



# Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 用户指南

IPUG1180-1.0,2023-12-29

版权所有 © 2023 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
2023/12/29	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 .....	2
1.4 技术支持与反馈 .....	2
<b>2 概述 .....</b>	<b>3</b>
2.1 介绍 .....	3
2.2 特征 .....	3
2.3 工作频率 .....	4
2.4 资源利用 .....	4
<b>3 功能描述 .....</b>	<b>5</b>
3.1 系统框图 .....	5
3.2 USB TO MULTI SERIAL PROTOCOL BRIDGE 模块信息 .....	6
3.2.1 USB 高速设备 (480Mbps) .....	6
3.2.2 端点数量 .....	6
3.2.3 接口端点地址 .....	6
3.2.4 接口实现参考 .....	6
3.3 接口参数 .....	6
3.4 UART 虚拟串口相关类请求 .....	6
3.5 I2C 完整数据包格式 .....	7
3.6 I2C 寄存器配置 .....	7
3.6.1 中断使能寄存器(0x5) .....	8
3.6.2 状态寄存器(0x6) .....	9
3.6.3 地址寄存器(0x7) .....	10
3.6.4 数据寄存器(0x8) .....	10

3.6.5 控制寄存器(0x9) .....	10
3.6.6 指令寄存器(0xA) .....	11
3.6.7 设置寄存器(0xB).....	11
3.6.8 I2C 时序参数乘数寄存器(0xC) .....	12
3.7 SPI 完整数据包格式 .....	12
3.8 SPI 寄存器配置.....	13
3.8.1 传输格式寄存器(0x04) .....	13
3.8.2 传输控制寄存器(0x08) .....	14
3.8.3 命令寄存器(0x09) .....	15
3.8.4 地址寄存器(0x0A).....	16
3.8.5 数据寄存器(0x0B).....	16
3.8.1 控制寄存器(0x0C).....	16
3.8.2 状态寄存器(0x0D).....	17
3.8.3 中断使能寄存器(0x0E).....	17
3.8.4 中断状态寄存器(0x0F).....	18
3.8.5 接口时序寄存器(0x10).....	18
3.8.6 配置寄存器(0x1F) .....	18
3.9 JTAG 寄存器配置.....	19
3.9.1 配置寄存器命令帧格式 .....	19
3.9.2 寄存器信息 .....	19
<b>4 端口描述 .....</b>	<b>20</b>
4.1 端口列表 .....	20
4.2 参数配置 .....	22
<b>5 界面配置 .....</b>	<b>23</b>
<b>6 参考设计 .....</b>	<b>26</b>
<b>7 文件交付 .....</b>	<b>27</b>
7.1 文档.....	27
7.2 设计源代码（加密） .....	27

# 图目录

图 3-1 系统框图 .....	5
图 4-1 Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 端口示意图 .....	20
图 5-1 打开 IP Core Generator .....	23
图 5-2 打开 USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 配置界面 .....	24
图 5-3 USB to Multi Serial Protocol Bridge 配置界面 .....	25
图 6-1 参考设计基本结构框图 .....	26

# 表目录

表 1-1 术语、缩略语 .....	2
表 2-1 Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 概述 .....	3
表 2-2 资源利用 .....	4
表 3-1 设备 ID .....	6
表 3-2 端点数量 .....	6
表 3-3 接口端点地址 .....	6
表 3-4 GET LINE CODING 请求编码格式 .....	6
表 3-5 GET LINE CODING 返回参数 .....	7
表 3-6 SET LINE CODING 请求编码格式 .....	7
表 3-7 I2C 数据包格式 .....	7
表 3-8 I2C 命令集 .....	7
表 3-9 Gowin I2C 寄存器 .....	8
表 3-10 中断使能寄存器 .....	8
表 3-11 状态寄存器 .....	9
表 3-12 发送寄存器 .....	10
表 3-13 发送寄存器 .....	10
表 3-14 状态寄存器 .....	10
表 3-15 指令寄存器 .....	11
表 3-16 设置寄存器 .....	11
表 3-17 I2C 时序参数乘数寄存器 .....	12
表 3-18 SPI 数据包格式 .....	12
表 3-19 SPI 命令集 .....	13
表 3-20 SPI 寄存器 .....	13
表 3-21 传输格式寄存器 .....	14
表 3-22 传输控制寄存器 .....	14
表 3-23 命令寄存器 .....	16
表 3-24 地址寄存器 .....	16
表 3-25 数据寄存器 .....	16
表 3-26 控制寄存器 .....	16

---

表 3-27 状态寄存器 .....	17
表 3-28 中断使能寄存器.....	17
表 3-29 中断状态寄存器.....	18
表 3-30 接口时序寄存器.....	18
表 3-31 配置寄存器 .....	18
表 3-32 设置寄存器 .....	19
表 3-33 读取寄存器 .....	19
表 3-34 响应帧 .....	19
表 3-35 寄存器信息 .....	19
表 4-1 Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 的端口列表.....	21
表 4-2 Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 的参数配置.....	22
表 7-1 文档列表 .....	27
表 7-2 USB to Multi Serial Protocol Bridge 设计源代码列表 .....	27

# 1 关于本手册

## 1.1 手册内容

Gowin® USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 用户指南主要内容包括产品概述、功能描述、配置调用等，旨在帮助用户快速了解 Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 的特性及使用方法。本手册中的软件界面截图参考的是 V1.9.9 (64-bit)版本，因软件版本升级，部分信息可能会略有差异，具体以用户软件版本的信息为准

## 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](#)
- [DS821, GW1NS 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS861, GW1NSR 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS841, GW1NZ 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS891, GW1NSE 系列安全 FPGA 产品数据手册](#)
- [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](#)
- [DS971, GW2AN-18X &9X 器件数据手册](#)
- [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](#)

- [DS1105, GW5AS 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

本手册中出现的相关术语、缩略语及相关释义如表 1-1 所示。

表 1-1 术语、缩略语

术语、缩略语	全称	含义
CDC	Communication Device Class	
JTAG	Joint Test Action Group	联合测试工作组
FPGA	Field Programmable Gate Array	现场可编程门阵列
IP	Intellectual Property	知识产权
TAP	Test Access Port	测试访问口
SPI	Serial Peripheral Interface	串行外设接口
I2C	Inter-Integrated Circuit	双线串行接口
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter	通用异步收发传输器

## 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

## 2.1 介绍

Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 实现了将 USB 接口和多个串行协议（JTAG、UART、SPI、I2C）相互转换的功能。通过 Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP，用户可以实现将 USB 总线与多个串行设备进行通信的功能，从而实现了在嵌入式系统中进行串行通信的灵活性和便利性。

**表 2-1 Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 概述**

Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP	
逻辑资源	见表2-2
交付文件	
设计文件	Verilog (加密)
参考设计	Verilog
测试平台	Verilog
测试设计流程	
综合软件	GowinSynthesis®
应用软件	Gowin Software (V1.9.9(64-bit)及以上)

注！

可登录[高云半导体网站](#)查看芯片支持信息。

## 2.2 特征

- 提供了与 USB2.0 高速接口进行连接的能力，实现了 USB2.0 与 JTAG、UART、SPI、I2C 协议之间的桥接
- USB to JTAG 部分可用于配置 Gowin FPGA 设备的 SRAM、Flash，最高支持 30 MHz TCK
- UART 接口兼容 CDC 类规范串口驱动
- USB to SPI 支持多种工作模式，如全双工、半双工
- USB to I2C 支持多个速度分级，如标准模式（100 kHz）、快速模式（400 kHz）

## 2.3 工作频率

Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 工作频率由所选 FPGA 支持的最大时钟频率限定。

## 2.4 资源利用

Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 采用 Verilog HDL 实现，因使用器件的密度、速度和等级的不同，其性能和资源利用情况可能不一致。以高云 GW2AR-18 为例，默认配置下资源利用情况如表 2-2 所示。关于其它器件的资源利用请参阅相关的后期发布信息。

表 2-2 资源利用

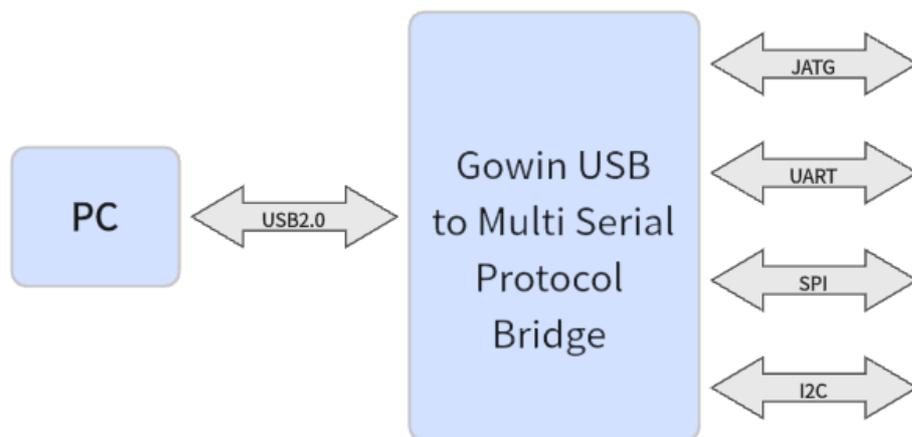
器件	编程语言	LUTs	ALUs	REGs	BSRAM	SSRAM
GW2AR-18	Verilog HDL	3136	376	1787	6	16

# 3 功能描述

## 3.1 系统框图

Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 和 Config-Engine (CFG) 间, 可支持 4 种通信协议接口。

图 3-1 系统框图



## 3.2 USB to Multi Serial Protocol Bridge 模块信息

### 3.2.1 USB 高速设备（480Mbps）

表 3-1 设备 ID

VID	0x33AA
PID	0x0021

### 3.2.2 端点数量

表 3-2 端点数量

端点类型	数量	备注
CTRL	1	0端点，用于枚举及配置寄存器
IN, BULK	1	数据输入
OUT, BULK	1	数据输出

枚举端点信息举例：

07 05 83 02 00 02 00

07 05 03 02 00 02 00

### 3.2.3 接口端点地址

表 3-3 接口端点地址

名称	接收端点地址	发送端点地址
UART	0x82	0x02
JTAG	0x83	0x03
SPI	0x84	0x04
I2C	0x85	0x05

### 3.2.4 接口实现参考

UART 接口兼容 CDC 类规范串口驱动；SPI 和 I2C 接口实现参考了标准的 SPI 和 I2C 接口规范；JTAG 接口参考本文档其他内容。

## 3.3 接口参数

### 3.4 UART 虚拟串口相关类请求

主机获取当前串口属性请求，包括波特率、停止位、校验位及数据位的位数。

表 3-4 GET LINE CODING 请求编码格式

Byte	7:6	5:4	3:2	1	0
名称	Length	Index	Value	Req	Type
值	0x7	0x0	0x0	0x21	0xA1

表 3-5 GET LINE CODING 返回参数

Byte	6	5	4	3:0
名称	数据位	校验位	停止位	波特率

主机设置从机当前属性，可修改波特率、停止位、校验位及数据位，该请求没有数据输出阶段。

表 3-6 SET LINE CODING 请求编码格式

Byte	7:6	5:4	3:2	1	0
名称	Length	Index	Value	Req	Type
值	0x7	0x0	0x0	0x20	0x21

## 3.5 I2C 完整数据包格式

一次完整的 I2C 数据包由 4 字节命令+四字节数据长度+N 字节数据 组成，其中数据 N 字节由数据长度决定，如一个数据包: 0x00030000 00000003 112233，其中 00030000 为命令，00000003 为数据长度，112233 为数据。

表 3-7 I2C 数据包格式

命令	数据长度	数据
4字节	4字节	N字节，根据数据长度决定

表 3-8 I2C 命令集

命令	命令长度	描述
0x00030000	4字节	I2C 设置寄存器命令
0x00030001	4字节	I2C 读取寄存器命令
0x00030002	4字节	I2C 读取数据命令

## 3.6 I2C 寄存器配置

Gowin I2C 共有 8 个 32 位宽的寄存器：

- 中断使能寄存器
- 状态寄存器
- 地址寄存器
- 数据寄存器
- 控制寄存器
- 指令寄存器
- 设置寄存器
- I2C 时序参数乘数寄存器

表 3-9 Gowin I2C 寄存器

寄存器名称	寄存器地址	寄存器位宽	类型	描述
中断使能寄存器	0x5	32	写/读	-
状态寄存器	0x6	32	R/W1C	
地址寄存器	0x7	32	写/读	
数据寄存器	0x8	32	写/读	
控制寄存器	0x9	32	写/读	
指令寄存器	0xA	32	写/读	
设置寄存器	0xB	32	写/读	
I2C时序参数乘数寄存器	0xC	32	写/读	

### 3.6.1 中断使能寄存器(0x5)

表 3-10 中断使能寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:10	保留	-	-	-
9	Cmpl	写/读	设置以启用完成中断 主设备：从这个主设备发出并且在不失去总线仲裁的情况下完成事务时触发中断 从设备：当完成针对该控制器的事务时触发中断	0x0
8	ByteRecv	写/读	设置以启用字节接收中断 当接收到一个字节数据时触发中断	0x0
7	ByteTrans	写/读	设置以启用字节发送中断 当传输一个字节的的数据时触发中断	0x0
6	Start	写/读	设置以启用起始条件中断 当检测到起始条件/重复起始条件时触发中断	0x0
5	Stop	写/读	设置以启用停止条件中断 当检测到停止条件时触发中断	0x0
4	ArbLose	写/读	设置以启用仲裁失败中断 主设备：当控制器失去总线仲裁时触发中断 从设备：在此模式下不可用	0x0
3	AddrHit	写/读	设置以启用地址匹配中断 主设备：当被寻址的从设备返回ACK时触发中断 从设备：当控制器被寻址时触发中断	0x0
2	FIFOHalf	写/读	设置以启用FIFO半满中断 此中断依赖于传输方向，除非确定了传输方向，否则不要启用此中断，以免触	0x0

比特	名称	类型	描述	复位
			发意外的中断	
1	FIFOFull	写/读	设置以启用FIFO满中断 当FIFO满时触发中断	0x0
0	FIFOEmpty	写/读	设置以启用FIFO空中断 当FIFO空时触发中断	0x0

### 3.6.2 状态寄存器(0x6)

表 3-11 状态寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:15	保留	-	保留字段	-
14	LineSDA	只读	表示总线上SDA线的当前状态 1: 高电平 0: 低电平	SDA线状态
13	LineSCL	只读	表示总线上SCL线的当前状态 1: 高电平 0: 低电平	SCL线状态
12	GenCall	只读	表示当前事务的地址是否为广播地址 1: 广播地址 0: 非广播地址	0x0
11	BusBusy	只读	表示总线是否繁忙 1: 繁忙 0: 非繁忙	0x0
10	ACK	只读	表示最后一个接收/发送的确认位的类型 1: ACK 0: NACK	0x0
9	Cmpl	R/W1C	事务完成标志位。在主控模式下，表示已发出并成功完成一个事务。在从设备模式下，表示已完成针对控制器的事务。此状态位需要清除，以接收下一个事务；否则，下一个进来的事务将被阻塞。	0x0
8	ByteRecv	R/W1C	表示已接收到一个字节的数据	0x0
7	ByteTrans	R/W1C	表示已传输一个字节的数据	0x0
6	Start	R/W1C	表示已传输/接收到START信号或重复的START信号	0x0
5	Stop	R/W1C	表示已传输/接收到STOP信号	0x0
4	ArbLose	R/W1C	表示控制器失去总线仲裁（仅适用于主控模式）	0x0
3	AddrHit	R/W1C	主控模式：表示有从设备响应该	0x0

比特	名称	类型	描述	复位
			事务。 从设备模式：表示事务目标是控制器（包括广播地址）。	
2	FIFOHalf	只读	发送方：表示FIFO缓冲区至少一半为空。 接收方：表示FIFO缓冲区至少一半为满。	0x0
1	FIFOFull	只读	表示FIFO缓冲区已满	0x0
0	FIFOEmpty	只读	表示FIFO缓冲区为空	0x1

注!

RW1C 表示可读写且写入 1 后会自动清除为 0。

### 3.6.3 地址寄存器(0x7)

地址寄存器保存从设备地址。当作为主控程序时，它是下一个事务的目标从设备地址。当作为从设备程序时，它是控制器在总线上的地址。

表 3-12 发送寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:10	保留	-	保留字段	-
9:0	Addr	写/读	从设备地址，在7位寻址模式下，忽略最高有效的3位，只有Addr的最低有效的7位有效。	-

### 3.6.4 数据寄存器(0x8)

地址寄存器保存从设备地址。当作为主控程序时，它是下一个事务的目标从设备地址。当作为从设备程序时，它是控制器在总线上的地址。

表 3-13 发送寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:10	保留	-	保留字段	-
9:0	Addr	写/读	从设备地址，在7位寻址模式下，忽略最高有效的3位，只有Addr的最低有效的7位有效。	-

### 3.6.5 控制寄存器(0x9)

控制寄存器用于控制事务的阶段选择，并记录数据阶段的进度。

表 3-14 状态寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:13	保留	-	保留字段	-
12	Phase_start	写/读	启用此位，在事务开始时发送START条件，仅主控模式下有效。	0x1
11	Phase_addr	写/读	启用此位，在START条件之后发送地址。仅主控模式下有效。	0x1

比特	名称	类型	描述	复位
10	Phase_data	写/读	启用此位，在地址阶段之后发送数据。仅主控模式下有效。	0x1
9	Phase_stop	写/读	启用此位，在事务结束时发送STOP条件。仅主控模式下有效。	0x1
8	Dir	写/读	事务方向 主控模式：设置此位来确定下一个事务的方向。0：发送方；1：接收方 从设备模式：最后一个接收到的事务的方向。0：接收方；1：发送方	0x0
7:0	DataCnt	写/读	数据计数，以字节为单位 主控模式：要传输/接收的字节数。0表示256字节。每传输/接收一个字节，DataCnt将递减一次。 从设备模式：DataCnt的含义取决于DMA	0x0

### 3.6.6 指令寄存器(0xA)

表 3-15 指令寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:3	保留	-	保留字段	-
2:0	CMD	写/读	将以下指令数值写入此寄存器以执行相应的动作 0x0: 无动作 0x1: 发起数据事务（仅主控模式） 0x2: 对接收到的字节回复ACK 0x3: 对接收到的字节回复NACK 0x4: 清除FIFO 0x5: 重置I2C控制器，重置状态寄存器和中断使能寄存器，并清空FIFO	-

### 3.6.7 设置寄存器(0xB)

表 3-16 设置寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:29	保留	-	保留字段	-
28:24	T_SUDAT	写/读	T_SUDAT定义在释放SCL之前的数据设置时间。	0x5
23:21	T_SP	写/读	T_SP定义必须由输入滤波器抑制的脉冲宽度。	0x1
20:16	T_HDDAT	写/读	T_HDDAT定义SCL变为低电平后的数据保持时间。	0x5
15:14	保留	-	保留字段	-
13	T_SCLRatio	写/读	生成的SCL时钟的低电平期由T_SCLRatio和T_SCLHi值的组合定	0x1

比特	名称	类型	描述	复位
			义。当T_SCLRatio = 0时，低电平时间等于高电平时间。当T_SCLRatio = 1时，低电平时间大约是高电平时间的两倍。1: ratio =2, 0: ratio =1, 此字段仅在控制器处于主控模式时有效	
12:4	T_SCLHi	写/读	生成的SCL时钟的高电平期由T_SCLHi定义。此字段仅在控制器处于主控模式时有效	0x10
3	DMAEn	写/读	启用直接内存访问模式数据传输 1: 启用 0: 禁用	0x0
2	Master	写/读	将设备配置为主控模式或从设备式 1: 主控模式 0: 从设备模式	0x0
1	Addressing	写/读	I2C地址模式 1: 10位地址模式 0: 7位地址模式	0x0
0	IICEn	写/读	启用ATCIIC100 I2C控制器 1: 启用 0: 禁用	0x0

### 3.6.8 I2C 时序参数乘数寄存器(0xC)

该寄存器保存了一个乘法因子，用于扩大在 Setup Register 中定义的 I2C 总线定时参数。该乘法因子帮助控制器在操作频率较高的 APB 频率下满足 I2C 总线接口的定时要求。

表 3-17 I2C 时序参数乘数寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:5	保留	-	保留字段	-
4:0	TPM	写/读	I2C定时参数的乘法值。Setup Register 中的所有定时参数都将乘以(TPM+1)。	0x0

## 3.7 SPI 完整数据包格式

一次完整的 SPI 数据包由 4 字节命令+四字节数据长度+N 字节数据 组成，其中数据 N 字节由数据长度决定，如一个数据包: 0x00020000 00000003 112233，其中 00020000 为命令，00000003 为数据长度，112233 为数据。

表 3-18 SPI 数据包格式

命令	数据长度	数据
4字节	4字节	N字节，根据length决定

表 3-19 SPI 命令集

命令	命令长度	描述
0x00020000	4字节	SPI设置寄存器命令
0x00020001	4字节	SPI读取寄存器命令
0x00020002	4字节	SPI读取数据命令

## 3.8 SPI 寄存器配置

Gowin SPI 共有 11 个 32 位宽的寄存器：

- 传输格式寄存器
- 传输控制寄存器
- 命令寄存器
- 地址寄存器
- 数据寄存器
- 控制寄存器
- 状态寄存器
- 中断使能寄存器
- 中断状态寄存器
- 接口时序寄存器
- 配置寄存器

表 3-20 SPI 寄存器

寄存器名称	寄存器地址	寄存器位宽	类型	描述
传输格式寄存器	0x04	32	写/读	-
传输控制寄存器	0x08	32	写/读	
命令寄存器	0x09	32	写/读	
地址寄存器	0x0A	32	写/读	
数据寄存器	0x0B	32	写/读	
控制寄存器	0x0C	32	写/读	
状态寄存器	0x0D	32	只读	
中断使能寄存器	0x0E	32	写/读	
中断状态寄存器	0x0F	32	W1C	
接口时序寄存器	0x10	32	写/读	
配置寄存器	0x1F	32	只读	

### 3.8.1 传输格式寄存器(0x04)

该寄存器定义 SPI 传输格式。

表 3-21 传输格式寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:18	保留	-	保留字段	-
17:16	AddrLen	写/读	地址长度（字节数）	0x2
15:13	保留	-	保留字段	-
12:8	DataLen	写/读	每个数据单元的长度（位），每个数据单元的实际位数为（DataLen + 1）	0x07
7	DataMerge	写/读	启用数据合并模式，该模式在写入时自动进行数据分割，读取时进行数据合并。只有在DataLen = 0x7时，此位才生效。在数据合并模式下，每次写入数据寄存器将传输所有四个字节的写入数据；每次从数据寄存器读取数据将以单个字数据的形式检索四个字节的接收数据。	0x1
6:5	保留	-	保留字段	-
4	MOSIBiDir	写/读	在常规（单一）模式下的双向MOSI： 0x0：在常规模式下，MOSI是单向信号。 0x1：在常规模式下，MOSI是双向信号。这个双向信号替代了两个信号线。	0x0
3	LSB	写/读	按照最低有效位（LSB）先传输数据 0x0：最高有效位（MSB）先传输 0x1：最低有效位（LSB）先传输	0x0
2	SlvMode	写/读	SPI主/从模式选择 0x0：主模式 0x1：从模式	-
1	CPOL	写/读	SPI时钟极性。 0x0：在空闲状态下，SCLK为低电平 0x1：在空闲状态下，SCLK为高电平	-
0	CPHA	写/读	SPI时钟相位 0x0：在奇数个SCLK边沿上采样数据 0x1：在偶数个SCLK边沿上采样数据	-

### 3.8.2 传输控制寄存器(0x08)

表 3-22 传输控制寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31	SlvDataOnly	写/读	数据专用模式（仅适用于从模式） 0x0：禁用 0x1：启用	0x0
30	CmdEn	写/读	SPI命令阶段使能（仅主模式） 0x0：禁用	0x0

比特	名称	类型	描述	复位
			0x1: 启用	
29	AddrEn	写/读	SPI地址阶段使能（仅主模式） 0x0: 禁用 0x1: 启用	0x0
28	AddrFmt	写/读	SPI地址阶段格式（仅主模式） 0x0: 地址阶段是常规 0x1: 地址阶段的格式与数据阶段相同	0x0
27:24	TransMode	写/读	传输模式 0x0: 同时写入和读取 0x1: 仅写入 0x2: 仅读取 0x3: 写入、读取 0x4: 读取、写入 0x5: 写入、虚拟、读取 0x6: 读取、虚拟、写入 0x7: 无数据 0x8: 虚拟、写入 0x9: 虚拟、读取 0xa~0xf: 保留	0x0
23:22	DualQuad	写/读	SPI数据阶段格式 0x0: 常规（单向）模式 0x1: 双I/O模式 0x2: 四I/O模式 0x3: 保留	0x0
21	TokenEn	写/读	令牌传输使能，附加一个字节的特殊令牌以跟随SPI读传输 0x0: 禁用一个字节的特殊令牌 0x1: 启用一个字节的特殊令牌	0x0
20:12	WrTranCnt	写/读	写入数据的传输计数	0x0
11	TokenValue	写/读	在SPI读传输中，地址阶段后跟随的一个字节的特殊令牌的值 0x0: 令牌值 = 0x00 0x1: 令牌值 = 0x69	0x0
10:9	DummyCnt	写/读	虚拟数据计数，实际的虚拟计数为（DummyCnt + 1）	0x0

### 3.8.3 命令寄存器(0x09)

对该寄存器进行写操作将触发 SPI 传输。即使未启用命令阶段，也必须使用虚拟值对该寄存器进行写入，以启动 SPI 传输。

表 3-23 命令寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:8	保留	-	保留字段	-
7:0	CMD	写/读	SPI命令	0x0

### 3.8.4 地址寄存器(0x0A)

表 3-24 地址寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:10	保留	-	保留字段	-
9:0	ADDR	写/读	SPI地址(仅限主机模式)	0x0

### 3.8.5 数据寄存器(0x0B)

当控制器处于数据合并模式时，SPI 数据寄存器的字节序为小端序。对于写操作，数据将被放入 TX FIFO 中。最低有效字节始终先传输。

如果 TX FIFO 已满并且状态寄存器的 SPIActive 位为 1，则准备好信号（hready/pready）将被取消使能以插入等待状态到传输中。对于读操作，数据将从 RX FIFO 中读取并出队列。最低有效字节是首个接收到的字节。

如果 RX FIFO 为空并且状态寄存器的 SPIActive 位为 1，则准备好信号（hready/pready）将被取消使能以插入等待状态到传输中。

表 3-25 数据寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:0	DATA	写/读	SPI数据	0x0

### 3.8.1 控制寄存器(0x0C)

表 3-26 控制寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:24	保留	-	保留字段	-
23:16	TXTHRES	写/读	传输（TX）FIFO阈值	0x0
15:08	RXTHRES	写/读	接收（RX）FIFO阈值	0x0
7:5	保留	-	保留字段	-
4	TXDMAEN	写/读	传输DMA使能	0x0
3	RXDMAEN	写/读	接收DMA使能	0x0
2	TXFIFORST	写/读	传输FIFO复位，设为1进行复位。复位操作完成后，它会自动清零为0。	0x0
1	RXFIFORST	写/读	接收 FIFO复位，设为1进行复位。复位操作完成后，它会自动清零为0。	0x0
0	SPIRST	写/读	SPI复位，设为1进行复位。复位操作完成后，它会自动清零为0。	0x0
23:16	TXTHRES	写/读	传输（TX）FIFO阈值	0x0

### 3.8.2 状态寄存器(0x0D)

表 3-27 状态寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:30	保留	-	保留字段	-
29:28	TXNUM[7:6]	只读	传输FIFO中有效条目的数量	0x0
27:26	保留	-	保留字段	-
25:24	RXNUM[7:6]	只读	接收FIFO中有效条目的数量	0x0
23	TXFULL	只读	传输FIFO满标志	0x0
22	TXEMPTY	只读	传输FIFO空标志	0x1
21:16	TXNUM[5:0]	只读	传输FIFO中有效条目的数量	0x0
15	RXFULL	只读	接收FIFO满标志	0x0
14	RXEMPTY	只读	接收FIFO空标志	0x1
13:8	RXNUM[5:0]	只读	接收FIFO中有效条目的数量	0x0
7:1	保留	-	保留字段	-
0	SPIActive	只读	在主模式下，写入SPI命令寄存器后SPIActive变为1，并在传输完成后变为0。在从模式下，拉低CS信号后SPIActive变为1，并在CS信号取消后变为0。	-

### 3.8.3 中断使能寄存器(0x0E)

表 3-28 中断使能寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:6	保留	-	保留字段	-
5	SlvCmdEn	写/读	启用从模式命令中断 控制是否在接收到从模式命令时触发中断。(仅限从模式)	0x0
4	EndIntEn	写/读	启用SPI传输结束中断 控制在SPI传输结束时是否触发中断。 (在从模式下，读取状态事务结束不触发此中断。)	0x0
3	TXFIFOIntEn	写/读	启用SPI传输FIFO阈值中断 控制在有效条目小于或等于TX FIFO阈值时是否触发中断。	0x0
2	RXFIFOIntEn	写/读	启用SPI接收FIFO阈值中断 控制在有效条目大于或等于RX FIFO阈值时是否触发中断。	0x0
1	TXFIFOURIntEn	写/读	启用SPI传输FIFO未及时补给中断 控制在传输FIFO用尽数据时是否触发中断。(仅限从模式)	0x0
0	RXFIFOORIntEn	写/读	启用SPI接收FIFO溢出中断 控制在接收FIFO溢出时是否触发中断。	0x0

比特	名称	类型	描述	复位
			(仅限从模式)	

### 3.8.4 中断状态寄存器(0x0F)

表 3-29 中断状态寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:6	保留	-	保留字段	-
5	SlvCmdEn	W1C	启用从模式命令中断 控制是否在接收到从模式命令时触发中断。 (仅限从模式)	0x0
4	EndIntEn	W1C	启用SPI传输结束中断 控制在SPI传输结束时是否触发中断 (在从模式下, 读取状态事务结束不触发此中断。)	0x0
3	TXFIFOIntEn	W1C	启用SPI传输FIFO阈值中断 控制在有效条目小于或等于TX FIFO阈值时是否触发中断。	0x0
2	RXFIFOIntEn	W1C	启用SPI接收FIFO阈值中断 控制在有效条目大于或等于RX FIFO阈值时是否触发中断。	0x0
1	TXFIFORIntEn	W1C	启用SPI传输FIFO未及时补给中断 控制在传输FIFO用尽数据时是否触发中断。 (仅限从模式)	0x0
0	RXFIFORIntEn	W1C	启用SPI接收FIFO溢出中断 控制在接收FIFO溢时是否触发中断。(仅限从模式)	0x0

### 3.8.5 接口时序寄存器(0x10)

表 3-30 接口时序寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:14	保留	-	保留字段	0x0
13:12	CS2SCLK	写/读	SPI CS边沿与SCLK边沿之间的最小时间间隔。	0x0
11:8	CSHT	写/读	SPI CS应保持HIGH的最短时间。	0x0
7:0	SCLK_DIV	写/读	时钟源与SPI接口SCLK之间的时钟频率比率。	0x0
7:0	保留	-	保留字段	0x0

### 3.8.6 配置寄存器(0x1F)

表 3-31 配置寄存器

比特	名称	类型	描述	复位
31:15	保留	-	保留字段	-

比特	名称	类型	描述	复位
14	Slave	只读	支持SPI从模式	配置相关
13	EILMMem	只读	支持通过EILM总线进行内存映射访问(只读)	配置相关
12	AHBMem	只读	支持通过AHB总线进行内存映射访问(只读)	配置相关
11	DirectIO	只读	支持直接SPI IO	配置相关
10	保留	-	保留字段	-
9	QuadSPI	只读	支持四线SPI	配置相关
8	DualSPI	只读	支持双线SPI	配置相关
7:4	TxFIFOSize	只读	TX FIFO的深度	配置相关
3:0	RxFIFOSize	只读	RX FIFO的深度	配置相关

## 3.9 JTAG 寄存器配置

### 3.9.1 配置寄存器命令帧格式

表 3-32 设置寄存器

命令	基地址	偏移地址	长度	数据
0xA0	1字节	1字节	1字节	n字节

表 3-33 读取寄存器

命令	基地址	偏移地址	长度
0xA1	1字节	1字节	1字节

表 3-34 响应帧

标识码	数据
0xAA	0x55 N字节

### 3.9.2 寄存器信息

表 3-35 寄存器信息

类型	基地址	偏移地址	名称	描述
全局	0x00	0x00	模式选择	0x00: JTAG1
JTAG1	0x01	0x00	TCK时钟分频系数n	0x00: 30MHZ 公式: $TCK频率 = 30 / (n * 2), n > 0$ ; 如: 0x01: 15MHZ 0x02: 7.5MHZ 0x03: 5MHZ 0x04: 3.75MHZ

# 4 端口描述

## 4.1 端口列表

Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 的 IO 端口如图 4-1 所示。

图 4-1 Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 端口示意图

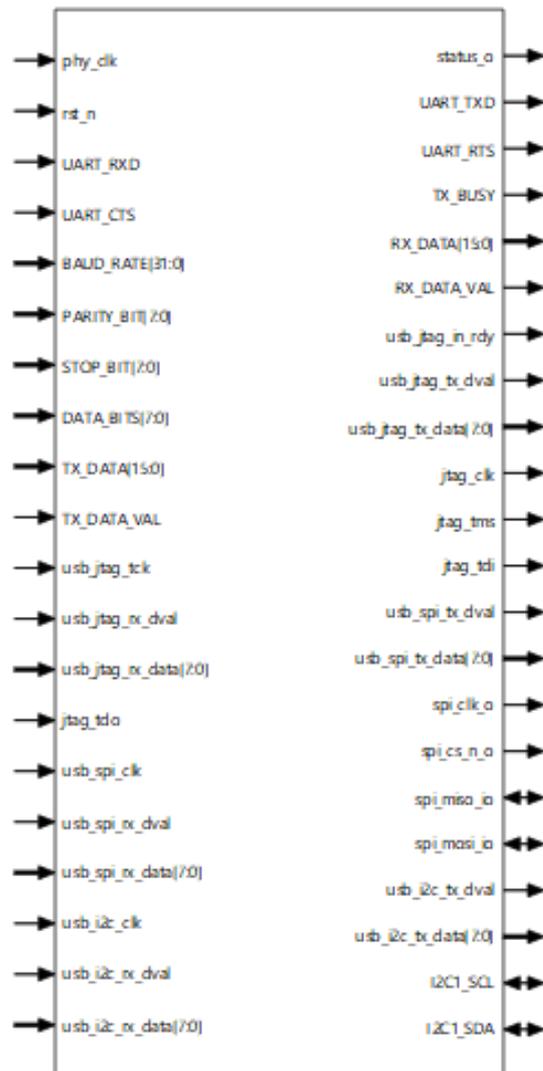


表 4-1 Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 的端口列表

信号名称	方向	位宽	描述
phy_clk	input	1	IP时钟输入
rst_n	output	1	复位信号，低电平有效
UART_RXD	input	1	UART接口接收数据流
UART_CTS	input	1	UART接口接收数据流控制信号
BAUD_RATE	input	[31:0]	UART通信的波特率
DATA_BITS	input	[7:0]	UART通信数据的字节位数
TX_DATA	input	[15:0]	UART发送数据
TX_DATA_VAL	input	1	UART发送数据有效信号
usb_jtag_tck	input	1	JTAG时钟输入
usb_jtag_rx_dval	input	1	JTAG接收数据有效信号
usb_jtag_rx_data	input	[7:0]	JTAG接收数据
jtag_tdo	input	1	JTAG接口中的输出数据
usb_spi_clk	input	1	SPI时钟输入
usb_spi_rx_dval	input	1	SPI接收数据有效信号
usb_spi_rx_data	input	[7:0]	SPI接收数据
usb_i2c_clk	input	1	I2C时钟输入
usb_i2c_rx_dval	input	1	I2C接收数据有效信号
usb_i2c_rx_data	input	[7:0]	I2C接收数据
status_o	output	1	IP状态输出
UART_TXD	output	1	UART接口发送数据流
UART_RTS	output	1	UART接口发送数据流控制信号
TX_BUSY	output	1	UART接口正在发送数据
RX_DATA	output	[15:0]	UART接收数据流
RX_DATA_VAL	output	1	UART接收数据流控制信号
usb_jtag_in_rdy	output	1	JTAG数据输入就绪信号
usb_jtag_tx_dval	output	1	JTAG发送数据有效信号
usb_jtag_tx_data	output	[7:0]	JTAG发送数据
jtag_clk	output	1	JTAG接口时钟
jtag_tms	output	1	JTAG接口模式选择信号
jtag_tdi	output	1	JTAG接口数据输入
usb_spi_tx_dval	output	1	SPI发送数据有效信号
usb_spi_tx_data	output	[7:0]	SPI发送数据
spi_clk_o	output	1	SPI接口时钟
spi_cs_n_o	output	1	SPI片选信号输出
spi_miso_o	inout	1	SPI主设备数据输入，从设备数据输出
spi_mosi_o	inout	1	SPI主设备数据输出，从设备数据输入

信号名称	方向	位宽	描述
usb_i2c_tx_dval	output	1	I2C发送数据有效信号
usb_i2c_tx_data	output	[7:0]	I2C发送数据
I2C1_SCL	output	1	I2C接口时钟线
I2C1_SDA	output	1	I2C接口数据线

## 4.2 参数配置

表 4-2 Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 的参数配置

序号	参数名称	允许选择	默认选择	描述
1	Interface Selection	UART SPI JTAG I2C	UART SPI JTAG I2C	通过勾选来选择使用UART、SPI、JTAG、I2C等不同的通信接口

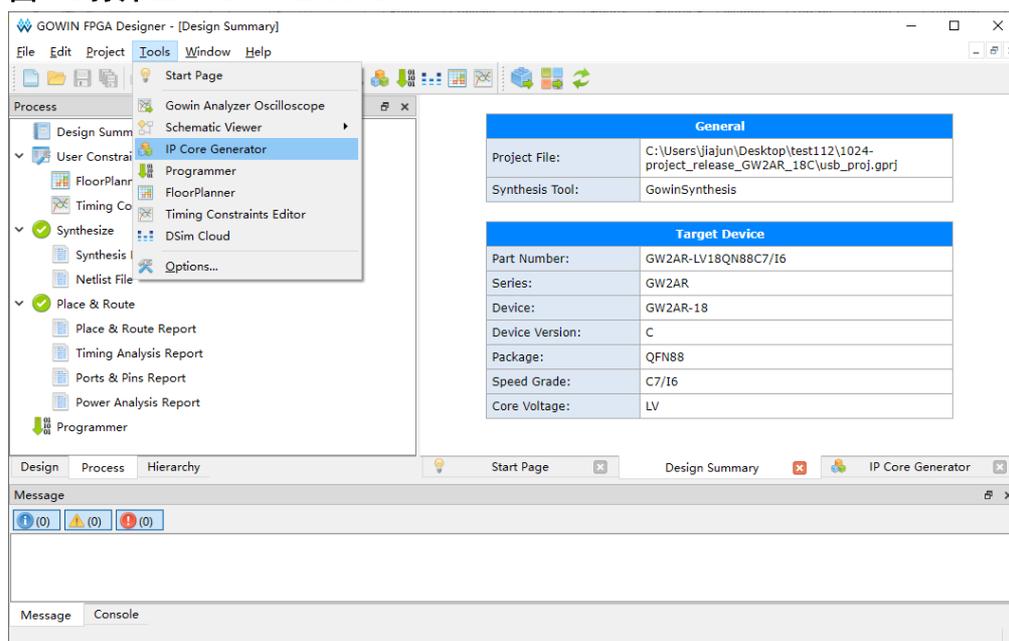
# 5 界面配置

用户可在高云半导体云源®软件中的 IP 内核生成器工具调用和配置高云 USB to Multi Serial Protocol Bridge IP。

## 1. 打开 IP Core Generator

用户建立工程后，单击左上角“Tools”选项卡，下拉单击“IP Core Generator”选项，即可打开 Gowin IP Core Generator，如图 5-1 所示。

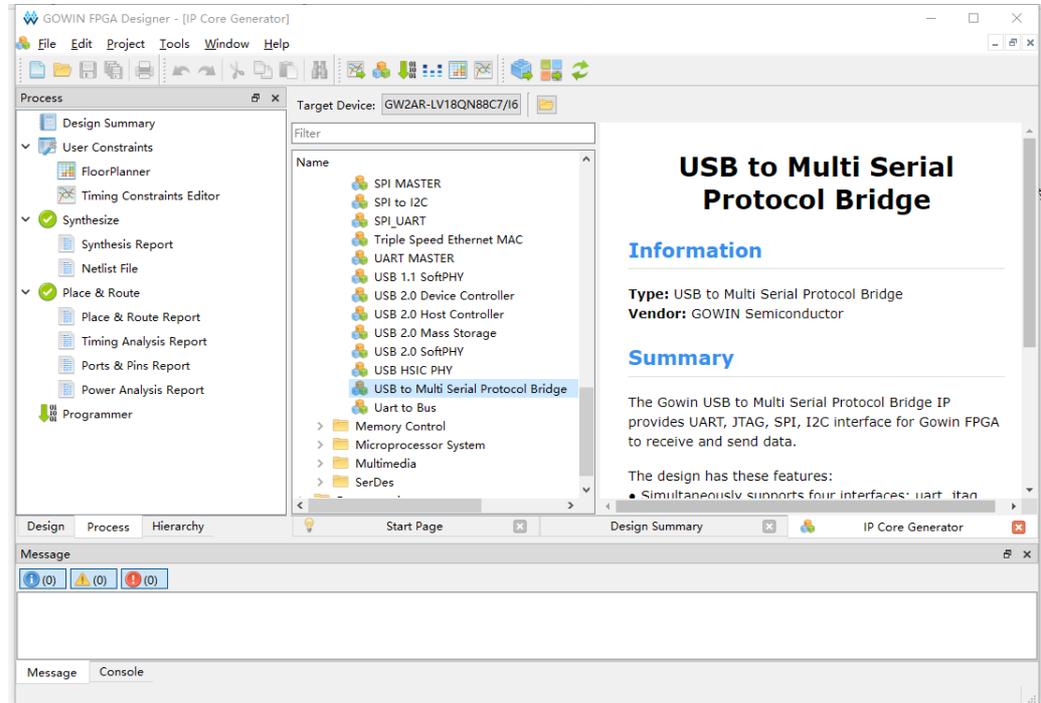
图 5-1 打开 IP Core Generator



## 2. 打开 USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 配置界面

双击“USB To Multi Serial Protocol Bridge”，打开 USB To Multi Serial Protocol Bridge IP 核的配置界面，如图 5-2 所示。

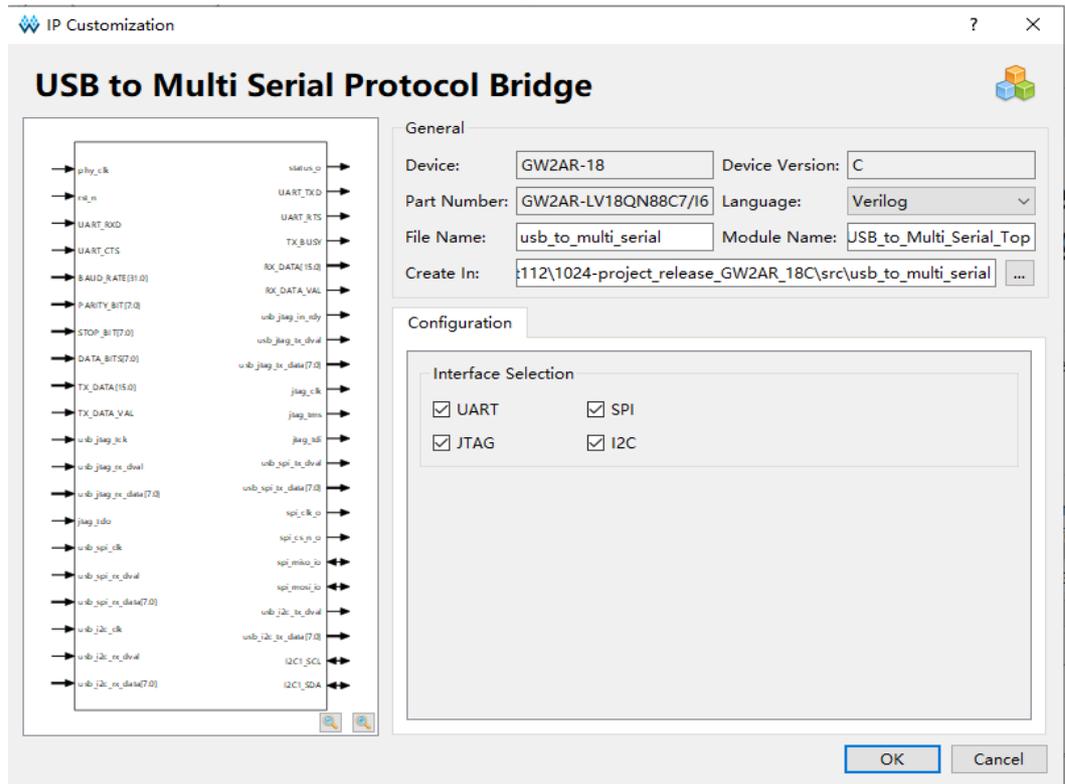
图 5-2 打开 USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 配置界面



## 3. 配置 USB to Multi Serial Protocol Bridge IP

通过勾选“Interface Selection”里的参数，来选择使用 UART、SPI、JTAG、I2C 等不同的通信接口如图 5-3 所示。

图 5-3 USB to Multi Serial Protocol Bridge 配置界面



#### 4. 生成 IP

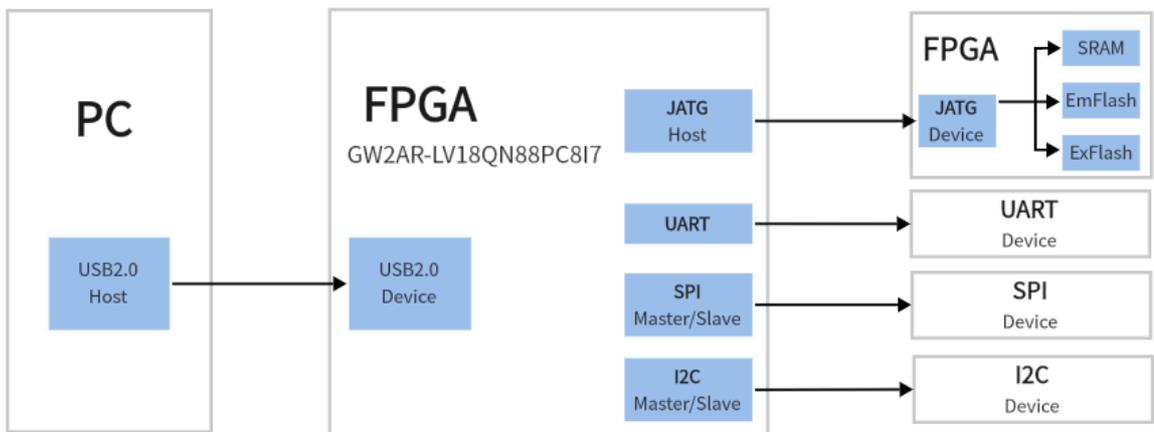
完成 USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 界面配置后，点击界面右下角的“OK”按钮，可生成 USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 相关文件。

# 6 参考设计

本节主要介绍 USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 的参考设计实例的搭建及使用方法。详细信息请参见高云半导体官网给出的 USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 相关参考设计。

本参考设计使用以下开发板：DK\_USB2.0\_GW2AR-LV18QN88PC8I7\_GW1NSR-LV4CMG64PC7I6\_V3.0。以上开发板相关信息参考官方网站。参考设计基本结构框图如图 6-1 所示。

图 6-1 参考设计基本结构框图



在参考设计中，JTAG Host 可获取 FPGA 设备的 ID，可用于 FPGA 设备 SRAM 的擦除、配置，内嵌 Flash 和外部 Flash 的擦除、写入、读出；UART 接口可用于标准 UART 设备之间的数据传输；SPI 接口可作为 Master 或 Slave 与标准 SPI 设备进行通信；I2C 接口可作为 Master 或 Slave 与标准 I2C 设备进行通信。

# 7 文件交付

Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 交付文件主要包含两个部分，分别为：用户指南和 API 使用说明文档、设计源代码。

## 7.1 文档

文件夹主要包含用户指南、API 使用说明 PDF 文档。

表 7-1 文档列表

名称	描述
IPUG1180, Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 用户指南	高云 USB to Multi Serial Protocol Bridge IP 用户手册，即本手册。
<a href="#">UG1251, Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge 软件 API 用户指南</a>	软件驱动 API 函数说明

## 7.2 设计源代码（加密）

加密代码文件夹包含 Gowin USB to Multi Serial Protocol Bridge 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 7-2 USB to Multi Serial Protocol Bridge 设计源代码列表

名称	描述
usb_to_multi_Serial.v	IP 核顶层文件，给用户接口信息，加密。

