

(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
2020 年 3 月 5 日 (05.03.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/043091 A1

(51) 国际专利分类号:
H02P 7/29 (2016.01)

杜智勇(DU, Zhiyong); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/102825

(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)。

(22) 国际申请日: 2019 年 8 月 27 日 (27.08.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811003100.4 2018年8月30日 (30.08.2018) CN

(71) 申请人: 比亚迪股份有限公司(BYD COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。

(72) 发明人: 徐鲁辉(XU, Luhui); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。 肖恺(XIAO, Kai); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (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, 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。

(54) Title: PROTECTION METHOD AND SYSTEM FOR INVERTER, AND VEHICLE

(54) 发明名称: 逆变器的保护方法和系统以及车辆

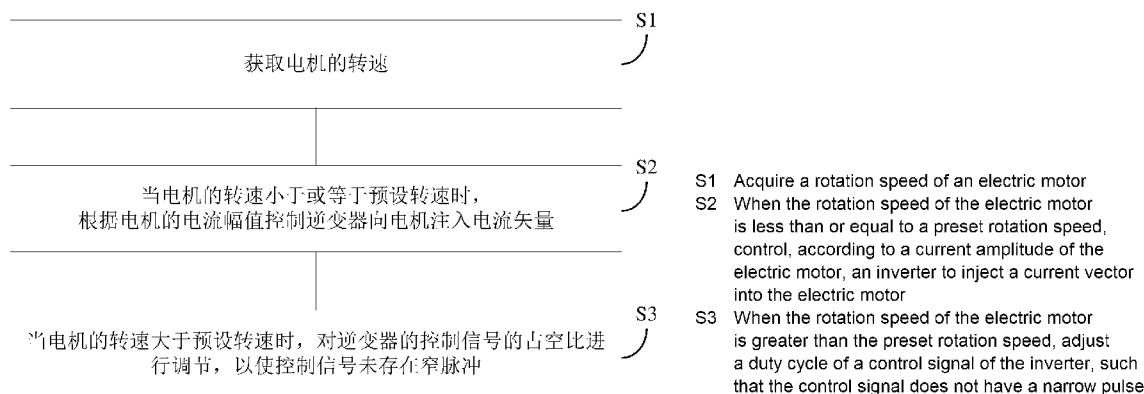


图 1

(57) Abstract: Provided are a protection method and system for an inverter, and a vehicle. The inverter is used for driving an electric motor. The method comprises the following steps: acquiring a rotation speed of an electric motor; when the rotation speed of the electric motor is less than or equal to a preset rotation speed, determining that a control algorithm to be used is a current control algorithm, and controlling, according to a current amplitude of the electric motor, the inverter to inject a current vector into the electric motor; and when the rotation speed of the electric motor is greater than the preset rotation speed, determining that the control algorithm to be used is a pulse control algorithm, and adjusting a duty cycle of a control signal of the inverter.

(57) 摘要: 本申请提出一种逆变器的保护方法和系统以及车辆, 所述逆变器用于驱动电机, 所述方法包括以下步骤: 获取所述电机的转速; 当所述电机的转速小于或等于预设转速时, 确定所述待使用的控制算法为所述电流控制算法, 并根据所述电机的电流幅值控制逆变器向所述电机注入电流矢量; 当所述电机的转速大于所述预设转速时, 确定所述待使用的控制算法为所述脉冲控制算法, 并对所述逆变器的控制信号的占空比进行调节。

(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))。

逆变器的保护方法和系统以及车辆

相关申请的交叉引用

- 5 本申请要求比亚迪股份有限公司于 2018 年 8 月 30 日提交的、申请名称为“逆变器的保护方法和系统以及车辆”的、中国专利申请号“201811003100.4”的优先权。

技术领域

本申请涉及车辆技术领域，尤其涉及一种逆变器的保护方法和系统以及车辆。

10

背景技术

- 在车辆控制运行过程中，例如轨道列车牵引逆变器运行过程中，由于轨道列车的惯性较大，以及多动力分布等因素，会在电机低速运行时，产生极微小的过零驱动电流，从而导致逆变器中的二极管不能有效开通，即未完全开通就发生关断；在电机高速运行时，因
15 满荷运行，功率开关管的占空比几近 100% 的状态，尤其在母线电压较低且大功率运行时，这种高占空比的开通状态时有发生。因此，相关技术中逆变器的运行会对功率模块造成不利影响，严重时，甚至会导致功率模块损坏。

发明内容

- 20 本申请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，本申请的第一个目的在于提出一种逆变器的保护方法，以能够有效防止牵引逆变器因出现驱动窄脉冲现象引发的损坏。

本申请的第二个目的在于提出一种逆变器的保护系统。

本申请的第三个目的在于提出一种车辆。

- 25 本申请的第四个目的在于提出一种非临时性计算机可读存储介质。

- 为达上述目的，本申请第一方面提出了一种逆变器的保护方法，所述逆变器用于驱动电机，所述方法包括以下步骤：获取所述电机的转速；当所述电机的转速小于或等于预设转速时，确定所述待使用的控制算法为电流控制算法，并根据所述电机的电流幅值控制逆变器向所述电机注入电流矢量；当所述电机的转速大于所述预设转速时，确定所述待使用的
30 的控制算法为脉冲控制算法，并对所述逆变器的控制信号的占空比进行调节，以使所述控制信号未存在窄脉冲，其中，所述窄脉冲的脉冲宽度小于预设阈值。

根据本申请的逆变器的保护方法，通过电机转速确定待使用的控制算法，当电机的转

速小于或等于预设转速时，确定待使用的控制算法为电流控制算法，并根据电机的电流幅值控制逆变器向电机注入电流矢量，当电机的转速大于预设转速时，确定待使用的控制算法为脉冲控制算法，并对逆变器的控制信号的占空比进行调节，以使控制信号未存在窄脉冲。由此，本申请实施例的保护方法能够通过确定待使用的控制算法，以在采用不同控制

5 算法时对逆变器进行不同的控制策略，从而在牵引电机全速度段运行过程中，能够有效防止牵引逆变器因出现驱动窄脉冲现象引发的损坏，在不改变硬件电路拓扑结构的情况下，仅通过软件算法即可提高牵引逆变器的运行安全性和可靠性。

为达上述目的，本申请第二方面提出了一种逆变器的保护系统，包括：逆变器，所述逆变器与电机相连以驱动所述电机；控制模块，所述控制模块与所述逆变器相连，所述控制模块用于进行获取所述电机的转速；当所述电机的转速小于或等于预设转速时，确定所

10 述待使用的控制算法为电流控制算法，并根据所述电机的电流幅值控制逆变器向所述电机注入电流矢量；当所述电机的转速大于所述预设转速时，确定所述待使用的控制算法为脉冲控制算法，并对所述逆变器的控制信号的占空比进行调节，以使所述控制信号未存在窄脉冲，其中，所述窄脉冲的脉冲宽度小于预设阈值。

根据本申请的逆变器的保护系统，通过逆变器驱动电机，控制模块通过电机转速确定待使用的控制算法，当电机的转速小于或等于预设转速时，确定待使用的控制算法为电流控制算法，并根据电机的电流幅值控制逆变器向电机注入电流矢量，当电机的转速大于预设转速时，确定待使用的控制算法为脉冲控制算法，并对逆变器的控制信号的占空比进行调节，以使控制信号未存在窄脉冲。由此，本申请实施例的保护系统能够通过确定待使用

15 的控制算法，以在采用不同控制算法时对逆变器进行不同的控制策略，从而在牵引电机全速度段运行过程中，能够有效防止牵引逆变器因出现驱动窄脉冲现象引发的损坏，在不改变硬件电路拓扑结构的情况下，仅通过软件算法即可提高牵引逆变器的运行安全性和可靠性。

为达上述目的，本申请第三方面提出了一种车辆，包括根据所述的逆变器的保护系统。

25 本申请附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本申请的实践了解到。

附图说明

本申请上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

30

图 1 为本申请一个实施例的逆变器的保护方法的流程图；

图 2 为本申请另一个实施例的逆变器的保护方法的流程图；

图 3 为本申请又一个实施例的逆变器的保护方法的流程图；

图 4 为本申请一个实施例的逆变器的保护系统的方框示意图；

图 5 为本申请一个实施例的车辆方框示意图。

5

具体实施方式

下面详细描述本申请的实施例，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，旨在用于解释本申请，而不能理解为对本申请的限制。

10 在轨道交通牵引逆变器运行过程中，功率模块的窄脉冲是引起功率模块失效的重要因素之一。其中，功率模块的窄脉冲现象是指 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor，绝缘栅双极型晶体管) 未完全开通又发生关断的现象。在功率模块的 IGBT 或二极管在未完全开通又关断的过程中，产生的变化量 di/dt 要比正常完全开通再关断的情况大很多，因此，会对 IGBT 单元产生极大的关断电压尖峰，对二极管产生较大的振荡，从而对功率模块有不利的影响，造成 IPM (Intelligent Power Module，智能功率模块) 故障，严重时，会导致功率模
15 块损坏。

相关技术中，为了解决上述问题，通常采用的方法是：硬件方面，优化电路拓扑，减小电路中的杂散电感或减少电流的变化量 di/dt ，以避免热击穿或高压击穿；软件方面，采用消除窄脉冲的算法，当 PWM (Pulse Width Modulation，脉宽调制) 满调制时，在输出的
20 PWM 波形中出现小于某一个阈值（例如 4us）的窄脉冲时，直接输出 0 占空比。

但是，相关技术中存在的问题是，上述软件方面消除窄脉冲的算法，并不能完全消除功率模块窄脉冲的影响，不利于功率模块的安全驱动。而且，在 IGBT 驱动窄脉冲的消除算法，存在较为明显的输出电压损失，不利于电机峰值功率的输出。

基于此，本申请提出了一种逆变器的保护方法和系统。

25 下面参考附图描述本申请实施例的逆变器的保护方法和系统。

图 1 为本申请实施例的逆变器的保护方法的流程图。其中，逆变器用于驱动电机。如图 1 所示，本申请实施例的逆变器的保护方法，包括以下步骤：

S1：获取电机的转速。

需要说明的是，在本申请实施例中，可通过获取电机转速来确定控制算法，其中，控
30 制算法包括电流控制算法和脉冲控制算法。

S2：当电机的转速小于或等于预设转速时，根据电机的电流幅值控制逆变器向电机注

其中，根据电流调整指令进行查表确定电机的电流幅值。

应当理解的是，在车辆运行过程中，当需要改变车辆状态时，会发送电流调整指令，以根据电流调整指令进行查表确定电机的电流幅值，再根据电流幅值确定电流矢量并注入电机，从而实现对电机的控制，因此，由于该方法是通过电流情况进行控制则定义为电流控制算法，即，当电机的转速小于或等于预设转速时，确定待使用的控制算法为电流控制算法，并根据电流的电流幅值控制逆变器向电机注入电流矢量。

还需要说明的是，用于根据电流调整指令查询的表格可通过第一离线测试获取，即言，在第一离线测试过程中获取电流调整指令与电机的电流幅值之间的对应关系，以使在电机运行过程中获取到电流调整指令后，通过查表即可确定电机的电流幅值。

其中，电流矢量可包括直轴电流和交轴电流。电流调整指令包括直轴电流参考值和交轴电流参考值，根据直轴电流参考值和交轴电流参考值查表确定电机的电流幅值。

具体地，如图 2 所示，根据电机的电流幅值向电机注入电流矢量包括：

S201：当电机的电流幅值 I_s 小于预设电流阈值时，将电流矢量的直轴电流参考值 I_{dref} 设定为预设电流阈值，并将电流矢量的交轴电流参考值 I_{qref} 设定为交轴电流设定值 I_{q_table} 。

其中，预设电流阈值可为 10A。

预设电流阈值和交轴电流设定值 I_{q_table} 均可通过第二离线测试获得，即言，在电机的电流幅值 I_s 小于预设电流阈值时，注入后的电流矢量的直轴电流参考值 I_{dref} 和交轴电流参考值 I_{qref} 的值均由第二离线测试获得。应当注意的是，在第二离线测试时，需要考虑电机控制器功率模型特性和电机负载的特性情况，以保证电机控制器功率模块中二极管有足够的开通和反向恢复的时间。

需要说明的是，当轨道列车运行在低速驱动或滑行时，因惯性的原因，存在极小的过零驱动电流。在这种情况下，为防止二极管反向恢复电压的震荡带来的 IPM 故障或是功率模块的损坏，本申请实施例采用注入一定的无功电流来避免这种风险。其中，在本申请实施例中，无功电流设定值为预设电流阈值，即 10A。

S202：当电机的电流幅值 I_s 大于或等于预设电流阈值时，将电流矢量的直轴电流参考值 I_{dref} 设定为直轴电流设定值 I_{d_table} ，并将电流矢量的交轴电流参考值 I_{qref} 设定为交轴电流设定值 I_{q_table} 。其中，直轴电流设定值 I_{d_table} 可等于或略大于 10A

应当理解的是，直轴电流设定值 I_{d_table} 和交轴电流设定值 I_{q_table} 也可通过第二离线测试获得，在第二离线测试中，需要充分考虑电机控制性能，通过应用的电机控制算法建

立电机输出扭矩和交直轴控制电流之间的关系，从而确定出直轴电流设定值 I_{d_table} 和交轴电流设定值 I_{q_table} 。

即言，在电机的电流幅值 I_s 大于或等于预设电流阈值时，通过向电机注入直轴电流设定值 I_{d_table} 和交轴电流设定值 I_{q_table} 来在保证电机控制器功率模型特性和电机负载的特性情况下，满足电流调整指令的控制需求，并在电机电机的电流幅值 I_s 小于预设电流阈值时，通过向电机注入预设电流阈值来防止二极管反向恢复电压的震荡带来的 IPM 故障或是功率模块的损坏，同时注入交轴电流设定值 I_{q_table} 以保证电机控制器功率模型特性和电机负载的特性情况。

具体而言，获取电机的转速，当电机的转速小于或等于预设转速时，确定待使用的控制算法为电流控制算法，判断电机的电流幅值 I_s 与预设电流阈值的大小关系，当电机的电流幅值 I_s 小于预设电流阈值时，即 $I_s < 10A$ 时，则将电流矢量的直流电流参考值 I_{dref} 设定为预设电流阈值，并将电流矢量的交轴电流参考值 I_{qref} 设定为交轴电流设定值 I_{q_table} ，即 $I_{dref}=10A$ 且 $I_{qref}=I_{q\_table}$ ；当电机的电流幅值 I_s 大于或等于预设电流阈值时，即 $I_s \geq 10A$ ，将电流矢量的直轴电流参考值 I_{dref} 设定为直轴电流设定值 I_{d_table} ，并将电流矢量的交轴电流参考值 I_{qref} 设定为交轴电流设定值 I_{q_table} ，即 $I_{dref}=I_{d\_table}$ 且 $I_{qref}=I_{q\_table}$ 。

由此，本申请实施例能够在电机低速运行时，通过向功率模块注入无功电流，以保证功率模块中的二极管具有足够的开通时间，从而减少微小过零电流对二极管的不利影响，同时也不输出电机扭矩。

S3：当电机的转速大于预设转速时对逆变器的控制信号的占空比进行调节，以使控制信号未存在窄脉冲。其中，窄脉冲的脉冲宽度小于预设阈值。

需要说明的是，预设阈值是为了防止较小的占空比对电机控制器的功率模块带来损坏，因为较小的占空比作用功率模块上时，会致使 IGBT 在尚未完成开通/关断的动作时就进入下一次关断/开通动作，从而引起过压，导致功率模块损坏。因此，本申请实施例通过检测占空比的大小，并对其加以处理，能够避免窄脉冲带来的风险。其中，预设阈值，即为避免 IGBT 未完全开通/关断动作的时间阈值。由于该过程为对脉冲宽度的调节，因此，定义为脉冲控制算法。

还需要说明的是，占空比为在一个控制周期内，IGBT 开通时间相对于总时间所占的比例；脉冲包括正脉冲和负脉冲，正脉冲的脉冲宽度为 IGBT 开通时间占总时间的比例，负脉冲的脉冲宽度为 IGBT 关断时间占总时间的比例；预设阈值在一个控制周期内具有对应的预设脉冲宽度，因此，窄脉冲为脉冲宽度小于预设脉冲宽度的脉冲。进一步地，对逆变器的控制信号的占空比进行调节，使控制信号未存在窄脉冲，即言，在一个控制周期内不

存在大于零且小于预设脉冲宽度的脉冲，其中，包括正脉冲和负脉冲，具体地，在一个控制周期内正脉冲的脉冲宽度和负脉冲的脉冲宽度可均大于或等于预设脉冲宽度，也可只有正脉冲或只有负脉冲，但正脉冲的脉冲宽度和负脉冲的脉冲宽度均不可处于大于零且小于预设脉冲宽度的脉冲宽度范围，由此，通过使控制周期内不存在脉冲宽度大于零且小于预设脉冲宽度的脉冲来避免出现窄脉冲。

应当理解的是，逆变器包括由多组桥臂组成，其中，每组桥臂中包含上下两个 IGBT，且每组桥臂中上下两个 IGBT 不同时开通。以三相桥式逆变器为例，三相桥式逆变器可包括三组相互并联的桥臂，即六个 IGBT，在每组桥臂工作时其中的上下两个 IGBT 交替开通。基于此，对逆变器中任一 IGBT 的控制信号的占空比进行控制，即可实现同时对整个逆变器中的多个 IGBT 的控制。

如图 3 所示，对逆变器的控制信号的占空比进行调节包括：

S301：获取控制信号的占空比。

S302：当占空比大于第一预设阈值时，将输入到逆变器的控制信号的占空比调整为 100%。

其中，第一预设阈值为 100%减去 a 倍的预设阈值的差值，其中，a 为大于 0 且小于 1 的数值。a 优选为 1/2。

S303：当占空比大于或等于第二预设阈值且小于或等于第一预设阈值时，将输入到逆变器的控制信号的占空比调整为第二预设阈值。

同理，当占空比小于第三预设阈值时，将输入到逆变器的控制信号的占空比调整为 0%；当占空比大于或等于第三预设阈值且小于或等于预设阈值时，将输入到逆变器的控制信号的占空比调整为预设阈值。

其中，第二预设阈值为 100%减去预设阈值的差值，第三预设阈值为 0%加上 a 倍的预设阈值的值。

需要说明的是，当轨道列车运行在较高速大功率时，功率模块的占空比约为 100%，当一个桥臂的开通时间过长，则该桥臂的关断过程就可能出现窄脉冲，此时，IGBT 模块存在窄脉冲开启关闭的风险，本申请实施例采用窄脉冲避让的策略，即言，在脉冲宽度小于预设阈值时，通过调整使占空比为 100%或将脉冲宽度调整为预设脉冲宽度（将占空比调整为第二预设阈值），从而消除窄脉冲现象，避免窄脉冲对功率模块的损害。在消除 IGBT 窄脉冲的同时，也尽量减少其对电机输出功率的影响。

具体而言，获取电机的转速，当电机的转速大于预设转速时，确定待使用的控制算法为脉冲控制算法，获取控制信号的占空比 Duty0，当占空比 Duty0 大于第一预设阈值时，

将输入到逆变器的控制信号的占空比 $Duty$ 调整为 100%，即在正脉冲的脉冲宽度大于第一预设阈值时，负脉冲的脉冲宽度会小于预设脉冲宽度且正脉冲的脉冲宽度对应的占空比更接近 100%，此时，通过调整占空比使该控制周期内不存在负脉冲，来防止该控制周期内出现窄脉冲，在本申请实施例中，第一预设阈值为 100% 减去 a 倍的预设阈值的差值，例如
5 $a=1/2$ ，则有当 $Duty_0 > 98\%$ 时， $Duty=100\%$ ；当占空比 $Duty_0$ 大于或等于第二预设阈值且小于或等于第一预设阈值时，将输入到逆变器的控制信号的占空比调整为第二预设阈值，即在正脉冲的脉冲宽度大于第二预设阈值且小于第一预设阈值时，负脉冲的脉冲宽度小于预设脉冲宽度且负脉冲的脉冲宽度更接近预设脉冲宽度，此时，通过调整占空比使该控制周期内负脉冲的脉冲宽度等于预设脉冲宽度，来防止该控制周期内出现窄脉冲，其中第二
10 预设阈值为 100% 减去预设阈值的差值，即，当 $98\% > Duty_0 > 96\%$ 时， $Duty=96\%$ 。

当占空比小于第三预设阈值时，即正脉冲的脉冲宽度小于预设脉冲宽度且负脉冲的脉冲宽度对应的占空比更接近 100%，此时，通过调整占空比使该控制周期内不存在正脉冲，来防止该控制周期内出现窄脉冲；当占空比大于或等于第三预设阈值且小于预设阈值时，正脉冲的脉冲宽度小于预设脉冲宽度且正脉冲的脉冲宽度更接近预设脉冲宽度，则将输入
15 到逆变器的控制信号的占空比调整为预设阈值，来防止该控制周期内出现窄脉冲。

应当理解的是，当占空比大于预设阈值且小于第二预设阈值时，可控制不对占空比进行调整。

其中，预设转速可为 300rpm。

由此，本申请实施例能够在电机高速运行时，采取窄脉冲折中避让策略，在减少或避免 IGBT 驱动窄脉冲的同时，不带来较为明显的电压损失，减少对电机峰值功率输出的影响。
20

综上所述，根据本申请实施例的逆变器的保护方法，通过电机转速确定待使用的控制算法，当电机的转速小于或等于预设转速时，确定待使用的控制算法为电流控制算法，并根据电机的电流幅值控制逆变器向电机注入电流矢量，当电机的转速大于预设转速时，确定待使用的控制算法为脉冲控制算法，并对逆变器的控制信号的占空比进行调节，以使控制信号未存在窄脉冲。由此，本申请实施例的保护方法能够通过确定待使用的控制算法，
25 以在采用不同控制算法时对逆变器进行不同的控制策略，从而在牵引电机全速度段运行过程中，能够有效防止牵引逆变器因出现驱动窄脉冲现象引发的损坏，在不改变硬件电路拓扑结构的情况下，仅通过软件算法即可提高牵引逆变器的运行安全性和可靠性。

30 为了实现上述实施例，本申请还提出一种逆变器的保护系统。

图 4 为本申请实施例提供的逆变器的保护系统的方框示意图。如图 4 所示，该逆变器

的保护系统 100, 包括: 逆变器 10 和控制模块 20。

其中, 逆变器 10 与电机相连以驱动电机, 控制模块 20 与逆变器 10 相连, 控制模块 20 用于进行获取电机的转速; 当电机的转速小于或等于预设转速时, 确定待使用的控制算法为电流控制算法, 并根据电机的电流幅值控制逆变器向电机注入电流矢量; 当电机的转速大于预设转速时, 确定待使用的控制算法为脉冲控制算法, 并对逆变器的控制信号的占空比进行调节, 以使控制信号未存在窄脉冲, 其中, 窄脉冲的脉冲宽度小于预设阈值。

控制模块 20 用于, 根据电流调整指令获取电流矢量的直轴电流参考值和交轴电流参考值, 并根据直轴电流参考值和交轴电流参考值计算电机的电流幅值; 当电机的电流幅值小于预设电流阈值时, 将电流矢量的直轴电流参考值设定为预设电流阈值, 并将电流矢量的交轴电流参考值设定为交轴电流设定值; 当电机的电流幅值大于或等于预设电流阈值时, 将电流矢量的直轴电流参考值设定为直轴电流设定值, 并将电流矢量的交轴电流参考值设定为交轴电流设定值。

控制模块 20 用于, 获取控制信号的占空比; 当占空比大于第一预设阈值时, 将输入到逆变器的控制信号的占空比调整为 100%; 当占空比大于或等于第二预设阈值且小于或等于第一预设阈值时, 将输入到逆变器的控制信号的占空比调整为第二预设阈值, 其中, 第二预设阈值为 100%减去预设阈值的差值。

控制模块 20 用于, 当占空比小于第三预设阈值时, 将输入到逆变器的控制信号的占空比调整为 0%; 当占空比大于或等于第三预设阈值且小于或等于预设阈值时, 将输入到逆变器的控制信号的占空比调整为预设阈值; 其中, 第三预设阈值为 0%加上 a 倍的预设阈值的值, a 为大于 0 且小于 1 的数值。

第一预设阈值为 100%减去 a 倍的预设阈值的差值, 其中, a 为大于 0 且小于 1 的数值。

控制模块 20 进一步用于, 根据电流调整指令进行查表确定电机的电流幅值。

需要说明的是, 前述对逆变器的保护方法实施例的解释说明也适用于该实施例的逆变器的保护系统, 此处不再赘述。

为了实现上述实施例, 本申请还提出了一种车辆, 如图 5 所示, 本申请实施例提出的一种车辆 200 包括逆变器的保护系统 100。

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申请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。

此外，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
5 隐含地包括至少一个该特征。在本申请的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。

流程图中或在此以其他方式描述的任何过程或方法描述可以被理解为，表示包括一个或更多个用于实现定制逻辑功能或过程的步骤的可执行指令的代码的模块、片段或部分，并且本申请的优选实施方式的范围包括另外的实现，其中可以不按所示出或讨论的顺序，
10 包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序，来执行功能，这应被本申请的实施例所属技术领域的技术人员所理解。

在流程图中表示或在此以其他方式描述的逻辑和/或步骤，例如，可以被认为是用于实现逻辑功能的可执行指令的定序列列表，可以具体实现在任何计算机可读介质中，以供指令执行系统、装置或设备（如基于计算机的系统、包括处理器的系统或其他可以从指令执行
15 系统、装置或设备取指令并执行指令的系统）使用，或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用。就本说明书而言，“计算机可读介质”可以是任何可以包含、存储、通信、传播或传输程序以供指令执行系统、装置或设备或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用的装置。计算机可读介质的更具体的示例（非穷尽性列表）包括以下：具有一个或多个布线的电连接部（电子装置），便携式计算机盘盒（磁装置），随机存取存储器（RAM），只
20 读存储器（ROM），可擦除可编程只读存储器（EPROM 或闪速存储器），光纤装置，以及便携式光盘只读存储器（CDROM）。另外，计算机可读介质甚至可以是可在其上打印所述程序的纸或其他合适的介质，因为可以例如通过对纸或其他介质进行光学扫描，接着进行编辑、解译或必要时以其他合适方式进行处理来以电子方式获得所述程序，然后将其存储在计算机存储器中。

应当理解，本申请的各部分可以用硬件、软件、固件或它们的组合来实现。在上述实施方式中，多个步骤或方法可以用存储在存储器中且由合适的指令执行系统执行的软件或固件来实现。如，如果用硬件来实现和在另一实施方式中一样，可用本领域公知的下列技术中的任一项或他们的组合来实现：具有用于对数据信号实现逻辑功能的逻辑门电路的离散逻辑电路，具有合适的组合逻辑门电路的专用集成电路，可编程门阵列（PGA），现场可
25 编程门阵列（FPGA）等。

本技术领域的普通技术人员可以理解实现上述实施例方法携带的全部或部分步骤是可

以通过程序来指令相关的硬件完成，所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中，该程序在执行时，包括方法实施例的步骤之一或其组合。

此外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理模块中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。所述集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用，也可以存储在一个计算机可读存储介质中。

上述提到的存储介质可以是只读存储器，磁盘或光盘等。尽管上面已经示出和描述了本申请的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本申请的限制，本领域的普通技术人员在本申请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、一种逆变器的保护方法，其特征在于，所述逆变器用于驱动电机，所述保护方法包括以下步骤：

5 获取所述电机的转速；

当所述电机的转速小于或等于预设转速时，根据电流调整指令控制逆变器向所述电机注入电流矢量；

当所述电机的转速大于所述预设转速时，对所述逆变器的控制信号的占空比进行调节，以使所述控制信号未存在窄脉冲，其中，所述窄脉冲的脉冲宽度小于预设阈值。

10 2、根据权利要求1所述的逆变器的保护方法，其特征在于，所述根据电流调整指令控制逆变器向所述电机注入电流矢量包括：

根据所述电流调整指令获取电流矢量的直轴电流参考值和交轴电流参考值，并根据所述直轴电流参考值和交轴电流参考值计算电机的电流幅值；

15 当所述电机的电流幅值小于预设电流阈值时，将所述电流矢量的直轴电流参考值设定为所述预设电流阈值，并将所述电流矢量的交轴电流参考值设定为交轴电流设定值；

当所述电机的电流幅值大于或等于预设电流阈值时，将所述电流矢量的直轴电流参考值设定为所述直轴电流设定值，并将所述电流矢量的交轴电流参考值设定为所述交轴电流设定值。

20 3、根据权利要求1或2所述的逆变器的保护方法，其特征在于，所述对输入到所述逆变器的控制信号的占空比进行调节包括：

获取所述控制信号的占空比；

当所述占空比大于第一预设阈值时，将所述输入到所述逆变器的控制信号的占空比调整为100%；

25 当所述占空比大于或等于所述第二预设阈值且小于或等于所述第一预设阈值时，将所述输入到所述逆变器的控制信号的占空比调整为所述第二预设阈值，其中，所述第二预设阈值为100%减去所述预设阈值的差值。

4、根据权利要求3所述的逆变器的保护方法，其特征在于，还包括：

当所述占空比小于第三预设阈值时，将所述输入到所述逆变器的控制信号的占空比调整为0%；

30 当所述占空比大于或等于所述第三预设阈值且小于或等于所述预设阈值时，将所述输入到所述逆变器的控制信号的占空比调整为所述预设阈值；

其中，所述第三预设阈值为 0%加上 a 倍的所述预设阈值的值，a 为大于 0 且小于 1 的数值。

5、根据权利要求 3 所述的逆变器的保护方法，其特征在于，所述第一预设阈值为 100%减去 a 倍的所述预设阈值的差值，其中，a 为大于 0 且小于 1 的数值。

5 6、根据权利要求 1-5 中任一所述的逆变器的保护方法，其特征在于，还包括：

根据电流调整指令进行查表确定所述电机的电流幅值。

7、一种逆变器的保护系统，其特征在于，包括：

逆变器，所述逆变器与电机相连以驱动所述电机；

10 控制模块，所述控制模块与所述逆变器相连，所述控制模块用于进行获取所述电机的转速；当所述电机的转速小于或等于预设转速时，根据所述电机的电流幅值控制逆变器向所述电机注入电流矢量；当所述电机的转速大于所述预设转速时，对所述逆变器的控制信号的占空比进行调节，以使所述控制信号未存在窄脉冲，其中，所述窄脉冲的脉冲宽度小于预设阈值。

8、根据权利要求 7 所述的逆变器的保护系统，其特征在于，所述控制模块进一步用于，
15 根据所述电流调整指令获取电流矢量的直轴电流参考值和交轴电流参考值，并根据所述直轴电流参考值和交轴电流参考值计算电机的电流幅值；

当所述电机的电流幅值小于预设电流阈值时，将所述电流矢量的直轴电流参考值设定为所述预设电流阈值，并将所述电流矢量的交轴电流参考值设定为交轴电流设定值；

20 当所述电机的电流幅值大于或等于预设电流阈值时，将所述电流矢量的直轴电流参考值设定为所述直轴电流设定值，并将所述电流矢量的交轴电流参考值设定为所述交轴电流设定值。

9、根据权利要求 7 或 8 所述的逆变器的保护系统，其特征在于，所述控制模块进一步用于，

获取所述控制信号的占空比；

25 当所述占空比大于第一预设阈值时，将所述输入到所述逆变器的控制信号的占空比调整为 100%；

当所述占空比大于或等于所述第二预设阈值且小于或等于所述第一预设阈值时，将所述输入到所述逆变器的控制信号的占空比调整为所述第二预设阈值，其中，所述第二预设阈值为 100%减去所述预设阈值的差值。

30 10、根据权利要求 9 所述的逆变器的保护系统，其特征在于，所述控制模块进一步用于，

当所述占空比小于第三预设阈值时，将所述输入到所述逆变器的控制信号的占空比调整为 0%；

当所述占空比大于或等于所述第三预设阈值且小于或等于所述预设阈值时，将所述输入到所述逆变器的控制信号的占空比调整为所述预设阈值；

5 其中，所述第三预设阈值为 0%加上 a 倍的所述预设阈值的值，a 为大于 0 且小于 1 的数值。

11、根据权利要求 9 所述的逆变器的保护系统，其特征在于，所述第一预设阈值为 100%减去 a 倍的所述预设阈值的差值，其中，a 为大于 0 且小于 1 的数值。

12、根据权利要求 7-11 中任一所述的逆变器的保护系统，其特征在于，所述控制模块
10 进一步用于，

根据电流调整指令进行查表确定所述电机的电流幅值。

13、一种车辆，其特征在于，包括根据权利要求 7-12 中任一项所述的逆变器的保护系统。

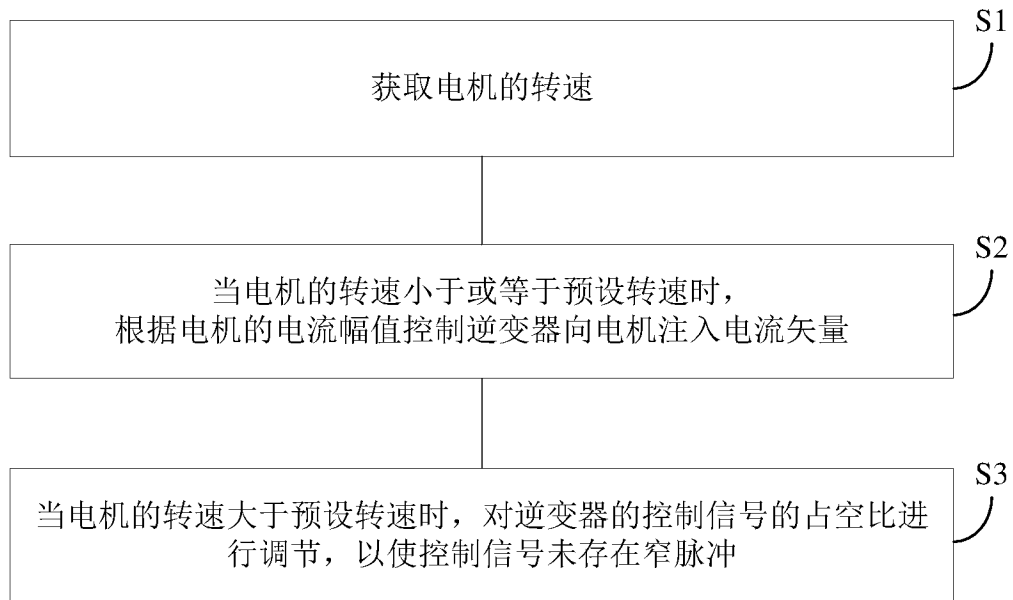


图 1

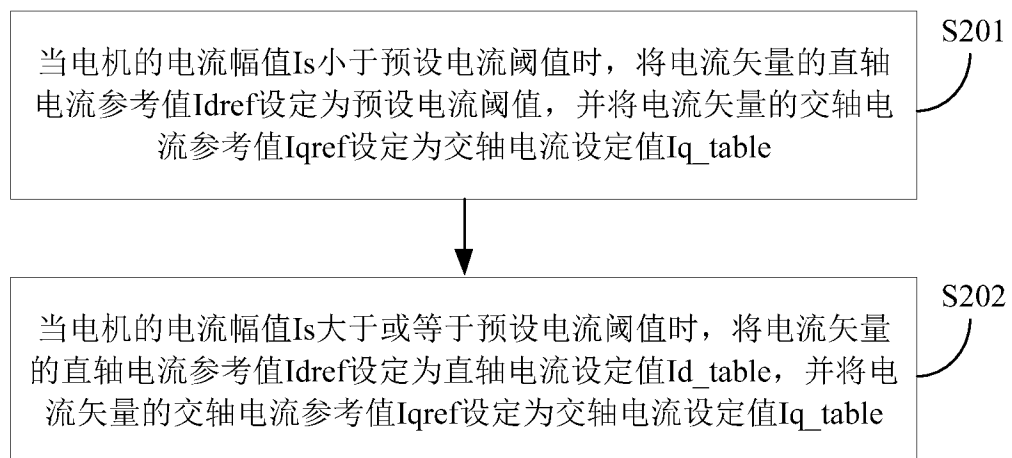


图 2

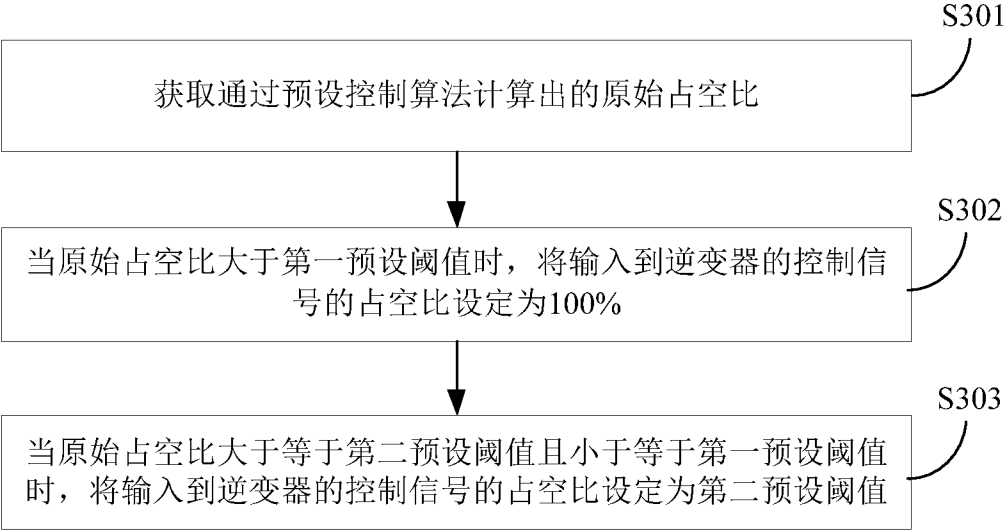


图 3

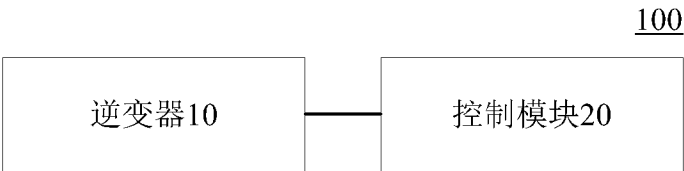


图 4

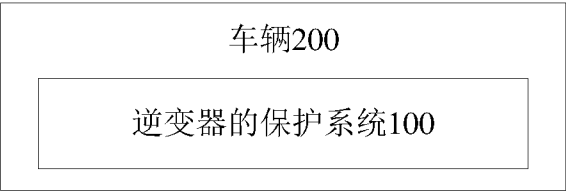


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/102825

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P 7/29(2016.01)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)

H02P; H02K

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, EPODOC, WPI: 转速, 占空比, 预设, 脉冲, 阈值, 电机, 电流, 窄脉冲, 逆变器, motor, speed, PWM, current, narrow, pulse, threshold, duty

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102324882 A (HENAN UNIVERSITY OF ENGINEERING) 18 January 2012 (2012-01-18) description, paragraphs [0035]-[0125], and figures 1-10	1-13
A	CN 101777863 A (CHINA TEX MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERING LTD.) 14 July 2010 (2010-07-14) entire document	1-13
A	CN 104158420 A (SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD.) 19 November 2014 (2014-11-19) entire document	1-13
A	CN 205811887 U (XIAMEN ANSITONG MICROELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 14 December 2016 (2016-12-14) entire document	1-13
A	US 2006110140 A1 (NIDEC CORPORATION) 25 May 2006 (2006-05-25) entire document	1-13



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

05 November 2019

Date of mailing of the international search report

26 November 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/102825

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102969952 A (BEIJING TENGYI SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.) 13 March 2013 (2013-03-13) entire document	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/102825

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	102324882	A	18 January 2012	CN 102324882 B	31 July 2013
CN	101777863	A	14 July 2010	None	
CN	104158420	A	19 November 2014	CN 104158420 B	25 January 2017
CN	205811887	U	14 December 2016	None	
US	2006110140	A1	25 May 2006	US 7141945 B2	28 November 2006
				CN 100517946 C	22 July 2009
				CN 1790892 A	21 June 2006
				JP 2006149141 A	08 June 2006
CN	102969952	A	13 March 2013	CN 102969952 B	02 March 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/102825

A. 主题的分类

H02P 7/29(2016.01)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)

H02P; H02K

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, EP0DOC, WPI: 转速, 占空比, 预设, 脉冲, 阈值, 电机, 电流, 窄脉冲, 逆变器, motor, speed, PWM, current, narrow, pulse, threshold, duty,

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
A	CN 102324882 A (河南工程学院) 2012年 1月 18日 (2012 - 01 - 18) 说明书[0035]-[0125]段、图1-10	1-13
A	CN 101777863 A (北京中纺锐力机电有限公司) 2010年 7月 14日 (2010 - 07 - 14) 全文	1-13
A	CN 104158420 A (阳光电源股份有限公司) 2014年 11月 19日 (2014 - 11 - 19) 全文	1-13
A	CN 205811887 U (厦门安斯通微电子科技有限公司) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 全文	1-13
A	US 2006110140 A1 (NIDEC CORPORATION) 2006年 5月 25日 (2006 - 05 - 25) 全文	1-13
A	CN 102969952 A (北京腾逸科技发展有限公司) 2013年 3月 13日 (2013 - 03 - 13) 全文	1-13

☐ 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

2019年 11月 5日

国际检索报告邮寄日期

2019年 11月 26日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

孔伟

传真号 (86-10)62019451

电话号码 86-(10)-53961513

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/102825

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	102324882	A	2012年 1月 18日	CN	102324882	B	2013年 7月 31日
CN	101777863	A	2010年 7月 14日	无			
CN	104158420	A	2014年 11月 19日	CN	104158420	B	2017年 1月 25日
CN	205811887	U	2016年 12月 14日	无			
US	2006110140	A1	2006年 5月 25日	US	7141945	B2	2006年 11月 28日
				CN	100517946	C	2009年 7月 22日
				CN	1790892	A	2006年 6月 21日
				JP	2006149141	A	2006年 6月 8日
CN	102969952	A	2013年 3月 13日	CN	102969952	B	2016年 3月 2日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)