




Gowin USB 2.0 Device Controller IP

用户指南

IPUG927-1.5,2023-04-27

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
2021/03/05	1.0	初始版本。
2022/01/04	1.1	<ul style="list-style-type: none">● 增加同步模式 PID 配置接口；● 增加 Interface 配置接口。
2022/03/01	1.2	<ul style="list-style-type: none">● 扩展数据描述符读取位宽；● 增加 HID 功能支持。
2022/03/24	1.3	增加资源占用描述。
2022/07/18	1.4	修改 USB Device Descriptor 接口描述。
2023/04/27	1.5	<ul style="list-style-type: none">● 支持 ULPI 接口；● 更新端口列表。

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 相关文档	1
1.3 术语、缩略语	2
1.4 技术支持与反馈	2
2 功能简介	3
2.1 概述	3
2.2 特性	4
2.3 资源占用	4
3 功能描述	5
3.1 USB Device Controller	5
3.2 USB Device ControllerTX 用户接口	6
3.3 USB Device ControllerRX 用户接口	7
3.4 USB Device Descriptor 接口	8
3.5 USB Device 控制接口	9
3.5.1 控制数据接口	9
3.5.2 配置数据 RX 接口	10
3.5.3 配置数据 TX 接口	11
3.5.4 接口配置接口	11
4 信号定义	13
4.1 信号定义	13
4.2 参数配置选项	16
5 界面配置	20

6 参考设计..... 22

 6.1 USB 参考设计 22

 6.2 USB CDC 驱动安装 23

 6.3 数据传输测试 25

图目录

图 3-1 USB Device Controller 功能框图	5
图 3-2 USB Device Controller 数据发送时序图	7
图 3-3 USB Device Controller 数据接收时序图	7
图 3-4 USB Device Controller 描述符读取时序图	9
图 3-5 USB Device Controller 控制数据接收时序图	10
图 3-6 USB Device Controller 控制端点数据接收时序图	10
图 3-7 USB Device Controller 控制端点数据发送时序	11
图 5-1 IP Core Generator 选项	20
图 5-2 USB 2.0 Device Controller IP 核	21
图 5-3 USB 2.0 Device Controller 配置界面	21
图 6-1 USB 2.0 Device Controller 参考设计框图	22
图 6-2 查找 USB 设备	23
图 6-3 选择 USB 设备	23
图 6-4 ZadigWinUSB 驱动安装	24
图 6-5 ZadigCDC 驱动安装	24
图 6-6 串口调试助手选择串口设备	25
图 6-7 串口数据回环测试	25

表目录

表 1-1 术语、缩略语	2
表 2-1 Gowin USB 2.0 Device Controller IP 概述	3
表 2-2 资源占用（一）	4
表 2-3 资源占用（二）	4
表 3-1 Device Controller TX 用户接口	6
表 3-2 Device Controller RX 用户接口	7
表 3-3 Device Descriptor 接口	8
表 3-4 控制接口	9
表 3-5 配置数据 RX 接口	10
表 3-6 配置数据 TX 接口	11
表 3-7 接口配置接口	11
表 4-1 信号定义	13
表 4-2 配置选项说明	16

1 关于本手册

1.1 手册内容

Gowin® USB 2.0 Device Controller IP 用户指南主要内容包括功能简介、信号定义、功能描述、界面配置，旨在帮助用户快速了解 Gowin USB 2.0 Device Controller IP 的产品特性、特点及使用方法。

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](#)
- [DS891, GW1NRF 系列蓝牙 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS821, GW1NS 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS871, GW1NSE 系列安全 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS881, GW1NSER 系列安全 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS861, GW1NSR 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](#)
- [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
FS	Full Speed	全速
HID	Human Interface Device	人机接口设备
HS	High Speed	高速
IP	Intellectual Property	知识产权
LS	Low Speed	低速
PID	Packet ID	包标识符
ULPI	UTMI+ Low Pin Interface	UTMI 少引脚接口
USB	Universal Serial Bus	通用串行总线
UTMI	USB2.0 Transceiver Macrocell Interface	USB 2.0 收发器宏单元接口

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

E-mail：support@gowinsemi.com

Tel: +86 755 8262 0391

2 功能简介

2.1 概述

通用串行总线（Universal Serial Bus），通常称为 USB，是一种外部总线，用于规范电脑和外部设备的连接与通讯。

Gowin USB 2.0 Device Controller IP 基于 USB 2.0 协议，支持 USB 高速模式、全速模式与低速模式，支持 Control、Bulk、Isochronous、Interrupt 传输，支持 UTMI 与 ULPI 接口。最多可以实现 15 个 IN/OUT 数据传输端点，每个数据传输端点支持 Bulk、Isochronous、Interrupt 三种传输方式。IP 一端为 UTMI 接口，连接到 USB PHY，另一端为并行数据接口，可连接至用户设计。

表 2-1 Gowin USB 2.0 Device Controller IP 概述

Gowin USB 2.0 Device Controller IP	
逻辑资源	请参见表2-2及表2-3。
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	GowinSynthesis®
应用软件	Gowin® Software (V1.9.9 Beta及以上)

注！

可登录[高云半导体网站](#)查看芯片支持信息。

2.2 特性

USB 2.0 Device Controller IP 特性包括：

- 支持高速（480Mbps）模式、全速（12Mbps）模式、低速（1.5Mbps）模式
- 支持 1 个控制 IN/OUT 端点和 15 个数据 IN/OUT 端点
- 支持多种 USB 设备
- 支持 USB 2.0 UTMI 接口与 ULPI 接口

2.3 资源占用

通过 Verilog 语言实现 USB 2.0 Device Controller。因使用器件的密度、速度和等级不同，其资源利用情况可能不同。以高云 GW2AR-18 与 GW1NSR-4 系列为例，USB 2.0 Device Controller 其资源利用情况如表 2-2 和表 2-3 所示。

表 2-2 资源占用（一）

器件系列	速度等级	器件名称	资源利用	备注
GW2AR-18	-6	LUT	1513	-
		REG	478	
		ALU	113	
		BSRAM	0	

表 2-3 资源占用（二）

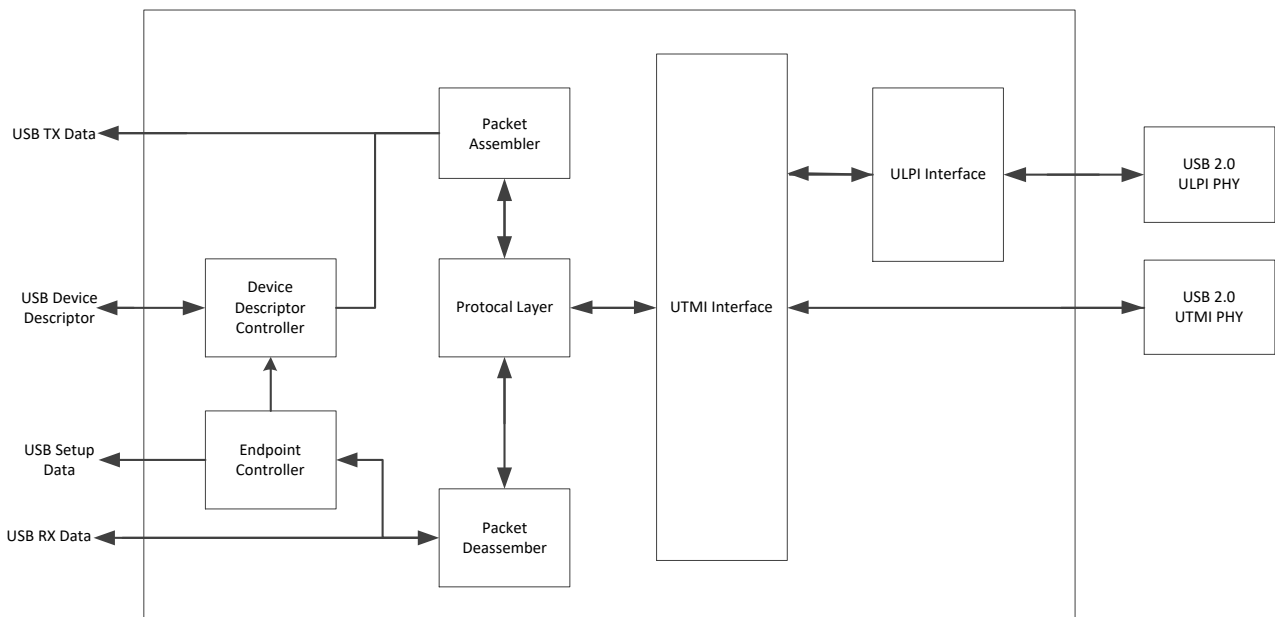
器件系列	速度等级	器件名称	资源利用	备注
GW1NSR-4	-6	LUT	1416	-
		REG	489	
		ALU	106	
		BSRAM	0	

3 功能描述

3.1 USB Device Controller

USB Device Controller, 位于 User Design 与 PHY 之间。USB Controller 串联用户设计与 PHY, 接收来自 USB 端的命令, 实现了用户设计及 USB 端之间的数据交互。下图为 USB 设备控制器功能框图。

图 3-1 USB Device Controller 功能框图



3.2 USB Device ControllerTX 用户接口

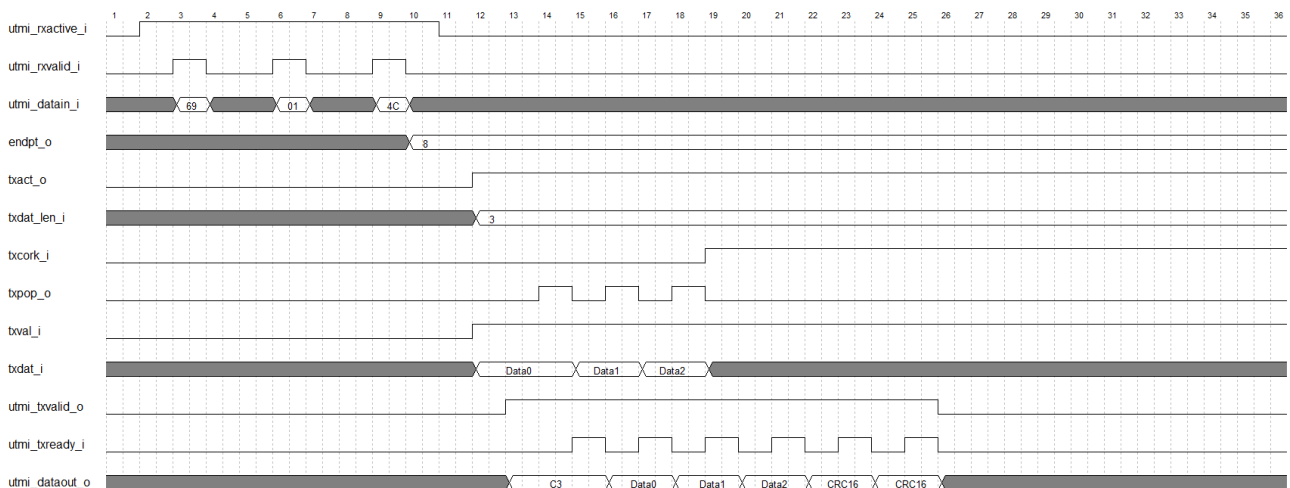
表 3-1 Device Controller TX 用户接口

接口名称	接口方向	接口位宽	接口功能
txact_o	输出	1	发送工作信号，高电平表示设备进入数据发送状态。
txdat_i	输入	8	发数据，IP 将使用此数据通过 USB 接口发出。
txdat_len_i	输入	12	发送数据字节数，可用于控制 TX 数据字节数据。
txiso_pid_i	输入	4	仅在同步传输时有效，可以选择配置成 4'b0011 (DATA0)、4'b1011 (DATA1)、4'b0111 (DATA2) 或 4'b1111 (MDATA)。
txcork_i	输入	1	发数据有效信号，低电平时表示 TXDAT 不足。
txpop_o	输出	1	发送读信号，高电平时表示读取下一个数据。
endpt_o	输出	4	端点选择指示信号，表示 USB 当前通信端点。

当 Device 接收到 Host 发出的 IN 命令后，txact_o 信号被置为 1，endpt_o 输出 Host 要去读取数据的端点地址，在 txact_o 信号被置为 1 后，用户应检查对应端点的发送数据是否准备好，如果端点数据未准备好，将 txcork_i 置为 1，不返回数据。如果数据已准备好，将 txcork_i 置为 0，同时需要将 txdat_len_i 设置为当前端点可发送的数据字节数（不应超过数据包最大字节数），txdat_len_i 在数据读取过程中应保持不变。

Device Controller 根据 txcork_i 的状态判断是否回数据包给 Host，如果 txcork_i 状态为高，说明发送数据未准备好，没有可发送数据，Device 回复长度为 0 的数据给 Host。如果 txcork_i 为低电平，说明发送数据已准备好，可以发送数据。Controller 根据 txdat_len_i 的大小，读取对应长度的发送数据。在 txpop_o 为高电平时，表示当前 txdat_i 上的数据已被读取，请求读取下一个数据。下图是设备数据发送时序图：

图 3-2 USB Device Controller 数据发送时序图



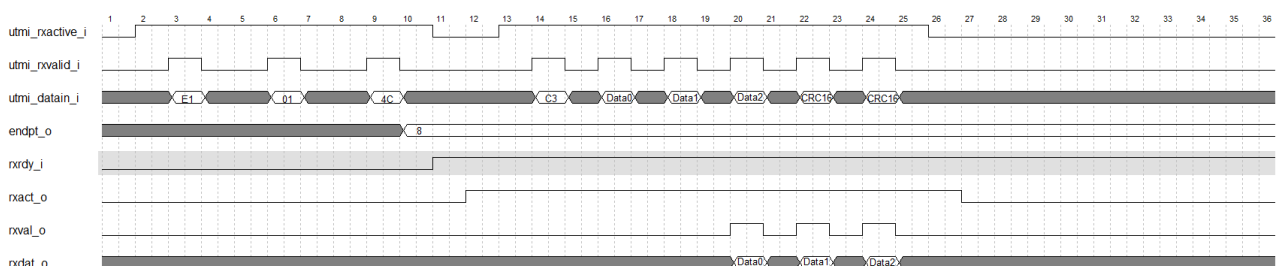
3.3 USB Device ControllerRX 用户接口

表 3-2 Device Controller RX 用户接口

接口名称	接口方向	接口位宽	接口功能
rxact_o	输出	1	接收工作信号，高电平表示设备进入数据接收状态。
endpt_o	输出	4	端点选择指示信号，表示USB当前通信端点。
rxdat_o	输出	8	收数据，IP将从USB接口接收的数据通过此端口输出。
rxval_o	输出	1	收数据有效信号，高电平时表示RXDAT有效。
rxrdy_i	输入	1	接收就绪信号，高电平时表示可接收RXDAT。

当Device 接收到Host 发出的 OUT 命令后, Device Controller 将 rxact_o 置为 1, 表示设备进入设备接收状态, 同时 endpt_o 输出端点地址, 当用户在发现 rxact_o 被置为 1 后, 根据 endpt_o 检查对应端点的数据接收能力。如果端点可以接收新数据, 将 rxrdy_i 置为 1, Device Controller 通过 rxdat_o 与 rxval_o 向用户侧发送数据。如果端点无法接收新数据, 将 rxrdy_i 置为 0, Device Controller 不会有数据输出。下图是设备数据接收时序图。

图 3-3 USB Device Controller 数据接收时序图



3.4 USB Device Descriptor 接口

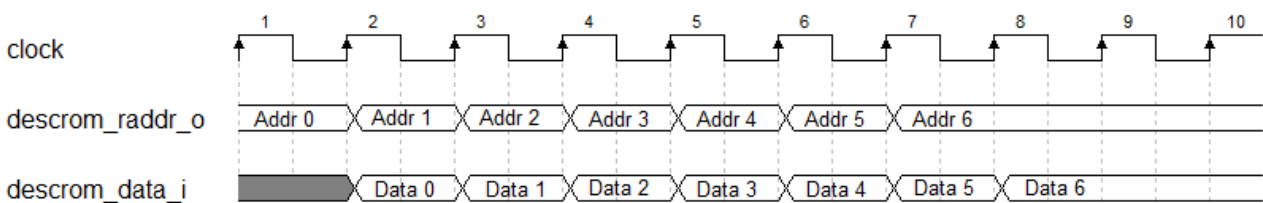
表 3-3 Device Descriptor 接口

接口名称	接口方向	接口位宽	接口功能
descrom_rdata_i	I	8	USB 设备描述符数据
descrom_raddr_o	O	16	USB 设备描述符地址
desc_index_o	O	8	USB设备descriptor符索引
desc_type_o	O	8	USB设备descriptor类型
desc_dev_addr_i	I	16	Device descriptor 起始地址
desc_dev_len_i	I	8	Device descriptor 字节长度
desc_qual_addr_i	I	16	Device qualifier 起始地址
desc_qual_len_i	I	8	Device qualifier 字节长度
desc_fscfg_addr_i	I	16	Device full speed configuration 起始地址
desc_fscfg_len_i	I	8	Device full speed configuration 字节长度
desc_hscfg_addr_i	I	16	Device high speed configuration 起始地址
desc_hscfg_len_i	I	8	Device high speed configuration 字节长度
desc_oscfg_addr_i	I	16	Device other speed configuration 起始地址
desc_strlang_addr_i	I	16	Device string descriptor 起始地址
desc_strvendor_addr_i	I	16	Device vendor string 起始地址
desc_strvendor_len_i	I	8	Device vendor string 字节长度
desc_strproduct_addr_i	I	16	Device product string 起始地址
desc_strproduct_len_i	I	8	Device product string 字节长度
desc_strserial_addr_i	I	16	Device serial string 起始地址
desc_strserial_len_i	I	8	Device serial string 字节长度
desc_hidrpt_addr_i	I	16	USB 设备 HID Descriptor 起始地址
desc_hidrpt_len_i	I	16	USB 设备 HID Descriptor 字节长度
desc_bos_addr_i	I	16	USB 设备 BOS Descriptor 起始地址
desc_bos_len_i	I	16	USB 设备 BOS Descriptor 字节长度
desc_have_strings_i	I	1	高电平时表示 device descriptor 中存在 string descriptor。

USB Device Controller IP 提供设备描述符数据输入接口，USB 设备描述符按内容主要包括 Device descriptor、Device qualifier、Device full speed configuration、Device high speed configuration、Device other speed

configuration、Device HID descriptor、Device BOS descriptor、Device string descriptor、Device vendor string、Device product string、Device serial string, 其中 desc_index_o 与 desc_type_o 用来帮助分辨需要读取的控制描述符与字符串描述符, 用户需要根据自己设备描述符数据存储位置提供各个部分的起始地址与字节长度, 且各部分数据应保存在连续的地址上, Controller 根据用户提供的地址与长度信息, 在接收到 Host 发送的设备描述符读取请求后, 在 descrom_raddr_o 上输出描述符数据读取, 用户在 descrom_rdata_i 上返回相应的描述符数据。USB Device Controller IP 参数 Self Power 与 Descriptor Max Packet Size 应与用户设备描述符内的设置保持一致。下图为设备描述符数据读取时序图。

图 3-4 USB Device Controller 描述符读取时序图



3.5 USB Device 控制接口

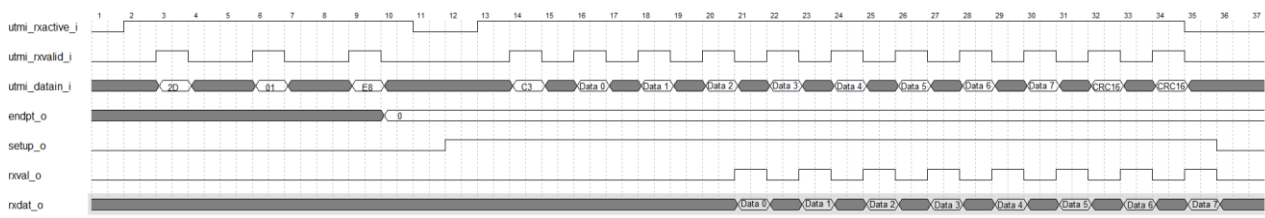
3.5.1 控制数据接口

表 3-4 控制接口

接口名称	接口方向	接口位宽	接口功能
setup_o	输出	1	数据活跃指示信号, 高电平时表示 USB 配置数据处于活跃状态。
rxval_o	输出	1	数据有效指示信号, 高电平时表示 USB 配置数据有效。
rxdat_o	输出	8	收数据, IP 将从 USB 接口接收的数据通过此端口输出。

Device Controller IP 内部已经实现了大部分 USB 控制端点功能, 但是对于不同用户在不同场景下的使用, 难以覆盖全部配置功能, 因此预留了用户使用的配置功能。当 Device 收到 Host 发出的配置数据包, Controller 通过 setup_o、rxval_o、rxdat_o 将配置数据输出给用户。下图是设备配置数据接收时序图。

图 3-5 USB Device Controller 控制数据接收时序图



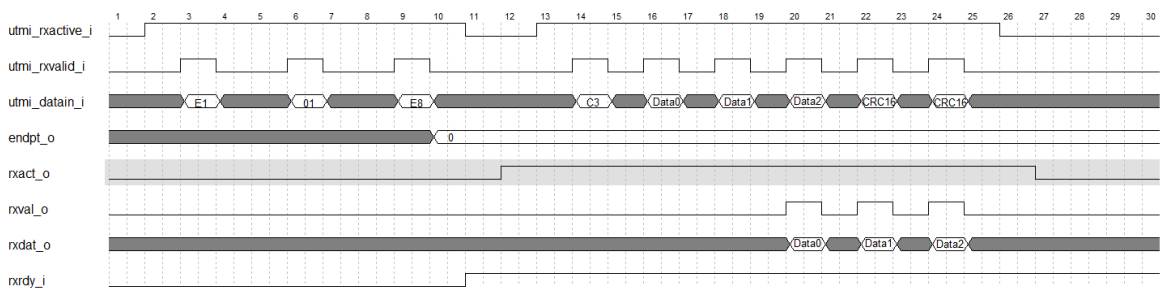
3.5.2 配置数据 RX 接口

表 3-5 配置数据 RX 接口

接口名称	接口方向	接口位宽	接口功能
rxact_o	输出	1	接收工作信号，高电平表示设备进入数据接收状态。
rxval_o	输出	1	数据有效指示信号，高电平时表示 USB 配置数据有效。
rxdat_o	输出	8	收数据，IP 将从 USB 接口接收的数据通过此端口输出。
rxrdy_i	输入	1	接收就绪信号，高电平时表示可接收 RXDAT。
endpt_o	输出	4	端点选择指示信号，表示 USB 当前通信端点。

Device 接收到 Host 发送的配置数据包后，如果配置数据包指示 Host 将向 Device 写入配置数据，且配置数据长度不为 0，那么在随后的 Host OUT 命令中，用户可以通过 RX 接口接收配置数据，下图是设备配置数据写入时序图。

图 3-6 USB Device Controller 控制端点数据接收时序图



3.5.3 配置数据 TX 接口

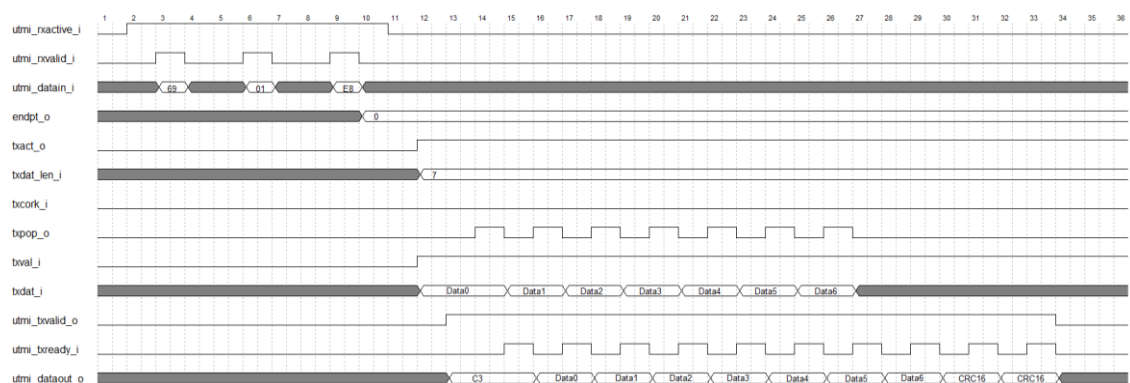
表 3-6 配置数据 TX 接口

接口名称	接口方向	接口位宽	接口功能
txact_o	输出	1	发送工作信号，高电平表示设备进入数据发送状态。
txdat_i	输入	8	发数据，IP将使用此数据通过USB接口发出。
txval_i	输入	1	发数据有效指示信号，高电平时表示用户输入数据有效。
txdat_len_i	输入	12	发送数据字节数，可用于控制TX数据字节数据。
txcork_i	输入	1	发数据有效信号，低电平时表示TXDAT不足。
txpop_o	输出	1	发送读信号，高电平时表示读取下一个数据。
endpt_o	输出	4	端点选择指示信号，表示USB当前通信端点。

Device 接收到 Host 发送的配置数据包后，如果配置数据包指示将从 Device 读取配置数据，如果该配置数据可以被读取，用户需要准备好配置数据，在接下来的 Host IN 命令中，通过 TX 接口发送配置数据。

如果 txval_i 置为 1，通过 TX 发送配置数据，如果 txval_i 置为 0，通过 IP 内部逻辑回复数据给 Host。下图是配置数据发送时序图。

图 3-7 USB Device Controller 控制端点数据发送时序



3.5.4 接口配置接口

表 3-7 接口配置接口

接口名称	接口方向	接口位宽	接口功能
inf_alter_i	输入	8	USB接口配置数据输入。
inf_alter_o	输出	8	USB接口配置数据输出。
inf_sel_o	输出	8	USB接口配置选择信号。

接口名称	接口方向	接口位宽	接口功能
inf_set_o	输出	1	USB接口配置更新指示信号，高电平表示接口配置更新。

Device 收到 Host 发出的 Set Interface 指令后, inf_sel_o 输出即将配置的 interface 信号, inf_alter_o 输出 interface 的替换配置, 同时将 inf_set_o 置为高电平。

Device 收到 Host 发出的 Get Interface 指令后, inf_sel_o 输出即将读取的 interface 信号, 然后将 inf_alter_i 上的配置信息读入并返回给 Host。

4 信号定义

4.1 信号定义

Gowin USB 2.0 Device Controller IP 信号定义如下表 4-1 所示。

表 4-1 信号定义

序号	信号名称	方向	位宽	描述	备注
1	clk_i	I	1	输入接收PHY发送的时钟信号，必须为60M。	
2	reset_i	I	1	异步复位信号	
3	usbrst_o	O	1	USB复位指示信号，高电平时表示检测到USB总线复位。	
4	highspeed_o	O	1	HS指示信号，高电平时表示设备处于高速模式。	
5	suspend_o	O	1	设备挂起指示信号，高电平时表示设备挂起。	
6	online_o	O	1	设备配置指示信号，高电平时表示设备处于配置状态。	
7	txact_o	O	1	发送工作信号，高电平表示设备进入数据发送状态。	
8	txdat_i	I	8	发数据，IP将使用此数据通过USB接口发出。	
9	txval_i	I	1	发数据有效指示信号，高电平时表示用户输入数据有效（仅在控制端点数据传输时有效，其他时刻无作用）。	
10	txdat_len_i	I	12	发送数据字节数，可用于控制TX数据字节数据。	
11	txiso_pid_i	I	4	同步传输模式时，USB Packet ID输入。	

序号	信号名称	方向	位宽	描述	备注
12	txcork_i	I	1	发数据有效信号，低电平时表示TXDAT不足。	
13	txpop_o	O	1	发送读信号，高电平时表示读取下一个数据。	
14	rxact_o	O	1	接收工作信号，高电平表示设备进入数据接收状态。	
15	rxdat_o	O	8	收数据，IP将从USB接口接收的数据通过此端口输出。	
16	rxval_o	O	1	收数据有效信号，高电平时表示RXDAT有效。	
17	rxrdy_i	I	1	接收就绪信号，高电平时表示可接收RXDAT。	
18	rxpktval_o	O	1	数据包有效信号，高电平时表示RX数据包有效。	
19	setup_o	O	1	配置数据活跃指示信号，高电平时表示USB配置数据处于活跃状态。	
20	endpt_o	O	4	端点选择指示信号，表示USB当前选择通信的端点。	
21	sof_o	O	1	USB帧同步信号	
22	inf_alter_i	I	8	USB接口配置数据输出	
23	inf_alter_o	O	8	USB接口配置数据输入	
24	inf_sel_o	O	8	USB接口选择	
25	inf_set_o	O	1	USB接口配置更新，高电平表示接口配置更新。	
26	utmi_dataout_o	O	8	发送数据，将数据发送给USB PHY。	
27	utmi_txvalid_o	O	1	PHY_DATAOUT数据有效指示信号	
28	utmi_opmode_o	O	2	操作模式选择信号： 2'b00: 正常操作 2'b01: 无驱动 2'b10: 不使能位填充和NRZI编码 2'b11: 不自动产生开始和结束信号的操作	
29	utmi_xcvrselect_o	O	2	传输模式选择信号： 2'b00: HS传输 2'b01: FS传输 2'b10: LS传输 2'b11: Reserved	
30	utmi_termselect_o	O	1	终端选择：	

序号	信号名称	方向	位宽	描述	备注
				1'b0:HS终端使能 1'b1:FS终端使能	
31	utmi_reset_o	O	1	输出复位信号，高电平有效。	
32	utmi_datain_i	I	8	接收数据，从USB PHY接收数据。	
33	utmi_txready_i	I	1	发送数据准备完成信号，表示PHY可接受发送数据。	
34	utmi_rxactive_i	I	1	接收激活信号	
35	utmi_rxvalid_i	I	1	接收使能信号，PHY_DATAIN有效指示信号。	
36	utmi_rxerror_i	I	1	接收错误指示信号，高电平表示接收错误。	
37	utmi_linestate_i	I	2	接收端的线路状态： 2'b00: SE0 2'b01: “J”状态 2'b10: “K”状态 2'b11: SE1	
38	descrom_rdata_i	I	8	USB设备descriptor数据	USB 设备描 述符
39	descrom_raddr_o	O	-16	USB设备descriptor地址	
40	desc_index_o	O	8	USB设备descriptor符索引	
41	desc_type_o	O	8	USB设备descriptor类型	
42	desc_dev_addr_i	I	16	Device descriptor起始地址	
43	desc_dev_len_i	I	16	Device descriptor字节长度	
44	desc_qual_addr_i	I	16	Device qualifier起始地址	
45	desc_qual_len_i	I	16	Device qualifier字节长度	
46	desc_fscfg_addr_i	I	16	Device full speed configuration起始地址	
47	desc_fscfg_len_i	I	16	Device full speed configuration字节长度	
48	desc_hscfg_addr_i	I	16	Device high speed configuration起始地址	
49	desc_hscfg_len_i	I	16	Device high speed configuration字节长度	
50	desc_oscfg_addr_i	I	16	Device other speed configuration起始地址	
51	desc_strlang_addr_i	I	16	Device string descriptor起始地址	
52	desc_strvendor_addr_i	I	16	Device vendor string 起始地址	
53	desc_strvendor_len_i	I	16	Device vendor string 字节长度	
54	desc_strproduct_addr_i	I	16	Device product string 起始地址	
55	desc_strproduct_len_i	I	16	Device product string 字节长度	
56	desc_strserial_addr_i	I	16	Device serial string 起始地址	

序号	信号名称	方向	位宽	描述	备注
57	desc_strserial_len_i	I	16	Device serial string 字节长度	
58	desc_hidrpt_addr_i	I	16	USB 设备 HID Descriptor 起始地址	
59	desc_hidrpt_len_i	I	16	USB 设备 HID Descriptor 字节长度	
60	desc_bos_addr_i	I	16	USB 设备 BOS Descriptor 起始地址	
61	desc_bos_addr_i	I	16	USB 设备 BOS Descriptor 字节长度	
62	desc_have_strings_i	I	1	高电平时表示device descriptor中存在string descriptor	
63	ulpi_nxt_i	I	1	ULPI指示信号，高电平表示数据已成功发送或接收。	ULPI
64	ulpi_dir_i	I	1	ULPI方向信号，高电平表示接收，低电平表示发送。	
65	ulpi_data_io	IO	8	ULPI数据双向端口	
66	ulpi_stp_o	O	1	ULPI停止信号，数据发送及接收中断标志，高有效。	

4.2 参数配置选项

Gowin USB 2.0 Device Controller IP 中参数配置选项如下表 4-2 所示。

表 4-2 配置选项说明

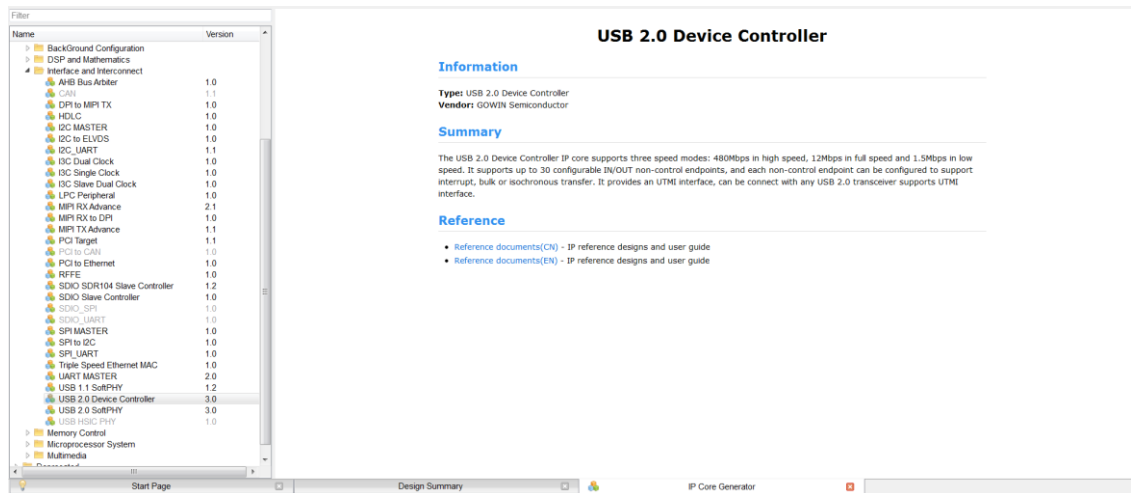
Options	Description
Interface	USB 控制器接口选择，包括 UTMI 接口与 ULPI 接口，UTMI 逻辑资源占用少于 ULPI 接口，ULPI 接口的 IO 占用少于 UTMI 接口。
Speed Mode	USB 控制器速度模式选择，包括 High Speed 模式、Full Speed 模式、Low Speed 模式。
Self Powered	USB 自供电功能控制
Descriptor Max Packet Size	USB 设备描述符数据包最大字节数，包括 8 bytes、16 bytes、32 bytes、64 bytes，Low Speed 模式只支持最大传输字节 8。
Endpoint 1 Input Transfer Type	选择端点传输方式，Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输，Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 1 Output Transfer Type	选择端点传输方式，Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输，Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 2 Input Transfer Type	选择端点传输方式，Bulk 传输、Isochronous 传输

Options	Description
	或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 2 Output Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 3 Input Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 3 Output Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 4 Input Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 4 Output Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 5 Input Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 5 Output Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 6 Input Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 6 Output Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 7 Input Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 7 Output Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 8 Input Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。

Options	Description
Endpoint 8 Output Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 9 Input Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 9 Output Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 10 Input Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 10 Output Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 11 Input Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 11 Output Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 12 Input Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 12 Output Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 13 Input Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 13 Output Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 14 Input Transfer Type	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 14 Output Transfer	选择端点传输方式, Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输, Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。

Options	Description
Type	传输。
Endpoint 15 Input Transfer Type	选择端点传输方式，Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输，Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。
Endpoint 15 Output Transfer Type	选择端点传输方式，Bulk 传输、Isochronous 传输或 Interrupt 传输，Low Speed 模式只支持 Interrupt 传输。

图 5-2 USB 2.0 Device Controller IP 核

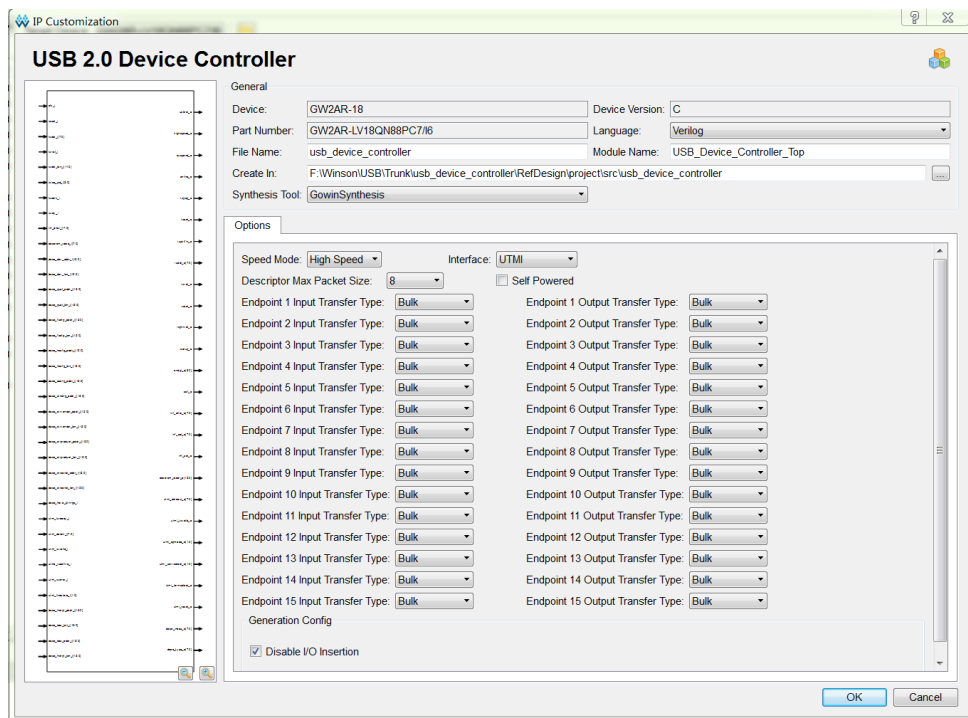


3. USB 2.0 Device Controller IP 核配置界面

USB 2.0 Device Controller IP 核配置界面如图 5-3 所示。配置界面左侧是 USB 2.0 Device Controller IP 核的接口示意图，右侧为配置选项。

- 用户可通过修改 File Name，配置产生文件名称；
- 可通过修改 Module Name，配置产生的顶层模块名称；
- 可通过配置 Options 选项，配置速度模式，配置供电模式，配置端点传输类型等等。

图 5-3 USB 2.0 Device Controller 配置界面

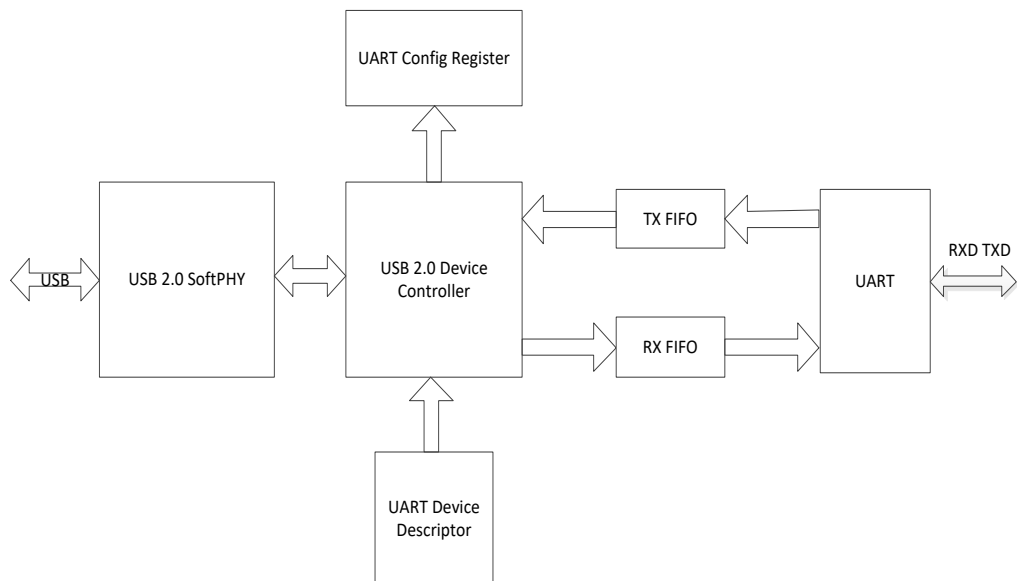


6 参考设计

6.1 USB 参考设计

本节主要介绍 USB 2.0 Device Controller 的参考设计实例的搭建和使用方法。该参考设计是一个 USB 转 UART 数据回环设计实例，其基本结构如图 6-1 所示。

图 6-1 USB 2.0 Device Controller 参考设计框图



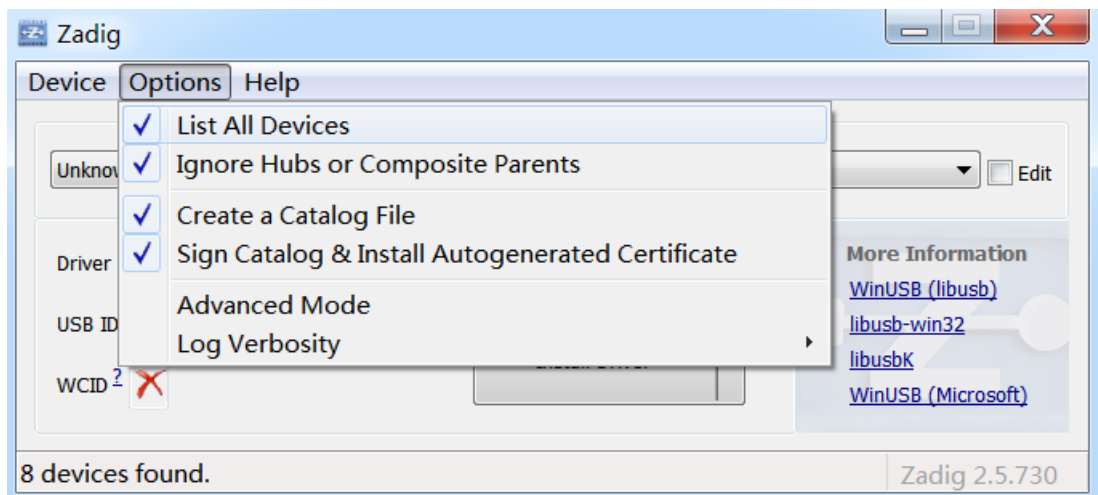
在本设计实例中，USB 经过 Gowin USB 2.0 SoftPHY IP 模块转成并行 UTMI 信号，在经过 USB 2.0 Device Controller 完成了 USB 数据包解析，UART Device Descriptor 模块内部包含了 USB 设备描述符信息，UART ConfigRegister 模块接收 USB Host 发送的配置命令，对 UART 模块参数进行配置，TX/RX FIFO 提供了数据缓存及回环功能。

6.2 USB CDC 驱动安装

用户可通过 **zadig** 软件对设备进行 CDC 驱动安装,具体安装方法如下:

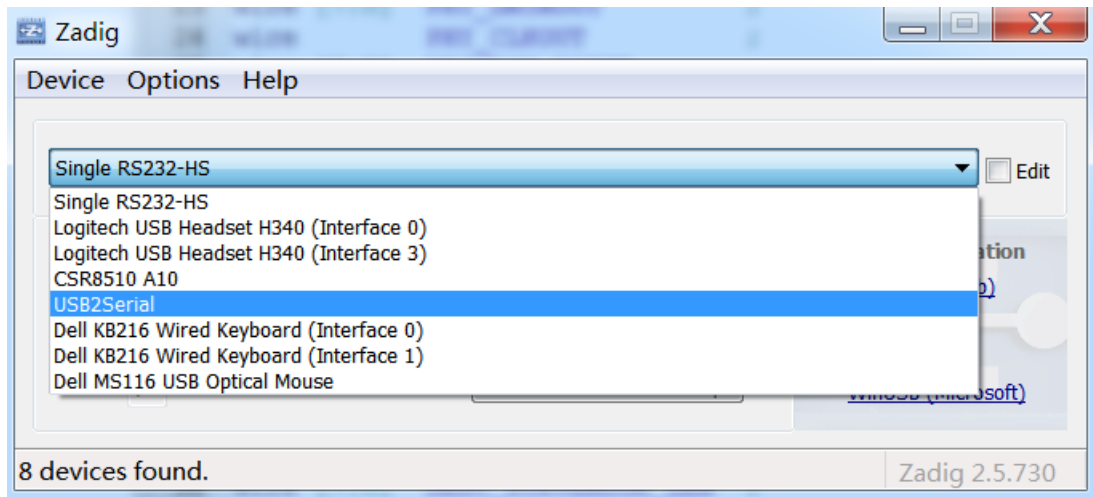
打开 **Zadig** (需要管理员权限), 在 **Options** 下拉菜单中选中“**List All Device**”。

图 6-2 查找 USB 设备



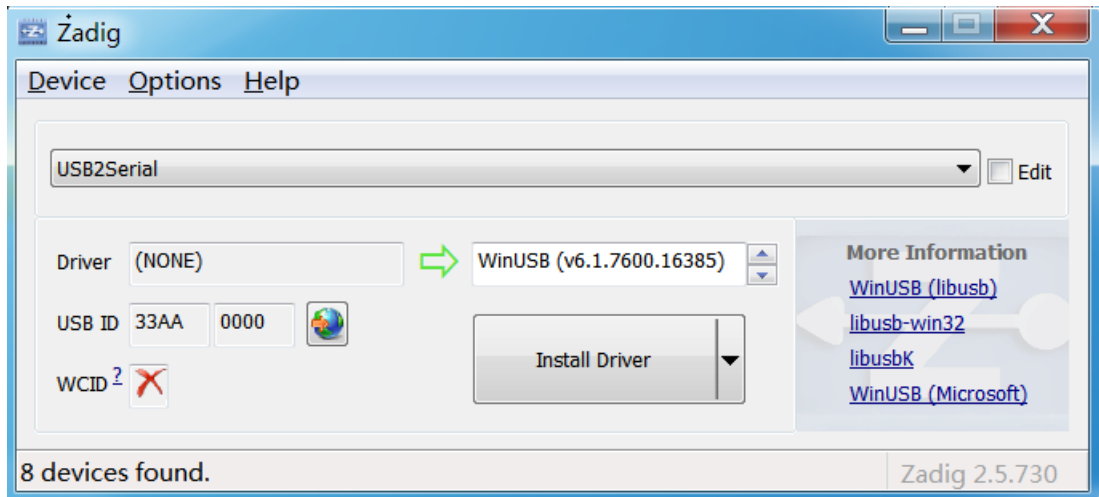
在设备下拉列表中, 选中“**USB2Serial**”。

图 6-3 选择 USB 设备



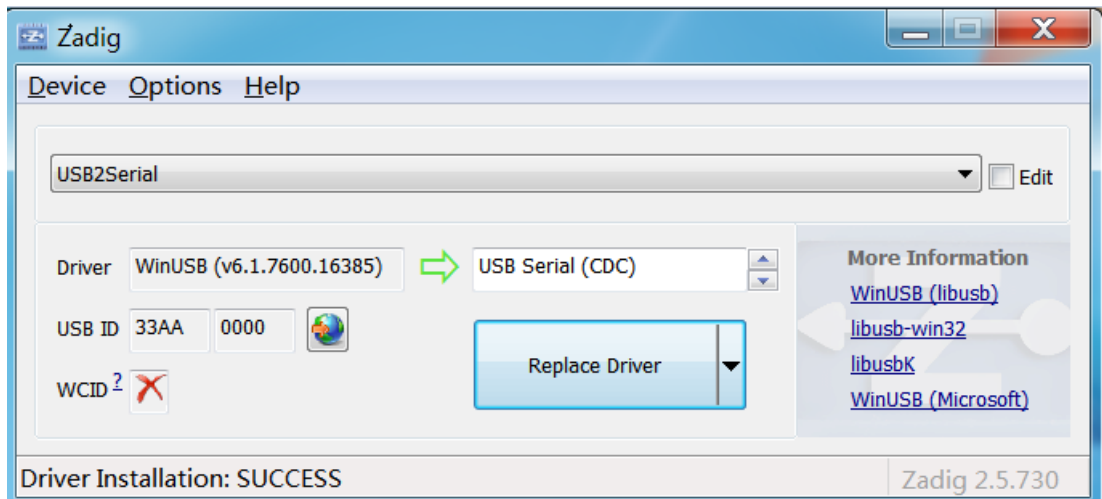
选中“**USB2Serial**”设备后, 首先安装 **WinUSB** 驱动, 点击 **Install Driver**, 稍等片刻即可完成对该设备接口的驱动安装。

图 6-4 ZadigWinUSB 驱动安装



在安装 WinUSB 驱动后，再安装 CDC 驱动，点击“Replace Driver”，CDC 驱动安装成功后，即可用串口助手等软件控制设备。

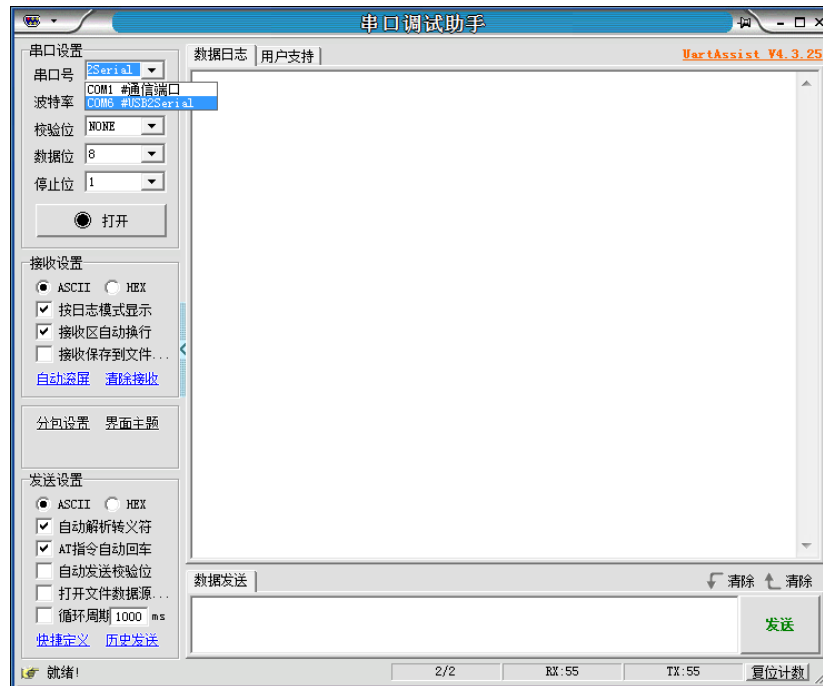
图 6-5 ZadigCDC 驱动安装



6.3 数据传输测试

如下图，打开串口调试助手软件，选择串口 USB2Serial。

图 6-6 串口调试助手选择串口设备



将串口端口 TXD 与 RXD 相连，进行串口数据回环测试。

图 6-7 串口数据回环测试



