



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107728005 B

(45)授权公告日 2020.06.16

(21)申请号 201710997114.1

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.10.20

G01R 31/08(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

(56)对比文件

申请公布号 CN 107728005 A

CN 101908404 A,2010.12.08,

CN 106468730 A,2017.03.01,

(43)申请公布日 2018.02.23

CN 2309001 Y,1999.02.24,

(73)专利权人 许继电气股份有限公司

WO 2013045800 A1,2013.04.04,

地址 461000 河南省许昌市许继大道1298号

滕予非等.特高压直流输电工程直流分压器动态特性及其引起的误闭锁机理研究.《电网技术》.2006,(第9期),第2646-2653页.

专利权人 许继集团有限公司

审查员 刘彦庭

国家电网公司

(72)发明人 戴国安 王胜 吴东崛 王柏恒

(74)专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限公司 41119

代理人 陈浩

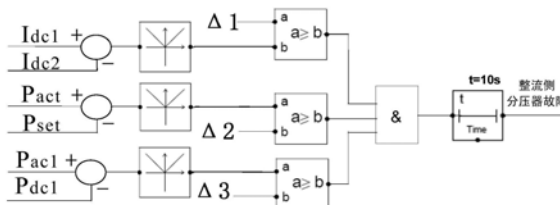
权利要求书3页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种高压直流分压器的故障识别方法及装置

(57)摘要

本发明涉及一种高压直流分压器的故障识别方法及装置,该识别方法包括:获取换流站中整流站/逆变站的交流侧有功功率和直流侧有功功率、整流站和逆变站的直流电流以及换流站单极实际功率;判断是否满足下面的判别条件,所述判别条件为:整流站/逆变站的交流侧有功功率和直流侧有功功率之间的差值、整流站和逆变站的直流电流之间的差值以及换流站单极实际功率大小均满足设定条件;若满足判别条件,则判定换流站中整流站/逆变站的直流分压器故障。本发明可以自动判别出直流分压器的位置,快速定位故障分压器,便于运维人员进行故障维修。



1. 一种高压直流分压器的故障识别方法,其特征在于,步骤如下:

获取换流站中整流站/逆变站的交流侧有功功率和直流侧有功功率、整流站和逆变站的直流电流以及换流站单极实际功率;

判断是否满足下面的判别条件,所述判别条件为:

整流站/逆变站的交流侧有功功率和直流侧有功功率之间的差值在第一设定范围内、整流站和逆变站的直流电流之间的差值在第二设定范围内以及换流站单极实际功率大小与单极参考功率之间的差值在第三设定范围内;

若满足判别条件,则判定换流站中整流站/逆变站的直流分压器故障。

2. 根据权利要求1所述的高压直流分压器的故障识别方法,其特征在于,所述判别条件的表达式为:

$$\begin{cases} |I_{dc1} - I_{dc2}| < \Delta 1 \\ |P_{act} - P_{ref}| > \Delta 2 \\ |P_{ac} - P_{dc}| > \Delta 3 \end{cases}$$

其中, I_{dc1} 、 I_{dc2} 分别为整流站和逆变站的直流电流, P_{act} 为换流站的单极实际功率, P_{ac} 为整流站/逆变站的交流侧有功功率, P_{dc} 为整流站/逆变站的直流侧有功功率, P_{ref} 为换流站的单极参考功率, $\Delta 1$ 为整流站和逆变站之间的直流电流固有测量误差, $\Delta 2$ 为换流站实际输送功率与功率参考值的差值, $\Delta 3$ 为整流站/逆变站的交直流功率测量固有误差。

3. 根据权利要求1或2所述的高压直流分压器的故障识别方法,其特征在于,获取换流站中整流站/逆变站的交流侧有功功率的步骤如下:

对换流站中整流站/逆变站的三相交流电压和电流进行 α/β 变换,得到 α 电压分量 V_α 和电流分量 I_α 以及 β 电压分量 V_β 和电流分量 I_β ;变换公式为:

$$\begin{pmatrix} V_\alpha \\ V_\beta \\ V_0 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & -\frac{1}{3} & -\frac{1}{3} \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{3}} & -\frac{1}{\sqrt{3}} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} U_a \\ U_b \\ U_c \end{pmatrix}$$

其中, U_a 、 U_b 和 U_c 分别为三相交流电压, V_0 为零序电压;

$$\begin{pmatrix} I_\alpha \\ I_\beta \\ I_0 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & -\frac{1}{3} & -\frac{1}{3} \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{3}} & -\frac{1}{\sqrt{3}} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{pmatrix}$$

其中, I_a 、 I_b 和 I_c 分别为三相交流电流, I_0 为零序电流;

对 α 电压分量 V_α 和电流分量 I_α 以及 β 电压分量 V_β 和电流分量 I_β 进行正序滤波得到对应的 α 基波正序分量 $V_{\alpha 1}$ 和 $I_{\alpha 1}$ 以及 β 基波正序分量 $V_{\beta 1}$ 和 $I_{\beta 1}$;

整流站/逆变站的交流侧有功功率为 α 基波正序分量 $V_{\alpha 1}$ 和 $I_{\alpha 1}$ 的乘积与 β 基波正序分量 $V_{\beta 1}$ 和 $I_{\beta 1}$ 的乘积之和。

4. 根据权利要求2所述的高压直流分压器的故障识别方法,其特征在于, $\Delta 1$ 的取值范围为0.5%-0.8%, $\Delta 2$ 的取值范围为3-5MW, $\Delta 3$ 的取值范围为0.8%-2.0%。

5. 一种高压直流分压器的故障识别装置,其特征在于,包括处理器和存储器,所述处理器用于处理存储在存储器中的指令以实现如下方法:

获取换流站中整流站/逆变站的交流侧有功功率和直流侧有功功率、整流站和逆变站的直流电流以及换流站单极实际功率;

判断是否满足下面的判别条件,所述判别条件为:

整流站/逆变站的交流侧有功功率和直流侧有功功率之间的差值在第一设定范围内、整流站和逆变站的直流电流之间的差值在第二设定范围内以及换流站单极实际功率大小与单极参考功率之间的差值在第三设定范围内;

若满足判别条件,则判定换流站中整流站/逆变站的直流分压器故障。

6. 根据权利要求5所述的高压直流分压器的故障识别装置,其特征在于,所述判别条件的表达式为:

$$\begin{cases} |I_{dc1} - I_{dc2}| < \Delta 1 \\ |P_{act} - P_{ref}| > \Delta 2 \\ |P_{ac} - P_{dc}| > \Delta 3 \end{cases}$$

其中, I_{dc1} 、 I_{dc2} 分别为整流站和逆变站的直流电流, P_{act} 为换流站的单极实际功率, P_{ac} 为整流站/逆变站的交流侧有功功率, P_{dc} 为整流站/逆变站的直流侧有功功率, P_{ref} 为换流站的单极参考功率, $\Delta 1$ 为整流站和逆变站之间的直流电流固有测量误差, $\Delta 2$ 为换流站实际输送功率与功率参考值的差值, $\Delta 3$ 为整流站/逆变站的交直流功率测量固有误差。

7. 根据权利要求5或6所述的高压直流分压器的故障识别装置,其特征在于,所述处理器用于处理存储在存储器中的指令以获取换流站中整流站/逆变站的交流侧有功功率的步骤如下:

对换流站中整流站/逆变站的三相交流电压和电流进行 α/β 变换,得到 α 电压分量 V_α 和电流分量 I_α 以及 β 电压分量 V_β 和电流分量 I_β ;变换公式为:

$$\begin{pmatrix} V_\alpha \\ V_\beta \\ V_0 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & -\frac{1}{3} & -\frac{1}{3} \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{3}} & -\frac{1}{\sqrt{3}} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} U_a \\ U_b \\ U_c \end{pmatrix}$$

其中, U_a 、 U_b 和 U_c 分别为三相交流电压, V_0 为零序电压;

$$\begin{pmatrix} I_\alpha \\ I_\beta \\ I_0 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & -\frac{1}{3} & -\frac{1}{3} \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{3}} & -\frac{1}{\sqrt{3}} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{pmatrix}$$

其中, I_a 、 I_b 和 I_c 分别为三相交流电流, I_0 为零序电流;

对 α 电压分量 V_α 和电流分量 I_α 以及 β 电压分量 V_β 和电流分量 I_β 进行正序滤波得到对应的 α 基波正序分量 $V_{\alpha 1}$ 和 $I_{\alpha 1}$ 以及 β 基波正序分量 $V_{\beta 1}$ 和 $I_{\beta 1}$;

整流站/逆变站的交流侧有功功率为 α 基波正序分量 $V_{\alpha 1}$ 和 $I_{\alpha 1}$ 的乘积与 β 基波正序分量 $V_{\beta 1}$ 和 $I_{\beta 1}$ 的乘积之和。

8. 根据权利要求6所述的高压直流分压器的故障识别装置,其特征在于, $\Delta 1$ 的取值范围为0.5%-0.8%, $\Delta 2$ 的取值范围为3-5MW, $\Delta 3$ 的取值范围为0.8%-2.0%。

一种高压直流分压器的故障识别方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高压直流分压器的故障识别方法及装置,属于高压直流输电故障识别技术领域。

背景技术

[0002] 高压直流和特高压直流高压侧分压器分别配置在整流站和逆变站,特别是在特高压直流工程中,分压器故障次数越来越多。当整流站直流电压 U_{dL} 低于运行人员下发指令值时,可能是整流站分压器测量值偏低或逆变站分压器测量值偏高导致;同理,当整流站直流电压 U_{dL} 高于运行人员下发指令值时,可能是整流站分压器测量值偏高或逆变站分压器测量值偏低导致,运维人员很难通过两站直流电压测量值判断故障发生在整流站还是逆变站。因此,准确快速地识别出故障分压器的位置,对运维人员进行故障维修显得十分必要。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种高压直流分压器的故障识别方法及装置,用于解决不能够自动识别出故障分压器的问题。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种高压直流分压器的故障识别方法,步骤如下:

[0005] 获取换流站中整流站/逆变站的交流侧有功功率和直流侧有功功率、整流站和逆变站的直流电流以及换流站单极实际功率;

[0006] 判断是否满足下面的判别条件,所述判别条件为:

[0007] 整流站/逆变站的交流侧有功功率和直流侧有功功率之间的差值在第一设定范围内、整流站和逆变站的直流电流之间的差值在第二设定范围内以及换流站单极实际功率大小与单极参考功率之间的差值在第三设定范围内;

[0008] 若满足判别条件,则判定换流站中整流站/逆变站的直流分压器故障。

[0009] 进一步的,所述判别条件的表达式为:

$$[0010] \quad \begin{cases} |I_{dc1} - I_{dc2}| < \Delta 1 \\ |P_{act} - P_{ref}| > \Delta 2 \\ |P_{ac} - P_{dc}| > \Delta 3 \end{cases}$$

[0011] 其中, I_{dc1} 、 I_{dc2} 分别为整流站和逆变站的直流电流, P_{act} 为换流站的单极实际功率, P_{ac} 为整流站/逆变站的交流侧有功功率, P_{dc} 为整流站/逆变站的直流侧有功功率, P_{ref} 为换流站的单极参考功率, $\Delta 1$ 为整流站和逆变站之间的直流电流固有测量误差, $\Delta 2$ 为换流站实际输送功率与功率参考值的差值, $\Delta 3$ 为整流站/逆变站的交直流功率测量固有误差。

[0012] 进一步的,获取换流站中整流站/逆变站的交流侧有功功率的步骤如下:

[0013] 对换流站中整流站/逆变站的三相交流电压和电流进行 α/β 变换,得到 α 电压分量 V_α 和电流分量 I_α 以及 β 电压分量 V_β 和电流分量 I_β ;

[0014] 对 α 电压分量 V_α 和电流分量 I_α 以及 β 电压分量 V_β 和电流分量 I_β 进行正序滤波得到对应的 α 基波正序分量 $V_{\alpha 1}$ 和 $I_{\alpha 1}$ 以及 β 基波正序分量 $V_{\beta 1}$ 和 $I_{\beta 1}$;

[0015] 整流站/逆变站的交流侧有功功率为 α 基波正序分量 $V_{\alpha 1}$ 和 $I_{\alpha 1}$ 的乘积与 β 基波正序分量 $V_{\beta 1}$ 和 $I_{\beta 1}$ 的乘积之和。

[0016] 进一步的, $\Delta 1$ 的取值范围为0.5%-0.8%, $\Delta 2$ 的取值范围为3-5MW, $\Delta 3$ 的取值范围为0.8%-2.0%。

[0017] 本发明还提供了一种高压直流分压器的故障识别装置,包括处理器和存储器,所述处理器用于处理存储在存储器中的指令以实现如下方法:

[0018] 获取换流站中整流站/逆变站的交流侧有功功率和直流侧有功功率、整流站和逆变站的直流电流以及换流站单极实际功率;

[0019] 判断是否满足下面的判别条件,所述判别条件为:

[0020] 整流站/逆变站的交流侧有功功率和直流侧有功功率之间的差值在第一设定范围内、整流站和逆变站的直流电流之间的差值在第二设定范围内以及换流站单极实际功率大小与单极参考功率之间的差值在第三设定范围内;

[0021] 若满足判别条件,则判定换流站中整流站/逆变站的直流分压器故障。

[0022] 进一步的,所述判别条件的表达式为:

$$[0023] \quad \begin{cases} |I_{dc1} - I_{dc2}| < \Delta 1 \\ |P_{act} - P_{ref}| > \Delta 2 \\ |P_{ac} - P_{dc}| > \Delta 3 \end{cases}$$

[0024] 其中, I_{dc1} 、 I_{dc2} 分别为整流站和逆变站的直流电流, P_{act} 为换流站的单极实际功率, P_{ac} 为整流站/逆变站的交流侧有功功率, P_{dc} 为整流站/逆变站的直流侧有功功率, P_{ref} 为换流站的单极参考功率, $\Delta 1$ 为整流站和逆变站之间的直流电流固有测量误差, $\Delta 2$ 为换流站实际输送功率与功率参考值的差值, $\Delta 3$ 为整流站/逆变站的交直流功率测量固有误差。

[0025] 进一步的,所述处理器用于处理存储在存储器中的指令以获取换流站中整流站/逆变站的交流侧有功功率的步骤如下:

[0026] 对换流站中整流站/逆变站的三相交流电压和电流进行 α/β 变换,得到 α 电压分量 V_α 和电流分量 I_α 以及 β 电压分量 V_β 和电流分量 I_β ;

[0027] 对 α 电压分量 V_α 和电流分量 I_α 以及 β 电压分量 V_β 和电流分量 I_β 进行正序滤波得到对应的 α 基波正序分量 $V_{\alpha 1}$ 和 $I_{\alpha 1}$ 以及 β 基波正序分量 $V_{\beta 1}$ 和 $I_{\beta 1}$;

[0028] 整流站/逆变站的交流侧有功功率为 α 基波正序分量 $V_{\alpha 1}$ 和 $I_{\alpha 1}$ 的乘积与 β 基波正序分量 $V_{\beta 1}$ 和 $I_{\beta 1}$ 的乘积之和。

[0029] 进一步的, $\Delta 1$ 的取值范围为0.5%-0.8%, $\Delta 2$ 的取值范围为3-5MW, $\Delta 3$ 的取值范围为0.8%-2.0%。

[0030] 本发明的有益效果是:当换流站的直流分压器发生故障时,通过判断整流站(逆变站)的交流侧有功功率和直流侧有功功率之间的差值、整流站和逆变站的直流电流之间的差值以及换流站单极实际功率大小是否均满足设定条件,若满足设定条件,则判定整流站(逆变站)的直流分压器故障,可以自动判别出直流分压器的位置,快速定位故障分压器,便于运维人员进行故障维修。

附图说明

[0031] 图1是本发明换流站中整流站/逆变站的交流侧有功功率的计算示意图；

[0032] 图2是本发明换流站中整流站的直流分压器故障自动判别示意图；

[0033] 图3是本发明换流站中逆变站的直流分压器故障自动判别示意图。

具体实施方式

[0034] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及具体实施例对本发明进行进一步详细说明。

[0035] 本发明提供了一种高压直流分压器的故障识别方法，包括以下步骤：

[0036] (1) 获取换流站中整流站/逆变站的交流侧有功功率和直流侧有功功率、整流站和逆变站的直流电流以及换流站单极实际功率。

[0037] 具体的，如图1所示，获取换流站中整流站/逆变站的交流侧有功功率的步骤如下：

[0038] a) 对换流站中整流站/逆变站的三相交流电压和电流进行 α/β 变换，得到 α 电压分量 V_α 和电流分量 I_α 以及 β 电压分量 V_β 和电流分量 I_β ，变换公式为：

$$[0039] \begin{pmatrix} V_\alpha \\ V_\beta \\ V_0 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & -\frac{1}{3} & -\frac{1}{3} \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{3}} & -\frac{1}{\sqrt{3}} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} U_a \\ U_b \\ U_c \end{pmatrix}$$

[0040] 其中， U_a 、 U_b 和 U_c 分别为三相交流电压， V_0 为零序电压。

$$[0041] \begin{pmatrix} I_\alpha \\ I_\beta \\ I_0 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & -\frac{1}{3} & -\frac{1}{3} \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{3}} & -\frac{1}{\sqrt{3}} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{pmatrix}$$

[0042] 其中， I_a 、 I_b 和 I_c 分别为三相交流电流， I_0 为零序电流。

[0043] b) 对 α 电压分量 V_α 和电流分量 I_α 以及 β 电压分量 V_β 和电流分量 I_β 进行正序滤波，得到对应的 α 基波正序分量 $V_{\alpha 1}$ 和 $I_{\alpha 1}$ 以及 β 基波正序分量 $V_{\beta 1}$ 和 $I_{\beta 1}$ 。

[0044] 在本实施例中，采用128阶滤波器(MF128)进行滤波，计算公式为：

$$[0045] Y(k) = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} X(k-j) (\cos(j * 2\pi / N) + i * \sin(j * 2\pi / N))$$

[0046] 其中， N 表示采样点的个数，MF128是128点采样，故 $N=128$ ， $X(k-j)$ 表示当前采样时刻前移 j 点采样点值， $Y(k)$ 表示当前时刻滤波后的采样值。

[0047] 由于该滤波过程属于现有技术，此处不再赘述。当然在满足要求的情况下，也可以其他点数进行正序滤波。

[0048] c) 整流站/逆变站的交流侧有功功率 P_{ac} 为 α 基波正序分量 $V_{\alpha 1}$ 和 $I_{\alpha 1}$ 的乘积与 β 基波正序分量 $V_{\beta 1}$ 和 $I_{\beta 1}$ 的乘积之和，即有：

$$[0049] P_{ac} = V_{\alpha 1} * I_{\alpha 1} + V_{\beta 1} * I_{\beta 1}$$

[0050] 另外,根据换流站中整流站/逆变站的直流侧电压 U_{dL} 以及直流侧电流 I_{dL} ,计算出整流站/逆变站的直流侧有功功率 P_{dc} ,即有:

$$[0051] \quad P_{dc} = U_{dL} * I_{dL}$$

[0052] (2) 判断是否满足下面的判别条件,所述判别条件为:

[0053] 整流站/逆变站的交流侧有功功率和直流侧有功功率之间的差值在第一设定范围内、整流站和逆变站的直流电流之间的差值在第二设定范围内以及换流站单极实际功率大小与单极参考功率之间的差值在第三设定范围内。

[0054] 对于换流站中的整流站,如图2所示,对应的判别条件的表达式为:

$$[0055] \quad \begin{cases} |I_{dc1} - I_{dc2}| < \Delta 1 \\ |P_{act} - P_{ref}| > \Delta 2 \\ |P_{ac1} - P_{dc1}| > \Delta 3 \end{cases}$$

[0056] 其中, I_{dc1} 、 I_{dc2} 分别为整流站和逆变站的直流电流, P_{act} 为换流站的单极实际功率, P_{ac1} 为整流站的交流侧有功功率, P_{dc1} 为整流站的直流侧有功功率, P_{ref} 为换流站的单极参考功率, $\Delta 1$ 为整流站和逆变站之间的直流电流固有测量误差,取值范围为0.5%-0.8%; $\Delta 2$ 为换流站实际输送功率与功率参考值的差值,取值范围为3-5MW; $\Delta 3$ 为整流站的交直流功率测量固有误差,取值范围为0.8%-2.0%。

[0057] 对于换流站中的逆变站,如图3所示,对应的判别条件的表达式为:

$$[0058] \quad \begin{cases} |I_{dc1} - I_{dc2}| < \Delta 1 \\ |P_{act} - P_{ref}| > \Delta 2 \\ |P_{ac2} - P_{dc2}| > \Delta 33 \end{cases}$$

[0059] 其中, I_{dc1} 、 I_{dc2} 分别为整流站和逆变站的直流电流, P_{act} 为换流站的单极实际功率, P_{ac2} 为逆变站的交流侧有功功率, P_{dc2} 为逆变站的直流侧有功功率, P_{ref} 为换流站的单极参考功率, $\Delta 1$ 为整流站和逆变站之间的直流电流固有测量误差,取值范围为0.5%-0.8%; $\Delta 2$ 为换流站实际输送功率与功率参考值的差值,取值范围为3-5MW; $\Delta 33$ 为逆变站的交直流功率测量固有误差,取值范围为0.8%-2.0%。当满足条件 $|I_{dc1} - I_{dc2}| < \Delta 1$ 时,可以排除直流侧电流故障,当满足条件 $|P_{act} - P_{ref}| > \Delta 2$ 时,可以排除交流侧电压电流故障。

[0060] (3) 若满足上述的判别条件,则判定换流站中整流站/逆变站的直流分压器故障。

[0061] 上述的高压直流分压器的故障识别方法根据换流站交流侧和直流侧有功功率守恒原理,通过计算整流站/逆变站的交直流功率差值,整流站和逆变站的直流电流差值,以及换流站单极实际功率与单极参考功率差值,根据判别逻辑自动定位直流分压器故障发生位置,有效提高了运维人员进行故障处理的效率。

[0062] 本发明还提供了一种高压直流分压器的故障识别装置,包括处理器和存储器,所述处理器用于处理存储在存储器中的指令以实现如下方法:

[0063] 获取换流站中整流站/逆变站的交流侧有功功率和直流侧有功功率、整流站和逆变站的直流电流以及换流站单极实际功率;

[0064] 判断是否满足下面的判别条件,所述判别条件为:

[0065] 整流站/逆变站的交流侧有功功率和直流侧有功功率之间的差值在第一设定范围

内、整流站和逆变站的直流电流之间的差值在第二设定范围内以及换流站单极实际功率大小与单极参考功率之间的差值在第三设定范围内；

[0066] 若满足判别条件,则判定换流站中整流站/逆变站的直流分压器故障。

[0067] 该高压直流分压器的故障识别装置的核心是实现上述的高压直流分压器的故障识别方法,由于已对高压直流分压器的故障识别方法进行了详细介绍,此处对高压直流分压器的故障识别装置不再做详细描述。

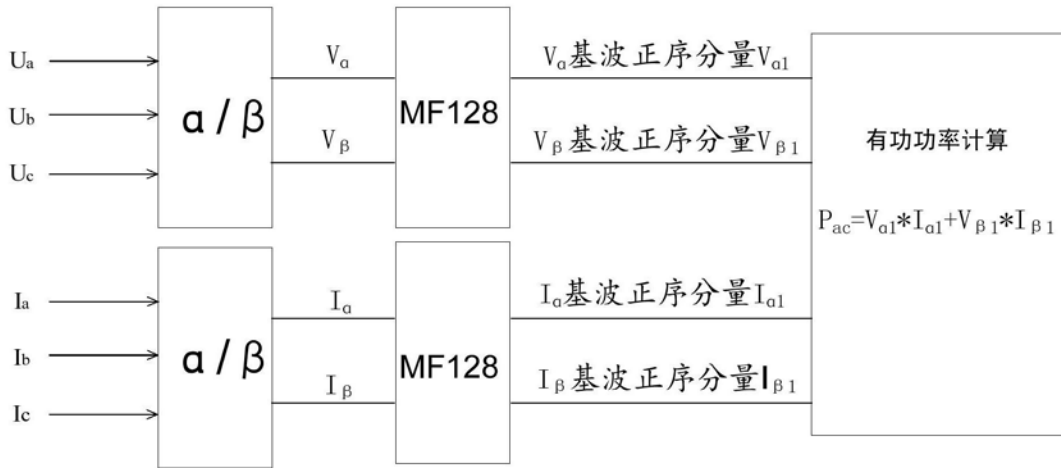


图1

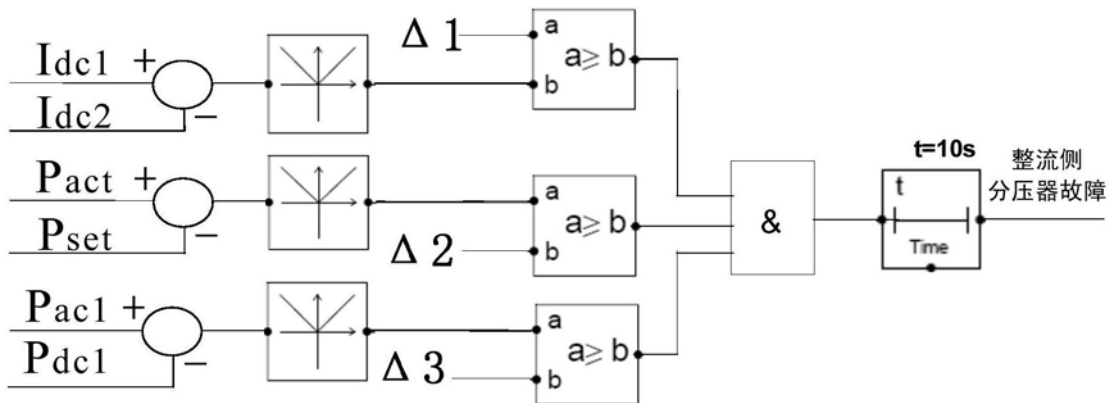


图2

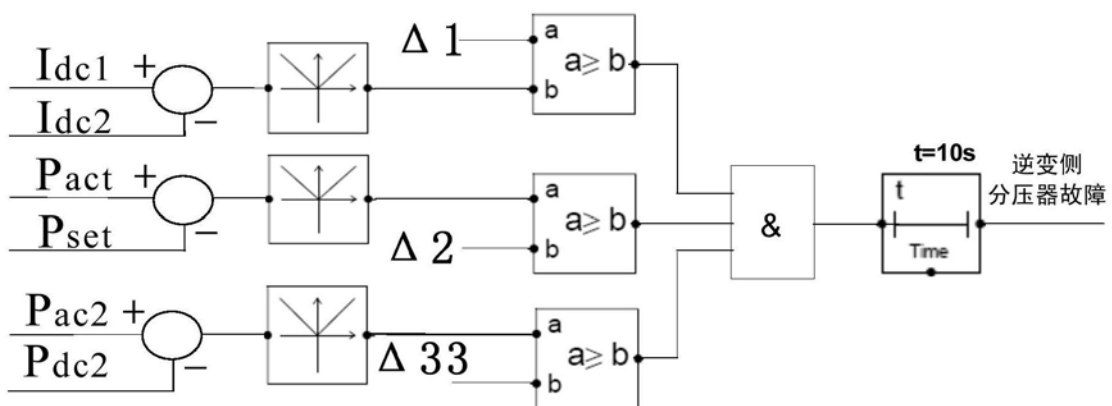


图3