

专利申请技术交底书

1. 发明名称

一种复合推进式的仿生锤头鲨水下航行器

2. 技术领域

本发明属于水下航行器设计与制作领域，涉及流体力学航行器总体设计、航行器导航与控制、水下图像采集等理论，在无人水下航行器系统中，着重研究仿生学推进与螺旋桨推进技术的融合，详细研究仿生航行器运动控制系统的硬件结构和控制系统的各个组成部分；同时水下弱光图像处理是航行器的感知手段之一，我们通过双摄像头实现 360° 图像采集并通过一定算法进行处理。

3. 背景技术

海洋占地球表面约 71%，资源十分丰富，随着陆地资源的匮乏，人类进军海洋的步伐不断加快。在这一进程中，水下航行器发挥了不可或缺的作业。传统的水下推进器采用螺旋桨进行推进，具有安装方便、控制简单，易于更换维护等优点。但其效率低、噪声大、转向机动性差以及易出故障等实际问题也不容忽视。与此同时，水下生物经过数亿年的演化，进化出各种适应于水中运动的能力。通过模仿自然界水下生物的推进机理，能有效提高水下航行器的效率和机动性，以及减少噪声和对海洋生物造成伤害等问题。

锤头鲨又称双髻鲨，是鲨纲、双髻鲨科鱼类的统称。锤头鲨以其头部的形状而得名。研究证实，眼睛的分布使它拥有更广阔的视野，像人一样拥有双眼视力。本发明设计一种仿生锤头鲨的水下航行器，通过模仿其眼的位置进行全方向摄像头的配置，进行海底地形地貌、生物群系的观测。同时，我们在其两侧加装螺旋桨推进器，使其在前进时提供更大的动力，获得更高的速度。仿生尾翼推进航行器有着低噪声，低震动和高隐蔽性的特点，但推进效率较差，行进速度慢。而螺旋桨推进的航行器推进效率高，行进速度快，但随之而来的便是噪声高，隐蔽性差，因此我们将二者融合，针对不同工作场景进行不同的推进模式，实现了仿生学与螺旋桨动力学的融合。

4. 发明目的

本发明设计一种仿生锤头鲨的水下航行器，通过模仿其眼的位置进行全方

向摄像头的配置，进行海底地形地貌、生物群系的观测。并在头部的特殊结构处配备各式传感器，进行水下资源、海洋环境的探索。同时因为仿生尾翼推进航行器有着低噪声，低震动和高隐蔽性的特点，但推进效率较差，行进速度慢。而螺旋桨推进的航行器推进效率高，行进速度快但随之而来的便是噪声高，隐蔽性差，因此我们将二者融合，针对不同工作场景进行不同的推进模式，实现了仿生学与螺旋桨动力学的融合。在长距离运动行进时采用螺旋桨推进，提高行进速度，尽快到达指定位置；短距离观察探测采用尾翼推进进而实现低噪声，低震动和高隐蔽性的特点。

5. 发明内容

针对现有技术中存在的问题，本发明提出了一种复合推进式的仿生锤头鲨水下航行器，该航行器不仅可以针对不同工作场景进行不同的推进模式，在长距离运动行进时采用螺旋桨推进，提高行进速度，尽快到达指定位置；短距离观察探测采用尾翼推进进而实现低噪声，低震动和高隐蔽性的特点。还可以通过模仿锤头鲨其眼的位置进行双摄像头的配置，通过摆头实现类人双目视觉实现双目测距与 360° 图像采集。

为实现上述目的，本发明采用如下技术方案：一

1. 仿生推进尾翼的设计方案：本发明采用舵机控制板控制双舵机带动尾翼的推进方式，使尾翼具有更高的机动性，可以推动航行器进行转弯，自旋等复杂的动作。

2. 螺旋桨与尾鳍的运动配合方案：本发明螺旋桨安装在航行器的两侧，采用无刷电机调速器控制螺旋桨推进器，进行动力输出。在长距离运动行进时采用螺旋桨推进，提高行进速度，尽快到达指定位置；短距离观察探测采用尾翼推进进而实现低噪声，低震动和高隐蔽性的特点。

3. 航行器姿态调节方案：本发明采用直线步进电机操纵航行器内部的重物前后移动，从而改变航行器重心与浮心的相对位置，改变航行器姿态。同时通过航行器头部的抽吸水来改变航行器的部分重量，从而实现上浮下沉并辅助进行姿态调节。

4. 仿生航行器头部摆动探测方案：本发明在航行器头部与身体连接处加装

大扭力舵机，通过舵机的摆动带动其头部的整体摆动，实现摄像头的 360° 图像采集。

5. 水密性与外形减阻设计方案：本发明采用多硅胶垫圈过盈配合的方式进行水密舱的密封设计，利用硅胶垫圈的弹性形变达到密封效果，同时采用穿线螺栓将线路连接出来。外形采用流线型设计，通过仿真计算进行较为低阻力的外形。

6. 重心移动部步进电机控制方案：本发明采用步进电机控制器驱动步进电机，将步进电机控制器信号接口与主控板连接即可实现电机控制。

7. 多传感器信息融合的初步处理方案：本发明主控板通过 IMU、深度传感器等传感器反馈的数据，可以通过贝叶斯预测的方式实现对机器人当前位置的精确定位。并且通过卡尔曼滤波等优化算法，提高机器人定位的精度

8. 仿生锤头鲨双摄像头配置方案：本发明通过模仿锤头鲨其眼的位置进行双摄像头的配置，通过摆头实现类人双目视觉实现双目测距与 360° 图像采集

6. 发明效果

本发明的有益效果在于：

1. 实现了仿生学与螺旋桨推进学的融合，针对探测与行进两种工作状态采用两种推进方式。
2. 采用了移动重心与抽吸水相结合的姿态控制方式。
3. 仿生锤头鲨的类人双目视觉实现双目测距。
4. 仿生锤头鲨的摆头与双目视觉实现 360° 图像采集。

附图说明

图 1 为本发明水下航行器整体结构示意图。

图 2 为本发明水下航行器的上剖面示意图。

图 3 为本发明水下航行器的侧剖面示意图。

图 4 为本发明水下航行器工作流程图。

7. 具体实施方式

结合附图 1-4，对本发明作进一步的描述：

本发明主要由头部整流罩 1、水下照明灯 2、摄像头舱 3、抽吸水舱 4、颈

部舵机 5、主体整流罩 6、螺旋桨推进器 7、核心水密舱 8、一级尾部舵机 9、一级尾鳍 10、二级尾部舵机 11 和二级尾鳍 12 组成，航行器头部整流罩 1 通过螺栓、卡槽等机构将水下照明灯 2、摄像头舱 3、抽吸水舱 4 固定，同时依靠颈部舵机 5 连接主体整流罩 6，主体整流罩 6 中央放置核心水密舱 8，两侧放置双螺旋桨推进器 7，主体整流罩 6 尾部通过一级尾部舵机 9 连接一级尾鳍 10，同时一级尾鳍 10 通过二级尾部舵机 11 连接二级尾鳍 12。头部整流罩 1 可通过颈部舵机 5 输出带动摄像头等部左右摆动，双螺旋桨推进器 7 对称分布在航行器两侧，在主体整流罩 6 整流作用下提供推力，一级尾鳍 10 和二级尾鳍 12 在一级尾部舵机 9 和二级尾部舵机 11 的带动下做摆动。

所述抽吸水舱 4 主要由刚性外舱 4.1、双向抽水泵 4.2、柔性水舱 4.3 等部分组成，刚性外舱 4.1 维持抽吸水舱的体积，双向抽水泵 4.2 分抽水泵与放水泵，并通过导管透过航行器与外部导通，同时导通端连有单向阀使其保证单向流通，内部柔性水舱 4.3 在双向抽水泵 4.2 中抽水泵作用下进行抽水功能，在双向抽水泵 4.2 中放水泵与刚性外舱 4.1 内压力作用下进行放水功能。

所述的核心水密舱 8 主要由水密舱盖 8.1、穿线螺栓 8.2、深度传感器 8.3、姿态传感器 8.4、电池 8.5、控制单元 8.6、核心舱舱体 8.7、步进电机 8.8、丝杆 8.9、核心舱支架 8.10、重滑块 8.11 组成，其中 穿线螺栓 8.2 与深度传感器 8.3 通过螺纹固定在水密舱盖 8.1 上，姿态传感器 8.4、电池 8.5、控制单元 8.6 固定在核心舱支架 8.10 上，步进电机 8.8 带动丝杆 8.9 转动从而带动重滑块在核心舱内进行前后的直线运动，改变航行器重心。

所述的控制单元包括：固定板以及设置在固定板上的主控板、电源管理板、无刷电机调速控制板，步进电机控制器，舵机控制器，固定板与核心舱支架 8.10 通过螺栓固定连接，主控板和无刷电机调速控制板，步进电机控制器，舵机控制器，摄像头舱 3 中的摄像头，姿态传感器 8.4，双向抽水泵 4.2 连接，无刷电机调速控制板与螺旋桨推进器 7 连接，步进电机控制器与步进电机 8.8 连接，舵机控制器与颈部舵机 5，一级尾部舵机 9、二级尾部舵机 11 连接，电源管理板与电池 8.5 连接，为整个航行器电力部分进行供电。

所述的航行器工作流程如图 4 所示，主要为使用者在岸基或船基进行定点投放，航行器首先使用螺旋桨推进，快速行驶到指定工作位置，到达工作点后，

采用仿生尾翼推进进行探测侦察等工作，在行进与工作过程中，可通过头部抽水与重心改变相互配合控制航行器姿态，在工作时，航行器可利用双目摄像头配置进行 360°全方位视频采集，主控机对摄像头与各传感器采集数据进行初步处理并存储。最终工作完成航行器通过螺旋桨推进进行返航。

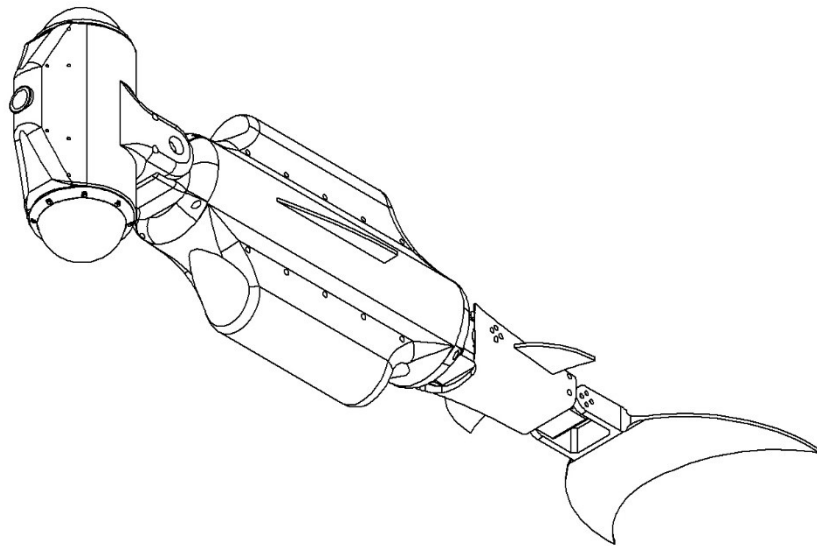


图 1 本发明水下航行器整体结构示意图

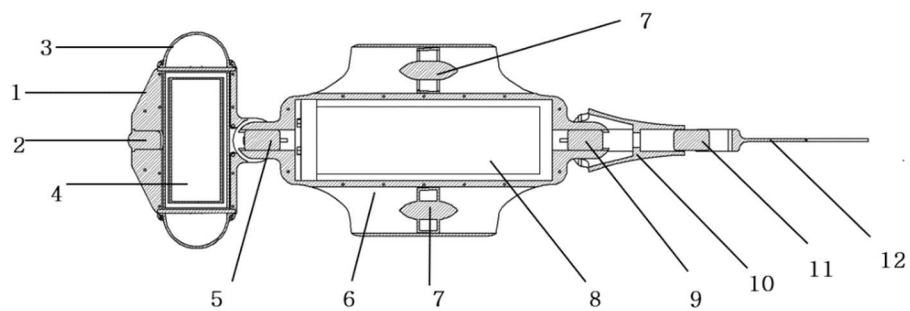


图2 本发明水下航行器的上剖面示意图

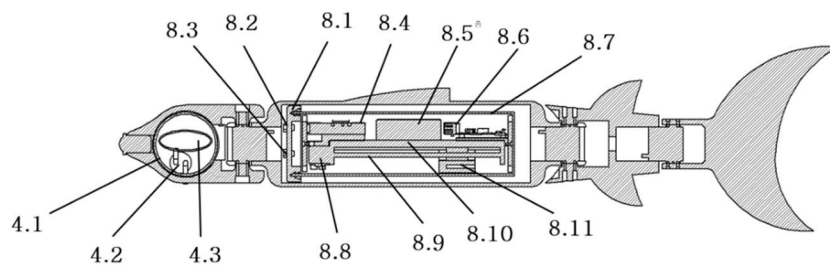


图3 本发明水下航行器的侧剖面示意图

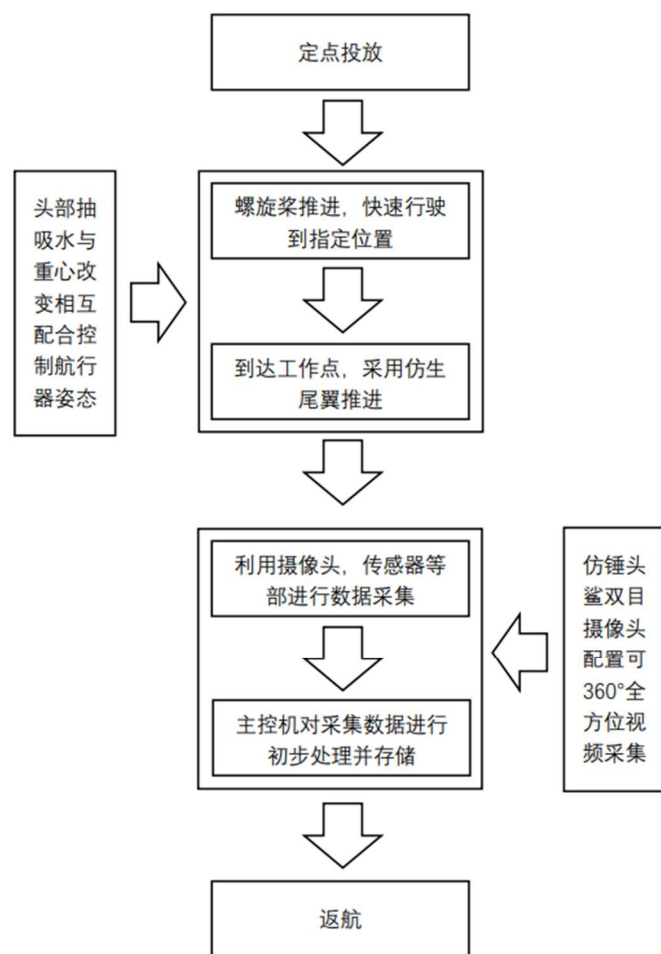


图 4 本发明水下航行器工作流程图