



Gowin Color Filter Array Interpolation IP 用户指南

IPUG757-1.1,2022-01-03

版权所有 © 2022 广东高云半导体科技股份有限公司

GOWIN高云、、云源、GowinSynthesis、Gowin 以及高云均为广东高云半导体科技股份有限公司注册商标，本手册中提到的其他任何商标，其所有权利属其拥有者所有。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

本文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。高云半导体对文档中包含的文字、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文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文档进行适时的更新。

版本信息

日期	版本	说明
2020/11/30	1.0	初始版本。
2022/01/03	1.1	IP时序优化。

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 Color Filter Array Interpolation IP 介绍	3
2.2 主要特征	4
2.3 最大频率	4
2.4 延时周期	4
2.5 资源利用	4
3 功能描述	5
3.1 系统框图	5
3.2 算法简介	6
4 端口描述	8
5 时序说明	9
6 配置及调用	10
7 参考设计	12
8 文件交付	13
8.1 文档	13
8.2 参考设计	13

图目录

图 3-1 Gowin Color Filter Array Interpolation IP 系统框图	5
图 3-2 CFAI 计算原理	6
图 3-3 插值运算示意图	7
图 5-1 CFAI IP 时序	9
图 6-1 工具栏图标打开 IP 配置界面.....	10
图 6-2 Gowin Color Filter Array Interpolation IP 配置页面	11

表目录

表 1-1 术语、缩略语.....	2
表 2-1 Gowin Color Filter Array Interpolation IP.....	3
表 2-2 资源利用情况（GW2A-18 C8/I7）.....	4
表 4-1 Gowin Color Filter Array Interpolation IP 的 IO 端口列表.....	8
表 6-1 Gowin Color Filter Array Interpolation IP 配置选项.....	11
表 8-1 文档列表.....	13
表 8-2 Ref. Design 文件夹内容列表.....	13

1 关于本手册

1.1 手册内容

Gowin Color Filter Array Interpolation 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、参考设计等，旨在帮助用户快速了解 Gowin Color Filter Array Interpolation 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
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
ISP	Image Signal Processing	图像信号处理
CFAI	Color Filter Array Interpolation	色彩滤波阵列插值
RGB	R (Red) G (Green) B (Blue)	红绿蓝色彩空间

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

2 概述

2.1 Color Filter Array Interpolation IP 介绍

Gowin Color Filter Array Interpolation IP 是高可配置、资源节省的 IP，可以将原始的拜耳传感器图像转化为 RGB 图像。

表 2-1 Gowin Color Filter Array Interpolation IP

Color Filter Array Interpolation IP	
IP核应用	
芯片支持	<ul style="list-style-type: none"> ● GW1N系列: GW1N-9、GW1N-9C; ● GW1NR系列: GW1NR-9、GW1NR-9C; ● GW2A系列; ● GW2AR系列; ● GW2ANR系列;
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	GowinSynthesis [®]
应用软件	Gowin Software (V1.7.01Beta及以上)

2.2 主要特征

- 输入图像尺寸大小支持 8x8~4320x7680 像素；
- 输入图像数据位宽支持 8、10、12、16bits；
- 输出图像数据位宽支持 8、10、12、16bits；
- 支持 5x5 插值滤波器；
- 支持四种传感器图像格式转化。

2.3 最大频率

Gowin Color Filter Array Interpolation 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 延时周期

Gowin Color Filter Array Interpolation IP 的延时周期主要根据所选图像尺寸大小决定。

计算公式： $Latency=3*IMAGE_WIDTH+7$

其中 IMAGE_WIDTH 为输入图像数据位宽。

2.5 资源利用

Gowin Color Filter Array Interpolation IP 的资源利用情况主要依赖于图像尺寸大小等配置情况决定。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，在不同配置下，Gowin Color Filter Array Interpolation 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）

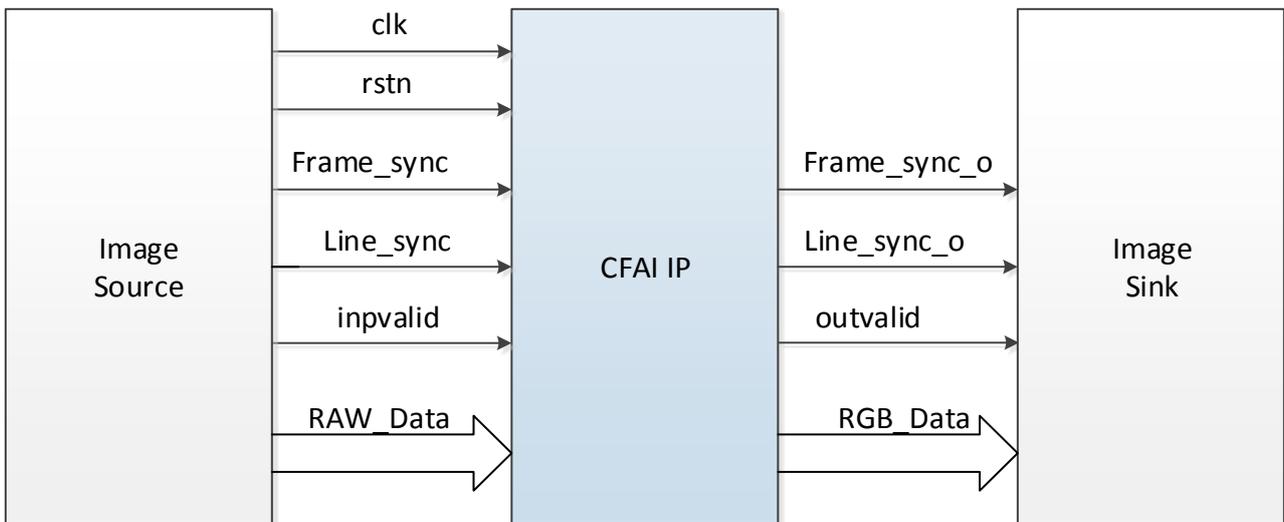
Frame Size	Data Width	LOGICS	REGS	DSP Macros	BSRAMS
640*480	8	1492	662	0	6

3 功能描述

3.1 系统框图

在 Gowin Color Filter Array Interpolation IP 中, 数据来自图像源的 RAW 图像数据, 根据选择的传感器阵列类型, 转换后进行输出, 系统框图如图 3-1 所示。

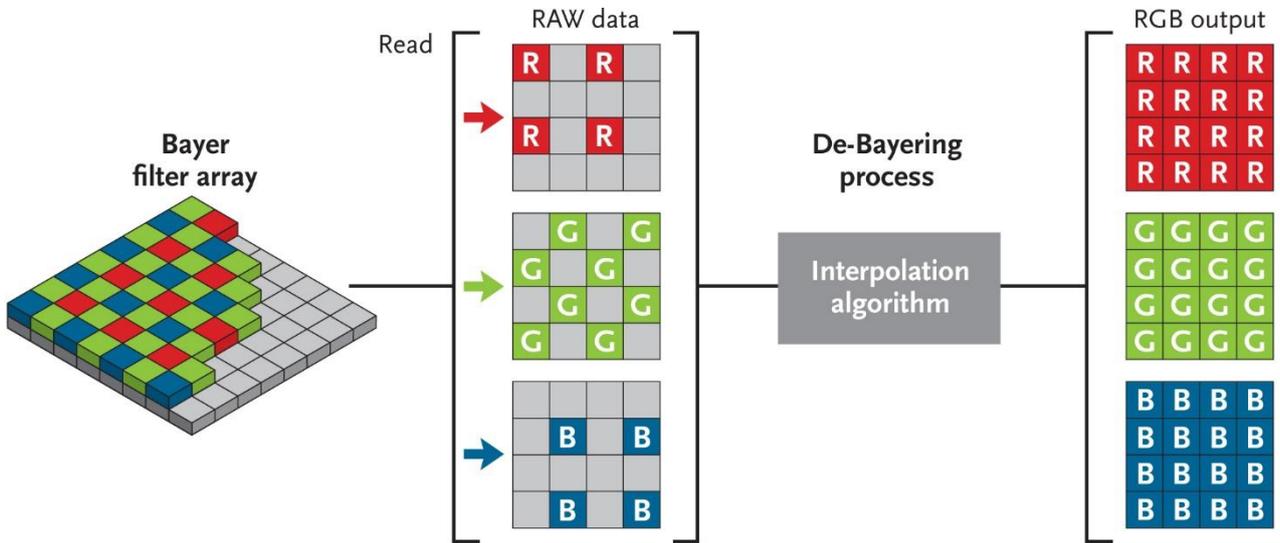
图 3-1 Gowin Color Filter Array Interpolation IP 系统框图



3.2 算法简介

CFA(Color Filter Array) Interpolation, 色彩滤波阵列插值, 其计算原理如图 3-2 所示:

图 3-2 CFAI 计算原理



Gowin Color Filter Array Interpolation IP 针对不同的传感器阵列排列模式, 根据插值滤波器系数特点做了相应的优化, 并且使用了 5x5 的高质量算子。根据缺失值的位置不同, 在 R、G、B 插值中使用了不同的滤波器系数。

下面简要介绍具体计算公式:

1. 在 R 或 B 位置插入 G 值($f = f_1$)

$$g'(i, j) = \sum_{m=i-2}^{i+2} \sum_{n=j-2}^{j+2} bayer(m, n) * f/8$$

2. 在 G 或 B 位置插入 R 值($f = f_2, f_3$ or f_4)

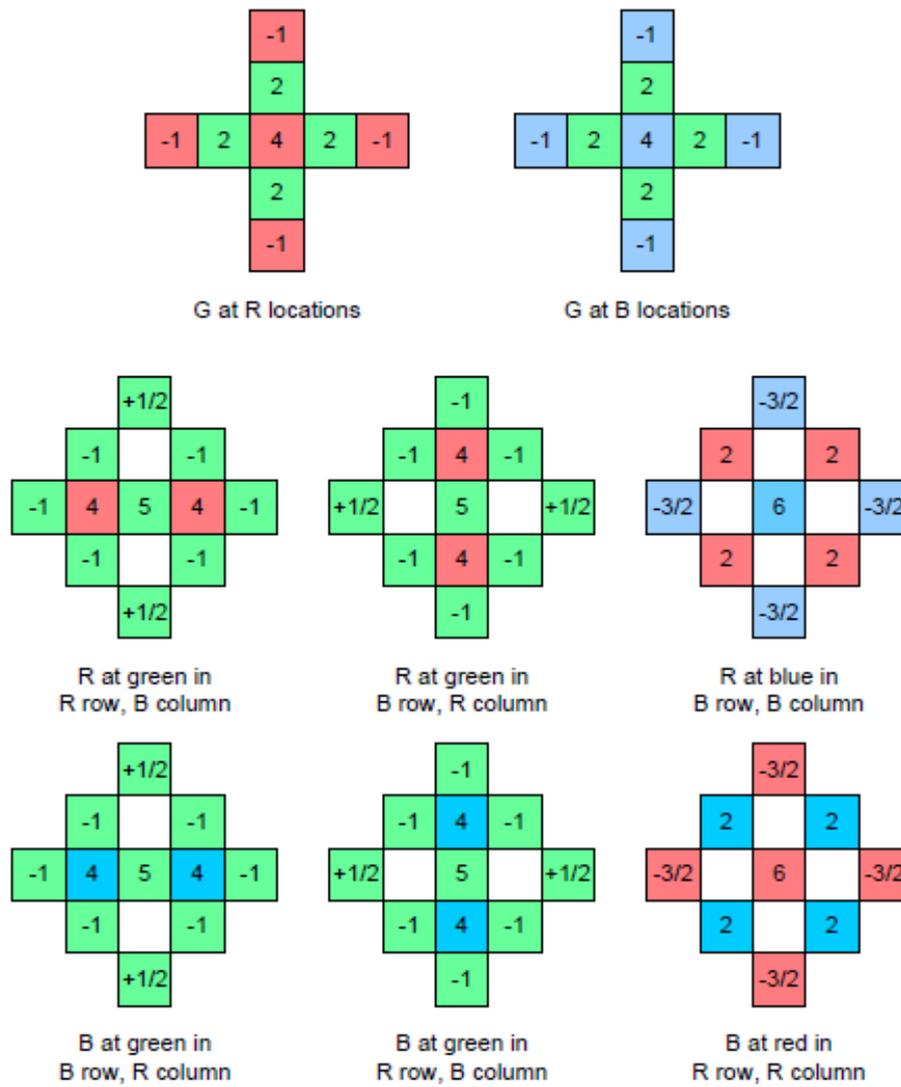
$$r'(i, j) = \sum_{m=i-2}^{i+2} \sum_{n=j-2}^{j+2} bayer(m, n) * f/8$$

3. 在 R 或 G 位置插入 B 值($f = f_2, f_3$ or f_4)

$$b'(i, j) = \sum_{m=i-2}^{i+2} \sum_{n=j-2}^{j+2} bayer(m, n) * f/8$$

Bayer 算子如图 3-3 所示。

图 3-3 插值运算示意图



4 端口描述

有关 Gowin Color Filter Array Interpolation IP 的 IO 端口详情，如表 4-1 所示

表 4-1 Gowin Color Filter Array Interpolation IP 的 IO 端口列表

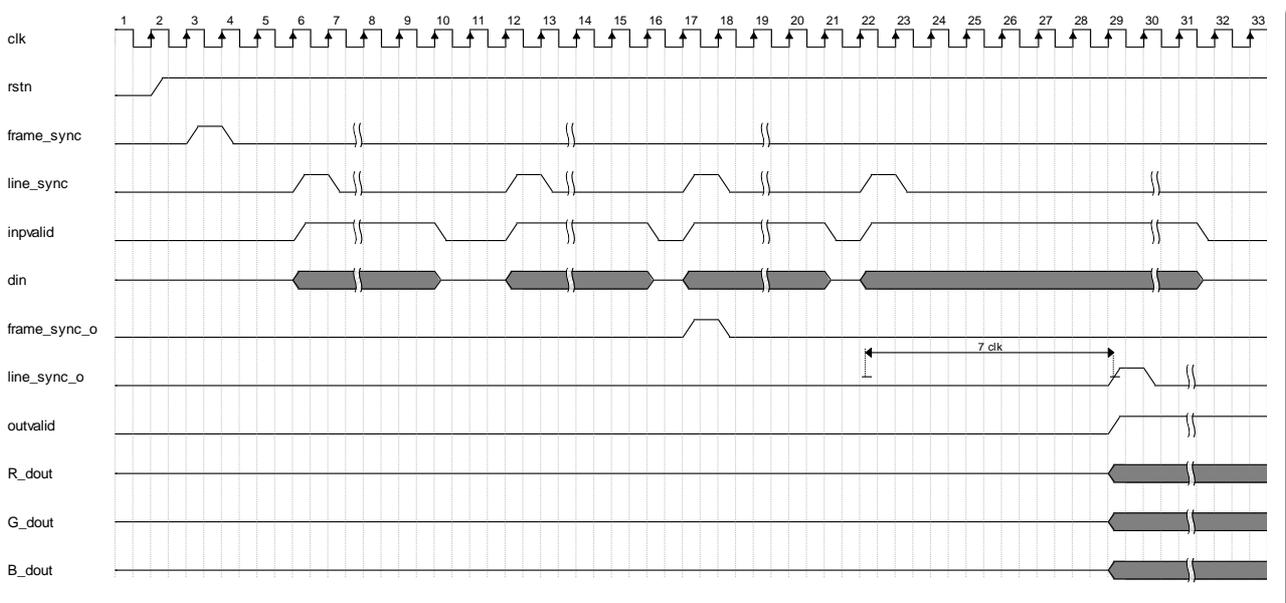
信号	方向	位宽	描述
clk	I	1	输入时钟信号
rstn	I	1	复位信号，低电平有效。
frame_sync	I	1	输入帧同步信号
line_sync	I	1	输入线同步信号
inpvalid	I	1	输入数据有效信号
din	I	可变	输入图像数据信号
frame_sync_o	O	1	输出帧同步信号
line_sync_o	O	1	输出线同步信号
outvalid	O	1	输出有效信号，高电平时表示此时输出信号为有效值。
R_dout	O	可变	输出图像数据信号
G_dout	O	可变	输出图像数据信号
B_dout	O	可变	输出图像数据信号

5 时序说明

本章主要介绍 Gowin Color Filter Array Interpolation IP 的时序情况。

Gowin Color Filter Array Interpolation IP 运算后数据会将延时一定周期后输出。时序如图 5-1 所示。

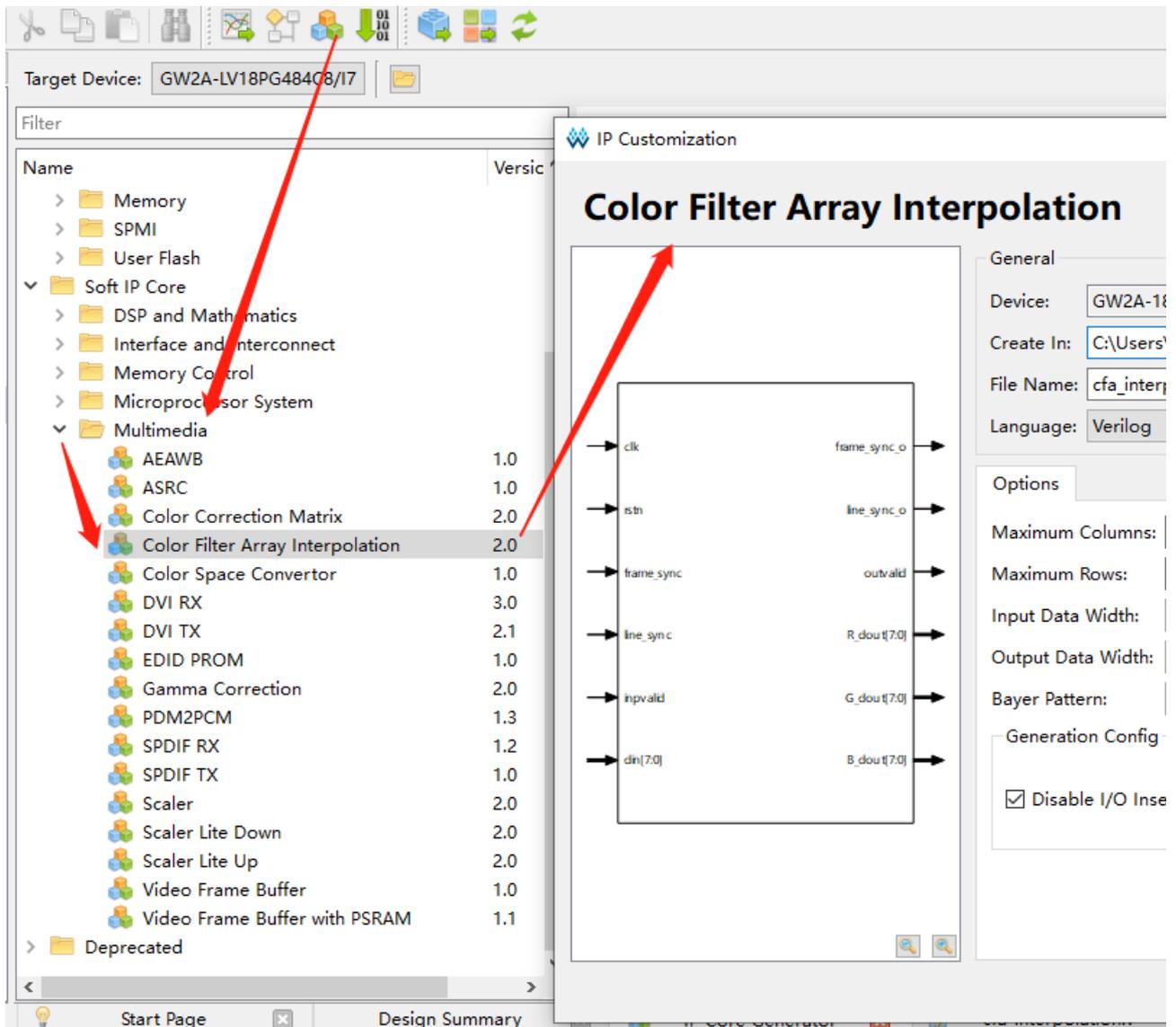
图 5-1 CFAI IP 时序



6 配置及调用

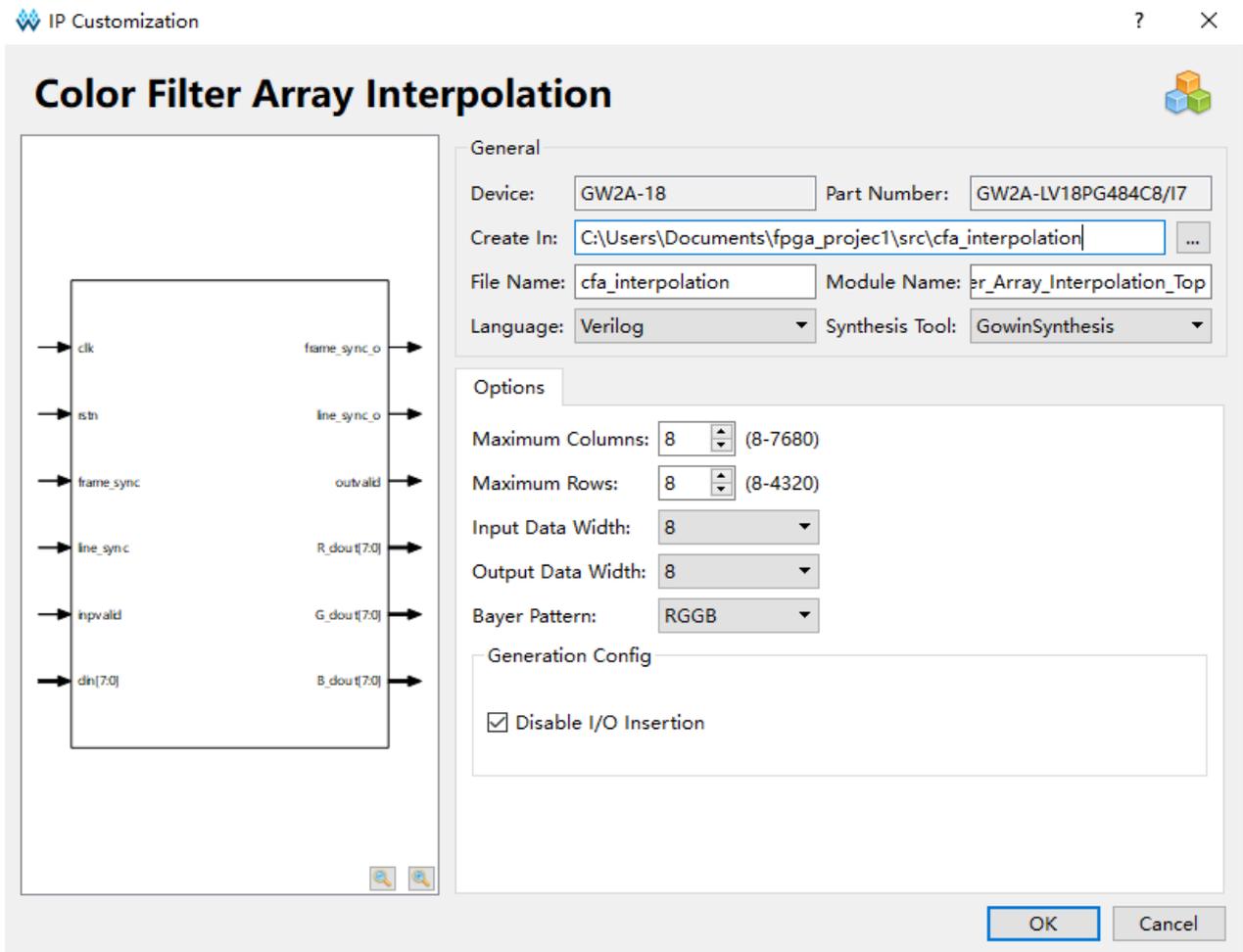
在高云半导体云源®软件界面菜单栏 Tools 下，可启动 IP Core Generator 工具。在 Multimedia 分类下，找到 Color Filter Array Interpolation 完成调用与配置。也可使用工具栏图标，如图 6-1 所示。

图 6-1 工具栏图标打开 IP 配置界面



Gowin Color Filter Array Interpolation IP 配置界面如图 6-2 所示。

图 6-2 Gowin Color Filter Array Interpolation IP 配置页面



- 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 Options 选项，配置 IP 工作模式及其他配置。

Gowin Color Filter Array Interpolation IP 配置选项如下表 6-1 所示。

表 6-1 Gowin Color Filter Array Interpolation IP 配置选项

选项	描述
Maximum Number of Columns	输入图像列数
Maximum Number of Rows	输入图像行数
Input Data Width	输入数据位宽，8/10/12/16bits可配置。
Output Data Width	输出数据位宽，8/10/12/16bits可配置。
Bayer Pattern	拜耳阵列

7 参考设计

可参考 [RefDesign](#) 内相关测试案例。

8 文件交付

Gowin Color Filter Array Interpolation 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
IPUG757, Gowin Color Filter Array Interpolation 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 Color Filter Array Interpolation 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_cfa.v	参考设计的顶层module及激励产生模块
cfa_interpolation.vo	Gowin Color Filter Array Interpolation IP网表文件
demo.cst	CFAI工程物理约束文件
fpga_project.gao	抓取CFAI输出数据
cfa_interpolation	CFAI IP工程文件夹

