

(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
2019 年 10 月 17 日 (17.10.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/196352 A1

(51) 国际专利分类号:
H02P 21/14 (2016.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/107684

(22) 国际申请日: 2018 年 9 月 26 日 (26.09.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201810319874.1 2018年4月11日 (11.04.2018) CN

(71) 申请人: 深圳市道通智能航空技术有限公司
(AUTEL ROBOTICS CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽街道学苑大道1001号智园B1栋9层, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 陈毅东 (CHEN, Yidong); 中国广东省深圳市南山区西丽街道学苑大道1001号智园B1栋9层, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京安信方达知识产权代理有限公司 (AFD CHINA INTELLECTUAL PROPERTY LAW OFFICE); 中国北京市海淀区学清路8号B座1601A, Beijing 100192 (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,

(54) Title: MOTOR ACCELERATION METHOD AND APPARATUS, AND ELECTRONIC SPEED REGULATOR AND UNMANNED AERIAL VEHICLE

(54) 发明名称: 一种电机加速方法、装置、电子调速器和无人飞行器

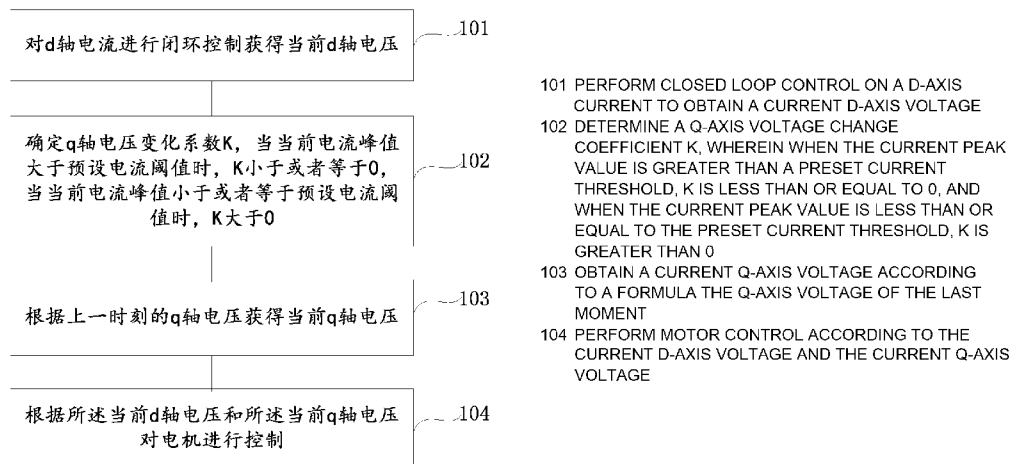


图 2

(57) Abstract: A motor acceleration method and apparatus, and an unmanned aerial vehicle. The method comprises: performing closed loop control on a d-axis current to obtain a current d-axis voltage; determining a q-axis voltage change coefficient K, wherein when the current peak value is greater than a preset current threshold, K is less than or equal to 0, and when the current peak value is less than or equal to the preset current threshold, K is greater than 0; obtaining a current q-axis voltage U'_{qref} according to a formula $U'_{qref} = U_{qref} + K\Delta U_{qref}$, wherein U_{qref} represents the q-axis voltage of the last moment, and the ΔU_{qref} represents the preset q-axis voltage change value; and performing motor control according to the current d-axis voltage and the current q-axis voltage.

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)。

根据细则4.17的声明:

- 关于申请人有权申请并被授予专利 (细则
4.17(ii))
- 发明人资格 (细则4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种电机加速方法、装置和无人飞行器, 方法包括: 对d轴电流进行闭环控制获得当前d轴电压; 确定q轴电压变化系数K, 当当前电流峰值大于预设电流阈值时, K小于或者等于0, 当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时, K大于0; 根据公式 $U'_{qref} = U_{qref} + K\Delta U_{qref}$ 获得当前q轴电压 U'_{qref} , 其中, U_{qref} 表示上一时刻的q轴电压, ΔU_{qref} 表示预设q轴电压变化值; 根据当前d轴电压和当前q轴电压对电机进行控制。

一种电机加速方法、装置、电子调速器和无人飞行器

本申请要求于 2018 年 04 月 11 日提交中国专利局、申请号为
5 2018103198741、申请名称为“一种电机加速方法、装置、电子调速器和无人
飞行器”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请实施方式涉及电机控制技术领域，特别是涉及一种电机加速方法、
10 装置、电子调速器和无人飞行器。

背景技术

在电机控制技术中，q 轴电压又称为有功电压，d 轴电压又称为无功电压，
有功电压的变化可以改变电机的转矩，从而改变电机的运转速度。现有电机
15 控制方法中，在进行加速或者减速控制时，通常采用使 q 轴电压（有功电压）
按照一定的条件增加或者减小来实现电机的加速或者减速，而 d 轴电压（无
功电压）通过对 d 轴电流闭环控制得到。在电机加速时，一般通过控制 q 轴
电压增加值的大小来确保系统稳定，但是在电机的某些应用场合，例如电机
应用于无人机的场合，需要加速较快，如果增加值过大容易导致系统不稳定，
20 如果增加值过小又导致系统机动性能不佳。

发明内容

本申请实施方式主要解决的技术问题是提供一种在保证系统机动性能的前
提下能同时避免系统不稳定的电机加速方法、装置、电子调速器和无人飞
25 行器。

为解决上述技术问题，第一方面，本申请实施例提供了一种电机加速方
法，所述电机加速方法包括：

对 d 轴电流进行闭环控制获得当前 d 轴电压；

确定 q 轴电压变化系数 K ，当当前电流峰值大于预设电流阈值时， K 小于或者等于 0，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时， K 大于 0；

根据公式 $U'_{qref} = U_{qref} + K\Delta U_{qref}$ 获得当前 q 轴电压 U'_{qref} ，其中， U_{qref} 表示上

5 一时刻的 q 轴电压， ΔU_{qref} 表示预设 q 轴电压变化值；

根据所述当前 d 轴电压和所述当前 q 轴电压对电机进行控制。

可选的，所述确定 q 轴电压变化系数 K ，当当前电流峰值大于预设电流阈值时， K 小于或者等于 0，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时， K 大于 0，包括：

10 当当前电流峰值大于预设电流阈值时，使 $K=-1$ ，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时，使 $K=1$ 。

可选的，所述确定 q 轴电压变化系数 K ，当当前电流峰值大于预设电流阈值时， K 小于或者等于 0，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时， K 大于 0，包括：

15 当当前电流峰值大于预设电流阈值时，使 $-1 < K \leq 0$ ，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时，使 $K=1$ 。

可选的，所述预设电流阈值为最大电流值的 1.05-1.2 倍，所述最大电流值为逆变器供电电池满电条件下、电机运行在最大油门设定值时获得的电流值。

20 可选的，所述电流峰值 $I_1 = \sqrt{I_d^2 + I_q^2}$ ，其中， I_d 表示当前 d 轴电流， I_q 表示当前 q 轴电流。

第二方面，本申请实施例还提供了一种电机加速装置，所述电机加速装置包括：

25 当前 d 轴电压获取模块，用于对 d 轴电流进行闭环控制获得当前 d 轴电压；

q 轴电压变化系数确定模块，用于确定 q 轴电压变化系数 K ，当当前电流峰值大于预设电流阈值时， K 小于或者等于 0，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时， K 大于 0；

当前 q 轴电压获取模块，用于根据公式 $U'_{qref} = U_{qref} + K\Delta U_{qref}$ 获得当前 q 轴

电压 U'_{qref} ，其中， U_{qref} 表示上一时刻的 q 轴电压， ΔU_{qref} 表示预设 q 轴电压变化值；

电机控制模块，用于根据所述当前 d 轴电压和所述当前 q 轴电压对电机进行控制。

5 可选的，所述 q 轴电压变化系数确定模块具体用于：

当当前电流峰值大于预设电流阈值时，使 $K=-1$ ，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时，使 $K=1$ 。

可选的，所述 q 轴电压变化系数确定模块具体用于：

10 当当前电流峰值大于预设电流阈值时，使 $-1 < K \leq 0$ ，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时，使 $K=1$ 。

可选的，所述预设电流阈值为最大电流值的 1.05-1.2 倍，所述最大电流值为逆变器供电电池满电条件下、电机运行在最大油门设定值时获得的电流值。

15 可选的，所述电流峰值 $I_1 = \sqrt{I_d^2 + I_q^2}$ ，其中， I_d 表示当前 d 轴电流， I_q 表示当前 q 轴电流。

第三方面，本申请实施例还提供了一种电子调速器，用于控制电机的运转，所述电子调速器包括电性连接的电机控制器和电机驱动器，所述电机控制器和所述电机驱动器均用于与所述电机电性连接，所述电子控制器包括：

至少一个处理器；以及，

20 与所述至少一个处理器通信连接的存储器；其中，

所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令，所述指令被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器能够执行上述的方法。

第四方面，本申请实施例还提供了一种无人飞行器，包括：

机身；

25 安装于所述机身上的电机及用于控制所述电机运行的电子调速器，所述电子调速器为上述的电子调速器。

第五方面，本申请实施例还提供了一种非易失性计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令，当所述计算机可执行指令被无人飞行器执行时，使所述无人飞行器执行上述的方法。

本申请实施例通过在当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时，将 K 5 设置为大于 0 的数，在当前电流峰值大于预设电流阈值时，将 q 轴电压变化系数 K 设置为小于或者等于 0 的数。以使在当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时，当前 q 轴电压较上一时刻的 q 轴电压变大，在当前电流峰值大于预设电流阈值时，当前 q 轴电压较上一时刻的 q 轴电压变小或者不变。从而可以在对加速速度要求高的场合将 q 轴电压变化值设置为较大的数，以保证系统的机动性能。而当出现当前电流峰值超过预设电流阈值的情况时，使 10 q 轴电压变化系数小于或者等于 0，以减小 q 轴电压或者使 q 轴电压保持不变，从而避免导致系统不稳定。

附图说明

15 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地，下面所描述的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1是本申请电机加速方法和装置的应用场景示意图；

20 图2是本申请电机加速方法的一个实施例的流程图；

图3是本申请电机加速方法的一个实施例中电机控制原理示意图；

图 4a 是现有技术中对电机进行加速控制的实验结果图；

图 4b 是采用本申请实施例电机加速方法对电机进行加速控制的实验结果图；

25 图 5 是本申请电机加速装置的一个实施例的结构示意图；

图 6 是本申请实施例提供的电子调速器的硬件结构示意图；

图 7 是本申请实施例提供的无人飞行器的硬件结构示意图。

具体实施方式

为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，并参照附图，对本申请进一步详细说明。

需要说明的是，本申请实施例中所有使用“第一”和“第二”的表述均是为了区分两个相同名称非相同的实体或者非相同的参量，可见“第一”“第二”仅为了表述的方便，不应理解为对本申请实施例的限定，后续实施例对此不再一一说明。

本申请实施例提供的电机加速方法和装置适用于图 1 所示的应用场景，所述应用场景包括电机 10 和电子调速器 20。电子调速器 20 包括电机驱动器 21 和电机控制器 22，电机控制器 22 通过电流传感器（图中未示出）接收来自电机 10 的两相或三相电流信号，通过电机驱动器 21 输出控制信号到电机 10 以控制电机 10 的运行。其中，电机 10 可以是永磁同步电机或异步交流电机等合适类型的电机。

图 2 为本申请实施例提供的电机加速方法的一个实施例的流程示意图，所述电机加速方法可以由图 1 中的电机调速器 20 执行，如图 2 所示，所述电机加速方法包括：

101：对 d 轴电流进行闭环控制获得当前 d 轴电压。

以图 3 为例说明，通过电流传感器（图中未示出）获得电机（图中以永磁同步电机为例）的两相电流 i_a 和 i_b ，另一相电流 i_c 可以通过基尔霍夫原理计算获得，对 i_a 、 i_b 和 i_c 进行 Clark 变换和 Park 变换获得当前 d 轴电流 I_d 和当前 q 轴电流 I_q 。将当前 d 轴电流 I_d 和上一时刻的 d 轴电流 I_{dref} （初始 d 轴电流为目标 d 轴电流）的偏差引入 PI 控制器获得当前 d 轴电压 U_{dref} 。

102：确定 q 轴电压变化系数 K ，当当前电流峰值大于预设电流阈值时， K 小于或者等于 0，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时， K 大于 0。

如果当前电流峰值大于预设电流阈值，则 q 轴电压变化系数 K 可以设置为小于或者等于 0 的数，如果当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值，则 K 可以设置为大于 0 的数。例如，在一些实施例中，当当前电流峰值大于预设电流阈值时，可以使 $-1 < K \leq 0$ ，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时，使 $K=1$ 。在另一些实施例中，当当前电流峰值大于预设电流阈值时，使 $K=-1$ ，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时，使 $K=1$ 。即：

$$K = \begin{cases} 1, & \Delta I_1 \leq 0 \\ -1, & \Delta I_1 > 0 \end{cases}$$

其中， $\Delta I_1 = I_1 - I_{1\max}$ ， I_1 表示电流峰值， $I_{1\max}$ 表示预设电流阈值。

在其中一些实施例中，电流峰值可以为 $I_1 = \sqrt{I_d^2 + I_q^2}$ 。预设电流阈值 $I_{1\max}$ 为最大电流值 $I_{1\max}$ 的 1.05-1.2 倍（例如 1.1 倍）。最大电流值 $I_{1\max}$ 可以为在逆变器供电电池满电条件下、电机运行在最大油门设定值时获得的电流值。

103：根据上一时刻的 q 轴电压 U_{qref} 获得当前 q 轴电压 U'_{qref} ， $U'_{qref} = U_{qref} + K\Delta U_{qref}$ ，其中， ΔU_{qref} 表示预设 q 轴电压变化值。

在实际应用中 ΔU_{qref} 可以根据电机应用的具体情况设置，可以在整个控制过程中保持 ΔU_{qref} 不变，也可以根据具体加速度的要求在控制过程中对 ΔU_{qref} 进行调整。

104：根据所述当前 d 轴电压和所述当前 q 轴电压对电机进行控制。

以图 3 为例，对当前 d 轴电压 U_{dref} 和所述当前 q 轴电压 U'_{qref} 进行 Park 逆变换并依据转子角度 θ 获得三相电压指令，然后根据三相电压指令对逆变器进行 PWM 调节输出控制信号到电机 10。

本申请实施例通过在当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时，将 K 设置为大于 0 的数，在当前电流峰值大于预设电流阈值时，将 q 轴电压变化系数 K 设置为小于或者等于 0 的数。以使在当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时，当前 q 轴电压较上一时刻的 q 轴电压变大，在当前电流峰值大于预设电流阈值时，当前 q 轴电压较上一时刻的 q 轴电压变小或者不变。从而可以在对加速速度要求高的场合将 q 轴电压变化值设置为较大的数，以保证系统的机动性能。而当出现当前电流峰值超过预设电流阈值的情况时，使 q 轴电压变化系数小于或者等于 0，以减小 q 轴电压或者使 q 轴电压保持不变，

从而避免导致系统不稳定。

如图 4a 所示, 采用现有技术实现快加速过程中, 发生了大电流震荡, 发生大电流震荡时容易造成电流发散, 有炸机风险。而采用本申请实施例的加速方法, 在实现同样快加速目的下, 如图 4b 所示, 整个控制过程运行稳定。

5

相应的, 本申请实施例还提供了一种电机加速装置, 所述电机加速装置可以用于图 1 中的电子调速器 20, 如图 5 所示, 所述电机加速装置 500 包括:

当前 d 轴电压获取模块 501, 用于对 d 轴电流进行闭环控制获得当前 d 轴电压;

10 q 轴电压变化系数确定模块 502, 用于确定 q 轴电压变化系数 K , 当当前电流峰值大于预设电流阈值时, K 小于或者等于 0, 当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时, K 大于 0;

当前 q 轴电压获取模块 503, 用于根据公式 $U'_{qref} = U_{qref} + K\Delta U_{qref}$ 获得当前 q 轴电压 U'_{qref} , 其中, U_{qref} 表示上一时刻的 q 轴电压, ΔU_{qref} 表示预设 q 轴电压

15 变化值;

电机控制模块 504, 用于根据所述当前 d 轴电压和所述当前 q 轴电压对电机进行控制。

本申请实施例通过在当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时, 将 K 设置为大于 0 的数, 在当前电流峰值大于预设电流阈值时, 将 q 轴电压变化
20 系数 K 设置为小于或者等于 0 的数。以使在当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时, 当前 q 轴电压较上一时刻的 q 轴电压变大, 在当前电流峰值大于预设电流阈值时, 当前 q 轴电压较上一时刻的 q 轴电压变小或者不变。从而可以在对加速速度要求高的场合将 q 轴电压变化值设置为较大的数, 以保证系统的机动性能。而当出现当前电流峰值超过预设电流阈值的情况时, 使 q
25 轴电压变化系数小于或者等于 0, 以减小 q 轴电压或者使 q 轴电压保持不变, 从而避免导致系统不稳定。

在电机加速装置 500 的一些实施例中, q 轴电压变化系数确定模块 502 具体用于:

当当前电流峰值大于预设电流阈值时, 使 $K=-1$, 当当前电流峰值小于或

者等于预设电流阈值时，使 $K=1$ 。

在电机加速装置 500 的另一些实施例中，q 轴电压变化系数确定模块 502 具体用于：

5 当当前电流峰值大于预设电流阈值时，使 $-1 < K \leq 0$ ，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时，使 $K=1$ 。

在电机加速装置 500 的一些实施例中，所述预设电流阈值为最大电流值的 1.05-1.2 倍（例如 1.1 倍），所述最大电流值为逆变器供电电池满电条件下、电机运行在最大油门设定值时获得的电流值。

10 在电机加速装置 500 的一些实施例中，所述电流峰值 $I_1 = \sqrt{I_d^2 + I_q^2}$ ，其中， I_d 表示当前 d 轴电流， I_q 表示当前 q 轴电流。

需要说明的是，上述电机加速装置可执行本申请实施例所提供的电机加速方法，具备执行电机加速方法相应的功能模块和有益效果。未在装置实施例中详尽描述的技术细节，可参见本申请实施例所提供的电机加速方法。

15 如图 6 所示，本申请实施例还提供了一种电子调速器 20，电子调速器 20 包括电性连接的电机控制器 22 和电机驱动器 21，电机控制器 22 和电机驱动器 21 均用于与电机 10 电性连接，电机控制器 22 包括：

20 一个或多个处理器 221 以及存储器 222，图 6 中以一个处理器 221 为例。处理器 221 和存储器 222 可以通过总线或者其他方式连接，图 6 中以总线连接为例。

25 存储器 222 作为一种非易失性计算机可读存储介质，可用于存储非易失性软件程序、非易失性计算机可执行程序以及模块，如本申请实施例中的电机加速方法对应的程序指令/单元（例如，附图 5 所示的当前 d 轴电压获取模块 501、q 轴电压变化系数确定模块 502、当前 q 轴电压获取模块 503 和电机控制模块 504）。处理器 221 通过运行存储在存储器 222 中的非易失性软件程序、指令以及单元，从而执行电子调速器的各种功能应用以及数据处理，即实现上述方法实施例的电机加速方法。

存储器 222 可以包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序；存储数据区可存储根据电子调速器使用所创建的数据等。此外，存储器 222 可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非易失性存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。在一些实施例中，存储器 222 可选包括相对于处理器 221 远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至电子调速器。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

所述一个或者多个单元存储在所述存储器 222 中，当被所述一个或者多个处理器 221 执行时，执行上述任意方法实施例中的电机加速方法，例如，执行以上描述的图 2 中的方法步骤 101-104，实现图 5 所示的模块 501-504 的功能。

上述电子调速器可执行本申请实施例所提供的电机加速方法，具备执行方法相应的功能模块和有益效果。未在电子调速器实施例中详尽描述的技术细节，可参见本申请实施例所提供的方法。

本申请实施例还提供了一种非易失性计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令，该计算机可执行指令被一个或多个处理器执行，例如，执行以上描述的图 2 中的方法步骤 101-104，实现图 5 所示的模块 501-504 的功能。

如图 7 所示，本申请实施例还提供了一种无人飞行器 100，无人飞行器 100 包括：

机身（图中未示出）；

安装于所述机身上的电机 10 及用于控制所述电机 10 运行的电子调速器 20，所述电子调速器 20 为上述的电子调速器。

上述无人飞行器包括本申请实施例提供的电子调速器，具备其相应的功能模块和有益效果。未在无人飞行器实施例中详尽描述的技术细节，可参见本申请实施例所提供的电子调速器。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本申请的技术方案，而非对其限制；在本申请的思路下，以上实施例或者不同实施例中的技术特征之间也可以进行组合，步骤可以以任意顺序实现，并存在如上所述的本申请的不同方面的许多其它变化，为了简明，它们没有在细节中提供；尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的范围。

权 利 要 求 书

1、一种电机加速方法，其特征在于，所述电机加速方法包括：

对 d 轴电流进行闭环控制获得当前 d 轴电压；

确定 q 轴电压变化系数 K ，当当前电流峰值大于预设电流阈值时， K 小于或者等于 0，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时， K 大于 0；

根据公式 $U'_{qref} = U_{qref} + K\Delta U_{qref}$ 获得当前 q 轴电压 U'_{qref} ，其中， U_{qref} 表示上一时刻的 q 轴电压， ΔU_{qref} 表示预设 q 轴电压变化值；

根据所述当前 d 轴电压和所述当前 q 轴电压对电机进行控制。

2、根据权利要求 1 所述的电机加速方法，其特征在于，所述确定 q 轴电压变化系数 K ，当当前电流峰值大于预设电流阈值时， K 小于或者等于 0，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时， K 大于 0，包括：

当当前电流峰值大于预设电流阈值时，使 $K=-1$ ，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时，使 $K=1$ 。

3、根据权利要求 1 所述的电机加速方法，其特征在于，所述确定 q 轴电压变化系数 K ，当当前电流峰值大于预设电流阈值时， K 小于或者等于 0，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时， K 大于 0，包括：

当当前电流峰值大于预设电流阈值时，使 $-1 < K \leq 0$ ，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时，使 $K=1$ 。

4、根据权利要求 1-3 任意一项所述的电机加速方法，其特征在于，所述预设电流阈值为最大电流值的 1.05-1.2 倍，所述最大电流值为逆变器供电电池满电条件下、电机运行在最大油门设定值时获得的电流值。

5、根据权利要求 4 所述的电机加速方法，其特征在于，所述电流峰值 $I_1 = \sqrt{I_d^2 + I_q^2}$ ，其中， I_d 表示当前 d 轴电流， I_q 表示当前 q 轴电流。

6、一种电机加速装置，其特征在于，所述电机加速装置包括：

当前 d 轴电压获取模块，用于对 d 轴电流进行闭环控制获得当前 d 轴电压；

q 轴电压变化系数确定模块，用于确定 q 轴电压变化系数 K ，当当前电流峰值大于预设电流阈值时， K 小于或者等于 0，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时， K 大于 0；

当前 q 轴电压获取模块，用于根据公式 $U'_{qref} = U_{qref} + K\Delta U_{qref}$ 获得当前 q 轴电压 U'_{qref} ，其中， U_{qref} 表示上一时刻的 q 轴电压， ΔU_{qref} 表示预设 q 轴电压变化值；

电机控制模块，用于根据所述当前 d 轴电压和所述当前 q 轴电压对电机进行控制。

7、根据权利要求 6 所述的电机加速装置，其特征在于，所述 q 轴电压变化系数确定模块具体用于：

当当前电流峰值大于预设电流阈值时，使 $K=-1$ ，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时，使 $K=1$ 。

8、根据权利要求 6 所述的电机加速装置，其特征在于，所述 q 轴电压变化系数确定模块具体用于：

当当前电流峰值大于预设电流阈值时，使 $-1 < K \leq 0$ ，当当前电流峰值小于或者等于预设电流阈值时，使 $K=1$ 。

9、根据权利要求 6-8 任意一项所述的电机加速装置，其特征在于，所述预设电流阈值为最大电流值的 1.05-1.2 倍，所述最大电流值为逆变器供电电池满电条件下、电机运行在最大油门设定值时获得的电流值。

10、根据权利要求 9 所述的电机加速装置，其特征在于，所述电流峰值 $I_1 = \sqrt{I_d^2 + I_q^2}$ ，其中， I_d 表示当前 d 轴电流， I_q 表示当前 q 轴电流。

11、一种电子调速器，用于控制电机的运转，所述电子调速器包括电性

连接的电机控制器和电机驱动器，所述电机控制器和所述电机驱动器均用于与所述电机电性连接，其特征在于，所述电子控制器包括：

至少一个处理器；以及，

与所述至少一个处理器通信连接的存储器；其中，

- 5 所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令，所述指令被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器能够执行权利要求 1-5 任一项所述的方法。

12、一种无人飞行器，其特征在于，包括：

10 机身；

安装于所述机身上的电机及用于控制所述电机运行的电子调速器，所述电子调速器为权利要求 11 所述的电子调速器。

- 13、一种非易失性计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读
15 存储介质存储有计算机可执行指令，当所述计算机可执行指令被无人飞行器执行时，使所述无人飞行器执行权利要求 1-5 的任一项所述的方法。

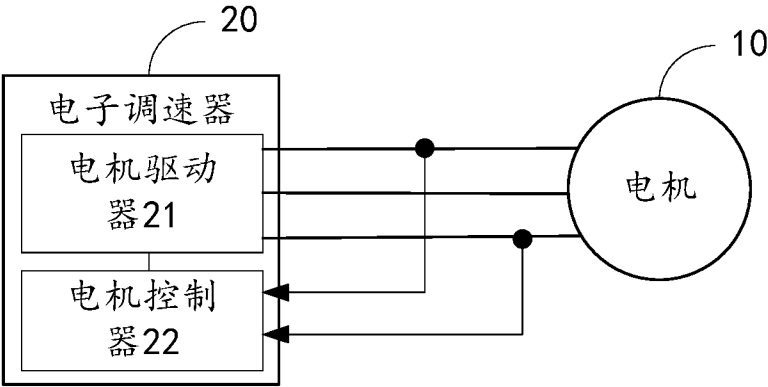


图 1

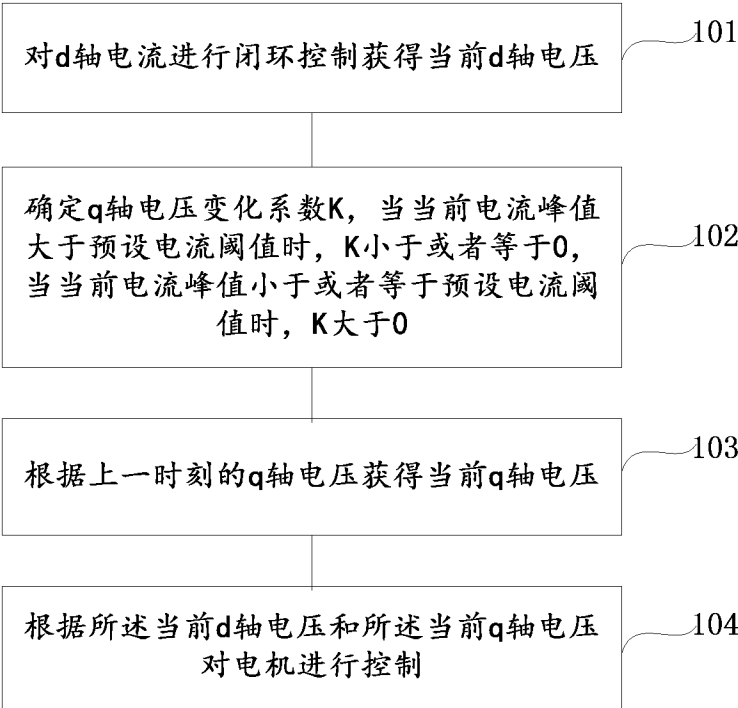


图 2

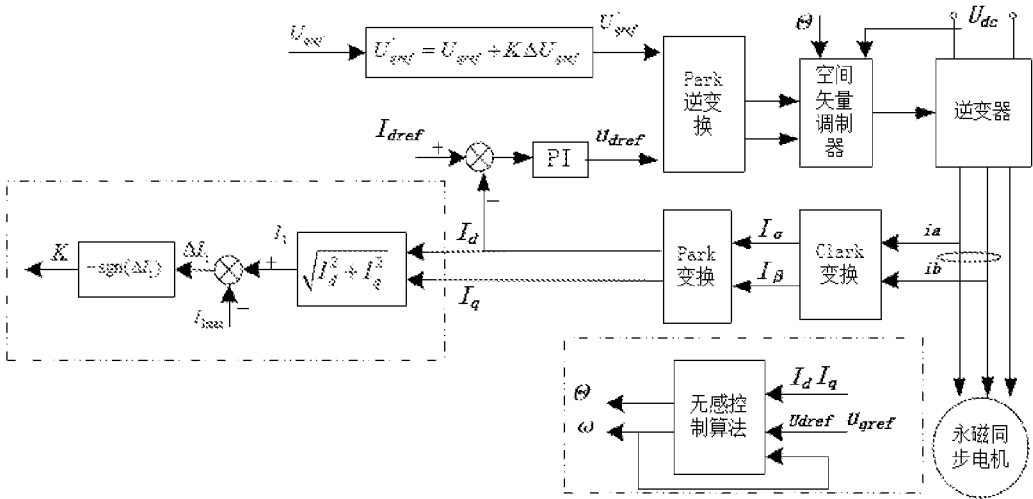


图 3

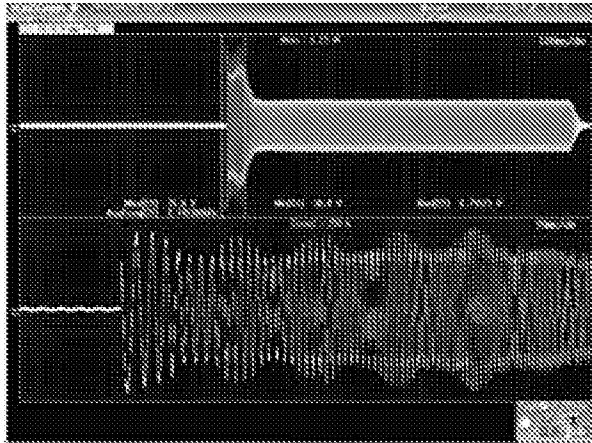


图 4a

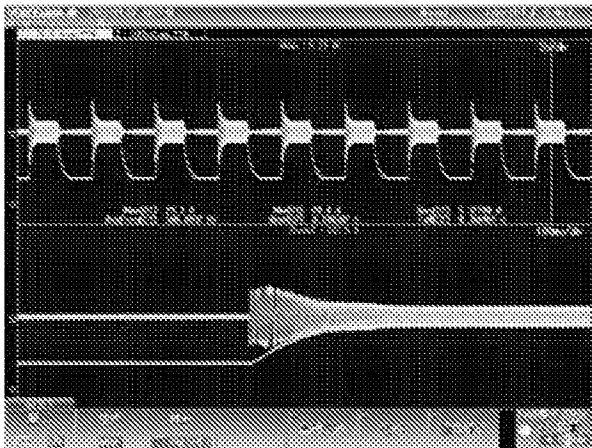


图 4b



图 5

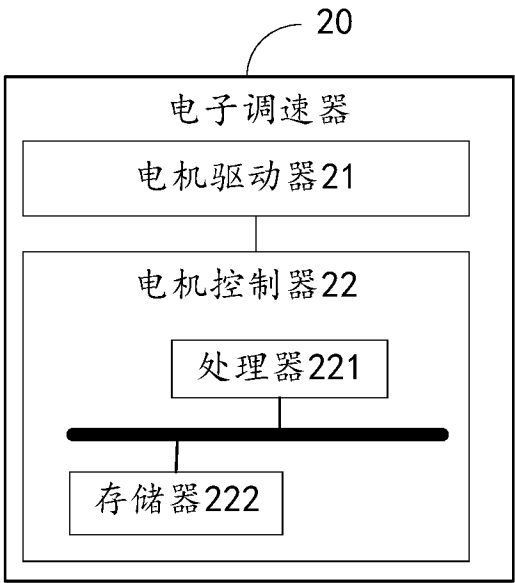


图 6

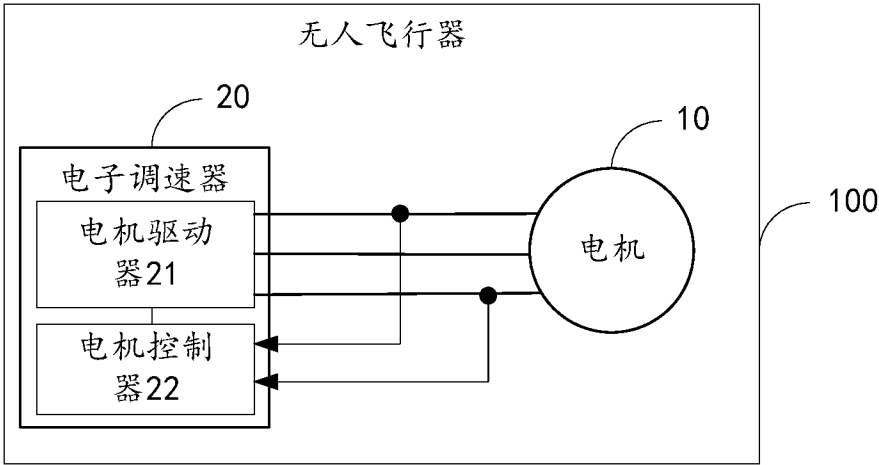


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/107684

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P 21/14(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

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

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

CNABS; CNTXT; CNKI; WOTXT; USTXT; EPTXT; VEN: 深圳市道通智能航空技术有限公司, 陈毅东, 电机加速, 电动机加速, 电机调速, 电动机调速, 交轴电压, 交轴分量, 横轴电压, 横轴分量, 有功分量, 有功电压, 转矩电压, 转矩分量, 叠加, 补偿, 变化, 修正, 校正, 调节, 增益, 系数, 符号函数, 定子电流, 电流峰值, 无人机, 飞行器, q轴电压, q轴分量, q axis voltage?, q-axis voltage?, chang+, variat+, adjust, torque?, motor?, speed, engine room?, aerobat?, craft?, airplane?, aerial vehicle

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 108494305 A (SHENZHEN AUTEL INTELLIGENT AVIATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 04 September 2018 (2018-09-04) description, paragraphs [0004]-[0034]	1-13
PX	CN 108445910 A (SHENZHEN AUTEL INTELLIGENT AVIATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 August 2018 (2018-08-24) description, paragraphs [0070]-[0123]	1-13
X	CN 106487307 A (SHENZHEN AUTEL INTELLIGENT AVIATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 08 March 2017 (2017-03-08) description, paragraphs [0037]-[0074], and figures 1-6	1-13
A	CN 106655979 A (XAIRCRAFT CO., LTD.) 10 May 2017 (2017-05-10) 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

“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

10 December 2018

Date of mailing of the international search report

15 January 2019

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

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/107684

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108494305	A	04 September 2018	None			
CN	108445910	A	24 August 2018	None			
CN	106487307	A	08 March 2017	None			
CN	106655979	A	10 May 2017	WO	2018099377	A1	07 June 2018
				AU	2017370239	A1	16 August 2018
				KR	20180081745	A	17 July 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/107684

A. 主题的分类 H02P 21/14 (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 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNABS; CNTXT; CNKI; WOTXT; USTXT; EPTXT; VEN; 深圳市道通智能航空技术有限公司, 陈毅东, 电机加速, 电动机加速, 电机调速, 电动机调速, 交轴电压, 交轴分量, 横轴电压, 横轴分量, 有功分量, 有功电压, 转矩电压, 转矩分量, 叠加, 补偿, 变化, 修正, 校正, 调节, 增益, 系数, 符号函数, 定子电流, 电流峰值, 无人机, 飞行器, q 轴电压, q 轴分量, q axis voltage?, q-axis voltage?, chang+, variat+, adjust, torque?, motor?, speed, engine room?, aerobat?, craft?, airplane?, aerial vehicle																	
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 108494305 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2018年 9月 4日 (2018 - 09 - 04) 说明书第[0004]-[0034]段</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 108445910 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2018年 8月 24日 (2018 - 08 - 24) 说明书第[0070]-[0123]段</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 106487307 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2017年 3月 8日 (2017 - 03 - 08) 说明书第[0037]-[0074]段, 附图1-6</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106655979 A (广州极飞科技有限公司) 2017年 5月 10日 (2017 - 05 - 10) 全文</td> <td>1-13</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 108494305 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2018年 9月 4日 (2018 - 09 - 04) 说明书第[0004]-[0034]段	1-13	PX	CN 108445910 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2018年 8月 24日 (2018 - 08 - 24) 说明书第[0070]-[0123]段	1-13	X	CN 106487307 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2017年 3月 8日 (2017 - 03 - 08) 说明书第[0037]-[0074]段, 附图1-6	1-13	A	CN 106655979 A (广州极飞科技有限公司) 2017年 5月 10日 (2017 - 05 - 10) 全文	1-13
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
PX	CN 108494305 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2018年 9月 4日 (2018 - 09 - 04) 说明书第[0004]-[0034]段	1-13															
PX	CN 108445910 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2018年 8月 24日 (2018 - 08 - 24) 说明书第[0070]-[0123]段	1-13															
X	CN 106487307 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2017年 3月 8日 (2017 - 03 - 08) 说明书第[0037]-[0074]段, 附图1-6	1-13															
A	CN 106655979 A (广州极飞科技有限公司) 2017年 5月 10日 (2017 - 05 - 10) 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 2018年 12月 10日		国际检索报告邮寄日期 2019年 1月 15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 传真号 (86-10) 62019451		授权官员 周凤 电话号码 (86-512) 88995873															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/107684

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	108494305	A	2018年 9月 4日	无			
CN	108445910	A	2018年 8月 24日	无			
CN	106487307	A	2017年 3月 8日	无			
CN	106655979	A	2017年 5月 10日	WO	2018099377	A1	2018年 6月 7日
				AU	2017370239	A1	2018年 8月 16日
				KR	20180081745	A	2018年 7月 17日