

# 一、名词解释

## 1. 白平衡

白平衡指的是传感器对在光线不断变化环境下的色彩准确重现的能力表示。大多数拍照系统具有自动白平衡的功能，从而能在光线条件变化下自动改变白平衡值。设计工程师寻找的图像传感器应该配备了一个很好的自动白平衡（AWB）控制，从而提供正确的色彩重现。

## 2. 动态范围

动态范围测量了图像传感器在同一张照片中同时捕获光明和黑暗物体的能力，通常定义为最亮信号与最暗信号（噪声门槛级别）比值的对数，通常用 54dB 来作为商业图像传感器的通用指标。具有较宽动态范围的图像传感器可以在明光环境下提供更好的性能（例如，使用较窄动态范围传感器在明光环境下拍出的照片会出现“水洗”或模糊的现象。）

## 3. 工频干扰 (Banding)

Sensor 在日光灯作为光源下获取图像数据时会产生 flicker，其根本原因是照在不同 pixel 上光能量不同产生的，所接受的光能量的不同也就是图像的亮度的不同。

由于 CMOS sensor 的曝光方式是一行一行的方式进行的，任何一个 pixel 的曝光时间是一样的，也就是同一行上的每个 pixel 的曝光开始点和曝光的时间都是一模一样的，所以同一行的所有点所接收到的能量是一样的，而在不同行之间虽然曝光时间都是一样的，但是曝光的开始点是不同的，所以不同行之间所接受到的能量是不一定相同的。

为了使不同行之间所接受的能量相同，就必须找一个特定的条件，使得每一行即使曝光开始点不同，但是所接受的光能量是相同的，这样就避开了 flicker，这个特定的条件就是曝光时间必须是光能量周期的整数倍时间。

Banding 由工频干扰引起，交流电光源都有光强的波动，在中国交流电频率是 50Hz，光强的波动就是 100Hz，周期 10ms。如果 camera 曝光时间不是 10ms 的整数倍，那么在不同的感光面接收到的光能量一定不一样，体现在图像上就是有明暗条纹。

消除 banding 就得想办法让曝光时间是 10ms 的整数倍！60Hz 的交流电需要控制曝光时间为 8.33ms 的整数倍。

以 50Hz 为例说明，实现这个有两种办法：

- 1、设置曝光控制，强制为 10ms 整数倍变化，但是这样会浪费一部分曝光时间，导致曝光无法用满，在室内自然就会损失性能。
- 2、修改帧率，使每帧图像分到的时间是 10ms 的整数倍，则可以用满每帧曝光时间在，室内效果更好。修改帧率可以插入 Dummy Line 或者 Dummy Pixel。这需要一点点计算，具体计算需要看 sensor 输出 Timing。

例如把帧率设置为 7.14fps，则每帧曝光是 140ms。如果是 15fps，则每帧曝光是 66.66ms，如果强制曝光为 10ms 整数倍，最大即 60ms，则有 6.66ms 无法参与曝光，损失性能。

具体调整帧率方法得和 sensor 的 FAE 沟通，每个 sensor 都可能不一样，不能一概而论。调整帧率还有个原则要注意，预览一般不能低于 10fps，再低就很卡，常用 14.3fps 和 12.5fps；抓拍不能低于 5fps，否则用手就很难拍出清晰的照片，常用 7.14fps。帧率是一个权衡折中

的选择，高了曝光时间不够，暗光效果太差，低了没法拍照，容易虚。

#### 4. Lens Shading (color shading)

#### 5. Chief Ray Angle

拍摄镜头和传感器之间的接口是整个可拍照手机系统中最重要 的接口之一。随着镜头的长度变得越来越短，光线到达传感器像素位置的角度也就会变得越来越大。每个像素上都有一个微镜头。微镜头的主要功能就是将来自不同 角度的光线聚焦在此像素上。然而，随着像素位置的角度越来越大，某些光线将无法聚焦在像素上，从而导致光线损失和像素响应降低。

从镜头的传感器一侧，可以聚焦到像素上的光线的最大角度被定义为一个参数，称为主光角(CRA)。对于主光角的一般性定义是：此角度处的像素响应降低为零度角像素响应(此时，此像素是垂直于光线的)的 80%。

光 线进入每个像素的角度将依赖于该像素所处的位置。镜头轴心线附近的光线将以接近零度的角度进入像素中。随着它与轴心线的距离增大，角度也将随之增大。 CRA 与像素在传感器中的位置是相关的，它们之间的关系与镜头的设计有关。很紧凑的镜头都具有很复杂的 CRA 模式。如果镜头的 CRA 与传感器的微镜头设计 不匹配，将会出现不理想的透过传感器的光线强度(也就是“阴影”)。通过改变微镜头设计，并对拍摄到的图像进行适当处理，就可以大大降低这种现象。

改 变微镜头设计可以大大降低阴影现象。然而，在改变微镜头设计时，必须与镜头设计者密切配合，以便为各种拍摄镜头找到适合的 CRA 模式。相机的设计工程师应 该确保这种技术合作得以实现，并确保传感器与镜头 CRA 特性可以很好地匹配。为确保成功实现此目标，美光开发了相关的仿真工具和评价工具。

由于光 线是沿着不同的角度入射到传感器上的，因此对于各种镜头设计而言，阴影现象都是固有的。“cos4 定律”说明，减少的光线与增大角度余弦值的四次方是成比例关系的。另外，在某些镜头设计中，镜头可能本身就会阻挡一部分光线(称为“晕光”)，这也会引起阴影现象。所以，即使微镜头设计可以最小化短镜头的阴影 现象，此种现象还是会多多少少地存在。为了给相机设计者提供额外的校正阴影现象的方法，MT9D111 中内嵌的图像处理器包含了阴影校正功能，它是为某些 特定镜头而定制的。

为了帮助设计工程师将传感器集成在他们的产品中，美光为其生产的所有传感器产品提供了各种开发软件。通过使用这些软件，相机设 计工程师可以简化对各种芯片特性默认值的修改过程。每种变化的结果都可以显示在一个 PC 监视器上。对于很多相机中用到的新型镜头，通过使用这个开发系统， 可以对校正镜头阴影和空间色彩失真进行参数设置。通过使用一个均匀点亮的白色目标，可以对设置响应过程进行简单的试验。软件开发工具可显示对阴影现象的分 析结果。之后，工程师就可以使用区域方法来应用校正值。关于校正过程的寄存器设置将保存在开发系统中，以用于相机设计。

#### 6. Binning

Binning 是将相邻的像元中感应的电荷被加在一起，以一个像素的模式读出。Binning 分为水平方向 Binning 和垂直方向 Binning，水平方向 Binning 是将相邻的行的电荷加在一起读出，而垂直方向 Binning 是将相邻的列的电荷加在一起读出，Binning 这一 技术的优点是能将几个像素联合起来作为一个像素使用，提高灵敏度，输出速度，降低分辨率，当行和列

同时采用 Binning 时，图像的纵横比并不改变，当采用 2:2Binning，图像的解析度将减少 75%。在手机小屏幕上 Preview 时建议用这种方式 而不是通过 DSP 来做抽点的动作。

## 7. IR cut （滤除红外光）

sensor 不仅对可见光谱感光,而且对红外光谱感光. IR 就是 infrared 红外光, 如果没有 IR-Cut Filter,图像就会明显偏红,这种色差是没法来用软件来调整的,一般 IR-Cut 在  $650\pm 10\text{nm}$ ,而 UV,紫外光的能量很小,一般就忽略了.

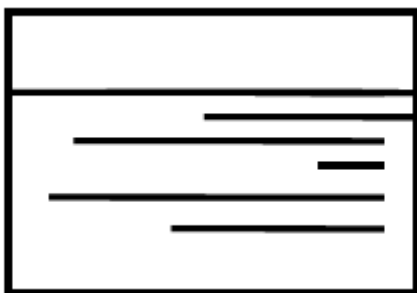
未加 IR cut 拍摄的照片,可见影响最大的是图像的色彩.



## 二、图像传感器拍摄问题汇总

### 1. 出现横向条纹

比如出现横向的紫色或绿色条纹。一般情况下是时序有问题。



实例图如下：



硬件改善了 MCLK 和 PCLK 线，现在已经基本没有绿线了。

走线的时候要注意 MCLK、PCLK 还有帧同步（vsync）和行同步（hsync），基本上市面上的芯片这些信号都要分开走线，最好加 GND shielding.

总结:

现象: 闪横的紫色或绿色干扰线

原因: Hsync 和高速线距离太近太长, 产生了耦合(10cm 的高速线产生约 5pF 左右的耦合电容), 导致 HSYNC 不能迅速拉升至 90% 的区域, 相位不同步, 最终数据采集有错位。然后因为 YUV 算法的作用, 引起绿线和紫色的闪线。

解决办法: 绝对禁止将 HSYNC, PCLK, MCLK 这三根线挤在一起走线。

- 1) HSYNC 夹在低速线 SDA 和 SCL 之间
- 2) PCLK 和 MCLK 如果一定要贴着走线, 最好拉开一点距离, 当中夹一根地线。

## 2. 颜色和亮度不连续

一般是数据线存在短路、断路和连错的问题。图像会出现类似于水波纹的等高线或大面积色偏。D 信号丢失画面整体也会色偏, 比如 RGB565, D0~D4 均断路图像会因蓝色和绿色信号丢失过多而呈现红色。

- 1) 一根数据线虚焊导致的等高线及颜色失真例子





等高线



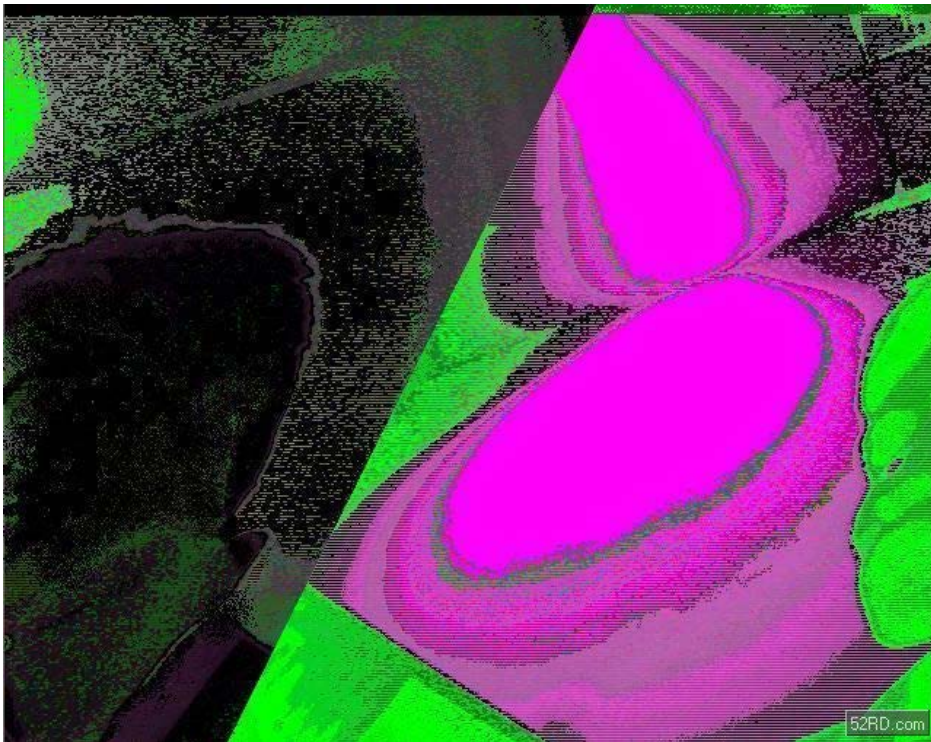
正常的图像

2) 两根数据线和设备复用导致的偏绿问题

8 根数据线上有两根被其它设备复用了，所以这两跟线没出数据。

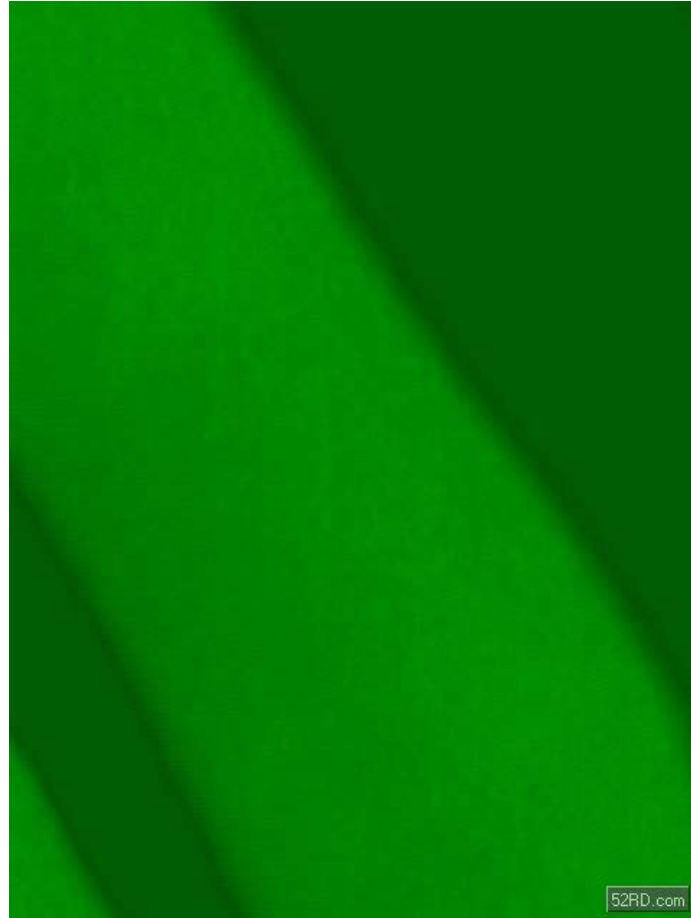


3) 数据线接反的情况:



4) 数据线错位

例 1. 好不容易把 OV2640 初始化了, 但是预览的图像却不对, 附件是我 capture 的一张图 (我的一根手指头-\_-|||)。我用 Photoshop 分析了一下上面的图片, 发现只有 G 通道有信号, RB 通道全黑。



我测了一下 2640 的 10 根数据线与 CSI 的 16 根数据线的连接关系，发现硬件工程师布板时弄错了将 sensor 的 10 根数据线 D[0]~D[9]连到了 CSI 的 D[4]~D[15],而 CSI 取得的是 D[8]~D[15]的 8bit 数据，结果造成了数据位的错位与丢失，造成了以上图像的状况。

#### 5) 数据线问题例图汇总

第一张是亮度很低的情况下抓到的原始数据图像



第二张是将光圈调大以后出现的现象

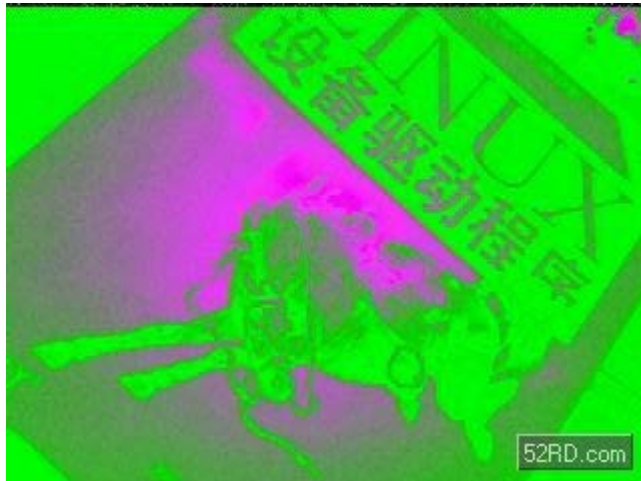






### 3. 图像中只有红或绿颜色

Y 和 U/V 的顺序不对。将摄像头的采样格式由 CbYCrY 改为 YCbYCr 后,颜色就对了。  
示例图片如下所示:



4. 横向无规则条纹

5. 竖向无规则条纹

6. 偏红

7. 热噪声.

过一段时间噪点逐渐增多.



开始工作时正常的,, 没有色点, 工作过一段时间后, 模组开始出现色点, 而且色点越来越多. 如上图所示.

原因:

工作一段时间 sensor 温度会提升，温度升高会加剧半导体材料的本征激发。这会导致 sensor S/N 降低，noise 加剧。此状况与 sensor 材料关系较大，后端或软件处理可以减缓此状况但不能根除。这种叫 hot pixel，是芯片过热造成的。

## 8. 模拟电压过低或不稳定

模拟电压过低导致很强的光才能感应图像，并且偏色。

例 1 如下图所示，只有天花板上的灯管才感应成像，其他部分很模糊。



例 2，模拟电压过低导致竖向条纹。提高 AVDD 后问题解决。



例 3，在调试 OV7725 时发现，刚打开摄像头时图像有条纹，开了一段时间后图像就正常了，有没有哪位知道是什么原因；不正常的图像如下。查出问题了，是模拟电压不稳导致的。





## 9. 背部材料太薄导致“鬼影”

补强的表面要用亚光黑油，防止漏光。

例1. 0V2715 异常图像，感测到了背面电路板的漏光，图像如下：



例 2, GC0307 图像异常，如下图。中间有条线，像分层那样的线，正常情况是没有。格科微的叫我们四周都补胶，就解决啦。

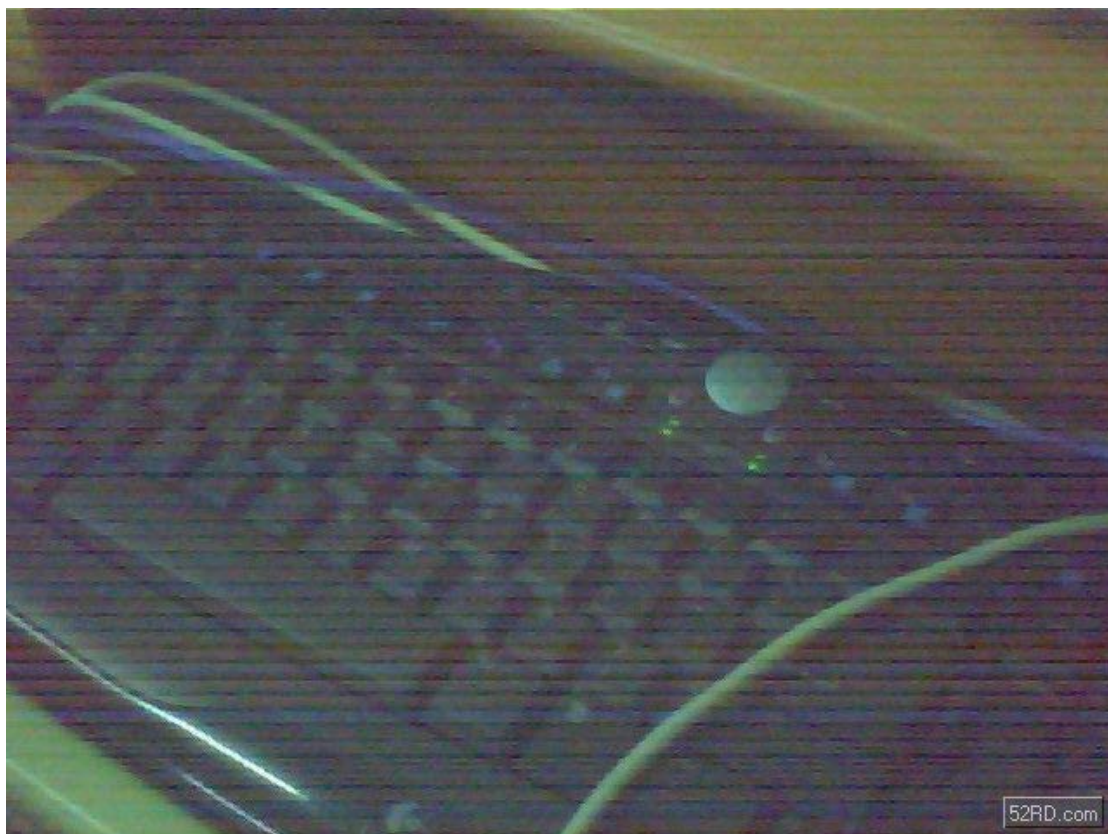




#### 10. 由噪声导致的图像横纹

在新版的电路板中，将 CMOS 移到离主 IC 较远的地方现象就消失了，之前是放在主 IC 的背面，猜测是主 IC 对 CMOS 造成的影响，比如在模拟电压上引入噪声。

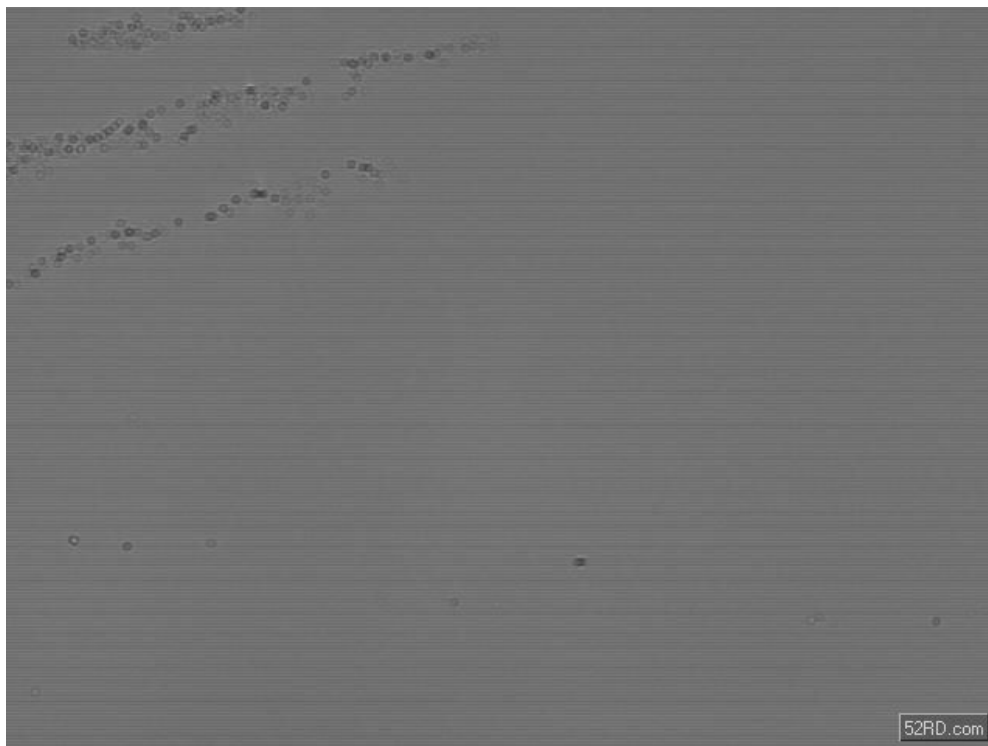
示例 1 如下图所示。



示例 2:

cmos 为 ov 的 30w 像素，型号为 ov7141。使用时出项很明显的水平方向的横波纹。

采用 3.3v 和 2.5v 供电，其中 VDD\_C 和 VDD\_A 是由 2.5v 供电，pcb 上直接将他们连在一起接 2.5v。直接铺地，没有划分模拟地和数字地。



使用外接电源对 AVDD 供电，没有出现上述现象。可以确定是由主板的电源噪声引起的

改板后效果还可以，主要改动有：

- 1) 原来是两层板，现在用的是 4 层板，有专门的电源层
- 2) LDO 输出改用大容量的钽电容滤波。示波器测量电源纹波 比以前小了。

## 11. 工频干扰

在室外自然光下如果不会出现，那一定是 50/60Hz 引起的 flicker;

## 12. Lens 校准参数未调好导致的中间较亮的情况

用 OV9650 摄像头模组拍的图片，像素是 800 X 600；中间较亮



从硬件来说，可能是 lens set 与 sensor 不匹配，特别是 CRA，你得看看 datasheet 两者是否差距太大。

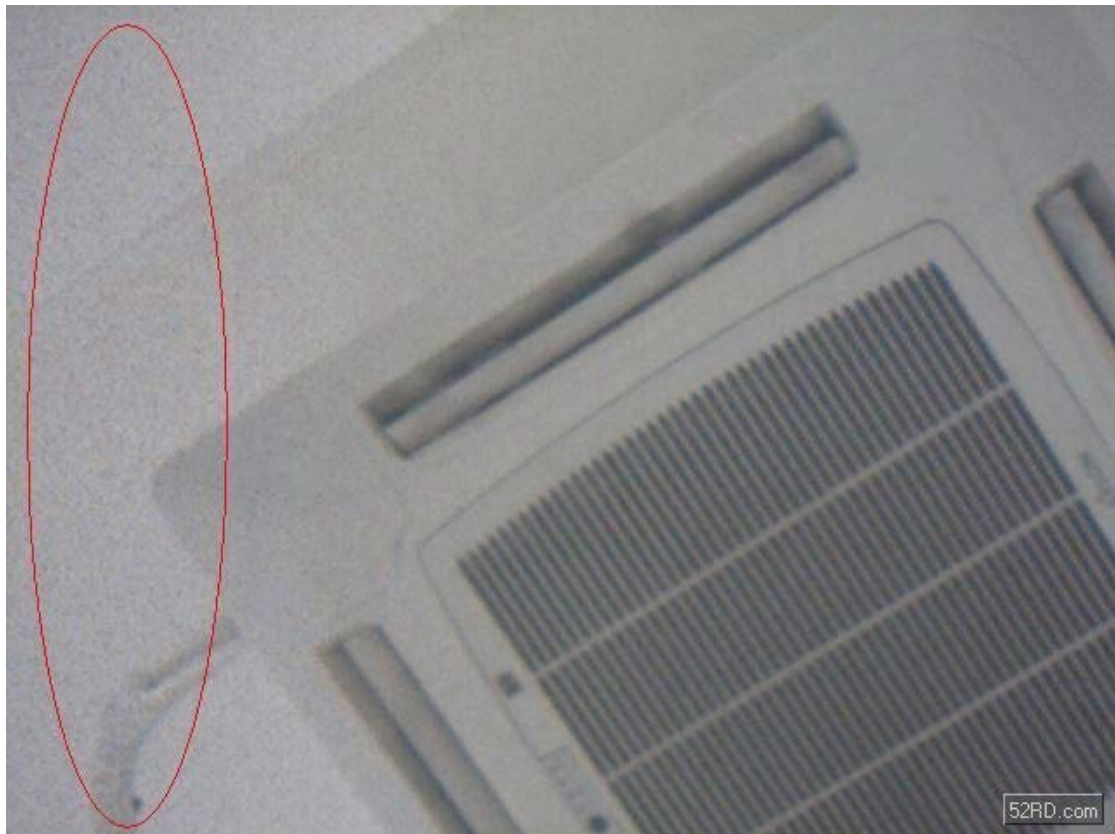
软件上，可能是 lens correction 没调好（个人感觉楼主状况属此列），设定好 correction 区域然后将 gain 值拉高让中心与周边亮度差异减少，如果此时整个画面过曝，可以将整体 gain 值再往下调（也可以设定曝光参数来减少画面亮度）。

按以上方法调整 OV9650 的几个与 lens correction 有关的寄存器的值，使中心和四周的亮度均匀！

## 13. 通过自动增益控制降低噪点



在调试 OV7675 时，图像有左边是模糊的，右边正常，图片如下：



将 AGC 调小之后不会出现了，但是没之前亮了.效果如下:





#### 14. 自动曝光计算出现的偏绿现象

OV7670:

在室外光线较亮拍摄时，画面颜色任何时候都正常。

在室内光线较暗拍摄时，刚打开摄像时拍摄的画面偏绿，几秒钟之后就会恢复正常。



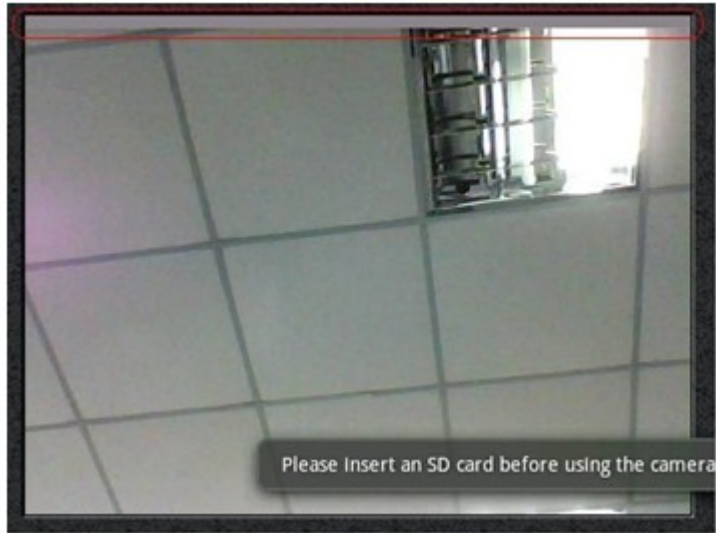
属于正常现象。

OV7670 30W 计算 AE 时间比较长。在计算 AE 的过程中容易出现偏色现象。

可以丢帧或者延时解决这个问题

#### 15. 时序不对导致的图像上部或下部出现条纹

因 Vsync 偏移出现问题的例子如下图所示。



问题解决方法:

camera 模组的 timing 调整不了。修改 AP 的 camera 控制, 使垂直同步偏移 12 rows. 图像输出正确。

#### 16. lens 镜间反射导致的眩光

这是一颗 5M 的模组拍摄的图片, 天花板的灯在视场外边缘, 图中为何出现紫红色的光? 是什么原因造成的?



属眩光现象，一般是由于多片 lens 镜间反射造成。通过改善镀膜制程，增加镜片透射率可以缓解次问题。

另外，这张照片光心偏到左边去了，holder 偏移？ lens set circle 够大啊，这种偏移都能 cover 掉。

多谢各位关注，问题已经解决，此现象是 lens 组装到模组上面的机构问题产生。

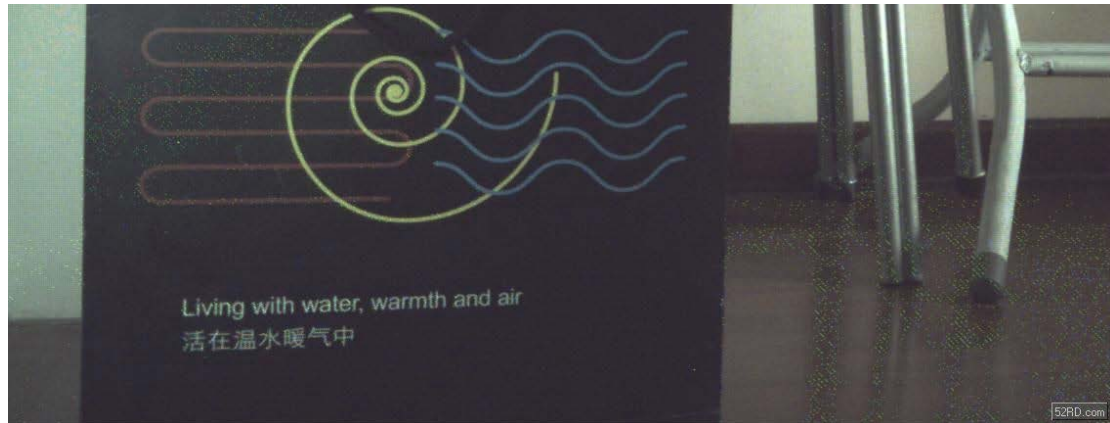
### 17. pclk 与 vsync 布线干扰

在调试一款手机摄像头(OV7675)时,发现画面垂直不同步,主要是画面的下半部分跳动很厉害,上半部分是好的.

问题已经找到了,帧同步 VSYNC 和 PCLK 布线有干扰

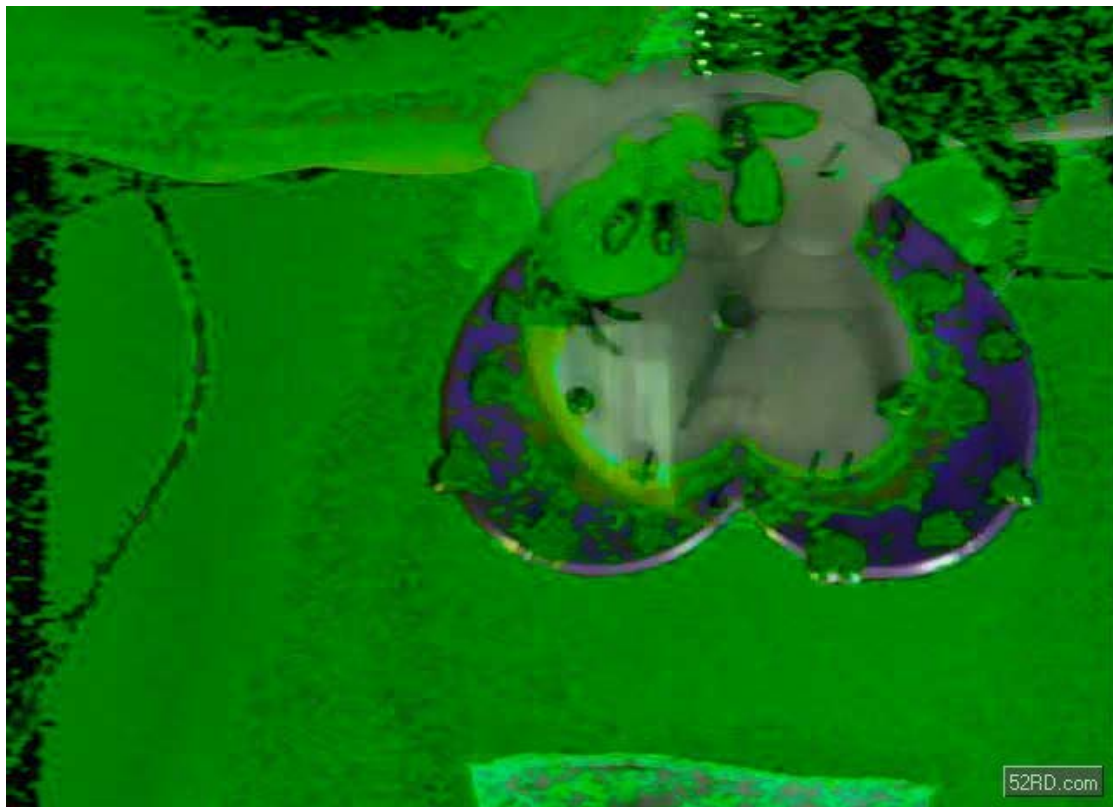
### 18. PCLK 采样边沿选择不导致的噪点

例 1，图中有噪点



转换了一下 Pclk 的极性，这个躁点的问题得到了很好的解决。

例 2. ov7675 拍出来的照片发绿。可能是 PCLK 采样边缘不对，可以试试将 pclk 反向。也可能是数据线缺失问题。



例 3， 如下图所示。通过修改 pclk 的上升沿和下降沿就解决了。





主要有两点：

- 1.修改 PCLK 的上升沿的斜率。
- 2.或者修改 I/O 的上升沿的斜率。

原因是不同厂家的模组 layout 的走线的长短，FPC 的厚薄，都可能影响到 PCLK 的获取，FPC 的公差过大，或者头板的制作是否有什么问题，都可能引起这个问题。如果可以通过硬件的方式改变 PCLK 上升沿的斜率，也可以解决这个问题。

来结案了，通过修改 pclk 的上升沿和下降沿就解决了

## 19. FPN 问题

白天或亮一点的地方是没有这个问题，就只有在低照度下使用闪光灯拍照会有这样的情形。



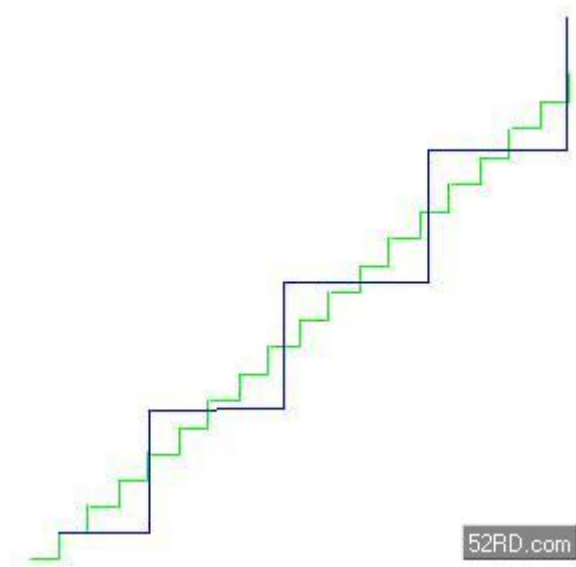
FPN( fixed pattern noise), 无解。

## 20. 台阶效应

gain 过大, 把 digitalize 的量化步距, 乘大了, 就出现台阶效应。还与内部的量化精度不够, 有关系。

另外, 若不同的颜色通道的 gain 不同 (白平衡计算出的 R/G/B\_gain 不同), 会出现 color phase error。

示意图, 如下, 只画了 B、G 两个通道, B\_gain 比 G\_gain 大, 会造成灰阶的景物, 有的地方 B 大, 有的地方 G 大, 就会出现颜色不断交替。



结合上台阶效应，可能就会表现成的这幅图



## 21. 因电源问题产生的竖向条纹

现在已经确定是电源的问题了，我在每个电源都并上了一个大电容，条纹消失了。现在我是用 CPU 的 I/O 采集的，效果很好。





## 22. Lens 与摄像头不匹配导致的部分偏红现象

图中下方居中的地方偏红。ov 工程师将 LENS CORRECTION 调到了极限问题还存在，确认是 LENS 与 SENSOR 不匹配造成的，模组厂家更换了镜头后问题基本解决。



我下载了你的图片发现有以下问题：

1. 首先你的照片 awb 就不对，本身这张照片就没有达到白平衡。
2. 照片边界锯齿现象很严重。
3. 色偏问题，你首先要了解一下你的 sensor 的 Lenschief ray angle 角度是多少，还有 lens 的 CRA 是多少。如果 lens 的 CRA 小于 sensor 的，一定会有偏色的现象。要么换 lens，如果市场上找不合适 的 Lens,就说明 sensor 本身品质不是很好。
4. 理论上 lens shading 是解决 lens 的通透率不一样的问题，但也许各家回加自己的算法，可以一试。
5. 如果 Lens 和 sensor 都已经固定，可以人为想一些办法来减少色差。
  - a. 可以将颜色调淡点，这样就不太明显
  - b. 做 AWB 校正，排除不同 sensor 对 RGB 感应的不同，引起 AWB 曲线走的不准。

CRA 通俗的讲是 lens 的主轴光线和对成像有贡献的最大的如射光线的夹角，一般 Lens 厂商会提供 CRA 曲线,因为 Lens 从中心到四周的 CRA 是不一样的。

偏红除了 SHADING 外可能还是要调 AWB，因为图片的下方其实就是一片白色，sensor 在照白色的地方出现了偏红，再试试调整一下 AWB，或者在灯箱里看看 R,G,B 的三条线是



否重合！

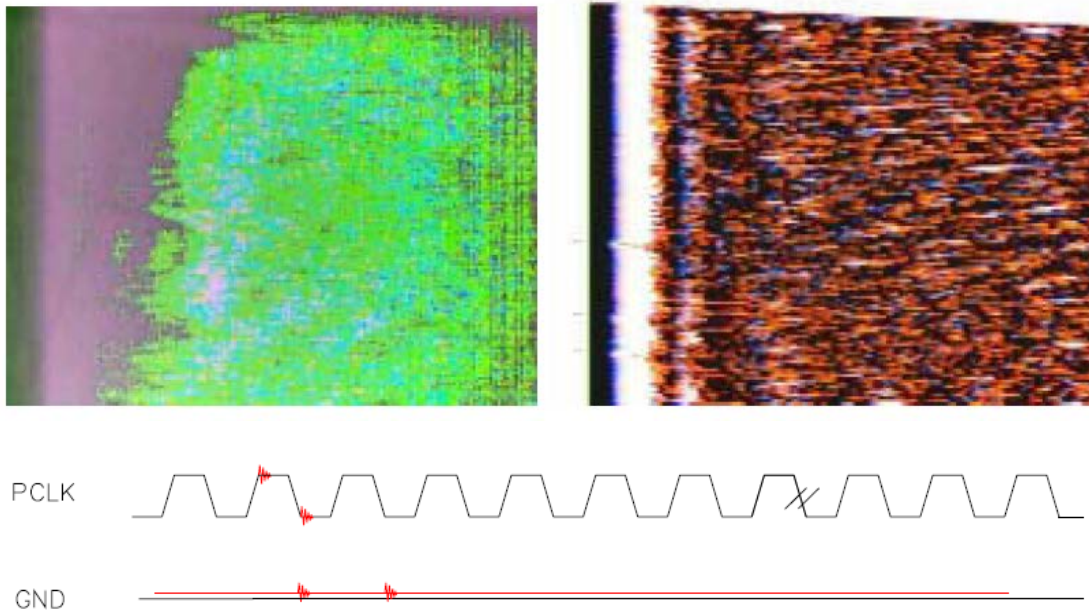
如果是 AWB 的问题，那为什么图像还有白色区域呢？AWB 是不会调的有的偏色，有的不偏，不知道的就不要乱说。

如果是 CRA 不匹配，那出现的偏色应该是对称的，下面偏红则上面一定会偏红。个人觉得应该是漏光造成的，不是 barrel 就是通光孔那里引入了杂光。

### 23. DOVDD28 走线过细过长以及地线不合理

现象：花屏

原因：2.8V 电压因为导线上的电阻吸收了电压，导致驱动能力不够。地线被拉高并产生毛刺现象，影响信号完整性和数据采集。



### 24. DVDD 电压有问题

图中的高光部分是办公室窗户。其它部分全黑，没有任何细节？

是什么原因？AWB？AGC？还是对比度啊？



问题解决了，是 DVDD 电压不对。  
datasheet 写的 1.8V，问了 FAE 结果是 1.2V。

## 25. 增益小导致的白色条纹问题

当对着白色的物体时，刚进入预览时，会出现下图中显示的条纹，当移动手机时，则这种条纹消失，以后也不会出现，只有再次进入预览时可能会出现，请教各位大虾到底是什么原因？



这个问题，现在已经解决了，加大了初始化代码中的增益之后，就可以了。

## 26. 帧率问题导致的图像错位

Sensor 为 0v9655 在拍 sxga 130 万图像有时会出现图像错位的问题（如图），vga 的则不会出现，帮忙分析。谢谢！



帧率太高了,曝光时间短了.可以调整 VBLANK,HBLANK 来解决  
再降低 FPS 到 5,试试,你的 buffer 速度呢??  
谢谢大家! 在我这里降低帧速率比较有效。

## 27. 电源噪声

OV9653 出现如图所示的横向纹路。

问题已经解决，电源问题，AVDD 加钽电容就好了。估计是电源纹波比较严重导致的。

