

(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 9 月 10 日 (10.09.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/177594 A1

(51) 国际专利分类号:
H02P 29/60 (2016.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/076798

(22) 国际申请日: 2020 年 2 月 26 日 (26.02.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910154682.4 2019年3月1日 (01.03.2019) 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: 颜世智 (YAN, Shizhi); 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: 深圳市六加知识产权代理有限公司 (LIUJIA CHINA IP LAW OFFICE); 中国广东省深圳市南山区南海大道4050号上汽大厦207室, Guangdong 518057 (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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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,

(54) Title: TEMPERATURE PROTECTION METHOD AND APPARATUS, AND UNMANNED AERIAL VEHICLE

(54) 发明名称: 温度保护方法、装置和无人飞行器

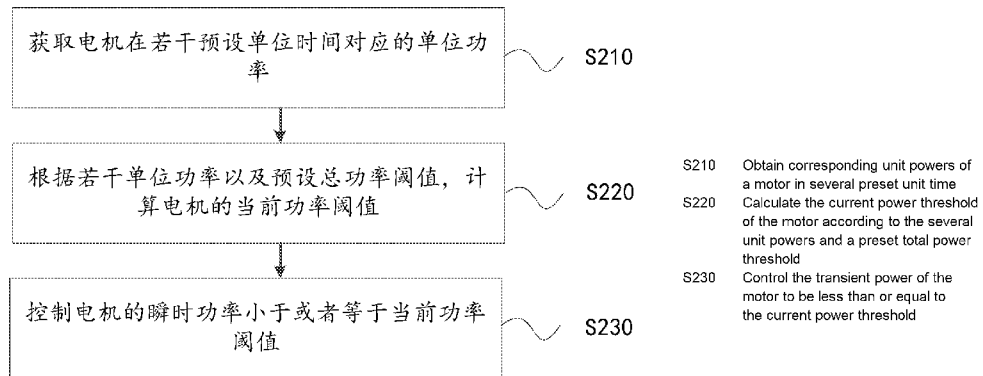


图 2

(57) Abstract: Embodiments of the present invention relate to the technical field of motor temperature control. Disclosed are a temperature protection method and apparatus, and an unmanned aerial vehicle. The temperature protection method comprises: obtaining corresponding unit powers of a motor in several preset unit time; calculating the current power threshold of the motor according to the unit powers and a preset total power threshold; and controlling the transient power of the motor to be less than or equal to the current power threshold. According to the approach of the present invention, the temperature is not required to be detected, which can protect the motor from being burned at high temperature without affecting the performance of the motor.

(57) 摘要: 本发明实施例涉及电机温度控制技术领域, 公开了一种温度保护方法、装置和无人飞行器。其中, 该温度保护方法包括: 获取电机在若干预设单位时间对应的单位功率; 根据单位功率以及预设总功率阈值, 计算电机的当前功率阈值; 控制电机的瞬时功率小于或者等于当前功率阈值。通过以上方式, 本发明无需检测温度, 既能防止电机高温烧毁, 又不影响电机的性能。

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))。

温度保护方法、装置和无人飞行器

本申请要求于 2019 年 3 月 1 日提交中国专利局、申请号为 201910154682.4、申请名称为“温度保护方法、装置和无人飞行器”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

本申请涉及电机温度控制技术领域，特别是涉及一种温度保护方法、装置和无人飞行器。

背景技术

随着无人飞行器技术的发展，无人飞行器在军事及民用领域都得到了广泛的应用。无人飞行器通常包括多个桨叶，利用多个桨叶的旋转产生向上的升力和前进的动力，而桨叶旋转的动力通常由与其相连的电机提供。

电机在正常运行的过程中，会产生热量，热量的主要来源于：电流流经线圈绕组产生的热量以及磁通在定子硅钢片中发生涡流损耗产生的热量。电机温度过高，容易导致线圈绝缘层烧毁、永磁铁退磁等问题。

在现有无人飞行器的设计中，一般采用电流限制的方法，即限制电机运转时的最大电流以使工作电流在限制电流内，从而控制温度。但是这种方法直接限制了电机的最大输出能力，容易导致无人机的加速机动性能以抗风性能变差。

发明内容

本发明实施例的目的是提供一种温度保护方法、装置和无人飞行器，无需检测温度，既能防止电机高温烧毁，又不影响电机的性能。

为解决上述技术问题，第一方面，本发明实施例提供了一种温度保护方法，包括：获取电机在若干预设单位时间对应的单位功率；根据所述单位功率以及预设总功率阈值，计算所述电机的当前功率阈值；控制所述电机的瞬时功率小于或者等于所述当前功率阈值。

在一些实施例中，所述根据所述单位功率以及预设总功率阈值，计算所述电机的当前功率阈值，包括：

根据以下公式计算所述当前功率阈值：

$$P_slmt = (P_lmt - (P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_N)) / T_0 ;$$

其中， P_slmt 为当前功率阈值， P_lmt 为预设总功率阈值， T_0 为预设单位时间，从开始工作到当前时刻内的 N 个预设单位时间 T_0 对应的单位功率为 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 $\dots$ 、 P_N 。

在一些实施例中,所述控制所述电机的瞬时功率小于或者等于所述当前功率阈值,包括:获取所述电机的瞬时电流和瞬时电压;控制所述瞬时电流或者所述瞬时电压的大小,以使所述瞬时电流与所述瞬时电压的乘积小于或者等于所述当前功率阈值。

在一些实施例中,所述控制所述瞬时电流或者所述瞬时电压的大小,以使所述瞬时电流与所述瞬时电压的乘积小于或者等于所述当前功率阈值,包括:当所述电机加速时,控制所述瞬时电压减少,以使所述瞬时电流与所述瞬时电压的乘积小于或者等于所述当前功率阈值。

在一些实施例中,所述获取电机若干预设单位时间对应的单位功率,具体包括:获取电机在预设时间内各所述预设单位时间对应的单位功率。

在一些实施例中,所述预设时间大于等于1秒并且小于等于30秒。

在一些实施例中,所述获取电机在预设时间内的若干预设单位时间对应的单位功率,包括:获取所述电机在所述预设时间内的总功率;根据所述总功率,计算得到在预设时间内的若干预设单位时间的平均功率,将所述平均功率作为所述单位功率。

第二方面,本发明实施例还提供了一种温度保护装置,包括:单位功率模块,用于获取电机在若干预设单位时间对应的单位功率;当前功率阈值模块,用于根据若干所述单位功率以及预设总功率阈值,计算所述电机的当前功率阈值;控制模块,用于控制所述电机的瞬时功率小于或者等于所述当前功率阈值。

在一些实施例中,所述当前功率阈值模块具体用于:

根据以下公式计算所述当前功率阈值:

$$P_slmt = (P_lmt - (P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_N)) / T_0 ;$$

其中, P_slmt 为当前功率阈值, P_lmt 为预设总功率阈值, T_0 为预设单位时间,从开始工作到当前时刻内的 N 个预设单位时间 T_0 对应的单位功率为 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 $\dots$ 、 P_N 。

在一些实施例中,所述控制模块包括:获取单元,用于获取所述电机的瞬时电流和瞬时电压;控制单元,用于控制所述瞬时电流或者所述瞬时电压的大小,以使所述瞬时电流与所述瞬时电压的乘积小于或者等于所述当前功率阈值。

在一些实施例中,所述控制单元具体用于:当所述电机加速时,控制所述瞬时电压减少,以使所述瞬时电流与所述瞬时电压的乘积小于或者等于所述当前功率阈值。

在一些实施例中,所述单位功率模块包括:定时获取单元,用于获取电机在预设时间内各所述预设单位时间对应的单位功率。

在一些实施例中,所述预设时间大于等于1秒并且小于等于30秒。

在一些实施例中,所述定时获取单元包括:总功率子单元,用于获取所述电机在所述预设时间内的总功率;平均功率子单元,用于根据所述总功率,计算得到在预设时间内的若干预设单位时间的平均功率,将所述平均功率作为

所述单位功率。

第三方面，本发明实施例还提供了一种无人飞行器，包括：

机身；

机臂，与所述机身相连；

动力装置，设于所述机臂，包括设于所述机臂的电机和与所述电机相连的螺旋桨；以及

控制器，设于所述机身，所述控制器与所述电机电性连接，

所述控制器包括：

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，

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温度保护方法。

第四方面，本发明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温度保护方法。

本发明实施例通过获取电机从开始工作到当前时刻内的若干预设单位时间对应的单位功率，计算电机的当前功率阈值，控制电机的瞬时功率不超过当前功率阈值，从而控制电机在一定时间内的总功率不超过限制总功率，达到控制电机温度的目的，无需检测温度，既能防止电机高温烧毁，又不影响电机的性能。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对本发明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发明的一些实施例，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为本发明实施例提供的温度保护方法和装置的应用场景示意图；

图2为本发明实施例提供的一种温度保护方法的流程示意图；

图3为本发明实施例提供的一种温度保护装置的结构示意图；

图4为本发明实施例提供的一种控制器的硬件结构示意图。

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

需要说明的是，如果不冲突，本发明实施例中的各个特征可以相互结合，

均在本发明的保护范围之内。另外，虽然在装置示意图中进行了功能模块划分，在流程图中示出了逻辑顺序，但是在某些情况下，可以以不同于装置中的模块划分，或流程图中的顺序执行所示出或描述的步骤。再者，本发明所采用的“第一”“第二”等字样并不对数据和执行次序进行限定，仅是对功能和作用基本相同的相同项或相似项进行区分。

本发明实施例的温度保护方法和装置，可以在任何类型，具有用户交互装置和运算能力的处理器的终端执行或设置，例如温度保护系统、电子调速器、无人飞行器、智能手机、平板电脑、掌上电脑、智能手表以及其他终端。

本发明实施例的温度保护方法，通过控制电机在一定时间内的总功率不超过限制总功率，达到控制电机温度的目的，无需检测温度，既能防止电机高温烧毁，又不影响电机的性能。

下面结合附图，对本发明实施例作进一步阐述。

其中，应当理解的是，本发明提供的下述实施例之间，只要不冲突，均可相互结合以形成新的实施方式。

本发明实施例提供的电机的温度保护方法和装置适用于图 1 所示的应用场景，该应用场景包括无人飞行器 100，无人飞行器 100 可以包括机身、与所述机身相连的机臂、设于机臂的动力装置和设于机身的控制器 12。其中，动力装置包括设于机臂的电机 11 和与电机 11 的输出轴相连的螺旋桨，电机 11 带动螺旋桨高速旋转以提供无人飞行器 100 飞行的升力或飞行的动力。电机 11 与控制器 12 电性连接。

在其他可能的实施例中，无人飞行器 100 可以是任何合适类型的高空或者低空飞行器，包括典型的四轴飞行器、可悬停的遥控直升机等。

其中，电机 11 可以是永磁同步电机或异步交流电机等合适类型的电机。控制器 12 用于根据控制信号调整电机 11 的转速，以使电机 11 带动负载运动。其中，控制器 12 可以为电机控制器或飞行控制器。

其中，当控制器 12 为飞行控制器时，电机 11 可以设于电子调速器中，控制器 12 通过与电子调速器连接，控制器 12 用于计算电机 11 的当前功率阈值，根据当前功率阈值，向电子调速器发送油门控制信号或其他控制信号，电子调速器用于根据控制器 12 发送的控制信号调整电机 11 的转速，以使电机 11 的瞬时功率小于或者等于当前功率阈值。

其中，当控制器 12 为电机控制器时，无人飞行器 100 还可以包括电机驱动器，电机驱动器与电机 11 电性连接，电机驱动器和控制器 12 集成为电子调速器，电子调速器与无人飞行器 100 中的飞行控制器连接，控制器 12 通过电流传感器（图未示）检测来自电机 11 的两相或三相电流信号，从计算电机 11 的当前功率阈值，并根据当前功率阈值，通过电机驱动器输出油门控制信号或其他控制信号到电机 11，以使电机 11 的瞬时功率小于或者等于当前功率阈值。

图2为本发明实施例提供的一种温度保护方法的流程示意图。该温度保护方法由图1的控制器12执行，如图2所示，该温度保护方法包括：

S210、获取电机在若干预设单位时间对应的单位功率。

在本实施例中，“预设单位时间”是指预先设定的单位时间的值，在本实施例中，预设单位时间 T_0 大于等于1秒并且小于等于30秒。“若干预设单位时间”可以为预设时间内的若干个预设单位时间，例如，预设时间为 T ，将 T 分为 N 个预设单位时间 T_0 ，则 $N=T/T_0$ 。

在本实施例中，“单位功率”为每个预设单位时间对应的输出功率，由于电机工作时，电流和电压并不是恒定的，因此电机的输出功率也是变化的，所以每个预设单位时间对应的输出功率也可能不相同。

其中，获取电机在若干预设单位时间对应的单位功率，具体包括：

S211、获取电机在预设时间内各预设单位时间对应的单位功率。

其中，预设时间为预先设定的时长，在本实施例中，预设时间大于等于1秒并且小于等于30秒。S211具体可以为：从电机开始工作时记录电机的工作时间，每当达到一次预设时间，则获取在预设时间内的各个预设单位时间对应的单位功率，从而根据该预设时间内的单位功率计算电机的当前功率阈值，以控制电机的功率。例如，每当达到一次预设时间 T ，则获取在预设时间 T 内的 N 个预设单位时间 T_0 对应的单位功率 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 ... P_N 。又例如，假设预设时间为10秒、单位预设时间为1秒，则获取电机在10秒内每一秒对应的单位功率 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 ... P_{10} 。

其中，获取单位功率的方法有多种，S211可以包括：

S2111、获取电机在预设时间内的总功率；

S2112、根据总功率，计算得到在预设时间内的若干预设单位时间的平均功率，将平均功率作为单位功率。

在该实施例中，获取电机在预设时间内的平均电压和平均电流，计算预设时间内的总功率，将预设时间内的总功率按照预设单位时间分成若干份，得到平均功率，从而得到各个预设单位时间对应的单位功率。其中，电平均电压、平均电流可以通过电流检测电路、电压检测电路分别进行获取。例如，假设电机在预设时间 T 内的平均电压为 U 和 I ，则预设时间内的总功率 $P=UI$ ，假设预设单位时间为 T_0 ， $T/T_0=N$ ，则平均功率 $P_{\text{平}}=P/N$ ，则得到各个预设单位时间对应的单位功率 $P_1=P_2=P_3=P_4=\dots=P_N=P_{\text{平}}$ 。

可选地，还可以直接计算各个预设单位时间对应的单位功率，S211还可以包括：

S2113、获取电机在预设时间内各预设单位时间对应的单位平均电压和单位平均电流；

S2114、根据单位平均电压和单位平均电流，计算预设时间内各单位功率。

在S2113中，“预设单位时间对应的单位平均电压和单位平均电流”是指在一个预设单位时间内，电机的单位平均电压和单位平均电流。获取预设单位

时间对应的单位平均电压和单位平均电流,可以通过电流检测电路和电压检测电路进行获取。其中,在某些情况下,例如当预设单位时间很短时,可以将预设单位时间内某个时刻的瞬时电压、瞬时电流分别看作单位平均电压、单位平均电流。

在该实施例中,假设预设时间 T 内包括 N 个预设单位时间 T_0 , 获取得到第一个预设单位时间 T_0 对应的单位平均电压为 U_1 、单位平均电流为 I_1 , 第二个预设单位时间 T_0 对应的单位平均电压为 U_2 、单位平均电流为 I_2 , 第三个预设单位时间 T_0 对应的单位平均电压为 U_3 、单位平均电流为 I_3 ……第 N 个预设单位时间 T_0 对应的单位平均电压为 U_N 、单位平均电流为 I_N , 则第一个预设单位时间 T_0 对应的单位功率 $P_1=U_1 I_1$, 第二个预设单位时间 T_0 对应的单位功率 $P_2=U_2 I_2$, 第三个预设单位时间 T_0 对应的单位功率 $P_3=U_3 I_3$ ……第 N 个预设单位时间 T_0 对应的单位功率 $P_N=U_N I_N$, 则得到 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 … P_N 为预设时间 T 内的 N 个单位功率。

S220、根据若干单位功率以及预设总功率阈值,计算电机的当前功率阈值。

在本实施例中,“预设总功率阈值”为预先设定的限制总功率,从而通过控制电机在一定时间内的总功率不超过限制总功率,达到控制电机的温度的目的。其中,预设总功率阈值可以根据电机的参数、性能以及其他实际情况进行设置。

在本实施例中,当获取若干个单位功率后,根据单位功率和单位功率和预设总功率阈值,能够计算得到电机的当前功率阈值。具体分析如下:

假设在预设时间 T 内,需要限制电机的总功率不超过预设总功率阈值 P_{Imt} , 将预设时间 T 分成 N 个预设单位时间 T_0 , 获取得到 N 个预设单位时间 T_0 分别对应的单位功率为 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 … P_N , 则预设时间 T 内的总功率为:

$$P=P_1+P_2+P_3+P_4+\dots+P_N$$

假设电机在下一预设单位时间 T_0 对应的单位功率为 $P_{(N+1)}$, 则:

$$P \leq P_{\text{Imt}}$$

即

$$P_2+P_3+P_4+\dots+P_N+P_{(N+1)} \leq P_{\text{Imt}}$$

即

$$P_{(N+1)} \leq P_{\text{Imt}} - (P_2+P_3+P_4+\dots+P_N) \quad \text{○1}$$

则在下一预设单位时间 T_0 内的瞬时功率为:

$$P_s = P_{(N+1)} / T_0 \quad \text{○2}$$

将式○1 代入式○2, 得到

$$P_s \leq (P_{\text{Imt}} - (P_2+P_3+P_4+\dots+P_N)) / T_0$$

则当前功率阈值为

$$P_{\text{sImt}} = (P_{\text{Imt}} - (P_2+P_3+P_4+\dots+P_N)) / T_0$$

在本实施例中,在获取若干个单位功率后,根据以下公式计算当前功率阈

值:

$$P_slmt = (P_lmt - (P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_N)) / T_0 ;$$

其中, P_slmt 为当前功率阈值, P_lmt 为预设总功率阈值, T_0 为预设单位时间, 从开始工作到当前时刻内的 N 个预设单位时间 T_0 对应的单位功率为 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 $\dots$ 、 P_N 。

在本实施例中, 在每间隔一个预设时间计算一次电机当前时刻的当前功率阈值, 从而得不同时间的当前功率阈值, 从而能够对电机进行动态控制。

S230、控制电机的瞬时功率小于或者等于当前功率阈值。

在本实施例中, 在计算得到当前功率阈值后, 控制电机的瞬时功率小于或者等于当前功率阈值, 能够使得电机在一定时间内的总功率不超过限制总功率, 从而能够控制电机的温度。

在 S230 中, 可以包括:

S231、获取电机的瞬时电流和瞬时电压;

S232、控制瞬时电流或者瞬时电压的大小, 以使瞬时电流与瞬时电压的乘积小于或者等于当前功率阈值。

其中, 获取电机的瞬时电流和瞬时电压可以通过相关的检测装置进行获取。假设获取到的瞬时电流为 I_s 、瞬时电压为 U_s , 则通过控制瞬时电压 U_s 或瞬时电流 I_s , 使得 $U_s I_s \leq P_slmt$, 即 $U_s I_s \leq (P_lmt - (P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_N)) / T_0$ 。

可选地, S232 中具体实施方式可以为: 当电机加速时, 控制瞬时电压减少, 以使瞬时电流与瞬时电压的乘积小于或者等于当前功率阈值。由于电机在加速时, 需要短时间的大电流工作, 为了使电机的瞬时功率不超过当前功率阈值, 则需控制电机的瞬时电压降低, 以控制电机的瞬时功率。当然, 在另一实施例中, 当电机的瞬时电压升高时, 控制电机的瞬时电流减少, 以使瞬时电流与瞬时电压的乘积小于或者等于当前功率阈值。当然, 还可以是, 同时控制电机的瞬时电压和瞬时电流, 以控制电机的瞬时功率。

需要说明的是, 控制电机的瞬时电压和/或瞬时电流, 可以通过向电机发送油门控制信号或其他控制信号, 以使电机的瞬时功率小于或者等于当前功率阈值。

需要说明的是, 本发明实施例的温度保护方法, 适用于电机的多种控制策略, 例如无功电压通过无功电流采用 PI 调节器闭环输出、有功电压直接给定、无感策略采用滑膜观测进行速度计位置估计的控制策略, 也适用于其他控制策略, 例如电流环、速度环+电流环控制策略。

在本实施例中, 通过获取电机从开始工作到当前时刻内的若干预设单位时间对应的单位功率, 计算电机的当前功率阈值, 控制电机的瞬时功率不超过当前功率阈值, 从而控制电机在一定时间内的总功率不超过限制总功率, 达到控制电机温度的目的, 无需检测温度, 既能防止电机高温烧毁, 又不影响电机的性能。

图3为本发明实施例提供的一种温度保护装置的结构示意图。该温度保护装置可以用于图1的控制器12。如图3所示，该温度保护装置300包括：单位功率模块310、当前功率阈值模块320和控制模块330。

其中，单位功率模块310用于获取电机在若干预设单位时间对应的单位功率。当前功率阈值模块320根据若干单位功率以及预设总功率阈值，计算电机的当前功率阈值。控制模块330用于控制电机的瞬时功率小于或者等于当前功率阈值。

其中，当前功率阈值模块320具体用于：

根据以下公式计算所述当前功率阈值：

$$P_slmt = (P_lmt - (P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_N)) / T_0 ;$$

其中， P_slmt 为当前功率阈值， P_lmt 为预设总功率阈值， T_0 为预设单位时间，从开始工作到当前时刻内的N个预设单位时间 T_0 对应的单位功率为 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、...、 P_N 。

其中，控制模块330包括：获取单元和控制单元。获取单元用于获取电机的瞬时电流和瞬时电压；控制单元用于控制瞬时电流或者所述瞬时电压的大小，以使瞬时电流与所述瞬时电压的乘积小于或者等于当前功率阈值。

其中，控制单元具体用于：当电机加速时，控制瞬时电压减少，以使瞬时电流与瞬时电压的乘积小于或者等于当前功率阈值。

其中，单位功率模块310包括：定时获取单元。定时获取单元用于获取电机在预设时间内各预设单位时间对应的单位功率。

其中，预设时间大于等于1秒并且小于等于30秒。

其中，定时获取单元包括：总功率子单元和平均功率子单元。总功率子单元用于获取电机在预设时间内的总功率；平均功率子单元用于根据总功率，计算得到在预设时间内的若干预设单位时间的平均功率，将平均功率作为单位功率。

需要说明的是，上述温度保护装置可执行本发明实施例所提供的温度保护方法，具备执行温度保护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，可参见本发明实施例所提供的温度保护方法。

在本发明实施例中，温度保护装置300通过单位功率模块310获取电机从开始工作到当前时刻内的若干预设单位时间对应的单位功率，当前功率阈值模块320计算电机的当前功率阈值，控制模块330控制电机的瞬时功率不超过当前功率阈值，从而控制电机在一定时间内的总功率不超过限制总功率，达到控制电机温度的目的，无需检测温度，既能防止电机高温烧毁，又不影响电机的性能。

如图1所示，本发明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；

机臂，与机身相连；

动力装置，设于机臂，包括设于机臂的电机 11 和与电机 11 相连的螺旋桨；
以及

控制器 12，设于机身，控制器 12 与电机 11 电性连接。

图 1 中，机身、机臂、和动力装置均未示出。在本实施例中，无人飞行器 100 可以是旋翼飞行器，其机臂与机身可以是固定连接、一体成型或可拆卸连接。动力装置用于给所述无人飞行器 100 提供飞行的动力或升力，动力装置通常包括设于机臂末端的电机 11 和与电机 11 的输出轴相连的旋翼，电机 11 驱动旋翼高速旋转以提供所述无人飞行器 100 飞行的动力或升力。

其中，控制器 12 包括：一个或多个处理器 121 以及存储器 122，图 4 中以一个处理器 121 为例。处理器 121 和存储器 122 可以通过总线或者其他方式连接，图 1 中以总线连接为例。

存储器 122 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，如本发明实施例中的温度保护方法对应的程序指令/单元（例如，附图 3 所示的单位功率模块 310、当前功率阈值模块 320 和控制模块 330）。处理器 121 通过运行存储在存储器 122 中的非易失性软件程序、指令以及单元，从而执行无人飞行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温度保护方法。

存储器 122 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无人飞行器使用所创建的数据等。此外，存储器 122 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 122 可选包括相对于处理器 121 远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至无人飞行器。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。

该一个或者多个单元存储在存储器 122 中，当被一个或者多个处理器 121 执行时，执行上述任意方法实施例中的温度保护方法，例如，执行以上描述的图 2 中的方法 S211-S250，实现图 3 所示的模块 310-330 的功能。

上述无人飞行器可执行本发明实施例所提供的温度保护方法，具备执行方法相应的功能模块和有益效果。未在无人飞行器可实施例中详尽描述的技术细节，可参见本发明实施例所提供的方法。

本发明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，例如图 4 中的一个处理器 121，可使得上述一个或多个处理器可执行上述任意方法实施例中的温度保护方法，例如，执行以上描述的图 2 中的方法 S210-S230，实现图 3 所示的模块 310-330 的功能。

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、一种温度保护方法，其特征在于，包括：

获取电机在若干预设单位时间对应的单位功率；

根据所述单位功率以及预设总功率阈值，计算所述电机的当前功率阈值；

控制所述电机的瞬时功率小于或者等于所述当前功率阈值。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据所述单位功率以及预设总功率阈值，计算所述电机的当前功率阈值，包括：

根据以下公式计算所述当前功率阈值：

$$P_slmt = (P_lmt - (P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_N)) / T_0 ;$$

其中， P_slmt 为当前功率阈值， P_lmt 为预设总功率阈值， T_0 为预设单位时间，从开始工作到当前时刻内的 N 个预设单位时间 T_0 对应的单位功率为 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 $\dots$ 、 P_N 。

3、根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述控制所述电机的瞬时功率小于或者等于所述当前功率阈值，包括：

获取所述电机的瞬时电流和瞬时电压；

控制所述瞬时电流或者所述瞬时电压的大小，以使所述瞬时电流与所述瞬时电压的乘积小于或者等于所述当前功率阈值。

4、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述控制所述瞬时电流或者所述瞬时电压的大小，以使所述瞬时电流与所述瞬时电压的乘积小于或者等于所述当前功率阈值，包括：

当所述电机加速时，控制所述瞬时电压减少，以使所述瞬时电流与所述瞬时电压的乘积小于或者等于所述当前功率阈值。

5、根据权利要求1-4任一项所述的方法，其特征在于，所述获取电机若干预设单位时间对应的单位功率，具体包括：

获取电机在预设时间内各所述预设单位时间对应的单位功率。

6、根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述预设时间大于等于1秒并且小于等于30秒。

7、根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述获取电机在预设时间内的若干预设单位时间对应的单位功率，包括：

获取所述电机在所述预设时间内的总功率；

根据所述总功率，计算得到在预设时间内的若干预设单位时间的平均功

率，将所述平均功率作为所述单位功率。

8、一种温度保护装置，其特征在于，包括：

单位功率模块，用于获取电机在若干预设单位时间对应的单位功率；

当前功率阈值模块，用于根据若干所述单位功率以及预设总功率阈值，计算所述电机的当前功率阈值；

控制模块，用于控制所述电机的瞬时功率小于或者等于所述当前功率阈值。

9、根据权利要求 8 所述的装置，其特征在于，所述当前功率阈值模块具体用于：

根据以下公式计算所述当前功率阈值：

$$P_slmt = (P_lmt - (P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_N)) / T_0 ;$$

其中， P_slmt 为当前功率阈值， P_lmt 为预设总功率阈值， T_0 为预设单位时间，从开始工作到当前时刻内的 N 个预设单位时间 T_0 对应的单位功率为 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 $\dots$ 、 P_N 。

10、根据权利要求 8 或 9 所述的装置，其特征在于，所述控制模块包括：

获取单元，用于获取所述电机的瞬时电流和瞬时电压；

控制单元，用于控制所述瞬时电流或者所述瞬时电压的大小，以使所述瞬时电流与所述瞬时电压的乘积小于或者等于所述当前功率阈值。

11、根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，所述控制单元具体用于：

当所述电机加速时，控制所述瞬时电压减少，以使所述瞬时电流与所述瞬时电压的乘积小于或者等于所述当前功率阈值。

12、根据权利要求 8-11 任一项所述的装置，其特征在于，所述单位功率模块包括：

定时获取单元，用于获取电机在预设时间内各所述预设单位时间对应的单位功率。

13、根据权利要求 12 所述的装置，其特征在于，所述预设时间大于等于 1 秒并且小于等于 30 秒。

14、根据权利要求 12 所述的装置，其特征在于，所述定时获取单元包括：

总功率子单元，用于获取所述电机在所述预设时间内的总功率；

平均功率子单元，用于根据所述总功率，计算得到在预设时间内的若干预设单位时间的平均功率，将所述平均功率作为所述单位功率。

15、一种无人飞行器，其特征在于，包括：

机身；

机臂，与所述机身相连；

动力装置，设于所述机臂，包括设于所述机臂的电机和与所述电机相连的螺旋桨；以及

控制器，设于所述机身，所述控制器与所述电机电性连接，

所述控制器包括：

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，

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 1-7 任一项所述的温度保护方法。

16、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 1-7 的任一项所述的温度保护方法。

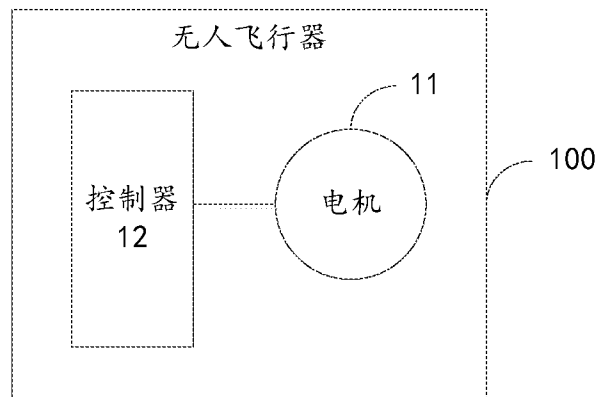


图 1

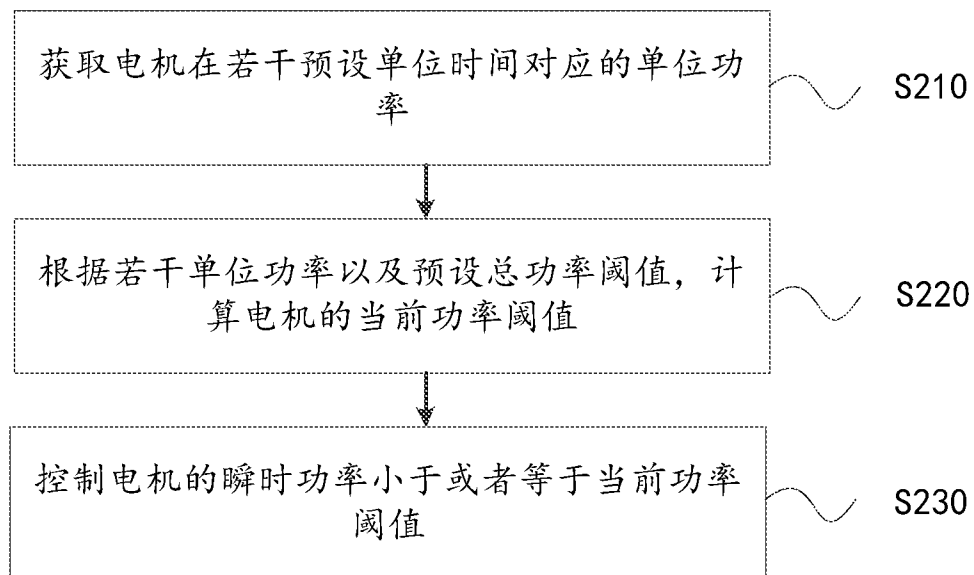


图 2

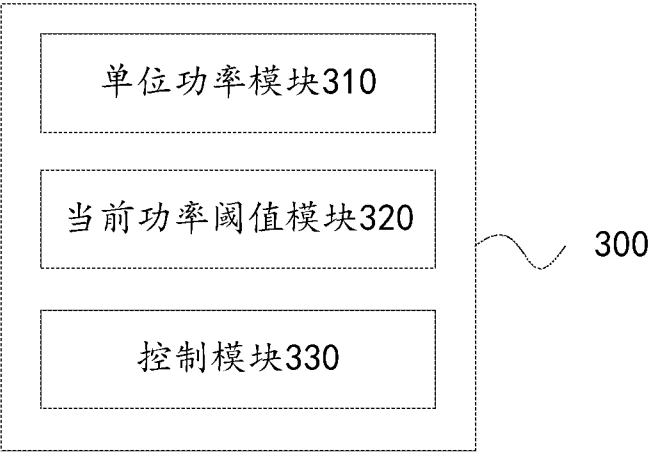


图 3

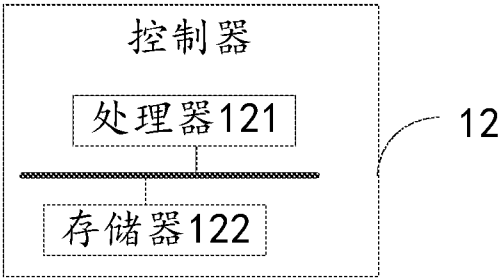


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/076798

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P 29/60(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)

SIPOABS; DWPI; CNABS; CNTXT; CNKI; EPTXT; USTXT; WOTXT: 功率, 检测, 计算, 阈值, 高温, 小于, 低于, 比较, 过温, 过热, 电压, 电流, 无人飞行器, power, detect, calculate, current, voltage, threshold, overheat, temperature, unmanned

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109831144 A (SHENZHEN AUTEL INTELLIGENT AVIATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 31 May 2019 (2019-05-31) claims 1-16	1-16
X	CN 109305051 A (SAIC GM WULING AUTOMOBILE CO., LTD.) 05 February 2019 (2019-02-05) description, paragraphs [0040]-[0072], figures 1, 2	1-16
A	CN 104393817 A (GUANGDONG MIDEA REFRIGERATION EQUIPMENT CO., LTD.) 04 March 2015 (2015-03-04) entire document	1-16
A	CN 108116682 A (AUTEL ROBOTICS CO., LTD.) 05 June 2018 (2018-06-05) entire document	1-16



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

16 April 2020

Date of mailing of the international search report

06 May 2020

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/076798

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109831144	A	31 May 2019	None			
CN	109305051	A	05 February 2019	None			
CN	104393817	A	04 March 2015	None			
CN	108116682	A	05 June 2018	WO	2019119828	A1	27 June 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/076798

A. 主题的分类

H02P 29/60 (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))

SIPOABS; DWPI; CNABS; CNTXT; CNKI; EPTXT; USTXT; WOTXT; 功率, 检测, 计算, 阈值, 高温, 小于, 低于, 比较, 过温, 过热, 电压, 电流, 无人飞行器, power, detect, calculate, current, voltage, threshold, overheat, temperature, unmanned

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 109831144 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2019年 5月 31日 (2019 - 05 - 31) 权利要求1-16	1-16
X	CN 109305051 A (上汽通用五菱汽车股份有限公司) 2019年 2月 5日 (2019 - 02 - 05) 说明书第[0040]-[0072]段, 附图1、2	1-16
A	CN 104393817 A (广东美的制冷设备有限公司) 2015年 3月 4日 (2015 - 03 - 04) 全文	1-16
A	CN 108116682 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2018年 6月 5日 (2018 - 06 - 05) 全文	1-16

☐ 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

2020年 4月 16日

国际检索报告邮寄日期

2020年 5月 6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

受权官员

郑悦

电话号码 (86-512) 88995751

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/076798

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	109831144	A	2019年 5月 31日	无	
CN	109305051	A	2019年 2月 5日	无	
CN	104393817	A	2015年 3月 4日	无	
CN	108116682	A	2018年 6月 5日	W0 2019119828 A1	2019年 6月 27日