

Allwinner

图像质量调优指南



文档履历

版本号	日期	制/修订人	内容描述
V1.0	2017-02-16	梁炜杰	初版。
V1.1	2017-04-25	梁炜杰	增加 V5 ISP 调优方法。
V1.2	2017-07-31	梁炜杰	增加更多模块的说明。
V1.3	2017-10-10	梁炜杰	增加参数详细说明。
V1.4	2018-06-04	梁炜杰	修改基本调试顺序。



目 录

1. 前言	1
1.1. 编写目的	1
1.2. 适用范围	1
1.3. 相关人员	1
2. 准备工作	2
2.1. 硬件需求	2
2.2. 软件需求	4
2.3. 调优流程简介	4
3. 基本调试	5
3.1. 调试流程	5
3.2. Black level / sensor offset	5
3.3. AWB	6
3.4. Shading	10
3.5. Color Matrix	11
3.6. AF	12
4. 调优	14
4.1. 调试流程	14
4.2. 连动关系	14
4.3. Gamma	15
4.4. AE	16
4.5. Color	22
4.6. Noise	26
4.7. Sharpen	30
4.8. PLTM	34
4.9. CTC	36
4.10. DPC	38
4.11. WDR	39
4.12. Defog	40



1. 前言

1.1.编写目的

了解在全志带有 Hawkview ISP 的平台上如何调节 ISP 参数达到好的图像质量。

1.2.适用范围

介绍的方法适用在 2017 年及以后的带有 Hawkview ISP 的平台。

1.3.相关人员

软件工程师、技术支持工程师

2. 准备工作

2.1. 硬件需求

图像质量调优的某些必要步骤需要在一个稳定可复现的光源环境下进行。因此，标准光源箱和各种标准测试图卡必不可少。

光源箱

必需。用于提供多种不同色温不同亮度的照明环境。光源至少要有 A、TL84 和 D65 三种，最好还有 Horrizon、CWF、D75 等光源。D65、D75 等日光光源最好采用卤素灯，其发光光谱与太阳光较接近。廉价灯箱通常使用荧光灯做日光光源，其光谱与太阳光差异较大，会影响色彩调试效果。推荐使用 Macbeth SpectraLight QC。



辉度箱

可选。用于提供均匀的，准确的，可连续调节的亮度。AE 测试和 shading 调试会用到这个设备。



散光片

必需。用于 shading 调试。



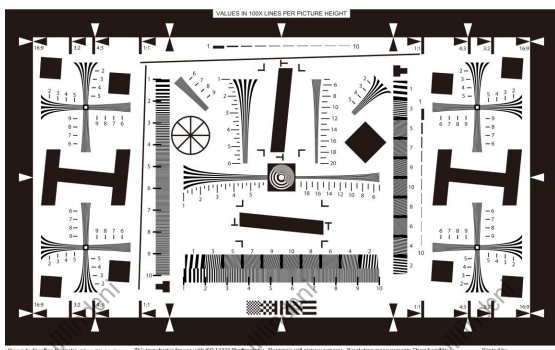
24 色色卡

必需。用于色彩调优。推荐使用 xrite colorchecker。



ISO12233 测试卡

必需。用于测试解析度及锐化去噪调优。



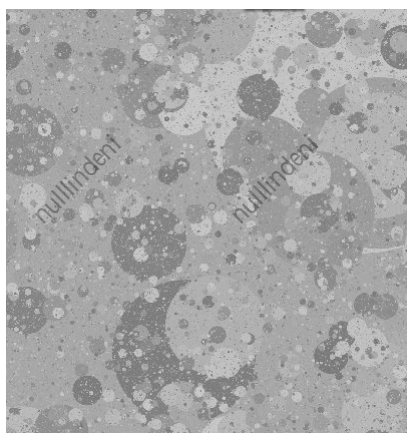
140 色色卡

可选。用于更准确的色彩调优。推荐使用 xrite colorchecker digital SG。



枯叶图

可选。用于综合测试噪声、锐化、细节纹理。



2.2. 软件需求

Hawkview Tool

2.3. 调优流程简介

首先调试摄像头差异化的部分，使之标准化。然后，在此基础上，针对应用场景和客户偏好，调优对比度、色彩、噪点、清晰度以及其他效果。



3. 基本调试

3.1. 调试流程

请依照以下流程步骤调试

Sensor offset-> AWB -> shading -> Color Matrix -> AF

3.2. Black level / sensor offset

原理：sensor 输出数据中包含了 OB（optical black）或 data pedestal 部分，需要去除，以免影响画面暗部表现。去除的方法是每个像素的 R、Gr、Gb、B 都减去一个值。V5 ISP 有两个模块可以实现这个功能，black level 和 sensor offset。其中，black level 模块在 WDR 合成和去噪之前，sensor offset 模块在 WDR 合成和去噪之后。对于 WDR sensor，要在 WDR 合成前去除 OB，故必须使用 black level 模块。对于其他普通 sensor，建议使用 sensor offset 模块，以免去除 OB 后对暗部细节和噪声表现造成影响。

相关参数：

参数名	说明
so_en	Sensor offset 使能。取值范围：[0, 1]
blc_en	Black level 使能。取值范围：[0, 1]
sensor_offset[ISP_SO_MAX]	黑电平的值，分别表示 R、Gr、Gb、B 分量的黑电平(12bit)。 取值范围：[0, 4095]
black_level[ISP_BLC_MAX]	黑电平的值，分别表示 R、Gr、Gb、B 分量的黑电平(12bit)。 取值范围：[0, 4095]

注：相关参数均可在 SDK 的 isp_tuning_priv.h 文件中找到。

操作：OB 的数值建议通过查找 sensor datasheet 获得。现在主流的 CMOS sensor 都是自己把 black level 处理好，然后加上一个 pedestal，所以 sensor 设定的 black level 一般是准确的。下面以 IMX317 为例说明。

3045h	0045h	[7:0]	32h	Immediately	BLKLEVEL	Digital black level offset setting	Setting range: 0h to FFh 10-bit readout mode: 1 digit/1h 12-bit readout mode: 4 digit/1h
-------	-------	-------	-----	-------------	----------	------------------------------------	---



查找 sensor datasheet 得到 OB 的数值是 32h(10bit),转换到 12bit 是 200。若使用 IMX317 WDR 模式,应如下设定

BLC	<input type="radio"/> Disable	<input checked="" type="radio"/> Enable
SO	<input checked="" type="radio"/> Disable	<input type="radio"/> Enable

Black Level	
Read Pane	Write Pane
R	-200
GR	-200
GB	-200
B	-200

若使用普通模式,应如下设定

BLC	<input checked="" type="radio"/> Disable	<input type="radio"/> Enable
SO	<input type="radio"/> Disable	<input checked="" type="radio"/> Enable

Sensor Offset	
Read Pane	Write Pane
R	-200
GR	-200
GB	-200
B	-200

如对 sensor 的 black level 值有疑问,可以参考《Hawkview Tool 使用说明书》关于 BLC 的一节,测试出实际的 black level。

注意:对于某些 sensor,不同增益下的 OB 可能不一样,需要根据增益修改 BLC 相关寄存器,以使 OB 保持一致。若无法通过 sensor 寄存器调节,可使用 Hawkview Tool 中动态修改 black level 和 sensor offset 的功能。由于 black level/sensor offset 与 sensor 增益强相关,建议 black level/sensor offset 的值与 Gain 连动。

若暗部偏绿,可以增大绿色分量的绝对值或者减小红蓝分量的绝对值或者减小所有分量的绝对值。若暗部偏紫,可以减小绿色分量的绝对值或者增大红蓝分量的绝对值或者增大所有分量的绝对值。

3.3. AWB

原理:人眼具有独特的适应性,在一定的色温范围内,人眼无法察觉白色物体偏色,而摄像头对白色的响应却随着环境色温变化而变化。这就需要有 AWB(自动白平衡),使得摄像头拍摄的图像更接近人眼的视觉习惯。在实际操作中,是在不同色温下给予 sensor 输出值不同的 Rgain 与 Bgain。而为了准确判断出当前的色温,需要事先标定出不同色温下的 RGB 响应特性。



相关参数：

参数名	说明
awb_en	自动白平衡算法使能。取值范围：[0, 1]
wb_en	白平衡增益使能。awb_en 与 wb_en 同时打开，自动白平衡才会生效。若 awb_en 关闭而 wb_en 打开，是手动白平衡模式。 取值范围：[0, 1]
awb_interval	AWB 计算间隔帧数。取值范围：[0, 15]
awb_speed	AWB 调整速度。该值越大，速度越慢。 取值范围：[0, 47]
awb_stat_sel	白平衡统计值输出位置选择。 取值范围：[0, 1] 0 表示在 WDR 模块后输出白平衡统计值。 1 表示在 PLTM 模块后输出白平衡统计值。
awb_color_temper_low	AWB 最低色温。取值范围：[0, 10000]
awb_color_temper_high	AWB 最高色温。取值范围：[0, 10000]
awb_base_temper	AWB 基准色温。取值范围：[0, 10000]
awb_green_zone_dist	AWB 绿区范围。取值范围：[0, 255]
awb_blue_sky_dist	AWB 蓝天范围。取值范围：[0, 255]
awb_light_num	标准光源数量。取值范围：[0, 31]
awb_ext_light_num	Hawkview 5.X ISP 不支持。
awb_skin_color_num	肤色保护点数量。取值范围：[0, 9]
awb_special_color_num	特殊光源数量。目的是将特殊光源映射到标准光源。 取值范围：[0, 31]
awb_light_info[320]	AWB 标准光源参数。以 10 个为 1 组。下面以第 1 组为例说明参数含义。 awb_light_info[0]，标准测试光 r 值。 取值范围：[0, 1023]，以 256 为 1 倍，下同。 awb_light_info[1]，标准测试光 g 值



	<p>awb_light_info[2], 标准测试光 b 值</p> <p>awb_light_info[3], 标准测试光还原目标 r 值, 当 awb_light_info_9 > 100 时有效。</p> <p>取值范围: [0, 1023], 以 256 为 1 倍, 下同。</p> <p>awb_light_info[4], 标准测试光还原目标 g 值。当 awb_light_info_9 > 100 时有效。</p> <p>awb_light_info[5], 标准测试光还原目标 b 值。当 awb_light_info_9 > 100 时有效。</p> <p>awb_light_info[6], 统计范围, 该值越大覆盖的统计值越多。</p> <p>取值范围: [0, 95]</p> <p>awb_light_info[7], 标准测试光色温。</p> <p>取值范围: [0, 20000]</p> <p>awb_light_info[8], 计算权重。</p> <p>取值范围: [0, 127]</p> <p>awb_light_info[9], AWB 还原比例。越大还原效果越好, 但可能导致其他色温颜色异常。</p> <p>取值范围: [0, 127]</p>
awb_ext_light_info[320]	Hawkview 5.X ISP 不支持。
awb_skin_color_info[160]	肤色保护点参数, 具体含义同标准测试光。
awb_special_color_info[320]	特殊光源参数, 具体含义同标准测试光。
awb_preset_gain[22]	<p>预设光源参数。两个为一组, 第一个为 r 增益值, 第二个为 b 增益值, g 增益值默认 256</p> <p>第 1 组, 手动模式</p> <p>第 2 组, 自动模式</p> <p>第 3 组, 白炽灯</p> <p>第 4 组, 荧光灯低照度</p> <p>第 5 组, 荧光灯高照度</p> <p>第 6 组, 日出日落</p> <p>第 7 组, 晴朗白天</p>



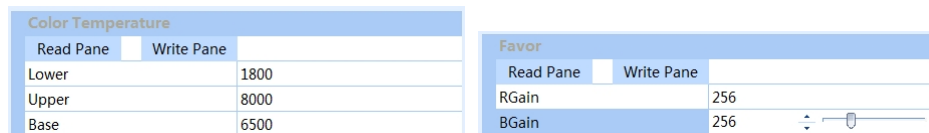
	第 8 组，闪光灯 第 9 组，多云 第 10 组，阴天 第 11 组，钨丝灯 取值范围：[0, 1023]
awb_rgain_favor	r 增益。根据用户喜好调整画面整体偏色。 取值范围：[0, 1023]
awb_bgain_favor	b 增益。根据用户喜好调整画面整体偏色。 取值范围：[0, 1023]

操作：请参考《Hawkview Tool 使用说明书》关于 AWB 的一节。此项调试完成后，请打开对应使能。



注意：V5 AWB 色温点，由 1900K、2500K、2800K、4000K、4100K、5000K、6500K 和 7500K 8 个点组成。实际 AWB 标定时，可能没有那么多不同色温的光源用作标定。可以在一个好的 AWB 参数基础上，根据拥有的光源情况，标定出能标定的点，然后依照新旧标定点的变化趋势，移动剩余的标定点，这也能取得不错的效果。

在白平衡准确的基础上，可以自定义偏色。有两种方法，一种是修改 base，默认值是 6500(K)，降低此值可使色彩偏暖，提高此值可使色彩偏冷。另一种方法是给 Rgain 和 Bgain 一个自定义的增益以产生偏色，Rgain 大于 256，Bgain 小于 256，色彩偏暖。Rgain 小于 256，Bgain 大于 256，色彩偏冷。



对于复杂光源场景，可能有色温判断不准或 AWB 震荡的情况，此时将 Log Param 设为 0x2，观察 log 中 AWB 算法计算出的色温的变化范围。然后，增大对应色温点的 range 值，通过增加 AWB 算法的容差来优化。此外，在复杂光源场景中，AWB 只能将当前



色温判断成某一种色温。通过修改色温点 Weight 值，可以增大 AWB 算法判定成该色温的概率，从而实现不同的 AWB 偏好。

3.4. Shading

原理：光通过镜头后，光强分布近似与光线角度的余弦的 4 次方成正比，画面中央比四周要亮（Lens shading）。其次，IR filter 对不同入射角度的光，截止频率不一样，画面中央与四周在色彩上也会不一致（Color shading）。ISP 的 LSC 模块是根据像素在图像中所处的位置，给予相应的增益。在本项调试完成后，画面中央与四周在亮度和色彩上的差异应该减小到合乎期望值。

相关参数：

参数名	说明
lsc_en	LSC 使能。取值范围：[0, 1]
ff_mod	LSC 补偿模式。取值范围：[1, 2] 1 表示 LSC 补偿与 4 种色温对应。此时，只有 Table0~7 有效。Table0~3 是 vcm_min_code 对应的 Table，每个 Table 对应一个色温节点。Table4~7 是 vcm_max_code 对应的 Table。 2 表示 LSC 补偿与 6 种色温对应。Table0~5 是 vcm_min_code 对应的 Table，Table6~11 是 vcm_max_code 对应的 Table。 对于定焦镜头，vcm_min_code 对应的 Table 应与 vcm_max_code 对应的 Table 一致。
lsc_center_x	Shading 中心横坐标。图像的宽度归一化为 4095。 取值范围：[0, 4095]，2048 表示正中心
lsc_center_y	Shading 中心纵坐标。图像的高度归一化为 4095。 取值范围：[0, 4095]，2048 表示正中心
lsc_tbl[12][768]	Shading 增益 Table，由 12 个 Table 组成，每个 Table 包含 R、G、B 各 256 个值。



	取值范围：[0, 4095]，1024 表示 1 倍增益
lsc_trig_cfg[6]	色温节点。lsc_trig_cfg[0]对应 Shading 增益 Table0 和 6 的色温值，lsc_trig_cfg[1]对应 Shading 增益 Table1 和 7 的色温值，如此类推。当 AWB 算法判断当前色温在两个色温值之间时，Shading 增益 Table 使用对应的两个 Table 的线性插值结果。 取值范围：[0, 9999]

操作：请参考《Hawkview Tool 使用说明书》关于 LSC 的一节。此项调试完成后，请打开对应使能。



注意：对于 Shading 很小的摄像头，可省略此项调试。若 Shading 补偿增益太高，会导致低亮度环境下画面四周噪点明显，可通过降低补偿比例解决。V5 LSC 模块只支持 radial 校正方式，对于 shading 非中心对称的镜头，请使用 sensor 自带的 LSC（如果 sensor 支持的话）。可用调试工具中的 IQ-Lens/Color Shading 功能评价 shading 校正后的效果。

3.5. Color Matrix

原理：sensor 对 RGB 的响应与人眼对 RGB 的响应并不一致，通过本项调试，可将 sensor 对 RGB 的响应调到与人眼接近，实现准确的色彩还原。在实际操作中，是将 sensor 输出的色彩空间通过一个色彩矩阵转化到 sRGB 色彩空间。

相关参数：

参数名	说明
cm_en	color matrix 使能。取值范围：[0, 1]
color_matrix_ini[3]	色彩校正矩阵。3 个矩阵分别对应 3 个色温，其他色温下使用线性插值得到的矩阵。矩阵的每一行之和需等于 256，否则会影响白平衡。 取值范围：[-1023, 1023]
cm_trig_cfg[3]	3 个色彩校正矩阵对应的色温值。 取值范围：[0, 10000]



操作：请参考《Hawkview Tool 使用说明书》关于 CCM 的一节。此项调试完成后，请打开对应使能。



注意：可用调试工具中的 IQ-Color Reproduction 功能评价 CCM 校正后的效果。

3.6. AF

原理：以 VCM 为例，由于制造公差的存在，每个 AF 摄像头聚焦到无穷远和最近处所对应的 Focus 步数并不一样。需要通过标定找出合适的 AF 搜索范围，以提升 AF 速度及准确性。

操作：请参考《Hawkview Tool 使用说明书》关于 AF 的一节。此项调试完成后，请打开对应使能。



相关参数：

参数名	说明
af_en	自动对焦使能。取值范围：[0, 1]
af_use_otp	OTP 使能开关。取值范围：[0, 1]
vcm_min_code	vcm 最小值，远焦端。取值范围：[0, 1023]
vcm_max_code	vcm 最大值，近焦端。取值范围：[0, 1023]
af_interval_time	对焦间隔时间。单位 ms。取值范围：[0, 1023]
af_speed_ind	AF 表索引。该值越大对焦越快。取值范围：[0, 12]
af_auto_fine_en	连续自动对焦细搜索使能开关。
af_single_fine_en	触摸对焦细搜索使能开关。
af_fine_step	细搜索步长。
af_move_cnt	Refocus 运动判定帧数。
af_still_cnt	Refocus 静止判定帧数。
af_move_monitor_cnt	Refocus 运动检测帧数。
af_still_monitor_cnt	Refocus 静止检测帧数。
af_stable_min	曝光运动场景检测低阈值。
af_stable_max	曝光运动场景检测高阈值。
af_low_light_lv	低照度环境 AF 判定阈值。



af_near_tolerance	微距端 refocus 容忍度。
af_far_tolerance	无限远 refocus 容忍度。
af_tolerance_off	容忍度偏差。
af_peak_th	峰值判定阈值。
af_dir_th	方向判定阈值。
af_change_ratio	场景突变阈值。
af_move_minus	场景突变运动帧判定 offset。
af_still_minus	场景突变静止帧判定 offset。

注意：无。



4. 调优

4.1. 调试流程

以下为参考调优流程

Gamma -> AE -> Color -> Noise -> Sharpen->PLTM->Other

4.2. 连动关系

Hawkview ISP 有两种不同的连动关系。

V5 ISP 的 2D 去噪、3D 去噪、色彩去噪、锐化、局部对比度、期望亮度、全局对比度、饱和度和度等参数都可以选择与环境亮度还是增益连动。在工具中调试这些参数时，可以看到这些参数都分成了 0~13，共 14 个档位。

当选择与增益连动时，1 倍增益时使用第 0 档参数，2 倍增益时使用第 1 档参数，3 倍增益时使用第 1 档与第 2 档参数进行线性插值，4 倍增益时使用第 2 档参数，如此类推。通过打印 analog_gain 的值（Log Param 设为 0x1）可以得知当前处于什么增益下（analog_gain 的值以 256 为 1 倍）。

当选择与环境亮度连动时，系统会将 AE Table 分为 350 档，通过打印 lum_idx 的值（Log Param 设为 0x400000）可以得知当前处于 AE Table 的哪一档。当 lum_idx 处于 0~25 之间时，使用第 0 档参数，处于 25~50 之间时，使用第 0 档参数与第 1 档参数做线性插值，处于 50~75 之间时，使用第 1 档参数与第 2 档参数做线性插值，如此类推，当处于 350 时，使用第 13 档参数。

建议 2D 去噪、3D 去噪、色彩去噪、锐化、局部对比度这几项参数与增益连动。

Denoise	
Read Pane	Write Pane
Trigger	<input type="radio"/> Lum <input checked="" type="radio"/> Gain
Color Denoise Trigger	<input type="radio"/> Lum <input checked="" type="radio"/> Gain

下文统一以增益连动方式介绍调试方法。

相关参数：

参数名	说明
isp_log_param	ISP log 信息打印开关。具体每个 bit 的意义请参考 isp_debug.h 文件。



sharp_triger	Sharp 连动选择。 取值范围：[0, 1] 0 表示与环境亮度连动，1 表示与增益连动，下同。
contrast_triger	局部 contrast 连动选择。
denoise_triger	2D 去噪连动选择。
sensor_offset_triger	sensor offset 连动选择。
black_level_triger	black level 连动选择。
dpc_triger	DPC 连动选择。
defog_value_triger	defog 连动选择。
pltm_dynamic_triger	PLTM 连动选择。
brightness_triger	brightness 连动选择。
gcontrast_triger	全局 contrast 连动选择。
saturation_triger	saturation 连动选择。
cem_ratio_triger	CEM 连动选择。
tdf_triger	3D 去噪连动选择。
color_denoise_triger	Color denoise 连动选择。
ae_cfg_triger	AE 相关参数连动选择。
gtm_cfg_triger	Global tone mapping 连动选择。
isp_lum_mapping_point[14]	自定义连动亮度节点。当全设为 0 时，使用默认的连动节点，如前面所述。否则，使用此 table 定义的节点。
isp_gain_mapping_point[14]	自定义连动增益节点。当全设为 0 时，使用默认的连动节点，如前面所述。否则，使用此 table 定义的节点。

4.3. Gamma

原理：Gamma 源于 CRT（显示器/电视机）的响应曲线，即其亮度与输入电压的非线性关系。为了使显示画面恢复原有的线性关系，即灰阶值与亮度呈线性关系，需要在图像中加入 Gamma 校正曲线。此外，Gamma 曲线也被赋予了其他功能，例如改变对比度、通透性等。

操作：请参考《Hawkview Tool 使用说明书》关于 Gamma 的一节。此项调试完成后，请打开对应使能。



Gamma Disable Enable

相关参数：

参数名	说明
gamma_en	Gamma 使能。取值范围：[0, 1]
gamma_tbl_ini[5][ISP_GAMMA_TBL_LENGTH]	Gamma 曲线 table。共有 5 条曲线，每条 Gamma 曲线由 256 个 12bit 整数组成。
gamma_trig_cfg[5]	Gamma 曲线 Triggers。

V5 ISP 支持 5 条 Gamma 曲线，可以通过设置 Lv Triggers 来控制不同环境亮度下使用哪一条 Gamma 曲线。Log Param 设为 0x1 时，会打印出当前的 Lv 值。AE 算法判断当前 Lv 值，取相邻的 2 个 Lv Trigger 对应的 Gamma 曲线做插值，生成当前所用的 Gamma 曲线。R\G\B 三个通道可以分别设置不同的 Gamma 曲线。

通过压低或抬高 Gamma 的前 1/3 部分，可以有效地增加或降低对比度。一般来说，对比度越高，通透性越好，但暗部细节会丢失越多（暗部变黑导致层次感降低），亮处也越容易过曝，令画面动态范围变小。当对比度较小时，画面容易感觉发蒙。对比度调高，色彩饱和度也会有所增加，所以一般应先确定 Gamma 曲线。

若不想修改 Gamma 曲线，也可通过修改亮度/对比度参数来达到调整对比度的目的。

4.4. AE

原理：ISP 根据画面的灰阶值实时调整 sensor 的曝光时间和增益，使得画面亮度始终处于一个合适的水平。设置了 Sensor 曝光时间和增益的寄存器，通常不是即时生效的。ISP 需要获得延迟生效的帧数，使得 AE 算法能配合 sensor。

相关参数：

参数名	说明
ae_en	自动曝光使能。取值范围：[0, 1]
define_ae_table	AE table 使用模式。取值范围：[0, 2] 0 - 使用 isp 默认 AE table 1 - 使用本配置文件设置的 AE table (如果设置错误则使用



	isp 默认值) 2 - 使用驱动 c 文件中设置的 AE table
ae_max_lv	AE 表中对应的最大亮度值。以 AE 表第一行设置来曝光，图像亮度正常时，所对应的环境亮度值。例如，1300 表示 Lv13。
ae_table_preview_length	预览模式 AE 表长度。取值范围：[1, 7]
ae_table_capture_length	拍照模式 AE 表长度。取值范围：[1, 7]
ae_table_video_length	视频模式 AE 表长度。取值范围：[1, 7]
ae_table_preview[42]	预览模式 AE 表。 AE 表六个为 1 组，每 1 组中，前两个表示曝光时间（倒数），中间两个表示增益（x256 为 1 倍增益），后两个表示光圈（例如 200 表示 F2.0 光圈）。 如果曝光时间相同而增益不同，则表示在该曝光时间下增益的变化；如果曝光时间不同而增益相同，则表示在增益下曝光时间的变化。每一行中，曝光时间、增益和光圈只能有一项发生变化。 增益最大值不能超过驱动中设置的最大值。
ae_table_capture[42]	拍照模式 AE 表。
ae_table_video[42]	视频模式 AE 表。
ae_win_weight[64]	AE 窗口权重表，8*8 矩阵。取值范围：[0, 63]
ae_hist_mod_en	使用直方图做 AE 使能开关。打开时，ae_cfg 中最后 4 个参数生效。 取值范围：[0, 1]
ae_hist_sel	直方图统计值输出位置选择。 取值范围：[0, 1] 0 表示在 WDR 模块后输出直方图统计值。 1 表示在 CNR 模块后输出直方图统计值。
ae_stat_sel	AE 统计值输出位置选择。 取值范围：[0, 2]



	<p>0 表示在 WDR 模块前输出 AE 统计值。</p> <p>1 表示在 WDR 模块后输出 AE 统计值。</p> <p>2 表示在 CNR 模块后输出 AE 统计值。</p>
ae_ki	控制 PID AE 收敛速度。取值范围：[10, 100]
ae_ConvDataIndex	面背光检测滤波参数。取值范围：[0, 19]
ae_blowout_pre_en	过曝控制使能。取值范围：[0, 1]
ae_blowout_attr	过曝控制强度。取值范围：[0, 50]
ae_delay_frame	曝光参数调整间隔。取值范围：[0, 15]
exp_delay_frame	曝光生效延迟帧数。取值范围：[0, 15]
gain_delay_frame	增益生效延迟帧数。取值范围：[0, 15]
exp_comp_step	曝光补偿步长间隔。该值越大，曝光补偿效果越明显。 取值范围：[0, 15]
ae_touch_dist_ind	点触曝光权重范围。取值范围：[0, 5]
ae_iso2gain_ratio	手动 ISO 模式下 ISO 强度控制。
ae_fno_step[16]	光圈优先模式下，光圈步长控制。
ae_cfg[ISP_EXP_CFG_MAX]	<p>AE 连动参数。具体说明如下</p> <p>Win Over-Exp AE 抗过曝窗口权重。该值越大，根据窗口亮度防止过曝的效果越明显。 取值范围：[0, 63]</p> <p>Win Under-Exp AE 抗欠曝窗口权重。该值越大，根据窗口亮度防止欠曝的效果越明显。 取值范围：[0, 63]</p> <p>Hist Over-Exp AE 抗过曝直方图权重。该值越大，根据直方图防止过曝的效果越明显。 取值范围：[0, 63]</p> <p>Hist Under-Exp</p>



	<p>AE 抗欠曝直方图权重。该值越大，根据直方图防止欠曝的效果越明显。 取值范围：[0, 63]</p> <p>Preview Speed 预览模式 AE 速度。该值越大，速度越慢。 取值范围：[0, 63]</p> <p>Capture Speed 零延时拍照模式 AE 速度。该值越大，速度越慢。 取值范围：[0, 63]</p> <p>Video Speed 录像模式 AE 速度。该值越大，速度越慢。 取值范围：[0, 63]</p> <p>Touch Speed 触控模式 AE 速度。该值越大，速度越慢。 取值范围：[0, 63]</p> <p>Tolerance AE 容忍度。该值越大，容忍度越高。在该容忍度范围内，光线变化曝光设置不变。 取值范围：[0, 15]</p> <p>Target 期望亮度（gamma 前）。该值越大画面越亮。 取值范围：[0, 255]</p> <p>Dark Min、Dark Max、Bright Min、Bright Max 当 ISP 判定当前场景为面光场景时，ISP 会倾向于亮部权重为 Bright Max、暗部权重为 Dark Min 来进行 AE，结果是亮部曝光正常（当 Bright Max 大于 Dark Min 时）； 当 ISP 判定当前场景为背光场景时，ISP 会倾向于亮部权重为 Bright Min、暗部权重为 Dark Max 来进行 AE，结果是暗部曝光正常（当 Dark Max 大于 Bright Min 时）；</p>
--	---

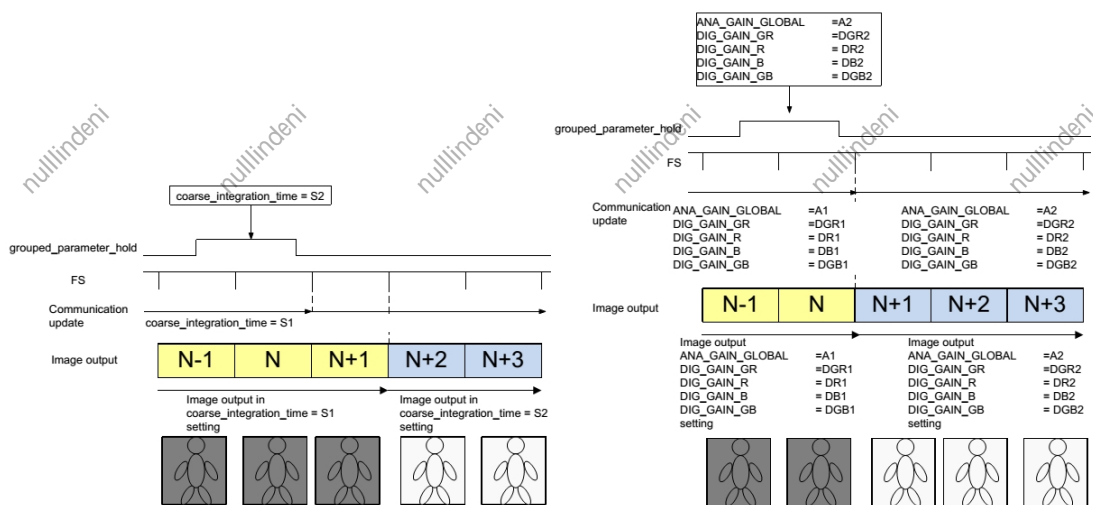


	<p>当 ISP 判定当前场景非面光或背光场景时，ISP 会倾向于亮部权重为（Bright Min~Bright Max 之间，越趋向于面光场景时越靠近 Bright Max）、暗部权重为（Dark Min~Dark Max 之间，越趋向于背光场景时越靠近 Dark Max）进行 AE。</p> <p>取值范围：[0, 63]</p>
--	--

操作：一、查找 sensor datasheet 中曝光时间和增益延迟生效的说明，填写 ISP 参数中的 exp_delay_frame 和 gain_delay_frame。如下，不同 sensor 对这一部分的描述会不一样。

<p>0x3503 AEC MANUAL 0x00 RW</p>	<p>Bit[6]: Digital fraction gain delay option 0: Delay 1 frame 1: Not delay 1 frame</p> <p>Bit[5]: Gain change delay option 0: Delay 1 frame 1: Not delay 1 frame</p> <p>Bit[4]: Gain delay option 0: Delay 1 frame 1: Not delay 1 frame</p> <p>Bit[2]: Gain manual as sensor gain 0: Input gain as real gain format 1: Input gain as sensor gain format</p> <p>Bit[1]: Exposure delay option (must be 0) 0: Delay 1 frame 1: Not used</p> <p>Bit[0]: Exposure change delay option (must be 0) 0: Delay 1 frame 1: Not used</p>
---	---

OV8858 曝光时间和增益延迟



IMX214 曝光时间和增益延迟

例如上面 IMX214 应这样设



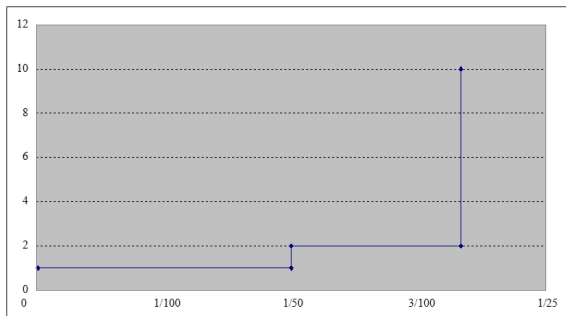
Frames Delay	
Read Pane	Write Pane
AE	0
Exposure	2
Gain	1

二、完成 Max Lv 测试。请参考《Hawkview Tool 使用说明书》关于 AE 的一节。完成后，AE 算法对环境亮度的判断更准确。此外，Lv 值对 Gamma、AWB 和编码都有影响，请尽量测试正确。

三、填写 AE 窗口权重表。AE 窗口权重表为 8x8 表，是将输出画面等分成 8x8 份，每个窗口占 AE 的权重可单独配置。对以风景拍摄为主的应用，建议采用平均权重。对以人像拍摄为主的应用，建议中央部分的权重要明显比四周的高。对于行车记录仪，下部的权重要比上部大，有利于保证路面亮度。

四、填写 AE Table。AE Table 中填写的是 AE Pline 的各个节点值，如下

	Min Exp	Max Exp	Min Gain	Max Gain	Min Fno.	Max Fno.
0	8000	50	256	256	200	200
1	50	50	256	512	200	200
2	50	30	512	512	200	200
3	30	30	512	2560	200	200



五、期望亮度与容差。注意期望亮度是可与 AE Table 连动的。建议随着 lum_idx 值增加，期望亮度可以降低，有助于夜晚收光。画面亮度提高，色彩饱和度也会有所提高。V5 ISP 的期望亮度与容差是 Gamma 前的，每级期望亮度的差异建议不大于 5。

六、根据具体应用要求，修改抗过曝、抗欠曝和 AE 收敛速度大小。抗过曝与抗欠曝都有 by win 和 by hist 两种参数。by win 对天空过曝和背光大面积欠曝较为敏感。by hist 对夜晚路灯等点光源较为敏感。可以设置不同的权重调节不同抗过曝和抗欠曝算法的强度。AE speed 值设置越大，AE 收敛速度越慢。

	Win Over-Exp	Win Under-Exp	Hist Over-Exp	Hist Under-Exp	Preview Speed	Capture Speed	Video Speed	Touch Speed	Tolerance	Target
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

此项调试完成后，请打开对应使能。



AE Disable Enable

4.5. Color

原理：客户普遍喜欢拍摄的画面比真实的要艳丽一点，色彩饱和度控制在 110%~120%之间会比较合适。经过前面模块的调整后，饱和度可能不能达到要求，就需要修改饱和度参数来达到要求。此外，若客户对色调有偏好，或希望增强某种颜色，可用 CEM 模块调整色彩。

相关参数：

参数名	说明
satur_en	饱和度调整使能。取值范围：[0, 1]
cem_en	色彩增强使能。取值范围：[0, 1]
saturation_cb	Cb 饱和度增益。100 为 1 倍。 取值范围：[0, 300]
saturation_cr	Cr 饱和度增益。100 为 1 倍。 取值范围：[0, 300]
saturation_cfg[ISP_SATURAT ION_MAX]	饱和度连动参数。
cem_ratio	CEM table 比例。 实际使用的 CEM table 由 CEM table 0 和 CEM table 1 线性插值所得。 $\text{CEM table} = [\text{CEM table 0} \times \text{cem_ratio} + \text{CEM table 1} \times (255 - \text{cem_ratio})] / 255$ 取值范围：[0, 255]
isp_cem_table[ISP_CEM_ME M_SIZE]	CEM table 0。
isp_cem_table1[ISP_CEM_ME M_SIZE]	CEM table 1。

操作：将色卡置于 D65 光源下，调整光源亮度，使得 AE 处于 1 倍增益。利用工具的 IQ Test->Color production 功能，测试饱和度。根据测试值和期望值的差距，调整 ISO100 下的

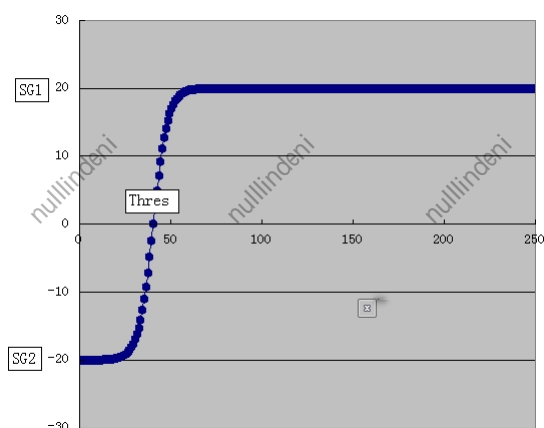


饱和度参数。完成后，调整光源亮度使得 AE 处于 2 倍增益，调整 2 倍增益下的饱和度参数，如此类推。

饱和度参数 R\G\B 是设置 R\G\B 三个通道饱和度增强的权重。权重越大，对应通道色彩的饱和度调整越明显。R\G\B 三者总和要等于 16。

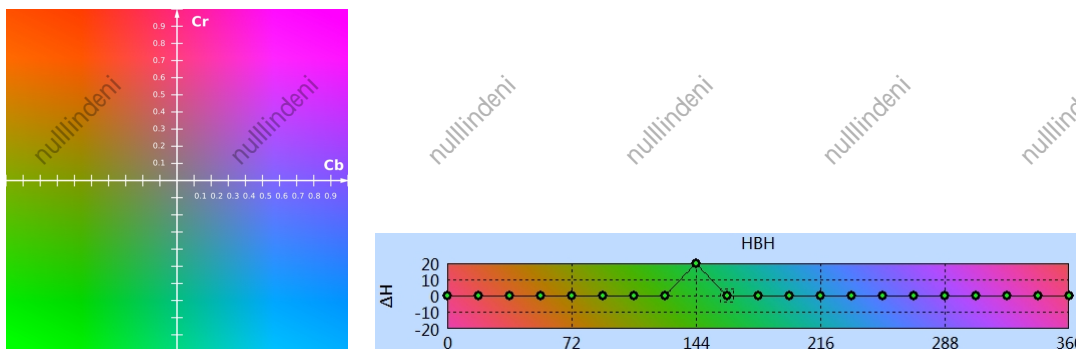
	CB	CR	R	G	B	Mode	SG1	SG2	Thres
0	0	0	5	6	5	0	20	-20	40
1	0	0	5	6	5	0	20	-20	40

画面中高亮处和低亮处的饱和度增益可以通过 SG1 和 SG2 单独调整。阈值 Thres 用于区分高亮和低亮区域。如下图所示。

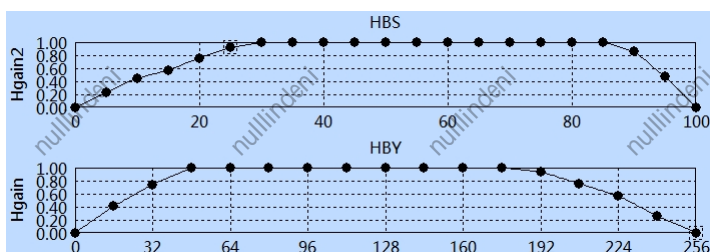


V5 ISP 增加了 CEM 模块，此模块可以对色彩的色相和饱和度作调整。由于 CEM 参数不能根据环境亮度作差异化的变化，一般应在色彩增强需求最强烈的环境下调试（例如白天户外），然后在不同增益下调试，修改对应增益下的 CEM 强度值。通常，增益越高，CEM 强度越低。

CEM 参数调试一般先修改色相（Hue）。色相可以通过三个维度去控制：HBH，在原有色相的基础上改变色相；HBS，根据饱和度决定色相偏移的增益；HBY 根据亮度决定色相偏移的增益。操作方法如下，用对比机和待调试机器在同一环境下拍摄色卡（粗调用 24 色卡，细调用 140 色卡）。分析两台机器在每个色块上色相的差异（在 CrCb 二维坐标上的角度差异），找出差异最大的区域，调节 HBH，可使此区域内的色相产生改变。如下图的设置是使 144 度对应的绿色色相增加 20 度，色相从原来的绿色转变为绿偏蓝。



在实际使用中，会使植物叶子的色彩从黄绿变为翠绿，但其他绿色物体会也跟着变得偏蓝一些。如果只想调节叶子的色彩，尽可能的不影响其他部分，还应使用 HBS 和 HBY 功能。由于叶子色彩通常在一定的饱和度和亮度范围内，在这个范围内，可以将 Hgain 调到最大，在此范围外，可以适当降低 Hgain 以避免产生副作用。记录下这三个表的曲线并还原。

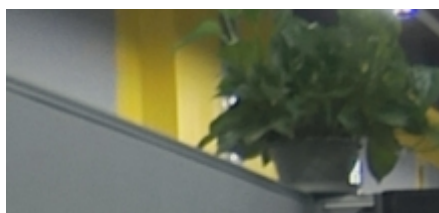


接着，选择色相差第二大的区域，按上面的步骤调整并记录调整后的曲线。一般调整了三四个区域后，就可根据这几次的结果做出一组较为折中的曲线。令此组曲线生效，若在多种场景下都没有明显的副作用，则色相部分调整完成。

接下来是饱和度调整。若希望叶子的色彩更鲜艳，可以修改 SBH 表，提高绿色部分的增益。为了抑制彩噪、物体边缘的伪彩或者改善暗部偏色，可以修改 SBS 表和 SBY 表，把低饱和度和低亮度区域的色彩饱和度进一步降低。高亮和高饱和区域同样也可以限制一点增益，以使图像看起来不失真。

下面以调整绿叶色彩为例，说明调优步骤。

- 1 在确保 ISP 所有模块正常开启的情况下，关闭 CEM，抓取一帧图像，分析画面中绿叶部分的 RGB 分布。

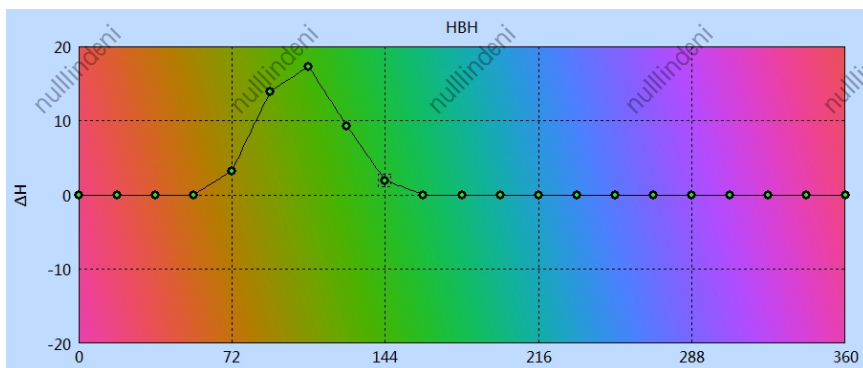


R: 44.08, R_SD: 8.36, R_SNR: 14.45, G: 63.35, G_SD: 11.38, G_SNR: 14.91, B: 41.08, B_SD: 7.62, B_SNR: 14.63

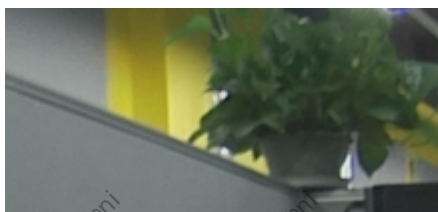
- 2 计算得知，绿叶部分 Hue 在 112 左右，Saturation 在 30-40 之间。因此，把 HBH 图中



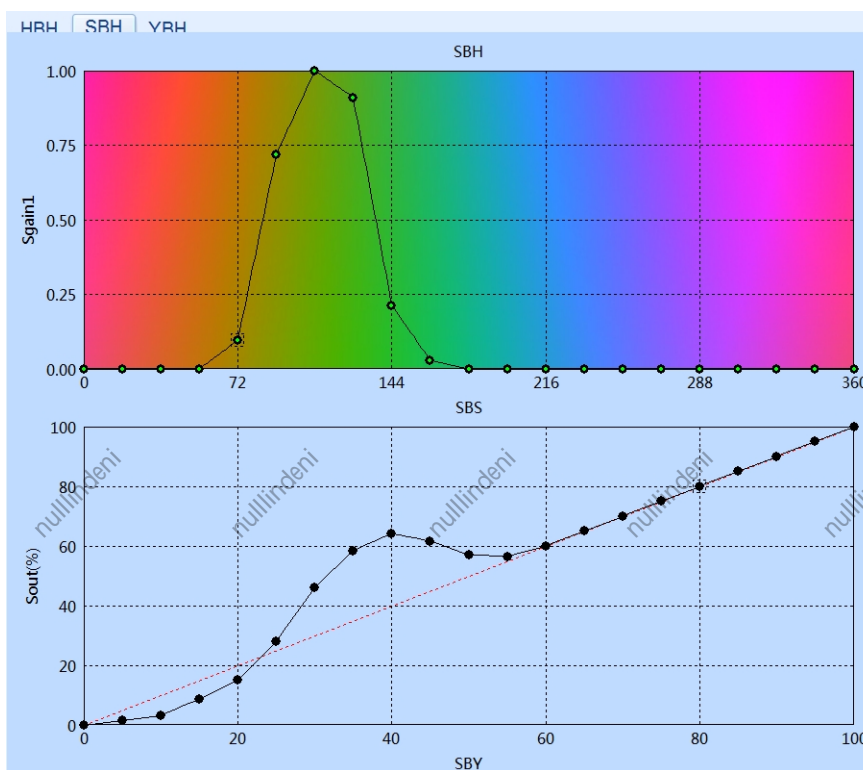
112 左右的点往上拉。



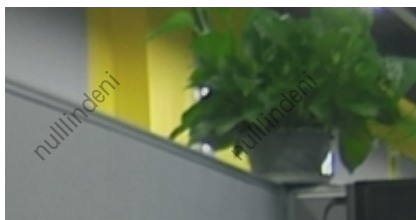
3 绿叶色彩已从黄绿转为青绿，但还不够鲜艳。



4 上拉 SBH 表中 Hue 在 112 附近的点，同时上拉 SBS 表中 Saturation 在 30-40 附近的点。为了不影响场景中其他浅色区域，需要同时压低 Saturation 在 20 以下的点。



5 绿叶部分色彩变得翠绿，同时对其它色彩影响不大。可以按照此步骤继续调整其它色彩，或者调整不同增益下的 CEM 强度。



4.6. Noise

原理：sensor 增益越大，噪点越明显，所以需要调整不同增益下的去噪参数。去噪参数过大，会使细节损失。去噪参数过小，噪点无法被有效去除。

V5 的去噪有 2D 去噪、3D 去噪和色彩去噪。2D 去噪是空域去噪，利用像素与周边像素的差异，消除噪声成分，在消除噪声的同时可能会使边缘模糊。3D 去噪是时域去噪，利用像素在前后帧的差异，消除噪声成分，在消除噪声的同时可能会留下上一帧的残影。色彩去噪只对色域噪声有用，不能降低亮度域噪声。

3D 去噪是依赖于 2D 去噪的结果，色彩去噪不会影响清晰度，故一般先调好 2D 去噪参数。2D 去噪参数按灰阶值等分 33 个阈值，每个阈值可以单独修改，通过线性插值得到所有灰阶值对应的 2D 去噪阈值。

相关参数：

参数名	说明
denoise_en	2D 去噪使能。取值范围：[0, 1]
tdf_en	3D 去噪使能。取值范围：[0, 1]
cnr_en	色彩去噪使能。取值范围：[0, 1]
denoise_cfg[ISP_DENOISE_M AX]	2D 去噪联动参数。具体说明如下 Black Gain 低亮去噪阈值增益。取值范围：[0, 65535] Black Offset 低亮去噪阈值偏移。取值范围：[0, 4095] White Gain 高亮去噪阈值增益。取值范围：[0, 65535] White Offset



	高亮去噪阈值偏移。取值范围：[0, 4095]
tdf_cfg[ISP_TDF_MAX]	<p>3D 去噪连动参数。具体说明如下</p> <p>Noise Clip Ratio 噪声强度最小值限制系数。一般设为 16。</p> <p>Diff Clip Ratio 取值范围：[0, 255] 运动强度缩放比例。</p> <p>K_3D_S 合成比例。 取值范围：[0, 31]</p> <p>Diff Calc Mode 运动估计计算模式。一般设为 0。</p> <p>Black Gain 低亮去噪阈值增益。取值范围：[0, 65535]</p> <p>Black Offset 低亮去噪阈值偏移。取值范围：[0, 4095]</p> <p>White Gain 高亮去噪阈值增益。取值范围：[0, 65535]</p> <p>White Offset 高亮去噪阈值偏移。取值范围：[0, 4095]</p> <p>Ref. Black Gain 低亮参考噪声增益。取值范围：[0, 65535]</p> <p>Ref. Black Offset 低亮参考噪声偏移。取值范围：[0, 4095]</p> <p>Ref. White Gain 高亮参考噪声增益。取值范围：[0, 65535]</p> <p>Ref. White Offset 高亮参考噪声偏移。取值范围：[0, 4095]</p>
color_denoise	色彩去噪强度。



	取值范围：[0, 4095]
isp_bdnf_th[ISP_REG_TBL_LENGTH]	2D 去噪阈值曲线。 取值范围：[0, 4095]
isp_tdnf_th[ISP_REG_TBL_LENGTH]	3D 去噪阈值曲线。 取值范围：[0, 4095]
isp_tdnf_ref_noise[ISP_REG_TBL_LENGTH]	参考噪声曲线。 取值范围：[0, 4095]
isp_tdnf_k[ISP_REG_TBL_LENGTH-1]	静止区域去噪收敛速度曲线。 取值范围：[0, 31]

操作方法：首先，用 V5 Hawkview Tool 测定 2D 去噪阈值曲线（BDNF 曲线）。设置 sensor 为 1 倍增益，调整灯箱光源亮度和 sensor 曝光时间，使得灰阶卡最亮块的灰阶值在 230 左右。拍摄灰阶卡，计算不同灰阶的信噪比。若低亮度的灰阶信噪比小于期望值，则增加 ISO100 下的 2D 去噪 Black Gain 与 Black Offset。若高亮度的灰阶信噪比小于期望值，则增加 ISO100 下的 2D 去噪 White Gain 与 White Offset。若信噪比大于期望值，则减小相应的 Gain 与 Offset。建议去噪阈值刚好能使信噪比满足期望值就可以了，设置过大的阈值会降低清晰度。期望值不应设置太高，因为使用 3D 去噪后，信噪比还会增加。完成后，设置 sensor 为 2 倍增益，调整灯箱光源亮度和 sensor 曝光时间，继续调整 ISO200 下的 2D 去噪参数，如此类推。

Black Gain 与 Black Offset 是对应灰阶值为 0 的，White Gain 与 White Offset 是对应灰阶值为 255 的。其他灰阶值的 Gain 由 Black Gain 与 White Gain 线性插值得到，Offset 由 Black Offset 与 White Offset 线性插值得到。最终的去噪阈值=原阈值 \times Gain / 256 + Offset。去噪阈值的意义是，当某像素与其周围的像素差异小于阈值，就认为该像素存在噪声，对其进行去噪处理。所以，去噪阈值越大，画面被去噪处理的部分越多。

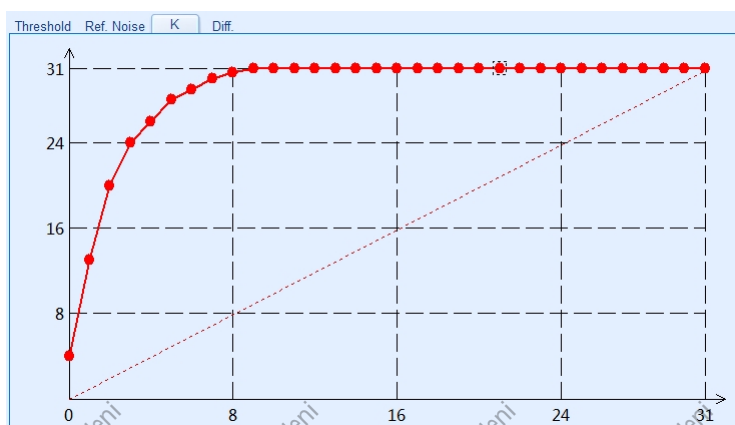
3D 去噪参数有 3D 去噪阈值曲线（Threshold）、参考噪声曲线（Ref. noise）、去噪收敛速度曲线（K）、对比度增强（K_3D_S）、运动强度缩放比例（Diff clip ratio）、噪声强度最小值限制系数（Noise clip ratio）。

参考噪声曲线是 3D 去噪算法用于估算 2D 去噪后的剩余噪声强度，与 3D 去噪阈值一起区分像素是噪点还是图像有效信息。曲线的值越大，越多像素被判定为噪点，被加以去噪。可

以使用与 2D 去噪阈值曲线相同的曲线。参考噪声曲线的 Gain 与 Offset 设置值可以参考 2D 去噪的 Gain 与 Offset，一般要比 2D 的稍小一点（例如低 10%）。参考噪声设的越大，图像闪烁越小，运动拖影越大。

然后测定 3D 去噪阈值曲线。将去噪阈值的 Gain 设为 512，Offset 设为 0，sensor 增益处在最常用的增益范围内，调整灯箱光源亮度和 sensor 曝光时间，使得灰阶卡最亮块的灰阶值在 230 左右。调整每一级灰阶对应的 3D 去噪阈值，使得每一级灰阶的闪烁程度都与对比机一致。3D 去噪阈值基础曲线确定下来后，按照前述的方法调整不同增益下的 White Gain、White Offset、Black Gain、Black Offset，使得闪烁程度与对比机一致。

对比度增强（K_3D_S）是可以控制去噪后纹理的保持程度。此值越大，2D 去噪占比越小，图像纹理越清晰，但会增加噪声。此值越小，2D 去噪占比越大，噪声减小，但纹理会变得模糊。若把去噪的 Gain 增加到很大，3D 去噪效果还达不到期望，可以减少 K_3D_S 试试。去噪收敛速度曲线（K）建议用下面的设置。曲线越快收敛到 31，运动后的背景越快恢复清晰。对于 IPC 等以静态场景为主的应用，曲线可以稍平缓一点。对于运动 DV 等以动态场景为主的应用，曲线应该更陡一点。



运动强度缩放比例（Diff clip ratio）。取值越大，运动拖影越小，同时整体画面闪烁的噪声越大。此参数用于控制噪声闪烁的均匀度，让静止区域有一定的噪声闪烁，减弱边缘区域大噪声闪动造成的突兀感。

噪声强度最小值限制系数（Noise clip ratio），一般设为 16。

4.7. Sharpen

原理：锐化是使物体边缘处的反差增大，黑边更黑，白边更白，使人感觉纹理更突出，产生清晰度增加的感觉，本身无法增加画面细节。



相关参数：

参数名	说明
sharp_en	锐化使能。取值范围：[0, 1]
contrast_en	局部对比度增强使能。取值范围：[0, 1]
sharp_cfg[ISP_SHARP_MAX]	锐化连动参数。具体说明如下 Min 低亮锐化阈值。取值范围：[0, 255] Max 高亮锐化阈值。取值范围：[0, 255] Black Lv 黑边强度增益。取值范围：[0, 4095] White Lv 白边强度增益。取值范围：[0, 4095] Black Clip 黑边强度截止。取值范围：[0, 4095] White Clip 白边强度截止。取值范围：[0, 4095] Black Gain 低亮（低梯度）锐化曲线增益。取值范围：[0, 65535] Black Offset 低亮（低梯度）锐化曲线偏移。取值范围：[0, 4095] White Gain 高亮（高梯度）锐化曲线增益。取值范围：[0, 65535] White Offset 高亮（高梯度）锐化曲线偏移。取值范围：[0, 4095]
isp_sharp_val[ISP_REG_TBL_LENGTH]	基于梯度的锐化曲线
isp_sharp_lum[ISP_REG_TBL_LENGTH]	基于亮度的锐化曲线



contrast_cfg[ISP_CONTRAST_MAX]	<p>局部对比度增强连动参数。具体说明如下</p> <p>Min 低亮局部对比度增强阈值。取值范围：[0, 255]</p> <p>Max 高亮局部对比度增强阈值。取值范围：[0, 255]</p> <p>Black Lv 黑边强度增益。取值范围：[0, 4095]</p> <p>White Lv 白边强度增益。取值范围：[0, 4095]</p> <p>Black Clip 黑边强度截止。取值范围：[0, 4095]</p> <p>White Clip 白边强度截止。取值范围：[0, 4095]</p> <p>Plat Thres 平坦区抑制阈值。</p> <p>Black Gain 低亮（低梯度）局部对比度增强曲线增益。 取值范围：[0, 65535]</p> <p>Black Offset 低亮（低梯度）局部对比度增强曲线偏移。 取值范围：[0, 4095]</p> <p>White Gain 高亮（高梯度）局部对比度增强曲线增益。 取值范围：[0, 65535]</p> <p>White Offset 高亮（高梯度）局部对比度增强曲线偏移。 取值范围：[0, 4095]</p>
isp_contrast_val[ISP_REG_TBL_LENGTH]	基于梯度的局部对比度增强曲线



isp_contrast_lum[ISP_REG_T BL_LENGTH]	基于亮度的局部对比度增强曲线
isp_contrat_pe[128]	大尺度纹理对比度增强曲线

V5 ISP 有两个清晰度增强的模块，Contrast 与 Sharpness，分别位于去噪前后。两个模块的调试方法是类似的，由于 Contrast 是在去噪前，所以会有增强噪声的问题，Sharpness 是在去噪后，会有弱纹理无法增强的问题。两个模块要配合起来使用。Contrast 与 Sharpness 的参数基本一致。Contrast 与 Sharpness 都有基于 Lum 的曲线，根据像素的不同灰阶值，可以给予不一样的增益。Contrast 与 Sharpness 都有基于 Value 的曲线，用于根据边缘梯度大小，可以给予不一样的增益。Min 和 Max 分别对应灰阶值为 0 和 255 时的阈值，当某像素与其周围像素的差异大于阈值时，该像素才会被增强。此值越小，越多像素参与 Contrast/Sharpness。Black Lv 是黑边的增益，White Lv 是白边的增益。Lv 值越强，Contrast/Sharpness 后的边缘黑边越黑、白边越白。Black clip 用于限制黑边最大的增益，White clip 用于限制白边最大的增益。Contrast 比 Sharpness 多了一个平坦区抑制。Plat Thres 是平坦区阈值，若某像素所在 3x3 区域与旁边的 3x3 区域的差值小于阈值，则认为该像素处于平坦区，其对比度增强会受到抑制。Contrast 的 PE 曲线是用于根据上述区域差值的大小，可以给予不一样的增益。

下面先介绍 Contrast 参数调优方法。

调整环境亮度，使得 AE 处于 1 倍增益下。打开 Contrast 使能，关闭 Sharpness 使能。将 Black gain 和 White gain 都设为 256，Black offset 和 White offset 都设为 0，Plat thres 设为 0，Black clip 和 White clip 都设为 256，Black Lv 和 White Lv 都设为 16，Min 设为 4，Max 设为 16。

Min	Max	Black Lv	White Lv	Black Clip	White Clip	Plat Thres	Black Gain	Black Offset	White Gain	White Offset
4	16	16	16	256	256	0	256	0	256	0

调整 Contrast Value 表，这个表是控制不同纹理强度被增益的程度。一般来说，弱纹理的增益应该比强纹理的增益大，以凸显弱纹理，抑制强纹理。Contrast Lum 表是控制不同灰阶值下纹理被增益的程度，一般来说，高亮纹理的增益程度可以降低一点，以保持高亮部分锐化的自然。调试中需注意有没有弱纹理没有被增强，例如文字、草地、路面的纹理。各种纹理在增强后画面是否还自然，例如电线杆、建筑物边缘等锐化有没有过度。若没有这些问题，则 Contrast 表就调好了。



接着可以修改不同环境亮度下的黑边白边强度。一般来说，若纹理线条不够黑，可以放宽 **Black clip**。过度放宽 **Black clip**，会使得物体边缘出现很粗的黑边，画面变得不自然。首先找到对比机黑白边最严重的区域，通过增加 **clip** 与 **Lv**，使本机的黑白边程度与对比机接近。然后固定 **clip** 值，不断降低 **Lv** 值，使得画面整体清晰度对比机接近。这样，1 倍增益下的 **clip** 与 **Lv** 的参数就调好了。接着，调整环境亮度，使得 AE 处于 2 倍增益下。调整此增益下的 **clip** 与 **Lv** 值。如此类推。

Contrast 模块还可对大尺度的平坦区域抑制对比度增强，使平坦区域表现得更干净。**Plat thres** 是用于区分平坦区的阈值，随着增益变大，噪声增大，这个域值也要跟着增大。通过调试此值达到平坦区变干净同时尽量不影响清晰度的效果。调整 **Contrast PE** 表，可以控制不同强度的大尺度纹理对比度增强的程度。

在大尺度纹理和弱纹理都得到一定程度加强后，用 **Sharpeness** 模块微调清晰度。打开 **Sharpeness** 使能，关闭 **Contrast** 使能。**Sharpeness** 模块有 **Value** 表、**Lum** 表、**Black Lv**、**White Lv**、**Black clip**、**White clip**，调优方法和 **Contrast** 的一样。在 **Sharpeness** 参数调好以后，同时打开 **Sharpeness** 与 **Contrast** 使能，并将 **Sharpeness** 与 **Contrast** 的 **clip** 与 **Lv** 值都降低一定比例（例如都降低 50%），使得清晰度与单独打开其中一个模块的效果接近。

在低照度（ $<0.1\text{lux}$ ）下，去噪与清晰度的各个模块需要联合调试。在低照度下，3D 去噪一般设置得比较强，容易出现运动鬼影的问题，调试主要是平衡运动鬼影与去噪效果。若客户对运动鬼影容忍度比较低，可以降低 3D 去噪阈值 **Gain**、参考噪声 **Gain**，这样图像会变得闪烁一点，但运动鬼影也会减弱。2D 去噪较大，运动部分会显得比较模糊没有细节，2D 去噪较小，运动部分纹理会显得比较细碎，感觉上清晰一点。色彩去噪也要适当降低，过高的色彩去噪会导致色彩扩散问题，加剧运动鬼影。**Contrast** 与 **Sharpeness** 会加强鬼影的轮廓，因此也需要适度降低。

4.8. PLTM

原理：V5 ISP 有局部动态范围增强模块（PLTM）。根据当前画面的直方图，动态地局部地提升暗部的亮度，同时使亮部区域不过曝，达到动态范围增强的效果。

相关参数：



参数名	说明
pltm_en	局部动态范围增强使能。取值范围：[0, 1]
pltm_dynamic_cfg[ISP_PLTM_DYNAMIC_MAX]	<p>PLTM 连动参数。具体说明如下</p> <p>Auto Strength</p> <p>PLTM 自动强度。算法根据直方图分布自动计算当前的动态范围增强强度。</p> <p>取值范围：[0, 255]</p> <p>Manual Strength</p> <p>PLTM 手动强度。取值范围：[0, 255]</p> <p>AE Comp.</p> <p>期望亮度补偿。数值越大，画面整体亮度越低。</p> <p>取值范围：[0, 255]</p>
pltm_cfg[ISP_PLTM_MAX]	<p>PLTM 其他参数。具体说明如下</p> <p>OrigPic Ratio</p> <p>原始图像比例。数值越大，原图所占比重越大。</p> <p>TR Order</p> <p>变换阶数。数值越大，图像越亮。</p> <p>Last Order Ratio</p> <p>最末阶比例。用于平滑强度变换过程中的不连续。</p> <p>LSS Switch</p> <p>局部小尺度信号切换。</p> <p>取值范围：[0, 1]</p> <p>设为 1 时，保留更多细节，可能增加噪声。</p> <p>Lun Ratio</p> <p>明度比例。数值越大，高亮部分细节保留越多。</p> <p>LP Halo Res</p> <p>亮域边缘效应抑制。数值越大，边缘效应抑制越强。</p> <p>White Level</p> <p>高亮水平。数值越小，高亮部分越不容易过曝。</p>



	<p>Spatial Asym</p> <p>空间一致性。数值越大，图像局部对比度越高，边缘效应越大。</p> <p>Intensity Asym</p> <p>亮度一致性。数值越大，图像亮域亮度提升越多。</p> <p>Vertical Blocks</p> <p>直方图统计值垂直分块数量。</p> <p>Horizontal Blocks</p> <p>直方图统计值水平分块数量。</p>
isp_pltm_table[ISP_PLTM_M EM_SIZE]	PLTM 曲线。

调试方法：建议使用 Auto Strength Mode，各个参数参考以下设定。然后在不同增益下设定不同的 Auto Strength 即可。Strength 越大，动态范围越强，但图像通透性会降低。随着强度提高，边缘效应也会增大，可以提高 LP Halo Res 的值，增强边缘效应抑制。用 White Level 控制过曝，数值越小，高亮部分越不容易过曝。

PLTM	
Read Pane	Write Pane
Mode	Auto Strength
Auto Strength	4
Manual Strength	8
OrigPic Ratio	0
TR Order	10
Last Order Ratio	7
Alpha	2048
Delta	2048
LSS Switch	<input checked="" type="radio"/> Disable <input type="radio"/> Enable
Lum Ratio	15
LP Halo Res	15
White Level	210
Spatial Asym	0
Intensity Asym	255
Vertical Blocks	23
Horizontal Blocks	31

4.9. CTC

原理：当 sensor CRA 与镜头 CRA 不匹配时，经过 sensor CFA 的光会有一部分进入到错误的感光区域内，造成 Gr 与 Gb 响应不平衡，导致画面出现迷宫状或网格状图案。



相关参数：

参数名	说明
ctc_en	CTC 模块使能。取值范围：[0, 1]
ctc_th_max	判断过渡边缘的上域值。 取值范围：[0, 4095]
ctc_th_min	判断过渡边缘的下域值。 取值范围：[0, 4095]
ctc_th_slope	判断过渡边缘的斜率。 必须设置为 $(4096 \llcorner 4) / (ctc_th_max - ctc_th_min)$
ctc_dir_wt	判断边缘方向的权重。 取值范围：[0, 127]
ctc_dir_th	判断边缘方向的阈值。 取值范围：[0, 4095]

调试方法：调试时优先修改 Min 与 Max 值。若 Gr 与 Gb 的差异小于 Min，则去除 Cross talk 效果最强，若 Gr 与 Gb 的差异大于 Max，则没有去除 Cross talk 效果。这两个值设置过大会导致画面变得模糊，设置过小 Cross talk 不能消除干净。若这两个值调小了依然模糊，



可以调小 Wt 和 Threshold。这两个值用于控制边缘判断，设得越小边缘越清晰。对于 CRA 匹配的模组，不需要打开这个模块，以免影响清晰度。

CRA Talk	
Read Pane	Write Pane
Min	60
Max	316
Slope	262
Direction Wt	64
Direction Threshold	80

4.10.DPC

原理：V5 ISP 只支持 OTF 模式去坏点，亮点与暗点都能实时检测并去除。

相关参数：

参数名	说明
otf_dpc_en	坏点补偿使能。取值范围：[0, 1]
dpc_cfg[ISP_DPC_MAX]	坏点补偿连动参数。具体说明如下 Slope 去坏点阈值随着灰阶值增加的比例系数。 取值范围：[0, 15] Min 坏点补偿阈值的下限值。 取值范围：[0, 4095] Max 坏点补偿阈值的上限值。 取值范围：[0, 4095] Mode 去坏点模式。 取值范围：[0, 2]

调试方法：DPC 支持 3 种去坏点模式，0 模式去坏点强度最弱，2 模式去坏点强度最强。由于部分坏点会随着增益变大而变得更明显，建议随着增益变大，坏点模式也同时改变。Min 值决定灰阶值为 0 时的去坏点阈值，与周围像素差异高于此阈值的像素会被视为坏点。Slope 是去坏点阈值随着灰阶值增加的比例系数。Max 是去坏点阈值的上限值。



4.11. WDR

原理：V5 ISP 支持 DOL 和 Companding 两种 WDR 模式。

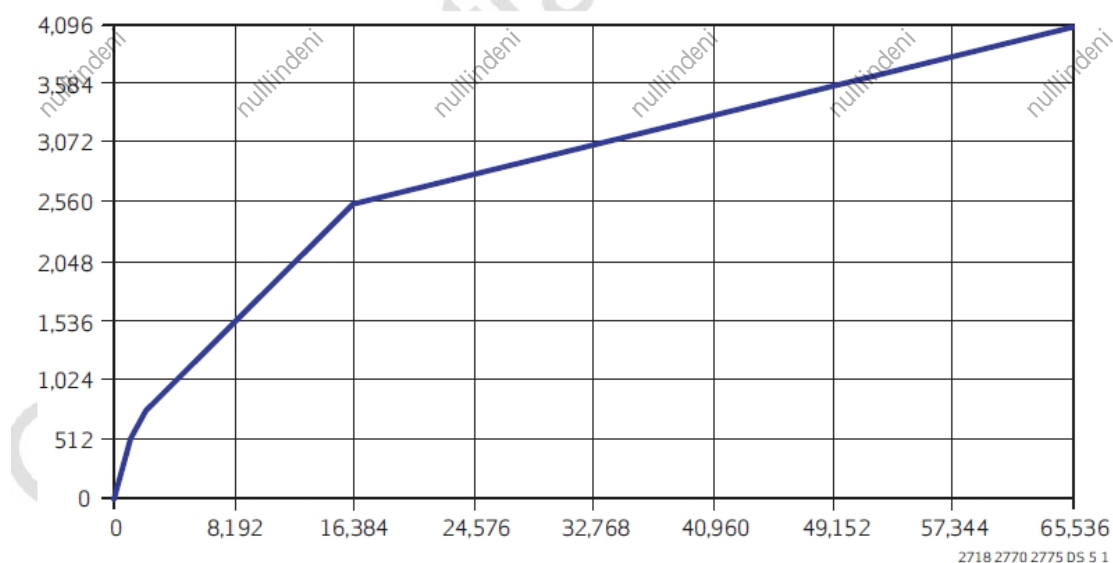
相关参数：

参数名	说明
wdr_en	宽动态使能。取值范围：[0, 1]
wdr_cfg[3]	<p>ExpRatio</p> <p>长短曝光的曝光比。目前只支持固定的整数倍曝光比。</p> <p>取值范围：[1, 16]</p> <p>Low Thres</p> <p>合成的下限阈值。小于此阈值时，只使用长曝光数据。</p> <p>取值范围：[0, 65535]</p> <p>High Thres</p> <p>合成的上限阈值。大于此阈值时，只使用短曝光数据。</p> <p>取值范围：[0, 65535]</p>
isp_wdr_table[ISP_WDR_ME M_SIZE]	宽动态 Table。用于 Companding WDR sensor 的解压，由工具生成。

调试方法：在 DOL 模式下，sensor 以不同曝光时间曝光两次，将两次曝光的图像交由 ISP 合成为宽动态图像。对于 DOL 模式，首先配置好 BLC 模块，然后填好 AE-WDR Cfg 里面三个值。ExpRatio 是长短帧曝光时间的比例，若长曝光是短曝光的 16 倍，则填 16。Low Thres 是合成的下阈值。当灰阶值小于此值时，合成后的图像只取长曝光数据。HighThres 是合成的上阈值。当灰阶值大于此值时，合成后的图像只取短曝光数据。阈值越小，合成后的图像越多使用短曝光数据，信噪比变差，但越不容易过曝。

在 Companding 模式下，sensor 内部将长短帧合成好，然后压缩成 12bit 数据格式输出。因此，需要查找 sensor datasheet，找出 sensor WDR 解压公式，然后在调试工具相应位置填好解压曲线节点。

figure 5-1 16-bit to 12-bit PWL compression



The backend processor can decompress 12-bit data to 16-bit data using the following formula.

$$y_{out_16b} = \begin{cases} 2 \times y_{in_12b} & y_{in_12b} < 512 \\ 4 \times (y_{in_12b} - 256), & 512 \leq y_{in_12b} < 768 \\ 8 \times (y_{in_12b} - 512), & 768 \leq y_{in_12b} < 2560 \\ 32 \times (y_{in_12b} - 2048), & y_{in_12b} \geq 2560 \end{cases}$$

4.12. Defog

原理：V5 ISP 支持简单去雾，实时检测直方图，将画面中最暗部分映射到灰阶 0，从而达到一定的去雾效果。

相关参数：

参数名	说明
defog_en	去雾使能。取值范围：[0, 1]
defog_value	去雾强度。取值范围：[0, 4095]

调试方法：Defog 值越大，去雾强度越大，但可能出现色彩过饱和和失真的副作用。