



Gowin MII to RMII IP 用户指南

IPUG1195-1.0, 2024-12-31

版权所有 © 2024 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
2024/12/31	1.0	初始版本。

目录

图目录.....	iii
表目录.....	iv
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、缩略语和简写.....	2
1.4 技术支持与反馈.....	2
2 概述.....	3
2.1 介绍.....	3
2.2 特征.....	3
2.3 资源利用.....	4
3 功能描述.....	5
3.1 整体结构.....	5
3.2 Clocking.....	5
3.3 Speed.....	6
3.4 MII.....	6
3.4.1 数据接收.....	7
3.4.2 数据发送.....	8
3.5 RMII.....	8
3.5.1 数据接收.....	8
3.5.2 数据发送.....	9
3.6 关联 IP.....	10
4 端口描述.....	11
5 调用及配置.....	13
6 参考设计.....	16
6.1 系统结构.....	17
6.2 操作步骤.....	17
6.2.1 Modelsim.....	17
6.2.2 VCS.....	18

7 文件交付.....	19
7.1 文档.....	19
7.2 设计源代码（加密）	19
7.3 参考设计.....	19

图目录

图 3-1 Gowin MII to RMII IP 结构图.....	5
图 3-2 时钟结构图.....	6
图 3-3 MII 下正常数据接收过程.....	7
图 3-4 MII 下错误数据接收过程.....	7
图 3-5 MII 下正常数据发送过程.....	8
图 3-6 RMII 在 100M 速率下正常数据接收过程.....	9
图 3-7 RMII 在 10M 速率下正常数据接收过程.....	9
图 3-8 RMII 在 100M 速率下错误数据接收过程.....	9
图 3-9 RMII 在 10M 速率下错误数据接收过程.....	9
图 3-10 RMII 在 100M 速率下正常数据发送过程.....	9
图 3-11 RMII 在 10M 速率下正常数据发送过程.....	9
图 3-12 与 Gowin Triple Speed Ethernet MAC IP 连接示意图.....	10
图 4-1 Gowin MII to RMII IP 端口示意图.....	11
图 5-1 IP Core Generator 界面.....	14
图 5-2 Gowin MII to RMII 配置界面.....	15
图 6-1 系统结构.....	17
图 6-2 Modelsim 操作流程.....	18

表目录

表 1-1 术语、缩略语.....	2
表 2-1 Gowin MII to RMII IP 概述.....	3
表 2-2 资源利用.....	4
表 3-1 MII 下字节数据传输顺序.....	7
表 3-2 RMII 下字节数据传输顺序.....	8
表 4-1 Gowin MII to RMII 端口信号列表.....	11
表 7-1 文档列表.....	19
表 7-2 Gowin MII to RMII IP 设计源代码列表.....	19
表 7-3 参考设计文件列表.....	19

1 关于本手册

1.1 手册内容

Gowin MII to RMII IP 用户指南主要内容包括功能描述、信号定义、界面配置、参考设计等，旨在帮助用户快速了解 Gowin MII to RMII IP 的产品特性、特点及使用方法。本手册中的软件界面截图参考的是 1.9.11 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

登录高云半导体网站 www.gowinsemi.com.cn 可以下载、查看以下相关文档：

- [SUG100, Gowin 云源软件用户指南](#)
- [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](#)
- [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](#)
- [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](#)

1.3 术语、缩略语和简写

表 1-1 中列出了本手册中出现的术语、缩略语及相关释义。

表 1-1 术语、缩略语

术语、缩略语	全称	释义
FPGA	Field Programmable Gate Array	现场可编程门阵列
IP	Intellectual Property	知识产权
LUT	Look-up Table	查找表
MII	Media Independent Interface	媒体独立接口
REG	Register	寄存器
RMII	Reduced Media Independent Interface	简化媒体独立接口

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

2.1 介绍

Gowin MII to RMII IP 实现 MII 接口和 RMII 接口之间的相互转换，提供 16 根信号的 MII 接口和 7 根信号的 RMII 接口，同时支持 10M 和 100M 两种速率。

表 2-1 Gowin MII to RMII IP 概述

Gowin MII to RMII 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（V1.9.11 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

- 支持 MII 和 RMII 两种接口
- 实现 MII 和 RMII 之间的时序转换
- 支持 10M 和 100M 两种速率

2.3 资源利用

Gowin MII to RMII IP 采用 Verilog 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 GW5AST-138 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

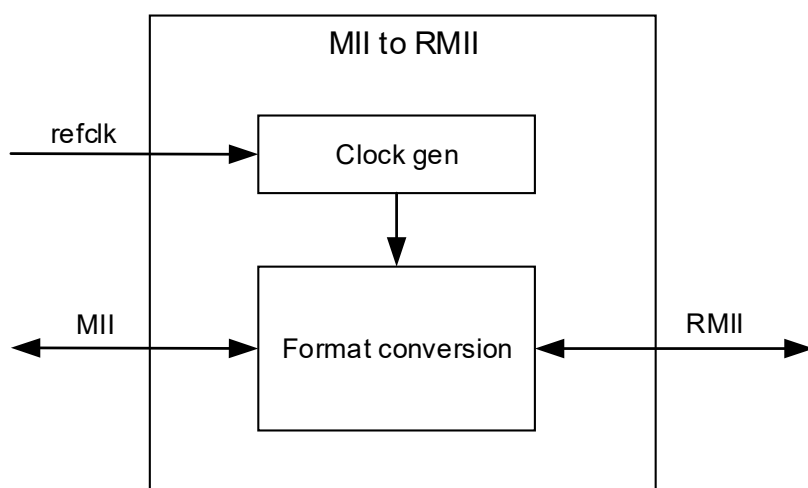
器件	编程语言	LUTs	REGs
GW5AST-138	Verilog	36	37

3 功能描述

3.1 整体结构

Gowin MII to RMII IP 主要由 Clock gen 和 Format conversion 两部分组成，如图 3-1 所示。

图 3-1 Gowin MII to RMII IP 结构图

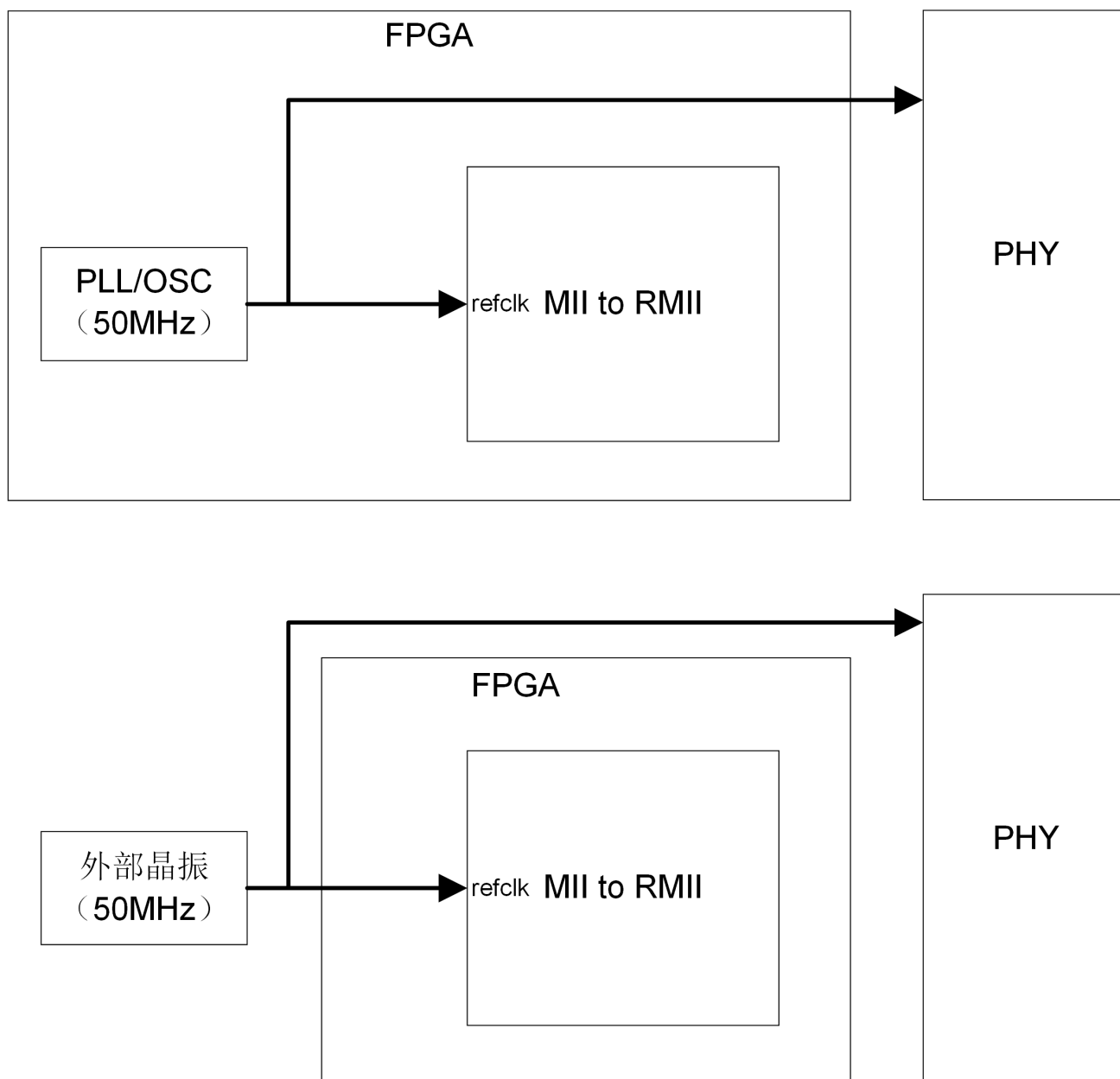


- Clock gen: 生成 MII 需要的时钟信号
- Format conversion: 实现 MII 和 RMII 之间的时序转换

3.2 Clocking

Gowin MII to RMII IP 在输入的 50MHz 时钟下完成 MII 和 RMII 之间的数据转换，其中 50MHz 时钟可以是 FPGA 内部生成，也可以使用外部晶振。值得注意的是，必须给 Gowin MII to RMII IP 和外部的 PHY 提供 50MHz 同源时钟，如图 3-2 所示。

图 3-2 时钟结构图



3.3 Speed

Gowin MII to RMII IP 支持 10M 和 100M 两种速率，可通过 `speedis_100` 进行选择；当 `speedis_100` 设置为 1 时，IP 是运行在 100M 速率下，当 `speedis_100` 设置为 0 时，IP 运行在 10M 速率下。

3.4 MII

MI I 的数据传输过程是在 `mii_rx_clk` 和 `mii_tx_clk` 两个时钟下进行的，所有的接收信号同步于 `mii_rx_clk`，所有的发送信号同步于 `mii_tx_clk`。

mii_rx_clk 和 mii_tx_clk 都是通过 50 MHz 的 refclk 分频而来，在 100M 速率下，mii_rx_clk 和 mii_tx_clk 的频率是 25MHz；在 10M 速率下，mii_rx_clk 和 mii_tx_clk 的频率是 2.5 MHz。

一个时钟周期内传输 4bit 数据，当需要传输一字节数据时，数据传输顺序如表 3-1 所示。

表 3-1 MII 下字节数据传输顺序

传输顺序	字节数据
第 1 个 4bit 数据	[3:0]
第 2 个 4bit 数据	[7:4]

3.4.1 数据接收

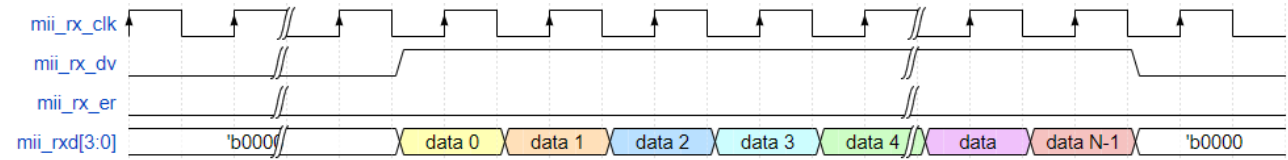
正常数据接收

图 3-3 展示 MII 下正常数据接收过程。

在整个数据接收的过程中，mii_rx_dv 一直保持为 1，直到接收过程结束才会变成 0，同时 mii_rx_er 也一直保持为 0，mii_rxd 为接收的数据。mii_rx_dv、mii_rx_er 和 mii_rxd 是在 mii_rx_clk 的下降沿完成状态转换，可以提供良好的建立时间和保持时间。

需要注意 IP 中没有 buffer 用来缓存接收的数据，因此用户必须时刻准备接收连续的数据。

图 3-3 MII 下正常数据接收过程

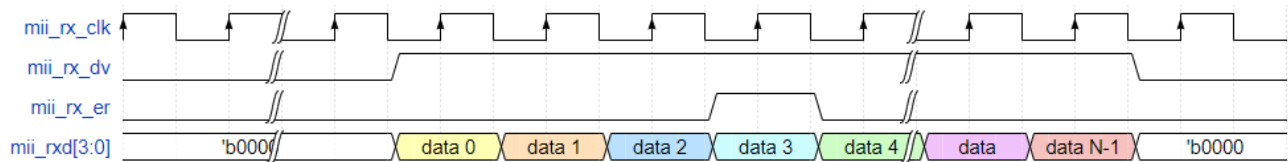


错误数据接收

图 3-4 展示 MII 下错误数据接收过程。

当 mii_rx_dv 为 1 时，若 mii_rx_er 也为 1，则此时 mii_rxd 接收的数据为错误数据。

图 3-4 MII 下错误数据接收过程



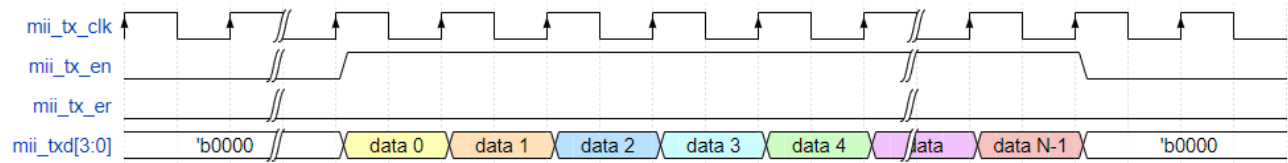
3.4.2 数据发送

正常数据发送

图 3-5 展示 MII 下正常数据发送过程。

当有数据需要发送时，需将 `mii_tx_en` 置为 1，保持到数据发送结束时才能变成 0，在 `mii_tx_en=1` 期间，`mii_tx_er` 须一直保持为 0，同时在 `mii_txd` 上输出有效数据。
`mii_tx_en`、`mii_tx_er` 和 `mii_txd` 在 `mii_tx_clk` 的上升沿完成状态转换。

图 3-5 MII 下正常数据发送过程



3.5 RMII

RMII 的数据传输是在 `refclk` 时钟下进行的，所有信号同步于 `refclk`，且 `refclk` 的频率为 50 MHz。

在数据的传输过程中，不同速率下传输 2bit 数据所占用的时钟周期会有所不同。在 100M 速率下，每 2bit 数据占用 1 个时钟周期进行传输；在 10M 速率下，每 2bit 数据会占用 10 个时钟周期进行数据传输。

当需要传输一字节数据时，数据传输顺序如表 3-2 所示：

表 3-2 RMII 下字节数据传输顺序

传输顺序	字节数据
第 1 个 2bit 数据	[1:0]
第 2 个 2bit 数据	[3:2]
第 3 个 2bit 数据	[5:4]
第 4 个 2bit 数据	[7:6]

3.5.1 数据接收

正常数据接收

图 3-6 展示 RMII 在 100M 速率下正常数据接收过程。图 3-7 展示 RMII 在 10M 速率下正常数据接收过程。

在整个数据接收的过程中，`rmii_rx_crs_dv` 一直保持为 1，直到接收过程结束才会变成 0，同时 `rmii_rx_er` 也会一直保持为 0，`rmii_rxd` 为接收的数据。`rmii_rx_crs_dv`、`rmii_rx_er` 和 `rmii_rxd` 是在 `refclk` 的上升沿完成状态转换。

需要注意，在 `rmii_rx_crs_dv` 开始置为 1 后 `rmii_rxd` 会出现 0 个或多个时钟周期的空闲数据，即 2'b00。

图 3-6 RMII 在 100M 速率下正常数据接收过程

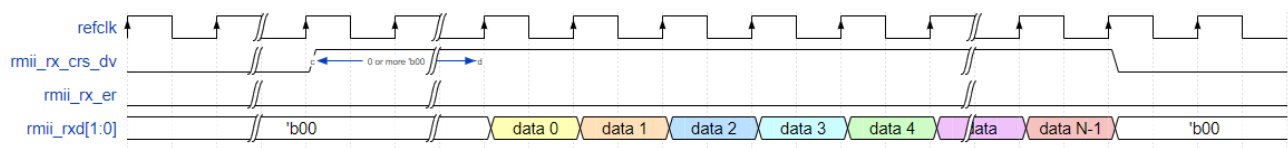
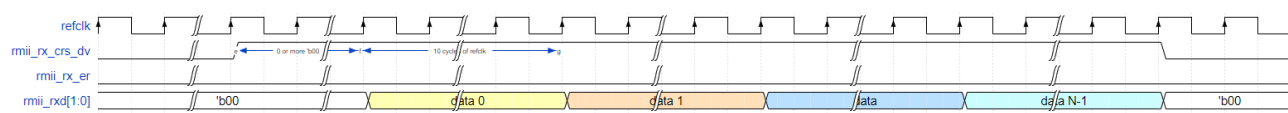


图 3-7 RMII 在 10M 速率下正常数据接收过程



错误数据接收

图 3-8 展示 RMII 在 100M 速率下错误数据接收过程。图 3-9 展示 RMII 在 10M 速率下错误数据接收过程。

当 rmii_rx_crs_dv 为 1 时，若 rmii_rx_er 也为 1，则此时 rmii_rxd 接收的数据为错误数据。

图 3-8 RMII 在 100M 速率下错误数据接收过程

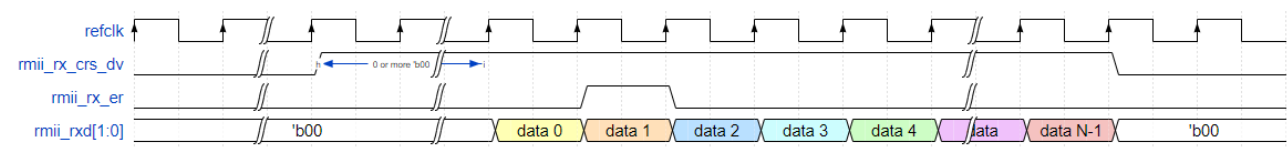
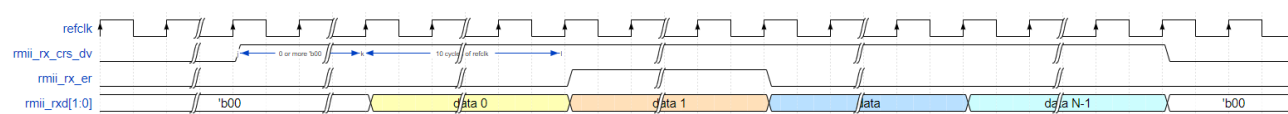


图 3-9 RMII 在 10M 速率下错误数据接收过程



3.5.2 数据发送

正常数据发送

图 3-10 展示 RMII 在 100M 速率下正常数据发送过程。图 3-11 展示 RMII 在 10M 速率下正常数据发送过程。

当有数据进行发送时，会将 rmii_tx_en 置为 1，保持到数据发送结束时才能变成 0，在 rmii_tx_en=1 期间，rmii_txd 上为有效数据。rmii_tx_en 和 rmii_txd 在 refclk 的上升沿完成状态转换。

图 3-10 RMII 在 100M 速率下正常数据发送过程

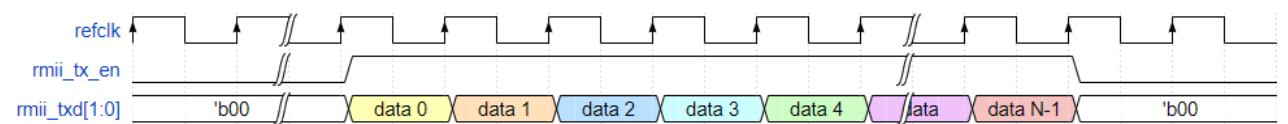
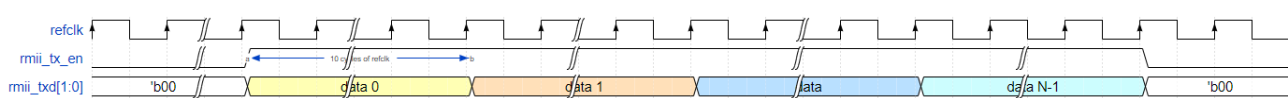


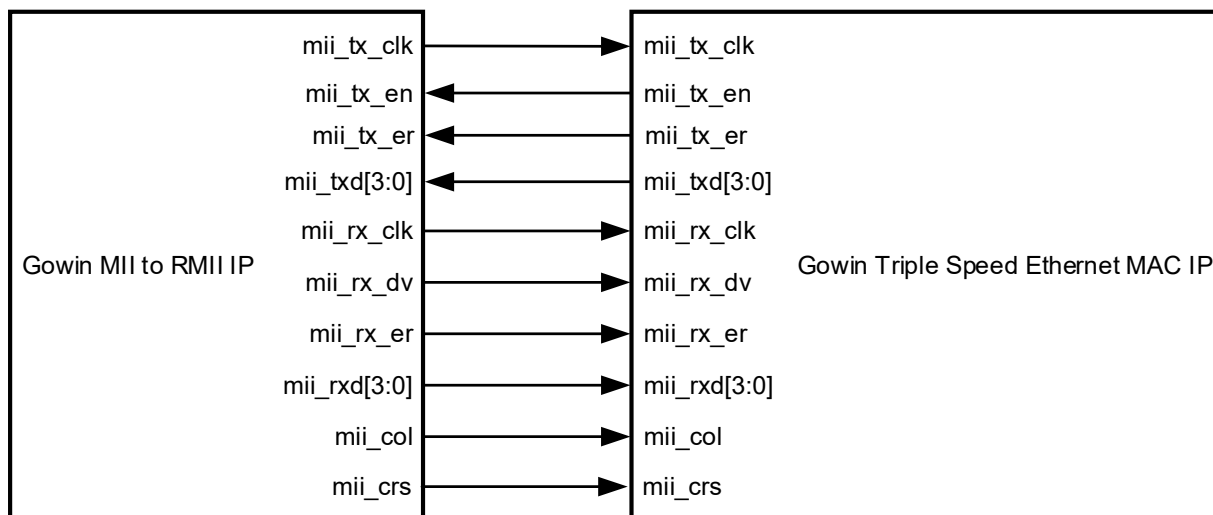
图 3-11 RMII 在 10M 速率下正常数据发送过程



3.6 关联 IP

Gowin MII to RMII IP 可搭配 Gowin Triple Speed Ethernet MAC IP 一起使用，实现支持 RMII 接口的 MAC 功能。两者之间通过 MII 接口连接，其连接示意图如图 3-12 所示。

图 3-12 与 Gowin Triple Speed Ethernet MAC IP 连接示意图



4 端口描述

Gowin MII to RMII IP 端口示意图如图 4-1 所示。

图 4-1 Gowin MII to RMII IP 端口示意图

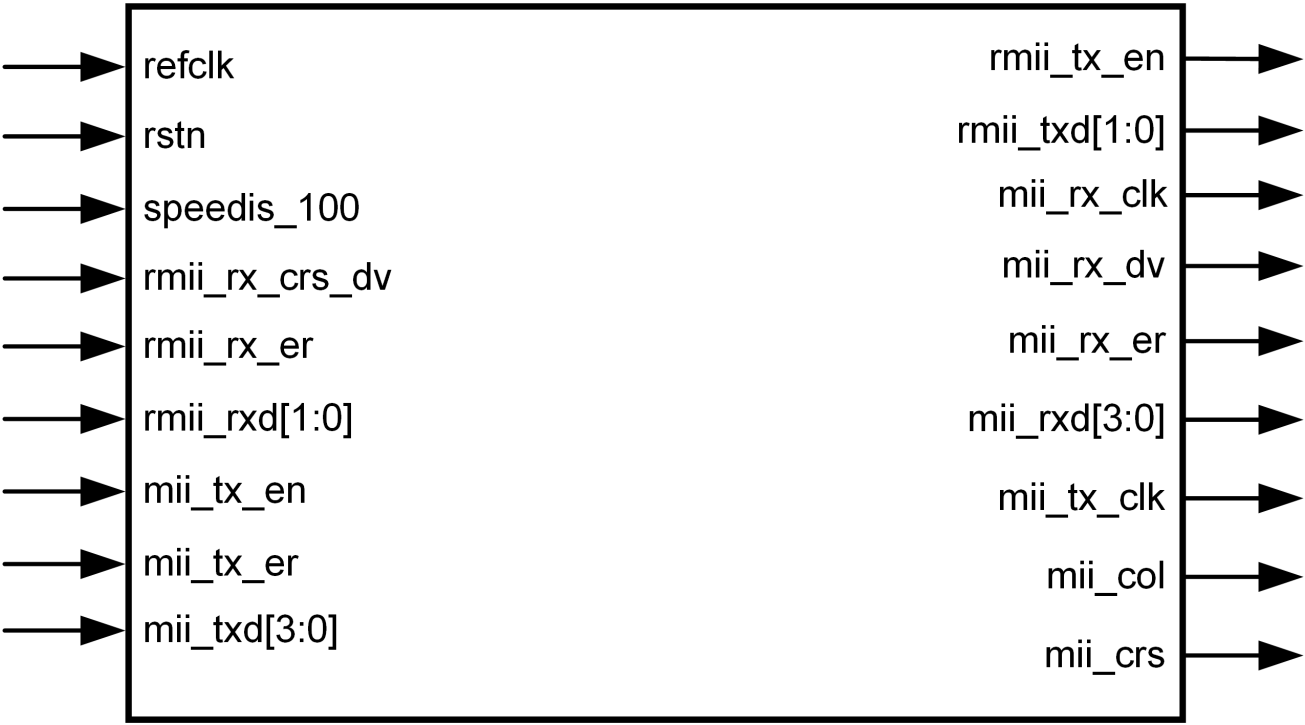


表 4-1 Gowin MII to RMII 端口信号列表

序号	信号名称	类型	位宽	描述	时钟域
1	refclk	Input	1	IP 时钟输入，50MHz	refclk
2	rstn	Input	1	IP 复位信号，低有效	
3	speedis_100	Input	1	速率选择信号： 1: 100M 0: 10M	
RMII Interface					

序号	信号名称	类型	位宽	描述	时钟域
4	rmii_rx_crs_dv	Input	1	RMII 接收使能/载波	refclk
5	rmii_rx_er	Input	1	RMII 接收错误	
6	rmii_rxd	Input	2	RMII 接收数据	
7	rmii_tx_en	Output	1	RMII 发送使能	
8	rmii_txd	Output	2	RMII 发送数据	
MII Interface					
9	mii_rx_clk	Output	1	MII 接收时钟	mii_rx_clk
10	mii_rx_dv	Output	1	MII 接收使能	
11	mii_rx_er	Output	1	MII 接收错误	
12	mii_rxd	Output	4	MII 接收数据	
13	mii_tx_clk	Output	1	MII 发送时钟	mii_tx_clk
14	mii_tx_en	Input	1	MII 发送使能	
15	mii_tx_er	Input	1	MII 发送错误	
16	mii_txd	Input	4	MII 发送数据	
17	mii_col	Output	1	MII 冲突信号	
18	mii_crs	Output	1	MII 载波信号	

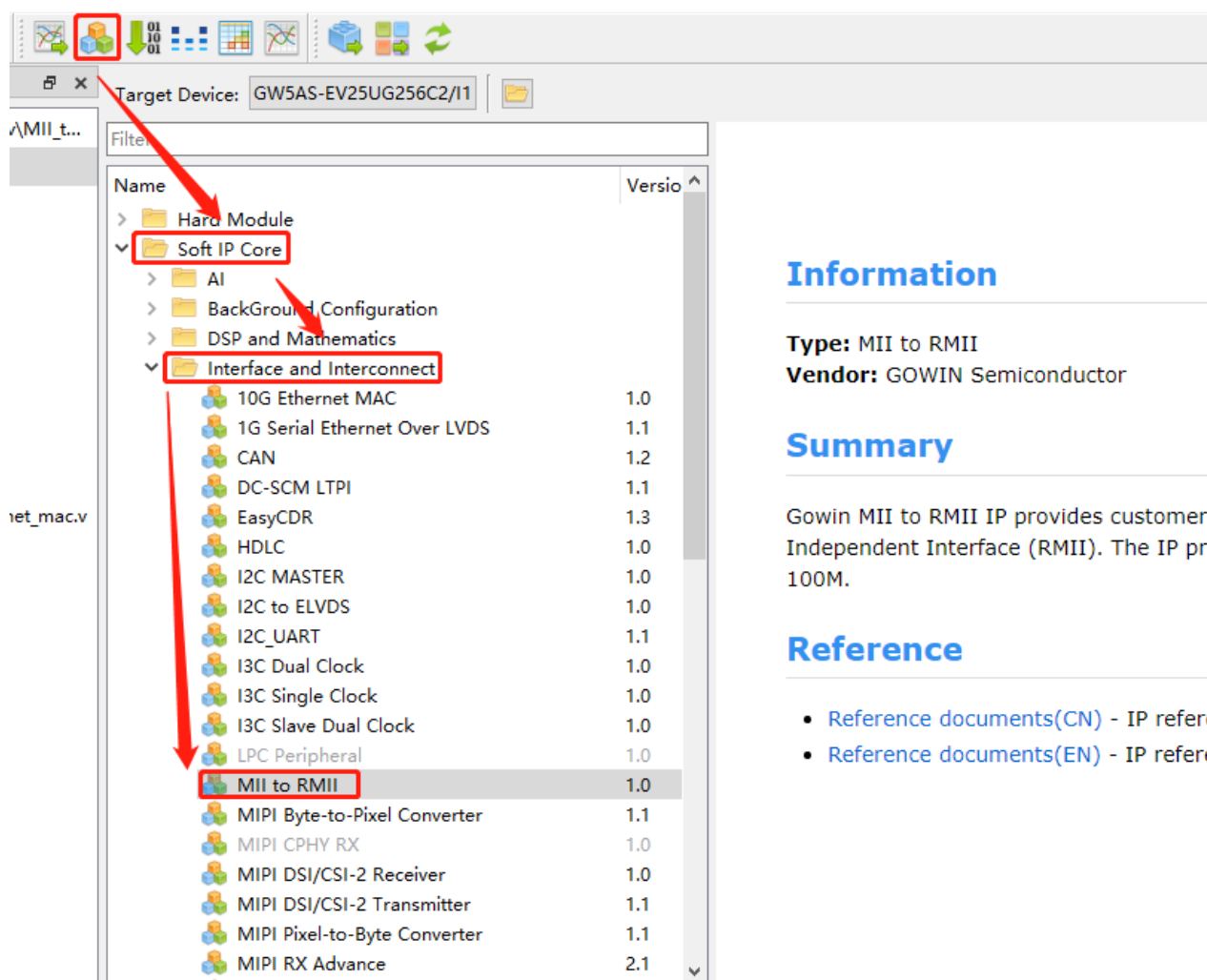
5 调用及配置

打开高云半导体云源软件，点击快捷栏“”或菜单栏“Tools > IP Core Generator”启动 IP Core Generator 工具，进行 IP 的调用及配置。

1. 打开 IP Core Generator。

用户创建工程后，点击“IP Core Generator”，即可打开 Gowin 的 IP 核产生工具，如图 5-1 所示。

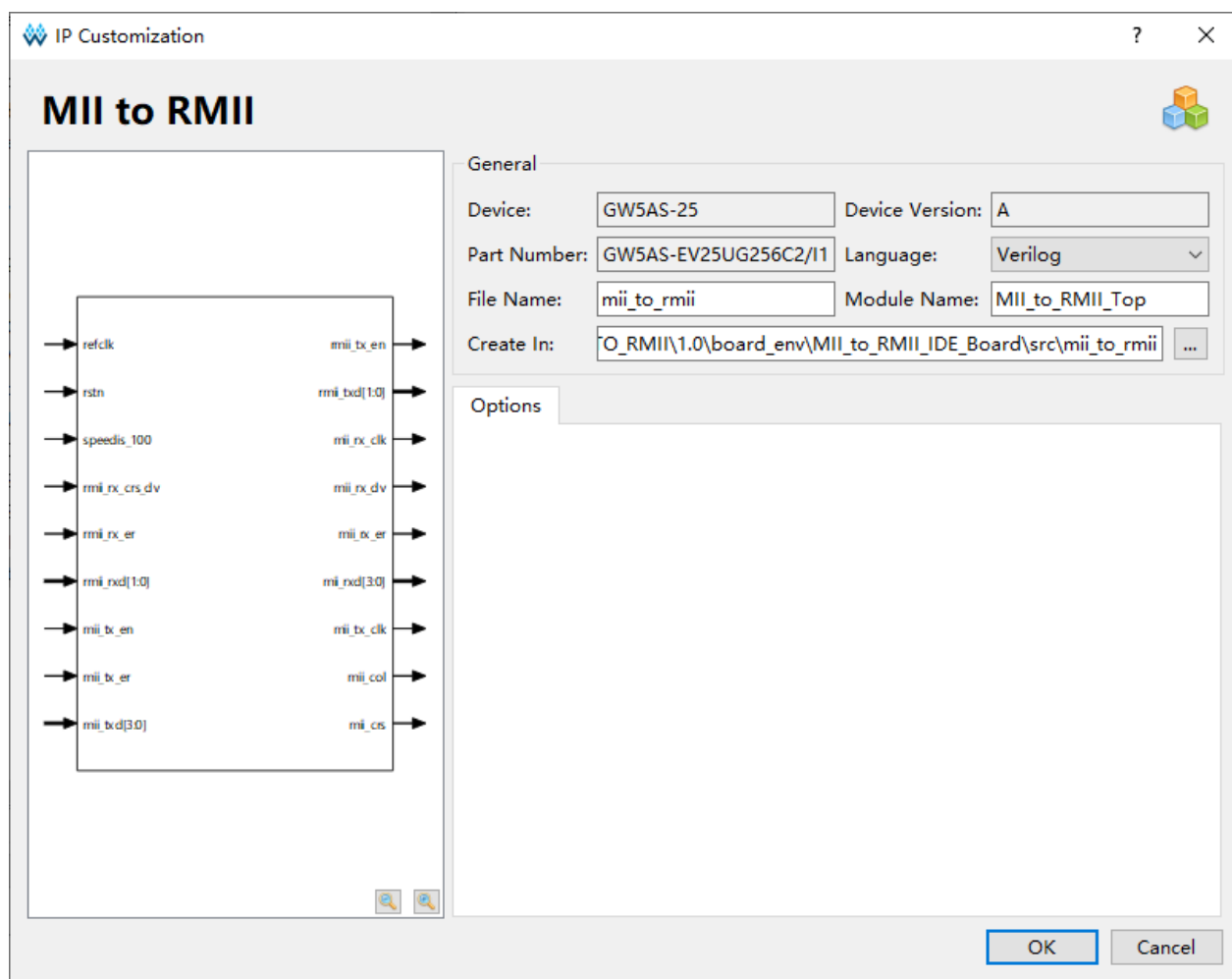
图 5-1 IP Core Generator 界面



2. 打开 IP。

双击“Soft IP Core > Interface and Interconnect > MII to RMII”，打开 Gowin MII to RMII IP 界面，如图 5-2 所示。

图 5-2 Gowin MII to RMII 配置界面



- 可通过修改“File Name”，配置产生的 IP 文件名称。
- 可通过修改“Module Name”，配置产生的 IP 顶层模块名称。
- 可通过修改“Options”选项，配置 IP 其他配置。

6 参考设计

详细信息请参见高云半导体官网 [Gowin MII to RMII IP 参考设计](#)。

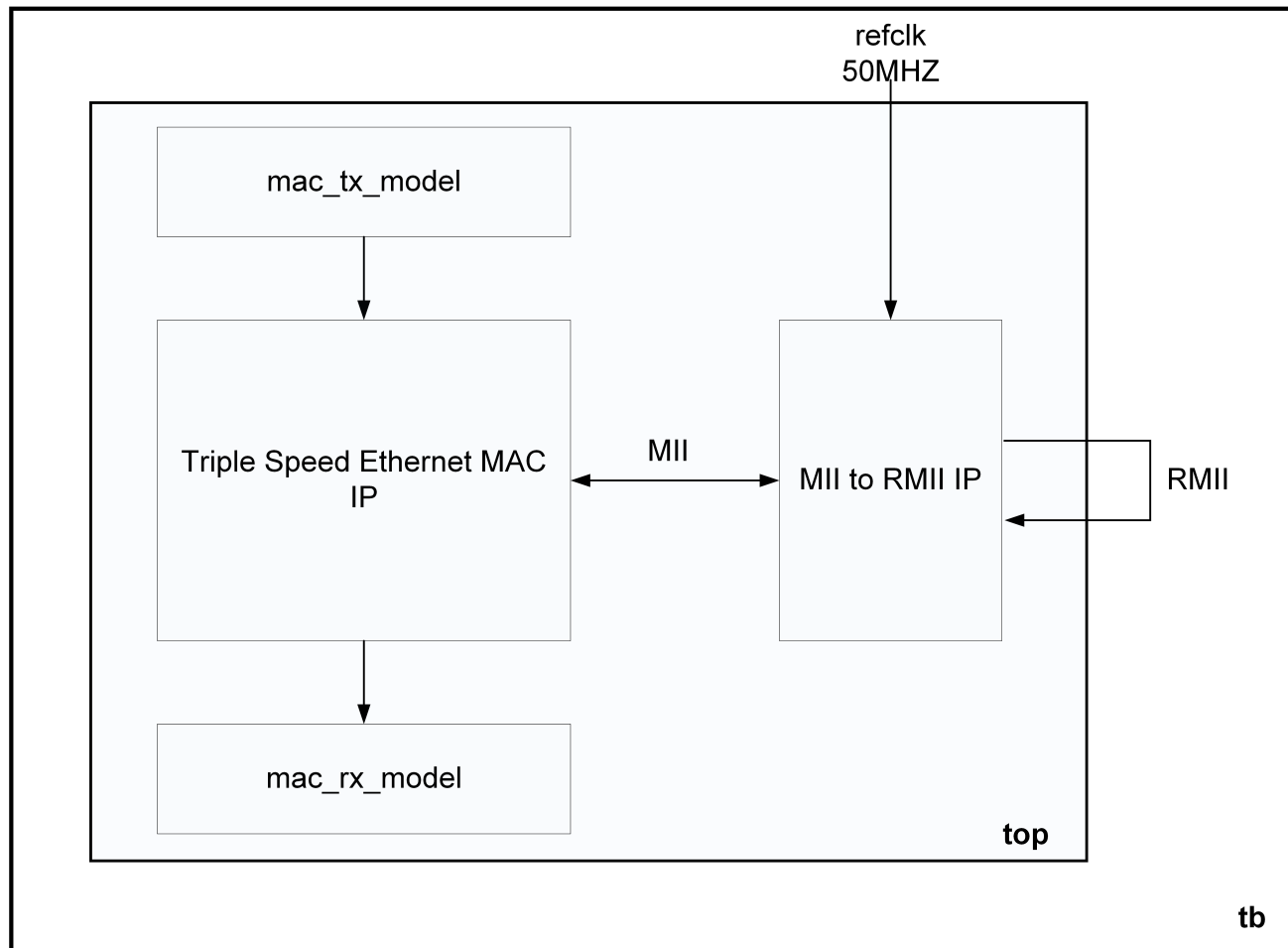
注！

Gowin MII to RMII IP 的参考设计仅供客户进行功能仿真。

6.1 系统结构

功能仿真的系统结构如图 6-1 所示。

图 6-1 系统结构



1. 仿真顶层 tb 提供 50 MHz 时钟 refclk 和 RMII 接口的环回；
2. 顶层 top 包含 mac_tx_model、mac_rx_model、Triple Speed Ethernet MAC IP 和 MII to RMII IP；
3. mac_tx_model 用于发送以太网帧，每帧都携带 1500 字节的数据；
4. mac_rx_model 用于接收以太网帧并检测以太网帧的准确性。

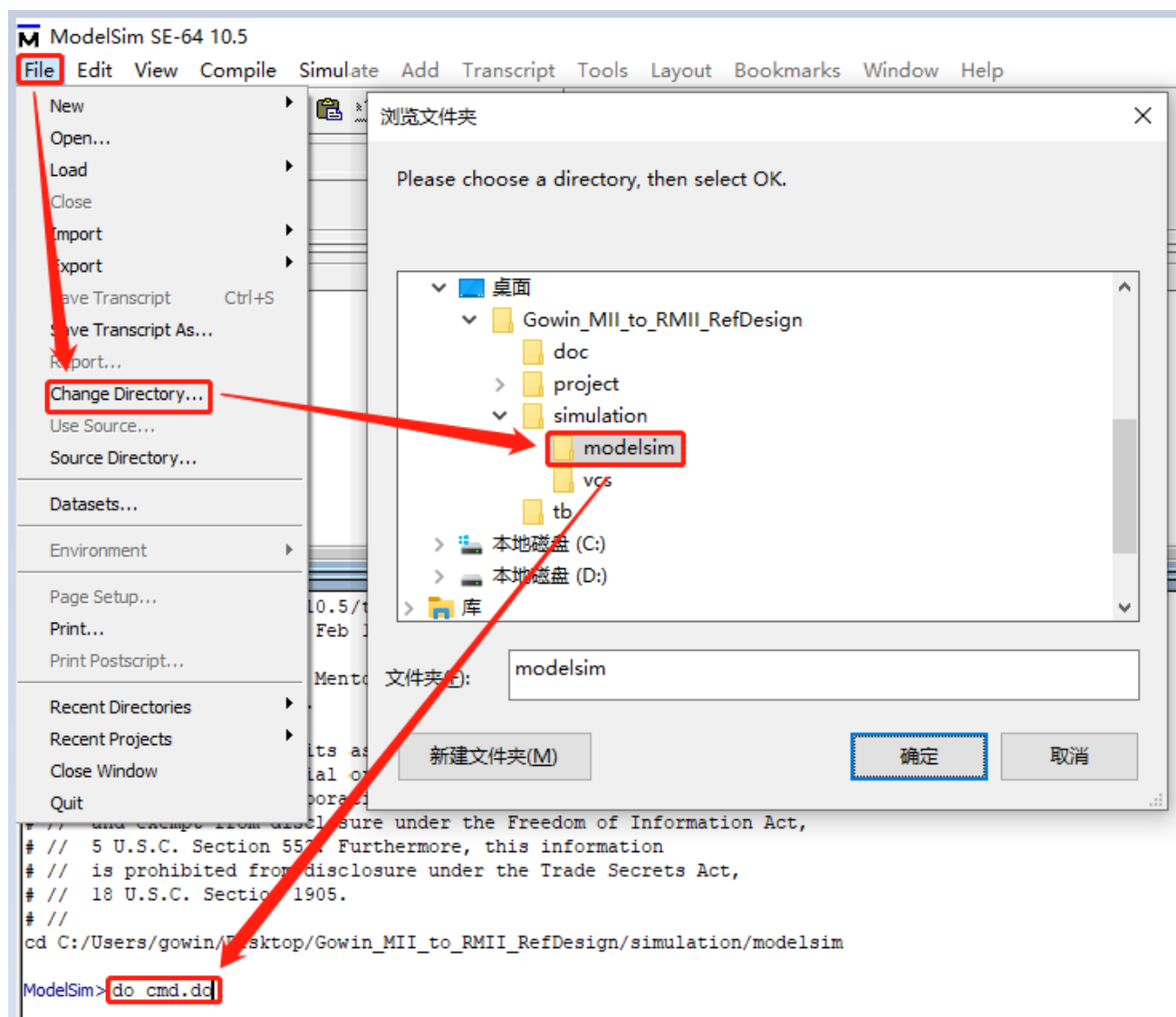
6.2 操作步骤

6.2.1 Modelsim

1. 打开 Modelsim 软件，点击菜单栏的“File”，从下拉框内选择“Change Directory”；
2. 在浏览路径中找到下载的参考设计 Gowin_MII_to_RMII_RefDesign，并依次选择“simulation”、“modelsim”文件夹；

3. 在 Modelsim 的指令栏输入“do cmd.do”指令，按回车键后开始进行功能仿真。

图 6-2 Modelsim 操作流程



6.2.2 VCS

1. 在安装 VCS 的 Linux 环境下打开终端（命令行）；
2. 通过 cd 指令进入下载的参考设计 Gowin_MII_to_RMII_RefDesign 文件夹，再依次进入“simulation”、“vcs”文件夹；
3. 输入“vcs.sh”指令后回车，开始进行功能仿真。

7 文件交付

Gowin MII to RMII IP 交付文件主要包含文档和参考设计。

7.1 文档

文件夹主要包含用户指南 PDF 文档。

表 7-1 文档列表

名称	描述
IPUG1195, Gowin MII to RMII IP 用户指南	Gowin MII to RMII IP 用户手册

7.2 设计源代码（加密）

加密代码文件夹包含 Gowin MII to RMII IP 的 RTL 加密代码，供 GUI 使用，以配合高云半导体云源软件产生用户所需的 IP 核。

表 7-2 Gowin MII to RMII IP 设计源代码列表

名称	描述
mii_to_rmii_wrap.v	IP 核顶层文件，给用户接口信息，不加密
mii_to_rmii.v	IP 核 RTL 设计文件，加密
static_macro_define.v	本地静态参数配置文件，不加密
define.vh	IP 配置文件，需要 GUI 生成

7.3 参考设计

参考设计文件夹主要包含 Gowin MII to RMII IP 顶层文件及工程文件夹等。

表 7-3 参考设计文件列表

文件名称	描述
top.v	参考设计的顶层 module
mac_rx_model.v	MAC 层 RX 信号控制模块

文件名称	描述
mac_tx_model.v	MAC 层 TX 信号控制模块
triple_speed_ethernet_mac	Triple Speed Ethernet MAC IP 文件夹
mii_to_rmii	MII to RMII IP 文件夹

