



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104158163 B

(45)授权公告日 2017.01.18

(21)申请号 201410435431.0

(22)申请日 2014.08.31

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104158163 A

(43)申请公布日 2014.11.19

(73)专利权人 华北电力大学(保定)

地址 071003 河北省保定市永华北大街619号

(72)发明人 张重远 王增超 李春燕 张欣

(74)专利代理机构 石家庄冀科专利商标事务所有限公司 13108

代理人 李羨民 达丽娜

(51)Int.Cl.

H02H 9/04(2006.01)

H02H 7/16(2006.01)

(56)对比文件

CN 203632047 U, 2014.06.04,

CN 102946094 A, 2013.02.27,

US 2013021709 A1, 2013.01.24,

审查员 常柯阳

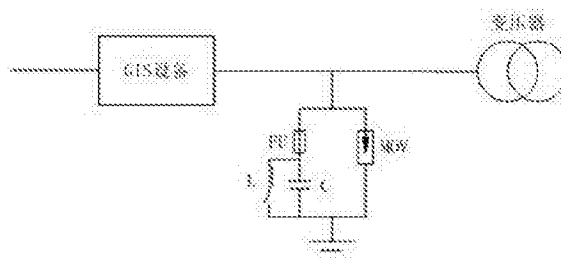
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种GIS变电站中变压器的VFTO保护装置及方法

(57)摘要

一种GIS变电站中变压器的VFTO保护装置及方法,所述防护装置包括避雷器、电容器、放电线圈、开关以及熔断器,由熔断器和电容器构成的串联支路并联连接在避雷器的两端,熔断器位于电容器和线路之间;由放电线圈和开关串联构成的放电支路并联连接在电容器C的两端;防护方法中通过线路波过程原理计算获得电容器C的参数。本发明无需对已投入运行的变电站做出较大变动,即能有效抑制VFTO的幅值和陡度,保护变压器的纵绝缘,其安装方便,工作可靠性高。



1. 一种GIS变电站中变压器的VFTO防护方法,在GIS变电站中的GIS设备与变压器之间的线路上设置有避雷器,其特征在于:所述避雷器的两端并联电容器(C);电容器(C)所在支路上串联熔断器(FU),熔断器(FU)连接在电容器(C)的进线侧;所述电容器(C)的两端并联由放电线圈(L)和开关构成的放电支路;

所述电容器(C)的容值选择按如下原则进行:

- a、确定变压器的电压等级、线路波阻抗以及变压器的耐受电压;
 - b、根据线路的波过程原理得到VFTO经过电容器以后的电压时域表达式,对表达式求时间的导数获得侵入变压器入口的VFTO陡度;
 - c、根据变压器能承受的最大陡度值计算电容器容值的下限;
- 根据直配电机防雷保护所用的电容值,确定电容器容值的上限。

一种GIS变电站中变压器的VFTO防护装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及变电技术领域,特别是一种GIS变电站中用于对变压器的VFTO进行防护的装置。

背景技术

[0002] 气体绝缘变电站(Gas Insulated Substation,简称GIS),又称为全封闭组合电器,与空气绝缘变电站相比,它具有占地面积小、运行安全、维护方便以及与周围环境隔绝等诸多优点,因此气体绝缘变电站在世界各地的应用越来越广泛,尤其在大都市的配电站更是如此。GIS内的隔离开关和断路器在切合过程中,由于开关触头断口的重复击穿,会在气体绝缘变电站内部产生振荡频率高达数百兆赫兹的特快速暂态过电压(Very Fast Transient Overvoltage,简称VFTO),VFTO的电压幅值并不很高,通常低于雷电过电压的幅值,因此采用常规避雷器难以对其进行防护;另外 VFTO还有一个特点,即陡度过高,这会对变压器线圈本身内部的绝缘,即纵绝缘产生严重威胁,所以在GIS中对VFTO的防护就显得异常重要。

[0003] 目前抑制VFTO的方法主要有以下几种:

[0004] 1)采用快速动作隔离开关。快速动作隔离开关的抑制原理是缩短隔离开关切合时间以减少重复击穿的次数,缩短燃弧时间,降低VFTO出现的几率,也可以在一定程度上降低最高过电压的倍数。但是快速动作隔离开关的使用并不能完全解决由VFTO带来的问题。

[0005] 2)隔离开关并联合闸电阻。含并联电阻的隔离开关工作原理为:在触头闭合时,并联电阻被旁路,从而不接入电路;在触头击穿或重燃时,动触头与合闸电阻形成燃弧通道,电阻接入电路;在触头完全断开时,电弧熄灭,并联电阻也不接入电路。电阻的阻尼作用使行波上升时间下降、幅值降低,但合闸电阻使隔离开关结构复杂,制造难度增大,且发热量大。

[0006] 3)采用铁氧体磁环。铁氧体是高频导磁材料,将铁氧体磁环套在GIS隔离开关两端的导电杆上,由于铁氧体磁环的高频特性,相当于在开关断口和空载母线间串入了一个阻抗,能够改变导电杆局部的高频电路参数,增加行波能量的损耗,阻尼行波的传播,从而抑制VFTO。但在实际GIS应用中,铁氧体磁环的饱和效应会使抑制效果大打折扣。

[0007] 上述三种常用的方法中除自身缺陷以外,均需要对GIS中的设备进行硬件以及结构上的改变,这就需要变电站进行大规模、长时间的停电改造,成本高,且停电会造成间接损失。

发明内容

[0008] 本发明针对现有技术的不足,提供一种GIS变电站中变压器的VFTO防护装置,它无需对GIS中现有设备进行硬件及结构改造即可有效抑制VFTO的防护装置,以解除VFTO对GIS变压器的威胁,达到保护变压器的目的。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明所采取的技术方案如下:

[0010] 一种GIS变电站中变压器的VFTO防护装置,所述GIS变电站中的GIS设备与变压器之间的线路上设置有避雷器,所述避雷器的两端并联电容器。

[0011] 上述GIS变电站中变压器的VFTO防护装置,所述电容器所在支路上串联熔断器,熔断器连接在电容器的进线侧。

[0012] 上述GIS变电站中变压器的VFTO防护装置,所述电容器的两端并联由放电线圈和开关构成的放电支路。

[0013] 一种GIS变电站中变压器的VFTO防护方法,在所述GIS变电站中的GIS设备与变压器之间的线路上设置有避雷器,并在避雷器的两端并联电容器;电容器容值选择按如下原则进行:

[0014] A、确定变压器的电压等级、线路波阻抗以及变压器的耐受电压;

[0015] B、根据传输线的波过程原理得到VFTO经过电容器以后的电压时域表达式,对表达式求时间的导数获得侵入变压器入口的VFTO陡度;

[0016] C、根据变压器能承受的最大陡度值计算电容器容值的下限;

[0017] D、根据直配电机防雷保护所用的电容值,确定防护电容容值的上限。

[0018] 由于采用了以上技术方案,本发明取得了如下技术进步:

[0019] 本发明采用并联电容器来对变压器进行防护,通过计算分析可以选择合适的电容值达到降低VFTO陡度的目的,与此同时,不会对GIS的正常运行造成影响。相比其他防护手段,采用并联电容器的方法适用范围更加广泛,降陡明显且安装方便,不会改变现有元器件的结构,与主变现有的避雷器配合可以把VFTO幅值和陡度限制在可接受的范围内。

附图说明

[0020] 图1是本发明的结构示意图;

[0021] 图2是VFTO通过电容器的等效电路图。

[0022] 图中各标号表示为:MOV、避雷器,C、电容器,L、放电线圈,FU、熔断器。

具体实施方式

[0023] 下面将结合附图和具体实施例对本发明做进一步详细说明。

[0024] 本发明所述VFTO防护装置设置在GIS变电站中的GIS设备与变压器之间的线路与地之间,包括避雷器MOV、电容器C、放电线圈L、开关以及熔断器FU。其中由熔断器FU和电容器C构成的串联支路并联连接在避雷器MOV的两端,熔断器FU位于GIS设备与变压器之间的线路与电容器C之间,即位于电容器的进线侧;避雷器MOV采用变电站现有设备,用于限制侵入变压器入口过电压的幅值;电容器C用于将VFTO的陡度限制至雷电波以下;熔断器FU一方面用于保护电容器C,另一方面在电容器C发生短路故障时切断短路电流。由放电线圈L和开关构成的放电支路并联连接在电容器C的两端,用于在电容器C退出运行时,泄放残余电压。VFTO防护装置中各个设备的接线如图1所示。

[0025] 本发明通过在GIS变电站中的GIS设备与变压器之间的线路上设置有避雷器MOV,并在避雷器MOV的两端并联电容器C,来限制侵入变压器入口的VFTO陡度,进一步对变压器的匝间绝缘进行保护。

[0026] 在GIS变电站中,由隔离开关操作产生的VFTO是以行波的形式进行传播的,当线路

中设置VFTO防护装置后,VFTO(假设为一无限长直角波)将从一条波阻抗为 Z_1 的线路传播到另一条波阻抗为 Z_2 线路上,两线路连接点即为VFTO防护装置的安装点。VFTO通过电容器的等效电路如图2所示。

[0027] 由彼得逊法则可推出通过电容器的电压:

$$[0028] \quad u_{2c} = \frac{2z_1}{z_1 + z_2} u_{1q} (1 - e^{-\frac{t}{T}}) \quad \text{式一}$$

[0029] 式中, u_{1q} 为VFTO前行波, u_{2q} 为VFTO前行波通过电容器之后的反射波, $T = \frac{z_1 z_2}{z_1 + z_2} C$ 为时间常数。

[0030] 对式一时间微分可得到反射波 u_{2q} 的陡度:

$$[0031] \quad \alpha = \frac{du_{2q}}{dt} = \frac{2}{z_1 C} u_{1q} e^{-\frac{t}{T}} \quad \text{式二}$$

[0032] 当 $t=0$ 时,陡度最大,即:

$$[0033] \quad \alpha_{\max} = \left(\frac{du_{2q}}{dt} \right)_{\max} = \frac{du_{2q}}{dt} \Big|_{t=0} = \frac{2u_{1q}}{z_1 C} \quad \text{式三}$$

[0034] 由式三可知,最大陡度与电容器之后的线路波阻抗 Z_2 无关,增大 Z_1 或电容器值都可以降低VFTO反射波的陡度,然而,在GIS变电站中 Z_1 是无法改变的,所以当电容器选择合适的阻值即可将VFTO的陡度限制在变压器可接受的水平,消除对变压器纵绝缘的危害。

[0035] 以下以一个具体实施例为例,进一步说明电容器C的容值是如何选择的。

[0036] 1)确定变压器的电压等级、线路波阻抗以及变压器的耐受电压。

[0037] 本实施例是以220kV气体绝缘变电站为例的。根据电力行业标准DL/T 620—1997《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》,220kV变压器雷电冲击耐受电压为850kV,雷电上升沿 $\tau=1.2\mu s$,线路波阻抗取值400 Ω 。

[0038] 2)根据传输线的波过程原理得到VFTO经过电容器C以后的电压时域表达式,对表达式求时间的导数获得侵入变压器入口的VFTO陡度,如式二。

[0039] 3)根据变压器能承受的最大陡度值,进而计算得出电容器C容值的下限。

[0040] 延续上述实施例,可计算得出GIS变电站中变压器所能承受的最大入侵波陡度为:

$$[0041] \quad \alpha_{220} = \frac{850kV}{1.2\mu s} = 708.33kV/\mu s \quad \text{式四}$$

[0042] 取VFTO前行波 u_{1q} 为2.5倍的额定电压值,并将式四带入式三计算可得:

$$[0043] \quad C_{220} = \frac{2u_{1q}}{z_1 \alpha_{220}} = 3169.93pF \quad \text{式五}$$

[0044] 由式五所得电容值即为电容器的下限值。

[0045] 4)根据直配电机防雷保护所用的电容值,确定防护电容C容值的上限。

[0046] 根据相关标准,在直配电机防护中,安装在每相母线上的电容器的电容值应为0.25 $\mu F \sim 0.5\mu F$,由于变压器的绝缘水平较电机的绝缘水平高很多,故取电容器的上限值为

0.25μF。

[0047] 因此,在本实施例中,电容器容值的选择范围为:

[0048] $3169.93\text{ pF} \leq C_{220} \leq 0.25\mu\text{F}$ 。

[0049] 电容器具体容值的选择还需要根据流过电容器的额定电流不会对变电站的正常工作造成影响进行确定。

[0050] 熔断器的选择要根据装置接入的系统电压等级确定。

[0051] 本发明所述的防护方法中,为保护电容器C,还在电容器的支路上串联连接一熔断器FU,并将熔断器安装在GIS设备与变压器之间的线路与电容器C之间;同时在电容器C两端并联由放电线圈L和开关构成的放电支路,用于在电容器C退出运行时泄放残余电压。

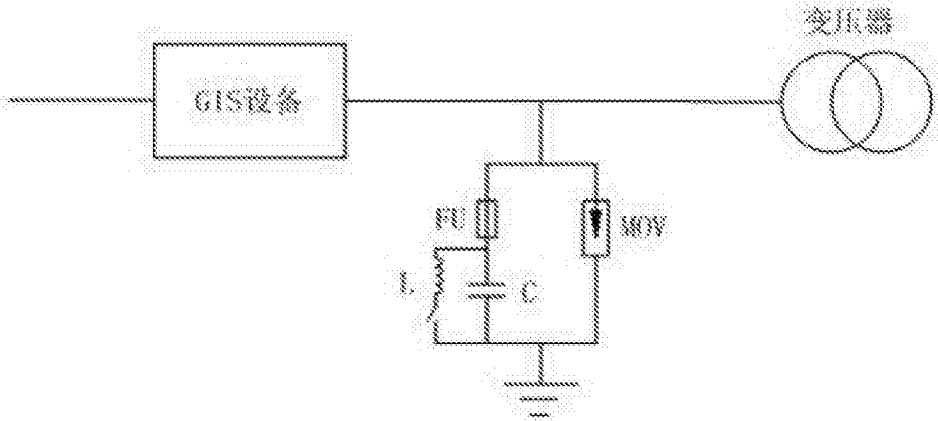


图1

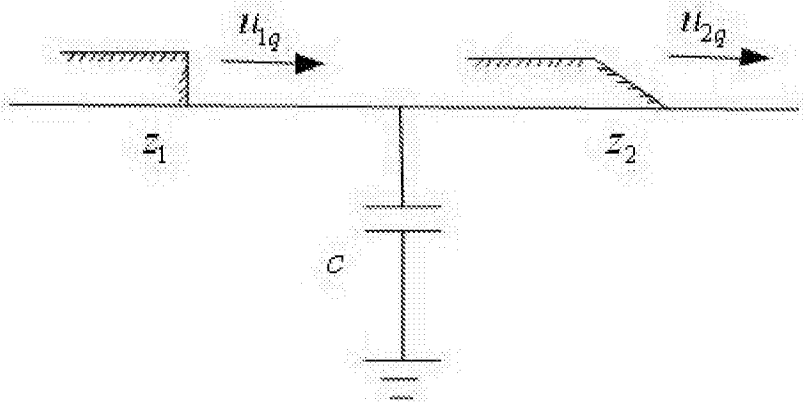


图2