

目 录

论文摘要，关键词	1
序言	3
第一章 以太网的基础知识	6
第一节 以太网的历史	6
第二节 以太网系统	7
第三节 100BASE-FX 光纤介质系统	10
第二章 100Mbps 以太网光纤网络适配器系统的结构原理	13
第一节 工作原理和系统结构	13
第二节 网络适配器介质存取控制器芯片 21143-PD	14
第三节 以太网收发器芯片 LXT970	20
第四节 Serial ROM	24
第五节 Boot ROM	24
第六节 Agilent 光纤收发模块	25
第三章 100Mbps 以太网光纤网络适配器的系统设计和电路设计	27
第一节 系统设计	27
第二节 电路设计	37
第四章 100Mbps 以太网光纤网络适配器的安装和调试	45
第五章 千兆位以太网的介绍和展望	50
第六章 结论	54
参考文献	55
致谢	

摘 要

网络适配器又称网络接口卡，是计算机网络通信中最重要的物理部件之一。作为局域网中最成熟，应用最广泛的以太网技术，网络适配器提供了计算机与网络的接口。

本课题设计的是 100Mbps 以太网光纤网络适配器，其基本内容包括：深入了解 100Mbps 和 1000Mbps 以太网的网络结构，其介质存取原理，特别是物理层的网络活动，以及相关底层网络设备和高层的网络通信协议，设计出 100Mbps 以太网光纤网络适配器，并对 1000Mbps 以太网进行展望。全文共分六章。

第一章介绍的是以太网的基础知识。包括以太网的历史，以太网系统的四个要素：帧，介质访问控制协议，信号部件和物理介质，并根据本课题的内容，介绍 100Mbps 光纤介质系统。

第二章介绍的是 100Mbps 以太网光纤网络适配器的系统结构原理，包括其主要构成芯片（21143-PD 芯片，LXT970 芯片等）的介绍和结构原理分析。

第三章介绍的是 100Mbps 以太网光纤网络适配器的系统设计和电路设计。包括各种功能，接口等电路的设计和布线，以及元器件的选择，使得设计出的网络适配器能发挥最佳和稳定的性能，并且制作成本相对低。

第四章介绍的是本课题设计出的 100Mbps 以太网光纤网络适配器的安装和调试。

第五章是对千兆位以太网的介绍和展望，并和快速以太网进行比较。

第六章是结论，对本课题设计出的 100Mbps 以太网光纤网络适配器进行评价。

关键词：网络适配器，快速以太网，光纤。

The Design of 100Mbps Fast Ethernet Fiber Network Adapter

By Chen Chaohui

Abstract

Network adapter which is also known as network interface card is one of the most important hardwares in computer network. And Ethernet is the most widely used in the local area network. And network adapter provides the interface between computer and network.

The thesis covers the deep understanding of 100/1000Mbps Ethernet's architecture, media access control protocol, the activities on the underlying physical layer and the related network hardwares and protocols. Finally, we have designed the 100Mbps Fast Ethernet Fiber Network Adapter.

The thesis has six chapters.

Chapter 1 is about the basic knowledge of Ethernet, including its history, four basic elements (Frame, Media Access Control Protocol, Signal Component and Physical Medium) and a brief introduction of 100Mbps Fast Ethernet Fiber system.

Chapter 2 provides an introduction to the architecture and principle of the 100Mbps Fast Ethernet Fiber Network Adapter, including its main chips components (21143-PD, LXT970 and so on).

Chapter 3 is concerned about the system and circuit designs of the 100Mbps Fast Ethernet Fiber Network Adapter. And it focuses on the design of function and interface circuits, the selection of components and their layout.

Chapter 4 introduces the installation and debug of the 100Mbps Fast Ethernet Fiber Network Adapter we designed.

Chapter 5 tells about the Gigabit Ethernet and compares it with Fast Ethernet at the same time.

Chapter 6 includes the conclusion and the evaluation of the 100Mbps Fast Ethernet Fiber Network Adapter we designed.

Key Words Network Adapter, Fast Ethernet, Fiber.

序 言

在过去的 300 年中，每个世纪都有一种主流技术。18 世纪伴随着工业革命而来的是机械时代，19 世纪是蒸汽时代，而 20 世纪的关键技术是信息收集，处理和发布。^[1]

1946 年世界上第一台计算机（ENIAC）的研制成功及其迅速发展与普及，使人类开始走向信息时代。计算机技术与通信技术在发展中相互渗透，而且相互结合越来越紧密，由此产生了计算机网络。正如专家们描述的那样：现在几乎没有无通信的计算机，也几乎没有无计算机的通信。^[2]

计算机网络的发展经历了由最初的面向终端的计算机通信网络到第二代以分组交换为特征的计算机网络，以及后来的基于开放标准的计算机网络体系结构的确定到因特网的诞生和发展的第三代计算机网络。^[3]

面向终端的计算机通信网络的主要特点：是终端到计算机的连接，而不是计算机到计算机的连接；主机既要处理通信功能又要处理作业，负担过重。

第二代计算机网络是分组交换网。分组交换也称为包交换，它是基于包的存储转发原理。

第三代计算机网络的代表因特网已经成为全球最大的国际性计算机互联网。因特网的发展经历了三个阶段，第一阶段称为研究网，主要是开展通信，网络及应用技术的研究，同时提供一些教育，研究单位使用；第二阶段称为运行网，比如美国的 NSFNET，是由用户根据需要建设的专用网，不作网络研究用，而是提供网络服务；第三阶段被称为商业网，用户毋须建立专用网，它反映了网络技术，网络产品，网络管理和网络应用的成熟。^[4]

根据计算机网络地理覆盖范围的大小，可将其分为局域网（LAN），城域网（MAN）和广域网（WAN）。

广域网有时称为远程网，它能提供长距离的通信。一个广域网可以允许通信的终点在任意远的地方。比如，一个广域网可以横跨一个大陆或者跨越一个大洋把计算机连接起来。通常，广域网的运行速率比局域网低，而且在连接之间有更大的延迟。^[5]通常的广域网技术有：ARPANET，X.25，ISDN，Frame Relay，SMDS 和 ATM。^[6]

而城域网的覆盖范围与局域网相比扩展的距离更长，在一个大型城市地区，城域网连接着多个局域网。构成城域网的每一个局域网可以属于同一组织或多个不同组织。^[7]

产生在 20 世纪 70 年代的局域网是计算机网络产生以来发展最快的一种网络。它覆盖的地理范围较小，从几米到几十公里；低延时，高速数据传输，可高达 1Gbps；以及非常低的误码率。而局域网之所以发展如此迅速的另一原因是根据计算机网络的访问的

局部性原理 (Locality of reference): 计算机通信按两种不同方式进行。第一, 计算机与附近的计算机通信的可能性比与远离的计算机通信的可能性大。第二, 计算机很有可能与同一个计算机重复通信。^[8]另外, 各种局域网新技术层出不穷: 快速以太网, 交换式以太网, 交换令牌环, FDDI 等等, 使得局域网的发展进入崭新的一页, 而异步传输模式 ATM 和千兆以太网则代表了目前最为先进的局域网技术。

而在 1983 年由 IEEE802.3 制定的以太网标准, 使得以太网的应用越来越广泛, 以太网技术很快就成为局域网中最成熟, 应用最广泛的主流技术, 它在实际应用的计算机网络系统中占据了大约百分之八十的比重。而以太网技术本身也不断地发展, 从共享式以太网到交换式以太网; 从 10Mbps 的应用开始到 100Mbps 快速以太网, 以及千兆位高速以太网。

出现在 20 世纪 70 年代的以太网是一种总线型的局域网技术, 总线是联网的各计算机共用的通信通道。Ethernet 在总线上传输的是经过编码的数字信号, 在网上的任何一台计算机发送信息, 网上其余各计算机都能收到, 这种传输方式又称为广播方式。因为网上只有一条总线供所有计算机共用, 所以在同一时间内只允许有一台计算机发送信息, 否则要发生冲突。为了减少或不发生这种冲突, 制订了以太网的通信协议, 其中最重要的是 CSMA/CD (带有冲突检测的载波帧听多路访问) 协议。^[9]

以太网的传输介质通常为双绞线, 同轴电缆和光纤。而光纤作为通信介质和它的两种相比, 既不受高频电子噪音的影响, 也不发射出任何高频电子噪音, 具有高带宽, 低衰减的特性, 因而信号传输的距离更远。

网络适配器是使工作站连接到网络, 并与网络中的其它计算机相互通信的设备。^[10]根据不同的应用范围 (如以太网, FDDI 等), 不同的介质接口类型 (如 RJ-45, BNC, SC 等), 不同的总线接口 (如 PCI, EISA, ISA 等), 以及不同的数据传输速率 (如 10Mbps, 100Mbps, 1000Mbps 等) 等等, 网络适配器都有不同的设计要求。

随着计算机网络用户与信息量的日益增加, 对于高速网络提出了迫切要求, 10Mbps 网络需要升级到 100Mbps, 出于这种考虑, 我们选择 100Mbps 快速以太网光纤网络适配器作为研究课题。另外考虑到目前国内所用的快速以太网光纤网络适配器基本上是外国和台湾的产品, 比如 3Com, Intel, D-Link 等公司的产品, 它们占有了市场的绝大部分份额, 这些产品的价格比较昂贵, 更重要的是它们控制了整个市场。本课题的研究就是在这种情况下进行的, 开发出具有独立的民族知识产权的高性价比的网络适配器, 是很有意义的。

本课题设计出的 100Mbps 以太网光纤网络适配器采用光纤作为通信介质, 其高带宽, 低衰减以及不受电子干扰的特性, 使得它可以广泛应用于高速, 长距离以及对安全性要求较高的计算机网络通信中。在半双工模式下, 本课题设计的网络适配器通过光纤

链路可以传输 412 米的距离；而在全双工模式下则能达 2000 米的距离。

由于本课题设计的 100Mbps 以太网光纤网络适配器提供了计算机和计算机高速网络的光纤链路的直接连接，而不象现在普遍的连接方式：通过带有 RJ-45 接头的 100Mbps 网络适配器与光纤收发器相连，然后再接入高速的光纤链路，这样就有效地节省了成本，整个系统的性能和稳定性也得到提高。

本课题设计的 100Mbps 以太网光纤网络适配器已经生产，并投向市场，根据客户反馈的信息，其性价比高于同类进口产品，已经取得了不错的经济效益和社会效益。

第一章 以太网的基础知识

第一节 以太网历史

1973年在加利福尼亚 XEROX PARC（保罗艾尔塔研究中心）工作的 Bob Metcalfe 博士在其以太网研究的备忘录中描述了他的网络系统的发明。并在 1976 年绘制了原始的以太网系统。如图 1-1 所示。

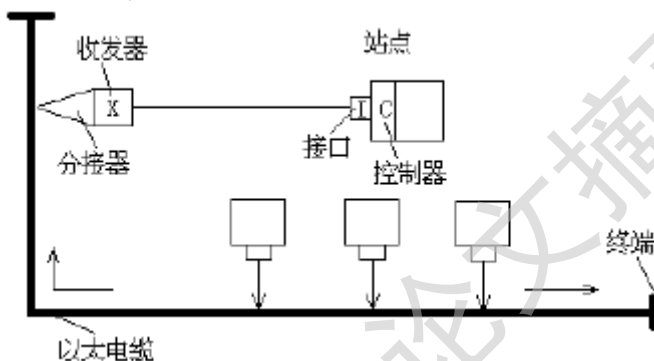


图 1-1 原始的以太网系统

以太网 (Ethernet) 中的 “ether” 一词描述了系统的基本纲领特征：物理介质（电缆）将信息传送到所有的站点。

一种局域网技术是否被人们广泛使用，不仅仅取决于这种系统设计的好，还取决于它对所有销售商，用户是否开放式的。

基于这个目的，1980 年，由数字设备公司 (DEC)，Intel 和 Xerox 三家公司提出的最初的以太网标准，即 DIX 以太网标准。随后，以太网标准成为 IEEE 发起的 802 系列以太网标准中第一个标准化的局域网技术标准，这一努力产生了 1985 年的 “IEEE802.3 CSMA/CD” 标准。从此，IEEE802.3 以太网标准被国际标准组织 (ISO) 接收为国际化标准。正如 Metcalfe 所说，“以太网作为开放式的非专有的企业标准局域网的发明，也许比以太网技术本身的发明更重要。”^[11]

1980 年以太网系统是以 10Mbps 速率工作的，而在 1995 年 100Mbps 快速以太网系统被正式采用，现在 1000Mbps 以太网已出现，以满足信息的高速传输。以此同时，许多新的以太网功能也不断涌现，如全双工，自动协商，流量控制标准等等。

为了促进计算机网络的标准化工作，国际标准化组织制定了以层次结构为基础的计算机网络体系结构标准：开放式系统互连 OSI (Open Systems Interconnection)。它是一种描述如何将互相关联的网络硬件和软件组织起来的方法。参考模型为每一层的协议提供了一个概念上和功能上的框架，并没有限定每层协议的具体功能以及所用的技术。

协议的提出是为了保证让两个实体能顺利通信，那么它们必须“讲同样的语言”。

通信的内容是什么，如何通信，何时通信都必须在通信的实体之间达成大家都能接受的协定，这些协定就被称为协议（Protocol）。^[12]

OSI 模型将计算机网络的各个方面分成了互相区别的七层。这些层就像洋葱的层次一样：每一个连续层都将其下面的层封装起来。在上面的层里，下面层次的细节被隐藏起来。^[13]如图 1-2 所示。

802.3 以太网标准位于 ISO/OSI 参考模型的第一层（物理层）和第二层（数据链路层）。

物理层：它通过信道传输原始位，确保“1”“0”的正确接收，还对物理介质上的数据链路的电子，机械部件标准和功能控制进行标准化。

数据链路层：它通过对链路地址的识别以及将数据分为帧和对帧的接收进行确认来保证传输的无错误。介质存取控制机制就属于这一层。

OSI 7 层参考模型

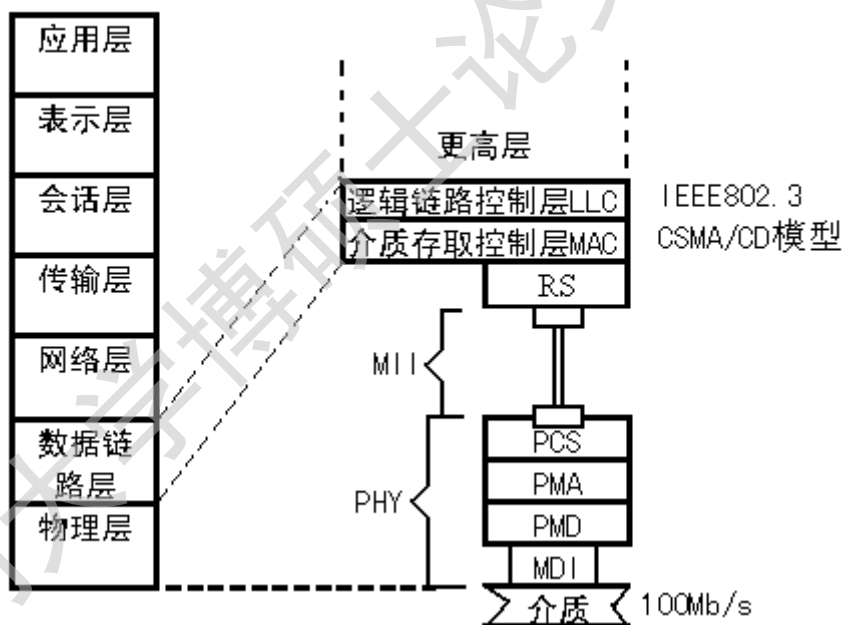


图 1-2 OSI 7 层参考模型与 100BASE-T 体系结构的关系

第二节 以太网系统

以太网系统由硬件和软件两大部分组成，以完成信息的传输和共享。

构成以太网的四个基本要素是：^[14]

(1) 帧 (frame)，它是一系列标准化的数据位，用来在系统中传输数据。

(2) 介质访问控制协议 (Media Access Control Protocol)，它由一套内嵌于各个以太网接口中的规则组成，它允许多个计算机以公平的方式访问共享的以太网信道。

(3) 信号部件 (Signal Component), 它们是一些标准化的电子设备, 用来在以太网信道中发送和接收信号。

(4) 物理介质 (Physical Medium), 由电/光缆和其它用来在联网的计算机之间传输数字式以太网信号的硬件部件组成。

一 以太网帧

为了网络上不使其它站点等待时间太久, 大片的数据需分成小块, 称为数据包, 而帧是特指局域网技术中的数据包。以太网系统的核心概念是帧。

64 位	48 位	48 位	16 位	46-1500 字节	32 位
前同步信号	目的地址	源地址	类型/长度	数据	帧校验序列

图 1-3 DIX 以太网帧

图 1-3 为 1981 年 DIX (DEC-Intel-Xerox) 版本以太网标准所定义的原始以太网帧格式(目前官方标准是 IEEE802.3, 该版本标准对 DIX 以太网帧的定义作了一点小改动), 但是对它的使用仍比较广泛。

前同步信号在以太网系统中主要用于提供使所有硬件有足够时间来识别一个正在传输的帧, 并使它们开始工作, 以便接收数据。

前同步信号后是目的地址和源地址字段。这些地址字段分配是由 IEEE 控制的, IEEE 管理着一部分地址字段。

在每一块网络适配器出厂的时候, 硬件制造商分配给它一个物理地址。举个例子说明: 假如有一个汽车旅馆。汽车旅馆 207 房间有锁 A, 钥匙 A 能打开 207 的门。而另一房间 410 有锁 F, 钥匙 F 能开 410 的门。如果你把 207 和 410 房间的锁交换一下, 那么钥匙 A 能打开 410 的门, 而钥匙 F 能打开 207 的门。在这个比喻中, 锁就是网络适配器, 而钥匙就是物理地址; 而当网络适配器交换的时候, 配备的钥匙也必须交换。^[15]

在一个以太网帧中, 地址后面是一个 16 位的类型字段, 用该字段识别出数据字段中携带的高级网络协议的类型 (type), 如 TCP/IP 或 Novell IPX 等, 而帧有可能使用一个 16 位长度字段而不是类型字段。

类型字段后是数据字段, 它的长度范围在 46~1500 字节之间。数据字段必须至少有 46 个字节, 这是为了确保帧信号在网络传输过程中停留的时间足够长, 使网络系统中的每个站点在以太网系统的最大循环信号传输时间内都能收到帧。若数据少于 46 字节, 则用一些规定的填充数据填充至 46 字节。

帧的最后是一个 32 位的帧校验序列 (FCS), 它包括了一个对整个帧中的数据的完整性进行校验的循环冗余校验 (CRC)。网络接口可以以此来判断和确认帧中的各个数据

位在网络系统的传递中有没有被破坏。

二 介质访问控制协议

以太网是一种总线拓扑的网络技术。所有处在同一以太网的设备须同时共享共用通信介质，在任一时刻只能有一个节点发送数据，但允许多个节点同时从介质上接收数据。

以太网的这种操作是基于介质访问控制协议的。介质访问控制协议是一套规则，用来协调和控制连接到共享信道上的一组计算机对信道的访问。这种操作模式也称为半双工以太网，以此来区别可选的全双工模式。在全双工模式中，因为信道不被一组站点所共享，所以不使用介质访问控制协议。

以太网中的每一计算机（站点）都是独立于网络上的其它站点而独立工作的。这里没有中央控制者，所有连接在以太网上的站点都被连接到一个共享的信道上，即信号总线上。以太网帧信号通过接口顺序地传送，每次一比特。通过共享的信号信道送往网上各个的站点。在发送数据前站点监听信道，如果信道空闲，站点就利用以太网帧或包的形式向网上发送数据。

当一个以太网站点的信息帧被发送到共享的信号信道或介质时，所有与信道相连的以太网接口都读入该帧，并且把该帧中的 48 位的地址和自己的 48 位的以太网地址或广播地址比较。若两者相同，则该以太网站点将继续读入整个帧，并将它送给计算机中正在运行的网络与软件。否则就会停止读入帧，并把其丢弃。

传送完一个帧之后，网络中的各个站点必须平等地竞争下一个传送帧的机会。为保证各站点对网络信道的访问是平等的，以太网的介质访问控制机制使用一种被称为具有冲突检测的载波侦听多路访问（CSMA/CD）协议。

CSMA/CD 即 Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect，也就是载波侦听多路存取/冲突检测机制。所谓载波侦听表示网络上各站点在发送数据之前都要监测总线上有没有数据传输。若有数据传输（称总线为忙），则不发送数据；若无数据传输（称总线为空），立即发送准备好的数据。

所谓多路存取，是指网络上所有站点收发数据共同使用同一条总线，且发送数据是广播式的。

所谓冲突，是指若网络上有两个或两个以上站点同时发送数据，在总线上就会产生信号的混合，哪个站点都辨别不出真正的数据是什么。为了减少冲突发生后的影响，站点在发送数据过程中还要不停地检测自己发送的数据，有没有在传输过程中与其它站点的数据发生冲突，这就是冲突检测。

因为以太网信号从网络的一端传送到另一端需要有一段时间。因此有可能两个接口侦听到网络是空闲的，并同时开始传送各自的帧。这时连接在信道上的以太网信号设备就会侦听到信号的“冲突”，这种冲突告知以太网接口停止信号传送。接口将各自选择一

个随机重发时间发送帧，这个过程叫回退（backoff）。

以上所描述的是半双工以太网，其实在网络中数据有三种流动方式：单工，半双工和全双工。数据只是单方向传送叫单工传送；半双工传送意味着数据可以双向传送，但是两个方向不能同时传送，比如一台计算机发出的数据在沿通讯传送结束前另一台计算机不能发送数据；而全双工则允许数据同时双向传送，比如两台计算机（站点）相连则可以同时发送和接收数据。^[16]

在全双工以太网中，以太网设备不再使用 MAC 算法，站点不需要以传统的方式进行载波侦听，延迟向其它站点发送，但是，站点仍然等待一个帧传送之间的间隔时间，因为帧间隙时间可以保证链路各端的接口都能跟上链路的帧传输率。全双工下也不需要再在发送过程中检测冲突。因为它使用的是点对点设备同步通信。点对点的介质段提供了独立的发送和接收数据路径。又因为全双工操作不使用 CSMA/CD，因此 CSMA/CD 对链路的限制已被取消，它的链路长度仅受介质的物理传输特性的限制。在半双工模式下，100Mbps 的 100BASE-FX 光网段长度限制为 412m，而在全双工模式下，同样的介质系统长度可达 2km。

由于可以在两个方向上同时传输数据，它的传输能力提高了一倍，比如工作于全双工模式的 100BASE-T 链路能提供 200Mbps 的带宽。

总之，为了进行全双工操作，必须满足以下三个条件：

- 全双工点对点链路只能连接两个站点。因而不必对共享介质的进行竞争使用，不需要使用多路访问算法 CSMA/CD。
- 物理介质本身必须能够支持无干扰地同步发送和接收信号。100BASE-FX 系统能满足这一项要求。
- LAN 上的站点都需配置成全双工模式。

三 信号部件和介质部件

以太网系统的另外两个要素中包括系统使用的硬件部件。硬件部件基本上有两类：用来在物理介质上发送和接收的信号部件，和用来构成传送以太网信号的物理介质部件。这些硬件部件根据以太网系统的速度和使用的电缆类型的不同而不同。

下面一节就根据本课题的内容，介绍 100Mbps 光纤介质系统。

第三节 100BASE-FX 光纤介质系统

1995 年正式标准化的 100Mbps 以太网即快速以太网系统，其传输速率为 100Mbps，是原来 10Mbps 以太网系统的 10 倍。然而在帧格式，帧携带的数据量以及介质访问控制机制没有变化，以保证无缝的升级。而 100BASE-FX 是整个快速以太网规范中的一员。

100BASE-FX 系统使用的光纤介质系统以光脉冲取代了电流来传输以太网信号。这种方法有许多优点：

首先，光纤连接器传递快速以太网信号的距离比金属介质远得多。光纤链路段使用多模光纤可以允许连接超过 412m 距离的以太网站，而且，如果使用全双工模式，那么完全可以实现更远距离的连接。

其次是为光纤链路两端的设备提供了完全的电气隔离，从而避免类似电击的危险；也可避存在于不同建筑物中间电位不同产生的接地电流，以及由这种电流在金属电缆中导致的一些问题。当在建筑物中间安装以太网时，由光纤提供的电气隔离是极其重要的，它可以提高以太网系统的远距离安全性，并使操作更可靠。在利用强电作为动力的生产车间环境中，光纤介质的优点更为突出。因为光纤不受重型电动机、电焊机或其它电气设备产生的巨大电噪声的影响。

一 100BASE-FX 的信号部件

1 带有内置式 100BASE-FX 收发器的以太网接口

我们把这个接口称为网络接口卡或网络适配卡。这正是本课题设计的内容。它是由在介质系统上发送和接收帧的电子器件组成。而带有一个完成光纤收发数据功能的芯片，并通过光纤接口可直接与光纤介质段相连。

2 介质独立接口 MII

它将收发器从各种网段接收到的连续信号转变为数字信号格式，然后再把它们传给其它以太网器件，MIII 将在第三章详细介绍。

3 100BASE-FX 收发器

分为内置式和外置式。带有内置式 100BASE-FX 收发器的以太网接口可以直接与光纤网段相连。接口也可以通过 40 针的 MII 连接器与外部的 100BASE-FX 以太网收发器相连。

4 带一个或多个 100BASE-FX 端口的中继器

通过中继器把光缆段连接在一起建成多段以太网系统并使整个系统像一个大网段那样工作。

二 100BASE-FX 物理介质部件

1 100BASE-FX 规范要求每个链路有两股多模光缆 (MMF)，其中一股传送数据，另一股接收数据。典型用于光缆链路的光缆为“等级索引”MMF 光缆。每根光缆都有 $62.5\ \mu\text{m}$ 的光纤芯和 $125\ \mu\text{m}$ 的外包层 (62.5/125)，用于 100BASE-FX 链路的光波波长为 1350nm。当连接两个工作站或者两个交换式集线器时，或者是从一个工作站到一个交换式集线器时，并且工作在全双工模式下，这种光缆的最大连接长度可达 2000m。

每个介质段允许有 11dB 的损耗，这意味着全部光缆和跳接线，以及所有连接器在一起的功率损耗，用光纤功率计测量不能超过 11dB。标准级在光波波长为 1350nm 时典型性能是每 1000m 产生 1dB 损耗。在每个连接点上可能会产生的损耗 0.5 ~ 1.5dB 的损耗。

基于 ANSI 介质标准规定的 100BASE-FX，还可以使用 50/125（即 50 μm 光纤芯 125 μm 外包层）光缆，85/125 光缆，以及 100/125 光缆。但是这样就会与 100BASE-FX 设备中使用的 62.5 μm 光缆尺寸不匹配，这种不匹配产生的光信号损耗很高，可达 5 ~ 6dB。这样的话光纤段必须缩短总长度。

2 光纤连接器

双工 SC 连接器是标准推荐使用的 100BASE-FX 链路的连接器。用户也可使用 ST 连接器，它与 100BASE-FX 链路中使用的连接器相同。

三 100BASE-FX 信号

信号编码是一种将时钟和数据信息组合成同步信号流在介质系统上传送的方法。100BASE-FX 使用的信号编码基于 4B/5B 系统。4B/5B 编码将 4 位的数据模式转变成 5 位代码组在介质系统上传输。附加的第 5 位使得 100Mbps 数据流在介质系统上变成了 125MBd 的信号流。Bd 即波特，是每秒信号速度的单位。

5 位编码方案允许传送 32 个 5 位符号，其中有 16 个符号传送的是从 0 ~ F 的 4 位数据值，另外 16 个符号用于控制和其它目的，这些符号包括当信道不存在其它数据时连续发送的 IDLE 符号。因此，100BASE-FX 中的信号系统是连续活动的，如果不存在其它数据，就以 125MBd 发送 IDLE 符号（11111）。

在光缆上发送的物理信号，是通过在光缆传送光脉冲来实现的。一台 100BASE-FX 收发器的光发送最大功率峰值在 200 ~ 400 μW 之间。假定发送大约相同数目的 1 和 0，那么在光纤链路中传送的平均功率大约在 100 ~ 200 μW 之间。这些数字相当于光被耦合进标准的 62.5/125 μm 光纤的情况。

四 100BASE-FX 链路完整性的测试

快速以太网收发器电路一直在监视数据通道上的活动，检查链路是否正确工作。100BASE-FX 段使用的信号是基于 ANSI FDDI 信号系统，即使在没有网络通信的空闲时间中也持续地发送信号。因此，接收数据路径上的活动监测就能有效地提供持续的完整性检查。

第二章 100Mbps 以太网光纤网络适配器系统的结构原理

第一节 工作原理和系统结构

本课题所研制的是一个 100BASE-FX 以太网光纤网络适配器，它的传输速率为 100Mbps，可工作在半双工模式或全双工模式。它的工作波长为 1300nm，尺寸为 62.5/125 μm 的多模光纤，执行 IEEE802.3 标准。采用一块美国 INTEL 公司生产的 21143-PD 芯片作为介质存取控制器以及美国 LEVEL ONE 公司生产的 LXT970QC 集成电路芯片来执行 CSMA/CD 工作方式和 IEEE802.3u 标准，采用 PCI 总线和主机交流，另外还采用 Agilent 公司生产的双工 SC 型光纤收发模块来执行发射和接收功能，完成线路上的光电转换。

本课题设计的 100Mbps 快速以太网光纤网络适配器是快速以太网技术组成中的重要硬件部分。

以太网光纤网络适配器是一块电路板，可以作为计算机的外部设备插在扩展槽中，用于建立计算机和传输介质（光纤）之间的物理连接，并且在计算机之间的相互通信中提供了一条物理通道，并通过这条通道进行高速的数据传输，它完成物理层和数据链路层的大部分功能，包括网络适配器与传输介质的物理连接，介质访问控制（CSMA/CD），数据帧的封装与拆装，帧的发送与接收，错误校验，数据信号的编/解码（4B/5B）以及数据的串/并转换等功能。

总而言之，网络适配器是局域网通信接口的关键设备，是决定计算机网络性能指标的重要因素之一。

一 100Mbps 以太网光纤网络适配器的工作原理

来自主机的数据经过 PCI 总线，被送到 21143-PD 芯片内的发送 FIFO 中，并对其进行合适的变换，如数据的成帧，封装等，以便以 25Mbps 速率，4 位宽并行地通过 MII 接口，传送到 LXT970 芯片。接下来通过 LXT970 芯片的并/串行转换成 100Mbps，4B 半字节组的串行数据，并进一步通过 4B/5B 编码器编码后，最终成为 125Mbps，5B 字符的 NRZI 信号。如果与此同时，LXT970 芯片检测到传输线路空闲，则通过伪 ECL 输出接口把数据送入 Agilent 光纤模块，接着再转换成光信号，在光纤介质网络上传输。如果传输线路忙，则后退，等待，然后继续尝试发送。

而在接收数据的时候，则是上述过程的逆过程。光纤收发模块把 125Mbps 的光信号从光纤介质接收进来，并转换成传输速率为 125Mbps，5B 字符的 NRZI 格式的串行的差动电信号。在经过 LXT970 的 5B/4B 解码器解码后，5B 字符的数据变为 100Mbps，4B 半字节组的信号。然后再经过 LXT970 的串-并转换器，转换成 25Mbps，4 位并行的数据，

通过 MII 接口传送到 21143-PD 芯片中。首先是数据被放置在接收 FIFO 中，然后对其进行地址过滤，拆装，校验，最后通过 PCI 总线送至主机，进行进一步地处理。

二 100Mbps 以太网光纤网络适配器的结构

本课题设计的 100Mbps 以太网光纤网络适配器的结构如图 2-1，它主要由介质存取控制器 21143-PD 芯片，Serial ROM，Boot ROM，以太网收发器芯片 LXT970 和光纤收发模块 Agilent 组成。

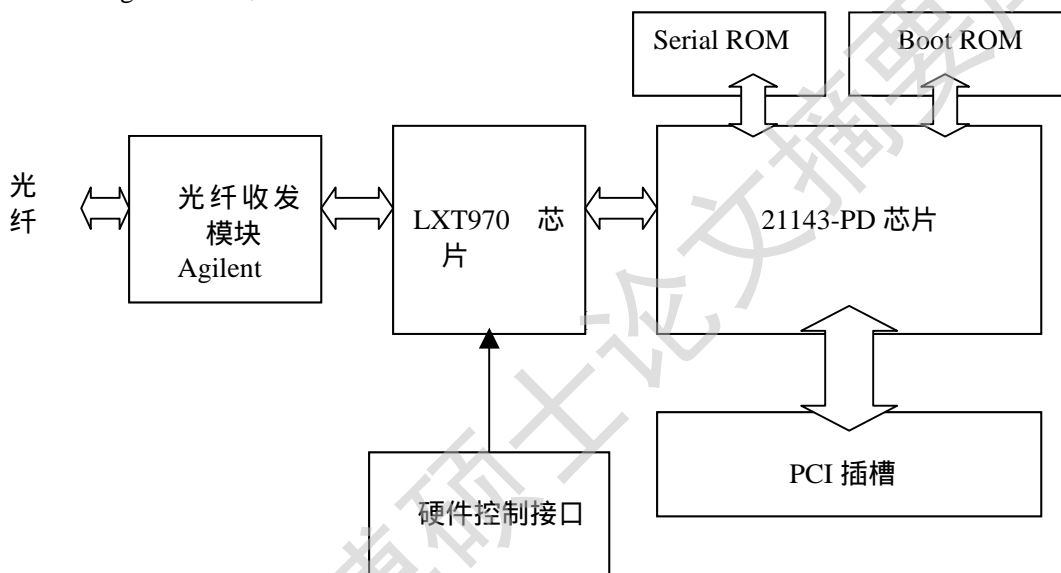


图 2-1 100Mbps 以太网光纤网络适配器的结构方框图

第二节 网络适配器介质存取控制器芯片 21143-PD^[17]

一 21143-PD 芯片概述

21143-PD 芯片是既能工作在 10Mbps 也能工作在 100Mbps 速率下的一种以太网控制器，它能和外部设备互连（PCI）进行直接相连。21143-PD 芯片通过其上的命令和状态寄存器以及和主机共享的内存，和主机处理器连接在一起。这就减少了在正常的接收和发送期间处理器对 21143-PD 芯片的操作。

大容量的 FIFO 系统允许 21143-PD 芯片能在更长的延迟时间内有效地运行，而通过剔除短帧，自动重传冲突帧而不时从主机内存中反复提取，总线堵塞被降至最少。此外，21143-PD 芯片还提供可升级的 Boot ROM 接口。

21143-PD 芯片提供了三种网络端口：10BASE-T 10M 端口，AUI 10Mbps 端口和 MII/SYM 10/100Mbps 端口。本课题采用 MII/SYM 端口，并使用 MII 模式，它完全符合

MII 标准。

二 21143-PD 芯片有以下一些特征：

有效的电源管理及节能。

支持 PCI 和 CARDBUS 接口。

在和主机接口方面，包含大量的，独立的收和发 FIFO 并支持数据收和发中断的次数的减缓，即累积一定次数才中断一次；包含了强大的直接内存存取。

在网络接口方面，支持三种网络端口，并对其自动识别；包含好几种地址过滤模式；提供自动协商，全双工，半双工操作；在所有网络端口上提供内部和外部的回送能力；支持 IEEE802.3 和 ANSI8802.3 以太网标准。

为（1K 和 4K 的 EEPROM）串行 Serial ROM 提供 MicroWire 接口。

提供一个可升级到 256KB 的 BOOT ROM 接口。

为各种网络活动提供 LED 指示，等等。

三 21143-PD 芯片的内部框图

接下来介绍 21143-PD 的硬件组成，并附图 2-2 和引脚图 2-3。

- **PCI/CardBUS** ——包括和 PCI 与 CardBUS 总线所有功能的接口；处理所有的互连控制信号，并执行 DMA 和 I/O 处理。
- **Boot ROM port** ——为对 BOOT ROM 进行读写操作提供接口，支持字节或长字（32 位）存取；并提供把一外部 8 位寄存器和 BOOT ROM 的连接。
- **Serial ROM port** ——为 MicroWire ROM 提供直接的接口，用于以太网地址和系统参数的存贮。
- **General-purpose register** ——用于输入或输出功能和 LEDs。
- **DMA** ——包含独立的收和发控制器，处理着在 CPU 内存和芯片内存间传送的数据。
- **FIFO** ——包括用于收和发的独立的 FIFOs；在接收时碰到短帧或迟冲突而自动删除帧，在发送时一次冲突后自动重传。
- **RxM** ——处理着所有 CSMA/CD 接收操作，把网络数据从前端解码传送到接收 FIFO 中。
- **TxM** ——处理着所有的 CSMA/CD 发送操作，把数据从发送 FIFO 传送到前端编码以便发送到网络。
- **SIA interface** ——执行 10Mbps 的物理层网络操作；实行 AUI 和 10BASE-T 功能，包括曼彻斯特编码和解码。
- **NWAY** ——执行 IEEE802.3 自动协商算法。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库