

密级状态：绝密() 秘密() 内部() 公开(☒)

RKISP2. x Tuner User Manual

V1.0

文件状态： [] 正在修改 [<input checked="" type="checkbox"/>] 正式发布	当前版本：	V1.0
	作 者：	
	完成日期：	2020-07-08
	审 核：	杨培杉、邓达龙
	完成日期：	

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	

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：

- i. 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；
- ii. 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；

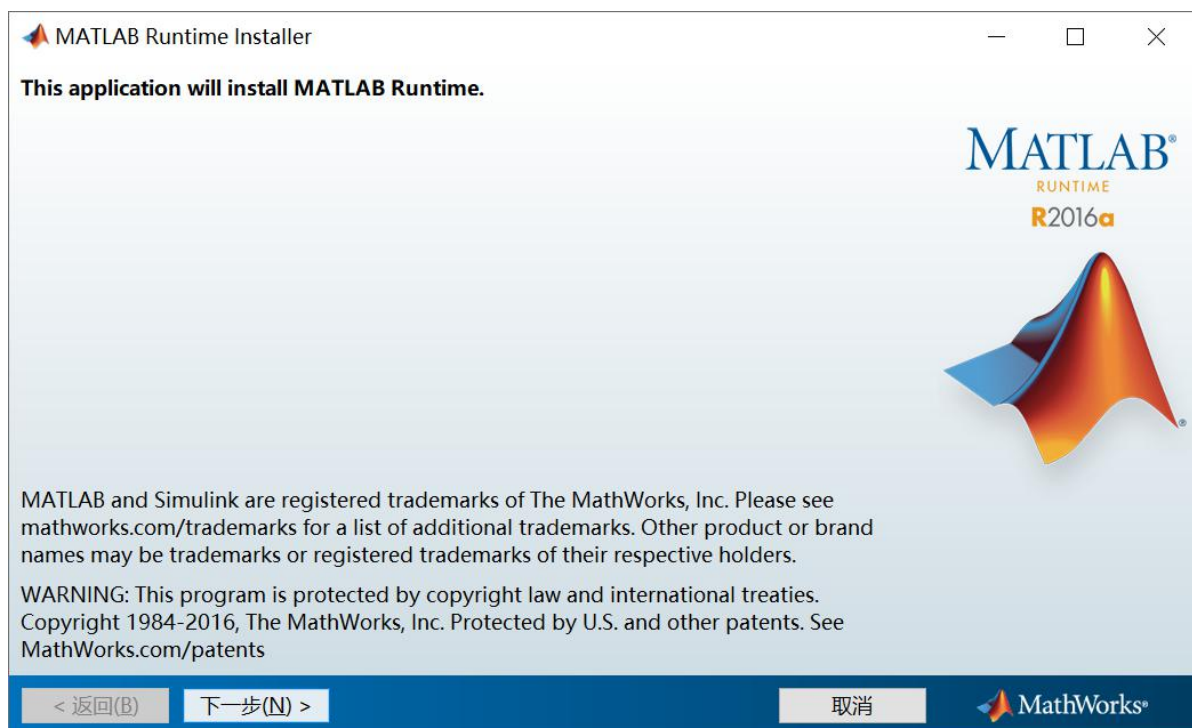


图 1-4-2

3) 等待安装完成;

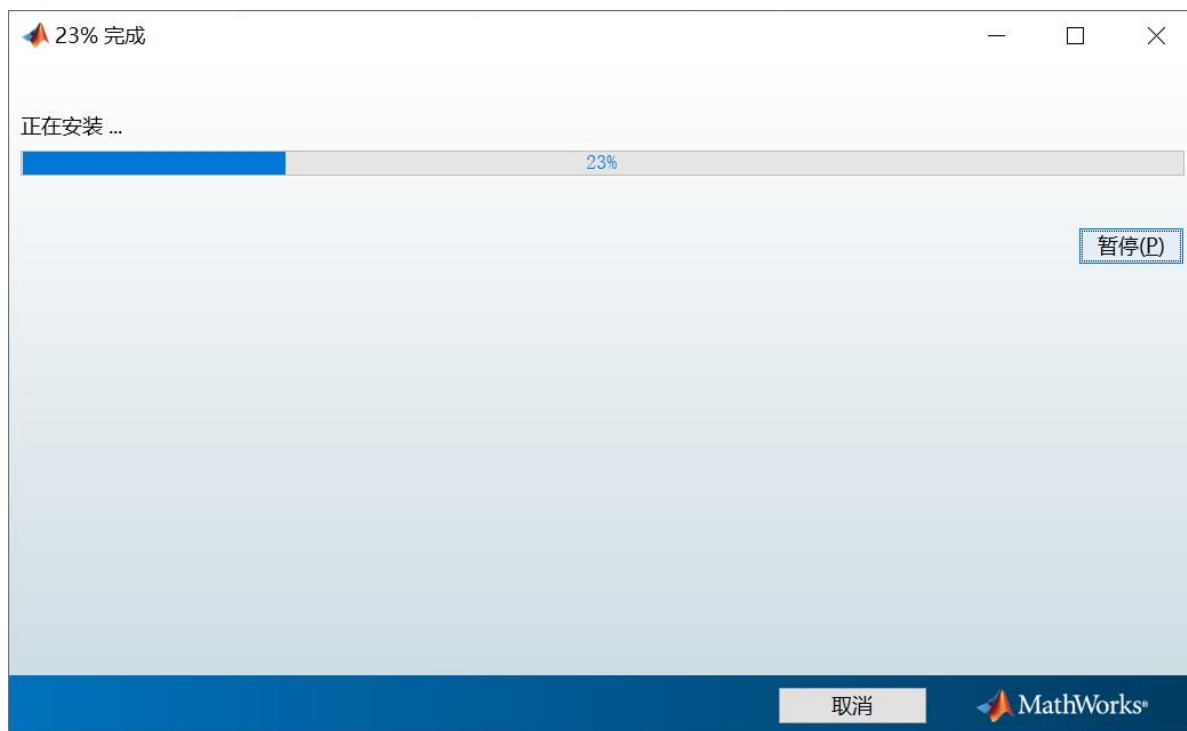


图 1-4-3

4) 安装完成;

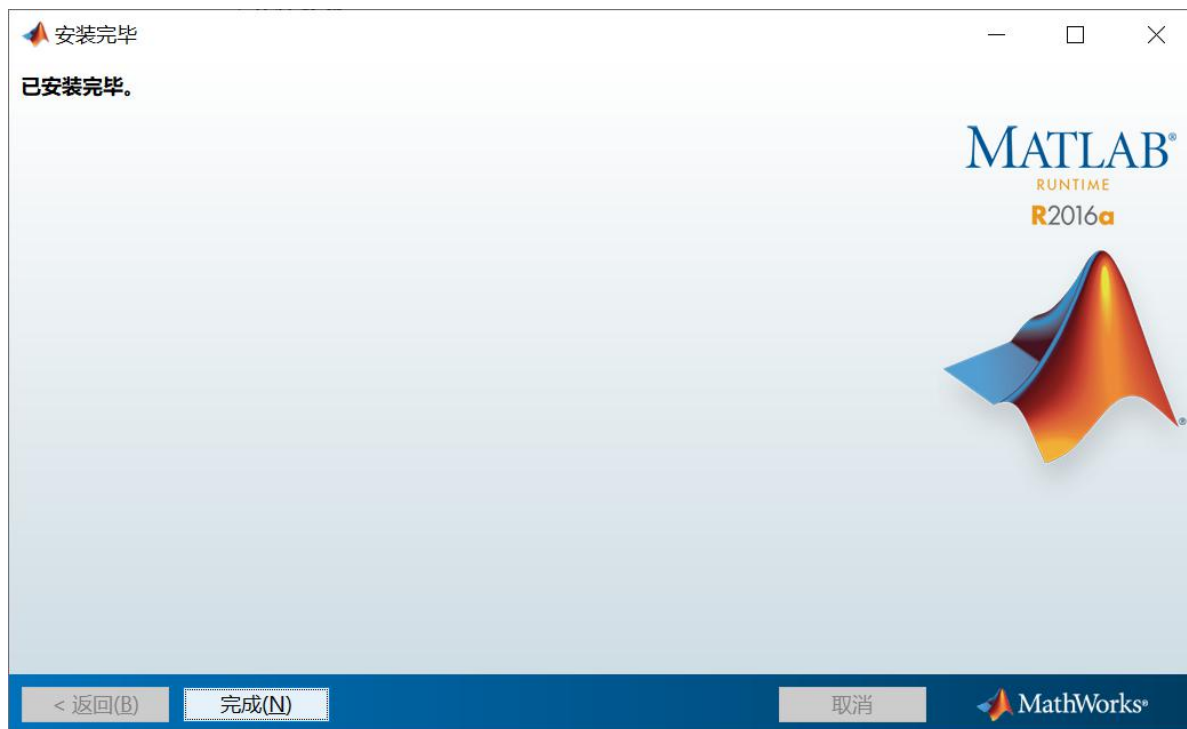


图 1-4-4

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：

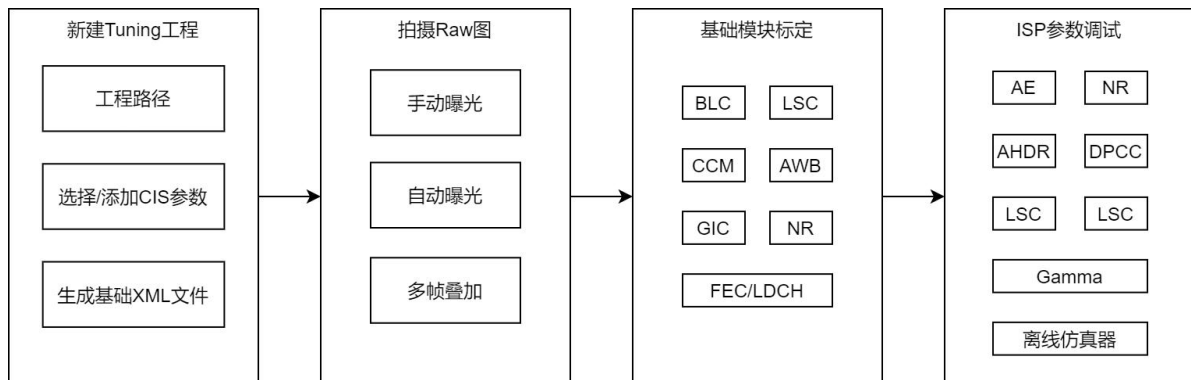


图 2-1-1

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：

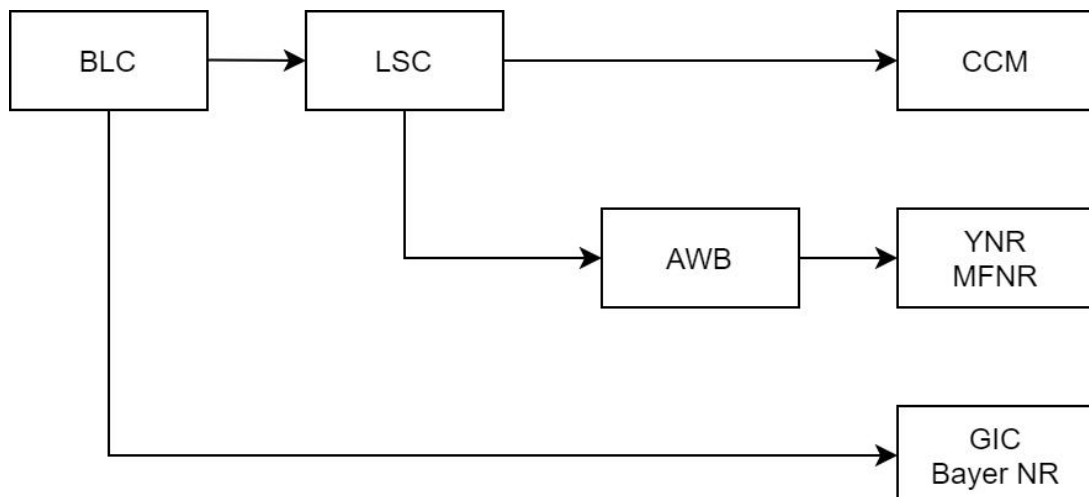


图 2-1-2

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

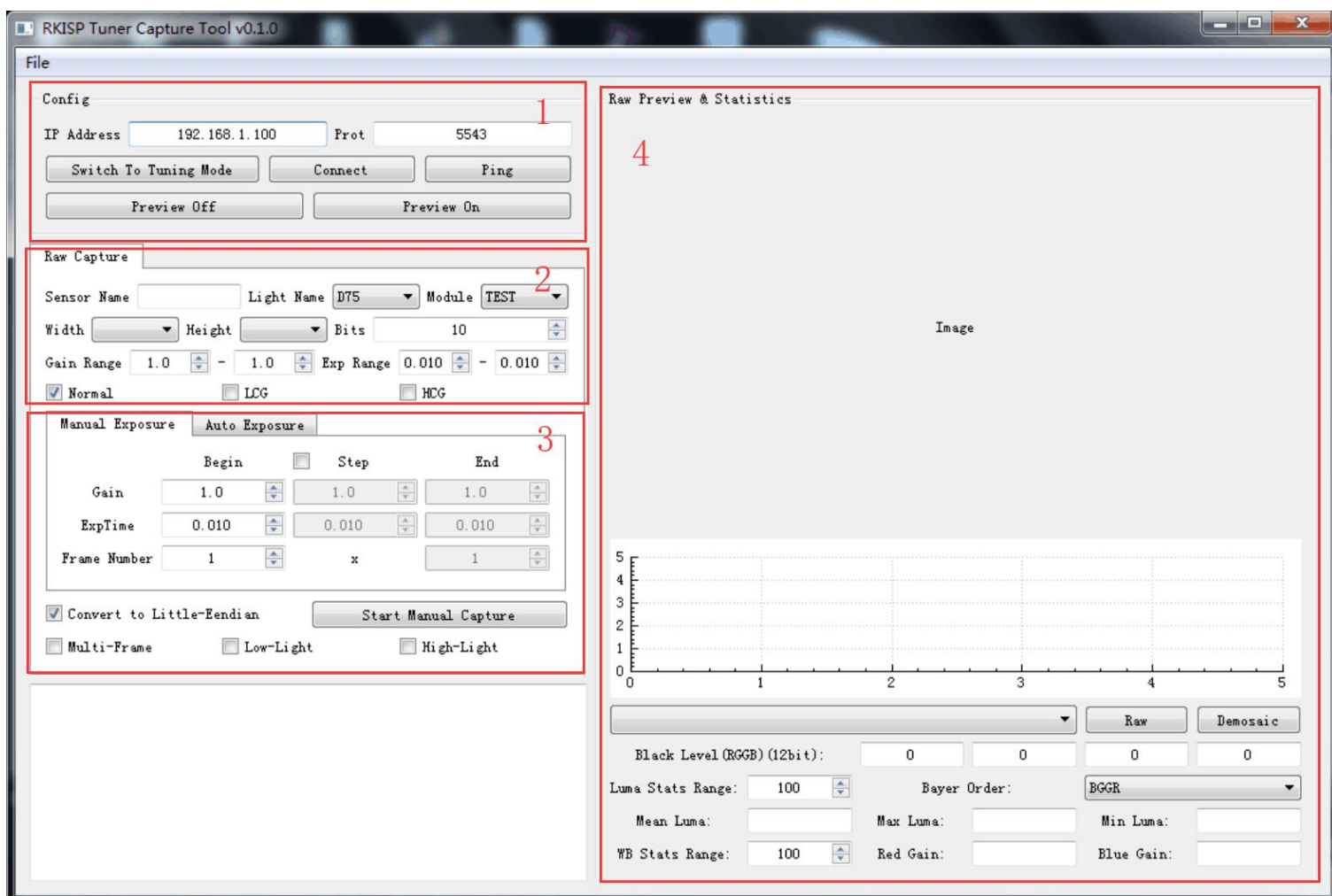


图 2-2-1

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

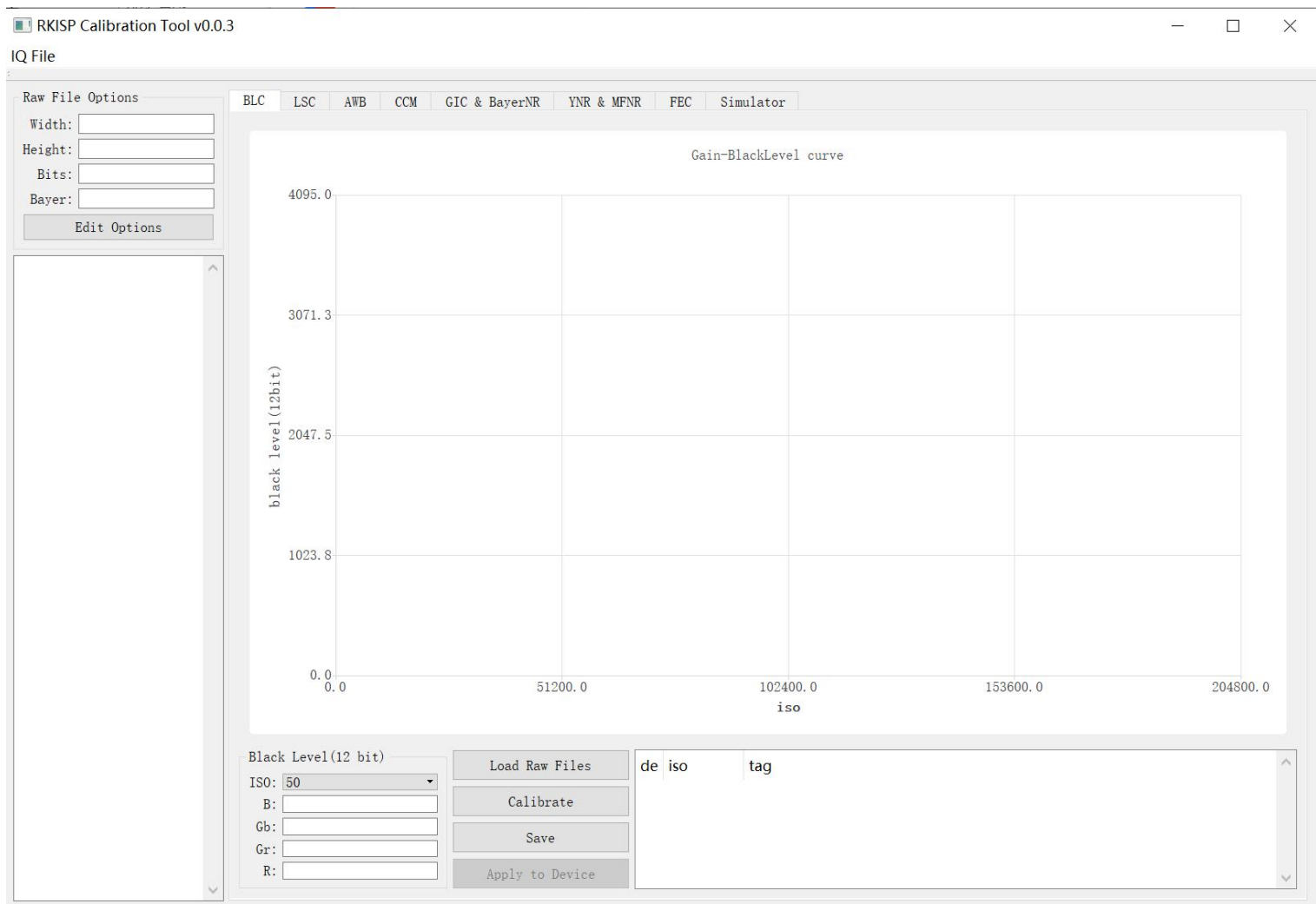


图 2-3-1

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；

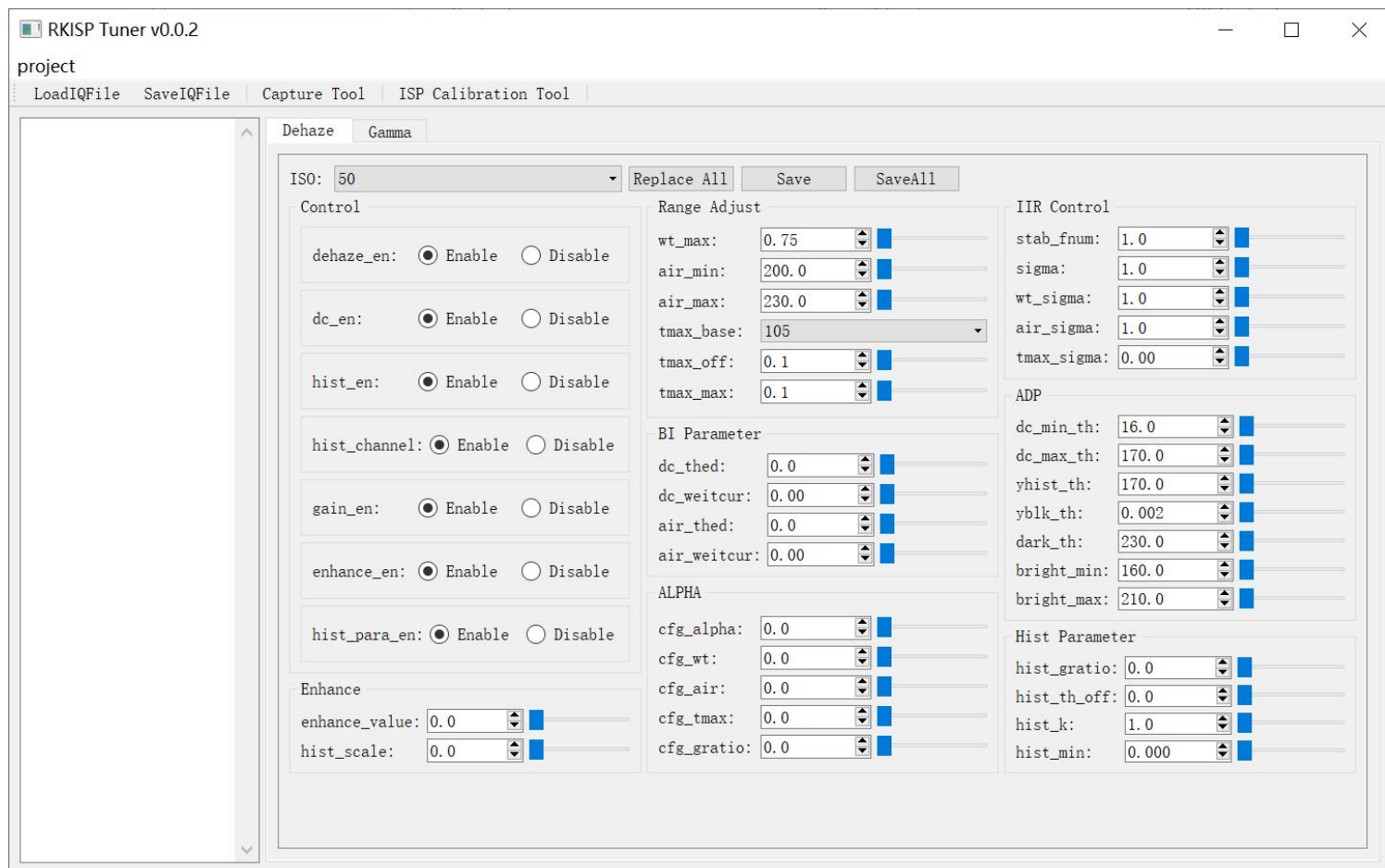


图 3-1-1

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

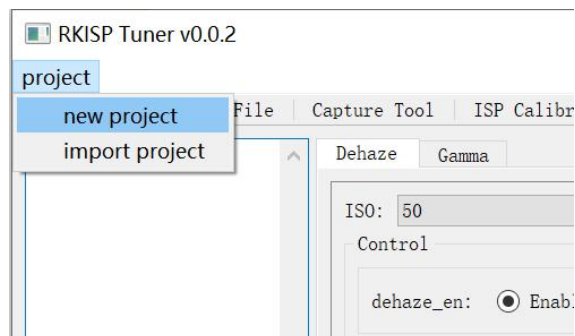


图 3-1-2

- 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: New-Project-Name

Project Path: ...

Sensor Name: gc4c33

Lens Name:

Module Name:

Pattern Mode: RGGB

Full Resolution: 2560x1440

Time Factor

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

C0: 0.0 C1: 0.0

C2: 1.0 C3: 0.5

CISTimeRegSumFac

reg = C0 * VTS - C1

C0: 1.00 C1: 0.00

CIS Range

CISAgainRange: 1.00 - 128.00

CISExtraAgainRange: 1.00 - 1.00

CISDgainRange: 1.00 - 1.00

CISIsDgainRange: 1.00 - 1.00

CISTimeRegUnEqualEn: 1

CISMinFps: 10.00

CISTimeRegMin: 2

dcg_ratio: 1.00

CISTimeRegOdevity

reg = C0 * X + C1

C0: 2.00 C1: 0.00

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；

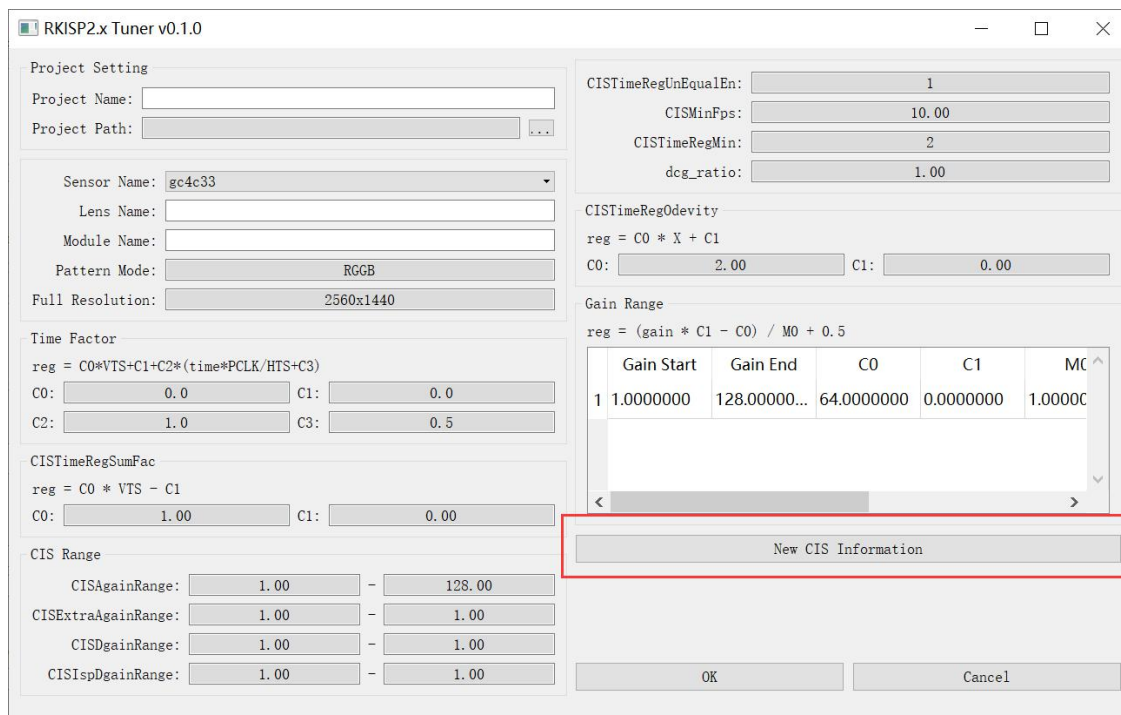


图 3-2-1

- 2) 弹出新建 CIS 的界面

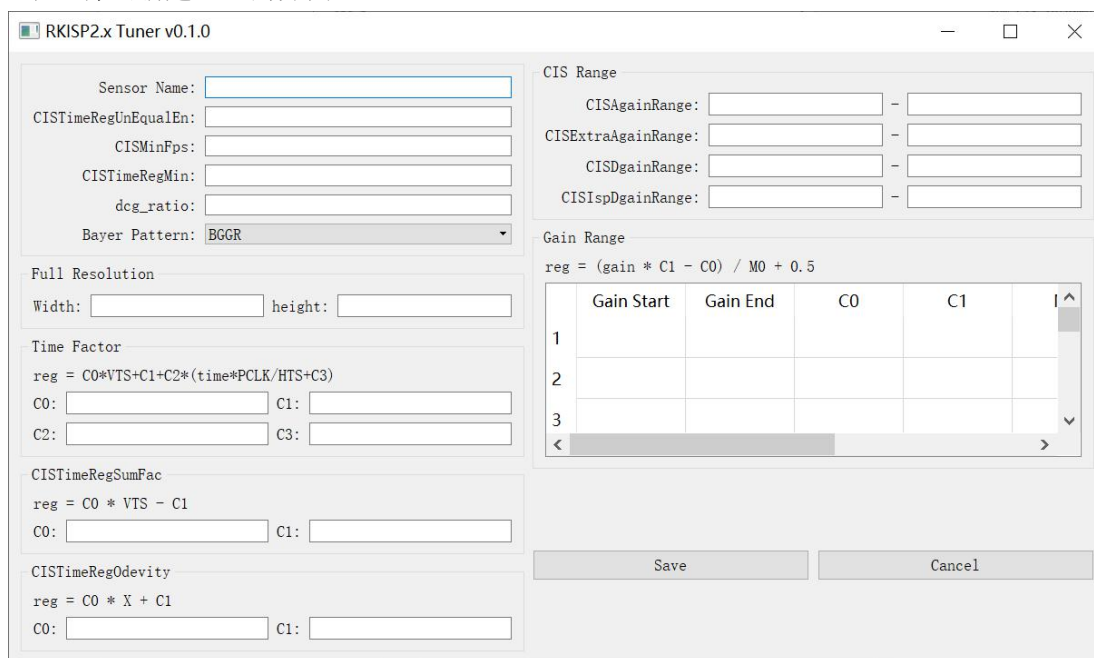


图 3-2-2

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，0=关 1=开；

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 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 支持 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；

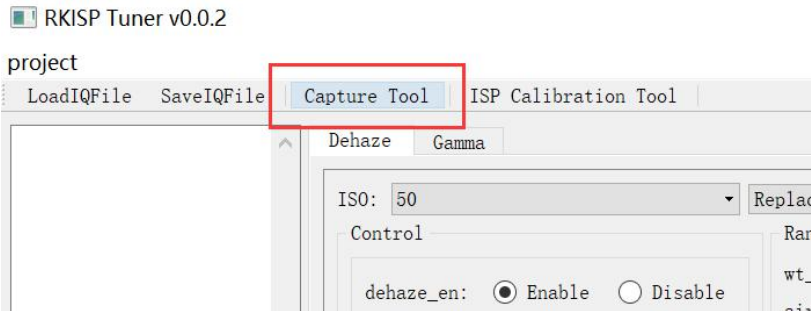


图 3-3-1

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

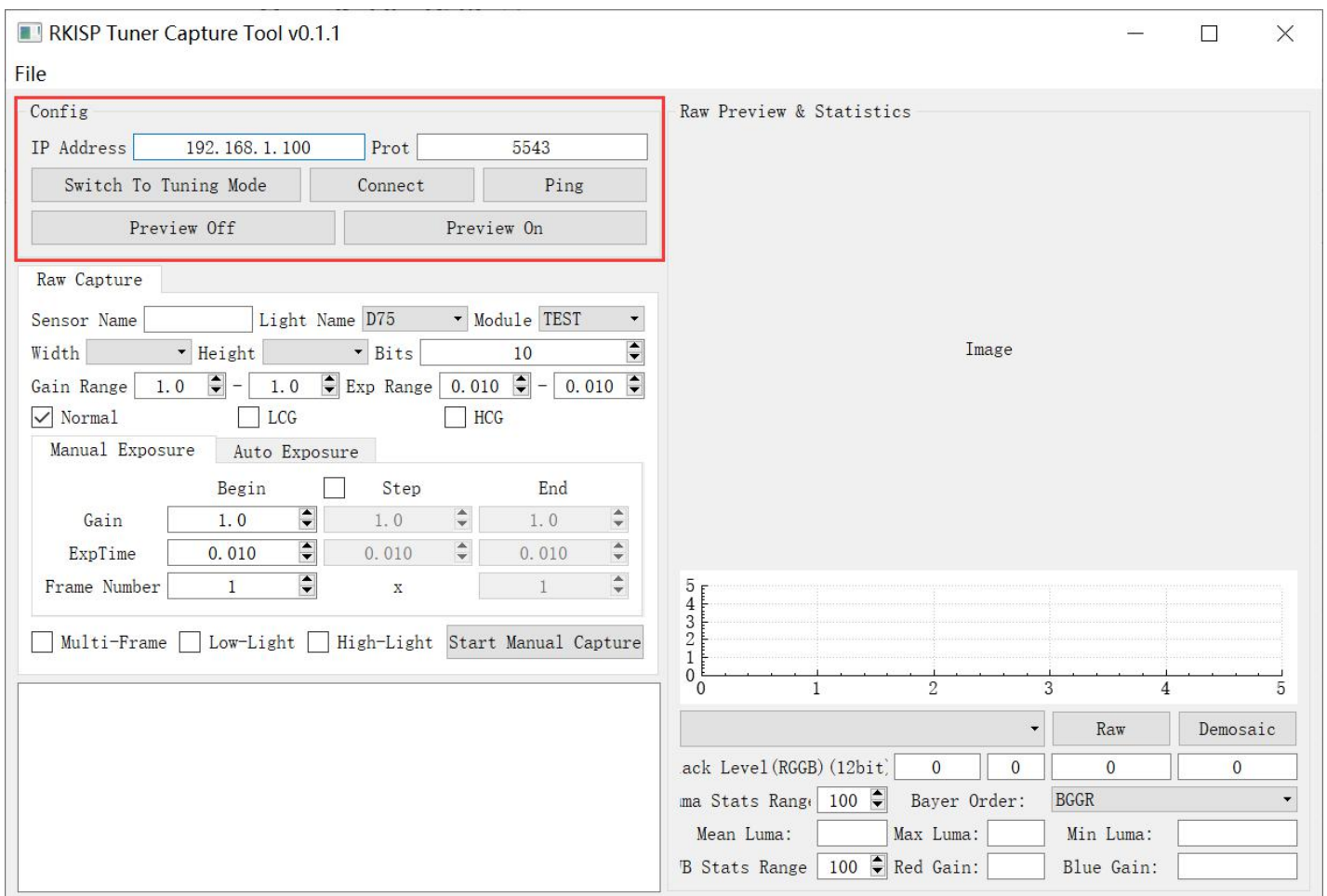


图 3-3-2

- 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；

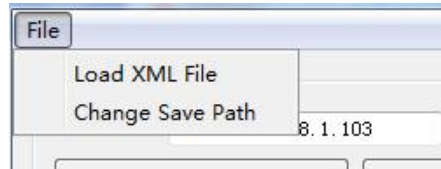


图 3-4-1

- 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；

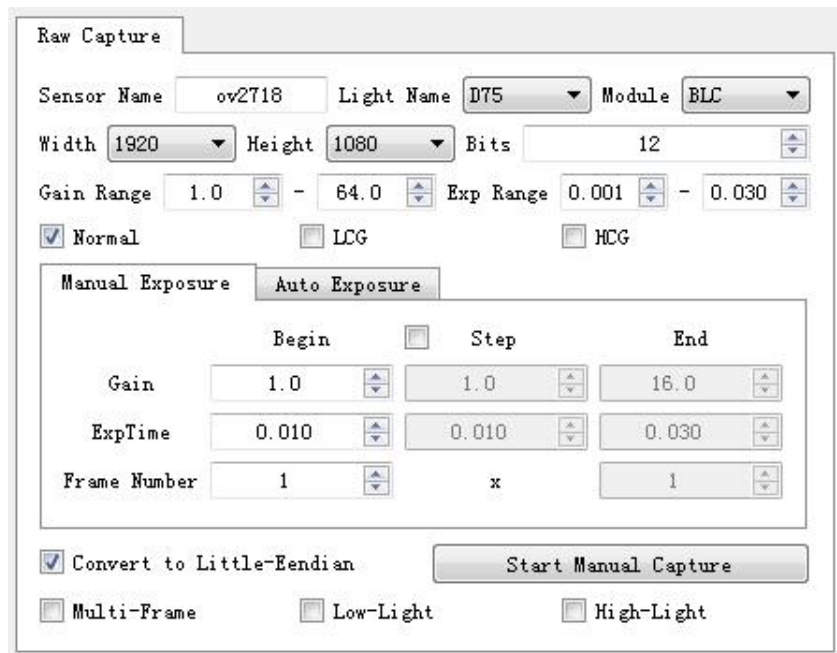


图 3-4-2

- 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；

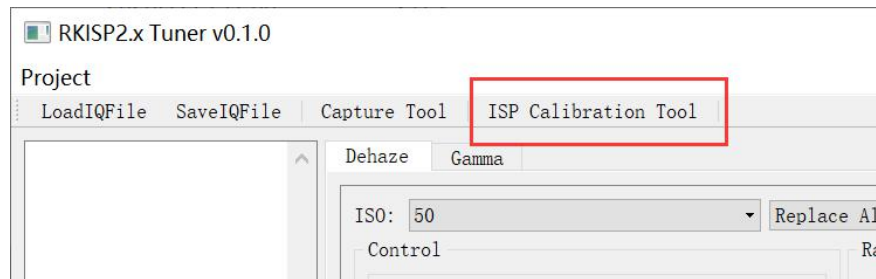


图 3-5-1

- 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；

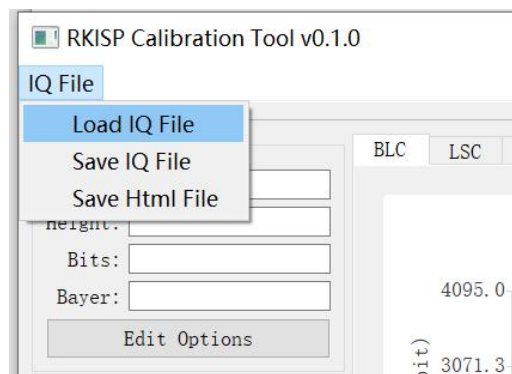


图 3-5-2

- 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；

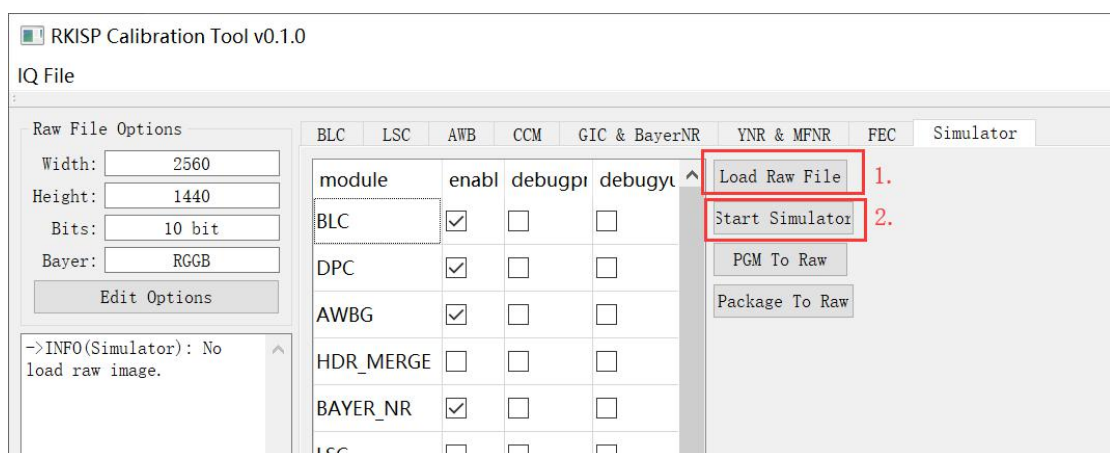


图 3-5-3

- 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；

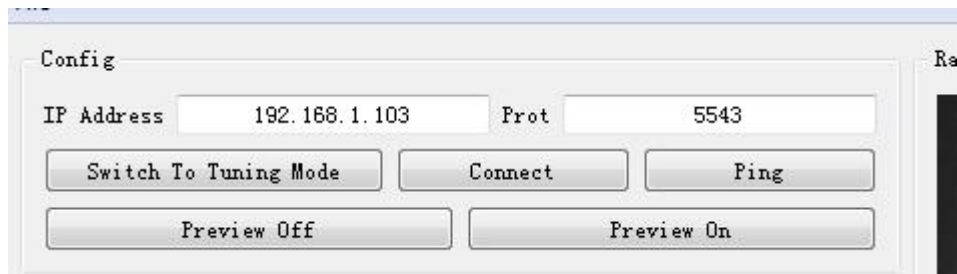


图 4-1-1

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

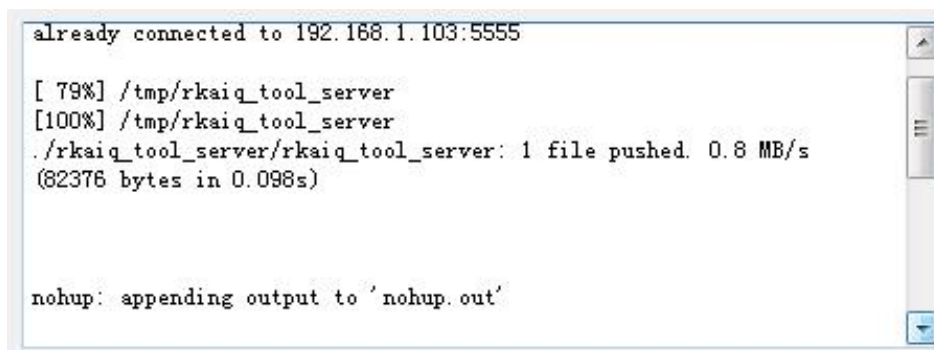


图 4-1-2

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；

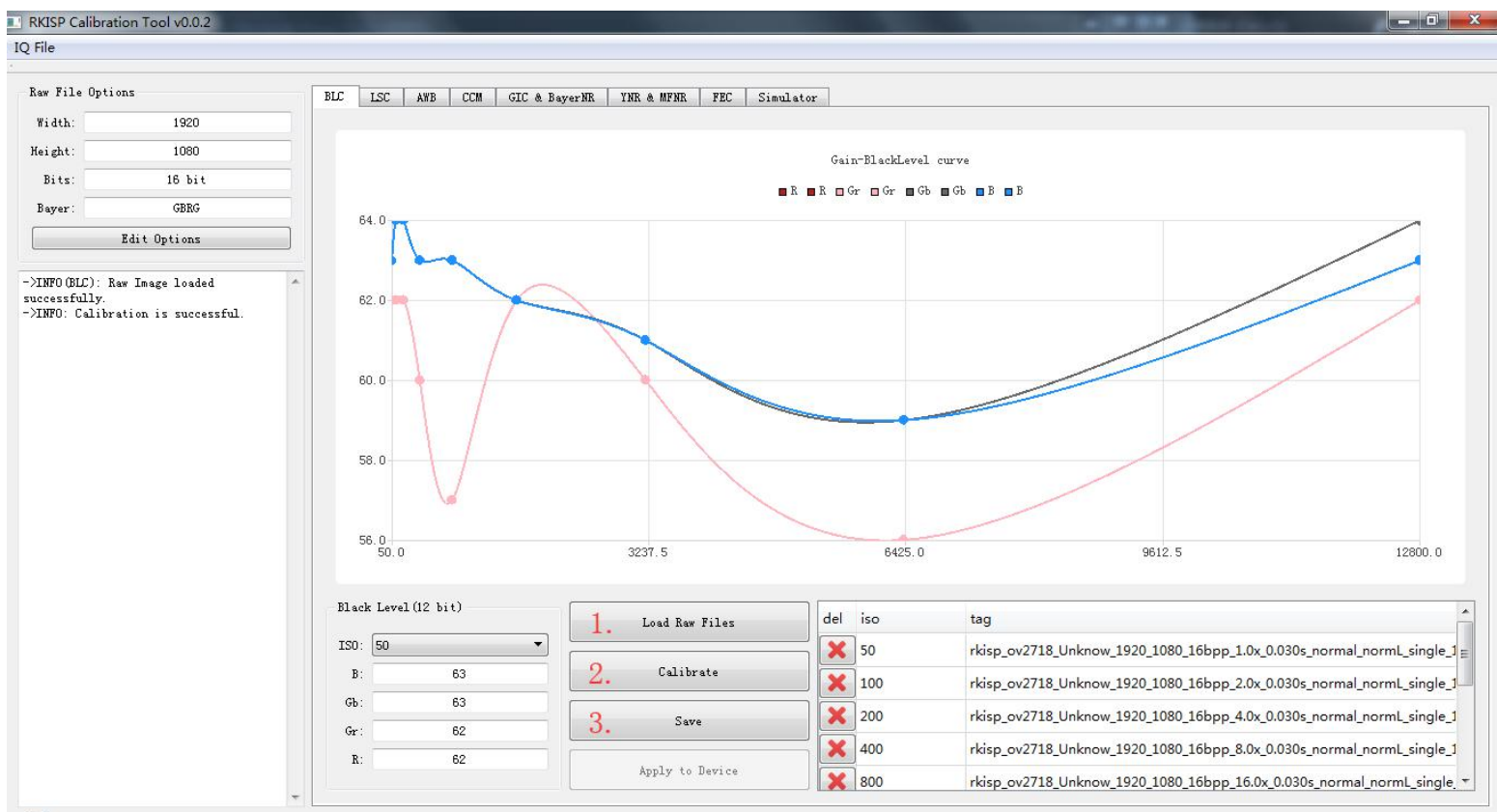


图 4-2-1

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）；

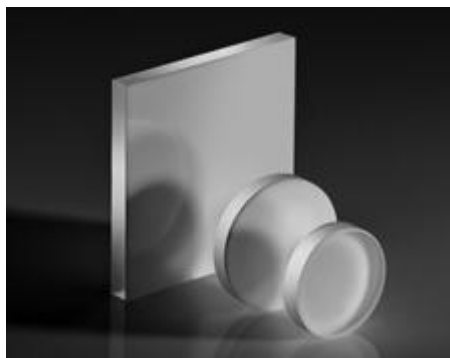


图 4-3-1

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；

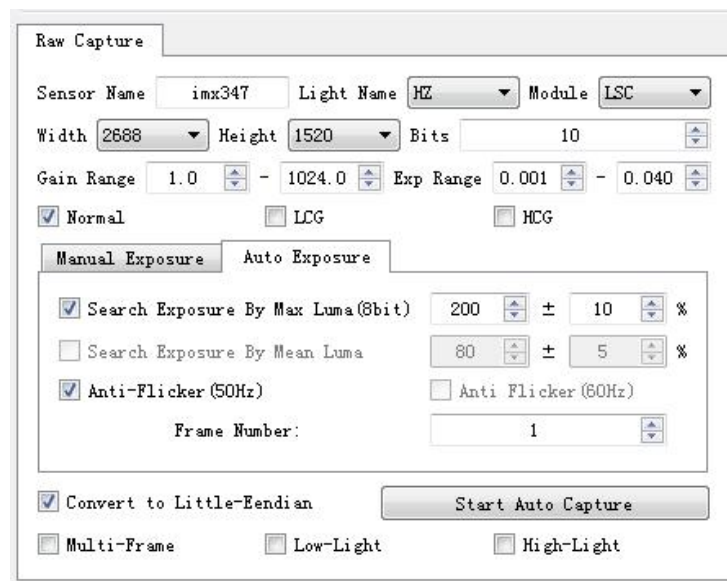


图 4-3-2

- 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；

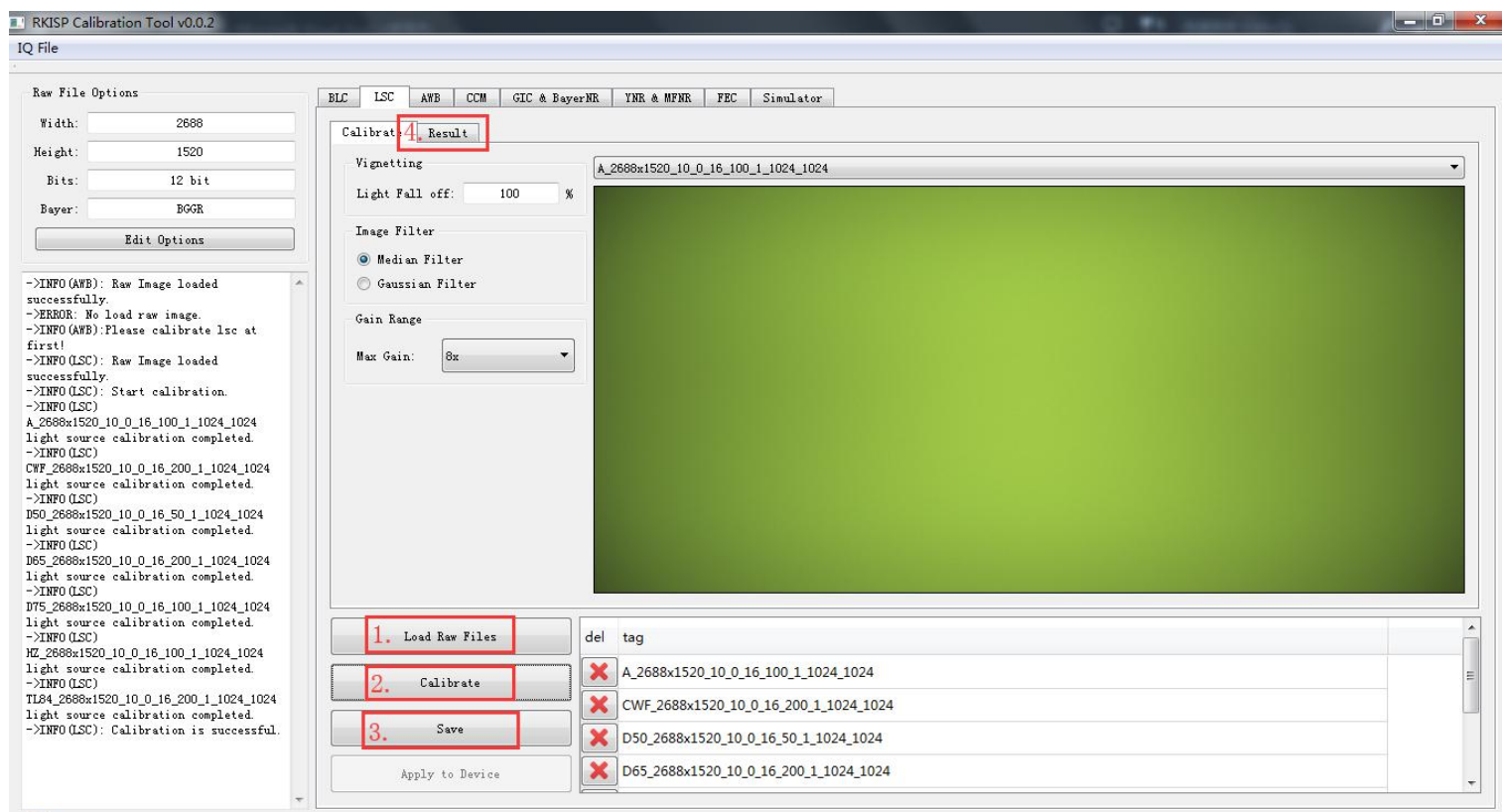


图 4-3-3

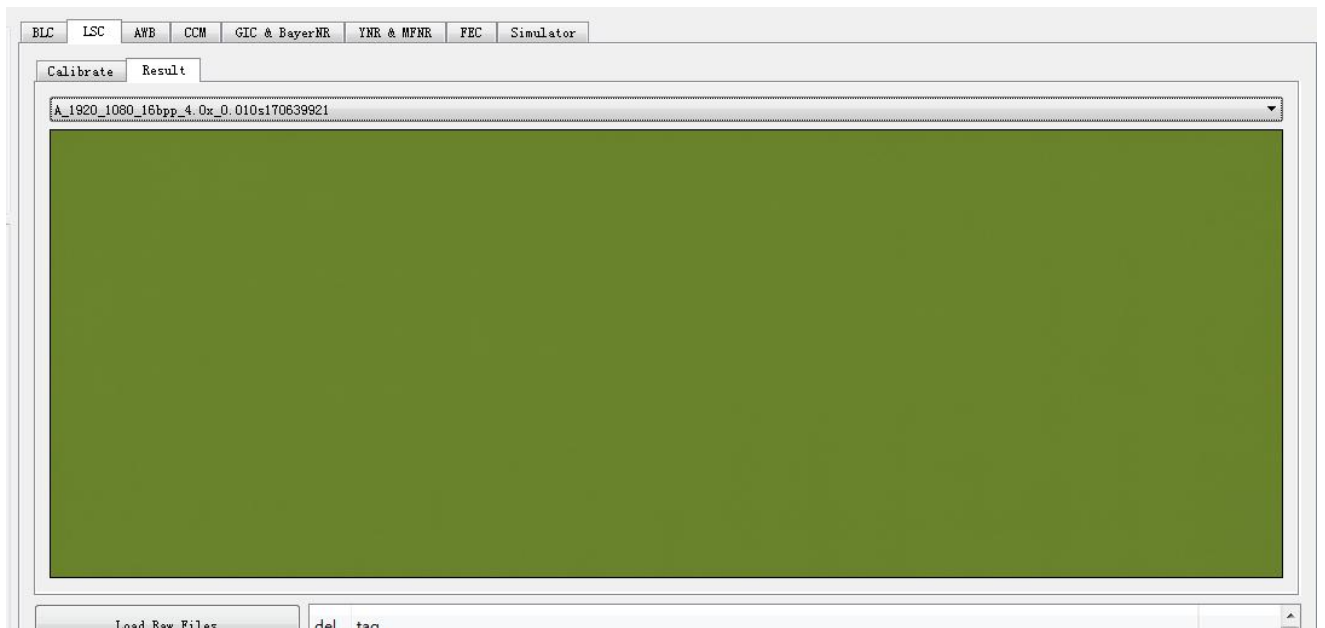


图 4-3-4

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；

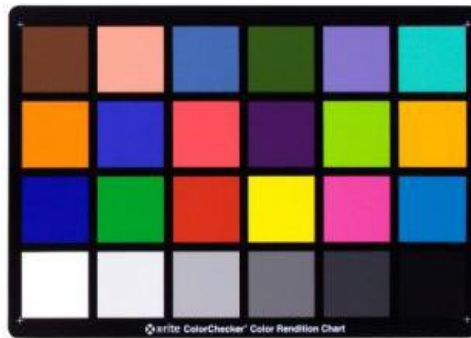


图 4-4-1

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;

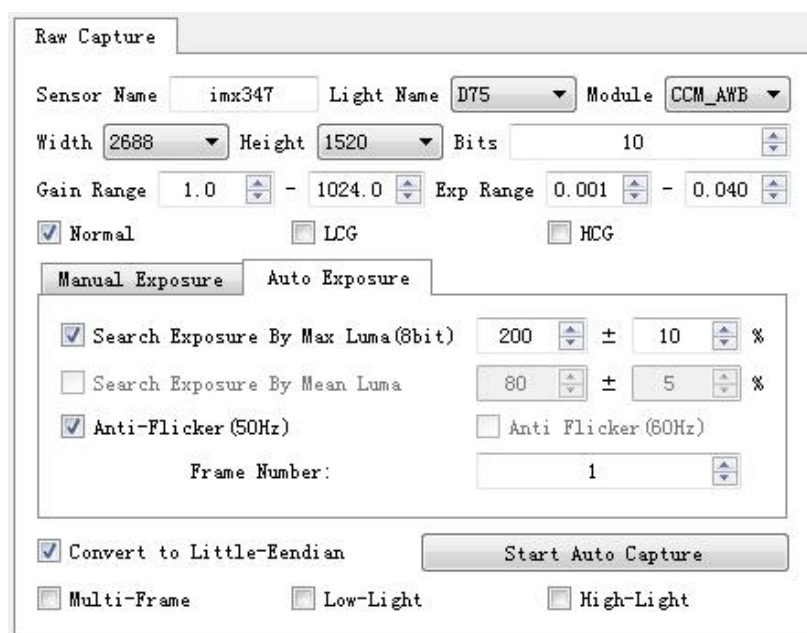


图 4-4-2

- 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；

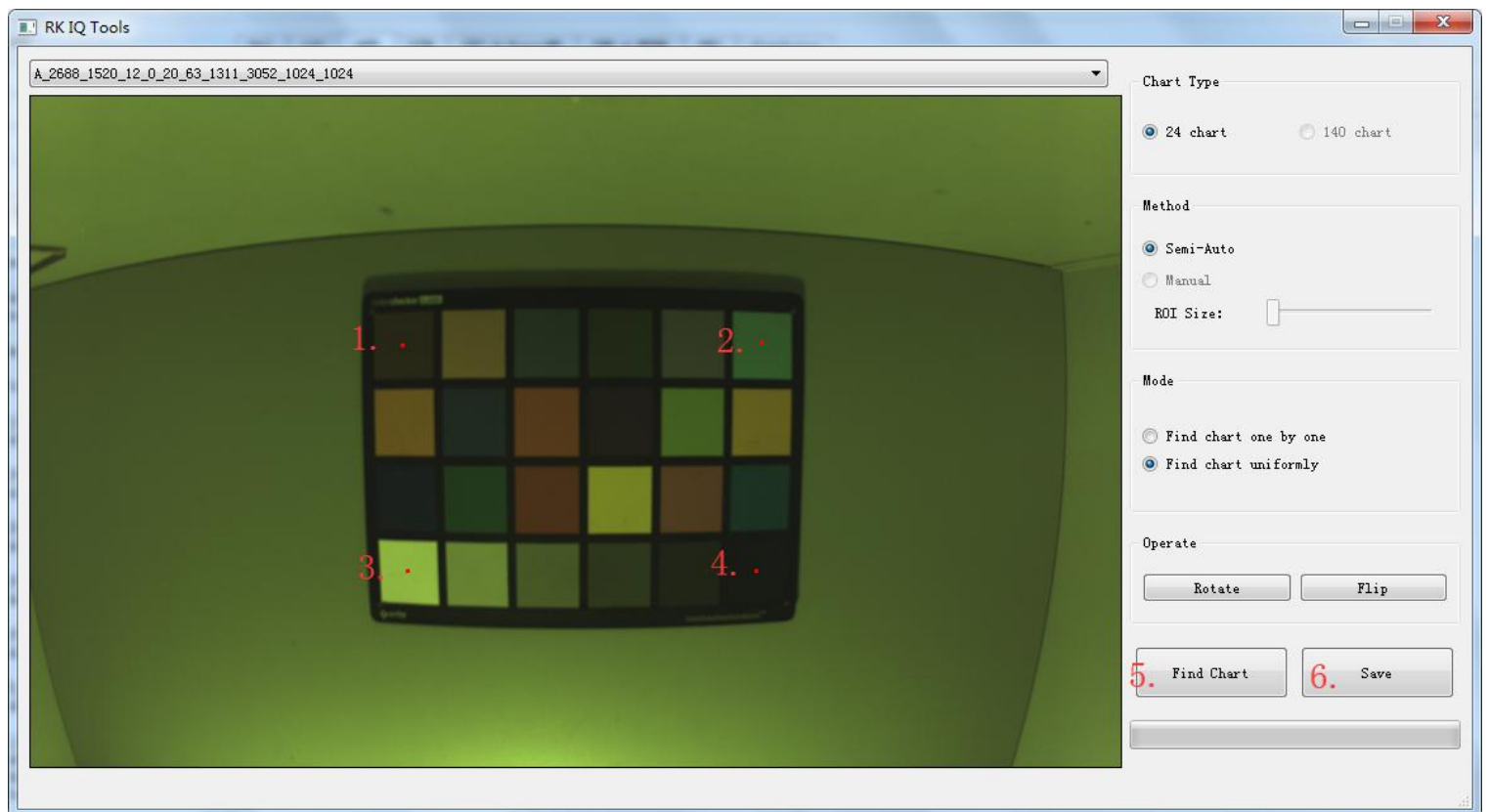


图 4-4-3

- 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；

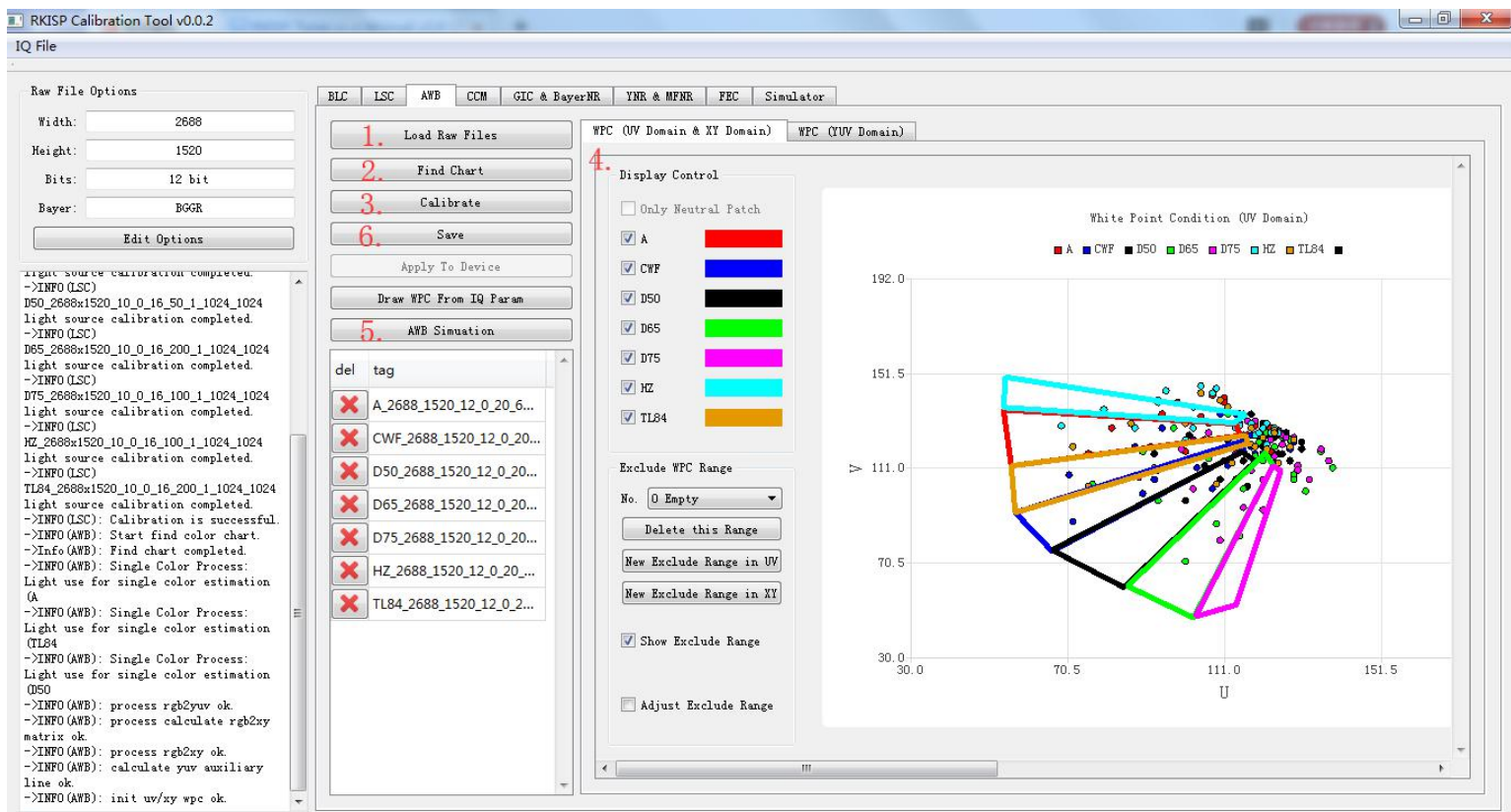


图 4-4-4

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；

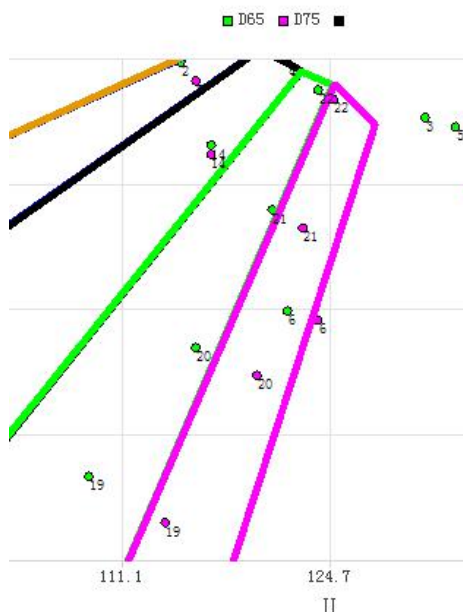


图 4-4-5

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；

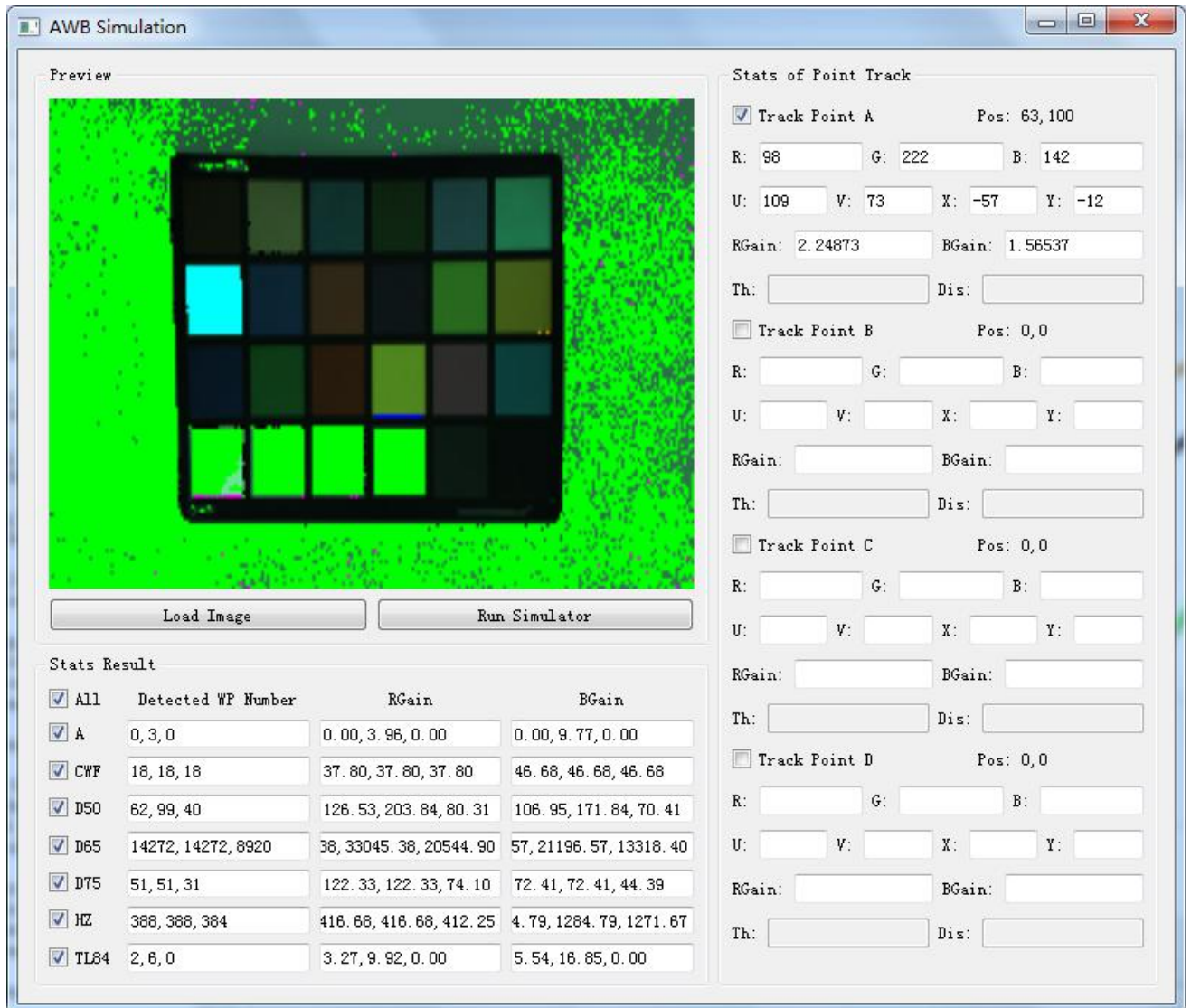


图 4-4-6

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；

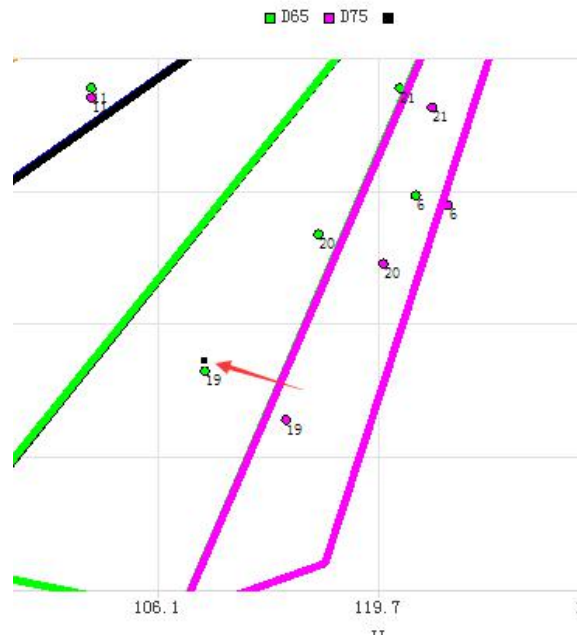


图 4-4-7

- 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；

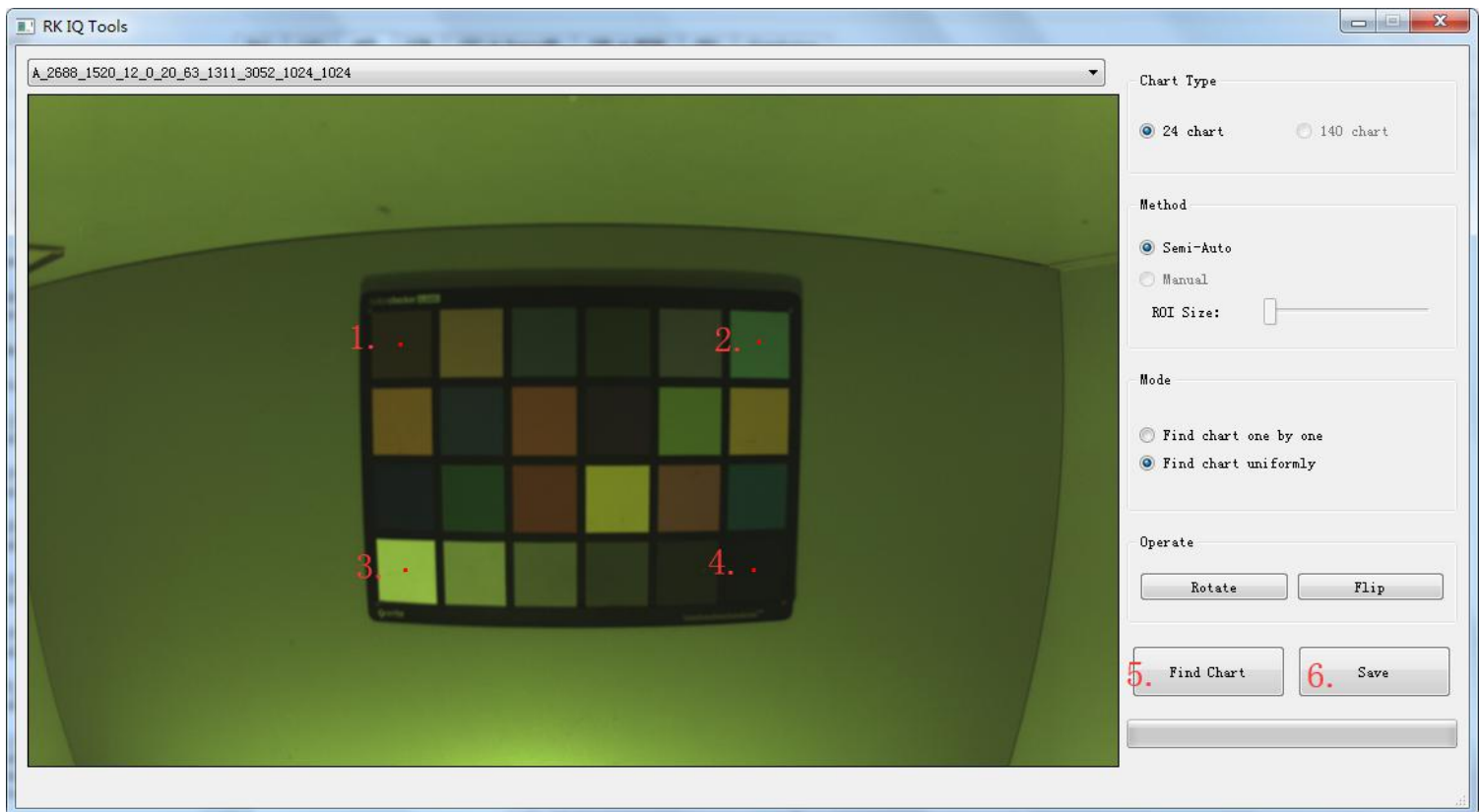


图 4-5-1

- 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；

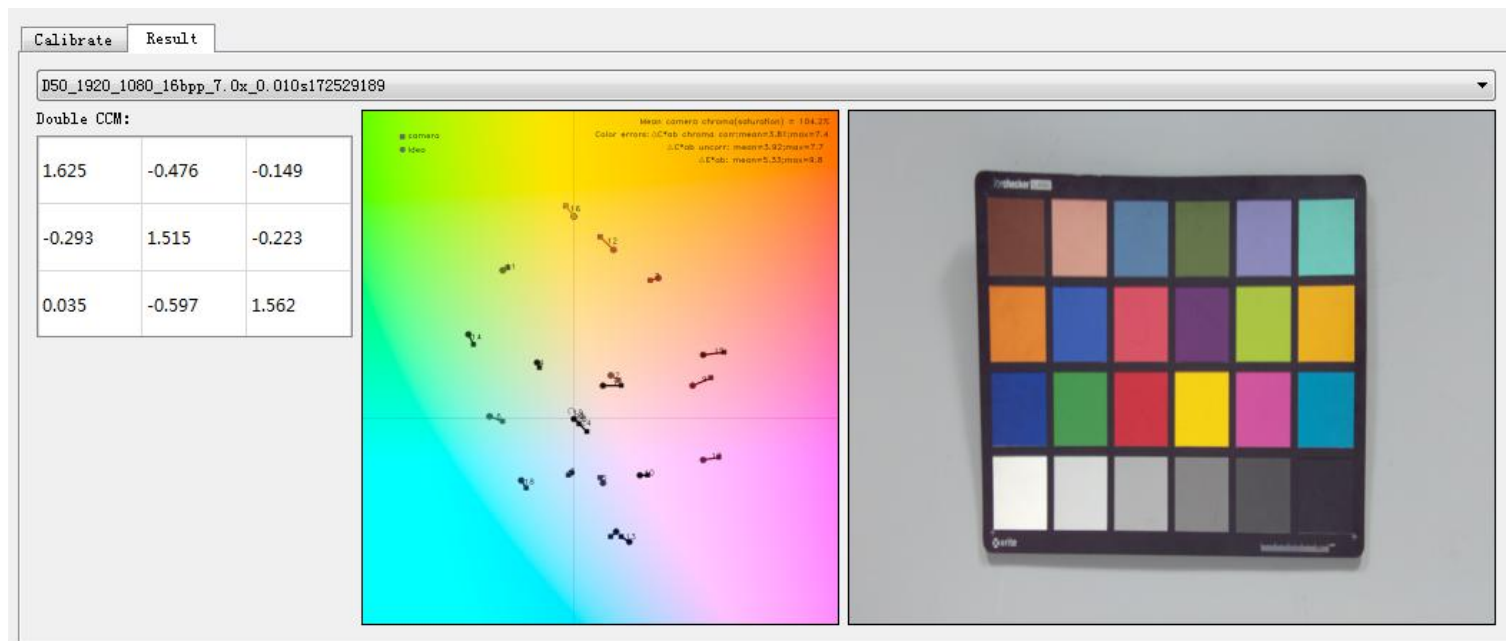


图 4-5-2

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；

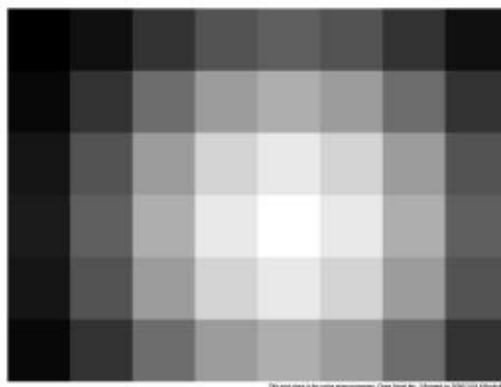


图 4-6-1

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;

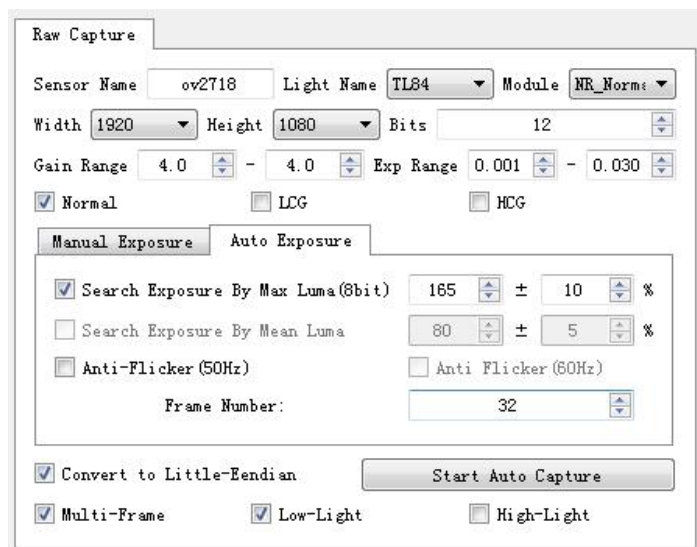


图 4-6-2

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；

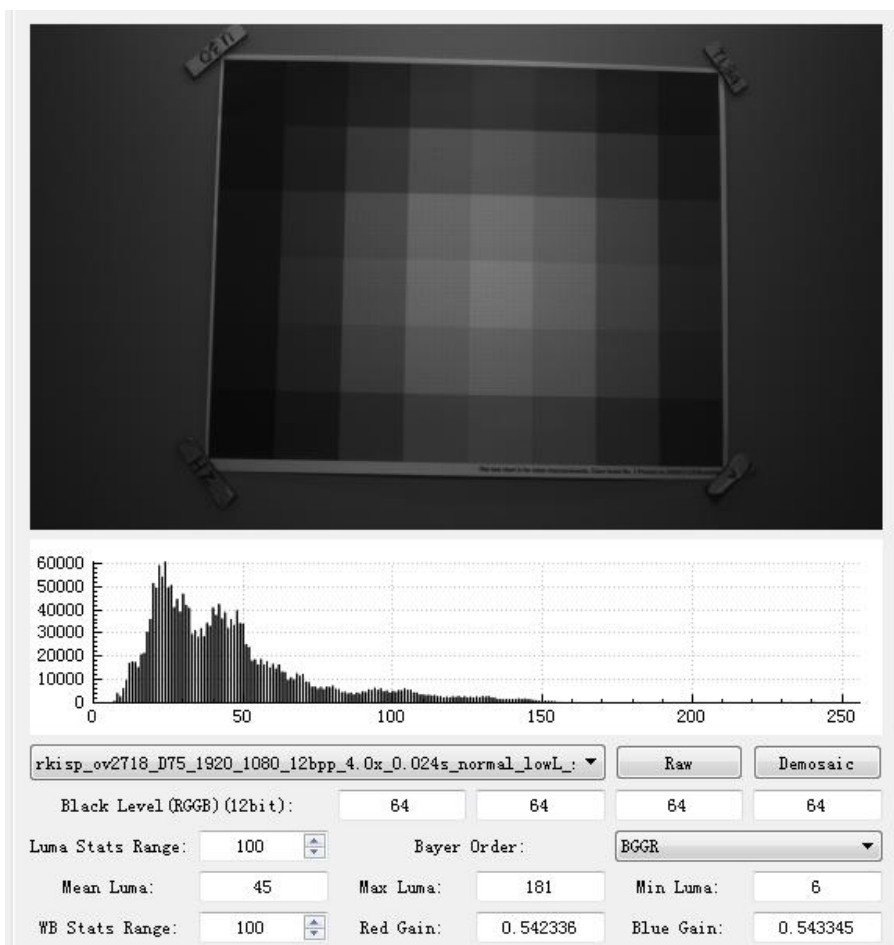


图 4-6-3

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;

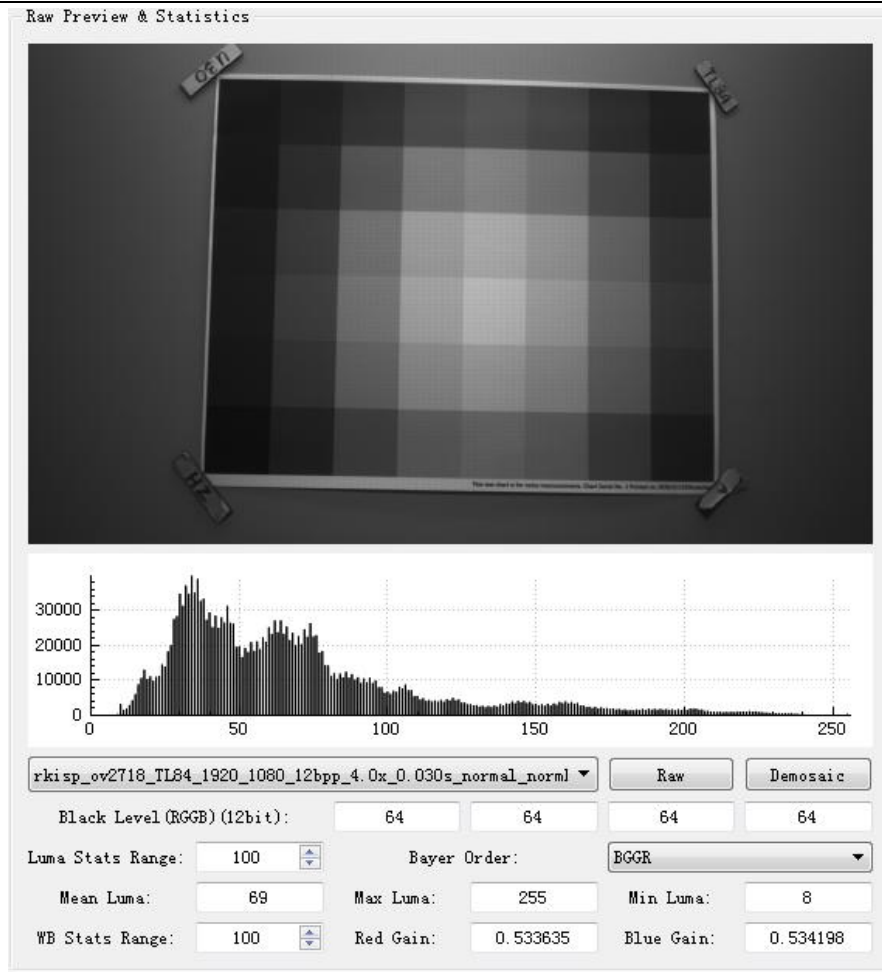


图 4-6-5

- 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；

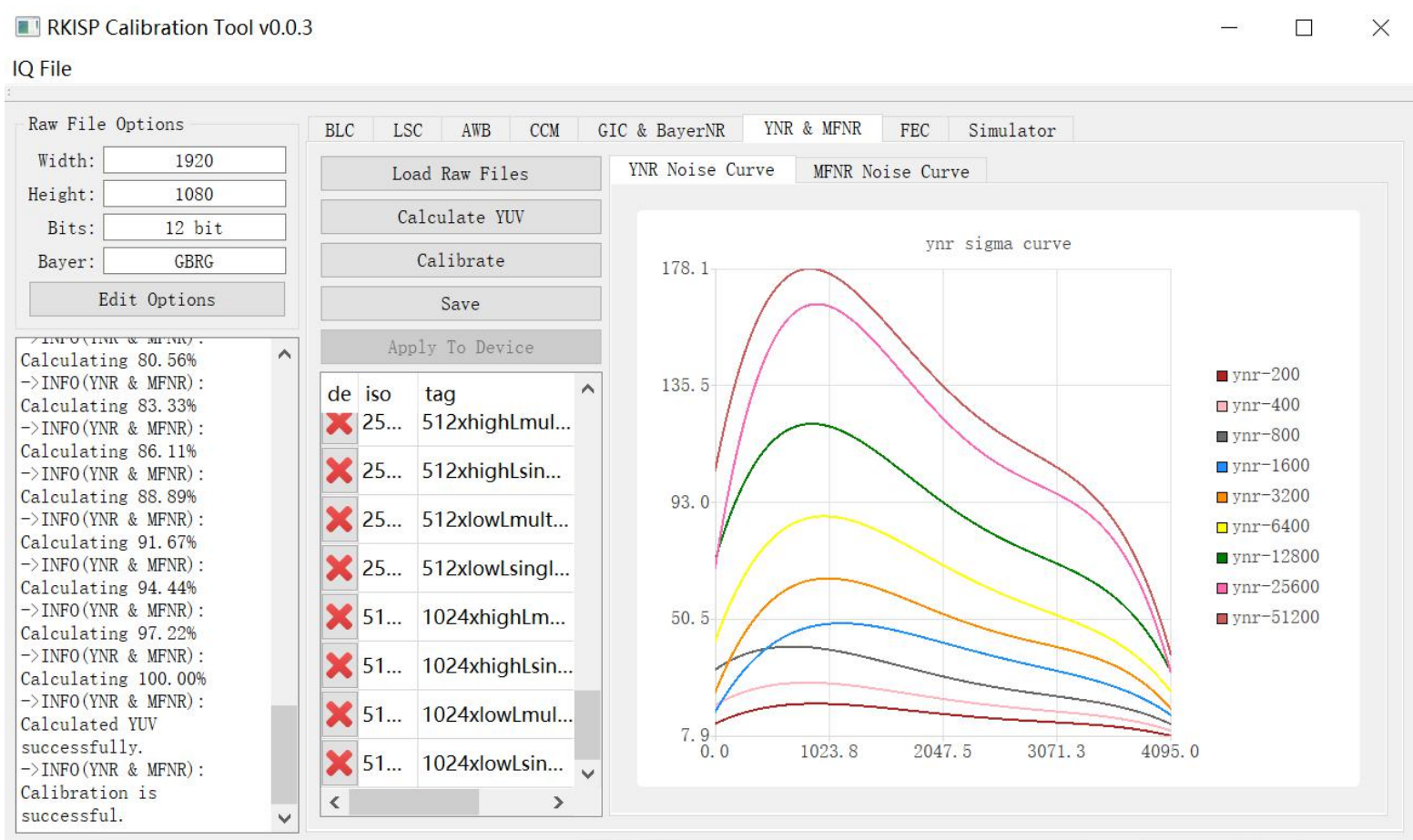


图 4-6-7

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；