

SC121AT ISP Tuning Tool

使用手册

文档版本: V1.2 (20240905)

版权所有©2024 思特威（上海）电子科技股份有限公司。保留一切权利。

未经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制和分发本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明

本文档提及的其他品牌名称是各自所有者的商标或注册商标。

注意

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期更新。文档中包含的信息如有更改，恕不另行通知，除非另有约定。本文档仅作为使用指导。

如有任何疑问请与本公司联系，以上内容最终解释权归属思特威（上海）电子科技股份有限公司所有。

SmartSens

目录

| | |
|--|-----------|
| 图片索引 | 5 |
| 1 应用概述 | 7 |
| 1.1 简介 | 7 |
| 1.2 基本功能 | 7 |
| 1.2.1 配置参数导入&导出功能 | 8 |
| 1.2.2 硬件选择 | 9 |
| 1.2.3 刷新&写入&保存功能 | 9 |
| 1.2.4 默认寄存器保存&写入 | 9 |
| 1.2.5 Base E2 Hex | 9 |
| 2 图像调试及效果 | 10 |
| 2.1 自动曝光(Auto Exposure, AE) | 10 |
| 2.1.1 曝光调节 | 11 |
| 2.1.2 模拟增益调节 | 11 |
| 2.1.3 数字增益调节 | 11 |
| 2.1.4 模式控制调节 | 11 |
| 2.1.5 抗闪烁调节 | 12 |
| 2.1.6 HDR 控制 | 12 |
| 2.1.7 抓图格式 | 12 |
| 2.1.8 ShowROI | 12 |
| 2.1.9 Mean | 12 |
| 2.2 自动白平衡(Auto White Balance, AWB) | 12 |
| 2.2.1 标定 | 13 |
| 2.2.2 调试 | 16 |
| 2.2.3 Graph | 17 |
| 2.2.4 ShowROI | 18 |
| 2.3 颜色校正矩阵(Color Correction matrix, CCM) | 19 |
| 2.4 去紫边 CAC | 21 |
| 2.5 对比度 Contrast | 23 |
| 2.5.1 High Level / Low Level | 23 |
| 2.5.2 Low Level | 24 |

| | | |
|--------|--------------------------------------|----|
| 2.5.3 | Threshold | 25 |
| 2.5.4 | Auto Low Level | 25 |
| 2.6 | HDR..... | 27 |
| 2.6.1 | Dynamic Range | 28 |
| 2.6.2 | Local Tonemapping..... | 28 |
| 2.6.3 | Global Gamma..... | 28 |
| 2.6.4 | Hist EQ..... | 28 |
| 2.6.5 | HDR Combine..... | 29 |
| 2.7 | Gamma..... | 30 |
| 2.8 | GammaGain | 32 |
| 2.9 | 降噪(Noise Reduction, NR)..... | 34 |
| 2.9.1 | LPF1-3 | 35 |
| 2.9.2 | LPF4..... | 37 |
| 2.9.3 | LPF5..... | 37 |
| 2.9.4 | Short..... | 39 |
| 2.10 | Lens shading 校正(LSC) | 39 |
| 2.11 | 饱和度(Saturation)..... | 41 |
| 2.11.1 | Normal: After HDR 调整整体饱和度..... | 42 |
| 2.11.2 | Bright Adaptive: 根据局部亮度自适应调整饱和度..... | 42 |
| 2.11.3 | Blue Pixel:蓝色像素点饱和度调整..... | 43 |
| 2.11.4 | Red Scene | 44 |
| 2.12 | 锐化(Sharpness)..... | 45 |
| 2.13 | 高温控制 HTEMP..... | 46 |
| 2.14 | ISPC_Controller | 47 |
| 2.14.1 | ISPC-HDR..... | 48 |
| 2.14.2 | ISPC_LTMBLC..... | 49 |
| 3 | 公司信息..... | 51 |

图片索引

| | |
|--|----|
| 图 1-1 调试结构界面 | 7 |
| 图 1-2 option 页面预览..... | 8 |
| 图 2-1 AE 功能界面 | 10 |
| 图 2-2 AWB 界面 | 13 |
| 图 2-3 读取 Step1 D65 色温的白平衡值 | 14 |
| 图 2-4 读取 Step1 选中色温白平衡值..... | 14 |
| 图 2-5 Calculate 得到的 Step1 的标定数据..... | 14 |
| 图 2-6 读取 Step2 选中色温白平衡值 | 15 |
| 图 2-7 调整后的 Step2 的标定区间..... | 15 |
| 图 2-8 Single Side 功能 | 16 |
| 图 2-9 TL84 光源下正确找到白点..... | 16 |
| 图 2-10 TL84 光源下未正确找到白点 | 16 |
| 图 2-11 偏色设置 | 17 |
| 图 2-12 低色温和低光环境的偏色设置..... | 17 |
| 图 2-13 AWB 曲线框形图 | 18 |
| 图 2-14 参考区域设置界面 | 18 |
| 图 2-15 CCM 界面 | 20 |
| 图 2-17 Contrast highlevel&lowlevel 界面..... | 24 |
| 图 2-18 Auto Low Level 界面 | 26 |
| 图 2-19 Tonemapping 界面 | 27 |
| 图 2-20 Combine 界面 | 29 |
| 图 2-21 Gamma | 31 |
| 图 2-22 Gamma Gain_real | 33 |
| 图 2-23 NR 界面 | 34 |
| 图 2-24 手动模式 | 35 |
| 图 2-25 LPF1 自动模式..... | 36 |
| 图 2-26 Final Strength 页面..... | 37 |
| 图 2-27 LPF4 调试开启..... | 37 |
| 图 2-28 LPF4 调试未开启 | 37 |
| 图 2-29 LPF5 界面..... | 38 |

| | |
|---|----|
| 图 2-30 Short NR 界面..... | 39 |
| 图 2-31 LSC 界面 | 40 |
| 图 2-32 Saturation Manual 界面..... | 41 |
| 图 2-33 Saturation Normal 界面 | 42 |
| 图 2-34 Saturation Bright Adaptive 界面..... | 42 |
| 图 2-35 Saturation Blue Pixel 界面..... | 43 |
| 图 2-36 Saturation Red Scene 界面 | 44 |
| 图 2-37 Sharpness 界面 | 45 |
| 图 2-38 Htemp 界面..... | 46 |
| 图 2-39 ISPC_HDR 界面 | 48 |

1 应用概述

1.1 简介

ISP Tuning Tool 向用户提供 SC121AT 在线调试工具，可实时调节 SC121AT 的参数，保存和加载调试效果参数。其整体功能包括：Option、AE、AWB、CAC、CCM、Contrast、HDR、Gamma、GammaGain、LSC、NR、Saturation 和 Sharpness、HTEMP、ISP Control 十五个模块，其中 ISP Controller 中包含 HDR、Gamma、GammaGain、LTMBLC 四个小模块。

打开调试工具，在调试界面左侧点击 ISP 节点，展开模块树（如下图所示）。这些调试模块按调试功能分类，点击某一调试模块，对应内容呈现在右侧。

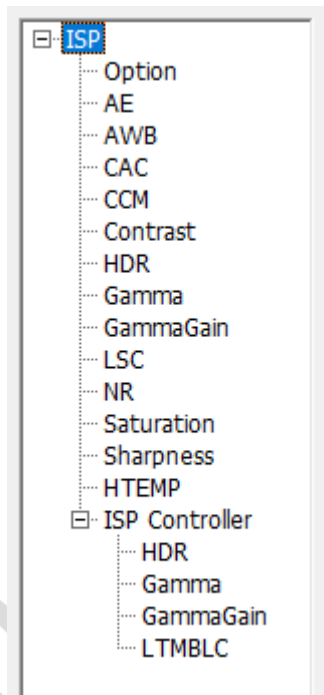


图 1-1 调试结构界面

1.2 基本功能

基本功能包含五个部分：开关功能、配置参数导入&导出功能、自检测功能、刷新&写入功能和硬件选择。其中，开关功能、配置参数导入&导出功能、自检测功能和硬件选择功能位于 Option 模块，刷新&写入功能位于对应模块页面的右上角。

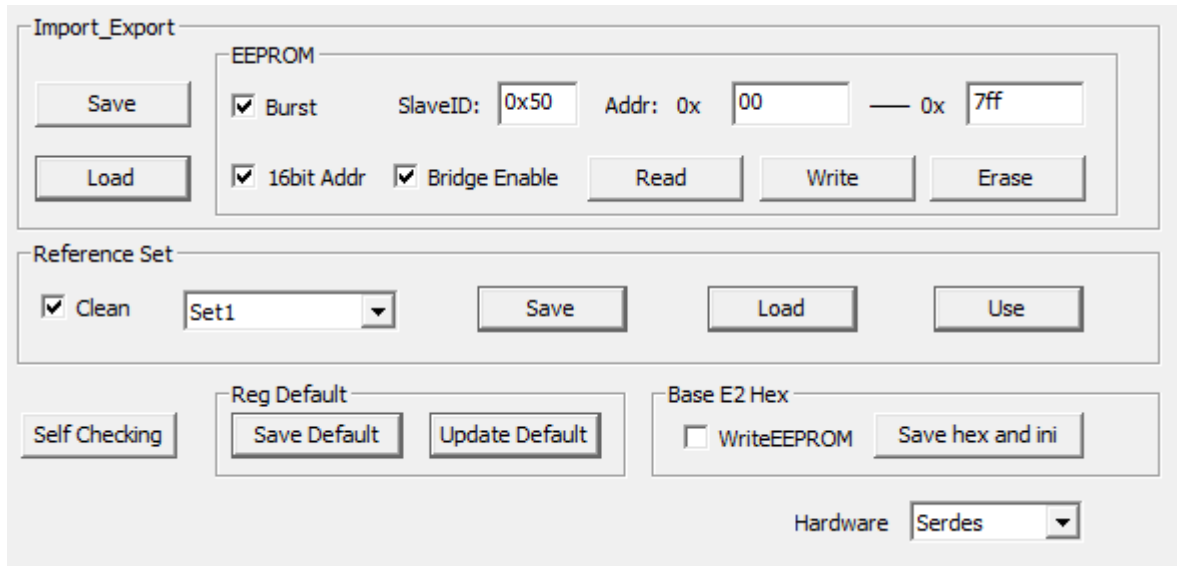


图 1-3 option 页面预览

1.2.1 配置参数导入&导出功能

Import_Export 模块用于导入和导出整个 ISP 模块调试参数的配置文件。

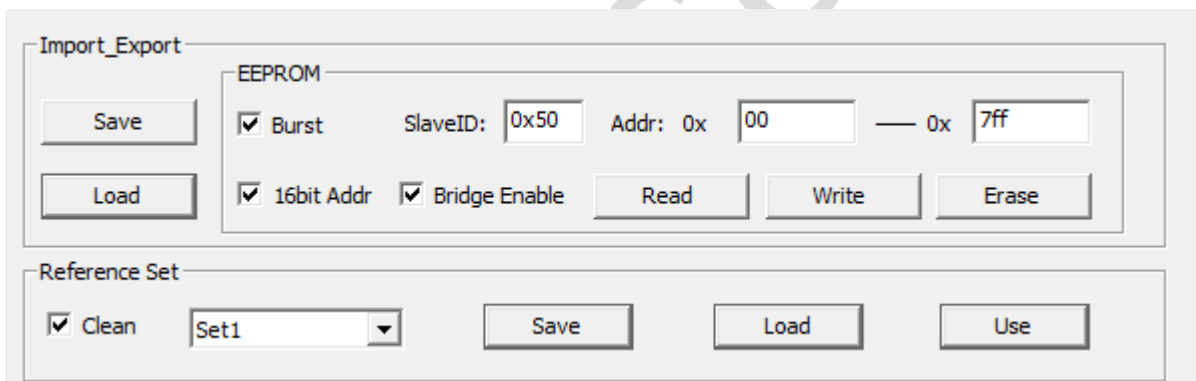


图 1-4 配置参数导入&导出功能

提供 2 种使调试参数生效的方法：

方法 1: 直接生效到寄存器

- **Save:** 将当前选择的 sensor 初始化配置，当前 ISP 部分与 default 值不一致的寄存器生成“ISP_Data_xxx.hex”和“ISP_Data_xxx.bin”文件，并保存到本地。
- **Load:** 从本地导入前缀名为“ISP_Data_xxx.hex”或“ISP_Data_xxx.bin”的文件刷新到页面，并写入对应寄存器。

方法 2: Reference Set

Clean: 勾选后保存的配置为 clean 版本。

Set1-10: 可载入 set1-10 套参数。

Save: 保存当前 sensor 的所以调试参数为.ini 文件。

Load: 载入.ini 参数，可载入 set1-10 套参数。

Use: 使用载入的参数，写入到对应寄存器中。

⚠ 注意

在 Read、Write、Erase 之前，需要勾选 Bridge Enable。

1.2.2 硬件选择

Hardware: 包含两种硬件模组，用于选择图像数据来源。

- **Serdes:** 硬件采用 Serdes 车载模组。
- **DemoSens:** 硬件采用 DemoSens 开发板。

1.2.3 刷新&写入&保存功能

- **AutoWrite:** 勾选 Auto Write 选项，表示编辑当前页面，可实时生效；若不勾选，则需要点击 Write Page 选项后方可生效。
- **Write Page:** 将当前页面的所有数据写入对应寄存器。
- **Read Page:** 从对应寄存器读出数据，并刷新到当前整个页面。

1.2.4 默认寄存器保存&写入

Save Default: 保存默认寄存器值至.ini 文件。

Update Default: 加载默认保存寄存器值

1.2.5 Base E2 Hex

WriteEEPROM: 勾选后在保存后自动写入 E2 中。

Save hex and ini: 保存当前调试参数为.hex&.ini&.bin，同时保存一份更改之前的默认参数为.hex&.ini&.bin。

2 图像调试及效果

图像调试内容包括: AE、AWB、CAC、CCM、Gamma、GammaGain、Contrast、HDR、LSC、NR、HTEMP、Saturation、Sharpness 和 ISPC_HDR 十二个模块。以下章节将逐一介绍。

2.1 自动曝光(Auto Exposure, AE)

注: 当启用 ISPC_HDR 模块中 AE_Target 功能时, 此模块中 AE_Target 将失效, 显示值为 ISPC 插值结果。

AE 模块包含五个部分: 曝光调节、模拟增益调节、数字增益调节、模式控制调节和抗闪烁调节。

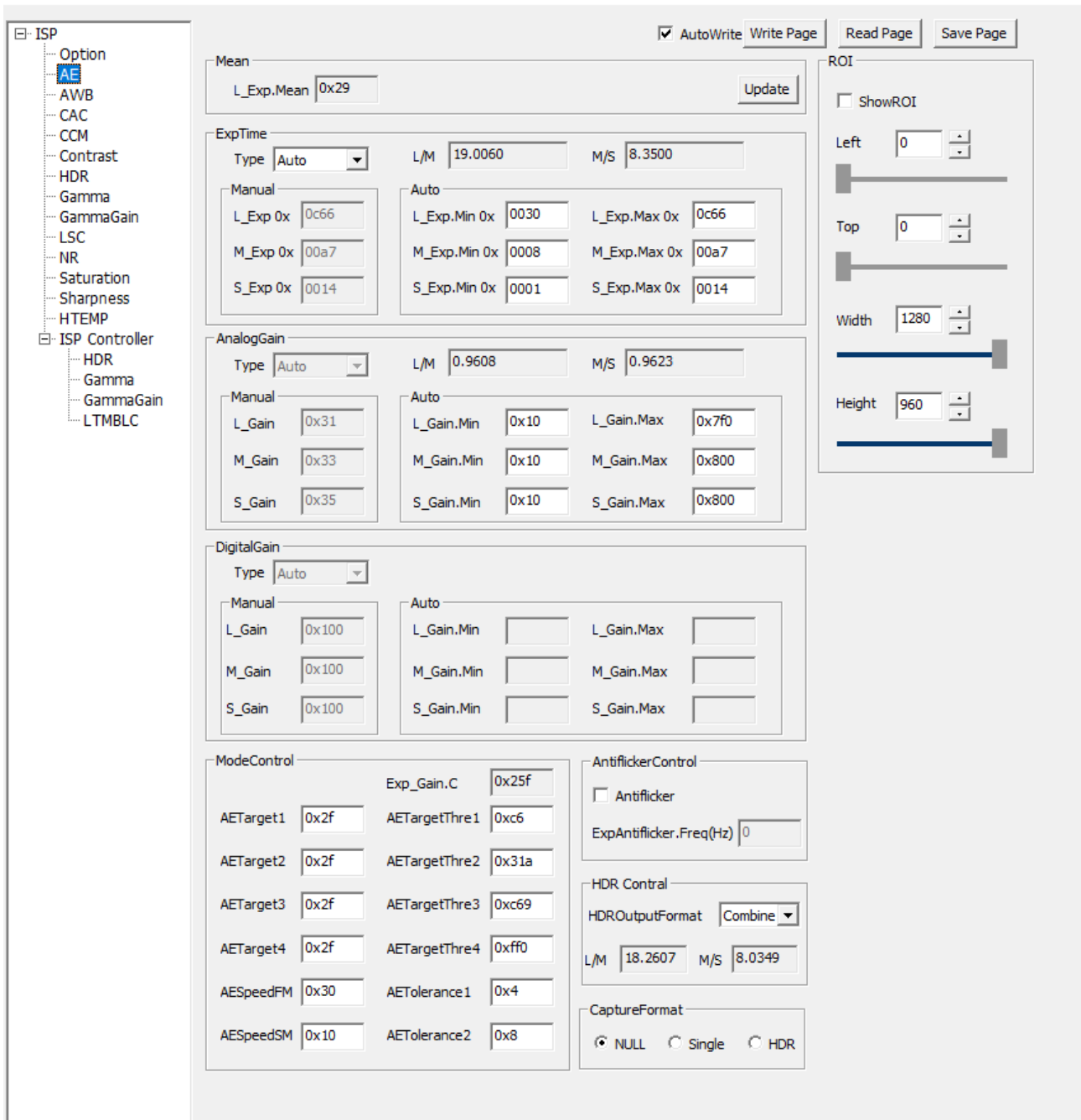


图 2-1 AE 功能界面

2.1.1 曝光调节

曝光调节 (ExpTime) 分为手动模式和自动模式, 手动模式分别调节长、中、短三段曝光的值, 单位为行。自动模式分别调节长、中、短三段曝光的最大值和最小值, 限制自动曝光的调节范围, 单位为行。

- **Type:** 曝光类型选择, 分为自动曝光和手动曝光。
- **L/M、M/S:** 当前长中曝光比、中短曝光比。

⚠ 注意

曝光值的设定, 涉及芯片 line buffer、输出帧率、HDR 动态范围、图像信噪比等。量产时不建议修改, 只限于调试时使用。

2.1.2 模拟增益调节

模拟增益调节 (AnalogGain) 分为手动模式和自动模式。模式开关由曝光模式开关控制。手动模式分别调节长、中、短三段模拟增益的值, 0x10 表示 1 倍增益。自动模式分别调节长、中、短三段模拟增益的最大值和最小值, 限制自动增益的调节范围, 0x10 表示 1 倍增益。

- **Type:** 模拟增益类型选择, 分为自动曝光和手动曝光。
- **L/M、M/S:** 当前长中增益比、中短增益比。

⚠ 注意

增益值的设定, 会影响 HDR 动态范围、图像信噪比等, 可根据需求做适当调整。

2.1.3 数字增益调节

数字增益调节 (DigitalGain) 只有手动模式。模式开关由曝光模式开关控制。手动模式分别调节长、中、短三段数字增益的值, 0x10 表示 1 倍增益。

2.1.4 模式控制调节

- **AETarget1 ~ AETarget4:** 设置亮度目标值。
- **AETargetThre1 ~ AETargetThre4:** 设置阈值区间, 与亮度目标值对应, 不同阈值区间的亮度目标值不同。
- **Exp_Gain.C:** 当前曝光增益值, 用于 AE_target 插值计算判断。
- **AEspeedFM:** 设置 AE 调节 Fast Mode 的步宽。例如, 当前画面亮度为 5, 距设定值 AETarget 到 80 相差较远, 则需要一个快速调节, 步宽需要大一些。
- **AEspeedSM:** 设置 AE 调节 Slow Mode 的步宽。例如, 当前画面亮度为 70, 距设定值 AETarget 80 相差较近, 则需要一个慢速调节, 步宽需要小一些。

⚠ 注意

AEspeed 设置不当, 可能引起 AE 震荡、AE 调节速率缓慢等异常。

- **AETolerance1:** 设置进 AE 稳定区间的阈值。例如, 值设为 4, 表明当前画面亮度在 target \pm 4 范围时, AEC/AGC 达到稳定状态。
- **AETolerance2:** 设置出 AE 稳定区间的阈值。例如, 值设为 8, 表明当前画面亮度不在 target \pm 8 范围时, AEC/AGC 重新调整。

2.1.5 抗闪烁调节

勾选抗闪烁调节(AntiflickerControl)开关,可修改频率参数,单位为赫兹(Hz)。该值可限制曝光调节手动模式下的长、中、短曝光。

2.1.6 HDR 控制

模式控制调节 (ModeControl) 可以选择 HDR 输出的四种格模式: Combine、Long_exp、Medium_exp 和 Short_exp, 以查看不同曝光下的图像。

- **HDROutputFormat:** 选择当前输出格式。
- **L/M、M/S:** 当前长中曝光增益乘积比、中短曝光增益乘积比。

2.1.7 抓图格式

勾选抓取图片是 NULL、Single 或 HDR 输出。

- **Null:** 当前默认图像抓取
- **Single:** 抓取当前选择的输出模式图像
- **HDR:** 抓取 Combine, 长, 中, 短, 四帧图像

2.1.8 ShowROI

设置 AE 的参考区域。

- **left:** 参考区域的左侧边界位置
- **top:** 参考区域的上方边界位置
- **width:** 参考区域的宽度
- **height:** 参考区域的高度

2.1.9 Mean

长曝光, AE 调整参考区域的平均亮度。

2.2 自动白平衡(Auto White Balance, AWB)

AWB 模块分为标定(Calibration)和调试(Debug)两个部分。

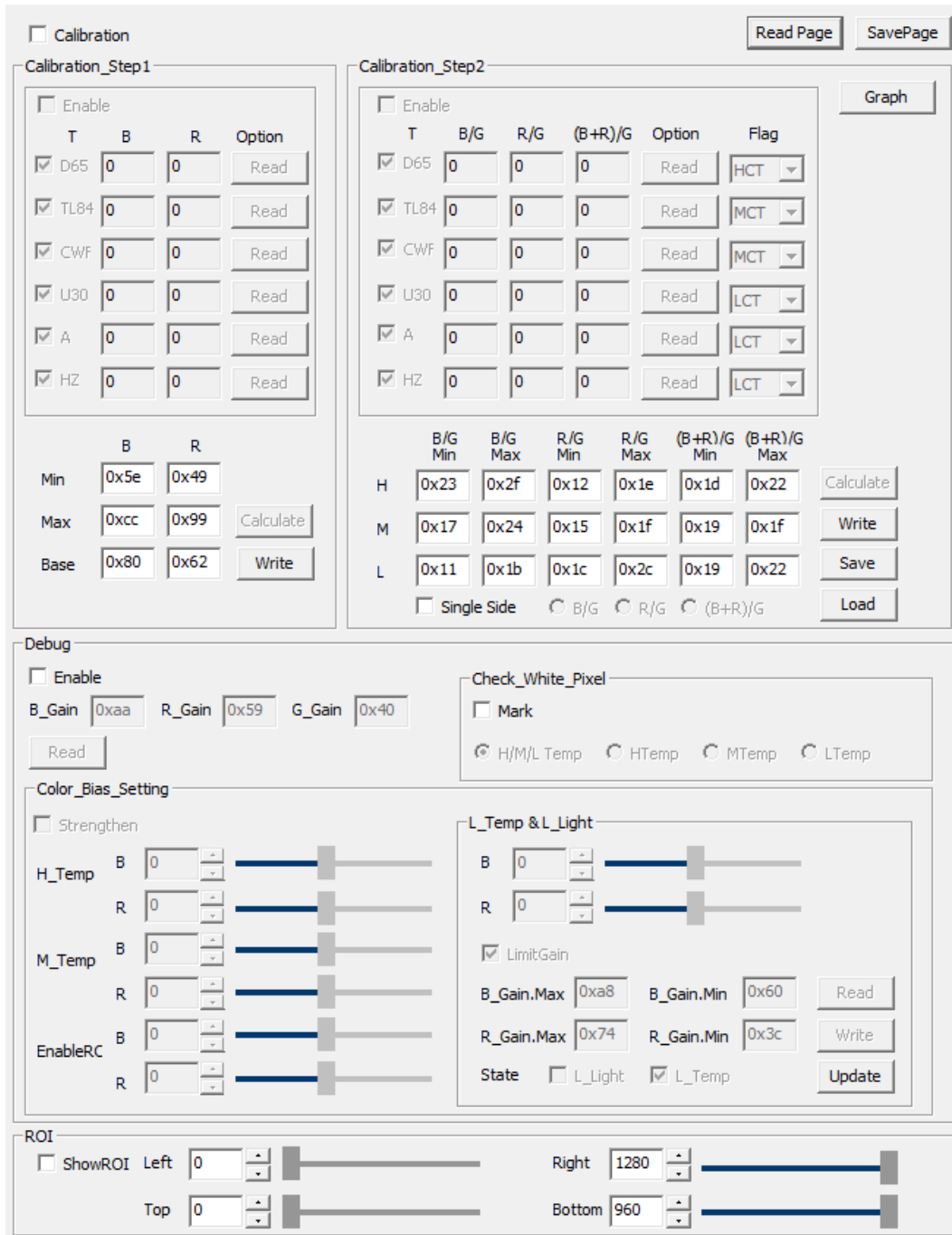


图 2-2 AWB 界面

2.2.1 标定

安装新镜头时，需要对模组进行 AWB 标定（标定前，确认模组镜头遮光正确，防止漏光），标定步骤如下：

1. 勾选 Calibration 选项，打开标定功能，勾选 Calibration_Step1 中的 Enable 选项，使能 Calibration_Step1 模块。
2. 勾选参与标定的色温，打开灯箱，依次调节选中的色温亮度，避免画面中出现过曝区域。
3. 点击当前色温对应的 Read 选项，读取当前色温的白平衡值。如下图所示，调节 D65 的光源，读取 D65 的白平衡值。

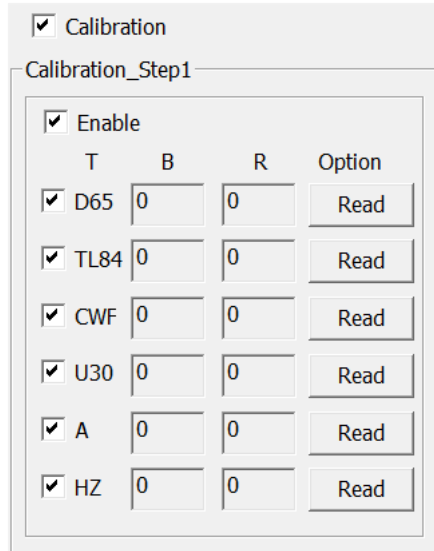


图 2-3 读取 Step1 D65 色温的白平衡值

4. 如下图所示，读取选中的色温后，点击 **Calculate** 选项，根据选中色温的白平衡值，得到蓝色和红色的增益范围，并计算出蓝色和红色的参考增益。根据实际情况和特别要求，调整增益范围和参考增益的值，最后点击 **Write** 选项将调整后的值写入对应寄存器。

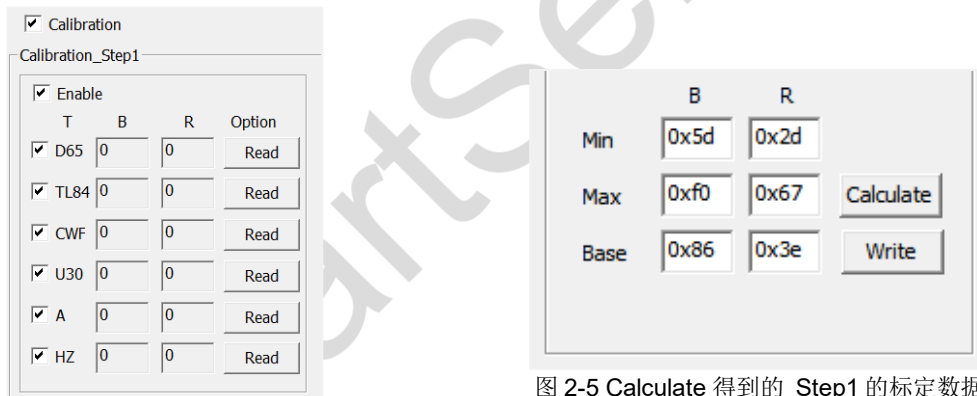


图 2-5 Calculate 得到的 Step1 的标定数据

图 2-4 读取 Step1 选中色温白平衡值

完成标定步骤后，需要使能 **Calibration_Step2** 模块。具体操作步骤如下：

1. 勾选 **Calibration_Step2** 中的 **Enable** 选项，使能 **Calibration_Step2** 模块。
2. 勾选要参与标定的色温，打开灯箱，依次调节选中的色温亮度。
3. 调节合适后，点击当前色温对应的 **Read** 选项，读取当前色温的 RGB 值，并计算得到 B/G、R/G 和 (B+R)/G 的值，然后在 **Flag** 一栏中，将各色温按高、中、低色温分类（一般默认 D65 归类为高温光源，TL84 和 CWF 归类为中色温光源，A、U30、HZ（有时不需要）归类为低温光源）。

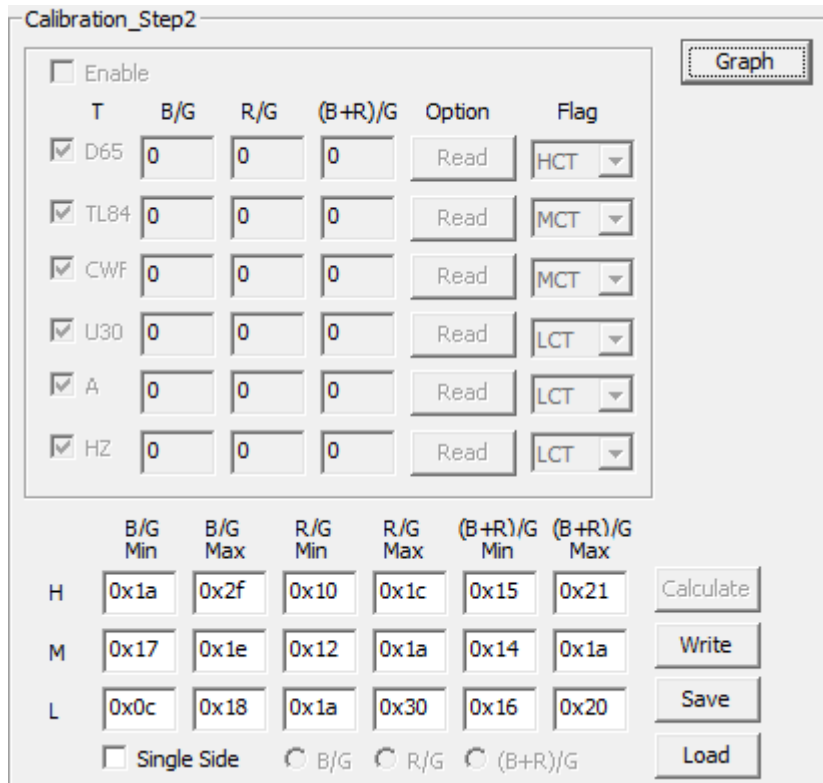


图 2-6 读取 Step2 选中色温白平衡值

4. 如下图所示，读取选中的色温后，点击 **Calculate** 选项，分别将分类后的高、中、低色温对应的 B/G、R/G 和(B+R)/G 值排序，得到对应的高、中、低色温的标定区间，调整最大值和最小值，加上一定 margin，尽量使高、中、低色温的标定区间有交汇，同时，高色温区间还需考虑室外高色温的情况，低色温也需要考虑路灯的情况。

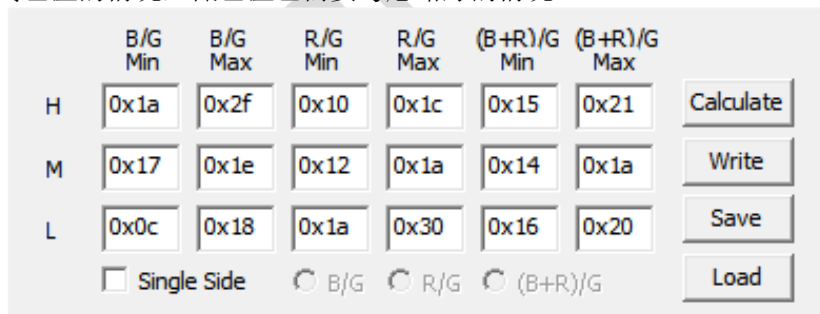


图 2-7 调整后的 Step2 的标定区间

5. 最后点击 **Write** 选项将调整后的值写入对应寄存器。
- **Save:** 将图 2-5 和图 2-7 中的数据及对应寄存器地址保存到本地。
 - **Load:** 将本地数据导入图 2-5 和图 2-7 表示的位置，并写入对应寄存器。
 - **Single Side:** 用于选择 B/G、R/G 和(B+R)/G 任意一条边界。单独修改该边界的高、中、低色温的最大值和最小值，此时，点击 **Write** 选项，只对选择的边界生效；若未选择任意一条边界，则三条边界一起生效。如下图所示，选中 **B/G** 边界，点击 **Write** 选项，只将 **B/G** 边界对应的值写入对应寄存器。

| | B/G Min | B/G Max | R/G Min | R/G Max | (B+R)/G Min | (B+R)/G Max | |
|---|--|------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------|
| H | 0x1a | 0x2f | 0x10 | 0x1c | 0x15 | 0x21 | Calculate |
| M | 0x17 | 0x1e | 0x12 | 0x1a | 0x14 | 0x1a | Write |
| L | 0x0c | 0x18 | 0x1a | 0x30 | 0x16 | 0x20 | Save |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Single Side <input checked="" type="radio"/> B/G <input type="radio"/> R/G <input type="radio"/> (B+R)/G | | | | | | Load |

图 2-8 Single Side 功能

2.2.2 调试

调试步骤如下:

步骤一: 勾选 **Check_White_Pixel** 中的 **Mark** 选项, 打开白点标记功能, 在灯箱中切换灯源, 观察图像中 AWB 是否能够正确找到白点。如果不能正确找到白点, 查看该灯源对应色温的白点 (例如, TL84 属于中色温, 则查看中色温的白点)。该功能可以与 **Calibration_Step2** 中的 **Single Side** 选项结合使用, 用于确定哪一个边界的哪一个色温的白点标记出现问题, 再修改对应的标定步骤二中的高、中、低色温的标定区间。

图 2-9 是 TL84 光源下正确找到白点的图片, 过曝区域用灰色阴影标记, 其余区域正常。

图 2-10 是 TL84 光源下没有正确找到白点的图片, 黑色阴影标记位置不正确。

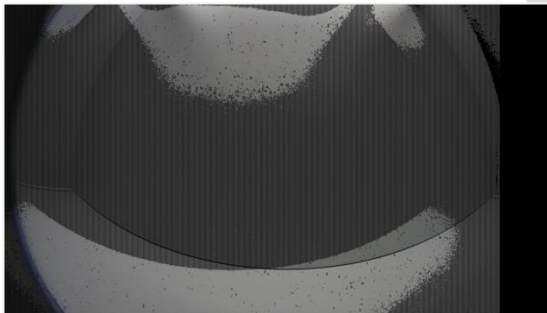


图 2-9 TL84 光源下正确找到白点

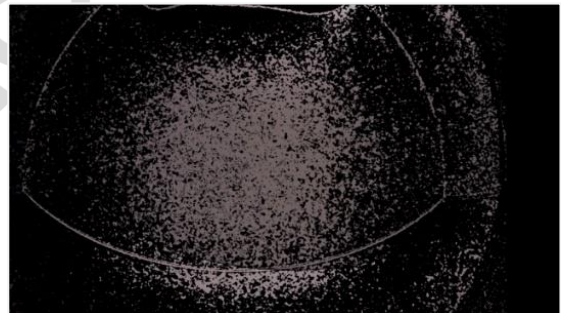


图 2-10 TL84 光源下未正确找到白点

步骤二: 正确找到白点后, 去掉 **Calibration** 选项, 切换到调试功能, 勾选 **Debug** 中的 **Enable** 选项, 使能 **Debug** 模块。如果白点正确, 但白色仍然偏色, 点击 **Read** 选项, 查看当前 **B_Gain** 和 **R_Gain** 的值是否受到图 2-5 中的 **Min** 和 **Max** 限制。若受到限制, 则需要调整图 2-5 中的 **Min** 和 **Max** 值, 再点击图 2-5 中的 **Write** 选项生效。

步骤三: 根据用户需求, 可以在 **Color_Bias_Setting** 模块, 拖动对应滑动条, 对高、中、低色温, 及低色温和低光环境分别进行不同的偏色设置, 滑动条范围是 -7 ~ 8, 数值越大, 效果越强。勾选 **Strengthen** 选项, 偏色设置的效果强度加倍。例如, 高色温偏蓝, 低色温偏红, 则可以将高色温对应的蓝色滑动条往左滑动, 将低色温对应的红色滑动条往左滑动。

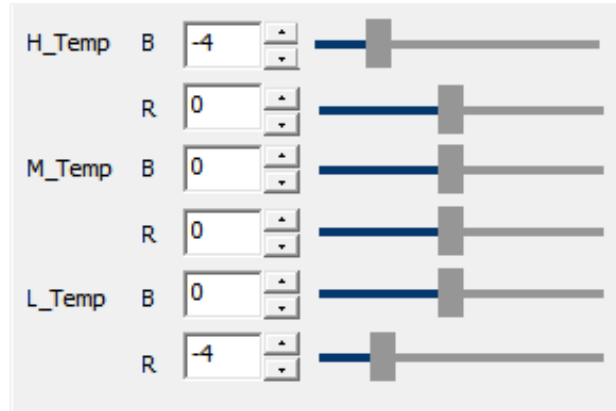


图 2-11 偏色设置

在 **L_Temp&L_Light** 模块中，低色温和低光环境的偏色设置不仅可以通过滑动条实现，也可以通过调整 **B_Gain** 和 **R_Gain** 的范围实现。**State** 一栏表示当前环境是否处在低色温或者低光环境下。点击 **Update** 选项，更新当前状态。

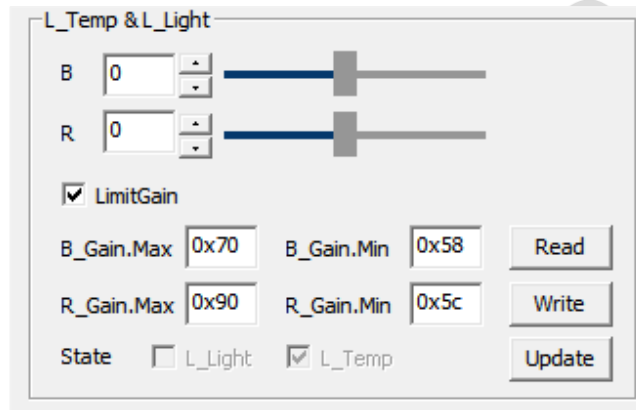


图 2-12 低色温和低光环境的偏色设置

2.2.3 Graph

点击 **Calibration_Step2** 中 **Graph** 按钮，可以看到相关参数在几何层面的表达。如下图，黑色的点表示目前灯箱色温在 graph 的点；图中的 x 轴为 R/G 的值，之前标定的 **Max** 和 **Min** 都会在 x 轴上体现；同理 y 轴是 B/G 的值。灰色的方框是 **step1** 生成参数的体现，蓝红紫色分别是 **step2** 的高中低色温的展现。

$(B+R)/G$ 的数值主要决定高中低色温的斜边，**min** 值的大小影响每个色温左下角斜边的位置，**max** 值的大小影响每个色温右上角斜边的位置。可以通过下面两张图片的对比看到 $(B+R)/G$ 的作用，让高中低色温的区域变成一个封闭的区域。

在调整的时候尽可能让色温区域刚好形成封闭区域，不仅是 $(B+R)/G$ ， R/G 和 B/G 也不要一下调的太大，因为如果区域过大，会把很多颜色都识别为白点，**AWB** 会变得不准确。

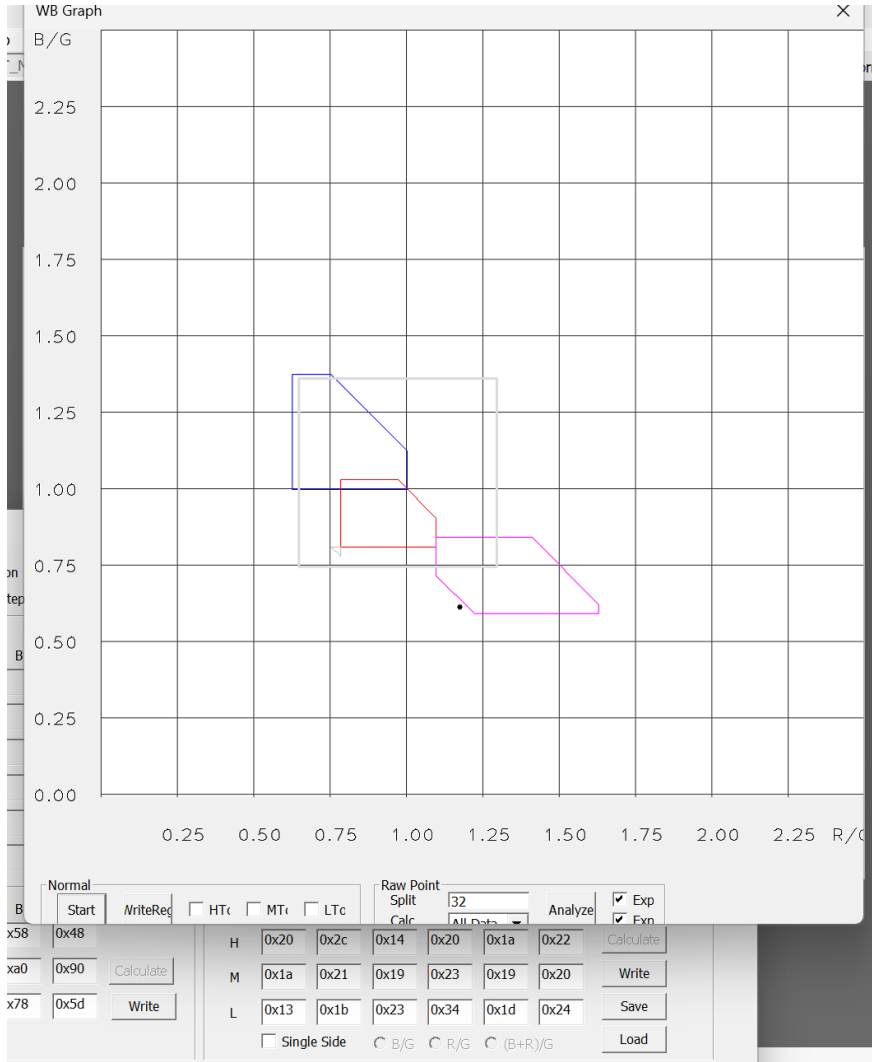


图 2-13 AWB 曲线框形图

2.2.4 ShowROI

设置 AWB 的参考区域。

- **left:** 参考区域的左侧边界位置
- **top:** 参考区域的上方边界位置
- **width:** 参考区域的宽度
- **height:** 参考区域的高度

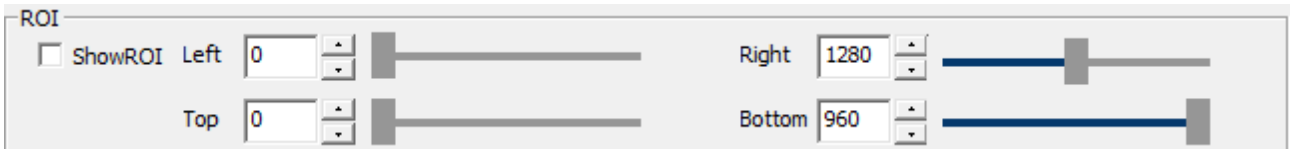


图 2-14 参考区域设置界面

2.3 颜色校正矩阵(Color Correction matrix, CCM)

SC121AT CCM 模块分为 CCMAuto 和 CCM-ISPC 两块, SC121AT 用的是 CCM-ISPC。

CCMAuto 和 CCM-ISPC 都提供高色温和低色温两组 CCM 矩阵, 用户可以根据实际情况, 对矩阵内的数值进行微调, 一般情况下, 调整饱和度后, 再调整 CCM 矩阵。

注: 当选用 CCM-ISPC 时, CCMAuto 会失效。

CCM_ISPC 随增益降低 CCM 强度至单位矩阵

Gain_start_th: 降低 CCM 强度起始增益阈值。

Gain_end_th: 降低 CCM 强度结束增益阈值。

Cur_gain: 当前 Gain 值。

SmartSens

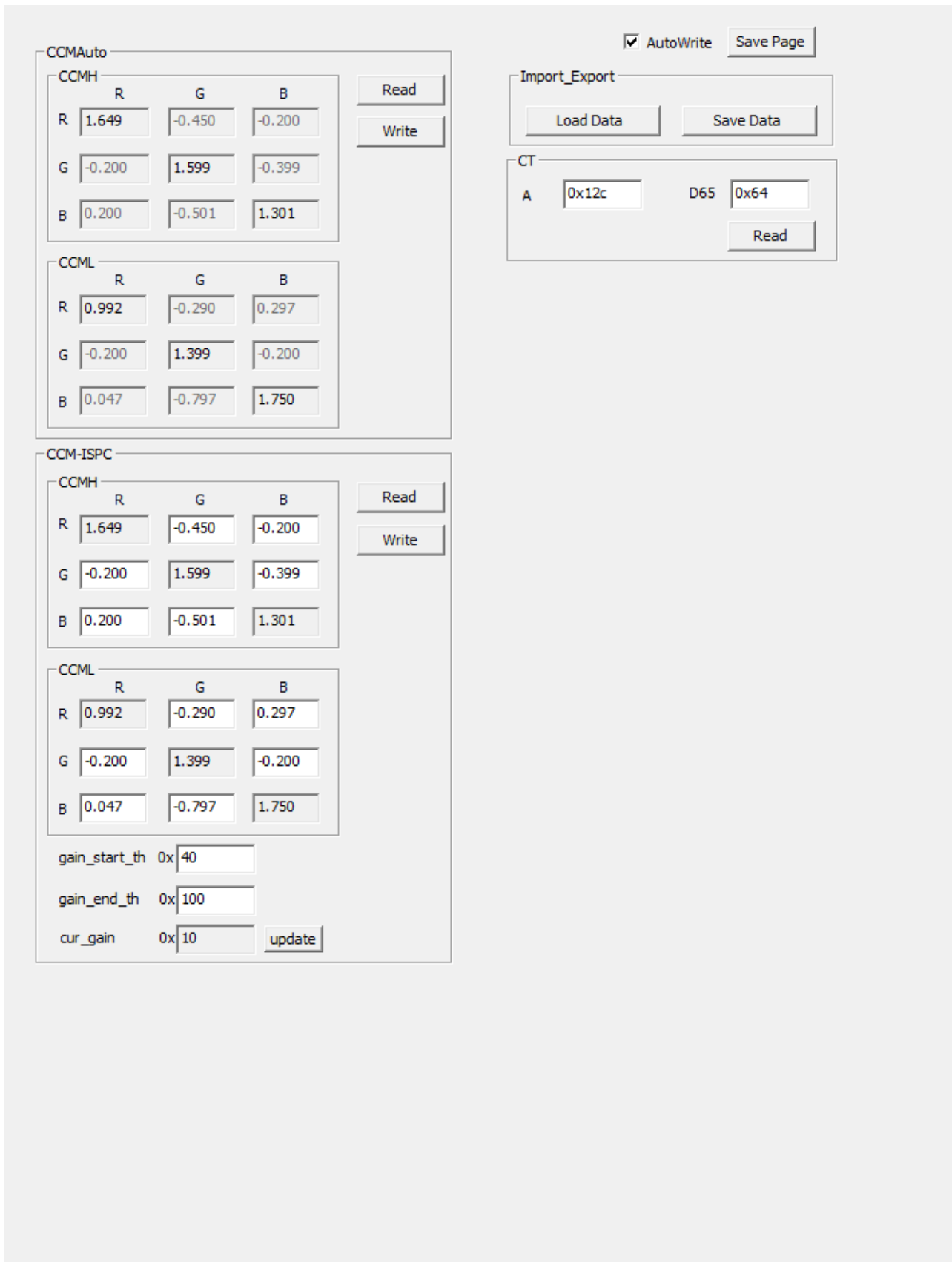


图 2-15 CCM 界面

- **Import_Export:** 该模块用于导入和导出 CCM 矩阵参数的文件。

- **Save Data:** 保存 CCM 矩阵参数到本地。

- **Load Data:** 从本地导入 CCM 矩阵参数刷新到页面，并写入对应寄存器。

CT: 设置合适色温阈值。当前色温>A 时，选择 CCML；当前色温<D65 时，选择 CCMH；在 A 和 D65 之间时，CCMH&CCML 做线性插值。

CT 值计算: $BGain < 8 / Rgain$ (BGain 和 Again 可以由 AWB 模块读取)。

- **A:** 设置 A 色温阈值。

- **D65:** 设置 D65 色温阈值。

2.4 去紫边 CAC

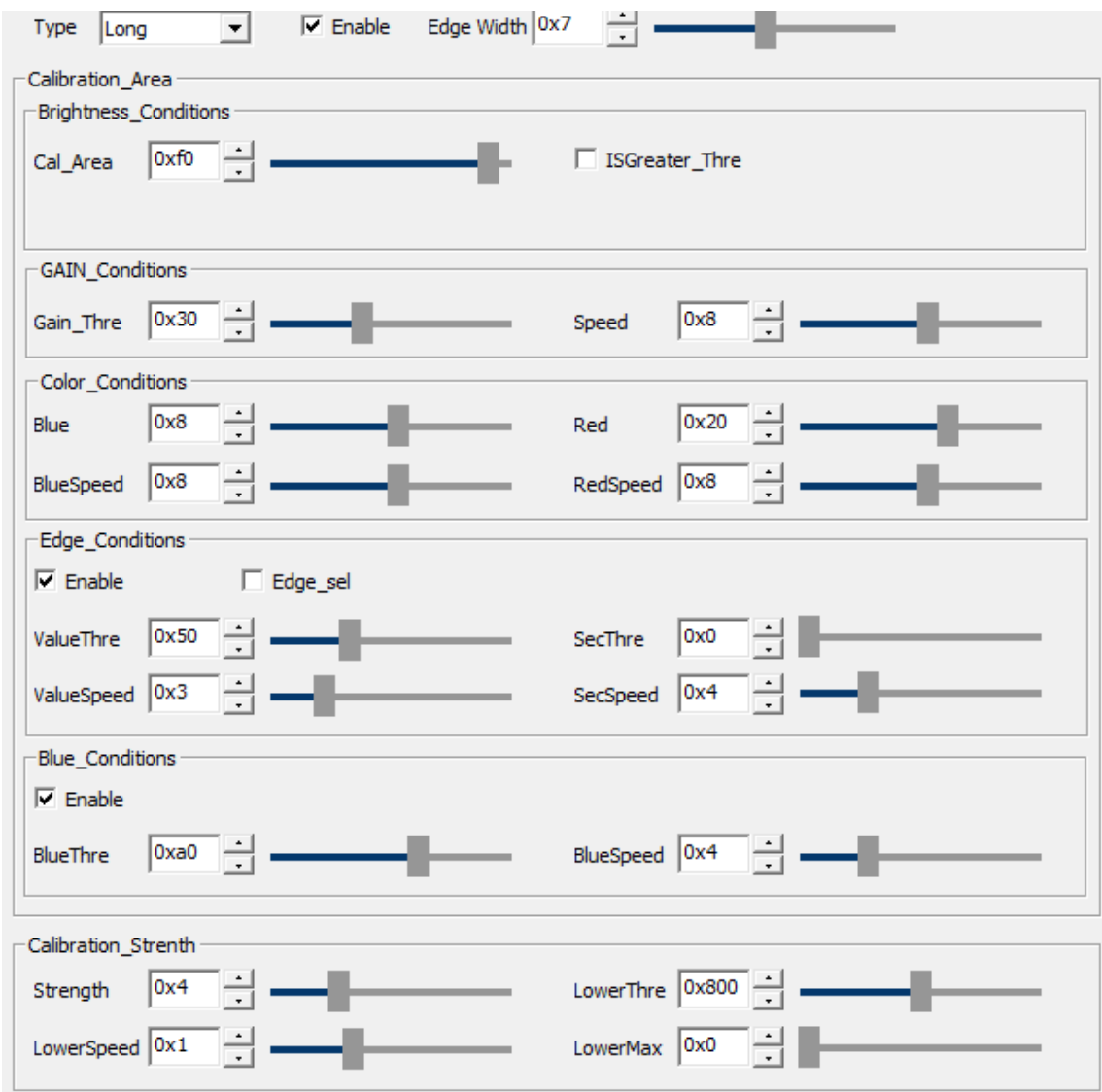


图 2-16 CAC 界面

CAC 模块主要用于消除蓝紫边影响，SC121AT CAC 模块分 L/M/S 三帧分别做 CAC 校正。在 EType 模块选择，当前模块的调试效果仅对当前选择的曝光模式生效。默认勾选上图左上角 Enable 选项，开启 CAC。

- **Enable:** 使能开关。
- **Type:** 选择长中短曝光。
- **Edge Width:** 设置边缘宽度（仅长中曝光可设）。
- **Calibration_Area:**
 1. **Brightness_Conditions:** 亮度条件。
 1. **Cal_Area:** 设置范围 0~ff, 当前点所在区域最大亮度点大于设置值时, 认为该区域是需要矫正的区域。(长/中曝光)
 2. **ISGreater_Thre:** 未勾选, 表示当 2*3 区域大于亮度阈值时, 认为满足 CAC 亮度条件, 勾选时, 当 1*3 区域大于亮度阈值时, 认为满足 CAC 亮度条件。(长/中曝光)
 3. **Large_ISBright:** (中/短曝光)。
 2. **Gain_conditions:** 增益条件。
 1. **Gain_Thre** 设置范围 0~0x7f, 当长曝光全局增益大于增益阈值设置值时, CAC 校正强度逐渐减弱。
 2. **Speed:** CAC 校正强度随增益增加而逐渐减弱的快慢, 范围 0~0xf。
 3. **Color_Conditions:** 当色彩满足一定条件时, 才会出发 CAC 校正。
 1. **Blue:** 蓝色通道的阈值设定, 值越大, 蓝色通道越容易被判定为符合 CAC 条件。
 2. **Red:** 红色通道的阈值设定, 值越大, 红色通道越容易被判定为符合 CAC 条件。
 3. 当蓝色通道与红色通道同时满足 CAC 条件的点才做 CAC 校正。
 4. **Blue Speed/Red Speed:** 蓝色/红色满足 CAC 条件的快慢, 范围 0~3 值越小速度越快。
 4. **Edge_Conditions:** 边缘条件。
 1. **ValueThre:** 第一边缘阈值, 范围 0~0xff, 当边缘值大于设置值后满足 CAC 条件, 否则随边缘值开始降低减弱 CAC 校正强度。
 2. **ValueSpeed:** CAC 校正强度随边缘值降低而减弱的快慢。默认值为 4, 表示当亮度值大于阈值超过 64(8bit)时, CAC 校正强度降为 0。
 5. **Blue_Conditions:**
 1. **Enable:** 蓝色判断条件开关。
 2. **BlueThre:** 设置蓝色通道亮度值的阈值, 当蓝色亮通道度小于设置值是满足 CAC 条件, 否则随亮度升高, 开始减弱 CAC 校正强度。
 3. **BlueSpeed:** 设置 CAC 校正强度随蓝色亮度升高而减弱的快慢。
- **Calibration_Strength:**
 1. **Strength:** 设置 CAC 校正基准强度, 设置值越小, 校正强度越大。
 2. **LowerThre:** 设置 CAC 强度降低起始阈值。
 3. **LowerSpeed:** 设置 CAC 强度降低快慢。

4. **LowerMax:** 设置 CAC 强度降低最大值。

2.5 对比度 Contrast

2.5.1 High Level / Low Level

- **Enable:** 使能开关。
- **Current Gain:** 当前增益值, 点击 **update** 可实时更新。
- **High Level/Low Level:** 分相对较亮点对比度调整和相对较暗点对比度调整。
- **Auto/Manual:** 选择手动模式和自动模式, 自动模式时实现对比度随增益 1-128x 自适应调整。
- **Cur_Contrast:** 可读出当前的较亮、较暗区域对比度。
- 自动模式下, 根据 **Current Gain** 调试对应增益下的强度值。

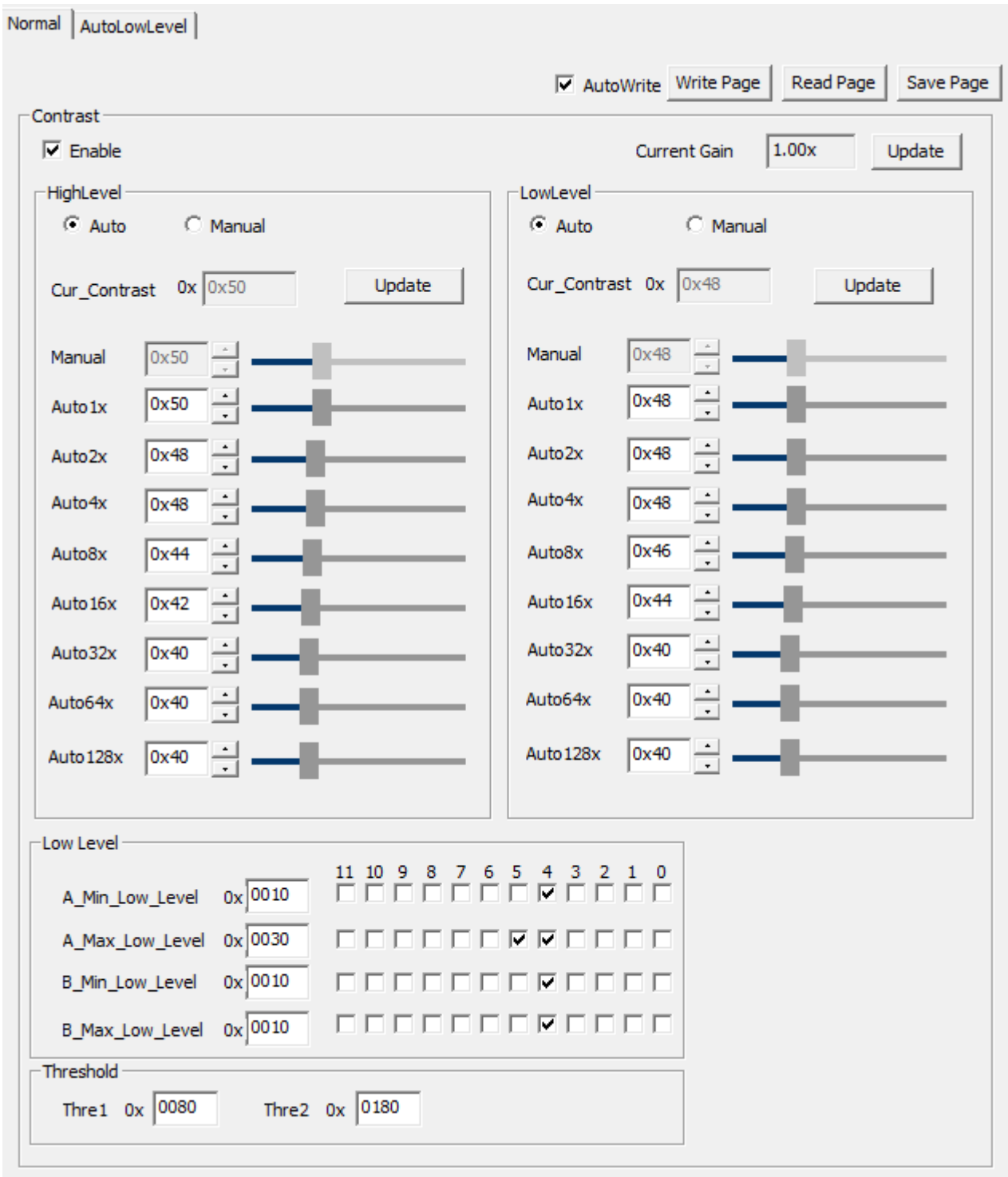


图 2-16 Contrast highlevel&lowlevel 界面

2.5.2 Low Level

Contrast 部分直接影响图像整体亮度和通透性对比度，分 A、B 两端，可以调节值来调整当前 AB 两组对比度应用范围。高增益 A 和低增益 B 两组对比度调试值，中间段做差值。用户可以根据实际情况调节最大最小 level 值。

2.5.3 Threshold

- **Current Gain:** 当前增益倍数, 点击 Update 选项更新增益倍数。处于 Thre1 和 Thre2 之间, 使用插值。
- **Thre1:** 小于 Thre1 应用 GammaA&Low_Level A。
- **Thre2:** 大于 Thre2 应用 GammaB&Low_Level B。

2.5.4 Auto Low Level

- **Auto Low Level:** 勾选后 enable 此模块功能。
- **Type:** 选择手动模式或自动模式。手动模式, 直接设置 low level 值; 自动模式, 实现 low level 随增益, 温度, 亮度自动调整。
- **Manual:** 手动设置 Low Level 的大小。
- **Auto:** Low Level, 当前 low level 值。
 - **Auto/Gain Adjustment:**随增益调整 Low Level。
 - **Start Gain:**设置 low level 随增益变化的增益起始值, 增益大于这个值, low level 开始变化。
 - **Speed:**设置 low level 随增益变化的快慢。
 - **Low Level Max:**设置 low level 随增益变化最大值
 - **Current Gain:**当前增益。
 - **Temperature Adjustment:**随温度调整 Low Level。
 - **Speed:** 设置 low level 随温度升高变化的快慢。
 - **Low Level Max:** 设置 low level 随温度变化最大值。
 - **Current Temp:**当前温度。
 - **Brightness Adjustment:**随亮度调整 Low Level。
 - 可选择不同的亮度输入作为判断--AE 长曝光的平均值/curve 之后的平均值。
 - **Start Brightness:**设置 low level 随亮度变化的亮度起始值, 亮度小于这个值时, low level 开始变化。
 - **Speed:**设置 low level 随亮度变化的快慢。
 - **Low Level Max:**设置 low level 随亮度变化最大值。

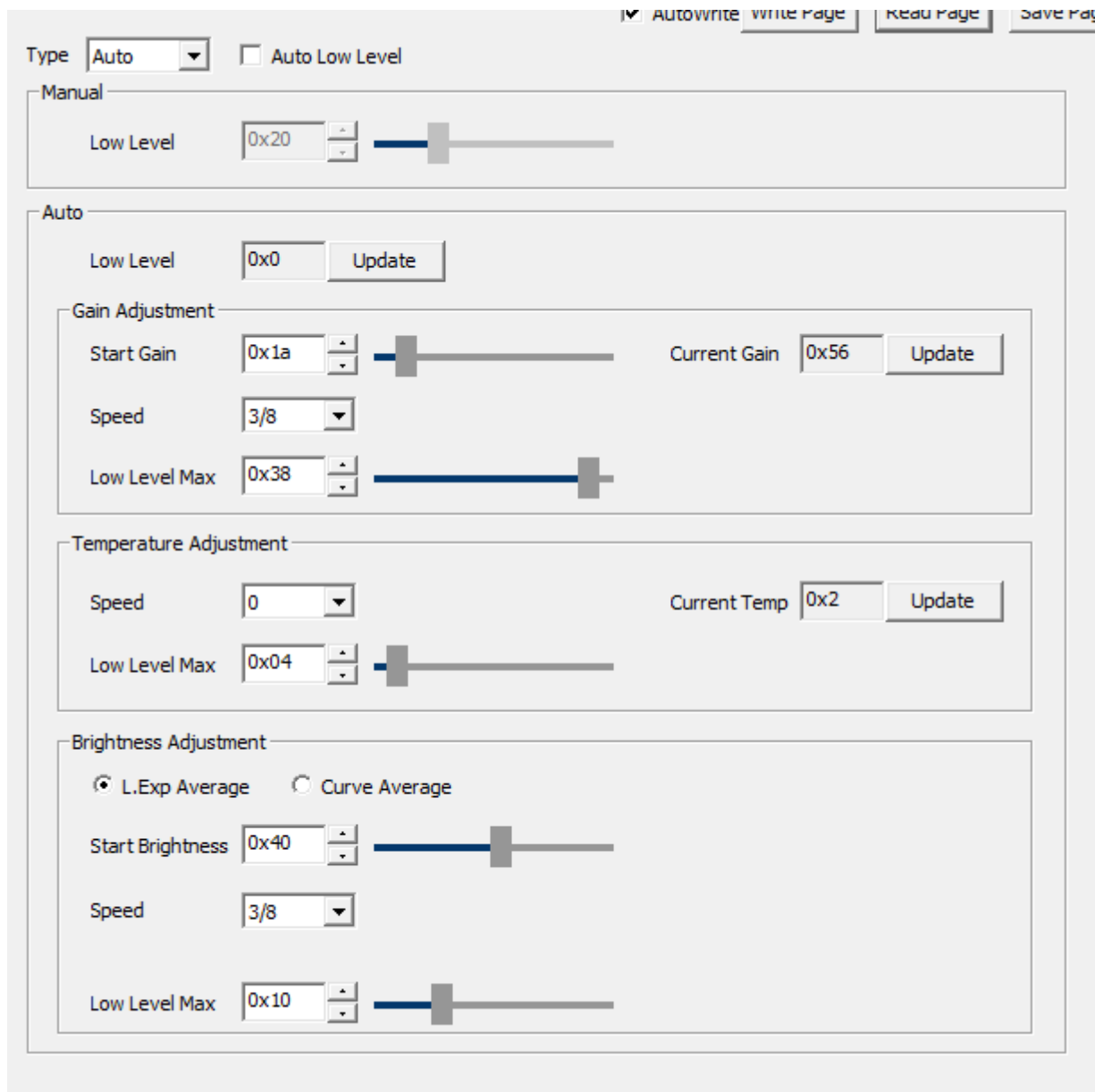


图 2-17 Auto Low Level 界面

2.6 HDR

注：当启用 ISPC_HDR 模块时，此模块中对应 ISPC_HDR 中开启的功能将失效，显示值为 ISPC 插值结果。

Tonemapping 模块分为 Dynamic Range、Global Gamma、Local Tonemapping、Hist EQ 四个部分。

Tonemapping
Combine

Dynamic Range

| | | | | | |
|-----------------------|----|-----|--------|-----------------|------|
| Current Dynamic Range | 0x | 230 | Update | | |
| Dynamic Range 0 | 0x | 300 | | Dynamic Range 1 | 0x |
| Dynamic Range 2 | 0x | c00 | | Dynamic Range 3 | 0x |
| | | | | | 700 |
| | | | | | 1800 |

Local Tonemapping

LocalTMEnable

| | | | | | | | |
|---------------------------|----|-----|--------|--------------------------|----|-----|--------|
| Current Max Gamma | 0x | 1a0 | Update | Current Min Gamma | 0x | 3ff | Update |
| Max Gamma 0 | 0x | 1a0 | | Min Gamma 0 | 0x | 3ff | |
| Max Gamma 1 | 0x | 180 | | Min Gamma 1 | 0x | 352 | |
| Max Gamma 2 | 0x | 160 | | Min Gamma 2 | 0x | 2ee | |
| Max Gamma 3 | 0x | 160 | | Min Gamma 3 | 0x | 28a | |
| Current Local Gamma Alpha | 0x | e | Update | Current Local Gamma Step | 0x | 4 | Update |
| Local Gamma Alpha 0 | 0x | e | | Local Gamma Step 0 | 0x | 4 | |
| Local Gamma Alpha 1 | 0x | c | | Local Gamma Step 1 | 0x | 4 | |
| Local Gamma Alpha 2 | 0x | b | | Local Gamma Step 2 | 0x | 4 | |
| Local Gamma Alpha 3 | 0x | a | | Local Gamma Step 3 | 0x | 4 | |

Global Gamma

| | | | |
|----------------------|----|-----|--------|
| Current Global Gamma | 0x | 1a0 | Update |
| Global Gamma 0 | 0x | 1a0 | |
| Global Gamma 1 | 0x | 1a0 | |
| Global Gamma 2 | 0x | 180 | |
| Global Gamma 3 | 0x | 180 | |

Hist EQ

HistEQEnable

| | | | | | | | |
|-----------------------|----|---|--------|--------------------|----|---|--------|
| Current HistPointStep | 0x | 4 | Update | Current CurveAlpha | 0x | 8 | Update |
| HistPointStep 0 | 0x | 4 | | CurveAlpha 0 | 0x | 8 | |
| HistPointStep 1 | 0x | 4 | | CurveAlpha 1 | 0x | 6 | |
| HistPointStep 2 | 0x | 4 | | CurveAlpha 2 | 0x | 4 | |
| HistPointStep 3 | 0x | 4 | | CurveAlpha 3 | 0x | 3 | |

图 2-18 Tonemapping 界面

2.6.1 Dynamic Range

- **Current Dynamic Range:** 当前值, 点击 update 可实时更新。
- **Dynamic Range0~Dynamic Range3:** 根据动态范围大小划分不同的段, 应用不同的参数。插值不同的 MaxGamma, MinGamma, GlobalGamma, LocalGammaAlpha, LocalGammaStep, CurveAlpha, HistPointStep。

2.6.2 Local Tonemapping

Local gamma 会参考平均亮度, 将亮区压暗, 暗区抬高, 有助于减弱光晕, 增加整体对比度。

- **LocalTMEEnable:** Local Tonemapping 的开关。
- **Current Max Gamma:** 当前值, 点击 update 可实时更新。
- **Max Gamma0~Max Gamma3:** 根据动态范围大小, 分别对应不同的值; MaxGamma 是 localgamma 最小值。
- **Current Min Gamma:** 当前值, 点击 update 可实时更新。
- **Min Gamma0~Min Gamma3:** 根据动态范围大小, 分别对应不同的值; MinGamma 是 localgamma 最大值。
- **Current Local Gamma Alpha:** 当前值, 点击 update 可实时更新。
- **Current Local Gamma Alpha 0~Current Local Gamma Alpha 3:** 根据动态范围大小, 分别对应不同的值。强度值, 数值越小强度越高。
- **LTMAAlpha2:** LTMAAlpha2 会控制降低 Local Gamma Alpha 的值, 降低亮度。
- **Current Local Gamma Step:** 当前值, 点击 update 可实时更新。
- **Current Local Gamma Step 0~Current Local Gamma Step 3:** 根据动态范围大小, 分别对应不同的值。控制帧与帧之间的过渡, 越大过渡越快。
- **LocalShift:** 控制 local tonemapping 过渡区域, 越大过渡区域越宽。

Note: 提升 LTM 强度可能会恶化 ghost、噪声。

2.6.3 Global Gamma

Global gamma 作用于全局, 可将整体画面抬高。

- **Current Global Gamma:** 当前值, 点击 update 可实时更新。
- **Global Gamma 0~Global Gamma 3:** 根据动态范围大小划分不同的段, 应用不同的参数。数值越小强度越高。

2.6.4 Hist EQ

直方图均衡功能可以用来提高对比度、调整亮度。

- **HistEQEnable:** 使能开关。
- **Current HistPointStep:** 当前值, 点击 update 可实时更新。
- **HistPointStep 0~HistPointStep 3:** 直方图统计帧间的过渡步长。

- **Current CurveAlpha:** 当前值, 点击 update 可实时更新。
- **CurveAlpha 0~CurveAlpha 3:** 整体直方图均衡强度。

2.6.5 HDR Combine

The screenshot shows the 'Combine' tab in the 'Tonemapping' section. It contains the following sub-sections and parameters:

- Combine Weight:**
 - BloomingMode, BloomingShift: 0x 2, HighMargin: 0x 8
 - HList1 0: 0x 40, HList1 1: 0x 40, HList1 2: 0x 80
 - HList2 0: 0x 40, HList2 1: 0x 40, HList2 2: 0x 60
- COMPS:**
 - Enable
 - CompSlope 0: 0x 1800, CompSlope 4: 0x 880
 - CompSlope 1: 0x 1400, CompSlope 5: 0x 680
 - CompSlope 2: 0x 1000, CompSlope 6: 0x 500
 - CompSlope 3: 0x c00, CompSlope 7: 0x 400
- Dark Color:**
 - DarkColor, ColorThre: 10, DarkColorExtent: 0x 0
 - DarkColorStartGain: 0x 30, DarkColorGainSpeed: 0x 10
- Edge Tuning:**
 - Enable
 - EdgeThre: 2, Strength: 2 (with sliders)
 - Black Edge:**
 - Black Edge, Manual
 - ManualThre: 20, Limit Factor: 4
 - Max Thre: 60, Min Thre: 20

图 2-19 Combine 界面

Combine 下包含 Combine Weight, COMPS, Dark Color, Edge Tuning 四个小模块。

● Combine Weight

- ◆ **BloomingMode:** 使能, 长中判断曝光灯区域的开关。
- ◆ **HighMargin:** 饱和状态的转折点 当原本的信号值+highmargin>224 的时候开始用中曝光。
- ◆ **BloomingShift:** 越小爆闪灯区域修复越明显。

- ◆ **Hist1 0-2:** 调整长中权重高频寄存器。
- ◆ **Hist2 0-2:** 调整中短权重高频寄存器。
- **Comps**
 - ◆ **Enable:** 使能 COMPS。
 - ◆ **CompSlope 0~7:** 按照亮度分 8 段线性压缩, 暗处斜率较大保留更多暗处信息, 八段斜率必须递减, 斜率越大画面相应越亮, 最好对着太阳调试, 天空/太阳四周不能出现亮度断层、较大光晕。
- **Dark Color:**
 - ◆ **DarkColor:** 使能开关, 在长中曝光中检测类似警灯的深色。
 - ◆ **ColorThre:** 色彩阈值, 当前点的色彩大于此阈值时, 开启 DarkColor 功能。
 - ◆ **DarkColorExtent:** 读出当前场景 DarkColor 功能开启的程度。
 - ◆ **DarkColorStartGain:** 增益起始点, 当增益小于此值时, 此功能关闭。
 - ◆ **DarkColorGainSpeed:** 设置 DarkColor 功能随增益增大开启的快慢。
- **Edge Tuning:** 边缘优化。
 - ◆ **Enable:** 边缘优化开关。
 - ◆ **EdgeThre:** 设置边缘阈值, 值越小越容易带来噪声。
 - ◆ **Strength:** 边缘优化强度, 值越大越强。
 - ◆ **Black Edge:** 黑边优化开关。
 - ◆ **Manual:** 手动设置黑边阈值开关, 勾选为手动, 否则为自动。
 - ◆ **ManualThre:** 手动设置黑边最大阈值。
 - ◆ **Limit Factor:** 黑边限制系数, 值越大, 黑边阈值越大。
 - ◆ **Max Thre:** 黑边的最大阈值, 值越大, 黑边可能越严重。
 - ◆ **Min Thre:** 黑边最小阈值。

2.7 Gamma

Gamma 模块包含两条 Gamma 曲线, 分别为 GammaA 和 GammaB。

- 高亮场景时, GammaA 生效。
- 低亮场景时, GammaB 生效。
- 中等亮度场景, 取 GammaA & GammaB 插值。

每条曲线上分布了 33 个点, 每个点可以单独上下调节。提供两种曲线平滑方法, 三次样条插值 (Cubic Spline Interpolation) 和贝塞尔曲线 (Bézier curve), 用户可根据需求选择。最右侧列表始终显示当前 gamma 曲线对应的寄存器地址和值。

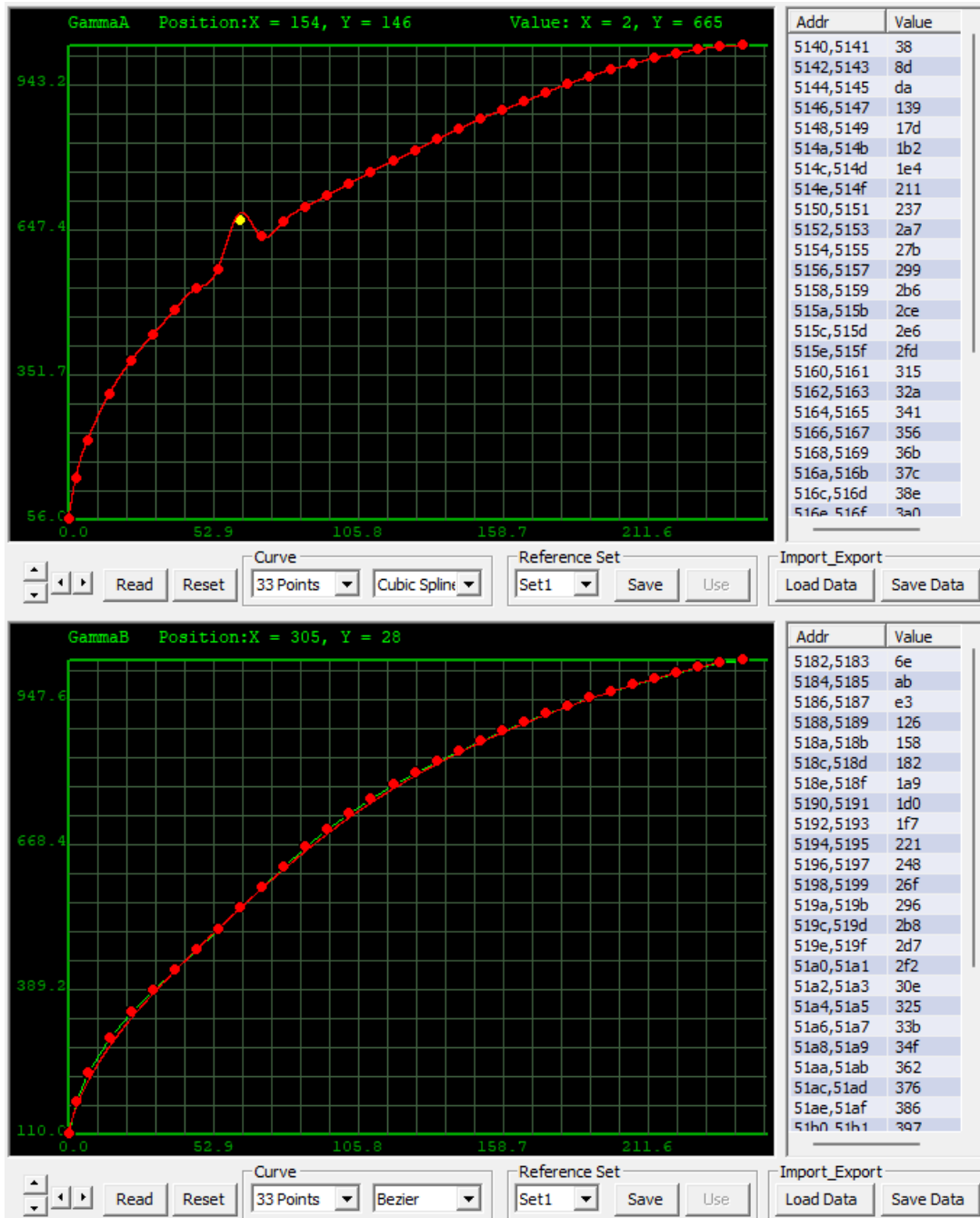


图 2-20 Gamma

- **上下调节按钮:** 上下调节曲线。
- **左右调节按钮:** 左右切换当前选中点。
- **Read:** 读取当前 gamma 值, 将曲线刷新到页面。
- **Reset:** 恢复默认 gamma 值, 将曲线刷新到页面, 并写入对应寄存器。
- **Curve:** 可选择曲线上取点个数便于修改曲线, 分为 5、8、12、16、20、33 六种。
- **Cubic Spline:** 三次样条插值具有“保凸”性, 每个点都会穿过, 只能保证各小段曲线在连接点的连续性, 无法保证整条曲线的平滑性, 如图 2-20 中的 GammaA。

- **Bezier:** 贝塞尔曲线可以保证整条曲线的平滑性, 缺点是不经过所有点, 如图 2-20 中的 GammaB。
- **Reference Set:** 该模块提供 5 组 gamma 数据暂存的功能。
- **Save:** 保存当前 gamma 值到对应“Set”组。
- **Use:** 调出对应“Set”组的 gamma 值刷新到页面, 并写入对应寄存器。
- **Import_Export:** 该模块提供 gamma 数据的导入和导出功能。
- **Save Data:** 将当前 gamma 数据保存到本地。
- **Load Data:** 从本地导入存有 gamma 数据的“.txt”文档, 将曲线绘制到页面, 并写入到对应寄存器。

2.8 GammaGain

GammaGain 模块增加高频信号, 此模块具体使用方法同上 Gamma 模块。

下图中横轴代表亮度, 纵轴代表高频信息增强强度。值越高, 对应亮度处的细节增强强度越高。

GammaGain 曲线 A 与 B 与 Gamma 模块中曲线 A 与 B 共用一套增益逻辑。

- 高亮场景时, GammaA 生效。
- 低亮场景时, GammaB 生效。
- 中等亮度场景, 取 GammaA & GammaB 插值。

调试方法与 Gamma 调试完全一致。

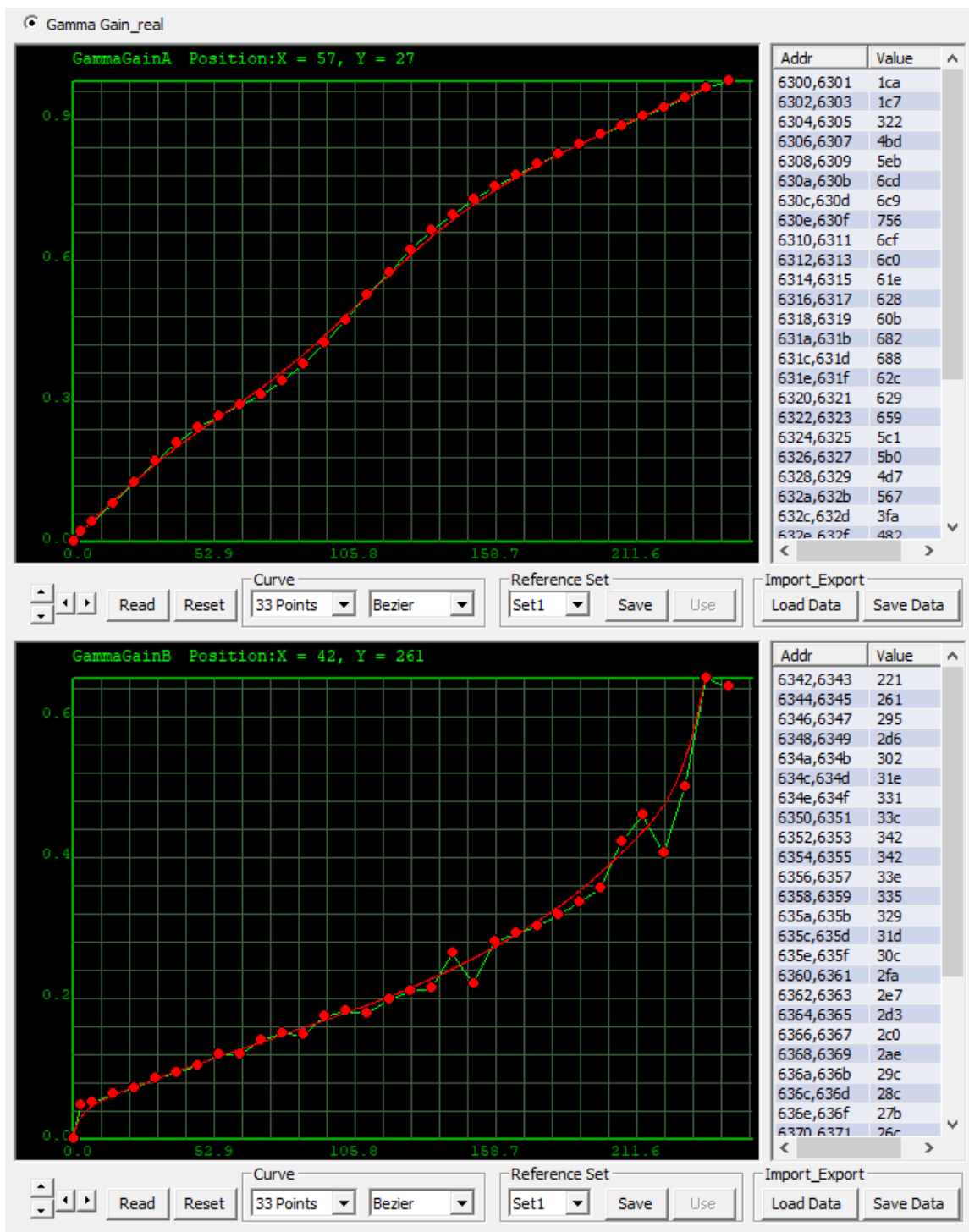


图 2-21 Gamma Gain_real

2.9 降噪(Noise Reduction, NR)

NR 模块分为 LPF1-3、LPF4、LPF5，包含五种低通滤波，应用于长中曝光。用户可以选择长曝光、中曝光和短曝光，分别进行去噪调试。当选择短曝光时，不使用 LPF1-5，而是使用 Short 模块调试。

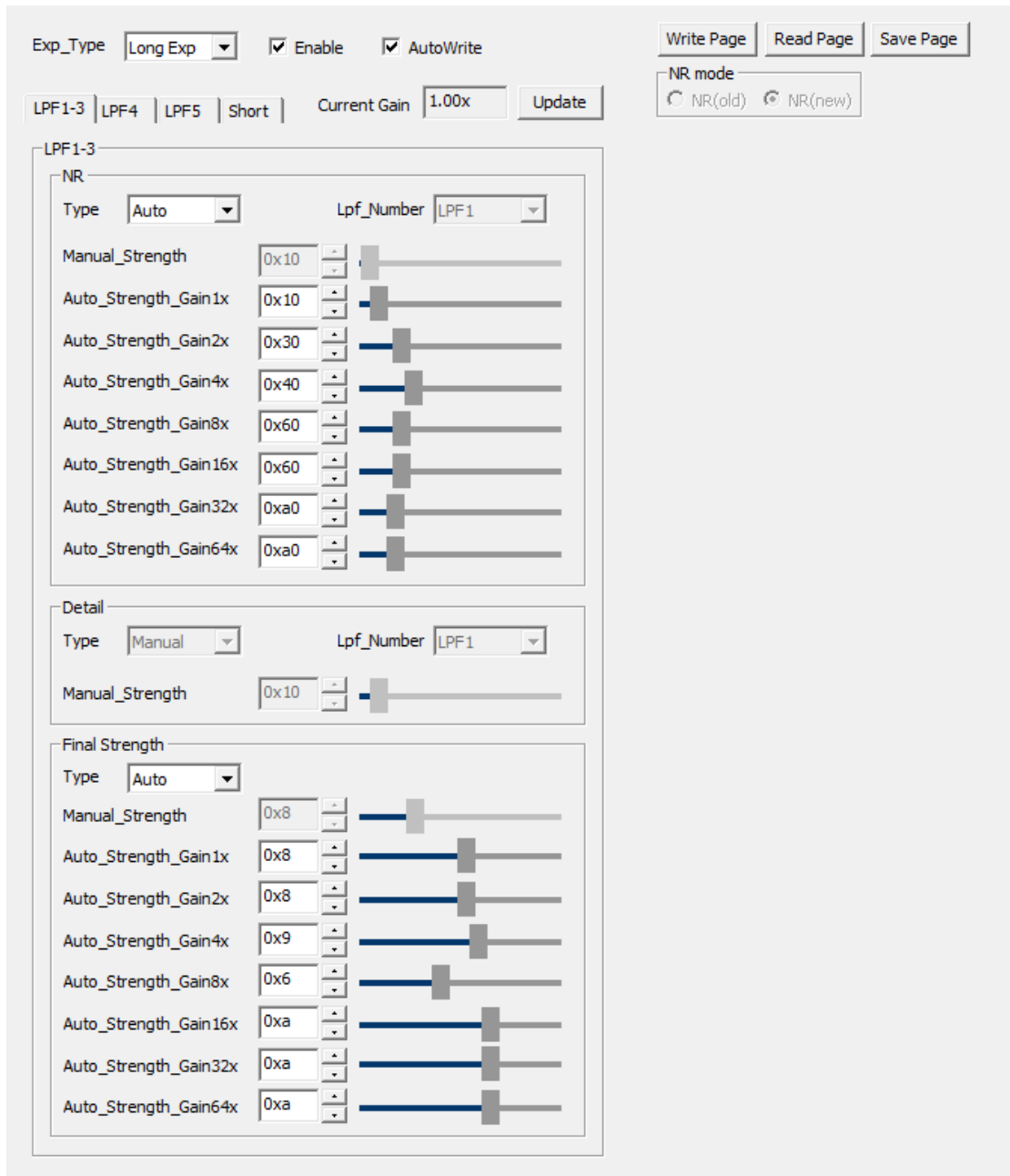


图 2-22 NR 界面

- **Enable:** 降噪功能开关，与当前选择的曝光类型相对应。
- **Exp_Type:** 曝光类型选择，分为长曝光、中曝光和短曝光，当前模块的调试效果只对当前选择的曝光生效。
- **Current Gain:** 当前增益倍数，点击 Update 选项更新增益倍数。自动模式下，需要根据当前增益倍数配置对应增益倍数下的去噪强度。

- **NR mode:** 选择降噪模式, NR(old)为长中曝光 LPF1-3 分别调试, NR (new) 为 LPF1-3 统一调试, 不可切换 LPF1-3。

2.9.1 LPF1-3

LPF1-3 模块包含 NR、Detail 和 Final Strength 三个小模块。Detail 模块中, Manual_Strength 的设置影响 NR 模块自动模式去噪的强度, 下面将展开具体介绍。

NR 模块通过 Type 选项选择手动模式或自动模式, 通过 Lpf_Number 选项分别选择 LPF1、LPF2、LPF3 进行去噪调节。

- 手动模式下, 直接通过设置 **Manual_Strength** 进行去噪调节, 调节范围是 0 ~ 1023。数值越大, 去噪强度越大。手动模式默认打开 **Detail** 模块的手动设置, 并将 **Detail** 模块中 **Manual_Strength** 设置到最大, 将去噪的基准最小强度拉到最大, 目的是使手动模式的调节不受基准最小强度的限制, 下图显示 LPF1 手动模式的调节。

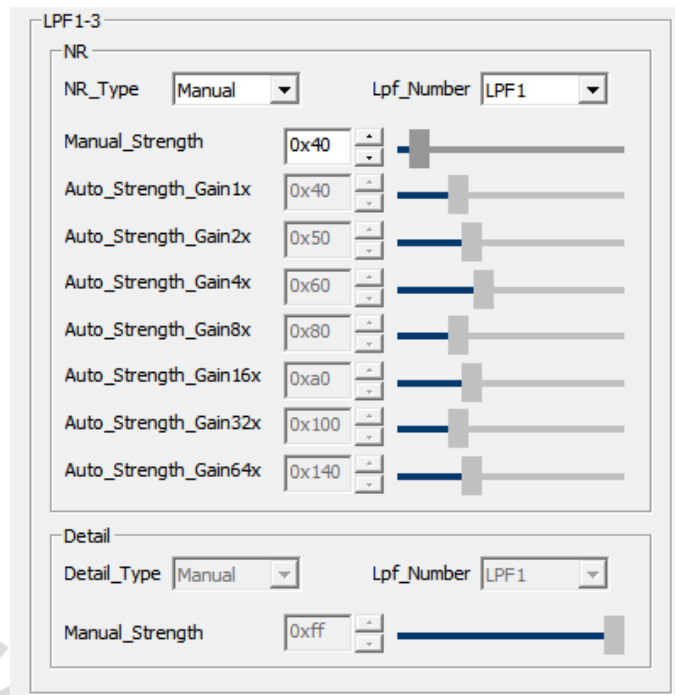


图 2-23 手动模式

- 自动模式下, 通过配置不同增益的去噪强度实现去噪强度的自适应配置, 可以根据 **Current Gain** 显示的增益倍数配置当前增益倍数下的去噪强度。1x、2x、4x 增益对应的调节范围是 0 ~ 255, 调节步长为 1; 8x、16x 增益对应的调节范围是 0 ~ 510, 调节步长为 2; 32x、64x 增益对应的调节范围是 0 ~ 1020, 调节步长为 4。数值越大, 去噪强度越大。若此时 **Detail** 模块中是手动模式, NR 模块的自动模式的去噪强度将受到基准最小强度的限制, 如下图所示。

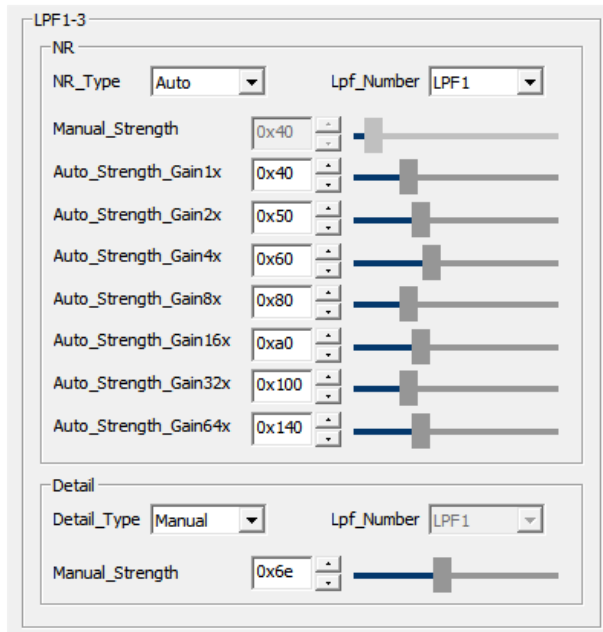


图 2-24 LPF1 自动模式

Detail 模块通过 **Type** 选项选择手动模式或自动模式，**Detail** 模块中，**Lpf_Number** 的选择受 **NR** 模块中的 **Lpf_Number** 控制。

- 手动模式可以通过 **Manual_Strength** 设置基准最小强度，范围是 0 ~ 255。数值越小，暗处保留的细节越大。
- 自动模式最小强度考虑当前 **pixel** 的噪声表现和亮度。噪声越大，亮度越亮，则最小去噪强度越大；噪声越小，亮度越小，则最小去噪强度越小（保留暗处细节）。

Final Strength 模块通过 **type** 选择手动模式和自动模式。

- 手动模式通过调节 **Manual_Strength** 来调节最终的整体降噪强度。数值越大，降噪强度越高。
- 自动模式通过配置不同增益的去噪强度实现去噪强度的自适应配置，可以根据 **Current Gain** 显示的增益倍数配置当前增益倍数下的去噪强度。

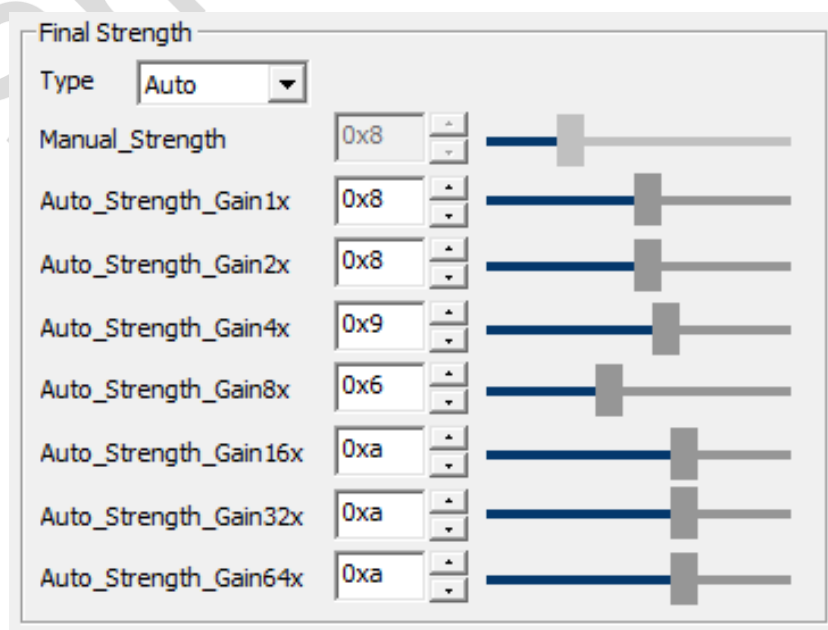


图 2-25 Final Strength 页面

2.9.2 Lpf4

Lpf4 模块的去噪调试选择手动模式会强制开启，选择自动模式会根据场景的增益和当前 pixel 的亮度实现自适应开启。自动模式的开启受 Gain 模块中的 Slop1 和 Light 模块中的 Slop2 控制，当 Slop1 和 Slop2 都为 0 时，将不会开启 Lpf4 的调试。

- **NR_Type:** 手动模式和自动模式的选择。
- **Enable:** Lpf4 的调试开启的标志。如下图所示，当 **Slop1** 和 **Slop2** 都为 0 时，**Enable** 表示 Lpf4 调试未开启；当 **Slop1** 和 **Slop2** 有一个不为 0 时，**Enable** 表示 LPF4 调试开启。

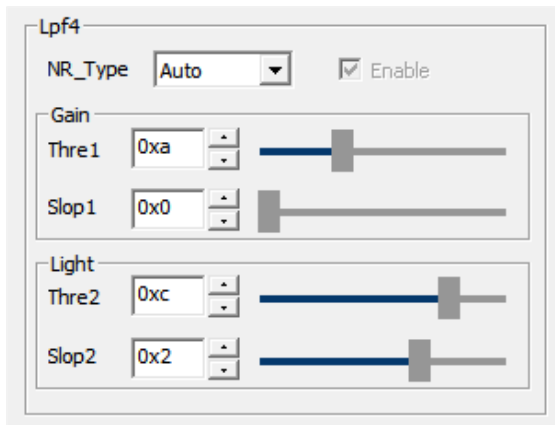


图 2-26 Lpf4 调试开启

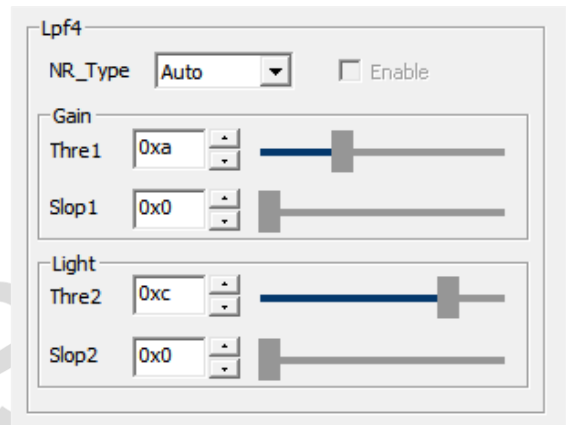


图 2-27 Lpf4 调试未开启

- **Thre1:** 增益阈值，范围是 0 ~ 31。值越大，则场景越暗，Lpf4 才会开启。
- **Slop1:** 开启速度，范围是 0 ~ 3。值越大，开启速度越快；值为 0 时，则不会随增益变化开启。
- **Thre2:** pixel 亮度阈值，范围是 0 ~ 15。值越小，则 pixel 亮度越小，Lpf4 才会开启。
- **Slop2:** 开启速度，范围是 0 ~ 3。值越大，开启速度越快；值为 0 时，则不会随 pixel 亮度变化开启。

2.9.3 Lpf5

需要在边缘增强开启后，Lpf5 的调试才有效，分为 Base_Strength 和 Strength_Adjustment_Value 两部分。

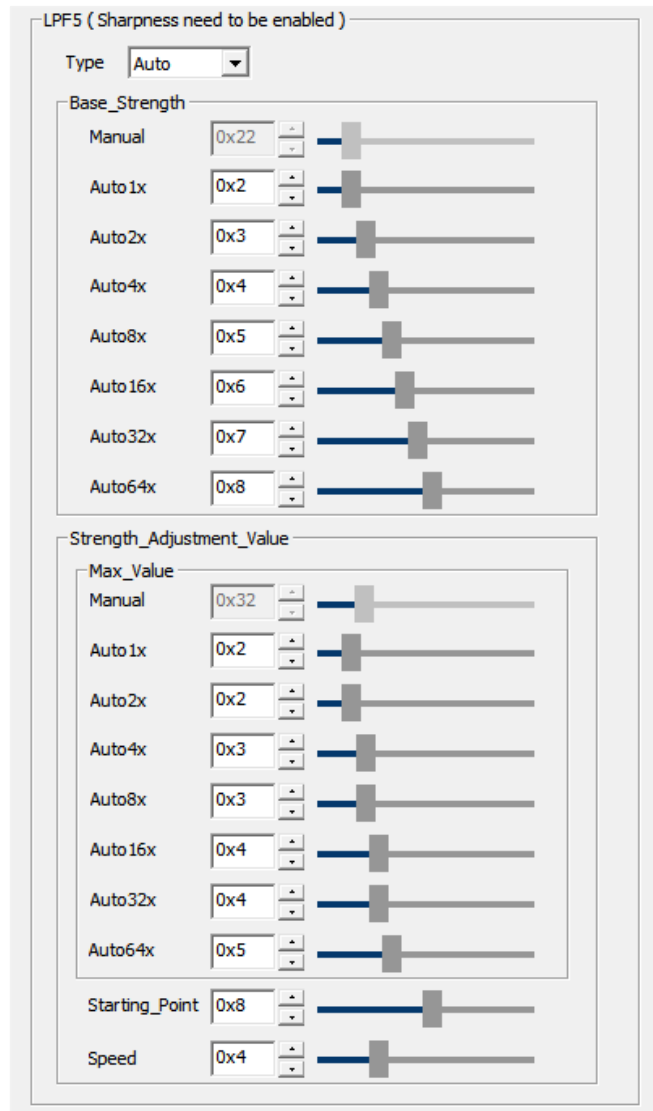


图 2-28 LPF5 界面

- **Type:** 手动模式和自动模式选择。
- **Base_Strength:** 基准强度设置模块。
- **Strength_Adjustment_Value:** 强度调整值设置模块，包括 Max_Value、Starting_Point 和 Speed 三部分。
- **Max_Value:** 最大调整值设置模块。
- **Starting_Point:** 强度调整的起点值设置。值越大，则亮度比较大的 pixel 就可以降低 Lpf5 的去噪强度；反之，值越小，则亮度比较小的 pixel 才会降低 Lpf5 的去噪强度。
- **Speed:** 设置 Lpf5 强度调整的快慢。值越大，则强度调整值越快达到强度调整最大值。

2.9.4 Short

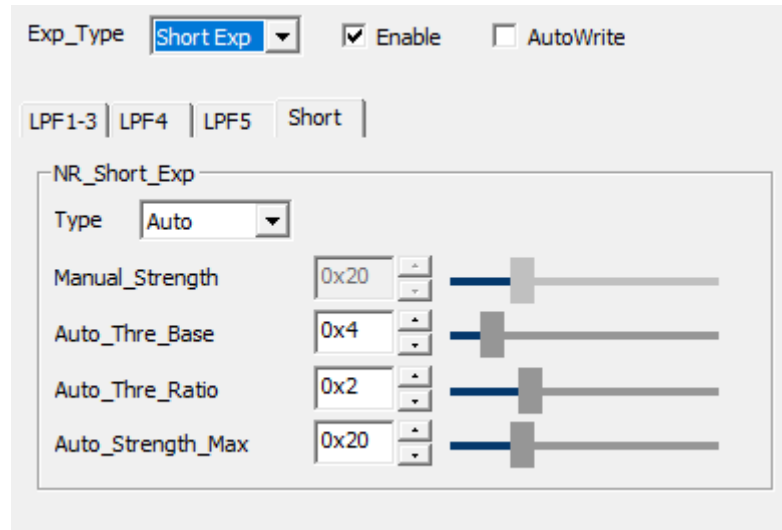


图 2-29 Short NR 界面

Short 模块需要上方 **Exp_Type** 选择 **ShortExp** 进入 **Short** 降噪模块。

Type: 选择手动模式或者自动模式。

Manual_Strength: 去噪强度设置，值越大，去噪强度越小。

Auto_Thre_Base: 设置细节判断阈值基准值，边缘特征值大于此阈值去噪强度开始减弱。

Auto_Thre_Ratio: 设置阈值 ratio，值越大，阈值越小，去噪强度越小。

Auto_Strength_Max: 设置最大去噪强度。0，最强；0x40，最小。

2.10 Lens shading 校正(LSC)

标定:

- 1、I2c 连通的情况下先用 Erase 擦掉 EEPROM 里原本的配置，再用 write 写入 raw 配置，确保烧录成功重新上电之后用 raw config 点亮， **Note: LSC 标定需要使用 raw-full size 配置;**
- 2、调整灯箱亮度并设置曝光，保证中心亮度平均值为饱和值的 70%。
- 3、点击 Display Ctrl，设置 3D Str 值，如 9，点击 Apply。
- 4、抓取 LCG raw 图，在 capture 里选择 RAW Data 的数据模式，选择 bmp 的文件类型抓取 Processed raw 图。
- 5、Option-software setting:
 - zoom algorithm: null。
 - Round setting: 设置圆心 (X、Y) 与半径，圆心为 sensor 中心，半径为 X、Y 之间，(LFS 半径可以适当大些)。
 - 点击 set。
- 6、Calibration: 点击选择导入抓取的 raw.bmp 图，生成一份参数 txt 文档。之后点击 Apply，将标定生成的参数写入对应寄存器中。

NOTE:1 为 100%，0 代表不做校准，修改后点击 **calibrate-apply** 将指定强度的 LSC 矩阵写入相应寄存器，修改后用 **save all** 功能保存新参数。



图 2-30 LSC 界面

- **Type:** 选择手动模式或自动模式。
- **Current Gain:** 当前增益。

- **Cur Q:** 乘在 LSC gain 上的系数, 随着 Gain 的增大线性减少, 从而线性减少 LENC 的效果, 减少噪声通过 LENC 增强。
- **GainMin:** Q 随增益降低起始阈值。
- **GainMax:** Q 随增益降低终止阈值。
- **QMax:** 当 Gain 值小于 GainMin 时, Q 值为 QMax。
- **QMin:** 当 Gain 值大于 GainMax 时, Q 值为 QMin。当 GainMin<Gain<GainMax 时, Q 值为 QMax 和 QMin 的线性插值。
- **Order:** order 是拟合的阶次
- **PointSpan:** 拟合的基线长度 (0-128)
- **StartGain:** LSC 强度调整起始增益
- **Ratio:** LSC 强度随增益变化速度
- **YRatio:** 手动调整 G 通道强度
- **CRatio:** 手动调整 B 与 R 通道强度

2.11 饱和度(Saturation)

Saturation 模块分为手动模式 (Manual) 和自动模式 (Auto)。

在 Manual 模式下, 可以手动调整饱和度, 调节范围是 0 ~ 255。值越大, 色彩饱和度越高效果越强。

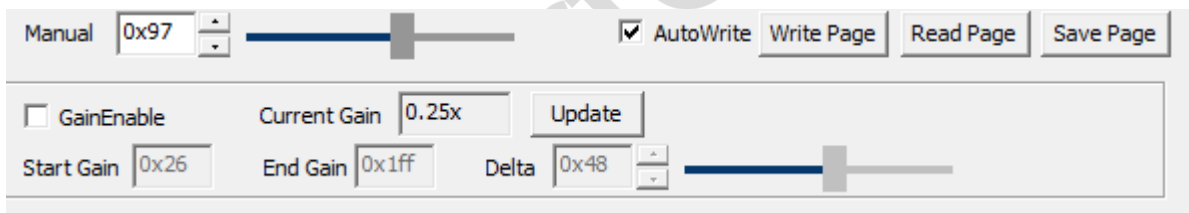


图 2-31 Saturation Manual 界面

- **GainEnable:** Gain 调试功能开关。
- **Current Gain:** 表示当前增益值, 点击 update 可实时更新。
- **Start Gain:** Gain 调试曲线起始值。
- **End Gain:** Gain 调试曲线终值。
- **Delta:** Gain 调试曲线调节幅度值。

2.11.1 Normal: After HDR 调整整体饱和度

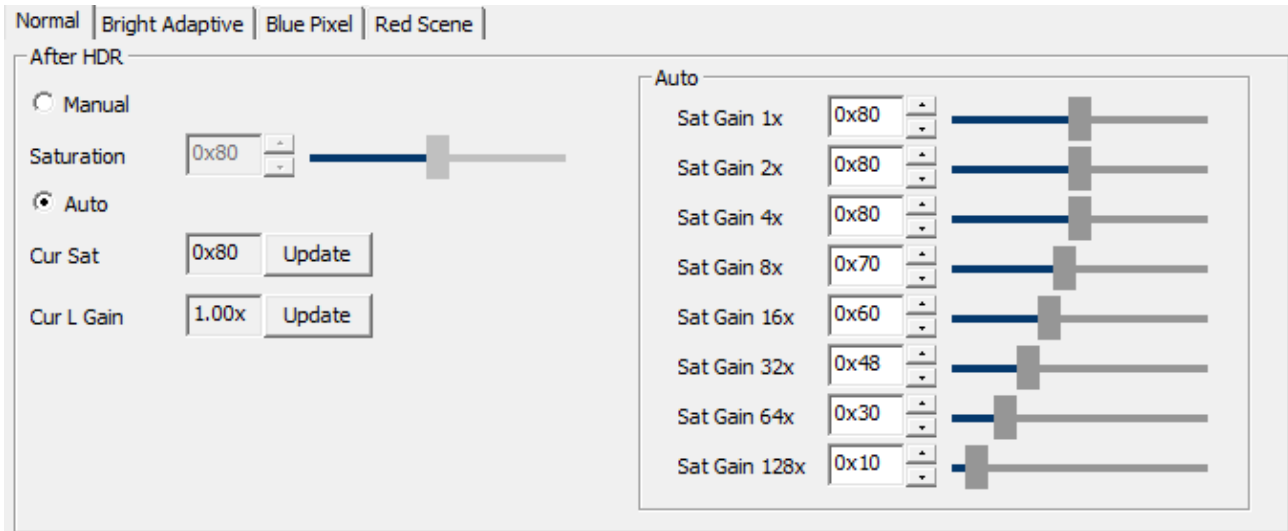


图 2-32 Saturation Normal 界面

- 可选择 **Manual** 或 **Auto** 模式。
- **Saturation**: 手动模式下拖动 Saturation 实现饱和度调整，范围 0~ff，值越大，饱和度越高。
- **Cur Sat**: 当前的饱和度值。
- **Cur L Gain**: 当前 Gain 值。
- **Auto**: 自动模式时调整 1x~128x 的值，饱和度随增益自适应调整

2.11.2 Bright Adaptive: 根据局部亮度自适应调整饱和度

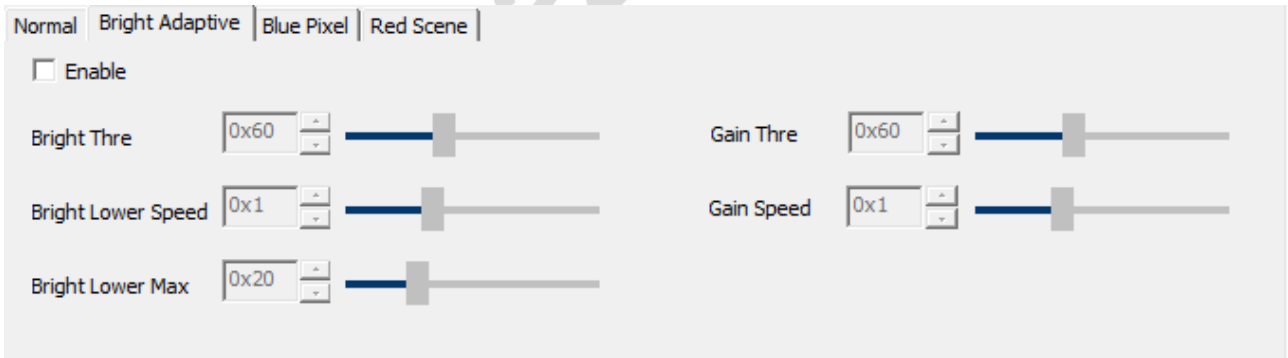


图 2-33 Saturation Bright Adaptive 界面

- **Enable**: 勾选打开此功能，否则关闭。
- **Bright Thre**: 设置亮度阈值，当前点亮度小于此阈值时，饱和度减小。
- **Bright Lower Speed**: 控制饱和度随亮度减小而减小的快慢，值越大越快。
- **Bright Lower Max**: 饱和度随亮度减小而减小的最大值。
- **Gain Thre**: 设置场景阈值，当增益大于这个阈值时，暗处降饱和度功能开启。
- **Gain Speed**: 控制暗处降饱和度功能随增益增大而开启的快慢，值越大开启越快。

2.11.3 Blue Pixel:蓝色像素点饱和度调整

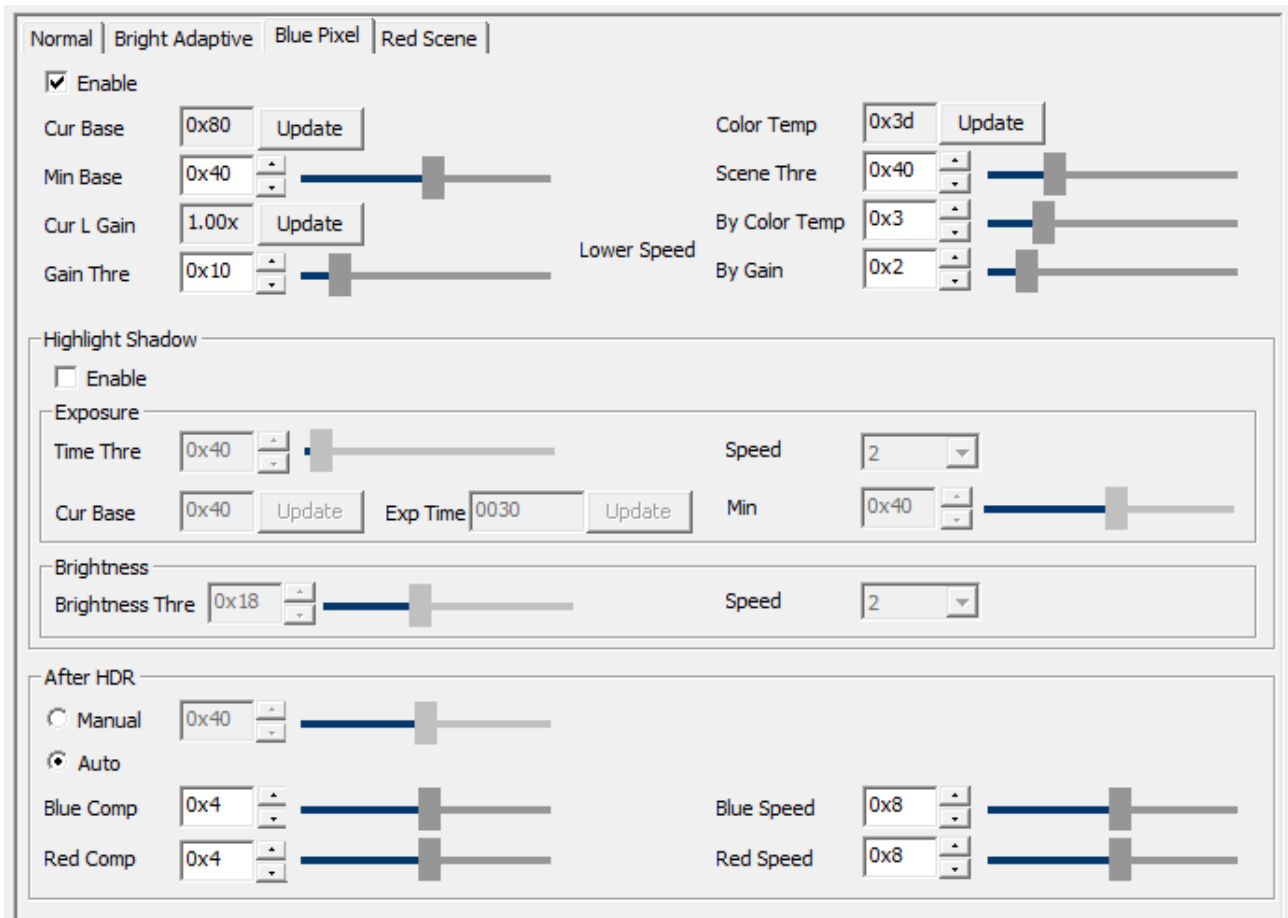


图 2-34 Saturation Blue Pixel 界面

- **Enable:** 勾选 Enable 开启局部蓝色调整，否则关闭。
- **Cur Base:** 点击 Update 读出当前场景蓝色基准饱和度。
- **Min Base:** 设置蓝色基准饱和度的最小值，范围 0~ff。
- **Cur L Gain:** 点击 Update 读出当前场景长曝光 Gain 值。
- **Gain Thre:** 设置增益起点阈值，当长曝光增益大于设置值时，可降低蓝色点饱和度，范围 0~ff。
- **Color Temp:** 点击 Update 读出当前场景色温。
- **Scene Thre:** 设置场景判断阈值，当色温大于设置值时，可降低蓝色点饱和度，范围 0~ff。
- **Lower Speed By Color Temp:** 设置蓝色点随色温增高降低饱和度的快慢范围，范围 0~f。
- **Lower Speed By Gain:** 设置蓝色点随增益降低降低饱和度的快慢，范围 0~f。
- **Highlight Shadow:** 高光阴影场景降饱和度。
 - ◆ **Exposure:** 曝光条件
 - **Time Thre:** 设置曝光时间阈值，当曝光时间小于此阈值时，蓝色像素点的饱和度可降低为 0。

- **Speed:** 设置蓝色像素饱和度随曝光时间减小而减小的快慢，值越大下降越快。
- **Cur Base:** 当前场景下，蓝色点的基准饱和度。
- **Exp Time:** 当前场景下的曝光时间。
- **Min:** 设置高光阴影蓝色像素点饱和度的最小值。
- ◆ **Brightness:** 亮度条件
 - **Brightness Thre:** 设置 pixel 亮度阈值，当蓝色 pixel 亮度小于这个阈值时，饱和度降到最低。
 - **Speed:** 设置蓝色像素点饱和度随亮度减小而减小的快慢，值越大下降越快。
- **After HDR:** 整体饱和度调整
 - ◆ **Manual:** 勾选 Manual，手动设置值。
 - ◆ **Blue Comp:** 有符号数，蓝色点判断的蓝色分量附加判断，值越大，蓝色分量的判断越松。80 最小，7f 最大（有符号数）。
 - ◆ **Blue Speed:** 蓝色点判断，蓝色分量符合要求的快慢。
 - ◆ **Red Comp:** 有符号数，蓝色点判断的红色分量附加判断，值越大，红色分量的判断越松。80 最小，7f 最大（有符号数）。
 - ◆ **Red Speed:** 蓝色点判断，红色分量符合要求的快慢。

2.11.4 Red Scene

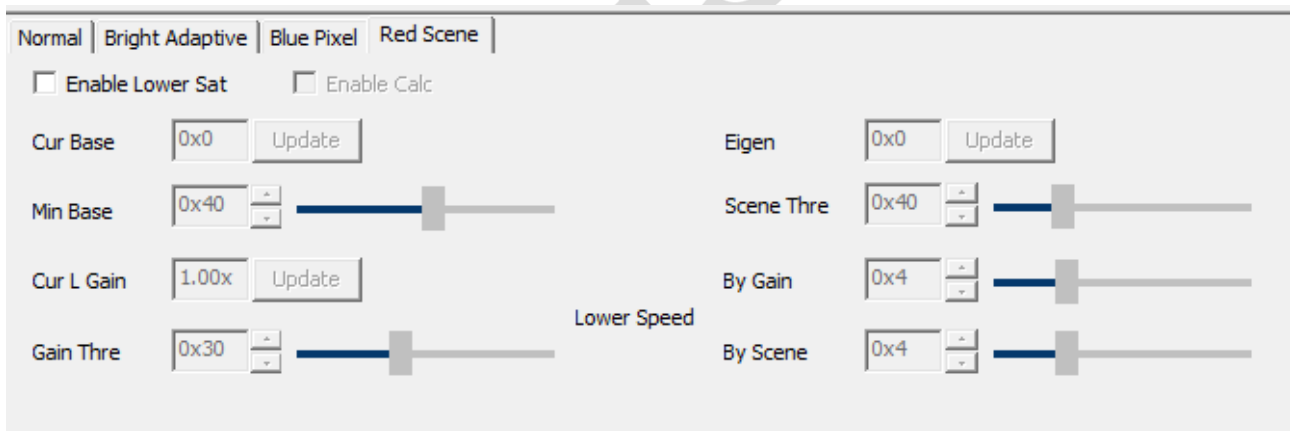


图 2-35 Saturation Red Scene 界面

- **Enable Lower Sat:** 打开红色场景降饱和度。
- **Enable Calc:** 打开红色场景饱和度调整的计算。
- **Cur Base:** 点击 Update 读出当前场景的红色场景饱和度。
- **Min Base:** 设置红色基准饱和度的最小值。
- **Cur L Gain:** 点击 Update 读出当前场景的长曝光增益。
- **Gain Thre:** 设置增益起点阈值，当增益大于设置值时，可以降低红色场景的饱和度。
- **By Gain:** 设置饱和度随增益增加时下降快慢。

- **Eigen:** 点击 Update 读出当前场景的红色场景特征值。
- **Scene Thre:** 设置场景判断阈值，当红色场景特征值大于设置值时，可以降低红色场景的饱和度。
- **By Scene:** 设置饱和度随红色场景变红的下降快慢。

2.12 锐化(Sharpness)

Sharpness 模块分为手动设置、自动设置和边缘增强限制三部分。

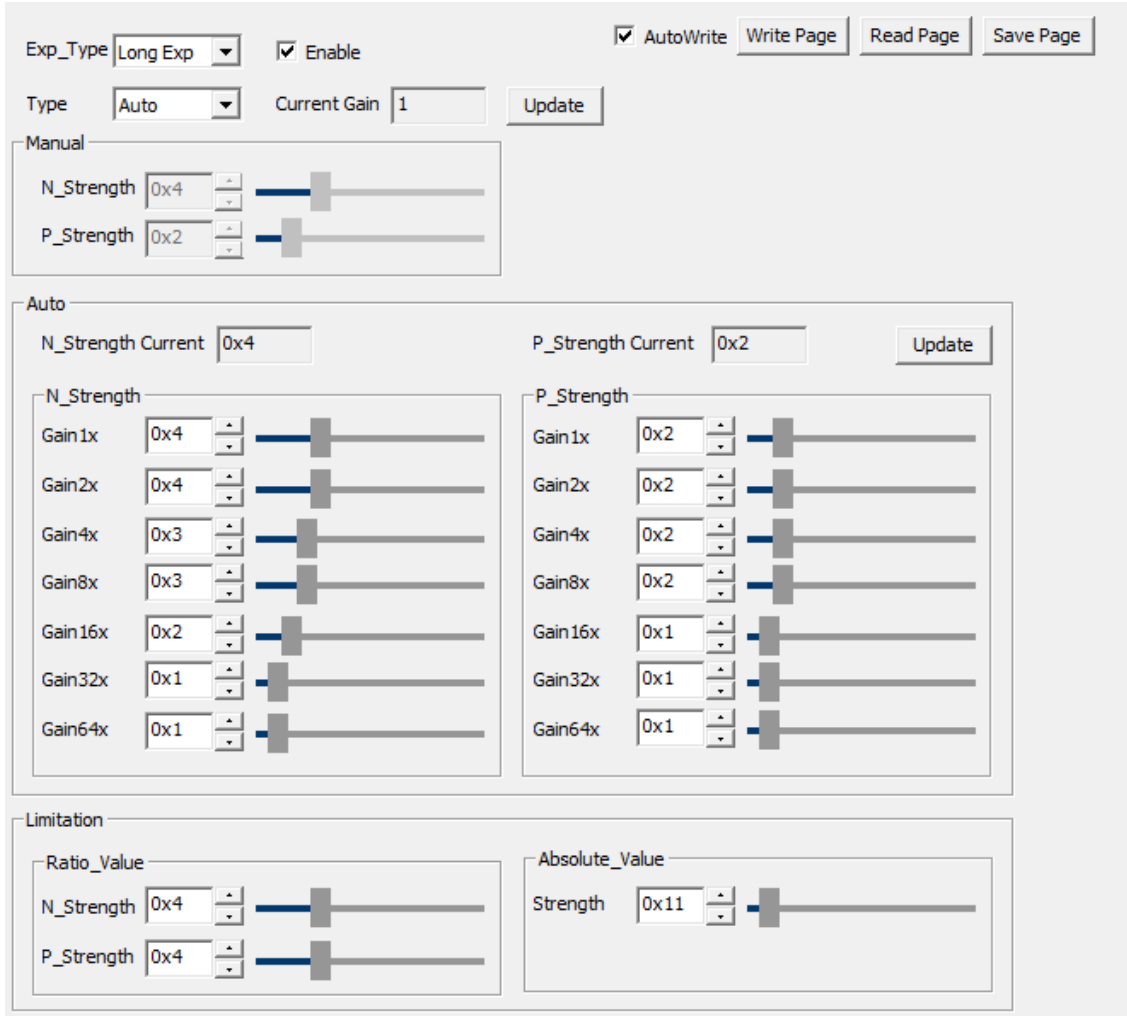


图 2-36 Sharpness 界面

- **Enable:** 边缘增强功能开关，与当前选择的曝光类型相对应。
- **Exp_Type:** 曝光类型选择，分为长曝光和中曝光，当前模块的调试效果只对当前选择的曝光生效。
- **Current Gain:** 当前的增益倍数，点击 Update 选项更新当前增益倍数，自动模式需要根据当前增益倍数配置对应增益倍数下的边缘增强强度。
- **Manual:** 手动边缘增强强度设置模块。
- **Auto:** 自动边缘增强强度设置模块。可以通过配置不同增益时的边缘增强强度，实现边缘增强强度的自适应配置。

- **Limitation:** 边缘增强限制模块。
- **Ratio_Value:** 比例值限制，用于限制正负边缘相对于细节最大增强比例。
- **Absolute_Value:** 绝对值限制，用于限制正负边缘的最大值。
- **N_Strength:** 负边缘增强强度。
- **P_Strength:** 正边缘增强强度。
- **N_Strength current:** 当前负边缘增强强度。
- **P_Strength current:** 当前正边缘增强强度。

2.13 高温控制 HTEMP

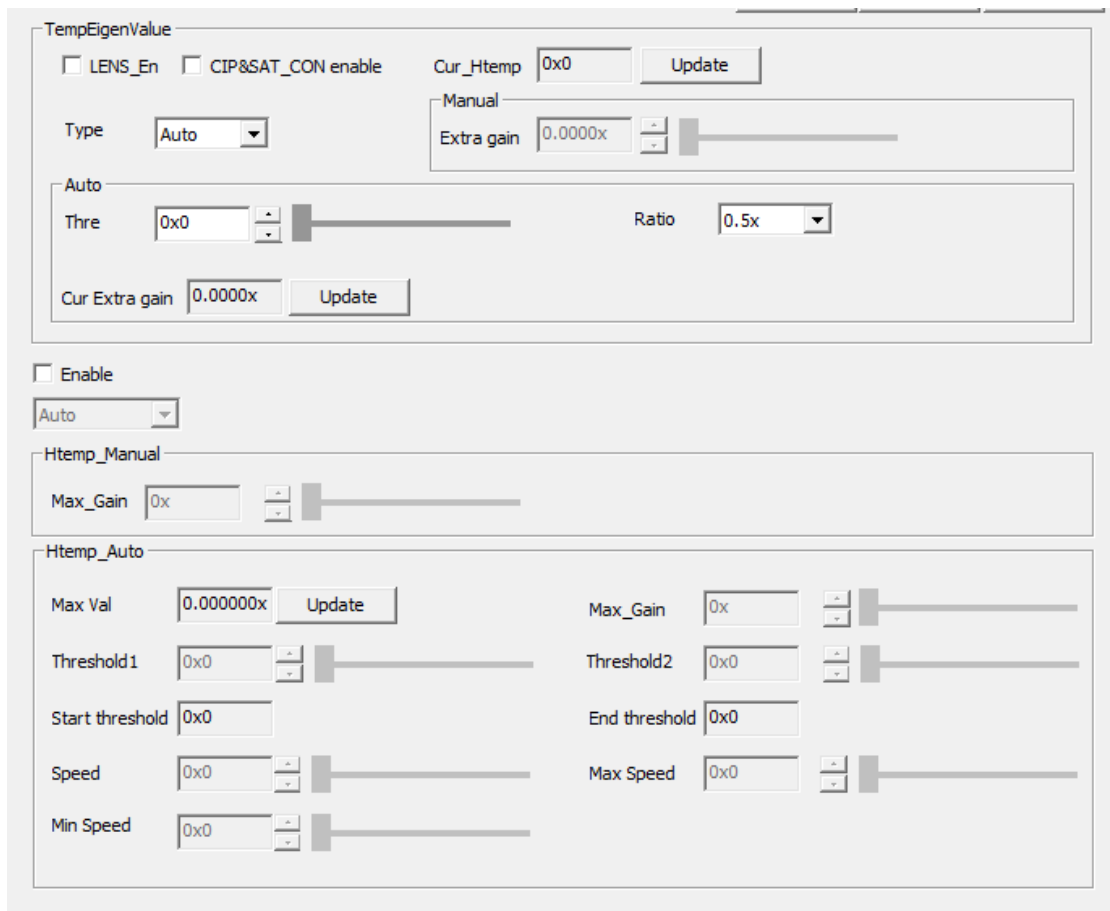


图 2-37 Htemp 界面

Htemp 模块在温度升高的时候，降低 Gain, LENC ratio, low level 和 Saturation，减少噪声。

- **TempEigenValue: 高温特征值计算**
 - ◆ **LENS_En:** 在 LENC 模块考虑高温转化后的附加增益。
 - ◆ **CIP&SAT_CON enable:** 考虑高温转化后的附加增益，生成合并后的增益值，应用到 CIP,AWB,SAT_CON 模块中。
 - ◆ **Cur_Htemp:** 当前高温值。
 - ◆ **Type:** 选择手动模式或者自动模式。

- ◆ **Manual:** 设置手动输入的附加增益
- ◆ **Auto:**
 - **Thre:** 设置为高温特征值的阈值, 当高温特征值大于这个阈值时, 开始转化为附加增益, 否则为 0。
 - **Ratio:** 控制高温特征值转换的 ratio, 越大, 转换的附加增益的值越大。
 - **Cur Extra Gain:** 当前附加增益值。
- **Enable:** 高温自动降增益开关。
 - ◆ 可选择手动输入 **Max_Gain** 或者自动计算 **Max_Gain** 模式。
 - ◆ **Htemp_Manual:** 手动输入 **Max_Gain**。
 - ◆ **Htemp_Auto:** 自动计算 **Max_Gain**。
 - **Threshold1/2:** 进出高温值阈值。
 - **Start/End threshold:** 根据设置 **Threshold** 计算出的进出高温阈值。
 - **Speed:** **Max_Gain** 随高温变化的快慢。
 - **Max/Min Speed:** **Max_Gain** 变化速度的最大/最小限制。

2.14 ISPC_Controller

ISPC_Controller 模块包含 **HDR**, **LTMBLC** 四个小模块。当启用了 **ISPC** 里面的模块时, 上方对应模块里面部分功能将不生效, 对应值会变为 **ISPC** 模块计算出的值。

2.14.1 ISPC-HDR

Enable

HDR Enable

hdr_enable

Max Gamma Global Gamma Local Gamma Alpha Curve Alpha

High Margin AWB Luma Low Th AE Target Comps

Int Gain Luma

int L_m: 1/16 gain L_m: 4 luma L_m: 1

Dy Th1: 0x0 Luma Th: 0x0

Dy Th2: 0x0 Base: 0x0

Dy Th3: 0x0 Int Gain Luma: 0x200 Update

Dy Th4: 0x0

HDR Para

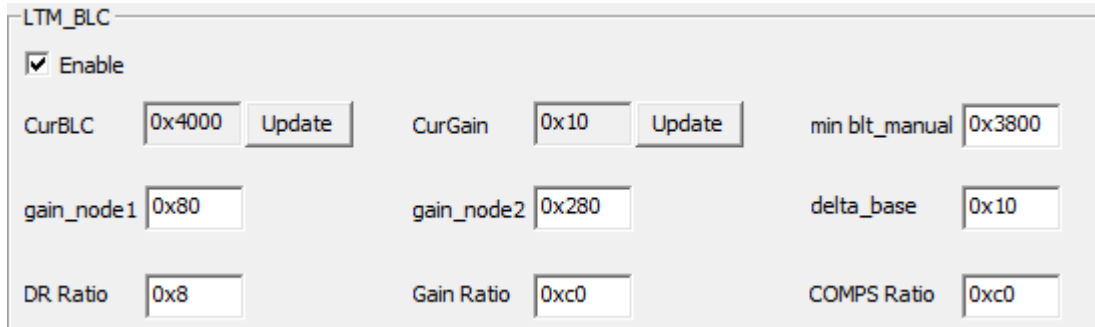
| | Max Gamma | Global Gamma | Local Gamma Alpha | Curve Alpha | High Margin | Awb Luma Low Th | AE Target | Comp slop0 | Comp slop1 | Comp slop2 | Comp slop3 | Comp slop4 | Comp slop5 | Comp slop6 | Comp slop7 |
|-------|-----------|--------------|-------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Para1 | 0x0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Para2 | 0x0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Para3 | 0x0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Para4 | 0x0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Out | 0x1a0 | 1a0 | e | 8 | 8 | f1 | 48 | 1800 | 1400 | 1000 | c00 | 880 | 680 | 500 | 400 |

图 2-38 ISPC_HDR 界面

- **Enable:** 使能 ISPC_HDR 模块。
- **HDR_Enable**
 - ◆ **hdr_enable:** 勾选启用, 下方可选择开启对应小模块。
 - ◆ **Max Gamma/Global Gamma/Local Gamma Alpha/Curve Alpha/High Margin/ AWB Luma Low Th/AE Target/Comps:** 勾选开启对应模块。
- **Int Gain Luma:** 根据 IntL, GainL 和 LumaL, 计算 DR 值; 根据 *int_gain_luma* 的数值在 Dy_Th 的不同区间对 HDR 参数做插值。
 - ◆ **Int L_m:** 可选择曝光权重, 影响 *int_gain_luma* 的数值。
 - ◆ **Gain L_m:** 可选择增益权重, 影响 *int_gain_luma* 的数值。
 - ◆ **Luma L_m:** 可选择亮度权重, 影响 *int_gain_luma* 的数值。
 - ◆ **Dy Th1~4:** 四段对应的阈值。
 - ◆ **Luma Th :** 当前亮度的阈值, 决定 luma L 值。
 - ◆ **Base:** 影响 *int_gain_luma* 的数值。
 - ◆ **Int Gain Luma:** 当前值, 可更新。

- **HDR_Para:** 四段参数做插值, Out 为插值结果。

2.14.2 ISPC_LTM_BLC



| Parameter | Value | Action |
|----------------|-------------------------------------|--------|
| Enable | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| CurBLC | 0x4000 | Update |
| CurGain | 0x10 | Update |
| min blt_manual | 0x3800 | |
| gain_node1 | 0x80 | |
| gain_node2 | 0x280 | |
| delta_base | 0x10 | |
| DR Ratio | 0x8 | |
| Gain Ratio | 0xc0 | |
| COMPS Ratio | 0xc0 | |

图 2-40 ISPC_LTM_BLC 界面

ISPC_LTM_BLC 模块通过当前增益, comps 强度, 动态范围调整 blc 值。

- **Enable:** 使能 ISPC_LTM_BLC 模块。
- **CurBLC:** 当前 BLC 值。
- **CurGain:** 当前增益。
- **Min blt_mauual:** 手动设置 BLC 值。
- **Gain_node1-2:** 设置插值计算阈值。
- **Delta_base:** 需要减掉的 BLC。
- **DR/Gain/COMPS Ratio:** 动态范围/增益/COMPS 计算对应比率。

3 版本记录

| 版本 | 时间 | 备注 |
|------|------------|---------------|
| V1.0 | 2024/08/01 | 原始版本 |
| V1.1 | 2024/10/30 | Administrator |
| V1.2 | 2024/10/30 | User A |

SmartSens

4 公司信息

思特威（上海）电子科技股份有限公司

地址：上海市闵行区田林路 889 号绿洲四期 8 号楼

电话：021-64853570

邮箱：sales@smartsenstech.com

网址：http://www.smartsenstech.com

SmartSens Technology (Shanghai) Co., Ltd.

Address: Building 8, Shanghai Business Park IV, No. 889 Tianlin Road, Minhang District, Shanghai, 200233, China

Tel: 021-64853570

E-mail: sales@smartsenstech.com

Website: http://www.smartsenstech.com

SmartSens