

摄像头图像质量基准测试-曝光/色调/动态范围

产品名称	摄像头图像质量基准测试-曝光/色调/动态范围
公司名称	超越检测技术（深圳）有限公司
价格	.00/件
规格参数	
公司地址	深圳市宝安区燕罗街道洪桥头社区兆福达工业区综合楼B栋一单元502检测实验室
联系电话	18138236659 18138236659

产品详情

6 客观图像质量评估——理论与实践6.1 曝光和色调

从某种意义上说，色调再现被视为相机相对于图像所有区域的整体信号电平最佳渲染的能力。均衡的色调再现意味着可以区分原始场景中的高光和阴影以及两者之间的所有中间色调的细节。实际上，由于艺术方面的考虑或其他原因，这并非在所有情况下都是可取的。例如，如果场景包含镜面反射高光，则尝试调整曝光和色调以防止它们过曝可能没有任何用处。因此，最佳曝光将取决于场景，即具有相同平均亮度的两个不同场景可能需要完全不同的曝光水平以获得满意的图像。出于这个原因，在过去几年中人们开发了多种不同的曝光方法，例如中央重点曝光、点测光、基于矩阵的方法等。有了数码摄影，摄影师可以使用更多的工具，例如实时直方图分析，但即便如此，基本概念并没有因为从化学摄影到数码摄影的转变而改变。

6.1.1 曝光指数和 ISO 感光度

由于可以将相机输出电平与输入亮度相关联，因此可以帮助相机用户调整相机设置以获得合理准确的曝光。ISO 12232 ISO 感光度标准的目的是通过指定推荐曝光指数 (REI:recommended exposure index) 和标准输出感光度 (SOS: standard output sensitivity) (ISO, 2006) 以及与噪声和饱和度相关的 ISO 感光度来提供此类帮助。

从技术上讲，曝光是指相机焦平面上每单位面积的光能量。因此，曝光以勒克斯秒为单位表示。曝光指数反应影响曝光的各参数之间的联系，表示为

$$N^2t = LIEk \quad (6.1)$$

其中N是 f 数，t 是曝光时间，L 是场景平均亮度，IE 是曝光指数，k 是校准常数。因此，对于恒定的场景亮度，可以得到：

$$N^2tIE = \text{constant} \quad (6.2)$$

这为摄影师提供了为特定场景选择最合适的参数组合的自由。例如，在体育摄影中，瞬间运动捕捉通常很重要，这需要较短的曝光时间。为了保持正确的曝光，如果曝光时间减少，则必须降低 f 数或增加曝光指数。

ISO 12232 中曝光指数定义为

$$IE=10H (6.3)$$

其中 H 是获得正确曝光所需的焦平面曝光。这是使用标准指定感光度或 ISO 速度的基本量。根据不同的条件可以确定相机的 ISO 速度，例如达到饱和所需的曝光，或达到特定输出值所需的曝光，甚至达到特定信噪比所需的曝光。这些标准在 ISO12232 标准中进行了描述，从而有许多不同的方法来计算 ISO 感光度。

在基于饱和度的 ISO 速度定义中，曝光指数是针对略低于图像传感器饱和度的焦平面曝光计算的。因此，典型场景中的图像高光将略低于最大可能的相机信号电平，所以会产生最低的图像噪声。

曝光指数可以通过改变图像传感器的增益来改变。调整增益会改变输出信号，从而补偿焦平面曝光不足。例如，如果当前曝光仅填充像素达到全部阱容量的一半，而 ADC 仅使用其范围的一半，则将增益增加两倍将提供刚好使传感器 ADC 饱和的信号，有效地将暴露指数提高了两倍。当然，这会降低信噪比。

6.1.2 光电转换函数 OECF

不同的参数设置使得很难确定什么是良好的色调再现，可以使用 ISO 14524 标准 (ISO, 2009) 通过客观测试来验证色调再现。该标准描述了如何确定光电转换函数 (OECF : opto-electronic conversion function) 所需的步骤，来测量焦平面曝光和相机输出电平之间关系。图 6.1 显示了典型的实测 OECF。

图6.1 OECF 示例。红色曲线显示了 sRGB 色彩空间的传递曲线，如公式(6.15)所述。

OECF 可以使用或不使用镜头进行测量。在不使用镜头的情况下，相机传感器由不同强度的光直接照射。在使用镜头的情况下，使用带有不同反射率或透射率色块的测试图进行测量。

6.1.3 现实因素

相机中的现代图像处理通常包括局部色调映射，作为高动态范围 (HDR) 功能的一部分。这意味着图像的不同部分可能有不同的 OECF，这肯定会降低 OECF 概念的相关性。此外，SOS 可能会受到此处理的影响，因为对色调映射的局部操作将导致 18% 反射率的中灰色块与实际对应的数字图像代码值之间的关系不同。

在测量 OECF 时，杂散光（或眩光）的影响也很重要。较强的眩光会在图像中引入偏移，将影响低端输入信号水平的 OECF。在使用镜头和测试图来确定 OECF 的情况下，这通常是正确的。通常，任何眩光的存在很大一部分来自镜头，因此在没有镜头的情况下直接测量可能会消除大部分眩光，从而更准确地估计 OECF。但是，由于在拍摄图像时必须使用某种类型的镜头，这种更准确测量 OECF 的方法可能无法准确表征摄像头捕获的数字图像。

6.2 动态范围

摄像头捕捉场景一定范围亮度（辐射度）值的能力被称为动态范围（Dynamic Range）。如第 4 章所述，

图像传感器的动态范围可以定义为全阱容量与时间暗噪声的比率。更严格地，可以将数码摄像头动态范围定义为最大信号与最小信号的比值，最小信号为在信噪比等于 1 时的信号。

对于有意义的动态范围指标，它应该参考场景内容根据场景亮度进行定义。ISO15739 标准描述了一种确定动态范围的方法。简而言之，它利用第 6.9.3 节中描述的增益来获得场景相关噪声和信号的估计值，这些噪声和信号是通过捕获具有不同亮度色块的测试图获得的。通过测量暗色块中的时间噪声可以找到最低信号，理想情况下，暗色块应该足够暗，以便噪声由暗噪声主导。