



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110389250 A  
(43)申请公布日 2019.10.29

(21)申请号 201910686510.1

(22)申请日 2019.07.29

(71)申请人 武汉新电电气股份有限公司  
地址 430073 湖北省武汉市东湖开发区关  
山一路特1号华中曙光软件园A座5层

(72)发明人 王亮 邵华锋 邹翔 李小双  
李雄 张喆 尹江南

(74)专利代理机构 武汉维创品智专利代理事务  
所(特殊普通合伙) 42239  
代理人 余丽霞

(51)Int.Cl.  
G01R 19/165(2006.01)  
G01R 31/00(2006.01)

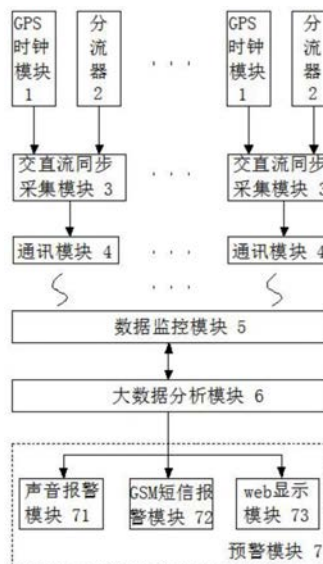
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

一种用于变压器直流偏磁事件预警的装置  
及方法

(57)摘要

本发明公开一种用于主变压器直流偏磁事件预警的装置及方法。装置包括多个GPS时钟模块、多个分流器、多个交直流同步采集模块、数据监控模块、大数据分析模块和预警模块；每个监控点中的主变压器中性点接地回路上串有一分流器，每个分流器设有用于取样流过主变压器中性点的交直流信号的接线端子；每个分流器及与之对应的GPS时钟模块均与一交直流同步采集模块电连接；每个交直流同步采集模块均通过一通讯模块与数据监控模块通讯，数据监控模块与大数据分析模块连接，大数据分析模块与预警模块连接；本发明可对多监测点直流波动进行同步性分析，有效识别直流偏磁事件，快速识别直流偏磁事件类型及危害程度，定位谐波来源，为电网运维人员提供决策依据。



CN 110389250 A

1. 一种用于变压器直流偏磁事件预警的装置,其特征在于,包括预警装置,所述预警装置包括多个GPS时钟模块(1)、多个分流器(2)、多个交直流同步采集模块(3)、多个通讯模块(4)、一个数据监控模块(5)、一个大数据分析模块(6)和一个预警模块(7);

每个监控点中的主变压器中性点接地回路上串连有一个所述分流器,每个所述分流器的标准电压输出配有接线端子、并通过接线端子连接到与之相对应的交直流同步采集模块(3),所述交直流同步采集模块(3)用于采集主变压器中性点流过的交直流混合信号;每个交直流同步采集模块(3)还同与之对应的一个GPS时钟模块(1)电连接,用于接收同步秒脉冲及时钟;每个交直流同步采集模块(3)均通过一个通讯模块(4)与数据监控模块(5)通讯连接,所述数据监控模块(5)与大数据分析模块(6)通过多种表结构进行连接,所述大数据分析模块(6)与预警模块(7)通过多种表结构进行连接;

其中,每个GPS时钟模块(1)接收卫星信号对时钟进行修正,使所有GPS时钟模块步调一致;

每个交直流同步采集模块(3)均集成两路采集通道:一路采集通道采用工频整周期积分方式对微小混合信号进行调理,滤除工频及高次谐波,连续采集电流中的直流波动,同时当检测到直流波动超过设置阈值时,从GPS时钟模块(1)读取动作时刻值并上报;另一路采集通道采用交流伺服放大方式对微小混合信号进行调理,抑制直流信号,只得到工频及谐波电流信号;

所述数据监控模块(5)接收各交直流同步采集的电流数据,并将所有数据按采集时刻顺序和数据类型分类存储;

所述大数据分析模块(6)存储有直流偏磁特征数据库,以特征波形为参考,利用欧氏距离算法识别直流偏磁事件发生时刻附近相同长度波形的相似度,结合电流变化率、电流波动频率、电流分布规律等参数快速识别直流偏磁事件类型;分析事件发生前后谐波变化规律,对变压器直流偏磁严重程度进行评估,得出分析结果;

所述预警模块(7)接收大数据分析模块(6)的分析结果数据,并将分析结果分别以短信、语音或WEB页面弹框方式发送,为客户提供直流偏磁事件类型及危害程度预警服务。

2. 根据权利要求1所述的一种用于变压器直流偏磁事件预警的装置,其特征在于,每个交直流同步采集模块(3)均包括交流采集电路(31)和直流采集电路(32);所述分流器(2)取样的混合信号分别接入交流采集电路(31)和直流采集电路(32);所述交流采集电路(31)和直流采集电路(32)具有独立的采集控制器,每个采集控制器均与GPS时钟模块(1)连接、且都以GPS时钟模块秒脉冲上升沿启动采集;所述交流采集电路(31)和直流采集电路(32)上分别设有的采集控制器均通过串口与通讯模块(4)连接。

3. 根据权利要求1所述的一种用于变压器直流偏磁事件预警的装置,其特征在于,所述分流器(2)的额定电流达到千安级。

4. 根据权利要求1所述的一种用于变压器直流偏磁事件预警的装置,其特征在于,所述数据监控模块(5)为一台嵌入式计算机,所述大数据分析模块(6)为一台高性能服务器。

5. 根据权利要求1或4所述的一种用于变压器直流偏磁事件预警的装置,其特征在于,所述数据监控模块(5)内包含有设备电流数据表(001)和设备动作信息表(002);所述大数据分析模块(6)内包含有直流偏磁事件信息表(003)、直流偏磁特征波形表(004)、报警信息表(005)和设备信息表(006);所述设备电流数据表(001)、设备动作信息表(002)均分别与

直流偏磁事件信息表(003)表结构连接,所述直流偏磁事件信息表(003)与报警信息表(005)表结构连接,所述报警信息表(005)还与直流偏磁特征波形表(004)和设备信息表(006)表结构连接,所述报警信息表(005)的信息输出到报警模块(7)。

6. 根据权利要求1所述的一种用于变压器直流偏磁事件预警的装置,其特征在于,所述预警模块(7)包括声音报警模块(71)、GSM短信报警模块(72)、web显示模块(73),所述声音报警模块(71)、GSM短信报警模块(72)、web显示模块(73)均与大数据分析模块(6)连接;

其中,所述声音报警模块(71)用于向系统运维人员以广播方式播放直流偏磁事件信息语音;

所述GSM短信报警模块(72)用于向系统运维人员以短信方式发送直流偏磁事件文字信息;

所述web显示模块(73)用于向安装有系统APP的广大用户发送直流偏磁事件信息的页面弹窗。

7. 根据权利要求1所述的一种用于变压器直流偏磁事件预警的装置,其特征在于,所述直流偏磁特征数据库存储有多种事件特征数据,直流偏磁事件类型主要包括:直流输电系统单极运行事件、直流输电系统双极不平衡运行事件、太阳磁暴引起的地磁场异常事件、地震引起的地磁场异常事件和轨道交通引入的地电位波动事件。

8. 一种用于变压器直流偏磁事件预警的方法,其特征在于,权利要求1-3中任一项所述预警装置集成有六张表,分别是设备电流数据表(001)、设备动作信息表(002)、直流偏磁事件信息表(003)、直流偏磁特征波形表(004)、报警信息表(005)和设备信息表(006),各表之间按下述步骤进行信息传递,实现变压器直流偏磁事件类型及事件危害等级的预警:

步骤一:所述设备电流数据表(001)主要字段包括自动递增的结果ID、设备ID、直流电流大小及方向、交流波形、数据采集时刻;所述设备电流数据表(001)用于存储各监测点上传到数据监控模块(5)的的直流和交流实时波形数据;

步骤二:所述设备动作信息表(002)主要字段包括自动递增的结果ID、设备ID、直流波动时刻、波动起始或结束标志;当监测点直流电流绝对值跃升到起始阈值以上时,生成直流波动起始时刻及起始标志,当监测点直流电流绝对值跌落到结束阈值以下时,生成直流波动结束时刻及结束标志;

步骤三:所述直流偏磁事件信息表(003)主要字段包括自动递增的事件ID、直流偏磁事件时刻、动作设备ID集、事件直流波形数据集、事件交流波形数据集;所述数据监控模块(5)实时检索设备动作信息表(002),当出现两个及两个以上监测点直流波动时刻偏差满足默认值,则所述直流偏磁事件信息表(003)中事件ID自动递增,将动作的两个及两个以上监测点的设备ID存入动作设备ID集中,同时将触发事件的设备直流波动时刻值作为直流偏磁事件时刻;基于动作设备ID集,按照直流偏磁事件时刻相关的一段时间间隔对所述设备电流数据表(001)检索,得到事件直流波形数据集和事件交流波形数据集,上述数据集为所有动作设备交流波形或直流波形数据的集合;

步骤四、所述直流偏磁特征波形表(004)用于存储直流偏磁事件类型的直流偏磁特征波形,其来源于存储在所述大数据分析模块(6)的直流偏磁特征数据库;

步骤五:所述报警信息表(005)主要字段包括自动递增的报警事件ID、设备ID、事件类型、事件危害等级;预警装置的大数据分析模块(6)利用欧氏距离算法,识别所述直流偏磁

特征波形表(004)与直流偏磁事件信息表(003)中一段直流波形的相似度,确认直流偏磁事件类型;同时分析直流偏磁事件信息表(003)中交流波形谐波占比变化,确定主变直流偏磁事件危害等级,危害等级由高到低划分为特别重大(I级)、重大(II级)、较大(III级)、一般(IV级)四个,分析结果存入报警信息表(005)对应字段;

步骤六:所述设备信息表(006)主要字段包括设备ID、变压器名称及位置信息、报警措施;所述预警装置依据报警信息表(005),从所述设备信息表(006)中提取变压器名称及位置信息,根据主变直流偏磁危害等级确定采取哪种报警措施,自动将收集的报警信息以短信、语音或WEB弹窗方式通知用户,实现对主变压器直流偏磁事件的快速预警方法。

9. 根据权利要求8所述的一种用于变压器直流偏磁事件预警的方法,其特征在于:所述直流偏磁事件类型包括直流输电系统单极运行事件、直流输电系统双极不平衡运行事件、太阳磁暴引起的地磁场异常事件、以及由地震引起的地磁场异常事件和由轨道交通引起的地电位波动事件。

## 一种用于变压器直流偏磁事件预警的装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及变压器直流偏磁技术领域,具体的说是涉及一种用于变压器直流偏磁事件预警的装置及方法。

### 背景技术

[0002] 变压器中性点流过直流电流时,会引起变压器噪声增大、振动加剧、电压波形畸变和变压器局部过热等异常现象,监测变压器中性点直流电流和谐波电流,能够准确反映变压器的运行状态。识别交流电网是否出现直流偏磁现象,为预防主变直流偏磁风险,保证交流电网安全运行具有十分重要的意义。

[0003] 在现场应用中,直流偏磁监测装置受传感器性能及环境影响,还存在很多局限性,严重影响主变直流偏磁监测效果。如霍尔穿芯传感器零点漂移大,在故障电流下容易损坏,无法满足长期使用要求;采用扁钢夹件从主变压器中性点扁钢上取样,受取样的一段扁钢材质及长度影响,传感器的一致性 & 测量准确性无法保障。目前监测主变压器中性点混合电流对直流偏磁事件进行分析及预警,还无相关运用。

### 发明内容

[0004] 为解决上述背景技术中提出的问题,本发明的目的在于提供一种用于主变压器直流偏磁事件预警的装置及方法。

[0005] 为实现上述目的,本发明采取的技术方案为:

[0006] 本发明提供了一种用于变压器直流偏磁事件预警的装置,包括预警装置,所述预警装置包括多个GPS时钟模块、多个分流器、多个交直流同步采集模块、多个通讯模块、一个数据监控模块、一个大数据分析模块和一个预警模块;

[0007] 每个监控点中的主变压器中性点接地回路上串连有一个所述分流器,每个所述分流器的标准电压输出配有接线端子、并通过接线端子连接到与之相对应的交直流同步采集模块,所述交直流同步采集模块用于采集主变压器中性点流过的交直流混合信号;每个交直流同步采集模块还同与之对应的一个GPS时钟模块电连接,用于接收同步秒脉冲及时钟;每个交直流同步采集模块均通过一个通讯模块与数据监控模块通讯连接,所述数据监控模块与大数据分析模块通过多种表结构进行连接,所述大数据分析模块与预警模块通过多种表结构进行连接;

[0008] 其中,GPS时钟模块接收卫星信号对时钟进行修正,使所有GPS时钟模块步调一致;

[0009] 每个交直流同步采集模块均集成两路采集通道:一路采集通道采用工频整周期积分方式对微小混合信号进行调理,滤除工频及高次谐波,连续采集电流中的直流波动,同时当检测到直流波动超过设置阈值时,从GPS时钟模块读取动作时刻值并上报;另一路采集通道采用交流伺服放大方式对微小混合信号进行调理,抑制直流信号,只得到工频及谐波电流信号;

[0010] 所述数据监控模块接收各交直流同步采集的电流数据,并将所有数据按采集时刻

顺序和数据类型分类存储；

[0011] 所述大数据分析模块存储有直流偏磁特征数据库,以特征波形为参考,利用欧氏距离算法识别直流偏磁事件发生时刻附近相同长度波形的相似度,结合电流变化率、电流波动频率、电流分布规律等参数快速识别直流偏磁事件类型;分析事件发生前后谐波变化规律,对变压器直流偏磁严重程度进行评估,得出分析结果;

[0012] 所述预警模块接收大数据分析模块的分析结果数据,并将分析结果分别以短信、语音或WEB页面弹框方式发送,为客户提供直流偏磁事件类型及危害程度预警服务。

[0013] 上述技术方案中,每个交直流同步采集模块均包括交流采集电路和直流采集电路;所述分流器取样的混合信号分别接入交流采集电路和直流采集电路;所述交流采集电路和直流采集电路具有独立的采集控制器,每个采集控制器均与GPS时钟模块连接、且都以GPS时钟模块秒脉冲上升沿启动采集;所述交流采集电路和直流采集电路上分别设有的采集控制器均通过串口与通讯模块连接。

[0014] 上述技术方案中,所述分流器的额定电流达到千安级。

[0015] 上述技术方案中,所述数据监控模块为一台嵌入式计算机,所述大数据分析模块为一台高性能服务器。

[0016] 上述技术方案中,所述数据监控模块内包含有设备电流数据表和设备动作信息表;所述大数据分析模块内包含有直流偏磁事件信息表、直流偏磁特征波形表、报警信息表和设备信息表;所述设备电流数据表、设备动作信息表均分别与直流偏磁事件信息表进行表结构连接,所述直流偏磁事件信息表与报警信息表进行表结构连接,所述报警信息表还与直流偏磁特征波形表和设备信息表进行表结构连接,所述报警信息表的信息输出到报警模块。

[0017] 上述技术方案中,所述预警模块包括声音报警模块、GSM短信报警模块、web显示模块,所述声音报警模块、GSM短信报警模块、web显示模块均与大数据分析模块连接;

[0018] 其中,所述声音报警模块用于向系统运维人员以广播方式播放直流偏磁事件信息语音;

[0019] 所述GSM短信报警模块用于向系统运维人员以短信方式发送直流偏磁事件文字信息;

[0020] 所述web显示模块用于向安装有系统APP的广大用户发送直流偏磁事件信息的页面弹窗。

[0021] 上述技术方案中,所述直流偏磁特征数据库存储有多种事件特征数据,直流偏磁事件类型主要包括:直流输电系统单极运行事件、直流输电系统双极不平衡运行事件、太阳磁暴引起的地磁场异常事件、地震引起的地磁场异常事件和轨道交通引入的地电位波动事件。

[0022] 本发明还提供了一种用于变压器直流偏磁事件预警的方法,上述预警装置集成有六张表,分别是设备电流数据表、设备动作信息表、直流偏磁事件信息表、直流偏磁特征波形表、报警信息表和设备信息表,各表之间按下述步骤进行信息传递,实现变压器直流偏磁事件类型及事件危害等级的预警:

[0023] 步骤一:所述设备电流数据表主要字段包括自动递增的结果ID、设备ID、直流电流大小及方向、交流波形、数据采集时刻;所述设备电流数据表用于存储各监测点上传到数据

监控模块的直流和交流实时波形数据。

[0024] 步骤二:所述设备动作信息表主要字段包括自动递增的结果ID、设备ID、直流波动时刻、波动起始或结束标志;当监测点直流电流绝对值跃升到起始阈值以上时,生成直流波动起始时刻及起始标志,当监测点直流电流绝对值跌落到结束阈值以下时,生成直流波动结束时刻及结束标志。

[0025] 步骤三:所述直流偏磁事件信息表主要字段包括自动递增的事件ID、直流偏磁事件时刻、动作设备ID集、事件直流波形数据集、事件交流波形数据集;所述数据监控模块实时检索设备动作信息表,当出现两个及以上监测点直流波动时刻偏差满足默认值,则所述直流偏磁事件信息表中事件ID自动递增,将动作的两个及两个以上监测点的设备ID存入动作设备ID集中,同时将触发事件的设备直流波动时刻值作为直流偏磁事件时刻;基于动作设备ID集,按照直流偏磁事件时刻相关的一段时间间隔对所述设备电流数据表检索,得到事件直流波形数据集和事件交流波形数据集,上述数据集为所有动作设备交流波形或直流波形数据的集合。

[0026] 步骤四、所述直流偏磁特征波形表用于存储直流偏磁事件类型的直流偏磁特征波形,其来源于存储在所述大数据分析模块的直流偏磁特征数据库;

[0027] 步骤五:所述报警信息表主要字段包括自动递增的报警事件ID、设备ID、事件类型、事件危害等级等;预警装置的大数据分析模块利用欧氏距离算法,识别所述直流偏磁特征波形表与直流偏磁事件信息表中一段直流波形的相似度,确认直流偏磁事件类型;同时分析直流偏磁事件信息表中交流波形谐波占比变化,确定主变直流偏磁事件危害等级。危害等级由高到低划分为特别重大(I级)、重大(II级)、较大(III级)、一般(IV级)四个,分析结果存入报警信息表对应字段。

[0028] 步骤六:所述设备信息表主要字段包括设备ID、变压器名称及位置信息、报警措施;所述预警装置依据报警信息表,从所述设备信息表中提取变压器名称及位置信息,根据主变直流偏磁危害等级确定采取哪种报警措施,自动将收集的报警信息以短信、语音或WEB弹窗方式通知用户,实现对主变压器直流偏磁事件的快速预警方法。

[0029] 上述技术方案中,所述直流偏磁事件类型包括直流输电系统单极运行事件、直流输电系统双极不平衡运行事件、太阳磁暴引起的地磁场异常事件、以及由地震引起的地磁场异常事件和由轨道交通引起的地电位波动事件。

[0030] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0031] (1) 本发明提供的预警装置可快速响应交流电网出现的直流波动,当设备动作信息表中检索到最近两个及以上监测点直流波动时刻偏差满足默认值,则确认交流电网发生直流偏磁事件,从而实现对多监测点直流波动的同步性分析,有效识别直流偏磁事件。

[0032] (2) 本发明基于直流偏磁特征数据库及波形相似度算法,快速确定事件类型及危害等级,定位系统谐波来源,为电网运维人员提供决策依据。

[0033] (3) 本发明提供的预警装置将变压器直流偏磁事件信息以短信、语音或WEB弹窗方式为客户提供及时预警服务,保证交流电网安全运行。

[0034] 本发明利用特殊定制的分流器对变压器中性点流过的交直流混合电流进行取样,同步监测各变压器中性点直流和交流谐波电流,感知交流电网中出现的直流同步波动,评估变压器直流偏磁事件类型及危害等级,将主变直流偏磁事件信息以短信、语音及WEB页面

弹框等方式发送用户,实现对直流偏磁事件预警的装置及方法。

### 附图说明

- [0035] 图1为本发明中用于主变压器直流偏磁事件预警的装置的结构示意图;
- [0036] 图2为本发明中分流器的结构示意图;
- [0037] 图3为本发明中用于主变压器直流偏磁事件预警的方法的逻辑示意图;
- [0038] 图4为本发明中交直流同步采集模块的结构示意图;
- [0039] 附图标记说明:
- [0040] 1、GPS时钟模块;2、分流器;3、交直流同步采集模块;31、交流采集电路;311、超级伺服放大电路;312、第一微控制器;32、直流采集电路;321、程控放大电路;322、整周期积分AD;323、第二微控制器;4、通讯模块;5、数据监控模块;6、大数据分析模块;7、预警模块;71、声音报警模块;72、GSM短信报警模块;73、web显示模块;
- [0041] 21、电流引线正端;22、电流引线固定孔;23、分流器外绝缘护套;24、电压引线正端;25、锰铜电阻合金;26、电压引线负端;27、电流引线负端;28、紫铜电极;
- [0042] 001、设备电流数据表;002、设备动作信息表;003、直流偏磁事件信息表;004、直流偏磁特征波形表;005、报警信息表;006、设备信息表。

### 具体实施方式

[0043] 为使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解,下面结合附图和具体实施方式,进一步阐述本发明是如何实施的。

[0044] 如图1所示,本发明提供了一种用于变压器直流偏磁事件预警的装置,包括预警装置,所述预警装置包括多个GPS时钟模块1、多个分流器2、多个交直流同步采集模块3、多个通讯模块4、一个数据监控模块5、一个大数据分析模块6和一个预警模块7;其中,可选择地,GPS时钟模块1的型号为摩托罗拉M12MT;通讯模块4为ZLSN3002(有线通讯)或SIM900A(无线通讯)。

[0045] 每个监控点中的主变压器中性点接地回路上串连有一个所述分流器,每个所述分流器的标准电压输出配有接线端子、并通过接线端子连接到与之相对应的交直流同步采集模块3,所述交直流同步采集模块3用于采集主变压器中性点流过的交直流混合信号;每个交直流同步采集模块3还同与之对应的一个GPS时钟模块1电连接,用于接收同步秒脉冲及时钟;每个交直流同步采集模块3均通过一个通讯模块4与数据监控模块5通讯连接,所述数据监控模块5与大数据分析模块6通过多种表结构进行连接,所述大数据分析模块6与预警模块7通过多种表结构进行连接;

[0046] 具体的,如图3所示,数据监控模块5包括设备电流数据表001、设备动作信息表002。设备电流数据表001用于存储各监测点上传的直流和交流实时波形数据;设备动作信息表002用于存储各监测点上传的直流波动起始时刻和结束时刻。当交直流同步采集模块3检测到直流电流绝对值跃升到起始阈值以上时,生成直流波动起始时刻及起始标志;当直流电流绝对值跌落到结束阈值以下时,生成直流波动结束时刻及结束标志;上述数据由通讯模块4上传到数据监控模块5。

[0047] 大数据分析模块6包括直流偏磁事件信息表003、直流偏磁特征波形表004、报警信



息表005和设备信息表006,直流偏磁特征波形表004用于存储直流偏磁事件类型的直流偏磁特征波形,其来源于存储在所述大数据分析模块6内预先导入的直流偏磁特征数据库;设备信息表006主要字段包括设备ID、变压器名称及位置信息、报警措施,预先录入大数据分析模块6中;

[0048] 预警方法:数据监控模块5对设备动作信息表002进行检索,当出现两个及两个以上设备直流波动时刻偏差满足默认值,其中默认值为100mS,则生成新的直流偏磁事件并发送到大数据分析模块6,大数据分析模块6将事件信息存储到直流偏磁事件信息表003中,并根据直流偏磁事件信息表003中设备ID集和事件时刻等信息检索动作设备电流数据表001,得到直流偏磁事件对应的直流波形数据集和事件交流波形数据集。大数据分析模块6通过欧氏距离算法,识别所述直流偏磁特征波形表004与直流偏磁事件信息表003中一段直流波形的相似度,确认直流偏磁事件类型;通过分析直流偏磁事件信息表003中交流波形谐波占比变化,确定主变直流偏磁事件危害等级,分析结果存入报警信息表005对应字段。依据报警信息表005,从所述设备信息表006中提取变压器名称及位置信息,根据主变直流偏磁危害等级确定采取哪种报警措施,自动将收集的报警信息以短信、语音或WEB弹窗方式通知用户,实现对主变压器直流偏磁事件的快速预警方法。

[0049] 其中,GPS时钟模块1接收卫星信号对时钟进行修正,使所有时钟模块步调一致;例如,GPS时钟模块型号为摩托罗拉M12MT接收器。

[0050] 分流器2的额定通过电流达到千安级,其串在主变压器中性点接地回路中,分流器2标准电压输出配有接线端子,用于取样流过主变压器中性点的交直流混合信号。分流器2利用固定阻值的分流器取样电流信号,输出电压信号与电流信号成正比例。

[0051] 如图2所示,所述分流器2包括电流引线正端21、电流引线固定孔22、分流器外绝缘护套23、电压引线正端24、锰铜电阻合金25、电压引线负端26、电流引线负端27和两个紫铜电极28。电流引线正端21通过电流引线固定孔22连接到设置在左侧的紫铜电极28,左侧的紫铜电极28通过锰铜电阻合金25连接到设置在右侧的紫铜电极28,右侧的紫铜电极28通过电流引线固定孔22连接到电流引线负端27,锰铜电阻合金26两端分别引出电压引线正端24和电压引线负端26,分流器2表面用分流器外绝缘护套23密封,电压引线正端24和电压引线负端26用于取样流过与之相对应的主变压器中性点的交直流混合信号。或者分流器2可于市场上购置,例如,FLP1型片式大电流低感分流器。

[0052] 每个交直流同步采集模块3均集成两路采集通道:一路采集通道采用工频整周期积分方式对微小混合信号进行调理,滤除工频及高次谐波,连续采集电流中的直流波动,同时当检测到直流波动超过设置阈值时,从GPS时钟模块1读取动作时刻值并上报;另一路采集通道采用交流伺服放大方式对微小混合信号进行调理,抑制直流信号,只得到工频及谐波电流信号;

[0053] 每个交直流同步采集模块3均包括交流采集电路31和直流采集电路32。分流器2取样的混合信号分别接入交流采集电路31和直流采集电路32;所述交流采集电路31和直流采集电路32具有独立的采集控制器(即微控制器),每个采集控制器均与GPS时钟模块1连接,且都以GPS时钟模块秒脉冲上升沿启动采集;交流采集电路31和直流采集电路32上分别设有的采集控制器均通过串口与通讯模块4连接。其中GPS时钟模块配置有两种输出接口,一种输出接口为秒脉冲输出接口,另一种输出接口的串口输出与秒脉冲对应的UTC时刻,上述

两种接口都连接到交直流同步采集模块3。

[0054] 进一步的,如图4所示,交流采集电路31包括超级伺服放大电路311和第一微控制器312,第一微控制器312内置高数模数通道;分流器2取样的混合信号输入超级伺服放大电路311,经过超级伺服放大电路311采用交流伺服放大方式对微小混合信号进行调理,抑制直流信号,得到工频及谐波电流信号,并将得到的工频及谐波电流信号经第一微控制器312内置的高效模数通道模数转换后输出,第一微控制器312的输入端还与GPS时钟模块1连接,第一微控制器312的输出端通过串口与通讯模块4连接,输出串口数据包;其中,超级伺服放大电路311的型号为AD8657,第一微控制器312的型号为STM32F103。

[0055] 直流采集电路32包括程控放大电路321、整周期积分AD 322和第二微控制器323,分流器2取样的混合信号输入程控放大电路321,经程控放大电路321处理后的信号输入到整周期积分AD 322,经整周期积分AD 322调理后的信号输入到第二微控制器323,第二微控制器323的输入端还与GPS时钟模块1连接,第二微控制器323的输出端通过串口与通讯模块4连接,输出串口数据包;其中,程控放大电路321的型号为AD8253,整周期积分AD 322的型号为TLC7135,第二微控制器323的型号为STM32F103。

[0056] 所述数据监控模块5接收各交直流同步采集的电流数据,并将所有数据按采集时刻顺序分类存储;数据监控模块5是一个具备网络接入功能的嵌入式计算机,例如,型号:IBOX-180。计算机上安装有操作系统、数据库及监控程序,主要功能包括接收多个通讯模块4由网络上传的数据包,监控程序按照通讯协议解析数据包,结果数据存储到数据库对应表中;数据监控模块5通过以太网与通讯模块4通讯。

[0057] 所述大数据分析模块6存储有直流偏磁特征数据库,以特征波形为参考,利用欧氏距离算法识别直流偏磁事件发生时刻附近相同长度波形的相似度,结合电流变化率、电流波动频率、电流分布规律等参数快速识别直流偏磁事件类型;分析事件发生后谐波变化规律,对变压器直流偏磁严重程度进行评估,得出分析结果;大数据分析模块6是一台高性能服务器,例如,型号:PowerEdge T340。服务器上安装有操作系统、数据库及分析服务程序,主要功能包括利用SQL语句对数据监控模块中的表进行检索,用检索出的数据与特征数据库中的数据进行比较识别,产生预警信息,通过预警模块将预警信息发送到用户。

[0058] 其中,直流偏磁特征数据库存储有多种事件特征数据,直流偏磁事件类型主要包括:直流输电系统单极运行事件、直流输电系统双极不平衡运行事件、太阳磁暴引起的地磁场异常事件、地震引起的地磁场异常事件、以及轨道交通引入的地电位波动事件等。

[0059] 所述预警模块7接收大数据分析模块6的分析结果数据,并将分析结果分别以短信、语音或WEB页面弹框方式发送,为客户提供直流偏磁事件类型及危害程度预警服务。

[0060] 本发明中,所述宽温分流器2额定电流达到千安级。变压器中性点在单相短路时流过的电流可达千安级,因此选用的分流器必须满足故障电流通流容量要求。

[0061] 本发明中,所述预警模块7包括声音报警模块71、GSM短信报警模块72、web显示模块73,所述声音报警模块71、GSM短信报警模块72、web显示模块73均与大数据分析模块6连接;

[0062] 其中,所述声音报警模块71用于向系统运维人员以广播方式播放直流偏磁事件信息语音;所述GSM短信报警模块72用于向系统运维人员以短信方式发送直流偏磁事件文字信息;所述web显示模块73用于向安装有系统APP的广大用户发送直流偏磁事件信息的页面

弹窗。

[0063] 具体的,声音报警模块71利用声卡生成语音报警信息;GSM短信报警模块72通过短信猫接入GSM网络,向用户传输短信报警信息;WEB显示模块73通过调用WCF服务,实现服务器端报警信息实时展示到客户端WEB页面上。

[0064] 本发明工作原理:将分流器2串入到主变中性点接地回路中,由于分流器2电阻在低频范围阻值固定为R,电流在分流器2上产生的压降跟回路电流成正比,测量出分流器2上的直流压降VDC和交流压降VAC,按照欧姆定律分别计算得到主变中性点接地回路中的直流电流和交流电流。

[0065] 在交流电网中,已知直流电压的作用力将以30万公里/秒的速度沿导线传播。由于交流电网与大地构成了一个低阻抗的闭合直流回路,当闭合回路耦合直流电压时,电网中各处直流电流会随电压作用力同步波动,利用这一特点,能快速识别交流电网出现的直流偏磁事件。

[0066] 本发明提供的预警装置可快速响应交流电网出现的直流波动,当设备动作信息表002中检索到最近两个及以上监测点直流波动时刻偏差满足默认值,则确认交流电网发生直流偏磁事件,从而实现对多监测点直流波动的同步性分析,有效识别直流偏磁事件。由于交流电网中各处直流电流会随电压作用力同步波动,利用电流阈值和电流波动同步性等参量判断,能有效避免直流偏磁误报事件发生,因此采用同步分析方法,才能有效识别直流偏磁事件。

[0067] 本发明还提供了一种用于变压器直流偏磁事件预警的方法,上述预警装置集成有六张表,分别是设备电流数据表001、设备动作信息表002、直流偏磁事件信息表003、直流偏磁特征波形表004、报警信息表005和设备信息表006,各表之间按下述步骤进行信息传递,实现变压器直流偏磁事件类型及事件危害等级的预警:

[0068] 步骤一:所述设备电流数据表001主要字段包括自动递增的结果ID、设备ID、直流电流大小及方向、交流波形、数据采集时刻;所述设备电流数据表001用于存储各监测点上传到数据监控模块5的直流和交流实时波形数据。

[0069] 步骤二:所述设备动作信息表002主要字段包括自动递增的结果ID、设备ID、直流波动时刻、波动起始或结束标志;当监测点直流电流绝对值跃升到起始阈值以上时,生成直流波动起始时刻及起始标志,当监测点直流电流绝对值跌落到结束阈值以下时,生成直流波动结束时刻及结束标志。

[0070] 步骤三:所述直流偏磁事件信息表003主要字段包括自动递增的事件ID、直流偏磁事件时刻、动作设备ID集、事件直流波形数据集、事件交流波形数据集;所述数据监控模块5实时检索设备动作信息表002,当出现两个及两个以上监测点直流波动时刻偏差满足默认值,其中默认值为100mS,则所述直流偏磁事件信息表003中事件ID自动递增,将动作的两个及两个以上监测点的设备ID存入动作设备ID集中,同时将触发事件的设备直流波动时刻值作为直流偏磁事件时刻;基于动作设备ID集,按照直流偏磁事件时刻相关的一段时间间隔对所述设备电流数据表001检索,得到事件直流波形数据集和事件交流波形数据集,上述数据集为所有动作设备交流波形或直流波形数据的集合。

[0071] 步骤四、所述直流偏磁特征波形表004用于存储直流偏磁事件类型的直流偏磁特征波形,其来源于存储在所述大数据分析模块(6)的直流偏磁特征数据库;

[0072] 步骤五:所述报警信息表005主要字段包括自动递增的报警事件ID、设备ID、事件类型、事件危害等级等。预警装置的大数据分析模块6利用欧氏距离算法,识别所述直流偏磁特征波形表004与直流偏磁事件信息表003中一段直流波形的相似度,确认直流偏磁事件类型,事件类型分为直流输电系统单极运行事件、直流输电系统双极不平衡运行事件、太阳磁暴引起的地磁场异常事件、由地震引起的地磁场异常事件、由轨道交通引起的地电位波动事件等;分析直流偏磁事件信息表003中交流波形谐波占比变化,确定主变直流偏磁事件危害等级。危害等级由高到低划分为特别重大(I级)、重大(II级)、较大(III级)、一般(IV级)四个,分析结果存入报警信息表005对应字段。

[0073] 步骤六:所述设备信息表006主要字段包括设备ID、变压器名称及位置信息、报警措施;预警装置依据报警信息表005,从所述设备信息表006中提取变压器名称及位置信息,根据主变直流偏磁危害等级确定采取哪种报警措施,自动将收集的报警信息以短信、语音或WEB弹窗方式通知用户,实现对主变压器直流偏磁事件的快速预警方法。

[0074] 本发明中,所述声音报警模块71、GSM短信报警模块72、web显示模块73的报警信息来源于报警信息表005,根据报警信息表005提供的报警措施,选择声音报警模块71、GSM短信报警模块72、web显示模块73中的一种或多种报警方式发出预警。

[0075] 本发明中,直流偏磁事件类型识别的关键是利用欧氏距离算法识别两段相同长度波形的相似度。具体方法为:首先截取监测点直流偏磁事件发生前后一段时间内直流电流的动态波形,截取波形长度是直流偏磁特征数据库中特征波形长度的N倍,从采集的直流电流动态波形中,按顺序依次取出与特征波形等长的波形,并压缩成一系列点,把这些点与直流偏磁特征数据库中波形压缩成的点分别求欧式距离,当计算的最短距离满足阈值要求时则波形相似;如果两个及以上监测点相似度都满足要求,则对应匹配的直流偏磁事件类型;进一步计算各监测点直流偏磁事件前后一段时间内的电流变化率、电流波动频率、电流分布规律等参数,完善本次直流偏磁事件信息。

[0076] 主变压器在运行过程中出现直流偏磁现象时,主变压器的励磁电流会发生严重畸变,铁芯磁通将处于过渡饱和状态,此时会产生谐波污染,因此谐波变化量与主变压器直流偏磁现象密切相关,分析变压器产生的谐波电流变化量,可以定位系统谐波来源,对变压器直流偏磁现象危害等级进行评估,为电网运维人员提供决策依据。

[0077] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围中。

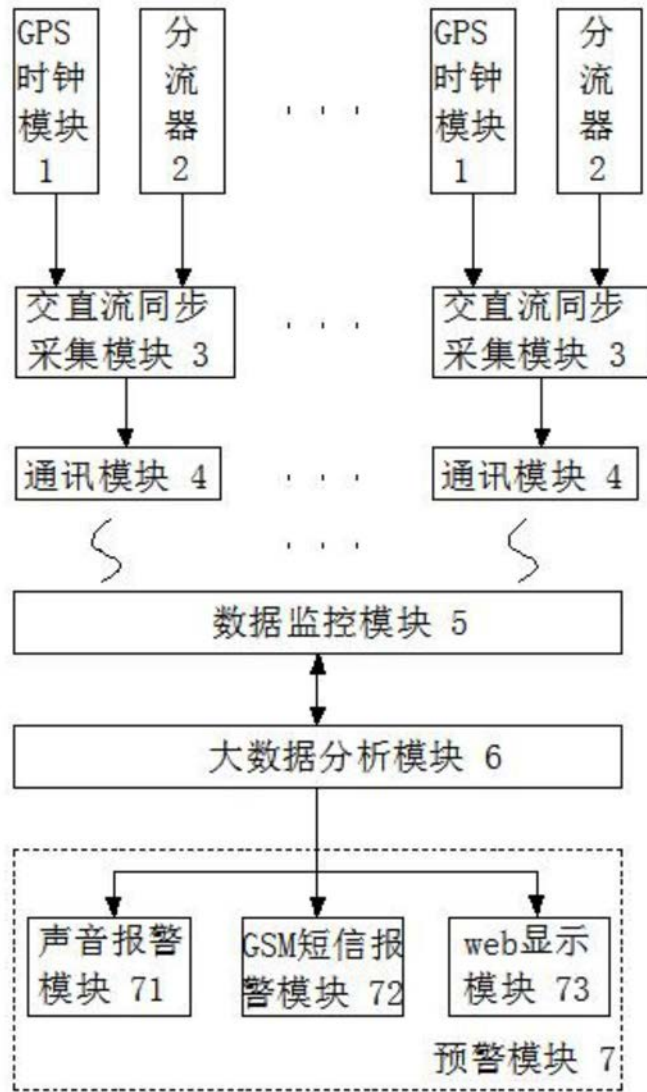


图1

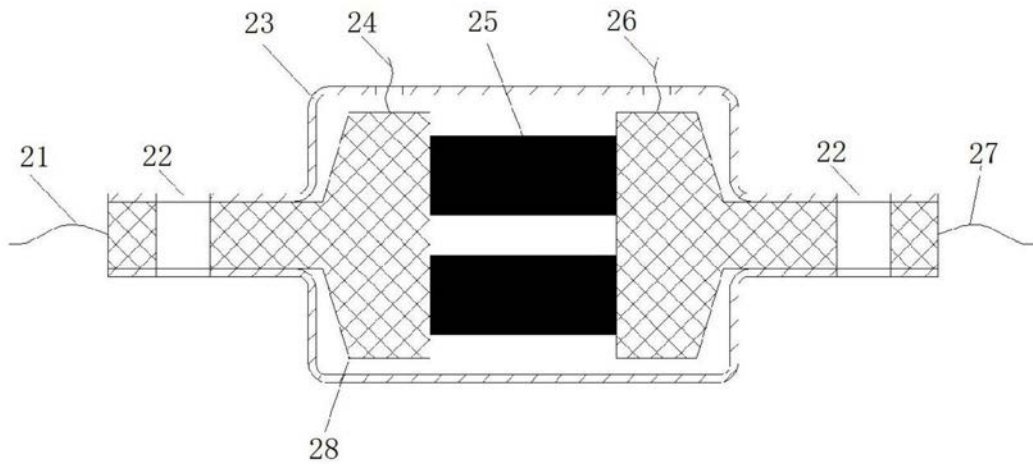


图2

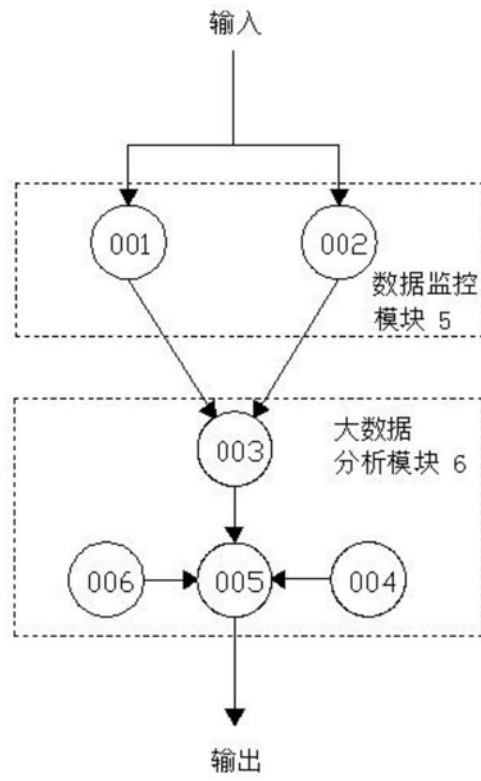


图3

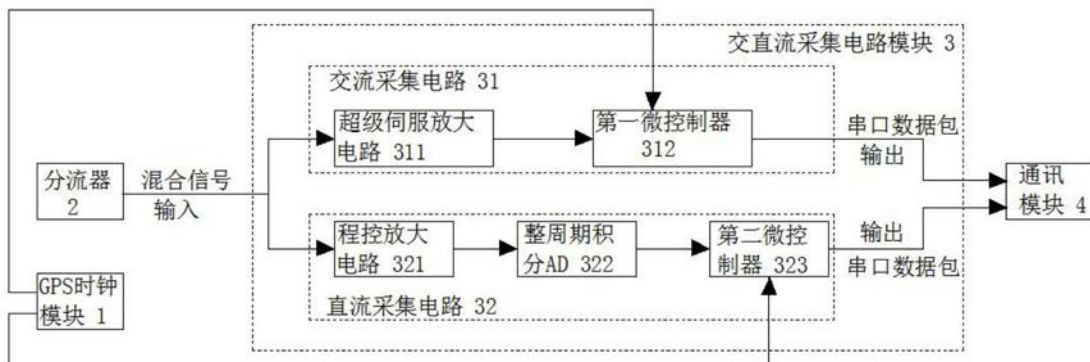


图4