

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2018年2月22日 (22.02.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/032893 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01F 27/28 (2006.01) **H01F 27/42** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/091524
- (22) 国际申请日: 2017年7月3日 (03.07.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201610685827.X 2016年8月18日 (18.08.2016) CN
- (71) 申请人: 中国电力科学研究院(CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国北京市海淀区清河小营东路15号, Beijing 100192 (CN)。 国家电网公司(STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街86号, Beijing 100031 (CN)。
- (72) 发明人: 宋祺鹏(SONG, Qipeng); 中国北京市海淀区清河小营东路15号, Beijing 100192 (CN)。 盛万兴(SHENG, Wanxing); 中国北京市海淀区

清河小营东路15号, Beijing 100192 (CN)。 王 金丽(WANG, Jinli); 中国北京市海淀区清河小营东路15号, Beijing 100192 (CN)。 尹忠东(YIN, Zhongdong); 中国北京市海淀区清河小营东路15号, Beijing 100192 (CN)。 韩筛根(HAN, Shaigen); 中国北京市海淀区清河小营东路15号, Beijing 100192 (CN)。 寇凌峰(KOU, Lingfeng); 中国北京市海淀区清河小营东路15号, Beijing 100192 (CN)。 王利(WANG, Li); 中国北京市海淀区清河小营东路15号, Beijing 100192 (CN)。 方恒福(FANG, Hengfu); 中国北京市海淀区清河小营东路15号, Beijing 100192 (CN)。 赵晓龙(ZHAO, Xiaolong); 中国北京市海淀区清河小营东路15号, Beijing 100192 (CN)。

(74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理有限公司(CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区海淀南路21号中关村知识产权大厦B座2层, Beijing 100080 (CN)。

(54) Title: ARCLESS ON-LOAD AUTOMATIC VOLTAGE-REGULATING DISTRIBUTION TRANSFORMER DEVICE AND VOLTAGE REGULATION METHOD THEREOF

(54) 发明名称: 一种无弧有载自动调压配电变压器装置及其调压方法

(57) Abstract: Provided in an embodiment of the invention is an arcless on-load automatic voltage-regulating distribution transformer device. The device comprises a low voltage side and a high voltage side. The low voltage side comprises a low voltage winding. The high voltage side comprises: N voltage-regulating windings; N switch modules; a high voltage winding; and a voltage regulation control module. Two ends of the voltage-regulating winding are respectively connected to two ends of the switch module. The high voltage winding and the switch modules are connected in series. The voltage regulation control module and the high voltage winding are connected in parallel.

(57) 摘要: 本发明实施例提供了一种无弧有载自动调压配电变压器装置, 其装置包括: 低压侧和高压侧; 低压侧包括低压绕组, 高压侧包括: N个调压绕组、N个开关模块、高压绕组和调压控制模块, 调压绕组的两端分别与开关模块的两端相连; 高压绕组和开关模块串连, 调压控制模块和高压绕组并联。

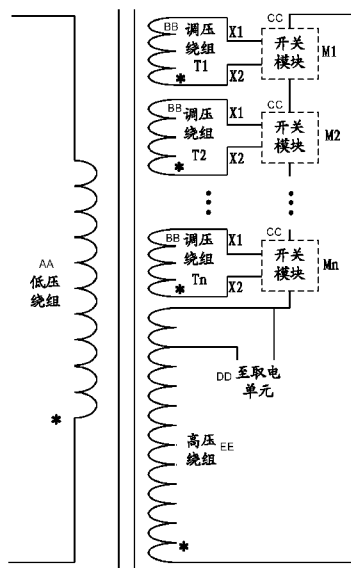


图 1

AA Low voltage winding
BB Voltage-regulating winding
CC Switch module
DD Power-harvesting unit
EE High voltage winding

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

一种无弧有载自动调压配电变压器装置及其调压方法

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 201610685827.X、申请日为 2016 年 08 月 18 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本发明涉及配电变压器的电压自动调节技术领域，具体讲涉及一种无弧有载自动调压配电变压器装置及其调压方法。

背景技术

10 电力系统中载调压变压器的应用越来越广泛，它在提高系统电压质量和供电可靠性方面的作用可谓举足轻重。但传统的有载调压变压器是由机械式有载分接开关调整其分接头和相关的电动部件完成的，分接开关带负荷切换时产生较大的电弧，容易烧蚀触头造成油污染，影响变压器的绝缘特性和使用寿命。电动操作机构容易出现故障，据有关数据统计，其故障率约占分接开关故障的 80%，维护工作量大，制约了变压器有载调压作用的发挥。

20 配电变压器自动调压技术目前存在两方面问题：一是在电力系统无功功率充足的情况下，配电变压器采用有载自动调压是稳定电压的最有效的方式，有载调压分接开关是自动调压变压器的主要装置，现有的分接开关绝大多数为机械式有触点开关，这种开关不仅切换时伴有电弧的产生，机械触头容易损坏，而且调节速度慢，不能频繁操作，因此限制了这种开关的应用范围。二是常规含有绕组抽头调节的配电变压器调节精度不高，约

为给定电压的 2.5%，在正负各三级绕组抽头的情况下，配电变压器的调节范围约为其给定电压的-7.5% ~ 7.5%。

目前，也有少量采用电力电子器件开关模块控制变压器调压绕组来实现调压的相关技术，但是这些技术方案一方面存在拓扑结构复杂，实现起来困难的问题，另一方面存在正常状态下电力电子器件一直处于工作状态，存在能量损耗、持续驱动及抗扰动能力差等问题。然而，相关技术中，对此问题，并未存在有效的解决方案。

发明内容

为了克服上述现有技术的不足，本发明实施例提供一种无弧有载自动调压配电变压器装置，其包括：低压侧和高压侧；低压侧包括低压绕组，高压侧包括：N 个调压绕组、N 个开关模块、高压绕组和调压控制模块，

调压绕组的两端分别与开关模块的两端相连；N 个开关模块串行连接，其中，第 N 个开关模块分别与高压绕组和调压控制模块的一端相连，高压绕组和调压控制模块并联。

开关模块包括：切换开关、电子开关单元和常闭开关。

切换开关包括：磁保持继电器或带有四个端子的位置切换开关。

位置切换开关中的一个位置切换开关的两个端子的一端与调压绕组的一端相连，其另两个端子分别与开关模块中对外串接的两个端子相连；

位置切换开关中的另一位置切换开关中两个端子与调压绕组的另一端相连，其另外两个端子分别与开关模块对外串接的两个端子相连；电子开关单元和常闭开关的两端分别与开关模块对外串接的两个端子相连。

电子开关单元的对外连接端与压敏电阻的两端相连；压敏电阻与两个反向并接的晶闸管并联。

电子开关单元的一个对外连接端分别与二极管的阴极和绝缘栅双极型晶体管的集电极相连；电子开关单元的另一对外连接端分别与另一二极管

的阴极和另一绝缘栅双极型晶体管的集电极相连；上述两个二极管的阳极分别与上述两个绝缘栅双极型晶体管的发射极相连；二极管的阳极与另一二极管的阳极相连，绝缘栅双极型晶体管的发射极与另一绝缘栅双极型晶体管的发射极相连。

- 5 电子开关单元的一个对外连接端分别与二极管的阴极和绝缘栅双极型晶体管的发射极相连；电子开关单元的另一对外连接端分别与另一二极管的阴极和另一绝缘栅双极型晶体管的发射极相连；上述两个二极管的阳极分别与上述两个绝缘栅双极型晶体管的集电极相连；二极管的阳极与另一二极管的阳极相连，绝缘栅双极型晶体管的集电极与另一绝缘栅双极型晶体管的集电极相连。
- 10

- 电子开关单元的两个对外连接端之间，设有两条并联的二极管支路；一条二极管支路设有两个阴极反向对接的二极管，另一二极管支路设有两个阳极反向对接的二极管；阴极反向对接的两个二极管的阴极分别与绝缘栅双极型晶体管的集电极相连，阳极反向对接的两个二极管的阳极分别与绝缘栅双极型晶体管的发射极相连。
- 15

调压控制模块包括：与取电单元相连的运算控制单元，以及同运算控制单元相连的测量单元和触发输出单元。

其方法包括如下步骤：

- A.确定当前低压侧的输出电压与给定电压间的差；
- 20 B.将差与低压侧的调压步长比较；
- C.根据高压侧调压绕组状态矩阵每一位的变化形成开关模块的控制逻辑；
- D.根据所有开关模块的控制逻辑，依次调整调压绕组的串接状态。
- 步骤 B 包括：
- 25 B1.若差值小于所述调压步长，则返回继续判断差值的大小；

B2.若差值大于所述调压步长，确定当前高压侧调压绕组对应的状态矩阵为 S。

步骤 B2 包括：

在当前低压侧电压调整为给定电压时，高压侧调压绕组对应的状态矩阵为 S'。

步骤 C 包括：

C1.判断状态矩阵 S 和 S'的第一位状态量是否有变化；

C2.如果第一位状态量变化，则根据第一位状态量的变化形成与该状态位对应的开关模块的控制逻辑；

10 C3.如果第一位状态量变化无变化，则继续判断状态矩阵 S 和 S'的第二位状态量是否有变化；

C4.如果第二位状态量有变化，则根据第二位状态的变化形成与该状态位对应的开关模块的控制逻辑；

C5.如果第二位状态无变化，则继续判断下一位，直至最后一位。

15 步骤 D 包括：

D1.根据开关模块的控制逻辑，依次控制所有开关模块的动作；

D2.根据所有开关模块的动作，改变调压绕组的串接状态。

调压绕组的串接状态包括：调压绕组正向串接入高压绕组，调压绕组被短接和调压绕组反向串接入高压绕组。

20 调压绕组正向串接入高压绕组包括：

当电子开关单元导通，常闭开关断开时，将位置切换开关 K1 切至 A1-C1 导通，位置切换开关 K2 切至 B2-D2 导通后，断开电子开关单元，电流从对外连接端子 E1 经 A1-C1-B2-D2 流向对外连接端子 E2，此时开关模块对应的调压绕组从对外连接端子 E1 至对外连接端子 E2 接入；高压侧的等效绕组匝数增加。

调压绕组被短接包括:

当电子开关单元导通和常闭开关均导通后,再断开电子开关单元,电流从对外连接端子 E1 经常闭开关流向对外连接端子 E2;

高压侧的等效绕组匝数不变。

5 调压绕组反向串接入高压绕组包括:

当电子开关单元导通,常闭开关断开,将位置切换开关 K1 切至 B1-D1 导通,位置切换开关 K2 切至 A2-C2 导通后,断开电子开关单元,电流从对外连接端子 E1 经 A2-C2-B1-D1 流向对外连接端子 E2,此时开关模块对应的调压绕组从所述对外连接端子 E2 至对外连接端子 E1 接入;高压侧的

10 等效绕组匝数减少。

高压侧的调压步长: $U_i = \frac{U_H - U_L}{K-1}$;

其中, U_H 和 U_L 分别为高压侧的最高电压和最低电压;

$K = 3^N$, N 为调压绕组的个数, K 为调压级数。

N 个调压绕组的全部可能接入状态 S_0 为:

15

$$S_0 = \begin{bmatrix} -1 & \dots & -1 \\ 0 & \dots & -1 \\ & \dots & -1 \\ & \vdots & \\ & \dots & 1 \\ & \dots & 1 \\ 1 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

其中, S_0 矩阵共 N 列, 3^N 行。

调压绕组的匝数 M 与高压侧的基本绕组匝数 M_0 的关系为:

$$M = T_0 * M_0$$

20 T_0 为对应的系数矩阵。

系数矩阵 T_0 :

$$T_0 = \begin{bmatrix} 3^0 * 0.01 \\ 3^1 * 0.01 \\ 3^2 * 0.01 \\ \dots \\ 3^{N-1} * 0.01 \end{bmatrix}$$

高压侧的等效绕组匝数为高压侧的基本绕组匝数与接入的调压绕组匝数之和;

则等效绕组匝数 M_{eq} 与高压侧的基本绕组匝数 M_0 的关系为: $M_{eq} =$

$$5 \quad (1 + S_0 * T_0) * M_0.$$

与最接近的现有技术相比, 本发明实施例提供的技术方案具有以下有益效果:

1、本发明通过改变拓扑结构及调压方式, 使调压绕组矢量串入高压绕组内, 从而实现调压功能。

2、本发明所提供的调压原理可以实现变压器的分相调压功能和依据低压侧电压实现动态调压功能。

3、本发明简化了设备配置, 减小了配电变压器的体积和不必要的成本。

4、本发明消除了原有电动开关机构的隐患, 更易于通过软件控制快速完成选择和切换, 并有效延长了开关的使用寿命。

5、本发明所用的电子开关单元在正常工作状态下不串入高压侧绕组, 故没有驱动和功率损耗。

附图说明

图 1 为本发明实施例中一相电路的结构示意图;

图 2 为本发明开关模块和调压绕组的电路结构示意图;

图 3 为本发明调压控制模块的结构示意图;

图 4 为本发明的电子开关单元形式 1;

图 5 为本发明的电子开关单元形式 2;

图 6 为本发明的电子开关单元形式 3;

图 7 为本发明的电子开关单元形式 4;

图 8 为本发明调压绕组投入或退出的逻辑示意图;

5 图 9 为本发明变压器的调压过程流程图。

具体实施方式

下面结合说明书附图对本发明的技术方案做进一步详细说明。

如图 1 所示, 一种高精度无弧有载自动调压配电变压器包括: 变压器高压绕组、变压器低压绕组、 n 个调压绕组、 n 个开关模块、一个控制模块。

10 其中 n 是正整数 (一般为 2 或 3), 且每一调压绕组都与一个开关模块连接。

如图 2 所示, 开关模块均包括: 两个位置切换开关 (或有类似切换功能的开关) $K1$ 和 $K2$, 一个电子开关单元 $K3$, 一个常闭开关 $K4$; 开关模块一端与调压绕组连接, 另一端 $E1$ 和 $E2$ 串接在高压绕组内; 开关模块的位置切换开关 $K1$ 和 $K2$ 的 $A1$ 、 $A2$ 端子都与 $E1$ 相连接, $D1$ 和 $D2$ 端子都与
15 $E2$ 相连接; 开关模块的位置切换开关 $K1$ 的 $B1$ 和 $C1$ 端子与调压绕组的 $X1$ 端相连, 开关模块的位置切换开关 $K2$ 的 $B2$ 和 $C2$ 端子与调压绕组的 $X2$ 端相连; 开关模块的电子开关单元 $K3$ 的一端与 $E1$ 相连接, 另一端与 $E2$ 相连接; 开关模块的常闭开关 $K4$ 的一端与 $E1$ 相连接, 另一端与 $E2$ 相连接。

20 如图 3 所示, 控制模块主要包括: 取电单元、测量单元、运算控制单元和触发输出单元, 本实施例的有载调压变压器可根据配电变压器所在配电网的电压波动实际情况, 以控制低压侧输出电压在给定范围内为目标, 通过控制开关模块的开断逻辑, 可以使调压绕组正向、反向或短路接入高压绕组, 改变高压绕组的等效绕组匝数, 从而在大范围内稳定配电变压器
25 低压侧的电压输出。在有载变压器开关模块的任何一次调压转换过程中,

首先使电子开关单元 K3 导通，然后再调节位置切换开关或常闭开关 K4 的通断，从而消除了转换过程中电弧的产生。

同时，本发明提供了一种确定配电变压器有载调压装置的调压范围、调压级数、调压绕组数量、调压步长、调压绕组匝数之间关系的方法，形成了变压器调压绕组矢量的投入或退出的逻辑方法及变压器调压流程。该方法根据

5 了变压器调压绕组矢量的投入或退出的逻辑方法及变压器调压流程。该方法根据

需要调节电压的范围和调压绕组的数量，确定电压调节的步长，从而确定调压绕组的匝数。由于变压器的调压级数随着调压绕组个数的增加而呈指数倍的增加，依据该方法在给定电压调节步长的前提下，通过增加调压绕组的数量，大幅增大电压调节范围；在任意给定的调压范围前提下，

10 通过增加调压绕组的数量，可以大幅减小电压调节步长，增加调节精度。

在本实施例中，通过控制开关模块各个开关的通断状态，一方面可以使其对应连接的调压绕组矢量串接入高压绕组中，从而改变高压绕组的等效匝数，另一方面，可以通过电子开关单元的动作消除调压过程中电弧的产生。

15 以图 2 所示的开关模块和调压绕组为例：

情形 1，导通电子开关单元 K3，导通开关 K4，然后再断开电子开关单元 K3，此时电流直接从端子 E1 经 K4 流向端子 E2，相当于调压绕组被短接，即该开关模块对应的调压绕组没有接入高压绕组，配电变压器高压侧等效绕组匝数不变。

20 情形 2，导通电子开关单元 K3，断开开关 K4，并将位置切换开关 K1 切至 A1-C1 导通，将位置切换开关 K2 切至 B2-D2 导通，断开电子开关单元 K3，此时电流从端子 E1 经 A1-C1-B2-D2 流向端子 E2，此时相当于该开关模块对应的调压绕组从端子 E1 端至 E2 端接入，即调压绕组正向串接入高压绕组，配电变压器高压侧等效绕组匝数增加。

25 情形 3，导通电子开关单元 K3，断开开关 K4，并将位置切换开关 K1

切至 B1-D1 导通，将位置切换开关 K2 切至 A2-C2 导通，断开电子开关单元 K3，此时电流从端子 E1 经 A2-C2-B1-D1 流向端子 E2，此时相当于该开关模块对应的调压绕组从端子 E2 端至 E1 端接入，即调压绕组反向串接入高压绕组，配电变压器高压侧等效绕组匝数减少。

5 通过开关模块中各个开关通断的配合，可以将该开关模块对应的调压绕组以正向、反向或短接的方式引入高压绕组，实现增加、减少或保持原有高压绕组等效绕组匝数的目的。通过多个调压绕组及开关模块的联合使用，可以实现调压绕组数量级数倍的调节级数，大大增大了配电变压器的电压调节范围和精度，使得负载端电压的波动维持在合理的范围内。

10 作为一种具体的实施方法，调压绕组的绕制方向与高压绕组的绕制方向相同。

以图 2 所示的开关模块和调压绕组为例，当调压绕组的绕制方向与高压绕组的绕制方向相同时，调压绕组的 1 端的极性与高压绕组的极性相同，当开关 K4 导通，然后此时电流直接从端子 E1 经 K4 流向端子 E2，相当于
15 调压绕组被短路，即该开关模块对应的调压绕组没有串接入高压绕组，配电变压器高压侧等效绕组匝数不变。

当开关 K4 断开，位置切换开关 K1 切至 A1-C1 导通，位置切换开关 K2 切至 B2-D2 导通，此时电流从端子 E1 经 A1-C1-B2-D2 流向端子 E2，此时相当于该开关模块对应的调压绕组从端子 E1 端至 E2 端接入，即调压
20 绕组正向串接入高压绕组，配电变压器高压侧等效绕组匝数增加。当开关 K4 断开，位置切换开关 K1 切至 B1-D1 导通，位置切换开关 K2 切至 A2-C2 导通，此时电流从端子 E1 经 A2-C2-B1-D1 流向端子 E2，此时相当于该开关模块对应的调压绕组从端子 E2 端至 E1 端接入，即调压绕组反向串接入高压绕组，配电变压器高压侧等效绕组匝数减少。

25 如图 2 所示，在开关模块对应的位置切换开关，其有四个端子，功能

为将其四个端子中的两个端子的导通状态变换为另外两个端子导通，而不会出现同时导通的情形，比如位置切换开关 K1，其只可能是 A1-C1 之间导通或 B1-D1 之间导通，或者在两者之间变换，如 A1-C1 之间导通变换为 B1-D1 之间导通，而不会有其他状态。该位置切换开关在具体实施时可以是磁保持继电器。

如图 3 所示的调压控制模块结构示意图，调压控制模块主要包括取电单元、测量单元、运算控制单元、触发输出单元。取电单元引接至高压绕组（如图 2 所示），通过取电变压器 T 为整个控制模块提供电能。测量单元主要用于测量变压器低压侧的输出电压，为调压变压器的调压提供参考，通常为以低压侧额定电压为调整目标。

给定电压是变压器的输出目标电压，依据变压器低压侧出口端和低压线路末端的电压都在合格范围内而设定的，通常为额定电压。

运算控制单元为根据测量单元提供的当前低压侧电压与给定电压的差值，计算高压侧应该调整的绕组匝数，生成预期的调压绕组状态矩阵和调压逻辑。触发输出单元，根据运算控制单元生成的调压逻辑，按时序输出响应的控制信号，导通或关断相应开关，实现调压绕组按调压逻辑以正向、反向或短路的方式串接入高压侧，从而实现调压目的。

如图 4 所示，作为开关模块中电子开关单元 K3 的一种具体的实施方式，电子开关单元 K3 包括两个反向并联的晶闸管 SCR1、晶闸管 SCR2 和一个压敏电阻 R1，晶闸管 SCR1 的阳极分别与晶闸管 SCR2 的阴极和压敏电阻 R1 的一端相连，晶闸管 SCR2 的阳极分别与晶闸管 SCR1 的阴极和压敏电阻 R1 的另一端相连，两个公共连接端 P 和 Q 分别作为电子开关单元 K3 的对外连接端。由于上述两个晶闸管能够在控制信号的作用下实现各自的导通或关断，因而能够实现电子开关单元 K3 在不同条件下的双向通断功能。在该开关单元中，与两个晶闸管并联的压敏电阻 R1 用于限制晶闸管两端的

电压，保护晶闸管。

如图 5 所示，作为开关模块中电子开关单元 K3 的另一种具体实施方式，电子开关单元 K3 包括：两个绝缘栅双极型晶体管（IGBT）T1、T2 和两个二极管 D1、D2，绝缘栅双极型晶体管 T1 的发射极分别与绝缘栅双极型晶体管 T2 的发射极、二极管 D1 的阳极、二极管 D2 的阳极相连，绝缘栅双极型晶体管 T1 的集电极和二极管 D2 的阴极分别与外部公共连接端 P 相连，绝缘栅双极型晶体管 T2 的集电极和二极管 D1 的阴极分别与外部公共连接端 Q 相连。

如图 6 所示，作为开关模块中电子开关单元 K3 的又一种具体实施方式，电子开关单元包括：两个绝缘栅双极型晶体管（IGBT）T3、T4 和两个二极管 D3、D4，绝缘栅双极型晶体管 T3 的集电极分别与绝缘栅双极型晶体管 T4 的集电极、二极管 D1 的阳极、二极管 D2 的阳极相连，绝缘栅双极型晶体管 T3 的发射极和二极管 D4 的阴极分别与外部公共连接端 P 相连，绝缘栅双极型晶体管 T4 的发射极和二极管 D3 的阴极分别与外部公共连接端 Q 相连。

如图 7 所示，作为开关模块中电子开关单元 K3 的再一种具体实施方式，电子开关单元包括：绝缘栅双极型晶体管（IGBT）T5 和四个二极管 D5、D6、D7、D8，绝缘栅双极型晶体管 T5 的集电极分别与二极管 D5 的阴极、二极管 D6 的阴极相连，绝缘栅双极型晶体管 T5 的发射极分别与二极管 D7 的阳极、二极管 D8 的阳极相连，外部公共连接端 P 分别与二极管 D7 的阴极、二极管 D5 的阳极相连，外部公共连接端 Q 分别与二极管 D8 的阴极、二极管 D6 的阳极相连。

在开关模块对应的调压绕组在高压侧的串接状态的每一次变换过程中，比如从正向串入变换为短路接入状态、从正向串入变换为反向接入状态、从短路接入状态变换为反向接入状态、反向接入状态变换为短路接入

状态，开关模块中首先导通的都是电子开关单元 K3，然后其他开关 K1，K2 和 K4 根据调压绕组需要接入高压侧的状态切换或导通，最后电子开关单元 K3 断开，一个变换过程结束，电子开关单元 K3 在整个调压绕组的顺串、反串和短接的切换过程中起到过渡作用。

5 从图 4 到图 7 的 4 种电子开关单元 K3 的具体实施方式中，由于采用了 IGBT 和晶闸管等电子开关，特别是 IGBT 具有开关速度快、热稳定性好、驱动功率小、驱动电路简单等优点，使得 K3 不仅具有良好的开关特性，还具备了在过渡过程中消除了常规开关电弧的产生。

10 如图 2 所示的高低电压绕组及调压绕组只是实际应用中配电变压器三相绕组中的一相的调压示意连接图，其他两相的连接方式和图 2 相同。

本发明提供了一种确定配电变压器有载调压装置的调压范围、调压级数（直接决定调压精度）、调压绕组数量、调压步长、调压绕组匝数之间关系的方法。由于配电变压器高压侧、低压侧的电压之比与高低压绕组的匝数成正比，因此通过调节高压侧等效绕组，可以调节低压侧的电压到一个合理的范围。配电变压器的调压范围 U_H-U_L 、调压级数 K 、调压绕组数量 N 、调压绕组匝数 M 是一个互为影响的关系，其中 U_H, U_L 为高压侧在调节范围内的最高电压和最低电压。比如，高压侧的调压级数 K 与调压绕组数量 N 有关，高压侧调压范围 U_H-U_L 等于调压级数 K 与调压基本步长 U_i 的乘积，调压基本步长 U_i 与调压绕组匝数 M 有关。

20 下面首先确定调压级数 K 与调压绕组数量 N 的关系：

假设调压绕组个数为 $N=3$ ，通过每一个调压绕组对应的开关模块的变换可以实现调压绕组顺串、反串以及短接接入高压绕组，即开关模块的状态与对应调压绕组的接入状态密切相关，每一个开关模块的状态都对应着不同的高压侧总的等效绕组匝数。

$$S_i = \begin{cases} 1, & \text{调压绕组正向串接} \\ 0, & \text{调压绕组短路串接} \\ -1, & \text{调压绕组反向串接} \end{cases} \quad (1)$$

为了描述方便，根据公式（1）定义开关模块的状态函数 S_i ：当开关 K4 断开，位置切换开关 K1 切至 A1-C1 导通，位置切换开关 K2 切至 B2-D2 导通，此时电流从端子 E1 经 A1-C1-B2-D2 流向端子 E2，此时相当于该开关模块对应的调压绕组从端子 X1 端至 X2 端接入，即调压绕组正向串接入高压绕组， $S_i=1$ ；当开关 K4 导通，电流直接从端子 E1 经 K4 流向端子 E2，相当于调压绕组被短路时， $S_i=0$ ；当开关 K4 断开，位置切换开关 K1 切至 B1-D1 导通，位置切换开关 K2 切至 A2-C2 导通，此时电流从端子 E1 经 A2-C2-B1-D1 流向端子 E2，此时相当于该开关模块对应的调压绕组从端子 X2 端至 X1 端接入，即调压绕组反向串接入高压绕组， $S_i=-1$ 。

由于每一个调压绕组对应的开关模块都存在三种不同的状态将调压绕组接入，因此为了能表征所有情况，以公式（1）为基础，构建了 3 个调压绕组的调压状态矩阵，当调压线圈的个数为 $N=2$ 时，调压级数的级数为 9；如（2）式所示，当调压线圈的个数为 $N=3$ 时，调压级数的级数为 27；该状态矩阵包括了 3 个调压绕组的全部可能的接入状态。

$$S = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \\ -1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ -1 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

从而可知，当调压线圈的个数为 $N=4$ 时，调压级数的级数为 81；当调压线圈的个数为 N 时，调压级数的级数为 3^N ，则 N 个调压线圈全部可能的接入状态矩阵为：

$$S_0 = \begin{bmatrix} -1 & \dots & -1 \\ 0 & \dots & -1 \\ & \dots & -1 \\ & \vdots & \\ & \dots & 1 \\ & \dots & 1 \\ 1 & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad \text{共 } N \text{ 列, } 3^N \text{ 行} \quad (3)$$

调压级数 K 与调压绕组个数 N 的关系为：

$$K = 3^N \quad (N=1, 2, 3) \quad (4)$$

调压基本步长:
$$U_i = \frac{U_H - U_L}{k-1} \quad (5)$$

假设高压侧基本绕组匝数为 M_0 ，高压侧给定电压为 U_0 ，调压基本步长 U_i 对应的绕组的匝数为 M_i ：

$$M_i = \frac{U_i}{U_0} * M_0 \quad (6)$$

假定 $M_i = 0.01M_0$ ，0.01 为基础调压倍数；当调压线圈的个数为 $N=3$ 时，
5 由于式（4）可知，调压级数对应公式的底数为 3，因此不同调压绕组的倍数关系也应为 3，三个调压绕组的匝数分别为 $0.01M_0$ ， $0.03M_0$ ， $0.09M_0$ ，用矩阵表示调压绕组 M 与高压侧基本绕组匝数 M_0 的关系为：

$$M = \begin{bmatrix} 0.01 \\ 0.03 \\ 0.09 \end{bmatrix} * M_0 = T * M_0 \quad (7)$$

T 为对应的系数矩阵，则 N 个调压线圈的系数矩阵 T_0 为：

$$10 \quad T_0 = \begin{bmatrix} 3^0 * 0.01 \\ 3^1 * 0.01 \\ 3^2 * 0.01 \\ \dots \\ 3^{N-1} * 0.01 \end{bmatrix}$$

由于高压等效绕组匝数为高压侧基本绕组匝数与接入调压绕组的匝数之和，根据式（2）和（7）可以用矩阵的形式计算出高压绕组的等效绕组匝数，则当调压线圈的个数为 $N=3$ 时，高压侧等效绕组匝数 M_{eq} 为：

$$\begin{array}{c}
 0.87 \\
 0.88 \\
 0.89 \\
 0.90 \\
 0.91 \\
 0.92 \\
 0.93 \\
 0.94 \\
 0.95 \\
 0.96 \\
 0.97 \\
 0.98 \\
 0.99 \\
 1.00 \\
 1.01 \\
 1.02 \\
 1.03 \\
 1.04 \\
 1.05 \\
 1.06 \\
 1.07 \\
 1.08 \\
 1.09 \\
 1.10 \\
 1.11 \\
 1.12 \\
 1.13
 \end{array}
 \quad
 \text{Meq} = (1 + S * T) * M_0 = \quad * M_0 \quad (8)$$

从式(8)可知,三个调压绕组矢量的接入高压绕组后,高压侧等效绕组有27个可调级,匝数变化范围为原有高压绕组匝数的87%-113%,即在原有高压匝数的基础上变化-13%-13%,从而配电变压器低压侧输出电压的变化范围也为给定电压的87%-113%。

由于调压配电变压器的调节目标为保持低压侧电压稳定,因此也可以认为在高压侧在给定电压的87%-113%范围内,调压变压器能够保持低压侧电压为恒定给定输出电压。

从本实施案例，我们可看出，当调压范围给定时，只要增加调压绕组
的数量，就能增加调压级数，增加调节精度，同时减小基础调压倍数；当
调压绕组数量给定时，调压级数也就定了，只要增加基础调压倍数，就能
大幅增加调压的范围，这为针对不同需求而开发相应的产品指明了方向。

5 本发明提供了一种在已确定调压绕组数量和匝数的前提下，根据调压
变化需求确定调压绕组矢量的投入或退出的逻辑方法及变压器的调压流
程。配电变压器自动调压的目的是通过调整高压侧的等效匝数来保持低压
侧电压的稳定，因此不同的高压侧电压对应不同的调压等效匝数，调压过
程就是不同绕组的投入或退出的过程。

10 如图 8 所示，仍以调压绕组的个数 $N=3$ ，调压绕组的匝数分别为 $0.01M_0$ ，
 $0.03M_0$ ， $0.09M_0$ 为例来说明变压器的调压逻辑；由式（2）和（8）可知，
式（8）中每一个高压侧的等效匝数都对应式（2）中一个调压状态矩阵，
来反映不同调压绕组的投入或退出状态，比如式（8）中等效匝数为 $0.93M_0$
时，对应的调压状态矩阵为 $[-1, 1, -1]$ ， $1.01M_0$ 对应的调压状态矩阵为 $[1, 0,$
15 $0]$ ；若根据调压需求，对应等效绕组需要从 $0.93M_0$ 变为 $1.01M_0$ 时，只需将
对应的调压状态矩阵从 $[-1, 1, -1]$ 调为 $[1, 0, 0]$ ，对应 $0.01M_0$ 调压绕组的
状态量由 -1 变为 1，即该调压绕组由反向串入状态变为正向串入状态，但由
于电子开关支路的短路过渡过程，其实际变换过程为状态量由 -1 变为 0，接
着再变为 1，即该调压绕组由反向串入状态变为短路状态，接着在变位正向
20 串入状态；对应 $0.03M_0$ 调压绕组的状态量由 1 变为 0，即该调压绕组由正
向串入状态变为短路状态；对应 $0.09M_0$ 调压绕组的状态量由 -1 变为 0，即
该调压绕组由反向串入状态变为短路状态；其先后顺序为从状态矩阵最左
侧变量对应的调压绕组先变换状态，依次向右侧变量对应的调压绕组接着
变换状态，直到最后一个。

25 如图 9 所示，为变压器有载调压过程流程图。其步骤为：首先判断低

压侧输出电压与给定电压的差值是否大于低压侧对应的调压步长（该调压步长为高压侧调压步长 U_i 与变压器变比的比值，如图 8 示例中， $U_i=0.01*10kV=100V$ ，那么此时低压侧对应调压步长就为 $100V/10/0.4=4V$ ），如果大于该调压步长，判断当前高压侧各个调压绕组对应的状态矩阵 S ，根据
5 据低压侧当前电压与给定电压的差值，计算将当前低压侧电压调整为给定电压时高压侧各个调压绕组对应的状态矩阵 S' ；然后判断调压绕组的状态矩阵 S 和 S' 对应的第一位（矩阵最左侧位）状态量是否有变化，如果有变化，则根据该状态位的变化形成对应调压绕组的开关控制逻辑，如果没有变化，则继续判断状态矩阵 S 和 S' 对应的第二位状态量是否有变化，如果
10 有变化，则根据该状态位的变化形成对应调压绕组的开关控制逻辑，如果没有变化，则继续向右判断下一位，直至最后一位。最后，判断状态矩阵 S 和 S' 对比结束后，根据以上形成各个调压绕组的开关控制逻辑，依次动作控制开关，按照从左至右，亦即先调节匝数少的调压绕组，后调节匝数多的调压绕组的顺序，调整各个调压绕组的串接状态，实现调压目的，结束
15 此次调压过程。

最后应当说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制，所属领域的普通技术人员参照上述实施例依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换，这些未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换，均在申请待批的本发明的权利要求保护范围之内。

20 工业实用性

采用本发明实施例，通过改变拓扑结构及调压方式，使调压绕组矢量串入高压绕组内，从而实现调压功能。所提供的调压原理可以实现变压器的分相调压功能和依据低压侧电压实现动态调压功能。简化了设备配置，减小了配电变压器的体积和不必要的成本。消除了原有电动开关机构的隐
25 患，更易于通过软件控制快速完成选择和切换，并有效延长了开关的使用

寿命。所用的电子开关单元在正常工作状态下不串入高压侧绕组，故没有驱动和功率损耗。

权利要求书

1.一种无弧有载自动调压配电变压器装置，其包括：低压侧和高压侧；所述低压侧包括低压绕组，所述高压侧包括：N 个调压绕组、N 个开关模块、高压绕组和调压控制模块，

5 每一所述调压绕组的都分别与一个所述开关模块的并联；

所述高压绕组和所述的 N 个开关模块串联。

2.根据权利要求 1 所述的配电变压器装置，其中，所述开关模块包括：切换开关、电子开关单元和常闭开关。

3.根据权利要求 2 所述的配电变压器装置，其中，所述切换开关包括：
10 磁保持继电器或带有四个端子的位置切换开关。

4.根据权利要求 3 所述的配电变压器装置，其中，

所述位置切换开关中的一个位置切换开关的两个端子的一端与所述调压绕组的一端相连，其另两个端子分别与所述开关模块中对外串接的两个端子相连；

15 所述位置切换开关中的另一位置切换开关中两个端子与所述调压绕组的另一端相连，其另外两个端子分别与所述开关模块对外串接的两个端子相连；

所述电子开关单元和所述常闭开关的两端分别与所述开关模块对外串接的两个端子相连。

20 5.根据权利要求 2 所述的配电变压器装置，其中，

所述电子开关单元的对外连接端与压敏电阻的两端相连；

所述压敏电阻与两个反向并接的晶闸管并联。

6.根据权利要求 2 所述的配电变压器装置，其中，所述电子开关单元的一个对外连接端分别与二极管的阴极和绝缘栅双极型晶体管的集电极相
25 连；

所述电子开关单元的另一对外连接端分别与另一二极管的阴极和另一绝缘栅双极型晶体管的集电极相连；

上述两个二极管的阳极分别与上述两个绝缘栅双极型晶体管的发射极相连；所述二极管的阳极与所述另一二极管的阳极相连，所述绝缘栅双极型晶体管的发射极与所述另一绝缘栅双极型晶体管的发射极相连。

7.根据权利要求2所述的配电变压器装置，其中，

所述电子开关单元的一个对外连接端分别与二极管的阴极和绝缘栅双极型晶体管的发射极相连；

所述电子开关单元的另一对外连接端分别与另一二极管的阴极和另一绝缘栅双极型晶体管的发射极相连；

上述两个二极管的阳极分别与上述两个绝缘栅双极型晶体管的集电极相连；所述二极管的阳极与所述另一二极管的阳极相连，所述绝缘栅双极型晶体管的集电极与所述另一绝缘栅双极型晶体管的集电极相连。

8.根据权利要求2所述的配电变压器装置，其中，

所述电子开关单元的两个对外连接端之间，设有两条并联的二极管支路；

一条二极管支路设有两个阴极反向对接的二极管，另一二极管支路设有两个阳极反向对接的二极管；

所述阴极反向对接的两个二极管的阴极分别与绝缘栅双极型晶体管的集电极相连，所述阳极反向对接的两个二极管的阳极分别与绝缘栅双极型晶体管的发射极相连。

9.根据权利要求2所述的配电变压器装置，其中，所述调压控制模块包括：

与所述取电单元相连的运算控制单元，以及同运算控制单元相连的测量单元和触发输出单元。

10.一种无弧有载自动调压配电变压器的调压方法，包括：

确定当前低压侧的输出电压与给定电压间的差；

将所述差与所述低压侧的调压步长比较；

根据高压侧调压绕组状态矩阵每一位的变化形成开关模块的控制逻辑；

5 辑；

根据所有开关模块的控制逻辑，依次调整调压绕组的串接状态。

11.根据权利要求 10 所述的调压方法，其中，将所述差与所述低压侧的调压步长比较，包括：

若所述差值小于所述调压步长，则返回继续判断所述差值的大小；

10 若所述差值大于所述调压步长，确定当前高压侧调压绕组对应的状态矩阵为 S。

12.根据权利要求 11 所述的调压方法，其中，若所述差值大于所述调压步长，确定当前高压侧调压绕组对应的状态矩阵为 S，包括：

15 在当前低压侧电压调整为所述给定电压时，所述高压侧调压绕组对应的状态矩阵为 S'。

13.根据权利要求 12 所述的调压方法，其中，根据高压侧调压绕组状态矩阵每一位的变化形成开关模块的控制逻辑，包括：

判断状态矩阵 S 和 S' 的第一位状态量是否有变化；

20 如果所述第一位状态量变化，则根据所述第一位状态量的变化形成与该状态位对应的开关模块的控制逻辑；

如果所述第一位状态量变化无变化，则继续判断状态矩阵 S 和 S' 的第二位状态量是否有变化；

如果所述第二位状态量有变化，则根据所述第二位状态的变化形成与该状态位对应的开关模块的控制逻辑；

25 如果所述第二位状态无变化，则继续判断下一位，直至最后一位。

14.根据权利要求 10 或 13 所述的调压方法, 其中, 根据所有开关模块的控制逻辑, 依次调整调压绕组的串接状态, 包括:

根据所述开关模块的控制逻辑, 依次控制所有开关模块的动作;

根据所述所有开关模块的动作, 改变所述调压绕组的串接状态。

5 15.根据权利要求 14 所述的调压方法, 其中,

所述调压绕组的串接状态包括: 所述调压绕组正向串接入高压绕组, 所述调压绕组被短接和所述调压绕组反向串接入所述高压绕组。

16.根据权利要求 15 所述的调压方法, 其中, 所述调压绕组正向串接入高压绕组包括:

10 当电子开关单元导通, 常闭开关断开时, 将位置切换开关 K1 切至 A1-C1 导通, 位置切换开关 K2 切至 B2-D2 导通后, 断开所述电子开关单元, 电流从对外连接端子 E1 经 A1-C1-B2-D2 流向对外连接端子 E2, 此时所述开关模块对应的调压绕组从所述对外连接端子 E1 至所述对外连接端子 E2 接入;

15 所述高压侧的等效绕组匝数增加。

17.根据权利要求 15 所述的调压方法, 其中, 所述调压绕组被短接包括:

当电子开关单元导通和常闭开关均导通后, 再断开所述电子开关单元, 电流从对外连接端子 E1 经所述常闭开关流向对外连接端子 E2;

所述高压侧的等效绕组匝数不变。

20 18.根据权利要求 15 所述的调压方法, 其中, 所述调压绕组反向串接入所述高压绕组包括:

当电子开关单元导通, 常闭开关断开, 将位置切换开关 K1 切至 B1-D1 导通, 位置切换开关 K2 切至 A2-C2 导通后, 断开所述电子开关单元, 电流从对外连接端子 E1 经 A2-C2-B1-D1 流向对外连接端子 E2, 此时所述开关模块对应的调压绕组从所述对外连接端子 E2 至所述对外连接端子 E1 接

25

入;

所述高压侧的等效绕组匝数减少。

19.根据权利要求 10 所述的调压方法, 其中, 所述高压侧的调压步长:

$$U_i = \frac{U_H - U_L}{K-1};$$

5 其中, U_H 和 U_L 分别为所述高压侧的最高电压和最低电压;

$K = 3^N$, N 为调压绕组的个数, K 为调压级数。

20. 根据权利要求 19 所述的调压方法, 其中, N 个调压绕组的全部可能接入状态 S_0 为:

$$S_0 = \begin{bmatrix} -1 & \dots & -1 \\ 0 & \dots & -1 \\ & \dots & -1 \\ & \vdots & \\ & \dots & 1 \\ & \dots & 1 \\ 1 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

10 其中, S_0 矩阵共 N 列, 3^N 行。

21.根据权利要求 20 所述的调压方法, 其中, 所述调压绕组的匝数 M 与所述高压侧的基本绕组匝数 M_0 的关系为:

$$M = T_0 * M_0$$

T_0 为对应的系数矩阵。

15 22.根据权利要求 21 所述的调压方法, 其中, 所述系数矩阵 T_0 :

$$T_0 = \begin{bmatrix} 3^0 * 0.01 \\ 3^1 * 0.01 \\ 3^2 * 0.01 \\ \dots \\ 3^{N-1} * 0.01 \end{bmatrix}$$

23.根据权利要求 22 所述的调压方法, 其中,

所述高压测的等效绕组匝数为所述高压侧的基本绕组匝数与接入的调压绕组匝数之和;

所述等效绕组匝数 M_{eq} 与高压侧的基本绕组匝数 M_0 的关系为: $M_{eq} = (1 + S_0 * T_0) * M_0$ 。

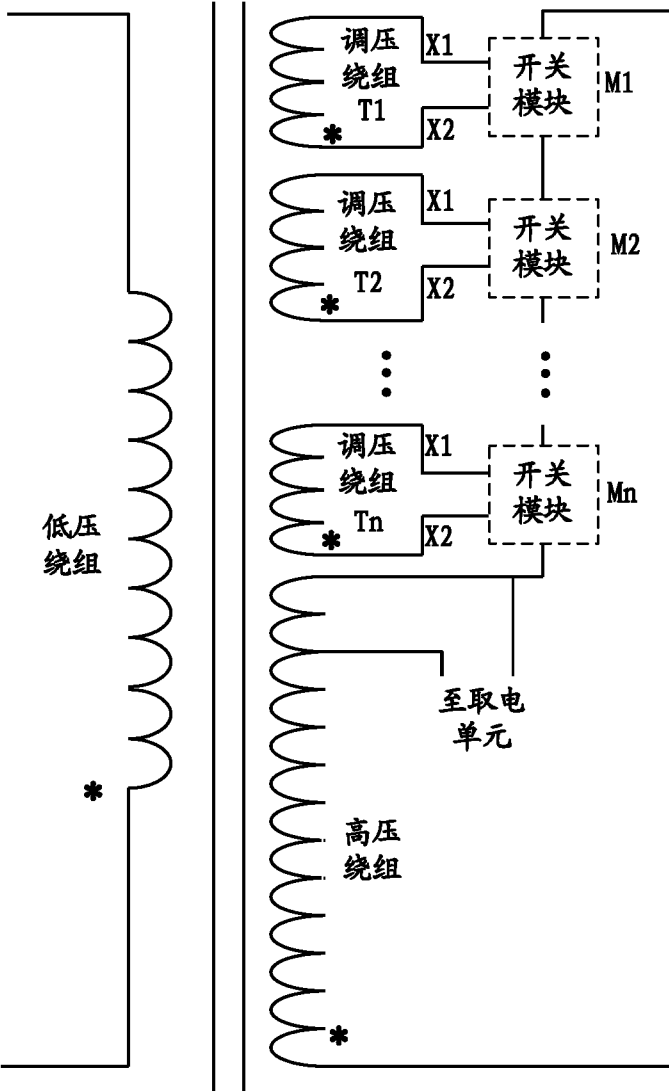


图 1

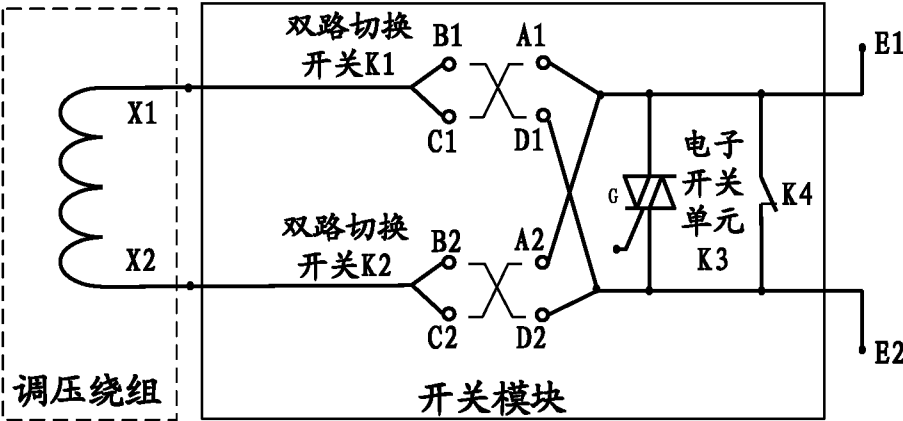


图 2

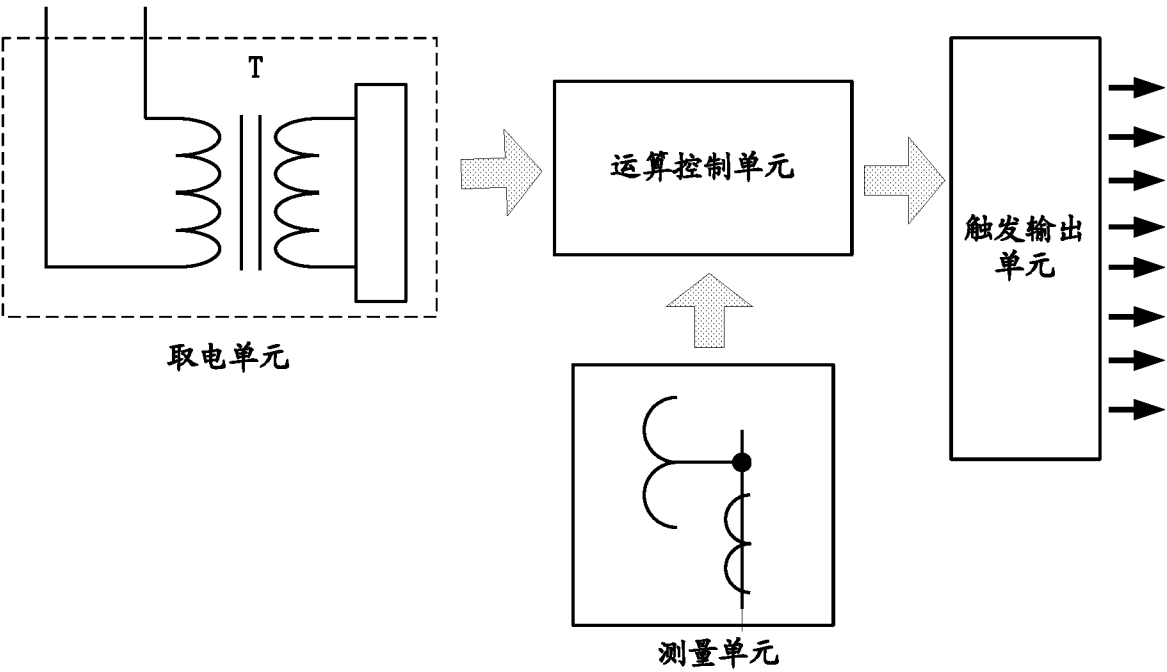


图 3

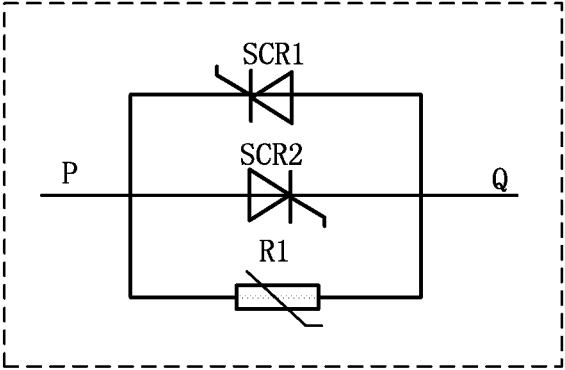


图 4

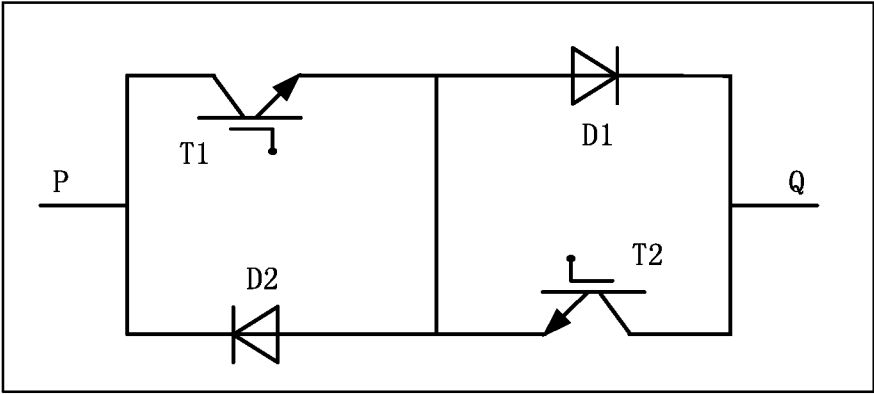


图 5

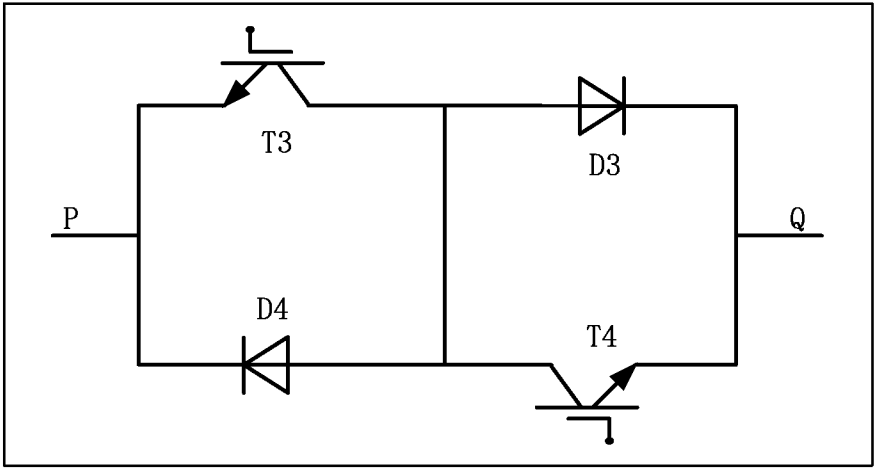


图 6

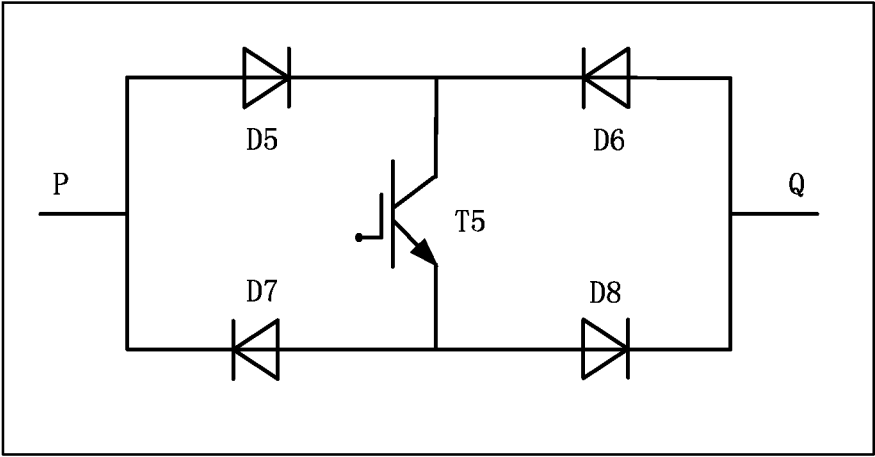


图 7

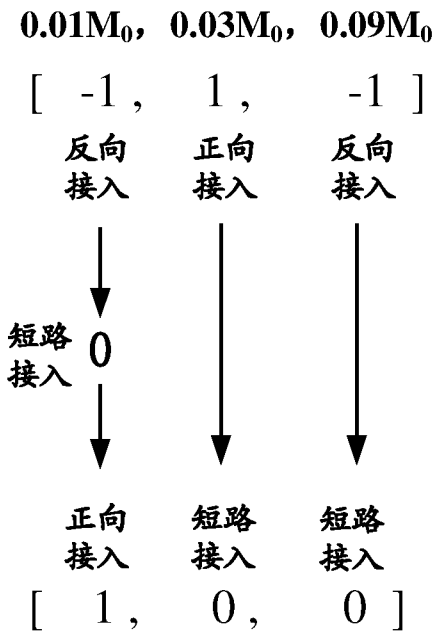


图 8

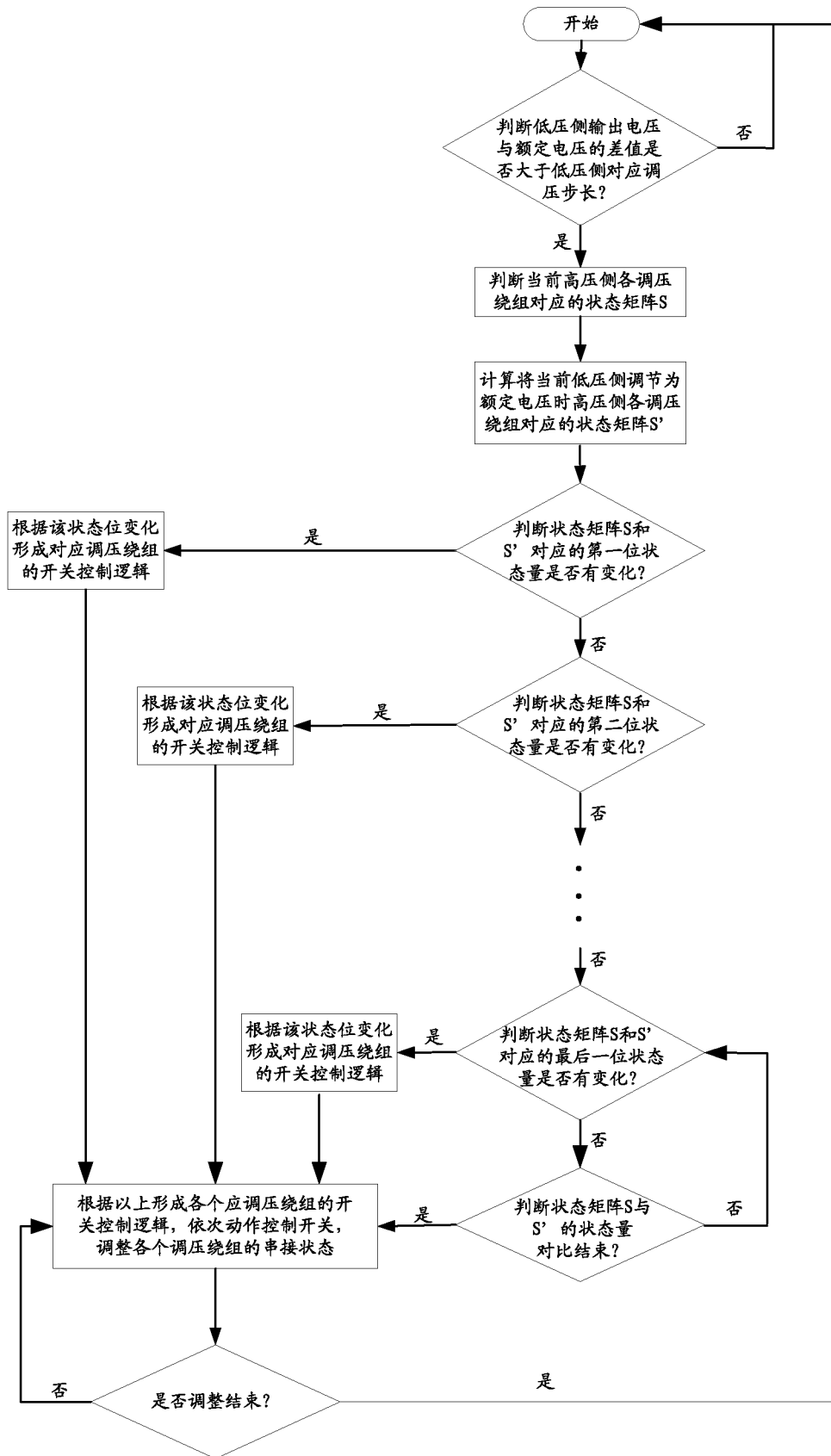


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/091524

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F 27/28 (2006.01) i; H01F 27/42 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, DWPI, CNKI: 开关, 变压器, 调压, 绕组, 高压, 低压, on-off, swift, transformer, move, coil, circle, high, low

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102420042 A (BAODING TIANWEI GROUP CO., LTD.) 18 April 2012 (18.04.2012), description, paragraphs [0007]-[0010], and figure 1	1-3, 5
Y	CN 204884832 U (HANGZHOU BAIMENG INTELLIGENT SWITCH CO., LTD.) 16 December 2015 (16.12.2015), description, paragraphs [0009]-[0022], and figures 1 and 2	1-3, 5
X	CN 101697310 A (BAODING TIANWEI GROUP CO., LTD.) 21 April 2010 (21.04.2010), description, paragraph [0015], and figure 1	10-12, 14
PX	CN 106252040 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.) 21 December 2016 (21.12.2016), claims 1-23	1-23
A	CN 102136354 A (BAODING TIANWEI GROUP CO., LTD.) 27 July 2011 (27.07.2011), entire document	1-23

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
31 August 2017

Date of mailing of the international search report
18 September 2017

Name and mailing address of the ISA
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No. (86-10) 62019451

Authorized officer
CHANG, Shasha
Telephone No. (86-10) 62089298

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/091524

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102420042 A	18 April 2012	CN 102420042 B	08 May 2013
CN 204884832 U	16 December 2015	None	
CN 101697310 A	21 April 2010	CN 101697310 B	15 June 2011
CN 106252040 A	21 December 2016	None	
CN 102136354 A	27 July 2011	CN 102136354 B	24 October 2012

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/091524

A. 主题的分类 H01F 27/28(2006.01)i; H01F 27/42(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																				
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H01F 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS, DWPI, CNKI: 开关, 变压器, 调压, 绕组, 高压, 低压, on-off, swift, transformer, move, coil, circle, high, low																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 102420042 A (保定天威集团有限公司) 2012年 4月 18日 (2012 - 04 - 18) 说明书第[0007]-[0010]段, 图1</td> <td>1-3、5</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 204884832 U (杭州佰盟智能开关有限公司) 2015年 12月 16日 (2015 - 12 - 16) 说明书第[0009]-[0022]段, 图1、2</td> <td>1-3、5</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 101697310 A (保定天威集团有限公司) 2010年 4月 21日 (2010 - 04 - 21) 说明书第[0015]段, 图1</td> <td>10-12、14</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 106252040 A (中国电力科学研究院等) 2016年 12月 21日 (2016 - 12 - 21) 权利要求1-23</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102136354 A (保定天威集团有限公司) 2011年 7月 27日 (2011 - 07 - 27) 全文</td> <td>1-23</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 102420042 A (保定天威集团有限公司) 2012年 4月 18日 (2012 - 04 - 18) 说明书第[0007]-[0010]段, 图1	1-3、5	Y	CN 204884832 U (杭州佰盟智能开关有限公司) 2015年 12月 16日 (2015 - 12 - 16) 说明书第[0009]-[0022]段, 图1、2	1-3、5	X	CN 101697310 A (保定天威集团有限公司) 2010年 4月 21日 (2010 - 04 - 21) 说明书第[0015]段, 图1	10-12、14	PX	CN 106252040 A (中国电力科学研究院等) 2016年 12月 21日 (2016 - 12 - 21) 权利要求1-23	1-23	A	CN 102136354 A (保定天威集团有限公司) 2011年 7月 27日 (2011 - 07 - 27) 全文	1-23
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
Y	CN 102420042 A (保定天威集团有限公司) 2012年 4月 18日 (2012 - 04 - 18) 说明书第[0007]-[0010]段, 图1	1-3、5																		
Y	CN 204884832 U (杭州佰盟智能开关有限公司) 2015年 12月 16日 (2015 - 12 - 16) 说明书第[0009]-[0022]段, 图1、2	1-3、5																		
X	CN 101697310 A (保定天威集团有限公司) 2010年 4月 21日 (2010 - 04 - 21) 说明书第[0015]段, 图1	10-12、14																		
PX	CN 106252040 A (中国电力科学研究院等) 2016年 12月 21日 (2016 - 12 - 21) 权利要求1-23	1-23																		
A	CN 102136354 A (保定天威集团有限公司) 2011年 7月 27日 (2011 - 07 - 27) 全文	1-23																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																				
国际检索实际完成的日期 2017年 8月 31日		国际检索报告邮寄日期 2017年 9月 18日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 常莎莎 电话号码 (86-10)010-62089298																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/091524

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	102420042	A	2012年 4月 18日	CN 102420042 B	2013年 5月 8日
CN	204884832	U	2015年 12月 16日	无	
CN	101697310	A	2010年 4月 21日	CN 101697310 B	2011年 6月 15日
CN	106252040	A	2016年 12月 21日	无	
CN	102136354	A	2011年 7月 27日	CN 102136354 B	2012年 10月 24日