

## (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 2 月 11 日 (11.02.2021)



WIPO | PCT



(10) 国际公布号

WO 2021/022727 A1

(51) 国际专利分类号:

*G05D 1/10* (2006.01)      *B60F 5/02* (2006.01)  
*G05D 1/02* (2020.01)(72) 发明人: 张新钰(ZHANG, Xinyu); 中国北京市海淀区双清路30号清华大学, Beijing 100084 (CN)。  
李骏(LI, Jun); 中国北京市海淀区双清路30号清华大学, Beijing 100084 (CN)。 谭启凡(TAN, Qifan); 中国北京市海淀区双清路30号清华大学, Beijing 100084 (CN)。 朱鹏飞(ZHU, Pengfei); 中国北京市海淀区双清路30号清华大学, Beijing 100084 (CN)。 周沫(ZHOU, Mo); 中国北京市海淀区双清路30号清华大学, Beijing 100084 (CN)。 黄毅(HUANG, Yi); 中国北京市海淀区双清路30号清华大学, Beijing 100084 (CN)。

(21) 国际申请号:

PCT/CN2019/121703

(22) 国际申请日: 2019 年 11 月 28 日 (28.11.2019)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

201910726900.7 2019年8月7日 (07.08.2019) CN

(71) 申请人: 清华大学(TSINGHUA UNIVERSITY) [CN/  
CN]; 中国北京市海淀区双清路30号,  
Beijing 100084 (CN)。(74) 代理人: 北京五洲洋和知识产权代理事务所(普通合伙) (BEIJING WUZHOUYANGHE & PARTNERS); 中国北京市西城区阜成门外大街  
2号A1908张向琨, Beijing 100037 (CN)。

(54) Title: AIR-GROUND AMPHIBIOUS UNMANNED DRIVING PLATFORM

(54) 发明名称: 陆空两栖无人驾驶平台

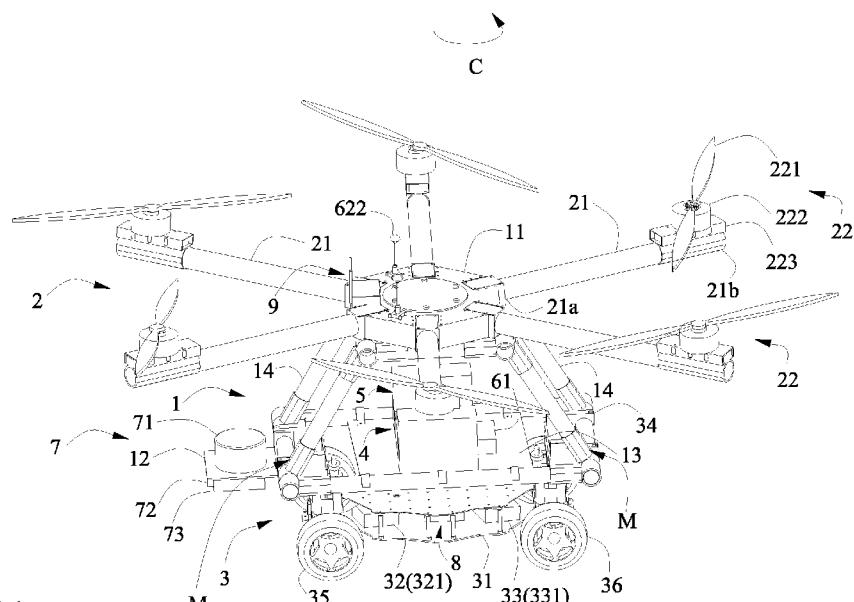


图2

(57) **Abstract:** Provided is an air-ground amphibious unmanned driving platform, comprising a vehicle body, a flight mechanism, a driving mechanism, a computing platform arranged in the vehicle body, a power supply system, a position and attitude acquisition system, an environmental perception system, a flight control system, and a chassis control system arranged in the driving mechanism. The position and attitude acquisition system, the environmental perception system, the chassis control system and the flight control system are in communication connection with the computing platform, respectively. The flight mechanism is arranged above the vehicle body. The driving mechanism is arranged below the vehicle body. The power supply system is used for providing a vehicle with power and endurance. The chassis control system is used for controlling the driving mechanism to realize driving of the vehicle on a road



(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

---

surface. The flight control system is used for controlling the flight mechanism to realize flying of the vehicle. The position and attitude acquisition system is used for acquiring attitude information and position information of the vehicle. The environmental perception system is used for acquiring environmental information around the vehicle. The computing platform is used for processing sensor information and completing unmanned driving decision-making and planning.

(57) 摘要: 本发明提供了一种陆空两栖无人驾驶平台, 其包括车体、飞行机构、行车机构、设置于车体的计算平台、电源系统、位姿采集系统、环境感知系统和飞行控制系统以及设置于行车机构的底盘控制系统。位姿采集系统、环境感知系统、底盘控制系统以及飞行控制系统分别与计算平台进行通信连接; 飞行机构设置于车体的上方; 行车机构设置于车体的下方; 电源系统用于为车辆提供动力和续航, 底盘控制系统用于控制行车机构实现车辆的路面行驶, 飞行控制系统用于控制飞行机构实现车辆的飞行, 位姿采集系统用于获取车辆的姿态信息和位置信息, 环境感知系统用于获取车辆周围的环境信息, 计算平台用于处理传感器信息并完成无人驾驶决策和规划。

## 陆空两栖无人驾驶平台

### 5 技术领域

本发明涉及无人车技术领域，尤其涉及一种陆空两栖无人驾驶平台。

### 背景技术

10 陆空两栖车辆是一种能够实现地面行驶和空中飞行的新型智能交通工具。车辆以传统的四轮两驱底盘作为地面行驶的基础结构，在此基础上利用旋翼实现高自由度的飞行动作。目前的陆空两栖车辆自主导航能动性较差，大多数需要通过远程遥控控制车辆的运行轨迹并进行导航，使陆空两栖无人车的运动轨迹规划和空间自主导航决策的研究难以进行。

### 15 发明内容

鉴于现有技术存在的缺陷，本发明的目的在于提供一种陆空两栖无人驾驶平台，其配备有环境感知系统、位姿采集系统以及计算平台，为陆空两栖车辆的运动轨迹规划和空间自主导航决策的研究提供硬件试验条件。

20 为了实现上述目的，本发明提供了一种陆空两栖无人驾驶平台，其包括车体、飞行机构、行车机构、计算平台、电源系统、位姿采集系统、环境感知系统、底盘控制系统以及飞行控制系统。飞行机构设置于车体的上方，用于实现车辆的飞行；行车机构设置于车体的下方，用于实现车辆的路面行驶；计算平台和电源系统设置于车体；位姿采集系统和环境感知系统通信连接于计算平台；底盘控制系统通信连接于行车机构和计算平台；飞行控制系统通信连接于飞行机构和计算平台；电源系统用于为车辆提供动力和续航，底盘控制系统用于控制行车机构实现车辆的路面行驶，飞行控制系统用于控制飞行机构实现车辆的飞行，位姿采集系统用于获取车辆的姿态信息和位置信息，环境感知系统用于获取车辆周围的环境信息，计算平台用于处理车辆的姿态信息和位置信息以及车辆周围的环境信息并完成车辆的空间运动决策  
25 和轨迹规划。  
30

在一实施例中，飞行控制系统设置于车体的顶部。

在一实施例中，环境感知系统包括激光雷达、毫米波雷达以及视觉传感器，毫米波雷达用于采集车辆飞行过程中车体与地面的相对位置信息，激光雷达和视觉传感器用于获取车辆前方的目标信息和路况信息。

5 在一实施例中，激光雷达、毫米波雷达以及视觉传感器分别设置于车体的前部。

在一实施例中，位姿采集系统包括惯性导航模块和 GPS 定位模块，惯性导航模块用于提供车辆的姿态信息，GPS 定位模块用于提供车辆的位置信息。

10 在一实施例中，惯性导航模块设置于车体内；GPS 定位模块包括 GPS 定位器和 GPS 定位信号接收器，GPS 定位器设置于车体内，GPS 定位信号接收器设置于车体的顶部，GPS 定位器用于获取从 GPS 定位信号接收器接收的车辆位置的定位信号。

15 在一实施例中，飞行机构包括旋翼臂和旋翼结构；旋翼臂沿车体的周向间隔设置，旋翼臂具有固定端，旋翼臂的固定端连接于车体的顶部，旋翼结构设置于旋翼臂上。

在一实施例中，旋翼结构包括旋翼、旋翼电机以及电子调速器，电子调速器安装在旋翼臂上，旋翼电机连接于电子调速器，旋翼安装在旋翼电机上。

20 在一实施例中，行车机构包括底盘、转向结构、驱动结构、连接架、转向轮以及驱动轮；转向轮和驱动轮连接在底盘的两端；转向结构与转向轮连接，驱动结构与驱动轮连接；连接架连接底盘和车体。

在一实施例中，底盘控制系统设置于车体或行车机构。

本发明的有益效果如下：

25 在本发明的陆空两栖无人驾驶平台中，位姿采集系统提供给计算平台车辆的姿态信息和位置信息，环境感知系统提供给计算平台车辆的周围的环境信息。计算平台能够对这些信息进行处理并进行车辆的自主导航决策，进行空间运动轨迹规划，从而生成控制指令。计算平台向底盘控制系统和飞行控制系统发送控制指令，进而底盘控制系统控制行车机构使车辆能够在路面行驶，且飞行控制系统控制飞行机构使车辆能够飞行，实现车辆空间自主驾驶  
30 和自主导航的功能，从而本发明的陆空两栖无人驾驶平台能够为陆空两栖车

辆的空间感知、运动轨迹规划和自主导航决策的研究提供硬件试验条件。

## 附图说明

图 1 是本发明的陆空两栖无人驾驶平台的结构框图。

5 图 2 是本发明的陆空两栖无人驾驶平台的立体图。

图 3 是本发明的陆空两栖无人驾驶平台的另一角度的立体图。

图 4 是本发明的陆空两栖无人驾驶平台的分解立体图。

图 5 是本发明的陆空两栖无人驾驶平台的部分分解立体图。

其中，附图标记说明如下：

1 车体	35 转向轮
11 上平台	36 驱动轮
12 前平台	4 计算平台
13 隔板	5 电源系统
14 支架	6 位姿采集系统
2 飞行机构	61 惯性导航模块
21 旋翼臂	62 GPS 定位模块
21a 固定端	621 GPS 定位器
21b 自由端	622 GPS 定位信号接收器
22 旋翼结构	7 环境感知系统
221 旋翼	71 激光雷达
222 旋翼电机	72 毫米波雷达
223 电子调速器	73 视觉传感器
3 行车机构	8 底盘控制系统
31 底盘	9 4G 通信系统
32 转向结构	C 周向
33 驱动结构	M 连接件
34 连接架	L 行驶方向

10

## 具体实施方式

附图示出本发明的实施例，且将理解的是，所公开的实施例仅仅是本发

明的示例，本发明可以以各种形式实施，因此，本文公开的具体细节不应被解释为限制，而是仅作为权利要求的基础且作为表示性的基础用于教导本领域普通技术人员以各种方式实施本发明。

在本申请的描述中，除非另有规定或说明，术语“连接”应做广义理解，  
5 例如，“连接”可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接，或电连接，或信号连接；“连接”可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

本说明书的描述中，需要理解的是，本申请实施例所描述的“上”、“下”  
10 等指示方向的方位词是以附图所示的角度来进行描述的，不应理解为对本申请实施例的限定。

下面参照附图详细说明根据本发明的陆空两栖无人驾驶平台。

参照图 1 至图 5，本发明的陆空两栖无人驾驶平台包括车体 1、飞行机构 2、行车机构 3、计算平台 4、电源系统 5、位姿采集系统 6、环境感知系统 7、底盘控制系统 8 以及飞行控制系统（未示出）。

参照图 2 至图 5 所示的示例，计算平台 4 和电源系统 5 设置于车体 1；位姿采集系统 6 和环境感知系统 7 通信连接于计算平台 4；底盘控制系统 8 通信连接于行车机构 3 和计算平台 4；飞行控制系统通信连接于飞行机构 2 和计算平台 4。电源系统 5 用于为车辆提供动力和续航，底盘控制系统 8 用于控制行车机构 3 实现车辆的路面行驶，飞行控制系统用于控制飞行机构 2 实现车辆的飞行，位姿采集系统 6 用于获取车辆的姿态信息和位置信息，环境感知系统 7 用于获取车辆周围的环境信息，计算平台 4 用于处理车辆的姿态信息和位置信息以及车辆周围的环境信息并完成车辆的空间运动决策和轨迹规划。

参照图 2 至图 5 所示的示例，车体 1 由多个支架 14 构成，多个支架 14 固定连接在一起。如图 4 所示，多个支架 14 通过连接件 M 固定连接在一起。多个支架 14 还可通过直接焊接固定连接在一起，多个支架 14 之间的固定连接方式不限于此。多个支架 14 也可成型为一体，便于制造。车体 1 除了可为例如由多个支架 14 构成的框架结构外，车体 1 也可为箱式结构，当然车体 1 的结构不限于此，车体 1 也可为其他类型的结构。车体 1 由碳纤维材料

制成。连接件 M 的材料为铝合金，以提高车体 1 的强度。

如图 2 至图 5 所示，飞行机构 2 设置于车体 1 的上方，用于实现车辆的飞行。飞行机构 2 包括旋翼臂 21 和旋翼结构 22。旋翼臂 21 沿车体 1 的周向 C 间隔设置，旋翼臂 21 具有固定端 21a 和自由端 21b，旋翼臂 21 的固定端 5 21a 连接于车体 1 的顶部，旋翼结构 22 设置于旋翼臂 21 上。在图 2 至图 5 所示的示例中，旋翼结构 22 设置于旋翼臂 21 的自由端 21b。具体地，旋翼结构 22 包括旋翼 221、旋翼电机 222 以及电子调速器 223，电子调速器 223 安装在旋翼臂 21 上，旋翼电机 222 连接于电子调速器 223，旋翼 221 安装在旋翼电机 222 上。在图 2 至图 5 所示的示例中，电子调速器 223 安装在旋翼 10 臂 21 的自由端 21b 上。旋翼电机 222 用于驱动旋翼 221 转动，以给车辆的飞行提供动力；电子调速器 223 用于控制电机加速运转，飞行控制系统与飞行机构 2 的电子调速器 223 通信连接，以控制旋翼电机 222 转速。旋翼电机 222 可为三相交流电机，电机限定为使用 12S 电池供电，单轴拉力不小于 12kg。电子调速器 223 优选为大疆公司的型号为 DJI-Z14120C 的电子调速器。 15 飞行机构 2 的旋翼 221 的材料可为碳纤维。飞行机构 2 的旋翼臂 21 可为碳纤维管，其强度高、重量轻且抗疲劳性好。参照图 2 至图 5，在旋翼臂 21 的安装电子调速器 223 的位置（例如自由端 21b）处，可使用铝合金材料来增加强度。

参照图 2 至图 5 所示的示例，飞行机构 2 可为六旋翼飞行机构，其安全 20 性强，具备垂直升降、悬停等灵活飞行性能的特点。飞行机构 2 的旋翼臂 21 的数量设置为六个，对应地，旋翼结构 22 的数量设置为六个。六个旋翼 221 呈六边形顶点位置分布。需要注意的是，飞行机构 2 的旋翼 221 的数量不限于此，飞行机构 2 为多旋翼飞行机构，例如飞行机构 2 也可为四旋翼飞行机构。

如图 2 至图 5 所示，行车机构 3 设置于车体 1 的下方，用于实现车辆的路面行驶。行车机构 3 包括底盘 31、转向结构 32、驱动结构 33、连接架 34、转向轮 35 以及驱动轮 36。转向轮 35 和驱动轮 36 连接在底盘 31 的两端；转向结构 32 与转向轮 35 连接，驱动结构 33 与驱动轮 36 连接；连接架 34 连接底盘 31 和车体 1。行车机构 3 通过连接架 34 与车体 1 固定连接。行车机构 30 3 的底盘 31 的材料以碳纤维材料为主并在关键部位处（例如与转向轮 35

和驱动轮 36 连接的部分)辅以铝合金材料,以增强强度,有效减少因磕碰损伤对行车机构 3 的影响。转向结构 32 用于控制车辆的行驶的方向,驱动结构 33 用于驱动车辆的行驶。转向结构 32 包括转向电机 321,驱动结构 33 包括驱动电机 331。在图 2 至图 5 所示的示例中,车辆在行驶方向 L 上的左 5 右前轮为转向轮 35,左右后轮为驱动轮 36。行车机构 3 的转向结构 32 优选为阿克曼转向机构,以解决车辆在转向时由于左、右转向轮 35 的转向半径不同所造成的左、右转向轮 35 转弯半径不同的问题,减小车辆转向时对其他部件的损耗。行车机构 3 的驱动结构 33 优选为差速动力分配结构,以解决转向不足的问题。驱动结构 33 还包括差速器(未示出)、可调阻尼器(未 10 示出)以及减震器(未示出),差速器用以更好的分配动力,可调阻尼器和减震器起到车辆从飞行切换到路面行驶落地时的缓冲作用以及路面行驶时的减震作用。

参照图 2 和图 3 的示例,计算平台 4 设置于车体 1 内。计算平台 4 能够实现对陆空两栖车辆的感知层(环境感知系统 7 实现感知层的功能,采集车 15 车周围的环境信息)、决策算法以及控制策略的处理计算,从而计算平台 4 能够实现车辆的空间运动轨迹规划和决策形成的功能,基于形成的决策控制车辆的运行。计算平台 4 可采用凌华科技 MXE-5400 系列工控机。

参照图 2 和图 3 的示例,电源系统 5 设置于车体 1 内。电源系统 5 可为锂离子电池电源系统,其包括锂离子电池组,为车辆路面行驶或飞行提供充 20 足的动力以及续航。电源系统 5 与计算平台 4 通信连接,电源系统 5 通过串口通信的方式将电池电量信息发送给计算平台 4,从而计算平台 4 可监控电源系统 5 的工作状态。

如图 2 至图 5 所示,车体 1 内设置有隔板 13,计算平台 4、电源系统 5 可设置于车体 1 内的隔板 13 上。

参照图 4 和图 5,位姿采集系统 6 设置于车体 1。位姿采集系统 6 包括惯性导航模块 61 和 GPS 定位模块 62,惯性导航模块 61 用于提供车辆的姿态信息,GPS 定位模块 62 用于提供车辆的位置信息。姿态信息包括车辆在飞行时的俯仰角、横滚角以及偏航角。位姿采集系统 6 的惯性导航模块 61 和 GPS 定位模块 62 与计算平台 4 通信连接,例如可通过 4G 网络或 WiFi 通 30 信连接。从而使计算平台 4 从惯性导航模块 61 和 GPS 定位模块 62 获取车辆

的姿态信息和位置信息数据并进行处理。

如图 4 和图 5 所示，惯性导航模块 61 设置于车体 1 内，具体地，惯性导航模块 61 也可设置于车体 1 内的隔板 13 上。惯性导航模块 61 优选为瑞芬科技公司型号为 AH100B 的惯性导航模块，具备三轴加速度计和三轴磁传  
5 感器辅助三轴陀螺以及温度补偿的算法技术。

如图 4 和图 5 所示，GPS 定位模块 62 包括 GPS 定位器 621 和 GPS 定位信号接收器 622，GPS 定位器 621 设置于车体 1 内，GPS 定位信号接收器 622 设置于车体 1 的顶部，GPS 定位器 621 获取从 GPS 定位信号接收器接收的车辆位置的定位信号。其中，GPS 定位器 621 可设置于车体 1 内的隔板（13）  
10 上。GPS 定位模块 62 可使用司南公司型号为 Mini-M600G 的 GPS 定位模块。

如图 2 和图 3 所示，环境感知系统 7 设置于车体 1。环境感知系统 7 包括激光雷达 71、毫米波雷达 72 以及视觉传感器 73。毫米波雷达 72 用于采集车辆飞行过程中车体与地面的相对位置信息，激光雷达 71 和视觉传感器 73 用于获取车辆前方的目标信息和路况信息。其中目标包括静止的物体和运动的物体，例如建筑、障碍物、行人、车辆等。目标信息例如包括建筑或障碍物的距离和方位信息、运动的车辆的距离、速度以及方位信息等。路况信息包括可行驶区域、路面车道线、交通标志以及信号灯信息等。在图中所示的示例中，激光雷达 71、毫米波雷达 72 以及视觉传感器 73 都设置于车体 1 的前部。具体地，车体 1 的前部可设置有前平台 12，激光雷达 71、毫米波  
15 雷达 72 以及视觉传感器 73 设置于车体 1 的前平台 12。激光雷达 71 能够对车前向 180° 距离车辆一定距离内（取决于具体所使用的激光雷达 71，使用速腾聚创公司的型号为 RS-LiDAR-16 多线激光雷达，探测距离为 100m 内）  
20 的目标信息进行探测。视觉传感器 73 优选为单目摄像头。激光雷达 71 可采用速腾聚创公司的型号为 RS-LiDAR-16 多线激光雷达。毫米波雷达 72 可采用 Delphi 公司的 ESR 2.5 毫米波雷达。视觉传感器 73 可采用英特尔公司的  
25 型号为 RealSense D415 的摄像头。激光雷达 71、毫米波雷达 72 以及视觉传感器 73 也可分布式设置，例如，激光雷达 71 可设置于车体 1 的顶部，毫米波雷达 72 可设置于车体 1 的底部或飞行机构 2 的旋翼臂 21 上，视觉传感器 73 可设置于车体 1 的顶部，以使视觉传感器 73 能够环视检测。因此，激光  
30 雷达 71、毫米波雷达 72 以及视觉传感器 73 的位置可以根据具体需求（例如

需要雷达和视觉传感器探测的范围)任意设置。如果需要,环境感知系统 7 还可包括用于航拍的车底摄像头。

环境感知系统 7 的激光雷达 71、毫米波雷达 72 以及视觉传感器 73 分别与计算平台 4 通信连接,分别通过以太网、CAN 总线、USB 进行通信连接, 5 从而使计算平台 4 从激光雷达 71、毫米波雷达 72 以及视觉传感器 73 获取车辆周围的环境信息,经过计算平台 4 处理后用于计算平台 4 的空间运动决策和轨迹规划。

参照图 2 至图 5 所示的示例,飞行控制系统优选设置于车体 1 的顶部。具体地,车体 1 的顶部设置有上平台 11,飞行控制系统设置于上平台 11 内。

10 飞行控制系统与电子调速器 223 连接(例如通过总线连接)。飞行控制系统控制电子调速器 223 对旋翼电机 222 进行调速,旋翼电机 222 驱动旋翼 221 转动,从而实现车辆的飞行。此外,电子调速器获取旋翼电机 222 的工作和状态信息,并通过总线向飞行控制系统反馈旋翼电机 222 的工作状态信息。

15 飞行控制系统为集成电路板,集成包括单片机控制器(未示出,例如型号为 STM32F429 的单片机控制器)、姿态检测传感器(未示出,例如型号为 MPU9250 的姿态检测传感器)、气压传感器(未示出,例如型号为 GY-BMP280-3.3 的气压传感器)以及其他外围电路(未示出)等。单片机控

制器用来接收由计算平台 4 发送的控制指令、数据处理以及向飞行机构 2 发送控制指令;姿态检测传感器用来获取车辆在飞行过程中的实时姿态,气压 20 传感器用来采集车辆飞行过程中的实时气压,单片机控制器接收由计算平台 4 发送的控制指令,结合车辆当前飞行过程中的实时信息(实时姿态、实时气压),经处理计算生成控制指令,控制电子调速器 223,从而实现飞行控制系统对飞行机构 2 执行飞行的控制功能。

在本发明的陆空两栖无人驾驶平台中,底盘控制系统 8 设置于车体 1 或 25 行车机构 3。如图 2 和图 4 所示,底盘控制系统 8 设置于行车机构 3 的底盘 31。底盘控制系统 8 与转向电机 321 和驱动电机 331 连接(例如通过总线连接)。底盘控制系统 8 控制转向结构 32 的转向电机 321 和驱动结构 33 的驱

动电机 331,驱动电机 331 带动驱动轮 36 旋转,从而驱动车辆在路面行驶,转向电机 321 带动转向轮 35 旋转,从而实现车辆在路面行驶时的转向。底 30 盘控制系统 8 为集成电路板,集成包括单片机控制器(未示出,例如型号为

STM32F429 的单片机控制器) 以及用于驱动电机(驱动电机 331 和转向电机 321) 的驱动电路以及其他外围电路(未示出) 等。单片机控制器接收由计算平台 4 发送的控制指令并进行处理, 输出的信号作用于驱动电路, 驱动电路用来驱动驱动电机 331 和转向电机 321, 以便驱动电机 331 和转向电机 321 带动驱动轮 36 和转向轮 35 旋转, 驱动电机 331 和转向电机 321 中都包括编码器, 编码器用来采集驱动电机 331 和转向电机 321 的转速信息并发送给单片机控制器, 从而实现底盘控制系统 8 对行车机构 3 执行路面行驶的控制功能。

参照图 2 至图 5 所示的示例, 陆空两栖无人驾驶平台还可包括 4G 通信系统 9, 计算平台 4 通过 4G 通信系统 9 与外部的远程终端通信连接。计算平台 4 能够将获取的电源控制系统 5 的工作状态数据、车辆的姿态信息和位置信息数据以及车辆周围的环境信息数据发送给远程终端, 远程终端包括服务器, 服务器可保存这些数据并进行分析, 远程终端还可包括人机交互界面, 以实时显示这些数据, 使操作人员能够实时监控车辆的状态, 包括车辆的运行状态(飞行或路面行驶)、电源控制系统 5 的工作状态、车辆的姿态和位置以及车辆前方的路况信息、可行驶区域、旋翼电机 222 的工作状态以及转向电机 321 和驱动电机 331 的工作状态等。

在本发明的陆空两栖无人驾驶平台中, 位姿采集系统 6 的惯性导航模块 61 和 GPS 定位模块 62 提供给计算平台 4 车辆的姿态信息和位置信息, 环境感知系统 7 的激光雷达 71、毫米波雷达 72 以及视觉传感器 73 提供给计算平台 4 车辆的周围的环境信息, 包括车辆前方的目标信息、路况信息以及车体与地面的相对位置信息。计算平台 4 能够对这些信息进行处理并进行车辆的空间运动轨迹规划, 形成自主导航决策, 从而生成控制指令。然后计算平台 4 向底盘控制系统 8 和/或飞行控制系统发送控制指令, 使底盘控制系统 8 控制转向结构 32 的转向电机 321 和驱动结构 33 的驱动电机 331, 转向电机 321 带动转向轮 35 旋转、驱动电机 331 带动驱动轮 36 转向, 从而实现车辆路面行驶; 使飞行控制系统控制电子调速器 223 对旋翼电机 222 进行调速, 旋翼电机 222 驱动旋翼 221 转动, 从而实现车辆的飞行。计算平台 4 根据所规划的车辆的空间运动轨迹通过底盘控制系统 8 控制行车机构 3 和飞行控制系统 30 控制飞行机构 2, 实现车辆空间自动驾驶和自主导航的功能, 从而本发明的

陆空两栖无人驾驶平台能够为陆空两栖车辆的空间感知、运动轨迹规划和自主导航决策的研究提供硬件试验条件。

上面详细的说明描述多个示范性实施例，但本文不意欲限制到明确公开的组合。因此，除非另有说明，本文所公开的各种特征可以组合在一起而形成出于简明目的而未示出的多个另外组合。  
5

以上所述仅为本申请的优选实施例而已，并不用于限制本申请，对于本领域的技术人员来说，本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

## 权 利 要 求 书

1. 一种陆空两栖无人驾驶平台，其特征在于，包括车体（1）、飞行机构（2）、行车机构（3）、计算平台（4）、电源系统（5）、位姿采集系统  
5 （6）、环境感知系统（7）、底盘控制系统（8）以及飞行控制系统；

飞行机构（2）设置于车体（1）的上方，用于实现车辆的飞行；

行车机构（3）设置于车体（1）的下方，用于实现车辆的路面行驶；

计算平台（4）和电源系统（5）设置于车体（1）；

位姿采集系统（6）和环境感知系统（7）通信连接于计算平台（4）；

10 底盘控制系统（8）通信连接于行车机构（3）和计算平台（4）；飞行控制系统通信连接于飞行机构（2）和计算平台（4）；

电源系统（5）用于为车辆提供动力和续航，底盘控制系统（8）用于控制行车机构（3）实现车辆的路面行驶，飞行控制系统用于控制飞行机构（2）实现车辆的飞行，位姿采集系统（6）用于获取车辆的姿态信息和位置信息，  
15 环境感知系统（7）用于获取车辆周围的环境信息，计算平台（4）用于处理车辆的姿态信息和位置信息以及车辆周围的环境信息并完成车辆的空间运动决策和轨迹规划。

2. 根据权利要求 1 所述的陆空两栖无人驾驶平台，其特征在于，飞行

20 控制系统设置于车体（1）的顶部。

3. 根据权利要求 1 所述的陆空两栖无人驾驶平台，其特征在于，环境感知系统（7）包括激光雷达（71）、毫米波雷达（72）以及视觉传感器（73），毫米波雷达（72）用于采集车辆飞行过程中车体（1）与地面的相对位置信息，激光雷达（71）和视觉传感器（73）用于获取车辆前方的目标信息和路况信息。  
25

4. 根据权利要求 3 所述的陆空两栖无人驾驶平台，其特征在于，激光雷达（71）、毫米波雷达（72）以及视觉传感器（73）分别设置于车体（1）  
30 的前部。

5. 根据权利要求 1 所述的陆空两栖无人驾驶平台，其特征在于，位姿采集系统（6）包括惯性导航模块（61）和 GPS 定位模块（62），惯性导航模块（61）用于提供车辆的姿态信息，GPS 定位模块（62）用于提供车辆的位置信息。

5

6. 根据权利要求 5 所述的陆空两栖无人驾驶平台，其特征在于，惯性导航模块（61）设置于车体（1）内；GPS 定位模块（62）包括 GPS 定位器（621）和 GPS 定位信号接收器（622），GPS 定位器（621）设置于车体（1）内，GPS 定位信号接收器（622）设置于车体（1）的顶部，GPS 定位器（621）  
10 获取从 GPS 定位信号接收器接收的车辆位置的定位信号。

7. 根据权利要求 1 所述的陆空两栖无人驾驶平台，其特征在于，飞行机构（2）包括旋翼臂（21）和旋翼结构（22）；

旋翼臂（21）沿车体（1）的周向（C）间隔设置，旋翼臂（21）具有固定端（21a），旋翼臂（21）的固定端（21a）连接于车体（1）的顶部，旋翼结构（22）设置于旋翼臂（21）上。  
15

8. 根据权利要求 7 所述的陆空两栖无人驾驶平台，其特征在于，旋翼结构（22）包括旋翼（221）、旋翼电机（222）以及电子调速器（223），  
20 电子调速器 223 安装在旋翼臂（21）上，旋翼电机（222）连接于电子调速器 223，旋翼（221）安装在旋翼电机（222）上。

9. 根据权利要求 1 所述的陆空两栖无人驾驶平台，其特征在于，行车机构（3）包括底盘（31）、转向结构（32）、驱动结构（33）、连接架（34）、  
25 转向轮（35）以及驱动轮（36）；

转向轮（35）和驱动轮（36）连接在底盘（31）的两端；

转向结构（32）与转向轮（35）连接，驱动结构（33）与驱动轮（36）  
连接；

连接架（34）连接底盘（31）和车体（1）。

30

10. 根据权利要求 1 所述的陆空两栖无人驾驶平台，其特征在于，底盘控制系统（8）设置于车体（1）或行车机构（3）。

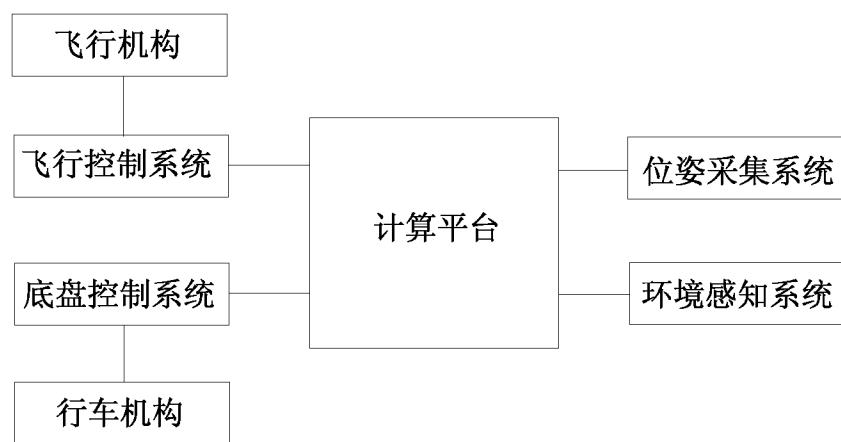


图1

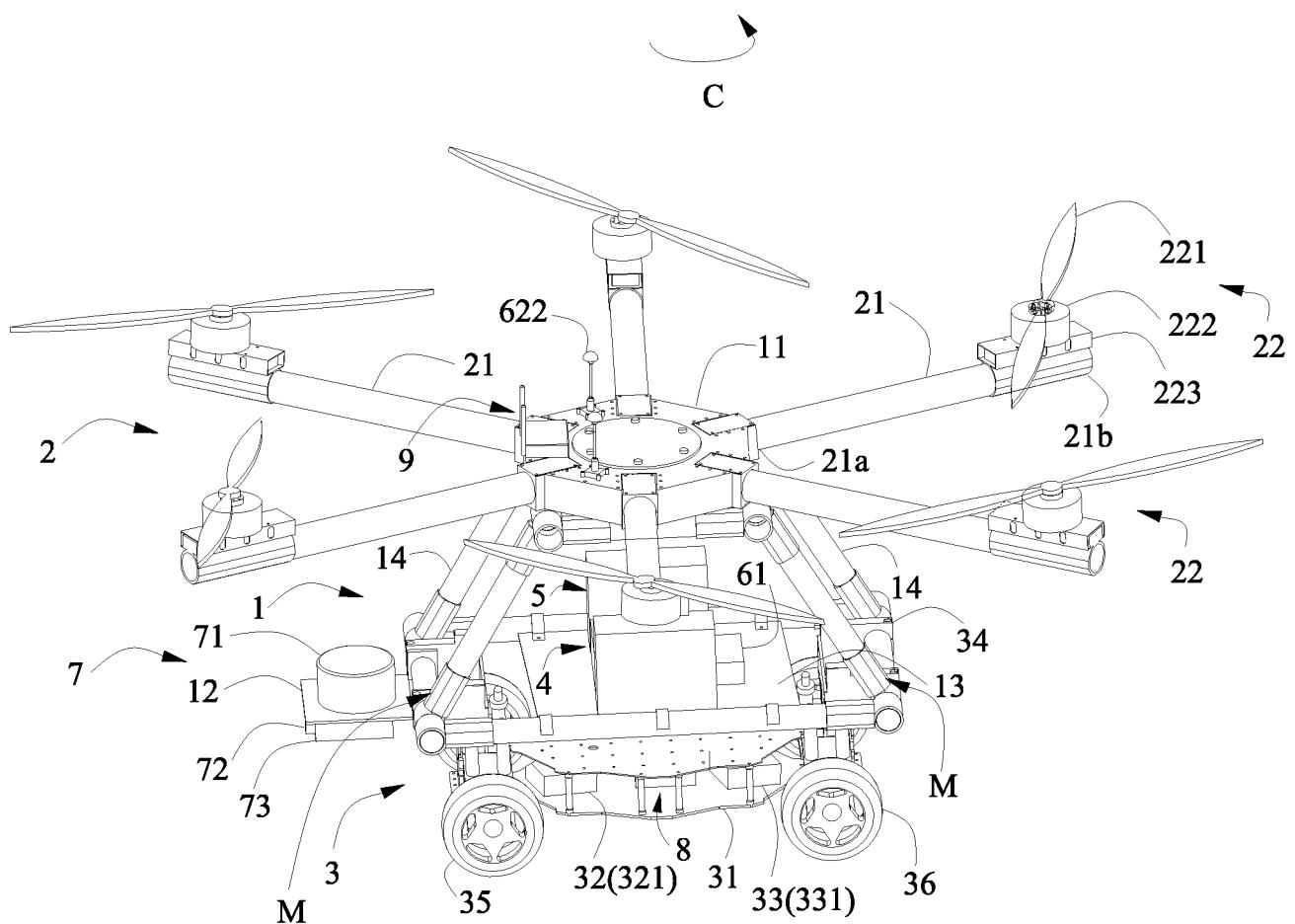


图2

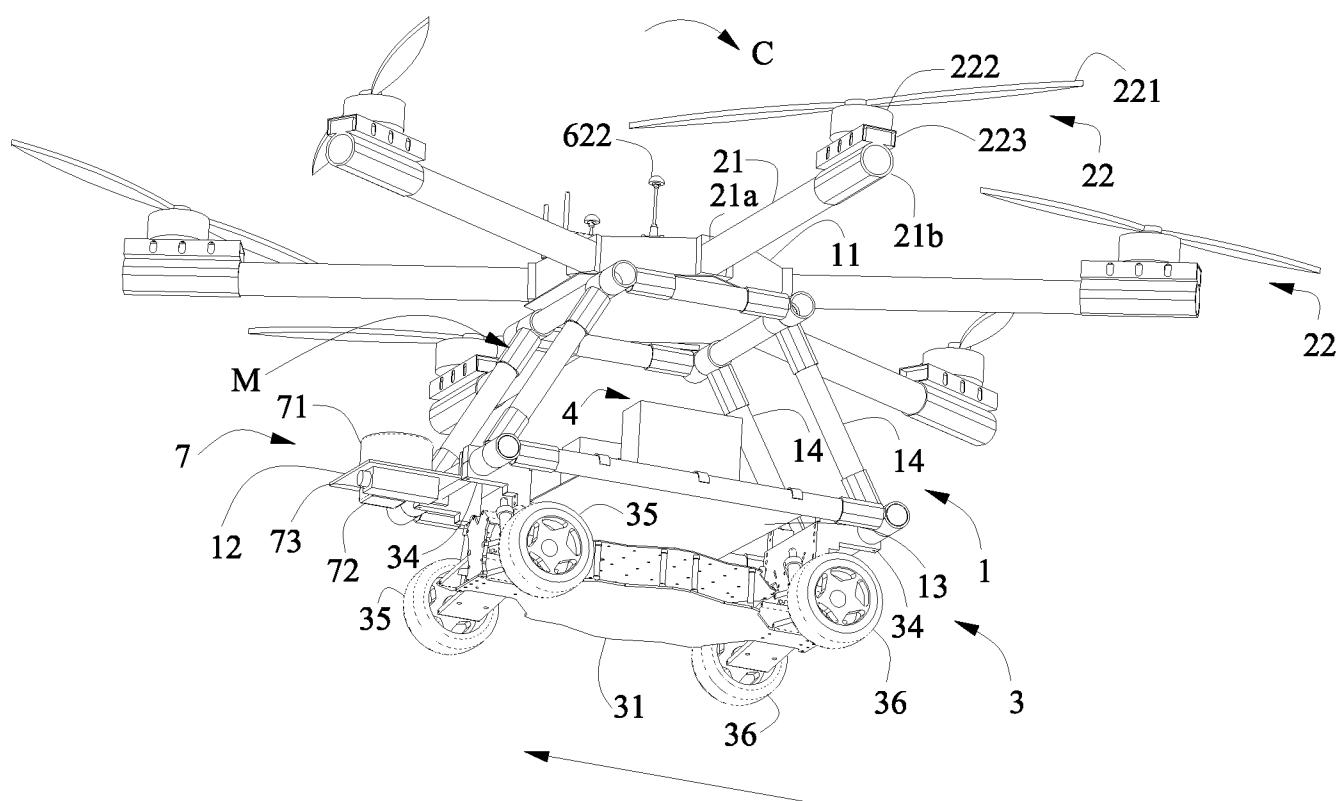


图3

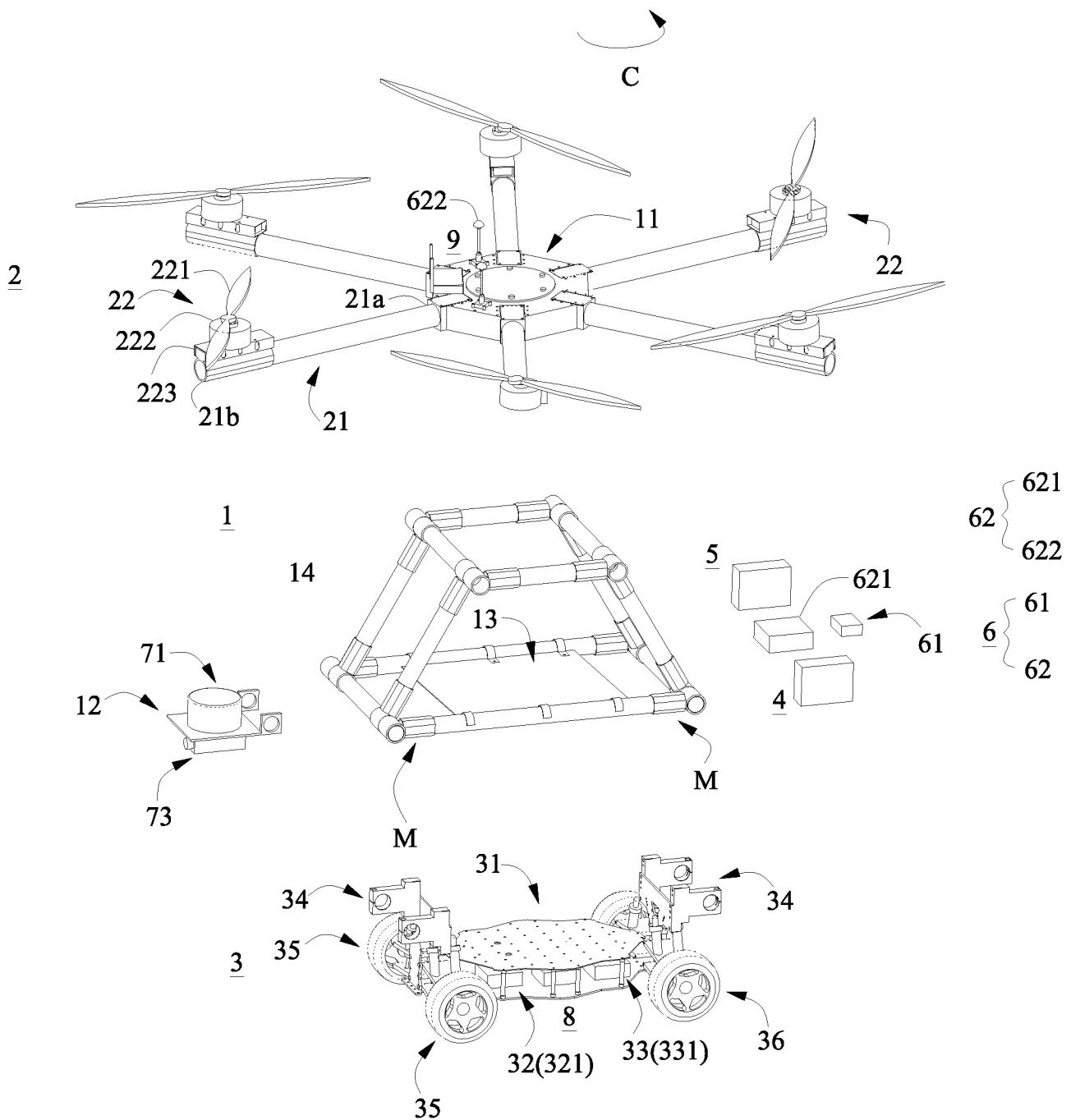


图4

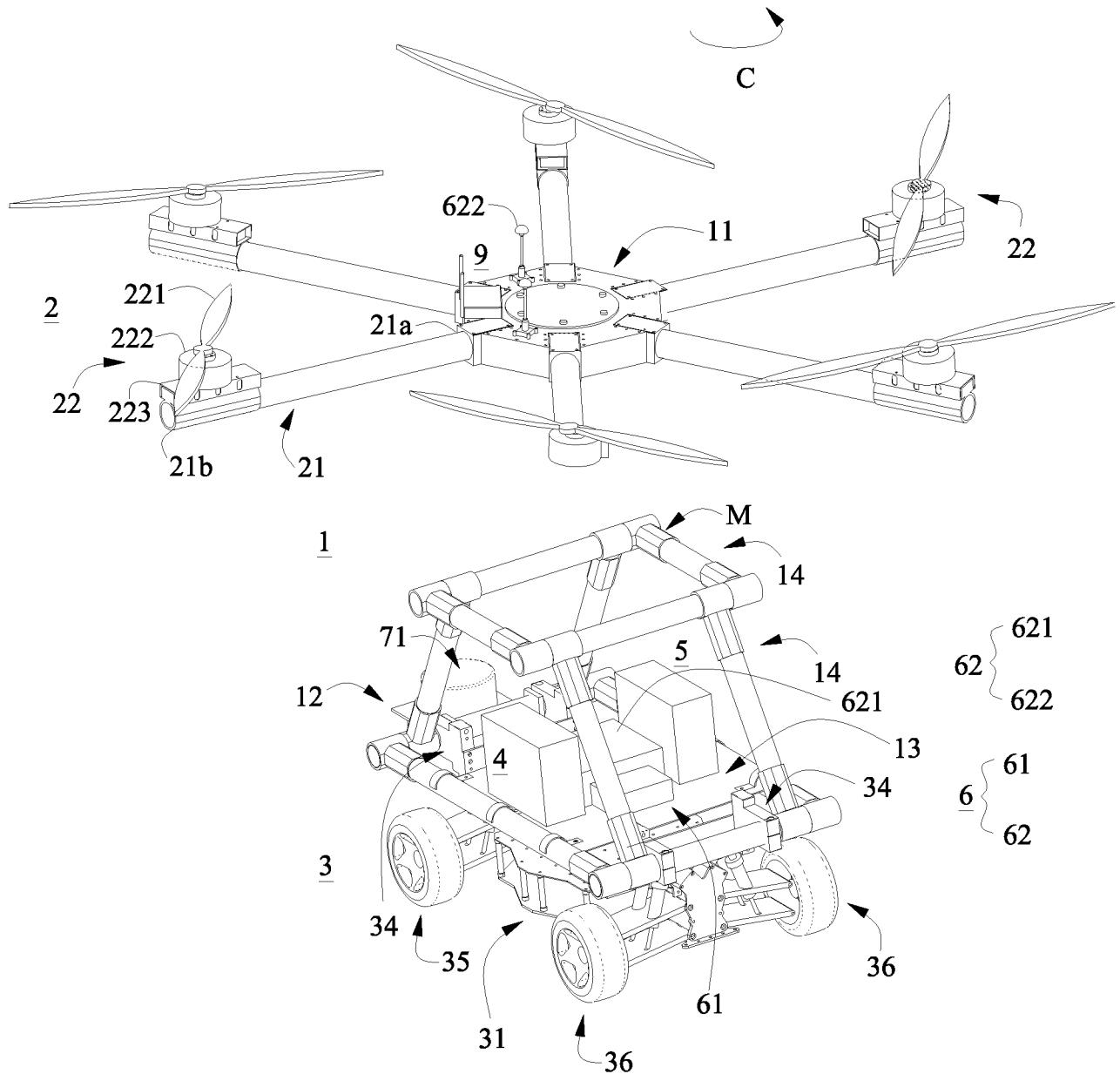


图5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2019/121703**

## **A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G05D 1/10(2006.01)i; G05D 1/02(2020.01)i; B60F 5/02(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)

G05D1 B60F5

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; VEN; WOTXT; EPTXT; USTXT: 车, 飞行, 无人机, 两用, 两栖, 陆空, 自主, 自行, 规划, 决策, 感知, 探测, 位姿, 姿态, 环境, 底盘, 旋翼, GPS, amphibious, vehicle, car, fly+, chassis, rotor, sens+, detect+, posture, decision, plan+

## **C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110488863 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 22 November 2019 (2019-11-22) description, paragraphs [0003]-[0061], and figures 1-5	1-10
X	CN 101693437 A (JILIN UNIVERSITY) 14 April 2010 (2010-04-14) description, paragraphs [0003]-[0148], figures 1-26	1-10
X	CN 106926655 A (SHANGHAI UNIVERSITY OF ENGINEERING SCIENCE) 07 July 2017 (2017-07-07) description, paragraphs [0005]-[0041], and figures 1-3	1-10
A	CN 109228809 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 18 January 2019 (2019-01-18) entire document	1-10
A	US 2018024556 A1 (FOSTER-MILLER INC) 25 January 2018 (2018-01-25) entire document	1-10
A	CN 109108935 A (JINLING INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 01 January 2019 (2019-01-01) entire document	1-10
A	CN 109927498 A (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY) 25 June 2019 (2019-06-25) entire document	1-10

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

**29 March 2020**

Date of mailing of the international search report

**23 April 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**

Authorized officer

Facsimile No. **(86-10)62019451**

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT****Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2019/121703**

Patent document cited in search report		Publication date (day/month/year)		Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
CN	110488863	A	22 November 2019		None		
CN	101693437	A	14 April 2010		None		
CN	106926655	A	07 July 2017		None		
CN	109228809	A	18 January 2019		None		
US	2018024556	A1	25 January 2018	US	10331132	B2	25 June 2019
CN	109108935	A	01 January 2019		None		
CN	109927498	A	25 June 2019		None		

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/121703

## A. 主题的分类

G05D 1/10(2006.01)i; G05D 1/02(2020.01)i; B60F 5/02(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)

G05D1 B60F5

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; VEN; WOTXT; EPTXT; USTXT; 车, 飞行, 无人机, 两用, 两栖, 陆空, 自主, 自行, 规划, 决策, 感知, 探测, 位姿, 姿态, 环境, 底盘, 旋翼, GPS, amphibious, vehicle, car, fly+, chassis, rotor, sens+, detect+, posture, decision, plan+

## 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 110488863 A (清华大学) 2019年 11月 22日 (2019 - 11 - 22) 说明书第[0003]-[0061]段, 附图1-5	1-10
X	CN 101693437 A (吉林大学) 2010年 4月 14日 (2010 - 04 - 14) 说明书第[0003]-[0148]段, 附图1-26	1-10
X	CN 106926655 A (上海工程技术大学) 2017年 7月 7日 (2017 - 07 - 07) 说明书第[0005]-[0041]段, 附图1-3	1-10
A	CN 109228809 A (清华大学) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18) 全文	1-10
A	US 2018024556 A1 (FOSTER-MILLER INC) 2018年 1月 25日 (2018 - 01 - 25) 全文	1-10
A	CN 109108935 A (金陵科技学院) 2019年 1月 1日 (2019 - 01 - 01) 全文	1-10
A	CN 109927498 A (中南大学) 2019年 6月 25日 (2019 - 06 - 25) 全文	1-10

 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 3月 29日	国际检索报告邮寄日期  2020年 4月 23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  盛琳 电话号码 86-(0512)-88997349

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/121703

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	110488863	A 2019年 11月 22日	无	
CN	101693437	A 2010年 4月 14日	无	
CN	106926655	A 2017年 7月 7日	无	
CN	109228809	A 2019年 1月 18日	无	
US	2018024556	A1 2018年 1月 25日	US 10331132 B2	2019年 6月 25日
CN	109108935	A 2019年 1月 1日	无	
CN	109927498	A 2019年 6月 25日	无	