

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102486518 A

(43) 申请公布日 2012. 06. 06

(21) 申请号 201010580870. 2

G01R 27/18 (2006. 01)

(22) 申请日 2010. 12. 03

(71) 申请人 北京人民电器厂有限公司

地址 102600 北京市大兴工业开发区金苑路
29 号

(72) 发明人 南寅 王雪楠 王亚非 王洪
张广辉 邢静原

(74) 专利代理机构 北京北新智诚知识产权代理
有限公司 11100

代理人 张卫华

(51) Int. Cl.

G01R 31/12 (2006. 01)

G01R 27/16 (2006. 01)

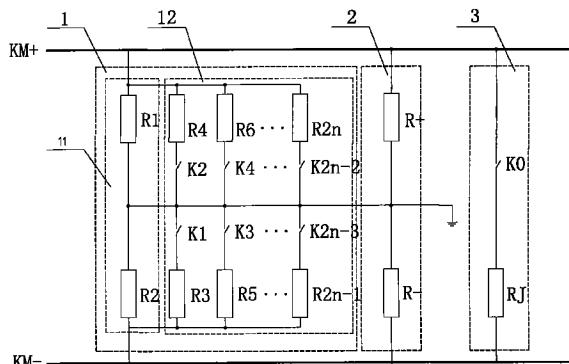
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

可减小母线电压波动的直流绝缘监测系统及
方法

(57) 摘要

本发明涉及可减小母线电压波动的直流绝缘
监测系统及方法，系统由平衡桥电路和不平衡桥
电路两部分构成。平衡桥电路由正极对地平衡电
阻和负极对地平衡电阻构成。不平衡桥电路由负
极对地不平衡电阻和正极对地不平衡电阻构成。
负极对地不平衡电阻与正极对地不平衡电阻至
少有一个，负极对地不平衡电阻与正极对地不平
衡电阻的阻值至少有一个可以是可控、可变的，阻
值是可以连续或阶梯变化。进行直流绝缘监测时，
使正极、负极对地不平衡电阻连续变化或呈阶梯状
变化，测量正极与负极的对地电压，计算出正母线
与负母线的绝缘电阻。通过本发明进行绝缘监测
时，不会引起母线正极与负极对地电压值瞬时过
大的波动。



1. 一种可减小母线电压波动的直流绝缘监测系统,包括平衡桥电路和不平衡桥电路两部分,平衡桥电路由接在母线正极与地之间的平衡电阻以及接在母线负极与地之间的平衡电阻组成,其特征在于:

所述不平衡桥电路由负极对地不平衡电阻、负极对地不平衡电阻切换开关、正极对地不平衡电阻、正极对地不平衡电阻切换开关构成;

负极对地不平衡电阻与负极对地不平衡电阻切换开关串接并连接于母线负极与地之间;正极对地不平衡电阻与正极对地不平衡电阻切换开关串接并连接于母线正极与地之间;

在所述不平衡桥电路的负极对地不平衡电阻与正极对地不平衡电阻中,至少有一个电阻的阻值是可变的。

2. 如权利要求1所述的可减小母线电压波动的直流绝缘监测系统,其特征在于:

所述负极对地不平衡电阻是单个电阻,所述负极对地不平衡电阻切换开关是单个开关。

3. 如权利要求1所述的可减小母线电压波动的直流绝缘监测系统,其特征在于:

所述负极对地不平衡电阻由若干个电阻经串联、或经并联或经串并联构成;所述负极对地不平衡电阻切换开关为多个开关。

4. 如权利要求1所述的可减小母线电压波动的直流绝缘监测系统,其特征在于:

所述正极对地不平衡电阻是单个电阻,所述正极对地不平衡电阻切换开关是单个开关。

5. 如权利要求1所述的可减小母线电压波动的直流绝缘监测系统,其特征在于:

所述正极对地不平衡电阻由若干个电阻经串联、或经并联或经串并联构成;所述正极对地不平衡电阻切换开关为多个开关。

6. 一种可减小母线电压波动的直流绝缘监测方法,其特征在于包括以下步骤:

(1) 在负极对地不平衡电阻切换开关断开时,测量母线正极对地电压 U_{1+} 和母线负极对地电压 U_{1-} ;

(2) 依次闭合负极对地不平衡电阻切换开关,两个切换开关闭合之间要有一段延迟时间;

(3) 当所有负极对地不平衡电阻切换开关闭合后,测量母线正极对地电压 U_{2+} 和母线负极对地电压 U_{2-} ;

(4) 依次断开负极对地不平衡电阻切换开关,两个切换开关断开之间要有一段延迟时间;

(5) 按下式计算母线正极对地绝缘电阻 R_+ 和母线负极对地绝缘电阻 R_- :

$$R_+ = \frac{R_0 R_c (U_{1+} U_{2-} - U_{2+} U_{1-})}{R_0 U_{1-} U_{2-} - R_c (U_{1+} U_{2-} - U_{2+} U_{1-})}; R_- = \frac{R_0 R_c (U_{2+} U_{1-} - U_{1+} U_{2-})}{R_0 U_{1+} U_{2-} - R_c (U_{2+} U_{1-} - U_{1+} U_{2-})}$$

式中: R_0 为对地平衡电阻的阻值, R_c 为负极对地不平衡电阻的阻值。

7. 一种可减小母线电压波动的直流绝缘监测方法,其特征在于包括以下步骤:

(1) 正极对地不平衡电阻切换开关断开时,测量母线正极对地电压 U_{1+} 和母线负极对地电压 U_{1-} ;

(2) 依次闭合正极对地不平衡电阻切换开关,两个切换开关闭合之间要有一段延迟时

间；

(3) 当所有正极对地不平衡电阻切换开关闭合后, 测量母线正极对地电压 U_{2+} 和母线负极对地电压 U_{2-} ；

(4) 依次断开正极对地不平衡电阻切换开关, 两个切换开关断开之间要有一段延迟时间；

(5) 按下式计算母线正极对地绝缘电阻 R_+ 和母线负极对地绝缘电阻 R_- ：

$$R_+ = \frac{R_0 R_c (U_{1+} U_{2-} - U_{2+} U_{1-})}{R_0 U_{2+} U_{1-} - R_c (U_{1+} U_{2-} - U_{2+} U_{1-})}; R_- = \frac{R_0 R_c (U_{2+} U_{1-} - U_{1+} U_{2-})}{R_0 U_{1+} U_{2-} - R_c (U_{2+} U_{1-} - U_{1+} U_{2-})}$$

式中 : R_0 为对地平衡电阻的阻值, R_c 为正极对地不平衡电阻的阻值。

8. 一种可减小母线电压波动的直流绝缘监测方法, 其特征在于包括以下步骤 :

(1) 在负极对地不平衡电阻切换开关与正极对地不平衡电阻切换开关断开时, 测量母线正极对地电压 U_{0+} 和母线负极对地电压 U_{0-} ；

(2) 依次闭合正极对地不平衡电阻切换开关, 两个切换开关闭合之间要有一段延迟时间；

(3) 当所有正极对地不平衡电阻切换开关闭合后, 测量母线正极对地电压 U_{1+} 和母线负极对地电压 U_{1-} ；

(4) 依次断开正极对地不平衡电阻切换开关, 两个切换开关断开之间要有一段延迟时间，

(5) 依次闭合负极对地不平衡电阻切换开关, 两个切换开关闭合之间要有一段延迟时间；

(6) 当所有负极对地不平衡电阻切换开关闭合后, 测量母线正极对地电压 U_{2+} 和母线负极对地电压 U_{2-} ；

(7) 依次断开负极对地不平衡电阻切换开关, 两个切换开关断开之间要有一段延迟时间；

(8) 按以下公式之一计算母线正极对地绝缘电阻 R_+ 和母线负极对地绝缘电阻 R_- ：

$$R_+ = \frac{R_0 R_c (U_{1-} - U_{2-})}{R_0 U_{2-} - R_c (U_{1-} - U_{2-})}; R_- = \frac{R_0 R_c (U_{2+} - U_{1+})}{R_0 U_{1+} - R_c (U_{2+} - U_{1+})}$$

或 :

$$R_+ = \frac{R_0 R_c (U_{0+} U_{2-} - U_{2+} U_{0-})}{R_0 U_{0-} U_{2-} - R_c (U_{0+} U_{2-} - U_{2+} U_{0-})}; R_- = \frac{R_0 R_c (U_{2+} U_{0-} - U_{0+} U_{2-})}{R_0 U_{0+} U_{2-} - R_c (U_{2+} U_{0-} - U_{0+} U_{2-})}$$

或 :

$$R_+ = \frac{R_0 R_c (U_{0+} U_{1-} - U_{1+} U_{0-})}{R_0 U_{1+} U_{0-} - R_c (U_{0+} U_{1-} - U_{1+} U_{0-})}; R_- = \frac{R_0 R_c (U_{1+} U_{0-} - U_{0+} U_{1-})}{R_0 U_{0+} U_{1-} - R_c (U_{1+} U_{0-} - U_{0+} U_{1-})}$$

式中 : R_0 为对地平衡电阻的阻值, R_c 为正极对地不平衡电阻和负极对地不平衡电阻的阻值。

可减小母线电压波动的直流绝缘监测系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种可减小母线电压波动的直流绝缘监测系统及方法，属于直流 IT 系统绝缘监测领域。

背景技术

[0002] 发电厂和变电站的直流系统为控制、保护、信号以及自动装置提供电源，为了保证供电的连续性和可靠性，直流系统一般设计为不接地系统，即 IT 系统。根据电力工程直流系统设计要求，需要对直流 IT 系统进行绝缘监测。

[0003] 目前大多数绝缘监测装置是通过平衡桥与不平衡桥结合的方法进行绝缘监测。通过切换不平衡电桥，测量在不平衡桥处于不同状态时正负极对地的电压值，利用测量的正负极对地电压值计算正负母线绝缘电阻。

[0004] 切换不平衡电桥，会引起母线电压的波动。近几年来从发电厂和变电站反馈的事故信息知道，直流系统母线电压波动太大，可能会发生继电保护误动。

[0005] 下面对绝缘监测装置切换电桥进行母线绝缘电阻测量时，引起母线电压的变化量进行分析。

[0006] 如图 1，绝缘监测电桥 1 由平衡桥电路 11 和不平衡桥电路 12 构成，设 $R_1 = R_2 = R_0, R_3 = R_4 = R_c$ ；假设系统存在绝缘下降 2，且正极对地绝缘电阻为 R_+ ，负极对地绝缘电阻为 R_- ，直流系统的母线电压为 U。

[0007] 测量母线绝缘电阻值的工作过程为：

[0008] 1. 开关 K₂ 断开，开关 K₁ 断开，测量正极对地电压 U₀₊ 和负极对地电压 U₀₋：

$$[0009] U_{0+} = \frac{\frac{1}{R_-} + \frac{1}{R_0}}{\frac{1}{R_+} + \frac{1}{R_-} + \frac{2}{R_0}} U; U_{0-} = -\frac{\frac{1}{R_+} + \frac{1}{R_0}}{\frac{1}{R_+} + \frac{1}{R_-} + \frac{2}{R_0}} U$$

[0010] 2. 开关 K₂ 闭合，开关 K₁ 断开，测量正极对地电压 U₁₊ 和负极对地电压 U₁₋：

$$[0011] U_{1+} = \frac{\frac{1}{R_-} + \frac{1}{R_0}}{\frac{1}{R_+} + \frac{1}{R_-} + \frac{2}{R_0} + \frac{1}{R_c}} U; U_{1-} = -\frac{\frac{1}{R_+} + \frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_c}}{\frac{1}{R_+} + \frac{1}{R_-} + \frac{2}{R_0} + \frac{1}{R_c}} U$$

[0012] 3. 开关 K₂ 断开，开关 K₁ 闭合，测量正极对地电压 U₂₊ 和负极对地电压 U₂₋：

$$[0013] U_{2+} = \frac{\frac{1}{R_-} + \frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_c}}{\frac{1}{R_+} + \frac{1}{R_-} + \frac{2}{R_0} + \frac{1}{R_c}} U; U_{2-} = -\frac{\frac{1}{R_+} + \frac{1}{R_0}}{\frac{1}{R_+} + \frac{1}{R_-} + \frac{2}{R_0} + \frac{1}{R_c}} U$$

[0014] 4. 开关 K₁ 断开，计算正极对地绝缘电阻 R₊ 和负极对地绝缘电阻 R₋：

$$[0015] R_+ = \frac{R_0 R_c (U_{1-} - U_{2-})}{R_0 U_{2-} - R_c (U_{1-} - U_{2-})}; R_- = \frac{R_0 R_c (U_{2+} - U_{1+})}{R_0 U_{1+} - R_c (U_{2+} - U_{1+})}$$

[0016] 可以计算在开关 K_1 或 K_2 闭合时, 正负母线对地电压的瞬时波动值为 :

$$[0017] U_{\Delta 1} = |U_{1+} - U_{0+}| = |U_{1-} - U_{0-}| = \left(\frac{\frac{1}{R_-} + \frac{1}{R_0}}{\frac{1}{R_+} + \frac{1}{R_-} + \frac{2}{R_0}} - \frac{\frac{1}{R_-} + \frac{1}{R_0}}{\frac{1}{R_+} + \frac{1}{R_-} + \frac{2}{R_0} + \frac{1}{R_C}} \right) U$$

$$[0018] U_{\Delta 2} = |U_{2+} - U_{0+}| = |U_{2-} - U_{0-}| = \left(\frac{\frac{1}{R_+} + \frac{1}{R_0}}{\frac{1}{R_+} + \frac{1}{R_-} + \frac{2}{R_0}} - \frac{\frac{1}{R_+} + \frac{1}{R_0}}{\frac{1}{R_+} + \frac{1}{R_-} + \frac{2}{R_0} + \frac{1}{R_C}} \right) U$$

[0019] 可知 $U_{\Delta 1}$ 与 $U_{\Delta 2}$ 是关于 R_C 的初等函数, 所以 R_C 在定义域 $(0, +\infty)$ 内时, $U_{\Delta 1}$ 与 $U_{\Delta 2}$ 关于 R_C 是连续的可导的。

发明内容

[0020] 本发明的目的是提供一种直流绝缘监测系统及方法, 在进行绝缘监测时, 可减小母线电压的波动。

[0021] 本发明的技术解决方案为 :

[0022] 一种可减小母线电压波动的直流绝缘监测系统, 包括平衡桥电路和不平衡桥电路两部分, 平衡桥电路由接在母线正极与地之间的平衡电阻以及接在母线负极与地之间的平衡电阻组成, 其特征在于 :

[0023] 所述不平衡桥电路由负极对地不平衡电阻、负极对地不平衡电阻切换开关、正极对地不平衡电阻、正极对地不平衡电阻切换开关构成 ;

[0024] 负极对地不平衡电阻与负极对地不平衡电阻切换开关串接并连接于母线负极与地之间; 正极对地不平衡电阻与正极对地不平衡电阻切换开关串接并连接于母线正极与地之间;

[0025] 在所述不平衡桥电路的负极对地不平衡电阻与正极对地不平衡电阻中, 至少有一个电阻的阻值是可变的。

[0026] 进一步地 :

[0027] 所述负极对地不平衡电阻是单个电阻, 所述负极对地不平衡电阻切换开关是单个开关。

[0028] 所述负极对地不平衡电阻由若干个电阻经串联、或经并联或经串并联构成; 所述负极对地不平衡电阻切换开关为多个开关。

[0029] 所述正极对地不平衡电阻是单个电阻, 所述正极对地不平衡电阻切换开关是单个开关。

[0030] 所述正极对地不平衡电阻由若干个电阻经串联、或经并联或经串并联构成; 所述正极对地不平衡电阻切换开关为多个开关。

[0031] 该系统进行绝缘监测的工作过程为 :

[0032] 负极对地不平衡电阻切换开关 K_1 与正极对地不平衡电阻切换开关 K_2 均断开时, 测量此时的正负母线对地电压值为 U_{0+} 与 U_{0-} ;

[0033] 1. 闭合正极对地不平衡电阻切换开关 K_2 , 缓慢减少或逐步减少正极对地不平衡

电阻 R4 的阻值,当正极对地不平衡电阻 R4 取得最小值即 $R_4 = R_c$ 时,测量此时的正负母线对地电压值为 U_{1+} 与 U_{1-} ;

[0034] 2. 缓慢增大或逐步增大正极对地不平衡电阻 R4 的阻值,当正极对地不平衡电阻 R4 取得最大值即 $R_4 = +\infty \Omega$ 时,断开正极对地不平衡电阻切换开关 K2;

[0035] 3. 闭合负极对地不平衡电阻切换开关 K1,缓慢减少或逐步减少负极对地不平衡电阻 R3 的阻值,当负极对地不平衡电阻 R3 取得最小值即 $R_3 = R_c$ 时,测量此时的正负母线对地电压值为 U_{2+} 与 U_{2-} ;

[0036] 4. 缓慢增大或逐步增大负极对地不平衡电阻 R3 的阻值,当负极对地不平衡电阻 R3 取得最大值即 $R_3 = +\infty \Omega$ 时,断开正极对地不平衡电阻切换开关 K1;

[0037] 5. 按以下公式之一计算正极对地绝缘电阻 R_+ 和负极对地绝缘电阻 R_- :

$$[0038] R_+ = \frac{R_0 R_c (U_{1-} - U_{2-})}{R_0 U_{2-} - R_c (U_{1-} - U_{2-})}; R_- = \frac{R_0 R_c (U_{2+} - U_{1+})}{R_0 U_{1+} - R_c (U_{2+} - U_{1+})}$$

[0039] 或:

$$[0040] R_+ = \frac{R_0 R_c (U_{0+} U_{2-} - U_{2+} U_{0-})}{R_0 U_{0+} U_{2-} - R_c (U_{0+} U_{2-} - U_{2+} U_{0-})}; R_- = \frac{R_0 R_c (U_{2+} U_{0-} - U_{0+} U_{2-})}{R_0 U_{0+} U_{2-} - R_c (U_{2+} U_{0-} - U_{0+} U_{2-})}$$

[0041] 或:

$$[0042] R_+ = \frac{R_0 R_c (U_{0+} U_{1-} - U_{1+} U_{0-})}{R_0 U_{1+} U_{0-} - R_c (U_{0+} U_{1-} - U_{1+} U_{0-})}; R_- = \frac{R_0 R_c (U_{1+} U_{0-} - U_{0+} U_{1-})}{R_0 U_{0+} U_{1+} - R_c (U_{1+} U_{0-} - U_{0+} U_{1-})}.$$

[0043] 式中: R_0 为对地平衡电阻的阻值, R_c 为正极对地不平衡电阻和负极对地不平衡电阻的阻值的最小值。

[0044] 当对地不平衡电阻 R3 或 R4 在定义域 $(0, +\infty)$ 内时, $U_{\Delta 1}$ 与 $U_{\Delta 2}$ 关于对地不平衡电阻 R3 或 R4 是连续的可导的,所以当闭合对地不平衡电阻切换开关 K1 或 K2 后,使对地不平衡电阻 R3 或 R4 缓慢减小时,母线对地电压的瞬时变化量 $U_{\Delta 1}$ 与 $U_{\Delta 2}$ 较小,不会引起母线对地电压值的瞬时过大的波动。

[0045] 本发明采用上述电桥电路技术进行直流绝缘监测,可完成正负极对地绝缘电阻的计算;同时,在切换不平衡桥电路时可减小母线对地电压瞬时的电压波动值。

附图说明

[0046] 图 1 是绝缘监测电桥电路的原理框图。

[0047] 图 2 是本发明绝缘监测电桥电路的一个实施实例的原理框图,图中示出不平衡桥电路只有负极对地不平衡电阻。

[0048] 图 3 是本发明绝缘监测电桥电路的另一个实施实例的原理框图,图中示出不平衡桥电路只有正极对地不平衡电阻。

[0049] 图 4 是本发明绝缘监测电桥电路的再一个实施实例的原理框图,图中示出不平衡桥电路既有负极对地不平衡电阻,又有正极对地不平衡电阻。

具体实施方式

[0050] 本发明涉及直流绝缘监测系统及方法。

[0051] 先请参阅图 1 所示的绝缘监测电桥电路的原理框图。图中:绝缘监测电桥电路 1

由平衡桥电路 11 和不平衡桥电路 12 两部分构成。平衡桥电路 11 由正极对地平衡电阻 R1 和负极对地平衡电阻 R2 构成, 正极对地平衡电阻 R1 连接母线正极和地, 负极对地平衡电阻 R2 连接母线负极和地。正极对地平衡电阻 R1 可以是单个电阻, 也可以是若干个电阻的串联、并联或串并联的混合形式; 负极对地平衡电阻 R2 可以是单个电阻, 也可以是若干个电阻的串联、并联或串并联的混合形式, $R_1 = R_2 = R_0$ 。

[0052] 不平衡桥电路 12 可以只由负极对地不平衡电阻 R3、负极对地不平衡电阻切换开关 K1 构成; 或者可以只由正极对地不平衡电阻 R4、正极对地不平衡电阻切换开关 K2 构成; 或者可以由负极对地不平衡电阻 R3、负极对地不平衡电阻切换开关 K1、正极对地不平衡电阻 R4、正极对地不平衡电阻切换开关 K2 构成。负极对地不平衡电阻 R3 与负极对地不平衡电阻切换开关 K1 串接, 并连接于母线负极与地之间; 正极对地不平衡电阻 R4 与正极对地不平衡电阻切换开关 K2 串接, 并连接于母线正极与地之间。

[0053] 负极对地不平衡电阻 R3 与正极对地不平衡电阻 R4 可以是单个电阻, 也可以是若干个电阻的串联、并联或串并联的混合形式; 在不平衡桥电路的负极对地不平衡电阻 R3 与正极对地不平衡电阻 R4 中, 至少有一个电阻的阻值是可控、可变的, 阻值是可以连续或阶梯变化的。R3 与 R4 的最小值为 $R_3 = R_4 = R_C$ 。

[0054] 负极对地不平衡电阻切换开关 K1 与正极对地不平衡电阻切换开关 K2 可以是单个开关也可以是多个开关; 负极对地不平衡电阻切换开关 K1 与正极对地不平衡电阻切换开关 K2 可以是机械开关, 也可以是电子开关。

[0055] 下面介绍具体实施例

[0056] 实施例 1:

[0057] 实施例 1 的原理框图如图 2, 绝缘监测电桥电路 1 由平衡桥电路 11 和不平衡桥电路 12 两部分构成。平衡桥电路 11 由正极对地平衡电阻 R1 和负极对地平衡电阻 R2 构成, 正极对地平衡电阻 R1 连接母线正极和地, 负极对地平衡电阻 R2 连接母线负极和地。

[0058] 不平衡桥电路 12 仅由负极对地不平衡电阻 R3、R4…Rn 以及负极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2 构成。负极对地不平衡电阻 R3、R4…Rn 分别与负极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2 串接, 并连接于母线负极与地之间。其中: $R_1 = R_2 = R_0$, $R_3 = R_4 = \dots = R_n = (n-2)R_C$ 。

[0059] 该电路进行绝缘监测的工作过程为:

[0060] 1. 负极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2 断开时, 测量母线正极对地电压 U_{1+} 和母线负极对地电压 U_{1-} ;

[0061] 2. 依次闭合负极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2, 两个开关闭合之间要有一段延迟时间 t_Δ ;

[0062] 3. 当所有负极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2 闭合后, 测量母线正极对地电压 U_{2+} 和母线负极对地电压 U_{2-} ;

[0063] 4. 依次断开负极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2, 两个开关断开之间要有一段延迟时间 t_Δ ;

[0064] 5. 按下式计算母线正极对地绝缘电阻 R_+ 和母线负极对地绝缘电阻 R_- :

$$[0065] R_+ = \frac{R_0 R_c (U_{1+} U_{2-} - U_{2+} U_{1-})}{R_0 U_{1-} U_{2-} - R_c (U_{1+} U_{2-} - U_{2+} U_{1-})}; \quad R_- = \frac{R_0 R_c (U_{2+} U_{1-} - U_{1+} U_{2-})}{R_0 U_{1+} U_{2-} - R_c (U_{2+} U_{1-} - U_{1+} U_{2-})}.$$

[0066] 负极对地不平衡电阻值在定义域 $(0, +\infty)$ 内时, U_{Δ_1} 与 U_{Δ_2} 关于负极对地不平衡电阻值是连续的可导的, 所以当依次闭合负极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2, 使负极对地不平衡电阻逐渐呈阶梯状减小时, 或者依次断开负极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2, 使负极对地不平衡电阻逐渐呈阶梯状增大时, 母线对地电压的瞬时变化量 U_{Δ_1} 与 U_{Δ_2} 较小, 不会引起母对地线电压值的瞬时过大的波动。

[0067] 实施例 2 :

[0068] 实施例 2 的原理框图如图 3, 绝缘监测电桥电路 1 由平衡桥电路 11 和不平衡桥电路 12 两部分构成。平衡桥电路 11 由正极对地平衡电阻 R1 和负极对地平衡电阻 R2 构成, 正极对地平衡电阻 R1 连接母线正极和地, 负极对地平衡电阻 R2 连接母线负极和地。

[0069] 不平衡桥电路 12 只由正极对地不平衡电阻 R3、R4…Rn 以及正极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2 构成。正极对地不平衡电阻 R3、R4…Rn 分别与正极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2 串接, 并连接于母线负极与地之间。其中: $R_1 = R_2 = R_0$, $R_3 = R_4 = \dots = R_n = (n-2)R_c$ 。

[0070] 该电路进行绝缘监测的工作过程为 :

[0071] 1. 正极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2 断开时, 测量正极对地电压 U_{1+} 和负极对地电压 U_{1-} ;

[0072] 2. 依次闭合正极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2, 两个开关闭合之间要有一段延迟时间 t_{Δ} 。

[0073] 3. 当所有正极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2 闭合后, 测量正极对地电压 U_{2+} 和负极对地电压 U_{2-} ;

[0074] 4. 依次断开正极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2, 两个开关断开之间要有一段延迟时间 t_{Δ} ;

[0075] 5. 按下式计算母线正极对地绝缘电阻 R_+ 和母线负极对地绝缘电阻 R_- :

$$[0076] R_+ = \frac{R_0 R_c (U_{1+} U_{2-} - U_{2+} U_{1-})}{R_0 U_{2+} U_{1-} - R_c (U_{1+} U_{2-} - U_{2+} U_{1-})}; R_- = \frac{R_0 R_c (U_{2+} U_{1-} - U_{1+} U_{2-})}{R_0 U_{1+} U_{2+} - R_c (U_{2+} U_{1-} - U_{1+} U_{2-})}.$$

[0077] 正极对地不平衡电阻值在定义域 $(0, +\infty)$ 内时, U_{Δ_1} 与 U_{Δ_2} 关于正极对地不平衡电阻值是连续的可导的。所以当依次闭合正极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2, 使正极对地不平衡电阻逐渐呈阶梯状减小时, 或者依次断开正极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2, 使正极对地不平衡电阻逐渐呈阶梯状增大时, 母线对地电压的瞬时变化量 U_{Δ_1} 与 U_{Δ_2} 较小, 不会引起母线对地电压值的瞬时过大的波动。

[0078] 实施例 3 :

[0079] 实施例 3 的原理框图如图 4, 绝缘监测电桥电路 1 由平衡桥电路 11 和不平衡桥电路 12 两部分构成。平衡桥电路 11 由正极对地平衡电阻 R1 和负极对地平衡电阻 R2 构成, 正极对地平衡电阻 R1 连接母线正极和地, 负极对地平衡电阻 R2 连接母线负极和地。

[0080] 不平衡桥电路 12 由负极对地不平衡电阻 R3、R5…R2n-1 及负极对地不平衡电阻切换开关 K1、K3…K2n-3 及正极对地不平衡电阻 R4、R6…R2n 及正极对地不平衡电阻切换开关 K2、K4…K2n-2 构成。负极对地不平衡电阻 R3、R5…R2n-1 分别与负极对地不平衡电阻切换开关 K1、K3…K2n-3 串接, 并连接于母线负极与地之间; 正极对地不平衡电阻 R4、R6…R2n 分别与正极对地不平衡电阻切换开关 K2、K4…K2n-2 串接, 并连接于母线负极与地之

间。其中 : $R_1 = R_2 = R_0, R_3 = R_5 = \dots = R_{2n-1} = (n-1)R_C, R_4 = R_6 = \dots = R_{2n} = (n-1)R_C$ 。

[0081] 该电路进行绝缘监测的工作过程为 :

[0082] 1. 负极对地不平衡电阻切换开关 K1、K3…K2n-3 与正极对地不平衡电阻切换开关 K2、K4…K2n-2 断开时, 测量正极对地电压 U_{0+} 和负极对地电压 U_{0-} ;

[0083] 2. 依次闭合正极对地不平衡电阻切换开关 K2、K4…K2n-2, 两个开关闭合之间要有一段延迟时间 t_Δ ;

[0084] 3. 当所有正极对地不平衡电阻切换开关 K2、K4…K2n-2 闭合后, 测量正极对地电压 U_{1+} 和负极对地电压 U_{1-} ;

[0085] 4. 依次断开正极对地不平衡电阻切换开关 K2、K4…K2n-2, 两个开关闭合之间要有一段延迟时间 t_Δ ,

[0086] 5. 依次闭合负极对地不平衡电阻切换开关 K1、K3…K2n-3, 两个开关闭合之间要有一段延迟时间 t_Δ ;

[0087] 6. 当所有负极对地不平衡电阻切换开关 K1、K3…K2n-3 闭合后, 测量正极对地电压 U_{2+} 和负极对地电压 U_{2-} ;

[0088] 7. 依次断开负极对地不平衡电阻切换开关 K1、K2…Kn-2, 两个开关闭合之间要有一段延迟时间 t_Δ ;

[0089] 8. 按以下公式计算母线正极对地绝缘电阻 R_+ 和母线负极对地绝缘电阻 R_- :

$$[0090] R_+ = \frac{R_0 R_C (U_{1-} - U_{2-})}{R_0 U_{2-} - R_C (U_{1-} - U_{2-})}; R_- = \frac{R_0 R_C (U_{2+} - U_{1+})}{R_0 U_{1+} - R_C (U_{2+} - U_{1+})}$$

[0091] 或

$$[0092] R_+ = \frac{R_0 R_C (U_{0+} U_{2-} - U_{2+} U_{0-})}{R_0 U_{0-} U_{2-} - R_C (U_{0+} U_{2-} - U_{2+} U_{0-})}; R_- = \frac{R_0 R_C (U_{2+} U_{0-} - U_{0+} U_{2-})}{R_0 U_{0+} U_{2-} - R_C (U_{2+} U_{0-} - U_{0+} U_{2-})}$$

[0093] 或

$$[0094] R_+ = \frac{R_0 R_C (U_{0+} U_{1-} - U_{1+} U_{0-})}{R_0 U_{1+} U_{0-} - R_C (U_{0+} U_{1-} - U_{1+} U_{0-})}; R_- = \frac{R_0 R_C (U_{1+} U_{0-} - U_{0+} U_{1-})}{R_0 U_{0+} U_{1+} - R_C (U_{1+} U_{0-} - U_{0+} U_{1-})}.$$

[0095] 当正、负极对地不平衡电阻值在定义域 $(0, +\infty)$ 内时, $U_{\Delta 1}$ 与 $U_{\Delta 2}$ 关于正、负极对地不平衡电阻值是连续的可导的, 所以当依次闭合正、负极对地不平衡电阻切换开关 K2、K4…K2n-2 与 K1、K3…K2n-3, 使正、负极对地不平衡电阻逐渐呈阶梯状减小时, 或者依次断开正、负极对地不平衡电阻切换开关 K2、K4…K2n-2 与 K1、K3…K2n-3, 使正负极对地不平衡电阻逐渐呈阶梯状增大时, 母线对地电压的瞬时变化量 $U_{\Delta 1}$ 与 $U_{\Delta 2}$ 较小, 不会引起母线对地电压值的瞬时过大的波动。

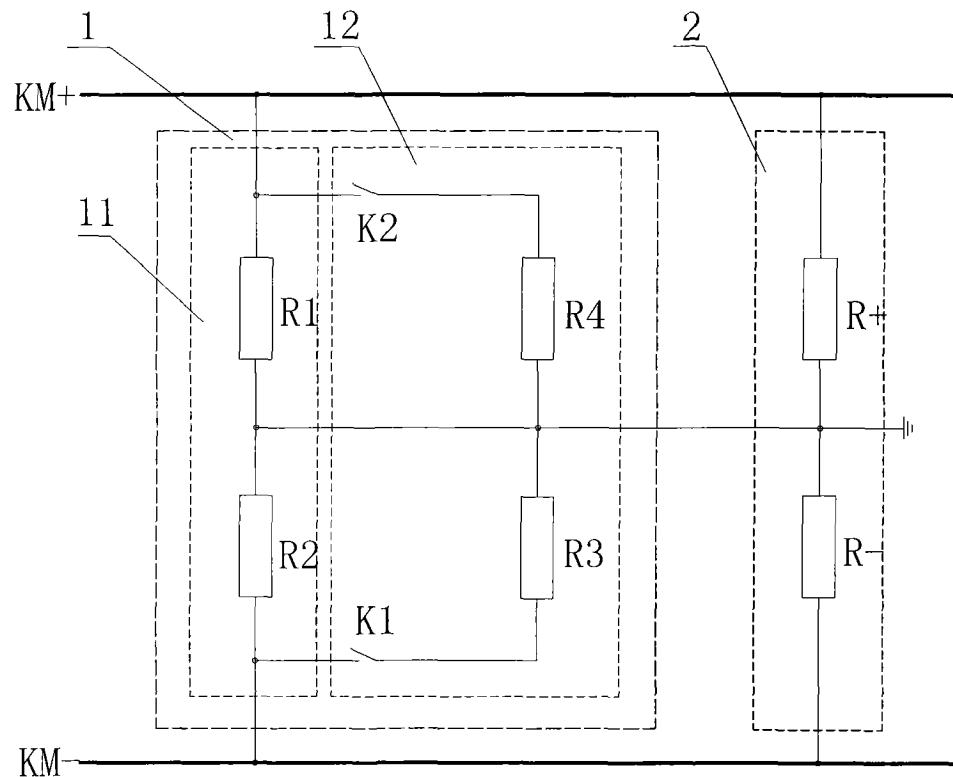


图 1

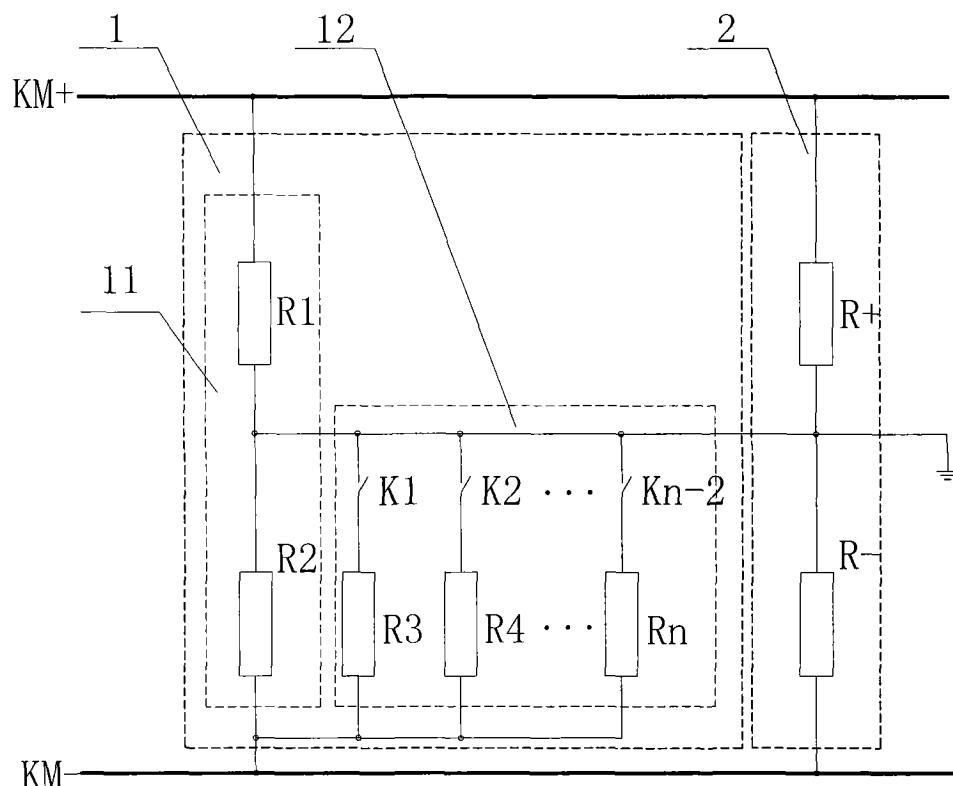


图 2

