

文章编号: 2095-4980(2016)05-0778-06

基于 ARM 和多通信模式的装备远程监控系统设计

刘宝华

(海军航空兵学院, 辽宁 葫芦岛 125001)

摘 要: 针对远程通信装备的监管, 设计了一种基于精简指令集(RISC)微处理器(ARM)和多通信模式的装备远程监控系统。以 ARM S3C2410 微处理器为核心, 构建了系统的硬件监控平台, 利用以太网、GPRS、短信等通信方式, 实现对远程通信装备的管理、控制和故障处置。介绍了系统的数据收发过程和通信协议的实现方法。系统测试结果表明, 在 4 种通信方式下, 该系统均运行稳定, 能在 3 min 内完成故障告警信息上报, 20 s 内完成远程装备的参数查询, 35 s 内完成对远程装备的参数设置。

关键词: 装备监控; 系统设计; 系统测试; 多通信模式; 精简指令集微处理器

中图分类号: TN911.23

文献标识码: A

doi: 10.11805/TKYDA201605.0778

Design of equipment remote monitoring system based on ARM and multi-communication model

LIU Baohua

(Institute of Naval Aviation, Huludao Liaoning 125001, China)

Abstract: An equipment remote monitoring system based on Advanced Reduced Instruction Set Computing(RISC) Machirles(ARM) and multi-communication model is designed in order to expediently monitor remote communication equipment in devious location. The hardware monitoring platform of the system is constructed with the core of ARM S3C2410 microprocessor, and the system realizes the management, control and malfunction treatment of remote communication equipment by the communication methods of Ethernet, General Packet Radio Service(GPRS) and short message, etc. The data receiving and sending process of the system and the realizing method of communication protocol are introduced. The results of system testing demonstrate that the system operates stably by these four communication methods, and can report malfunction alarm message in 3 min, inquire the parameters of the remote equipment in 20 s, and set up the parameters of the remote equipment in 35 s. It reduces the cost of maintenance and monitoring, which has certain practical value.

Key words: equipment monitoring; system design; system testing; multi-communication model; Advanced RISC Machirles

随着部队通信技术的迅猛发展, 为满足战场无线信号无缝覆盖的需求, 部署在远程的通信装备越来越多, 由于这些远程通信装备所处的地理位置较为偏僻, 给装备的日常维护和管理带来一定困难^[1]。为此, 本文设计了一种基于 ARM 和多通信模式的远程装备监控系统, 用于对远程多个通信装备的日常管理和维护。该监控系统采用嵌入式实时多任务操作系统^[2], 利用以太网、串口、通用无线分组服务(GPRS)^[3]、短信等多种通信方式传输数据, 在监控中心对监控数据进行分析 and 处理, 大大提高了远程通信装备的稳定性和可靠性, 确保在第一时间及时发现 and 处理装备故障, 降低了装备的维护和管理成本。

1 系统总体设计

1.1 硬件拓扑结构

为满足远程通信装备日常维护和管理需要, 监控系统要实现对远程通信装备的参数查询、参数设置、故障

告警、事件上报等功能。考虑到系统的可扩展性,系统的硬件结构采用单台就近接入和主从分布式接入 2 种方式。整个系统包括监控中心、通信信道、通信模块、监控平台和工作平台,其结构如图 1 所示。

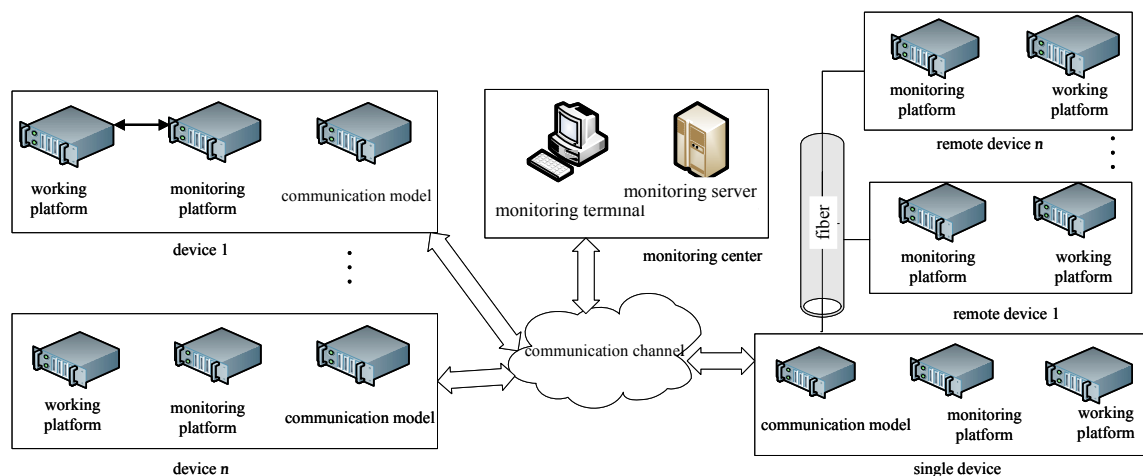


Fig.1 Hardware topology structure of monitoring system

图 1 监控系统的硬件拓扑结构

监控中心主要负责监视、处理各个通信装备的技术参数、故障告警信息,确保各个通信装备工作正常。通信通道是各个装备与监控中心的信息传输通道,在工程中主要包括无线信道和有线信道,其中有有线信道包含电缆、光缆等。通信模块主要负责各个装备与监控中心的通信,接收监控中心的命令并转发各个装备,同时将装备的工作状态信息、性能参数按照约定的格式形式发送给监控中心。监控平台是嵌入在装备中的监控模块,它主要完成对装备工作状态、参数的采集、处理和转换,并按照约定的通信协议传输给通信模块,同时解析接收到的监控命令,控制装备的工作平台完成监控中心的指令。新接入的远程通信装备通过光缆就近接入具有通信接口的单台装备中,既减轻了监控中心的通信压力,也降低了系统的组网成本。

1.2 系统逻辑结构

整个监控系统在逻辑结构上由通信交互层、监控数据处理层、硬件控制层组成,如图 2 所示。每个处理层的工作都由独立的线程完成,同时,“看门狗”处理模块协调处理各层模块间的通信时序,底层驱动模块主要安装各个模块集成芯片的驱动程序,各层的功能如下。

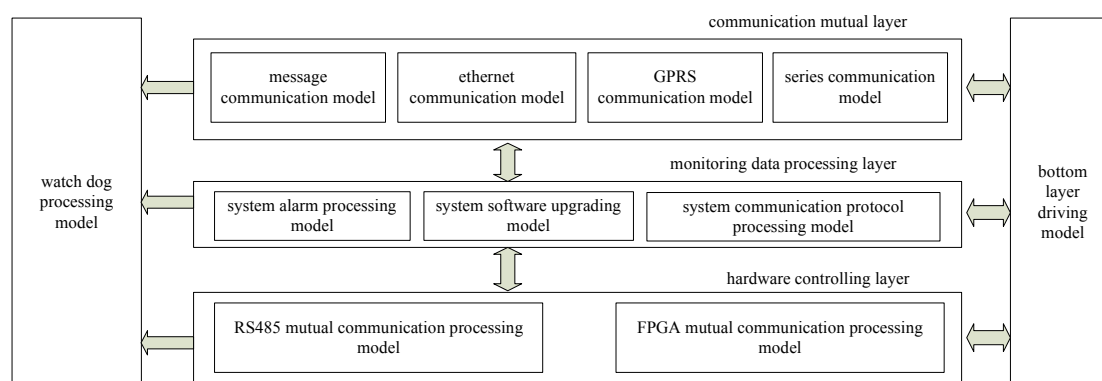


Fig.2 Logical structure of monitoring system

图 2 监控系统的逻辑结构

1) 通信交互层

通信交互层包括短信通信模块、以太网通信模块、GPRS 通信模块和串口通信模块,每一种模块对应一种通信方式。该层对接收到的来源于监控中心的数据做第 1 层处理,并以消息队列的方式将处理后的数据传递给监控数据处理层。另外,该层将采集到的装备工作参数数据、告警数据按预先约定的通信格式打包后传送给监控中心。

2) 监控数据处理层

监控数据处理层包括系统告警处理模块、软件升级模块、通信协议处理模块。该层主要负责将来自监控中心的配置数据进行分析处理后发送给硬件控制层, 将硬件控制层采集到的装备工作参数处理后发送给通信交互层。同时, 将来自装备的告警数据转换后发送给监控中心。

3) 硬件控制层

硬件控制层包括 RS485 交互通信模块和现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array, FPGA)交互通信模块。该层通过读取由监控数据处理层设置的全局参数, 完成对系统底层 FPGA 硬件、系统外接的 RS485 总线^[4]的控制和操作, 并将应答数据包通过通信交互层反馈给监控中心。

2 系统硬件设计

2.1 平台的硬件总体结构

系统监控平台的硬件结构如图 3 所示。整个电路以 ARM S3C2410 微处理器^[5]为核心, 外围配置有 LCD 接口、电源接口、键盘接口、JTAG 接口和 IDE 接口。为适应更多的远程装备的接入需求, 配备了 8 路、16 路和 32 路的数字输入、输出接口和模拟量输入、输出接口。ARM S3C2410 微处理器的内部集成了 8 通道的 10 位 DAC、1 个 LCD 控制器、3 个通道的 UART、4 个通道的 DMA 等^[6]。整个监控平台采用工业级隔离和抗干扰技术, 在被检测端的开关量的输入采用光电隔离, 控制量的输出采用继电器输出, 模拟量的输入采用 420 mA~20 mA 的 AI 电流型传感器进行隔离。

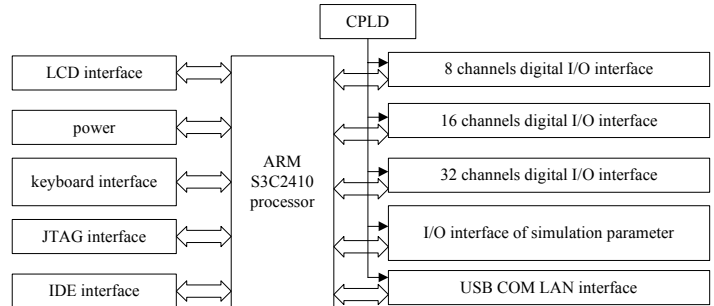


Fig.3 Hardware structure of monitoring platform

图 3 监控平台的硬件结构

2.2 核心电路的设计

这里仅对监控平台硬件的核心电路进行设计。

1) 复位及看门狗电路

复位电路的作用是上电保护, 它是监控平台稳定可靠运行的重要保证。监控平台采用看门狗复位模式, 电路结构如图 4 所示。电路中, MAX823 芯片具有上电复位、手动复位的功能, 它带有的“看门狗”定时器能输出低电平的复位脉冲, 能够对微处理器提供全面的保护。

2) 以太网接口电路

系统选用 CS8900 作为嵌入式系统的核心以太网接口控制器^[7], 它与 ARM S3C2410 的连接电路如图 5 所示。电路的工作方式为: 系统需要发送数据包时, 首先对网络进行侦听, 如果网络繁忙, 则进入等待状态, 等到网络线路空闲时, 立即发送数据。在发送数据的过程中, 芯片为数据添加以太网帧头, 生成循环冗余校验(Cyclic Redundancy Check, CRC)码^[8], 然后将数据发送到以太网中。在接收数据的过程中, 先对接收到的数据帧进行解码、去帧头、地址检验, 然后将数据缓存到芯片内, 等待 CRC 校验。通过校验后, CS8900 根据配置情况, 将接收到的数据帧传送到系统存储器中。

3) 模拟输入接口电路

虽然 ARM S3C2410 本身带有模数转换功能, 但是在实际应用中, 处理器本身的精确度达不到远程装备状态数据的检测要求, 所以, 系统选用精确度较高的 TLC1543 芯片进行采集数据的模数转换^[9], 其电路如图 6 所示。

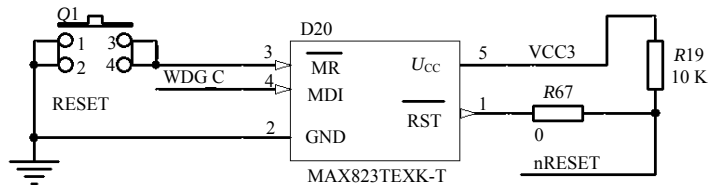


Fig.4 Electro-circuit of watch dog and restoration

图 4 复位及看门狗电路

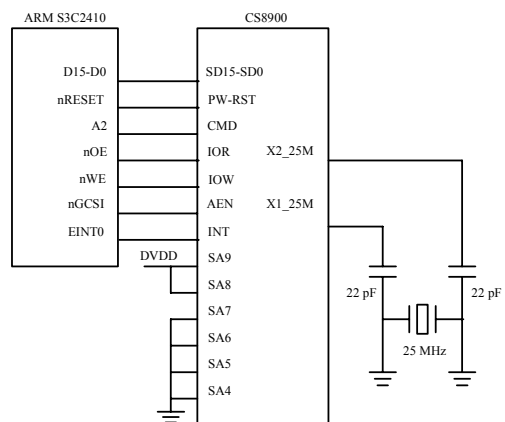


Fig.5 Interface electro-circuit of Ethernet

图 5 以太网接口电路

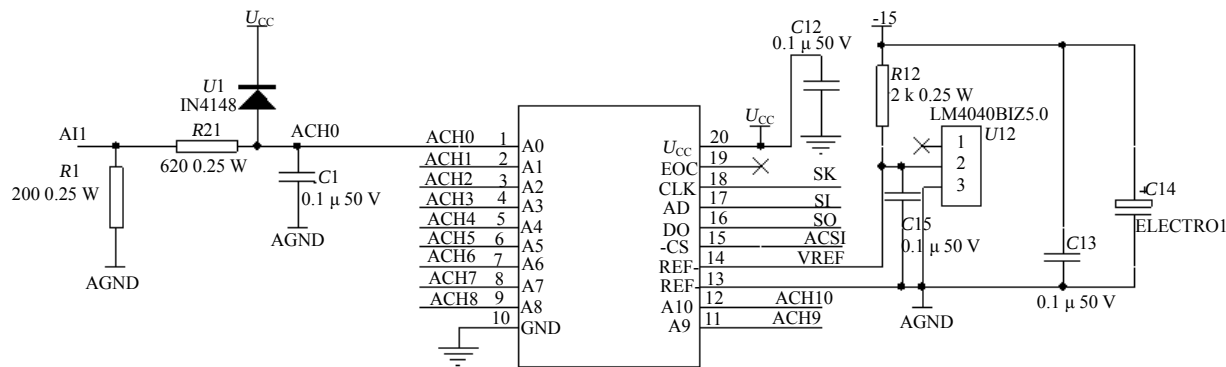


Fig.6 Interface electro-circuit of simulation input
图 6 模拟输入接口电路

3 系统软件设计

3.1 数据的收发过程

在通信交互层，串口通信为首选的有效通信方式，以太网为系统默认的远程通信方式。当本地终端将远程通信方式设置为短信通信方式或 GPRS 通信方式时，以太网通信方式将失效。该层对数据的发送和接收过程如下：

1) 数据发送过程

系统首先检测发送缓冲区 PrtlFrmSendBuf 的首字符，判断是否有数据需要发送，并按照首字符规定的通信方式，将数据发送到相应的物理通信信道中。PrtlFrmSendBuf 的首字符与通信信道的对应关系如表 1 所示。然后检查发送数据帧消息队列 msgPrtlFrameSend 中是否有经过系统监控数据处理层处理完的数据需要发送，如果检测到有数据需要发送，则根据缓存数据结构的变量判断目的物理通信端口，且将发送缓冲区 PrtlFrmSendBuf 的首字符设置为相应通信端口的字符，并拷贝数据段的数据到发送缓冲区中等待发送。

2) 数据接收过程

系统首先调用串口接收函数 SerialReceive 和以太网接收函数 ethernet_receive 分别接收串口数据和以太网数据，并将接收到的数据通过 msgPrtlFrameRec 消息队列发送给系统监控数据处理层进行处理。数据内容包括：协议数据长度、数据内容、物理端口、电话号码、IP 地址以及通信端口等信息。GPRS 数据和短信数据则通过调用 ModemReceive 函数进行接收，并将收到的数据通过 msgPrtlFrameRec 消息队列发送给系统监控数据处理层进行处理。数据内容与上面的串口通信方式的数据内容一致。ModemReceive 函数还包括了对 MODEM 的状态监测和控制、数据包查找等功能。

3.2 系统的通信协议

系统的通信协议处理模块首先对接收到的数据帧进行报头、报尾检测，采用 CRC 校验方式进行差错检测^[10]，确保接收到的数据的正确性。然后进行装备查询、设置和参数转发，并完成应答数据帧的组帧。下面，仅对该模块的查询和设置功能进行设计。

1) 查询功能

查询功能是系统通信协议处理模块的一项重要功能，主要用于监控中心对远程装备的监控。首先，监控中心向远程装备发起查询数据帧，装备收到查询数据帧后，提取该数据帧的相应参数识别码。如果是查询装备的基本信息，则提取装备基本信息结构变量中的装备参数信息；如果是查询模块的参数，则查询模块驱动变量中的参数信息；如果是查询装备的告警信息，则查询装备告警数据结构中的相应参数信息。然后，进行应答数据帧的组帧，并将该帧数据传送给发送消息队列，通过通信交互层发送，装备参数识别码查询的部分关键程序代码如下：

```
while (i<iLen) //判断整个数据帧是否处理完
{
    byObjLen=pMAPData[i]; //当前项查询参数命令长度
    .....
    i+=byObjLen; //处理完后准备进行下一项处理
}
```

表 1 系统通信方式对应表

Table1 Corresponding table of system communication methods	
PrtlFrmSendBuf head character	corresponding communication method port
0x01	series communication port
0x02	message communication port
0x03	GPRS communication port
0x04	Ethernet communication port

2) 设置功能

设置功能主要用于设置监控中心的 IP 地址、分配远程装备的 IP 地址、远程装备的外围模块参数以及通信方式等。由监控中心向远程装备发送设置数据帧，装备收到该数据帧后，根据命令参数判断设置帧的类型，然后进入设置帧处理函数对该数据帧进行处理。设置帧处理函数的部分程序代码如下：

```
standardObjLen=getObjLen(iObjID)
    if (standardObjLen<=20)           //设置参数命令识别码在有效长度内
    {
        if (byObjLen!=(standardObjLen+3) //不符合规定长度
        {
            iObjID=FlagErrorLength; //命令识别码长度不匹配
            pMAPData[i]=byObjLen; //保存错误长度返回监控中心
            pMAPData[i+1]=iObjID%256; //提取命令识别码的高字节
            pMAPData[i+2]=iObjID/256; //提取命令识别码的低字节
            i+=byObjLen; //继续下一项处理
            continue;
        }
    }
```

4 系统实现与测试

系统开发完成后，从功能、实时性、健壮性和稳定性等方面对系统的性能进行了测试。测试的通信方式包含短信通信方式、以太网通信方式、串口通信方式和 GPRS 通信方式 4 种。测试时，监控中心的主控计算机运行 Windows XP 操作系统，系统内存为 1 G，硬盘为 40 G。限于篇幅，这里仅给出系统实时性测试情况。

在测试时，对全系统进行了 72 h 拷机实验，实时性测试的结果如表 2 所示。

表 2 系统实时性测试结果
Table2 Real-time measurement result of the system

testing items	index demand/s	testing result/s			
		message communication method	Ethernet communication method	series communication method	GPRS communication method
reporting time of fault alarm	≤180	140	90	120	160
inquiring time	≤20	12	6	10	20
setting time	≤40	24	10	15	35
remote upgrading time	≤900	/	600	780	850

从测试的情况看，串口通信方式和以太网通信方式能够很好地满足系统实时监控的需求，短信通信方式能较好地满足故障告警、查询和设置等业务的实时性需求，GPRS 通信方式由于网络繁忙的原因，在数据传输的时延方面比其他 3 种通信方式较大些，但也能够满足系统的实时性指标的要求。

5 结论

本文设计了一种基于 ARM 和多通信模式的远程装备监控系统，在介绍系统总体结构的基础上，重点对系统的 3 层体系结构进行了详细设计，通过测试，系统运行稳定，在以太网、串口等通信方式下，系统能够实现对远程装备的实时参数设置、控制和管理。该系统投入实际工程应用后，提高了远程装备的监管能力，大大降低了远程装备维护和管理成本。

参考文献：

[1] 贾红丽,刘钢,王健. 部队装备管理信息化建设现状分析与对策[J]. 装备学院学报, 2014,25(1):19-23. (JIA Hongli,LIU Gang,WANG Jian. Actuality analysis and countermeasures of army equipment management information construction[J]. Journal of Equipment Academy, 2014,25(1):19-23.)

[2] 王文虎,杨峰. 基于 ucos-II 技术的考勤机设计[J]. 湖南文理学院学报, 2014,26(3):79-82. (WANG Wenhui,YANG Feng. Design based on Ethernet in axle tracing management terminal[J]. Journal of Hunan University of Arts and Science, 2014,26(3):79-82.)

- [3] 程瑞,丁广威,薛祖峰,等. 基于 GPRS 的海军航空四站装备远程保障系统设计[J]. 计量与测试技术, 2014,41(10):34-38. (CHENG Rui,DING Guangwei,XUE Zufeng,et al. Design of long-distance maintain system based on GPRS for marine aviation accouter[J]. Measurement and Testing Technology, 2014,41(10):34-38.)
- [4] 陈俊,王勇. Modbus 协议在破管检测系统中的应用[J]. 太赫兹科学与电子信息学报, 2014,12(2):190-194. (CHEN Jun,WANG Yong. Application of Modbus protocol in the detection system of broken pipes[J]. Journal of Terahertz Science and Electronic Information Technology, 2014,12(2):190-194.)
- [5] 郭洪,张世娟. 基于 ARM S3C2410 的嵌入式 ZigBee 网关设计[J]. 河南科学, 2012,30(8):1072-1075. (GUO Hong,ZHANG Shijuan. Design of embedded ZigBee gateway based on ARM S3C2410[J]. Henan Science, 2012,30(8):1072-1075.)
- [6] 侯启真,史秉鑫,李琪. 机场安检门远程监控系统研究[J]. 计算机测量与控制, 2014,22(12):3976-3979. (HOU Qizhen,SHI Bingxin,LI Qi. Study of walk-through metal detectors remote monitoring system in airport[J]. Computer Measurement and Control, 2014,22(12):3976-3979.)
- [7] 骆舒萍. 基于 ARM9 和 CS8900A 的网络通信电路的设计及实现[J]. 漯河职业技术学院学报, 2012,11(2):1-4. (LUO Shuping. Design and implementation of network communication circuits based on ARM9 and CS8900A[J]. Journal of Luohe Vocational Technology College, 2012,11(2):1-4.)
- [8] 禹霁阳,张猛,黄丹. 数据存储中并行 CRC 校验的 FPGA 实现[J]. 仪表技术与传感器, 2012(11):130-132. (YU Jiyang,ZHANG Meng,HUANG Dan. Implementation of parallel CRC based on FPGA for data storage[J]. Instrument Technique and Sensor, 2012(11):130-132.)
- [9] 李敏,王宝勤. 基于 TLC1543 的数据采集监控系统的实现[J]. 微计算机信息, 2009,25(5):103-105. (LI Min,WANG Baoqin. Realization of data acquisition monitoring system based on TLC1543[J]. Micro-computer Information, 2009,25(5):103-105.)
- [10] 张焱,任勇峰,齐蕾,等. 基于 FPGA 的 CRC 校验算法的实现[J]. 电子器件, 2015,38(1):222-226. (ZHANG Yan,REN Yongfeng,QI Lei,et al. Implementation of CRC algorithm based on FPGA[J]. Chinese Journal of Electron Devices, 2015,38(1):222-226.)

作者简介:



刘宝华(1971-),男,河北省遵化市人,硕士,副教授,主要从事计算机仿真技术和信息作战等方面的研究,email:hldliubaohua@126.com.