



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105988063 A

(43) 申请公布日 2016. 10. 05

(21) 申请号 201510112176. 0

(22) 申请日 2015. 03. 16

(71) 申请人 武汉三相电力科技有限公司

地址 430074 湖北省武汉市东湖开发区 SBI 创业街 1 栋 801

(72) 发明人 钱冠军 余刚华

(51) Int. Cl.

G01R 31/08(2006. 01)

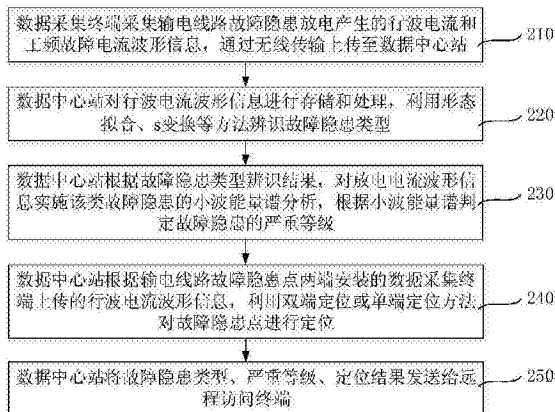
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种输电线路故障隐患综合在线监测方法及装置

(57) 摘要

本发明涉及一种输电线路故障隐患综合在线监测方法及装置,安装在输电线路,对线路长期运行过程中产生的复合绝缘子裂化、金具悬浮放电、植被闪络、绝缘子污秽、绝缘子冰闪等故障隐患放电产生的行波电流信号进行在线监测;针对采集的行波电流波形信息,首先利用形态拟合、s变换等方法辨识故障隐患类型;然后根据小波能量谱判定故障隐患的严重等级;最后利用双端定位或单端定位方法对故障隐患点进行定位。本发明创造性地提出以故障隐患发生时放电电流为探测对象,实现故障隐患的辨识、定位和预警,解决了目前主要依据人工巡检排患效率低、传统监测手段成本较高、可靠性低等问题,使输电线路故障防患于未然,提高了电网的稳定运行水平。



1. 一种输电线路故障隐患综合在线监测方法,其特征在于,包括:

数据采集终端采集输电线路故障隐患放电产生的行波电流和工频故障电流波形信息,通过无线传输上传至数据中心站;

数据中心站对行波电流波形信息进行存储和处理,利用形态拟合、s 变换等方法辨识故障隐患类型;

数据中心站根据故障隐患类型辨识结果,对放电电流波形信息实施该类故障隐患的小波能量谱分析,根据小波能量谱判定故障隐患的严重等级;

数据中心站根据输电线路故障隐患点两端安装的数据采集终端上传的行波电流波形信息,利用双端定位或单端定位方法对故障隐患点进行定位;

数据中心站将故障隐患类型、严重等级、定位结果发送给远程访问终端。

2. 根据权利要求 1 所述的一种输电线路故障隐患综合在线监测方法,其特征在于,所述判定故障隐患的严重等级的方法还包括:

预先设定低限值、中限值、高限值三档小波能量门限值,判定行波电流和工频故障电流是否同时发生;

若只监测到行波电流,计算行波电流波形小波能量值;

当行波电流波形小波能量小于低限值时,判定故障隐患处于 I 级,可暂不处理;

当行波电流波形小波能量高于低限值,低于中限值时,判定故障隐患处于 II 级,存在轻微放电,需加强关注;

当行波电流波形小波能量高于中限值,低于高限值时,判定故障隐患处于 III 级,存在较严重的放电隐患,需要采取处理措施;

当行波电流波形小波能量高于高限值时,判定故障隐患处于 IV 级,存在严重的放电隐患,需要立刻采取处理措施,排除隐患;

若同时监测到行波电流和工频故障电流,波形幅值点对应 GPS 时间差不大于 10 秒;

判定故障隐患处于 V 级,故障已经发生,需立刻采取处理措施,消除故障。

3. 根据权利要求 1 所述的一种输电线路故障隐患综合在线监测方法,其特征在于,所述远程访问终端包括计算机和手机移动终端,所述计算机和手机移动终端可以通过互联网主动访问和控制数据中心站以查询故障隐患相关数据和诊断结果,所述手机移动终端可以通过短信接收所述数据中心站发送的故障隐患类型、严重等级、定位结果。

4. 一种采用权利要求 1 所述方法工作的输电线路故障隐患综合在线监测装置,其特征在于,包括:

用于采集输电线路故障隐患电流的数据采集终端,所述数据采集终端包括行波电流采集单元、工频故障电流采集单元、数据处理单元、无线通讯单元和电源模块;所述行波电流采集单元采集故障隐患点放电产生的行波电流,所述工频故障电流采集单元采集输电线路工频故障电流,所述数据处理单元对行波电流和工频故障电流进行预处理,将处理结果发送给所述无线通讯单元,所述电源模块给各单元供电;

用于输电线路故障隐患诊断的数据中心站,所述数据中心站对复合绝缘子裂化、金具悬浮放电、植被闪络、绝缘子污秽、绝缘子冰闪故障进行波形辨识,判定故障隐患点所属杆塔位置和严重等级;

用于查询和接收故障诊断结果的远程访问终端,所述远程访问终端可以对所述数据中

心站和所述数据采集终端进行远程参数配置。

5. 根据权利要求 4 所述的输电线路故障隐患综合在线监测装置,其特征在于,所述行波电流采集单元包含带磁芯的罗氏线圈和工频陷波电路。

6. 根据权利要求 4 所述的输电线路故障隐患综合在线监测装置,其特征在于,所述工频故障电流采集单元包含不带磁芯的罗氏线圈和二阶有源低通滤波电路。

7. 根据权利要求 4 至 6 中任一权利要求所述的输电线路故障隐患综合在线监测装置,其特征在于,所述电源模块采用太阳能和蓄电池互配式供电方式或高电位磁芯耦合取电和蓄电池互配式供电的方式。

8. 根据权利要求 4 所述的输电线路故障隐患综合在线监测装置,其特征在于,所述数据采集终端采集行波电流的上传方式分为主动触发和定时上报两种;

所述主动触发为将输电线路故障隐患电流范围从 10mA ~ 10A 等分为三档,当行波电流幅值大于所设定档位门槛值时,触发上报;

所述定时上报为根据自主设置上传时间以及故障隐患电流幅值范围,每天定时将故障隐患电流信号上传到所述数据中心站。

9. 根据权利要求 4 所述的输电线路故障隐患综合在线监测装置,其特征在于,所述数据采集终端分布安装于输电线路杆塔附近的 A、B、C 三相导线上,每相导线相邻数据采集终端安装间隔 10 至 20 公里。

一种输电线路故障隐患综合在线监测方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及输电线路在线监测相关技术领域,特别是涉及一种输电线路故障隐患综合在线监测方法及装置,主要应用于输电线路故障隐患的诊断和预警。

背景技术

[0002] 输电线路运行过程中,除容易遭受雷击、漂浮物等突发故障外,也存在大量运行维护中“渐发型”故障,如由于运行时间较长而致复合绝缘子裂化故障、金具长期悬浮放电而致断裂脱落、绝缘子长期污秽累积跳闸、树木生长较高至闪络跳闸、绝缘子覆冰导致闪络跳闸等等,严重威胁着电网的安全稳定运行水平。为避免这些责任事故的发生,输电线路运维部门花费了大量的人力物力开展故障隐患点的检测预防工作。但由于这些故障往往在闪络前无明显肉眼可视征兆,人工巡视中受限于技术手段及经验难于发现;目前常采用紫外成像法、红外成像法、图像识别法、泄漏电流等监测技术,但是该类监测手段一般只能对单一故障进行监测,对多种故障综合监测时往往需要安装较多的传感器,存在系统复杂、耗电量高、可靠性差的问题;此外,监测装置需要逐基杆塔安装,投入较大且运维困难,难于大规模的推广。因此,急需一种低成本、高准确率智能化故障隐患监测技术以提高电网的运行管理水平。

[0003] 研究表明,长期运行的复合绝缘子当护套出现缺陷,将与芯棒发生放电并电离氮离子,受潮后形成弱酸腐蚀芯棒与护套,放电加剧,最终导致芯棒断裂;金具悬浮放电脱落是由于金具与导线接触不良时,导线处于悬浮状态,两者之间持续放电,最终造成金具与导线的损坏甚至造成导线脱落或断裂;植被闪络故障前,线路会对附近的树枝发生间歇性放电,直到树木与导线的距离足够近,才产生持续的短路电流,引起线路跳闸;绝缘子发生贯穿性污闪前存在局部爬闪现象,随着污秽程度加剧,局部电弧不断发展,达到和超过临界状态时电弧贯穿两极,造成闪络;绝缘子覆冰闪络通常发生于融冰期,闪络过程可分为初始阶段,间歇性局部电弧阶段,电弧发展阶段,临界闪络阶段直至最终的贯穿性闪络阶段。综上,由于输电线路故障隐患在逐步发展过程中均伴随着不同程度的放电,且不同类型的隐患放电电流特征存在明显差异,但相同点在于其放电电流频率均较高,会沿输电线路传输,因此,利用分布安装于输电线路故障隐患监测装置,监测并提取该行波电流信号,并根据波形特征就能够对故障隐患进行辨识、定位与预警。

[0004] 因此,本发明基于故障隐患放电现象产生的电流信号,创造性地提出一种线路故障隐患综合在线监测技术,实现对线路“渐发型”故障隐患的辨识、定位和预警,解决目前主要依据人工巡检效率低、探测率低、实时性差以及传统监测手段逐级杆塔安装成本较高、可靠性差、运维困难等问题,极大的减少故障发生的可能,提高电网的稳定运行水平。

发明内容

[0005] 为解决输电线路隐患故障人工巡检效率低、传统监测手段投入高、可靠性差的问题,根据输电线路“渐发型”故障隐患在故障事故发生前会放电产生行波电流的原理,提出

一种输电线路故障隐患综合在线监测方法及装置,用于输电线路故障隐患的辨识、定位和预警,以通知电力部门运行维护人员及时到现场排除故障隐患,确保电力系统安全可靠地运行。

[0006] 一种输电线路故障隐患综合在线监测方法,包括:

[0007] 数据采集终端采集输电线路故障隐患放电产生的行波电流和工频故障电流波形信息,通过无线传输上传至数据中心站;

[0008] 数据中心站对行波电流波形信息进行存储和处理,利用形态拟合、s 变换等方法辨识故障隐患类型;

[0009] 数据中心站根据故障隐患类型辨识结果,对放电电流波形信息实施故障隐患的小波能量谱分析,根据小波能量谱判定故障隐患的严重等级;

[0010] 数据中心站根据输电线路故障隐患点两端安装的数据采集终端上传的行波电流波形信息,利用双端定位或单端定位方法对故障隐患点进行定位;

[0011] 数据中心站将故障隐患类型、严重等级、定位结果发送给远程访问终端。

[0012] 上述根据小波能量谱判定故障隐患的严重等级的方法还包括:

[0013] 预先设定低限值、中限值、高限值三档小波能量门限值,判定行波电流和工频故障电流是否同时发生;

[0014] 若只监测到行波电流,计算行波电流波形小波能量值;

[0015] 当行波电流波形小波能量小于低限值时,判定故障隐患处于 I 级,可暂不处理;

[0016] 当行波电流波形小波能量高于低限值,低于中限值时,判定故障隐患处于 II 级,存在轻微放电,需加强关注;

[0017] 当行波电流波形小波能量高于中限值,低于高限值时,判定故障隐患处于 III 级,存在较严重的放电隐患,需要采取处理措施;

[0018] 当行波电流波形小波能量高于高限值时,判定故障隐患处于 IV 级,存在严重的放电隐患,需要立刻采取处理措施,排除隐患;

[0019] 若同时监测到行波电流和工频故障电流,波形幅值点对应 GPS 时间差不大于 10 秒;

[0020] 判定故障隐患处于 V 级,故障已经发生,需立刻采取处理措施,消除故障。

[0021] 远程访问终端包括计算机和手机移动终端,可以通过互联网访问和控制数据中心站以查询故障隐患相关数据和诊断结果,手机移动终端可以通过短信接收所述数据中心站发送的故障隐患类型、严重等级、定位结果。

[0022] 一种采用上述输电线路故障隐患综合在线监测方法工作的监测装置,包括:

[0023] 用于采集输电线路故障隐患行波电流的数据采集终端,所述数据采集终端包括行波电流采集单元、工频故障电流采集单元、数据处理单元、无线通讯单元和电源模块;所述行波电流采集单元采集故障隐患点放电产生的行波电流,所述工频故障电流采集单元采集输电线路工频故障电流,所述数据处理单元对行波电流和工频故障电流进行预处理,将处理结果发送给所述无线通讯单元,所述电源模块给各单元供电;

[0024] 用于输电线路故障隐患诊断的数据中心站,数据中心站对复合绝缘子裂化、金具悬浮放电、植被闪络、绝缘子污秽、绝缘子冰闪故障进行波形辨识,判定故障隐患点所属杆塔位置和严重等级;

[0025] 用于查询和接收故障诊断结果的远程访问终端,所述远程访问终端可以对所述数据中心站和所述数据采集终端进行远程参数配置。

[0026] 行波电流采集单元包含带磁芯的罗氏线圈和工频陷波电路。

[0027] 工频故障电流采集单元包含不带磁芯的罗氏线圈和二阶有源低通滤波电路。

[0028] 电源模块采用太阳能和蓄电池互配式供电方式或高电位磁芯耦合取电和蓄电池互配式供电的方式。

[0029] 数据采集终端采集行波电流的上传方式分为主动触发和定时上报两种;

[0030] 主动触发为将输电线路故障隐患电流范围从 10mA ~ 10A 等分为三档,当行波电流幅值大于所设定档位阈值时,触发上报;

[0031] 定时上报为根据自主设置上传时间以及故障隐患电流幅值范围,每天定时将故障隐患电流信号上传到数据中心站。

[0032] 数据采集终端分布安装于输电线路杆塔附近的 A、B、C 三相导线上,每相导线相邻数据采集终端安装间隔 10 至 20 公里。

[0033] 本发明提出的一种输电线路故障隐患综合在线监测方法及装置,通过实时在线监测各类故障隐患点对输电线路放电产生的行波电流信号,实现对故障隐患的辨识、定位和预警。主要优点如下:

[0034] (1) 通过在输电线路导线上分布式布置故障隐患综合在线监测装置,可以实时在线监测线路是否有故障隐患存在,使相关负责人能够及时排除隐患以免故障发生,极大地提升线路的安全运行水平,减少线路停电损失;

[0035] (2) 根据不同类型故障隐患产生的行波电流波形特征不同,对故障隐患类型进行辨识,使相关负责人能够根据不同类型故障隐患制定相应排患措施;

[0036] (3) 根据故障隐患行波电流信息和对应 GPS 时钟信息,对故障隐患点进行精确定位和故障隐患严重等级判定,及时把故障隐患点所属杆塔编号和隐患严重性反馈给相关负责人,大大缩短了排除隐患的时间,提高了效率。

[0037] 此外,由于本发明主要监测输电线路故障隐患行波电流,因此分布安装于输电线路时,安装间隔可长达 20 千米,与传统的监测技术相比,无需逐基杆塔布置监测终端,投资成本较低,系统工作可靠性高。

附图说明

[0038] 图 1 是输电线路故障隐患综合在线监测装置结构示意图

[0039] 图 2 是输电线路故障隐患综合在线监测方法一流程图

[0040] 图 3 是数据采集终端的结构示意图

[0041] 图 4 是工频陷波电路

[0042] 图 5 是二阶有源低通滤波电路

[0043] 图 6 是是输电线路故障隐患综合在线监测方法二流程图

具体实施方式

[0044] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步详细的说明。

[0045] 实施例一

[0046] 如图 1 所示为输电线路故障隐患综合在线监测装置结构示意图。输电线路故障隐患综合在线监测装置包括数据采集终端 1、数据中心站 2 和远程访问终端 3。数据采集终端 1 安装在输电线路路上,安装间隔为 10 到 20 公里,每个安装点至少包含 3 个数据采集终端 1,分布安装在输电线路 A、B、C 三相导线上;系统采用主动触发与定时上报两种机制相配合,平时处于定时上报方式,根据自主设置上传时间以及故障隐患电流幅值范围,采集隐患行波电流及对应的 GPS 时钟信息,通过无线传输的模式实时上传至数据中心站 2;而在隐患高发时段开启主动触发模式,将输电线路故障隐患电流范围从 10mA ~ 10A 等分为三档,当输电线路存在隐患放电,行波电流幅值大于所设定档位门槛值时,数据采集终端 1 将采集到的放电行波电流信息及对应的 GPS 时钟信息通过无线传输的模式实时上传至数据中心站 2。

[0047] 数据中心站 2 通常是安装有与数据采集终端 1 配套使用的监测系统的计算机服务器,一方面,负责与数据采集终端 1 进行数据交互,完成数据采集终端 1 的参数配置、软件在线升级等功能;另一方面,负责根据数据采集终端 1 上传的数据进行分析和诊断,诊断结果主要包括以下内容:

[0048] 一、辨识隐患类型,判定输电线路当前存在的隐患类型,尤其是对复合绝缘子裂化、金具悬浮放电、植被闪络、绝缘子污秽、绝缘子冰闪故障隐患进行波形辨识,具体判定方法为:结合采集到的行波电流波形特征,根据波形幅值、脉宽、形态拟合、小波能量谱、基于 S 变换的波形判别等方法综合判断隐患类型;

[0049] 二、隐患点定位结果,具体实现方法为:利用大号侧与小号侧的隐患监测终端行波波形数据,利用双端行波定位方法与单端行波定位方法实现隐患点定位;

[0050] 三、判定隐患严重等级,具体判定方法为:结合隐患类型判定结果,根据该类隐患发展过程不同阶段的波形数据库,基于行波幅值、小波能量谱等信息综合判断隐患所处等级。

[0051] 当侵入波发生时,数据中心站 2 将诊断结果通过互联网发送给远程访问终端 3,在本实施例中远程访问终端 3 为具备上网功能的计算机或手机移动终端,通过互联网远程访问和控制数据中心站 2,对数据中心站 2 进行参数配置,进一步地配置数据采集终端 1 的相关参数和升级等工作。

[0052] 如图 2 所示是输电线路故障隐患综合在线监测方法一流程图。

[0053] 该监测方法包括:

[0054] 步骤 210,数据采集终端 1 采集输电线路故障隐患放电产生的行波电流和工频故障电流波形信息,通过无线传输上传至数据中心站 2;

[0055] 步骤 220,数据中心站 2 对行波电流波形信息进行存储和处理,利用形态拟合、s 变换等方法辨识故障隐患类型;

[0056] 步骤 230,数据中心站 2 根据故障隐患类型辨识结果,对放电电流波形信息实施该类故障隐患的小波能量谱分析,根据小波能量谱判定故障隐患的严重等级;

[0057] 步骤 240,数据中心站 2 根据输电线路故障隐患点两端安装的数据采集终端上传的行波电流波形信息,利用双端定位或单端定位方法对故障隐患点进行定位;

[0058] 步骤 250,数据中心站 2 将故障隐患类型、严重等级、定位结果发送给远程访问终端。

[0059] 实施例二

[0060] 如图 3 所示是本发明数据采集终端 1 的结构示意图。数据采集终端 1 包括行波电流采集单元 301、工频故障电流采集单元 302、数据处理单元 303、电源模块 304 和无线通讯单元 305。行波电流采集单元 301 和工频故障电流采集单元 302 分别采集输电线路故障隐患放电产生的行波电流和工频故障电流,数据处理单元 303 对采集信息进行数据处理,通过无线通讯单元 305 发送给数据中心站 2,电源模块 304 为各个单元提供能量供给。

[0061] 行波电流采集单元 301 的核心部分为带磁芯的罗氏线圈和工频陷波电路。罗氏线圈一般为塑料骨架,优点在于在测量大电流时不会出现磁芯饱和,但不能测量较微弱的电流;而本实施例中选用带磁芯的罗氏线圈,能够测量隐患点放电产生的微弱行波电流,且环形磁芯开设缝隙以防止测量大电流时出现磁芯饱和现象。

[0062] 如图 4 是工频陷波电路。由双 T 网络 401、运算放大器 402 和第一比例电阻 403 和第二比例电阻 404 组成,采用双 T 网络和一个经由顶部电容提供正反馈的带阻滤波器,设置电路截止频率为 50Hz,用于滤除输电线路工频负荷电流产生的干扰信号。

[0063] 工频故障电流采集单元 302 的核心部分为不带磁芯的罗氏线圈和二阶有源低通滤波电路。

[0064] 如图 5 是二阶有源低通滤波电路。由于工频负荷电流一般幅值在几十安培至几百安培,发生线路跳闸等故障时,工频故障电流高达几百安培至几千安培,因此测量工频故障电流采用不带磁芯的罗氏线圈,二阶有源低通滤波电路主要用于滤除行波电流产生的干扰信号。

[0065] 数据处理单元 303 主要由模数转换器、可编程逻辑器件和单片机构成,在本实施例中,模数转换器采用低失真差分 ADC 驱动器 AD8138,易于使用,可以实现测量信号单端至差分转换,可编程逻辑器件采用 EP2C20F484C6,数据处理较高,单片机使用功耗极低的,功能丰富的 MSP430 微处理器,平时休眠状态功耗只有 10mW,其工作电压只有 3.3V,功耗很低,增强的丰富指令集可满足系统的各种复杂快速运算,同时也具有丰富的外围电路扩展能力,满足系统扩展需要。

[0066] 电源模块 304 采用太阳能和蓄电池互配式供电或高电位磁芯耦合取电和蓄电池互配式供电的方式,太阳能和蓄电池互配式供电方式适用于直流输电线路和交流输电线路,对于直流输电线路优先采用该供电方式;高电位磁芯耦合取电和蓄电池互配式供电方式适用于交流输电线路,根据电磁感应原理将交流输电线路周围的磁场能转换为电能,磁芯耦合取电线圈输出的交流电压经整流、DC-DC 变换转换为数据采集终端 1 工作所需的电压,同时为蓄电池充电,当交流输电线路停电时,由蓄电池为数据采集终端 1 供电。

[0067] 无线通讯单元 305 可采用 CDMA 或 GPRS 两种通信方式,在本实施例中无线通讯单元采用 GPRS 通信模块,通过移动 GPRS 网络提供透明 TCP 无线远距离数据传输和透明 UDP 无线远距离数据传输的两种功能,确保数据传输安全可靠。

[0068] 实施例三

[0069] 如图 6 所示是输电线路故障隐患综合在线监测方法二流程图。与监测方法一相比,本实施例监测方法二还包括根据行波电流和工频故障电流判断输电线路故障隐患严重等级的步骤。

[0070] 该监测方法包括:

[0071] 步骤 210, 数据采集终端 1 采集输电线路故障隐患放电产生的行波电流和工频故障电流波形信息, 通过无线传输上传至数据中心站 2;

[0072] 步骤 220, 数据中心站 2 对行波电流波形信息进行存储和处理, 利用形态拟合、s 变换等方法辨识故障隐患类型;

[0073] 步骤 230, 数据中心站 2 根据故障隐患类型辨识结果, 对放电电流波形信息实施该类故障隐患的小波能量谱分析;

[0074] 步骤 231, 预先设定低限值、中限值、高限值三档小波能量门限值, 判定行波电流和工频故障电流是否同时发生;

[0075] 步骤 232, 若只监测到行波电流, 计算行波电流波形小波能量值; 执行步骤 233; 若同时监测到行波电流和工频故障电流, 波形幅值点对应 GPS 时间差不大于 10 秒, 执行步骤 234;

[0076] 步骤 233, 当行波电流波形小波能量小于低限值时, 判定故障隐患处于 I 级, 可暂不处理;

[0077] 当行波电流波形小波能量高于低限值, 低于中限值时, 判定故障隐患处于 II 级, 存在轻微放电, 需加强关注;

[0078] 当行波电流波形小波能量高于中限值, 低于高限值时, 判定故障隐患处于 III 级, 存在较严重的放电隐患, 需要采取处理措施;

[0079] 当行波电流波形小波能量高于高限值时, 判定故障隐患处于 IV 级, 存在严重的放电隐患, 需要立刻采取处理措施, 排除隐患;

[0080] 步骤 234, 判定故障隐患处于 V 级, 故障已经发生, 需立刻采取处理措施, 消除故障;

[0081] 步骤 240, 数据中心站 2 根据输电线路故障隐患点两端安装的数据采集终端上传的行波电流波形信息, 利用双端定位或单端定位方法对故障隐患点进行定位;

[0082] 步骤 250, 数据中心站 2 将故障隐患类型、严重等级、定位结果发送给远程访问终端。

[0083] 在本实施例中, 同一个设备同时监测到行波电流和工频故障电流一般是指行波电流和工频故障电流波形幅值点对应 GPS 时间差不大于 10 秒, 根据现场故障隐患点的不同, 时间差 10 秒可以通过远程访问终端对数据采集终端进行参数设置; 只监测到行波电流一般是指同一个设备在一个时间段内只监测到行波电流或者行波电流和工频故障电流波形幅值点对应 GPS 时间差大于 10 秒。

[0084] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式, 其描述较为具体和详细, 但不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是, 对于本领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明构思的前提下, 还可以做出若干变形和改进, 这些都属于本发明的保护范围。因此, 本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

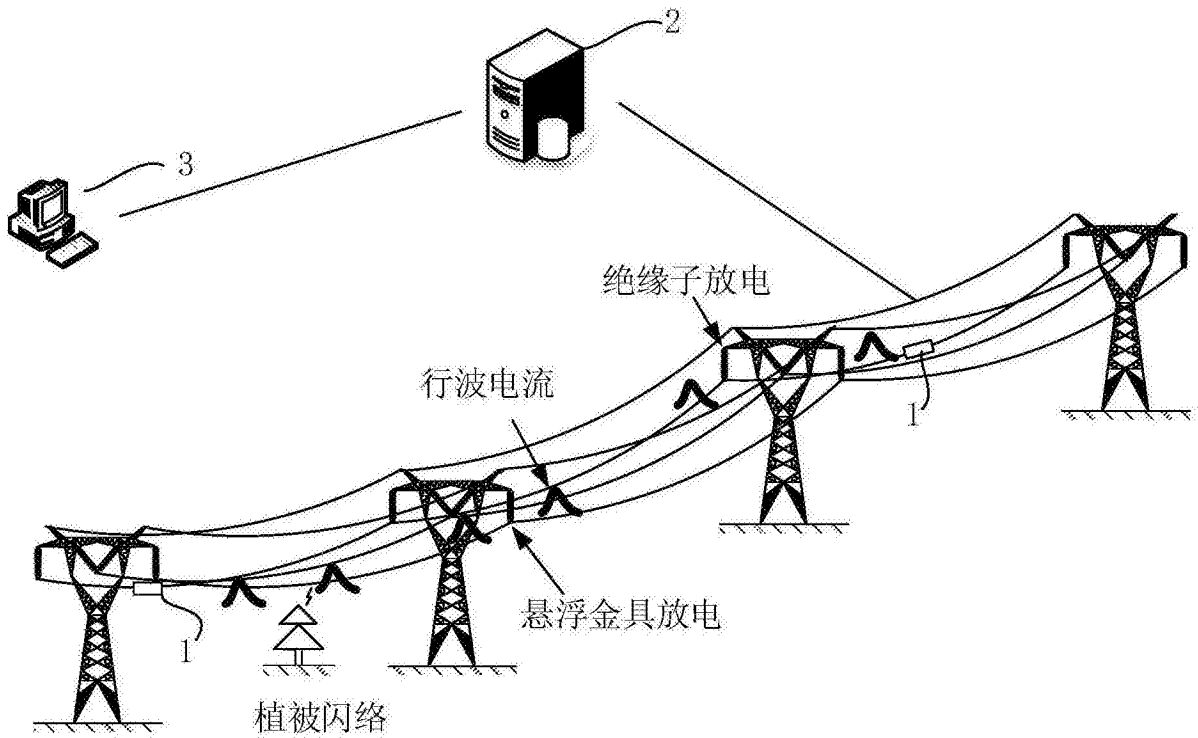


图 1

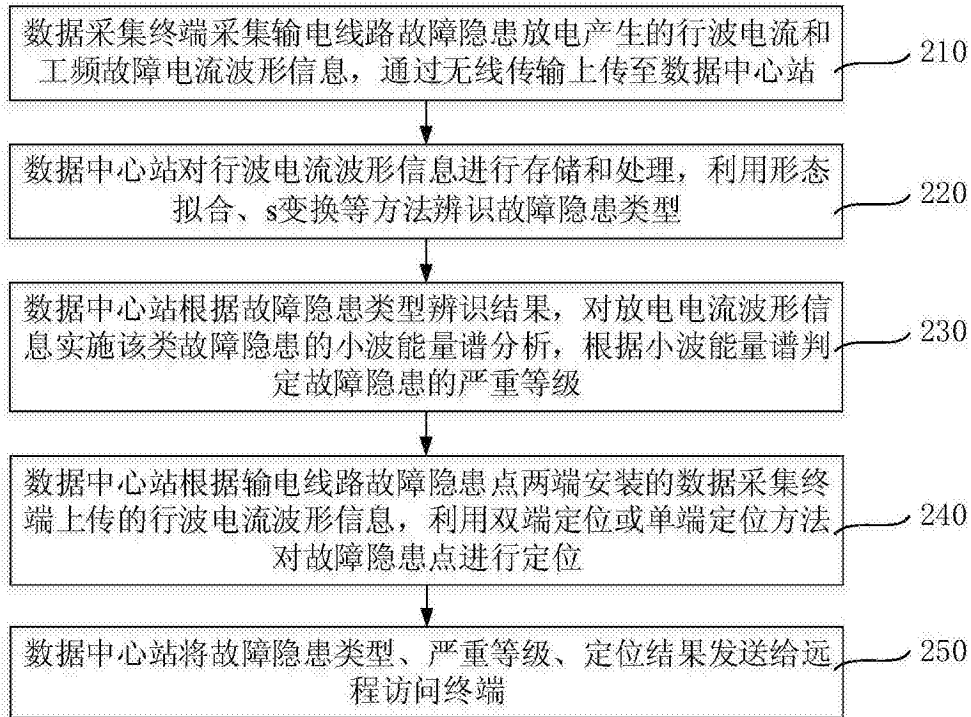


图 2

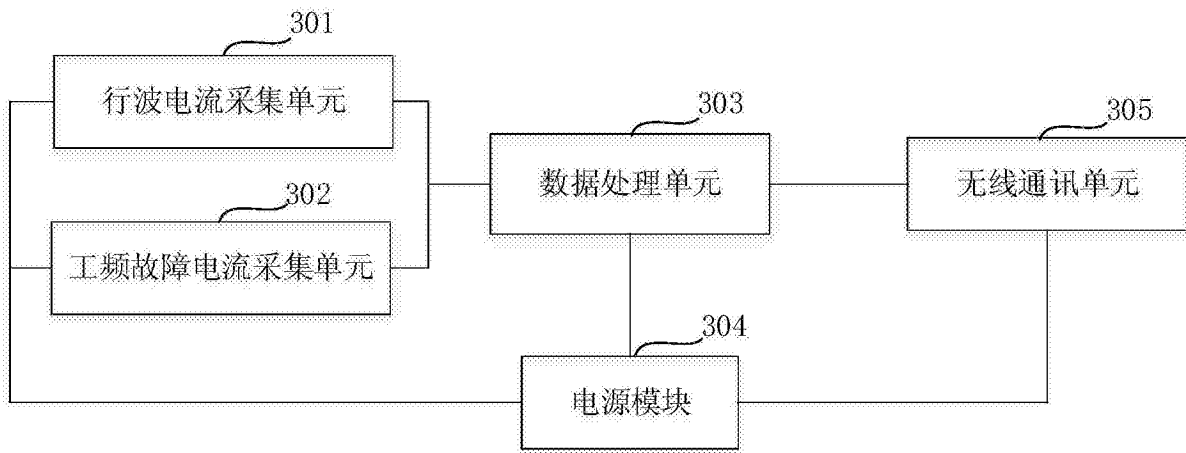


图 3

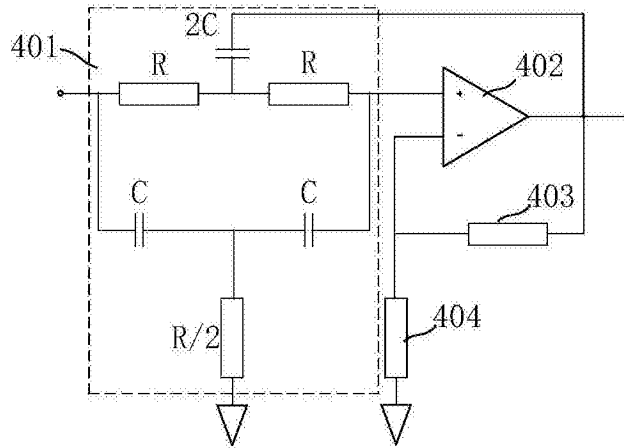


图 4

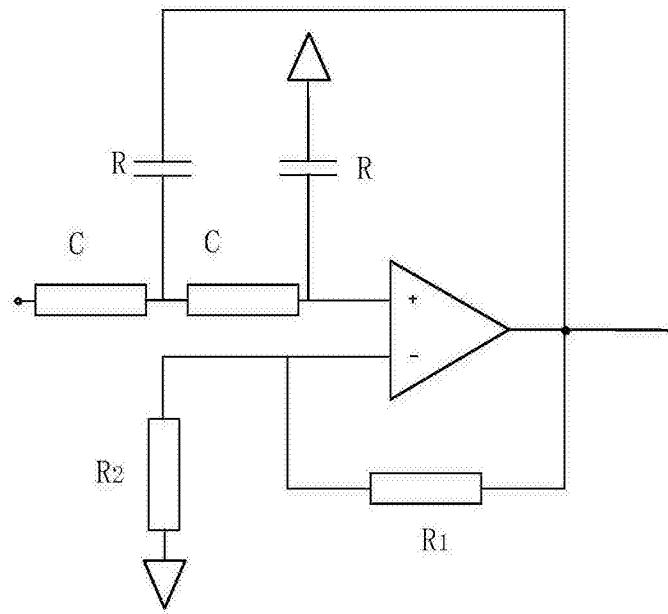


图 5

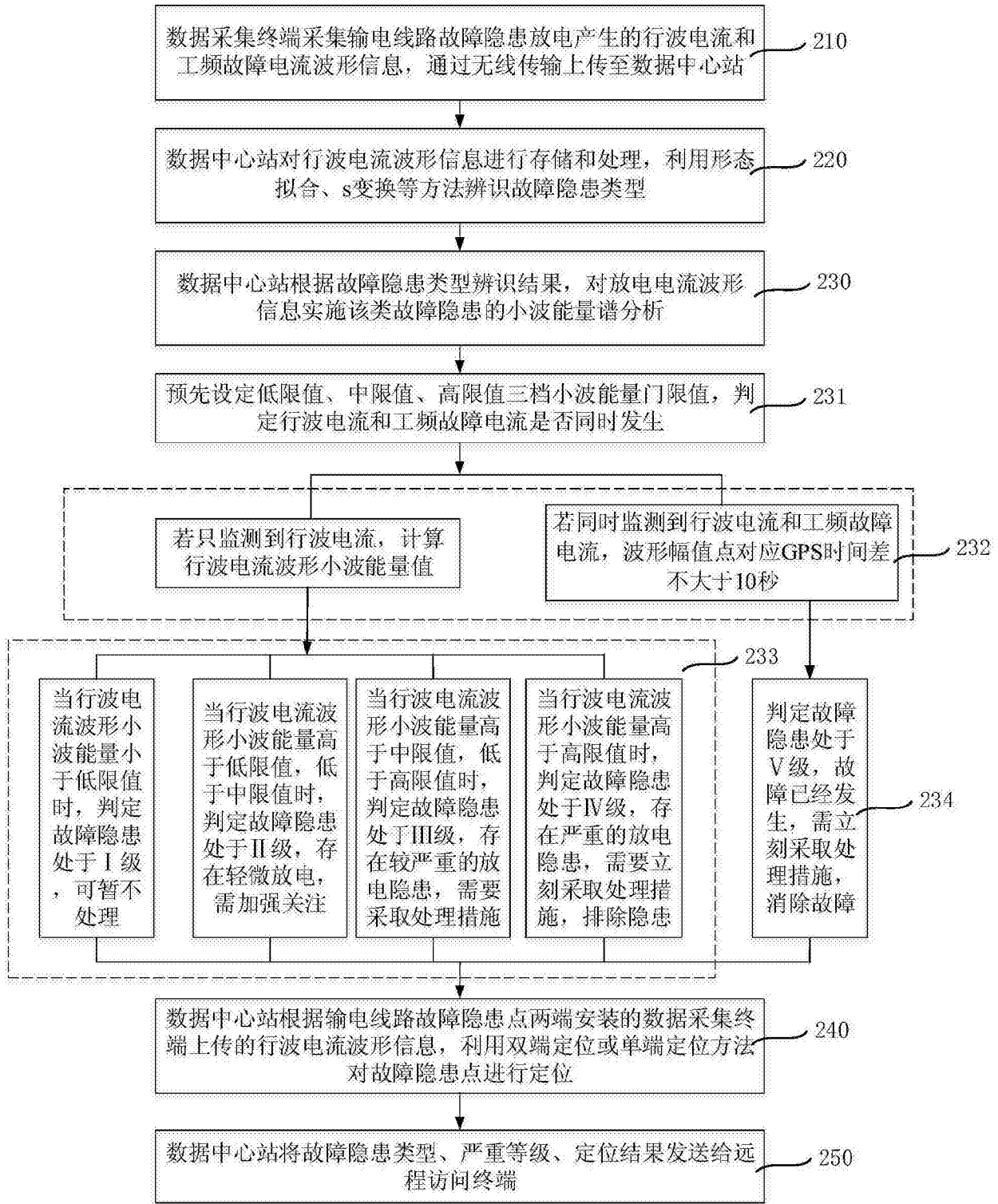


图 6