



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109946552 B

(45) 授权公告日 2021.08.03

(21) 申请号 201711394473.4

G01R 35/04 (2006.01)

(22) 申请日 2017.12.21

审查员 樊维维

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109946552 A

(43) 申请公布日 2019.06.28

(73) 专利权人 成都长城开发科技有限公司

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)

合作路1218号

(72) 发明人 易阳威 潘桃莉

(74) 专利代理机构 深圳市隆天联鼎知识产权代

理有限公司 44232

代理人 周惠来

(51) Int. Cl.

G01R 31/52 (2020.01)

G01R 22/06 (2006.01)

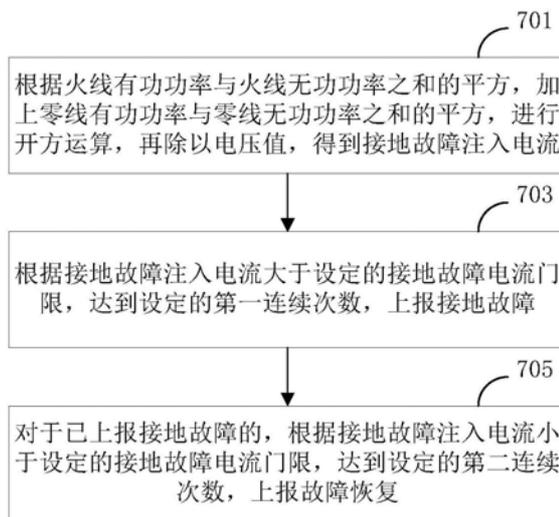
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

单相电表及其接地故障检测方法

(57) 摘要

一种单相电表及其接地故障检测方法,根据火线有功功率与火线无功功率之和的平方,加上零线有功功率与零线无功功率之和的平方,进行开方运算,再除以电压值,得到接地故障注入电流;根据接地故障注入电流大于设定的接地故障电流门限,达到设定的第一连续次数,上报接地故障;对于已上报接地故障的,根据接地故障注入电流小于设定的接地故障电流门限,达到设定的第二连续次数,上报接地故障恢复。本发明从软件方面进行改进,能够简化算法计算过程,降低误差引入。



1. 一种单相电表接地故障检测方法,其特征在于,包括:

根据火线有功功率与火线无功功率之和的平方,加上零线有功功率与零线无功功率之和的平方,进行开方运算,再除以电压,得到接地故障注入电流,其中,所述火线有功功率和所述火线无功功率均由火线电流、所述电压、所述火线电流与所述电压之间的相位差计算得出,所述零线有功功率和所述零线无功功率均由零线电流、所述电压、所述零线电流与所述电压之间的相位差计算得出;

根据接地故障注入电流大于设定的接地故障电流门限,达到设定的第一连续次数,上报接地故障;

对于已上报接地故障的,根据接地故障注入电流小于设定的接地故障电流门限,达到设定的第二连续次数,上报接地故障恢复。

2. 根据权利要求1所述的单相电表接地故障检测方法,其特征在于,采用计量芯片单元从火线电流、零线电流和电压三个输入值得到火线有功功率、无功功率,零线的有功功率、无功功率,以及电压五个量值。

3. 根据权利要求2所述的单相电表接地故障检测方法,其特征在于,采用分流电阻测得火线电流。

4. 根据权利要求2所述的单相电表接地故障检测方法,其特征在于,采用互感器测得零线电流。

5. 根据权利要求2所述的单相电表接地故障检测方法,其特征在于,采用分压电阻测得电压。

6. 根据权利要求2所述的单相电表接地故障检测方法,其特征在于,采用与计量芯片单元相连的微处理器实现接地故障注入电流的计算,并由该微处理器做出上报接地故障的判断以及上报接地故障恢复的判断。

7. 一种单相电表,包括计量芯片单元和与该计量芯片单元相连的微处理器;其特征在于,该微处理器上运行的软件包括:接地故障注入电流计算程序模块,用以根据火线有功功率与火线无功功率之和的平方,加上零线有功功率与零线无功功率之和的平方,进行开方运算,再除以电压,得到接地故障注入电流,其中,所述火线有功功率和所述火线无功功率均由火线电流、所述电压、所述火线电流与所述电压之间的相位差计算得出,所述零线有功功率和所述零线无功功率均由零线电流、所述电压、所述零线电流与所述电压之间的相位差计算得出;以及故障平滑上报判决程序模块,用以根据接地故障注入电流大于设定的接地故障电流门限,达到设定的第一连续次数,上报接地故障,并且对于已上报接地故障的,根据接地故障注入电流小于设定的接地故障电流门限,达到设定的第二连续次数,上报接地故障恢复。

8. 根据权利要求7所述的单相电表,其特征在于,该接地故障注入电流计算程序模块包括参数值获取单元,用以获取火线有功功率、火线无功功率、零线有功功率、零线无功功率以及电压五个量值;和电流计算单元,用以根据火线有功功率、火线无功功率、零线有功功率、零线无功功率以及电压计算出接地故障注入电流。

9. 根据权利要求8所述的单相电表,其特征在于,该微处理器在空闲任务中分时获取火线有功功率、火线无功功率、零线有功功率、零线无功功率以及电压五个量值。

10. 根据权利要求8所述的单相电表接地故障检测方法,其特征在于,该微处理器采用

双精度数据类型进行接地故障注入电流的计算。

单相电表及其接地故障检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及单相电表,尤其涉及单相电表的接地故障检测。

背景技术

[0002] 单相电表,除非特别说明,仅指计量火线和零线的电流、电压、功率的电表。目前的单相电表的接地故障检测一般采用标量运算方法,直接进行火线、零线电流值的标量值计算,求得的差值即是接地故障注入电流大小。这种的标量计算方法无法计算出所有注入场景的注入电流,参见图1至图6,列举出了不同注入情况下的合向电流结果。可见,当注入电流与基准电流反向,且注入电流大小为基准电流的两倍时(即图4所示),或者,当注入电流与基准电流方向有夹角,并且合向电流正好与基准电流大小相等时(即图6所示),标量计算方法无法检测出接地故障。换言之,标量计算方法仅适用于接地故障注入电流的矢量方向与电流方向同向(即图2所示),或者,反向并且注入电流大小不等于基准电流的两倍(即图3所示),或者,存在夹角并且合向电流大小不等于基准电流(即图5所示)。

[0003] 为了适应实际场景的需求,需要采用矢量方法进行接地故障注入电流检测。例如:外接电流互感器,将火线和零线电流零件求和,再进行该和值检测,该和值即为接地故障注入电流,这种方法需要外接电流互感器,导致成本的增加。又例如:通过火线电流、零线电流、电压,以及三者之间的夹角关系,运用三角函数公式,计算接地故障注入电流,这种方法需要增加器件成本,使用本身支持角度获取功能的高端计量芯片,或者,增加代码复杂度,通过对功率因子进行反三角函数计算得出相关角度,这又会增加由算法本身引起的固有误差。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题在于克服上述现有技术所存在的不足,而提出一种单相电表及其接地故障检测方法,从软件方面进行改进,能够简化算法计算过程,降低误差引入。

[0005] 本发明针对上述技术问题提出一种单相电表的接地故障检测方法,根据火线有功功率与火线无功功率之和的平方,加上零线有功功率与零线无功功率之和的平方,进行开方运算,再除以电压值,得到接地故障注入电流;根据接地故障注入电流大于设定的接地故障电流门限,达到设定的第一连续次数,上报接地故障;对于已上报接地故障的,根据接地故障注入电流小于设定的接地故障电流门限,达到设定的第二连续次数,上报接地故障恢复。

[0006] 本发明针对上述技术问题还提出一种单相电表,包括计量芯片单元和与该计量芯片单元相连的微处理器;其中,该微处理器上运行的软件包括:接地故障注入电流计算程序模块,用以根据火线有功功率与火线无功功率之和的平方,加上零线有功功率与零线无功功率之和的平方,进行开方运算,再除以电压值,得到接地故障注入电流;以及故障平滑上报判决程序模块,用以根据接地故障注入电流大于设定的接地故障电流门限,达到设定的

第一连续次数,上报接地故障,并且对于已上报接地故障的,根据接地故障注入电流小于设定的接地故障电流门限,达到设定的第二连续次数,上报接地故障恢复。

[0007] 与现有技术相比,本发明的单相电表及其接地故障检测方法,通过巧妙地用火线有功功率、火线无功功率、零线有功功率、零线无功功率以及电压五个量值计算出接地故障注入电流,从软件方面进行改进,能够简化算法计算过程,降低误差引入。

附图说明

[0008] 图1是单相电表在无接地故障注入时的合向电流示意。

[0009] 图2是单相电表在接地故障注入与基准电流同向时的合向电流示意。

[0010] 图3是单相电表在接地故障注入与基准电流反向,并且大小不等于基准电流的两倍时的合向电流示意。

[0011] 图4是单相电表在接地故障注入与基准电流反向,并且大小等于基准电流的两倍时的合向电流示意。

[0012] 图5是单相电表在接地故障注入与基准电流成任意角度,并且合向电流大小不等于基准电流时的合向电流示意。

[0013] 图6是单相电表在接地故障注入与基准电流成任意角度,并且合向电流大小不等于基准电流时的合向电流示意。

[0014] 图7是本发明的单相电表的接地故障检测方法的流程示意。

[0015] 图8是本发明的电流矢量分解示意。

[0016] 图9是本发明的单相电表的计量采样电路的电原理示意。

[0017] 图10是本发明的单相电表微处理器的流程示意。

[0018] 其中,附图标记说明如下:101计量芯片单元102火线电流采样单元103零线电流采样单元104电压采样单元。

具体实施方式

[0019] 以下结合本说明书的附图,对本发明的较佳实施例予以进一步地详尽阐述。

[0020] 参见图7,图7是本发明的单相电表的接地故障检测方法的流程示意。本发明提出一种单相电表的接地故障检测方法,其大致包括以下步骤:

[0021] 701、根据火线有功功率与火线无功功率之和的平方,加上零线有功功率与零线无功功率之和的平方,进行开方运算,再除以电压值,得到接地故障注入电流。

[0022] 703、根据接地故障注入电流大于设定的接地故障电流门限,达到设定的第一连续次数,上报接地故障。

[0023] 705、对于已上报接地故障的,根据接地故障注入电流小于设定的接地故障电流门限,达到设定的第二连续次数,上报故障恢复。

[0024] 其中,设定的接地故障电流门限、设定的第一连续次数以及设定的第二连续次数均采用外部可配置方式,方便实用。举例而言,接地故障电流门限*iThreshold*是500mA,设定的第一连续次数*TThreshold1*是5,设定的第二连续次数*TThreshold2*是2,这些值只是默认参考值,代码中处理为全局变量,可以通过工具,使用d1ms协议进行动态修改配置,修改后的值,存入eeprom存储器,掉电后依然有效,方便客户根据当地现场环境灵活变动。

[0025] 本发明采用单相电表的火线有功功率 (p_b)、无功功率 (q_b)，零线的有功功率 (p_n)、无功功率 (q_n)，以及电压 (u) 这五个RMS (均方根) 量值,通过公式 (1), 计算出接地故障的注入电流 i_{ef} 的大小。

$$[0026] \quad |i_{ef}| = \frac{\sqrt{(p_b + p_n)^2 + (q_b + q_n)^2}}{u} \quad \text{公式(1)}$$

[0027] 参见图8,图8是本发明的电流矢量分解示意。其中,横轴为电压方向,纵轴为垂直电压方向, i_b 为火线电流, i_n 为零线电流, i_{ef} 为接地注入电流, (x_{ib}, y_{ib}) 为火线电流在电压方向和垂直电压方向的投影, (x_{in}, y_{in}) 为零线电流在电压方向和垂直电压方向的投影。

[0028] 根据矢量运算规则,接地注入电流 i_{ef} 是火线电流 i_b 和零线电流 i_n 的矢量和,如公式 (2) 所示。

$$[0029] \quad i_{ef} = i_b + i_n \quad \text{公式(2)}$$

[0030] 用坐标表示法表示公式 (2), 即可得到公式 (3)。

$$[0031] \quad i_{ef}((x_{ib} + x_{in}), (y_{ib} + y_{in})) = i_b(x_{ib}, y_{ib}) + i_n(x_{in}, y_{in}) \quad \text{公式(3)}$$

[0032] 则接地注入电流 i_{ef} 的矢量大小可以通过公式 (4) 计算。

$$[0033] \quad |i_{ef}| = \sqrt{(x_{ib} + x_{in})^2 + (y_{ib} + y_{in})^2} \quad \text{公式(4)}$$

[0034] 根据电流电压功率之间的相互关系,有公式 (5)、(6)、(7)、(8) 成立。

$$[0035] \quad x_{ib} = p_b / u \quad \text{公式(5)}$$

$$[0036] \quad x_{in} = p_n / u \quad \text{公式(6)}$$

$$[0037] \quad y_{ib} = q_b / u \quad \text{公式(7)}$$

$$[0038] \quad y_{in} = q_n / u \quad \text{公式(8)}$$

[0039] 将公式 (5)、(6)、(7)、(8) 的算式代入公式 (4), 即可得到公式 (1)。

[0040] 参见图9,图9是本发明的单相电表的计量采样电路的电原理示意。该计量采样电路包括: 计量芯片单元101, 火线电流采样单元102, 零线电流采样单元103和电压采样单元104。

[0041] 火线电流采样单元102采用分流电阻测得火线电流,其提供的火线电流采样值由端口I1N+和I1N- 传送给计量芯片单元101。零线电流采样单元103采用互感器测得零线电流,其提供的零线电流采样值由端口I2N+、I2N- 传送给计量芯片单元101。电压采样单元104采用分压电阻测得电压,其提供的电压采样值由端口VI+、VI- 传送给计量芯片单元101; 计量芯片单元101通过以上三个输入,可以计算出算法所需要的五个量值: 火线有功功率 (p_b)、无功功率 (q_b), 零线的有功功率 (p_n)、无功功率 (q_n) 以及电压 (u)。单相电表中的微处理器(图未示)进而可以通过从计量芯片单元101获取这五个RMS量值,由公式 (1) 计算出接地故障注入电流 i_{ef} 的大小。

[0042] 值得一提的是,为减小驱动压力和代码运行压力,本发明采用在空闲任务中分时获取这五个RMS量值的转换,只需要在单次运算前,确保各参数值(即这五个RMS量值)获取完备;另外,为保证精度,数据类型在与计量芯片单元101相连接的微处理器资源允许范围内,采用double(双精度)数据类型。

[0043] 参见图10,图10是本发明的单相电表中微处理器的流程示意。单相电表中微处理

器运行的软件,包括:接地故障注入电流计算程序模块110和故障平滑上报判决程序模块120。接地故障注入电流计算程序模块110包括参数值获取单元111和电流计算单元112。

[0044] 故障平滑上报判决程序模块120包括:执行判断接地故障注入电流 i_{ef} 是否大于接地故障电流门限 $iThreshold$ 的单元121;是的话,执行对连续的次数 $Fcnt$ 累加的单元122;接下来,进一步执行判断连续的次数 $Fcnt$ 是否大于设定的上报故障平滑次数 $TThreshold1$ 的单元123;是的话,执行上报接地故障的单元124。

[0045] 在已上报接地故障情况下,并且单元121的判断为否的话,执行对连续的次数 $Rcnt$ 累加的单元125;接下来,进一步执行判断连续的次数 $Rcnt$ 是否大于设定的恢复故障平滑次数 $TThreshold2$ 的单元126;是的话,执行上报接地故障恢复的单元127。

[0046] 与现有技术相比,本发明的单相电表及其接地故障检测方法的有益效果包括:能够适用于各种单相电表;由于仅需要上述五个RMS量值,对读取数据相关驱动和外部适配电路的压力很小,非常适合嵌入式软件实现;可以大大减少电表设备的投入,降低外部电路方面的费用;由于算法本身不存在固有误差,可以达到很高的计算精度,例如:1%以下。

[0047] 上述内容仅为本发明的较佳实施例,并非用于限制本发明的实施方案,本领域普通技术人员根据本发明的主要构思和精神,可以十分方便地进行相应的变通或修改,故本发明的保护范围应以权利要求书所要求的保护范围为准。

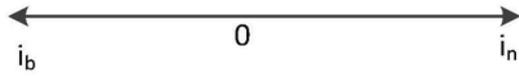


图1

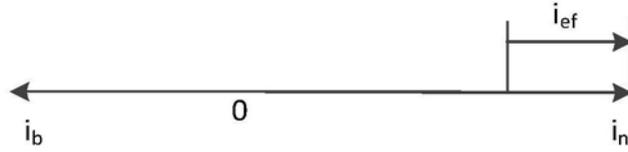


图2

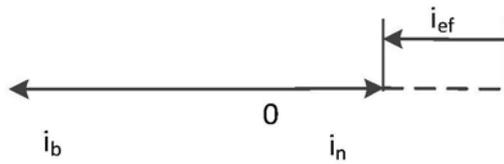


图3

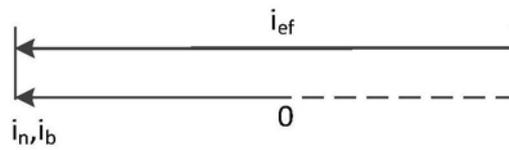


图4

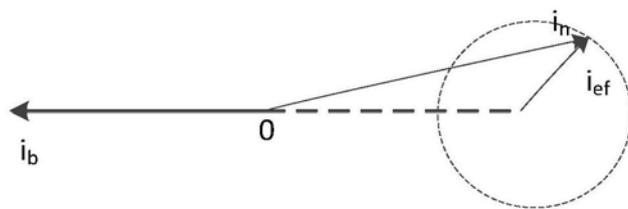


图5

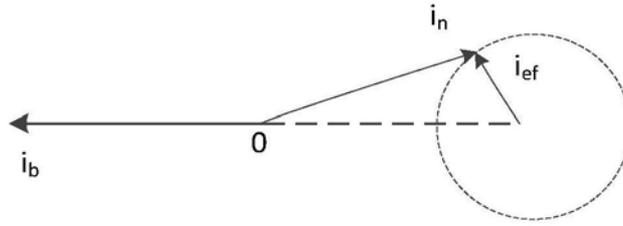


图6

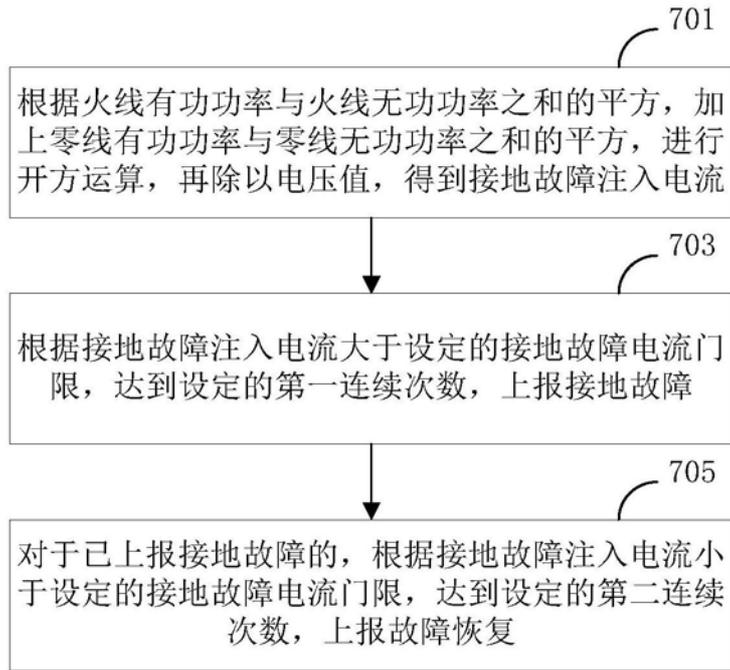


图7

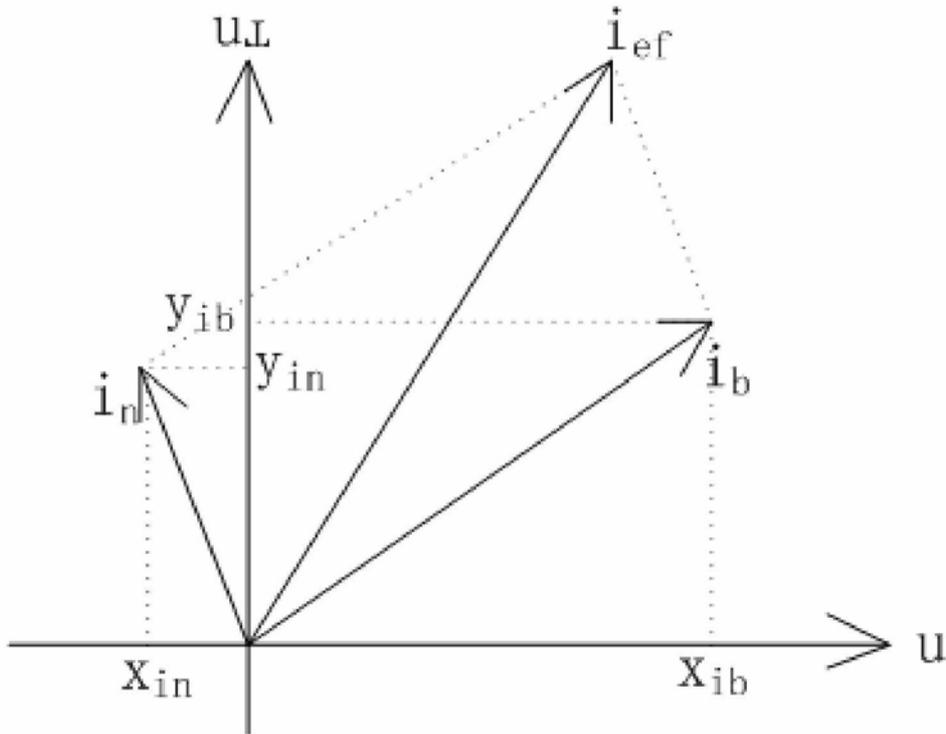


图8

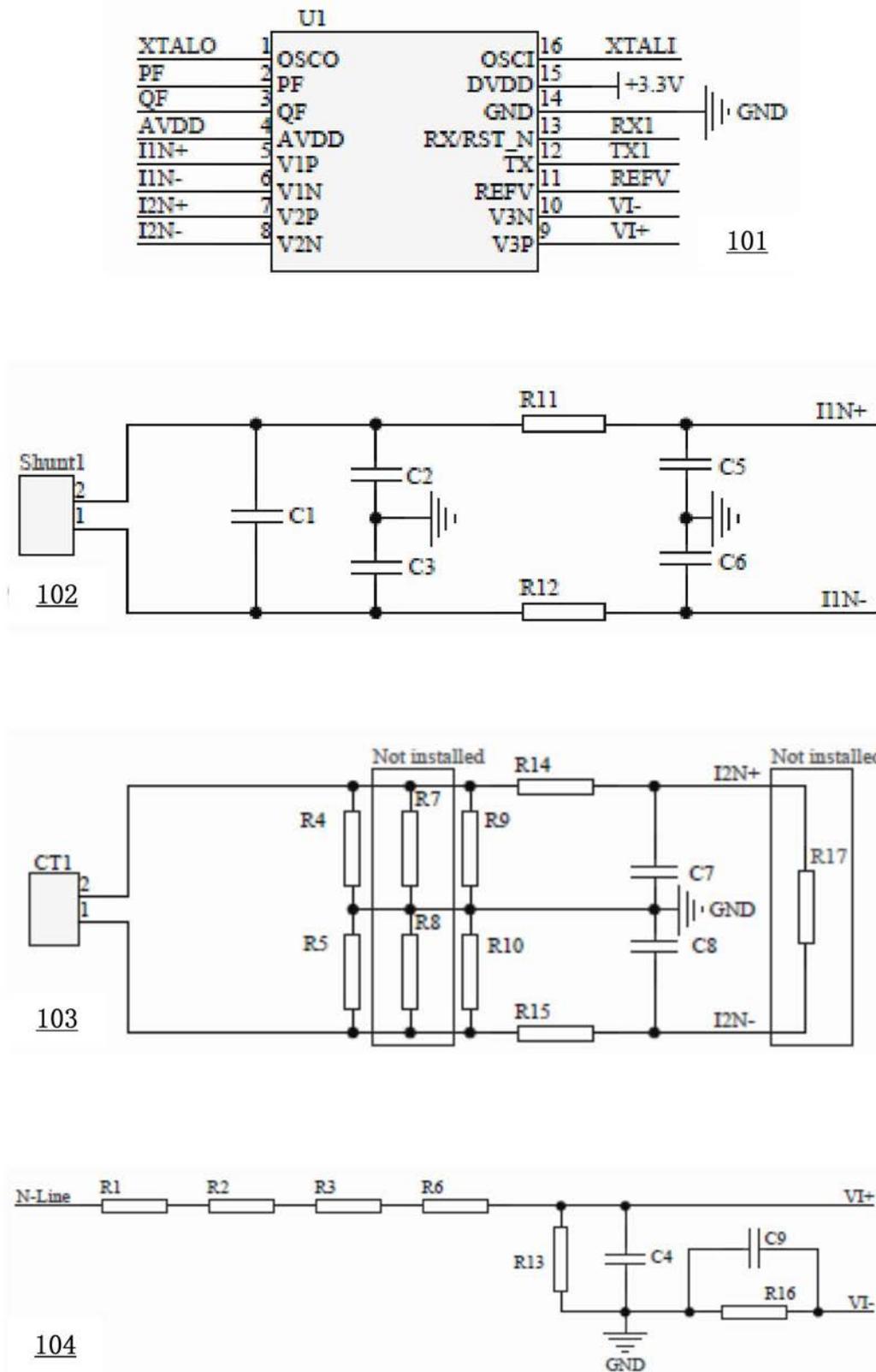


图9

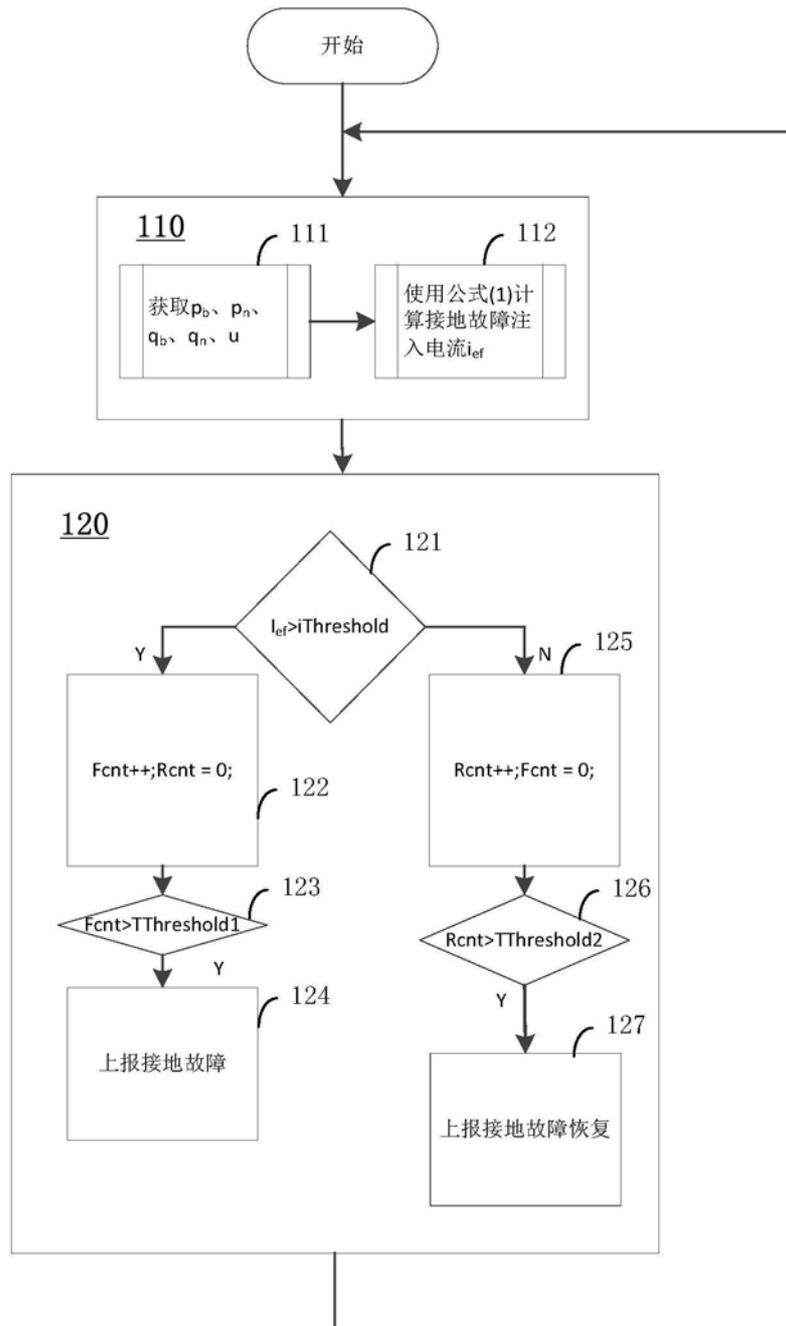


图10