

ISP 图像调优指南

文档版本 V1.3

发布日期 2025-08-18

前言

概述

本文为 ISP 图像质量调试而写，内部详细介绍了 ISP 各模块调试方法，目的是为您在开发过程中遇到的问题提供解决办法和帮助。



说明

未经特殊说明，以 XM7606V13 指代 XM76 系列所有芯片。

产品版本

与本文档相对应的产品版本如下。

产品名称	产品版本

读者对象

本文档（本指南）主要适用于以下工程师：

- 技术支持工程师
- 软件开发工程师

修订记录

修订记录累积了每次文档更新的说明。最新版本的文档包含以前所有文档版本的更新内容。

修订日期	版本	修订说明
2024-12-21	V1.0	DI 版本发布。
2025-04-15	V1.1	修订各算法模块关键参数和调试步骤。
2025-06-05	V1.2	修订添加 7206 相关算法模块参数和调试步骤。
2025-08-18	V1.3	修订添加 7206 相关算法模块流程及关键参数示意图。

目 录

前 言.....	i
1 PQ 调优文档关系说明	1
2 ISP 系统概述	3
2.1 功能简介	3
2.2 ISP 功能框图	4
2.3 各模块简介	4
3 图像质量调优总体概述.....	7
3.1 安防类应用图像调优概述.....	7
3.1.1 线性模式图像质量调优.....	7
3.1.2 WDR 模式图像质量调优	13
4 模块介绍	19
4.1 Sharpen.....	19
4.1.1 功能描述.....	19
4.1.2 关键参数.....	20
4.1.3 调试步骤.....	24
4.2 Demosaic	24
4.2.1 功能描述.....	24
4.2.2 关键参数.....	25
4.2.3 调试步骤.....	26
4.3 BayerNR.....	27

4.3.1 功能描述.....	27
4.3.2 关键参数.....	28
4.3.3 调试步骤.....	32
4.3.4 噪声标定方法	33
4.4 DPC.....	33
4.4.1 功能描述.....	33
4.4.2 坏点类型.....	34
4.4.2.1 可以校正的坏点类型	34
4.4.3 关键参数.....	35
4.4.4 调试步骤.....	37
4.4.4.1 静态坏点标定	37
4.4.4.2 动态坏点校正模块.....	39
4.4.4.3 合并坏点表.....	39
4.5 GE(Crosstalk).....	40
4.5.1 功能描述.....	40
4.5.2 关键参数.....	41
4.5.3 调试步骤.....	41
4.6 DRC.....	42
4.6.1 功能描述.....	42
4.6.2 关键参数.....	43
4.6.3 调试步骤.....	44
4.6.3.1 DRC 强度.....	44
4.6.3.2 Tone Mapping 曲线调试:	44
4.6.3.3 对比度和细节增强:	45
4.7 WDR.....	45
4.7.1 功能描述.....	45
4.7.2 关键参数.....	46
4.7.3 调试步骤.....	47

4.7.4 WDR 模式常见现象的调试方法	49
4.8 Mesh Lens Shading	51
4.8.1 功能描述.....	51
4.8.2 关键参数.....	51
4.8.3 调试步骤.....	52
4.9 Radial Lens Shading.....	53
4.9.1 功能描述.....	53
4.9.2 关键参数.....	54
4.9.3 调试步骤.....	55
4.10 Gamma	55
4.10.1 功能描述.....	55
4.10.2 关键参数.....	55
4.10.3 调试步骤.....	56
4.11 White Balance	57
4.11.1 功能描述.....	57
4.11.2 关键参数.....	57
4.11.3 调试步骤.....	60
4.12 CCM	60
4.12.1 功能描述.....	60
4.12.2 关键参数.....	60
4.12.3 调试步骤.....	61
4.13 GCAC	62
4.13.1 功能概述.....	62
4.13.2 关键参数.....	63
4.13.3 调试步骤.....	64
4.14 LCAC.....	65
4.14.1 功能描述.....	65

4.14.2 关键参数.....	66
4.14.3 调试步骤.....	67
4.15 LCE	68
4.15.1 功能描述.....	68
4.15.2 关键参数.....	68
4.15.3 调试步骤.....	70
4.15.4 注意事项及相关问题	70
4.16 CA	71
4.16.1 功能描述.....	71
4.16.2 关键参数.....	71
4.16.3 调试步骤.....	71
4.17 Dehaze	72
4.17.1 功能描述.....	72
4.17.2 关键参数.....	72
4.17.3 调试步骤.....	73
4.18 Color Sector.....	73
4.18.1 功能描述.....	73
4.18.2 关键参数.....	74
4.19 CLUT	74
4.19.1 功能描述.....	74
4.19.2 关键参数.....	75
4.19.3 调试步骤.....	75
4.20 Antifalsecolor.....	75
4.20.1 功能描述.....	75
4.20.2 关键参数.....	75
4.20.3 调试步骤.....	76
4.21 STNR.....	76

4.21.1 功能描述.....	76
4.21.2 CNR.....	76
4.21.2.1 功能描述.....	76
4.21.2.2 关键参数.....	77
4.21.2.3 调试步骤.....	79
4.21.3 TNR.....	80
4.21.3.1 功能描述.....	80
4.21.3.2 关键参数.....	80
4.21.3.3 调试步骤.....	82
4.21.4 YNR.....	82
4.21.4.1 功能描述.....	82
4.21.4.2 关键参数.....	83
4.21.4.3 调试步骤.....	87

插图目录

图 1-1 图像调优指南及其他文档的关系	1
图 2-1 ISP 整体结构图	4
图 3-1 线性模式图像调优架构图	8
图 3-2 Sensor 和镜头标定的流程图	8
图 3-3 图像质量关注维度调试的顺序图	10
图 3-4 实验室灯箱 D50 光源环境下的解析率卡示例图	12
图 3-5 WDR 模式图像调优架构图	13
图 4-1 Sharpen 算法流程及各关键参数示意图	19
图 4-2 region_division_thd 和 region_division_str 的关系	20
图 4-3 fusion_edge_max_edge/fusion_edge_max_flat 和 fusion_edge_thd/fusion_flat_thd 的关系 ...	20
图 4-4 单传感器获取图像信息	24
图 4-5 demosaic 功能	25
图 4-6 Demosaic 算法流程及各关键参数示意图	25
图 4-7 NR 功能原理图	27
图 4-8 B2D 算法流程及各关键参数示意图	27
图 4-9 B3D 算法流程及各关键参数示意图	28
图 4-10 DPC 可以校正的坏点类型	34
图 4-11 DPC 算法框图及关键参数示意图	36
图 4-12 Crosstalk 门限	41
图 4-13 DRC 算法流程及各关键参数示意图	42
图 4-14 DRC 细节增强示意图	45
图 4-15 WDR 算法框图及各关键参数示意图	46
图 4-16 wdr 长短帧融合示意图	48

图 4-17 Meshshading 矫正效果示意图	51
图 4-18 RadialShading 矫正效果示意图	53
图 4-19 Gamma 参数配置选项 Curve 区域	56
图 4-20 色差图解	62
图 4-21 采集标定数据示例	65
图 4-22 LCAC 算法流程及各关键参数示意图	66
图 4-23 CNR 算法流程及各关键参数示意图	77
图 4-24 TNR 算法流程及各关键参数示意图	80
图 4-25 YNR 算法流程及各关键参数示意图	82

表格目录

表 2-1 ISP 各模块功能 4

表 4-1 Sharpen 模块关键参数 20

表 4-2 DMS 模块关键参数 25

表 4-3 BayerNR 关键参数 28

表 4-4 动态坏点校正属性关键参数 36

表 4-5 静态坏点标定和校正属性关键参数 37

表 4-6 Crosstalk 关键参数 41

表 4-7 DRC 模块关键参数 43

表 4-8 WDR 模块关键参数 46

表 4-9 MeshShading 模块关键参数 51

表 4-10 RadialShading 模块关键参数 54

表 4-11 Gamma 模块关键参数 55

表 4-12 AWB 标定参数 57

表 4-13 AWB 模块参数 58

表 4-14 AWB Ext 扩展参数 59

表 4-15 CCM 模块关键参数 60

表 4-16 GCAC 模块关键参数 63

表 4-17 LCAC 模块关键参数 66

表 4-18 LCE 模块关键参数 68

表 4-19 CA 模块关键参数 71

表 4-20 Dehaze 模块关键参数.....	72
表 4-21 Color sector 模块关键参数.....	74
表 4-22 CLUT 模块关键参数.....	75
表 4-23 Antifalsecolor 模块关键参数.....	75
表 4-24 CNR 模块关键参数	77
表 4-25 TNR 模块关键参数.....	80
表 4-26 YNR 模块关键参数.....	83

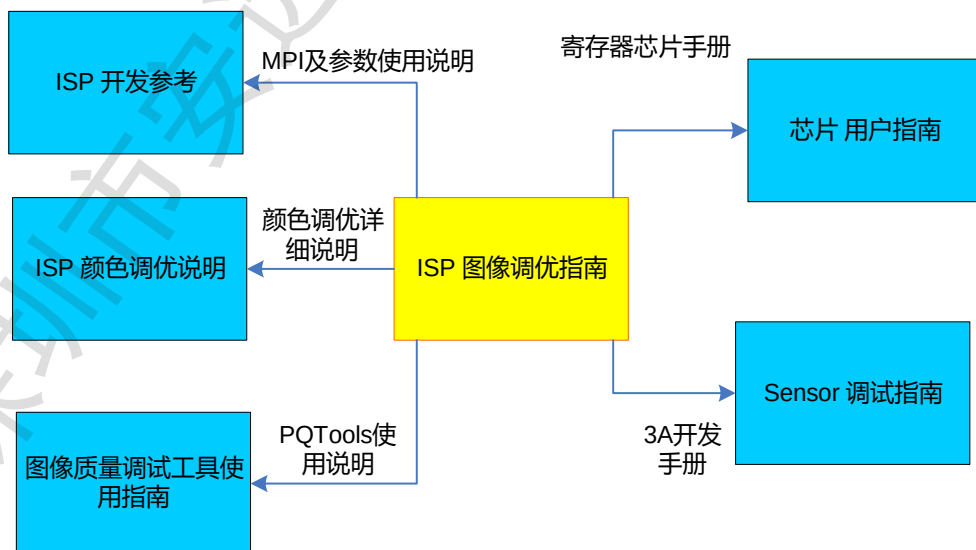
1 PQ 调优文档关系说明

ISP 图像调优指南是一个指导用户进行图像调优的文档。本篇文档的使用过程中与以下文档有相关性，特此概要介绍如下：

- 《ISP 开发参考》：对用户接口及其结构体进行相应的说明，描述使用方法及各结构体成员表示的意义；
- 《ISP 颜色调优说明》：对颜色调优的详细说明；
- 《图像质量调试工具使用指南》：对调优图像过程中使用的工具 PQTOOLS 的详细说明；
- 《Sensor 调试指南》：开发 3A 算法时需要参考的说明文档。

图像调优指南涉及到的文档关系图如图 1-1 所示。

图1-1 图像调优指南及其他文档的关系



本文档的第一章主要讲解了 PQ 调优过程中涉及的文档关系说明，第二章对 ISP 进行了系统概述，包括 ISP 的功能框图及各模块简介；第三章主要介绍了整个图像调优过程的操作步骤及注意事项；第四章之后开始分模块介绍各子模块的调试方法。

2 ISP 系统概述

2.1 功能简介

ISP 模块支持标准的 Sensor 图像数据处理，包括自动白平衡、自动曝光、Demosaic、坏点校正及镜头阴影校正等基本功能，也支持 WDR、DRC、降噪等高级处理功能。ISP 主要支持的图像处理功能如下：

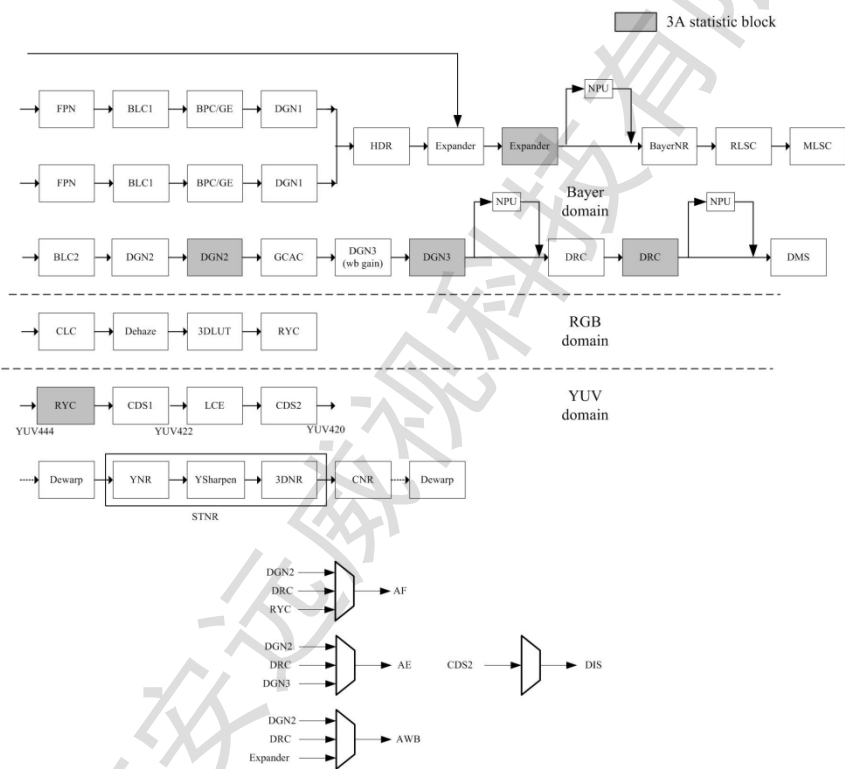
- 支持黑电平校正
- 支持静态以及动态坏点校正，坏点簇校正
- 支持 bayer 降噪
- 支持固定噪声消除
- 支持 demosaic 处理
- 支持紫边校正
- 支持 gamma 校正
- 支持动态范围压缩（DRC）
- 支持 Sensor 内部合成宽动态功能（Sensor Built-in WDR）
- 支持自动白平衡
- 支持自动曝光
- 支持自动对焦
- 支持 3A 相关统计信息输出
- 支持镜头阴影校正
- 支持图像锐化
- 支持数字防抖
- 支持自动去雾处理

- 支持颜色三维查找表增强
- 支持局部对比度增强
- 支持时域降噪

2.2 ISP 功能框图

本文档的以下章节将会介绍各模块的简要原理及图像质量调试方法。

图2-1 ISP 整体结构图



2.3 各模块简介

ISP 各模块功能简介如表 2-1 所示。

表2-1 ISP 各模块功能

模块名称	描述
FPN	通过标定的黑帧或黑行对 Sensor 输入的图像进行校正，达

模块名称	描述
	到去除 Sensor FPN 的目的。
BLC	提供 Sensor 相关的黑电平校正。
DPC	提供对静态坏点和动态坏点的检测和校正功能。
GE	校正 Gr 与 Gb 两个通道的失衡，提高部分场景的图像质量。
WDR	提供多帧合成宽动态功能。
BNR	提供在 Bayer domain 中实现对图像的去噪，目的是去除噪声的同时，保留细节。
RLSC	用于鱼眼镜头阴影校正。
MLSC	栅格的 shading 矫正
DGN	提供分通道的数字增益功能。
AE	该模块输出自动曝光信息的统计，软件根据统计信息调节 Sensor 可实现自动曝光的功能。
DRC	调整图像的显示动态范围，使之在显示设备上的显示效果与人眼感知一致。
GCAC	用来校正由镜头引入横向色差（物体相对两侧带有不同颜色的彩色边缘）。
DEMOSAIC	将 Bayer 格式的 Raw 图像转换到 RGB 图像。
CCM	通过标准 3×3 的矩阵和矢量偏移量可完成颜色空间的线性校正。
GAMMA	该模块根据伽马曲线分（R，G，B）三个颜色通道调整亮度。
DEHAZE	提供强大的分区域去雾能力以改善雾霾场景下视频的对比度和清晰度。
RYC	通过标准 3×3 的矩阵和矢量偏移量将输入{R，G，B}转换为{Y，U，V}。
SHARPEN	实现图像的锐化，提高图像的清晰度。
CLUT	利用 $17 \times 17 \times 1$ 大小的 CLUT 实现复杂的颜色调整操作，比如

模块名称	描述
	饱和度的调整，阴影区域，中间亮度区域，高亮区域分别调整。
LCE	基于局域直方图均衡的方法来增强局部的对比度，提升暗区细节，同时对图像中高频进行一定的增强，提升对比度。
TNR	时域的去噪。
CNR	色度去噪。
YNR	亮度空域去噪。
Dewarp	畸变矫正。

3 图像质量调优总体概述

当前主要面向两大应用场景，即安防类应用场景和消费类应用场景，其中安防类应用场景包括线性模式和 WDR 模式；消费类应用场景主要包括运动 DV、行车记录仪以及抓拍等产品形态。安防类应用场景由于具有监控行业特殊需求，对图像质量的关注点与消费类应用场景会不同。

3.1 安防类应用图像调优概述

安防类应用场景主要包括线性模式和 WDR 模式两种典型应用。

线性模式的图像质量关注维度主要包括图像亮度合理性，色彩还原准确、图像整体清晰度锐利以及图像的整体通透性等。

WDR 模式的图像质量关注维度主要包括图像整体的动态范围合理，即亮区不过曝，暗区细节能够看得见，色彩还原尽量准确、图像整体清晰度锐利以及图像整体通透性等维度。

以下针对线性模式和 WDR 模式的图像质量调优分别介绍调试步骤以及 ISP 单点算法调试的注意事项。

3.1.1 线性模式图像质量调优

针对线性模式，图像质量主要关注以下维度：亮度、清晰度和噪声、通透性、色彩还原等方面，其中亮度涉及的模块有自动曝光(AE)、DRC、Shading 校正等；清晰度和噪声主要涉及的模块有 Demosaic、Sharpen、BNR、YNR、CNR、DPC、TNR、YNR 等；通透性涉及的模块主要有 Gamma、Lce、Dehaze、DRC 等；色彩还原涉及的模块主要有 AWB、CCM、CLUT 等；应用场景线性模式图像调优的整个架构图如图 3-1 所示。

图3-1 线性模式图像调优架构图



在进行图像质量调优前需要开展的工作主要如下：

Sensor 对接

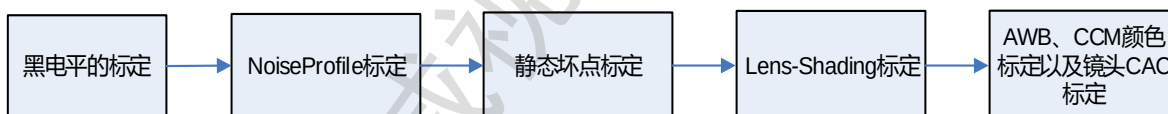
- Sensor 对接：

Sensor 对接的完成标准主要如下：对接模式的基本通路正常且各个模式之间能够正常切换，AE 基本功能正常包括降低帧率无闪烁、自动长曝光正常以及 Sensor 驱动各个模块的默认参数合理，详细请参考《Sensor 调试指南》。

- Sensor 和镜头的标定工作

标定工作主要涉及黑电平标定、NR 的 NoiseProfile 标定、静态坏点标定、镜头的 Shading 标定、AWB 静态白平衡系数的标定、饱和度 CCM 的标定以及镜头的紫边标定等。Sensor 和镜头的标定步骤需要严格按照图 3-2 所示的流程进行开展。

图3-2 Sensor 和镜头标定的流程图



- 黑电平标定：黑电平标定是整个 ISP 标定的第一步，因此正确的标定出黑电平对后续的标定会产生积极的影响。黑电平的具体标定方法可以参考《图像质量调试工具使用指南》。需要注意的是不同的 Sensor 在低照度下(高增益)，黑电平会产生漂移，从而带来低照度下整个画面的颜色偏色，因此如果 Sensor 的黑电平随着增益的增加，漂移比较大，建议黑电平的标定需要根据 ISO 进行联动；
- NR 的 NoiseProfile 标定：在黑电平标定正确的基础上，接下来就需要标定 NR 模块的 NoiseProfile。NR 模块降噪需要参考噪声标定 NoiseProfile，不同 iso 下得到一个拟合系数，具体标定 NoiseProfile 需要参考《图像质量调试工具使用指南》。
- Sensor 的静态坏点标定：Sensor 的静态坏点主要受 Sensor 的工艺有关，其中包括亮点和暗点，静态坏点的标定受 Sensor 的分辨率影响，同一 sensor 不同分辨率静态坏点表不一致，标定结果也存在差异。
- 镜头的 Shading 标定：镜头的 Shading 标定这里主要是指 Mesh-Shading 的标定，Shading 主要是由于镜头光学折射不均匀导致的画面暗角，因此 Shading

校正的目的就是为了消除由镜头光学折射不均匀导致的画面暗角。Mesh-Shading 的标定的具体流程可以参考《图像质量调试工具使用指南》。需要注意的是在低照度下，由于 Shading 会引起画面暗角的噪声不均匀，因此 Shading 的校正的强度与根据 ISO 进行联动，从低 ISO 到高 ISO 下，逐步将 Shading 校正的强度衰减到画面暗角不出现噪声为合适。鱼眼镜头的 Shading 的标定，建议使用 Radial Shading 标定。

- AWB 静态白平衡系数标定：AWB 的静态白平衡系数与 Sensor 和镜头的滤光片强相关，Sensor 固定下，如果更换镜头和滤光片，AWB 的镜头白平衡系数也需要重新标定。标定的基本原理为：提取 sensor 在多个标准光源下的白点特征(R/G, B/G)，计算普朗克拟合曲线和色温拟合曲线。具体的标定流程请参考《ISP 颜色调优说明》。
- CCM 标定：CCM 标定的基本原理是使用 sensor 抓拍到的 24 色卡场景下前 18 个色块的实际颜色信息和其期望值，计算 3x3 的 CCM 矩阵。输入颜色经 CCM 矩阵处理得到的颜色与其期望值差距越小，则 CCM 矩阵就越理想。标定 CCM 一般需要采集三种光源的 raw(D50、TL84、A)，具体标定的方法和流程需要参考《ISP 颜色调优说明》。
- 镜头紫边的标定：镜头的紫边标定这里主要是指 GlobalCAC 的系数的标定，Global CAC 主要基于离线标定好的参数进行横向色差的校正，主要原理是对 R、B 通道进行缩放，使得 R、G 和 B 这 3 种通道成像高度一致，从而减弱横向色差的表现。R、B 通道的缩放方向与镜头组的特性有关。
- 在完成 Sensor 对接和 Sensor 镜头标定的工作之后，就可以进入 ISP 各个模块联合调优阶段，线性图像质量调优包括多组 ISO 照度下图像质量优化。调试的 ISO 一般分为包括 ISO 100、200、400、800、1600、3200、6400、12800、25600、51200、102400、204800 等，不同的 Sensor 信噪比有差异，ISO 最大值根据 sensor 实际效果确定。跟 ISO 联动的 BayerNR、Demosaic 和 Sharpen 等算法模块除了开放出来的 MPI 接口参数会跟 ISO 联动以外，内部都还有默认的参数也会跟 ISO 联动变化。

线性模式调试的场景主要包括实验室静物场景和室外实际场景，一般需要在实验室静物场景下模拟所调试的 Sensor 涵盖的最低 iso 到最高 iso 的场景。在实验室静物场景下需要将不同照度下亮度、色彩、通透性、清晰度、噪声和运动拖影等调试合理。在实验室静物场景 ISP 各个模块调试合理的基础上，需要在实际场景中根据设备的不同应用场景进行微调，需要覆盖不同 ISO 下的户外场景，针对场景选择可以选择一些树叶细节纹理多、颜色丰富、亮暗分布不均匀和运动物体多等场景。这样线性模式图像效果的自适应可以覆盖不同 ISO、不同应用场景的需求。线性模式具体的调优场景顺序如图 3-3 所示。

图3-3 图像质量关注维度调试的顺序图



亮度维度

亮度维度的模块为 AE、Gamma，调试前建议先关闭 Dehaze、LCE，将 AE 和 Gamma 调试至基本满意的状态下。

AE 模块调节主要包括 AE 的目标值的调优、AE 高光低光优先模式下的权重调优，AE Route 的调优、AE 的权重表的调优、AE 收敛速度和平滑性的优化等，调节 ae 亮度前需要先预设 gamma 模式为 ISP_GAMMA_CURVE_DEFAULT 模式，通过在逆光场景和顺光等场景下，使图像的曝光量尽量达到需要的效果。

色彩维度

在 AE 调节合理的基础上，接下来主要调整色彩维度，主要涉及到的模块有 AWB 和 CCM。

调整颜色前需要准备的环境：黑电平校正准确、Lens-Shading 标定完成、AE 模块参数调试合理。

针对不同的 sensor 和镜头组合，需要先进行 sensor 的 AWB、CCM 的标定工作，在灯箱标定完成之后，将标定参数应用到板端，然后抓取 24 色卡测试图像的客观标准，检测图像的 AWB 和 CCM 的标定准确性。

标定完成之后，在实际场景测试中，针对问题可以在标定结果上做细调，同时可以通过针对一些颜色主观喜好进行微调。AWB 和 CCM 模块的具体调优需要参考《ISP 颜色调优说明》。

对比度维度

在亮度维度和颜色维度调试合理的基础上，接下来主要调节图像的对比度维度。影响对比度的维度主要包括 Gamma、Dehaze、LCE、DRC 等，一般重点还是在不同照度下调节 Gamma 参数，Dehaze 和 LCE 为调节对比度的辅助模块；

调整对比度前准备的环境：黑电平校正正确、Lens-Shading 标定完成、AE 曝光调整合理、AWB 和 CCM 参数标定合理。

- 步骤 1 调整 Gamma 参数，Gamma 参数是影响图像对比度的基本模块，需要兼顾暗区细节和亮区细节
- 步骤 2 在调整好 Gamma 参数基础上，如果对图像的对比度有更加精细化的需求，建议以 LCE 为主，Dehaze 为辅；LCE 属于局部的对比度增强，可以改善画面局部亮区和暗区细节的表现，Dehaze 只能作为辅助使用，Dehaze 调整过大，会带来画面暗区细节损失和画面颜色偏色；关于 LCE 和 Dehaze 的具体单点调优说明请参考 4.15 “LCE” 和 4.17 “Dehaze” 章节。
- 步骤 3 在优化后的 Gamma 参数、LCE 参数和 Dehaze 参数的基础上，需要在实验室灯箱 D50 光源环境下测试灰阶卡的灰阶，观察灰阶数能否满足要求，一般要求灰阶数至少达到 18 阶及其以上，否则表明当前图像的对比度过高，损失了暗区的细节。
- 步骤 4 在实际静物场景，需要根据场景的不同的照度下，调整 Gamma、LCE 以及去雾模块，以达到场景的各个照度下，图像的对比度不会出现过高和过朦。当前正常照度环境下和低照度环境下，图像的对比度调试风格也会有一定的差异，比如在低照度下，Gamma 需要适当的压低暗区来减轻暗区噪声的负担。

----结束

清晰度和噪声维度

清晰度和噪声这两个维度为一对平衡点的维度，在照度降低 ISO 增高的时候，sensor 的信噪比会下降，图像噪声会增加，因此清晰度和噪声模块的相关的参数要根据不同的 ISO 进行联动。在清晰度和噪声维度的调试，首先建议将编码码率设置成定码率，将码流设置较高的码率，调试时候先以清晰度优先，即需要在降噪前将该锐化的细节锐化出来，观察静止画面的细节有没有锐化出来。在清晰度满足要求的前提下，接下来需要调试降噪模块，最终目标达到清晰度和噪声满足要求。

调整清晰度和噪声前准备的环境：黑电平校正准确、NoiseProfile 标定正确、Lens-Shading 标定完成、AE 曝光调整合理、AWB 和 CCM 参数调整合理、Gamma 参数调整合理。

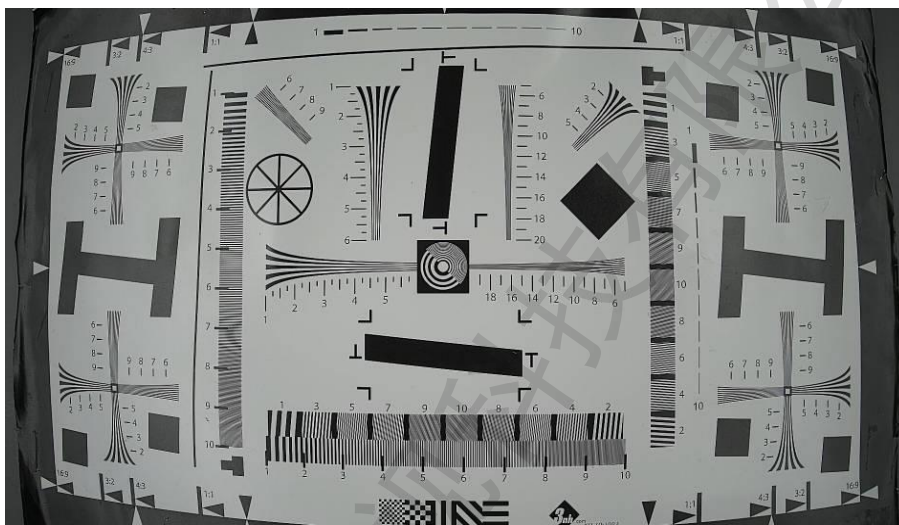
影响图像的清晰度和噪声模块主要包括 BNR、Demosaic、DPC 的去动态坏点、TNR、YNR、Sharpen 等。

- 步骤 1 图像的基本纹理细节的第一道关口就是 Demosaic。

调试 Demosaic 参数需要结合实验室静物高频细节需要插值出来如静物场景的视力表、星条卡和实验室灯箱环境下解析率卡的解析度指标满足要求。首先需要在实验室灯箱环境 D50 光源下 ISO100 下对着解析度卡调试 Demosaic 参数，使得解析度卡的

解析率满足客观指标要求，然后将该组 Demosaic 参数导入到工具观看实验室静物场景 ISO 100 环境下的高频细节如视力表和星条卡能否插值出来，以此进行来回迭代。在 ISO100 环境下 Demosaic 参数调整合理情况下，接下来需要在实验室静物场景下不同照度下调整 Demosaic 参数，以平衡高频噪声和插值出来的噪声和合适。图 3-4 所示为 D50 光源环境下的解析率卡的示意图。Demosaic 的具体调试方法请参考 4.2 “Demosaic” 章节。

图3-4 实验室灯箱 D50 光源环境下的解析率卡示例图



步骤 2 在 Demosaic 的参数调试合理之后，接下来重点联调 BNR，Sharpen、TNR、YNR、以及 DPC 去动态坏点。

BNR 的调试准则主要就是将噪声的跳动幅度压制一下以及将块状噪声打碎，因此 NR 的强度不宜调试过大，否则会损失画面的细节清晰度，BNR 的具体调优方法请参考 “BayerNR” 章节。

步骤 3 Sharpen 的调试准则主要将图像的纹理细节和边缘锐度调到合适，Sharpen 的参数需要根据 ISO 进行联动，确保在实验室静物场景中不同照度下，Sharpen 参数调试合理。

Sharpen 以及 TNR、YNR 三者需要在实验室静物场景根据不同的 ISO 进行反复联合调试，最终达到噪声和清晰度的平衡为合理，Sharpen 的具体调试方法请参考 4.1 “Sharpen” 章节；

步骤 4 DPC 去动态坏点强度只需要在照度稍低下以去除动态坏点为准，照度稍好的情况下，建议 DPC 去动态坏点的强度调试为 0，DPC 的具体调试方法请参考 4.4 “DPC” 章节；

步骤 5 TNR、YNR、CNR 作为整个清晰度的调优的关键环节，主要包括时域滤波器的调优和空域滤波器的调优，优先调节时域的动静判决的阈值即将雨点噪声抑制为合适和时域的绝对强度保证画面静止区域安静，再调节动静判决的空域滤波器来抑制画面运动区域的跟随噪声，最后调节纯空域滤波器抑制画面的整体颗粒感，TNR、YNR 调试的标准是达到静止画面噪声安静且清晰度满足要求，运动区域的噪声得到比较好的抑制且运动拖尾能够达到合理控制。

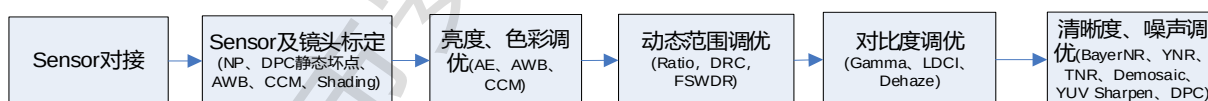
步骤 6 Sharpen、Demosaic、NR 等模块需要根据不同照度进行迭代联合调试，最终以图像的整体清晰度和噪声水平平衡为合适。

----结束

3.1.2 WDR 模式图像质量调优

针对 WDR 模式，图像质量主要关注以下维度：图像的动态范围、亮度、清晰度和噪声、通透性、色彩还原以及合成区域运动拖尾的表现等方面；其中亮度涉及的模块主要有 AE、DRC、Shading 校正；图像的动态范围主要涉及有场景的曝光比、DRC；清晰度和噪声主要涉及的模块有 Demosaic、Sharpen、NR、DPC、TNR、YNR 等；通透性涉及的模块主要有 Gamma、LCE、Dehaze、DRC 等；色彩还原涉及的模块主要有 AWB、CCM、CLUT 等；合成区域运动拖尾的表现主要涉及的模块是 WDR 和曝光比。WDR 模式典型的应用场景包括在背光的场景下监控人物和在强光场景下监控车牌，因此 WDR 针对背光场景下监控人物，希望能够看得清楚小脸，在强光场景下监控车牌，希望能够压住车灯的光晕，看得清楚车牌；应用场景 WDR 模式图像调优的整个架构图如图 3-5 所示。

图3-5 WDR 模式图像调优架构图



WDR 模式图像质量调优前，需要进行 Sensor 对接和 Sensor 镜头的标定，其中 WDR 模式 Sensor 对接步骤在线性的基础上，需要注意长短曝光时间的配置以及长曝光最大值和短曝光的最大值的配置；

Sensor 镜头的标定中 AWB、Shading、NoisePro--file、DPC 静态坏点可以参考线性模式标定的参数，由于 CCM 在 DRC 之后，而 DRC 会使得数据非线性，故在 WDR 模式下标定 CCM 需要注意以下 3 点：

- 在标准光源下(一般是三组光源, 分别是 D50, TL84, A 光源)拍标准 24 色卡, 曝光比手动最大, 同时也要调整亮度值, 避免长帧过曝, 采集长帧的 Raw 数据进行 CCM 标定。标定的过程可以适当降低饱和度。
- 适当减少 DRC 曲线对亮度的大幅度提升, 这样 DRC 对颜色的影响会较弱, 此时画面的亮度会有所降低达不到想要的亮度, 此时, 可以用 Gamma 对亮度进行适当的提升, 这样联调 DRC 和 Gamma 模块, 可以让整体的颜色还原更准确一些。
- 对于 WDR 模式, 由于大多场景是混合光源场景, 容易出现亮处颜色偏色, 人脸肤色偏红等问题, 除了降低饱和度值以外, 还可以使用 LCE 中 UV_LIMIT_MAX 模块对这些区域适当的降低饱和度。

在完成 Sensor 对接和 Sensor 镜头标定之后, 接下来主要针对 WDR 模式图像质量关注维度进行图像调优。

WDR 模式图像质量调优主要包括两种典型应用需求的调优即: 照度稍高的情况下背光场景下暗处效果调试和夜晚场景下交通场景强光源抑制。由于背光场景下需要将暗处提亮, 夜晚交通场景需要将车灯压制, 因此这两种是属于不同的调试风格, 对 DRC 模块调试的方向也是相反的。因此 WDR 模式的场景图像质量调优需要分别针对背光情况下提升亮度范围和低照度点光源亮度压制进行开展。

WDR 背光场景调试指南

针对背光情况下提升暗处亮度的应用需求, 调试步骤如下:

在实验室搭建典型 WDR 场景, 场景中应该包括大面积的亮区和暗区以及背光下的细节。

亮度维度

WDR 的亮度维度, 这里主要是指 AE 曝光的合理性, 主要还是通过调试 AE 模块。AE 模块调试的入口条件和 AE 调试的相关的参数, WDR 模式和线性模式总体相同, 但差异部分在于调整 AE 的曝光比来决定长帧和短帧的曝光时间。这里重点介绍 AE 曝光比的调试, AE 的曝光比决定 WDR 模式图像的动态范围, 因此不同的场景动态范围使用 WDR 模式, AE 的曝光比需要自适应调节。通常 WDR 模式, AE 的曝光比的模式使用 AE 的自动曝光比模式, 所谓的自动曝光比, 就是 AE 会根据场景的直方图自动计算场景的动态范围而得到一个合理的曝光比, 曝光比的合理性体现在亮区细节不过曝且长帧亮度合理。

合成区的运动拖尾维度

WDR 模式影响合成区域的运动拖尾主要包括 WDR 模块和 AE 的曝光比，曝光比越大，合成区域出现拖尾的概率也就越高，但在典型 WDR 背光场景下，WDR 2 合 1 模式下，曝光比通常为 16-32 倍，此时影响合成区域的运动拖尾主要就是 WDR 模块。当前，由于 WDR 模块算法的限制，很难区分暗区和亮区人物运动，在保证暗区人物运动尽量不选择短帧的前提下，亮区人物挥手的手臂容易出现断裂的平衡，一般在调试过程，将合成模块的运动权重调试到暗区人物运动尽量选择长帧，此时观察亮区人物挥手的表现，WDR 合成模块调试具体可以参考 4.7 WDR 模块的描述。

场景的动态范围维度

WDR 模式影响场景的动态范围包括：AE 的曝光比、DRC 模块以及 Gamma 模块。

设置完合适的 ae 亮度和曝光比之后，需要调节 DRC 和 gamma 模块来调节画面的亮度维度，其中主要调节模块是 DRC，用 DRC 来拉升画面中暗处的亮度和细节，调试 DRC 时候需要注意暗处亮度和 halo 的平衡，具体 DRC 调试步骤参考 DRC 模块介绍。

DRC ToneMapping 曲线的调试的策略需要和 Gamma 曲线进行配合，Gamma 曲线的调试策略是将 Gamma 曲线限制比较低的曲线基础上进行调试 DRC 的 TM 曲线，曲线需要提升背光场景暗处的亮度。

DRC 曲线需要和 Gamma 曲线需要根据实际的宽动态场景反复迭代调优，以得到背光情况下的小脸亮度得到提升为合适。WDR 背光下人脸效果的优化，DRC 曲线，客户也可以采用自定义曲线，获得比较灵活的调试方式，需要注意的是 DRC 自定义曲线的形状和曝光比密切相关，不同的曝光比，需要采用不同的 DRC 自定义曲线形状。关于 DRC 模块的具体调试方法请参考 4.6 DRC 章节。

色彩维度

WDR 模式影响图像的色彩维度主要是 AWB、CCM、LCE 中 UV_LIMIT_MAX 等模块：

调试 AWB、CCM 和 LCE 中 UV_LIMIT_MAX 模块的入口条件：黑电平校正正确、AE 曝光合理、DRC 调试合理、Shading 完成标定、预设一组 Gamma 参数。

虽然 WDR 模式整体调试的色彩策略与线性模式一致，但需要考虑 DRC 对颜色的影响，因此 CCM 标定的方法与线性模式存在差异，具体可以参考上文中关于 CCM 的注意事项，ISP 的 LCE 中 UV_LIMIT_MAX 模块可以根据不同亮度降低饱和度，可以减轻 DRC 曲线提升暗区带来饱和度的提高；

对比度维度

影响对比度的维度模块包括 Gamma、LCE、Dehaze 等。

WDR 模式下关于对比度的调试方法整体上和线性模式是一致的，即主要还是 Gamma 模块，LCE 和 Dehaze，区别在于 WDR 模式背光场景首先关注的是背光小脸的亮度和辨识度，DRC 与 Gamma 需要配合来提升背光暗处的亮度，但同时会带来画面整体对比度的损失，需要通过 LCE 和 Dehaze 进行弥补。

清晰度和噪声维度

WDR 模式关于清晰度和噪声的调试方法整体上和线性模式是一致的，即主要调试 NR、TNR、YNR、DPC 去动态坏点、Demosaic、Sharpen，以及 WDR 模块下 NR；其中 NR、TNR、YNR、DPC 去动态坏点、Demosaic、Sharpen 等模块的调试方法和调试步骤与线性模式基本一致，具体可以参考线性模式关于此的阐述。WDR 模块下的 NR 主要是为了去除运动区域合成模块采用短帧的噪声，但需要注意的是当前 WDR 模块的 NR 调试过大，会带来运动区域出现杂色的副作用，调试该模块的 NR 强度，需要避免运动区域杂色的出现。BayerNR 模块也可以根据长短帧进行分别降噪，具体可以参考 WDR 模块的描述。

WDR 低照度点光源场景场景调试指南

针对夜晚点光源应用场景，其调试步骤如下：

在夜晚交通应用场景搭建调试环境，一般建议在交通十字路口场景或者闸口场景，由强点光源的场景。

交通的强光抑制场景的整体调试步骤与背光下 WDR 典型应用场景类似，这里重点介绍强光抑制场景相对于背光下 WDR 典型应用场景各个图像质量维度调试的差异化方面。

亮度维度

- 调试 AE 的目标值。调试 AE 目标值之前，建议将 DRC、Gamma、LCE、Dehaze 等模块 Bypass，单独观察长帧和短帧车灯的光晕表现，一般情况下，车灯里面过曝区域会倾向于选择短帧，车灯外围的光晕区可能会落在长帧和短帧融合区，具体还需要视短帧和长帧的阈值而定。因此调试 AE 的目标值尽量避免短帧的车灯光晕过大。同时也要兼顾画面的整体亮度和噪声的平衡。
- 确定 AE 目标值合理的基础上，为避免曝光时间过大加重运动车牌的模糊，一般需要通过设置合理的 AE Route，限制曝光时间，优先使用增益。在夜晚交通应用

场景下，一般需要将曝光时间限制为 10ms 左右，曝光时间和增益的分配，具体还需要看实际应用需求。

合成区的运动拖尾维度

强光抑制场景的合成区运动拖尾的影响模块依然为 FSWDR 模块，其调试的思路和 WDR 背光场景类似。FSWDR 模块的调试具体可以参考上述 WDR 背光应用场景关于合成区的运动拖尾的描述。

场景的动态范围维度

影响强光抑制场景的动态范围主要包括 AE 曝光比、DRC 模块等。其调试的入口条件与 WDR 背光人脸场景一致。这里的差异在于 AE 曝光比和 DRC 的调试策略会有不同。

- 针对 AE 的曝光比，在夜晚交通应用场景，一般建议设置为 8-16 倍左右，来使得长帧和短帧的曝光时间合理。AE 的曝光比设置过大，如大于 16 倍，会导致短帧的时间过短，从而会带来画面选择短帧的区域噪声过大，AE 的曝光比设置过小，如小于 8 倍，会带来画面选择短帧的区域光晕比较大。
- 针对 DRC 在强光抑制场景的调试，这里建议 DRC 的 ToneMapping 曲线使用自定义曲线，不选择 Asymmetry 曲线的原因是由于 Asymmetry 曲线的调试灵活性不够，很难满足在强光抑制模式下，除了少部分过曝的区域采用短帧外，其他大部分区域通过 DRC 模块还原出长帧。

色彩维度

强光抑制模式的色彩调试的维度影响模块和入口条件和 WDR 背光模式一致，具体可以参考 WDR 背光模式下色彩维度章节，这里需要注意的是针对信号灯和红色车灯由于 DRC 的影响，会带来红色过饱和，因此需要降低红色的饱和度，可以考虑利用 CCM 和 UV_LIMIT_MAX 模块降低红色的饱和度。

对比度维度

强光抑制模式的对比度维度影响模块和入口调节和 WDR 背光模式一致，具体可以参考 WDR 背光模式下对比度维度章节。

- GAMMA 模块调试的整体方向与 WDR 背光场景相同，也是基于 $\text{Gamma} = 0.8$ 进行微调，可以适当针对暗区进行压制，来减轻噪声的负担，增加图像的整体对比度。

- Dehaze 模块修改 BmapCurve 去压制车灯的光晕，修改 DmapCurve 曲线去调节暗区的亮度。
- LCE 在强光抑制场景的调试思路主要就是提升车牌的局部对比度，一般建议将 LCE 调试的局部一些，但同时需要注意的是，在夜晚场景下，LCE 的调试会带来车灯光晕的加大，需要平衡车灯光晕的大小和车牌局部对比度的表现。

清晰度和噪声维度

清晰度和噪声维度的影响模块和入口条件与 WDR 背光模式一致，具体可以参考 WDR 背光模式下清晰度和噪声维度章节。但这里针对强光抑制场景需要注意以下原则：

- 调节 Demosaic 模块的主要原则是确保在夜晚场景下，避免 Demosaic 插值出十字噪声。由于 BayerNR 模块当前的位置在 Demosaic 之前，可以先通过 BayerNR 将 Demosaic 插值前的一些噪声滤波一下，可以减轻 Demosaic 插值带来十字噪声的负担。
- 调节 Sharpen 的主要原则是提升大边缘的表现，可以适当降低纹理的锐化强度，来获得夜晚车牌的表现，同时避免锐化纹理带来噪声的加剧。
- 调节 TNR、YNR 模块，需要注意是需要兼顾运动区域拖尾和整体噪声的表现，避免为了追求整体画面噪声干净而带来车子运动拖尾严重，影响车牌的识别。合成模块中的 BayerNR 的强度一般建议适当调小，来避免 BayerNR 的强度不可控而带来画面整体清晰度出现分层。

4 模块介绍

4.1 Sharpen

4.1.1 功能描述

Sharpen 模块用于增强图像的清晰度，可以实现对图像的带方向的边缘和无方向的细节纹理的单独锐化增强，而且，通过调节所要增强的频段，可以实现多种清晰度风格的增强效果。此外，还能控制锐化后的图像的 overshoot（白边白点）和 undershoot（黑边黑点）。增强图像的清晰度的同时，不可避免的会增强噪声，通过调节 sharpen 模块的相关参数，也可以抑制噪声的增强。

图4-1 Sharpen 算法流程及各关键参数示意图

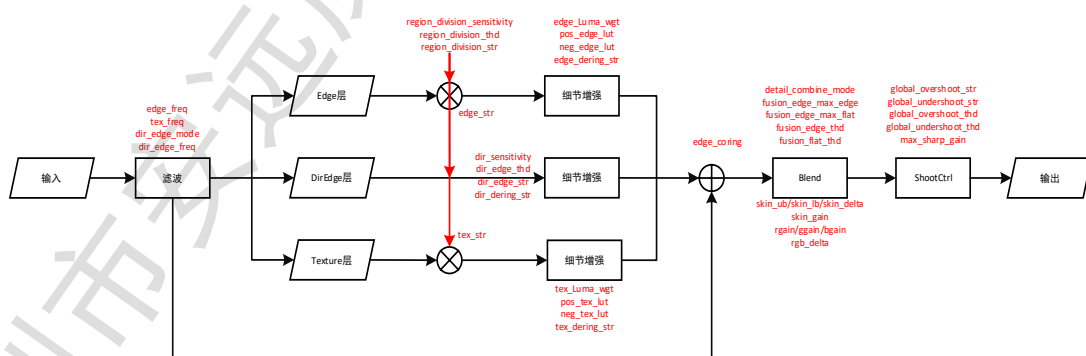


图4-2 region_division_thd 和 region_division_str 的关系

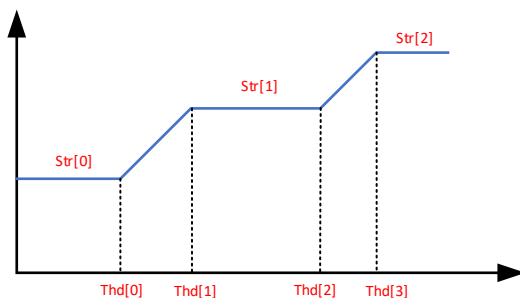
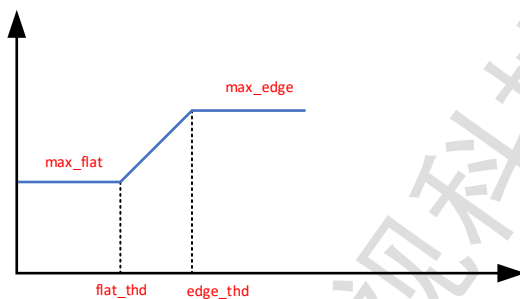


图4-3 fusion_edge_max_edge/fusion_edge_max_flat 和 fusion_edge_thd/fusion_flat_thd 的关系



4.1.2 关键参数

表4-1 Sharpen 模块关键参数

参数	状态	描述
bEnable	RW	Sharpen 增强功能的使能。 0：关闭； 1：使能。默认值为 1。
skin_ub	RW	肤色区域的 u/v 上界
skin_lb	RW	肤色区域的 u/v 下界
skin_delta	RW	肤色区域的 u/v 扩张范围
rgb_delta	RW	rgb 的 u/v 扩张范围
op_type	RW	sharpen 工作类型

参数	状态	描述
		0: 自动模式; 1: 手动模式
iso_num	RW	Iso 的挡位数量设置
iso_level	RW	iso 挡位阈值
detail_combine_mode	RW	细节回叠模式
skin_ub[2]	RW	肤色区域在 uv 通道上的矩形范围上边界
skin_lb[2]	RW	肤色区域在 uv 通道上的矩形范围下边界
skin_delta[2]	RW	肤色区域的 u/v 扩张范围, 值越大, 肤色区域锐化强度越低
rgb_delta[3]	RW	R、G、B 扩张范围, 值大于 8 表示增强且增强幅度随扩张范围增加而递减
edge_freq	RW	边缘频段控制, 1 的频段相对于 0 更高
texture_freq	RW	纹理频段控制, 1 的频段相对于 0 更高
edge_strength	RW	Edge 层锐化强度, 值越大, 边缘区域锐化强度越大
tex_strength	RW	Tex 层锐化强度, 值越大, 纹理区域锐化强度越大
edge_coring	RW	Edge 层的整体衰减强度, 值越大 edge 层细节越弱
rgain	RW	深红色区域的锐化增益控制, 值越大锐化红色区域锐化越强
ggain	RW	绿色区域的锐化增益控制, 值越大绿色区域锐化越强
bgain	RW	深蓝色区域的锐化增益控制, 值越大蓝色区域锐化越强
skin_gain	RW	肤色区域的锐化增益控制, 值越大肤色区域锐化越强
global_overshoot_str	RW	白边强度, 该值越大白边越强

参数	状态	描述
global_undershoot_str	RW	黑边强度，该值越大黑边越强
global_overshoot_thd	RW	白边阈值，大于该值的白边被增强
global_undershoot_thd	RW	黑边阈值，小于该值的黑边被增强
region_division_sensitivity	RW	区域划分灵敏度，值越大越灵敏(仅 7206 包含)
Region_division_thd	RW	区域划分阈值，只有第 0 行生效。值逐步递增用来区分平坦区，纹理区，以及边缘区域(仅 7206 包含)
region_division_str	RW	不同区域的锐化强度，只有第 0 行生效。值越大，对应区域锐化越大(仅 7206 包含)
dir_edge_mode	RW	方向性边缘的模式，0 对于两个方向，1 对应 4 个方向，2 对应 8 个方向(仅 7206 包含)
dir_sensitivity	RW	方向划分灵敏度，值越大越灵敏(仅 7206 包含)
dir_edge_freq	RW	方向性边缘频段控制，1 的频段相对 0 更高(仅 7206 包含)
dir_edge_thd	RW	方向性边缘划分阈值，值逐步递增(仅 7206 包含)
dir_edge_str	RW	方向性边缘锐化强度，值越大，对应区域锐化越大(仅 7206 包含)
fusion_edge_max_edge	RW	大于 fusion_edge_thd 的边缘区强度，值越大，图像越锐利，detail_combine_mode 为 1 时有效
fusion_edge_max_flat	RW	小于 fusion_flat_thd 的平坦区域强度，值越大，图像越锐利，detail_combine_mode 为 1 时有效
fusion_edge_thd	RW	细节强度（区别于纹理和边缘的细节衡量基准）大于该值的区域被认为是边缘区，

参数	状态	描述
		detail_combine_mode 为 1 时有效
fusion_flat_thd	RW	细节强度（区别于纹理和边缘的细节衡量基准）小于该值的区域被认为是平坦区，detail_combine_mode 为 1 时有效
edge_luma_wgt[33]	RW	低亮至高亮时的 edge 锐化强度控制，小于 16 为衰减，大于 16 为增强
tex_luma_wgt[33]	RW	低亮至高亮时的 tex 锐化强度控制，小于 16 为衰减，大于 16 为增强
pos_edge_lut[16]	RW	正向 edge 层细节控制，lut 表从左至右分别配置由弱至强的正向 edge 层细节强度控制参数，负数衰弱，正数增强
neg_edge_lut[16]	RW	负向 edge 层细节控制，lut 表从左至右分别配置由弱至强的负向 edge 层细节强度控制参数，负数衰弱，正数增强
pos_tex_lut[16]	RW	正向 tex 层细节控制，lut 表从左至右分别配置由弱至强的 tex 层正向细节强度控制参数，负数衰弱，正数增强
neg_tex_lut[16]	RW	负向 tex 层细节控制，lut 表从左至右分别配置由弱至强的 tex 层负向细节强度控制参数，负数衰弱，正数增强
edge_dering_str[17]	RW	不区分正负向的 Edge 衰减，lut 表从左至右分别是强边缘至弱边缘，仅基于 edge 层细节幅值，数值越小衰减强度越大
tex_dering_str[17]	RW	不区分正负向的 tex 衰减，lut 表从左至右分别是强纹理至弱纹理，仅基于 tex 层细节幅值，数值越小衰减强度越大
dir_dering_str[17]	RW	不区分正负向的 dering 衰减，lut 表从左至右分别是强 tex 区至弱 tex 区，仅基于 dir edge 层细节幅值，数值越小衰减强度越大（仅 7206 包含）

4.1.3 调试步骤

ISO 越大，图像的噪声越大，图像的细节纹理越不清晰，对图像增强就会增强噪声，也更容易产生黑白点的 shoot（冲击噪声）。因此，不同的 ISO 场景下，sharpen 的各个调试参数设置都会有差别。

Sharpen 的调试步骤如下：

- 步骤 1 YSH 模块会将高频区分为强边与纹理各自进行锐化，调节锐化强度设定 edge_strength 和纹理强度 tex_strength，可提高边缘和纹理的锐化强度。
- 步骤 2 调节 overshoot 和 undershoot 强度和曲线 Pos/neg_edge_lut, pos/neg_txt_lut，曲线先设置为 0 维持线性，待锐化强度确定后再分段细调。
- 步骤 3 edge/txt_dr_lut 根据 ring 的实际强度决定增强或者抑制，edge/txt_luma_lut 根据图像不同亮度区域的表现决定增强或者抑制。

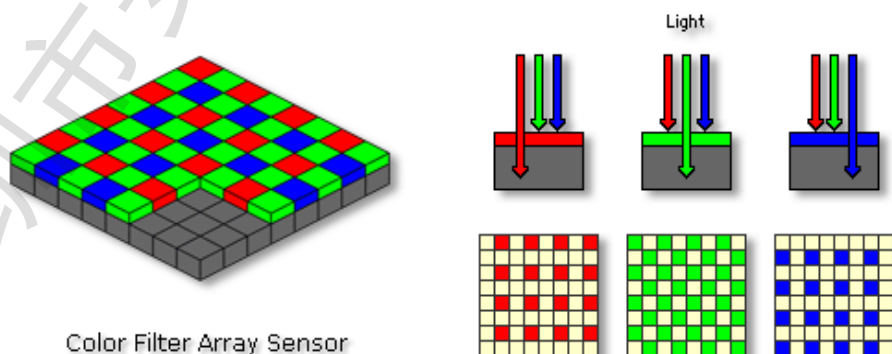
----结束

4.2 Demosaic

4.2.1 功能描述

由于大部分彩色相机均采用单传感器获取图像信息，且每个传感器表面覆盖有一个 CFA（Color Filter Array，色彩滤波阵列），使得每一个像素只能获得 R、G、B 三基色中的一种彩色分量（如图 4-4 所示）。

图4-4 单传感器获取图像信息



Demosaic 模块实现的功能就是将输入的 Bayer 数据转化成 RGB 数据。为获得彩色图像，需要利用当前像素及周围像素的色彩分量值，估计出当前点缺失的其他两个分量值（如图 4-5 所示）。

图4-5 demosaic 功能

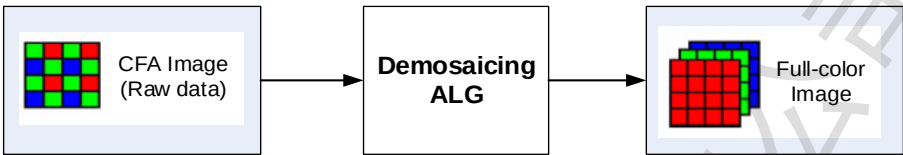
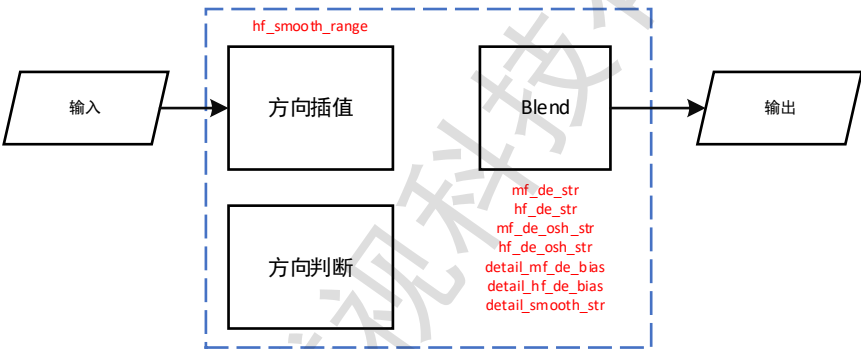


图4-6 Demosaic 算法流程及各关键参数示意图



4.2.2 关键参数

表4-2 DMS 模块关键参数

参数	状态	描述
bEnable	RW	Demosaic 模块使能。 0: 关闭; 1: 使能。
iso_num	RW	Iso 的挡位数目设置
iso_level	RW	Iso 挡位阈值设置
mf_de_str	RW	中频增强强度，越强画面中频细节越清晰，但细节变粗，同时会加重黑白边线
mf_de_osh_str	RW	中频增强白边强度，越大白边越重

参数	状态	描述
mf_de_ush_str	RW	中频增强黑边强度，越大黑边越重
hf_de_str	RW	高频细节增强强度，越强画面高频细节越清晰，但方向性 pattern 也越重
hf_smooth_range	RW	高频细节平滑范围，数值越大，越多细节被滤至高频
Detail_mf_de_bias	RW	无方向区中频锐化强度偏置，无方向区 mf 增强真实生效强度为 MF_DE_STR-MF_STR_BIAS(仅 7206 包含)
Detail_hf_de_bias	RW	无方向区高频锐化强度偏置，无方向区 hf 增强真实生效强度为 HF_DE_STR-HF_STR_BIAS(仅 7206 包含)

4.2.3 调试步骤

Demosaic 在进行插值及方向判断时，由于 sensor 感光特性及受噪声等影响，会出现不属于原始图像的细节，影响主观感受，称之为“伪细节”。伪细节抑制功能可以较好地平滑细节边缘，使细节等表现更加自然。伪细节与清晰度及细碎度存在平衡，若细节区域追求较高清晰度，可根据主观感受减少伪细节抑制功能，即减少细节平滑功能。

smooth 表示细节平滑范围，值越大，做平滑处理的细节范围由极高频区域扩大到高频区域，能够抑制更多区域的伪细节，并使边缘较为平滑。

步骤 1 在默认参数基础上，调整 mf_de_str 和 hf_de_str，在保持细节及黑白边细腻度前提下适当调整细节清晰度。

步骤 2 通过 mf_de_osh_str/ mf_de_ush_str 调节锐化黑白边。

步骤 3 随 ISO 增高适当调高 hf_smooth_range，以降低方向误判的伪细节。

----结束

4.3 BayerNR

4.3.1 功能描述

图像去噪是数字图像处理中的重要环节和步骤，去噪效果将对后续图像处理产生影响。该去噪模块基于噪声标定结果，建立更符合噪声特性的去噪模型，且可根据不同 sensor 做标定模型定制化。NR 在 Bayer 域进行空域去噪处理，且 R、Gr、Gb、B 四通道独立处理，四通道强度分别可调，主要针对亮度噪声和色度噪声做相应的去噪处理。在抑制噪声幅度的同时，不改变原始噪声形态，具有保留边缘和纹理的优点，并对随机噪声有一定的保留，提高整体图像信噪比及均匀度。

图4-7 NR 功能原理图

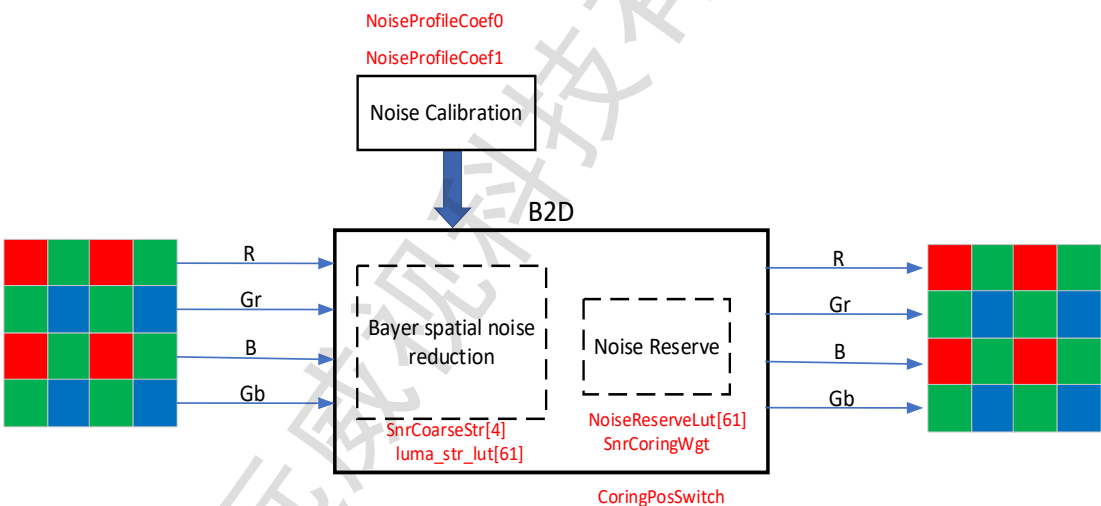


图4-8 B2D 算法流程及各关键参数示意图

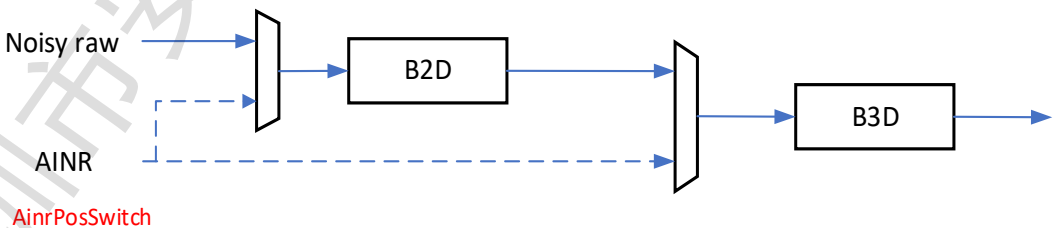
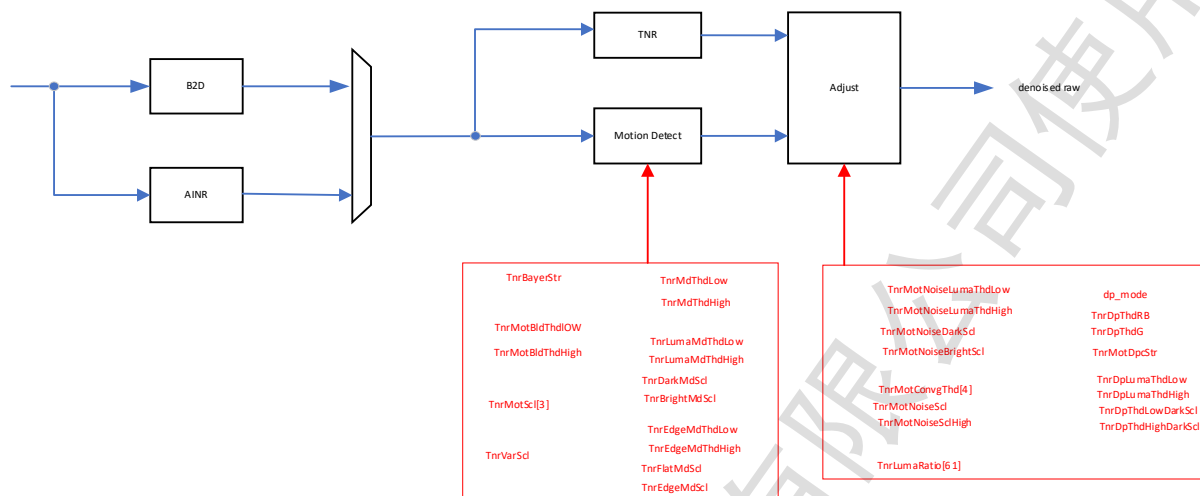


图4-9 B3D 算法流程及各关键参数示意图



4.3.2 关键参数

表4-3 BayerNR 关键参数

参数	状态	描述
bEnable	RW	BNR 模块使能。 0：关闭； 1：使能。
ISONUM	RW	Iso 的挡位数目
Isolevel	RW	Iso 挡位阈值
ainr_pos_switch	RW	AINR 结果的接入位置 Off：没有 AINR 输入，为传统降噪模式 Pre：AINR 的结果作为 bayer2D 的输入 Post：AINR 的结果取代 Bayer2D 的结果作为 bayer3D 的输入
coring_pos_switch	RW	噪声回叠的内容选择 Pos_pre：回叠的原始未降噪的 raw； Pos_post：回叠的 bayer2d 的输入：当 AINR 开启时，回叠的 AI 的结果，当 AINR 关闭时，回叠的原始未降噪的 raw

参数	状态	描述
noise_reserve_enable	RW	是否进行噪声保留
noise_reserve_lut	RW	根据亮度划分 60 个区域的噪声回叠强度。其中暗区划分更密集(由第 0~32 个点控制)可进行更精细调试
snr_coring_wgt	RW	全局噪声回叠强度, 会和 noise_reserve_lut 共同作用, 作为乘法因子乘在 noise_reserve_lut 表上
noise_profile_thd	RW	标定系数的 iso 阈值
noise_profile_coef0	RO	Iso< noise_profile_thd 的标定系数
noise_profile_coef1	RO	Iso> noise_profile_thd 的标定系数
snr_coarse_str	RW	不同通道下的去噪基准强度, 强度范围为 0~3 倍, 一倍为 256
snr_luma_nr_str	RW	根据亮度划分 60 个区域调节去噪强度表, 其中暗区划分更密集(由第 0~32 个点控制)可进行更精细调试。强度范围为 0~2 倍, 一倍为 128
snr_center_luma_mode	RW	Bayer2d 中心点 luma 的计算方式选择
snr_center_tnr_luma_mode	RW	Bayer3d 中心点 luma 的计算方式选择(pilot 参数) (7206 不包含)
snr_wdr_comp_en	RW	WDR 模式下短帧噪声回叠强度控制功能使能。
snr_wdr_comp_scl	RW	WDR 模式下短帧噪声回叠强度。值越小, 短帧噪声越小(7206 不包含)
tnr_enable	RW	是否进行 bayer3d 去噪
tnr_bayer_str	RW	Bayer TNR 强度, 值越大, 时域降噪越强, 噪声越小
tnr_noise_min	RW	一般不建议调试。值越大, 画面越安静。优先调试其他参数, 并且不建议大于 512。

参数	状态	描述
tnr_mot_noise_luma_thd_low	RW	根据亮度自适应调整运动区域的噪声回叠强度，亮度小于 mot_noise_luma_thd_low，则为暗区
tnr_mot_noise_luma_thd_high	RW	根据亮度自适应调整运动区域的噪声回叠强度，度大于 mot_noise_luma_thd_high，则为亮区
tnr_mot_noise_dark_scl	RW	调整后暗区噪声回叠强度，值越大噪声越大，值越小噪声越小
tnr_mot_noise_bright_scl	RW	调整后亮区噪声回叠强度，值越大噪声越大，值越小噪声越小
tnr_wgt_min	RW	一般不建议调试。值越大，渗透拖尾越轻微。建议仅在极高 iso 下调大，并且不建议大于 2048。
tnr_md_thd_low	RW	运动检测结果小于 md_thd_low，则认为是静止区域，值越大画面越安静
tnr_md_thd_high	RW	动检测结果大于 md_thd_high，则认为是运动区域，值越大画面越安静
tnr_mot_bld_thd_low	RW	边缘强度低阈值，小于此设定则使用小窗口 MD 检测结果
tnr_mot_bld_thd_high	RW	边缘强度低阈值，大于此设定大窗口 MD 检测结果
tnr_edge_md_thd_low	RW	边缘强度自检测低阈值，小于此值则为平坦区域
tnr_edge_md_thd_high	RW	边缘强度自检测高阈值，大于此值则为边缘区域
tnr_flat_md_scl	RW	平坦区域强度，值越小，平坦区域去噪强度越强
tnr_edge_md_scl	RW	边缘区域强度，值越小，边缘区域去噪强度越强

参数	状态	描述
tnr_md_mode	RW	运动检测模式
tnr_luma_md_thd_low	RW	亮度检测阈值，小于此值则为暗区
tnr_luma_md_thd_high	RW	亮度检测阈值，大于此值则为亮区
tnr_dark_md_scl	RW	暗区去噪强度，值越小，暗区去噪强度越强
tnr_bright_md_scl	RW	亮区去噪强度，值越小，亮区去噪强度越强
tnr_mot_scl[3]	RW	运动检测结果全局调整参数。值越大，运动检测结果越大，7606 系列只使用第一个值
tnr_var_scl	RW	边缘检测结果全局调整参数。值越大，边缘强度越大
tnr_md_finetune	RW	运动检测细调。值越大，弱纹理的微小运动更容易判决为静止区域
tnr_md_mov_str	RW	(不建议调试)
tnr_dpc_en	RW	dpc 使能开关
tnr_dp_thd_rb	RW	R/B 通道去坏点阈值。值越小，去坏点强度越大
tnr_dp_th_g	RW	G 通道去坏点阈值。值越小，去坏点强度越大
tnr_dp_mode	RW	去坏点模式。模式 1 的去坏点强度比模式 0 更大
tnr_dp_luma_thd_low	RW	暗区坏点检测阈值，小于此值则为暗区
tnr_dp_luma_thd_high	RW	亮区坏点检测阈值，大于此值则为亮区
tnr_dp_thd_low_dark_scl	RW	暗区去坏点强度，值越小，去坏点越强
tnr_dp_thd_high_dark_scl	RW	亮区去坏点强度，值越小，去坏点越强
tnr_mot_dpc_str	RW	运动区域去坏点强度，值越小，运动区域去坏点强度越大
tnr_mot_convg_thd[4]	RW	时域收敛时域收敛程度阈值，

参数	状态	描述
		mot_convrg_thd[0]为低阈值, mot_convrg_thd[1]为高阈值, 76 系列只使用前两个值
tnr_mot_noise_scl	RW	大于 mot_convrg_thd[0]的噪声回叠强度, 值越大, 噪声越大
tnr_mot_noise_scl_high	RW	mot_convrg_thd[1]的噪声回叠强度, 值越大, 噪声越大
tnr_wdr_comp_enable	RW	WDR 模式下短帧噪声回叠强度控制功能使能
tnr_wdr_comp_scl	RW	WDR 模式下短帧噪声回叠强度。值越小, 短帧噪声越小
tnr_luma_comp_enable	RW	根据亮度分段曲线调整噪声回叠强度使能
tnr_luma_ratio	RW	亮度回叠曲线, 值越大, 细节越强
wdr_frame_str	RW	WDR 模式下的长帧与短帧强度, 值越大, 去噪越强

4.3.3 调试步骤

- 步骤 1 SNR 空域去噪调试: 算法依赖于噪声标定参数, 不同 sensor 请优先做噪声标定。降噪相关参数由 snr_coarse_strength, noise_reserve_enable, noise_reserve_lut, snr_coring_wgt, snr_luma_nr_str 决定。
- 步骤 2 snr_coarse_strength 为最主要的 bayer2d 降噪强度参数, 值越大降噪越强, 通常基准强度为 256(1 倍强度), 随着 iso 升高, 强度大约 1~1.8 倍(乘以 256)增强。
- 步骤 3 snr_luma_nr_str 根据画面中不同亮度区域调节降噪强度, 默认全填 128 表示不做调节, 256 代表两倍的降噪强度, 0 代表降噪强度为 0, 其中暗区划分更密集(由第 0~32 个点控制), 可进行更精细调试降噪强度。
- 步骤 4 noise_reserve_enable 为噪声保留开关, 控制 noise_reserve_lut 与 snr_coring_wgt 是否生效, noise_reserve_lut 也是暗区划分更密集(由第 0~32 个点控制)可进行更精细调试噪声保留强度, 值越大噪声保留越多, snr_coring_wgt 为全局噪声回叠强度, 作为

乘法因子乘在 noise_reserve_lut 表上。该接口仅在只开 SNR 空域去噪时打开，如时空域去噪使能，则关闭；

步骤 5 TNR 时域去噪调试：时域去噪主要依赖 tnr_bayer_str, tnr_md_thd_low, tnr_md_thd_high 控制整体的雨点噪声和运动拖尾。tnr_bayer_str 通常基准强度为 256(1 倍强度)，随着 iso 升高，强度大约 1~1.8 倍(乘以 256)增强；在基准强度的基础上，通过调试 md_thd 的阈值，控制雨点噪声和平衡运动拖尾到合适的值；注意 md_thd_high 需要大于 md_thd_low，建议其差值为 16, 32 即可；

步骤 6 辅助类功能参数包括 tnr_mot_bld_thd_low/tnr_mot_bld_thd_high, tnr_luma_md_thd_low/tnr_luma_md_thd_high/tnr_dark_md_scl/tnr_bright_md_scl, nr_edge_md_thd_low/tnr_edge_md_thd_high/nr_flat_md_scl/tnr_edge_md_scl, tnr_luma_ratio, tnr_dp_xxx。在调试前，辅助类功能参数需调试至不影响总体效果，如亮暗区强度归一化至 256，平坦边缘区域的强度规划化至 256，去坏点强度使能关闭。在调试有需求的时候，再根据具体情况详细调试；

注意：76 方案有两级时空域去噪可调，在调试时建议，先关闭 STNR 中的时空域降噪，仅通过 BNR 将时空域去噪调至雨点噪声/运动拖尾至大致可接受状态后，再打开 STNR 优化噪声。

4.3.4 噪声标定方法

降噪模块需要参考噪声标定结果，不同 iso 下得到一个拟合系数。具体标定方法请参考噪声标定文档《图像质量调试工具使用指南》。

4.4 DPC

4.4.1 功能描述

受限于 sensor 的制造工艺，对于几百万像素的 sensor，不可能做到所有的像元都是完好的，尤其是对于低成本的 sensor 来说，坏点数为 100 或者 1000ppm (parts per million, 百万分之一) 是正常的。若 sensor 中存在坏点，经过图像的插值（如 demosaic）和滤波过程，坏点的尺寸会变大（坏点扩散），而且由于色彩校正和串扰补偿，坏点处颜色的强度和饱和度也会明显提高，因此需要在插值等过程之前对坏点进行校正。

坏点可以分为如下的类型：

- 静态坏点：

- 亮点：一般来说像素点的亮度值是正比于入射光的，而亮点的亮度值明显大于入射光乘以相应比例，并且随着曝光时间的增加，该点的亮度会显著增加。
- 暗点：无论在什么入射光下，该点的值接近于 0。
- 动态坏点：在一定像素范围内，该点表现正常，而超过这一范围，该点表现的比周围像素要亮。与 sensor 温度、增益有关，sensor 温度升高或者 gain 值增大时，动态坏点会变的更加明显。

静态和动态坏点校正模块主要基于 5×5 的窗口检测和校正 sensor 中的单个坏点或者坏点簇。坏点簇定义为相同颜色通道中相邻的坏点，不同的颜色通道的处理是相互独立的。

DPC 模块所能校正的坏点类型为：

- 单个坏点；
- small clusters: kernel 中包含 2 个坏点；
- big clusters: 每个颜色通道最多有 2 个相邻的坏点

DPC 不支持校正的坏点类型：

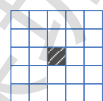
- 整行/列都是坏点
- 3×3 阵列中包含 3 个同色坏点的坏点簇

4.4.2 坏点类型

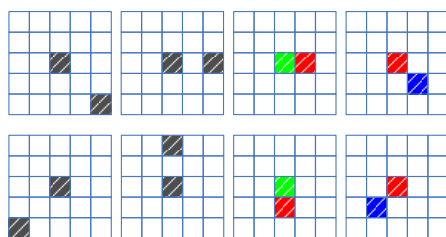
4.4.2.1 可以校正的坏点类型

若 Bayer 图像中出现图 4-10 所示的坏点类型，则 DPC 可以对其校正。其中■表示某一颜色通道 (R/G/B) 上的坏点，用该色块表示坏点处于同一颜色通道上；■、■、■则表示不同颜色通道上的坏点。

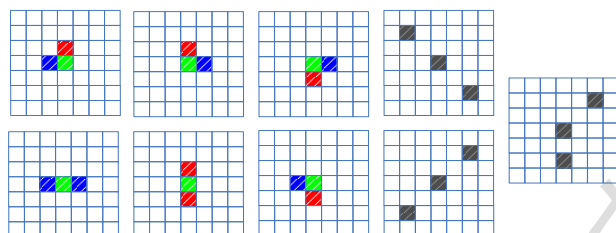
图4-10 DPC 可以校正的坏点类型



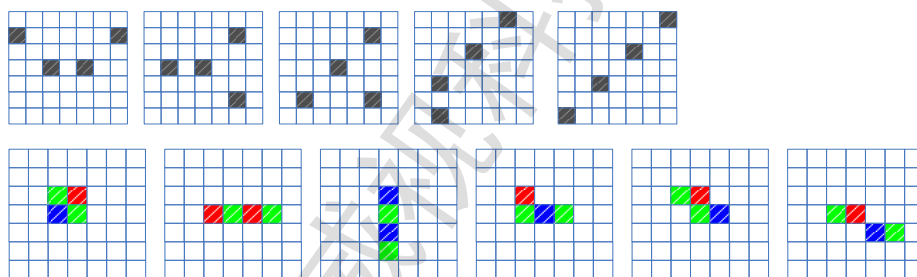
(a) 单个坏点



(b) Kernel 中包含 2 个坏点



(c) 3 个坏点



(d) 多个坏点

须知

- 动态坏点校正和静态坏点校正是两个相互独立的过程，可以分别控制二者的使能与否。
- 由于存储坏点信息的 memory 有限，静态坏点校正有可能无法完全校正 sensor 中的坏点，因此静态坏点校正应当校正对图像质量影响最大的坏点，而动态坏点校正方法则校正其余的坏点。

4.4.3 关键参数

DPC 算法框图以及关键参数示意图如图 4-11 所示。

图4-11 DPC 算法框图及关键参数示意图

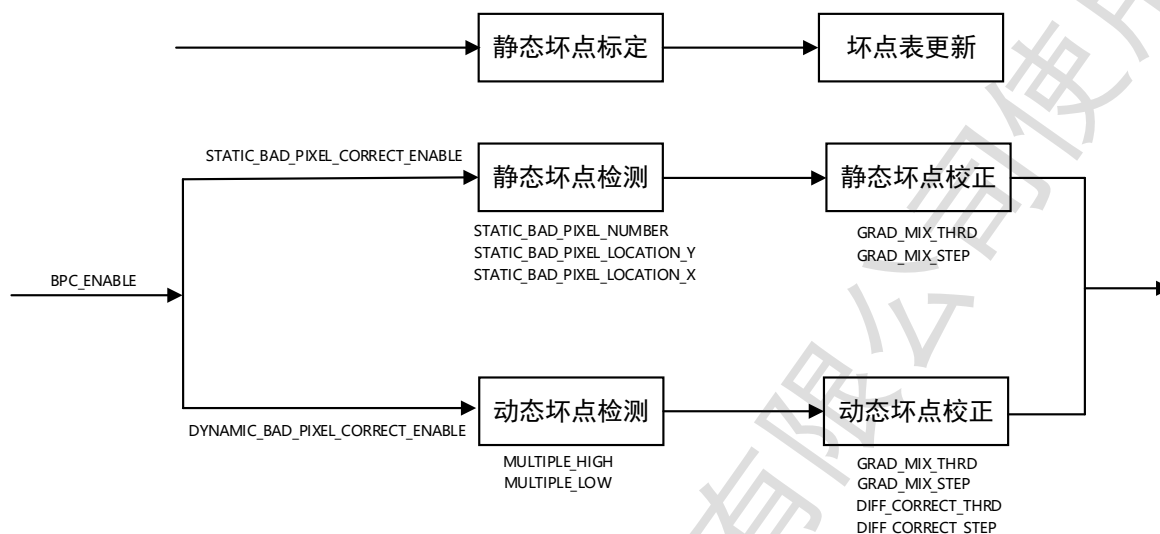


表4-4 动态坏点校正属性关键参数

参数	描述	取值范围	默认值
bEnable	动态坏点校正的使能	[0, 1]	1
enOpType	动态坏点校正工作模式	[0, 1]	0
sup_twinkle_en	闪烁抑制使能;	[0,1]	0
soft_thd	闪烁抑制的阈值;	[0,127]	16
soft_slope	闪烁抑制模块中, 控制偏差小于 soft_thr 的像素点的校正情况;	[0,255]	21
str	动态坏点检测强度;	[1, 640]	1
slope	校正值与原像素融合函数的坡度, 值越小越陡峭;	[0,7]	1
bright_thd	亮区阈值, 值越小, 亮区范围越大(仅 7206 包含)	[128,4095]	4000
bright_bias	亮区强度偏移, 64 为基础, 高于 64 检测增强(仅 7206 包含)	[0,127]	0
dark_thd	暗区阈值, 值越小, 暗区范围越小(仅 7206 包含)	[0,3967]	200
dark_bias	暗区强度偏移, 64 为基础, 高于 64 检	[0,127]	127

	测增强(仅 7206 包含)		
--	----------------	--	--

表4-5 静态坏点标定和校正属性关键参数

参数	描述	取值范围	默认值
bEnable	静态坏点校正使能	[0,1]	0x1
pd_enable	Padf 校正使能;	[0,1]	0
bright_count	亮坏点个数;	[0,4096]	0
dark_count	暗坏点个数;	[0,4096]	0
bright_table	亮坏点坐标信息;	[0,0x1FFF1FFF]	0
dark_table	暗坏点坐标信息;	[0,0x1FFF1FFF]	0x0
show	静态坏点显示使能;	[0,1]	暂不支持

4.4.4 调试步骤

4.4.4.1 静态坏点标定

静态坏点的校正是基于已有的静态坏点表，比较当前像素点是否和坏点表中的坐标 (STATIC_BAD_PIXEL_LOCATION_Y、STATIC_BAD_PIXEL_LOCATION_X) 一致，如果一致，则进行静态坏点的校正。不过由于存储坏点信息的 memory 有限，静态坏点只会标定一定数量 (STATIC_BAD_PIXEL_NUMBER) 的坏点坐标。因此，优先标定对图像影响较大的坏点，其余的坏点可以使用动态坏点校正。一般情况下，需要 sensor 的制造商给出 sensor 的坏点信息，方便客户的检测和校正，但是对于一些低成本的 sensor 来说，由于成本和时间得限制，sensor 制造商没有给出 sensor 的坏点信息，那么就需要用户自己标定。

标定原理

首先获得当前像素点 5X5 范围内同通道像素点的均值，再将当前像素点与均值做差，将差值与阈值进行比较，大于阈值得将被标定为坏点；

下面将从亮点、暗点这两种静态坏点的标定角度来说明静态坏点标定流程。

亮点标定

在标定亮点的时候，需要尽量延长曝光时间使亮点更加明显，还需降低 sensor 的增益，以减少噪声的干扰，这些过程会在系统内部自动实现，用户所需要做的如下：

- 步骤 1 关闭光圈，使 sensor 处于完全黑暗环境；
- 步骤 2 将标定的坏点类型设置为亮点，即 StaticDPType 为 ISP_STATIC_DP_BRIGHT；
- 步骤 3 根据 sensor 特性设置 StartThresh（StartThresh 的理论可取值范围为 (0, 255)，注意 StaticDpThresh 不要取到 0）；
- 步骤 4 设定标定时间限制 TimeLimit；
- 步骤 5 设定需要标定的亮坏点的最大值 CountMax 与最小值 CountMin；
- 步骤 6 启动亮坏点标定，即使能 EnableDetect；
- 步骤 7 等待亮坏点结束，标定结束后 EnableDetect 自动设置为 0；标定出的亮坏点信息记录在了 Table[STATIC_DP_COUNT_MAX]，可以将其转存在亮坏点表 BrightTable[STATIC_DP_COUNT_MAX]中。
- 步骤 8 记录标定出的坏点数目。

----结束

暗点标定

在进行暗点标定时，需要平坦的背景，建议使用辉度箱固定光源。

- 步骤 1 在光圈开启的状态下拍摄灰卡。调整光照强度使 raw 数据的像素值在像素最大值的一半 ($2^{(n-1)}$) 左右 (n 代表位宽，以 12bits 位宽为例，该值为 $2^{(12-1)} = 2048$)，不需要很精确，但是最好使得像素的灰度值大于像素最大值的 20%；
- 步骤 2 将标定的坏点类型设置为暗点，即 StaticDPType 为 ISP_STATIC_DP_DARK；
- 步骤 3 根据 sensor 特性设置 StartThresh；
- 步骤 4 设定标定时间限制 TimeLimit；
- 步骤 5 设定需要标定的亮坏点的最大值 CountMax 与最小值 CountMin；
- 步骤 6 启动暗坏点标定，即使能 EnableDetect；

步骤 7 等待暗坏点结束；标定结束后 EnableDetect 自动设置为 0；

步骤 8 标定出的亮坏点信息记录在了 Table[STATIC_DP_COUNT_MAX]，可以将其转存在暗坏点表 DarkTable[STATIC_DP_COUNT_MAX]中；

步骤 9 记录标定出的坏点数目 DarkCount。

----结束

4.4.4.2 动态坏点校正模块

动态坏点校正可以实时的检测和校正 sensor 的亮点与暗点，并且校正的坏点个数不受限制。动态坏点校正相对静态坏点校正具有更大的不确定性，但是在低照度情况下强烈推荐使⤵用动态坏点校正功能，可以校正更多的随着 iso 值增加而变得明显的动态坏点，此外可以改善图像偏色的问题。

动态坏点检测

动态坏点检测模块基于当前像素点与其周围像素点的差异，输出每个像素点为坏点的有方向中值。

坏点校正

步骤 1 将 BPC_ENABLE 和 DYNAMIC_BAD_PIXEL_CORRECT_ENABL 置为 1；

步骤 2 将 MULTIPLE_HIGH 和 MULTIPLE_HIGH 调小，该步骤基本可以将坏点消除。

步骤 3 降低动态坏点检测阈值 Threshold，提高坏点检测范围。

以进一步减小对于正常像素的干扰。

----结束

4.4.4.3 合并坏点表

由于亮点与暗点与各自独立进行标定的，所得的坏点信息分别保存在两个坏点表中，要得到最终的坏点信息，需要将这两个坏点表进行合并。在合并的时候，要按照坐标递增的顺序，剔除相同的坐标点，得到全部的坏点信息保存在亮坏点表 BrightTable[STATIC_DP_COUNT_MAX]中，并写入 ISP memory。此过程中，需要用户的进行的操作如下：

- 设置亮坏点数目 BrightCount 与暗坏点数目 DarkCount（假定当前所支持校正的坏点个数为 m ($m = \text{STATIC_DP_COUNT_NORMAL} \times \text{当前 ISP BE 分块数目}$)，注意 $\text{BrightCount} \leq m$ 、 $\text{u16DarkCount} \leq m$ ，假定亮、暗坏点表中有 Same 个相同的坐标，则 $\text{BrightCount} + \text{DarkCount} - \text{Same} \leq m$)
- 将合并的亮暗坏点信息分别配置进
BrightTable[STATIC_DP_COUNT_NORMAL]、
DarkTable[STATIC_DP_COUNT_NORMAL]，稍等一段时间以使坏点表合并，并将合并的坏点数目与坏点坐标写入 ISP memory
- 合并完之后可以使能静态坏点校正和静态坏点高亮 bShow 来高亮 sensor 坏点。

须知

- 如果只标定了一种坏点，也需要进行坏点表合并这个过程，因为需要将坏点数目写入坏点数目寄存器。
- 坏点显示的优先级要高于动态坏点校正，静态坏点高亮时，同时会自动禁止动态坏点校正功能。

4.5 GE(Crosstalk)

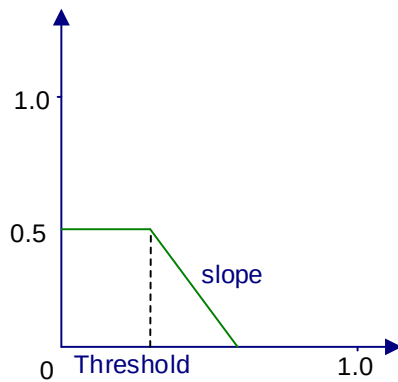
4.5.1 功能描述

GE 模块的主要功能是为了平衡 rawdata 之间临近像素 Gr 和 Gb 之间的差异，能够有效防止 demosaic 插值算法产生的方格或其他类似 pattern。由于 sensor 可能会因为特殊角度的光线入射而产生 Crosstalk，形成这些 pattern 的根本原因就是临近像素值之间 Gr 和 Gb 值不一致。

如图 4-12 所示，横坐标表示 Gr 与 Gb 之间的差值，即 $|\text{Gr} - \text{Gb}|$ ，纵坐标表示处理的强度值。

- 当 Gr 与 Gb 之间的差值小于 Threshold 值时，都按照最大的强度值 0.5 进行处理，Threshold 值越大，图像整体被处理的强度越大；
- 当 Gr 与 Gb 之间的差值大于 Threshold 值时，由 slope 控制处理的强度，当 slope 值越大，整体处理强度衰减得越慢，也就是处理的强度越大。

图4-12 Crosstalk 门限



4.5.2 关键参数

表4-6 Crosstalk 关键参数

参数	状态	描述
bEnable	RW	使能开关, 0: 关闭; 1: 打开;
slope	RW	设置 GE 矫正斜率 ,
threshold	RW	设置 GE 之间阈值

4.5.3 调试步骤

首先在 SLOPE 固定的情况下，调节 THRESHOLD，逐步调大 THRESHOLD，直至图像上的 pattern 消失，然后观察纹理边缘区域是否有损失，如有损失，则可尝试调低 THRESHOLD 的情况下减小 SLOPE。

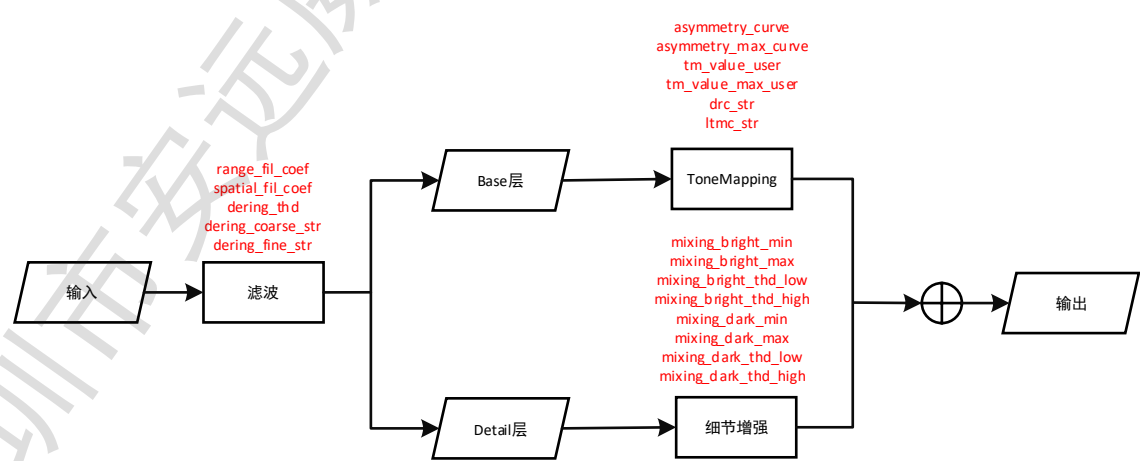
4.6 DRC

4.6.1 功能描述

动态范围是指场景中最亮物体与最暗物体之间的亮度比值，动态范围越大，通常表示场景中的亮度层次越丰富。真实场景中的动态范围达到 $10^9:1$ ，人类视觉系统能感知的动态范围大约是 $10^5:1$ ，而一般图像传感器的动态范围大约是 $10^3:1$ 。因此如果用传统的图像传感器拍摄高动态范围的场景，就会要么亮处过曝，丢失了很多细节；要么暗处曝光不足，细节难以分辨。为了能记录高动态范围场景的每一个细节，需要使用更高动态范围的图像传感器或者多次曝光图像合成技术，以获取宽动态范围的图像。然而，当前主流显示设备的动态范围仅有 $10^2:1$ 左右，无法完整表现所获取的宽动态图像中细节。为了解决这一问题，需要使用 DRC 算法在保留细节的同时对图像的动态范围进行压缩。DRC 算法的最终目的，是使真实场景的观察者和显示设备的观察者都能获得相同的视觉感受。

DRC 算法基于原始 cfa 数据计算 Luma Image，经 Fast Bilateral 模块取得 Base Image，透过 Luma Image 与 Base Image 取得 Detail Image，接着透过原始 luma Image 经过低通滤波后的 Low Pass Image 与 Detail Image 进行细节增强。增强后的 Detail Image 叠加回 Tone Mapping 后的 luma 图像，此时的输出为经过动态范围压缩的 luma Image。最后再将压缩后的 luma Image 转换成 Bayer Image 做输出。

图4-13 DRC 算法流程及各关键参数示意图



4.6.2 关键参数

表4-7 DRC 模块关键参数

参数	状态	描述
bEnable	RW	DRC 使能： • 0：关闭； • 1：使能。 线性模式下默认为 0，WDR 模式默认为 1。
ltmc_en	RW	LTMC 开关
dering_en	RW	黑边抑制使能
detail_enhance_en	RW	细节增强开关
tm_type	RW	DRC 曲线选择
range_fil_coef	RW	值域滤波系数
spatial_fil_coef	RW	空域滤波系数
dering_thd	RW	黑边抑制阈值
dering_fine_str	RW	黑边抑制细调强度(仅 7206 包含)
mixing_bright_min	RW	正向细节增强低亮区域强度值
mixing_bright_max	RW	正向细节增强高亮区域强度值
mixing_bright_thd_low	RW	正向细节增强低亮度阈值
mixing_bright_thd_high	RW	正向细节增强高亮度阈值
mixing_dark_min	RW	负向细节增强低亮区域强度值
mixing_dark_max	RW	负向细节增强高亮区域强度值
mixing_dark_thd_low	RW	负向细节增强低亮度阈值
mixing_dark_thd_high	RW	负向细节增强高亮度阈值
ltmc_str	RW	Local tmc 强度值，设 0 时只有 global tmc

参数	状态	描述
		曲线生效，越大 local tmc 曲线影响越大
drc_str	RW	Drc 动态范围压缩强度
asymmetry_curve	RW	DRC ASYMMETRY 曲线相关参数
asymmetry_max_curve	RW	LTMC ASYMMETRY 曲线相关参数
tm_value_user	RW	用户自定义 DRC 曲线
tm_value_max_user	RW	用户自定义 LTMC 曲线

4.6.3 调试步骤

4.6.3.1 DRC 强度

DRC 强度与 ToneMapping 曲线一起决定了动态范围压缩后的图像亮度，自动模式下 DRC 与 ISO 联动，ToneMapping 曲线与曝光比联动，两者搭配实现不同 ISO/ExpRatio 场景下的亮度调优。相同曲线下，DRC 强度越大图像越亮，但相应的暗区噪声也将被放大。

4.6.3.2 Tone Mapping 曲线调试：

步骤 1 Tone Mapping 曲线是一个非线性亮度映射函数，输入为 20bit/17bit 高动态范围 cfa 数据对应 Y 亮度，输出为 12bit 低动态范围 Y 亮度，是实现动态范围压缩的主要手段。XM DRC 模块支持两种 Tone Mapping 曲线：Asymmetry 和自定义曲线用户，tm_type = 0 时选择 Asymmetry 曲线，tm_type = 1 时选择用户自定义曲线。

步骤 2 Asymmetry 曲线的形状通过 4 个参数来决定，即 asymmetry, second_pole, stretch 和 compress。其中，asymmetry 的值越小，暗区提升的越亮；second_pole 的值越小，亮区亮度压制越强，可以保留更多高亮细节；stretch 的值越小整体图像越亮，compress 的作用和 stretch 类似，值越小整体亮度越亮，调试过程中建议在 DRC 界面上实时预览参数调节对曲线形状变化影响。

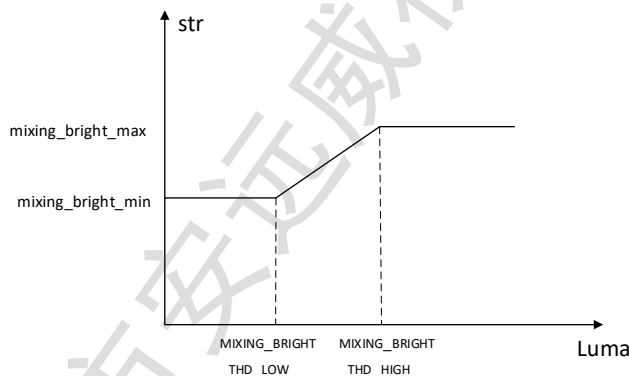
步骤 3 当选择自定义曲线时，用户可以通过 tm_value_user 这个 LUT 来直接配置 DRC 的 Tone Mapping 曲线。相比于 Asymmetry 曲线，自定义曲线的灵活度高，调试也比较方便。建议的调试方式：先通过 Asymmetry Curve 将画面亮度调到大致符合预期，再通过 PQ 工具将 Asymmetry Curve 导出，再导入作为自定义曲线的初始 LUT，并以此为基础再进行适当微调。

----结束

4.6.3.3 对比度和细节增强：

- 步骤 1 当图像的亮度大致符合预期之后，进一步调整 DRC 的对比度和细节增强。对比度主要通过滤波器系数来实现，包含值域滤波系数 `range_fil_coef` 和空域滤波系数 `spatial_fil_coef`，`range_fil_coef` 调大或 `spatial_fil_coef` 调小能提升全图的对比度与通透度，但可能会造成明显的 HALO，调整上建议固定 `spatial_fil_coef` 后再调整 `range_fil_coef`。
- 步骤 2 同时提供 `dering_thd` 和 `dering_fine_str` 参数特调暗处的值域滤波系数，`dering_en` 使能时，小于亮度阈值 `dering_thd` 的像素，其 `range_fil_coef` 系数会叠加 `dering_fine_str` 做强度衰减，建议在暗处 HALO 比较明显时适当调低 `dering_fine_str` 参数，调试过程中注意 HALO 与细节表现的平衡。
- 步骤 3 DRC 提供细节增强功能，`detail_enhance_en` 使能时，基于图像亮度对 Detail 层做自适应的线性细节增强，区分正向与负向细节做强度调试，如下图所示，通过两个亮度阈值 THD 和对应的两个强度值映射出自适应的 Detail 增强系数，实现亮度自适应的细节增强效果。

图4-14 DRC 细节增强示意图



----结束

4.7 WDR

4.7.1 功能描述

动态范围是指场景中最亮物体与最暗物体之间的亮度比值，动态范围越大，所能表示的层次越丰富。真实场景中的动态范围达到 $10^9:1$ ，人类视觉系统能感知的动态范围大约是 $10^5:1$ ，而一般图像传感器的动态范围大约是 $10^2:1$ 。因此如果用传统的图像传感

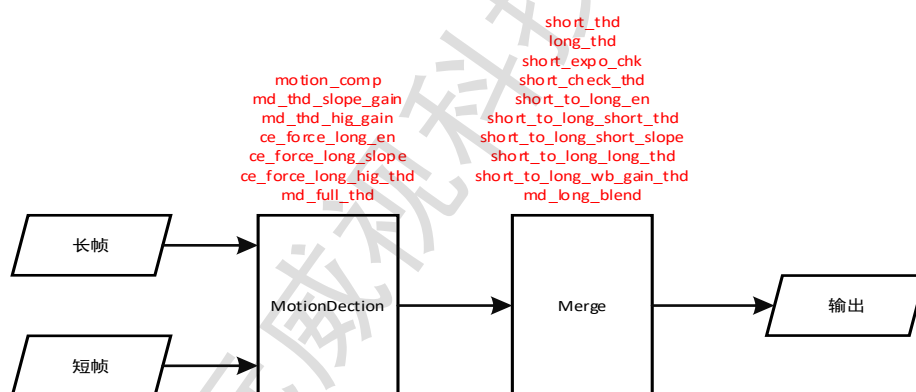
器拍摄高动态范围的场景，就会要么亮处过曝，丢失了很多细节；要么暗处曝光不足，细节难以分辨。

为了能记录高动态范围场景的每一个细节，人们会用特殊的图像传感器或者用多次曝光图像合成。但由于特殊传感器价格偏高，且对硬件要求较高。所以限制了其大面积的使用。我们目前用的大部分还是一般传感器，因此常见的 WDR 的生成都是用一般传感器获得若干帧不同曝光的固定场景图像，再用 WDR 算法来合成一幅高动态范围图像。

以二合一 WDR 为例，短曝光数据、长曝光数据和 WDR 合成后数据。短曝光数据用来捕获场景中的亮区信息，长曝光用来捕获场景中的暗区信息，经过 WDR 合成后获得高动态范围的图像。

WDR 模块的算法框图以及关键参数的对应模块如图 4-15 所示。

图4-15 WDR 算法框图及各关键参数示意图



4.7.2 关键参数

表4-8 WDR 模块关键参数

参数	状态	描述
Enable	RW	WDR 使能开关
wdr_wbgain_position	RW	计算融合权重图时是否考虑 AWB 参数
motion_comp	RW	运动检测开关
long_thd	RW	长曝光阈值，长帧亮度小于阈值时，WDR 合成时将选择长曝光数据

参数	状态	描述
short_thd	RW	短曝光阈值，短帧亮度大于阈值时，WDR合成时将选择短曝数据
ce_force_long_en	RW	根据长帧亮度调整运动检测结果，开启后暗区被判断为运动的概率降低
ce_force_long_slope	RW	基于亮度的运动衰减斜率
ce_force_long_hig_thd	RW	小于该值的亮度区域做运动检测权重衰减
short_expo_chk	RW	根据短帧亮度强行切换长帧（短帧过暗时）
short_check_thd	RW	短帧亮度小于阈值时，强制选择长曝数据
md_slope	RW	运动判别衰减，该值越大由完全运动到完全静止的衰减速度越快，更多的区域被认为非运动或弱运动区
md_full_thd	RW	运动判别阈值,大于该值的区域被认为是完全运动区
md_thd_slope_gain	RW	值越大，检测为运动的可能性越小
md_thd_hig_gain	RW	值越大，检测为运动的可能性越小
short_to_long_en	RW	根据短帧亮度强行切换长帧（短帧过暗时）
short_to_long_short_thd	RW	短帧过暗判定阈值
short_to_long_short_slope	RW	长短帧合成区域的斜率
short_to_long_long_thd	RW	长帧过曝判定阈值

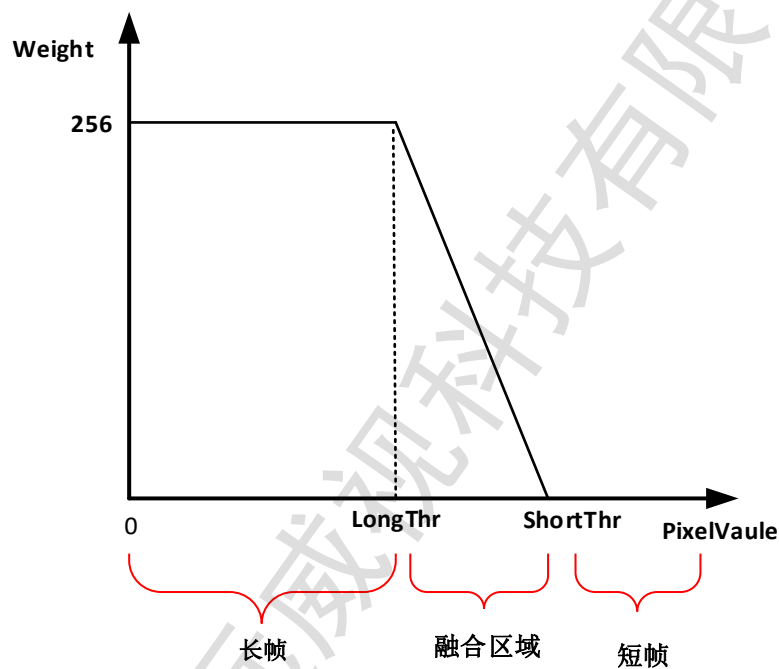
4.7.3 调试步骤

WDR 算法调试步骤如下：

- 步骤 1 针对 WDR 融合时的长短帧设定，此时会得到融合时使用的 Weight 值。调整时确保 $SHORT_THD - LONG_THD \geq 65$ ，联调这两个值，以确保亮度不过曝，融合区域短

曝区的噪声适当。预设值 LONG_THD 设定为 2400，SHORT_THD 设定为 2800，先以预设值当做基准进行调试，当亮度出现过曝或是不正常的紫色，需适当降低 SHORT_THD，增加亮区进入短曝的概率；当暗区出现较多的噪声时，可适当增加 LONG_THD，增加暗区进入长曝的概率。联调 SHORT_THD 与 LONG_THD 时，连同 SHORT_LONG_SLO 一起调整， $SHORT_LONG_SLO = 256 * 64 / (SHORT_THD - LONG_THD)$ 。

图4-16 wdr 长短帧融合示意图



步骤 2 当透过长短曝光的阈值进行融合时的 weight 值计算时，可使用

SHORT_EXPO_CHK_EN 与 SHORT_CHECK_THD 对输出的亮度做检测，当暗区噪声比较大时，为了避免将暗区噪声误检测为运动，同时避免暗区噪声过大，打开 SHORT_EXPO_CHK_EN 时，当短帧亮度小于 SHORT_CHECK_THD 时，强制选择长帧数据，即 Weight 值为 256。

步骤 3 长短曝光阈值设定完成后，当融合后的画面出现残影或与前后两帧差异过大（例如灯泡闪烁）的时候，需要开启 HDR 的运动检测功能。运动检测功能主要的参数为 MD_FULL_THD、MD_SLO。MD_FULL_THD、MD_SLO 为联动关系，主要功能为将运动强度映射为静止区域、运动区域、全运动区域，当运动强度大于 MD_FULL_THD 时，为全运动区域，此时输出的 MD 为最大值 255；当运动强度小于

MD_STILL_THD 时，为静止区域，此时输出的 MD 为最小值 0。参数设置仅需设置 MD_FULL_THD 与 MD_SLO。

- 步骤 4 当 HDR 检测到运动程度越高时，融合时使用短帧的程度就越大，但当运动物体处于暗区时，使用短帧做输出会造成噪声过大，因此可以打开 CELONG_EN，透过长帧的亮度决定运动强度的衰减程度，使选择长帧的程度变大。长帧的亮度大于 CELONG_HIG_TH 时，不对运动强度做衰减，参数设置仅需设置 CELONG_HIG_TH 与 CELONG_SLO， $CELONG_SLO = 256 * 16 / CELONG_HIG_TH$ 。
- 步骤 5 当 MOTION_COMP_EN 打开时，会针对融合的 Weight 值进行运动补偿。当运动程度越大时，融合时使用短帧的程度就越大，此时的 Weight 值经过运动补偿后会变小，当检测到全运动时，融合时会全部使用短帧数据，即 Weight 经过运动补偿后会变为 0。在做运动补偿时可透过调整 MTD_LONG_BLEND 的值，决定运动区域选择长帧数据的比例，当 MTD_LONG_BLEND 设置为 255 时，则强制运动区域全部选择长帧数据；MTD_LONG_BLEND 设置为 0 时，则采用原本运动补偿的结果。
- 步骤 6 针对强制使用长曝的设定进行说明，当长短曝发生不同步时，例如光源闪烁或是移动光源被遮住，就有可能发生长曝光源亮但短曝光源暗的情况，这时在 HDR fusion 会判断区域的长曝信息高于 SHORT_THR 就会使用短曝信息，导致使用过暗的短曝信息而产生黑洞现象，这时需要设定 SHORTTOLONG_SHORT_THD 来将被判定使用短曝信息但过暗的区域强制使用长曝，SHORTTOLONG_SHORT_SLO 则是调整长短曝合区让过度更加顺滑。

----结束

4.7.4 WDR 模式常见现象的调试方法

图像整体偏暗或偏亮

- 步骤 1 确认曝光是否合理。曝光合理时，长帧图像的暗区应清晰可见，噪声小；短帧图像的亮区应不过曝。若二者不可兼得，则说明当前曝光比大于或小于实际场景动态范围，可以适当减少或增加曝光比（但曝光比越大，亮暗过渡区的噪声越大，也越容易出运动拖影）。若曝光比调到最大时仍不可兼得，则说明实际场景动态范围超出 WDR 处理能力（由 sensor 本身动态范围+曝光比增加的动态范围决定），需要做出取舍：优先保证暗区效果（亮区过曝）或优先保证亮区效果（暗区噪声大）。若使用固定曝光比，也需要做出取舍。

步骤 2 确认 DRC 参数是否合理。当曝光策略为优先保证暗区效果时，WDR 图像暗区应与长帧图像暗区表现相近；优先保证亮区效果时，WDR 图像亮区应与短帧图像亮区表现相近。

步骤 3 确认 gamma 曲线是否合理。

步骤 4 若低照度场景图像整体偏暗，可切换到长帧模式。

----结束

图像亮区过曝或亮区细节不好

步骤 1 确认曝光是否合理。

步骤 2 调整 DRC 的曲线，或者调节 DRC 的参数来增强细节。

步骤 3 调整 gamma 曲线，用更多的灰阶表示亮区。此时图像其他亮度的层次会变差。

步骤 4 适当降低 LCE 强度。

----结束

图像对比度差

步骤 1 确认曝光是否合理。

步骤 2 适当降低 DRC 强度，但图像整体会变暗。

步骤 3 选择合适的 gamma 曲线。

步骤 4 使能 Dehaze，并选择合适的强度。

步骤 5 使能 LCE，并选择合适的强度。

----结束

图像噪声大

步骤 1 确认曝光是否合理。

步骤 2 确认 DRC 曲线是否合理。

步骤 3 若图像亮区/暗区噪声水平不一致，则确认 BayerNR 长短帧去噪强度是否匹配；

步骤 4 若图像整体噪声大，可适当降低 sharpen 锐化强度，并增加 BayerNR 和 TNR、YNR 去噪强度。

步骤 5 若图像仅暗区噪声大，需要确认是否 DRC 将暗区提升太多导致，此时需要调整 DRC 参数。另外可适当调整 Shapren 参数降低图像暗区的锐化强度，并适当增加 TNR、YNR 暗区空域去噪强度。

----结束

室内场景出现工频闪烁

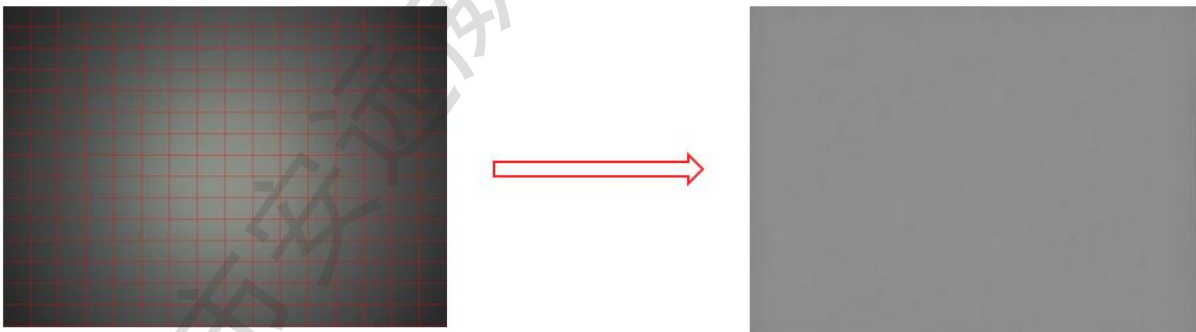
适当降低 AE 目标值，确保合成时尽可能多的采用长帧数据。此时图像偏暗可适当增加 DRC 强度。

4.8 Mesh Lens Shading

4.8.1 功能描述

本模块使用 Mesh Shading 的矫正方式来处理由于镜头光学折射不均匀导致的画面暗角现象。算法法会将整个 Bayer 域画面分割成 $n \times n$ 个子区域，这些子区域是采用均匀分区的方式，也可以手动配置非均匀的分区方式，但是不建议这样做。在数据处理过程中，算法将分别对 RAW 域中的每个通道进行处理。

图4-17 Meshshading 矫正效果示意图



4.8.2 关键参数

表4-9 MeshShading 模块关键参数

参数	描述	取值范围	默认值
bEnable	表示 LSC 使能	[0, 1] 0: 禁止 1: 使能	1

MeshStrength	用来全局纠正 LSC 标定后的强度。当镜头 shading 很严重的时候，画面四个角补偿的增益很大，容易导致噪声很大，而且画面有格子现象。这个调整 u16MeshStrength 小于一倍强度，可以减少 LSC 的补偿值，让四个角的补偿增益较小一些，达到优化噪声和画面格子问题。	[0, 1023]	256
BlendRatio	两张增益表的融合比例，表示为第 0 张表的权重值，256 表示只选择第 0 张表，0 表示只选择第 1 张表。	[0, 256]	256
MeshScale	增益表精度控制参数	[0, 7]	4
astLscGainLut[2]	两组色温下的增益表配置。硬件基于这两组表以及 u16BlendRatio 进行当前色温下校正增益表的计算	[0, 1023]	-

4.8.3 调试步骤

Shading 是与一种镜头有关的缺陷，对于每个镜头都需按照《图像质量调试工具使用指南》LSC 部分所描述的步骤进行数据的采集与标定，将获取的标定结果写入 cmos_ex.h 文件中或直接导入到 PQTOOLS 上。具体每个参数的作用和对图像的影响可参考上表中的描述。

联动方法示例：

1. 采集两组标准光源（如 A、Tl84、D50、D65、D75 等）下的 raw 数据，并进行 shading 的标定，保存标定结果。
2. 获取当前实际色温，确定进行插值的两组标准光源以及第一组光源的权重 BlendRatio。

3. 调用 `xmedia_esp_set_mesh_shading_attr` 接口将 `BlendRatio` 配置给 `BlendRatio`;
调用 `xmedia_esp_set_mesh_shading_attr` 接口将第一组光源对应的标定结果配置给 `astLscGainLut[0]`, 将第二组光源对应的标定结果配置给 `astLscGainLut[1]`。

4.9 Radial Lens Shading



说明

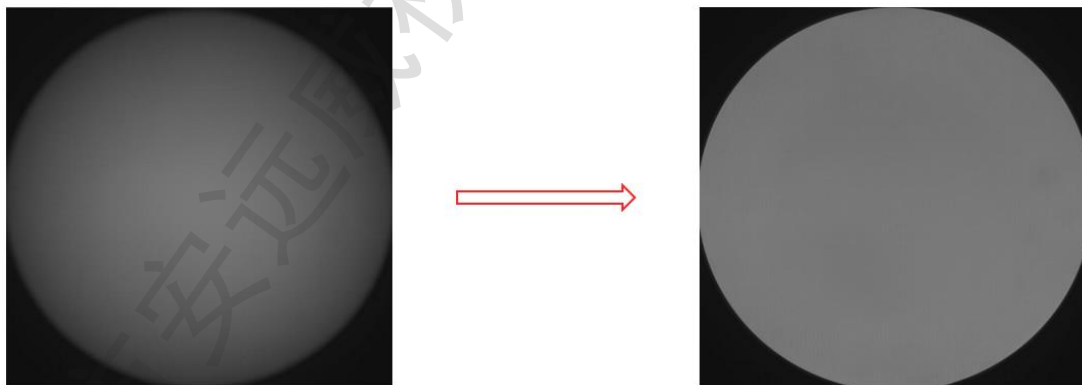
Xm7206v100 不支持此模块

4.9.1 功能描述

Radial Shading Correction 作为 Lens Shading 算法针对鱼眼镜头的补充, 主要用来对鱼眼特殊镜头进行镜头阴影矫正。

由于鱼眼镜头的特殊结构, 成像画面周围存在大面积机械暗角, Mesh Shading Correction 镜头边界处的处理相对比较困难, 而 Radial Lens Shading 在处理原理上采用的是同心圆的方式对镜头阴影进行矫正, 对以中心点为圆心的圆上点增益都是相同的。

图4-18 RadialShading 矫正效果示意图



须知

Radial Lens Shading 算法主要用于鱼眼镜头的矫正, 功能上也支持普通镜头的矫正。另本模块功能与 Mesh Lens Shading 不能同时开启。

4.9.2 关键参数

表4-10 RadialShading 模块关键参数

参数	描述	范围	默认值
Enable	表示 RLSC 使能	[0, 1] 0: 禁止 1: 使能	1
RadialStr	用来全局纠正 RLSC 标定后的强度。 当镜头 shading 很严重的时候, 画面四个角补偿的增益很大, 容易导致噪声很大。这个调整 u16RadialStr 小于 256, 可以减少 LSC 的补偿值, 让周围的增益稍小, 达到优化噪声的问题。	[0, 256]	256
LightMode	枚举变量: OPERATION_MODE_AUTO:表示算法自动进行光源选择和插值。 OPERATION_MODE_MANUAL:表示通过 u16BlendRatio,	枚举: OPERATION_MODE_MANUAL OPERATION_MODE_AUTO	OPERATION_MODE_AUTO
BlendRatio	在选用手动模式时有效, 用来表示光源 1 和光源 2 的线性插值比例	[0, 256]	256
LightType1	表示光源 1 选择标定结果的第几个结果	[0, 2]	0
LightType2	表示光源 2 选择标定结果的第几个结果	[0, 2]	0
Radial_Scale	表示输入 lut 的精度	[0,7]	3
CenterRX CenterGrX CenterGbX CenterBX	图像各颜色通道的光学中心点横坐标	[0, Width]	Width/2
CenterRY CenterGrY	图像各颜色通道的光学中心点纵坐标	[0, Height]	Height/2

CenterGbY CenterBY			
OffCenterR OffCenterGr OffCenterGb OffCenterB	各颜色通道与校正范围半径相关的量	[0, 65535]	--
RLscGainLut[3]	用来储存 3 组光源的标定结果（可以被工具修改）	--	--

4.9.3 调试步骤

Shading 是与一种镜头有关的缺陷，对于每个镜头都需按照《图像质量调试工具使用指南》RLSC 部所描述的步骤进行数据的采集与标定，将获取的标定结果写入对应 sensor 的 `cmos_ex.h` 文件中或直接导入到 PQTOOLS 上。具体每个参数的作用和对图像的影响可参考上表中的描述。

4.10 Gamma

4.10.1 功能描述

Gamma 模块对图像进行亮度空间非线性转换以适配输出设备。Gamma 模块校正 R、G、B 时调用同一组 Gamma 表，Gamma 表各节点之间的间距相同，节点之间的图像像素值使用线性插值生成。

4.10.2 关键参数

表4-11 Gamma 模块关键参数

成员名称	描述
Enable	Gamma 校正功能使能。 FALSE：关闭； TRUE：使能。 默认值为 TRUE。
CurveType	Gamma 曲线选择。

成员名称	描述
	默认值为 ISP_GAMMA_CURVE_DEFAULT。 SDR 模式为 ISP_GAMMA_CURVE_SRGB WDR 模式为 ISP_GAMMA_CURVE_WDR, 用户自定义模式为 ISP_GAMMA_CURVE_USER_DEFINE
ISOnum	曝光 iso 挡位数目
ISOlevel	曝光挡位阈值
u16Table[GAMMA_NODE_NUM]	Gamma 表。 取值范围：[0, 0xFFfF]

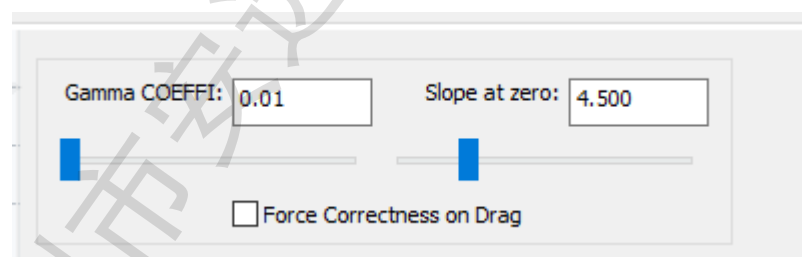
4.10.3 调试步骤

用户自定义 Gamma 曲线时，必须确保 Gamma 表配置正确。

不同场景下 Gamma 曲线配置不同，按关注点进行相应的曲线调整。

如果使用用户自定义 Gamma 曲线时，也可以通过 PQ 工具上，Curve 区域的相关参数进行配置并生成 Gamma 曲线。

图4-19 Gamma 参数配置选项 Curve 区域



Curve 区域由两个参数组成，Gamma COEFFI 和 Slope at zero。其中 Gamma COEFFI 用来控制 Gamma 生成的形状，Slope at zero 用来控制 Gamma 曲线的零点斜率大小。

4.11 White Balance

4.11.1 功能描述

同一物体在不同光源照射下呈现的颜色是不同的，受光源色温的影响。低色温光源下，白色物体偏红，高色温光源下，白色物体偏蓝。人眼可根据大脑的记忆判断，识别物体的真实颜色。AWB（Auto White Balance）算法的功能是降低外界光源对物体真实颜色的影响，使得我们采集的颜色信息转变为在理想日光光源下的无偏色信息。

AWB 算法的基本原理是，根据场景内灰色物体的颜色信息，计算 R, G, B 颜色通道的增益，乘以增益后，RGB 三个通道达到平衡。

AWB 的增益是全局的，因此，在混合光源下，不能达到所有灰色区域的 RGB 三通道平衡。

4.11.2 关键参数

表4-12 AWB 标定参数

参数	状态	描述
u16RefCT	RW	静态白平衡系数标定的环境色温，单位 Kelvin。推荐在 Macbeth D50 标准光源环境或室外晴天环境捕获 24 色卡 Raw 数据进行标定。 取值范围：[0-0xFFFF]。
au16StaticWB[4]	RW	静态白平衡系数，由 AWB 标定工具给出。 取值范围：[0-0xFFF]。
as32CurvePara[0-2]	RW	普朗克曲线系数，由 AWB 标定工具给出。普朗克曲线描绘白色块在不同色温的标准光源下的颜色表现。
as32CurvePara[3-5]	RW	色温曲线系数，由 AWB 标定工具给出。色温曲线描绘白色块的颜色表现与色温的对应关系。

表4-13 AWB 模块参数

参数	状态	描述
enAlgType	RW	白平衡的算法类型属性, 0 为 AWB_NORMAL_ALG_LOWCOST, 1 为 AWB_NORMAL_AIG_ADVANCE
u8RGStrength u8BGStrength	RW	AWB 校正强度, 推荐 u8RGStrength=u8BGStrength, 且设置值<=0x80。 u8RGStrength=0x80 时, 白色恢复为白色; u8RGStrength>0x80 时, 白色与光源反向, 低色温偏蓝, 高色温偏红; u8RGStrength<0x80 时, 白色与光源同向, 低色温偏红, 高色温偏蓝。
u16Speed	RW	AWB 收敛速度, 值越大, AWB 收敛越快。 取值范围: [0x0, 0xFFFF]。
u16HighColorTemp	RW	AWB 支持的色温上限, 推荐取值在[10000, 15000]。 色温上限越大, 蓝色物体对 AWB 的干扰越大。
u16LowColorTemp	RW	AWB 支持的色温下限, 推荐取值在[1500, 2500]。 色温下限越小, 橙色、红色物体对 AWB 的干扰越大。
stCTLimit	RW	检测色温超出色温范围时, AWB 算法的动作。检测色温在色温范围内时, 该模块不生效。 支持 Manual 和 Auto 两种方式, Manual 模式下, 由用户定义色温超限时 AWB 的增益; Auto 模式下, 根据 AWB 标定参数, 确定色温超限时 AWB 的增益。
u8ShiftLimit	RW	以普朗克曲线为中心点, u8ShiftLimit 为半径确定 AWB 支持的光源范围。取值越大, 对特殊光源的支持越广, 影响特定场景下 AWB 精度。推荐取值 0x30-0x50。
bGainNormEn	RW	AWB 最终增益是否做归一化, 使能后, 可提高低照、低色温下的信噪比。
stCbCrTrack	RW	不同 ISO 下白点条件, CrMax, CrMin, CbMax,

参数	状态	描述
		CbMin 等四组查找表。 推荐用户针对 sensor 调整以上参数，可优化低照度效果。
LumaHist.Enable	RW	亮度是否影响分块的权重
LumaHist.OpType	RW	自动模式下，AWB 算法对分块统计结果做亮度直方图统计，自动分配亮度权重。 手动模式下，用户设置亮度质量图的门限和权重。
LumaHist.HistThresh	RW	手动模式下用户设置亮度直方图的门限
LumaHist.HistWt	RW	手动模式下用户设置亮度直方图的权重
AWBZoneWtEn	RW	自动白平衡权重使能开关
ZoneWt	RW	自动白平衡分块位置权重

表4-14 AWB Ext 扩展参数

参数	状态	描述
u8Tolerance	RW	帧间相关的容忍度。设置为 0 时，AWB 每 2 帧刷新一次增益系数；设置为非 0 值时，AWB 判断场景是否有变化，仅在变化时刷新增益系数。
u8ZoneRadius	RW	分块统计信息分类的半径。不同亮度灰色块感光一致性较差时，可适当放大该参数。WDR 模式下，可适当放大该参数。
stLightInfo	RW	支持特殊光源点。
stInOrOut	RW	室内外检测参数。推荐客户根据 sensor 感光调整 u32OutThresh 参数。感光较弱的 sensor，可适当放大该参数。

4.11.3 调试步骤

准确的标定系数，是 AWB 正常工作的前提。确认镜头、滤光片等器件正常后，按照《图像质量调试工具使用指南》完成 AWB 标定工作。

标定完成后，测试标准光源下 AWB 精度，评估客观指标。出现偏色后，需要检查以下参数配置是否合理。

- 步骤 1 检测色温是否在[u16LowColorTemp、u16HighColorTemp]范围内，如果不在，调整色温上下限。
- 步骤 2 室内外检测是否正确，如果检测错误，调整 u32OutThresh 参数。
- 步骤 3 打开 PQ Tools 的 AWB 分析界面，观察白色点是否在当前参数划定的白色区域内，如果不在，调整参数，扩大白色区域，将其概括进来。对特殊的光源，可通过添加独立光源点的方式支持。
- 步骤 4 场景内是否有敏感色(肤色、暗绿色、浅黄色、浅蓝色等)干扰了 AWB 表现。
- 步骤 5 低照度下出现了偏色，需要调整 stCbCrTrack 的 CrMax, CrMin, CbMax, CbMin 等四组查找表。

----结束

4.12 CCM

4.12.1 功能描述

Sensor RGB 三分量对光谱的响应，与人眼对光谱的响应通常是有偏差的，可通过一个色彩校正矩阵校正光谱响应的交叉效应和响应强度，使前端捕获的图片与人眼视觉在色彩上保持一致。

CCM 标定工具支持对 24 色卡进行 3x3 Color Correction Matrix 的预校正。

4.12.2 关键参数

表4-15 CCM 模块关键参数

参数	状态	描述
blISOActEn	RW	是否使能低照度下 CCM Bypass 功能。

参数	状态	描述
bTempActEn	RW	是否使能高、低色温下 CCM Bypass 功能。
u16ColorTemp	RW	当前配置的 CCM 对应的色温。 取值范围：[500, 30000]。
au16CCM [CCM_MATRIX_SIZE]	RW	不同色温下的颜色校正矩阵，8bit 小数精度。bit 15 是符号位，0 表示正数，1 表示负数，例如 0x8010 表示-16。 取值范围：[0x0,0xFFFF]。
u16CCMTabNum	RW	当前配置的 CCM 的组数。 取值范围：[3,7]。
astCCMTab[CCM_MATRIX_NUM]	RW	不同色温下的颜色校正矩阵和对应的色温值。
bSatEn	RW	手动 CCM 模式下，饱和度是否生效。
au16CCM[9]	RW	手动颜色校正矩阵，8bit 小数精度。bit 15 是符号位，0 表示正数，1 表示负数，例如 0x8010 表示-16。 取值范围：[0x0,0xFFFF]。
au8Sat	RW	自动饱和度值。

4.12.3 调试步骤

按照《图像质量调试工具使用指南》完成 CCM 标定工作。

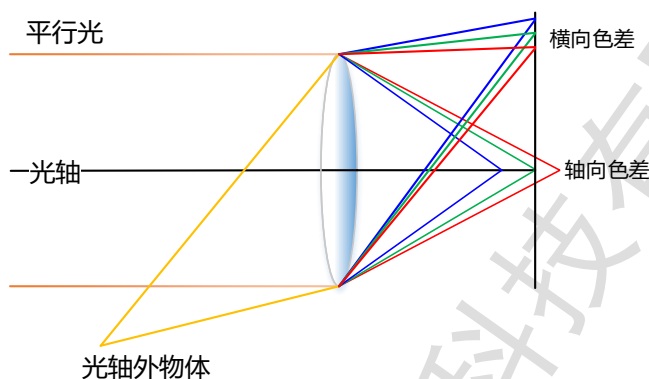
在标准 D50 光源下，调整光源亮度，确定 au8Sa 自动饱和度联动数组取值。

4.13 GCAC

4.13.1 功能概述

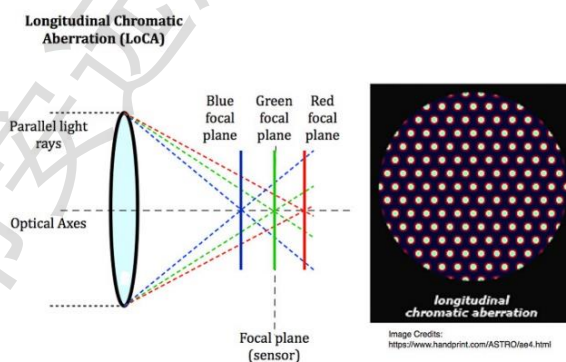
色差(Chromatic Aberration)是指光学上透镜无法将各种波长的光聚焦在同一点上的现象，是一种与镜头有关的缺陷，它产生的主要原因是不同波长的光具有不同的折射率(色散现象)。

图4-20 色差图解

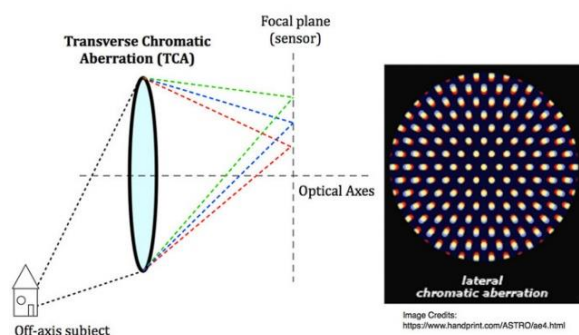


如图 4-20 所示，色差可以分为两类：

- 轴向色差 (Axial Chromatic Aberration)



- 不同波长的光经由光学系统之后聚焦在不同的焦平面上，大口径镜头容易产生这种色差，缩小光圈可以减弱轴向色差
- 人眼对于 G 通道更敏感，一般 G 通道可以正确对焦，从而引起 R、B 的模糊，造成高光区与低光区交界处出现明显的紫边表现
- 横向色差(Lateral Chromatic Aberration)



- 透镜的放大倍数也与折射率有关，它使得不同波长光线的像高不同，即不同波长的光会聚焦在焦平面上不同的位置，会造成 R、G、B 3 通道具有不同的影像高度，在影像上产生色的错位，横向色差严重时，会使得物体的像带有彩色的边缘
- 越偏离图像中心，横向色差越明显，一般横向色差表现为物体相对两侧边缘出现不同的颜色，但具体表现为什么颜色与镜头组密切相关，不同的镜头组会表现出不同种类的颜色边缘
- 具有全局特性，在校正时采用 Global CAC，而不同镜头的校正参数由标定得到

Global CAC 主要用来消除图像中出现的紫边问题。Global CAC 主要基于离线标定好的参数进行横向色差的校正，主要原理是对 R、B 通道进行缩放，使得 R、G 和 B 这 3 种通道成像高度一致，从而减弱横向色差的表现。R、B 通道的缩放方向与镜头组的特性有关，通常由标定来获取。

针对纵向色差，GCAC 没办法消除，可以通过 CNR 中去紫边进行消除。

4.13.2 关键参数

表4-16 GCAC 模块关键参数

参数	描述	取值范围	默认值
bEnable	紫边校正使能	[0, 1] 0: 禁止 1: 使能	1
u16VerCoordinate	光学中心垂直坐标	[0, Height-	Height/2-1

参数	描述	取值范围	默认值
		1]	
u16HorCoordinate	光学中心水平坐标	[0, Width-1]	Width/2-1
s16ParamRedA	R 通道对应的半径多项式的系数 a	[-256, 256]	34
s16ParamRedB	R 通道对应的半径多项式的系数 b	[-256, 256]	-28
s16ParamRedC	R 通道对应的半径多项式的系数 c	[-256, 256]	34
s16ParamBlueA	B 通道对应的半径多项式的系数 a	[-256, 256]	47
s16ParamBlueB	B 通道对应的半径多项式的系数 b	[-256, 256]	-24
s16ParamBlueC	B 通道对应的半径多项式的系数 c	[-256, 256]	39
u8VerNormShift	垂直方向的归一化移位参数	[0, 10]	0
u8VerNormFactor	垂直方向的归一化系数	[0, 255]	64
u8HorNormShift	水平方向的归一化移位参数	[0, 10]	0
u8HorNormFactor	水平方向的归一化参数	[0, 255]	64

4.13.3 调试步骤

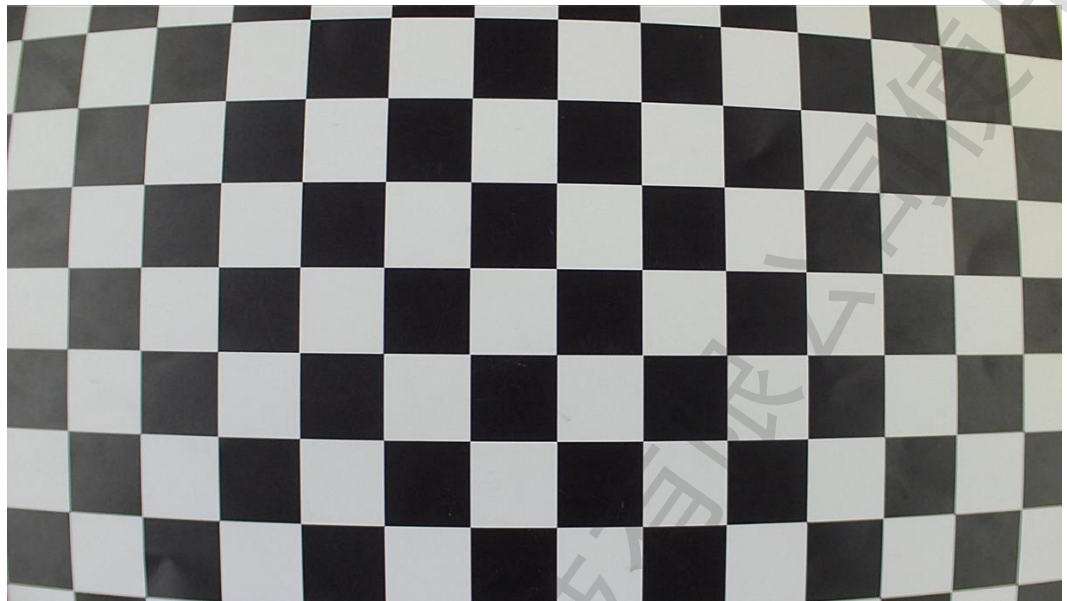
通常采用 chessboard 来进行标定过程，当拍摄 chessboard 时需要注意：

步骤 1 拍摄光源为 D65

步骤 2 10 张镜头平面与 chessboard 不同角度的图片 (jpg)

步骤 3 正确对焦

图4-21 采集标定数据示例



步骤 4 基于 Global CAC 标定工具界面中的默认预设值（默认值一般不用修改）对上述采集的序列进行标定，并将标定结果导入到板端。

----结束

4.14 LCAC

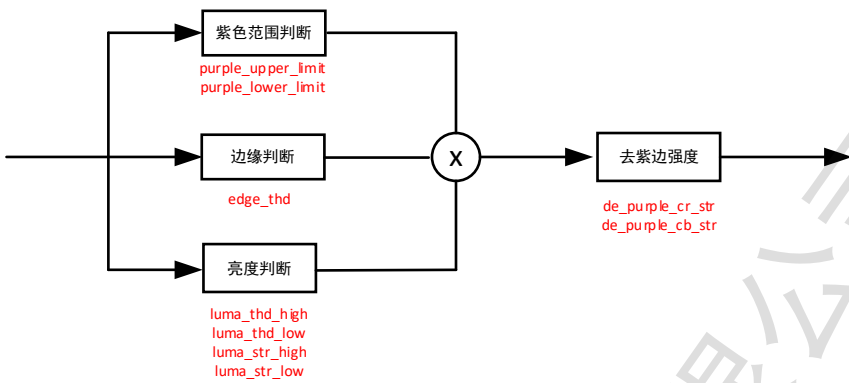
 说明

仅 7206v100 包含 LCAC。

4.14.1 功能描述

Lcac 为基于局部信息去紫边的模块。该算法主要是通过检测紫色区域，边缘，以及高亮区域进行紫边的检测，然后通过降饱和度操作实现紫边的去除。

图4-22 LCAC 算法流程及各关键参数示意图



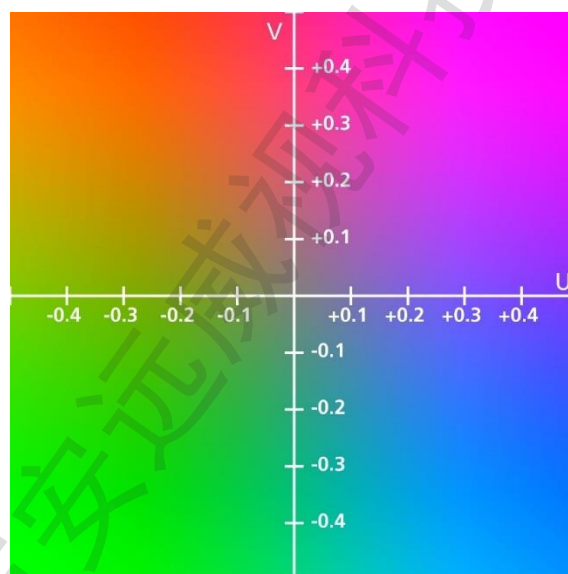
4.14.2 关键参数

表4-17 LCAC 模块关键参数

参数	状态	描述
bEnable	RW	功能使能。
op_type	RW	工作模式。 0：自动模式 1：手动模式；
op_type	RW	工作模式。 0：自动模式 1：手动模式；
purple_upper_limit	RW	去紫边颜色上限，值越大，越偏红的边缘会被降低饱和度。
purple_upper_limit	RW	去紫边颜色下限，值越小，越偏蓝绿的边缘会被降低饱和度。
edge_thd	RW	边缘判定阈值，值越大，越强的边缘会被判定为紫边；值越小，较弱的边缘也会被判定为紫边。
de_purple_cr_str	RW	cr 通道去紫边强度，值越大，去紫边强度越强。
de_purple_cb_str	RW	cb 通道去紫边强度，值越大，去紫边强

参数	状态	描述
		度越强。
luma_thd_high	RW	亮区判定阈值，检测高亮区域紫边时，若需增强效果，可适当降低该值。
luma_thd_low	RW	暗区判定阈值，效果需增强时，可适当降低该值。
luma_str_high	RW	亮区去紫边强度，值越大，去紫边强度越大。
luma_str_low	RW	暗区去紫边强度，一般设为 0（暗区通常无需处理）。

4.14.3 调试步骤



步骤 1 根据实际紫边色彩表现，设定 purple_upper_limit 和 purple_lower_limit。

步骤 2 使用默认参数初步处理，观察边缘效果。

步骤 3 需与 CNR（色度降噪）模块中的去紫边功能配合调整。

----结束

4.15 LCE

4.15.1 功能描述

相对于绝对亮度，人眼对对比度更加敏感，而图像经过捕获、处理然后显示的过程中，容易造成图像对比度不足，并且可能丢失暗区或者亮区的细节。LCE 算法通过直方图和累积分布函数得到映射 curve，经过映射后得到增强后的 Ice 图，得到最终的输出。

- 可通过对比度强度参数调节来调节画面对比度；
- 设置对比度喜好模式：对比度较高，对比度居中，对比度较低(整体画面较均衡)；
- 可对光晕有一定的抑制作用；
- 可调整参数来抑制暗部噪声；
- 增加原图和 LCE 图的高斯融合来综合原图和 LCE 图的优点，既可增加明暗对比度，亮度适中区域也比较自然。

4.15.2 关键参数

表4-18 LCE 模块关键参数

参数	状态	描述
bEnable	RW	功能使能。 0：关闭； 1：使能。 线性模式下默认为 1，WDR 模式下默认为 0。
op_type	RW	工作模式。 0：自动模式 1：手动模式；
input_di_mode_en	RW	开启输入图像低 2bit 数据随机处理。
output_di_mode_en	RW	开启输出图像低 2bit 数据随机处理。
contrast_strength	RW	对比度强度。
contrast_blc_slope	RW	直方图暗处权重斜率控制，第一个值控

参数	状态	描述
		制暗处亮度，第二个值只在测试灰阶卡时候有效果。
contrast_wht_slope	RW	直方图亮处权重斜率控制，第一个值控制亮处亮度，第二个值只在测试灰阶卡时候有效果。
blending_fmax	RW	原图与 Ice 融合曲线的峰值，值越大，原图占比越大。
blending_sigma_division	RW	原图与 Ice 高斯融合曲线方差，值越小，曲线平缓，原图占比越大。
blending_mean	RW	原图与 Ice 曲线融合的中间值。
blending_blcctrl_strength	RW	融合曲线暗处权重抑制亮度强度。
blending_blcctrl_value	RW	暗处噪声抑制亮度范围，对 blending_blcctrl_strength，暗处亮度抑制强度补充。 值越大，抑制越强
blending_whtctrl_strength	RW	融合曲线亮处处权重抑制亮度强度。
blending_whtctrl_value	RW	亮处噪声抑制亮度范围值，对 blending_whtctrl_strength，亮处亮度抑制强度补充，值越小抑制越强。
Black_luam_expand	RW	极暗区微调，0-1023 为亮度，0-511 为强度，256 为基础倍数，小于 256 为压低暗部，大于 256 为抬亮暗部(仅 7606 包含)。
White_luam_expand	RW	极亮区微调，0-1023 为亮度，0-511 为强度，256 为基础倍数，小于 256 为压低亮部，大于 256 为抬亮亮部(仅 7606 包含)。
Flat_denoise_thd	RW	平坦区对比度强度抑制的阈值，值越大，越容易让更多区域进入平坦区，从

参数	状态	描述
		而降低对比度。
Flat_denoise_str	RW	平坦区对比度强度抑制的强度，值越大，当前平坦区域对比度抑制越强，平坦区噪声不会经过 LCE 后放大很重。
flat_filter_strength	RW	时域滤波系数强度。
halo_str	RW	光晕减弱，对大灯效果明显。
tpr_incr_coef	RW	由暗变亮时候时域滤波系数。
tpr_decr_coef	RW	由亮变暗时候时域滤波系数。

4.15.3 调试步骤

LCE 算法通过直方图和累积分布函数得到映射 curve，经过映射后得到增强后的 lce 图，通过调节原图和 lce 图融合。

- 步骤 1 调试 contrast_strength、contrast_blc_slope 和 contrast_wht_slope，确定整体的对比度效果风格。
- 步骤 2 调节融合曲线的中值 blending_mean、峰值 blending_fmax 和方差值 blending_sigma_division，控制不同区域原图和 LCE 图的融合比例，确认不通区域的对比度强度。
- 步骤 3 针对暗处和亮处可特调 blending_whtctrl_strength，blending_blcctrl_strength 参数，调节暗处亮处的亮度问题。

----结束

4.15.4 注意事项及相关问题

由于 LCE 为时域相关局部对比度增强算法，因此其效果高度依赖前一帧统计信息，当在开启 LCE 前面其他对亮度影响较大算法时可能导致 LCE 统计信息出现较大差异，导致 LCE 出现一帧闪烁。

LCE 在强度过大时可能导致低频噪声被增强，推荐在噪声过大时适当降低 LCE 强度；

LCE 仅增强局部对比度，不会增强锐度。当过暗区域增强较大时，可能出现暗区清晰度相对亮度清晰度偏低的现象，需要适当通过 sharpen 配合调试增加锐度。

4.16 CA

4.16.1 功能描述

CA 模块的主要作用是在 YUV 域补偿图像亮度调整带来的色彩损失。

4.16.2 关键参数

表4-19 CA 模块关键参数

参数	状态	描述
bEnable	RW	功能使能。 0：关闭； 1：使能。 线性模式下默认为 1，WDR 模式下默认为 0。
op_type	RW	工作模式。 0：自动模式 1：手动模式；
ISONum	RW	ISO 自适应数目。
ISOLevel	RW	ISO 自适应数目对应 Level。
SatStr	RW	整体饱和度强度。
SatByY	RW	根据图像亮度调整图像色彩饱和度。
SatByC	RW	根据图像饱和度调整图像色彩饱和度(仅 7206 包含)。

4.16.3 调试步骤

- 步骤 1 先将 SatByY 设置为 128，确认整体饱和度强度是否适中，调整 SatStr 至合适值；
- 步骤 2 如图像亮区和暗区需要针对性调整饱和度，则再微调 SatByY 曲线至合适值，通常暗区压低饱和度，中亮区提高保持基本饱和度或者提高。

----结束

4.17 Dehaze

4.17.1 功能描述

去雾算法主要用在有雾场景中做去雾处理，调整图像的对比度，使有雾的图像更加清晰可见。去雾算法根据图像的统计值，估计出雾的浓度，自适应调整去雾的强度。

去雾模块主要包含以下两种子功能：

- 暗处区域亮度补偿。
- 亮处区域色度补偿。

4.17.2 关键参数

表4-20 Dehaze 模块关键参数

参数	状态	描述
bEnable	RW	DEHAZE 功能使能。 0：关闭； 1：使能。 DEFOG 默认关闭
enOpType	RW	DEHAZE 工作类型。 OP_TYPE_AUTO：自动模式； OP_TYPE_MANUAL：手动模式。 默认值为 OP_TYPE_AUTO。
Strength	RW	DEHAZE 的强度,值越大，去雾强度越大。
BmapCurve	RW	控制暗处区域亮度补偿曲线。
DmapCurve	RW	控制亮处色度补偿器曲线。

4.17.3 调试步骤

用户可以配置 Strength 值，注意用户配置的强度值为去雾强度的权重系数，最终生效的强度值为去雾算法自动计算出的强度值乘以权重系数。

步骤 1 调试整体强度在合适范围内，去雾总体强度 strength 为默认 128，Bmap 曲线整体为 256，Dmap 曲线整体为 256。

步骤 2 如不同亮度区域图像对比度不足，可调试各 ISO 下的 Dmap 曲线，分区域调整图像中各亮度下的去雾强度，增强对比度至合适大小。调试亮处和暗处两条曲线，平衡不同亮度区域的颜色和亮度效果。

步骤 3 如图像中各亮度区域的亮度不足，可微调 Bmap 曲线将图像的亮度调整至需要的效果。

----结束

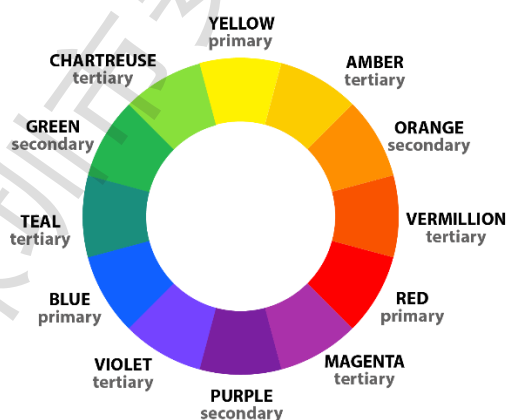
4.18 Color Sector

📖 说明

xm7606 不包含此模块。

4.18.1 功能描述

Color sector 为颜色分区调节功能，可调 6 种颜色的色调饱和度，红，肤，黄，绿，蓝，紫。6 个颜色本身的角度分布如图所示，Color sector 可顺时针或逆时针调节当前颜色的角度到用户想要的颜色；例如红往紫调节，或者往肤色调节等，也可以调节当前颜色的饱和度，如红色调淡或者调浓，具体调试参数见下表。



4.18.2 关键参数

表4-21 Color sector 模块关键参数

参数	状态	描述
bEnable	RW	算法模块使能。
OpType	RW	手动自动模式选择。
IsoNum	RW	自适应 ISO 数目。
IsoLevel	RW	自适应 ISO 档位设定。
HueShift[6]	RW	手动色调角度调整，20 为不调整；大于 20 为顺时针偏移；小于 20 为逆时针偏移。
SatShift[6]	RW	饱和度调整，20 为不调整；大于 20 增大饱和度；小于 20 减小饱和度。
CtNum	RW	自动颜色分区数量,可以根据色温分区调节各色温下的颜色色调和饱和度。
CtLevel[7]	RW	色温区间,可配置 7 个色温区间。

4.19 CLUT

 说明

xm7606 不包含此模块。

4.19.1 功能描述

CLUT 是利用线性 RGB 空间 17x17x17 分格的 CLUT 实现复杂的颜色调整操作，比如，饱和度，色调的调整。可以对阴影，中间亮度，高亮区域分别调整。

4.19.2 关键参数

表4-22 CLUT 模块关键参数

参数	状态	描述
bEnable	RW	CLUT 使能，取值范围[0,1]。
OpType	RW	手动自动模式选择。
CtNum	RW	自适应色温数目。
CtLevel	RW	自适应色温档位设定。
lut[ISP_CLUT_LUT_LENGTH]	RW	查找表，取值范围[0, 1073741823]。

4.19.3 调试步骤

ISP 系统的颜色调优请参考《ISP 颜色调优说明》。

4.20 Antifalsecolor

4.20.1 功能描述

Antifalsecolor 为去除图像伪彩功能的算法模块。

4.20.2 关键参数

表4-23 Antifalsecolor 模块关键参数

参数	状态	描述
bEnable	RW	算法模块使能。
OpType	RW	手动自动模式选择。
IsoNum	RW	自适应 ISO 数目。
IsoLevel	RW	自适应 ISO 档位设定。
edge_thd	RW	伪彩边缘检测阈值，值越小，伪彩区域越多。

参数	状态	描述
edge_gain	RW	伪彩边缘增益，值越小，去伪彩强度越大(仅 7206 包含)。
fcr_str	RW	去伪彩强度，值越大，去伪彩强度越大。
sat_low	RW	低饱和度阈值，饱和度小于该阈值的去伪彩强度较大；值越大，去伪彩区域越大(仅 7206 包含)。
sat_high	RW	高饱和度阈值，饱和度高于该阈值的不会做去伪彩操作(仅 7206 包含)。

4.20.3 调试步骤

若图像中伪彩明显则需要将去伪彩开关打开，调试 fcr 的强度。

4.21 STNR

4.21.1 功能描述

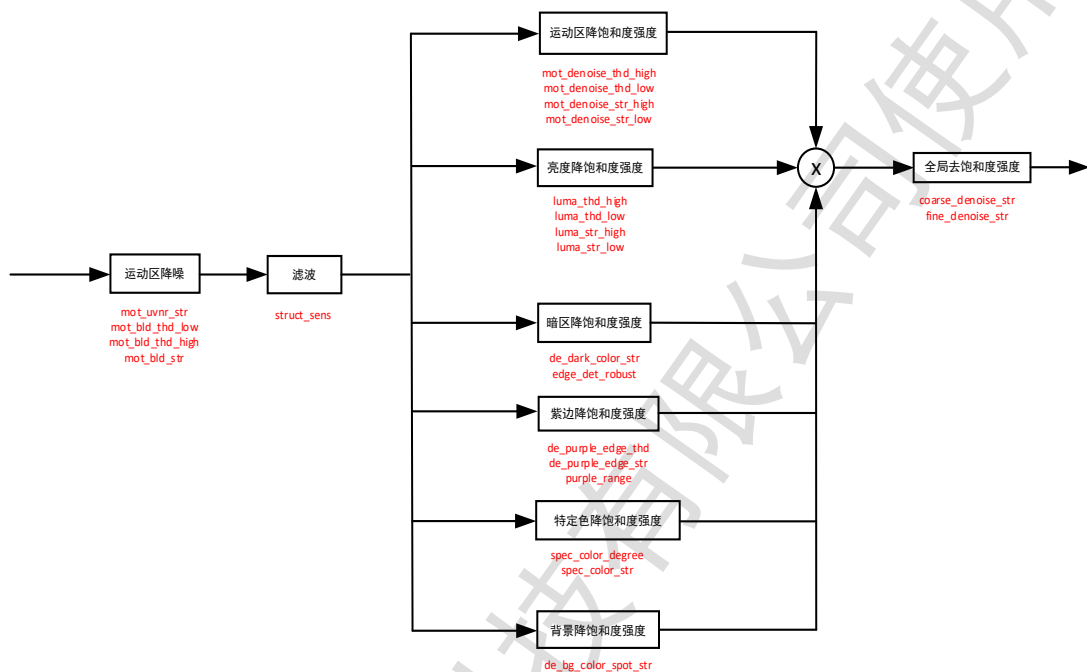
STNR 模块包含 YNR，TNR 和 CNR 三个 YUV 域的主要算法模块。

4.21.2 CNR

4.21.2.1 功能描述

CNR 包括了运动和静止区域色噪声、紫边、溢色颜色相关模块的问题处理模块。

图4-23 CNR 算法流程及各关键参数示意图



4.21.2.2 关键参数

表4-24 CNR 模块关键参数

参数	状态	描述
struct_sens	RW	滤波结构性敏感指数，值越大，滤波越保边，降噪强度越弱。
de_purple_edge_thd	RW	去紫边阈值，值越小，越容易被检测成紫边，但容易丢失饱和度。
de_purple_edge_str	RW	去紫边强度，值越大，去紫边强度越大。
purple_range	RW	去紫边的颜色范围，值越大，越多紫红以及偏蓝的边会被去除，值越小，非常接近紫色的边才会被去除。
de_dark_color_strength	RW	去暗部色噪强度，值越大，暗区色噪降得越强。
de_bg_color_spot_strength	RW	去背景色斑强度，值越大，背景色噪降的越强。

参数	状态	描述
coarse_denoise_str	RW	粗调控制全局色域去噪强度，值越大，去噪强度越强，但值越大容易出现丢失饱和度。
fine_denoise_str	RW	细调控制全局色域去噪强度，值越大，去噪强度越强，但值越大容易出现丢失饱和度。
mot_denoise_thd_high	RW	运动区域降色噪高阈值。
mot_denoise_thd_low	RW	运动区域降色噪低阈值。
mot_denoise_str_high	RW	运动区域降色噪强度，值越大，对应降噪强度越大。
mot_denoise_str_low	RW	静止区域降色噪强度，值越大，对应降噪强度越大。
mot_uvnr_str	RW	运动区域强降色噪强度，值越大，运动区域降噪强度越大。
mot_bld_thd_low	RW	运动区判定阈值，值越大，越多区域被划分为运动区域，运动区域的降噪强度较大。
mot_bld_thd_high	RW	静止区判定阈值，值越大，越少区域被划分为静止区域，静止区域的降噪强度由 mot_bld_str 决定。
mot_bld_str	RW	静止区域强色噪融合强度，值越小，降噪强度越强，值越大，降噪强度越低。
spec_color_degree	RW	要特殊去除的特定色角度，第 0 个值生效，需要特殊去除的颜色角度，色环的角度需要从 0~360 度映射到 0~255 度。
spec_color_str	RW	去特定色强度，第 0 个值生效，特数去除的颜色的去除强度，值越大，强度越大。
luma_thd_high	RW	亮度控制降色噪高阈值。

参数	状态	描述
luma_thd_low	RW	亮度控制降色噪低阈值。
luma_str_high	RW	亮度控制降色噪亮区强度，值越大，亮区降色噪越强。
luma_str_low	RW	亮度控制降色噪暗区强度，值越大，暗区降色噪越强。

4.21.2.3 调试步骤

- 步骤 1 首先调试 struct_sens、de_bg_color_spot_strength、coarse_denoise_str 和 fine_denoise_str 来调试整体去噪强度。coarse_denoise_str 和 fine_denoise_str 是 CNR 空域总强度，建议 fine_denoise_str 等于 coarse_denoise_str 的 2 倍。当时域降噪打开时，可以优先关注静止区域表现，强度过强可能会导致边缘溢色，尤其 coarse_denoise_str 过强时容易出现饱和度丢失的问题。
- 步骤 2 对于运动区域，调试 mot_uvr_str 和 Mot_BldStr，mot_bld_thd_low, mot_bld_thd_high 等参数来改善色噪表现。mot_uvr_str 为运动区域总强度，值越大效果越强。mot_bld_thd_low, mot_bld_thd_high 将运动的作用区域划分出来，Mot_BldStr 越小，则 mot_uvr_str 作用的权重越大，静止区域总强度越小；Mot_BldStr 越大，则 mot_uvr_str 作用的权重越小，静止区域总强度越大。
- 步骤 3 整体空域降噪大致合适后，如果想要辅助区别调整强运动，弱运动和静止区域降噪，则可以调试 MotDenoiseThd 和 MotDenoiseStr 的阈值和强度值。
- 步骤 4 在静止和运动区域表现调整合适后，就可以调试紫边和暗区的降噪等辅助参数，具体为 de_purple_edge_xxx, purple_range 以及 de_dark_color_strength, 在调试这些参数时，可能还会需要再同步微调步骤 1 中涉及参数，从而达到更好效果。Cnr 中的去紫边参数需要结合 CAC 中去紫边一起调节，一般强度不需要过大。
- 步骤 5 若是额外需要对某种颜色进行噪声去除，可以在色环中得到该颜色的角度值，再映射至 0~255，调试 cnr_spec_color_degree 和 cnr_spec_color_str 参数。

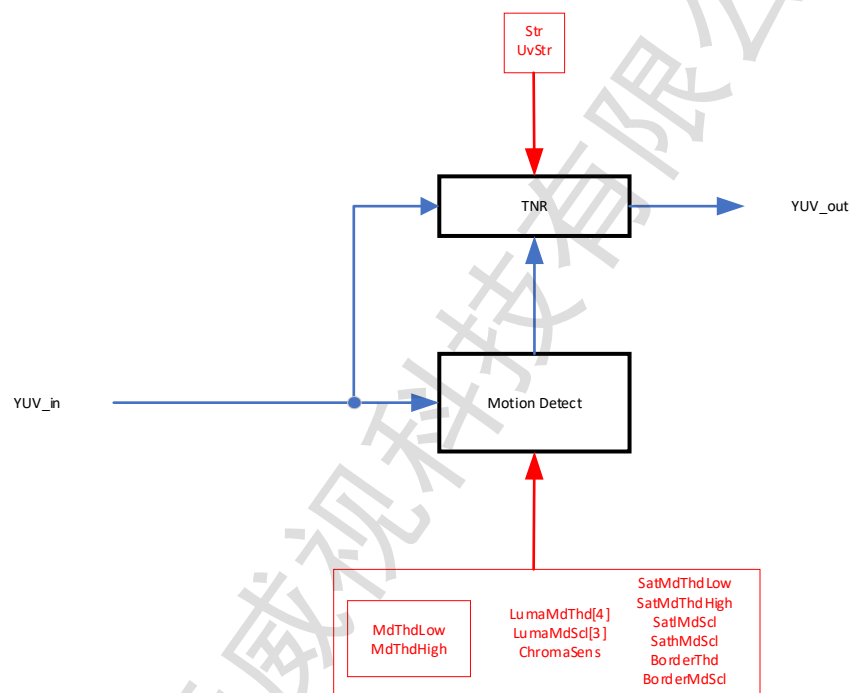
----结束

4.21.3 TNR

4.21.3.1 功能描述

TNR 是在时间域的去噪模块，主要是处理背景雨点噪声、运动噪声、运动物体拖尾渗透等问题。

图4-24 TNR 算法流程及各关键参数示意图



4.21.3.2 关键参数

表4-25 TNR 模块关键参数

参数	状态	描述
bEnable	RW	使能控制开关。
StnrMode	RW	模式选择。 0: YSH->YNR->TNR (B3D 使能时。必须为 0) 。 1: TNR ->YSH->YNR (仅 B3Doff 运行，暗处对比度较 2 稍强) 。 2: YSH-> TNR ->YNR (仅 B3Doff 运行，暗处亮度较 1 稍亮，存在可偏红

参数	状态	描述
		现象) (仅 7206 包含)。
chroma_sens	RW	运动区域判断的色度加权, 值越小去噪越强。
ghost_coring_uv	RW	融合上限 UV 通道 Coring 值。
ghost_coring	RW	融合上限 Y 通道的 Coring 值, 值越大, 去噪越强。
md_win_size	RW	运动检测窗口, 值越大, 降噪越强。
bgm_str	RW	小图时域降噪强度, 值越大, 小图时域降噪强度越强。
str	RW	Y 通道时域降噪强度, 值越大, Y 通道时域降噪强度越强。
uv_str	RW	UV 通道时域降噪强度, 值越大, UV 通道时域降噪强度越强。
md_thd_low	RW	运动检测低阈值, 值越大, 去噪越强。
md_thd_high	RW	运动检测高阈值, 值越大, 去噪越强。
luma_md_thd[4]	RW	根据亮度调整运动检测结果的阈值。
luma_md_scl[3]	RW	各亮度区间内图像去噪强度, 值越小, 去噪越强。
sat_md_thd_low	RW	图像饱和度低阈值。
sat_md_thd_high	RW	图像饱和度高阈值。
satl_md_scl	RW	低饱和度图像时域强度, 值越小, 去噪越强。
sath_md_scl	RW	高饱和度图像时域强度。

4.21.3.3 调试步骤

- 步骤 1 设定时域强度值 bgm_str, str, uv_str 为默认参数值, mdwinsize 分别为 3,5,7,9 iso 越大设置越大。Mdwinsize 越大去噪越强, 渗透效果也会改善。
- 步骤 2 在步骤 1 的基础上, 调整 md_thd_low 和 md_thd_high 控制图像的雨点噪声至刚刚消失即可, 建议 md_thd_high-md_thd_low=16 或 32。
- 步骤 3 如果 md 调试较大仍然不能控制雨点噪声, 可以降低 chroma_sen, 反之噪声会变大。
- 步骤 4 在整体噪声已经基本稳定的情况下, 可以辅助调试基于图像亮度和饱和度的差异做喜好性调试, luma_md_scl 和 sat_md_scl 默认值为 256; 例如可以优化低亮区域的时域去噪效果, 高饱和度区域的时域降噪效果。

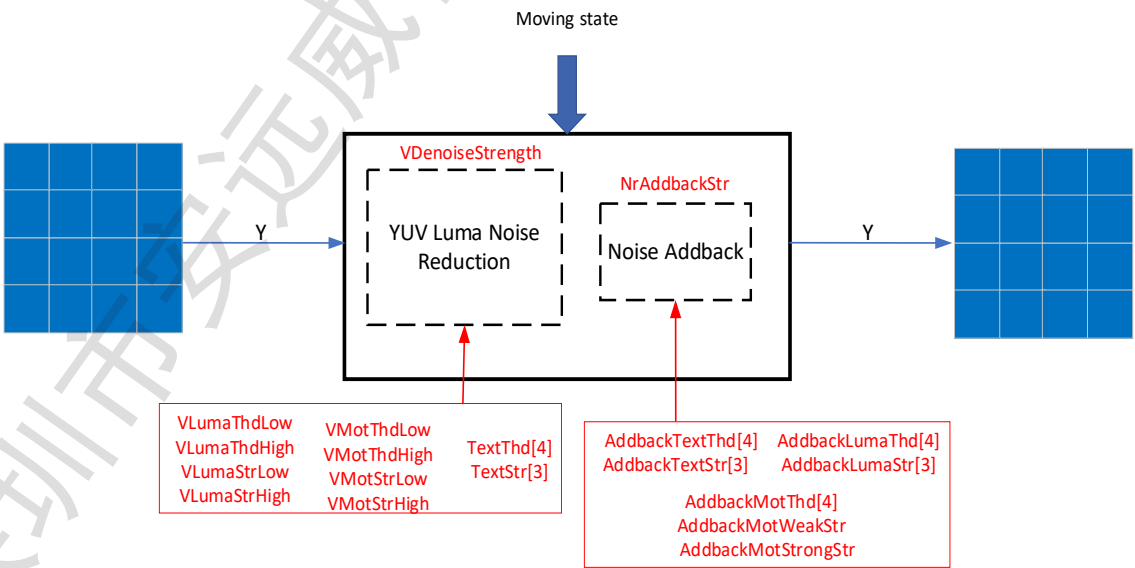
----结束

4.21.4 YNR

4.21.4.1 功能描述

YNR 是在空间域上的去噪模块, 主要针对处理单帧空域上的效果。

图4-25 YNR 算法流程及各关键参数示意图



4.21.4.2 关键参数

表4-26 YNR 模块关键参数

参数	状态	描述
bEnable	RW	YNR 使能开关。
denoise_str_mode		去噪基础强度是否参考运动区模式选择：(仅 7206 包含)。 0：默认不参考 1：参考运动区
grad_win_size		计算纹理所用窗口大小(仅 7206 包含)。
var_mode		方差是否结合运动信息模式选择(仅 7206 包含)。
select_center_luma_mode		中心点模式选择：(仅 7206 包含)。 0：经过滤波后的结果作为中心点像素 1：原始像素作为中心点像素
nr_addback_en		是否对经过 Ynr 后进行噪声回叠(仅 7206 包含)。
ynr_addback_scl_mode		对 YNR 噪声回叠是否参考运动信息模式选择：(仅 7206 包含)。 0：不参考 1：参考
edge_sens	RW	边缘区敏感指数。
corner_sens	RW	角点区敏感指数。
struct_sens	RW	结构性敏感指数。
graininess_sens	RW	颗粒性敏感指数。
v_denoise_str	RW	值域核去噪强度。
s_denoise_str	RW	空间核去噪强度(7206 不包含)。

参数	状态	描述
min_denoise_str	RW	最小去噪强度。
s_mot_thd_low	RW	空间核运动信息低阈值, 值越大, 越多区域划分为静止区域(7206 不包含)。
s_mot_thd_high	RW	空间核运动信息高阈值, 值越大, 越多区域划分为运动区域(7206 不包含)。
s_mot_str_low	RW	空间核静止区域强度, 值越大, 去噪越强(7206 不包含)。
s_mot_str_high	RW	空间核运动区域强度, 值越大, 去噪越强(7206 不包含)。
v_mot_thd_low	RW	值域核运动信息低阈值, 值越大, 越多区域划分为静止区域。
v_mot_thd_high	RW	值域核运动信息高阈值, 值越大, 越多区域划分为运动区域。
v_mot_str_low	RW	值域核静止区域强度, 值越大, 去噪越强。
v_mot_str_high	RW	值域核运动区域强度, 值越大, 去噪越强。
s_luma_thd_low	RW	空间核亮度信息低阈值, 值越大, 越多区域划分为暗区(7206 不包含)。
s_luma_thd_high	RW	空间核亮度信息高阈值, 值越大, 越多区域划分为亮区(7206 不包含)。
s_luma_str_low	RW	空间核暗区去噪强度, 值越大, 去噪越强(7206 不包含)。
s_luma_str_high	RW	空间核亮区去噪强度, 值越大, 去噪越强(7206 不包含)。
v_luma_thd_low	RW	值域核亮度信息低阈值, 值越大, 越

参数	状态	描述
		多区域划分为暗区。
v_luma_thd_high	RW	值域核亮度信息高阈值，值越大，越多区域划分为亮区。
v_luma_str_low	RW	值域核暗区去噪强度，值越大，去噪越强。
v_luma_str_high	RW	值域核亮区去噪强度，值越大，去噪越强。
text_thd[4]	RW	纹理信息调整阈值，小于 thd0 为平坦区；大于 thd1 小于 thd2 为弱纹理区；大于 thd3 为强边区。
text_str[3]	RW	纹理信息调整强度，分别是平坦区域，弱纹理区域和强边区去噪强度，值越大去噪越强。
var_scale	RW	对方差结果进行收缩(仅 7206 包含)。
blend_var_thd_low	RW	根据方差大小调整两种滤波方式融合比例，如果方差小于 blend_var_thd_low，则用 blend_var_low_wgt；如果方差大于 blend_var_thd_high，则用 blend_var_high_wgt；如果介于两者之间，则线性插值(仅 7206 包含)。
blend_var_thd_high	RW	
blend_var_low_wgt	RW	
blend_var_high_wgt	RW	
blend_luma_thd_low	RW	根据亮度大小调整两种滤波方式融合比例，如果亮度小于 blend_luma_thd_low，则用 blend_luma_low_wgt；如果亮度大于 blend_luma_thd_high，则用 blend_luma_high_wgt；如果介于两者之间，则线性插值(仅 7206 包含)。
blend_luma_thd_high	RW	
blend_luma_low_wgt	RW	
blend_luma_high_wgt	RW	
blend_mot_thd_low	RW	根据运动大小调整两种滤波方式融合比例，如果运动小于 blend_mot_thd_low，则用
blend_mot_thd_high	RW	
blend_mot_low_wgt	RW	

参数	状态	描述
blend_mot_high_wgt	RW	blend_mot_low_wgt; 如果亮度大于 blend_mot_thd_high, 则用 blend_mot_high_wgt; 如果介于两者之间, 则线性插值(仅 7206 包含)。
nr_add_back_str	RW	噪声回叠强度(仅 7206 包含)。
blend_nr_center_var_thd_low	RW	在噪声回叠开启的情况下, 根据方差大小调整中心亮度和高斯滤波的融合比例, 如果方差小于 blend_nr_center_var_thd_low, 则用 blend_nr_center_var_low_wgt; 如果方差大于 blend_nr_center_var_thd_high, 则用 blend_nr_center_var_high_wgt; 如果介于两者之间, 则线性插值(仅 7206 包含)。
blend_nr_center_var_thd_high	RW	
blend_nr_center_var_low_wgt	RW	
blend_nr_center_var_high_wgt	RW	
addback_text_thd[4]	RW	在噪声回叠开启的情况下, 根据纹理信息大小调整中心亮度和高斯滤波的融合比例, 采用四个阈值三段插值的方法 (仅 7206 包含)。
addback_text_str[3]	RW	
addback_luma_thd	RW	在噪声回叠开启的情况下, 根据亮度信息大小调整回叠强度, 采用四个阈值三段插值的方法(仅 7206 包含)。
addback_luma_str	RW	
addback_text_luma_blend_mot_thd_low	RW	在噪声回叠开启的情况下, 根据运动信息融合用纹理信息调整前和调整后的回叠强度(仅 7206 包含)。
addback_text_luma_blend_mot_thd_high	RW	
addback_mot_thd[4]	RW	在噪声回叠开启的情况下, 根据运动信息调整回叠强度, 如果小于 addback_mot_thd[0], 用 256 强度; 如果大于 addback_mot_thd[1] 且小于 addback_mot_thd[2], 用 addback_mot_weak_str 强度; 如果大于 addback_mot_thd[3], 用 强

参数	状态	描述
		度，如果介于 addback_mot_thd[0] 和 addback_mot_thd[1]之间，采用线性插值；如果介于 addback_mot_thd[2]和 addback_mot_thd[3]之间，采用线性插值；(仅 7206 包含)。

4.21.4.3 调试步骤

步骤 1 首先调节 v_denoise_strength 和 s_denoise_strength 整体的去噪强度至噪声效果大致可接受状态；

步骤 2 喜好性根据亮度，运动和纹理信息的复杂度来调整图像不同区域的去噪效果至满意状态；例如，要加强暗区的空域去噪，但是不想损失亮区的清晰度，则可以调试 v/s_luma_thd_low 阈值分别为 64,80，v/s_luma_str_low/high 分别为 128,64，则表示亮度域 64 以下的区域空域去噪强度为整体强度的 2 倍，亮度大于 80 的图像区域整体去噪效果不变，过渡区域的去噪亮度为 128~64 过渡强度。其他基于亮度、运动、纹理的喜好性调整类同。

----结束