

1 UDP GMII 回环测试

1.1 UDP GMII 回环测试工程介绍

为了完成基本的以太网回环测试，我们提供了一个基于 FPGA 的以太网回环测试程序。该程序使用 UDP 协议，接收 PC 发送的 UDP 数据包，提取出其中的数据部分并使用 UDP 协议发回给 PC。整个系统框图如图 1-1 所示：

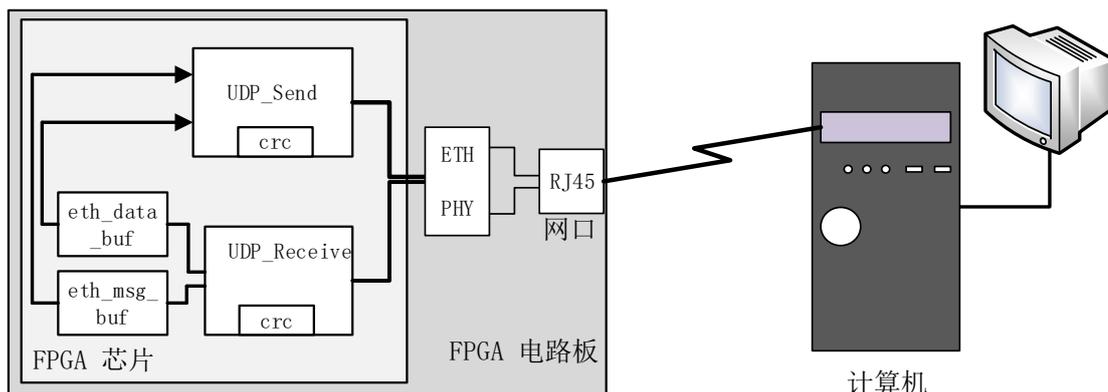


图 1-1 UDP GMII 回环系统

本例程在小梅哥团队出品的 ACX720 开发板上使用 verilog 实现以太网 UDP 协议通信。例程调用了前面小节中我们设计的 UDP 发送模块以及 UDP 接收模块，FPGA 程序接收到上位机发来的 UDP 数据包，通过解析目标 MAC_address 来确定是否是发给 FPGA 的数据包。如果是的话，FPGA 会把数据包中的数据以及 IP 地址等信息保存到对应 fifo（eth_data_buf 以及 eth_msg_buf）中，再通过发送程序将数据包发送回指定上位机。

本例对应的例程工程压缩包名为 acx720_eth_udp_loopback_gmii.rar，该压缩包可以在我们提供的配套资料中找到，对应例程名称为 eth_udp_loopback_gmii。例程的代码结构如图 1-2 所示：

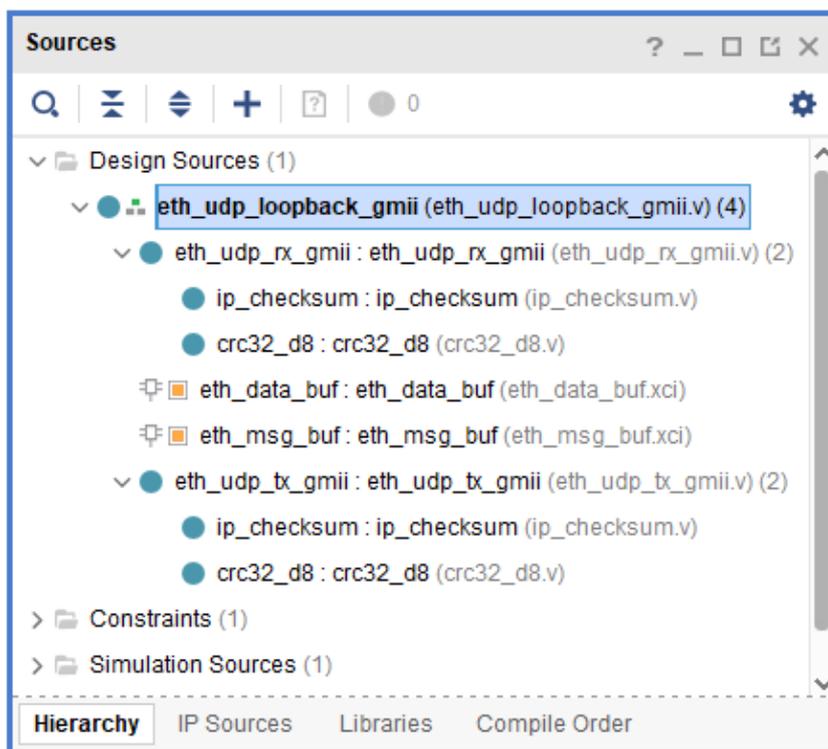


图 1-2 代码结构

可以看到，使用到的模块全部为前面章节中我们已经学习过的内容，这里简单介绍下几个模块的功能：

表 1-1 模块功能介绍

模块名	功能描述
eth_udp_rx_gmii	UDP 协议接收模块，该模块能够完整的解析从以太网 PHY 的 GMII 接口收到的数据并解析得到发送方的 MAC 地址、IP 地址、UDP 报文的数据部分等。
eth_udp_tx_gmii	UDP 协议发送模块，该模块将从 FIFO 中读取到的内容经过 UDP、IP、MAC 层协议层层打包后，通过 GMII 接口输出给以太网 PHY 芯片，以完成数据的发送。
ip_checksum	IP 报头校验和计算模块，该模块通过 IP 首部校验和算法对 IP 的头部进行计算，并得出一个数值，该值用来检测数据是否出错，如果计算的结果与 IP 数据报本身包含的报头校验和不相等，则数据在传输过程中发生了错误，当被舍弃。
eth_data_buf	数据缓存 FIFO，以太网接收的数据会被写入该 FIFO，然后由发送逻辑将数据读出并最终通过 UDP 协议发送。
eth_msg_buf	消息数据缓存 FIFO，UDP 接收模块解析出的 MAC、IP 等消息数据会被写入该 FIFO，然后交由发送模块作为目的设备的地址参数。
eth_udp_loopback_gmii	整个工程的设计顶层文件，例化了 UDP 接收和 UDP 发送模块，实现完整的回环测试功能。

1.2 UDP GMII 回环测试工程实操

- 1、使用网线将 ACX720 开发板上的以太网接口和您当前调试测试工程用的 PC 机的网口连接起来。连接好下载线缆并给开发板上电。
- 2、双击 eth_udp_loopback_gmii.xpr 以打开工程（强烈建议使用工程创建时候对应的版本即 Vivado 2018.3 打开，使用其他版本打开或编译遇到问题，请自行解决）。
- 3、下载 bit 文件到开发板中，注意这一步一定要先于下面的步骤执行，否则以下操作无法正常进行。
- 4、在电脑上进入【控制面板】->【网络和 Internet】->【查看网络状态和任务】，查看网络连接状态。需要看到在活动网络中有以太网连接存在，才表明开发板和电脑的网络才已经连通。此时如果重新下载 sof 文件到开发板中，会发现此本地连接会先消失，然后再重新出现。至于显示的无法连接到网络选项，意思是指无法连接到互联网获取网络上的数据，这是正常的，无需在意，如图 1-3 所示：



图 1-3 查看网络连接状态

- 5、点击“以太网”文字，以查看该网络状态，确认当前连接速度为千兆速率（1000.0 Mbps）



在上述本地连接状态中，点击属性，并在弹出的属性对话框中双击【Internet 协议版本 4（TCP/IPv4）】选项，然后在弹出的属性对话框中设置静态 IP 地址（默认网关可以不设置）。如图 1-4 所示：

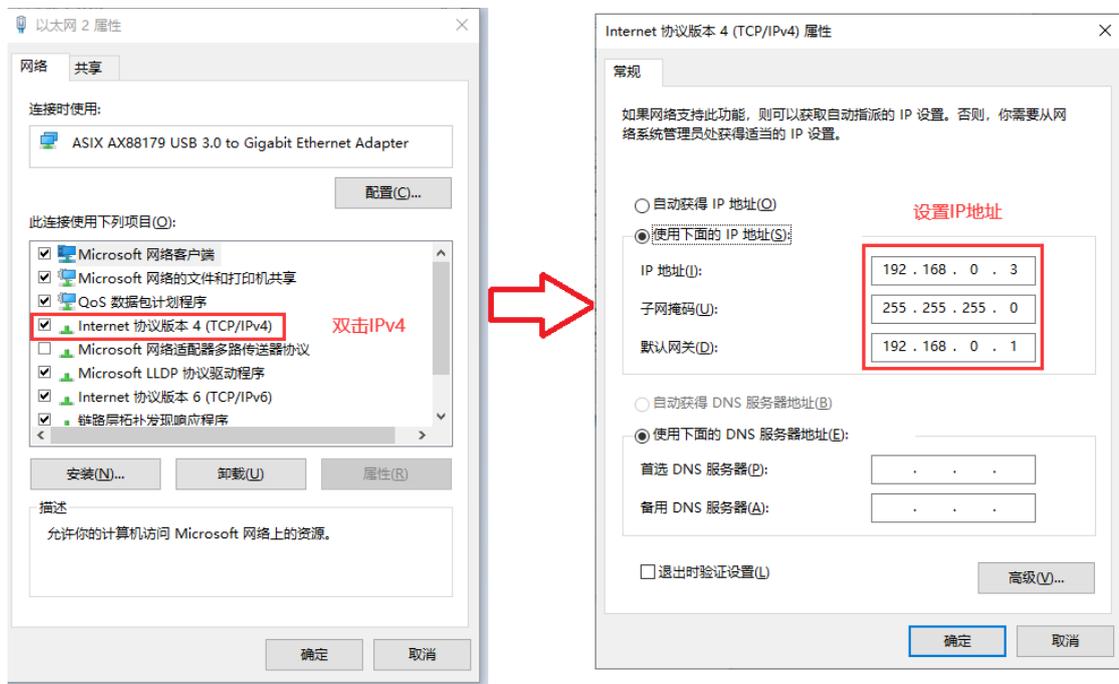


图 1-4 修改 PC 的 IP 地址

如果用户电脑中相关驱动缺失文件，会出现弹窗报错“出现了一个意外的情

况，不能完成所有你在设置中所要求的更改。”导致修改失败，对于该情况用户可以参考下帖：

[设置静态 IP 时提示“出现了一个意外的情况，不能完成所有你在设置中所要求的更改”](#)

<http://www.corecourse.cn/forum.php?mod=viewthread&tid=29229>

(出处: 芯路恒电子技术论坛)

6、由于本测试工程不支持 ARP 协议，因此只能通过静态绑定的方式来强制将开发板的 IP 地址和 MAC 地址关联在一起。这样，当 PC 发送给 192.168.0.2 的数据包的时候，目标 MAC 地址自动为开发板的 MAC 地址。

操作时先以管理员身份运行 cmd.exe 程序（该文件在 C:\Windows\System32 路径下），也就是我们常说的命令行窗口。由于有用户反应在使用时无法成功绑定 arp，经过分析就是操作权限不够，所以这里强调要以管理员身份运行 cmd.exe。然后在窗口中输入下述命令：

```
arp -s 192.168.0.2 00-0a-35-01-fe-c0
```

绑定后我们可以用 arp -a 命令来查看 PC 上绑定的结果，如图 1-5 所示：

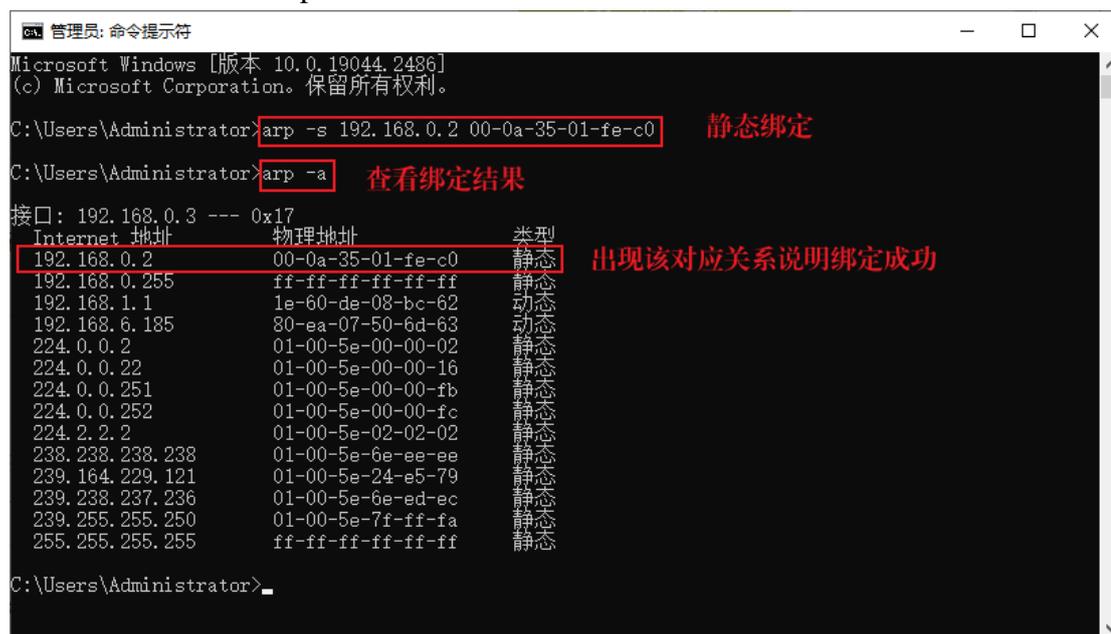
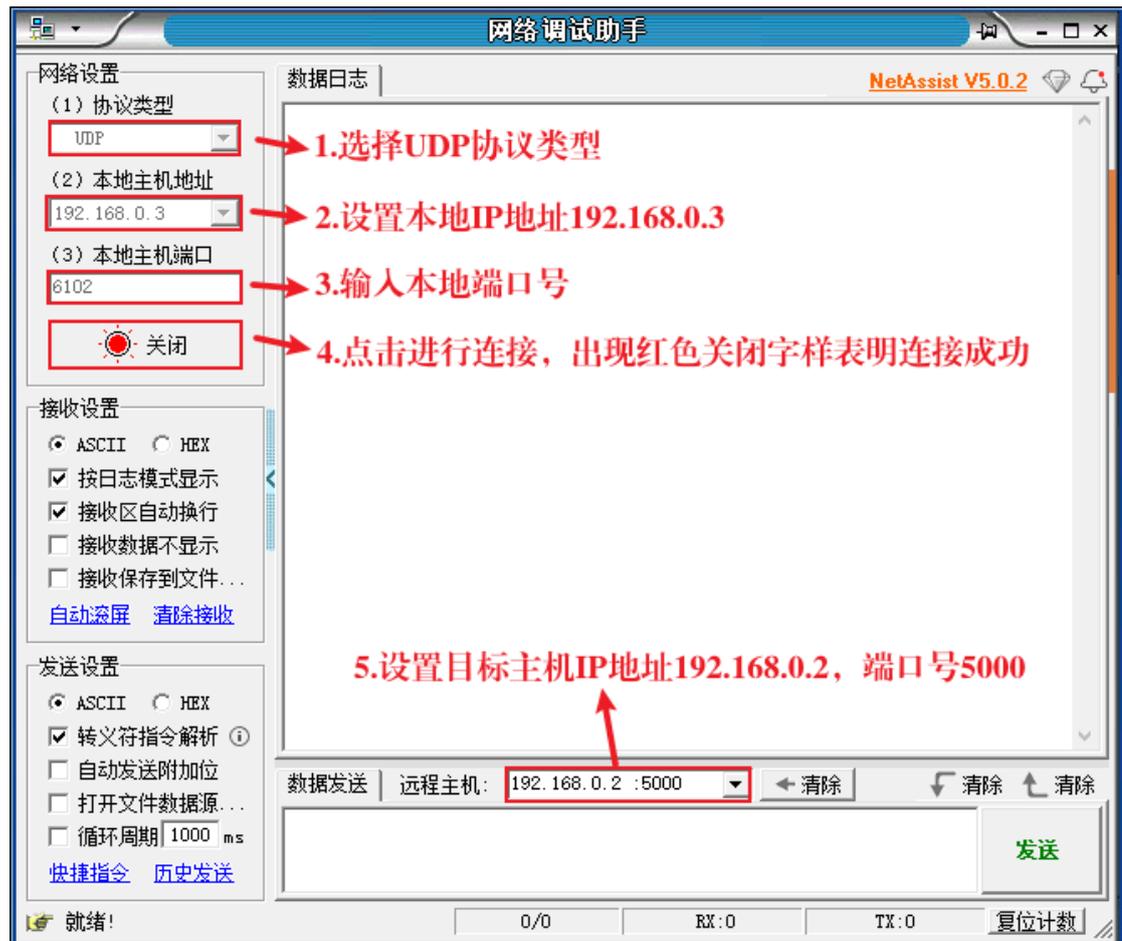


图 1-5 使用 cmd（管理员）进行静态绑定

7、打开网络调试助手（NetAssist.exe）并按照如下所述设置各项参数。

1. 选择协议类型为 UDP。
2. 设置本地 IP 地址为 192.168.0.3。
3. 设置本地端口号为 6102（这里可以设置任意值）。

4. 点击【连接】按钮以创建连接，连接上后该按钮为红色“断开”字样。
5. 连接上后，设置目标主机为 192.168.0.2，目标端口为 5000。
6. 在文本框中输入希望发送的文本内容。
7. 点击发送按钮，即可在上方的接收窗口中显示 FPGA 发回的数据，与发送的内容一致。
8. 在下方的计数器中，检查发送的数据个数与接受的数据个数是否一致。



8. 在发送窗口中输入你希望发送的数据，然后点击发送，则上方的接收窗口会接收到与发送框完全一样的内容，每点击一次发送，就会收到一次数据。在下方的计数器中可以查看发送与接收数据个数是否一致，如图 1-6 所示：



图 1-6 以太网回环测试

- 9、安装网络抓包工具 Wireshark，我们在实验的时候可以用这工具来查看 PC 网口发送的数据和接收到的数据。
- 10、打开安装好的 wireshark 抓包工具。在软件界面选择您 PC 的有线网卡，按开始按钮开始抓包，如图 1-7。（不同的版本界面有所差异，我们提供的是 Wireshark_win64_V1.12.4_setup.1427187922.exe）。

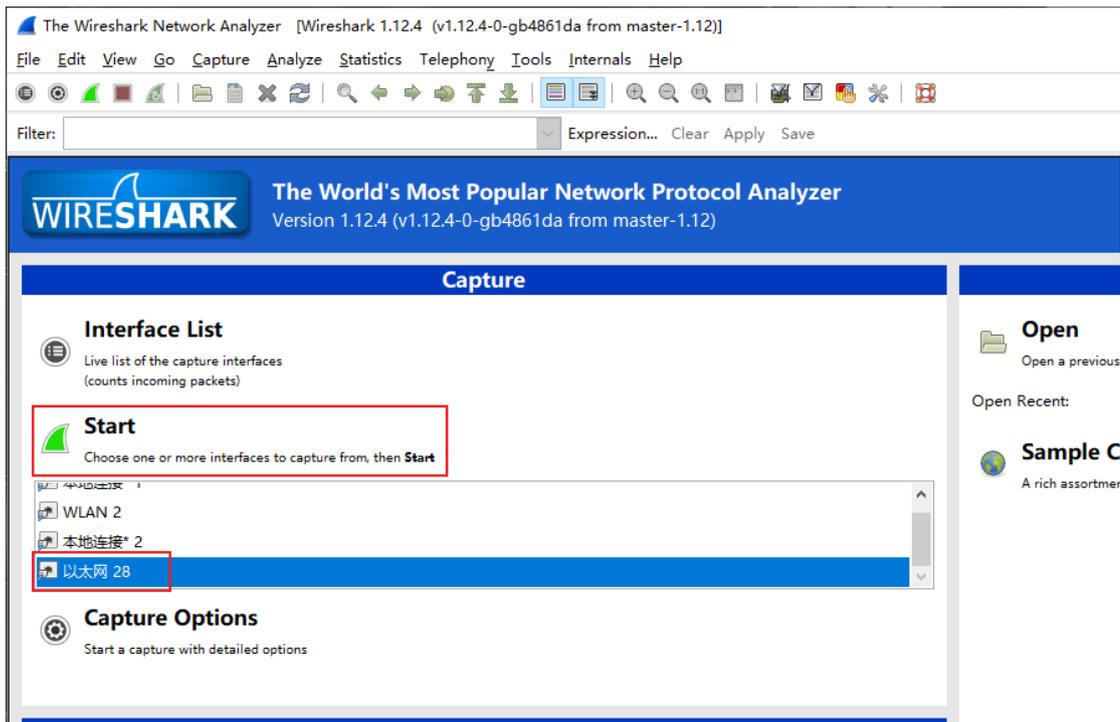


图 1-7 wireshark 主界面

在 wireshark 抓包窗口我们可以看到开发板(192.168.0.2)与 PC 网口(192.168.0.3)间传输的数据包，如图 1-8 所示：

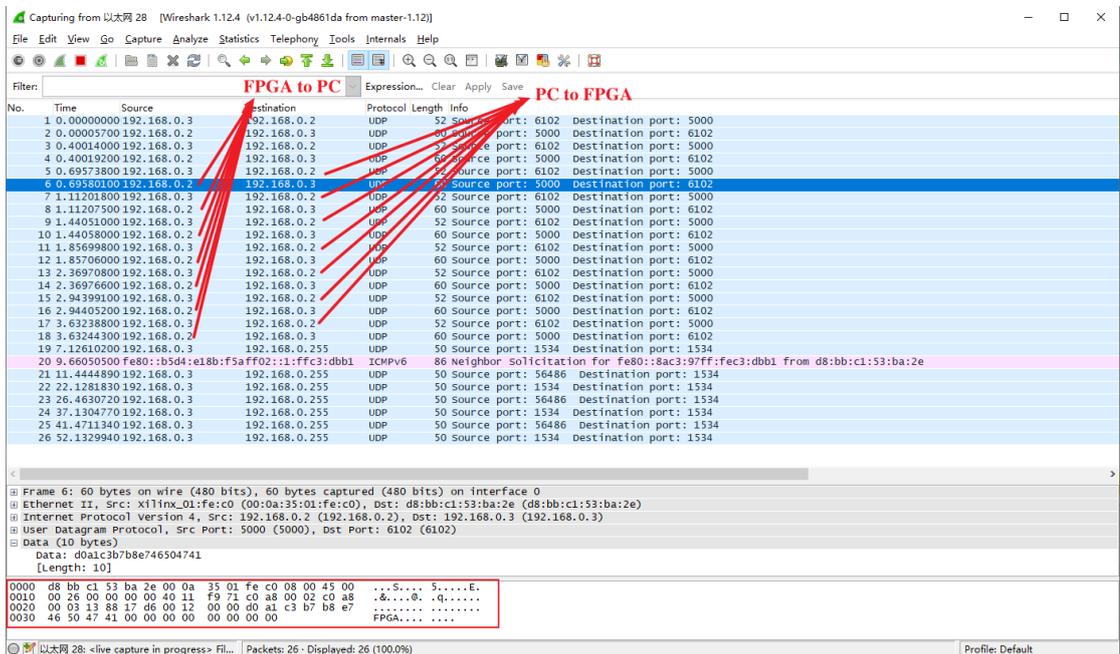


图 1-8 wireshark 抓包

可以看到每次开发板在接收到来自电脑的 UDP 协议数据后，马上会通过 UDP 协议将数据回传给 UDP，对应到网络调试助手中就是每次电脑发送“小梅哥 FPGA”后，立马就能接收到来自 FPGA 的回传。至此，本次设计完成。

1.3 总结

本章，我们带大家完成了基于 FPGA 的千兆以太网 GMII 接口的 UDP 协议数据收发回环测试。整个例程基于前面小节中设计好的 UDP 发送模块以及 UDP 接收模块，使用 fifo 将两个模块连通，从而达到回环的效果。本例中所涉及到的静态 IP 地址设置、ARP 绑定、wireshark 抓包、以太网调试软件使用等都是在进行以太网设计时常常会用到的手段，在学习课程的同时，用户也可以熟练并加以掌握相关技巧。本节内容中，用户容易会出现 ARP 绑定出错的情况，此时可以参考芯路恒电子技术论坛相关技术贴：[以太网通信静态 ARP 绑定方法与常见问题解决方案](#) (出处: 芯路恒电子技术论坛)