



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203787966 U

(45) 授权公告日 2014. 08. 20

(21) 申请号 201420181039. 3

(22) 申请日 2014. 04. 15

(73) 专利权人 国网山东乐陵市供电公司

地址 253600 山东省德州市乐陵市五洲中大道 611 号

(72) 发明人 谭振 范文涛 高吉峰 郭靖
鹿斌 张传李

(74) 专利代理机构 济南鲁科专利代理有限公司
37214

代理人 周长义

(51) Int. Cl.

H02J 3/18 (2006. 01)

H02J 13/00 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

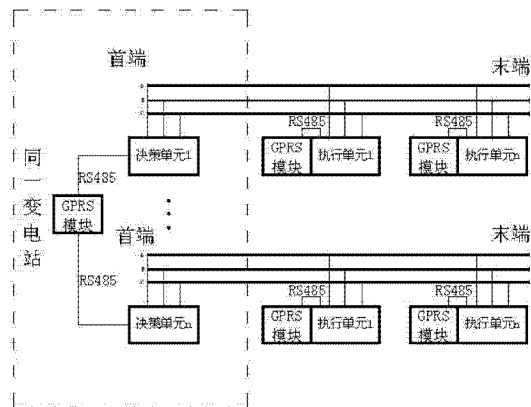
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 实用新型名称

一种电力线路无功补偿系统

(57) 摘要

本实用新型涉及一种电力线路无功补偿系统,该系统由 GPRS 模块、决策单元和执行单元构成;决策单元是由第一电压传感器(1)、第一电流传感器(2)、第一 A/D 转换器(3)、第一整形电路(4)、第一中央处理器 CPU (5)、第一液晶显示模块(6)、第一按键(7)、第一通信链路(8)、第一时钟电路(9)、第一外部存储模块(10) 及电源模块第一(11) 构成;执行单元是由第二电压传感器(12)、第二 A/D 转换器(13)、第二整形电路(14)、第二中央处理器 CPU (15)、第二液晶显示模块(16)、第二按键(17)、第二通信链路(18)、输入通道(19)、输出通道(20)、第二时钟电路(21)、第二外部存储模块(22) 及第二电源模块(23) 构成。



1. 一种电力线路无功补偿系统,其特征在于:该无功补偿系统由 GPRS 模块、决策单元和执行单元构成;所述决策单元是由第一电压传感器(1)、第一电流传感器(2)、第一 A/D 转换器(3)、第一整形电路(4)、第一中央处理器 CPU (5)、第一液晶显示模块(6)、第一按键(7)、第一通信链路(8)、第一时钟电路(9)、第一外部存储模块(10)及第一电源模块(11)构成;第一电压传感器(1)与第一电流传感器(2)的输出端与第一 A/D 转换器(3)的输入端相接,第一 A/D 转换器(3)的输出端经第一整形电路(4)接第一中央处理器 CPU (5),第一中央处理器 CPU (5)分别与第一液晶显示模块(6)、第一按键(7)、第一通信链路(8)、第一时钟电路(9)、第一外部存储模块(10)及第一电源模块(11)相接;由第一电压传感器(1)、第一电流传感器(2)将输入信号变换为各自相应等级的电压信号,通过第一 A/D 转换器(3)、第一整形电路(4)直接传送至第一中央处理器 CPU (5);由第一中央处理器 CPU (5)负责实时计算当前电压值、电流值、功率因数和无功功率值;通过第一液晶显示模块(6)实时显示当前采集到的电压、电流、功率因数和无功;通过第一按键(7)查看和修改参数定值以及查看记录等功能;所设参数定值和记录的存储由第一中央处理器 CPU (5)和第一外部存储模块(10)共同完成;第一电源模块(11)主要提供给内部各元件的工作电源;第一通信链路(8)则是第一中央处理器 CPU (5)收发通信指令的通信传输通道;所述执行单元是由第二电压传感器(12)、第二 A/D 转换器(13)、第二整形电路(14)、第二中央处理器 CPU (15)、第二液晶显示模块(16)、第二按键(17)、第二通信链路(18)、输入通道(19)、输出通道(20)、第二时钟电路(21)、第二外部存储模块(22)及第二电源模块(23)构成;第二电压传感器(12)的输出端与第二 A/D 转换器(13)的输入端相接,第二 A/D 转换器(13)的输出端经第二整形电路(14)接第二中央处理器 CPU (15),第二中央处理器 CPU (15)分别与第二液晶显示模块(16)、第二按键(17)、第二通信链路(18)、输入通道(19)、输出通道(20)、第二时钟电路(21)、第二外部存储模块(22)及第二电源模块(23)相接;由内部第二电压传感器(12)将输入信号变换为相应等级的电压信号,通过第二 A/D 转换器(13)、第二整形电路(14)直接传送至第二中央处理器 CPU (15),由第二中央处理器 CPU (15)负责实时计算当前安装点的电压值,此电压值是作为检测当前点的电压合格率使用;通过人机交互实时显示当前安装点采集到的电压以及在投组数等;第二液晶显示模块(16)方便就地查看当前执行单元的工作状态,通过第二按键(17)可以查看和修改参数定值以及查看记录等功能,所设参数定值和记录的存储由第二中央处理器 CPU (15)和第二外部存储模块(22)共同完成,第二电源模块(23)主要提供给内部各元件的工作电源,输入通道(19)主要检测 1~3 路电容器分合状态的投切反馈,输出通道(20)负责控制 1~3 路电容器的分合,第二通信链路(18)则是第二中央处理器 CPU (15)收发通信指令的通信传输通道,通过外部 GPRS 模块远程接收来自决策单元控制指令,经第二中央处理器 CPU (15)计算、分析后直接控制其下电容器的分合,并且将电容器分合状态的反馈信号通过输入检测通道传至内部第二中央处理器 CPU (15),由第二中央处理器 CPU (15)实时发出工作状态指令经远程传送到决策单元。

2. 按照权利要求 1 所述的电力线路无功补偿系统,其特征在于:所述的第一中央处理器 CPU (5)和第二中央处理器 CPU (15)采用 MSP430FG4619 中央处理器,所述的第一电压传感器(1)和第二电压传感器(12)采用规格为 2mA/2mA,正常输入的二次额定电压可以为 100V、160V、220V,所述的第一电流传感器(2)采用规格为 5A/2.5mA,正常输入的二次电流可以为 0~5A,所述的第一 A/D 转换器(3)和第二 A/D 转换器(13)采用 7758A/D 转换器,

所述的第一整形电路(4)和第二整形电路(14)为 74HC14 整形电路,所述的第一通信链路(8)和第二通信链路(18)为 RS485 半双工通道,采用 SN65LB184 通信芯片,所述的第一液晶显示模块(6)和第二液晶显示模块(16)为 128*64 液晶显示模块。

一种电力线路无功补偿系统

技术领域

[0001] 本实用新型属电力系统技术领域,尤其涉及一种电力线路无功补偿系统。

背景技术

[0002] 电力系统无功补偿原则是就地、分层、分区补偿,对于某些长距离 10KV 的配电线路,需在线路合理位置安装 10KV 无功补偿。以满足线路中负荷的无功需求。线路无功补偿控制方式的选择对设备的运行、线路损耗影响很大。目前均采用就地控制方式,即“就地测量,就地补偿”。但由于线路中各区域负荷变化比较频繁,而且存在不连续性,在选择容量和选取安装位置时增加了难度。这种方法只能补偿安装点区域内的无功,不能反映整条线路的无功需求量。另外目前就地补偿装置普遍采用户外开合式电流互感器,这种互感器应用时间较短,制造和施工工艺不完善,为故障率较高的元件,对系统可靠运行影响很大。传统的电流互感器制造和施工工艺比较成熟,但用到线路上需要把导线截断,施工复杂,所以很难被广泛采用。

发明内容

[0003] 本实用新型的目的是针对上述存在的技术问题提供一种电力线路无功补偿系统,实现本发明的目的所采取的技术方案是:一种电力线路无功补偿系统,由 GPRS 模块、决策单元和执行单元构成;所述决策单元是由第一电压传感器、第一电流传感器、第一 A/D 转换器、第一整形电路、第一中央处理器 CPU、第一液晶显示模块、第一按键、第一通信链路、第一时钟电路、第一外部存储模块及第一电源模块构成;第一电压传感器与第一电流传感器的输出端与第一 A/D 转换器的输入端相接,第一 A/D 转换器的输出端经第一整形电路接第一中央处理器 CPU,第一中央处理器 CPU 分别与第一液晶显示模块、第一按键、第一通信链路、第一时钟电路、第一外部存储模块及第一电源模块相接;由第一电压传感器、第一电流传感器将输入信号变换为各自相应等级的电压信号,通过第一 A/D 转换器、第一整形电路直接传送至第一中央处理器 CPU;由第一中央处理器 CPU 负责实时计算当前电压值、电流值、功率因数和无功功率值;通过第一液晶显示模块实时显示当前采集到的电压、电流、功率因数和无功;通过第一按键查看和修改参数定值以及查看记录等功能;所设参数定值和记录的存储由第一中央处理器 CPU 和第一外部存储模块共同完成;第一电源模块主要提供给内部各元件的工作电源;第一通信链路则是第一中央处理器 CPU 收发通信指令的通信传输通道。

[0004] 所述执行单元是由第二电压传感器、第二 A/D 转换器、第二整形电路、第二中央处理器 CPU、第二液晶显示模块、第二按键、第二通信链路、输入通道、输出通道、第二时钟电路、第二外部存储模块及第二电源模块构成;第二电压传感器的输出端与第二 A/D 转换器的输入端相接,第二 A/D 转换器的输出端经第二整形电路接第二中央处理器 CPU,第二中央处理器 CPU 分别与第二液晶显示模块、第二按键、第二通信链路、输入通道、输出通道、第二时钟电路、第二外部存储模块及第二电源模块相接;由内部第二电压传感器将输入信号变

换为相应等级的电压信号,通过第二 A/D 转换器、第二整形电路直接传送至第二中央处理器 CPU,由第二中央处理器 CPU 负责实时计算当前安装点的电压值,此电压值是作为检测当前点的电压合格率使用;通过人机交互实时显示当前安装点采集到的电压以及在投组数等;第二液晶显示模块方便就地查看当前执行单元的工作状态,通过第二按键可以查看和修改参数定值以及查看记录等功能,所设参数定值和记录的存储由第二中央处理器 CPU 和第二外部存储模块共同完成,第二电源模块主要提供给内部各元件的工作电源,输入通道主要检测 1~3 路电容器分合状态的投切反馈,输出通道负责控制 1~3 路电容器的分合,第二通信链路则是第二中央处理器 CPU 收发通信指令的通信传输通道,通过外部 GPRS 模块远程接收来自决策单元控制指令,经第二中央处理器 CPU 计算、分析后直接控制其下电容器的分合,并且将电容器分合状态的反馈信号通过输入检测通道传至内部第二中央处理器 CPU,由第二中央处理器 CPU 实时发出工作状态指令经远程传送到决策单元。

[0005] 决策单元的功能是采集一条线路首端的电压、电流,计算线路功率因数和无功功率值;控制一条线路下多台执行单元,对整条线路进行无功优化补偿。本身具有过、欠压保护功能;需要控制线路下执行单元时将控制指令通过 GPRS 模块远程传送到执行单元,并且接收来自执行单元的电容状态反馈数据。执行单元的功能是接收来自决策单元的投切指令,并将电容状态数据发送给决策单元。执行单元本身具有保护和故障诊断功能,保护功能包括:过压、欠压、限时速断(备选)、过流(备选)、不平衡电流(含缺相)(备选)等。可以记录并储存投切记录、保护记录、运行统计记录。决策单元安装在线路首端,采集变电站线路首端电压、电流,计算该线路的功率因数和无功功率值,根据用户设定的无功补偿方式和相应的投切条件来进行投切决策,按照电压无功最优的原则控制线路终端执行单元下的电容器输出。可控制一条线路下多个执行单元。在使用之前决策单元需要设置该线路下执行单元的个数及相应的电容器容量,用线路序号来表示执行单元在线路中所处位置,线路序号为 1~255,线路序号由小到大依次表示所在线路由近到远。如果有相同容量时,决策单元会通过线路序号优先选择投切线路末端电容器,以提高末端电压。决策单元按照各执行单元不同的地址发送控制命令至指定的执行单元,并且实时检测各执行单元的电容投切状态和保护状态。执行单元安装在线路相对负荷中心,比传统的补偿柜少一只电流互感器。主要执行决策单元发来的控制指令。执行单元有三种工作方式:手动、自动、远控;将执行单元设为远控模式,会执行决策单元远程发来的控制命令。执行单元选取位置需遵循一个原则:相对较大负荷区域选择较大容量安装。如果各执行单元容量相等时,安装在相对较大负荷区域可适当靠近线路末端。安装完后需要设置各执行单元的线路序号,用于指定执行单元在线路中所处的位置,然后将此参数上传到决策单元。实时接收决策单元的控制命令,将电容状态数据和保护信息发给决策单元。无功采样点的决策单元设在线路首端,无功补偿点的执行单元设在线路负荷区域中心。二者建立远程互通,需要补偿无功时,由决策单元发控制命令至执行单元,执行单元直接控制电容器分合;实现优化补偿和实时监控。极大地提高了线路无功的补偿效果,而且该系统在无功补偿点取消了电流互感器,极大地提高了系统运行的稳定性。

[0006] 本实用新型的特点:无功采样点设在线路的首端,将无功补偿采样点设在线路首端的目的是综合考虑整条线路的功率因数和线损,取代以往的多个就地采样,这是不同于传统就地补偿的最大改进。无功补偿点仍分散到线路的负荷当中,由于实现了集中采样,这

里取消了电流互感器,极大的提高了系统运行的稳定性和运行时间。

附图说明

[0007] 图 1 是本实用新型网络系统结构示意图；

[0008] 图 2 是本实用新型的电路结构示意图；

[0009] 图 3 是本实用新型中决策单元的电路结构示意图；

[0010] 图 4 是本实用新型中执行单元的电路结构示意图；

[0011] 图 5 是本实用新型中决策单元在电路中的接线示意图；

[0012] 图 6 是本实用新型中执行单元在电路中的接线示意图。

[0013] 图中,1、第一电压传感器,2、第一电流传感器,3、第一 A/D 转换器,4、第一整形电路,5、第一中央处理器 CPU,6、第一液晶显示模块,7、第一按键,8、第一通信链路,9、第一时钟电路,10、第一外部存储模块,11、第一电源模块,12、第二电压传感器,13、第二 A/D 转换器,14、第二整形电路,15、第二中央处理器 CPU,16、第二液晶显示模块,17、第二按键,18、第二通信链路,19、输入通道,20、输出通道,21、第二时钟电路,22、第二外部存储模块,23、第二电源模块。

具体实施方式

[0014] 参照附图,一种电力线路无功补偿系统,由 GPRS 模块、决策单元和执行单元构成;所述决策单元是由第一电压传感器 1、第一电流传感器 2、第一 A/D 转换器 3、第一整形电路 4、第一中央处理器 CPU5、第一液晶显示模块 6、第一按键 7、第一通信链路 8、第一时钟电路 9、第一外部存储模块 10 及第一电源模块 11 构成;第一电压传感器 1 与第一电流传感器 2 的输出端与第一 A/D 转换器 3 的输入端相接,第一 A/D 转换器 3 的输出端经第一整形电路 4 接第一中央处理器 CPU5,第一中央处理器 CPU5 分别与第一液晶显示模块 6、第一按键 7、第一通信链路 8、第一时钟电路 9、第一外部存储模块 10 及第一电源模块 11 相接;由第一电压传感器 1、第一电流传感器 2 将输入信号变换为各自相应等级的电压信号,通过第一 A/D 转换器 3、第一整形电路 4 直接传送至第一中央处理器 CPU5;由第一中央处理器 CPU5 负责实时计算当前电压值、电流值、功率因数和无功功率值;通过第一液晶显示模块 6 实时显示当前采集到的电压、电流、功率因数和无功;通过第一按键 7 查看和修改参数定值以及查看记录等功能;所设参数定值和记录的存储由第一中央处理器 CPU5 和第一外部存储模块 10 共同完成;第一电源模块 11 主要提供给内部各元件的工作电源;第一通信链路 8 则是第一中央处理器 CPU5 收发通信指令的通信传输通道。

[0015] 所述执行单元是由第二电压传感器 12、第二 A/D 转换器 13、第二整形电路 14、第二中央处理器 CPU 15、第二液晶显示模块 16、第二按键 17、第二通信链路 18、输入通道 19、输出通道 20、第二时钟电路 21、第二外部存储模块 22 及第二电源模块 23 构成;第二电压传感器 12 的输出端与第二 A/D 转换器 13 的输入端相接,第二 A/D 转换器 13 的输出端经第二整形电路 14 接第二中央处理器 CPU15,第二中央处理器 CPU15 分别与第二液晶显示模块 16、第二按键 17、第二通信链路 18、输入通道 19、输出通道 20、第二时钟电路 21、第二外部存储模块 22 及第二电源模块 23 相接;由内部第二电压传感器 12 将输入信号变换为相应等级的电压信号,通过第二 A/D 转换器 13、第二整形电路 14 直接传送至第二中央处理器 CPU15,由

第二中央处理器 CPU15 负责实时计算当前安装点的电压值,此电压值是作为检测当前点的电压合格率使用;通过人机交互实时显示当前安装点采集到的电压以及在投组数等;第二液晶显示模块 16 方便就地查看当前执行单元的工作状态,通过第二按键 17 可以查看和修改参数定值以及查看记录等功能,所设参数定值和记录的存储由第二中央处理器 CPU15 和第二外部存储模块 22 共同完成,第二电源模块 23 主要提供给内部各元件的工作电源,输入通道 19 主要检测 1~3 路电容器分合状态的投切反馈,输出通道 20 负责控制 1~3 路电容器的分合,第二通信链路 18 则是第二中央处理器 CPU15 收发通信指令的通信传输通道,通过外部 GPRS 模块远程接收来自决策单元控制指令,经第二中央处理器 CPU15 计算、分析后直接控制其下电容器的分合,并且将电容器分合状态的反馈信号通过输入检测通道传至内部第二中央处理器 CPU15,由第二中央处理器 CPU15 实时发出工作状态指令经远程传送到决策单元。

[0016] 所述的第一中央处理器 CPU5 和第二中央处理器 CPU15 采用 MSP430FG4619 中央处理器,所述的第一电压传感器 1 和第二电压传感器 12 采用规格为 2mA/2mA,正常输入的二次额定电压可以为 100V、160V、220V,所述的第一电流传感器 2 采用规格为 5A/2.5mA,正常输入的二次电流可以为 0~5A,所述的第一 A/D 转换器 3 和第二 A/D 转换器 13 采用 7758A/D 转换器,所述的第一整形电路 4 和第二整形电路 14 为 74HC14 整形电路,所述的第一通信链路 8 和第二通信链路 18 为 RS485 半双工通道,采用 SN65LB184 通信芯片,所述的第一液晶显示模块 6 和第二液晶显示模块 16 为 128*64 液晶显示模块。

[0017] 所述决策单元是由内部电压传感器、电流传感器将输入信号变换为各自相应等级的电压信号,通过 A/D7758 转换器、74HC14 整形电路直接传送至中央处理器 CPU。由中央处理器 CPU 负责实时计算当前电压值、电流值、功率因数和无功功率值。通过人机交互可以实时显示当前采集到的电压、电流、功率因数和无功。显示部分采用的是 128*64 液晶显示模块。通过按键功能可以查看和修改参数定值以及查看记录等功能。所设参数定值和记录的存储由中央处理器 CPU 和外部存储共同完成。本装置使用的通信输出链路为 RS485 半双工通道,采用 SN65LB184 通信芯片,通信距离较长,稳定性高。这样很好地解决了在同一变电站下多个决策单元相互距离较远共用一台 GPRS 通信模块时的问题。电源模块主要提供给内部各元件的工作电源。工作过程:实时检测输入的电压值和电流值,经 CPU 计算得出当前功率因数和无功,结合所设的电压无功投切依据和投切条件输出投切指令,经过 GPRS 通信模块远程发至被控执行单元。如果发生过、欠压,应立即发送切除指令,切掉该线路所有执行单元下的电容器。

[0018] 所述执行单元是由内部电压传感器将输入信号变换为相应等级的电压信号,通过 A/D7758 转换器、74HC14 整形电路直接传送至中央处理器 CPU。由中央处理器 CPU 负责实时计算当前安装点的电压值,此电压值是作为检测当前点的电压合格率使用。通过人机交互可以实时显示当前安装点采集到的电压以及在投组数等。显示部分采用的是 128*64 液晶显示模块,方便就地查看当前执行单元的工作状态。通过按键功能可以查看和修改参数定值以及查看记录等功能。所设参数定值和记录的存储由中央处理器 CPU 和外部存储共同完成。本装置使用的通信输出链路为 RS485 半双工通道,采用 SN65LB184 通信芯片,稳定性高。电源模块主要提供给内部各元件的工作电源。工作过程:通过外部 GPRS 模块远程接收来自决策单元控制指令,经中央处理器 CPU 计算、分析后直接控制其下电容器的分合,并且

将电容器分合状态的反馈信号通过输入检测通道传至内部中央处理器 CPU, 由中央处理器 CPU 实时发出工作状态指令经远程传送到决策单元。如果发生过、欠压, 应立即切掉该执行单元下所有的电容器。与决策单元失去通信连续 5 分钟, 执行单元也应立即切掉各自全部电容器。

[0019] 决策单元的功能是采集一条线路首端的电压、电流, 计算线路功率因数和无功功率值; 控制一条线路下多台执行单元, 对整条线路进行无功优化补偿。本身具有过、欠压保护功能; 需要控制线路下执行单元时将控制指令通过 GPRS 模块远程传送到执行单元, 并且接收来自执行单元的电容状态反馈数据。执行单元的功能是接收来自决策单元的投切指令, 并将电容状态数据发送给决策单元。执行单元本身具有保护和故障诊断功能, 保护功能包括: 过压、欠压、限时速断(备选)、过流(备选)、不平衡电流(含缺相)(备选)等。可以记录并储存投切记录、保护记录、运行统计记录。决策单元安装在线路首端, 采集变电站线路首端电压、电流, 计算该线路的功率因数和无功功率值, 根据用户设定的无功补偿方式和相应的投切条件来进行投切决策, 按照电压无功最优的原则控制线路终端执行单元下的电容器输出。可控制一条线路下多个执行单元。在使用之前决策单元需要设置该线路下执行单元的个数及相应的电容器容量, 用线路序号来表示执行单元在线路中所处位置, 线路序号为 1~255, 线路序号由小到大依次表示所在线路由近到远。如果有相同容量时, 决策单元会通过线路序号优先选择投切线路末端电容器, 以提高末端电压。决策单元按照各执行单元不同的地址发送控制命令至指定的执行单元, 并且实时检测各执行单元的电容投切状态和保护状态。执行单元安装在线路相对负荷中心, 比传统的补偿柜少一只电流互感器。主要执行决策单元发来的控制指令。执行单元有三种工作方式: 手动、自动、远控; 将执行单元设为远控模式, 会执行决策单元远程发来的控制命令。执行单元选取位置需遵循一个原则: 相对较大负荷区域选择较大容量安装。如果各执行单元容量相等时, 安装在相对较大负荷区域可适当靠近线路末端。安装完后需要设置各执行单元的线路序号, 用于指定执行单元在线路中所处的位置, 然后将此参数上传到决策单元。实时接收决策单元的控制命令, 将电容状态数据和保护信息发给决策单元。无功采样点的决策单元设在线路首端, 无功补偿点的执行单元设在线路负荷区域中心。二者建立远程互通, 需要补偿无功时, 由决策单元发控制命令至执行单元, 执行单元直接控制电容器分合; 实现优化补偿和实时监控。极大地提高了线路无功的补偿效果, 而且该系统在无功补偿点取消了电流互感器, 极大地提高了系统运行的稳定性。

[0020] 总体实施过程: 首先一条线路需配一台决策单元、多台执行单元(根据线路负荷而定)。决策单元和执行单元之间建立通信可以为网线连接、光纤连接和 GPRS 连接, 实现的最终目的都一致。决策单元的安装位置在线路首端, 执行单元的安装位置在线路的相对负荷中心。同一变电站下多个决策单元可以共用一台 GPRS 模块并联使用, 执行单元各用一台 GPRS 模块, 与 GPRS 模块都通过 RS485 接口来连接。

[0021] 决策单元需要设置该线路下执行单元的个数和各执行单元的电容器容量, 按照线路序号原则, 定义好各执行单元所处的位置。通过采样线路首端 U_{ab} 电压和 I_c 相电流, 实时计算出功率因数和无功功率值, 根据电压无功投切依据, 判断当前是否需要补偿无功, 需要补偿即发出控制命令, 通过远程 GPRS 模块传输信号至被控制的执行单元, 执行单元接收到控制命令后直接控制其电容器的分合。如果二者发生通信中断, 中断 5 分钟后执行单元

需立即切掉所有电容器。保证电容器的在通信正常状态下稳定运行。

[0022] 无功补偿的就地控制与优化控制的对比如下：

[0023]

比较项目	就地控制	优化控制
开合式电流互感器	需要	不需要
安装	复杂	简单
补偿点选择	负荷群的前端	负荷群的中心
决策采样信号	安装点电压电流	线路出口电压电流
决策算法	就地电压无功控制	全线路电压无功优化控制
远程操作	不支持	支持
安装容量利用率	受安装点影响大	充分利用
对降低线损的贡献	较好	很好
对线路末端电压的支撑	较好	很好
线路出口功率因数	较好	很好



图 1

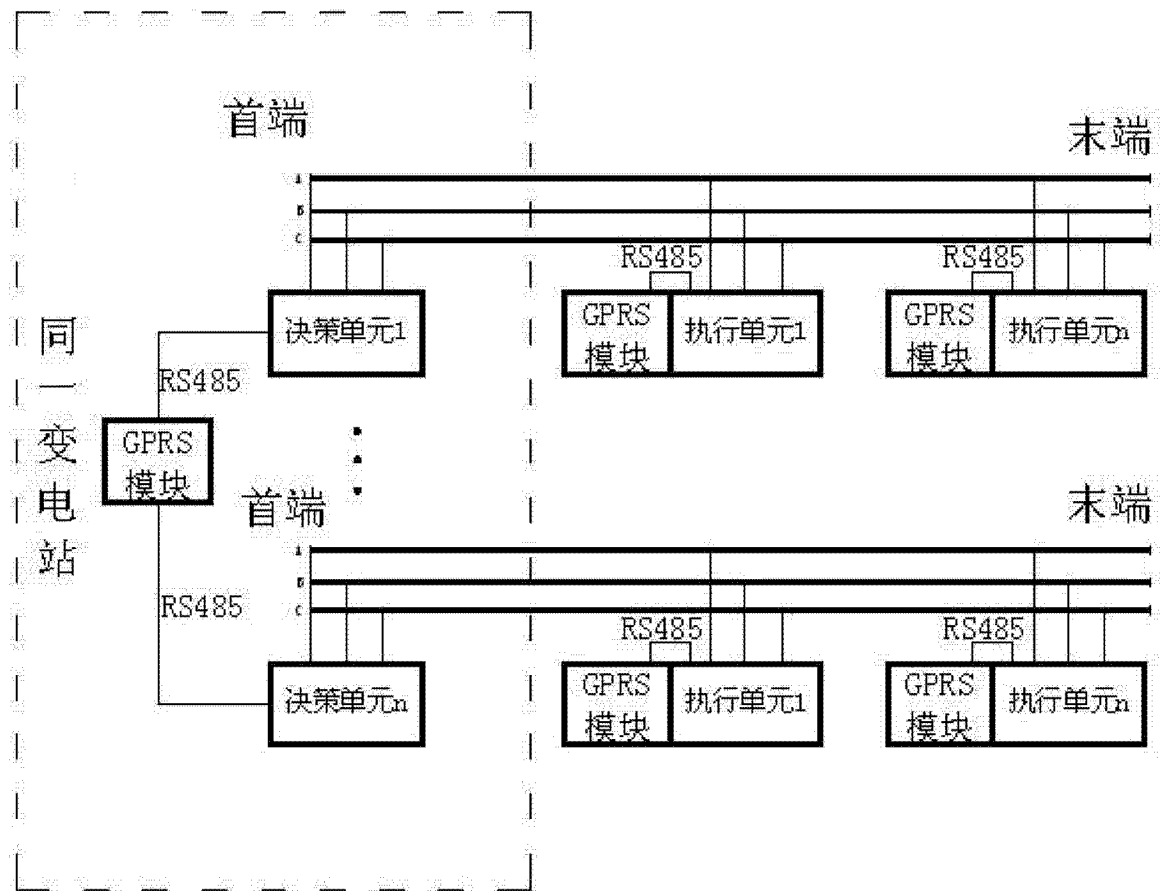


图 2

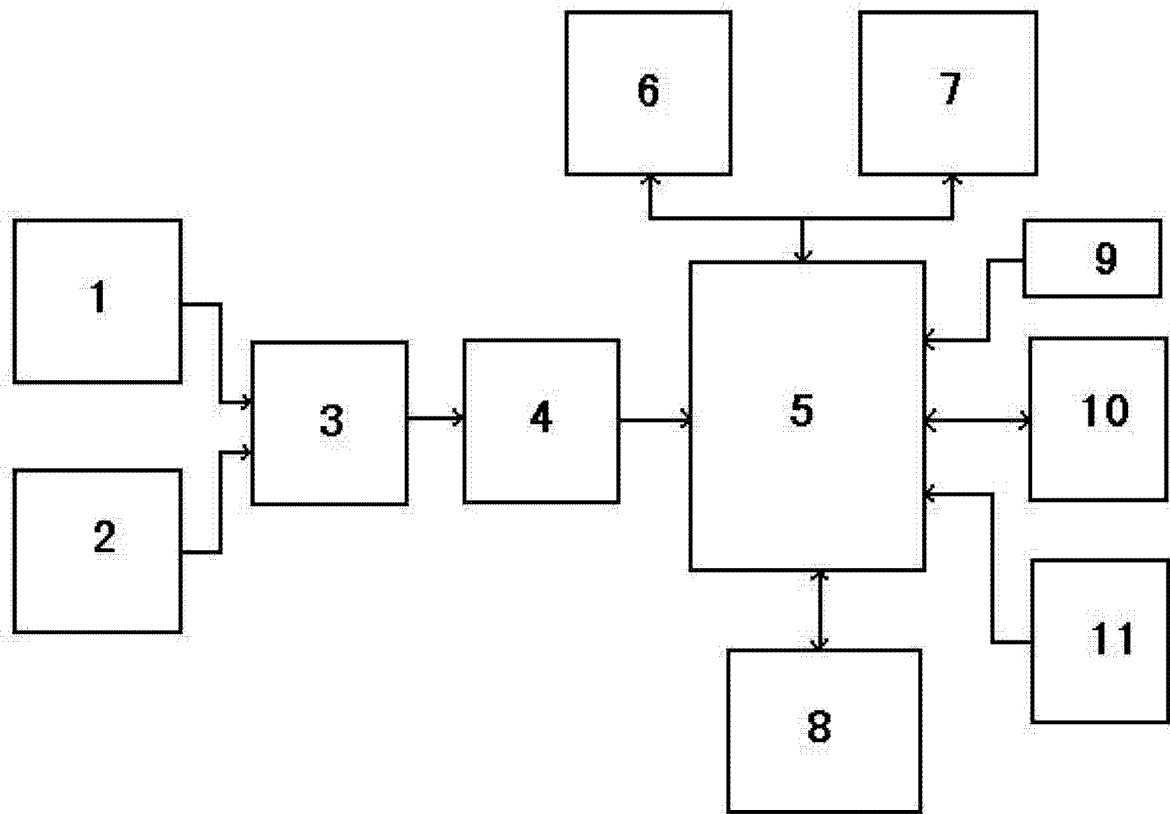


图 3

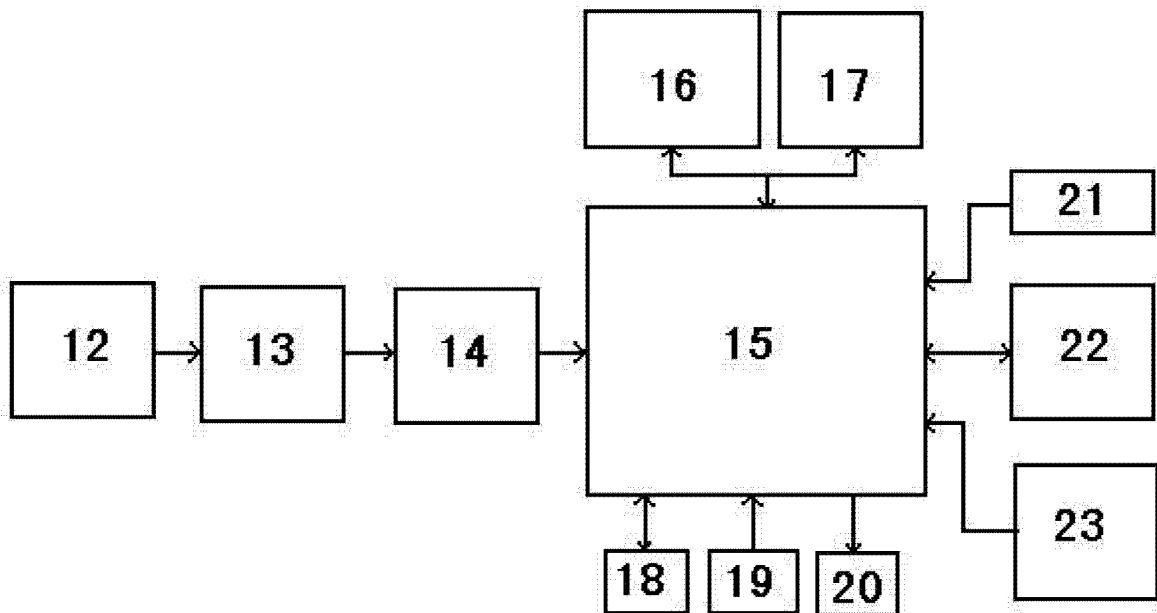


图 4

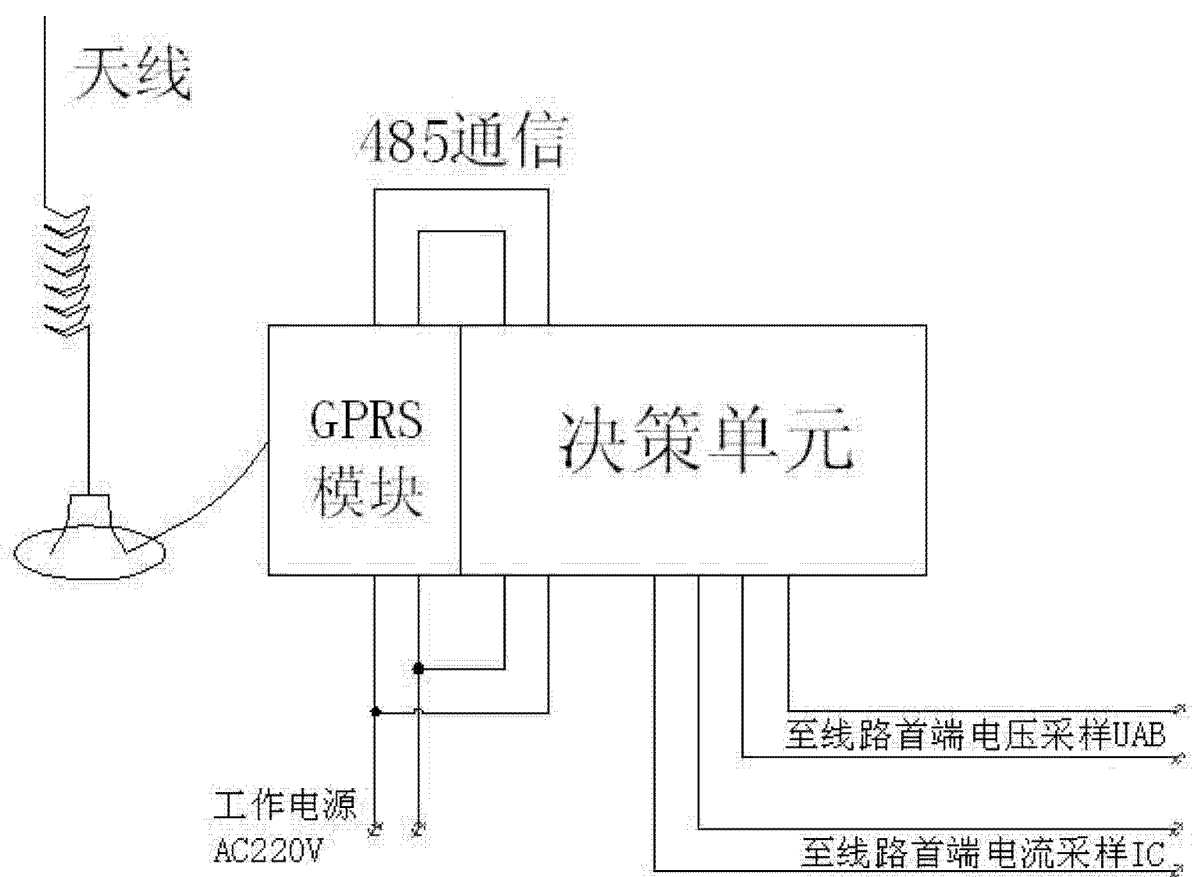


图 5

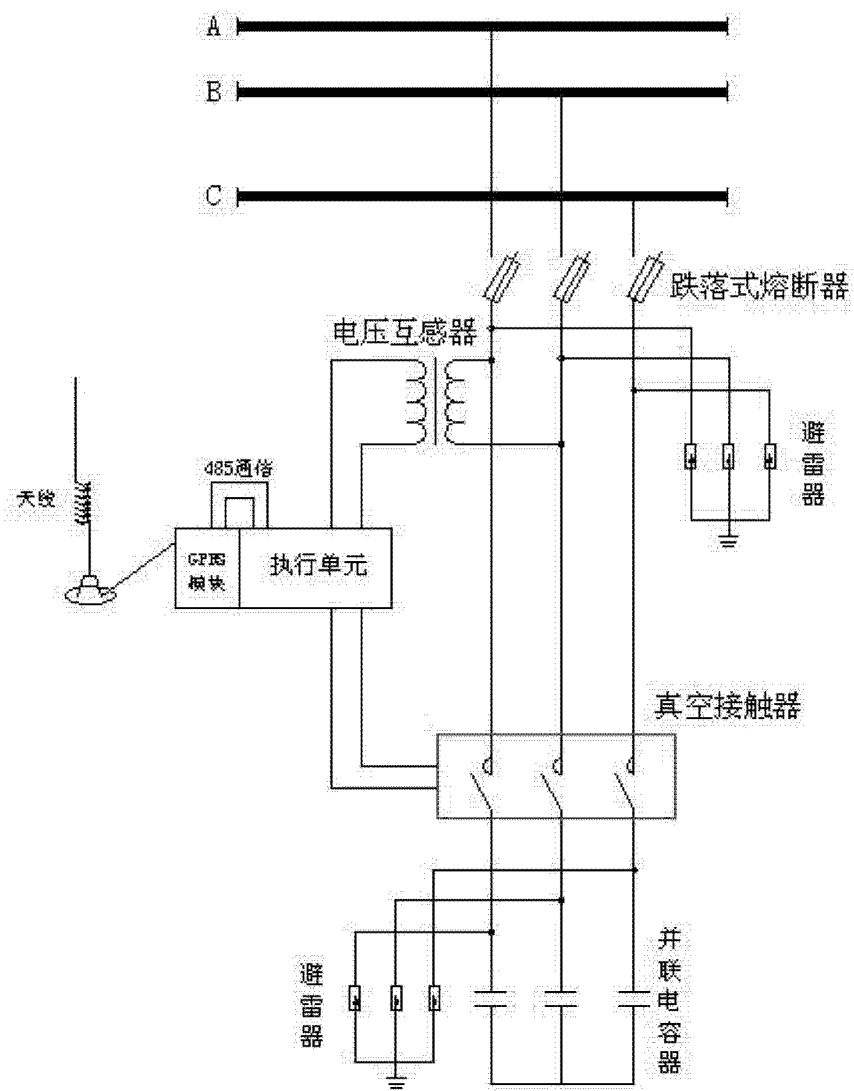


图 6