

基于北斗通信的 RTU 远程监控系统^①

许博浩¹, 郝永生¹, 苏伟朋²

¹(军械工程学院, 石家庄 050003)

²(76327 部队, 郴州 423000)

摘要: 以某导弹发射装备信息采集记录装置改进项目为背景, 本文针对远程控制中心对装备状态信息监控和评估的实际需求, 设计了一种基于北斗卫星通信 RTU(Remote Terminal Unit)远程监控系统. 该系统可以实时采集到装备的状态信息并对采集的数据进行高速处理, 通过北斗通信终端定时向控制中心发送采集状态数据, 同时控制中心也可以发送指令随时调取状态数据. 经测试结果表明, 该系统具有良好的稳定性、实时性、可靠性和低能耗的特点, 可实现远程监控和数据采集以满足装备的远程管理需要.

关键词: RTU; 信息采集; 北斗通信; 远程监控

RTU Remote Monitoring System Based on Beidou Communication

XU Bo-Hao¹, HAO Yong-Sheng¹, SU Wei-Peng²

¹(Machine Engineering College, Shijiazhuang 050003, China)

²(Unit 76327, Chenzhou 423000, China)

Abstract: Aiming at the actual demand of Remote control center information of equipment state monitoring and evaluation, we designed a kind of based on Beidou satellite communications RTU (Remote Terminal Unit) remote monitoring system with certain missile equipment information collection recording device improvement project as the background. The system can be real-time acquisition to the equipment state information and the data collected by high speed processing, through the Beidou communication terminal time send form data to the control center, control center can also send orders status data to be obtained at any time. The test results show that the system has good stability, the characteristics of real-time, reliability, and low energy consumption. It can realize remote monitoring and data collection to meet the needs of the equipment of the remote management.

Key words: RTU; information collection; Beidou Communication; remote control

北斗卫星导航系统是我国自主研发且具有通信能力的区域卫星导航系统^[1], 北斗卫星通信终端工作在 L/s 波段, 入站传输速率可高达 16.625kbs, 出站信道可至 31.25kpbs, 并且具有干扰能力强、误码率低、安全可靠等特点, 关键是我国自主研发的卫星系统与其他数据传输手段相比具有安全可靠、保密性强的优势能够满足装备状态数据传输保密的要求. 北斗卫星导航系统对在全国范围内都具有良好的覆盖性, 可以保障畅通的通信能力, 适用于我国各种地理环境.

RTU(Remote Terminal Unit)作为远程监控的核心设备^[2]其主要实现对导弹发射设备状态的采集、数据处理与储存. RTU 都具有数据采集及处理和数据传输

的基本功能, 通过将采集的状态数据或模拟信号转换成数字信号, 并以可通信的媒体格式储存发送至控制中心, 也可将控制中心发送来的数据转换成命令, 实现对现场设备的远程控制.

RTU 已经大量应用于民用行业, 在天然气石油自动化控制、电力远程控制系统、城市废水处理、水情水文情报监测系统、车辆调度等领域得到了广泛应用. 随着无线通信技术和卫星定位技术的不断进步, 使得实现对移动物体的远程监控和管理成为可能. RTU 设备通过结合我军的军用电台、无线设备和我国自主的北斗导航系统等, 可以实现部队移动装备的动态数据监控与管理, 符合我军信息化建设的需求, 为我军的

① 收稿时间:2014-08-19;收到修改稿时间:2014-10-20

作战装备提供了数据信息保障。

军用 RTU 对现场设备在环境方面具有更高的要求:

工作温度: $-40^{\circ}\text{C} \sim 75^{\circ}\text{C}$;

相对湿度: $5\% \sim 95\%$;

存储温度: $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$;

军用 RTU 必须具有可靠稳定的优良特性, 可以适应极端的恶劣环境, 适合各种场所应用, 保证全天候不受地域和环境的限制。

此外军用 RTU 还应具备以下基本共功能:

(1)高速数据采集功能, 需符合军队要求的高精准性;

(2)易于重新配置经调试改动后可用于其他设备, 节约开发成本, 提高利用价值;

(3)可以本地控制和远程控制;

(4)支持多种通信协议。

军用 RTU 承担着业务数据管理部门和现场设备“上传下达”的任务, 显然远程通信技术是实现的核心。现如今 RTU 系统已经采用 GSM、WLAN、Internet 等多种公共网络通信方式。但军队数据要求严格保密, 显然不能利用易被攻击, 易造成信息泄露的公共网络进行数据传输, 必须使用较为成熟的军用通信技术, 确保数据信息安全、稳定、可靠的传输。因此, 实现远距离数据传输是军用 RTU 的瓶颈问题。

1 硬件总体设计及原理

本 RTU 的主体硬件系统使用 MCU 作为核心构建, 根据 RTU 的实际功能需求选择合适的外围设备, 总体设计框图如图 1 所示。

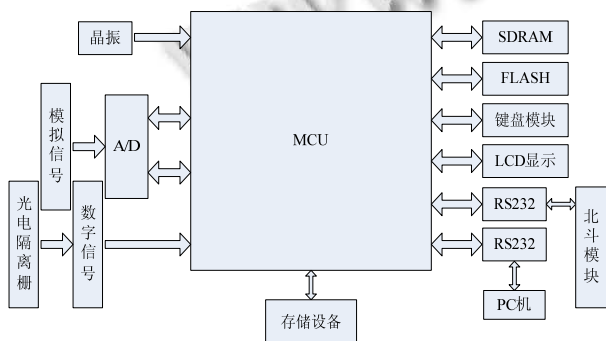


图 1 系统总体框图

以北斗卫星导航系统的报文通信功能实现 RTU

与控制中心的数据传输具体工作流程如下: 传感器或其它设备采集装备的状态参数, 通过光电隔离栅进入数据采集模块, 数字信号直接进入, 模拟信号经过 A/D 转换后进入, 采集的数据经过处理后送到北斗通讯模块设备端口, 通过北斗卫星将装备数据传输至北斗指挥机, 北斗指挥机与控制 PC 连接构成控制中心。RTU 也可将控制中心发来的数据转换成命令, 实现控制中心对设备的远程控制。

2 RTU 硬件设计

RTU 硬件系统设计与实现从实际需求上看, 需要稳定、可靠、低功耗的特性, 综合考虑选用 MCU 芯片可以满足系统的功能要求, 同时降低了系统的功耗和体积。综合考虑北斗导航系统、数据采集系统等模块的通信协议, 选择合适的通信模块; 合理设计个元器件的布局, 使电路板有良好的电磁兼容性, 确保系统的稳定运行。

2.1 ARM 控制器

ARM 主控制器是整个系统的核心, 是装备和控制中心联系的“桥梁”。选用 STM32F407VGT6 作为 MCU, 该 MCU 就有以下优点^[3]: ①专为高性能和超快数据传输而设定, 含有 32 位 ART 加速器, 7 层 AHB 总线矩阵, 多个 DMA 控制器一个内核专用 SRAM 块, 从 FLASH 连续执行相当于 0 等待。②超低功耗。在 VBAT 模式, 典型的 $\text{RTC} < 1\mu\text{A}$, 电压调节器具有电源调节能力, 超灵活调节性能确保了高性能和低功耗。③高集成, 减小了系统体积。

2.2 数据存储模块

数据存储模块主要用于存储芯片的工作程序和采集的装备信息。MCU 本身自带内存很小, 不能满足大量装备信息的储存, 需要扩展存储器。ARM 嵌入式系统工作的方式是存储器中的程序控制, 编写好的程序通过串口写入 RTU 系统的存储器中, 系统开始工作时, 从存储器调入程序, 引导系统启动。系统工作运行时, 接收经过编码、分类等处理后的装备状态信息并储存在其中, 北斗通信端口可以进行传输时, 将数据发送至北斗通信终端传输到控制中心。

2.3 北斗定位与传输模块

RTU 系统利用北斗卫星导航系统实现装备的定位, 数据信息通过北斗卫星导航系统的双向短报文通信功能^[4]传输至控制中心。该系统内部设有 8 个发送

通道,允许用户连续提交需要发送的文件(即:不需要等待第一个文件发送完成,就可以提交第二个文件),当内部发送通道占满时,不能接受发送任务.至少有一个发送通道发送完成,通道进入空闲状态时,用户才能进行提交新的发送任务.图2为数据发送通道工作示意图.

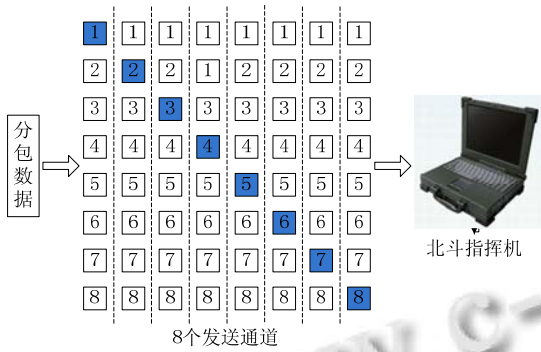


图2 发送通道工作示意图

2.4 数据采集模块

数据采集模块 RTU 系统的前端接受部分,其功能是对 RTU 接收采集的装备数据外设的控制.系统在工作状态中有多种不同的装备状态信号需要检测,其中数字信号 1 路,模拟信号 5 路.数据采集由 MCU、CPLD 和 ADC 阵列完成^[5],如图3所示.时序信号和控制逻辑均由CPLD实现,选用MAX3000系列可编程逻辑器件 EPM3128 芯片;选择美国凌力尔特公司 (Linear Technology Corporation)的 14 位高速 A/D 转换芯片 LTC1407A 作为模数转换模块的核心芯片.

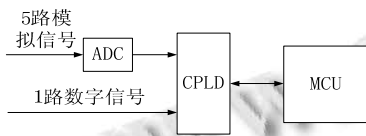


图3 数据采集框图

3 系统软件设计

3.1 系统主程序设计

在硬件设计基础上移植 uCOS-II 操作系统,RTU 完成的任务主要有数据采集、数据处理、系统控制、保护报警和数据通信处理等,任务程序用 ANSI C 进行编写.系统初始化包括对 A/D、定时器、存储器等外部设备的初始化然后系统启动看门狗,允许中断并注册全部的中断函数,最先启动 A/D 转换,然后主程序便进入了循环等待中断事件.如图4所示.

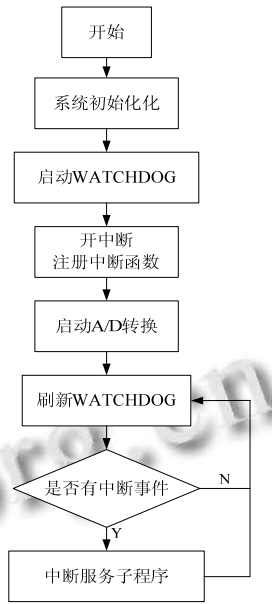


图4 系统主程序流程图

3.2 基于北斗通信的数据传输协议

MCU 作为 RTU 中央处理单元,完成数据的接收、存储、加密、解密、封包、拆包等操作,然后通过北斗模块最终完成数据发送和接收.系统北斗通信的工作原理如图5所示.

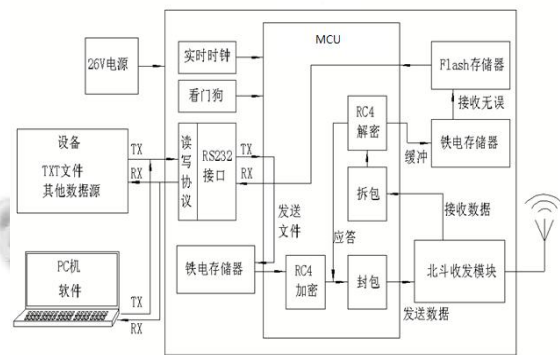


图5 RTU 北斗通信原理图

北斗导航系统短报文通信每次只能传输240字节^[6],即 120 个汉字,这种传输能力不能满足大量装备数据的传输要求.要使用北斗短报文功能进行数据传输必须对装备数据进行分包发送,在接收端对数据进行合并处理.图6为分包示意图.



图6 数据分包示意图

其中①表示文件名, 1.5 个字节长度, 十六进制表示; ②表示消息传输的次数, 为保证控制中心能准确收到采集的数据, 会进行多次发送确保数据传输成功; ③表示消息为第几次传输; ④表示消息拆为几个包, 大量的数据需要进行分包传输; ⑤表示消息为第几包, 标明第几包以便接收端进行数据重组; ⑥表示消息是否为冗余包, 标记 0 为不是, 标记 1 为是; text 为正文部分, 最大为 240 字节. ②、③、④、⑤段均用 BCD 码表示, 长度为半个字节.

控制中心指挥机将接收到的数据包前 4 个字节进行分析, 文件名相同的为同一条数据不同段, 并根据分段的顺序号先后进行排序, 最后将相同文件的每个数据包的前 4 个字节去掉, 将剩余的信息按照先后顺序组合在一起, 形成一条完整数据包进行输出和存储. 图 7 为数据包接收处理流程.

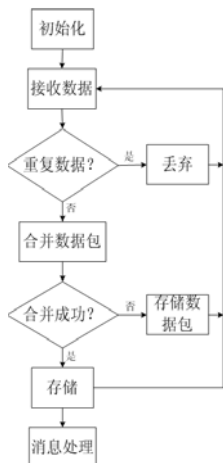


图 7 数据包接收处理流程图

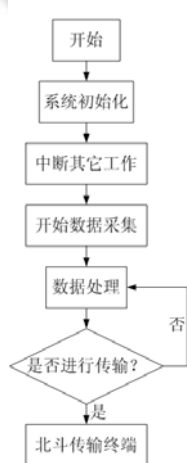


图 8 数据采集流程图

3.3 数据采集系统软件设计

数据采集过程是在主控器 MCU 控制下由 CPLD 自动实现的, MCU 只控制数据采集的启动和对数据的处理及传输, 对数据采集的通道不进行任何干预控制, 从而可以高速完成数据采集过程. 主程序采用中断的方式对整个系统进行控制, 数据采集部分为外部中断方式, 数据采集过程中当 CPLD 数据缓存器存满时, MCU 即转入相应的中断程序进行数据处理, 将 CPLD 中的数据转移到存储器中进行保存. 数据采集流程图如图 8 所示.

4 实验测试结果

在现场实际环境中, 通过实验可以得知, RTU 系统采集精度±3%; 实时时钟误差小于 1/10000 秒; 定位精度小于 25 米; 数据传输误码率小于 1%; 平均故障间隔时间≥2000 小时. 除一次因没锁定北斗卫星信号实验失败以外, 其它实验状况均正常. 图 9 为经北斗传回的 RTU 监控数据.

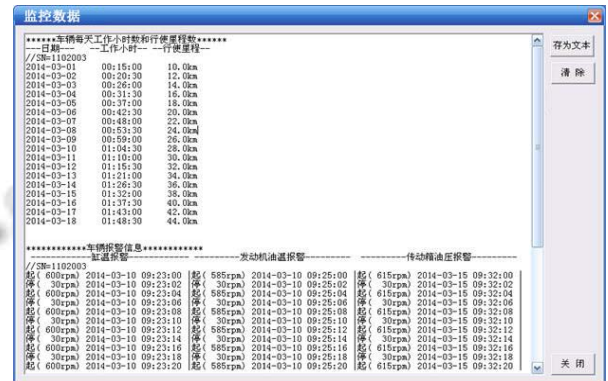


图 9 监控数据

5 结论

针对实际需要, 通过分析论证, 设计了基于北斗卫星通信的 RTU 远程监控系统. 通过我国自主研发的北斗卫星导航系统来传输 RTU 采集的装备状态数据, 不仅可以保证数据传输的安全, 而且对我国各种地理环境都有良好的可靠性. 由于 RTU 是由电子模块和传感元件组成, 在实际应用中会有电磁、风沙、温湿度等因素影响. 因此, 在应用中应该考虑增强其抗干扰能力并对其定期校验.

参考文献

- 1 吕伟, 朱建军. 北斗卫星导航系统发展综述. 地矿测绘, 2007, 23(3): 29-32.
- 2 项晓春, 刘广魁. SCADA 系统及其应用. 自动化技术与应用, 2000, 19(6): 19-22.
- 3 郑瀚, 顾荣. 基于 STM32 的测控模块设计. 四川兵工学报, 2011, 32(9): 96-97.
- 4 徐常凯, 郭瑞勇, 郭军. 基于北斗卫星的军事物流通信系统研究. 军事物流, 2009, 28(9): 147-149.
- 5 马泽忠, 穆光辉. 基于单片机和 CPLD 的高精度数据采集系统设计. 微计算机信息, 2008, 28(4): 147-150.
- 6 成方林, 张翼飞, 刘佳佳. 基于“北斗”卫星导航系统的长报文通信协议. 海洋技术, 2008, 27(1): 27-29.