

# 用 3COM 网卡实现监控系统高速局域网

檀吉波 (人民银行山东省分行科技处 250001)

胡青 (建设银行山东省分行科技处 250014)

**摘要:**本文对 3COM 系列网卡中的 3C503 卡进行了细致的研究,在剖析其结构、性能、通信协议及工作原理的基础上,给出了一种以 3C503 卡为网络适配器的监控系统高速局域网的实现方法。

**关键字:**SCADA 系统 网络适配器 3COM 局域网

本文以 3C503 卡为重点,在剖析其结构、性能及通信协议的基础上给出了一种以 3C503 卡为通信网卡的监控系统高速局域网的实现方法。

## 一、3C503 卡性能结构

3C503 卡采用了美国国家半导体公司(Nation - al Semiconductor Corp.)生产的符合 IEEE802.3 协议系列高速串行通信芯片——DP8390、DP8391、DP8392 等。设计上,为了使 3C503 卡在接口性能方面同 3C501 卡兼容,除了采用 DP839X 系列高速通信芯片以外,还使用了 3COM 公司自己设计生产的一块门阵列芯片。一方面优化了网卡性能;另一方面,对网卡本身的结构设计也有保密作用。

3C503 卡内含 8K 字节的缓冲 RAM,有独立的系统时钟和网络时钟,采用 DMA 方式实现了缓冲区与 FIFO 的数据传输,具有 DMA、中断和查询三种内部数据交换方式,实现了 IEEE802.3 协议,支持目的地址为物理地址、分组地址和广播地址的帧,支持点对点、点对多点通信,完全实现了物理层和数据链路层协议。

图 1 给出了 3C503 卡的硬件结构框图。

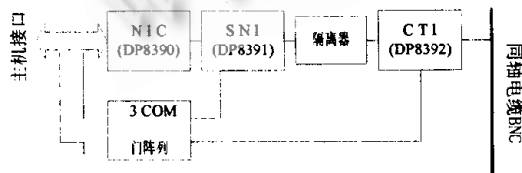


图 1 3C503 卡结构框图

·网络接口控制器(NIC)一包括了实现网卡与主机

接口控制的所有寄存器,实现了介质访问控制层(MAC)的全部功能。同 3COM 门阵列逻辑芯片一起作为与主机接口的控制逻辑。

·串行网络接口(SNI)一实现传输数据的曼彻斯特编码/解码功能。

·同轴电缆传输器接口(CTI)一作为同轴电缆线的驱动器和数据接收器。

·3COM 门阵列逻辑一控制网卡内的开关设置及 NIC、SNI 和 CTI 功能选择。同 NIC 一起作为与主机接口的控制逻辑。

·隔离器一采用耦合方式在电气特性上将 SNI 与 CTI 分开。

## 二、3C503 卡与 FJK 系列监控设备的硬件接口设计

3C503 卡又称 Etherlink II 卡是专为 PC 机设计的通信网板,支持 PC(ISA)总线。ISA 总线提供的有些信号 3C503 卡没有使用。如 OSC、ALE、CLOCK 等信号。在某种程度上讲这种情况简化了 3C503 卡与 FJK - 981 CPU 板的接口设计。

FJK - 981 板是 FJK 分布式计算机监控系统局域网的站点主控板(FJK - 981 站点主控板由我们自行设计,要了解详细情况,请与作者联系),内有 8098CPU、32KROM、32KRAM;其中,32KROM 存放监控程序以及网络通信管理程序,32KRAM 存放采集的实时数据以及网络收发数据。该板定义了一套根据实际情况确定的总线格式,设计的其他接口板如数字信号采集板、模拟信号采集板、模拟屏控制板、键盘/显示器接口板等均支持这一总线。该 CPU 板为外设(其他接口板)提供了专用 I/O 口地址,外设地址不占用 8098CPU 板内存地址。由于

8098 芯片内没有 DMA 控制器, FJK-981 板内也没有设计 DMA 控制电路, 故 FJK-981 板与 3C503 网卡之间的数据传输采用中断方式 I/O 指令传输, 这又进一步降低了接口设计的复杂性, 因为我们在利用 FJK-981 板的外部总线设计构造 ISA 总线接口时就可以不考虑这些与 DMA 操作有关的信号(只要将这些信号接为无效状态即可)。

图 2 给出了 3C503 卡与 FJK-981 构成的监控局域网框图。

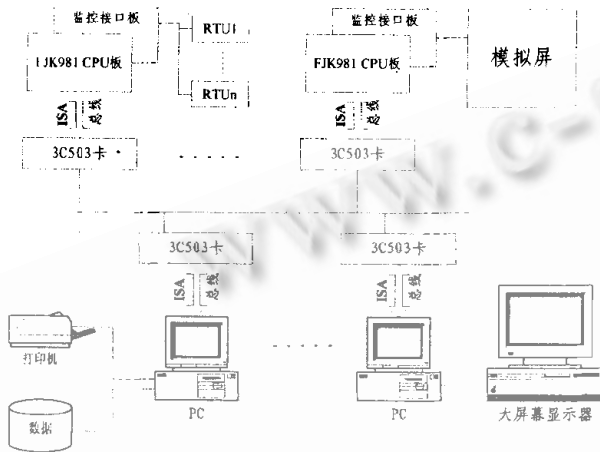


图 2 用 3C503 卡与 FJK-981 构成的监控局域网框图

### 三、3C503 卡协议分析及工作过程

3C503 卡完全实现了符合 IEEE802.3 协议标准的数据链路层和物理层协议。数据链路层支持 CSMA/CD 介质访问控制方式, 以 10 Mbps 的速率收发数据。收发过程中无需 CPU 干预。标准的 IEEE 802.3 数据包包括下列区域: 前导码(PREAMBLE)、起始定界符(SFD)、目的地址、源地址、长度、数据和帧校验序列。典型数据包格式如表 1。数据包采用 MANCHESTER 编码方式, 由 DP8391 SNI 编码、解码, 以带有时钟的不归零制、串行方式传送给 NIC。由 NIC 在发送过程中产生及添加前导码、起始定界符和 FCS 域。接收过程中前导码和 SFD 域被去掉。

表 1 IEEE 802.3 数据包格式

PREAMBLE	SFD	DESTINATION	SOURCE	LENGTH	DATA	FCS
62B	2B	6B	6B	2B	46B-1500B	4B

·前导码和起始定界符(SFD)。前导码是采用 Manchester 编码的 0,1 序列, 用于 SNI(DP8391) 与收到的帧定时达到稳定同步。SFD 紧跟在前导码的后面, 包含两个连续的 1。NIC 不把 SFD 视作一个字节而是两个位模式。

·目的地址。目的地址标明了网上数据帧的传送到目的地, NIC 支持三种类型的地址格式: 物理地址(PHYSICAL)、多目的地址(MULTICAST)和广播地址(BROADCAST)。物理地址对应于某一个结点。所有物理地址的最高有效位均为“0”。这些地址跟存放于内部物理地址寄存器中的地址进行比较, 全部吻合时 NIC 才接收该数据包。多目的地址最高有效位是“1”。DP8390C 采用了标准的 HASH 算法将所有目的地址影射成一个 6 位的值。这个 6 位值索引于一个 64 位的阵列。广播地址全部位均为“1”。所有站均可接收。三种地址方式可以选择。

·源地址。源地址是发送数据帧结点的物理地址。它不能是多地址或广播地址。

·长度域。长度域指明数据包的数据段字节个数。NIC 对该域不予解释。

·数据域。数据域包含 46 至 1500 之间任意字节长度的数据。少于 46 字节长度的信息需填充一些字节, 以达到最小长度 46 字节。

·帧校验域(FCS)。帧校验域(FCS)是一 32 位的 CRC 校验码。其生成多项式为:

$$G(X) = X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$$

数据包的发送: 初始化网卡以后, 将要发送包的目的地地址、源地址、数据长度及数据写到发送缓冲 RAM 中, 然后启动发送。发送目的地地址之前, NIC 自动发送 64 位的包前同步序列。发送完数据域后, 自动加上 CRC 校验码。若有两个或两个以上的站点同时发送, 会产生冲突。NIC 检测到冲突后自动停止 FIFO 中数据的发送。立即发送阻塞码, 增加冲突。并自动退壁延迟(延迟时间可由程序设置), 然后重新发送。网卡重发 16 次。若还不成功, 则通知主机。

数据包的接收: 初始化以后, 网卡就进入了接收状态。此时, NIC 不停地监听网络状态。当监听到网络活跃并确认接收数据位流为包前同步字符序列时, 网络开始接收数据包。NIC 将接收到的目的地地址和本地地址比较, 如地址不匹配, 则后面数据包不接收。否则接收数据包, 将包前同步序列及 CRC 码去掉。以后的所有接收

内容送往接收环,并存储接收状态。

#### 四、3C503 卡驱动程序设计

3C503 卡支持 PC(ISA) 总线,与主机接口及控制逻辑由网络接口控制器 DP8390C 和 3COM 公司的门阵列芯片共同完成。其中网络接口控制器 NIC 包含了实现与主机接口控制的所有 48 个寄存器(包括其中两个保留寄存器),并承担了 MAC 层的全部功能实现。这 48 个内部寄存器公用卡上的 4 位地址总线(A0A3)组成的 16 个地址(00H0FH),通过读/写操作以及设置页面(0 页,1 页)来分别访问这 48 个寄存器。表 2 给出了寄存

器地址、页面分配表。

下面就有关寄存器的功能作简单介绍。

<1> 命令寄存器:初始化发送操作、切换寄存器页面以及启动/停止 NIC 工作、启动/关闭远方 DMA(REMOTE DMA)操作等等。

<2> 中断状态寄存器:供 CPU 检查中断来源。其中任一中断源均可在中断屏蔽寄存器(IMR)中屏蔽掉。

<3> 数据配置寄存器:设置 NIC 与存储器接口的数据宽度(8Bits 或 16Bits)及宽度为 16Bits 时的字节顺序、FIFO 的门槛值。

表 2 NIC 寄存器地址、页面分配表

	0 页		1 页
	读 (R)	写 (W)	读写(R/W)
00H	命令寄存器 COMMAND	命令寄存器 COMMAND	命令寄存器 COMMAND
01H	本地 DMA 当前地址 0LCUR	起始页 PSTART	物理地址寄存器 PHYADD0
02H	本地 DMA 当前地址 1LCUR	停止页 PSTOP	物理地址寄存器 PHYADD1
03H	边界指针 BOUNDARY	边界指针 BOUNDARY	物理地址寄存器 PHYADD02
04H	发送状态寄存器 TSR	发送起始页 TRANSSTART	物理地址寄存器 PHYADD3
05H	冲突寄存器	发送字节计数 0	物理地址寄存器 PHYADD4
06H	FIFO	发送字节计数 1	物理地址寄存器 PHYADD5
07H	中断状态寄存器 INTSTA	中断状态寄存器 INTSTA	当前页寄存器 CURRPAGE
08H	远方 DMA 中断寄存器 0	远方起始地址寄存器 0	分组地址寄存器 MULADDR0
09H	远方 DMA 中断寄存器 1	远方起始地址寄存器 1	分组地址寄存器 MULADDR1
0AH	保留	远方字节计数寄存器 0	分组地址寄存器 MULADDR2
0BH	保留	远方字节计数寄存器 1	分组地址寄存器 MULADDR3
0CH	接收状态寄存器 RSR	接收配置寄存器 RECCFG	分组地址寄存器 MULADDR4
0DH	错误计数器 0	发送配置寄存器 TRSCFG	分组地址寄存器 MULADDR5
0EH	错误计数器 1	数据配置寄存器 DATCFG	分组地址寄存器 MULADDR6
0FH	错误计数器 2	中断状态寄存器 INTMSK	分组地址寄存器 MULADDR7

<4> 发送配置寄存器、接收配置寄存器:设置包(Packet)发送/接收过程中 NIC 的工作方式。例如:发送碰撞后的退避方式、可接收的包类型等。

<5> 发送状态寄存器、接收状态寄存器:记录发送/接收过程中的相应状态。

<6> 起始页寄存器、终止页寄存器、边界寄存器、

当前页寄存器:负责管理接收缓冲 RAM。

<7> 发送页起始地址、发送字节计数寄存器:负责管理发送缓冲 RAM。

<8> 物理地址寄存器:存放网卡本身的物理地址(或称网卡号)。一般可在初始化时,通过间接寻址方式获取。

<9> 分组地址寄存器:分组地址寄存器为网卡提供了分组功能。通过设置其中的某些位可使网卡接收某些特殊的帧(分组帧)。

网卡加电时, NIC 进入复位状态, 并一直保持到主机发出启动命令; 使得 NIC 保持受控, 直至所有有关的寄存器编程完毕; 从而保证了这期间没有包的收发。清除命令寄存器中的 STP 位, 初始化完成, 网卡就可以收发数据了。下面给出 3C503 卡驱动程序中的网卡初始化例程。

初始化例程:

```
int i, j;
outportb(G706CDOPE, CONREGIM:1); //复位网卡
for(i = 0; i < 5000; i++) //延时
outportb(G706CDOPE, CONREGIM); //复位结束
outportb(G708INTDMA, 0x20); //设置中断向量
outportb(G705MEM, 0); //板内 ROM 无效
outportb(G70BDMA, XFF);
outportb(G70CDMA, XFF); //3COM 门阵列初始化
outportb(COMMAND, 0x21); //启动 8390, 0 页
outportb(DATCFG, 0x48);
outportb(RECCFG, 0x0C); //设置数据和接收配置寄存器
outportb(TRNSCFG, 0x0C); //DP8390 工作于循环自检方式
outportb(BOUNDARY, 0x02);
outportb(PSTART, 0x2C);
outportb(G701RECSO, 0x40); //接收环页地址设置
outportb(INTSTA, 0Xff); //清 DP8390 中断状态
outportb(INTMSK, 0x1b); //设置中断允许位
outportb(COMMAND, 0x61); //转至 1 页
PortAddr = PHYADDRO;
For(i = 0; i < = 5; i++)
    Outportb(PortAddr + +, mul-addr[i]); //初始化物理地址寄存器
Outportb(CURRPAGE, 0x2d); //设置当前页
Reg3C503RP = 0x2d; //保存当前影象
PortAddr = MULIADDRO;
For(i = 0; i < 8; i++)

Outportb(PortAddr + +, muli-addr[i]); //初始化分组地
```

址寄存器

```
Outportb(COMMAND, 0x22); //转回 0 页, NIC 处于工作方式
```

```
Outportb(TPSTART, 0x20); //发送页起始地址
```

```
Outportb(TRANSCFG, 0x08); //清 TCR
```

## 五、系统软件设计

该监控局域网由两种类型的站点组成, 一种是常规的微机, 用作 SCADA 工作站, 另一种是以 8098 为 CPU 的 FJK 系列监控接口板, 多用作数据采集以及控制。因此要有分别运行于两种类型工作站上的两套网络软件, 尽管两套软件实现方式不同, 但它们要遵循相同的协议及规程, 而且就基本通信程序而言, 它们有相同的结构及功能。

由于 3+ 网等通用局域网网络系统, 主要是为实现 PC 机用户共享网络大容量硬盘和打印机等外部设备而设计的, 数据传输的实时性较差。因此就是在工作站 PC 机中我们仍然独立设计网络通信及管理软件, 摒弃 3+ 网原有的系统软件, 这样更利于维护和扩充。

本局域网系统软件由以下几模块组成:

(1) 资源管理模块: CPU、存储器、键盘、LED、打印机、磁盘等。

(2) 数据采集管理模块: 负责监控的各个站点对其所管辖的设备(如变压器、输送机、传送带等)进行数据采集并作初步处理。

(3) 网络实时通信模块: 负责网络各工作站站点之间的数据、命令传输。

(4) 设备监视与控制(或报警)管理模块: 该模块负责对设备或过程的监视和控制, 它的实现建立在数据采集管理模块所采集数据的分析处理基础上的, 对实时性要求较高。

(5) 数据库管理模块。

以上诸模块并非全部存在于每一工作站之中, 而是分散于整个网络的各个工作站之中。根据各工作站功能的不同而相应地建立不同的模块, 但诸模块中最基本的资源管理及网络实时通信两个模块是每个工作站都必须具备的。各工作站相互配合, 共同构成了一个具有高速通信速率的监控系统实时局域网。

(来稿时间: 1998 年 1 月)