



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105775082 A

(43)申请公布日 2016.07.20

(21)申请号 201610121609.3

(22)申请日 2016.03.04

(71)申请人 中国科学院自动化研究所

地址 100190 北京市海淀区中关村东路95号

(72)发明人 喻俊志 吴正兴 刘金存 阳翔

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 宋焰琴

(51) Int. Cl.

B63H 1/36(2006.01)

G01N 33/18(2006.01)

G08C 17/02(2006.01)

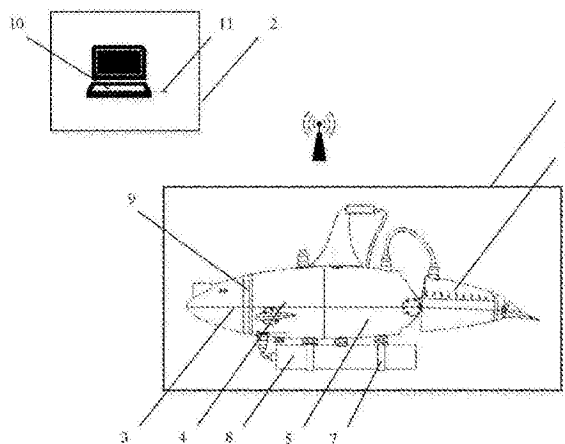
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

## (54)发明名称

一种面向水质监测的仿生机器海豚

## (57)摘要

本发明公开了一种面向水质监测的仿生机器海豚,包括仿生机器海豚和上位机监控系统。所述仿生机器海豚与上位机监控系统采用无线射频方式实现信息交互。本发明中仿生机器海豚采用虎鲸纺锤体低阻流线外形,以聚甲醛工程塑料制作耐压外壳,包括水质传感器模块、头部透明舱、胸鳍舱、主控舱和尾关节舱。所述水质传感器模块根据水质监测需求安装不同类型的水质传感器。胸鳍舱安装胸鳍驱动模块。主控舱安装背鳍驱动模块及尾关节驱动模块。尾关节舱安装尾鳍驱动模块。本发明可实现仿生机器海豚前进、转向、下潜、上浮等机动运动。本发明利用仿生机器海豚的高机动、低扰动、无污染等,通过携带水质传感器在狭窄、复杂和动态的水下环境中完成水质监测任务。



1. 一种面向水质监测的仿生机器海豚,包括仿生机器海豚和上位机监控系统;其中:所述仿生机器海豚与上位机监控系统采用无线射频方式实现信息交互,实时监测水质信息、位置信息、姿态信息,并无线发送给上位机监控系统,同时接收上位机监控系统发送的控制指令,执行相应的任务;

所述仿生机器海豚从位置功能上划分为:水质传感器模块、头部透明舱、胸鳍舱、主控舱和尾关节舱;

所述水质传感器模块采用独立悬挂方式,安装在所述仿生机器海豚的下侧,包括:水质传感器安装支架和水质传感器;

所述头部透明舱位于仿生机器海豚前端,舱内安装有至少一个传感器和第一信息采集模块,所述第一信息采集模块用于采集和处理所述头部透明舱中传感器信息;

所述胸鳍舱位于所述头部透明舱后方,所述胸鳍舱和所述头部透明舱之间采用密封圈固定;所述胸鳍舱内安装有胸鳍驱动模块,所述胸鳍驱动模块包括:胸鳍舵机、仿生胸鳍、第一传动轴,所述胸鳍舵机与所述仿生胸鳍通过第一传动轴相连,当所述胸鳍舵机往复运动时,通过第一传动轴来驱动仿生胸鳍往复运动;

所述主控舱位于胸鳍舱后方,包括:背鳍驱动模块和尾关节驱动模块;所述背鳍驱动模块包括:背鳍舵机、仿生背鳍、第二传动轴;所述背鳍舵机与所述仿生背鳍通过第二传动轴相连,当背鳍舵机往复运动时,通过第二传动轴来驱动仿生背鳍往复运动;所述尾关节驱动模块包括第一电机驱动模块、第一电机、第一主动齿轮、第一从动齿轮、第一转轴;第一电机驱动模块与第一电机连接,第一主动齿轮安装于第一电机的输出轴末端并与安装于第一转轴上的第一从动齿轮啮合;第一转轴与尾关节舱固定相连;当第一电机驱动模块驱动第一电机往复运动时,带动第一主动齿轮、第一从动齿轮转动,从而带动尾关节舱上下拍动;

所述尾关节舱位于主控舱的后方,包括尾鳍驱动模块和仿生尾鳍;所述尾鳍驱动模块包括第二电机驱动模块、第二电机、第二主动齿轮、第二从动齿轮;第二电机驱动模块与第二电机相连,第二主动齿轮安装于第二电机输出轴末端并与安装于第二转轴上的第二从动齿轮啮合,另外第二转轴与仿生尾鳍固定相连,当仿生尾鳍电极驱动模块驱动仿生尾鳍电机往复转动时,带动仿生尾鳍主动齿轮、仿生尾鳍从动齿轮往复转动,从而带动仿生尾鳍往复拍动。

2. 如权利要求1所述的仿生机器海豚,其中,所述头部透明舱中安装有惯性传感器、红外测距传感器、电池电量监测传感器和深度传感器;所述惯性传感器用于测量仿生机器海豚运动姿态;所述红外测距传感器安装于舱内两侧和前端,用于监测与周围障碍物的距离,电池电量监测传感器用于监测电池的剩余电量;所述深度传感器用于测量机器鱼下潜深度。

3. 如权利要求1所述的仿生机器海豚,其中,所述头部透明舱外安装有防水摄像头,用于获取水下环境信息。

4. 如权利要求1所述的仿生机器海豚,其中,所述胸鳍舱还安装有第一航空插头、第二航空插头、第三航空插头、电池组和第二信息采集模块;所述电池组为整个仿生机器海豚供电,在电量不足的情况下,通过第一航空插头充电器连接进行充电;所述第二航空插头与所述水质传感器通过航空插头连接线连接;所述第二航空插头还与第二信息采集模块通过串口连接,所述第二信息采集模块用于采集、处理水质信息;所述第三航空插头作为预留接

口,其功能和连接方式与第二航空插头一致。

5.如权利要求4所述的仿生机器海豚,其中,所述主控舱还包括第一控制模块、第一无线射频收发模块和第四航空插头,所述第一控制模块与所述第一信息采集模块、第二信息采集模块连接,用于获取第一信息采集模块和第二信息采集模块的信息,所述第一控制模块还与第一电极驱动模块相连;第一控制模块还与第一无线射频收发模块相连,第一无线射频收发模块与位于上位机监控系统的第二无线射频收发模块无线连接;所述第四航空插头与所述第一控制模块连接,用于实现尾关节舱的供电和与主控舱之间的通信。

6.如权利要求5所述的仿生机器海豚,其中,所述尾关节舱位还包括第二控制模块和第五航空插头;所述第二控制模块与所述第二电机驱动模块相连,还与第五航空插头通过串口线连接;所述第五航空插头与第四航空插头通过航空插头连接线连接。

7.如权利要求4所述的仿生机器海豚,其中,所述仿生背鳍上部安装有GPS定位模块,用于获得所述仿生机器海豚的地理位置信息;GPS定位模块通过GPS连接线与第二信息采集模块相连,将获取的地理位置信息传递给第二信息采集模块。

8.如权利要求1所述的仿生机器海豚,其中,所述尾鳍驱动模块和所述尾关节驱动模块联合作用使仿生机器海豚尾部上下摆动,产生动力。

9.如权利要求6所述的仿生机器海豚,其中,所述上位机监控系统还包括监控计算机,监控计算机和所述第二无线射频收发模块通过串口相连,第一控制模块将当前仿生机器海豚的游动信息和水质信息通过无线方式发送给所述监控计算机进行显示,同时将监测人员下达的运动控制指令发送给第一控制模块,第一控制模块接收到控制指令后一方面驱动胸鳍、背鳍、尾关节舱运动,另一方面将控制指令通过串口传送给第二控制模块,以驱动尾鳍运动,控制仿生机器海豚实现相应运动。

## 一种面向水质监测的仿生机器海豚

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种水质监测机器人,更具体地涉及一种面向水质监测的仿生机器海豚。

### 背景技术

[0002] 随着我国经济的快速发展,工业污水、生活废水等污染物不断排放到河流、湖泊中,给人们的身体健康带来极大危害,严重破坏生态平衡,因此进行水质监测具有重大意义。传统水质监测方法主要包括人工监测及自动水质监测站点监测。前者主要依靠工作人员定时定点提取某断面或监测点的水样,完成离线或在线化验,耗时长、效率低且无法监测一定深度的水质;后者则成本高、周期长、范围局限并存在污染隐患。因此,有必要设计一种新型的水质监测系统,能够针对不同深度水域、不同作业任务完成机动灵活的、实时动态无污染的监测。

[0003] 作为一种机动灵活的水下仿生机器人,仿生机器海豚为高性能水质监测系统的研制提供了新的思路和途径。在自然界,海豚经过漫长的自然进化,发展出非凡的水中游动能力。凭借优异的生理构造和本能的游动机理,海豚通过躯干上下及左右的强劲、协调拍动,表现出卓越的灵活性和机动性,能够轻易实现各种高机动运动,例如,急转、下潜、上浮等。作为仿生学及机电学高度发展相结合的产物,仿生机器海豚实现了海豚游动的优良性能。与传统基于螺旋桨推进的水下航行器相比,仿生机器海豚实现了推进器与舵的统一,具有高机动、低扰动、无污染等优点,从而更加适合在狭窄、复杂和动态的水下环境中执行水质监测等作业。

[0004] 在申请号为201110158852.X的发明专利申请中,所述的基于机器海豚的水质监测系统重点在于原位式检测节点网、机器海豚动态节点和上位机系统的通讯连接上,没有涉及到适用于水质监测的机器海豚设计方面。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,针对上述传统水质监测方式存在的不足,本发明提供一种面向水质监测的仿生机器海豚,以实现机动灵活、实时动态的水质监测。

[0006] 为实现上述目的,本发明提出了一种面向水质监测的仿生机器海豚,包括仿生机器海豚和上位机监控系统;其中:所述仿生机器海豚与上位机监控系统采用无线射频方式实现信息交互,实时监测水质信息、位置信息、姿态信息,并无线发送给上位机监控系统,同时接收上位机监控系统发送的控制指令,执行相应的任务;

[0007] 所述仿生机器海豚从位置功能上划分为:水质传感器模块、头部透明舱、胸鳍舱、主控舱和尾关节舱;

[0008] 所述水质传感器模块采用独立悬挂方式,安装在所述仿生机器海豚的下侧,包括:水质传感器安装支架和水质传感器;

[0009] 所述头部透明舱位于仿生机器海豚前端,舱内安装有至少一个传感器和第一信息

采集模块,所述第一信息采集模块用于采集和处理所述头部透明舱中传感器信息;

[0010] 所述胸鳍舱位于所述头部透明舱后方,所述胸鳍舱和所述头部透明舱之间采用密封圈固定;所述胸鳍舱内安装有胸鳍驱动模块,所述胸鳍驱动模块包括:胸鳍舵机、仿生胸鳍、第一传动轴,所述胸鳍舵机与所述仿生胸鳍通过第一传动轴相连,当所述胸鳍舵机往复运动时,通过第一传动轴来驱动仿生胸鳍往复运动;

[0011] 所述主控舱位于胸鳍舱后方,包括:背鳍驱动模块和尾关节驱动模块;所述背鳍驱动模块包括:背鳍舵机、仿生背鳍、第二传动轴;所述背鳍舵机与所述仿生背鳍通过第二传动轴相连,当背鳍舵机往复运动时,通过第二传动轴来驱动仿生背鳍往复运动;所述尾关节驱动模块包括第一电机驱动模块、第一电机、第一主动齿轮、第一从动齿轮、第一转轴;第一电机驱动模块与第一电机连接,第一主动齿轮安装于第一电机的输出轴末端并与安装于第一转轴上的第一从动齿轮啮合;第一转轴与尾关节舱固定相连;当第一电机驱动模块驱动第一电机往复运动时,带动第一主动齿轮、第一从动齿轮转动,从而带动尾关节舱上下拍动;

[0012] 所述尾关节舱位于主控舱的后方,包括尾鳍驱动模块和仿生尾鳍;所述尾鳍驱动模块包括第二电机驱动模块、第二电机、第二主动齿轮、第二从动齿轮;第二电机驱动模块与第二电机相连,第二主动齿轮安装于第二电机输出轴末端并与安装于第二转轴上的第二从动齿轮啮合,另外第二转轴与仿生尾鳍固定相连,当仿生尾鳍电极驱动模块驱动仿生尾鳍电机往复转动时,带动仿生尾鳍主动齿轮、仿生尾鳍从动齿轮往复转动,从而带动仿生尾鳍往复拍动。

[0013] 其中,所述监控计算机和所述第二无线射频收发模块通过串口相连。所述第二无线射频收发模块与所述第一无线射频收发模块通过无线方式通讯。所述控制模块II将仿生机器海豚的位置信息、姿态信息和水质信息通过无线方式发送给所述监控计算机进行实时显示,同时也将所述监控计算机下发的控制指令发送给各个驱动模块,实现仿生机器海豚的上浮、下潜、偏航和横滚等功能。

[0014] 基于上述技术方案,本发明的优点是:本发明提出的一种面向水质监测的仿生机器海豚能够携带不同的水质传感器实现多水质监测任务,并能够携带水下摄像机获取水下环境信息。仿生机器海豚采用低阻流线外形设计,并以POM材料制作硬性外壳,增强耐水压能力,提高下潜深度。同时,仿生机器海豚采用斯特封动密封技术实现转动轴的防水密封,消除传统机器海豚蒙皮包裹防水技术存在的安全隐患,例如蒙皮易氧化及破漏等。仿生机器海豚能够实现灵活的浮潜运动,并与上位机监控系统采用无线通信实现信息交互,从而增大了水质监测区域。同时,上位机监控系统能够实时显示当前水质信息和仿生机器海豚的游动信息,并能够根据信息反馈实现仿生机器海豚的游动控制。

## 附图说明

[0015] 图1为本发明面向水质监测的仿生机器海豚整体结构示意图;

[0016] 图2为本发明仿生机器海豚水质传感器模块结构示意图。

[0017] 图3为本发明仿生机器海豚头部透明舱结构示意图;

[0018] 图4为本发明仿生机器海豚胸鳍舱结构示意图;

[0019] 图5为本发明仿生机器海豚主控舱结构示意图;

[0020] 图6为本发明仿生机器海豚尾关节舱结构示意图；

[0021] 图7为本发明仿生机器海豚样机示意图。

### 具体实施方式

[0022] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，并参照附图，对本发明作进一步的详细说明。

[0023] 下面通过结合附图对本发明的技术方案作进一步地阐述说明。

[0024] 如图1所示，本发明的一种面向水质监测的仿生机器海豚，包括仿生机器海豚1和上位机监控系统2。其中：仿生机器海豚1与上位机监控系统2采用无线射频方式实现信息交互，实时监测水质信息、位置信息、姿态信息通过无线发送给上位机监控系统2，同时接收上位机监控系统2发送的控制指令，执行相应的任务。

[0025] 所述仿生机器海豚1采用虎鲸纺锤体低阻流线外形设计，并以聚甲醛工程塑料(POM)制作硬性外壳，增强耐压能力，提高下潜深度。所述仿生机器海豚采用斯特封动密封技术实现输出轴的防水功能，消除传统机器海豚采用防水蒙皮包裹而带来的安全隐患，轴在旋转时，由于轴与机壳间存在间隙，就会产生泄漏，而且介质压力越高、轴的转速越高，越容易产生泄漏。O形密封圈与聚四氟乙烯滑环的组合密封应用到本发明中，实现输出轴防水功能。所述仿生机器海豚采用多种传感器，包括惯性导航传感器、GPS、红外测距传感器、电池电量传感器、深度传感器、视觉传感器及水质传感器，通过多传感器信息融合处理，保证任务执行过程中的壁障、定位及导航，实现水质监测任务。所述仿生机器海豚从位置功能上划分为：水质传感器模块、头部透明舱、胸鳍舱、主控舱和尾关节舱所述仿生机器海豚1从位置功能上划分为：水质传感器模块、头部透明舱3、胸鳍舱4、主控舱5和尾关节舱6。

[0026] 所述水质传感器模块采用独立悬挂方式，安装在仿生机器海豚1的下侧，如图2所示，由水质传感器安装支架7和水质传感器8组成。能够根据水质检测任务需要，安装不同类型的水质传感器8，例如，PH值传感器、溶解氧传感器、电导率测定仪、叶绿素测定仪等，实现多种水质监测。

[0027] 所述头部透明舱3位于仿生机器海豚前端，如图3所示，舱内安装有惯性传感器12、红外测距传感器13、电池电量监测传感器14、深度传感器15、信息采集模块I 16、红色LED灯17。所述惯性传感器12用于测量仿生机器海豚运动姿态。所述红外测距传感器13安装于舱内两侧和前端，用于监测与周围障碍物的距离，电池电量监测传感器14，用于监测电池的剩余电量，在电量不足的情况下，舱内红色LED灯17变亮，进行报警。所述深度传感器15用于测量机器鱼下潜深度。信息采集模块I 16通过串口与惯性传感器12、红外测距传感器13、电池电量测量传感器14、深度传感器15相连，采集、处理头部舱的传感器信息。所述头部透明舱3采用亚克力材料制造，在保障足够耐压的情况下，具有极佳的透明性。

[0028] 头部透明舱3外安装有防水摄像头18，用于获取水下环境信息。

[0029] 所述胸鳍舱4位于头部透明舱3的后方，两者之间采用密封圈9固定。如图4所示，舱内安装有胸鳍驱动模块、航空插头19、航空插头20、航空插头21、电池组22、信息采集模块II 23。所述胸鳍驱动模块包括：胸鳍舵机24、仿生胸鳍25、传动轴26。所述胸鳍舵机24与所述仿生胸鳍25通过传动轴26相连，当舵机24往复运动时，通过传动轴26来驱动仿生胸鳍25往复运动，即胸鳍25绕着转动轴26从胸鳍攻角-90度到90度的往复运动，胸鳍舱内采用两套独立

的胸鳍驱动模块,故而能够实现仿生机器海豚1俯仰、横滚运动,所述两套独立的胸鳍驱动模块分别控制两个独立的胸鳍转动,当所述两只胸鳍的攻角同向时,所述机器海豚做俯仰运动;当所述两只胸鳍的攻角反向时,所述机器海豚做横滚运动。所述电池组22为整个仿生机器海豚供电,在电量不足的情况下,通过航空插头19与充电器连接进行充电。

[0030] 所述航空插头20与所述水质传感器8通过航空插头连接线连接。所述航空插头20还与信息采集模块II 23通过串口连接,所述信息采集模块II 23用于采集、处理水质信息。所述航空插头21作为预留接口,其功能和连接方式与航空插头20一致。

[0031] 所述主控舱5位于胸鳍舱4后方,如图5所示,包括:背鳍驱动模块、尾关节驱动模块、控制模块I 27、第一无线射频收发模块28、航空插头29。所述背鳍驱动模块包括:背鳍舵机30、仿生背鳍31、传动轴32。所述背鳍舵机30与所述仿生背鳍31通过传动轴32相连,当背鳍舵机30往复运动时,通过传动轴32来驱动仿生背鳍31往复运动,即仿生背鳍31绕着传动轴32正负90度的往复运动,从而辅助仿生机器海豚1实现偏航运动,另外仿生背鳍31在仿生机器海豚运动时还起到平衡的作用。仿生背鳍31上部安装有GPS定位模块33,可以获得所述仿生机器海豚1的地理位置信息。GPS定位模块33通过GPS连接线与信息采集模块II 23相连,将获取的地理位置信息传递给信息采集模块II 23。其中,所述主控舱5和胸鳍舱4之间通过螺母联接,且内部通过密封圈密封。

[0032] 所述尾关节驱动模块包括电机驱动模块34、电机35、主动齿轮36、从动齿轮37、转轴38。电机驱动模块34一端与控制模块I 27相连,另一端与电机35连接,主动齿轮36安装于电机35的输出轴末端并与安装于转轴38上的从动齿轮37啮合。转轴38与尾关节舱6固定相连。当驱动电机35往复运动时,带动主动齿轮36、从动齿轮37转动,从而带动尾关节舱6上下拍动。

[0033] 所述尾关节舱6位于主控舱5的后方,如图6所示,包括尾鳍驱动模块、仿生尾鳍39、控制模块II 43、航空插头44。其中,尾关节舱6与主控舱5通过转轴38进行连接,伸出主控舱的主动齿轮36采用斯特封动密封技术实现防水功能,尾关节舱的密封主要是通过对伸出尾关节舱的主动齿轮41采用斯特封动密封技术实现防水功能。

[0034] 所述尾鳍驱动模块包括电机驱动模块45、电机46、主动齿轮41、从动齿轮42。电机驱动模块45一端与控制模块II 43相连,另一端与电机46相连,主动齿轮41安装于电机46输出轴末端并与安装于转轴40上的从动齿轮42啮合,另外转轴40与仿生尾鳍39固定相连,当驱动电机46往复转动时,带动主动齿轮41、从动齿轮42往复转动,从而带动仿生尾鳍39往复拍动。

[0035] 所述控制模块II 43与航空插头44通过串口线连接。航空插头44与航空插头29通过航空插头连接线连接,航空插头29通过串口线与控制模块I 27连接,实现尾关节舱7的供电和与主控舱5之间的通信。信息采集模块I 16、信息采集模块II 23与控制模块I 27通过串口连接,从而将处理后的传感器的信息传送给控制模块I 27。所述胸鳍驱动模块、背鳍驱动模块与控制模块I 27串口相连,控制模块I 27与第一无线射频收发模块28通过串口相连,第一无线射频收发模块28与位于上位机监控系统2的第二无线射频收发模块11无线连接。

[0036] 所述上位机监控系统2还包括监控计算机10。监控计算机10和第二无线射频收发模块11通过串口相连。控制模块I 27将当前仿生机器海豚的游动信息和水质信息通过无线

方式发送给所述监控计算机10进行显示,供监测人员观察,同时将监测人员下达的运动控制指令发送给控制模块I 27,控制模块I 27接收到控制指令后一方面驱动胸鳍、背鳍、尾关节舱运动,另一方面将控制指令通过串口传送给控制模块II 43,驱动尾鳍运动,控制仿生机器海豚1实现前进、转向、上浮、下潜等功能。

[0037] 所述尾鳍驱动模块和所述尾关节驱动模块联合作用使仿生机器海豚尾部上下摆动,产生动力。

[0038] 所述监控计算机和所述第二无线射频收发模块通过串口相连。所述第二无线射频收发模块与所述第一无线射频收发模块通过无线方式通讯。所述控制模块II将仿生机器海豚的位置信息、姿态信息和水质信息通过无线方式发送给所述监控计算机进行实时显示,同时也将所述监控计算机下发的控制指令发送给各个驱动模块,实现仿生机器海豚的上浮、下潜、偏航和横滚等功能。

[0039] 图7为根据本发明上述技术方案制作的仿生机器海豚样机。如图7所示,其尺寸(长×宽×高)为760mm×320mm×300mm,总重量约为6.3kg。在测试中,机器海豚依靠两关节身体拍动实现了海豚式背腹式推进。

[0040] 最后应说明:以上所述具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



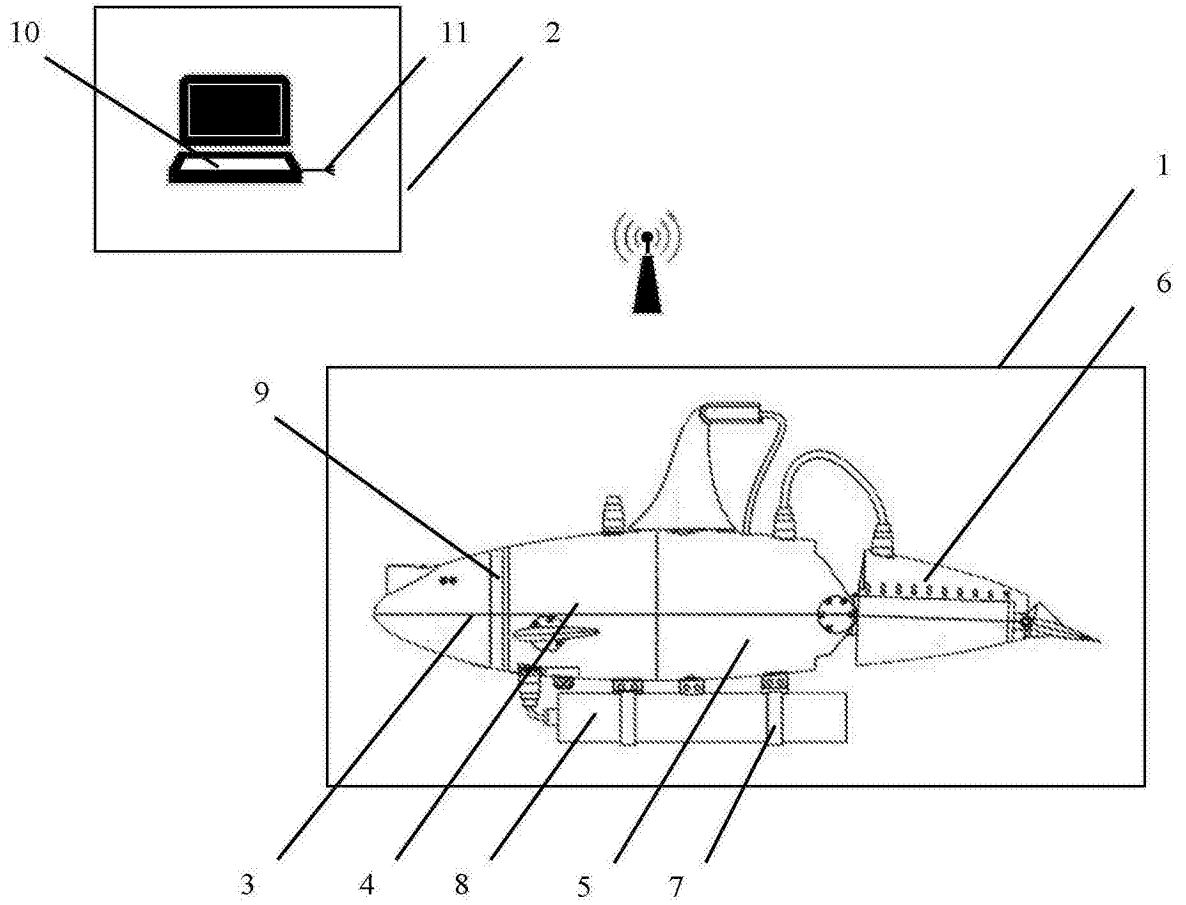


图1

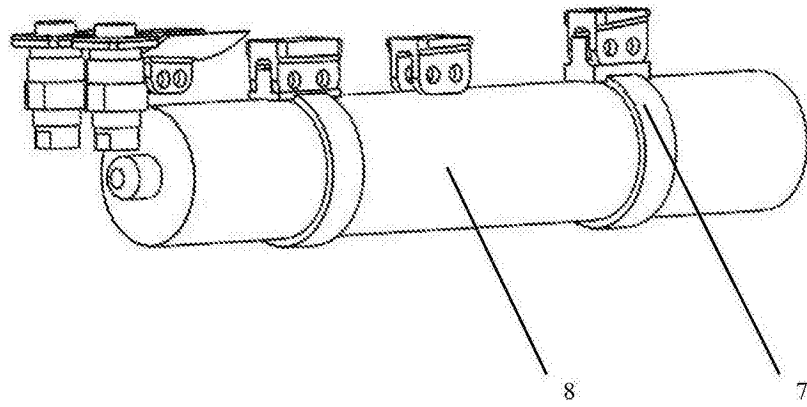


图2

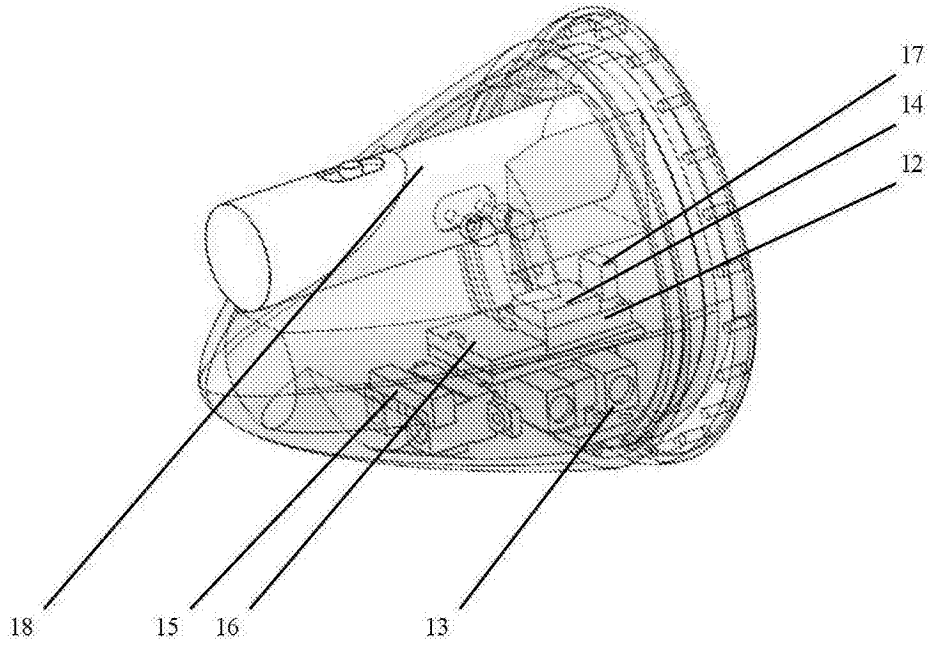


图3

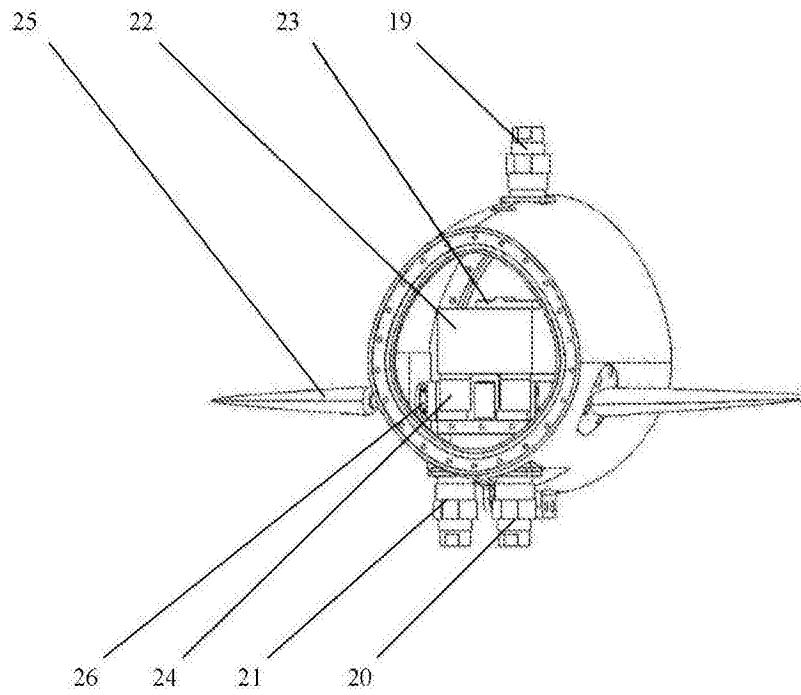


图4

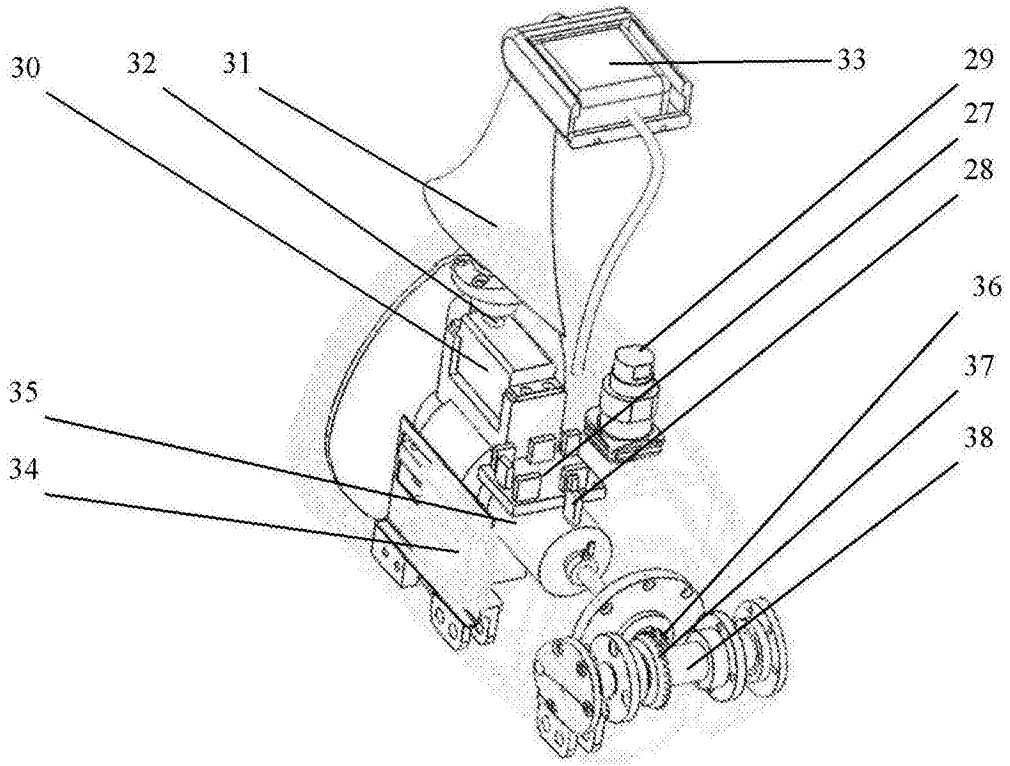


图5

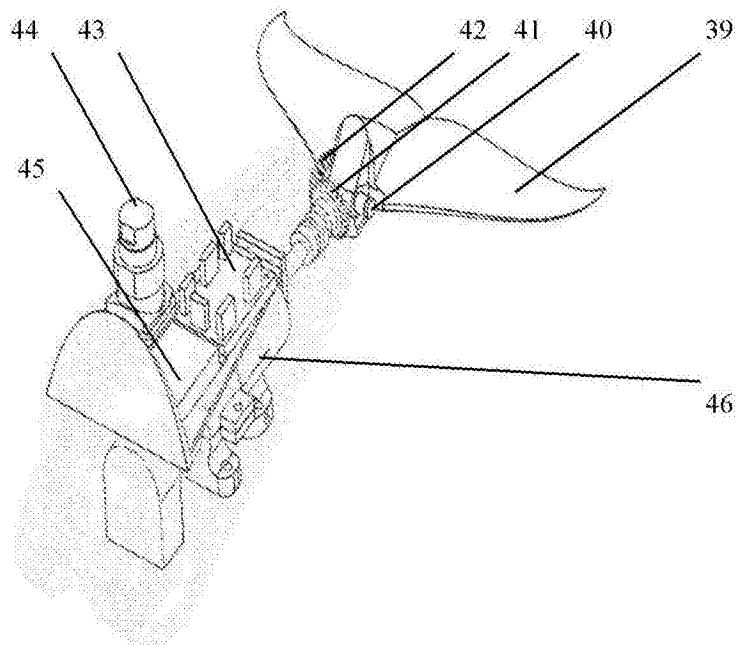


图6

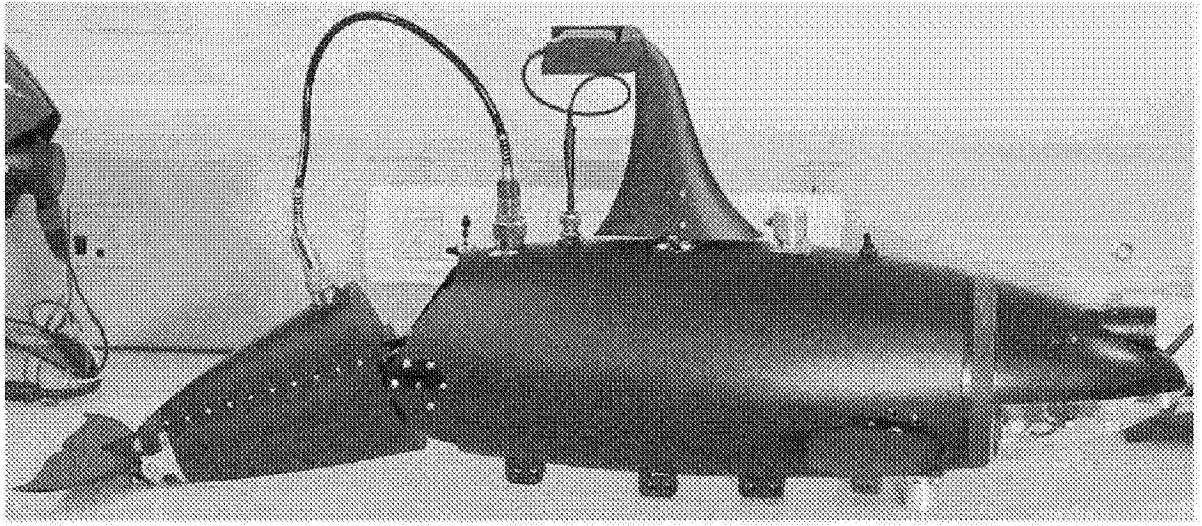


图7