

# 导航设备监控接口的研究与设计

赵栋栋, 冯永浩, 张斌

(空军工程大学信息与工程学院, 陕西西安, 710077)

**摘要** 针对导航设备远程监控系统在设计过程中存在的导航设备无法直接联入网络,以及导航设备输出数据格式不一的问题,利用物联网的思想,以嵌入式微处理器为主控芯片设计了专用的导航设备接口系统,使得导航设备能够连接网络。通过制定统一的导航设备输出信息协议,规范导航设备的数据格式。利用实验电路对设计的接口系统主要功能进行了测试,并对接口电路的硬件部分以及软件流程图进行了详细阐述。实验表明该接口系统能够使导航设备顺利地接入网络并解决通信格式不一的问题。

**关键词** 导航设备;远程监控;物联网

**DOI** 10.3969/j.issn.1009-3516.2014.01.018

**中图分类号** TP393.11 **文献标志码** A **文章编号** 1009-3516(2014)01-0082-05

## Research and Design of Navigation Equipment Monitoring System Interface

ZHAO Dong-dong, FENG Yong-hao, ZHANG Bin

(Information and Navigation College, Air Force Engineering University, Xi'an 710077, China)

**Abstract:** Aimed at the problem that the navigation devices fail to access the network and the navigation devices communication format in confusion in the process of designing the intelligent navigation device remote monitoring system, a special navigation device interface system is designed to make navigation equipment able to access the internet based on the idea of networking and taking the embedded microprocessor as the master chip. Through the development of a unified navigation device output information protocol, the data format of navigation device is standardized. The experimental circuit is utilized to test the interface system, and the hardware and software flow chart are discussed in detail. Experiments show that the interface system enables the navigation devices to access network and the problems of navigation devices communication format confusing are solved.

**Key words:** navigation device; remote monitoring; internet of things

物联网是新一代信息技术的重要组成部分,倪光南院士认为物联网是通过传感技术、嵌入式技术将任何物体与互联网相连接,以实现远程监视、自动报警、控制、诊断和维护,进而实现“管理、控制、营

运”一体化的一种网络<sup>[1]</sup>。2008年,自IBM提出“智慧地球”<sup>[2]</sup>后,物联网产业迅速发展起来,从家居到交通、医疗、物流等,物联网技术为设备的远程控制提供了新的途径。

收稿日期:2013-06-27

基金项目:陕西省工业攻关资助项目(2012KD6-09)

作者简介:赵栋栋(1989-),男,浙江金华人,硕士生,主要从事无线电导航,嵌入式远程监控研究. E-mail:408850261@qq.com

**引用格式:**赵栋栋,冯永浩,张斌. 导航设备监控接口的研究与设计[J]. 空军工程大学学报:自然科学版,2014,15(1):82-86. ZHAO Dong-dong, FENG Yonghao, ZHANG Bin. Research and design of navigation equipment monitoring system interface [J]. Journal of air force engineering university: natural science edition, 2014, 15(1): 82-86.

针对机场导航设备部署分散、管控时效要求高的特点,利用物联网技术组建导航设备监控网,实现基于网络的导航设备远程监控<sup>[3]</sup>,可为导航设备使用、管理和保障带来良好的经济效益。

物联网的核心和基础仍然是互联网<sup>[4]</sup>,它是在互联网基础上延伸和扩展的网络。因此,要构建导航设备监控网,应当首先保证设备具备接入网络的能力,但是,现有的导航设备大多不具备网络接口,这些设备通常都使用 RS-232 或 RS-422 接口通信,所以需要解决目前导航设备接口适应网络通信要求的问题。

同时,现有的导航设备种类多样<sup>[5]</sup>,各种导航设备接口情况都不一样,且早期生产的导航设备设计时未考虑异地远程监控需求,大多没有外部信息交互接口;而具有外部接口的设备所采用的通信协议、数据格式也不一致,共享性差,不便于后期集成开发应用。因此,设计一个统一的导航设备监控协议是十分必要的。

## 1 接口系统功能

### 1.1 导航设备监控网络模型

物联网通过各种信息传感设备,实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程等信息,与互联网结合形成一个信息网络,基于物联网模型的导航设备监控网络示意图见图 1。

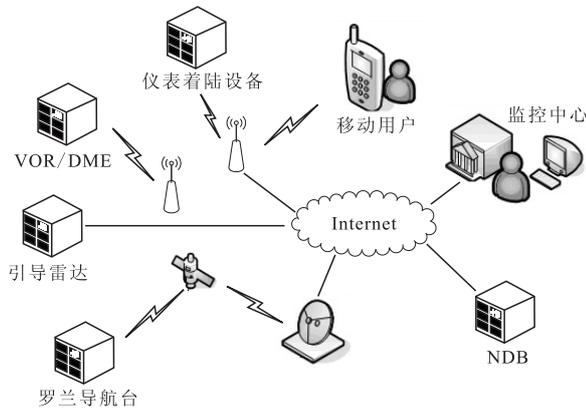


图 1 导航设备监控网络模型示意图

Fig. 1 The network monitoring

导航设备监控网络的传感部分,是设备数据采集系统,其与网络间的交互通过设备接口系统完成。

由于现有的导航设备种类多,各个企业都按照不同的标准设计生产,所采用的通信协议、数据格式不一致,不具备网络接入能力。因此,构建导航设备监控网络的首要问题是完善并统一导航设备接口,制定导航设备监控消息格式协议,解决利用网络实施监控所需的传感与数据定义问题。

### 1.2 导航设备监控接口功能

鉴于导航设备接口整体状况,结合导航设备部署和使用特点,应设计规范的导航设备监控接口,使其具备以下功能:①通信协议转换。将导航设备输出接口采用的串行通信协议,与网络采用的网络通信协议进行相互转换,实现监控网络与导航设备基于不同通信协议下的信息交互;②多种接口兼容。适应不同设备采用不同类型串口下的信息协议转换和接入要求;③通信控制。设备接口作为网络终端,应具备通信管理和控制能力,使导航设备按网络通信协议进行通信。

## 2 接口设计

考虑已有串行通信接口的导航设备需要进行接口改造,以及一个导航台站有时部署 2 个以上导航设备,接口设计以导航台站为基础,结构独立,使其不仅满足导航设备接入网络需要,还可提供诸如导航台站环境、安防监控信息传输功能。

### 2.1 监控消息协议

鉴于导航设备输出数据各自定义,不便于信息利用,且没有接口的设备在增加数据采集电路时需要对数据编码<sup>[6]</sup>。基于以上需求,设计了针对导航设备的监控消息协议。规定导航设备监控接口要求,以及信息结构和定义等,主要有:①规定导航设备监控接口要求,以及信息分类、组成、结构和各类数据长度等;②进行导航设备监控信息定义,作为信息获取、信息输出和传输处理的技术要求和指南,为各类导航设备监控接口研制、改造提供依据;③编制各类消息格式与编码。

设计的导航设备监控消息协议的组成及结构见表 1。

表 1 信息组成和结构  
Tab. 1 The composition and structure of information

起始标识字	设备代码	信息类型	数据长度	数据正文	校验字	结束标识字
4	2	1	2	N (≤490)	2	4

该协议格式有 7 个部分,包括 4 B 的起始标识字,2 B 的设备代码,1 B 的信息类型,2 B 的数据长度,最大不超过 490 B 的数据正文,2 B 的校验字和 4 B 的结束标识字。

其中,设备代码用于标示帧信息来自于哪部具体的导航设备;信息类型根据对监控信息的分类,说明信息特性;数据长度说明数据正文的具体大小,便于对数据的解析处理;数据正文为导航设备输出的

工作状态、参数或控制、确认信息编码等。

## 2.2 接口组成结构

根据导航设备接口的作用,接口硬件是设备与网络间通信的中介,应是一个相对完整的系统,具备输入输出、存储和控制等功能。

接口系统的硬件采用嵌入式系统为核心部件,整体框图见图2。嵌入式微处理器种类多样,性能各异,这里选用NXP公司的ARM系列产品LPC2368。

LPC2368采用32位微处理器,以ARM7为内核,主频达到了72MHz,可以满足实时的数据处理以及大容量的数据传输的要求,且含有4个UART串口和10/100 Ethernet MAC,其中,UART内置波特率发生器,拥有赖以实现软件流控制的自动波特率检测能力和机制。而Ethernet MAC通过媒体独立接口(MIIM)的管理接口可对PHY寄存器进行访问<sup>[7]</sup>,实现网络通信管理。

存储器控制器支持诸如Flash和SRAM的静态设备。

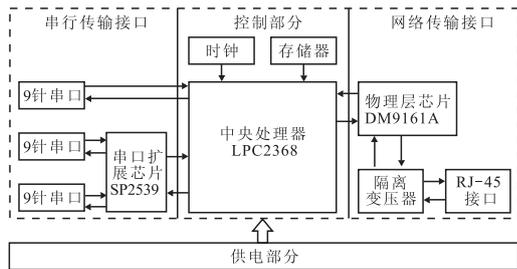


图2 接口系统整体框图

Fig. 2 The overall system diagram

整个接口电路的硬件部分包括串口传输部分、控制部分、网口传输部分以及整个电路的供电部分。串口传输部分直接连接导航设备<sup>[8]</sup>,控制部分负责整个接口系统的运行和管理,网口传输部分负责网络通信,用网线将RJ-45接口和交换机连接,可将采集的信息通过网络传输到远端监控中心。

### 2.2.1 存储器部分

存储器部分包括FLASH存储器和铁电存储器,其中FLASH存储器采用的是ATmel公司的AT45DB161D,该款FLASH存储容量达到16Mb,使用SPI接口,铁电存储器采用4kb的FM24CL16,为每个接口模块配置的IP地址以及MAC地址等信息均存储在铁电存储器内。

### 2.2.2 串口传输部分

中央处理器LPC2368上已经含有4个UART,但一个台站内就装有多种导航设备,单个中央处理器上的串口依然无法满足实际需要,所以在串口传输部分,需要对串口数量进行适当扩展,本文选用的

SP2539芯片很好的满足了这一要求。SP2539可将LPC2368的一个全双工串口扩展为5个完全独立的全双工子串口,并且各子串口波特率、10位或11位数据帧长度均可由软件控制<sup>[9]</sup>。

### 2.2.3 网口传输部分

以太网模块与使用RMII(精简的介质无关接口)的以太网PHY收发器DM9161AEP通过片内MIIM串行总线进行连接,DM9161A包含管理接口和数据接口,管理接口包括管理数据时钟脚MDC和管理数据I/O脚MDIO,数据接口则包括发送数据引脚TXD0和TXD1,接收数据引脚RXD0和RXD1,发送使能引脚TXEN,接收使能引脚RXEN,接收数据时钟脚RXCLK以及载波检测脚CRS,DM9161A和中央处理器上的P1.0到P1.17相连接。

## 3 软件设计

软件设计包括系统的初始化程序,RMII接口发送和接收数据传输,以及串口和以太网之间数据的转换。

### 3.1 初始化程序

初始化程序将运行程序必须的资源加载到内存,为程序中的变量分配空间并赋初值,初始化过程包含GPIO口初始化,微处理器地址初始化,UART初始化,时钟初始化,定时器设置,UIP协议栈初始化,UDP协议初始化以及SP2539初始化等。

### 3.2 多串口接收数据处理

当有多个串口同时收到数据时,就可能存在信息冲突,进而影响信息的正常传输,所以在进行数据处理时,将串口0的优先等级设置为最高等级,按优先等级由高到低的顺序依次是串口1,串口2,串口3,当同时有2个导航设备发送信息时,系统会按照优先等级对数据进行处理,优先等级高的就先处理<sup>[10]</sup>,优先等级低的就延迟一会,等优先等级高的处理完了再进行处理,当串口0收到数据时,串口接收标志会置为1,系统便进入串口0的中断数据处理程序入口,开始对数据进行处理。

### 3.2 串口数据发送到以太网

从串口接收数据到网口发送数据总共分为3个步骤。

**步骤1** 系统调用串口接收模块接收导航设备发往监控中心的数据信息并保存到串口接收缓冲区,串口接收导航设备信息的流程见图3。

当串口接收中断被挂起后,就将对应串口的接收标志置1,再将数据存入接收缓冲寄存器,直到数

据处理完毕后,结束本次数据处理,等待下一次串口中断被挂起。

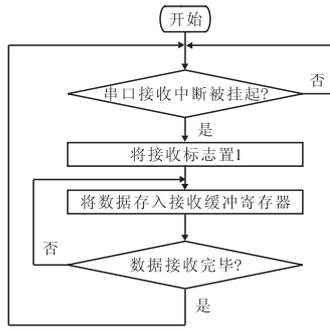


图 3 串口接收流程

Fig. 3 Serial receiving process

**步骤 2** 当系统检测到串口接收缓冲区有数据时,就调用导航设备处理模块对串口接收到的数据进行处理,等到处理完毕后,再将数据保存到网口发送缓冲区,系统处理信息的流程见图 4。

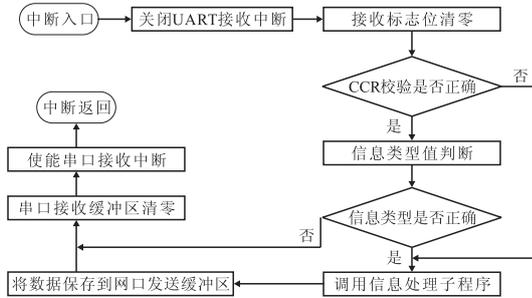


图 4 串口网口传输流程

Fig. 4 The transfer process of serial port and Ethernet port

首先,系统关闭串口 0 的接收中断,并将串口 0 接收标志位清零,然后对接收到的数据进行 CRC 校验,如果校验错误,则使能串口接收中断,同时结束本次数据处理。

如果校验正确,则对信息类型进行判断,如果是事先约定的设备状态信息,设备参数信息,环境状态信息或是确认信息中的一种,则调用信息处理子程序对数据进行格式上的处理,等到数据处理完毕后,将数据保存到网口发送缓冲区,再将串口发送缓冲区清零,并使能串口接收中断,最后结束本次数据处理,返回主函数。

**步骤 3** 系统调用网口发送模块将网口发送缓冲区的数据发送到以太网,在发送信息的时候,以太网控制器会自动将发送的数据封装成以太网帧的结构,网口发送的流程见图 5。

系统如果检测到发送缓冲区有数据,则启动发送 DMA 将数据发送到以太网上,等到数据发送完毕后,继续对缓冲区进行判断。

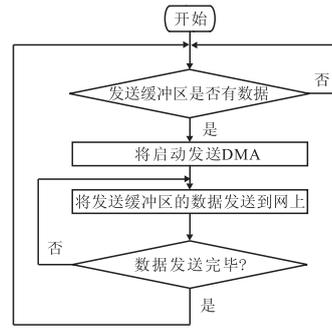


图 5 网口发送流程

Fig. 5 Network port to send flow

## 4 实验测试

### 4.1 转换模块性能参数

具体实验电路板见图 6,图中共有 6 个串口和 1 个网口,构成了多串口与网络通信的能力,可实现对多款导航设备的数据采集工作,在数据采集过程中,串口中的数据按照制定的协议进行传输,在控制部分经过中央处理器的接收和转换后,成为网络帧格式,再通过网口发送出去。

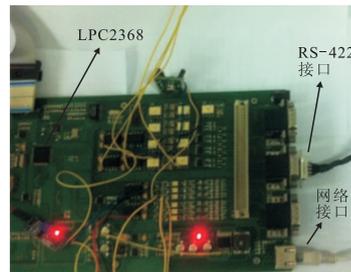


图 6 实验电路板示意图

Fig. 6 The experimental circuit

### 4.2 串口以太网通信测试

#### 4.2.1 试验准备

试验时需要准备的硬件资源有网线、422 串口线、电源线等,软件资源则是串口调试助手和 TCP/UDP 测试工具。

试验前先将该通信电路的串口和网口与计算机的串口与网口相连接,并连接上电源。在串口调试助手中,串口选择的是 com3,波特率设置为 14 400,数据位为 8 位,停止位为 1 位。而在 TCP/UDP 测试工具中,接口模块的 IP 地址设为 192.168.1.204,类型固定为 UDP,端口固定为 6 000,本机端口号指定为 4 000。端口号字节定义为高字节在前,低字节在后。

#### 4.2.2 试验方法

首先利用串口调试助手向该接口通信电路的串口发送一串数据,并观察 TCP/UDP 测试工具能否接收到数据,然后再用 TCP/UDP 测试工具向该接口电路的网口发送一串数据,并观察串口调试助手

能否接收到数据。

### 4.2.3 试验结果

实验结果见图7、图8。图7中显示的是串口调试助手的显示窗口,图8中显示的则是TCP/UDP测试工具的显示窗口。



图7 串口调试助手测试结果

Fig. 7 The test result of serial debugging assistant



图8 TCP/UDP测试工具测试结果

Fig. 8 The test result of TCP/UDP test tools

当用串口调试助手发送数据“ea ea ea ea 04 01 54 01 00 08 02 a5 ed ed ed ed”时,TCP/UDP测试工具能够成功的接收到该数据,而用TCP/UDP测试工具发送数据“ea ea ea ea 04 01 52 02 00 4f 4b e2 dC ed ed ed ed”时,串口调试助手也成功的接收到了数据“EA EA EA EA 04 01 52 02 00 4F 4B E2 DC ED ED ED ED”,由于是16进制,所以数字的大小写没有影响。

### 4.2.4 结果分析

从上述的试验结果可以发现利用计算机向接口通信电路的串口发送的数据能够成功地被TCP/UDP测试工具接收到,而向网口发送的数据也能够成功地被串口调试助手接收到。

实验表明该接口电路能够成功的实现网口与串口的互相通信以及消息格式的转换。

## 5 结语

将物联网技术应用在导航设备的监控系统中,将导航设备改造成具备直接联网的能力,实现了导航设备的网络化远程监控,作者还针对导航设备通信混乱的问题,基于实际需要设计制定了统一的导航设备输出信息的协议。

本文的设计具有以下几大贡献:①使原本无法联网的设备具备了网络数据传输通道;②嵌入式系

统中含有的存储设备,使信息能随时随地进行存储,防止丢失;③制定了统一的导航设备输出信息技术标准,扩展了监控系统的适用范围;④每个设备接口都有自己的IP地址和MAC地址,可在监控网中被唯一的识别。

### 参考文献(References):

- [1] 孙其博,刘杰,黎舜.物联网:概念 架构与关键技术研究综述[J].北京邮电大学学报,2010,33(3):1-5.  
SUN Qibo, LIU Jie, LI Shan. Internet of things: summarize on concepts, architecture and key technology problem[J]. Journal of Beijing university of posts and telecommunications, 2010, 33(3): 1-5. (in Chinese)
- [2] IBM. A smarter planet [EB/OL].(2008-11-01)[2013-05-30] http://www.ibm.com/smarter planet.
- [3] 宁焕生,徐群玉.全球物联网发展及中国物联网建设若干思考[J].电子学报,2010,11(11):2590-2594.  
NING Huansheng, XU Qunyu. Research on global internet of things' developments and it's instruction in China[J]. Acta electronica sinica, 2010, 11(11): 2590-2594. (in Chinese)
- [4] ITU. ITU internet reports 2005: the internet of things [R]. Tunis: world sum- mit on the information society (WSIS), 2005.
- [5] 欧阳丹娜,李颖宏. RS-232 串口与 PROF IBUS-DP 通信实现的研究[J].仪器仪表学报,2005,26(8):82-84.  
OUYANG Danna, LI Yinghong. Research on communication between RS-232 and PROF IBUS-DP[J]. Journal of scientific instrument, 2005, 26(8): 82-84. (in Chinese)
- [6] 吕珊珊,张斌,夏靖波.导航设备远程监控系统的设计与实现[J].空军工程大学学报:自然科学版,2004,5(1):39-44.  
LÜ Shanshan, ZHANG Bin, XIA Jingbo. Design and realization of navigation equipment in remote-monitoring system [J]. Journal of air force engineering university: natural science edition, 2004, 5(1): 39-44. (in Chinese)
- [7] 刘喆,邹极,刘艳强.基于XML的EtherCAT工业以太网协议解析技术[J].北京航空航天大学学报,2011,12(9):135-138.  
LIU Zhe, HUAN Ji, LIU Yanqiang. Parser of industrial Ethernet EtherCAT based on XML[J]. Journal of Beijing university of aeronautics and astronautics, 2011, 12(9): 135-138. (in Chinese)
- [8] ZHANG Yu, HU Yugui, YIN Kuixi, et al. Realization of multi-serials extension based on FPGA[J]. Chinese journal of electron devices, 2009, 32(1): 233-236.
- [9] 曾强.串口远动通信网络化改造方案[J].电力自动化设备,2009,29(3):146-148.  
ZENG Qiang. Retrofit of RTU communication network[J]. Electric power automation equipment, 2009, 29(3): 146-148. (in Chinese)
- [10] 张波,朱新华.基于ARM的数据采集系统设计火力与指挥控制,2009,34(2):127-131.  
ZHANG Bo, ZHU Xinhua. Design of a data acquisition system based on ARM[J]. Fire control & command control, 2009, 34(2): 127-131. (in Chinese)

(编辑:徐楠楠)