



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105225805 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 06

(21) 申请号 201410310551. 8

(22) 申请日 2014. 07. 02

(71) 申请人 赵飞

地址 610031 四川省成都市金牛区西南交通大学老校区春诚斋 13580

(72) 发明人 赵飞

(51) Int. Cl.

H01F 27/28(2006. 01)

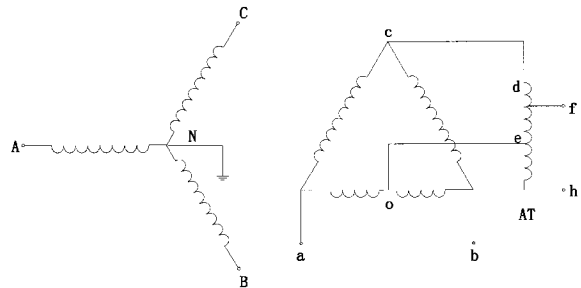
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

T 接线平衡变压器

(57) 摘要

本发明提供了一种 T 接线平衡变压器, 该变压器包括一台 T 接线变压器和一台升压自耦变压器, 其特征在于 T 接线变压器一次侧绕组采用 Y 型接线, 其中性点允许接地, 一次侧绕组匝数均为  $W_1$ ; 二次侧绕组中 A 相绕组由 ao、ob 两个绕组组成, B、C 相绕组分别为 bc、ca 绕组; bc 和 ca 绕组匝数均为  $W_2$ , ao 和 ob 绕组匝数均为  $0.5W_2$ , ao 和 ob 绕组以 o 为公共连接点连接成 ab 绕组, ab、bc 和 ca 绕组接成三角形。c 和 o 连接一台变比为  $\sqrt{3}/2$  的升压自耦变压器, 构成 T 接线平衡变压器。输出电压  $U_{ab}$ 、 $U_{fh}$  有效值相等, 且相位相差  $90^\circ$ 。T 接线平衡变压器绕组结构简单, 容量利用率和材料利用率高, 制造难度低。



1. 一种 T 接线平衡变压器,包括一台 T 接线三相变两相变压器和一台升压自耦变压器,其中 T 接线三相变两相变压器包括铁芯,一次侧绕组和二次侧绕组,其特征在于 T 接线三相变两相变压器一次侧绕组采用 Y 型接线,其中性点允许接地,一次侧绕组匝数均为  $W_1$ ;

二次侧绕组中,A 相绕组由 ao 和 ob 两个绕组组成,B 相绕组为 bc 绕组,C 相绕组为 ca 绕组;

bc 和 ca 绕组的匝数均为  $W_2$ ,ao 和 ob 绕组的匝数均为  $0.5W_2$ ;

ao 和 ob 绕组以 o 点为公共点连接成 ab 绕组,ab、bc 和 ca 绕组分别以 a、b、c 为公共连接点接成三角形;

二次侧 ab 输出端输出电压  $U_{ab}$ ,co 输出端输出电压  $U_{co}$ ,且相位相差  $90^\circ$ ;

二次侧 co 输出端连接一台升压自耦变压器,升压自耦变压器变比为  $\sqrt{3}/2$ ,一次侧绕组为 de,二次侧绕组为 fh,de 绕组匝数为  $\sqrt{3}W_0$ ,fh 绕组匝数为  $2W_0$ ,fe 为一二次侧公共绕组,匝数为  $W_0$ ,自耦变压器一次侧 e 端为 fh 绕组的中点,e 端与 T 接线三相变两相变压器的 o 端相连,d 端与 T 接线三相变两相变压器 c 端相连。

2. 根据权利要求 1 所述的 T 接线平衡变压器,其特征在于,所述的 T 接线三相变两相变压器铁芯为三相柱式铁芯或者三相壳式铁芯。

3. 根据权利要求 1 所述的 T 接线平衡变压器,其特征在于,所述的 T 接线三相变两相变压器 o 端与升压自耦变压器 e 端可以连接钢轨和接地网。

## T 接线平衡变压器

### 技术领域

[0001] 本发明属于平衡变压器技术领域,涉及一种三相变两相平衡变压器。

### 背景技术

[0002] 我国的电力系统采用的是三相交流制,但某些特殊用户需要两相或单相供电电源,这会造成三相系统的不对称运行和严重的负序问题。电气化铁路牵引供电系统就是特殊的两相供电系统,目前解决牵引供电系统负序问题的方法是牵引变压器采用三相变两相平衡接线方式。目前国内外平衡变压器接线方式主要有 Scott 接线、LeBlanc 接线或 Woodbridge 接线三种基本形式。

[0003] Scott 接线变压器高压侧不能引出中性点接地运行,并且材料利用率和容量利用率不高,低压侧也没有三角形回路,因此电压中含有三次谐波分量,造成严重的通信干扰。

[0004] LeBlanc 接线变压器一次侧接成三角形,消除了三次谐波磁通的影响,但是高压侧没有中性点,需要按全绝缘设计,增加了成本,用于电气化铁路 AT 供电时,由于低压侧两相没有公共点,需要增加两台容量为主变压器容量一半的自耦变压器,整体投资增加。

[0005] Woodbridge 接线变压器中性点可以直接接地,高压绕组可以按分级绝缘设计,在低压侧有三角形回路,但是低压侧两相出现无公共点,需要两台自耦变压器,这也较大的增加了设备投资。

[0006] 国产的平衡变压器主要是阻抗匹配平衡变压器,阻抗匹配平衡变压器高压侧中性点可以直接接地,低压侧有三角形回路,两相出线有公共点可以引出接铁轨。但是阻抗匹配平衡变压器的绕组阻抗匹配较困难,需要人为将 a 相(或 c 相)低压绕组进行拆分,以满足等值阻抗的匹配关系, b 相两延边低压绕组需做交叉布置,并要求耦合紧密,以降低两眼边绕组的相互影响,故绕组结构复杂。若用于 AT 供电设计,则 b 相铁芯柱上将布置 7 个绕组,即一个高压绕组,6 个低压绕组。低压绕组中 4 个均要作交叉布置,使设计上难以实现。所以阻抗匹配平衡变压器只能用于直供和 BT 供电方式。

[0007] 目前电气化铁路牵引供电系统的主流供电方式是 AT 供电方式,并且对于平衡变压器要求两相或三相绕组对称,这给生产实施带来了困难。

### 发明内容

[0008] 本发明所要解决的技术问题是提出一种接线简单,绕组对称性好的三相变两相平衡变压器接线方法。该接线方式结构简单,材料利用率高,生产实施难度小,并且适用于电气化铁路 AT 供电系统。

[0009] 本发明的技术方案如下:

[0010] 一种 T 接线平衡变压器,包括一台 T 接线三相变两相变压器和一台变比为  $\sqrt{3}/2$  的升压自耦变压器, T 接线三相变两相变压器二次侧两相中的一相连接升压自耦变压器。其中 T 接线三相变两相变压器的接线方法是本发明的核心, T 接线三相变两相变压器包括铁芯、一次侧绕组和二次侧绕组。铁芯为三相柱式铁芯或者三相壳式铁芯。一次侧绕组采用

Y型接线,中性点N允许接地,一次侧绕组匝数均为 $W_1$ 。

[0011] 二次侧绕组为三角形接法。A相绕组由ao和ob两个绕组组成,B相绕组为bc绕组,C相绕组为ca绕组。ao和ob绕组匝数均为 $0.5W_2$ ,bc和ca绕组匝数均为 $W_2$ 。A相的两个绕组ao和ob以o为公共连接点,连接成为ab绕组。ab、bc和ca三个绕组分别以a、b、c为公共连接点接成三角形,引出a、b、c、o四个电压输出端。其中a、b输出端输出电压 $U_{ab}$ ,c、o输出端输出电压 $U_{co}$ 。以上描述的接线方式构成T接线三相变两相变压器的接线方法。输出相位相差 $90^\circ$ 的两相电压,并且输出电压有效值关系如下式所示:

[0012]

$$U_{co} = \frac{\sqrt{3}}{2} U_{ab} \quad (1)$$

[0013] T接线三相变两相变压器输出的两相电压有效值大小不同,因此 $U_{co}$ 需要经过一台变比为 $\sqrt{3}/2$ 的升压自耦变压器将电压升至与 $U_{ab}$ 有效值大小相同。经过升压后的输出电压作为 $U_\alpha$ , $U_{ab}$ 作为输出电压 $U_\beta$ 。

[0014] 根据不同的应用场合,自耦变压器可以进行合适的选择。一般应用场合下选用普通的自耦变压器,普通的自耦变压器一二次侧有一个公共端,并且一二次侧有公共绕组部分。为适用于电气化铁路AT供电系统的特点,本发明包括一种升压自耦变压器,其具体特点及接线方式简述如下:

[0015] 自耦变压器一次侧绕组为de,二次侧绕组为fh。de绕组匝数为 $\sqrt{3}W_0$ ,fh绕组匝数为 $2W_0$ 。其中fe为一二次侧公共绕组,匝数为 $W_0$ 。自耦变压器e端为fh绕组的中点,与T接线三相变两相变压器的o端相连,自耦变压器d端与T接线三相变两相变压器c端相连。

[0016] T接线三相变两相变压器输出电压 $U_{ab}$ 作为 $U_\beta$ ,自耦变压器输出电压 $U_{fd}$ 作为 $U_\alpha$ 。T接线平衡变压器输出电压 $U_\alpha$ 、 $U_\beta$ 分别为电气化铁路AT供电方式中的牵引供电网两侧供电,T接线三相变两相变压器o端与自耦变压器e端可以连接钢轨和接地网。

[0017] T接线三相变两相变压器二次侧绕组需满足简单的阻抗关系,阻抗关系如下式所示:

[0018]

$$\begin{cases} Z_{ao} + Z_{ob} = Z_{bc} = Z_{ca} \\ Z_{ao} = Z_{ob} \end{cases} \quad (2)$$

[0019] 有益效果:

[0020] 本发明的T接线平衡变压器一次侧中性点可以接地,二次侧接成三角形有利于三次谐波流通,并且具有结构简洁,接线简单,容量利用率和铜材料利用率高等优点。T接线三相变两相变压器绕组少,三相绕组总匝数相等,不需要对绕组进行特殊布置,设计和制造难度低。本发明特别适合用作电气化铁路AT供电方式中的牵引变电所主变压器。

## 附图说明

[0021] 图1为T接线平衡变压器绕组接线原理图

[0022] 图2为T接线三相变两相变压器电压相量图

[0023] 图3为T接线三相变两相变压器采用三相柱式铁芯结构实施示意图

### 具体实施方式

[0024] 以下将结合附图和具体实施例对本发明做进一步详细说明：

[0025] 实施例：

[0026] 如图 1 所示，T 接线平衡变压器由 T 接线三相变两相变压器和升压自耦变压器 (AT) 组成，T 接线三相变两相变压器一次侧绕组由三相绕组 AN、BN 和 CN 组成，采用星形接线；二次侧绕组由 A 相绕组 ao 和 ob，B 相绕组 bc，C 相绕组 ca 组成。其中 ao 和 ob 以 o 为公共连接点连接成 ab 绕组，并且 ab、bc、ca 连接成闭合的三角形，构成三次谐波电流的通路。一次侧 A、B 和 C 构成三相系统，其中性点 N 允许接地；二次侧 a、b 和 c、o 构成两相系统。一次侧三相绕组的匝数均为  $W_1$ ，二次侧绕组 bc 和 ca 的匝数均为  $W_2$ ，ao 和 ob 的匝数均为  $0.5W_2$ 。

[0027] 图 2 中，各边长既代表绕组的匝数，也代表绕组空载电压的大小。由图 2 中可见，ab 与 co 垂直，且  $U_{co} = (\sqrt{3}/2) U_{ab}$ 。

[0028] 如图 1 所示，二次侧 c、o 电压输出端连接一台升压自耦变压器。自耦变压器一次侧绕组为 de，二次侧绕组为 fh。de 绕组匝数为  $\sqrt{3} W_0$ ，fh 绕组匝数为  $2W_0$ 。其中 fe 为一二次侧公共绕组，匝数为  $W_0$ 。自耦变压器 e 端为 fh 绕组的中点，与 T 接线三相变两相变压器的 o 端相连；自耦变压器 d 端与 T 接线三相变两相变压器 c 端相连。自耦变压器二次侧 f、h 输出与  $U_{ab}$  大小相同、相位相差  $90^\circ$  的电压  $U_{fh}$ 。T 接线平衡变压器输出两相电压  $U_\alpha = U_{ab}$ ， $U_\beta = U_{fh}$ 。

[0029] 图 3 是 T 接线三相变两相变压器采用三相柱式铁芯结构的实施例。本实施例中，采用三相柱式铁芯，B 相和 C 相的两个绕组布置在铁芯两边的芯柱上，A 相的 3 个绕组布置在中间的芯柱上；一次侧绕组 AN、BN、CN 在芯柱外侧。二次侧绕组 ao、ob 靠近芯柱，并关于绕组 AN 作上下布置，绕组 bc 和 ca 靠近芯柱。

[0030] 对于图 3 所示的三相柱式结构变压器，为满足式 (2) 所示的阻抗关系，可以对绕组尺寸及相互位置进行适当调整。具体实施步骤如下：

[0031] (1) 根据绝缘要求确定二次侧绕组 ao、ob、bc 和 ca 与芯柱之间的距离。

[0032] (2) 调整绕组之间的径向或轴向距离（必要时可改变线圈轴向高度或辐向厚度），使各绕组的等值阻抗满足式 (2)。调整时保持图 3 的特征不变。

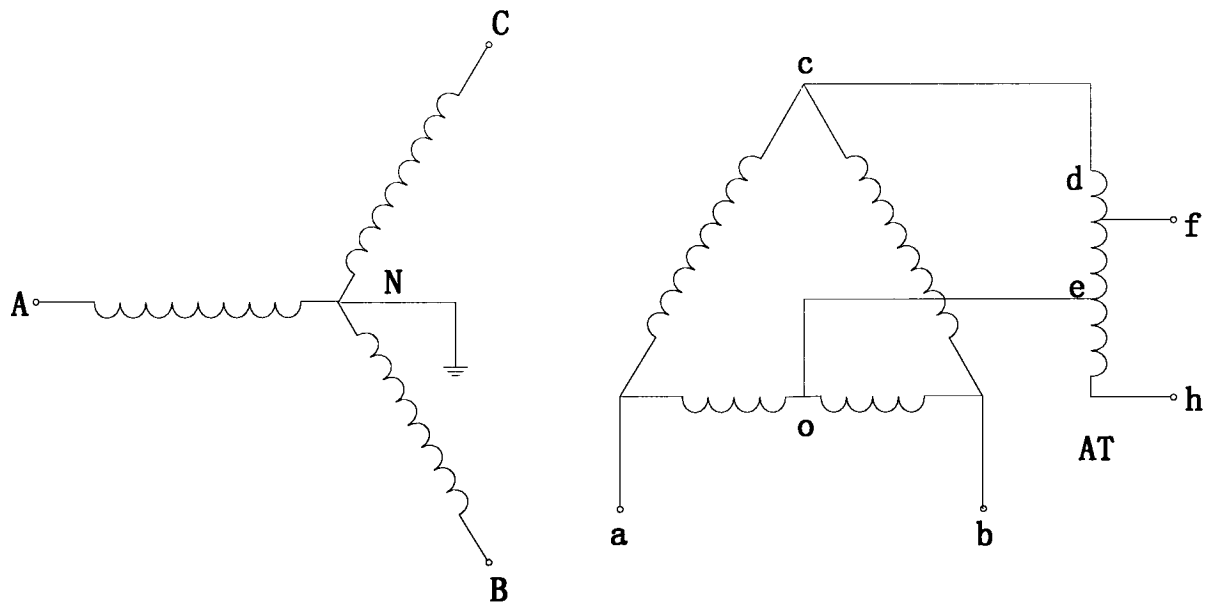


图 1

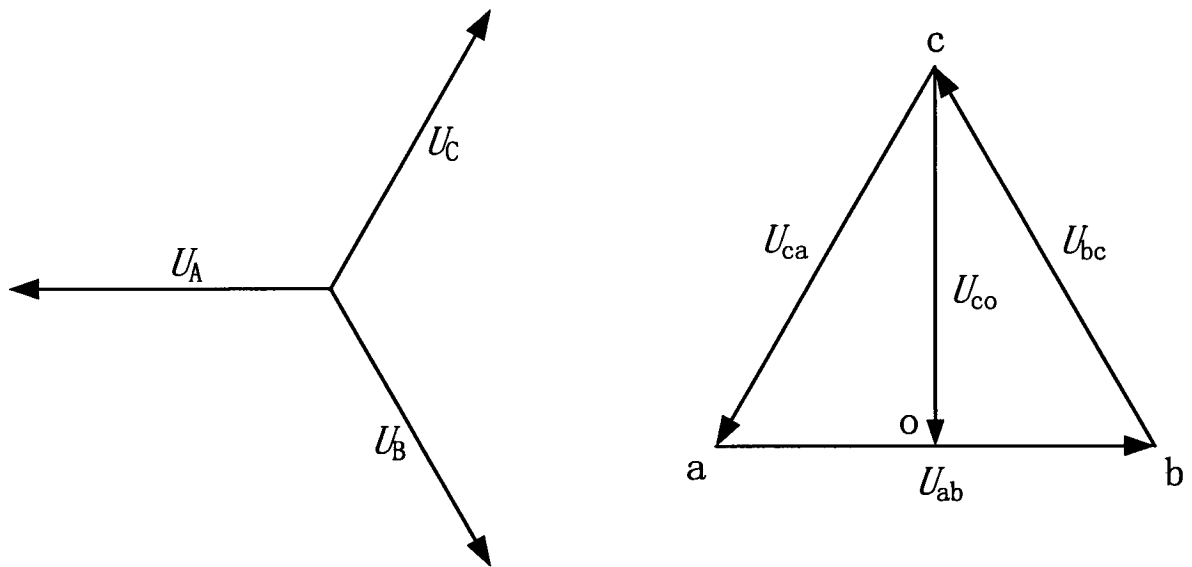


图 2

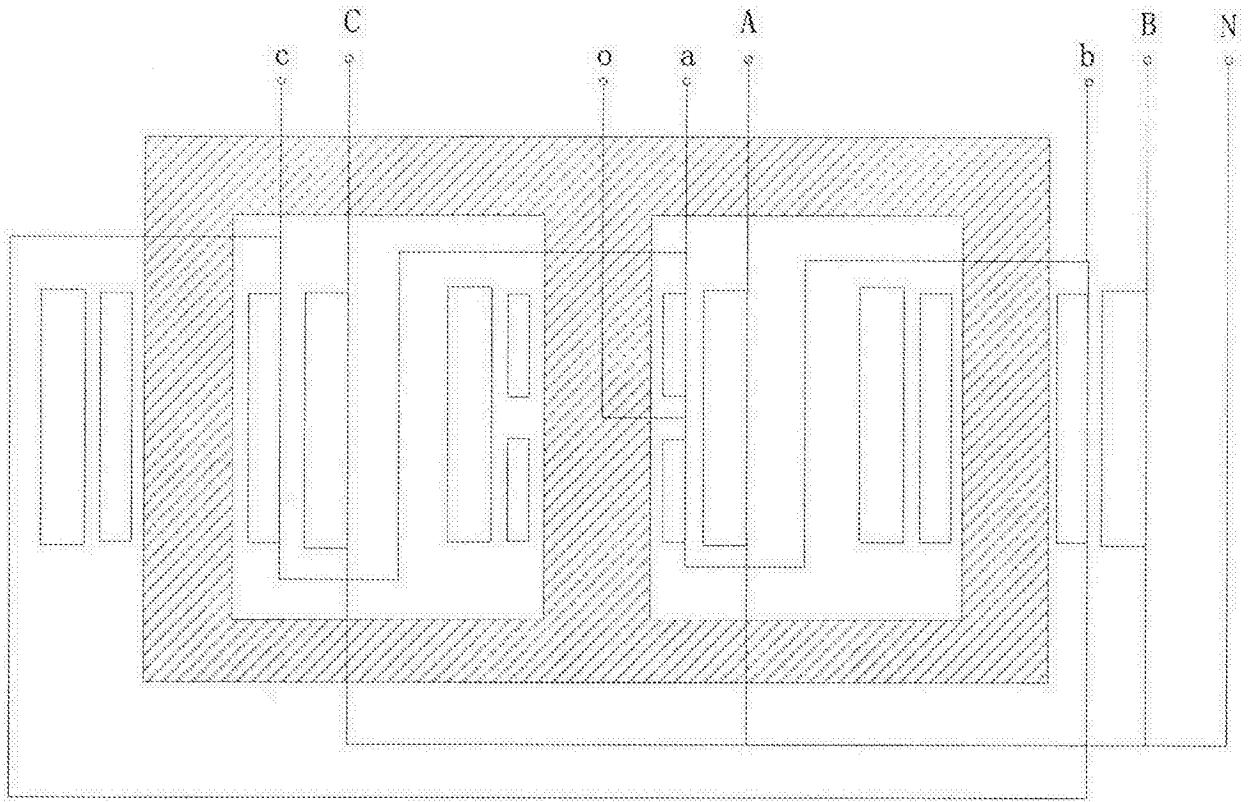


图 3