



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108375711 A

(43)申请公布日 2018.08.07

(21)申请号 201810159582.6

(22)申请日 2018.02.26

(71)申请人 南京华脉科技股份有限公司

地址 211103 江苏省南京市江宁区东山街  
道工业集中区润发路11号

(72)发明人 丁剑枫 谢文明 曾大庆 王亚力  
黄婷婷 卢正国 时昌宝 熊伟  
蒋伟 王博文 高昇 陈亮亮  
高双松 林鹏 熊伟新

(74)专利代理机构 江苏银创律师事务所 32242

代理人 何震花

(51) Int. Cl.

G01R 31/02(2006.01)

G01R 31/14(2006.01)

G01R 31/40(2014.01)

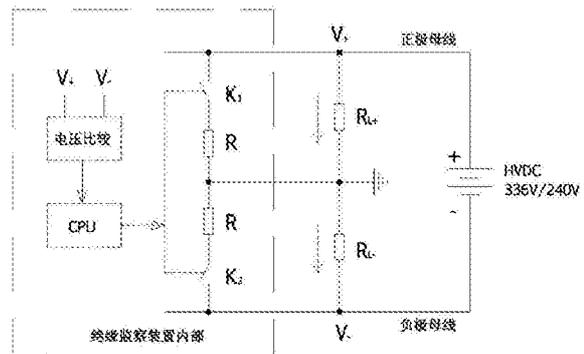
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种双极不接地HVDC电源系统的绝缘监察方法

(57)摘要

本发明公开了一种双极不接地HVDC电源系统的绝缘监察方法,其特征在于,包括以下步骤:测量主进正极母线对地电压 $V_+$ ,测量主进负极母线对地电压 $V_-$ ,若 $V_+$ 、 $V_-$ 的绝对值的偏差大于 $V_+$ 或者 $V_-$ 的20%时,判定 $V_+$ 和 $V_-$ 处于不平衡状态;启动不平衡电桥测量电路,测量正极母线对地绝缘电阻值 $R_{L+}$ ,测量负极母线对地绝缘电阻 $R_{L-}$ 。本发明的有益效果在于,各系统之间不易形成互相干扰,能有效避免测量误差和误报警现象;绝缘故障检出周期短,系统反应灵敏。



1. 一种双极不接地HVDC电源系统的绝缘监察方法,其特征在于,包括以下步骤:测量主进正极母线对地电压 $V_+$ ,测量主进负极母线对地电压 $V_-$ ,若 $V_+$ 、 $V_-$ 的绝对值的偏差大于 $V_+$ 或者 $V_-$ 的20%时,判定 $V_+$ 和 $V_-$ 处于不平衡状态;启动不平衡电桥测量电路,测量正极母线对地绝缘电阻值 $R_{L+}$ ,测量负极母线对地绝缘电阻 $R_{L-}$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种双极不接地HVDC电源系统的绝缘监察方法,其特征在于,不平衡电桥测量电路依次启动开关K1和开关K2,当开关K1闭合、开关K2断开时:

$$\frac{V_+}{R \parallel R_{L+}} = \frac{V_-}{R_{L-}} \dots \dots \dots (1)$$

当开关K1断开、开关K2闭合时:

$$\frac{V_+'}{R_{L+}} = \frac{V_-'}{R \parallel R_{L-}} \dots \dots \dots (2)$$

其中, $R$ 为不平衡电桥投入的参考电阻,为预先设定值, $V_+$ 为开关K1闭合、开关K2断开时,主进正极母线对地电压; $V_-$ 为开关K1闭合、开关K2断开时,主进负极母线对地电压; $V_+'$ 为开关K1断开、开关K2闭合时,主进正极母线对地电压; $V_-'$ 为开关K1断开、开关K2闭合时,主进负极母线对地电压;根据公式(1)和公式(2)计算出正极母线对地绝缘电阻值 $R_{L+}$ 和负极母线对地绝缘电阻 $R_{L-}$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种双极不接地HVDC电源系统的绝缘监察方法,其特征在于,还包括出线支路检测步骤,假设有 $m$ 条出线支路,测量出线支路 $n$ 的正极绝缘电阻 $R_{Ln+}$ 值及负极绝缘电阻 $R_{Ln-}$ 值,其中 $n \leq m$ 。

4. 根据权利要求3所述的一种双极不接地HVDC电源系统的绝缘监察方法,其特征在于,各支路正极出线和负极出线同时穿过漏电流传感器,当开关K1闭合、开关K2断开时:

$$\frac{V_+}{R_{Ln+}} - \frac{V_-}{R_{Ln-}} = I_{Ln} \dots \dots \dots (3)$$

当开关K1断开、开关K2闭合时:

$$\frac{V_+'}{R_{Ln+}} - \frac{V_-'}{R_{Ln-}} = I_{Ln}' \dots \dots \dots (4)$$

其中 $I_{Ln}$ 为开关K1闭合、开关K2断开时测得的出线支路 $n$ 漏电流值; $I_{Ln}'$ 为开关K1断开、开关K2闭合时测得的出线支路 $n$ 漏电流值;根据公式(3)和公式(4)计算出出线支路 $n$ 的正极绝缘电阻 $R_{Ln+}$ 值及负极绝缘电阻 $R_{Ln-}$ 值。

5. 根据权利要求4所述的一种双极不接地HVDC电源系统的绝缘监察方法,其特征在于,所述漏电流传感器是霍尔传感器。

6. 根据权利要求4所述的一种双极不接地HVDC电源系统的绝缘监察方法,其特征在于,所述出线支路同时检测,数据统一发送。

7. 根据权利要求4所述的一种双极不接地HVDC电源系统的绝缘监察方法,其特征在于,所述进出线对地绝缘电阻值小于告警阈值将触发告警,告警阈值可在 $0 \sim 30k \Omega$ 范围设定。

## 一种双极不接地HVDC电源系统的绝缘监察方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及通信、数据机房电源配电领域,具体涉及对高压直流(HVDC)配电系统的正、负极与地间的绝缘状况进行实时监控的一种解决方案。

### 背景技术

[0002] 通信传输机房或数据中心机房中,为保证不间断供电,传统手段是采用-48V直流备电或者380V/220V低压交流备电,但随着网络发展,电源容量剧增,-48V直流备电存在电流大损耗大的缺点、交流备电所需的UPS效率低的缺点日益显现,目前有效的解决措施是采用240V或336V高压直流电源系统,该系统提升了系统电压,降低了系统电流,使得电力传输损耗大大降低,节能环保。但由于电压升高,加强了对配电系统的绝缘性要求,以确保安全用电。行业标准要求,高压直流系统必须配置绝缘监察装置,该装置具备在线检测电源系统正、负极对地间的绝缘性能,一旦绝缘下降,能产生警告信息并显示绝缘电阻值,以便及时排除故障。由于通信电源系统采用正、负极均不接地的高压直流悬浮供电方式,故所配置的绝缘监察装置需具备正、负极同时监察的能力。

[0003] 目前现有的绝缘监察方法是,系统按固定时间间隔对主进母线投入检测电桥,监测到绝缘电阻低于设定值时,启动出线支路巡检功能,通过向母线注入低频检测电流(交流法)或投入检测电桥(直流法),结合各支路的漏电流传感器,计算出各支路的接地电阻值。

[0004] 上述绝缘监察方法的缺点是,同一配电母线上可能挂接有不同厂家不同设备的绝缘监察系统,各系统之间存在同时注入检测电流或同时投入检测电桥,互相形成干扰的情况,造成检测数据存在误差或者有误报警的状况。同时,出线支路采用巡检方式,当输出支路很多时,巡检一周需花费很长时间,系统反应迟钝。

### 发明内容

[0005] 为了克服现有技术的缺陷,本发明提出了一种双极不接地HVDC电源系统的绝缘监察方法。

[0006] 为了实现上述发明目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种双极不接地HVDC电源系统的绝缘监察方法,包括以下步骤:测量主进正极母线对地电压 $V_+$ ,测量主进负极母线对地电压 $V_-$ ,若 $V_+$ 、 $V_-$ 的绝对值的偏差大于 $V_+$ 或者 $V_-$ 的20%时,判定 $V_+$ 和 $V_-$ 处于不平衡状态;启动不平衡电桥测量电路,测量正极母线对地绝缘电阻值 $R_{L+}$ ,测量负极母线对地绝缘电阻 $R_{L-}$ 。

[0008] 作为优选方案,不平衡电桥测量电路依次启动开关K1和开关K2,当开关K1闭合、开关K2断开时:

$$[0009] \quad \frac{V_+}{R \parallel R_{L+}} = \frac{V_-}{R_{L-}} \dots\dots\dots (1)$$

[0010] 当开关K1断开、开关K2闭合时:

$$[0011] \quad \frac{V_+}{R_{L+}} = \frac{V_-}{R \parallel R_{L-}} \dots\dots\dots (2)$$

[0012] 其中,R为不平衡电桥投入的参考电阻,为预先设定值, $V_+$ 为开关K1闭合、开关K2断开时,主进正极母线对地电压; $V_-$ 为开关K1闭合、开关K2断开时,主进负极母线对地电压; $V_+'$ 为开关K1断开、开关K2闭合时,主进正极母线对地电压; $V_-'$ 为开关K1断开、开关K2闭合时,主进负极母线对地电压;根据公式(1)和(2)计算出正极母线对地绝缘电阻值 $R_{L+}$ 和负极母线对地绝缘电阻 $R_{L-}$ 。

[0013] 作为优选方案,还包括出线支路检测步骤,假设有m条出线支路,测量出线支路n的正极绝缘电阻 $R_{Ln+}$ 值及负极绝缘电阻 $R_{Ln-}$ 值,其中 $n \leq m$ 。

[0014] 作为优选方案,各支路正极出线和负极出线同时穿过漏电流传感器,当开关K1闭合、开关K2断开时:

$$[0015] \quad \frac{V_+}{R_{Ln+}} - \frac{V_-}{R_{Ln-}} = I_{Ln} \dots\dots\dots (3)$$

[0016] 当开关K1断开、开关K2闭合时:

$$[0017] \quad \frac{V_+'}{R_{Ln+}} - \frac{V_-'}{R_{Ln-}} = I_{Ln}' \dots\dots\dots (4)$$

[0018] 其中 $I_{Ln}$ 为开关K1闭合、开关K2断开时测得的出线支路n漏电流值; $I_{Ln}'$ 为开关K1断开、开关K2闭合时测得的出线支路n漏电流值;根据公式(3)和(4)计算出出线支路n的正极绝缘电阻 $R_{Ln+}$ 值及负极绝缘电阻 $R_{Ln-}$ 值。

[0019] 作为优选方案,所述漏电流传感器是霍尔传感器。

[0020] 作为优选方案,所述出线支路同时检测,数据统一发送。

[0021] 作为优选方案,所述进出线对地绝缘电阻值小于告警阈值将触发告警,告警阈值可在0~30k $\Omega$ 范围设定。

[0022] 本发明的有益效果在于,同一HVDC配电母线同时挂接多个厂家不同设备的绝缘监察系统时,各系统之间不易形成互相干扰,能有效避免测量误差和误报警现象;绝缘故障检出周期短,系统反应灵敏。

## 附图说明

[0023] 图1是本发明的进线绝缘监测原理框图。

[0024] 图2是本发明的出线绝缘监测原理框图。

[0025] 图3是本发明的典型实施案例原理框图。

## 具体实施方式

[0026] 以下结合附图对本发明作进一步说明。

[0027] 如图1所示,通信机房高压直流电源系统采用336V/240V正负极均不接地的方式,正常情况下,其正负极母线对地绝缘电阻在10兆欧以上,此时测得的正负母线对地电压 $V_+$ 和 $V_-$ 因装置内部电阻(兆欧级)的分压而保持平衡,其绝对值大致相等;绝缘监察装置工作时,绝缘监察装置内部电压比较电路对 $V_+$ 和 $V_-$ 进行实时比对,当两者的绝对值偏差大于设定范围时(一般为20%左右),说明有绝缘故障产生,CPU依次启动不平衡电桥的开关K1、K2,分别对 $V_+$ 和 $V_-$ 值进行检测。

[0028] 当K1闭合、K2断开时:

$$[0029] \quad \frac{V_+}{R \parallel R_{L+}} = \frac{V_-}{R_{L-}}$$

[0030] 当K1断开、K2闭合时：

$$[0031] \quad \frac{V_+'}{R_{L+}} = \frac{V_-'}{R \parallel R_{L-}}$$

[0032] 其中R为不平衡电桥投入的参考电阻，为固定值， $V_+$ 、 $V_-$ 、 $V_+'$ 、 $V_-'$ 分别为两次投入后电路稳定时测得的正、负母线对地电压值（非平衡电桥测量电路总投入周期约为5~8秒），根据以上两方程式，系统可计算出进线端正极绝缘电阻 $R_{L+}$ 值及负极绝缘电阻 $R_{L-}$ 值。

[0033] 紧接着，系统启动出线支路绝缘监测程序，如图2所示，各支路正、负出线同时穿过漏电流传感器 $CT_1 \sim CT_n$ ，若支路存在绝缘故障时，漏电流将被支路检测模块检出，与主机内部的不平衡电桥的开关K1、K2配合，即可测算出各支路的绝缘电阻值，具体过程如下（按支路1为例，其余支路相同）：

[0034] 当K1闭合、K2断开时：

$$[0035] \quad \frac{V_+}{R_{L1+}} - \frac{V_-}{R_{L1-}} = I_{L1}$$

[0036] 当K1断开、K2闭合时：

$$[0037] \quad \frac{V_+'}{R_{L1+}} - \frac{V_-'}{R_{L1-}} = I_{L1}'$$

[0038] 其中 $V_+$ 、 $V_-$ 、 $V_+'$ 、 $V_-'$ 分别为两次测得的正、负母线对地电压值， $I_{L1}$ 、 $I_{L1}'$ 为两次测得的漏电流值，根据以上两方程式，系统可计算出支路1正极绝缘电阻 $R_{L1+}$ 值及负极绝缘电阻 $R_{L1-}$ 值。同理，支路2、支路3、支路n的正、负极绝缘电阻值可通过支路检测模块测得的漏电流数据一次性算出。这种支路检测方式为准在线方式，即各支路同时检测，数据统一发送、集中运算，与每个支路轮流巡检的方式相比，大大缩短了在各个支路逐次投入电桥后等待电路稳定所花费的时间，检测总时间控制在15秒内，而原有方式每路需花费5~15秒，分支路数较多的话，系统反应十分迟钝。

[0039] 典型实施案例如图3所示，系统由绝缘监察主机、人机界面、支路绝缘采集模块、上下行通讯接口等组成，绝缘监察主机为系统核心，主要负责系统的调度与交互、人机界面的驱动、下行支路模块数据的读取、数据的存储与备份等等，同时负责主进母线绝缘状态的监测；支路绝缘采集模块连接各支路漏电流互感器，将采集到的漏电流数据通过下行接口送入主机，与主机内的不平衡电桥配合，得出各支路的绝缘电阻数值；人机界面配合主机实现数据显示、报警指示、参数预设等功能，通过人机界面的输入，系统绝缘电阻告警阈值可在0~30k $\Omega$ 范围设定。

[0040] 另外，系统可挂接支路电量采集模块及支路状态采集模块，实现电压、电流、功率、电能等电量参数的测量显示，支路开闭状态的指示等功能。RS485上行接口可实现与上位机对接，实现后台管理、远程监控等。

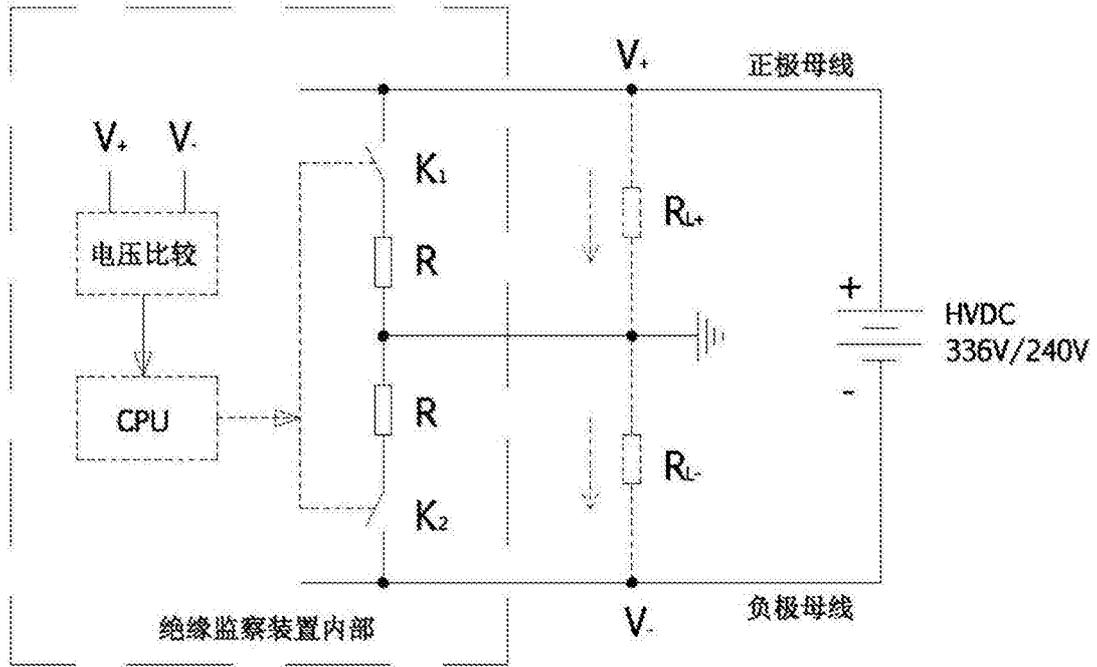


图1

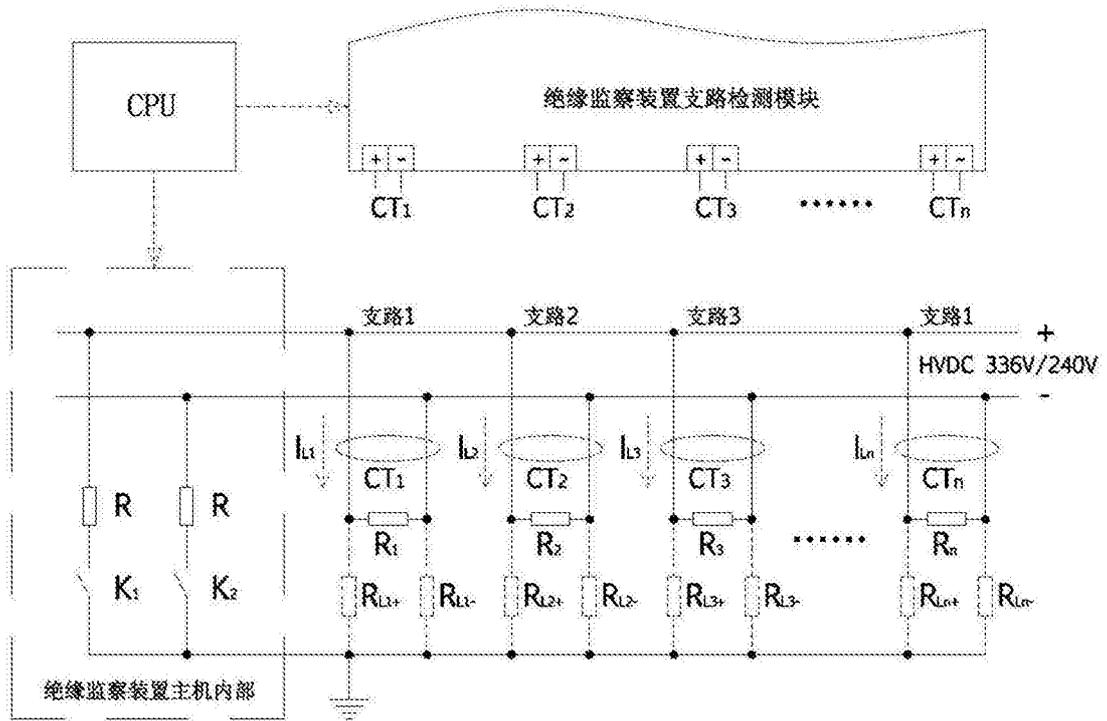


图2

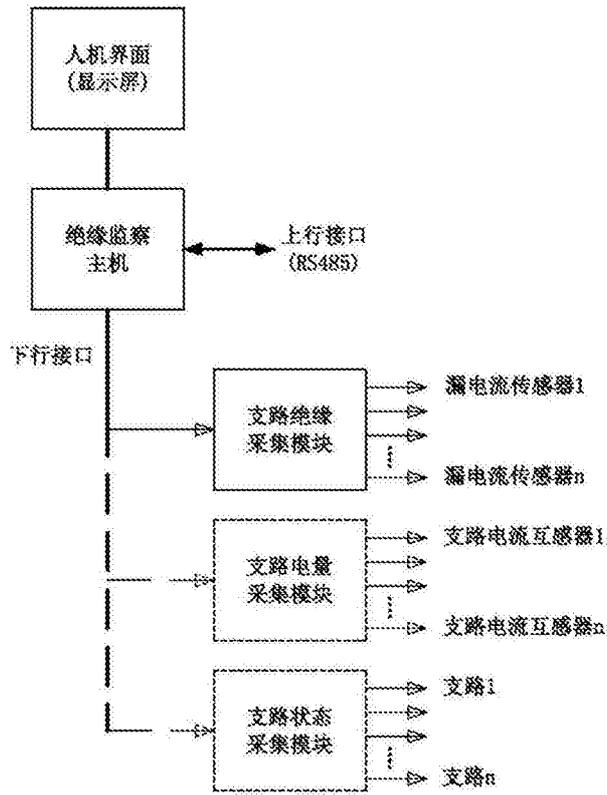


图3