用以太网物理层芯片实现的雷达远程通信

崔明雷，汪学刚
(电子科技大学电子工程学院　成都　610054)

【摘要】针对特定环境下雷达数据的远程传输问题，设计一种利用以太网物理层芯片，采用光纤实现的新方法，给出了系统实现的结构框图；讨论了通信协议的制定，并比较了该协议与以太网MAC层协议的异同；给出了系统中关键模块的快速可编程门阵列设计实现和仿真及试验结果。其结果是系统具有实现简单、可靠性高的优点，在雷达数据远程传输中应用前景广泛。

关　键　词　以太网络物理层;　单模光纤;　快速可编程门阵列;　PCI总线;　雷达数据远程传送
中图分类号　TN957.53;　TP334.7　　文献标识码　A

A RADAR Remote Communication Solution Based on Ethernet PHY Chip

CUI Ming-lei，WANG Xue-gang
(School of Electronic Engineering, UEST of China　Chengdu　610054)

Abstract　This article mainly deal with following topics: presenting an effective solution for the radar to communicate with remote terminals through Ethernet PHY chip and single mode fiber, discussing the system architecture and the communication protocol, and its realization with field programmable gate array. Since the system has such advantages such as high reliability and easy to be implemented, it is to be put into wide usage in RADAR remote communication.

Key words　ethernet PHY;　optical fibr;　FPGA;　PCI Bus;　RADAR remote communicate

地面雷达，有的架设在特定的环境中，人员不方便到达，所以应该做到少人值守或无人值守，雷达的信息需要快速传输到指挥中心。远程无人值守雷达与显示控制终端之间的数据传输设备，典型的有数字微波设备，数字光纤通信设备和电缆通信设备。数字光纤通信与电缆或微波等电通信方式相比，具有通信容量大，传输距离远，串扰小，信号传输质量高，抗电磁干扰，保密性好；尺寸小，重量轻，便于传输和铺设等诸多优点[1]，因此在雷达远程传输中有着广泛的应用前景。以太网络通信经过多年的发展，其传输速率已经从最早的10 Mbps 到100 Mbps，以及现在的1 000 Mbps，传输也从最早的同轴电缆，双绞线发展到现在的光纤，其技术已经发展得相当成熟[2]。本文将讨论一种利用成熟的以太网物理层芯片，以单模光纤作为传输媒介，采用自拟协议的新的雷达数据远程传输方案。

1　系统结构

本文通信系统的核心为远端和本地两处通信协议处理模块：远端通信协议处理模块与雷达主机间的接口包括显示数据接口、测试数据接口、雷达状态数据接口以及雷达控制接口，与以太网络物理层芯片间的

收稿日期：2004 – 12 – 31
作者简介：崔明雷(1971 –)，男，硕士生，主要从事雷达信号处理方面的研究.

接口为标准的MII(Media Independent Interface)；本地通信协议模块接口包括与以太网物理层芯片的MII接口、与乒乓存储器间的接口以及与PCI接口芯片的本地总线接口。整个通信系统的设计框图如图1所示。

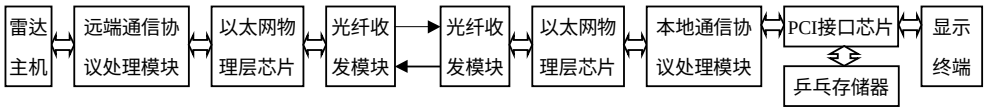


图1 系统实现框图

下面分别介绍各模块的功能作用。

1.1 远端通信协议处理模块

通过与以太网间的MII接口，接收由远端控制终端发出的命令帧，解析命令帧，对雷达做出相应的控制或发出测试、状态数据请求。根据雷达主机给出的同步信号，定时接收雷达主机显示数据，根据远端控制终端发出的测试数据请求命令，收集雷达主机不同测试点的测试数据，根据远端控制终端发出的状态数据请求命令，收集雷达主机状态数据，以上数据根据协议，打成不同的数据包，通过与以太网物理层芯片间的MII接口发送到远端显示、控制终端。

1.2 本地通信协议处理模块

通过与以太网间的MII接口，接收由远端通信模块发送的显示数据帧、测试数据帧和雷达状态数据帧，并存储到乒乓存储器的不同空间内，接收完成后，通过PCI接口芯片向显示、控制终端发出中断信号，由显示、控制终端通过PCI接口读取存储器内的数据。接收控制终端通过PCI接口芯片发出的命令数据，打成相应的命令帧，发送到远端通信模块。

1.3 以太网络物理层芯片

工作在100 Base－FX模式下，传输速率100 Mbps。提供与上层的MII接口，完成4 B-5 B的编解码、串并/并串转换以及与光纤收发模块间PECL接口的驱动和接收等。

1.4 光纤收发模块

采用1 310 nm的激光收发模块，最高传输速率155 Mbps。

1.5 PCI接口芯片

采用PCI TARGET芯片，提供33 MHz、32 b宽度的PCI总线到本地总线的转换，最高突发传输速度可以达到132 MB/s[3]。

2 传输协议

该系统的传输协议是在参考以太网络MAC层协议的基础上，针对雷达数据传输的特点，而制订的一套特殊协议。

2.1 数据帧分类

数据帧共有4类，其中由雷达向显示控制终端发送的数据帧包括显示数据帧、测试数据帧、雷达状态数据帧3类，由控制终端向雷达发送的帧为命令帧。

2.2 发送定时

由于雷达显示数据是周期性的，为了保证传输的实时性，由雷达向显示控制终端发送的显示数据帧根据雷达主机给出的同步信号定时传送，测试数据帧、雷达状态数据帧由测试数据请求命令帧和雷达状态数据请求帧触发发送，为不影响显示数据帧发送的实时性，发送时间为发送显示数据帧发送的中间间隔。由控制主机向雷达发送的命令帧为突发发送，由上层软件控制发送。

2.3 帧结构

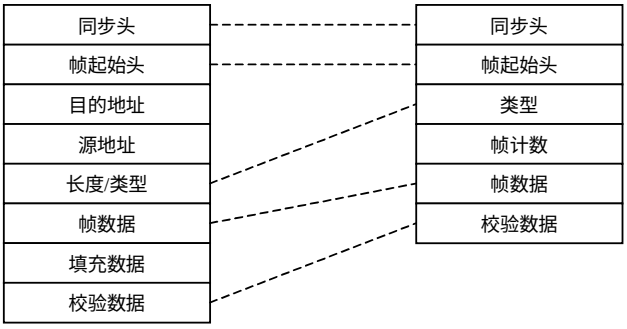
在确定雷达远程通信系统的帧结构时，参考了以太网络MAC层的帧结构。雷达远程传输系统的帧结构与以太网MAC层帧结构的比较如图2所示。

与以太网MAC层帧结构相比较，两者有以下相同点：

1) 相同的同步头：7字节的“ 10101010 ”。2) 相同的帧起始头：1个字节的“ 10101011 ”。3) 相同的校验数据：32位的循环冗余校验(CRC)数据。

两者的不同点包括：

1) 雷达远程通信系统中数据收发为端对端模式，不存在其他接收方，不需要地址来区分，故雷达通信系统的帧结构中不包含目的地址和源地址。2) 雷达显示数据和测试数据的大小与雷达每个脉冲重复周期(PRI)里的距离单元个数相关，一般雷达每个PRI中距离单元的个数是固定的，故每次需要传送的显示数据和测试数据大小是固定的，需要观察的雷达状态参数也是固定的模式。雷达传输系统中的帧采用相对固定模式，即不同帧的长度不同，但每种帧的长度是固定的模式。在雷达远程通信系统中的帧类型包含了帧长度信息，其帧结构中仅保留类型字节，而不需要长度字节。3) 由于雷达远程通信系统中数据收发为端对端模式，不存在其他发送方，不存在冲突，不需要载波冲突的检测，对帧没有最小长度限制，故不需要填充数据区。



a 以太网MAC层帧结构　　b 雷达远程传输系统帧结构

图2　以太网络MAC层帧结构与雷达远程通信系统帧结构比较

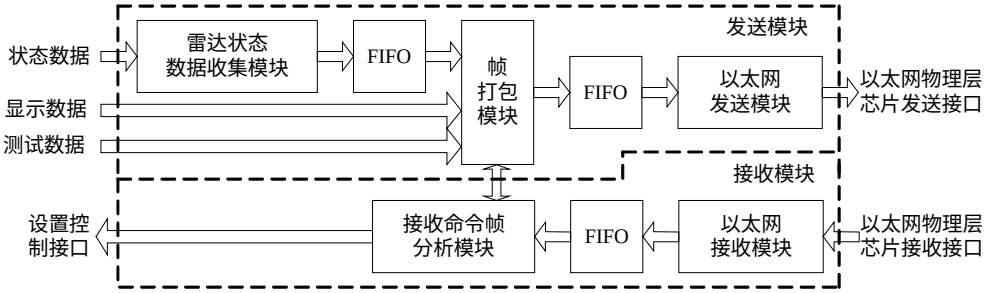


图3　远端通信协议模块设计框图

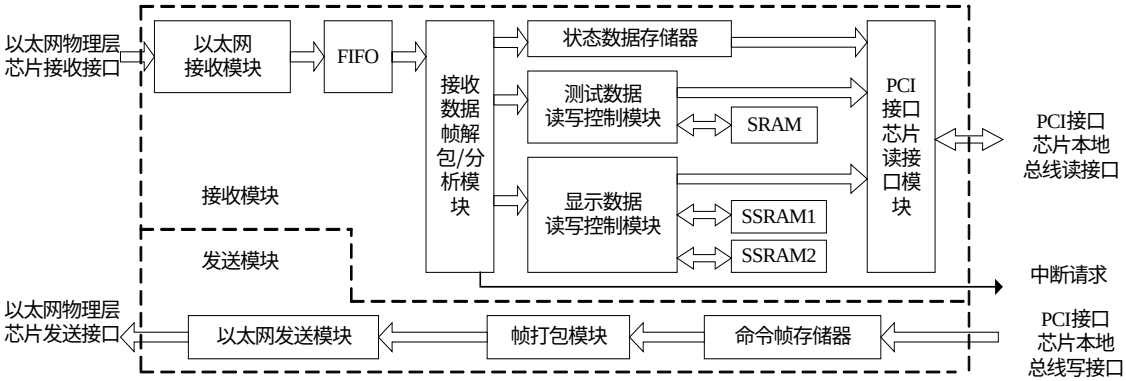


图4　本地通信协议模块设计框图

3 硬件实现及仿真结果

整个雷达远程通信系统中的核心部分为远端和本地两个通信协议处理模块。本文在设计中这两个模块采用Altera公司Cyclone系列FPGA芯片实现[4]，编程语言采用VHDL硬件描述语言。两个协议处理模块的内部框图如3和图4所示。

系统的设计、仿真和调试采用Altera公司的Quartus软件，部分仿真和调试结果如图5和图6所示。

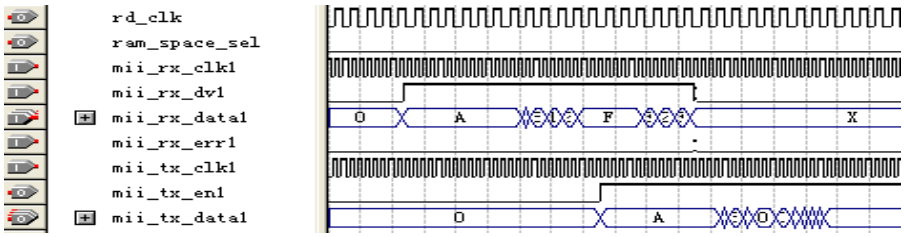


图5 远端通信模块以太网络物理层接口发送和接收仿真波形

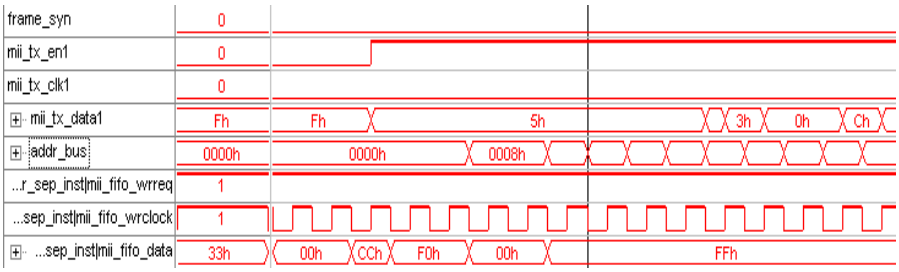


图6 本地通信模块以太网络物理层接口发送调试波形

4 结 论

利用以太网物理层芯片构建雷达远程传输系统，避免了复杂的同步、4 B-5 B编解码、串并转换、光纤通信模块的驱动等电路的设计；采用自拟协议，摒除了以太网MAC层协议中针对多机通信的繁琐协议，使整个系统具有实现简单、可靠性高的优点。采用FPGA器件实现系统关键模块的设计，对模块的功能进行了严格的仿真。整个系统的硬件设计已应用于实际雷达系统中，实际证明本文设计的可行性与可靠性。

参 考 文 献

[1] 孙学康. 光纤通信技术[M]. 北京: 北京邮电学院出版社, 2001

[2] IEEE Std 802. 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications[S]. New York, USA, 2000

[3] PLX Technology: PCI9052 Data Book[S]. Sunnyvale, CA, USA, 2001

[4] Altera Corporation: Cyclone Device Handbook[S]. San Jose, CA, USA, 2003

编 辑 徐安玉