



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105759179 B

(45)授权公告日 2019.08.16

(21)申请号 201610277941.9

审查员 刘明辉

(22)申请日 2016.04.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105759179 A

(43)申请公布日 2016.07.13

(73)专利权人 四川瑞霆电力科技有限公司
地址 610000 四川省成都市高新区天晖中
街56号1栋11层1121号

(72)发明人 黄新宇 邹家义 徐立宪

(74)专利代理机构 成都君合集专利代理事务所
(普通合伙) 51228
代理人 张鸣洁

(51)Int.Cl.
G01R 31/08(2006.01)

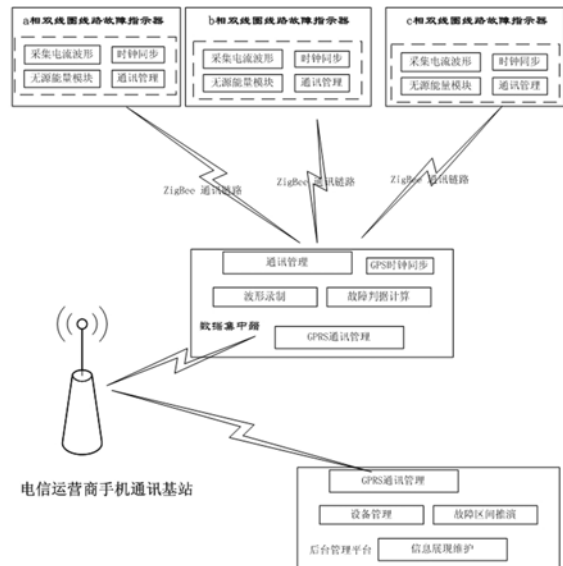
权利要求书2页 说明书11页 附图4页

(54)发明名称

基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位系统及方法

(57)摘要

本发明公开了基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位系统及方法,所述系统包括双线圈线路故障指示器、数据集中器及后台管理平台,双线圈线路故障指示器通过ZigBee通讯链路与数据集中器相连接,数据集中器通过通信网络与后台管理平台相连接;在每一相线上皆设置有双线圈线路故障指示器,且同一监测点处的三相线路上的双线圈线路故障指示器的时钟同步;方法包括数据集中器和双线圈线路故障指示器进行数据握手通讯;进行数据集中器与双线圈线路故障指示器的时钟同步处理;利用时钟同步技术、微功耗无线通讯技术、零序暂态分析技术完成配网网路各个分支节点的零序电流合成、零序暂态波形录取、并送至后台管理平台进行故障点的分析和判断。



CN 105759179 B

1. 基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位系统, 其特征在于: 包括双线圈线路故障指示器、数据集中器及后台管理平台, 所述双线圈线路故障指示器通过 ZigBee 通讯链路与数据集中器相连接, 所述数据集中器通过通信网络与后台管理平台相连接;

在三相线路的每一相线上皆设置有双线圈线路故障指示器, 且同一监测点处的三相线路上的双线圈线路故障指示器的时钟同步;

所述后台管理平台内置管理软件, 在发生单相接地故障时, 管理软件依据故障发生时刻向所有的集中器召测 3 个完整周波的故障波形数据, 依据零序电路暂态波形的相似度及方向, 判断故障发生区间, 并及时推送故障信息和故障发生的区间到用户终端;

通过后台管理平台进行故障分析, 确定是否为单相接地故障; 当为单相接地故障时, 判断单相接地故障的发生时刻、区间, 并通知到用户终端;

所述基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法包括以下具体步骤:

1) 数据集中器通过设定值与召测数据的对比, 判断是何种故障, 并通过通信网络向后台管理平台发送故障信息;

2) 数据集中器通过零序电流确定单相接地故障, 并通过通信网络向后台管理平台发送单相接地故障的故障信息及故障时刻的故障波形;

3) 管理软件定期召测所有数据集中器的数据, 并分析, 而后将故障信息和故障发生的区间信息推送给用户终端;

所述步骤 1) 包括以下具体步骤:

1-1) 判断召测数据与设定值相比是否存在超限;

1-2) 经步骤 1-1) 后, 若发生超限, 则计算是否存在励磁涌流现象;

1-3) 经步骤 1-2) 后, 若不是励磁涌流现象则根据时限、定值计算判断是短路故障还是过流故障;

1-4) 通过串口或 GPRS 通讯模块利用 GPRS 向后台管理平台发送短路故障或/和过流故障的故障信息, 同时数据集中器上设置的短路故障或者过流故障信号灯开始闪烁;

所述步骤 2) 包括以下具体步骤:

2-1) 数据集中器采集线路相电压;

2-2) 数据集中器依据 $I_a + I_b + I_c = 3I_0$ 获取零序电流的电流值, 并计算零序电流变化率;

2-3) 若零序电流变化率超过线路平常运行值一定比例后, 则计算线路相电压是否超限;

2-4) 若线路相电压超限则判定单相接地故障发生;

2-5) 若发生单相接地故障, 数据集中器通过 GPRS 或者串口向后台发送故障信息及故障时刻的故障波形;

所述步骤 3) 包括以下具体步骤:

3-1) 管理软件定期召测所有数据集中器的数据;

3-2) 若发现有过流、短路故障则计算故障发生区间, 并向用户终端推送故障信息及故障区间信息;

3-3) 若是单相接地故障, 则管理软件依据故障发生时刻向所有的数据集中器召测 3 个完整周波的故障波形数据;

3-4) 依据零序电路暂态波形的相似度、方向判断故障发生区间, 并及时推送故障信息

和故障发生的区间至用户终端；

在进行所述通过后台管理平台进行故障分析,确定是否为单相接地故障之前还包括下述步骤:

- A) 数据集中器和双线圈线路故障指示器通过ZigBee进行数据握手通讯;
- B) 进行数据集中器与双线圈线路故障指示器的时钟同步处理;
- C) 双线圈线路故障指示器进行数据采集,形成前端采集数据并被数据集中器召测,形成召测数据;

所述步骤B)包括以下具体步骤:

- B.1) 数据集中器获取GPS卫星同步数据;
- B.2) 数据集中器利用集中器无线通讯模块与双线圈线路故障指示器通讯,并传送GPS时钟数据给双线圈线路故障指示器;
- B.3) 双线圈线路故障指示器依据GPS时钟数据更新自身的内部时钟。

基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力系统智能化技术领域,具体的说,是基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位系统及方法。

背景技术

[0002] 电力系统是由发电、变电、输电、配电、供电、用电等设备和组成的将一次能源转换为电能的统一整体。电能由发电厂发出后,通过各级变电所经高压输电网送到电力用户侧,然后经配电网供给用户。一般来说,110kV以上电压等级网络属于输电网,6~66kV电压等级属于配电网。配电网是电力系统的重要组成部分,在电力系统的各个环节中作为末端直接与用户相联系。电力系统中性点是指星形连接的变压器或发电机的中性点。电力系统中性点是否接地及如何接地是涉及到绝缘水平、通信干扰、接地保护方式、电压等级、系统接线和系统稳定等多个方面的综合问题。中压配电网通常采用中性点不直接接地方式,其中性点接地方式主要有四种,即中性点不接地方式、中性点经消弧线圈接地方式、中性点经高阻接地方式、中性点经小电阻接地方式。

[0003] 我国电力系统的6~66kV配电网多属于小电流接地系统,一般采用中性点不接地或者中性点经消弧线圈接地的工作方式,因其发生接地故障时,流过接地点的电流小,又称中性点非有效接地系统。接地故障是指由于导体与地连接或对地绝缘电阻变的小于规定值而引起的故障。

[0004] 根据电力系统运行部门的故障统计,由于外界因素(如雷击、大风、鸟类等)的影响,配电网单相接地故障是配电网故障中最常见的,发生率最高,占整个电气短路故障的80%以上。当发生单相接地故障时,由于不能构成低阻抗的短路回路,接地电流很小,故称为小电流接地系统。它的优点在于发生单相接地故障时多数情况下可以自动熄弧并恢复绝缘。当线路发生永久性单相金属接地故障后,三相系统的线电压仍然是对称的,大小与相位并不变化,但系统的接地相对地电容被短接,对地电压都变为零。为防止另一相在接地而引起两相短路甚至三相电路,因而必须限制一定时间内排除单相故障。

[0005] 长期以来,国内外电力领域的专家学者对小电流接地系统单相接地故障问题进行了大量的研究。发生单相接地故障时,以往采用的检测原理大多是基于故障时产生的稳态信号。但是由于稳态信号比较微弱,受外界因素及运行方式影响大,致使在实际的工程应用中难以提取有效地故障信号。而且,配电网故障复杂多变,如系统中性点补偿度、各出线长度、故障点位置、过渡电阻大小、短路点电弧的发展等,这些条件的组合,使得在一种故障情况下工作良好的装置,在另一种情况下可能失效。因此,小电流接地系统单相接地保护看似简单易行但实践证明是非常复杂的,这也是一些国家不采用中性点非有效接地方式的主要原因之一。但毕竟小电流接地系统有着得天独厚的优越性,并在我国及其它国家被广泛应用,准确找准故障线路成为当务之急。

[0006] 目前国内对于小电流接地系统单相接地故障的判断主要有以下几种方法:

[0007] 1. 针对电缆为主的配网线路,采用电缆终端加装零序互感器采集零序电流,根据

接地故障时产生的零序电流幅值作为判断依据；

[0008] 2. 针对架空线路，一般采用加装线路故障指示器，由线路故障指示器是否翻牌来判断故障发生的区间；

[0009] 3. 采用人工检测方法，发生单相接地后将线路拆分为几段，采用二分法查找故障点；

[0010] 4. 零序稳态分析法：包括五次谐波发、零序有功分量发、首半波法、小波法等。

[0011] 但现有技术不可避免的会存在如下缺陷：

[0012] 电缆终端加装零序互感器依据零序电流幅值判断是否发生单相接地的方法是相对比较有效方法，但对于中性点采用消弧线圈补偿的小电流系统，却无能无力。规程规定线路电容电流大于10A的应考虑变压器中性点应采用消弧线圈补偿方式接地，大于100A必须采用消弧线圈补偿方式接地。电缆本身就是一个大的电容体，因此中性点普遍采用消弧线圈进行补偿；当单相接地故障发生后，故障相的接地电流被消弧线圈迅速补偿，反倒是非故障相的容性电流大于故障相电流，因此采用零序电流幅值判断接地故障的方式存在严重缺陷。

[0013] 线路加装故障指示器，通过故障指示器是否翻牌来判断故障区间是目前配网架空线路判断接地故障的唯一方法。由于线路故障指示器只能采集单相电流，且本身由于能耗限制及成本因素不能使用大规模的电子电路，目前国内大部分线路故障指示器只能依据接地瞬间的电压（也不能直接获得，是通过监测电场强度来折算的）及电流幅值、相角等逻辑计算判断相间短路故障。也有厂家采用信号注入法来判断单相接地，但受到接地电阻、消弧线圈补偿等限制，信号注入法效果也非常不理想。

[0014] 人工判断接地故障是目前真正有效的方法。但耗时耗力，严重影响供电可靠率。由于停电时间过长会引起大规模的用户投诉。特别是现在电力企业人员越来越少，难以有足够的人力、时间来保证。

[0015] 零序电流稳态分析法（含五次谐波发、零序有功分量发、首半波法、小波法等十几种算法）对于中性点不接地的配网线路非常有效，可以迅速判断出故障线路及故障区间，但对于中性点通过消弧线圈补偿接地的配网线路却基本没有效果。

[0016] 线路故障指示器无法判断接地故障是由于线路故障指示器只能采集单相电流，及通过采集电场强度来折算电压，无法准确采集电压等信息，使得传统使用的五次谐波发、首半波法、小波法等判断方法都无法使用。部分厂家采用信号注入法来判断故障区间，这种方法只能对部分金属接地故障有效。对于大电阻、高阻接地均没有什么效果，其原因是接地电阻使得本来就非常微弱的注入信号强度大幅衰减，造成故障指示器无法采集到注入信号。

[0017] 中性点通过消弧线圈补偿接地的配网线路，发生接地故障瞬间消弧线圈迅速进行赔偿，两三个周波后故障线路的接地电流迅速被补偿（见图1，在图中，上图为故障线路波形，下图为正常线路波形），造成接地电流小于5A，使得上述分析方法均无效。

发明内容

[0018] 本发明的目的在于设计出基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位系统及方法，所述系统能够为进行基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位提供硬件架构；所述方法可以有效的判断出单相接地故障发生区间，并将判断结果及时告知给用户。

[0019] 本发明通过下述技术方案实现：基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位系统，包括双线圈线路故障指示器、数据集中器及后台管理平台，所述双线圈线路故障指示器通过ZigBee通讯链路和数据集中器相连接，所述数据集中器通过通信网络与后台管理平台相连接。

[0020] 进一步的为更好的实现本发明，特别采用下述设置方式：在三相线路的每一相线上皆设置有双线圈线路故障指示器，且同一监测点处的三相线路上的双线圈线路故障指示器的时钟同步；

[0021] 所述双线圈线路故障指示器(a相双线圈线路故障指示器、b相双线圈线路故障指示器和c相双线圈线路故障指示器)，主要完成电流的采样功能并通过ZigBee通信技术将录取的波形传送至数据集中器；

[0022] 所述数据集中器，主要用于定期获取三相线路的双线圈线路故障指示器录制的波形数据，同时实时同步三个双线圈线路故障指示器的时钟数据；

[0023] 所述后台管理平台，主要用于定期获取多个数据集中器的故障判断依据值，依据设备逻辑关系推演可能发生的故障区间，若发生故障后通过短信推送、信息提示的手段将故障信息及时推送至用户终端；所谓的设备逻辑关系指：设备之间的物理连接关系，即具体某个设备前面一个设备是哪一个，后面设备是哪一个。

[0024] 所述数据集中器利用电信运营商手机通讯基站提供通信网络与后台管理平台进行数据通讯；

[0025] 所述双线圈线路故障指示器具有采集电流波形、时钟同步、无源能量模块及通讯管理等功能；

[0026] 所述数据集中器具有通讯管理、GPS时钟同步、波形录制、故障数据计算及GPRS通讯管理等功能；

[0027] 所述后台管理平台具有GPRS通讯管理、设备管理、故障区间推演、信息展现维护等功能。

[0028] 进一步的为更好的实现本发明所述的基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位系统，特别采用下述设置方式：所述后台管理平台内置管理软件，在发生单相接地故障时，管理软件依据故障发生时刻向所有的集中器召测3个完整周波的故障波形数据，依据零序电路暂态波形的相似度及方向，判断故障发生区间，并及时推送故障信息和故障发生的区间到用户终端。

[0029] 基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法，利用时钟同步技术同步数据集中器和双线圈线路故障指示器的时钟，通过双线圈线路故障指示器进行数据采集，数据集中器进行何种故障的判断；通过后台管理平台进行故障分析，确定是否为单相接地故障；当为单相接地故障时，判断单相接地故障的发生时刻、区间，并通知到用户终端。

[0030] 进一步的为更好的实现本发明所述的基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法，特别采用下述设置方式：所述基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法包括以下具体步骤：

[0031] 1) 数据集中器通过设定值与召测数据的对比，判断是何种故障，并通过通信网络向后台管理平台发送故障信息；

[0032] 2) 数据集中器通过零序电流确定单相接地故障，并通过通信网络向后台管理平台

发送单相接地故障的故障信息及故障时刻的故障波形；

[0033] 3)管理软件定期召测所有数据集中器的数据,并分析,而后将故障信息和故障发生的区间信息推送给用户终端。

[0034] 进一步的为更好的实现本发明所述的基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法,特别采用下述设置方式:所述步骤4)包括以下具体步骤:

[0035] 1-1)判断召测数据与设定值相比是否存在超限;

[0036] 1-2)经步骤1-1)后,若发生超限,则计算是否存在励磁涌流现象;

[0037] 1-3)经步骤1-2)后,若不是励磁涌流现象则根据时限、定值计算判断是短路故障还是过流故障;

[0038] 1-4)通过串口或GPRS通讯模块利用GPRS向后台管理平台发送短路故障或/和过流故障的故障信息,同时数据集中器上设置的短路故障或者过流故障信号灯开始闪烁。

[0039] 进一步的为更好的实现本发明所述的基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法,特别采用下述设置方式:所述步骤5)包括以下具体步骤:

[0040] 2-1)数据集中器采集线路相电压;

[0041] 2-2)数据集中器依据 $I_a+I_b+I_c=3I_0$ 获取零序电流的电流值,并计算零序电流变化率;

[0042] 2-3)若零序电流变化率超过线路平常运行值一定比例后,则计算线路相电压是否超限;

[0043] 2-4)若线路相电压超限则判定单相接地故障发生;

[0044] 2-5)若发生单相接地故障,数据集中器通过GPRS或者串口向后台发送故障信息及故障时刻的故障波形。

[0045] 进一步的为更好的实现本发明所述的基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法,特别采用下述设置方式:所述步骤6)包括以下具体步骤:

[0046] 3-1)管理软件定期召测所有数据集中器的数据;

[0047] 3-2)若发现有过流、短路故障则计算故障发生区间,并向用户终端推送故障信息及故障区间信息;

[0048] 3-3)若是单相接地故障,则管理软件依据故障发生时刻向所有的数据集中器召测3个完整周波的故障波形数据;

[0049] 3-4)依据零序电路暂态波形的相似度、方向判断故障发生区间,并及时推送故障信息和故障发生的区间至用户终端。

[0050] 进一步的为更好的实现本发明所述的基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法,特别采用下述设置方式:在进行所述通过后台管理平台进行故障分析,确定是否为单相接地故障之前还包括下述步骤:

[0051] A)数据集中器和双线圈线路故障指示器通过ZigBee进行数据握手通讯;

[0052] B)进行数据集中器与双线圈线路故障指示器的时钟同步处理;

[0053] C)双线圈线路故障指示器进行数据采集,形成前端采集数据并被数据集中器召测,形成召测数据。

[0054] 进一步的为更好的实现本发明所述的基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法,特别采用下述设置方式:所述步骤B)包括以下具体步骤:

- [0055] B.1)数据集中器获取GPS卫星同步数据;
- [0056] B.2)数据集中器利用集中器无线通讯模块与双线圈线路故障指示器通讯,并传送GPS时钟数据给双线圈线路故障指示器;
- [0057] B.3)双线圈线路故障指示器依据GPS时钟数据更新自身的内部时钟。
- [0058] 进一步的为更好的实现本发明所述的基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法,特别采用下述设置方式:所述步骤C)包括以下具体步骤:
- [0059] C-1)双线圈线路故障指示器按照每个周波1024个采样点进行数据采集,并保存,形成前端采集数据;所述前端采集数据带有采集时间;
- [0060] C-2)每10个周波后,数据集中器召测每一个监测点处三个双线圈线路故障指示器的前端采集数据,形成召测数据;所述召测数据包括10*1024个点的电流值及时间值。
- [0061] 本发明与现有技术相比,具有以下优点及有益效果:
- [0062] (1)本发明所述系统能够为进行基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位提供硬件架构;所述方法可以有效的判断出单相接地故障发生区间,并将判断结果及时告知给用户。利用时钟同步技术、微功耗无线通讯技术、零序暂态分析技术完成配网网路各个分支节点的零序电流合成、零序暂态波形录取、并送至后台管理平台进行故障点的分析和判断。
- [0063] (2)本发明所述双线圈线路故障指示器不需要额外能源供电,具有安装方便,信号可靠稳定,能可靠准确判断故障区间等特点。
- [0064] (3)本发明为一种通过采集配网线路干线分段及各个分支节点零序暂态波形,由后台管理平台的管理软件依据相关节点的零序暂态波形、幅值、逻辑关系等数据计算接地故障区间的新方法。
- [0065] (4)本发明可以有效判断中性点通过消弧线圈补偿的配网系统发生单相接地后故障发生区间;并可以获得配电线路关键节点的零序电流暂态波形,通过先进的计算方法以及设备逻辑管理推演出故障发生点。
- [0066] (5)本发明大幅减少单相接地故障排查时间,提高电网运行水平;通过三遥功能(三遥包括遥测:采集线路电流等数据,遥信:故障状态数据,遥控:控制故障指示灯闪烁),不但可以快速获取现场的遥测数据,还可快速推演出故障区间,并通过短信、手机客户端应用程序等手段第一时间通知用户故障发生点。
- [0067] (6)本发明相对目前零序暂态分析方法,建设成本大幅降低,利用低成本的双线圈线路故障指示器,具备GPS时钟同步功能的数据集中器两样装置即可实现电网节点的零序电流暂态波形采集。
- [0068] (7)本发明有效解决架空线路零序电路采集的难题,通过时钟实时同步技术确保三相导线上的双线圈线路故障指示器同时采集电流值,并采集GPS时钟数据,通过数据集中器的DSP芯片即可计算出线路零序电流值。

附图说明

- [0069] 图1为单相接地故障零序电流仿真图。
- [0070] 图2为本发明的所述方法的流程架构图。
- [0071] 图3为本发明所述系统逻辑架构图。
- [0072] 图4为配电网双线圈线路故障指示器的设置逻辑图

- [0073] 图5为配网线路逻辑示意图。
- [0074] 图6为故障点的前后暂态波形对比图。
- [0075] 图7为故障发生在A点的逻辑示意图。

具体实施方式

- [0076] 下面结合实施例对本发明作进一步地详细说明,但本发明的实施方式不限于此。
- [0077] 实施例1:
- [0078] 本发明提出了基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位系统,如图3所示,包括双线圈线路故障指示器、数据集中器及后台管理平台,所述双线圈线路故障指示器通过ZigBee通讯链路和数据集中器相连接,所述数据集中器通过通信网络与后台管理平台相连接;在三相线路的每一相线上皆设置有双线圈线路故障指示器,且同一监测点处的三相线路上的双线圈线路故障指示器的时钟同步;
- [0079] 所述双线圈线路故障指示器,设置在配网的三相线路主干分段及主要分支节点上,且在每一个监测点处的三根相线上皆设置有一台双线圈线路故障指示器,并且每一处的三台双线圈线路故障指示器(a相双线圈线路故障指示器、b相双线圈线路故障指示器和c相双线圈线路故障指示器)的时钟同步,主要完成电流的采样功能并通过ZigBee通信技术将录取的波形传送至数据集中器;
- [0080] 所述数据集中器,主要用于获取三相线路的双线圈线路故障指示器录制的波形数据,同时实时同步三个双线圈线路故障指示器的时钟数据;
- [0081] 所述后台管理平台,主要用于定期获取多个数据集中器的故障判断依据值,依据设备逻辑关系推演可能发生的故障区间,若发生故障后通过短信推送、信息提示的手段将故障信息及时推送至用户终端;所述双线圈线路故障指示器具有遥信功能。
- [0082] 本发明所述的双线圈线路故障指示器采用配电网三相线路本身的电流感应供电,可以不受功耗的限制,采用指示器CPU(高速),可以一个周波内完成1024个点数据采集,使得获取线路电流曲线成为可能。由于双线圈线路故障指示器实时接受数据集中器的时钟同步信号,录制线路电流曲线带有时间标识。这样的时间矢量数据可以在数据集中器中通过DSP处理器计算,从而轻松的获取到零序电流曲线及各种暂态、稳态数据。
- [0083] 在设计使用时将双线圈线路故障指示器安装在配电网线路的主干分段及主要分支节点上,在每一个监测点处,三相线的每一相上都安装一台双线圈线路故障指示器,通过双线圈线路故障指示器可以轻松获取配电网线路的暂态零序电流波形及相关参数。
- [0084] 所述数据集中器获取三相线路的双线圈线路故障指示器录制的波形数据,同时实时同步三个双线圈线路故障指示器时钟数据;所述数据集中器通过集中器无线通讯模块实时完成与三个双线圈线路故障指示器的时钟校验功能,并将双线圈线路故障指示器所录制的波形数据进行收集;
- [0085] 所述数据集中器召测到双线圈线路故障指示器的三相电流数据后,及时进行零序暂态波形合成,并计算零序电流方向及零序波形占空比,而后代表零序电流方向及零序波形占空比的数据将随同零序电流暂态波形同步传送至后台管理平台,在后台管理平台内通过管理软件进行分析、计算;
- [0086] 所述数据集中器能够定时(用户在集中器上定义采集时间间隔,默认5分钟)和三

相线路上的双线圈线路故障指示器通讯,并同步所有设备(三相线路上的双线圈线路故障指示器及集中器的时钟)的时钟数据;

[0087] 所述数据集中器定时(用户在集中器上定义采集时间间隔,默认5分钟)获取双线圈线路故障指示器的遥测数据;

[0088] 所述数据集中器还能对双线圈线路故障指示器进行管理;

[0089] 当配电网的三相线路发生短路等故障时,数据集中器能够实时获取故障数据;

[0090] 所述数据集中器获取后台管理平台召测命令,及时传送遥测数据(三相电流值及时钟)及计算数据(数据集中器计算零序电流暂态波形,幅值、占空比、相似度、相角,零序电流稳态幅值等参数);

[0091] 当数据集中器召测数据时,双线圈线路故障指示器根据命令将保存的数据传送至数据集中器,在进行数据传输时,为提高传输效率的同时降低能耗,完成多个周波数据后再统一压缩、打包数据传送至数据集中器。

[0092] 对于小电流接地系统,现有技术中,国内外也有采用零序电流暂态分析方法的,主要应用在变电站内接地选线装置中,由于需要同步各个信息采集节点的时钟信号,所以布置大量的GPS时钟同步服务器,并需要安装大量的传感器,系统造价很高不利于大规模推广;而本发明所述系统,利用低成本的双线圈线路故障指示器,具备GPS时钟同步功能的数据集中器两样装置即可实现电网节点的零序电流暂态波形采集。

[0093] 零序电流是三相电流矢量累加后得到的值。现有技术一般采用三相导线统一穿过零序互感器或者单独采集三相电流然后通过算法矢量累加得出零序电流;电缆由三相导线构成,所以可以方便的通过零序互感器。但架空线路相间距离大于25cm,无法采用零序互感器的方式采集零序电流,国内外目前的线路故障指示器能采集三相电流,但没有实现时钟同步技术,采集到的电流值没有矢量逻辑关系,也无法获得零序电流。

[0094] 本发明所述系统可通过时钟实时同步技术确保三相导线上的双线圈线路故障指示器同时采集电流值,并采集GPS时钟数据,通过数据集中器的DSP处理器即可计算出线路零序电流值。

[0095] 实施例2:

[0096] 本实施例是在上述任一实施例的基础上进一步优化,进一步的为更好的实现本发明所述的基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位系统,如图3所示,特别采用下述设置方式:所述后台管理平台内置管理软件,在发生单相接地故障时,管理软件依据故障发生时向所有的集中器召测3个完整周波的故障波形数据,依据零序电路暂态波形的相似度及方向,判断故障发生区间,并及时推送故障信息和故障发生的区间到用户终端。

[0097] 所述管理软件为一款具备设备管理、通讯管理、数据召测、故障分析功能的管理软件;

[0098] 所述管理软件能够通过GPRS通讯通道和/或RS-485串口通讯通道实时召测零序电流暂态波形及遥测量、接地故障特征量;

[0099] 所述管理软件定期召测所有的数据集中器上的数据,为节约数据流量,在进行数据召测时,只对一般的遥测数据及故障特征码进行召测,不包含零序电流暂态波形数据;优选的定期时间设置为5min;

[0100] 管理软件将数据召测上来后,当发现有故障特征码后,管理软件将再次召测详细

数据(3*1024个点的零序电流值及采集时刻),而后所有的数据集中器根据后台管理平台的召测要求传送零序电流暂态波形数据;

[0101] 管理软件通过波形比较、零序电流方向、集中器前后逻辑关系等条件推演故障发生的区间,并通过短信、智能手机应用通知客户故障发生的区间(即通过短信推送、信息提示的手段将故障发生的区间及时推送至用户终端)。

[0102] 所述后台管理平台定期获取多个数据集中器的故障判据值(判断依据值),依据设备逻辑关系推演可能发生的故障区间,若发生故障后通过短信推送、信息提示等手段将故障信息及时推送至用户终端侧。

[0103] 所述管理软件除了故障区间分析功能外还具备遥测信息管理、设备管理、一次接线图绘制、设备负荷数据管理分析、SOE事件管理、统计分析报表管理、用户管理等功能。

[0104] 实施例3:

[0105] 本发明同时还提出了基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法,结合图2、图3所示,利用时钟同步技术同步数据集中器和双线圈线路故障指示器的时钟,通过双线圈线路故障指示器进行数据采样,数据集中器进行何种故障的判断,结合后台管理平台进行故障分析,确定是否为单相接地故障;当为单相接地故障时,判断单相接地故障的发生时刻、区间,并通知到用户终端;所述基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法包括以下具体步骤:

[0106] 1)数据集中器和双线圈线路故障指示器通过ZigBee进行数据握手通讯;

[0107] 2)进行数据集中器与双线圈线路故障指示器的时钟同步处理;

[0108] 3)双线圈线路故障指示器按照每个周波1024个采样点进行数据采样,并保存,形成前端采集数据;所述前端采集数据带有采集时间;

[0109] 4)每10个周波后,数据集中器召测每一个监测点处三个双线圈线路故障指示器的前端采集数据,形成召测数据;所述召测数据包括10*1024个点的电流值及时间值;

[0110] 5)数据集中器通过设定值与召测数据的对比,判断是何种故障,并通过通信网络向后台管理平台发送故障信息;所述何种故障包括过流故障、短路故障和单相接地故障中的一种或多种;

[0111] 6)数据集中器通过零序电流确定单相接地故障,并通过通信网络向后台管理平台发送单相接地故障的故障信息及故障时刻的故障波形;

[0112] 7)管理软件定期召测所有数据集中器的数据,并分析,而后将故障信息和故障发生的区间信息推送给用户终端。

[0113] 其中,过流故障、短路故障由数据集中器直接进行判断;单相接地故障是全网络故障(不知道那个点发生故障),数据集中器只是判断是否发生了单相接地故障,若发生单相接地故障,则将数据发送到后台管理平台进行数据逻辑判断与分析,推算出可能发生的故障区域。

[0114] 实施例4:

[0115] 本实施例是在上述实施例的基础上进一步优化,进一步的为更好的实现本发明所述的基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法,结合图2、图3所示,特别采用下述设置方式:所述步骤2)包括以下具体步骤:

[0116] 2-1)数据集中器获取GPS卫星同步数据;

[0117] 2-2) 数据集中器利用集中器无线通讯模块与双线圈线路故障指示器通讯,并传送GPS时钟数据给双线圈线路故障指示器;

[0118] 2-3) 双线圈线路故障指示器依据GPS时钟数据更新自身的内部时钟。

[0119] 实施例5:

[0120] 本实施例是在实施例3或4的基础上进一步优化,进一步的为更好的实现本发明所述的基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法,结合图2、图3所示,特别采用下述设置方式:所述步骤5)包括以下具体步骤:

[0121] 5-1) 判断召测数据与设定值相比是否存在超限;

[0122] 5-2) 经步骤5-1)后,若发生超限,则计算是否存在励磁涌流现象;

[0123] 5-3) 经步骤5-2)后,若不是励磁涌流现象则根据时限、定值计算判断是短路故障还是过流故障;

[0124] 所述时限和定值都是可设置的参数,由用户根据自己设备参数进行设置。用户可以通过数据集中器的人工交互界面,设置这些参数。优选的系统默认时限值为0.5秒;短路电流定值默认为线路电流的10倍,过流故障电流设置为线路电流的3倍;即当出现超限时,当所测电流为线路电流的10倍时为短路故障,而当所测电流为线路电流的3倍时判断为过流故障;

[0125] 5-4) 通过串口或GPRS通讯模块利用GPRS向后台管理平台发送短路故障或/和过流故障的故障信息,同时数据集中器上设置的短路故障或者过流故障信号灯开始闪烁。

[0126] 过流故障和短路故障,数据集中器只发送故障信息,既逻辑变量:“是”以及发生时刻。

[0127] 实施例6:

[0128] 本实施例是在实施例3-5任一实施例的基础上进一步优化,进一步的为更好的实现本发明所述的基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法,结合图2、图3所示,特别采用下述设置方式:所述步骤6)包括以下具体步骤:

[0129] 6-1) 数据集中器采集线路相电压;即数据集中器通过与之相连的电压互感器采集线路相电压;

[0130] 6-2) 数据集中器依据 $I_a+I_b+I_c=3I_0$ 获取零序电流的电流值,并计算零序电流变化率;其中, I_a 代表线路A相电流, I_b 代表B相电流, I_c 代表线路C相电流;

[0131] 6-3) 若零序电流变化率超过线路平常运行值一定比例(此值根据用户自定义设置)后,则计算线路相电压是否超限;

[0132] 6-4) 若线路相电压超限则判定单相接地故障发生;

[0133] 6-5) 若发生单相接地故障,数据集中器通过GPRS或者串口向后台发送故障信息及故障时刻的故障波形。

[0134] 即若发生单相接地故障,数据集中器不但要发送上述两个值(逻辑变量:“是”以及发生时刻),还要发送电流波形数据,既三个周波,3*1024个点的数据;所述串口优选为RS485串口。

[0135] 实施例7:

[0136] 本实施例是在实施例3-6任一实施例的基础上进一步优化,进一步的为更好的实现本发明所述的基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法,结合图2、图3所示,特别

采用下述设置方式:所述步骤7)包括以下具体步骤:

[0137] 7-1)管理软件定期召测所有数据集中器的数据;所述所有的数据集中器的数据包括三相电流值、零序电流值、故障类型、故障发生时刻;若有单相接地故障,管理软件还单独召测 3×1024 个点的零序电流值及采集时刻;

[0138] 7-2)若发现有过流、短路故障则计算故障发生区间,并向用户终端推送故障信息及故障区间信息;

[0139] 所述计算故障发生区间具体为:首先确认安装地点的逻辑关系,然后根据逻辑关系查找有故障产生的地点和第一个没有发生的地点,从而判断出故障点在这两个点之间。

[0140] 如图7所示,短路(过流)电流流过数据集中器1、5、7。这三个集中器发送故障信息。而其他的集中器没有短路(过流)电流流过,因此不发送故障信息。系统根据各个集中器的逻辑关系,判断出故障发生在7、8(9)之间。从而判断出故障发生在该区域。

[0141] 7-3)若是单相接地故障,则管理软件依据故障发生时刻向所有的数据集中器召测3个完整周波的故障波形数据;

[0142] 7-4)依据零序电路暂态波形的相似度、方向判断故障发生区间,并及时推送故障信息和故障发生的区间至用户终端。

[0143] 本发明所述系统或方法依据零序电流暂态波形推演出单相接地故障的关键判据,计算出判据关键值,送至后台管理平台进行故障区间的判断。

[0144] 目前国内配电网线路中无法采集配电网线路中各个节点同一时刻零序电流暂态波形,因此只能采用零序电流稳态分析方法,零序电流稳态分析方法包括:小波分析法、五次谐波法、零序有功分量法等分析方法。由于补偿消弧线圈的影响造成故障线路或者故障分支的零序电流最小,反倒是正常线路的零序电流偏大。小波分析法、五次谐波法、零序有功分量法等分析方法均无法准确分析出具体的故障线路或者分支。如图4所示,可以看到几个周波后故障线路的零序电流幅值已经非常小。

[0145] 然而当中性点经消弧线圈补偿接地后,零序电流值是配电网线路中最低的线路,但接地瞬间补偿电容还不能及时进行补偿,零序电流稳态波形不受中性点补偿电感的影响,也不受配电网线路中接地电阻大小影响,因此可以通过零序电流暂态波形,结合能量法、首半波法等手段(能量法、首半波法等手段都是依据零序电流稳态值形进行分析和计算)。

[0146] 本发明所述系统或方法采用零序电流暂态波形前十个周波进行数据分析。如图1所示,其中,上图为故障线路,下图为正常线路,可以看到故障发生时刻前10个周波,零序电流幅值等参数非常明显不受消弧线圈的影响。

[0147] 暂态波形的准确获取为接地点计算分析提供了强有力的数据支撑。本发明用分散在配电网各个分支点、分段点的双线圈线路故障指示器采集零序电流暂态波形,并利用双线圈线路故障指示器的前后逻辑前后关系、波形相似度、故障点前后电流方向等物理量特征,准确计算出故障点来。

[0148] 如图2所示,基于零序暂态分析小电流接地系统故障定位方法,其中,集中器即为数据集中器;包括以下步骤:

[0149] (a.1)开始 $i=0$,获取第 i 个集中器数据;

[0150] (a.2)是否有短路?过流故障码?;

- [0151] (a.3)记录有故障代码集中器ID;
- [0152] (a.4)是否有接地故障代码;
- [0153] (a.5)获取接地故障发生时间;
- [0154] (a.6)主动召测第i个集中器10个周波记录;
- [0155] (a.7)主动召测第i个集中器接地故障测量值;
- [0156] (a.8) $I=I+1$;
- [0157] (a.9) $i=$ 集中器数量?;
- [0158] (a.10)是否有过流、短路故障?;
- [0159] (a.11)获取最后一个故障代码集中器的编号;
- [0160] (a.12)获取离有故障代码最近的集中器编号;
- [0161] (a.13)发送故障区域提示;
- [0162] (a.14)是否有接地故障?;
- [0163] (a.15)推演集中器逻辑关系;
- [0164] (a.16)同级层集中器占空比最大值;
- [0165] (a.17)占空比逻辑关系是否和实际逻辑关系吻合;
- [0166] (a.18)建立零序电流方向矩阵图;
- [0167] (a.19)确定单相接地区间;
- [0168] (a.20)发送故障区域提示;
- [0169] (a.21)结束。

[0170] 如图6所示,在图6中,上图为数据集中器3录制的波形(故障点前暂态波形),下图为数据集中器4录制的波形(故障点后暂态波形);如图7所示,数据集中器1和数据集中器3、数据集中器4有着上下连接的逻辑关系,同时数据集中器1、数据集中器3录制的波形非常相似,数据集中器4的电流波形方向刚好和数据集中器3相反,依据这些判据系统可迅速计算出故障点在数据集中器3、数据集中器4之间,从而计算出故障区间并提示用户相关信息。

[0171] 传统的线路故障指示器、数据集中器只是接收线路故障指示器传送的电流幅值,并通过GPRS通讯模块或者串口将数据转送至后台软件平台进行故障区间判断。但无法采集到零序电流值。因为传统的技术手段很难获取架空线路的零序电流。

[0172] 本发明中的数据集中器通过集中器无线通讯模块接收双线圈线路故障指示器采集的线路各相电流波形,由于双线圈线路故障指示器采集的数据带有时间标识,所以数据集中器收到三相电流值是具有矢量特性的,然后通过数据集中器的DSP处理器计算可以获得零序电流的波形(包括零序电流稳态波形和零序电流暂态波形)。

[0173] 由于可以获得零序电流暂态波形,所述数据集中器可以迅速计算出零序电流幅值、零序电流暂态波形(2个周波)、零序电流方向、占空比等值并通过GPRS通讯模块传送至后台管理平台内进行故障区间的判断。

[0174] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例,并非对本发明做任何形式上的限制,凡是依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化,均落入本发明的保护范围之内。

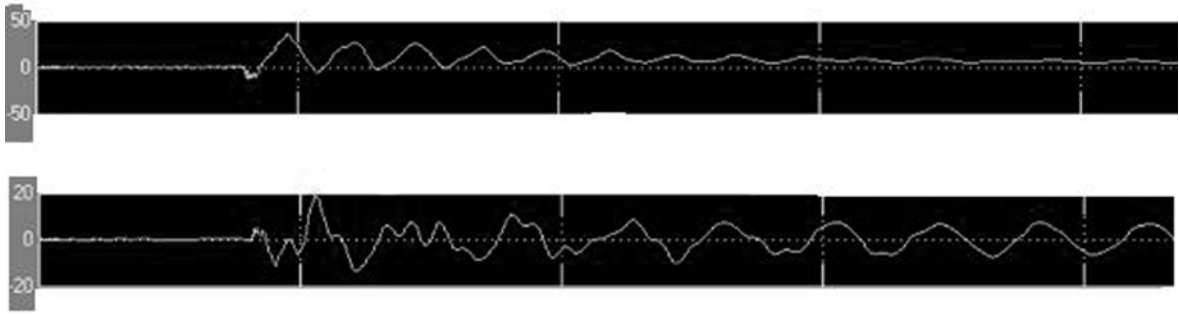


图1

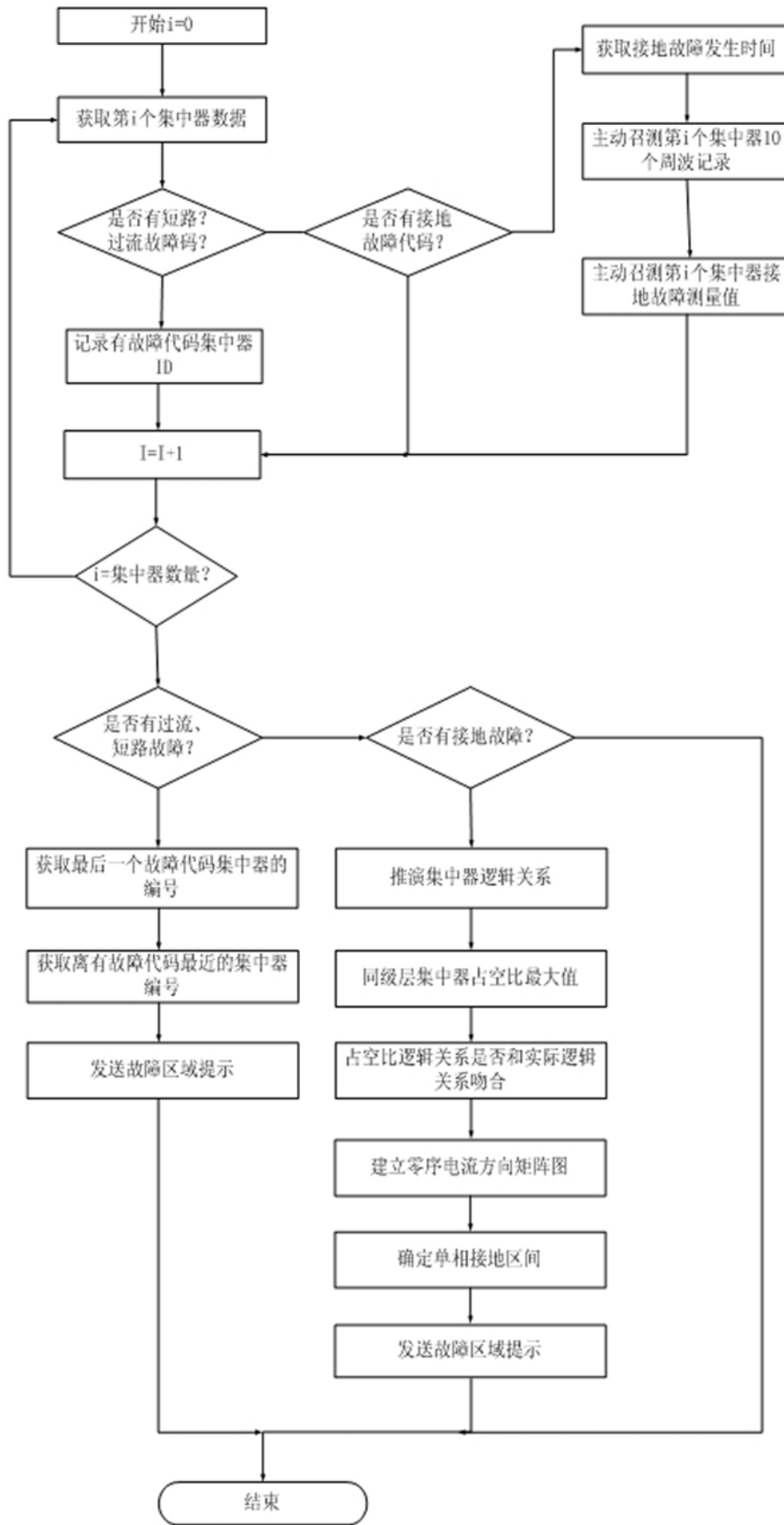


图2

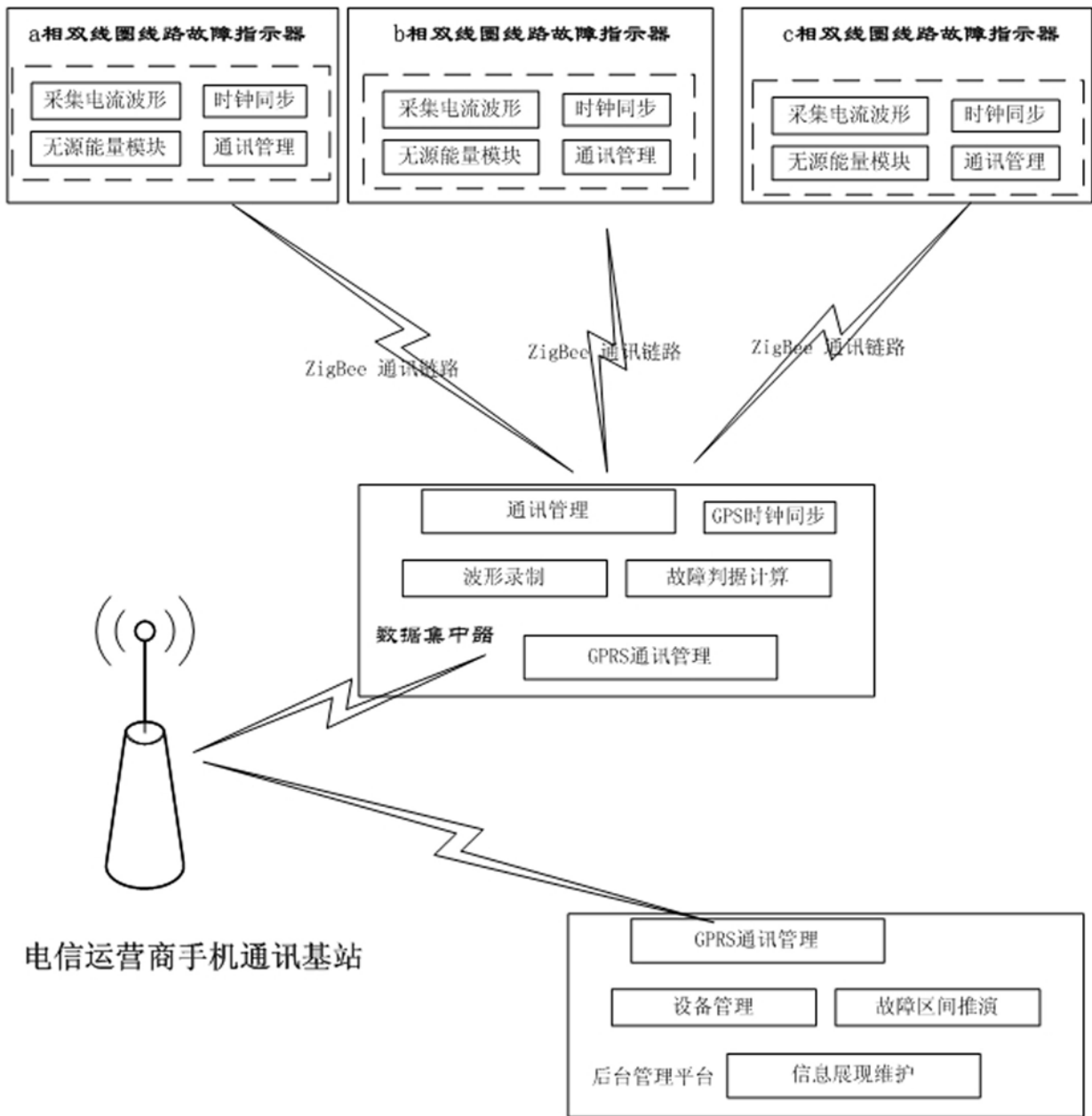


图3



图4

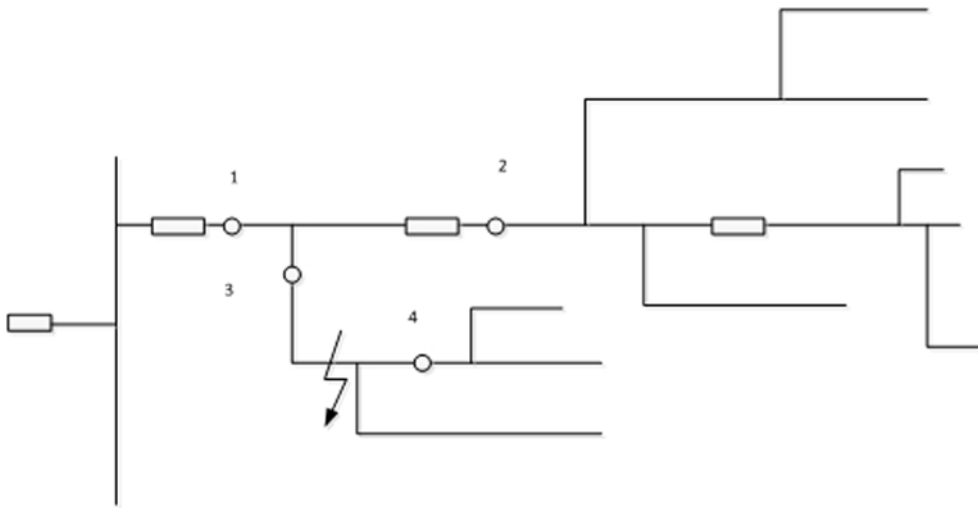


图5

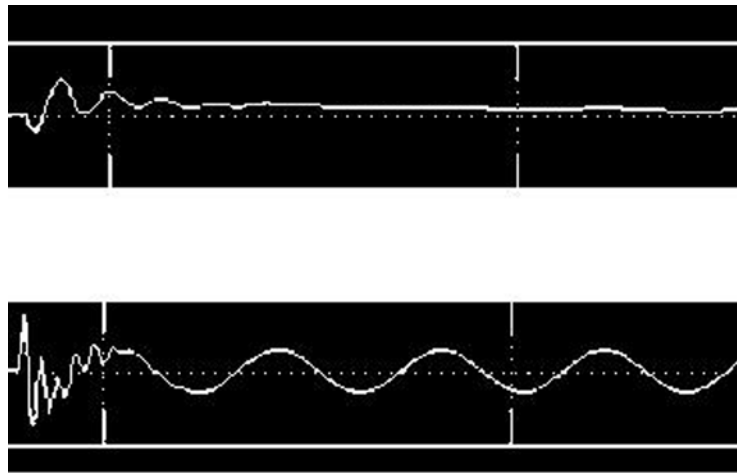


图6

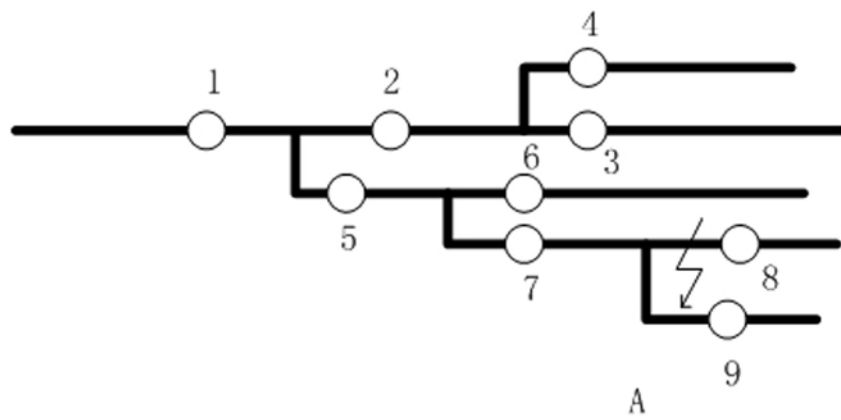


图7