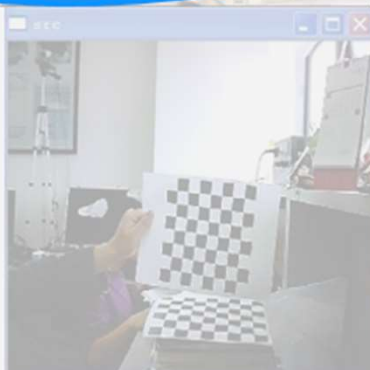




第九届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛

探索水下万里世界，引领海洋智能未来

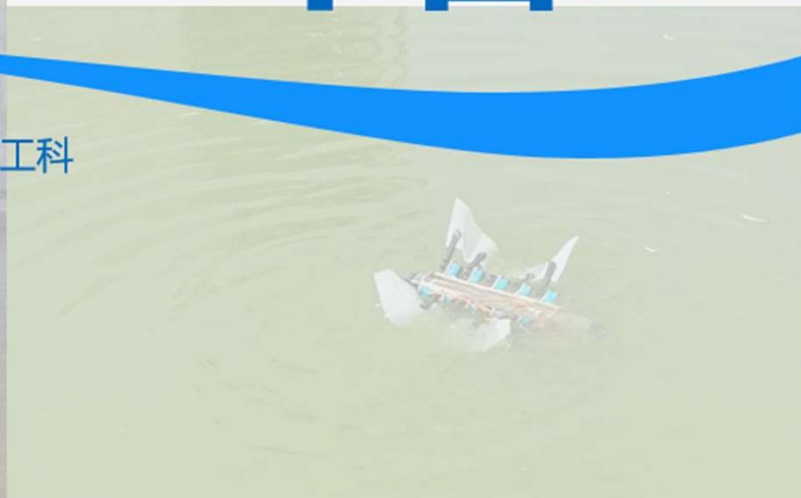
智游九洋—— 三波动鳍仿生AUV平台



63145678 用一条长鳍来替代传统的航行器

■ 赛道：高教主赛道-本科生创意组-新工科

■ 负责人：唐天扬 18918388380



项目要点陈述

五位一体

团队维度Teamwork

架构合理、热爱凝聚、实力与潜力并存

创新维度Innovation

三波动鳍机械结构、通信协议、软件算法**创新性设计、创造性开发**

教育维度Education

学校大力支持，**产学研协同**，促进教育机器人领域发展



商业维度Business

开创**国内第一家商用波动鳍装置**！

社会价值维度Social Value

应用领域广，覆盖客户多，兼顾深度与广度，**促进机器人公众普及与技术精深**

政策利好

《中国制造2025》聚焦水下机器人行业风口

项目背景

解决方案

核心产品

技术成果

核心团队

资源支持

商业模式

发展规划

教育引领

社会效益

政策利好

市场前景

行业现状

国家政策

相关内容

《交通强国建设纲要》
中共中央、国务院

为交通强国建设奠定坚实基础，加强**水下机器人**、深潜水装备、大型深海多功能救助船等新型特种装备的研发。

“十四五”规划
中国中央

积极拓展海洋经济发展空间、建设现代海洋产业体系。

《中国制造2025》
国务院

海洋工程装备及高技术船舶领域发展、**水下机器人**未来发展潜力巨大。

2021年、2022年政府工作报告
国务院

发展海洋经济，建设海洋强国。

建设海洋强国，发展水下装备



市场前景

市场增长率连续八年超过25%
2027年预计市场规模达到400亿元

项目背景

解决方案

核心产品

技术成果

核心团队

资源支持

商业模式

发展规划

教育引领

社会效益

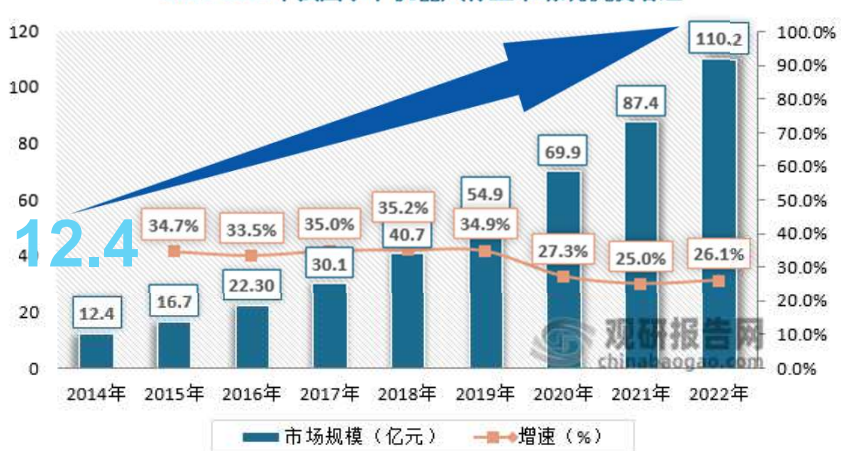
市场前景

政策利好

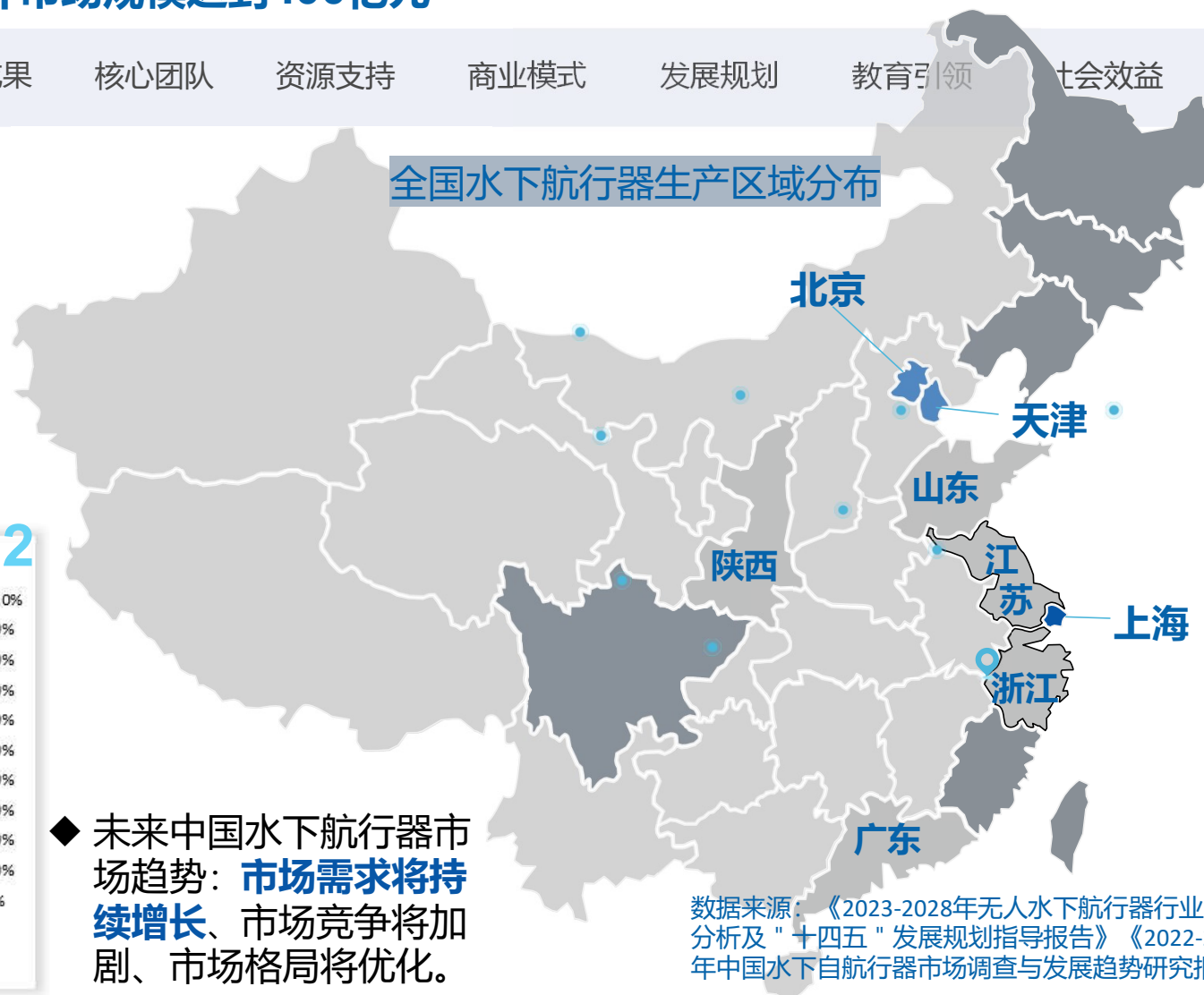
行业现状

- ◆ 分布主要集中在北京、天津、上海、广东、山东、江苏、浙江等沿海地区；北京、上海和天津的产量占全国总产量的近60%；
- ◆ 国内企业数量多规模小，技术水平参差不齐，正向研发能力不足；

2014-2022年我国水下机器人行业市场规模及增速



全国水下航行器生产区域分布



- ◆ 未来中国水下航行器市场趋势：市场需求将持续增长、市场竞争将加剧、市场格局将优化。

数据来源：《2023-2028年无人水下航行器行业深度分析及“十四五”发展规划指导报告》《2022-2028年中国水下自航行器市场调查与发展趋势研究报告》

行业现状与痛点：行业大而不强，配套能力不足，缺少波动式航行器

项目背景 解决方案 核心产品 技术成果 核心团队 资源支持 商业模式 发展规划 教育引领 社会效益

行业现状

市场前景

政策利好

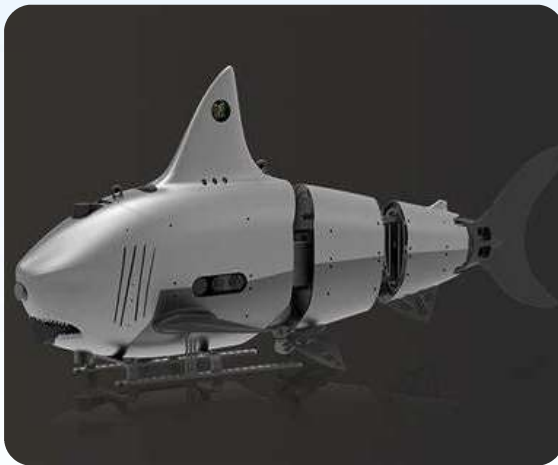
机械推进装置为主

与仿生航行器相比，矢量推进器噪声大、尾迹显著、隐蔽性差



BCF模式为主

仿生航行器以BCF模式为主，定价不透明，高端装备产能不足，行业大而不强；配套能力不足，自主创新能力匮乏。



缺少波动式航行器

MPF推进模式的仿生航行器尚未商用，有低速下灵活机动、抗扰动能力强、适合复杂海洋环境的优点



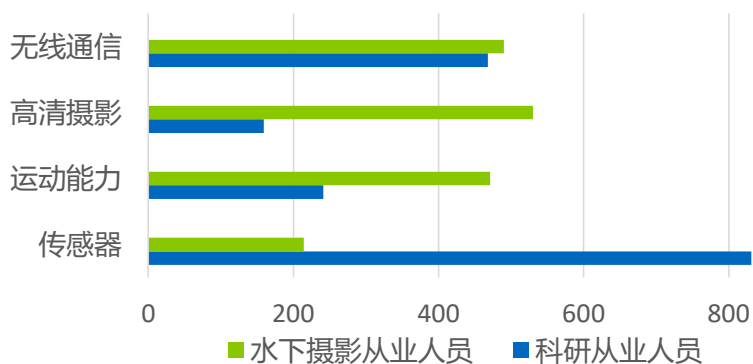
系统性整体解决方案

项目背景 解决方案 核心产品 技术成果 核心团队 资源支持 商业模式 发展规划 教育引领 社会效益

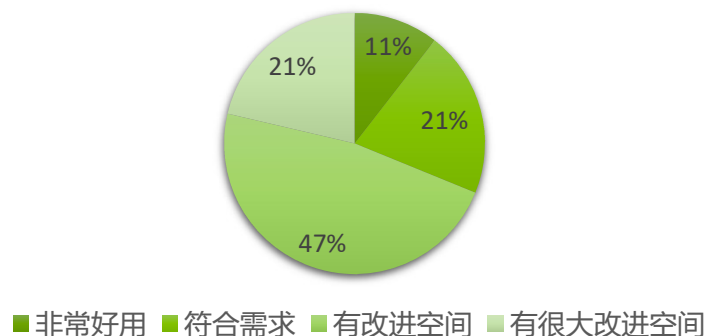
整体方案

核心技术

希望水下平台具有的功能



对现有水下平台的评价



客户需求

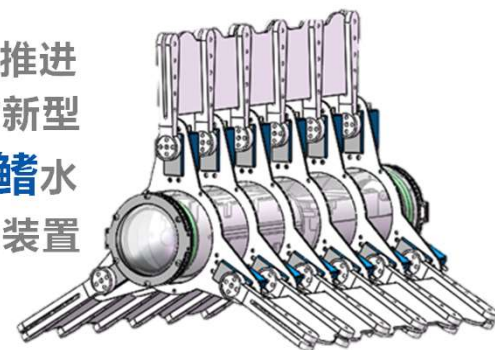
运动理论提出时间较短

解决方案

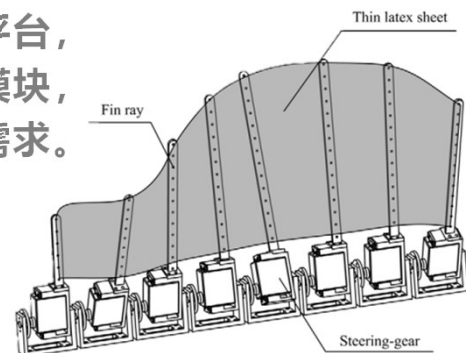
市场需求

市场上缺少配套的标准零件

基于MPF推进模式开发新型**三波动鳍**水下机器人装置



构建标准平台，搭载不同模块，满足不同需求。





核心技术一：全新驱动模式和机械结构设计

项目背景 解决方案 核心产品 技术成果 核心团队 资源支持 商业模式 发展规划 教育引领 社会效益



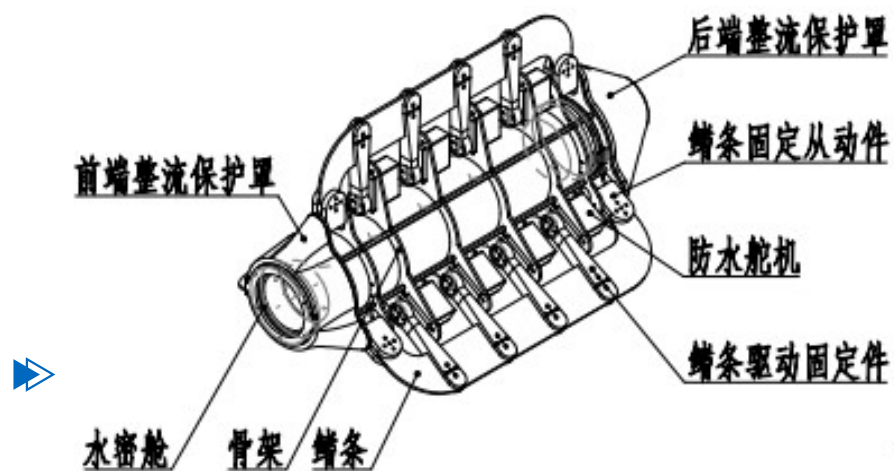
核心技术

整体方案



三波动鳍的全新驱动模式

波动鳍具有良好的低速稳定性、机动性，奇数鳍比偶数鳍更有优势。



三波动鳍的机械结构设计

布局合理美观、使用材料环保、自主设计程度高



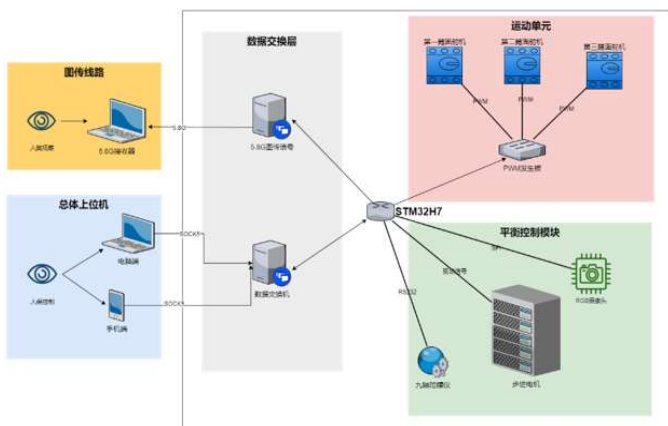
核心技术二：模块设计和自研注册表式通信协议创新

项目背景 解决方案 核心产品 技术成果 核心团队 资源支持 商业模式 发展规划 教育引领 社会效益

核心技术

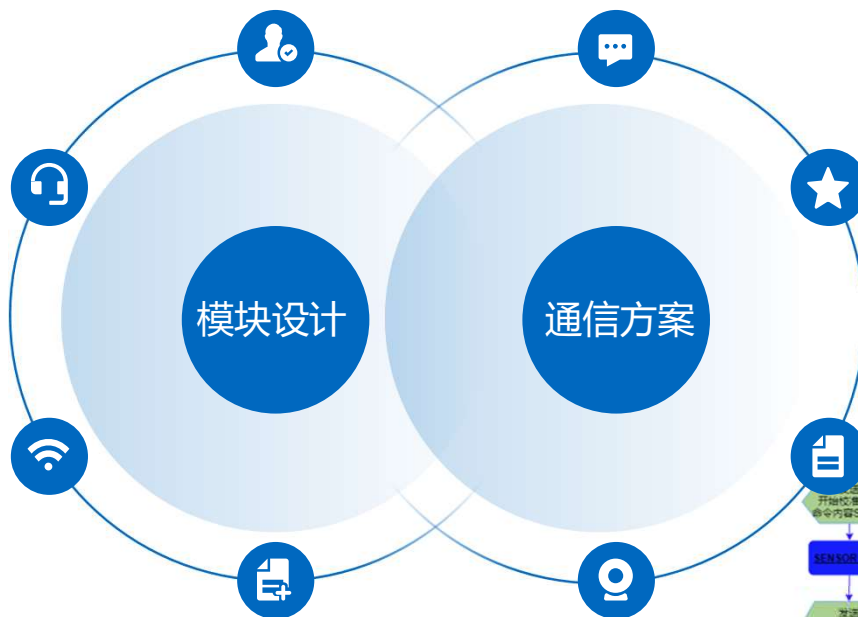
整体方案

系统控制信号拓扑图



硬件模块化设计

可扩展性强，方便后续升级改造和个性化设计



自研注册表式通信协议

稳定性高 通讯速率高
可以拓展丰富的节点
预留多样设备的挂载空间

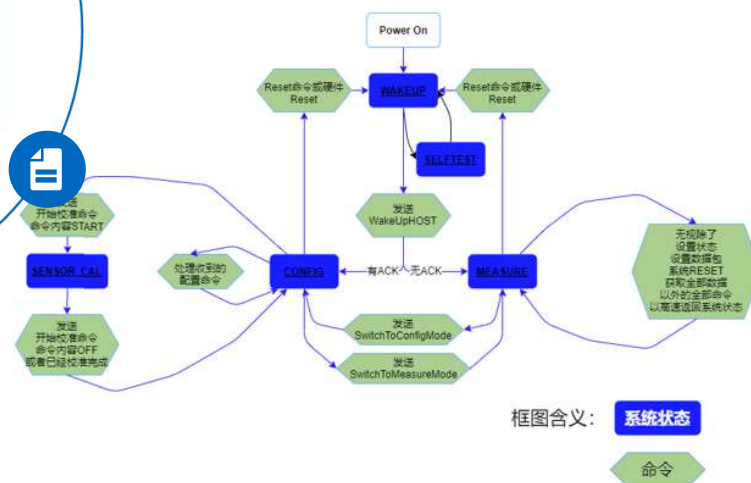


Figure 2 系统状态框图

核心技术三：自稳态算法实现水下多自由度控制，降低误差

项目背景 解决方案 核心产品 技术成果 核心团队 资源支持 商业模式 发展规划 教育引领 社会效益

核心技术

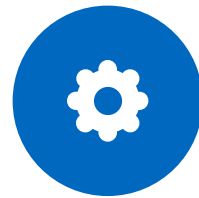
整体方案



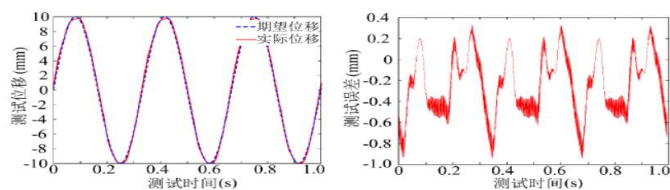
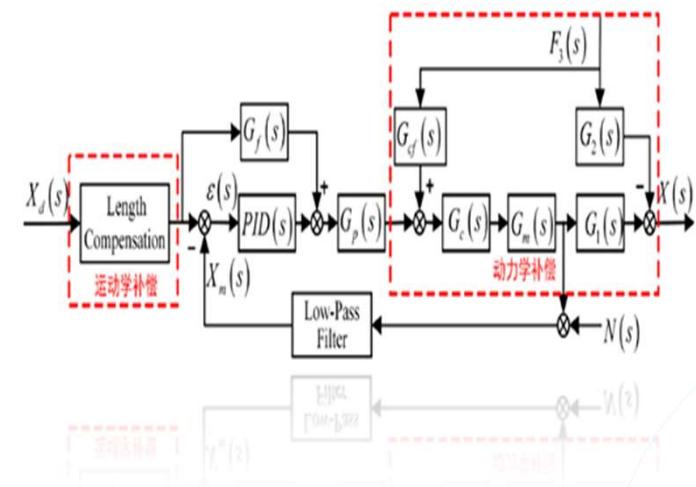
自稳态算法



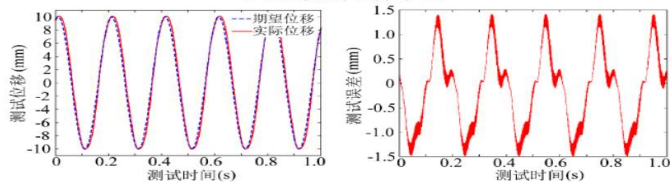
算法误差实验



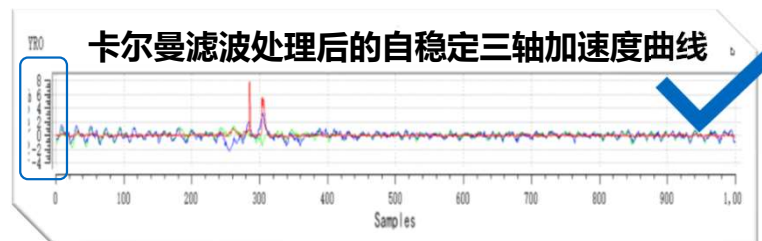
多自由度控制



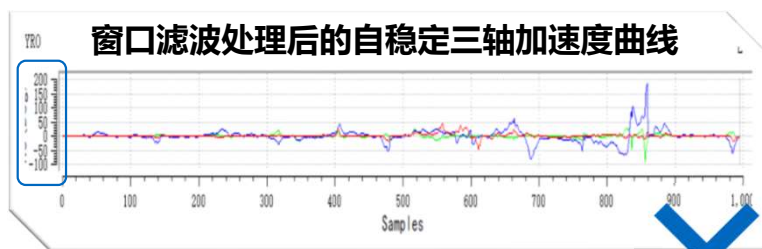
a) 3Hz 轨迹下的测试曲线



b) 5Hz 轨迹下的测试曲线



卡尔曼滤波处理后的自稳定三轴加速度曲线



窗口滤波处理后的自稳定三轴加速度曲线

产品介绍

项目背景 解决方案 核心产品 技术成果 核心团队 资源支持 商业模式 发展规划 教育引领 社会效益

产品介绍

竞品分析



机械结构

三波动鳍仿生水下平台

运动机理

推进机理非常复杂,其运动形式也因不同推进情形而有所不同

解决问题

低速下易失控, 不易保持平衡

三波动鳍均匀分布于水密舱体周围

背鳍与丝杆滑块配合九轴陀螺仪模块使舱体快速达到稳态游动阶段, 主要呈现为**类正弦波形**

利用**剩余两鳍**进行正弦波的推进运动学解算

低速下的高精度运动能力与快速加速能力, 控制更加容易稳定。

解决了市场上仿生类水下无人机低速下易失控, 不易保持平衡的问题。

竞品分析

项目背景 解决方案 核心产品 技术成果 核心团队 资源支持 商业模式 发展规划 教育引领 社会效益

竞品分析

产品介绍

国际

中国仍处于起步阶段，市场上的主要产品来自**美国和荷兰**，这些产品**售价高昂且缺乏技术支持**。

国内

国内目前仅有不到20个企业集中研发水下机器人，这些企业成立时间均在5-8年左右且皆为**小微企业**。

竞品1

青岛罗博飞海洋技术有限公司

使用**机械推进装置**，其主营业务为**环境监测机器人**，与本项目应用领域并不重合。

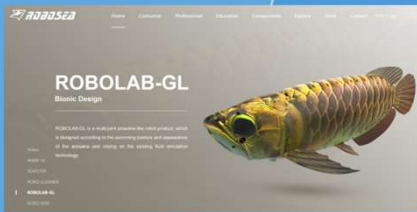
竞品2

ROBOSEA

使用**BCF扑动鳍**推进的仿生机器人模型，如只能应用于**中小型无人机的高速运动场合**，与本项目应用领域并不重合。

市场机会

自上世纪80年代开始国外便对MPF波动鳍推进模式展开了一系列研究并将其应用在了军事领域上，**我国自21世纪开始**也对MPF波动鳍推进模式展开了大量的理论研究并建立了许多成熟的模型。但是这些模型目前的应用仅为科研领域，这也为本项目提供了**坚实的理论基础与广阔的市场机会**。



技术成果

项目背景 解决方案 核心产品 技术成果 核心团队 资源支持 商业模式 发展规划 教育引领 社会效益



竞赛成果

第十一届全国海洋航行器设计与制作大赛（实物水面组）全国一等奖等

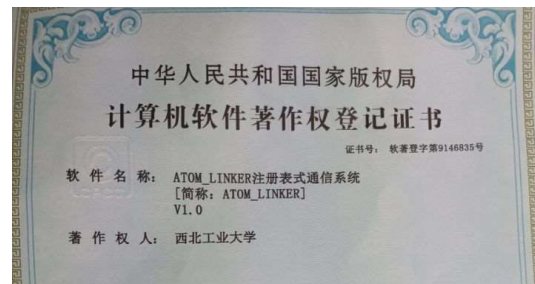


媒体报道

陕西省都市快报报道

软件著作权2项

- 1.ATOM_LINKER注册表式通信协议V1.0
- 2.波动式航行器波动波形参数调试系统V1.0



项目负责人

项目背景 解决方案 核心产品 技术成果 核心团队 资源支持 商业模式 发展规划 教育引领 社会效益

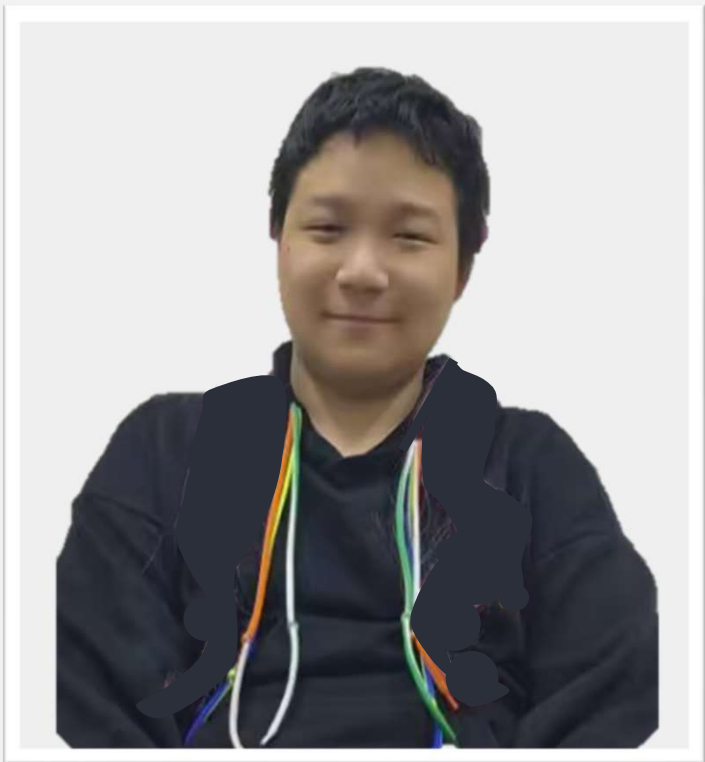
核心团队



项目负责人

核心成员

专家团队



唐天扬

**2020级软件学院本科生，
西北工业大学足球机器人基地轮式组负责人，
获得多项国际级、国家级奖项，
主持两项国家级大学生创新创业项目，分获
优秀和良好结题。**

核心成员

项目背景 解决方案 核心产品 技术成果 核心团队 资源支持 商业模式 发展规划 教育引领 社会效益

核心团队

核心成员

项目负责人

专家团队

设计研发部



张晶玮 自动化学院
21级自动化专业
机械设计



叶陈通 自动化学院
21级电气工程
硬件设计

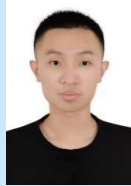


邹骏峰 自动化学院
21级机器人工程
软件设计

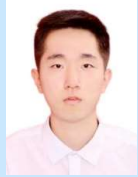
市场推广部



金徐辉 电信学院
21级电子信息大类
市场分析



蒋文超 机电学院
21级机电大类
客户调研



朱一帆 计算机学院
21级计算机大类
前端设计

项目运营部



朱怡洁 航海学院
21级水声工程
售后维护



戴可欣 软件学院
21级软件工程
客户服务



郑林翰 航空学院
21级航空航天大类
内容策划

专家团队

项目背景 解决方案 核心产品 技术成果 核心团队 资源支持 商业模式 发展规划 教育引领 社会效益

核心团队

专家团队

核心成员

项目负责人



团队顾问：雷烨

副研究员，航海学院

2016年至2020年，指导全国大学生创新创业计划项目4项、全国海洋航行器设计与制作大赛项目6项、全国研究生机器人创新设计大赛项目1项、中国机器人及人工智能大赛项目1项，其中获得国家级竞赛特等奖1项、二等奖4项。



指导老师：高利鹏

讲师，软件学院

- 中国计算机学会软件工程专委会执行委员、计算机视觉专委会委员
- 主持国家自然科学基金项目1项



指导老师：蔡文静

讲师，网络空间安全学院

- 参与多项国家自然科学基金项目



资源支持：天机智能联合实验室

项目背景

解决方案

核心产品

技术成果

核心团队

资源支持

商业模式

发展规划

教育引领

社会效益



依托西北工业大学自动化学院
实验教学中心**天机智能联合实
验室**开展试验，项目申请**国家
级大学生创新创业项目**获批经
费**两万元**并**优秀结题**。





运营模式

“4+3”的覆盖式运营体系

项目背景 解决方案 核心产品 技术成果 核心团队 资源支持 商业模式 发展规划 教育引领 社会效益

商业模式

发展规划

教育引领

社会效益

运营模式

盈利模式

4大服务对象

运动模块

水下竞赛领域

传感器模块与
算法分析模块

水下科研领域

舱体监控相机
水下高清相机

水下摄影领域

教程设计

教育领域

行业与市场

标准水下仿生
机器人平台

机械

机械臂与传感器平台的挂载平台

软件

解耦与可拓展的注册表与通讯协议，
搭载不同的模块

硬件

多种传感器接口与多余的算力

降低了开发成本与时间，也使得目标客户更加细分，
未来在开发新平台时也可大量复用旧技术，实现技术迭代。

盈利模式

项目背景 解决方案 核心产品 技术成果 核心团队 资源支持 商业模式 发展规划 教育引领 社会效益

运营模式

盈利模式

01

成熟整机的销售

着重于**水下摄影领域**，**科研领域**、**水下竞赛领域**、**教育领域**，本团队将针对不同领域对平台的不同**功能进行特化**，这个方面也预计是本项目的主要盈利点。

02

基于标准平台的客制化订制

主要针对有**特殊需求**的客户，视项目难度将收取普遍**较高的费用**，此方便能为本项目日后涉足更高端的应用领域提供高地与技术积累。

03

售后服务与技术指导服务

不应过多盈利，以为客户提供良好的售后体验与技术学习环境为主要目标。



发展规划：成为国内第一家商用波动鳍机器鱼！

项目背景

解决方案

核心产品

技术成果

核心团队

资源支持

商业模式

发展规划

教育引领

社会效益



Stage 3

经过发展壮大有一定的盈利后，本团队计划与大企业公司合作，可将专利卖出，并在大型企业资金支持下，进一步研发新型产品。

企业合作
技术迭代

Stage 2

适应市场后，本团队计划与企业合作，根据企业需求来定制满足需求的模块化机器人，占据一定的市场份额。

适应市场
客制化定做

Stage 1

本团队计划先从校内基地科研领域入手，初步打开市场，积累更多经验。

打开市场
积累经验

国内第一家商用
波动鳍机器鱼！

教育引领

项目背景 解决方案 核心产品 技术成果 核心团队 资源支持 商业模式 发展规划 教育引领 社会效益

① 航行器制作经验

团队已掌握设计和制作该三波动鳍航行器的技术

② 版权与成果转化

团队已依托该设计申请了著作权，发表了论文

仿生长鳍波动式推进水下机器人是一种具有复杂驱动系统的新概念机器人系统，在军事探测领域和民用摄影领域有着可预见的应用前景。本文以“雨翎电鳐”作为仿生对象。基于国内外前辈所建立的波动式驱动数学模型，设计并搭建了具有灵活机动能力的水下仿生机器人航行器并创新性地使用奇数鳍片构建机器人模型。

论文的主要工作和研究成果包括：

- (1) 根据国防科技大学所建立的鱼类柔性长鳍波动推进运动学数据库进行了机器人的形态学和运动学建模。采用有限元分析方法计算了机器人的运动描述。
- (2) 优化了“刚性鳍条摆动+鳍面柔性材料变形”的动力平衡方程。研究了鳍条简谐摆动、复杂摆动时不同参数对驱动能力的影响。

③ 积极探索市场

团队积极开展该航行器的市场调研，参与了三创赛



社会效益：促进机器人公众普及与技术精深

项目背景

解决方案

核心产品

技术成果

核心团队

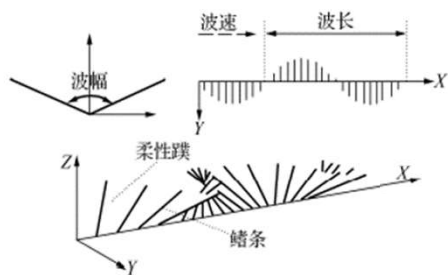
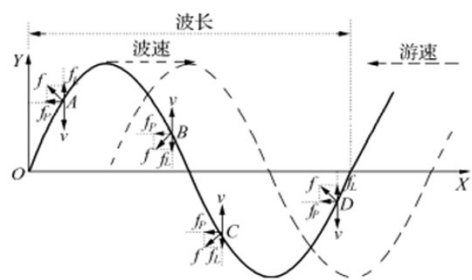
资源支持

商业模式

发展规划

教育引领

社会效益



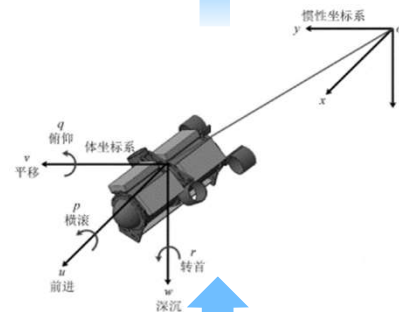
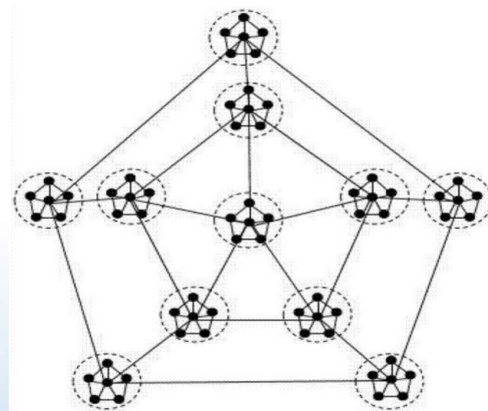
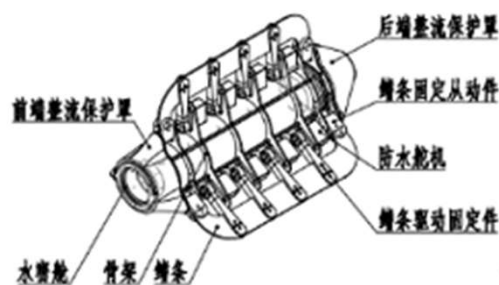
公众普及

仿生机器人/鱼科普
波动方程运动学模
型实例
初高中机器人教育



技术精深

推动我国 波动鳍机器
人研究 和 水下仿生无
人机控制技术进展





探索水下万里世界 引领海洋智能未来