



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114013628 B

(45) 授权公告日 2023.08.01

(21) 申请号 202111136367.2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2021.09.27

B64C 3/56 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 114013628 A

审查员 李红英

(43) 申请公布日 2022.02.08

(73) 专利权人 广东空天科技研究院  
地址 511458 广东省广州市南沙区海滨路  
1119号1号楼501房  
专利权人 中国科学院力学研究所

(72) 发明人 王昌银 何玉鑫 赖海清 田中伟  
肖尧 常思源 李广利 崔凯

(74) 专利代理机构 北京维正专利代理有限公司  
11508  
专利代理师 李传亮

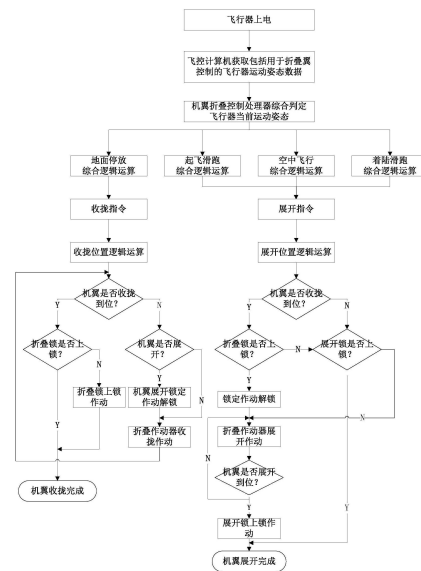
权利要求书3页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

一种机翼折叠控制方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了一种机翼折叠控制方法和装置,该方法包括:飞控计算机获取包括用于折叠翼控制的飞行器运动姿态数据;机翼折叠控制处理器综合判定飞行器当前运动姿态;当综合逻辑运算结果为地面停放时,发出收拢指令;当综合逻辑运算结果为起飞滑跑、空中飞行、着陆滑跑时,发出展开指令;机翼折叠控制处理器“展开”、“收拢”作动过程控制;该装置包括:该装置包括机翼折叠控制处理器、传感器数据处理器、霍尔角度传感器、压力传感器、位移传感器、折叠作动器驱动器、折叠作动器放大器、折叠作动器、锁定作动器驱动器、锁定作动器放大器、锁定作动器;本发明飞行器通过解算折叠翼系统的运动指令,无需人的参与,智能化程度高,适应性强。



1. 一种机翼折叠控制方法，其特征在于，包括以下步骤，

步骤一：飞行器机上上电后，机翼折叠控制系统维持上次下电前状态、位置不变；

步骤二：飞控计算机获取当前飞行器运动姿态数据，该飞行器运动姿态数据包括用于折叠翼控制的飞行器运动姿态数据，该用于折叠翼控制的飞行器运动姿态数据包括：飞行器的俯仰角速度、偏航角速度、滚转角速度、航向加速度、地速、空速数据；

步骤三：机翼折叠控制处理器综合判定飞行器当前运动姿态：从飞控计算机读取用于折叠翼控制的飞行器运动姿态数据后，结合机电管理计算中获取的油门信号、起落架信号数据进行综合逻辑运算，并根据逻辑运算结果判定飞行器目前的空间位置状态是处于地面停放、起飞滑跑、空中飞行、着陆滑跑中的哪种状态；该综合逻辑运算包括地面停放综合逻辑运算、起飞滑跑综合逻辑运算、空中飞行综合逻辑运算、着陆滑跑综合逻辑运算；

所述地面停放综合逻辑运算为：以下四项条件进行逻辑与运算的结果为真时的飞行器所处的空间位置状态为地面停放：

- 1) 地速小于5m/s，该速度为场内转运速度；
- 2) 空速小于13.9 m/s，该空速为小于7级风的空速；
- 3) 油门信号为“关油门”；
- 4) 起落架轮载开关状态为“承载”；

所述起飞滑跑综合逻辑运算为：以下五项条件进行逻辑与运算的结果为真时飞行器所处的空间位置状态为起飞滑跑：

- 1) 航向加速度大于 $0\text{m/s}^2$ ；
- 2) 地速大于0 m/s；
- 3) 空速大于0 m/s；
- 4) 油门信号为“大油门”；
- 5) 起落架轮载开关状态为“承载”；

所述空中飞行综合逻辑运算为：以下四项条件进行逻辑与运算的结果为真时飞行器所处的空间位置状态为空中飞行：

- 1) 空速大于0m/s；
- 2) 地速大于0m/s；
- 3) 俯仰角速度绝对值+滚转角速度绝对值+偏航角速度绝对值之和大于0；
- 4) 起落架轮载开关状态为“空载”；

所述着陆滑跑综合逻辑运算为：以下四项条件进行逻辑与运算的结果为真时飞行器所处的空间位置状态为着陆滑跑：

- 1) 航向加速度小于 $0\text{ m/s}^2$ ；
- 2) 地速大于5m/s；
- 3) 起落架轮载开关状态为“承载”；
- 4) 油门信号为“非关车”；

步骤四：机翼折叠控制处理器根据步骤三的综合逻辑运算结果发出指令：当综合逻辑运算结果为地面停放时，发出收拢指令；当综合逻辑运算结果为起飞滑跑、或空中飞行、或着陆滑跑时，发出展开指令；

步骤五：机翼折叠控制处理器“展开”作动过程控制；

1) 机翼折叠控制处理器发出“展开”指令后,通过传感器数据处理器获取传感器信息、进行收拢位置综合逻辑运算,所述收拢位置综合逻辑运算既是“收拢到位”状态综合逻辑运算;

2) 判断机翼是否处于“收拢到位”状态;如果处于“收拢到位”状态,则继续过程3),如果不是处于“收拢到位”位置,判断展开锁是否上锁,如果展开锁已经上锁,转入过程7),如果展开锁没有上锁,则转入过程4);

3) 锁定作动解锁;

4) 折叠作动器展开作动;

5) 判断机翼是否展开,如果展开,则继续过程6),如果没有展开,返回过程4);

6) 机翼折叠控制处理器输出“展开锁上锁”指令,锁定作动器执行展开锁上锁作动,即完成“展开”作动;

7) 机翼展开完成;

步骤六:机翼折叠控制处理器“收拢”作动过程控制:

1) 机翼折叠控制处理器发出“收拢”指令后,通过传感器数据处理器获取的传感器信息进行展开位置综合逻辑运算,所述展开位置综合逻辑运算既是“展开到位”状态综合逻辑运算;

2) 判断机翼是否“收拢到位”,若收拢到位,继续过程3),若没有收拢到位,转入过程5);

3) 判断折叠锁是否上锁,如果没有上锁,继续过程4),如果已经上锁,即完成“收拢”作动;

4) 机翼折叠控制处理器输出“收拢锁上锁”指令,执行该指令,转入过程8);

5) 判断机翼是否处于展开到位状态,如果展开到位,继续过程6) 如果没展开到位,转入过程7);

6) 机翼展开锁定作动解锁;

7) 折叠作动器执行收拢作动,返回过程1);

8) 机翼收拢完成。

2. 根据权利要求1所述一种机翼折叠控制方法,其特征在于,所述飞行器空间位置综合逻辑运算结果不满足地面停放、起飞滑跑、空中飞行、着陆滑跑中的任何一种时,则保持现有空间位置状态取值不变。

3. 根据权利要求1所述一种机翼折叠控制方法,其特征在于,所述步骤五、步骤六的收拢位置综合逻辑运算为:以下三项条件进行逻辑与运算为真时机翼处于收拢到位的状态:

1) 收拢位置压力传感器状态为“承载”;

2) 收拢位置角度传感器状态为“到位”;

3) 折叠作动器运动速率绝对值小于0.1。

4. 根据权利要求1所述一种机翼折叠控制方法,其特征在于,所述步骤六的展开到位的综合判定方法为:以下三项条件进行逻辑与运算为真时机翼处于展开到位的状态:

展开位置压力传感器状态为“承载”;

展开位置角度传感器状态为“到位”;

折叠作动器运动速率绝对值小于0.1。

5. 一种用于权利要求1-4任一项所述的一种机翼折叠控制方法的机翼折叠控制装置,

该装置包括机翼折叠控制处理器、传感器数据处理器、霍尔角度传感器、压力传感器、位移传感器、折叠作动器驱动器、折叠作动器放大器、折叠作动器、锁定作动器驱动器、锁定作动器放大器、锁定作动器；

所述的机翼折叠控制处理器用于数据接收和逻辑运算、数据存储、输出控制指令，其输入端分别接收飞控计算机信息、机电管理计算机、传感器数据处理器信息，输出端分别连接折叠作动器驱动器、锁定作动器驱动器；

所述传感器数据处理器用于接收和处理传感器数据、并进行逻辑运算、将采集的传感器信号进行放大、滤波、转换；其输入端分别连接霍尔角度传感器、压力传感器、位移传感器，输出端连接机翼折叠控制处理器；

所述的霍尔角度传感器用于采集折叠机翼位置信号；所述的压力传感器用于采集折叠机翼位置信号以及锁压力信号；所述的位移传感器用于采集锁位置信号；该霍尔角度传感器、压力传感器、位移动传感器，它们的输出端分别连接传感器数据处理器；

所述的折叠作动器驱动器用于接收和处理关于折叠动作的控制指令、并发出包括折叠作动器折叠速度、位移的运动参数指令，其输入端连接机翼折叠控制处理器，输出端连接折叠作动器放大器；所述的折叠作动器放大器用于接收折叠作动器驱动器的指令、对该控制指令进行放大、转换，向折叠作动器输出控制信号，其输入端连接折叠作动器驱动器、输出端连接折叠作动器；所述的折叠作动器用于接收和处理折叠作动器控制指令，输出角度动作，其输入端连接折叠作动器放大器，输出端连接折叠机翼；

所述的锁定作动器驱动器用于接收和处理关于锁定机构的控制指令，并且发出包括锁定作动器作动速度、位移的运动参数指令，其输入端连接机翼折叠控制处理器，输出端连接锁定作动器放大器；所述的锁定作动器放大器用于接收锁定作动器驱动器的指令、对该控制指令进行放大、转换、输出控制信号，其输入端连接锁定作动器驱动器，输出端连接锁定作动器；所述的锁定作动器用于接收和处理锁定作动器控制指令，输出直线动作，其输入端连接锁定作动器放大器，输出端连接折叠机翼锁定机构；

其特征在于：所述的机翼折叠控制处理器的逻辑运算，包括地面停放综合逻辑运算模块、起飞滑跑综合逻辑运算模块、空中飞行综合逻辑运算模块、着陆滑跑综合逻辑运算模块；这四个模块分别通过逻辑与运算为真的方法综合判断飞行器的地面停放状态、起飞滑跑状态、空中飞行状态、着陆滑跑状态；所述传感器数据处理器的逻辑运算，包括收拢位置综合逻辑运算模块、展开位置综合逻辑运算模块，这二个模块分别通过逻辑与运算为真的方法综合判断飞行器的收拢位置状态、展开位置状态。

## 一种机翼折叠控制方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于航空航天技术领域,尤其涉及一种机翼折叠控制方法和装置。

### 背景技术

[0002] 随着飞行器技术和产品的发展,为了提升飞行器的可用性,拓展飞行器的使用范围,采用机翼折叠技术的飞行器越来越多。机翼折叠可根据飞行器所处的使用阶段、飞行阶段调整机翼翼展、面积,从而改变飞行器的飞行性能,使其与飞行任务匹配,有效提升飞行器的任务效能。

[0003] 为此,国内外的研究机构、企业、高校等提出了多种机翼折叠方式、动力驱动方式、动力传动方式、机翼锁定方式。折叠机翼是一套融合了机械结构、运动机构、作动系统的复杂系统,为了保证其折叠过程中的性能,要求折叠控制系统必须对其位置、速度、加速度等运动状态进行精确控制。

[0004] 现有技术机翼折叠控制系统的控制环路仍然是一个半自动、半人工的控制环路:该控制环路中的机翼“收拢”和机翼“展开”环节均由人工完成,飞行操纵人员是控制环路中的重要一环,其操纵水平和能力对飞行器的状态确定、执行指令下发中具有重要的作用。

[0005] 随着飞行器技术的快速发展,将“半自动”控制环路变为“全自动”控制环路,将“有人折叠控制系统”变为“无人折叠翼控制系统”,将“人”从控制系统中剔除,增强飞行器自身自主感知、逻辑判断、作动决策、指令下发的智能化程度,对于提升飞行器的任务适应能力和智能化程度具有重大的意义。

[0006] 实现“无人折叠机翼控制系统”的难点在于:要求无人折叠机翼控制系统自主感知飞行器的状态、以及自主逻辑判断、自主作动决策。三者中最重要的是自主感知飞行器的状态,只有飞行器状态感知准确,才能“适时”的自主收拢机翼、自主展开机翼。“半自动”控制环路中,飞行状态是通过人工目得到的而不需要自主感知,如当前飞行器是处于地面停放、起飞滑跑、空中飞行、着陆滑跑中的哪一种,完全可以凭借人工目测方法得到,凭借人工目测,就可以很好地控制机翼“收拢”和“展开”的时机:当人工目测飞行器处于地面停放时,将操纵飞行器进行机翼收拢动作,当人工目测飞行器处于起飞滑跑、空中飞行、着陆滑跑状态时,将操纵飞行器进行机翼展开动作。“全自动”控制环路的难点在于,由于对飞行状态“看不见”,只能凭借各种测量设备去判断,而凭借测量设备去判断飞行状态要复杂很多,因为决定每一种飞行状态的因素都不是一个、而是多个,因此单一的测量方法远远不能满足要求,并且,涉及每个飞行状态的影响因素可能是同一个,比如“空速”在每种飞行状态中都会涉及到,但同一个影响因素“空速”在每个飞行状态中的测量取值又各不同。所以,自主感知飞行器状态的难点在于,飞行状态和各种影响因素之间是“一对多”和“多对一”的复杂关系。

### 发明内容

[0007] 本发明针对现有技术存在的问题,提出一种机翼折叠控制方法和装置,目的在于

解决现有技术的折叠控制系统的控制环路仍然是一个半自动、半人工的控制环路问题。

[0008] 本发明为解决其技术问题,提出以下技术方案:

[0009] 一种机翼折叠控制方法,其特点是,包括以下步骤,

[0010] 步骤一:飞行器机上上电后,机翼折叠控制系统维持上次下电前状态、位置不变;

[0011] 步骤二:飞控计算机获取当前飞行器运动姿态数据,该飞行器运动姿态数据包括用于折叠翼控制的飞行器运动姿态数据,该用于折叠翼控制的飞行器运动姿态数据包括:飞行器的俯仰角速度、偏航角速度、滚转角速度、航向加速度、地速、空速数据;

[0012] 步骤三:机翼折叠控制处理器综合判定飞行器当前运动姿态:从飞控计算机读取用于折叠翼控制的飞行器运动姿态数据后,结合机电管理计算中获取的油门信号、起落架信号数据进行综合逻辑运算,并根据逻辑运算结果判定飞行器目前的空间位置状态是处于地面停放、起飞滑跑、空中飞行、着陆滑跑中的哪种状态;该综合逻辑运算包括地面停放综合逻辑运算、起飞滑跑综合逻辑运算、空中飞行综合逻辑运算、着陆滑跑综合逻辑运算;

[0013] 步骤四:机翼折叠控制处理器根据步骤三的综合逻辑运算结果发出指令:当综合逻辑运算结果为地面停放时,发出收拢指令;当综合逻辑运算结果为起飞滑跑、或空中飞行、或着陆滑跑时,发出展开指令;

[0014] 步骤五:机翼折叠控制处理器“展开”作动过程控制:

[0015] 1) 机翼折叠控制处理器发出“展开”指令后,通过传感器数据处理器获取传感器信息、进行收拢位置综合逻辑运算,所述收拢位置综合逻辑运算既是“收拢到位”状态综合逻辑运算;

[0016] 2) 判断机翼是否处于“收拢到位”状态;如果处于“收拢到位”状态,则继续过程3),如果不是处于“收拢到位”位置,判断展开锁是否上锁,如果展开锁已经上锁,转入过程7),如果展开锁没有上锁,则转入过程4);

[0017] 3) 锁定作动解锁;

[0018] 4) 折叠作动器展开作动;

[0019] 5) 判断机翼是否展开,如果展开,则继续过程6),如果没有展开,返回过程4);

[0020] 6) 机翼折叠控制处理器输出“展开锁上锁”指令,锁定作动器执行展开锁上锁作动,即完成“展开”作动;

[0021] 7) 机翼展开完成;

[0022] 步骤六:机翼折叠控制处理器“收拢”作动过程控制:

[0023] 1) 机翼折叠控制处理器发出“收拢”指令后,通过传感器数据处理器获取的传感器信息进行展开位置综合逻辑运算,所述展开位置综合逻辑运算既是“展开到位”状态综合逻辑运算;

[0024] 2) 判断机翼是否“收拢到位”,若收拢到位,继续过程3),若没有收拢到位,转入过程5);

[0025] 3) 判断折叠锁是否上锁,如果没有上锁,继续过程4),如果已经上锁,即完成“收拢”作动;

[0026] 4) 机翼折叠控制处理器输出“收拢锁上锁”指令,执行该指令,转入过程8);

[0027] 5) 判断机翼是否处于展开到位状态,如果展开到位,继续过程6) 如果没展开到位,转入过程7)

- [0028] 6) 机翼展开锁定作动解锁;
- [0029] 7) 折叠作动器执行收拢作动,返回过程1);
- [0030] 8) 机翼收拢完成。
- [0031] 所述步骤三的地面停放综合逻辑运算为:以下四项条件进行逻辑与运算的结果为真时的飞行器所处的空间位置状态为地面停放:
- [0032] 1) 地速小于 $5\text{m/s}$ ,该速度为场内转运速度;
- [0033] 2) 空速小于 $13.9\text{m/s}$ ,该空速为小于7级风的空速;
- [0034] 3) 油门信号为“关油门”;
- [0035] 4) 起落架轮载开关状态为“承载”;
- [0036] 所述步骤三的起飞滑跑综合逻辑运算为:以下四项条件进行逻辑与运算的结果为真时飞行器所处的空间位置状态为起飞滑跑:
- [0037] 1) 航向加速度大于 $0\text{m/s}^2$ ;
- [0038] 2) 地速大于 $0\text{m/s}$ ;
- [0039] 3) 空速大于 $0\text{m/s}$ ;
- [0040] 4) 油门信号为“大油门”;
- [0041] 5) 起落架轮载开关状态为“承载”。
- [0042] 所述步骤三空中飞行综合逻辑运算为:以下四项条件进行逻辑与运算的结果为真时飞行器所处的空间位置状态为空中飞行:
- [0043] 1) 空速大于 $0\text{m/s}$ ;
- [0044] 2) 地速大于 $0\text{m/s}$ ;
- [0045] 3) 俯仰角速度绝对值+滚转角速度绝对值+偏航角速度绝对值之和大于0;
- [0046] 4) 起落架轮载开关状态为“空载”。
- [0047] 所述步骤三的着陆滑跑综合逻辑运算为:以下三项条件进行逻辑与运算的结果为真时飞行器所处的空间位置状态为着陆滑跑:
- [0048] 1) 航向加速度小于 $0\text{m/s}^2$ ;
- [0049] 2) 地速大于 $5\text{m/s}$ ;
- [0050] 3) 起落架(若有)轮载开关状态为“承载”;
- [0051] 4) 油门信号为“非关车”。
- [0052] 所述飞行器空间位置综合逻辑运算结果不满足地面停放、起飞滑跑、空中飞行、着陆滑跑中的任何一种时,则保持现有空间位置状态取值不变;
- [0053] 所述步骤五、步骤六的收拢位置综合逻辑运算为:以下三项条件进行逻辑与运算为真时机翼处于收拢到位的状态:
- [0054] 1) 收拢位置压力传感器状态为“承载”;
- [0055] 2) 收拢位置角度传感器状态为“到位”;
- [0056] 3) 折叠作动器运动速率绝对值小于0.1。
- [0057] 所述步骤六的展开到位的综合判定方法为:以下三项条件进行逻辑与运算为真时机翼处于展开到位的状态:
- [0058] 1) 展开位置压力传感器状态为“承载”;
- [0059] 2) 展开位置角度传感器状态为“到位”;

[0060] 3) 折叠作动器运动速率绝对值小于0.1。

[0061] 一种机翼折叠控制装置,该装置包括机翼折叠控制处理器、传感器数据处理器、霍尔角度传感器、压力传感器、位移传感器、折叠作动器驱动器、折叠作动器放大器、折叠作动器、锁定作动器驱动器、锁定作动器放大器、锁定作动器;

[0062] 所述的机翼折叠控制处理器用于数据接收和逻辑运算、数据存储、输出控制指令,其输入端分别接收飞控计算机信息、机电管理计算机、传感器数据处理器信息,输出端分别连接折叠作动器驱动器、锁定作动器驱动器;

[0063] 所述传感器数据处理器用于接收和处理传感器数据、并进行逻辑运算、将采集的传感器信号进行放大、滤波、转换;其输入端分别连接霍尔角度传感器、压力传感器、位移传感器,输出端连接机翼折叠控制处理器;

[0064] 所述的霍尔角度传感器用于采集折叠机翼位置信号;所述的压力传感器用于采集折叠机翼位置信号以及锁压力信号;所述的位移传感器用于采集锁位置信号;该霍尔角度传感器、压力传感器、位移传感器,它们的输出端分别连接传感器数据处理器;

[0065] 所述的折叠作动器驱动器用于接收和处理关于折叠动作的控制指令、并发出包括折叠作动器折叠速度、位移的运动参数指令,其输入端连接机翼折叠控制处理器,输出端连接折叠作动器放大器;所述的折叠作动器放大器用于接收折叠作动器驱动器的指令、对该控制指令进行放大、转换,向折叠作动器输出控制信号,其输入端连接折叠作动器驱动器、输出端连接折叠作动器;所述的折叠作动器用于接收和处理折叠作动器控制指令,输出角度动作,其输入端连接折叠作动器放大器,输出端连接折叠机翼;

[0066] 所述的锁定作动器驱动器用于接收和处理关于锁定机构的控制指令,并且发出包括锁定作动器作动速度、位移的运动参数指令,其输入端连接机翼折叠控制处理器,输出端连接锁定作动器放大器;所述的锁定作动器放大器用于接收锁定作动器驱动器的指令、对该控制指令进行放大、转换、输出控制信号,其输入端连接锁定作动器驱动器,输出端连接锁定作动器;所述的锁定作动器用于接收和处理锁定作动器控制指令,输出直线动作,其输入端连接锁定作动器放大器,输出端连接折叠机翼锁定机构;

[0067] 其特征在于:所述的机翼折叠控制处理器的逻辑运算,包括地面停放综合逻辑运算模块、起飞滑跑综合逻辑运算模块、空中飞行综合逻辑运算模块、着陆滑跑综合逻辑运算模块;这四个模块分别通过逻辑与运算为真的方法综合判断飞行器的地面停放状态、起飞滑跑状态、空中飞行状态、着陆滑跑状态;所述传感器数据处理器的逻辑运算,包括收拢位置综合逻辑运算模块、展开位置综合逻辑运算模块,这二个模块分别通过逻辑与运算为真的方法综合判断飞行器的收拢位置状态、展开位置状态。

[0068] 本发明的优点效果

[0069] 1、飞行器通过自身安装、携带的传感器、设备、仪器等自主进行空间位置判断,从而解算折叠翼系统的运动指令,无需人的参与,智能化程度高,适应性强;本发明专利提出的空间位置判断逻辑可扩展性强,可根据飞行器的具体构型适应性增减逻辑判断条件;本发明可将机翼折叠系统单独设计成一套通用的子系统,适用范围广;本发明专利提出的折叠系统及装置的架构,易于使用过程中的故障隔离、定位,测试性、维护性好;

[0070] 2、本发明将地面停放状态的四种因素进行有机结合和相互支持、将起飞滑跑状态的四种因素进行有机结合和相互支持、将空中飞行状态的四种因素进行有机结合和相互支



持、将着陆滑跑状态的四种因素进行有机结合和相互支持,并且将飞行器的四种状态和“收拢过程”“展开过程”进行有机结合、收拢过程和展开过程完成到位,才能保证飞行器状态正常,假如机翼展开过程结束前没有上锁,就不能保证飞行器能够起飞滑跑、空中飞行、着陆滑跑;假如飞行状态判断不准确,正在滑跑的状态判定为停放状态,着陆滑跑时应该展开机翼却收拢机翼,那么收拢过程控制就失去意义。因此,飞行状态的判断和收拢过程、展开过程又是互相支持、相辅相成的。本发明将以上个因素有机结合、相互支持,组合以后的效果,要比组合以前的单独效果优越得多。

### 附图说明

- [0071] 图1为本发明机翼折叠控制方法流程图;
- [0072] 图2为本发明机翼折叠控制系统功能框图;
- [0073] 图3为本发明机翼折叠控制处理器功能框图;
- [0074] 图4为本发明传感器数据处理器功能框图。

### 具体实施方式

[0075] 下面结合附图对本发明做出进一步的解释

[0076] 本发明设计原理

[0077] 1、自主感知飞行状态的设计原理

[0078] 1)地面停放综合逻辑运算设计原理:

[0079] 第一、判断“地面停放”的目的是发出“机翼收拢”的指令。如果地面风速大于等于7级风,飞行器将移动到机房,此时一切外场操作停止,因此,逻辑与运算里面必须设置“空速小于7级风”的条件,此为条件2);

[0080] 第二、收拢机翼不仅在飞行器静止状态下,也可以在飞行器转运货物的移动状态下收拢机翼,由于地速小于5m/s为一般场内转运速度,因此,逻辑与运算里面必须设置地速为小于5m/s的条件,此为条件1);油门和起落架也是同时存在的两个条件,“关油门”并非证明起落架承载,因为空中特殊情况也可能“关油门”,只有“关油门”和“起落架承载”同时存在时发出“机翼收拢”指令才是最为稳妥的,此为条件3)和条件4)。

[0081] 总之,四个条件中,如果没有第1)个条件,则限制了“机翼收拢”的场合,如果没有第2)个条件,也限制了“机翼收拢”的场合;如果没有第3)、4)个条件,在油门没有关闭或者起落架没有落地的情况下收拢机翼就会带来危险。

[0082] 2)起飞滑跑综合逻辑运算设计原理:

[0083] 第一、起飞滑跑状态的第2)、第3)个条件与“地面停放”是冲突的,因此必须增加其独立的第1)个条件;

[0084] 第二、仅仅凭着第1)、第2)、第3)个条件还会和“空中飞行”状态冲突,所以,还需要增加4)油门信号为“大油门”、5)起落架轮载开关状态为“承载”这两个条件,用以区别“空中飞行”,因为空中飞行起落架一定不会承载,并且“加大油门”也只是在起飞滑跑阶段,一旦进入平飞阶段,油门信号就会改变。

[0085] 总之,五个条件中,第1)个条件是为了区分“地面停放”状态,第4)、5)个条件是为了区分“空中飞行”、“着陆滑跑”,第1)、2)、3)个条件是为了区分“着陆滑跑”。因此,这五个

条件必须同时存在、逻辑与运算同时为真时才能判断为“起飞滑跑”状态。

[0086] 3) 空中飞行综合逻辑运算设计原理:

[0087] 第一、第1)个、第2)个条件是为了区分在测试环境下还是在空中,如果在厂房里面测试,第3)、第4)条件也是为真的,但此时空速不会大于0,地速也不会大于0;

[0088] 第二、1)空速大于0m/s、2)地速大于0m/s,这两条与“地面停放”第1)、2)条件相冲突,因此,“空中飞行”状态还需要有特殊的条件;

[0089] 第三、为了区分“起飞滑跑”状态,增加了起落架轮载开关状态为“空载”、以及3)俯仰角速度绝对值+滚转角速度绝对值+偏航角速度绝对值之和大于0,条件3)和条件4)这两个条件互为补充,因为单凭条件3)或单凭条件4)都可能因为意想不到的原因而发生误判,而条件3)、条件4)两个条件均发生误判的可能性很小。

[0090] 总之,四个条件,前面2个是为了区分飞行器是在测试环境下还是在空中,后面2个条件是为了相互弥补,只有2个条件都为真才能确认“空中飞行”状态。

[0091] 4) 着陆滑跑综合逻辑运算设计原理:

[0092] 第一、“着陆滑跑”和“起飞滑跑”的共同点是起落架轮载开关状态为“承载”;因此,需要增加条件1)航向加速度小于 $0\text{m/s}^2$ ,这是“着陆滑跑”状态区别于“起飞滑跑”状态的独立条件;

[0093] 第二、油门信号为“非关车”就意味着可以是“大油门”,但是“大油门”又和“起飞滑跑”的“大油门”相冲突,因此还需增加“地速大于 $5\text{m/s}$ ”的条件。

[0094] 总之,用“1)航向加速度小于 $0\text{m/s}^2$ ”区别于“起飞滑跑”的“1)航向加速度大于 $0\text{m/s}^2$ ”,但是如果只有第1)个条件,没有第2)个条件,就难以区分是在厂房测试环境下,还是在“着陆滑跑”状态下,因为在厂房测试环境下也可以满足条件3)起落架轮载开关状态为“承载”,和条件4)油门信号为“非关车”。

[0095] 2、“收拢”或“展开”过程设计原理

[0096] 第一、不论是收拢还是展开,每个过程结束之前都必须上锁才能,才算这个过程全部完成;

[0097] 第二、基于上述原理,当从“收拢”变为“展开”,或从“展开”变为“收拢”时,都必须先将上一个状态解锁,解锁后才能进行转换成下一个状态;

[0098] 第三、一旦发出“收拢”或“展开”指令,将是循环发送,直到当前过程结束。在循环发送指令过程中,至少第一次发送指令和中间过程发送指令,机翼的“收拢”或“展开”状态是不同的,例如,当第一次发送“收拢”指令时,机翼的状态一定还是维持“展开”的状态,当“展开”解锁以后,再一次接收“收拢”指令时,当前状态变为“收拢”状态,但不一定是收拢到位的状态,因为从开始收拢到收拢到位还会有一个过程,因此要继续判断是否收拢到位,收拢到位后才可以上锁。同样,当第一次发送“展开”指令时,机翼的状态一定还是维持“收拢”的状态,当“收拢”解锁以后,再一次接收“展开”指令时,当前状态变为“展开”状态,但不一定是展开到位的状态,因为从开始展开到展开到位还会有一个过程,因此要继续判断是否展开到位,展开到位后才可以上锁。

[0099] 基于以上原理,本发明设计了一种机翼折叠控制方法

[0100] 一种机翼折叠控制方法,其特征在于,包括以下步骤,

[0101] 步骤一:飞行器机上上电后,机翼折叠控制系统维持上次下电前状态、位置不变。

[0102] 步骤二:飞控计算机获取当前飞行器运动姿态数据,该飞行器运动姿态数据包括用于折叠翼控制的飞行器运动姿态数据,该用于折叠翼控制的飞行器运动姿态数据包括:飞行器的俯仰角速度、偏航角速度、滚转角速度、航向加速度、地速、空速数据;

[0103] 步骤三:机翼折叠控制处理器综合判定飞行器当前运动姿态:从飞控计算机读取用于折叠翼控制的飞行器运动姿态数据后,结合机电管理计算中获取的油门信号、起落架信号数据进行综合逻辑运算,并根据逻辑运算结果判定飞行器目前的空间位置状态是处于地面停放、起飞滑跑、空中飞行、着陆滑跑中的哪种状态;该综合逻辑运算包括地面停放综合逻辑运算、起飞滑跑综合逻辑运算、空中飞行综合逻辑运算、着陆滑跑综合逻辑运算;

[0104] 所述步骤三的地面停放综合逻辑运算为:以下四项条件进行逻辑与运算的结果为真时的飞行器所处的空间位置状态为地面停放:

[0105] 1) 地速小于5m/s,该速度为场内转运速度;

[0106] 2) 空速小于13.9m/s,该空速为小于7级风的空速;

[0107] 3) 油门信号为“关油门”;

[0108] 4) 起落架轮载开关状态为“承载”;

[0109] 所述步骤三的起飞滑跑综合逻辑运算为:以下四项条件进行逻辑与运算的结果为真时飞行器所处的空间位置状态为起飞滑跑:

[0110] 1) 航向加速度大于 $0\text{m/s}^2$ ;

[0111] 2) 地速大于 $0\text{m/s}$ ;

[0112] 3) 空速大于 $0\text{m/s}$ ;

[0113] 4) 油门信号为“大油门”;

[0114] 5) 起落架轮载开关状态为“承载”。

[0115] 所述步骤三的空中飞行综合逻辑运算为:以下四项条件进行逻辑与运算的结果为真时飞行器所处的空间位置状态为空中飞行:

[0116] 1) 空速大于 $0\text{m/s}$ ;

[0117] 2) 地速大于 $0\text{m/s}$ ;

[0118] 3) 俯仰角速度绝对值+滚转角速度绝对值+偏航角速度绝对值之和大于0;

[0119] 4) 起落架轮载开关状态为“空载”。

[0120] 所述步骤三的着陆滑跑综合逻辑运算为:以下三项条件进行逻辑与运算为真时飞行器所处的空间位置状态为着陆滑跑:

[0121] 1) 航向加速度小于 $0\text{m/s}^2$ ;

[0122] 2) 地速大于 $5\text{m/s}$ ;

[0123] 3) 起落架(若有)轮载开关状态为“承载”;

[0124] 4) 油门信号为“非关车”。

[0125] 步骤四:机翼折叠控制处理器根据步骤三的综合逻辑运算结果发出指令:当综合逻辑运算结果为地面停放时,发出收拢指令;当综合逻辑运算结果为起飞滑跑、或空中飞行、或着陆滑跑时,发出展开指令;

[0126] 步骤五:机翼折叠控制处理器“展开”作动过程控制:

[0127] 1) 折叠翼控制处理器发出“展开”指令后,通过传感器数据处理器获取传感器信息、进行收拢位置综合逻辑运算,所述收拢位置综合逻辑运算既是“收拢到位”状态综合逻辑

辑运算；

[0128] 2) 判断机翼是否处于“收拢到位”状态；如果处于“收拢到位”状态，则继续过程3)，如果不是处于“收拢到位”位置，判断展开锁是否上锁，如果展开锁已经上锁，转入过程7)，如果展开锁没有上锁，则转入过程4)；

[0129] 3) 锁定作动解锁；

[0130] 4) 折叠作动器展开作动；

[0131] 5) 判断机翼是否展开，如果展开，则继续过程6)，如果没有展开，返回过程4)；

[0132] 6) 机翼折叠控制处理器输出“展开锁上锁”指令，锁定作动器执行展开锁上锁作动，即完成“展开”作动；

[0133] 7) 机翼展开完成。

[0134] 补充说明：

[0135] 第一、发出“展开”指令后，进行“展开到位”的逻辑运算，所述展开到位是指展开到目标位置，而不是展开过程中的位置。展开到位的逻辑运算如下：1) 展开位置压力传感器状态为“承载”；2) 展开位置角度传感器状态为“到位”；3) 折叠作动器运动速率绝对值小于0.1。

[0136] 第二、展开过程的控制，开始时，可以先进行机翼是否展开的判断，也可以先进行机翼是否收拢的判断。本实施先进行收拢到位的判断。

[0137] 第三、第一次发出展开指令时，机翼的状态应该维持上一个状态，也就是“收拢”的状态，此时展开过程环节应该走左边的分枝，先判定折叠锁是否上锁，如果没有上锁，则进行收拢解锁，再进行一系列的展开动作；这个过程对应展开过程控制的左侧分支。

[0138] 第四、如果判定折叠锁没有上锁，那说明已经解锁，并且从折叠状态变为展开状态，这里假设上一个过程结束前一定是锁定的，所以，一旦折叠锁解锁，就说明转入了展开状态，而不需要再次进行折叠锁解锁；

[0139] 第五、机翼进入展开状态后，会有两种状态，一种是展开到位，一种是展开过程中，如果是展开到位就直接上锁，如果是展开没有到位就继续展开。这个过程对应展开过程控制的右侧分支。

[0140] 步骤六：机翼折叠控制处理器“收拢”作动过程控制：

[0141] 1) 折叠翼控制处理器发出“收拢”指令后，通过传感器数据处理器获取的传感器信息进行展开位置综合逻辑运算，所述展开位置综合逻辑运算既是“展开到位”状态综合逻辑运算；

[0142] 2) 判断机翼是否“收拢到位”，若收拢到位，继续过程3)，若没有收拢到位，转入过程5)

[0143] 3) 判断折叠锁是否上锁，如果没有上锁，继续过程4)，如果已经上锁，即完成“收拢”作动；

[0144] 4) 折叠翼控制处理器输出“收拢锁上锁”指令，执行该指令，转入过程8)；

[0145] 5) 判断机翼是否处于展开到位状态，如果展开到位，继续过程6) 如果没展开到位，转入过程7)

[0146] 6) 机翼展开锁定作动解锁；

[0147] 7) 折叠作动器执行收拢作动，返回过程1)；

[0148] 8) 机翼收拢完成。

[0149] 补充说明:

[0150] 第一、发出收拢指令后,进行“收拢到位”的逻辑运算,所述收拢到位是指收拢到目标位置,而不是收拢过程中的位置。收拢到位的逻辑运算如下:1)收拢位置压力传感器状态为“承载”;2)收拢位置角度传感器状态为“到位”;3)折叠作动器运动速率绝对值小于0.1。

[0151] 第二、第一次发出收拢指令,机翼还是展开的状态,此时要将机翼展开锁定解锁,才能开始收拢动作,此时流程图的收拢环节走右边的分枝;

[0152] 第三,收拢指令一旦发出,在这个过程结束以前将循环发送,当第二次发送收拢指令时,由于还没有收拢到位,所以此时流程图仍然还是走右边的分枝,由于是处于收拢过程中,所以判断机翼是否展开时应该是“N”,然后继续收拢动作,并返回“收拢是否到位”的判断,一直到收拢到位,流程图才从右侧分枝到左侧分枝,进行收拢到位的上锁。

[0153] 所述飞行器空间位置综合逻辑运算结果不满足地面停放、起飞滑跑、空中飞行、着陆滑跑中的任何一种时,则保持现有空间位置状态取值不变;

[0154] 所述步骤五、步骤六的收拢位置综合逻辑运算为:以下三项条件进行逻辑与运算为真时机翼处于收拢到位的状态:

[0155] 1)收拢位置压力传感器状态为“承载”;

[0156] 2)收拢位置角度传感器状态为“到位”;

[0157] 3)折叠作动器运动速率绝对值小于0.1。

[0158] 所述步骤六的展开到位的综合判定方法为:以下三项条件进行逻辑与运算为真时机翼处于展开到位的状态:

[0159] 4)展开位置压力传感器状态为“承载”;

[0160] 5)展开位置角度传感器状态为“到位”;

[0161] 6)折叠作动器运动速率绝对值小于0.1。

[0162] 一种机翼折叠控制装置,该装置包括机翼折叠控制处理器、传感器数据处理器、霍尔角度传感器、压力传感器、位移传感器、折叠作动器驱动器、折叠作动器放大器、折叠作动器、锁定作动器驱动器、锁定作动器放大器、锁定作动器;

[0163] 所述的机翼折叠控制处理器用于数据接收和逻辑运算、数据存储、输出控制指令,其输入端分别接收飞控计算机信息、机电管理计算机、传感器数据处理器信息,输出端分别连接折叠作动器驱动器、锁定作动器驱动器;

[0164] 所述传感器数据处理器用于接收和处理传感器数据、并进行逻辑运算、将采集的传感器信号进行放大、滤波、转换;其输入端分别连接霍尔角度传感器、压力传感器、位移传感器,输出端连接机翼折叠控制处理器;

[0165] 所述的霍尔角度传感器用于采集折叠机翼位置信号;所述的压力传感器用于采集折叠机翼位置信号以及锁压力信号;所述的位移传感器用于采集锁位置信号;该霍尔角度传感器、压力传感器、位移动传感器,它们的输出端分别连接传感器数据处理器;

[0166] 所述的折叠作动器驱动器用于接收和处理关于折叠动作的控制指令、并发出包括折叠作动器折叠速度、位移的运动参数指令,其输入端连接机翼折叠控制处理器,输出端连接折叠作动器放大器;所述的折叠作动器放大器用于接收折叠作动器驱动器的指令、对该控制指令进行放大、转换,向折叠作动器输出控制信号,其输入端连接折叠作动器驱动

器、输出端连接折叠作动器；所述的折叠作动器用于接收和处理折叠作动器控制指令，输出角度动作，其输入端连接折叠动作放大器，输出端连接折叠机翼；

[0167] 所述的锁定作动器驱动器用于接收和处理关于锁定机构的控制指令，并且发出包括锁定作动器作动速度、位移的运动参数指令，其输入端连接机翼折叠控制处理器，输出端连接锁定作动器放大器；所述的锁定作动器放大器用于接收锁定动作器驱动器的指令、对该控制指令进行放大、转换、输出控制信号，其输入端连接锁定作动器驱动器，输出端连接锁定作动器；所述的锁定作动器用于接收和处理锁定作动器控制指令，输出直线动作，其输入端连接锁定作动器放大器，输出端连接折叠机翼锁定机构；

[0168] 其特点是：所述的机翼折叠控制处理器的逻辑运算，包括地面停放综合逻辑运算模块、起飞滑跑综合逻辑运算模块、空中飞行综合逻辑运算模块、着陆滑跑综合逻辑运算模块；这四个模块分别通过逻辑与运算为真的方法综合判断飞行器的地面停放状态、起飞滑跑状态、空中飞行状态、着陆滑跑状态；所述传感器数据处理器的逻辑运算，包括收拢位置综合逻辑运算模块、展开位置综合逻辑运算模块，这二个模块分别通过逻辑与运算为真的方法综合判断飞行器的收拢位置状态、展开位置状态。

[0169] 以上所述并非是对本发明的限制，应当指出：对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明实质范围的前提下，还可以做出若干变化、改型、添加或替换，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

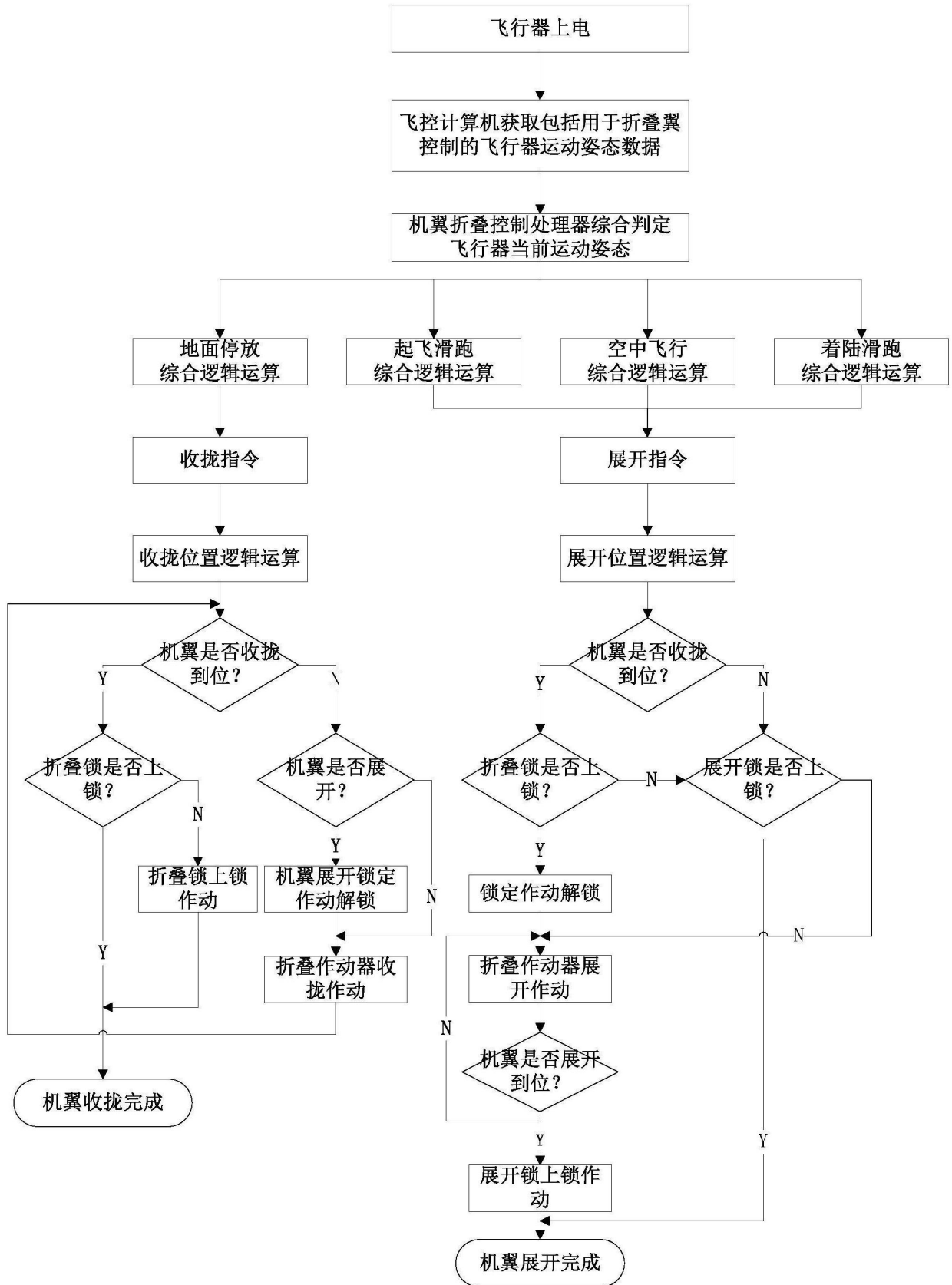


图1

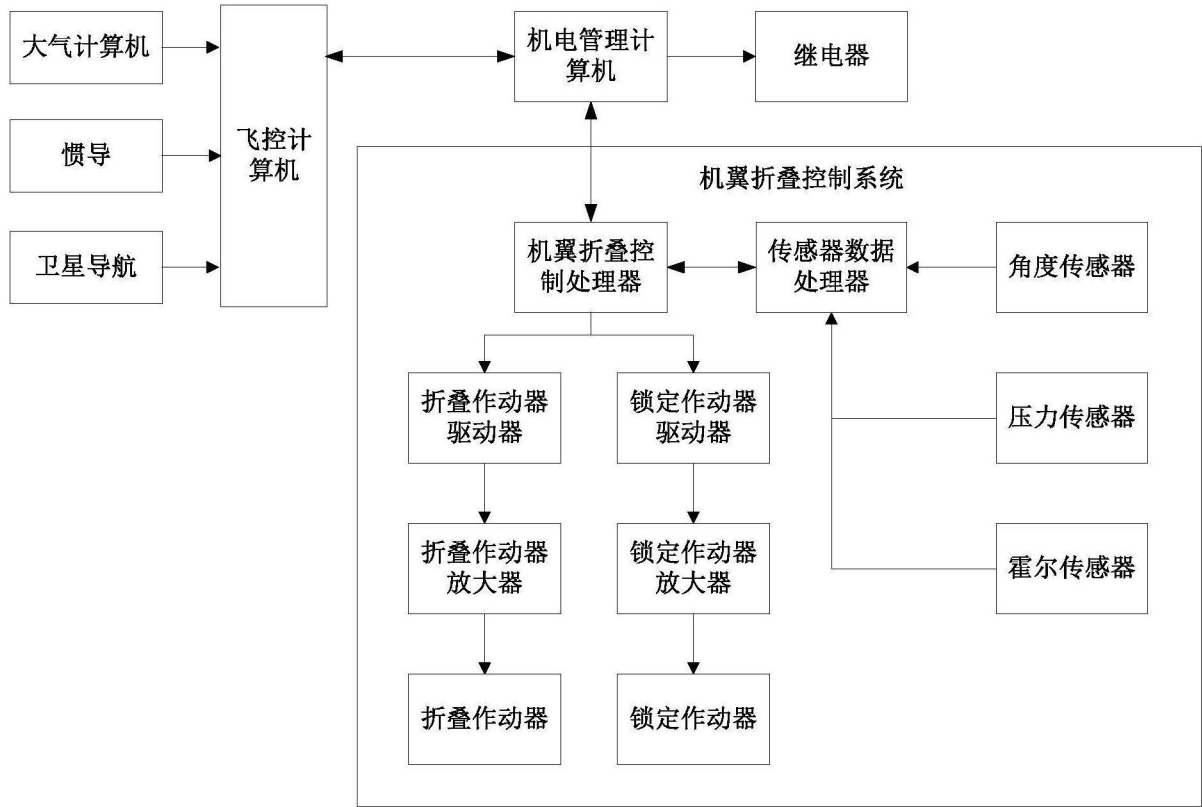


图2

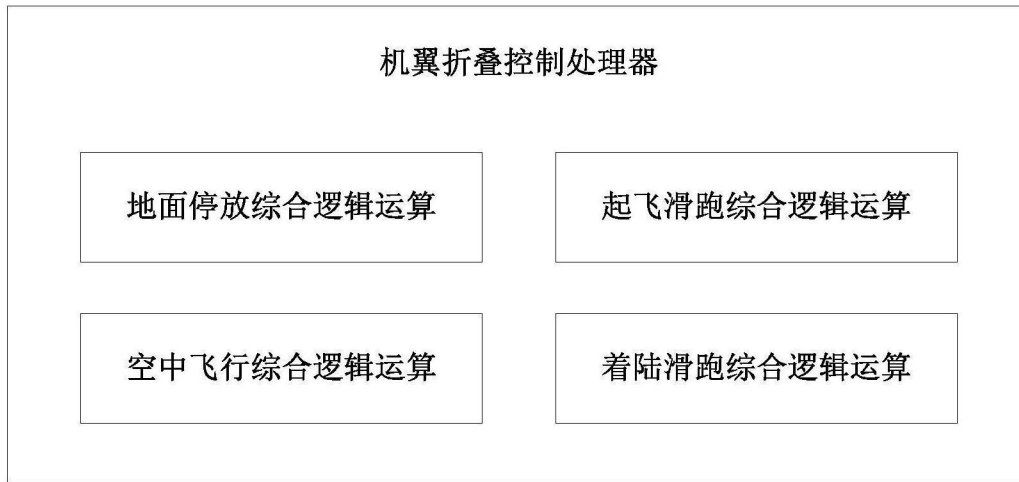


图3



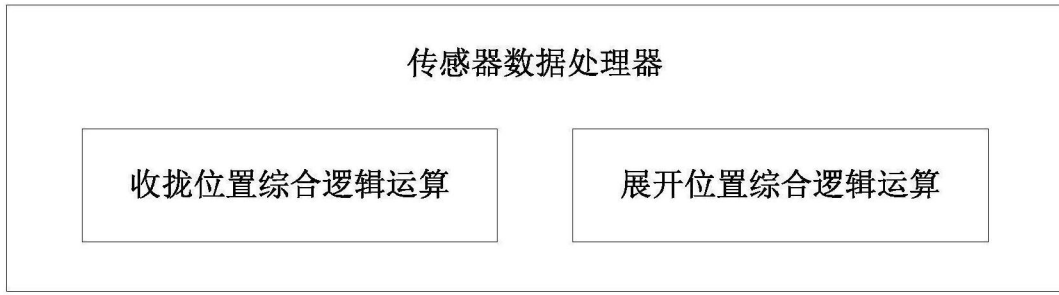


图4