

(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
2010年9月30日 (30.09.2010)

PCT

(10) 国际公布号
WO 2010/108342 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02P 9/14 (2006.01) H02P 9/44 (2006.01)
H02P 9/48 (2006.01) H02H 7/06 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2009/072296
- (22) 国际申请日: 2009年6月16日 (16.06.2009)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
200910061296.7 2009年3月27日 (27.03.2009) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 华中科技大学 (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山区珞瑜路1037号, Hubei 430074 (CN)。中国长江航运集团电机厂 (CHINA CHANGJIANG NATIONAL SHIPPING GROUP MOTOR FACTORY) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市江夏区藏龙岛科技园, Hubei 430205 (CN)。
- (72) 发明人; 及
(75) 发明人/申请人 (仅对美国): 陈冰 (CHEN, Bing) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山区珞瑜路1037号, Hubei 430074 (CN)。艾武 (AI, Wu) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山区珞瑜路1037号, Hubei 430074 (CN)。舒迪亮 (SHU, Dixian) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市江夏区藏龙岛科技园, Hubei 430205 (CN)。张帮发 (ZHANG, Bangfa) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市江夏区藏龙岛科技园, Hubei 430205 (CN)。忻时威 (XIN, Shiwei) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市江夏区藏龙岛科技园, Hubei 430205 (CN)。李斌 (LI, Bin) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市江夏区藏龙岛科技园, Hubei 430205 (CN)。韦忠朝 (WEI, Zhongchao) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山区珞瑜路1037号, Hubei 430074 (CN)。
- (74) 代理人: 武汉开元知识产权代理有限公司 (WUHAN KAIYUAN INTELLECTUAL PROPERTY AGENT LTD.); 中国湖北省武汉市汉口香港路145号远洋大厦14层, Hubei 430015 (CN)。

[见续页]

(54) Title: EXCITATION CONTROL SYSTEM FOR MARINE DIESEL BRUSHLESS DOUBLY FED SHAFT GENERATOR AND CONTROL METHOD THEREOF

(54) 发明名称: 一种用于船用柴油机无刷双馈轴带发电机的励磁控制系统及控制方法

(57) Abstract: An excitation control system (1) for a marine diesel brushless doubly fed shaft generator (14) and the control method thereof. The control system (1) is connected with a power winding (15), a control winding (16) and a rotary encoder (17) of the shaft generator (14), a ship power station (12), and a 220V battery group (13). The control system (1) includes a contactor (2), a step-up transformer (3), a rectification feedback unit (4), a DC compensation unit (5), an inverting unit (6), an operation panel (7), an excitation controller (8), an AB phase voltage sensor (9), a CA phase voltage sensor (10) and a BC phase voltage sensor (11). The control system (1) and the control method are used for the excitation control, constant-voltage control, constant-frequency control, under-voltage protection and over-voltage protection of the shaft generator (14).

[见续页]

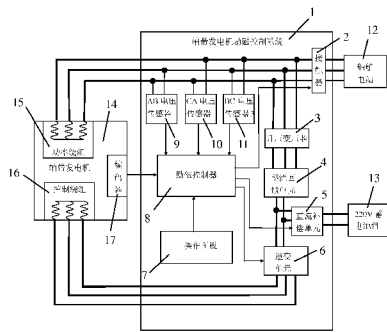


图1 Fig. 1

- 1 EXCITATION CONTROL SYSTEM FOR SHAFT GENERATOR
- 2 CONTACTOR
- 3 STEP-UP TRANSFORMER
- 4 RECTIFICATION FEEDBACK UNIT
- 5 DC COMPENSATION UNIT
- 6 INVERTING UNIT
- 7 OPERATION PANEL
- 8 EXCITATION CONTROLLER
- 9 AB PHASE VOLTAGE SENSOR
- 10 CA PHASE VOLTAGE SENSOR
- 11 BC PHASE VOLTAGE SENSOR
- 12 SHIP POWER STATION
- 13 220V BATTERY GROUP
- 14 SHAFT GENERATOR
- 15 POWER WINDING
- 16 CONTROL WINDING
- 17 ENCODER

WO 2010/108342 A1



(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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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))。

(57) **摘要:**

一种用于船用柴油机无刷双馈轴带发电机(14)的励磁控制系统(1)及控制方法。该控制系统(1)与轴带发电机(14)的功率绕组(15)、控制绕组(16)和旋转编码器(17)、船舶电站(12)、以及220V蓄电池组(13)连接。该控制系统(1)包括接触器(2)、升压变压器(3)、整流回馈单元(4)、直流补偿单元(5)、逆变单元(6)、操作面板(7)、励磁控制器(8)、AB相电压传感器(9)、CA相电压传感器(10)和BC相电压传感器(11)。该控制系统(1)和控制方法用于对轴带发电机(14)进行励磁控制、恒压控制、恒频控制、欠压保护和过压保护。

一种用于船用柴油机无刷双馈轴带发电机的励磁控制系统及控制方法

技术领域

本发明属于发电机自动控制技术领域，具体地说，是一种用于船用柴油机无刷双馈轴带发电机的控制系统结构及控制方法。

背景技术

目前，船舶上广泛采用单独的柴油机组发电，每年消耗大量的轻质柴油，如果能充分利用船舶主发动机进行轴带发电，则可以大大节约能源和费用。但船舶主发动机的转速在航行中是经常变化的，需要发电机及控制系统具备变速稳压、恒频发电的能力。如何解决船舶主发动机进行轴带发电这一技术难题，本领域的技术人员提出了各种解决方案，但收效甚微，其根本原因在于，船用柴油机无刷双馈轴带发电机是一种利用以重油作为燃料的船用柴油机轴带的发电机，无刷双馈电机结构从理论上应不同于传统结构，因此发明人提出了解决船舶主发动机轴带发电的基本思路是：其转子上有两端短路的感应绕组，定子上有两套三相绕组：功率绕组和控制绕组。功率绕组的输出即作为无刷双馈发电机的主功率输出给船舶供电。控制绕组的目的是建立和调节励磁电流。当柴油机转速和发电机的电气负载变化时，为保持发电机输出电压和频率的稳定，必须实时调节控制绕组电流。

围绕上述背景技术，在已公布的专利文献中，发明人尚未检索出有涉及船用柴油机轴带无刷双馈发电机控制系统的内容。

发明内容

本发明的第一个目的在于提供一种用于船用柴油机无刷双馈轴带发电机的励磁控制系统结构,第二个目的是控制船用柴油机无刷双馈轴带发电机励磁控制系统结构的方法,上述目的使船用柴油机无刷双馈轴带发电机在船舶主柴油机的轴转速变化的工况下实现自行起励发电并具有稳压恒频的能力,在无刷双馈发电机运行中的自然同步转速点附近采用偏频控制策略使发电机负载特性平滑过渡并具有一定的带负载能力。这种新型控制系统使船用柴油机无刷双馈轴带发电机运行效率高、节能、稳定好、可靠性高。

为实现本发明的目的,本发明提出如下的船用无刷双馈轴带发电机控制系统结构的技术方案是:一种用于船用柴油机无刷双馈轴带发电机的励磁控制系统结构,船用无刷双馈轴带发电机励磁控制系统结构连接于一个无刷双馈轴带发电机的功率绕组、控制绕组、旋转编码器、船舶电站、船舶 220V 蓄电池组之间,其特征在于:所述的船用无刷双馈轴带发电机励磁控制系统结构由接触器、升压变压器、整流回馈单元、直流补偿单元、逆变单元、操作面板、励磁控制器、AB 相电压传感器、CA 相电压传感器、BC 相电压传感器组成。

所述接触器的输入端与轴带发电机的三相功率绕组相连,接触器的输出端与船舶电站相连;升压变压器的输入端与轴带发电机的三相功率绕组相连,升压变压器的输出端与整流回馈单元的交流输入端相连;整流回馈单元和逆变单元的直流输入端相连;直流补偿单元的输入端和直流 220V 蓄电池组相连,直流补偿单元的输出端和逆变单元的直流输入端相连;逆变单元的三相交流输出端和轴带发电机的控制绕组相连;励磁控制器的输入端连接操

作面板、AB相电压传感器、CA相电压传感器、BC相电压传感器、轴带发电机的旋转编码器，励磁控制器的输出端连接接触器、直流补偿单元和逆变单元。

本发明升压变压器、整流回馈单元、直流补偿单元和逆变单元为发电机控制绕组提供励磁电流，发电机功率绕组通过三相升压变压器接到整流回馈单元的交流端，整流回馈单元的直流端、直流补偿单元的输出端和逆变单元的直流端共同连接在直流母线上，船上的220V蓄电池组接到直流补偿单元的输入端，逆变单元的交流输出端连接到轴带无刷双馈发电机的控制绕组上。

本发明旋转编码器与发电机轴直连，其信号输出端接入励磁控制器，电压霍尔传感器检测发电机功率绕组输出电压，其信号输出端接入励磁控制器。操作面板与励磁控制器相连，提供操作指令。

本发明上述升压变压器和整流回馈单元使直流母线电压保持在逆变单元可以正常工作的范围内，当发电机输出电压较低时，升压变压器能提高直流母线电压、当发电机转速较高，能量反馈到直流母线，使直流母线电压升高时，整流回馈单元能够把直流母线能量回馈到发电机输出端，使直流母线电压保持稳定。

本发明上述逆变单元把直流母线上的直流电逆变为三相交流电供给发电机的控制绕组，三相交流电的电压幅值、频率和相序根据励磁控制器的控制指令信号变化。

本发明上述直流补偿单元的输入端为船舶上的直流220V蓄电池组，输出端接到直流母线上。当发电机起励时，直流补偿单元提供起励所需的能量；

在发电机正常工作时，直流补偿单元内的电容储能模块用于补偿直流母线电压的瞬间下降。

本发明上述励磁控制器根据旋转编码器和电压霍尔传感器的反馈信号，控制接触器、直流补偿单元，以及逆变单元的输出电压幅值、频率和相序，实现在不同的轮船柴油机转速和负载变化下对无刷双馈轴带发电机的起励和恒频稳压控制。

为了实现本发明的第二个目的，控制船用柴油机无刷双馈轴带发电机控制系统结构的方法如下：

1) 起励方法：无刷双馈轴带发电机在船用柴油机轴带低速牵引下进行起励发电时，励磁控制器断开接触器，使得发电机功率绕组与电气负载断开，船上的直流 220V 蓄电池组经过直流补偿单元和逆变单元为发电机的控制绕组提供励磁电流，实现起励，当发电机空载输出电压稳定后，励磁控制器闭合接触器，接入电气负载，此时直流母线电压高于直流补偿单元的输出电压，直流补偿单元自动切除，此时励磁控制系统用轴带发电机所发出的电对轴带发电机进行励磁，起励过程完成；

2) 恒频方法：励磁控制器根据旋转编码器对应的发电机转速，实时调节逆变单元的输出电压频率，使发电机输出交流电频率保持在 50Hz。逆变单元的输出电压频率正比于发电机实际转速和自然同步点转速的差。当发电机转速高于自然同步点转速时，励磁控制器控制逆变单元输出正相序；当发电机转速低于自然同步点转速时，励磁控制器控制逆变单元输出反相序；当发电机转速在自然同步点转速时，为使发电机输出交流电频率保持在 50Hz，逆变单元的输出频率应为 0Hz，而这会给逆变单元带来较大的损耗，所以励

磁控制器控制逆变单元输出 1Hz，通过偏频减少逆变单元损耗；

3) 恒压方法：励磁控制器根据电压传感器对应的发电机输出电压值和当前励磁电流频率，实时调节逆变单元的输出电压幅值，使发电机功率绕组的输出交流电有效值保持在 400V；

4) 欠压保护方法：当负载突加造成直流母线电压过低时，直流补偿单元的输出电压高于直流母线电压，直流补偿单元自动切入，使逆变单元保持正常工作状态，同时，励磁控制器控制逆变单元提高输出电压幅值，使发电机输出电压升高到正常设定值，此时直流母线电压也相应升高，当直流母线电压高于直流补偿单元的输出电压时，直流补偿单元自动切除；

5) 过压保护方法：当船用柴油机轴带高速牵引无刷双馈轴带发电机，直流母线电压值高于整流回馈单元的回馈开启电压值时，整流回馈单元自动将直流母线电容储存剩余能量释放回馈给无刷双馈轴带发电机输出端，使直流母线电压不会过高以至于逆变单元不能正常工作。

本发明的优越性和技术效果在于：提供一种用于船用柴油机轴带无刷双馈发电机控制系统结构和控制方法，使船用柴油机轴带无刷双馈发电机在船舶主柴油机的轴转速变化的工况下实现自行起励发电并具有恒压恒频的能力，在无刷双馈发电机运行中的换相转速点附近采用偏频控制策略使发电机负载特性平滑过渡并具有一定的带负载能力。这种新型控制系统结构和方法使船用柴油机轴带无刷双馈发电机运行效率高、节能、稳定好、可靠性高。

附图说明：

图 1 为本发明的整体结构示意图

图 2 为励磁控制器的结构示意图

图 3 为直流补偿单元的结构示意图

具体实施方式

下面结合附图对本发明作出进一步详细的说明。

在图 1 中,船用无刷双馈轴带发电机励磁控制系统结构 1 连接于一个无刷双馈轴带发电机 15 的功率绕组 15、控制绕组 16、旋转编码器 17、船舶电站 12、船舶 220V 蓄电池组 13 之间。其特点是:该船用无刷双馈轴带发电机励磁控制系统结构 1 包括接触器 2、升压变压器 3、整流回馈单元 4、直流补偿单元 5、逆变单元 6、操作面板 7、励磁控制器 8、AB 相电压传感器 9、CA 相电压传感器 10、BC 相电压传感器 11。其中:

接触器 2 的输入端与轴带发电机 14 的三相功率绕组 15 相连,接触器 2 的输出端与船舶电站 12 相连;升压变压器 3 的输入端与轴带发电机 14 的三相功率绕组 15 相连,升压变压器 3 的输出端与整流回馈单元 4 的交流输入端相连;整流回馈单元 4 和逆变单元 6 的直流输入端相连;直流补偿单元 5 的输入端和直流 220V 蓄电池组 13 相连,直流补偿单元 5 的输出端和逆变单元 6 的直流输入端相连;逆变单元 6 的三相交流输出端和轴带发电机 14 的控制绕组 16 相连;励磁控制器 8 的输入端连接操作面板 7、AB 相电压传感器 9、CA 相电压传感器 10、BC 相电压传感器 11、轴带发电机 16 的旋转编码器 17,励磁控制器 8 的输出端连接接触器 2、直流补偿单元 5 和逆变单元 6。

接触器 2 的作用是确保轴带发电机 14 在起励过程中,功率绕组 15 与船

船舶电站 12 断开，只有起励过程完成，轴带发电机 14 的功率绕组 15 的输出电压稳定后，才能闭合接触器 2，轴带发电机 14 给船舶电站 12 供电。

升压变压器 3 的作用是在保持轴带发电机 14 的功率绕组 15 的输出电压为额定电压 400V 的同时，提高整流回馈单元 4 的输入电压，有利于保持直流母线电压的稳定。升压变压器 3 可采用自耦变压器形式实现。

整流回馈单元 4 的作用是实现电能可在轴带发电机 14 的功率绕组 15 和直流母线间的双向流动。整流回馈单元可以把三相交流电整流成直流电供给直流母线，进而通过逆变单元 6 提供给轴带发电机 14 的控制绕组 16，当控制绕组 16 也向外发电时，整流回馈单元 4 工作在回馈模式，控制绕组 16 产生的电能经过逆变单元 6、整流回馈单元 4、升压变压器 3 回馈到功率绕组 15 的三相输出端。

直流补偿单元 5 的作用是为轴带发电机 15 提供起励电源并在运行过程中保证直流母线的稳定。

逆变单元 6 的作用是把直流母线电压逆变成幅值、频率、相序可调的三相交流电压并输出到轴带发电机 14 的三相控制绕组 16。

操作面板 7 的作用是提供轴带发电机励磁控制系统 1 的启动和停止信号，励磁控制器 8 接收到该信号后实现相关的控制。

励磁控制器 8 的作用是通过控制接触器 2、直流补偿单元 5 和逆变单元 6，实现轴带发电机 14 的起励、恒压和恒频控制。

三个电压传感器 9、10、11 的作用是为励磁控制器 8 提供轴带发电机 14 的输出电压瞬时测量值，该传感器可选用霍尔传感器形式。

在图 2 中，励磁控制器 8 连接于操作面板 7、AB 相电压传感器 9、CA

相电压传感器 10、BC 相电压传感器 11、编码器 17、接触器 2、直流补偿单元 5 和逆变单元 6 之间。其特点是：该励磁控制器 8 包括起励控制模块 81、恒压控制模块 82 和恒频控制模块 83。其中：

起励控制模块 81 的输入端与操作面板 7 的输出端相连，起励控制模块 81 的输出端和接触器 2、直流补偿单元 5、恒压控制模块 82、恒频控制模块 83 的输入端相连；AB 相电压传感器 9、CA 相电压传感器 10、BC 相电压传感器 11 的输出端和恒压控制模块 82 的输入端相连；编码器 17 的输出端和恒频控制模块 83 的输入端相连；恒压控制模块 82、恒频控制模块 83 的输出端和逆变单元 6 的输入端相连。

起励控制模块 81 的作用是实现轴带发电机 14 的起励过程，当收到操作面板的启动信号后，起励控制模块 81 首先要断开接触器 2，同时控制直流补偿单元为直流母线充电，然后通过恒压控制模块 82 和恒频控制模块 83，控制逆变单元 6 逐步提高励磁电压，使轴带发电机 14 的功率绕组 15 输出电压达到稳定的 400V，此时起励控制模块 81 闭合接触器 2，轴带发电机 14 可以给船舶电站 12 供电。在起励过程中，直流补偿单元 5 的输出电压高于整流回馈单元 4 的输出电压，励磁能量来自直流 220V 蓄电池 13，当起励过程完成后，整流回馈单元 4 的输出电压高于直流补偿单元 5 的输出电压，直流补偿单元 5 不再输出电流，励磁能量来自轴带发电机 14 的功率绕组 15。

恒压控制模块 82 的作用是保证轴带发电机 14 的功率绕组 15 输出电压稳定在额定值 400V，瞬间波动小于正负 10%。恒压控制模块通过比较三相电压传感器 9、10、11 的测量值和额定 400V 之间的差值，调整逆变单元 6 的输出电压幅值，来保持功率绕组 15 输出电压稳定。

恒频控制模块 83 的作用是保证轴带发电机 14 的功率绕组 15 输出频率稳定在额定值 50Hz，频率偏差小于 0.1Hz。恒频控制模块通过比较编码器 17 检测到的轴带发电机 14 实际转速和自然同步点转速的差值，调整逆变单元 6 的输出电压频率，来保持功率绕组 15 输出频率稳定。

在图 3 中，直流补偿单元 5 连接于直流 220V 蓄电池 13、整流回馈单元 4、逆变单元 6 和励磁控制器 8 之间。其特点是：该直流补偿单元 5 包括升压斩波电源 51、电容储能模块 52 和充电控制模块 53。其中：

升压斩波电源 51 的输入端连接到直流 220V 蓄电池 13 的输出端；电容储能模块 52 的输入端连接到升压斩波电源 51 的输出端；充电控制模块 53 的输入端与电容储能模块 52 的输出端、励磁控制器 8 的输出端相连；充电控制模块 53 的输出端与整流回馈单元 4 的输出端、逆变单元 6 的输入端相连。

升压斩波电源 51 的作用是把蓄电池组 13 的 220V 直流电，升压到可直接供逆变单元 6 工作的 400V 以上直流电。电容储能模块是为直流母线提供尖峰功率，当轴带发电机 14 的功率绕组 15 输出电压下降时，会导致直流母线电压下降，电容储能模块可迅速为直流母线提供能量，保持直流母线电压稳定。充电控制模块的作用是在轴带发电机 14 起励时避免产生对逆变单元 6 内部的电容直接充电导致的瞬时大电流。

权利要求书

1. 一种用于船用柴油机无刷双馈轴带发电机的励磁控制系统结构，它连接于一个无刷双馈轴带发电机的功率绕组、控制绕组、旋转编码器、船舶电站、船舶 220V 蓄电池组之间，其特征在于：所述的船用无刷双馈轴带发电机励磁控制系统结构由接触器、升压变压器、整流回馈单元、直流补偿单元、逆变单元、操作面板、励磁控制器、AB 相电压传感器、CA 相电压传感器、BC 相电压传感器组成。

2. 根据权利要求 1 所述的一种用于船用柴油机无刷双馈轴带发电机的励磁控制系统结构，其特征在于：所述接触器的输入端与轴带发电机的三相功率绕组相连，接触器的输出端与船舶电站相连；升压变压器的输入端与轴带发电机的三相功率绕组相连，升压变压器的输出端与整流回馈单元的交流输入端相连；整流回馈单元和逆变单元的直流输入端相连；直流补偿单元的输入端和直流 220V 蓄电池组相连，直流补偿单元的输出端和逆变单元的直流输入端相连；逆变单元的三相交流输出端和轴带发电机的控制绕组相连；励磁控制器的输入端连接操作面板、AB 相电压传感器、CA 相电压传感器、BC 相电压传感器、轴带发电机的旋转编码器，励磁控制器的输出端连接接触器、直流补偿单元和逆变单元。

3. 一种控制权利要求 1 所述船用柴油机无刷双馈轴带发电机励磁控制系统结构的方法，其特征在于：

1) 起励方法：无刷双馈轴带发电机在船用柴油机轴带低速牵引下进行起励发电时，励磁控制器断开接触器，使得发电机功率绕组与电气负载断开，船上的直流 220V 蓄电池组经过直流补偿单元和逆变单元为发电机的控制绕

组提供励磁电流，实现起励，当发电机空载输出电压稳定后，励磁控制器闭合接触器，接入电气负载，此时直流母线电压高于直流补偿单元的输出电压，直流补偿单元自动切除，此时励磁控制系统用轴带发电机所发出的电对轴带发电机进行励磁，起励过程完成；

2) 恒频方法：励磁控制器根据旋转编码器对应的发电机转速，实时调节逆变单元的输出电压频率，使发电机输出交流电频率保持在 50Hz，逆变单元的输出电压频率正比于发电机实际转速和自然同步点转速的差，当发电机转速高于自然同步点转速时，励磁控制器控制逆变单元输出正相序；当发电机转速低于自然同步点转速时，励磁控制器控制逆变单元输出反相序；当发电机转速在自然同步点转速时，为使发电机输出交流电频率保持在 50Hz，逆变单元的输出频率应为 0Hz，而这会给逆变单元带来较大的损耗，所以励磁控制器控制逆变单元输出 1Hz，通过偏频减少逆变单元损耗；

3) 恒压方法：励磁控制器根据电压传感器对应的发电机输出电压值和当前励磁电流频率，实时调节逆变单元的输出电压幅值，使发电机功率绕组的输出交流电有效值保持在 400V；

4) 欠压保护方法：当负载突加造成直流母线电压过低时，直流补偿单元的输出电压高于直流母线电压，直流补偿单元自动切入，使逆变单元保持正常工作状态，同时，励磁控制器控制逆变单元提高输出电压幅值，使发电机输出电压升高到正常设定值，此时直流母线电压也相应升高，当直流母线电压高于直流补偿单元的输出电压时，直流补偿单元自动切除；

5) 过压保护方法：当船用柴油机轴带高速牵引无刷双馈轴带发电机，直流母线电压值高于整流回馈单元的回馈开启电压值时，整流回馈单元自动

将直流母线电容储存剩余能量释放回馈给无刷双馈轴带发电机输出端,使直流母线电压不会过高以至于逆变单元不能正常工作。

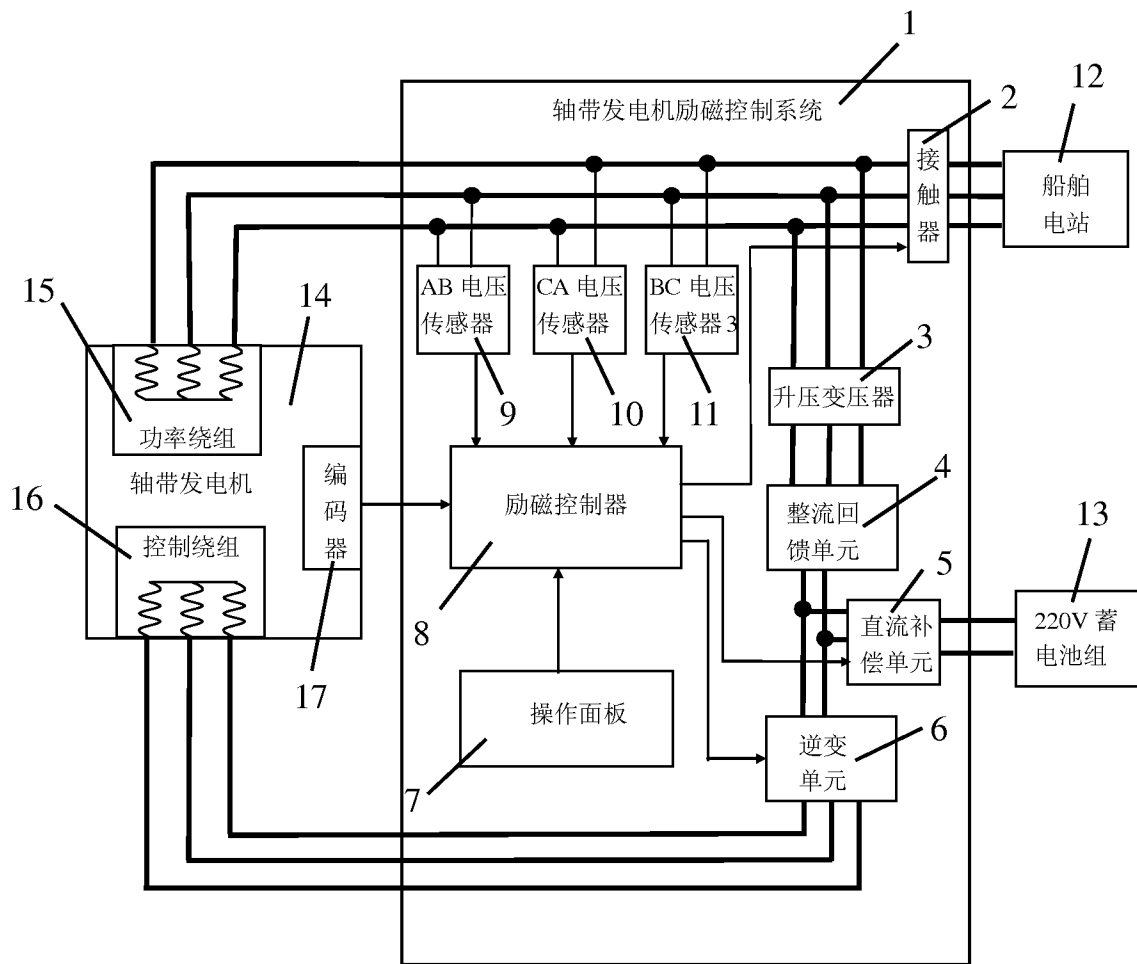


图 1

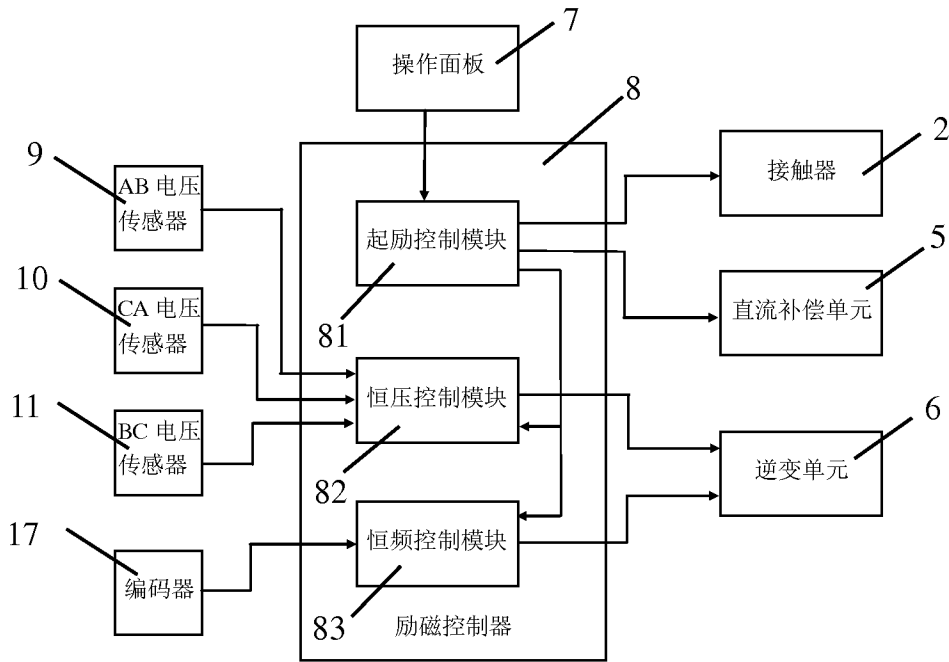


图 2

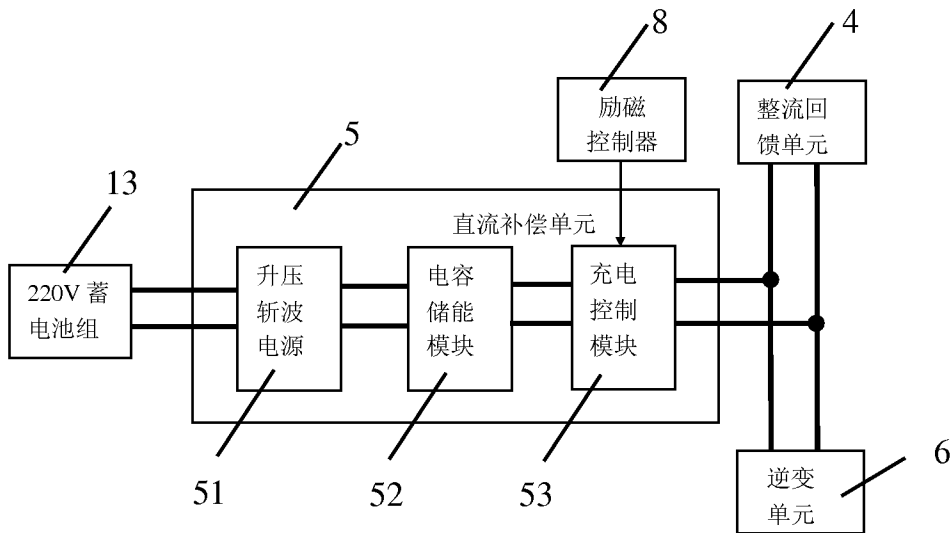


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2009/072296

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See extra sheet

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)

IPC: H02P

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)

CPRS; CNKI; WPI; EPODOC; IEEE SHAFT, GENERATOR?, EXCITAT+, EXCIT+, SHIP?, MARINE?, INBOARD, ON, BOARD

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006166494 A (NISHISHIBA DENKI KK) 22 June 2006 (22. 06. 2006) the whole document	1-3
A	DE 3602160 A1 (SIEMENS AG) 30 July 1987 (30. 07. 1987) the whole document	1-3
A	CN 1087454 A (WANG, Bingshan) 01 June 1994 (01. 06. 1994) the whole document	1-3

 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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 26 December 2009 (26. 12. 2009)	Date of mailing of the international search report 07 Jan. 2010 (07.01.2010)
--	--

Name and mailing address of the ISA/CN
The State Intellectual Property Office, the P.R.China
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China
100088
Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer

SONG Xuemei

Telephone No. (86-10)62411797

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2009/072296

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2006166494 A	22. 06. 2006	NONE	
DE 3602160 A1	30. 07. 1987	NONE	
CN 1087454 A	01. 06. 1994	NONE	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2009/072296

Continuation of Box A in second sheet

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P 9/14 (2006.01) i

H02P 9/48 (2006.01) i

H02P 9/44 (2006.01) i

H02H 7/06 (2006.01) i

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2009/072296

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
JP 2006166494 A	22. 06. 2006	无	
DE 3602160 A1	30. 07. 1987	无	
CN 1087454 A	01. 06. 1994	无	

续第 2 页 A 栏:

主题的分类

H02P 9/14 (2006.01) i

H02P 9/48 (2006.01) i

H02P 9/44 (2006.01) i

H02H 7/06 (2006.01) i