



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102928741 A

(43) 申请公布日 2013. 02. 13

(21) 申请号 201210443079. 6

(22) 申请日 2012. 11. 08

(71) 申请人 王金泽

地址 362300 福建省泉州市南安市溪美贵峰村周埔 15 号

(72) 发明人 王成楷 王金泽

(74) 专利代理机构 福建炼海律师事务所 35215

代理人 许育辉 张辉

(51) Int. Cl.

G01R 31/08 (2006. 01)

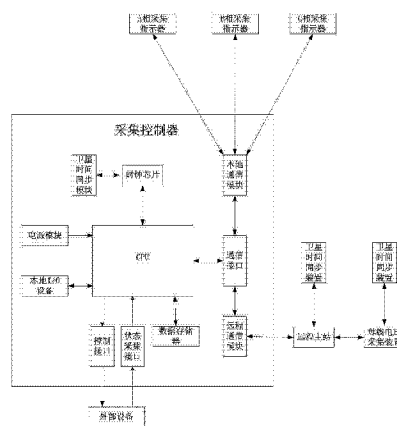
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

基于卫星时间同步的电力线路故障定位系统及方法

(57) 摘要

一种基于卫星时间同步的电力线路故障定位方法及系统,属于智能电网配电自动化技术领域,包括采集指示器、采集控制器、主站、母线电压采集装置,所述的采集指示器、采集控制器、母线电压采集装置都带有温度补偿的时钟芯片,所述的主站及其各采集装置都有各自的卫星时间同步模块或装置,保证系统各部分采集的数据均包含有精确的时间信息。本发明采用采集指示器同步采集线路三相电流通过无线通信方式传输到采集控制器进行数学合成线路零序电流的方法,解决线路采集零序电流技术难题,采用以采集控制器为主、主站及其它设备为辅,分布式与集中式相结合的线路单相接地故障判定方法,减少了系统各部分之间的数据通信流量,主站与各采集控制器之间的数据通信,采用移动无线广播组播业务与点对点通信相结合的方法提高了系统各部分的通信效率和故障定位效率。



1. 一种基于卫星时间同步的电力线路故障定位系统,包括采集指示器、采集控制器、主站,所述的采集指示器包括采集模块、电源模块、主控模块、本地通信模块、指示模块、存储模块,采集控制器包括电源模块、CPU、本地 I/O 设备、数据存储单元、通信接口、本地通信模块、远程通信模块,其特征在于:所述的采集指示器模块还包括一确保在短小时内接收不到采集控制器发送的时间同步信号的情况下采集指示器的守时精度能满足数据同步采集的要求的带有温度补偿的时钟芯片;所述的采集控制器还包括一带有温度补偿的时钟芯片,时钟芯片连接卫星时间同步装置,采集控制器以近距离无线通信方式向其所控制的一组或多组采集指示器定时发送时间同步信号和数据采集同步信号。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于卫星时间同步的电力线路故障定位系统,其特征在于:还包括母线电压采集装置,所述的母线电压采集装置包括电压采集模块、电源模块、CPU、本地 I/O 设备、数据存储单元、通信接口、本地通信模块和远程通信模块。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种基于卫星时间同步的电力线路故障定位系统,其特征在于:所述的母线电压采集装置和主站都连接一卫星时间同步装置。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种基于卫星时间同步的电力线路故障定位系统,其特征在于:所述的母线电压采集装置和主站的时间同步采用专用缆线来实现时间同步信号的传输与时间同步,或者采用基于 IEEE1588 PTP 精密时间协议的二层以太网来实现时间同步。

5. 一种基于卫星时间同步的电力线路故障定位方法,采用权利要求 1 所述的系统,其特征在于:包括以下具体步骤:

步骤 1:在配电架空线的三相导线上分别设置若干个采集指示器,采集各相导线上的电流数据,将数据打上时间戳,并按时间顺序缓冲存储一段时间的电流数据在数据存储单元中;

步骤 2:采集指示器中的主控模块对采集到的电流数据进行比较判断,当判定为短路或者过流时,指示模块动作发出故障信号指示,同时将故障信息通过本地通信模块上报到故障控制器;

步骤 3:每个采集指示器连接一个采集控制器,采集控制器收集、存储和分析来自采集指示器的数据,本地通信模块实时或定时地以本地无线传输方式将包含有精确时间信息的数据传输到采集控制器。

6. 一种基于卫星时间同步的电力线路故障定位方法,采用权利要求 1 或 2 所述的系统,其特征在于:包括以下具体步骤:

步骤 1:母线电压采集装置采集一路或者多路电网母线电压和零序电压数据,将数据打上时间戳,同时缓冲存储一段时间的电压数据在数据存储单元中,并根据规则将带有时间戳的电压数据实时或者定时传输到主站;

步骤 2:主站根据母线采集装置采集的电压数据进行判断,当判定为电网单相接地的故障时,主站将电压数据发送到采集控制器,采集控制器立即从相应的采集指示器下载故障时段的各相电流数据;

步骤 3:采集控制器将接收到的同一时间戳的各相电流波形数据或电流向量数据进行数学叠加运算合成,计算出测量点零序电流波形数据和向量数据;

步骤 4:采集控制器启动单相接地故障判定程序进行故障分析,根据计算出的零序电

流数据进行初步判定并把结果发送到主站；

步骤 5：主站根据采集控制器反馈回来的信息，分析判断后直接确认单相接地的故障区间。

7. 根据权利要求 6 所述的基于卫星时间同步的电力线路故障定位方法，其特征在于：步骤 2 所述的主站传送电压数据至采集控制器的传送方式是采用移动无线广播组播业务。

8. 根据权利要求 6 所述的基于卫星时间同步的电力线路故障定位方法，其特征在于：步骤 3 中采集控制器根据获得的零序电流稳态信号和零序电压稳态信号的数据与预设的整定限值来判定，当稳态量大于整定限值并满足一定时间要求，则判定故障在测量点线路下侧。

9. 根据权利要求 6 所述的基于卫星时间同步的电力线路故障定位方法，其特征在于：所述的步骤 3 中采集控制器采集到的零序稳态电流信号不明显，采集控制器可以根据采集指示器和母线电压采集装置所发送的暂态电流、暂态电压数据按首半波法或者小波变换法进行单相接地故障分析。

基于卫星时间同步的电力线路故障定位系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及智能电网配电自动化技术领域,具体是指一种基于卫星时间同步的电力线路故障定位方法以及实现该方法的系统。

背景技术

[0002] 目前电力输电线路故障定位测距方法主要有阻抗检测法、电抗检测法和行波测距法,上述几种方法存在的问题是故障定位偏差较大。在我国的配电网系统中,广泛采用的是小电流接地系统,即中性点不接地或经消弧线圈接地的配电系统。配电网网架的特点是覆盖面广、分支多、运行环境复杂、受外部因素影响大。目前小电流接地系统配电网主要采用故障定位方式是采用在配电线路安装电力故障指示器,较为实用的方式是采用带有远程通信装置的电力故障指示器,可以实现配电线路短路、过流故障的远程定位。由于小电流接地系统的中性点不直接接地,当系统发生单相接地时,接地点电流稳态接地电流较小,当消弧线圈投入运行后,由于中性点电感电流的补偿作用,接地点电流进一步降低。根据电力运行规程,小电流接地系统可以在单相接地故障情况下继续运行 1~2 小时。针对架空线路的单相接地故障,目前电力系统主要采用的是根据安装在配电网的电力故障指示器采集到的线电流变化信号来判定,或者是在变电站安装小电流选线装置来判定。由于处于运行状态下的配电网的导线电流较大,一般在几十安到几百安之间,并且处于随机波动状态,因此,通过监测线路电流波动情况的方法来判定单相接地基本上是没有效果的。

[0003] 2012 年 7 月 8 日公开的发明专利 CN201110438732.5 《基于时间同步的架空线快速故障定位方法及装置》,提出了采用时间同步技术采集配电架空线的电压和各分支的电流信号,将采集带有时间标签的数据传回主站进行运算,判断出故障点区间,特别是能提高单相接地故障判断的准确性。该项发明存在的问题是:将数量众多的、分布于线路不同点带有时间标签的数据全部传回主站进行故障运算和分析,势必将给通信系统、主站数据存储系统、主站 CPU 带来巨大的压力和冲击,尽管其技术原理上是可行的,但在现有的数据通信和计算机技术条件下是难以实施的。如果终端与主站之间采用 GPRS 等公共无线通信网络方式,必将产生巨大的数据流量和高昂的通信费用,使推广应用的经济价值受到很大制约。

[0004] 2012 年 7 月 11 日公开的发明专利 CN201210008867.2 《小电流接地故障区段在线定位方法及其系统》,提出使用 GPS 对时装置为系统各相量节点提供同步时钟信号,各相量节点将各自检测数据通过 GPRS 网络传至控制中心,控制中心根据接收到的检测数据进行故障定位。该专利除与发明专利 CN201110438732.5 有共同的缺点外,还存在没有提出如何解决架空线路零序电流采集的问题,难以在架空线路实现应用。

发明内容

[0005] 根据以上现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种可以快速准确的判断出电力线路故障区段,并提供故障区段位置信息的,尤其适用于配电架空线路的单相接地类型故障分析定位的电力线路故障定位系统及方法。

[0006] 本发明的技术方案为：一种基于卫星时间同步的电力线路故障定位系统，包括采集指示器、采集控制器、主站，所述的采集指示器包括采集模块、电源模块、主控模块、本地通信模块、指示模块、存储模块，采集控制器包括电源模块、CPU、本地 I/O 设备、数据存储器、通信接口、本地通信模块、远程通信模块，其特征在于：所述的采集指示器模块还包括一确保在短小时内接收不到采集控制器发送的时间同步信号的情况下采集指示器的守时精度能满足数据同步采集的要求的带有温度补偿的时钟芯片；所述的采集控制器还包括一带有温度补偿的时钟芯片，时钟芯片连接卫星时间同步装置，采集控制器以近距离无线通信方式向其所控制的一组或多组采集指示器定时发送时间同步信号和数据采集同步信号。

[0007] 进一步的，一种基于卫星时间同步的电力线路故障定位系统还包括母线电压采集装置，所述的母线电压采集装置包括电压采集模块、电源模块、CPU、本地 I/O 设备、数据存储器、通信接口、本地通信模块和远程通信模块。

[0008] 进一步的，所述的母线电压采集装置和主站都连接一卫星时间同步装置，提供精确的卫星时间。

[0009] 进一步的，所述的母线电压采集装置和主站的时间同步采用专用缆线来实现时间同步信号的传输与时间同步，或者采用基于 IEEE1588 PTP 精密时间协议的二层以太网来实现时间同步。

[0010] 采用以上系统的基于卫星时间同步的电力线路故障定位方法，包括以下具体步骤：

步骤 1：在配电架空线的三相导线上分别设置若干个采集指示器，采集各相导线上的电流数据，将数据打上时间戳，并按时间顺序缓冲存储一段时间的电流数据在数据存储器中；

步骤 2：采集指示器中的主控模块对采集到的电流数据进行比较判断，当判定为短路或者过流时，指示模块动作发出故障信号指示，同时将故障信息通过本地通信模块上报到故障控制器；

步骤 3：每个采集指示器连接一个采集控制器，采集控制器收集、存储和分析来自采集指示器的数据，本地通信模块实时或定时地以本地无线传输方式将包含有精确时间信息的数据传输到采集控制器。

[0011] 采用以上系统的基于卫星时间同步的电力线路故障另一种定位方法，包括以下具体步骤：

步骤 1：母线电压采集装置采集一路或者多路电网母线电压和零序电压数据，将数据打上时间戳，同时缓冲存储一段时间的电压数据在数据存储器中，并根据规则将带有时间戳的电压数据实时或者定时传输到主站；

步骤 2：主站根据母线采集装置采集的电压数据进行判断，当判定为电网单相接地的故障时，主站将电压数据发送到采集控制器，采集控制器立即从相应的采集指示器下载故障时段的各相电流数据；

步骤 3：采集控制器将接收到的同一时间戳的各相电流波形数据或电流向量数据进行数学叠加运算合成，计算出测量点零序电流波形数据和向量数据；

步骤 4：采集控制器启动单相接地故障判定程序进行故障分析，根据计算出的零序电流数据进行初步判定并把结果发送到主站；

步骤 5 :主站根据采集控制器反馈回来的信息,分析判断后直接确认单相接地的故障区间。

[0012] 进一步的,所述的步骤 2 中主站传送电压数据至采集控制器的传送方式是采用移动无线广播组播业务。

[0013] 进一步的,所述的步骤 3 中采集控制器根据获得的零序电流稳态信号和零序电压稳态信号的数据与预设的整定限值来判定,当稳态量大于整定限值并满足一定时间要求,则判定故障在测量点线路下侧。

[0014] 进一步的,所述的步骤 3 中采集控制器采集到的零序稳态电流信号不明显,采集控制器可以根据采集指示器和母线电压采集装置所发送的暂态电流、暂态电压数据按首半波法或者小波变换法进行单相接地故障分析。

[0015] 本发明采用基于三相电流同步采集和无线传输的零序电流数学合成方法,解决了采集架空线路零序电流向量采集的技术难题,使小电流接地电网系统的各种单相接地故障判定方法得以实施,在采集控制器上实现就地判定架空线路单相接地故障判定和定位,提高了中性点不接地系统和小电流接地系统单相接地故障判断定位的准确性和实用性。

[0016] 采用分布式与集中式相结合的故障判断定位处理模式,主要由各采集控制器完成故障分析判定,解决了现有通信条件下将各采集点的数据集中到主站数据传输延时长、主站通信设备、数据存储设备、服务器 CPU 压力大的问题,减少了主站与采集控制器之间的数据流量,提高了线路故障判断和定位的效率。

[0017] 母线电压数据和主站控制指令的向下传输,采用广播或组播数据通信方式,解决了现有通信条件下主站对终端采用点对点逐一下发数据传输延时长的问题,减少了主站与采集控制器之间的数据流量,提高的数据传输效率和线路故障判断和定位的效率。

附图说明

[0018] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步详细的说明。

[0019] 图 1 是本发明的系统总体结构框图和采集控制器构框图;

图 2 是本发明的采集指示器结构框图;

图 3 是本发明的母线电压采集装置构框图;

图 4 是本发明的系统装置安装分布示意图;

图 5 是本发明的系统在 10KV 线路实施示意图。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图和具体实施方式,对本发明做进一步说明。

[0021] 图 1、图 2、图 3 所示一个一种基于卫星时间同步的电力线路故障定位系统,包括采集指示器、采集控制器、主站,所述的采集指示器包括采集模块、电源模块、主控模块、本地通信模块、指示模块、存储模块,采集控制器包括电源模块、CPU、本地 I/O 设备、数据存储模块、通信接口、本地通信模块、远程通信模块,所述的采集指示器模块还包括带有温度补偿的时钟芯片,确保在短小时内接收不到采集控制器发送的时间同步信号的情况下采集指示器的守时精度能满足数据同步采集的要求;所述的采集控制器还包括带有温度补偿的时钟芯片,时钟芯片连接卫星时间同步装置,采集控制器以近距离无线通信方式向其所控制的一

组或多组采集指示器定时发送时间同步信号和数据采集同步信号。还包括母线电压采集装置,所述的母线电压采集装置包括电压采集模块、电源模块、CPU、本地 I/O 设备、数据存储单元、通信接口、本地通信模块和远程通信模块。所述的母线电压采集装置和主站都连接一卫星时间同步装置,提供精确的卫星时间。

[0022] 图 4 为一个变电站的配电线路系统的实施例。主站一般安装在配电调控中心,实现对一个或多个变电站所属的配电线路的故障监控和定位,卫星时间同步装置向主站系统设备提供精确的卫星时间;母线电压采集装置安装在变电站母线 PT 柜内或附近,实现对一段或多段母线的三相电压、母线零序电压的电压波形和数据的采集,变电站内的卫星时间同步装置负责向其提供精确卫星时间;采集控制器安装在配电线路的开关柜、电缆分接箱、环网柜内或配电架空线路的杆塔上,一般根据配电线路的长短、分支等情况,在一条配电线路的不同位置分别安装采集控制器;根据现场实际通信条件,一台采集控制器负责控制一组或多组的采集指示器;一组采集指示器由三只采集指示器组成,挂接在电缆或架空线路导线上,分别采集 A、B、C 三相电流。采集控制器采用太阳能电池取电方式,采集指示器采用本体 CT 取电或太阳能电池取电方式,采集控制器、采集指示器各自由其内置的包含稳压充电电路和蓄电池的电源模块供电。主站设备、母线电压采集装置、卫星时间同步装置的电源由装置安装所在地供电系统提供。

[0023] 图 5 为一个变电站 10KV 线路上实施例示意图。变电站的 1 段 10kV 母线有 L1、L2、L3 共 3 路 10KV 线路。母线电压采集装置安装在 10kV 母线 PT 柜内或附近,负责采集母线各相电压和零序电压。线路杆塔上安装 KZ1 ~ KZ12 共计 12 只采集控制器,线路导线上安装 ZS1 ~ ZS12 共计 12 组采集指示器,采集控制器 KZ1 对应 1 组采集指示器 ZS1,以此类推一一对应。1 组采集指示器包含 3 只采集指示器,分别悬挂在 A、B、C 三相导线上。图中,K1、K2、K3 为线路断路器,K 为消弧线圈接地开关。定位卫星每隔 1s 以无线电波方式向系统各部分的时间同步装置或模块发送一次对时信号,以确保系统各部分的时间准确性。主站与母线电压采集装置之间采用光纤通信方式连接,其通信速率为 2Mbps ~ 100Mbps;主站与故障控制器之间利用 GPRS 无线通信网进行远程数据通信,主站与 GPRS 无线通信服务商之间采用 10M ~ 100M 光纤连接,GPRS 无线基站与各故障控制器之间利用 GPRS 无线通信速率为 115kbps;故障控制器与各采集指示器之间采用基于 2.4GHz 频段的 Zigbee 无线通信方式进行本地数据通信,其通信速率约为 250kbps,故障控制器定时以无线广播方式向各采集指示器发布时间同步信号和采集同步信号。

[0024] 10KV 线路在正常运行状态下,母线相电压、零序电压均在正常范围内,线路 L1、L2、L3 各个杆塔上安装的采集指示器、采集控制器所采集线路各相电流数据及其波动范围均在正常范围内。母线电压采集装置将电压波形数据打上时间戳,缓存在本地数据存储单元中,并将采集到的电压有效值、电压相位角数据的定时上报给主站。悬挂在线路导线上的各相采集指示器根据采集控制器的同步采集信号,各自将采集的电流波形数据打上时间戳,缓存在本地数据存储单元中,计算出电流有效值、电流相位角,将电流有效值、电流相位角数据定时上传给采集控制器。采集控制器将所接收到的各相电流数据缓存在本地数据存储单元中,根据同步时间信息,计算合成线路零序电流,并定时将各相电流数据和零序电流数据上报主站。主站将来自各电压、电流采集点定时或实时上报的数据存储在数据库中。电网系统正常运行时,除固定时间点的数据外,缓存在各采集装置的数据并不上传到主站,存储超

期的数据将被新数据自动更新覆盖。

[0025] 假设线路 L3 在采集指示器 ZS11 和 ZS12 之间发生 AB 相导线相间过流 / 短路并导致线路断路器 K3 跳闸, 则采集指示器 ZS9 到 ZS11 的 A 相、B 相单元所采集电流数值会有一个突然上升、超过整定限值、随后下降为零的过程, 根据故障电流是否流经采集指示器, 可以明确判定过流 / 短路故障区段。故障电流经 ZS9 到 ZS11 的 A 相、B 相采集指示器, A、B 采集指示器的故障指示模块发出故障指示信号, 并将故障发生过程时段的三相电流波形、有效值、相位角和判定结果等数据经采集控制器上传到主站。

[0026] 假设线路 L3 在采集指示器 ZS11 和 ZS12 之间发生 A 相导线永久性接地故障, 由于 10KV 线路系统是小电流接地系统, 流经接地点的电流较小, 直接由采集指示器根据线电流的变化情况来判定线路单相接地故障几乎是不可能的。本发明单相接地故障的判定, 主要由采集控制器、母线电压采集控制器和主站系统三者共同来完成。ZS11 和 ZS12 之间发生 A 相导线永久性接地故障后, 母线及所属各条线路的 A 相对地电压下降、B 相 C 相对地电压上升, 母线开口三角形电压 (即母线零序电压) 上升, 当母线零序电压大于接地故障判断整定值时, 母线电压采集控制器立即将采集到的电压数据及接地瞬间前后电压波形数据上传到主站。主站将故障数据组合成故障报文以广播或组播方式下发到采集控制器 KZ1-KZ12。采集控制器对接收到故障报文进行解包分析, 根据故障报文提供的故障发生时间信息, 从采集指示器检索和下载该时段的电流波形数据和电流数据, 并合成零序电流波形和零序电流, 并启动单相接地分析程序, 按稳态法、暂态法进行接地故障分析。采集控制器完成接地故障判定后, 向故障相线所属采集指示器发出故障指示信号指令, 并将故障判定结果以报文形式上报主站。前面假设 ZS11 和 ZS12 之间发生 A 相导线发生永久性接地故障, 那么, 根据故障发生时段的母线三相电压、零序电压、零序电流、零序电流波形等数据信息, 采集控制器可以比较准确地判断接地故障电流是否流经其监测的线路及故障相别。根据附图 5 所示的单相接地故障点, KZ9-KZ11 采集到明显的故障时零序电流变化信号, 结合主站提供的母线电压、零序电压数据, 判定接地故障点在 ZS11 之后的 A 相导线, ZS9 到 ZS11 的 A 相采集指示器将发出故障指示信号, 其它采集指示器不发出故障指示信号。如果单相接地故障信号不明显, 采集控制器难以判定接地故障区段, 主站在等待一段时间后没有接收到各相关采集控制器反馈的故障判定结果信息, 则发出数据召唤指令, 收集故障发生时段各线路采集点的数据, 进一步进行分析。

[0027] 上述实施仅列举了本发明在单电源、架空线路运行环境的实施方法, 通过简单的方案变更, 本发明同样适用于双电源配网、电缆线路的故障定位实施。基于本发明所述技术方案和方法的系统, 不仅可用于 10kV、35 kV 等电压等级的配电网故障定位, 也可适用于 110kV 电压等级输电网的故障定位。

[0028] 尽管结合优选实施方案具体展示和介绍了本发明, 但所属领域的技术人员应该明白, 在不脱离所附权利要求书所限定的本发明的精神和范围内, 在形式上和细节上对本发明做出各种变化, 均为本发明的保护范围。

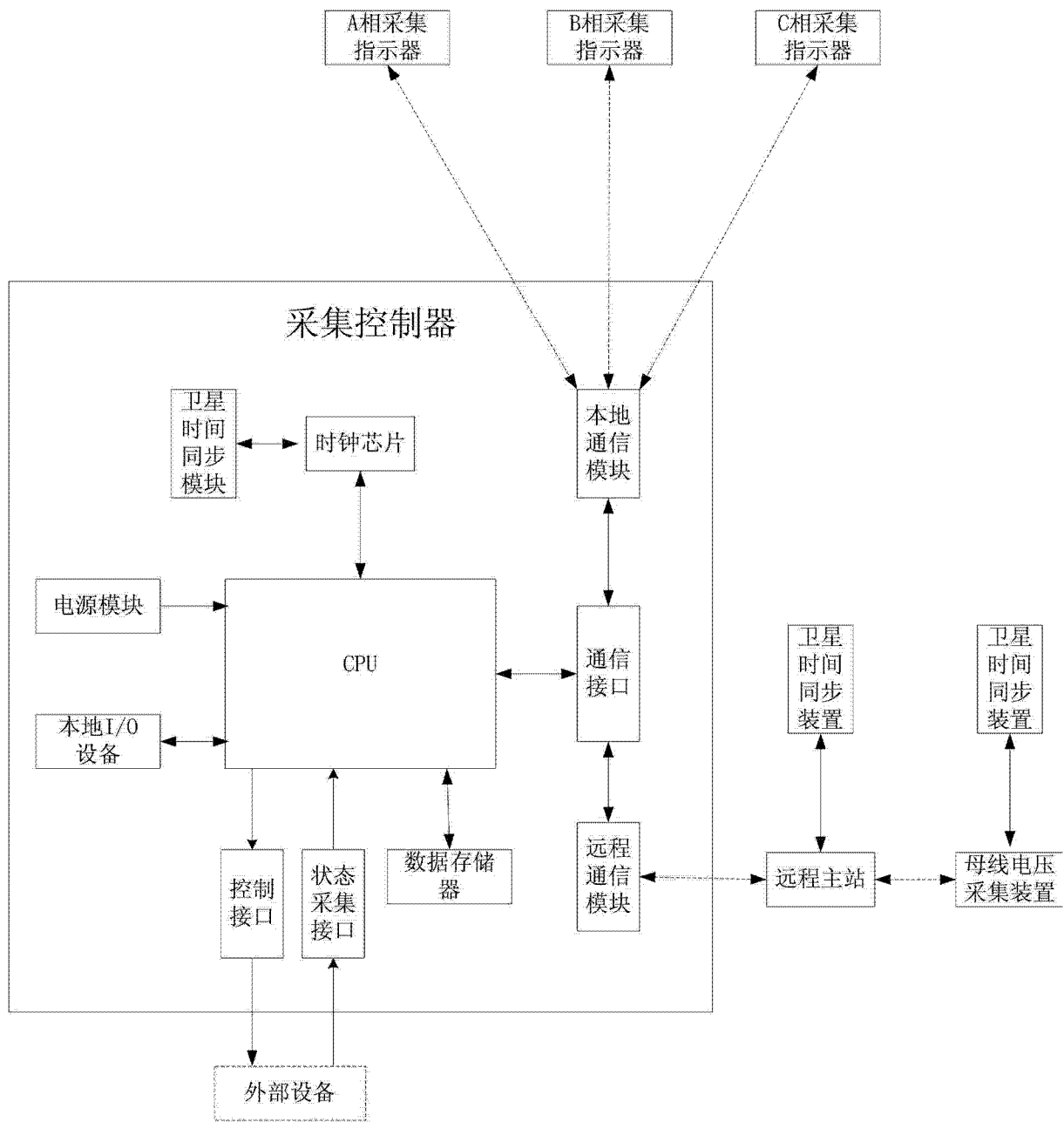


图 1

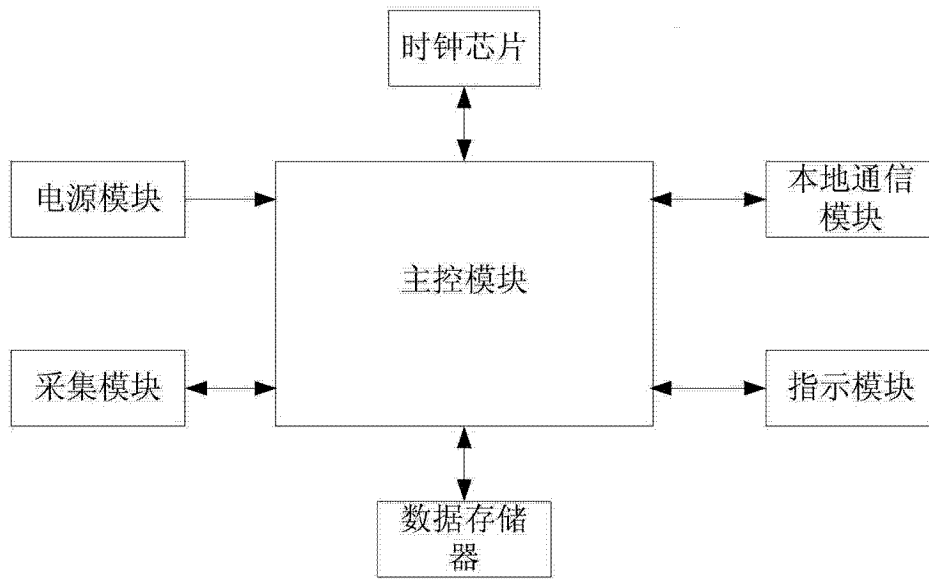


图 2

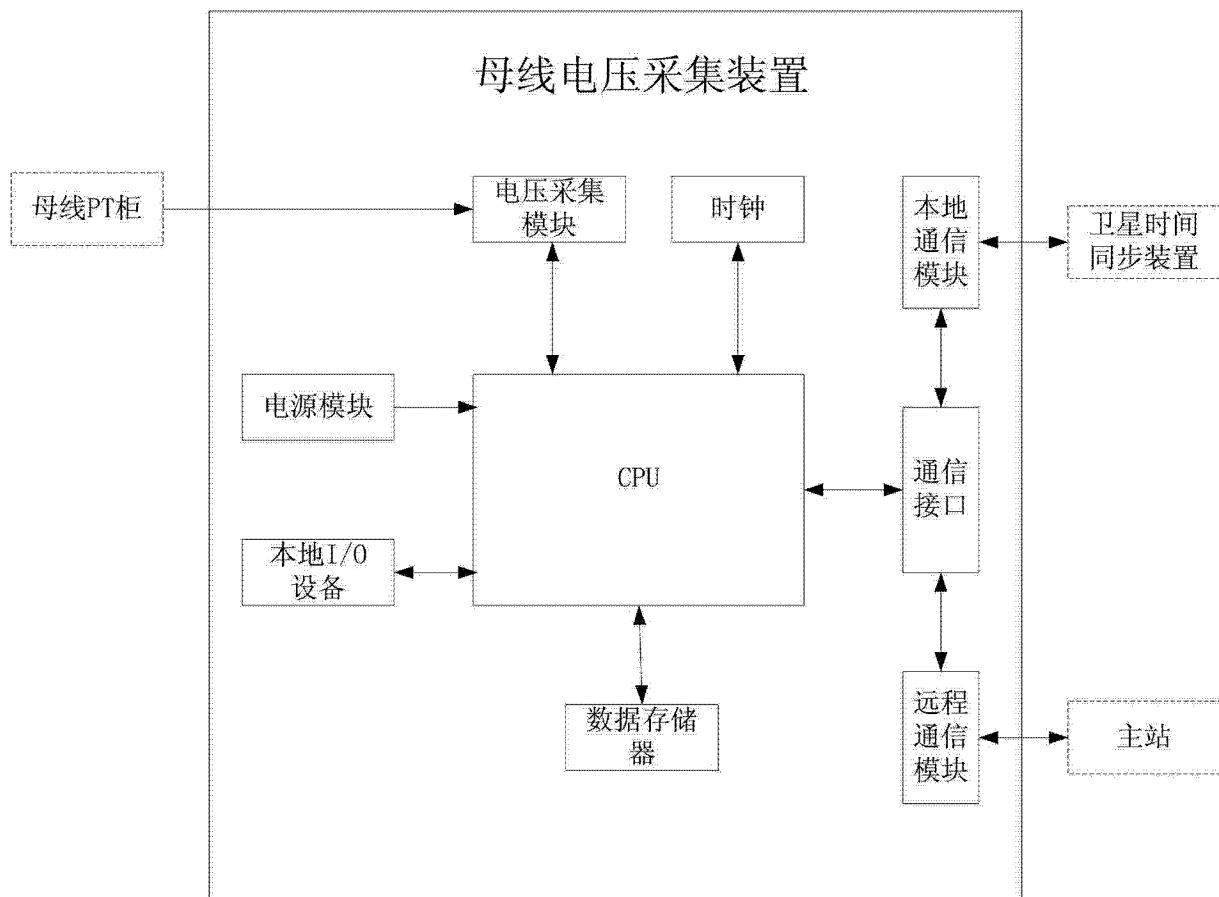


图 3

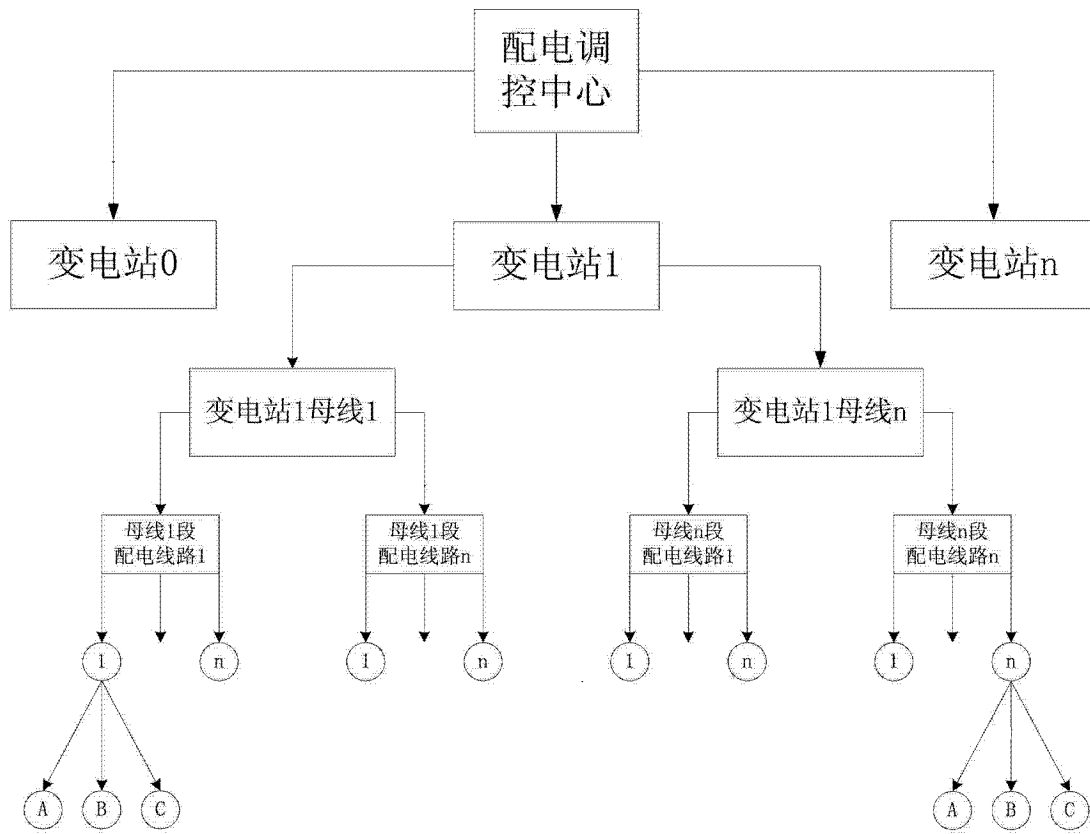


图 4

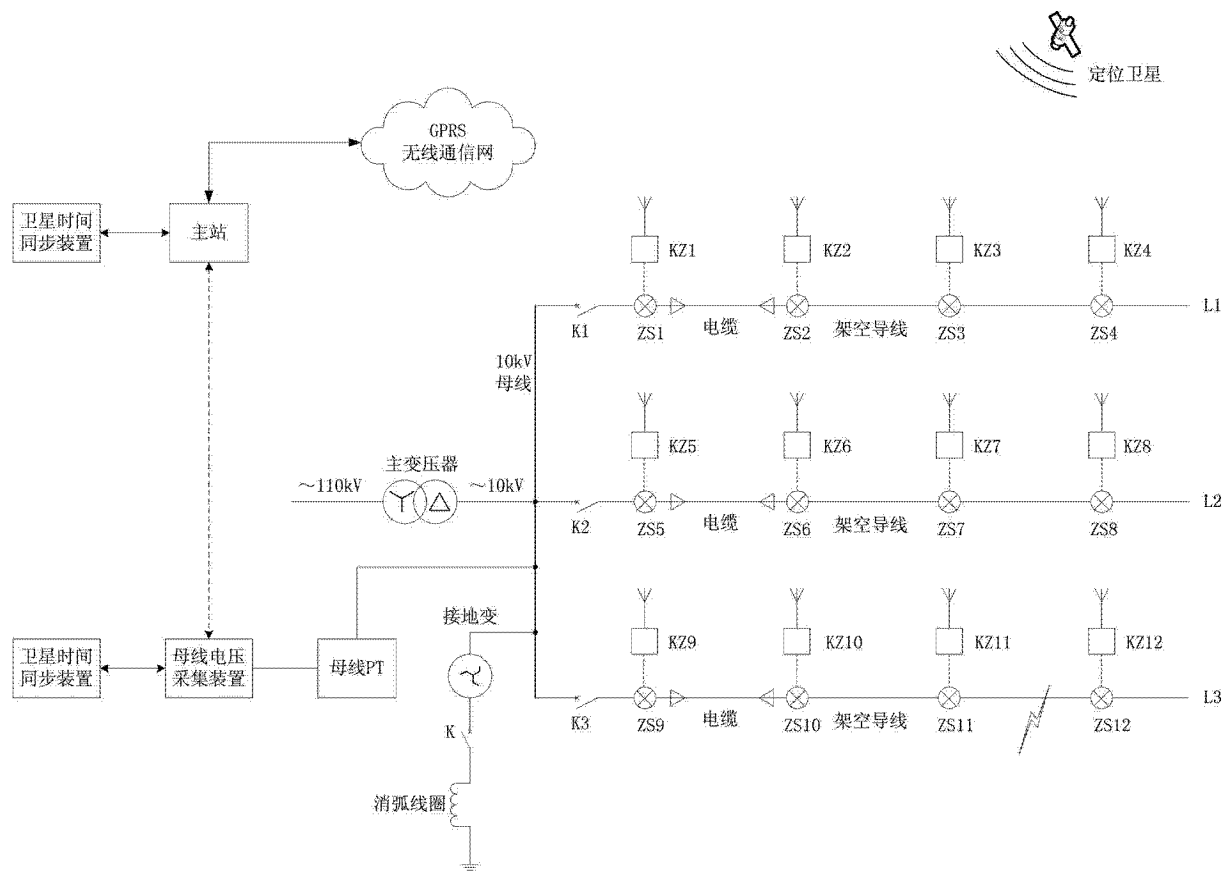


图 5