



# Gowin MJPEG Decoder IP 用户指南

IPUG1192-1.0,2024-09-05

版权所有 © 2024 广东高云半导体科技股份有限公司

**GOWIN高云**、、Gowin、GowinSynthesis、云源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, 或以禁止反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
2024/09/05	1.0	初始版本。

# 目录

目录 .....	i
图目录 .....	ii
表目录 .....	iii
<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 .....	2
1.4 技术支持与反馈 .....	2
<b>2 概述 .....</b>	<b>3</b>
<b>3 特征与性能 .....</b>	<b>4</b>
3.1 主要特征 .....	4
3.2 最大频率 .....	4
3.3 延迟 Latency .....	4
3.4 资源利用 .....	4
<b>4 功能描述 .....</b>	<b>6</b>
4.1 Gowin MJPEG Decoder IP 结构与功能 .....	6
4.2 结构框图说明 .....	6
4.2.1 霍夫曼解码 .....	6
4.2.2 去量化 .....	6
4.2.3 逆 Zigzag .....	7
4.2.4 逆转换离散余弦变换 .....	7
4.2.5 采样还原 .....	8
4.2.6 色彩空间转换 .....	8
<b>5 端口描述 .....</b>	<b>9</b>
<b>6 时序说明 .....</b>	<b>11</b>
<b>7 界面配置 .....</b>	<b>12</b>
<b>8 参考设计 .....</b>	<b>14</b>

# 图目录

图 4-1 Gowin MJPEG Decoder IP 配置界面.....	6
图 4-2 逆 Zigzag 表格.....	7
图 4-3 逆转换离散余弦变换表示.....	7
图 4-4 采样表示.....	8
图 5-1 接口框图.....	9
图 6-1 信号时序.....	11
图 7-1 工具栏图标打开 IP 配置界面.....	12
图 7-2 MJPEG_Decoder IP 配置界面.....	13

# 表目录

表 1-1 术语、缩略语 .....	2
表 2-2 Gowin MJPEG Decoder IP 概述 .....	3
表 3-3 Gowin MJPEG Decoder IP 占用资源.....	5
表 5-4 Gowin MJPEG Decoder IP IO 端口列表 .....	9

# 1 关于本手册

## 1.1 手册内容

Gowin MJPEG Decoder IP 用户指南主要内容包括功能特点、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 MJPEG Decoder 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：

- [DS961, GW2ANR 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](#)
- [DS976, GW2AN-55 器件数据手册](#)
- [DS981, GW5AT 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS1103, GW5A 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS1104, GW5AST 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS1108, GW5AR 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
ALU	Arithmetic Logical Unit	算术逻辑单元
BSRAM	Block Static Random Access Memory	块状静态随机存储器
CSC	Color Space Conversion	色彩空间转换
IDCT	Inverse Discrete Cosine Transform	逆离散余弦变换
LUT	Look-up Table	查找表
MJPEG	Motion Joint Photographic Experts Group	运动图像逐帧压缩技术
SSRAM	Shadow Static Random Access Memory	分布式静态随机存储器

## 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](http://www.gowinsemi.com.cn)

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

Tel: +86 755 8262 0391

# 2 概述

Gowin MJPEG Decoder IP 是动态图像逐帧解码器，可以将每帧已压缩为 Baseline JPEG 标准的图像数据解压并转换为 RGB 格式，通过解压多帧 JPEG 标准的图像的来实现动态影像输出。因应不同图像的特性和压缩时使用的比率，输入和输出的速率不是固定。Gowin MJPEG Decoder IP 旨在使用较少的逻辑资源完成对以 Baseline JPEG 标准压缩图像的逐帧解码。

**表 2-1 Gowin MJPEG Decoder IP 概述**

Gowin MJPEG Decoder IP	
逻辑资源	请参见表 3-1
交付文件	
设计文件	Verilog
参考设计	Verilog
TestBench	Verilog
测试设计流程	
综合软件	GowinSynthesis
应用软件	Gowin Software

**注！**

可登录[高云半导体网站](#)查看芯片支持信息。

# 3 特征与性能

## 3.1 主要特征

- 输入图像资讯可通过 JPEG 头部数据来决定（动态）包括：
  - 支持图像的高度：64-1080 像素点
  - 支持图像的宽度：64-1920 像素点
  - 支持动态 444, 420, 422 的 Sub Sampling
  - 支持动态 De Huffman Table, 最多 2 DC, 2 AC 表格
  - 支持动态 De Quantization Table
- 支持预定义尺寸大小（静态）
- 输入压缩数据的位宽为 32 bits
- 输出图像每个通道的数据位宽为 8 bits, 即 RGB 为 24 bits
- 输出速率可以达到 1080P, 30FPS

## 3.2 最大频率

Gowin MJPEG Decoder IP 的最大频率主要根据所选器件的速度等级（speed grade of the devices）确定。使用 GW5A-25 系列器件时，最高可达到 65 MHz 的解码速度。

## 3.3 延迟 Latency

Gowin MJPEG Decoder IP 输出延迟主要由配置参数来确定。

## 3.4 资源利用

通过 Verilog 语言实现 Gowin MJPEG Decoder IP。因使用器件的密度、速度和等级不同，其性能和资源利用情况可能不同。

以高云 GW5A-25 系列 FPGA 为例，Gowin MJPEG Decoder IP 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 MJPEG Decoder IP 占用资源**

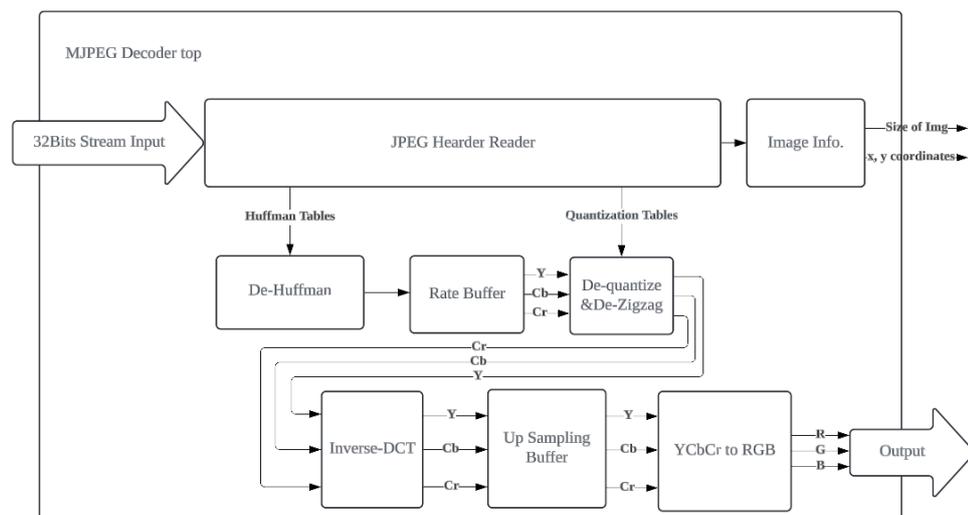
器件系列	速度等级	资源名称	资源利用
GW5A-25	C8/I7	BSRAM	18
		SSRAM	0
		Registers	15306
		LUTs	7363
		ALUs	6207
		I/O Buf	-

# 4 功能描述

## 4.1 Gowin MJPEG Decoder IP 结构与功能

Gowin MJPEG Decoder IP 可以实现连续解压 JPEG 标准的图像，从接收已经压缩的图像数据源，经过霍夫曼解码(De-Huffman)，去量化(De-quantize)，逆 Zigzag (De-Zigzag)，和逆离散余弦变换 (Inverse Discrete Cosine Transform, IDCT) 以及最后的色彩空间转换(YCbCr to RGB)等模块的运算之后进行输出，系统框图如图 4-1 所示。

图 4-1 Gowin MJPEG Decoder IP 配置界面



## 4.2 结构框图说明

### 4.2.1 霍夫曼解码

霍夫曼解码 (Huffman Decode) 是指还原已经被霍夫曼编码压缩的数据。要解码霍夫曼编码需要有该霍夫曼编码的表格，该表将字符映射到其对应的霍夫曼编码。然后逐个比较输入数据和编码表中的编码直至找到匹配。

### 4.2.2 去量化

去量化 (De-Quantization) 即是将 DCT 变化系数乘以量化系数，量化系数表格会透过 JPEG 的头部数据一并传输，去量化会对非零的数据乘以

其对应的量化系数。

### 4.2.3 逆 Zigzag

逆 Zigzag 是压缩时 Zigzag 后的系数进行重新排序，对照索引如下图所示：

图 4-2 逆 Zigzag 表格

0	1	8	16	9	2	3	10
17	24	32	25	18	11	4	5
12	19	26	33	40	48	41	34
27	20	23	6	7	14	21	28
35	42	49	56	57	50	43	36
29	22	15	23	30	37	44	51
58	59	52	45	38	31	39	46
53	60	61	54	47	55	62	63

### 4.2.4 逆转换离散余弦变换

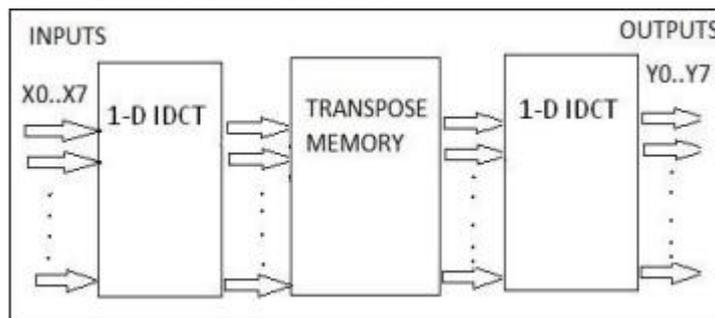
逆离散余弦变换（IDCT），将反量化后的 DCT 系数应用于 IDCT 算法，以将其由频域空间转换回原始的时域空间。其中，JPEG 的最少运算单元为 8\*8，输入一个 8\*8 的二维频域 IDCT 系数矩阵 C，IDCT 可以通过公式来计算恢复后的像素值矩阵 P。

计算公式如下：

$$P(x, y) = \frac{1}{64} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 F(u, v) \cdot C(u) \cdot C(v) \cdot \cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{16}\right]$$

$$C(x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{2}}, & x = 0 \\ 1, & x \neq 0 \end{cases}$$

图 4-3 逆转换离散余弦变换表示

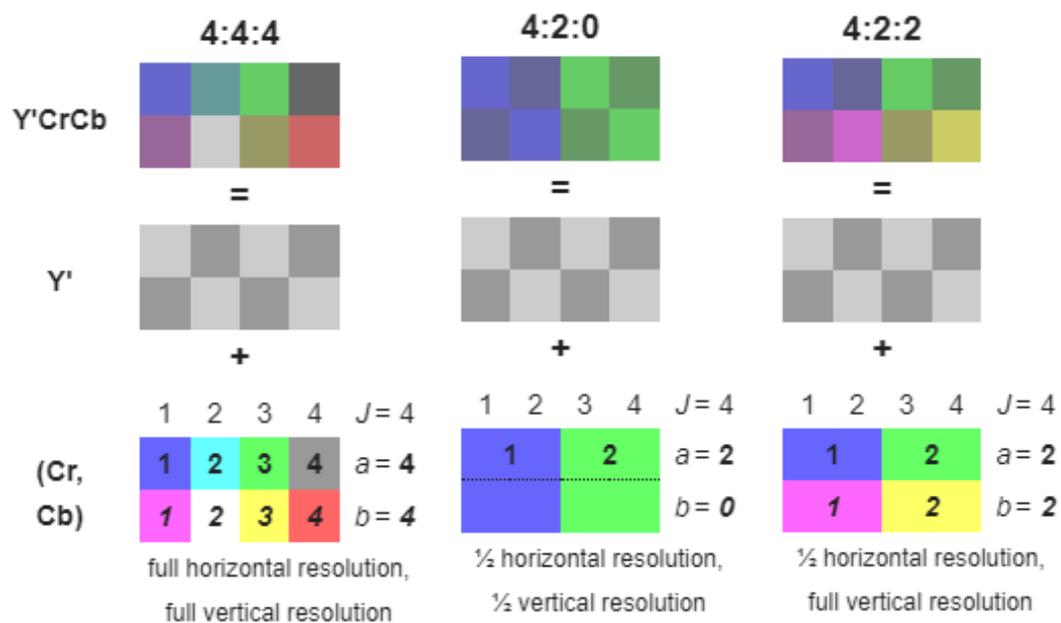


此模块的实现方法为上图所示，为减少 DSP 的使用量和提升速度，IDCT 模块使用了蝶形转换的算法在 FPGA 上实现转换运算。经过两次一维的 IDCT 运算，可以得出二维的矩阵相乘结果，即 IDCT 模块的输出。在 Gowin MJPEG Decoder IP 中蝶形转换的算法是通过在 FPGA 上使用移位器和加减器来模拟乘法的运算，所以实际得出的结果会比使用公式得出的结果有些微误差，误差小于 5%。

### 4.2.5 采样还原

透过接收 JPEG 的头部数据可获得该帧的采样标准，在解码的时候根据其对应的采样标准作还原，此 IP 支持三种采样标准分别是 4:4:4, 4:2:0 和 4:2:2。还原如下图所示：

图 4-4 采样表示



### 4.2.6 色彩空间转换

色彩空间转换（Color Space Conversion），将 Y 明亮度（Luminance），Cb 色度（Chrominance），Cr 浓度（Chroma）转化为 RGB 图像像素。转换公式如下所示：

$$R = \text{clip}(Y + 1.402 \times (Cr - 128))$$

$$G = \text{clip}(Y - 0.344 \times (Cb - 128)) - 0.714 \times (Cr - 128)$$

$$B = \text{clip}(Y - 1.772 \times (Cb - 128))$$

为了减少 DSP 的使用量和提升速度，CSC 模块根据以上公式，在 MJPEG Decoder IP 中使用了移位以及加减来模拟乘法的运算，所以实际得出结果的会比以上公式得出结果有相差，误差小于 5%。

# 5 端口描述

有关 Gowin MJPEG Decoder IP 的 IO 端口详情如表 5-1 所示。接口框图如图 5-1 所示。

图 5-1 接口框图

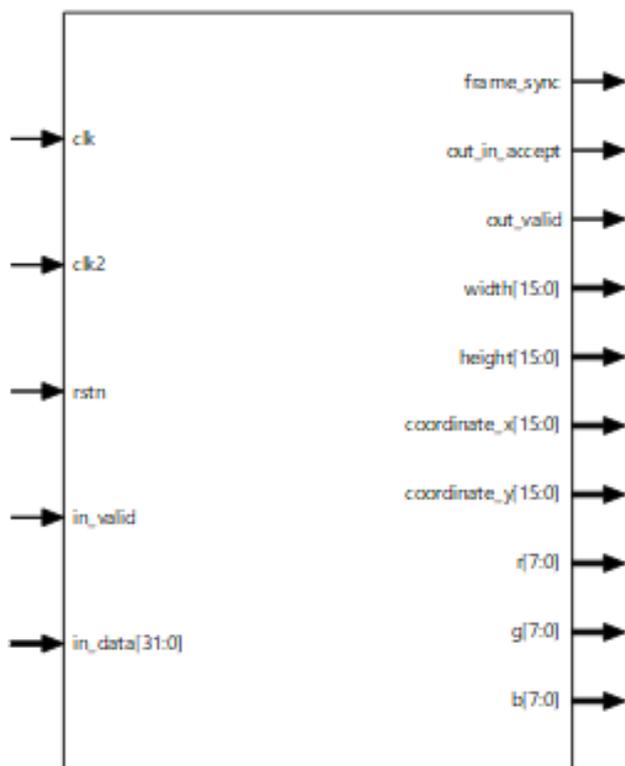


表 5-1 Gowin MJPEG Decoder IP IO 端口列表

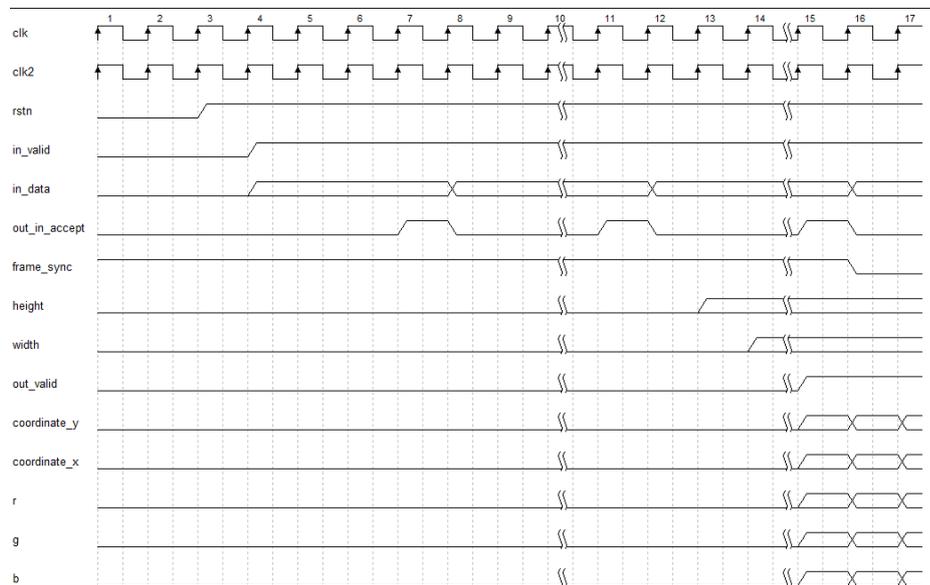
信号	位宽	方向	描述
clk	1	Input	输入时钟信号
clk2	1	Input	输出时钟信号
rstn	1	Input	复位信号（低电平有效）
In_valid	1	Input	输入数据有效
In_data	32	Input	输入数据

信号	位宽	方向	描述
In_strb	4	Input	固定输入 4'hF
In_last	1	Input	暂时无用信号
Out_in_accept	1	Output	输出更替下一信号指示
Out_valid	1	Output	输出像素有效指示
Width	16	Output	输出图片宽度
Height	16	Output	输出图片高度
Coordinate_x	16	Output	该有效像素的横向坐标
Coordinate_y	16	Output	该有效像素的纵向坐标
R	8	Output	输出 8 bits 红色通道
G	8	Output	输出 8 bits 绿色通道
B	8	Output	输出 8 bits 蓝色通道

# 6 时序说明

本章旨在介绍 Gowin MJPEG Decoder IP 的时序情况。Gowin MJPEG Decoder IP 信号时序图如图 6-1 所示。

图 6-1 信号时序

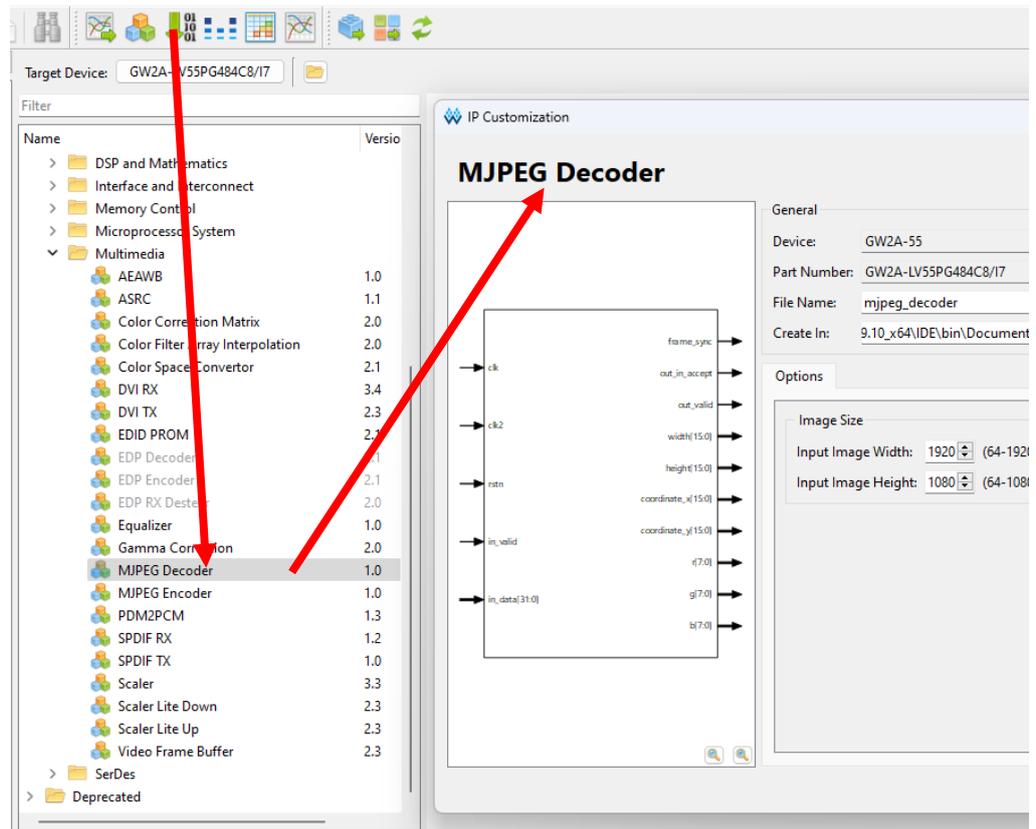


如上图所示，升高 `in_valid` 并输入以 **Baseline JPEG** 标准压缩的图像数据，`out_in_accept` 信号指示可以输入下一个数据。模块输出 `out_valid` 信号指示输出有效数据。

# 7 界面配置

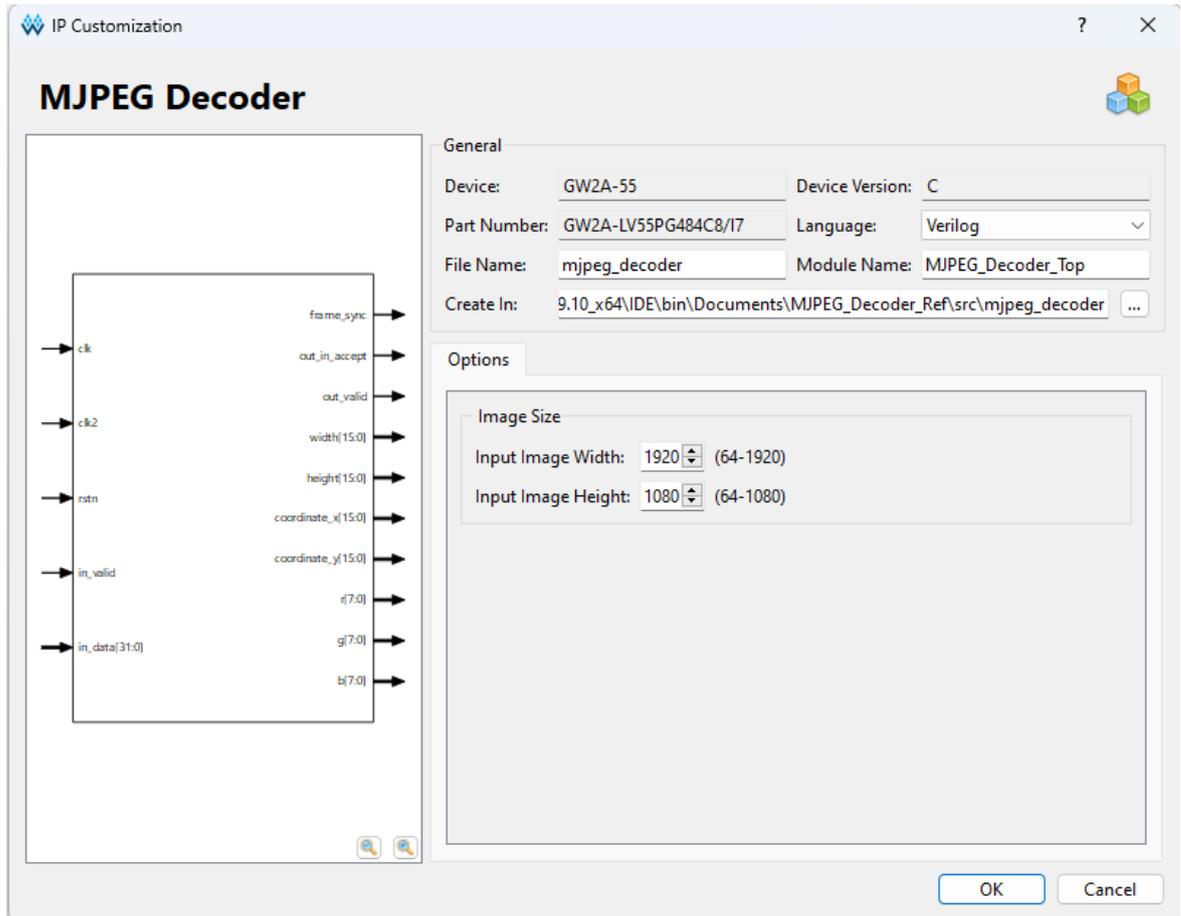
在高云云源软件界面菜单栏 Tools 下，可启动 IP Core Generator 工具，在 Multimedia 分类下，可以找到 MJPEG Decoder 完成调用与配置；也可使用工具栏图标，如图 7-1 所示

图 7-1 工具栏图标打开 IP 配置界面



MJPEG Decoder 配置界面如图 7-2 所示。

图 7-2 Gowin MJPEG Decoder IP 配置界面



本手册芯片选择 **GW2A-55**，型号选择 **GW2A-LV55PG484C8/I7** 为例。

- “File Name” 选项是配置产生的 IP 文件名称，用户可自行修改。
- “Module Name” 选项是配置产生的 IP 模块名称，用户可自行修改。
- “Create In” 选项是 IP 核文件夹产生路径，用户可自行修改。

# 8 参考设计

Gowin MJPEG Decoder IP 参考设计，请参考 [RefDesign](#) 内相关测试案例。

