



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103399217 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201310234054. X

(22) 申请日 2013. 06. 13

(73) 专利权人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

专利权人 山东电力集团公司电力科学研究院

(72) 发明人 苏文博 姚金霞 刘延华 吕强

苏志达 孙健 唐新建 牟旭涛

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司

公司 37221

代理人 张勇

(51) Int. Cl.

G01R 31/00(2006. 01)

G01R 31/327(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102916405 A, 2013. 02. 06,

CN 2066587 U, 1990. 11. 28,

CN 102928717 A, 2013. 02. 13,

US 7541751 B2, 2009. 06. 02,

JP S57201869 A, 1982. 12. 10,

CN 101257206 A, 2008. 09. 03,

汤建红 等. 500kV 变电站开关无故障跳闸事故分析. 《电力自动化设备》. 2005, 第 25 卷 (第 12 期), 77-79 页.

于洲春 等. 变压器非电量保护误动问题分析与对策. 《中国电力》. 2003, 第 36 卷 (第 3 期), 33-36.

吴尚智. 一次断路器失灵保护“误动”的分析和对策. 《供用电》. 1995, 第 12 卷 (第 6 期), 33-35 页.

审查员 宋婉甜

权利要求书1页 说明书7页 附图4页

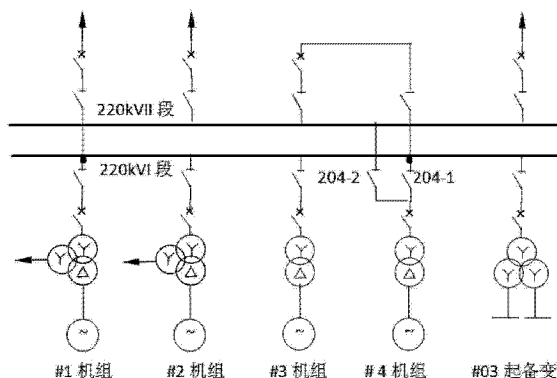
(54) 发明名称

寻找操作干扰导致 B 相接地 TV 二次开关误跳原因的方法

(57) 摘要

本发明提供了一种寻找操作干扰导致 B 相接地 TV 二次开关误跳原因的方法, 当进行一次刀闸操作时母线 TV 二次开关跳闸, 在确认 TV 二次侧 B 相接地的条件下, 如果检测的刀闸分合试验时录波数据显示的动态指标符合下列范围: 电流脉冲峰值 >30A, 概率范围 >30 次 /s, 持续的时间 >500ms; 二次开关对地之间的工频输入阻抗小于 0. 1Ω; 二次开关的速断电流是否小于 10pu; 二次开关的跳闸时间小于 100ms。本发明能够有效的判定是刀闸操作产生的高频强电流脉冲, 与 TV 二次开关的性能问题共同造成了该开关的误跳, 并导致了保护设备的停电等, 以便采取行之有效的措施, 防止故障的发生。

CN 103399217 B



1. 寻找操作干扰导致 B 相接地 TV 二次开关误跳原因的方法,其特征是:当进行一次刀闸操作时母线 TV 二次开关跳闸,保护动作,在确认 TV 二次 B 相接地的条件下进行刀闸带电分合闸的动态试验与相关的静态试验,

(1) 检测刀闸带电分合试验时产生的电流脉冲峰值是否大于 30A, 电流出现的概率范围是否大于 30 次 /s, 电流持续的时间是否大于 500ms ;

(2) 检测二次开关对地之间的工频输入阻抗是否小于 0.1Ω ;

(3) 检测二次开关的速断电流是否小于 10pu, pu 是电流的标么值 ;

(4) 检测二次开关的跳闸时间是否小于 100ms ;

如果检测的刀闸分合试验时产生的电流脉冲峰值 $>30A$, 出现的概率范围 >30 次 /s, 持续的时间 $>500ms$;二次开关对地之间的工频输入阻抗小于 0.1Ω ;二次开关的速断电流小于 10pu ;二次开关的跳闸时间小于 100ms, 并且这 4 个条件同时存在, 就能够确定导致二次开关动作的原因是 :一次刀闸操作产生的高频耦合电压通过 B 相 TV 二次开关、接地线以及地网形成的回路中产生了高频强脉冲电流, 该电流的脉冲密度与持续的时间满足了二次开关动作条件, 导致其跳闸, 进而使保护误动作。

寻找操作干扰导致 B 相接地 TV 二次开关误跳原因的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种寻找一次刀闸操作干扰导致 B 相接地 TV 二次开关跳闸原因的检测方法,属于电力系统变电站保护技术领域。

背景技术

[0002] 黄岛发电厂、济宁发电厂、黄台发电厂等先后出现过若干次刀闸操作时出现母线 TV 二次开关跳闸的故障,进而引发母线关联线路、变压器的距离保护动作跳闸,由此引起机组停运大面积停电的重大事故。

[0003] 例如,黄岛电厂 220kV 升压站 1990 年投运后,在刀闸操作时会出现 TV 二次开关跳闸的故障,当时采取了一些措施后,勉强维持着运行。直到 2010 年 1 月,在操作刀闸时,又多次发生母线 TV 二次负载失压、距离保护动作、两台 220kV 开关同时跳闸的事故。显然刀闸的操作干扰与开关误跳的隐患并未彻底解决,事故的发生不仅给电厂造成了损失,还危及到了电网的安全运行。

[0004] 刀闸操作干扰导致 B 相接地 TV 二次开关跳闸的问题非常突出,之前的资料中虽有相关报道,但分析问题与解决的问题思路相差甚远。类似于上述实例所讲的运行变电站内出现的,刀闸操作干扰导致 TV 二次开关跳闸与距离保护误动作的问题长期以来一直没有找到故障的原因以及处理方法。

发明内容

[0005] 本发明针对一次刀闸操作干扰导致 B 相接地 TV 二次开关跳闸的问题,提供了一种能够检测和确认 TV 二次开关误动跳闸原因的检测方法。

[0006] 本发明的采用的技术方案如下:

[0007] 寻找一次刀闸操作干扰导致 B 相接地 TV 二次开关跳闸原因的检测方法,当进行一次刀闸操作时母线 TV 二次开关跳闸,保护动作,在确认 TV 二次 B 相接地的条件下进行刀闸带电分合闸的动态试验与相关的静态试验:

[0008] (1) 检测刀闸带电分合试验时产生的电流脉冲峰值 $>30A$, 电流出现的概率范围 >30 次 /s, 电流持续的时间 $>500ms$;

[0009] (2) 检测二次小开关对地之间的工频输入阻抗是否小于 0.1Ω ;

[0010] (3) 检测二次小开关的速断电流是否小于 $10pu$;

[0011] (4) 检测二次小开关的跳闸时间是否小于 $100ms$;

[0012] 如果检测的刀闸分合试验时产生的电流脉冲峰值 $>30A$, 概率范围 30 次 /s, 持续的时间 $>500ms$; 二次开关对地之间的工频输入阻抗小于 0.1Ω ; 二次开关的速断电流小于 $10pu$; 二次开关的跳闸时间小于 $100ms$ 。并且这 4 个条件同时存在, 就能够确定导致二次开关动作的原因是: 一次刀闸操作产生的高频耦合电压通过 B 相 TV 二次开关、接地线以及地网形成的回路中产生了高频强脉冲电流, 该电流的脉冲密度与持续的时间满足了二次开关动作条件, 导致其跳闸, 进而使保护误动作。

[0013] 本发明的有益效果是：通过检测二次小开关的跳闸时间、二次小开关的速断电流、工频输入阻抗以及刀闸分合试验时录波检测的动态指标来确定开关误动的原因。本发明能够有效的判定是 TV 二次开关的性能问题造成了开关误跳导致设备停电，以便采取行之有效的措施，防止故障的发生。

附图说明

- [0014] 图 1, 黄岛电厂运行方式接线图；
[0015] 图 2 (a), 母线 TV 二次回路接线的压敏电阻与电容器的位置；
[0016] 图 2 (b), I 母线 TV 二次开关与编号图；
[0017] 图 2 (c), II 母线 TV 二次开关与编号图；
[0018] 图 3, 接地点的位置由开关室转移到集控室示意图；
[0019] 图 4, # 1TV 小开关跳闸时二次电压波形放大图；
[0020] 图 5, AC 相电压分压相量图；
[0021] 图 6, 分隔离开关时二次电流波形；
[0022] 图 7, 合隔离开关时二次电流波形；
[0023] 图 8, # 2TV 小开关跳闸时二次电压波形放大图；
[0024] 图 9, 含圆点的偏移距离保护动作特性。

具体实施方式

[0025] 实施例(以黄岛发电厂刀闸操作为例)

[0026] 本发明分析了解决刀闸操作干扰导致 B 相接地 TV 二次开关跳闸的实例, 展示了在寻找故障的检测方法、在确定刀闸操作所产生的过电压, 以及过电压的传输造成 TV 二次开关跳闸的原因、以及在建立合理的指标体系方面所做的工作。

[0027] 在现场使用 20MHz 带宽录波器对操作干扰电压、电流的动态参数进行了录波检测；对二次回路、开关的静态参数等进行了测试；对与杂散电容有关的布局问题、与参数有关的器件问题、与结构相关的地网问题进行了分析, 从而确定了故障的原因。

[0028] 确认刀闸操作时 TV 开关跳闸的原因不是工频短路引起的, 而是由高频干扰产生的电流超过了动作值 I_{dz} 造成的；TV 二次开关掉闸导致线路距离保护失压而动作, 迫使线路停电、机组停机。

[0029] 一、故障现象

[0030] 2009 年 1 月 5 日, 黄岛发电厂停 #4 机操作无问题。1 月 13 日, 高备变停电操作时, 发生了两条母线 TV 二次开关共同跳闸的问题, 1 月 15 日, 高备变送电操作时, 结果与停电操作时一致。TV 二次开关跳闸导致了 B 相失电, 两条线路保护误动作挑闸。后来对刀闸 204-1 进行了多次分、合试验, 并做了录波检查, 最终确认 TV 二次三相电压正常, 二次中性点 N630、中性点 N640 没有过电压现象出现；TV 二次也没有接地现象, 没有因接地问题而造成的工频短路故障；是高频电流作用于 TV 二次开关跳闸。对此采取了相应的防范措施：使用屏蔽电缆；将屏蔽层接地；TV 二次使用分相开关；提高了 TV 二次分相开关的动作指标；TV 二次只保留一个接地点；接地点远离升压站；使用接地铜排等。运行结果表明, TV 二次开关跳闸以及线路保护误动作的问题得到解决。如此, 解决了 20 年前遗留的历史问题。黄

岛电厂系统接线见图 1。值得分析的疑点有：

[0031] 疑点 1,与年代相关的历史问题。1990 年 1 月 TV 二次中性点加氧化锌避雷器,90 年 6 月二次分相加压敏电阻,之后的 20 年曾有二次开关跳闸的记录,但寥寥无几。近期半个月来,进行过不同的 6 次操作,每次都发生了二次开关跳闸的问题,原因何在。

[0032] 疑点 2,与母线相关的空间问题。以往每次出现的二次开关跳闸,都发生在 I 母线操作时,II 母线操作时没有跳闸,可见与一次设备的空间位置有关。

[0033] 疑点 3,与结构相关的地网问题。目前地网效果怎样值得研究。发电厂没有铺设专用的接地铜排,更没有环起来连接的铜排,若铺设专用的接地铜排后效果会怎样呢。

[0034] 疑点 4,与保护有关的设备问题。线路 I、II 保护误动作,线路 III 没有动作。

[0035] 疑点 5,与布局有关的杂散电容问题。也与设备电缆等的空间位置有关。

[0036] 二、检查过程

[0037] 1、TV 二次回路与静态参数检查

[0038] (1) 一般检查

[0039] 母线 TV 二次回路接线见图 2。

[0040] 图 2 (a),压敏电阻与电容器的位置,是 I 母线 TV 二次回路接线部分,A601、B601、C601、L601、A630、B600、C630、L630、N630、Sa630 为回路编号 ;F311 为 I 母线 TV 二次保护用小开关 ;RD 为熔断器。

[0041] 图 2 (b),为对应 I 母线 TV 二次回路接线,A630'、C630' 为回路编号,F321 为计量用小开关。

[0042] 图 2 (c),为对应 II 母线 TV 二次回路接线,A601'、B601'、C601'、A640、B600、C640、N640 为回路编号,F411 为保护用小开关 ;F421 为计量用小开关。

[0043] 检查内容与结果如下。

[0044] TV 二次存在多点接地问题,发电厂的所有 TV 均就地接地,而且接地点之间有连接线,如此造成多点接地。

[0045] TV 二次开关配置与参数情况：

[0046] 保护用 TV 二次 A、C 相并联 $2 \times 4 \mu F$ 的电容器；

[0047] 保护用 TV 二次 A、B、C 三相联动小开关额定电流 3A；

[0048] 计量用 TV 二次 A、B、C 三相联动小开关额定电流 5A；

[0049] 保护用 TV 二次开关的型式 C3,特性参数见下表：

[0050]

瞬时脱扣范围	5In-10In	
动作电流时间特性	5pu	$t \geq 0.1s$
	10pu	$t < 0.1s$

[0051] (2) 二次开关等动作参数测试

[0052] TV 二次三相星形、三角形绕组并联压敏电阻(非线性电阻)参数,压敏电阻用外加直流的方法检查其动作电压为 175V ;TV 二次击穿保险的设计值为 220V。

[0053] 工频动作电流为额定电流的 7 倍,即 7pu, $t=80ms$ 。

[0054] 高频电流也可启动二次开关跳闸。

[0055] 接地 TV 二次电流指标, B601 回路的工频电流 18mA。

[0056] (3) 回路工频交流阻抗测试

[0057] 接地点在不同位置时, 从 TV 二次接线端子处测量相对地的交流阻抗, 即干扰信号流经回路的交流阻抗, 数值见下表。

[0058]

电气参数	开关处就地接地	TV100m 外集控室处接地
I(电流)	5A	5A
U(电压)	1. 0V	8. 1V
Z(阻抗)	0. 20 Ω	1. 62 Ω

[0059] 接地点的位置参见图 3。

[0060] 2、TV 的历史问题检查

[0061] (1) 两次改造的情况

[0062] 最初设计时, TV 二次中性点装设了击穿保险, 但运行后击穿保险经常接地, 导致 B 相短路, 开关跳闸。

[0063] 第一次改造, 于 1990 年 1 月在 TV 二次中性点装设了一组氧化锌避雷器, 运行结果表明, 收效甚微。

[0064] 第二次改造, 于 1990 年 6 月在 TV 二次每个绕组装设了压敏电阻, 运行结果表明, 收效尚好, 但是偶尔会出现隔离开关操作 TV 二次开关跳闸的问题。

[0065] (2) I 母线 TV 的故障情况

[0066] I 母线 TV 曾经爆炸过, 原因是二次反送电造成的。

[0067] 3、故障录波检查

[0068] 根据故障录波图可知, 录波器的分辨率为 100 次 / 周波, 录波图形见图 4, 在图形中 B 相电压有波动的原因是 B 相开关跳闸, 但从负荷侧看 B 相接地依然存在造成的, 另外, 由于 A、C 相电容的原因, TV 小开关跳闸后其电压依然存在。B 相电压 \dot{U}_B 是 A 相电压 \dot{U}_A 、C

相电压 \dot{U}_C 分压的结果, 相量图见图 5, 公式表达如下, $\dot{U}_B = \frac{1}{2}(\dot{U}_A + \dot{U}_C)$

[0069] 同样, 根据故障录波图可知, 开口三角形 L 相暂态电压 44V, 暂态过程维持的时间: 950ms。

[0070] 4、隔离开关带电分合闸动态试验

[0071] 为了确认 TV 二次中性点 N630、中性点 N640 瞬间接地短路的可能性, 同时检测录波二次中性点 N630、中性点 N640 有没有过电压现象出现, 进行了 204-1、204-2 刀闸分合试验, 测点如下。

[0072] 电压测量, 第一组: A 相电压 A630、B 相电压 B600、c 相电压 C630、中性点电压 N630、零序电压 L630 对地; 第二组: A 相电压 A640、B 相电压 B600、c 相电压 C640、中性点电压 N640、零序电压 L640 对地。

[0073] 电流测量,第一组 :B 相电流 B601 ;第二组 :B 相电流 B601' 。

[0074] (1) 接地点在就地位置隔离开关带电分合试验与录波检查

[0075] 接地点在就地位置对 204-1、204-2 刀闸分合试验时,接线盒处有放电兰色弧光出现,同时,录波检测的动态指标如下表 :

[0076]

强度	低	中	高
电流峰值	>20A	>30A	>40A
概率范围	40 次/s	30 次/s	20 次/s

[0077]

脉冲持续的时间	950ms
---------	-------

[0078] 以上数据粗略地描述了干扰脉冲的密度与持续的时间。录波图形见图 6、7、8。

[0079] (2) 接地点移动前后隔离开关带电分合与二次开关跳闸情况检查

[0080] a、断开 1TV 保护用开关 F311 接地的试验

[0081] 断开 1TV 保护用开关 F311 的接地,将 1TV 测量用开关 F411B 相接地,操作 204-1 刀闸分合试验,则开关 F311 不跳,开关 F411 跳闸 ;

[0082] b、增加 1TV 测量用开关 F411B 相接地点的试验

[0083] 保持 1TV 保护用开关 F311 的接地,将 1TV 测量用开关 F411B 相接地,操作 204-1 刀闸分合试验,则开关 F311 跳闸,开关 F411 跳闸。

[0084] c、相接地点远离升压站的试验

[0085] 将接地点的位置由开关室转移到 100m 以外的集控室,示意图见图 3。进行相关试验,开关 TV 不再跳闸。

[0086] (3) 增加中性点到 TV 二次接地铜排后的试验

[0087] 增加中性点到 TV 二次接地铜排后的试验结果,TV 二次开关依然动作。

[0088] (4) 试验安全措施

[0089] 为了避免试验时保护的误动作,在上述试验前采取以下措施 :退出线路后备保护 ;退出发电机与电压相关的保护 ;退出变压器与电压相关的保护。

[0090] 三、原因分析

[0091] 根据试验结果,进行如下分析。

[0092] 1、TV 二次侧三相电压正常

[0093] 在试验状况下,TV 二次侧三相电压正常,二次中性点 N630、中性点 N640 没有过电压现象出现 ;同样,TV 二次侧不存在工频瞬间短路故障。

[0094] 从原理上讲,TV 二次侧中性点 N630、中性点 N640 存在瞬间接地短路的可能性,例如,TV 二次中性点并联压敏电阻(非线性电阻)特性损坏则可能造成中性点 N630、中性点 N640 瞬间接地短路。但试验结果表明,TV 二次并没有接地现象出现,没有因接地问题而造成的工频短路故障,在中性点 N630、中性点 N640 与 B 相 B600 之间不存在工频短路电流。也就是说 TV 二次开关跳闸与短路故障无关。

[0095] 2、高频电流作用于 TV 二次开关跳闸

[0096] 隔离开关操作过电压的形成与传播是问题分析的关键。

[0097] 在电力系统中,隔离开关切合空载母线是例行操作,隔离开关的操作比其它操作或接地故障等的概率都高。隔离开关操作时,触头移动速度比较缓慢,这种慢速运动使触头间在进行分闸操作时会产生很多次重燃,在合闸操作时会产生很多次预击穿。然而隔离开关一般都没有专门的灭弧装置,这样一次普通的操作就可能产生上百次的电弧重燃。另外由于隔离开关操作时,断路器都是断开的,因此被隔离开关开断的线路一般很短,波的折反射时间就非常短,所以该过电压发生的频率很高,波头极陡。由于隔离开关操作引起的快速暂态过程较其它状况都特别明显。

[0098] 暂态过电压对二次设备的耦合有传导和辐射两种形式。传导耦合中暂态过电压通过 TV 或 TA 内部的杂散电容传入与其相连的二次电缆进而进入二次设备的方式称为容性耦合;通过地网进入接地的二次电缆的屏蔽层,进而感应到二次电缆的芯线的方式称为阻性耦合。辐射耦合则是通过金属外壳产生的电磁场感应到二次电缆。试验表明,在进行刀闸操作时,有高频过电压现象产生,也就是前面提到的干扰信号。

[0099] 一次刀闸操作产生的高频耦合电压由非线性压敏电阻所吸收,同时,相关的电路中产生了高频电流,该电流通过 B 相 TV 二次开关、接地线以及地网形成的回路流过,当其能量超过二次开关跳闸量时 TV 二次开关跳闸。B 相接地远离开关站后,高频电流回路的阻抗增加,电流减小,二次开关不再跳闸。

[0100] 如果工频频率为 f , 高频频率为 nf , 则高频阻抗值为 nZ 。

[0101] 3、保护动作行为的分析

[0102] 保护的動作与电压有关。TV 的二次小开关断开后,根据图 3 可知保护检测到的电压为:

$$\dot{U}_{AB} = \frac{1}{2}\dot{U}_{CA}; \dot{U}_{BC} = \frac{1}{2}\dot{U}_{CA}; \dot{U}_{CA} \text{ 不变。}$$

[0103] 线路的距离保护动作特性方程式: $90^\circ < \arg \frac{Z_J - Z_A}{Z_J + Z_B} < 270^\circ$

[0104] 上式中, Z_J 为距离保护测量阻抗; Z_A 与 Z_B 为距离保护整定阻抗。

[0105] 在复平面上的动作特性是以 $+Z_A$ 与 $-Z_B$ 两点连线为直径的圆,见图 9。

[0106] 如此后备保护动作特性,当电压消失后检测点便进入保护的動作区,如果保护启动了则会出口跳闸。

[0107] TV 二次击穿保险与压敏电阻的区别:压敏电阻有残压,维持一定的数值。

[0108] 4、结论

[0109] (1) 刀闸操作时 TV 二次开关的跳闸的问题与短路故障无关;

[0110] (2) 刀闸操作时 TV 二次小开关跳闸的问题与接地、地网有关;

[0111] (3) 操作过电压产生的原因是电弧重燃造成的,由此产生的干扰信号的指标与电感/电容—即 L/C 电路的暂态过程相关;

[0112] (4) #03 起备变运行后产生的影响不可忽视,起被变运行后刀闸操作时地电位升高比原来要高;

[0113] (5) TV 二次击穿保险与压敏电阻的区别:压敏电阻有残压,维持一定的数值。

[0114] 在故障现象中提出的几个疑点,通过系统检查与分析都能得到解答,在此不再叙

述。

[0115] 四、防范措施

[0116] 建议两条母线分别停电,进行回路接线的正确性检查,TV 二次接地状况的检查,避免再刀闸操作时产生的过电压导致 TV 二次开关误动作以及相关保护误动作。

[0117] 1、将 TV 二次三相联动开关更换为分相开关

[0118] TV 二次使用三相分开的开关,除去 A、C 相的并联电容器;

[0119] 2、提高 TV 二次开关的动作指标

[0120] 提高 TV 二次分相开关的动作指标,使其速断动作电流不小于 20pu;

[0121] 3、增加高频阻抗值

[0122] TV 二次只保留一个接地点;并将接地点移至网控室,通过移动接地点的位置来增加 TV 二次开关到 B 相接地点之间整体回路的高频阻抗值,确认对应的工频阻抗不小于 $1.6\ \Omega$;或者经工频阻抗不小于 $1.6\ \Omega$ 的电感线圈接地;

[0123] 如果工频频率为 f , 高频频率为 nf , 则高频阻抗值为 $n \times 1.6\ \Omega$;

[0124] 4、抑制高频电流的数值

[0125] 结合上一条措施,利用地网与厂区电缆的感抗来抑制高频电流,检测刀闸带电分合试验时产生的电流脉冲峰值不大于 30A;

[0126] 5、正确使用屏蔽电缆

[0127] 将屏蔽层可靠接地,目前是电缆一端的屏蔽层接地,按照规定应为两端接地;并且按照反事故措施的要求,在 TV 二次接地线与接地网之间正确安装使用接地铜排。

[0128] 6、正确使用压敏电阻

[0129] 保证压敏电阻参数的正确性,确认压敏电阻的电压为 175V,并将压敏电阻的一端直接接地。

[0130] 7、改变 TV 二次中性点接地的方式

[0131] 将 TV 二次 B 相接地改为中性点接地的方式,如此刀闸操作时产生的高频电压就不至于在 TV 二次开关回路中形成很强的高频电流,而导致其误动作。

[0132] 运行结果表明,以上措施仅用了前 5 项,黄岛电厂 20 年以来的刀闸操作干扰与开关误跳问题得到彻底解决。

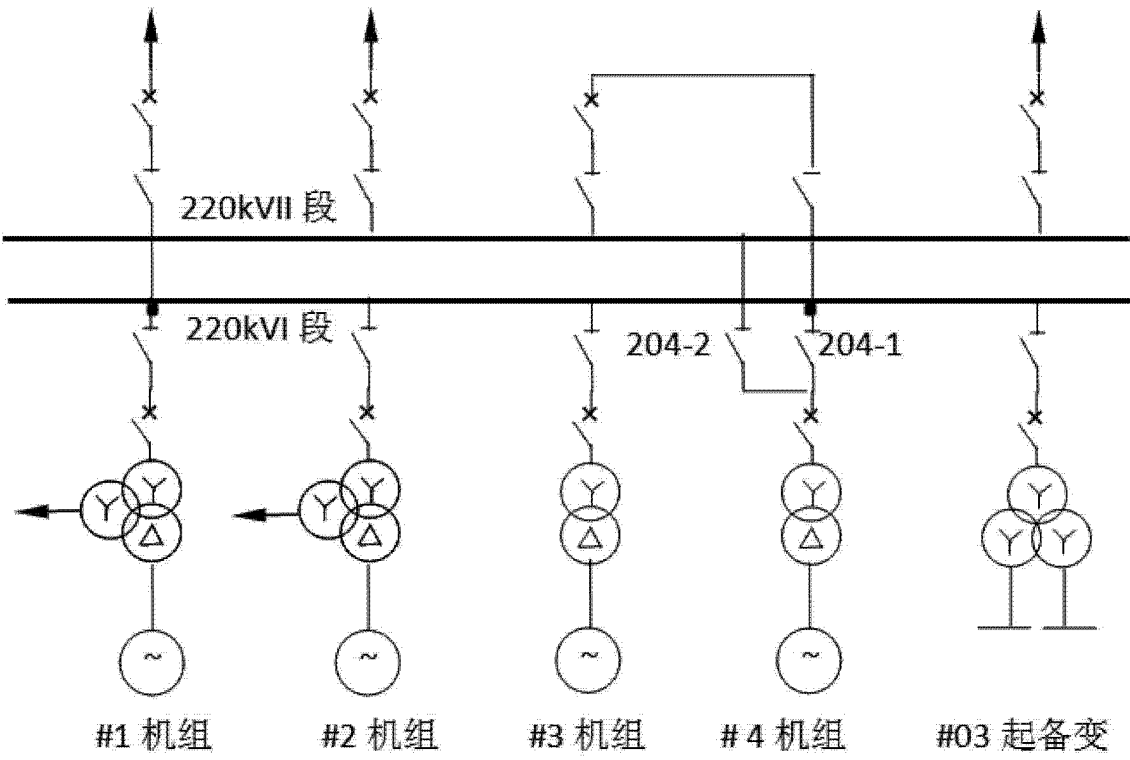


图 1

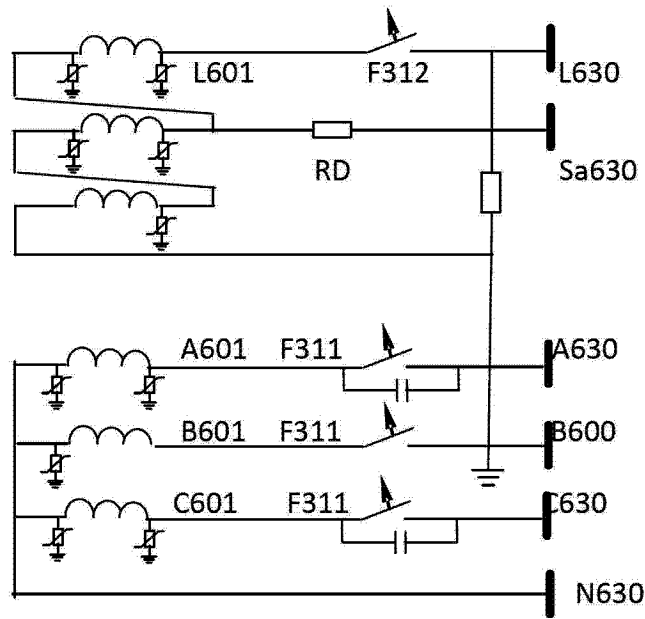


图 2(a)

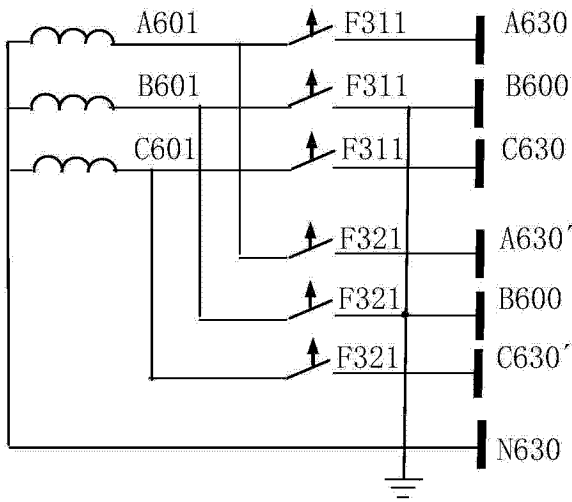


图 2(b)

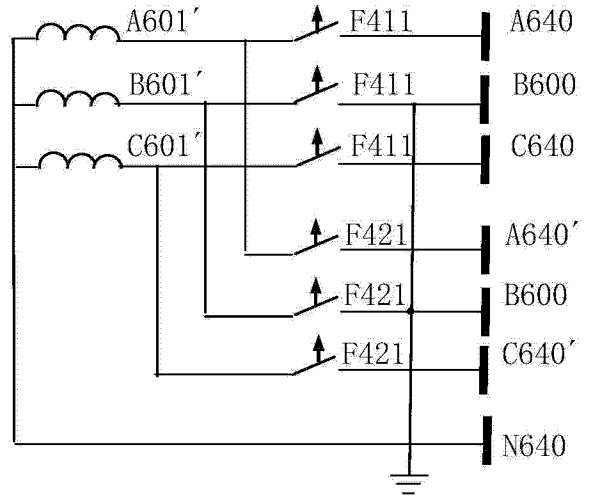


图 2(c)

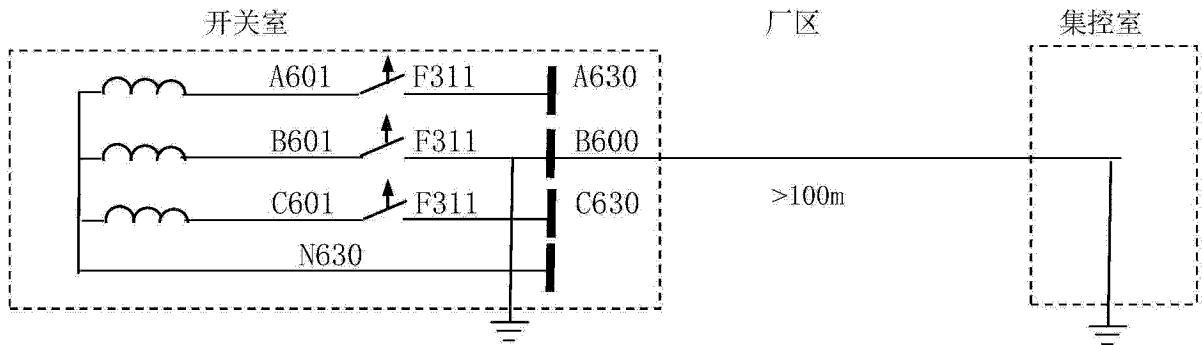


图 3

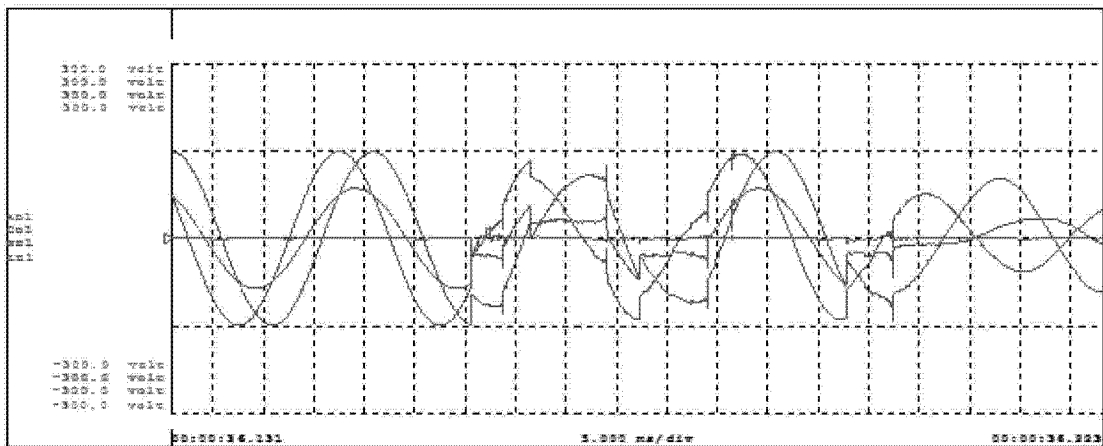


图 4

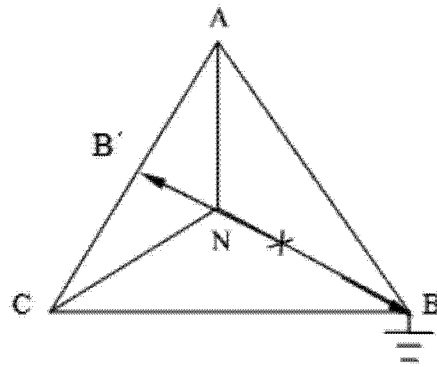


图 5

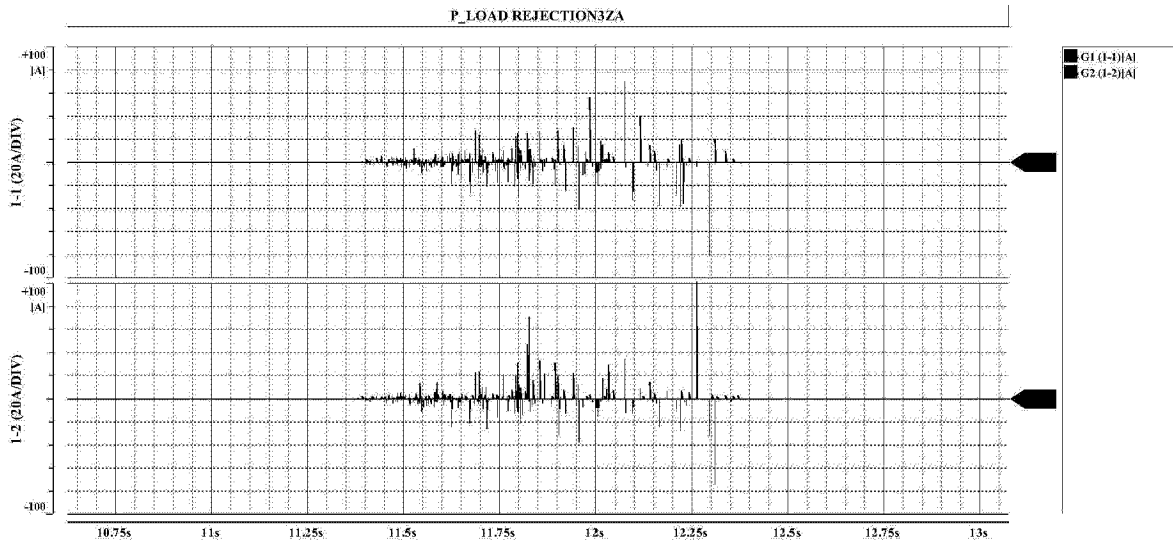


图 6

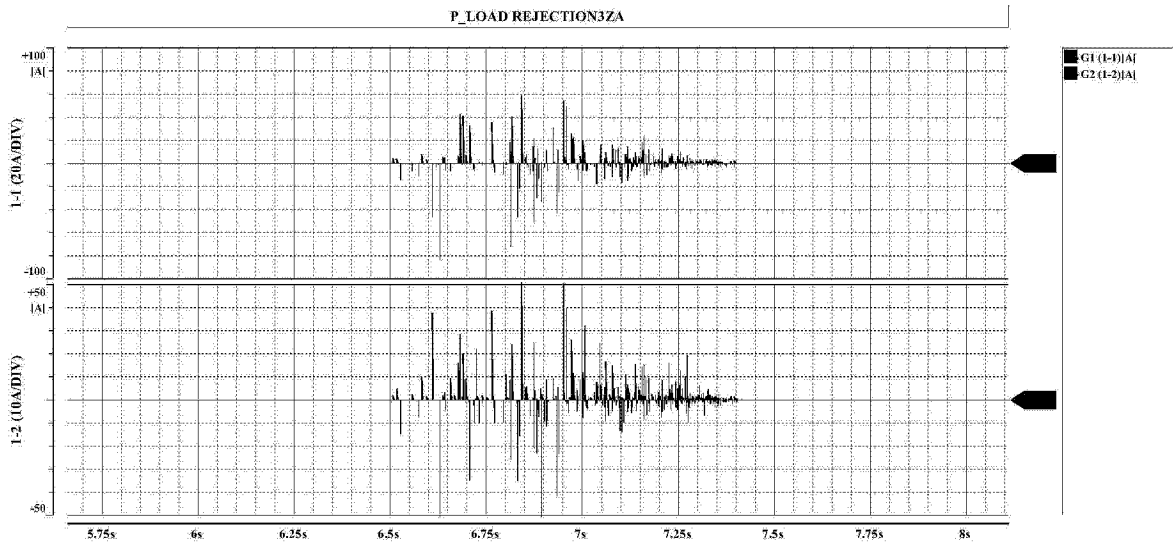


图 7



图 8

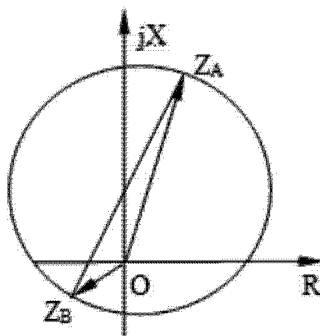


图 9