(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102079382 B
(45)授权公告日 2013.12.04

(21)申请号 200910219170.8
(22)申请日 2009.11.26
(73)专利权人 西北工业大学
地址 710072 陕西省西安市友谊西路 127 号
(72)发明人 宋保维 胡海豹 潘光 吴文辉 刘占一
(74)专利代理机构 西北工业大学专利中心 61204
代理人 杨国文
(51)Int.Cl.
B63H 1/36(2006.01)

(56)对比文件
JP 2001-191985 A,2001.07.17,
CN 101016081 A,2007.08.15,
CN 101134500 A,2008.03.05,

审查员 王厚华

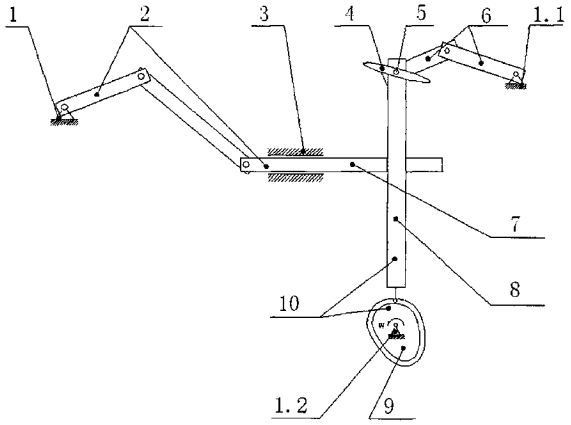
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

一种水下机械式仿生扑翼推进器

(57)摘要

本发明公开了一种水下机械式仿生扑翼推进器，它包括水平运动机构、竖直运动机构、翻转运动机构、仿生扑翼、固定底板五部分组成。该推进器采用机械式运动分离的方法，由简单的机械传动机构从运动学角度模拟扑翼三维运动，整个机构运动过程为：电机驱动偏置曲柄滑块机构运动，带动水平滑块在水平滑块运动导轨中左右运动；同时，电机驱动凸轮推杆机构，带动竖直滑块相对水平滑块作竖直方向上的运动，两个运动叠加实现扑翼末梢运动轨迹的拟合，同时带动翻转运动机构运动，从而实现扑翼的翻转运动，其结构简单可靠，能够产生稳定的周期性推进力，具有能源利用率高等特点和广阔的市场开发空间。



CN 102079382 B

1. 一种水下机械式仿生扑翼推进器，包括水平运动机构、竖直运动机构、翻转运动机构、仿生扑翼 (4)、底座 (15) 五部分，其特征在于：

所述水平运动机构包括偏置曲柄滑块机构 (2)、水平导轨 (3)、第一驱动电机，偏置曲柄滑块机构 (2) 包括第一连杆和水平滑块 (7)；第一驱动电机为减速直流电机 (11)，并作为水平运动机构的固定端 (1)；第一连杆一端与第一驱动电机连接，另一端与水平滑块 (7) 的一端连接；水平滑块 (7) 的另一端还设有竖直导轨，水平滑块 (7) 在水平导轨 (3) 中左右移动，实现水平方向上的运动；

所述竖直运动机构包括凸轮推杆机构 (10)、第二驱动电机，凸轮推杆机构 (10) 包括凸轮 (9)、竖直推杆 (8)、滚轮 (17)；第二驱动电机为减速直流电机 (11)，并作为竖直运动机构的固定端 (1.2)；凸轮 (9) 由第二驱动电机驱动，凸轮 (9) 还设有导槽；滚轮 (17) 设置在推杆 (16) 的底端上，位于凸轮 (9) 的导槽中；竖直推杆 (8) 安装在水平滑块 (7) 的竖直导轨中，实现竖直方向上的运动；

水平方向上的运动和竖直方向上的运动叠加，完成扑翼翼稍运动轨迹的拟合；

所述翻转运动机构包括第二连杆 (6)、翻转轴 (5)、翻转运动机构的固定端 (1.1)；翻转运动机构的固定端 (1.1) 与底座 (15) 连接；翻转轴 (5) 与第二连杆 (6) 一体化，翻转轴 (5) 转动地穿过竖直推杆 (8) 的上端；仿生扑翼 (4) 安装在翻转轴 (5) 上，实现扑翼的翻转运动。

一种水下机械式仿生扑翼推进器

技术领域

[0001] 本发明涉及水下航行器推进装置技术领域，具体地说，涉及一种水下机械式仿生扑翼推进器。

背景技术

[0002] 水下航行器作为一种水下无人智能移动平台，其驱动装置多采用螺旋桨推进装置。特别是在海底地形复杂，存在暗流、浪、涌的区域对水下航行器的操纵性能提出较高要求。要完成海洋某些参数的测量，海底信息调查，定点考察作业任务，则要求水下航行器在低速条件下应具有良好的机动性和稳定性。采用螺旋桨推进，以鳍舵进行操纵性控制的运动方式已经难以满足这种需求。

[0003] 近年来，为了提高水下航行器的操纵性能，科研人员通过对鱼类等海洋生物的仿生学研究，不断成功研制了新型的推进装置和方式。如：美国麻省理工学院的仿生金枪鱼、英国 Essex 大学研制的第一条具有自主控制能力的机器鱼等。仿鱼推进器是利用鱼类的游动推进机理，如鳗鲡目身体波动模式、鲹科模式、鲹科加新月形尾鳍模式和胸鳍模式等。通过机械、电子结构或功能材料如形状记忆合金、人造肌肉等，来模拟鱼类的游动推进动作，从而实现水下运动装置运动的推进功能。仿生机器鱼与采用螺旋桨推进的水下航行器相比，具有推进效率高、机动性能好、隐蔽性能好等优点。而其运动方式不足之处在机动性方面，机器鱼不能 S 形转弯、快速启动、快速制动；在下潜过程中不能快速稳定的悬浮在水中；在推进方面，因为不知鱼是怎样控制涡流推进，不能预测给定一个命令机器鱼将会做出什么样动作。这种仿生推进方式的水下航行器的运动稳定性尚有待提高。

[0004] 在自然界的水生生物中，除了鱼类外，还有一些生物具有独特的游动方式，经过自然界的选择和自身的进化，它们的游动方式变得愈加成熟和完美，如海洋生物：海龟、海狮、海豚、企鹅等。此类生物都长有鳍状肢体，其运动方式与普通鱼类有明显不同。在水中游动时，其身体躯干不做大幅摆动，主要依靠扑翼的划水产生动力。尽管此类生物具有较大的体形，但是它们却具有爆发力强、启动快等特点，尤其在低速条件下具备良好的机动性和稳定性。因此，利用仿生学原理开发研制类似海龟、海狮、海豚等动物的水下推进器具有非常广阔的应用前景。

[0005] 发明专利 CN101003301A 中公开了一种“水下仿水翼推进装置”，该装置采用两个电机 + 控制系统实现水翼拍动和旋转运动，是两个自由度的旋转。这种装置结构复杂，并且需要精确的控制，须配置复杂的单片机控制系统。

发明内容

[0006] 本发明要解决的问题是针对现有技术中所存在的不足提供一种水下机械式仿生扑翼推进器，其要解决的技术问题是通过简单的机械机构的设计，较为真实的实现水生扑翼的划水动作，而且不需要复杂的控制机构，能够很好模拟水生扑翼运动的机械装置。本发明水下机械式仿生扑翼推进器装置，它主要由水平运动机构、竖直运动机构、翻转运动机

构、仿生扑翼、固定底板五部分组成。该推进器采用机械式运动分离的方法，由一些简单的机械传动机构从运动学角度模拟扑翼三维运动，各部分具有如下特点：所述的水平运动机构是由驱动电机、偏置曲柄滑块机构和水平滑块运动导轨等部分组成。该机构的作用是实现扑翼运动中水平方向上的运动。偏置曲柄滑块机构具有急回特性，能够实现向前运动和向后运动速度的不同，因此能够模拟扑翼缓慢向前划、快速向后划的运动。水平运动机构中各个连杆的尺寸是根据扑翼水平方向运动距离及其前后划动速度来确定的。所述的竖直运动机构是由凸轮、竖直滑块、滚轮等部分组成。该机构的作用是实现扑翼竖直方向上的运动。竖直运动机构的运动是在水平运动机构基础上的，通过凸轮的转动，从而带动竖直滑块运动。竖直滑块的运动相对于水平滑块是竖直方向的。当水平运动机构的运动确定且凸轮转速一定时，根据扑翼运动的轨迹曲线，可以唯一确定出竖直滑块的位置即滚轮的位置，基于此可以反算出凸轮的形状参数。所述的翻转运动机构是由第二连杆和翻转轴等部分组成。该机构的作用是实现扑翼运动过程中的翻转运动，使得扑翼向前运动时迎水面积小、向后划水时迎水面积大，从而产生向前的推力。翻转运动机构没有驱动电机，当水平和竖直运动机构的运动及其本身的尺寸确定时，翻转机构的运动也就确定了，即翻转机构的运动是被动的。在设计当中，采用优化的方法确定各个连杆的尺寸，使其运动尽可能与实际扑翼运动相吻合。

[0007] 整个机构运动过程为：电机驱动偏置曲柄滑块机构运动，带动水平滑块在水平滑块运动导轨中左右运动；同时，电机驱动凸轮推杆机构，带动竖直滑块相对水平滑块作竖直方向上的运动。这两个运动叠加实现了扑翼翼梢运动轨迹的拟合，同时带动翻转运动机构运动，从而使得扑翼翻转。

[0008] 本发明结构简单可靠，能够产生稳定的周期性推进力，具有能源利用率高等特点，并且有助于对仿生推进机理的研究，因此具有广泛的应用前景。依据该新型推进方式的机器海龟在玩具制造业及科普教育同样具有广阔的市场开发空间。

附图说明

[0009] 下面结合附图对本发明水下机械式仿生扑翼推进器的实施方式作进一步详细的说明。

[0010] 图 1 为本发明水下机械式仿生扑翼推进器结构示意图。

[0011] 图 2 为本发明水下机械式仿生扑翼推进器的偏置曲柄滑块图。

[0012] 图 3 为本发明水下机械式仿生扑翼推进器的电机输出安装架示意图。

[0013] 图 4 为本发明水下机械式仿生扑翼推进器的推杆示意图。

[0014] 图 5 为本发明水下机械式仿生扑翼推进器的凸轮剖面图。

[0015] 图 6 为本发明水下机械式仿生扑翼推进器的水平滑块示意图。

[0016] 图 7 为本发明水下机械式仿生扑翼推进器的扑翼翼型示意图。

[0017] 图中：

[0018] 1 水平运动机构固定端 1.1 翻转运动机构固定端 1.2 竖直运动机构固定端 2 偏置曲柄滑块机构 3 水平导轨 4 仿生扑翼 5 翻转轴 6 第二连杆 7 水平滑块 8 竖直推杆 9 凸轮 10 凸轮推杆机构 11 减速直流电机 12 联轴器 13 输出轴 14 电机安装架 15 底座 16 推杆 17 滚轮

具体实施方式

[0019] 由图 1 和图 2 可知，本发明水下机械式仿生扑翼推进器主要由由水平运动机构、竖直运动机构、翻转运动机构、仿生扑翼、固定底板五部分组成。其偏置曲柄滑块机构 2 由电机进行驱动，驱动所采用电机为减速直流电机 11。通过减速直流电机 11 带动连杆转动，从而驱动水平滑块 7 在水平导轨 3 中左右移动。其中连杆均采用 2Cr13 型不锈钢，底座采用 45# 钢加工而成，其它零部件均采用标准件。

[0020] 如图 3 所示，减速直流电机 11 通过 4 个 M4 的螺钉固定在电机安装架 14 上，电机安装架 14 则利用 4 个 M8 的螺钉与底座 15 进行连接。电机轴通过联轴器 12 与输出轴 13 连接，输出轴 13 与电机安装架 14 之间为间隙配合，输出轴 13 其直径为 10mm。

[0021] 所述的凸轮推杆机构 10 同样采用减速直流电机 11 进行驱动，且电机型号与偏置曲柄滑块机构 2 的驱动电机为同一型号，以保证转速一致，减速直流电机通过 4 个 M4 的螺钉固定在电机安装架 14 上，电机安装架则利用 4 个 M8 的螺钉与底座进行连接。

[0022] 如图 4 所示，推杆 16 底部的滚轮 17 安装在凸轮导槽内，如图 5 中 a 处所示。竖直推杆 8 安装在水平滑块 7 的竖直导轨中，如图 6 中 b 处所示。通过水平运动机构和竖直运动机构的共同作用，从而完成扑翼翼梢运动轨迹的拟合。

[0023] 如图 7 所示为仿生扑翼 4 的翼型，其采用 NACA0012 低速翼型，翼面形状采用长流线形，材料选用耐海水腐蚀的工程塑料。仿生扑翼 4 侧面钻有一个 Φ4 的通孔，通过该通孔与翻转轴 5 过盈配合。翻转轴 5 与第二连杆 6 加工成一体，使连杆的转动带动仿生扑翼 4 转动。翻转运动机构的固定端 1.1 是由 2Cr13 型不锈钢制作而成，通过 4 个 M8 的螺钉与底座 15 连接。

[0024] 在本发明实例当中采用了两个同样型号的电机分别驱动的方式，同时也可以采用一个直流电机 + 等速传动机构的方式实现，其中等速传动机构可以采用皮带轮机构或者齿轮传动机构。

[0025] 具有鳍状肢体的水生物在不同运动过程中，其扑翼运动轨迹有所不同。不同生物之间，其扑翼运动也略有差异。通过改变各机构尺寸及凸轮形状参数，能够从运动学上满足不同轨迹观测值拟合的需求。

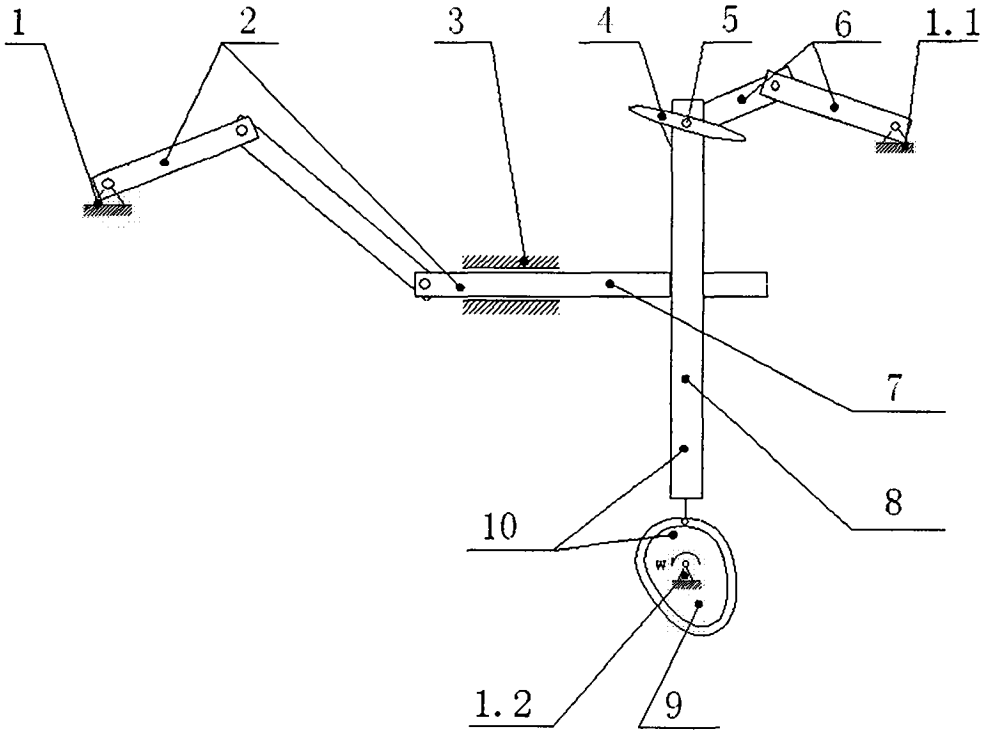


图 1

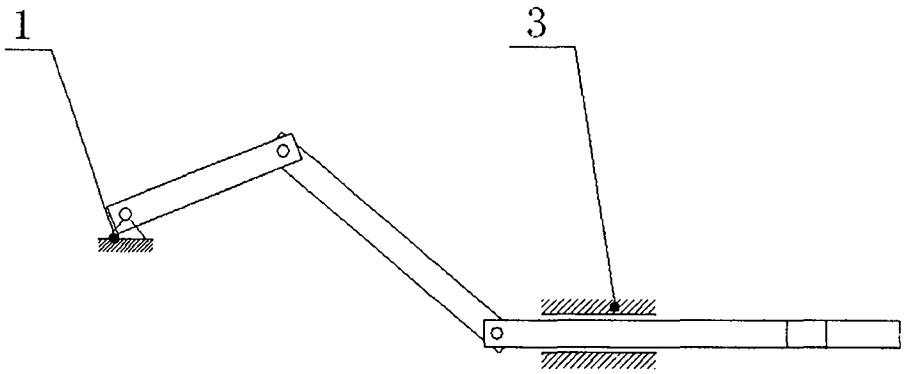


图 2

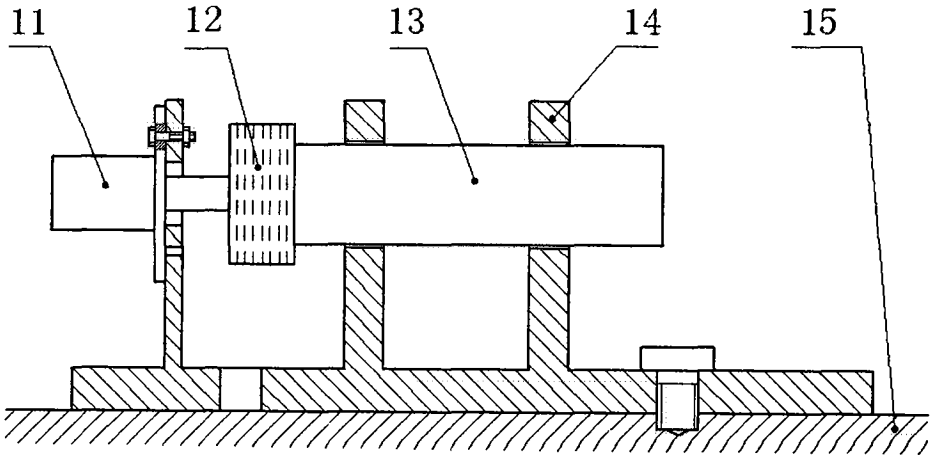


图 3

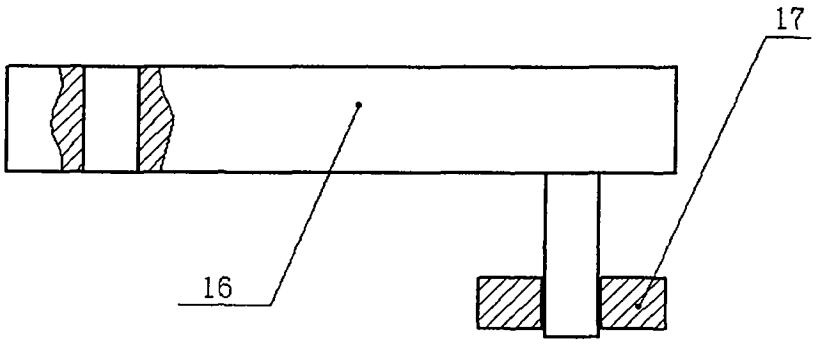


图 4

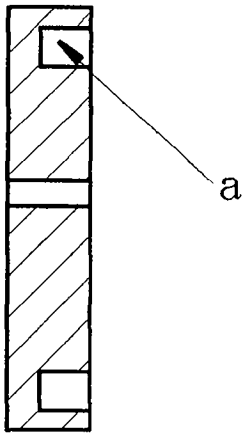


图 5

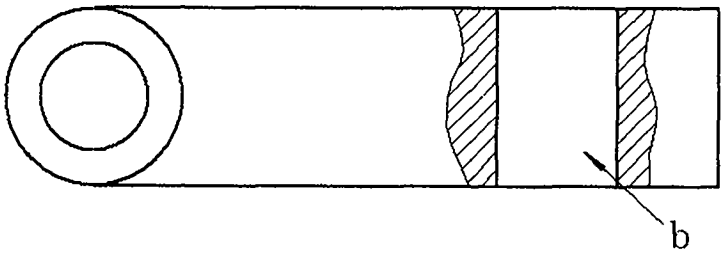


图 6

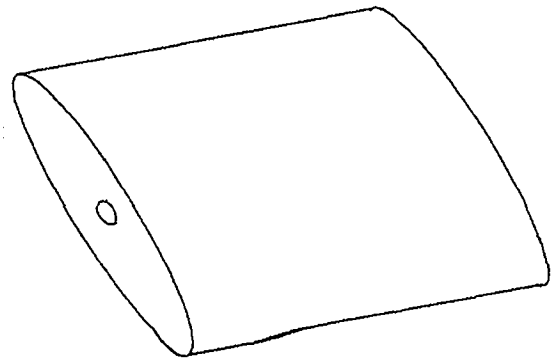


图 7