

(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 3 日 (03.09.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/173098 A1

(51) 国际专利分类号:
B62D 57/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/110519

(22) 国际申请日: 2019 年 10 月 11 日 (11.10.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910143144.5 2019 年 2 月 26 日 (26.02.2019) CN

(71) 申请人: 浙江大学(ZHEJIANG UNIVERSITY) [CN/
CN]; 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路
866 号, Zhejiang 310058 (CN)。

(72) 发明人: 朱秋国(ZHU, Qiuguo); 中国浙江省杭
州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058
(CN)。 赵逸栋(ZHAO, Yidong); 中国浙江省杭
州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058
(CN)。 吴俊(WU, Jun); 中国浙江省杭州市西
湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。 熊

蓉(XIONG, Rong); 中国浙江省杭州市西湖区余
杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。

(74) 代理人: 杭州求是专利事务所有限
公司(HANGZHOU QIUSHI PATENT OFFICE CO.,
LTD.); 中国浙江省杭州市西湖区玉古路
147 号黄鸿年科技综合大楼 215 室 / 应孔
月, Zhejiang 310013 (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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: MECHANISM OF ONE-LEGGED ROBOT ENABLING JUMPING ON WALL SURFACE, AND CONTROL METHOD

(54) 发明名称: 一种墙面跳跃的单腿机器人机构及控制方法

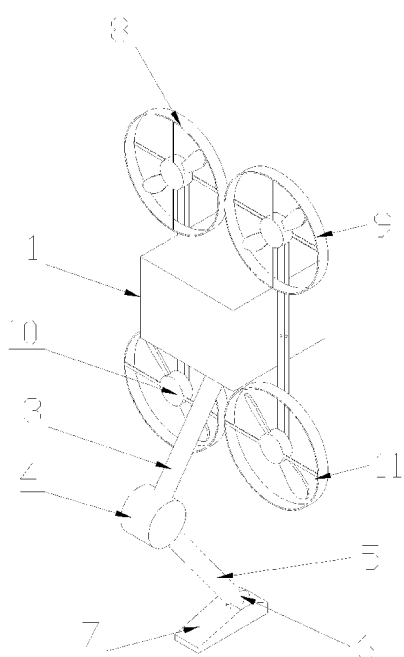


图 1

(57) Abstract: A mechanism of a one-legged robot enabling jumping on a wall surface and a control method. The mechanism comprises a robot leg. Multiple rotary blades are fixedly connected to a leg body (1) of the robot leg. The multiple rotary blades are positioned in a mirrored arrangement relative to the leg body (1), and working surfaces thereof are parallel to one another. Provision of a rotary blade mechanism enables active control of a path of the center of mass and an orientation of a robot in the air. Combination of the control method and the mechanism disclosed in the present invention enables a robot to continuously jump on a vertical wall surface, such that the robot is applicable to more scenarios and has improved movement capability.

(57) 摘要: 一种墙面跳跃的单腿机器人机构及控制方法, 包括机器人腿部, 所述机器人腿部的机身(1)上固接有多个旋翼, 多个旋翼相对于机身(1)呈镜像分布, 且多个旋翼的工作面相互平行。附带有旋翼机构, 能够主动控制机器人在空中的质心轨迹与身体姿态; 结合公开的控制方法, 能够实现在垂直墙面进行连续跳跃的技术效果, 提升了机器人的应用场合与运动能力。

(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))。

一种墙面跳跃的单腿机器人机构及控制方法

技术领域

本发明涉及机器人技术领域，具体涉及一种墙面跳跃的单腿机器人机构及控制方法。

背景技术

随着科技的进步，机器人时代正在向我们走来。腿足机器人是目前机器人领域的主要研究热点之一，如何实现腿足机器人的快速跑跳等已经成为机器人技术领域的研究重点。人体腿部能够实现行走和跳跃等运动，对腿足机器人提升其运动性能有重要的借鉴意义。目前，世界上对腿足机器人的研究主要集中在平面上的步行、跑跳和爬行等功能，尚未对腿足机器人翻越垂直的墙面等障碍有深入的研究。然后，这种机器人在特殊的场合却有着重要的应用价值。

单腿机器人是腿式机器人中结构最简单的机器人，具有动力学模型简单、干扰较少、研究成本低和周期短的优点。通过设计单腿机器人机构，可以更好地了解腿式机器人的结构特点和运动特性。

如授权公告号为 CN106005079A 的专利文献公开的一种带主动脚踝关节与仿生足部的单腿机器人跳跃机构，解决了现有技术对机器人跳跃中蓄能能力弱，不能实现髌膝协同工作，以及无法保护踝关节电机免受跳跃中冲击的问题。但该单腿机器人没有在空中调整质心轨迹的功能，因此保持运动的平衡性具备一定难度，且难以实现复杂地面的越障功能。

如授权公告号为 CN103879470B 的专利文献公开的一种连杆传动的单腿机器人跳跃机构，由于方向驱动装置能够驱动大腿旋转，实现方向控制；跳跃驱动装置和方向驱动装置靠近机身，这降低了大腿相对于机身的转动惯量，能减少第一驱动电机的能耗，提高机器人运动的稳定性和敏捷性；通过平衡飞轮，增加了机器人的稳定性；通过设置的弹性储能件和平衡件，既能储能又能缓冲。但该机器人没有踝关节及足底，不能利用踝关节运动提高机器人的跳跃能力，在高强度跳跃运动中对减缓地面对机器人膝关节与髌关节冲击的能力也较为有限。

论文“Fearing. Robotic vertical jumping agility via series-elastic power modulation”中公开的一种具备极强力量的跳跃机器人技术方案，其腿部设计加入了铰链和八条杠杆，当电机向其中一条施加扭矩时，其他的杠杆也会跟着转动，这时腿部会产生很大能量并向下方发出推力，机器就能更好跳跃起来。虽然该机器人从实现了从地面跳跃到墙上，再从墙上跳开的连续跳跃动作，但本质上还是依靠地面发力的弹跳机器人技术方案，不具备在垂直墙面连续跳跃的

能力，无法跳过较高的障碍物。

论文“Precision jumping limits from flight-phase control in Salto-1P”公开了一种带螺旋桨控制的单腿机器人技术方案，螺旋桨推进器能够控制该机器人在空中的航向和横滚，再加上原本旋转惯性尾巴在垂直方向上的仰俯控制能力，使得该技术方案实现了在空中调整姿态的功能。但该机器人的螺旋桨动力较小，在滞空状态下螺旋桨对机身质心施加的加速度较小，不能在空中有效控制弹跳过程中触地受到的较大冲击力，因此不能实现机器人在墙面的连续跳跃。

发明内容

针对上述问题，本发明提供了一种墙面跳跃的单腿机器人机构及控制方法，实现了单腿机器人在复杂环境下的平衡运动功能，且具备墙面跳跃运动的能力。

为了达到上述目的，本发明采取的技术方案如下：一种墙面跳跃的单腿机器人机构，包括机器人腿部，所述机器人腿部的机身上固接有多个旋翼，多个旋翼相对于机身呈镜像分布，且多个旋翼的工作面相互平行。

进一步的，所述机身内部安装有控制器与陀螺仪，陀螺仪和多个旋翼均与控制器相连。

进一步的，所述机身内部安装有用于检测机器人身体姿态的陀螺仪，与控制器相连。

进一步的，多个旋翼的数量为四个，分别即为左上旋翼、右上旋翼、左下旋翼、右下旋翼。

进一步的，所述机器人腿部包括依次铰接的机身、大腿、小腿和足部，所述机身与大腿的铰接处设有驱动大腿旋转的髋关节，所述大腿上设有驱动小腿转动的膝关节，所述小腿上设有驱动足部转动的踝关节，所述髋关节、膝关节和踝关节均与控制器相连。

进一步的，所述足部底部安装有摩擦因数大于 0.5 的材料。

本发明的另一目的是提供一种墙面跳跃的单腿机器人机构的控制方法，该方法分为发力阶段、滞空阶段、收缩阶段三个过程。

在墙面跳跃过程中，发力阶段是机器人足部蹬踏墙面，髋关节、膝关节与踝关节主动工作的阶段。发力阶段中，机器人通过给墙面压力以及借助足部与墙面的摩擦力，给机器人提供向上以及远离墙面的推力，此阶段中旋翼的工作目的是通过上下旋翼不同的转速来提供对身体的扭矩，以平衡因足部蹬踏对身体产生的扰动扭矩，维持身体的平衡。发力阶段中，安装在机器人身体中的陀螺仪监控机器人的姿态与速度信息，进而通过调整足部蹬踏墙面以及旋翼的转速维持身体平衡。当足部离开墙面，进入滞空阶段。

滞空阶段是机器人足部不接触墙面，机器人整体滞空的阶段。滞空阶段中，根据陀螺仪反馈机器人的身体姿态，同时左上旋翼、右上旋翼、左下旋翼、右下旋翼配合对机器人施加

向墙面的推力，使质心获得向墙面的加速度。如果机器人身体前倾则左下旋翼、右下旋翼旋转较快，左上旋翼、右上旋翼旋转较慢，给机器人一个仰扭矩；如果机器人身体后仰则左上旋翼、右上旋翼旋转较快，左下旋翼、右下旋翼旋转较慢，给机器人一个俯扭矩，以此保证机器人在滞空阶段的姿态稳定。同时，机器人的髋关节、膝关节、踝关节协同运动，一方面需要克服重力矩的影响，另一方面需根据垂直速度选择合适的落脚点位置。当足部接触墙面开始，进入收缩阶段。

收缩阶段是机器人足部再次接触墙面之后，髋关节、膝关节与踝关节触墙被动收缩，机器人质心在水平方向上减速的过程。收缩阶段中，当足部接触墙面之后，根据陀螺仪的数据反馈机器人的身体姿态，同时左上旋翼、右上旋翼、左下旋翼、右下旋翼调整转速，以平衡墙面对足部冲击带来的对机器人质心造成的扭矩，保持身体的平衡，直到腿部被压缩到设定的极限点，进入发力阶段。如此循环，可实现机器人在墙面的连续跳跃功能。

本发明与背景技术相比，具有的有益效果是：本发明附带有旋翼机构，能够主动控制机器人在空中的质心轨迹与身体姿态；结合本发明公开的控制方法，能够实现在垂直墙面进行连续跳跃的技术效果，提升了机器人的应用场合与运动能力。

附图说明

图 1 是本发明墙面跳跃单腿机器人机构的结构立体图；

图 2 是本发明墙面跳跃单腿机器人机构侧视图；

图 3 是本发明墙面跳跃单腿机器人机构的墙面跳跃发力阶段的动力学模型示意图；

图 4 是本发明墙面跳跃单腿机器人机构的墙面跳跃滞空阶段的动力学模型示意图；

图 5 是本发明墙面跳跃单腿机器人机构的墙面跳跃收缩阶段的动力学模型示意图；

图 6 是本发明墙面跳跃单腿机器人的算法控制框图。

图中，1.机身、2.髋关节、3.大腿、4.膝关节、5.小腿、6.踝关节、7.足部、8.左上旋翼、9.右上旋翼、10.左下旋翼、11.右下旋翼。

具体实施方式

下面结合附图和实例对本发明作进一步的说明。

如图 1-2 所示，一种墙面跳跃的单腿机器人机构，包括机器人腿部，所述机器人腿部的机身 1 上固接有多个旋翼，多个旋翼相对于机身呈镜像分布，且多个旋翼的工作面相互平行。

所述机身 1 内部安装有控制器与陀螺仪，陀螺仪和多个旋翼均与控制器相连。

本实施例中多个旋翼的数量为四个，分别即为左上旋翼 8、右上旋翼 9、左下旋翼 10、右下旋翼 11；所述旋翼可采用无人机的旋翼，但不限于此。

进一步的，所述机器人腿部包括依次铰接的机身 1、大腿 3、小腿 5 和足部 7，所述机身

1 与大腿 3 的铰接处设有驱动大腿旋转的髋关节 2, 所述大腿 3 上设有驱动小腿 5 转动的膝关节 4, 所述小腿 5 上设有驱动足部 7 转动的踝关节 6, 所述髋关节 2、膝关节 4 和踝关节 6 均与控制器相连。本发明的机器人腿部的技术方案可以采用授权公告号为 CN106005079A 的专利文献公开的技术内容, 但不限于此。

进一步的, 所述足部底部安装有橡胶等大摩擦因数的材料, 这些材料摩擦因数要大于 0.5。

本发明的工作过程如图 3-6 所示, 分为发力阶段、滞空阶段、收缩阶段三个过程。说明如下:

图 3 所示为发力阶段的机器人姿态及其受力情况。发力阶段是单腿机器人机构足部 7 蹬踏墙面, 髋关节 2、膝关节 4 与踝关节 6 主动工作的阶段。发力阶段中, 单腿机器人机构通过给墙面压力以及借助足部 7 与墙面的摩擦力, 给机器人提供向上以及远离墙面的推力, 此阶段中旋翼的主要工作是平衡因足部 7 蹬踏带来的扭矩。

如图 3 所示, 列出发力阶段的动力学方程, 水平方向:

$$N - N_{\parallel} = ma_{\parallel}$$

竖直方向:

$$f + N_{\perp} - mg = ma_{\perp}$$

扭矩:

$$T - T' = I \cdot \beta$$

其中, N 为腿部蹬踏墙面产生的机器人质心受到的水平力, $N_{\parallel}$ 为旋翼工作对单腿机器人机构质心产生的水平力, m 为机器人的质量, $a_{\parallel}$ 为单腿机器人机构水平方向的加速度; f 为腿部蹬踏墙面产生的单腿机器人机构质心受到的摩擦力, $N_{\perp}$ 为旋翼工作对单腿机器人机构质心产生的竖直力, g 为重力加速度, $a_{\perp}$ 为机器人竖直方向的加速度; T 为单腿机器人机构因足部蹬踏墙面产生的扭矩, T' 为旋翼工作产生的扭矩, I 为机器人的转动惯量, β 为单腿机器人机构的角加速度。

发力阶段中, 安装在身体 1 中的陀螺仪需要实时读取机身俯仰角度以及 $a_{\parallel}$ 、 $a_{\perp}$ 的值, 进而通过调整足部 7 蹬踏墙面以及旋翼的转速调整 $N_{\parallel}$ 、 $N_{\perp}$ 与 T' 的大小, 使单腿机器人机构的质心获得较大的竖直向加速度 $a_{\perp}$ 以及较小的水平向加速度 $a_{\parallel}$, 并且保持单腿机器人机构的身体的扭矩平衡。当大腿 3、小腿 5 处于一直线时, 机身 1 持续向上向外运动, 足部 7 将离开墙面, 足部 7 中的传感器检测不到触墙信息, 此时进入滞空阶段。

图 4 所示为滞空阶段的单腿机器人机构姿态及其受力情况。滞空阶段是足部 7 不接触墙面, 机器人整体滞空的阶段。滞空阶段中, 根据陀螺仪反馈单腿机器人机构的身体姿态, 同时左上旋翼 8、右上旋翼 9、左下旋翼 10、右下旋翼 11 配合对机器人施加向墙面的推力, 以

及平衡身体的姿态。如果身体 1 前倾则左下旋翼 10、右下旋翼 11 旋转较快，左上旋翼 8、右上旋翼 9 旋转较慢，给单腿机器人机构一个仰扭矩；如果身体 1 后仰则左上旋翼 8、右上旋翼 9 旋转较快，左下旋翼 10、右下旋翼 11 旋转较慢，给单腿机器人机构一个俯扭矩。

如图 4 所示，列出滞空阶段的动力学方程，水平方向：

$$N_{\parallel} = ma_{\parallel}$$

竖直方向：

$$N_{\perp} - mg = ma_{\perp}$$

扭矩：

$$T' = I \cdot \beta$$

滞空阶段中，安装在身体 1 中的陀螺仪需要实时读取机身俯仰角度以及 $a_{\parallel}$ 、 $a_{\perp}$ 的值，进而通过调整旋翼的转速调整 T' 的大小，使单腿机器人机构的质心获得较大的向墙面的水平向加速度 $a_{\parallel}$ ，并且保持单腿机器人机构的身体的扭矩平衡。在滞空阶段，髋关节 2、膝关节 4、踝关节 6 协同运动，一方面需要克服重力矩的影响，另一方面需根据垂直速度选择合适的落脚点位置。当左上旋翼 8、右上旋翼 9、左下旋翼 10、右下旋翼 11 配合施加的向墙推力使单腿机器人机构向墙运动，足部 7 接触墙面开始，进入收缩阶段。

图 5 所示，为收缩阶段的单腿机器人机构姿态及其受力情况。收缩阶段是足部 7 再次接触墙面之后，髋关节 2、膝关节 4 与踝关节 6 处于零力矩状态中收缩的过程。收缩阶段中，当足部 7 接触墙面之后，根据陀螺仪的数据反馈单腿机器人机构的身体姿态，同时左上旋翼 8、右上旋翼 9、左下旋翼 10、右下旋翼 11 调整转速，以平衡墙面对足部 7 冲击带来的对单腿机器人机构质心造成的扭矩，保持身体 1 的平衡。

如图 5 所示，列出收缩阶段的动力学方程，水平方向：

$$N - N_{\parallel} = ma_{\parallel}$$

竖直方向：

$$N_{\perp} - mg = ma_{\perp}$$

扭矩：

$$T - T' = I \cdot \beta$$

收缩阶段中，机器人通过旋翼的工作以保持单腿机器人机构身体的姿态平衡，收缩阶段与发力阶段的动力学方程类似，主要的区别在于收缩阶段中髋关节 2、膝关节 4 与踝关节 6 是被动运动，直到腿部被压缩到设定的极限点，进入发力阶段，如此循环，实现在垂直墙面跳跃的功能。

权利要求书

1.一种墙面跳跃的单腿机器人机构，其特征在于，包括机器人腿部等，所述机器人腿部的机身上固接有多个旋翼，多个旋翼相对于机身呈镜像分布，且多个旋翼的工作面相互平行。

2.根据权利要求1所述的一种墙面跳跃的单腿机器人机构，其特征在于，所述机身内部安装有控制器与陀螺仪，陀螺仪和多个旋翼均与控制器相连。

3.根据权利要求1所述的一种墙面跳跃的单腿机器人机构，其特征在于，多个旋翼的数量为四个，分别即为左上旋翼、右上旋翼、左下旋翼、右下旋翼。

4.根据权利要求3所述的一种墙面跳跃的单腿机器人机构，其特征在于，所述机器人腿部包括依次铰接的机身、大腿、小腿和足部，所述机身与大腿的铰接处设有驱动大腿旋转的髋关节，所述大腿上设有驱动小腿转动的膝关节，所述小腿上设有驱动足部转动的踝关节，所述髋关节、膝关节和踝关节均与控制器相连。

5.根据权利要求4所述的一种墙面跳跃的单腿机器人机构，其特征在于，所述足部底部安装有摩擦因数大于0.5的材料。

6.根据权利要求5所述的一种墙面跳跃的单腿机器人机构的控制方法，其特征在于，该方法包括发力阶段、滞空阶段、收缩阶段三个过程；

在墙面跳跃过程中，发力阶段是足部蹬踏墙面，髋关节、膝关节与踝关节主动工作的阶段；发力阶段中，单腿机器人机构通过给墙面压力以及借助足部与墙面的摩擦力，给单腿机器人机构提供向上以及远离墙面的推力，此阶段中通过上下旋翼不同的转速来提供对身体的扭矩，以平衡因足部蹬踏对身体产生的扰动扭矩，维持身体的平衡；发力阶段中，安装在身体中的陀螺仪监控机器人的姿态与速度信息，进而通过调整足部蹬踏墙面以及旋翼的转速维持身体平衡；

滞空阶段是机器人足部不接触墙面，机器人整体滞空的阶段；滞空阶段中，根据陀螺仪反馈身体姿态，同时左上旋翼、右上旋翼、左下旋翼、右下旋翼配合对单腿机器人机构施加向墙面的推力，使质心获得向墙面的加速度；同时，髋关节、膝关节、踝关节协同运动，一方面需要克服重力矩的影响，另一方面需根据垂直速度选择合适的落脚点位置；

收缩阶段是足部再次接触墙面之后，髋关节、膝关节与踝关节触墙被动收缩，单腿机器人机构的质心在水平方向上减速的过程；收缩阶段中，当足部接触墙面之后，根据陀螺仪的数据反馈机器人的身体姿态，同时左上旋翼、右上旋翼、左下旋翼、右下旋翼调整转速，以平衡墙面对足部冲击带来的对单腿机器人机构质心造成的扭矩，保持身体的平衡，直到腿部被压缩到设定的极限点，进入发力阶段；

如此循环，可实现单腿机器人机构在墙面的连续跳跃。

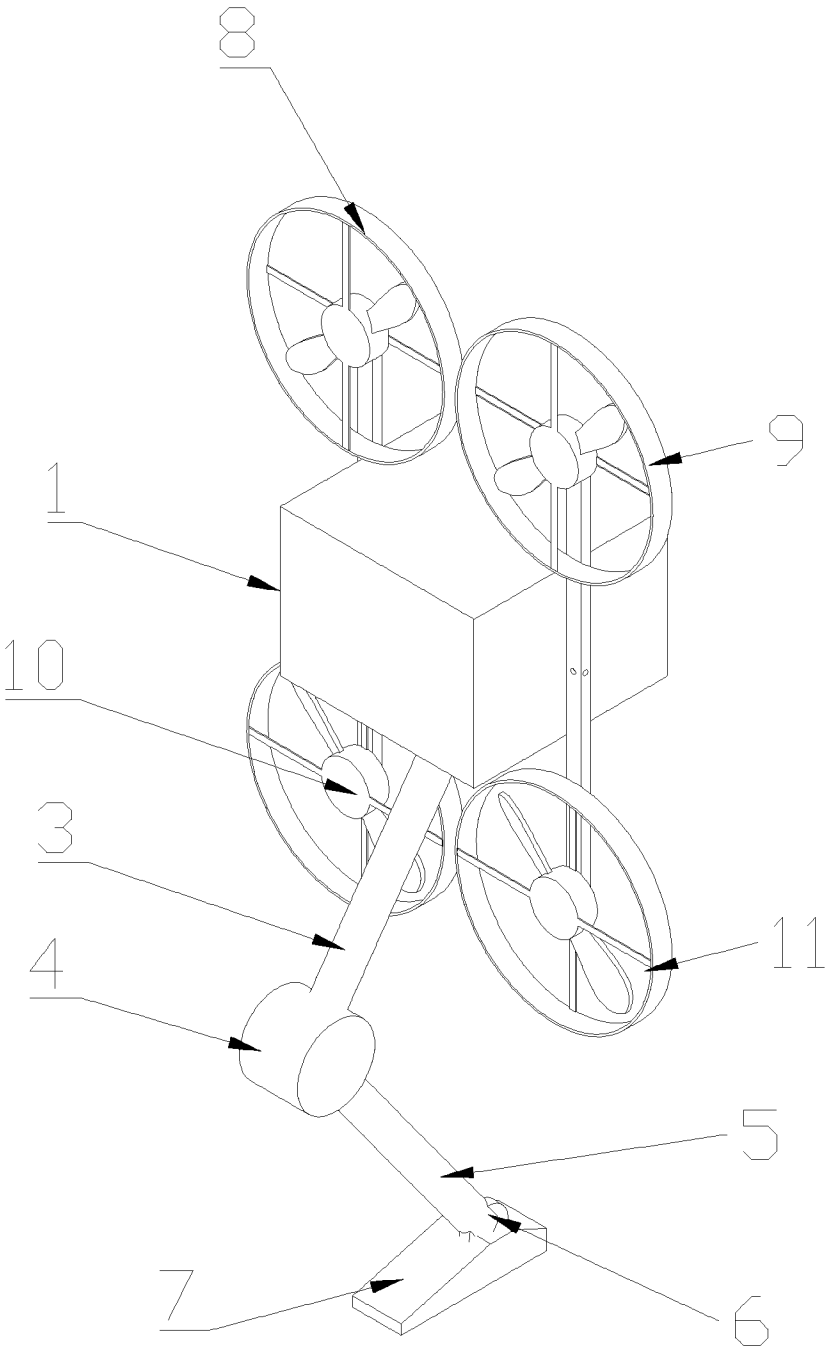


图 1

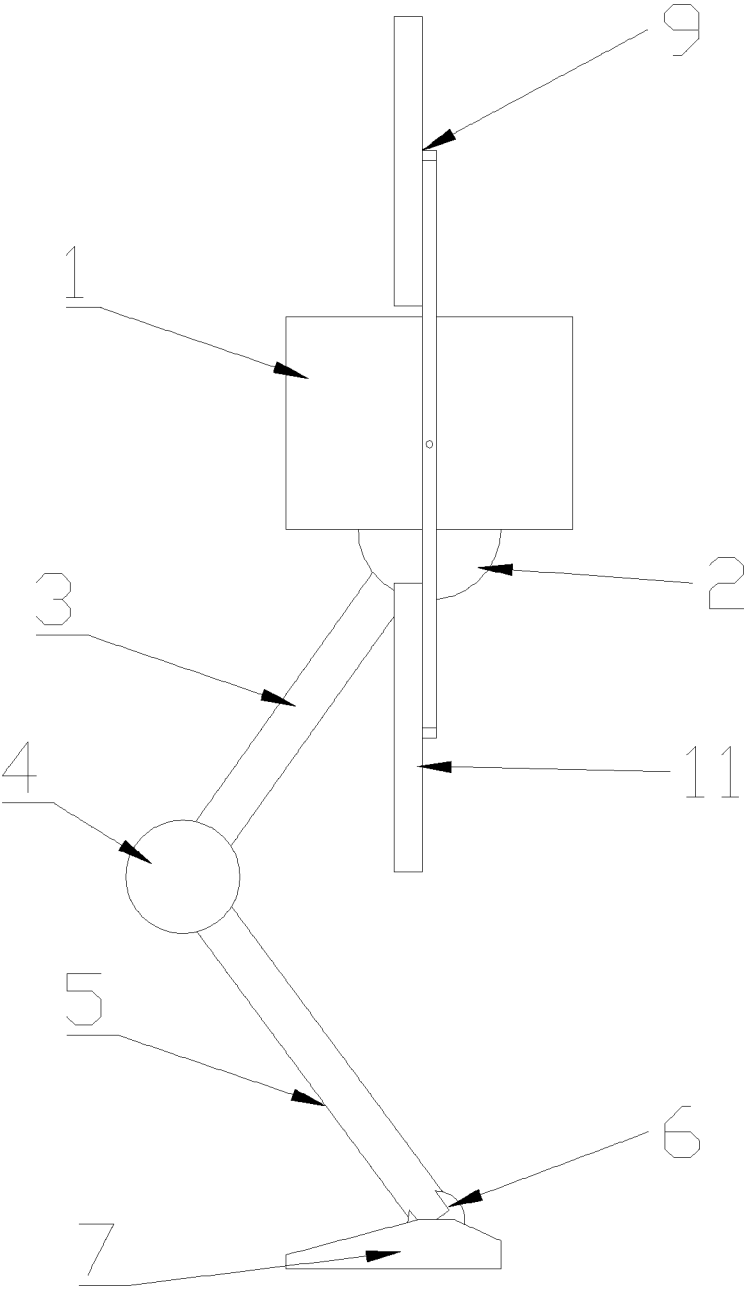


图 2

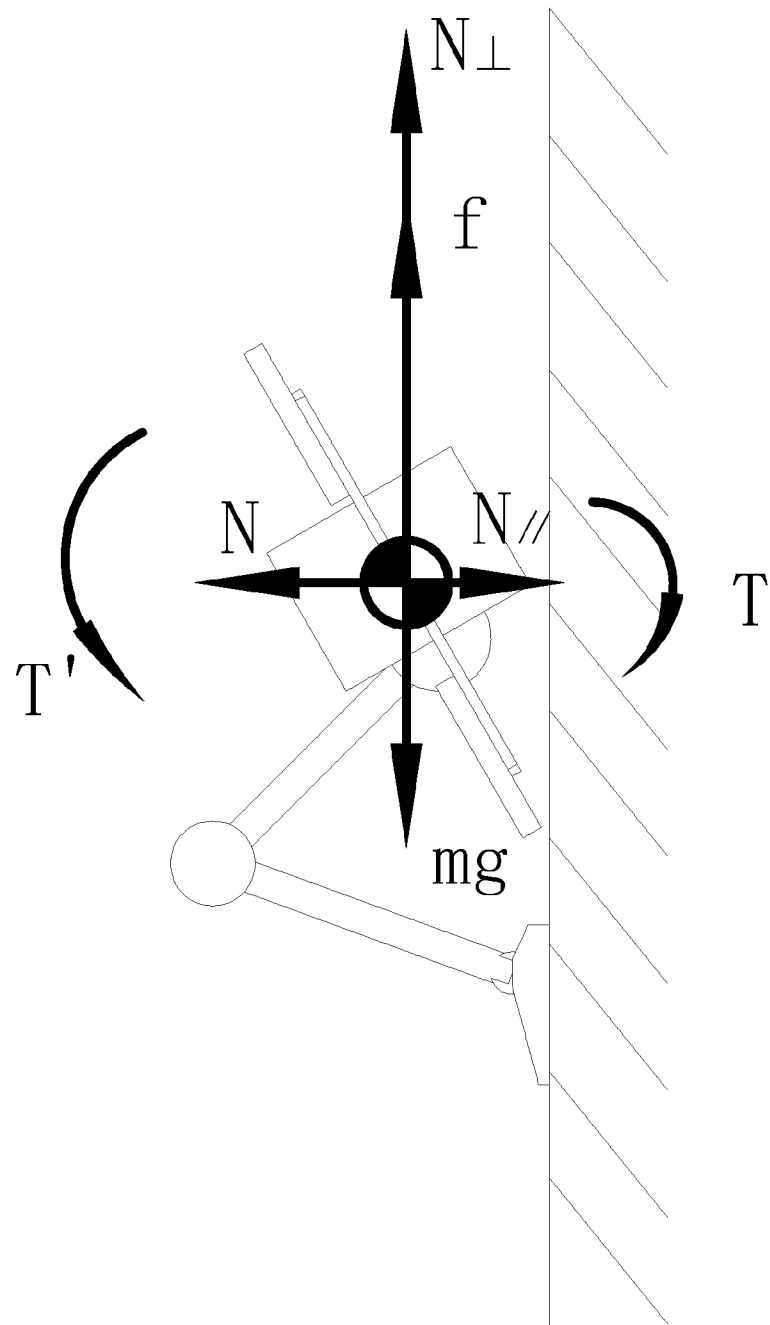


图 3

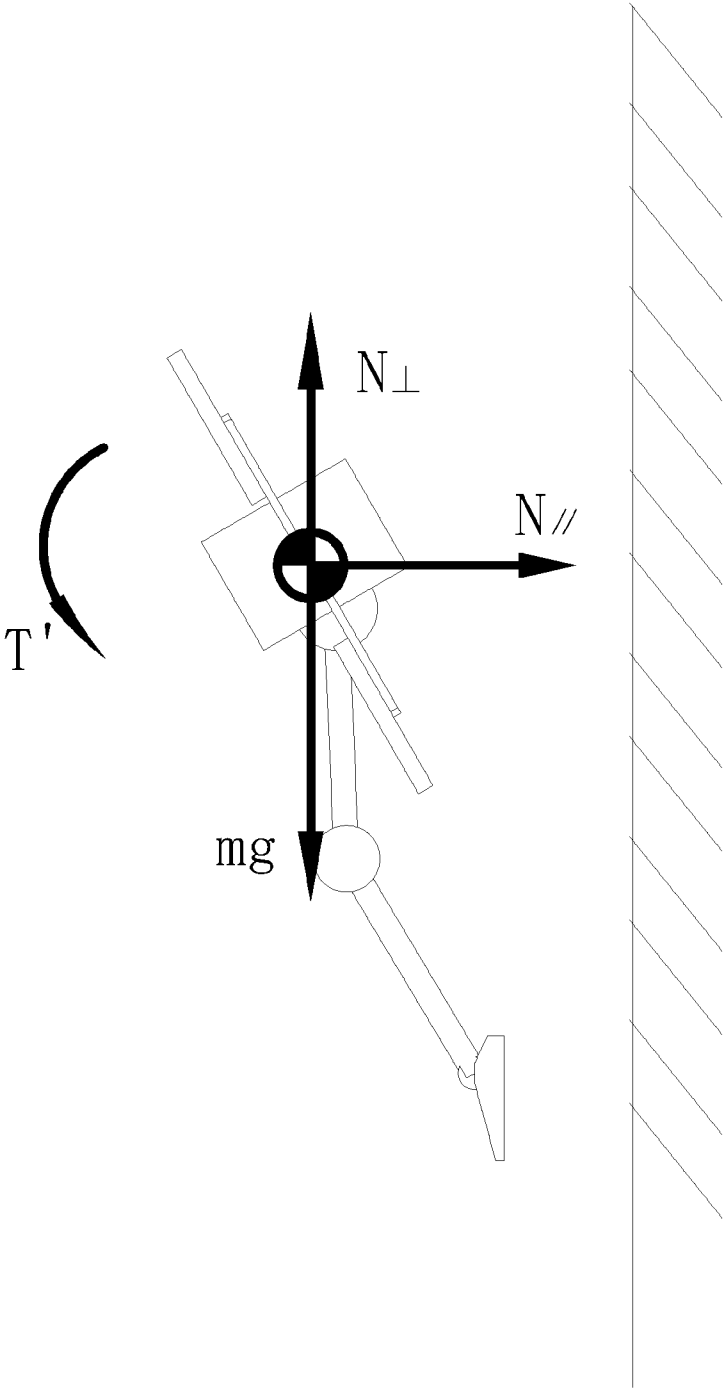


图 4

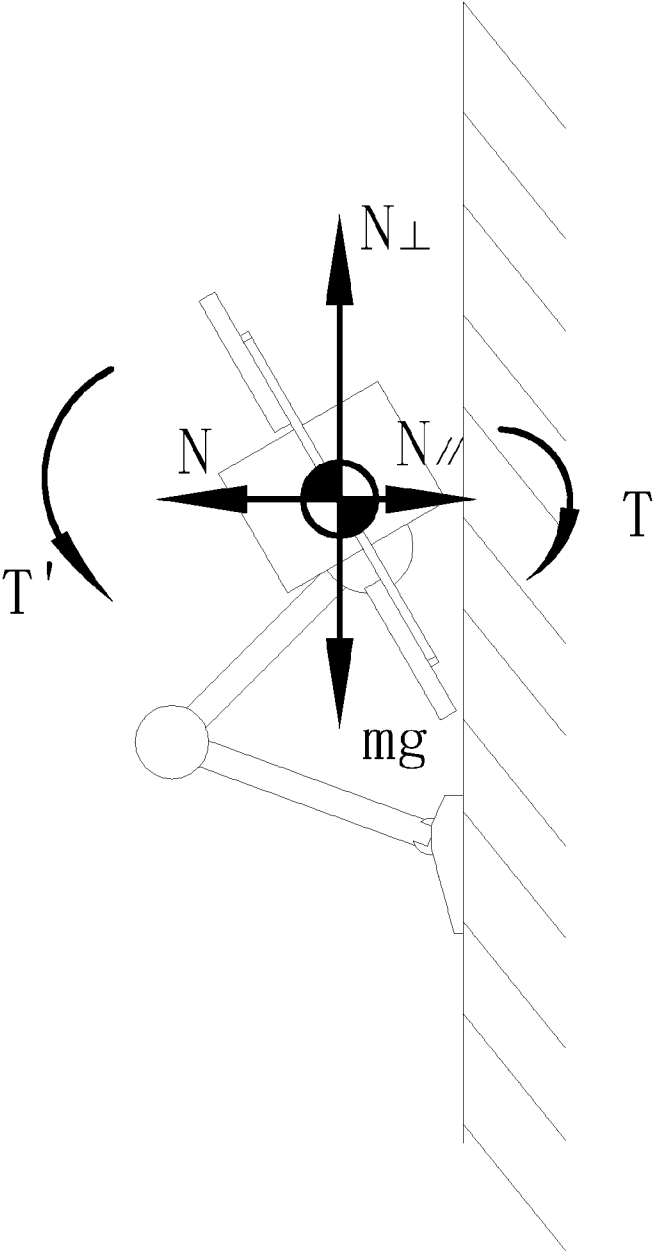


图 5

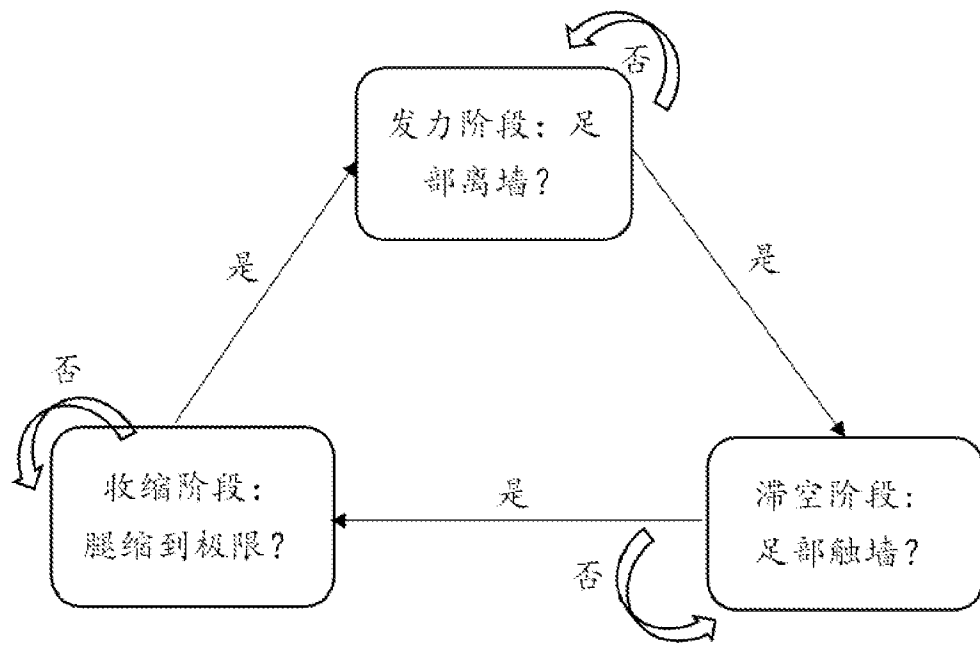


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/110519

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B62D 57/02(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) B62D 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: 单脚, 机器人, 墙, 跳, 单腿, 单足, 旋翼; VEN: single, robot, wall, jump				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
PX	CN 109850025 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 07 June 2019 (2019-06-07) Claims 1-6	1-6		
Y	CN 102815349 A (BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY) 12 December 2012 (2012-12-12) description, specific embodiments, and figure 1	1-3		
Y	CN 106184453 A (WANG, Zhaohan) 07 December 2016 (2016-12-07) description, specific embodiment, and figures 1-4	1-3		
A	CN 103264733 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 28 August 2013 (2013-08-28) entire document	1-6		
A	CN 201784421 U (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) 06 April 2011 (2011-04-06) entire document	1-6		
A	CN 2312160 Y (TSINGHUA UNIVERSITY) 31 March 1999 (1999-03-31) entire document	1-6		
A	CN 103879470 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 25 June 2014 (2014-06-25) entire document	1-6		
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border: none;"> * 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 </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border: none;"> "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 </td> </tr> </table>			* 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
* 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 December 2019		Date of mailing of the international search report 15 January 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

International application No.

PCT/CN2019/110519**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ES 2209617 A1 (CONSEJO SUPERIOR INVESTIGACION) 16 June 2004 (2004-06-16) entire document	1-6
A	US 8205694 B2 (SKAFF SARJOUN et al.) 26 June 2012 (2012-06-26) entire document	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/110519

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	109850025	A	07 June 2019	None	
CN	102815349	A	12 December 2012	None	
CN	106184453	A	07 December 2016	None	
CN	103264733	A	28 August 2013	None	
CN	201784421	U	06 April 2011	None	
CN	2312160	Y	31 March 1999	None	
CN	103879470	A	25 June 2014	None	
ES	2209617	A1	16 June 2004	None	
US	8205694	B2	26 June 2012	US 7971664 B2	05 July 2011

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/110519

A. 主题的分类

B62D 57/02 (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)

B62D

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:单脚, 机器人, 墙, 跳, 单腿, 单足, 旋翼; VEN:single, robot, wall, jump

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 109850025 A (浙江大学) 2019年 6月 7日 (2019 - 06 - 07) 权利要求1-6	1-6
Y	CN 102815349 A (北京交通大学) 2012年 12月 12日 (2012 - 12 - 12) 说明书具体实施方式、附图1	1-3
Y	CN 106184453 A (王照涵) 2016年 12月 7日 (2016 - 12 - 07) 说明书具体实施方式、附图1-4	1-3
A	CN 103264733 A (浙江大学) 2013年 8月 28日 (2013 - 08 - 28) 全文	1-6
A	CN 201784421 U (南京航空航天大学) 2011年 4月 6日 (2011 - 04 - 06) 全文	1-6
A	CN 2312160 Y (清华大学) 1999年 3月 31日 (1999 - 03 - 31) 全文	1-6
A	CN 103879470 A (浙江大学) 2014年 6月 25日 (2014 - 06 - 25) 全文	1-6

☒ 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

2019年 12月 16日

国际检索报告邮寄日期

2020年 1月 15日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

宋艳琪

电话号码 86-(010)-62085444

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	ES 2209617 A1 (CONSEJO SUPERIOR INVESTIGACION) 2004年 6月 16日 (2004 - 06 - 16) 全文	1-6
A	US 8205694 B2 (SKAFF SARJOUN等) 2012年 6月 26日 (2012 - 06 - 26) 全文	1-6

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/110519

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	109850025	A	2019年 6月 7日	无	
CN	102815349	A	2012年 12月 12日	无	
CN	106184453	A	2016年 12月 7日	无	
CN	103264733	A	2013年 8月 28日	无	
CN	201784421	U	2011年 4月 6日	无	
CN	2312160	Y	1999年 3月 31日	无	
CN	103879470	A	2014年 6月 25日	无	
ES	2209617	A1	2004年 6月 16日	无	
US	8205694	B2	2012年 6月 26日	US 7971664 B2	2011年 7月 5日