



# Gowin Color Filter Array Interpolation IP 用户指南

IPUG757-1.0,2020-11-30

## **版权所有© 2020 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
2020/11/30	1.0	初始版本。

# 目录

目录 .....	i
图目录 .....	iii
表目录 .....	iv
<b>1 关于本手册 .....</b>	<b>1</b>
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
<b>2 概述 .....</b>	<b>3</b>
2.1 Color Filter Array Interpolation IP 介绍 .....	3
2.2 主要特征 .....	3
2.3 最大频率 .....	3
2.4 延时周期 .....	4
2.5 资源利用 .....	4
<b>3 功能描述 .....</b>	<b>5</b>
3.1 系统框图 .....	5
3.2 算法简介 .....	5
<b>4 端口描述 .....</b>	<b>8</b>
<b>5 时序说明 .....</b>	<b>9</b>
<b>6 配置及调用 .....</b>	<b>10</b>
<b>7 参考设计 .....</b>	<b>12</b>
<b>8 文件交付 .....</b>	<b>13</b>
8.1 文档 .....	13
8.2 设计源代码（加密） .....	13

8.3 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 .....	1
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 设计源代码列表 .....	13
表 8-3 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](http://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
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](http://www.gowinsemi.com.cn)

E-mail：[support@gowinsemi.com](mailto:support@gowinsemi.com)

Tel: +86 755 8262 0391

# 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	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	Synplify Pro
应用软件	Gowin Software

## 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。

$$\text{计算公式: Latency} = (2 * \text{IMAGE\_WIDTH} + 3) * 13 + 8$$

注!

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）

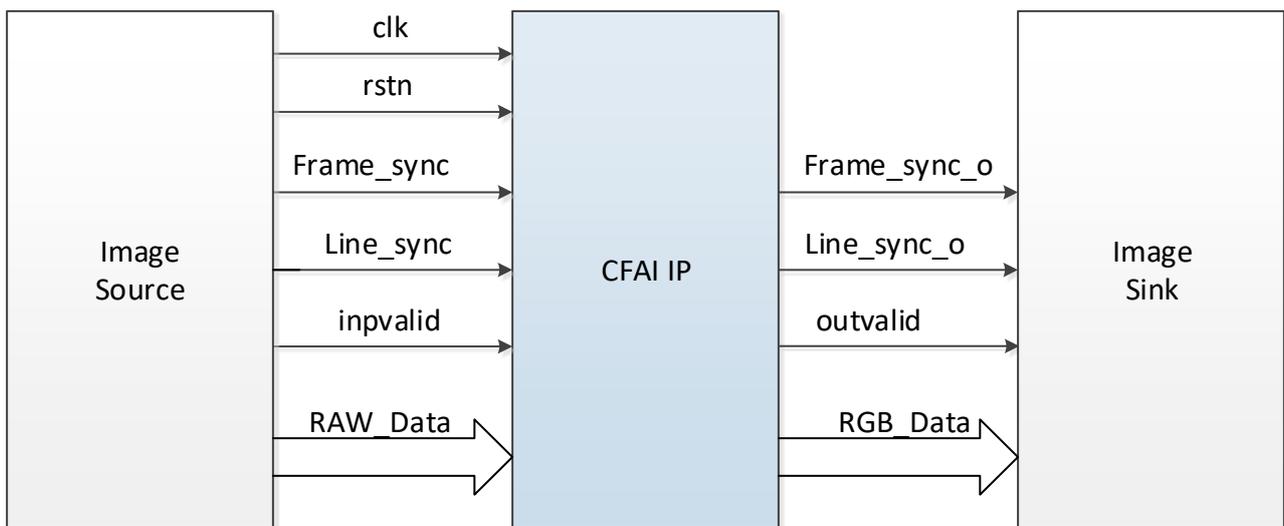
Frame Size	Data Width	LOGICS	REGS	DSP Macros	BSRAMS
640*480	8	612	529	4	2

# 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。

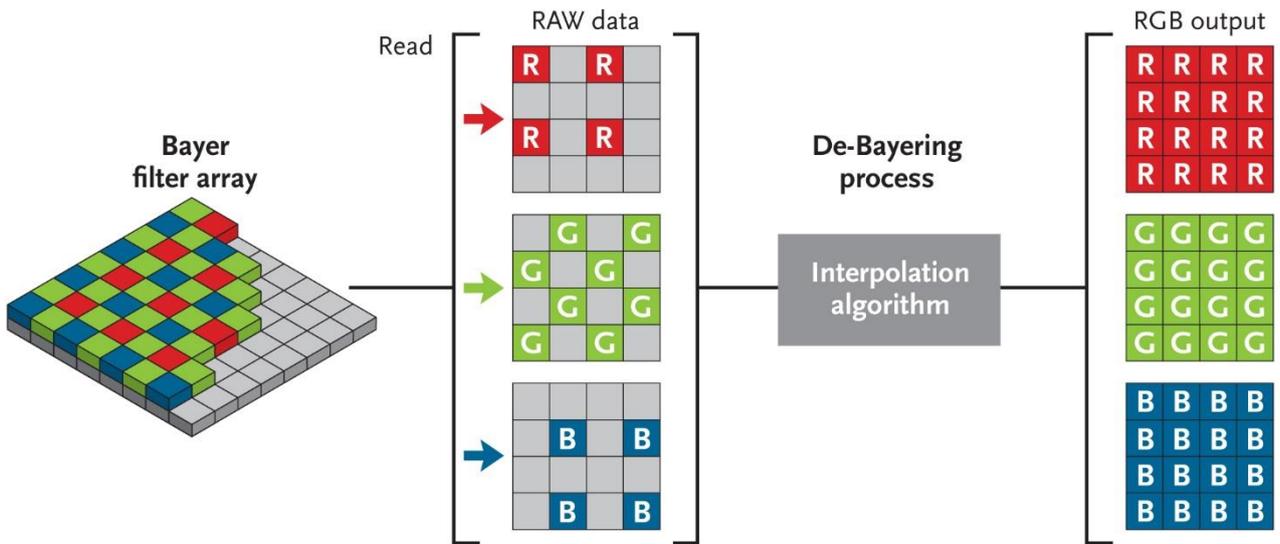
图 3-1 Gowin Color Filter Array Interpolation IP 系统框图



## 3.2 算法简介

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  $f_4$ )

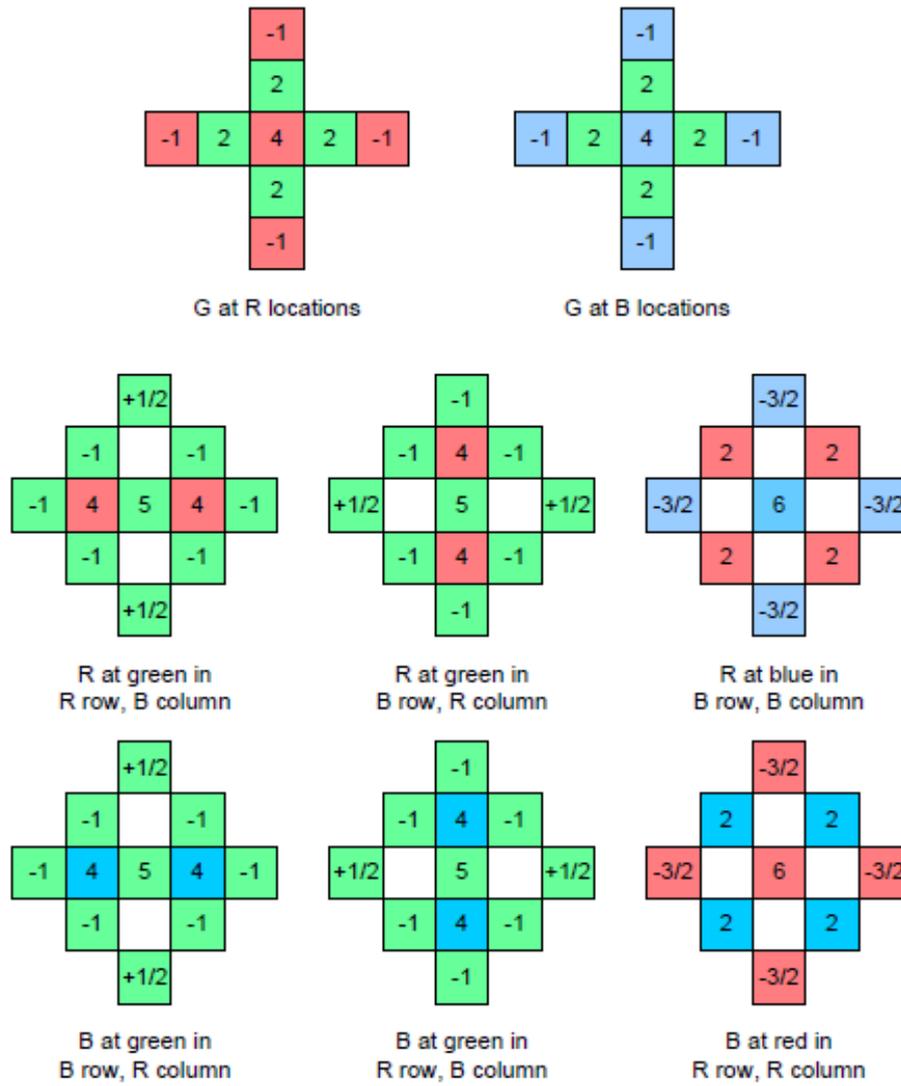
$$r'(i, j) = \sum_{m=i-2}^{i+2} \sum_{n=j-2}^{j+2} bayer(m, n) * f/8$$

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**

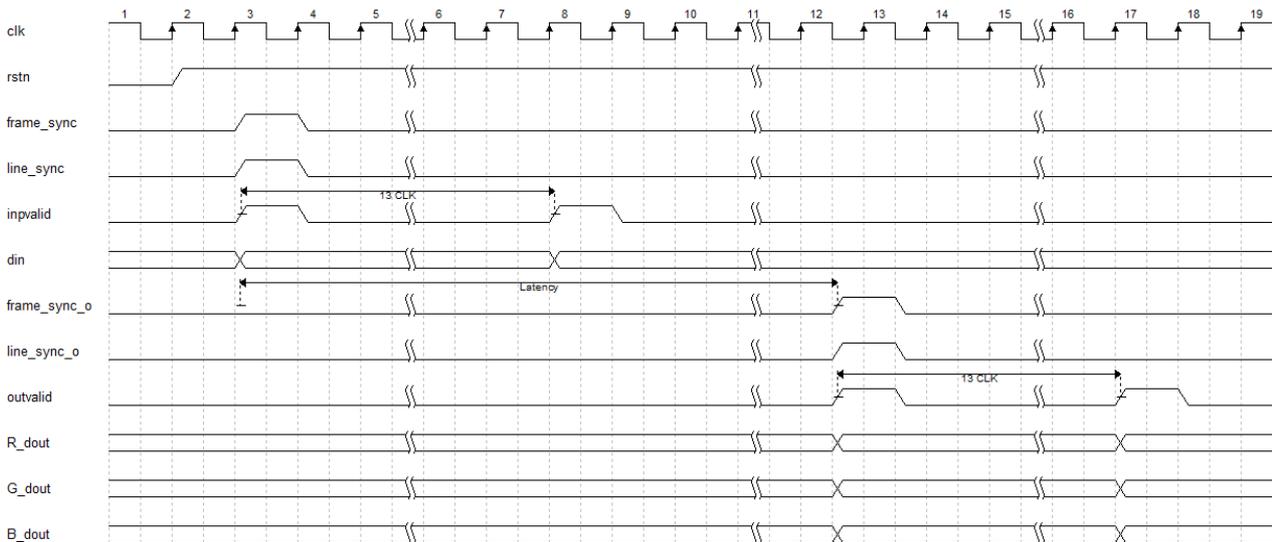
信号	方向	位宽	描述
clk	I	1	输入时钟信号
rstn	I	1	复位信号，低电平有效。
frame_sync	I	1	输入帧同步信号
line_sync	I	1	输入线同步信号
inpvalid	I	1	输入数据有效信号
din	I	可变	输入图像数据信号
frame_sync_o	O	1	输出帧同步信号
line_sync_o	O	1	输出线同步信号
outvalid	O	1	输出有效信号，高电平时表示此时输出信号为有效值。
R_dout	O	可变	输出图像数据信号
G_dout	O	可变	输出图像数据信号
B_dout	O	可变	输出图像数据信号

# 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 运算后数据会在延时周期后输出。输入数据和输出数据的持续周期需要保持为 13 CLK，以保证计算结果的正确。时序如图 5-1 所示。

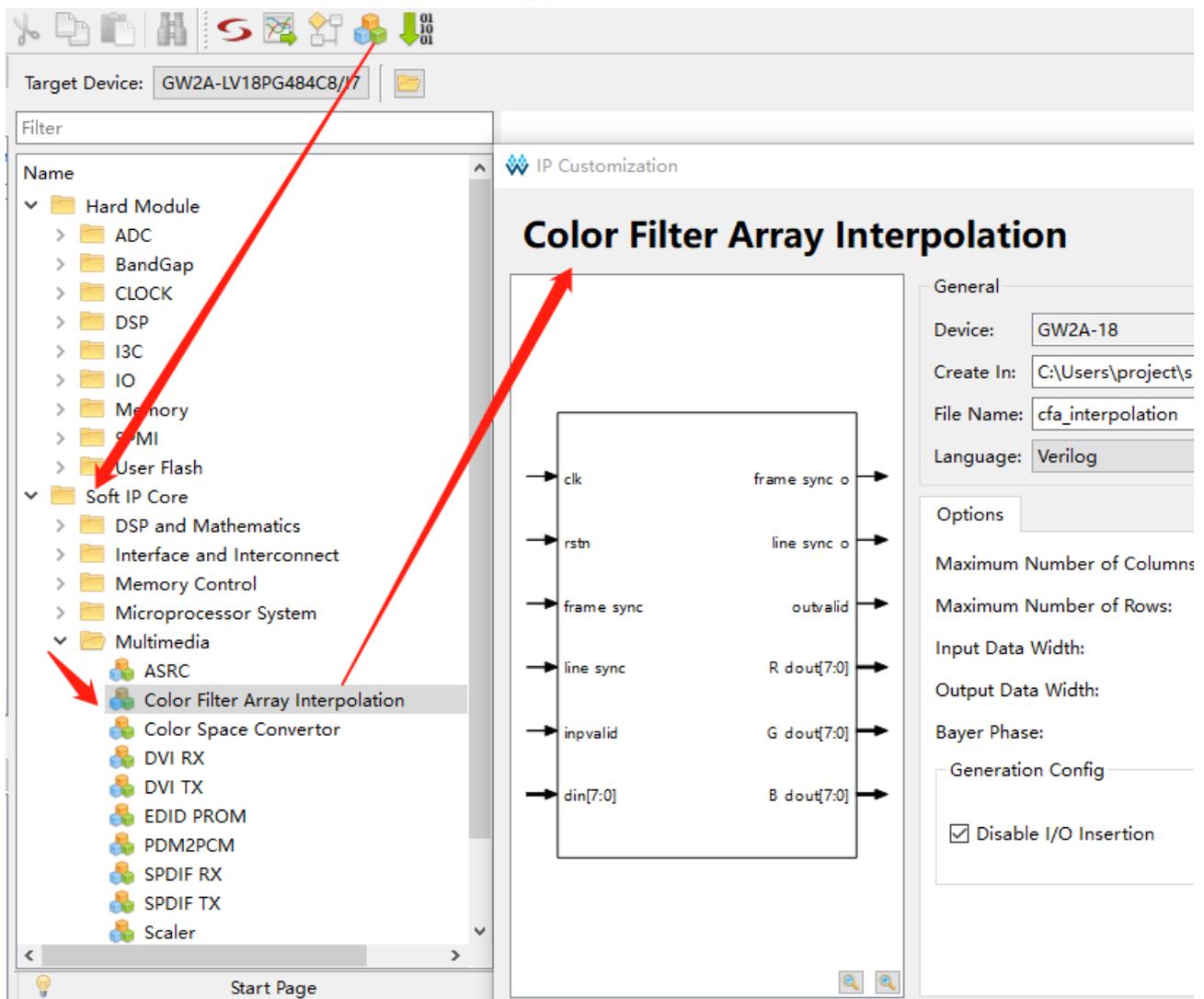
图 5-1 CFAI IP 时序



# 6 配置及调用

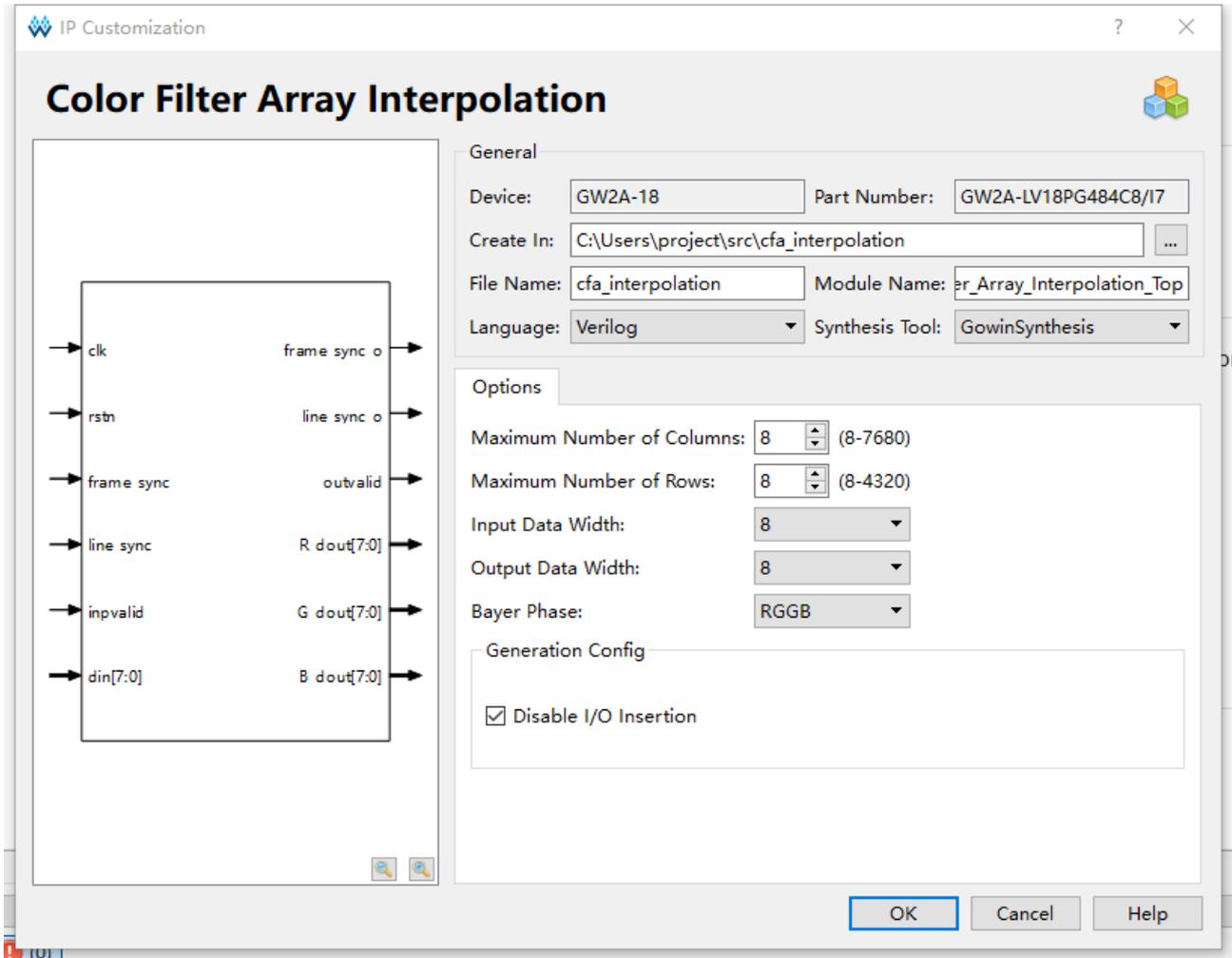
在高云云源软件界面菜单栏 Tools 下,可启动 IP Core Generator 工具,在 Multimedia 分类下,可以找到 Color Filter Array Interpolation 完成调用与配置;也可使用工具栏图标,如图 6-1 所示。

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，8-16bits 可配置。
Output Data Width	输出数据位宽，8-16bits 可配置。
Bayer Phase	拜耳传感器阵列

# 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 交付文件主要包含三个部分，分别为：文档、设计源代码和参考设计。

## 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 设计源代码（加密）

加密代码文件夹包含 Gowin Color Filter Array Interpolation IP 的 RTL 加密代码，供 GUI 使用，以配合高云云源软件产生用户所需的 IP 核。

表 8-2 设计源代码列表

名称	描述
CFA_TOP_wrap.v	IP 核顶层文件，给用户接口信息，未加密。
CFA_top.v	高云 Color Filter Array Interpolation IP 设计 RTL 源文件，加密
define.v	高云 CFAI 参数定义模块，由用户通过 GUI 配置产生，未加密
parameter.v	高云 CFAI 内存控制器参数配置模块，由用户通过 GUI 配置产生，未加密

## 8.3 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 8-3 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

