



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106873461 A

(43)申请公布日 2017.06.20

(21)申请号 201710121119.8

(22)申请日 2017.03.02

(71)申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街86号

申请人 国网河北省电力公司检修分公司

(72)发明人 张惠山 刘海锋 王亚强

(74)专利代理机构 石家庄众志华清知识产权事
务所(特殊普通合伙) 13123

代理人 张明月

(51) Int. Cl.

G05B 19/042(2006.01)

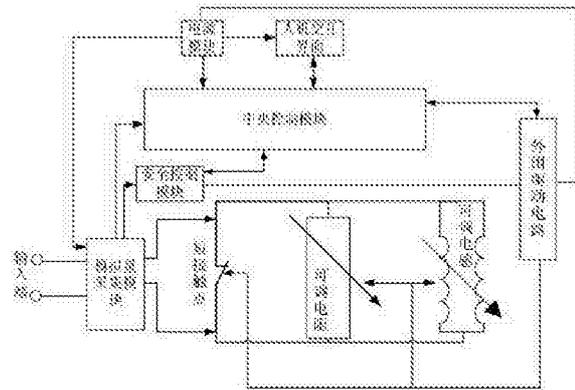
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种电流互感器剩磁消磁装置的控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种电流互感器剩磁消磁装置的控制方法,属于消磁设备领域,所述电流互感器剩磁消磁装置包括用来和电流互感器电连接的接入端、模拟量采集模块、中央控制模块、安全控制模块、电源模块以及由外围驱动电路控制的短接触点、可调电阻及可调电感,中央控制模块与一人机交互界面连接;所述控制方法包括自检及设定参数阶段和消磁阶段,以及两个阶段内包含的流程控制和相关的判定算法。本发明实现了电流互感器不停电的条件下对电流互感器的剩磁进行消磁,并且相对于传统消磁设备更加安全、动作流程更加合理。



1. 一种电流互感器剩磁消磁装置的控制方法,其特征在于:所述电流互感器剩磁消磁装置包括用来和电流互感器电连接的接入端、模拟量采集模块、中央控制模块、安全控制模块、电源模块以及由外围驱动电路控制的短接触点、可调电阻及可调电感,中央控制模块与一个人机交互界面连接;

所述控制方法包括自检及设定参数阶段和消磁阶段;

在自检及设定参数阶段,按照如下步骤进行:

步骤1、中央控制模块首先设定一个程序死循环变量A,并将A的初始值设定为零;

步骤2、中央控制模块从外围控制电路读取可调电阻、可调电感和短接触点的状态信息,当可调电阻和可调电感的值为零且短接触点状态为关闭时便发送指令至人机交互界面提示输入消磁循环次数、饱和电压限值和负载阻抗角度;

步骤3、中央控制模块检测上述三个参数是否输入完毕,当上述三个参数输入完毕后中央控制模块发送指令至外围驱动电路关闭短接触点,并将可调电阻和可调电感值设定为零,最后中央控制模块向人机交互界面发送指令提示进入下一阶段;

拆除电流互感器二次线路端子排上的电流连接片后,在人机交互界面进行确认后即可开始消磁阶段,在消磁阶段按照如下步骤进行:

步骤A、中央控制模块首先从人机交互界面读取消磁循环次数、饱和电压限值和负载阻抗角的值;

步骤B、中央控制模块将饱和电压限值发送至安全控制模块,安全模块接收到饱和电压限值后向中央控制模块返回确认信息;

步骤C、中央控制模块接到确认信息后向外围控制电路发送信息开启短接触点,然后将消磁循环次数初始值设定为0;

步骤D、中央控制模块向外围驱动电路发送指令使可调电阻和可调电感按照设定的负载阻抗角度让可调电阻按照0.1欧姆的步进幅度进行线性增长;

步骤E、模拟量采集模块收集电流信息并发送至中央控制模块,中央控制模块根据预设算法判断电流互感器是否达到临界饱和状态,当电流互感器达到临界饱和状态后便向外围控制电路发送信息使可调电阻和可调电感按照设定的负载阻抗角度让可调电阻按照0.1欧姆的幅度进行线性减小;

步骤F、当可调电阻及可调电感均减小至零后,外围驱动电路向中央控制模块返回信息,中央控制模块将消磁循环次数的值增加1后返回至步骤D继续循环;

步骤G、当中央控制模块检测到消磁循环次数的值大于等于预先设定的消磁循环次数时,则延迟10秒向外围驱动电路发送信息关闭短接触点,然后执行中断程序。

2. 根据权利要求1所述的一种电流互感器剩磁消磁装置的控制方法,其特征在于:自检及设定参数阶段的步骤2中当中央控制模块检测到可调电感及可调电阻的值不为零或短接触点不是关闭状态时,便发送相应指令至外围驱动电路将可调电感或可调电阻的值设为零或将短接触点设为关闭状态,并同时程序死循环变量A的值增加1后继续。

3. 根据权利要求1所述的一种电流互感器剩磁消磁装置的控制方法,其特征在于:消磁阶段的步骤B中当安全控制模块没有接受到饱和电压限值时,便向中央控制模块发送反馈信息,中央控制模块将程序死循环变量A的值增加1后继续。

4. 根据权利要求2或3所述的一种电流互感器剩磁消磁装置的控制方法,其特征在于:

当程序死循环变量A的值大于等于100时执行中断程序。

5. 根据权利要求4所述的一种电流互感器剩磁消磁装置的控制方法,其特征在于:所述中断程序由中央控制模块同时向外围控制电路和安全控制模块发送关闭短接触点的指令,然后再向人机交互界面发送指令提示中断。

6. 根据权利要求1或2或3或5中任意一项所述的一种电流互感器剩磁消磁装置的控制方法,其特征在于所述安全控制模块按照下述程序运行:首先从中央控制模块读取饱和电压限值,然后向中央控制模块传递返回信息,随后安全控制模块读取模拟量采集模块的信息并判断电流互感器二次电压是否超过饱和电压限值,当电力互感器的二次电压超过饱和电压限值时便发送指令至外围控制电路关闭短接触点,当电流互感器二次电压未超过饱和电压限值时安全模块不动作;当安全控制模块未接收到中央控制模块发来的饱和电压限值时首先检测短接触点是否处于关闭状态,否则发送指令关闭短接触点。

7. 根据权利要求1所述的一种电流互感器剩磁消磁装置的控制方法,其特征在于消磁阶段的步骤E中所述预设算法包括如下两个判据:

判据一:

$$\Delta i_k = i_{k-N} - i_k$$

$$\Delta i_k > \Delta I_{zd}$$

其中: Δi_k ——电流互感器二次回路电流在k采样时刻($t = kT_s$)的计算值(T_s 为采样间隔,本装置24点采样,故 $T_s = 1ms$);

i_k ——电流互感器二次回路电流在k采样时刻的测量电流采样值;

i_{k-N} ——k采样时刻之前一周期的电流采样值(N是一个工频的采样点数,本装置N=24);

ΔI_{zd} ——通过程序员设定的固定阈值。根据调试经验,本装置设定为0.025A;

判据二:

$$i_k < \Delta I_{zd1}$$

$$|i_k - i_{k-1}| < \Delta I_{zd2}$$

$$|i_k - i_{k+1}| < \Delta I_{zd2}$$

其中, i_k ——电流互感器二次回路电流在k采样时刻的测量电流采样值;

i_{k-1} ——电流互感器二次回路电流在k-1采样时刻的测量电流采样值;

i_{k+1} ——电流互感器二次回路电流在k+1采样时刻的测量电流采样值;

ΔI_{zd1} ——判零阈值,本装置参考资料及经验设定为2mA;

ΔI_{zd2} ——判线性转变阈值,本装置参考资料及经验设定为5mA;上述两个判据同时满足后即可判定电流互感器已经处于临界饱和状态。

一种电流互感器剩磁消磁装置的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及消磁设备领域,尤其是一种电路互感器剩磁消磁装置的控制方法,用于消除电路互感器铁芯的剩磁。

背景技术

[0002] 由于铁磁材料固有的磁滞现象,当超(特)高压系统发生故障之后,强大的一次短路电流中含有较高的非周期分量,当一次短路电流通过电流互感器传导至二次侧后,因其转变特性不同于交流周期分量,因此在铁芯产生的磁通不能通过二次电流进行完全的平衡。当故障消除后,该非周期分量所产生的部分磁通将会以剩磁的形式长期存在于电路互感器的铁芯当中。其次,变压器空投时的励磁涌流、和应涌流等都会存在较高的非周期分量,其最终结果都将会在电流互感器铁芯中产生剩磁。再次,在电流互感器做直阻测量、变比等试验后,若没有进行很好的消磁试验,最终电流互感器铁芯中也可能存在剩磁。

[0003] 剩磁的存在会造成电流互感器铁芯运行过程中的磁滞回线不会再围绕原点,而是发生偏移。由于该磁滞回线的偏移,其抗饱和的性能将会受到重大影响。如果发生多次短路后,其运行特性将会发生极大改变,即使一次系统出现较小的短路电流,电流互感器即可能发生深度饱和,当发生区外故障时,可能会造成保护装置的误动,因此,电流互感器铁芯的剩磁消磁是一个不可缺少的工作。

[0004] 传统的电流互感器消磁方法包括一次开路消磁法和二次开路消磁法。这两种方法均需要一次设备停电。然而现实情况是,当系统发生瞬时故障,重新合闸将故障切除后,此时系统已恢复正常运行,如若再将设备停电处理电流互感器的剩磁,是当前电网运行的状态检修所不允许的。因此,现有技术中急需一种能够在设备不停电的条件下实现电流互感器铁芯剩磁消磁的装置。

发明内容

[0005] 本发明需要解决的技术问题是提供一种能够在设备不停电的条件下实现电流互感器铁芯剩磁消磁装置的控制方法。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:

[0007] 一种电流互感器剩磁消磁装置的控制方法,所述电流互感器剩磁消磁装置包括用来和电流互感器电连接的接入端、模拟量采集模块、中央控制模块、安全控制模块、电源模块以及由外围驱动电路控制的短触点、可调电阻及可调电感,中央控制模块与一个人机交互界面连接;

[0008] 所述控制方法包括自检及设定参数阶段和消磁阶段;

[0009] 在自检及设定参数阶段,按照如下步骤进行:

[0010] 步骤1、中央控制模块首先设定一个程序死循环变量A,并将A的初始值设定为零;

[0011] 步骤2、中央控制模块从外围控制电路读取可调电阻、可调电感和短接触点的状态信息,当可调电阻和可调电感的值为零且短接触点状态为关闭时便发送指令至人机交互界

面提示输入消磁循环次数、饱和电压限值和装置所串接负载阻抗角度；

[0012] 步骤3、中央控制模块检测上述三个参数是否输入完毕,当上述三个参数输入完毕后中央控制模块发送指令至外围驱动电路关闭短接触点,并将可调电阻和可调电感值设定为零,最后中央控制模块向人机交互界面发送指令提示进入下一阶段；

[0013] 拆除电流互感器二次线路端子排上的电流连接片后,在人机交互界面进行确认后即可开始消磁阶段,在消磁阶段按照如下步骤进行：

[0014] 步骤A、中央控制模块首先从人机交互界面读取消磁循环次数、饱和电压限值和负载阻抗角的值；

[0015] 步骤B、中央控制模块将饱和电压限值发送至安全控制模块,安全模块接收到饱和电压限值后向中央控制模块返回确认信息；

[0016] 步骤C、中央控制模块接到确认信息后向外围控制电路发送信息开启短接触点,然后将消磁循环次数初始值设定为0；

[0017] 步骤D、中央控制模块向外围驱动电路发送指令使可调电阻和可调电感按照设定的负载阻抗角度让可调电阻按照0.1欧姆的步进幅度进行线性增长；

[0018] 步骤E、模拟量采集模块收集电流信息并发送至中央控制模块,中央控制模块根据预设算法判断电流互感器是否达到临界饱和状态,当电流互感器达到临界饱和状态后便向外围控制电路发送信息使可调电阻和可调电感按照设定的负载阻抗角度让可调电阻按照0.1欧姆的幅度进行线性减小；

[0019] 步骤F、当可调电阻及可调电感均减小至零后,外围驱动电路向中央控制模块返回信息,中央控制模块将消磁循环次数的值增加1后返回至步骤D继续循环；

[0020] 步骤G、当中央控制模块检测到消磁循环次数的值大于等于预先设定的消磁循环次数时,则延迟10秒向外围驱动电路发送信息关闭短接触点,然后执行中断程序。

[0021] 本发明技术方案的进一步改进在于:自检及设定参数阶段的步骤2中当中央控制模块检测到可调电感及可调电阻的值不为零或短接触点不是关闭状态时,便发送相应指令至外围驱动电路将可调电感或可调电阻的值设为零或将短接触点设为关闭状态,并同时程序死循环变量A的值增加1后继续。

[0022] 本发明技术方案的进一步改进在于:消磁阶段的步骤B中当安全控制模块没有接收到饱和电压限值时,便向中央控制模块发送反馈信息,中央控制模块将程序死循环变量A的值增加1后继续。

[0023] 本发明技术方案的进一步改进在于:当程序死循环变量A的值大于等于100时执行中断程序。

[0024] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述中断程序由中央控制模块同时向外围控制电路和安全控制模块发送关闭短接触点的指令,然后再向人机交互界面发送指令提示中断。

[0025] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述安全控制模块按照下述程序运行,首先从中央控制模块读取饱和电压限值,然后向中央控制模块传递返回信息,随后安全控制模块读取模拟量采集模块的信息并判断电流互感器二次电压是否超过饱和电压限值,当电力互感器的二次电压超过饱和电压限值时便发送指令至外围控制电路关闭短接触点,当电流互感器二次电压未超过饱和电压限值时安全模块不动作;当安全控制模块未接收到中央控

制模块发来的饱和电压限值时首先检测短接触点是否处于关闭状态,否则发送指令关闭短接触点。

[0026] 本发明技术方案的进一步改进在于:消磁阶段的步骤E中所述预设算法包括如下两个判据:

[0027] 判据一:

$$[0028] \quad \Delta i_k = i_{k-N} - i_k$$

$$[0029] \quad \Delta i_k > \Delta I_{zd}$$

[0030] 其中: Δi_k ——电流互感器二次回路电流在k采样时刻($t = kT_s$)的计算值(T_s 为采样间隔,本装置24点采样,故 $T_s = 1\text{ms}$);

[0031] i_k ——电流互感器二次回路电流在k采样时刻的测量电流采样值;

[0032] i_{k-N} ——k采样时刻之前一周期的电流采样值(N是一个工频的采样点数,本装置N=24);

[0033] ΔI_{zd} ——通过程序员设定的固定阈值。根据调试经验,本装置设定为0.025A;

[0034] 判据二:

$$[0035] \quad i_k < \Delta I_{zd1}$$

$$[0036] \quad |i_k - i_{k-1}| < \Delta I_{zd2}$$

$$[0037] \quad |i_k - i_{k+1}| < \Delta I_{zd2}$$

[0038] 其中, i_k ——电流互感器二次回路电流在k采样时刻的测量电流采样值;

[0039] i_{k-1} ——电流互感器二次回路电流在k-1采样时刻的测量电流采样值;

[0040] i_{k+1} ——电流互感器二次回路电流在k+1采样时刻的测量电流采样值;

[0041] ΔI_{zd1} ——判零门槛限值,本装置参考资料及经验设定为2mA;

[0042] ΔI_{zd2} ——判线性转变门槛限值,本装置参考资料及经验设定为5mA;

[0043] 上述两个判据同时满足后即可判定电流互感器已经处于临界饱和状态。

[0044] 由于采用了上述技术方案,本发明取得的技术进步是:

[0045] 本发明实现了不停电条件下电流互感器铁芯中剩磁的自动消磁,将本发明的输出端串接入运行的电流互感器的二次回路后,通过人为对相关参数进行设定,装置根据人为的参数设定,通过内部软件程序及相关算法,自动通过对可调电阻、可调电感进行步进式的增加,从而使电流互感器二次回路的负载阻抗不断增大直至达到临界饱和点,此时,电流互感器的一次电流将全部转化为电流互感器的励磁电流,通过该电流所产生的强大磁通而自发削弱剩磁的作用。而后,又通过对可调电阻、可调电感进行步进减小的调节将二次负载阻抗又减小到正常运行时的负载状态(短路状态),通过重复几个过程,则铁芯剩磁将会大大削弱直至完全消除。另外,本装置还设有安全控制模块和模拟量采集模块,能够检测如果电流互感器二次饱和电压超过人工设定的安全饱和电压限值后,将快速闭合短接触点,使电流互感器恢复至正常运行状态并发告警,从而极大的保证了人身与设备的安全。

[0046] 不同于传统的中央控制模块单一控制驱动输出外围驱动电路的模式,本专利专门设计外围驱动可同时接收中央控制模块与安全控制模块的双驱动的设计思路,采用该设计思路的主旨是保证了中央控制模块单片机主程序出现异常后,安全模块依然可以驱动外围电路,即使中央处理模块异常,安全模块依然可以起到安全监视作用,从而避免了电流互感器二次回路出现开路的风险。其次,特别情况时,中央控制模块除了自身发出保证安全的驱

动命令后,还可以通过安全模块再一次发出命令,从而避免了特殊情况下出现电流互感器二次回路发生开路的风险。

附图说明

- [0047] 图1是本发明中电力互感器剩磁消磁装置的原理框图;
- [0048] 图2是本发明中电力互感器剩磁消磁装置的自检及设定参数阶段的接线图;
- [0049] 图3是本发明中自检及设定参数阶段的流程图;
- [0050] 图4是本发明中消磁阶段的流程图;
- [0051] 图5是本发明中中断程序的流程图;
- [0052] 图6是本发明中安全控制模块的动作流程图。

具体实施方式

[0053] 下面结合实施例对本发明做进一步详细说明:

[0054] 如图1所示,本发明是一种对电流互感器的剩磁进行消磁的装置,能够实现设备不停电的情况下对电流互感器的铁芯进行消磁。本发明主要包括一个模拟量采集模块、一个中央控制模块和外围驱动电路。模拟量采集模块上电连接有接入端,接入端用来和电流互感器及其他相关的负载连接,模拟量采集模块能够实时的采集电路中的电流及电压信息,并将采集到的信息发送至中央控制模块。中央控制模块将接收到的信息经过换算、对比后再向外围驱动电路发送信息,外围驱动电路继而带动其控制的短触点、可调电阻和可调电感发生动作。

[0055] 为了保证整套设备的正常运行,本发明还设置有一个安全控制模块,安全控制模块可以读取模拟量采集模块所采集的信息,然后和中央控制模块中缓存的信息进行对比,进而发现电流互感器中的二次电压是否超过中央控制模块中缓存的饱和电压限值,当电流互感器中的二次电压超过饱和电压限值时安全控制模块会向外围驱动电路发出警报,关闭短触点,避免电路互感器二次回路出现开路风险。

[0056] 不同于传统的中央控制模块单一控制驱动输出外围驱动电路、安全模块仅和中央控制模块进行数据互通的模式,本发明中的外围驱动可同时接收中央控制模块与安全控制模块的双驱动,采用该设计思路的主旨是保证了中央控制模块单片机主程序出现异常后,安全模块依然可以驱动外围电路,对设备的运转起到双重保护作用。

[0057] 为了方便向中央控制模块中输入相关的参数,本发明还包括一个与中央控制模块相连的人机交互界面。在人机交互界面,操作者可以输入饱和电压限值、消磁循环次数以及负载的阻抗角度等信息,并且还可以接收到参数输入不完整、电流互感器二次电压超过饱和电压限值、设备中断等安全提示。

[0058] 本发明还包括一个为中央控制模块、人机交互界面、模拟量采集模块、外围驱动电路提供电源的电源模块。

[0059] 该电流互感器剩磁消磁装置的控制方法为:

[0060] 在开始使用本装置前要将电流互感器二次回路上所接的保护装置、测量装置等装置全部退出运行。

[0061] 本控制方法包括自检及设定参数阶段和消磁阶段;

[0062] 在自检及设定参数阶段,按照如下步骤进行:

[0063] 步骤1、中央控制模块首先设定一个程序死循环变量A,并将A的初始值设定为零;

[0064] 步骤2、中央控制模块从外围控制电路读取可调电阻、可调电感和短接触点的状态信息,当可调电阻和可调电感的值为零且短接触点状态为关闭时便发送指令至人机交互界面提示输入消磁循环次数、饱和电压限值和负载阻抗角度。

[0065] 当中央控制模块检测到可调电感及可调电阻的值不为零或短接触点不是关闭状态时,便发送相应指令至外围驱动电路将可调电感或可调电阻的值设为零或将短接触点设为关闭状态,并同时程序死循环变量A的值增加1后继续。当A的值大于等于100时便执行中断程序,当确定当可调电阻和可调电感的值为零且短接触点状态为关闭时便将A的值复位为0继续进行下一阶段。

[0066] 步骤3、中央控制模块检测上述三个参数是否输入完毕,当上述三个参数输入完毕后中央控制模块发送指令至外围驱动电路关闭短接触点,并将可调电阻和可调电感值设定为零,最后中央控制模块向人机交互界面发送指令提示进入下一阶段;

[0067] 拆除电流互感器二次线路端子排上的电流连接片后在人机交互界面进行确认后即可开始消磁阶段,在消磁阶段按照如下步骤进行:

[0068] 步骤A、中央控制模块首先从人机交互界面读取消磁循环次数、饱和电压限值和负载阻抗角度的值;

[0069] 步骤B、中央控制模块将饱和电压限值发送至安全控制模块,安全模块接收到饱和电压限值后向中央控制模块返回确认信息;当安全控制模块没有接受到饱和电压限值时,便向中央控制模块发送反馈信息,中央控制模块将程序死循环变量A的值增加1后继续,当A的值大于等于100后便执行中断程序。

[0070] 步骤C、中央控制模块接到确认信息后向外围控制电路发送信息开启短接触点,然后将消磁循环次数初始值设定为0;

[0071] 步骤D、中央控制模块向外围驱动电路发送指令使可调电阻和可调电感按照设定的负载阻抗角度让可调电阻按照0.1欧姆的步进幅度进行线性增长;

[0072] 步骤E、模拟量采集模块收集电流信息并发送至中央控制模块,中央控制模块根据预设算法判断电流互感器是否达到临界饱和状态,当电流互感器达到临界饱和状态后便向外围控制电路发送信息使可调电阻和可调电感按照设定的负载阻抗角度让可调电阻按照0.1欧姆的幅度进行线性减小;

[0073] 步骤F、当可调电阻及可调电感均减小至零后,外围驱动电路向中央控制模块返回信息,中央控制模块将消磁循环次数的值增加1后返回至步骤D继续循环;

[0074] 步骤G、当中央控制模块检测到消磁循环次数的值大于等于预先设定的消磁循环此时时延迟10秒向外围驱动电路发送信息关闭短接触点,然后执行中断程序。

[0075] 上述自检及输入参数阶段和消磁阶段所述的中断程序包括:由中央控制模块同时向外围控制电路和安全控制模块发送关闭短接触点的指令,然后再向人机交互界面发送指令提示中断命令。

[0076] 本控制方法中的安全控制模块按照下述步骤进行动作:首先从中央控制模块读取饱和电压限值,然后向中央控制模块传递返回信息,随后安全控制模块读取模拟量采集模块的信息并判断电流互感器二次电压是否超过饱和电压限值,当电力互感器的二次电压超

过饱和电压限值时便发送指令至外围控制电路关闭短接触点,当电流互感器二次电压未超过饱和电压限值时安全模块不动作;当安全控制模块未接收到中央控制模块发来的饱和电压限值时首先检测短接触点是否处于关闭状态,否则发送指令关闭短接触点。

[0077] 消磁阶段的步骤E中所述预设算法包含如下两个判据:

[0078] 判据一:

[0079] 正常情况时,TA未达到饱和,其一、二次电流运行于线性区域,而达到临界饱和时,其二次电流会瞬间减小为零。因此通过比较一个周波之前和本周波同时刻的电流差值比较即可判断其是否达到临界饱和状态。

[0080] $\Delta i_k = i_{k-N} - i_k$

[0081] $\Delta i_k > \Delta I_{zd}$

[0082] 其中: Δi_k ——电流互感器二次回路电流在k采样时刻($t = kT_s$)的计算值(T_s 为采样间隔,本装置24点采样,故 $T_s = 1ms$);

[0083] i_k ——电流互感器二次回路电流在k采样时刻的测量电流采样值;

[0084] i_{k-N} ——k采样时刻之前一周期的电流采样值(N是一个工频的采样点数,本装置 $N = 24$);

[0085] ΔI_{zd} ——通过程序员设定的固定阈值。根据调试经验,本装置设定为0.025A;

[0086] 分析如下:

[0087] TA未饱和期间, Δi_k 的计算值几乎为0。而在达到临界饱和时, Δi_k 的计算值不再为0, Δi_k 的计算值满足式 $\Delta i_k > \Delta I_{zd}$ 即满足了第一个判据条件。

[0088] 判据二:

[0089] 在TA饱和期间,其一次电流全部转化为励磁电流,但当一次电流过零点时,因其电流值很小,故在此时刻的一段时间间隔内铁芯是未达到饱和状态的,其二次电流还有一个线性转变过程。考虑到剩磁的影响及参照有关科学资料、调试经验,该过零的线性转变过程在过零点的正负两个半波不会大于 30° 的电气角度,时间为1.67ms。即不超过一个采样间隔,即过零点时刻的前后两个采样点。

[0090] $i_k < \Delta I_{zd1}$

[0091] $|i_k - i_{k-1}| < \Delta I_{zd2}$

[0092] $|i_k - i_{k+1}| < \Delta I_{zd2}$

[0093] 其中, i_k ——电流互感器二次回路电流在k采样时刻的测量电流采样值;

[0094] i_{k-1} ——电流互感器二次回路电流在k-1采样时刻的测量电流采样值;

[0095] i_{k+1} ——电流互感器二次回路电流在k+1采样时刻的测量电流采样值;

[0096] ΔI_{zd1} ——判零阈值,本装置参考资料及经验设定为2mA;

[0097] ΔI_{zd2} ——判线性转变阈值,本装置参考资料及经验设定为5mA;

[0098] 上述两个判据同时满足后即可判定电流互感器已经处于临界饱和状态。

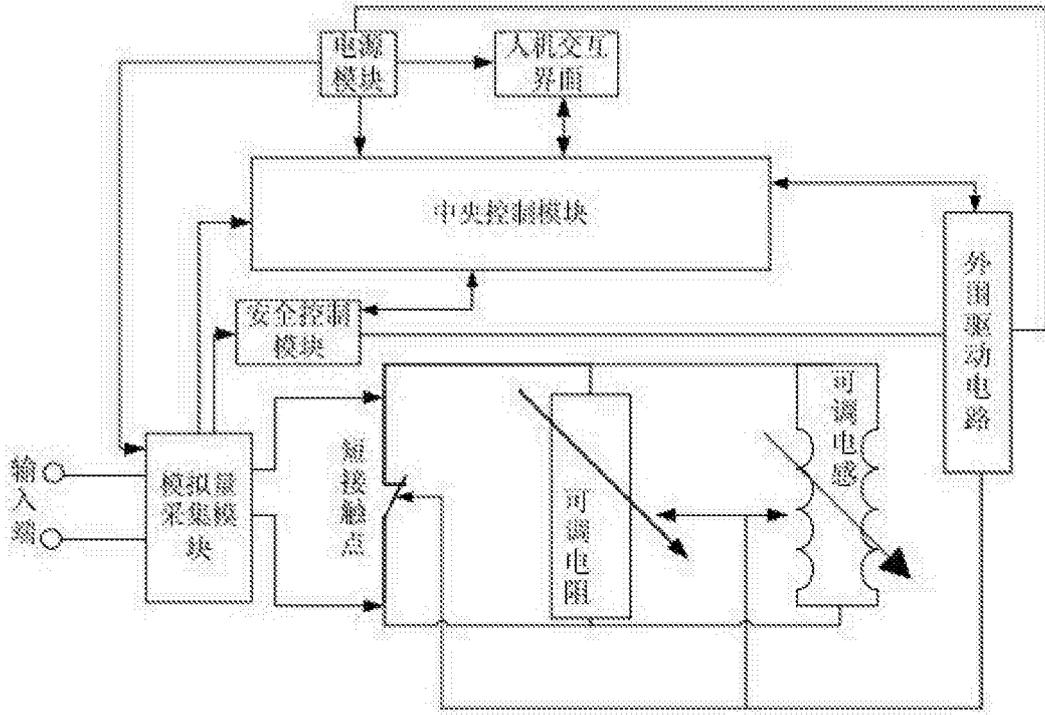


图1

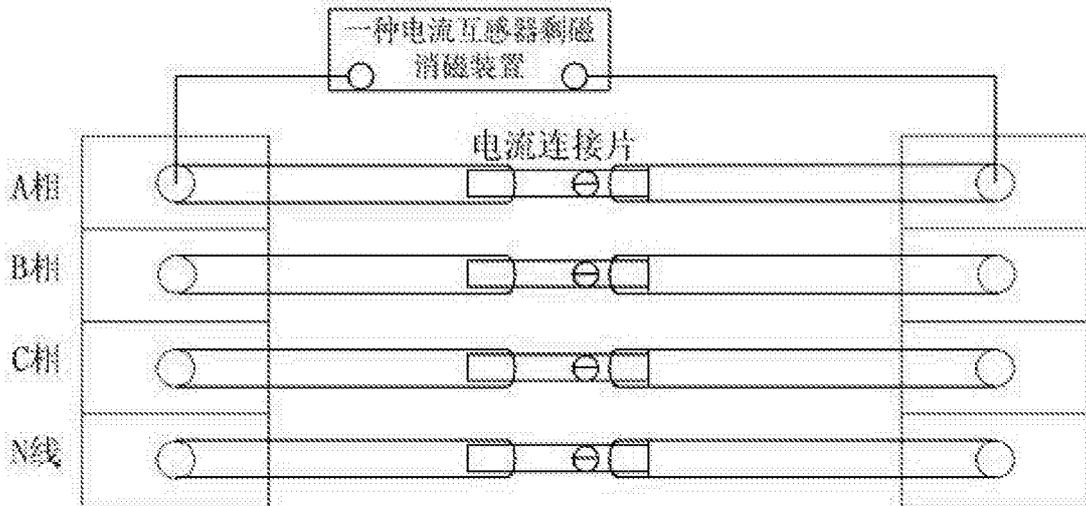


图2

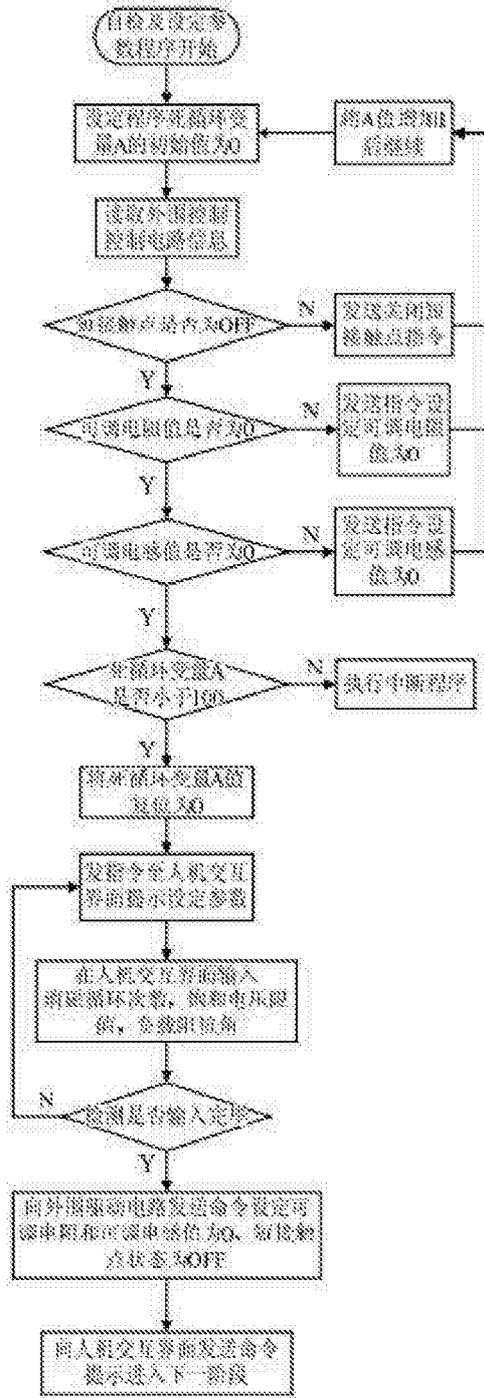


图3

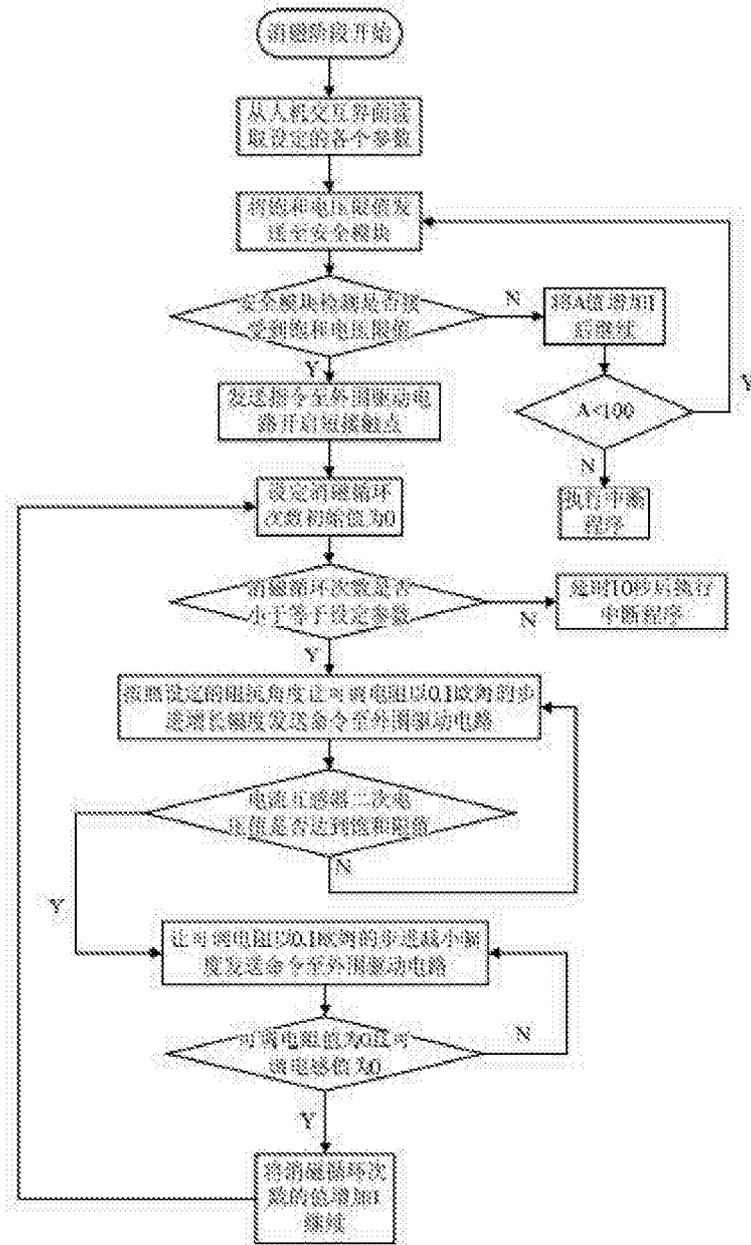


图4

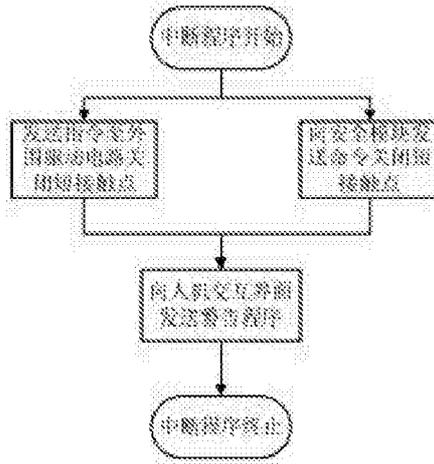


图5

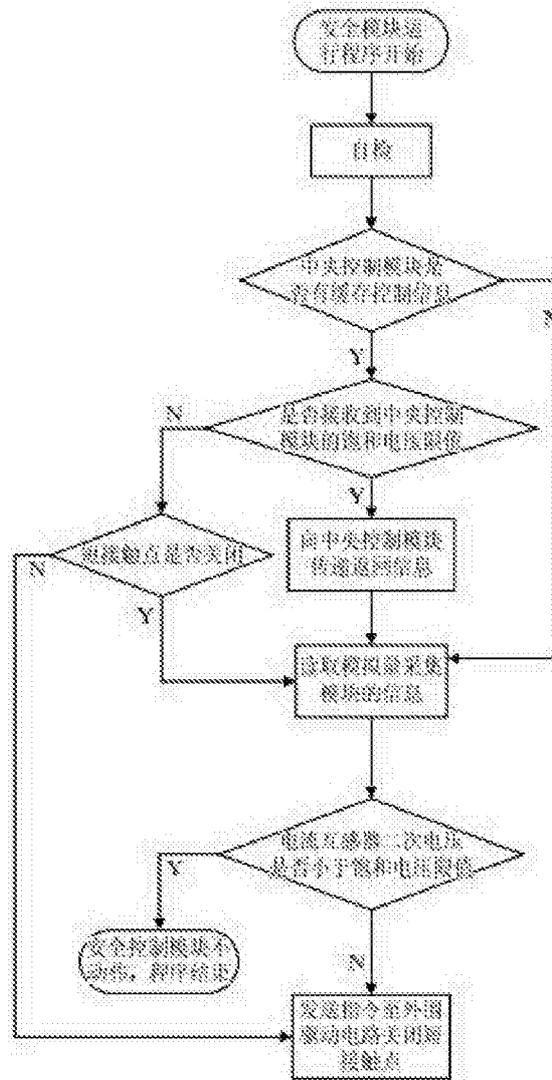


图6