

(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
2021 年 12 月 9 日 (09.12.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/244544 A1

- (51) 国际专利分类号:
B64D 45/00 (2006.01) *B64C 39/02* (2006.01)
G05D 1/10 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/097754
- (22) 国际申请日: 2021 年 6 月 1 日 (01.06.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010495310.0 2020年6月3日 (03.06.2020) CN
- (71) 申请人: 深圳市道通智能航空技术股份有限公司 (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: 张添保 (ZHANG, Tianbao); 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桃源街道留仙大道塘岭路1号金骐智谷大厦403, Guangdong 518054 (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, IT, 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, 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,

(54) Title: UNMANNED AERIAL VEHICLE FAULT DETECTION METHOD, UNMANNED AERIAL VEHICLE, AND UNMANNED AERIAL VEHICLE SYSTEM

(54) 发明名称: 一种无人机故障检测方法、无人机及无人机系统

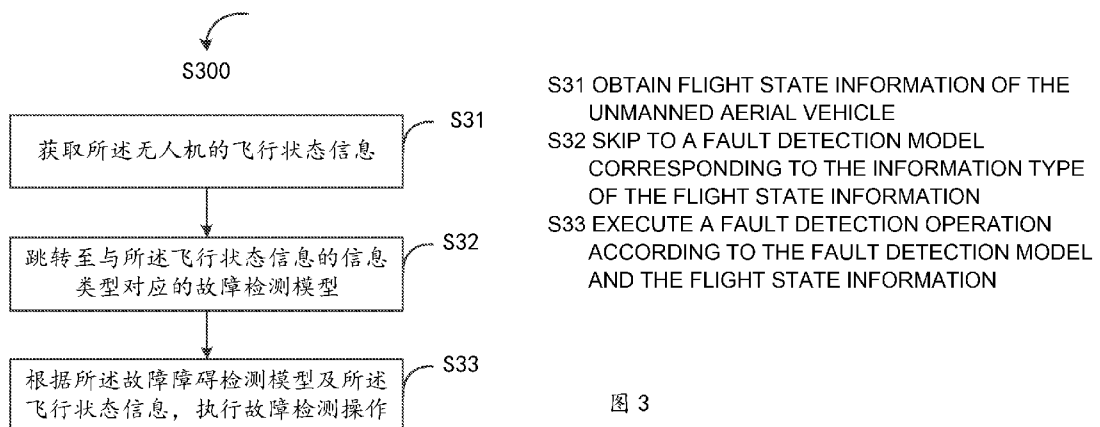


图 3

(57) Abstract: An unmanned aerial vehicle (10) fault detection method, an unmanned aerial vehicle (10), and an unmanned aerial vehicle system (100). The unmanned aerial vehicle (10) fault detection method comprises: obtaining flight state information of the unmanned aerial vehicle (10); skipping to a fault detection model corresponding to the information type of the flight state information; and executing a fault detection operation according to the fault detection model and the flight state information. According to the embodiment, the detection of multiple types of faults of the unmanned aerial vehicle (10) can be implemented.

(57) 摘要: 一种无人机 (10) 故障检测方法、无人机 (10) 及无人机系统 (100)。所述的无人机 (10) 故障检测方法包括: 获取所述无人机 (10) 的飞行状态信息; 跳转至与所述飞行状态信息的信息类型对应的故障检测模型; 根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息, 执行故障检测操作。通过上述方式, 能够实现无人机 (10) 多种故障类型的检测。

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))。

一种无人机故障检测方法、无人机及无人机系统

本申请要求于2020年6月3日提交中国专利局、申请号为2020104953100、申请名称为“一种无人机故障检测方法、无人机及无人机系统”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

本发明涉及无人机技术领域，特别是涉及一种无人机故障检测方法、无人机及无人机系统。

背景技术

无人机能够遥控飞行或自主飞行，具有重量轻、体积小、机动性能好、不受操作人员的生理约束和飞行环境限制等优点，因而在军用和民用等领域得到广泛应用。

随着无人机的使用，无人机难免会出现各种各样的故障，然而，目前无人机的故障检测模型一般只针对一种特定类型的无人机故障，通过检测无人机的当前参数，将当前参数与预设参数进行比对，从而判断是否发生了该特定类型的无人机故障，导致其无法适应无人机多种故障类型的检测。

发明内容

本发明实施例旨在提供一种无人机故障检测方法、无人机及无人机系统，其能够实现无人机多种故障类型的检测。

为解决上述技术问题，本发明实施例提供以下技术方案：

第一方面，本发明实施例提供一种无人机故障检测方法，包括：
获取所述无人机的飞行状态信息；

跳转至与所述飞行状态信息的信息类型对应的故障检测模型；

根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息，执行故障检测操作。

在一些实施例中，当所述无人机包括若干传感器，所述飞行状态信息包括传感器数据时，所述根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息，执行故障检测操作，包括：

判断所述传感器数据的时间戳是否正常更新；

若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时；

若超时，则确定所述传感器数据对应的传感器异常；

若正常更新，所述传感器数据的数值是否在第一预设数值范围；

若不在第一预设数值范围，则确定所述传感器异常；

若在第一预设数值范围，则判断所述传感器的温度是否在第一预设温度范围；

若不在第一预设温度范围，则确定所述传感器异常；

若在第一预设温度范围，则判断所述传感器的噪声是否在预设噪声范围；

若不在预设噪声范围，则确定所述传感器异常；

若在预设噪声范围，则将所述传感器数据输入至经验比对数据库，判断所述传感器数据是否存在异常；

若存在异常，则确定所述传感器异常；

若不存在异常，则确定所述传感器正常。

在一些实施例中，当所述传感器数据包括加速度数据时，所述根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息，执行故障检测操作还包括：

计算所述加速度数据的模值；

判断所述模值是否大于预设加速度阈值；

若是，则确定所述无人机受到撞击；

若否，则确定所述无人机未受到撞击。

在一些实施例中，当所述飞行状态信息包括遥控指令时，所述根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息，执行故障检测操作，包括：

判断所述遥控指令的时间戳是否正常更新；

若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时；

若超时，则确定与所述无人机通信连接的遥控设备失联；

若正常更新，则判断所述遥控指令的数值是否在第二预设数值范围；

若不在第二预设数值范围，则确定所述遥控设备失联；

若在第二预设数值范围，则确定所述遥控设备正常。

在一些实施例中，当所述无人机包括自动控制系统，所述自动控制系统包括姿态控制器、水平速度控制器、位置控制器以及高度控制器，所述飞行状态信息包括系统控制指令和系统状态数据时，所述根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息，执行故障检测操作，包括：

判断所述系统控制指令和所述系统状态数据的时间戳是否正常更新；

若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时；

若超时，则确定所述自动控制系统异常；

若正常更新，则判断所述姿态控制器是否处于发散状态；

若姿态控制器处于发散状态，则确定所述自动控制系统异常；

若姿态控制器不处于发散状态，则判断所述水平速度控制器和所述位置控制器是否处于发散状态；

若水平速度控制器和位置控制器处于发散状态，则确定所述自动控制系统异常；

若水平速度控制器和位置控制器不处于发散状态，则判断所述高度控制器是否处于发散状态；

若高度控制器处于发散状态，则确定所述自动控制系统异常；

若高度控制器不处于发散状态，则判断所述自动控制系统的融合是否处于发散状态；

若数据融合处于发散状态，则确定所述自动控制系统异常；

若数据融合不处于发散状态，则确定所述自动控制系统正常。

在一些实施例中，当所述无人机包括电池，所述飞行状态信息包括电池数据时，所述根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息，执行故障检测操作，包括：

判断所述电池数据的时间戳是否正常更新；

若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时；

若超时，则确定所述电池状态异常；

若正常更新，则判断所述电池数据的电压电流数值是否在第三预设数值范围；

若不在第三预设数值范围，则确定所述电池状态异常；

若在第三预设数值范围，则判断所述电池的温度是否在第二预设温度范围；

若不在第二预设温度范围，则确定所述电池状态异常；

若在第二预设温度范围，则确定所述电池状态正常。

在一些实施例中，当所述无人机包括动力系统，所述动力系统包括电机，所述飞行状态信息包括电机电调数据时，所述根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息，执行故障检测操作，包括：判断所述电机电调数据的时间戳是否正常更新；

若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时；

若超时，则确定所述动力系统失去动力；

若正常更新，则判断所述电机是否出现堵转；

若出现堵转，则确定所述动力系统失去动力；

若不出现堵转，则判断所述电机是否出现动力完全损失；

若动力完全损失，则确定所述动力系统失去动力；

若动力未完全损失，则判断所述电机是否出现动力损失过半；

若动力损失过半，则确定所述动力系统的动力不足；

若动力未损失过半，则判断所述电机的转速是否发散；

若转速发散，则确定所述动力系统失去动力；

若转速不发散，则确定所述动力系统正常。

在一些实施例中，所述方法还包括：

获取执行故障检测操作后生成的故障检测信息；

根据所述故障检测信息，执行保护操作。

在一些实施例中，当所述无人机包括若干传感器，所述飞行状态信

息包括传感器数据时，所述根据所述故障检测信息，执行保护操作，包括：

当所述无人机的气压计损坏时，控制所述无人机返航；

当所述无人机的 GPS 信号丢失，且所述无人机的视觉信息异常时，控制所述无人机切换到 ATTI 飞行模式，以使得所述无人机旋转下降，并向与所述无人机通信连接的遥控设备发送警报信号；

当所述无人机的视觉信息异常，且所述无人机的 GPS 信号正常时，控制所述无人机正常飞行；

当所述无人机的 GPS 信号丢失，且所述无人机的视觉信息正常时，限制所述无人机的飞行速度不超过第一预设速度阈值；

当所述无人机的超声波传感器损坏时，控制所述无人机正常飞行，并向所述遥控设备发送提示信息。

在一些实施例中，当所述传感器数据包括加速度数据时，所述根据所述故障检测信息，执行保护操作还包括：

当所述无人机受到撞击时，控制所述无人机停桨降落，且若超过预设时间阈值未完成降落，则启动紧急稳定系统，以使所述无人机进入悬停状态。

在一些实施例中，当所述传感器数据包括加速度数据时，所述根据所述故障检测信息，执行保护操作还包括：

当所述无人机受到撞击时，控制所述无人机停桨降落，且若超过预设时间阈值未完成降落，则启动紧急稳定系统，以使所述无人机进入悬停状态。

在一些实施例中，当所述无人机包括自动控制系统，所述飞行状态信息包括系统控制指令和系统状态数据时，所述根据所述故障检测信息，执行保护操作，包括：

当所述自动控制系统异常时，控制关闭所述无人机的所有螺旋桨；

当所述无人机包括电池，所述飞行状态信息包括电池数据时，所述根据所述故障检测信息，执行保护操作，包括：

当所述电池状态异常时，控制所述无人机立即返航；

当所述无人机包括动力系统，所述动力系统包括电机，所述飞行状态信息包括电机电调数据时，所述根据所述故障检测信息，执行保护操作，包括：

当所述动力系统的动力不足时，控制所述无人机以不超过第二预设速度阈值的飞行速度返航；

当所述动力系统失去动力时，控制所述无人机停桨坠落；

当所述动力系统正常时，控制所述无人机正常飞行。

第二方面，本发明实施例提供一种无人机，包括：

若干传感器，用于输出传感器数据；

自动控制系统，包括姿态控制器、水平速度控制器、位置控制器以及高度控制器，所述自动控制系统用于输出系统控制指令和系统状态数据；

电池，用于输出电池数据；

动力系统，包括电机，所述动力系统用于输出电机电调数据；至少一个处理器，分别与所述若干传感器、所述自动控制系统、所述电池以及所述动力系统连接；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如上任一项所述的无人机故障检测方法。

第三方面，本发明实施例提供了一种无人机系统，包括：

如前所述的无人机；

与所述无人机通信连接的遥控设备，用于向所述无人机发送遥控指令。

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，所述计算机可执行指令用于使无人机能够执行如上任一项所述的无人机故障检测方法。

本发明实施例的有益效果是：区别于现有技术的情况下，本发明实

施例提供的一种无人机故障检测方法、无人机及无人机系统，通过获取无人机的飞行状态信息，跳转至与飞行状态信息的信息类型对应的故障检测模型，根据故障检测模型及飞行状态信息，执行故障检测操作。因此，本发明实施例基于无人机获取到的飞行状态信息的信息类型，自动匹配对应的故障检测模型，从而实现无人机多种故障类型的检测。

附图说明

一个或多个实施例通过与之对应的附图中的图片进行示例性说明，这些示例性说明并不构成对实施例的限定，附图中具有相同参考数字标号的元件表示为类似的元件，除非有特别申明，附图中的图不构成比例限制。

图 1 是本发明实施例提供的一种无人机系统的结构示意图；

图 2 是本发明实施例提供的一种无人机的结构示意图；

图 3 是本发明实施例提供的一种无人机故障检测方法的方法流程图；

图 4 是图 3 所示的步骤 S33 的其中一种方法流程图；

图 5 是图 3 所示的步骤 S33 的其中一种方法流程图；

图 6 是图 3 所示的步骤 S33 的其中一种方法流程图；

图 7 是图 3 所示的步骤 S33 的其中一种方法流程图；

图 8 是图 3 所示的步骤 S33 的其中一种方法流程图；

图 9 是图 3 所示的步骤 S33 的其中一种方法流程图；

图 10 是本发明实施例提供的另一种无人机故障检测方法的方法流程图；

图 11 是本发明实施例提供的一种无人机故障检测装置的装置示意图。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的

实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

需要说明的是，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。另外，术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

此外，下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

请参阅图 1，为本发明实施例提供的一种无人机系统的结构示意图。如图 1 所示，无人机系统 100 包括如本发明任意实施例所述的无人机 10 和与所述无人机 10 通信连接的遥控设备 20。

其中，无人机 10 可以为合适的无人飞行器包括固定翼无人飞行器和旋转翼无人飞行器，例如直升机、四旋翼机和具有其它数量的旋翼和/或旋翼配置的飞行器。无人机 10 还可以是其他可移动物体，例如载人飞行器、航模、无人飞艇和无人热气球等。无人机 10 可以用于跟踪目标，在无人机 10 跟踪目标的过程中，有可能会遇到障碍物。无人机 10 需跟踪目标的同时躲避障碍物，以实现正常飞行。其中，目标可以为任何合适的可移动或不可移动物体，包括交通工具、人、动物、建筑物、山川河流等。障碍物例如建筑物、山体、树木、森林、信号塔或其他可移动或不可移动物体。

如图 2 所示，无人机 10 包括若干传感器 101、自动控制系统 102、电池 103、动力系统 104、至少一个处理器 105 以及与所述至少一个处理器 105 通信连接的存储器 106。

若干传感器 101 用于输出传感器数据。

其中，若干传感器 101 包括加速度计、陀螺仪、磁罗盘、气压计、超声波传感器、GPS、湿度传感器等。

加速度计是用于提供无人机 10 在 XYZ 轴方向所承受的加速力，控制无人机 10 在静止状态时的倾斜角度，以及，提供水平及垂直方向的线性加速。

陀螺仪用于监测 XYZ 轴的角速度信息，以监测无人机 10 俯仰、翻滚和偏摆时角度的变化率。根据所述角速度信息，防止无人机 10 晃动，以维持无人机 10 稳定。陀螺仪还用于使无人机 10 根据用户设定的角度旋转。

磁罗盘用于检测无人机 10 在 XYZ 轴向所承受磁场的的数据，根据所述数据，侦测地理方位。磁罗盘对于硬铁、软铁或运转角度都非常敏感。硬铁是指传感器附近的坚硬、永久性铁磁性物质，它能使磁罗盘读数产生永久性偏移。软铁则是指附近有弱铁磁性物质，电路走线等，它能让磁罗盘读数产生可变动移位。因此，需要采用磁性传感器校正算法进行校正。在一些实施例，磁罗盘也可以用来侦测四周的磁性与含铁金属，例如电极、电线、车辆、其他无人机等，以避免事故发生。

气压计原理是利用大气压力计算无人机 10 的高度。根据气压计提供的压力数据，可控制无人机 10 导航，所述导航包括无人机 10 的上升高度，上升速度以及下降速度。

在无人机接近地面时，利用气压计无法实现无人机 10 的高度控制，利用超声波传感器的超声波反射原理，可实现无人机 10 低空飞行时的高度控制。

GPS 用于检测无人机 10 的位置。无论是基于设定的经度纬度进行自动飞行，还是保持定位进行悬停，GPS 都是极其重要的。

湿度传感器能监测湿度参数，相关数据则可应用在气象站、凝结高度监测、空气密度监测与气体传感器测量结果的修正。

自动控制系统 102 包括姿态控制器 1021、水平速度控制器 1022、位置控制器 1023 以及高度控制器 1024，自动控制系统 102 用于输出系统控制指令和系统状态数据。

电池 103 用于输出电池数据。

无人机电池常见的类型比较多，按照无人机 10 用途来划分，主要有 FPV 竞技无人机电池、航拍无人机电池、安保无人机电池、植保无人机电池等，按照锂电池倍率划分，可以分为高倍率无人机电池和普通倍率无人机电池。高倍率无人机电池主要用于竞技无人机比赛和植保农用

无人机，普通倍率无人机电池主要用于安保无人机，测绘无人机，一般航拍无人机（高速航拍一般用高倍率电池）等稳定电流输出的无人机 10。无人机电池多是聚合物锂电池，大多数是 AA、AAA、C、D 或 9 伏格式的碱性，其他电池是可充电的镍镉电池（Ni-Cd）或镍氢电池（NiMH）。

动力系统 104 包括电机 1041，动力系统 104 用于输出电机调数据。

至少一个处理器 105 分别与若干传感器 101、自动控制系统 102、电池 103 以及动力系统 104 连接。

存储器 106 存储有可被所述至少一个处理器 105 执行的指令，所述指令被所述至少一个处理器 105 执行，以使所述至少一个处理器 105 能够执行如本发明任意方法实施例所述的无人机故障检测方法。

其中，处理器 105 和存储器 106 可以通过总线或者其他方式连接，图 2 中以通过总线连接为例。

存储器 106 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无人机故障检测方法对应的程序指令/模块。所述模块存储在所述存储器 106 中，当被所述一个或者多个处理器 105 执行时，可执行本发明任意方法实施例所述的无人机故障检测方法。

存储器 106 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下述装置实施例所述的无人机故障检测装置的使用所创建的数据等。此外，存储器 106 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 106 可选包括相对于处理器 105 远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至控制无人机故障检测的装置。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。

遥控设备 20 用于向无人机 10 发送遥控指令。

遥控设备 20 包括遥控天线、发射机、接收机、控制面板、控制杆、移动设备支架等。其中，移动设备支架用于搭载移动设备，如智能手机、

平板电脑等，用于显示无人机 10 回传的视频数据和/或图像数据等。控制杆用于控制无人机 10 的油门、航向、滚转、俯仰等。目前用于操控无人机 10 的遥控设备 20 的主流无线电频率是 2.4GHz，常见的 2.4GHz 无线通信技术包括 Wifi、蓝牙、ZigBee 等。

上述无人机 10 可执行本发明实施例所提供的方法，具备执行方法相应的功能模块和有益效果。未在本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。

请参阅图 3，是本发明实施例提供的一种无人机故障检测方法的方法流程图。无人机故障检测方法 S300 可应用于图 1 或图 2 所示的无人机 10，如图 3 所示，无人机故障检测方法 S300 包括：

S31、获取所述无人机的飞行状态信息。

S32、跳转至与所述飞行状态信息的信息类型对应的故障检测模型。

S33、根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息，执行故障检测操作。

如图 4 所示，作为本发明的其中一个实施方式，当无人机包括若干传感器，飞行状态信息包括传感器数据时，步骤 S33 具体包括：

S41、判断所述传感器数据的时间戳是否正常更新。

时间戳是一个能表示一份数据在某个特定时间之前已经存在的、完整的、可验证的数据，通常是一个字符序列，唯一地标识某一刻的时间。一般的，时间戳产生的过程为：用户首先将需要加时间的文件用 Hash 编码加密形成摘要，然后将该摘要发送到 DTS，DTS 在加入了收到文件摘要的日期和时间信息后再对该文件加密（数字签名），然后送回用户。

可见，传感器数据的时间戳的组成部分包括传感器数据的摘要、DTS 收到传感器数据的日期和时间以及 DTS 的数字签名。

S42、若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时。

S43、若超时，则确定所述传感器数据对应的传感器异常。

正常情况下，传感器数据的时间戳每一扫描周期更新一次，若时间戳超时未更新，则传感器出现异常。

S44、若正常更新，所述传感器数据的数值是否在第一预设数值范

围。

若不在第一预设数值范围，则返回步骤 S43，即确定所述传感器异常。

S45、若在第一预设数值范围，则判断所述传感器的温度是否在第一预设温度范围。

若不在第一预设温度范围，则返回步骤 S43，即确定所述传感器异常。

S46、若在第一预设温度范围，则判断所述传感器的噪声是否在预设噪声范围。

若不在预设噪声范围，则返回步骤 S43，即确定所述传感器异常。

S47、若在预设噪声范围，则将所述传感器数据输入至经验比对数据库，判断所述传感器数据是否存在异常。

若存在异常，则返回步骤 S43，即确定所述传感器异常。

S48、若不存在异常，则确定所述传感器正常。

当确定传感器异常时，即传感器发生故障时，将所述传感器的标记置 0，生成故障检测信息，如 Flag_XY_sensor=0；当确定传感器正常时，将所述传感器的标记置 1，生成故障检测信息，如 Flag_XY_sensor=1。

传感器数据的时间戳正常更新时，通过依次判断传感器数据的数值是否在第一预设数值范围，传感器的温度是否在第一预设温度范围，传感器的噪声是否在预设噪声范围，以及传感器数据是否存在其他异常，若传感器数据的数值是否在第一预设数值范围、传感器的温度是否在第一预设温度范围、传感器的噪声是否在预设噪声范围，并且感器数据不存在其他异常，则所述传感器正常。

对于传感器故障检测，传感器数据的数值的优先级高于传感器的温度的优先级，高于传感器的噪声的优先级，高于传感器数据存在的其他异常。传感器故障优先级越高，传感器异常的可能性越高，因此，根据传感器故障优先级从高到低依次检测，可提升传感器故障检测的可靠性。可以理解，上述的判断顺序可以进行其他形式排列组合。

如图 5 所示，作为本发明的其中一个实施方式，当传感器数据包括

加速度数据时，步骤 S33 具体包括：

S51、计算所述加速度数据的模值。

S52、判断所述模值是否大于预设加速度阈值。

S53、若是，则确定所述无人机受到撞击。

S54、若否，则确定所述无人机未受到撞击。

加速度数据的模值表示加速度的大小。当确定无人机受到撞击时，生成故障检测信息，如 Flag_ST=1；当确定无人机未受到撞击时，生成故障检测信息，如 Flag_ST=0。

如图 6 所示，作为本发明的其中一个实施方式，当飞行状态信息包括遥控指令时，步骤 S33 具体包括：

S61、判断所述遥控指令的时间戳是否正常更新。

S62、若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时。

S63、若超时，则确定与所述无人机通信连接的遥控设备失联。

正常情况下，遥控指令的时间戳每一扫描周期更新一次，若时间戳超时未更新，则与无人机通信连接的遥控设备失联。

S64、若正常更新，则判断所述遥控指令的数值是否在第二预设数值范围。

若不在第二预设数值范围，则返回步骤 S63，即确定所述遥控设备失联。

S65、若在第二预设数值范围，则确定所述遥控设备正常。

当确定遥控设备失联时，生成故障检测信息，如 Flag_RC=0；当确定遥控设备正常时，生成故障检测信息，如 Flag_RC=1。

如图 7 所示，作为本发明的其中一个实施方式，当无人机包括自动控制系统，自动控制系统包括姿态控制器、水平速度控制器、位置控制器以及高度控制器，飞行状态信息包括系统控制指令和系统状态数据时，步骤 S33 具体包括：

S71、判断所述系统控制指令和所述系统状态数据的时间戳是否正常更新。

S72、若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时。

S73、若超时，则确定所述自动控制系统异常。

正常情况下，系统控制指令和系统状态数据的时间戳每一扫描周期更新一次，若时间戳超时未更新，则自动控制系统异常。

S74、若正常更新，则判断所述姿态控制器是否处于发散状态。

若姿态控制器处于发散状态，则返回步骤 S73，即确定所述自动控制系统异常。

S75、若姿态控制器不处于发散状态，则判断所述水平速度控制器和所述位置控制器是否处于发散状态。

若水平速度控制器和位置控制器处于发散状态，则返回步骤 S73，即确定所述自动控制系统异常。

S76、若水平速度控制器和位置控制器不处于发散状态，则判断所述高度控制器是否处于发散状态。

若高度控制器处于发散状态，则返回步骤 S73，即确定所述自动控制系统异常。

S77、若高度控制器不处于发散状态，则判断所述自动控制系统的融合数据是否处于发散状态。

若数据融合处于发散状态，则返回步骤 S73，即确定所述自动控制系统异常。

S78、若数据融合不处于发散状态，则确定所述自动控制系统正常。

当确定自动控制系统异常时，生成故障检测信息，如 $Flag_FCS=0$ ；
当确定自动控制系统正常时，生成故障检测信息，如 $Flag_FCS=1$ 。

系统控制指令和系统状态数据的时间戳正常更新时，通过依次姿态控制器是否处于发散状态，水平速度控制器和位置控制器是否处于发散状态，高度控制器是否处于发散状态，以及数据融合是否处于发散状态，若姿态控制器、水平速度控制器、位置控制器、高度控制器以及数据融合均不处于发散状态，则自动控制系统正常。

对于自动控制系统故障检测，姿态控制器的优先级高于水平速度控制器和位置控制器的优先级，高于高度控制器的优先级，高于数据融合的优先级。自动控制系统故障优先级越高，自动控制系统异常的可能性

越高，因此，自动控制系统故障优先级从高到低依次检测，可提升自动控制系统故障检测的可靠性。可以理解，上述的判断顺序可以进行其他形式排列组合。例如，在系统控制指令和系统状态数据的时间戳正常更新时，自动控制系统故障检测的顺序依次为：判断姿态控制器是否处于发散状态，判断高度控制器是否处于发散状态，判断水平速度控制器和位置控制器是否处于发散状态，最后判断数据融合是否处于发散状态。

需要说明的是，判断姿态控制器、水平速度控制器和位置控制器、高度控制器以及数据融合是否处于发散状态的技术手段是现有的，本发明实施例不再赘述。

如图8所示，作为本发明的其中一个实施方式，当无人机包括电池，飞行状态信息包括电池数据时，步骤S33具体包括：

S81、判断所述电池数据的时间戳是否正常更新。

S82、若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时。

S83、若超时，则确定所述电池状态异常。

正常情况下，电池数据的时间戳每一扫描周期更新一次，若时间戳超时未更新，则电池状态异常。

S84、若正常更新，则判断所述电池数据的电压电流数值是否在第三预设数值范围。

若不在第三预设数值范围，则返回步骤S83，即确定所述电池状态异常。

S85、若在第三预设数值范围，则判断所述电池的温度是否在第二预设温度范围。

若不在第二预设温度范围，则返回步骤S83，即确定所述电池状态异常。

S86、若在第二预设温度范围，则确定所述电池状态正常。

当确定电池状态异常时，生成故障检测信息，如Flag_BT=0；当确定电池状态正常时，生成故障检测信息，如Flag_BT=1。

在一些实施例中，若电池的温度在第二预设温度范围，继续判断电池电芯之间的电压差值是否在预设电压范围，若在预设电压范围，则确

定所述电池状态正常，若不在预设电压范围，则确定电池状态异常。

如图9所示，作为本发明的其中一个实施方式，当无人机包括动力系统，动力系统包括电机，飞行状态信息包括电机电调数据时，步骤S33具体包括：

S91、判断所述电机电调数据的时间戳是否正常更新。

S92、若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时。

S93、若超时，则确定所述动力系统失去动力。

正常情况下，电机电调数据的时间戳每一扫描周期更新一次，若时间戳超时未更新，则动力系统失去动力。

S94、若正常更新，则判断所述电机是否出现堵转。

若出现堵转，则返回步骤S93，即确定所述动力系统失去动力。

S95、若不出现堵转，则判断所述电机是否出现动力完全损失。

若动力完全损失，则返回步骤S93，即确定所述动力系统失去动力。

S96、若动力未完全损失，则判断所述电机是否出现动力损失过半。

S97、若动力损失过半，则确定所述动力系统的动力不足。

S98、若动力未损失过半，则判断所述电机的转速是否发散。

若转速发散，则返回步骤S93，即确定所述动力系统失去动力。

S99、若转速不发散，则确定所述动力系统正常。

当确定动力系统的动力不足时，生成故障检测信息，如Flag_ECS=-1；当确定动力系统失去动力时，生成故障检测信息，如Flag_ECS=0；当确定动力系统正常时，生成故障检测信息，如Flag_ECS=1。

电机堵转是电机在转速为0转时仍然输出扭矩的一种情况，一般都是机械的或者人为的。由于电机负载过大、拖动的机械故障、轴承损坏扫堂等原因引起的电动机无法启动或停止转动的现象。电机堵转时功率因数极低，堵转时的电流（称堵转电流）最高可达额定电流的7倍，时间稍长就会烧坏电机。电机出现动力完全损失包括无人机螺旋桨的桨叶甩飞。电机出现动力损失过半包括无人机螺旋桨的桨叶被打烂。

需要说明的是，判断电机是否堵转、电机是否出现动力完全损失、电机是否出现动力损失过半以及电机的转速是否发散的技术手段是现

有的，本发明实施例不再赘述。

请参与图 10，是本发明实施例提供的另一种无人机故障检测方法的方法流程图。如图 10 所示，无人机故障检测方法 S110 还包括：

S101、获取执行故障检测操作后生成的故障检测信息。

S102、根据所述故障检测信息，执行保护操作。

在一些实施例中，当无人机包括若干传感器，飞行状态信息包括传感器数据时，步骤 S102 具体包括：当所述无人机的气压计损坏时，控制所述无人机返航。当所述无人机的 GPS 信号丢失，且所述无人机的视觉信息异常时，控制所述无人机切换到 ATTI 飞行模式，以使得所述无人机旋转下降，并向与所述无人机通信连接的遥控设备发送警报信号。当所述无人机的视觉信息异常，且所述无人机的 GPS 信号正常时，控制所述无人机正常飞行。当所述无人机的 GPS 信号丢失，且所述无人机的视觉信息正常时，限制所述无人机的飞行速度不超过第一预设速度阈值。当所述无人机的超声波传感器损坏时，控制所述无人机正常飞行，并向所述遥控设备发送提示信息。

对于传感器故障，GPS 丢失、IMU (Inertial measurement unit, 惯性测量单元) 异常属于致命故障，气压计损坏、超声波传感器损坏、视觉丢失属于非致命故障。

若故障检测信息 `Flag_baro_sensor=0`，此时，无人机的气压计损坏，控制无人机返航。若故障检测信息 `Flag_GPS_sensor=0`，`Flag_Vision_sensor=0`，此时，无人机的 GPS 信号丢失且无人机的视觉信息异常，控制无人机切换到 ATTI 飞行模式，以使得无人机旋转下降，并向与无人机通信连接的遥控设备发送警报信号。若故障检测信息 `Flag_Vision_sensor=0`，`Flag_GPS_sensor=1`，此时，无人机的视觉信息异常且无人机的 GPS 信号正常时，控制无人机正常飞行。若故障检测信息 `Flag_Vision_sensor=1`，`Flag_GPS_sensor=0`，此时，无人机的 GPS 信号丢失且无人机的视觉信息正常时，限制无人机的飞行速度不超过第一预设速度阈值。若故障检测信息 `Flag_sonar_sensor=0`，此时，无人机的超声波传感器损坏时，控制无人机正常飞行，并向遥控设备发送提

示信息，例如在安装于遥控设备的移动终端的显示器显示“超声损坏”。

对于致命性的传感器故障，优先采用控制无人机返航、无人机旋转下降以及限制无人机的飞行速度等紧急保护操作；对于非致命性传感器故障，优先采用控制无人机正常飞行和向遥控设备发送提示信息等保护操作。在致命性传感器故障的情况下，降低无人机受损害程度，在非致命性传感器故障的情况下，保证无人机的正常运行，因此，既提升了无人机的使用寿命，也提升了用户的使用体验。

在一些实施例中，当传感器数据包括加速度数据时，步骤 S102 具体包括：当所述无人机受到撞击时，控制所述无人机停桨降落，且若超过预设时间阈值未完成降落，则启动紧急稳定系统，以使所述无人机进入悬停状态。

其中，撞击故障属于致命故障。

若故障检测信息 $Flag_ST=1$ ，此时，无人机受到撞击。控制所述无人机停桨降落，且若超过预设时间阈值未完成降落，则启动紧急稳定系统，以使所述无人机进入悬停状态。若超过预设时间阈值（如 0.2s）未完成降落，立即控制无人机进入悬停状态。

在一些实施例中，当飞行状态信息包括遥控指令时，步骤 S102 具体包括：当与所述无人机通信连接的遥控设备失联，且所述无人机在任务模式下执行飞行任务时，控制所述无人机继续执行所述飞行任务，待所述飞行任务执行完毕之后控制所述无人机返航。当所述遥控设备失联，且所述无人机在手动模式下执行飞行任务时，控制所述无人机立即返航。当所述遥控设备失联，所述无人机在所述任务模式或所述手动模式下启动返航，且检测到所述无人机周围存在障碍物时，触发开启所述无人机的轨迹规划功能，以使所述无人机避开障碍物后继续返航。当所述遥控设备失联，且所述无人机在返航过程中检测到所述无人机周围存在障碍物时，触发开启所述无人机的轨迹规划功能，以使所述无人机避开障碍物后继续执行返航。

其中，遥控设备失联属于非致命故障。

若故障检测信息 $Flag_RC=0$ ，此时，遥控设备失联。当无人机在任

务模式下执行飞行任务时，控制无人机继续执行飞行任务，待飞行任务执行完毕之后控制无人机返航。当无人机在手动模式下执行飞行任务时，控制无人机立即返航。当无人机在所述任务模式或所述手动模式下启动返航，且检测到无人机周围存在障碍物时，触发开启无人机的轨迹规划功能，以使无人机绕开障碍物后继续返航。当无人机在返航过程中检测到无人机周围存在障碍物时，触发开启无人机的轨迹规划功能，以使无人机绕开障碍物后继续执行返航。

在一些实施例中，当无人机包括自动控制系统，飞行状态信息包括系统控制指令和系统状态数据时，步骤 S102 具体包括：当所述自动控制系统异常时，控制关闭所述无人机的所有螺旋桨。

其中，自动控制系统异常属于致命故障。

若故障检测信息 $Flag_FCS=0$ ，此时，自动控制系统异常。自动控制系统异常可能导致无人机乱跑、螺旋桨容易打伤人等，为减少损失，控制关闭无人机的所有螺旋桨。在一些实施例中，开启手动停桨方案，具体包括通过遥控设备使用组合杆停桨，如控制对应的两个操控杆呈现内八字或外八字。当无人机自动停桨未及时生效时，采用手动停桨，使得螺旋桨停下，从而使得无人机垂直掉下，进而减少损失。

在一些实施例中，当无人机包括电池，飞行状态信息包括电池数据时，步骤 S102 具体包括：当所述电池状态异常时，控制所述无人机立即返航。

其中，电池状态异常属于非致命故障。

若故障检测信息 $Flag_BT=0$ ，此时，电池状态异常，控制无人机立即返航。

在一些实施例中，当无人机包括动力系统，所述动力系统包括电机，飞行状态信息包括电机电调数据时，步骤 S102 具体包括：当所述动力系统的动力不足时，控制所述无人机以不超过第二预设速度阈值的飞行速度返航。当所述动力系统失去动力时，控制所述无人机停桨坠落。当所述动力系统正常时，控制所述无人机正常飞行。

其中，动力系统的动力不足和动力系统失去动力属于致命故障。

若故障检测信息 Flag_ECS=-1, 此时, 动力系统的动力不足, 控制所述无人机以不超过第二预设速度阈值(如 3m/s)的飞行速度返航。若故障检测信息 Flag_ECS=0, 此时, 动力系统失去动力, 控制无人机停桨坠落。

本发明实施例提供的一种无人机故障检测方法, 通过获取无人机的飞行状态信息, 跳转至与飞行状态信息的信息类型对应的故障检测模型, 根据故障检测模型及飞行状态信息, 执行故障检测操作。因此, 本发明实施例基于无人机获取到的飞行状态信息的信息类型, 自动匹配对应的故障检测模型, 从而实现无人机多种故障类型的检测。

请参阅图 11, 是本发明实施例提供的一种无人机故障检测装置的装置示意图。如图 11 所示, 无人机故障检测装置 120 包括:

第一获取模块 121, 用于获取所述无人机的飞行状态信息。

跳转模块 122, 用于跳转至与所述飞行状态信息的信息类型对应的故障检测模型。

第一执行模块 123, 用于根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息, 执行故障检测操作。

作为本发明的其中一个实施方式, 当无人机包括若干传感器, 飞行状态信息包括传感器数据时, 第一执行模块 123 具体用于: 判断所述传感器数据的时间戳是否正常更新; 若不正常更新, 则判断所述时间戳不更新以来是否超时; 若超时, 则确定所述传感器数据对应的传感器异常; 若正常更新, 所述传感器数据的数值是否在第一预设数值范围; 若不在第一预设数值范围, 则确定所述传感器异常; 若在第一预设数值范围, 则判断所述传感器的温度是否在第一预设温度范围; 若不在第一预设温度范围, 则确定所述传感器异常; 若在第一预设温度范围, 则判断所述传感器的噪声是否在预设噪声范围; 若不在预设噪声范围, 则确定所述传感器异常; 若在预设噪声范围, 则将所述传感器数据输入至经验比对数据库, 判断所述传感器数据是否存在异常; 若存在异常, 则确定所述传感器异常; 若不存在异常, 则确定所述传感器正常。

作为本发明的其中一个实施方式, 当传感器数据包括加速度数据时,

第一执行模块 123 具体用于：计算所述加速度数据的模值；判断所述模值是否大于预设加速度阈值；若是，则确定所述无人机受到撞击；若否，则确定所述无人机未受到撞击。

作为本发明的其中一个实施方式，当飞行状态信息包括遥控指令时，第一执行模块 123 具体用于：判断所述遥控指令的时间戳是否正常更新；若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时；若超时，则确定与所述无人机通信连接的遥控设备失联；若正常更新，则判断所述遥控指令的数值是否在第二预设数值范围；若不在第二预设数值范围，则确定所述遥控设备失联；若在第二预设数值范围，则确定所述遥控设备正常。

作为本发明的其中一个实施方式，当无人机包括自动控制系统，所述自动控制系统包括姿态控制器、水平速度控制器、位置控制器以及高度控制器，飞行状态信息包括系统控制指令和系统状态数据时，第一执行模块 123 具体用于：判断所述系统控制指令和所述系统状态数据的时间戳是否正常更新；若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时；若超时，则确定所述自动控制系统异常；若正常更新，则判断所述姿态控制器是否处于发散状态；若姿态控制器处于发散状态，则确定所述自动控制系统异常；若姿态控制器不处于发散状态，则判断所述水平速度控制器和所述位置控制器是否处于发散状态；若水平速度控制器和位置控制器处于发散状态，则确定所述自动控制系统异常；若水平速度控制器和位置控制器不处于发散状态，则判断所述高度控制器是否处于发散状态；若高度控制器处于发散状态，则确定所述自动控制系统异常；若高度控制器不处于发散状态，则判断所述自动控制系统的融合是否处于发散状态；若数据融合处于发散状态，则确定所述自动控制系统异常；若数据融合不处于发散状态，则确定所述自动控制系统正常。

作为本发明的其中一个实施方式，当无人机包括电池，飞行状态信息包括电池数据时，第一执行模块 123 具体用于：判断所述电池数据的时间戳是否正常更新；若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时；若超时，则确定所述电池状态异常；若正常更新，则判断所述

电池数据的电压电流数值是否在第三预设数值范围；若不在第三预设数值范围，则确定所述电池状态异常；若在第三预设数值范围，则判断所述电池的温度是否在第二预设温度范围；若不在第二预设温度范围，则确定所述电池状态异常；若在第二预设温度范围，则确定所述电池状态正常。

作为本发明的其中一个实施方式，当无人机包括动力系统，所述动力系统包括电机，飞行状态信息包括电机电调数据时，第一执行模块 123 具体用于：判断所述电机电调数据的时间戳是否正常更新；若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时；若超时，则确定所述动力系统失去动力；若正常更新，则判断所述电机是否出现堵转；若出现堵转，则确定所述动力系统失去动力；若不出现堵转，则判断所述电机是否出现动力完全损失；若动力完全损失，则确定所述动力系统失去动力；若动力未完全损失，则判断所述电机是否出现动力损失过半；若动力损失过半，则确定所述动力系统的动力不足；若动力未损失过半，则判断所述电机的转速是否发散；若转速发散，则确定所述动力系统失去动力；若转速不发散，则确定所述动力系统正常。

在一些实施例中，无人机故障检测装置 120 还包括第二获取模块 124 和第二执行模块 125。

第二获取模块 124，用于获取执行故障检测操作后生成的故障检测信息。

第二执行模块 125，用于根据所述故障检测信息，执行保护操作。

在一些实施例中，当无人机包括若干传感器，飞行状态信息包括传感器数据时，第二执行模块 125 具体用于：当所述无人机的气压计损坏时，控制所述无人机返航。当所述无人机的 GPS 信号丢失，且所述无人机的视觉信息异常时，控制所述无人机切换到 ATTI 飞行模式，以使得所述无人机旋转下降，并向与所述无人机通信连接的遥控设备发送警报信号。当所述无人机的视觉信息异常，且所述无人机的 GPS 信号正常时，控制所述无人机正常飞行。当所述无人机的 GPS 信号丢失，且所述无人机的视觉信息正常时，限制所述无人机的飞行速度不超过第一预设速度

阈值。当所述无人机的超声波传感器损坏时，控制所述无人机正常飞行，并向所述遥控设备发送提示信息。

在一些实施例中，当传感器数据包括加速度数据时，第二执行模块 125 具体用于：当所述无人机受到撞击时，控制所述无人机停桨降落，且若超过预设时间阈值未完成降落，则启动紧急稳定系统，以使所述无人机进入悬停状态。

在一些实施例中，当飞行状态信息包括遥控指令时，第二执行模块 125 具体用于：当与所述无人机通信连接的遥控设备失联，且所述无人机在任务模式下执行飞行任务时，控制所述无人机继续执行所述飞行任务，待所述飞行任务执行完毕之后控制所述无人机返航。当所述遥控设备失联，且所述无人机在手动模式下执行飞行任务时，控制所述无人机立即返航。当所述遥控设备失联，所述无人机在所述任务模式或所述手动模式下启动返航，且检测到所述无人机周围存在障碍物时，触发开启所述无人机的轨迹规划功能，以使所述无人机绕开障碍物后继续返航。当所述遥控设备失联，且所述无人机在返航过程中检测到所述无人机周围存在障碍物时，触发开启所述无人机的轨迹规划功能，以使所述无人机绕开障碍物后继续执行返航。

在一些实施例中，当无人机包括自动控制系统，飞行状态信息包括系统控制指令和系统状态数据时，第二执行模块 125 具体用于：当所述自动控制系统异常时，控制关闭所述无人机的所有螺旋桨。

在一些实施例中，当无人机包括电池，飞行状态信息包括电池数据时，第二执行模块 125 具体用于：当所述电池状态异常时，控制所述无人机立即返航。

在一些实施例中，当无人机包括动力系统，所述动力系统包括电机，飞行状态信息包括电机电调数据时，第二执行模块 125 具体用于：当所述动力系统的动力不足时，控制所述无人机以不超过第二预设速度阈值的飞行速度返航。当所述动力系统失去动力时，控制所述无人机停桨坠落。当所述动力系统正常时，控制所述无人机正常飞行。本发明实施例提供的一种无人机故障检测方法，通过获取无人机的飞行状态信息，跳

转至与飞行状态信息的信息类型对应的故障检测模型，根据故障检测模型及飞行状态信息，执行故障检测操作。因此，本发明实施例基于无人机获取到的飞行状态信息的信息类型，自动匹配对应的故障检测模型，从而实现多种无人机故障类型的检测。

需要说明的是，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

通过以上的实施例的描述，本领域普通技术人员可以清楚地了解到各实施例可借助软件加通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件。本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，所述的程序可存储于计算机可读取存储介质中，该程序在执行时，可实现上述各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。其中，所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体 (Read-Only Memory, ROM) 或随机存储记忆体 (Random Access Memory, RAM) 等。

本发明实施例还提供了一种非易失性计算机存储介质，所述计算机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 2 中的一个处理器 105，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无人机故障检测方法，例如，执行上述任意方法实施例中的无人机故障检测方法，例如，执行以上描述的图 3-10 所示的各个步骤；也可实现图 11 所述的各个单元的功能。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；在本发明的思路下，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发明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发明进行了详细的说明，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发明各实施例技术方案的范围。

权 利 要 求 书

1、一种无人机故障检测方法，其特征在于，包括：

获取所述无人机的飞行状态信息；

跳转至与所述飞行状态信息的信息类型对应的故障检测模型；

根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息，执行故障检测操作。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，当所述无人机包括若干传感器，所述飞行状态信息包括传感器数据时，所述根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息，执行故障检测操作，包括：

判断所述传感器数据的时间戳是否正常更新；

若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时；

若超时，则确定所述传感器数据对应的传感器异常；

若正常更新，所述传感器数据的数值是否在第一预设数值范围；

若不在第一预设数值范围，则确定所述传感器异常；

若在第一预设数值范围，则判断所述传感器的温度是否在第一预设温度范围；

若不在第一预设温度范围，则确定所述传感器异常；

若在第一预设温度范围，则判断所述传感器的噪声是否在预设噪声范围；

若不在预设噪声范围，则确定所述传感器异常；

若在预设噪声范围，则将所述传感器数据输入至经验比对数据库，判断所述传感器数据是否存在异常；

若存在异常，则确定所述传感器异常；

若不存在异常，则确定所述传感器正常。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，当所述传感器数据包括加速度数据时，所述根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息，执行故障检测操作还包括：

计算所述加速度数据的模值；

判断所述模值是否大于预设加速度阈值；

若是，则确定所述无人机受到撞击；

若否，则确定所述无人机未受到撞击。

4、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，当所述飞行状态信息包括遥控指令时，所述根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息，执行故障检测操作，包括：

判断所述遥控指令的时间戳是否正常更新；

若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时；

若超时，则确定与所述无人机通信连接的遥控设备失联；

若正常更新，则判断所述遥控指令的数值是否在第二预设数值范围；

若不在第二预设数值范围，则确定所述遥控设备失联；

若在第二预设数值范围，则确定所述遥控设备正常。

5、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，当所述无人机包括自动控制系统，所述自动控制系统包括姿态控制器、水平速度控制器、位置控制器以及高度控制器，所述飞行状态信息包括系统控制指令和系统状态数据时，所述根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息，执行故障检测操作，包括：

判断所述系统控制指令和所述系统状态数据的时间戳是否正常更新；

若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时；

若超时，则确定所述自动控制系统异常；

若正常更新，则判断所述姿态控制器是否处于发散状态；

若姿态控制器处于发散状态，则确定所述自动控制系统异常；

若姿态控制器不处于发散状态，则判断所述水平速度控制器和所述位置控制器是否处于发散状态；

若水平速度控制器和位置控制器处于发散状态，则确定所述自动控制系统异常；

若水平速度控制器和位置控制器不处于发散状态，则判断所述高度控制器是否处于发散状态；

若高度控制器处于发散状态，则确定所述自动控制系统异常；

若高度控制器不处于发散状态，则判断所述自动控制系统的数据融合是否处于发散状态；

若数据融合处于发散状态，则确定所述自动控制系统异常；

若数据融合不处于发散状态，则确定所述自动控制系统正常。

6、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，当所述无人机包括电池，所述飞行状态信息包括电池数据时，所述根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息，执行故障检测操作，包括：

判断所述电池数据的时间戳是否正常更新；

若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时；

若超时，则确定所述电池状态异常；

若正常更新，则判断所述电池数据的电压电流数值是否在第三预设数值范围；

若不在第三预设数值范围，则确定所述电池状态异常；

若在第三预设数值范围，则判断所述电池的温度是否在第二预设温度范围；

若不在第二预设温度范围，则确定所述电池状态异常；

若在第二预设温度范围，则确定所述电池状态正常。

7、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，当所述无人机包括动力系统，所述动力系统包括电机，所述飞行状态信息包括电机电调数据时，所述根据所述故障检测模型及所述飞行状态信息，执行故障检测操作，包括：判断所述电机电调数据的时间戳是否正常更新；

若不正常更新，则判断所述时间戳不更新以来是否超时；

若超时，则确定所述动力系统失去动力；

若正常更新，则判断所述电机是否出现堵转；

若出现堵转，则确定所述动力系统失去动力；

若不出现堵转，则判断所述电机是否出现动力完全损失；

若动力完全损失，则确定所述动力系统失去动力；

若动力未完全损失，则判断所述电机是否出现动力损失过半；

若动力损失过半，则确定所述动力系统的动力不足；

若动力未损失过半，则判断所述电机的转速是否发散；

若转速发散，则确定所述动力系统失去动力；

若转速不发散，则确定所述动力系统正常。

8、根据权利要求 1-7 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

获取执行故障检测操作后生成的故障检测信息；

根据所述故障检测信息，执行保护操作。

9、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，当所述无人机包括若干传感器，所述飞行状态信息包括传感器数据时，所述根据所述故障检测信息，执行保护操作，包括：

当所述无人机的气压计损坏时，控制所述无人机返航；

当所述无人机的 GPS 信号丢失，且所述无人机的视觉信息异常时，控制所述无人机切换到 ATTI 飞行模式，以使得所述无人机旋转下降，并向与所述无人机通信连接的遥控设备发送警报信号；

当所述无人机的视觉信息异常，且所述无人机的 GPS 信号正常时，控制所述无人机正常飞行；

当所述无人机的 GPS 信号丢失，且所述无人机的视觉信息正常时，限制所述无人机的飞行速度不超过第一预设速度阈值；

当所述无人机的超声波传感器损坏时，控制所述无人机正常飞行，并向所述遥控设备发送提示信息。

10、根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，当所述传感器数据包括加速度数据时，所述根据所述故障检测信息，执行保护操作还包括：

当所述无人机受到撞击时，控制所述无人机停桨降落，且若超过预设时间阈值未完成降落，则启动紧急稳定系统，以使所述无人机进入悬停状态。

11、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，当所述飞行状态信息包括遥控指令时，所述根据所述故障检测信息，执行保护操作，包括：

当与所述无人机通信连接的遥控设备失联，且所述无人机在任务模式下执行飞行任务时，控制所述无人机继续执行所述飞行任务，待所述

飞行任务执行完毕之后控制所述无人机返航；

当所述遥控设备失联，且所述无人机在手动模式下执行飞行任务时，控制所述无人机立即返航；

当所述遥控设备失联，所述无人机在所述任务模式或所述手动模式下启动返航，且检测到所述无人机周围存在障碍物时，触发开启所述无人机的轨迹规划功能，以使所述无人机绕开障碍物后继续返航；

当所述遥控设备失联，且所述无人机在返航过程中检测到所述无人机周围存在障碍物时，触发开启所述无人机的轨迹规划功能，以使所述无人机绕开障碍物后继续执行返航。

12、根据权利要求8所述的方法，其特征在于，

当所述无人机包括自动控制系统，所述飞行状态信息包括系统控制指令和系统状态数据时，所述根据所述故障检测信息，执行保护操作，包括：

当所述自动控制系统异常时，控制关闭所述无人机的所有螺旋桨；

当所述无人机包括电池，所述飞行状态信息包括电池数据时，所述根据所述故障检测信息，执行保护操作，包括：

当所述电池状态异常时，控制所述无人机立即返航；

当所述无人机包括动力系统，所述动力系统包括电机，所述飞行状态信息包括电机电调数据时，所述根据所述故障检测信息，执行保护操作，包括：

当所述动力系统的动力不足时，控制所述无人机以不超过第二预设速度阈值的飞行速度返航；

当所述动力系统失去动力时，控制所述无人机停桨坠落；

当所述动力系统正常时，控制所述无人机正常飞行。

13、一种无人机，其特征在于，包括：

若干传感器，用于输出传感器数据；

自动控制系统，包括姿态控制器、水平速度控制器、位置控制器以及高度控制器，所述自动控制系统用于输出系统控制指令和系统状态数据；

电池，用于输出电池数据；

动力系统，包括电机，所述动力系统用于输出电机电调数据；至少一个处理器，分别与所述若干传感器、所述自动控制系统、所述电池以及所述动力系统连接；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如权利要求 1-12 任一项所述的无人机故障检测方法。

14、一种无人机系统，其特征在于，包括：

如权利要求 13 所述的无人机；

与所述无人机通信连接的遥控设备，用于向所述无人机发送遥控指令。

15、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，所述计算机可执行指令用于使无人机能够执行如权利要求 1-12 任一项所述的无人机故障检测方法。

100

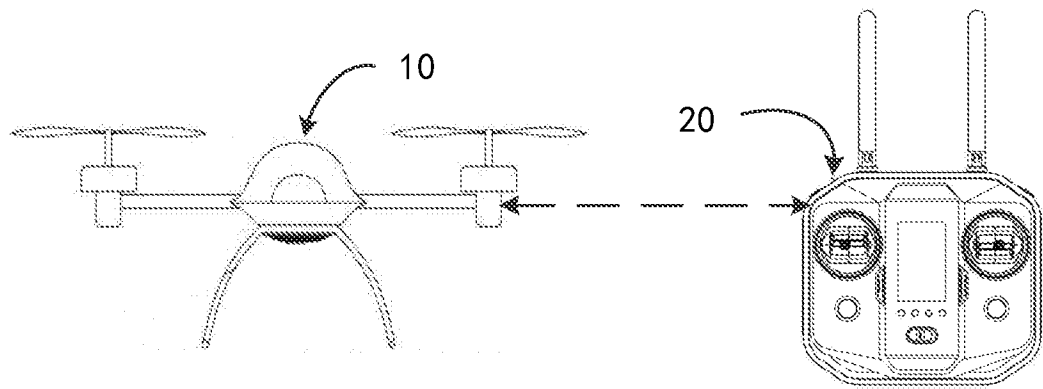


图 1

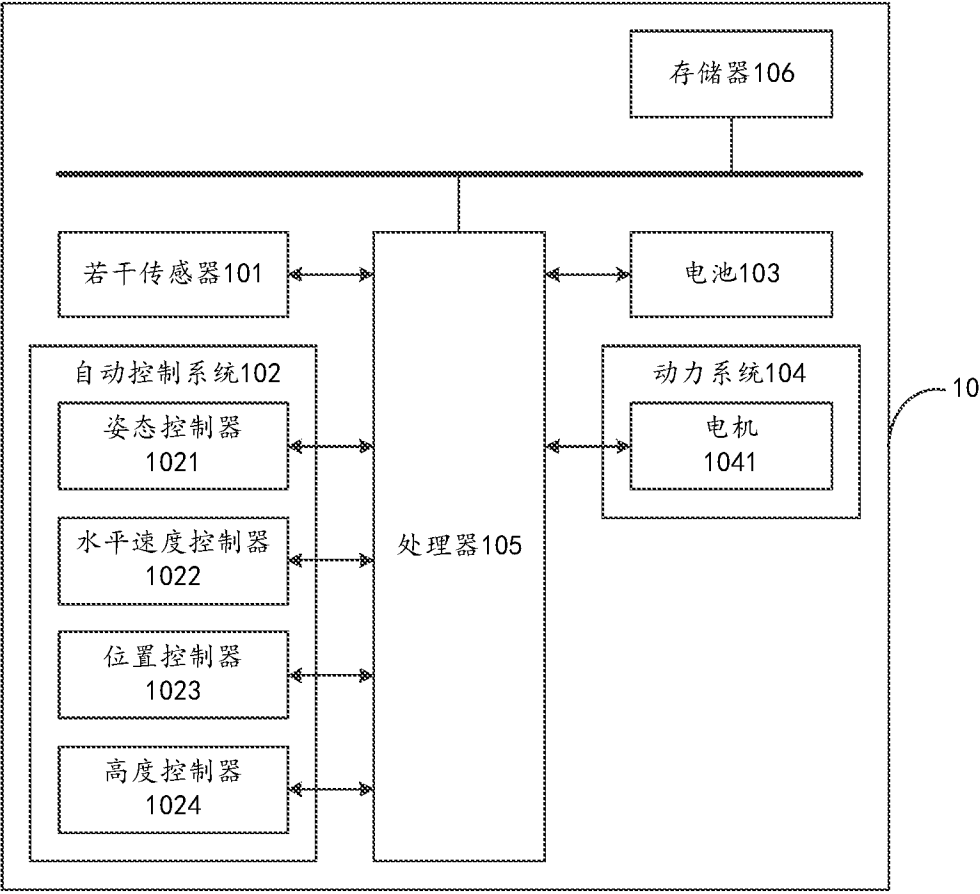


图 2

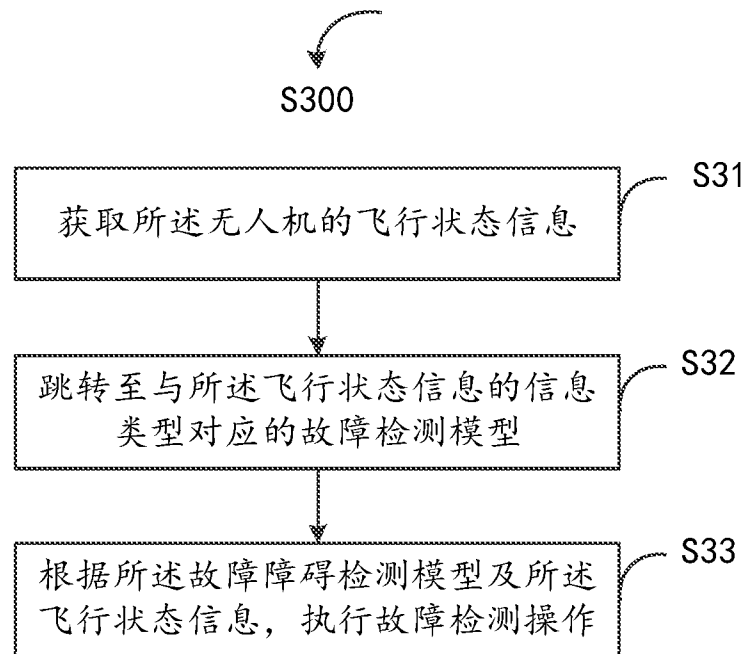


图 3

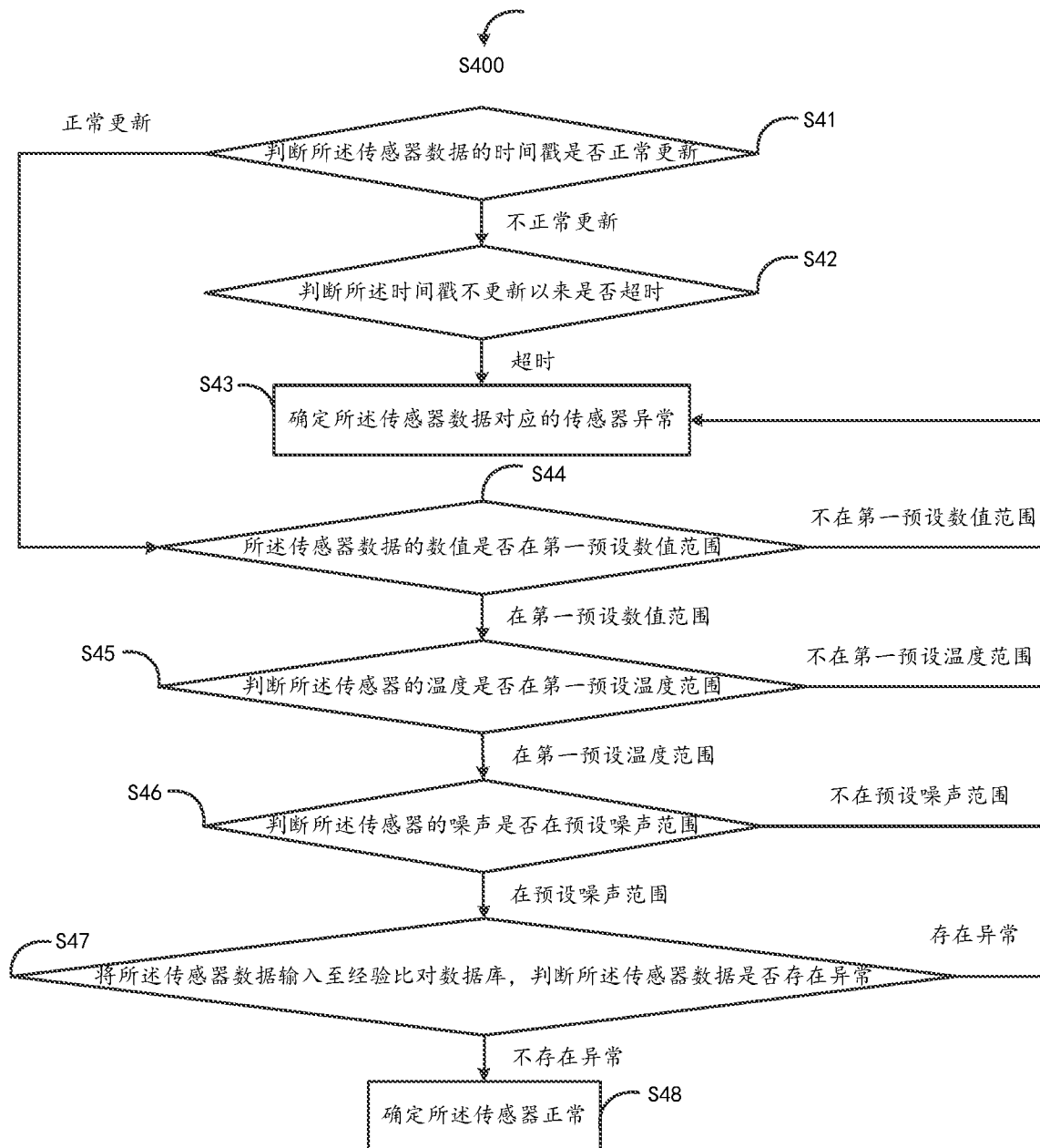


图 4

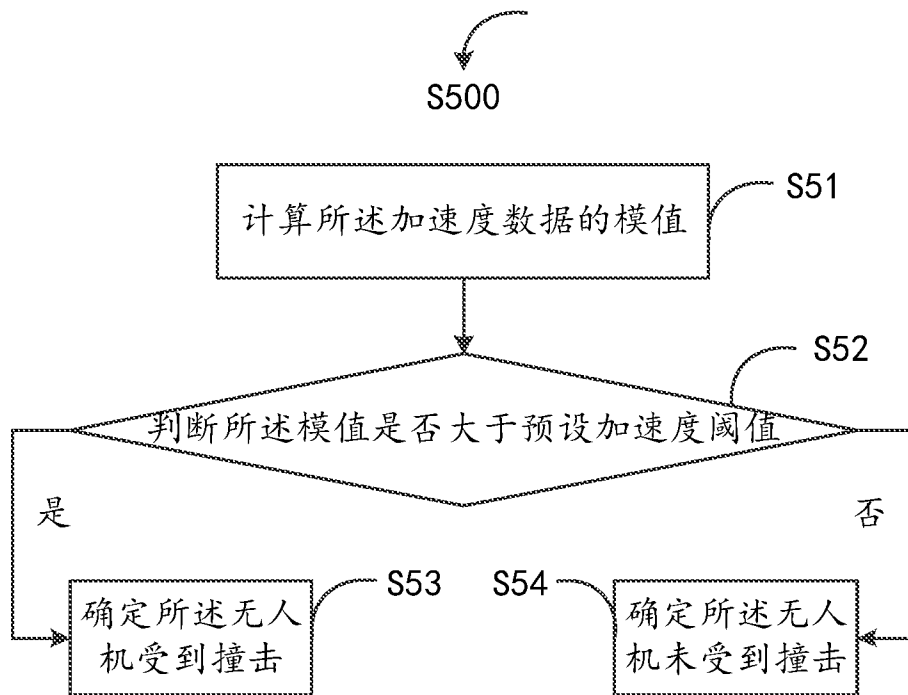


图 5

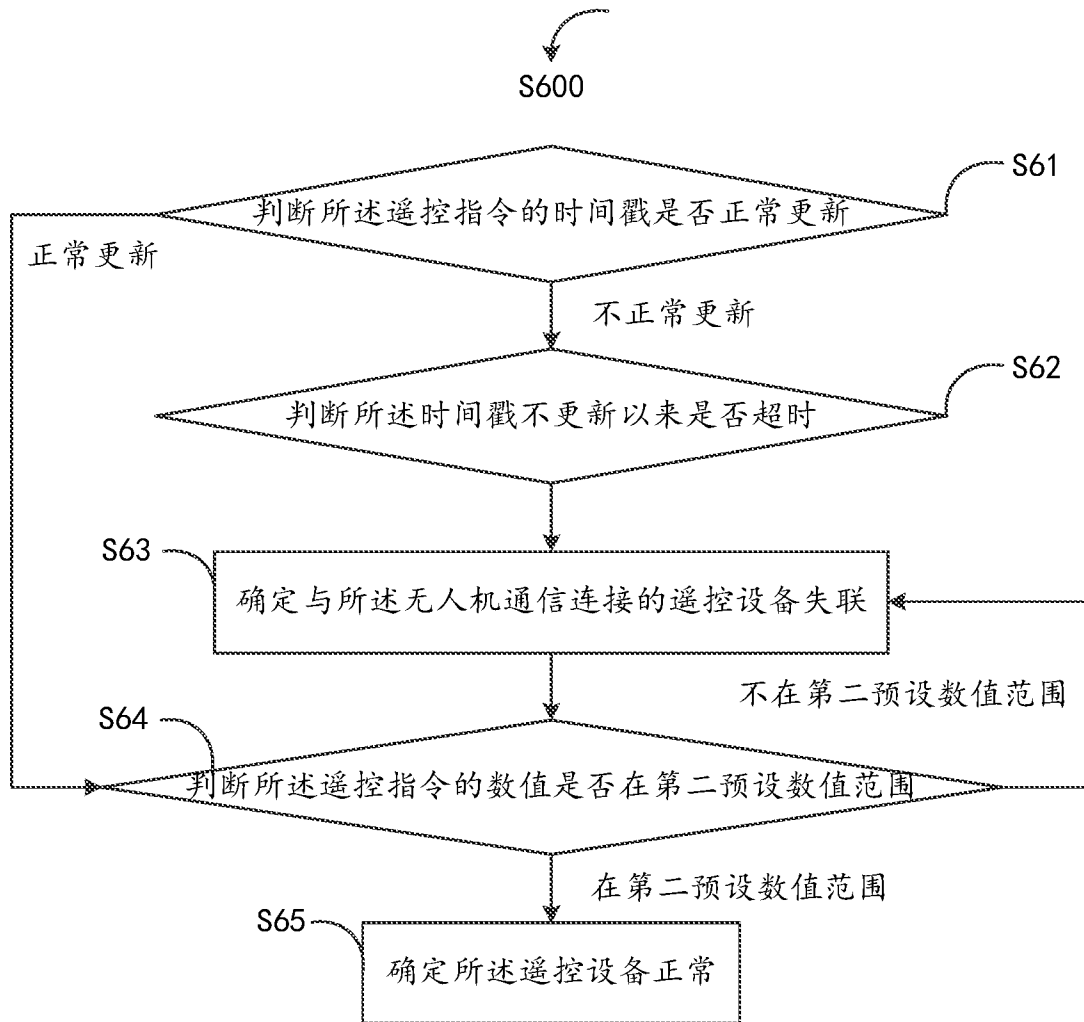


图 6

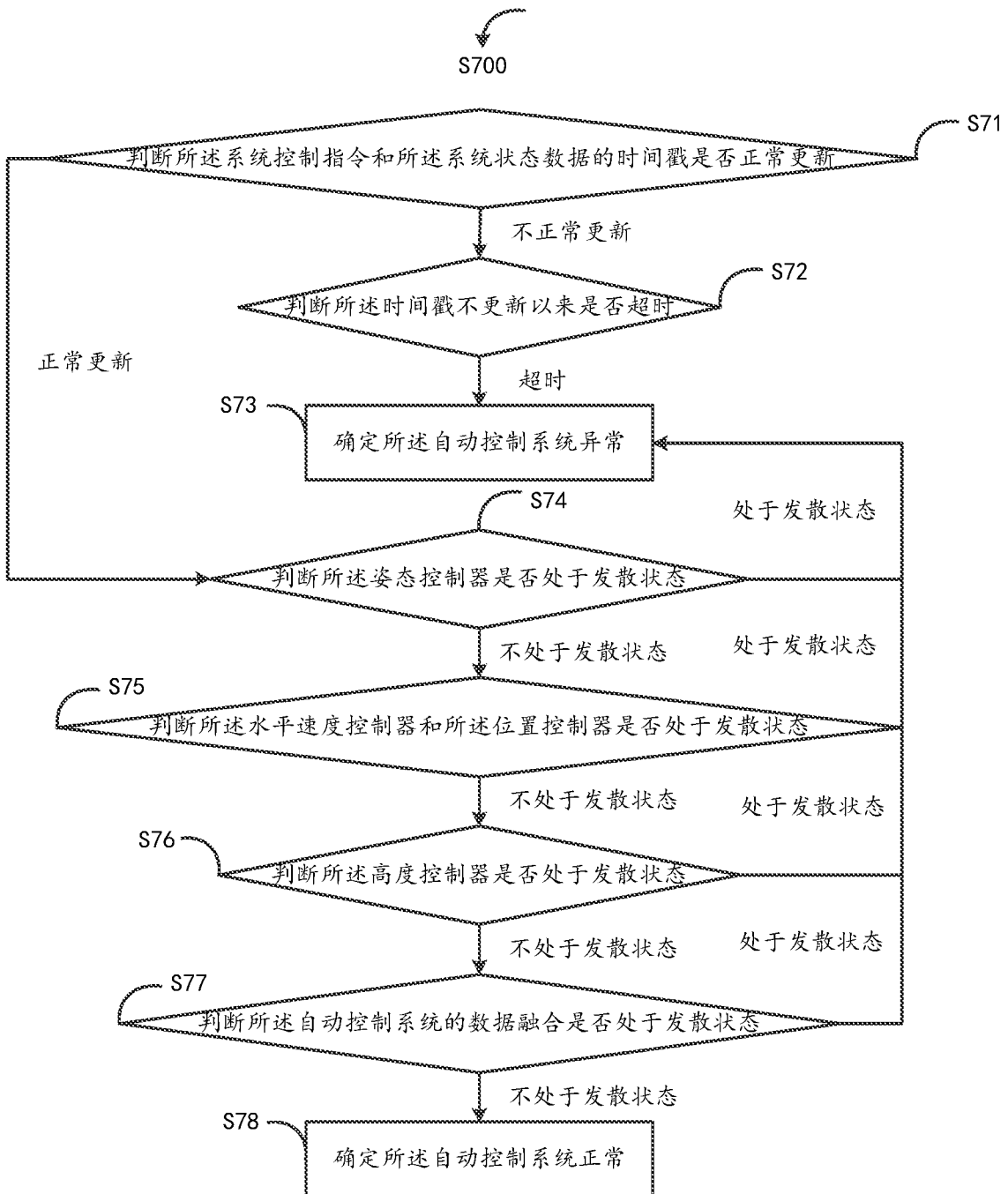


图 7

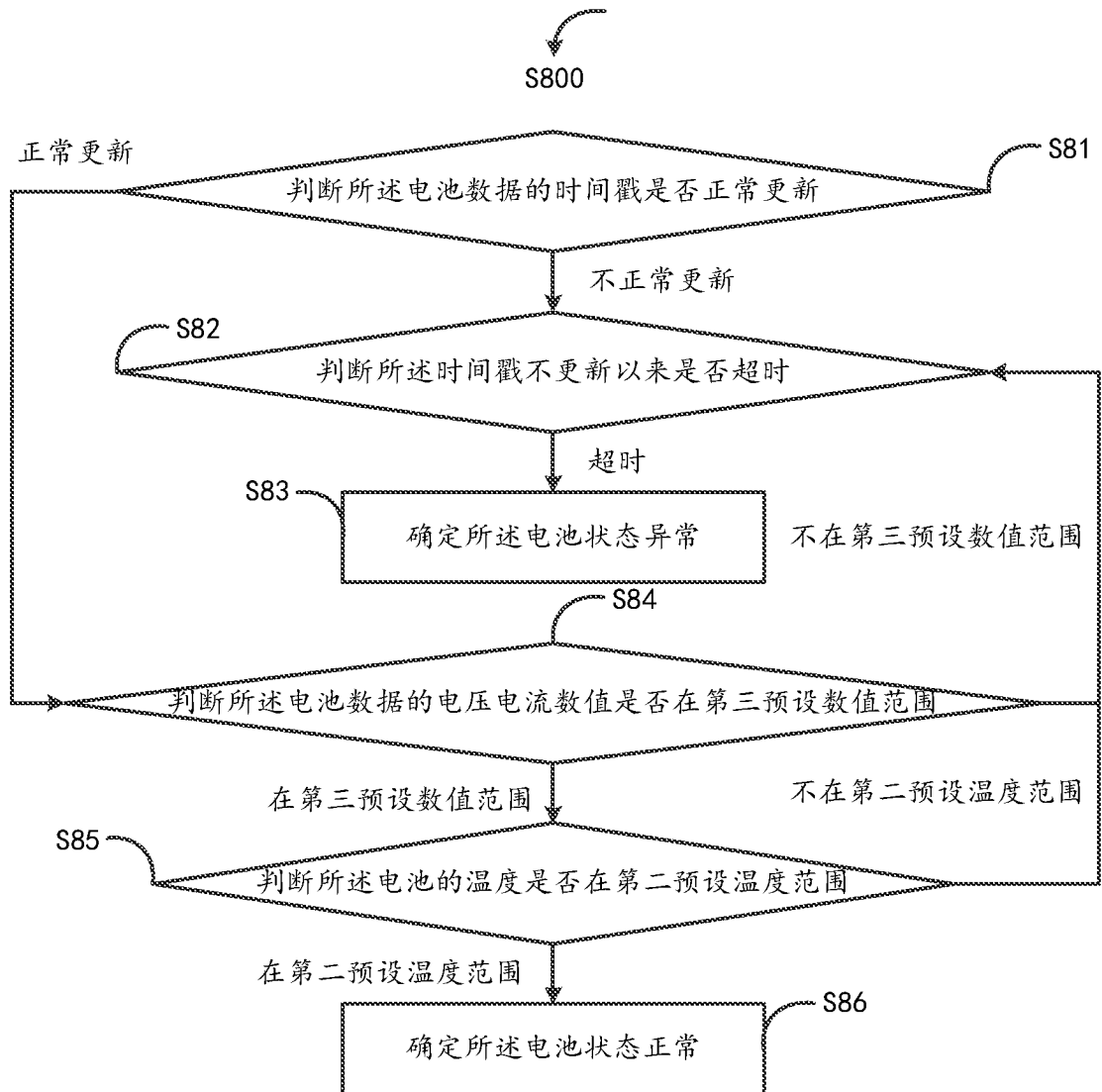


图 8

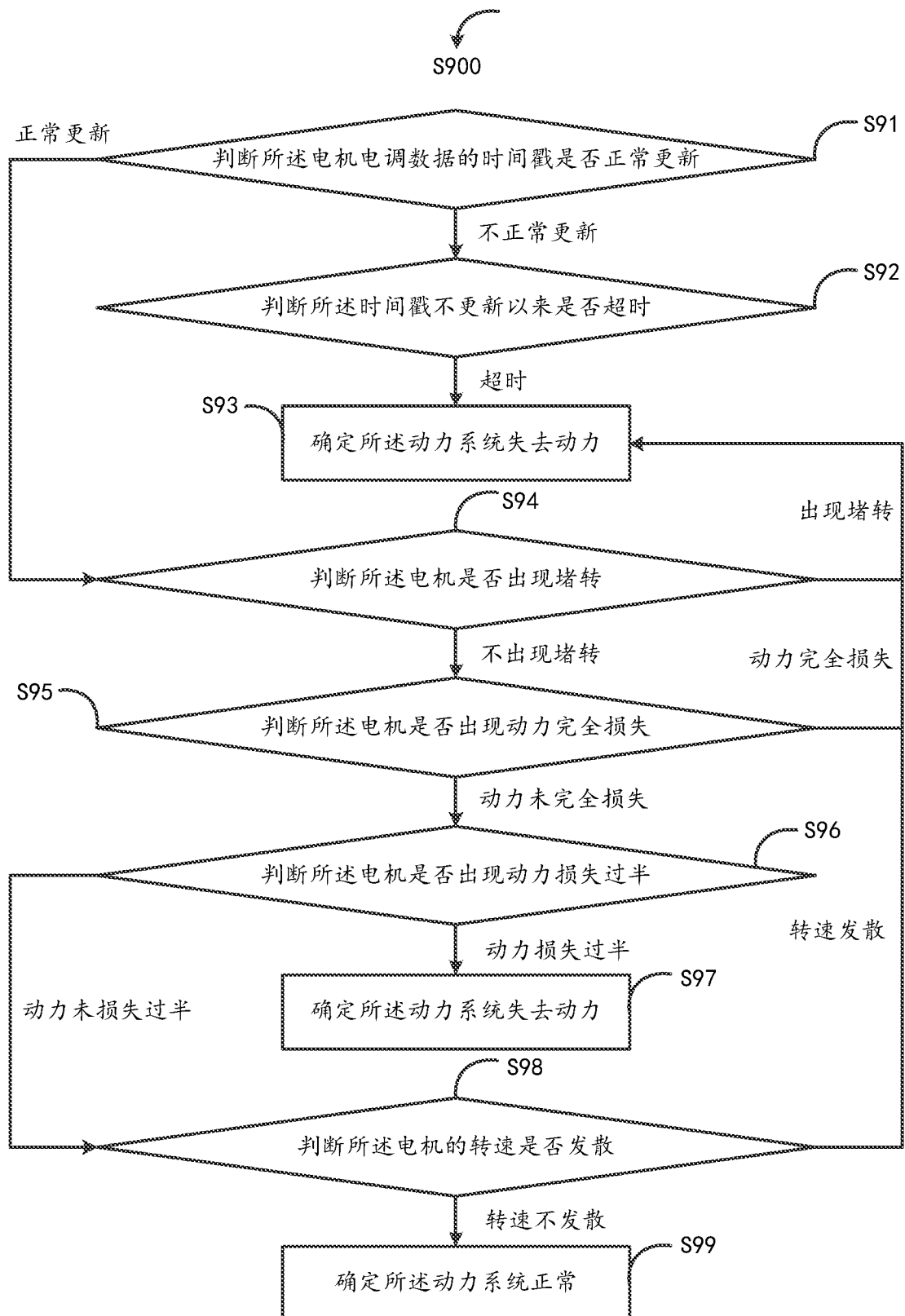


图 9

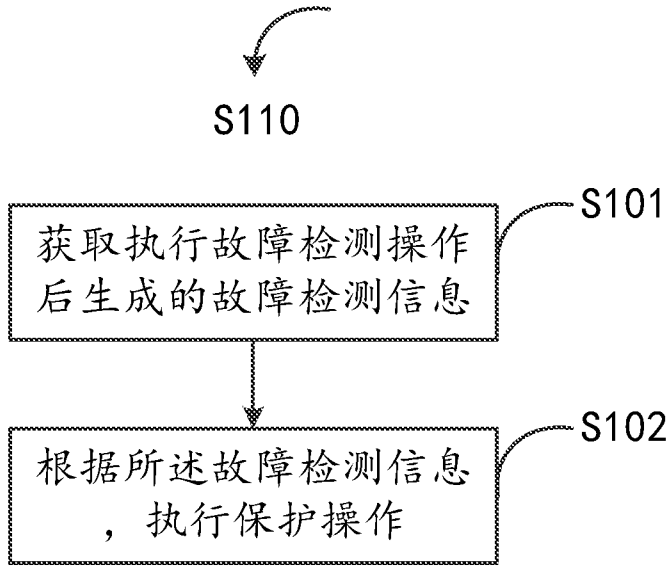


图 10

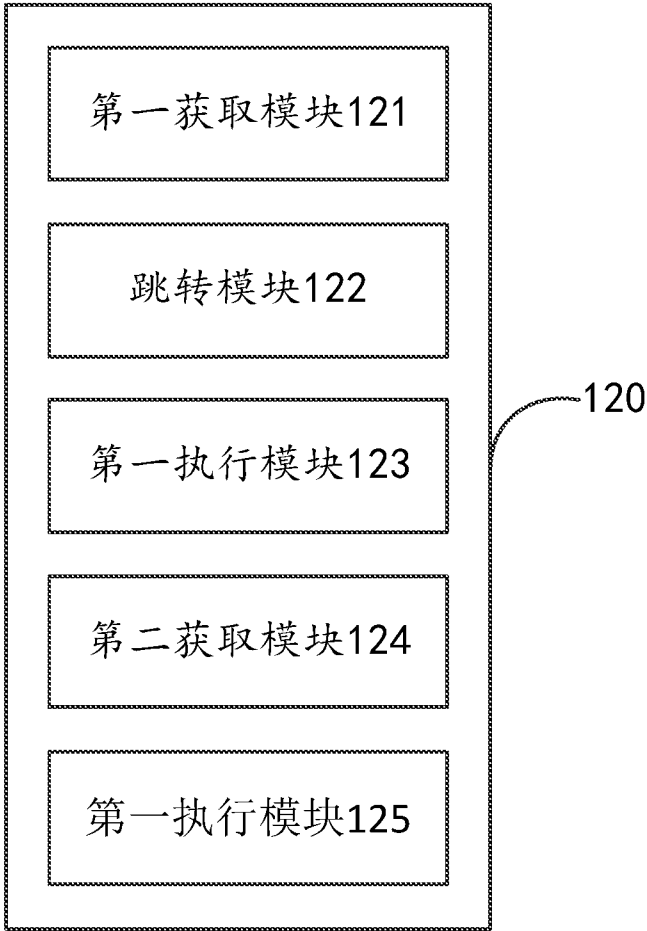


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/097754

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B64D 45/00(2006.01)i; G05D 1/10(2006.01)i; B64C 39/02(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)

B64D; G05D; B64C

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, WPI, EPODOC: 无人机, 故障, 传感器, 检测 or 监测, 模型 or 类型, UAV, error, fault, sensor, test, monitor, model

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111619806 A (SHENZHEN AUTEL INTELLIGENT AVIATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 04 September 2020 (2020-09-04) claims 1-15	1-15
X	张朋 (ZHANG, Peng). "小型无人机飞行控制与管理软件设计 (Flight Control Software Design for Small Unmanned Aerial Vehicle Based on VxWorks)" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技II辑 (Chinese Master's Theses Full-Text Database, Engineering Science & Technology II), No. 1, 15 January 2015 (2015-01-15), pages 31-42 and 55	1-12, 15
Y	张朋 (ZHANG, Peng). "小型无人机飞行控制与管理软件设计 (Flight Control Software Design for Small Unmanned Aerial Vehicle Based on VxWorks)" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技II辑 (Chinese Master's Theses Full-Text Database, Engineering Science & Technology II), No. 1, 15 January 2015 (2015-01-15), pages 31-42 and 55	13-14
Y	CN 107065932 A (XIDIAN UNIVERSITY) 18 August 2017 (2017-08-18) claims, figures 1-2	13-14
A	CN 108445760 A (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY) 24 August 2018 (2018-08-24) entire document	1-15



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 August 2021

Date of mailing of the international search report

26 August 2021

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/CN2021/097754**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 106428585 A (EWATT TECHNOLOGY CO., LTD.) 22 February 2017 (2017-02-22) entire document	1-15
A	US 9963244 B2 (BELL HELICOPTER TEXTRON INC.) 08 May 2018 (2018-05-08) entire document	1-15
A	CN 107340764 A (TENCENT TECHNOLOGY SHENZHEN CO., LTD.) 10 November 2017 (2017-11-10) entire document	1-15
A	CN 106200629 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 07 December 2016 (2016-12-07) entire document	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/097754

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111619806	A	04 September 2020	None			
CN	107065932	A	18 August 2017	None			
CN	108445760	A	24 August 2018	None			
CN	106428585	A	22 February 2017	None			
US	9963244	B2	08 May 2018	EP	3244354	A1	15 November 2017
				US	9701420	B1	11 July 2017
				CA	2966820	A1	09 November 2017
CN	107340764	A	10 November 2017	None			
CN	106200629	A	07 December 2016	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/097754

A. 主题的分类

B64D 45/00(2006.01)i; G05D 1/10(2006.01)i; B64C 39/02(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)

B64D; G05D; B64C

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, WPI, EPDOC: 无人机, 故障, 传感器, 检测 or 监测, 模型 or 类型, UAV, error, fault, sensor, test, monitor, model

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 111619806 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2020年 9月 4日 (2020 - 09 - 04) 权利要求1-15	1-15
X	张朋. “小型无人机飞行控制与管理软件设计” 中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技II辑, 第1期, 2015年 1月 15日 (2015 - 01 - 15), 第31-42, 55页	1-12, 15
Y	张朋. “小型无人机飞行控制与管理软件设计” 中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技II辑, 第1期, 2015年 1月 15日 (2015 - 01 - 15), 第31-42, 55页	13-14
Y	CN 107065932 A (西安电子科技大学) 2017年 8月 18日 (2017 - 08 - 18) 权利要求书, 图1-2	13-14
A	CN 108445760 A (中南大学) 2018年 8月 24日 (2018 - 08 - 24) 全文	1-15
A	CN 106428585 A (易瓦特科技股份公司) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 全文	1-15

☒ 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

2021年 8月 10日

国际检索报告邮寄日期

2021年 8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

传真号 (86-10)62019451

受权官员

祖洪飞

电话号码 86-10-53960865

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	US 9963244 B2 (BELL HELICOPTER TEXTRON INC.) 2018年 5月 8日 (2018 - 05 - 08) 全文	1-15
A	CN 107340764 A (腾讯科技深圳有限公司) 2017年 11月 10日 (2017 - 11 - 10) 全文	1-15
A	CN 106200629 A (山东科技大学) 2016年 12月 7日 (2016 - 12 - 07) 全文	1-15

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/097754

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	111619806	A	2020年 9月 4日	无			
CN	107065932	A	2017年 8月 18日	无			
CN	108445760	A	2018年 8月 24日	无			
CN	106428585	A	2017年 2月 22日	无			
US	9963244	B2	2018年 5月 8日	EP	3244354	A1	2017年 11月 15日
				US	9701420	B1	2017年 7月 11日
				CA	2966820	A1	2017年 11月 9日
CN	107340764	A	2017年 11月 10日	无			
CN	106200629	A	2016年 12月 7日	无			