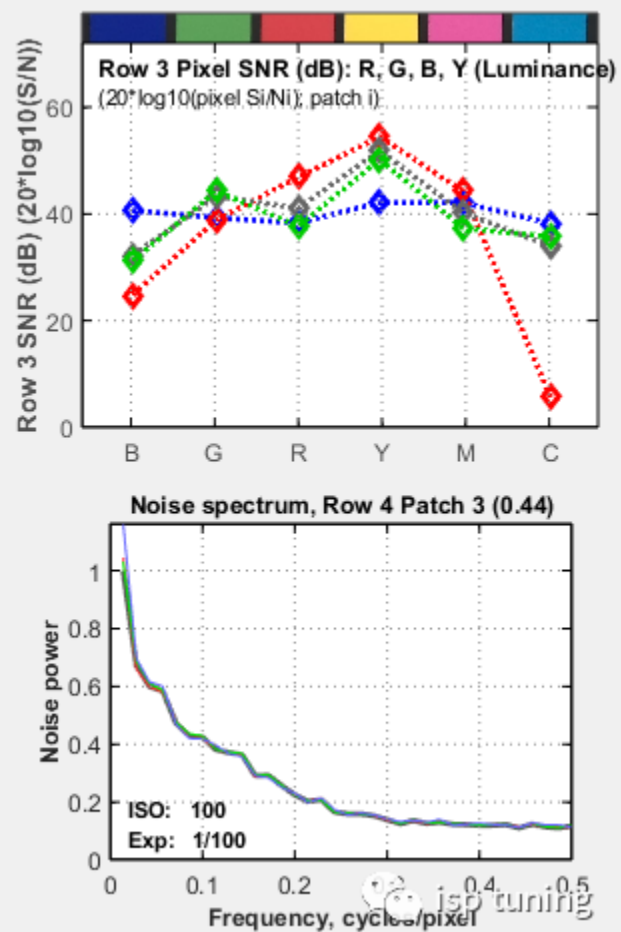
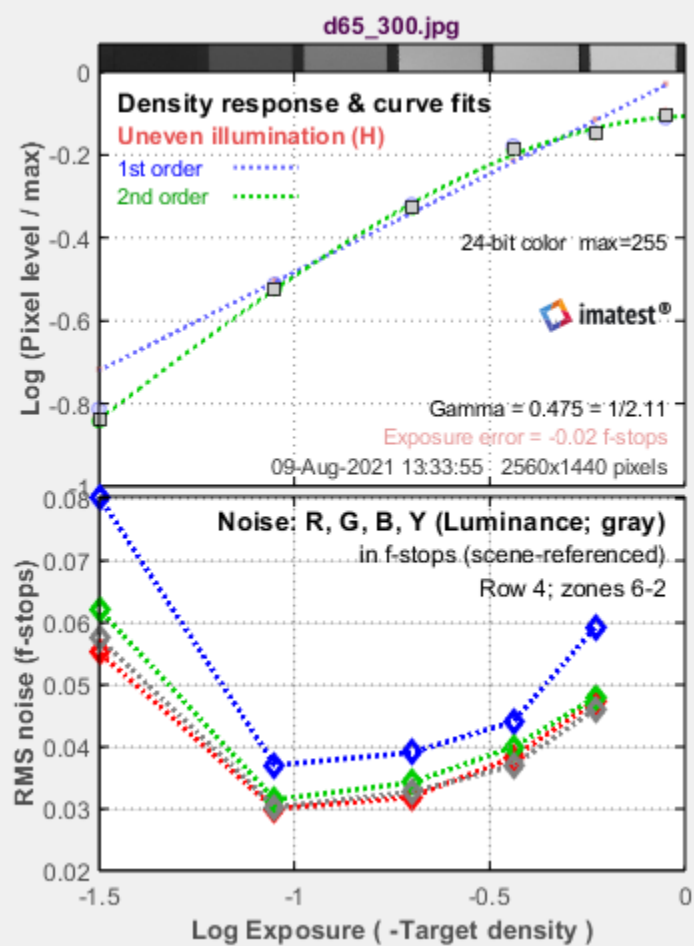
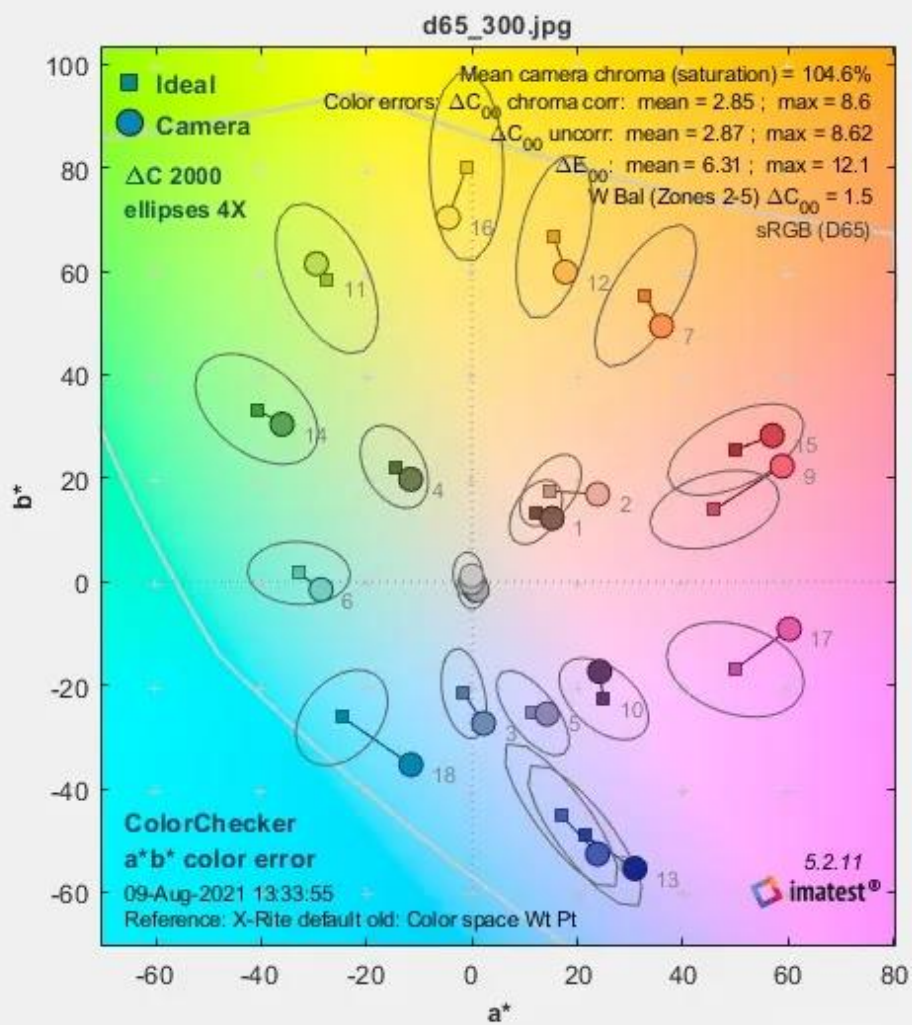


色卡中第4行（黑白灰方块）的密度响应。它包括一阶和二阶拟合（蓝色和绿色虚线）。

横轴是 Log Exposure(减去目标密度)，印在ColorChecker的背面。如果曝光误差小于0.25(最大推荐误差)，则显示为淡红色，否则显示为粗体红色。

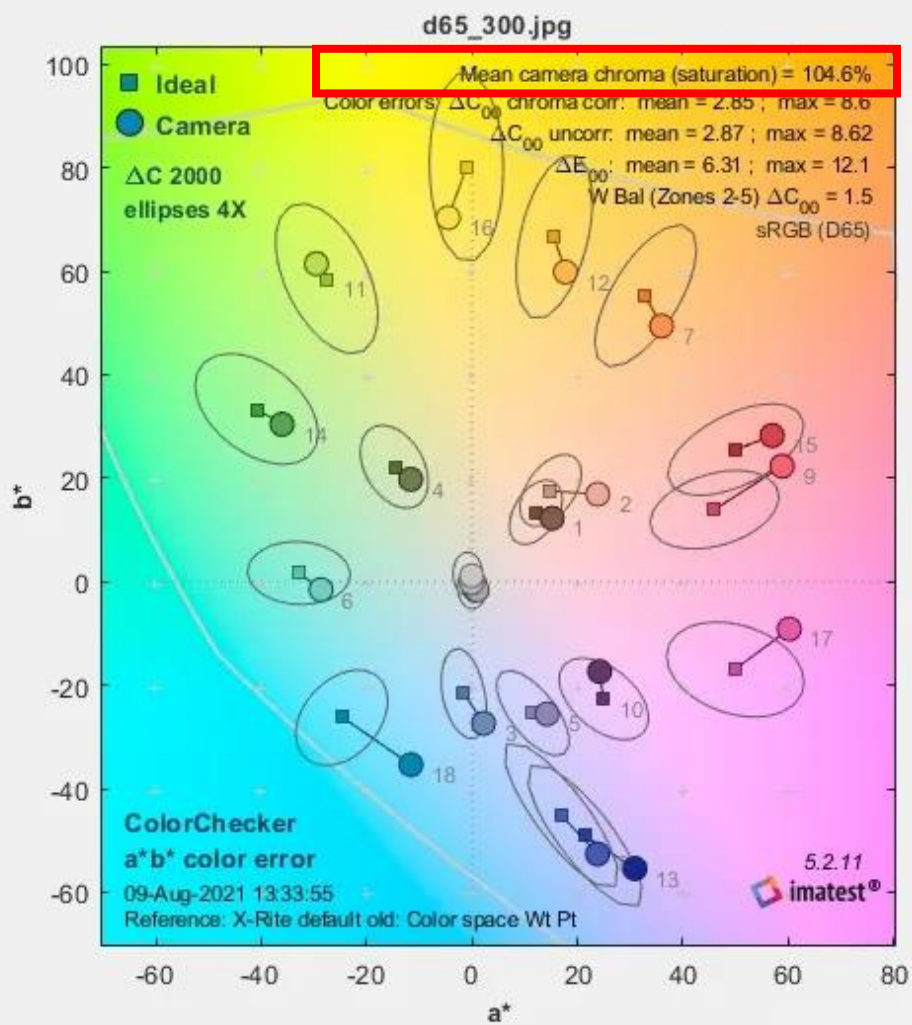
Gamma(对比度)是  $\log \text{pixel level}$  作为  $\log \text{exposure}$  ( $d(\log \text{pixel level})/d(\log \text{exposure})$ ) 的函数的平均斜率，底部行块2-5(白色和黑色块除外)。





本图描述的是 CIELAB 颜色空间的  $a^*$   $b^*$  平面上的颜色误差，其中  $a^*$  是水平轴（绿-红）， $b^*$  是垂直轴（蓝-黄）。正常  $a^*b^*$  平面是圆圈，这里只显示正方形，即显示一部分，足矣。

- 方块表示理想的 ( $a^*$ ,  $b^*$ ) 值（由上面的 ColorCheckerreference 设置选择）
- 圆圈是测量出的 ( $a^*$ ,  $b^*$ ) 值；
- 正方形和圆形附近的数字对应 colorchecker 色块编号
- 19-24（底行）的数字被省略，因为它们的 ( $a^*$ ,  $b^*$ ) 值聚集在 (0, 0) 附近
- 背景是  $L^*$ （ $L^* = 0$  生成黑色而  $L^* = 100$  指示白色）大约 0.9 的预期颜色（在监视器 sRGB 色彩空间中）。它呈现了与  $a^*$  和  $b^*$  相关的色调的合理图片（尽管它们随  $L^*$  发生了一些变化）。
- 浅灰色曲线是  $L(HSL) = 0.5$  时色彩空间 (sRGB) 的色域边界（CIELAB 边界难以计算）。



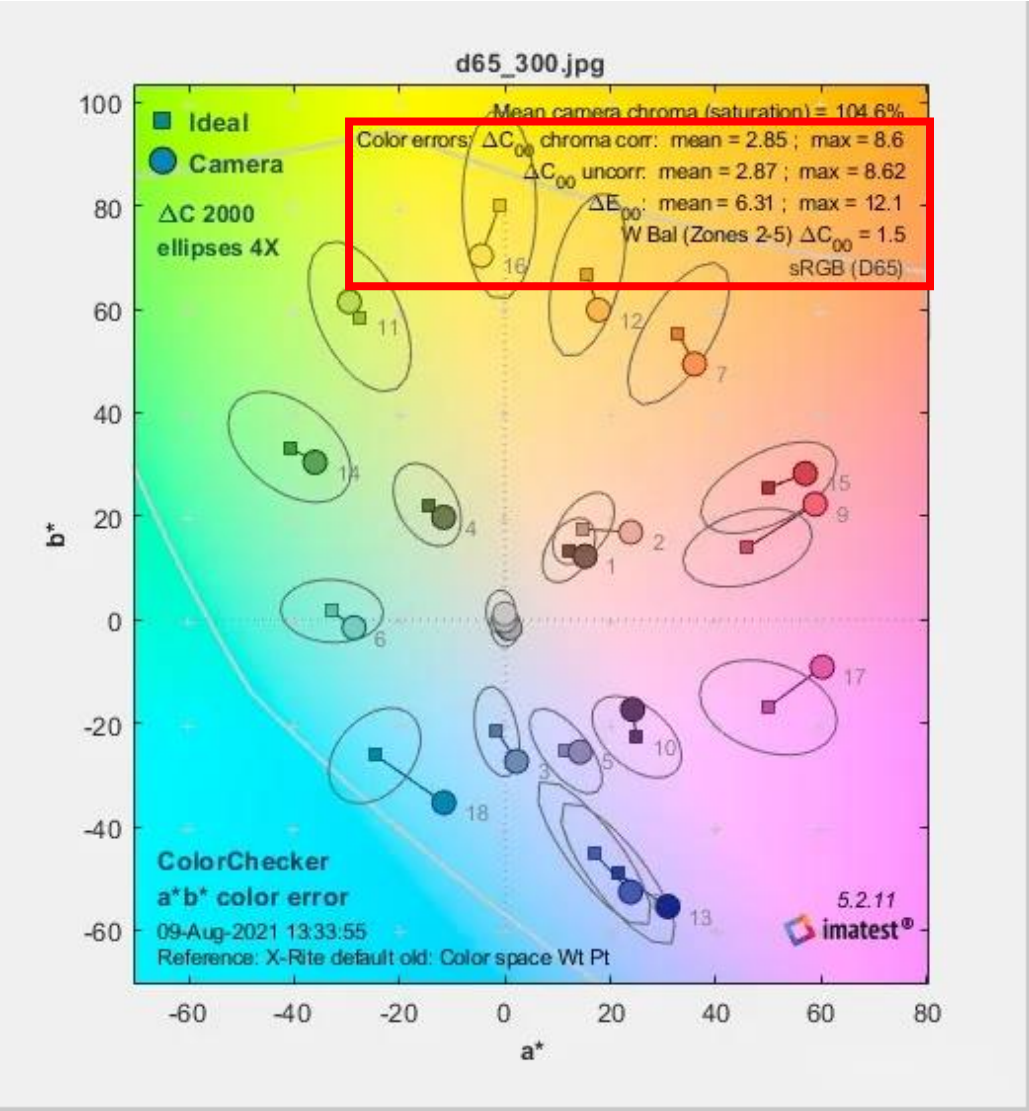
- Mean camera chroma: 是相机颜色的平均色度（饱和度）除以理想色块颜色的平均色度（饱和度），用百分数表示。一个颜色的饱和度就是它到原点的距离

$$\text{Mean chroma} = 100\% \times \frac{\text{mean}(\sqrt{a_{i\_meas}^{*2} + b_{i\_meas}^{*2}})}{\text{mean}(\sqrt{a_{i\_ideal}^{*2} + b_{i\_ideal}^{*2}})}; \text{sp tuning}$$

$$\text{色度 (饱和度)} \quad C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

- 注：当饱和度 > 100%。饱和度会提高，它受到镜头质量(劣质镜头的眩光会降低饱和度)和信号处理的影响。RAW 转换期间的图像处理（尤其是色彩校正矩阵 (CCM)）会严重影响饱和度。
- 许多相机有调整饱和度的功能。相机输出的图像通常会提高饱和度以使其更加生动（110-120% 在紧凑型数码相机中很常见），但提高饱和度会导致高饱和物体的细节丢失。**饱和度超过 120% 应被视为过度。**





- $\Delta E$  和  $\Delta C$  都是用来计算色差，计算处理后的图和理想图之间的差异。

CIE1976	CIE1994	CIE2000	三种色差计算标准，后两者更准确，反映了眼睛对高度饱和度，颜色变化的敏感性降低。因此它们通常测的值较低
$\Delta C_{ab}$ sat. corr.	$\Delta C_{94}$ sat. corr.	$\Delta C_{00}$ sat. corr.	颜色误差，忽略亮度，校正平均饱和度（这是一个非标准的测量，它已被淡化，将来可能会被删除）
$\Delta C_{ab}$ uncorr	$\Delta C_{94}$ uncorr	$\Delta C_{00}$ uncorr	颜色误差，忽略亮度，没有校正饱和度（这是标准的 $\Delta C_{xx}$ 测量值）
$\Delta E_{ab}$	$\Delta E_{94}$	$\Delta E_{00}$	颜色误差，包含亮度的计算，没有校正饱和度； isp tuning

- E 和 C 本质上对色彩的考虑是一样的，由于 E 还要算亮度的差异，所以结果会大一点。常用 2000 的版本，具体计算可参考 Color Difference 的 Wikipedia。

**CIE76** [edit]

The 1976 formula is the first formula that related a measured color difference to a known set of CIELAB coordinates. This formula has been succeeded by the 1994 and 2000 formulas because the CIELAB space turned out to be not as perceptually uniform as intended, especially in the saturated regions. This means that this formula rates these colors too highly as opposed to other colors.

Given two colors in CIELAB color space,  $(L_1^*, a_1^*, b_1^*)$  and  $(L_2^*, a_2^*, b_2^*)$ , the CIE76 color difference formula is defined as:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}.$$

$\Delta E_{ab}^* \approx 2.3$  corresponds to a JND (just noticeable difference).<sup>[12]</sup>

**CIE94** [edit]

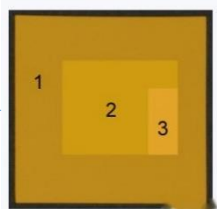
The 1976 definition was extended to address perceptual non-uniformities, while retaining the CIELAB color space, by the introduction of application-specific weights derived from an automotive paint test's tolerance data.<sup>[11]</sup>

$\Delta E$  (1994) is defined in the L\*C\*h\* color space with differences in lightness, chroma and hue calculated from L\*a\*b\* coordinates. Given a reference color<sup>[11]</sup>  $(L_1^*, a_1^*, b_1^*)$  and another color  $(L_2^*, a_2^*, b_2^*)$ , the difference is<sup>[13][14][15]</sup>

$$\Delta E_{94} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C_{ab}^*}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H_{ab}^*}{k_H S_H}\right)^2},$$

where

$$\begin{aligned} \Delta L^* &= L_1^* - L_2^*, \\ C_1^* &= \sqrt{a_1^{*2} + b_1^{*2}}, \\ C_2^* &= \sqrt{a_2^{*2} + b_2^{*2}}, \\ \Delta C_{ab}^* &= C_1^* - C_2^*, \\ \Delta H_{ab}^* &= \sqrt{\Delta E_{ab}^{*2} - \Delta L^{*2} - \Delta C_{ab}^{*2}} = \sqrt{\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2} - \Delta C_{ab}^{*2}}, \end{aligned}$$



- 区域 1 是所拍摄的色块。对应于上页颜色误差图中的圆圈。
- 区域 2 的方块是色块的参考值，根据所拍摄图表的亮度进行校正。校正就是从上述灰色区域的二阶拟合导出的。默认情况下以 HSL 颜色完成，但可以设置。
- 区域 3 是没有亮度校正的色块的理想值。对于所有色块，区域 2 的亮度将始终比区域 3 更亮或更暗，具体取决于曝光。
- 区域 1 和 2 的平均亮度应该接近——区域 2 可能在某些色块中更暗，而在其他色块中更亮。2 区和 3 区对应于上面  $L^*a^*b^*$  颜色误差图中的小方块（参考值）。

- $\Delta C_{00}$  ( $\Delta C_{2000}$ )：上页介绍的颜色误差，忽略亮度；值在第一行（红色字）的非方框中。
- HSV Saturation(S)：HSV 颜色模型，S 的值可以介于 0（表示完美的中性灰色）和 1 之间的值（表示完全饱和的颜色）。值在第一行（红色字）的方框中。白平衡误差往往在灰色块中最为明显（底行 2-5）。对于  $S < 0.02$ ，它几乎不可见。 $S > 0.10$  是相当严重的，特别是对于较浅的灰色块。

- 底部的图像显示夸大了白平衡误差，这是通过使用下方曲线提高饱和度 S 计算得出的，同时保持 H 和 V 不变。低饱和度值提高了 4 倍；提升随着饱和度的增加而减少。这张图片比不夸张的图表更清楚地显示了白平衡错误。
- 请记住，此图像比现实更糟糕；在实际照片中，小的白平衡误差可能并不明显，尤其是在强烈饱和的颜色附近。