



Gowin PicoRV32 硬件设计参考手册

IPUG914-1.2,2020-06-01

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
2020/01/06	1.0	初始版本。
2020/03/12	1.1	<ul style="list-style-type: none">● MCU 支持 Wishbone 总线接口的外部设备 GPIO;● MCU 支持扩展 AHB 总线接口;● MCU 支持片外 SPI-Flash 下载及运行;● MCU 支持外部设备 SPI-Flash 读、写和擦除功能;● MCU 支持 Hardware Stack Protection 和 Trap Stack Overflow 功能。
2020/06/01	1.2	<ul style="list-style-type: none">● 支持 MCU 软件在线调试功能;● 增强 MCU 内核中断处理功能;● 优化 MCU 内核指令。

目录

目录	i
图目录	iii
表目录	iv
1 硬件架构	1
1.1 系统架构	1
1.2 系统特征	2
1.2.1 PicoRV32 内核子系统	2
1.2.2 Wishbone Bus 子系统	2
1.3 系统端口定义	3
1.4 系统资源统计	4
2 硬件设计流程	5
2.1 硬件环境	5
2.2 软件环境	5
2.3 软核生成器	5
2.4 下载软件	5
2.5 设计流程	5
3 工程模板	7
3.1 工程创建	7
3.1.1 新建工程	7
3.1.2 设定工程名称和路径	7
3.1.3 选择器件	8
3.1.4 完成工程创建	9
3.2 硬件设计	10
3.2.1 PicoRV32 内核子系统硬件设计	11
3.2.2 Wishbone Bus 子系统硬件设计	17
3.3 用户设计	26
3.4 约束	26
3.5 工程配置	27
3.5.1 综合选项配置	27
3.5.2 Post-Place File 生成配置	27
3.5.3 Dual-Purpose Pin 配置	28

3.6 综合29

3.7 布局布线29

3.8 下载30

4 参考设计 33

图目录

图 1-1 系统架构	1
图 3-1 新建 FPGA Design 工程.....	7
图 3-2 设定工程名称和路径.....	8
图 3-3 选择器件	9
图 3-4 完成工程创建	9
图 3-5 选择 Gowin_PicoRV32	10
图 3-6 Gowin_PicoRV32 配置选项	11
图 3-7 Gowin PicoRV32 CORE 配置选项	12
图 3-8 指令存储器 ITCM 配置选项.....	13
图 3-9 数据存储 DTCM 配置选项	14
图 3-10 Simple UART 配置选项.....	16
图 3-11 OPEN AHB INTERFACE 配置选项.....	17
图 3-12 WB UART 配置选项.....	18
图 3-13 WB I2C Master 配置选项.....	19
图 3-14 WB SPI Master 配置.....	19
图 3-15 WB SPI Slave 配置.....	21
图 3-16 WB GPIO 配置	22
图 3-17 ADV SPI-Flash 配置	23
图 3-18 OPEN WB INTERFACE 配置.....	24
图 3-19 Top Module 配置.....	25
图 3-20 综合工具配置.....	26
图 3-21 综合选项配置.....	27
图 3-22 Post-Place File 配置	28
图 3-23 Dual-Purpose Pin 配置	28
图 3-24 综合	29
图 3-25 Place & Route	30
图 3-26 GW1N 系列 Configure Device.....	31
图 3-27 GW2A 系列 Configure Device.....	32

表目录

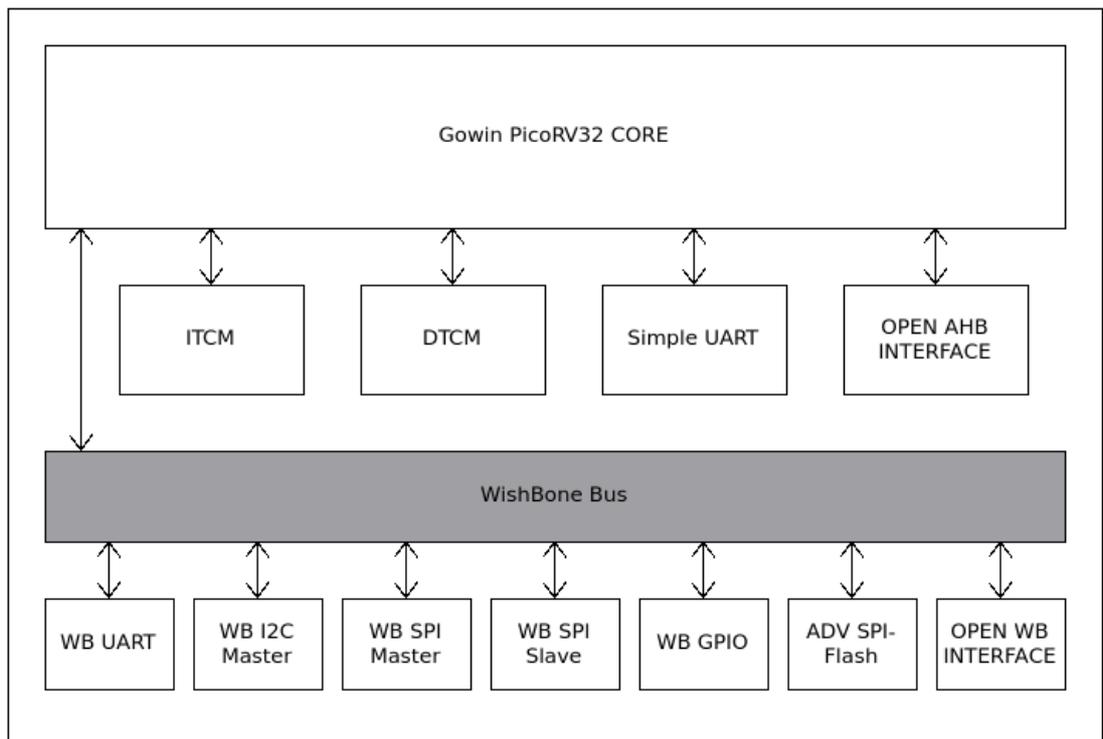
表 1-1 系统端口定义	3
表 1-2 系统资源统计	4
表 3-1 Gowin PicoRV32 CORE 配置选项	12
表 3-2 Wishbone Bus 子系统配置选项.....	17
表 3-3 WB SPI Master 参数配置选项.....	20
表 3-4 WB SPI Slave 参数配置选项.....	21
表 3-5 ADV SPI-Flash R/W 模式配置选项.....	23

1 硬件架构

1.1 系统架构

Gowin_PicoRV32 系统架构包括 Gowin PicoRV32 内核、指令存储器 ITCM 和数据存储器 DTCM、轻量化 UART、AHB 总线扩展接口和 Wishbone 总线及外部设备，如图 1-1 所示。

图 1-1 系统架构



- Gowin PicoRV32 CORE 是 32 位 RISC-V 指令集架构微控制器单元内核；
- ITCM 是指令存储器；
- DTCM 是数据存储器；
- Simple UART 是一个可配置的轻量化 UART；
- OPEN AHB INTERFACE 是 AHB 总线扩展接口，供用户扩展 AHB 总线接口的外部设备；

- Wishbone Bus 连接 PicoRV32 Core 及 Wishbone Bus 接口外部设备，Wishbone Bus 接口外部设备包括 UART、I2C Master、SPI Master、SPI Slave、GPIO、ADV SPI-Flash 和 Wishbone 总线扩展接口。

1.2 系统特征

Gowin_PicoRV32 包括两个子系统：

- PicoRV32 内核子系统，包括微控制器单元内核、指令存储器、数据存储器、一个可配置的轻量化 UART 和 AHB 总线扩展接口；
- Wishbone 总线，以及 Wishbone 总线接口的外部设备子系统。

1.2.1 PicoRV32 内核子系统

处理器内核

- RISC-V 32 位整型指令集架构；
- 可配置的 RISC-V32M 乘法/除法指令集扩展和可配置的 RISC-V32C 压缩指令集扩展；
- 可配置的 SPI FLASH 接口，支持片外 SPI FLASH 下载启动方法；
- 内置中断处理器模块，采用自定义的中断管理指令，支持 32 个中断源管理，中断优先级可以通过软件控制；
- 内置 32 位计时器模块，采用自定义的计时器操作指令；
- 内置调试模块，支持软件在线调试功能；
- 大小端格式：RISC-V 标准仅支持小端格式；
- 支持 Trap Stack Overflow 功能。

Memory

- ITCM：指令存储器，可配置 Size（8/16/32/64/128/256KB），数据和指令小端模式；
- DTCM：数据存储器，可配置 Size（8/16/32/64/128/256KB），数据和指令小端模式，支持 Hardware Stack Protection 功能。

Simple UART

- 轻量化 UART 串行通信接口
- 使用极少逻辑资源

OPEN AHB INTERFACE

- AHB 总线扩展接口
- 用户可以扩展连接自定义的 AHB 总线接口的外部设备

1.2.2 Wishbone Bus 子系统

Wishbone Bus 子系统，包括 UART、I2C Master、SPI Master、SPI Slave、GPIO、ADV SPI-Flash 和 Wishbone 总线扩展接口。

1.3 系统端口定义

Gowin_PicoRV32 系统端口定义，如表 1-1 所示。

表 1-1 系统端口定义

名称	I/O	位宽	描述	所属模块
clk_in	in	1	系统时钟信号	-
resetn_in	in	1	系统复位信号	-
irq_in	in	12	外部中断输入信号	OPEN WB INTERFACE和 OPEN AHB INTERFACE
jtag_TDI	in	1	JTAG数据输入信号	Debug
jtag_TCK	in	1	JTAG时钟输入信号	
jtag_TMS	in	1	JTAG模式选择信号	
jtag_TDO	out	1	JTAG数据输出信号	
ser_tx	out	1	Simple UART的输出信号	Simple UART
ser_rx	in	1	Simple UART的输入信号	
gpio_io	inout	32	Wishbone GPIO的输入输出信号	WB GPIO
wbuart_tx	out	1	Wishbone UART的输出信号	WB UART
wbuart_rx	in	1	Wishbone UART的输入信号	
wbi2c_sda	inout	1	Wishbone I2C Master的数据信号	WB I2C Master
wbi2c_scl	inout	1	Wishbone I2C Master的时钟信号	
wbspi_master_miso	in	1	Wishbone SPI Master的MISO信号	WB SPI Master
wbspi_master_mosi	out	1	Wishbone SPI Master的MOSI信号	
wbspi_master_ssn	out		Wishbone SPI Master的SLAVE选定信号 每个SLAVE对应1位，最多支持8位	
wbspi_master_sclk	out	1	Wishbone SPI Master的时钟信号	
wbspi_slave_miso	out	1	Wishbone SPI Slave的MISO信号	WB SPI Slave
wbspi_slave_mosi	in	1	Wishbone SPI Slave的MOSI信号	
wbspi_slave_ssn	in	1	Wishbone SPI Slave的SLAVE选定信号	
wbspi_slave_sclk	in	1	Wishbone SPI Slave的时钟信号	
io_spi_clk	inout	1	ADV SPI-Flash的时钟信号	ADV SPI-Flash
io_spi_csn	inout	1	ADV SPI-Flash的片选信号	
io_spi_mosi	inout	1	ADV SPI-Flash的MOSI信号	
io_spi_miso	inout	1	ADV SPI-Flash的MISO信号	
slv_ext_stb_o	out	1	Wishbone总线扩展接口的strb信号	OPEN WB INTERFACE
slv_ext_we_o	out	1	Wishbone总线扩展接口的写操作信号	
slv_ext_cyc_o	out	1	Wishbone总线扩展接口的cyc信号	

名称	I/O	位宽	描述	所属模块
slv_ext_ack_i	in	1	Wishbone总线扩展接口的ack信号	
slv_ext_adr_o	out	32	Wishbone总线扩展接口的地址信号	
slv_ext_wdata_o	out	32	Wishbone总线扩展接口的写数据信号	
slv_ext_rdata_i	in	32	Wishbone总线扩展接口的读数据信号	
slv_ext_sel_o	out	4	Wishbone总线扩展接口的字节选择信号	
hrdata	in	32	AHB总线扩展接口的读数据信号	OPEN AHB INTERFACE
hresp	in	2	AHB总线扩展接口的总线传输状态信号	
hready	in	1	AHB总线扩展接口的准备好信号	
haddr	out	32	AHB总线扩展接口的地址信号	
hwrite	out	1	AHB总线扩展接口的读写方向信号	
hsize	out	3	AHB总线扩展接口的传输数据大小信号	
hburst	out	3	AHB总线扩展接口的传输突发信号	
hwdata	out	32	AHB总线扩展接口的写数据信号	
hsel	out	1	AHB总线扩展接口的片选信号	
htrans	out	2	AHB总线扩展接口的传输类型信号	

1.4 系统资源统计

Gowin_PicoRV32 系统资源统计，如表 1-2 所示。

表 1-2 系统资源统计

Resources Configuration	LUTs	Registers	BSRAMs	DSP Macros
PicoRV32 CORE Minimum and No Peripherals	2764	1833	8	0
PicoRV32 CORE Maximum and No Peripherals	6210	3477	32	2
PicoRV32 CORE Default and No Peripherals	5321	3173	32	2
PicoRV32 CORE Default and Peripherals(UART/GPIO/I2C)	6804	4228	32	2
PicoRV32 CORE Default and All Peripherals Default	8330	5070	32	2
PicoRV32 CORE Maximum and All Peripherals Maximum	8594	5278	32	2

2 硬件设计流程

2.1 硬件环境

- DK-START-GW2A18 V2.0
GW2A-LV18PG256C8/I7
- DK-START-GW1N9 V1.1
GW1N-LV9LQ144C6/I5
- DK-START-GW2A55 V1.3
GW2A-LV55PG484C8/I7
- DK-START-GW2AR18 V1.1
GW2AR-LV18ELQ144PC6/I5

2.2 软件环境

Gowin_V1.9.6 Beta 及以上版本

2.3 软核生成器

高云云源软件提供软核生成器 IP Core Generator，用于配置和产生 Gowin_PicoRV32 的硬件设计。

IP Core Generator 工具的使用方法，请参考 [SUG284](#)，Gowin IP Core Generator 用户指南。

2.4 下载软件

Gowin_PicoRV32，支持下载工具 Programmer 下载硬件设计码流文件。

下载工具 Programmer 的使用方法，请参考 [SUG502](#)，Gowin Programmer 用户指南。

2.5 设计流程

Gowin_PicoRV32 硬件设计流程：

1. 根据用户设计需求，在 IP Core Generator 软核生成器中配置 Gowin_PicoRV32；

注!

如需通过 Wishbone 总线扩展接口或 AHB 总线扩展接口支持自定义外部设备，则选择使能 OPEN WB INTERFACE 或 OPEN AHB INTERFACE，并且必须禁用“Use Gowin PicoRV32 as top module”选项。

2. 完成 Gowin_PicoRV32 功能配置后，产生 Gowin_PicoRV32 硬件设计；
3. 实例化 Gowin_PicoRV32 Top Module，导入用户设计，连接用户设计与 Gowin_PicoRV32 Top Module；
4. 物理约束和时序约束；
5. Synplify Pro 或 GowinSynthesis 综合；
6. Place & Route 布局布线，产生硬件设计码流文件；
7. Programmer 下载硬件设计码流文件到
GW1N-9/GW1N-9C/GW1NR-9/GW1NR-9C/GW2A-18/GW2A-18C/G
W2AR-18/GW2AR-18C/GW2ANR-18C/GW2A-55/GW2A-55C。

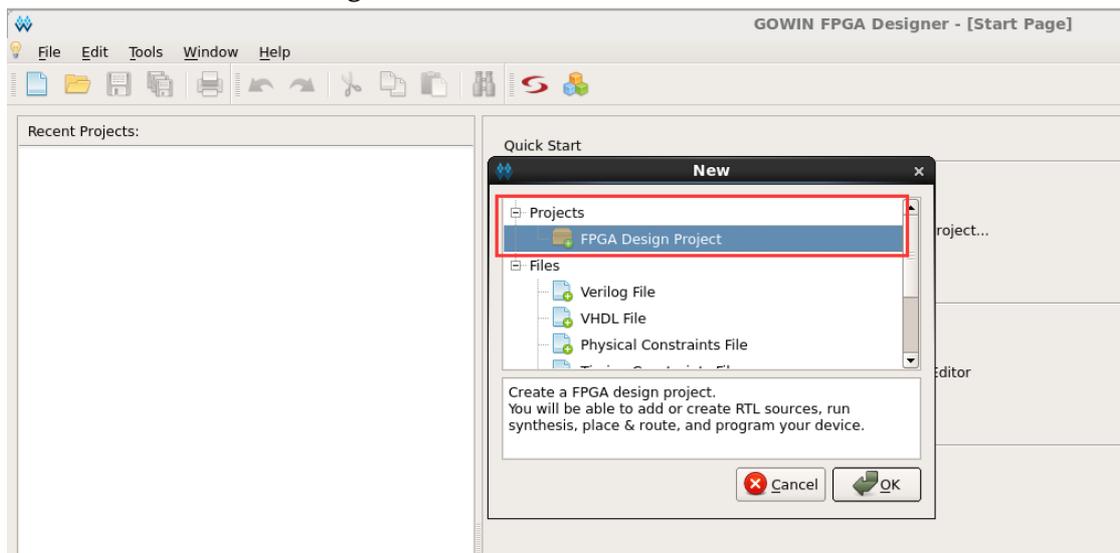
3 工程模板

3.1 工程创建

3.1.1 新建工程

双击打开高云云源软件，选择菜单栏“File > New... > FPGA Design Project”，如图 3-1 所示。

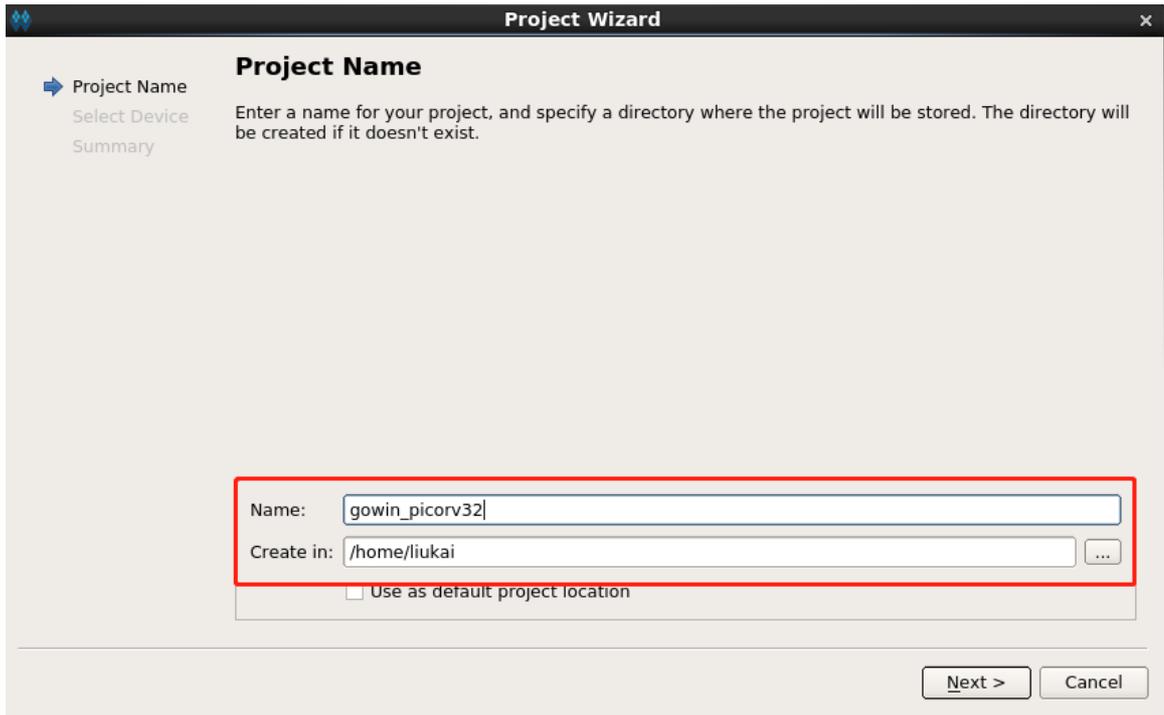
图 3-1 新建 FPGA Design 工程



3.1.2 设定工程名称和路径

输入工程名称，选择工程路径，如图 3-2 所示。

图 3-2 设定工程名称和路径



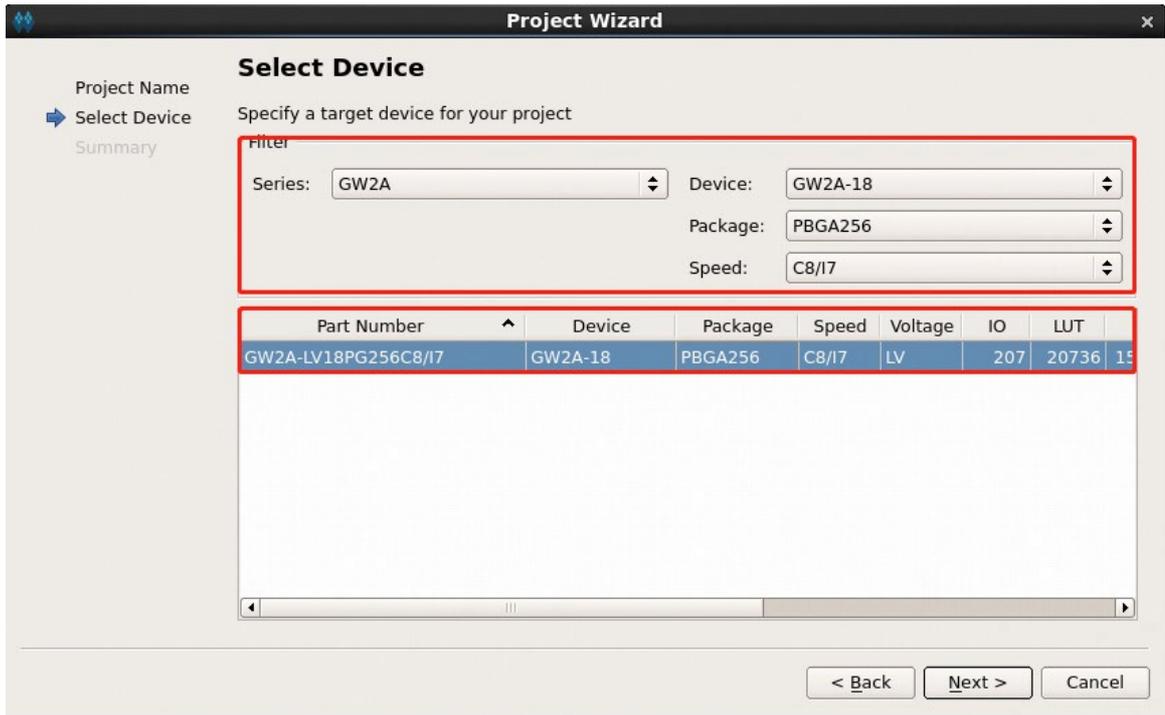
3.1.3 选择器件

选择“Series”、“Device”、“Package”、“Speed”和“Part Number”，如图 3-3 所示。

以软件开发工具包参考设计为例，器件配置如下所示。

- Series: GW2A
- Device: GW2A-18
- Package: PBGA256
- Speed: C8/I7
- Part Number: GW2A-LV18PG256C8/I7

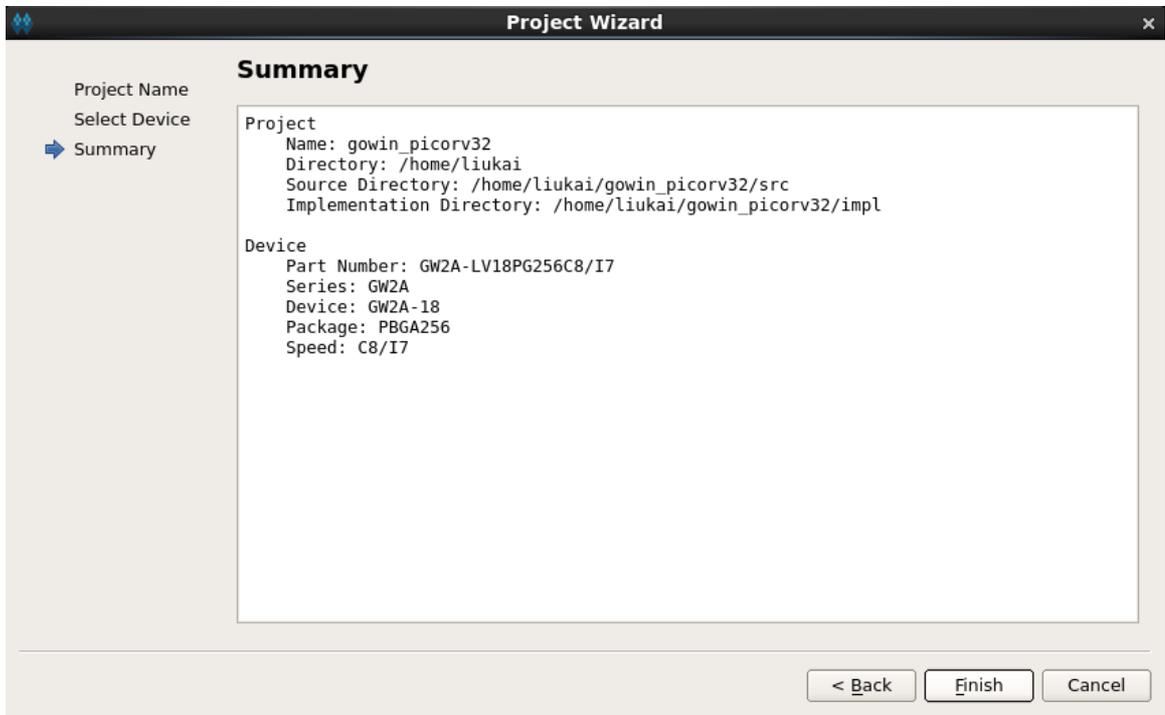
图 3-3 选择器件



3.1.4 完成工程创建

完成新建工程，如图 3-4 所示。

图 3-4 完成工程创建



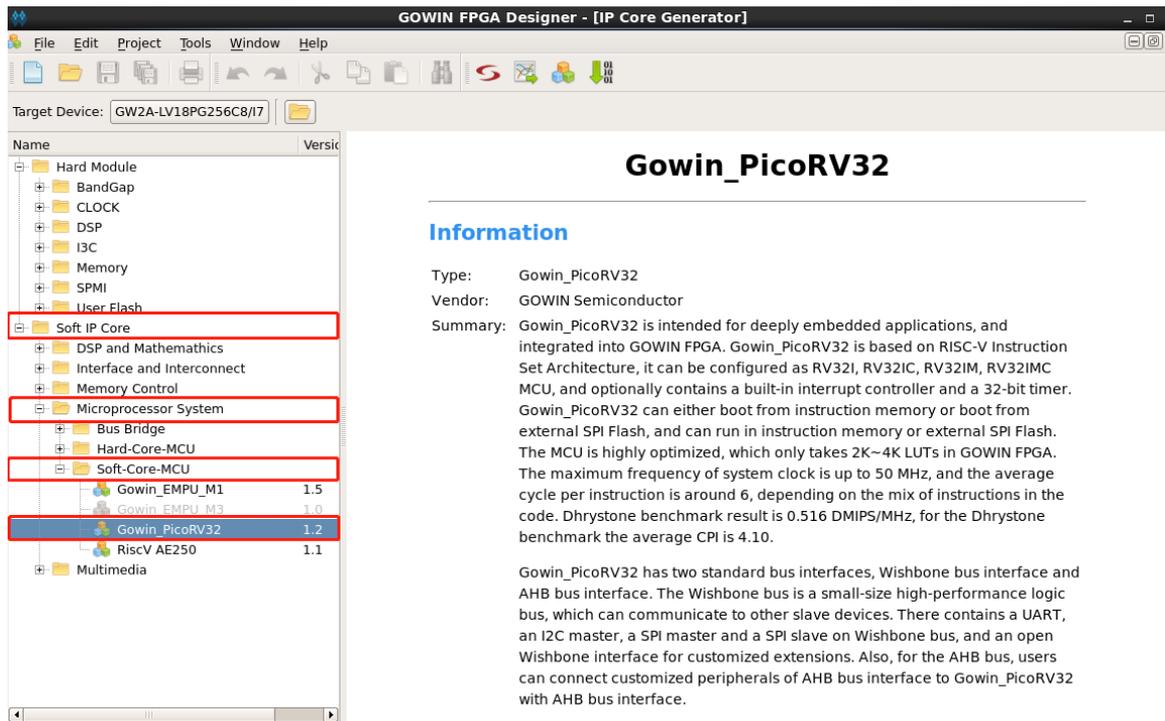
3.2 硬件设计

使用 IP Core Generator 产生 Gowin_PicoRV32 硬件设计。

选择菜单栏 “Tools > IP Core Generator” 或工具栏 IP Core Generator “”，打开 IP Core Generator。

选择 “Soft IP Core > Microprocessor System > Soft-Core-MCU > Gowin_PicoRV32 1.2”，如图 3-5 所示。

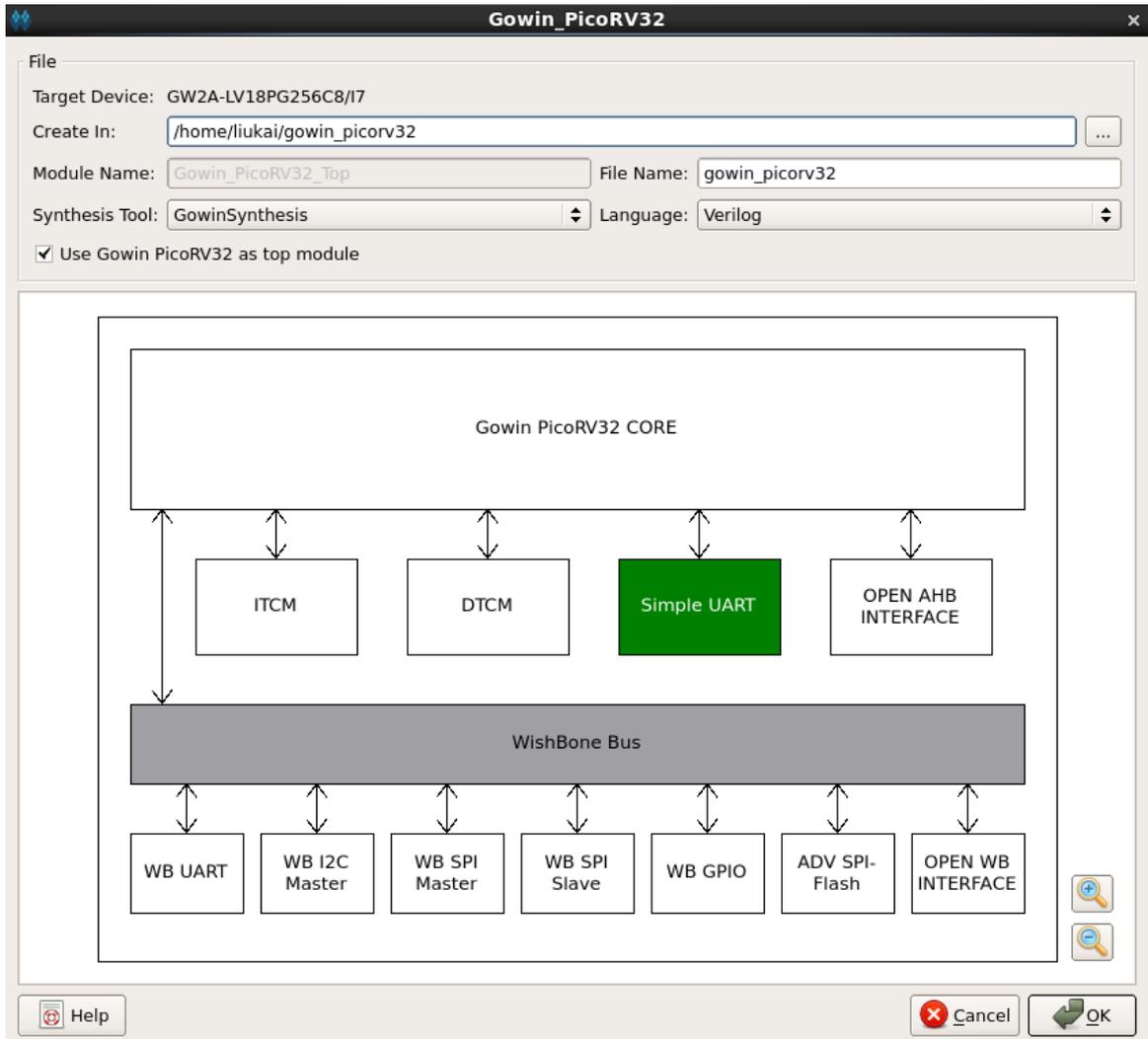
图 3-5 选择 Gowin_PicoRV32



双击打开 Gowin_PicoRV32, Gowin_PicoRV32 配置选项如图 3-6 所示, 包括 Gowin PicoRV32 内核子系统和 Wishbone Bus 子系统。

如果模块配置使能, 则该模块呈现绿色标示。

图 3-6 Gowin_PicoRV32 配置选项

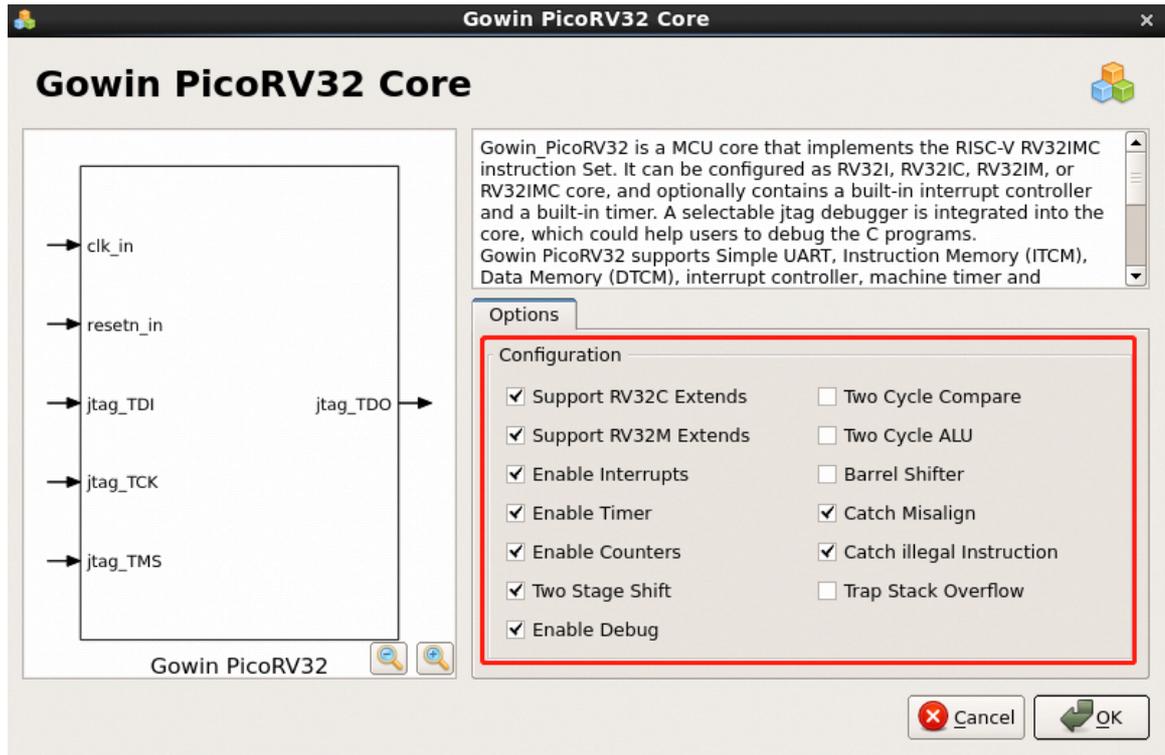


3.2.1 PicoRV32 内核子系统硬件设计

Gowin PicoRV32 CORE 配置

双击 Gowin PicoRV32 CORE，打开 Gowin PicoRV32 CORE 的配置页面，配置选项如图 3-7 所示。

图 3-7 Gowin PicoRV32 CORE 配置选项



Gowin PicoRV32 CORE 硬件设计配置选项，如表 3-1 所示。

表 3-1 Gowin PicoRV32 CORE 配置选项

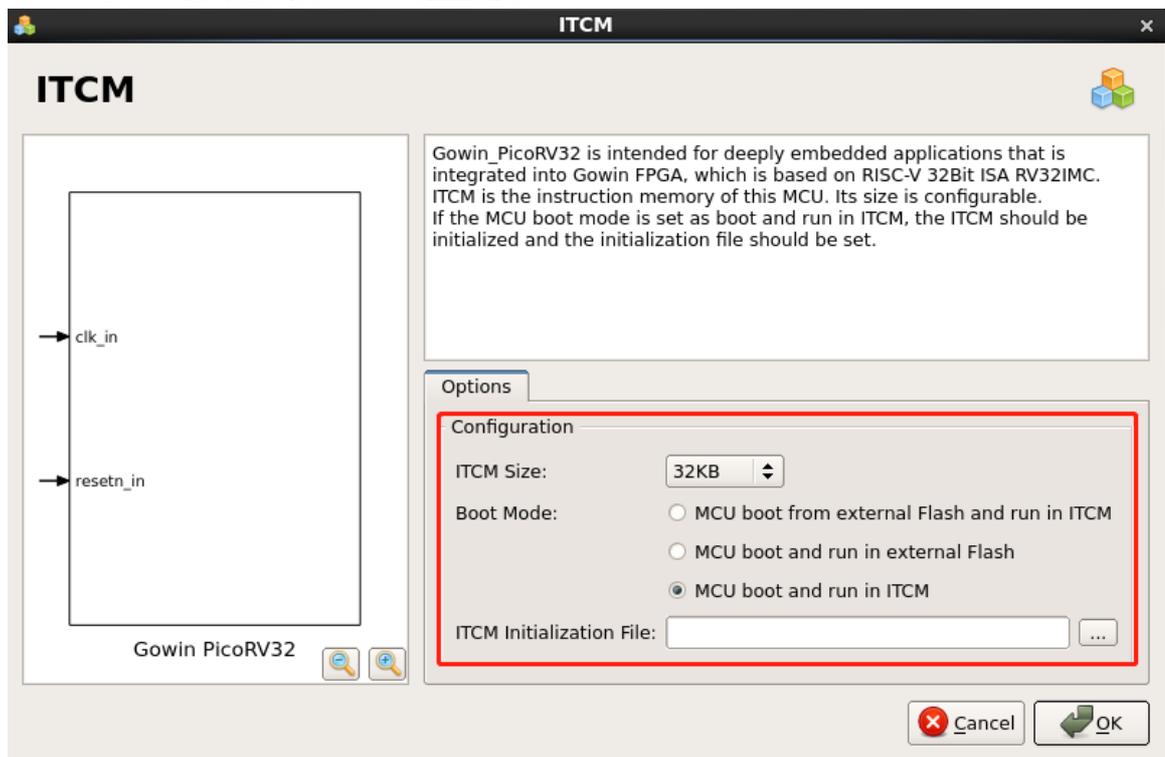
配置选项	描述
Support RV32C Extends	选择是否支持 RISC-V 压缩指令集扩展，默认支持。
Support RV32M Extends	选择是否支持 RISC-V 乘法/除法指令集扩展，默认支持。
Enable Interrupts	选择是否支持中断控制，默认支持。
Enable Timer	选择是否支持计时器模块，默认支持。
Enable Counters	选择是否支持计数指令 RDCYCLE[H]/RDTIME[H]/RDINSTRET[H]，默认支持。
Two Stage Shift	选择是否支持两段移位功能（如果支持，可以加速移位操作，但是会增加逻辑资源使用量），默认支持。
Two Cycle Compare	选择是否支持两周期比较功能（如果支持，可以缩短数据路径长度、提高时序质量，但是会执行比较指令，从而增加一个时钟周期），默认不支持。
Two Cycle ALU	选择是否支持两周期运算功能（如果支持，可以缩短数据路径长度、提高时序质量，但是会执行运算指令，从而增加一个时钟周期），默认不支持。
Barrel Shifter	选择是否支持桶形移位功能，默认不支持。

配置选项	描述
Catch Misalign	选择是否在存储器访问发生地址未对齐错误时进入 TRAP 并停止运行，默认支持。
Catch illegal Instruction	选择是否在执行非法指令时进入 TRAP 并停止运行，默认支持。
Trap Stack Overflow	选择是否支持阻止栈溢出功能，默认不支持。
Enable Debug	选择是否支持软件在线调试功能，默认支持。

指令存储器 ITCM 配置

双击指令存储器 ITCM，打开指令存储器 ITCM 的配置页面，配置选项如图 3-8 所示，可以配置 ITCM Size、Gowin_PicoRV32 的三种启动方式和 ITCM 初始值文件。

图 3-8 指令存储器 ITCM 配置选项



- ITCM Size
 - 可以配置 8KB 或 16KB 或 32KB 或 64KB 或 128KB 或 256KB；
 - GW1N-9/GW1NR-9/GW1N-9C/GW1NR-9C ITCM Size 最大选择为 32KB，默认为 16KB；
 - GW2A-18/GW2A-18C/GW2AR-18/GW2AR-18C/GW2ANR-18C ITCM Size 最大选择为 64KB，默认为 32KB；

- GW2A-55/GW2A-55C ITCM Size 最大选择为 256KB, 默认为 64KB。
- Boot Mode
 - 片外 SPI FLASH 下载启动, 指令存储器 ITCM 运行的方式 (MCU boot from external Flash and run in ITCM);
 - 片外 SPI FLASH 下载启动, 片外 SPI FLASH 运行的方式 (MCU boot and run in external Flash);
 - 指令存储器 ITCM 启动, 指令存储器 ITCM 运行的方式 (MCU boot and run in ITCM)

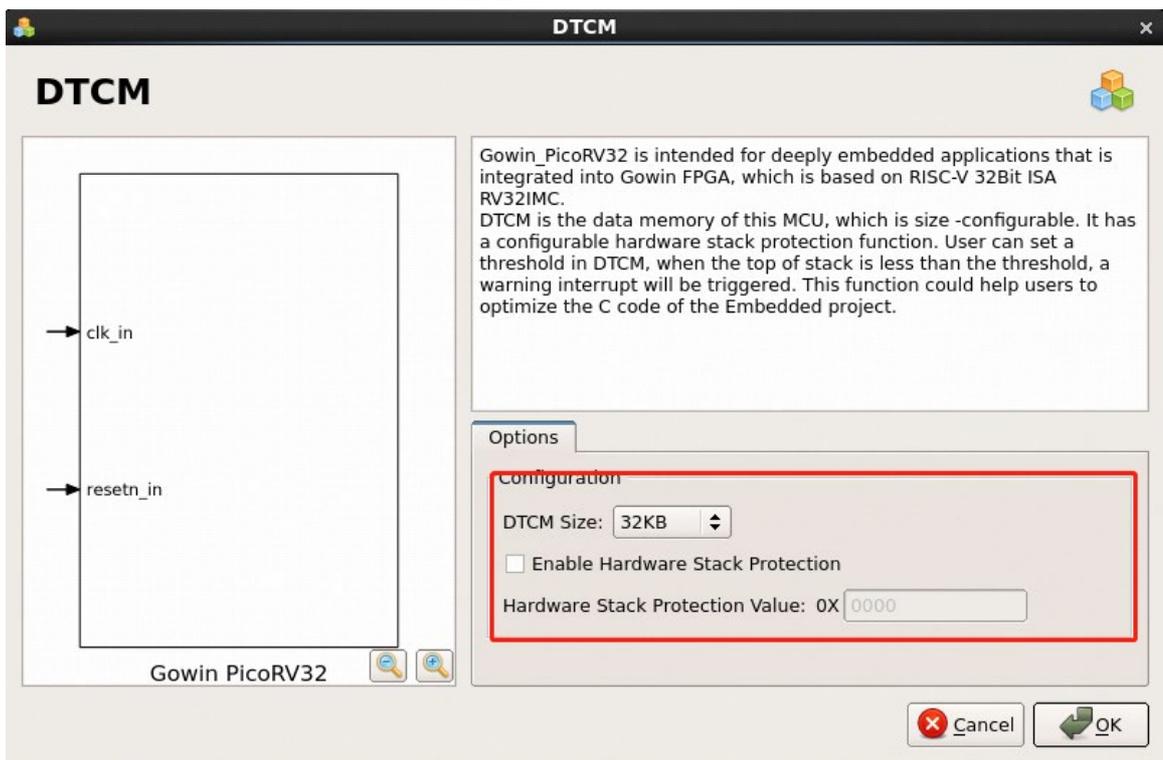
注!

- 如果选择 MCU boot and run in ITCM, 则在 ITCM Initialization File 中导入 ITCM 初始化文件 (即 Gowin_PicoRV32 软件编程设计 ram32.hex)
- ITCM Initialization File 导入的路径, 不能有以数字或 \n、\t 等转义字符存在的文件夹路径!

数据存储 DTCM 配置

双击数据存储 DTCM, 打开数据存储 DTCM 的配置页面, 配置选项如图 3-9 所示, 可以配置 DTCM Size、硬件栈保护及栈保护范围。

图 3-9 数据存储 DTCM 配置选项



- DTCM Size
 - 可以配置 8KB 或 16KB 或 32KB 或 64KB 或 128KB 或 256KB;
 - GW1N-9/GW1NR-9/GW1N-9C/GW1NR-9C DTCM Size 最大选择为 32KB, 默认为 16KB;

- GW2A-18/GW2A-18C/GW2AR-18/GW2AR-18C/GW2ANR-18C DTCM Size 最大选择为 64KB，默认为 32KB；
- GW2A-55/GW2A-55C DTCM Size 最大选择为 256KB，默认为 64KB。
- **Hardware Stack Protection**
 - 如果使能 Enable Hardware Stack Protection，则 Gowin_PicoRV32 支持 DTCM 硬件栈保护功能；
 - Hardware Stack Protection Value，需要保护的栈大小，取值范围小于 DTCM Size。

ITCM 与 DTCM Size 配置限制

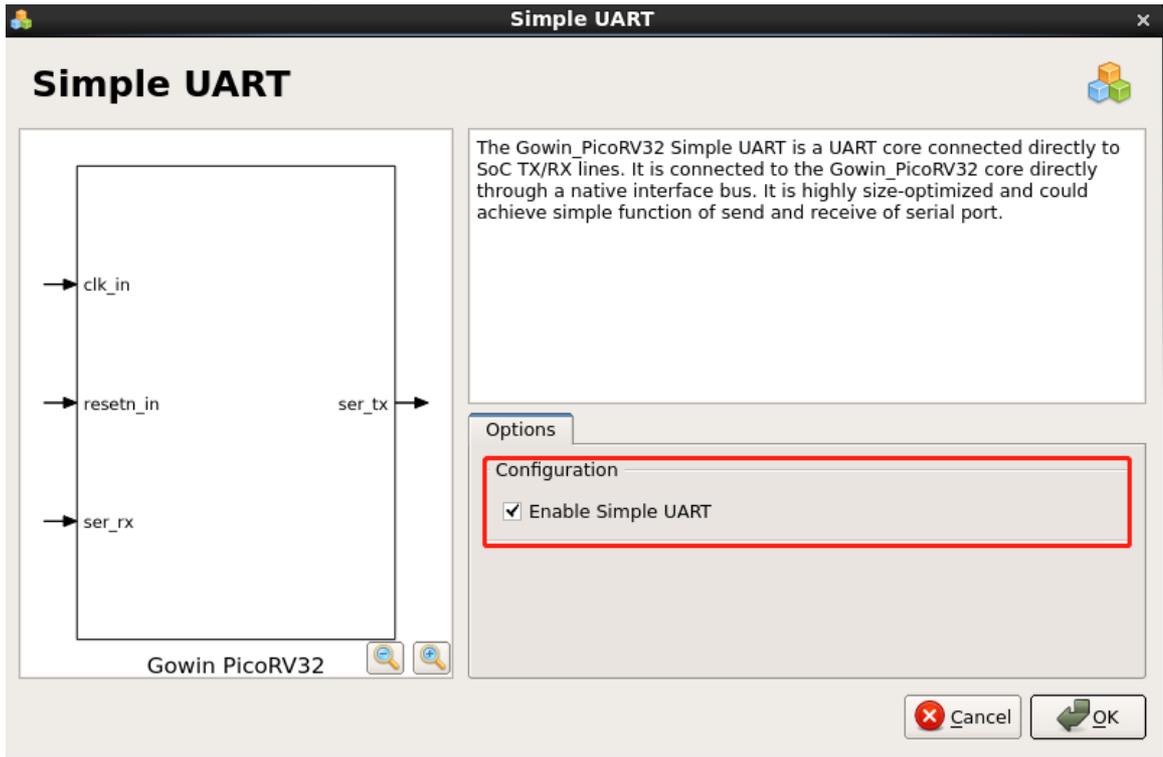
- GW1N-9/GW1NR-9/GW1N-9C/GW1NR-9C，ITCM 或 DTCM 最大可配置为 32KB，如果 ITCM 或 DTCM 某个存储器已配置为 32KB，则另一个存储器最大只能配置为 16KB；
- GW2A-18/GW2A-18C/GW2AR-18/GW2AR-18C/GW2ANR-18C，ITCM 或 DTCM 最大可配置为 64KB，如果 ITCM 或 DTCM 某个存储器已配置为 64KB，则另一个存储器最大只能配置为 16KB；
- GW2A-55/GW2A-55C，ITCM 或 DTCM 最大可配置为 256KB，如果 ITCM 或 DTCM 某个存储器已配置为 256KB，则另一个存储器最大只能配置为 16KB。

Simple UART 配置选项

双击 Simple UART，打开 Simple UART 的配置页面，配置选项如图 3-10 所示，可以配置是否使能 Simple UART；

如果选择 Enable Simple UART，则 Gowin_PicoRV32 支持 Simple UART，默认为支持。

图 3-10 Simple UART 配置选项

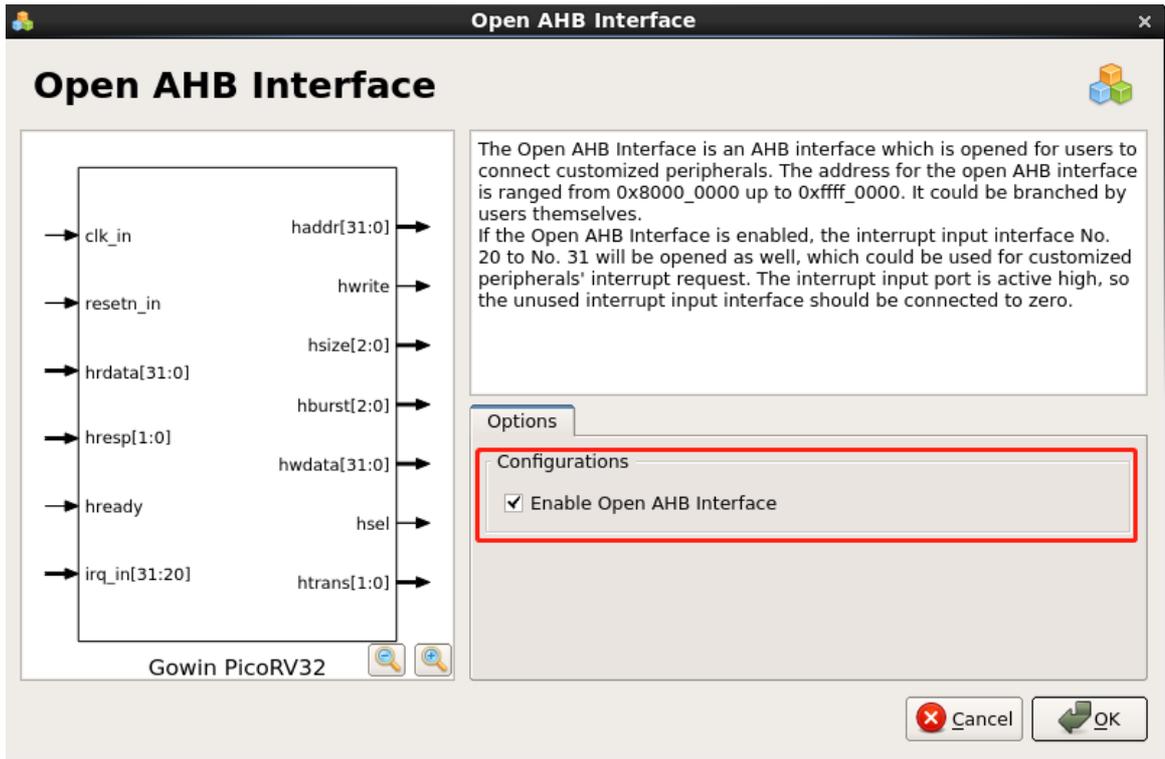


OPEN AHB INTERFACE 配置选项

双击 OPEN AHB INTERFACE，打开 OPEN AHB INTERFACE 的配置页面，配置选项如图 3-11 所示。

- 默认关闭。如果选择 Enable Open AHB Interface，则 Gowin_PicoRV32 支持 OPEN AHB INTERFACE，用户可以在此接口连接扩展 AHB 总线接口的外部设备；
- 预留 12 个外部中断信号 $irq_in[31:20]$ ，供用户扩展的 AHB 外部设备使用。

图 3-11 OPEN AHB INTERFACE 配置选项



3.2.2 Wishbone Bus 子系统硬件设计

Wishbone Bus 子系统，可以配置支持的外部设备包括 WB UART、WB I2C Master、WB SPI Master、WB SPI Slave、WB GPIO、ADV SPI-Flash 和 OPEN WB INTERFACE。

Wishbone Bus 子系统配置选项，如表 3-2 所示。

表 3-2 Wishbone Bus 子系统配置选项

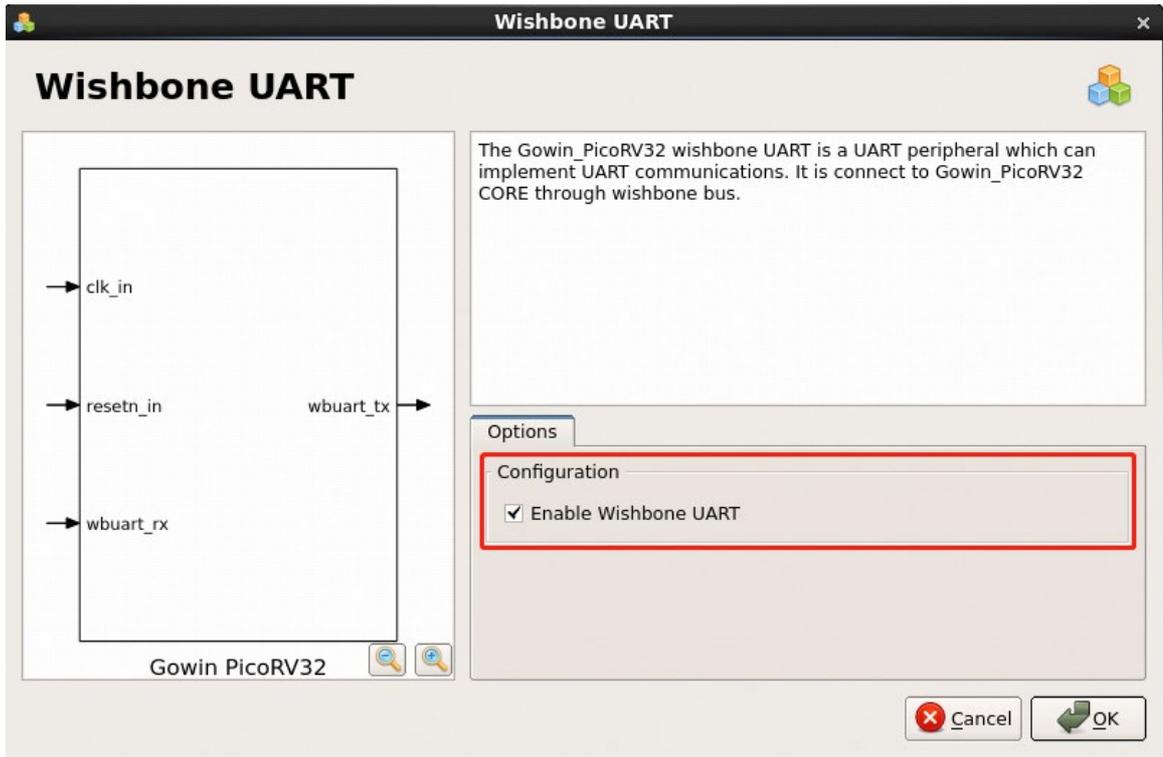
配置选项	描述
Enable Wishbone UART	使能 WB UART，默认关闭
Enable Wishbone I2C Master	使能 WB I2C Master，默认关闭
Enable Wishbone SPI Master	使能 WB SPI Master，默认关闭
Enable Wishbone SPI Slave	使能 WB SPI Slave，默认关闭
Enable Wishbone GPIO	使能 WB GPIO，默认关闭
Enable ADV SPI-Flash	使能 ADV SPI-Flash，默认关闭
Enable Open Wishbone Interface	使能 OPEN WB INTERFACE，默认关闭

WB UART 配置选项

双击 WB UART，打开 Wishbone UART 的配置页面，配置选项如图 3-12 所示：

默认关闭，如果选择 Enable Wishbone UART，则 Gowin_PicoRV32 支持 Wishbone UART。

图 3-12 WB UART 配置选项

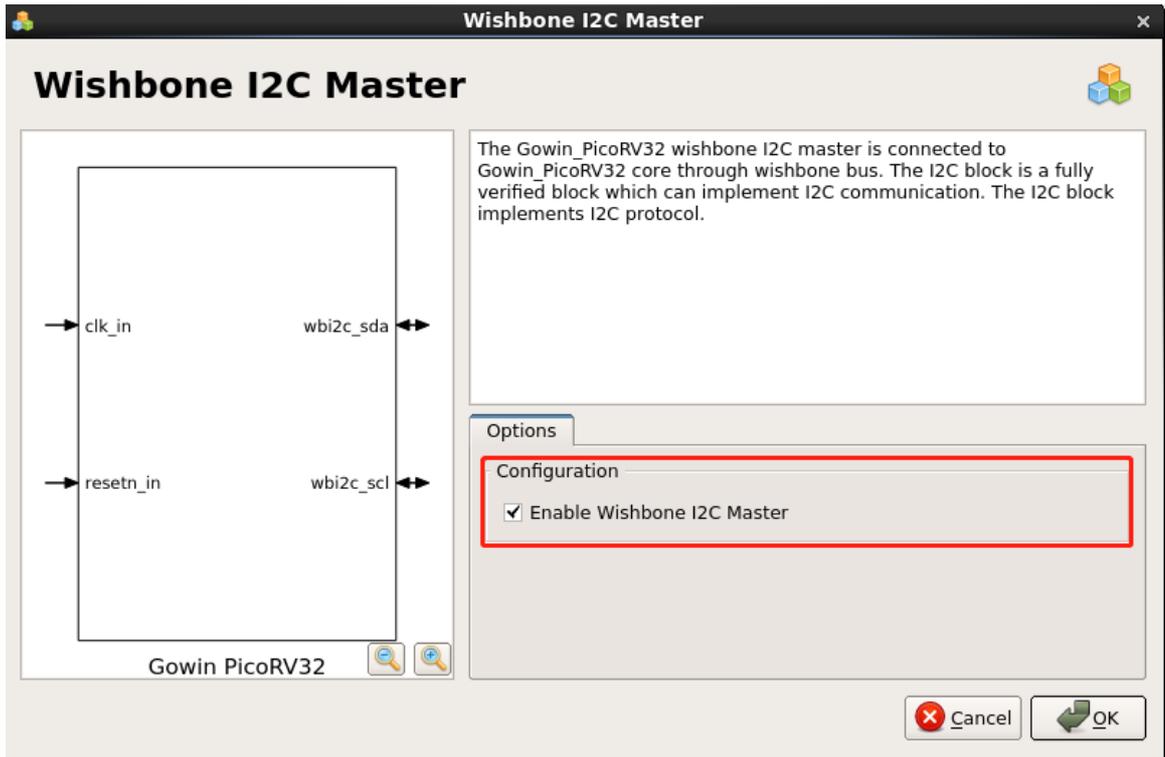


WB I2C Master 配置选项

双击 WB I2C Master，打开 Wishbone I2C Master 的配置页面，配置选项如图 3-13 所示；

默认关闭，如果选择 Enable Wishbone I2C Master，则 Gowin_PicoRV32 支持 Wishbone I2C Master。

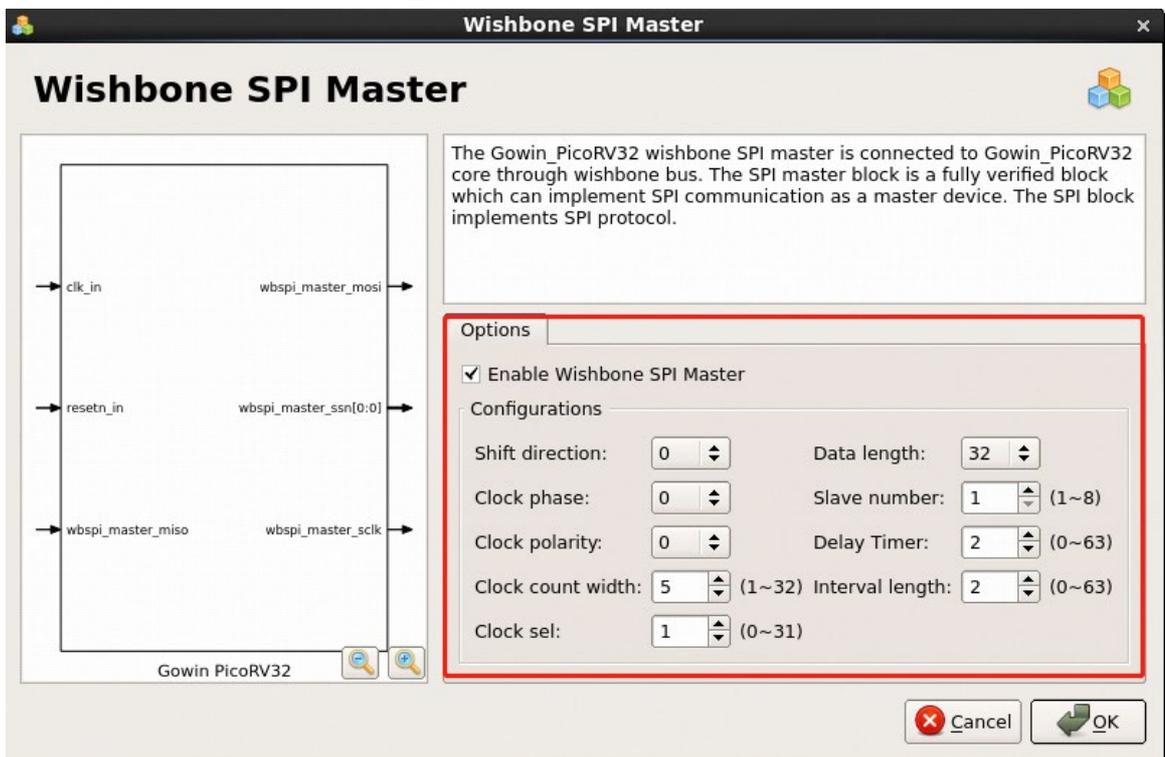
图 3-13 WB I2C Master 配置选项



WB SPI Master 配置选项

双击 WB SPI Master，打开 Wishbone SPI Master 的配置页面，配置选项如图 3-14 所示。

图 3-14 WB SPI Master 配置



- 默认关闭,如果选择 Enable Wishbone SPI Master,则 Gowin_PicoRV32 支持 Wishbone SPI Master;
- 如果选择使能 Wishbone SPI Master,则可以配置 Wishbone SPI Master 的参数,如表 3-3 所示。

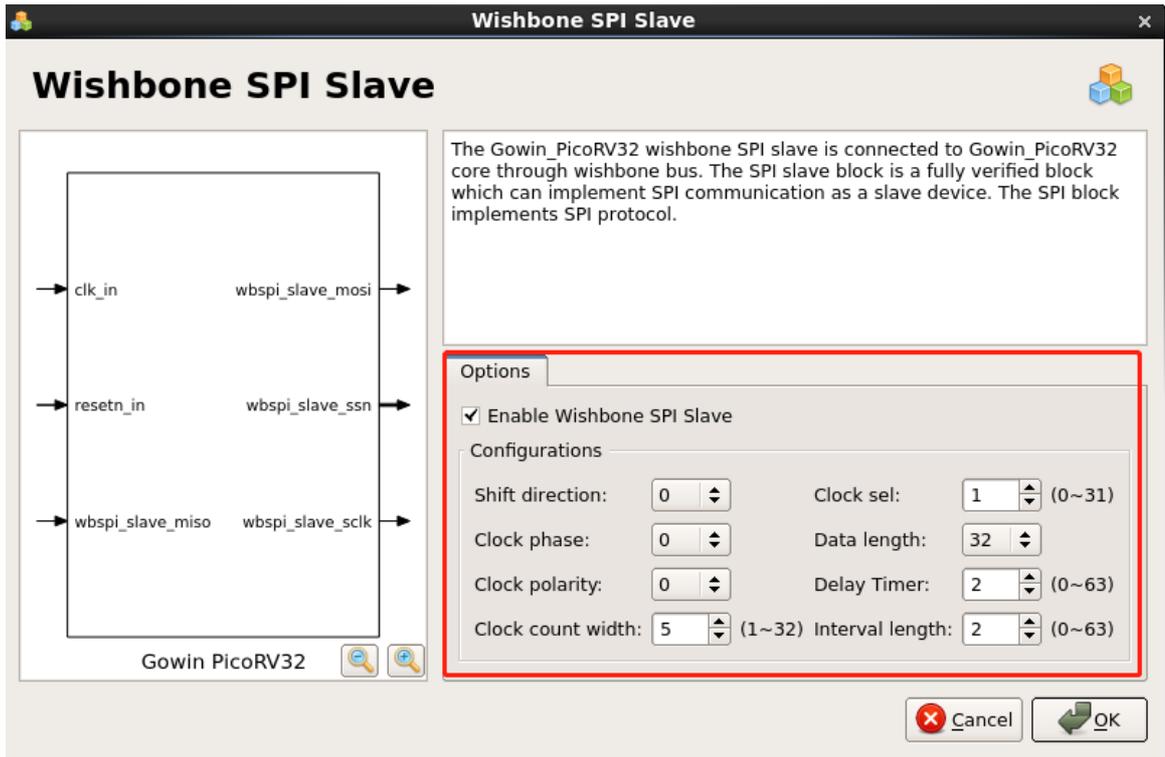
表 3-3 WB SPI Master 参数配置选项

参数选项	描述
Shift direction	指定数据传输格式: 值为0时, 首先传输数据的最高位 (MSB) 值为1时, 首先传输数据的最低位 (LSB)
Clock phase	指定WB SPI Master时钟相位: 值为0时, 数据在SCLK的第一个边沿有效 值为1时, 数据在SCLK的第二个边沿有效
Clock polarity	指定WB SPI Master时钟极性: 值为0时, 空闲状态时SCLK为低电平 值为1时, 空闲状态时SCLK为高电平
Clock count width	指定clock计数器范围 必须有足够的位宽来满足SCLK的数据宽度
Clock sel	指定由CLK_I分频产生SCLK所需的分频系数 SCLK频率计算公式: $SCLK = CLK_I / (2 * (CLOCK_SEL) + 1)$ 取值范围: $0 \sim 2^{(clock\ count\ width)} - 1$
Data length	指定传输数据的位宽 取值范围: 8/16/32/64
Slave number	指定可支持的从机Slave数量 取值范围: 1 ~ 32
Delay time	指定在SS_N信号有效后, 在进行第一位数据传输前需等待的延迟时间: 延迟时间计算公式: $Delay = Delay\ Time * (SCLK\ period / 2)$ 取值范围: 0 ~ 63
Interval length	指定当SPI传输请求后, SS_N信号需等待的SCLK周期数 取值范围: 0 ~ 63

WB SPI Slave 配置选项

双击 WB SPI Slave, 打开 Wishbone SPI Slave 的配置页面, 配置选项如图 3-15 所示;

图 3-15 WB SPI Slave 配置



- 默认关闭，如果选择 Enable Wishbone SPI Slave，则 Gowin_PicoRV32 支持 Wishbone SPI Slave；
- 如果选择使能 Wishbone SPI Slave，则可以配置 Wishbone SPI Slave 的参数，如表 3-4 所示。

表 3-4 WB SPI Slave 参数配置选项

参数选项	描述
Shift direction	指定数据传输格式： 值为0时，首先传输数据的最高位（MSB）； 值为1时，首先传输数据的最低位（LSB）。
Clock phase	指定WB SPI Slave的时钟相位： 值为0时，数据在SCLK的第一个边沿有效； 值为1时，数据在SCLK的第二个边沿有效。
Clock polarity	指定WB SPI Slave的时钟极性： 值为0时，空闲状态时SCLK为低电平； 值为1时，空闲状态时SCLK为高电平。
Clock count width	指定clock计数器范围： 必须有足够的位宽来满足SCLK的数据宽度。
Clock sel	指定由CLK_I分频产生SCLK所需的分频系数： SCLK频率计算公式：SCLK=CLK_I/(2*(CLOCK_SEL)+1) 取值范围：0 ~ 2^(clock count width) - 1
Data length	指定传输数据的位宽： 取值范围：8/16/32/64

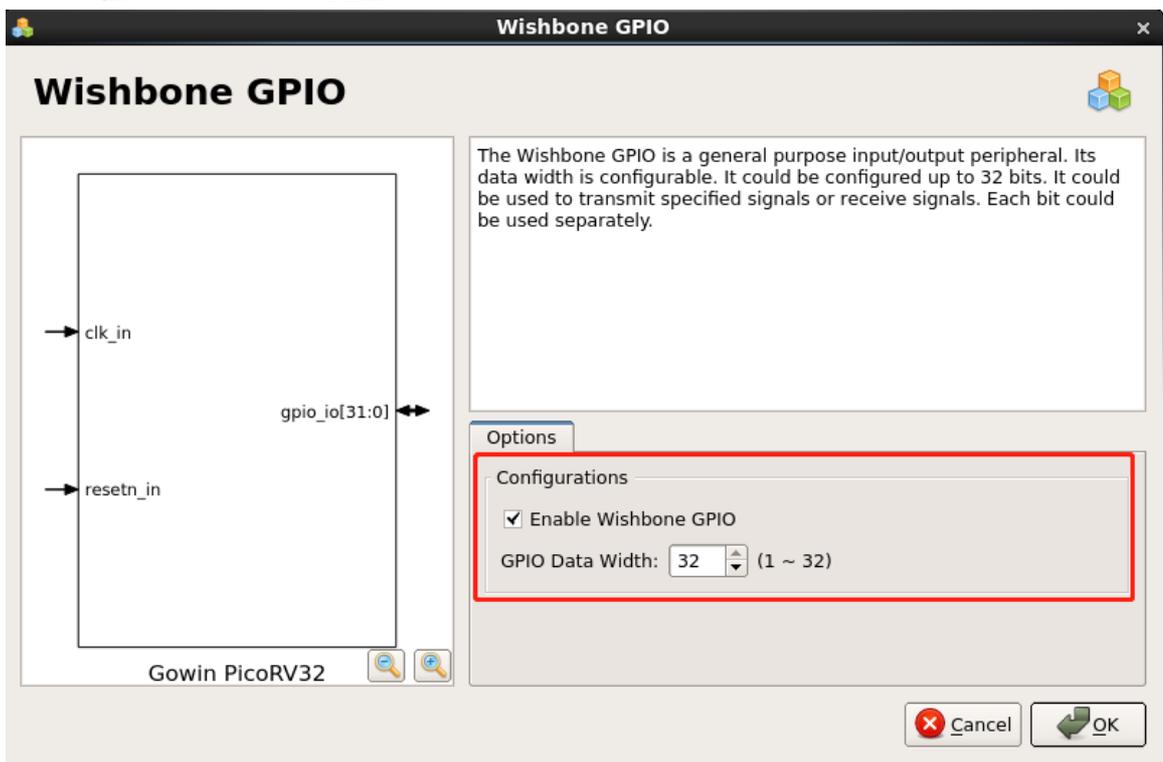
参数选项	描述
Delay time	指定在SS_N信号有效后, 在进行第一位数据传输前需等待的延迟时间: 延迟时间计算公式: $\text{Delay} = \text{Delay Time} * (\text{SCLK period} / 2)$ 取值范围: 0 ~ 63
Interval length	指定当SPI传输请求后, SS_N信号需等待的SCLK周期数; 取值范围: 0 ~ 63

WB GPIO 配置选项

双击 WB GPIO, 打开 Wishbone GPIO 的配置页面, 配置选项如图 3-16 所示;

- 默认关闭, 如果选择 Enable Wishbone GPIO, 则 Gowin_PicoRV32 支持 Wishbone GPIO;
- 如果使能 Wishbone GPIO, 则可以配置 Wishbone GPIO 的数据宽度参数 GPIO Data Width, 取值范围为 1~32。

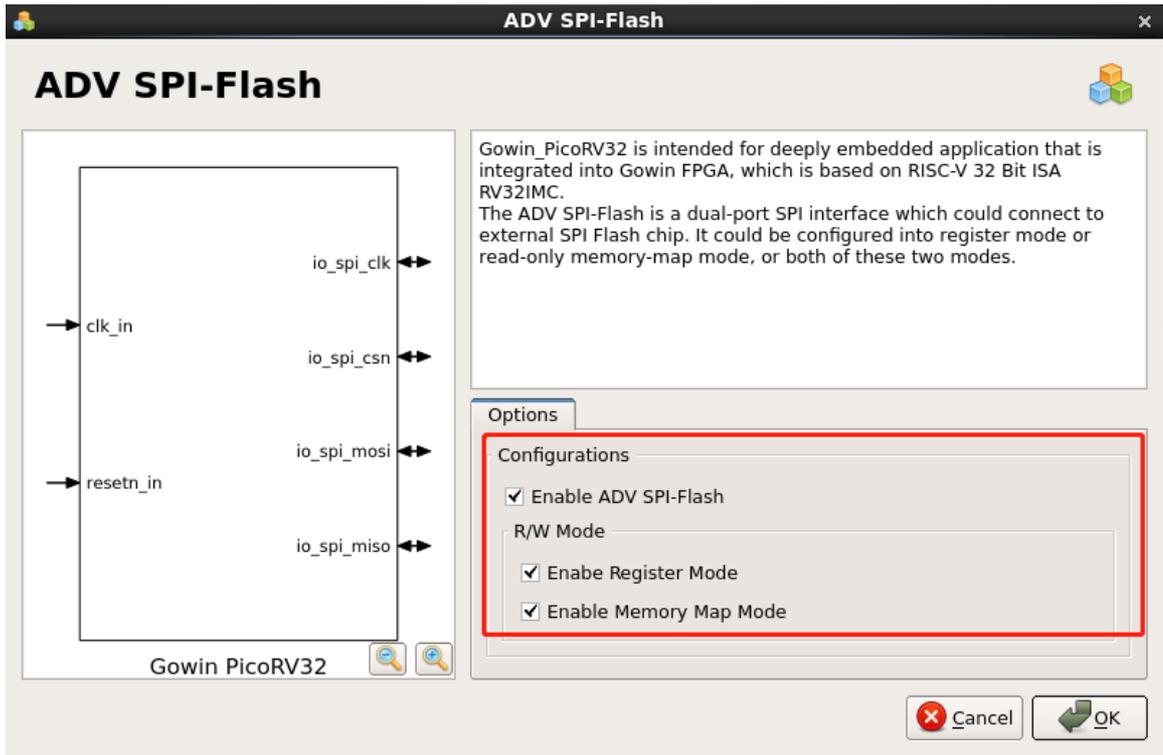
图 3-16 WB GPIO 配置



ADV SPI-Flash 配置选项

双击 ADV SPI-Flash, 打开 ADV SPI-Flash 的配置页面, 配置选项如图 3-17 所示;

图 3-17 ADV SPI-Flash 配置



- 默认关闭，如果选择 Enable ADV SPI-Flash，则 Gowin_PicoRV32 支持 ADV SPI-Flash；
- ADV SPI-Flash 支持 MCU 软件编程设计下载启动和运行功能；
- ADV SPI-Flash 支持 Memory 读、写和擦除功能；
- Memory 读、写功能的模式配置，如表 3-5 所示。

表 3-5 ADV SPI-Flash R/W 模式配置选项

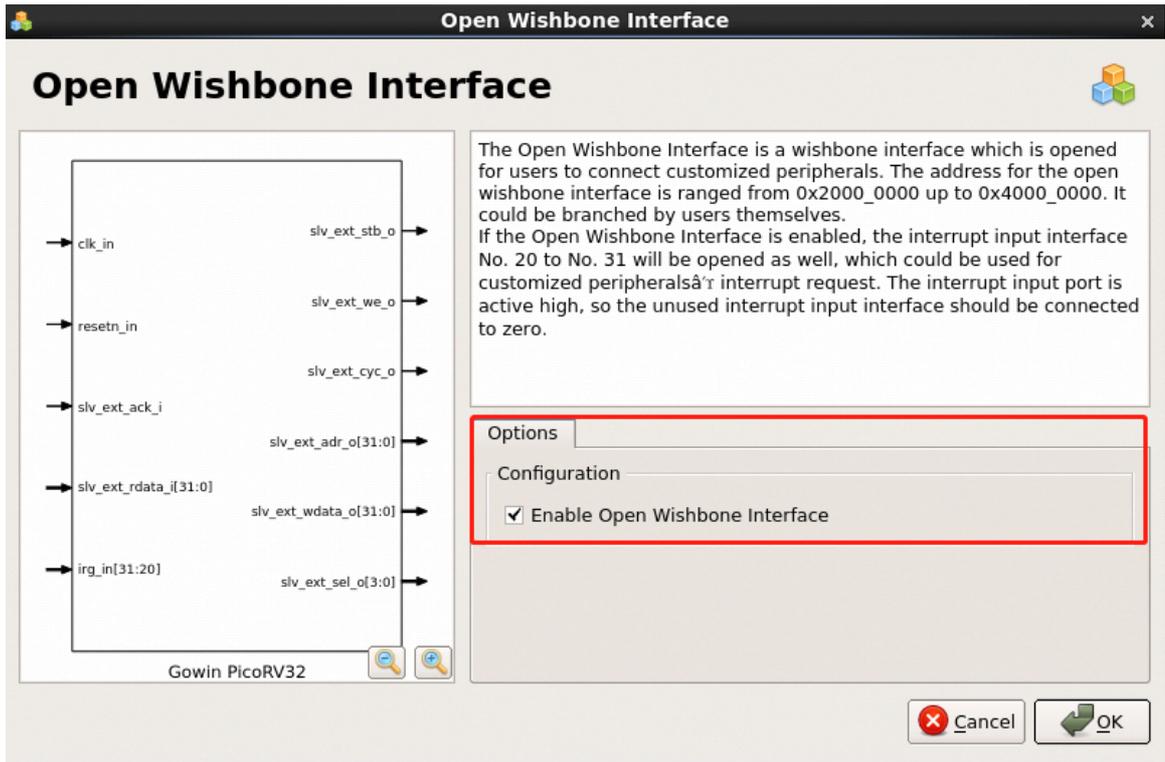
参数选项	描述
Enable Register Mode	使能 Register Mode，默认使能。
Enable Memory Map Mode	使能 Memory Map Mode，默认使能。

OPEN WB INTERFACE 配置

双击打开 OPEN WB INTERFACE，可以选择配置 Open Wishbone Interface，如图 3-18 所示；

- 默认关闭，如果选择 Enable Open Wishbone Interface，则 Gowin_PicoRV32 支持 OPEN WB INTERFACE，用户可以在此接口连接扩展 Wishbone 总线接口的外部设备；
- 预留 12 个外部中断信号 irq_in[31:20]，供用户扩展的 Wishbone 外部设备使用。

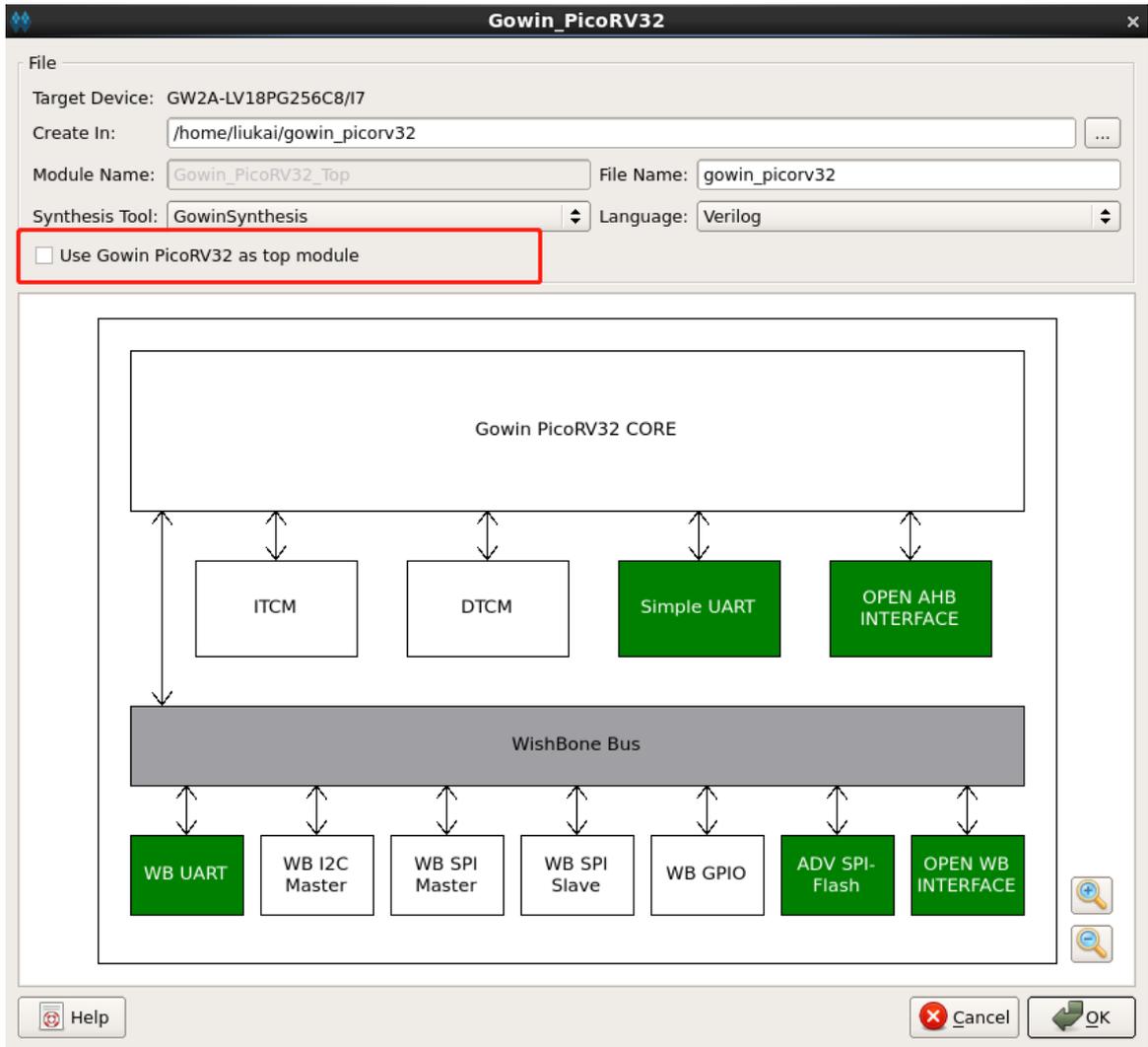
图 3-18 OPEN WB INTERFACE 配置



Top Module 配置

- 如果以 Gowin_PicoRV32 为总体设计的 Top Module, 则使能“Use Gowin PicoRV32 as top module”选项, 设置 Gowin_PicoRV32 为 Top Module;
- 如果选择配置 OPEN WB INTERFACE 或 OPEN AHB INTERFACE, 扩展用户 Wishbone 总线接口或 AHB 总线接口的外部设备, 则禁用“Use Gowin PicoRV32 as top module”选项, 如图 3-19 所示。

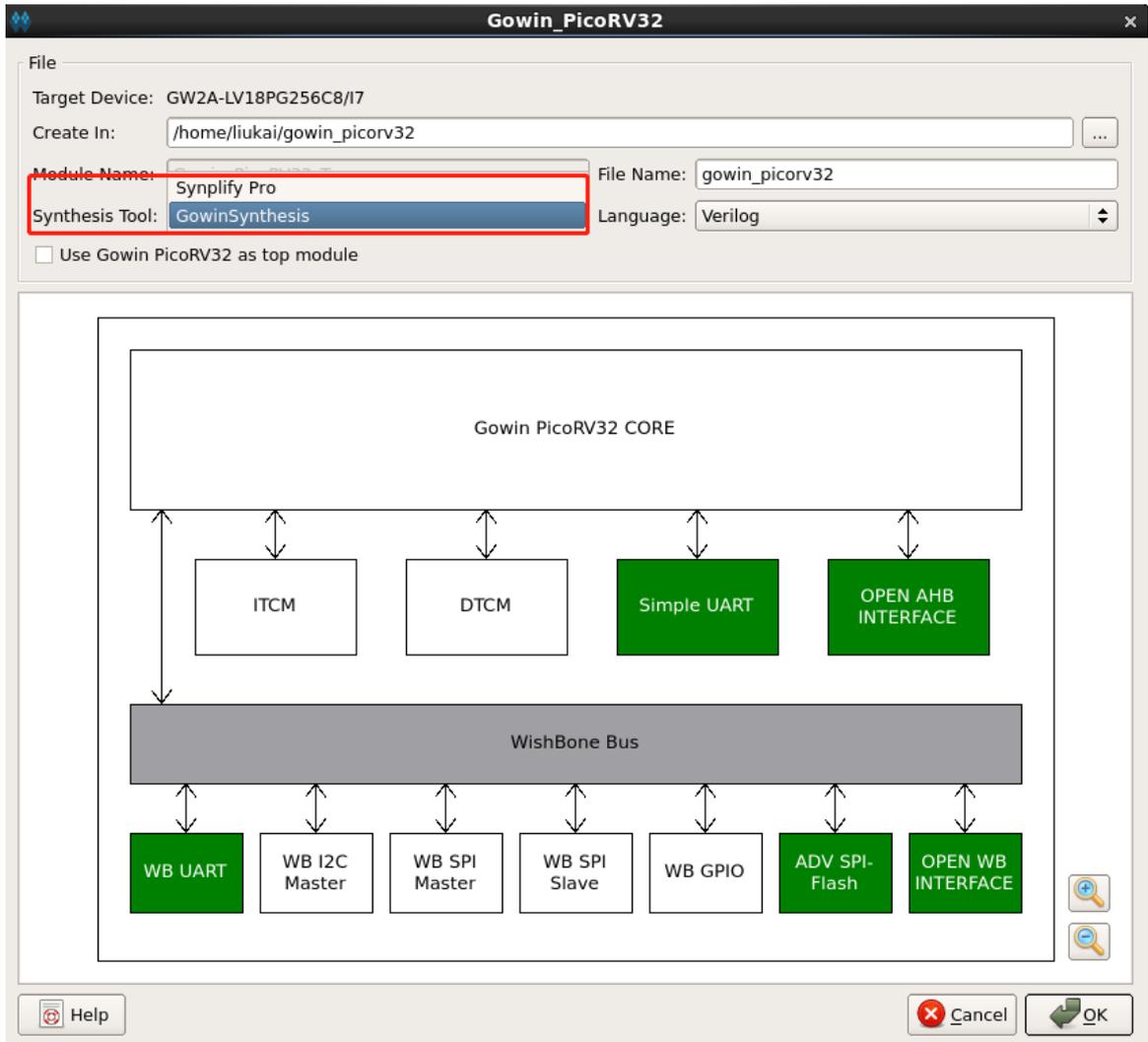
图 3-19 Top Module 配置



综合工具配置

完成 Gowin_PicoRV32 功能配置后，选择产生 Gowin_PicoRV32 的综合工具 Synplify Pro 或 GowinSynthesis，如图 3-20 所示。

图 3-20 综合工具配置



3.3 用户设计

完成 IP Core 配置后，产生 Gowin_PicoRV32 硬件设计；

实例化 Gowin_PicoRV32 Top Module，设置为 Top Module 或连接用户设计；

导入用户设计，连接 Gowin_PicoRV32 Top Module，形成完整的 RTL 设计。

3.4 约束

完成用户 RTL 设计后，根据使用的开发板和需要输出的 IO，产生物理约束文件。

根据时序要求，产生时序约束文件。

物理约束的产生方法，请参考 [SUG101](#)，Gowin 设计约束指南。

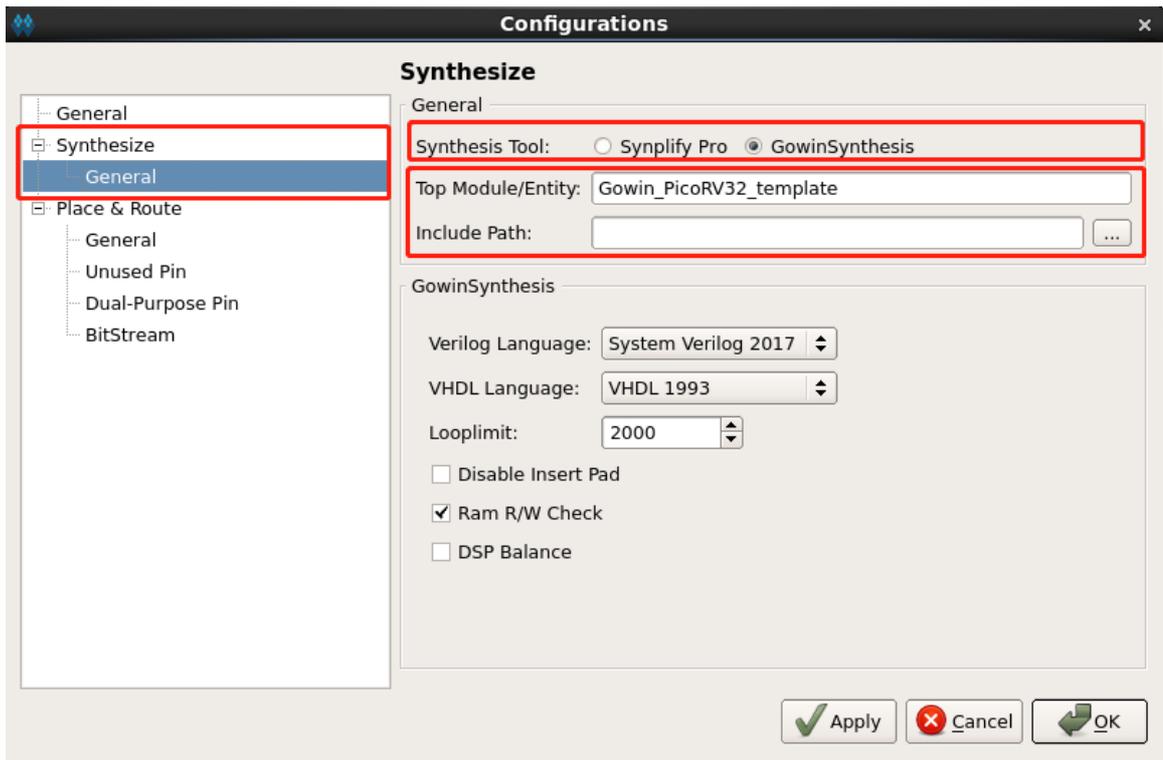
3.5 工程配置

3.5.1 综合选项配置

综合选项配置，如图 3-21 所示。

- 根据工程设计中的实际顶层模块名称，配置顶层模块名称；
- 根据工程设计中的实际文件路径，配置文件引用路径；
- 配置综合工具，选择 Synplif Pro 或 GowinSynthesis。

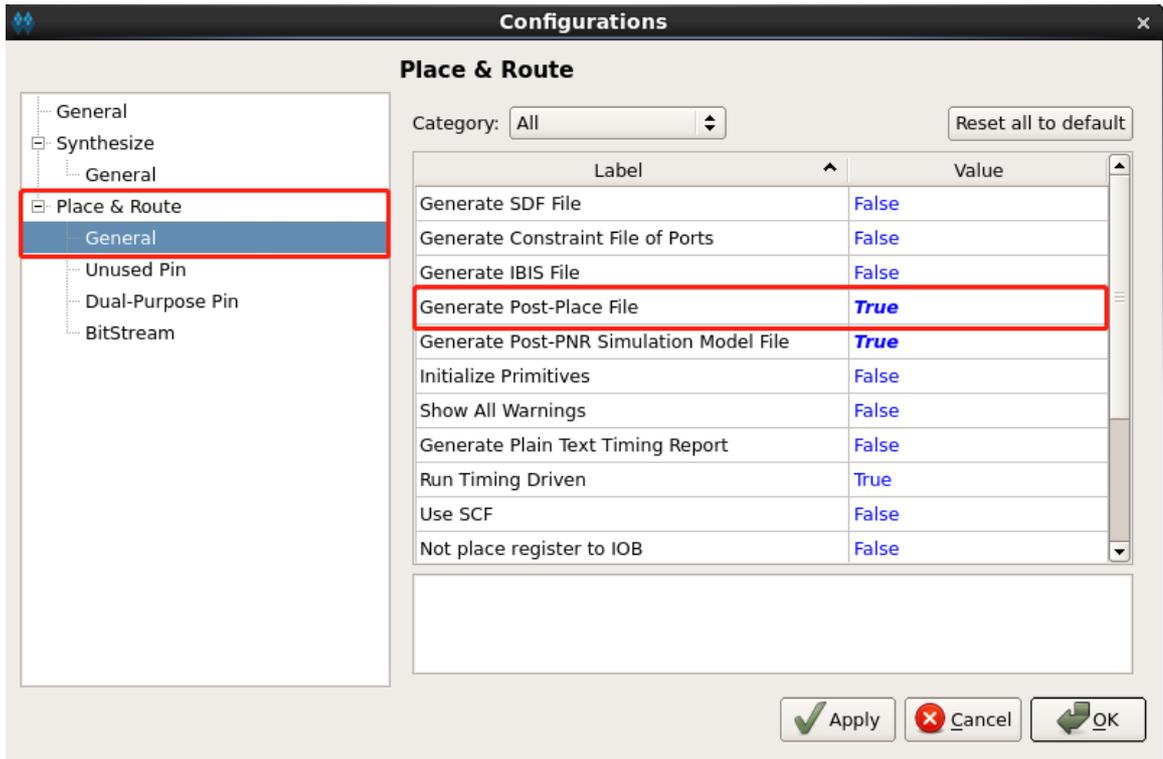
图 3-21 综合选项配置



3.5.2 Post-Place File 生成配置

如果使用 Gowin_PicoRV32 软件编程设计和硬件设计自动化合并的下载方法，则配置 Place & Route 产生 Post-Place File，如图 3-22 所示，否则不需要配置产生 Post-Place File。

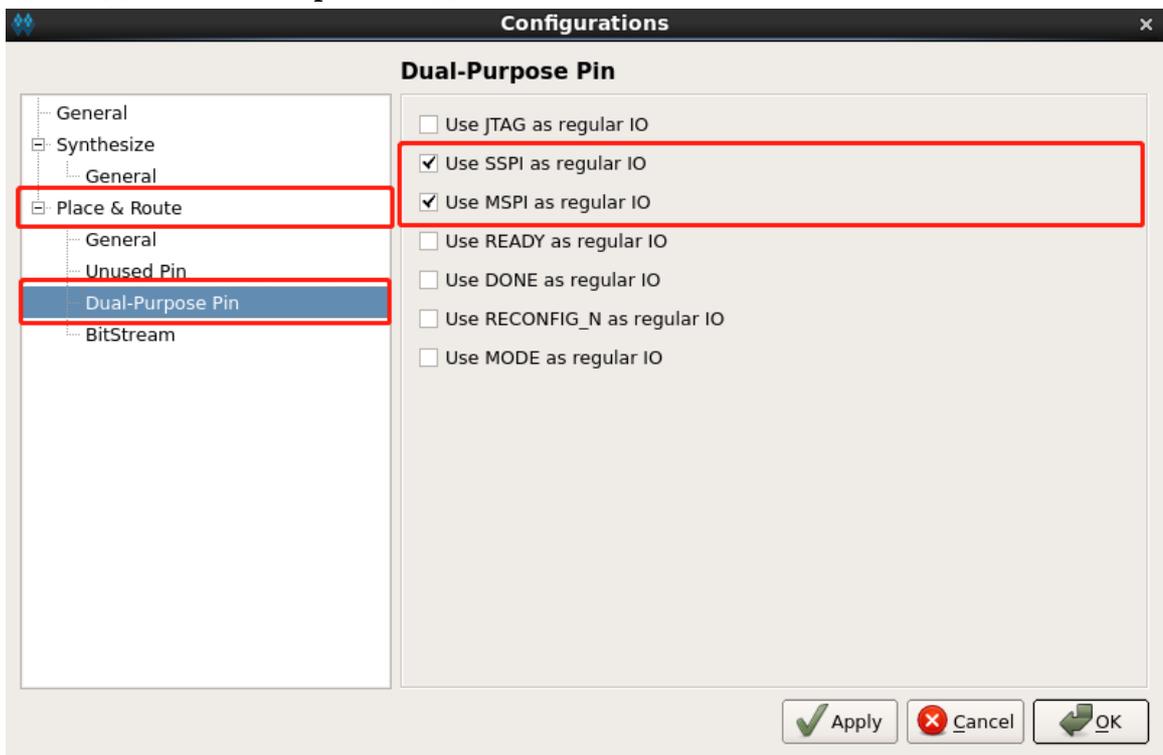
图 3-22 Post-Place File 配置



3.5.3 Dual-Purpose Pin 配置

如果 Gowin_PicoRV32 配置为 MCU boot from external Flash and run in ITCM 或 MCU boot and run in external Flash 方式，则复用 SSPI 和 MSPI 端口为通用端口，如图 3-23 所示，否则不需要配置端口复用。

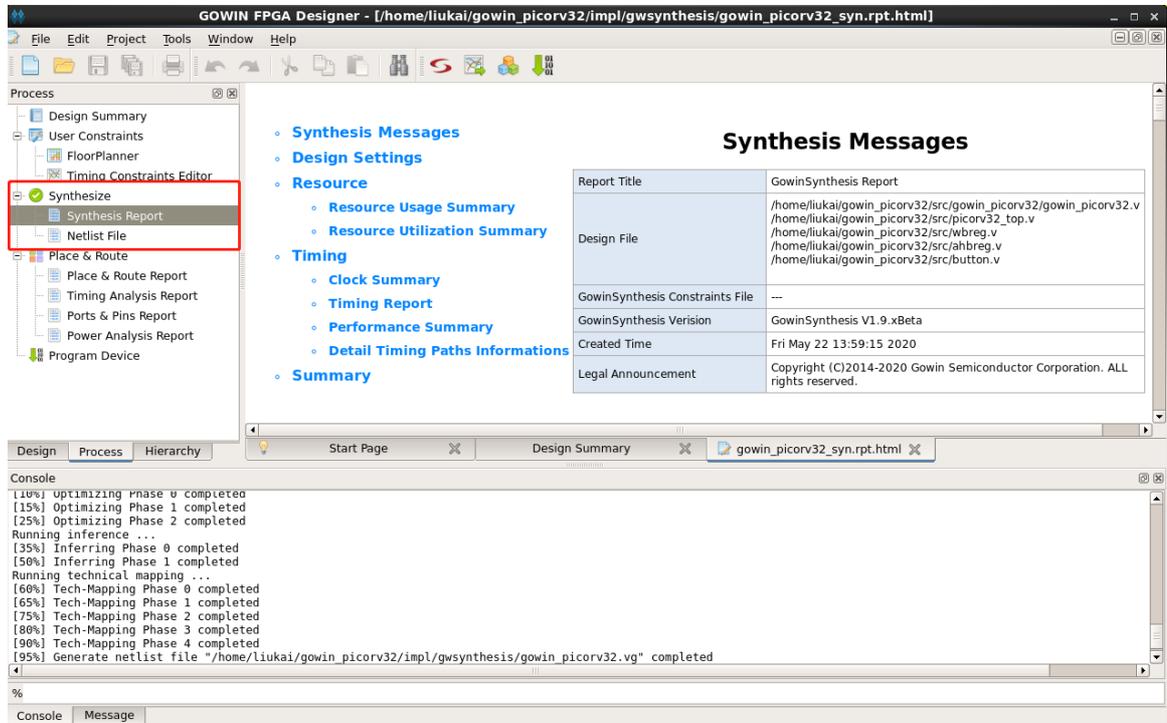
图 3-23 Dual-Purpose Pin 配置



3.6 综合

运行高云云源软件的综合工具 Synplify Pro 或 GowinSynthesis，完成 RTL 设计的综合，如图 3-24 所示。

图 3-24 综合

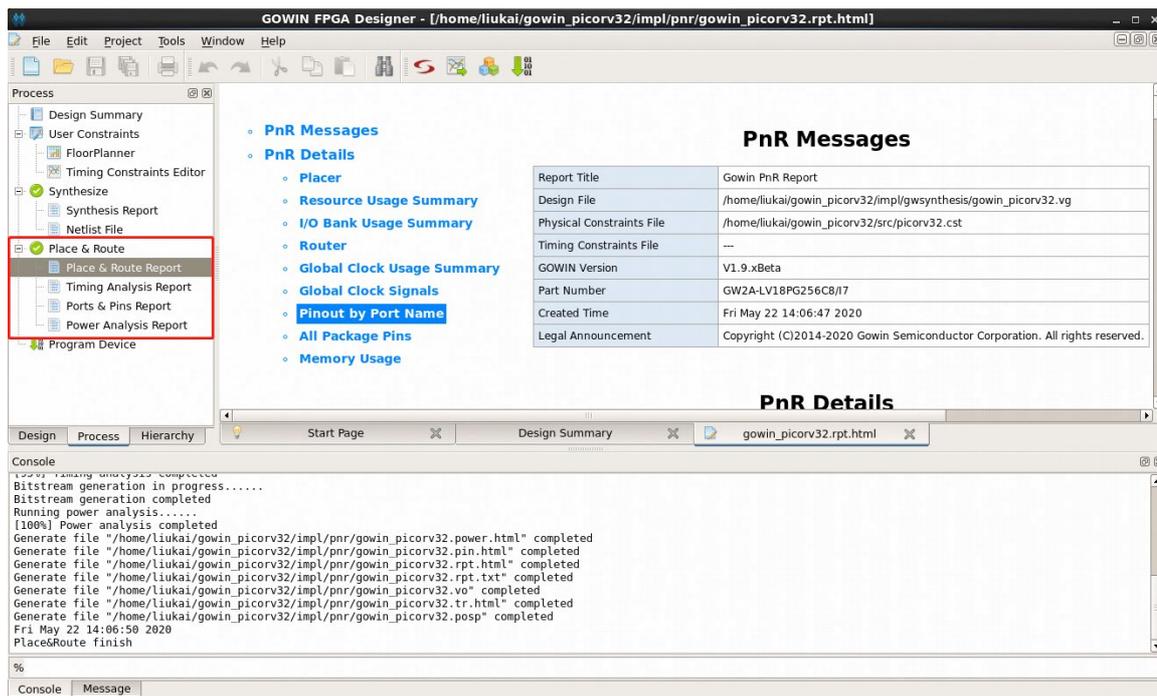


综合工具的使用方法，请参考 [SUG100](#)，Gowin 云源软件用户指南。

3.7 布局布线

运行高云云源软件的布局布线工具 Place & Route，完成布局布线，产生硬件设计码流文件，如图 3-25 所示。

图 3-25 Place & Route



布局布线工具的使用方法,请参考 [SUG100](#), Gowin 云源软件用户指南。

3.8 下载

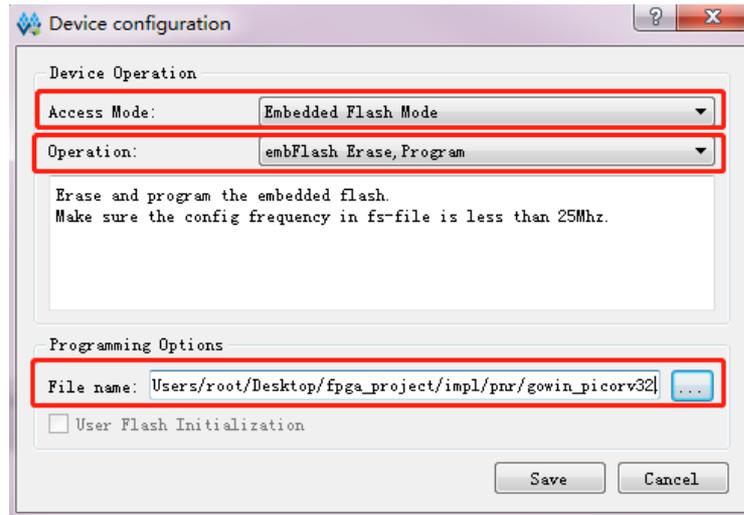
运行高云云源软件的下载工具 Programmer, 完成硬件设计码流文件的下载。

单击 Programmer 菜单栏 “Edit > Configure Device” 或工具栏 “Configure Device” (), 打开 Device configuration。

如果板载器件是 GW1N-9/GW1NR-9/GW1N-9C/GW1NR-9C, 则下载选项配置, 如图 3-26 所示。

- “Access Mode” 下拉列表, 选择 “Embedded Flash Mode” 选项。
- “Operation” 下拉列表, 选择 “embFlash Erase, Program” 或 “embFlash Erase, Program, Verify” 选项。
- “Programming Options > File name” 选项, 导入需要下载的硬件设计码流文件。
- 单击 “Save”。

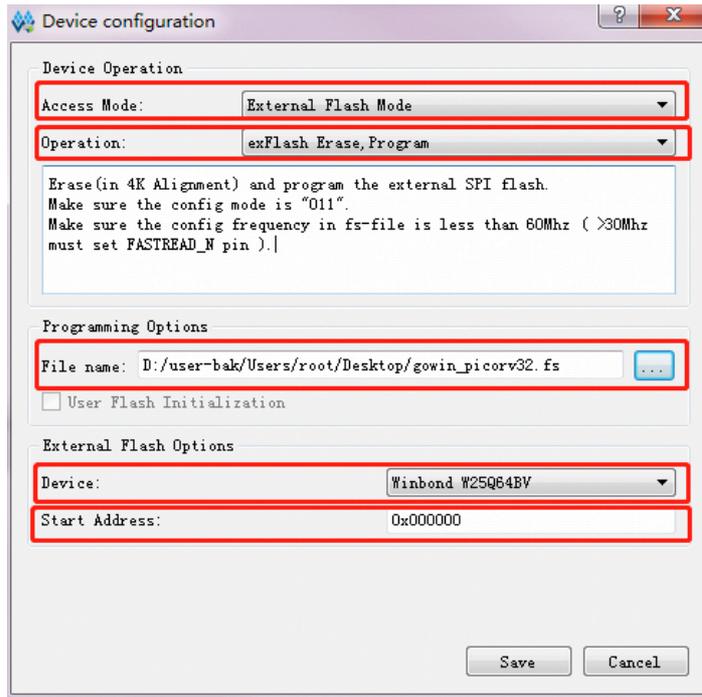
图 3-26 GW1N 系列 Configure Device



如果板载器件是 GW2A-18/GW2A-18C/GW2AR-18/GW2AR-18C/GW2ANR-18C/GW2A-55/GW2A-55C，则下载选项配置，如图 3-27 所示。

- “Access Mode” 下拉列表，选择 “External Flash Mode” 选项。
- “Operation” 下拉列表，选择 “exFlash Erase, Program” 或 “exFlash Erase, Program, Verify” 选项。
- “Programming Options > File name” 选项，导入需要下载的硬件设计码流文件。
- “External Flash Options > Devie” 选项，根据开发板板载 Flash 芯片类型选择，如高云 DK-START-GW2A18 V2.0 开发板板载 Winbond W25Q64BV。
- “External Flash Options > Start Address” 选项，设置为 “0x000000”。
- 单击 “Save”。

图 3-27 GW2A 系列 Configure Device



完成 Device configuration 后，单击 Programmer 工具栏“Program/Configure”（），完成硬件设计码流文件下载。

下载工具 Programmer 的使用方法，请参考 [SUG502](#), Gowin Programmer 用户指南。

4 参考设计

Gowin_PicoRV32 提供高云云源软件 (V1.9.6 Beta 及以上版本) 硬件设计参考设计, 通过链接获取如下[参考设计](#):

Gowin_PicoRV32\ref_design\FPGA_RefDesign\DK_START_GW2A18_V2.0\gowin_picorv32。

