



Gowin AGC IP 用户指南

IPUG762-1.0,2021-02-24

版权所有© 2021 广东高云半导体科技股份有限公司

未经本公司书面许可，任何单位和个人都不得擅自摘抄、复制、翻译本档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

免责声明

本档并未授予任何知识产权的许可，并未以明示或暗示，或以禁止发言或其它方式授予任何知识产权许可。除高云半导体在其产品的销售条款和条件中声明的责任之外，高云半导体概不承担任何法律或非法律责任。高云半导体对高云半导体产品的销售和 / 或使用不作任何明示或暗示的担保，包括对产品的特定用途适用性、适销性或对任何专利权、版权或其它知识产权的侵权责任等，均不作担保。高云半导体对档中包含的文字、图片及其它内容的准确性和完整性不承担任何法律或非法律责任，高云半导体保留修改档中任何内容的权利，恕不另行通知。高云半导体不承诺对这些档进行适时的更新。

版本信息

日期	版本	说明
2021/02/24	1.0	初始版本。

目录

目录	i
图目录	ii
表目录	iii
1 关于本手册	1
1.1 手册内容	1
1.2 相关文档	1
1.3 术语、缩略语	2
1.4 技术支持与反馈	2
2 概述	3
2.1 Gowin AGC IP 介绍	3
2.2 算法	3
3 特征与性能	6
3.1 主要特征	6
3.2 最大频率	6
3.3 延迟 Latency	6
3.4 资源利用	6
4 功能描述	8
4.1 端口描述	8
4.2 时序说明	10
4.3 使用说明	11
5 调用与配置	14
5.1 IP 调用说明	14
5.2 配置界面	15
6 参考设计	17

图目录

图 2-1 Gowin AGC 算法图例.....	4
图 4-1 Gowin AGC IP 端口图.....	8
图 4-2 Gowin AGC IP 复位时序图.....	10
图 4-3 Gowin AGC IP 数据输入时序图.....	11
图 5-1 Gowin AGC IP 工具栏调用示例.....	14
图 5-2 Gowin AGC IP Options 配置界面.....	15
图 5-3 Gowin AGC IP Filter Constants 配置界面.....	16

表目录

表 1-1 术语、缩略语	2
表 2-1 Gowin AGC IP 概述	3
表 3-1 Gowin AGC IP 占用资源	7
表 4-1 Gowin AGC IP 的 I/O 列表	9
表 5-1 配置选项说明	15
表 5-2 配置选项说明	16

1 关于本手册

1.1 手册内容

Gowin AGC IP 用户指南主要包括产品概述、特征性能、功能描述、调用配置及参考设计，旨在帮助用户快速了解 Gowin AGC IP 的产品特性、特点及使用方法。

1.2 相关文档

通过登录高云半导体网站 www.gowinsemi.com.cn 可以下载、查看 FPGA 产品相关文档。

- [DS100](#)，GW1N 系列 FPGA 产品数据手册
- [DS117](#)，GW1NR 系列 FPGA 产品数据手册
- [DS891](#)，GW1NRF 系列蓝牙 FPGA 产品数据手册
- [DS821](#)，GW1NS 系列 FPGA 产品数据手册
- [DS881](#)，GW1NSER 系列 FPGA 产品数据手册
- [DS861](#)，GW1NSR 系列 FPGA 产品数据手册
- [DS102](#)，GW2A 系列 FPGA 产品数据手册
- [DS226](#)，GW2AR 系列 FPGA 产品数据手册
- [DS961](#)，GW2ANR 系列 FPGA 产品数据手册
- [SUG100](#)，Gowin 云源软件用户指南

1.3 术语、缩略语

表 1-1 中列出了本手册中出现的相关术语、缩略语及相关释义。

表 1-1 术语、缩略语

术语、缩略语	全称	含义
IP	Intellectual Property	知识产权
LUT	Look-up Tables	查找表
BSRAM	Block Static Random Access Memory	块状静态随机存储器
DSP	Digital Signal Processor	数字信号处理器
AGC	Automatic Gain Control	自动增益控制
NLMS	Normalized Least Mean Square	归一化的最小均方

1.4 技术支持与反馈

高云半导体提供全方位技术支持，在使用过程中如有任何疑问或建议，可直接与公司联系：

网址：www.gowinsemi.com.cn

E-mail：support@gowinsemi.com

Tel: +86 755 8262 0391

2 概述

2.1 Gowin AGC IP 介绍

Gowin AGC IP 用于控制增益因子的缓慢改变。在语音有效期间，对语音信号的短期功率进行估计，并与期望值进行比较。当语音信号超过阈值时，增益因子 $g(n)$ 降低，反之则增益增加。为了避免短暂的语音停顿期间增益的快速变化， $g(n)$ 以非常小的步长递增或递减。

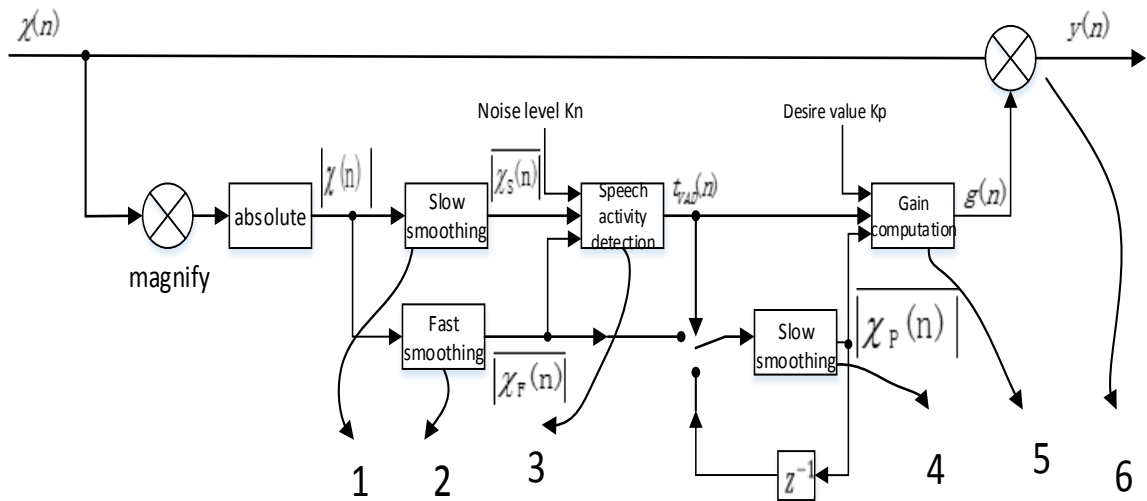
表 2-1 Gowin AGC IP 概述

Gowin AGC IP	
逻辑资源	请参见表 3-1。
交付文件	
设计文件	Verilog (encrypted)
测试设计流程	
综合软件	Synplify_Pro/GowinSynthesis
应用软件	Gowin Software

2.2 算法

AGC 为自动增益控制，根据输入的语音信号自动调整增益的大小，在语音信号较大时缩小，较小时放大，使得语音信号较稳定地维持在一个范围内。Gowin AGC IP 算法实现过程如图 2-1 所示。

图 2-1 Gowin AGC 算法图例



序号对应的操作为：

1. 计算 $\overline{|x_S(n)|}$
2. 计算 $\overline{|x_F(n)|}$
3. 计算 $t_{VAD}(n)$ ，检测声音，低于阈值 Kn 的视为噪声。
4. 计算 $x_p(n)$ ，判断当前的增益是需要增加还是减少。
5. 计算 $g(n)$ ，增益。
6. 计算 $y(n)$ ，输出。

算法图例中，各个参数对应的公式如下；

- $\overline{|x_S(n)|} = (1 - \gamma_S(n))|x(n)| + \gamma_S(n)\overline{|x_S(n-1)|}$
- $\gamma_S(n) = \begin{cases} \gamma_{S,r}, & \text{if } |x(n)| > \overline{|x_S(n-1)|} \\ \gamma_{S,f}, & \text{else} \end{cases}$
- $\overline{|x_F(n)|} = (1 - \gamma_F(n))|x(n)| + \gamma_F(n)\overline{|x_F(n-1)|}$
- $\gamma_F(n) = \begin{cases} \gamma_{F,r}, & \text{if } |x(n)| > \overline{|x_F(n-1)|} \\ \gamma_{F,f}, & \text{else} \end{cases}$

- $$t_{VAD}(n) = \begin{cases} 1, & \text{if } \overline{|\chi_F(n)|} > \max\{\overline{|\chi_S(n)|}, K_n\} \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$
- $$\chi_P(n) = \begin{cases} (1 - \gamma_P(n))\overline{|\chi_F(n)|} + \gamma_P(n)\overline{|\chi_P(n-1)|}, & \text{if } t_{VAD}(n) = 1 \\ \overline{|\chi_P(n-1)|}, & \text{else} \end{cases}$$
- $$\gamma_P(n) = \begin{cases} \gamma_{P,r}, & \text{if } \overline{|\chi_F(n)|} > \overline{|\chi_P(n-1)|} \\ \gamma_{P,f}, & \text{else} \end{cases}$$
- $$g(n) = \begin{cases} g_{\text{mod}}(n)g(n-1), & \text{if } \overline{|\chi_F(n)|} > \overline{|\chi_P(n-1)|} \\ g(n-1), & \text{else} \end{cases}$$
- $$g_{\text{mod}}(n) = \begin{cases} g_{\text{inc}}, & \text{if } \overline{|\chi_P(n)|}g(n-1) < Kp \\ g_{\text{dec}}, & \text{else} \end{cases}$$
- $$y(n) = \chi(n)g(n)$$

其中 $\gamma_{S,r}$ $\gamma_{S,f}$ $\gamma_{F,r}$ $\gamma_{F,f}$ $\gamma_{p,r}$ $\gamma_{p,f}$ 等是滤波器常数，对应 Filter Constants 配置参数中的各个参数；例如 $\gamma_{S,r}$ 对应 RSR。

注！

算法示意图中，相应序号对应的操作，为方便描述，简称为“x 运算”；例如 1 计算 $\overline{|\chi_S(n)|}$ ，简称为“1 运算”。

3 特征与性能

3.1 主要特征

- 支持增益配置
- 支持声音检测阈值配置
- 支持滤波器常数配置

3.2 最大频率

Gowin AGC IP 的最大频率主要根据所用器件及其速度等级（speed grade of the devices）确定，以 GW2A-55 系列 FPGA 为例，可达到 170M。

3.3 延迟 Latency

Gowin AGC IP 的最大延时主要由实际使用来确定。当通道同步后，需要使用第一通道的数据，约 73 个周期，计算出增益值，并给出数据 pdata_out；非第一通道时，每个通道约 11 个周期给出 pdata_out。

3.4 资源利用

Gowin AGC IP 通过 Verilog 语言实现。因使用器件的密度、速度、等级不同以及 IP 配置模式不同，其性能和资源利用情况可能不同。

以 GW2A-55 系列 FPGA，默认配置为例，介绍 Gowin AGC IP 资源利用情况，其资源利用情况如表 3-1 所示，有关在其他高云 FPGA 上的应用验证，请关注后期发布信息。

表 3-1 Gowin AGC IP 占用资源

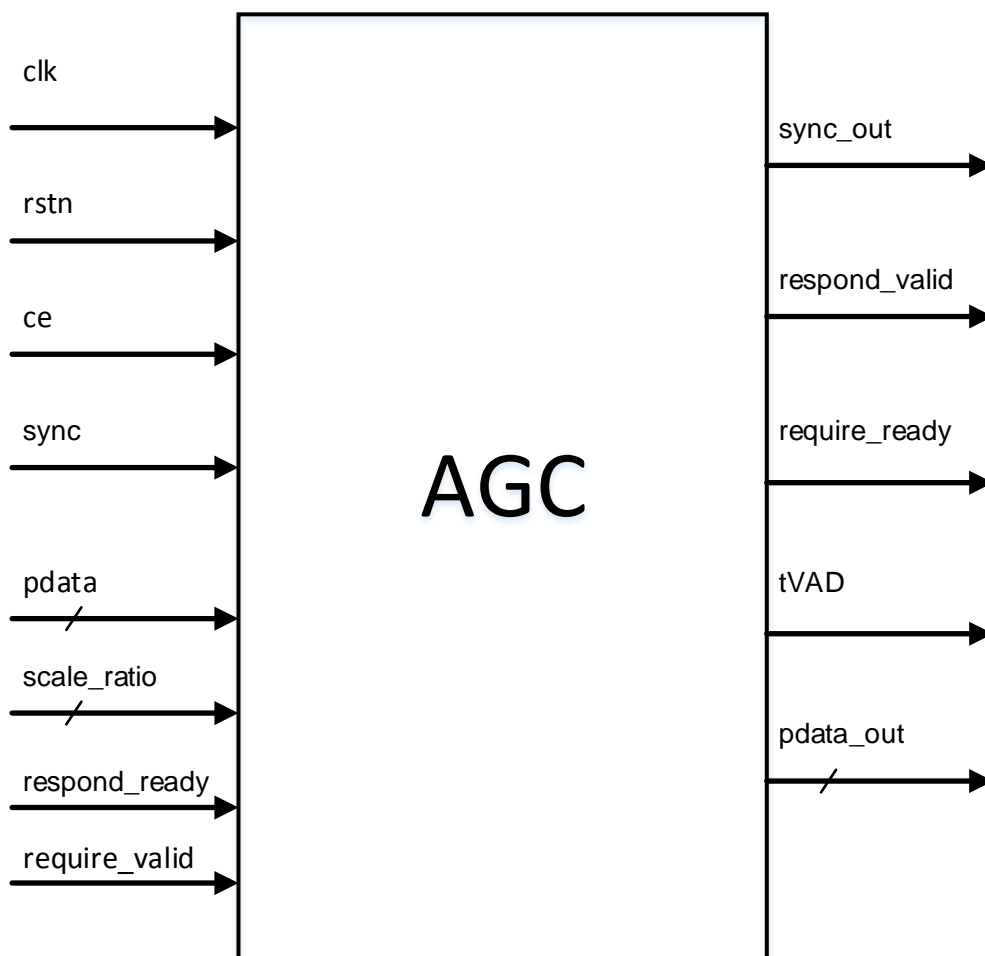
器件系列	速度等级	资源利用		备注
GW2A-55	C8/I7	LUT		819
		DSP	MULT36X36	1
			ALU54D	1
		REG		922

4 功能描述

4.1 端口描述

Gowin AGC IP 的 IO 端口如下图 4-1 所示

图 4-1 Gowin AGC IP 端口图



有关 Gowin AGC IP 的 IO 端口详情，如表 4-1 所示。

表 4-1 Gowin AGC IP 的 I/O 列表

信号	方向	描述
clk	input	时钟
rstn	input	复位(低电平有效)
ce	input	模块工作使能, AGC 一直工作的条件下, 可设置为常 1。
sync	input	输入同步信号, 当前数据为第一通道数据时, 被拉高。
pdata	input	输入并行数据, 位宽 24。
scale_ratio	input	前端放大系数, 位宽 8, 后四位为小数部分, 如 8'h18 表示放大 1.5 倍。
respond_ready	input	可输出的握手信号
require_valid	input	输入有效握手信号
sync_out	output	输出同步信号
respond_valid	output	输出有效握手信号
require_ready	output	可输入的握手信号
tVAD	output	语音识别信号
pdata_out	output	输出并行数据, 位宽 24。

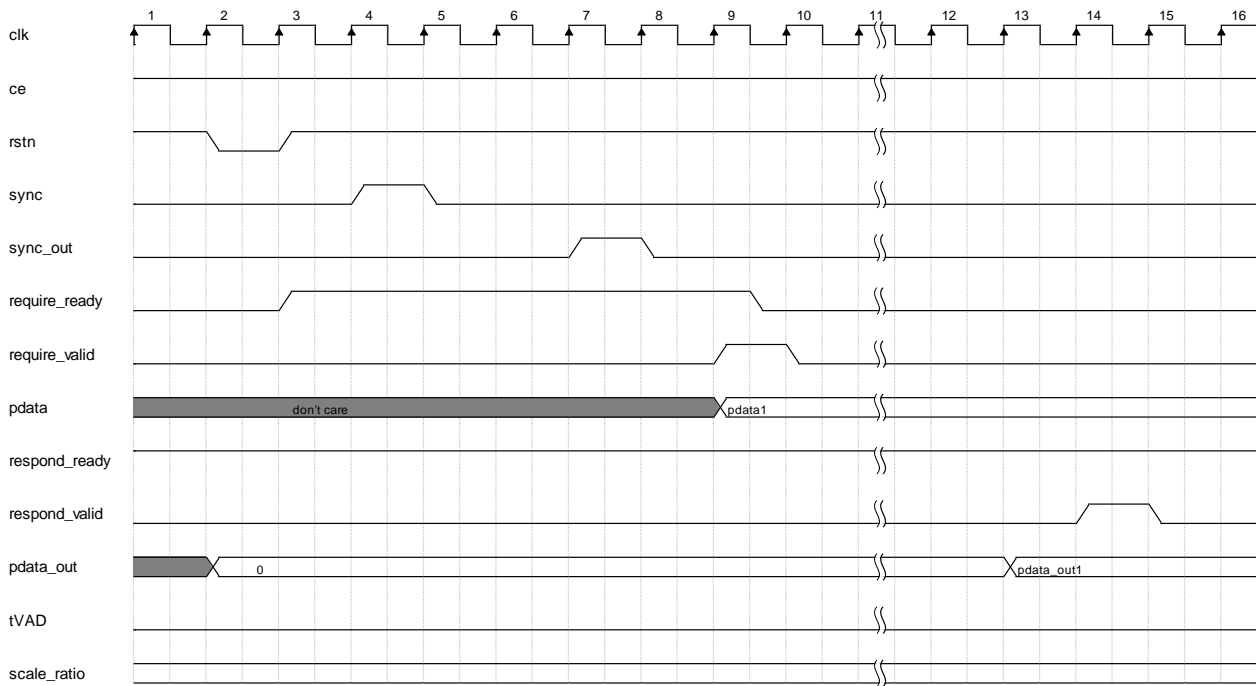
注!

- scale_ratio 可用于微调声音大小, 若输入过大, 会导致数据溢出。不进行声音调整时, 建议输入值为 8'h10。
- tVAD 可用于声音识别, tVAD=1 时, 表明此刻有声音输入; KN (声音检测阈值) 减小时, 可识别到更小的声音。

4.2 时序说明

Gowin AGC IP 的时序图如图 4-2、图 4-3 所示。

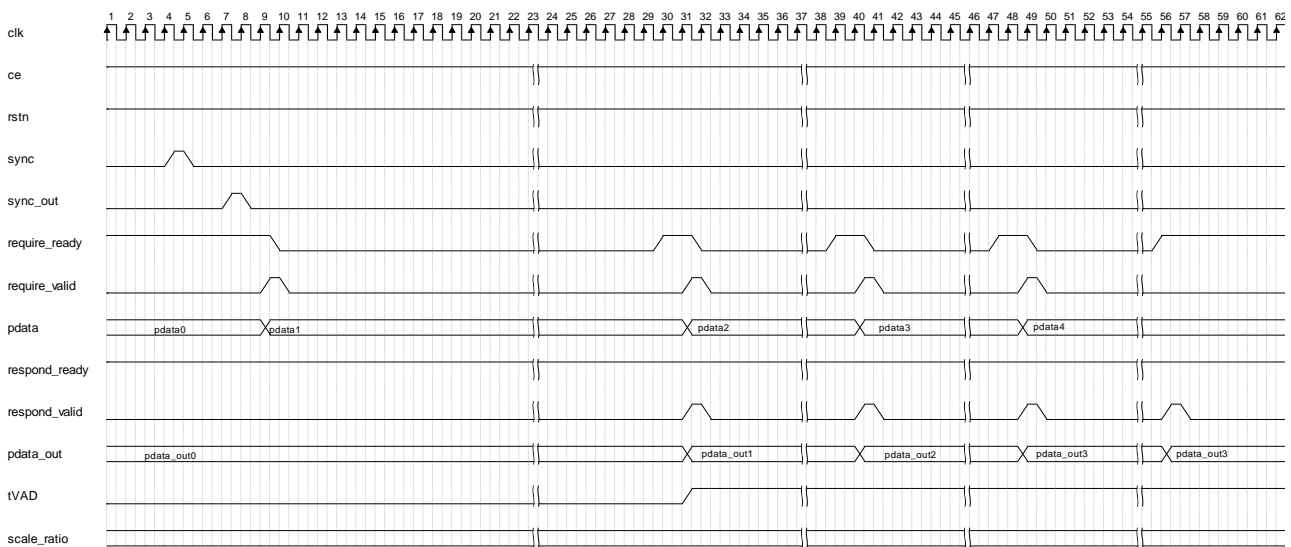
图 4-2 Gowin AGC IP 复位时序图



Gowin AGC IP 复位时序图，如图 4-2 所示。ce 在 IP 一直工作时，可以一直为 1。复位后，require_ready 变为 1，表示可以接受数据；respond_valid、tvAD、sync_out、pdata_out 均被设置为 0。

在输入 sync 及 require_valid 之后 IP 开始工作。

图 4-3 Gowin AGC IP 数据输入时序图



Gowin AGC IP 的数据输入时序图如图 4-3 所示。

1. 输入 **sync** 后，表示新的一帧传输已经开始。经过两个时钟周期的延时，IP 输出一个 **sync_out** 高电平。此时 **require_ready** 应为高电平，表示可以接受从 IP 上游模块传输的数据。在 IP 上游模块给出一个 **require_valid** 高电平时，IP 拉低 **require_ready**，同时将使用此时的 **pdata** 进行计算。计算完成后，如果 **respond_ready** 为高电平，IP 将更新 **pdata_out** 的值，并将 **respond_valid** 拉高一时钟周期，表示此时输出有效。
2. IP 内部将一直跟随着输入的 **scale_ratio** 进行调整，使用最新的值进行计算。
3. IP 的下游模块数据处理速度足够快，**respond_ready** 可一直为 1。
4. 每次 **sync** 同步之后，需要使用第一通道的数据计算 **gain** 的值，故而速度稍慢，需要耗费约 73 个时钟周期才能输出 **pdata_out**；其余每个通道需要耗费 11 个时钟周期，利用第一通道计算出的 **gain** 值，得到输出的 **pdata_out**。

4.3 使用说明

IP 的典型使用

Gowin AGC IP 可进行单个或多个通道的音频数据处理。IP 通过 **sync** 配合 **require_valid**，完成通道数的同步。**sync** 拉高一个周期，表明下一个通道的有效数据到来时，为第一通道的数据；**require_valid** 拉高一个周期，表明当前数据为某个通道的有效数据。

单通道计算时，需要一直使用 **sync** 配合 **require_valid** 信号同步，表明为单通道数据。**sync** 配合 **require_valid** 示例如下：

```
(sync) require_valid >
(sync) require_valid >
.....
```

注!

(sync) require_valid 表示 sync 同步后，第一个 require_valid 信号。

多通道进行数据传输时，使用 sync 配合 require_valid 信号，表明第一通道的数据，之后使用 require_valid 信号同步，顺序处理其他通道的数据。以 4 通道数据，sync 配合 require_valid 示例如下：

```
(sync) require_valid > require_valid > require_valid > require_valid >
(sync) require_valid > require_valid > require_valid > require_valid >
.....
```

IP 处理的数据格式，以 4 通道数据为例：顺序处理各个通道的第一个数，再处理各个通道的第二个数……

示例如下：

```
C1_1,C2_1,C3_1,C4_1;
C1_2,C2_2,C3_2,C4_2;
C1_3,C2_3,C3_3,C4_3;
C1_4,C2_4,C3_4,C4_4;
C1_5,C2_5,C3_5,C4_5;
.....
```

Cx1_x2,表示 x1 通道的第 x2 个数据；如 C3_4 表示，第 3 通道的第 4 个数据。

音频的采样率需要与 IP 的工作频率相匹配；保证在两个采样点之间，IP 能够完成各个通道数据的处理。即 $1/f_s > ((T_f + n * T_c) / f)$ 。

文中表述的多通道，指多个采集设备，在某环境，同一时刻，不同位置，采集的音频数据。例如，在一个房间内，4 个不同位置的麦克风，采集的房间内的说话的声音；则采集到的数据为 4 个通道的数据。

注!

- fs 为音频采样频率；
- f 为 IP 的工作频率；
- Tf=73，为第一通道运算完成周期数；
- Tc=11，为多通道时，完成一个非第一通道的周期数；
- n 为通道数减一，最小值为 0；例如 3 通道时，n=2。

参数配置使用

- GINC：增益增大幅度；当 GINC 值越大，增益可以更快地放大。
- GDEC：增益减小幅度；当 GDEC 值越大，增益可以更快地减小。
- KN：声音检测阈值；当增大时，检测到声音的阈值更大；影响 tVAD 信号。
- KP：声音稳定后阈值；当 KP 增大时，声音稳定后音量更大。

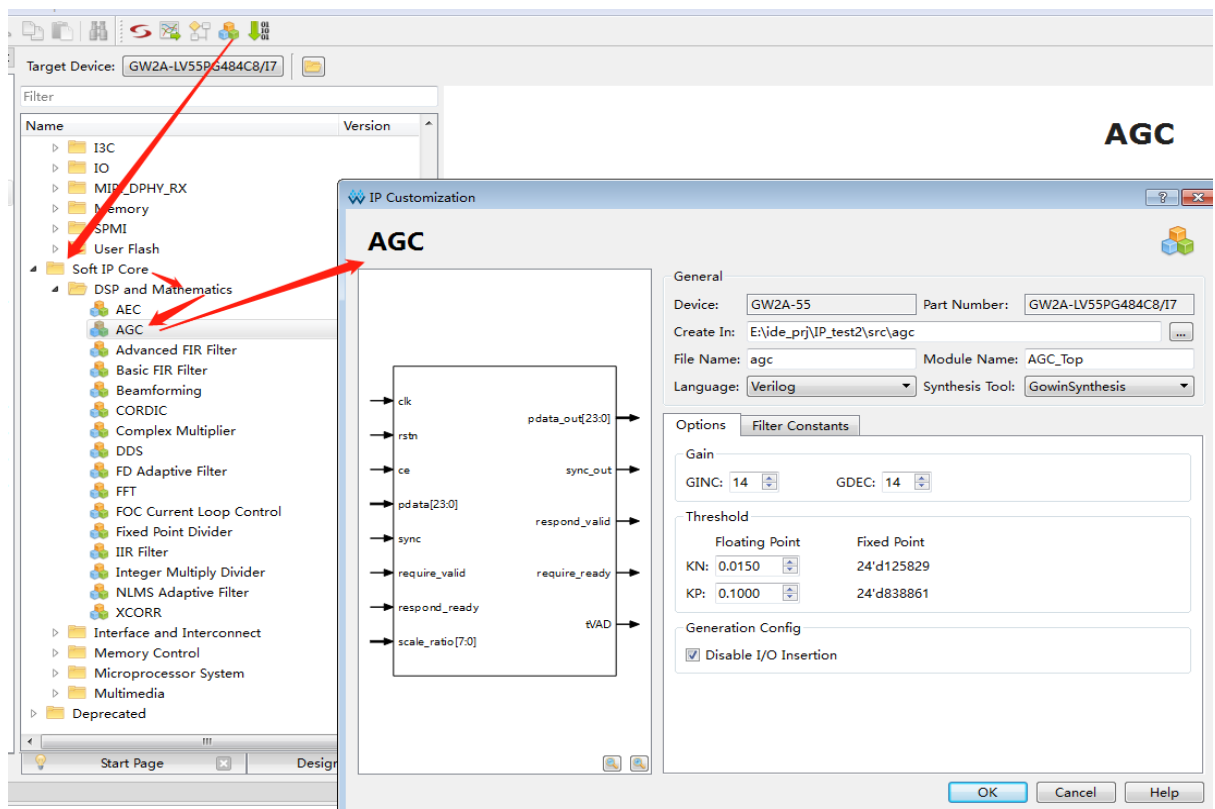
- **RSR: 1** 运算, 滤波器上升参数; **RSR** 增大, 当 $\overline{\chi_s(n)}$ 值增加时, 值增加得更加缓慢; **RSR** 减小, 当 $\overline{\chi_s(n)}$ 值增加时, 值增加得更快。
- **RSF: 1** 运算, 滤波器下降参数; **RSF** 增大, 当 $\overline{\chi_s(n)}$ 值减小时, 值减小得更加缓慢; **RSF** 减小, 当 $\overline{\chi_s(n)}$ 值减小时, 值减小得更快。
- **RFR: 2** 运算, 滤波器上升参数; **RFR** 增大, 当 $\overline{\chi_f(n)}$ 值增加时, 值增加得更加缓慢; **RFR** 减小, 当 $\overline{\chi_f(n)}$ 值增加时, 值增加得更快。
- **RFF: 2** 运算, 滤波器下降参数; **RFF** 增大, 当 $\overline{\chi_f(n)}$ 值减小时, 值减小得更加缓慢; **RFF** 减小, 当 $\overline{\chi_f(n)}$ 值减小时, 值减小得更快。
- **RPR: 4** 运算, 滤波器上升参数; **RPR** 增大, 当 $\chi_p(n)$ 值增大时, 值增大得更加缓慢; **RPR** 减小, 当 $\chi_p(n)$ 值增大时, 值增大得更快。
- **RPF: 4** 运算, 滤波器下降参数; **RPF** 增大, 当 $\chi_p(n)$ 值减小时, 值减小得更加缓慢; **RPF** 减小, 当 $\chi_p(n)$ 值减小时, 值减小得更快。

5 调用与配置

5.1 IP 调用说明

在高云云源软件界面菜单栏 Tools 下，可启动 IP Core Generator 工具，在 Soft IP Core > DSP&Mathematic 分类下，完成调用并配置 Gowin AGC IP。也可使用工具栏图标，按照图示顺序启动 Gowin AGC IP，如图 5-1 所示。

图 5-1 Gowin AGC IP 工具栏调用示例

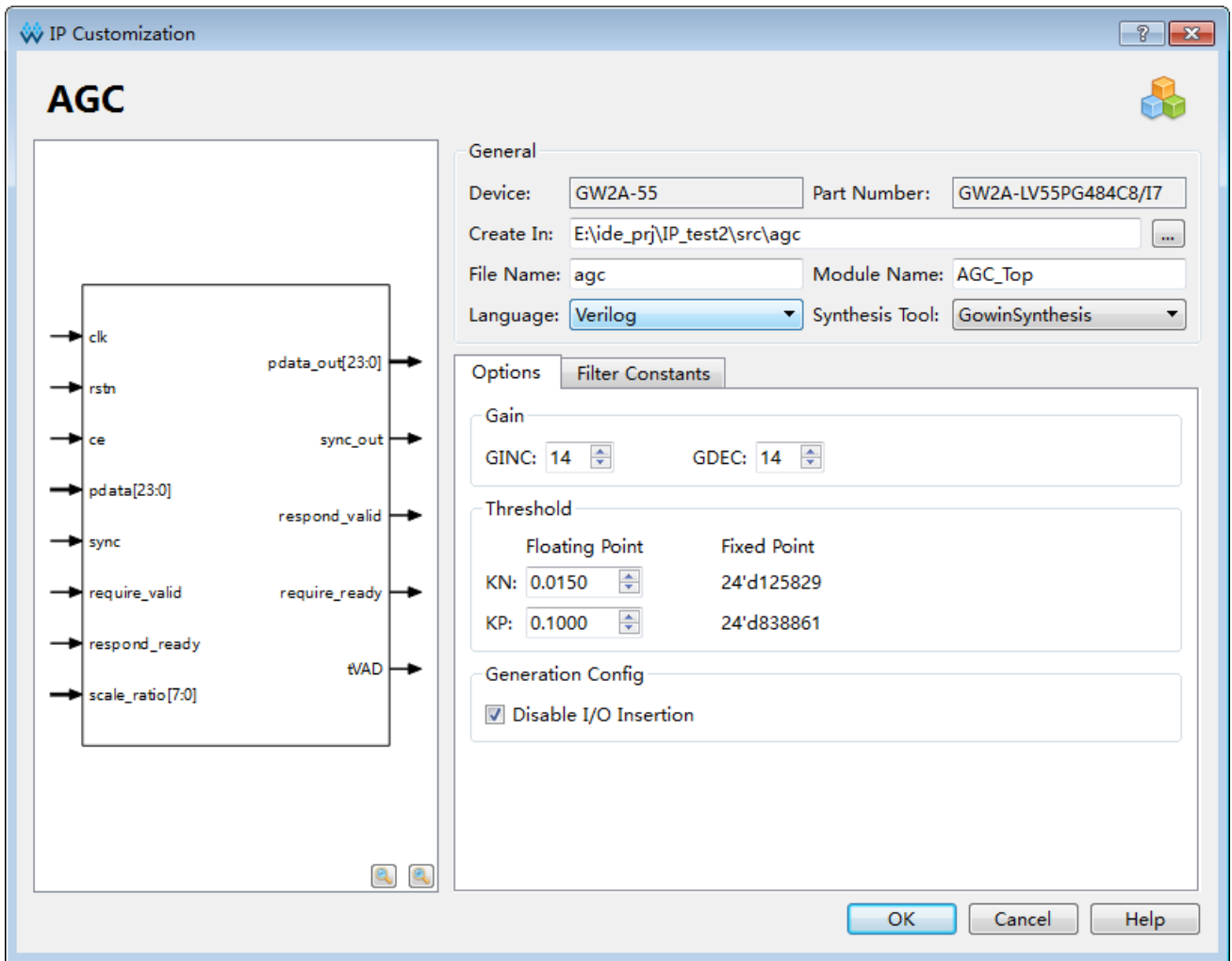


5.2 配置界面

Gowin AGC IP 配置界面如图 5-2、图 5-3 所示。

Options 配置界面

图 5-2 Gowin AGC IP Options 配置界面



Gowin AGC IP 的 Options 配置描述如表 5-1 所示。

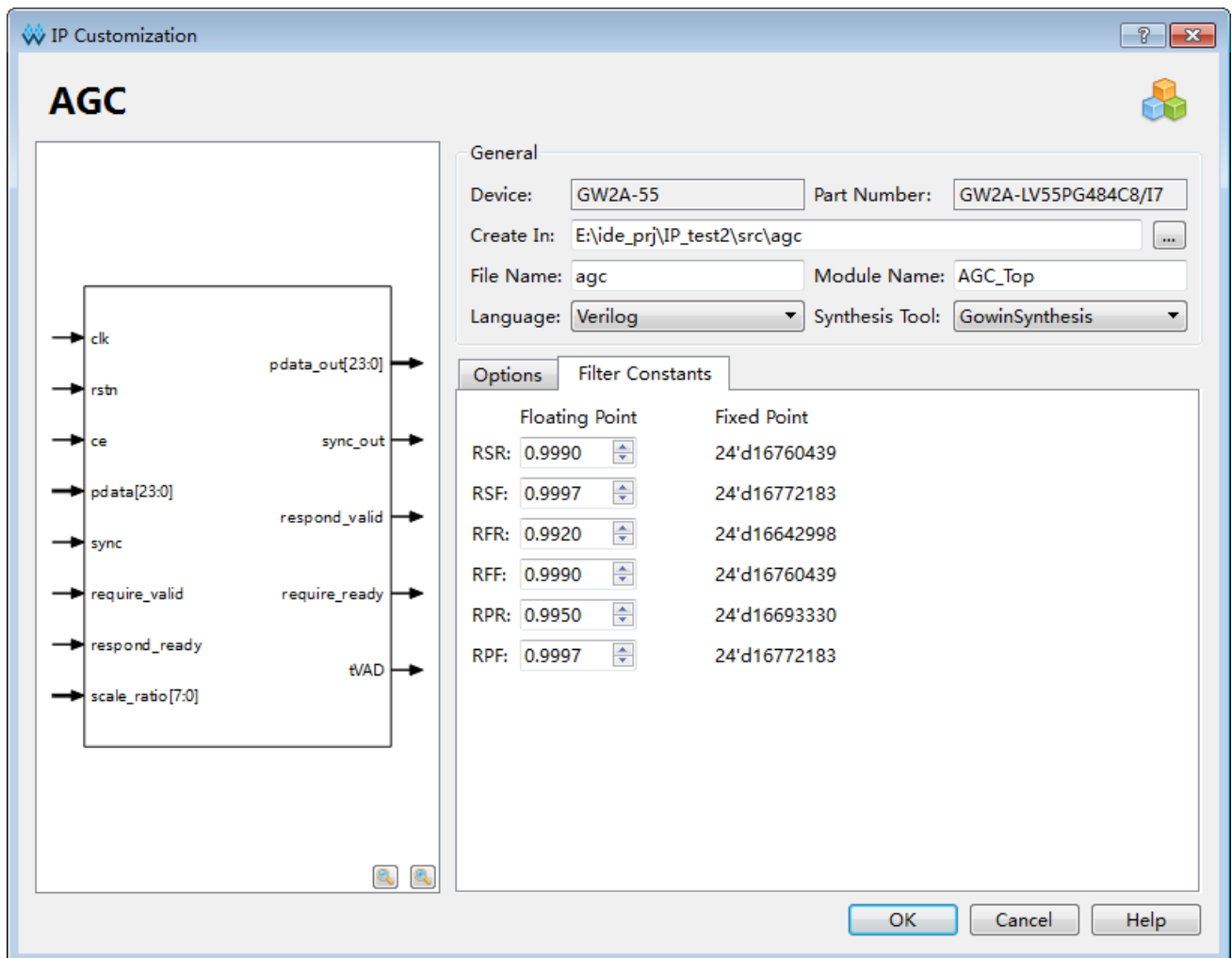
表 5-1 配置选项说明

选项		描述
Gain	GINC	增益增加幅度，0~20。
	GDEC	增益减小幅度，0~20。
Threshold	KN	声音检测阈值，0.0000~1.0000。
	KP	声音稳定后阈值，0.0000~1.0000。

Filter Constants 配置界面

Gowin AGC IP 的 Filter Constants 配置描述如图 5-3 所示。

图 5-3 Gowin AGC IP Filter Constants 配置界面



Gowin AGC IP 的 Filter Constants 配置描述如表 5-2 所示。

表 5-2 配置选项说明

选项	描述	
Filter Constants	RSR	1 运算, 滤波器上升参数, 0.9000~0.9999。
	RSF	1 运算, 滤波器下降参数, 0.9000~0.9999。
	RFR	2 运算, 滤波器上升参数, 0.9000~0.9999。
	RFF	2 运算, 滤波器下降参数, 0.9000~0.9999。
	RPR	4 运算, 滤波器上升参数, 0.9000~0.9999。
	RPF	4 运算, 滤波器下降参数, 0.9000~0.9999。

6 参考设计

可参考 [RefDesign](#) 内相关测试案例。

