



Gowin Advanced FIR Filter 用户指南

IPUG543-1.0,2019-03-12

版权所有©2019 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
2019/03/12	1.0	初始版本。

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 适用产品	1
1.3 相关文档	1
1.4 术语、缩略语	2
1.5 技术支持与反馈	2
2 概述	3
2.1 Advanced FIR Filter IP 介绍	3
2.2 主要特征	4
2.3 最大频率	4
2.4 资源利用	4
3 功能描述	6
3.1 算法简介	6
3.2 SINGLERATE 结构与功能	6
3.3 MC_SINGLERATE	7
3.4 INTERPOLATOR	7
3.5 TDM	8
3.6 初始化系数文件	8
4 端口描述	9
5 时序说明	10
5.1 重载系数时序说明	10
5.2 SINGLERATE 读写时序	11

5.3 MC_SINGLERATE 读写时序 11

5.4 INTERPOLATOR 读写时序 12

5.5 TDM 读写时序 12

6 配置及调用 13

7 参考设计 16

图目录

图 3-1 SINGLERATE 基本结构.....	6
图 3-2 MC_SINGLERATE 基本结构.....	7
图 3-3 INTERPOLATOR 基本结构.....	7
图 3-4 TDM 基本结构.....	8
图 5-1 重载系数时序.....	10
图 5-2 SINGLERATE 读写时序.....	11
图 5-3 MC_SINGLERATE 读写时序.....	11
图 5-4 INTERPOLATOR 读写时序.....	12
图 5-5 TDM 读写时序.....	12
图 6-1 工具栏图标打开 IP 配置界面.....	13
图 6-2 Advanced FIR Filter 配置页面.....	14

表目录

表 1-1 术语、缩略语	2
表 2-1 Advanced FIR Filter IP	3
表 2-2 SINGLERAT 模式资源利用情况	4
表 2-3 MC_SINGLERAT 模式资源利用情况	4
表 2-4 INTERPOLATOR 模式资源利用情况	4
表 2-5 TDM_FILTER 模式资源利用情况	5
表 4-1 Advanced FIR Filter 的 IO 端口列表	9
表 6-1 Advanced FIR Filter 配置选项	14

1 关于本手册

1.1 手册内容

Gowin Advanced FIR Filter IP 用户指南主要内容包括功能简介、信号定义、端口描述、时序说明、配置调用、参考设计等。主要用于帮助用户快速了解 Gowin Advanced FIR Filter IP 的产品特性、特点及使用方法。

1.2 适用产品

本手册中描述的信息适用于以下产品：

1. GW1N 系列 FPGA 产品：GW1N-2、GW1N-2B、GW1N-4、GW1N-4B、GW1N-6、GW1N-9
2. GW1NR 系列 FPGA 产品
3. GW2A 系列 FPGA 产品
4. GW2AR 系列 FPGA 产品

1.3 相关文档

通过登录高云半导体网 www.gowinsemi.com.cn 可以下载、查看以下相关文档：

1. GW1N 系列 FPGA 产品数据手册
2. GW1NR 系列 FPGA 产品数据手册
3. GW2A 系列 FPGA 产品数据手册
4. GW2AR 系列 FPGA 产品数据手册
5. Gowin 云源软件用户指南

1.4 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
FIR	Finite Impulse Response	有限长单位冲激响应
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 SRAM	块状静态随机存储器

1.5 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 Advanced FIR Filter IP 介绍

Gowin Advanced FIR Filter IP 是基于高云 DSP 设计的高可配置 FIR 滤波器。该 IP 针对不同的工作模式，根据滤波器系数特点做了相应的优化，从而有效地节约了资源。支持多通道、乘法器时分复用、多相位插值实现等功能。且滤波器的系数可以初始化载入，也可在运行过程中重新加载，使用灵活方便。

表 2-1 Advanced FIR Filter IP

Advanced FIR Filter IP	
IP 核应用	
芯片支持	<ul style="list-style-type: none"> ● GW1N 系列: GW1N-2、GW1N-2B、GW1N-4、GW1N-4B、GW1N-6、GW1N-9 ● GW1NR 系列 ● GW2A 系列 ● GW2AR 系列
逻辑资源	请参见表 2-2、表 2-3、表 2-4 及表 2-5。
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	GowinYunYuan

2.2 主要特征

- 四种工作模式可配置：SINGLERATE / MC_SINGLERATE / INTERPOLATOR / TDM_FILTER；
- 输入数据位宽支持 2-18bits；
- 系数位宽支持 2-18bits；
- 输出位宽支持 2-36bits；
- 抽头数量支持 16-1024；
- 系数可重新载入。

2.3 最大频率

Gowin Advanced FIR 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。

2.4 资源利用

Gowin Advanced FIR Filter IP 的资源利用情况主要依赖于工作模式以及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。

以下以 GW2A-18 系列 FPGA 为例，在不同工作模式下，输入数据、系数位宽均为 18bits，输出数据位宽为 36bits 的情况下，Gowin Advanced FIR Filter 资源利用情况如表 2-2、表 2-3、表 2-4 及表 2-5 所示。

表 2-2 SINGLERATE 模式资源利用情况

器件系列	速度等级	FIR Mode	Taps Number	LOGICS	REGS	DSP Macros	BSRAMS
GW2A-18	C8/I7	SINGLERATE	32	8578	989	24	0

表 2-3 MC_SINGLERATE 模式资源利用情况

器件系列	速度等级	FIR Mode	Taps Number	Multi-Channel Number	LOGICS	REGS	DSP Macros	BSRAMS
GW2A-18	C8/I7	MC_SINGLE RATE	32	4	10360	1792	13	0
				16	10356	2459	13	32

表 2-4 INTERPOLATOR 模式资源利用情况

器件系列	速度等级	FIR Mode	Taps Number	Interpolation Factor	LOGICS	REGS	DSP Macros	BSRAMS
GW2A-18	C8/I7	INTERPOLATOR	256	8	12363	2378	14	0
				32	2074	858	5	8

表 2-5 TDM_FILTER 模式资源利用情况

器件系列	速度等级	FIR Mode	Taps Number	Multipliers Number	LOGICS	REGS	DSP Macros	BSRAMS
GW2A-18	C8/I7	TDM_FILTER	256	1	3266	4973	1	0
				16	3883	4840	9	15

3 功能描述

3.1 算法简介

FIR(Finite Impulse Response) Filter, 有限长单位冲激响应滤波器, 其计算公式如下:

$$y[n] = h_0x[n] + h_1x[n - 1] + \dots + h_{N-1}x[n - N + 1]$$

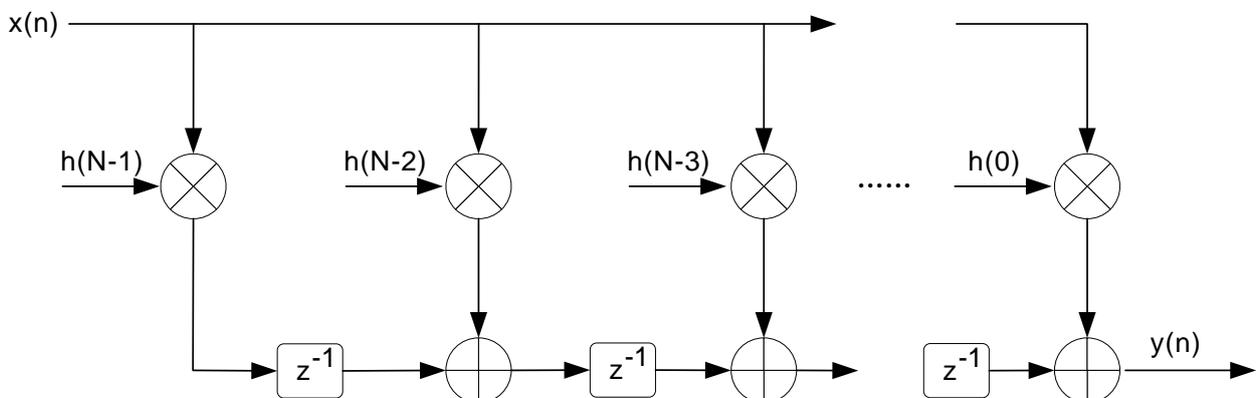
$$= \sum_{i=0}^{N-1} h_i \cdot x[n - i]$$

Gowin Advanced FIR Filter IP 是针对不同的工作模式, 根据滤波器系数特点做了相应的优化。

3.2 SINGLERATE 结构与功能

SINGLERATE 模式通过转置型结构实现 FIR 滤波器, 输入到输出通过流水线处理, 可以很快得到结果, 适用于数据和系数位宽较大, 但阶数比较小的设计。其基本结构如图 3-1 所示。

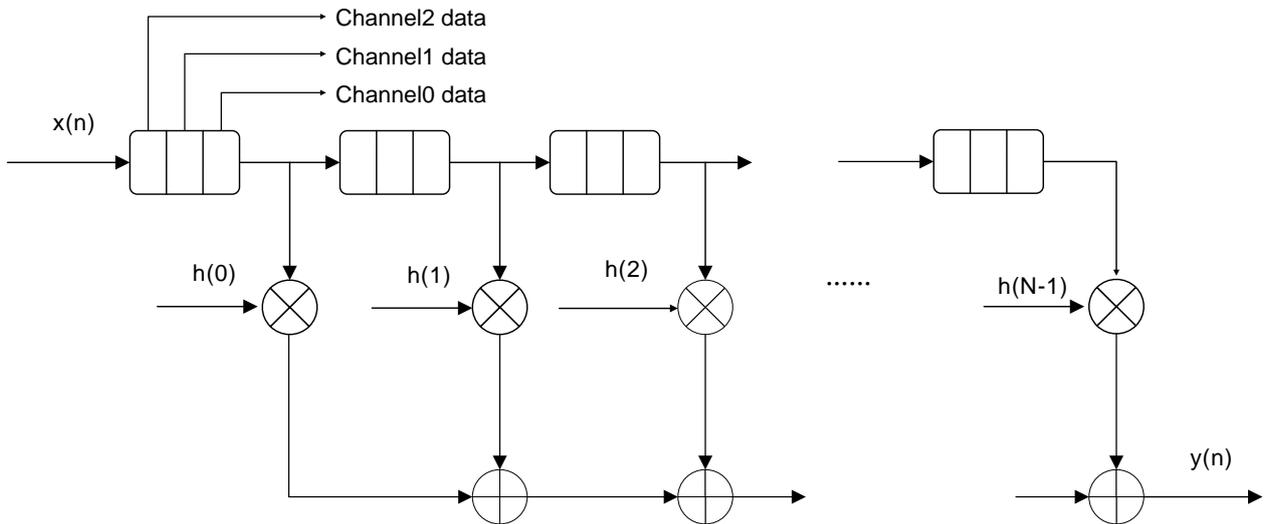
图 3-1 SINGLERATE 基本结构



3.3 MC_SINGLERATE

MC_SINGLERATE 模式可以处理不同 channel 的数据，输入到输出通过流水线处理，可以很快得到结果，适用于需要多个 channel 的数据的设计。若 Multi-Channel Number 配置为 3，其基本结构如图 3-2 所示。

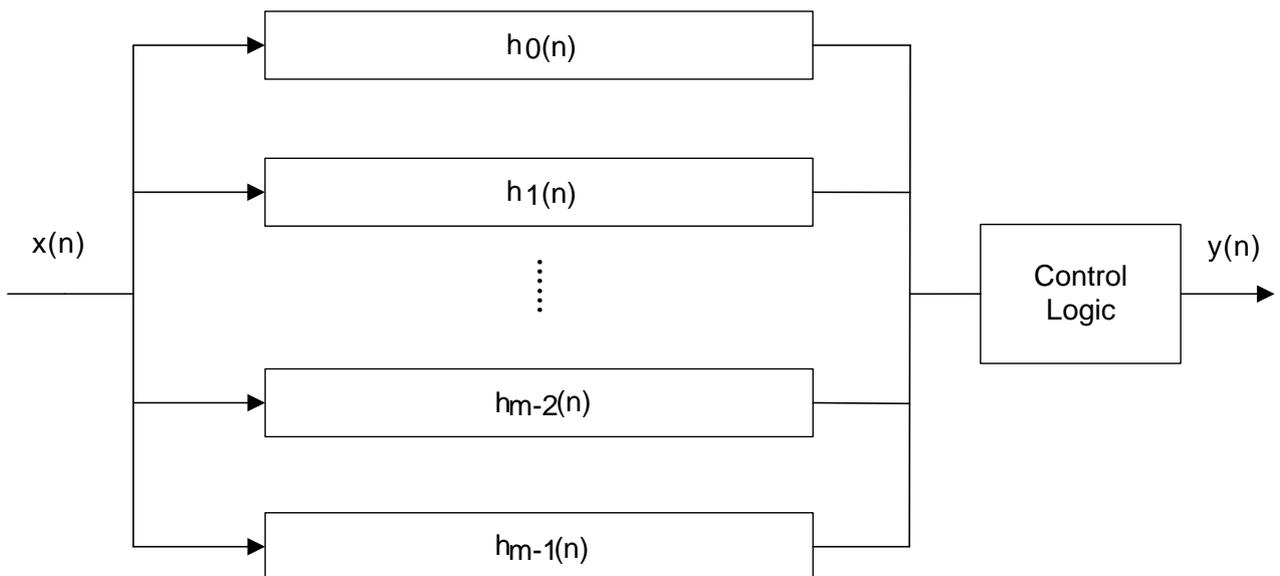
图 3-2 MC_SINGLERATE 基本结构



3.4 INTERPOLATOR

INTERPOLATOR 模式为多相抽取滤波器，可用于实现升频滤波功能。若 Interpolator Factor 为 m ，其基本结构如图 3-3 所示。

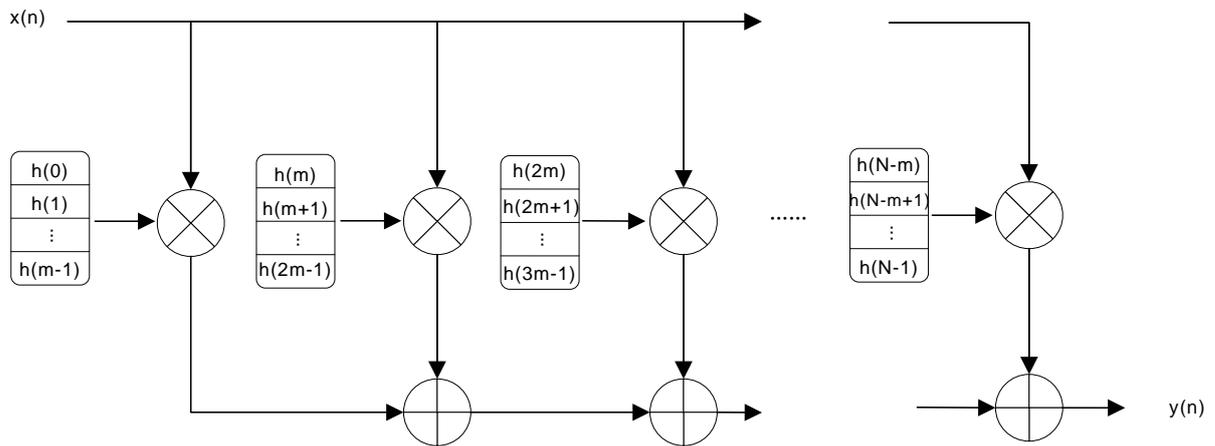
图 3-3 INTERPOLATOR 基本结构



3.5 TDM

TDM 模式通过时分复用方式实现 FIR 滤波器设计,输入到输出需要多个时钟周期,但使用资源较少,适用于数据和系数位宽较小,但阶数比较多的设计。其基本结构如图 3-4 所示。

图 3-4 TDM 基本结构



3.6 初始化系数文件

Gowin Advanced FIR Filter IP 支持系数初始化功能。在调用 Gowin Advanced FIR Filter IP 时,必须指定初始化系数文件。若滤波器形式如下:

$$y[n] = h_0x[n] + h_1x[n - 1] + \dots + h_{N-1}x[n - N + 1]$$

$$= \sum_{i=0}^{N-1} h_i \cdot x[n - i]$$

则系数文件中,数据的摆放位置应为:

- h_0
- h_1
- h_2
- ...
- h_{N-1}

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的系数位宽范围内,否则 GUI 界面会提醒数据错误。

4 端口描述

有关 Advanced FIR Filter 的 IO 端口详情，如表 4-1 所示

表 4-1 Advanced FIR Filter 的 IO 端口列表

信号	方向	位宽	描述
CLK	input	1	输入时钟信号
CLKXN	input	1	INTERPOLATOR 模式下所需时钟信号
RSTN	input	1	复位信号，低电平有效
INPVALID	input	1	高电平时表示此时输入数据有效
COEFFWE	input	1	高电平时表示重新载入系数
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
DIN	input	2-18	输入数据
COEFFIN	input	2-18	输入系数
IBSTART	input	1	MC_SINGLERATE 模式下，输入第一个通道数据时置为高电平
RDY4INPUT	output	1	可输入指示信号，高电平时表示可以输入数据进行计算
OUTVALID	output	1	输出有效信号，高电平时表示此时输出数据有效
DOUT	output	2-36	输出数据
OBSTART	output	1	MC_SINGLERATE 模式下有效，输出第一个通道数据时输出为高电平

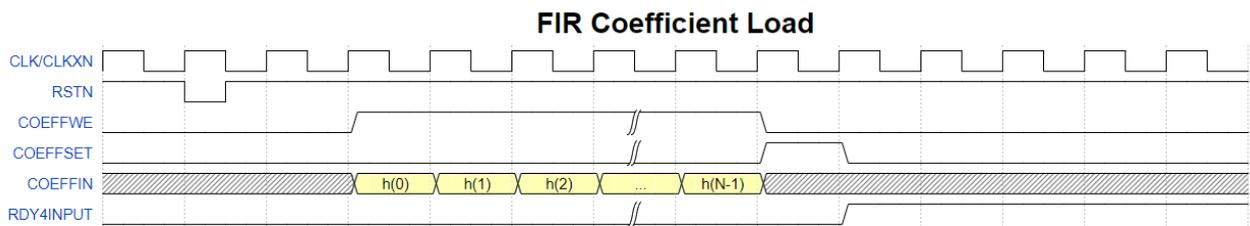
5 时序说明

本章主要介绍 Advanced FIR Filter 各模式下的时序情况。

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



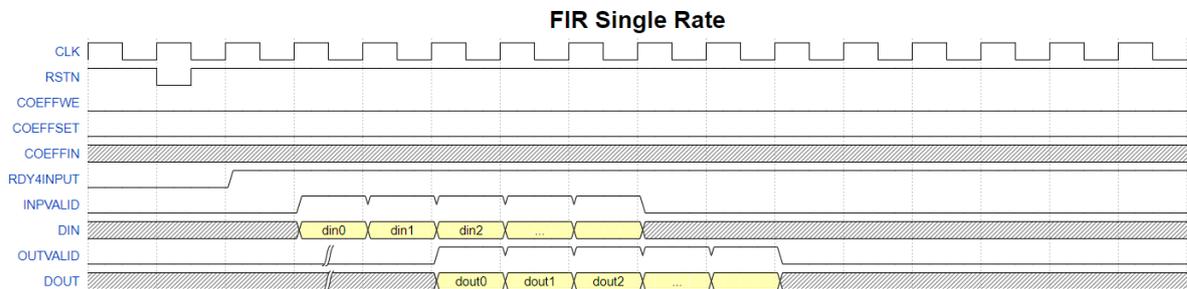
在重新载入系数时，需同时将 **COEFFWE** 信号置为高电平，每个时钟周期将写入一个系数（**INTERPOLATOR** 模式下，每个 **CLKXN** 周期写入一个系数）。写入系数个数应与配置的抽头数量一致。当重载系数操作完成后，应在下一个时钟周期内将 **COEFFSET** 信号置为高电平。若滤波器形式如下：

$$\begin{aligned}
 y[n] &= h_0x[n] + h_1x[n-1] + \dots + h_{N-1}x[n-N+1] \\
 &= \sum_{i=0}^{N-1} h_i \cdot x[n-i]
 \end{aligned}$$

在写入系数的时候，需要以 h_0 、 h_1 、 h_2 h_{N-1} 的顺序写入。

5.2 SINGLERATE 读写时序

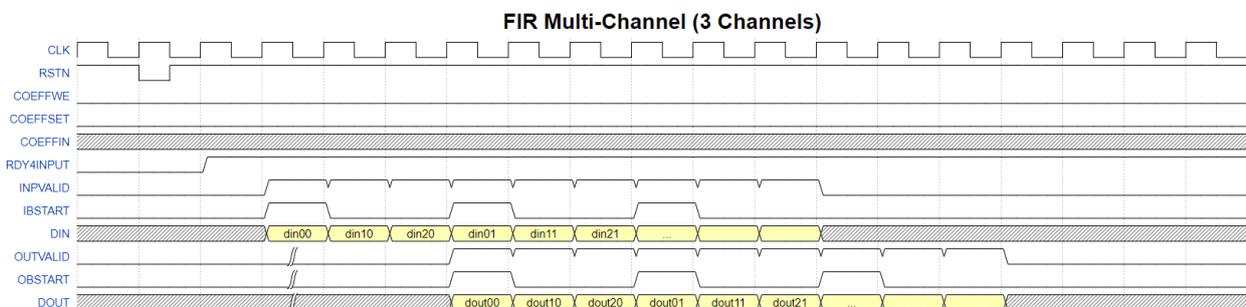
图 5-2 SINGLERATE 读写时序



SINGLERATE 模式读写时序如图 5-2 所示。当 RDY4INPUT 为高电平时，表示 Advanced FIR Filter IP 准备好接受输入数据。在输入数据的同时，需要将 INPVALID 信号拉高，此时的输入才有效；INPVALID 为高电平时每一个时钟周期都会输入一个数据进行计算，且可以连续输入。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。

5.3 MC_SINGLERATE 读写时序

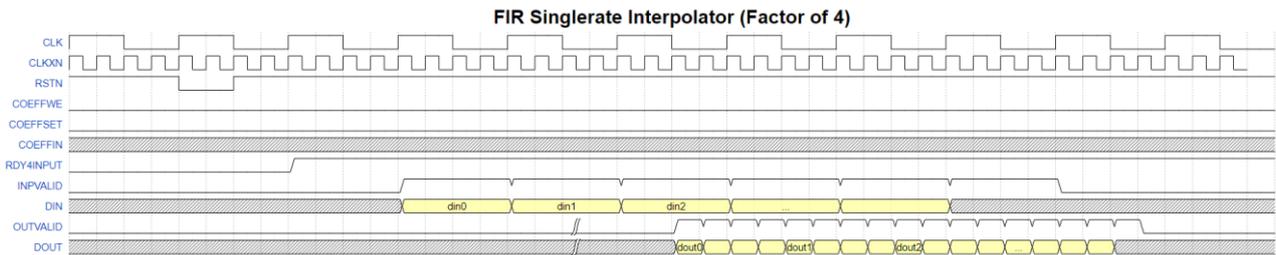
图 5-3 MC_SINGLERATE 读写时序



当 MC_SINGLERATE 模式中 Multi-Channel 配置为 3 时，读写时序如图 5-3 所示。当 RDY4INPUT 为高电平时，表示 Advanced FIR Filter IP 准备好接受输入数据。输入数据时，每组依次输入每个 channel 的一个数据，如 din00（第一个 0 表示通道 0，第二个 0 表示第一个数据，下同）、din10、din20。在输入数据的同时，需要将 INPVALID 信号拉高，此时的输入才有效；INPVALID 为高电平时每一个时钟周期都会输入一个数据进行计算，可以连续输入，且在每次输入 Channel0 的数据时，需要将 IBSTART 信号拉高，表示为第一个通道的数据。输入的数据经过若干个时钟周期的延时后，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，且在 Channel0 的数据输出时，OBSTART 信号也会变成高电平。

5.4 INTERPOLATOR 读写时序

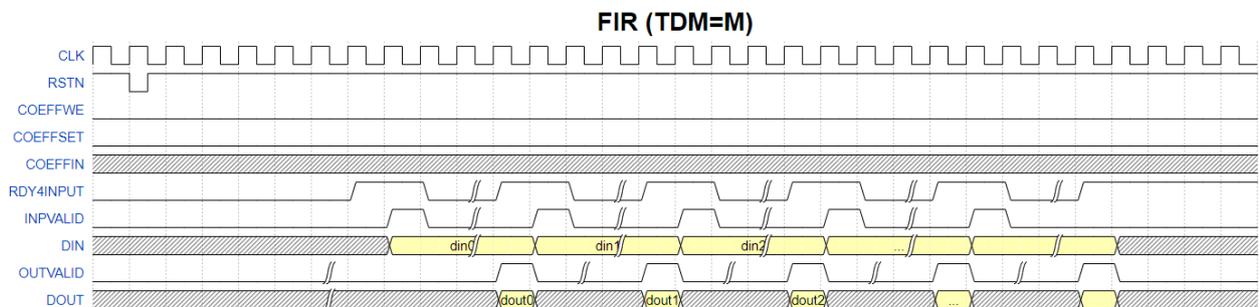
图 5-4 INTERPOLATOR 读写时序



当 INTERPOLATOR 模式中 Interpolation Factor 配置为 4 时，读写时序如图 5-4 所示。此时输入时钟除了 CLK 以外，还需要一个 4 倍频（根据配置的 Interpolation Factor 决定）的时钟信号 CLKXN。当 RDY4INPUT 为高电平时，表示 Advanced FIR Filter IP 准备好接受输入数据。在每一个 CLK 时钟周期输入一个数据进行计算，同时需要将 INPVALID 信号拉高。经过若干个时钟周期延时后，就能在每一个 CLKXN 周期得到一个输出信号 DOUT，同时，OUTVALID 信号也会变成高电平，表示此时的输出有效。

5.5 TDM 读写时序

图 5-5 TDM 读写时序

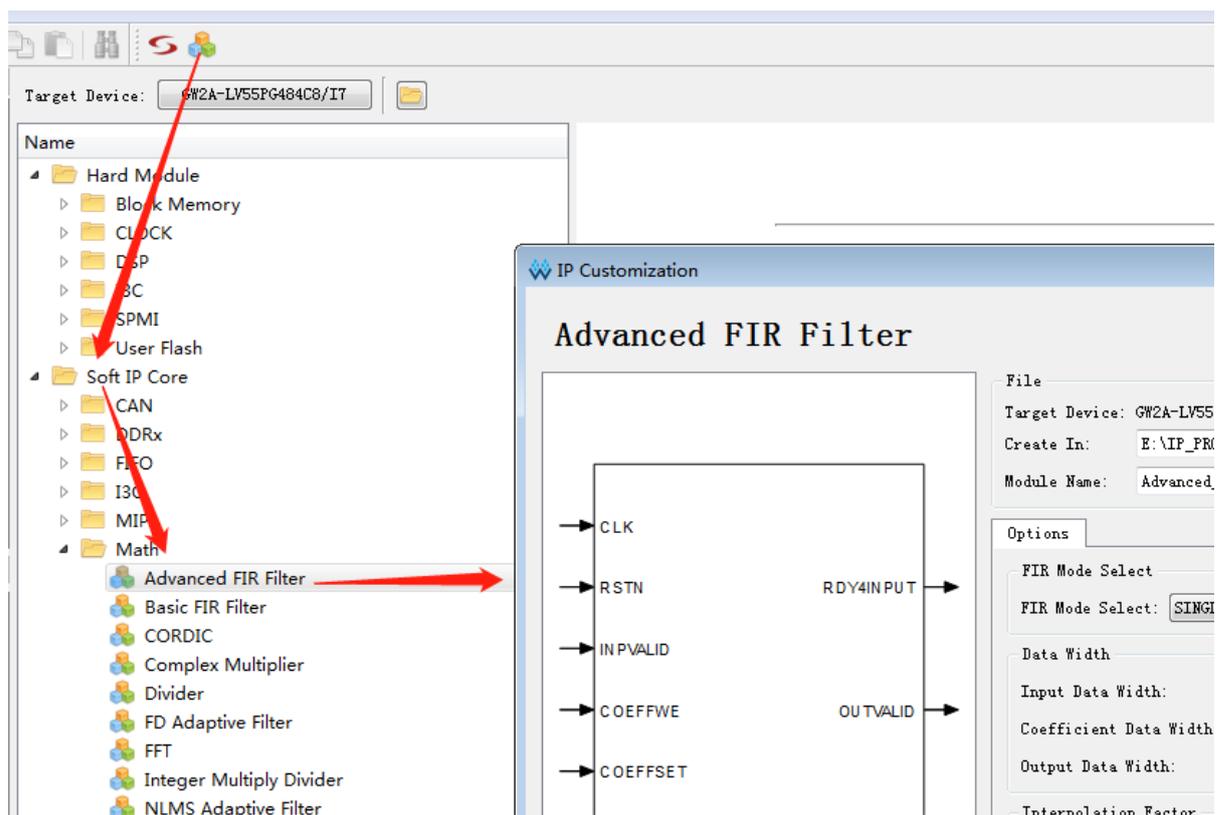


TDM 模式读写时序如图 5-5 所示。当 RDY4INPUT 为高电平时，表示 Advanced FIR Filter IP 准备好接受输入数据。在输入数据的同时，需要将 INPVALID 信号拉高，此时的输入才有效。该模式下只支持单个数据输入，需要在计算完成后，INPVALID 拉高时才能再次输入数据。每个数据输入后若干个时钟周期，就能得到输出信号 DOUT，同时，OUTVALID 信号也会变成高电平，表示此时的输出有效。

6 配置及调用

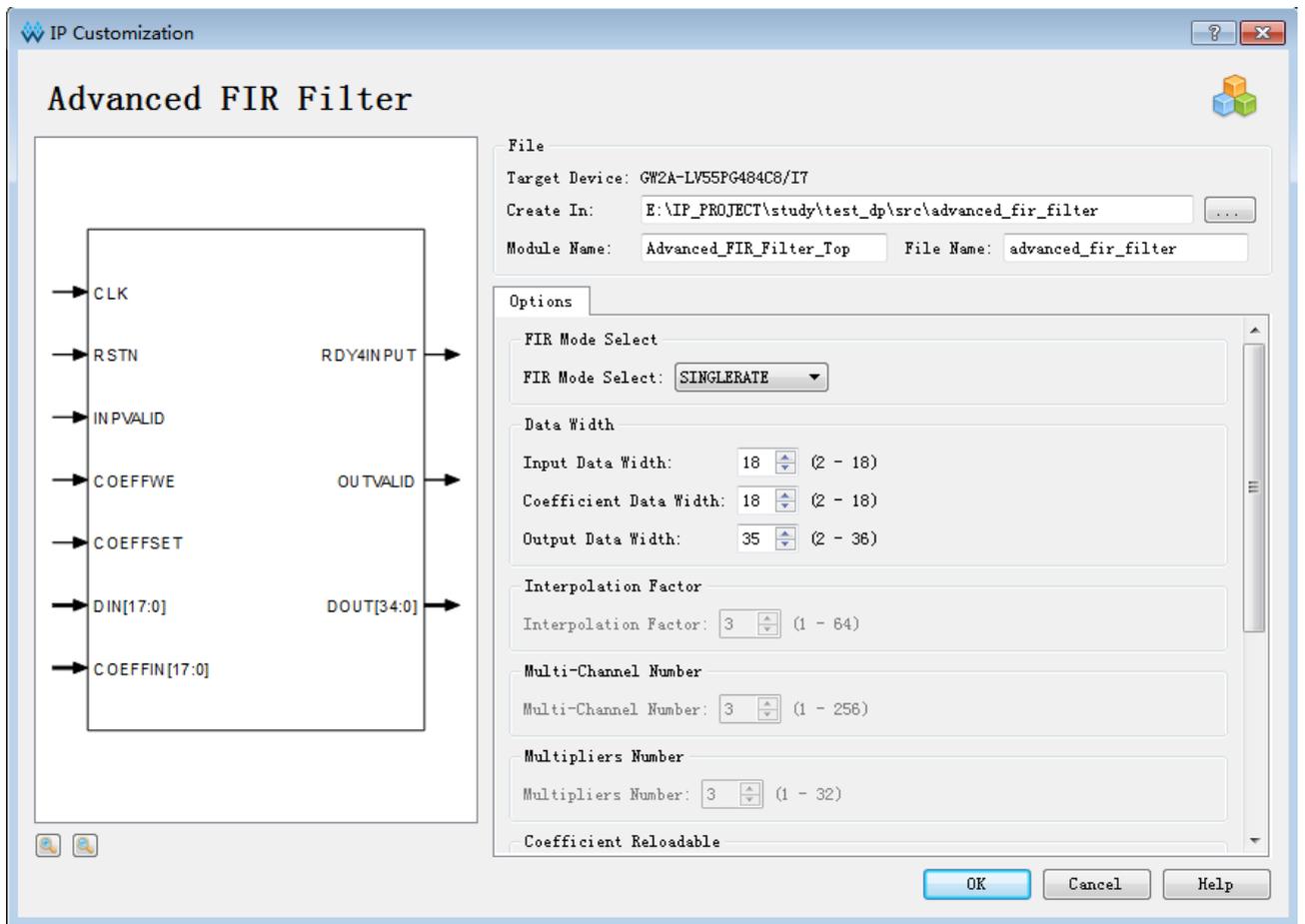
在高云云源软件界面菜单栏 Tools 下，可启动 IP Core Generator 工具，在 Math 分类下，可以找到 Advanced FIR Filter 完成调用与配置；也可使用工具栏图标，如图 6-1 所示。

图 6-1 工具栏图标打开 IP 配置界面



Advanced FIR Filter 配置界面如图 6-2 所示。

图 6-2 Advanced FIR Filter 配置页面



1. 可通过修改 File Name，配置产生 Advanced FIR Filter 文件名称；
2. 可通过修改 Module Name，配置产生的 Advanced FIR Filter 模块名称；
3. 可通过配置 Options 选项，配置 Advanced FIR Filter 工作模式及其他配置。

Advanced FIR Filter 配置选项如表 6-1 所示。

表 6-1 Advanced FIR Filter 配置选项

选项	描述
FIR Mode Select	Advanced FIR Filter 工作模式选择，有 SINGLERATE、MC_SINGLERATE、INTERPOLATOR 与 TDM_FILTER 四种模式可供配置。
Input Data Width	输入数据位宽，2-18bits 可配置。
Coefficient Data Width	输入系数位宽，2-18bits 可配置。
Output Data Width	输出数据位宽，2-36bits 可配置。
Interpolation Factor	多相位插值因子，INTERPOLATION 模式下有效。
Multipliers-Channel	通道数量，MC_INGLERATE 模式下有效。

选项	描述
Number	
Multipliers Number	乘法器的数量，TDM_FILTER 模式下有效。
Coefficient Reloadable	系数可重载功能选择。当配置为 true 时，可以重新载入系数，配置为 false 时，则不能。
Taps Number	抽头数量。
Coefficient File	初始化系数文件，必须指定一个初始化系数文件。

7 参考设计

可参考 RefDesign 内相关测试案例。

