Gowin SPI to I2C IP

用户指南

IPUG773-1.2, 2025-04-11

版权所有 © 2025 广东高云半导体科技股份有限公司

GOWIN高云、GOWIN、、GOWINSEMI、GOWIN、Gowin、高云、晨熙、小蜜蜂、LittleBee、Arora-V、GowinPnR、GoBridge 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、翻译本文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
2021/03/12	1.0	初始版本。
2022/01/11	1.1	● 更新 IP 结构框图； ● 删除参数配置。
2025/04/11	1.2	移除参考设计。

目录

插图清单..... ii
表格清单..... 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
3 特征与性能.....4
3.1 特性.....4
3.2 性能.....4
3.3 资源占用.....4
4 功能描述..... 5
4.1 SPI 接口控制指令.....6
4.1.1 控制指令.....6
4.1.2 指令描述.....7
4.2 操作流程.....9
4.2.1 WrI2cData.....9
4.2.2 RdI2cData.....10
4.2.3 RdAfterWrI2cData.....10
4.2.4 WrAfterWrI2cData.....10
5 端口列表.....11
6 界面配置..... 12

图目录

图 4-1 系统框图.....5
图 4-2 整体结构.....6
图 4-3 WrI2cData 指令示意图.....7
图 4-4 RdI2cData 指令示意图.....7
图 4-5 RdAfterWrI2cData 指令示意图.....7
图 4-6 WrAfterWrI2cData 指令示意图.....8
图 4-7 RdBuffer 指令示意图.....8
图 4-8 WrReg 指令示意图.....9
图 4-9 RdReg 指令示意图.....9
图 6-1 打开工程.....12
图 6-2 调用 SPI to I2C.....13
图 6-3 例化 SPI to I2C.....14

表目录

表 1-1 术语、缩略语.....2
表 2-1 Gowin SPI to I²C IP 概述.....3
表 3-1 资源占用.....4
表 4-1 SPI 接口控制指令.....6
表 4-2 寄存器定义.....8
表 5-1 信号定义.....11

1 关于本手册

1.1 手册内容

Gowin SPI to I²C IP 用户手册主要包括特征性能、功能描述、信号定义、参数介绍、GUI 调用、接口时序等, 旨在帮助用户快速了解 Gowin SPI to I²C IP 的产品特性和使用方法，加速用户产品开发。

1.2 相关文档

通过登录高云半导体网站 *www.gowinsemi.com* 可以下载、查看 FPGA 产品文档。

- *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*
- *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*
- *DS1239，GW5AST 系列 FPGA 产品数据手册*
- *DS1105，GW5AS 系列 FPGA 产品数据手册*
- *DS1108, GW5AR 系列 FPGA 产品数据手册*
- *DS1118，GW5ART 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	现场可编程门阵列
I^2C	Inter-Integrated Circuit	两线式串行总线
SPI	Serial Peripheral Interface	串行外设接口

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*

Tel：+86 755 8262 0391

2 概述

SPI (Serial Peripheral Interface)是一种高速、全双工、同步的通信总线。

I²C (Inter-Integrated Circuit)总线是一种两线式串行总线，用于连接微控制器及其外围设备。

为了更好地服务 FPGA 用户，降低用户的系统开发难度，Gowin SPI to I²C IP 可提高用户产品开发速度。该 IP 位于 SPI 和 I²C 接口之间，具有友好的用户操作接口，实现基于 SPI 接口的 I²C 数据收发控制功能。

表 2-1 Gowin SPI to I²C IP 概述

Gowin SPI to I2C IP	
逻辑资源	见表 3-1。
交付文件	
设计文件	Verilog（加密）
测试设计流程	
综合软件	GowinSynthesis
应用软件	Gowin Software （V1.9.7.02Beta 及以上）

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 特性

- 实现 SPI 与 I²C 接口之间的数据通信；
- SPI 接口为 Slave 模式；
- SPI 接口以中断方式完成与 SPI Master 端的数据交互；
- IP 输入工作时钟必须不小于输入 SPI 时钟速率的 4 倍；
- SPI 接口数据发送顺序为大端对齐；
- I²C 接口为 Master 模式；
- I²C 接口支持 7bit 地址模式，不支持 10bit 地址模式；
- I²C 接口工作速率可通过设置寄存器灵活设置；
- SPI 接口接收 FIFO 深度 510Bytes；
- SPI 接口发送 FIFO 深度 255Bytes；
- 完全可综合；
- 设计语言为 Verilog。

3.2 性能

Gowin SPI to I²C IP 的工作频率取决于 IP 在所选芯片中支持的最大工作频率。

3.3 资源占用

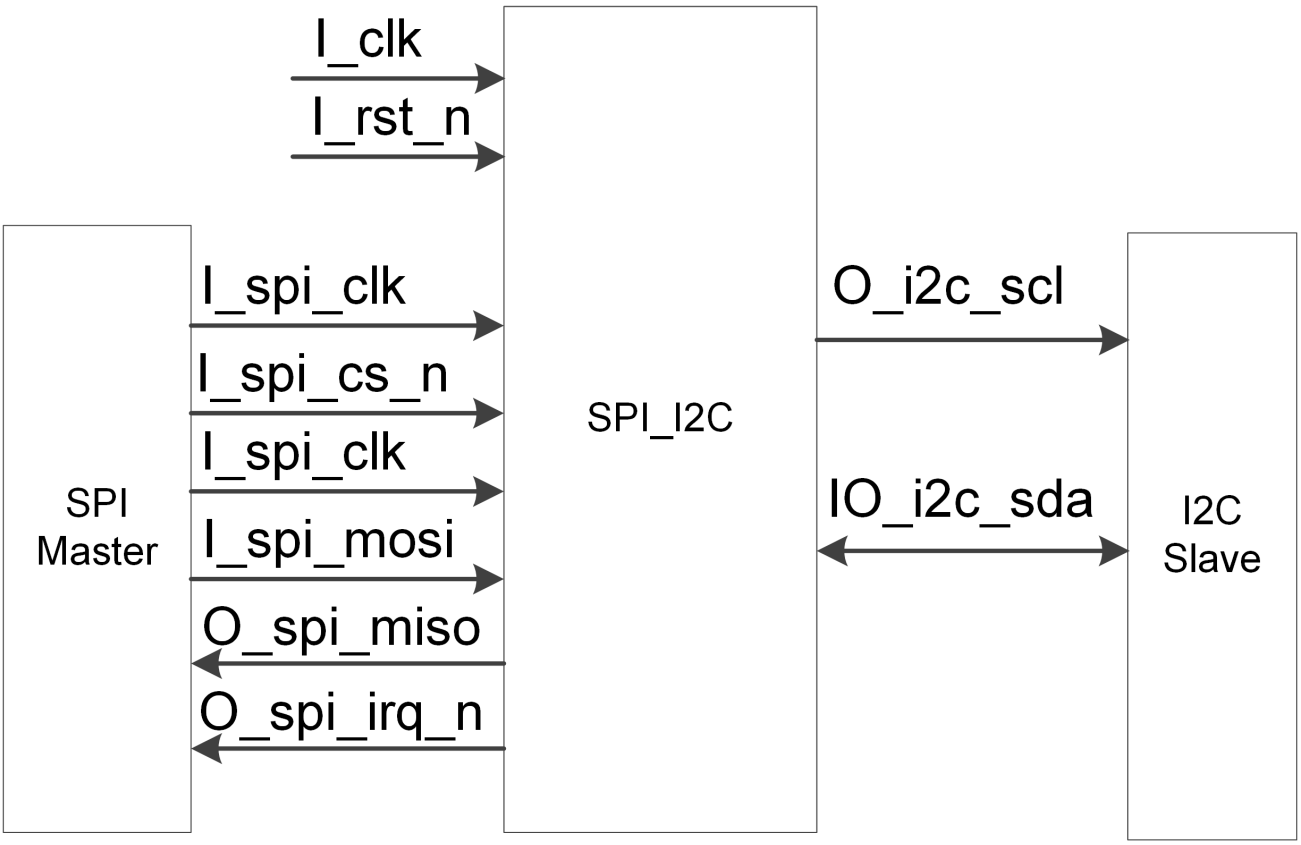
表 3-1 资源占用

芯片型号	编程语言	LUT4 资源	REG 资源
GW2A-LV18PG256C7/I6	Verilog	≤660	≤386

4 功能描述

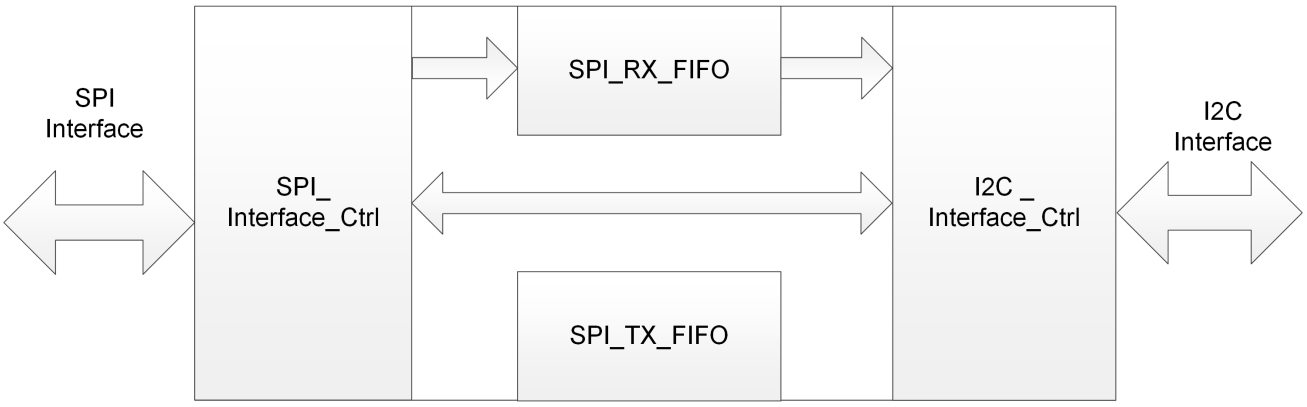
Gowin SPI to I²C IP 位于 SPI 接口和 I2C 接口之间，SPI 侧主要包括数据、时钟、片选、中断等信号，I²C 侧包括数据、时钟信号。

图 4-1 系统框图



Gowin SPI to I²C IP 的结构框图如图 4-2 所示。

图 4-2 整体结构



整个 IP 设计包括 SPI_ Interface_Ctrl、SPI_RX_FIFO、SPI_TX_FIFO、I2C_ Interface_Ctrl 模块。

- SPI_ Interface_Ctrl：实现与 SPI Master 间的数据通信，完成 SPI 数据接收和发送、中断控制、状态监测等功能；
- SPI_RX_FIFO：存放从 SPI Master 接收来的待发送到 I²C 接口的数据；
- SPI_TX_FIFO：存放从 I²C Slave 接收来的待发送到 SPI 接口的数据；
- I2C_ Interface_Ctrl：实现与 I²C Slave 间的数据通信及接口时序控制。

4.1 SPI 接口控制指令

4.1.1 控制指令

SPI 接口控制指令包括读操作、写操作、读写操作、写写操作、读寄存器操作、写寄存器操作、读缓存操作，详细操作项和定义见下表。

表 4-1 SPI 接口控制指令

序号	SPI 接口控制指令名称	指令定义	宽度	类型	描述
1	WrI2cData	0x00	8 bits	只写	写 N Bytes 到 I²C 总线从设备（N 取值范围 1~255）。
2	RdI2cData	0x01	8 bits	只读	从 I²C 总线从设备读 N Bytes（N 取值范围 1~255）。
3	RdAfterWrI2cData	0x02	8 bits	读/写	先写 N Bytes 到 I²C 总线从设备 1，然后再从 I²C 从设备 2 读 M Bytes(N 取值范围 1~255,M1 取值范围 1~255）。
4	WrAfterWrI2cData	0x03	8 bits	只写	先写 N Bytes 到 I²C 总线从设备 1，然后再写 M Bytes 到 I²C 从设备 2(N 取值范围 1~255,M 取值范围 1~255）。
5	RdBuffer	0x06	8 bits	只读	读取本地 Buffer 中的接收数据(Buffer 最大深度 255)。
6	WrReg	0x20	8 bits	只写	配置内部寄存器值

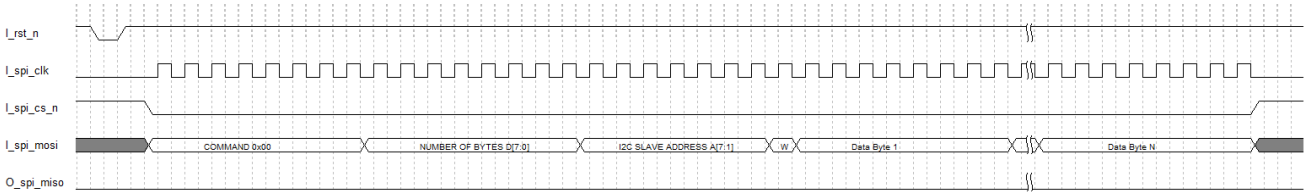
序号	SPI 接口控制指令名称	指令定义	宽度	类型	描述
7	RdReg	0x21	8 bits	只读	读取内部寄存器值

4.1.2 指令描述

WrI2cData

该指令操作目的就是通过 SPI 接口写 N Bytes 到 I²C 总线从设备，其中 N 取值范围 1~255。

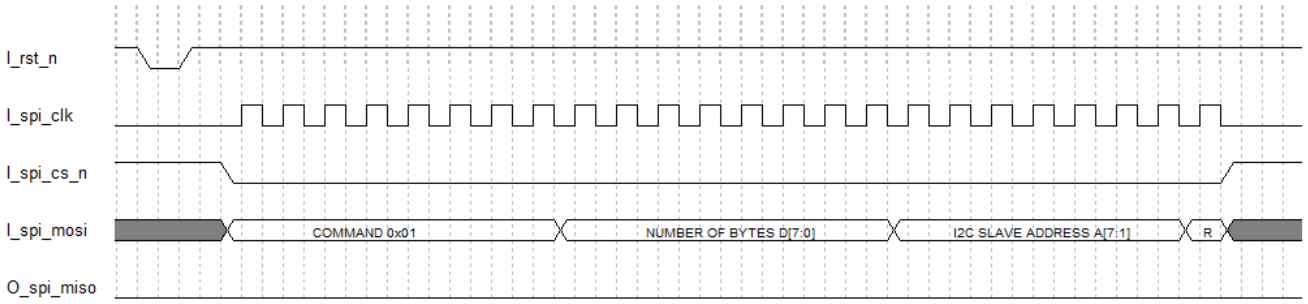
图 4-3 WrI2cData 指令示意图



RdI2cData

该指令操作目的就是通过 SPI 接口从 I²C 总线从设备读取 N Bytes，其中 N 取值范围 1~255。

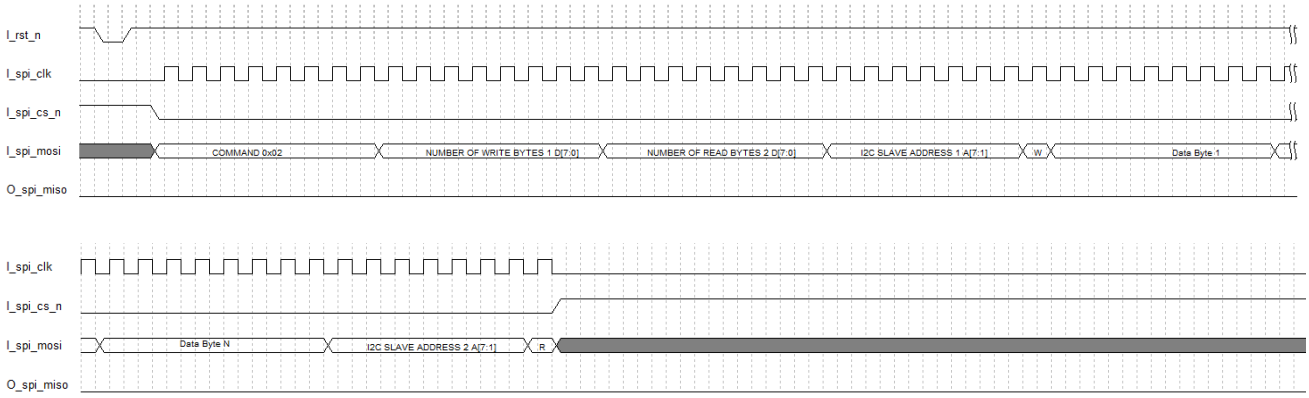
图 4-4 RdI2cData 指令示意图



RdAfterWrI2cData

该指令操作目的就是通过 SPI 接口从 I²C 总线从设备 1 读取 N Bytes，再从 I²C 从设备 2 读取 M Bytes，其中 N 取值范围 1~255，M 取值范围 1~255。

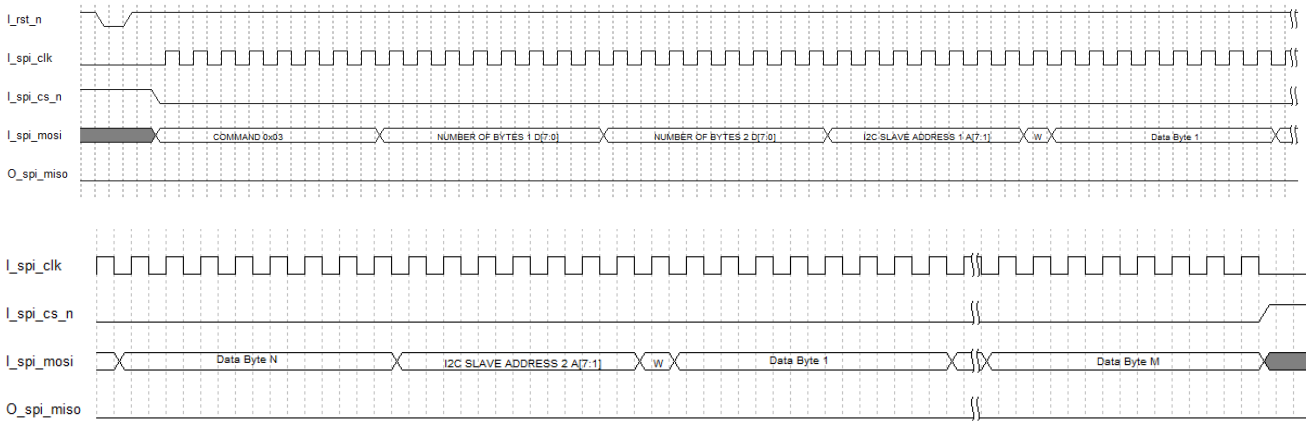
图 4-5 RdAfterWrI2cData 指令示意图



WrAfterWrI2cData

该指令操作目的就是通过 SPI 接口写 N Bytes 到 I²C 总线从设备 1，再写 M Bytes 到 I²C 从设备 2，其中 N 取值范围 1~255，M 取值范围 1~255。

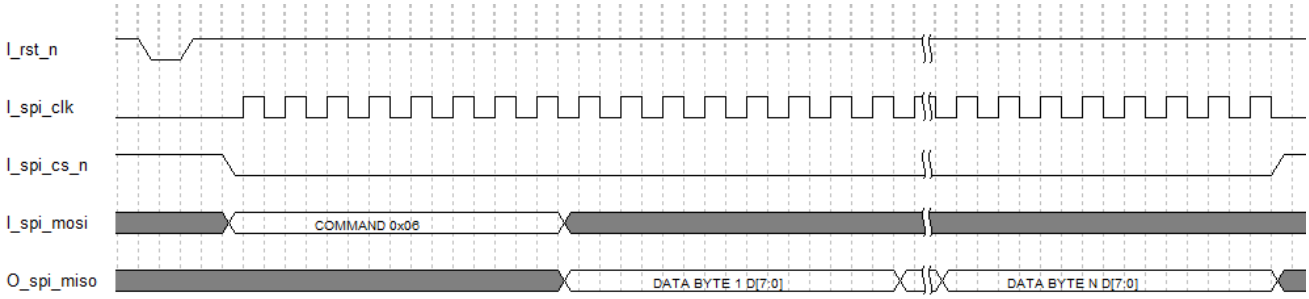
图 4-6 WrAfterWrI2cData 指令示意图



RdBuffer

该指令操作目的就是通过 SPI 接口从 IP 内部接收 FIFO 中读取 N Bytes，其中 N 取值范围 1~255。

图 4-7 RdBuffer 指令示意图



WrReg

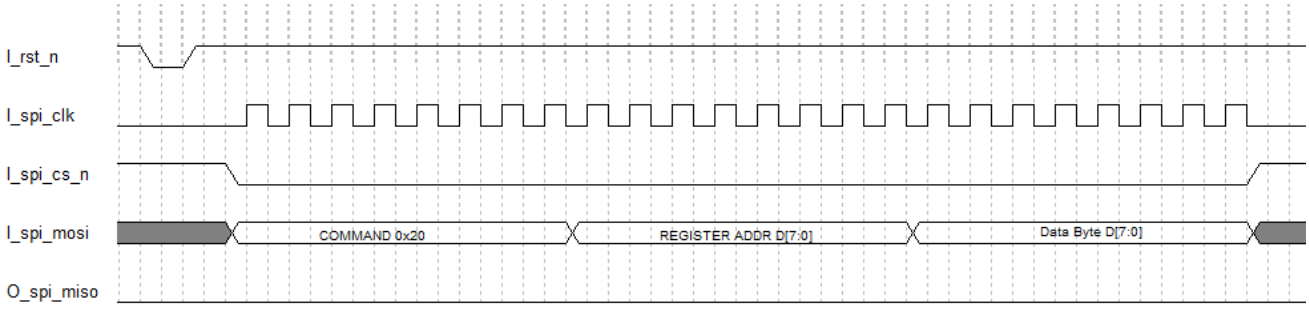
该指令操作目的就是通过 SPI 接口配置内部寄存器。

表 4-2 寄存器定义

名称	地址	位宽	默认值	类型	描述
I2CClk	0x00	8	0x00	读/写	I²C 时钟速率配置寄存器： I2C_Bus_Clk_Freq=F 输入工作时钟/ 4*(I2CClk+1) I2CClk 取值范围 0~255
I2CAdr	0x01	8	0x00	读/写	I²C Master 地址配置寄存器： Bit[7:1]：I²C Master Addr Bit[0]：Reserved

名称	地址	位宽	默认值	类型	描述
I2CStat	0x02	8	0x00	读	I²C 状态寄存器： 0xF0：I²C 传输成功，触发中断。 0xF1：I²C 传输时，当从端设备对 Slave Addr 无 ACK 响应时触发中断。 0xF2：I²C 传输时，当从端设备对 Data 无 ACK 响应时触发中断。 0xF3：I²C 总线忙,无中断触发。 0x00：I²C 空闲 其他：Reserved

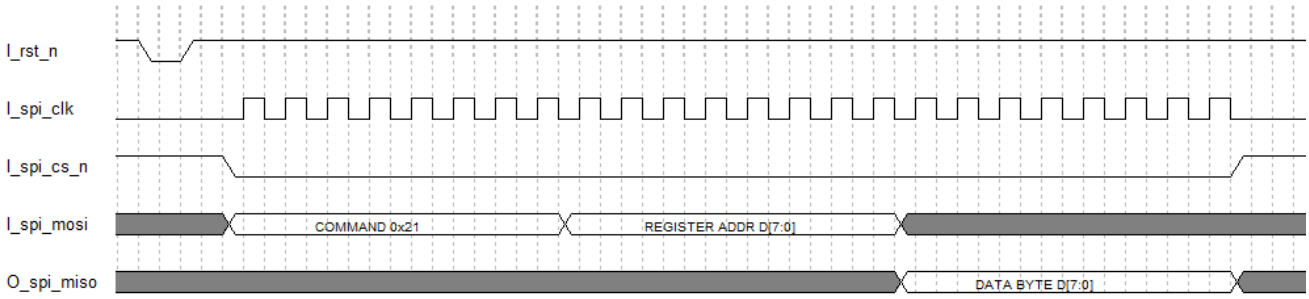
图 4-8 WrReg 指令示意图



RdReg

该指令操作目的就是通过 SPI 接口读取内部寄存器值。

图 4-9 RdReg 指令示意图



4.2 操作流程

4.2.1 WrI2cData

1. 首先 SPI Master 端发送指令 0x00，把要发送到 I²C 从端的字节数、I²C 地址以及发送数据通过 SPI 接口送到 IP；
2. 然后 IP 会依据 I²C 协议把数据发送到 I²C 总线上；
3. 当所有的数据都发送完毕后，IP 会设置状态寄存器值为 0xF0，并触发中断信号给 SPI Master 端；若 I²C 总线发送中出现 ACK 异常时，会中止发送，并触发中断信号给 SPI Master 端；

4. SPI Master 端响应中断，并通过发送指令 0x21 读取状态寄存器值，再根据读取的寄存器值判断 I²C 总线是否发送完成还是发送异常。

4.2.2 RdI2cData

1. 首先 SPI Master 端发送指令 0x01，把要本次 I²C 总线读操作的字节数、I²C 地址通过 SPI 接口送到 IP；
2. 然后 IP 会依据 I²C 协议从 I²C 总线从端读取指定的字节数；
3. 当完成指定字节数读取后，IP 会设置状态寄存器值为 0xF0，并触发中断信号给 SPI Master 端；若 I²C 总线发送中出现 ACK 异常时，会中止发送，并触发中断信号给 SPI Master 端；
4. SPI Master 端响应中断，并通过发送指令 0x21 读取状态寄存器值；
5. 当寄存器值为 0xF0 时，表示此次 I²C 读操作成功，SPI Master 端会发送指令 0x06 从 BUFFER 中读取数据。

4.2.3 RdAfterWrI2cData

1. 首先 SPI Master 端发送指令 0x02，把要本次 I²C 总线操作的读写字节数、I²C 地址 1（W）、I²C 地址 2（R）通过 SPI 接口送到 IP；
2. 然后 IP 会依据 I²C 协议对 I²C 总线进行指定字节数的读写操作；
3. 当完成指定字节读写操作后，IP 会设置状态寄存器值为 0xF0，并触发中断信号给 SPI Master 端；若 I²C 总线发送中出现 ACK 异常时，会中止发送，并触发中断信号给 SPI Master 端；
4. SPI Master 端响应中断，并通过发送指令 0x21 读取状态寄存器值；
5. 当寄存器值为 0xF0 时，表示此次 I²C 读操作成功，SPI Master 端会发送指令 0x06 从 BUFFER 中读取数据。

4.2.4 WrAfterWrI2cData

1. 首先 SPI Master 端发送指令 0x03，把要本次 I²C 总线操作的写字节数 1、写字节数 2、I²C 地址 1（W）、I2C 地址 2（W）及发送数据通过 SPI 接口送到 IP；
2. 然后 IP 会依据 I²C 协议对 I²C 总线进行指定字节数的写操作；
3. 当完成指定字节写操作后，IP 会设置状态寄存器值为 0xF0，并触发中断信号给 SPI Master 端；若 I²C 总线发送中出现 ACK 异常时，会中止发送，并触发中断信号给 SPI Master 端；
4. SPI Master 端响应中断，并通过发送指令 0x21 读取状态寄存器值，再根据读取的寄存器值判断 I²C 总线是否发送完成还是发送异常。

5 端口列表

Gowin SPI to I²C IP 的端口列表如表 5-1 所示。

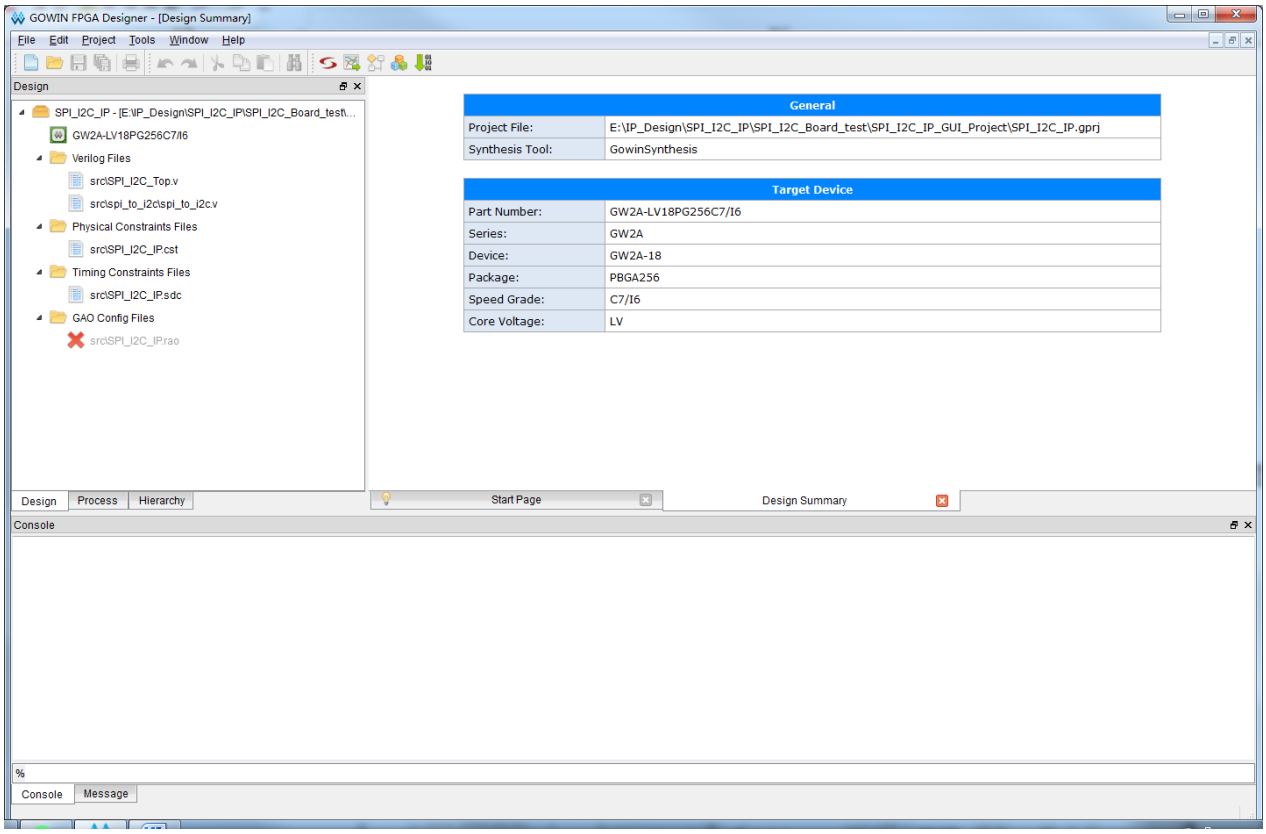
表 5-1 信号定义

序号	信号名称	方向	描述	备注
1	I_clk	I	时钟	所有信号输入输出方向均以 IP 为参考。
2	I_rst_n	I	复位	
3	IO_i2c_sda	I/O	I²C 总线数据	
4	O_i2c_scl	O	I²C 总线时钟	
5	O_spi_irq_n	O	SPI 接口中断	
6	I_spi_clk	I	SPI 接口时钟	
7	I_spi_cs_n	I	SPI 接口片选	
8	I_spi_mosi	I	SPI 接口输入数据	
9	O_spi_miso	O	SPI 接口输出数据	

6 界面配置

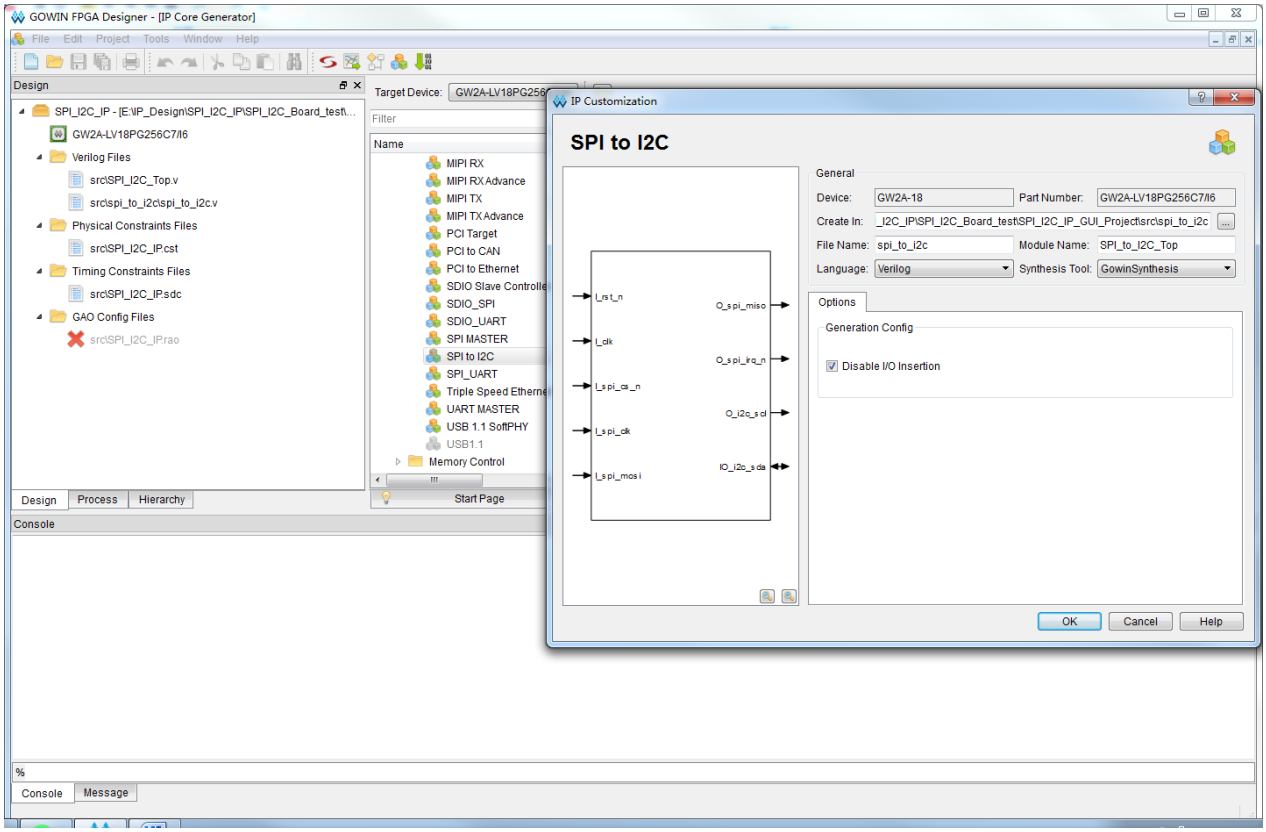
1. 启动高云半导体云源软件后，打开工程，如下图所示：

图 6-1 打开工程



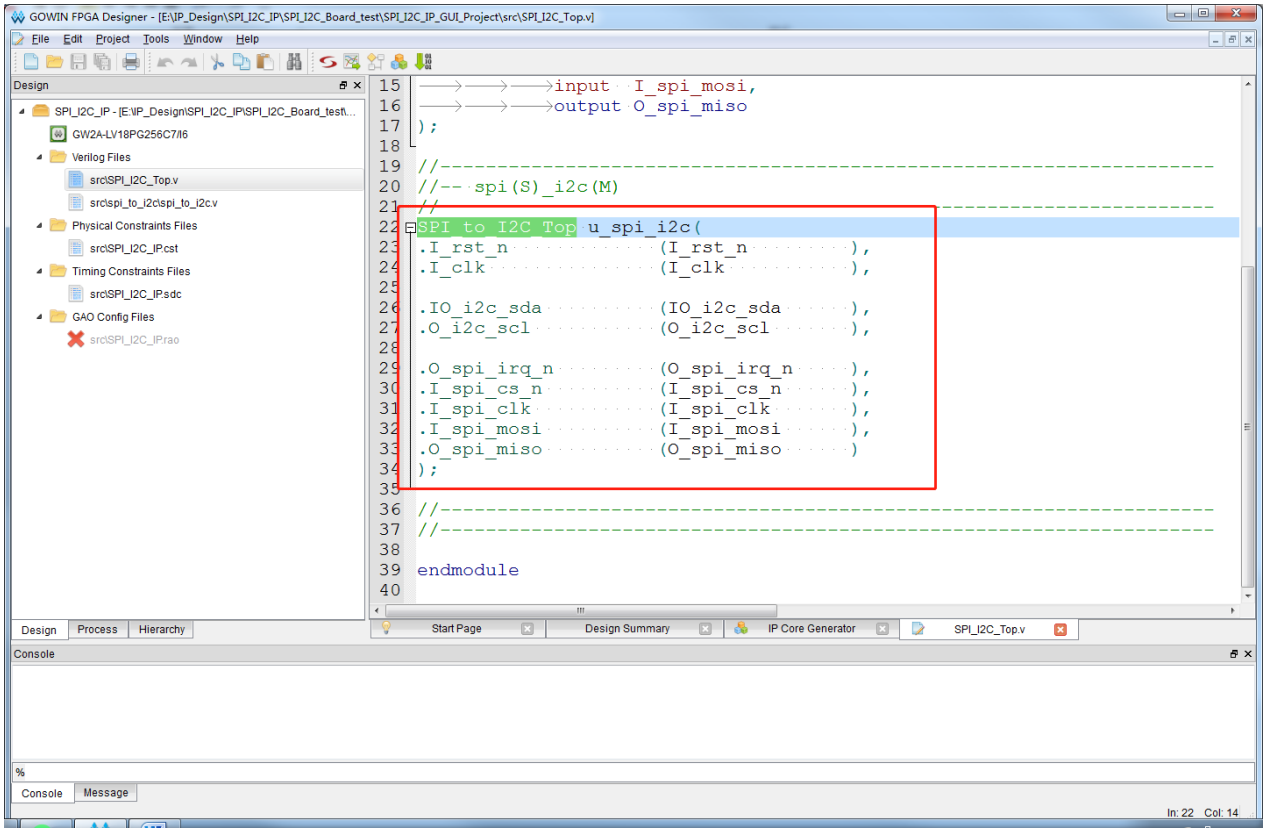
2. 在 Tools 菜单下点击“IP Core Generator”，调用 SPI_to_I2C，然后点击“OK”后生成 SPI_to_I2C Module。

图 6-2 调用 SPI to I2C



3. 在用户程序中例化 SPI_to_I2C 如下图所示：

图 6-3 例化 SPI to I2C



4. 然后综合、P&R、下载 bitstream 文件到 FPGA 芯片，可实现 SPI_to_I2C 功能。

GOWIN高云
智慧逻辑 定制未来