



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103389441 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 22

(21) 申请号 201310326626. 7

WO 2009/058955 A1, 2009. 05. 07,

(22) 申请日 2013. 07. 31

CN 101813740 A, 2010. 08. 25,

CN 201993434 U, 2011. 09. 28,

(73) 专利权人 胡波

审查员 张烨

地址 210000 江苏省南京市鼓楼区云南路  
31-1 号

(72) 发明人 胡波

(74) 专利代理机构 北京世誉鑫诚专利代理事务  
所(普通合伙) 11368

代理人 孙国栋

(51) Int. Cl.

G01R 31/08(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102928741 A, 2013. 02. 13,

CN 102928741 A, 2013. 02. 13,

CN 102590700 A, 2012. 07. 18,

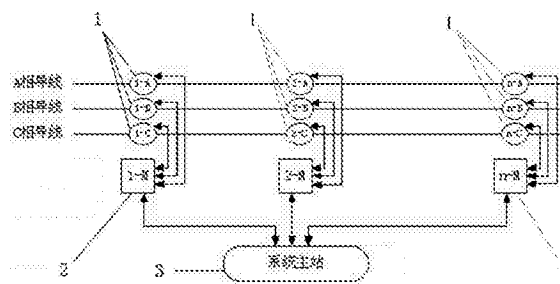
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

电力线路的故障检测与定位系统

(57) 摘要

本发明公开了一种电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,包括:安装在输电线路或者安装在配电线路的主干线出口和各分支线路出口的故障检测终端,接收故障检测终端传来的数据的通信终端,和接收通信终端上传的数据并分析得出故障点的具体位置的系统主站;前述故障检测终端包括以下单元:前述故障检测终端包括以下单元:电磁场感应单元、电流电压检测单元、GPS 信号采集单元、高精度时钟单元、供电单元、数据存储单元、本地通信单元、状态显示单元和主处理单元。本发明的有益之处在于:不仅可实现中压配电线路和高压输电线路故障点的快速精确定位,而且故障检测终端结构简单、功耗低、安装方便,可有效降低工程建设难度和成本。



1. 电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,包括:

用于检测电力线路的电流和电压信号变化、安装在输电线路或者安装在配电线路的主干线出口和各分支线路出口的故障检测终端,

用于接收所述故障检测终端传来的数据的通信终端,

和用于接收通信终端上传的数据并分析得出故障点的具体位置的系统主站;

所述故障检测终端每3只构成一组,每只故障检测终端分别用于检测电力线路A相、B相和C相的电流和电压信号的变化;

所述故障检测终端包括以下单元:

故障检测终端电磁场感应单元:利用导线周围的高压电磁场,获取感应电流;利用导线对地电压和空气介质的电势差,获取导线空气放电电流;

故障检测终端电流电压检测单元:判决所述感应电流信号是否为故障电流信号;计算出导线对地电压变化量;

故障检测终端GPS信号采集单元:获取故障检测终端的地理位置信息、GPS时钟数据;

故障检测终端供电单元:获取电能,为各个功能单元提供电源;

故障检测终端数据存储单元:存储所检测到的相关数据;

故障检测终端本地通信单元:为故障检测终端提供数据通信通道;

故障检测终端状态显示单元:受故障检测终端主处理单元控制显示相应的故障状态;

故障检测终端主处理单元:基于故障检测终端电流电压检测单元所检测的参数,进行接地、短路或雷击故障判定;基于GPS时钟信号对故障检测时间进行标记;控制故障检测终端状态显示单元就地指示故障;通过故障检测终端本地通信单元将故障类型、故障发生时间和位置传送给通信终端;

所述故障检测终端电流电压检测单元具有故障电流判决电路和导线对地电压变化测量电路,

所述故障电流判决电路包括:信号放大电路,与所述信号放大电路连接的直流检波电路和交流检波电路,与所述直流检波电路连接的直流分量判决电路,与所述交流检波电路连接的工频信号判决电路和高频信号判决电路;

所述导线对地电压变化测量电路包括:依次连接的电容电路、放电电流测量电路和均值取样电路。

2. 根据权利要求1所述的电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,所述故障检测终端还包括:在获取GPS时钟信息后,为故障检测终端主处理单元提供准确的时钟的故障检测终端高精度时钟单元。

3. 根据权利要求1所述的电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,所述故障检测终端供电单元采用感应取电、太阳能取电、电池或者外部市电的方式获取电能。

4. 根据权利要求1所述的电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,所述故障检测终端本地通信单元支持短距离无线通信和光纤通信。

5. 根据权利要求1所述的电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,所述故障检测终端状态显示单元具有LED灯或者颜色显示窗口。

6. 根据权利要求1所述的电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,所述通信终端包括以下单元:

通信终端本地通信单元:建立通信终端与故障检测终端之间的数据通信通道;  
通信终端数据接口单元:支持设备的本地维护、外部设备数据接入和本地数据输出功能;

通信终端供电单元:获取电能,为各个功能单元提供电源;

通信终端数据存储单元:存储从故障检测终端接收到的各种数据;

通信终端远程通信单元:实现与系统主站之间的双向通信;

通信终端状态显示单元:显示通信终端的工作状态;

通信终端主处理器:通过通信终端本地通信单元,接收故障检测终端上传的故障相关信息;控制通信终端状态显示单元,显示通信终端的工作状态;通过通信终端远程通信单元,将故障相关信息和故障检测终端设备ID远传给系统主站。

7.根据权利要求6所述的电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,所述通信终端远程通信单元支持短信、GPRS、3G和光纤通信方式。

## 电力线路的故障检测与定位系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种故障检测与定位系统,具体涉及一种电力线路的故障检测与定位系统,属于电力线路监控领域。

### 背景技术

[0002] 目前,中压配电线路的故障指示器技术和输电线路中的行波测距技术都是较成熟的电力线路故障检测技术。

[0003] 配电线路故障指示器主要采用注入法、首半波法、五次/七次谐波法、暂态电容电流幅值法等检测线路接地故障,采用大电流突变法、幅值法或零序电流幅值法等方法检测短路故障。而这些方法仅能使故障指示器检测到故障发生在线路的前端或者后端,即使通过系统主站利用多个故障指示器也仅能判断故障发生在某个监测点之后,无法精确判断故障点位置,而且故障定位精度取决于故障指示器在线路上分布密度,不仅建设成本高、施工难度大,而且由于自身无法获取地理位置信息,在线路改造或位置更换时,系统主站无法自动修改相关数据。

[0004] 输电线路的行波测距法,主要是在线路两端(变电站内)安装行波测距装置,配合GPS时钟,分别检测两端故障波形到达检测装置的时间,从而计算出该线路故障点的位置。这种方法一方面仅能通过测量故障点距离监测点的距离进行故障定位,而配电线路由于存在分支无法通过单存计算故障距离进行故障定位,另一方面,由于需要安装在变电站内,且装置构造复杂,因此工程难度和成本非常大。

[0005] 由此可见,现有技术中,配电线路故障指示器、配电自动化终端无法进行配电线路的故障点测距,因此很难精确定位配电线路故障点;输电线路行波测距技术,只能在线路两端安装检测装置,无法对存在分支的线路进行故障定位,且设备构造复杂、成本高、工程难度大。

### 发明内容

[0006] 为解决现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种可有效降低工程建设难度和成本、实现中压配电线路和高压输电线路故障点的有效检测和快速精确定位的故障检测与定位系统。

[0007] 为了实现上述目标,本发明采用如下的技术方案:

[0008] 一种电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,包括:

[0009] 用于检测电力线路的电流和电压信号变化、安装在输电线路上或者安装在配电线路的主干线出口和各分支线路出口的故障检测终端,

[0010] 用于接收前述故障检测终端传来的数据的通信终端,

[0011] 和用于接收通信终端上传的数据并分析得出故障点的具体位置的系统主站;

[0012] 前述故障检测终端每3只构成一组,每只故障检测终端分别用于检测电力线路A相、B相和C相的电流和电压信号的变化。

[0013] 前述的电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,前述故障检测终端包括以下单元:

[0014] 电磁场感应单元:利用导线周围的高压电磁场,获取感应电流;利用导线对地电压和空气介质的电势差,获取导线空气放电电流;

[0015] 电流电压检测单元:判决前述感应电流信号是否为故障电流信号;计算出导线对地电压变化量;

[0016] GPS信号采集单元:获取故障检测终端的地理位置信息、GPS时钟数据;

[0017] 供电单元:获取电能,为各个功能单元提供电源;

[0018] 数据存储单元:存储所检测到的相关数据;

[0019] 本地通信单元:为故障检测终端提供数据通信通道;

[0020] 状态显示单元:受主处理单元控制显示相应的故障状态;

[0021] 主处理单元:基于电流电压检测单元所检测的参数,进行接地、短路或雷击故障判定;基于GPS时钟信号对故障检测时间进行标记;控制状态显示单元就地指示故障;通过本地通信单元将故障类型、故障发生时间和位置传送给通信终端。

[0022] 前述的电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,前述故障检测终端还包括:在获取GPS时钟信息后,为主处理单元提供准确的时钟的高精度时钟单元。

[0023] 前述的电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,前述供电单元采用感应取电、太阳能取电、电池或者外部市电的方式获取电能。

[0024] 前述的电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,前述本地通信单元支持短距离无线通信和光纤通信。

[0025] 前述的电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,前述状态显示单元具有LED灯或者颜色显示窗口。

[0026] 前述的电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,前述电流电压检测单元具有故障电流判决电路,前述故障电流判决电路包括:信号放大电路,由前述信号放大电路分别分出的直流检波电路和交流检波电路,前述直流检波电路上还连接有直流分量判决电路,前述交流检波电路上还分别连接有工频信号判决电路和高频信号判决电路。

[0027] 前述的电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,前述电流电压检测单元具有导线对地电压变化测量电路,前述导线对地电压变化测量电路包括:依次连接的电容电路、放电电流测量电路和均值取样电路。

[0028] 前述的电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,前述通信终端包括以下单元:

[0029] 本地通信单元:建立通信终端与故障检测终端之间的数据通信通道;

[0030] 数据接口单元:支持设备的本地维护、外部设备数据接入和本地数据输出功能;

[0031] 供电单元:获取电能,为各个功能单元提供电源;

[0032] 数据存储单元:存储从故障检测终端接收到的各种数据;

[0033] 远程通信单元:实现与系统主站之间的双向通信;

[0034] 状态显示单元:显示通信终端的工作状态;

[0035] 主处理器:通过本地通信单元,接收故障检测终端上传的故障相关信息;控制状态显示单元,显示通信终端的工作状态;通过远程通信单元,将故障相关信息和故障检测终端

设备ID远传给系统主站。

[0036] 前述的电力线路的故障检测与定位系统,其特征在于,前述远程通信单元支持短信、GPRS、3G、光纤通信方式。

[0037] 本发明的有益之处在于:

[0038] 1)故障检测终端采用模拟电路检测电力线路电流和电压变化,并自动识别故障电流和相应的电压变化,从而触发主处理单元进行故障分析和判决。

[0039] 导线类监测装置受取电方式的限制,很难获取稳定充足的电源,因而功耗是这类产品的重要技术指标。本发明的故障检测与定位系统,其主处理单元无需实时采集和处理电流或电压信号,极大的降低了对其处理能力的要求,同时也极大的降低了故障检测终端的功耗。

[0040] 2)由于各故障检测终端所配置的GPS芯片可使之获得非常精确的故障检测时间,因此系统主站通过时间差计算故障点到各故障检测终端的距离,再通过各故障检测终端在线路上的位置和线路的拓扑结构,可精确定位出故障点位置。

[0041] 本发明的故障检测与定位系统不仅使得故障定位更加精确,而且只需在线路干线和分支出口处安装一组检测终端,大大减少了设备数量,有效降低了建设成本。

[0042] 3)由于各故障检测终端所配置的GPS芯片可获取自身的地理位置信息,因此系统主站还可基于GIS系统和线路图,自动计算各故障检测终端之间的拓扑关系以确定故障点位置。

[0043] 本发明的故障检测与定位系统可使得当线路改造、故障检测终端改变安装位置时,系统软件可自动识别故障检测终端的位置,并进行拓扑结构和数据库的更新,无需人工干预,自动化程度高。

[0044] 4)故障检测终端可安装于导线上,无需外接电源或其他设备,且结构简单、整体功耗低,可满足故障检测终端小型化、安装简单方便等要求。

## 附图说明

[0045] 图1是本发明的电力线路的故障检测与定位系统的组成示意图;

[0046] 图2是图1中故障检测终端的组成示意图;

[0047] 图3是图2中电流电压检测单元的故障电流判决电路的组成示意图;

[0048] 图4是图2中电流电压检测单元的导线对地电压变化测量电路的组成示意图;

[0049] 图5是图1中通信终端的组成示意图。

[0050] 图中附图标记的含义:1-故障检测终端,2-通信终端,3-系统主站,201-电磁场感应单元,202-电流电压检测单元,203-GPS信号采集单元,204-供电单元,205-数据存储单元,206-本地通信单元,207-状态显示单元,208-主处理单元,209-高精度时钟单元,301-信号放大电路,302-直流检波电路,303-交流检波电路,304-直流分量判决电路,305-工频信号判决电路,306-高频信号判决电路,401-电容电路,402-放电电流测量电路,403-均值取样电路,501-本地通信单元,502-数据接口单元,503-供电单元,504-数据存储单元,505-远程通信单元,506-状态显示单元,507-主处理器,双箭头表示数字信号传输。

## 具体实施方式

[0051] 以下结合附图和具体实施例对本发明作具体的介绍。

[0052] 参照图1,本发明的电力线路的故障检测与定位系统,包括:故障检测终端1,通信终端2和系统主站3.现分别说明如下:

[0053] 故障检测终端1,用于检测电力线路的电流和电压信号变化,其安装在输电线路,或者安装在配电线路的主干线出口和各分支线路出口;故障检测终端1每3只构成一组,每只故障检测终端1分别用于检测电力线路A相、B相和C相的电流和电压信号的变化,从而判决故障类型,并通过短距离无线通信或者光纤通信传送给本地的通信终端2。

[0054] 使用时,在输电线路大约50~200公里安装一组故障检测终端,在配电线路上,主干线出口、各分支线路出口各安装1组故障检测终端。

[0055] 通信终端2,用于接收故障检测终端1传来的数据,该数据包括:电流数据、故障信息、故障发生时间等,该通信终端2可通过GPRS/3G无线通信、光纤通信等远距离通信方式将数据上传给系统主站3。

[0056] 系统主站3,用于接收通信终端2上传的数据,分析得出故障点的具体位置。具体的,系统主站3接收到通信终端2上传的各种数据后,基于各故障检测终端1的判决的故障类型、检测到的故障发生时间、各故障检测终端在线路上的位置、导线材料电波速度等,通过波速和各故障检测终端检测到的故障发生时间的差值,可算出故障点距离各故障检测终端1的距离,并通过拓扑结构分析得出故障点的具体位置。

[0057] 作为一种优选的方案,参照图2,故障检测终端包括以下单元:电磁场感应单元201、电流电压检测单元202、GPS信号采集单元203、供电单元204、数据存储单元205、本地通信单元206、状态显示单元207和主处理单元208,现分别说明如下:

[0058] 电磁场感应单元201,利用导线周围的高压电磁场,获取感应电流;利用导线对地电压和空气介质的电势差,获取导线空气放电电流。

[0059] 电流电压检测单元202,用于对从电磁场感应单元201传来的模拟信号进行判决或测量,其具有两路电路,一路是故障电流判决电路:基于感应电流,计算导线交流分量和直流分量的大小;另一路是导线对地电压变化测量电路:通过测量导线对地放电电流,计算出导线对地电压变化量。最后,将判决或测量结果以模拟信号的方式传送给主处理单元208。

[0060] 作为一种优选的方案,参照图3,故障电流判决电路包括:信号放大电路301,由信号放大电路301分别分出的直流检波电路302和交流检波电路303,其中,直流检波电路302上还连接有直流分量判决电路304,交流检波电路303上还分别连接有工频信号判决电路305和高频信号判决电路306。

[0061] 信号放大电路301将通过导线周围的电磁场变化获取的感应电流通过线形放大器进行放大,并分出两路采用不同方法进行判决:

[0062] 分路1:直流检波电路302通过波形匹配电路,获取该分路中的暂态电容电流信号分量,滤除工频、高频及其它信号分量,直流分量判决电路304通过开关电路对获取的暂态电容电流信号分量进行幅值比较,判决该信号是否为故障电流信号。

[0063] 分路2:交流检波电路303通过波形匹配电路,获取该分路中的工频信号分量和高频信号分量。其中,工频信号判决电路305通过开关电路对获取的工频信号分量进行幅值比价,判决该信号是否为故障电流信号;高频信号判决电路306通过开关电路对获取的高频信号分量进行幅值比价,判决该信号是否为故障电流信号。

[0064] 作为一种优选的方案,参照图4,导线对地电压变化测量电路包括:依次连接的电容电路401、放电电流测量电路402和均值取样电路403。

[0065] 导线对地之间的空气介质在导线和大地存在电压的情况下,存在微弱的放电电流,首先利用电容电路401将交变微弱电流转为电容放电电流,便于测量;然后,放电电流测量电路402通过高精度电流测量电路测量电容电流大小;最后,均值取样电路403获取设定周期内的电容电流平均幅值,当平均幅值变化超过设定门限时,由主处理单元208通过所测电容电流平均幅值变化量,计算导线对地电压变化量,作为故障判决的依据之一。

[0066] GPS信号采集单元203,用于获取故障检测终端201的地理位置信息、GPS时钟数据。目前,已有很多GPS信号采集芯片投入商用,很多1pps误差均可小于100ns,且功耗较低(10~20mA),因此适用于小体积、低功耗要求高的设备使用。

[0067] 供电单元204,用于获取电能,并通过供电通路为各个功能单元提供电源。其获取电能的方式可以是感应取电、太阳能取电、电池或者外部市电。

[0068] 数据存储单元205,用于存储所检测到的相关数据。其在本地通信中断时,可支持断点续传或者重发。

[0069] 本地通信单元206,用于为故障检测终端1提供数据通信通道,其支持短距离无线通信、光纤通信等通信方式。

[0070] 状态显示单元207,接收主处理单元208传送的模拟信号,受主处理单元208的控制,用于显示相应的故障状态,其具有LED灯或者颜色显示窗口。

[0071] 主处理单元208,基于电流电压检测单元202所检测的故障电流判定、导线对地电压变化等参数,进行接地、短路或雷击故障判定;基于GPS信号采集单元203对故障检测时间进行标记;控制状态显示单元207,采用LED灯或颜色显示窗口进行就地指示故障;通过本地通信单元206,以无线或者光纤方式将故障类型、故障发生时间和位置等信息传送给通信终端。

[0072] 更为优选的是,故障检测终端1还包括:高精度时钟单元209。高精度时钟单元209通过数字信号由GPS信号采集单元203授时,其在获取GPS时钟信息后,为主处理单元208提供准确的时钟。在GPS授时周期内,时钟误差小于100ns。

[0073] 由于故障检测终端1采用的GPS时钟系统的时钟误差小于100ns,且电波在导线中传导速度小于 $3 \times 10^8 \text{m/s}$ ,因此该系统的定位误差小于300m。

[0074] 在本发明电力线路的故障检测与定位系统中,参照图5,其通信终端2包括以下单元:本地通信单元501、数据接口单元502、供电单元503、数据存储单元504、远程通信单元505、状态显示单元506和主处理器507,现分别说明如下:

[0075] 本地通信单元501,建立通信终端2与故障检测终端1之间的数据通信通道,其可支持短距离无线通信、光纤通信等方式。

[0076] 数据接口单元502,支持设备的本地维护、外部设备数据接入和本地数据输出功能,其具有Ethernet、RS232/485等接口。

[0077] 供电单元503,获取电能,并通过供电通路为各个功能单元提供电源。其获取电能的方式可以是太阳能取电、电池或者外部市电等。

[0078] 数据存储单元504,存储从故障检测终端1接收到的各种数据,其在远程通信中断时,可支持断点续传或者重发。

[0079] 远程通信单元505,实现与系统主站3之间的双向通信。

[0080] 作为一种优选的方案,远程通信单元505可支持短信、GPRS、3G、光纤通信等方式。

[0081] 状态显示单元506,接收主处理器507传送的模拟信号,受主处理器507的控制,用于显示相应的故障状态,其具有LED灯或者颜色显示窗口。

[0082] 主处理器507,通过本地通信单元501,接收故障检测终端1上传的故障类型、故障发生时间等故障相关信息;控制状态显示单元506,显示通信终端的工作状态;通过远程通信单元505,将故障相关信息和故障检测终端1的ID等远传给系统主站3。

[0083] 本发明的电力线路的故障检测与定位系统,其不仅可实现中压配电线路和高压输电线路故障点的快速精确定位,而且故障检测终端结构简单、功耗低、安装方便(故障检测终端可安装于导线上,对安装位置和环境要求低),因此可有效降低工程建设难度和成本。

[0084] 需要说明的是,上述实施例不以任何形式限制本发明,凡采用等同替换或等效变换的方式所获得的技术方案,均落在本发明的保护范围内。

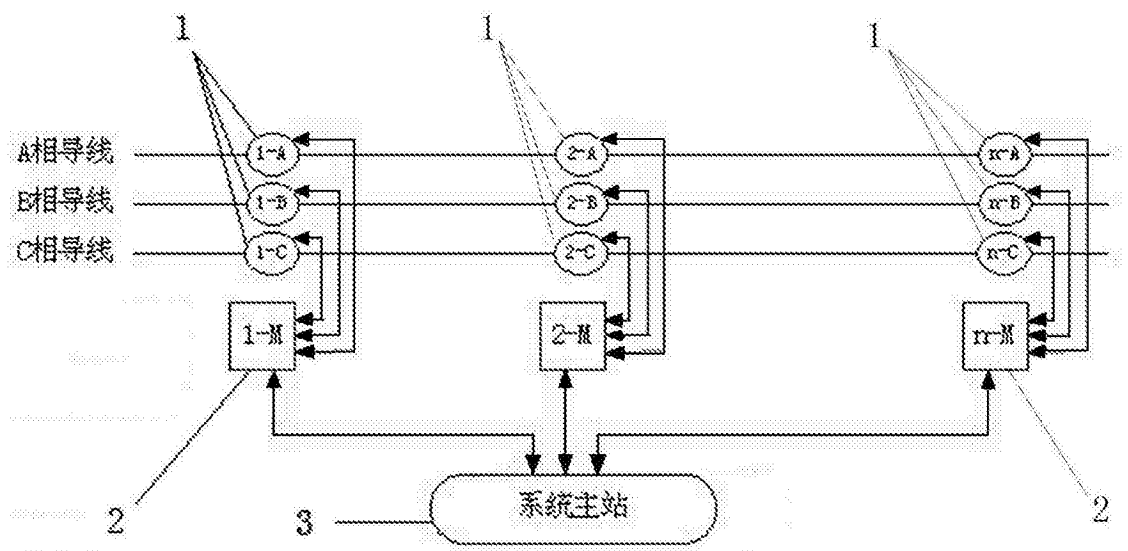


图1

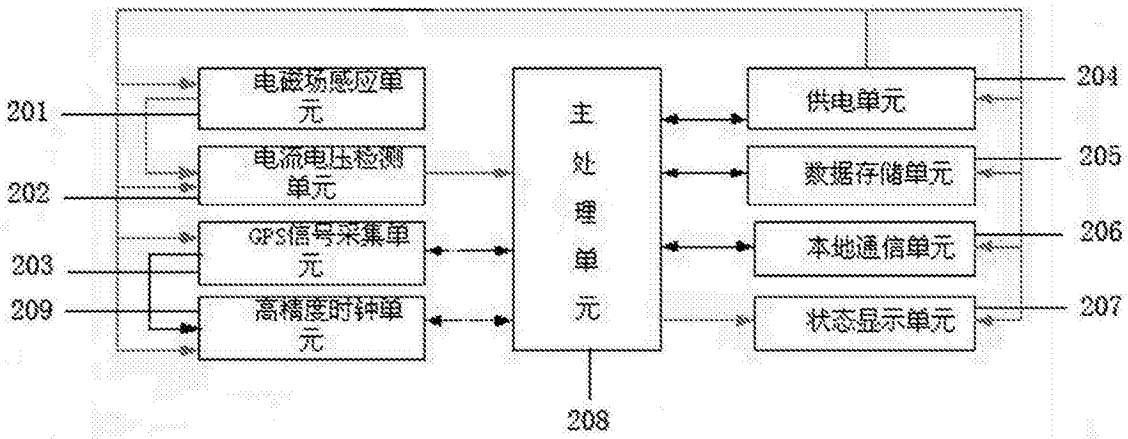


图2

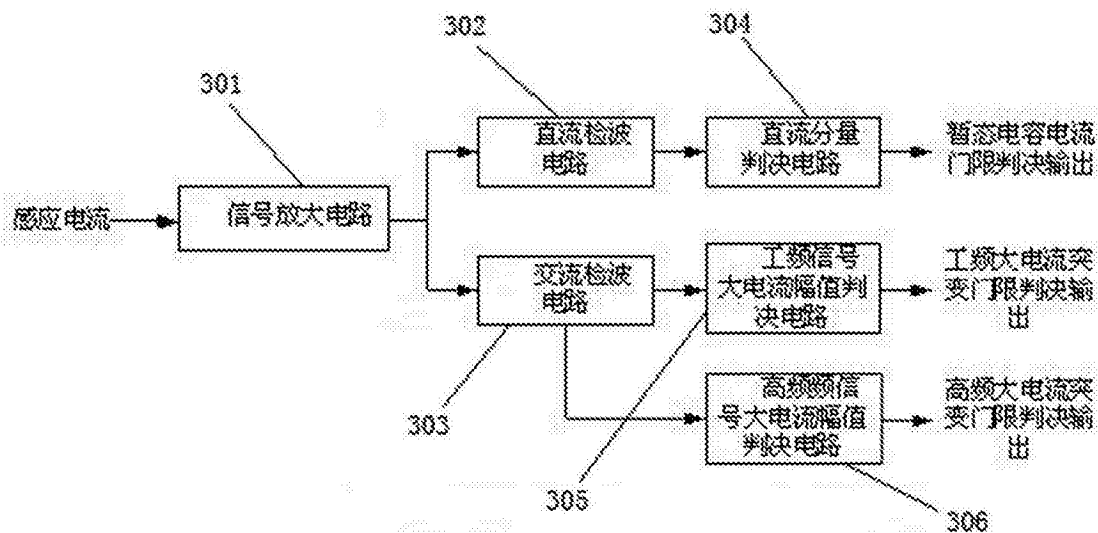


图3

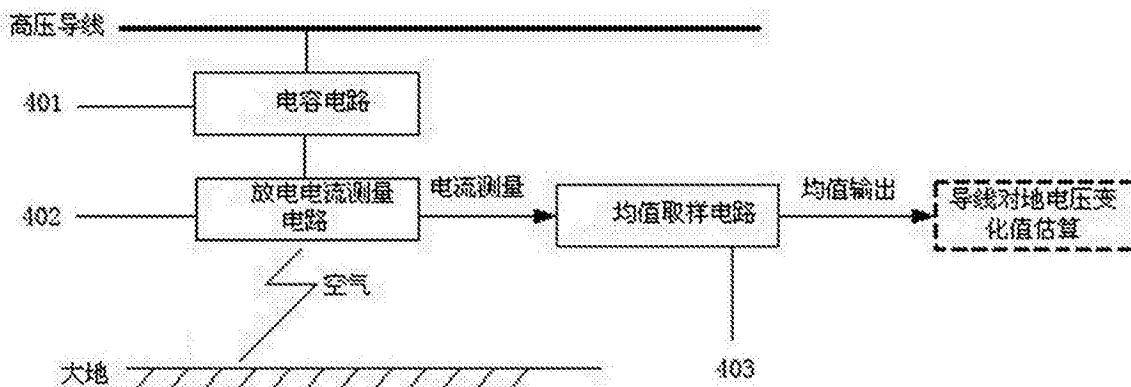


图4

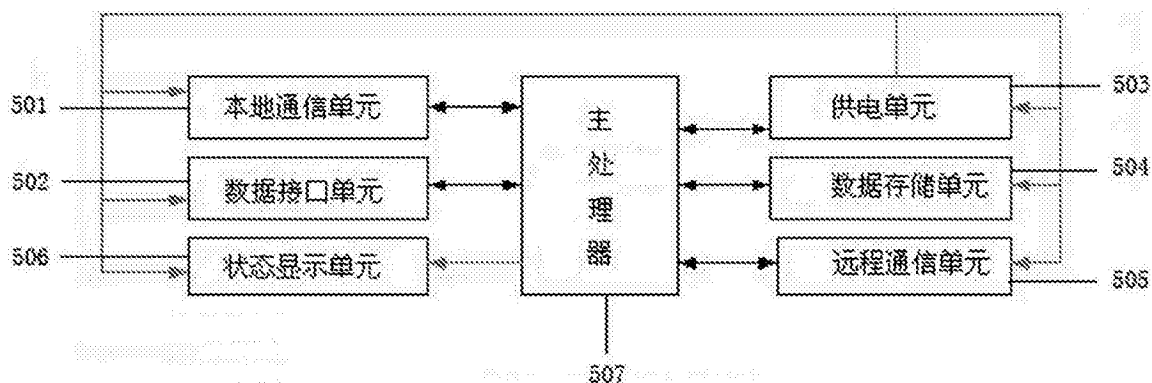


图5