

(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
2017年5月26日 (26.05.2017)



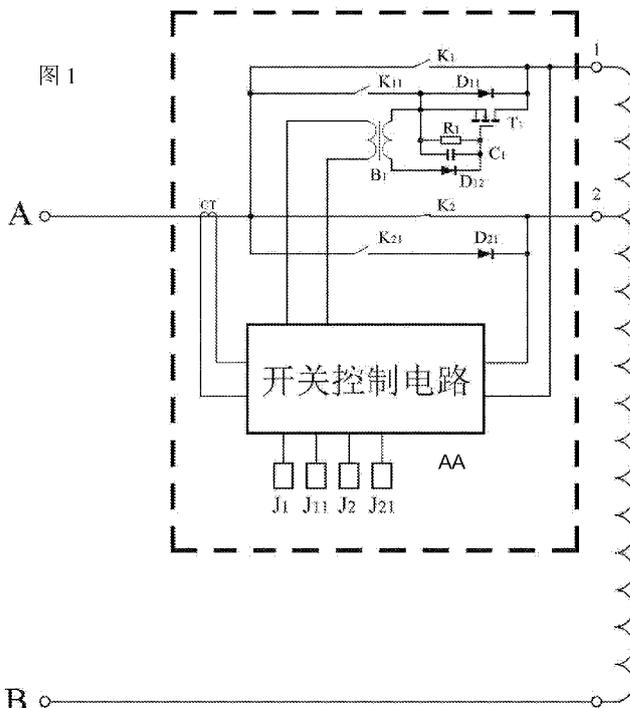
(10) 国际公布号
WO 2017/084634 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01F 29/04 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/106664
- (22) 国际申请日: 2016年11月21日 (21.11.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510809572.9 2015年11月20日 (20.11.2015) CN
- (72) 发明人; 及
- (71) 申请人: 王海 (WANG, Hai) [CN/CN]; 中国北京市海淀区高粱桥斜街59号长河湾12号楼1门601, Beijing 100044 (CN)。
- (74) 代理人: 北京品源专利代理有限公司 (BEYOND ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市海淀区莲花池东路39号西金大厦6层, Beijing 100036 (CN)。
- (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, JP, KE, KG, 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)。

[见续页]

(54) Title: ON-LOAD VOLTAGE REGULATION TAPPING SWITCH OF TRANSFORMER AND ON-LOAD VOLTAGE REGULATION TRANSFORMER

(54) 发明名称: 变压器有载调压分接开关及有载调压变压器



(57) Abstract: An on-load voltage regulation tapping switch of a transformer is composed of a tapping switch unit and a switch control circuit. The tapping switch unit is composed of two relay switch contacts (K_1 , K_2) and corresponding contact protection circuits. One end of each of the two switch contacts (K_1 , K_2) is connected to corresponding transformer winding taps (1, 2), and the other end is connected to a power supply after being connected in parallel. Two switch contact protection branch circuits are a series circuit of an MOS transistor (T_1) and an auxiliary relay contact (K_{11}) and a series circuit of a diode (D_{11}) and the auxiliary relay contact (K_{11}) respectively. The two series circuits are connected to two ends of the corresponding switch contact (K_1) in parallel respectively. Multiple such tapping switch units are connected to one another in parallel to form a multi-winding branch tapping switch. The switch control circuit controls all main switches, auxiliary switches and MOS transistors (T_1) to act according to a certain time order, so that switching of transformer windings is completed. The on-load voltage regulation tapping switch of a transformer has the advantages of being high in tapping speed, free of an inrush current in a tapping process, continuous in current, simple to operate, high in reliability, small in size, light in weight, low in cost and the like.

(57) 摘要:

[见续页]

AA SWITCH CONTROL CIRCUIT

WO 2017/084634 A1



本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种变压器有载调压分接开关由分接开关单元和开关控制电路组成，所述的分接开关单元由两个继电器开关触点 (K_1 , K_2) 和对应的触点保护电路组成，两个开关触点 (K_1 , K_2) 的一端与对应的变压器绕组抽头 (1, 2) 连接，另一端并联后与电源连接，两个开关触点保护支路分别是 MOS 管 (T_1) 和二极管 (D_{11}) 与辅助继电器触点 (K_{11}) 串联电路，它们分别与相应的开关触点 (K_1) 两端并联，多个这样的分接开关单元并联，即可组成多绕组分接分开关。开关控制电路控制所有的主开关、辅助开关和 MOS 管 (T_1) 按一定的时间顺序动作，完成变压器绕组的切换。该变压器有载调压分接开关具有分接速度快、分接时无涌流且电流连续、操作简单可靠性高和体积小、重量轻、成本低等优点。

变压器有载调压分接开关及有载调压变压器

技术领域

本发明涉及一种交流调压设备，特别是一种通过改变变压器初级端绕组匝数改变变压器次级输出电压的有载调压分接开关和带有有载调压分接开关的变压器。

背景技术

电力变压器在运行中，由于进线电压变化或负载的变化会引起输出电压的变化，通过改变电力变压器初级端绕组匝数可以改变次级的输出电压，从而达到调整或稳定电压的目的。使用分接开关改变线圈的匝数，可以达到改变输出电压的目的。变压器的有载调压就是在变压器不断电的正常工作状态下，带负载调节分接开关改变变压器初级的匝数（ON-LOAD TAP CHANGING），这就是有载调压分接开关要完成的任务。目前常用的有载调压分接开关主要还是机械式的，如美国专利 USP 2374974 提供的变压器有载调压分接开关，其基本原理和现在常用的变压器有载调压分接开关没有太大的变化。机械式有载分接开关是将开关触头浸在变压器油中，一般开关的体积很大，并且由于分接开关在动作时会产生电弧，而造成变压器油的变质，所以一般有载调压分接开关需要定期换油，造成运行成本很高。美国专利 USP6563723 和 USP7355369 等提出使用电子开关解决分接开关在变压器抽头变化时产生的打火和拉弧的问题，即使用 IGBT 或晶闸管作为过渡转换开关，但实际工作时电子开关的导通时间要求在几十毫秒以上，所以对电子开关的耐压和电流都提出很高的要求。中国专利 CN201410680074.4 公开了一种变压器有载调压分接开关及开关控制方法，仅使用了两支二极管作为过渡转换开关，即用二极管实现了 IGBT 和晶闸管等电子开关的功能，控制电路简单可靠。但这种分接开关在动作时，当两组开关在转换的瞬间，由于无法精确控制辅助继电器的闭合或断开的时间，两组辅助开关

回路会产生短路电流，会造成断流或绕组短路的情况，这会在调压绕组上产生涌流缩短开关的寿命。

发明内容

本发明目的是提供一种带有电子式有载调压分接开关的变压器，变压器使用这种无油、非真空技术且没有机械转动机构调压分接开关，使得有载调压变压器的体积和重量大大降低，并且提高了变压器的可靠性，降低了运行成本。使用本发明提供的一种电子式有载调压分接开关的变压器，其外形和体积与普通变压器差不多，电压调整简单方便。这种变压器可以连续、动态的调整电压，并且在开关切换线圈时不会产生电流涌流和绕组短路，开关触点不会打火或拉弧，使变压器在有载调压的工作状态可以稳定的工作，克服了目前现有技术存在的上述不足，是一种理想的有载调压设备。

本发明的目的是通过以下技术方案来实现：

一种变压器有载调压分接开关由分接开关单元和开关控制电路组成，所述的分接开关单元为两个继电器开关触点和对应的触点保护电路组成：两个开关触点的一端与对应的变压器绕组抽头连接，另一端并联后与电源连接，一个开关触点保护支路是 MOS 管与辅助继电器触点串联电路，另一个开关触点保护支路二极管与辅助继电器触点串联电路，它们分别与相应的开关触点两端并联；多个这样的分接开关单元并联，即可组成多绕组分接分开关。

进一步的，所述的开关控制电路由电源、单片机、电流互感器和控制信号接收模块等电路组成；开关控制电路控制所有的主开关、辅助开关和 MOS 管按一定的时间顺序动作，完成变压器绕组的切换，并保证总有一个开关触点处于闭合状态。

进一步的，所述开关控制电路的电源可以由变压器调压绕组或电流互感器

提供。

进一步的，所述主开关和辅助开关可以是磁保持继电器。

进一步的，所述开关控制电路的开关控制信号可以是无线信号。

所述的所述的变压器有载调压分接开关的控制方法，包括以下步骤：

(1) 如要完成电源端 A 与变压器抽头 1 连接到与抽头 2 连接的转换，则要完成打开 K1 并闭合 K2：①首先在电流正半周期间闭合 K11 并使 T1 进入预备导通状态；②接下来电流负半周期间，打开 K1 并闭合 K21；③接下来的电流正半周期间，使 T1 截止，打开 K11 并闭合 K2；④之后打开 K21 即完成了 K1 打开 K2 闭合的过程。

(2) 如要完成电源端 A 与变压器抽头 2 连接回到与抽头 1 连接的转换，则要打开 K2 并闭合 K1：①首先在电流负半周期间闭合 K21；②在接下来电流正半周期间，打开 K2 并闭合 K11；③在接下来的电流负半周期间，在电流由正变负的瞬间是 T1 导通，之后打开 K21 并闭合 K1；④之后打开 K11 即完成了 K2 打开 K1 闭合的过程。

进一步的，所述有载调压分接开关直接固定安装在变压调压绕组的引出端子上。

进一步的，所述有载调压分接开关安装在有载调压变压器的引出端子里面，变压器调压线圈接到绝缘子的下面

本发明的有益效果为：

提供一种可靠实用的变压器有载调压分接开关，动作时开关触点不产生打火或拉弧，对变压器绕组不会造成短路，绕组切换速度快，真正实现了无涌流、

电流连续绕组的切换。由于触点在切换过程中没有损耗和变压器绕组中没有电流突变的的特点，可以让变压有载调压分接开关频繁动作且不会对开关和变压器的寿命有任何的影响。本发明的变压器有载调压分接开关的上述优点，使变压器可以真正实现动态的有载调压，而这是传统变压器有载调压无法实现的。与现有的变压器有载调压分接开关相比本发明的变压器有载调压分接开关还具有体积小、重量轻和成本低的优点。

附图说明

下面根据附图对本发明做进一步详细说明。

图 1、本发明的变压器有载调压分接开关的分接开关单元电路原理图；

图 2、本发明的变压器有载调压分接开关控制电路原理方框图；

图 3、本发明的变压器有载调压分接开关动作顺序示意图之一；

图 4、本发明的变压器有载调压分接开关动作顺序示意图之二；

图 5、本发明的变压器有载调压分接开关实施例之一；

图 6、本发明的变压器有载调压分接开关实施例之一；

图 7、本发明的三相变压器有载调压分接开关实施例；

图 8、本发明的三相有载调压变压器调压分接开关位置示意图。

具体实施方式

如图 1 所示，是本发明一种变压器有载调压分接开关，由分接开关单元和开关控制电路组成，所述的分接开关单元为两个继电器开关触点和对应的触点保护电路组成：两个开关触点的一端与对应的变压器绕组抽头连接，另一端并联后与电源连接，一个开关触点保护支路是 MOS 管与辅助继电器触点串联电

路，另一个开关触点保护支路二极管与辅助继电器触点串联电路，它们分别与相应的开关触点两端并联；多个这样的分接开关单元并联，即可组成多绕组分接分开关。如 K1 为主开关触点，MOS 管 T1 与辅助开关触点 K11 串联组成 K1 的触点保护支路并联在 K1 两端，B1、D1、C1 和 R1 组成 MOS 管驱动电路，D11 为 MOS 管 T1 的保护二极管，在开关动作过程中不起作用；K2 为另一个开关触点，二极管 D21 和辅助继电器触点 K21 串联组成 K2 的触点保护支路并联在 K2 两端。

开关控制电路由电源、单片机、电流互感器和控制信号接收模块等电路组成；开关控制电路控制所有的主开关、辅助开关和 MOS 管按一定的时间顺序动作，完成变压器绕组的切换，并保证总有一个开关触点处于闭合状态。

图 2 所示的开关控制电路由电源、单片机、电流互感器和控制信号接收模块等电路组成；电源电路为单片机 MCU、主开关继电器和辅助开关继电器提供工作电源，电源电路的电源从调压绕组取得，调压绕组的输出经过降压、整流滤波和稳压后为单片机和继电器供电，10KV 变压器的一个调压绕组的电压一般为 250V，通过调压绕组取电简单方便，这样可以简化开关控制电路结构并提高电路的可靠性。如果是 110KV 以上的变压器，每个调压绕组的电压也很高，开关控制电路从调压绕组取电成本会比较高，一般这么高电压的变压器容量都是很大的，一般空载电流也很大，所以可以通过互感器取电。

有载调压分接开关的控制信号可以通过有线的方式直接控制开关控制电路，当母线电压不是很高时，可以采用电信号控制光耦的方式，如果母线电压很高，可采用光纤传输控制信号的办法。本发明提出一种无线传输控制信号的方式，采用无线控制可以容易的解决控制端与有载调压分接开关之间的绝缘和爬电的问题，控制信号接收模块可以采用红外或无线通讯方式，红外通讯简单不易受干扰，但红外通讯要求发射和接收模块之间不能有遮挡，变压器有载调

压分接开关由于绝缘和防尘的要求，开关一般需要密封，红外信号容易被屏蔽。而采用超高频无线通讯的方式，可以实现发射模块与接收模块之间无死角的接收与控制，无线接收可以采用蓝牙、Zigbee 或 Wifi 等通讯方式。如此，有载调压分接开关相当于挂在电源母线上的开关组，电源母线通过开关组与不同的负载连接，控制器（图 1、图 2 中未画出）通过无线信号可以控制开关组中不同的开关的闭合和断开，开关控制电路控制所有的主开关、辅助开关和 MOS 管按一定的时间顺序动作，完成变压器绕组的切换，在开关切换的过程中，要保证总有一个开关触点处于闭合状态，这可以降低开关组的耐压要求。图 1 实施例中，只画出了 2 个变压器绕组抽头，n 个变压器绕组抽头配合 n 组开关，可以实现 n 个抽头变压器的有载调压。

为了保证在变压器不通电时有载调压分接开关的主开关组总有一个开关触点处于闭合状态，主开关使用的继电器可以是磁保持继电器，即使有载调压分接开关在不通电的状态也有一组开关处于闭合状态。另外使用磁保持继电器还可以减少开关控制电路的耗电，这样可以减小变压器有载开关的体积并降低整个分接开关的成本。

下面结合图 3 和 4 说明的变压器有载调压分接开关控制方法：

(1) 如要完成电源端 A 与变压器抽头 1 连接到与抽头 2 连接的转换（绕组减少）过程，即完成打开 K1 并闭合 K2：①在电流正半周期间（A 为正、B 为负，t1 到 t2 的期间），闭合 K11 并给 B1 发脉冲，经过二极管 D12 整流、C1 滤波后为 T1 的导通建立电压；②在接下来的电流负半周期间（A 为负、B 为正，t2 到 t3 的期间）打开 K1 并闭合 K21，在开关触点 K1 打开的瞬间 MOS 管 T1 导通，由于 D21 反向偏置，电流从 K11 和 MOS 管支路流过；③在接下来电流正半周期间（A 为正、B 为负，t3 到 t4 的期间），在电流从负变正的瞬间，停止给 B1 发脉冲，MOS 管 T1 将截止，二极管 D2 将立刻导通，在 MOS 管 T1 截止、

二极管 D21 导通瞬间，电流从 K21 和二极管 D21 的支路流过，通过绕组的电流瞬时从 K1 支路转到 K21 支路，转换瞬间电流变大且电流连续变化，之后闭合 K2 并打开 K11，当 K2 闭合瞬间，电流走 K2 支路，机械触点开关在闭合时触点会发生抖动，当 K2 抖动瞬间断开时，二极管 D2 会立刻导通，电流转为通过 K21 支路保持电流的连续，K2 再闭合时电流又会改走 K2 支路，反复几次 K2 稳定闭合；④在接下来的电流负半周期间（A 为负、B 为正，t3 到 t4 的期间），打开 K21 即完成了 K1 打开 K2 闭合的过程，由于 K2 处于闭合状态，K21 打开不会产生任何影响。

(2) 如要完成电源端 A 与变压器抽头 2 连接回到与抽头 1 连接的转换（绕组增加）过程，即完成打开 K2 并闭合 K1：①首先在电流负半周期间（A 为负、B 为正，t6 到 t7 的期间）闭合 K21；②在接下来电流正半周期间（A 为正、B 为负，t7 到 t8 的期间），打开 K2 并闭合 K11，打开开关触点 K2 打开瞬间，二极管 D2 导通，电流从 K21 和二极管 D2 的之路流过，K2 触点两端承受的电压为 0.7V，故 K2 断开时不会产生拉弧并且通过绕组的电流不间断；而 K11 闭合时由于 D1 处于截止，K11 没有电流通过不会打火；在电流由正变负的瞬间，给 B1 发脉冲，MOS 管 T1 导通有很小的电流通过；③在接下来的电流负半周期间（A 为负、B 为正，t8 到 t9 的期间），在电流由负变正的瞬间，二极管 D21 截止，电流从 K21 支路转到 K11 支路，保证通过变压器绕组的电流连续；之后打开 K21 并闭合 K1，当 K1 闭合时，电流会走 K1 支路，机械触点开关在闭合时触点会发生抖动，当 K1 抖动瞬间断开时，MOS 管 T1 会立刻导通，电流转为通过 K11 支路保持电流的连续，K1 再闭合时电流又会改走 K1 支路，反复几次 K1 稳定闭合；同时在这电流负半周期间打开 K21，由于二极管 D2 承受方向电压，K21 在断开时不会产生拉弧；④之后在接下来电流正半周期间（A 为正、B 为负，t9 到 t10 的期间），打开 K11 即完成了 K2 打开 K1 闭合的过程，由于 K1 处于闭合状态，K11 打开不会产生任何影响。

MOS管的作用是在两个主开关转换时提供瞬间的分流支路，用电子开关的控制准确性弥补辅助机械开关的动作时间不确定性，该支路工作在短时间的直流状态，所以用晶闸管或 IGBT 等其它类似功能的电子器件也可以替代。MOS管的导通时间很短，一般不超过四分之一交流电周期，所以可以充分利用其过流特性。

图 1 所示为最简单的两个输出端的调压分接开关，两个这样的分接开关单元并联即可组成图 3 所示的三端调压分接开关，组合过程中省去了一个主开关、一个辅助开关和一个二极管，依照这个原理可以组成具有更多调压端子的分接开关。开关的动作顺序依照图 3 和图 4 所述，一般技术人员即可设计，在此不再赘述。

变压器有载调压分接开关的开关组是由多个开关触点组成，如果任意两组开关触点同时闭合，就会造成变压器绕组的短路，这将引起变压器的发热和损耗增加。为了防止由于继电器触点卡住或烧粘引起变压器绕组短路的情况，本发明提出一种如图 6 所示的变压器有载调压分接开关的电路结构，有载开关的开关组所使用的继电器 K1-K5 为单刀双掷开关，这就保证所有继电器的触点不论在任何位置，电源 A 端只能与变压器绕组的一个抽头连接，任意两个变压器抽头之间不会发生短路情况。每组开关由两个开关串联，这是为了提高开关的耐压，上述分析可知，主开关和辅助开关在闭合断开时触点都不承受电压，所以多个开关触点串联在闭合和断开时都不会发生打火或拉弧复燃的情况。在更高等级的有载调压分接开关上，可以使用更多的主开关和辅助开关串联，相应的二极管和 MOS 管也需多支串联提高耐压。图中主开关辅助保护支路与图 1 的电路结构类似，变压器绕组抽头变换时开关组动作的动作顺序图 3 和图 4 所述的顺序一样，一般技术人员很容易理解，在此不再赘述。

图 7 是 10KV 干式变压器使用三相有载调压分接开关的实施例，10KV 干

式变压器的调压绕组一般在绕组的中部有两组，连接上调压绕组抽头和下调压绕组抽头的位置即可实现调整输出电压的目的，本实施例中调压分接开关也可分为上、下两组，如 A 调压绕组对应了 KA1 和 KA2 为上调压绕组分接开关，KA3、KA4 和 KA5 对应下调压绕组分接开关，改变 KA1、KA2 和 KA3、KA4、KA5 的开关触点的组合，即可实现输出电压的调整。变压器绕组抽头变换时开关组动作的动作顺序可参照图 3 和图 4 所述原理制定，一般技术人员很容易理解，在此不再赘述。

图 8 是 10KV 干式有载调压变压器的有载调压分接开关安装位置示意图，三相的分接开关安装在变压器绕组中部调压引出端子的位置，由于有载调压分接开关体积小重量轻，可以直接与调压绕组引出端子连接，从而大大减小了有载调压变压器的体积。通过操作无线控制器可以控制 A 相、B 相、C 相有载调压分接开关的单独动作，当某一相有载调压分接开关接收到动作信号后，将检测电流信号并按照开关动作的时序实现开关的转换，完成电源与绕组的切换，从而达到调整输出电压的目的。

对于工作电压更高的变压器，如 110KV 以上的变压器，调压绕组的电压可能会超过单只继电器触点的耐压，这种情况下可以采用多支继电器的串联实现高压绕组的切换。使用这种方法理论上可以实现任意高电压的变压器的有载调压，同样可以保证分接开关动作时触点不打火不拉弧且没有电流突变，而使用传统的有载调压技术根本无法实现的。110KV 以上的变压器一般为油浸式，本发明的有载调压分接开关可以浸在变压器油中，安装在距离调压线圈引出端子最近的地方，这需要对开关做防油处理。由于本发现提供的有载调压分接开关的体积很小，所以放在变压器地高压引出线的绝缘端子内，变压器调压绕组接到高压绝缘子的下面与有载调压分接开关连接，即可组成有载调压变压器，这种带有有载调压功能的变压器与普通的变压器外形几乎没有区别。

本发明的有载调压分接开关也可以设置在变压器的输出端实现有载调压，其原理与放在变压器输入端的有载调压分接开关是一样的。

使用时，在功能方面：本发明提供的变压器有载调压分接开关在切换变压器绕组时，在变压器绕组中不产生短路电流，变压器的输入电流和输出电流是连续的，这是传统的变压器有载调压分接开关无法实现的，其优点在于不产生变压器的损耗，不造成电源污染。另外，由于开关在动作时不打火、不拉弧，这将大大延长开关的使用寿命，同时也使得变压器有载调压可以实现频繁和动态的调整，这对提高电网的供电质量大有益处。

在节能方面：本本发明提供的变压器有载调压分接开关无需使用外接电源，直接采用电流互感器供电，一组开关的耗电在 1W 以下，这是传统的有载调压分接开关根本无法相比的。

本发明不局限于上述最佳实施方式，任何人在本实用新型的启示下都可得出其他各种形式的产品，但不论在其形状或结构上作任何变化，凡是具有与本申请相同或相近似的技术方案，均落在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种变压器有载调压分接开关由分接开关单元和开关控制电路组成，所述的分接开关单元为两个继电器开关触点和对应的触点保护电路组成：两个开关触点的一端与对应的变压器绕组抽头连接，另一端并联后与电源连接，一个开关触点保护支路是 MOS 管与辅助继电器触点串联电路，另一个开关触点保护支路二极管与辅助继电器触点串联电路，它们分别与相应的开关触点两端并联；多个这样的分接开关单元并联即组成多绕组分接分开关。

2、根据权利要求 1 所述的变压器有载调压分接开关，其特征在于：所述的开关控制电路由电源、单片机、电流互感器和控制信号接收模块等电路组成；开关控制电路控制所有的主开关、辅助开关和 MOS 管按一定的时间顺序动作，完成变压器绕组的切换，并保证总有一个开关触点处于闭合状态。

3、根据权利要求 1 所述的变压器有载调压分接开关，其特征在于：所述开关控制电路的电源可以由变压器调压绕组或电流互感器提供。

4、根据权利要求 1 所述的变压器有载调压分接开关，其特征在于：所述主开关继电器和辅助继电器可以是磁保持继电器。

5、根据权利要求 1 所述的变压器有载调压分接开关，其特征在于：所述开关控制电路的开关控制信号可以是无线信号。

6、根据权利要求 1-5 所述的所述的变压器有载调压分接开关的控制方法，包括以下步骤：

(1) 如要完成电源端 A 与变压器抽头 1 连接到与抽头 2 连接的转换，则要

完成打开 K1 并闭合 K2：①首先在电流正半周期间闭合 K11 并使 T1 进入预备导通状态；②接下来电流负半周期间，打开 K1 并闭合 K21；③接下来的电流正半周期间，使 T1 截止，打开 K11 并闭合 K2；④之后打开 K21 即完成了 K1 打开 K2 闭合的过程。

(2) 如要完成电源端 A 与变压器抽头 2 连接回到与抽头 1 连接的转换，则要打开 K2 并闭合 K1：①首先在电流负半周期间闭合 K21；②在接下来电流正半周期间，打开 K2 并闭合 K11；③在接下来的电流负半周期间，在电流由正变负的瞬间是 T1 导通，之后打开 K21 并闭合 K1；④之后打开 K11 即完成了 K2 打开 K1 闭合的过程。

7、根据权利要求 1-5 所述的所述的有载调压变压器，其特征在于：所述有载调压分接开关直接固定安装在变压调压绕组的引出端子上。

8、根据权利要求 1-5 所述的所述的有载调压变压器，其特征在于：所述有载调压分接开关安装在有载调压变压器的引出端子里面，变压器调压线圈接到绝缘子的下面。

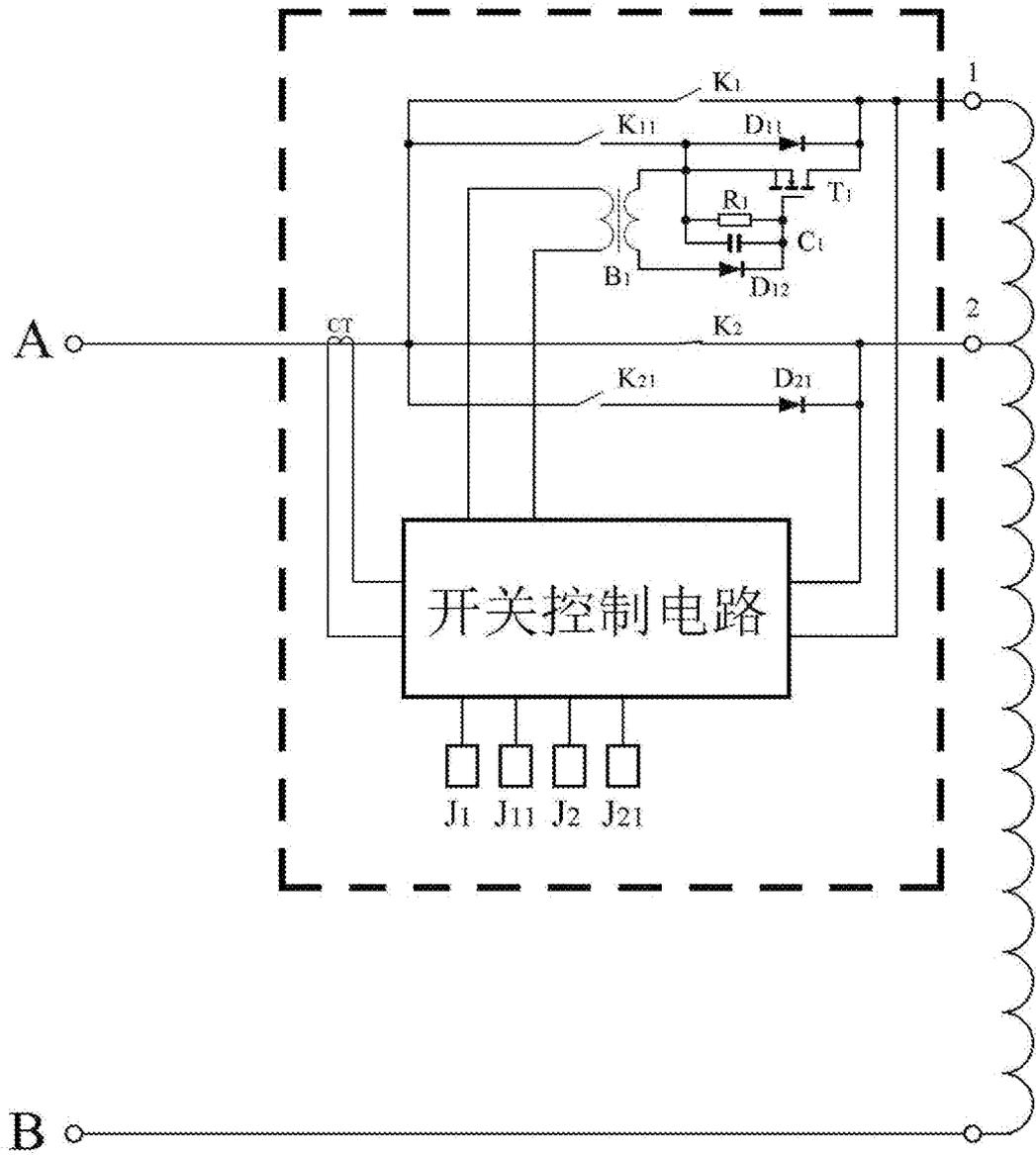


图 1

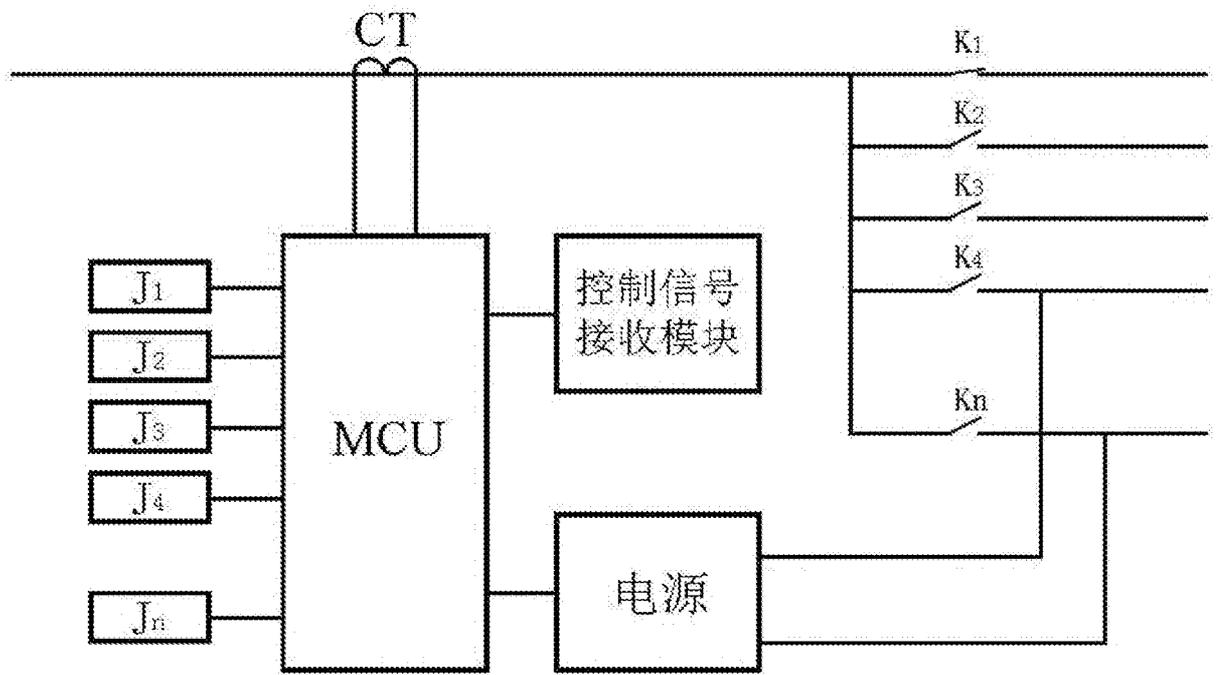


图 2

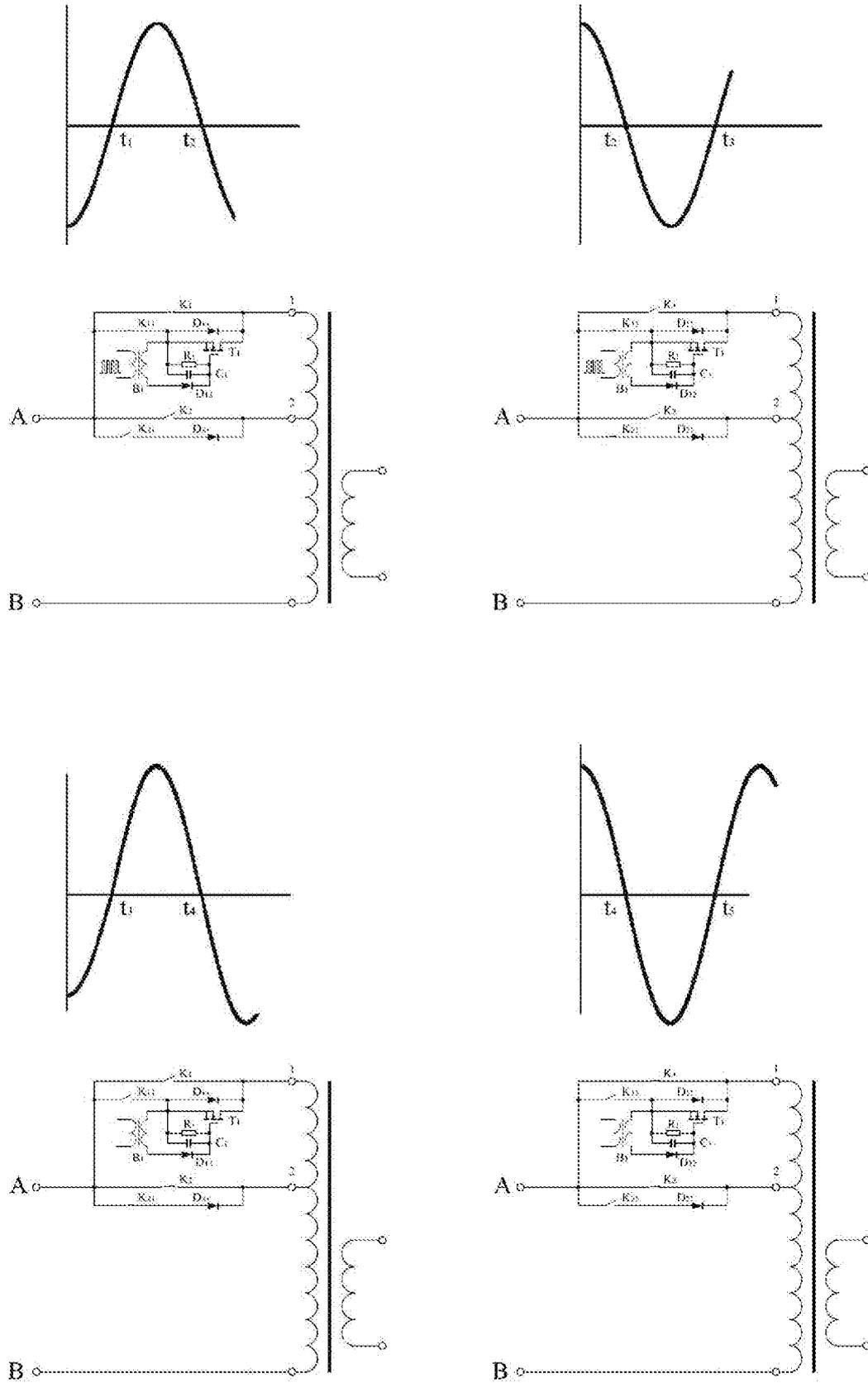


图 3

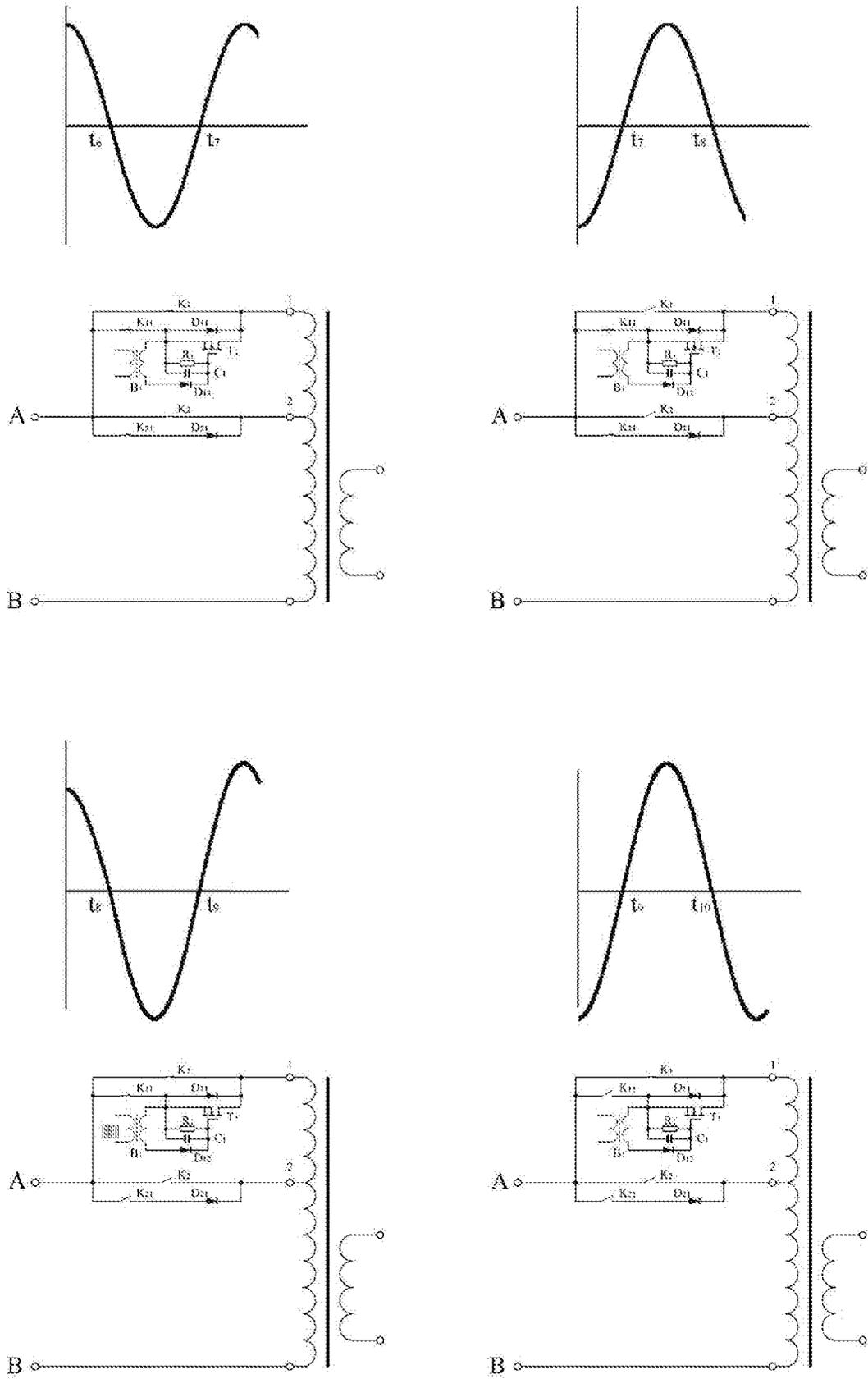


图 4

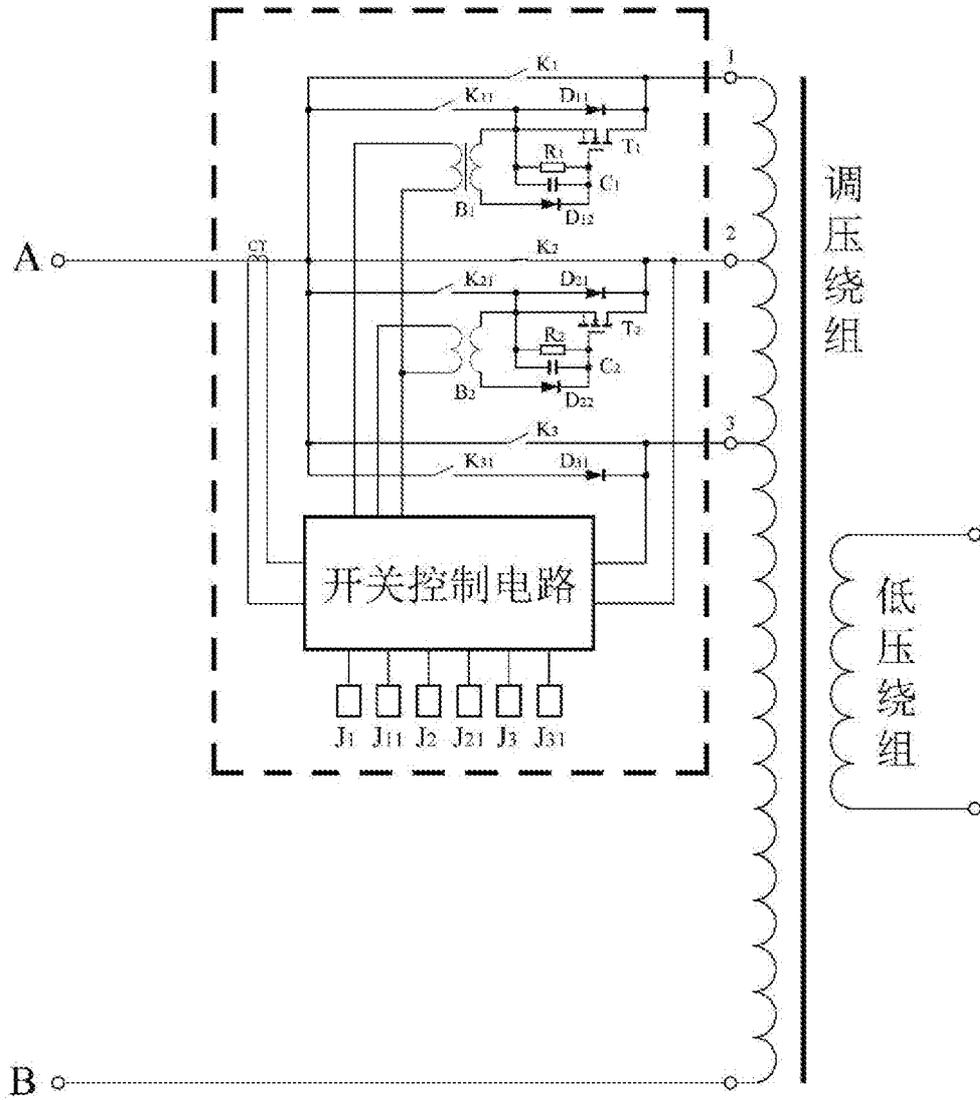


图 5

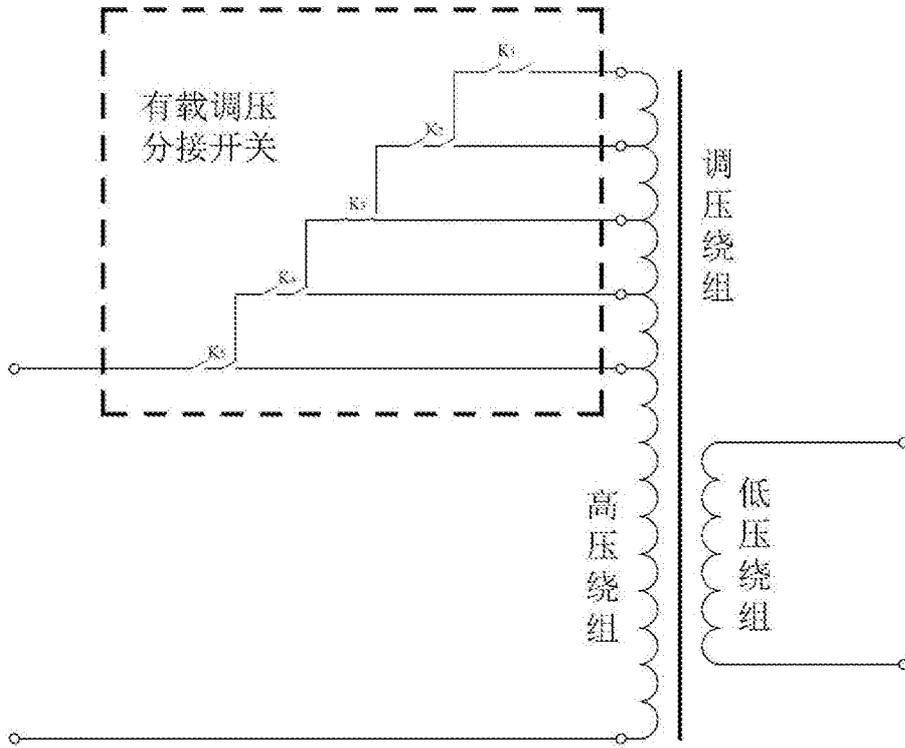


图 6

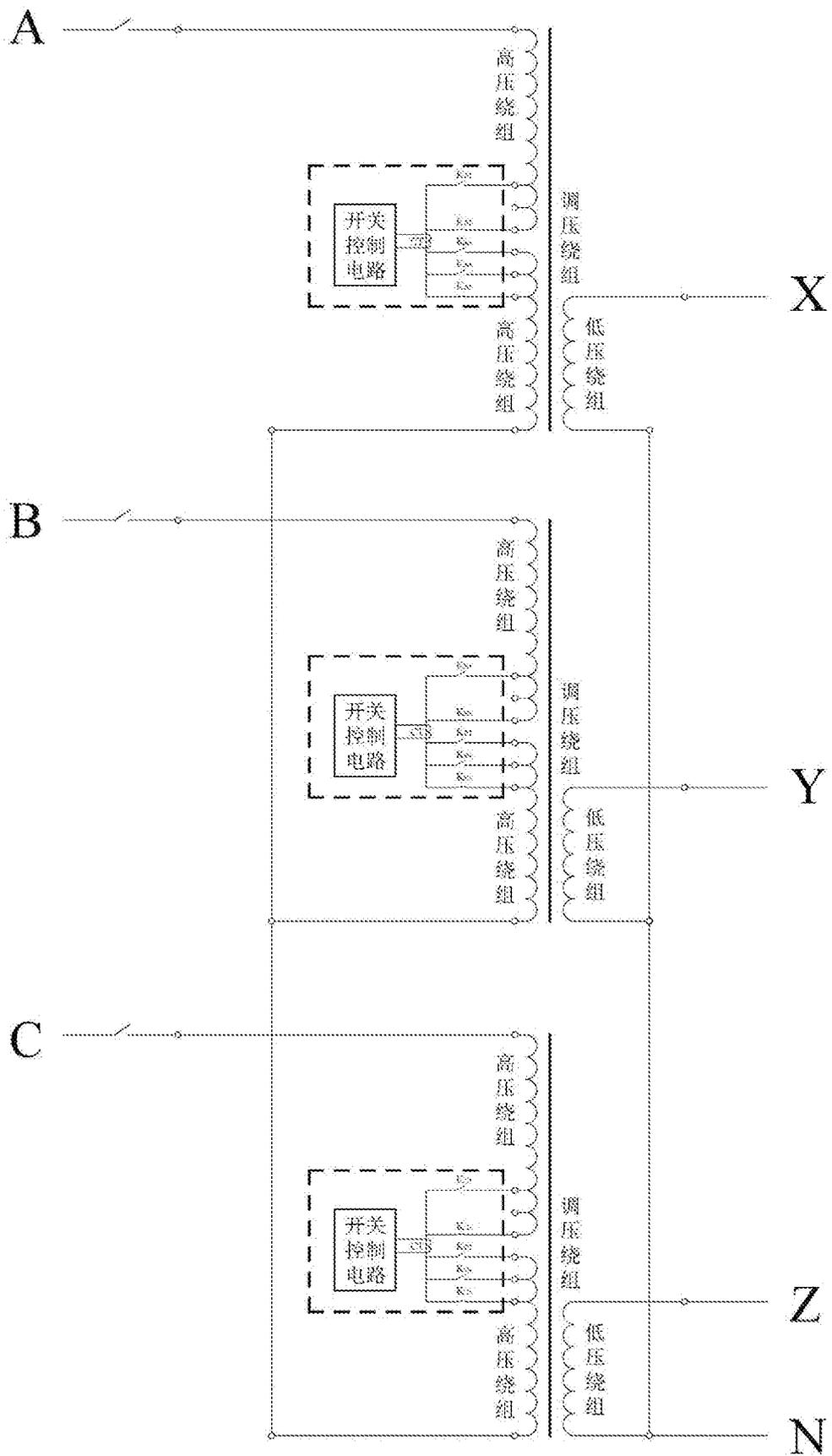


图 7

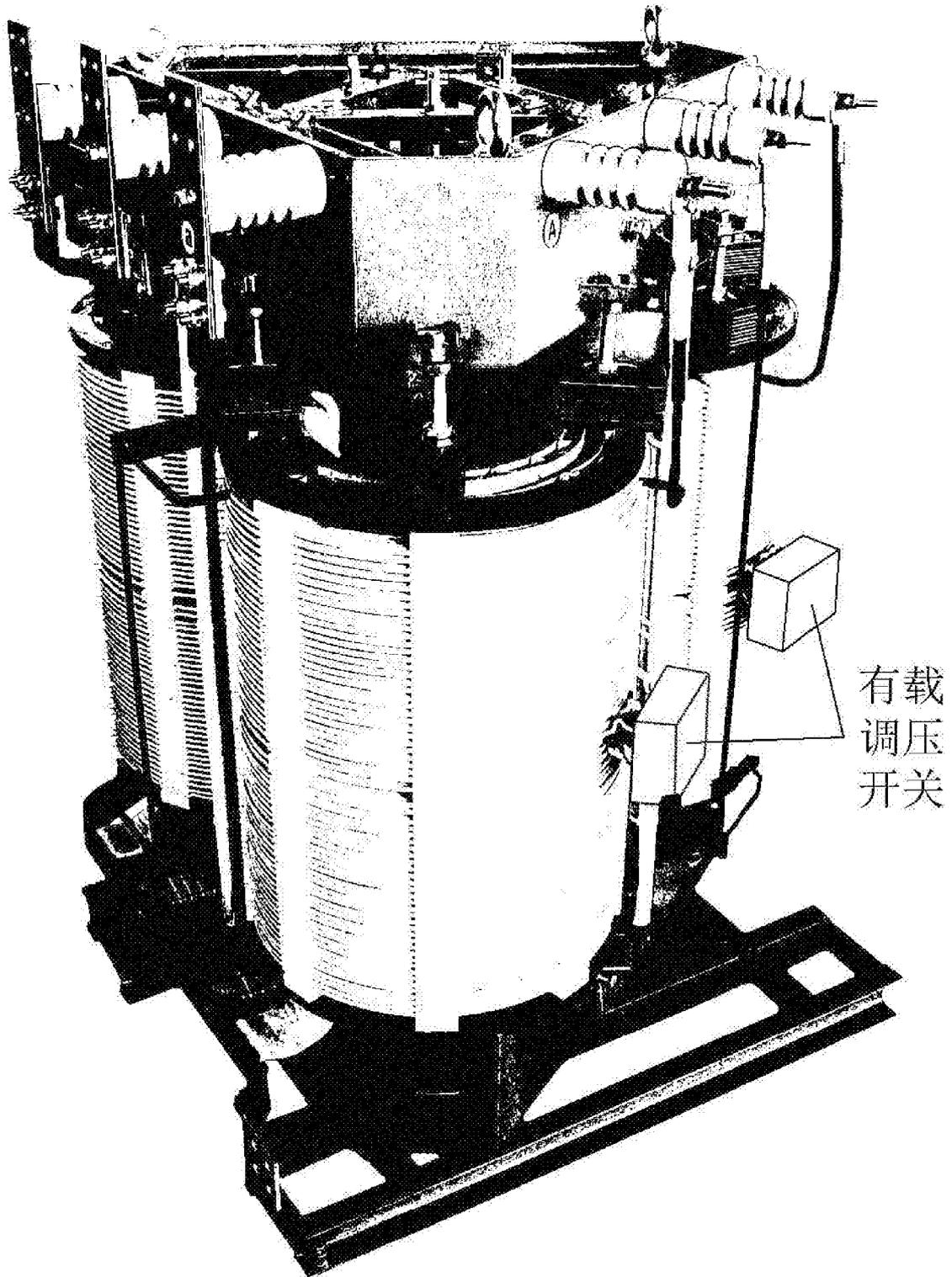


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/106664

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F 29/04 (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)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: pressure regulating, diode, MOS tube, thyristor, transformer, on-load, variable-ratio, diode, tap, winding, tap-changer, contact, auxiliary, branch, switch

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105632727 A (WANG, Hai), 01 June 2016 (01.06.2016), claims 1-8	1-8
X	CN 102077306 A (MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH), 25 May 2011 (25.05.2011), description, paragraphs [0044]-[0082], and figures 2-3	1-5, 7-8
A	CN 101630916 A (ZHAO, Shihong), 20 January 2010 (20.01.2010), the whole document	1-8
A	CN 104362751 A (CHINA ELECTRIC BODA TECHNOLOGY CO., LTD.), 18 February 2015 (18.02.2015), the whole document	1-8
A	US 2006039171 A1 (AREVA T & D SA), 23 February 2006 (23.02.2006), the whole document	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search
10 February 2017 (10.02.2017)

Date of mailing of the international search report
01 March 2017 (01.03.2017)

Name and mailing address of the ISA/CN:
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
HUANG, Mian
Telephone No.: (86-10) **82246935**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2016/106664

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105632727 A	01 June 2016	WO 2016082704 A1	02 June 2016
CN 102077306 A	25 May 2011	BR PI0822730 A2	14 July 2015
		KR 101416787 B1	08 July 2014
		JP 2012501070 A	12 January 2012
		US 8289068 B2	16 October 2012
		KR 20110056260 A	26 May 2011
		EP 2319058 A1	11 May 2011
		JP 5599796 B2	01 October 2014
		US 2011102056 A1	05 May 2011
		CN 102077306 B	27 March 2013
		HK 1151130 A1	14 November 2014
		AU 2008361188 B2	20 November 2014
		UA 97210 C2	10 January 2012
		EP 2319058 B1	16 July 2014
		WO 2010022751 A1	04 March 2010
		AU 2008361188 A1	04 March 2010
		CA 2735031 A1	04 March 2010
		RU 2460163 C1	27 August 2012
CN 101630916 A	20 January 2010	CN 101630916 B	27 April 2011
CN 104362751 A	18 February 2015	CN 104362751 B	28 September 2016
US 2006039171 A1	23 February 2006	EP 1619698 B1	03 September 2008
		AT 407438 T	15 September 2008
		FR 2873489 B1	06 October 2006
		EP 1619698 A2	25 January 2006
		EP 1619698 A3	01 March 2006
		US 7355369 B2	08 April 2008
		FR 2873489 A1	27 January 2006
		DE 602005009442 E	16 October 2008

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01F 29/04 (2006.01) i</p> <p>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</p>																				
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)</p> <p>H01F</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 变压器, 调压, 二极管, 有载, 抽头, 绕组, MOS管, 分接, 开关, 触点, 晶闸管, 辅助, 支路, 切换, transformer, on-load, variable-ratio, diode, tap, winding, tap-changer, contact, auxiliary, branch, switch</p>																				
<p>C. 相关文件</p> <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>PX</td> <td>CN 105632727 A (王海) 2016年 6月 1日 (2016 - 06 - 01) 权利要求1-8</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 102077306 A (赖茵豪森机械制造公司) 2011年 5月 25日 (2011 - 05 - 25) 说明书第[0044]-[0082]段, 附图2-3</td> <td>1-5, 7-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101630916 A (赵世红) 2010年 1月 20日 (2010 - 01 - 20) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104362751 A (北京中电博达科技有限公司) 2015年 2月 18日 (2015 - 02 - 18) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2006039171 A1 (AREVA T & D SA) 2006年 2月 23日 (2006 - 02 - 23) 全文</td> <td>1-8</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	PX	CN 105632727 A (王海) 2016年 6月 1日 (2016 - 06 - 01) 权利要求1-8	1-8	X	CN 102077306 A (赖茵豪森机械制造公司) 2011年 5月 25日 (2011 - 05 - 25) 说明书第[0044]-[0082]段, 附图2-3	1-5, 7-8	A	CN 101630916 A (赵世红) 2010年 1月 20日 (2010 - 01 - 20) 全文	1-8	A	CN 104362751 A (北京中电博达科技有限公司) 2015年 2月 18日 (2015 - 02 - 18) 全文	1-8	A	US 2006039171 A1 (AREVA T & D SA) 2006年 2月 23日 (2006 - 02 - 23) 全文	1-8
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 105632727 A (王海) 2016年 6月 1日 (2016 - 06 - 01) 权利要求1-8	1-8																		
X	CN 102077306 A (赖茵豪森机械制造公司) 2011年 5月 25日 (2011 - 05 - 25) 说明书第[0044]-[0082]段, 附图2-3	1-5, 7-8																		
A	CN 101630916 A (赵世红) 2010年 1月 20日 (2010 - 01 - 20) 全文	1-8																		
A	CN 104362751 A (北京中电博达科技有限公司) 2015年 2月 18日 (2015 - 02 - 18) 全文	1-8																		
A	US 2006039171 A1 (AREVA T & D SA) 2006年 2月 23日 (2006 - 02 - 23) 全文	1-8																		
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																				
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																				
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2017年 2月 10日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2017年 3月 1日</p>																		
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p> <p>传真号 (86-10) 62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>黄绵</p> <p>电话号码 (86-10) 82246935</p>																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/106664

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	105632727	A	2016年 6月 1日	WO	2016082704	A1	2016年 6月 2日
CN	102077306	A	2011年 5月 25日	BR	PI0822730	A2	2015年 7月 14日
				KR	101416787	B1	2014年 7月 8日
				JP	2012501070	A	2012年 1月 12日
				US	8289068	B2	2012年 10月 16日
				KR	20110056260	A	2011年 5月 26日
				EP	2319058	A1	2011年 5月 11日
				JP	5599796	B2	2014年 10月 1日
				US	2011102056	A1	2011年 5月 5日
				CN	102077306	B	2013年 3月 27日
				HK	1151130	A1	2014年 11月 14日
				AU	2008361188	B2	2014年 11月 20日
				UA	97210	C2	2012年 1月 10日
				EP	2319058	B1	2014年 7月 16日
				WO	2010022751	A1	2010年 3月 4日
				AU	2008361188	A1	2010年 3月 4日
				CA	2735031	A1	2010年 3月 4日
				RU	2460163	C1	2012年 8月 27日
CN	101630916	A	2010年 1月 20日	CN	101630916	B	2011年 4月 27日
CN	104362751	A	2015年 2月 18日	CN	104362751	B	2016年 9月 28日
US	2006039171	A1	2006年 2月 23日	EP	1619698	B1	2008年 9月 3日
				AT	407438	T	2008年 9月 15日
				FR	2873489	B1	2006年 10月 6日
				EP	1619698	A2	2006年 1月 25日
				EP	1619698	A3	2006年 3月 1日
				US	7355369	B2	2008年 4月 8日
				FR	2873489	A1	2006年 1月 27日
				DE	602005009442	E	2008年 10月 16日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)