

密级状态：绝密() 秘密() 内部() 公开(☒)

RKISP2. x Tuner User Manual

V1. 1

文件状态：	当前版本：	V1. 1
[] 正在修改	作 者：	陈煜
[<input checked="" type="checkbox"/>] 正式发布	完成日期：	2020-07-17
	审 核：	邓达龙
	完成日期：	2020-07-17

瑞芯微电子股份有限公司

Rockchip Electronics Co., Ltd

(版本所有, 翻版必究)

版本历史

版本号	作者	修改日期	修改说明	对应工具版本	备注
v1.0	陈煜 李昌友	2020-07-08	建立文档	V0.1.0	
V1.1	陈煜	2020-07-17	修复一些描述错误	V0.1.0	

目录

一、 概述.....	4
1. 关于 RKISP2. x Tuner.....	4
2. 适用平台.....	4
3. 调试环境.....	4
4. 工具安装与配置.....	5
二、 功能简介.....	7
1. 概述.....	7
2. 抓图工具.....	8
3. 标定工具.....	9
三、 快速入门.....	10
1. 建立 Tuning 工程.....	10
2. 为新的 CIS 建立 Tuning 工程.....	12
3. 连接设备.....	14
4. 使用 Capture Tool 抓取 Raw 图.....	15
5. 使用仿真器.....	16
四、 标定流程说明.....	17
1. 连接设备 & raw 图拍摄方法.....	17
2. BLC.....	18
3. LSC.....	20
4. AWB.....	23
5. CCM.....	28
6. NR.....	30

一、概述

1. 关于 RKISP2. x Tuner

RKISP2. x Tuner（以下简称 Tuner）提供了一套便于用户调试 ISP 参数的工具，用户可以在 Tuner 中对所有 ISP 模块开展标定（Calibration）、调试（Tuning）等工作。用户可以使用 Tuner 提供的抓图工具（Capture Tool）来拍摄 Raw 图；在标定工具（Calibration Tool）中完成基础模块的标定工作；在 Tuner 中连接设备，在线进行 ISP 参数调试。

2. 适用平台

芯片名称	ISP 平台版本
RV1109	RKISP2. x
RV1126	RKISP2. x

3. 调试环境

计算机环境要求：

运行 Tuner 的计算机必须安装 Windows 7 的 x64 版本或以上版本的 64 位 Windows 操作系统；

运行 Tuner 之前应预先安装 MCR_R2016a(9.0.1)的 64 位版本，下载地址：

<https://ww2.mathworks.cn/products/compiler/matlab-runtime>

使用过程中应避免 Tuner 的路径 Tuning 工程的路径中出现中文字符；

设备端环境要求：

确保固件默认开启 adbd 服务，Tuner 将会通过 adb 启动设备端的 Tuning 服务；

由于设备与计算机将使用网络通讯进行交互，用户可以采用以下两种连接两种方式中的任意一种来连接设备：

- 计算机与设备端使用一条网线直连，该方法需要在连接后手动配置计算机的 IP 地址，同时通过串口、ADB 等方式配置设备端的 IP 地址；
- 将计算机和设备端接入一台路由器，令计算机与设备处于同一局域网下，该方法可以在接入局域网后使用 RK IPCamera Tool-V1.5 来搜索设备的 IP 地址；

4. 工具安装与配置

RKISP2.x Tuner 的 本 体 无 需 进 行 安 装 ， 直 接 使 用 解 压 工 具 解 压 到 任 意 目 录 即 可 使 用 ， 但 应 避 免 解 压 到 存 在 中 文 字 符 的 路 径 。

在 第 3 节 中 提 到 运 行 Tuner 之 前 需 要 预 先 安 装 MCR_R2016a， 安 装 步 骤 如 下：

- 1) 打 开 MCR_R2016a_x64.exe， 等 待 其 自 解 压 完 成；



图 1-4-1

- 2) 点 击 下 一 步 ， 选 择 同 意 条 款 ， 下 一 步 ， 点 击 安 装；

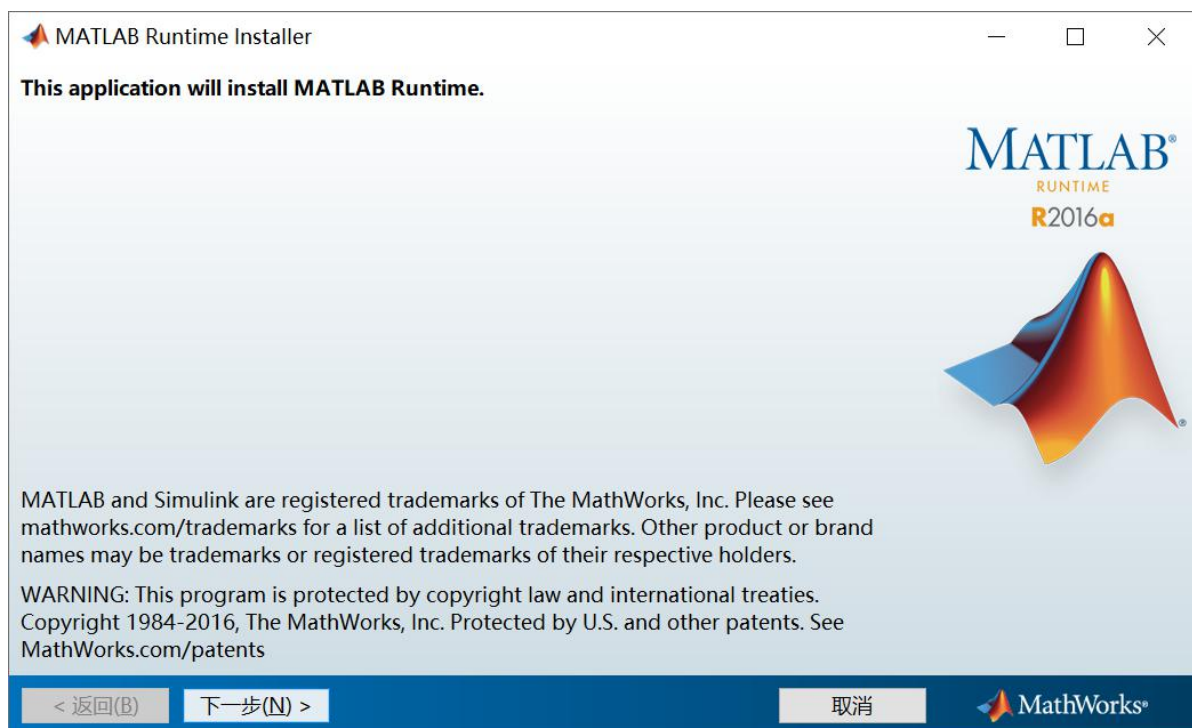


图 1-4-2

3) 等待安装完成;

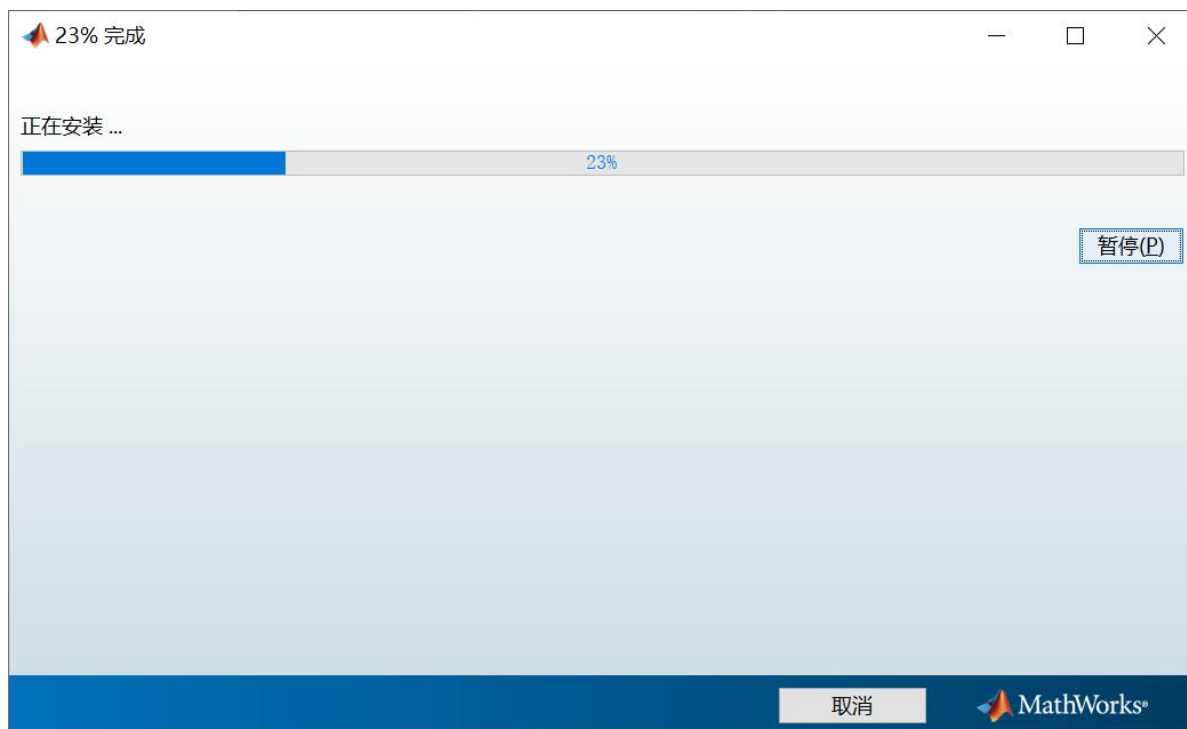


图 1-4-3

4) 安装完成;

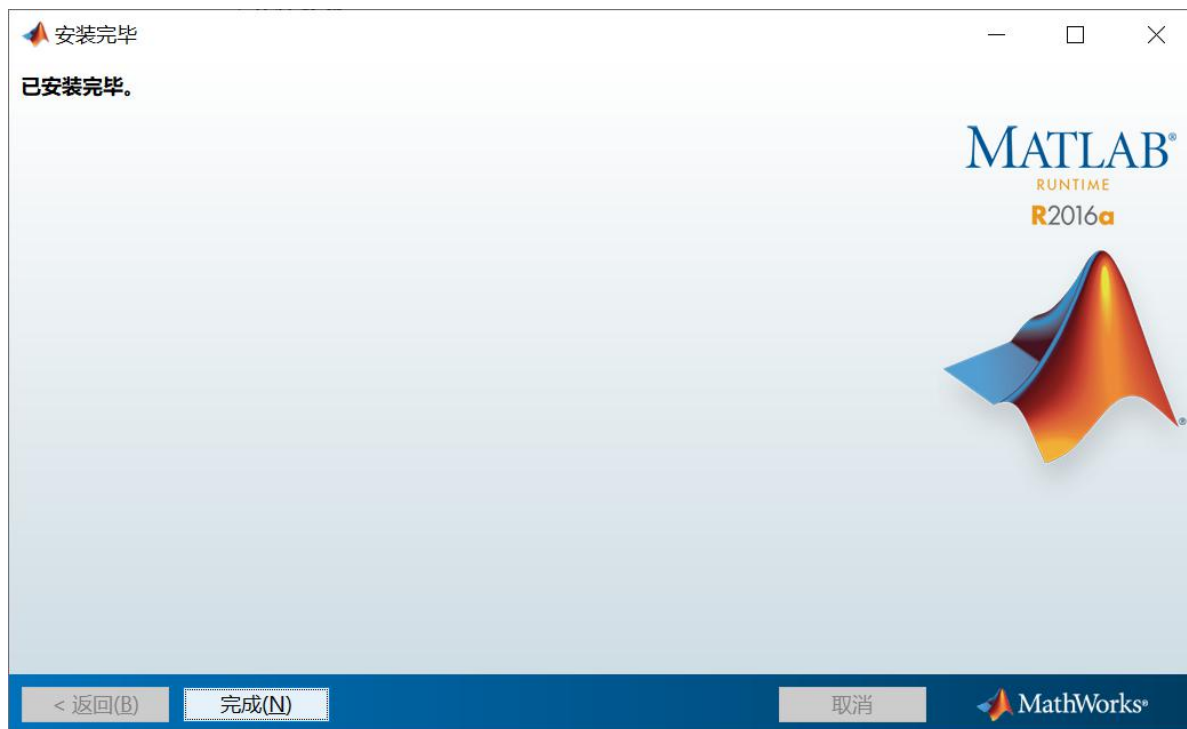


图 1-4-4

二、功能简介

1. 概述

在实际 Tuning 项目中，用户应按照如下图所示的流程来进行 Tuning 工作：

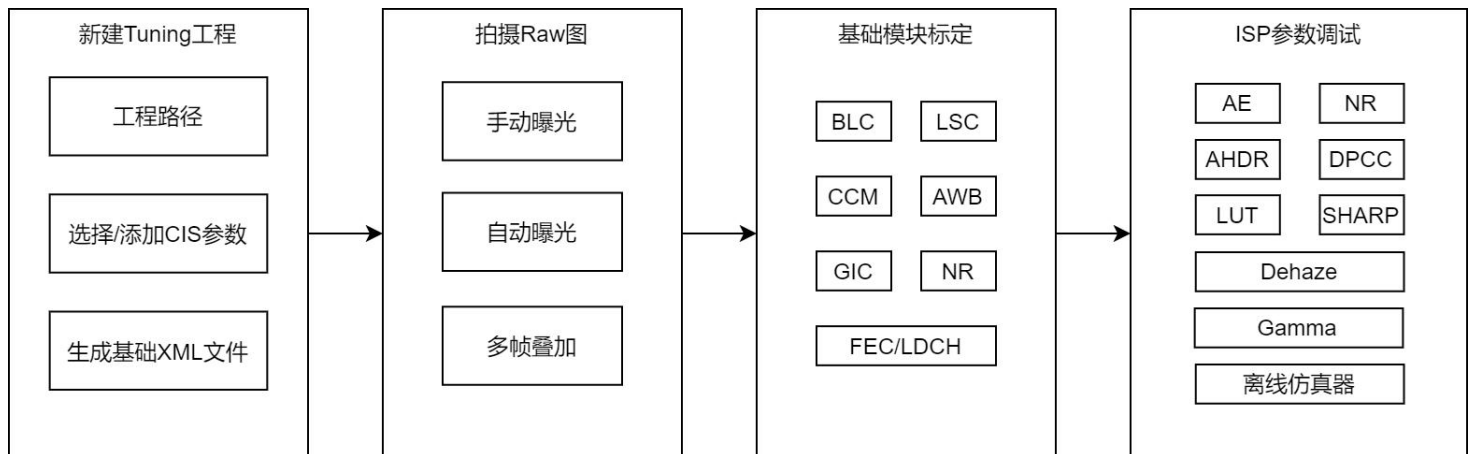


图 2-1-1

在第一步新建工程完成后，工具将会在工程路径下生成一份 XML 文件，该文件记录 ISP 开放的所有可调参数，无论是后续的标定流程中输出的标定参数，还是调试流程中用户调试的结果，都将记录在 XML 文件中，最后用户应将该文件替换固件或设备中相应位置的 XML 即可。

拍摄 Raw 图是为了进行基础模块的标定，同时也可以采集效果异常的场景，在仿真器中排查问题。

基础模块标定需要按照一定流程来进行，如下图：

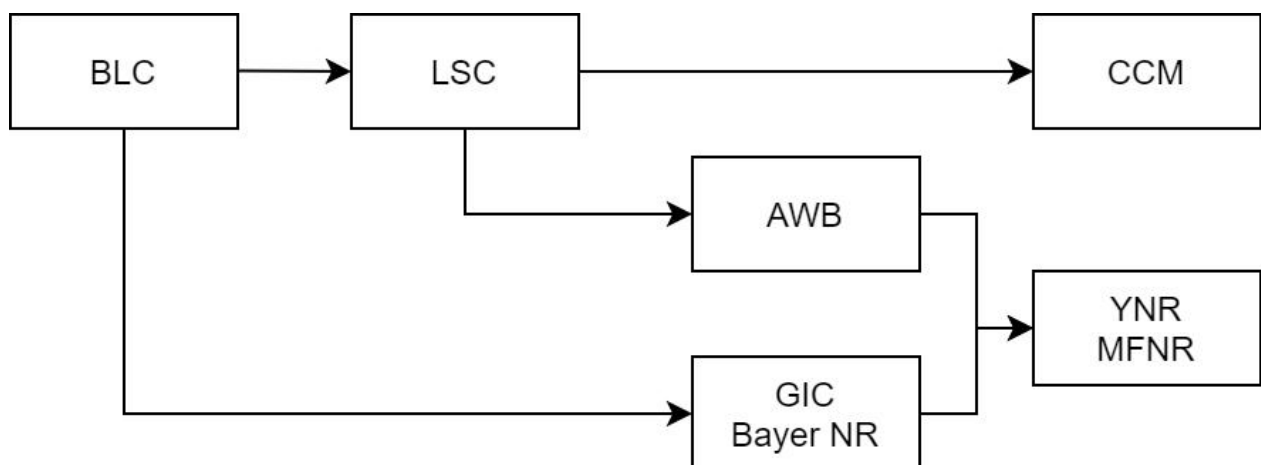


图 2-1-2

由于某些模块的标定会依赖前级模块的标定结果，所以用户应按照流程顺序完成标定工作。在完成某一模块标定计算后，应确认参数是否正确，以免错误的结果影响到后级模块。

2. 抓图工具

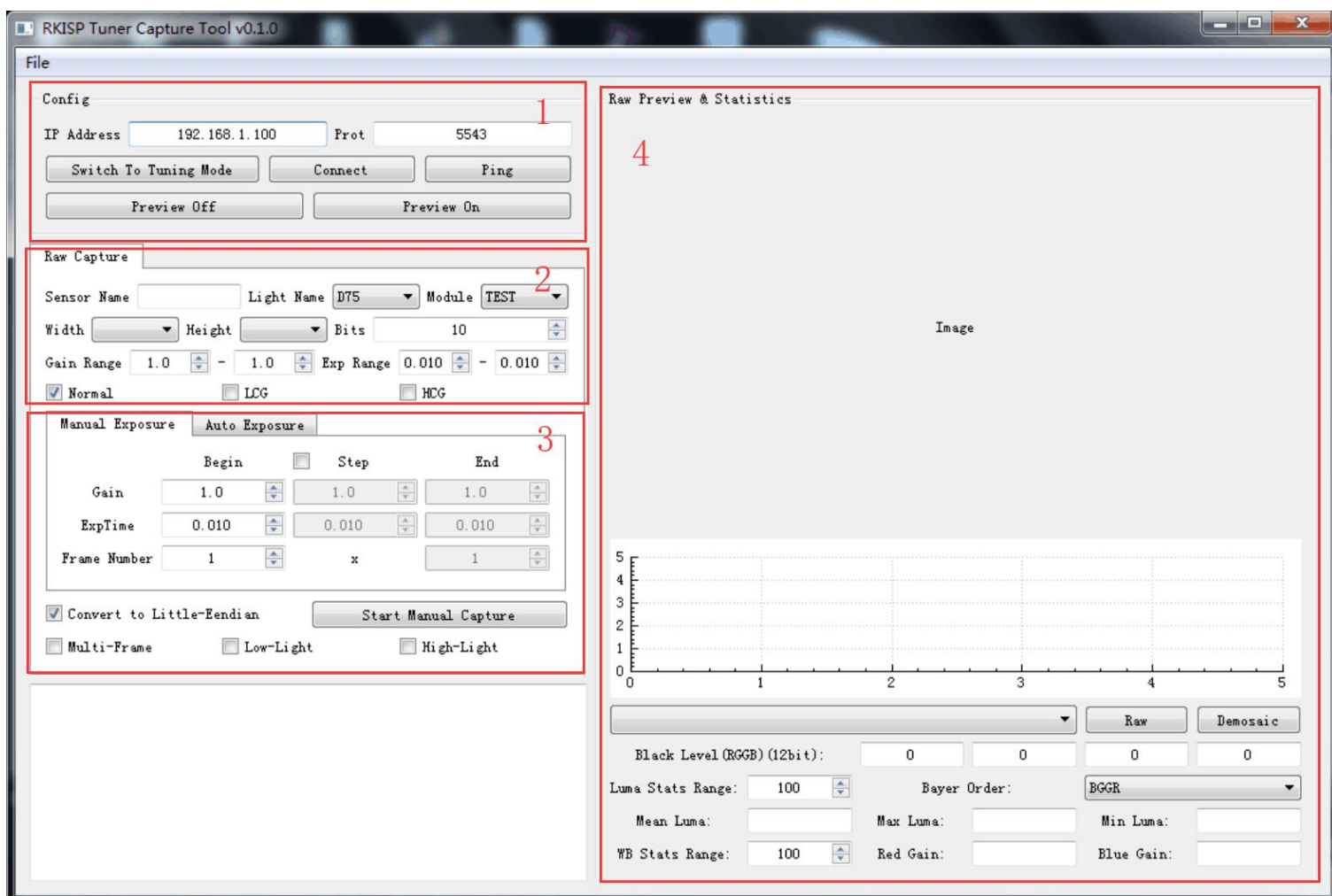


图 2-2-1

RKISP Tuner Capture Tool 主界面如图 2-2-1 所示，界面主要分为以下 4 个部分：

1. 设备端连接配置：用于配置设备的 IP 地址、端口号，控制设备切换至 Tuning 模式的功能，也提供了测试连接的 Connect、Ping 功能，暂停/恢复预览用的 Preview On/Off 按钮；
2. 模组/Sensor 参数设置和模块/光源名称选择：读取 XML 后将会显示 Sensor 名、分辨率和增益/曝光参数范围；
3. 曝光控制：支持手动曝光和自动曝光两种方式，手动曝光允许配置步长用于遍历拍摄多组曝光组合，自动曝光允许用户设置目标最大亮度来挑选曝光参数；
4. Raw 图预览和统计功能：这里会以灰度图的方式将拍摄到的 Raw 图显示在窗口中，并显示相应的直方图、亮度信息和简单的白平衡增益；

3. 标定工具

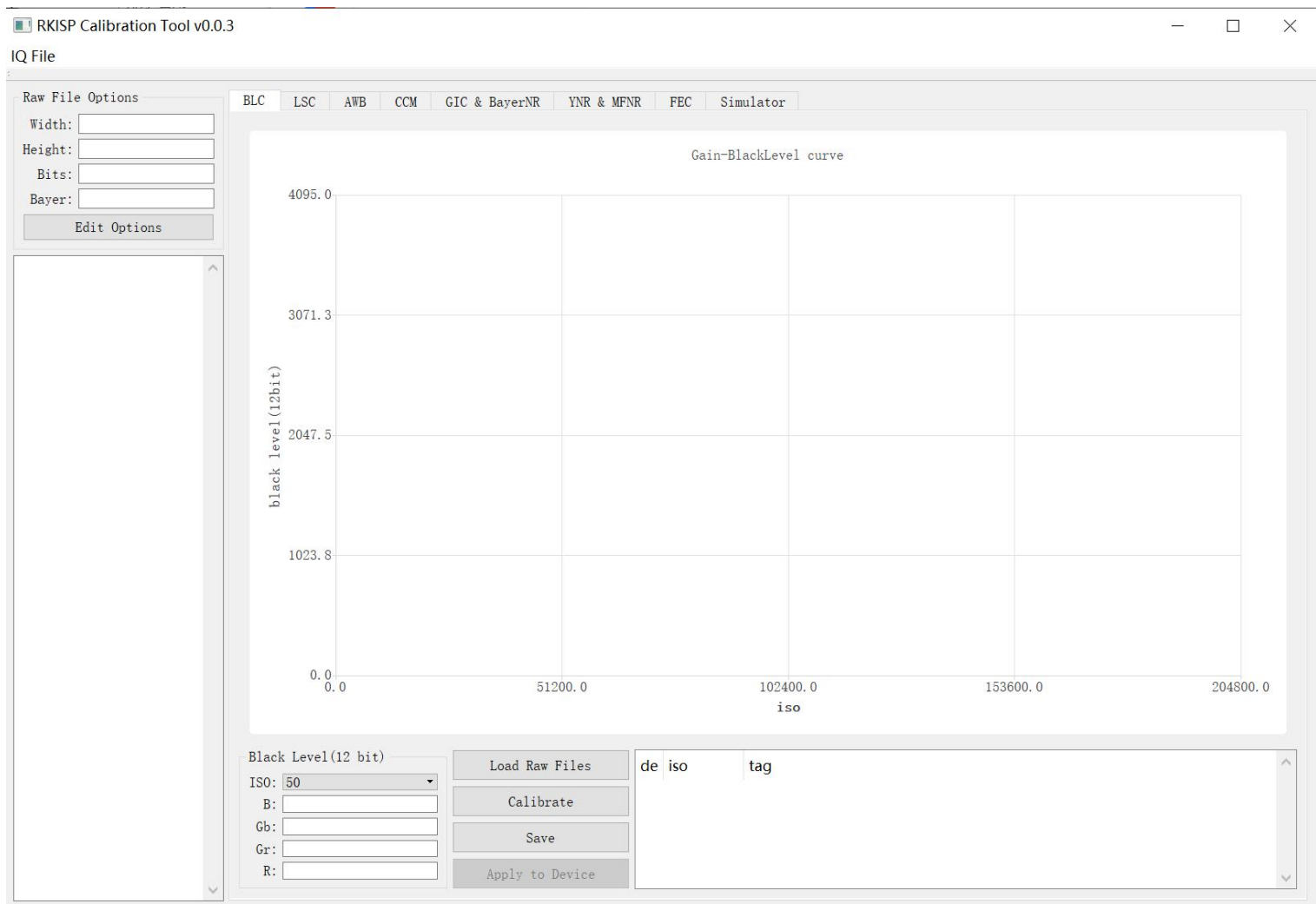


图 2-3-1

RKISP Tuner Calibration Tool 主界面如图 2-3-1 所示，主要包括以下模块的标定功能：

- BLC: 黑电平校正
- LSC: 镜头阴影校正
- CCM: 色彩校正矩阵
- AWB: 自动白平衡校正
- GIC: 绿通道平衡校正
- Bayer NR: Raw 域降噪
- YNR: Y 通道降噪
- MFNR: 多帧降噪
- FEC: 鱼眼校正

建议用户根据标定工作流程，将相应的 raw 图导入至对应模块计算标定参数。

三、快速入门

1. 建立 Tuning 工程

1) 打开 RKISP2. x Tuner 后，将会显示 Tuner 的主界面，如图 3-1-1 所示；

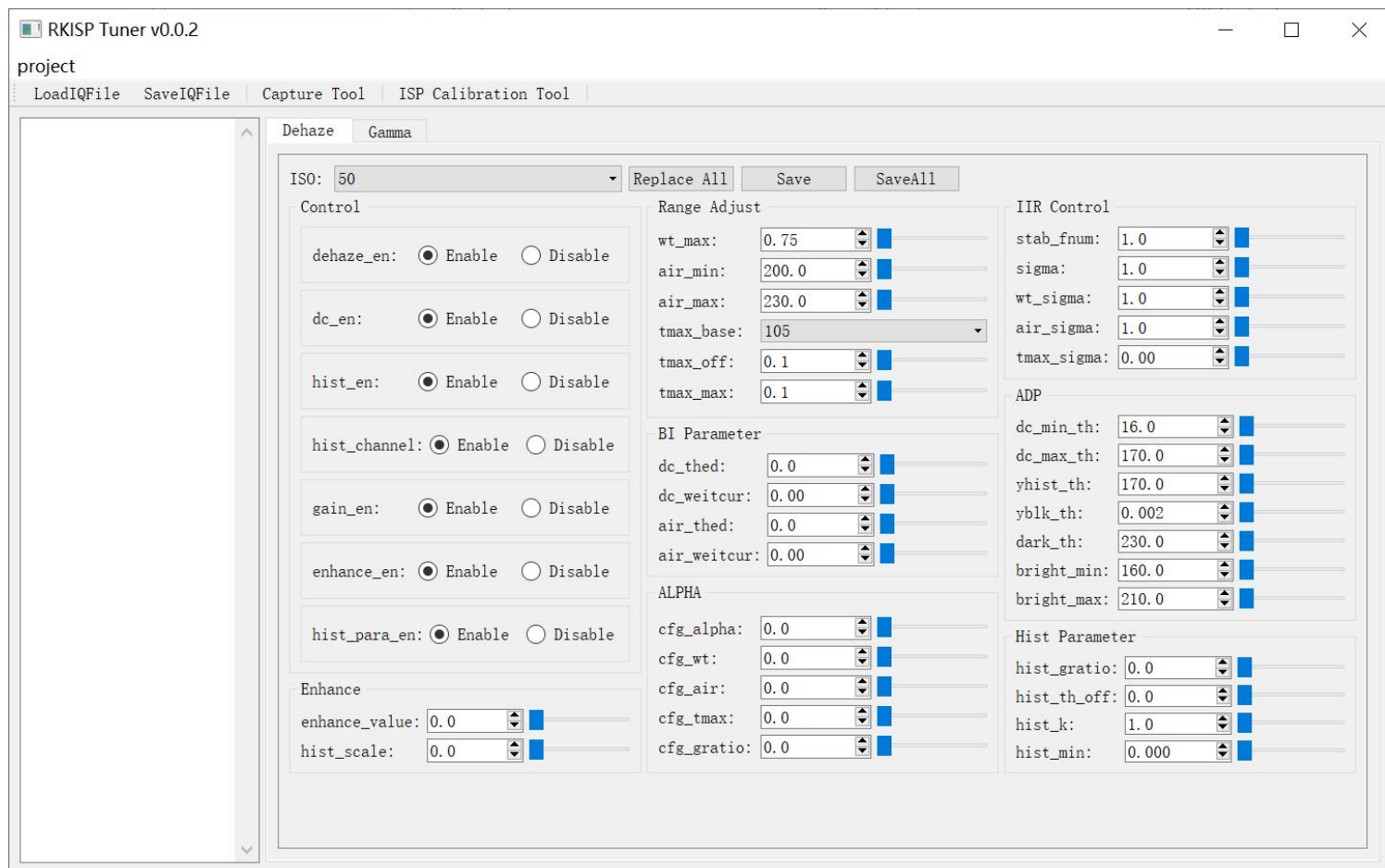


图 3-1-1

2) 点击左上角红框内的 new project 按钮，新建 Tuning 工程；

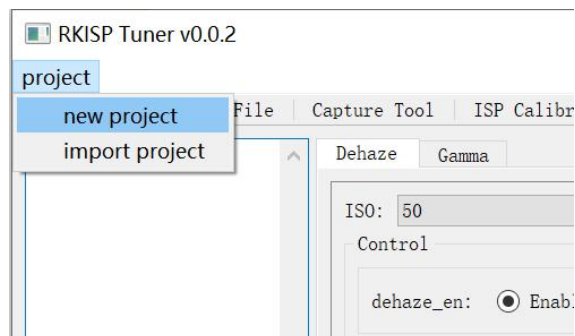


图 3-1-2

- 3) 填写工程名称，并选择工程存放路径，应注意名称与路径应避免出现中文字符；
- 4) 选择当前项目或产品使用的 sensor，Tuner 会自动加载对应的配置（分辨率、曝光表等），同时填写镜头型号和模组型号，便于区分项目或产品名称；

RKISP Tuner v0.0.2

Project Setting

Project Name:

Project Path:

Sensor Name:

Lens Name:

Module Name:

Pattern Mode:

Full Resolution:

Time Factor

$reg = C0 * VTS + C1 + C2 * (time * PCLK / HTS + C3)$

C0: C1:

C2: C3:

CISTimeRegSumFac

$reg = C0 * VTS - C1$

C0: C1:

CIS Range

CISAgainRange: -

CISExtraAgainRange: -

CISDgainRange: -

CISIsDgainRange: -

CISTimeRegUnEqualEn:

CISMinFps:

CISTimeRegMin:

dcg_ratio:

CISTimeRegOdevity

$reg = C0 * X + C1$

C0: C1:

Gain Range

$reg = (gain * C1 - C0) / M0 + 0.5$

	Gain Start	Gain End	C0	C1
1	1.0000000	128.00000...	64.0000000	0.0000000

New CIS Information

OK Cancel

图 3-1-3

- 5) 若 sensor 列表中没有当前使用的 sensor，则点击 New CIS Information 按钮，在弹出的界面中，根据 sensor 手册来配置相应的参数；
- 6) 点击 OK 保存；

2. 为新的 CIS 建立 Tuning 工程

当 CIS 列表中找到当前项目调试的 sensor 型号时，用户可以在添加 CIS 的界面中填写相应参数，将该 sensor 添加到列表中。

- 1) 点击 New CIS Information 按钮；

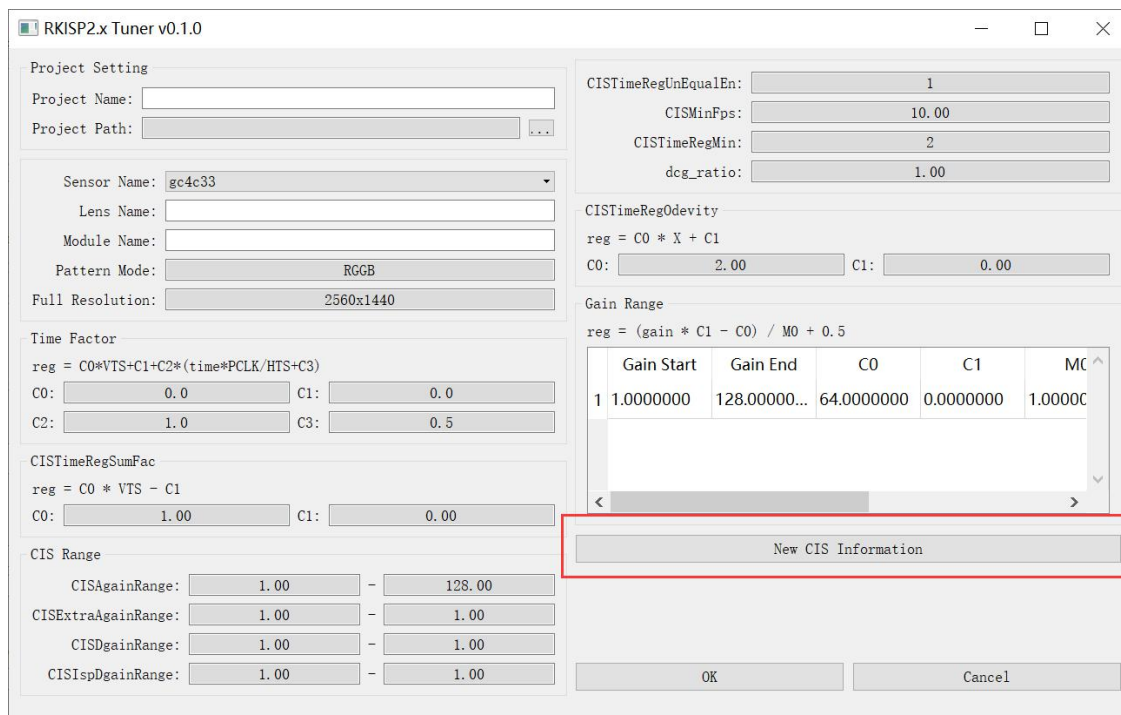


图 3-2-1

- 2) 弹出新建 CIS 的界面

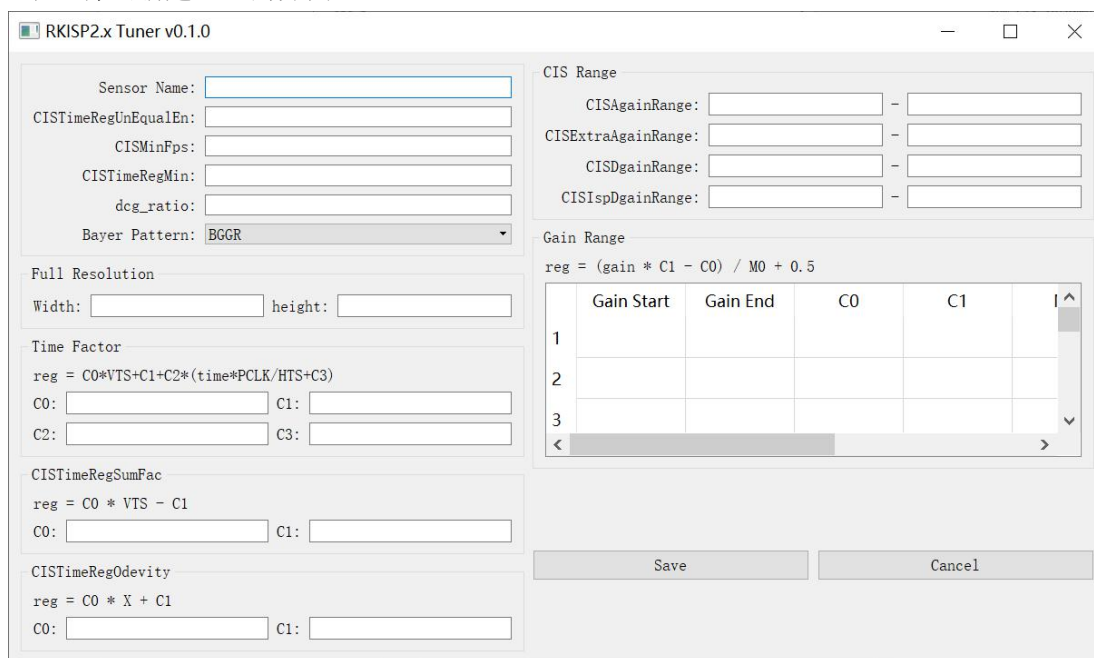


图 3-2-2

- 3) 以下是各参数的定义，用户应参考 sensor 的 datasheet 来填写（该部分建议驱动调试人员）：

CISTimeRegUnequalEn	sensor 各帧曝光时间行不相等限制开关; En=0:sensor 各帧曝光时间行可相等; En=1:不允许相等;
CISMinFps	允许最小帧率, 用于自动降帧模式
CISTimeRegMin	sensor 曝光时间行允许最小值
DCG Ratio	Conversion Gain 倍数
Bayer Pattern	Raw 输出的拜耳阵列
Full Resolution	全尺寸分辨率
Time Factor	sensor 曝光时间转行数公式
Gain Range	sensor 增益寄存器转换公式
CISTimeRegSumFac	sensor 曝光时间行的总和限制
CISTimeRegOdevity	sensor 曝光时间行奇偶性
CISAgainRange	sensor 模拟增益/LCG 支持的 range, 最小值不得低于 1; 当 sensor 支持 dual conversion gain 时, 此项表示 sensor 支持的 LCG range; 如遇到数字增益用于补足精度时, 此项可表示 sensor 的 total gain range;
CISExtraAgainRange	sensor 模拟增益(HCG)range, 最小值不得低于 1; 当 sensor 支 dual conversion gain 时, 此项表示 sensor 支持的 HCG range; Range 范围一般 = CISAgainRange * dcg_ratio; 当 sensor 不支持 dual conversion gain 时, 此项的最大最小值可皆填 1;
CISDgainRange	Sensor 支持的数字增益 range, 最小值不得低于 1 如遇到数字增益用于补足精度时, 此项的最大最小值可皆填 1
CISIsDgainRange	ISP 数字增益 range, 最小值不得低于 1

- 4) 填写完成后点击 Save 按钮保存, 返回新建工程界面, 此后在新建工程界面中可以直接选择该 sensor, 无需重复添加。

3. 连接设备

- 1) 将设备接入局域网，使用设备搜索工具搜索设备 IP，若使用网线直连则需要通过串口修改设备的 IP 地址，或修改本地 PC 的 IP 确保 PC 与设备在同一网段下；
- 2) 点击 Tuner 主界面上的 Capture Tool 打开抓图工具；

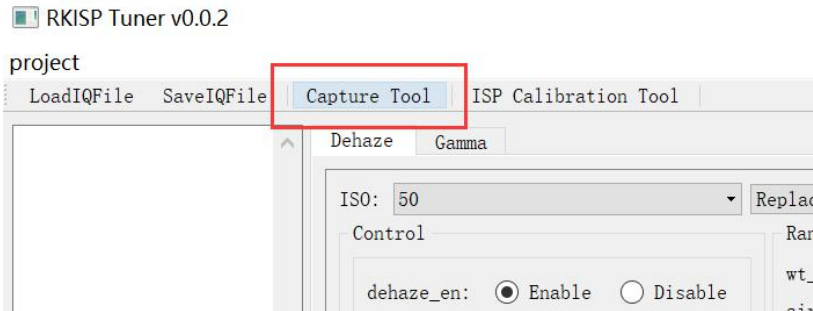


图 3-3-1

- 3) 将设备 IP 地址填写到 IP Address 框内，如图 3-3-2 所示；

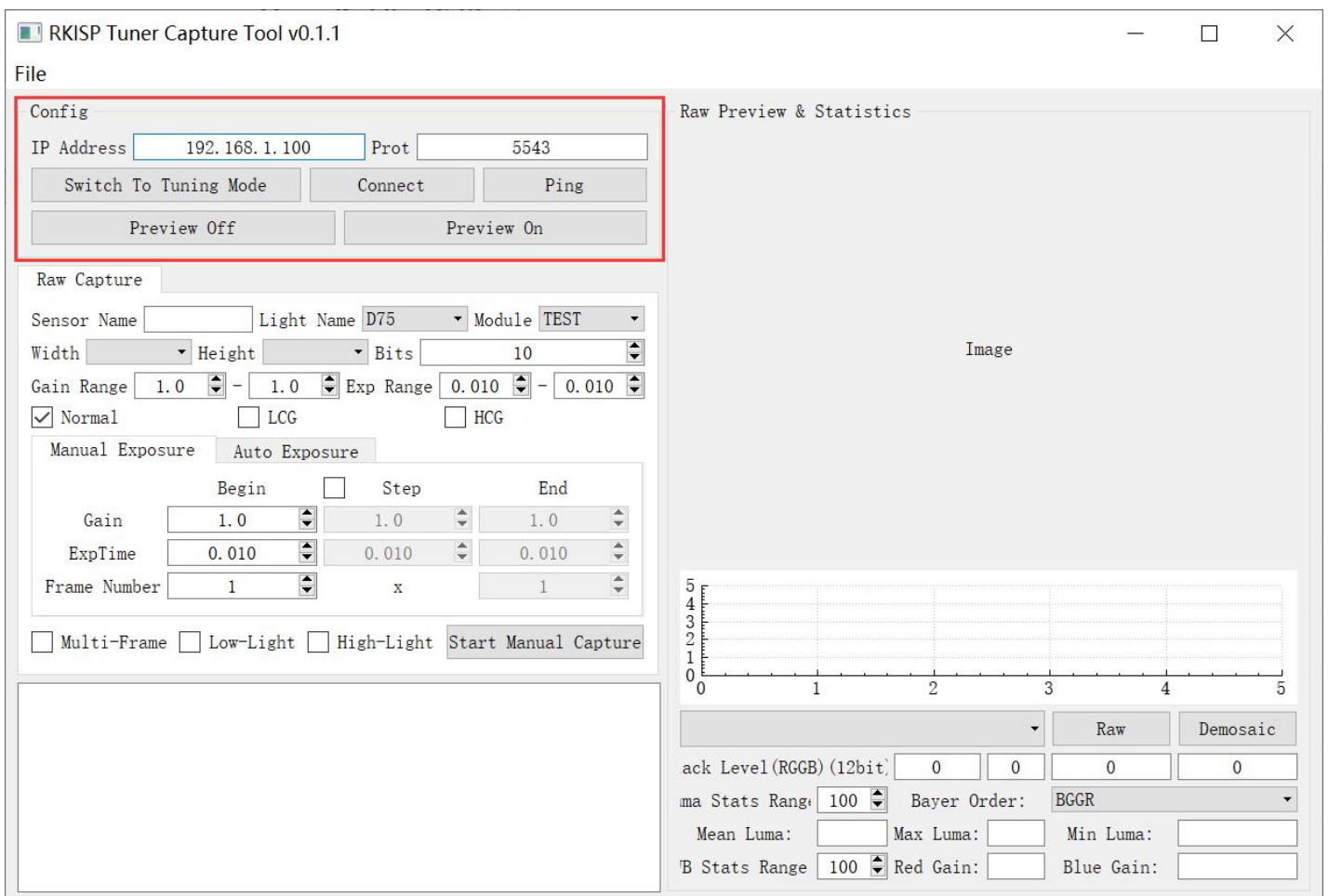


图 3-3-2

- 4) 点击 Switch To Tuning Mode，工具将会通过 adb 启动设备端的 Tuning 服务；
- 5) 此时可以点击 Connect 按钮或 Ping 按钮，若服务正确启动，则会显示 Connect success；

4. 使用 Capture Tool 抓取 Raw 图

- 1) 点击菜单栏的 File—Load XML File，加载 XML 文件；

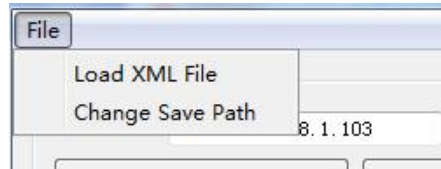


图 3-4-1

- 2) 加载完成后工具会根据 XML 中的配置，初始化拍摄配置界面；

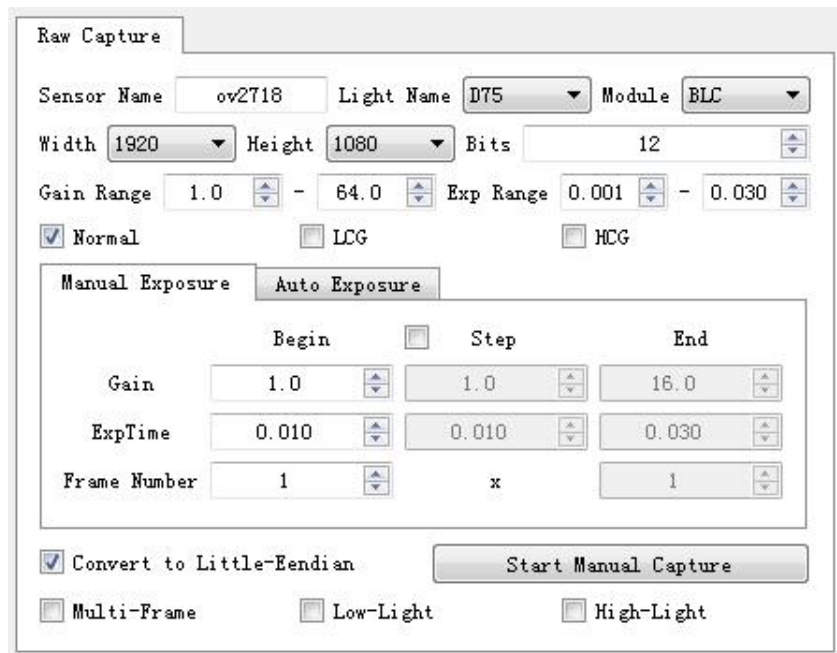


图 3-4-2

- 3) 选择正确的分辨率、光源和模块名，便于后续使用时区分；
- 4) 配置增益、曝光时间和拍摄张数等参数；
- 5) 点击 Start Manual Capture 按钮；
- 6) 拍摄到的 raw 图会在右侧的 Raw Preview & Statistics 界面中显示；
- 7) 下方显示了该 raw 图对应的直方图信息、最大/最小/均值亮度、全局白平衡增益等；
- 8) Raw 图默认存放在 ./raw_capture/模块名/下；

5. 使用仿真器

- 1) 在 Tuner 主界面中，点击 ISP Calibration Tool，打开标定工具；

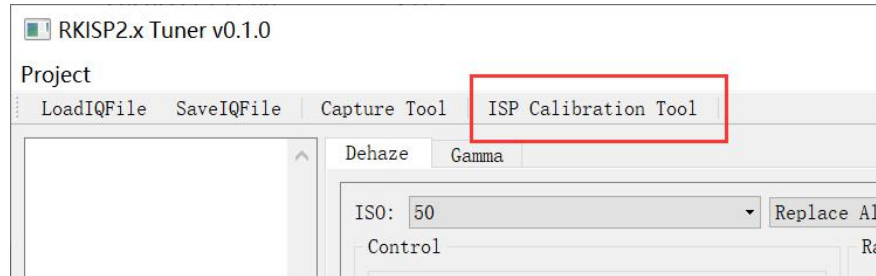


图 3-5-1

- 2) 点击左上角菜单栏中的 IQ File->Load IQ File 加载 XML 文件，仿真器将用该 XML 的参数进行仿真；

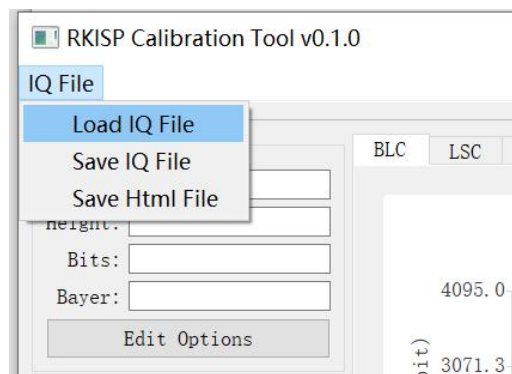


图 3-5-2

- 3) 点击 Edit Options 按钮，配置 Raw 图分辨率、BPP 等参数；
- 4) 选择 Simulator 标签页，点击 Load Raw File 按钮导入 Raw 图，然后点击 Start Simulation 即可开始进行 ISP 流程；

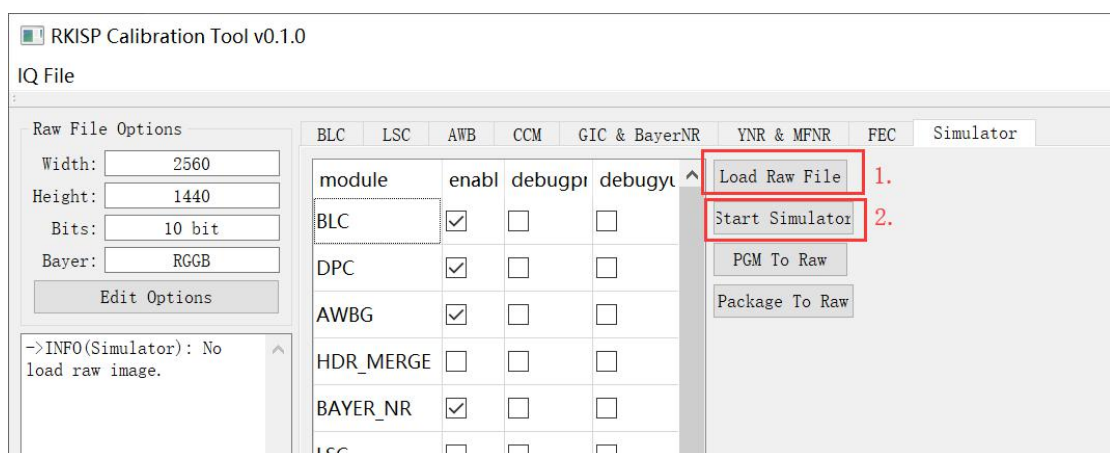


图 3-5-3

- 5) 用户可以在左侧的列表中选择参与仿真的模块，以及是否输出对应流程之后的结果；
- 6) 仿真处理大约需要数秒至数十秒（取决于 CPU 和分辨率），完成后用户可以在工具根目录下的 result 文件夹内查看仿真输出的结果；

四、标定流程说明

各模块的标定工作主要可以分为三个部分：

拍摄标定图：根据各模块的需求，用**合适的曝光**拍摄标定板或场景的 raw 图；

计算标定参数：导入 raw 图，计算标定参数，个别模块可以根据需要微调一些参数；

确认效果并保存参数：根据各模块的标准，判断标定参数是否正确；

1. 连接设备 & raw 图拍摄方法

a) 获取 IP 地址后，填入 Capture Tool，如图 4-1-1 所示；

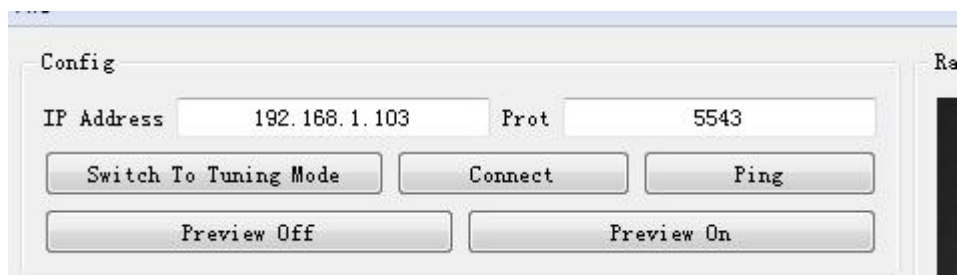


图 4-1-1

b) 点击 Switch To Tuning Mode 按钮，启动设备端的 Tuning 服务；

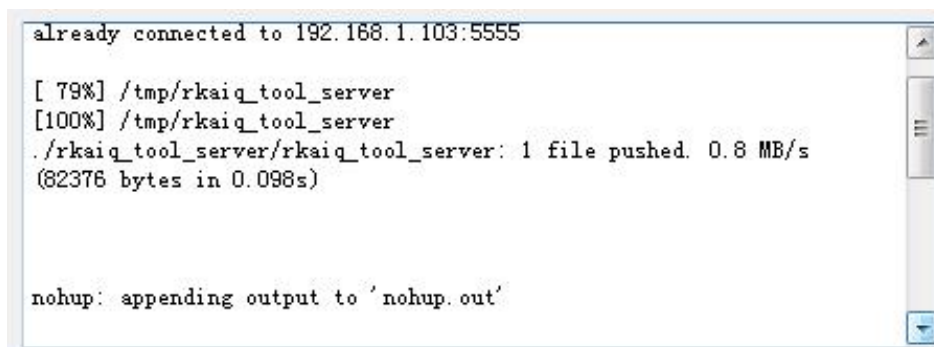


图 4-1-2

c) 此时可以点击 Connect 按钮或 Ping 按钮，若服务正确启动，则会显示 Connect success；

2. BLC

BLC 模块 Raw 图拍摄要求：

拍摄时遮黑镜头，确保没有任何光线进入；

拍摄需要遍历 Gain=1x、2x、4x、8x、16x...Max(若驱动最大 Gain 支持到 40x，则 Max=32)；

曝光时间并不影响 BLC 标定，可以统一 10ms；

Raw 图拍摄方法：

- 打开 RKISP Tuner Capture Tool，参考第 1 节的方法，连接设备，光源名选择 unknow（无光），模块名称选择 BLC；
- 将设备或模组置于无光环境下，并使用黑布、镜头盖等将镜头盖紧；
- 在 Manual Exposure 页面中配置 Gain=1.0 ExpTime=0.010 Frame Number=1；
- 点击 Start Manual Capture 拍摄 Raw 图；
- 拍摄到的 raw 图会显示在右侧，确认 raw 图基本正常后拍摄下一张；
- 调整 Gain 值，Gain=2，重复步骤 c、d、e，直至遍历完成；

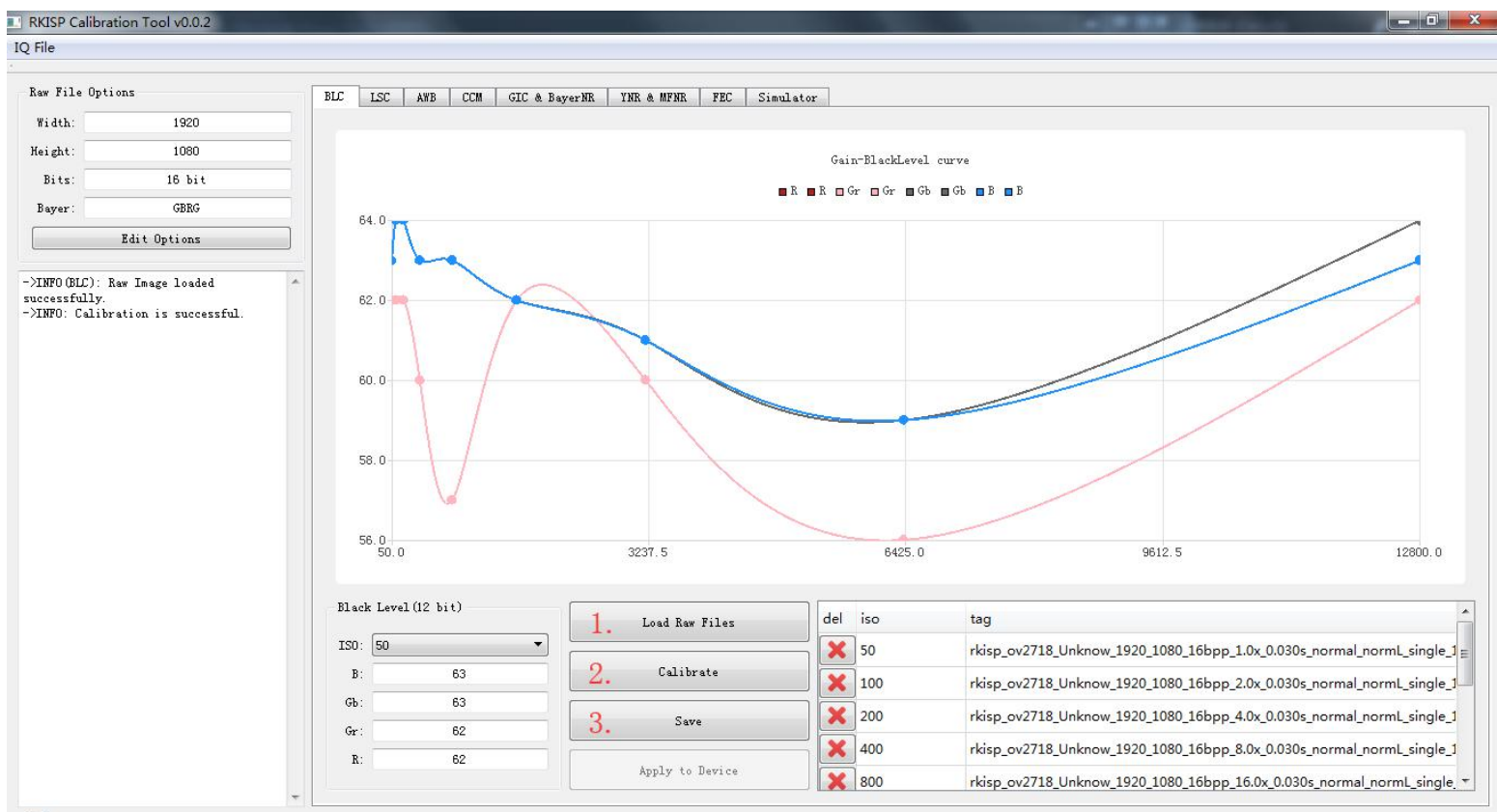


图 4-2-1

标定方法：

- 打开 Calibration Tool，点击界面左上角的 Edit Options 按钮，打开配置界面，输入 raw 图的尺寸、位宽和 bayer 顺序；

- b) 选择 BLC 标签页，点击下方的 Load Raw Files 按钮，选择存放 Raw 图的文件夹；
- c) 导入的 Raw 图会显示在右侧的列表中；
- d) 点击 Calibrate 按钮，开始标定计算；
- e) 标定得到的各通道暗电流值随 ISO 变化的曲线会显示在上方的坐标轴中；
- f) 点击 Save 保存参数；

注意事项：

- a) 若设备本身有电源灯、状态等指示灯，应注意是否会有漏光；
- b) 错误的 BLC 值会影响后续所有模块的标定结果，请务必确保该 BLC 结果正确后再进行后续模块的标定工作；

3. LSC

LSC 模块 Raw 图拍摄要求：

拍摄时使用毛玻璃、均光片覆盖镜头（或使用 DNP 灯箱、积分球等设备）；
在标准光源的灯箱中拍摄，需要拍摄 7 个光源：HZ、A、CWF、TL84、D50、D65、D75；
防止交流光源产生 Flicker，建议使用 10ms 的整数倍配置曝光时间；
Raw 图最大亮度大约在 200（8bit）左右，最小亮度应明显大于上一节标定的黑电平值；
推荐使用如下图的均光片（Opal Diffuser）；

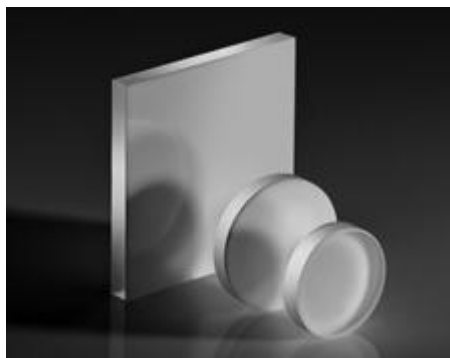


图 4-3-1

Raw 图拍摄方法：

- 打开 RKISP Tuner Capture Tool，参考第 2 节的步骤，连接设备，模块名称选择 LSC；
- 将模组置于灯箱内，切换至 HZ 光，将均光片紧贴镜头；
- 光源名选择 HZ，在 Auto Exposure 页面中勾选 Search Exposure By Max Luma(8bit)，勾选 Anti-Flicker(50hz)，右侧的目标最大亮度配置为 $200 \pm 10\%$ ，Frame Number = 1；

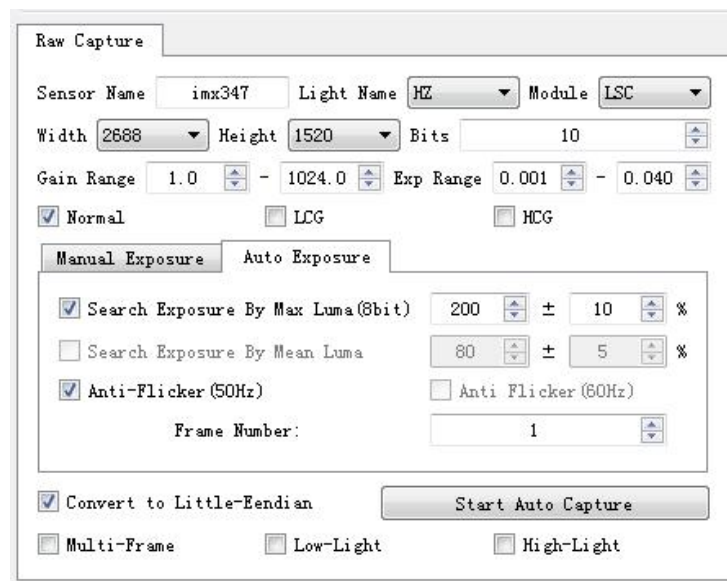


图 4-3-2

- d) 点击 Start Auto Capture，拍摄 Raw 图，期间工具会自动挑选合适的曝光直到满足预设的最大亮度；
- e) 切换光源至 A 光，修改光源名为 A，重复步骤 d，直至所有光源拍摄完成；

标定方法：

- a) 打开 Calibration Tool，点击界面左上角的 Edit Options 按钮，打开配置界面，输入 Raw 图的尺寸、位宽和 bayer 顺序；
- b) 选择 LSC 标签页，点击下方的 Load Raw Files 按钮，导入所有 raw 图；
- c) 导入的 Raw 图会显示在上面的窗口中，切换下拉列表可以查看不同光源的图像；
- d) 点击 Calibrate 按钮，开始标定计算；
- e) 标定完成后可以在 result 页面查看各光源的 Raw 图应用校正参数后的图像；
- f) 点击 Save 保存参数；

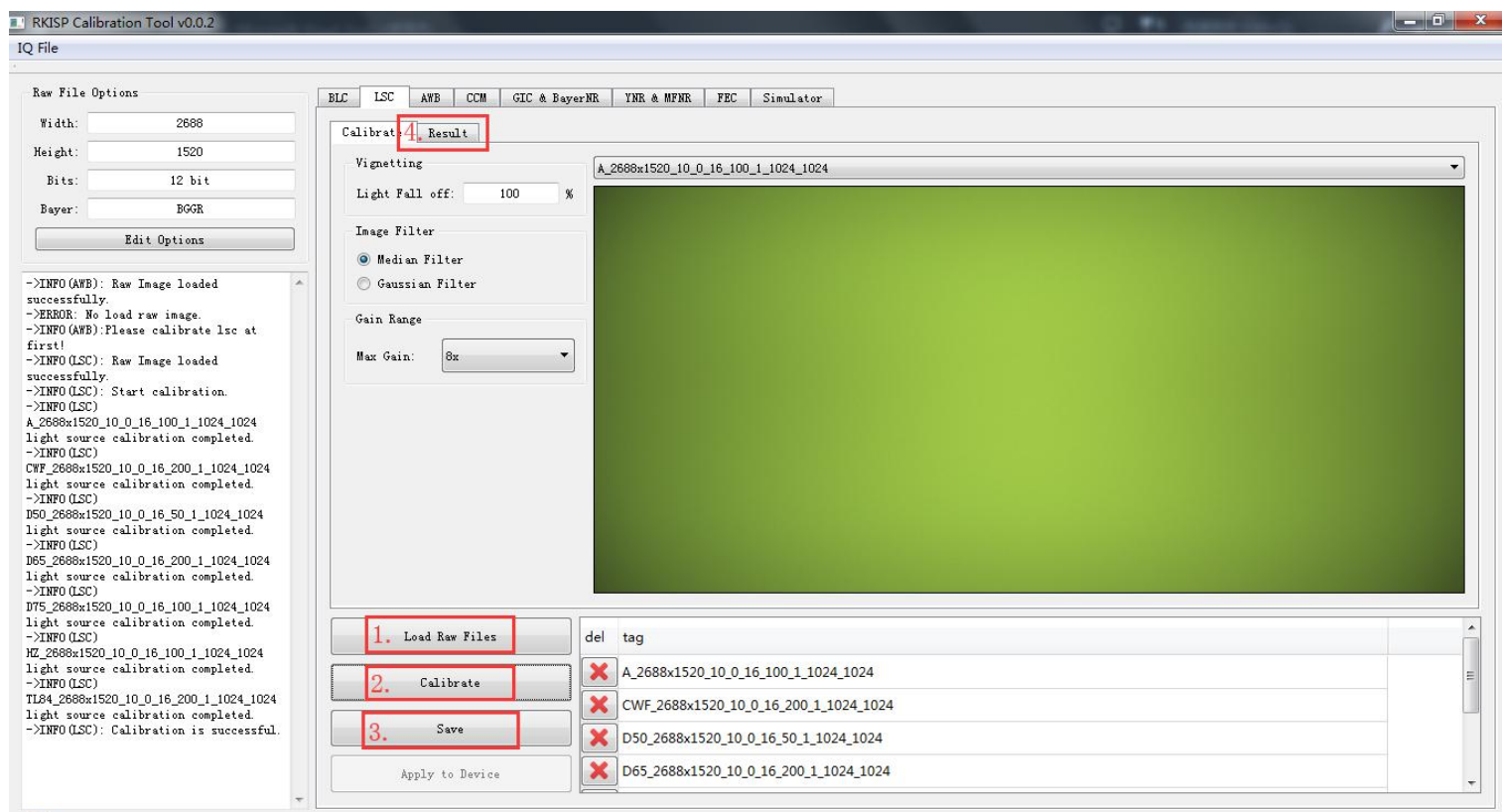


图 4-3-3

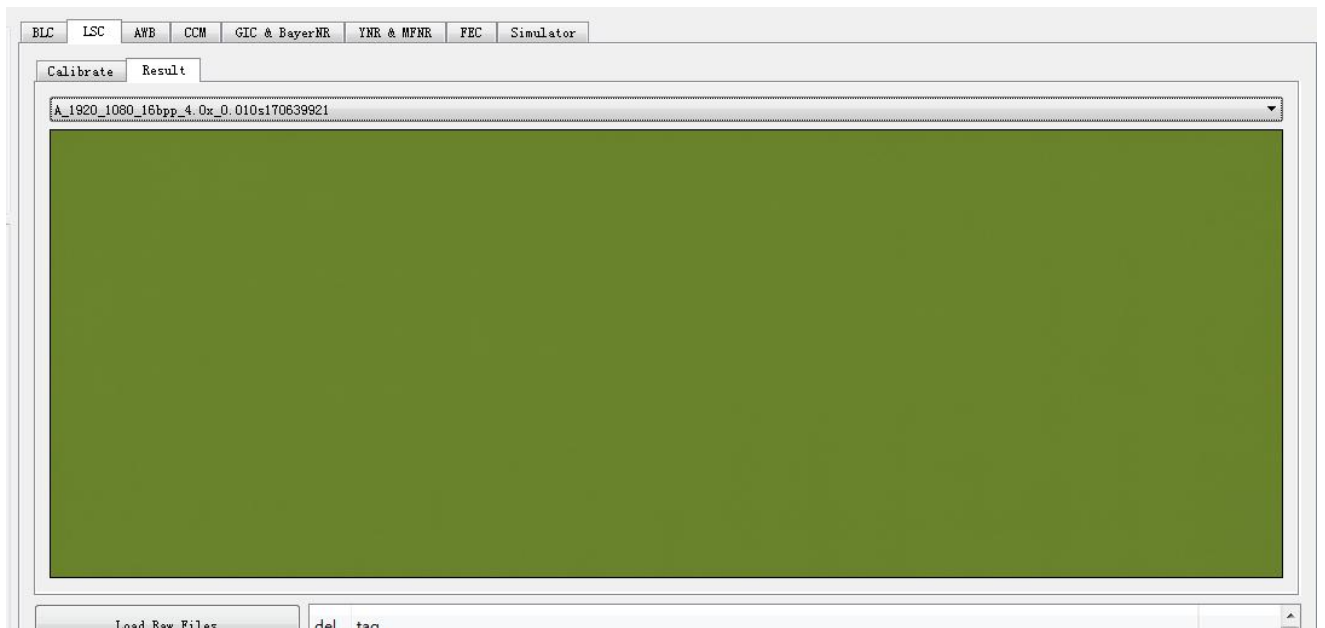


图 4-3-4

注意事项:

- a) 拍摄时有可能出现因环境光过亮或过暗，搜索不到合适的曝光参数的情况，此时应根据情况，可以参考以下列出的解决方法：
 - 调整光源亮度；
 - 使用减光片；
 - 调整镜头朝向；
 - 修改界面上 Gain Range 或 Exp Range 的范围；
 - 调整自动曝光的最大亮度或阈值；
 - 改用手动曝光（挑选的最低标准是最小亮度明显大于上一节标定的黑电平值）；

4. AWB

AWB 模块 Raw 图拍摄要求：

在标准光源的灯箱中拍摄，需要拍摄 7 个光源：HZ、A、CWF、TL84、D50、D65、D75；

拍摄使用爱色丽 24 色卡；

Raw 图最大亮度大约在 200 (8bit) 左右，最小亮度应明显大于上一节标定的黑电平值；

拍摄时应固定设备或模组，令每个光源拍摄到的色卡相同；

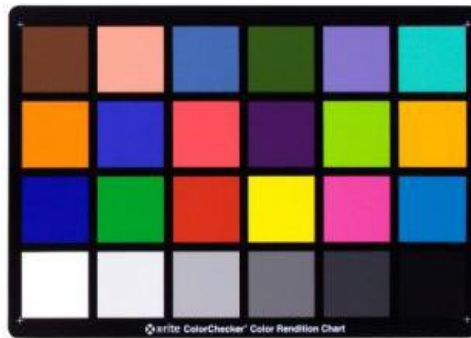


图 4-4-1

Raw 图拍摄方法：

- 打开 RKISP Tuner Capture Tool, 参考第 2 节的步骤, 连接设备, 模块名称选择 CCM_AWB;
- 将设备和色卡置于灯箱内, 调整设备和色卡的位置, 令色卡在画面中心位置, 尽可能拍摄大一些, 调整后尽量不要移动设备;
- 打开灯箱, 光源切换至 HZ 光;
- 光源名选择 HZ, 在 Auto Exposure 页面中勾选 Search Exposure By Max Luma(8bit), 勾选 Anti-Flicker(50hz), 右侧的目标最大亮度配置为 $200 \pm 10\%$, Frame Number = 1;

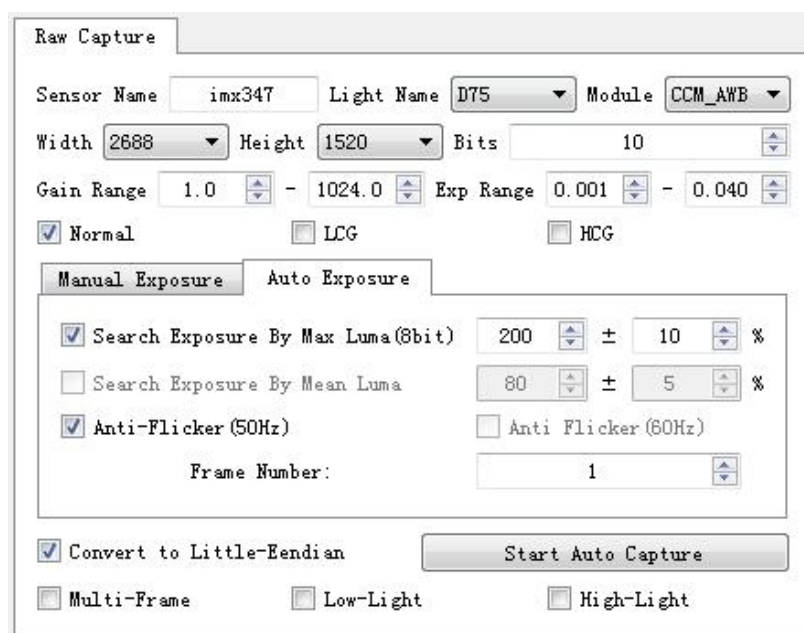


图 4-4-2

- f) 点击 Start Auto Capture，拍摄 Raw 图，期间工具会自动挑选合适的曝光直到满足预设的最大亮度；
- g) 切换光源至 A 光，修改光源名为 A，重复步骤 d，直至所有光源拍摄完成；

标定方法：

- a) 打开 Calibration Tool，点击界面左上角的 Edit Options 按钮，打开配置界面，输入 Raw 图的尺寸、位宽和 bayer 顺序；
- b) 选择 AWB 标签页，点击上方的 Load Raw Files 按钮，导入所有 Raw 图，导入的 Raw 图会显示在下方的列表中；
- c) 点击 Find Chart，打开色块搜索界面；
- d) 分别点击色卡左上、右上、左下、右下的色块中心；
- e) 点击 Find Chart 开始搜索色块，搜索完成后点击 Save 保存退出；

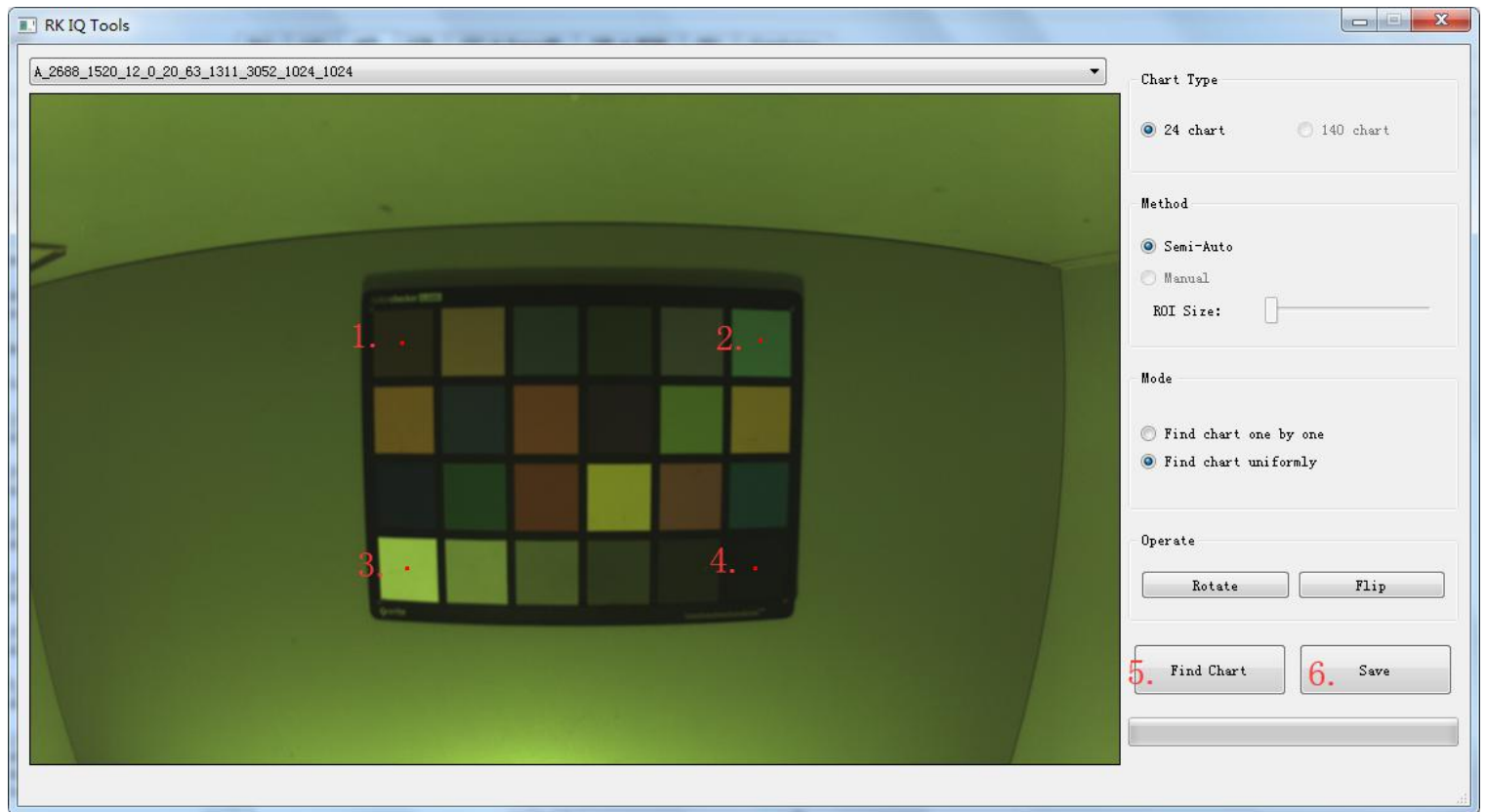


图 4-4-3

- f) 点击 Calibrate 按钮，开始标定计算，该模块耗时较长，大约需要 30s 左右；
- g) 标定完成后可以在 WPC(UV Domain & XY Domain)页面查看初始 UV 域和 XY 域的白点条件；

h) UV 域、XY 域坐标系中的不同颜色的圆点代表各光源拍摄的色卡中的色块在 UV、XY 色彩空间中的位置，四边形框代表不同光源的白点条件；

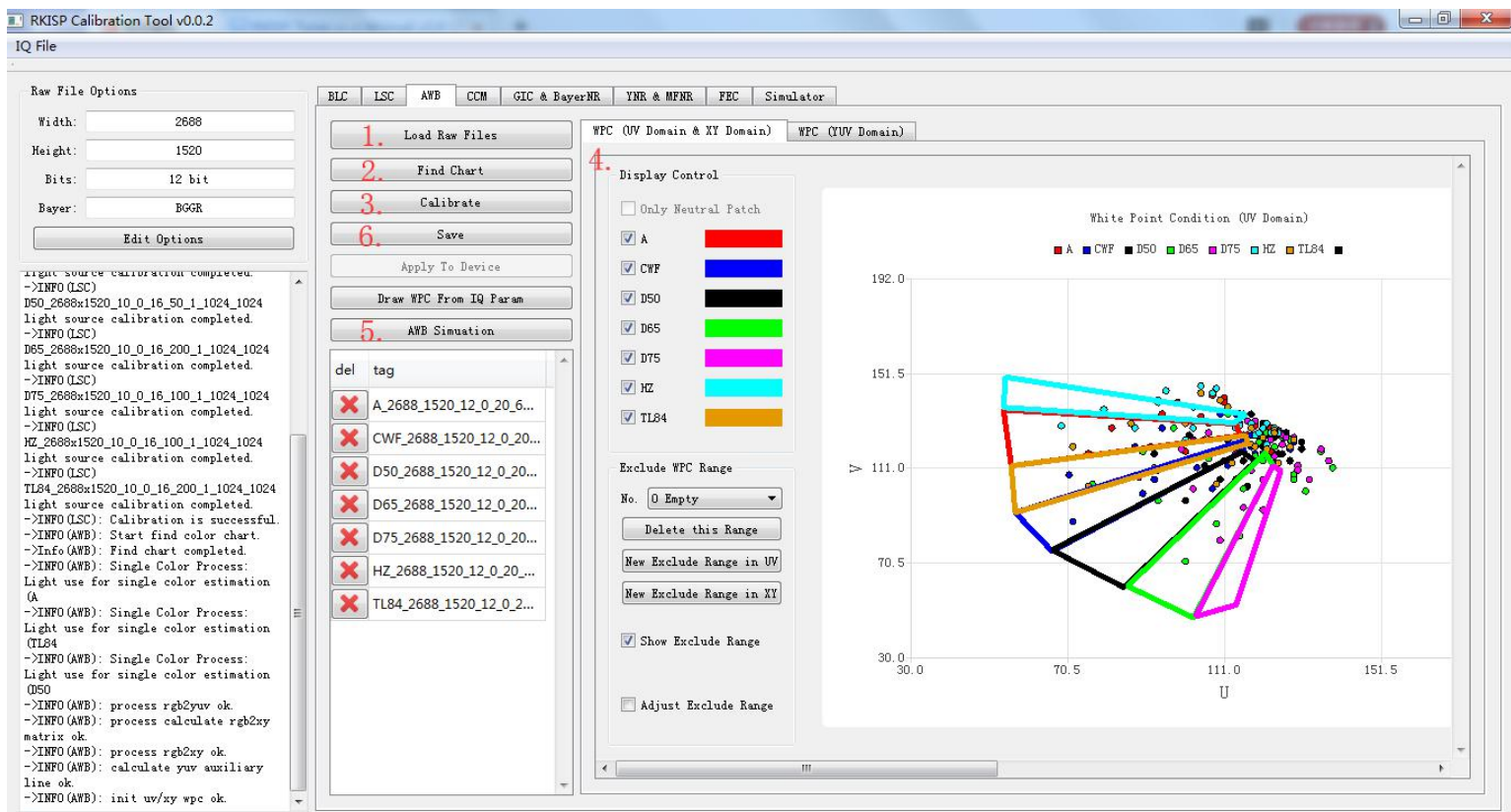


图 4-4-4

i) 坐标系中用鼠标拖动白点条件的四角修改位置和大小，使用滚轮放大缩小查看；
j) 调整白点条件时尽量保证某光源只包含该光源的 19、20、21、22 块的点，调整时可以通过 Display Control 选择显示的光源，便于区分；

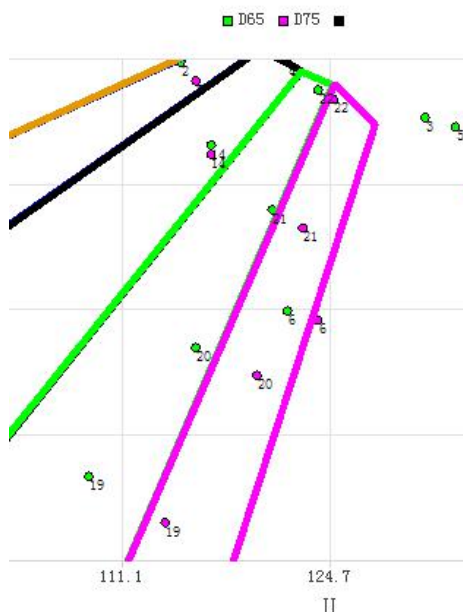


图 4-4-5

k) 各光源初步调整完毕后，点击 Save 按钮保存参数；

l) 验证 AWB 效果可以点击 AWB Simulation 按钮，打开白平衡仿真界面；

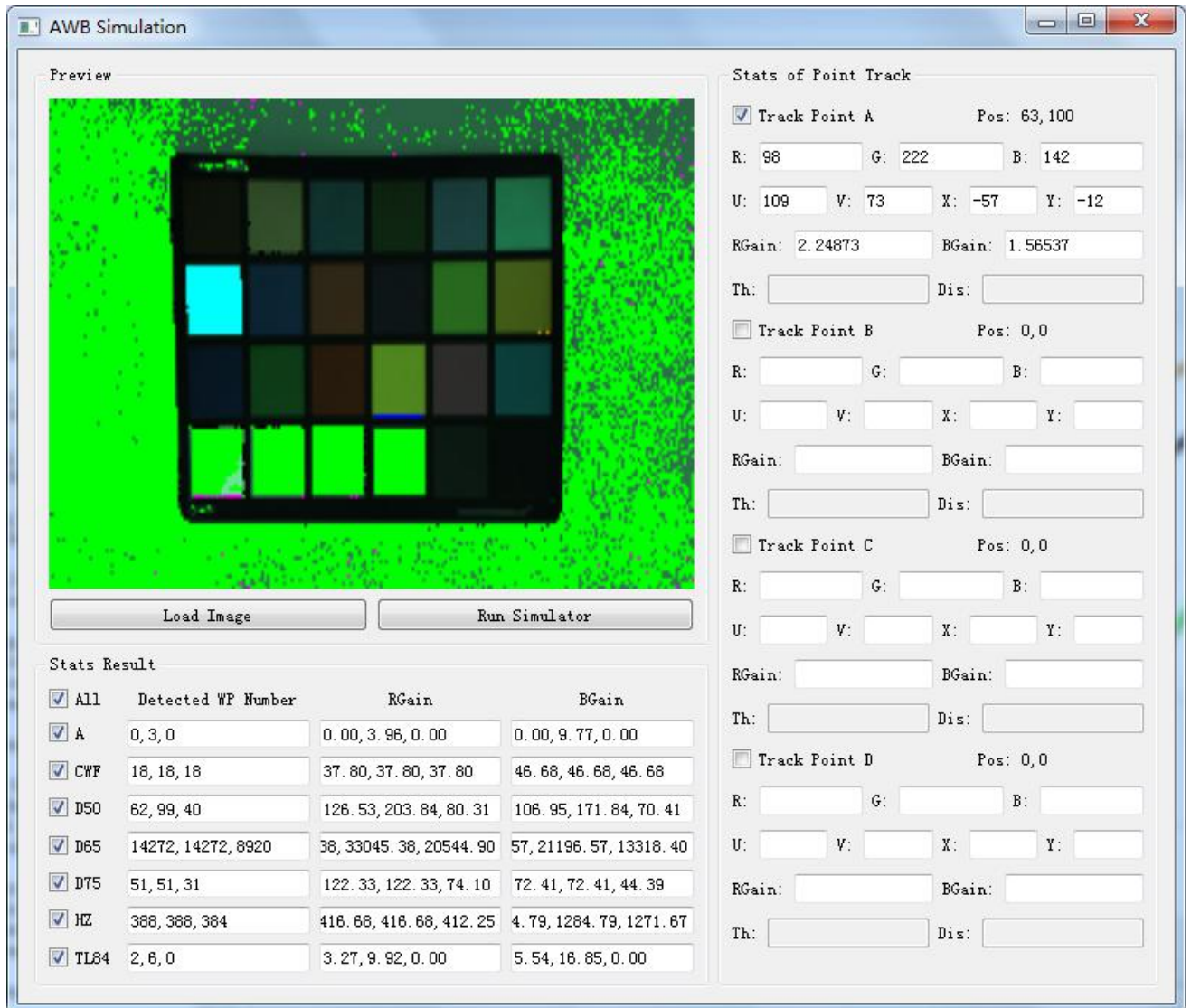


图 4-4-6

m) 在仿真界面中点击 Load Image 按钮导入标定用的色卡 Raw 图，导入后界面上会用对应光源的颜色标记出被识别为白点的像素，下方统计结果中会显示各个光源的白点条件统计出的白点数量、白平衡增益等；

n) 用鼠标左键点击预览图像，会在右侧的点统计跟踪显示该点映射至各个色彩空间的值，同时也会映射到主界面白点条件的坐标轴内，以黑色方点标记；

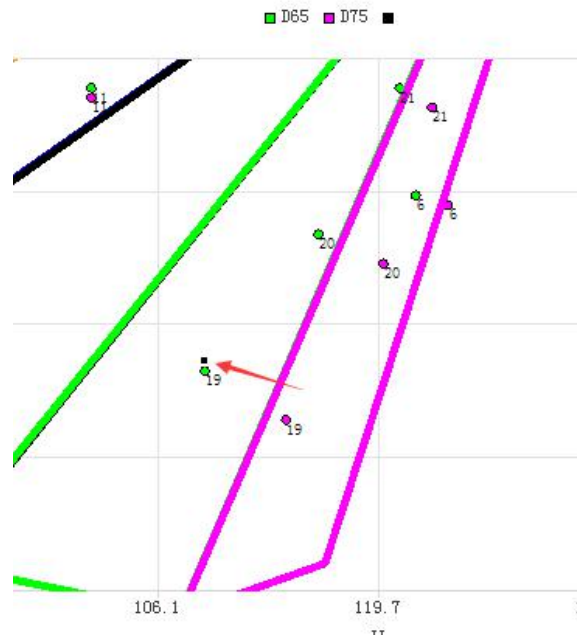


图 4-4-7

- o) 在主界面修改白点条件后点击 Save 按钮，然后点击仿真工具的 Run Simulation 按钮可以更新仿真结果；
- p) 调整完成后点击 Save 按钮保存参数；

5. CCM

CCM 模块 Raw 图拍摄要求：参考第 5 节 AWB 模块，CCM 与 AWB 共用同一组 Raw 图；

标定方法：

- a) 打开 Calibration Tool，点击界面左上角的 Edit Options 按钮，打开配置界面，输入 Raw 图的尺寸、位宽和 bayer 顺序；
- b) 选择 CCM 标签页，点击下方的 Load Raw Files 按钮，导入所有 Raw 图，导入的 Raw 图会显示在下方的列表中；
- c) 点击 Find Chart，打开色块搜索界面；

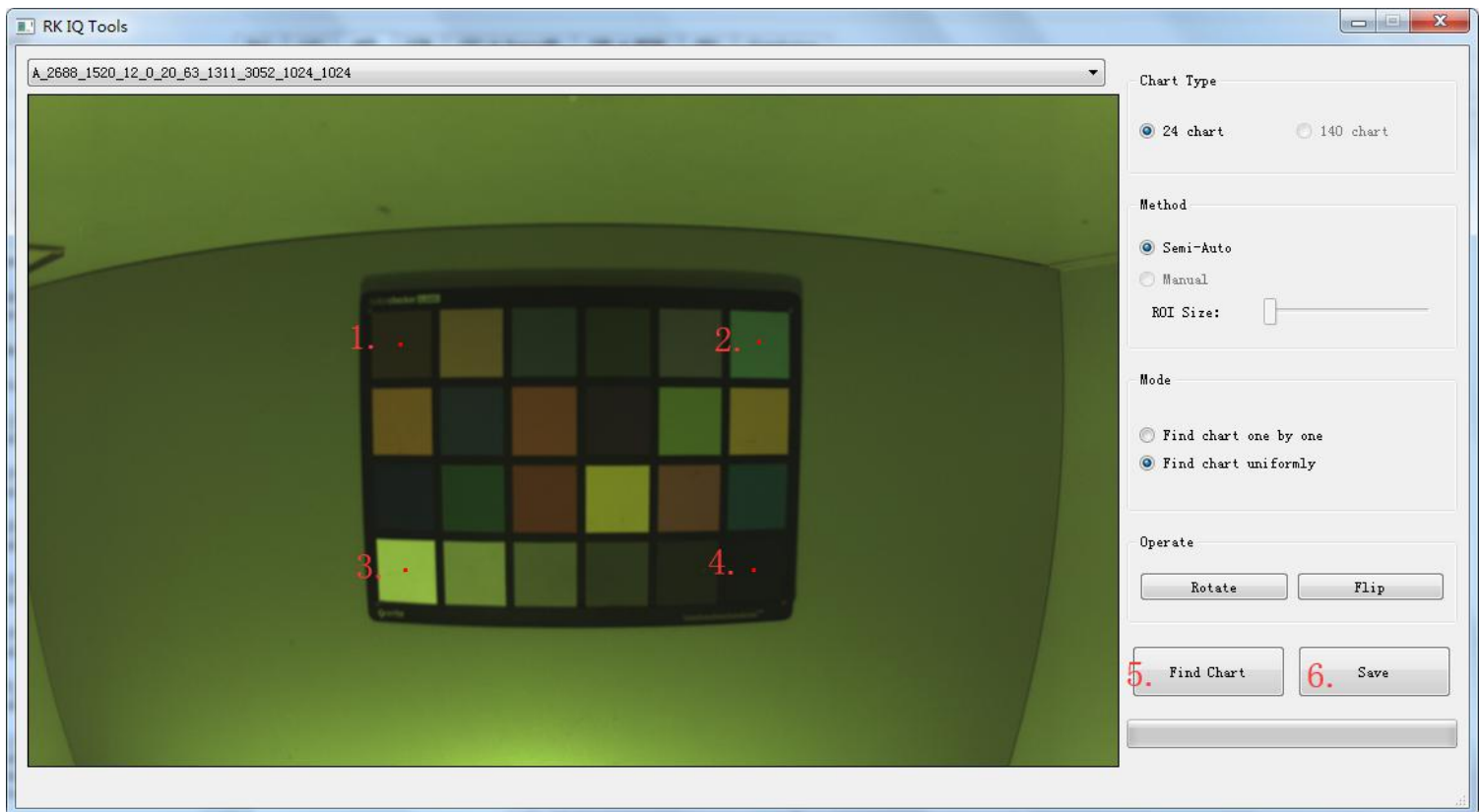


图 4-5-1

- d) 分别点击色卡左上、右上、左下、右下的色块中心；
- e) 点击 Find Chart 开始搜索色块，搜索完成后点击 Save 按钮保存退出；
- f) 点击 Calibrate 按钮，开始标定计算，该模块耗时较长，大约需要 20s 左右；

g) 标定完成后，计算结果显示在 result 页面中；

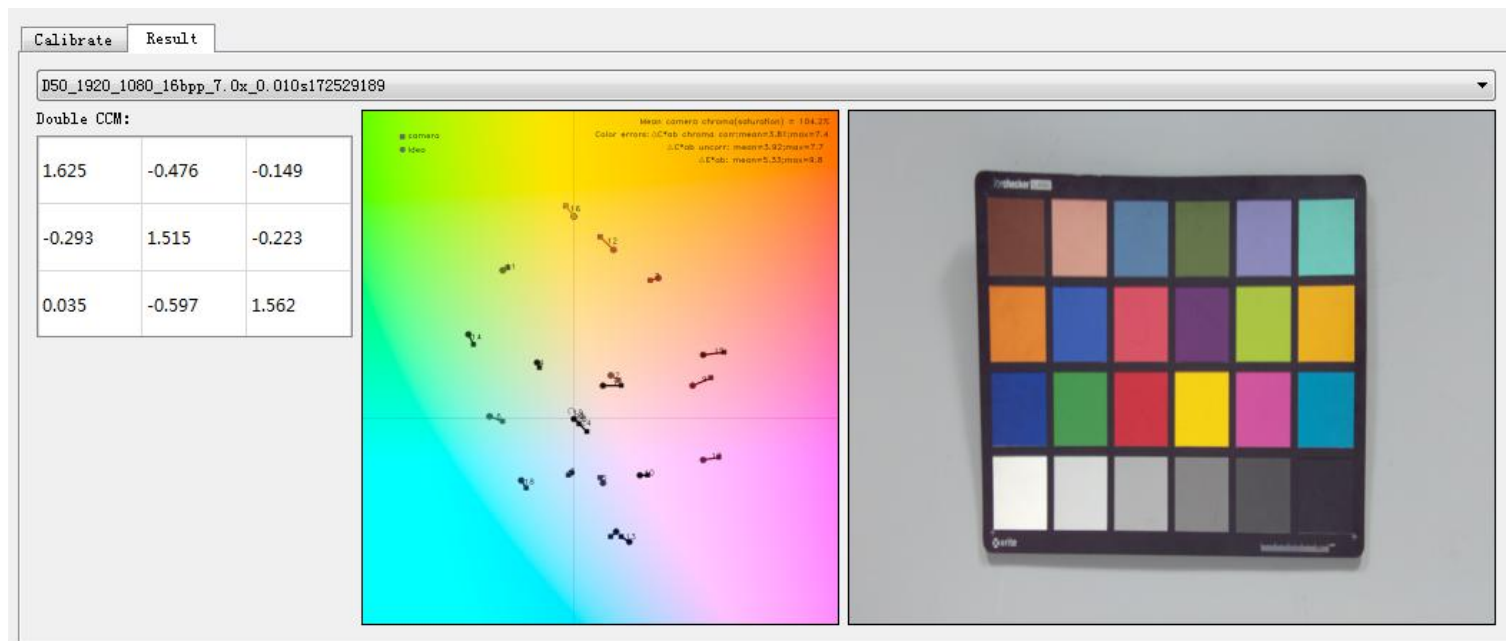


图 4-5-2

h) 点击 Save 按钮保存结果；

6. NR

NR 模块 Raw 图拍摄要求：

在标准光源的灯箱中拍摄，建议使用可调亮度的直流光源；

必须使用灰度渐变卡，如图 4-6-1；

曝光需要遍历 Gain=1x, 2x, 4x, 8x, 16x... Max (若驱动最大 Gain 支持到 40x, 则 Max=32)；

每一个 Gain 下都需要拍摄四张 Raw 图，分别是高光-叠帧、高光-单帧、低光-叠帧、低光单帧；

高光和低光可以调节曝光时间或环境光亮度来区分，叠帧和单帧则由工具自动完成；

低光拍摄要求：最亮的像素亮度在 150~180 范围内；

高光拍摄要求：图 4-6-1 中最亮块为中心的 3x3 块内至少有一块过曝，除该 3x3 块之外不允许有过曝块；

最亮像素值可以通过直方图或下方统计得到的 Max Luma 来判断，Max Luma=255 则说明图中至少有一点达到饱和值；

采用 DCG 模式的 HDR Sensor 需要分别拍摄 LCG 和 HCG 两组 Raw 图；

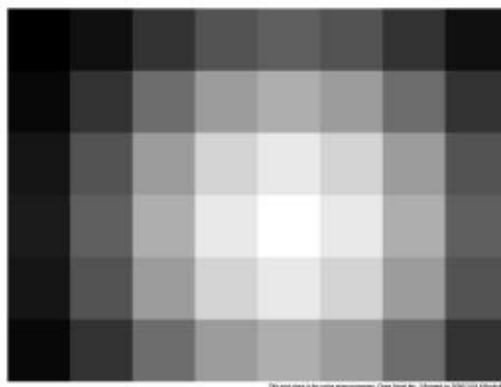


图 4-6-1

Raw 图拍摄方法：

- a) 打开 RKISP Tuner Capture Tool，参考第 2 节的步骤，连接设备；
- b) 将设备或模组置于灯箱内，并将渐变卡贴在灯箱背板；
- c) 调整设备位置，令渐变卡移动至画面中心，并尽量靠近拍的大一些；
- d) 打开灯箱，光源切换至 TL84 或 CWF；
- e) 修改界面中的光源名为 TL84 或 CWF，模块名为 NR_Normal；
- f) 假设例子中的 sensor 支持 Gain=1-24，则需要拍摄 1x 2x 4x 8x 16x；
- g) 拍摄低光：
 1. 灯箱亮度调节至大约 800lux；
 2. 将界面中 Gain Range 的值修改为 1.0 - 1.0，Exp Range 不做修改；
 3. 勾选 Multi-Frame 和 Low-Light；
 4. 选择 Auto Exposure 页面，勾选 Search Exposure By Max Luma，并设定值为 $165 \pm 10\%$

5. 关闭 Anti-Flicker(50hz);
6. 设定 Frame Number=32;

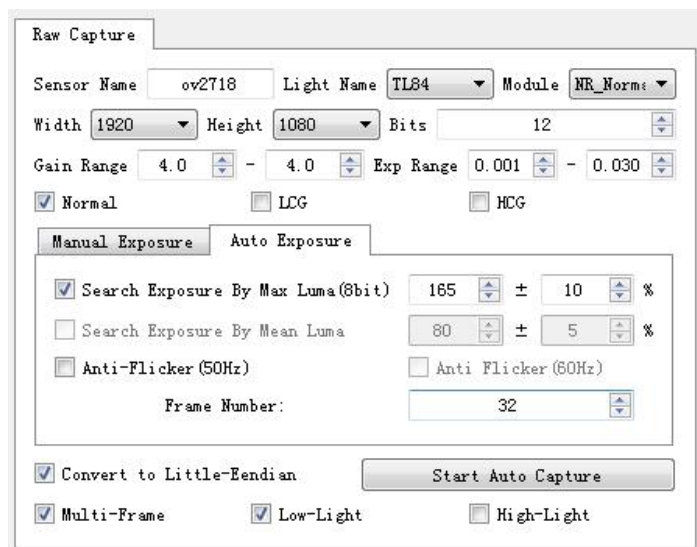


图 4-6-2

7. 点击 Start Auto Capture 按钮开始拍摄，工具会自动挑选合适的曝光值，令 Raw 图满足设定值；
8. 拍摄完成得到带 Multiple 和 Single 后缀的 Raw 图各一张；

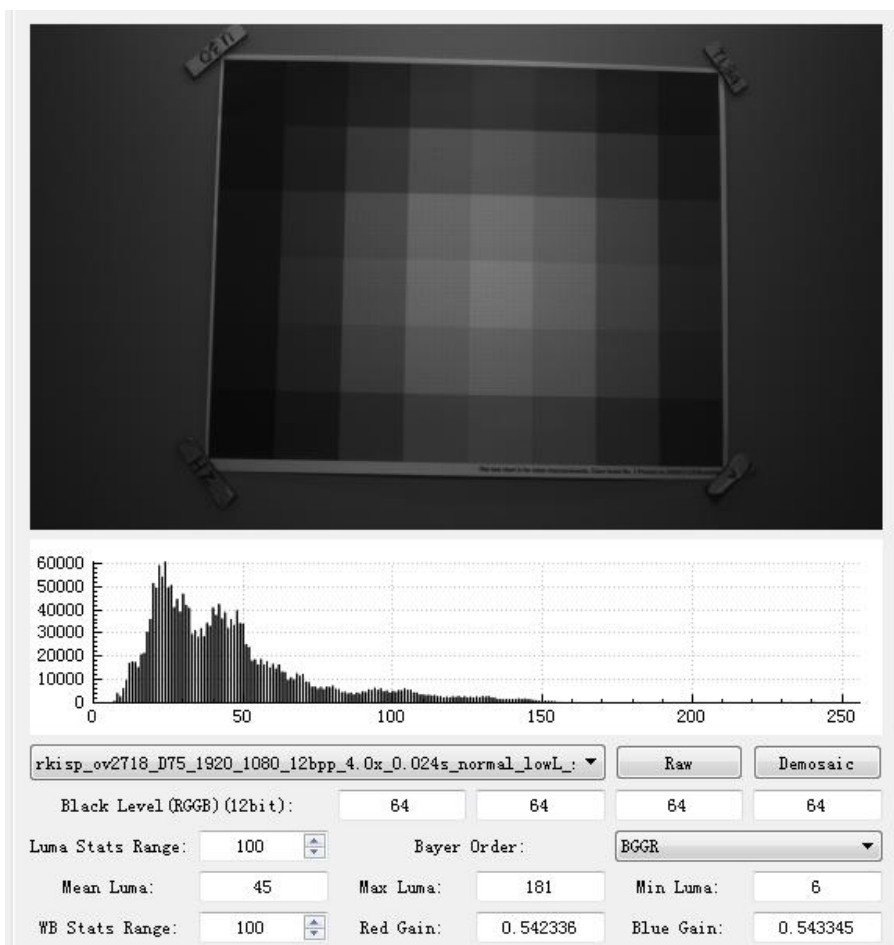


图 4-6-3

h) 拍摄高光:

1. 灯箱亮度调节至大约 800lux;
2. 将界面中 Gain Range 的值修改为 1.0 - 1.0, Exp Range 不做修改;
3. 勾选 Multi-Frame 和 High-Light;
4. 选择 Auto Exposure 页面, 勾选 Search Exposure By Max Luma, 并设定值为 $255 \pm 1\%$
5. 关闭 Anti-Flicker(50hz);
6. 设定 Frame Number=32;

图 4-6-4

7. 点击 Start Auto Capture 按钮开始拍摄, 工具会自动挑选合适的曝光值, 令 Raw 图满足设定值;
8. 拍摄完成得到带 Multiple 和 Single 后缀的 Raw 图各一张;
9. 由于高光不允许有太多过曝块出现, 用户需要检查图中是否仅最亮块为中心的 3x3 存在过曝块;
10. 若需要降低亮度, 可以切换到 Manual Exposure 页面, 根据自动曝光的结果进行微调, 重新拍摄;

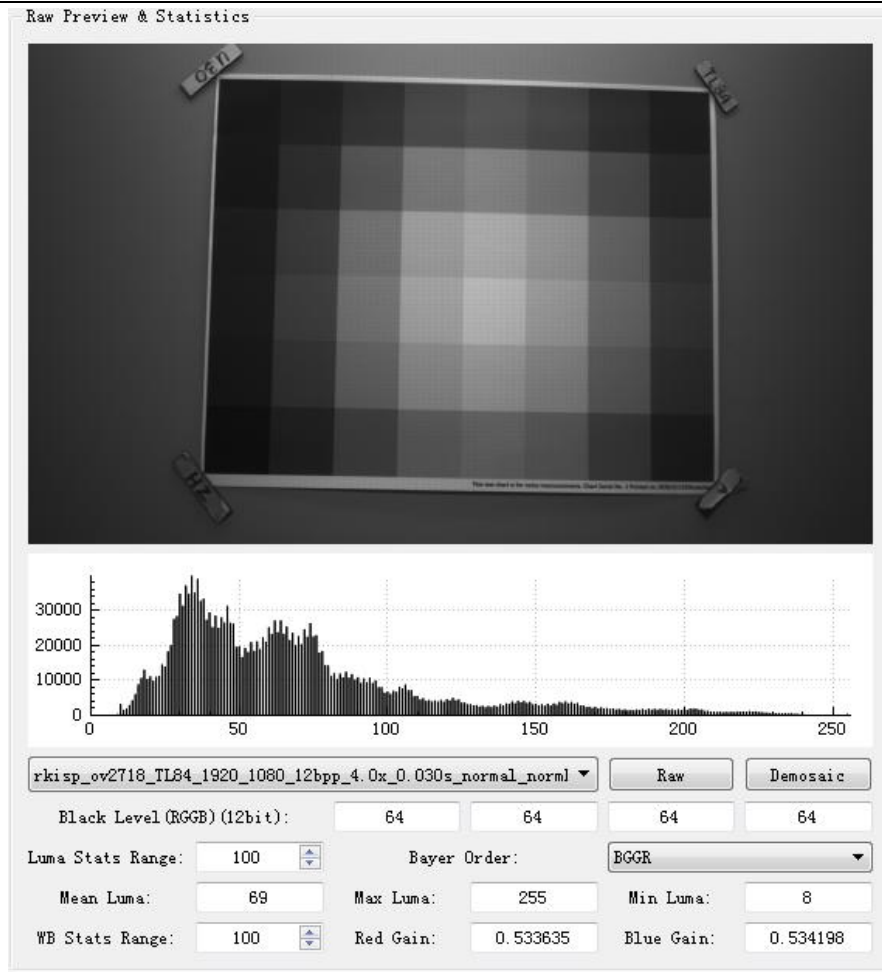


图 4-6-5

- i) 修改 Gain Range 值为 2x, 重复步骤 g、h, 直到所有 Gain 拍摄完成;
- j) 由于 Gain 会不断增大, 可能出现自动曝光无法挑选到合适曝光值的情况, 如图 4-6-6 所示, 打印信息中表明工具使用了 Gain=4x ExpTime=0.03s 的组合 (该组合为当前设定范围内的最大值), 拍摄得到的 Raw 图最大亮度为 166.375, 无法达到目标值 255, 此时应提高灯箱亮度后再重新尝试;

```
./try_exp/try_single_175616523.raw receive ok.
Raw data check sum success!
curGain = 4 curTime=0.03
maxValue = 166.375 targetValue=255
tolerance = 0
Nearest exposure is: gain=9999 exp=0
Unsupported target exp or gain.
```

图 4-6-6

标定方法 (GIC & BayerNR 和 YNR & MFNR 模块共用同一组 Raw 图):

- a) 打开 Calibration Tool, 点击界面左上角的 Edit Options 按钮, 打开配置界面, 输入 Raw 图的尺寸、位宽和 bayer 顺序;
- b) 选择 GIC & Bayer NR 页面, 点击上方的 Load Raw Files 按钮, 导入所有 Raw 图, 导入的 Raw 图会显示在下方的列表中;

- c) 点击 Calibration 按钮，计算标定参数；
- d) 点击 Save 按钮保存参数；
- e) 选择 YNR&MFNR 标签页，点击上方的 Load Raw Files 按钮，导入所有 Raw 图，导入的 Raw 图会显示在下方的列表中；
- f) 点击 Calculate YUV 按钮，Raw 图将会通过仿真器处理为 YUV 图；
- g) 点击 Calibration 按钮，计算标定参数；
- h) 标定完成后得到的噪声曲线将会显示在右侧窗口中；
- i) 点击 Save 按钮保存参数；

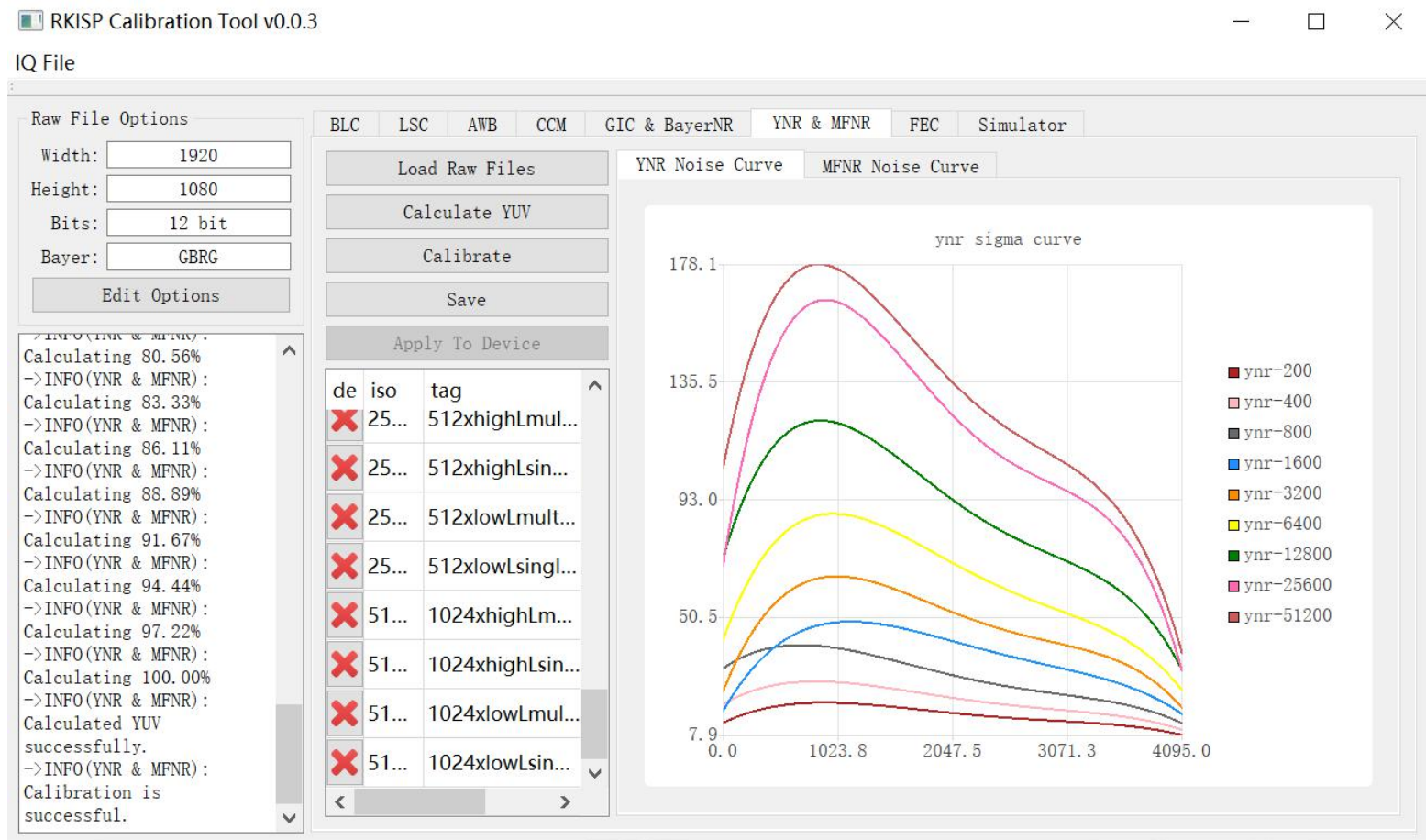


图 4-6-7

注意事项：

- a) 若 Auto Exposure 始终无法挑选到合适的曝光参数，建议使用 Manual Exposure 调整曝光，通过拍摄到的 Raw 图的直方图和统计值来判断亮度是否合适；
- b) 若标定出的曲线与图 4-6-7 中所示的形状相差甚远，表明高光或低光亮度不对，可以通过曲线异常的位置来判断：
 - i. 左侧形状错误则是低光亮度不合适；
 - ii. 右侧形状错误则是高光亮度不合适；
- c) 拍摄 Raw 图时请务必选择正确的光源，否则 Calculate YUV 的结果可能会不正确，若由于灯箱可调光源的最低亮度已无法满足拍摄，建议使用减光片等不影响颜色的滤镜来辅助拍摄；