[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
H02H 9/08

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410027333.X

[43] 公开日 2005 年 12 月 7 日

[11] 公开号 CN 1705180A

[22] 申请日 2004.5.27
[21] 申请号 200410027333.X
[71] 申请人 广州智光电气有限公司
地址 510640 广东省广州市五山路 248 号金山大厦南塔三楼
[72] 发明人 姜新宇 陆国庆 师冬霞

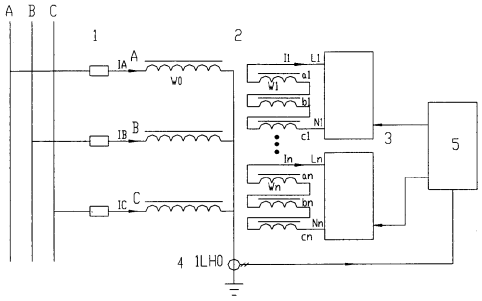
[74] 专利代理机构 广州知友专利代理有限公司
代理人 张文雄

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称 三芯五柱式接地电流自动跟踪补偿系统

[57] 摘要

本发明涉及一种三芯五柱式接地电流自动跟踪补偿系统，其结构特点是：包括三芯五柱变压器 2、可控感性电流发生器 3、电流检测单元 4 和控制器 5；三芯五柱变压器 2 的三相绕组分别绕在三个铁芯柱上，每相绕组包括一个一次绕组和若干个二次绕组，一次绕组接入电网主回路的 A、B、C 三相，二次绕组连接成开口三角形接法后与感性电流发生器 3 连接或接成曲折形接法后提供站用交流低压电源；感性电流发生器 3 的控制输入端连接控制器 5 的输出端；电流检测单元 4 设置在变压器 2 的一次绕组接地端。 本发明可作为一种自动跟踪消弧线圈补偿系统接入配电网，用以补偿配电网发生单相接地时流经接地点的接地电容电流，起到降低接地点故障电流从而消除接地弧光，保护配网设备。




ISSN1008-4274

1、三芯五柱式接地电流自动跟踪补偿系统，其特征是：包括三芯五柱变压器（2）、可控感性电流发生器（3）、电流检测单元（4）和控制器（5）；三芯五柱变压器（2）的三相绕组分别绕在三个铁芯柱上，每相绕组包括一个一次绕组和若干个二次绕组，一次绕组接入电网主回路的 A、B、C 三相，二次绕组连接成开口三角形接法后与感性电流发生器（3）连接或接成曲折形接法提供站用交流电源；感性电流发生器（3）的控制输入端连接控制器（5）的输出端；电流检测单元（4）设置在变压器（2）的一次绕组接地端，其信号输出端连接控制器（5）的检测信号输入端。

2、根据权利要求 1 所述三芯五柱式接地电流自动跟踪补偿系统，其特征是：三芯五柱变压器（2）每相由一个高压绕组和 n 个低压绕组构成，每个低压绕组的 a、b、c 三相按照匝数相同的绕组首尾相接形成开口三角接法，开口三角端 Lm、Nm 连接对应的可控感性电流发生器 m，其中 n=1～100，m=1～n。

3、根据权利要求 1 所述三芯五柱式接地电流自动跟踪补偿系统，其特征是：三芯五柱变压器（2）每相由一个高压绕组和 n 个低压绕组构成，每个低压绕组的 a、b、c 三相相接形成曲折形接法提供站用交流低压电源（n=1~100）。

4、根据权利要求 1 所述三芯五柱式接地电流自动跟踪补偿系统，其特征是：所述可控感性电流发生器（3）由 N 组可控电感负载支路组成，n=1～100，每一组可控电感负载支路由电抗器 Xm（m=1,2,....N）及可控开关 Km（m=1,2,....N）构成，可控开关 Km 由可控硅 SCR、IGBT、GTO、IGCT 或真空开关构成。

5、根据权利要求 4 所述三芯五柱式接地电流自动跟踪补偿系统，其特征是：各支路电抗器 Xm（m=1,2,....N）的数值可按等比、等值分配或采取其他分配型式。

6、根据权利要求 1 所述三芯五柱式接地电流自动跟踪补偿系统，其特征是：所述电流检测单元（4）为常规电流检测器，它帮助控制部分（5）检测可调感性电流输出 Io，为控制部分精确控制输出感性电流提供依据。

7、根据权利要求 1 所述三芯五柱式接地电流自动跟踪补偿系统，其特征是：所述控制器（5）由单片机及电力电子开关导通控制回路构成，所

述单片机的输入端连接电流检测单元（4）的信号输出端、信号输出端连接电力电子开关导通控制回路的输入端，电力电子开关导通控制回路的输出端连接可控感性电流发生器（3）的控制端；或是采用常用的脉冲变压器耦合型式进行电气隔离，脉冲变压器输出与电力电子开关控制极相连进行开关控制。

8、根据权利要求 1 至 7 所述三芯五柱式接地电流自动跟踪补偿系统，其特征是：还包括谐波滤波器（6），所述谐波滤波器（6）由电感、电容串联而成。

# 三芯五柱式接地电流自动跟踪补偿系统

## 技术领域

本发明涉及一种三芯五柱式接地电流自动跟踪补偿系统，可作为一种自动跟踪消弧线圈补偿系统接入配电网，用以补偿配电网发生单相接地时流经接地点的接地电容电流，起到降低接地点故障电流从而消除接地弧光，保护配网设备。属于电气设备技术领域，

## 背景技术

国内目前常见的自动跟踪消弧线圈补偿系统，通常包括接地变压器、可控消弧线圈、辅助调节部分和控制器部分。例如：中国专利公报公开一种发明专利申请，其名称为“自动跟踪补偿消弧装置”、专利申请号为“申请号 91107531.3”，其结构特点是由接地变压器、消弧电抗器和控制系统组成，控制系统由接地电阻、移相器、整流滤波电路、单稳态触发电路和执行回路等连接而成。该发明的工作原理是：在人为产生的零序电压源作用下，消弧电抗器与串接的电阻，以及三相对地电容产生串联谐振，控制系统根据对串联谐振回路零序电压和零序电流相位比较，调整电抗器的电感值，从而实现补偿效果。该发明具有如下缺点：（1）由于接地变压器和可控消弧线圈为高压电气设备，且为两个独立制作部分，因此导致成套补偿系统占地大、成本高。（2）由于控制系统由分立电路构成，因此，电气原件多、电路结构复杂，性能不可靠。

## 发明内容

本发明需要解决的技术问题，即本发明的目的，是为了克服现有自动跟踪消弧线圈补偿系统体积大、电路结构复杂的缺点，提供一种三芯五柱式接地电流自动跟踪补偿系统。

本发明的技术问题可以采用如下技术方案解决：三芯五柱式接地电流自动跟踪补偿系统，其结构特点是：包括三芯五柱变压器、可控感性电流发生器、电流检测单元和控制器；三芯五柱变压器的三相绕组分别绕在三个铁芯柱上，每相绕组包括一个一次绕组和若干个二次绕组，一次绕组接入电网主回路的 A、B、C 三相，二次绕组连接成开口三角形接法后与感性电流发生器连接或连接成曲折形接法后提供站用交流电源；感性电流发生器的控制输入端连接控制器的输出端；电流检测单元设置在变压器的一次绕组接地端，其信号输出端连接控制器的检测信号输入端。

由变压器原理可知，三芯五柱变压器的三相绕组分别绕在三个铁芯柱上，另两个铁芯柱用于提供系统发生单相接地时流经变压器的零序磁通回路。当配网三相电压完全对称时，三芯五柱变压器每个低压二次绕组开口三角端（Lm，Nm）电压接近于 0V，亦即施加在每个感性电流发生器上的电压很小，因此三芯五柱变压器一次绕组 A、B、C 相电流很小。当配电网发生单相接地后，由于三相对地电压的不平衡，导致每个二次绕组端（Lm，Nm）产生零序电压，其端电压的高低随接地阻抗的不同而不同，因此感性电流发生器 3 上得到电压，通过控制部分 5 的控制可使每个感性电流发生器产生感性电流 I1,I2,....In，且各二次感性电流相位基本相同，按照变压器磁通补偿原理，因此三芯五柱变压器 2 一次各相绕组电流为 IA=IB=IC=(I1*W1+I2*W2+....+In*Wn)/W0，电流的大小和相位相同，因此流经接地故障点的感性电流为 IL=IA+IB+IC=3*(I1*W1+I2*W2+....+In*Wn)/W0。由于各感性电流发生器的感性电流可在 0A 至 In 安培之间任意调节，因此通过控制部分 5 对感性电流发生器组 3 进行调节，可使得 IL 数值接近配网发生单相接地前线路对地电容电流数值的大小，则可使由三芯五柱变压器产生的可控零序感性电流与线路对地电容电流相抵消，从而显著降低接地残流，达到消除接地弧光从而保护配网设备的目的。

通过 CPU 控制系统对感性电流发生器的控制可调节变压器一次零序感性电流的大小，一次零序感性电流的大小可通过电流检测单元和控制部分进行检测和精确调节。

本发明的技术问题还可通过采取如下措施解决：

所述三芯五柱变压器每相由一个高压绕组和 n 个低压绕组构成，n=1～100；每个低压绕组的 a、b、c 三相按照匝数相同的绕组首尾相接形成开口三角接法，开口三角端 Lm、Nm 连接对应的可控感性电流发生器 m，其中 n=1～100，m=1～n。

所述三芯五柱变压器每相由一个高压绕组和 n 个低压绕组构成，n=1～100，其中一个低压绕组的 a、b、c 三相由曲折形接法构成提供站用交流配电电源。

所述可控感性电流发生器由 N 组可控电感负载支路组成，n=1～100，每一组可控电感负载支路由电抗器 Xm（m=1,2,....N）及可控开关 Km（m=1,2,....N）构成，可控开关 Km 由可控硅 SCR、IGBT、GTO、IGCT 或真空开关构成。

各支路电抗器 Xm（m=1,2,....N）的数值可按等比、等值分配或采取其他分配型式。

所述电流检测单元为常规高压电流检测器，它帮助控制部分检测可调感性电流输出 Io，为控制部分精确控制输出感性电流提供依据。

所述控制器由单片机及电力电子开关导通控制回路构成，所述单片机的输入端连接电流检测单元的信号输出端、信号输出端连接电力电子开关导通控制回路的输入端，电力电子开关导通控制回路的输出端连接可控感性电流发生器的控制端；或是采用常用的脉冲变压器耦合型式进行电气隔离，脉冲变压器输出与电力电子开关控制极相连进行开关控制。

还包括谐波滤波器，所述谐波滤波器由电感、电容串联而成。

**本发明的有益效果是:**

1、调节范围宽，最小起调电流可达 0A，并可连续调至额定感性电流，调节时无级差，可均匀线性调节。

2、由于采用电力电子开关功率器件，开通与关断时间均为微秒级，因此调节速度极快。

3、由于摒弃了传统自动跟踪消弧线圈采用接地变压器引出系统中性点和消弧线圈调节感性电流的两种高压设备互联的方式，而代之以三芯五柱式变压器形成零序电压再辅以低压感性电流控制设备，可显著减小占地面积（达 30%）和降低成套系统成本。

4、三芯五柱式变压器为常规设计，无任何特殊工艺过程，当采用电力电子开关时成套系统不存在任何机械操作与控制部分，因此可靠性高，运行维护简单。

**附图说明**

图 1 是本发明的电路结构框图。

图 2 是本发明实施例 1 的电气原理图。

图 3 是本发明其中一个实施例的感性电流发生器电气原理图。

图 4 是本发明实施例的滤波电路的电气原理图。

图 5 是本发明实施例的控制器的电气原理图。

**具体实施方式**

下面结合附图和实施例对本发明进行详细描述。

图 1、图 2 和图 5 构成本发明的实施例 1。

从图 1 可看出，本实施例包括三芯五柱变压器 2、n 组可控感性电流发生器 3（n 取值范围 1～100，下同）、电流检测单元 4、控制部分 5 及谐波滤波电路 6，三芯五柱变压器 2 通过三相断路器 1 接入配电网系统母线 A、B、C 三相。三芯五柱变压器 2 每相由一个高压绕组和 n 个低压绕组构成，每个低压绕组的 a、b、c 三相按照匝数相同的绕组首尾相接形成开口三角接法，开口三角端 Lm 及 Nm 联结对应的可控感性电流发生器，其中 n=1～100，m=1～n。

从图 2 可知，本发明中感性电流发生器 3 各单元的具体实现原理如下：由 N 组可控电感负载支路组成（N 取值范围 1～100，下同）。每一组可控电感负载支路由电抗器 Xm（m=1,2,....N）及可控开关 Km（m=1,2,....N）构成，各支路电抗器 Xm（m=1,2,....N）的数值可按等比、等值分配或采取其他分配型式。可控开关 Km 可由可控硅 SCR、IGBT、GTO、IGCT 或真空开关等构成。对每一支路而言，当改变电抗器所串接的开关的导通状态，便可改变该支路的电流输出，如采用可控电力电子开关，则该支路电流可在 0 至 Uk/Xm（m=1,2,....n）之间任意快速调节，由于每支路电流均可连续快速调节，因此总电流 I1=(I'1+I'2+...+I'n)便可根据所需的变压器一次感性电流通过适当控制各开关的导通状态来实现。一般的控制方式可以是根据所需一次电流完全导通部分开关，而保持其中的一个处于导通角度可调节状态，这样可减少一次回路的谐波含量。

以电压等级为 10kV、额定输出感性电流为 80A 为例，说明本发明实施例 1 的实现方法：

如图 1、图 2 所示，本实施例中三芯五柱变压器高压侧与低压侧绕组匝数比为 K=W0/W1=36.4，高压侧每相额定电流为 26.7 安培，因此低压侧电流为 I1=970 安培。设计的感性电流发生器由 3 条支路构成，取每条支路最大电流相等，即 I'1=I'2=I'3=324 安培，因此电抗器 X1=X2=X3=1.54 欧姆。

当所需一次零序总电流范围为 0～26.7A 时，可只调节其中一个电力电子开关如 K1 的导通角度，当所需一次零序总电流范围为 26.7A～53.4A 时，可完全导通其中一个开关如 K1 而仅调节一个开关如 K2 的导通角度，当所需一次零序总电流范围为 53.4A~80A 时可完全导通其中两个开关如 K1、K2，而仅保持开关 K3 的导通角度可调。在这种情况下即

使不采取任何滤波措施，3 次谐波也会非常小。

本实施例中，电力电子开关导通控制回路，其输出通过采用光电耦合与电力电子开关控制极相连并进行控制。

本发明所提供的自动跟踪消弧线圈补偿系统，只需要一个三芯五柱式消弧变压器，配以适当的低压控制部分，便可构成一套电流调节范围极宽、调节速度快的可控消弧系统。

图 1、图 3、图 4 和图 5 可构成本发明的实施例 2。

如图 3 可知当支路数较少或对谐波要求较高时，可在某一支路如图示位置接入谐波滤波器 6。如图 4 可知，谐波滤波器 6 由常见电感、电容元件串连构成。如图 5 可知，所述控制器 5 由单片机及电力电子开关导通控制回路构成，所述单片机的输入端连接电流检测单元 4 的信号输出端、信号输出端连接电力电子开关导通控制回路的输入端，电力电子开关导通控制回路的输出端连接可控感性电流发生器 3 的控制端；或是采用常用的脉冲变压器耦合型式进行电气隔离，脉冲变压器输出与电力电子开关控制极相连进行开关控制。

本发明其他实施例的特点是：所述三芯五柱变压器 2 每相由一个高压绕组和 n 个低压绕组构成，所述三芯五柱变压器 2 每相由一个高压绕组和 n 个低压绕组构成，n=1～100，其中一个低压绕组的 a、b、c 三相由曲折形接法构成提供站用交流配电电源。可控开关 Km 由可控硅或可控硅和真空开关构成，其中 m=1～n。其余同实施例 1 或实施例 2。

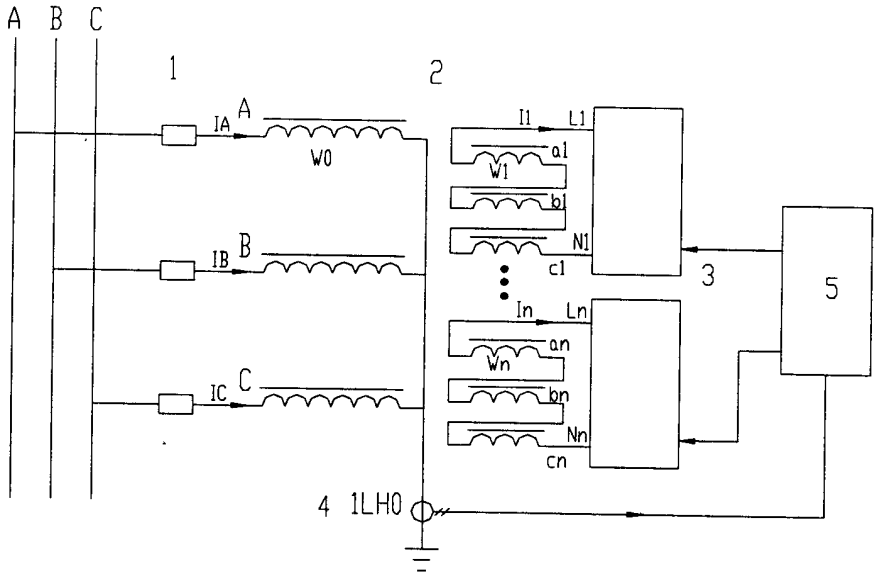

A B C
1
2
IA A
W0
IB B
IC C
I1 L1
a1
W1
b1
N1
c1
In Ln
an
Wn
bn
Nn
cn
3
5
4 1LH0

图 1

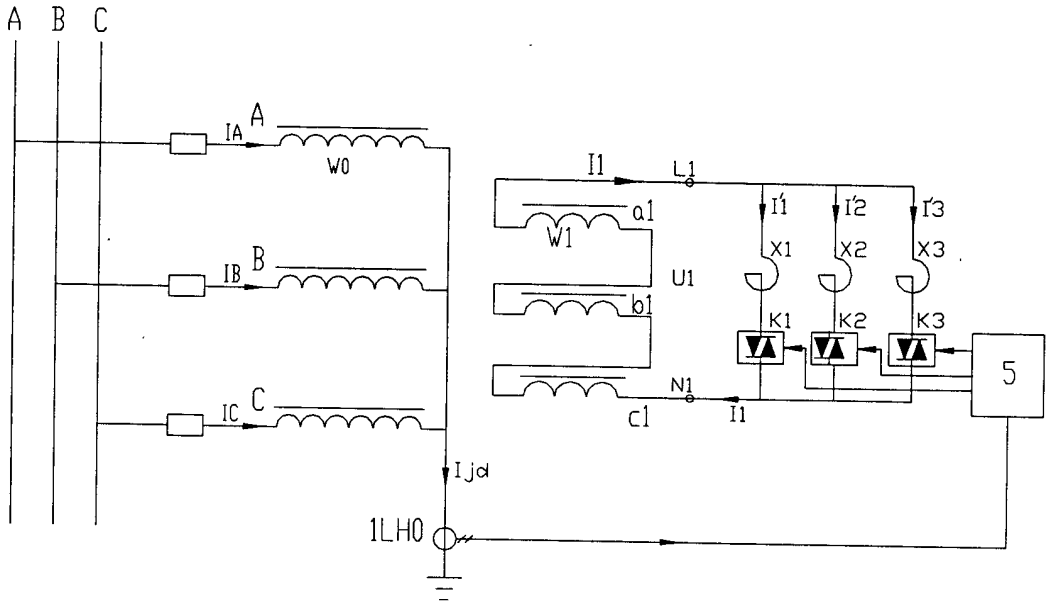

A B C
IA A
W0
IB B
IC C
I1 L1
a1
W1
U1
b1
N1
c1
I1
I'1 I'2 I'3
X1 X2 X3
K1 K2 K3
5
Ijd
1LH0

图 2

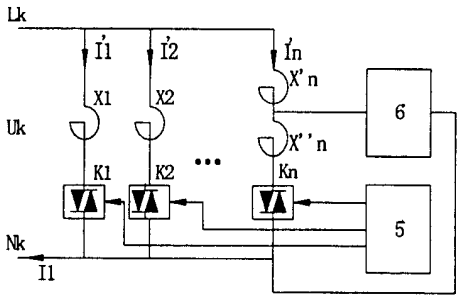

Lk
I'1
I'2
I'n
X'n
X1
X2
Uk
X''n
K1
K2
Kn
6
5
Nk
I1

图 3

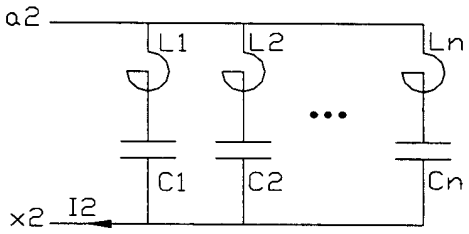

a2
L1
L2
Ln
C1
C2
Cn
x2
I2

图 4

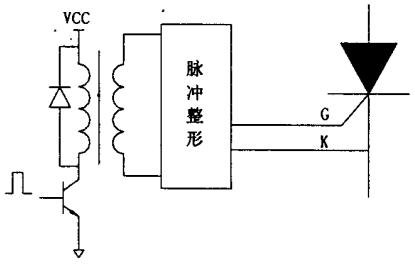

VCC
脉冲整形
G
K

图 5