



Gowin MIPI D-PHY RX TX

用户指南

IPUG112-2.0,2019-03-05

版权所有©2019 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
2017/04/24	1.0	初始版本。
2018/05/16	1.1	增加 MIPI D-PHY 1:16 模式说明。
2019/03/05	2.0	增加 MIPI IO 及相应说明。

目录

目录	i
图目录	iii
表目录	iv
1 关于本手册	1
1.1 手册内容	1
1.2 适用产品	1
1.3 相关文档	1
1.4 术语、缩略语	2
1.5 技术支持与反馈	2
2 概述	3
2.1 MIPI D-PHY TX RX IP 介绍	3
2.2 MIPI D-PHY 介绍	3
3 特征与性能	5
3.1 主要特征	5
3.2 最大频率	5
3.3 延迟 Latency	5
3.4 资源利用	6
4 功能描述	7
4.1 MIPI D-PHY RX 结构与功能	7
4.2 MIPI D-PHY TX 结构与功能	9
4.3 MIPI IO	12
5 端口描述	13
5.1 MIPI D-PHY RX 端口	13
5.2 MIPI D-PHY TX 端口	14

6 时序说明	16
6.1 RX 输入信号时序	16
6.2 TX 输入信号时序	17
7 MIPI D-PHY RX/TX 配置及调用	19
7.1 MIPI D-PHY RX 配置	19
7.2 MIPI D-PHY TX 配置	20

图目录

图 2-1 MIPI D-PHY 结构示意图.....	4
图 4-1 HS 模式和 LP 模式的接口实现	8
图 4-2 HS 模式和 LP 模式的接口实现，HS 采用 ELVDS.....	10
图 6-1 MIPI D-PHY RX 在 HS 1:8 模式下输入信号时序.....	17
图 6-2 MIPI D-PHY TX 在 HS 1:8 模式下输入信号时序	18
图 6-3 MIPI D-PHY TX 在 HS 1:16 模式下输入信号时序	18
图 7-1 MIPI D-PHY RX 配置页面	19
图 7-2 MIPI D-PHY TX 配置页面	21

表目录

表 1-1 术语、缩略语	2
表 2-1 MIPI D-PHY RX 与 TX IP	3
表 3-1 D-PHY TX RX Latency	6
表 3-2 MIPI D-PHY RX 占用资源	6
表 3-3 MIPI D-PHY TX 占用资源	6
表 5-1 D-PHY RX 的 IO 端口列表.....	13
表 5-2 D-PHY TX 模块 IO 列表.....	14
表 7-1 MIPI D-PHY RX 的 Options 选项配置.....	20
表 7-2 MIPI D-PHY TX 的 Options 选项配置	21

1 关于本手册

1.1 手册内容

Gowin MIPI D-PHY RX TX 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 MIPI D-PHY RX TX 的产品特性、特点及使用方法。

1.2 适用产品

本手册中描述的信息适用于以下产品：

1. GW1N 系列 FPGA 产品；
2. GW1NR 系列 FPGA 产品；
3. GW1NS 系列 FPGA 产品；
4. GW1NSR 系列 FPGA 产品；
5. GW2A 系列 FPGA 产品；
6. GW2AR 系列 FPGA 产品；

1.3 相关文档

通过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：

1. GW1N 系列 FPGA 产品数据手册
2. GW1NS 系列 FPGA 产品数据手册
3. GW1NR 系列 FPGA 产品数据手册
4. GW1NSR 系列 FPGA 产品数据手册
5. GW2A 系列 FPGA 产品数据手册
6. GW2AR 系列 FPGA 产品数据手册
7. Gowin 云源软件用户指南

1.4 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
IP	Intellectual Property	知识产权
RAM	Random Access Memory	随机存取存储器
LUT	Look-up Table	查找表
GSR	Global System Reset	全局系统复位

1.5 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 MIPI D-PHY TX RX IP 介绍

Gowin MIPI D-PHY TX RX IP 适用于串行显示接口（Display Serial Interface, DSI）和串行摄像头接口（Camera Serial Interface, CSI），旨在用于接收或发送图像或视频数据，MIPI D-PHY 为其提供物理层定义。

表 2-1 MIPI D-PHY RX 与 TX IP

MIPI D-PHY RX 与 TX IP	
IP 核应用	
芯片支持	<ul style="list-style-type: none"> ● MIPI DPHY 1:8 模式: GW1N、GW1NR、GW1NS、GW1NSR、GW2A、GW2AR 系列; ● MIPI DPHY 1:16 模式: GW1N-6、GW1N-9、GW1NR-9、GW1NS 系列; ● MIPI IO 仅支持 GW1N-9、GW1NR-9。
逻辑资源	请参见表 3-2 及表 3-3。
交付文件	
设计文件	Verilog (encrypted)
参考设计	Verilog
TestBench	Verilog
测试设计流程	
综合软件	Synplify_Pro
应用软件	GoWinYunYuan

2.2 MIPI D-PHY 介绍

移动产业处理器接口（Mobile Industry Processor Interface, MIPI）为移动设备组件接口规范标准。MIPI D-PHY 为 DSI 和 CSI 提供物理层定义，描述源同步、高速、低功耗的物理层接口协议。根据应用需求，MIPI D-PHY 分为 RX 与 TX 两个部分，用于接收或发送符合 MIPI D-PHY 规范的数据，其结构示意图如图 2-1 所示。

在典型配置下，MIPI D-PHY 包含 1 个时钟通道和 1~ 4 个数据通道。可通过 IDE 配置数据通道的数量。时钟和数据通道可在 1.2V LVCMOS 信号或 SLVS-200 差分信号之间转换。

MIPI D-PHY 支持以下两种数据传输模式：

- 高速（High-speed, HS）模式
- 低功耗（Low-power, LP）模式

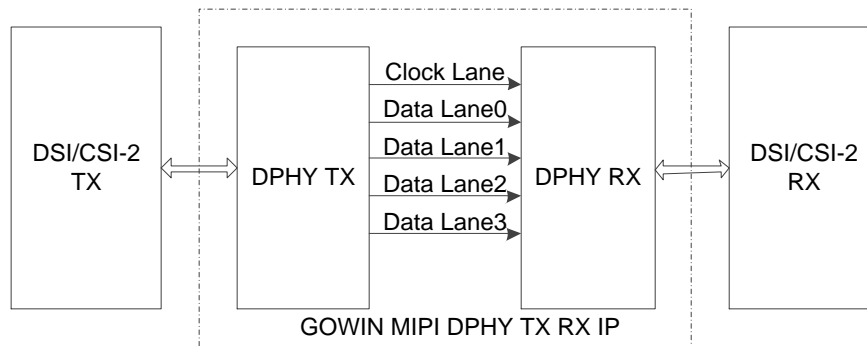
在 HS 模式下，视频数据通过差分进行传递。如应用不同，可持续使用 HS 模式，亦可将高速差分通道转换为单端信号。

当 D-PHY 发送单端信号数据时，进入 LP 模式。

注！

- 在摄像与显示应用中，在消隐期间进入 LP 模式可减少功耗。
- 在显示应用中，低功耗模式可用来配置屏幕设置。

图 2-1 MIPI D-PHY 结构示意图



3 特征与性能

3.1 主要特征

- 符合标准《MIPI Alliance Standard for D-PHY Specification》，版本 1.1。
- MIPI CSI2 和 DSI，RX 和 TX 器件接口。
- 支持单向高速 (HS, High-speed) 模式。
- 支持双向低功耗 (LP, Low-power) 操作模式。
- 串并转换和串行高速 (HS, High-speed) 数据转换为字节数据包。
- 支持 MIPI D-PHY TX 8:1 模式与 16:1 模式；
- 支持 MIPI D-PHY RX 1:8 模式与 1:16 模式；

注！

MIPI D-PHY 1:16 模式目前仅 GW1N-6K、GW1N-9K、GW1NR-9K、GW1NS 系列支持。

- 支持 ELVDS、TLVDS 与 MIPI IO 等 IO Type；

注！

MIPI IO 仅 GW1N-9、GW1NR-9 支持。

- HS 模式下，单通道端口数据速率 (Line Rate) 可支持范围为：80Mb/s~800Mb/s。
- 控制数据在 LP 模式下进行传输，数据速率为 10Mb/s。

3.2 最大频率

MIPI D-PHY 的最大频率主要根据 Line Rate 与所用器件的速度等级 (speed grade of the devices) 确定。

3.3 延迟 Latency

D-PHY TX Latency 指从 8 位/16 位并行数据 data_in 输入至串行数据 HS_DATA 输出之间的时间延迟周期。

D-PHY RX Latency 指从串行数据 HS_DATA 的数据包头 (start-of-transmission, SOT) 输入开始，至 8 位/16 位并行数据 data_out 输出之间的时间延迟周期。

具体延迟数据请参考表 3-1。

表 3-1 D-PHY TX RX Latency

模块	Line Rate (Mb/s)	Lanes	Latency (byteclk Latency ⁽¹⁾ Cycle)
D-PHY TX	800	1	3
D-PHY RX	800	1	11

注！

[1] Frequency of byteclk (MHz) = line rate in Mb/s / 8

3.4 资源利用

通过 Verilog 语言实现 MIPI D-PHY RX 和 TX。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 GW1N-4K 系列 FPGA 为例，MIPI D-PHY RX 与 TX 其资源利用情况如表 3-2 和表 3-3 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 3-2 MIPI D-PHY RX 占用资源

器件系列	速度等级	器件名称	资源利用	备注
GW1N-4	-5	LUT	318	<ul style="list-style-type: none"> ● 1:8 Mode ● 包含 4 个 HS 数据通道 ● 包含字对齐与通道对齐模块 ● 不包含 clk_cross_fifo
		IODELAY	4	
		REG	300	
		BSRAM	4	
		IDES8	5	
		CLKDIV	1	
		DQCE	1	

表 3-3 MIPI D-PHY TX 占用资源

器件系列	速度等级	器件名称	资源利用	备注
GW1N-4	-5	LUT	16	<ul style="list-style-type: none"> ● 8:1 Mode ● 未配置内部 PLL
		REG	4	
		CLKDIV	1	
		OSER8	4	
		DQCE	1	

4 功能描述

MIPI D-PHY 包含以下两种 D-PHY IP 模块：

- D-PHY RX
- D-PHY TX

在 D-PHY RX 与 D-PHY TX 中，HS 数据分别进行单位数据与字节进行串并转换/并串转换，LP 模式数据可在任意数据通道和时钟通道上进行双向传输。

注！

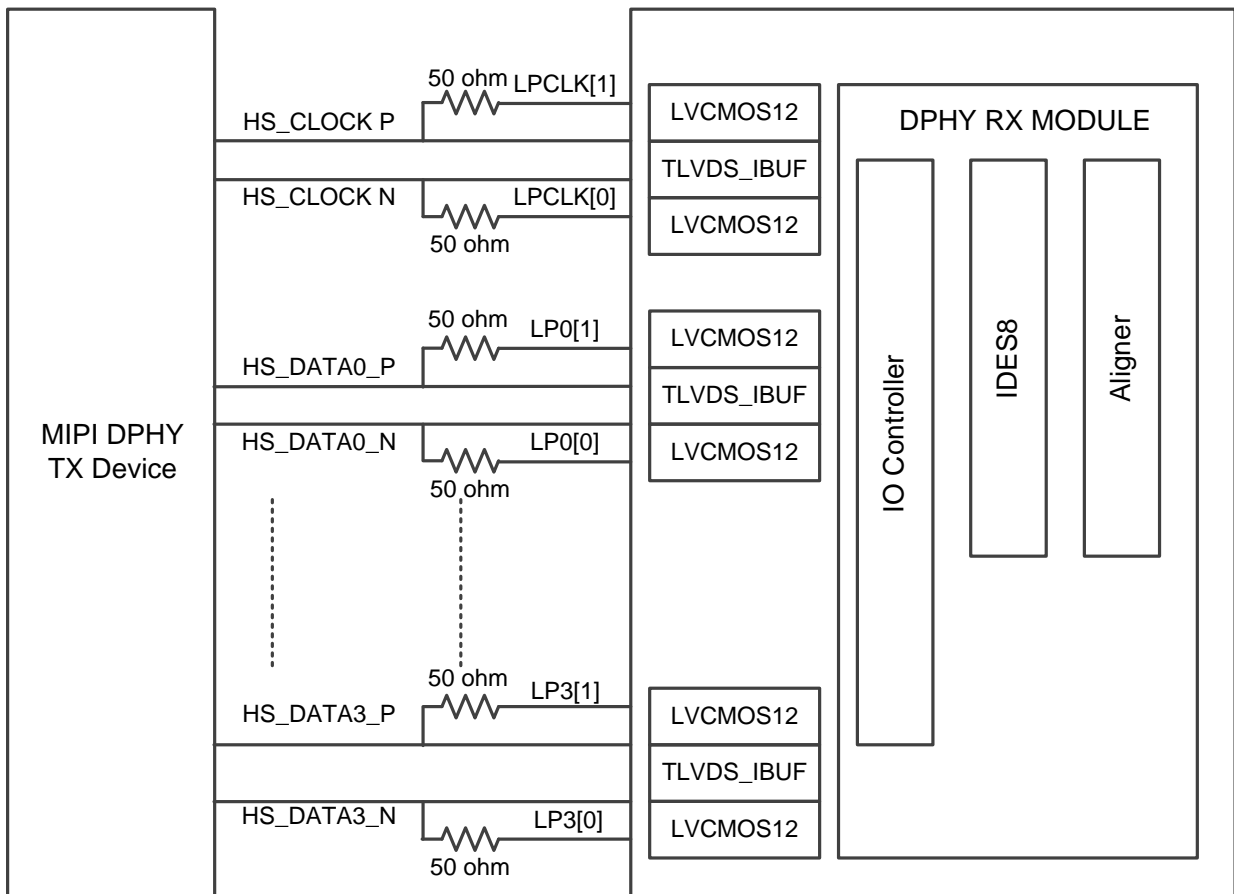
D-PHY RX 与 D-PHY TX 的电阻网络虽不相同，但两种模块均需支持双向 LP 模式通信和单向 HS 模式通信。

4.1 MIPI D-PHY RX 结构与功能

用户可使用 D-PHY RX，通过一个时钟通道，四个数据通道来接收 HS 数据。

每个时钟和数据通道均采用四个 IO 口。两个 IO 引脚通过 TLVDS 差分 IO 来接收高速数据。TLVDS IO 用于处理 200mV 共模电压。另外两个 IO 在 HS 模式下作为串行端接使用，在 LP 模式下用来接收或发送 1.2V CMOS 数据，如图 4-1 所示。

图 4-1 HS 模式和 LP 模式的接口实现



在 D-PHY RX 模块中，HS 数据通过 IDES8/IDES16 进行串并转换。FPGA 使用 IDES8/IDES16 直接驱动一个 4 分频/8 分频的时钟和 8 位/16 位字节宽度的数据。

注！

用户可配置且必须配置大于或等于 1 个 HS 数据通道，可选择 1、2、3 或 4 个数据通道。

当数据串并转换为 8 位/16 位字节数据，且通道对齐后，可在每个字节时钟周期顺利获得 MIPI 字节数据。

注！

- 通过检测 MIPI HS_Ready 序列来实现对齐。
- MIPI HS_Ready 序列在所有数据通道的数据包头之前的一个周期发送。

hs_en 信号用于复位对齐模块：

1. 当 hs_en 为低时，字对齐模块为复位状态。
2. 当 hs_en 为高，字对齐模块开始寻找下一次 HS_Ready 序列。
3. 在检测到 HS_Ready 序列后，同步信号变为高，正确对齐对齐模块输出端的字节数据。

对齐模块由两个子模块组成：

- 第一个模块将串并转换后的 8 位数据对齐。
- 第二个模块将各个数据通道对齐。

注!

- 某些设计案例中，无需进行通道对齐或通道与字之间的对齐。
- 可通过宏编译指令开启或关闭字和通道对齐功能。

设计通过 `term_en` 信号来控制 `IO_Ctrol_RX` 模块以实现 HS termination。因在本设计中无方向竞争检测机制，可通过以下两种方式进行使能 HS termination:

1. 使用 HS 时钟观测 LP 到 HS 在一个数据通道上的数据转换。
2. 与数据通道相比，时钟通道会预先进入 HS 模式，且推迟退出 HS 模式。将 LP 信号在启动时初始化为输入，然后观察 LP 和 HS 的各个时钟与数据通道。序列一经检测到，用户可通过使能 HS termination 将 `term_en` 设置为“低”。

`IO_Ctrol_RX` 模块同样控制 LP 信号。

每个数据通道均有一个 `lp*_dir` 信号，用于控制 LP 数据在器件与 FPGA 之间传输的方向。

可通过宏定义编译指令单独开启或关闭 LP IP 的某个时钟或数据通道。此方法适用于用户只需一个或两个 MIPI D-PHY 数据通道处于 LP 模式的情况。

将 LP 信号定义为两位宽总线。通常情况下，信号 1 连接到 P 线端，信号 0 连接到 N 线端。有助于与 LP 传输定义模式保持一致。

4.2 MIPI D-PHY TX 结构与功能

用户可通过 D-PHY TX IP 使用 1 个时钟通道和最多 4 个数据通道，每个通道含有 4 个 IO。其中两个 IO 引脚通过 ELVDS 类型或 TLVDS 类型的 IO 发送 HS 数据，输出 IO 配置为差分模式。另外的两个 IO 在 HS 模式下用于提供分压电路，在 LP 模式下用于发送或接收 1.2V CMOS 数据。HS 数据采用 ELVDS 类型 IO 的电路结构如图 4-2 所示，采用 TLVDS 类型 IO 的电路结构如图 4-2 所示。

图 4-2 HS 模式和 LP 模式的接口实现，HS 采用 ELVDS

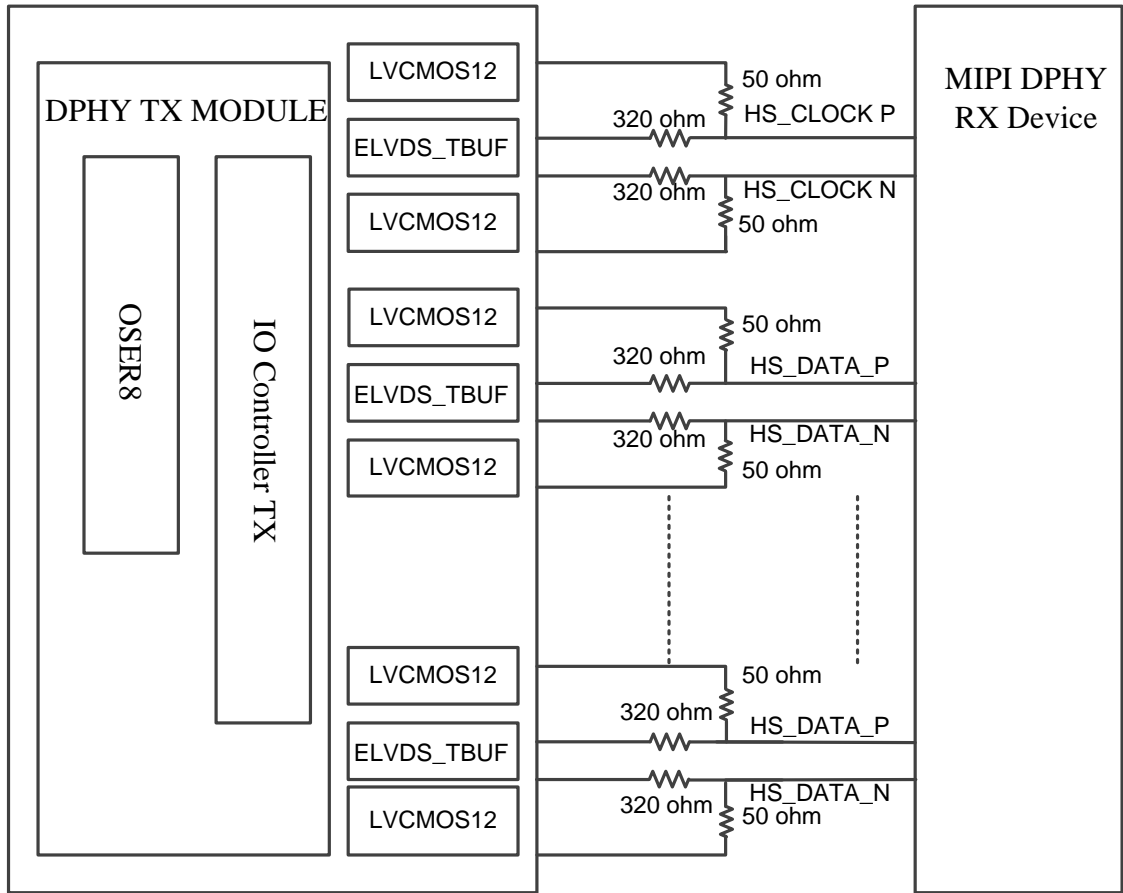
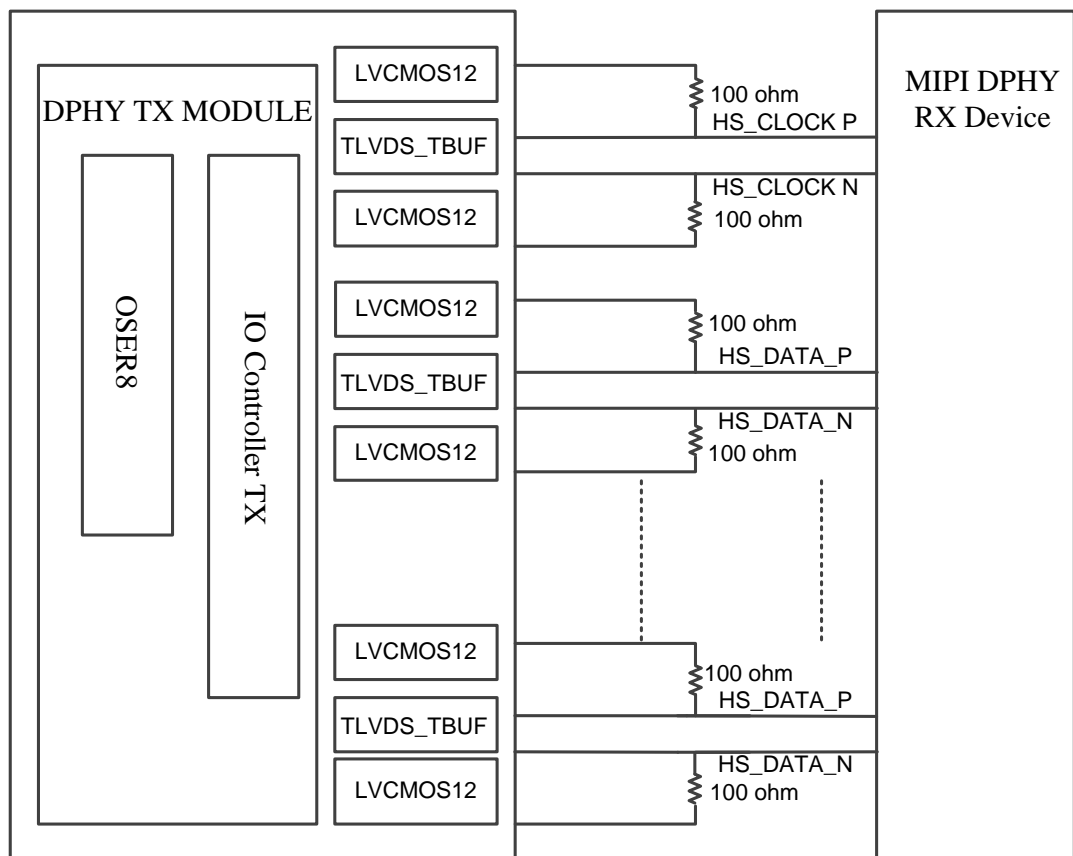


图 4-3 HS 模式和 LP 模式的接口实现，HS 采用 TLVDS



在 D-PHY TX 模块中，HS 数据通过 OSER8/OSER16 进行并串转换。D-PHY TX 输出数据为中心对齐方式，因此 HS 数据通道和时钟通道分别采用由 PLL 产生的相位为 0 度和 90 度的输出时钟信号。用户可选择使用外部 PLL 或内部 PLL 提供时钟。需要注意的是，FPGA 中的内部 PLL 需要一定时间来进行锁定。

IO_Ctrol_TX 模块控制 HS 和 LP 数据的传输。

- 当 `hs_clk_en` 和 `hs_data_en` 信号为高时，HS 模式下的时钟和数据通道使能。在 HS 模式中，通过 IO_Ctrol_TX 配置 CMOS 信号幅度较低，在 LVDS 的输出端建立一个分压网络，使得输出信号为 200mV 的共模电压；
- 当 `hs_clk_en` 或 `hs_data_en` 为低电平，会将相应 ELVDS IO 的输出设置为高阻态，不会干扰 LP 数据传输。因 MIPI 规范规定时钟通道进入（退出）HS 模式应先于（晚于）数据通道，所以设置了 `hs_clk_en` 控制信号和 `hs_data_en` 信号。

`lp_data_dir` 信号控制 LP 模式下的传输方向。

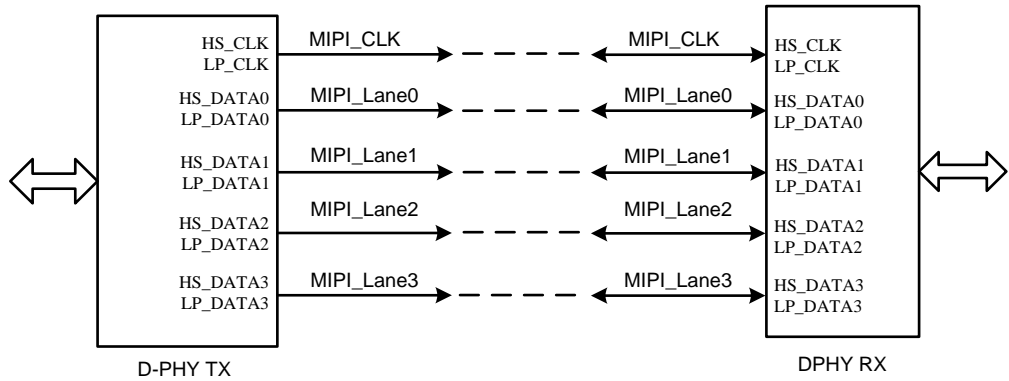
- 当 `hs*_en='1'` 时，需重写 `lp*_dir` 控制信号；
- 当处于 LP 模式下时，IO_Ctrol_TX 模块同样控制 LP 数据传输。`lp*_dir` 信号控制 LP 数据发送或接收的方向。将 LP 信号定义为两位宽度总线。通常情况下，信号 1 连接到 P 线端，信号 0 连接到 N 线端。此方法有助于与 LP 传输定义模式保持一致。

4.3 MIPI IO

MIPI D-PHY TX RX IP 的端口可支持使用 MIPI IO，在选择 MIPI IO TYPE 时，HS 时钟通道与 LP 时钟通道共用 IO 端口，HS 数据通道与 LP 数据通道共用相应的 IO 端口，如图 4-4 所示。

注：仅在 GW1N-9K 和 GW1NR-9K 中支持。

图 4-3 MIPI IO 模式下 MIPI IP 端口示意图



5 端口描述

5.1 MIPI D-PHY RX 端口

有关 MIPI D-PHY RX 的 IO 端口详情，如表 5-1 所示。

表 5-1 D-PHY RX 的 IO 端口列表

信号	方向	描述
reset_n	Input	复位信号，低有效
HS_CLK	Input	<ul style="list-style-type: none"> ● 高速时钟； ● 选择 IO TYPE 为 TLVDS 或 ELVDS 时。
HS_DATA<N>	Input	<ul style="list-style-type: none"> ● 高速数据通道<N>； ● 选择 IO TYPE 为 TLVDS 或 ELVDS 时。
hs_en	Input	在下一个 HS-Ready 序列时初始化字对齐模块；
clk_byte	Output	Clock Byte = HS_CLK/4
data_out<n>	Output	<ul style="list-style-type: none"> ● 通道<n>并行数据输出； ● MIPI D-PHY 模式为 1:8 时，位宽为 8 位； ● MIPI D-PHY 模式为 1:16 时，位宽为 16 位。
ready	Output	当并行数据对齐时为高电平
LP_CLK [1:0]	Bidirectional	<ul style="list-style-type: none"> ● LP 时钟通道。 ● LP_CLK[1] = P wire, LPCLK[0] = N wire； ● 选择 IO TYPE 为 TLVDS 或 ELVDS 时。
LP_DATA<N> [1:0]	Bidirectional	<ul style="list-style-type: none"> ● LP 数据通道<N> ● LP<N> [1] = P wire, LP<N> [0] = N wire； ● 选择 IO TYPE 为 TLVDS 或 ELVDS 时。
term_en	Input	控制 LP 信号在输出端的终端电阻，使输出为 0 时，并重写 lp_data_dir<n>控制信号。
lp_clk_dir	Input	控制 LP 时钟方向 <ul style="list-style-type: none"> ● '0': LP 时钟接收； ● '1': LP 时钟发送。
lp_data<n>_dir	Input	控制 LP 数据方向 <ul style="list-style-type: none"> ● '0': LP 数据接收； ● '1': LP 数据发送。

信号	方向	描述
lp_clk_out [1:0]	Output	<ul style="list-style-type: none"> ● LP 接收时钟; ● 当 lp_clk_dir = '0' 且 term_en = '0' 时有效。
lp_data<n>_out [1:0]	Output	<ul style="list-style-type: none"> ● LP 接收数据; ● 当 lp_data<n>_dir = '0' 且 term_en = '0' 时有效。
lp_clk_in [1:0]	Input	<ul style="list-style-type: none"> ● LP 发送时钟; ● 当 lp_clk_dir = '1' 且 term_en = '0' 时有效。
lp_data<n>_in [1:0]	Input	<ul style="list-style-type: none"> ● LP 发送数据; ● 当 lp_data<n>_dir = '1' 且 term_en = '0' 时有效。
MIPI_CLK	Bidirectional	选择 IO TYPE 为 MIPI IO 时, HS 与 LP 模式共用的时钟通道。
MIPI_LANE<N>	Bidirectional	选择 IO TYPE 为 MIPI IO 时, HS 与 LP 模式共用的数据通道。

5.2 MIPI D-PHY TX 端口

有关 MIPI D-PHY TX 的 IO 端口详情, 如下表 5-2 所示。

表 5-2 D-PHY TX 模块 IO 列表

信号	方向	描述
reset_n	Input	复位信号, 低有效;
HS_CLK	Output	<ul style="list-style-type: none"> ● 高速时钟; ● 选择 IO TYPE 为 TLVDS 或 ELVDS 时;
HS_DATA<N>	Output	<ul style="list-style-type: none"> ● 高速数据通道<N>; ● 选择 IO TYPE 为 TLVDS 或 ELVDS 时;
clk_byte	Input	Clock Byte = HS_CLK/4 采用内置 PLL 时的输入时钟
CLKOP	Input	采用外置 PLL 时的输入时钟, CLKOP 与 CLKOS 相位相差 90°, 频率与 HS_CLK 相同;
CLKOS	Input	
sclk	Output	TX 内部时钟输出, 一般用于采样 data_in;
data_in<n>	Input	<ul style="list-style-type: none"> ● 通道<n>并行数据输入; ● MIPI D-PHY 模式为 8:1 时, 位宽为 8 位; ● MIPI D-PHY 模式为 16:1 时, 位宽为 16 位;
LP_CLK [1:0]	Bidirectional	<ul style="list-style-type: none"> ● LP 时钟通道; ● LPCLK[1] = P wire, LPCLK[0] = N wire; ● 选择 IO TYPE 为 TLVDS 或 ELVDS 时;
LP_DATA<N> [1:0]	Bidirectional	<ul style="list-style-type: none"> ● LP 数据通道<N>; ● LP<N> [1] = P wire, LP<N> [0] = N wire; ● 选择 IO TYPE 为 TLVDS 或 ELVDS 时;
hs_clk_en	Input	使能 HS 时钟的输出端, 使 LP_CLK 信号为 0, 并重写 lp_clk_dir 信号
hs_data_en	Input	使能 HS 时钟的输出端, 使 LP_DATA<N> 信号为 0, 并重写 lp_data<n>_dir 信号

信号	方向	描述
lp_clk_dir	Input	控制 LP 时钟方向 <ul style="list-style-type: none"> ● '0': LP 时钟接收 ● '1': LP 时钟发送
lp_data<n>_dir	Input	控制 LP 数据方向 <ul style="list-style-type: none"> ● '0': LP 数据接收 ● '1': LP 数据发送
lp_clk_out [1:0]	Input	<ul style="list-style-type: none"> ● LP 发送时钟; ● 当 lp_clk_dir = '1' 且 hs_clk_en = '0' 时有效, TX 中无终端电阻。
lp_data<n>_out [1:0]	Input	<ul style="list-style-type: none"> ● LP 发送数据; ● 当 lp_data<n>_dir = '1' 且 hs_data_en = '0' 时有效。
lp_clk_in [1:0]	Output	<ul style="list-style-type: none"> ● LP 接收时钟; ● 当 lp_clk_dir = '0' 且 hs_clk_en = '0' 时有效, TX 中无终端电阻。
lp_data<n>_in [1:0]	Output	<ul style="list-style-type: none"> ● LP 接收数据; ● 当 lp_data<n>_dir = '0' 且 hs_clk_en = '0' 时有效。
MIPI_CLK	Output	选择 IO TYPE 为 MIPI IO 时, HS 与 LP 模式共用的时钟通道。
MIPI_LANE<N>	Output	选择 IO TYPE 为 MIPI IO 时, HS 与 LP 模式共用的数据通道。

6 时序说明

本节旨在介绍 MIPI D-PHY RX 和 TX 在 HS 模式下输入信号的时序情况。

在实际应用中, RX 和 TX 可互相连接, 即: RX 的输出作为 TX 的输入, TX 的输出可作为 RX 的输入。因此, 在以下说明中, 仅给出 RX 和 TX 的输入信号的时序情况。

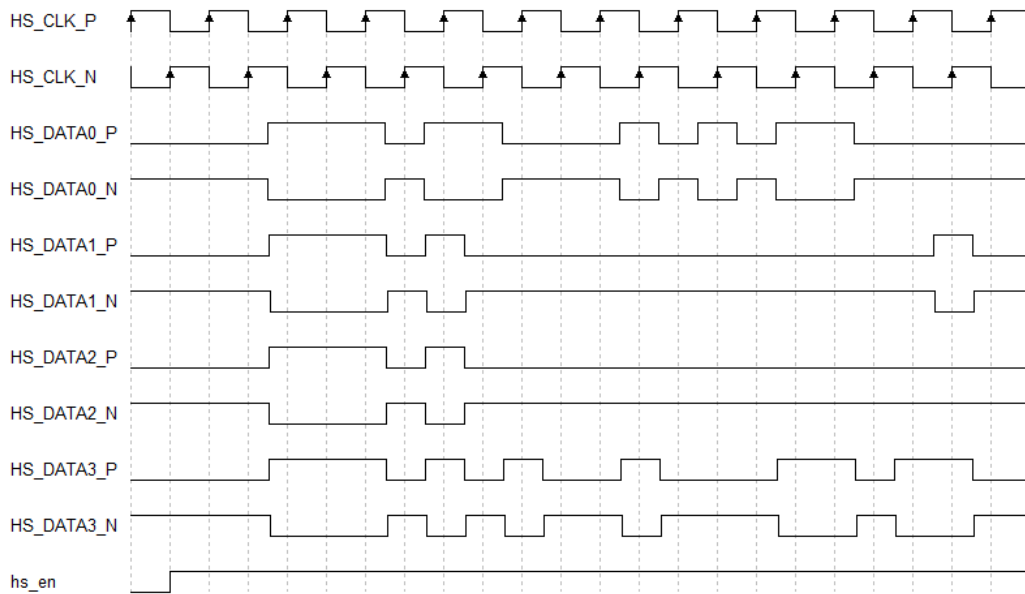
6.1 RX 输入信号时序

MIPI D-PHY RX 在 HS 1:8 模式下的时钟与数据通道信号时序示意图如图 5-1 所示。

在示意图中, 使用 1 个时钟通道(HS_CLK)和 4 个数据通道(HS_DATA0、HS_DATA1、HS_DATA2 和 HS_DATA3)。其中, 时钟通道与数据通道均是差分信号输入。在 HS 模式下, 在发送图像数据时, 时钟与数据中心对齐。须在接收 HS_DATA 数据前, 将 hs_en 信号设置为高电平。

MIPI D-PHY RX 在 HS 1:16 模式下的信号时序与 1:8 模式类似, 需注意的是 RX 转换后的数据位宽为 16bit (2byte), RX 会将先接收的数据放置于低 8 位 (低字节)。

图 6-1 MIPI D-PHY RX 在 HS 1:8 模式下输入信号时序



6.2 TX 输入信号时序

MIPI D-PHY TX 在 HS 模式下的时钟与数据通道信号时序示意图如图 6-2 所示。

在使用 TX 时：

- 若配置使用内部 PLL，需提供时钟 `clk_byte`（频率为 `HS_CLK` 的 1/4）；
- 若不配置内部 PLL，则需提供两个相位差为 90° 的时钟 `CLKOP` 与 `CLKOS`。（`CLKOP`、`CLKOS` 与 `HS_CLK` 同频）

在图 6-2 中，采用 8:1 模式，配有 1 个时钟通道（`HS_CLK`）和 4 个数据通道（`data_in0`、`data_in1`、`data_in2` 和 `data_in3`）。须在接收 `data_in` 数据前，将 `hs_clk_en` 与 `hs_data_en` 信号设置为高电平。

在图 6-3 中，采用 16:1 模式，时序与 8:1 模式类似。在 16:1 模式中，每个周期转换 16bit（2 个字节）数据，低 8 位（低字节）数据将优先发送，因此数据包头 B8 位于第一个数据的低 8 位。

图 6-2 MIPI D-PHY TX 在 HS 1:8 模式下输入信号时序

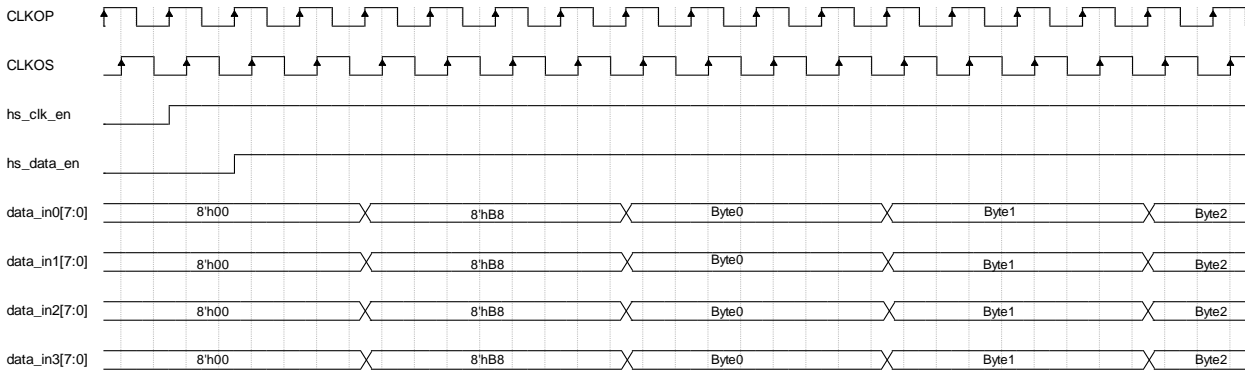
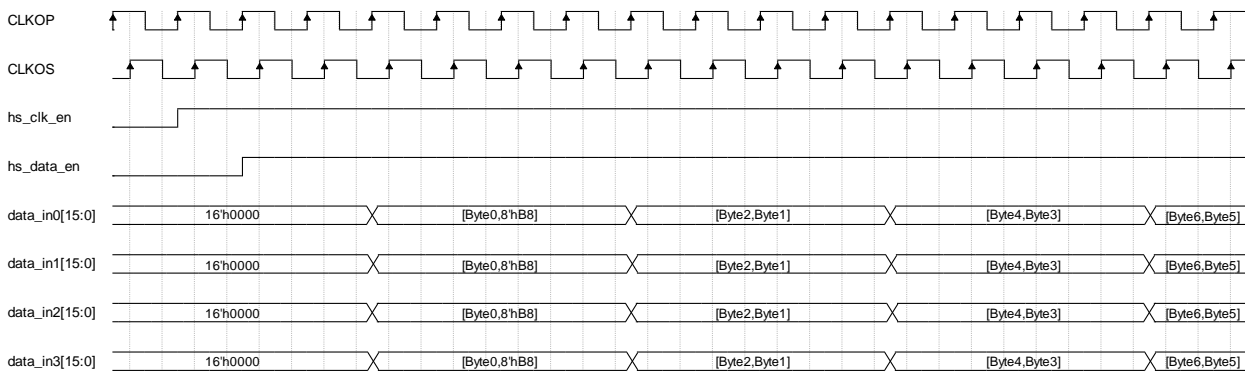


图 6-3 MIPI D-PHY TX 在 HS 1:16 模式下输入信号时序



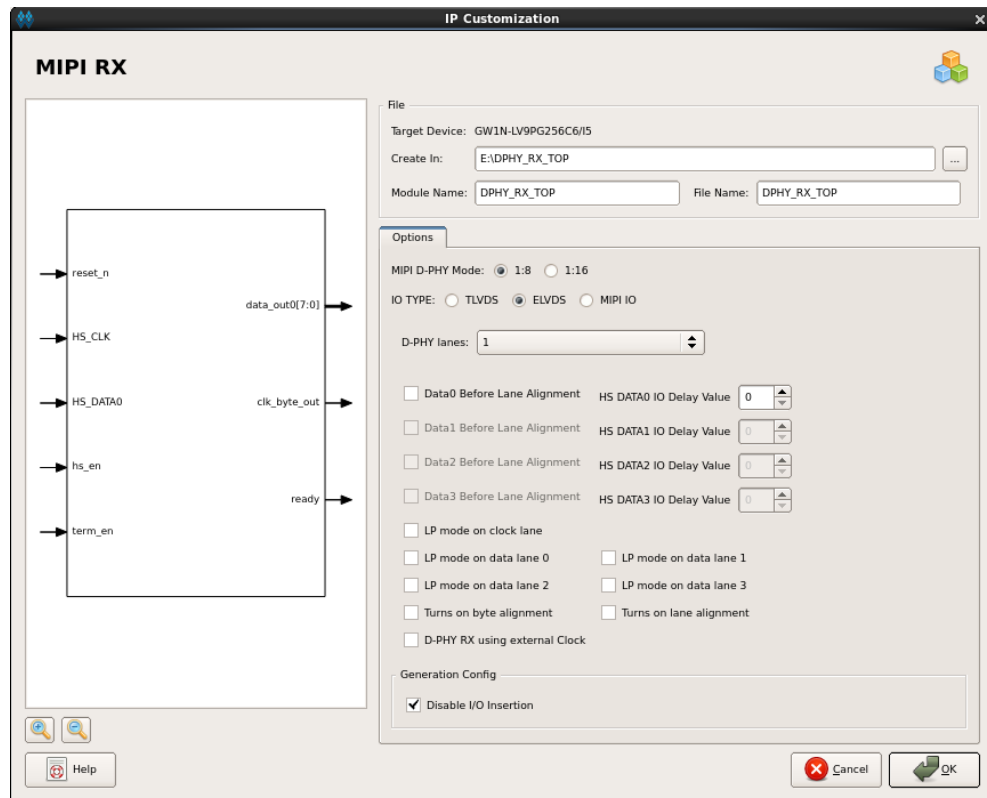
7 MIPI D-PHY RX/TX 配置及调用

在高云云源软件界面菜单栏 Tools 下，可启动 IP Core Generator 工具，完成调用并配置 MIPI D-PHY RX 或 MIPI D-PHY TX。

7.1 MIPI D-PHY RX 配置

MIPI D-PHY RX 配置界面如图 7-1 所示。

图 7-1 MIPI D-PHY RX 配置页面



1. 可通过修改 File Name，配置产生 MIPI D-PHY RX 文件名称；
2. 可通过修改 Module Name，配置产生的 MIPI D-PHY RX 顶层模块名称；
3. 可通过配置 Options 选项，配置 HS 数据通道数量，配置 LP 模式下时钟

和数据通道及确定是否使用 byte alignment 或 lane alignment 等，各选项配置如表 7-1 所示；

4. 默认配置下，只包含 1 个 HS 时钟通道和 1 个 HS 数据通道。

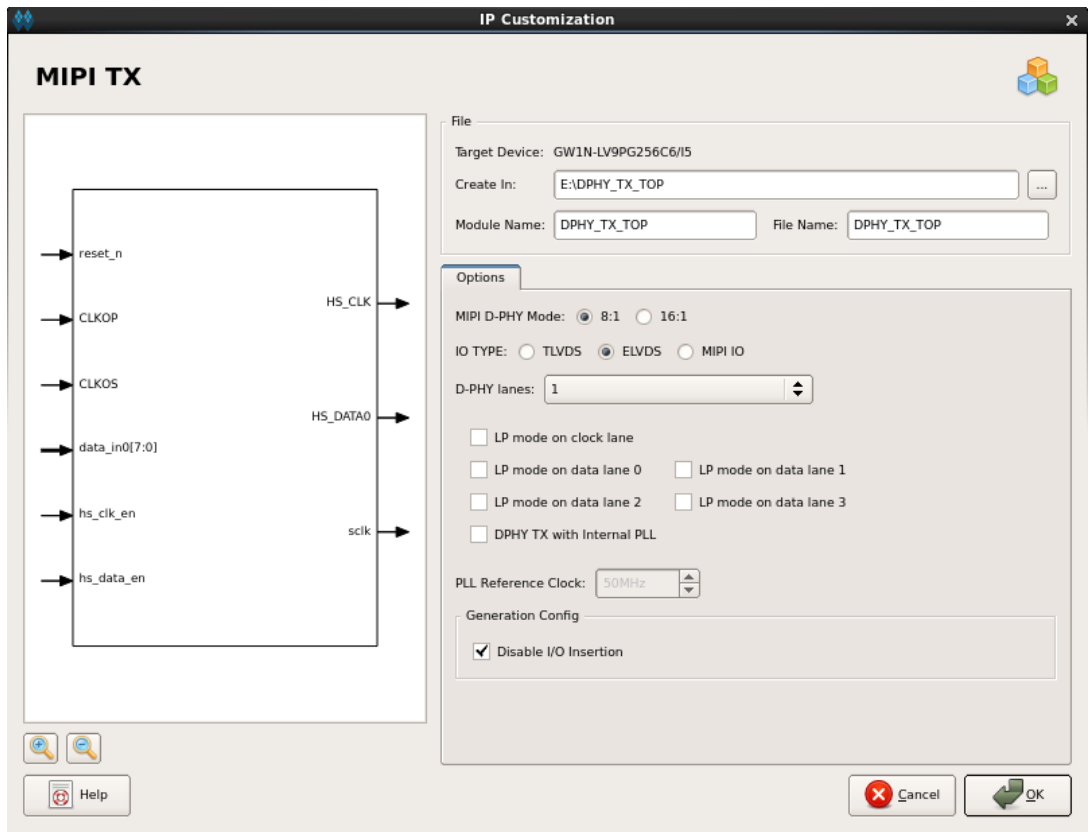
表 7-1 MIPI D-PHY RX 的 Options 选项配置

选项	描述
D-PHY lanes	1: HS 数据通道数，生成 1 个数据通道 HS_DATA0；
	2: HS 数据通道数，生成 2 个数据通道 HS_DATA0 与 HS_DATA1；
	3: HS 数据通道数，生成 3 个数据通道 HS_DATA0、HS_DATA1 与 HS_DATA2；
	4: HS 数据通道数，生成 4 个数据通道 HS_DATA0、HS_DATA1、HS_DATA2 与 HS_DATA3；
MIPI D-PHY Mode	选择数据传输比例模式为 1:8 或 1:16；
IO TYPE	选择 HS Lane 端口使用 ELVDS、TLVDS 或 MIPI IO；
Data3/2/1/0 Before Lane Alignment	选择是否产生数据端口，输出进入 lane alignment 模块之前的数据；各 HS Lane 可分别选择；
HS Data3/2/1/0 IO Delay Value	配置 HS Lane 端口的 IO Delay 数值；各 HS Lane 可分别配置；
LP mode on clock lane	配置 LP 模式下的时钟通道，生成 LP_CLK[1:0]及其它 IO 端口；
LP mode on data lane0	配置 LP 模式下的数据通道 0，生成 LP_DATA0[1:0]及其它 IO 端口；
LP mode on data lane1	配置 LP 模式下的数据通道 1，生成 LP_DATA1[1:0]及其它 IO 端口；
LP mode on data lane2	配置 LP 模式下的数据通道 2，生成 LP_DATA2[1:0]及其它 IO 端口；
LP mode on data lane3	配置 LP 模式下的数据通道 3，生成 LP_DATA3[1:0]及其它 IO 端口；
Turns on byte alignment	配置此选项则启用 byte alignment 模块，用于对齐通道内完成排序后的字节；
Turns on lane alignment	配置此选项则启用 lane alignment 模块，用于对齐不同的数据通道；
D-PHY RX using external Clock	配置此选项后，RX 模块会采用外部时钟(clk_byte).，数据 data_out0/1/2/3 将在 clk_byte 时钟下对齐。

7.2 MIPI D-PHY TX 配置

MIPI D-PHY TX 配置界面如图 7-2 所示。

图 7-2 MIPI D-PHY TX 配置页面



1. 可通过修改 File Name，配置产生的 MIPI D-PHY TX 文件名称；
2. 可通过修改 Module Name，配置产生的 MIPI D-PHY TX 顶层模块名称；
3. 可通过配置 Options 选项，配置 HS 数据通道数量，配置 LP 模式下时钟和数据通道及确定是否使用内部 PLL 等，各选项配置如表 7-2 所示；
4. 默认配置下，只包含 1 个 HS 时钟通道和 1 个 HS 数据通道。

表 7-2 MIPI D-PHY TX 的 Options 选项配置

选项	描述
D-PHY lanes	1: HS 数据通道数，生成 1 个数据通道 HS_DATA0；
	2: HS 数据通道数，生成 2 个数据通道 HS_DATA0 与 HS_DATA1；
	3: HS 数据通道数，生成 3 个数据通道 HS_DATA0、HS_DATA1 与 HS_DATA2；
	4: HS 数据通道数，生成 4 个数据通道 HS_DATA0、HS_DATA1、HS_DATA2 与 HS_DATA3；
MIPI D-PHY Mode	选择数据传输比例模式为 1:8 或 1:16；
IO TYPE	选择 HS Lane 端口使用 ELVDS、TLVDS 或 MIPI IO；
LP mode on clock lane	配置 LP 模式下的时钟通道，生成 LP_CLK[1:0]及其它 IO 端口；
LP mode on data lane0	配置 LP 模式下的数据通道 0，生成 LP_DATA0[1:0]及其它 IO 端口；
LP mode on data lane1	配置 LP 模式下的数据通道 1，生成 LP_DATA1[1:0]及其它 IO 端口；
LP mode on data lane2	配置 LP 模式下的数据通道 2，生成 LP_DATA2[1:0]及其它 IO 端口；
LP mode on data lane3	配置 LP 模式下的数据通道 3，生成 LP_DATA3[1:0]及其它 IO 端口；

选项	描述
D-PHY TX with Internal PLL	配置此选项后，TX 模块将使用内部 PLL，内部 PLL 会产生具有 90° 相位差的两个时钟信号。

