

基于 ExpressCard 接口的光网卡设计

王丽莉,甄国涌,张 勇,郑燕露,任勇峰

(中北大学 电子测试技术国家重点实验室,太原 030051)

摘 要:结合 ExpressCard 和以太网光纤通信技术的诸多优点设计了一款光网卡,解决便携式 PC 机与网络测试设备的远距离通信问题。在设计中采用 Realtek 的 RTL8111DL 和 RTL8211DN 芯片技术,实现 PCIE 到以太网及 MDI 接口到 PECL 电平接口的转换,最后接入光电转换模块完成光纤信号的收发。

关键词:Expresscard; 光纤; 以太网

中图分类号:TN29;TN929.11 文献标识码:A 文章编号:1002-5561(2012)02-0018-04

The design of optical network card based on ExpressCard

WANG Li-li,ZHEN Guo-yong,ZHANG Yong,ZHEN Yan-lu,REN Yong-fen

(National Key Laboratory for Electronics Measurement

North University of China ,Taiyuan 030051,China)

Abstract:Combined with many advantages of ExpressCard technology and optical fiber communication technology,a optical network card is designed. It has solved the long-distance communication problem between laptop and network equipment. In the design, Realtek's RTL8111DL and RTL8211DN chip technologies are used to achieve PCIE to Ethernet conversion and MDI to PECL interface conversion. Finally, Optical module is access to Rx and Tx Optical signals.

Key words:Expresscard; fibre; Ethernet

0 引言

ExpressCard 标准向台式电脑和笔记本电脑提供了更薄、更快和更轻的扩展模块。消费者可以方便地将这种模块插入其系统来添加诸如存储器、有线或无线通信卡及安全装置等硬件功能。与传统 PC 卡技术的最大不同在于,ExpressCard 技术采用最新的 PCI Express 和 USB 2.0 界面,在外围设备与主机系统之间直接提供热插拔式的连接^[1],不需要在系统的芯片组与插槽之间架设一个桥接芯片。

与此同时,现在的光纤通信以其信息容量大、保密性好、重量轻、体积小、无中继和传输距离长等优点得到了广泛的应用,它更是将局域网的传输极限距离从铜线的 100m 扩展到 100km(单模光纤)^[2]。因此,对于 ExpressCard 接口的光网卡开发具有一定的实际价值和研究意义。

1 系统组成

光网卡系统主要由 ExpressCard 接口、PCI-E To

Ethernet 的转换器、光电介质转换芯片和光收发模块构成。系统结构如图 1 所示。

便携式 PC 机将符合以太网的 IEEE802.3 标准的数据通过 ExpressCard 端口下发到内置同样标准的 PCE 网卡芯片中,网卡芯片又将数据输送到光电介质芯片中进行信号转换,以 PECL 的电平信号耦合至光电转换模块,光电转换模块对数据进行编码,最后以光信号的形式发送至光纤中^[3]。同时,在相同设计的另一块网卡上,光接收端接收到来自光纤的光信号,解码转换至电信号后,经过光电介质芯片和 PCIE 网卡芯片的链路协议转换后从 Expresscard 端口传入 PC 机中,从而完成了光网卡的双向数据传输。

1.1 ExpressCard 端口设计

ExpressCard 接口是 PCI-E 接口和 USB 接口的总线技术结合体,适合高速信息装置的开发。在光网卡设计中选用 ExpressCard 接口的 PCI-E 模组,该模组符合 PCI Express Base Specification 标准,支持热插拔功能。当 PCI-E 模组插入主机 Slot 后,主机系统通过相应针脚判断模组的存在并准备向模组供电以便模组可以进行相关操作。PCIE 模组相应的信号介绍和接口设计如图 2 所示。

收稿日期:2011-09-15。

基金项目:国家自然科学基金 61076111 资助。

作者简介:王丽莉(1985-),女,硕士研究生,主要研究方向为嵌入式电子电路系统。

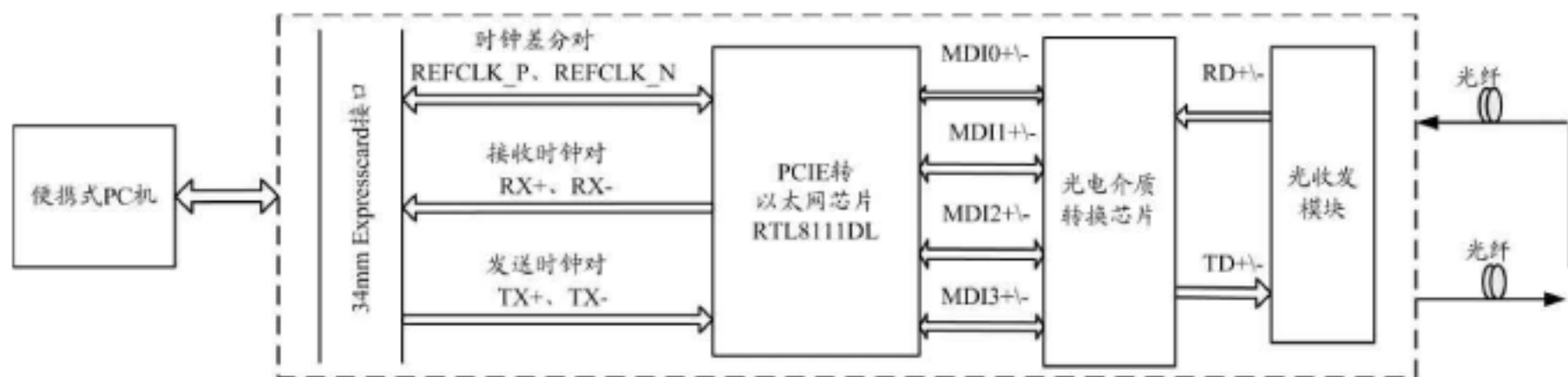


图 1 系统结构图

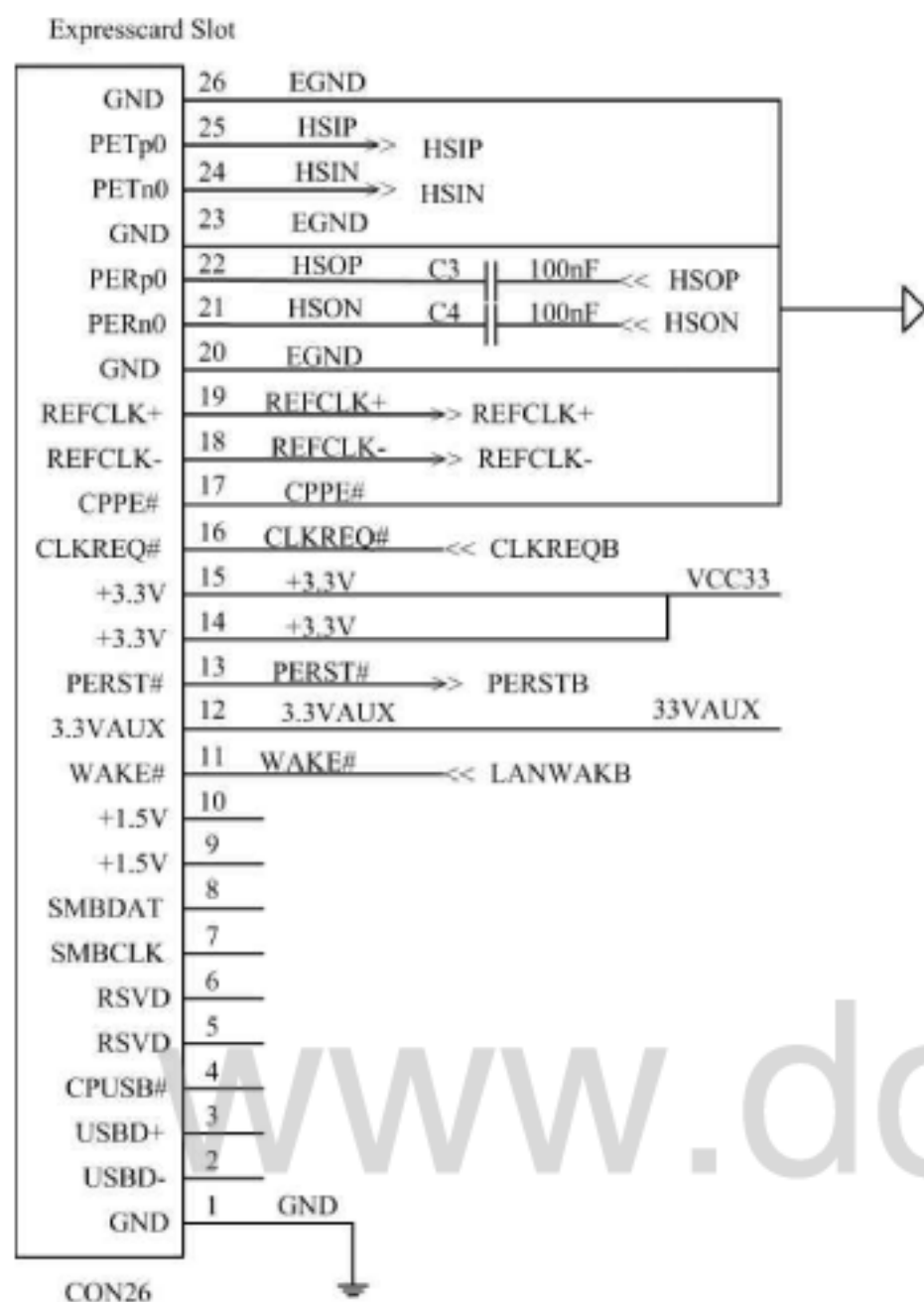


图 2 Expresscard 的端口设计图

ETp0、PETn0: PCIE 数据发送差分对;

PERp0、PERn0: PCIE 数据接收差分对, PCIE 需要在模组发射端和 Slot 接收端之间接电容进行交流耦合;

REFCLK+/-: 100MHz 的参考时钟差分对;

CPPE#: 模组识别和电源控制信号, 识别 PCIE 模组时该信号要接地;

PERST#: PCIE 复位信号;

WAKE#: 唤醒请求信号;

CLKREQ#: 时钟请求信号, 一般情况下接地。

ExpressCard Slot 提供 3 种电源: +3.3V、+3.3V AUX 和 +1.5V。PCIE 模组中使用了 Slot 提供的 +3.3V 和 +3.3V AUX 两种电源。

1.2 网卡芯片的选择和应用

在光网卡的设计中, 元器件的选择举足轻重。它决定了光网卡的性能、寿命和成本。PCI-E to Ethernet 的转换芯片和光电介质转换芯片是整个光网卡的核心部件, 是设计中重要环节。它们的选择直接影响到其它部件的选择和整个系统的功能和成本。该系统采用低成本、多功能、小型化、低功耗的 REALTEK 公司生产的 RTL8111DL 和 RTL8211DN 芯片组。RTL8111DL 能实现 PCIE 到以太网之间的转换, 支持 PCI Express 1.1 标准, 符合 IEEE802.3/IEEE802.3u/IEEE802.3ab 协议内容等。而 RTL8211DN 则能很好地实现 RTL8111DL 的物理 (MDI) 传输接口和光纤接口之间的信号转换。RTL8211DN 既可以工作在 10/100 Base-T、100 Base-TX 和 1000 Base-X 模式下, 又可以工作在 100Base-FX 模式下。在 100Base-FX 模式下, 这两个端口配合 ATR-01103C 系列光模块可以提供速率达 100Mb/s、最远距离达 6km 的以太网传输。光纤接口输出以 PECL 方式连接, 高电平有效。三者之间的端口连接关系如图 3 所示。

RTL8111DL 和 RTL8211DN 的 MDI 数据传输接口间选用 0.1μF 电容进行电平隔离, 同时抑制共模噪声干扰。在 SerDes 模块间传输的 PECL 差分信号需要 50Ω 的电阻匹配, 同时串联一个 0.1μF 的电容进行交流耦合, 消除电位差。RTL8211DN 是个多功能芯片, 它具 Fiber <-> GMII、Fiber <-> RGMII、UTP /Fiber <-> GMII、UTP <-> Fiber、UTP <-> RGMII 等桥模式, 这些模式都需要通过端口 MII[0,1] 和 MDI[0,1] 来配置。光网卡设计中使用的是 UTP <-> Fiber 桥模式, 须将 MII[0,1] 配置成 {1,1}, MDI[0,1] 配置成 {0,1}^[4,5]。

1.3 光电转换模块设计

ATR-01103C 是奥雷公司的单模双纤光模块, 可以用 PECL 接口和快速以太网 100Base-FX 接口。其主要特点有: 工作波长为 1310nm; 1×9 封装; SC/ST/FC 接口。其参考电路的典型连接如图 4 所示。

TD+、TD-、RD+ 和 RD- 需要由 R1/R2/R3/R4/ R7/

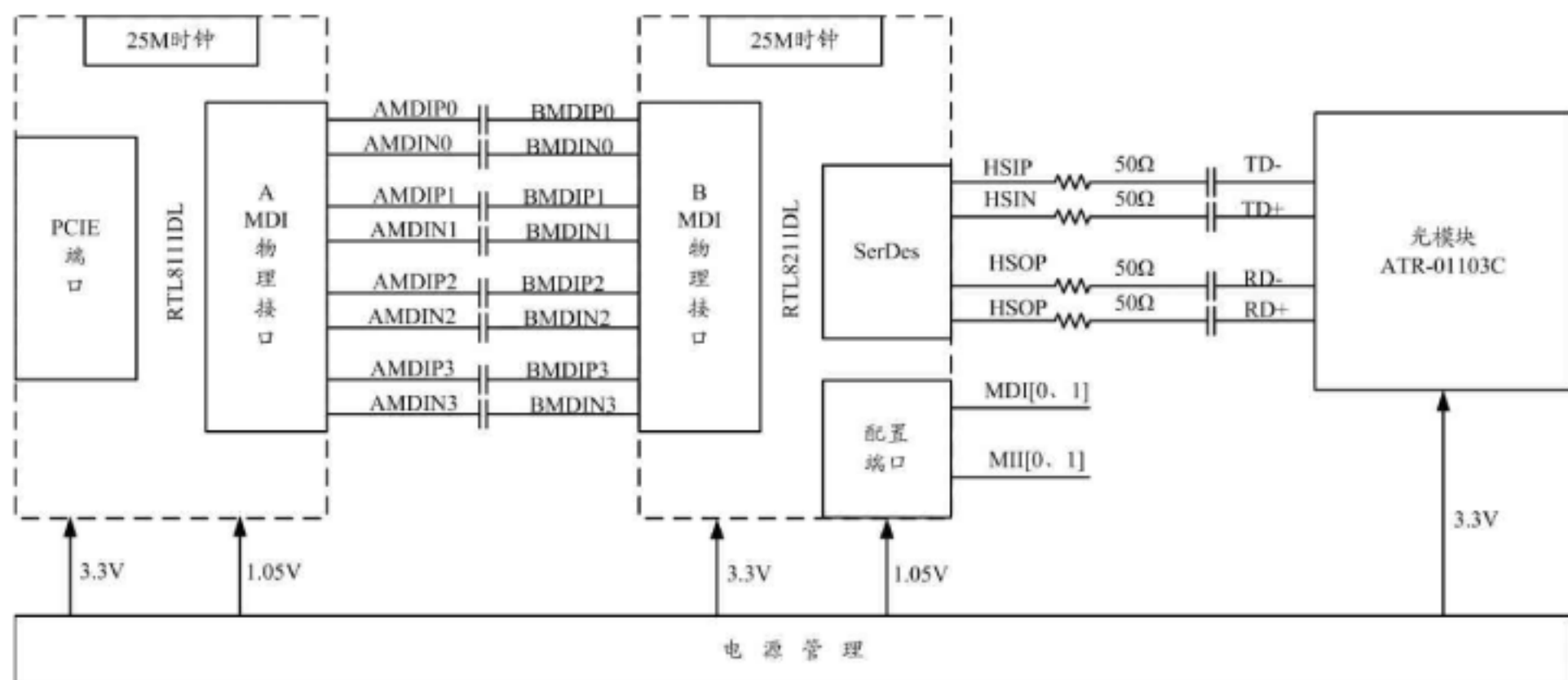


图3 光网卡端口连接图

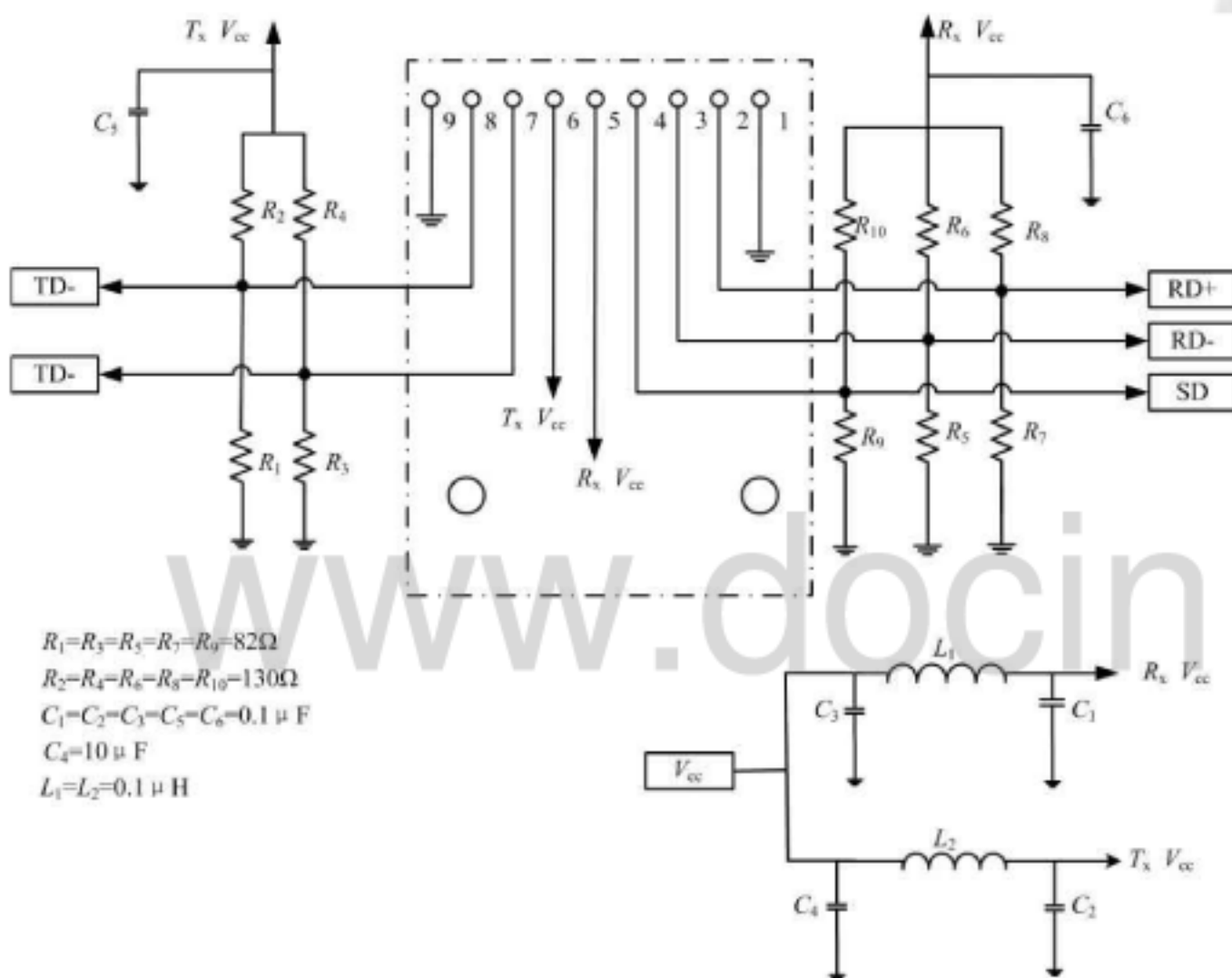


图4 ATR-01103C 典型连接图

R8/R9/R10 组成的分压电路,这有两方面原因:一是为输入 PECL 信号提供 50Ω 的终端电阻;二是为 TD+/- 和 RD+/- 差分对提供 $V_{CC}-2V$ 的直流偏置^[6]。具体计算公式如下:

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{82 \times 130}{82 + 130} = 50.3\Omega \quad (1)$$

$$V = V_{cc} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 3.3 \times \frac{82}{82 + 130} = 1.3V \quad (2)$$

这样的设计可以有效地抑制回波损耗和近端串

扰,提高信号的传输保真度。当外部接入信号电平与 PECL 电平不一致时,它们所需的直流偏置不同,所以 TD+、TD-、RD+、RD- 于接入器件之间最好选用 $0.1\mu F$ 的电容进行隔离。

2 电路板 Layout

基于 Expresscard 接口的以太网光纤收发器电路属于高频电路,电磁干扰是影响其性能的最重要的因素。信号频率越高,电磁干扰对 PCB 性能的影响就越大。为了减少 EMI,增强系统稳定性,在 PCB 板设计中,元器件的放置以及印制板走线应遵循以下原则:

①保证阻抗匹配。为了减小波形失真,所有 PECL 的终端都应尽量与传输线相匹配,以消除不必要的

反射,理想的负载阻抗为 50Ω 。对于终端电阻,应放置在相应接收信号端。差分信号走线长度尽量短和等长,以防止不平衡电流流动造成的信号失真。

②减少电磁辐射。信号线上的电磁辐射既损耗了能量,又对其它设备产生电磁干扰,因此,要尽可能地减少电磁辐射。PCB 中,用带状线(Stripline)或微波传输(Microstrip)线做信号传输线可有效减少电磁泄漏。尽可能减短走线长度以减小其自感^[7]。

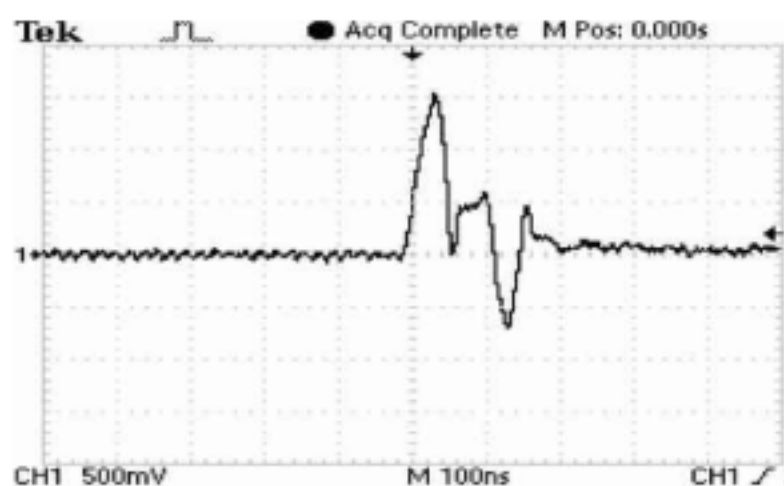
③PCIE 差分线的布线。差分对之间的距离和差分

对和所有非的 PCI Express 信号的距离是 20mils 或介质的厚度的 4 倍, 选择其中更大的。如果非 PCI Express 信号电压明显高于或者非 PCI Express 信号边缘比 PCI Express 信号边缘快, 两者的空间应增加至 30mil, 以避免耦合。

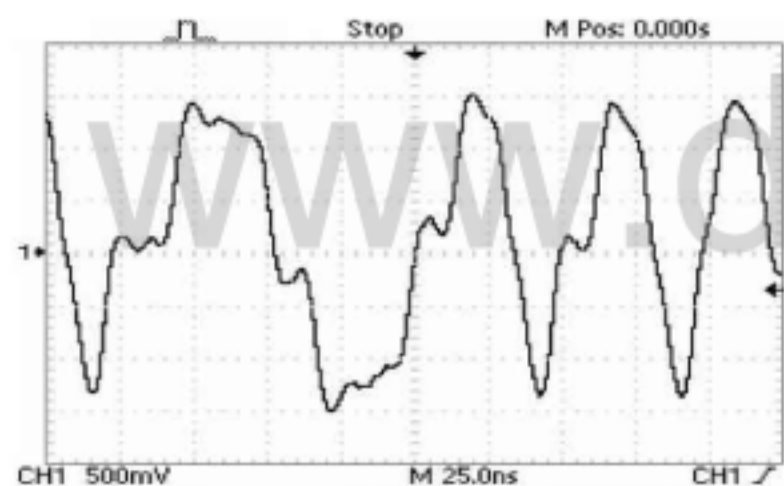
④数字地的处理。在 PCB 中应设有大面积的数字地, 从而减小接地电阻, 并且大面积的数字地可以与差分线形成带状线结构, 减少线路的电磁辐射。

3 实验验证

为验证系统设计的正确性, 由两块光网卡分别连接两台电脑, 光网卡之间通过 20m 塑料光纤相连接, 利用示波器测得波形如图 5 所示。



(a) 输入 MDI 差分对的握手信号

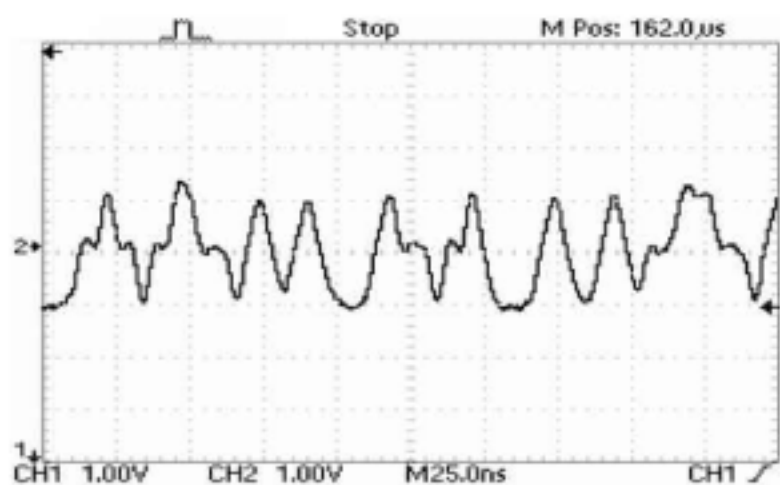


(b) 握手成功后的信号

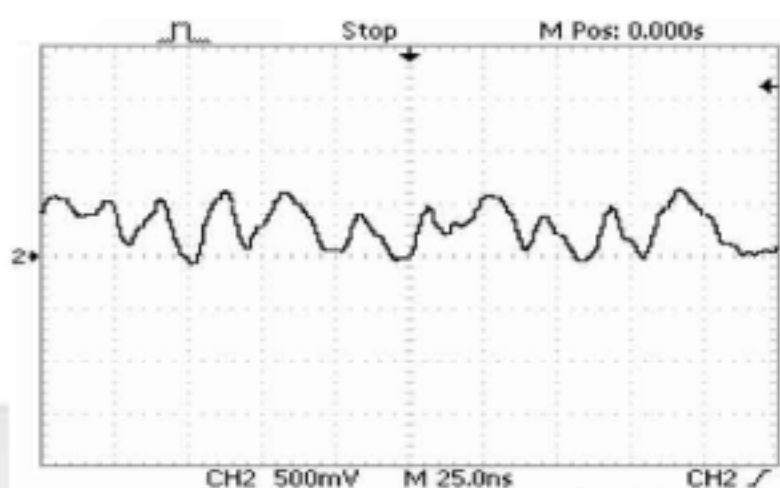
图 5 系统空闲状态信号

图 5(a)为 MDI 差分对的握手信号, 两块网卡在通信前, 网卡 A 的发送端会向网卡 B 的接收端发出应答请求信号, 当网卡 B 的发送端向网卡 A 的接收端反馈回相同的应答请求信号时两块网卡便握手成功; 否则, 两块网卡一直处于握手请求状态。图 5(b)为握手成功后的空闲状态信号。

图 6(a)为 MDI 差分对输入端的数据传输信号, 图 6(b)为 PECL 差分对输入端的数据传输信号。图中显示出由空闲状态到数据传输状态的信号转换, 数据能够正常传输, 正常通信时速度达到 40Mb/s。



(a) MDI 差分对输入端的数据传输信号



(b) PECL 差分对输入端的数据传输信号

图 6 数据传输状态信号

4 结束语

基于 ExpressCard 接口的光网卡利用光纤以太网实现了便携式 PC 机和现场测试记录器间的通讯, 传输性能稳定。以光纤作为传输介质进行组网能够实现远距离监测, 解决了局域网中最后 100/1000m 的用户接入问题。而且 Expresscard 接口的光网卡成本低、携带方便、移植性强, 具有很好的应用价值。

参考文献:

- [1] PCMCIA. ExpressCard Standard 2.0 [EB/OL]. [2009]. <http://www.expresscard.org/web/site/>.
- [2] 卢洪武. 一种新型光纤收发器及其性能测试[J]. 光学仪器, 2008, 30(3): 4-7.
- [3] 于洪涛, 丁铁夫, 郑喜凤, 等. 基于 FPGAs 的千兆以太网光纤转换器的设计[J]. 中国光学与应用光学, 2009, 2(4): 352-357.
- [4] RealTek Semiconductor Corp. RTL8111D (L)-GR. Datasheet Rev.1.7 [EB/OL]. [2009-8-17]. <http://Realtek.com>.
- [5] RealTek Semiconductor Corp. RTL8111D/DG/DN. Datasheet Rev.1.2 [EB/OL]. [2010-8-13]. <http://Realtek.com>.
- [6] National Semiconductor Corp. 国家半导体 LVDS 用户手册 (第四版) [EB/OL]. [2008]. <http://national.CHS.lvds>.
- [7] 李小娟. 622Mbps 大气激光通信机与 10/100M 自适应收发器的设计及集成[D]. 南京: 东南大学, 2007.