

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01R 31/08 (2006.01)

H02H 3/08 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610069612.1

[43] 公开日 2007年2月14日

[11] 公开号 CN 1912642A

[22] 申请日 2006.7.28

[21] 申请号 200610069612.1

[71] 申请人 徐文远

地址 250061 山东省济南市历下区经十路73号

共同申请人 朱珂

[72] 发明人 徐文远 朱珂

[74] 专利代理机构 济南金迪知识产权代理有限公司
代理人 宁钦亮

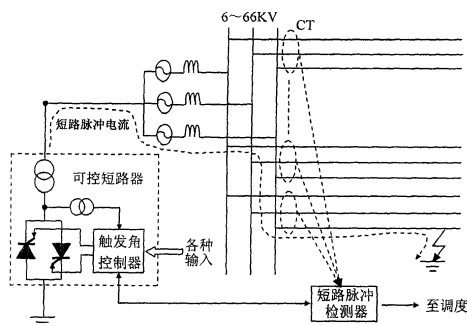
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

[54] 发明名称

中性点非有效接地系统单相接地选线设备及方法

[57] 摘要

中性点非有效接地系统单相接地选线设备及方法，设备包含一个可控短路器和一个短路脉冲检测器；可控短路器接于中性点与地之间，由降压变压器(或限流电感)、电压互感器、可控硅或一对极性相反的可控硅组和可控硅触发角控制器组成；短路脉冲检测器位于各出线出口处，主要由信号采集处理板组成。选线方法是，当中性点非有效接地系统发生单相接地并进入稳态后，接于中性点与地之间的可控短路器在其两端电压极性由正到负过零附近使中性点与地之间瞬时短路，以产生一短路脉冲电流。该短路脉冲电流绝大部分流经接地线路接地相后于接地点入地，短路脉冲检测器通过对各出线该短路脉冲电流的检测以实现接地线路的判定。



1、一种中性点非有效接地系统单相接地选线设备，其特征在于，主要包含一个可控短路器和一个短路脉冲检测器；可控短路器接于中性点与地之间，由降压变压器（或限流电感）、电压互感器、可控硅或一对极性相反的可控硅组和可控硅触发角控制器组成；短路脉冲检测器位于各出线出口处，主要由信号采集处理板组成。

2、如权利要求 1 所述的中性点非有效接地系统单相接地选线设备，其特征在于，所述的触发角控制器配有母线电压输入及多个辅助输入端口，短路脉冲检测器配有远动输出端口，触发角控制器与短路脉冲检测器之间有一条可进行简单数据交换的通道。

3、如权利要求 1 所述的中性点非有效接地系统单相接地选线设备，其特征在于，所述可控短路器可以采用如下安装位置：

可控短路器直接接于变压器中性点与大地之间；

可控短路器直接接于变压器中性点与地之间，与消弧线圈相并联；

可控短路器串在消弧线圈二次侧或其 PT 上；

可控短路器接于消弧线圈末端抽头与地之间；

可控短路器串接于母线上的 Y/△型降压变压器二次侧△型线圈中；

可控短路器直接接于母线 PT 二次侧的开口三角内。

4、一种中性点非有效接地系统单相接地选线方法，其特征在于，其方法是，当中性点非有效接地系统发生单相接地并进入稳态后，接于中性点与地之间的可控短路器在其两端电压极性由正到负过零附近使中性点与地之间瞬时短路，以产生一短路脉冲电流；该短路脉冲电流绝大部分流经接地线路接地相后于接地点入地，短路脉冲检测器通过对各出线该短路脉冲电流的检测以实现接地线路的判定；具体步骤如下：

1) 初始状态：系统正常运行，输入母线电压正常，可控短路器控制可控硅处于开断状态，短路脉冲检测器也不对各出线电流进行采集；

2) 当可控短路器通过母线电压输入端口检测到系统发生单相稳定性接地之后，采集图 2 中 2 (PT) 输入的电压信号并找出其极性由正变为负时的过零点；

3) 触发角控制器控制可控硅在②中检测出来的电压过零点之前以 10 度触发角、每隔 n 个周波导通一次，以产生一短路脉冲电流，并事先将故障相及所产生短路脉冲电流的情况告知短路脉冲检测器；

4) 短路脉冲检测器从每条出线的故障相电流或零序电流中将可控短路器产生的

短路脉冲电流检测出来：

5) 短路脉冲检测器计算每条出线的短路脉冲电流强度，最大者即判定为接地线路；

6) 短路脉冲检测器将判定出来的故障线路编号在主机面板显示出来，同时将该编号送往调度；

7) 调度得知故障线路编号后，通过可控短路器的辅助端口使其停止产生短路脉冲电流；

8) 如果由于短路脉冲电流太弱使得短路脉冲检测器检测不到，则短路脉冲检测器及时告知可控短路器，可控短路器中的可控硅触发角控制器调整可控硅触发角逐渐增大，直到某条出线的短路脉冲电流能够被检测到为止，该条出线即被判定为接地线路，重复6)、7)。

5、如权利要求4所述的一种中性点非有效接地系统单相接地选线方法，其特征在于，以步骤4)检测出来的各出线短路脉冲电流与时间坐标轴所围成的有效或全面积的绝对值大小作为衡量短路脉冲电流强度的依据。

6、如权利要求4所述的一种中性点非有效接地系统单相接地选线方法，其特征在于，以步骤4)检测出来的各出线短路脉冲电流与中性点总短路脉冲电流的相关性大小作为衡量短路脉冲电流强度的依据。

中性点非有效接地系统单相接地选线设备及方法

一、技术领域

本发明涉及一种关于配电网中性点非有效接地系统单相接地故障选线技术，尤其是一种中性点非有效接地系统单相接地选线设备及方法。

二、背景技术

我国大多数配电网均采用中性点非有效接地运行方式，由于发生单相接地时，供电仍能保持线电压的对称性，且故障电流较小，不影响对负荷连续供电，故不必立即跳闸，规程规定可继续运行1~2小时。但随着馈线的增多，以及电缆的广泛使用，电容电流不断增大，单相接地后长时间运行就易使故障扩大成两点或多点接地短路，弧光接地还会引起全系统过电压，进而损坏设备，破坏系统安全运行，所以必须及时找到故障线路予以切除。

在我国，自五十年代末至今已提出了诸多选线方法，其中相当一部分也已开发出了相应的装置并应用于现场，其中有代表性的主要有基波群体比幅比值法、五次谐波法、残流增量法、首半波法、小波法，有功分量法和S注入法。

在中性点不接地系统中，故障线路零序电流的大小等于所有非故障线路的零序电流之和，方向与非故障线路的零序电流方向相反。根据这一原理发展起来的基波群体比幅比值法及相应设备在国内电网中使用最为普及，但对于中性点经消弧线圈接地系统，由于消弧线圈对地点基波容性电流的补偿而使得基波群体比幅比值法失效。相应理论可见“郝玉山等，小电流接地微机选线的群体比幅比相原理，电力情报，1994年第二期15~19页”。

鉴于基波群体比幅比值法无法适用于中性点经消弧线圈接地系统，出现了五次谐波法。但由于五次谐波在电网中的含量比较小，而且不稳定，易受到干扰，所以实际选线效果并不理想。相应理论可见“张章亮，小电流接地系统单相接地机理分析，广东电力，1998年11卷3期20~24页”。

残流增量法所依据的原理为：对于中性点经消弧线圈接地系统，当发生单相接地后，调节消弧线圈的档位，通过调档前后各出线零序电流变化量的大小进行故障线路的选定。这种方法只针对中性点经消弧线圈接地系统，而且消弧线圈的档位决定了各出线在调档前后零序电流的变化量，所以有一定的局限性。相应理论可见“蔡旭，于

乐中, 补偿电网增量函数法接地选线原理及应用, 上海交通大学学报, 2004 年 38 卷 8 期 1273~1277 页”, 基于这一技术的国内专利有 1482717。

首半波法的原理基于接地故障发生在相电压接近最大值瞬间这一假设, 发生故障的首个半周期, 故障线路零序暂态电流与非故障线路零序暂态电流极性相反, 但单相接地故障往往是由于外界因素所造成, 所以在多数故障情况下, 首半波法所依据的前提无法成立, 如果故障发生在相电压过零值附近, 电流的暂态分量值较小, 极易引起误判。相应理论可见“张兰等, 小电流接地系统单相接地暂态保护判据研究, 湖南大学学报, 2004 年 31 卷 2 期 70~71 页”。

近几年兴起的小波分析也被应用于接地选线, 通过提取故障后暂态信号中的特征量以实现故障线路的判定。小波法选线技术的难点在于小波基函数及小波分解尺度的选择, 而且小波分析本身缺乏明确的物理概念, 无法得到学术界的普遍认可。相应理论可见“操丰梅等, 小波变换在小电流接地故障检测中的应用, 电力自动化设备, 1999 年 19 卷 3 期 8~11 页”等。

为了防止谐振将消弧线圈串联一电阻, 根据各出线电流中有功分量的多少来判定接地线路, 从而产生了有功分量法。由于消弧线圈所串电阻产生的有功分量电流较小而难以检测, 有人又提出给消弧线圈并上一电阻以达到增大有功电流的目的。这种改进后的有功分量法虽然使得选线效果有所提高, 但电阻的大小选取是个问题, 而且由于阻值无法调整, 使得接地电阻较大时无法保证所产生有功电流的强度, 此外仅适用于中性点经消弧线圈接地系统也使该方法具有局限性。相应理论可见“樊舜尧, 基于零序电流有功分量的接地选线原理分析及算法实现, 煤矿机电, 2001 年 6 期 24~27 页”, “周浩等, 10KV 配电网并联电阻接地选线技术研究, 电气技术杂志, 2003 年 11 期 56~58 页”, 基于这一技术的国内专利有 1588741, 2521811 和 2387653。

S 注入法的提出是解决中性点非有效接地系统单相接地故障选线问题思路上的一次飞跃, 它抛弃了以往借助故障系统自身产生的诸多信号进行选线的思路, 转而通过外界注入信号以达到选线目的。这种方法对于当前大部分出线只配备两相 CT 的国内中性点非有效接地系统同样适用, 这是它区别于其它所有选线方法的最大优势。但由于从 PT 二次侧注入信号, 受 PT 容量的限制, 使得注入到一次系统的信号强度不可能很大, 当接地电阻较大时, 微弱的注入信号难以被检测到, 而且介于 $n \sim n+1$ 次谐波之间的高频信号易受干扰, 此外这种方法实现起来较为复杂, 投入也较高, 根据相关产品在现场的使用情况来看并不理想。相应理论可见“桑在中等用注入法实现小电流系统单相接地选线保护, 电力系统自动化, 1996 年 20 卷 2 期 11~12 页”。基于这一技术的国内专利有 1096877。

专利 1244741 中提出在变压器中性点与大地之间接入电感线圈与整流二极管的串联支路充当信号发生器,发生单相接地后,这一信号发生器将产生零序半波电感电流,在所有出线检测该电流,最大者即为接地线路。由于增大了单相接地时的短路电流,使得该方法在接地电阻较小的情况下可保证很高的选线准确率,但当接地电阻较大时,由于中性点电压的下降使得流过中性点的半波电感电流幅值减小,无法保证被检测信号的强度。

综上所述,国内解决中性点非有效接地系统单相接地选线问题的方法大体可分为两大类:1)利用单相接地后故障电流自身的某些特性来进行选线。2)通过人为干预产生一信号注入系统,借助这一信号进行故障选线,又可称为注入法。由于中性点非有效系统单相接地时故障电流太小,通过借助其特性难以实现准确选线,所以第一类选线方法有其难以克服的局限性。为了弥补第一类选线方法的不足而出现了第二类选线方法即注入法。由完全依赖故障电流自身信息到人为注入信号以用来选线,这是解决中性点非有效接地系统单相接地选线问题思想上的转变,但由于当前的各种注入法所注入信号的强度以及特征的局限性,使得当接地电阻较大时或对于电力污染较严重的负荷所注入信号的检测非常困难。所以,虽然根据上述众多原理制造出来的选线设备广泛应用于国内配电网系统,但至今为止没有一种选线设备的选线准确率可达到80%以上,尤其对煤矿、油田等系统污染较严重的负荷,其自动单相接地故障选线一直是一个空白。

三、发明内容

本发明注意到中性点非有效接地系统单相接地线路难以检测的原因是因为短路电流太小,而短路电流太小的根本原因是因为中性点非有效接地。如果我们能够在一段时间内让中性点有效接地,则在该时间内将有大的短路电流出现,这样,故障线路会因此大电流而被容易的辨别出来。而且我们可以控制上述短路时间的长短,这样就可以产生一个大到易于检测但又不引起系统不良反应的故障电流,我们称这种方案为可控短路,其典型实施方案如图1。本发明正是基于可控短路的想法而形成的第三类单相接地故障选线方法,即中性点非有效接地系统单相接地选线设备及方法。

中性点非有效接地系统单相接地选线设备,主要包含一个可控短路器和一个短路脉冲检测器;可控短路器接于中性点与地之间,由降压变压器(或限流电感)、电压互感器、可控硅或一对极性相反的可控硅组和可控硅触发角控制器组成;短路脉冲检测器位于各出线出口处,主要由信号采集处理板组成。

所述的触发角控制器配有母线电压输入及多个辅助输入端口,短路脉冲检测器配有运动输出端口,触发角控制器与短路脉冲检测器之间有一条可进行简单数据交换

的通道。

所述的可控短路器可以采用如下安装位置：

可控短路器直接接于变压器中性点与大地之间，如图 3 所示。

可控短路器直接接于变压器中性点与地之间，与消弧线圈相并联，如图 4 所示。

可控短路器串在消弧线圈二次侧或其 PT 上，如图 5 所示。

可控短路器接于消弧线圈末端抽头与地之间，如图 6 所示。

可控短路器串接于母线上的 Y/△型降压变压器二次侧△型线圈中，如图 7 所示。

可控短路器直接接于母线 PT 二次侧的开口三角内，如图 8 所示。

中性点非有效接地系统单相接地选线方法是，当中性点非有效接地系统发生单相接地并进入稳态后，接于中性点与地之间的可控短路器在其两端电压极性由正到负过零附近使中性点与地之间瞬时短路，以产生一短路脉冲电流。该短路脉冲电流绝大部分流经接地线路接地相后于接地点入地，短路脉冲检测器通过对各出线该短路脉冲电流的检测以实现接地线路的判定；具体步骤如下：

1) 初始状态：系统正常运行，输入母线电压正常，可控短路器控制可控硅处于开断状态，短路脉冲检测器也不对各出线电流进行采集；

2) 当可控短路器通过母线电压输入端口检测到系统发生单相稳定性接地之后，采集图 2 中 2 (PT) 输入的电压信号并找出其极性由正变为负时的过零点；

3) 触发角控制器控制可控硅在②中检测出来的电压过零点之前以 10 度触发角、每隔 n 个周波导通一次，以产生一短路脉冲电流，并事先将故障相及所产生短路脉冲电流的情况告知短路脉冲检测器；

4) 短路脉冲检测器从每条出线的故障相电流或零序电流中将可控短路器产生的短路脉冲电流检测出来；

5) 短路脉冲检测器计算每条出线的短路脉冲电流强度，最大者即判定为接地线路；

6) 短路脉冲检测器将判定出来的故障线路编号在主机面板显示出来，同时将该编号送往调度；

7) 调度得知故障线路编号后，通过可控短路器的辅助端口使其停止产生短路脉冲电流；

8) 如果由于短路脉冲电流太弱使得短路脉冲检测器检测不到，则短路脉冲检测器及时告知可控短路器，可控短路器中的可控硅触发角控制器调整可控硅触发角逐渐增大，直到某条出线的短路脉冲电流能够被检测到为止，该条出线即被判定为接地线路，重复 6)、7)。

可控短路器的安装位置非常灵活，所产生的短路脉冲电流的形式也灵活多变。而短路脉冲检测器对各出线中短路脉冲电流的检测方法也并不唯一。下面通过分别介绍可控短路器与短路脉冲检测器的详细结构与功能进而对本发明进行详细阐述。

可控短路器

可控短路器是本发明的第一个重要环节。当系统发生单相稳定性接地时，可控短路器控制中性点与地之间瞬时短路，以产生大的短路脉冲电流用于故障线路的检测。可控短路器的具体结构如图2，它主要包括如下四个部分：

1、降压变压器：该降压变压器一方面可将中性点非有效接地系统单相接地后中性点电压降至可控硅的正常工作电压；另一方面，它还相当于一阻抗用来限制可控硅导通时所产生的短路脉冲电流的幅值，减小中性点电压因可控硅导通而产生的畸变。当前配电系统普遍使用的单相卷铁心变压器就可以拿来使用。当可控短路器按照图5、6、7、8安装时，用一限流电感替代该降压变压器。

2、电压互感器：该电压互感器将中性点电压进一步降低之后直接提供给可控硅触发角控制器。当系统发生单相接地之后，触发角控制器以这一电压为基准，在其过零附近触发可控硅导通。

3、触发角控制器：触发角控制器是可控短路器的控制单元，它除了控制着可控硅的工作状态之外，还具有一些辅助功能，其作用如下：1) 它可根据由母线PT输入的电压判定系统是否发生稳定性单相接地，如果发生接地是那一相接地，进而采取相应动作。2) 它可控制可控硅在特定的时间以特定方式瞬时导通以产生形式多样的短路脉冲电流用于故障线路的判定。3) 在它开始控制可控硅瞬时导通之前，能够及时将故障相及将要产生的短路脉冲电流的情况告知短路脉冲检测器，以便其开始检测。4) 它还配有几个辅助输入端口，调度或变电站人员通过这些端口可使其开始或停止控制可控硅产生短路脉冲电流。

4、可控硅：该可控硅相当于一开关接于降压变压器二次侧与大地之间，在可控硅触发角控制器的控制下，使降压变压器二次侧与地之间以一定的间隔瞬时短路，从而产生短路脉冲电流用来进行故障线路的判定。如果仅采用一个可控硅，其导通产生的短路脉冲电流为单极性，如果采用两个极性相反的可控硅并联，则可以产生双极性短路脉冲电流。

可控短路器所产生短路脉冲电流的多样性完全得益于对可控硅的灵活控制。一方面，触发角控制器可调整可控硅每次导通时的触发角 δ ，使其从一较小的角度开始逐渐增大，从而调整短路脉冲电流的幅值，如此一来，即使在接地电阻较大的情况下，可控短路器仍能保证产生一合格短路脉冲电流，其强度足以被短路脉冲检测器检测

到。使接地线路中的短路脉冲电流能够被检测到的 δ 的取值受接地电阻的大小、各出线长短以及接地点距母线距离等因素的影响，典型取值范围为 10 度~180 度；另一方面，触发角控制器可以控制可控硅的导通频率，这就使可控短路器产生的短路脉冲电流具有明显的特征，极易于检测。如果我们控制可控硅每隔 n 个周波导通一次， n 的大小主要取决于短路脉冲电流对出线电流波形的影响程度（主要是影响时间长短），其次还要考虑短路脉冲检测器对短路脉冲电流的处理速度以及可控硅的性能，典型取值范围为 1~6。

短路脉冲检测器

短路脉冲检测器是本发明的第二个重要环节，它主要由信号采集处理板组成。此外，它还配有可与可控短路器进行简单数据交换的通道以及可向远方调度上传数据的通讯端口。当被可控短路器告知开始产生短路脉冲电流之后，短路脉冲检测器以不低于 12.8K 的采样频率对各出线故障相电流（或零序电流）进行采集，进而从中将可控短路器产生的短路脉冲电流检测出来，并将每条出线检测出来的短路脉冲电流强度进行对比，最大者即为接地线路。如果所有出线的短路脉冲电流强度均太小，使短路脉冲检测器无法检测到，则短路脉冲检测器告知可控短路器，可控短路器通过不断增大可控硅触发角使产生的短路脉冲电流强度不断增大，直到某条出线的短路脉冲电流能够被短路脉冲检测器检测到为止，此条出线即被短路脉冲检测器判定为接地线路。短路脉冲检测器将检测到的接地线路对应编号在主机面板上显示出来，并通过通讯送往调度。

短路脉冲检测器从各出线中检测出来的短路脉冲电流波形如图 9 所示。

根据电路原理，针对本发明的典型实施方案(如图 1),在使用一个可控硅的情况下产生的接地线路故障相与非接地线路故障相短路脉冲电流近似表达式分别为：

$$\begin{cases} i_{faulted} = \frac{V}{\sqrt{X_s^2 + (R_s + R_F)^2}} [\cos(\omega t - \delta + \theta_1) - e^{-\epsilon_1 t} \cos(\delta - \theta_1)] \\ i_{unfaulted} \approx \frac{V}{\sqrt{X_c^2 + R_s^2}} [-\cos(\omega t - \delta - \theta_2) + e^{-\epsilon_2 t} \sqrt{A_1^2 + A_2^2} \sin(\sigma t + \theta_3)] \end{cases} \quad (1)$$

其中设中性点对地电压 $U_N = V \sin(\omega t + \pi - \delta)$

R_s, L_s : 线路接地点上游侧的单相系统等效电阻和电感

R_F : 接地电阻

C : 出线单相对地电容（假设各条出线长度相等）

$$\begin{aligned}
X_s &= \omega L_s, & X_c &= (\omega C)^{-1}, & \theta_1 &= \tan^{-1}[(R_s + R_F) / X_s], \\
\tau_1 &= \omega(R_s + R_F) / X_s, & \theta_2 &= \tan^{-1}[R_s / ((\omega C)^{-1} - \omega L_s)], & \tau_2 &= R_s / (2L_s), \\
\sigma &= \sqrt{1 / (L_s C) - R^2 / (4L^2)} = \omega \sqrt{X_c / X_s - R_s^2 / (4X_s^2)}, & A_1 &= \sin(-\delta + \theta_2), \\
A_2 &= (\sigma L)^{-1} \sqrt{X_c^2 + (R_s / 2)^2} \sin[\delta - \theta_2 + \tan^{-1}(2X_c / R_s)], & \theta_3 &= \tan^{-1}(A_1 / A_2)
\end{aligned}$$

根据式(1)画出二者的波形如图10所示。由图10可知,接地线路接地相所对应的短路脉冲电流与非接地线路接地相所对应的短路脉冲电流在特征上存在许多差异,这些差异都可以用来对接地线路进行判定。通过对比各种差异,本发明人最终采用脉冲强度的不同来区分故障与非故障线路,此处的脉冲强度概念可以从两个角度来衡量:一种是借助面积,即短路脉冲电流与时间轴所围成的有效或全面积的绝对值大小来衡量。另一种是借助各出线中的短路脉冲电流与流经中性点的总短路脉冲电流的相关性来衡量。短路脉冲电流既可从每条出线的每一相中提取,也可从每条出线的零序电流中提取。

本发明与现有的接地选线方案相比有如下三大优势:

1)短路脉冲电流幅值可控。可控短路器通过控制中性点与地之间每次瞬时短路时间的长短进而控制所产生的短路脉冲电流的幅值,这就能使短路脉冲电流在不同大小的接地电阻情况下都能保持足够大的强度以被检测到,既弥补了第一类选线方法因短路故障电流太小而难以选线的先天不足,又克服了高阻接地时注入法所注入的信号强度太弱而难以检测的缺陷。

2)短路脉冲电流产生时间可控。可控短路器不仅可以在中性点电压某一过零点附近控制中性点与地之间瞬时导通,以产生一短路脉冲电流,而且可以在中性点电压的任一过零点附近控制中性点与地之间瞬时导通。同时,可控短路器还可将所产生短路脉冲电流的信息事先告知短路脉冲检测器,这使得短路脉冲电流的出现具有预见性,极易被短路脉冲检测器扑捉,克服了利用故障暂态信号的接地选线方法因故障暂态信号出现短暂且难以预测而造成的信号丢失问题,同时也减轻了因注入法持续向系统注入信号而造成的对系统的污染。

3)短路脉冲电流特征可控。可控短路器既可以控制所产生短路脉冲电流的极性,使短路脉冲电流以正、负或双极性出现,同时还可以控制短路脉冲电流出线的频率,使中性点电压及各出线电流随之周期性发生畸变,以产生特定频率的短路脉冲电流,从而大大提高了短路脉冲电流的抗干扰能力,使其有别于其它干扰信号而极易被检测出来。这决定了本选线方法比第二类选线方法即注入法有着更高的选线精度。

四、附图说明

图 1 是本发明的典型实施方案图。

图 2 是可控短路器结构图。

图 3 是可控短路器安装位置图。

图 4 是可控短路器安装位置图。

图 5 是可控短路器安装位置图。

图 6 是可控短路器安装位置图。

图 7 是可控短路器安装位置图。

图 8 是可控短路器安装位置图。

图 9 是周期为两个周波的正极性短路脉冲电流波形图。

图 10 是非接地线路接地相与接地线路接地相短路脉冲电流波形图。

五、具体实施方式

实施例 1: 中性点非有效接地系统单相接地选线设备, 主要包含一个可控短路器和一个短路脉冲检测器; 可控短路器接于中性点与地之间, 由降压变压器(或限流电感)、电压互感器、可控硅或一对极性相反的可控硅组和可控硅触发角控制器组成; 短路脉冲检测器位于各出线出口处, 主要由信号采集处理板组成。

所述的触发角控制器配有母线电压输入及多个辅助输入端口, 短路脉冲检测器配有远动输出端口, 触发角控制器与短路脉冲检测器之间有一条可进行简单数据交换的通道。

可控短路器直接接于变压器中性点与大地之间, 如图 3 所示。

中性点非有效接地系统单相接地选线方法是, 当中性点非有效接地系统发生单相接地并进入稳态后, 接于中性点与地之间的可控短路器在其两端电压极性由正到负过零附近使中性点与地之间瞬时短路, 以产生一短路脉冲电流。该短路脉冲电流绝大部分流经接地线路接地相后于接地点入地, 短路脉冲检测器通过对各出线该短路脉冲电流的检测以实现接地线路的判定; 具体步骤如下:

1) 初始状态: 系统正常运行, 输入母线电压正常, 可控短路器控制可控硅处于开断状态, 短路脉冲检测器也不对各出线电流进行采集;

2) 当可控短路器通过母线电压输入端口检测到系统发生单相稳定性接地之后, 采集图 2 中 2 (PT) 输入的电压信号并找出其极性由正变为负时的过零点;

3) 触发角控制器控制可控硅在②中检测出来的电压过零点之前以 10 度触发角、每隔 n 个周波导通一次, 以产生一短路脉冲电流, 并事先将故障相及所产生短路脉冲电流的情况告知短路脉冲检测器;

4) 短路脉冲检测器从每条出线的故障相电流或零序电流中将可控短路器产生的短路脉冲电流检测出来;

5) 短路脉冲检测器计算每条出线的短路脉冲电流强度, 最大者即判定为接地线路;

6) 短路脉冲检测器将判定出来的故障线路编号在主机面板显示出来, 同时将该编号送往调度;

7) 调度得知故障线路编号后, 通过可控短路器的辅助端口使其停止产生短路脉冲电流;

8) 如果由于短路脉冲电流太弱使得短路脉冲检测器检测不到, 则短路脉冲检测器及时告知可控短路器, 可控短路器中的可控硅触发角控制器调整可控硅触发角逐渐增大, 直到某条出线的短路脉冲电流能够被检测到为止, 该条出线即被判定为接地线路, 重复 6)、7)。

实施例 2: 本发明的结构和具体实施方法同实施例 1, 不同之处在于, 可控短路器直接接于变压器中性点与地之间, 与消弧线圈相并联, 如图 4 所示。

实施例 3: 本发明的结构和具体实施方法同实施例 1, 不同之处在于, 可控短路器串在消弧线圈二次侧或其 PT 上, 如图 5 所示。

实施例 4: 本发明的结构和具体实施方法同实施例 1, 不同之处在于, 可控短路器接于消弧线圈末端抽头与地之间, 如图 6 所示。

实施例 5: 本发明的结构和具体实施方法同实施例 1, 不同之处在于, 可控短路器串接于母线上的 Y/△型降压变压器二次侧△型线圈中, 如图 7 所示。

实施例 6: 本发明的结构和具体实施方法同实施例 1, 不同之处在于, 可控短路器直接接于母线 PT 二次侧的开口三角内, 如图 8 所示。

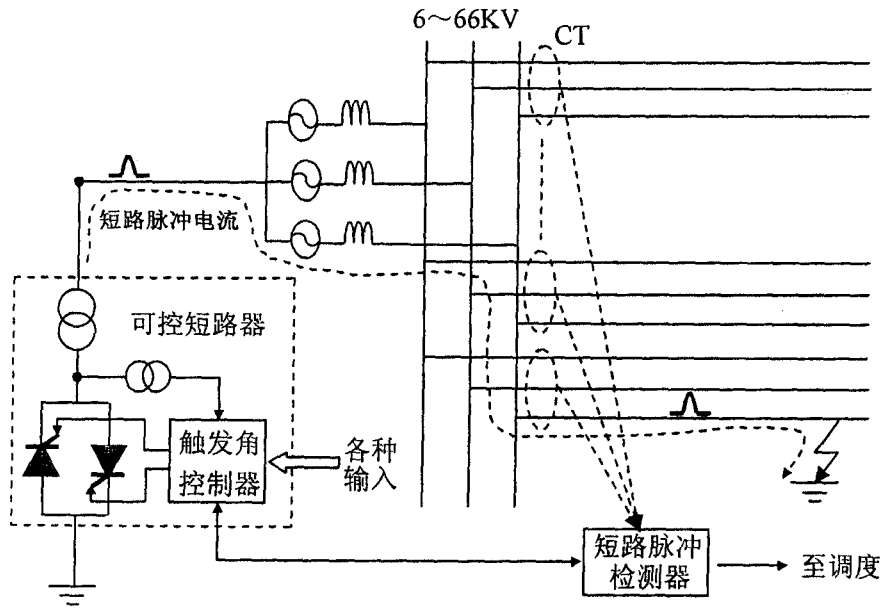


图 1

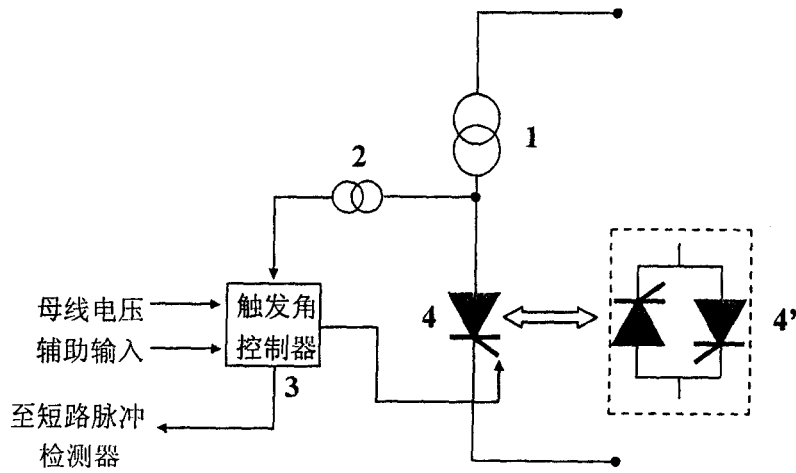


图 2

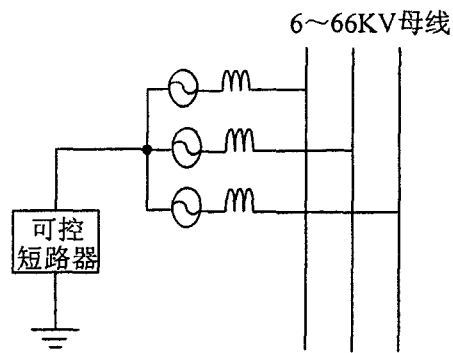


图 3

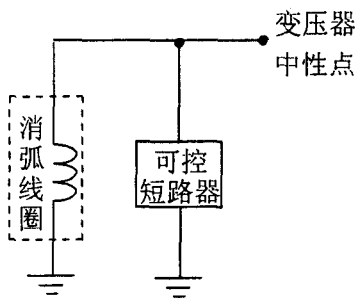


图 4

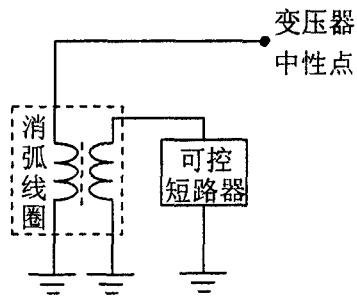


图 5

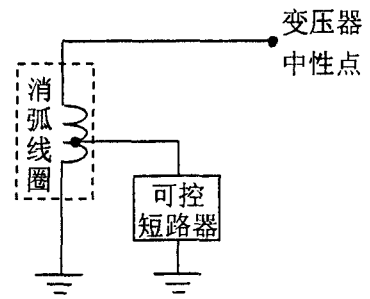


图 6

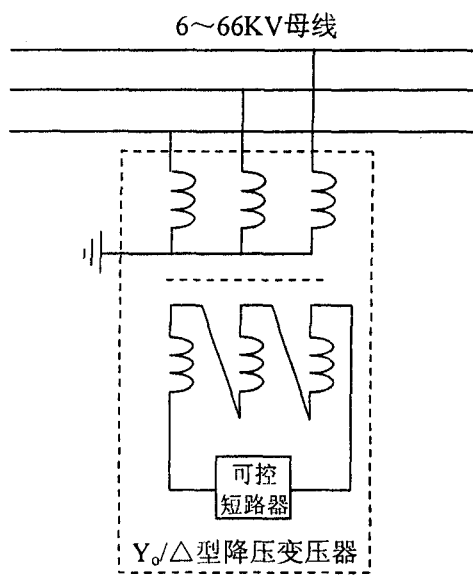


图 7

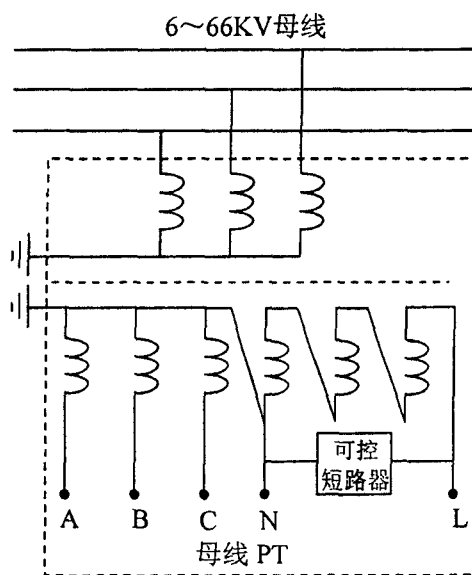


图 8

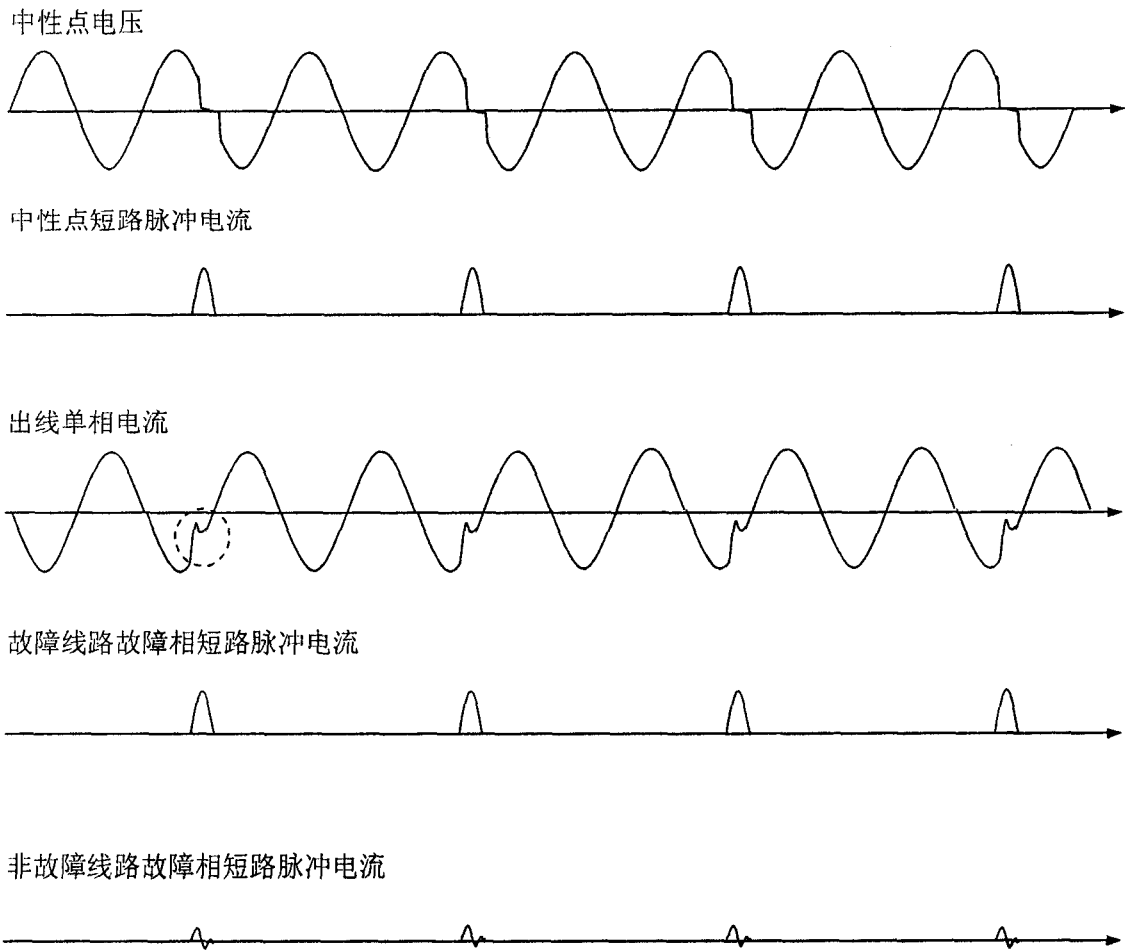


图 9

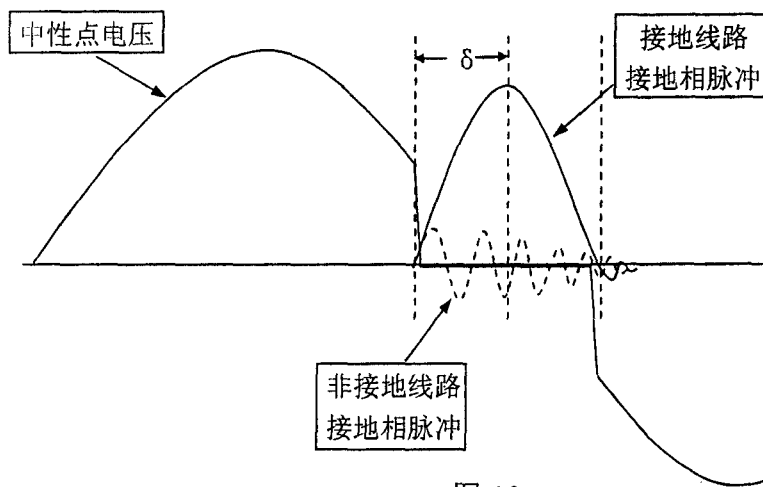


图 10