

浅谈 CMOS 传感器低通滤镜

低通滤镜一词，相当一部分用户对它是很陌生的，原因在于数码相机一直以来都标配低通滤镜，没有厂商会以低通滤镜作文章，但是最近取消低通滤镜的技术手法日渐盛行，没有低通滤镜的相机反而成为了卖点，让低通滤镜一词重回人们的视线。那么低通滤镜究竟是做什么用的？有和无差别大吗？这些问题是本文要讨论的重点。

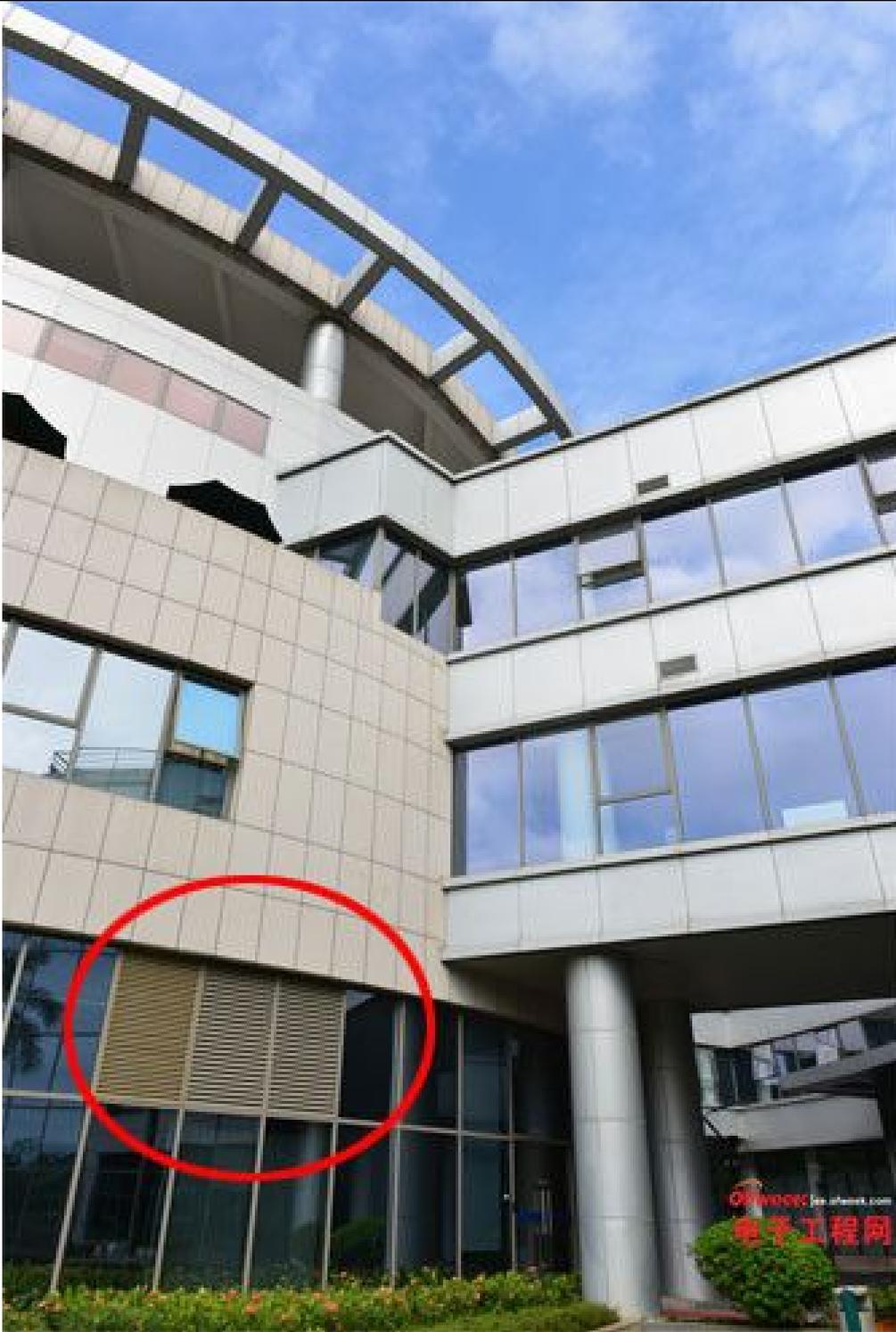


浅谈 CMOS 传感器低通滤镜

温故而知新，我们首先还是来说说低通滤镜是干嘛用的，低通滤镜是安装在传感器前面的一个特殊滤镜，我们平常用的可换镜头相机，拆掉镜头后露出传感器就可以看到它，不过即使看到了也认不出。因为低通滤镜和传感器是做成一个模块，两者几乎分不出，除此以外，CMOS 传感器前面还有红外阻隔滤镜、紫外阻隔滤镜、色彩滤镜等，所以我们平时看到的远远不止是 CMOS 传感器本身，而是一个综合体。

低通滤镜的功能

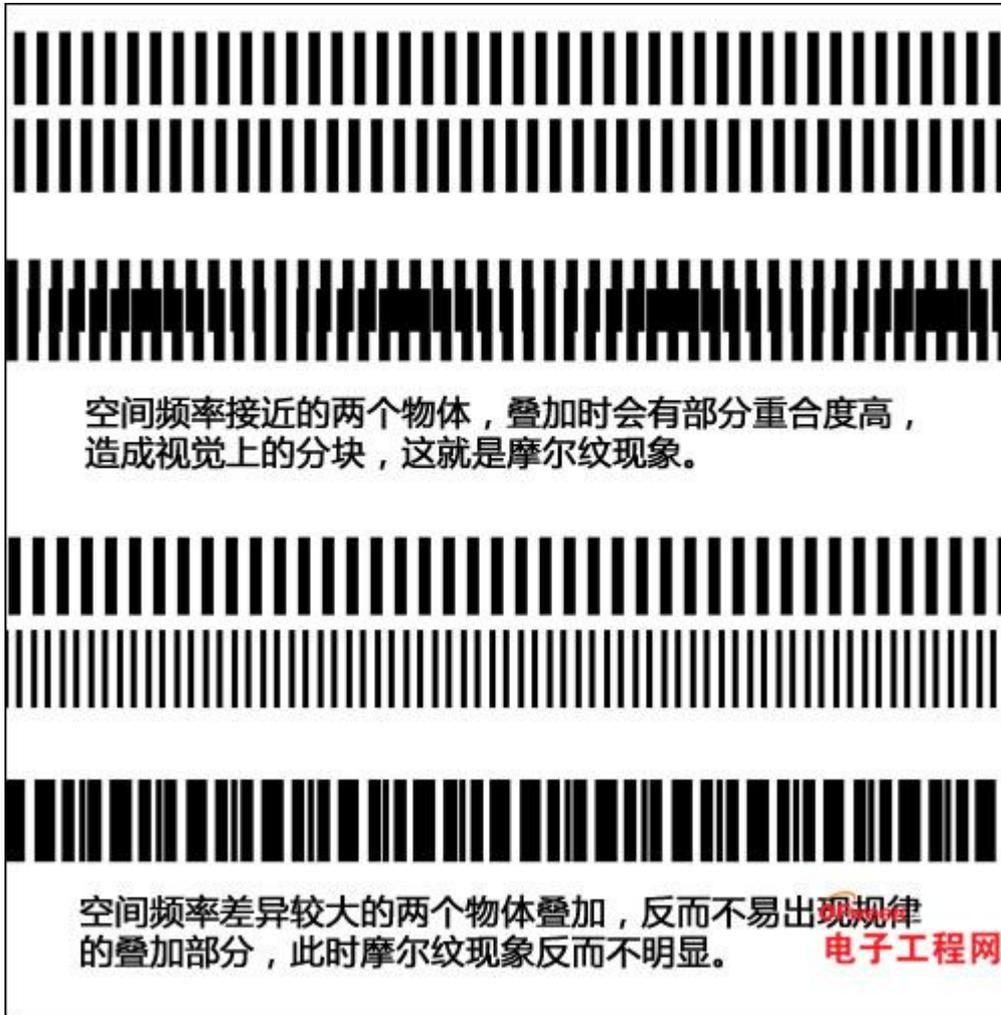
说到低通滤镜的功能，其主要功能是用于消除摩尔纹，摩尔纹是感光元件上容易出现的一种高频干扰，会使图片出现彩色的高频率条纹。这种现象在拍摄规律排列的物体时尤为明显，比如说是织物上的纹理，平行线或是网状构造特别容易出现彩色水波纹。并且不规则出现。



高密度规律物体容易出现摩尔纹

说起来太复杂，看图大家都明白了，就是图像中规律排列的位置会出现一些彩色或者是与画面颜色接近的水波纹或者条纹。统称是摩尔纹。这并非是拍摄物体本身的样子，是对照片的一种干扰。当然有时候我们在显示器上看照片会发现摩尔纹，放大图片后就消失了，这不是照片拍摄时产生的摩尔纹，而是液晶屏像素点与照片高密度规律物体在特定大小显示

时产生的摩尔纹。所以如何消除拍摄时的摩尔纹，过去用的是低通滤镜，低通滤镜所起的效果是通低频阻高频，消除画面中的高频部分，就能减少摩尔纹的产生。摩尔纹产生的原因，我们可以从下面的图片来解释。



不同空间频率物体叠加后的摩尔纹现象

不同空间频率的规律物体叠加会产生摩尔纹效果，而数码相机上出现摩尔纹的情况，则是感光元件像素的空间频率与影像中条纹的空间频率接近时出现。这是镜头分辨率与传感器像素密度间接接近时出现的情况，想要消除摩尔纹就要加大这两者之间的空间频率差，当镜头分辨率远小于感光元件的空间频率时，就可以完全消除摩尔纹。

所以很明显，以目前数码相机传感器矩阵式的像素点阵排列，数码照片摩尔纹的产生，是由于镜头分辨率和传感器像素空间频率较为接近，遇到图像中的规律物体就容易产生摩尔纹。胶片相机之所以不会有摩尔纹，是因为胶片的银盐颗粒分布不均匀，没规律可言，就没有频率干扰的问题。

所以去除摩尔纹的方法也有很多，减少拍摄密集的规律物体就是一个好办法，但如果必须要拍这些话，就比较难避免了。镜头分辨率与感光元件的像素空间频率较为接近所以造

成摩尔纹的产生，低通滤镜的存在意义就是拉大这两种频率的差距，从而消除画面中的高频部分。

去除低通滤镜的意义

低通滤镜是用于增大镜头分辨率与感光元件像素空间频率之间的差异，也就是人为把镜头分辨率降低少许，使得这两个频率差变大，让拍摄画面中的密集物体时降低摩尔纹出现的几率。这也是为什么我们说低通滤镜会降低成像的锐度，因为本质上它就是用来降低镜头分辨率的。在过去很长一段时间里面，数码相机的镜头与传感器的发展速度都相当，这使得低通滤镜是消除摩尔纹简单有效的好方法。

镜头光学技术提升难度大、成本高，使得低通滤镜降低分辨率的问题迫切待解决。



镜头素质提升难度大，使得厂商开始在低通滤镜上作文章

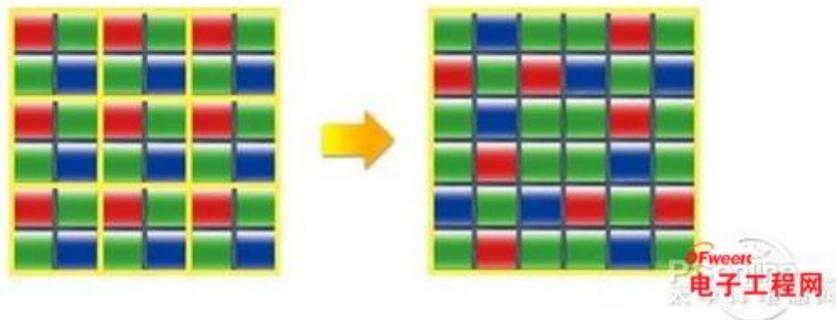
为此，虽然低通滤镜一直在使用，但厂商是知道去除低通滤镜的好处的。相比较高成本地投入镜头技术的开发，去除低通滤镜获得的画质提升成本要低得多，但问题是如何控制去除低通滤镜后的摩尔纹。

今天我们看到很多相机产品都提及无低通滤镜传感器，这都始源于富士 2012 年发布的一款无反相机 X-Pro1，这是一号称成像锐度比拟全画幅相机的新品。X-Pro1 用的是特殊像素排列的 X-Trans CMOS 传感器，用以减少摩尔纹的产生，事实上 X-Pro1 也让其他厂商也看到去除低通滤镜后的锐度大幅度提升。

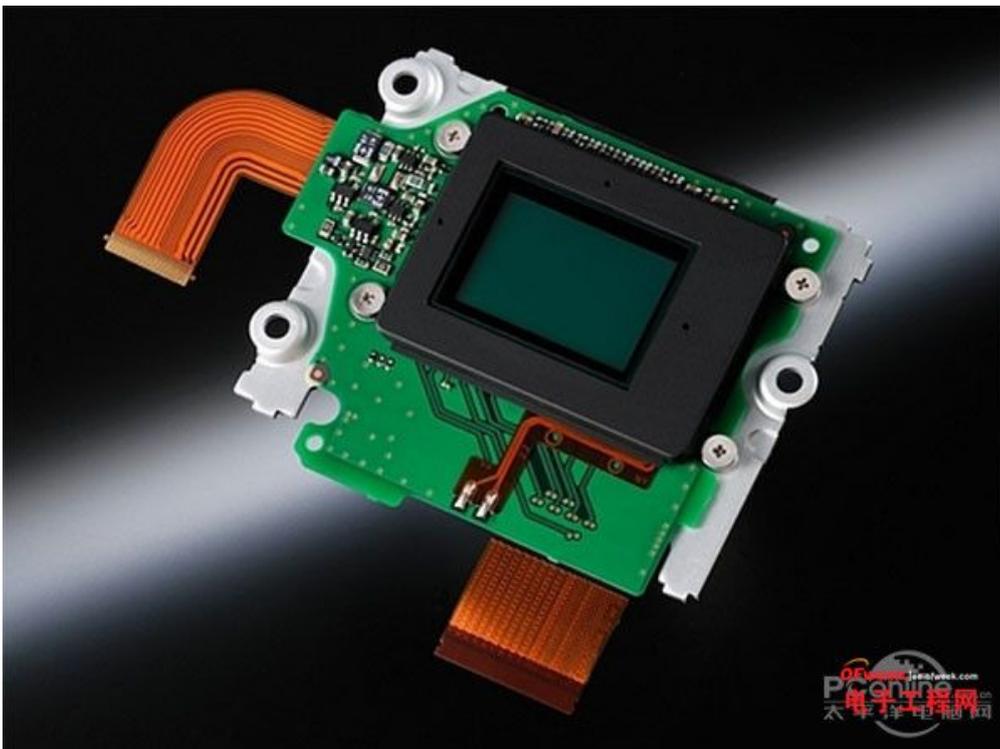
富士X-Trans CMOS采用特殊的像素阵列，提高同类像素间的无序性。可以有效减少摩尔纹的产生。

2 x 2像素单元阵列时，会出现重复性图案。

使用6 x 6像素单元阵列时，无序性大大增加。



传统的拜耳阵列传感器，R/G/B 三色的点阵距离相同，因此在拍摄特定密度的规律物体时，就容易产生摩尔纹。富士的 X-Trans CMOS 采用了全新色彩滤镜阵列，降低了传感器像素间的规律性，使得像素点本身有类似胶片银盐颗粒的不规则排列效果，从而降低摩尔纹的产生。



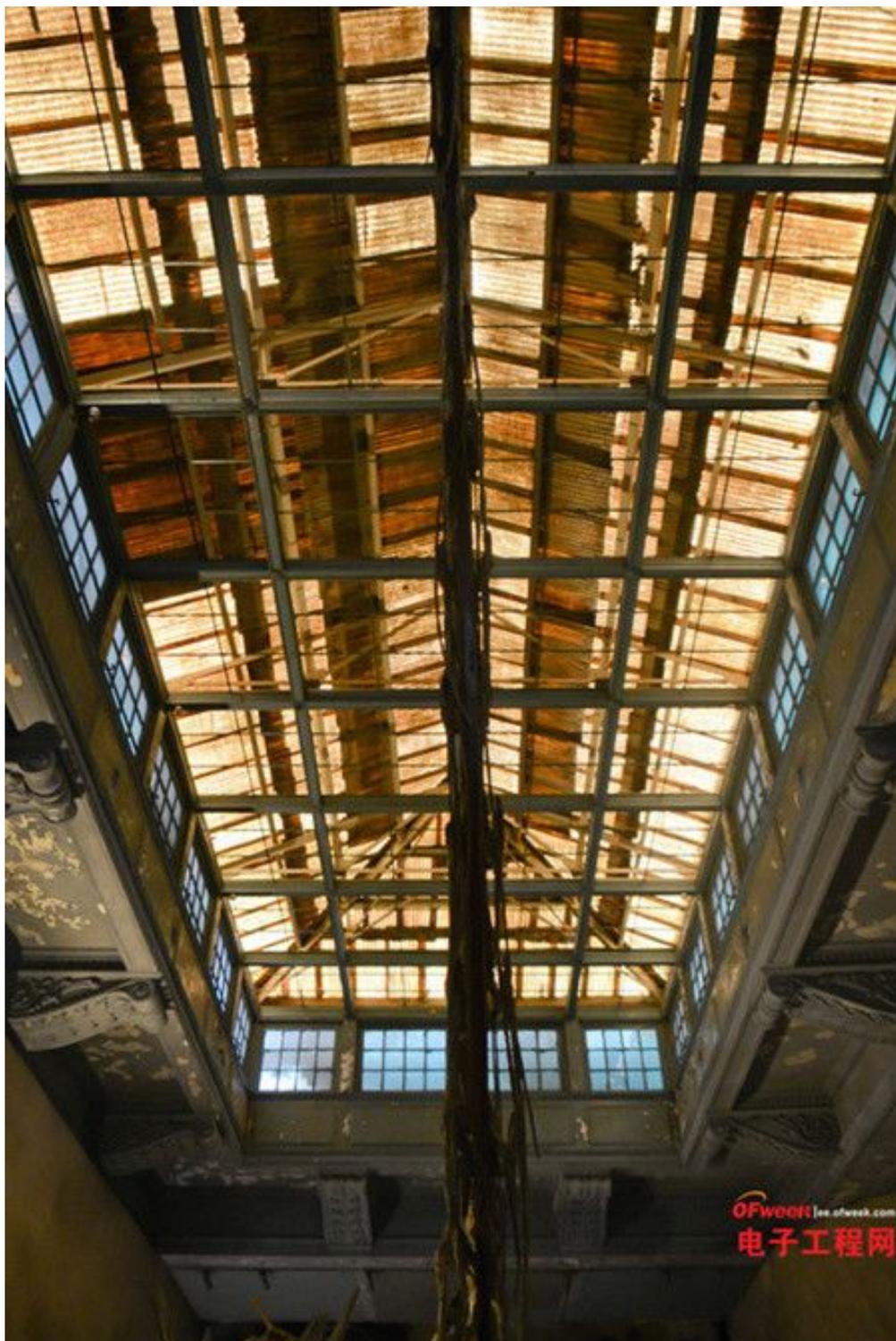
尼康 D7100 无低通滤镜传感器

去除低通滤镜传感器的相机新品越来越多,但也有很多不像富士那样使用特殊阵列传感器的厂商,这里相信厂商都会在算法上进行优化。不过另一方面,厂商也发现,随着数码相机像素的提升,镜头分辨率与传感器空间频率之间的差距在拉大,即使不使用低通滤镜进行高频消除,拍摄较密集物体时,也不容易产生摩尔纹了。

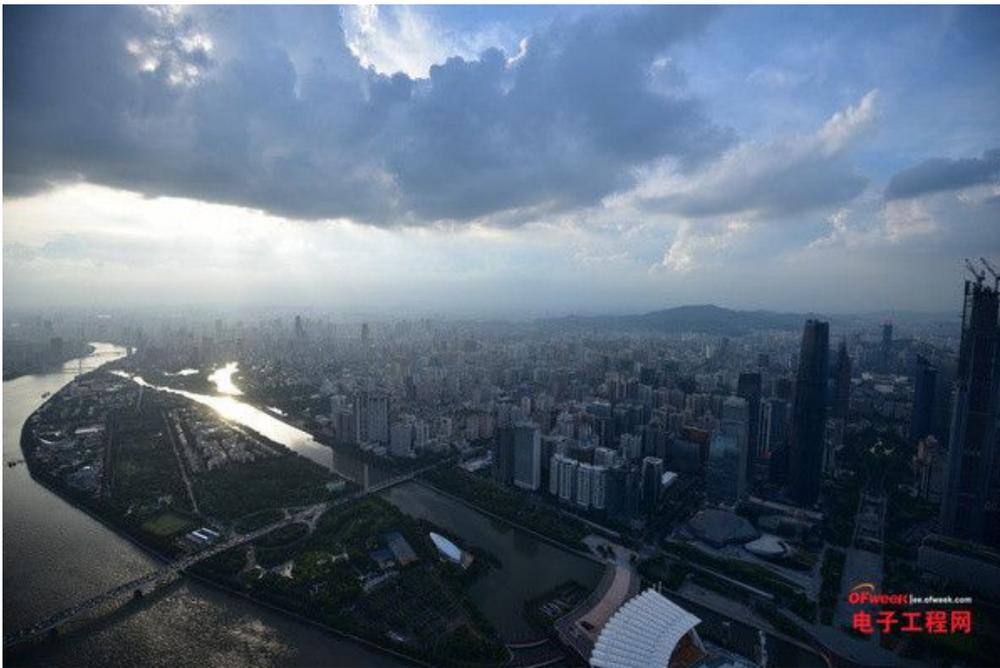
无低通滤镜的相机新品突然爆发性地发展,并且大多数无低通滤镜的相机,像素都超过了 2000 万,也可以看出这一点,未来的发展趋势,像素会变得更高,低通滤镜就更没有存在的必要了,但是像素提升并不代表摩尔纹就不会产生,当拍摄间距更小的规律物体时,仍会有摩尔纹的出现。

有低通滤镜与无低通滤镜传感器的画质区别

正如上面所说的,使用高像素传感器的相机,对低通滤镜的依赖更小,所以 2012 年尼康发布的 3630 万像素的单反相机 D800 与去低通效果的 D800E 两款相机后,今年又推出了无低通滤镜的尼康 D810,同样为 3630 万像素,但是是真正去除了低通滤镜的版本,有低通滤镜与无低通滤镜的 D800 和 D810 在画质上究竟会差距多少。我们直接看两台相机分别拍摄的样张来对比一下。







低通滤镜的有无，在尼康中端全画幅单反相机上实际并没有太多的不同，或者说 3630 万像素相对于现时的镜头来说，像素已经过高有些把持不住了，低通滤镜的那一丁点画质影像，几乎被镜头分辨率与高像素之间的不匹配所消化。而两者记录建筑规律细节均没有出现明显的摩尔纹，说明在高像素下，摩尔纹并不会很容易产生。而有低通滤镜的尼康 D800，整体反差表现略微逊色一些。



中国高科技行业门户

去低通滤镜会成为未来数码相机的标准配置,不久之后相信大家又会遗忘低通滤镜这个名词,不过在目前来看,这是厂商追求高画质的一个捷径,一段时间内都是一个火爆的"新技术"。