

# 基于 C8051 的船用以太网网关的设计

李志俊, 杨 佳, 沈克宇, 戴清泉, 林锦泸

(武汉理工大学 自动化学院, 湖北 武汉 430063)

**摘要:** 阐述了以 C8051 单片机和网卡控制芯片 RTL8019 及串口扩展芯片 SP2539 为主体的单板网络转换控制器设计, 结合相应软件程序实现了船用网关数据转换的功能, 实现了船舶信息管理和自动化监控的一体化。

**关键词:** 船用以太网网关; RTL8019; C8051F020

**中图分类号:** TP273

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-9833(2009)05-0081-03

## Design of Marine Ethernet Gateway Based on C8051

Li Zhijun, Yang Jia, Shen Keyu, Dai Qingquan, Lin Jinlu

(School of Automation, Wuhan University of Technology, Wuhan 430063, China)

**Abstract:** Describes the design of single-board network transformation controller with main body of C8051 single chip, NIC RTL8019 and serial port expansion chip SP2539. Realizes marine gateway data transformation combined with corresponding software. Thus achieves the integration of ship information management and automation monitor.

**Keywords:** marine ethernet gateway; RTL8019; C8051F020

## 0 引言

随着船舶信息化管理要求的提高, 实现船上各分控制系统即主机遥控、机舱监测报警、电站管理、泵浦控制、液位遥测和压载控制和冷藏集装箱监控等的一体化管理, 船舶集成平台管理系统正逐渐应用到各类舰船中。船舶集成平台管理系统中上层网一般采用以太网, 下层网一般采用现场总线网, 而船用网关就是实现船舶集成平台管理系统中上层以太网与下层现场总线网之间的信息交换, 并提供实时监测、控制和报警的专用网关。船舶集成平台管理系统的上层网可通过船用网关转换后给下层网发现场控制命令, 直接对下层网的控制器远程操纵(或进行参数设置); 下层网的分类信息经过以太网网关传递给上层网进行显示、存储等操作。船用网关为解决船舶控制网络和信息管理网络之间的数据通信和数据共享提供了一条途径。如图 1 所示, 以太网网关是整个船舶

信息管理系统的枢纽, 它直接承担了整个网络的数据交换与信息传递的责任, 显示了其在船舶信息管理系统中的作用<sup>[1]</sup>。

## 1 船用网关整体方案设计

目前在船舶控制网络中上层网一般采用 TCP/IP 协议的以太网, 而下层网则是基于 CAN 或 Profibus 的现场总线结构, 2 层网络间的数据传输不兼容, 所以该网络控制器的设计核心就是实现现场总线的数据与以太网 Socket 数据帧的相互转化。本次设计采用 C8051F020 单片机作为微处理器, 网络控制芯片选用支持 PCI 总线的 RTL8019。考虑到下层网一系列的监控报警设备都是串口通信, 当需要这些设备同时进行数据传输时, 单片机微处理器的串口数量有限, 所以设计中加入了串口扩展部分增强系统的串口处理能力。图 2 所示为以太网网关系统设计的原理框图<sup>[2-3]</sup>。

收稿日期: 2009-07-09

作者简介: 李志俊(1962-), 男, 湖北丹江人, 武汉理工大学副教授, 硕士, 主要研究方向为智能控制理论与应用数字图像处理, E-mail: junwenlee@sohu.com

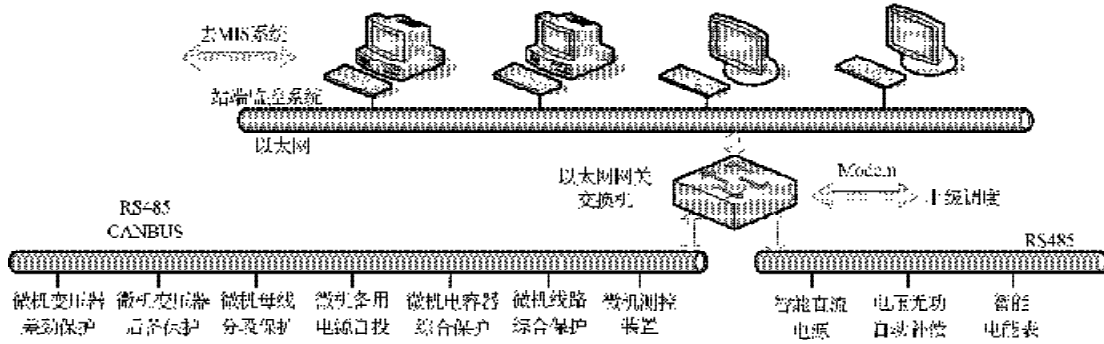


图1 船舶信息管理自动化拓扑结构

Fig. 1 Topology of ship information management

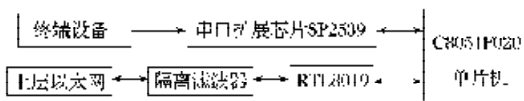


图2 系统设计原理框图

Fig. 2 The block diagram of system design

## 2 船用网门的硬件组成

船用网关硬件主要由微处理器、以太网网卡控制芯片、串口扩展3部分构成。用单片机C8051F020做处理器，用支持TCP/IP协议的RTL8019网卡控制芯片完成以太网转换，串口扩展用SP2539实现。

**CPU 单片机 C8051F020 功能介绍** 高速C8051微控制器内核具有流水线指令结构；指令的执行速度可达25 MIPS（时钟频率为25 MHz）；22个矢量中断源存储器；4 352 B内部数据RAM 4k+256；64 kB系统可编程FLASH程序存储器；外部并行数据存储器接口可达5 MB/s。

**网卡控制芯片选择** RTL8019以太网控制器以存储器（16 k双口RAM）为核心，本地和远端控制器并发操作。这种体系结构满足了数据带宽的需要。RTL8019拥有控制、状态、数据寄存器，通过它们，51单片机可以与RTL8019通信。

**串口扩展芯片 SP2539** 考虑到单片机只有2个串口资源，实际应用中的监控设备较多，需进行串口扩展。设计中选用SP2539串口扩展芯片。它可将任意8~32位嵌入式单片机及各种DSP等原有的1个全双工串口（UART）扩展为5个完全独立的全双工子串口。各个子串口的波特率可以软件分频设置。 $K=600 \cdot F_{osc\_in} / n$ ，式中“ $F_{osc\_in}$ ”为SP2539输入时钟（OSCI），单位为“MHz”，

$n$ 为分频数。为保证多串口同时收发数据，单片机处理不会出现数据丢失，则单片机波特率设置时至少是子串口的6倍以上。

RTL8019的数据传输可以是8位与16位任选的，本次设计时用到的是8位数据传输方式，在硬件设计中RTL8019AS的数据线SD0~SD7分别与CPU的D0~D7相连接。实现数据转换的软件主要是对RTL8019的16个工作寄存器进行操作，加上8个远程DMA端口和8个复位端口，总共操作32个空间地址，只需用到芯片16根地址线中的5根。为方便地址译码，选用了低5根地址线。将地址线A0~A4与C8051F020的地址A0~A4连接，RTL8019的AEN为片选信号，与单片机的ALE地址连接，采用线选地址译码。

## 3 船用网关以太网软件驱动程序设计

### 1) 发送接收数据包的格式

RTL8019的工作流程很简单，驱动程序将要发送的数据包按指定格式写入芯片并启动发送命令，RTL8019会自动把数据包转换成物理帧格式在物理信道上传输。反之，RTL8019收到物理信号后将其还原成数据，按指定格式存放在芯片RAM中以便主机程序取用。即RTL8019完成数据包和电信号之间的相互转换：数据包 $\leftrightarrow$ 电信号，以太网协议由芯片硬件自动完成。本文设计的驱动程序有3种功能：芯片初始化、收包、发包。以太网协议不止一种，笔者用的是802.3TCP/IP协议，它的帧结构如图3所示。物理信道上的收发操作均使用这种帧格式。其中，前导序列、帧起始位、CRC校验由硬件自动添加/删除，与上层软件无关。收到的数据包格式如图4所示。

前导位PR	帧起始位SD	目的IP地址DA	源IP地址SA	类型TYPE/长度LEN	数据DATA	填充PAD	校验FCS
-------	--------	----------	---------	--------------	--------	-------	-------

图3 802.3数据帧结构

Fig. 3 Frame structure of the 802.3 data

接收状态	页指针	以太网帧长度	目的IP地址DA	源IP地址SA	类型TYPE/长度LEN	数据DATA	填充PAD	校验FCS
------	-----	--------	----------	---------	--------------	--------	-------	-------

图4 RTL8019接收数据包帧结构

Fig. 4 Frame structure of the RTL8019 receiving data packet

明显地, RTL8019 自动添加了“接收状态、下一页指针、以太网帧长度(以 B 为单位)”3 个数据成员(共 4B)。这些数据成员的引入方便了驱动程序的设计, 体现了软硬件互相配合协同工作的设计思路。发送数据包的格式是 802.3 帧的真子集, 如下所示<sup>[5-6]</sup>:

┌ 目的IP地址DA | 源IP地址SA | 数据类型TYPE | 长度LEN | 数据DATA | 填充PAD |

2) 发送接受数据包的过程

数据包发送时先将待发送的数据包存入芯片 RAM, 给出发送缓冲区首地址和数据包长度(写入 TPSR、TBCR0,1), 启动发送命令(CR=0x3E)即可实现 RTL8019 发送功能, RTL8019 会自动按以太网协议完成发送并将结果写入状态寄存器。数据包接收缓冲区构成 1 个循环 FIFO 队列, PSTART、PSTOP 2 个寄存器限定了循环队列的开始和结束页, CURR 为写入指针, 受芯片控制, BNRY 为读出指针, 由主机程序控制。根据 CURR==BNRY+1? 可以判断是否收到新的数据包, 新收到的数据包按图 3 格式存于以 CURR 指出的地址为首址的 RAM 中。当 CURR=BNRY 时芯片停止接收数据包。整个数据收发流程如图 6 所示<sup>[6-7]</sup>。

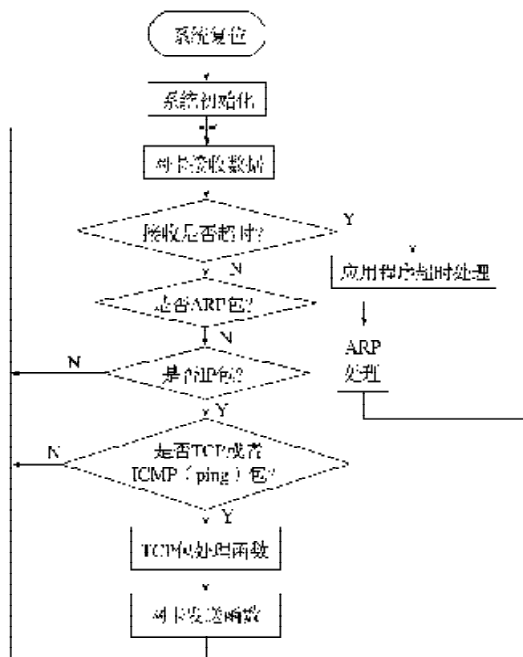


图 6 主程序流程图

Fig. 6 Flow of the main program

### 4 结语

该船用网关的设计采用性价比较高的 C8051 单片机作为 CPU, 足以满足信息处理所需的速度, 因其较大的存储空间不需外扩 RAM, 与网卡控制芯片 RTL8019 的数据线地址线和控制信号线连接简单, 增

强了系统硬件的稳定性, 系统结构简单便于今后的维护和改进。结合 802.3 的以太网 TCP/IP 通信协议, 由于该协议面向连接的握手通信, 保证数据传输的可靠性。整个网关的设计遵循了安全可靠, 实用经济, 便于维护的原则。通过该网关实现上层网络监控系统与下层终端设备的信息交换, 实现了船舶信息管理和自动化监控的一体化。

### 参考文献:

- [1] 王敬贤, 刘志刚, 陈 丹. 船舶综合电力系统监控分系统研制[J]. 船海工程, 2006, 35(1): 81-83.  
Wang Jingxian, Liu Zhigang, Chen Dan. Development of the Monitoring and Controlling System for Integrate Electric Power System of Ship[J]. Ship & Ocean Engineering, 2006, 35(1): 81-83.
- [2] 张丹瑞, 王 华, 徐敏航. 船用网关的设计与实现[J]. 上海造船, 2007(3): 35-37.  
Zhang Danrui, Wang Hua, Xu Minhang. Design and Realization of Ship-Used Gateway[J]. Shanghai Shipbuilding, 2007(3): 35-37.
- [3] 朱 兵, 刘维亭, 朱志宇, 等. 网络型船舶机舱自动化及报警系统的设计[J]. 船海工程, 2005(6): 43-46.  
Zhu Bing, Liu Weiting, Zhu Zhiyu, et al. Design of the Automatic Alarm System with Network for the Engine Room of Ship[J]. Ship & Ocean Engineering, 2005(6): 43-46.
- [4] 尚作斌, 林叶锦, 杨金保. 船舶机舱自动化系统的发展趋势研究[J]. 世界海运, 2001, 24(4): 38-40.  
Shang Zuobin, Lin Yejin, Yang Jinbao. A Study on Trend of the Development of Marine Engine Room Automation[J]. World Shipping, 2001, 24(4): 38-40.
- [5] 徐轶群, 万隆君, 杨国豪. 基于 ISP 技术的船舶自动化系统[J]. 中国航海, 2005(1): 19-21.  
Xu Yiqun, Wan Longjun, Yang Guohao. ISP Technology Based Marine Automation System[J]. Navigation of China, 2005(1): 19-21.
- [6] 李正军. 现场总线与工业以太网及其应用系统设计[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006.  
Li Zhengjun. Design of Fieldbus and Industry Ethernet Application System[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2006.
- [7] 杨 阳, 万曼影, 陈 雷. 船用嵌入式冗余智能网关的设计[J]. 船海工程, 2006(6): 90-93.  
Yang Yang, Wan Manying, Chen Lei. Design of the Embedded Redundancy Smart Gateway on Board[J]. Ship & Ocean Engineering, 2006(6): 90-93.

(责任编辑: 罗立宇)