



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106005323 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(21)申请号 201610513470.7

(22)申请日 2016.06.30

(71)申请人 深圳乐智机器人有限公司

地址 518101 广东省深圳市宝安区西乡街道桃花源科技创新园B栋孵化楼611

(72)发明人 范瑞峰 辛光红 黄永健 曹发阳

(74)专利代理机构 广州凯东知识产权代理有限公司 44259

代理人 罗丹

(51) Int. Cl.

B63G 8/18(2006.01)

B63G 8/22(2006.01)

B63H 1/36(2006.01)

B63C 11/52(2006.01)

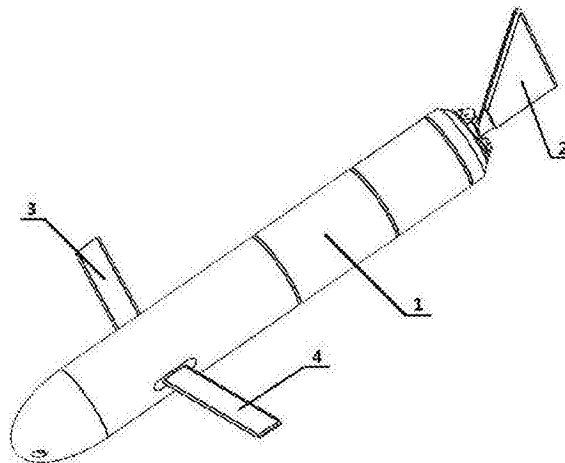
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种仿生水下滑翔机及其推进方法

(57)摘要

本发明公开了一种仿生水下滑翔机,包括滑翔机主体、浮力改变装置、尾翼以及滑翔翼;所述浮力改变装置设于所述滑翔机主体,通过改变排水量体积,改变仿生水下滑翔机的净浮力;所述尾鳍通过尾鳍摆动机构设于所述滑翔机主体的尾部,实现所述尾鳍的来回摆动功能;所述滑翔翼通过滑翔翼旋转机构设于所述滑翔机主体的两侧,实现所述滑翔翼的旋转功能。还公开了一种仿生水下滑翔机推进方法。使本发明能够在不同工作模式下的有效配合,从而实现混合推进,增强多样性观测任务能力,其具有推进效率高、机动性强、兼具有仿生推进的灵活性和滑翔推进的高效性。



1. 一种仿生水下滑翔机,其特征在于:

包括滑翔机主体、浮力改变装置、尾翼以及滑翔翼;

所述浮力改变装置设于所述滑翔机主体,通过改变排水量体积,改变仿生水下滑翔机的净浮力;

所述尾鳍通过尾鳍摆动机构设于所述滑翔机主体的尾部,实现所述尾鳍的来回摆动功能;

所述滑翔翼通过滑翔翼旋转机构设于所述滑翔机主体的两侧,实现所述滑翔翼的旋转功能。

2. 如权利要求1所述的仿生水下滑翔机,其特征在于:

所述尾鳍摆动机构包含尾鳍控制舵机、尾鳍控制舵机传动齿轮、尾鳍传动齿轮以及尾鳍传动轴;

其中所述尾鳍控制舵机传动齿轮安装在所述尾鳍控制舵机的输出轴上,所述尾鳍传动齿轮安装在所述尾鳍传动轴上,所述尾鳍控制舵机传动齿轮与所述尾鳍传动齿轮啮合连接,所述尾鳍与所述尾鳍传动轴固定连接,实现尾鳍控制舵机对尾鳍的摆动控制。

3. 如权利要求1所述的仿生水下滑翔机,其特征在于:

所述滑翔翼旋转机构包含滑翔翼传动轴、滑翔翼传动齿轮、滑翔翼控制舵机以及滑翔翼控制舵机传动齿轮;

其中所述滑翔翼控制传动齿轮安装在所述滑翔翼控制舵机的输出轴上,所述滑翔翼传动齿轮安装在所述滑翔翼传动轴上,所述滑翔翼传动齿轮与所述滑翔翼控制舵机传动齿轮啮合连接,所述滑翔翼与所述滑翔翼传动轴固定在一起,实现滑翔翼控制舵机对滑翔翼的旋转控制。

4. 一种仿生水下滑翔机推进方法,其特征在于:

在滑翔机主体基础上,通过一对安装在滑翔机主体两侧的滑翔翼和尾部的尾鳍,以及浮力改变装置,在不同工作模式下的有效配合,从而实现混合推进。

5. 如权利要求4所述的仿生水下滑翔机推进方法,其特征在于所述混合推进为滑翔推进锯齿形运动方式:

当需要进行滑翔下潜控制时,首先浮力改变装置调节滑翔机的浮力,使得 F_G 大于 F_B ,其中 F_G 为滑翔机所受的重力, F_B 为滑翔机所受的浮力,然后通过滑翔翼控制舵机控制滑翔翼和滑翔翼旋转 θ_1 角度,实现机身水平姿态的滑翔下潜,其中所需改变的浮力大小和旋转角度需要根据实际情况做动态调整;

当需要进行滑翔上升控制时,首先浮力改变装置调节滑翔机的浮力,使得 F_B 大于 F_G ,然后通过滑翔翼控制舵机控制滑翔翼和滑翔翼旋转 θ_2 角度,实现机身水平姿态的滑翔上升,其中所需改变的浮力大小和旋转角度同样需要根据实际情况做动态调整。

6. 如权利要求4所述的仿生水下滑翔机推进方法,其特征在于所述混合推进为仿生推进水平面运动方式:

滑翔机到达预定的观测水平面时,浮力改变装置调节滑翔机浮力,使得 F_G 等于 F_B ,滑翔机处于悬浮状态,此时依靠尾部的尾鳍摆动实现水平面的推进。

7. 如权利要求6所述的仿生水下滑翔机推进方法,其特征在于所述尾鳍摆动方式包括:

尾鳍直行摆动,尾鳍以前进方向所在直线为摆幅中心来回摆动,实现滑翔机的直行推

进；

尾鳍转弯摆动，尾鳍以偏离前进方向所在直线为摆幅中心来回摆动，实现滑翔机的转弯推进。

8. 如权利要求4~7任意一项所述的仿生水下滑翔机推进方法，其特征在于所述混合推进为混合推进锯齿形运动方式：

通过滑翔推进锯齿形运动方式与仿生推进水平面运动方式相结合的方式驱动，控制运行轨迹为在滑翔锯齿形，但在滑翔的基础上增加了水平方向的速度，以提高滑翔机的航行速度和机动性。

9. 如权利要求4~7任意一项所述的仿生水下滑翔机推进方法，其特征在于所述混合推进为混合推进螺旋回转运动方式：

通过滑翔推进锯齿形运动方式与仿生推进水平面运动方式相结合的方式驱动，控制运行轨迹为螺旋回转运动形式，大幅减小回转半径和上升或下潜时间。

一种仿生水下滑翔机及其推进方法

技术领域

[0001] 本发明涉及水下滑翔机,具体是一种仿生水下滑翔机及其推进方法。

背景技术

[0002] 水下滑翔机是一种特殊类型的水下自主航行器(AUV),它没有螺旋桨或者推进器等动力装置,它通过机内的可变浮力系统来控制自身的浮力变化,并通过滑翔翼将正浮力和负浮力转化为向前的推力,从而驱动滑翔机前进。其利用净浮力和姿态角调整获得推进力,能源消耗极小,只在调整净浮力和姿态角时消耗少量能源,并且具有效率高、续航力大的特点。但与其高效特点相伴的是其相对固定的运动形式和姿态,在水下只能做锯齿形和螺旋回转轨迹航行,机身姿态不能处于水平状态,只能保持一个攻角滑翔,机身回转半径大,在执行多样性观测任务时有明显缺陷,并且其航迹控制和定位精度低,航速慢,在风浪较大的海面可能会出现随波逐流的情况。

[0003] 在此基础上,后期出现了混合驱动水下滑翔机(HAUV),例如天津大学研制的混合推进水下滑翔机,其通过增加尾部螺旋桨推进系统,来增加航行定位精度和机动性。但是其相对于传统的水下滑翔机,尾部螺旋桨会增加混合推进水下滑翔机的阻力,这部分阻力会减小滑翔状态下的航程。

[0004] 针对这一特点,北京航空航天大学提出了一种鱼尾式扑翼混合动力水下滑翔机构型,利用鱼尾式扑翼机构代替尾部螺旋桨,来实现减少阻力目的。北京航空航天大学提出的鱼尾式扑翼混合动力水下滑翔机构型也有其局限性,虽然解决了混合驱动的滑翔阻力等问题,但是在机动运动时,尾部摆动幅度不可调节,控制灵活性不好;航迹需要改变时,尾部机构在参与方向偏转时不能起到辅助推进作用,只能锁定在一个固定偏置角。

发明内容

[0005] 本发明的目的是为了解决现有混合推进水下滑翔机滑翔状态下阻力大,机动性不强,执行多样性观测任务时缺陷明显的现状问题。为解决上述问题,本发明提供了一种仿生水下滑翔机及其推进方法,在不同工作模式下的有效配合,从而实现混合推进,增强多样性观测任务能力,其具有推进效率高、机动性强、兼具有仿生推进的灵活性和滑翔推进的高效性。为了达到上述目的本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种仿生水下滑翔机,包括滑翔机主体、浮力改变装置、尾翼以及滑翔翼;

[0007] 所述浮力改变装置设于所述滑翔机主体,通过改变排水量体积,改变仿生水下滑翔机的净浮力;

[0008] 所述尾鳍通过尾鳍摆动机构设于所述滑翔机主体的尾部,实现所述尾鳍的来回摆动功能;

[0009] 所述滑翔翼通过滑翔翼旋转机构设于所述滑翔机主体的两侧,实现所述滑翔翼的旋转功能。

[0010] 优选的,所述尾鳍摆动机构包含尾鳍控制舵机、尾鳍控制舵机传动齿轮、尾鳍传动

齿轮以及尾鳍传动轴；

[0011] 其中所述尾鳍控制舵机传动齿轮安装在所述尾鳍控制舵机的输出轴上,所述尾鳍传动齿轮安装在所述尾鳍传动轴上,所述尾鳍控制舵机传动齿轮与所述尾鳍传动齿轮啮合连接,所述尾鳍与所述尾鳍传动轴固定连接,实现尾鳍控制舵机对尾鳍的摆动控制。

[0012] 优选的,所述滑翔翼旋转机构包含滑翔翼传动轴、滑翔翼传动齿轮、滑翔翼控制舵机以及滑翔翼控制舵机传动齿轮；

[0013] 其中所述滑翔翼控制传动齿轮安装在所述滑翔翼控制舵机的输出轴上,所述滑翔翼传动齿轮安装在所述滑翔翼传动轴上,所述滑翔翼传动齿轮与所述滑翔翼控制舵机传动齿轮啮合连接,所述滑翔翼与所述滑翔翼传动轴固定在一起,实现滑翔翼控制舵机对滑翔翼的旋转控制。

[0014] 一种仿生水下滑翔机推进方法:在滑翔机主体基础上,通过一对安装在滑翔机主体两侧的滑翔翼和尾部的尾鳍,以及浮力改变装置,在不同工作模式下的有效配合,从而实现混合推进。

[0015] 优选的,所述混合推进为滑翔推进锯齿形运动方式:

[0016] 当需要进行滑翔下潜控制时,首先浮力改变装置调节滑翔机的浮力,使得 F_G 大于 F_B ,其中 F_G 为滑翔机所受的重力, F_B 为滑翔机所受的浮力,然后通过滑翔翼控制舵机控制滑翔翼和滑翔翼旋转 θ_1 角度,实现机身水平姿态的滑翔下潜,其中所需改变的浮力大小和旋转角度需要根据实际情况做动态调整;

[0017] 当需要进行滑翔上升控制时,首先浮力改变装置调节滑翔机的浮力,使得 F_B 大于 F_G ,然后通过滑翔翼控制舵机控制滑翔翼和滑翔翼旋转 θ_2 角度,实现机身水平姿态的滑翔上升,其中所需改变的浮力大小和旋转角度同样需要根据实际情况做动态调整。

[0018] 优选的,所述混合推进为仿生推进水平面运动方式:

[0019] 滑翔机到达预定的观测水平面时,浮力改变装置调节滑翔机浮力,使得 F_G 等于 F_B ,滑翔机处于悬浮状态,此时依靠尾部的尾鳍摆动实现水平面的推进。

[0020] 优选的,所述尾鳍摆动方式包括:

[0021] 尾鳍直行摆动,尾鳍以前进方向所在直线为摆幅中心来回摆动,实现滑翔机的直行推进;

[0022] 尾鳍转弯摆动,尾鳍以偏离前进方向所在直线为摆幅中心来回摆动,实现滑翔机的转弯推进。

[0023] 优选的,所述混合推进为混合推进锯齿形运动方式:

[0024] 通过滑翔推进锯齿形运动方式与仿生推进水平面运动方式相结合的方式驱动,控制运行轨迹为在滑翔锯齿形,但在滑翔的基础上增加了水平方向的速度,以提高滑翔机的航行速度和机动性。

[0025] 优选的,所述混合推进为混合推进螺旋回转运动方式:

[0026] 通过滑翔推进锯齿形运动方式与仿生推进水平面运动方式相结合的方式驱动,控制运行轨迹为螺旋回转运动形式,大幅减小回转半径和上升或下潜时间。

[0027] 本发明提供的仿生水下滑翔机及其推进方法的优点在于:

[0028] (1)与常规水下滑翔机运动方式相比,通过调整滑翔翼攻角,可以保持水平滑翔状态,可以进行更好的水平面观测;

- [0029] (2)与混合驱动水下滑翔机的运动方式相比,具有阻力小、回转半径小;
- [0030] (3)混合推进模式多样,可以满足不同的运动速度、方向和姿态的推进要求,具备多样性观测任务能力。

附图说明

[0031] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本发明的不当限定,在附图中:

- [0032] 图1是本发明滑翔机结构示意图;
- [0033] 图2是本发明滑翔翼旋转机构示意图;
- [0034] 图3是本发明尾鳍摆动机构示意图;
- [0035] 图4是本发明滑翔下潜推进控制示意图;
- [0036] 图5是本发明滑翔上升推进控制示意图;
- [0037] 图6是本发明仿生推进控制示意图;
- [0038] 图7是本发明尾鳍直行摆动控制示意图;
- [0039] 图8是本发明尾鳍转弯摆动控制示意图。

[0040] 图中:浮力改变装置(1)、尾鳍(2)、第一滑翔翼(3)、第二滑翔翼(4)、滑翔翼传动轴(5)、滑翔翼传动齿轮(6)、滑翔翼控制舵机(7)、滑翔翼控制舵机传动齿轮(8)、第一尾鳍控制舵机(9)、第二尾鳍控制舵机(10)、尾鳍控制舵机传动齿轮(11)、尾鳍传动齿轮(12)、尾鳍传动轴(13)。

具体实施方式

[0041] 下面将结合附图以及具体实施例来详细说明本发明,在此本发明的示意性实施例以及说明用来解释本发明,但并不作为对本发明的限定。

[0042] 实施例:

[0043] 本发明是一种仿生水下滑翔机及其推进方法,在常规水下滑翔机主体基础上,通过安装在滑翔机主体上的一对滑翔翼和尾部的仿生尾鳍,以及滑翔机主体内部的浮力改变装置,在不同工作模式下的有效配合,从而实现混合推进。

[0044] 如图1~图3所示,滑翔机结构,包括浮力改变装置1,尾鳍2,第一滑翔翼3,第二滑翔翼4。其中浮力改变装置1通过改变排水量体积,改变滑翔机的净浮力,尾鳍2安装滑翔机尾部,可以实现来回摆动功能,第一滑翔翼3和第二滑翔翼4通过转动副形式安装在滑翔机主体上。滑翔翼旋转机构,包含滑翔翼传动轴5,滑翔翼传动齿轮6,滑翔翼控制舵机7,滑翔翼控制舵机传动齿轮8。其中滑翔翼控制传动齿轮8安装在滑翔翼控制舵机7的输出轴上,滑翔翼传动齿轮6安装在滑翔翼传动轴5上,滑翔翼传动齿轮6与滑翔翼控制舵机传动齿轮8啮合连接,第一滑翔翼3与滑翔翼传动轴5固定在一起,通过这样的传动机构可实现舵机对滑翔翼的旋转控制。尾鳍摆动机构,包含第二尾鳍控制舵机10,尾鳍控制舵机传动齿轮11,尾鳍传动齿轮12,尾鳍传动轴13。其中尾鳍控制舵机传动齿轮11安装在第二尾鳍控制舵机10的输出轴上,尾鳍传动齿轮12安装在尾鳍传动轴13上,尾鳍控制舵机传动齿轮11与尾鳍传动齿轮12啮合连接,尾鳍2与尾鳍传动轴13固定连接,通过这样的传动机构可实现舵机对尾鳍的摆动控制。所示的滑翔翼控制舵机7与第二尾鳍控制舵机10都是程序可控的,通过程序

控制生成不同占空比的PWM信号,可以精准实现不同的转动角度,比传统的直流电机驱动方案控制更加灵活多样。为增加尾鳍摆动机构的输出力矩,本实施例中有两组尾鳍摆动机构,即还包括第一尾鳍控制舵机9及其传动组件,共同实现对尾鳍的摆动控制。

[0045] 混合推进方法有以下几种运动方式:

[0046] (1)滑翔推进锯齿形运动方式:

[0047] 常规水下滑翔机实现滑翔运动时需要改变自身的浮力的同时,还需要通过重心改变装置来调整滑翔机的重心,来改变滑翔机的攻角,进而通过滑翔翼把正浮力和负浮力转化为向前的推力,从而驱动滑翔机前进。本发明所述的混合推进方法,通过转动第一滑翔翼3和滑翔4,即可实现水平姿态的滑翔。

[0048] 如图4所示,滑翔下潜推进控制示意图,当需要进行滑翔下潜控制时,首先浮力改变装置1调节滑翔机的浮力,使得 F_G 大于 F_B ,其中 F_G 为滑翔机所受的重力, F_B 为滑翔机所受的浮力,然后通过滑翔翼控制舵机7控制第一滑翔翼3和第二滑翔翼4旋转 θ_1 角度,这样可以实现机身水平姿态的滑翔下潜,其中所需改变的浮力大小和旋转角度需要根据实际情况做动态调整。

[0049] 如图5所示,滑翔上升推进控制示意图,当需要进行滑翔上升控制时,首先浮力改变装置1调节滑翔机的浮力,使得 F_B 大于 F_G ,然后通过滑翔翼控制舵机7控制第一滑翔翼3和第二滑翔翼4旋转 θ_2 角度,这样可以实现机身水平姿态的滑翔上升,其中所需改变的浮力大小和旋转角度同样需要根据实际情况做动态调整。

[0050] 上面所述的滑翔下潜推进控制和滑翔上升控制不包含尾鳍2推进,在上升和下潜的过程中,尾鳍2不参与推进,都是通过改变滑翔机自身浮力来驱动前进,从竖直平面看其运行轨迹为锯齿形。

[0051] (2)仿生推进水平面运动方式:

[0052] 如图6所示,仿生推进控制示意图,当需要在水平面上执行观测任务时,可以单独采用仿生推进的方式。单独仿生推进时,滑翔机到达预定的观测水平面时,浮力改变装置1调节滑翔机浮力,使得 F_G 等于 F_B ,滑翔机处于悬浮状态,此时依靠尾部的尾鳍摆动可以实现水平面的推进。

[0053] 上面所述的尾鳍2摆动,有两种摆动方式,一种是尾鳍直行摆动推进,如图7所示,尾鳍直行摆动控制示意图,尾鳍2以前进方向所在直线(位置A)为摆幅中心,在位置B与位置C之间来回摆动,实现滑翔机的直行推进;另一种是尾鳍转弯摆动推进,如图8所示,尾鳍转弯摆动控制示意图,尾鳍2以偏离前进方向所在直线(位置D)为摆幅中心,在位置E与位置F之间来回摆动,实现滑翔机的转弯推进。

[0054] 上面所述的尾鳍转弯摆动推进方式,是本发明的一大创新点,通过利用转动角度可程序精确控制的舵机作为动力源,相比当前出现的仿生混合驱动滑翔机,除了能够直行摆动推进,还能实现转弯摆动推进,在推进的同时起到一个偏航力矩作用,可以实现非常小的回转半径,这在执行特殊观测任务时具有非常大的优势。

[0055] (3)混合推进锯齿形运动方式:

[0056] 当在海况比较恶劣的情况下,单独依靠滑翔推进运行时可能存在不稳定和随波逐流的问题,此时可以根据实际情况,切换到混合推进模式,利用仿生与滑翔混合推进的方式驱动,其运行轨迹为在滑翔锯齿形,但在滑翔的基础上增加了水平方向的速度,可以提高滑

翔机的航行速度和机动性。

[0057] (4)混合推进螺旋回转运动方式：

[0058] 当有特殊观测任务需要或者需要紧急上浮或下潜时，单独依靠滑翔推进运动时，存在回转半径大，上浮或下潜速度慢，不能满足应用需求。此时可以根据实际情况，切换到混合推进模式，利用仿生与滑翔混合推进的方式驱动，其运行轨迹为螺旋回转运动形式，大幅减小回转半径和上升或下潜时间。

[0059] 以上对本发明实施例所提供的技术方案进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本发明实施例的原理以及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只适用于帮助理解本发明实施例的原理；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明实施例，在具体实施方式以及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

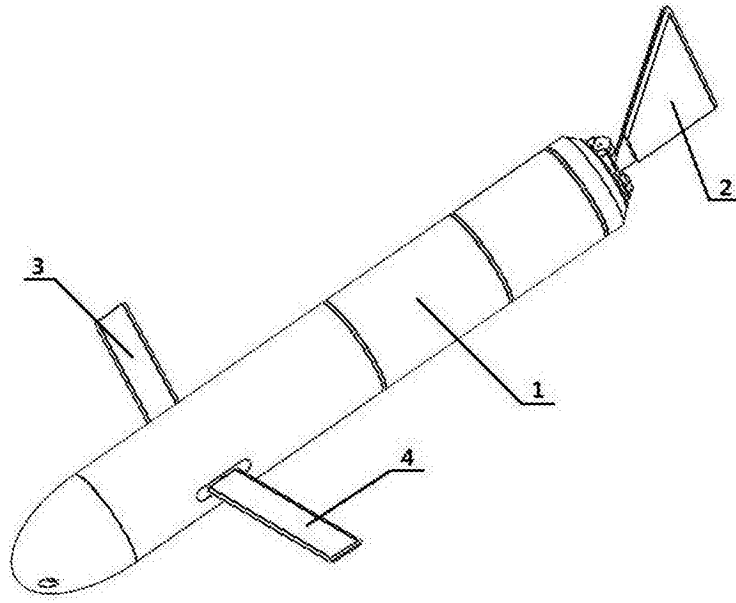


图1

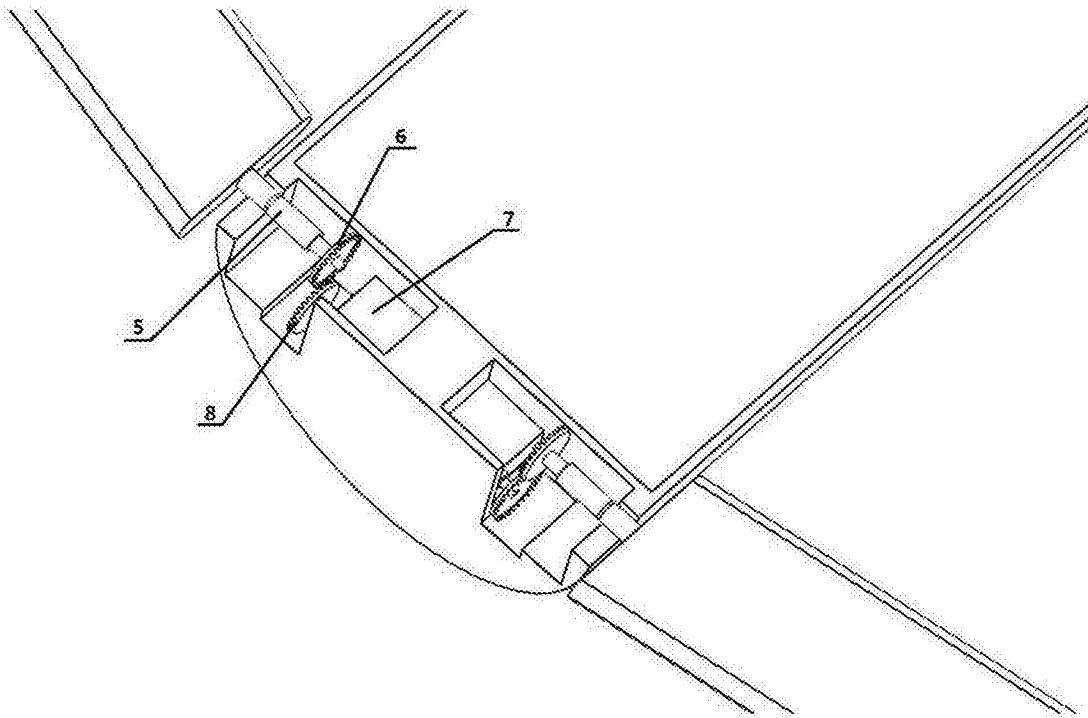


图2

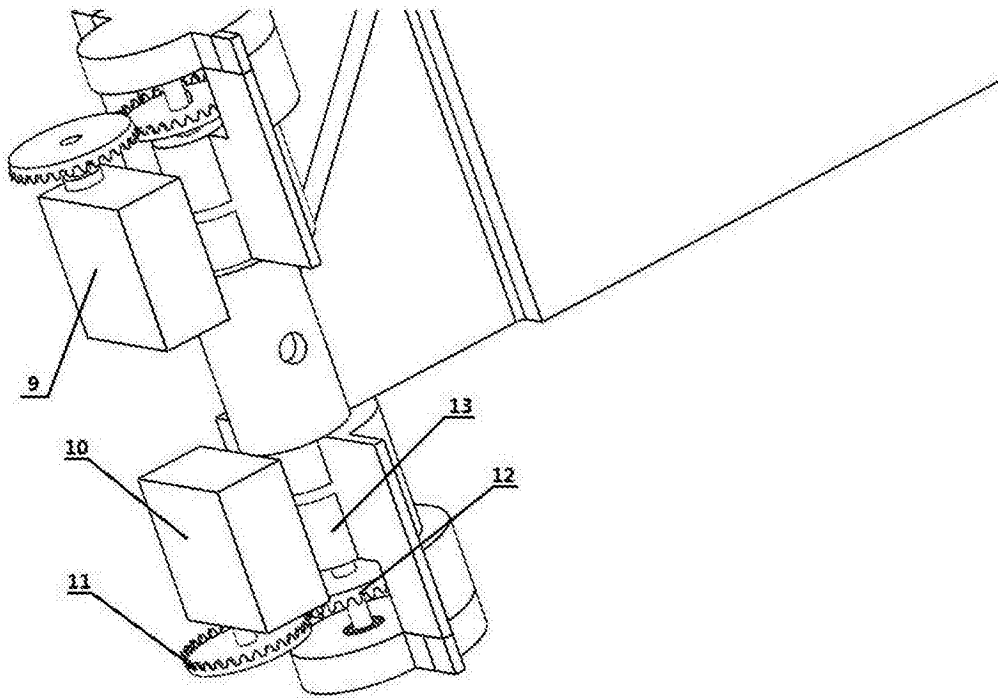


图3

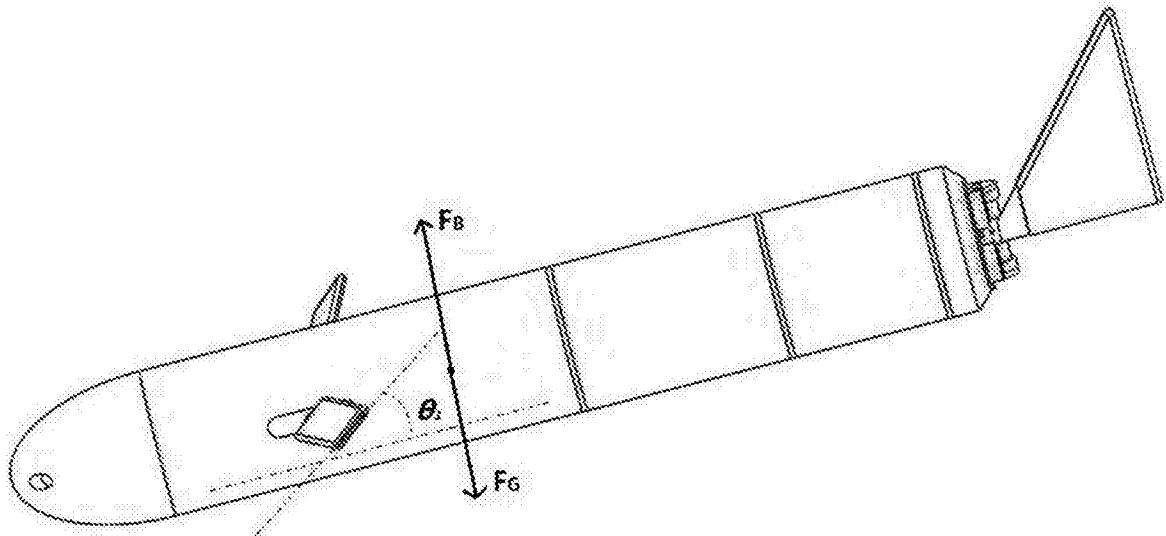


图4

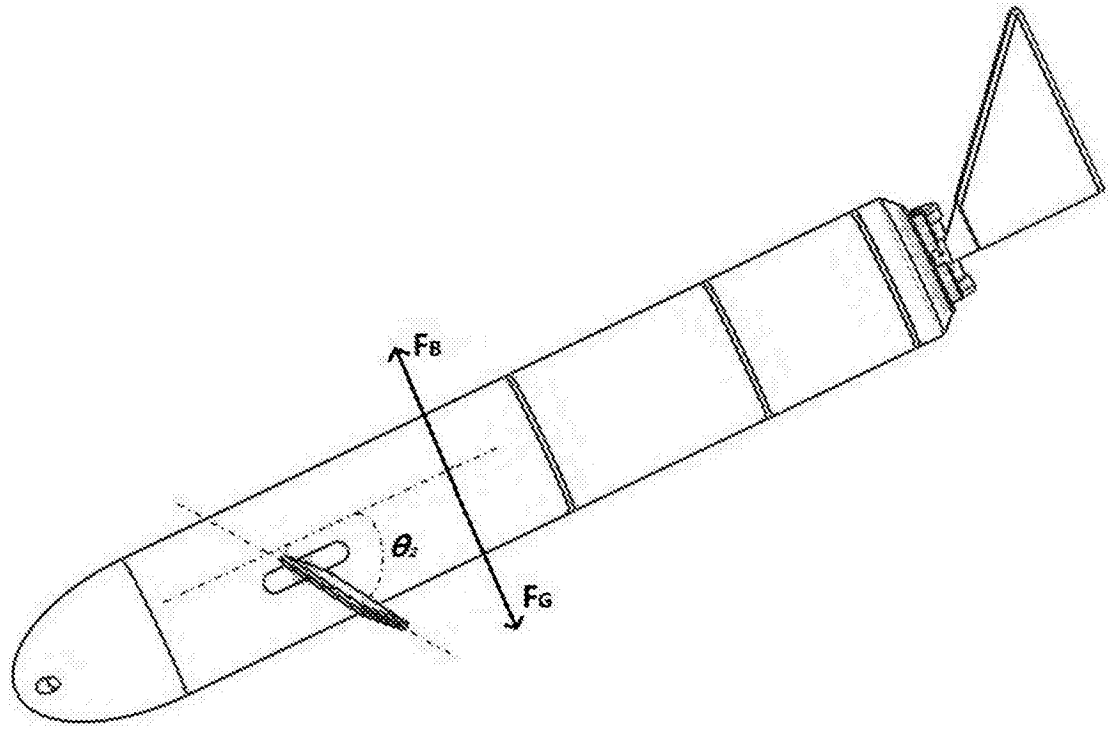


图5

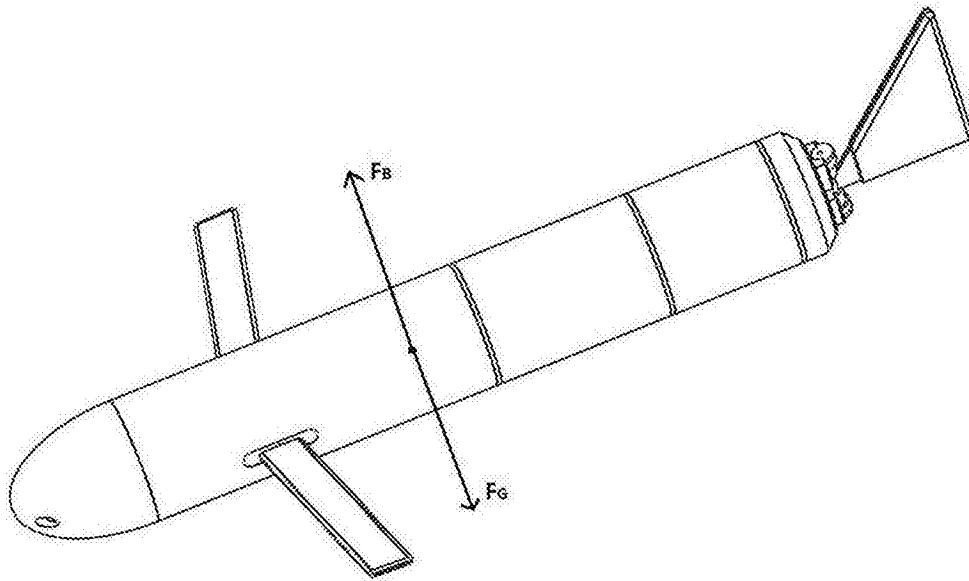


图6

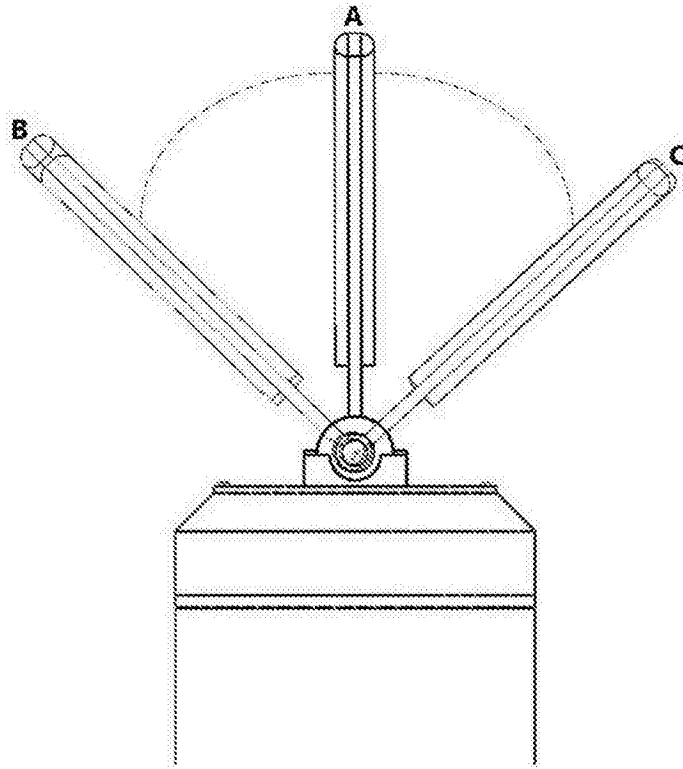


图7

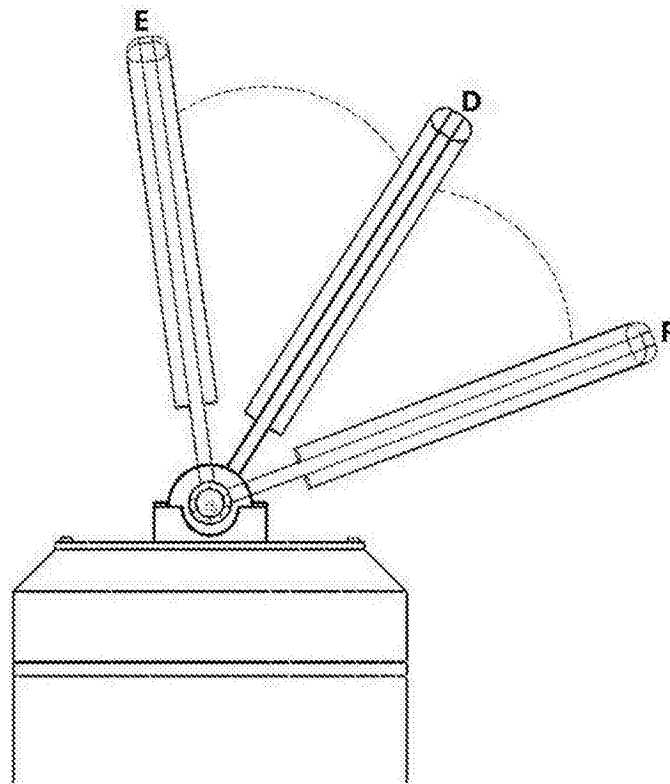


图8