定光源

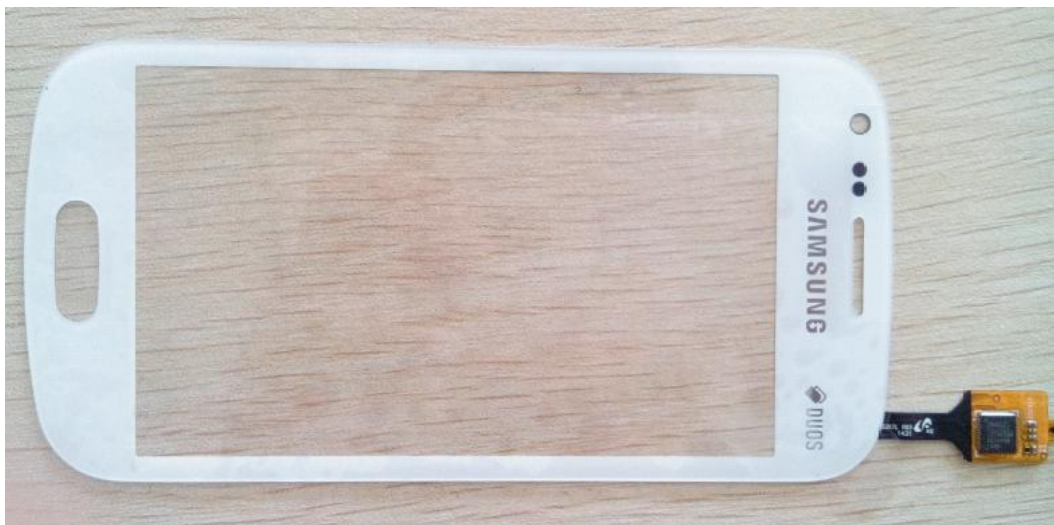
根据打光效果图进行软件处理，在得到 可靠性 及 准确性 的条件下选择正确的光源。



以上述案例可以看出：

- 1、产品的颜色影响光源的颜色；**
- 2、产品的特性可以确定光源的照射方式，从而确定光源的类型；**
- 3、产品的安装空间及相机、镜头、传感器的位置等障碍可以摒弃一些不方便安装的光源；**
- 4、光源的安装高度影响光源的类型及大小；**

手机盖板ITO检测

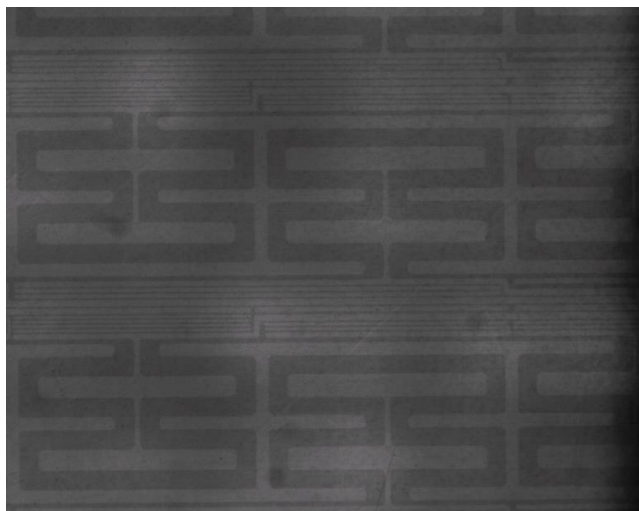


检测手机屏ITO线路是否断路，短路，尺寸等

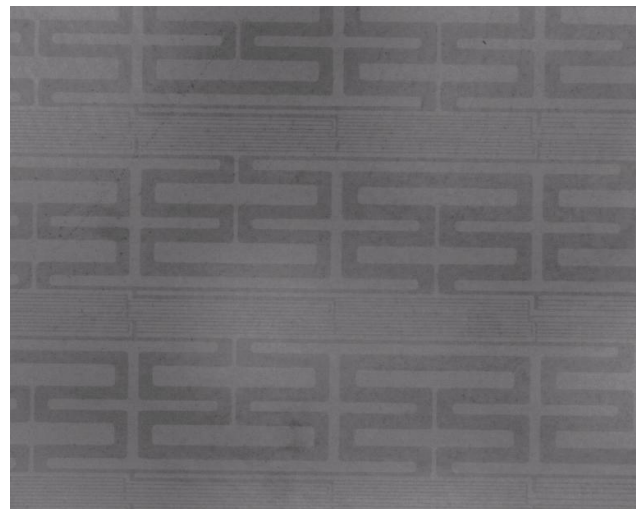
案例分析

选型分析：

- 1、了解产品特性：ITO薄膜是一种n型半导体材料，具有高的导电率、高的可见光透过率，属于特殊的印刷线路，用肉眼无法看到，所以用普通的光源无法完成拍摄，这里我们选用紫外同轴光源来完成拍摄；



图一



图二

- 2、**紫外光源的发光亮度比较低，这就需要光源在镜头倍率、光源安装高度、漫射板材质方面合理搭配，否则会造成上面图一的情况：亮度不够，光源灯珠影子明显，图像均匀性差；**
- 3、**选型分析：**

先了解拍摄视野有多少，选择好镜头后，再了解光源的安装高度，一般情况下光源会离镜头的距离比较近，然后用合适大小的紫外同轴光去打光测试，确定好最佳的工作距离，然后观察图像的均匀性，换选不同透光率的漫射板，即要保证紫外光的透过率最大化，又不能让灯珠太明显投射到图像里，亮度可以通过选择大光发尺寸的同轴光来解决；

4、最终确定光源：



如何获得一幅好图像？

- 合适像素的相机；
- 与相机像素接近分辨率的镜头；
- 适应拍摄特征的光源；
- 合适的通光亮，尽量以光源的亮度作为首要介质；
- 减少外界光干扰；

联系方式

上海图星电子科技有限公司

电话：021—53080743/53080740/53080319-8013

手机：15026509309 张先生

传真：021-53080725

地址：上海黄浦北京东路668号科技京城西楼27C

Huangpu District, Shanghai, No.668 of Beijing East Road, West Buliding 27C

邮编：200001

谢谢！