



Gowin IIR Filter IP 用户指南

IPUG758-1.1,2021-04-16

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
2021/01/06	1.0	初始版本。
2021/04/16	1.1	更新读写时序描述。

目录

目录	i
图目录	iii
表目录	iv
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	1
1.4 技术支持与反馈	2
2 概述	3
2.1 Gowin IIR Filter IP 介绍	3
2.2 主要特征	3
2.3 最大频率	4
2.4 资源利用	4
3 功能描述	5
3.1 算法简介	5
3.2 Gowin IIR Filter IP 结构与功能	5
3.3 初始化系数文件	5
4 端口描述	7
5 时序说明	9
5.1 重载系数时序说明	9
5.2 Gowin IIR Filter IP 读写时序	10
6 配置及调用	12
7 参考设计	15
8 文件交付	16

8.1 文档 16

8.2 参考设计 16

图目录

图 3-1 Gowin IIR Filter IP 基本结构.....	5
图 4-1 Gowin IIR Filter IP 端口示意图.....	7
图 5-1 重载系数时序.....	9
图 5-2 Gowin IIR Filter IP 读写时序.....	10
图 5-3 MATLAB 示例.....	11
图 6-1 工具栏图标打开 IP 配置界面.....	12
图 6-2 Gowin IIR Filter IP 配置页面.....	13
图 6-3 Option 选项.....	13

表目录

表 1-1 术语、缩略语	1
表 2-1 Gowin IIR Filter IP	3
表 2-2 资源利用情况 (GW2A-18 C8/I7)	4
表 4-1 Gowin IIR Filter IP 的 IO 端口列表	7
表 6-1 Gowin IIR Filter IP 配置选项	14
表 8-1 文档列表	16
表 8-2 Ref. Design 文件夹内容列表	16

1 关于本手册

1.1 手册内容

Gowin IIR Filter IP 用户指南主要内容包括功能描述、端口描述、时序说明、配置调用、参考设计，旨在帮助用户快速了解 Gowin IIR Filter 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、查看以下相关文档：

- [DS100, GW1N 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS117, GW1NR 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [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
FPGA	Field Programmable Gate Array	现场可编辑门阵列
IIR	Infinite Impulse Response	无限脉冲响应
IP	Intellectual Property	知识产权
DSP	Digital Signal Processing	数字信号处理
SRAM	Static Random Access Memory	静态随机存储器
BSRAM	Block Static Random Access Memory	块状静态随机存储器

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 IIR Filter IP 介绍

Gowin IIR Filter IP 主要用于需要高截止特性的高数据吞吐量滤波，与 FIR 滤波器相比，IIR 滤波器所需的硬件更少，并且响应速度更快。Gowin IIR Filter IP 支持多通道和乘法器时分复用功能，支持在操作过程中重新加载系数的功能，使用方便灵活。

表 2-1 Gowin IIR Filter IP

IIR Filter IP	
IP 核应用	
逻辑资源	请参见表 2-2。
交付文件	
设计文件	Verilog (encrypted)
参考设计	Verilog
TestBench	Verilog
测试设计流程	
综合软件	Synplify Pro
应用软件	Gowin Software

2.2 主要特征

- 输入数据位宽支持 2-36 bits。
- 系数位宽支持 2-36 bits。
- 输出位宽支持 2-36 bits。
- 抽头数量支持 2-64（取决于芯片资源的大小）。
- 通道数量支持 1-32（取决于芯片资源的大小）。
- 乘法器数量支持 1-48（取决于芯片资源的大小）。
- 系数可重新载入。

2.3 最大频率

Gowin IIR Filter IP 的最大频率主要根据所用器件的速度等级（speed grade of the devices）以及配置参数决定确定，以 GW2A18 系列 FPGA 为例，可达到 90MHz。

2.4 资源利用

Gowin IIR Filter IP 的资源利用情况主要依赖于抽头数量等配置情况决定。使用不同器件时，其资源利用情况可能不同。以 GW2A-18 系列 FPGA 为例，在不同配置下，Gowin IIR Filter IP 资源利用情况如下表 2-2 所示。

表 2-2 资源利用情况（GW2A-18 C8/I7）

器件系列	速度等级	Order Size	Channels	Multipliers	LOGICS	REGS	DSP Macros	BSRAMS
GW2A-18	C8/I7	12	1	4	1577	1298	4	2

3 功能描述

3.1 算法简介

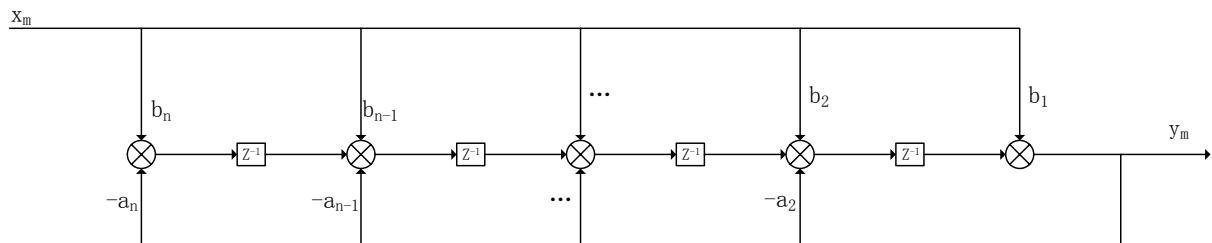
IIR Filter 差分计算公式如下：

$$a_1 y_n = b_1 x_n + b_2 x_{n-1} + \dots + b_{n_b+1} x_{n-n_b} - a_2 y_{n-1} - \dots - a_{n_a+1} y_{n-n_a}$$

3.2 Gowin IIR Filter IP 结构与功能

在 Gowin IIR Filter IP 中，数据输入到输出通过流水线处理，可以迅速得到结果，适用于数据和系数位宽较大，但阶数比较小的设计。其基本结构如下图 3-1 所示。

图 3-1 Gowin IIR Filter IP 基本结构



3.3 初始化系数文件

Gowin IIR Filter IP 支持系数初始化功能。在调用 Gowin IIR Filter IP 时，必须指定两份初始化系数文件，分别为前馈系数文件和反馈系数文件。如果滤波器形式如下：

$$a_1 y_n = b_1 x_n + b_2 x_{n-1} + \dots + b_{n_b+1} x_{n-n_b} - a_2 y_{n-1} - \dots - a_{n_a+1} y_{n-n_a}$$

则反馈系数文件中，数据的摆放位置应为：

a_1

a_2

...

a_n

且前馈系数文件中，数据的摆放位置应为：

 b_1 b_2

...

 b_n

其中，数据都为十进制纯文本数据。初始化系数的大小应在所选择的系数位宽范围内，否则 GUI 界面会提醒数据错误。

如果为多通道的配置，系数文件中数据的摆放位置应为

通道 0 的数据 0 (Coeff 0 0)

通道 0 的数据 1 (Coeff 0 1)

...

通道 0 的数据 n -1(Coeff 0 n-1)

通道 1 的数据 0 (Coeff 1 0)

通道 1 的数据 1 (Coeff 1 1)

...

通道 1 的数据 n -1(Coeff 1 n-1)

...

通道 M-1 的数据 0 (Coeff M-1 0)

通道 M-1 的数据 1 (Coeff M-1 1)

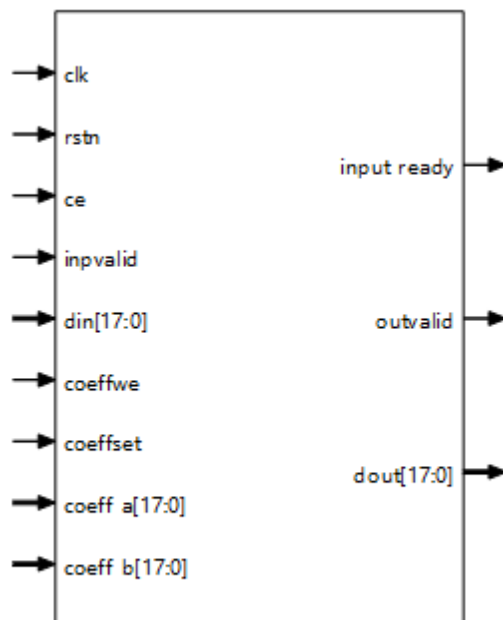
...

通道 M-1 的数据 n-1(Coeff M-1 n-1)

4 端口描述

Gowin IIR Filter IP 的 IO 端口详情，如图 4-1 所示。

图 4-1 Gowin IIR Filter IP 端口示意图



有关 Gowin IIR Filter IP 的 IO 端口详情，如表 4-1 所示

表 4-1 Gowin IIR Filter IP 的 IO 端口列表

信号	方向	位宽	描述
clk	input	1	输入时钟信号
rstn	input	1	复位信号，低电平有效。
ce	input	1	模块使能信号
coeffwe	input	1	重载系数时置为高电平
coeffset	input	1	系数重载完成后下一个时钟周期置为高电平，表示系数重载完成。
coeff_a	input	2-18	反馈输入系数
coeff_b	input	2-18	前馈输入系数
inpvalid	input	1	高电平时表示此时输入数据有效

信号	方向	位宽	描述
ibstart	input	1	每次输入第一个通道数据时，置为高电平 (仅多通道存在该信号)。
din	input	2-18	输入信号
input_ready	output	1	可输入指示信号，高电平时表示数据可以输入。
outvalid	output	1	输出有效信号，高电平时表示此时输出信号为有效值。
obstart	output	1	每次高电平输出，为第一个通道数据 (仅多通道存在该信号)。
dout	output	2-36	输出信号

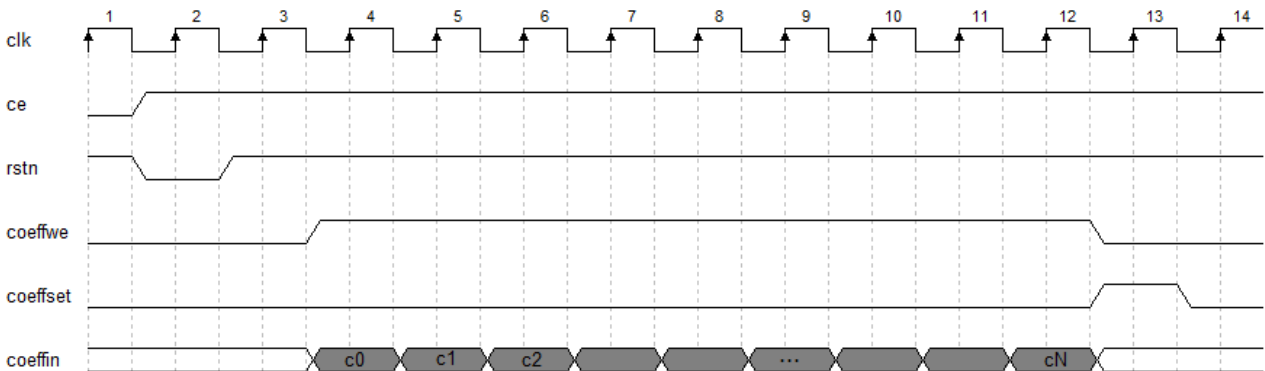
5 时序说明

本章主要介绍 Gowin IIR Filter IP 的时序情况。

5.1 重载系数时序说明

重载系数时序如图 5-1 所示。

图 5-1 重载系数时序

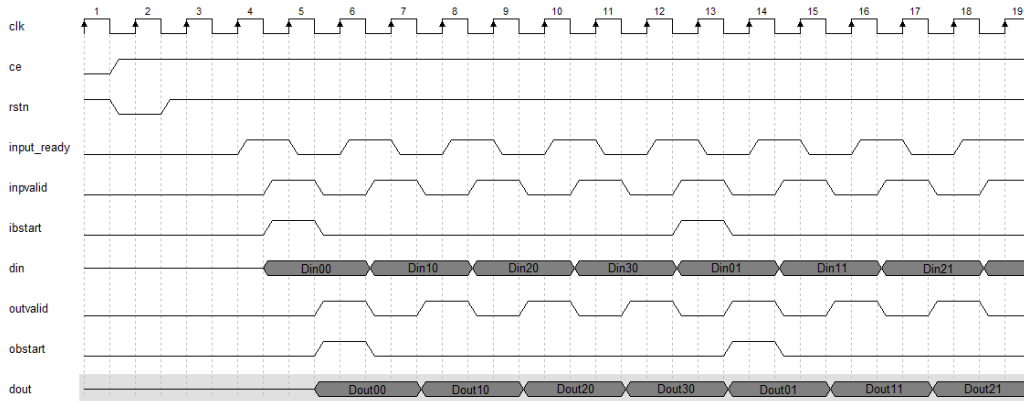


在重新载入系数时，需同时将 **COEFFWE** 信号置为高电平，每个时钟周期将写入一个系数。写入系数个数应与配置的抽头数量一致（多通道时写入系数个数为抽头数与通道数之积）。当重载系数操作完成后，应在下一个时钟周期内将 **COEFFSET** 信号置为高电平。

在写入系数的时候，需要 **coeff_a**、**coeff_b** 同步写入。多通道时系数排列顺序与初始化文件相同。

5.2 Gowin IIR Filter IP 读写时序

图 5-2 Gowin IIR Filter IP 读写时序



Gowin IIR Filter IP 模式读写时序如图 5-2 所示。当 `input_ready` 为高电平时，表示 Gowin IIR Filter IP 准备好接受输入数据。在输入数据的同时，需要将 `invalid` 信号拉高，此时的输入才有效；`invalid` 为高电平时，每一个时钟周期都会输入一个数据进行计算。如果为多通道，分别为通道 0 的数据，通道 1 的数据，一直到最后一个通道数据。经过若干个时钟周期延时后，就能得到输出信号 `dout`，同时，`outvalid` 信号也会变成高电平，表示此时的输出有效。

如果为多通道的配置，数据文件中数据的输入顺序应为：

通道 0 的数据 0 (Data 0 0)

通道 1 的数据 0 (Data 1 0)

...

通道 M-1 的数据 0 (Data M-1 0)

通道 0 的数据 1 (Data 0 1)

通道 1 的数据 1 (Data 1 1)

...

通道 M-1 的数据 1 (Data M-1 1)

...

通道 0 的数据 n -1(Data 0 n-1)

通道 1 的数据 n -1(Data 1 n-1)

...

通道 M-1 的数据 n-1(Data M-1 n-1)

IIR 系数数据格式转换，可参考以下 MATLAB 例子产生：

图 5-3 MATLAB 示例

```
% generate coefficient
[coeff_b, coeff_a] = butter(n, Wn, options);

% Convert to fixed point
scale_a_length=Feedback_Coefficient_Scale_Length;
scale_b_length=user_define;
% note :
%      DOUT_WIDTH=DIN_WIDTH+scale_b_length-scale_a_length;
coeff_a_fi=round(coeff_a*2^(scale_a_length-1));
coeff_b_fi=round(coeff_b*2^(scale_b_length-1));

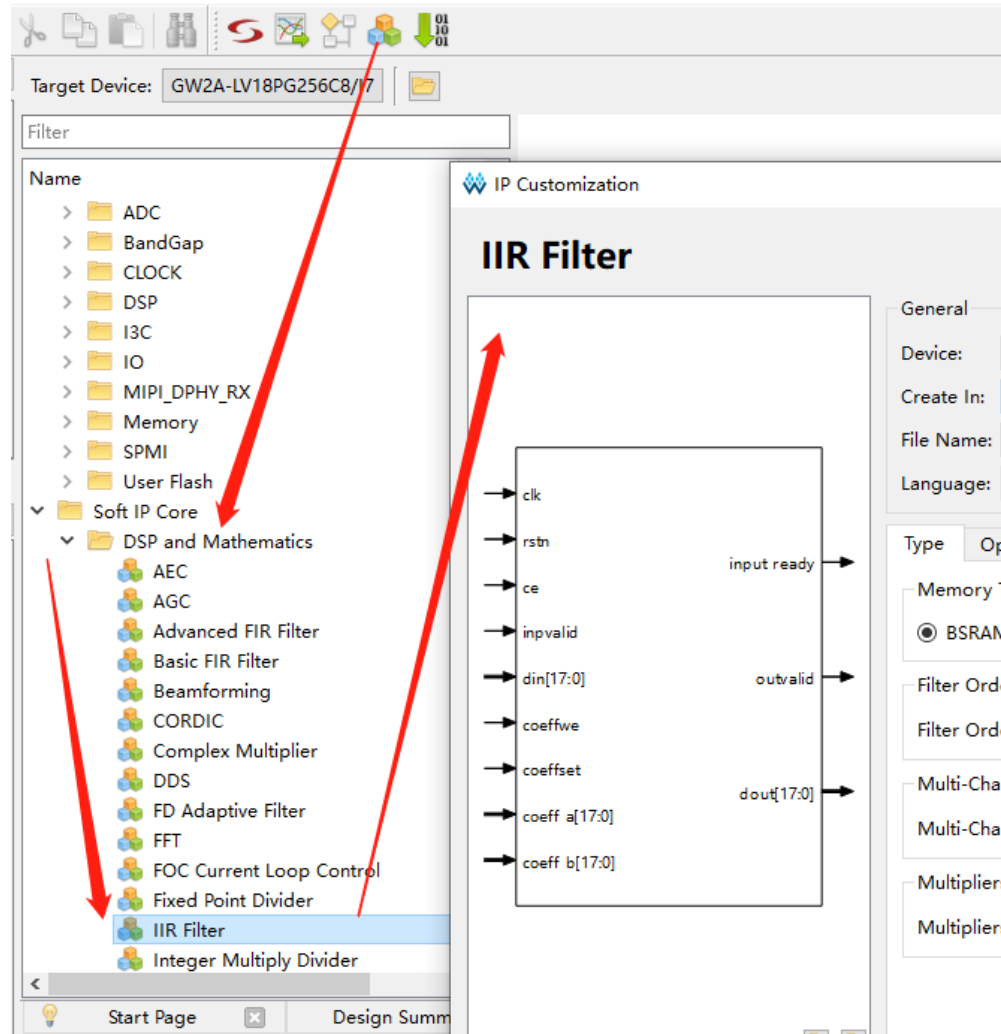
% tofile
coeff_a_file = "./data/coeff_a.dat";
coeff_b_file = "./data/coeff_b.dat";
save(coeff_a_file, coeff_a_fi);
save(coeff_b_file, coeff_b_fi);
```

其中 DIN_WIDTH、DOUT_WIDTH、Feedback_Coefficient_Scale_Length 可分别通过IP生成界面中Input Data Width、Output Data Width、Feedback Coefficient Scale Length选项配置。

6 配置及调用

在高云云源软件界面菜单栏 Tools 下，可启动 IP Core Generator 工具，在 DSP & Mathematic 分类下，可以找到 IIR Filter 完成调用与配置，也可使用工具栏图标，如图 6-1 所示。

图 6-1 工具栏图标打开 IP 配置界面



IIR Filter IP 配置界面如图 6-2 和图 6-3 所示。

图 6-2 Gowin IIR Filter IP 配置页面

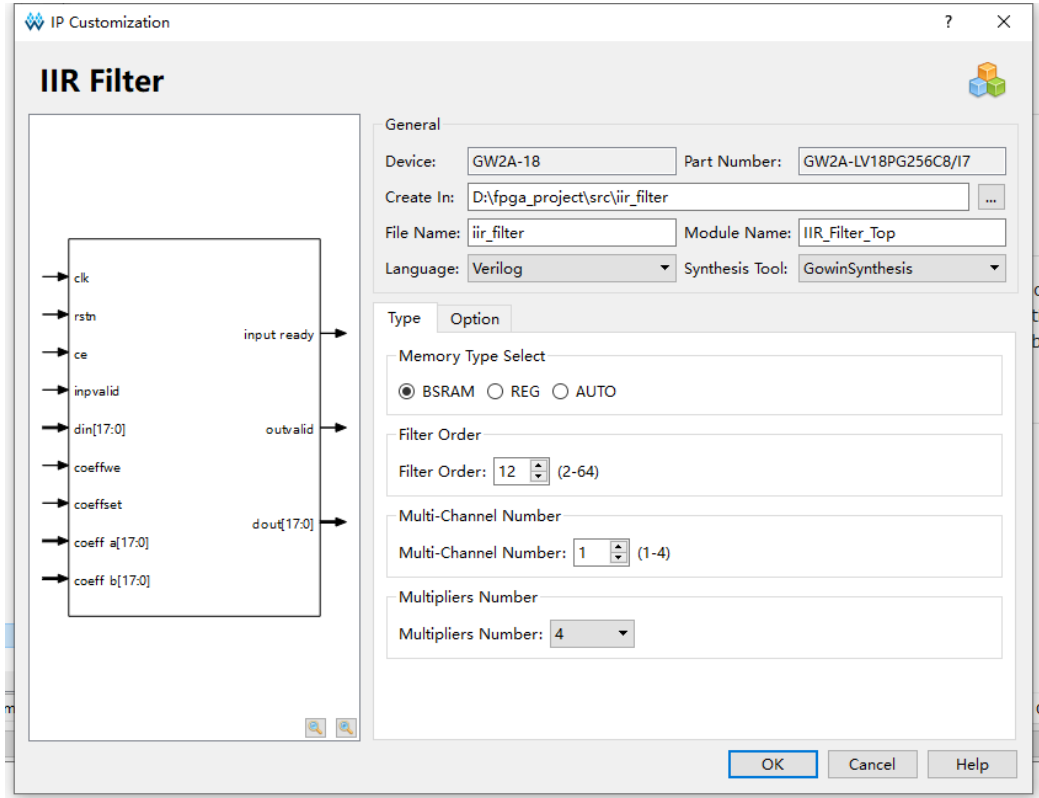
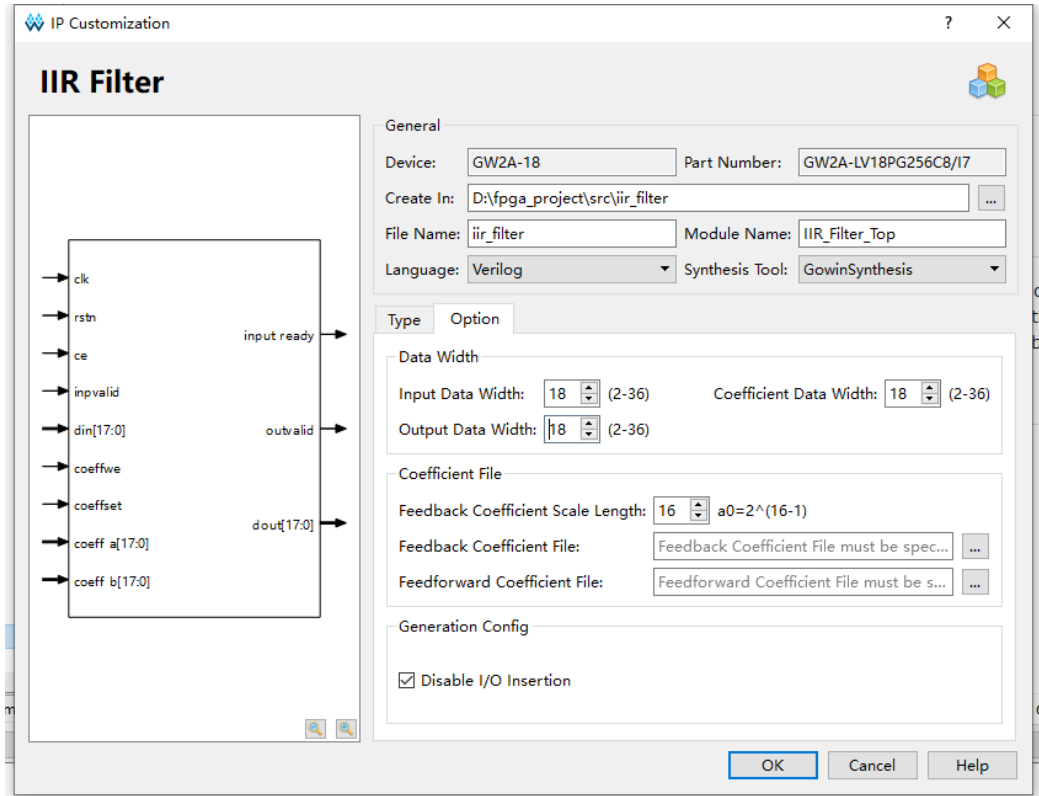


图 6-3 Option 选项



- 可通过修改 File Name，配置产生 IP 文件名称。
- 可通过修改 Module Name，配置产生的 IP 模块名称。
- 可通过配置 Type 选项，配置 IP 工作模式。
- 可通过配置 Options 选项，配置 IP 其他配置。

Gowin IIR Filter IP 配置选项如下表 6-1 所示。

表 6-1 Gowin IIR Filter IP 配置选项

选项	描述
Type	
Memory Type Select	系数存储模式
Filter Order	滤波器级数，2-64 可配置。
Channel Number	通道数量，1-4 可配置。
Multipliers Number	乘法器的数量，2-48 可配置。
Option	
Input Data Width	输入数据位宽，2-18 bits 可配置。
Coefficient Data Width	输入系数位宽，2-18 bits 可配置。
Output Data Width	输出数据位宽，2-36 bits 可配置。
Feedback Coefficient Scale Length	A0 放大倍数，1-17 可配置。
Coefficient File	初始化系数文件，必须指定初始化系数文件。

7 参考设计

可参考 [RefDesign](#) 内相关测试案例。

8 文件交付

Gowin IIR Filter IP 交付文件主要包含两个部分，分别为：文档和参考设计。

8.1 文档

文件夹主要包含用户指南 PDF 文档。

表 8-1 文档列表

名称	描述
IPUG758, Gowin IIR Filter IP 用户指南	高云 IP 用户手册，即本手册。

8.2 参考设计

Ref. Design 文件夹主要包含 Gowin IIR Filter IP 的网表文件、用户参考设计、约束文件、顶层文件及工程文件夹等。

表 8-2 Ref. Design 文件夹内容列表

名称	描述
exp_iir.v	参考设计的顶层模块及激励产生模块
lir_filter.vo	Gowin IIR Filter IP 网表文件
default.cst	IIR Filter 工程物理约束文件
fpga_project.gao	抓取 IIR Filter 输出数据
iir_filter	IIR Filter IP 工程文件夹

