(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 9 月 14 日 (14.09.2017)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2017/152546 A1

(51) 国际专利分类号:
H02H 7/08 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/087318

(22) 国际申请日: 2016 年 6 月 27 日 (27.06.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610134309.9 2016 年 3 月 9 日 (09.03.2016) CN
201610273557.1 2016 年 4 月 27 日 (27.04.2016) CN

(71) 申请人: 广东美的制冷设备有限公司 (GD MIDEA AIR-CONDITIONING EQUIPMENT CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省佛山市顺德区北滘镇美的工业城东区制冷综合楼, Guangdong 528311 (CN)。

(72) 发明人: 黄招彬 (HUANG, Zhaobin); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇美的工业城东区制冷综合楼, Guangdong 528311 (CN)。 张国柱 (ZHANG, Guozhu); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇美的工业城东区制冷综合楼, Guangdong 528311 (CN)。 朱良红 (ZHU, Lianghong); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇美的工业城东区制冷综合楼, Guangdong 528311 (CN)。

(74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所（普通合伙） (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼 301 室, Beijing 100084 (CN)。

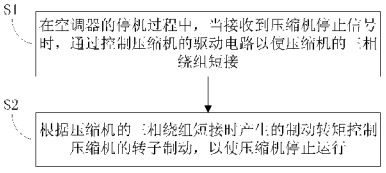
(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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))。

(54) Title: AIR CONDITIONER, AND SHUTDOWN CONTROL METHOD AND DEVICE FOR COMPRESSOR THEREOF

(54) 发明名称 : 空调器及其压缩机的停机控制方法和装置



S1 During the shutdown process of an air conditioner, when receiving a compressor shutdown signal, control a driving circuit of the compressor so that three-phase windings of the compressor are shorted

S2 Control a rotor brake of the compressor according to a brake torque generated when the three-phase windings of the compressor are shorted, so that the compressor stops running

图 1

(57) Abstract: An air conditioner, and a shutdown control method and device for a compressor thereof. The method comprises the following steps: during the shutdown process of an air conditioner, when receiving a compressor shutdown signal, controlling a driving circuit (10) of the compressor so that three-phase windings of the compressor are shorted; and controlling a rotor brake of the compressor according to a brake torque generated when the three-phase windings of the compressor are shorted, so that the compressor stops running. The method controls the driving circuit of a compressor so that the three-phase windings of the compressor are shorted to generate a brake torque and accelerate the rotor brake of the compressor, such that the compressor can quickly be braked and static, facilitating reduction of the pipe stress of an air conditioner, and improving the service life of the pipes in the air conditioner.

(57) 摘要: 一种空调器及其压缩机的停机控制方法和装置，该方法包括以下步骤：在空调器的停机过程中，当接收到压缩机停止信号时，通过控制压缩机的驱动电路（10）以使压缩机的三相绕组短接，并根据压缩机的三相绕组短接时产生的制动转矩控制压缩机的转子制动，以使压缩机停止运行。该方法通过控制压缩机的驱动电路以使压缩机的三相绕组短接来产生制动转矩，加速压缩机的转子制动，从而使得压缩机能够快速制动并静止，有助于减小空调器中配管应力、提高空调器中配管的使用寿命。

WO 2017/152546 A1

空调器及其压缩机的停机控制方法和装置

技术领域

本发明涉及空调器技术领域，特别涉及一种空调器中压缩机的停机控制方法、一种空调器中压缩机的停机控制装置以及一种空调器。

背景技术

在变频空调器中，由于无法直接检测压缩机的转子转速，因而只能采用无速度传感器的控制方法对压缩机进行控制。但是，该方法无法在低速时实现闭环控制。因此，变频空调器的停机过程一般采用压缩机直接停机或者降频至低频运行后直接停机，而无法直接降频运行至零速。

例如，在空调器的停机过程中，当接收到压缩机的停止信号后，控制压缩机的驱动信号停止输出，压缩机的电流立即变为零，在管路冷媒压力等作用下，压缩机自由停机。但由于冷媒压力的作用，压缩机可能振荡衰减停机，从而造成配管振动，影响配管的应力。

发明内容

本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。为此，本发明的一个目的在于提出一种空调器中压缩机的停机控制方法，该方法通过控制压缩机的驱动电路以使压缩机的三相绕组短接来产生制动转矩，加速压缩机的转子制动，从而使得压缩机能够快速制动并静止，有助于减小空调器中配管应力、提高空调器中配管的使用寿命。

本发明的另一个目的在于提出一种空调器中压缩机的停机控制装置。本发明的又一个目的在于提出一种空调器。

为实现上述目的，本发明一方面实施例提出了一种空调器中压缩机的停机控制方法，包括以下步骤：在空调器的停机过程中，当接收到压缩机停止信号时，通过控制所述压缩机的驱动电路以使所述压缩机的三相绕组短接；根据所述压缩机的三相绕组短接时产生的制动转矩控制所述压缩机的转子制动，以使所述压缩机停止运行。

根据本发明实施例的空调器中压缩机的停机控制方法，在空调器的停机过程中，当接收到压缩机停止信号时，通过控制压缩机的驱动电路以使压缩机的三相绕组短接，并根据压缩机的三相绕组短接时产生的制动转矩控制压缩机的转子制动，以使压缩机停止运行。该方法通过控制压缩机的驱动电路使压缩机的三相绕组短接，从而产生制动转矩控制压缩机的转子制动，使得压缩机能够快速制动并静止，有助于减小空调器中配管应力、提高空调器中配管的使用寿命。

根据本发明的一个实施例，所述压缩机的驱动电路包括六个功率开关管，所述六个功率开关管构成三相桥臂，其中，所述三相桥臂中的第一桥臂具有第一节点，所述三相桥臂中的第二桥臂具有第二节点，所述三相桥臂中的第三桥臂具有第三节点，所述第一节点、所述第二节点和所述第三节点对应与所述压缩机的三相绕组相连，且所述六个功率开关管中的每个功率开关管反并联有二极管。

根据本发明的一个实施例，通过控制所述压缩机的驱动电路以使所述压缩机的三相绕组短接，包括：控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均导通，以使所述第一节点、所述第二节点和所述第三节点短接在一起；或者控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均导通，并控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，以使所述第一节点、所述第二节点和所述第三节点短接在一起。

根据本发明的另一个实施例，通过控制所述压缩机的驱动电路以使所述压缩机的三相绕组短接，包括：控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并采用第一恒定占空比的 PWM 信号控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管同时导通或关断以限制所述压缩机的制动电流；或者控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，并采用第二恒定占空比的 PWM 信号控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管同时导通或关断以限制所述压缩机的制动电流。

根据本发明的一个实施例，所述第一恒定占空比和所述第二恒定占空比根据所述压缩机的初始速度和所述压缩机的转子电阻估算得到。

进一步地，所述第一恒定占空比和所述第二恒定占空比通过以下公式估算得到：

$D \leqslant (Ke*V_0/R)/I_H$，

其中，D 为所述第一恒定占空比或所述第二恒定占空比，Ke 为所述压缩机的反电势系数，V_0为所述压缩机的初始速度，R 为所述压缩机的转子电阻，I_H为所述压缩机的相电流限幅阈值。

根据本发明的又一个实施例，通过控制所述压缩机的驱动电路以使所述压缩机的三相绕组短接，包括：控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并采用第一可调占空比的 PWM 信号控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管同时导通或关断以限制所述压缩机的制动电流；或者控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，并采用第二可调占空比的 PWM 信号控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管同时导通或关断以限制所述压缩机的制动电流。

根据本发明的一个实施例，所述第一可调占空比和所述第二可调占空比逐渐增大。

根据本发明的一个实施例，所述第一可调占空比和所述第二可调占空比分时段进行增

大，或者所述第一可调占空比和所述第二可调占空比随着所述压缩机的转速减小而增大。

为实现上述目的，本发明另一方面实施例提出了一种空调器中压缩机的停机控制装置，包括：驱动电路，所述驱动电路具有第一至第三输出端，所述第一至第三输出端与所述压缩机的三相绕组对应相连；控制模块，所述控制模块在接收到压缩机停止信号时通过控制所述驱动电路以使所述压缩机的三相绕组短接，并根据所述压缩机的三相绕组短接时产生的制动转矩控制所述压缩机的转子制动，以使所述压缩机停止运行。

根据本发明实施例的空调器中压缩机的停机控制装置，控制模块在接收到压缩机停止信号时，通过控制压缩机的驱动电路以使压缩机的三相绕组短接，并根据压缩机的三相绕组短接时产生的制动转矩控制压缩机的转子制动，以使压缩机停止运行。该装置通过控制压缩机的驱动电路使压缩机的三相绕组短接，从而产生制动转矩控制压缩机的转子制动，使得压缩机能够快速制动并静止，有助于减小空调器中配管应力、提高空调器中配管的使用寿命。

根据本发明的一个实施例，所述驱动电路包括六个功率开关管，所述六个功率开关管构成三相桥臂，其中，所述三相桥臂中的第一桥臂具有第一节点，所述三相桥臂中的第二桥臂具有第二节点，所述三相桥臂中的第三桥臂具有第三节点，所述第一节点为所述驱动电路的第一输出端，所述第二节点为所述驱动电路的第二输出端，所述第三节点为所述驱动电路的第三输出端，且所述六个功率开关管中的每个功率开关管反并联有二极管。

根据本发明的一个实施例，所述控制模块通过控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并通过控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均导通，以使所述第一节点、所述第二节点和所述第三节点短接在一起；或者，所述控制模块通过控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均导通，并通过控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，以使所述第一节点、所述第二节点和所述第三节点短接在一起。

根据本发明的另一个实施例，所述控制模块通过控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并采用第一恒定占空比的 PWM 信号控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管同时导通或关断以限制所述压缩机的制动电流；或者，所述控制模块通过控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，并采用第二恒定占空比的 PWM 信号控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管同时导通或关断以限制所述压缩机的制动电流。

根据本发明的一个实施例，所述第一恒定占空比和所述第二恒定占空比根据所述压缩机的初始速度和所述压缩机的转子电阻估算得到。

进一步地，所述第一恒定占空比和所述第二恒定占空比通过以下公式估算得到：

$D \leqslant (Ke*V_0/R)/I_H$，

其中，D 为所述第一恒定占空比或所述第二恒定占空比，Ke 为所述压缩机的反电势系数，V_0为所述压缩机的初始速度，R 为所述压缩机的转子电阻，I_H为所述压缩机的相电流限幅阈值。

根据本发明的又一个实施例，所述控制模块通过控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并采用第一可调占空比的 PWM 信号控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管同时导通或关断以限制所述压缩机的制动电流；或者，所述控制模块通过控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，并采用第二可调占空比的 PWM 信号控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管同时导通或关断以限制所述压缩机的制动电流。

根据本发明的一个实施例，所述第一可调占空比和所述第二可调占空比逐渐增大。

根据本发明的一个实施例，所述第一可调占空比和所述第二可调占空比分时段进行增大，或者所述第一可调占空比和所述第二可调占空比随着所述压缩机的转速减小而增大。

在本发明的实施例中，所述压缩机中的电机为永磁同步电机或永磁无刷直流电机。

此外，本发明的实施例还提出了一种空调器，其包括上述的空调器中压缩机的停机控制装置。

本发明实施例的空调器，通过上述的空调器中压缩机的停机控制装置，在空调器的停机过程中，当接收到压缩机停止信号时，通过控制压缩机的驱动电路以使压缩机的三相绕组短接来产生制动转矩，加速压缩机的转子制动，从而使得压缩机能够快速制动并静止，有助于减小空调器中配管应力、提高空调器中配管的使用寿命。

附图说明

图 1 是根据本发明实施例的空调器中压缩机的停机控制方法的流程图。

图 2 是根据本发明一个实施例的空调器中压缩机的控制电路拓扑图。

图 3 是根据本发明第一个实施例的压缩机驱动信号的波形图。

图 4a-4b 是根据本发明第二个实施例的压缩机驱动信号的波形图。

图 5a-5b 是根据本发明第三个实施例的压缩机驱动信号的波形图。

图 6a-6b 是根据本发明第四个实施例的压缩机驱动信号的波形图。

图 7 为根据本发明第一个实施例的压缩机制动的响应电流波形图。

图 8 为根据本发明第二个实施例的压缩机制动的响应电流波形图。

具体实施方式

下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同

或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

下面参考附图来描述根据本发明实施例提出的空调器中压缩机的停机控制方法、空调器中压缩机的停机控制装置和空调器。

图 1 是根据本发明实施例的空调器中压缩机的停机控制方法的流程图。如图 1 所示，该空调器中压缩机的停机控制方法包括以下步骤：

S1，在空调器的停机过程中，当接收到压缩机停止信号时，通过控制压缩机的驱动电路以使压缩机的三相绕组短接。

根据本发明的一个实施例，如图 2 所示，压缩机的驱动电路包括六个功率开关管，六个功率开关管构成三相桥臂，其中，三相桥臂中的第一桥臂具有第一节点，三相桥臂中的第二桥臂具有第二节点，三相桥臂中的第三桥臂具有第三节点，第一节点、第二节点和第三节点对应与压缩机的三相绕组相连。其中，六个功率开关管可以为 IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor，绝缘栅双极型晶体管）或者 MOSFET（Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor，金属-氧化物半导体场效应晶体管），并且每个功率开关管还反并联有二极管。可以理解的是，在本发明的实施例中，压缩机的驱动电路也可以直接采用 IPM（Intelligent Power Module，智能功率模块）。

如图 2 所示，在压缩机运行过程中，控制模块输出压缩机驱动信号至压缩机的驱动电路，以控制驱动电路中的六个功率开关管的导通和关断，从而控制压缩机运行。当接收到压缩机停止信号时，控制模块通过控制压缩机的驱动电路以使压缩机的三相绕组短接，从而产生制动转矩控制压缩机快速制动并静止。

S2，根据压缩机的三相绕组短接时产生的制动转矩控制压缩机的转子制动，以使压缩机停止运行。

具体地，在本发明的实施例中，压缩机中的电机可以为永磁同步电机或者永磁无刷直流电机。由于永磁同步电机或者永磁无刷直流电机中的永磁体的作用，当三相绕组短接时，转子转动产生反电势，反电势在转子电阻和电感的作用下产生相电流（制动电流），相电流产生一个反向制动转矩以控制压缩机的转子制动。因此，在转子运行到一定的初始速度时，可以通过短接三相绕组来产生制动转矩，加快转子的制动，从而实现压缩机的快速制动和静止。

也就是说，在本发明的实施例中，当接收到压缩机的停止信号后，不是直接关闭压缩

机的驱动信号，以使压缩机的电流为零，并在管路冷媒压力等作用下自由停机，而是通过短接压缩机的三相绕组以产生制动电流，并根据制动电流控制压缩机的制动扭矩，以及根据制动扭矩控制压缩机的转子制动，加速压缩机的制动，从而快速达到完全静止状态，有效减小了压缩机电流停止后配管的振动和应力，从而提高了空调器中配管的使用寿命。

在本发明的第一个实施例中，通过控制压缩机的驱动电路以使压缩机的三相绕组短接，包括：控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均导通，以使第一节点、第二节点和第三节点短接在一起；或者控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均导通，并控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，以使第一节点、第二节点和第三节点短接在一起。

具体而言，如图 3 所示，在压缩机运行过程中，控制模块输出自动闭环调节的 SVPWM（Space Vector Pulse Width Modulation，空间矢量脉冲宽度调制）信号（图中忽略了死区时间）以控制压缩机的驱动电路中的六个功率开关管的导通和关断，以使压缩机正常运行。当接收到压缩机停止信号时，控制模块控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均导通，即 U+/V+/W+三路驱动信号置为低电平，U-/V-/W-三路驱动信号置为高电平，使得压缩机的三相绕组通过三个下桥功率开关管及其反并联二极管形成短接，产生制动电流，制动电流产生制动转矩控制压缩机快速制动并静止。或者，当接收到压缩机停止信号时，控制模块控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均导通，并控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，即 U+/V+/W+三路驱动信号置为高电平，U-/V-/W-三路驱动信号置为低电平，使得压缩机的三相绕组通过三个上桥功率开关管及其反并联二极管形成短接，产生制动电流，制动电流产生制动转矩控制压缩机快速制动并静止。

值得注意的是，在该实施例中，可以不对压缩机的制动电流进行检测和控制，但由于压缩机的制动电流由压缩机的初始速度和压缩机的转子电阻决定，因此，当压缩机的初始速度很高、压缩机的转子电阻很小时，会导致压缩机的制动电流过大，因而，该实施例适用于压缩机降频运行至低频时的停机情况。

在本发明的第二个实施例中，通过控制压缩机的驱动电路以使压缩机的三相绕组短接，包括：控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并采用第一恒定占空比的 PWM 信号控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管同时导通或关断以限制压缩机的制动电流；或者控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，并采用第二恒定占空比的 PWM 信号控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管同时导通或关断以限制压缩机的制动电流。

其中，第一恒定占空比和第二恒定占空比根据压缩机的初始速度和压缩机的转子电阻

估算得到，例如，第一恒定占空比和第二恒定占空比可以通过下述公式（1）估算得到：

$$D \leqslant (Ke*V_0/R)/I_H \quad (1)$$

其中，D 为第一恒定占空比或第二恒定占空比，Ke 为压缩机的反电势系数，V_0为压缩机的初始速度，R 为压缩机的转子电阻，I_H为压缩机的相电流限幅阈值。

具体而言，如图 4a 或者 4b 所示，在压缩机运行过程中，控制模块输出自动闭环调节的 SVPWM 信号（图中忽略了死区时间）以控制压缩机的驱动电路中的六个功率开关管的导通和关断，以使压缩机正常运行。当接收到压缩机停止信号时，控制模块控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并采用占空比不变的 PWM 信号控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管同时导通或关断以限制压缩机的制动电流，即 U+/V+/W+三路驱动信号置为低电平，U-/V-/W-三路驱动信号为相同的占空比不变的 PWM 信号，其中，在三个下桥功率开关管同时开通过程中，压缩机的三相绕组通过三个下桥功率开关管及其反并联二极管形成短接，产生制动电流，制动电流产生制动转矩控制压缩机快速制动并静止。或者，在接收到压缩机停止信号时，控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，并采用占空比不变的 PWM 信号控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管同时导通或关断以限制压缩机的制动电流，即 U-/V-/W-三路驱动信号置为低电平，U+/V+/W+三路驱动信号为相同的占空比不变的 PWM 信号，其中，在三个上桥功率开关管同时开通过程中，压缩机的三相绕组通过三个上桥功率开关管及其反并联二极管形成短接，产生制动电流，制动电流产生制动转矩控制压缩机快速制动并静止。

值得注意的是，在该实施例中，由于压缩机的制动电流由压缩机的初始速度和压缩机的转子电阻决定，当压缩机的初始速度很高、压缩机的转子电阻很小时，会导致压缩机的制动电流过大，因而，在该实施例中，根据压缩机的初始速度和压缩机的转子电阻估算 PWM 占空比，以使压缩机的三相电流峰值不超过压缩机的相电流限幅阈值。

在本发明的一些实施例中，通过控制压缩机的驱动电路以使压缩机的三相绕组短接，包括：控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并采用第一可调占空比的 PWM 信号控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管同时导通或关断以限制压缩机的制动电流；或者控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，并采用第二可调占空比的 PWM 信号控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管同时导通或关断以限制压缩机的制动电流。

如图 5a-5b 和图 6a-6b 所示，第一可调占空比和第二可调占空比逐渐增大，以加速压缩机转子制动，使得压缩机快速制动并静止。其中，第一可调占空比和第二可调占空比可以分时段进行增大，即随着时间推移增大占空比，或者第一可调占空比和第二可调占空比随着压缩机的转速减小而增大，即随着转速降低增大占空比。

具体而言，如图 5a-5b 和图 6a-6b 所示，在压缩机运行过程中，控制模块输出自动闭环调节的 SVPWM 信号（图中忽略了死区时间）以控制压缩机的驱动电路中的六个功率开关管的导通和关断，以使压缩机正常运行。当接收到压缩机停止信号时，控制模块控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并采用占空比变化的 PWM 信号控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管同时导通或关断以限制压缩机的制动电流，即 U+/V+/W+三路驱动信号置为低电平，U-/V-/W-三路驱动信号为相同的占空比变化的 PWM 信号，其中，在三个下桥功率开关管同时开通过程中，压缩机的三相绕组通过三个下桥功率开关管及其反并联二极管形成短接，产生制动电流，制动电流产生制动转矩控制压缩机快速制动并静止。

可选地，如图 5a 或 5b 所示，在压缩机制动过程中，PWM 信号的占空比分时段进行增大，即第一时段的 PWM 占空比 D1＜第二时段的 PWM 占空比 D2＜第三时段的 PWM 占空比 D3，依次类推，直至压缩机静止。如图 6a 或 6b 所示，在压缩机制动过程中，PWM 信号的占空比随压缩机的转速减小而增大，即第一频率段的 PWM 占空比 D1＜第二频率段的 PWM 占空比 D2＜第三频率段的 PWM 占空比 D3，依次类推，直至压缩机静止，其中，第一频率段＞第二频率段＞第三频率段。

或者在接收到压缩机停止信号时，控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，并采用占空比变化的 PWM 信号控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管同时导通或关断以限制压缩机的制动电流，即 U-/V-/W-三路驱动信号置为低电平，U+/V+/W+三路驱动信号为相同的占空比变化的 PWM 信号，PWM 信号的占空比可以分时段进行增大，或者随着压缩机的转速减小而增大，具体这里不再赘述。其中，在三个上桥功率开关管同时开通过程中，压缩机的三相绕组通过三个上桥功率开关管及其反并联二极管形成短接，产生制动电流，制动电流产生制动转矩控制压缩机快速制动并静止。

值得注意的是，该实施例中，由于压缩机的制动电流由压缩机的当前频率和压缩机的转子电阻决定，当压缩机的当前频率很高、压缩机的转子电阻很小时，会导致压缩机的制动电流过大，因而，在该实施例中，根据压缩机的当前频率和压缩机的转子电阻估算最大 PWM 占空比，以使压缩机的三相电流峰值不超过压缩机的相电流限幅阈值。其中，PWM 占空比设置包括每个时段或每个频率段的占空比设置，每个时段和每个频率段的 PWM 占空比不得超过对应频率下的最大 PWM 占空比。

根据本发明的具体示例，在三匹变频空调器中，当压缩机中的电机为单转子永磁同步电机时，在空调器停机过程中，当压缩机的运行频率降低至 28Hz 时，触发压缩机停止信号，控制模块输出相应的驱动信号至压缩机的驱动电路。图 7 为采用图 3 所示的驱动信号控制压缩机进行制动的响应电流波形图，图 8 为采用图 4a 或 4b 所示的 PWM 占空比为 80%的驱动信号控制压缩机进行制动的响应电流波形图。从图 7 和图 8 可以看出，当采用图 3 所示

的驱动信号控制压缩机制动时，相电流的峰值为 26A，当采用图 4a 或 4b 所示的驱动信号控制压缩机制动时，相电流的峰值为 17A，可见，采用图 4a 或 4b 所示的驱动信号对压缩机的制动电流的抑制效果更优。并且，当采用图 3 所示的驱动信号控制压缩机制动时需要先将压缩机的频率降至低频，当采用图 4a 或 4b 所示的驱动信号控制压缩机制动时，可以在高频时直接停机，此时需要适当调整 PWM 占空比。

根据本发明实施例的空调器中压缩机的停机控制方法，在空调器的停机过程中，当接收到压缩机停止信号时，通过控制压缩机的驱动电路以使压缩机的三相绕组短接，并根据压缩机的三相绕组短接时产生的制动转矩控制压缩机的转子制动，以使压缩机停止运行。该方法通过控制压缩机的驱动电路使压缩机的三相绕组短接，从而产生制动转矩控制压缩机的转子制动，使得压缩机能够快速制动并静止，有助于减小空调器中配管应力、提高空调器中配管的使用寿命。

图 2 是根据本发明一个实施例的空调器中压缩机的控制电路拓扑图。如图 2 所示，空调器中压缩机的停机控制装置包括：驱动电路 10 和控制模块 20。

其中，驱动电路 10 具有第一至第三输出端，第一至第三输出端与压缩机的三相绕组对应相连。控制模块 20 在接收到压缩机停止信号时通过控制驱动电路 10 以使压缩机的三相绕组短接，并根据压缩机的三相绕组短接时产生的制动转矩控制压缩机的转子制动，以使压缩机停止运行。

根据本发明的一个实施例，驱动电路 10 包括六个功率开关管，六个功率开关管构成三相桥臂，其中，三相桥臂中的第一桥臂具有第一节点 J1，三相桥臂中的第二桥臂具有第二节点 J2，三相桥臂中的第三桥臂具有第三节点 J3，第一节点 J1 为驱动电路 10 的第一输出端，第二节点 J2 为驱动电路 10 的第二输出端，第三节点 J3 为驱动电路 10 的第三输出端。其中，六个功率开关管可以为 IGBT 或者 MOSFET，并且每个功率开关管还反并联有二极管。可以理解的是，在本发明的实施例中，压缩机的驱动电路也可以直接采用 IPM。

如图 2 所示，在压缩机运行过程中，控制模块 20 输出压缩机驱动信号至压缩机的驱动电路 10，以控制驱动电路 10 中的六个功率开关管的导通和关断，从而控制压缩机运行。当接收到压缩机停止信号时，控制模块 20 通过控制压缩机的驱动电路 10 以使压缩机的三相绕组短接，从而产生制动转矩控制压缩机快速制动并静止。

在本发明的实施例中，压缩机中的电机可以为永磁同步电机或者永磁无刷直流电机。由于永磁同步电机或者永磁无刷直流电机中的永磁体的作用，当三相绕组短接时，转子转动产生反电势，反电势在转子电阻和电感的作用下产生相电流（制动电流），相电流将产生一个反向制动转矩以控制压缩机的转子制动。因此，在转子运行到一定的初始速度时，可以通过短接三相绕组来产生制动转矩，加快转子的制动，从而实现压缩机的快速制动和

静止。

也就是说，在本发明的实施例中，当接收到压缩机的停止信号后，不是直接关闭压缩机的驱动信号，使得压缩机的驱动电流为零，并在管路冷媒压力等作用下自由停机，而是通过短接压缩机的三相绕组以产生制动电流，并根据制动电流控制压缩机的制动扭矩，以及根据制动扭矩控制压缩机的转子制动，加速压缩机的制动，从而快速达到完全静止状态，有效减小了压缩机电流停止后配管的振动和应力，从而提高了空调器中配管的使用寿命。

在本发明的第一个实施例中，控制模块 20 通过控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并通过控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均导通，以使第一节点 J1、第二节点 J2 和第三节点 J3 短接在一起；或者，控制模块 20 通过控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均导通，并通过控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，以使第一节点 J1、第二节点 J2 和第三节点 J3 短接在一起。

具体而言，如图 3 所示，在压缩机运行过程中，控制模块 20 输出自动闭环调节的 SVPWM 信号（图中忽略了死区时间）以控制压缩机的驱动电路中的六个功率开关管的导通和关断，以使压缩机正常运行。当接收到压缩机停止信号时，控制模块 20 控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均导通，即 U+/V+/W+三路驱动信号置为低电平，U-/V-/W-三路驱动信号置为高电平，压缩机的三相绕组通过三个下桥功率开关管及其反并联二极管形成短接，产生制动电流，制动电流产生制动转矩控制压缩机快速制动并静止。或者，当接收到压缩机停止信号时，控制模块 20 控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均导通，并控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，即 U+/V+/W+三路驱动信号置为高电平，U-/V-/W-三路驱动信号置为低电平，压缩机的三相绕组通过三个上桥功率开关管及其反并联二极管形成短接，产生制动电流，制动电流产生制动转矩控制压缩机快速制动并静止。

值得注意的是，在该实施例中，可以不对压缩机的制动电流进行检测和控制，但由于压缩机的制动电流由压缩机的初始速度和压缩机的转子电阻决定，因此，当压缩机的初始速度很高、压缩机的转子电阻很小时，会导致压缩机的制动电流过大，因而，该实施例适用于压缩机降频运行至低频时的停机情况。

在本发明的第二个实施例中，控制模块 20 通过控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并采用第一恒定占空比的 PWM 信号控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管同时导通或关断以限制压缩机的制动电流；或者，控制模块 20 通过控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，并采用第二恒定占空比的 PWM 信号控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管同时导通或关断以限制压缩机的制动电流。其中，第一恒定占空比和第二恒定占空比根据压缩机的初始速度和压缩机的转子电阻估算得到，例如，第一恒定占

空比和第二恒定占空比可以通过上述公式（1）估算得到。

具体而言，如图 4a 或者 4b 所示，在压缩机运行过程中，控制模块 20 输出自动闭环调节的 SVPWM 信号（图中忽略了死区时间）以控制压缩机的驱动电路中的六个功率开关管的导通和关断，以使压缩机正常运行。当接收到压缩机停止信号时，控制模块 20 控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并采用占空比不变的 PWM 信号控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管同时导通或关断以限制压缩机的制动电流，即 U+/V+/W+三路驱动信号置为低电平，U-/V-/W-三路驱动信号为相同的占空比不变的 PWM 信号，其中，在三个下桥功率开关管同时开通过程中，压缩机的三相绕组通过三个下桥功率开关管及其反并联二极管形成短接，产生制动电流，制动电流产生制动转矩控制压缩机快速制动并静止。或者，在接收到压缩机停止信号时，控制模块 20 控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，并采用占空比不变的 PWM 信号控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管同时导通或关断以限制压缩机的制动电流，即 U-/V-/W-三路驱动信号置为低电平，U+/V+/W+三路驱动信号为相同的占空比不变的 PWM 信号，其中，在三个上桥功率开关管同时开通过程中，压缩机的三相绕组通过三个上桥功率开关管及其反并联二极管形成短接，产生制动电流，制动电流产生制动转矩控制压缩机快速制动并静止。

值得注意的是，在该实施例中，由于压缩机的制动电流由压缩机的初始速度和压缩机的转子电阻决定，当压缩机的初始速度很高、压缩机的转子电阻很小时，会导致压缩机的制动电流过大，因而，在该实施例中，可以根据压缩机的初始速度和压缩机的转子电阻估算 PWM 占空比，以使压缩机的三相电流峰值不超过压缩机的相电流限幅阈值。

在本发明的一些实施例中，控制模块 20 通过控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并采用第一可调占空比的 PWM 信号控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管同时导通或关断以限制压缩机的制动电流；或者，控制模块 20 通过控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，并采用第二可调占空比的 PWM 信号控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管同时导通或关断以限制压缩机的制动电流。

如图 5a-5b 和图 6a-6b 所示，第一可调占空比和第二可调占空比逐渐增大，以加速压缩机转子制动，使得压缩机快速制动并静止。其中，第一可调占空比和第二可调占空比可以分时段进行增大，即随着时间推移增大占空比，或者第一可调占空比和第二可调占空比随着压缩机的转速减小而增大，即随着转速降低增大占空比。

具体而言，如图 5a-5b 和图 6a-6b 所示，在压缩机运行过程中，控制模块 20 输出自动闭环调节的 SVPWM 信号（图中忽略了死区时间）以控制压缩机的驱动电路中的六个功率开关管的导通和关断，以使压缩机正常运行。当接收到压缩机停止信号时，控制模块 20 控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并采用占空比变化的 PWM 信号控制三相桥

臂中每相桥臂的下桥功率开关管同时导通或关断以限制压缩机的制动电流，即 U+/V+/W+三路驱动信号置为低电平，U-/V-/W-三路驱动信号为相同的占空比变化的 PWM 信号，其中，在三个下桥功率开关管同时开通过程中，压缩机的三相绕组通过三个下桥功率开关管及其反并联二极管形成短接，产生制动电流，制动电流产生制动转矩控制压缩机快速制动并静止。

可选地，如图 5a 或 5b 所示，在压缩机制动过程中，PWM 信号的占空比分时段进行增大，即第一时段的 PWM 占空比 D1＜第二时段的 PWM 占空比 D2＜第三时段的 PWM 占空比 D3，依次类推，直至压缩机静止。如图 6a 或 6b 所示，在压缩机制动过程中，PWM 信号的占空比随压缩机的转速减小而增大，即第一频率段的 PWM 占空比 D1＜第二频率段的 PWM 占空比 D2＜第三频率段的 PWM 占空比 D3，依次类推，直至压缩机静止，其中，第一频率段＞第二频率段＞第三频率段。

或者在接收到压缩机停止信号时，控制模块 20 控制三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，并采用占空比变化的 PWM 信号控制三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管同时导通或关断以限制压缩机的制动电流，即 U-/V-/W-三路驱动信号置为低电平，U+/V+/W+三路驱动信号为相同的占空比变化的 PWM 信号，PWM 信号的占空比可以分时段进行增大，或者随着压缩机的转速减小而增大，具体这里不再赘述。其中，在三个上桥功率开关管同时开通过程中，压缩机的三相绕组通过三个上桥功率开关管及其反并联二极管形成短接，产生制动电流，制动电流产生制动转矩控制压缩机快速制动并静止。

值得注意的是，该实施例中，由于压缩机的制动电流由压缩机的当前频率和压缩机的转子电阻决定，当压缩机的当前频率很高、压缩机的转子电阻很小时，会导致压缩机的制动电流过大，因而，在该实施例中，根据压缩机的当前频率和压缩机的转子电阻估算最大 PWM 占空比，以使压缩机的三相电流峰值不超过压缩机的相电流限幅阈值。其中，PWM 占空比设置包括每个时段或每个频率段的占空比设置，每个时段和每个频率段的 PWM 占空比不得超过对应频率下的最大 PWM 占空比。

根据本发明的具体示例，在三匹变频空调器中，当压缩机中的电机为单转子永磁同步电机时，在空调器停机过程中，当压缩机的运行频率降低至 28Hz 时，触发压缩机停止信号，控制模块 20 输出相应的驱动信号至压缩机的驱动电路 10。图 7 为采用图 3 所示的驱动信号控制压缩机进行制动的响应电流波形图，图 8 为采用图 4a 或 4b 所示的 PWM 占空比为 80%的驱动信号控制压缩机进行制动的响应电流波形图。从图 7 和图 8 可以看出，当采用图 3 所示的驱动信号控制压缩机制动时，相电流的峰值为 26A，当采用图 4a 或 4b 所示的驱动信号控制压缩机制动时，相电流的峰值为 17A，可见，采用图 4a 或 4b 所示的驱动信号对压缩机的制动电流的抑制效果更优。并且，当采用图 3 所示的驱动信号控制压缩机制动时

需要先将压缩机的频率降至低频，当采用图 4a 或 4b 所示的驱动信号控制压缩机制动时，可以在高频时直接停机，此时需要适当调整 PWM 占空比。

根据本发明实施例的空调器中压缩机的停机控制装置，控制模块在接收到压缩机停止信号时，通过控制压缩机的驱动电路以使压缩机的三相绕组短接，并根据压缩机的三相绕组短接时产生的制动转矩控制压缩机的转子制动，以使压缩机停止运行。该装置通过控制压缩机的驱动电路使压缩机的三相绕组短接，从而产生制动转矩控制压缩机的转子制动，使得压缩机能够快速制动并静止，有助于减小空调器中配管应力、提高空调器中配管的使用寿命。

此外，本发明的实施例还提出了一种空调器，其包括上述的空调器中压缩机的停机控制装置。

本发明实施例的空调器，通过上述的空调器中压缩机的停机控制装置，在空调器的停机过程中，当接收到压缩机停止信号时，通过控制压缩机的驱动电路以使压缩机的三相绕组短接来产生制动转矩，加速压缩机的转子制动，从而使得压缩机能够快速制动并静止，有助于减小空调器中配管应力、提高空调器中配管的使用寿命。

在本发明的描述中，需要理解的是，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。

在本发明中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

在本发明中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征 “上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触，或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、 “示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述

不必须针对的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本发明的限制，本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

权利要求书

1、一种空调器中压缩机的停机控制方法，其特征在于，包括以下步骤：

在空调器的停机过程中，当接收到压缩机停止信号时，通过控制所述压缩机的驱动电路以使所述压缩机的三相绕组短接；

根据所述压缩机的三相绕组短接时产生的制动转矩控制所述压缩机的转子制动，以使所述压缩机停止运行。

2、如权利要求 1 所述的空调器中压缩机的停机控制方法，其特征在于，所述压缩机的驱动电路包括六个功率开关管，所述六个功率开关管构成三相桥臂，其中，所述三相桥臂中的第一桥臂具有第一节点，所述三相桥臂中的第二桥臂具有第二节点，所述三相桥臂中的第三桥臂具有第三节点，所述第一节点、所述第二节点和所述第三节点对应与所述压缩机的三相绕组相连，且所述六个功率开关管中的每个功率开关管反并联有二极管。

3、如权利要求 2 所述的空调器中压缩机的停机控制方法，其特征在于，通过控制所述压缩机的驱动电路以使所述压缩机的三相绕组短接，包括：

控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均导通，以使所述第一节点、所述第二节点和所述第三节点短接在一起；或者

控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均导通，并控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，以使所述第一节点、所述第二节点和所述第三节点短接在一起。

4、如权利要求 2 所述的空调器中压缩机的停机控制方法，其特征在于，通过控制所述压缩机的驱动电路以使所述压缩机的三相绕组短接，包括：

控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并采用第一恒定占空比的 PWM 信号控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管同时导通或关断以限制所述压缩机的制动电流；或者

控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，并采用第二恒定占空比的 PWM 信号控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管同时导通或关断以限制所述压缩机的制动电流。

5、如权利要求 4 所述的空调器中压缩机的停机控制方法，其特征在于，所述第一恒定占空比和所述第二恒定占空比根据所述压缩机的初始速度和所述压缩机的转子电阻估算得到。

6、如权利要求 5 所述的空调器中压缩机的停机控制方法，其特征在于，所述第一恒定

占空比和所述恒定第二占空比通过以下公式估算得到：

$D \leqslant (Ke*V_0/R)/I_H$，

其中，D 为所述第一恒定占空比或所述第二恒定占空比，Ke 为所述压缩机的反电势系数，V_0为所述压缩机的初始速度，R 为所述压缩机的转子电阻，I_H为所述压缩机的相电流限幅阈值。

7、如权利要求 2 所述的空调器中压缩机的停机控制方法，其特征在于，通过控制所述压缩机的驱动电路以使所述压缩机的三相绕组短接，包括：

控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并采用第一可调占空比的 PWM 信号控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管同时导通或关断以限制所述压缩机的制动电流；或者

控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，并采用第二可调占空比的 PWM 信号控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管同时导通或关断以限制所述压缩机的制动电流。

8、如权利要求 7 所述的空调器中压缩机的停机控制方法，其特征在于，所述第一可调占空比和所述第二可调占空比逐渐增大。

9、如权利要求 7 所述的空调器中压缩机的停机控制方法，其特征在于，所述第一可调占空比和所述第二可调占空比分时段进行增大，或者所述第一可调占空比和所述第二可调占空比随着所述压缩机的转速减小而增大。

10、一种空调器中压缩机的停机控制装置，其特征在于，包括：

驱动电路，所述驱动电路具有第一至第三输出端，所述第一至第三输出端与所述压缩机的三相绕组对应相连；

控制模块，所述控制模块在接收到压缩机停止信号时通过控制所述驱动电路以使所述压缩机的三相绕组短接，并根据所述压缩机的三相绕组短接时产生的制动转矩控制所述压缩机的转子制动，以使所述压缩机停止运行。

11、如权利要求 10 所述的空调器中压缩机的停机控制装置，其特征在于，所述驱动电路包括六个功率开关管，所述六个功率开关管构成三相桥臂，其中，所述三相桥臂中的第一桥臂具有第一节点，所述三相桥臂中的第二桥臂具有第二节点，所述三相桥臂中的第三桥臂具有第三节点，所述第一节点为所述驱动电路的第一输出端，所述第二节点为所述驱动电路的第二输出端，所述第三节点为所述驱动电路的第三输出端，且所述六个功率开关管中的每个功率开关管反并联有二极管。

12、如权利要求 11 所述的空调器中压缩机的停机控制装置，其特征在于，所述控制模块通过控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并通过控制所述三相桥臂

中每相桥臂的下桥功率开关管均导通，以使所述第一节点、所述第二节点和所述第三节点短接在一起；或者，所述控制模块通过控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均导通，并通过控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，以使所述第一节点、所述第二节点和所述第三节点短接在一起。

13、如权利要求 11 所述的空调器中压缩机的停机控制装置，其特征在于，所述控制模块通过控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并采用第一恒定占空比的 PWM 信号控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管同时导通或关断以限制所述压缩机的制动电流；或者，所述控制模块通过控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，并采用第二恒定占空比的 PWM 信号控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管同时导通或关断以限制所述压缩机的制动电流。

14、如权利要求 13 所述的空调器中压缩机的停机控制装置，其特征在于，所述第一恒定占空比和所述第二恒定占空比根据所述压缩机的初始速度和所述压缩机的转子电阻估算得到。

15、如权利要求 14 所述的空调器中压缩机的停机控制装置，其特征在于，所述第一恒定占空比和所述第二恒定占空比通过以下公式估算得到：

$D \leqslant (Ke*V_0/R)/I_H$，

其中，D 为所述第一恒定占空比或所述第二恒定占空比，Ke 为所述压缩机的反电势系数，V_0为所述压缩机的初始速度，R 为所述压缩机的转子电阻，I_H为所述压缩机的相电流限幅阈值。

16、如权利要求 11 所述的空调器中压缩机的停机控制装置，其特征在于，所述控制模块通过控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管均关断，并采用第一可调占空比的 PWM 信号控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管同时导通或关断以限制所述压缩机的制动电流；或者，所述控制模块通过控制所述三相桥臂中每相桥臂的下桥功率开关管均关断，并采用第二可调占空比的 PWM 信号控制所述三相桥臂中每相桥臂的上桥功率开关管同时导通或关断以限制所述压缩机的制动电流。

17、如权利要求 16 所述的空调器中压缩机的停机控制装置，其特征在于，所述第一可调占空比和所述第二可调占空比逐渐增大。

18、如权利要求 16 所述的空调器中压缩机的停机控制装置，其特征在于，所述第一可调占空比和所述第二可调占空比分时段进行增大，或者所述第一可调占空比和所述第二可调占空比随着所述压缩机的转速减小而增大。

19、如权利要求 10-18 中任一项所述的空调器中压缩机的停机控制装置，其特征在于，所述压缩机中的电机为永磁同步电机或永磁无刷直流电机。

20、一种空调器，其特征在于，包括如权利要求 10-19 中任一项所述的空调器中压缩机的停机控制装置。

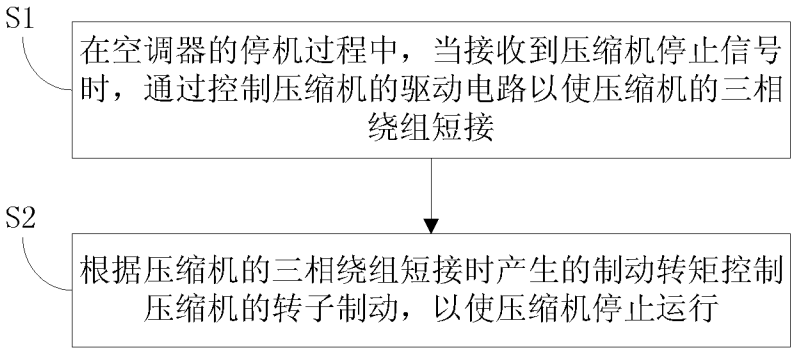

S1
在空调器的停机过程中，当接收到压缩机停止信号时，通过控制压缩机的驱动电路以使压缩机的三相绕组短接
S2
根据压缩机的三相绕组短接时产生的制动转矩控制压缩机的转子制动，以使压缩机停止运行

图 1

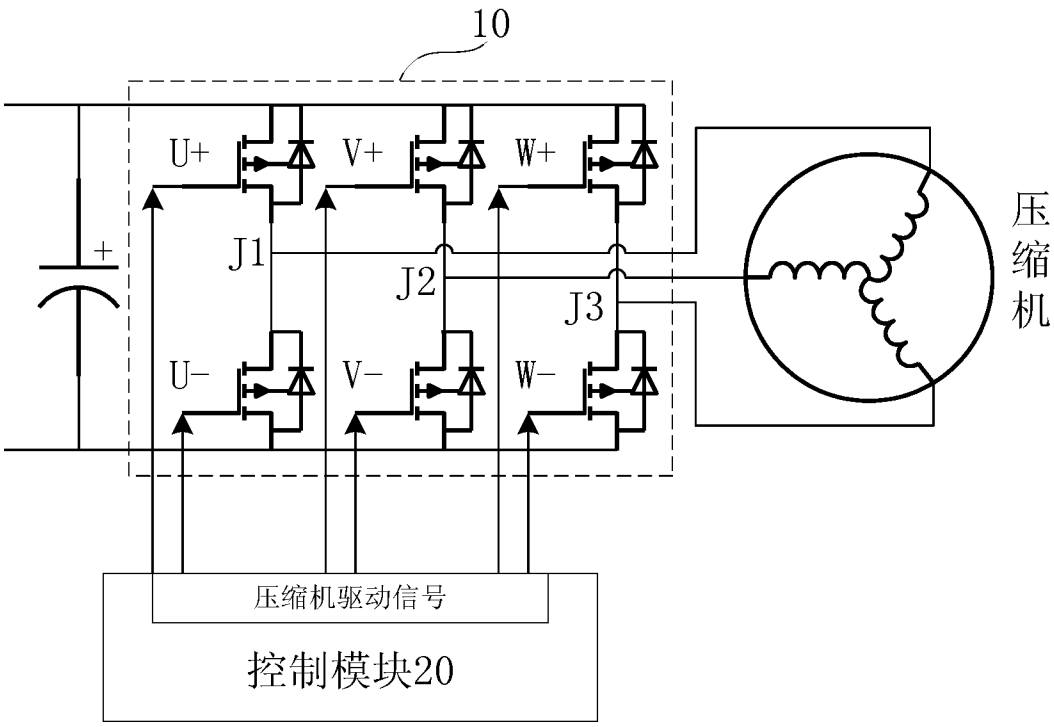

10
U+
V+
W+
J1
J2
J3
+
U−
V−
W−
压缩机
压缩机驱动信号
控制模块20

图 2

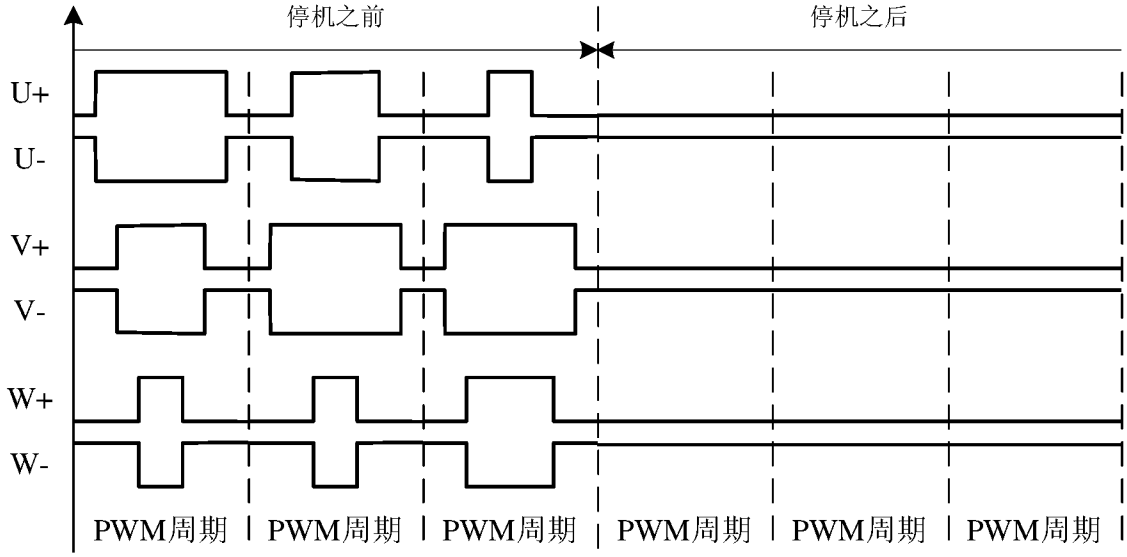

停机之前
停机之后
U+
U-
V+
V-
W+
W-
PWM周期
PWM周期
PWM周期
PWM周期
PWM周期
PWM周期

图 3

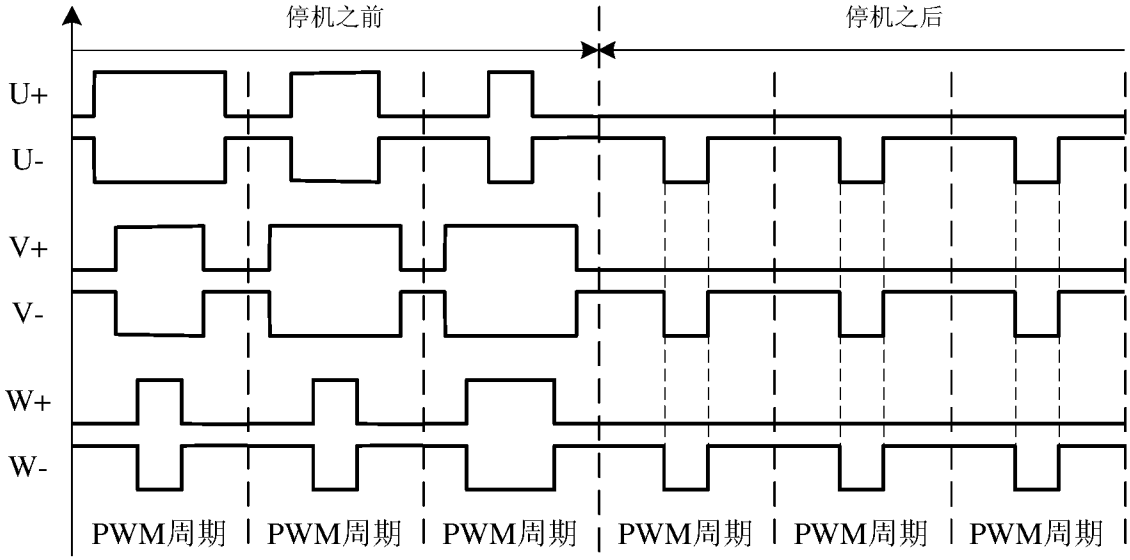

停机之前
停机之后
U+
U-
V+
V-
W+
W-
PWM周期
PWM周期
PWM周期
PWM周期
PWM周期
PWM周期

图 4a

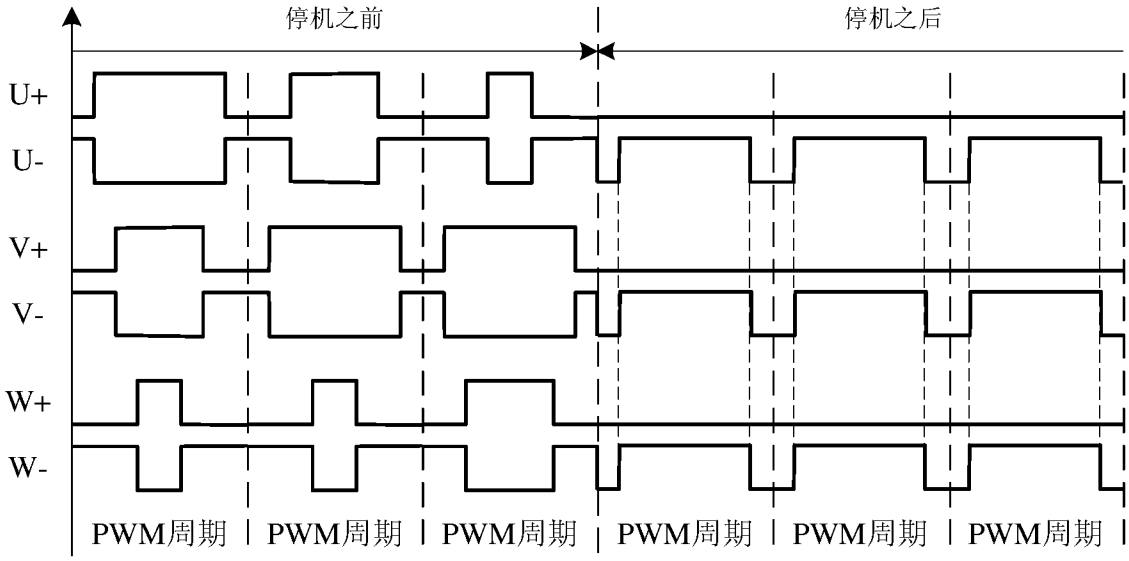

停机之前
停机之后
U+
U-
V+
V-
W+
W-
PWM周期
PWM周期
PWM周期
PWM周期
PWM周期
PWM周期

图 4b

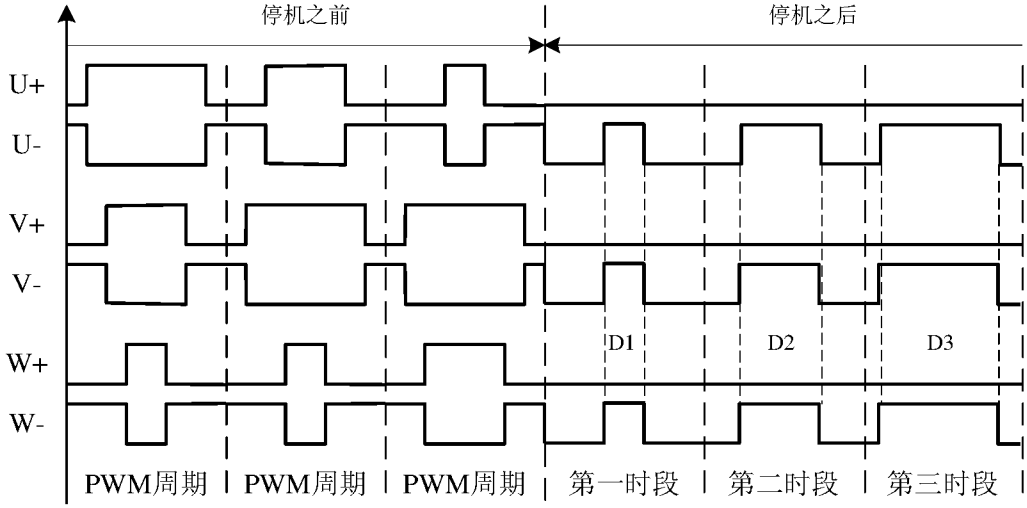

停机之前
停机之后
U+
U-
V+
V-
W+
W-
D1
D2
D3
PWM周期
PWM周期
PWM周期
第一时段
第二时段
第三时段

图 5a

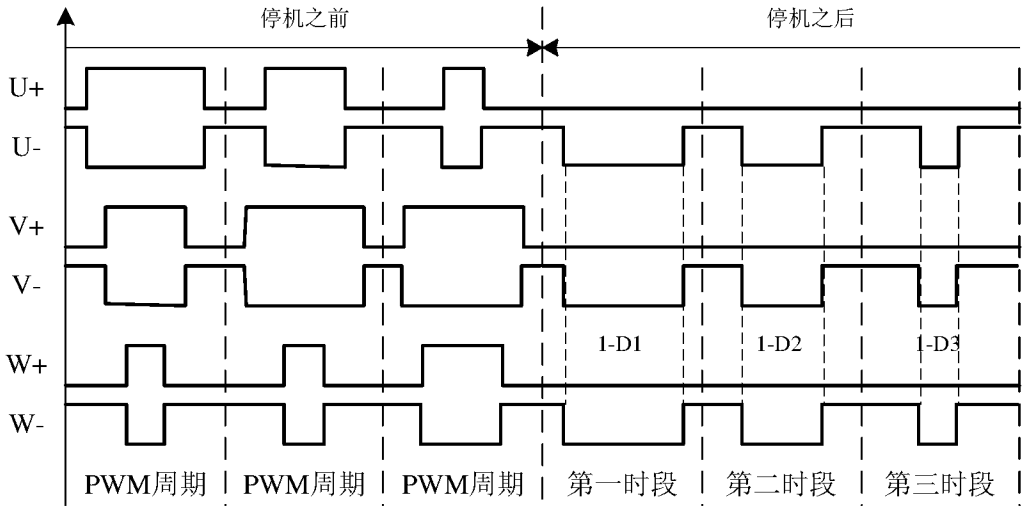

停机之前
停机之后
U+
U-
V+
V-
W+
W-
1-D1
1-D2
1-D3
PWM周期
PWM周期
PWM周期
第一时段
第二时段
第三时段

图 5b

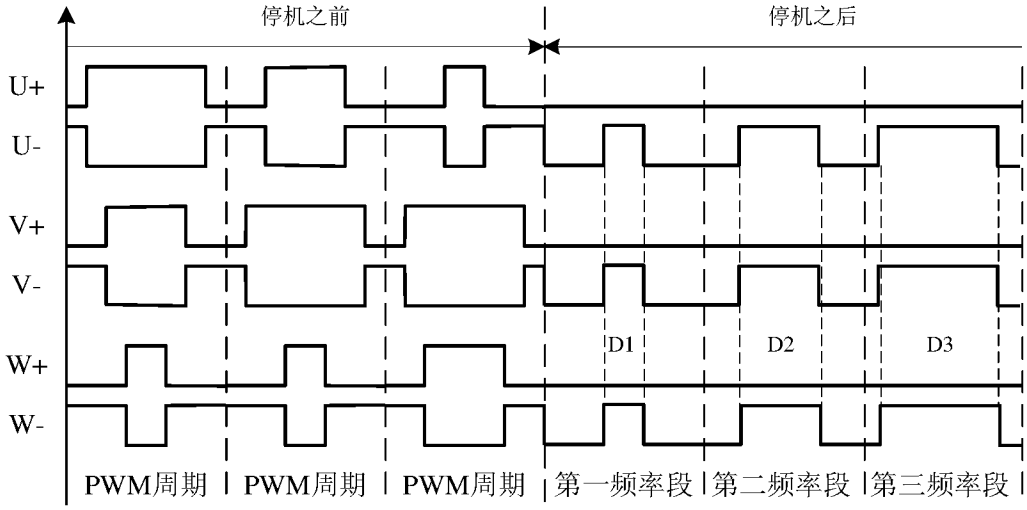

停机之前
停机之后
U+
U-
V+
V-
W+
W-
D1
D2
D3
PWM周期
PWM周期
PWM周期
第一频率段
第二频率段
第三频率段

图 6a

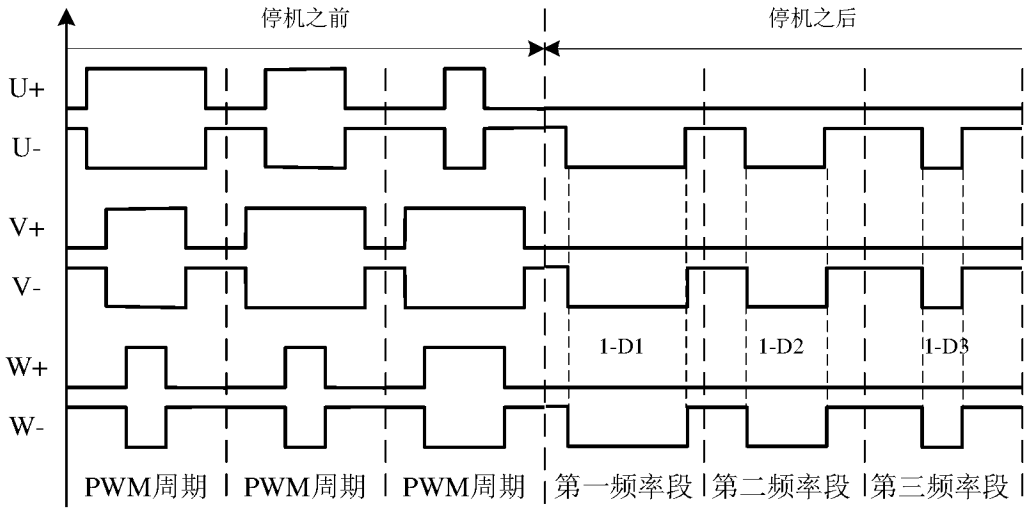

停机之前
停机之后
U+
U-
V+
V-
W+
W-
1-D1
1-D2
1-D3
PWM周期
PWM周期
PWM周期
第一频率段
第二频率段
第三频率段

图 6b

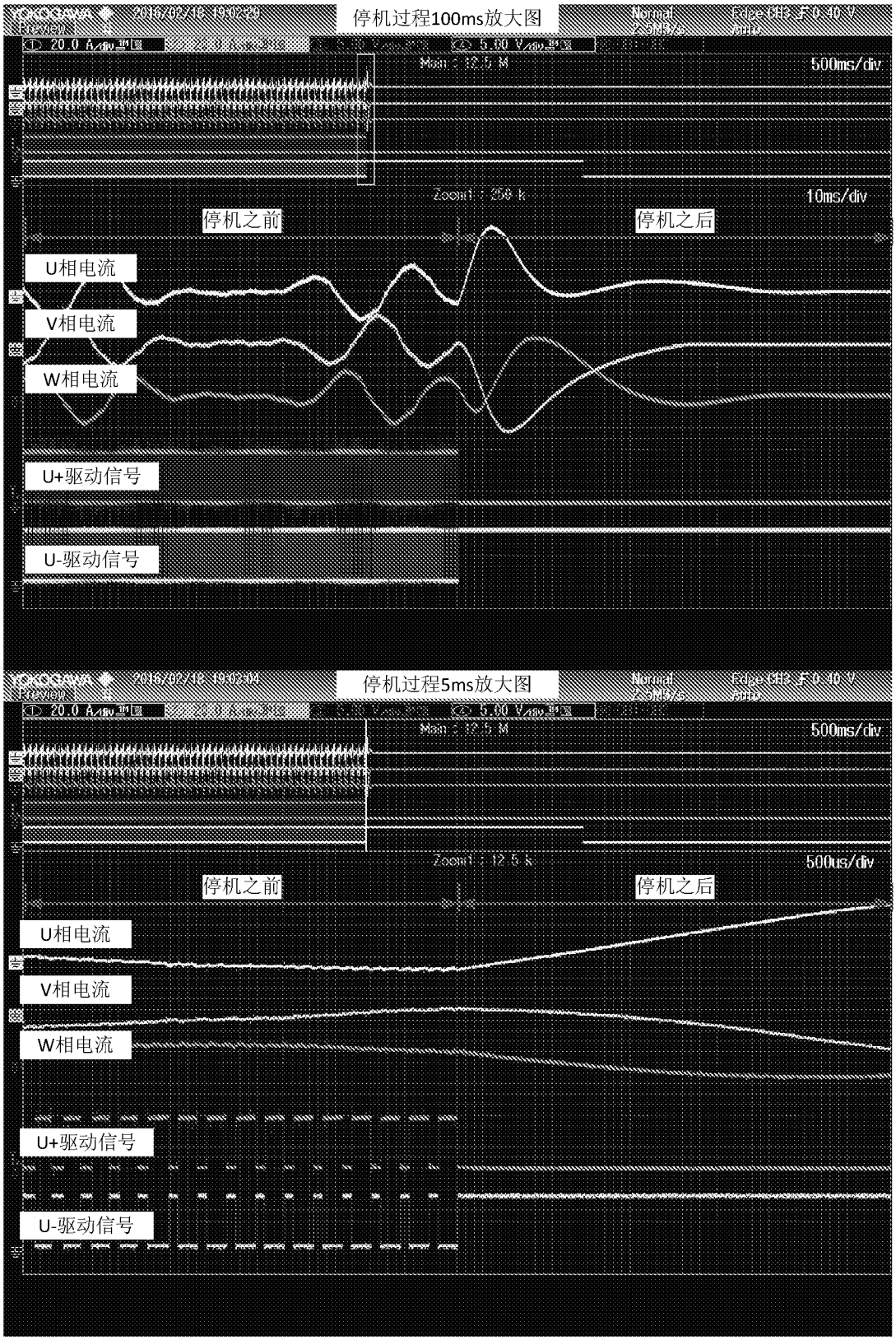

停机过程100ms放大图
500ms/div
10ms/div
停机之前
停机之后
U相电流
V相电流
W相电流
U+驱动信号
U-驱动信号
停机过程5ms放大图
500ms/div
500us/div
停机之前
停机之后
U相电流
V相电流
W相电流
U+驱动信号
U-驱动信号

图 7

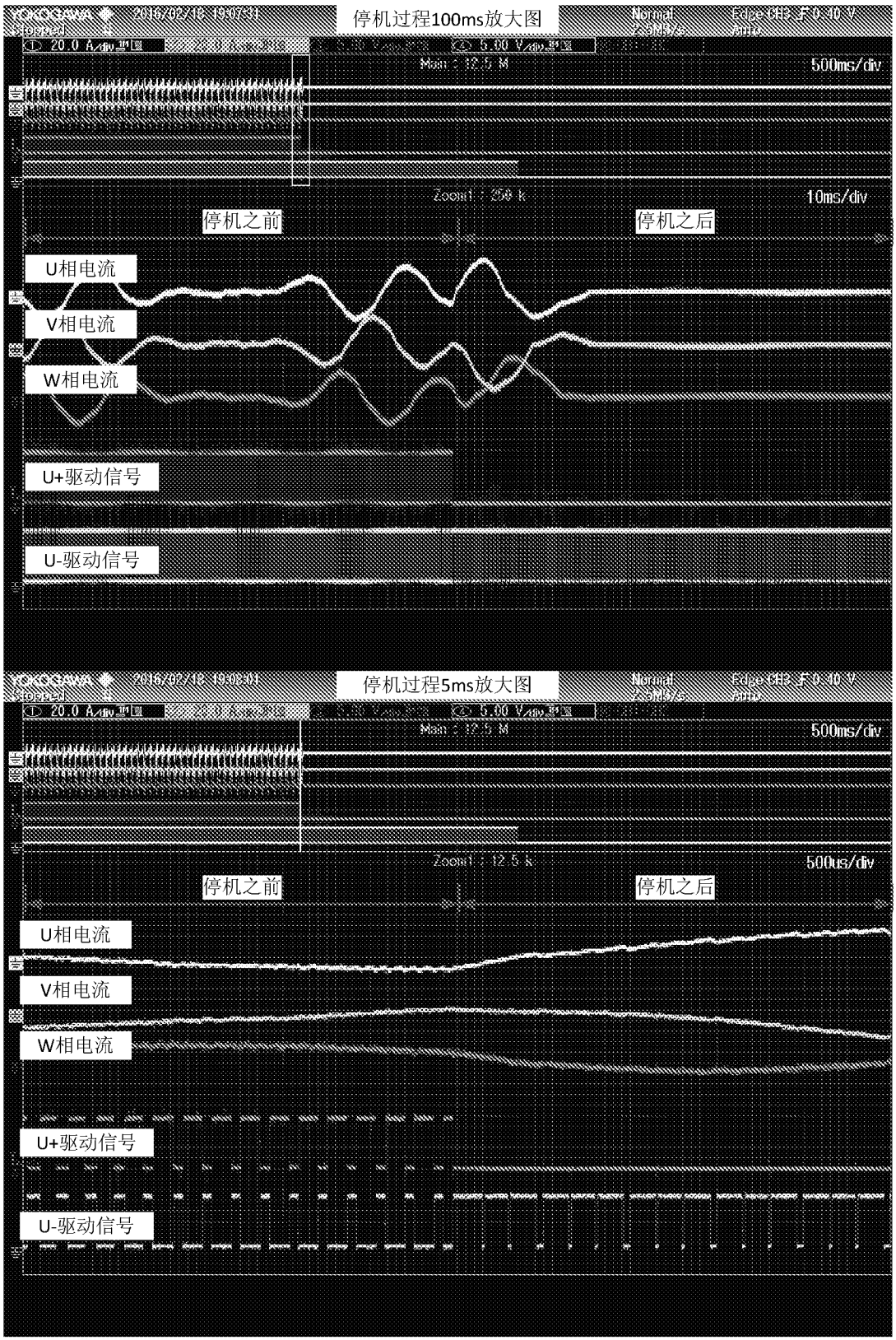

停机过程100ms放大图
500ms/div
10ms/div
停机之前
停机之后
U相电流
V相电流
W相电流
U+驱动信号
U-驱动信号
停机过程5ms放大图
500ms/div
500us/div
停机之前
停机之后
U相电流
V相电流
W相电流
U+驱动信号
U-驱动信号

图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/087318

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02H 7/08 (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)

H02H

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)

CNPAT, CNKI: compressor, motor, current, short circuit, protect, insurance, safe, temperature, pressure

WPI, EPODOC, PAJ: compressor, motor, current, electricity, short circuit, protect, insurance, assurance, saf+, security, temperature, pressure

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105958871 A (GUANGDONG MIDEA AIR-CONDITIONING EQUIPMENT CO., LTD. et al.), 21 September 2016 (21.09.2016), claims 1-20	1-20
PX	CN 105656370 A (GUANGDONG MIDEA AIR-CONDITIONING EQUIPMENT CO., LTD. et al.), 08 June 2016 (08.06.2016), description, paragraphs 3-79, and figures 1-7	1-20
X	CN 101469697 A (TOSHIBA CARRIER CORPORATION), 01 July 2009 (01.07.2009), description, page 2, line 10 to page 7, line 27, and figures 2-5	1, 2, 10, 11, 20
A	CN 102072551 A (GUANGDONG MIDEA ELECTRIC APPLIANCES CO., LTD.), 25 May 2011 (25.05.2011), the whole document	1-20
A	JP 11-75386 A (TOSHIBA CORP.), 16 March 1999 (16.03.1999), the whole document	1-20
A	CN 2468212 Y (KEXIYA DIGITAL ELECTRIC (SHENZHEN) CO., LTD.), 26 December 2001 (26.12.2001), the whole document	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"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

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
07 November 2016 (07.11.2016)	**13 December 2016 (13.12.2016)**
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 **CAO, Zhiming** Telephone No.: (86-10) **62412307**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/087318

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105958871 A	21 September 2016	None	
CN 105656370 A	08 June 2016	None	
CN 101469697 A	01 July 2009	JP 5031547 B2	19 September 2012
		JP 2009156236 A	16 July 2009
		CN 101469697 B	03 August 2011
CN 102072551 A	25 May 2011	CN 102072551 B	07 November 2012
JP 11-75386 A	16 March 1999	None	
CN 2468212 Y	26 December 2001	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2016/087318

A. 主题的分类

H02H 7/08(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)

H02H

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））

CNPAT,CNKI:压缩机,电动机,电流,短路,保护,保险,安全,温度,压力 WPI,EPODOC,PAJ:compressor,motor,current,electricity,short circuit,protect,insurance,assurance,saf+,security,temperature,pressure

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 105958871 A (广东美的制冷设备有限公司等) 2016年 9月 21日 (2016-09-21) 权利要求1-20	1-20
PX	CN 105656370 A (广东美的制冷设备有限公司等) 2016年 6月 8日 (2016-06-08) 说明书第3-79段、附图1-7	1-20
X	CN 101469697 A (东芝开利株式会社) 2009年 7月 1日 (2009-07-01) 说明书第2页第10行至第7页第27行、图2-5	1、2、10、11、20
A	CN 102072551 A (广东美的电器股份有限公司) 2011年 5月 25日 (2011-05-25) 全文	1-20
A	JP 平11-75386 A (TOSHIBA CORP) 1999年 3月 16日 (1999-03-16) 全文	1-20
A	CN 2468212 Y (科西亚数码电气深圳有限公司) 2001年 12月 26日 (2001-12-26) 全文	1-20

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2016年 11月 7日	2016年 12月 13日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
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	曹志明
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)62412307

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2016/087318

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	105958871	A	2016年 9月 21日	无			
CN	105656370	A	2016年 6月 8日	无			
CN	101469697	A	2009年 7月 1日	JP	5031547	B2	2012年 9月 19日
				JP	2009156236	A	2009年 7月 16日
				CN	101469697	B	2011年 8月 3日
CN	102072551	A	2011年 5月 25日	CN	102072551	B	2012年 11月 7日
JP	平11-75386	A	1999年 3月 16日	无			
CN	2468212	Y	2001年 12月 26日	无			