



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104993596 A

(43) 申请公布日 2015. 10. 21

(21) 申请号 201510408635. X

(22) 申请日 2015. 07. 13

(71) 申请人 上海电力学院

地址 200090 上海市杨浦区平凉路 2103 号

(72) 发明人 彭道刚 赵斌斌 黄义超 宋磊

朱灏 胡迅 姚明哲 崔闪

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限

公司 31225

代理人 翁惠瑜

(51) Int. Cl.

H02J 13/00(2006. 01)

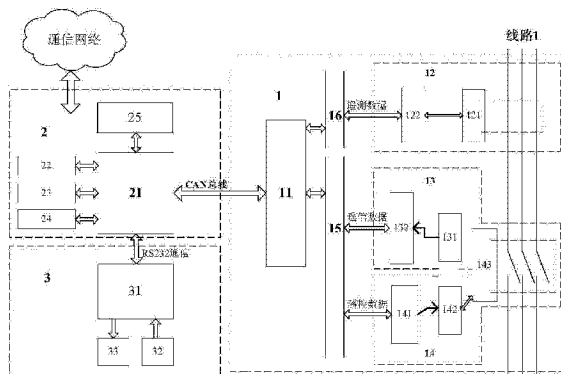
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

基于嵌入式多 ARM 处理器的配电网自动化远方终端装置

(57) 摘要

本发明涉及一种基于嵌入式多 ARM 处理器的配电网自动化远方终端装置,包括 :DTU 遥测遥信遥控模块,用于采集输电线路遥测量和遥信变位信息,并控制继电器的开合 ;通信模块,一端与区域监控主站连接,另一端通过 CAN 总线与 DTU 遥测遥信遥控模块连接,实现信息传输 ;人机交互模块,与通信模块连接,用于实现参数设置和信息显示 ;所述 DTU 遥测遥信遥控模块、通信模块、人机交互模块各由一片 ARM 处理器作为控制核心,构成多 ARM 结构。与现有技术相比,本发明具有信息采集精确、兼容性稳定性高等优点。



1. 一种基于嵌入式多 ARM 处理器的配电网自动化远方终端装置,其特征在于,包括:  
DTU 遥测遥信遥控模块,用于采集输电线路遥测量和遥信变位信息,并控制继电器的开合;

通信模块,一端与区域监控主站连接,另一端通过 CAN 总线与 DTU 遥测遥信遥控模块连接,实现信息传输;

人机交互模块,与通信模块连接,用于实现参数设置和信息显示;

所述 DTU 遥测遥信遥控模块、通信模块、人机交互模块各由一片 ARM 处理器作为控制核心,构成多 ARM 结构。

2. 根据权利要求 1 所述的基于嵌入式多 ARM 处理器的配电网自动化远方终端装置,其特征在于,所述 DTU 遥测遥信遥控模块包括:

ARM 测控控制器;

DTU 遥测单元,一端与输电线路耦接,另一端连接 ARM 测控控制器,用于采集交流模拟量传输给 ARM 测控控制器,ARM 测控控制器根据所述交流模拟量获得遥测量并保存;

DTU 遥信单元,与 ARM 测控控制器连接,在 ARM 测控控制器控制下,采集遥信量;

DTU 遥控单元,与 ARM 测控控制器连接,用于接收从 ARM 测控控制器发出的遥控信号控制继电器动作;

所述 DTU 遥信单元、DTU 遥控单元通过同一数据总线与 ARM 测控控制器连接,DTU 遥测单元通过独立的数据总线与 ARM 测控控制器相连接。

3. 根据权利要求 2 所述的基于嵌入式多 ARM 处理器的配电网自动化远方终端装置,其特征在于,所述 DTU 遥测单元包括依次连接的电压电流互感器和信号调理电路所述信号调理电路通过数据端口与 ARM 测控控制器连接。

4. 根据权利要求 2 所述的基于嵌入式多 ARM 处理器的配电网自动化远方终端装置,其特征在于,所述 DTU 遥信单元包括依次连接的第一光电耦合器和总线收发器,遥信变位信息经第一光电隔离器变换后,经总线收发器传输给 ARM 测控控制器;

所述 DTU 遥控单元包括依次连接的锁存器、第二光电隔离器和功率继电器,所述锁存器接收 ARM 测控控制器的遥控信号,经第二光电隔离器隔离输出给功率继电器,控制继电器动作。

5. 根据权利要求 1 所述的基于嵌入式多 ARM 处理器的配电网自动化远方终端装置,其特征在于,所述通信模块包括 ARM 通信控制器,该 ARM 通信控制器设置有多种通讯接口,包括串口 RS232、串口 RS485、10/100M 以太网和 GPRS;

所述 ARM 通信控制器还配置有通信协议组,所述通信协议组包括 EC 60870-5、Modbus 和无线通信协议;

所述 ARM 通信控制器在嵌入式操作系统  $\mu C/OS-II$  和通信协议组所构成的软件平台下实现功能任务。

6. 根据权利要求 1 所述的基于嵌入式多 ARM 处理器的配电网自动化远方终端装置,其特征在于,所述人机交互模块包括 ARM 显示控制器、键盘和显示面板,所述键盘和显示面板分别与 ARM 显示控制器连接,所述 ARM 显示控制器通过 RS232 与通信模块连接。

## 基于嵌入式多 ARM 处理器的配电网自动化远方终端装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及配电网技术领域,尤其是涉及一种基于嵌入式多 ARM 处理器的配电网自动化远方终端装置。

### 背景技术

[0002] 配电网自动化远方终端装置(简称 DTU)是整个配电网自动化系统的基础单元,它具有配电网运行参数的采集、故障信息和遥信变位信息的保存、切断配电网故障区域供电、保障非故障区域的供电、与配电网自动化系统进行信息交换等功能。实现了对配电网运行的监控,而且针对配电网的运行情况和故障情况,接受监控主站的遥控命令,通过远程遥控操作来实现保护功能。

[0003] 上世纪远程终端控制系统主要依据 51 系列单片机,已经不能满足现代电力系统对设备的要求。近年来虽然出现了 ARM+DSP 结构的配电网自动化远方终端,但是其在设备稳定性和通信方面的发展却并不能满足现代电力系统的要求。电力系统是一个庞大的、瞬变的多输入多输出系统,为了保证其安全运行,需要实时地检测各个节点的运行状况,及时的发现电力系统的不正常状态及故障状态,通知运行人员或者在本地快速地进行控制和处理。电力系统监测和控制的参数要求实时性较强,不仅包括频率、电压、电流、有功、无功、谐波分量、序分量等,还有些采集的特征量频率变化快而且复杂,如暂态突变量、高频故障行波等,普通的采集处理方式对多路进行计算时,就会显得吃力甚至难以实现。

[0004] 综上所述,目前配电网自动化远方终端装置硬件设计和软件设计存在以下问题:基于 ARM+DSP 的硬件设计方式中两个 CPU 不兼容,需要设计通信接口电路;在功能任务实现时,DSP 只负责完成遥测量的采集,ARM 处理器需要完成包括遥信、遥控、通信等多个功能,ARM 处理器任务多、负担重;配电网自动化远方终端 DTU 设备运行的安全性和稳定性较差。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种信息采集精确、兼容性稳定性高的基于嵌入式多 ARM 处理器的配电网自动化远方终端,三片 ARM 芯片各司其职,相互协作,保证了每片 ARM 芯片都可以高效的利用,使系统更加高效快速的工作,DTU 设备信息采集的准确性、事故判断和处理的准确性以及设备自身运行的稳定性等都得到了显著提高。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0007] 一种基于嵌入式多 ARM 处理器的配电网自动化远方终端装置,包括:

[0008] DTU 遥测遥信遥控模块,用于采集输电线路遥测量和遥信变位信息,并控制继电器的开合;

[0009] 通信模块,一端与区域监控主站连接,另一端通过 CAN 总线与 DTU 遥测遥信遥控模块连接,实现信息传输;

[0010] 人机交互模块,与通信模块连接,用于实现参数设置和信息显示;

[0011] 所述 DTU 遥测遥信遥控模块、通信模块、人机交互模块各由一片 ARM 处理器作为控制核心,构成多 ARM 结构。

[0012] 所述 DTU 遥测遥信遥控模块包括:

[0013] ARM 测控控制器;

[0014] DTU 遥测单元,一端与输电线路耦接,另一端连接 ARM 测控控制器,用于采集交流模拟量传输给 ARM 测控控制器,ARM 测控控制器根据所述交流模拟量获得遥测量并保存;

[0015] DTU 遥信单元,与 ARM 测控控制器连接,在 ARM 测控控制器控制下,采集遥信量;

[0016] DTU 遥控单元,与 ARM 测控控制器连接,用于接收从 ARM 测控控制器发出的遥控信号控制继电器动作;

[0017] 所述 DTU 遥信单元、DTU 遥控单元通过同一数据总线与 ARM 测控控制器连接,DTU 遥测单元通过独立的数据总线与 ARM 测控控制器相连接。

[0018] 所述 DTU 遥测单元包括依次连接的电压电流互感器和信号调理电路所述信号调理电路通过数据端口与 ARM 测控控制器连接。

[0019] 所述 DTU 遥信单元包括依次连接的第一光电耦合器和总线收发器,遥信变位信息经第一光电隔离器变换后,经总线收发器传输给 ARM 测控控制器;

[0020] 所述 DTU 遥控单元包括依次连接的锁存器、第二光电隔离器和功率继电器,所述锁存器接收 ARM 测控控制器的遥控信号,经第二光电隔离器隔离输出给功率继电器,控制继电器动作。

[0021] 所述通信模块包括 ARM 通信控制器,该 ARM 通信控制器设置有多种通讯接口,包括串口 RS232、串口 RS485、10/100M 以太网和 GPRS;

[0022] 所述 ARM 通信控制器还配置有通信协议组,所述通信协议组包括 EC 60870-5、Modbus 和无线通信协议;

[0023] 所述 ARM 通信控制器在嵌入式操作系统  $\mu C/OS-II$  和通信协议组所构成的软件平台下实现功能任务。

[0024] 所述人机交互模块包括 ARM 显示控制器、键盘和显示面板,所述键盘和显示面板分别与 ARM 显示控制器连接,所述 ARM 显示控制器通过 RS232 与通信模块连接。

[0025] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0026] 1、采用嵌入式多 ARM 架构,所使用的三片 ARM 芯片分别作为测控模块、通信模块和人机交互模块的主控芯片,三片 ARM 芯片各司其职,协同工作,且具有很好的数据兼容性,保证了信息采集的精确性,事故处理操作的准确性和通信的兼容性、稳定性;

[0027] 2、在通信模块的 ARM 芯片上构建基于嵌入式操作系统  $\mu C/OS-II$  和通信协议组的软件平台,在该软件平台下设计功能任务,实现了兼容不同通信网络介质,并能转发通信网络上智能设备的报文信息,ARM 通信控制器配置有包括 EC 60870-5、Modbus 和无线通信协议等多种协议,不需要使用任何通信协议转换设备即可连接到各种智能终端设备,兼容各种通信网络;

[0028] 3、解决了现有技术存在的基于 ARM+DSP 的硬件设计方式中两个 CPU 不兼容,在功能任务实现时 DSP 只负责完成遥测量的采集,ARM 处理器需要完成包括遥信,遥控,通信等多个功能,ARM 处理器任务多、负担重等软硬件设计问题;

[0029] 4、本发明提高了配电自动化馈线终端装置的精确、高效和稳定性。

## 附图说明

- [0030] 图 1 为本发明的装置结构示意图；  
[0031] 图 2 为本发明装置所在分布式系统的通信链路拓扑结构图；  
[0032] 图 3 为本发明装置通信模块 IEC60870-5-101 协议处理流程；  
[0033] 图 4 为本发明装置通信模块 IEC60870-5-104 协议处理流程。

## 具体实施方式

[0034] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。本实施例以本发明技术方案为前提进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0035] 如图 1 所示,本发明实施例提供一种基于嵌入式多 ARM 处理器的配电网自动化远方终端装置,包括 DTU 遥测遥信遥控模块 1、通信模块 2 和人机交互模块 3,DTU 遥测遥信遥控模块 1、通信模块 2、人机交互模块 3 各由一片 ARM 处理器作为控制核心,构成多 ARM 结构。DTU 遥测遥信遥控模块 1 在其核心 ARM 微处理器的控制下,采集遥测信息、遥信变位信息和下达遥控信息,遥信变位信息包括开关位置信号、弹簧储能信号、接地开关信号和工作电源失电信号等;通信模块 2 在其核心 ARM 微处理器的控制下负责完成 DTU 终端与区域监控主站之间的信息交换;人机交互模块 3 在其核心 ARM 微处理器的控制下实现参数修改和显示等功能。三个 ARM 处理器分别负责信息采集、通信和输入显示功能,各司其职,相互协作,使得配电网自动化馈线装置运行更加稳定。

[0036] DTU 遥测遥信遥控模块 1 包括 ARM 测控控制器 11、DTU 遥测单元 12、DTU 遥信单元 13 和 DTU 遥控单元 14,ARM 测控控制器 11 包含第一 ARM 处理器、高速 AD 芯片、JTAG 接口、实时时钟、CAN 总线接口和存储单元,DTU 遥测单元 12 一端与输电线路耦接,另一端连接 ARM 测控控制器 11,用于采集交流模拟量传输给 ARM 测控控制器,ARM 测控控制器根据交流模拟量获得遥测量并保存;DTU 遥信单元 13 与 ARM 测控控制器 11 连接,用于在 ARM 测控控制器 11 控制下,采集遥信量;DTU 遥控单元 14 与 ARM 测控控制器 11 连接,用于接收从 ARM 测控控制器 11 发出的遥控信号控制继电器动作。DTU 遥测单元 12 单独使用一个数据总线 16 与 ARM 测控控制器 11 链接,DTU 遥信单元 13、DTU 遥控单元 14 通过同一数据总线 15 与 ARM 测控控制器 11 连接,ARM 测控控制器通过 74HC138 译码器作为片选信号,来控制数据总线的占用情况。

[0037] DTU 遥测单元 12 包括依次连接的电压电流互感器 121 和信号调理电路 122,通过数据总线 ARM 测控控制器 11 连接。电压电流互感器 121 包括配置 6 路电流互感器和 3 路电压互感器,通过与输电线路“耦接”获得可测量的电压、电流模拟量。电压电流回路经 PT、CT 隔离变换后进入信号调理电路中,信号调理电路由精密、低噪声、低输入偏置运算放大器组成,将电压电流信号调节到合适的范围后,通过数据总线送入 ARM 测控控制器 11,有 ARM 测控控制器中的 16 位高速高精度 AD 芯片转换为数字量,结果从 SPI 接口送给 ARM 处理器,并使用 FFT 算法进行计算,获得电压、电流、有功功率、无功功率、频率、功率角和谐波分量等遥测量,掉电保持的 SRAM 芯片实时保存装置的信息,Flash 芯片可以保存操作记录、遥测定时数据、遥测极值数据和遥测越限记录等数据。

[0038] DTU 遥信单元 13 包括依次连接的第一光电耦合器 131 和总线收发器 132, 遥信变位信息经第一光电隔离器 131 变换后, 经总线收发器 132 传输给 ARM 测控控制器 11; DTU 遥控单元 14 包括依次连接的锁存器 141、第二光电隔离器 142 和功率继电器 143, 锁存器 141 接收 ARM 测控控制器 11 的遥控信号, 经第二光电隔离器 142 隔离输出给功率继电器 143, 控制继电器动作。

[0039] DTU 遥信单元 13 最大配置 96 路自定义开关量变位遥信量, 并有事件顺序记录 (SOE), 分辨率小于 2ms。遥信量经过 24V 光电耦合器隔离变换后, 接入总线收发器 74HC245, 总线收发器与 ARM 测控控制器相连, 直接由微处理器读取现场设备的开关断状态。

[0040] DTU 遥控单元 14 最大配置 16 路遥控断路器的开合分闸。遥控信号输出端与数据锁存器 74HC373 相连, 经光电隔离器隔离输出, 再经过选线装置控制电力继电器动作。

[0041] 通信模块 2 与通信网络连接, 包括 ARM 通信控制器 21, 该 ARM 通信控制器设置有多种通讯接口, 包括 4 个光电隔离的 RS232 通信口 22、2 个光电隔离的 RS485 通讯口 23、1 个 10/100M 以太网口 24 和 JTAG 接口 25 等, 所有通讯口都能通过配置软件来配置相应的功能。ARM 通信控制器上运行实时多任务嵌入式  $\mu C/OS-II$  操作系统, 按全优先服务方式进行资源管理、任务调度、异常处理等工作。通信板向下负责通过 CAN 总线与 DTU 三遥单元通信, 接收由 DTU 三遥子单元发送来的电网遥测数据和遥信变位信息; 控制 DTU 三遥子单元下达遥控命令, 对现场设备执行开、合操作; 向上负责与区域监控主站通信, 针对不同的通信网络, 配置有串口 RS232、RS485, 10/100M 以太网和 GPRS 等通讯接口, 并配置有通信协议组, 包括 IEC 60870-5, Modbus 和无线通信协议等, 可以根据不同的应用环境和不同厂家生产的设备对通信协议做出相应的调整, 保证了通信协议的一致性, 可靠性。

[0042] 人机交互模块 3 包括 ARM 显示控制器 31、键盘 32 和显示面板 33, 键盘 32 和显示面板 33 分别与 ARM 显示控制器 31 连接, ARM 显示控制器 31 通过 RS232 与通信模块 2 连接。

[0043] 如图 2 所示, 分布式系统的通信链路拓扑结构图, 包括 DTU 三遥单元和通信模块。本配电网自动化远方终端最多可配置 6 路 DTU 遥测遥信遥控模块, 其具有现场数据采集和控制及 CAN 总线通信功能, 可以通过 CAN 总线通信与其他 CAN 智能测控节点传送状态和各种参数, 接收来自监控节点的命令和数据来调整和改变控制状态。配电网自动化远方终端内部集成了多种通信协议, 形成了通信协议组, 链接在通信网络中的馈线自动化终端装置可以通过人机交互界面设置通信协议, 匹配相应的网络。配电网自动化远方终端也可以不经过任何协议转换设备, 链接到网络或者其他智能设备上, 完成数据交换、报文转发等功能。区域监控主站负责管理各个区域的配电网自动化远方终端设备, 达到统一规划管理的目的。电网管理、调度、保护工作站经由 TCP/IP 网络协议, 通过以太网与各区域监控主站相连接, 完成对配电网监控、管理、保护的功能。

[0044] 在电网运行异常时, DTU 将采集到的遥测量反馈给区域监控主站, 区域监控主站根据 DTU 反馈的数据来判断发生故障的区域, 然后下达遥控命令。DTU 接收到遥控信息后, 测控模块通过开关量输入输出模块输出相应的遥控量, 控制相应的功率继电器分、合现场的开关设备, 处理电网故障。为了保证遥控输出的正确性, 遥控输出还提供反校回路, 校验遥控命令是否正确。若遥控命令错误, 则立即闭锁遥控出口, 防止事故发生; 若遥控命令正确, 此时记录遥控执行情况。

[0045] 图3所示为本发明装置通信模块 IEC60870-5-101 协议处理流程。接收中断的目的是存储接收到的每一个数据,接收缓冲区共 256 字节,顺序存储接收到的每个字节。每一条完整的报文至少 5 个字节,所以只有在剩余空间大于 5 字节的时候串口才会接收数据。之后判断下一个可利用空间(未存数据)是不是缓冲区的最后一个,如果不是继续存储,如果是的话就修改指针指向缓冲区的第一个字节,从头开始存。报文的接收过程就是从缓冲区中筛选出未被处理的一条完整报文,将已经处理过的报文从缓冲区删掉,并修改待读取和待存数空间的地址指针。

[0046] 图4所示为本发明装置通信模块 IEC60870-5-104 协议处理流程。IEC60870-5-104 协议通信程序的流程:DTU 终端一直处于监听状态,等待连接请求。当客户端发出连接请求后,建立 TCP 连接。然后判断是否有遥信变位信息,确认有遥信信息时,主动上传遥信变位信息和 SOE 报文,然后结束;无遥信变位信息,则判断数据正确性,若数据错误,则直接结束;否则通过控制域字符判断接收报文的格式。当 DTU 收到 U 格式的报文 STARTDT 后,回应确认报文,然后开始传输数据,数据传输时则主要使用 I 格式,对于来自客户端的各种命令报文,包括:总召唤、时钟同步、遥测、遥信、遥控等功能,进行输入有效性检查,并回应客户端;然后结束。

[0047] 综上所述,本发明可以实现 10kV 配电线路的遥测、遥信和遥控功能。例如:实时采集线路的电流、电压、功率、谐波等数据,采集的数据可以秒为时间单位及时上传,为配电自动化提供数据支持;准确检测线路发生的故障情况,包括相间短路、过电流、单相接地、过压、欠压、缺相、断电等故障或者异常状态,并实现故障精确定位,具备远方遥控和本地操作模式,在精确确定故障时,可就地通过控制柱上开关,把故障区段隔离出来,恢复其他无故障区段的供电;架空线路所带负载变动大,线路改造频繁,线路的输送功率和供电方向经常变动,因此判断故障的数值需要随之改动,这些改动都可以通过本发明由后台管理中心远程改变,使用灵活。总之,本发明不但可以提高配电自动化水平,而且可以增加配电的安全性、稳定性和可靠性。

[0048] 最后应当说明的是,以上实施例仅用于本发明的技术方案而非对本发明保护范围的限制,尽管参照最佳实施例对本发明做了详细的说明,本领域的技术人员应当理解,可以对发明的技术方案进行修改或者同等的替换,而不脱离本发明技术方案的实质和范围。

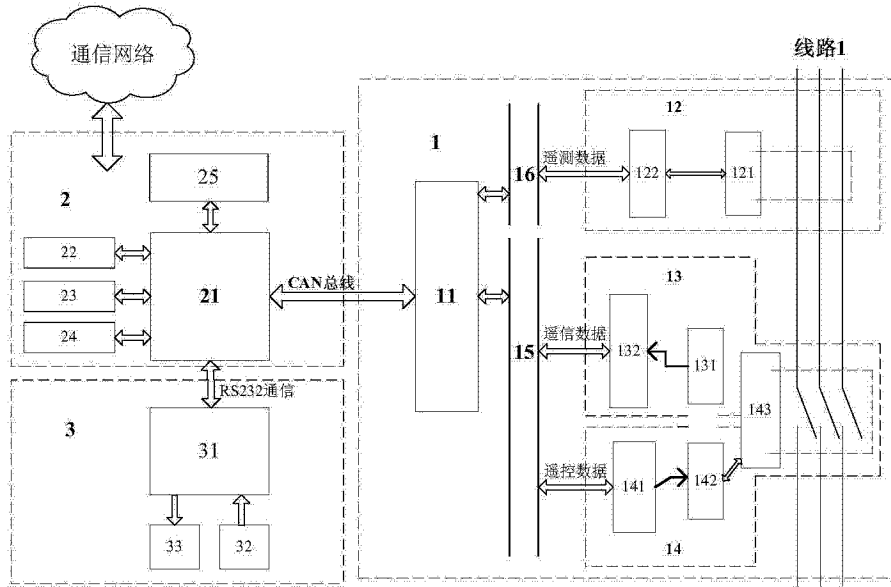


图 1

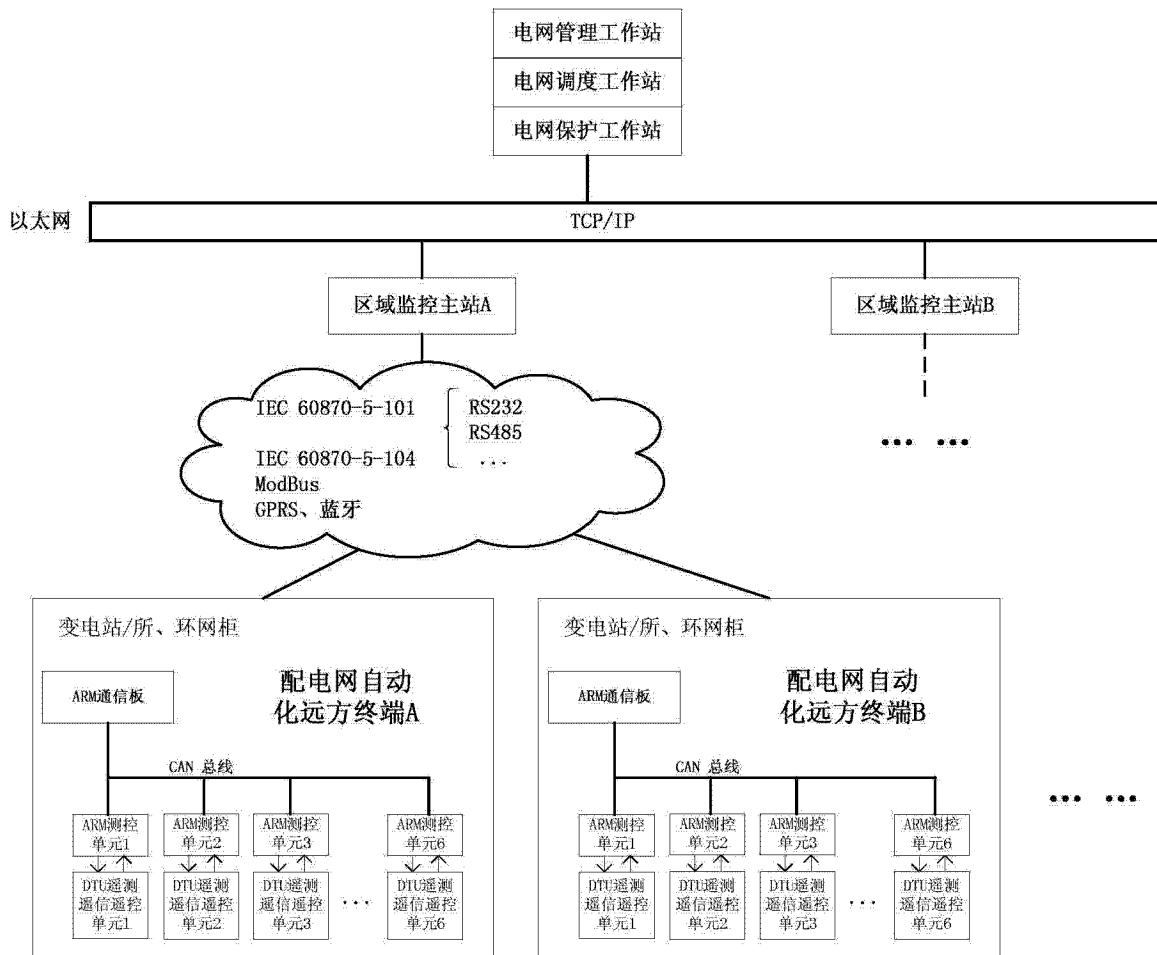


图 2



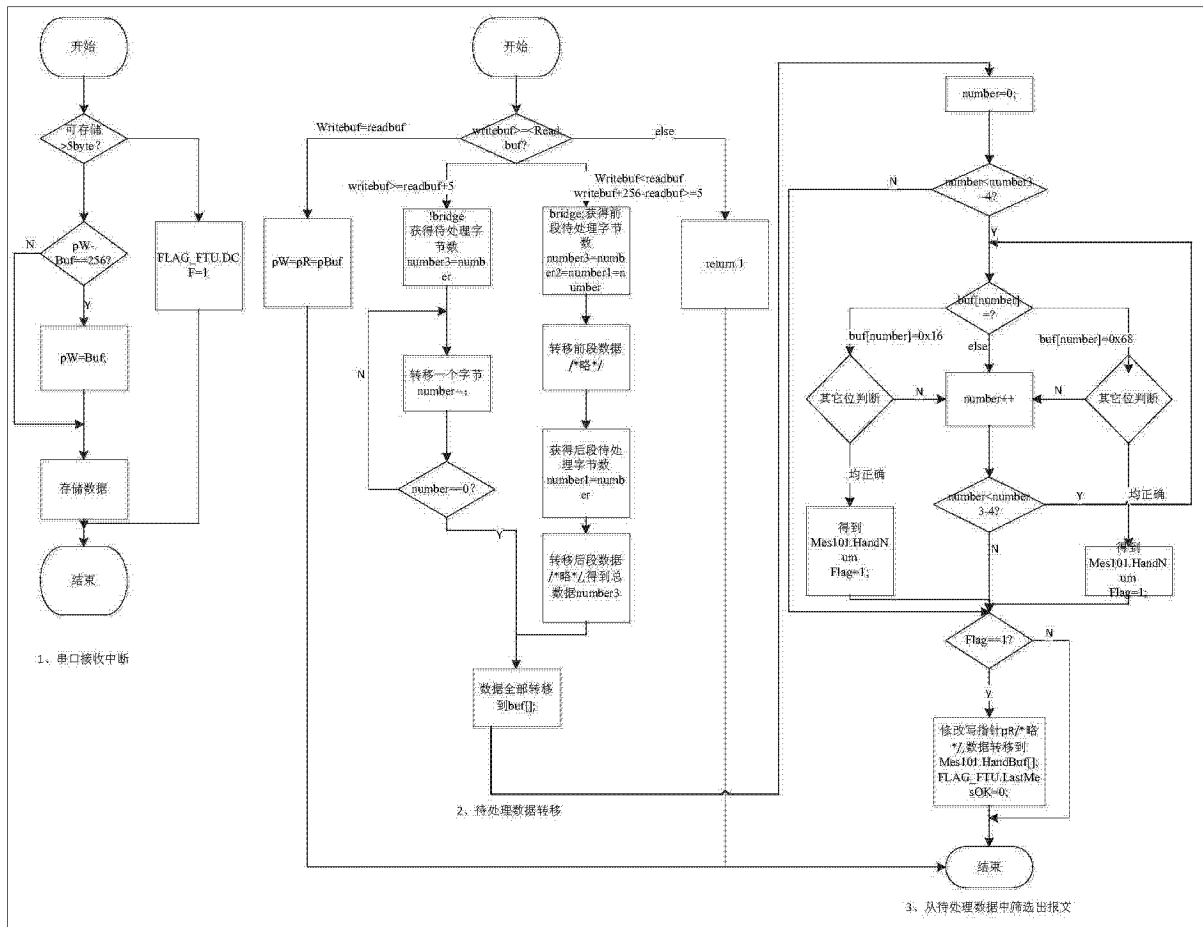


图 3

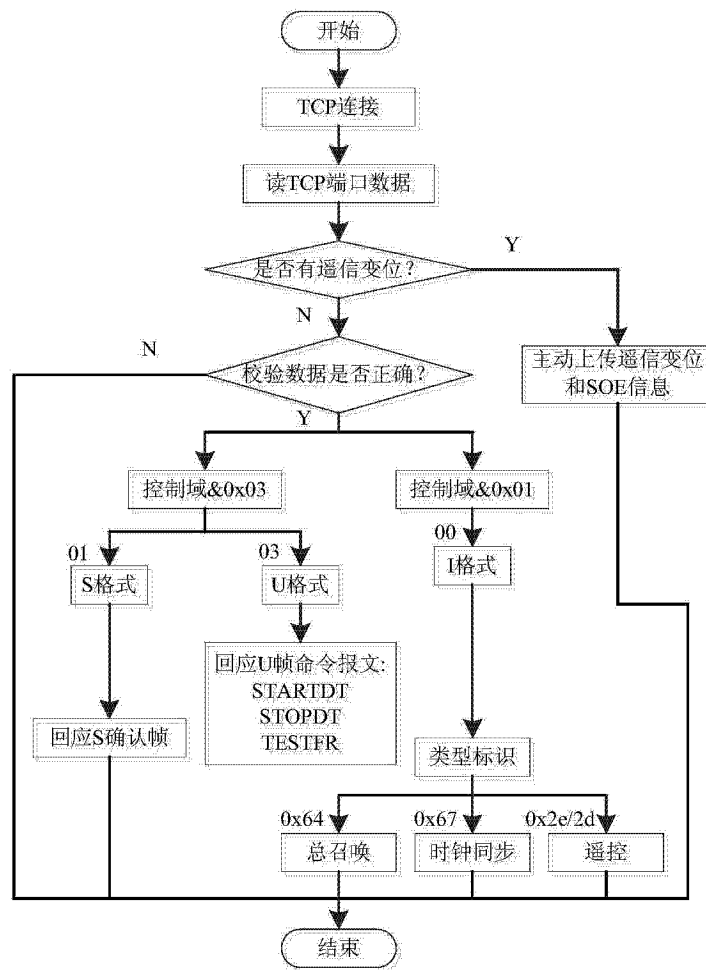


图 4