



ISP 3A Tuning Guide

Copyright © 2018 Novatek Microelectronics Corp. All Rights Reserved.

With respect to the information represented in this document, Novatek makes no warranty, expressed or implied, including the warranties of merchantability, fitness for a particular purpose and non-infringement, and does not assume any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness or usefulness of any such information.

目錄

ISP 3A Tuning Guide	1
目錄	2
修訂紀錄	3
1 簡介	4
1.1 概述	4
1.2 模塊功能列表	4
1.2.1 AE	4
1.2.2 AWB	5
1.2.3 AF	5
2 線上校正流程	6
2.1 簡介	6
2.2 AWB 校正	7
2.3 AWB 分析	12
3 模塊介紹	18
3.1 AE	18
3.1.1 簡介	18
3.1.2 參數說明	18
3.1.3 調試步驟	25
3.2 AWB	36
3.2.1 簡介	36
3.2.2 參數說明	36
3.2.3 調試步驟	41
3.3 AF	44
3.3.1 簡介	44
3.3.2 參數說明	44
3.3.3 調試步驟	47
4 參考資料	49

修訂紀錄

版本	日期	作者	描述
V0.50	2019/09/04	Frank Chang	AWB 章節內容撰寫。
V0.60	2019/09/04	Iyen Chiang	AE 章節內容撰寫。
V0.70	2019/09/04	Wattis Lee	AF 章節內容撰寫。
V0.80	2019/09/05	Wendy Liao	初版整合修訂。
V0.90	2020/10/20	Frank Chang	增加章節 2.3。
V1.00	2021/04/07	Wendy Liao	新增章節 2.2，色溫濾片對照表。

1 簡介

1.1 概述

3A 包含自動曝光(auto exposure, AE)、自動白平衡 (auto white balance, AWB)及自動尋焦(auto focus, AF)算法。章節 1.2 列出 3A 各模塊功能，簡述 3A 算法支援之調整功能。後續章節將詳細描述整個 3A 的特性解說與算法參數調試流程。

章節 2 說明 3A 校正與 ISP 參數的調試流程。此文檔僅著重於 3A 校正，更多 ISP 調試流程請參照 ISP 調試指南。

章節 3 詳細介紹 3A 模塊，包含模塊簡介、參數說明，及搭配 PC 工具的調試步驟。

1.2 模塊功能列表

1.2.1 AE

- 自動/手動模式控制
- 期望亮度控制
 - 根據 LV 控制期望亮度調整比例
 - mov/photo 模式可個別設定
- 防過曝功能控制
 - 根據 LV 控制過曝亮度閾值調整比例
 - mov/photo 模式可個別設定期望亮度調降閾值
- 收斂控制
 - 延遲觸發自動曝光功能
 - 降速收斂自動曝光功能
- 測光視窗控制
 - 8X8 測光視窗權重個別設定
- Curve Gen. 控制
 - mov/photo 模式個別設定
- 模擬寬動態(SHDR)控制

Copyright © 2018 Novatek Microelectronics Corp. All Rights Reserved.

With respect to the information represented in this document, Novatek makes no warranty, expressed or implied, including the warranties of merchantability, fitness for a particular purpose and non-infringement, and does not assume any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness or usefulness of any such information.

- 期望亮度設定
- EV ratio 控制
- 亮度統計值限制
 - normal/shdr 模式個別設定
- 光圈(IRIS)控制
 - DC-IRIS 控制參數

1.2.2 AWB

- 自動/手動模式控制
- 類白區閾值校正
 - ISPTool 支援校正程序
 - 特定類白區新增/移除
- 色溫權重控制
 - 根據環境亮度調整 out/in/night 模式範圍
 - out/in/night 模式個別設定
- 亮度權重控制
- 目標 R/B 增益比例控制
 - 根據色溫調整
 - 低/中/高色溫個別設定
- 收斂控制

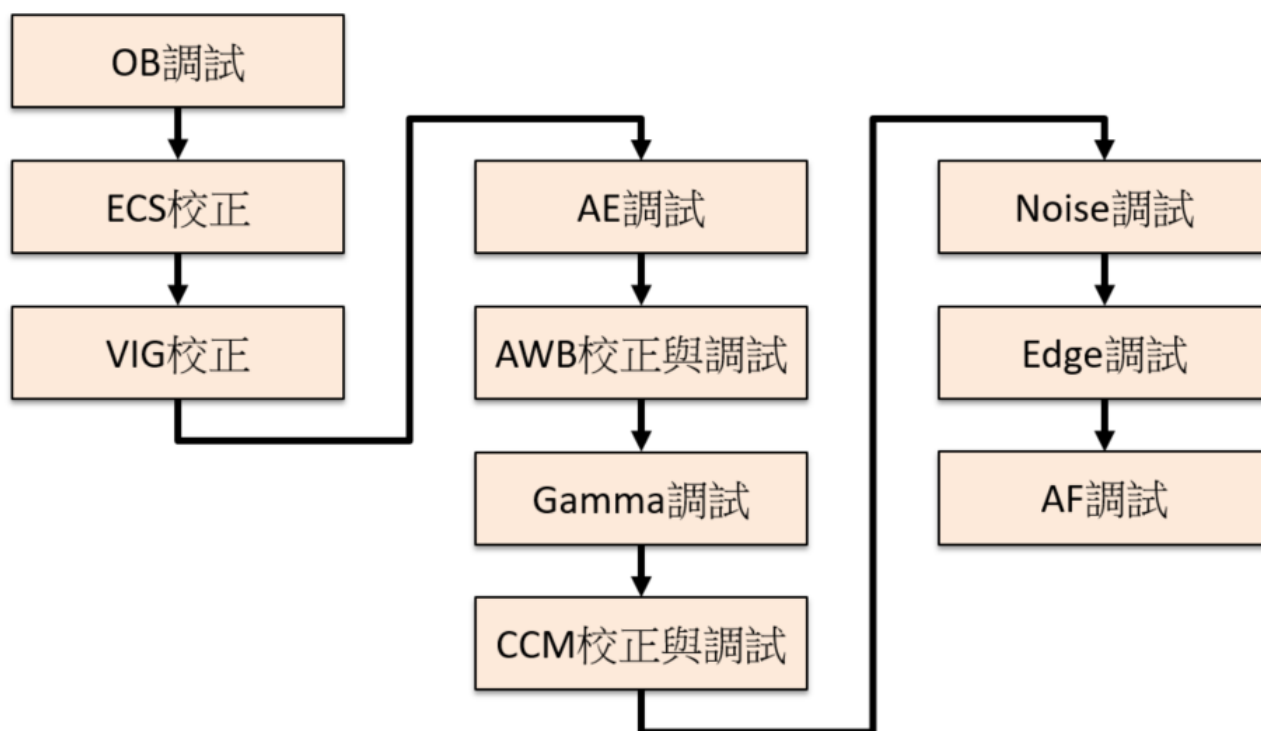
1.2.3 AF

- rough/fine/final 尋焦的步進距離控制
 - 分三個尋焦階段給定適合的馬達步進距離
- 位置權重控制
 - 8X8 權重視窗個別設定
 - 給定 0 的權重值代表忽略此 window 的 VA 統計值資訊
- 尋焦最大取樣點的次數
 - 當統計值資訊無法搜尋出最佳焦點位置時，會以此設定值做為尋焦的 time out
- 濾除雜訊影響 VA 統計值的取值閾值
 - 可依據 ISO 調整不同的取值閾值

2 線上校正流程

2.1 簡介

調試流程，建議使用者依據下列順序，對每個功能做基礎參數調整。



關於 3A 校正與調試，使用者可依喜好或客觀評測標準調整影像曝光方式、白平衡白區搜索條件、白平衡計算方式與尋焦方式。與硬體相關之調試部分包含 OB 調試、ECS 校正及 VIG 校正，必須於 AE、AWB 校正與調試前完成；而 AF 調試則必須於所有參數調試完成後開始。

ISPTool 支援的 AWB 線上校正流程將列於此章節後續段落，而其餘 3A 調試部分放在章節 3。其中，AWB 校正參數與鏡頭關係密切，若更換模組鏡頭，就必須重新校正。

2.2 AWB 校正

校正設備需求如下：

- 可調整色溫燈箱，需要燈源包含 A、TL84 以及 D65
- 色溫濾片，需要濾片包含 W6、W12、C4 以及 C6(Kenko 廠牌)

(不同廠牌色溫濾片的對照表如下)

Kenko	Kodak (雷登鏡)
W12	85A
W10	85B
W8	85C
W6	81C
W4	81B
W2	81A
C2	82A
C4	82B
C6	82C
C8	80C
C10	80B
C12	80A

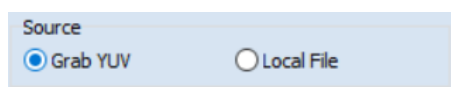
- 24 ColorChecker

校正步驟如下：

步驟 1. 點選 Image Display 頁面，開啟色溫燈箱，並將 24 ColorChecker 放置於燈箱中央。



步驟 2. 點選 AWB Calibration 頁面選擇影像來源：



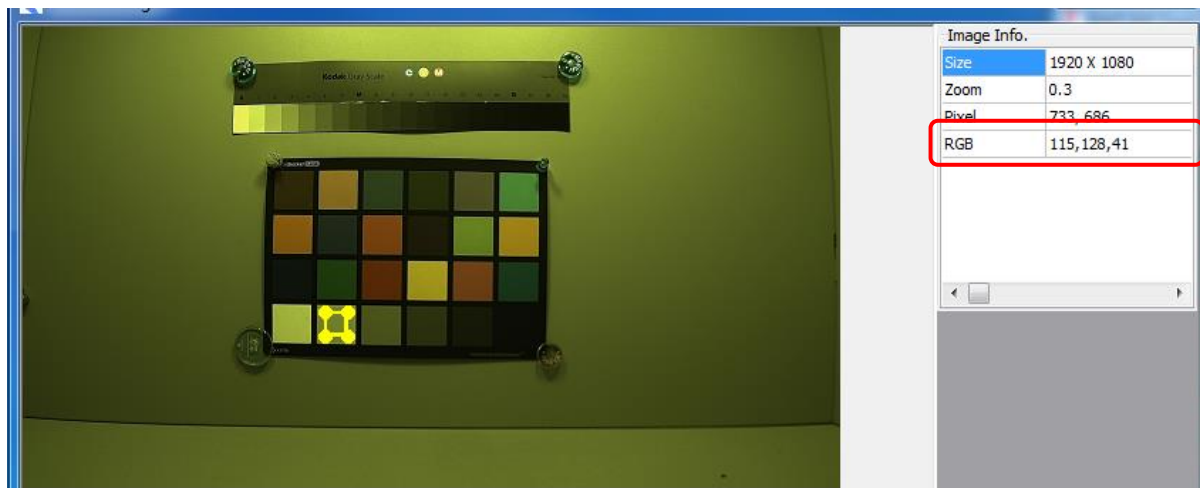
Grab YUV：Tool 擷取樣機的即時校正影像(關閉後端 ISP 各功能)。

Local File：使用者可以選取已存下的 YUV 影像。

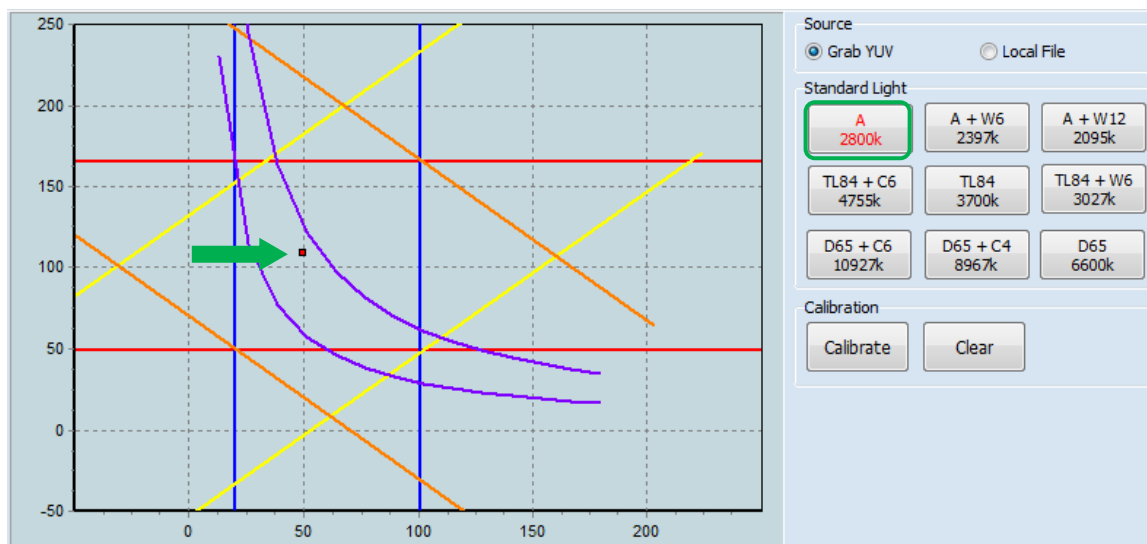
步驟 3. 依據 Standard Light 的組合設定，調整燈源並搭配對應濾片，或者調整色溫燈箱至 Standard Light 內指示之色溫值。

步驟 4. 維持 Step3 狀態並點選環境色溫 Button，在彈跳視窗中框選一塊灰階範圍。框選的灰階範圍需要滿足以下條件：

- ✓ R、G、B 值皆不大於 220
- ✓ G 值建議落在 100~150 區間



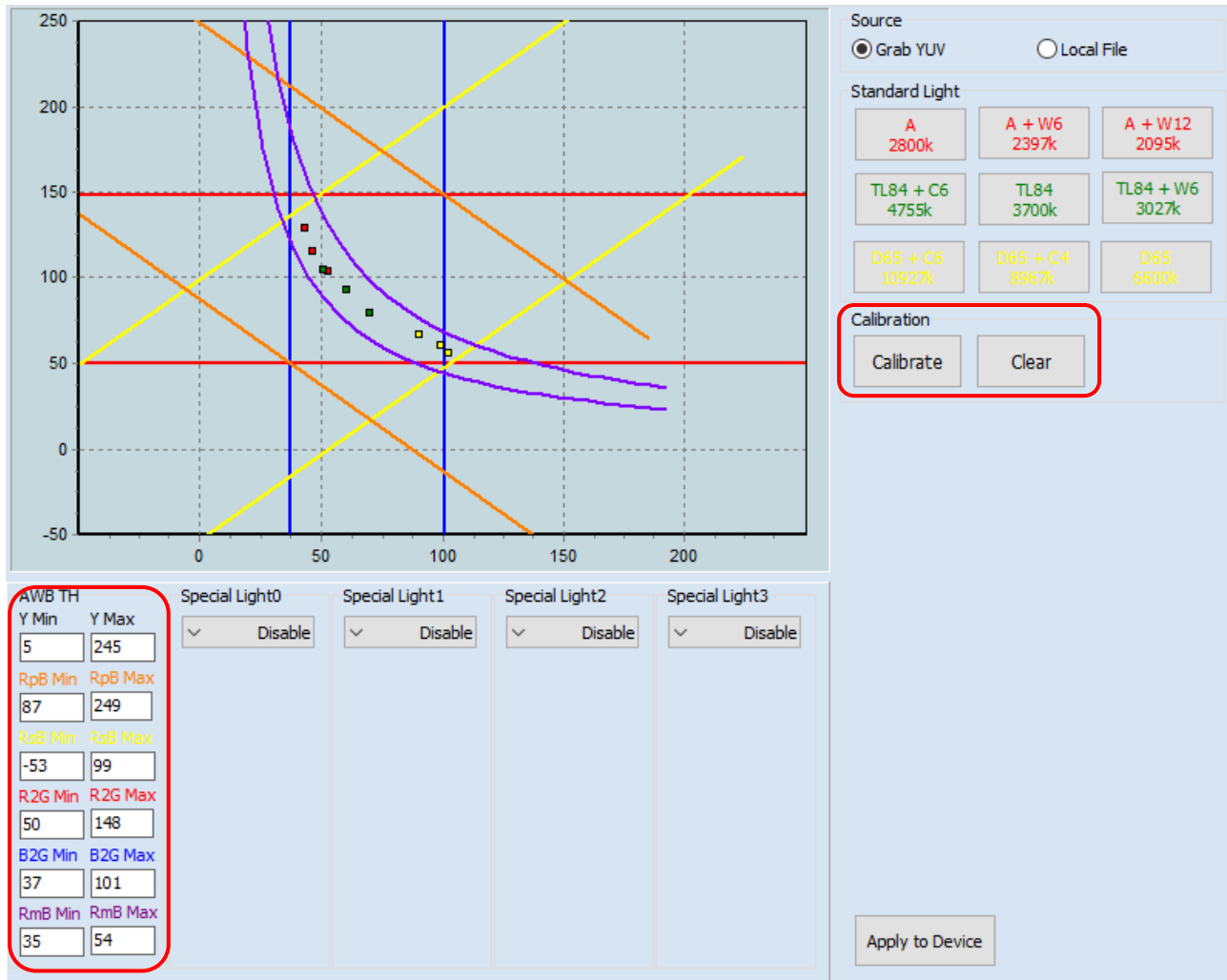
Step5. 框選後，關閉彈跳視窗。頁面上方會顯示出框選區塊的座標，並將校正完成的 Button 顯示為彩色。



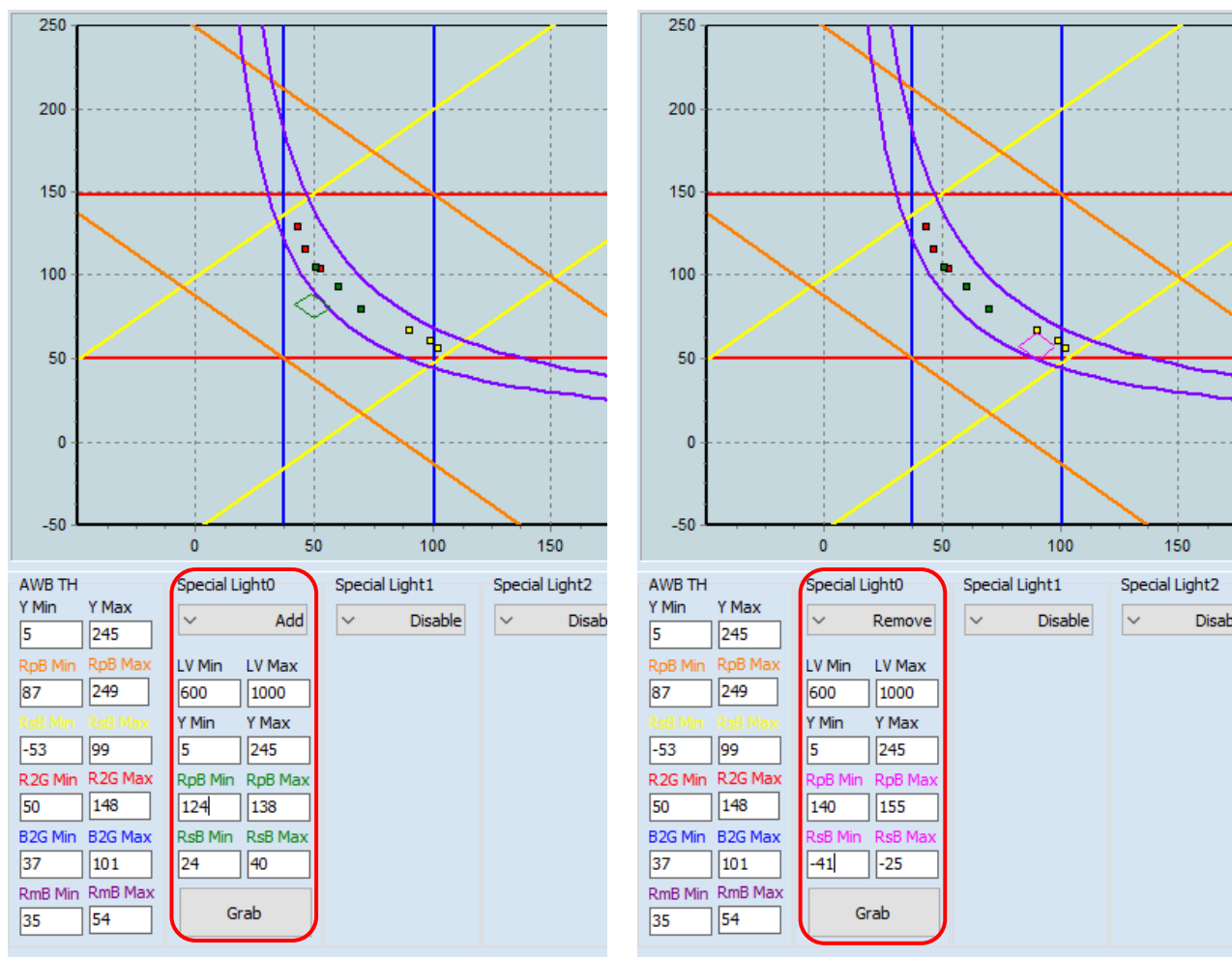
Step6. 依據 Standard Light 的組合設定，重複 Step3~5，完成 9 個色溫的校正。

Step7. 按下 Calibration 按鈕，AWB 參數會自動生成，並顯示於頁面左下角區塊，包含 AWB TH(對應章節 3.2.2，AWB_TH 結構)和 CT INFO(對應章節 3.2.2，AWB_CT_INFO 結構)。

若想清除校正資料，可按下 Clear，並重新建置。



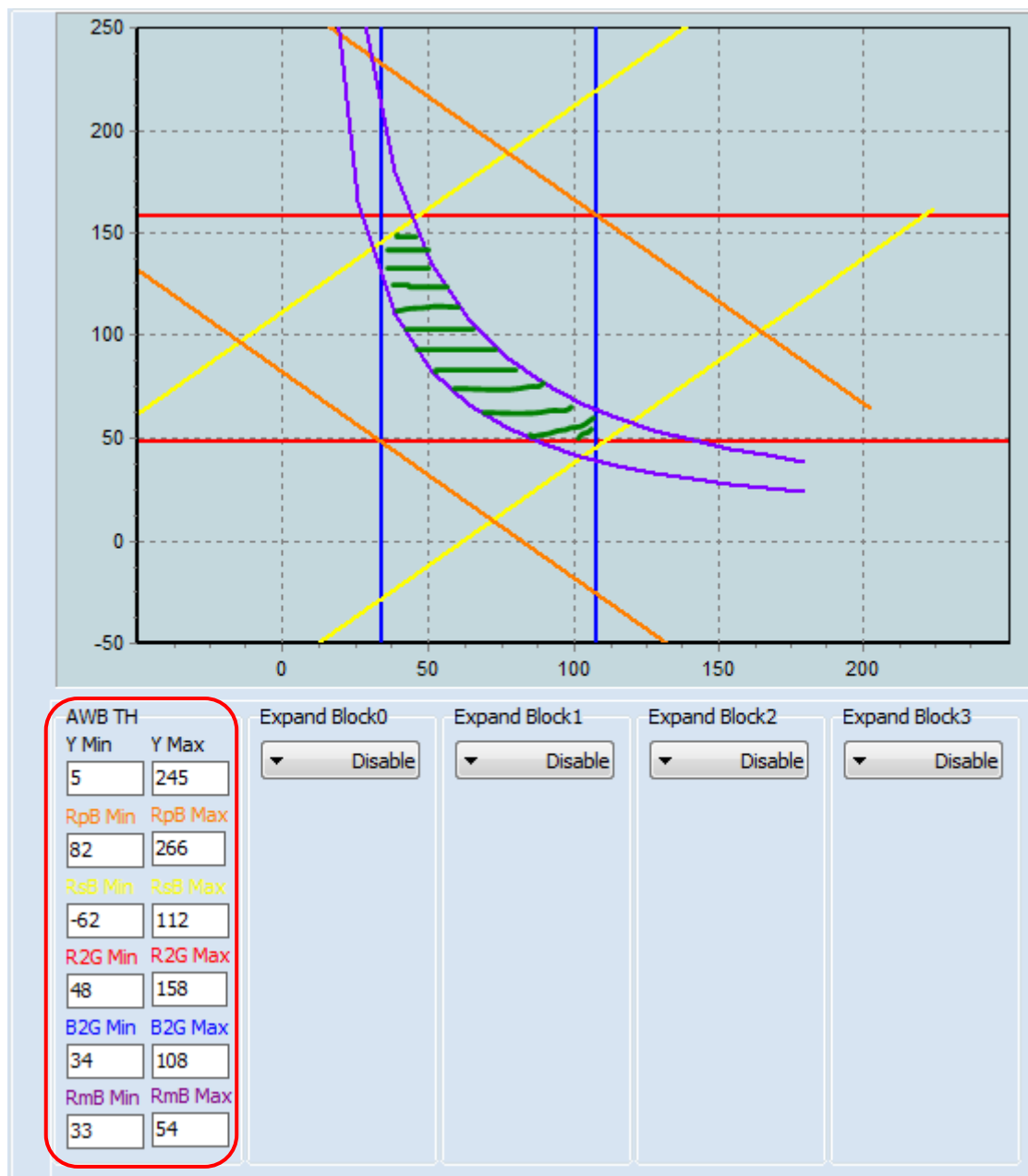
- Step8.** 增加特殊白區。將 Special Lightx 內的 Disable 拉霸改為 Add，此時頁面上方會多出一個綠色框，即為增加類白區域，如下列左圖。可於特定場景下，經由 Grab 抓取特定白色區塊校正 Special light 參數(對應章節 3.2.2，AWB_EXPAND_BLOCK 結構)。
- Step9.** 去除特殊白區。將 Special Lightx 內的 Disable 拉霸改為 Remove，此時頁面上方會多出一個粉紅色框，即為去除類白區域，如下列右圖。可於特定場景下，經由 Grab 抓取特定白色區塊校正 Special light 參數(對應章節 3.2.2，AWB_EXPAND_BLOCK 結構)。



- Step10.** 按下 Apply to Device 按鈕，上述 AWB 參數會設定至樣機端。

2.3 AWB 分析

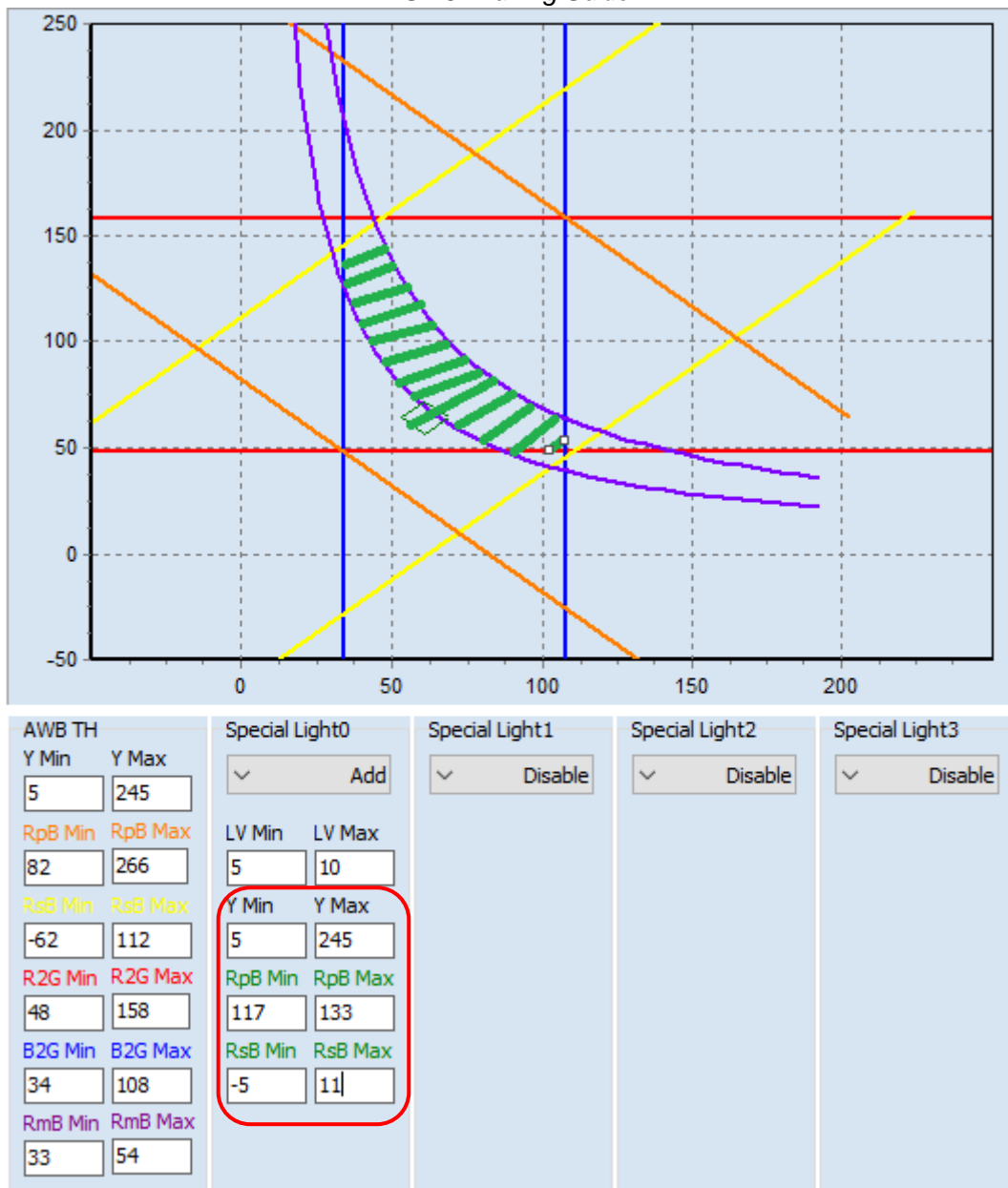
自動白平衡分析(Auto White Balance Analysis)頁面包含自動白平衡分析與參數調整。



自動白平衡演算法藉由六組數值規範出類白區搜索條件，每一組數值又各有上限值與下限值。當六種統計數值均落入上下限之間時，也就是滿足上圖綠色斜線區塊的條件，則該區域將被列入類白區。

Copyright © 2018 Novatek Microelectronics Corp. All Rights Reserved.

With respect to the information represented in this document, Novatek makes no warranty, expressed or implied, including the warranties of merchantability, fitness for a particular purpose and non-infringement, and does not assume any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness or usefulness of any such information.



若使用 **Special Light0**，並選擇 **Add**，**Special light** 區域藉由三組數值規範出類白區搜索條件，每一組數值又各有上限值與下限值。當三種統計數值均落入上下限之間時，也就是綠色框增加為綠色斜線區塊的條件，該區域將被列入類白區。

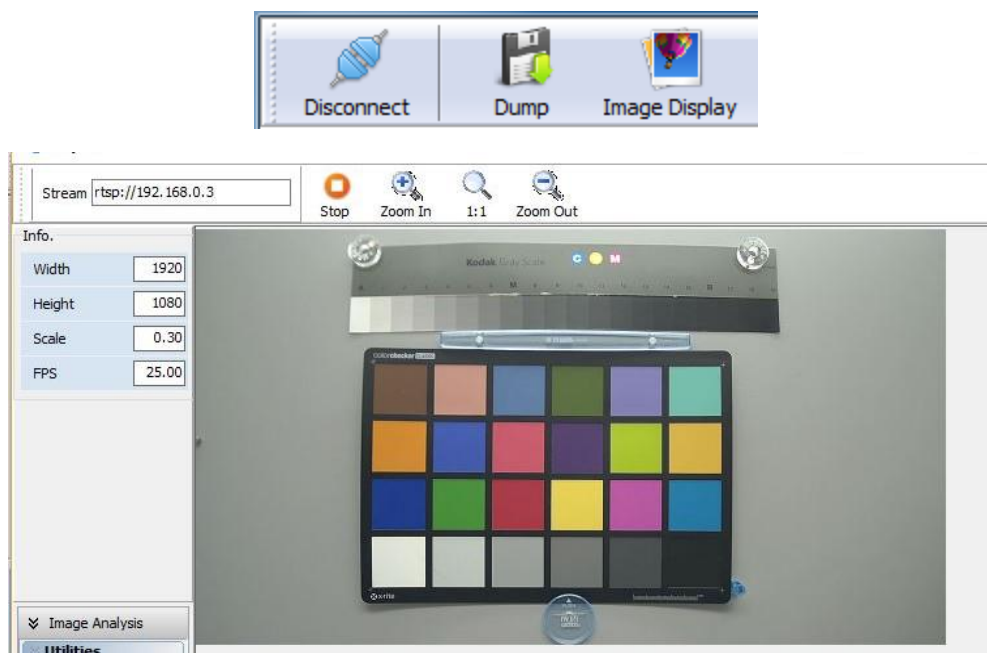
自動白平衡演算法將統計所有滿足類白區的 **R**、**G**、**B** 加總值，進而計算出一組符合當前環境的 **Rgain** 與 **Bgain**。使用者可以透過游標拖曳方式，對九組數值的上限值與下限值做微調，透過類白區搜索範圍(上圖綠色斜線區塊)的改變，影響白平衡演算法的結果。

自動白平衡分析頁面可以擷取當前環境的一張原始(尚未經過 ISP 功能)影像，分析原始影像各區塊在白區搜索座標上的落點。使用者可依照需求調試自動白平衡演算法的九組數值，以排除非必要的類白區，或者擴大欲列入計算的類白區。

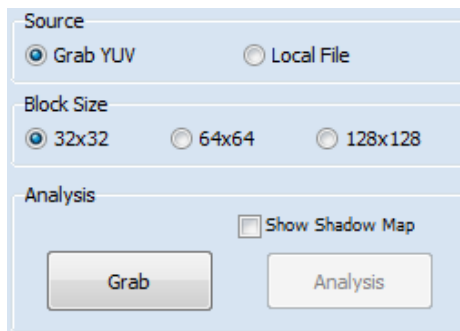
透過連結 NVT ISP Player，使用者可以即時檢視變更九組數值後的自動白平衡演算法計算結果。

Step1. 點選 Menu 上的 Image Display 按鈕，開啟 NVT ISP Player 並開始影像串流。

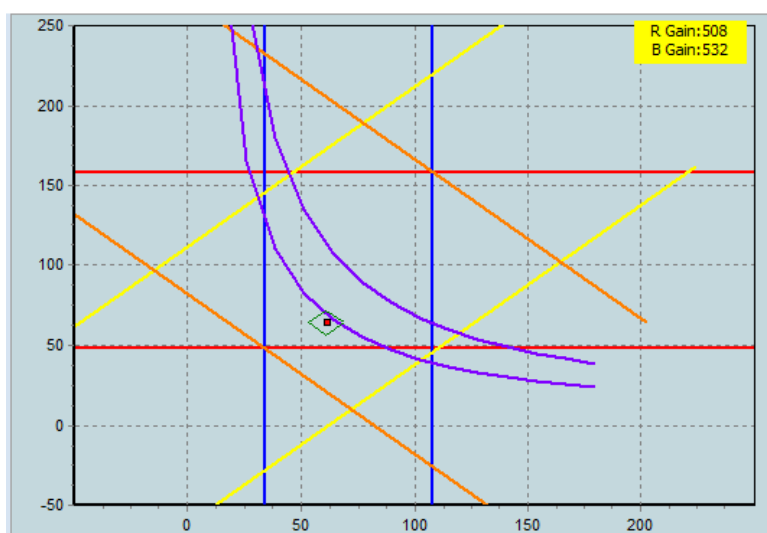
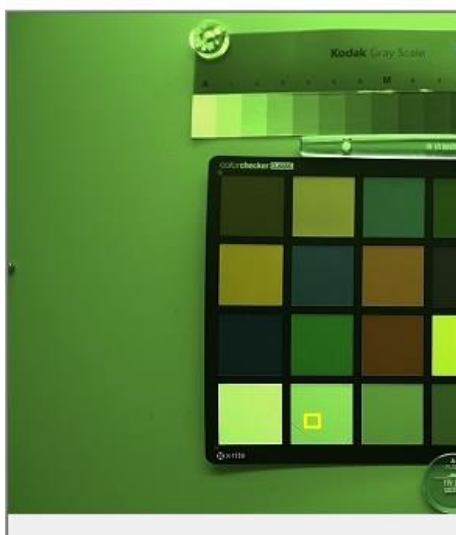
詳細使用方法參照文件 NTxxxxx_ISP_Tuning_Guide_zh。



Step2. 點選 AWB 分析頁面上的 Grab 按鈕，NVT ISP Tool 會擷取一張原始影像並顯示在 Source Image 頁面上。



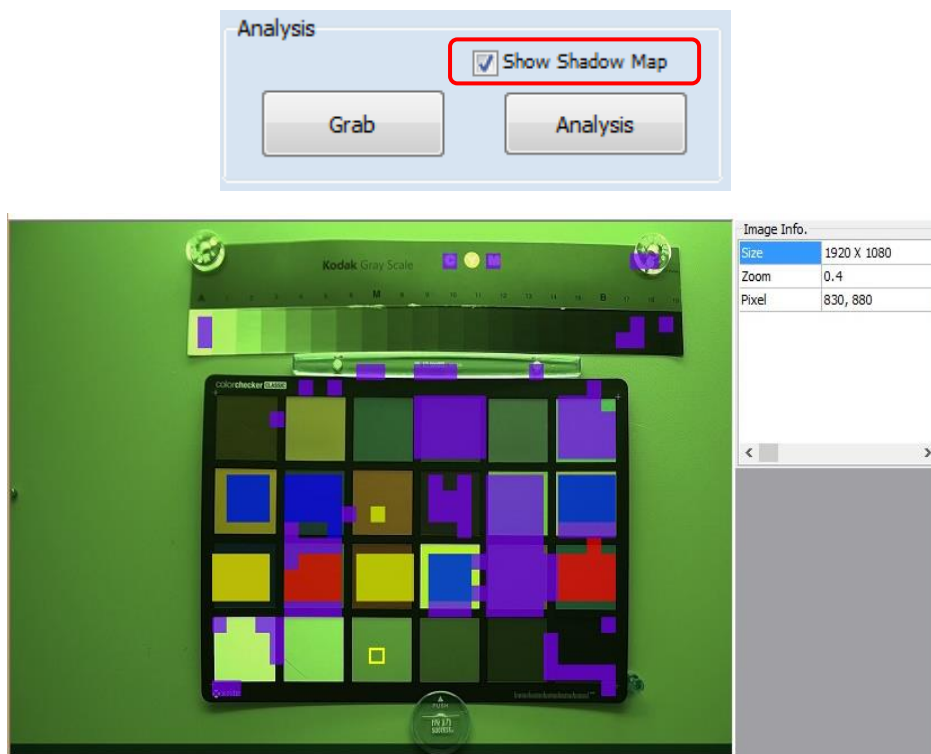
Step3. Source Image 頁面上會有一個黃色框框，黃框的大小可以透過 Block Size 選擇大小(32x32、64x64、128x128)，使用者可以透過滑鼠游標移動黃色框框的位置，確認該位置對應至白區搜索座標上的落點。



Copyright © 2018 Novatek Microelectronics Corp. All Rights Reserved.

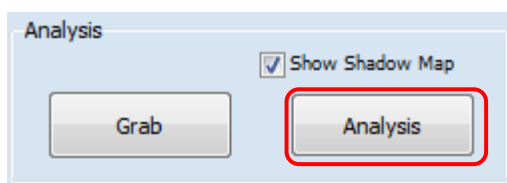
With respect to the information represented in this document, Novatek makes no warranty, expressed or implied, including the warranties of merchantability, fitness for a particular purpose and non-infringement, and does not assume any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness or usefulness of any such information.

Step4. 勾選 AWB 分析頁面上的 Show Shadow Map 功能，Source Image 頁面會顯示出各個白區搜索條件不滿足的區塊，並依照不同條件標示成不同色塊。



Step5. 使用者可以在 AWB 分析頁面上修改九組條件的上下限數值。在修改數值後，按下 Apply to Device 按鈕，新的 AWB 條件會設定至樣機端。使用者可以在 NVT ISP Player 上即時檢視新的 AWB 參數執行結果。

Step6. 在修改數值後，重新按下 AWB 分析頁面上的 Analysis 按鈕，Source Image 上的不滿足區塊將會被重新計算並顯示。



在 **Step4** 中，未被色塊覆蓋的區域代表滿足白區搜索條件的範圍，將被納入自動白平衡的統計，做為當前自動白平衡演算法的結果。這些區域應該等同於使用者認為需要被校正為灰階的部分，若顯示當前所抓到的類白區與預期差異太大，請重新進行 **AWB** 校正，以利白平衡演算法正確框選出合理範圍。

.cfg	
<pre>[NVT_AWB] ca_fltr_num=32,32 ca_fltr_range=4095,0,4095,0,4095,0,4095,0 awb_th_y=5,240 awb_th_rpb=73,248 awb_th_rsb=-35,122 awb_th_r2g=49,159 awb_th_b2g=25,94 awb_th_rmb=23,49</pre>	

3 模塊介紹

3.1 AE

3.1.1 簡介

此模塊為自動曝光控制，自動曝光算法會抓取 LA 統計值，並依據使用者設定的期望亮度相關資訊做曝光時間及 sensor/ISP 增益控制。

自動曝光模塊所提供的調整介面，經常使用的參數為以下幾項：

- 期望亮度(AE_EXPECT_LUM)
- 防過曝(AE_OVER_EXPOSURE)
- 收斂控制(AE_CONVERGENCE)
- 測光模式(AE_METER_WINDOW)
- Curve Gen. (AE_CURVE_GEN_MOVIE、AE_CURVE_GEN_PHOTO)
- 模擬寬動態(AE_SHDR)
- 光圈控制(AE_IRIS_CFG)

3.1.2 參數說明

此章節將介紹 cfg 上之 AE 參數。cfg 所列出之參數為經常調整參數，對應之結構體與說明，詳列於下表。調試步驟請參考章節 3.1.3。

成員名稱	描述
對應 AE_EXPECT_LUM 結構體	
expect_lum_mov	Movie 模式下的期望亮度值。 值域：[0, 255]。
expect_lum_photo	Photo 模式下的期望亮度值。 值域：[0, 255]。
expect_ratio_mov	Movie 模式下，各個 LV 值對應到的期望亮度調整比例。

Copyright © 2018 Novatek Microelectronics Corp. All Rights Reserved.

With respect to the information represented in this document, Novatek makes no warranty, expressed or implied, including the warranties of merchantability, fitness for a particular purpose and non-infringement, and does not assume any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness or usefulness of any such information.

	數值 100 為不調整。 值域：[0, 100]。
expect_ratio_photo	Photo 模式下，各個 LV 值對應到的期望亮度調整比例。 數值 100 為不調整。 值域：[0, 100]。
對應 AE_LA_CLAMP 結構體	
la_clamp_tab_normal_h	線性模式下，各個 LV 值下亮度統計值的上界值。 值域：[0, 255]。
la_clamp_tab_normal_l	線性模式下，各個 LV 值下亮度統計值的下界值。 值域：[0, 255]。
la_clamp_tab_shdr_h	SHDR 模式下，各個 LV 值下亮度統計值的上界值。此為比例參數，生效數值為當前期望亮度乘上此比例參數，做為亮度統計值的上界值。 數值 100 為 1 倍期望亮度。 值域：[0, 1023]。
la_clamp_tab_shdr_l	SHDR 模式下，各個 LV 值下亮度統計值的下界值。此為比例參數，生效數值為當前期望亮度乘上此比例參數，做為亮度統計值的下界值。 數值 100 為 1 倍期望亮度。 值域：[0, 1023]。
對應 AE_OVER_EXPOSURE 結構體	
over_exp_enable	防過曝功能開關。 0：關閉。 1：開啟。
over_exp_lum	防過曝參數閾值。超過此閾值則該區統計區塊會被視為過曝區域。 值域：[0, 255]。
over_exp_ratio	防過曝參數閾值隨各 LV 調整的比例值。 值域：[0, 100]。
over_exp_thr_mov	Movie 模式下，過曝現象發生後，依不同 LV 調降期望亮度的閾值。 值域：[0, 255]。
over_exp_thr_photo	Photo 模式下，過曝現象發生後，依不同 LV 調降期望亮度的閾值。 值域：[0, 255]。

over_exp_maxcnt	不同 LV 下過曝區塊的上界值。 當過曝區塊數超過此上界值，防過曝算法會調降期望亮度。 值域：[0, 1023]。
over_exp_mincnt	不同 LV 下過曝區塊的下界值。 當過曝區塊數低於此下界值，且調降期望亮度位移值大於 0，防過曝算法會調升期望亮度。 值域：[0, 1023]。
對應 AE_CONVERGENCE 結構體	
conv_speed	自動曝光收斂速度參數。數值愈大，則收斂速度愈快，數值愈小，則收斂速度愈慢 值域：[0, 128]。
conv_range_conv	自動曝光收斂範圍參數。參數數值為期望亮度百分比，設定為 10 則收斂範圍為期望亮度的 10%，上下界可分開設置，亮度落在此範圍內 (90%~110%) 則自動曝光不作動。 第一個參數為上界收斂百分比。 第二個參數為下界收斂百分比。 值域：[0, 100]。
conv_freeze_en	延遲觸發自動曝光功能開關。 0：關閉延遲觸發自動曝光功能。 1：開啟延遲觸發自動曝光功能。
conv_freeze_cyc	延遲觸發自動曝光功能的周期參數，單位為 1/10s。 值域：[0, 100]。
conv_freeze_thr	延遲觸發自動曝光功能的閾值參數。每幀的亮度變化量在 freeze_cyc 時間內會累積，若是超過 freeze_thr，則自動曝光會觸發作動。 值域：[0, 1000]。
conv_slowshoot_en	降速收斂功能開關。 0：關閉降速收斂功能。 1：開啟降速收斂功能。
conv_slowshoot_range	降速收斂範圍，在此範圍參數內，收斂速度將降低。 值域：[0, 100]。
conv_slowshoot_thr	在降速收斂範圍內，收斂速度會被限制在此參數下。 值域：[0, 100]。
對應 AE_CURVE_GEN_MOVIE 結構體	
curvegen_movie_iso_calcoef	ISO 值校正參數。

	值域：[0, 1023]。
curvegen_movie_freq	電源頻率參數。 0：50Hz。 1：60Hz。
curvegen_movie_node0	Movie 模式下，自動曝光曲線節點控制參數結構體。 AE 算法最多可支援至 12 個節點，生效數量由 curvegen_movie_node_num 參數控制。 節點控制參數結構體的內容說明如下： 第一個參數為節點曝光時間，單位為 μs 。 值域：[1, 4294967295]。 第二個參數為節點總增益，數值 100 為 1 倍。 值域：[100, 3276800]。 第三個參數為光圈控制參數，數值 0 表示不使用光圈控制參數。 值域：[1~200]，最大值依光圈馬達驅動定義 第四個參數為預備參數，目前沒有作用。 [說明] 自動曝光依 flicker base 延長至對應的曝光時間節點後，會再增加增益至對應的 ISO 節點，若有光圈數值設置時，則再延伸至 Aperture 數值節點。 自動曝光曲線節點決策優先順序為曝光時間→增益→光圈。
curvegen_movie_node1	
curvegen_movie_node2	
curvegen_movie_node3	
curvegen_movie_node4	
curvegen_movie_node5	
curvegen_movie_node6	
curvegen_movie_node7	
curvegen_movie_node8	
curvegen_movie_node9	
curvegen_movie_node10	
curvegen_movie_node11	
curvegen_movie_node_num	Movie 模式下，自動曝光曲線控制節點數量。 值域：[2, 12]。
curvegen_movie_iso_max	Movie 模式下，最大 ISO 值參數。 值域：[100, 3276800]。
curvegen_movie_hdr_ratio	SHDR 曝光比例控制參數默認值，此參數主要提供自動曝光算法限制短幀最長曝光時間使用。 若設置為 1：8，則短幀最長曝光時間為 $1/\text{FPS} * 1/(1+8) \text{ s}$ ； 長幀最長曝光時間為 $1/\text{FPS} * 8/(1+8) \text{ s}$ 。 值域：[1, 16]。 ※在 SHDR 固定模式時，也是參考此參數來分配曝光設定。
curvegen_movie_auto_lowlight_en	自動低光功能開關參數。 0：關閉。 1：開啟。
curvegen_movie_extend_fps0	自動低光功能最低幀率控制參數結構體。 AE 算法最多可設定 5 個幀率控制結構。
curvegen_movie_extend_fps1	

curvegen_movie_extend_fps2	節點控制參數結構體的內容說明如下： 第一個參數為設定幀率閾值。 第二個參數為使用者設定的最低幀率。 單位皆為 1/100s。 值域：[100, 6000]。 [說明] 生效結構體的選擇方式為： 在_fps0 至_fps4 掃描順序下，若目前設定幀率>=_fpsn[0]參數，則自動低光功能會將幀率延長至_fpsn[1]。 [範例] 數值{3000, 2400}的意義為，當目前幀率設置在 30fps，則最低幀率可降至 24fps。
curvegen_movie_extend_fps3	
curvegen_movie_extend_fps4	
curvegen_movie_iso_mode	Movie 模式下，自動曝光 ISO 模式控制參數。 0：由 AE curve gen 模式決定 ISO 值。 1：由 UI 介面參數決定 ISO 值。
curvegen_movie_isp_gain_thres	預備參數，目前沒有作用。
curvegen_movie_flicker_mode	抗閃模式控制參數。 0：按照電源頻率的倍數進行曝光。 1：不按照電源頻率的倍數進行曝光。 2：在高亮度環境，曝光時間會限制在最低能避開電源頻率的曝光值。
AE_METER_WINDOW	
win_weight0	8X8 自動曝光測光矩陣參數的第 n 列(橫向)參數。 值域：[0, 1023]。
win_weight1	
win_weight2	
win_weight3	
win_weight4	
win_weight5	
win_weight6	
win_weight7	
AE_LUM_GAMMA	
lum_gamma	供自動曝光亮度轉換的 Gamma 曲線。 值域：[0, 1023]。
AE_SHDR	
shdr_expy_le	長幀期望亮度值。 值域：[0, 255]。

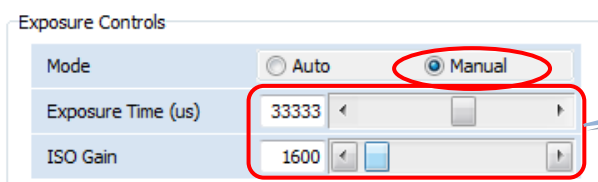
shdr_tab_ratio_le	長幀期望亮度在各 LV 下的控制比例參數。 值域：[0, 100]。
shdr_fixed_iso_en	使長短幀使用相同的 ISO 值。 0：長短幀可使用不同的 ISO 值 1：長短幀使用相同的 ISO 值
AE_IRIS_CFG	
iris_en	光圈控制開關。
iris_min_exp	啟用光圈控制的最小曝光值，設置 0 則會自動選擇電源頻率的最小倍數曝光值。 值域：[0, 1000000]。
iris_probe_balance	觸發自動學習平衡電壓之流程並打印出學習之結果。 值域：[0, 1023]。
iris_balance_ratio	使 DC-IRIS 開/關動作停止的平衡電壓值。 值域：[0, 1023]。
iris_driving_ratio	此值設置為非 0 時將視為手動設置 DC-IRIS 開/關之動作。 值域：[0, 1023]。
iris_ctrl	PID 控制參數。 第一個參數調整與亮度誤差的倍率關係。 第二個參數調整與亮度累計誤差的倍率關係。 第三個參數調整與亮度誤差斜率的倍率關係。 值域：[0, 100]。
iris_pwm_id	連接光圈控制的 PWM ID。 值域：[0, 19]。
iris_drv_max	DC-IRIS 最大的輸出電壓數值。 值域：[0, 1023]。
iris_freeze_time	當環境夠亮時，將從"調整曝光增益+最大光圈"的 unfreeze 狀態切換至"固定曝光增益+調控光圈"的 freeze 狀態的等待幀數。 值域：[0, 1000000]。
iris_unfreeze_time	當環境夠不夠亮後，將從"固定曝光增益+調控光圈"的 freeze 狀態切換至"調整曝光增益+最大光圈"的 unfreeze 狀態的等待幀數。 值域：[0, 1000000]。
AE_CURVE_GEN_PHOTO	
curvegen_photo_node0	Photo 模式下，自動曝光曲線節點控制參數結構體。AE 算法最多可支援至 12 個節點，生效數量由
curvegen_photo_node1	

curvegen_photo_node2	curvegen_photo_node_num 參數控制。 節點控制參數結構體的內容說明如下： 第一個參數為節點曝光時間，單位為 μs 。 值域：[1, 4294967295]。 第二個參數為節點總增益，數值 100 為 1 倍。 值域：[100, 3276800]。 第三個參數為光圈控制參數，數值 0 表示不使用光圈控制參數。 值域：[1~200]，最大值依光圈馬達驅動定義 第四個參數為預備參數，目前沒有作用。 [說明] 自動曝光依 flicker base 延長至對應的曝光時間節點後，會再增加增益至對應的 ISO 節點，若有光圈數值設置時，則再延伸至 Aperture 數值節點。 自動曝光曲線節點決策優先順序為曝光時間→增益→光圈。
curvegen_photo_node3	
curvegen_photo_node4	
curvegen_photo_node5	
curvegen_photo_node6	
curvegen_photo_node7	
curvegen_photo_node8	
curvegen_photo_node9	
curvegen_photo_node10	
curvegen_photo_node11	Photo 模式下，自動曝光曲線控制節點數。 值域：[2, 12]。 Photo 模式下，最大曝光時間，單位為 μs 。 值域：[1, 4294967295]。 Photo 模式下，最大總增益，數值 100 為 1 倍。 值域：[100, 3276800]。 Photo 模式下，ISO 模式控制參數。 0：由 AE curve gen 模式決定 ISO 值。 1：由 UI 介面參數決定 ISO 值。 2：由 UI 決定 AE 收斂的 ISO 最大值。 預備參數，目前沒有作用。
curvegen_photo_node_num	
curvegen_photo_expt_max	
curvegen_photo_iso_max	
curvegen_photo_iso_mode	
curvegen_photo_isp_gain_thres	

3.1.3 調試步驟

- Exposure Controls，自動/手動控制

分成自動及手動模式。設置成手動時，Exposure Time 可依使用者需求設置 sensor 的曝光時間，單位為微秒(μs)；ISO Gain 可依使用者需求手動設置總增益。請注意，欲設置手動模式時，必須要 Exposure Time 及 ISO Gain 均不為 0 時，手動設置才能生效。

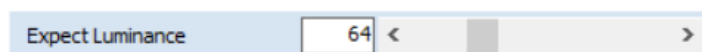


手動模式需同時將 Exposure Time 和 ISO Gain 設為非 0 值

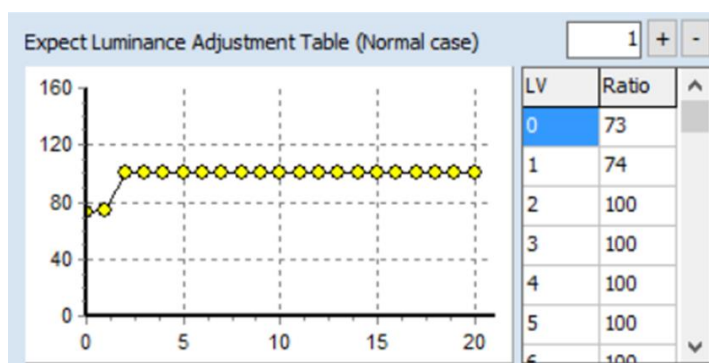
- Expept Luminance Controls，期望亮度控制

期望亮度調整包含整體期望亮度，以及根據不同 LV 值對整體期望亮度的微調。

Expept Luminance(對應至參數 expect_lum_mov)表示整體期望亮度。調整此參數來達到使用者所期望的畫面亮度。但請注意，期望亮度同時會被動態期望亮度及防過曝所影響。



Expect Luminance Adjustment Table 表格(對應至參數 expect_ratio_mov)為依不同的環境亮度(LV)對應的動態期望亮度表。提供使用者依據不同 LV 值來對期望亮度做調試，單位為%。以下圖設定為例，在 LV1 處設為 74，即在 LV1 的環境下，期望亮度為 Expect Luminance 的 74% ($64 \times 74\% = 47$)。



ISPTool 目前尚不支援 Photo 模式下的期望亮度調整。

Copyright © 2018 Novatek Microelectronics Corp. All Rights Reserved.

With respect to the information represented in this document, Novatek makes no warranty, expressed or implied, including the warranties of merchantability, fitness for a particular purpose and non-infringement, and does not assume any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness or usefulness of any such information.

- Over Exposure Controls，防過曝功能控制

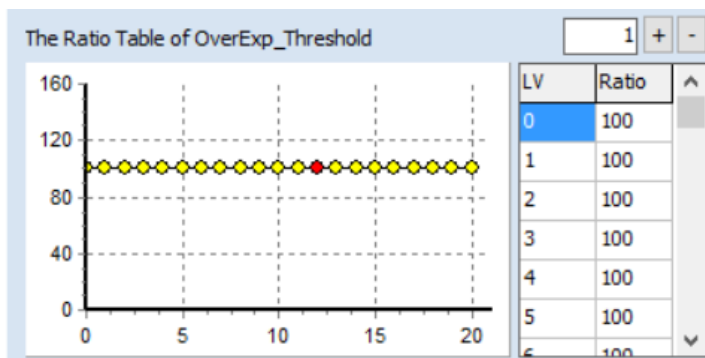
使用者可以利用 Mode(對應至參數 over_exp_enable)開啟或關閉防過曝功能。

Mode
☐ Disable
☒ Enable

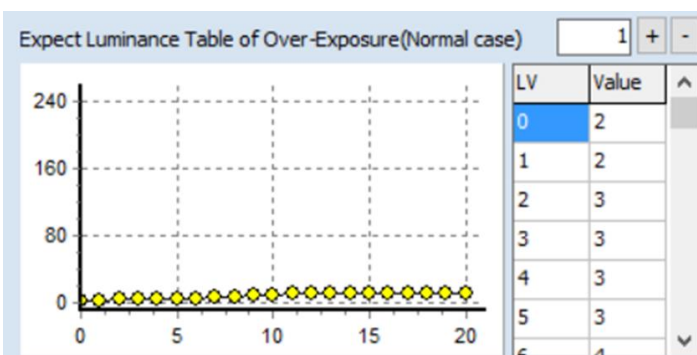
OverExp_Threshold(對應至參數 over_exp_lum) 為調整防過曝運算時的過曝亮度標準，高於此設定值會被判定為過曝區，數值範圍為 0~255。

OverExp_Threshold

The Ratio Table of OverExp_Threshold(對應至參數 over_exp_ratio)提供使用者依據不同的 LV 值調整過曝亮度標準，單位為%，以下圖為例，OverExp_Threshold 設置為 150，LV3 設置為 100，即防過曝演算法會判斷亮度在 $150 \times 100\% = 150$ 以上的區域判斷為過曝區。



Expect Luminance Table of Over-Exposure(對應至參數 over_exp_thr_mov) 代表期望亮度下修的最大偏移量。使用者可以依據不同 LV 值調整畫面過曝時，期望亮度的下修界限。

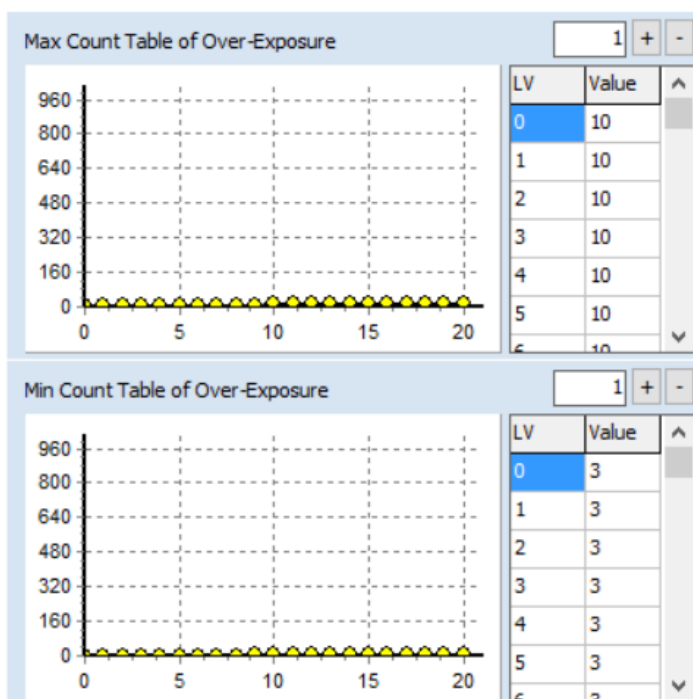


Max Count Table of Over-Exposure 與 Min Count Table of Over-Exposure 表格(對應至參數 over_exp_maxcnt 與 over_exp_mincnt)個別代表過曝區域的最小與最大界限。

當過曝區域的數量大於最大界限時，防過曝運算機制啟動，增加期望亮度下修量。

當過曝區域的數量小於最小界限時且期望亮度調整的偏移量大於 0 時，防過曝運算機制啟動，減少期望亮度下修量。

當過曝區域的數量落於最小與最大界限之間時，期望亮度下修量維持與上一幀相同。



ISPTool 目前尚不支援 Photo 模式下的防過曝功能調整。

- Convergence Controls，收斂控制

Convergence Speed(對應至參數 conv_speed)控制 AE 收斂至期望亮度的速度，共分 128 段，使用者可依不同需求選擇。

Tolerance L(對應至參數 conv_range_conv[1])控制收斂範圍的下界值，單位為 %，例如 Expect Luminance 設置為 64，Tolerance L 設置為 10，即自動曝光收斂下界為 $64 \times (100 - 10)\% = 57$ 。

Tolerance H(對應至參數 conv_range_conv[0])控制收斂範圍的上界值，單位為 %，例如 Expect Luminance 設置為 64，Tolerance H 設置為 10，即自動曝光收斂上界為 $64 \times (100 + 10)\% = 70$ 。

Freeze Enable(對應至參數 conv_freeze_en)控制延遲觸發開關。

Freeze Cyc(對應至參數 conv_freeze_cyc)控制延遲觸發周期，單位為 1/10s。

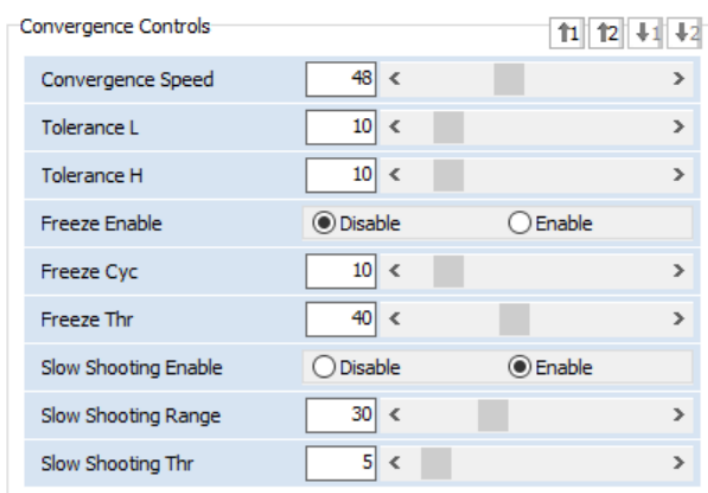
Freeze Thr(對應至參數 conv_freeze_thr)控制延遲觸發累積變化閾值，單位為 %。

使用者可先行設定預期亮度變化需要穩定的延遲觸發周期，然後調整累積變化閾值。若設定 conv_freeze_cyc = 10, conv_freeze_thr = 40，則在 1 秒內，且累積亮度變化在 40%以內，AE 不作動；反之，則 AE 作動。

Slow Shoot Enable(對應至參數 conv_slowshoot_en)控制降速收斂開關。

Slow Shoot Range(對應至參數 conv_slowshoot_range)調整降速收斂範圍，單位為 %，即在期望亮度 $X(100 \pm \text{Slow Shoot Range}\%)$ 範圍內，收斂速度會限制在 Slow Shoot Thr 內。

Slow Shoot Thr(對應至參數 conv_slowshoot_thr)，調整降速收斂閾值，在 Slow Shoot Range 範圍內，收斂速度會限制在此閾值內。例如，目前亮度落在 Slow Shoot Range 的範圍內，自動曝光計算出來調整量為 15%，而 slowshoot_thr 設定為 3%，則當前自動曝光的調整量就會限制在 3%。



Convergence Controls		↑1	↑2	↓1	↓2
Convergence Speed	48	<			>
Tolerance L	10	<			>
Tolerance H	10	<			>
Freeze Enable	<input checked="" type="radio"/> Disable <input type="radio"/> Enable				
Freeze Cyc	10	<			>
Freeze Thr	40	<			>
Slow Shooting Enable	<input type="radio"/> Disable <input checked="" type="radio"/> Enable				
Slow Shooting Range	30	<			>
Slow Shooting Thr	5	<			>

- Windows，測光視窗控制

Meter 表格(對應至參數 win_weight0~7)代表 AE 的曝光權重，AE 計算當前亮度時，會將畫面等分為 8X8 的矩陣，每個矩陣位置給予一個曝光權重，當前亮度即為矩陣權重與對應位置亮度的加權總合。

使用者可以依據需求自行填入矩陣權重，權重數值愈大，AE 計算當前亮度時該位置的亮度比重就愈大，也就是該位置的亮度愈容易影響 AE 收斂結果。以下圖為例，影像中心的權重比周圍的權重大，AE 收斂結果就會比較類似中央測光。

Window

Meter							
1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	2	2	2	2	2	1
1	2	3	3	3	3	2	1
1	2	3	4	4	3	2	1
1	2	3	4	4	3	2	1
1	2	3	3	3	3	2	1
1	2	2	2	2	2	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1

- AE CurveGen, Curve Gen. 控制

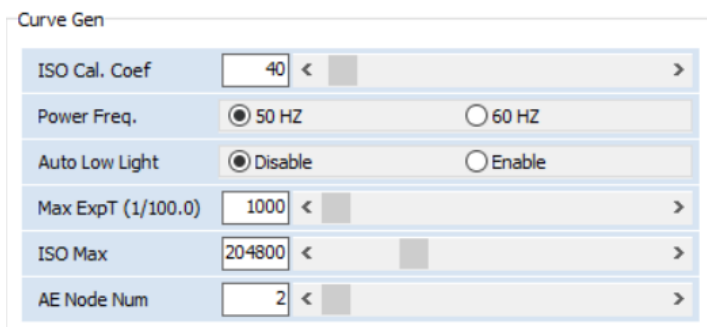
ISO Cal. Coef(對應至參數 curvegen_movie_iso_calcoef)為 ISO 校正參數值，使用者可以手動輸入該參數來校正 LV。

Power Freq.(對應至參數 curvegen_movie_freq)為電源頻率，使用者可以依據所在位置電源頻率來做設定。

Auto Low Light(對應至參數 curvegen_movie_auto_lowlight_en)為自動低光功能的開關。該功能開啟時，能支援超過一幀的曝光值。該功能開啟後的最長曝光靠 Max ExpT(1/FPS) (對應至參數 curvegen_movie_extend_fps0~4)控制。此最長曝光數值透過最低幀率來做設定，以設定值 3000 來說，則最低幀率 30.0FPS，代表最高曝光上限值為 33333(1/30.0s)；若設定值為 2500，則最低幀率 25.0FPS，代表最高曝光上限值即為 40000(1/25.0s)。

ISO Max (對應至參數 curvegen_movie_iso_max) 為 AE Curve 所使用的最大 ISO 值。

AE Node Num (對應至參數 curvegen_movie_node_num)為有效 AE 節點的數量值。



Curve Gen	
ISO Cal. Coef	40
Power Freq.	<input checked="" type="radio"/> 50 HZ <input type="radio"/> 60 HZ
Auto Low Light	<input checked="" type="radio"/> Disable <input type="radio"/> Enable
Max ExpT (1/100.0)	1000
ISO Max	204800
AE Node Num	2

使用者可以透過下方欄位的 Node 設定，來控制 AE Curve。AE Curve(對應至參數 `curvegen_movie_node0~11`)設定說明如下：

	N0	N1
ExpT	29	20000
ISO	100	200

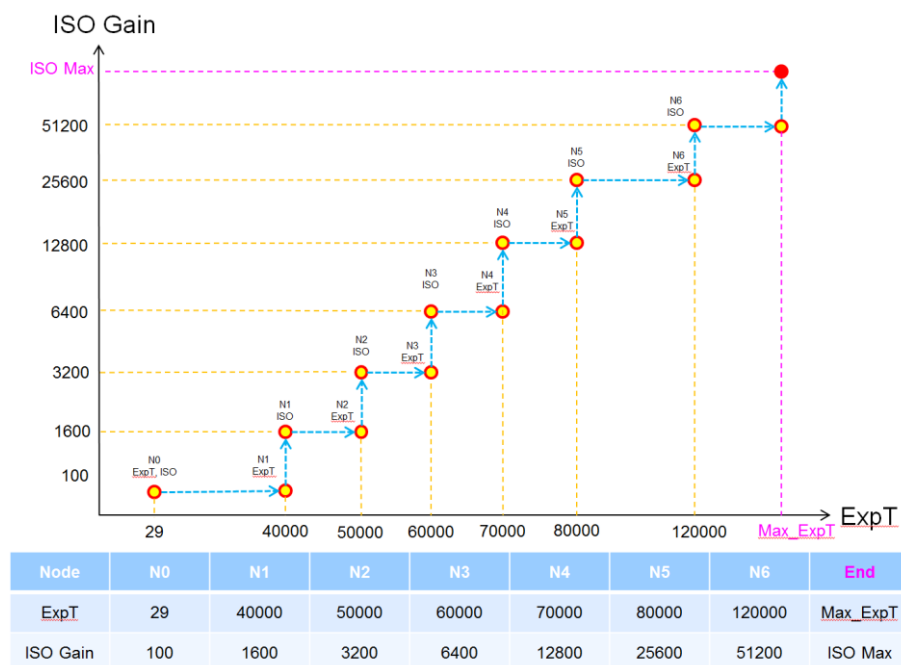
N0_ExpT(對應至參數 `curvegen_movie_node0[0]`)為最小曝光限制，單位為 μs 。

N0_ISO(對應至參數 `curvegen_movie_node0[1]`)為最小 ISO 值。此參數固定，不開放調整。

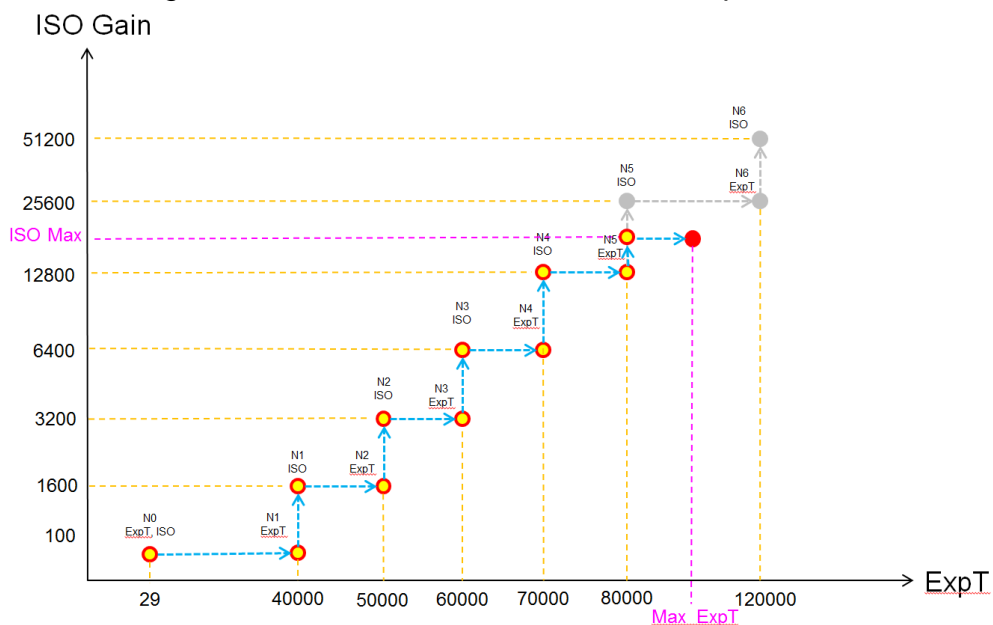
Nx_ExpT(對應至參數 `curvegen_movie_nodex[0]`)為第 x 節點的曝光邊界值。AE 算法會依據 EV 值控制曝光依電源頻率的倍數延伸至該曝光節點，中間的 ISO 值會自動內插。

Nx_ISO(對應 `curvegen_movie_nodex[1]`)為第 x 節點的 ISO 邊界值，在曝光時間延伸至 Nx_ExpT 時，AE 算法會將 ISO Gain 增加至該 ISO 節點。

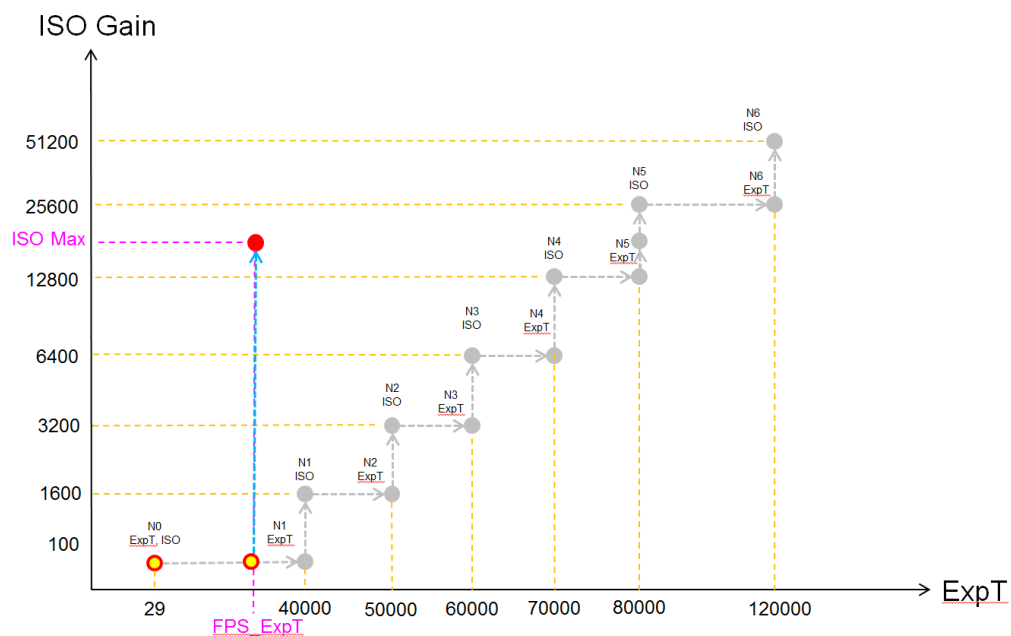
依據使用者設定所建置的 AE Curve 示意圖繪製在視窗中。概念說明圖如下：



Auto Low Light = ENABLE 時，ISO Max 和 Max_ExpT 的關係圖如下：



Auto Low Light = DISABLE 時，ISO Max 和 Max_ExpT 的關係圖如下：



當 Auto Low Light = DISABLE 時，AE Curve 的最大曝光則會停在設定幀率的曝光時間。

當 Auto Low Light = ENABLE 時，AE Curve 的最大曝光時間會延長至 (MaxExpT(1/FPS))，中間的曝光時間和 ISO 轉換會依據 AE Node 參數表變化。

ISPTool 目前尚不支援 Photo 模式下的 Curve Gen. 調整。

Copyright © 2018 Novatek Microelectronics Corp. All Rights Reserved.

With respect to the information represented in this document, Novatek makes no warranty, expressed or implied, including the warranties of merchantability, fitness for a particular purpose and non-infringement, and does not assume any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness or usefulness of any such information.

【光圈設置範例】

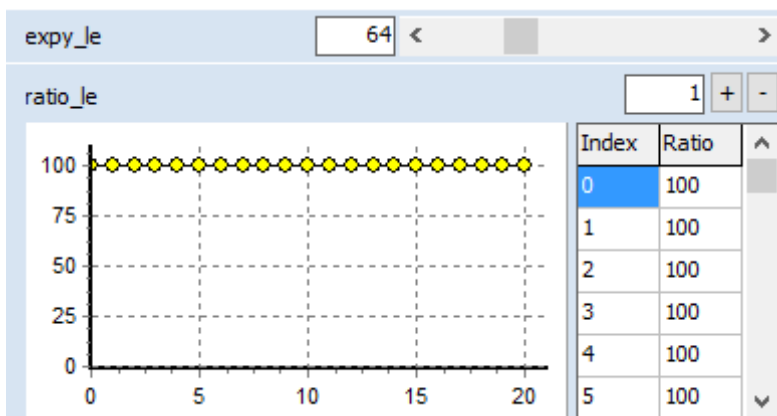
使用者可在 flicker base (8333 or 10000us) 的位置設置光圈控制來延伸抗閃效果，設置範例如下：

	N0	N1	N2	N3	
ExpT	56	10000	10000	20000	
ISO	100	100	100	400	
Aperture	1	1	200	200	

AE SHDR，模擬寬動態(SHDR)控制

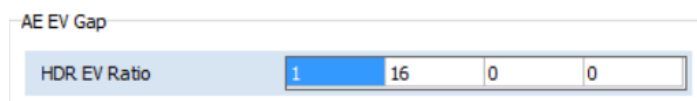
expy_le(對應至參數 shdr_expy_le)控制 SHDR 長曝影像之期望亮度。SHDR 模式下的長曝設定一律由此頁面控制，Expept Luminance Controls 的期望亮度設定在 SHDR 模式下無效。

ratio_le 表格(對應至參數 shdr_tab_ratio_le)為動態期望亮度調整，提供使用者依據不同 LV 值來對期望亮度做調整，單位為%。



➤ EV 比例修改

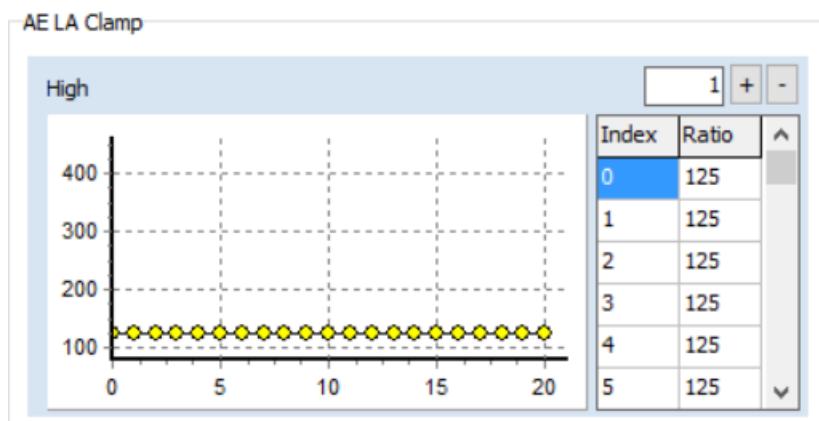
短曝設定由 HDR EV Ratio(對應至參數 curvegen_movie_hdr_ratio)決定。HDR EV Ratio 為長曝影像：短曝影像之亮度差異，單位為(1/*)倍率。以下圖設定為例，長曝影像：短曝影像之亮度差異為(1/1)：(1/16)，即為 4EV 差。



HDR EV Ratio 同時限制了 SHDR 模式下之長/短曝影像之曝光上限。以 30FPS 配合上圖設定來說，長曝影像之曝光上限為 $1/30 * (16/(16+1)) = 31372\mu s$ 、短曝影像之曝光上限為 $1/30 * (1/(16+1)) = 1960\mu s$ 。

- AE LA Clamp，亮度統計值限制

High 表格(對應至參數 `la_clamp_tab_shdr_h`)控制 SHDR 模式下，AE 計算當前影像亮度之上限值。此表格提供使用者依不同 LV 值來對亮度上限值做調試，單位為%。以下圖設定為例，在 LV1 處設為 125，即在 LV1 的環境下，亮度上限值為期望亮度的 125%。若以期望亮度 64 來說，超過亮度 80($64 \times 125\%$)的影像部分，在 AE 計算上都會以 80 去做計算。因此，LA Clamp 數值愈小，則 AE 計算環境亮度時的亮度上限值愈小，因而能夠降低高亮區域的影響，提高 SHDR 模式下的整體畫面亮度。



3.2 AWB

3.2.1 簡介

此模塊為自動白平衡，自動白平衡算法會抓取 CA 統計值，並依據使用者設定的參數生成色彩增益及環境色溫。

自動白平衡模塊所提供的調整介面，經常使用的參數為以下幾項：

- 類白區閾值(AWB_TH)
- 特定類白區篩選(AWB_EXPAND_BLOCK)
- 環境亮度判斷(AWB_LV)
- 色溫權重控制(AWB_CT_WEIGHT)
- 亮度權重控制(AWB_LUMA_WEIGHT)
- 目標比例設定(AWB_TARGET)
- 白平衡收斂控制(AWB_CONVERGE)

3.2.2 參數說明

此章節將介紹 cfg 上之 AWB 參數。cfg 所列出之參數為經常調整參數，對應之結構體與說明，詳列於下表。調試步驟請參考章節 3.2.3。

成員名稱	描述
對應 AWB_TH 結構體	
th_y	統計值的亮度限制。 第一個參數為統計值的亮度下界值。 第二個參數為統計值的亮度上界值。 亮度 $Y = (2G+R+B) >> 2$ 。 值域：[0, 255]。
th_rpb	統計值的 R+B 限制。 第一個參數為統計值的 R+B 下界值。 第二個參數為統計值的 R+B 上界值。 值域：[0, 512]。
th_rsb	統計值的 R-B 限制。

Copyright © 2018 Novatek Microelectronics Corp. All Rights Reserved.

With respect to the information represented in this document, Novatek makes no warranty, expressed or implied, including the warranties of merchantability, fitness for a particular purpose and non-infringement, and does not assume any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness or usefulness of any such information.

	<p>第一個參數為統計值的 R-B 下界值。</p> <p>第二個參數為統計值的 R-B 上界值。</p> <p>值域：[-200, 400]。</p>
th_r2g	<p>統計值的 R/G 限制。</p> <p>第一個參數為統計值的 R/G 下界值。</p> <p>第二個參數為統計值的 R/G 上界值。</p> <p>值域：[0, 320]。</p>
th_b2g	<p>統計值的 B/G 限制。</p> <p>第一個參數為統計值的 B/G 下界值。</p> <p>第二個參數為統計值的 B/G 上界值。</p> <p>值域：[0, 320]。</p>
th_rmb	<p>統計值的 RxB 限制。</p> <p>第一個參數為統計值的 RxB 下界值。</p> <p>第二個參數為統計值的 RxB 上界值。</p> <p>值域：[0, 320]。</p>
對應 AWB_LV 結構體	
lv_night	<p>夜間環境亮度限制。</p> <p>第一個參數為夜間亮度的下界值。</p> <p>第二個參數為夜間亮度的上界值。</p> <p>值域：[0, 26]。</p>
lv_in	<p>室內環境亮度限制。</p> <p>第一個參數為室內亮度的下界值。</p> <p>第二個參數為室內亮度的上界值。</p> <p>值域：[0, 26]。</p>
lv_out	<p>戶外環境亮度限制。</p> <p>第一個參數為戶外亮度的下界值。</p> <p>第二個參數為戶外亮度的上界值。</p> <p>值域：[0, 26]。</p>
對應 AWB_CT_WEIGHT 結構體	
ct_weight_ctmp	<p>色溫值。</p> <p>固定值：2300, 2800, 3700, 4700, 6500, 11000。</p>
ct_weight_cx	<p>ct_weight_ctmp 指定色溫之線性內差運算子，由校正時生成。</p> <p>注意：此數值由 ISPTool 校正生成，不建議自行更動。</p>
ct_weight_out	<p>戶外環境亮度下，ct_weight_ctmp 指定各色溫之白區參考權重值。</p>

	值域：[1, 100]。
ct_weight_in	室內環境亮度下，ct_weight_ctmp 指定各色溫之白區參考權重值。 值域：[1, 100]。
ct_weight_night	夜間環境亮度下，ct_weight_ctmp 指定各色溫之白區參考權重值。 值域：[1, 100]。
對應 AWB_TARGET 結構體	
target_cx	目標比例指定色溫之線性內差運算子，由校正時生成。 注意：此數值由 ISPTool 校正生成，不建議自行更動。
target_rg_ratio	目標比例指定色溫之 RGain 目標增益。AWB 最多支援三組目標增益設定，增益可根據色溫內插。 參考白區計算 RGain 結果乘上此增益，為最後 AWB 計算 RGain 結果。 數值 1024 為 1 倍。 值域：[1, 2048]。
target_bg_ratio	目標比例指定色溫之 BGain 目標增益。AWB 最多支援三組目標增益設定，增益可根據色溫內插。 參考白區計算 BGain 結果乘上此增益，為最後 AWB 計算 BGain 結果。 數值 1024 為 1 倍。 值域：[1, 2048]。
對應 AWB_CT_INFO 結構體	
ct_info_temperature	白平衡校正時之指定色溫。 固定值：2300, 2800, 3700, 4700, 6500, 11000。
ct_info_r_gain	ct_info_temperature 指定色溫下之 R 增益。 數值 256 為 1 倍。 值域：[1, 2047]。
ct_info_g_gain	ct_info_temperature 指定色溫下之 G 增益。 數值 256 為 1 倍。 值域：[1, 2047]。
ct_info_b_gain	ct_info_temperature 指定色溫下之 B 增益。 數值 256 為 1 倍。 值域：[1, 2047]。
對應 AWB_MWB_GAIN 結構體	
mwb_r_gain	12 種環境模式下之固定白平衡 R 增益。

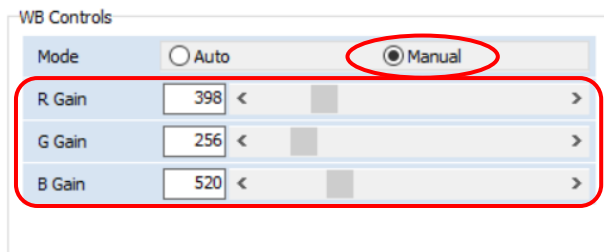
	數值 256 為 1 倍。 值域：[1, 2047]。
mwb_g_gain	12 種環境模式下之固定白平衡 G 增益。 數值 256 為 1 倍。 值域：[1, 2047]。
mwb_b_gain	12 種環境模式下之固定白平衡 B 增益。 數值 256 為 1 倍。 值域：[1, 2047]。
對應 AWB_CONVERGE 結構體	
conv_skip_frame	自動白平衡計算頻率，控制幾幀做一次白平衡。 數值愈大，白平衡計算愈慢；數值愈小，白平衡計算愈快。 默認值 4。 值域：[1, 10]。
conv_speed	自動白平衡收斂速度。 數值愈大收斂速度愈快。默認值 50。 值域：[1, 100]。
conv_tolerance	自動白平衡容忍度。 數值愈大容忍度。默認值 259。 值域：[256, 512]。
對應 AWB_EXPAND_BLOCK 結構體	
expand_block_mode	特定類白區模式。AWB 最多支援四組特定類白區設定。 0：關閉功能。 1：新增。 2：移除。 值域：[0, 2]。
expand_block_lv_l	四組特定類白區的環境亮度下界值。 值域：[0, 26]。
expand_block_lv_h	四組特定類白區的環境亮度上界值。 值域：[0, 26]。
expand_block_y_l	四組特定類白區的統計值亮度下界值。 亮度 $Y = (2G+R+B) >> 2$ 。 值域：[0, 255]。
expand_block_y_u	四組特定類白區的統計值亮度上界值。 亮度 $Y = (2G+R+B) >> 2$ 。 值域：[0, 255]。

expand_block_rpb_l	四組特定類白區的統計值 R+B 下界值。 值域：[0, 512]。
expand_block_rpb_u	四組特定類白區的統計值 R+B 上界值。 值域：[0, 512]。
expand_block_rsb_l	四組特定類白區的統計值 R-B 下界值。 值域：[-200, 400]。
expand_block_rsb_u	四組特定類白區的統計值 R-B 上界值。 值域：[-200, 400]。
對應 AWB_LUMA_WEIGHT 結構體	
luma_weight_enable	亮度權重開關。 值域：[0, 1]。
luma_weight_y	8 階指定亮度值。 亮度 $Y = (2G+R+B) >> 2$ 。 固定值：4, 8, 20, 32, 192, 208, 224, 240。
luma_weight_w	對應 luma_weight_y 之亮度權重值。 值域：[1, 100]。

3.2.3 調試步驟

- WB Controls，自動/手動控制

AWB 設定分成自動及手動模式。請注意，欲設置手動模式時，必須要 R、G 及 B Gain 均不為 0 時，手動設置才能生效。將 WB 模式設置成手動時，使用者可自行設置 Color Gain 來做測試。R、G、B Gain 數值 256 為 1 倍。



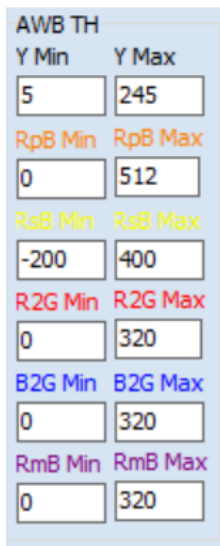
The image shows the 'WB Controls' interface. At the top, there are two radio buttons: 'Auto' and 'Manual'. The 'Manual' button is selected and circled in red. Below this, there are three rows for color gain settings: 'R Gain' with a value of 398, 'G Gain' with a value of 256, and 'B Gain' with a value of 520. Each row has a slider bar to the right of the input field. A red rectangle highlights the entire 'WB Controls' section.

手動模式需同時將 R、G、B Gain 設為非 0 值

- AWB Calibration，類白區閾值校正

此部分需要使用色溫燈箱搭配 ISPTool 進行校正流程，請參考章節 2.2。

此介面對應至參數 th_y、th_rpb、th_rsb、th_r2g、th_b2g 及 th_rmb。



The image shows the 'AWB TH' calibration interface. It contains several pairs of input fields for minimum and maximum values: 'Y Min' (5) and 'Y Max' (245), 'RpB Min' (0) and 'RpB Max' (512), 'RsB Min' (-200) and 'RsB Max' (400), 'R2G Min' (0) and 'R2G Max' (320), 'B2G Min' (0) and 'B2G Max' (320), and 'RmB Min' (0) and 'RmB Max' (320). Each pair is color-coded: Y is blue, RpB is orange, RsB is yellow, R2G is red, B2G is blue, and RmB is purple.

- CT Weight，色溫權重控制

此步驟需同時調整環境亮度判斷(LV Check)和色溫白點權重控制(CT Weight)參數項。

LV Check 的 Night(對應至參數 lv_night)默認值為(1, 4)，代表 LV1~LV4 的色溫權重參數為 CT Weight 的 Night 設定(對應至參數 ct_weight_night)。

LV Check 的 Indoor(對應至參數 lv_in)默認值為(6, 10)，代表 LV6~LV10 的色溫權重參數為 CT Weight 的 In 設定(對應至參數 ct_weight_in)。

LV Check 的 Outdoor(對應至參數 lv_out)默認值為(14, 26)，代表 LV14~LV26 的色溫權重參數為 CT Weight 的 Outdoor 設定(對應至參數 ct_weight_out)。

CT Weight 控制三種環境亮度下，不同色溫之白區參考權重，統計值會依據不同色溫給予不同計算權重，權重值域 0~100，建議值 1~10，默認值為 1。

LV Check

	Low	High
Night	1	4
Indoor	6	10
Outdoor	14	26

CT Weight

CT	Out	In	Night
2300	1	1	1
2800	1	1	1
3700	1	1	1
4700	1	1	1
6500	1	1	1
11000	1	1	1

- Luma Weight，亮度權重控制

亮度權重分為 8 組亮度(對應至參數 luma_weight_y)及其對應權重(對應至參數 luma_weight_w)，統計值依據不同亮度給予不同權重值。

權重值域 0~100，建議值 1~10，默認值為 1。



- Target Ratio，目標 R/B 增益比例控制

Copyright © 2018 Novatek Microelectronics Corp. All Rights Reserved.

With respect to the information represented in this document, Novatek makes no warranty, expressed or implied, including the warranties of merchantability, fitness for a particular purpose and non-infringement, and does not assume any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness or usefulness of any such information.

自動白平衡下，白區計算結果依據色溫乘上 Target Ratio 的 RG 設定(對應至參數 target_rg_ratio)和 BG 設定(對應至參數 target_bg_ratio)，為最後自動白平衡結果，默認值 1024 為 1 倍。

通常低色溫場景偏暖色，為了接近人眼視覺感受，會將 RG 設定為大於 1024，BG 設定為小於 1024。例如：2800(K)色溫下，設定 RG 為 1228，BG 為 921。

Target Ratio		
Ratio	RG	BG
2800	1024	1024
4700	1024	1024
6500	1024	1024

3.3 AF

3.3.1 簡介

此模塊為自動尋焦，自動尋焦算法會抓取 VA 統計值，並依據使用者設定的參數來搜尋出最清晰的焦點位置。算法會在所設置的 **focus** 搜尋範圍內分階段位移鏡頭來獲取 VA 值，統計值會與影像清晰程度呈正向關係，算法需排除雜訊的干擾，以免造成誤判而造成尋找到非最清晰的焦點位置。

自動尋焦算法兼顧到尋焦的準確度、速度與穩定度三者間的平衡，需特別做調試的參數只有取值閾值，使用者也可依據畫面著重的區域給予較大的位置權重值。並且只要依據所制定的架構開發馬達驅動，**AF** 算法即可用來驅動 **focus/zoom** 鏡頭。

自動尋焦模塊所提供的調整介面，經常使用的參數為以下兩項：

- 位置權重控制(AF_WIN_WEIGHT)
- VA 取值濾波器(IQ_VA_PARAM)

3.3.2 參數說明

此章節將介紹 **cfg** 上之 **AF** 參數。**cfg** 所列出之參數為經常調整參數，對應之結構體與說明，詳列於下表。調試步驟請參考章節 3.3.3。

成員名稱	描述
對應 AF_THRES 結構體	
thres	尋焦統計值閾值(百分比)。 第一個參數為粗搜尋統計值閾值。 值域：[0, 99]。 第二個參數為細搜尋統計值閾值。 值域：[0, 99]。 第三個參數為最終搜尋統計值閾值。 值域：[0, 99]。 第四個參數為重新搜尋統計值閾。 值域：[10, 300]。

對應 AF_STEP_SIZE 結構體	
step_size	<p>尋焦過程中馬達的步進距離。</p> <p>第一個參數為粗搜尋階段的馬達步進距離。</p> <p>第二個參數為細搜尋階段的馬達步進距離。</p> <p>第三個參數為最終搜尋階段的馬達步進距離。</p> <p>值域：[1, 16]。</p>
對應 AF_MAX_COUNT 結構體	
max_search_cnt	<p>最大的尋焦取樣點次數。</p> <p>值域：[90, 900]。</p>
對應 AF_WIN_WEIGHT 結構體	
win_weight0	<p>畫面等分 8X8 的第 n 列(橫向)window 權重。</p> <p>值域：[0, 8]。</p>
win_weight1	
win_weight2	
win_weight3	
win_weight4	
win_weight5	
win_weight6	
win_weight7	

成員名稱	描述
IQ_VA_PARAM	
mode	選擇手動或自動參數模式。
indep_roi_0	<p>五個 VA 獨立框的起始位置及範圍比例{x, y, w, h}。</p> <p>第一、第二個參數為 x, y 為獨立框的起始位置 X, Y 座標。</p> <p>第三、第四個參數為 w, h 為獨立框的橫向/縱向範圍。</p> <p>這些輸入值是對應輸入影像大小的比例值。例如：x = 500 為 50.0%，代表起始位置 X 座標為影像橫軸中央；w = 300 則代表獨立框的橫向範圍為輸入影像寬的 30%。</p> <p>請注意：NT98520 的 VA 獨立框，長、寬最大僅支援至 511 pixels，若設定值超過硬體限制，會以設定框的中心為基準，將超規部分卡在 511。</p> <p>值域：[0, 1000]。</p>
indep_roi_1	
indep_roi_2	
indep_roi_3	
indep_roi_4	
g1	<p>grope1 濾波器係數。</p> <p>第一個參數為濾波器係數 A。值域：[0, 31]。</p> <p>第二個參數為濾波器係數 B。值域：[-16, 15]。</p> <p>第三個參數為濾波器係數 C。值域：[-8, 7]。</p>

	<p>第四個參數為濾波器係數 D。值域：[-8, 7]。</p> <p>第五個參數為濾波器的正規化強度。值域：[0, 15]。</p> <p>詳細的濾波器參數設定請參考 Application Note 文件。</p>
g2	<p>grope2 濾波器係數。</p> <p>第一個參數為濾波器係數 A。值域：[0, 31]。</p> <p>第二個參數為濾波器係數 B。值域：[-16, 15]。</p> <p>第三個參數為濾波器係數 C。值域：[-8, 7]。</p> <p>第四個參數為濾波器係數 D。值域：[-8, 7]。</p> <p>第五個參數為濾波器的正規化強度。值域：[0, 15]。</p> <p>詳細的濾波器參數設定請參考 Application Note 文件。</p>
g1_th	<p>grope1 濾波器 VA 取值限制。支援手動及自動模式，自動模式下可根據 16 組增益內插參數。</p> <p>第一個參數為 VA 取值下界值。</p> <p>第二個參數為 VA 取值上界值。</p> <p>值域：[0, 255]。</p>
g2_th	<p>grope2 濾波器 VA 取值限制。支援手動及自動模式，自動模式下可根據 16 組增益內插參數。</p> <p>第一個參數為 VA 取值下界值。</p> <p>第二個參數為 VA 取值上界值。</p> <p>值域：[0, 255]。</p>

3.3.3 調試步驟

- **AF_THRES**

建議使用默認值即可，此為 AF 算法在尋焦過程中切換 rough/fine/final 搜尋階段的條件閾值(對應至參數 thres)。

- **AF_STEP_SIZE**

尋焦過程會分 rough/fine/final 搜尋階段，每個階段有各自的馬達步進距離(對應至參數 step_size)，原則就是粗找時跨大步、細找時跨小步的概念，以讓尋焦兼顧速度與準確度。

- **AF_MAX_COUNT**

在觸發尋焦流程後，AF 算法會在允許的 focus 位置範圍內去搜尋最佳焦點位置，如果尋焦取樣點超過此最大搜尋次數(對應至參數 max_search_cnt)，則會移至最大的 VA 統計值位置並且停止搜尋。因此，要給定夠大的值讓 AF 算法可以掃過完整的 focus 移動範圍。

- **AF_WIN_WEIGHT**，位置權重控制

AF 計算 VA 統計值時，會將畫面等分為 8x8 的矩陣，每個矩陣位置給予一個區域 VA 權重(對應至參數 win_weight0~7)，VA 統計值即為矩陣權重與對應 VA 數值的加權總合。

使用者可以依據著重的畫面區域或場景特性來調整，給定權重數值 0 就代表忽略此 window 的 VA 統計值資訊。

```
[NVT_AF]
thres=20,80,95,25
step_size=6,3,1
max_search_cnt=160
win_weight0=1,1,1,1,1,1,1,1
win_weight1=1,1,1,1,1,1,1,1
win_weight2=1,1,1,1,1,1,1,1
win_weight3=1,1,1,1,1,1,1,1
win_weight4=1,1,1,1,1,1,1,1
win_weight5=1,1,1,1,1,1,1,1
win_weight6=1,1,1,1,1,1,1,1
win_weight7=1,1,1,1,1,1,1,1
```

- IQ_VA_PARAM, VA 取值濾波器

為避免雜訊對 VA 統計值造成影響，硬體端設計了一套取值機制，將經過 HPF 後的高頻能量值經計算處理後再累計至 VA 統計值。NT9852x 實現出 2 套 VA 硬體線路，因此參數分為 group1 與 group2 兩組(對應至參數 g1 與 g2，一般都填入相同的值即可)。

```
[VA]
mode=0
indep_roi_0=0,0,1000,1000
indep_roi_1=0,0,1000,1000
indep_roi_2=0,0,1000,1000
indep_roi_3=0,0,1000,1000
indep_roi_4=0,0,1000,1000
g1=2,-1,0,0,3
g2=2,-1,0,0,3
```

VA 計算參數需要依據不同的 sensor 雜訊特性調試，且其處理位置在 ISP 流程的較後端，因此根據章節 2.1 圖示，IQ_VA_PARAM 參數組的調試需要在 ISP 其餘參數確定之後才可進行。調試步驟如下：

- (1) 載入調整完成的 config 參數檔，並對著有不同灰階亮度場景。
- (2) 手動設置 AE 增益為 ISO100，並配合適當的曝光時間以得到期望的畫面亮度。
- (3) 在 $g1_th = g2_th$ 的條件下，遞增取值閾值，至畫面平坦區(無邊緣細節)的 VA 統計值接近 0。

例如： $g1_th[0] = 3$ 、 $g1_th[1] = 4 \rightarrow g1_th[0] = 8$ 、 $g1_th[1] = 9$ 。

在完成步驟(3)，調適出 $g1_th[0]=x$ 、 $g1_th[1] = x+1$ 後，適度的向上調整 $x+1$ 至 $x+n$ 。

```
[VA_0]
g1_th=6,8
g2_th=6,8
```

- (4) 在完成調試出 ISO100 的 $g1_th$ 後，將增益設置為其餘增益(ISO200 以上)，並重複步驟(2)~(3)。

4 參考資料

- ***NT98520 ISP Module Application Note_Cn.doc***
- ***NT9852x ISP Tuning Guide_Cn.doc***