

一种跨介质仿生机器飞鱼

答辩人：唐天扬

指导教师：雷烨



研究背景



设计方案



实验研究
与创新点



项目安排
与
时间点

研究背景

本项目组依据国内外既往研究与发展趋势进行选题

选题背景

国内发展现状

国外发展现状

选题背景



 “十八大十九大”规划与“新基建”的提出

建设海洋强国，发展水下装备

航行器发展受介质制约，信息交互，多维姿态感知，突击攻防能力收到限制

固体燃料提供动力的跨介质航行器领域方向研究国内尚为空白

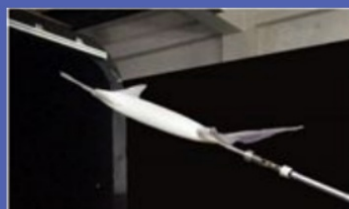
国外发展现状

注重变体式跨介质航行器发展，同时开始研究不同种类的跨介质推进方法



2010-2014年

布里斯托大学仿“海鸦”多模式水下扑翼推进器



2014年

英国帝国理工大学仿飞乌贼喷水推进装置



2014年

美国海军实验研究所变体无人机“Flimmer”，可改变空中与水中构型

国内发展现状

目前国内开展两栖飞行器研究的科研机构还比较少，主要集中在原理样机研制、测试和水空过渡阶段关键技术验证两个方面。



2009年

北京航空航天大学
的“飞鱼”潜水无人机



2011年

南昌航空大学的潜水无
人机样机

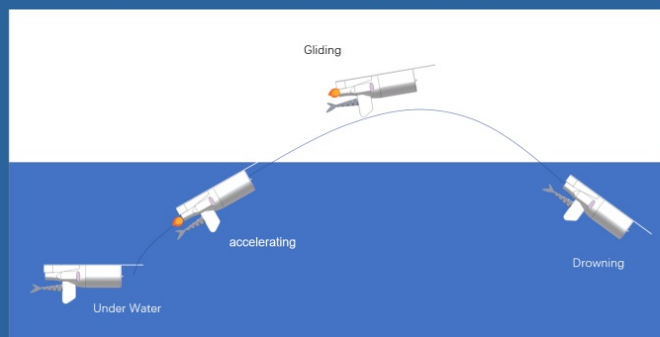


2015年

北京航空航天大学
的“鲉鸟”潜水无人机

设计方案

通过前期背景调查，文献查询和计算仿真，我们设计了一种基于固态能量源的可多次跨介质机器飞鱼



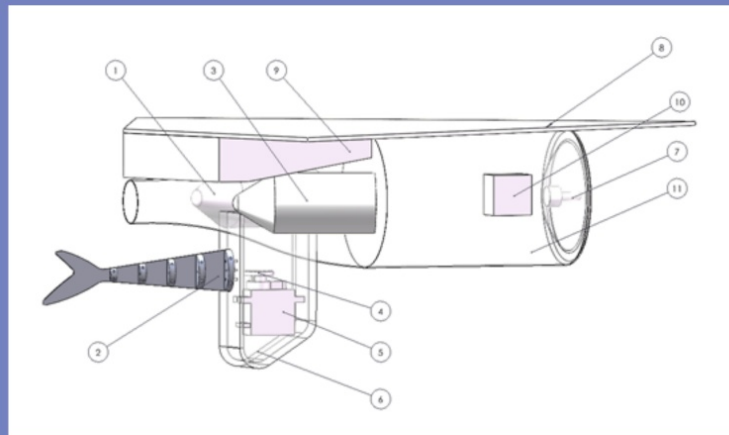
机械设计

硬件设计

软件设计

机械设计

我们设计了一个能进行多项测试的原理验证机



1、3 燃料罐 2 整体尾鳍 4 舵盘 5 舵机 6 舵机固定盒 7 单向阀 8 机翼 9 电路防水盒
10 点火装置 11 主体

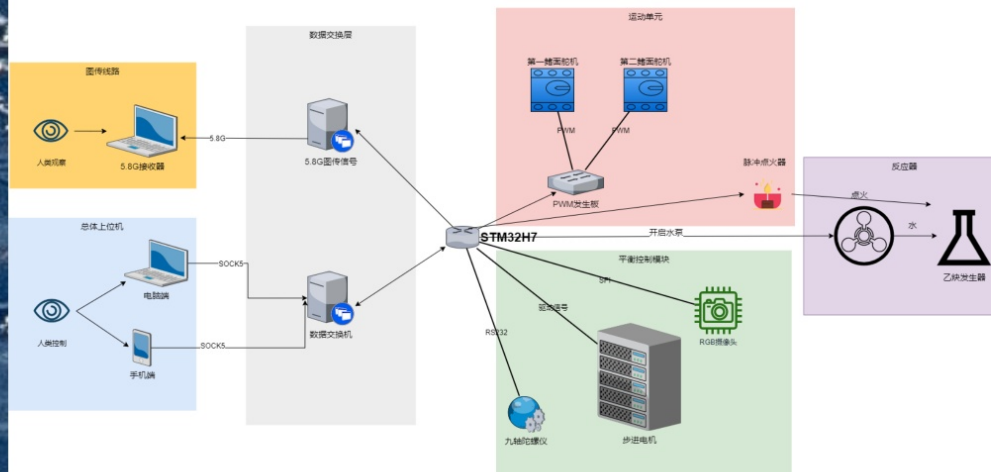


MPF水下推进方式验证原理机设计1

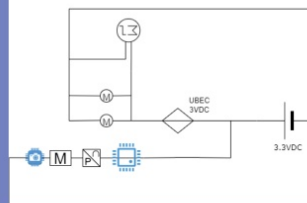
硬件设计

以STM32H7作为下位机主控，除了能实现原理机设计所要求的功能外预留了多种传感器与通信接口

系统总体框架图



供电电路拓扑图



硬件超轻量化设计

主控板板载ESP32-S3芯片，可完成2.4G图传与控制信号的无线传输，可执行对图像的目标识别与跟踪（基于其内置的硬件向量加速模块执行ESP-ONE API）

主控板总重量 37g

点火装置使用小型逆变器将3v电压升至0.5KV-0.8KV，通过击穿空气点火

点火装置总重 20g

电池使用3.3V锂聚合物200mAh电池

总重 15g

水泵采用空心杯蠕动泵结构

总重 53g

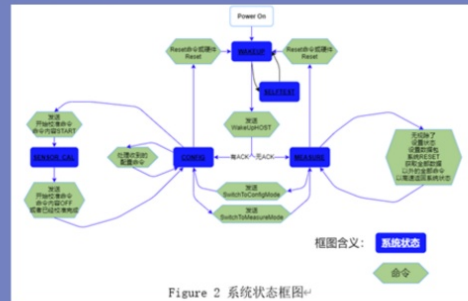
硬件必要部分重量 125g

得益于硬件的轻量化设计与小体积 采用聚氨酯711代替水密舱进行硬件绝缘工作，进一步减轻整机重量

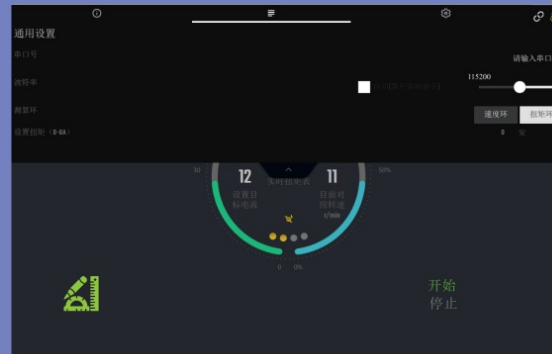
物理性能	
硬度测定（丢洛修氏A）	50-60
抗拉强度（psi）	680
抗伸强度（%）	85
热膨胀系数（℃）	25 x 10 ⁻⁶
导热系数 BTU-in/(ft2) (hr) (°F)	1.5
有效温度范围（℃）	-60-125
电子性能	
绝缘强度, volts/mil	420
绝缘常数, 1KHz	3.5
耗散系数, 1KHz	0.015
体积电阻系数, ohm/cm	1.2x10 ¹⁴

软件设计

基于项目组使用的ATOM_LINKER协议（已获得软著）以约定接口和表对下位机进行调试维护



使用QT界面实现上位机直观快捷地进行调试工作



计划部署集群算法实现对多个AUV的控制，实现快速探测等工作

实验研究与创新点

在设计方案后，我们对方案的各个模块都进行了大量的可行性实验，通过这些实验收集了大量数据并迭代了原理机方案

实验1
水下推进方案
可行性实验

实验2
固体能量源
实现跨介质
推进实验

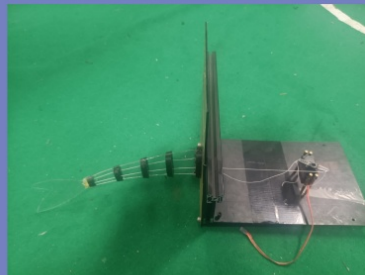
实验3
不同条件对
跨介质推进
力影响实验

实验4
聚氨酯711
防水能力
测试

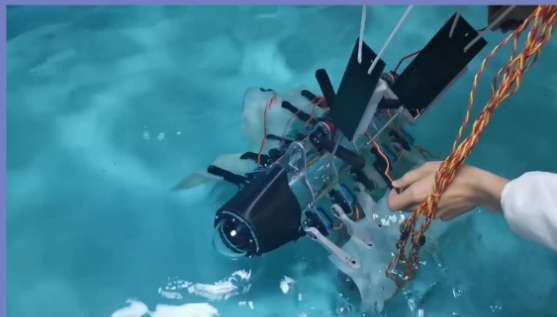
创新点

水下推进方案可行性实验

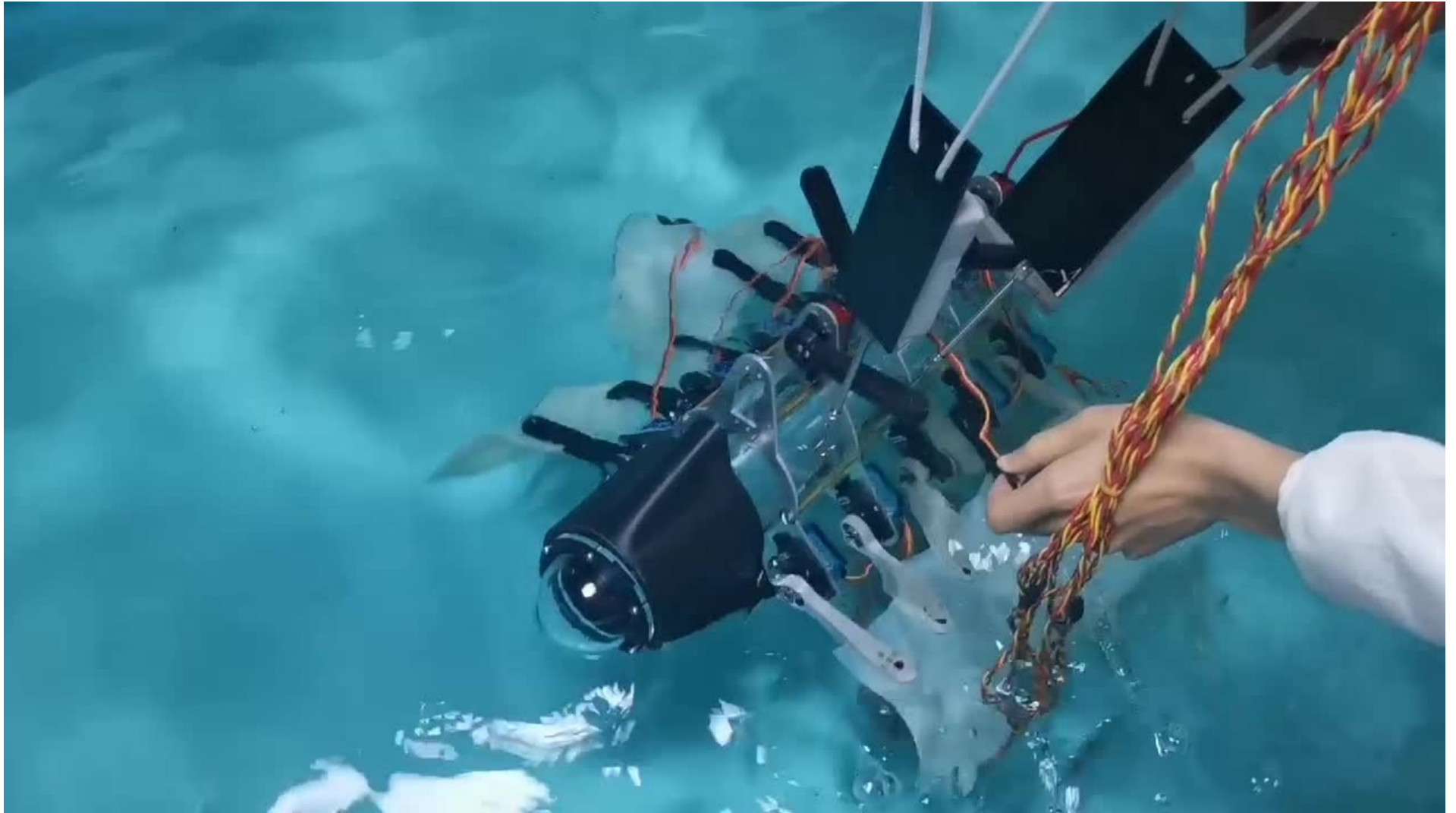
决定了使用BCF或是MPF的推进模式实现水下推进



构建了BCF尾鳍模型并进行了测力实验

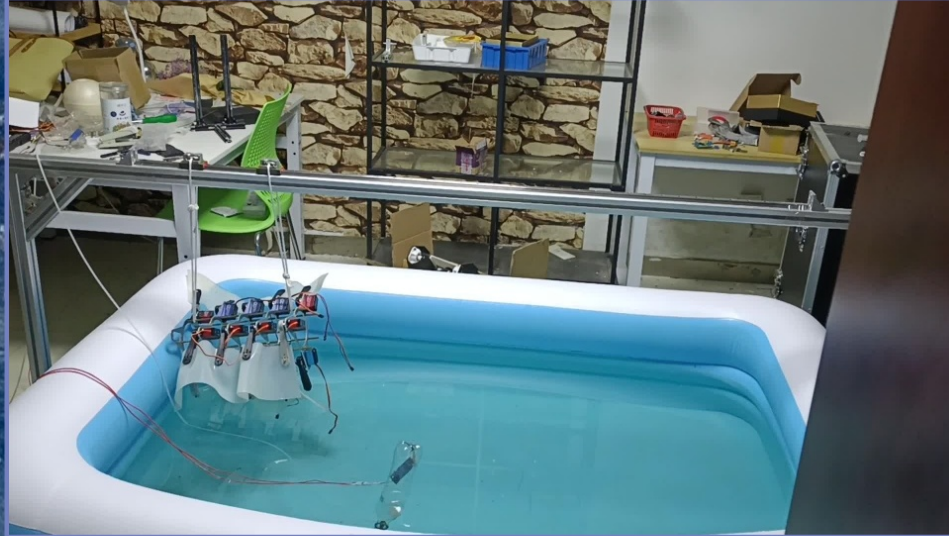


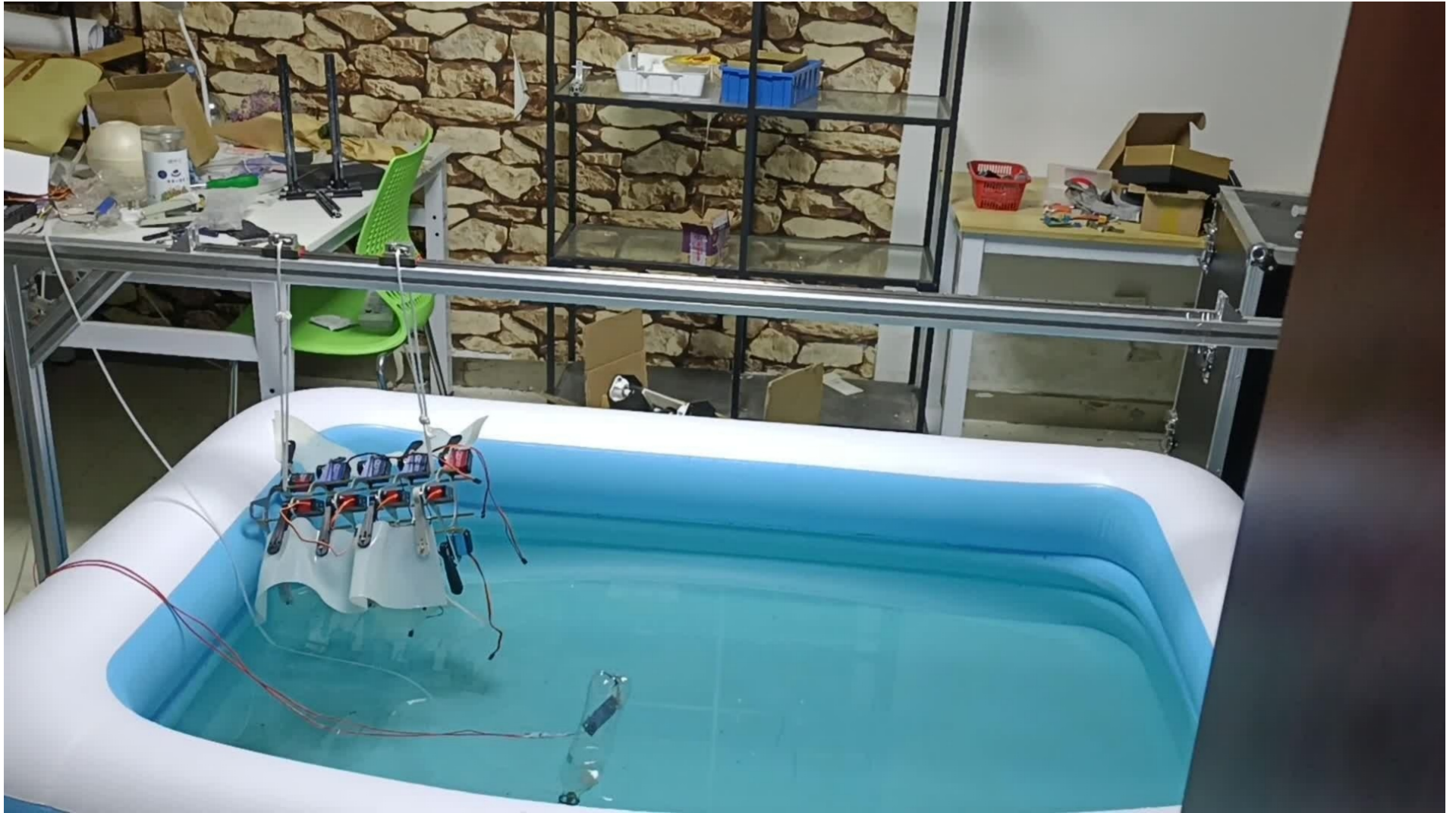
基于MPF波动鳍实验得到推进力数据



固体能量源实现跨介质推进实验

构建了集合了燃烧室，反应室，点火装置的模型进行实验





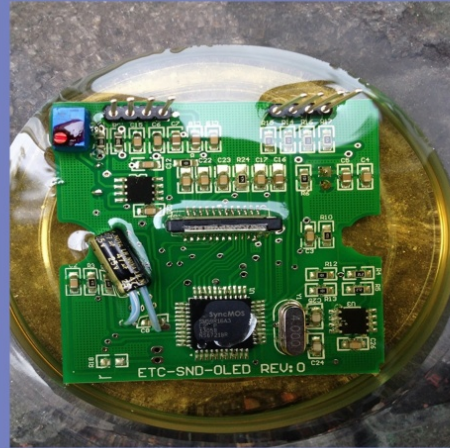
不同条件对跨介质推进力影响实验





聚氨酯711防水能力测试

进行了为期2周的防水测试，测试电路板在两周后运行无任何异常，
封装表面硬度和状态较测试前没有明显变化



创新点

- 1.可自动充水的燃烧室
- 2.使用固体能量源的化学反应作为跨介质推进的能量来源
- 3.使用注册表式通讯系统进行上下位机通讯，可实现IAP固件更新
- 4.可拓展设计，方便迭代
- 5.设计中考虑了引入集群算法使得航行器可以高效的完成未来可能的任务

项目安排与时间点

计划成果:

3个软著（上位机，姿态调整算法，推进力计算软件）

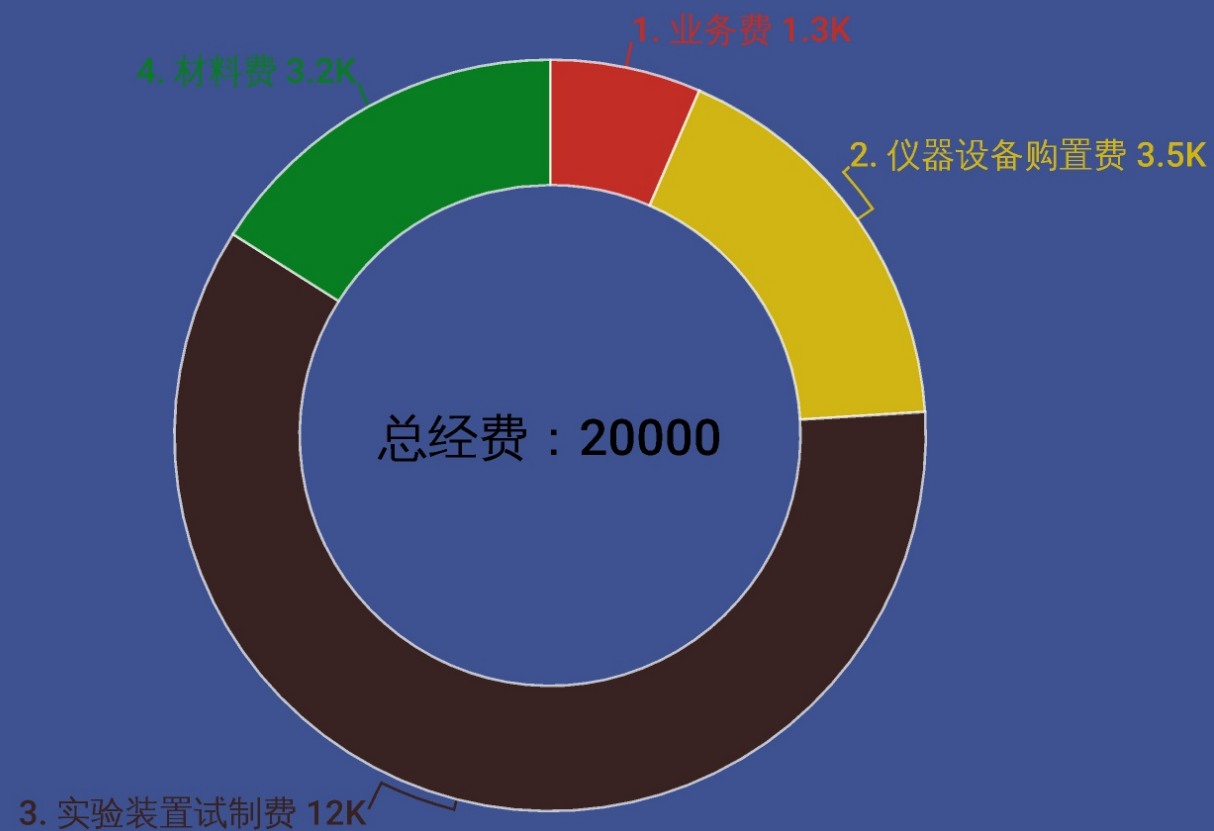
1个专利

1个航海杯相关奖项

1个可实现连续介质跨越的仿生飞鱼跨介质航行器







● 1. 业务费 ● 2. 仪器设备购置费 ● 3. 实验装置试制费 ● 4. 材料费

谢谢！
敬请各位专家批评指正！

TAHNK YOU FOR WATCHING

一种跨介质仿生机器飞鱼

答辩人：唐天扬

指导教师：雷烨



研究背景



设计方案



实验研究
与创新点



项目安排
与
时间点