

---

# 上海海洋大学

## 2020 年工程学院 大学生创新创业成果汇编



二〇二一年十月

## 目录

<b>一、竞赛获奖</b> .....	<b>2</b>
1. 大学生创新项目统计表 .....	2
2. 竞赛获奖统计表 .....	7
3. 获奖证书照片汇编 .....	20
<b>二、学术论文</b> .....	<b>76</b>
1. 公开发表论文统计表 .....	76
<b>三、专利（著作权）</b> .....	<b>94</b>
1. 授予专利（著作权）统计表 .....	94
2. 论文全文汇编 .....	77
2. 专利（著作权）证书扫描件汇编 .....	96
<b>四、制作实物</b> .....	<b>111</b>
1. 制作实物统计表 .....	111
2. 优秀案例 .....	114

## 一、竞赛获奖

### 1. 大学生创新项目统计表

2020 年校级项目

学院	项目名称	项目类型	项目负责人姓名	项目负责人专业/学号	项目其他成员信息	指导老师姓名
工程	车内智能防窒息系统设计	创新创业训练项目	汤子良	电气 /1827117	1827217 (黄施裔) 1827208 (陈朱联) 1827220 (陈凌轩)	高玉娜
工程	仿生机器鱿鱼的水动力性能分析	创新创业训练项目	李炳麟	工业 /1825220	1825203 (沃新月) 1851210 (徐宇辉)	李俊
工程	自动规划路径智能无人操作割草机	创新创业训练项目	田魁铭	电气 /1827224	1827201 (苗嘉澍) 1811226 (马腾飞) 1927203 (莫械涵) 1927229 (路军)	谢嘉
工程	上海市救灾物资回收设计的逆向物流方案研究	创新创业训练项目	沃新月	工业 /1825203	1825205 (闫明慧) 1811502 (刘晓瑜)	上官春霞
工程	自动收餐盘机改进设计	创新创业训练项目	高宇欣	机制 /1722417	1722415 (胡晓栋) 1722414 (贺晋阳)	吴子岳
工程	可自动充电巡航无人机	创新创业训练项目	王玮琦	电气 /1827121	1827122 (吴世腾) 1827207 (杨子龙) 1727107 (刘贺臻) 1927218 (洪健)	霍海波
工程	一种适用于跑道式养殖池的多点同步投饲装置	创新创业训练项目	吴思远	机制 /1822105	1711203 (卢玲儿) 1822106 (吴馨月) 1822208 (刘丹妮)	毛文武
工程	一种柔体仿生机器蝠鲼的设计	创新创业训练项目	李美伶	工业 /1825101	1822321 (王静峰) 1922321 (胡均焕) 1922419 (金德普) 1925207 (肖海洋)	胡庆松
工程	基于机器学习的池塘养殖水质预测系统	创新创业训练项目	贺晋阳	机制 /1722414	1759231 (骆春江)	许竞翔
工程	基于 51 单片机智能阳台晾晒装置	创新创业训练项目	黄明懿	机制 /1722430	1722411 (刘钧义) 1732426 (吴涛) 1722432 (杨宋高) 1922231 (赵强)	吕超

工程	可折叠回收的加密版外卖箱	创新创业训练项目	徐辰昕	物工 /1828202	1828122 (孙俊文) 1828213 (王世冬) 1828211 (蒋文玉) 1828208 (汪彤)	姜媛
工程	一款智能爬墙机器人	创新创业训练项目	周明昊	机制 /1822121	1822125 (李俊钚) 1922228 (周亚涛) 1922225 (陈海林) 1922226 (龚竑宇)	许竞翔
工程	一种秋刀鱼自动分拣装置	创新创业训练项目	申皓文	工业 /1825122	1825206 (武嫣然) 1725115 (赵顺康) 1825105 (殷越) 1725201 (贾怡欣)	陈成明
工程	海洋垃圾回收器	创新创业训练项目	李鑫晟	机制 /1822211	1822210 (丁子涵) 1822101 (韩怡萱) 1922111 (陈昊杰) 1922112 (王宇杰)	高丽
工程	垃圾分类“大管家”	创新创业训练项目	朱钜宝	电气 /1727213	1727205 (黄翌婷) 1527214 (高卓) 1827102 (汪雨馨)	叶海雄
工程	新型插头转换器	创新创业训练项目	冯行坚	机制 /1822224	1822225 (谢朋洋) 1727220 (李冲) 1622218 (陆春祥)	苗同升
工程	适用于海洋装备的卫星定位通信系统	创新创业训练项目	顾家铭	电气 /1827222	1827223 (韩鹏洋) 1711104 (华羽) 1827219 (黄昊贤) 1711125 (沈鲲鹏)	陈忠
工程	共享行李箱登阶器	创新创业训练项目	谢泽锋	机制 /1722407	1722432 (杨宋高) 1922409 (余云龙) 1922407 (姜子昂) 1922306 (王芊芊)	袁军亭
工程	物流智能查验盘点货物无人机系统	创新创业训练项目	王天凡	电气 /1927209	1927203 (莫械涵) 1927229 (路军) 1727216 (陈润哲) 1927214 (王萧缘)	谢嘉
工程	一种浅水底泥采样装置	创新创业训练项目	罗焱元	机制 /1822123	1760226 (任乐) 1722126 (韦愈群)	毛文武
工程	基于物联网的智能流动垃圾桶的设计	创新创业训练项目	王珂雯	机制 /1822404	1722211 (张项羽) 1722217 (陈瀚铮) 1722213 (姚宏昀) 1922118 (张良)	田卡

工程	一种适用于循环水系统的可调节养殖桶水位的装置	创新创业训练项目	安楠楠	机制 /1922218	1822207 (杜晓缘) 1922208 (李家兴) 1822203 (杜硕怡) 1711429 (王荃生)	毛文武
工程	针对无人巡航的通用智能控制模块研究	创新创业训练项目	马帅华	电气 /1827226	1827220 (陈凌轩)	杨琛
工程	校园二手畅销书分享平台系统设计	创新创业训练项目	张倩逸	物工 /1728204	1728203 (陈秋宇) 1728206 (周贝妮) 1728209 (魏然) 1828218 (唐子萱)	张增敏
工程	一种面向白对虾养殖塘的投饲装置	创新创业训练项目	汪子杰	机制 /1922217	1922215 (魏子富) 1922209 (秦振鑫) 1827228 (黄彬彬) 1711714 (单芷仪)	毛文武
工程	智能搬运爬行机器人	创新创业训练项目	雷晏国	机制 /1822228	1722120 (陆明) 1722118 (潘俊宇) 1922208 (李家兴) 1922218 (安楠楠)	康剑梁
工程	基于 NB-IOT 的智能分类垃圾桶	创新创业训练项目	陈宇旸	电气 /1827109	1827128 (张文山) 1822418 (倪烨锋)	杨琛
工程	基于 Anylogic 图书馆火灾疏散策略建模仿真与优化	创新创业训练项目	孙敏	物工 /1728109	1828101 (陈雪妮) 1828105 (陈君)	李军涛
工程	智能杀菌烘干鞋柜	创新创业训练项目	张岚岚	机制 /1822104	1822202 (陈瑛钰) 1822212 (蔡星) 1822129 (侯尘恭)	兰雅梅
工程	消防无人机	创新创业训练项目	谢佳杰	机制 /1727227	1728217 (张国政) 1727209 (王启超)	刘雨青
工程	校园同行——学生巴车拼团系统	创新创业训练项目	魏然	物工 /1728209	1728203 (陈秋宇) 1728204 (张倩逸) 1728206 (周贝妮) 1728219 (黄英杰)	张增敏
工程	基于人体工程学的久坐提醒椅	创新创业训练项目	胡晓栋	机制 /1722415	1722417 (高宇欣)	吴子岳

工程	蟹肉分离装置设计	创新创业训练项目	蔡卓越	机制 /1822226	1822107 (彭泽惠) 1923107 (胡欣怡) 1923106 (潘佳宜) 1923101 (曹婧妍)	赵煜
工程	防堵型家用厨余垃圾处理器	创新创业训练项目	蔡星	机制 /1822212	1622232 (颜学凯) 1822104 (张岚岚)	兰雅梅

## 2020 年市级项目

学院	项目名称	项目类型	项目负责人姓名	项目负责人专业/学号	项目其他成员信息	指导老师姓名
工程	蛤蜊自动采集育苗机	创新创业训练项目	康怡	机制 /1722207	1722204 (阎雅雯) 1722110 (张禹哲) 1732201 (黄思真) 1922328 (石鹏勇)	张俊
工程	回转式餐盘清理与回收系统	创新创业训练项目	杨志文	物工 /1728122	1725201 (贾怡欣) 1825105 (殷越) 1722201 (石子晴)	许竞翔
工程	水稻病虫害监测无人机	创新创业训练项目	任威宇	机制 /1822410	1822406 (吴慧仪) 1822424 (梁振宇) 1922405 (周怡昕) 1922115 (吴金龙)	李庆军
工程	海洋牧场环境监测机器人	创新创业训练项目	李冲	电气 /1727220	1727228 (李琛) 1728124 (王金龙) 1822225 (谢朋洋)	曹守启
工程	自动收集整理羽毛球系统	创新创业训练项目	黄程	测控 /1823115	1823123 (周鹏举) 1822326 (吕金科) 1823120 (南超才) 1823118 (杨泰泓)	赵煜
工程	锂电池的主动均衡电路设计	创新创业训练项目	徐胜	电气 /1827120	1727122 (李兆岭) 1827107 (徐辰耀) 1927108 (张铮浩) 1927128 (陈志)	霍海波
工程	基于低功耗的四旋翼水下航行器的设计	创新创业训练项目	赖赞远	机制 /1822322	1722225 (龙振东) 1822406 (吴慧仪) 1822324 (邢运瑜)	张俊
工程	基于 IMU 设计的汽车座椅倾角补偿平台	创新创业训练项目	班泽兰	工业 /1925103	1840202 (屈小暄) 1753102 (曹依婷) 1622423 (柴贊)	王永鼎

工程	一种智能化水草打捞以及垃圾收集装置	创新创业训练项目	陈瀚铮	机制 /1722217	1722211 (张项羽) 1922118 (张良) 1722225 (龙振东) 1722221 (王元昊)	田卡
工程	基于神经网络的一种新型珊瑚养殖系统	创新创业训练项目	李思宇	机制 /1822415	1911317 (刘颜赫) 1822424 (梁振宇)	王永鼎
工程	一种行走式水产养殖颗粒饲料投饲装置	创新创业训练项目	李程	机制 /1922216	1922230 (曾陈泓汶) 1922207 (吴浩宇) 1811322 (戎凡)	毛文武
工程	基于视觉识别的零件自动识别系统	创新创业训练项目	石于晴	机制 /1722201	1715131 (吴成钦) 1722204 (阎雅雯)	许竞翔
工程	自动跟人智能载物便利小车	创新创业训练项目	袁德胜	电气 /1827225	1827101 (侯雨菲) 1711104 (华羽) 1927209 (王天凡) 1727216 (陈润哲)	谢嘉
工程	智能无人投饵船的设计与实现	创新创业训练项目	林小龙	电气 /1827124	1827102 (汪雨馨) 1827226 (马帅华) 1727228 (李琛) 1927117 (陆嘉波)	曹莉凌
工程	智能物流分类小车	创新创业训练项目	袁理睿	机制 /1822320	1822316 (喻卓轩) 1822413 (张宇航) 1822107 (彭泽惠) 1928102 (王周玥)	曹守启
工程	多功能果蔬机器人	创新创业训练项目	赵宇航	机制 /1822309	1827124 (林小龙) 1827122 (吴世腾) 1859208 (吴雨桐) 1928115 (张田月)	曹守启
工程	基于物联网的海洋检测浮标	创新创业训练项目	罗皓丹	电气 /1827105	1827205 (闫澄锐) 1927125 (陈彦合)	匡兴红
工程	具有自动进样装置的仿生饮用水检测系统设计	创新创业训练项目	赵敬然	测控 /1823109	1823112 (余小灵) 1823130 (黎广生) 1923105 (沈鸿艺) 1923118 (吕元乐)	赵煜
工程	一种姿态控制笔形鼠标	创新创业训练项目	杜浩森	机制 /1722208	1722209 (李新) 1722210 (张琛伟) 1722214 (黄睿阳) 1722212 (夏志露)	田卡

工程	基于高校快递终端的自动入柜机器人设计	创新创业训练项目	王松	工业 /1825219	1825212 (刘泽瑞) 1925106 (钟声昊) 1891444 (茹逸凡)	张丽珍
工程	面向水下狭窄环境探测的机器鱼	创新创业训练项目	李钊远	工业 /1825221	1922101 (王琳婧) 1922107 (陈傲松) 1927202 (蔡梨丹) 1927222 (储家尧)	陈雷雷
工程	防货车转弯碾压行人装置	创新创业训练项目	武嫣然	工业 /1825206	1722118 (潘俊宇) 1725115 (赵顺康) 1825122 (申皓文)	李庆军

## 2. 竞赛获奖统计表

序号	学生姓名	作品名称	竞赛/论坛名称	获奖级别	奖项等次
1	赵宇航 龙振东 潘俊宇	努力拿奖才队	第十五届全国大学生 智能汽车竞赛	省市级	三等奖
2	杨宋高 王升炬 李冲	逮鲸户	第十五届全国大学生 智能汽车竞赛	省市级	三等奖
3	徐胜	单片机设计与开发	第十一届蓝桥杯全国 软件和信息技术专业 人才大赛(电子类)	省市级	三等奖
4	潘文涛	单片机设计与开发	第十一届蓝桥杯全国 软件和信息技术专业 人才大赛(电子类)	省市级	三等奖
5	汪雨馨	单片机设计与开发	第十一届蓝桥杯全国 软件和信息技术专业 人才大赛(电子类)	国家级	优胜奖
6	李晓康	单片机设计与开发	第十一届蓝桥杯全国 软件和信息技术专业 人才大赛(电子类)	国家级	优胜奖
7	姚宏昀	单片机设计与开发	第十一届蓝桥杯全国 软件和信息技术专业 人才大赛(电子类)	国家级	优胜奖
8	汪雨馨	单片机设计与开发	第十一届蓝桥杯全国 软件和信息技术专业 人才大赛(电子类)	省市级	一等奖
9	李晓康	单片机设计与开发	第十一届蓝桥杯全国 软件和信息技术专业 人才大赛(电子类)	省市级	一等奖

10	姚宏昀	单片机设计与开发	第十一届蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛(电子类)	省市级	一等奖
11	游翊艺 张陆叶 蒲亮宇 白钰阳 张钰姣	多功能助老拐杖	上海市大学生机械工程大赛	省市级	二等奖
12	黄明懿 刘钧义 吴涛 杨宋高 赵强	一种智能阳台晾晒装置	上海市大学生机械工程大赛	省市级	参与奖
13	谢泽锋 杨宋高	共享行李箱登阶器	上海市大学生机械工程大赛	省市级	参与奖
14	赵宇航 陈问淑 吕金科 黄艺嵚 喻卓轩	一种基于计算式视觉和超声波系统的智能自主遗弃物分类装置	上海市大学生机械工程大赛	省市级	参与奖
15	高睿泽 谭恺 谢辰旻 强嘉钰	家用车载智能安全设备	上海市大学生机械工程大赛	省市级	参与奖
16	杨志文 贾怡欣 石于晴	多功能智能鞋柜	上海市大学生机械工程大赛	省市级	参与奖
17	武文杰 谢辰旻 刘铁英 代爽	基于物联网的一种鱼菜一体化共生系统	上海市大学生机械工程大赛	省市级	参与奖
18	谢辰旻 陈凌轩 马帅华 强嘉钰 张慕洁	基于 NB-IoT 技术的新型智能垃圾箱	上海市大学生机械工程大赛	省市级	参与奖
19	王静峰 王瑾 陶红 金荣利 宋悦嘉	便携伸缩行李箱	上海市大学生机械工程大赛	省市级	参与奖

20	刘美言 陈雪 向婉玥 洪天适 张禹哲	节能健身洗衣机	上海市大学生机械工 程大赛	省市级	参与奖
21	任威宇 凌泽宇 喻卓轩	智能搬运爬行机器人	上海市大学生机械工 程大赛	省市级	参与奖
22	徐玉言 朱明辉 申皓文	拉杆箱生产流水线优化 方案	上海市大学生工业工 程应用与创新大赛	省市级	三等奖
23	关璇 赵静	中大型智能鱼缸装置	上海市大学生工业工 程应用与创新大赛	省市级	三等奖
24	陈君 陈璐瑶	大学宿舍床的优化设计 ——以上海海洋大学为 例	上海市大学生工业工 程应用与创新大赛	省市级	三等奖
25	夏志露 姚宏昀 杨丰如 陈瀚铮	数字工业设计大赛/倒 锥螺旋多能源利用集成 式海洋发电及淡水制取 平台/海洋生存平台	全国三维数字化创新 设计大赛	国家级	三等奖
26	张项羽 吴成钦 杜浩森	数字工业设计大赛/多 壳嵌套式风浪光集成自 供电浮标/海大风光浪 队	全国三维数字化创新 设计大赛	省市级	一等奖
27	赵宇航 刘欣瑞 赖赞远 喻卓轩 吕金科	数字工业设计大赛/基 于 OpenMV 和 stm32 的垃 圾分拣箱/必须拿奖才 队	全国三维数字化创新 设计大赛	省市级	二等奖
28	高宇欣 胡晓栋 贺晋阳 许玲华	数字工业设计大赛/自 动收餐盘机/白狼	全国三维数字化创新 设计大赛	省市级	二等奖
29	杨宋高 谢泽锋 何鑫源 陈雍	数字工业设计大赛/共 享行李箱登阶器 /dream-team	全国三维数字化创新 设计大赛	省市级	二等奖
30	王成龙 彭泽惠 常小惠	3D 扫描逆向工程与在线 检测大赛/人体髋关节 逆向建模/cresc	全国三维数字化创新 设计大赛	省市级	二等奖
31	赵顺康 莫梓钧	数字工业设计大赛/应 用于渔业养殖的多功能 四旋翼飞行器的设计/ 无人机 Number one	全国三维数字化创新 设计大赛	省市级	二等奖

32	韦愈群 苏欣明	数字工业设计大赛/自动节能卸货小车/动力无限	全国三维数字化创新设计大赛	省市级	二等奖
33	龙振东 陆明 王宁涛 潘俊宇	数字工业设计大赛/一种智能化水面垃圾清理收集装置/火箭靓仔队	全国三维数字化创新设计大赛	省市级	二等奖
34	丁成林 吴爱平 刘安东 贾巧娇 池荣	数字工业设计大赛/新型浪流耦合发电装置/临港“后浪”	全国三维数字化创新设计大赛	省市级	二等奖
35	谢朋洋 唐云海 朱晨翔 阿茹罕	3D 打印创新创意设计大赛/可替换功能模块六足机器人/不拿奖不队	全国三维数字化创新设计大赛	省市级	二等奖
36	代一铭 吴思远	3D 打印创新创意设计大赛/创新型船用拖车/海大筑梦队	全国三维数字化创新设计大赛	省市级	三等奖
37	于启凡 张珂昕 丁子涵 梁爽 张泽文	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛	省市级	团体一等奖
38	祝子坚 陈天野 蔡海睿 孙莹 王飞	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛	省市级	团体一等奖
39	高沁运 苏洁 李钊丞 张良 靳玉强	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛	省市级	团体二等奖
40	谢朋洋 韦愈群	创新设计竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛	省市级	团体二等奖
41	姜嘉辉	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛	省市级	个人二等奖
42	宋悦嘉	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛	省市级	个人二等奖

43	王贺	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛	省市级	个人二等奖
44	谢冰洁	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛	省市级	个人二等奖
45	丁子涵	机械类计算机三维造型竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛	省市级	个人二等奖
46	李思宇	机械类计算机三维造型竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛	省市级	个人二等奖
47	梁爽	机械类计算机三维造型竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛	省市级	个人二等奖
48	王静峰	机械类计算机三维造型竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛	省市级	个人二等奖
49	夏志露	机械类计算机三维造型竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛	省市级	个人二等奖
50	周君一 汪雨馨 王升炬		全国大学生电子设计竞赛	省市级	二等奖
51	代文星 杨泰泓 潘文涛		全国大学生电子设计竞赛	省市级	二等奖
52	林小龙 徐胜 王玮琦		全国大学生电子设计竞赛	省市级	三等奖
53	王屹林 梅子婷 苗嘉澍		全国大学生电子设计竞赛	省市级	三等奖
54	赵宇航 龙振东 任威宇		全国大学生电子设计竞赛	省市级	三等奖
55	顾家铭 韩鹏洋 黄昊贤		全国大学生电子设计竞赛	省市级	成功参赛奖
56	陈凌轩 马帅华 谢朋洋		全国大学生电子设计竞赛	省市级	成功参赛奖

57	罗皓丹 姚逸凡 王佳玮		全国大学生电子设计竞赛	省市级	成功参赛奖
58	潘文涛 石海川 吴依凡	带负离子发生器的普通饮水机自动调温装置	iCAN 国际创新创业大赛	国家级	三等奖
59	谢辰旻 高睿泽 马新 吴其荣 罗旭	基于深度学习的应急警示小车	iCAN 国际创新创业大赛	国家级	三等奖
60	钱胡蕊 陆怡晴 王爰	海洋文创众创孵化平台	iCAN 国际创新创业大赛	省市级	三等奖
61	强嘉钰 陈凌轩 林志豪 陈昊 张慕洁	基于机器视觉的抗洪抢险搜救无人船-水下机器人协同装置	iCAN 国际创新创业大赛	省市级	三等奖
62	杨泰泓 王浩 吴雨桐 周盈盈	慧鱼-智能化渔业养殖服务系统	iCAN 国际创新创业大赛	省市级	三等奖
63	周君一 王升炬 叶子	基于红外引导技术的自主导航无人船	iCAN 国际创新创业大赛	省市级	三等奖
64	吕金科 赖赞远 刘欣瑞 祁思卉 潘俊宇	基于机器视觉的智能化汽车后置三角警示牌	iCAN 国际创新创业大赛	省市级	三等奖
65	马帅华 林小龙 徐胜 王玮琦 吴世腾	基于物联网技术的智能无人投饵船	iCAN 国际创新创业大赛	省市级	三等奖
66	黄艺嵚 龙振东 赵宇航 陈问淑 王明旺	Ceres 农业机器人	iCAN 国际创新创业大赛	省市级	优胜奖
67	张瑞淇 陈朱联 李登杰	智能健康管家	iCAN 国际创新创业大赛	省市级	优胜奖

68	谭恺 卓千莅 谢朋洋 孙正昊 蒋康鸿	RXMAX-生态节能水族造 景缸租售新模式	iCAN 国际创新创业大 赛	国家级	三等奖
69	龙振东 赵宇航 赖赞远 贾广臣	基于四旋翼原理的多功 能水下航行器	全国海洋航行器设计 与制作大赛	国家级	二等奖
70	刘帆 王静峰 王佳浩 李美伶 陈智	生态共融型水下航行器 --柔性仿生鱿鱼	全国海洋航行器设计 与制作大赛	国家级	特等奖
71	陈永霖 周楠 顾心雨 李炳麟	SHOU 海鳗队	全国海洋航行器设计 与制作大赛	国家级	特等奖
72	黄小双 王静峰 孙翁杰 周楠 刘帆	复杂水域下探测器—— 柔性仿生金龙鱼	全国海洋航行器设计 与制作大赛	国家级	二等奖
73	谢辰旻 高睿泽 李妍妍	高速公路上的安全卫士	上海市百万青少年争 创“明日科技之星” 评选活动暨“上汽教 育杯”上海市高校学 生科技创新作品展示 评优	省市级	一等奖
74	李钊远 王静峰 徐宇辉	仿生柔体机器海鳗	上海市百万青少年争 创“明日科技之星” 评选活动暨“上汽教 育杯”上海市高校学 生科技创新作品展示 评优	省市级	一等奖
75	赵宇航 吕金科 黄艺钦 陈问淑 朱睿馨 龙振东 缪晨捷	辘食自助餐饮冷热一体 售卖机	中国“互联网+”大 学生创新创业大赛	省市级	优胜奖

76	李朋林 薄润宇 杨喆 顾陈捷 杨志文 张国政 王金龙 李凤雅 孙敏	隐私计算	中国“互联网+”大学生创新创业大赛	国家级	铜奖
77	黄小双 刘帆 孙翁杰 勾艺萌 陈永霖 李炳麟 李美伶 王静峰 李浩然	产学研一体化的人工智能机器鱼研发	中国“互联网+”大学生创新创业大赛	省市级	铜奖
78	周君一 王升炬 叶子	基于红外引导技术的自主导航无人船	2020年(第十二届)上海市大学生计算机应用能力大赛	省市级	三等奖
79	陈瀚铮 龙振东 姚宏昀 张项羽 夏志露	一种集水草收割和水面垃圾清理的一体化装置	“赛迪环保杯”第十三届全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛	国家级	三等奖
80	强嘉钰 高睿泽 谢辰旻 谭恺	高速路上的安全卫士	第十一届全国大学生电子商务“创新、创意及创业”挑战赛	省市级	一等奖/最佳创意奖
81	钟宇航 卢玲儿 金咪莎 吴雨桐 陈慧妍	AiFish——海洋生物与文化科普平台/海底总动员	第十一届全国大学生电子商务“创新、创意及创业”挑战赛	省市级	一等奖/最佳创意奖
82	孙正昊 蒋康鸿 谢朋洋 曾丽芳	新型水族造景缸租赁与销售/小鱼需要水族缸	第十一届全国大学生电子商务“创新、创意及创业”挑战赛	省市级	二等奖
83	杨泰泓 王浩 吴雨桐 周盈盈	渔乐通——智能化渔业养殖服务系统	第十二届“挑战杯”上海市大学生创业计划竞赛	省市级	三等奖

84	杨志文 徐赫洋 刘增燕 钟宇航	基于 IOT 的远洋智慧服务平台	第五届“汇创青春” ——大学生文化创意作品展示活动	省市级	三等奖
85	黄明懿 刘钧义 杨宋高 赵强 吴涛	基于 51 单片机智能阳台 晾晒装置	第五届“汇创青春” ——大学生文化创意作品展示活动	省市级	三等奖
86	袁理睿 朱睿馨 喻卓轩	智能物流分类小车	第五届“汇创青春” ——大学生文化创意作品展示活动	省市级	三等奖
87	赵宇航 龙振东 朱睿馨	多功能果蔬机器人	第五届“汇创青春” ——大学生文化创意作品展示活动	省市级	三等奖
88	班泽兰 龙振东 屈小暄	基于 IMU 设计的汽车座椅倾角补偿平台	第五届“汇创青春” ——大学生文化创意作品展示活动	省市级	三等奖
89	武嫣然 潘俊宇 申皓文 赵顺康	一种货车防撞人装置	第五届“汇创青春” ——大学生文化创意作品展示活动	省市级	三等奖
90	黄思真 石于晴	“小警”智能交警	第五届“汇创青春” ——大学生文化创意作品展示活动	省市级	三等奖
91	李程 吴浩宇 曾陈泓 汶 戎凡	一种行走式水产养殖颗粒饲料投饲装置	第五届“汇创青春” ——大学生文化创意作品展示活动	省市级	三等奖
92	康怡 黄思真 阎雅雯 石于晴	蛤蜊自动采集育苗机	第五届“汇创青春” ——大学生文化创意作品展示活动	省市级	三等奖
93	李鑫晟 丁子涵 周君一	海洋垃圾回收器	第五届“汇创青春” ——大学生文化创意作品展示活动	省市级	三等奖
94	高睿泽 谢辰旻 谭恺 强嘉钰 李妍妍	高速路上的安全卫士	第五届“汇创青春” ——大学生文化创意作品展示活动	省市级	三等奖

95	游翊艺 张陆叶 张钰姣	多功能拐杖	第五届“汇创青春” ——大学生文化创意 作品展示活动	省市级	三等奖
96	黄思真 贾广臣	工业级易燃气体生产车 间消防系统	第五届“汇创青春” ——大学生文化创意 作品展示活动	省市级	三等奖
97	王鹏 徐杨 杨志强	汽油辛烷值建模	“华为杯”第十七届 中国研究生数学建模 竞赛	国家级	三等奖
98	吴雨桐 王浩 杨泰泓	C 题	全国大学生数学建模 竞赛	省市级	二等奖
99	严明轩 赵宇航 黄艺嵚	A 题	全国大学生数学建模 竞赛	省市级	二等奖
100	王毅飞		全国大学生数学竞赛	省市级	二等奖
101	方天烽		全国大学生数学竞赛	省市级	二等奖
102	马帅华		全国大学生数学竞赛	省市级	二等奖
103	代文星		全国大学生英语竞赛	国家级	一等奖
104	常远		全国大学生英语竞赛	国家级	一等奖
105	杨志文		全国大学生学术英语 词汇大赛	国家级	三等奖
106	马寒冰		全国大学生学术英语 词汇大赛	国家级	三等奖
107	王浩 朱震 吴雨桐 惠雨乔 杨泰泓	不那么霸道的霸道总裁	第七届上海市大学生 创业决策仿真大赛	省市级	三等奖
108	高欣 马逸伦 蔡旗 焦一洋 徐正	某神娱乐	全国金融与证券投资 模拟实训大赛暨上海 海洋大学模拟炒股大 赛	国家级	二等奖
109	赵顺康 莫梓钧	一种便携式水果采摘收 集装置	2020 上海海洋大学第 九届暨“昌智杯”工 程优化大赛	校级	三等奖
110	徐辰昕 孙俊文 王世冬 蒋文玉 汪彤	“绿色”外卖箱	2020 上海海洋大学第 九届暨“昌智杯”工 程优化大赛	校级	三等奖

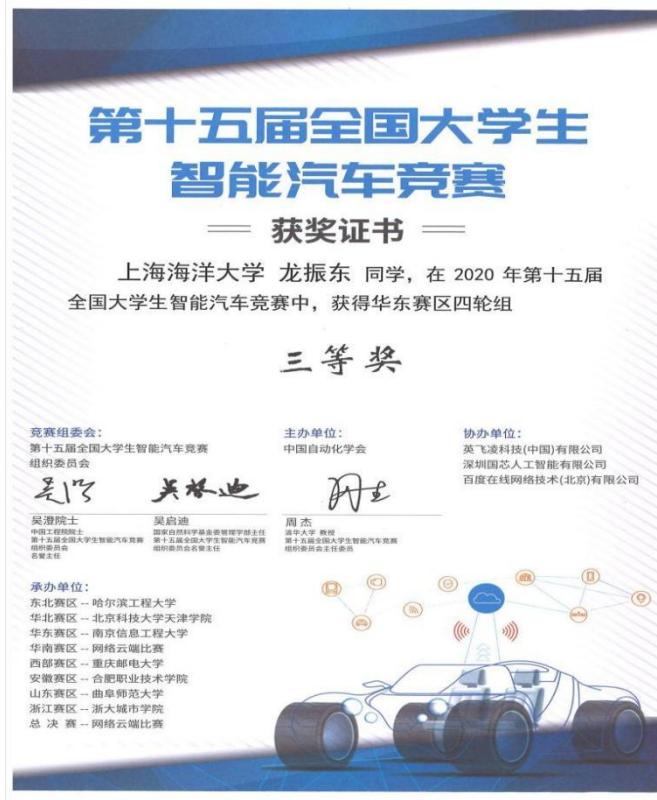
111	仲家寅 李梦波 申皓文 茹逸凡 武嫣然	秋刀鱼的小型分离与导向装置	第五届 上海海洋大学渔业装备创新设计大赛	校级	二等奖
112	缪晨捷 钟宇航 姚迪 李思宇 梅宽月	智能 MC 车辆竞技平台及测算系统研发与推广	中国“互联网+”大学生创新创业大赛	校级	二等奖
113	张珂昕 张泽文 汪登奎	一种可移动低成本的水产饲料定量投放装置	中国“互联网+”大学生创新创业大赛	校级	三等奖
114	洪佳宜 何秋竹 邓敏怡 李学忠	餐厨有机质衍生品的高效利用	中国“互联网+”大学生创新创业大赛	校级	二等奖
115	谭恺 卓千莅 孙正昊 蒋康鸿 谢朋洋	RXMAX——智能环保水族造景缸租售新模式	中国“互联网+”大学生创新创业大赛	校级	三等奖
116	华星 林歆怡	地中海风情	招生宣传创新设计大赛（生源质量提升专项竞赛）	校级	二等奖
117	阎雅雯 石子晴 黄天佑	蛤蜊自动采集育苗机	上海海洋大学第三届大学生节能减排社会实践与科技竞赛	校级	三等奖
118	强嘉钰 高睿泽 谢辰旻 谭恺	高速路上的安全卫士	第十一届全国大学生电子商务“创新、创意及创业”挑战赛	校级	二等奖
119	黄艺嵚 林志豪 赵宇航 陈问淑 傅语舟	互联箱—电商物流创新转型的利器	第十一届全国大学生电子商务“创新、创意及创业”挑战赛	校级	三等奖
120	钟宇航 卢玲儿 金咪莎 吴雨桐 陈慧妍	AiFish——海洋生物与文化科普平台/海底总动员	第十一届全国大学生电子商务“创新、创意及创业”挑战赛	校级	特等奖

121	孙正昊 蒋康鸿 谢朋洋 曾丽芳	新型水族造景缸租赁与销售/小鱼需要水族缸	第十一届全国大学生电子商务“创新、创意及创业”挑战赛	校级	二等奖
122	缪晨捷 姚迪 李思宇 梅宽月	智能 MC 车辆竞技平台研发及相关文创产品推广/AWL Team	第十一届全国大学生电子商务“创新、创意及创业”挑战赛	校级	三等奖
123	谢朋洋	机械类计算机三维造型竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	优胜奖
124	陈天野	机械类计算机三维造型竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	优胜奖
125	于启凡	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	一等奖
126	张珂昕	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	一等奖
127	丁子涵	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	二等奖
128	孙莹	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	二等奖
129	张泽文	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	二等奖
130	梁爽	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	二等奖
131	蔡海睿	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	二等奖
132	陈天野	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	三等奖
133	祝子坚	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	三等奖
134	李钊丞	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	三等奖

135	王飞	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	三等奖
136	张宇航	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	三等奖
137	苏洁	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	三等奖
138	张良	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	优胜奖
139	靳玉强	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	优胜奖
140	高沁运	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	优胜奖
141	梁哲凯	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	优胜奖
142	南超才	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	优胜奖
143	李依睿	机械类计算机二维绘图竞赛	第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛校选拔赛	校级	优胜奖

### 3. 获奖证书照片汇编

#### 第十五届全国大学生智能汽车竞赛



图为第十五届全国大学生智能汽车竞赛三等奖获奖证书



图为第十五届全国大学生智能汽车竞赛三等奖获奖证书



图为第十五届全国大学生智能汽车竞赛三等奖获奖证书



图为第十五届全国大学生智能汽车竞赛三等奖获奖证书



图为第十五届全国大学生智能汽车竞赛三等奖获奖证书



图为第十五届全国大学生智能汽车竞赛三等奖获奖证书

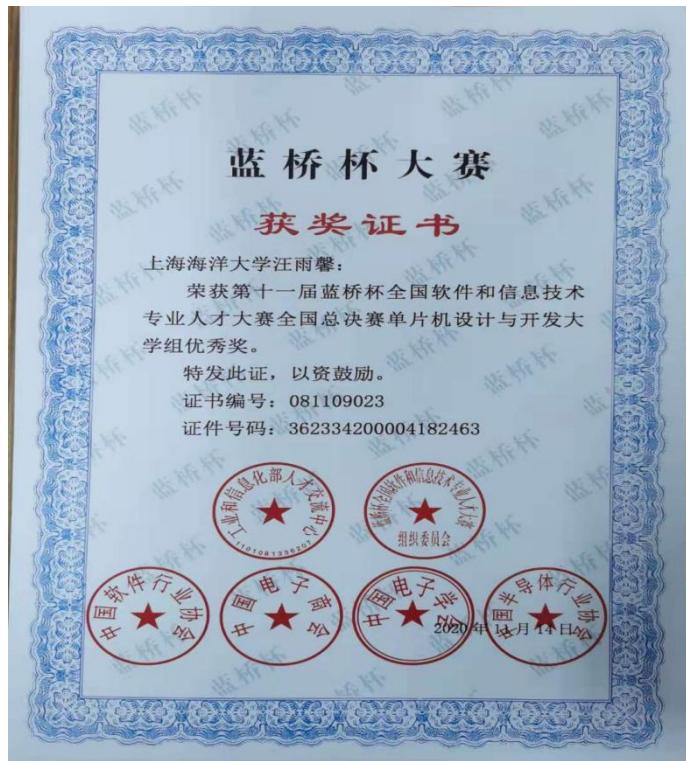
## 第十一届蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛



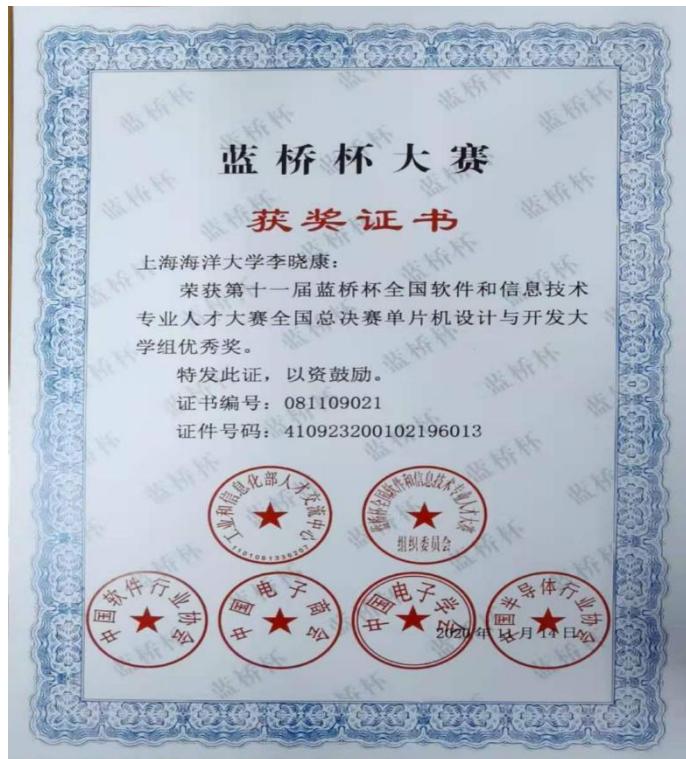
图为第十一届蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛个人三等奖



图为第十一届蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛个人三等奖



图为第十一届蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛个人优胜奖



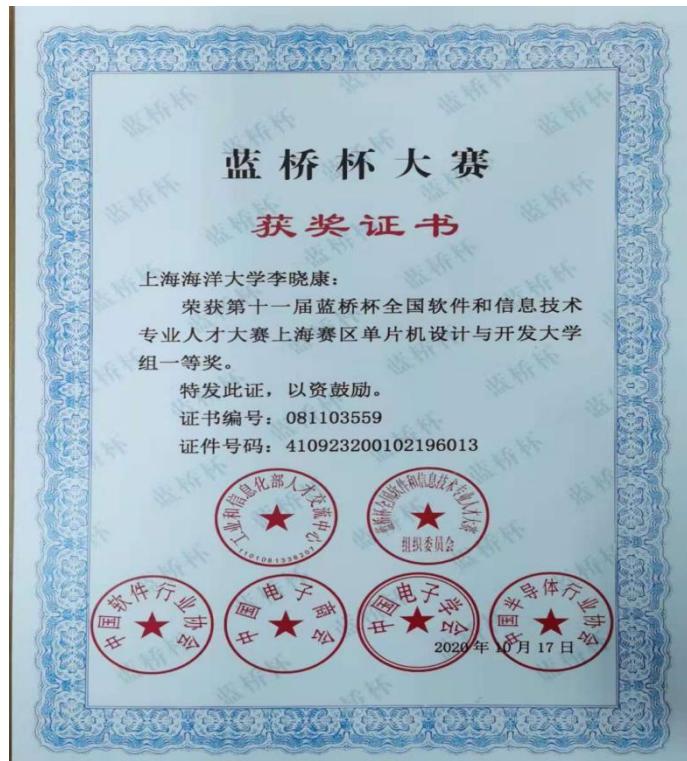
图为第十一届蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛个人优胜奖



图为第十一届蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛个人优胜奖



图为第十一届蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛个人一等奖

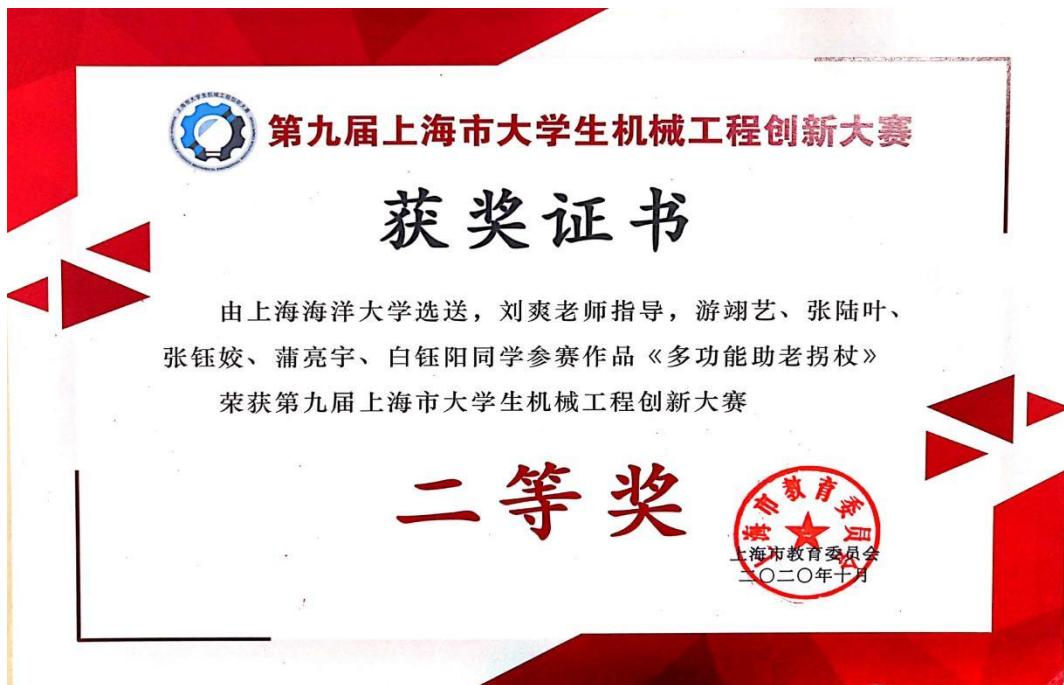


图为第十一届蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛个人一等奖

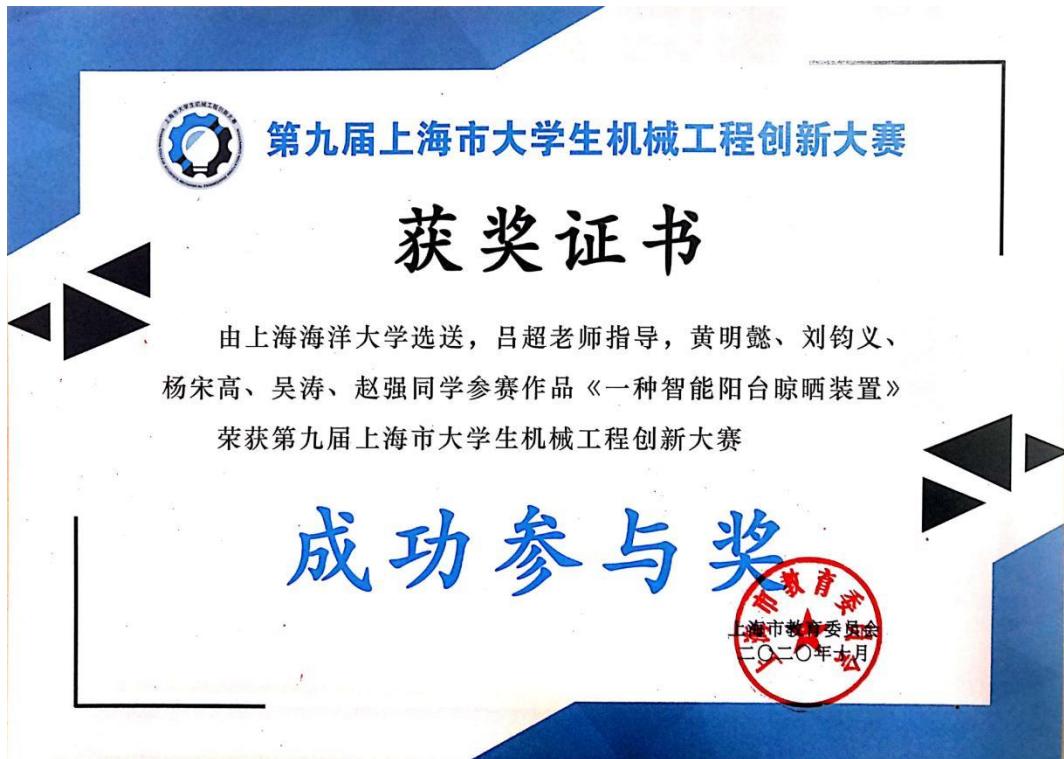


图为第十一届蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛个人一等奖

## 上海市大学生机械工程大赛



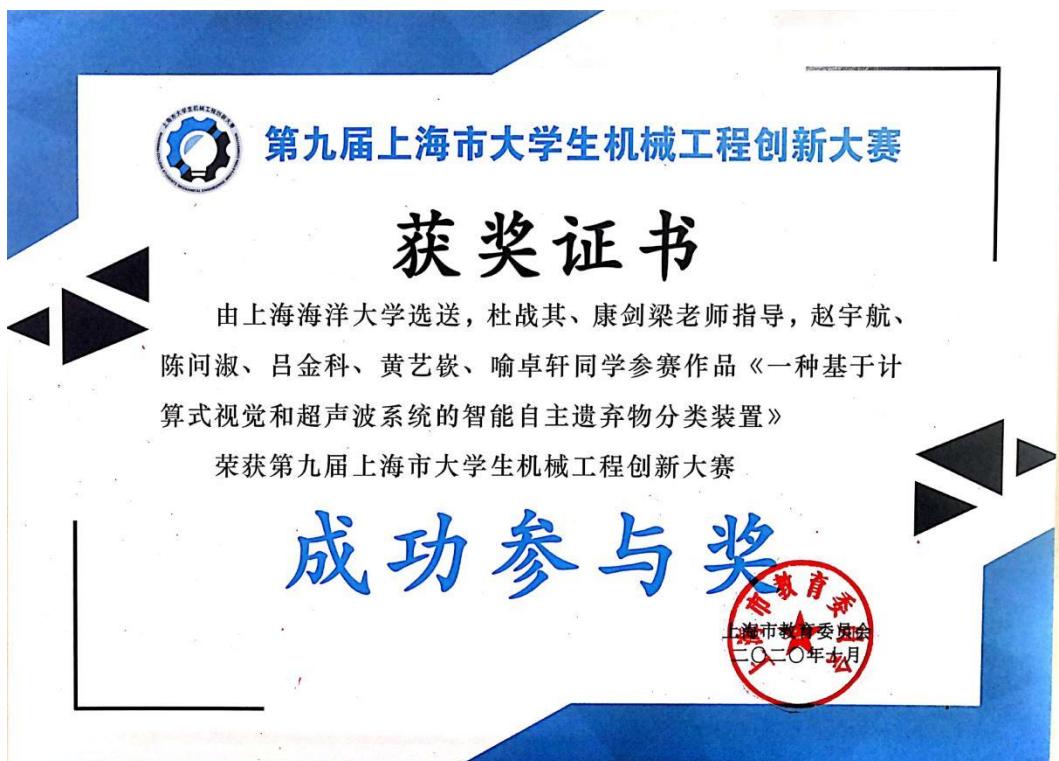
图为上海市大学生机械工程大赛团队二等奖



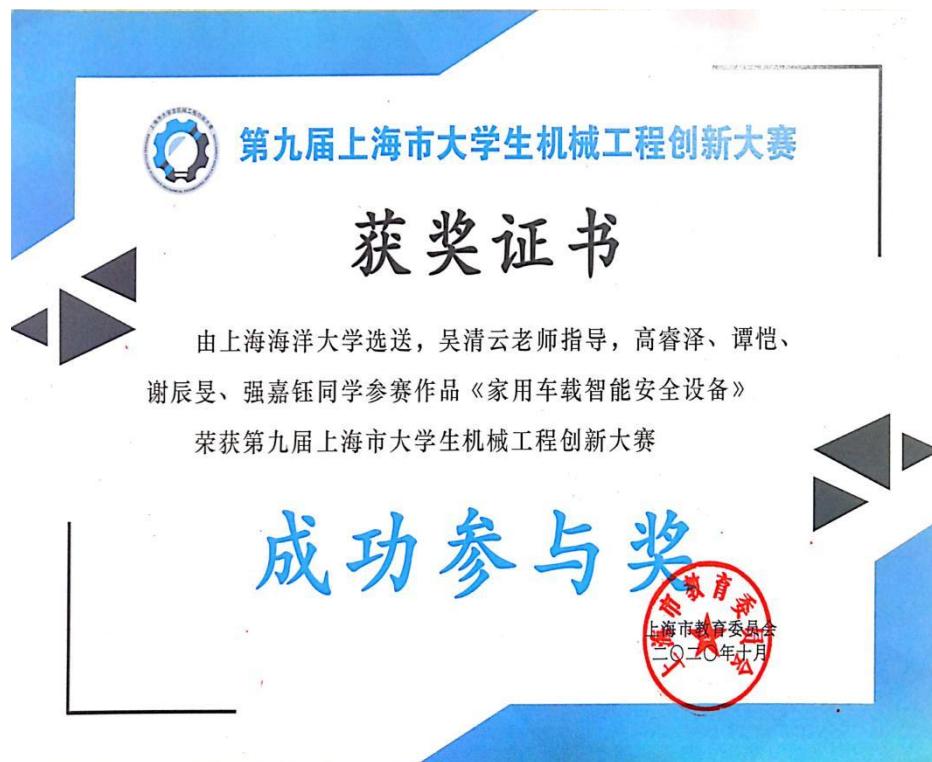
图为上海市大学生机械工程大赛团队参与奖



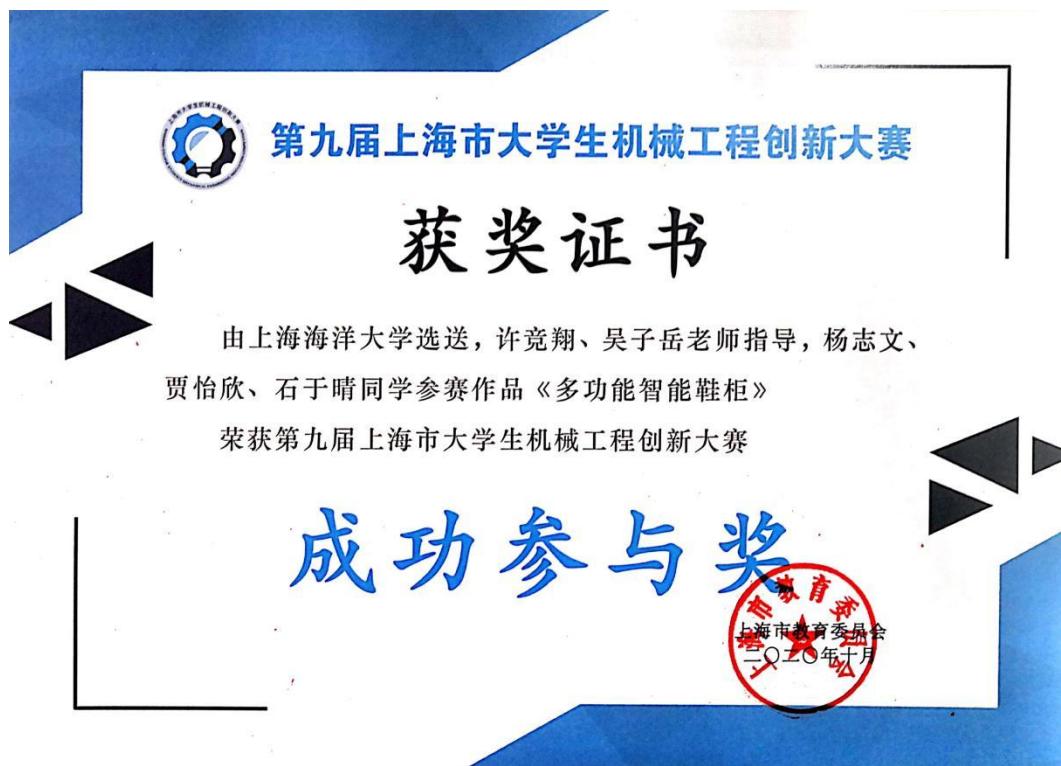
图为上海市大学生机械工程大赛团队参与奖



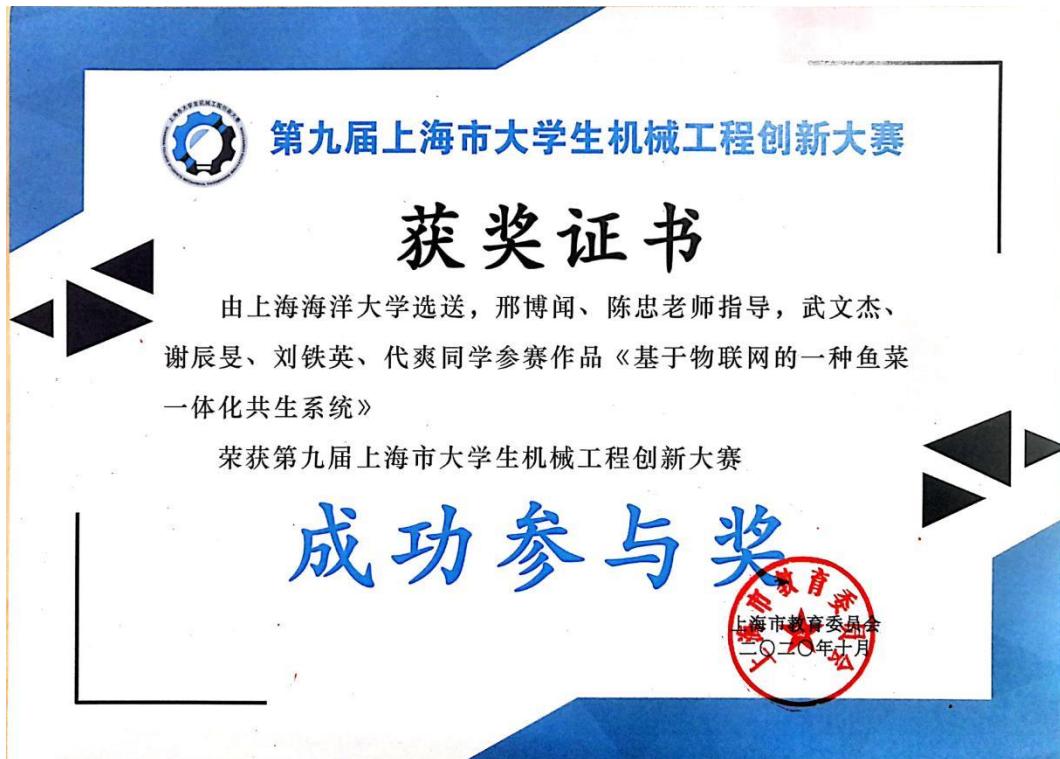
图为上海市大学生机械工程大赛团队参与奖



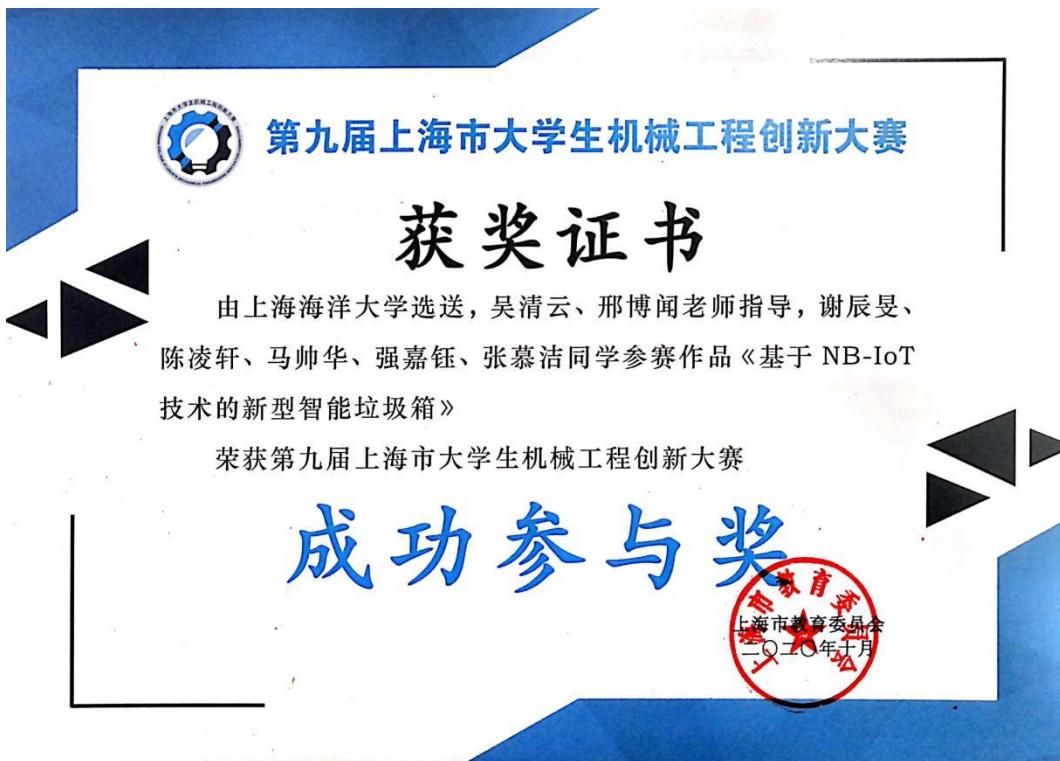
图为上海市大学生机械工程大赛团队参与奖



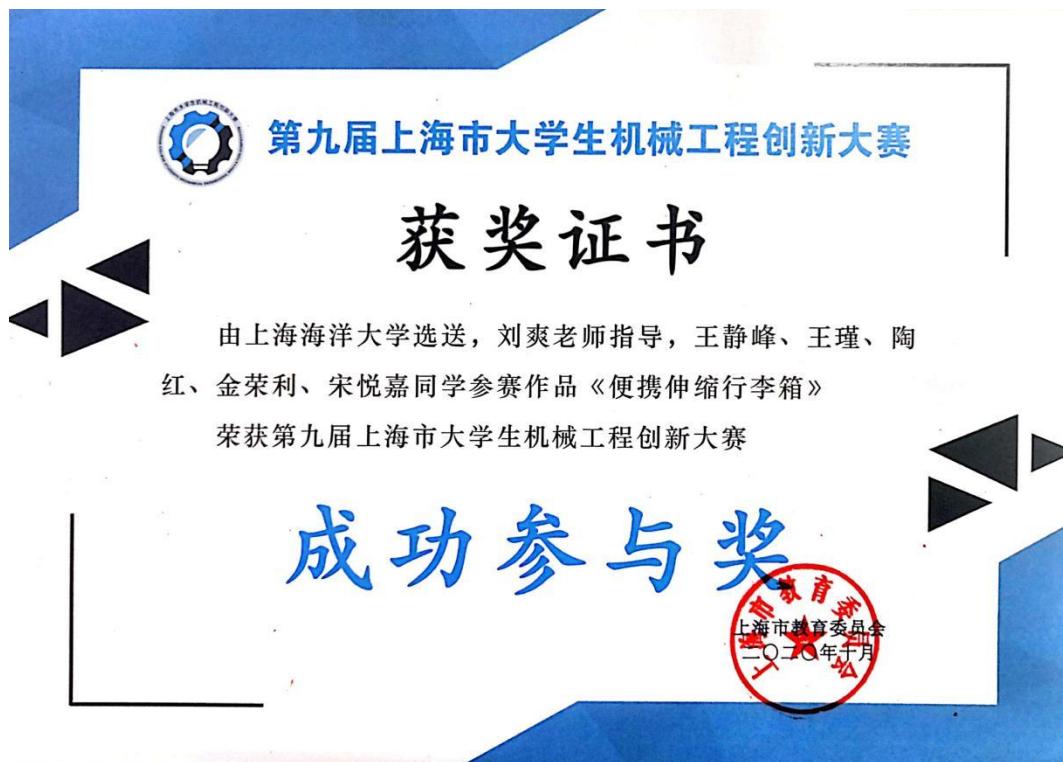
图为上海市大学生机械工程大赛团队参与奖



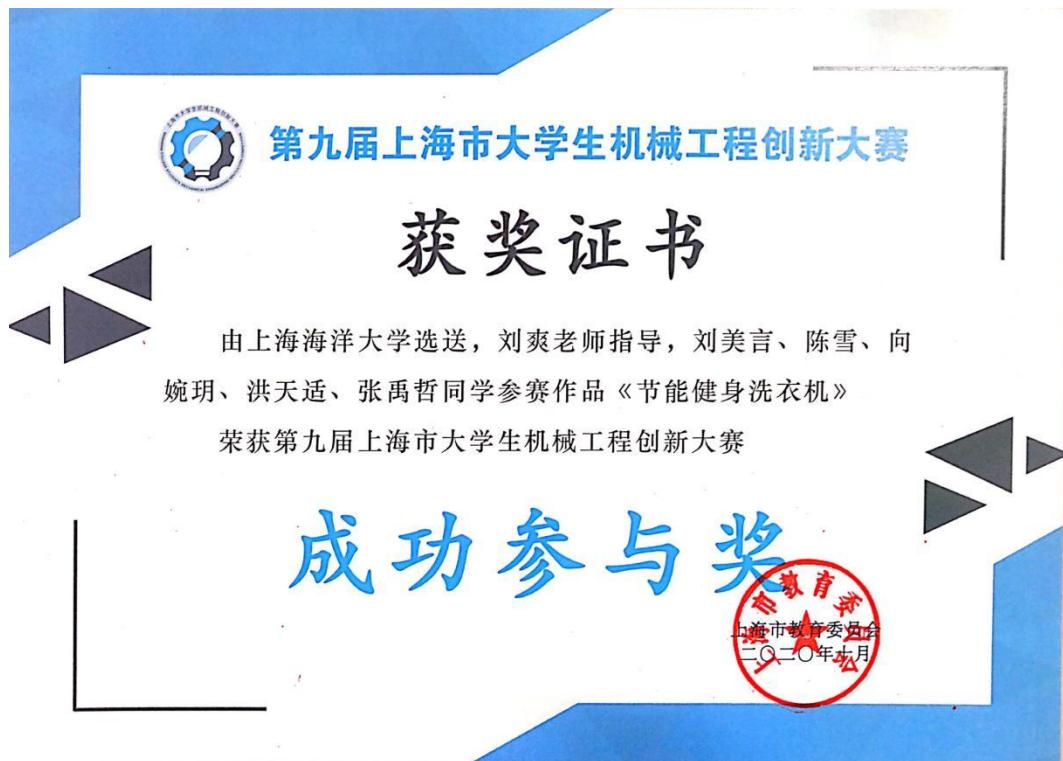
图为上海市大学生机械工程大赛团队参与奖



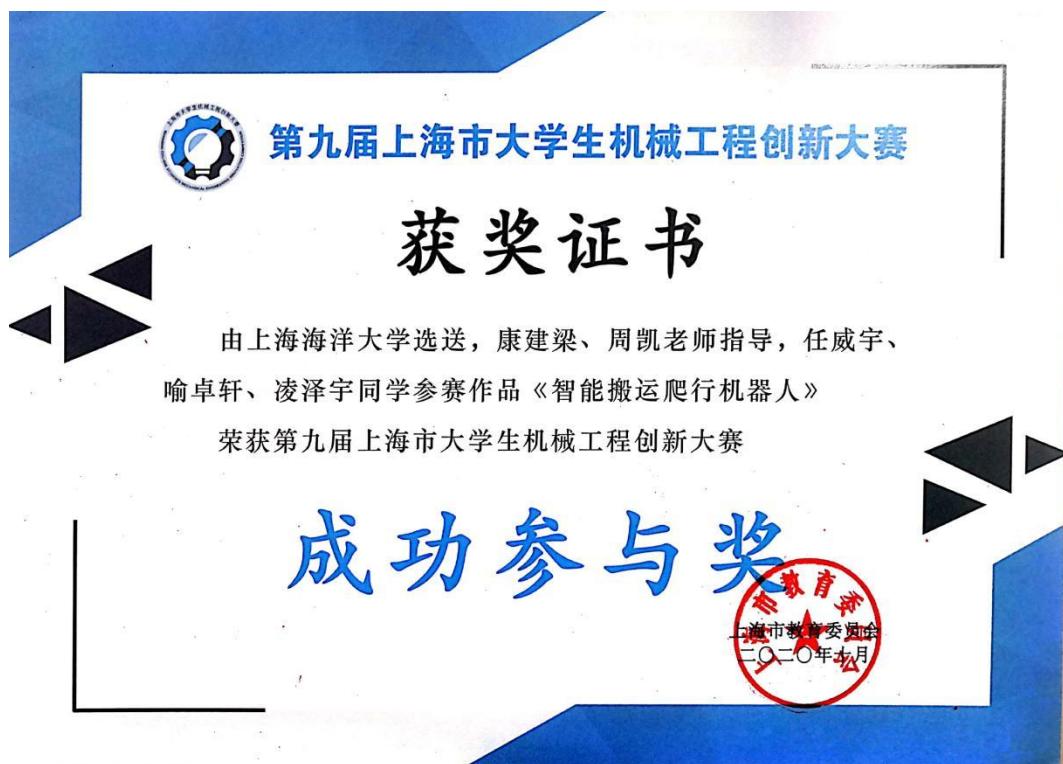
图为上海市大学生机械工程大赛团队参与奖



图为上海市大学生机械工程大赛团队参与奖



图为上海市大学生机械工程大赛团队参与奖



图为上海市大学生机械工程大赛团队参与奖

上海市大学生工业工程应用与创新大赛



图为上海市大学生工业工程应用与创新大赛三等奖



图为上海市大学生工业工程应用与创新大赛三等奖



图为上海市大学生工业工程应用与创新大赛三等奖



图为上海市大学生工业工程应用与创新大赛三等奖



图为上海市大学生工业工程应用与创新大赛三等奖



图为上海市大学生工业工程应用与创新大赛三等奖



图为上海市大学生工业工程应用与创新大赛三等奖

## 全国三维数字化创新设计大赛



图为全国三维数字化创新设计大赛团队三等奖



图为全国三维数字化创新设计大赛团队一等奖



图为全国三维数字化创新设计大赛团队二等奖



图为全国三维数字化创新设计大赛团队二等奖



图为全国三维数字化创新设计大赛团队二等奖



图为全国三维数字化创新设计大赛团队二等奖



图为全国三维数字化创新设计大赛团队三等奖



图为第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛团体一等奖



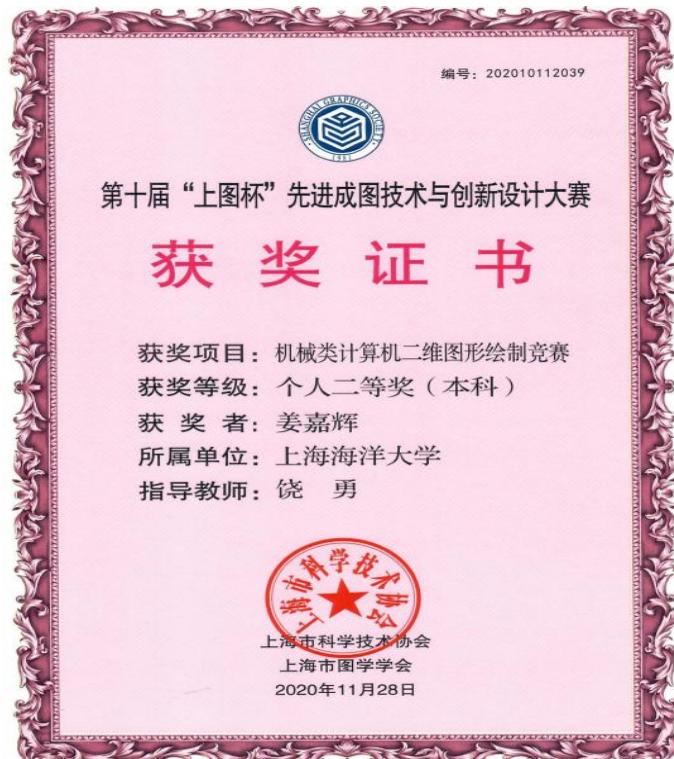
为第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛团体一等奖



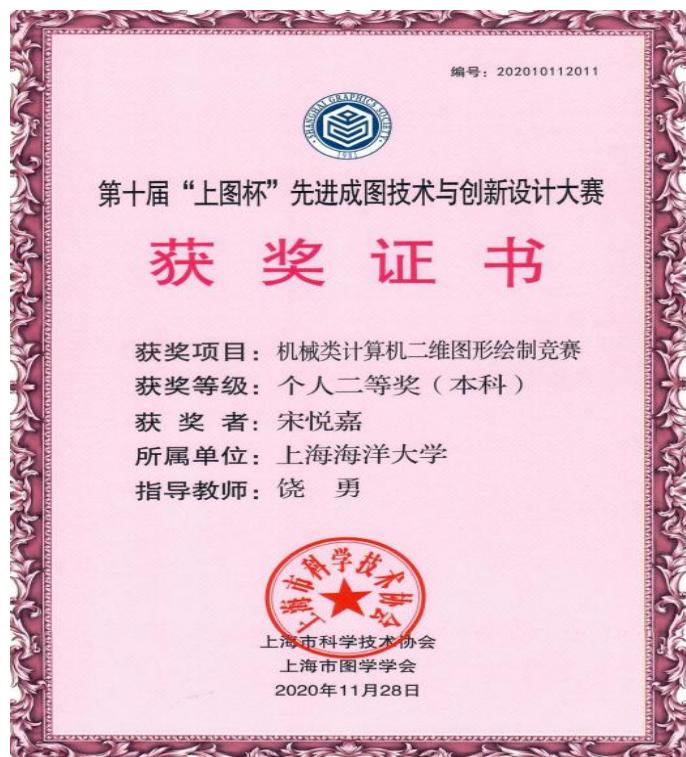
图为第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛团体二等奖



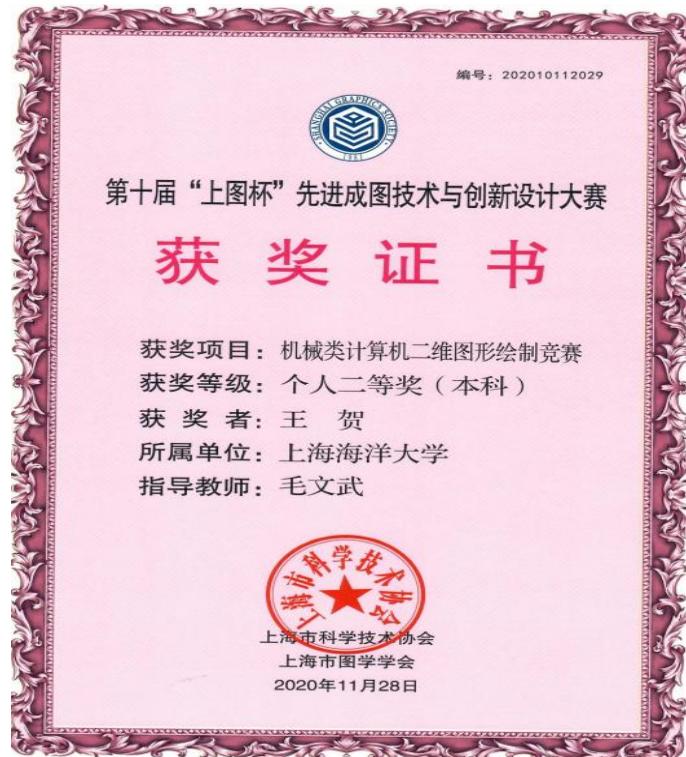
图为第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛团体二等奖



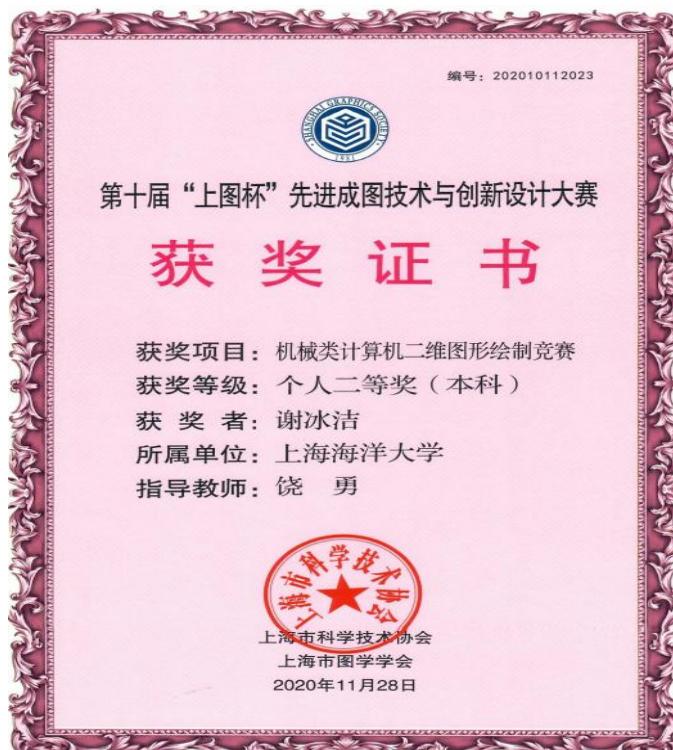
图为第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛个人二等奖



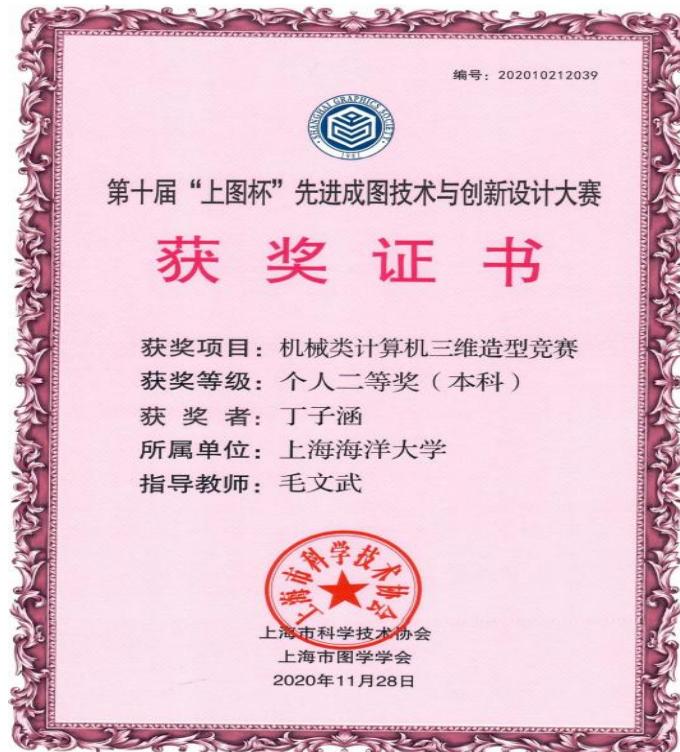
图为第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛个人二等奖



图为第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛个人二等奖



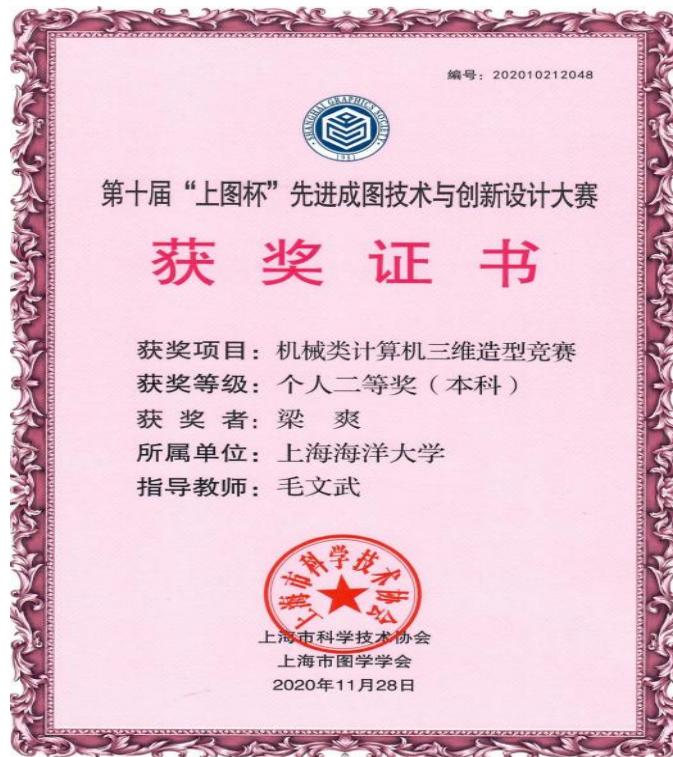
图为第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛个人二等奖



图为第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛个人二等奖



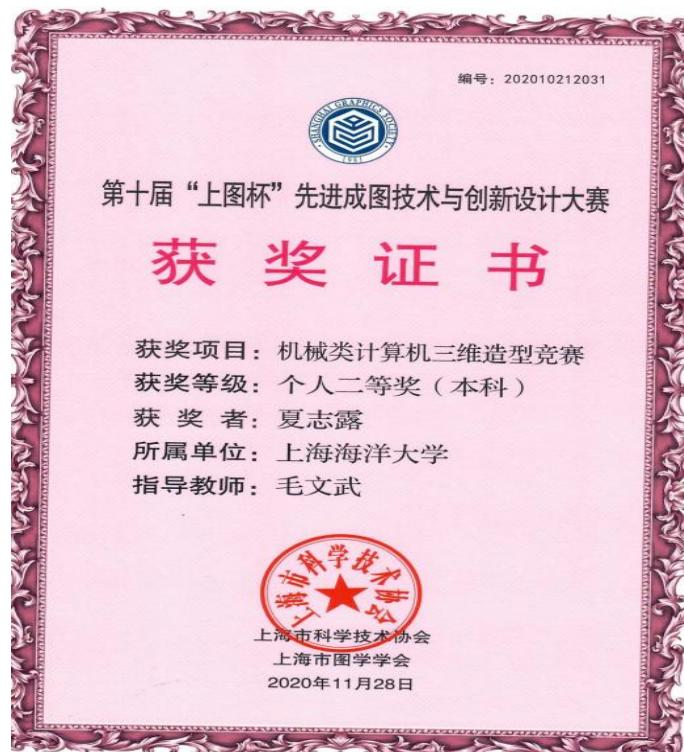
图为第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛个人二等奖



图为第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛个人二等奖



图为第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛个人二等奖



图为第十届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛个人二等奖

## 全国大学生电子设计竞赛



图为全国大学生电子设计竞赛团体二等奖



图为全国大学生电子设计竞赛团体二等奖



图为全国大学生电子设计竞赛团体三等奖



图为全国大学生电子设计竞赛团体三等奖



图为全国大学生电子设计竞赛团体三等奖



图为全国大学生电子设计竞赛团体成功参赛奖



图为全国大学生电子设计竞赛团体成功参赛奖



图为全国大学生电子设计竞赛团体成功参赛奖

### iCAN 国际创新创业大赛



图为 iCAN 国际创新创业大赛团体三等奖



图为 iCAN 国际创新创业大赛团体三等奖



图为 iCAN 国际创新创业大赛团体三等奖



图为 iCAN 国际创新创业大赛团体三等奖



图为 iCAN 国际创新创业大赛团体三等奖



图为 iCAN 国际创新创业大赛团体三等奖



图为 iCAN 国际创新创业大赛团体优胜奖



图为 iCAN 国际创新创业大赛团体三等奖

## 全国海洋航行器设计与制作大赛



图为全国海洋航行器设计与制作大赛团体二等奖



图为全国海洋航行器设计与制作大赛团体特等奖



图为全国海洋航行器设计与制作大赛团体特等奖



图为全国海洋航行器设计与制作大赛团体二等奖

上海市百万青少年争创“明日科技之星”评选活动暨“上汽教育杯”上海市高校学生科技创新作品展示评优



图为上海市百万青少年争创“明日科技之星”评选活动暨“上汽教育杯”上海市高校学生科技创新作品展示评优团体一等奖



图为上海市百万青少年争创“明日科技之星”评选活动暨“上汽教育杯”上海市高校学生科技创新作品展示评优团体一等奖

## 中国“互联网+”大学生创新创业大赛



图为中国“互联网+”大学生创新创业大赛团体优胜奖



图为中国“互联网+”大学生创新创业大赛团体铜奖



图为中国“互联网+”大学生创新创业大赛团体铜奖

2020 年(第十二届)上海市大学生计算机应用能力大赛



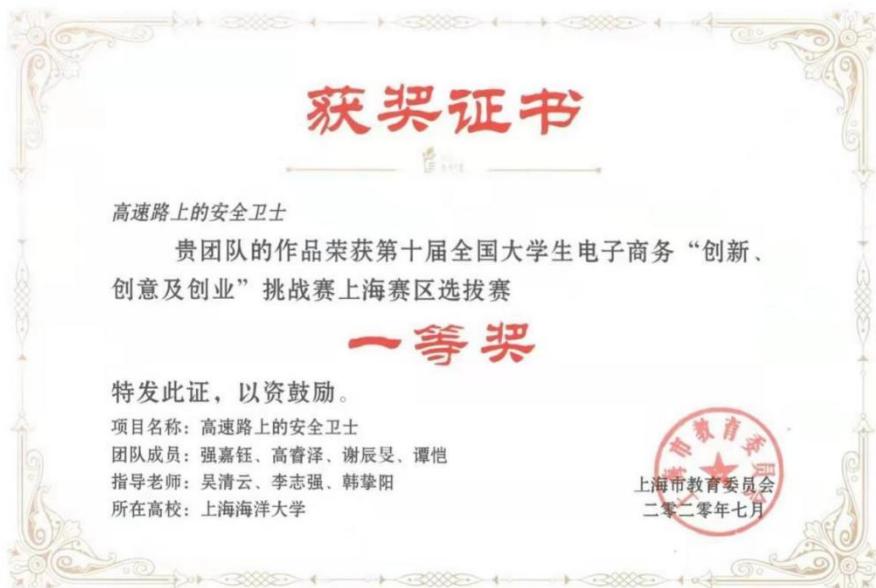
图为 2020 年(第十二届)上海市大学生计算机应用能力大赛团体三等奖

### 赛迪环保杯



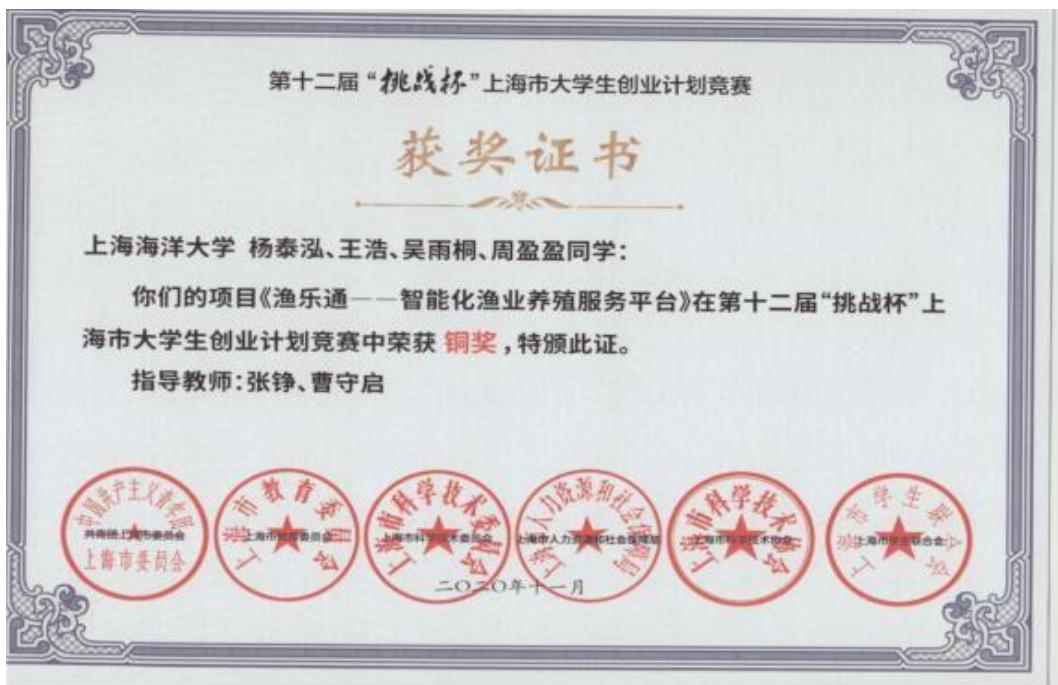
图为赛迪环保杯团体三等奖

## 第十一届全国大学生电子商务“创新、创意及创业”挑战赛



图为第十一届全国大学生电子商务“创新、创意及创业”挑战赛团体一等奖

## 第十二届“挑战杯”上海市大学生创业计划竞赛



图为第十二届“挑战杯”上海市大学生创业计划竞赛团队铜奖

### 第五届“汇创青春”——大学生文化创意作品展示活动



图为第五届“汇创青春”——大学生文化创意作品展示活动团体三等奖



图为第五届“汇创青春”——大学生文化创意作品展示活动团体三等奖



图为第五届“汇创青春”——大学生文化创意作品展示活动团体三等奖



图为第五届“汇创青春”——大学生文化创意作品展示活动团体三等奖



图为第五届“汇创青春”——大学生文化创意作品展示活动团体三等奖

全国大学生数学建模竞赛

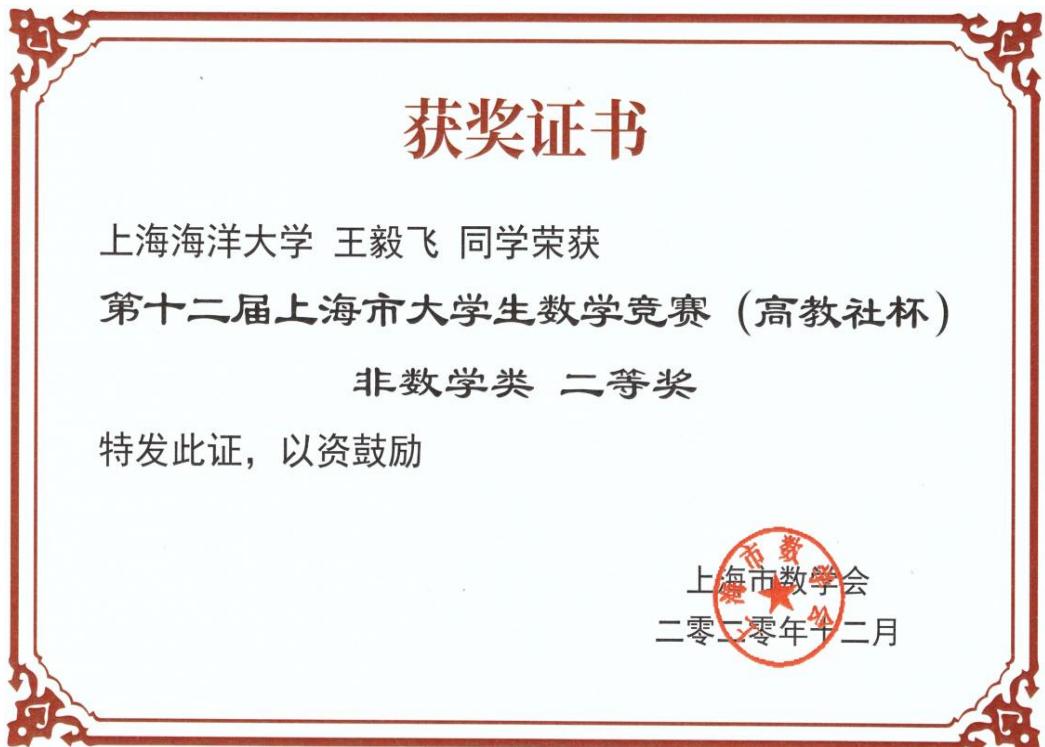


图为全国大学生数学建模竞赛团体二等奖

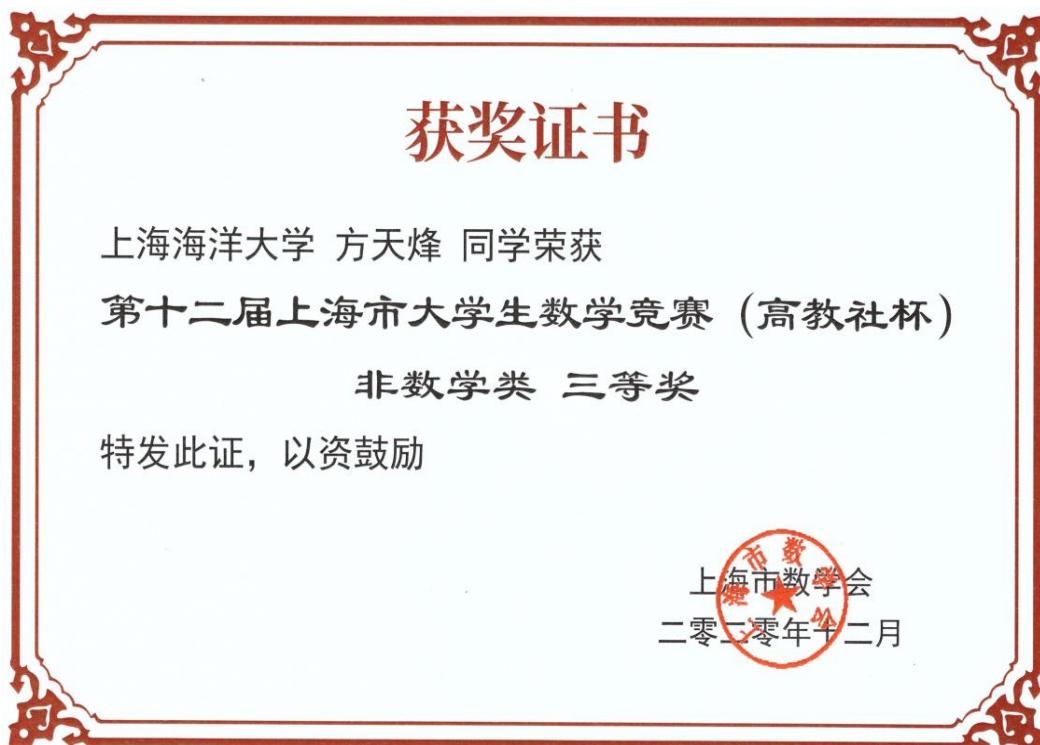


图为全国大学生数学建模竞赛团体二等奖

全国大学生数学竞赛



图为全国大学生数学竞赛个人二等奖



图为全国大学生数学竞赛个人三等奖



图为全国大学生数学竞赛个人三等奖

## 全国大学生英语竞赛



图为全国大学生英语能力大赛个人一等奖

## 全国大学生学术英语词汇大赛



图为全国大学生学术英语词汇大赛个人三等奖



图为全国大学生学术英语词汇大赛个人三等奖

第七届上海市大学生创业决策仿真大赛



图为第七届上海市大学生创业决策仿真大赛三等奖

## 2020 上海海洋大学第九届暨“昌智杯”工程优化大赛



图为 2020 上海海洋大学第九届暨“昌智杯”工程优化大赛团体三等奖



图为 2020 上海海洋大学第九届暨“昌智杯”工程优化大赛团体三等奖

## 第五届上海海洋大学渔业装备创新设计大赛



第五届 (2020)

上海海洋大学渔业装备创新设计大赛

### 获奖证书

### 二等奖

参赛作品：秋刀鱼的小型分离与导向装置

小组成员：仲家寅，李梦波，申皓文，茹逸凡，武嫣然

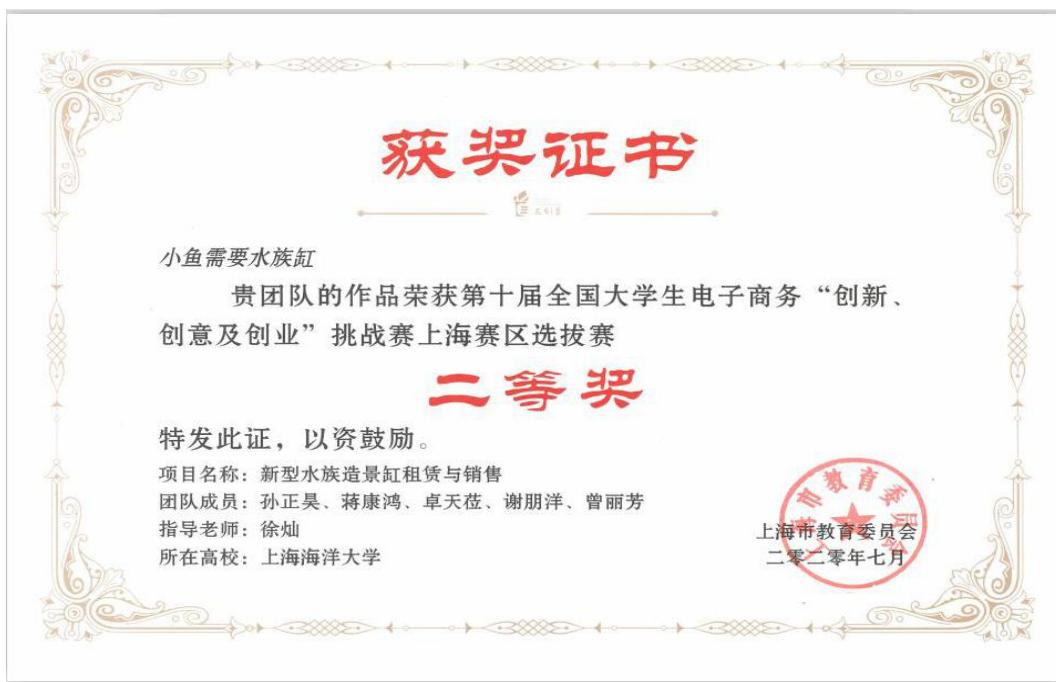
指导教师：陈成明

上海海洋大学

二零二零年十二月

图为第五届上海海洋大学渔业装备创新设计大赛团体二等奖

## 第十一届全国大学生电子商务“创新、创意及创业”挑战赛



图为第十一届全国大学生电子商务“创新、创意及创业”挑战赛团体二等奖

## 二、学术论文

## 1. 公开发表论文统计表

序号	作者姓名	发表论文名称	刊物名称	期次
1	田卡 曹宇 龙振东 许竞翔	一种以学科竞赛为依托的机制专业学生能力培养模式探讨	中国现代教育装备	2020 年 6 月第 21 期
2	谢辰旻 陈凌轩 强嘉钰 马帅华	基于 Arduino 的水质监测和水质改善无人航行器设计	水产养殖	2020 年 12 月第 41 期
3	赵煜 汪康 许哲 蔡卓越 赵敬然	电子舌在水质检测中研究进展	环境科学与技术	2020 年 11 月第 43 期

## 2. 论文全文汇编

2020年11月  
总第349期

中国现代教育装备

ISSN1672-1438  
CN11-4994/T

## 一种以学科竞赛为依托的 机制专业学生能力培养模式探讨

田卡 曹宇 龙振东 许竞翔

上海海洋大学工程学院 上海 201306

**摘要：**以机制专业学生能力培养为目的，结合我校“双一流”学科特色、学科竞赛活动以及机制专业特点，提出了一种以学科竞赛项目为依托，具有明显新农科特色的学生能力培养模式。根据不同竞赛项目对学生不同能力层次的要求，有针对性地对不同阶段学生制订阶段性的知识能力培养体系。实践证明，该模式符合机械工程教育专业认证对学生能力培养的要求，且较原有培养模式在学生创新实践、文字表达等方面具有很大的优势，尤其是对专业精英化学生的培养具有明显效果，该创新人才模式对高校人才的培养具有广泛借鉴意义。

**关键词：**学科竞赛；OBE；能力培养；工程教育专业认证

DOI:10.13492/j.cnki.cmee.2020.21.034

“双一流”建设促使高校推进国际化特色学科的专业发展<sup>[1]</sup>；2019年的“新农科”建设工作组激发涉农高校对农业专业化人才培育的鼎力支持<sup>[2]</sup>；近年来，工程教育专业认证促进了高校以OBE教学理念进行人才培养的转变和实践<sup>[3]</sup>。此外，人工智能、大数据、云计算等新兴技术的崛起对机械行业形成巨大挑战；诸多挑战在不断激发高校教育者思维创新：如何借时代东风，开展教学模式创新以打破机制专业壁垒，培育出满足社会需求的、具有综合应用专业技能的专业人才，已成为一线教育工作者共同思考的难题。

我校被列入我国第一批“双一流”高校建设名单，也是首批涉农高校之一。结合我校“双一流”学科特色、学科竞赛特点以及本院机制专业特色，本教学工作团队提出了一种以学科竞赛项目为依托的学生

能力培养模式，其特点在于根据不同竞赛项目对学生能力的要求，有针对性地对不同阶段的学生提出不同能力层次的培养。历经3年的探索实践表明，该人才培养模式满足工程教育专业认证的人才培养理念，可有效提高学生专业技能，对精英化人才的培养具有明显的效果，有一定的借鉴意义。

### 1 符合机制专业的学科竞赛能力分析

学科竞赛是一种被广泛认可的第二课堂<sup>[4]</sup>，即各高校学生围绕大赛主题进行拓展训练，且以竞技方式进行思维和技能的交流。此种方式可直接夯实学生专业技能，促进学生创新教育，且对学生团队协作、人生价值观及社会责任感的形成也颇有成效。根据分析

表1 机制类相关学科竞赛及其所需能力要提炼汇总表

类别	大赛名称	专业技能以及支撑课程	综合技能体现
基础巩固型	全国三维数字化创新设计大赛、上海市大学生先进成图技术与创新设计大赛、上海市大学生“新特杯”数字化创新设计竞赛	机械基础：创新设计+绘图 支撑课程：CAD制图/三维造型设计/CAD、CAM技术	参考工程教育专业认证OBE理念学生能力12条，综合技能体现包含如下6种： 1.工程问题解决、分析能力 大赛主题 科研难题
	全国大学生电子设计竞赛、“蓝桥杯”全国软件和信息技术专业人才大赛	电控基础：创新设计+程序 支撑课程：C语言、单片机控制原理等	2.团队协作能力 3~5名团队成员 3.沟通交流能力 项目人员内部沟通 答辩评审沟通 文案沟通
综合提升型	“恩智浦”杯全国大学生智能汽车竞赛、上海市大学生工程训练综合能力竞赛、中国工程机器人大赛暨国际公开赛	命题：控制 综合性技术	4.项目管理能力 项目进展管理能力 5.自主学习能力 跨专业、跨学科 6.职业规划能力 读研、出国、创业
创新设计型	上海市大学生机械工程创新大赛、上海市大学生“创造杯”大赛、ICAN国际创新创业大赛、上海国际创客大赛、全国海洋航行器设计与制作大赛	“机+电”作品 创造性思维、社会问题探寻及解决方案	
文案技术型	“汇创青春”上海市大学生文化创意作品大赛、上海高校学生创造发明“科技创业杯”奖	方案和模型设计 关注大学生文学素养的提现	

**作者简介：**田卡，工学硕士，工程师；通讯作者：曹宇，工学博士，讲师；龙振东，在读本科生；许竞翔，工学博士，副

2019年中国高等教育学会公布的全国高等学校学科竞赛排行榜及近三年来我院机制专业学生参与的学科竞赛数据,初步将各学科竞赛对机制专业学生专业技能的要求汇总如表1所示。

各学科竞赛的技能需求可分为基础巩固型、综合提升型、创新设计型以及文案技术型4个层次。其中基础巩固型包含机械基础和电控基础2个方面,机械基础的能力体现在学生对二维、三维造型等数值化技术的熟练掌握能力,电控基础则表现为学生编程能力的初步涉入;综合提升型则主要是以控制为核心的综合性命题,要求学生通过编程语言完成综合性既定任务;创新设计型则要求学生根据社会热点主题,设计且制作高度创新的机电实物作品,这对学生敏锐的察觉力和高度专业技能提出了要求;文案技术型则为以文案设计为主,培养学生文字撰写能力。

## 2 学科竞赛和“新农科”结合的人才培养模式的探讨和实践

### 2.1 人才培养执行模式

基于对学科竞赛的解析,我校于2017年开展了该人才培养模式的实践,本模式采用导师团队制,突出以学科竞赛作为驱动目标和以创新项目为载体的学习

制,分阶段、有目标、有层次地对学生进行了人才培养,3年来实践的培养执行方案如表2所示。

### 2.2 人才培养技能产出成效

跟踪记录团队学生不同阶段的有形成果如表3所示。学生具有层次化技能和知识达成性,符合该模式培养宗旨。此外,3年的团队学习,不仅可以提高学生学习的自主性、团队协作精神,且能提升其文字撰写能力和激发其强烈的社会主义核心价值感。以上特点将会对学生职业发展和社会主义核心价值形成产生重要意义。

## 3 模式探索中的困难及建议

模式符合OBE的教育理论,但在其实践中还存在如下困难。从高校学生现状考虑,常规机制人才培养方案课程内容过于纯机械性,课程顺序设置不合理,与学生创新实践所需的技能严重脱节,导致学生在创新基础性知识积累的黄金阶段实际收获少,进而导致其在大三时难以设计并制作出创新成果,这样的现状也使得学生难以集中掌握创新的专业技能,这也是部分团队成员不能坚持创新的主要原因;从学科融合的角度考虑,培养具有学科专业性人才是国家和社会发展的需求,在该模式的实践中,突出机械学科和水产学科的融合课题项目,但数量比重不够突出,其最大

表2 2017级机制学生项目为载体的人才执行方案

阶段	学期	模式特点	阶段性目标
基础巩固性	大一上、下	项目载体1:一种智能水果采摘机 (2017年机械大赛主题) 关联课程:工程制图、机械CAD/CAM、程序设计语言、单片机原理及应用	巩固机械基础技能(主),如二维、三维绘图技能,数字化仿真 加强电控基础(辅),诸如编程语言,单片机应用
综合提升性	大二上、下	项目载体2:一种智能物流控制小车 关联课程:机械原理、机械设计、电子技术基础、控制理论基础	提升控制编程技术技能,如自主巡航、二维码识别、视觉识别技术等
创新设计性	大三上、下	项目载体3:一种智能化的河道垃圾清理巡航装置 (机械+水产+生态融合) 项目载体4:一种基于物联网的流动智能垃圾桶 (上海社会问题(垃圾分类)-环境可持续性理念) 关联课程:流体力学、环境科学、智能控制技术	提升控制编程技术技能 掌握创新设计方法 提升社会热点调研能力 巩固技术报告、文案编撰技能
毕业设计	大四上、下	团队4人,每人都有一个综合性创新项目作为毕业设计课题	综合提升

表3 人才培养模式的技能产出汇总表

时间	成效支撑
大一	学科竞赛:上海市大学生“成图杯”个人一等奖1项,二等奖1项,团队一等奖1项;《智能水果采摘机》中国大学生ICAN创新创业大赛华东赛区一等奖1项,中国总决赛为三等奖 奖学金:校级人民一等奖学金1人次,二等奖学金2人次,三等奖学金1人次;校级发明创造奖2人次
大二	学科竞赛:《一种智能化的河道垃圾清理巡航装置》获上海市创新创业项目资助;《一种智能物流控制小车Fake & Make It》获上海市大学生工程能力训练竞赛二等奖1项;获得“蓝桥杯”单片机应用模块个人二等奖1人次。获得授权实用专利2项 奖学金:上海市奖学金1人次;校级人民一等奖学金1人次,二等奖学金3人次;校级发明创造奖2人次
大三	学科竞赛:《一种智能化的河道垃圾清理装置》获上海市大学生汇创青春二等奖1项;作品《一种倒锥形制淡平台》《多体嵌套式风浪浮标》获上海市“新特杯”大学生数字化创新设计竞赛二等奖2项;申请上海市创新创业项目3项(学生毕设课题);提交国家发明专利3项(学生毕业课题) 社会服务:中国智能制造挑战赛志愿者服务2人次;临港科技园企业实习1人次

的问题在于高校学院之间学科交流较少，关键问题在于学院教师知识层次的单一性，各学院教师学生组交叉交流不够；从教师的角度考虑，该模式的成功很大程度上取决于教师精力的投入，然而目前高校教师在教学、科研、社会工作上面临巨大的压力，如何有效制订柔性制度，激发教师的成就感和价值感，是目前高校亟须解决的问题之一。

针对上述现状，提出建议如下：校方亟须建立具有多学科融合特色的平台，打破院院之间的交流屏障，并根据现状制订符合教学育人实际可行的激励政策，尤为评估一线青年教师的无形时间付出；院方则要借时代契机，勇于进行人才培养的变革践行，切实形成以学生能力培养为中心的课程体系。

#### 4 结语

基于“双一流”学科、学科竞赛、工程教育专业认证以及机制专业的特点，提出了一种以学科竞赛项

目为依托，具有“新农科”特色的机制专业学生能力培养模式。历经3年探索实践证明，该人才培养模式符合工程教育专业认证的OBE教学理论，可有效保障学生在不同阶段对不同层次专业知识的获取及应用，锤炼其对复杂工程问题的分析、解决能力和文字整理撰写能力。为促进该模式的推广，提出了校院两级在平台建设、课程设置以及教师绩效考核等方面的建议。整体而言，该人才培养模式为机制专业教学的转型发展提供了新方案，具有借鉴和参考价值。

#### 参考文献

- [1] 王战军,蓝文婷,布莱恩,等.美国一流高校经费收入特征及其对我国“双一流”建设的启示[J].高等教育研究,2019(10):96-102.
- [2] 赵静,方从兵,谢兴斌,等.新农科背景下观赏果树栽培与资源课程教学改革研究[J].安徽农业科学,2019(14): 280-282.
- [3] 施晓秋,徐瀛颖.工程教育认证与产教融合共同驱动的人才培养体系建设[J].高等工程教育研究,2019(2):33-39,56.
- [4] 王桂平.高校学科竞赛培训模式探索与实践[J].计算机教育,2019(7):142-145.

# 基于 Arduino 的水质监测和水质改善无人航行器设计

谢辰旻, 陈凌轩, 强嘉钰, 马帅华

(上海海洋大学工程学院, 上海 201306)

**摘要** 以 Arduino 单片机做主控制器的水下航行器, 配合多传感器实现水质监测和水质改善。试验结果表明该航行器在中小型湖泊水域能够全面地返回当前水域 0~2 m 水深区域的温度、pH 值和溶氧量等参数, 并通过一定量的 HCl 和 NaOH 溶液维护水域水质, 其调节效果经对照试验与人工条件相比具有极高效率。水下机器人在水产养殖行业的应用处于小规模试验阶段, 在未来潜力将得到极大挖掘。

**关键词** 水下航行器 水质监测 水质改善

中图分类号 X832 文献标志码 A 文章编号 1004-2091(2020)12-0012-05

环境中的中小型水域包括以河流湖泊为主的自然环境水域和以人工池塘、人工蓄水池(缸)为主的人工水域。近年来, 随着人民生活水平的提高, 一方面对于部分水产品的需求增加, 水产养殖业发展速度加快, 水产养殖面积不断扩大, 同时带来不少环境污染问题; 另一方面, 大量兴建泳池、蓄水池, 购置大型鱼缸等带来了水质清洁的问题。

水质的恶化将会带来生态效益和经济效益的退化。在水质监测设备中能够进行实时采集的指标包括水温、pH 值、电导率和溶氧量<sup>[1]</sup>。为了监控水质污染问题, 社会主流手段为引入监测站或浮标作为监测点进行定点监测和引入无人船进行动态监测。针对水质检测及数据反馈研发的一种大环境水域监测无人船<sup>[2]</sup>, 其主要基于多传感器和双通信链路, 可对传感器采集到的水质数据进行实时传输和反馈。另外, 在环境水域监测方面, 水质监测浮标也发挥着重要作用, 中科院南海海洋研究所曹文熙博士<sup>[3]</sup>提出了一种高度集成化的全天候数据采集和接收水质监测浮标装置, 可以实现全天候的定点水质监测。现代水质监测手段明显存在自动化不足、站点不足、专业性缺乏的问题。从本团队的观点出发, 前文所述两种手段均具有一定的优势, 但存在以下

三方面缺点: 一是无法对深水水域进行水质监测并获取相应信息; 二是所需空间大, 适用于大中型水域; 三是现有技术难以集水质改善和水质监测于一体。针对上述问题, 该文设计制作了一款模块化的“水宝”装置。

## 1 方案综述

### 1.1 系统组成

水下机器人诞生已久, 在日常生活中却很少出现, 功能化的水下机器人更是少之又少。文献<sup>[4]</sup>描述的是一种用于探测、打捞的安保水下机器人; 文献<sup>[5]</sup>根据仿生学原理, 对鱼类进行仿生学分析设计了一种水下机器人。水下机器人或航行器的设计不同于地面驾驶工具的推进方式和机械结构, 控制方式也有所不同, 其用途正处于探索和开发阶段。该项目将水下航行器应用于水质监测和水质改善, 给业界拓展了新思路。

“水宝”尺寸约为 45 cm×20 cm×10 cm(长×宽×高)(图 1)。装置采用胶囊型设计, 配有紫外线灯杀菌以及清洁设备, 采用模块化架构以实现更多的功能, 设计三视图如图 2 所示。“水宝”主要设计思路如下:

(1) 胶囊状外形可使其在水中受压相同, 适用

资助项目 2020 年国家级创新创业计划项目 (G202010264045) 2020 年上海海洋大学骆肇莞大学生科技创新基金二十一期

作者简介 谢辰旻 (2000—), 男, 本科, 研究方向 英汉笔译, 口译。E-mail: 13917698676@163.com

通信作者 陈凌轩 (2000—), 男, 本科, 研究方向 电气工程及其自动化。E-mail: 852183273@qq.com

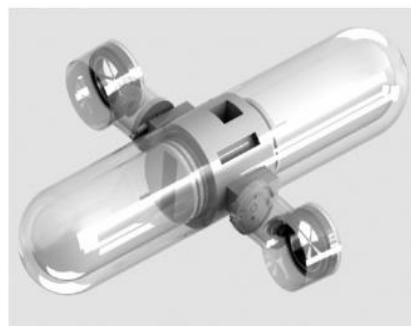


图 1 舱体整体效果图

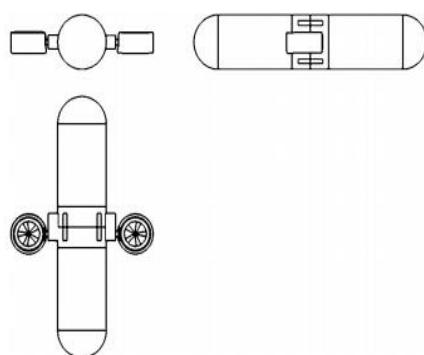


图 2 “水宝”设计三视图

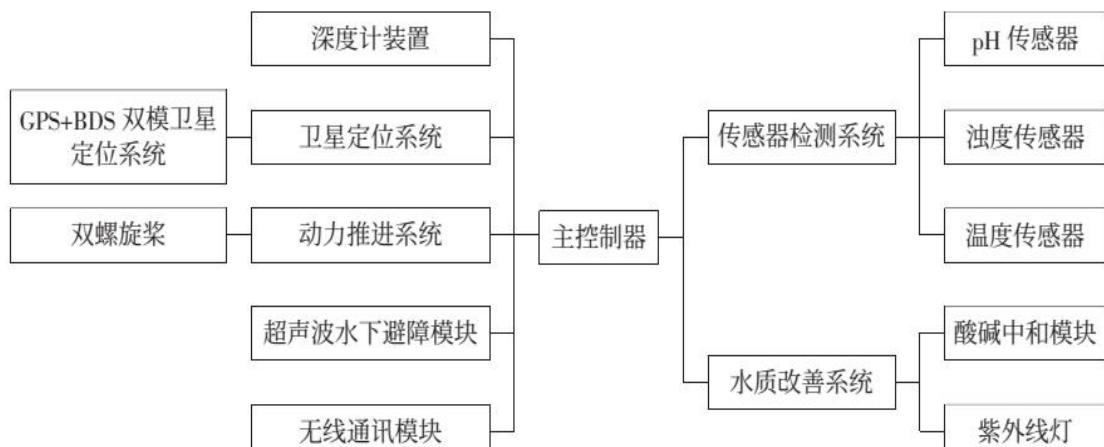


图 3 “水宝”装置下位机模块组成图

## 1.2 工作原理

“水宝”装置采用 Arduino 作为装置主控制器, 完成对各个模块的控制。“水宝”装置搭载 GPS+BDS 双模卫星定位系统和深度计装置, 通过程序设定航行的终点和运行深度, “水宝”装置启动后自动向终点方向航行。航行过程中“水宝”装置搭载的多传感器可实现相应功能: 超声波传感器发射超声波用于实现水下自动避障; pH 传感器选用 PHJ-100B 型 pH 电极<sup>[6]</sup>, 可采集周围水环境 pH 值数据, 将数据传

于全水深作业。

- (2) 该装置可按照既定的路线, 实现自主巡航。
- (3) 装置配备超声波传感器系统(声呐), 可实现水下避障, 在水下行驶更加高效、可靠。
- (4) 该装置的模块化结构可根据不同需求, 搭载多种不同类型的模块, 如各种传感器及自身运动姿态模块等各种其他功能模块。

对“水宝”装置的控制主要由下位机部分完成, 下位机部分将 Arduino Mega2560 作为主控制器, 实现对卫星定位模块、深度计装置、动力推进系统、避障系统、传感器系统和水质改善系统等子系统的控制。将编写好的程序烧录到主控制板中, 所有的系统都可发挥作用: 卫星定位模块可确定自身所处的位置并为路径规划提供支持; 深度计装置反馈所处深度; 动力推进系统使得航行器可以在水下运动; 避障系统确保“水宝”在水下避开障碍安全航行; 传感器系统针对周围水环境作出分析, 并将数据反馈至上位机平台; 水质改善系统包括紫外线灯和 pH 值调节装置, 用于改善水环境。下位机系统详细构成如图 3 所示。

输给主控制器, 通过将数值和标准值分析比对, “水宝”将向周围水环境释放酸性或碱性试剂用于改善局部水环境 pH 值; 同时温度传感器、浊度传感器、溶氧量传感器均可正常工作并采集相应数据。

## 2 功能设计

### 2.1 运动控制

定位模块采用 GPS+BDS 双模定位系统结合深度计检测模块完成“水宝”自主巡航部分, 与 Arduino 单片机相连时, 对应的引脚相连, PPS 引脚空

出,即可和主控制器实现信息的交互。在“水宝”航行过程中, GPS 不断向外界发射位置信息,并交由控制器(单片机)进行数据处理,由此保证了“水宝”按照既定的路线航行。具体方法如图 4、图 5 所示 通过程序设定终点(C)后,得到若干预设点(A、B、C),在 GPS 的作用下获取自身位置,并判断与结束点最近预设点的相对位置,做出行驶动作,重新获取自身位置,如此往复循环直至达到目标点,跳出循环。



图 4 GPS 模块巡航判别思路

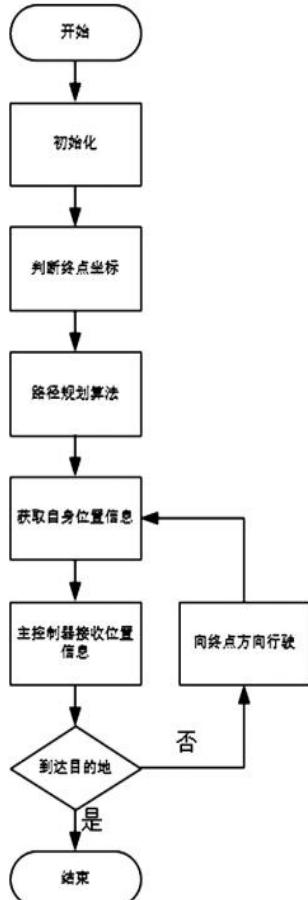


图 5 “水宝”水下自主巡航流程框图

深度检测模块感受水中压力测得深度,反馈给控制器,并根据当前深度和所需工作深度对螺旋桨朝向进行调整,实现“水宝”的上浮和下沉。

## 2.2 水质监测及水质改善

pH 值的测定通过 pH 值检测采集传感器模块实现,当检测的 pH 值趋近于 0 时,电压为电源电压(5V)。当 pH 值上升时,模块输出电压下降,且模拟输出电压与 pH 值呈线性关系。外接温度补偿电路部分可对 pH 值进行校正,消除了温度对传感器准确性的影响。

该装置采用双蠕动泵进行 pH 值改善,泵 1 接酸性试剂,泵 2 接碱性试剂。需要实现的 pH 值目标值由软件输入,Arduino 主控制器分析外部水环境中检测所得到的 pH 值数据。若水环境中 pH 值较大,泵 1 打开,释放一定剂量的酸性试剂,反复测定水域 pH 值直到接近目标值时停止。若测出水环境中的 pH 值较目标值小,则继电器闭合,泵 2 打开,为反应液加碱性试剂直至达到目标值。具体流程框图如图 6 所示。

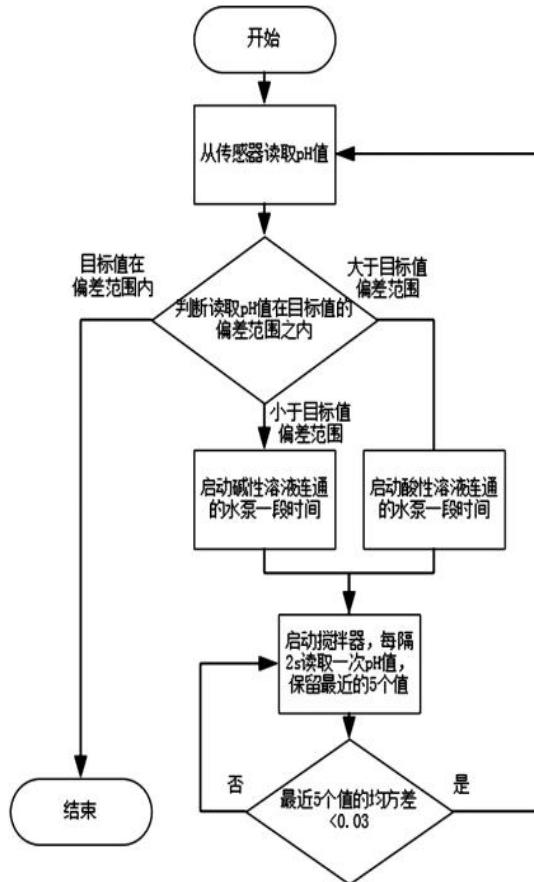


图 6 水环境酸碱条件改善流程框图

### 3 试验

#### 3.1 水质监测试验

水质监测试验通过收集巡航路线上采样点间的 pH 值和温度值数据, 验证“水宝”装置是否能够在不同水深条件下高效地测得相应的数据。该试

验选取 0 m (水面)、0.5 m (水下) 和 1 m (水下) 三种深度分别进行测量。“水宝”装置的优越性在于在相同时间内测得多组数据, 同时实现了全水深的高效工作。

水质监测试验获取数据如表 1 所示。

表 1 水质监测采样数据表

深度/m	采样编号	1	2	3	4	5	6
		pH 值	7.62	7.53	7.61	7.73	7.67
0	温度	25.2	25.1	25.3	25.1	25.6	25.1
	pH 值	7.64	7.54	7.37	7.47	7.56	7.48
0.5	温度	25.1	25.0	24.9	25.1	25.1	25.2
	pH 值	7.65	7.64	7.65	7.65	7.65	7.68
1	温度	24.9	24.8	25.1	24.9	25.0	25.0

#### 3.2 酸性水域模拟调节试验

利用胶头滴管稀释配置 pH 值为 10.27 的 NaOH 溶液 20 mL, 倒入反应瓶 A, 向另外稀释用的瓶中加入经稀释后的 NaOH (记为 B 瓶) 和 HCl (记为 C 瓶)。将 pH 计插入 A 瓶, 由于 pH 值大于 7.50, 所以会立刻听到与 C 瓶相连蠕动泵转动。将 C 瓶中的酸液加入反应瓶 A 中, 直至 pH 值小于 7.50 时, 停止转动。完成整个试验仅 10 秒左右, 试验所得数据如图 7 所示, 试验数据采集频率 0.2 s/次。

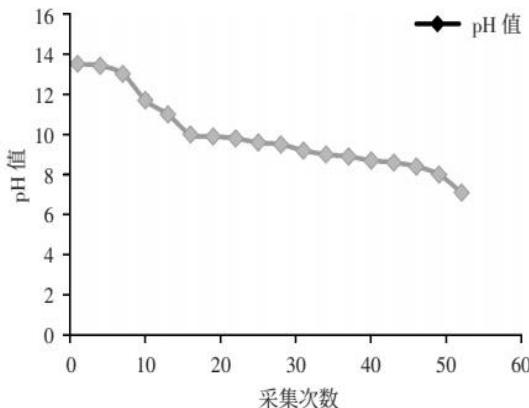


图 7 酸滴定碱试验操作数据曲线

#### 3.3 碱性水域模拟调节试验

利用胶头滴管稀释配置 pH 值为 4.15 的 HCl 溶液 20 mL, 倒入反应瓶 A, 向另外稀释用的瓶中加入经过稀释后的 NaOH (记为 B 瓶) 和 HCl (记为 C 瓶)。将 pH 值计插入 A 瓶, 由于 pH 值小于 6.50, 所

以会立刻听到与 B 瓶相连蠕动泵启动。将 B 瓶中的碱液加入反应瓶 A 中, 直至 pH 值大于 6.50 时, 停止转动, 从而达到试验目的。试验所得数据如图 8 所示。

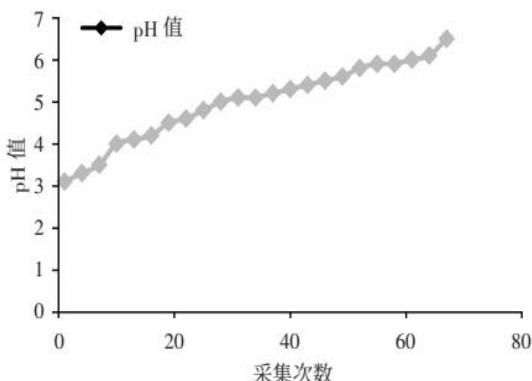


图 8 碱滴定酸试验操作数据曲线

利用该装置, 我们又取用了其他化学用液进行了试验测定, 各次记录如下表 2。

综上所述, 可见“水宝”所携带的水质改善装置具有极高的效率, 能够应对各种废液及各种 pH 值环境。大大减少了改善水环境酸碱度所需要耗费的时间和人工成本, 在中小型水域水质改善过程中可起到较大的作用。

### 4 结论

水质监测经历了人工监测、仪器监测阶段, 正在走向自动化监测阶段<sup>[7]</sup>。该文设计了一种基于 Arduino 的水下航行器, “水宝”外观呈胶囊型, 确保全身受力均匀可承载较大水压, 适用于全水深工

表 2 处理实验室溶液记录表

试验名称	所余废液量/mL	所余废液 pH 值	使用装置时间
酸碱中和滴定试验	2 568	4.31	12 min 20 s
配制一定物质的量浓度的溶液	500	11.34	5 min 26 s
铁和硫酸铜置换反应试验	96	5.70	22 s
铝和氢氧化钠溶液反应	122	9.82	30 s
电解饱和食盐水溶液试验	517	10.91	1 min 46 s
碳酸氢钠和稀硫酸反应试验	81	9.68	18 s
用铜和浓硫酸加热制二氧化硫试验	145	5.73	28 s

作环境;具备水质改善装置,能够以极高的效率将中小型水域的局部 pH 值调节至正常范围;融合了多传感器技术,能够对中小型水域的 pH 值等数据进行实时监测;结合了 GPS 定位算法,通过超声波传感器实现自动避障,保证了“水宝”的稳定和正常工作。

“水宝”为各类型中小型水域提供全水深水质检测和水质改善服务,提高了中小型水域水环境检测效率,降低成本,对推广应用农业技术与装置和进行水质环境检测有促进作用,同时能使人们的生活质量得到保障和提升。

#### 参考文献:

[1] 蔡彬彬,张云. 基于无线传感网的水质监测系统的研究与

设计[J]. 自动化与仪表, 2015 (7): 233-235.

[2] 刘雨青, 姜亚锋, 邢博闻. 基于无人船装置的大水域环境监测系统设计[J]. 船舶工程, 2019, 41 (1): 17-22.

[3] 曹文熙, 孙兆华, 李彩. 水质监测浮标数据采集和接受系统设计及其应用[J]. 热带海洋学报, 2018, 35 (5): 1-6.

[4] 彭阿静. 一种用于安保的水下机器人设计[J]. 机电工程技术, 2015, 44 (6): 59-61.

[5] 樊炳辉, 焦浩, 贾娜. 仿鱼形水下机器人设计与分析[J]. 机械设计与研究, 2014, 30 (2): 42-47.

[6] 刘星桥, 陈海磊, 朱成云. 基于 GPS 的自学习导航游弋式水质监测系统设计[J]. 农业工程学报, 2016, v.32 No.277 (1): 91-97.

[7] 武延坤, 陈益清, 雷萍. 水质监测技术现有问题分析及物联网应用框架[J]. 中国给水排水, 2012 (22): 18-22.

(收稿日期 2020-09-09)

赵煜, 汪康, 许哲, 等. 电子舌在水质检测中研究进展[J]. 环境科学与技术, 2020, 43(9):93–101. Zhao Yu, Wang Kang, Xu Zhe, et al. Research progress of electronic tongue in water detection[J]. Environmental Science & Technology, 2020, 43(9):93–101.

## 电子舌在水质检测中研究进展

赵煜, 汪康, 许哲\*, 蔡卓越, 赵敬然

(上海海洋大学工程学院, 上海 201306)

**摘要:**水的质量控制对人们的生产生活具有十分重要的意义,但是目前水质的检测方法存在一定的局限性。仿生味觉系统(电子舌)作为一种新的快速检测手段,由于其高效低成本等诸多优点,已经在多个领域的应用上展现了十分广阔的前景。相对于食品领域,其在水质检测领域的研究与应用还较为欠缺。该文基于目前电子舌在水质检测领域的发展进行了调研,就其在水的分类、感官分析、特定指标检测以及在线监测等4个方面进行了阐述,深入分析了电子舌在水质检测领域的意义,应用价值和发展前景,并对该技术在水质检测领域未来的发展方向和突破点提出了几点思考。

**关键词:**水质检测; 电子舌; 水的分类; 感官分析; 指标检测; 在线监测

**中图分类号:**X823   **文献标志码:**A   **doi:**10.19672/j.cnki.1003-6504.2020.09.014   **文章编号:**1003-6504(2020)09-0093-09

### Research Progress of Electronic Tongue in Water Detection

ZHAO Yu, WANG Kang, XU Zhe\*, CAI Zhuoyue, ZHAO Jingran

(College of Engineering Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** Water quality control is very important for people's production and life, but there are some limitations in the current water quality testing methods. As a new rapid detection method, biomimetic taste system (electronic tongue) technology has shown a very broad prospect in many fields because of its advantages such as high efficiency and low cost. Compared with food field, the research and application of electronic tongue in water quality testing field is still weak. Some investigations have been carried out based on the current development of electronic tongue in the field of water quality detection. The four functions of electronic tongue were expounded, including water classification, sensory analysis, specific index detection, and online monitoring. The significance, application value and development prospect of electronic tongue in water quality detection field were analyzed. And some thoughts on the future development direction and breakthrough point of this technology in water quality detection field were put forward.

**Key words:** water detection; electronic tongue; water classification; sensory analysis; index detection; online monitoring

水质检测是保证水质安全的衡量手段,关系到人们的生产、生活安全,具有十分重要的意义。由于水的种类和用途不同,其检测的指标和检测方法也有所侧重和区别。水质的一般检测指标包括水温、溶解氧、电导率、pH值、色度、浊度等<sup>[1]</sup>。水污染则主要通过对重金属离子、氰化物、油脂等检测。在饮用水的检测上对各个化学指标的检测更为严格。目前而言,水质检测主要依赖于化学分析法、色谱分析法、生物法等。化学分析法是一项较为成熟的检测方法,但是同时也存在一定的局限性,检测过程复杂,耗时长,需要人工操作,无法同时检测多个参数等缺陷都限制

着该方法的应用和发展;色谱法具有选择性好,灵敏度高等优点,适合微量甚至痕量有机污染物的检测,但是其检测成本高,分析效率和自动化程度有待提高,并且难以在组分复杂、变化较快的水样中发挥作用<sup>[2]</sup>;基于生物法的生物毒性检测实用性好,覆盖面广,但生物活性的测量与表述存在一定困难,失去活性的生物需要定期更换。另一方面,在管网水输送过程中,会加入过量的氯,以防止细菌滋生,这种工艺使得生物法在管网水水质检测中应用效果欠佳。

仿生味觉技术,又称电子舌技术,是一种仿照生物体感受味觉的机制进行检测的技术,主要包括传感

《环境科学与技术》编辑部:(网址)http://fjks.chinajournal.net.cn(电话)027-87643502(电子信箱)hjkxyjs@vip.126.com

收稿日期:2020-07-10;修回2020-08-30

基金项目:上海海洋大学科技发展专项(A2-0209-15-200009);上海高校青年教师资助计划(A1-2035-15-0021-31)

作者简介:赵煜(1982-),女,博士,研究方向为基于电子舌的养殖水检测研究,(电子信箱)y-zhao@shou.edu.cn;\*通讯作者,男,副教授,博士,研究方向为机电控制理论与应用,(电子信箱)xuzhe@shou.edu.cn

器阵列和模式识别系统组成,该技术是利用传感器阵列感测待测物质并输出信号,通过模式识别系统对数据进行处理分析,进而得到一个反应待测液体总体特征信息的结果。与传统的分析化学对待测液体的某个或几个具体指标参数进行具体分析不同,电子舌是对待测液体进行一个总体评价,故而它无法直接获得特定指标的具体信息,而是得到物质的总体特征响应信号。由于其不需要针对各个指标参数进行独立检测,所以检测时间短;另一方面,检测流程较为简单,操作简便、技术要求不高且便捷高效;其硬件主要依赖于传感器阵列,所以成本大大降低,相较于传统检测技术具有十分突出的优势,便于普及。

电子舌的诸多优势使得其应用潜力巨大,目前已经在食品领域取得了一定的研究进展,在茶的滋味<sup>[3]</sup>和等级评价<sup>[4,5]</sup>、饮料风味品质分析<sup>[6,7]</sup>和识别<sup>[8]</sup>、酒类的区分<sup>[9,10]</sup>和感官评价<sup>[11]</sup>、肉类的掺假识别<sup>[12]</sup>和品种及肉质区分<sup>[13]</sup>、油脂的掺杂<sup>[14]</sup>和风味分析<sup>[15]</sup>等方面的研究中获得了较好的反馈。并且越来越多的研究结果显示,电子舌在环境领域具有同样的潜力。其中水质分析是电子舌快速检测的一个重要应用领域。与食品领域研究相比,由于水体中相关物质含量普遍较低,区分度不高。特别是饮用水领域,最新的标准<sup>[16]</sup>要求饮用水不得检出微生物,常规毒理指标大部分都在1 mg/L以下,这对电子舌系统提出了更高的要求。国内基于电子舌的水质检测研究相对较少,且较多基于已有的商业电子舌进行,针对性有所欠缺,但是电子舌在水质检测领域仍有很大的潜力。近年来,国内外对于电子舌应用于水质分析的报道逐渐增多。目前,已经有研究人员对自然水域的水、养殖水、瓶装水进行了分析,并且在水污染领域也进行了相关的研究,成功利用电子舌对水中的污染物进行了检测。根据电子舌在水质检测领域中的研究目的,可将这些研究概括为水的分类识别、饮用水感官分析、水的特定指标检测以及水质在线监测4个主要方面,本文将从这4个方面分别进行阐述。

## 1 电子舌在水质检测领域的应用

### 1.1 电子舌在水分类中的应用

基于电子舌的液体分类研究是由电子舌的感官分析衍生而来的,研究人员对电子舌进行感官分析时发现了电子舌能够对不同的样品产生不同的响应,进而引申出样品分类这一研究,然而,基于电子舌的水分类等研究却是在感官分析研究之前就已经开始了,水的分类研究主要应用于自然水域、生产用水和饮用水领域(包括自来水和各种商业瓶装水)。

Ramón 等<sup>[17]</sup>基于12个电极(RuO<sub>2</sub>(电阻率分别为10 Ω/m<sup>2</sup>和1 Ω/m<sup>2</sup>)、C、Ag、Ni、Cu、Au、Pt、Al、Sn、Pb和石墨电极)开发了一款用于区分不同水域的自来水、渗透水和天然矿泉水的电子舌,成功率达到了91.1%。之后,该团队基于模糊ARTMAP神经网络算法对传感器阵列优化后,识别成功率提高到了93.3%。这一结果表明,传感器的数量对检测的准确性产生一定的影响,但是检测的准确性与传感器数量并不是成正比关系。Tomassetti 等<sup>[18]</sup>设计了一款由4种传感器(PH玻璃电极、数字温度计、安培气体扩散氧传感器和甲醇燃料电池酶)组成的电子舌,结合主成分分析(principal component analysis, PCA)成功对雨水、河水以及地下水实现了区分,尝试使用不同类型的传感器来进行电子舌的研究实验。但是由于传感器阵列获得的信号只与pH值、温度、溶解氧和酒精浓度有关,检测具有一定的局限性;应对该电子舌的区分度进一步研究,以便于确定该电子舌能够检测多大浓度差异的水样。Sghaier 等<sup>[19]</sup>利用9个离子选择电极(K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Na<sup>+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、Cr<sup>2+</sup>、Cl<sup>-</sup>、F<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Ag/AgCl)组成的传感器阵列对突尼斯附近3个村庄的井水进行了污染检测,利用PCA和聚类分析(cluster analysis, CA)成功实现了对水样的分类识别。

Adnan 等<sup>[20]</sup>利用14个电极组成的电子舌和LDA模式识别法对3种不同养殖水(咸水、淡水、浑浊水)进行了分类,实验结果达到了95%的准确率。Wei 等<sup>[21]</sup>利用法国Alpha. MOS公司的α-Astree电子舌对不同养殖天数和种群密度(环境条件)的金鱼养殖水进行了研究。对比研究发现典型判别分析(canonical discriminant analysis, CDA)在水样分类上较PCA分析更好,并且反向传播人工神经网络(back-propagation artificial neural network, BPANN)模型在定量分析水质参数以及对环境条件定性分析的结果要优于T-S模糊神经网络(T-S fuzzy neural network, TSFNN)模型。

目前,在商业瓶装水领域存在一定的欺诈行为,瓶装水除非出现明显的变质或口感差异否则人为很难辨别出来。如矿泉水产品,不法厂家可能在保证饮用的前提下降低矿物质含量的要求来欺骗消费者,而传统化学分析对这些参数的检测是费时费力的,电子舌的出现使得快速识别瓶装水的造假行为成为一种可能。Men 等<sup>[22]</sup>使用5个电极对5种商业矿泉水(“统一”、“康师傅”、“泉阳泉”、“农夫山泉”、“宏宝莱”)进行识别分类。通过线性判别分析(linear discriminant analysis, LDA)和独立成分分析(independent component analysis, ICA)对数据进行降维,再利用学习矢量量化(learning vector quantization, LVQ)神经网络模

型进行分析。对比后发现ICA的准确率更高,达到了100%。为了对比不同的神经网络模型在电子舌技术中的应用结果,该团队<sup>[23]</sup>使用经过PCA优化过的数据作为概率神经网络(probabilistic neural network, PNN)模型的输入,同样达到了100%的分类准确率,相较于反向传播神经网络(back-propagation neural network, BPNN)模型,获得了更优的结果。这证明了在传感器阵列相同的情况下,不同的模式识别方法对检测结果也会产生一定的影响,就目前而言,这种影响我们无法预测,只能通过尝试来获得更优的方案。Xiao等<sup>[24]</sup>采用了 $\alpha$ -Astree商业电子舌对哇哈哈(纯净水)、康师傅(人工矿物质水)、农夫山泉(天然矿泉水)进行了分类识别。基于PCA和分层聚类分析(hierarchical cluster analysis, HCA)都成功实现了对3种瓶装水的正确分类,并且利用判别因子分析(discriminant factorial analysis, DFA)模型成功的进行分类预测,此外利用类似软独立建模(soft independent modeling of class analogy, SIMCA)成功实现了对水质变化的识别。通过对比该研究和上述对5种商业矿泉水的分类研究可以得知,商业电子舌的传感器阵列要优于上述自制的传感器;另外,神经网络模型一定程度上能够提高电子舌检测的精确度。Legin等<sup>[25]</sup>利用29个传感器组成的阵列对纯净的矿泉水和被有机物污染的矿泉水进行了识别,并且实现了定量分析。Kundu等<sup>[26]</sup>主要从事水样认证器的研发,开发了一款4个电极(Pt、Ag、不锈钢、Ag/AgCl)的基于倾斜变化法的电子舌水样鉴别系统。与其他系统不同的是,该系统是将多个神经网络分类器并行组合,再将小波变换(slantlet-transform, ST)与其结合而成的一款自动认证工具,识别成功率达到80%。为了进一步提高精确度,该团队又对比研究了基于偏最小二乘法(partial least squares, PLS)的分类器性能,发现PLS要优于PCA<sup>[27]</sup>。另一项研究<sup>[28]</sup>中,该团队对基于PCA和萨蒙斯非线性映射法的2种分类器进行了研究,与PCA分类器相比,增强型萨蒙斯非线性映射分类器性能更好,这可能是因为PCA是一种无监督技术。使用互相关系数代替输出的电子舌特征,放大了集群之间和集群内部的距离,从而促进了分类和认证。另外,还发现了在实验中基于铂的分类器要优于基于银的分类器。Braga等<sup>[29]</sup>尝试使用模糊逻辑来检测当地自来水、蒸馏水和3种矿泉水,在和PCA法的识别精度进行对比后发现,虽然模糊逻辑的精度更高,但是都存在错误分类。

## 1.2 电子舌用于饮用水感官分析

在饮用水行业中,感官分析是一种评价其品质的十分重要且必要的手段。饮用水的质量控制不仅与

其中各个参数有关,而且与感官特性的分析具有一定的相关性<sup>[30]</sup>。在该领域,国外的研究起步较早,中国的相关研究较少且大多始于21世纪。

目前,饮用水感官分析主要依赖于感官评价小组来进行分析。这一感官分析方法价格昂贵且费时,并且小组成员的评价能力容易受到外界因素的影响而产生误差,感官评价的可靠性无法得到保证<sup>[31]</sup>。因此,通过仪器测量来进行感官分析是未来的主要发展趋势之一。

现有研究表明,饮用水的口感与其所含矿物质总量存在相关性,矿物质能够表征饮用水的口感和品质。Kovacs等<sup>[32]</sup>通过对电子舌检测数据的PCA和CDA分析,发现电子舌能够很好地对富含矿物质的矿泉水进行区分。同时,通过将感官评价小组和电子舌的测量进行对比后发现,电子舌检测消除了水样中二氧化碳的干扰特性,在对矿泉水的鉴别上,电子舌的分析结果要优于感官评价。并且验证了感官属性与电子舌测量的结果具有很好的相关性。作为进一步研究,Sipos等<sup>[33]</sup>以不同地理区域的水为检测对象,发现电子舌能够对不同地理来源的水进行感官分析并进行区分,采用HCA法区分正确率达到了90%,但对同一地理来源的2种品牌矿泉水无法有效识别。这是可能是由于同一地理来源的水样中所含矿物质及其他物质的种类和含量都不具有明显的区分度,无法基于感官特性进行区分。之后,该团队尝试对风味瓶装水进行了电子舌感官分析<sup>[34]</sup>。基于统计学方法对感官小组的评价进行了可靠性分析,继而与电子舌检测形成对比,佐证了电子舌的检测结果,即电子舌能够基于PCA法鉴别这3种不同风味的矿泉水,并且建立了PLS回归模型用于预测样品感官属性。该团队的以上研究都是基于商业的 $\alpha$ -Astree电子舌实现的,该电子舌系统包括传感器阵列、自动进样装置、电子舌主机和计算机,其中传感器阵列包含7个味觉传感器和1个Ag/AgCl参比电极。该型号电子舌在其他食品的感官分析上取得了不错的效果,主要用于研究不同食品的感官特性,由于饮用水的区分度相对较低,风味上也无较大不同,所以在风味矿泉水的感官分析结果要优于前面几组实验,事实上根据实际应用场景自行设计的传感器阵列的效果可能更好。Manuel等<sup>[35]</sup>第一次使用自制电子舌对来自不同来源的饮用水的感官测试进行预测研究。电子舌的传感器阵列由6个离子敏感场效应晶体管(ion-sensitive field effect transistor, ISFET)组成。基于PCA模型验证了电子舌基于不同描述符对水样进行分类的可行性,并应用于真实矿泉水的检测,检测结果证明了该电子舌系统能够基于感

官特征对水样进行区分。

### 1.3 特定指标检测

自然水体由于外界因素的影响,不同水体中物质指标的种类和浓度并不相同。出于安全考虑,对这些指标的检测是必要的。但是现有的检测方法存在着许多的弊端,电子舌的出现提供了一种新的检测思路。研究人员对电子舌在特定指标的检测研究是从定性分析开始的。

Men 等<sup>[36]</sup>使用5根电极(玻碳电极、铂电极、金电极和Ag/AgCl参比电极和铂对电极)组成的伏安型电子舌进行检测,通过对比阶梯扫描伏安法(staircase voltammetry, SCV)和常规脉冲伏安法(normal pulse voltammetry, NPV),发现该电子舌能够基于PCA对冷却水中的铁细菌和硫酸盐还原细菌进行识别,且SCV较NPV获得的结果更好。Deschamp 等<sup>[37]</sup>利用玻碳电极、金电极和铂电极对水中含能化合物(2,4-二硝基甲苯、TNT、硝基苯、硝基苯)进行了电子舌检测。采用PCA模型对传感器峰值电流进行可视化分析,结果发现金电极的响应效果不是很好,但是之后并未对数据降维,而是采用决策树学习构建了1个分类器模型,并且识别率达到了95%。这是由于决策树学习在构建模型的同时提取了相关变量,使得在电子舌模式识别中不需要额外的降维步骤。

电子舌对液体中特定物质的量化分析是在定性分析的基础上发展起来的,其虽然无法向化学检测那样检测出特定指标的具体浓度,但是能够将检测数据与指标进行关联从而实现定量分析。

Gallardo 等<sup>[38]</sup>开发了一种基于6个离子选择电极的电位型电子舌用于测定水中NH<sub>4</sub><sup>+</sup>和K<sup>+</sup>(浓度范围:0~40 mmol/L)。通过对神经网络的拓扑结构、训练算法和传递函数的研究,对神经网络进行优化。实验成功利用人工神经网络预测了2种离子浓度,累计预测误差在1%左右,并且还提供了一种复杂性较低的拓扑结构,能够用于同时分析更多离子的高阶系统。Labrador 等<sup>[39]</sup>第一次使用5个简单的金属电极(Au、Ag、Pt、Cu 和 Zn)来测定水中阴离子(Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)浓度,其中Cl<sup>-</sup>和SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>的浓度存在一定误差,而HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>误差较大,结果不可靠,并且还尝试对海水进行了分析,但是效果不佳,这可能由于海水中阴离子的浓度远高于校准所用标准溶液的浓度,并且海水中存在大量其他活性和非活性物质,这些物质会影响传感器的响应。Nunez 等<sup>[40]</sup>首次尝试基于电子舌系统定量分析水中NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>和NH<sub>4</sub><sup>+</sup>的浓度(浓度范围:10<sup>-8</sup>~10<sup>-6</sup> mol/L)。在有Cl<sup>-</sup>、Na<sup>+</sup>和K<sup>+</sup>等干扰离子存在的情况下,成功地对NO<sub>3</sub><sup>-</sup>和NO<sub>2</sub><sup>-</sup>进行了区分(相关系数>0.92)。

数>0.92),但是对NH<sub>4</sub><sup>+</sup>的识别存在一定偏差,有待进一步优化。Campos 等<sup>[41]</sup>采用了基于2类金属电极(贵金属电极和非贵金属电极)的伏安电子舌对污水处理厂的水质进行了研究,针对贵金属电极和非贵金属电极分别设计了不同的电压波形,提高了电子舌的性能,基于PLS模型获得了电子舌的数据与进水口和出水口NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N(铵盐)和PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P(正磷酸盐)浓度(浓度范围:0~56.5×10<sup>-6</sup>)的相关性(相关系数>0.85),很好地预测了这2种物质的浓度,为污水处理厂水质监测的实时性、便捷性提供了一种可能。Marques 等<sup>[42]</sup>利用一系列交叉指状电极组成的电子舌对水中的三氯生(浓度范围:10<sup>-12</sup>~10<sup>-6</sup> mol/L)进行了分析。所获得的PCA模型不仅能够识别不同浓度的三氯生,还可以鉴别溶液中有无三氯生的存在。此外,研究表明该团队研制的基于纳米结构的LBL薄膜传感器在该物质检测方面(即使是在很低的浓度下)具有很高的应用潜力。上述所有研究的多指标都是在一次检测中获得的,这是电子舌的优势之一,即一次即可获得待测样品的全部信息,而传统的检测方法显然无法达到这一点。这一特点使得电子舌在污水检测领域具有独特的优势,Czolkos 等<sup>[43]</sup>采用安培酶生物传感器阵列成功区分不同污染程度的废水,借助PLS回归分析定量测定毒性和全球有机污染参数(生物需氧量(biological oxygen demand, BOD)、化学需氧量(chemical oxygen demand, COD)和总有机碳量(total organic carbon, TOC)),这些参数在传感器响应中得到了很好的反映。

Lvova 等<sup>[44]</sup>基于8个电位交叉敏感传感器电子舌利用PLS回归分析首次对饮用水中微囊藻毒素(microcystin toxins, MCs)进行预测,平均相对误差为0.164 μg/L,证明了电子舌鉴别饮用水中有毒和无毒铜绿微囊藻菌株的可能性。在进一步的研究中<sup>[45]</sup>,尝试由掺杂不同离子的PVC膜组成传感器阵列,将电子舌检测与标准色谱技术UHPLC-DAD(ultra-high performance liquid chromatography with diode array detector)和比色酶分析结果进行了对比,发现所获得的结果误差较大,远远达不到要求,这是因为出现了传感器的读数漂移。为了解决这一问题,该团队Panchuk 等<sup>[46]</sup>采用单变量单传感器标准化对系统进行数学校正,并重新定量分析MCs并根据毒性实现对样品的分类。结果与未校正数据对比发现,单传感器标准化的应用使得定量和分类模型都有了显著的改进,分类器在精确度上达到了100%,这一结果有助于推动电子舌在日常实验室实践中得到更广泛的应用。

Kirsanov等<sup>[47]</sup>尝试使用23个电位交叉敏感传感器组成的电子舌对水样的毒性进行评价,基于PCA分析能够区分清洁水和污染水,并且能够区分污染水中污染物的种类。但是构建的PLS定量预测模型在结果上出现较大的误差,最高误差达到了26.5%。为了进一步提高基于电子舌的毒性检测性能,该团队使用19个传感器模拟了大型蚤的生物测定响应<sup>[48]</sup>,利用PLS回归和M局部稳健(partial robust M, PRM)回归模型进行了验证,结果显示预测误差不超过20%。虽然误差依旧较高,但是考虑到该任务的复杂性,这是一个可以接受的结果。为了提高该方法的精度和理解某些观测异常值的原因,该团队在这一领域进行了进一步的研究。

其中Zadorozhnaya等<sup>[49]</sup>利用电子舌对毒性的检测利用了费氏弧菌进行了校准,但是结果误差在20%~25%。Evgeny等<sup>[50]</sup>在俄罗斯多个地区水样检测的结果也无较大差别。综合目前的研究结果分析,虽然电子舌在对水的生物毒性检测上具有一定的前景,但是检测存在较大误差,还需要对更大的数据集、不同的传感器和其他生物物体进行进一步的实验工作。

本文还统计了其他基于电子舌的水体特定指标检测,如表1所示。其中前4项研究基于伏安电子舌进行,之后的研究基于电位型电子舌进行的,不同的检测所选用的电极和模式识别方法也有所不同,结果也有所差异,此处不再一一赘述。

表1 基于电子舌的水中特定指标检测  
Table 1 Detection of specific indexes in water based on electronic tongue

电子舌	检测指标	传感器	模式识别	参考文献
伏安电子舌	As(砷)	工作电极: Au 辅助电极: Pt 参比电极: Ag/AgCl	PCA	[51]
伏安电子舌	溴化三卤乙酸 (brominated trihaloacetic acids, HAA3)	工作电极: Au 辅助电极: Pt 参比电极: Ag/AgCl	PCA、人工神经网络(Artificial Neural Network, ANN)	[52]
伏安电子舌	镉、铅	工作电极: 玻璃碳电极 辅助电极: Pt 参比电极: Ag/AgCl	回归树分析	[53]
伏安电子舌	硝酸盐、硫酸盐、氟化物、氯化物、钠、pH	Rh, Ir, Pt, Au	PLS、偏最小二乘分类法(PLS discriminant analysis, PLS-DA)	[54]
电位型电子舌	2-甲基异莰醇(MTB)	5个非特异性化学传感器	PCA	[55]
电位型电子舌	水环境中Zn、Cd、Pb、Cu、Fe、Cr	微电极阵列(MEA)和光寻址电位传感器(LAPS)		[56]
电位型电子舌	甲苯、三氯甲烷、四氯化碳	石英晶体微天平 (quartz-crystal microbalance, QCM)传感器	ANN	[57]
电位型电子舌	Cu <sup>2+</sup> 、Ni <sup>2+</sup> 、Cd <sup>2+</sup> 、Pb <sup>2+</sup>	6个基于电纺纳米纤维、纤维素纳米晶须和银纳米颗粒组合的三元复合材料传感器	PCA, LDA	[58]
电位型电子舌	Cr <sup>3+</sup> 、Fe <sup>3+</sup> 、Co <sup>3+</sup> 、Zn <sup>2+</sup> 、Cu <sup>2+</sup> 、Pb <sup>2+</sup> 、Sn <sup>2+</sup> 、Ni <sup>2+</sup> 、Cd <sup>2+</sup>	6个聚乙二醇修饰的可溶性共轭聚合物 纳米粒子传感器	LDA, HCA	[59]
电位型电子舌	硫氰酸盐、氰化物和碘离子	碘离子选择电极、2个氰化物选择电极、 2个硫氰酸盐选择电极	ANN	[60]
电位型电子舌	Ti <sup>4+</sup> 、Cr <sup>3+</sup> 、Mn <sup>2+</sup> 、Fe <sup>3+</sup> 、Pb <sup>2+</sup> 、Sn <sup>4+</sup>	3种识别受体(半胱氨酸、谷胱甘肽、 三聚氯胺)组成的传感器阵列	LDA	[61]

#### 1.4 电子舌在水质在线监测领域中的应用

电子舌在用于水质检测时,研究人员发现其耗时短,能够长期稳定运行并且无外加试剂等特性,这为水质的在线监测提供了一种可能。由于传统的化学分析方法成本较高,需要专业人员进行分析并且耗时较长,无法实时在线监测分析。电子舌的上述特性使得其在水质实时监测领域展示出十分广阔前景<sup>[4-20]</sup>。

Belikova等<sup>[62]</sup>开发出一种基于23个交叉敏感传感器的电子舌水质实时监测系统,能够基于拓扑数据分析(topological data analysis, TDA)对曝气装置出水口的铵态氮和硝态氮进行定量分析。但是其传感器阵列由23个电位传感器组成,庞大的数据集增加了处理的难度。另一方面,由于水体存在有机物等污染源,会对电极造成污染从而影响实验结果。Campos等<sup>[63]</sup>开发的基于金属电极(Au, Pt, Rh, Ir, Ag, Ni, Co、

$\text{Cu}$ )的伏安电子舌也应用于污水处理厂,提出了基于PLS回归分析的水质参数(包括可溶性BOD、可溶性COD、 $\text{NH}_4^+$ -N、 $\text{PO}_4^{3-}$ -P、碱度(alkalinity, ALK))预测模型。两者对比而言,金属电极可以通过抛光来进行清洗,而电位传感器则不具备这一点,一般通过外加试剂来进行清洗。Gutes等<sup>[64]</sup>基于流动注射技术开发出应用于造纸厂工业用水分析的电子舌,由Pt、Au、Rh电极组成金属多电极阵列。将所得数据与COD、电导率和pH参数关联,利用PCA和神经网络技术能够得到1个很好的预测模型。Braga等<sup>[65]</sup>开发了一款基于聚合物传感器的电子舌,利用PCA和模糊逻辑,成功的对污染水体(人工配制)中的2-甲基异莰醇和土臭味素进行鉴别和定量分析。就目前来看,电子舌在线监测所采用的传感器阵列多为金属三电极系统,这是由于三电极的优势来决定的。由于三电极体系具有灵敏度高、通用性强、操作简单、鲁棒性强等特点,使用伏安法,响应可以在30 s内得到,而电位法需要几分钟来完成一个测量序列。在质量监控系统中,时间因素十分重要,因为质量变化可能发生得很快,因此需要电子舌能够快速响应,另一方面,金属电极也更方便清洗(抛光),而电位电子舌则是需要外加试剂来进行清洗。综合来说,基于金属电极的伏安电子舌无疑更加适用于在线监测系统的应用。

由于电子舌在应用场所的限制,研究人员提出了便携式电子舌的想法,从而适用于野外等更加复杂的场所。Eduardo等<sup>[66]</sup>开发了一款基于单片机模式识别的便携式电子舌系统。传感器阵列由18种不同材料的厚膜电极组成,先在PC机上对多层前馈网络网络、模糊ARTMAP和LDA进行样本训练和分类结果的对比验证,发现LDA的综合性能最佳,识别率达到了82.5%。该研究基于微控制器的模式识别算法,将测量和数据处理2个独立的阶段统一为1个系统,便捷可靠、方便携带并且适用场所广泛,为电子舌工业化应用提供了1种思路,但是受限于硬件存储空间的大小,对算法所占空间的大小提出了要求,并且训练样本数量也受限,其识别率有待进一步提高;另一方面,传感器的数量也有待进一步的优化,从而进一步简易化和提高精确度。

## 2 结论与展望

目前电子舌在水质检测中的研究与应用主要围绕以下几个方面。

(1)在基于电子舌的水样分类上,由于电极选取和模式识别方法的不同,其识别率虽然有所差异,但是总体上获得了较好的结果,且随着人工智能神经网络在

电子舌模式识别中的应用,检测的准确率得到了进一步提高。

(2)在感官分析上,感官小组评价存在一定局限性,例如在分析对人类有害的物质时,依靠感官评价员的分析是不合适宜的。而电子舌则无这一限制,但是目前电子舌还无法完全替代感官分析小组的工作,需要进一步的研究。

(3)在水样的具体指标检测中,由于检测原理的不同,电子舌在定量分析的精确度上并不具备优势,并且在检测浓度上也存在一定局限性,但是在检测成本和复杂程度上优势明显。已有的研究已经证明,在可操作的浓度范围以及精确度要求不高的情况下,电子舌在经过训练后是能够实现这一目标的。

(4)传统化学分析检测方法在时效性和操作流程上限制着其在实时在线监测系统领域的发展,而电子舌技术检测过程简单、耗时短、无需外加试剂等特点,无论在检测过程还是检测原理上都充分证明了其在实时监测领域的重大潜力。

未来,电子舌在水质检测领域必将取得进一步突破,本文基于现有的研究做出几点预测。

(1)在水的分类这一领域的研究可能会倾向于水质的早期检测,朝着轻便化的方向发展,如果能够促进电子舌的普及,必将使水质安全和消费安全得到进一步提升。

(2)在感官分析上,可以尝试将电子舌和感官评价小组相结合,构建组合分析模型来提高感官分析的可靠性。

(3)具体指标检测方面,应尽可能地扩大传感器的检测浓度范围和提高其定量分析的精确度,可以尝试通过研发更高灵敏度和高选择性的传感器来实现。

(4)未来在水质在线监测系统上的研究可能朝着自动化和提高稳定性这2个方向进行。

电子舌作为一种新型技术,虽然还存在许多缺陷和不足,但是毫无疑问的是其在快速检测领域具有十分广阔的发展前景。国内的电子舌研究在许多领域都取得了不错的进展,但是在水质检测领域尚处于早期阶段。水质安全问题不容忽视,快速、实时、在线、可靠的检测技术必将成为未来研究的重点,具有十分重要的意义。

## 【参考文献】

- [1] 赵新红.水环境及水污染检测技术探讨[J].资源节约与环保,2018,202(9):70-71.  
Zhao Xinhong. Study of detection technique of water environment and water pollution[J]. Resources Economization and Environment Protection, 2018,202(9):70-71.<http://www.cnki.net>

- [2] 侯迪波,张坚,陈冷,等.基于紫外-可见光光谱的水质分析方法研究进展与应用[J].光谱学与光谱分析,2013,33(7):1839-1844.  
Hou Dibo, Zhang Jian, Chen Lin, et al. Water quality analysis by UV-Vis spectroscopy: a review of methodology and application[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2013, 33 (7):1839-1844.
- [3] 吴瑞梅,赵杰文,陈全胜,等.基于电子舌技术的绿茶滋味品质评价[J].农业工程学报,2011,27(11):378-381.  
Wu Ruimei, Zhao Jiewen, Chen Quansheng, et al. Quality assessment of green tea taste by using electronic tongue[J]. Chinese Society of Agricultural Engineering, 2011, 27(11): 378-381.
- [4] 贺玮,胡小松,赵镭,等.电子舌技术在普洱散茶等级评价中的应用[J].食品工业科技,2009,30(11):125-127.  
He Wei, Hu Xiaosong, Zhao Lei, et al. Application of electronic tongue in the Pu-er tea quality grade analysis[J]. Science and Technology of Food Industry, 2009, 30(11): 125-127.
- [5] 甘芝霖,刘远方,杨阳,等.基于电子舌技术对信阳毛尖茶品质的评价[J].食品工业科技,2013,34(3):74-76.  
Gan Zhilin, Liu Yuanfang, Yang Yang, et al. Evaluation of Xinyang Maojian tea ' quality by electronic tongue technology[J]. Science and Technology of Food Industry, 2013,34(3): 74-76.
- [6] 张瑜,罗昱,刘芳舒,等.不同脱苦涩处理刺梨果汁风味品质分析[J].食品科学,2016,37(4):115-119.  
Zhang Yu, Luo Yu, Liu Fangshu, et al. Flavor quality of *Rosa roxburghii* juice with different treatments for the removal of bitter and astringent tastes[J]. Food Science, 2016, 37(4):115-119.
- [7] 姜莎,陈芹芹,胡雪芳,等.电子舌在红茶饮料区分辨识中的应用[J].农业工程学报,2009,25(11):345-349.  
Jiang Sha, Chen Qinjin, Hu Xuefang, et al. Application of electronic tongue on black tea beverage discrimination[J]. Chinese Society of Agricultural Engineering, 2009, 25(11): 345-349.
- [8] 滕炯华,王磊,袁朝辉.基于电子舌技术的果汁饮料识别[J].测控技术,2004,23(11):4-5.  
Teng Jionghua, Wang Lei, Yuan Chaohui. Recognition of several fruit juice beverages using an electronic tongue[J]. Measurement and Control Technology, 2004,23(11):4-5.
- [9] 王永维,王俊,朱晴虹.基于电子舌的白酒检测与区分研究[J].包装与食品机械,2009,27(5):57-61.  
Wang Yongwei, Wang Jun, Zhu Qinhong. Detecting and classification of wine using an electronic tongue[J]. Packaging and Food Machinery, 2009,27(5):57-61.
- [10] 朱楠,周凌杰,辛松林,等.电子舌在不同蒸馏酒饮料区分辨识中的应用[J].食品工业,2013,34(2):131-134.  
(C) 2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>
- [11] 相里加雄. Astree 电子舌应用于白酒口感评价技术探讨[J].酿酒科技,2014(7):61-64,68.  
Xiangli Jiaxiong. Investigation on the application of Astree electronic tongue in the evaluation of liquor taste[J]. Liquor-Making Science and Technology, 2014(7):61-64,68.
- [12] 田晓静,王俊,崔绍庆.羊肉纯度电子舌快速检测方法[J].农业工程学报,2013,29(20):255-262.  
Tian Xiaojing, Wang Jun, Cui Shaoqing. Fast discriminating of purity on minced mutton using electronic tongue[J]. Chinese Society of Agricultural Engineering, 2013,29(20):255-262.
- [13] 王霞,徐幸莲,王鹏.基于电子舌技术对鸡肉肉质区分的研究[J].食品科学,2012,33(21):100-103.  
Wang Xia, Xu Xinglian, Wang Peng. Discrimination of chicken meat quality by electronic tongue[J]. Food Science, 2012,33(21):100-103.
- [14] 张航,赵松林,陈卫军,等.电子舌传感器快速检测油茶籽油中掺杂棕榈油[J].食品科学,2013,34(14):218-222.  
Zhang Hang, Zhao Songlin, Chen Weijun, et al. Rapid detection of adulterated palm oil in *Camellia* seed oil by electronic tongue[J]. Food Science, 2013,34(14):218-222.
- [15] 程晓,袁江兰,陈怡均,等.米渣生酱油和大豆生酱油的风味表征及比较[J].食品科学,2017,38(8):153-158.  
Cheng Xiao, Yuan Jianglan, Chen Yijun, et al. Flavor characterization and comparison of raw sauce produced from rice dregs and soybean[J]. Food Science, 2017, 38(8): 153-158.
- [16] GB 5749-2006,生活饮用水卫生标准[S].  
GB 5749-2006, Standards for Drinking Water Quality[S].
- [17] Martínez-Máñez Ramón, Soto Juan, García-Breijo Eduardo, et al. An "electronic tongue" design for the qualitative analysis of natural waters[J]. Sensors and Actuators B : Chemical, 2004,104(2):302-307.
- [18] Tomassetti M, Angeloni R, Castrucci, et al. Study for developing an electronic tongue to discriminate three different classes of waters, by using common sensors and the principal component analysis[J]. International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 2018,98(7):676-684.
- [19] Sghaier K, Barhoumi H, Maaref A, et al. Characterization and classification of groundwater from wells using an electronic tongue (Kairouan, Tunisia) [J]. Journal of Water Resource and Protection, 2011,3(7):531-539.
- [20] Adnan K N A K. Water Quality Classification and Monitoring Using E-nose and E-tongue in Aquaculture Farming [C]//2nd International Conference on Electronic Design. New York : Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2014:343-346.
- [21] Wei Zhenbo, Zhao Yu, Wang Jun. Classification and predic-

- tion of goldfish population and water quality using a potentiometric e-tongue[J]. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 2017,60(4):1037–1044.
- [22] Men Hong. Biomimetic Electronic Tongue for Classification of Mineral Water[C]//International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation. LOS: Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer Society, 2009:621–624.
- [23] Men Hong, Guo Yuming, Wen Ruixia, et al. Recognition of mineral water with an electronic tongue based on PCA and PNN[J]. *Key Engineering Materials*, 2011,1104:888–893.
- [24] Xiao Hong, Wang Jun. Electronic tongue technique potential in monitoring quality of bottled water[J]. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 2012,10(1):227–230.
- [25] Legin Andrey, Rudnitskaya Alisa, Vlasov Yuri, et al. Application of electronic tongue for quantitative analysis of mineral water and wine[J]. *Electroanalysis*, 1999,11(10/11):814–820.
- [26] Kundu Palash Kumar, Chatterjee Amitava, Panchariya P C. Electronic tongue system for water sample authentication: a slantlet transform based approach[J]. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Instrumentation and Measurement*, 2011,60(6):1959–1966.
- [27] Kundu Palash K, Panchariya P C, Kundu Madhusree. Classification and authentication of unknown water samples using machine learning algorithms[J]. *ISA Transactions*, 2011,50(3):487–495.
- [28] Kundu Palash K, Kundu Madhusree. The e-tongue-based classification and authentication of mineral water samples using cross-correlation-based PCA and Sammon's non-linear mapping[J]. *Journal of Chemometrics*, 2013,27(11):379–393.
- [29] Guilherme S Braga, Leonardo G Paterno, Fernando J Fonseca. Use of an Electronic Tongue System and Fuzzy Logic to Analyze Water Samples[C]//Pardo M, Sberveglieri G. 13th International Symposium on Olfaction and the Electronic Nose. Huntington: Amer Inst Physics, 2009:504–506.
- [30] 穆春芳, 鲍晨炜, 罗之纲. 饮用水感官评价的研究现状[J]. *食品科技*, 2012,37(5):77–81.
- Mu Chunfang, Bao Chenwei, Luo Zhigang. Current status in research on sensory evaluation of drinking water[J]. *Food Science and Technology*, 2012,37(5):77–81.
- [31] 王春苗, 赵宇, 杨凯, 等. 饮用水嗅和味的感官评价方法及应用研究进展[J]. *中国给水排水*, 2018,34(2):18–23.
- Wang Chunmiao, Zhao Yu, Yang Kai, et al. Drinking water taste and odor sensory evaluation: methods and applications [J]. *China Water and Wastewater*, 2018,34(2):18–23.
- [32] Zoltan Kovacs, Laszlo Sipos, David B Kantor. Mineral Water Taste Attributes Evaluated by Sensory Panel and Electronic Tongue[C]//Pardo M, Sberveglieri G. 13th International Symposium on Olfaction and the Electronic Nose. Huntington: Amer Inst Physics, 2009:489–492.
- [33] Sipos László, Kovács Zoltán, Sági-Kiss Virág, et al. Discrimination of mineral waters by electronic tongue, sensory evaluation and chemical analysis[J]. *Food Chemistry*, 2012,135(4):2947–2953.
- [34] Sipos László, Gere Attila, Szöllösi Dániel, et al. Sensory evaluation and electronic tongue for sensing flavored mineral water taste attributes[J]. *Journal of Food Science*, 2013,78(10):S1602–S1608.
- [35] Gutiérrez-Capitán Manuel, Brull-Fontserè Marta, Jiménez-Jorquerá Cecilia. Organoleptic analysis of drinking water using an electronic tongue based on electrochemical microsensors[J]. *Sensors*, 2019,19(6):1435.
- [36] Men Hong. An Electronic Tongue Based on SCV to Recognize Bacteria in the Cooling Water[C]//Shi R, Fu W J, Wang Y Q, et al. 2nd International Conference on Biomedical Engineering and Informatics (BMEI). New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2009:1–3.
- [37] Deschamp B, Cho J, Robertson S. A Voltammetric Electronic Tongue for Detecting Energetic Compounds in Water[C]. 12th IEEE International Conference on Technologies for Homeland Security (HST). New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2012:140–143.
- [38] Gallardo J, Alegret S, Muñoz R, et al. An electronic tongue using potentiometric all-solid-state PVC-membrane sensors for the simultaneous quantification of ammonium and potassium ions in water[J]. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2003,377(2):248–256.
- [39] Labrador Roberto, Soto Juan, Martínez-Máñez Ramón, et al. An electronic tongue for qualitative and quantitative analyses of anions in natural waters[J]. *Journal of Applied Electrochemistry*, 2009,39(12):2505–2511.
- [40] Nuñez L, Cetó X, Pividori M I, et al. Development and application of an electronic tongue for detection and monitoring of nitrate, nitrite and ammonium levels in waters[J]. *Microchemical Journal*, 2013,110:273–279.
- [41] Campos Inmaculada, Sangrador Ana, Bataller Román, et al. Ammonium and phosphate quantification in wastewater by using a voltammetric electronic tongue[J]. *Electroanalysis*, 2014,26(3):588–595.
- [42] Marques Inês, Magalhães-Mota Gonçalo, Pires Filipa, et al. Detection of traces of triclosan in water[J]. *Applied Surface Science*, 2017,421:142–147.
- [43] Czolkos Ilja, Dock Eva, Tønning Erik, et al. Prediction of wastewater quality using amperometric bioelectronic tongues[J]. *Biosensors and Bioelectronics*, 2016, 75: 375–382.
- [44] Lyova L, Guanais Branchini C, Petropoulos K, et al. E-tongue

- for ecological monitoring purposes: the case of microcystins detection[J]. Procedia Engineering, 2014,87:1358–1361.
- [45] Lvova L, Guanais Gonçalves C, Petropoulos K, et al. Electronic tongue for microcystin screening in waters[J]. Biosensors and Bioelectronics, 2016,80:154–160.
- [46] Panchuk Vitaly, Lvova Larisa, Kirsanov Dmitry, et al. Extending electronic tongue calibration lifetime through mathematical drift correction: case study of microcystin toxicity analysis in waters[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2016,237:962–968.
- [47] Kirsanov Dmitry, Zadorozhnaya Olesia, Krasheninnikov Anatoly, et al. Water toxicity evaluation in terms of bioassay with an electronic tongue[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2013,179:282–286.
- [48] Kirsanov Dmitry, Legin Evgeny, Zagrebin Anatoly, et al. Mimicking *Daphnia magna* bioassay performance by an electronic tongue for urban water quality control[J]. Analytica Chimica Acta, 2014,824:64–70.
- [49] Zadorozhnaya Olesia, Kirsanov Dmitry, Buzhinsky Igor, et al. Water pollution monitoring by an artificial sensory system performing in terms of *Vibrio fischeri* bacteria[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2015,207:1069–1075.
- [50] Legin Evgeny, Zadorozhnaya Olesia, Khaydukova Maria, et al. Rapid evaluation of integral quality and safety of surface and wastewaters by a multisensor system (electronic tongue) [J]. Sensors, 2019,19(9):2019.
- [51] Sujeewan Kumar Agir, Madhusree Kundu. Detection and Quantification of Arsenic in Water Using Electronic Tongue [C]//1st IEEE International Conference on Control, Measurement and Instrumentation (CMI). New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2016:424–428.
- [52] Cetó Xavier, Saint Christopher, Chow Christopher W K, et al. Electrochemical fingerprints of brominated trihaloacetic acids (HAA3) mixtures in water[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2017,247:70–77.
- [53] Sullivan Connor, Kurup Pradeep. Laboratory Calibration of an Electronic Tongue for the Detection of Lead and Cadmium in Water[C]//4th Geo-Chicago Conference: Sustainable Materials and Resource Conservation. American Society of Civil Engineers (ASCE), 2016:393–399.
- [54] Carbó Noèlia, López Carrero Javier, García-Castillo F Javier, et al. Quantitative determination of spring water quality parameters via electronic tongue[J]. Sensors, 2018,18(2):40.
- [55] Guilherme S Braga, Leonardo G Paterno, Fernando J Fonseca. Use of an Electronic Tongue System to Detect Methylisoborneol in Distilled Water[C]//Pardo M, Sberveglieri G. 13th International Symposium on Olfaction and the Electronic Nose. Huntington: Amer Inst Physics, 2009:501–503.
- [56] Cai Wei, Li Yi, Gao Xiaoming, et al. An automated electronic Tongue for *in-situ* Quick Monitoring of Trace Heavy Metals in Water Environment[C]//Pardo M, Sberveglieri G. 13th International Symposium on Olfaction and the Electronic Nose. Huntington: Amer Inst Physics, 2009:493–496.
- [57] Aydemir Fırat, Ebeoglu Mehmet Ali. A QCM sensor array-based electronic tongue with the optimized oscillator circuit using FPGA[J]. Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Instrumentation and Measurement, 2018,67(2):431–438.
- [58] Teodoro Kelcile B R, Shimizu Flávio M, Scagion Vanessa P, et al. Ternary nanocomposites based on cellulose nanowhiskers, silver nanoparticles and electrospun nanofibers: use in an electronic tongue for heavy metal detection[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2019,290:387–395.
- [59] Feng Chuying, Zhao Peng, Wang Lili, et al. Fluorescent electronic tongue based on soluble conjugated polymeric nanoparticles for the discrimination of heavy metal ions in aqueous solution[J]. Polymer Chemistry, 2019,10(18):2256–2262.
- [60] Shirmardi Abbas, Shamsipur Mojtaba, Akhond Morteza, et al. Electronic tongue for simultaneous determination of cyanide, thiocyanate and iodide[J]. Measurement, 2016,88:27–33.
- [61] Li Xin, Li Siqun, Liu Qingyun, et al. An electronic tongue colorimetric sensor array for discrimination and quantitation of metal ions based on gold nanoparticle aggregation[J]. Analytical Chemistry, 2019,91(9):6315–6320.
- [62] Belikova Valeria, Panchuk Vitaly, Legin Evgeny, et al. Continuous monitoring of water quality at aeration plant with potentiometric sensor array[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2019,282:854–860.
- [63] Campos Inmaculada, Alcañiz Miguel, Aguado Daniel, et al. A voltammetric electronic tongue as tool for water quality monitoring in wastewater treatment plants[J]. Water Research, 2012,46(8):2605–2614.
- [64] Gutés A, Cespedes F, del Valle M, et al. A flow injection voltammetric electronic tongue applied to paper mill industrial waters[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2006,115(1):390–395.
- [65] Braga Guilherme S, Paterno Leonardo G, Fernando J Fonseca. Performance of an electronic tongue during monitoring 2-methylisoborneol and geosmin in water samples[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2012,171/172:181–189.
- [66] Garcia-Breijo Eduardo, Atkinson John, Gil-Sánchez Luis, et al. A comparison study of pattern recognition algorithms implemented on a microcontroller for use in an electronic tongue for monitoring drinking waters[J]. Sensors and Actuators: A Physical, 2011,172(2):570–582.

### 三、专利（著作权）

#### 1. 授予专利（著作权）统计表

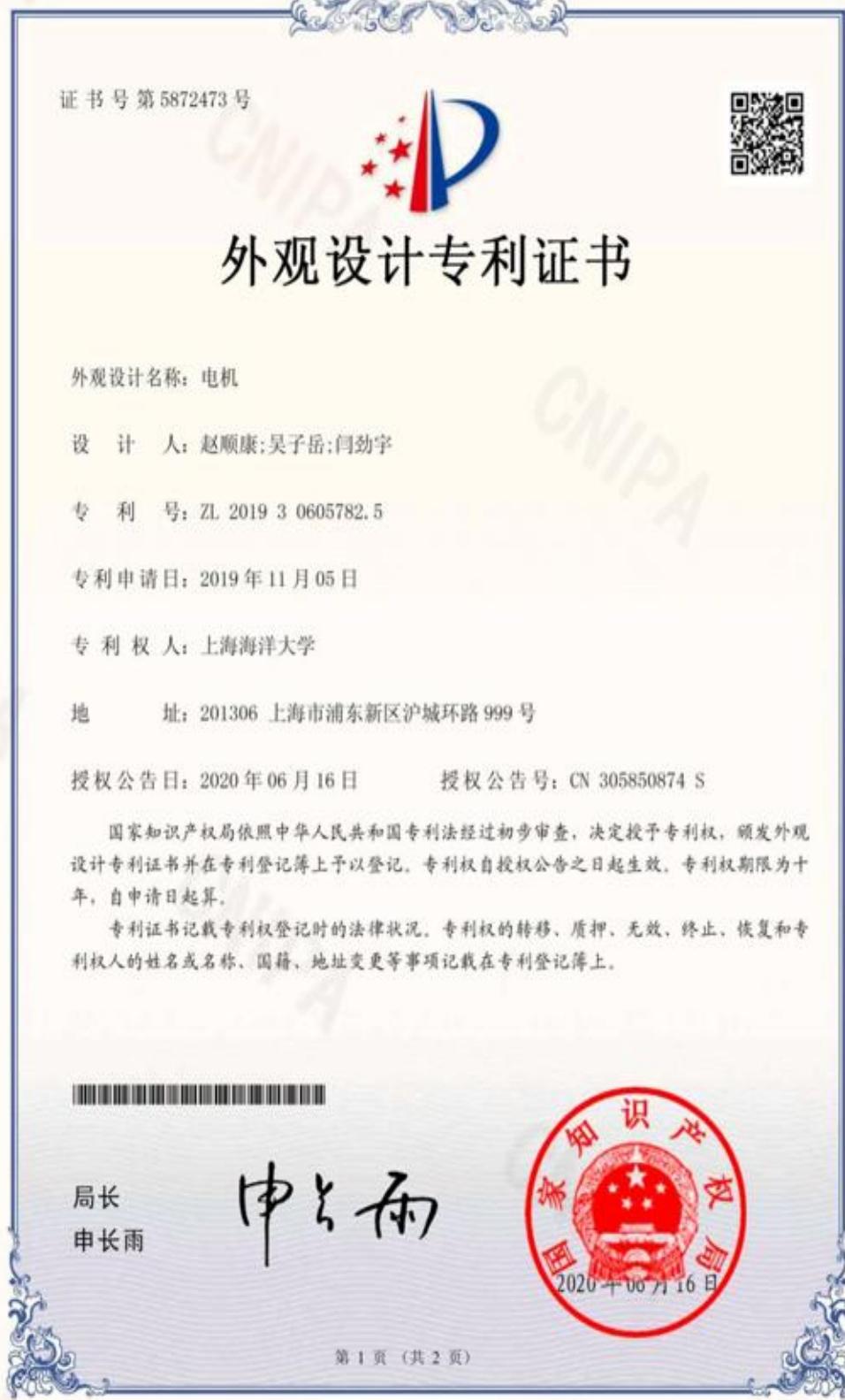
序号	作者姓名	专利名称/著作权名称	专利/著作权类型	获批的专利号/授权号
1	陈欣怡；李亚美； 龙振东；张项羽； 陈瀚铮；夏志露； 田卡；王世明； 刘晨	一种可拆卸立式肥皂盒	实用新型	CN209966222U
2	田卡；陈瀚铮； 龙振东；王凤云； 张良；王世明	一种水草收割和水面垃圾清 理的一体化装置及控制方法	发明公开	CN110979576A
3	曹宇；龙振东； 王家之；田卡	一种智能化水面漂浮垃圾收 集装置	实用新型	CN210597238U
4	陈瀚铮；王家之； 田卡；张良；龙 振东；王世明	浮标(近岸鱼形随潮流自供电 收集)	外观设计	CN305980051S
5	龙振东；姚宏昀； 田卡；张良； 陈瀚铮；王世明	浮标(风浪光自供电的海洋数 据资料收集)	外观设计	CN305980052S
6	陈瀚铮；张良；龙 振东；田卡； 王世明	一种水草收割和水面垃圾清 理的一体化装置	实用新型	CN211543823U
7	龙振东；张良； 陈瀚铮；田卡； 王世明	一体船(水草收割和水面垃圾 清理)	外观设计	CN306174463S
8	王永鼎；班泽兰； 柴赟；王成龙； 龙振东	一种基于 IMU 的多连杆车辆座 椅倾角补偿平台	发明公开	CN113002378A
9	许竞翔；杨志文； 贾怡欣；殷越； 石于晴；邢博闻	一种食堂餐盘清理与回收装 置	发明公开	CN111377187A
10	杨志文；许竞翔； 贾怡欣；殷越； 石于晴；邢博闻	一种食堂餐盘清理与回收装 置	实用新型	CN212049071U
11	赵顺康；莫梓钧； 吴子岳；闫劲宇	一种室外鱼塘恒温养殖系统	发明公开	CN110679530A
12	赵顺康；陈成明； 洪思源	一种多功能风扇	实用新型	CN210637267U
13	赵顺康；吴子岳； 闫劲宇	电机	外观设计	CN305850874S

14	李学忠；陈雷雷； 赵顺康；黄英杰	塘边运输机器人	外观设计	CN305886014S
15	洪思源；赵顺康； 陈成明	一种便携式脚踏变速洗衣桶	实用新型	CN211112734U
16	余世龙；赵顺康； 陈成明；花传祥； 吴迪；金淑芳	一种基于检测式的长条形鱼 类产品分拣机构	实用新型	CN211385860U
17	余世龙；赵顺康； 陈成明；朱清澄； 上官春霞	一种长条形鱼类产品的自动 排序分离装置	实用新型	CN211385832U

## 2. 专利（著作权）证书扫描件汇编









证书号 第 11391430 号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种基于检测式的长条形鱼类产品分拣机构

发明人：余世龙；赵顺康；陈成明；花传祥；吴迪；金淑芳

专利号：ZL 2019 2 2085307.7

专利申请日：2019 年 11 月 28 日

专利权人：上海海洋大学

地址：201306 上海市浦东新区沪城环路 999 号

授权公告日：2020 年 09 月 01 日 授权公告号：CN 211385860 U

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法经过初步审查，决定授予专利权，颁发实用新型专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 2 页)

其他事项参见续页

证书号 第 11372443 号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种长条形鱼类产品的自动排序分离装置

发 明 人：余世龙；赵顺康；陈成明；朱清澄；上官春霞

专 利 号：ZL 2019 2 2085229.0

专利申请日：2019 年 11 月 28 日

专 利 权 人：上海海洋大学

地 址：201306 上海市浦东新区沪城环路 999 号

授权公告日：2020 年 09 月 01 日 授权公告号：CN 211385832 U

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法经过初步审查，决定授予专利权，颁发实用新型专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长  
申长雨

申长雨



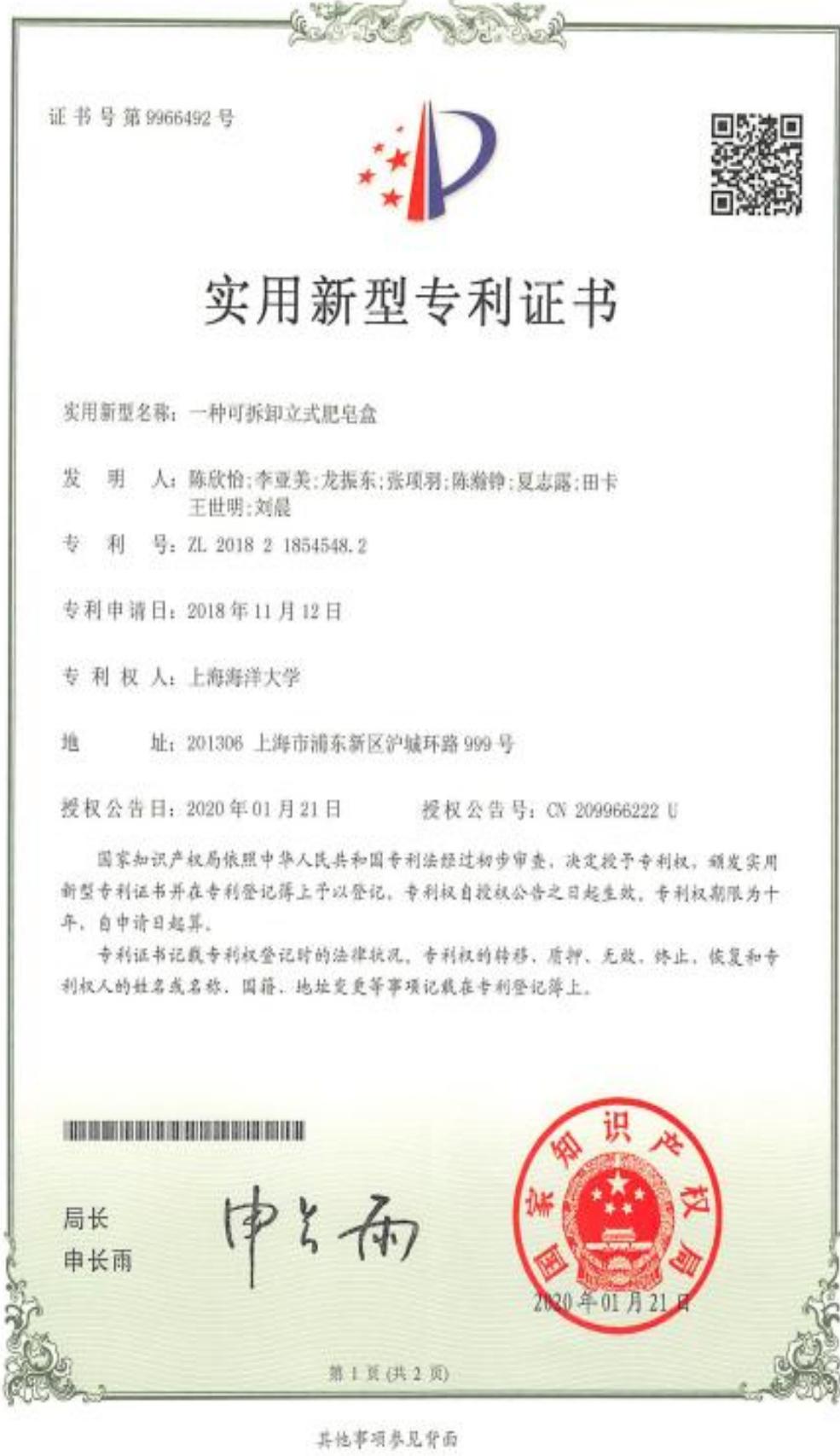
第 1 页 (共 2 页)

其他事项参见续页











(19)中华人民共和国国家知识产权局



(12)发明专利申请



(10)申请公布号 CN 110306504 A

(43)申请公布日 2019.10.08

(21)申请号 201910602052.9

(22)申请日 2019.07.05

(71)申请人 上海海洋大学

地址 201306 上海市浦东新区沪城环路999号

(72)发明人 曹宇 龙振东 王家之 田卡

(74)专利代理机构 上海伯瑞杰知识产权代理有限公司 31227

代理人 吴泽群

(51)Int.Cl.

E02B 15/04(2006.01)

E02B 15/10(2006.01)

H02S 10/12(2014.01)

F03D 15/00(2016.01)

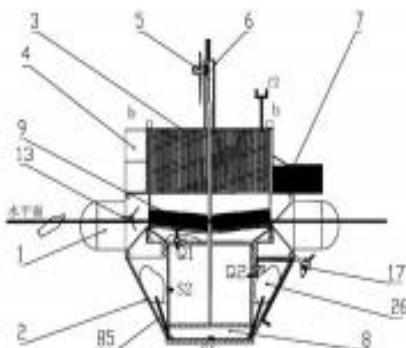
权利要求书2页 说明书7页 附图14页

(54)发明名称

一种智能化水面漂浮垃圾收集装置及控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种智能化水面漂浮垃圾收集装置及其控制方法。收集装置包括船体支撑结构、能源驱动系统、活塞往复结构和垃圾收集倾倒结构和控制器。所述能源驱动系统包括风力驱动装置和光能驱动装置，所述光能驱动装置提供运行动力，活塞往复结构用于引导水流与垃圾分离，所述风力驱动装置与活塞推杆连接。垃圾收集倾倒结构将分离后的垃圾倒入垃圾收集框。本发明可自动实现垃圾的过滤收集和垃圾的倾倒，较常规船型收集装置上的带传动而言，大大减小了装置体积，实现装置的灵活性和小型化。采用风力驱动和光能驱动相结合的方式，有效实现了装置能源的清洁性，并大大降低了能耗。



CN 110306504 A

证书号 第 10858853 号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：室外鱼塘恒温养殖系统

发明人：赵顺康；莫梓钧；吴子岳；闫劲宇

专利号：ZL 2019 2 1856085.8

专利申请日：2019 年 10 月 31 日

专利权人：上海海洋大学

地址：201306 上海市浦东新区沪城环路 999 号

授权公告日：2020 年 06 月 30 日 授权公告号：CN 210869428 U

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法经过初步审查，决定授予专利权，颁发实用新型专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况、专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 2 页)



证书号 第 5872473 号



## 外观设计专利证书

外观设计名称：电机

设计人：赵顺康；吴子岳；闫劲宇

专利号：ZL 2019 3 0605782.5

专利申请日：2019 年 11 月 05 日

专利权人：上海海洋大学

地址：201306 上海市浦东新区沪城环路 999 号

授权公告日：2020 年 06 月 16 日 授权公告号：CN 305850874 S

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法经过初步审查，决定授予专利权，颁发外观设计专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长  
申长雨

申长雨



第 1 页（共 2 页）

## 四、制作实物

### 1. 制作实物统计表

序号	学生姓名	实物名称	实物的体积、材质
1	康怡 阎雅雯 张禹哲 黄思真 石鹏勇	蛤蜊自动采集育苗机	单片机、传感器
2	任威宇 吴慧仪 梁振宇 周怡昕 吴金龙	水稻病虫害监测无人机	四个电机控制飞行器、图像识别部分 RESNET 模型的卷积神经网络和 openmv 的无线图传技术
3	李冲 李琛 王金龙 谢朋洋	海洋牧场环境监测机器人	传感器、IMU 模块
4	赖赞远 龙振东 吴慧仪 邢运瑜	基于低功耗的四旋翼水下航行器的设计	RC805 发射机、TS832 图传接收机
5	班泽兰 屈小暄 曹依婷 柴贊	基于 IMU 设计的汽车座椅倾角补偿平台	STM32 实现读取陀螺仪、加速度传感器
6	李思宇 刘颜赫 梁振宇	基于神经网络的一种新型珊瑚养殖系统	Arduino 单片机、DS1302 时钟模块、1602 液晶屏、SD 卡模块、ORP 传感器模块
7	袁德胜 侯雨菲 华羽 王天凡 陈润哲	自动跟人智能载物便利小车	单片机、MULTISIM、PROTEUS、EDA、MATLAB
8	袁理睿 喻卓轩 张宇航 彭泽惠 王周玥	智能物流分类小车	OPENMV、STM32、蓝牙

9	赵宇航 林小龙 吴世腾 吴雨桐 张田月	多功能果蔬机器人	OPENMV、STM32
10	汤子良 黄施裔 陈朱联 陈凌轩	车内智能防窒息系统设计	多传感器组合、无线电信息传输
11	李炳麟 沃新月 徐宇辉	仿生机器鱿鱼的水动力性能分析	CFD、ANSYS_Fluent
12	黄明懿 刘钧义 吴涛 杨宋高 赵强	基于 51 单片机智能阳台晾晒装置	雨水和温度传感器、传感器
13	朱钜宝 黄翌婷 高卓 汪雨馨	垃圾分类“大管家”	STM32F301、VAD、SIM900A 模块
14	冯行坚 谢朋洋 李冲 陆春祥	新型插头转换器	个性化 MAX
15	顾家铭 韩鹏洋 华羽 黄昊贤 沈鲲鹏	适用于海洋装备的卫星定位通信系统	单片机、GPS、传感器、蓝牙、电源
16	王天凡 莫械涵 路军 陈润哲 王萧缘	物流智能查验盘点货物无人机系统	RFID 扫描识别装置
17	王珂雯 张项羽 陈瀚铮 姚宏昀 张良	基于物联网的智能流动垃圾桶的设计	STM32F407、电源、超声波、红外感应
18	马帅华 陈凌轩	针对无人巡航的通用智能控制模块研究	红外接收传感器、单片机、无线通信

19	雷晏国 陆明 潘俊宇 李家兴 安楠楠	智能搬运爬行机器人	STM32F1 芯片、传感器
----	--------------------------------	-----------	----------------

## 2. 优秀案例

# 蛤蜊自动采集育苗机

## 摘要

市场中的蛤蜊采集机主要针对沙地蛤蜊的采集，无法满足淤泥的蛤蜊采集工作，现在淤泥地的蛤蜊采集工作主要依靠人工进行采集，现在的采集方式不仅劳动强度大，而且劳动效率特别低，同时采集过程中部分蛤蜊不可避免的遭到破坏。为了减轻淤泥地蛤蜊采集的工作，提高收集效率并且很好的保护小蛤蜊，项目组设计了一个适用于淤泥地、采集过程中可进行筛选、能进行育苗的机械——蛤蜊自动采集育苗机。该机器由驱动装置、松土装置、采集装置、冲洗装置、收集装置、筛选装置、育苗装置和控制部分组成，能够实现采集、冲洗、筛选、育苗等功能于一身，并且对地形适应能力强，可适应于任何地质的工作环境，在淤泥地质中的效率尤为突出。

### 一、项目的选题、目的与意义

养殖业一直是我国农业中的一大类也是我国沿海居民收入之一，因此提高机械水平对我国养殖业有着极其重要的意义。据调查，市场中的蛤蜊采集机主要针对沙地蛤蜊的采集，无法满足淤泥的蛤蜊采集工作，现在淤泥地的蛤蜊采集工作主要依靠人工进行采集，现在的采集方式不仅劳动强度大，而且劳动效率特别低，同时采集过程中部分蛤蜊不可避免的遭到破坏。

蛤蜊类生物居于深度 5-15cm 的淤泥或泥沙里，针对目前蛤蜊采集技术的局限性的现状，该设计改变传统的收集方式，采取机器挖掘，利用机器上传送带运输，高压清洗，最后收集。项目组成员完成了淤泥地试验研究，实现运行速度、进退、转动可控，操作灵敏、运行稳定性良好、复杂地形中采集效率高、自动化等功能，大大减轻了劳动强度，提高效率，有广阔的应用前景。

### 二、项目的创新点与特色

#### (一) 创新点

本项目面向蛤蜊的市场需求与自动化的应用前景，创新之处体现在以下方面：

- 1) 工作的深度可进行自动调控
- 2) 对地形适应能力强，可适应于任何地质的工作环境，在淤泥地质中的效率尤为突出
- 3) 采用特殊转向的带挖槽的滚轮消除了原本通过人手持工具从上方破土对蛤蜊造成破坏的缺点

- 4) 自动实现大中小蛤蜊的分开放置
- 5) 附带育苗功能
- 6) 通过蓝牙模块实现作品与手机的物联，方便操作
- 7) 自动化，使用者只需按动几个按键即可实现全部功能

## （二）特色

本项目将研究模块化的控制系统设计方法，主要有 4 个控制模块，中央控制系统、运动控制系统、信息测量系统、参数检测系统。主要控制参数为：运行速度、松土深度、采集深度、传送带速度等。主控电路重新设计无线和有线两套电路，负责完成数据采集、控制与通信任务，其中有线主控电路起到调试作用。信息测量系统主要包括蛤蜊箱的重量测量和履带下陷程度的测量。传感器电路负责将串口标准的传感器数据转发到 CAN 总线上，若信息测量数据偏差较大，则触发报警装置，并通过蓝牙模块实现信息传输。

在结构上，将驱动装置由原来的四个履带轮和电机替换为两个长条形履带轮和电机的组合，长条形履带轮受力面积大、压强减小，提升了在松软、泥泞路面上的通过能力，降低了下陷量，使得该蛤蜊采集机能够平稳、安全地通过淤泥地。另外，履带选用金属橡胶铰链式，这样扭转时只有橡胶套环产生弹性扭转，有噪音小、寿命长、拆装较方便、受力情况好等优点。

## 三、体会与收获

首先十分高兴可以有机会参加大学生创新训练项目。在大学生创新训练项目之中，学到了许多从未接触过的知识。在与指导导师的交流的过程中，我们小组五个人开始了上海市的大学生创新创业训练计划项目。指导老师是我校工程学院的张俊老师。经过不断地摸索与努力，我们从刚开始的一无所知和一筹莫展，到现在的目标明确，方案清晰，渐入佳境，这其中觉得发生在我们身上好多事情，也收获了好多。回想过去参加研究项目的过程，从开始的寻找课题到申请立项撰写项目申请书，到查阅相关参考文献，确定实验项目、实施方案和寻找创新点，并制定详细的研究方案和步骤，对项目进行相关调查和研究到最后确定项目的可行性，一步步走来，这其中的辛苦和辛酸只有经历过的人才懂，其中的经验和成长也只有经历过的人才会分享和拥有。这是一次难得的经历，一次让我们得到锻炼和成长的经历。

不知不觉项目临近结题，下面分享一些我们的想法与感悟：

这期间，最深的体会就是要善于勤于思考，主动动手动脑。创新创业训练项目不是基础课上我们做的实验，只要按着老师讲的步骤做就行了。做的课题对于我们来说，可能是一个没有接触过的新领域，没有人告诉我们一步步该怎么做。需要自己去找文献查资料，去弄明

白实验的原理，然后确定要创新的方向，按照这个方向一点点努力，所以每一步都需要独立思考。其中会遇到很多困难，这个时候除了寻找帮助，最重要的还是自己思考。后来我们听了老师的建议，不要着急，一点点一步一步地来，先查阅文献资料，弄明白其中原理，再勤于思考，在文献资料中获得有用的信息，得到启发，然后再运用到自己研究的项目中，一定要学会借鉴。

其实这段时间对这个项目的付出和努力，让我们觉得收获最大，体会最多的应该是团队合作方面。一个人不管怎样都是需要团队协作才能把事情做得漂亮，也许一个人也能完成，但是可能要花上十倍百倍的时间，而且完成的可能也没有那么漂亮。“众人拾柴火焰高”这句话是有道理的。团队合作中需要我们成员间的不断磨合，学会倾听大家的意见和分享你的看法，做到尊重你得每一个组员，开心地交流与合作。一开始，我们组的个五人的合作一点也不默契，甚至可以用不愉快来形容，因为我们之间缺少交流，每个人都有自己的想法，但是都放在了心里，没有及时地说出来，有种自己忙自己的感觉，一点也没有团队合作的氛围。直到一段时间后，我们开会讨论交流才发现我们前段时间都在各忙各的，都没有办法交流到一起，整个项目也是毫无进展。这时我们才意识到我们的团队合作，人员分配方面出了问题。所以我们及时调整，做到及时交流，每一个人有想法都可以及时的提出来我们大家一起讨论交流，这样做之后，真的事半功倍，并且在做项目的过程中也感到很开心很快乐。

在项目研究过程中，我深深感受到团队合作的重要性和必要性，同时也学到了很多东西，在一定程度上提高了自己的学习和创新能力。很感谢这个项目给我的锻炼与成长的机会。

#### 四、项目实施的进程情况

本项目主要研究内容为设计一种能够代替人工在淤泥地或者泥沙里采集的装置，且该装置设计为能够克服淤泥地容易下陷的问题，同时希望该装置能够具备冲洗、筛选、育苗等辅助功能。该蛤蜊自动采集育苗机结构由驱动装置、松土装置、采集装置、冲洗装置、收集装置、筛选装置、育苗装置和控制部分组成。

- 1) 驱动装置：由推杆电机和履带轮加电机组成，通过推杆电机上下推动使履带轮上下移动，履带轮还可由电机带动实现转动。
- 2) 松土装置：由推杆电机带动旋耕犁与电机整体，松土深度可自动调节。
- 3) 采集装置：由推杆电机加带挖槽的滚轮组成，整个装置可由推杆电机上下带动，滚轮由大功率 550 蜗轮蜗杆电机带动。
- 4) 冲洗装置：由高压水泵和扇形喷头组成，形成巨大的扇形水幕，实现蛤蜊与淤泥分离，并且定期冲洗松土装置。

- 5) 收集装置: 由收集箱、传动轴组成, 实现对蛤蜊的暂时存放。
- 6) 筛选装置: 有上下两个带斜板的铝箱组成, 上斜板上有直径是 4cm 的圆洞, 下斜板上有直径是 2cm 的圆洞, 实现大中小蛤蜊的分开放置。
- 7) 育苗装置: 由育苗箱组成, 实现育苗工作。
- 8) 控制部分: 由单片机、多种电机驱动板和蓝牙模块组成, 实现用手机控制机器工作。该机器不仅松土深度可自动调节, 调节的深度可保证只松掉蛤蜊上方的泥而保证蛤蜊不被破坏。采集深度也可进行调节, 保证每个深度的蛤蜊都在采集范围内。采集的蛤蜊与淤泥的混合物经过水幕, 蛤蜊进入收集箱中, 传送带将蛤蜊运至筛选装置, 完成筛选工作。小蛤蜊会进入育苗箱中, 和箱中原本的苗一起被撒在海面上。如图 1 所示为该装置结构图。



图 1

蛤蜊自动采集育苗机总体设计参数:

- 1) 主体长宽高:  $120 \times 60 \times 60$  (cm)
- 2) 配置动力: 80rpm/min550 蜗轮蜗杆减速电机
- 3) 适应松土深度: 0-10cm (可调)
- 4) 适应采集深度: 5-20cm (可调)
- 5) 采集宽度: 30cm
- 6) 作业行数: 1 行
- 7) 作业效率: 每小时 30 平方米
- 8) 破碎率: <2%
- 9) 筛选范围: 大: 大于直径 4cm, 中: 大于直径 2cm 小于直径 4cm, 小: 小于直径 2cm
- 10) 育苗宽度: 20cm

# 基于低功耗的四旋翼水下航行器的设计

## 案例摘要

创新大赛、iCAN 国际创新创业大赛、上海市创客大赛、校船模动力艇大赛，并获得一、二等项目组成员由工程学院大二、大三年级学生组成，项目组成员曾参加多项国家级、市级、校级比赛，包括全国大学生电子设计竞赛、iCAN 国际创新创业大赛、上海市大学生“创造杯”大赛、上海市大学生创客大赛、上海市工程训练综合能力大赛、上海海洋大学船模动力艇大赛，并取得优异成绩。项目负责人赖赞远参加上海市上图杯先进成图设计大赛、上海市创客大赛，分别取得了团体一等奖、二等奖的成绩；项目组成员龙振东参加 2019 年上海市大学生创造杯大赛、上海市大学生创客大赛、上海市工程训练一定的相关专业能力。

本项目将在前期研究基础上，对“OI-1 号”进练综合能力大赛，取得一等奖、二等奖的成绩；项目组成员吴慧仪参加过上海市机械工程奖的优异成绩；项目成员邢运瑜参加过全国大学生电子设计大赛，并上海赛区三等奖。项目成员跟随指导老师参与多项实验室科研训练项目，积累了一定的科创经验，具备行结构优化设计与样机制作，并完成水下试验研究，实现航行速度、上浮、下潜运动可控，信号传输工作正常、操作灵敏，密封性、航行稳定性良好等功能，实现对水下环境的实时监测，并将水下环境进行 3D 建模，能够应用于海洋环境监测、运动探险、水下搜救等场景。AUV 具有活动范围大、下潜深、不怕电缆纠缠、可进入复杂海洋环境中、不需要庞大的水面支持系统、占用甲板面积小、作业费用低等优点，有极为重要的研究意义和工程应用价值。

### 1. 项目简介

微小型无人水下航行器作为一种智能化的水下无人装备，在海洋资源勘测、水文调查、海底管道铺建、水下目标跟踪定位等方面有极为重要的应用前景。团队成员综合应用无人机控制原理和模块化结构设计方法，自主研发了一种应用于水文环境监测的微小型水下飞机。该水下飞机采用流线型外形设计，后置双推进器动力系统和智能控制系统。通过高精度升降舵和方向舵控制上浮、下潜和转向运动，可实现动态自稳高速航行，具有机动性、操控性、隐蔽性及运动稳定性好等诸多优势，有重要的科学意义和应用推广价值。

### 1. 创新特色

微小型无人水下航行器作为一种智能化的水下无人装备，在海洋资源勘测、水文调查、海底管道铺建、水下目标跟踪定位等方面有极为重要的应用前景。团队成员综合应用无人机

控制原理和模块化结构设计方法，自主研发了一种应用于水文环境监测的微小型水下飞机。该水下飞机采用流线型外形设计，后置双推进器动力系统和智能控制系统。通过高精度升降舵和方向舵控制上浮、下潜和转向运动，可实现动态自稳高速航行，具有机动性、操控性、隐蔽性及运动稳定性好等诸多优势，有重要的科学意义和应用推广价值。

### 技术性能指标：

图像传输系统采用 RC805 发射机、TS832 图传接收机搭配 100 万像素 FPV 图传摄像头，理论最大实时图传距离 2KM、发射频率: 5.6-5.9Ghz, 将侦察水域情况反馈终端接收。

- (1) 推进系统：后置双推进器。
- (2) 升降舵：位于航行器前半端，通过控制攻角大小实现航行器上浮、下潜。
- (3) 方向舵：位于航行器后半端，控制航行器转向。
- (4) 控制系统：采用 pix 飞控进行二次开发，通过控制推进器和舵机进一步控制航行态



### 成效收获

- (1) 2020 年 3 月参加了第五届汇创青春产品设计类比赛；
- (2) 2020 年 8 月参加了 2020 全国海洋智能装备创新大赛-第九届全国海洋航行器设计与制作大赛暨 2020 海洋装备创新赛，取得了二等奖的成绩；
- (3) 2020 年 9 月参加了在上海举办的工博展展览。体会与收获

科创比赛提倡让学生自己动手动脚，通过各种实际活动，让我们将学习的知识转化为技能。科创比赛不仅仅是凭兴趣就能取胜的，还要持之以恒、不断探索，要有不达目的不罢休的坚毅品质。在探索过程中，一定会遇到这样或那样的困难，要想方设法克服苦难，要有心理承受力。要随时准备应付各种挫折和失败，人正是由失败和教训是自己不断聪明的。对于失败，我们应该理智地总结经验教训，把挫折磨难看作是磨炼意志、锻炼能力的好机会，在困难与阻力面前要有一股敢拼敢斗的勇气，从而战胜自己的畏难情绪。历史上的任何成果都是经过若干次、甚至上百次的实验才获得的成功。

# 基于 IMU 的汽车座椅倾角补偿平台

## 案例摘要

本项目由上海海洋大学信息学院、工程学院和经管学院学生合作，项目成员共有五位，五位成员的专业涉及机械设计自动化、计算机和经济等多个领域。在王永鼎讲师指导下完成，构建一个置于汽车座椅底部的“工”字形平台。本项目是在分析了当前汽车座椅普遍存在汽车座椅与汽车车身底板的刚性连接的问题导致车身姿态变化会直接地反应给汽车座椅，进而传递给乘坐者身上，让乘坐者较清晰地感受车身的倾斜与晃动以及因离心力等引发存在的不安定因素而得出的。小组成员经过力学分析及相关研究构建了该平台，该平台可高效准确地分析车身动态并主动使座椅倾斜至合理的角度，使汽车座椅时刻保持稳定状态，并利用座椅支反力的水平方向分力抵消可能存在的离心力和惯性趋势，给予乘驾者匀速行驶般稳定的乘车感受，有效提高乘车的舒适性及安全性。小组成员通过向老师请教和自我学习后，对于力学、材料等方面有一定的认识，在机械设计方面产生浓厚的兴趣及培养了动手能力。

关键字:车载 IMU;多连杆式;多自由度平衡

### 一、项目背景及选题

随着人们对生活需求进一步提高，人们不仅看重产品的美观性，更加重视产品的舒适性。汽车座椅的舒适性以及功能的丰富程度是许多用户选车时关注的重要点之一。现今汽车座椅普遍通过螺栓将座椅下方的导轨与车身地板进行紧固实现硬连接。该种连接方式精确固定了被连接件的相对位置，足以承受多种载荷。然而相对固定的连接方式导致了车身的姿态变化会直接地反应给汽车座椅，进而传递到乘坐者的身体上，乘坐者会较为清晰地感受到车身的倾斜与晃动以及因离心力等存在引发的不安定因素。

本小组成员以二轮车辆转向时自然产生倾倒以对抗离心力和陀螺效应的现象为启发，构造了一套置于汽车座椅底部的“工”字形机械平台。该平台可高效准确地分析车身动态并主动使座椅倾斜至合理的角度，使汽车座椅时刻保持稳定状态，并利用座椅支反力的水平方向分力抵消了可能存在的离心力和惯性趋势，给予乘驾者匀速行驶般稳定的乘车感受，有效提高了乘车的舒适性及安全性。

### 二、项目特色

该平台可以合理地安装于汽车座椅下方适当位置，通过一组舵机的相互配合，推动连杆，使上下两底板做到任意方向一定角度范围内的角度差值，用以补偿车身行驶过程中由于落差、颠簸、转向、加速、制动等情况下造成的座椅与水平面之间的角度差值，同时，平台后部的一组液压阻尼器可以无干涉随动，在实际情况中起到调节平台灵敏度以及减振的作用。经过

仿真模拟,可以看到当固定 y 方向上的舵机,使 x 方向舵机旋转带动摇臂、连杆,平台上底板可在一个自由度内抬升或降低,且无干涉;同理当固定 x 方向上的舵机,使 y 方向上的舵机运转,平台上底板可在另一自由度内抬升降低。当 x、y 方向上的舵机同时工作时,平台上底板可实现一定角度范围内的任意自由度倾斜运动,且后方机械阻尼随动,即该平台的预期功能可正常实现。

该项目既已成功搭建了一个基于二自由度运动的活动机械平台,可实现各方向一定角度范围内的倾斜,通过仿真模拟已验证可在加载汽车座椅的条件下正常工作。如果该机械平台加入适当电控设备,例如与现今车辆上已有搭载的 IMU (惯性测量单元) 相配合,即可感知座椅状态,适时进行角度补偿。

汽车行驶过程中,落差、颠簸、转向、加速、制动等情况难免造成座椅随车辆倾斜,影响乘坐的稳定性及舒适性。而该项目不失为解决这类问题的创新方法。

### 三、项目体会与收获

#### 1. 勤于思考主动动手动脑

课题对于我们来说,是一个融合了几方面专业知识的领域,但主要以机械制造为主。参与该项目需要每位成员共同致力去完成。在实施过程中除了老师的指导,更重要的是需要自己去找文献查资料,去弄明白实验的原理,然后确定要创新的方向,按照这个方向一点点努力,所以每一步都需要独立思考。其中会遇到很多困难,这个时候除了寻找帮助,最重要的还是自己思考。后来我们听了老师的建议,不要着急,一点点一步一步地来,先查阅文献资料,弄明白其中原理,再勤于思考,在文献资料中获得有用的信息,得到启发,然后再运用到自己研究的项目中,定要学会借鉴。

#### 2. 实地调研

实地调研使项目组成员参与其中,完全是亲身调研,切身感受,不再是之前的纸上谈兵。通过接触社会,学到了许多新的更专业的知识,同时使我们实践中遇到的现实问题与课堂上学习的理论知识相结合并进行思考分析,理论与实践相结合,达到学以致用的效果,提高了我们发现问题、解决问题的能力。一方面,给我们提供了更清楚地认识自我、反省自我、肯定自我的机会,不仅弥补了我们知识的缺陷,而且让我们对自己有了一个更加客观的自我评价。

#### 3. 培养了创新思维和创新精神

在实施过程中培养了我们主动积极的学习精神,质疑精神,让我们勤奋实践、打破常规,敢于创新,明白了只有敢于发现问题才会有创新的可能性。大创项目的训练培养了我们勤奋求实的态度,提高了我们敢于竞争与冒险的勇气。项目从开始构思、申报、调研到最后的编写商业计划书的整个周期并不是一帆风顺的,总会碰到挫折或失败,半途而废是不会把大创项目进行到底的,所以大学生选择的是坚持而不是放弃。这个过程铺垫了大学生顽强的意志力,有利于培养大学生创新精神中所必需的锲而不舍的精神。

回顾研发设计的过程中,一开始我们对于项目的实现技术毫无头绪,但在组员一起查阅资料后,我们归纳了需要研究的主要技术有: 1) 以电动机为动力,通过传动装置和执行机构来调节座椅各种位置及角度的车辆座椅电动调节功能; 2) 以 IMU 惯性测量单元为硬件基础的摩托车牵引力控制系统、防浮举控制系统、弯道 ABS 等电子控制系统; 3) 结合 IMU 的车辆自动驾驶技术。

在确定主要技术后,就着重于机械结构的设计。怎样的机械结构才能使座椅任意自由度地旋转成了我们首要的问题。最后在两位工程学院小组成员的商讨下,采用推杆式的机械结构设计,用两块支撑板对座椅和汽车刚性连接,上支撑板固定在车辆座椅的底部,下支撑板固定在车辆的底板上。两块支撑板中间由四个液压推杆支撑,之所以选择液压推杆,是因为液压推杆动作灵敏、运行平稳。

因为 IMU 即惯性测量单元由三个单轴的加速度计和三个单轴的陀螺仪组成, 所以最后在代码实现层面, 信息学院的小组成员采用 STM32 实现读取陀螺仪和加速度传感器以及磁罗盘的数值, 利用四元数的解算方法实现姿态解算。

#### 4. 团队精神

其实这段时间对这个项目的付出和努力, 让我们觉得收获最大, 体会最多的应该是团队合作方面。一个人不管怎样都是需要团队协作才能把事情做得漂亮, 也许一个人也能完成, 但是可能要花上十倍百倍的时间, 而且完成的可能也没有那么漂亮。“众人拾柴火焰高”这句话是有道理的。由于项目进行期间正值疫情期间, 所以让团队成员之间不能进行线下的沟通交流, 每一次遇到问题分配任务都是通过 qq 或者微信。所以会带来一些麻烦, 在某些问题的理解上可能会花费更多时间去交流。团队合作的主要领导人是关键, 他可能有时候会决定这个项目能不能如期开展, 所以有一个好的带头人是大家齐心协力一起奋斗的一个必要条件。

团队合作中需要我们成员间的不断磨合, 学会倾听大家的意见和分享你的看法, 做到尊重你得每一个组员, 开心地交流与合作。在项目研究过程中, 我深深感受到团队合作的重要性和必要性, 同时也学到了很多东西, 在一定程度, 上提高了自己的学习和创新能力。很感谢这个项目给我的锻炼与成长的机会。

### 四、项目实施进程及成果

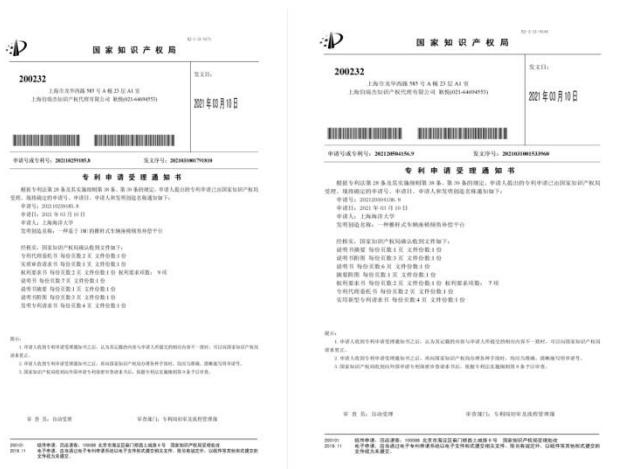
#### 1. 实施过程

项目过程本项目于 2020 年 3 月开始前期准备工作, 3 月到 4 月小组成员一起查阅资料, 设计项目研究方案, 工作分配, 为了保证项目实施的顺利进行, 小组成员每两周还需汇报进展, 讨论各自遇到的问题。4 月到 6 月开始撰写开题报告, 设计加工所需结构部件, 基本机械结构框架搭建成型。7 月到 9 月学习相关软件, 编写程序, 做出初代成品。10 月到 2021 年的 2 月测试改良初代成品, 优化程序和结构。最后一个月用来撰写总结报告, 进行专利申请, 准备结题验收。

#### 2. 成果

(1) 完成了一份标准商业计划书, 并借助校内外资源不断自我优化改进, 后期准备申报各类互联网及商业类学科竞赛。

(2) 完成一项发明专利和一项实用新型专利申报。发明专利, 一种基于 IMU 的多连杆车辆座椅倾角补偿平台, 已获申请号 202110339528.1; 实用新型专利, 一种基于 IMU 的多连杆车辆座椅倾角补偿平台, 已获申请号 202120642250.0



# 智能物流分类小车

## 案例摘要

本项目是在上海海洋大学工程师院长曹守启老师指导下，由五位来自工程学院，不同专业的同学合作完成。指导老师曹守启在海洋物联网工程、渔业工程及其自动化等技术方面有深入的研究和颇深的建树。

五位成员各司其职，各有特长，队长袁理睿，具有较强的动手能力，对于机械专业方面有着的知识较为熟悉。同时对理论运算有着浓厚的兴趣。队员张宇航熟练掌握 C/C++ 语言，学习并会使用 51、32、arduino 单片机。队员喻卓轩熟练掌握 C 语言和 python，具有极强的动手能力，熟练运用 CAD 及 SolidWorks 等绘图软件。队员彭泽惠对科创项目有强烈兴趣，已经学习过机械制图、C 语言程序设计、电工技术基础等课程，能较熟练运用绘图及编程软件，具有较强的动手能力与设计能力。

本项目基于当下我国物流行业分类等工作大多数是人工完成，费时费力，本项目旨在将人工智能技术应用于物流行业。采用图像识别技术，使物流车可以识别商品二维码并对其进行分类，也可以判断二维码的位置，还可以判断商品的大小，对商品进行合理的摆放。未来，本项目在果蔬采摘以及帮助残障人士上也可以起到一定作用。

### 一、创新创业训练计划项目的选题、目的与意义

当下我国的物流产业十分火爆，目前而言，而人工智能方向的市场既空缺又火爆，我国的物流分类等工作大多数是人工完成，费时费力，而且容易损坏商品。为解决这些问题，本项目采用图像识别，可以识别商品二维码并对其进行分类，也可以判断二维码的位置，并对其进行合理摆放，还可以判断商品的大小，对商品进行合理的摆放。如果可以开发好只能物流系统，那么不但会极大提高效率，解放双手，降低成本，同时也会有巨大的市场前景。

未来，本项目会将其开发为集收件、分类、发件、配送于一身多功能物流系统。在果蔬采摘以及帮助残障人士上也可以起到一定作用。

就目前而言，本项目已经可以实现较好的二维码识别功能和自动拾取功能，并且可以与手机等设备交流实现远程遥控。

### 二、创新创业训练计划项目的创新点与特色

(一) 该物流分拣车底部安装履带与麦克纳姆轮可使其在不平整路段和多转向地段灵活、全方位移动。对于不同的工作环境采用不同的动作设计。

(二) 该设备在使用科学的动作组，对不同大小的货物采用不同的动作，快速识别，有效分类。

(三) 该设备具有图像识别和二维码识别的功能，能够识别货物的大小、运输地点，从而对其进行有效分类。

(四) 该设备可用手机遥控，可以远程观察系统工作情况，并随时对其进行启动和停止。

(五) 该设备搭载有蓝牙、超声波、红外、光敏电阻等多种传感器，采用稳压、继电器等多种模块，使用深度学习，让机器人识别错误的概率降低，在实践中提升智能程度。

### 三、体会与收获

我们团队成员专业集中，初期大家想法较为一致，目标较为集中。但是随着调查的深入和思路的拓宽，大家逐渐发现现有的知识无法支撑团队的各种想法，也难以达成目标。如今看来，在项目实施的过程中还需要与指导老师及时沟通。初期，存在产品设计思路和结构不清晰的困难，有些设置的目标没法获取相应的理论支撑，小组成员在这个阶段困惑和讨论很长时间，经过多次尝试没有得到满意的结果。后来和指导老师的沟通，渐渐清晰设计的方向，最终设计出较为满意的成品功能框架。如果能和指导老师进行及时沟通，能及早解决设计问

卷上的困惑，能节约更多时间。

我个人是团队的核心，同时我还有 4 位同学帮忙进行提议与讨论。创新创业项目发展到现在的规模，早不是我一个人能操作的了，加入新的想法和知识是必须的，同时也能给本项目带来更多的创新思维。所有团队成员都是在校大学生，而且都是对创新很感兴趣的，我主要是激励团队人员，共同学习理论知识和实际操作方法，我的目的就两个：既要解决设计开发中功能实现的问题，又要随时学习一些 STM32F470 嵌入式单片机和编程的知识。所以，团队就是样的，大家要有共同的目标，同时要创造个大家都共赢的局面。

团队的力量是无穷的，打一场胜仗，单枪匹马是绝对完成不了的。在产品设计和项目规划的初期我是凭借我自己的想法，自己的构想去进行完善的，可是在不断的研发过程中，我发现自己的思维定式，无论怎么改进，我发现自己的设计风格是固定的、单调的，后来得益于不同班级、不同专业的同学，绝大部分都是机械设计制造及自动化专业的，大家工作热情很高。

为了完善一个动作，为了增加一项指令，甚至为了一条程序，我们都会进行头脑风暴，大家集思广益，毫不吝啬发表自己的看法。一个问题，几个思路，我们就一起讨论，找到一个突破口，取得一个最好的解决方法。集体的智慧真的是强大的，所以可以说我们现在的设计、风格、功能都是很丰富的。还有就是团队中大家沟通的比较好，分工比较明确，每个人有单独负责的任务，互不干涉，相互补充合作，协调发展。

在项目进行过程中，我们主要围绕以下三个问题展开：如何实现多个机器人之间的通讯以及配合，采用何种配合的方式最方便快捷；使用何种行进路线最为节省时间，如何令系统全方位避障，从而避免系统的损坏；采用怎样的采集方式，才能最有效的保护商品。同学们相互配合，积极在线上开展讨论，即便不能面对面地进行交流，但是我们借助微信、腾讯会议等软件不定期开会，分享心得、发现问题、解决问题。

最终我们初步将各个难题破解，主要解决了自动控制系统、图像识别、二维码扫描、机器人运动的位置、对物品的抓取方式以及多个机器人之间的信息通信几个问题。过程中通过文献查找、考察、采集数据、操作实践等方法对本项目进行研究。最终实现，设备内搭载 STM32 进行遥控指令的解析，解析后命令激励陀螺仪进行响应，它的履带底盘上搭载 1 个 6 自由度机械臂，对可编程的机械臂以及机械爪控制。通过摄像头，采用图像识别技术，利用 OPENMV 对二维码的识别，判断二维码中存在的信息，并向中心控制板发送信号，从而操纵机械臂识别物流商品的二维码并对其分类，将果商品送到指定位置，实现对不同区域物品的分类投放；还可以判断物品的大小，对果其进行合理摆放。

#### 四、创新创业训练计划项目实施的进程情况及取得的成果

##### （一）实施进程

1. 在项目的初期，我们拟定该项目主要研究自动控制系统、图像识别、二维码扫描、机器人运动的位置、对物品的抓取方式以及多个机器人之间的信息通信。

2. 在研究的前期，为实现对物品的抓取，我们主要对该项目的可编程机械臂以及机械爪进行了控制。

3. 在项目的中期，为实现对二维码的识别，我们研究了大量算法，利用 OPENMV 对二维码的识别，判断二维码中存在的信息，并向中心控制板发送信号，从而操纵机械臂对不同大小及形状的物体进行拾取。

4. 在项目的中后期，为研究机器人运动的位置，我们建立了坐标，并在识别二维码之后，利用 OPENMV 对中心控制板发送信号，再对车轮系统分控制板发送信号，决定物品该被运送到哪一个位置。

5. 为了便于对机器人进行操控，在研究的后期，我们给系统添加了蓝牙通讯传感器，可以通过蓝牙与手机 APP 实现联网通信，物流车内搭载的 STM32 进行遥控指令的解析，解析

后将信号发送至车轮控制板，使小车进行移动。

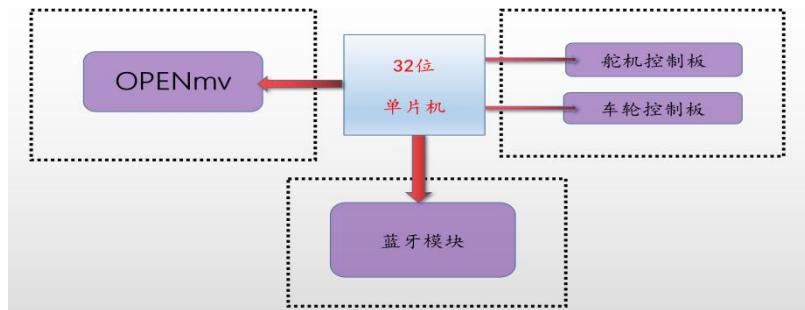


图 1 系统内部的控制关系

## (二) 取得成果

### 1. 获奖情况



### 2. 专利申请



# 多功能果蔬机器人

## 案例摘要

本项目是由上海海洋大学工程师院长曹守启老师指导，五位来自不同学院，跨专业的同学实践合作完成。指导老师曹守启在海洋物联网工程、渔业工程及其自动化等技术方面有深入的研究。

五位成员有着良好的专业知识素养，队长赵宇航对创新创业兴趣浓厚，尤其对编程、自动控制图像识别感兴趣。队员吴雨桐对软件开发有浓厚兴趣，熟练掌握 c 语言，c++ 和 JAVA，自学并掌握 unity3d 动画制作，对算法有深刻了解。队员吴世腾对于电气专业的相关知识较为熟悉，拥有良好的自学能力，对于电气与其他专业相结合的领域有较大的兴趣。队员林小龙对大创有浓厚的兴趣，尤其对编程，人工智能相关比赛感兴趣，已经掌握了 C 语言相关的编程语言，具有较强的动手能力和相关自学能力。

当下我国的农业自动搬运以及分类系统方面还有较大的空缺，特别是在农业方面的果蔬采摘，大多数采用的是人工采摘和分类；为提高农业现代化水平，本项目设计了一款多功能果蔬机器人，可采用图像识别，识别出不同大小的果蔬并对其进行分类，也可以判断作物的成熟程度并决定是否对其进行采摘，未来，如果可以开发好自动采摘系统，那么不但会极大提高拾取效率，解放双手，降低成本，同时也会有巨大的市场前景。

关键字：图像识别；农业；果蔬机器人；

### 一、创新创业训练计划项目的选题、目的与意义

当下我国的工农业自动搬运以及分类系统方面还有较大的空缺，农业现代化水平不高，特别是在农业方面的果蔬采摘，大多数采用的是人工采摘和分类，目前人工采摘除效率较低外，尚有认识不足，技术不得法等问题。以致出现用手扭采、捋采、抓采等现象，破坏作物培养、损伤嫩芽、老嫩不一、芽叶破碎、混杂等严重问题。

为解决这些问题，本项目采用图像识别，可以可以判断作物的大小和成熟程度并决定是否对其进行采摘，还可以识别作物的损毁程度，将已经损坏的果蔬与正常果蔬进行分类。

由于我国的农业智能机械市场十分空缺，未来会将其开发为集施肥，采摘、灌溉、锄草与一身多功能农业系统。如果可以开发好自动采摘系统，那么不但会极大提高拾取效率，解放双手，降低成本，同时也会有巨大的市场前景。

就目前而言，本项目已经可以实现较好的自动拾取功能和二维码识别功能，并且可以与手机等设备交流实现远程遥控

### 二、创新创业训练计划项目的创新点与特色

#### （一）功能

该设备集多种功能于一身，具有极强的实用性，也拥有很好的市场前景；本设备具有图像识别的功能，能够识别作物的大小与好坏，从而对其进行分类，并且还能判断作物的成熟程度，决定是否对作物进行采摘；同时，该设备使用科学的动作组，对不同的作物采用不同的动作，有效保护作物，不会破坏作物使作物无法再次结实；识别作物的损毁程度，将已经损坏的果蔬与正常果蔬进行分类。

#### （二）系统

本系统采用 openMV 图像识别，通过二值化算法对不同大小的果蔬进行识别和分类，并判断作物的成熟程度来决定是否对其进行采摘。采摘之后将已经损坏的果蔬与正常果蔬进行分类，极大提高拾取效率并有效降低出口成本。面对不同的果蔬，可以采取截然不同的采摘方式和机械臂的运动形式，节约能源，高效作业。

本项目已经连接与手机等设备交流，实现了远程遥控及自动拾取功能和二维码识别功能。

可用手机遥控，可以远程观察系统工作情况，并随时对其进行启动和停止；本系统加入了数据传输技术、数据库，融合了多种传感器技术，有较高的智能化程度。智能化、结构化、节能化是本产品优势所在，在果蔬后续售卖打包等智能分拣也能有一定的帮助。

### （三）技术

该设备内搭载的 STM32 进行遥控指令的解析，解析后命令激励陀螺仪进行响应，它的履带底盘上搭载 1 个 6 自由度机械臂，对可编程的机械臂以及机械爪控制。通过摄像头，采用图像识别技术，利用 OPENMV 对二维码的识别，判断二维码中存在的信息，并向中心控制板发送信号，从而操纵机械臂识别物流商品的二维码并对其分类，将果蔬运送到指定位置，实现对不同区域物品的分类投放；还可以判断果蔬的大小，对果蔬进行合理摆放。

## 三、体会与收获

我们小组包含了来自不同学院不同专业的同学，大家有各自擅长的领域和各自的想法，初期，我们在确定产品功能、指标时出现了分歧以及诸多疑惑。组长便开始练习指导老师，在曹老师的带领下共同学习了相关知识，并重新确定了任务和目标。深深的体会到如何更好的做到人与人之间沟通交流和相互协作。

曹老师带领我们了解了一些关于物联网技术运用的典型案例，通过这些学习和与组员的沟通交流，我们深受启发，也拓宽了思维，有了一种柳暗花明又一村的感觉。

我们利用物联网技术该智能物流分拣车将信息反馈给手机等设备，通过蓝牙与手机 APP 实现联网通信，操作人员可以对车进行相应的遥控，驱动物流分拣车到达指定位置，并通过 APP 对机械臂遥控抓取相应物体，实现包裹抓取分拣的过程。

我认为所谓团队精神，就是团队成员共同认可的一种集体意识，是显现团队所有成员的工作心理状态和士气，是团队成员共同价值观和理想信念的体现，是凝聚团队，推动团队发展的精神力量。完成了初步确定产品功能和特性后，我们开始了线上会议，一同分享了各自的心得和所有的知识储备，期间，大家都阐述了自己的见解和想法，但由于疫情的原因，我们始终没有办法回到学校完成设备的组装。

中期，经过讨论和深入调研，同学提出了新的想法，结合现实情况，他发现目前人工采摘除效率较低外，技术不足等问题。这些导致了坏作物培养破坏、嫩芽损伤、老嫩不一、芽叶破碎、混杂等严重问题。或许小组在图像识别的基础上还可以识别作物的损毁程度，将已经损坏的果蔬与正常果蔬进行分类。软件工程和机制专业的同学，分别从硬件和软件两方面携手，突破与完善，最终形成了初步的解决方案。我们主要使用 C 语言，linux，Python 等多种编程语言进行控制，采用 wgs84 坐标系统——一种在 keil、乌邦图等集成环境下进行调试的智能系统。可实现二维码识别，颜色识别、定点拾取等功能，实现作物识别、分拣、收集、运输等功能，逐步完善智能识别定位以及实时性处理能力。

值得庆幸的是，除了返校才能完成的组装工作，同学们线上都互相配合积极协调，确保组装前的工作万无一失，零部件的购买、程序的调试都已经初步备好，等到开学我们便很快的进行了组装和调试工作，最终，顺利在预定的时间内完成。

整个合作过程中，我充分体会到了团队精神的重要性。所谓团队精神，简单来说就是大局意识、协作精神和服务精神的集中体现。团队精神的基础是尊重个人的兴趣和成就。核心是协同合作，最高境界是全体成员的向心力、凝聚力，反映的是个体利益和整体利益的统一，并进而保证组织的高效率运转。挥洒个性、表现特长保证了成员共同完成任务目标，而明确的协作意愿和协作方式则产生了真正的内心动力。团队精神是组织文化的一部分。

## 四、创新创业训练计划项目实施的进程情况及取得的成果

### （一）时间分布

2019 年 12 月上旬-2020 年 1 月上旬：查阅相关资料，选定课题；

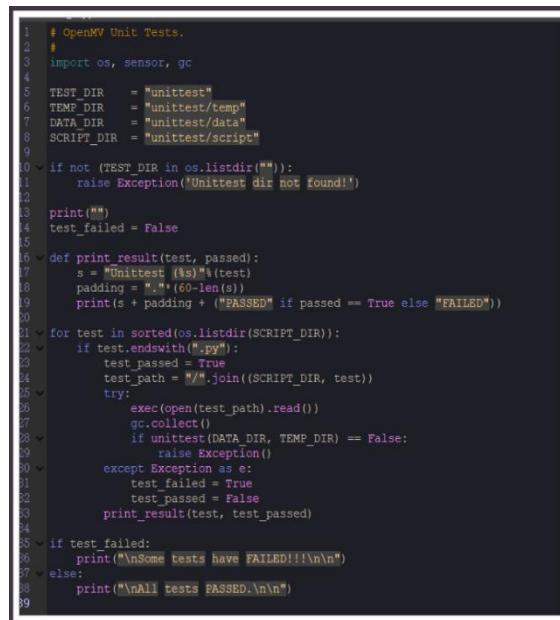
2020 年 1 月中旬-2020 年 2 月上旬：开题报告；

2020 年 2 月中旬-2020 年 9 月：实验研究、考察、采集数据；  
 2020 年 10 月-2020 年 12 月：购买材料并探讨可行方案；  
 2021 年 1 月-2021 年 11 月：研制开发；  
 2021 年 12 月-2022 年 2 月：撰写结题报告、参加结题答辩、项目推广。

## （二）具体进程情况

### 1. 关键技术设计

果蔬农业采集车内搭载的 STM32 进行遥控指令的解析，解析后命令激励陀螺仪进行响应，它的履带底盘上搭载 1 个 6 自由度机械臂，对可编程的机械臂以及机械爪控制。通过摄像头，采用图像识别技术，利用 OPENMV 对二维码的识别，判断二维码中存在的信息，并向中心控制板发送信号，从而操纵机械臂识别商品并对其分类，将物品运送到指定位置，实现对不同地区果蔬的分类投放；还可以判断商品的大小，对果蔬进行合理摆放。



```

1  # OpenMV Unit Tests.
2  #
3  import os, sensor, gc
4
5  TEST_DIR = "unittest"
6  TEMP_DIR = "unittest/temp"
7  DATA_DIR = "unittest/data"
8  SCRIPT_DIR = "unittest/script"
9
10 v if not (TEST_DIR in os.listdir()):
11     raise Exception('Unittest dir not found!')
12
13 print("")
14 test_failed = False
15
16 v def print_result(test, passed):
17     s = "Unittest (%s)%{test}"
18     padding = " "*(60-len(s))
19     print(s + padding + ("PASSED" if passed == True else "FAILED"))
20
21 v for test in sorted(os.listdir(SCRIPT_DIR)):
22     if test.endswith(".py"):
23         test_passed = True
24         test_path = "#".join((SCRIPT_DIR, test))
25
26         try:
27             exec(open(test_path).read())
28             gc.collect()
29             if unittest(DATA_DIR, TEMP_DIR) == False:
30                 raise Exception()
31         except Exception as e:
32             test_failed = True
33             test_passed = False
34         print_result(test, test_passed)
35
36 v if test_failed:
37     print("\nSome tests have FAILED!!\n\n")
38 v else:
39     print("\nAll tests PASSED.\n\n")

```

图 1 Openmv 摄像头代码运行环境

### 2. 物联网应用

利用物联网技术该智农业采集车将信息反馈给手机等设备，通过蓝牙与手机 APP 实现联  
网通信，操作人员可以对车进行相应的遥控，驱动果蔬农业采集车分拣车到达指定位置，并  
通过 APP 对机械臂遥控抓取相应果蔬，实现抓取分拣的过程。

### 3. 控制关系设计

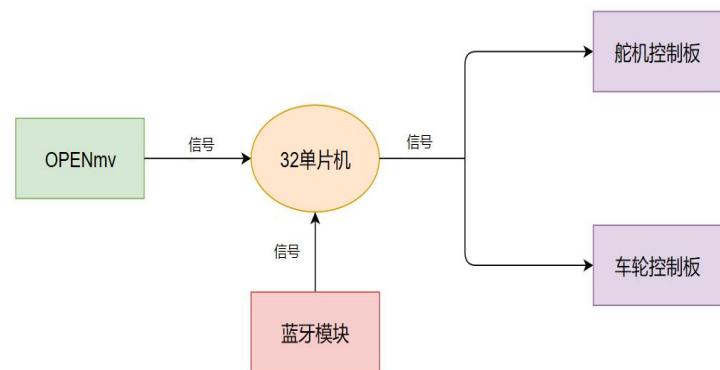


图 2 控制关系

#### 4. 研发制作

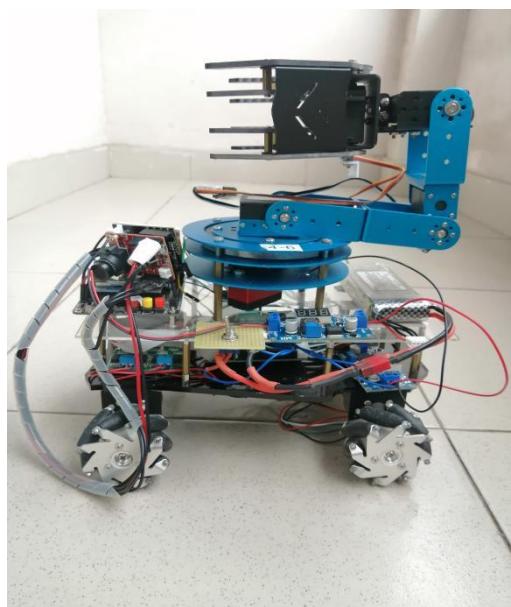


图 3 实物图

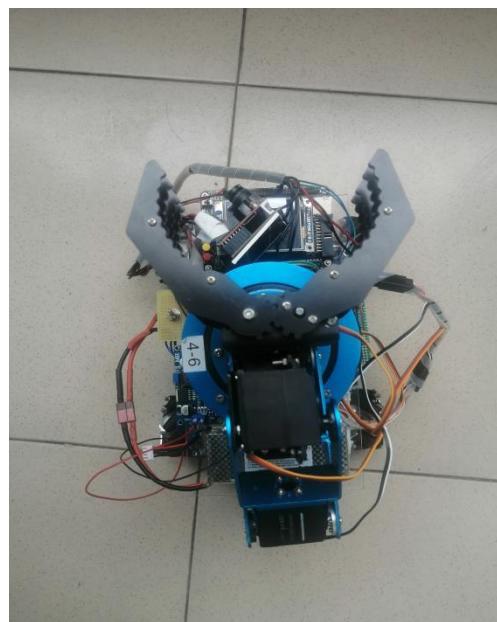


图4 实物图

## 5. 专利申请

国家知识产权局

200232

上海市龙华西路 585 号 A 预 23 层 A1 室  
上海伯瑞杰知识产权代理有限公司 刘宗磊(021-64694553)

发文明日: 2020 年 08 月 27 日

申请号或专利号: 202030497339.3 发文明序号: 2020082701321980

专利申请受理通知书

根据专利法第 28 条及其实施细则第 38 条、第 39 条的规定, 申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 202030497339.3  
申请日: 2020 年 08 月 27 日  
申请人: 上海海洋大学  
发明创造名称: 自动采棉机

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:

外观设计简要说明 每份页数 1 页, 文件份数 1 份  
专利代理委托书 每份页数 2 页, 文件份数 1 份  
外观设计图片或照片 每份页数 8 页, 文件份数 1 份  
外观设计专利请求书 每份页数 4 页, 文件份数 1 份

提示:

1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时, 可以向国家知识产权局请求更正。
2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均应当准确、清晰地写明申请号。
3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后, 依据专利法实施细则第 9 条予以审查。

审查员: 自动受理 审查部门: 专利局初审及流程管理部

2020.01 2019.11 纸件申请, 邮局请寄: 100088 北京市海淀区蔚蓝门桥西土城路 6 号, 国家知识产权局受理处  
电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。

## 6. 获奖情况



# 垃圾分类“大管家”

## 案例摘要

我国自主研发的北斗卫星导航系统 (BDS) 日渐成熟, 应用范围越来越广。随着中国绿色经济的快速发展, 垃圾科学分类的需求愈来愈高。设计并实现了基于北斗定位的智能语音垃圾桶。采用 BDS、嵌入式技术、TCP 通信技术、语音识别技术、机器学习技术、云端平台服务器技术和移动终端 APP 应用技术实现了垃圾分类的判断、提示和控制。在通过手机移动终端采集误报信息, 利用深度卷积网络和元学习机器学习方法减少语音识别错误率, 以及结合词条的使用频率及时更新语音词库的基础上, 使用 BDS 将同一地区的智能垃圾桶所采集的误报数据整合在一起, 加大学习样本数量。测试结果表明智能垃圾桶能适应所在地区的语音环境, 能有效的控制用户的垃圾分类投放。

### 一、系统整体构架

#### (一) 系统总体构架设计

智能语音垃圾桶系统组成如图 1 所示, 由数据采集与通信系统、数据处理云端服务器以及移动互联客户端组成。

#### (二) 终端硬件构架

智能语音垃圾桶主要实现北斗定位、识别语音、判断垃圾种类、控制桶盖开关等功能, 可在终端中保存未识别词条数据和定位结果, 单个或批量发送至云端; 用户可以通过 APP 将误报情况发送至云端客服。所设计的智能语音垃圾桶终端硬件结构如图 2 所示, 终端分为微控制器单元、北斗定位模块、语音识别单元、北斗定位单元、数据存储单元、数据发送单元以及电源管理单元。

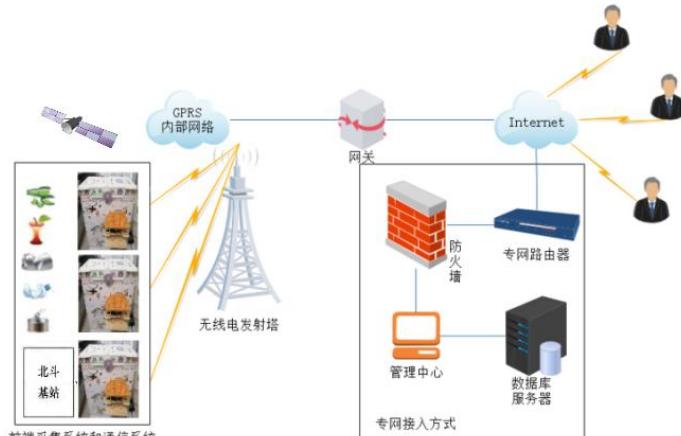


图 1 智能语音垃圾桶系统总结构

### 二、项目背景

上海市颁布了《上海市生活垃圾管理条例》, 规定从今年的 7 月 1 日起, 上海将成为中国第一个做到垃圾科学分类的城市, 定时定点地进行分类投放。中国是垃圾产量大国, 全国生活垃圾年产量 4 吨, 并且以每年 8% 的速度递增, 更为严重的是, 我国之前未给予垃圾问题足够的重视。垃圾分类, 不仅可以十分有效的减少垃圾填埋和焚烧的数量, 而且可以节约大量自然资源, 增强环保意识, 并能带来不菲的经济效益。

有许多发达国家, 早就开始进行垃圾分类, 比如日本, 美国等。日本的垃圾分类特点: 一是分类精细, 回收及时, 二是管理到位, 措施得当, 三是人人自觉, 认真细致, 四是废物利用, 节能环保。在垃圾分类方面, 日本又走在了世界最前列。上世纪 60 年代的严重环境污染“逼”出了一流的环保技术, 70 年代的深刻石油危机又促成了最好的节能技术。在美国, 垃圾回收作为一种产业得到了迅速发展。以美国三个巴尔的摩、华盛顿和里奇蒙为例,

过去回收垃圾每处理 1 吨需要花 40 美元, 分类处理以后, 这些回收的垃圾在 1995 年就创造了 5100 个就业机会。在美国这 3 个城市只是很小的一个地区, 其垃圾回收不仅节约了处理垃圾的费用, 而且创造了 5 亿美元的财富。

### 三、项目特色与体会

本文利用语音识别技术, 以垃圾分类为切入点, 结合北斗导航定位系统, 推出了智能语音垃圾桶与云平台应用服务。与现在垃圾分类靠人工识别相比, 智能语音垃圾桶的投入能在源头上把控垃圾分类的准确性, 同时使用户免去了区分垃圾种类的烦恼。该产品通过云端平台及时识别未知词条, 合理科学的分配每个垃圾桶所储存的词条, 并通过手机终端 APP 接收用户的纠错, 利用北斗定位信息对纠错数据进行合理分类使智能垃圾桶适应所在地区的语音环境, 多次使用后准确率大大提升, 保证了产品的可靠性。经过实验后, 证明了智能语音垃圾桶的实用性。今后, 本系统将在定位技术、传感器技术、嵌入式技术、物联网技术、云计算技术基础上不断开拓进取, 开发出识别完成度更高, 功能更强大的语音识别系统, 为城市垃圾分类提供最优方案。从这次实践中我们学会了大量专业知识, 锻炼了动手能力。

### 四、终端硬件设计

#### (一) 微控制器

本智能垃圾桶终端采用意法半导体(ST)公司出品的 32 位 ARM 微控制器 STM32F301, 其内核是 Cortex-M3, 主频位 75MHz, 该处理器用于实现通信功能。

#### (二) 语音识别模块

语音识别模块采用非特定人的语音识别技术, 对使用者的语言没有特定要求; 词库中的内容采用中文拼音的方式输入, 用户无需对模块进行训练; 能够在 30 分贝以下的噪声的环境下准确识别字条, 在 30~90 分贝噪声的环境下有 90% 的识别正确率。模块采用通过 VAD (Voice Activity Detection) 区分语音信号和非语音信号并确定出语音输入的起点和重点, 在对这期间的语音信号进行维纳滤波后, 利用梅尔频率倒谱系数 (MelFrequencyCepstrumCoefficient, MFCC) 进行倒谱分析后, 获得语音特征, 最后通过模式匹配法找出词库中语音特征最相似的条目作为识别结果。语音模块会将识别结果对应的操作指令通过串口输出给开关控制模块, 实现语音对智能垃圾桶的控制。该模块识别精度高, 具备较好的实时性, 能在 0.5 秒内得到识别结果, 并可储存 1600 条短句, 可以基本覆盖到所有生活垃圾。

#### (三) 通信模块

本智能语音垃圾桶的通信模块采用的是 SIM900A 模块, 其尺寸为 24\*24\*3mm, 支持频段有 900/1800MHz (GSM/GPRS), 待机模式电流低于 18mA, sleep 模式电流低于 2mA, 可以低功耗实现语音、数据、彩信等信息的传输。本产品采用单片机和 SIM900A 模块通过 TTL 串口协议完成 TTL 到 TCP/IP 协议的转换, 基于 TCP Server 与 TCP Client 通讯, 建立一种面向连接、可靠的字节流服务, 实现数据云端存储、资源共享。

#### (四) 北斗差分定位系统

BDS 由空间星座、地面控制和用户终端三大部分组成。空间星座部分由 35 颗卫星组成。其中包括 5 颗地球静止轨道卫星、27 颗中圆地球轨道卫星和 3 颗倾斜地球同步轨道卫星。卫星单点定位精度不高, 存在空间部分误差、传播路径误差及用户部分误差, 使卫星定位存在较大误差。差分技术通过建设地面基准站, 利用两台接收机同时观测卫星信号, 利用误差的空间相关性进行差分运算, 有效地消除星钟误差、星历误差、电离层误差和对流层误差, 从而提高测量精度。

#### (五) 电源模块

电源模块管理模块由降压、降压和放电电路组成。为保证安全, 电源模块使用电源适配器接市网供电, 电压 12V, 电流 1.5A。磁力电锁、继电器模块、单片机、语音模块、GPRS 通信模块的供电电压分别为 12V、5V、3.3V、5V、4V。12V/5V、12V/4V 和 12V/3.3V 的降压电路分别使用确保继电器模块、单片机、GPRS 通信模块的使用。同时, 语音模块的供电电压单独由继电器模块提供, 保证语音识别功能的稳定性。

#### 2.6 开关控制模块

开关控制模块控制智能语音垃圾桶干垃圾口和湿垃圾口的开关，并利用彩色灯带提示用户投放垃圾。该模块主要由继电器模块、磁力电锁和彩色灯带组成。其中继电器模块由继电器、串口、稳压模块、过流保护模块集成，该模块稳定提供语音模块电源的同时，响应串口传递来的信息。

解锁指定垃圾口的电锁，并使对应的彩色 LED 灯闪烁一次。该开关控制模块具有以下优点：

- 1) 采用彩色灯带提示，美观简洁；
- 2) 响应速度快，电能稳定；
- 3) 用点动模式，节省电能；
- 4) 电流小，电压稳定，带有过流保护使用寿命长。

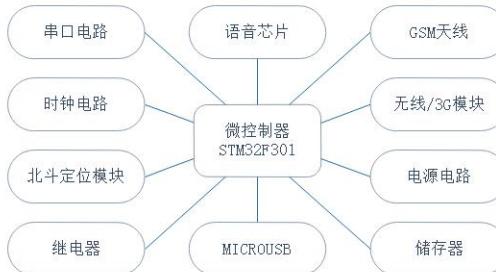


图 2 终端硬件结构

## 五 软件设计

### (一) 终端软件设计

程序流程图如图 3 所示。

### (二) 云端服务器上位机软件设计

云端上位机主要作用是机器学习与更新词库。云端服务器能接收智能垃圾桶发送的未识别词条，利用大数据平台搜索出该垃圾对应的分类后，反馈给智能垃圾桶，并将其保存到该垃圾桶对应的库中作为词条更新词库时的该词条分配到的权重的参考依据。在更新词库时，原词库中未使用的词条将被替代成出现频率较高的词条。云端服务器会接收用户通过 APP 发送的误报信息和北斗定位信息并进行处理，误报信息中包含用户提供的语音信息和对应的词条。服务器利用深度卷积神经网络算法提取用户语音特征，利用定位信息对语音特征数据按地区进行分类，利用元学习建立语音模型并储存；深度卷积神经网络算法使语音模型更加鲁棒，北斗定位提供精准物理位置信息，让垃圾桶更好的适应该地域的语音特征，元学习模拟人类学习中利用已有经验学习新知识，能有效的提升模型的收敛度，提高模型学习能力，适用于小规模语料语音识别。当某垃圾桶在短期内较频繁的发送未知词条数据或受到纠正信息后，云端服务器将根据该智能垃圾桶的使用情况，统计出该垃圾桶最常接收的语音词条以及识别错误的词条，及时更新其语音词库，有利于实现针对不同用户提供个性化服务，加大智能垃圾桶的工作效率、减少误报，并统计出该地域输出垃圾的主要种类。远端服务器平台具有用户界面功能，为管理人员提供接入系统的平台，其具体功能如下：

- 1) 将各个智能垃圾桶对应的词条库存入数据库中，随时方便工作人员查看；
- 2) 根据垃圾桶地理位置和用户通过 APP 提供的方言种类，将新用户自动归类，为不同地区使用人群提供相对应的词库；

3) 自动统计出识别出错次数较多的用户, 方便对此类用户做针对性研究.

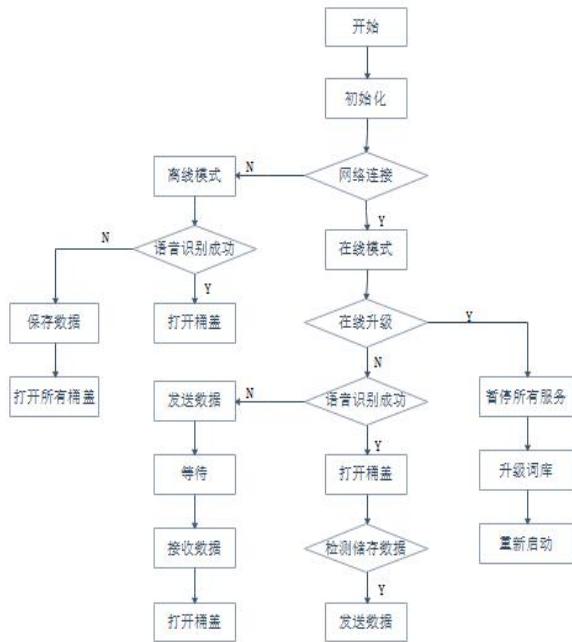


图 3 终端软件设计流程

### (三) 手机终端 APP 设计

移动互联 APP 软件有个子模块, 分别为:

- 1) 新用户设置模块: 选择语言种类;
- 2) 功能设置模块: 设置是否使用磁力电锁、信号灯功能;
- 3) 用户反馈模块: 为用户提供向服务器发送误报情况的平台.

### 参考文献

- [1] 万凯. 嵌入式智能家居系统的研究与设计 [J]. 五邑大学学报(自然科学版), 2019, 33(04): 65-69.
- [2] 王佳玥. 基于物联网的智慧城市家具设计研究 [D]. 大连理工大学, 2016.
- [3] 王洪一, 庞甲甲, 李慧. 物联网 GPRS 通信在电能量采控终端中的应用 [J]. 内蒙古电力技术, 2019, 37(05): 59-61+64.
- [4] 王璐, 潘文林. 基于元学习的语音识别探究 [J]. 云南民族大学学报(自然科学版), 2019, 28(05): 510-516.
- [5] 文仕学, 孙磊, 杜俊. 渐进学习语音增强方法在语音识别中的应用 [J]. 小型微型计算机系统, 2018, 39(01): 1-6.
- [6] 钱语眉. 大数据时代的新型电力供需预测方法探究 [J]. 机电信息, 2019(35): 128-129.

# 基于 51 单片机智能阳台晾晒装置

## 案例摘要

导师吕超为上海海洋大学副教授,曾获上海市科技进步二等奖,负责人黄明懿,成员杨宋高,刘钧义,赵强为机制专业学生,成员吴涛为食品学院能源专业学生,我们小组成员曾参加恩智浦智能车大赛、创造杯大赛、ICAN 大赛等比赛,获得优异的成绩。专业知识扎实,具有丰富的比赛经验与动手能力。

本产品结合传感器技术,利用 Arduino 雨水模块, DHT11 温度湿度传感器用于各种天气状况的监测,并转成数定信号和 AC 输出,具有灵敏性和稳定性较高的性能。从技术上我们对普通衣架进行了改装,增加了自动防护雨篷。在下雨之际,雨滴滴落在衣架上,装在衣架上的雨水传感器接受的下雨的信息,从而展开雨棚进行防雨,并且实现智能物联网功能远程进行衣架的控制。

本文研究的题目为户外智能晾衣架系统的设计,该装置不仅打破了人们对传统晾衣服的认识,也方便了人们的日常生活,彻底的改变了人们的生活方式,充分的满足了人们对快节奏生活方式的要求。户外智能晾衣架系统采用了光照、雨滴传感器以及 DHT11 温湿度传感器来检测户外环境,比起传统的晾衣方式它更加便捷,可以提高人们的生活质量和生活水平,使人们的生活方式变得更加个性化、自动化和快节奏的生活方式。

### 一 创新创业训练计划项目的选题、目的与意义

晾晒装置是家庭常用的生活用品。人们晾晒衣物时,通常晾晒在阳台上或室外。如遇天气突变,比如下雨。人们不能及时回家收取衣物时。衣物将被淋湿,此后需要重新洗涤和晾晒。严重影响了人们的生活。

本产品致力于解决人们晾衣服突遇恶劣天气的痛点,该产品能解决人们外出无法及时收衣服的突发状况。我们的产品操作简单,低能耗,适用于大部分家庭。本次设计的这种户外智能晾衣架不仅解决了这些问题,也使得晾晒衣服的这种生活日常变得省时省力,实现了晾衣晒衣的一体化智能。

该产品实现了晾收衣物的自动化,能够给人们的生活带来诸多方便。并且能在雨天及夜间将衣物自动收回存放,能使人们生活得更舒适无忧。设计紧跟时代发展,外形美观,设计巧妙,极大地改善传统晾收衣物方式所带来的麻烦。随着社会的快速发展,生活智能化水平的不断提高,普通晾衣装置逐渐不能满足人们生活需求,我们的产品适用于大多数家庭,此产品有广阔的发展前景。

### 二 创新创业训练计划项目的创新点与特色

我们的晾晒装置是在晾衣架的杆上安装衣架电动推拉杆,衣架支撑座上部的伸缩式雨棚装置上有雨棚电动推拉杆,可带动雨棚衣架的伸缩。

雨水传感器和温度湿度传感器可根据天气变化,经单片机控制器控制电动推拉杆的接入电路的通断,从而控制衣架和雨棚的伸缩运动,实现智能防雨。

该晾衣架还可以通过手机APP远程遥控物联网开关,实现远程控制。晾衣架雨棚机构,雨棚机构设置于支撑架上,驱动源的输出端与轴筒的一端相连接,摆臂内端铰接于支撑架上,弹性件的两端分别与摆臂及支撑架相连接,篷布的两端分别与摆臂的外端及轴筒的轴面相连接,雨水感应单元,与电源相连接,用于检测环境湿度并向控制单元传递信号,控制单元,分别与检测单元及驱动电源相连接,用于根据检测单元传递的信号向驱动源发出转动指令。该晾衣机既可保证晴天时衣物可以得到良好的晾晒,又可保证在雨天时,雨棚自动展开,避免衣物被淋湿,同时,当雨停后,雨棚又可以自动收回,以保证衣物能够继续得到良好的晾晒。悬在窗外的可伸缩衣架,衣架上装有雨水感应器,当感应器接收到雨水信号,衣架收回;当

长时间未接收到雨水时，衣架展开。

该产品实现了晾收衣物的自动化，能够给人们的生活带来诸多方便，能使人们生活得更舒适无忧。设计紧跟时代发展，外形美观，极大地改善传统晾收衣物方式所带来的麻烦。

随着生活智能化水平的不断提高，普通晾衣装置逐渐不能满足人们生活需求，我们的产品适用于大多数家庭，此产品有广阔的发展前景。

### 三 在开展创新创业训练计划过程中的体会与收获

在为期两年的创新创业训练计划中我们取得了很多的收获。在完成项目的过程中我们也遇到了很多的问题和麻烦，也有过分歧和冲突，但最后还是做出了成果。在我们看来做一件事首先就是要端正好态度。做好一件事必要条件，我觉得是要有认真的态度。而怎么做到认真对待，其实就是自己的心态问题，有好的心态，就会认真对待，投入十二分的心力去努力，做事效果往往是事半功倍。第二则是学会思考。遇到问题多动脑，不能总是想着依赖别人，学会查阅资料文献，自己独立思考。注意学习别人的长处，吸收老师的经验方法，这是也是成功做好一件事的重要因素，特别是做单片机这类产品的时候，电子元件往往有很多，难免会遇到问题，如果不思考，那是很难解决的。第三则是需要实践。完成一件事，必需有实践这一步。如果平时不培养好自己的动手能力，到真正做事的时候就很容易会显得手忙脚乱，平时在学习中我们用到的元件和材料都是老师设计好的，我们只要学习使用就好，但在实践当中一切都得自己来，电机的型号，元件的适配都得不停的试错，不断地摸索才能得到自己想要的结果。尽管一些知识本来是知道的，但是也会很容易就短暂性失忆，不知道怎么去解决。所以平时的动手能力的培养是很重要的。在生活中的一些小事情，我们尽量自己去动手解决，或者自己找一些简单电子作品来做，既可以增强我们的自信心，有自信就会想做更多的事，从而形成一个良好的循环，也可以锻炼自己的动手能力。一方面我在查阅资料的基础上，了解 STC89C51 单片机控制的一些基本技术，掌握其控制系统的分析方法与实现方法，能对单片机外围电路设计进行系统学习与掌握；另一方面，在设计步进电机控制系统的硬件电路，控制程序和相应的电路图时，应充分运用说学知识，善于思考，琢磨，分析。我们的学习不但要立足于书本，以解决理论和实际教学中的实际问题为目的，还要以实践相结合，理论问题即实践课题，解决问题即课程研究，学生自己就是一个专家，通过自己的手来解决问题比用脑子解决问题更加深刻。

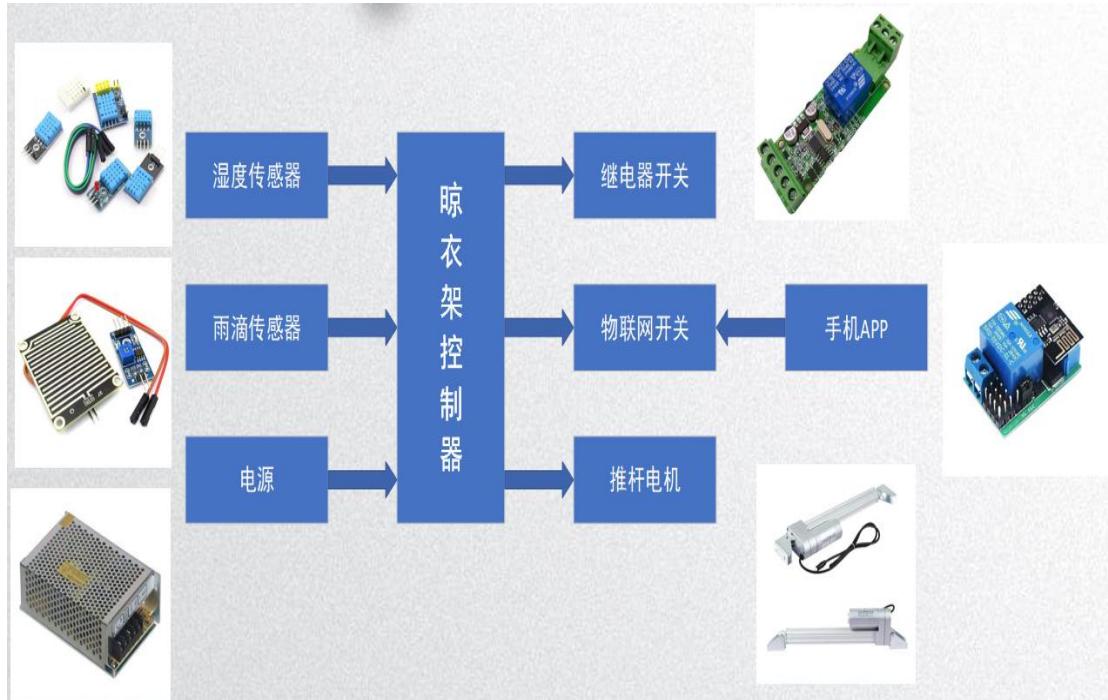
第四就是学习。这里的学习是指我们要不断的去学习处理新事物的方法。这世界是在不断发展的，不断地有新事物的出现，也有新问题的出现。对新生事物，我们通过不断地尝试去了解它，运用它，通过比较法等多种方法，使我们加深对知识的理解和掌握，在实践中发现不足，在不足中成长。

通过这次的创新实践经历，让我们受益匪浅。我们认识了团队合作的力量，要完成一个项目不是一个人的事情，当中我们有过分歧但最终达成共识，不管结果怎样，至少我们曾经在一起努力过，体验其中的过程才是真正的收获。经过这次的实践操作，我们也认识到了自己的不足，更感觉到了与别人的差距。

大学生活已经进入尾声，越来越觉得在面对任何事的时候我们都不要失去信心。也许我们会有沮丧的时候，也有失意的时候，但是信心是不能丢的，在失败之后要站起来，好好总结，不断学习，才会有进步。我们不怕失败，我们还年轻，就应该有年轻人的志气，活力，向前冲！实习是短暂的，但是实习留给我的感受是深刻的。现在好好总结，实习虽然结束了，但是我还有很多不足并没有解决，必需继续努力学习，自己多动手，把理论运用到实践当中去。

#### 四 创新创业训练计划项目实施的进程情况

在院系领导、各位老师的悉心指导下, 经过我们项目组成员两年时间的努力, 历经初期的资料收集, 技术学习, 理论论证, 方案设计原材料、器件采购, 实物制作, 实验模拟等步骤, 本项目已取得显著进展。具体进展情况分述如下: 一、重点模块完成情况(一) 本项目主要由传感器反馈系统、晾衣架装置主体、电机动力传输系统、单片机控制中枢等几个部分构成, 且已经全部制作完成, 原计划中的节能供电系统以及专利的申请没能实现。



项目组已利用该产品参加了许多国际以及省市级的比赛, 并在比赛中取得以下奖项:

第十三届iCAN国际创新创业大赛上海浙江赛区三等奖

第九届上海大学生机械创新大赛三等奖

2020第五届汇创青春上海大学生文化创意作品产品设计类三等奖

# 一种智能化水草打捞以及垃圾收集装置

## 案例摘要

我们组的成员来自机械设计制造及其自动化专业。我们有着良好的专业知识素养，并且对于机械装备制造及其零件设计都有较为扎实的把握。组长陈瀚铮掌握 pcb 绘制能力, fpga 编程能力。组员龙振东熟练掌握 stm32 编程, python 语言应用。组员张项羽擅长 3d 软件建模仿真, 运动仿真。组员张良熟练掌握 autocad 二维图纸的绘制, 组员王元昊语言表达能力突出, 擅长资料的收集整合。指导老师田卡老师授课机械设计、机械原理、数控技术等实验实践课程。许竞翔老师带领项目有面向海洋装备的过渡金属化合物材料的关键技术与应用。现如今, 智慧农业是农业的根本出路, 国家在智慧农业或智慧农业产业化上给予更多的政策及扶持。2017 年的一号文件中, 明确了以“农业供给侧结构性改革”为主线, 提到了加快科技研发, 实施智慧农业工程, 推进农业物联网和农业装备智能化;2018 年文件的主旨为“实施乡村振兴战略”, 提到了发展数字农业, 推进物联网实验和遥感技术的应用。为了响应国家的智慧农业的战略部署与政策, 为了为我国生态文明建设、可持续发展做出一份贡献, 我们决定设计一种智能化水草打捞以及垃圾收集装置。

### 一 选题目的意义

我国河道一直存在着垃圾污染严重, 水草肆意生长的问题。现在河道中大部分垃圾要依靠人力去打捞拾取, 有些地方政府组建了河道垃圾处理小分队, 设置了工作岗位, 使用一人一船的模式去收集垃圾, 但效率十分低下, 并且受天气等客观因素影响很大。而对于水草的收集现有的部分自动垃圾收集船, 存在着功能单一, 体型过大, 不能自主选择路线、不够智能的缺陷。基于以上客观和主管的条件, 我们小组设计了一种集合水草打捞和水面漂浮垃圾收集的一体化自动装置, 利用结构和控制程序的搭配, 可以实现收集垃圾和水草收割两种模式的切换以及船体自主循迹, 或按照预先设定的路线进行垃圾收集或者水草收割。最大程度的提高河道清洁的效率, 并且不受天气, 地形等客观影响, 可应用于城市中大小河道, 旨在收集垃圾更高效, 更加智能。

### 二 创新点与特色

本次大创, 我们采取的是实际实验和数字实验相结合, 实际实验就是自搭一个简易的双体船模型进行实际情况的考察, 数字实验指的是运用 sw 建模, admas 运动仿真, python 与 Verilog 语言进行 temp 测试。

#### (一) 结构上

结构上采用 admas 进行运动仿真测试, 测试夹具连杆的机械结构协作能力。

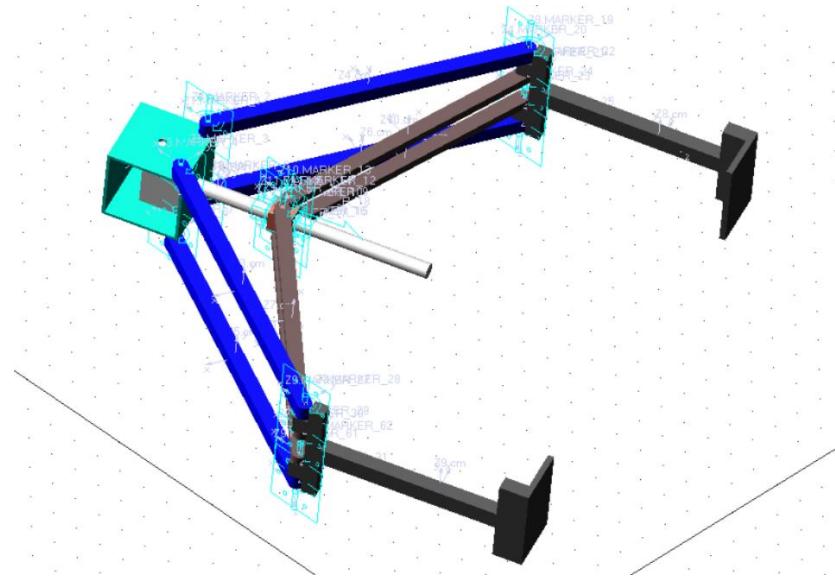


图 1 夹具工作模拟

结构设计上创造性地将割草装置与收集装置结合在一起。针对水草打捞和水面漂浮垃圾收集两种功能的集合，我们通过连杆机构设计了一种夹具兼收集篮的装置，夹具主轴是一根丝杠，夹具张开闭合通过丝杠上的电机 M7 控制。两夹具之间通过伸缩杆进行连接。当装置处于垃圾收集模式，则夹具的刀齿闭合如图 3，形成一个半封闭的收集篮；当装置处于水草切割模式时，夹具的刀齿按设定进行切割。所有垃圾均通过电机转动带动丝杠上的夹具移动至船主体上的垃圾收集篮中，如图 2。

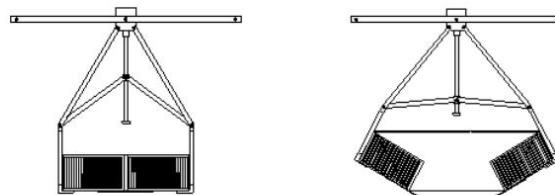


图 2 夹具工作与非工作状态

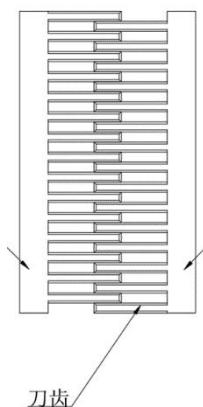


图 3 刀齿

## （二）程序上

在程序上，我们采用双主控模式进行构建作品的工作系统。双主控分别为 Mission

Planner 主控(以下简称 MP) 的系统和 FPGA 主控的系统, 二者相互通讯进行作业。

1

MP 系统包括 PID 编译器, GPS 模块, 无线传输模块。整体分为地面基站电脑端和船上部分。

(1)

地面基站电脑端工作方式是可根据船上部分传来的位置信息, 自动生成地图, 在地图上勾出路线, 在整合信息发回给船上部分, 便可完成循迹路线的指定。操作过程如图十。

(2)

船上部分主要负责船体的运行速度、停顿时间、位置信息的采集校准等。船上部分主控装置动力系统, 即电机 M1 M2。

2

FPGA 系统包括 wifi 模块, MPU6050, 压力传感器等。该系统负责方面如下:

(1)

船体夹具的姿态(张开闭合, 或切割运动)以及夹具的空间位置, FPGA 系统通过接收来自 MP 主控板信息, 进行对同步电机组 M3M4 以及同步电机组 M5M6 进行正反转, 来改变夹具空间位置的改变。其中同步电机组 M3M4 负责夹具的前后移动, 同步电机组 M5M6 负责夹具的上下移动。电机 M7 负责夹具的闭合。

(2)

船体上垃圾篮内垃圾或水草的重力监测。压力传感器放置于垃圾收集篮的下方, 由 FPGA 主控板时刻监测其数值, 超过规定值后, 便执行设定动作。

(3)

mpu6250 负责提供船体倾角数据。平衡时的倾角数据设定为校准值。由 FPGA 时刻监测倾角数据, 一旦倾角发生改变, 通过控制非同步电机 M8 M9 改变位于双体船内配重块位置, 以此改变船体重心, 直到倾角数值恢复或接近校准值为止。

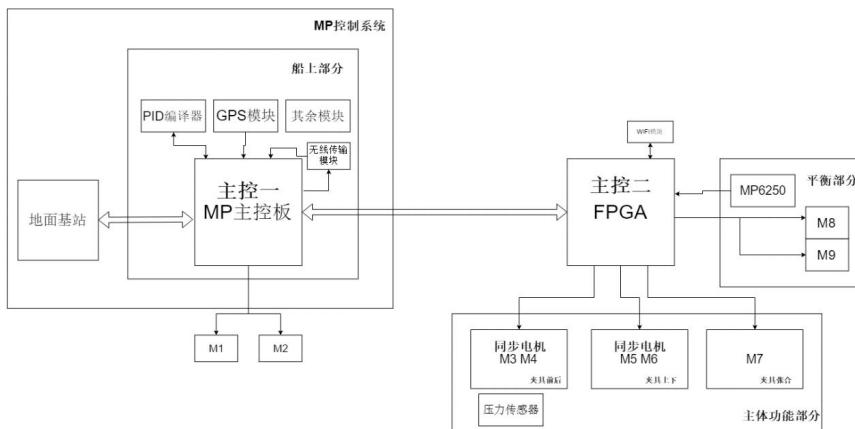


图 4 双主控通讯流程

### 三 体会与收获

经过这大半年项目的学习和沉淀, 我从一开始因为没有头绪的慌张到渐渐学深入的自信, 经历了很多, 也收获了很多, 老师给了我莫大的鼓励, 团队里互相协调, 相互奋进。有挫折, 也有惊喜, 下面我想谈谈这大半年里的心得体会。

这个项目是我们学生独立申请并研究的, 启发于学校的水产专业的相关工作, 因为我校水产为双一流, 因此相关资料和技术支持比较充分, 加之智慧农业是农业的根本出路, 国家在智慧农业或智慧农业产业化上给予更多的政策及扶持, 我们从此为出发点, 观察出较小的

水道里经常会有垃圾，水草，且需要人工去打捞，就设想出这样的一个大创题目。由此我必须要感谢我们的指导老师田老师，她在看过我们的方案后，立即鼓励我们着手构思，并及时提供资料和自己的建议，反复考量我们方案的可行性。我之前一直是一个自信心不足的人，从来没想到自己能够当一个负责人去负责做一个项目。是田老师不断地鼓励，甚至是近乎严厉地监督我，我才彻底地下定决心去做。这给了我很宝贵的人生经历，即做任何超过自己能力，或者自己预期的事情之前，一定要做好充分的准备工作，不仅仅是知识储备上的准备，有时候，心理准备也是至关重要的，因为即将面对的挑战是未知的，更有可能是很困难的，如若不做好披荆斩棘的勇气和勇往直前的耐性，是很难成事的，我是幸运的，能有田老师的监督和指导，但得吸取这次教训，毕竟以后不可能每次做事时都会有这样的老师来指导我。因此，我想总结的是，人如果要想做成一件很难的事，他一定一定要有坚决做成功的决心，倘若一直有对自己的怀疑，顾虑，做不成的可能就会大些。

第二点我想谈的是争对大创制作过程中遇到的困难以及解决。人的知识是有限的，更何况是我们这些学生，而问题则会五花八门地出现。若是那种因为知识储备不足而造成的问题，就要充分发挥自己的主观能动性，去自学，自学能力是相当重要的，大创项目终究是我们学生自己的项目，不能什么都依赖老师或者师兄，不管什么问题，一定是要在经过自己充分思考过后，再去询问，这才有价值。自学能力中，一个很重要的方面就是要会利用资源，查资料。我遇到的最大的问题在于双主机之间的通讯，由于 fpga 和飞控之间联系的教学历程很少，我不得不花大量的时间去网上继续寻找和看芯片手册，找到其中的通讯协议并加以修改。这里我想说的是一个经验，和一个心态。对于新领域新问题学习的时候，查资料时一定会有大海捞针的迷茫感，会很痛苦，但一定要坚持，因为查资料一定不会一直是大海捞针。在找的过程中，随着相关资料学得越来越多，自己会慢慢有方向有经验，这样找资料的目的性会越来越强。找到后一定要敢于动手去试错，光看不行，自己写出来的程序才是真正自己的程序，一定要敢于试错，哪怕错上 100 次，也要坚持，一定要有成功的耐性。当代码调通的那一刻，会有极大的通畅感和成就感。

其次再谈谈成员之间的沟通，沟通很重要，每名成员都有特长，要协调来，团队合作是幸福的一件事。

#### 四 进程情况

整体运动流程以本校湖泊打捞水草为例：

FPGA 设置 5 个标志位 A B C D E 作为 FPGA 与 MP 主控板之间通讯的标记，其中优先等级：E 大于 D 大于 C 大于 B 大于 A。且高级标志位代表后面待执行的程序会覆盖低级标志位后面待执行的程序

首先根据湖泊形状、水草生长以及收割水草深度情况，设定本装置限位开关 X1, X2, X3, X4, X5, X6 的安装位置，以便伸缩篮具有最佳提升高度和最佳水草收割深度；

FPGA 选定水草收割模式，对 MPU6050 进行初始化。设定最大水草收集重量为 50kg，对船体进行初始化：FPGA 控制电机 M3, M4, M5, M6, M7 转动，让伸缩篮下降到切割水草的最佳深度并摆好姿态，系统记录此时五个电机的状态作为初始状态。

MP 系统随 FPGA 一齐上电启动，MP 系统中 GPS 模块收集当前位置信号发至所述 MP 主控板，经由主控板处理有线或无线形式发送给所述 MP 系统中基站电脑端，基站电脑端接收信号后，搭配谷歌地图在操作系统中实时生成当前的卫星地图以及坐标。在操作系统中勾选起点，终点和路线作为循迹路线部分。因本湖泊为圆湖，所以在基站电脑端操作界面中的卫星地图沿湖边向湖心不断向内绕圆进行路线设置。将设定再由基站电脑端发送至所述船上部分的 MP 主控板。

船体按照 MP 系统规划设路线进行自动巡迹前，(1)在基站电脑端设定船体每行驶 3m(可根据实际情况进行调整) MP 主控板向 FPGA 发送标志位 A, FPGA 接收 A 并清除后电机 M7 进行

周期性正反转运动, 其间隔周期根据伸缩篮张开角度大小确定, 这样随着船体的前行, 伸缩篮在适宜切割水草的水深下, 进行持续性张、闭状态, 这样则可对该水深处水草进行收割, 因为伸缩篮后侧的弹性网, 可保证收割的水草都在伸缩篮控制区域内; (2)在基站电脑端设置以 100 米的间隔停一次船体; 将设置由基站电脑端全部发至所述船上部分的 MP 主控板, 开始工作。

按照前述设定, 当船体按照路径运行 3 米的移动距离时, 则进行一次所收割水草的转移操作; 此时, 上位机控制电机 M7 正转, 直到滑块 H3 触碰限位块 X5 停止, 此时, 伸缩篮左、右半篮闭合, 收割水草均收集在伸缩篮内; 船体按照路径运行 100 米的移动距离时, MP 系统控制电机 m1, m2 停止转动, 螺旋桨停止运行, 船体停止前进, MP 主控板向 FPGA 发送标志位 C。此时, FPGA 接收到标志位 C 后控制电机 M5, M6 反转, 此将通过滑块 H21, H22 引导伸缩篮向上运动直至触碰限位块 X1, 此时, 伸缩篮此时处于收集篮后上方, 此后进行的水草转移至收集篮的过程与上述水面垃圾的收集类似, 此不在赘述; 当水草倾倒至收集篮后, 控制电机 M7, 让伸缩篮闭合; 后续通过 FPGA 先后控制电机 m5, m6 以及电机 M3, M4, 让伸缩篮恢复到初始设定位置; 当伸缩篮再一次回到初定位置后, FPGA 发送标志位 B 给 MP 主控板, 接收标志位后 MP 系统给电机 M1, M2 信号让其转动, 进而螺旋桨运动, 船体开始继续按照规定的路径行走时删除标注位 B 并进行新一轮收割操作。

获得成果有实用型新兴专利, 第十三届全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛三等奖。

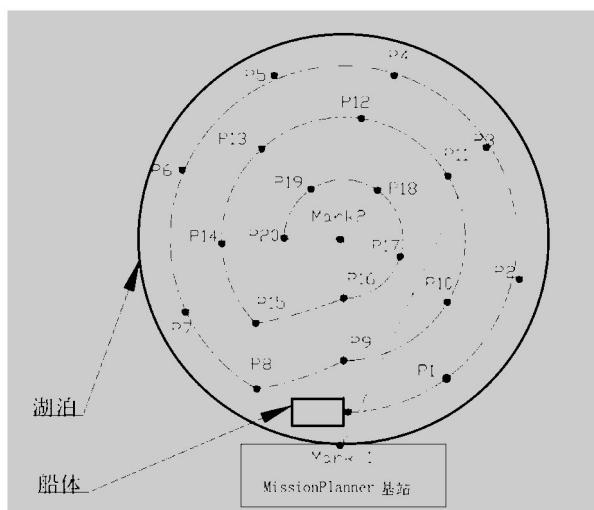


图 5 控制路线示意图

## 参考文献

- [1] 陈雷雷, 冉胡泽, 胡庆松, 等. 虾蟹塘投饵船三叶螺旋桨设计及水动力仿真分析与实验 [J]. 上海海洋大学学报, 2020, 29(10):1-14.
- [2] 胡庆松, 曹佳瑞, 郑波, 等. 明轮驱动虾塘自主导航投饵船设计与可靠性试验 [J]. 农业机械学报, 2019, 50(11):121-128.
- [3] 洪扬, 陈晓龙, 田昌凤, 等. 蟹、虾养殖池塘移动投饲装置的设计与试验 [J]. 渔业现代化, 2018, 45(03):9-14.

# 大学生创新创业训练计划项目研究案例撰写说明

## 案例摘要

本团队成员均为电气工程及其自动化控制的本科学生，且对科创都有一定的兴趣，部分同学对机械部分也颇有研究。本团队成员也都参加过一些科创比赛，并获得一定的奖项，因此对于科创也有一定的经验。指导老师曹莉凌老师是一个非常优秀的老师，为高级工程师，并且一直带领学生做科创研究，无论在实践还是理论都有很高的建树。而本项目基于传统养殖方式一粗放型人力养殖为主上，发明了一种智能的无人投饵船，从而解放了人力，并对市场上现有的打窝船进行相应的升级改良。并且发展智能化投饵船已成为现代智慧水产养殖的重要环节，是推动精准化、绿色化、无人化养殖的一大助力，该设备的研发对于饲料投放工作人员无异于是一种辅助性或者说全能型的一种工具。有很大的实用价值。在通过对该项目的设计与研究，团队成员不仅知识储备更加丰富，且在此过程还能得到各方面的发展与培养，为自己的以后储备相应经验。

### 一、项目背景

本项目涉及一种适用于渔业养殖行业的投饵无人船装置，主要涉及一种能实现自主巡航和智能投饵的无人船。我国水产品消费日渐增多，但传统养殖方式以粗放型人力养殖为主，本发明只在解放水产养殖中投饵所需的人力，在现有基础上实现投饵的均匀化和智能化，推动水产养殖行业绿色高效发展。

另外针对市场上现有的各种打窝船进行升级改良，打窝船铺撒饵料方式简单，采用翻斗结构进行一次性抛洒，效率低且分布密度不均匀，新型智能投饵船搭载饵料监测系统和离心抛洒系统，在监控饵料剩余量的同时，对饵料进行离心抛洒，避免一次性抛洒带来的资源浪费。引入无线通讯手段对 GPS 模块和 IMU 模块参数进行集中显示与观测，使用 QT5 无人机交互界面开发平台搭建上位机，数据通过串口通讯从 4G 链路传送至上位机，上位机可视参数包含姿态参数与位置曲线等。另外采用卡尔曼滤波算法获取可靠位置信息与速度矢量参数，提高了系统的精确性和稳定性。

#### （一）项目目的

我们团队通过研究智能无人投饵船的各种功能，来设计一个真正意义上的智能无人船，来实现更可靠更高效的喂养，满足饲养对象的各种需求，满足当代智能化的社会需求。从根本上解决传统喂养的一些弊端。在该项目的研究上，本团队成员都展现出了很高的兴趣，并且我们团队成员都是电气专业，对电控也都很有兴趣，因此本团队愿意来一起进行该项目的设计，将自己学到的书本知识转化为实践，提高自己各方面的能力。让自己真正成为一个动手能力强，敢闯敢试的大学生。

#### （二）项目研究意义

发展智能化投饵船已成为现代智慧水产养殖的重要环节，是推动精准化、绿色化、无人化养殖的一大助力，该设备的研发对于饲料投放工作人员无异于是一种辅助性或者说全能型的一种工具。该设备的应用可以大幅度减少投料人员的工作，而且工作的能力以及效率都会大幅度的提高。能够自主的分析养殖对象的情况从而可以定点和控制量的投放饲料。更能

有利于鱼、虾等养殖对象的生长及生活。减少人的工作而增加鱼、虾等养殖对象的存活率。能广泛应用于鱼塘养殖场内，有很大的应用价值。另外通过采集生长环境的相应数据反馈到数据库中从而实现投放点的自动选择以及投放量的智能控制。打破原有的养殖壁垒，通过物联网和人工智能手段实现水产养殖的科技化、自动化、智能化，助力科技扶贫。

## 一、项目方案

### (一) 项目实施过程

本产品是一个以 STM32 芯片为核心，以各种传感器（或含有摄像头）为检测工具以及投放装置的无人船组成。我们团队之所以采用 STM32 芯片，是应为该芯片相对于其它的芯片该芯片拥有丰富合理的外设，合理的功耗，合理的价格，还有强大的软件支持：丰富的软件包。STM32 主控芯片中可选择芯片型号种类多，覆盖面广。很适合本项目使用，并且能够基本满足实验模块的需求。实施过程大致如下：

1. 一种新型智能投饵无人船装置，包括船身、投饵装置。船身成单体船架构，船身上方为饵料箱，并设有两个锥状结构，船头锥状结构为 4G 通讯模块，船尾锥状结构为 GPS 卫星定位模块，船身内部船舱中放置主控制器及相关电路模块，包括 IMU、降压模块、电机驱动模块。船身通过舵控制航向，通过螺旋桨驱动无人船运行，舵及螺旋桨均位于船身尾部。自动投饵料箱由上下两个箱体组成，上箱体为漏斗状结构，控制饵料均匀从孔部漏下，漏下的饵料自动进入下半箱体，下箱体由锥形门阀开关、下料轨道、抛料装置等组成，分为三通道，三通道底部包含离心投饵盘，饵料落入离心投饵盘装置后通过下半箱体孔壁抛洒进入水域。自动投饵箱的设计与制作，我们的投饵箱通过自主设计研发，自动投料箱首先由下料电机控制锥形门阀上升与下降来控制下料，下料量由下料口大小等因素决定，饵料从料箱顺着锥形开关落到左、右、后三个方向的饵料运输斜坡，进入分料口，落到三个方向的离心抛洒盘中，由电机带动抛洒盘高速转动，由于离心力的关系，饵料将会被抛洒盘甩到养殖塘中，抛洒速度、范围、距离与电机转速、抛洒盘扇形区数量以及出口大小有关，可对这些进行控制来控制抛洒速度等。

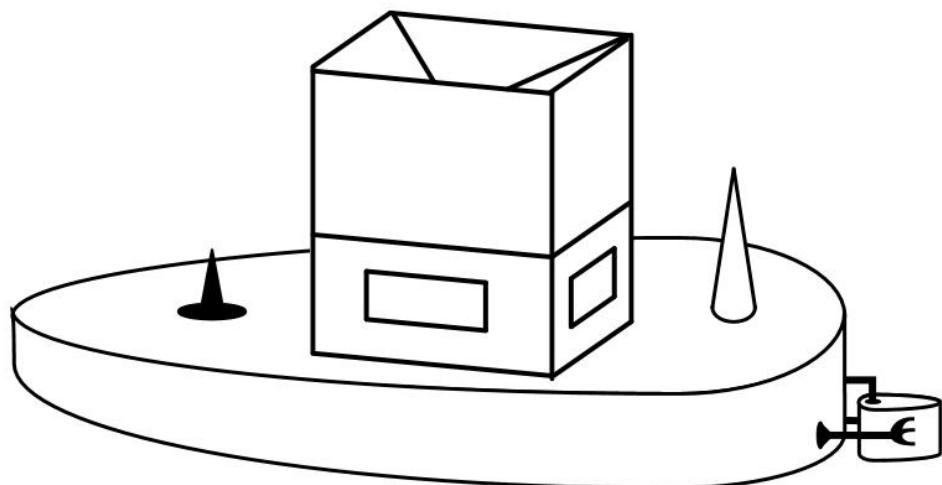


图 1 船体整体结构

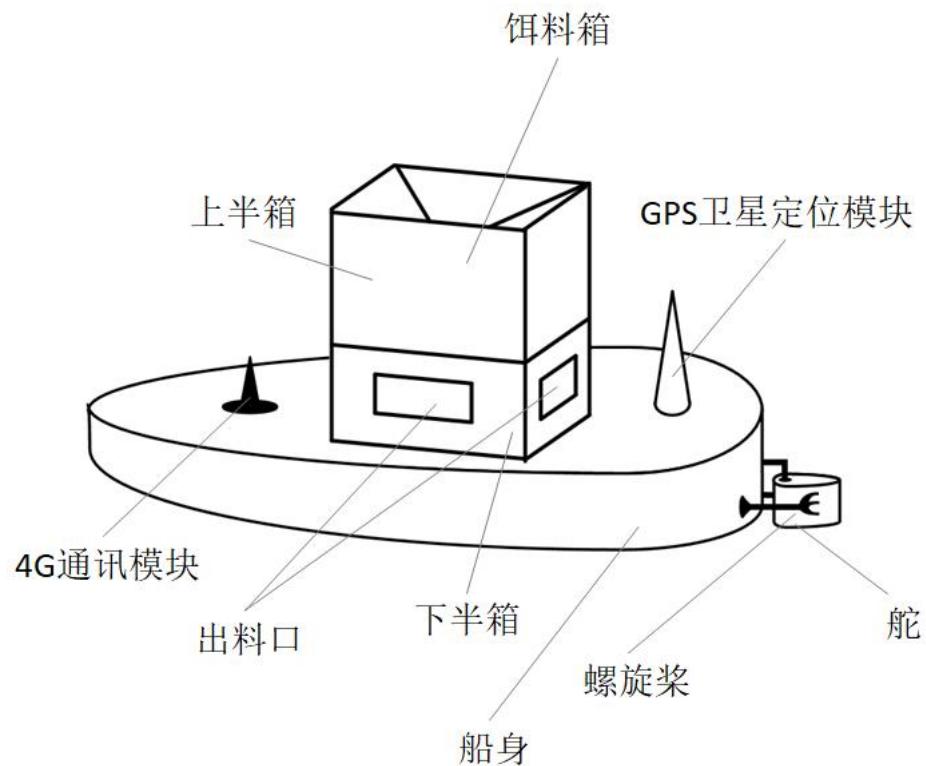
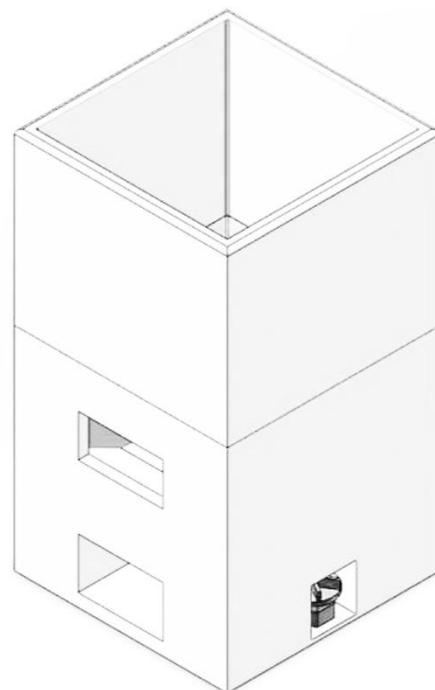


图 2 船体各部件名称



图三 投料箱结构

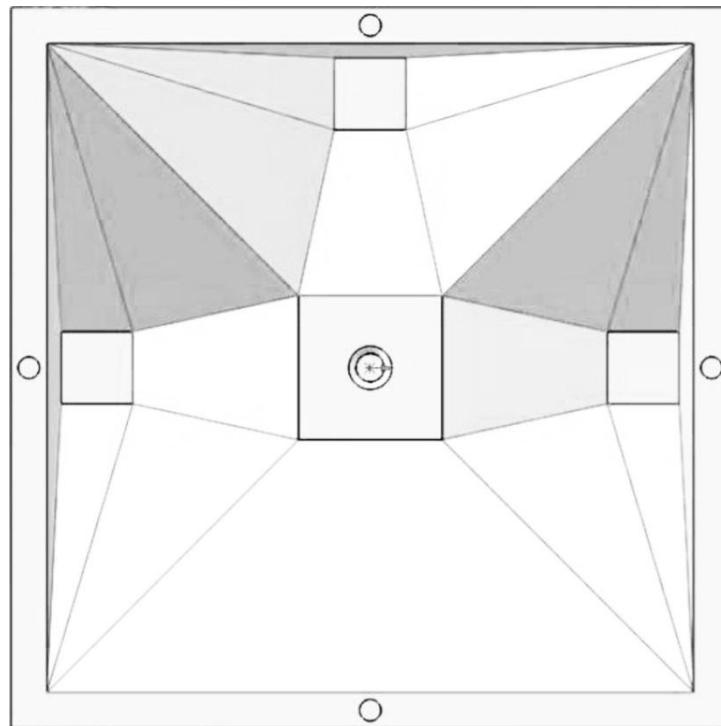


图 4 投料箱俯视图

2. 手动控制基于 LORA 扩频—433M 无线网络的手持遥控器为中心，实现船体控制与投料控制以及位置采集等。这个是用遥控或者可以使用蓝牙模块进行手动控制无人船移动的相应位置在进行抛洒喂食。

3. 自动控制以 GPS/SINS 组合导航技术为核心，无线网络为通讯媒介以及相关电子知识为基础去实现自动巡航与自动投喂。该智能投饵无人船将惯导系统与 GPS 导航系统的位置信息与速度信息以松散组合策略来组合，实现导航功能。首先读出 IMU 的数据与磁力计数据经过计算，得出姿态旋转矩阵，将载体系下的加速度通过坐标变换得出导航系（NED）下的加速度，加速度经过在时间上的积分得出对应坐标系下的速度，速度在时间下再积分得到位置，即在惯导系统中获得速度、位置两项数据。使用 GPS 获得当前的速度、经纬度（WGS-84），将经纬度转换到导航参考坐标系（NED）下得出其位置信息，即获得卫星导航下的速度、位置信息。两个系统下的位置、速度信息做差，经过卡尔曼滤波器，获得最接近真实值得最优位置、速度误差，进而修正惯导系统的位置与速度，利用修正后的速度与位置进行导航作业。

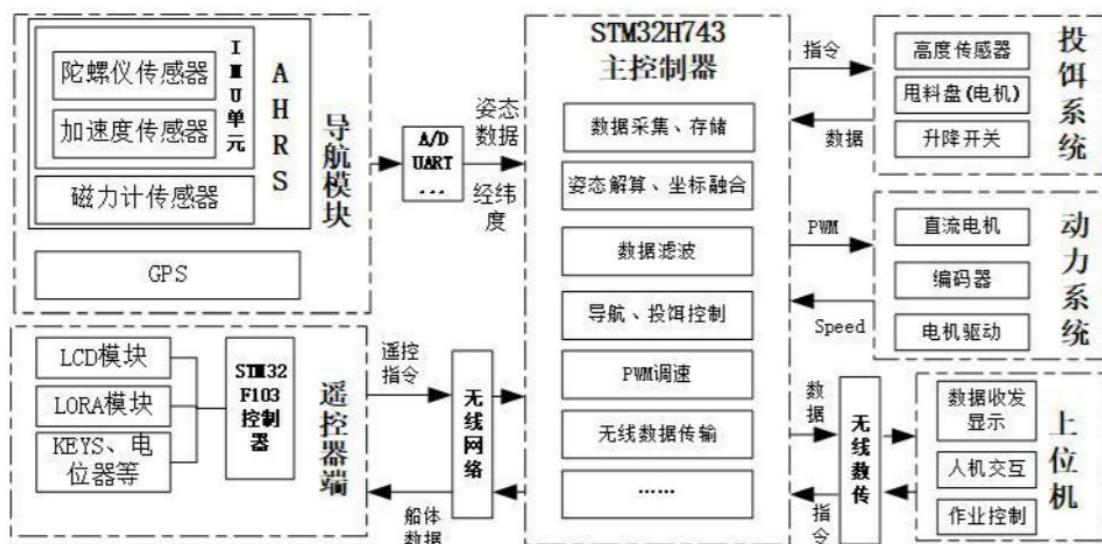


图 5 整体系统方案

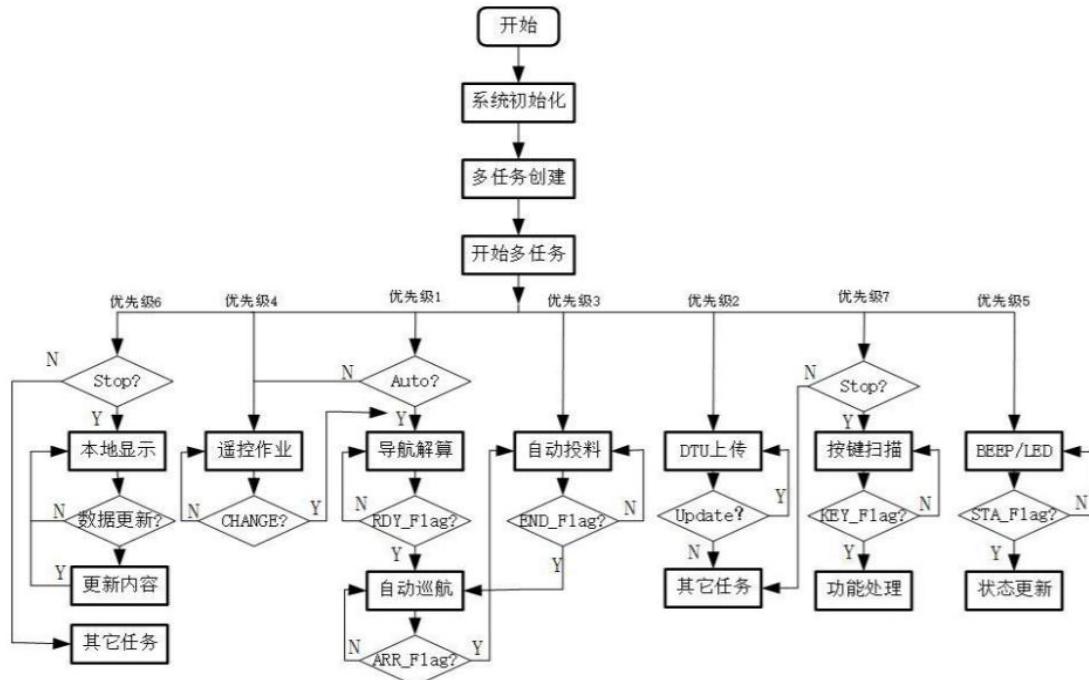


图 6 功能流程图

我们团队经过长时间对该大创项目的设计，我们各自有各自的分工，有的成员来负责资料的查找，有的负责硬件设计，有的负责软件设计，但又不是各自单独工作，我们经常在一起讨论该大创项目的各种方案，以及在制作过程中所遇到的一些问题及如何解决问题。正是由于我们团队之间的协调配和，以及积极执行，才使得我们的大创项目可以按计划执行，同时我们也用该大创项目参加了一些其他的比赛，并获得了一定的奖项，同时我们团队为该项目申请了两项专利，来当做该项目的一个成果。

## (二) 项目创新特色

- (1) 在传统 GPS 定位方式中融入了惯性导航模块，在 GPS 无法正常工作条件下仍可控制无人船进行投饵机巡航作业，可靠性和效率提升。
- (2) 与传统人工投放饲料方式相比更能保证投饵密度分布的均匀合理性和高效性。
- (3) 无需任何辅助设备和基础设备，仅需准备饵料及小船即可进行投饵，较轨道投饵和陆上投饵机具有较大优势。
- (4) 采用 QT 人机交互开发平台构建了上位机，可对船体运动中的姿态参数和位置参数进行集中观测，避免发生故障导致失控。
- (5) 对于投饵方式进行集中优化处理，设计了特有的漏斗和下箱体，采用差速离心式转盘进行饵料抛洒，保证了投饵区域的均匀度。
- (6) 创新性地引入了饵料监控系统，当饵料不足时无人船自动原路返回；与电量监控系统可同时作用，保证无人船自身的安全。

## 二、项目体会与收获

大学生创新训练项目的实施强调的是自主性、探索性、实践性与团队合作。注重创新实践的过程，不急功近利，看重过程中得到的锻炼与培养。团队是项目的载体，是项目得以执行下去的主体。

在整个的制作过程，我们不仅训练自身所带来的沟通能力、组织能力、合作能力以及实践能力的大大提高，而且学到了一丝不苟、坚持不懈的精神，并对“大学生创新性训练计划”有了更深入的体会。在项目的实施过程中，最深有体会的就是要善于思考，多动手动脑，遇到棘手的问题，要学会多方查找资料，找指导老师引导，去研究方案所遵循的原理，不是循规蹈矩，而是要确定创新方向。并且为之而努力，只有方向是对的，努力才不会白费，才会有结果。创新点不是要多大多空，而是要贴合实际，具有实用价值。只要是不照搬他人已有成果，在自己能力范围，这也是一种提高。大创，是要看到当代大学生的新意与能力，也许一开始并不完美，但是经历就是最好的成长。

在项目的实施过程中我们遇到各种各样的问题，比如说投料箱的制作，位置的算法控制以及各种传感器的采集数据以及相应的数据处理，都是大难题，在投料箱的制作过程中，这个是真的需要集思广益，我们不断地在网上查找相应的投料箱的结构，团队成员也是各个开始头脑风暴，最终才确定下来投料箱的机械以及电控结构。而对于位置算法的控制和传感器采集数据的处理对我们来说，我们就如小白一样，由于我们本身的知识储备并没有那么的充足，以至于对我们来说这些东西我们都得从头的学，边学边进行实践，这样下来使得我们的进度是非常慢的，这也使得我们的项目进度无法进展，但我们也是通过不断的尝试与学习，不断地更新使得我们的项目才能慢慢的向前进步，项试验结果靠近。

在我看来一个智能无人投饵船的设计与实现，需要的不仅是积累、尝试、坚持，它更需要创新点，把新的思路，新的方式运用到无人投饵船上。作为项目的一员，我感觉在项目的开始对项目的安排和后续发展没有细节的安排，难免出现一些小问题，但是随着项目的推进，我们的安排更加紧凑明了，当然这需要老师的精心指导与团队的积极配合。也正是老师的细心知道以及团员的配合和努力，我们的大创项目才能够顺利的进行与不断更新进步。我对团队成员以及指导老师表示由衷的感谢！

### 参考文献：

- [1] 王红超, 魏茂春. 一种多功能水产养殖用无人船的研究与实现 [J]. 科学养鱼, 2020 (10) :73-74.
- [2] ZHOU C, LIN K, XU D, et al. Near infrared computer vision and neuro-fuzzy model-based feeding decision system for fish in aquaculture [J]. Computers &

Electronics in Agriculture, 2018, 146: 114 — 124.

[3] CHANG C M, FANG W, JAO R C, et al. Development of an intelligent feeding controller for indoor intensive culturing of eel [J]. Aquacultural Engineering, 2005, 32( 2) : 340 — 353.

[4] 赵圣涛, 常青, 刘慧, 等. 物联网在工厂化水产养殖中的应用分析 [J]. 渔业现代化, 2019, 46( 4) : 8 — 13.

[5] 农业部渔业渔政管理局. 2020 年中国渔业统计年鉴 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2020.

[6] 段青玲, 刘怡然, 张璐, 等. 水产养殖大数据技术研究进展与发展趋势分析 [J/OL]. 农业机械学报, 2018, 49( 6) : 1 — 16.

[7] 胡庆松, 许哲, 王世明, 等. 自主导航船案例在《控制理论基础》课程教学中的应用研究 [J]. 教育教学论坛, 2018, 393 ( 51) : 53 — 54.

[8] 周达辉, 朱晓敏, 刘伟清. 基于 PLC 的自巡航虾塘投饲机研究 [J]. 江苏农机化, 2016( 4) : 23 — 27.

[9] 汪万里, 陈军. 新型对虾养殖投饲装置研究 [J]. 江苏农业科学, 2013, 41( 4) : 365 — 366, 376.

[10] 洪剑青, 赵德安, 孙月平, 等. 水产养殖自动导航无人明轮船航向的多模自适应控制 [J]. 农业工程学报, 2017, 33( 01) : 95—101.

# 具有自动进样装置的仿生饮用水检测系统设计案例研究

## 案例摘要

本次项目案例是具有自动进样装置的仿生饮用水检测系统设计，是由赵煜老师指导和 18 级测控技术与仪器的学生赵敬然、余小灵、黎广生和 19 级测控技术与仪器的学生沈鸿艺、吕元乐共同合作下完成的。本设计的研究是基于我国日益严峻的饮用水污染问题，它直接危害到了人民群众的生命健康，是我国亟需重视的环境污染问题。电子舌作为近些年发展期开的一类新型的检测设备，由于其具有迅速、应用面广以及可以反映出被测物的全面信息等一系列优点，慢慢被应用于检测食品的领域。本次设计就是以原有的电子舌为基础，增加了自动进样、自动检测、自动清洗功能的自动性电子舌系统。通过本次设计，我们直面了环境污染的问题，并可以运用自己所学知识解决现实问题，还学会了很多课程之外的知识和技能，队团结协作的优点也有了新的认识。

关键字：自动进样；自动检测；自动清洗；电子舌

### 一、项目选题背景、目的和意义

#### （一）选题背景

饮用水安全问题是我国面临的突出的环境问题，它直接关系到人民群众的生命安全问题。从污染事故的数量来看，近 20 年来我国饮用水污染事故呈现增长趋势，90 年代后期至今属于污染事故高发期，反映了我国饮水安全现状、趋势及其面临的严峻形势。每一起水污染事件的出现，对人们造成的伤害都是不可估量的。2016 年中国劳动力动态调查数据显示，2016 年全国城乡居民因饮用水污染所导致的总医疗费用合计约 3400 亿元，约占当年全国卫生总费用的 7.4%，社会医疗保险基金因为饮用水污染支出约 1500 亿元，约占当年医保基金支出的 12%。

#### （二）选题目的和意义

饮用水安全问题意义重大，它直接与人民群众的生命安全相关。随着经济的发展，人口的增加，不少地区水资源短缺，有的城市饮用水水源污染严重，居民生活饮用水安全受到威胁。如今工业发展迅速，环境恶化，自然环境中的各个要素环环相扣，相互影响，饮用水源难免受到污染。饮用水污染可能会引起大范围疾病的爆发，从个人层面来说，这对居民的身心健康造成影响；从社会层面来说，这是一个可能导致社会动荡的不稳定因素，也会因为患者增加，使社会保障的压力增大。

饮用水的生产、储存和输送过程中都可能造成污染，造成污染的原因也多种多样，生物污染、化学污染、热污染和放射性污染等等。因此，一套可以自动检测多种样品的水质检测装置就显得非常重要。

### 二、项目创新点与特色

#### （一）项目研究特色

本项目主要是基于原有的电子舌设计基础，增加了自动化的进程，使得清洗与检测变得更加简便，可以使整个过程进行远距离的控制，使得检测员不必长时间面对一些有毒有害的气体或液体，保障检测员的生命健康与安全。

电子舌技术是 20 世纪 80 年代发展起来的一种分析、识别液体“味道”的新型检测技术，它使用一种类似于生物系统的材料作为传感器的敏感膜，当类脂薄膜的一侧与味觉物质接触时，膜电势发生变化，从而产生响应信号，对样品进行量化分析。电子舌技术是模仿人体特有的酸、甜、苦、辣、咸等味觉系统研制而成的，是一种利用多传感器感测液体样品的特征响应信号，通过信号模式识别处理及专家系统学习识别，对样品进行定性或定量分析的一类

新型分析测试技术设备。它不同于普通的分析仪器，不仅能够得到特定成分的定性定量的结果，还可以得到整体的味觉信息。

电子舌技术的优点尤为突出：首先，不需要对样品进行任何的预处理，直接对样品进行无损检测；其次，检测速度快，电子舌检测一个样只需几十秒至几分钟，同时还具有较高的灵敏度、可靠性和重复性；最后，电子舌获取的是对液体样本的味觉特征的总体评价，规避了人的感觉器官存在疲劳和主观倾向性行为的缺陷。同时有着良好的区分能力和更低的检测下限。电子舌相对于传统的理化分析、谱分析等检测方法，又有操作简单、检测速度快、无复杂的前处理、检测过程中不排放污染物等优势。电子舌还可以配合多样的特征值提取方法、丰富的多元数据分析手段，不但能区分识别检测对象，还能定量预测样品中的多种相关成分。

## （二）项目的创新性

1. 设计了一种用于电子舌检测的自动进样装置；
2. 设计了用于清洗检测槽的专用清洗喷头，以及用于清洗电子舌的清洗槽；
3. 设计了电子舌的流程控制模块，通过该上位机传输指令到下位机实现对电子舌检测的次数、时长进行控制，从而实现更优的检测结果。

## 三、项目体会与收获

不知不觉大创项目临近结题，下面分享一下我们组成员的体会与感悟：

赵敬然（负责人） 18 级测控技术与仪器

参加这次大创最深的体会就是团队合作方面，特别是作为负责人，如果不懂得团队协作，只一个人埋头苦干的话，是不会很成功的完成这个项目的，一个人不管怎么样都是需要团队协作才能把事情做得漂亮，而且有些看起来很繁琐很麻烦的时候，只要合理安排工作，大家团结协作，到最后就会发现其实也不是那么困难。团队合作中需要成员之间不断地磨合，并且要学会倾听大家的意见和看法，尊重每一个成员，让每个人在项目合作期间都有参与感与成就感。

余小灵 18 级测控技术与仪器

参加这次大创，我学到了很多在课堂上学不到的东西，学会了滚轴丝杆、水泵、电磁阀等等的使用方法。这一路来，我深深的感受到了竞赛的挑战与压力，但同时通过这次大创，我的分析问题和解决问题的能力都得到了提高，协作精神和团队意识也得到了增强。我也看到了我自己的不足和与团队成员之间的差距。在今后的学习生活中，要不断努力不断的提升自己，无论遇到什么困难，都不要轻易产生放弃的想法，无论怎样都应做到有始有终。最后，感谢老师和学长的指导以及项目组成员给予的帮助。

黎广生 18 级测控技术与仪器

在本次创新创业训练计划过程中，我有机会接触到了项目中比较实际的问题，例如对于项目实物大小结构的设计安排，以及实物的组装问题。这些问题不在局限于过去所学的理论知识中，是真正需要结合实际思考的。这次创新创业训练计划不仅使得我的课余生活更加丰富，还极大的锻炼了我的创新能力，独立思考能力以及动手能力。

沈鸿艺 19 级测控技术与仪器

首先真的很高兴可以有机会参加大学生创新项目。在这次项目中我学到了很多。在多次和组长组员交流的过程中以及搭建框架时对电子舌有了更深一步的了解，这次项目给我带来了很多，有能力上的提高，有思维上的创新，我在忙碌中充实了自己，学到了很多东西，为我之后的学习道路增添了一份经历。

吕元乐 19 级测控技术与仪器

本次大学生创新创业训练计划项目是我进入大学以来第一次参与的团体科技创新项目，活动极大的激起了我对于科技创新的兴趣。非常感谢学校能够提供这样的一个平台来培养学生的创新意识，训练学生的动手能力，非常感谢老师给予的支持和指导，最

后还要感谢同组的各位学姐、学长，热情地向我分享自己的技巧与经验。在项目初期，我通过查阅水污染以及水质检测的相关资料，深刻体会到水污染对水系及周边环境将会造成严重的负面影响，而我们所做的项目能够帮助检测人员对水样进行更为高效的检测，让我对我正在从事的项目有课更强的认同感。在实验设备搭建的阶段，已经完成搭建的十字滚珠丝杆组的程序驱动突然出现了问题，通过我们小组成员间的共同配合，最终成功地克服了困难，让这台在我们设想中的机器逐渐在我们面前成型，让我的内心受到了极大的鼓舞。期望在不久的未来我能够继续进步。

#### 四、项目进程与成果

##### （一）项目进程

1. 首先设计系统整体结构图，合理安排进样，检测，清洗三个模块的位置，以及传感器检测位移的计算。
2. 整体结构图设计完成后，逐步细化每个模块的结构图，例如样品池、检测槽、清洗槽、清洗喷头的设计。
  - (1) 样品池的设计：因为检测要不间断的进行，所以在样品池中放入待检测的液体，可以保证实验的连续进行，从而实现自动化。样品池与水泵通过管道进行连接，在检测时通过单片机控制水泵抽取部分液体进入检测槽以完成检测。该系统共有 3 个样品槽，因此在一次加样的过程中总共可以完成三种样品的检测。
  - (2) 检测槽的设计：检测槽主要用于样品的检测和检测完成后检测槽的清洗。检测槽是由圆柱体和半球形组成，底端开圆孔用于废液的流出，旁侧开圆孔用于样品液的流入。
  - (3) 清洗槽的设计：清洗槽是用于进行电子舌的清洗。清洗槽设计的尺寸结构同检测槽，电子舌在检测完成后进入清洗槽，清洗液经管道进入清洗槽，电子舌转动进行清洗。清洗完成后，清洗液经由底部圆孔流入废液收集装置。
  - (4) 清洗喷头的设计：清洗喷头主要用于清洗检测槽。喷头经水泵与管道与清洗液存放池相连，外形为圆柱形与半球形相结合，中间为空腔，外部及圆柱侧面与球形底面均匀打孔，清洗液由水泵抽取上来再经小孔喷射出去进行检测槽的清洗。
3. 将设计好的结构图进行仿真实验，仿真实验成功后进行 3D 打印，待收到模型后进行进水与出水的实验，测试清洗喷头的压力与清洗槽的进出水压力。
4. 实验成功后，开始购买余下硬件所需部分，绘制电路图并进行仿真实验，搭建电路。
5. 对管路进行设计并绘制流程图验证设计是否可靠，验证成功后购买尺寸合适的软硬管进行连接。
6. 对检测模块所需的步进电机进行程序的编写并测试代码，测试成功后安装步进电机。
7. 购买系统整体剩余所需的材料，按照图纸，进行搭建。
8. 搭建完成后进行实验验证测试功能。

##### （二）项目成果

设计了一台可以完成自动进样，检测和清洗的电子舌装置。包括检测模块，自动进样模块，自动清洗模块。

- (1) 自动检测模块是电子舌进行检测并实现功能的最重要的部分，用 A/D 转换器将采集到的信息进行上传，方便之后用户的处理。
- (2) 自动进样模块采用单片机控制水泵启动，电磁阀开关从样品槽中抽取样品进入检测槽待检测。
- (3) 自动清洗模块由单片机控制清洗液进入与清洗喷头上升清洗检测槽与电子舌。通过以上三个模块的协调工作完成自动检测清洗过程。

# 水稻病虫害监测无人机

## 案例摘要

本项目由五位同学构成：任威宇，18 机制学生；梁振宇，18 机制学生（后转专业至 19 空间）；吴慧仪，18 机制学生；周怡昕，19 机制学生。吴金龙，19 机制学生。本项目指导老师周凯、李庆军。本项目希望采用无人机监测的方式，拍摄水稻种植区域的水稻生长图像，继而判断水稻是否感染病虫害，并反馈病虫害类型和地理位置，简易实现自动监测水稻病虫害的目的。我相信今后图像识别的技术更加完善、GPU 系统成本降低时，基于其他农作物的病虫害图像集也可建立多种其他作物的病虫害识别系统，继而搭建出其他作物的智能监测无人机。本无人机针对集中耕地面积较大或形复杂的问题设计，应用面较广。本项目工程量比较庞大，因此在研究中小组成员们遇到了不少问题。不过小组自该项目被确定为市级立项以来，课题小组全体成员和老师都对项目投入了极大的热情。我们小组的氛围很好，成员内部和谐，我们经常进行有效沟通。我们组员多数是机械生，所以这次比赛对我们的实践能力是一个很大的考验，这次大创让我们都学到了很多有用的知识。

## 正文

水稻是种植最广泛的作物之一，随着我们种植技术和育种水平的提高，水稻的产量也是越来越高。但水稻生长需要合适的温度、水分，否则极易染病。今主张集中连片的耕作模式，耕地面积较大。近些年的农业政策一直在以集中连片的农田建设为方针，规划高标准农业项目区，改善农业基础设施建设，但仍缺少实际的区域监测方法和智能型农业设施投入，并且集中的田地占地面积较大，很难实现精细化监管。而水稻智能监测无人机的出现可以促成智能化、精准化的管理模式，同时完成对片区作物生长情况的监测，以替代繁琐的人工操作，也能检验益耕作区域规划的准确性。农作物智能监测无人机基于无人机飞行控制及 GPS 定位、图像处理、深度学习等技术，欲实现对区域内水稻实现生长情况的分析，识别非作物的杂草。利用这种类型的无人机，再结合其他农业设备如农药自动喷洒装置等，可以搭建智能农业系统，使作物耕作更加智能化。并且利用深度学习训练的卷积神经网络模型可以更换作物类型，即可根据实际情况对不同的作物进行生长监测。无人机遥感技术研究的深入可以为卫星和航空遥感奠定基础。

**意义：**无人机遥感监测技术的可以迅速、高效、且有针对性的解决实际问题，甚至是很多人工调查中无法实现的难题，可以减少户外工作量，提高工作效率。当下人工智能依然是科研前沿方向，利用深度学习训练卷积神经网络模型进行图像识别，不仅速度快，而且准确率高。本项目是无人机和人工智能技术的结合。

**特色：**无人机与人工智能相结合，无人机飞行便捷，拍摄清晰且方便。相比人工监测，无人机省时省力且经济，而且因为卷积神经网络图像识别具有平移不变性，识别病虫害和作物生长情况的速度快、准确性较高。基于其他农作物的生长图像集即可训练出可应用于其他作物的神经网络模型，继而搭建出其他作物的智能监测无人机。本无人机针对集中耕地面积较大或形复杂的问题设计，应用面极广。

**创新点：**基于深度学习的水稻智能监测无人机的设计和实现，紧追科技发展潮流。地面对工作并结合无人机监测水田中水稻的生长情况的想法像是搭建了一个“会飞的眼睛”和“稳定的头脑”，完善了农业植保型无人机的类别，也丰富了智能监测的方法。像水稻一类“靠

天吃饭”的作物耕种后就只需其自然生长，那么用无人机代替人工监测就很便捷。

在我们团队合作中，先确定到一个具体的思路，主要有以下内容

- (1) 置入无人机飞行地域，连接无人机 GPS 系统，利用无人机飞控算法实现无人机按照指定的飞行速度和高度自动巡航的功能；
- (2) 让无人机载摄像头实现图样收集、数据传递功能；
- (3) 通过水稻病虫害及生长情况和水稻区常见杂草图像集训练可以识别病虫害和生长情况判断的卷积神经网络模型；
- (4) 无人机拍摄影像回传给地面站，输入卷积神经网络模型中，反馈识别结果；
- (5) 通过 GPS 系统在耕作区上做作物生长情况标记，反馈最终病害植物的程度和地理位置。

具体设计开始后，本项目被拆分成两大部分，暨无人机组装及飞行控制、水稻病虫害的识别框架。本机选用“x”型飞行器。飞行器基本飞行的自由度有六种，通过调节四个电机之间的转速差来实现。本组飞行器电路系统由 stm32 单片机、cortex m4 芯片模块、openmv 摄像头、超声波模块、气压传感器和 GPS 及光流定位模块构成，飞控通过用滤波算法处理信号，再通过 PID 算法处理外设传感器的回传数据，反馈决策后的数据来控制飞行器四个电机转速从而试飞行器能稳定飞行。使用无刷直流电机，扭矩大，响应速度快，耐用。视觉系统本组设计利用了 OPENMV 摄像头模块，地面站软件 mission planner 规划无人机飞行路线。

图像识别部分小组提出了两套方案并分别进行研究：一是基于下位机训练的 RESNET 模型的卷积神经网络和 openmv 的无线图传技术，抽帧识别无人机摄像头前的作物是否具有病虫害。二是利用 FAST/AGAST 算法和 openmv 进行特征提取，识别可见的水稻病作物。

本项目工程量比较庞大，因此在研究中小组成员们遇到了不少问题。不过小组自该项目被确定为市级立项以来，课题小组全体成员和老师都对项目投入了极大的热情。我们在指导老师的引领下，端正研究态度，积极调整与完善研究计划，在研究主题确定、研究问题落实、研究方法设计、调研报告撰写等主要环节上都投入了大量的时间、精力与热情，师生之间保持了良好的沟通机制，经常就相关问题进行广深入的探讨。

项目开始之前，在我们几个人确定了组队意愿，组成了小组，学习了单片机、传感器等知识，准备参加此次大创项目。我们有在课内学习过单片机和传感器的相关知识，且对于农业遥感方向相对很感兴趣。加上机器视觉、机器学习、专家决策系统是近些年人工智能发展的重要区域，而这三个技术在遇到到农业遥感时，可以触发巨大的潜力。我们对此题目很感兴趣，迅速瞄准了水稻病虫害检测的问题，小组成员各自分工合作，制定设计方案。立项后的设计过程中有很多的曲折和坎坷，好在小组成员都耐得住性子，成功完成了这次比赛的设计。

细数这段日子，有痛苦也有快乐，有挫折也在坚持，无助时也能看到希望，客观来说，我一个人肯定是坚持不下来的，但小组成员们相互扶持，他们脸上也曾露出无奈，也曾露出欢乐，我就好像看到了一面镜子，我何尝不是如此，所以我们选择了坚持。

可以说，能立项成功是幸运的，我们又有了很多新的收获，不止是技能上，而且协调配合、寻找并解决问题的方法也丰富了很多。比赛过后感想颇多，总结如下几点：首先团队精神是解决困难的基石，

优秀的团队可以引领学科发展，构建团队的核心，继而组织协调，把握组员们的能力，然后各司其职，互相帮助，共同进步，能够让小组的配合机制更加健全。我们小组的氛围很好，成员内部和谐，我们经常进行有效沟通。我们多数是机械生，所以这次比赛对我们的实践能力是一个很大的考验。不过我们对电子技术和 AI 知识有极大的兴趣，我们可以共同积极的参与竞技、愉快的迎接挑战。

其次是在失败时不能轻易言败，要敢于尝试和坚持。所谓勇敢就是：“当你开始知道自己会输，可你依然要去做，而且无论如何都要把它坚持到底。你很少会赢，但有时也会”我

们有调试程序到崩溃的状态，也被线路问题折磨的遍体鳞伤，但我们还是坚持了下来，完成了本次实验的基本任务。

感谢机会，在温故机械的同时，还学到了不少、电子、计算机、遥感、AI 知识，让我们认识到自己的不足，以及在工作中化失败为动力的精神。在工作中除了坚持，还应该有正确的坚持的方向，永不轻视自己、轻视梦想的精神，严谨的科学精神。此次比赛能圆满成功离不开学长和老师前期的悉心教导，离不开组员的共同努力，离不开组员们的坚持，让我感觉离电子技术更近了一步。人的创新能力来源于创新思维，而创新思维是建立合理的知识结构之上的。因此，培养创新能力，必须从构建良好的知识结构开始。在日后的毕业设计或工作中我们也会铭记这次项目的经验，方能更娴熟。

现如今，项目已然到了结题之际。项目最初的预期是在面积较大的集中耕地区域投入使用，以解决中的水稻实际种植时监测不易和费时费力等问题；根据实际情况使用者可不断对此无人机的工作方式进行改进和研发，改善当前农作物监测的模式。现在的成品初步实现了预期的水稻病虫害识别功能。但客观而言，通过更精妙的电子设计技术，无人机机身成本可以更低；通过更精准的图像集和更严谨的 CNN 识别技术，识别精准性可以更高；通过更复杂的无人机与 GPS 通讯协议和地面站软件二次开发技术，定位系统的人机交互页面可以更加完善。因此我们还需要不断学习，不断改进，不断完善，才能真正实现此无人机产品化。

我们小组的创新思维也亦无他，唯独就是兴趣使然。可以说兴趣是推动我们前行的第一源动力。在兴趣的基础之上，坚持是我们脊柱，知识是我们的大脑。回看项目伊始的懵懂和手忙脚乱，到后来知识累积的大胆实践，再到面对庞大的知识盲区，到最后选用通讯简易的图像识别方式达到项目目的，跟着知识做改变，不断探索创新，持之以恒是我们精神上最深刻的感受。



## 参考文献

- [1] 潘磊.农作物栽培技术中关键要素研究[S].科技风,2020(5): 112099.
- [2] 王玲玲.遥感在农业领域的应用与发展前景[J].河北农业,2019(08):61-62.
- [3] 黄文江,师越,董莹莹,叶回春,邬明权,崔贝,刘林毅.作物病虫害遥感监测研究进展与展望[J].智慧农业,2019,1(04):1-11.
- [4] 兰玉彬,邓小玲,曾国亮.无人机农业遥感在农作物病虫害诊断应用研究进展[J].智慧农业,2019,1(02):1-19.
- [5] 沈凯文,李浩伟,韩进,房若民.基于卷积神经网络的病虫害可视化监测系统设计[J].软件导刊,2020,19(09):122-126.
- [6] 李颖,陈怀亮.机器学习技术在现代农业气象中的应用[J].应用气象学报,2020,31(03):257-266.

# 海洋牧场环境检测机器人

## 摘要

本项目成员包括了来自电气工程专业的李冲，李琛，王家兴和自机械工程专业的谢彭洋以及物流专业的王金龙同学。项目导师是工程学院的曹守启院长，具有多年指导学生进行创新创业的经验。对于深水养殖，例如深水网箱养殖（深度大于 15m），水质监测的手段十分有限，目前的大型深水网箱通常安装有较多的传感器获取水质信息，但是这些传感器通常只能采集网箱内部的水质信息。对于网箱与网箱之间，网箱周边水域的水质监测目前仍缺少灵活快速的监测方法。

另外，对于网箱养殖还存在网箱维护的问题。目前，网箱的清理和检查通常是由人工完成，这种方法的效率低下，十分耗费人力。针对以上的需求，我们计划开发一款小型的海洋牧场环境监测机器人。通过多台传感器组合，能够对水域的水质信息进行全面的监测，通过摄像头结合神经网络算法可以有效地监测养殖网箱的破损，配合机器人搭载的 IMU 模块，可以对破损进行定位，方便人们对网箱进行修理。通过高度的自主化运行，机器人可以减少对水下无线通信的依赖。

在实施该项目的过程中，我们队伍中的每个同学都收获到了许多在课堂之上无法学到知识。我们深深的体会到从无到有，实现一个系统是十分困难的一件事。这个项目极大的提高了我们解决复杂问题的能力，为我们之后的研究学习打下了坚实的基础。

### 一、创新创业训练计划项目的选题、目的与意义

鱼类是人类 21 世纪最佳动物源蛋白质，全世界有 1/6 的人口将鱼类作为主要的动物蛋白质来源，随着人口的增加和生活水平的提高，水产品需求将会持续增长，近些年海水养殖业蓬勃发展。中国是全球最大的水产养殖国家，水产品总产量位列世界前茅。在海水养殖中，水质信息至关重要，其中海水 PH 值，溶解二氧化碳浓度，海水硬度，磷酸盐和硅酸盐以及一些金属离子（例如铜离子浓度）对鱼类的生长影响较大。对于浅水养殖，水质信息的获取可以通过浮标或者无人船的形式进行监测，目前已经比较成熟。但是对于深水养殖，例如深水网箱养殖（深度大于 15m），水质监测的手段十分有限，目前的大型深水网箱通常安装有较多的传感器获取水质信息，但是这些传感器通常只能采集网箱内部的水质信息。对于网箱与网箱之间，网箱周边水域的水质监测目前仍缺少灵活快速的监测方法。

另外，对于网箱养殖还存在网箱维护的问题。目前，网箱的清理和检查通常是由人工完成，这种方法的效率低下，十分耗费人力。针对以上的需求，我们计划开发一款小型的海洋牧场环境监测机器人。通过多台传感器组合，能够对水域的水质信息进行全面的监测，通过摄像头结合神经网络算法可以有效地监测养殖网箱的破损，配合机器人搭载的 IMU 模块，可以对破损进行定位，方便人们对网箱进行修理。通过高度的自主化运行，机器人可以减少对水下无线通信的依赖。由于项目成员都来自工程学院，大家都对这样的工程设计类项目很感兴趣，所以在设计进行的过程中，都展现出了很大的主动性。每个人都积极的贡献自己的想法，有的时候大家会在实验室调试硬件到很晚，但是大家都乐在其中。

### 二、创新创业训练计划项目的创新点与特色

我们的项目的很大一个创新点是航行器的运动形式与一般的水下航行器不同，目前常见的水下航行器采用四旋翼布局，这样虽然可以实现全运动通道的控制，但是其横向运动时的很大，由于我们的航行器需要做到比较快速的巡航，所以这种方式并不适合我们。我们采用的是两平两立型布局，它可以水平和垂直方向控制通道分离，控制较简单，但是很难做到悬停观测。

在进行动力系统的设计过程中，很关键的一点是对四个无刷电机进行精确地控制，这是

由电子调速器实现的，我们利用所学过的电力电子的知识，设计了一种适用于本项目航行器的电子调速器。按照以下无刷直流电机转速计算公式可知，影响电机转速的三个参量分别是电枢回路的总电阻  $R_a$ ，调整电枢绕组的供电电压  $U_a$  或者调整励磁磁通  $\Phi$ 。

$$n = (U_a - I_a R_a) / C E \Phi$$

$U_a$ ——电机定子绕组的实际电压大小

$I_a$ ——电机绕组内通过的实际电流大小

$R_a$ ——电路系统中包含电机的回路电阻大小

$C E$ ——电势系数

$\Phi$ ——励磁磁通

也就是说，想要改变电机的转速，必须对三个参量进行调整。在现实情况下，在已确定无刷直流电机选型及电机参数的情况下，改变系统总的电阻值  $R_a$  和电机的励磁磁通值难度是比较大的。因此，在一般情况下，我们可以对无刷直流电机的供电电压所处适当调整，从而降低线圈绕组通过电流大小，以期达到控制电机转速的目的。最终我们选择的是 PWM+PID 调速方案。经过反复的调试，最终调速性能满足了我们的需求。

### 三、创新特色

1. 采用四旋翼型结构，运动控制灵活，具有很强的机动性。
2. 双摄像头，可以实现同时对航行器上方和下方的观测。
3. 具有多种水质传感器，可以准确的获得各种水质信息。

### 四、成效收获：

在进行本次大学生创新项目的过程中，我们小组成员收获颇丰。我们需要从无到有实现一个完整的系统，这个系统包括了许许多多的方面，这要求我们灵活应用所学到的各种专业知识。在设计电子调速器的过程中，我们综合运用了再电力电子课程中学到的电路拓扑，完成了器件的选型以及电路的布线。在完成电机的调试之后我们就进行了下水实验，经过反复的调试，航行器终于可以平稳的在水里运行。在配置传感器时，我们小组的成员花费了大量的时间，在这个过程中，我们学习到了许多关于传感器的知识。



航行器调试图

# 基于神经网络的一种新型珊瑚养殖系统

## 案例摘要：

本项目由三位同学构成：李思宇，18 机制学生；刘颜赫，19 水养学生；梁振宇，19 空间学生。本项目指导老师为王永鼎教授。珊瑚礁作为地球上重要的生态环境的一环，现已遭到人类活动的巨大破坏，同时珊瑚观赏缸逐渐走入大量家庭。新型珊瑚养殖系统，以 ORP 参数作为珊瑚缸水质参考，通过大量实验，数据记录进行人为分析与神经网络训练，寻找 ORP、NO<sub>3</sub>、反应堆有机碳源添加量、珊瑚生长状态之间的关系，进而设计一套算法通过 PH、ORP 数值控制反应堆有机碳源添加量，控制反应堆反硝化速率，最终达到间接控制水质的作用。最大程度上取代传统珊瑚养殖中养殖者的经验，大大简化珊瑚养殖难度与成本。为珊瑚科研保护工作、人工珊瑚养殖、观赏珊瑚缸的普及推广等提供技术基础。

## 正文

### 背景：

珊瑚礁——仅仅覆盖了海底总面积的 0.1%，但它却为四分之一的海洋生物提供了栖身之所。地球上超过五亿人口还以这些珊瑚礁为食物和工作的来源。几乎世界上五分之一的蛋白质，都来自于海产品，仅仅是美国渔业，就为 150 万人口提供了工作。除此之外，珊瑚礁对全球还有许多重要的意义，在此不一一列举，然而如此重要的珊瑚礁正面临巨大的生存危机，近两百年来，人类社会进入工业化时代，过量 CO<sub>2</sub> 排放，未经处理的污水排放，珊瑚非法开采，渔业过渡捕捞等严重影响了海洋环境，大量珊瑚白化死亡。近 30 年来，全球消失了 50% 的珊瑚礁。著名的大堡礁也因海水升温的持续影响，在 2016 和 2017 年连续出现珊瑚大量白化的事件。生物学家预计，如果海洋升温的趋势持续下去，珊瑚将在 2050 年之前，消失殆尽，因此迫切需要珊瑚礁科研与保护工作。

此外，今年来随着家庭观赏水族的普及，珊瑚观赏缸逐渐走入消费市场，以传统“柏林系统”为主的观赏珊瑚缸存在着饲养难度极高，维护成本高，最佳观赏期短等缺点，在很大程度上阻碍了观赏珊瑚缸的普及与推广。

珊瑚礁的破坏将会直接造成巨大的生态影响与经济损失，并且会产生级联反应，进行二次甚至三次负面影响，危害巨大。而新型珊瑚养殖系统可以在养殖成本低、技术门槛低的条件下进行规模化人工环境下珊瑚育种，快速大量繁殖具有耐酸耐热性的珊瑚个体并“种”回珊瑚礁，维持珊瑚数量。为珊瑚相关科研工作提供养殖技术基础，为如今迫切需要的珊瑚礁保护工作尽一份力。具有重要的环境保护与科研价值。

此外，新型珊瑚养殖系统可完美移植到观赏珊瑚缸的养殖中，并最大程度改善以“柏林系统”为首的传统养殖系统的弊端，突破因技术问题而发展缓慢的瓶颈。同时，为减少野生珊瑚开采保护环并满足逐渐扩大的市场需求量，本项目也可应用在规模化人工珊瑚繁殖中，因此本项目蕴含巨大的经济价值，有较强的变现能力。

### 特色：

在以“柏林系统”为首的传统珊瑚养殖方法中，需要养殖者投入大量的资金如购买蛋白质分离器，钙离子反应器，大功率水泵等设备以及精力，而珊瑚养殖决定性因素为养殖者的饲养经验，如观察藻相判断水质，珊瑚生长停滞等问题的相应解决对策，然而这种经验是需要大量时间，不断试错积累的。本项目研究的新型珊瑚养殖系统，将先进的神经网络学习算法加入其中，形成水质监测，控制，再监测的闭环自动控制系统，并加以浮游生物，珊瑚生

长等自然调节辅助，最大程度上取代传统珊瑚养殖中养殖者的经验，大大简化珊瑚养殖难度与成本，为珊瑚科研工作、珊瑚礁保护工作、人工珊瑚养殖、观赏珊瑚缸的普及推广等提供技术基础。

思路：

- 在我们团队合作中，先确定到一个具体的思路，主要有以下内容
- 查阅与实践本项目所需的相关文献资料和研究报告，作为理论指导和支撑。
  - 2. 设计搭建实验珊瑚缸，在其中养殖珊瑚作为后期实验对象。
  - 3. 设计制作能完成 orp 数据检测采集的装置，获取实验数据。
  - 4. 根据采集的数值人工添加碳源，观察珊瑚生长状况。
  - 5. 对 orp 数值、珊瑚生长状况、有机碳源添加三者关系的分析，以此设计控制系统，完成新型珊瑚养殖系统的设计。

过程：

在项目的最开始，必须先要查阅相关的资料，我们对一个项目的研究不可能是凭空开始，需要学会站在前人的肩膀上进行探究，这样的研究才能有深度有依据。因此，作为项目负责人，在确定项目后的第一件事便是给组员分配资料查询的任务。通过大家共同的努力在知网上查询相关的资料，如 BR、SBBR 水处理<sup>[1]</sup>、珊瑚缸反硝化系统、碳源种类对反硝化的影响、珊瑚养殖等论文和研究报告。查询到资料后便是对资料的研读，需要将资料中对项目有帮助的部分提炼出来，并将这些结论和观点作为我们研究理论的参考和支撑。经过组员们对资料的共同研读，学习了解与实践本项目所需的相关理论以及知识，如 orp 数值是否能反应反硝化的进程<sup>[2]</sup>、在珊瑚缸中添加不同种类的碳源是否会影响反硝化的速率<sup>[3]</sup>、珊瑚需要在什么样的水质中才能更好的生长、珊瑚养殖中的关键因素是什么等，作为理论指导和支撑。接着根据现有的不同形式珊瑚养殖缸的结构、珊瑚养殖系统的优缺点，设计本项目实验珊瑚缸的结构，并搭建实验珊瑚缸，在其中养殖不同种类的珊瑚。不同种类的珊瑚可以更加综合得体现出实验缸中水质的优异程度。

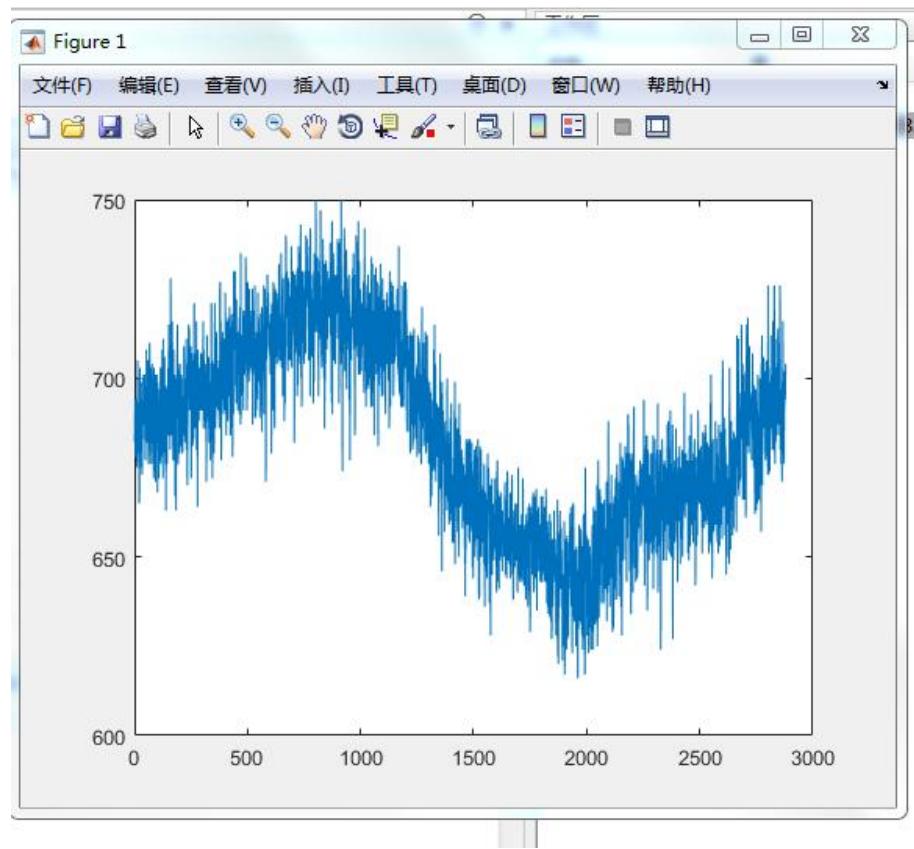
接下来需要解决的一大难题便是如何解决 orp 数值的采集和记录问题，首先想到的解决方案是直接购买成品的检测仪，但进过考察后发现，成品检测仪价格过于昂贵，且其有专用的工业通讯协议，想法采集数据必须使用专门的上位机软件，对于采集数据十分不便。这一问题一度让大家头疼，但作为一名机械设计制造及自动化专业的学生，学校所教授的专业知识其实早已为我们解决了问题。这一问题主要涉及的单片机的开发，在学校开设的传感器原理这门课中，我们接触到了一种非常利于创客们开发的单片机——arduino，同时也在网上找了许多关于这款单片机开发的案例。我们将所需要实现的程序功能从已有的案例中截取，并在网上购买 DS1302 时钟模块、1602 液晶屏、SD 卡模块以及 ORP 传感器模块等，编写程序，最终设计并制作 orp 数据检测采集的设备，完成对 orp 数据的采集记录（图表 1）。这一过程让我们学会了如何在现有条件不利的情况下，创造新的条件来解决问题，这对于日后的工是相当重要的一种能力。在完成了 orp 采集设备的开发后，根据珊瑚的生长状态和 orp 数据，人工添加有机碳源长达两个多月，观察碳源的添加、珊瑚生长情况、orp 数据三者之间的关系。得出以下结论：orp 数值会周期变化（图表 2），经过分析，其主要原因为每天珊瑚灯周期开关所引起的，灯熄灭时，水体中的二氧化碳不断升高，导致 ph 值不断下降，氢离子含量增加，氧化性升高，orp 数值升高。当灯点亮时，因为光合作用的原因，水体中的二氧化碳含量降低，ph 值上升，氢离子含量降低，氧化性降低，orp 数值降低。这种周期性变化是相当正常，与珊瑚在海洋中的自然生长环境相同。但从较长的时间维度来看，orp 数值会趋于下降，这是由于实验珊瑚缸没有进行换水，在其中堆积的有机物含量不断升高所导致的。这一现象的另一种体现形式是水体中的硝酸盐的含量也会增加。而水体中过多的有机物含量和硝酸盐含量对于珊瑚生长是相当不利的。因此在水体中添加一定量的有机碳源一

方面可以刺激各菌种快速繁殖，吸收水体的富营养，两一方面可以为反硝化提供原料，降低硝酸盐的含量<sup>[4]</sup>。

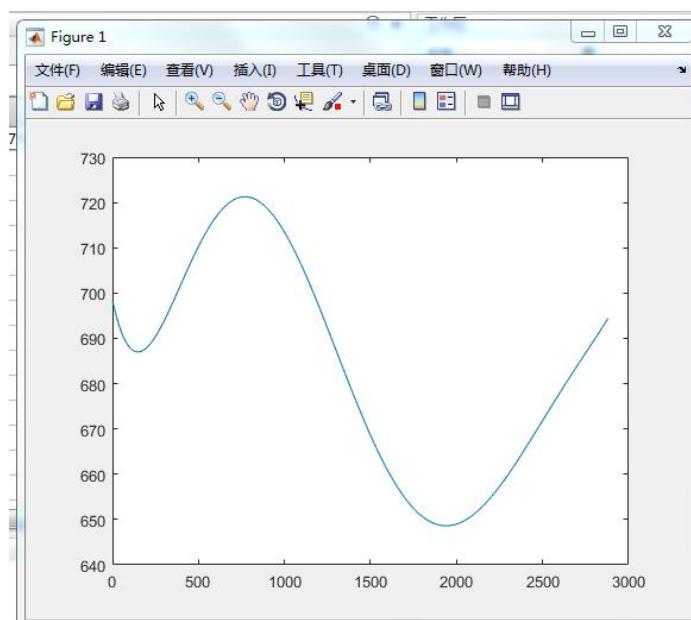
在此基础上，对采集的 orp 数据进行分析，使用 MATLAB 对数据进行曲线拟合（图表 3），并将拟合的曲线导入 python 训练神经网络，提取出数据的主要特征和变化规律，并据此结合人工观察的经验设计根据 orp 数值变化来控制有机碳源添加量的程序。最后完成新型珊瑚养殖系统的设计。



图表 1 orp 数据采集装置



图表 2 24 小时内 orp 数值变化曲线



图表 3 orp 数据拟合

结果：

通过这一年来实践(图表 4)，得出了 orp 数值变化和珊瑚生长状况的关系和珊瑚养殖

中的关键因素——水体需要保持氮磷平衡,这是由于生物体内的氮磷比大约为 16<sup>[5]</sup>,当外界氮磷比失衡时,即氮磷比偏离 16,生物就要花费更多的能量维持体内的氮磷比,在整个生态链中,这个影响会逐级向上传递,最终呈现的结果就是珊瑚停滞生长,甚至死亡。目前对于水体中的磷元素没有很好的生化处理方式,通常情况下只能通过添加氯化镧与水体中的磷酸盐反应,达到降低的目的。但对于硝酸盐来说,反硝化可以降低其含量,很巧的是,反硝化所需要的有机碳可以促进水体中的菌种大量繁殖,吸收水体中的磷酸盐。因此可以很好的控制氮磷平衡,这也是本项目希望通过 orp 数值来控制有机碳源的添加达到维持水质的原因。伴随着以上结论的得出,通过小组成员的不断努力,基本实现了新型珊瑚养殖系统的研发设计。

在整个过程中,作为项目负责人,需要时时刻刻应对团队中出现的各种突发问题,永远站在团队利益高于个人的立场上去思考问题,其实作为一个管理者或者说领导者,需要学习和掌握的能力是相通的。在这个方面,自己做的也不是太好,但是有一点经验希望同大家分享,那就是,经常同团队成员沟通。尽力去解决他们思想上的顾虑,让大家能够形成一股凝聚力,用饱满的斗志去对待每一天。经常开会,去总结前一段工作中的失与得,方式可以很多样,经常反思是很有帮助的。同时集中办公有利于培养团队的集体荣誉感和团队精神、增强团队的整体战斗力。



图表 4 实验珊瑚缸

## 参考文献

- [7] 高景峰, 彭永臻, 王淑莹. DO 和 ORP 与 SBR 法消化反硝化的相关关系. 哈尔滨建筑大学学报, 2002.
- [8] 彭永臻, 邵剑英. 利用 ORP 作为 SBR 法反应时间的计算机控制参数. 哈尔滨建筑大学, 1997.
- [9] 刘伶俐, 宋志文, 钱生财等. 碳源对海水反硝化细菌活性的影响及动力学分析. 河北渔业, 2013.
- [10] 郭建伟. 海水水族箱脱氮系统的建立及运行效果研究. 青岛理工大学, 2010.
- [11] 陈蕾, 李超伦. N/P 比失衡对两种硅藻元素组成及水体中氮磷组成的影响. 海洋与湖沼, 2016.

# 自动跟人智能载物便利小车

## 案例摘要

指导老师：谢嘉，男，上海海洋大学副教授，电气工程及其自动化专业专业教师，曾指导过多次科研项目，并荣获了诸多奖，如：2018 年全国大学生电子设计竞赛上海赛区（TI 杯）大赛，优秀指导老师奖。

项目成员：袁德胜、侯雨菲、华羽、陈润哲、王天凡，现均就读于上海海洋大学工程学院电气工程及其自动化专业。

当今世界，人类社会发展日益加速，提高了人类的生活水平，大大加强了社会生产力，而这些成绩的取得，都与自动化的发展离不开。随着自动化发展，智能小车一定可以大展身手，给我们的生产生活带来便利。

本次项目中我们完成了样机的设计，使小车具有超声波避障，攀爬楼梯，自动跟随等功能。我们在实验中学到了很多新知识并将其应用，提升了自我学习的能力，创新的能力，增强了团队合作精神。

关键词：自动跟人；颜色和特征点识别；智能控制；攀爬；避障

### 一、项目选题背景、目的与意义

我们选择的题目是自动跟人智能载物便利小车。作为电气工程及其自动化专业的学生，我们常常思考如何运用自己所学的知识，让这个世界变得更加智能，人们生活更便利，而智能载物小车的想法符合我们的需要。自动引导小车在物料运输领域的使用已经五十多年了。传统的仓库和工厂中货物的搬运总是耗费大量人力、效率底下、频繁出错。使用自动导引车辆电动车控制器(AGV)可以轻松完美的解决这一难题。它不仅降低人力成本、提高效率，还可以使工作环境更加安全。AGV 在工业领域中的应用将继续增长，在自动引导小车的基础上加以改进，自动跟人智能小车将进入生活服务行业，随着社会的发展，人们希望自己的生活更方便快捷，那么在出行的时候，自动跟人智能小车就可以更加便捷的帮助人们承担重物，将来这一类需求会很大。我们研究的就是这种自动跟人智能小车。

随着自动化、计算机集成制造系统技术逐步发展、以及柔性制造系统广泛应用，智能自动其应用范围和技术水平必将得到了迅猛的发展。未来在服务业，自动跟人智慧小车 AFV 一定能大展身手，如超市购物车跟随等基础劳动，都可以有由智能小车来实现。

### 二、创新点与特色

（一）自动跟人智能小车采用摄像头跟随，应用了颜色和特征点识别算法，可以自动跟随着人，随走随停。使用了超声波避障模块，使小车能与人和障碍物保持一定的距离，避免对人造成危害，同时又要能跟上人的行走，具有较强的智能化，简捷便利。

（二）自动跟人智能小车不需要轨道，灵活，机动性强，主人室外能去的地方它都能自动到达，不会给主人造成困扰。

（三）自动跟人智能小车车轮采用了特殊设计，使小车能进行楼梯攀爬等，这样可以最大可能的节约人力，扩大其行走范围。

（四）自动跟人智能小车车斗可在滑轨上滑动，以保持车斗水平，在攀爬楼梯时保护物品安全和整个车体平衡，节省动力。

### 三、体会与收获

这次大学生创新项目中，最深的体会就是要善于思考，勤动手、勤动脑。创新项目不同于传统的授课，只要跟着老师的步伐，按部就班的学习就可以取得好的成绩，他需要我们自己寻找方向方法，这个过程需要查找大量的资料和文献，需要耐心和精力的投入，也需要独立思考，去克服遇到的困难。当然独立思考离不开扎实的专业基础知识，如果我们没有基础知识的积累，没有弄清实验所需的原理，那么再善于思考也是无济于事的。同时创新项目让我对课本知识有了新的理解和认识，这些知识不再是课本一个个固化的字，而是真正的储存在我脑海中，并可以灵活运用。在自学的过程中，也丰富了我的专业知识内容，扩展了专业思维深度。

在项目研究过程中，我还感受到了团队合作的重要性与必要性。好的团队合作可以充分发挥每个人的长处，提升项目进展的速度，取得更好的成果。在和队友的交流中虽然有时冲突难以避免，但更多的是收获，提升了学习能力，扩展了创新思维，也收获了友谊。指导老师也给了我们很多帮助和鼓励，既给我们指引方向，又给了我们充足自由发展的空间。

### 四、进程情况和取得成果

2020 年 1 月-2020 年 3 月：完成选题、项目计划书定稿、项目申请，初步方案设定。初步设计如下。

小车控制系统设计如图 1。

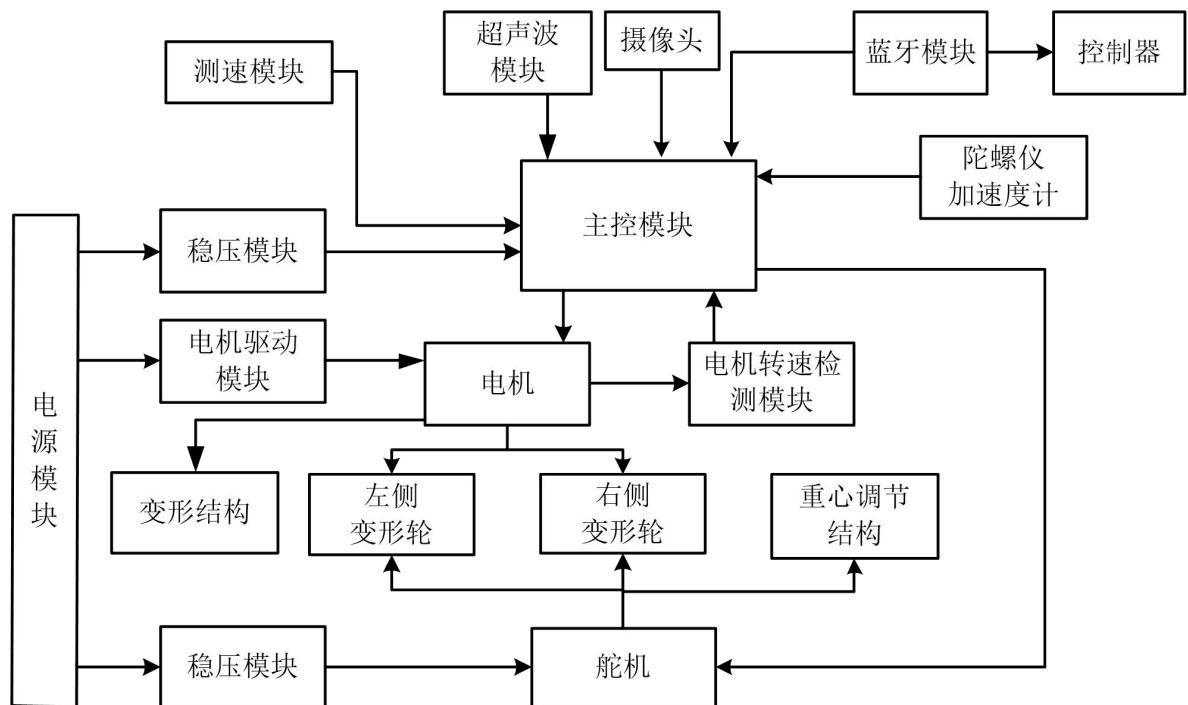


图 1 自动跟人智能小车控制系统

初步设计为二维码跟随，定位系统总体设计图如图 2。

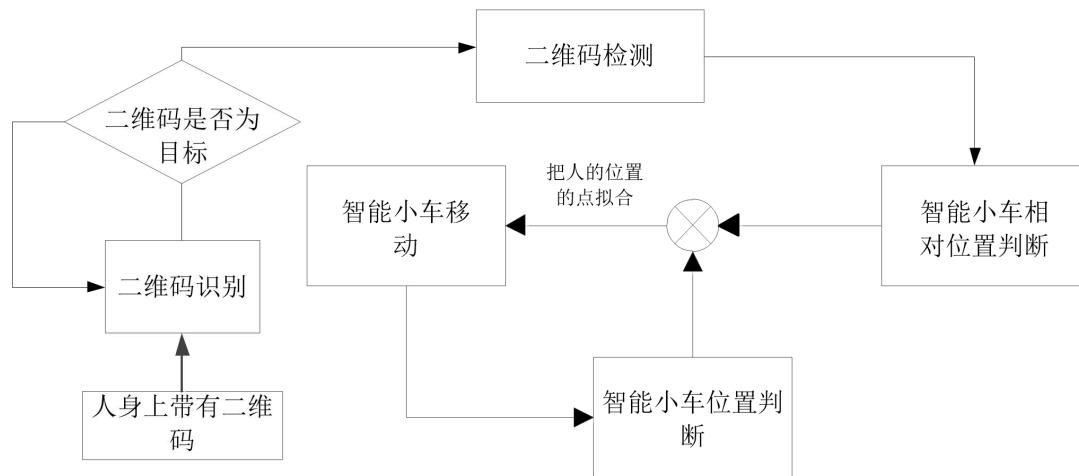


图 2 自动跟人智能小车定位系统总体设计图

计算机系统的设计（单片机）如图 3。

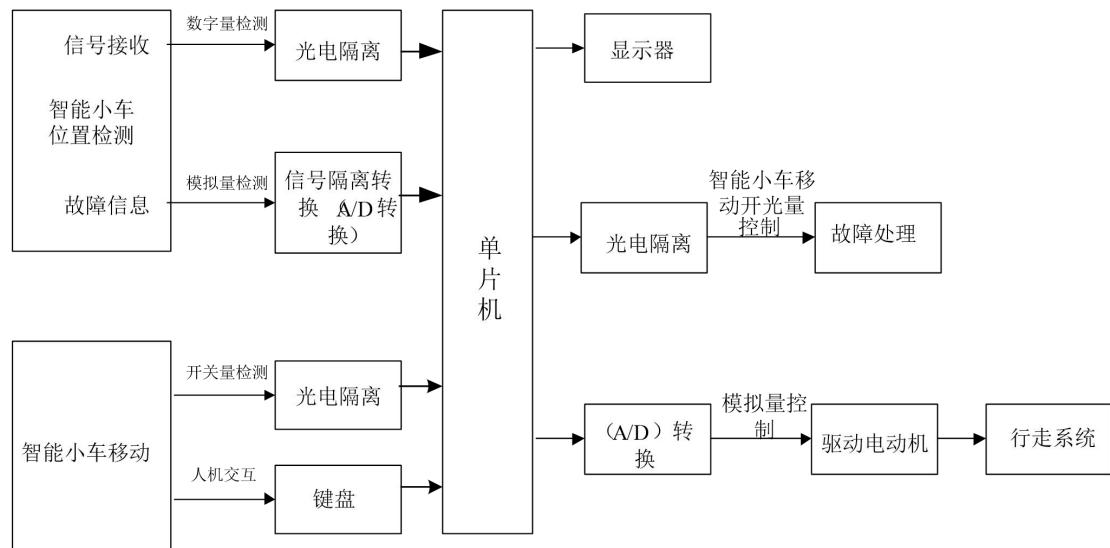


图 3 自动跟人智能小车计算机系统（单片机）设计图

小车初步机械结构设计如图 4。

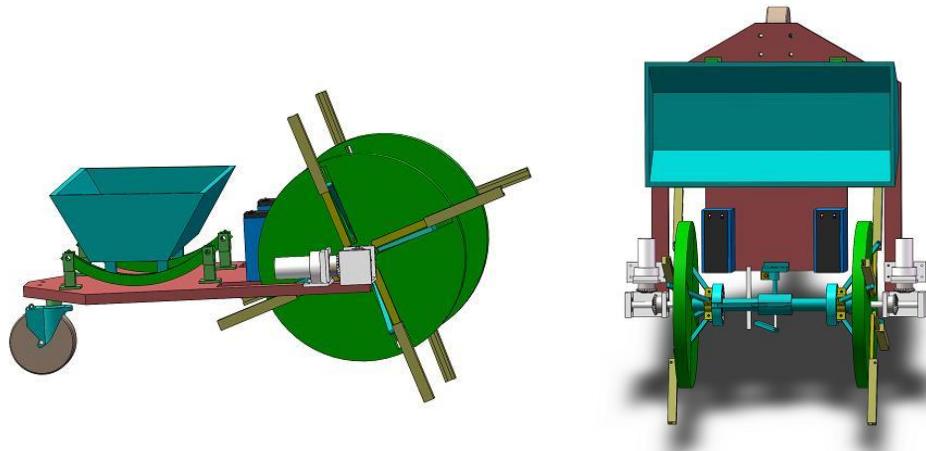


图 4 小车初步结构设计

2020 年 4 月-2020 年 5 月：查阅相关资料，确定研究方案并论证，完成对相关软件的学习及硬件的使用学习。

2020 年 6 月-2020 年 12 月：完成硬件设计、模型加工、功能测试。

第一代样机如图 5。

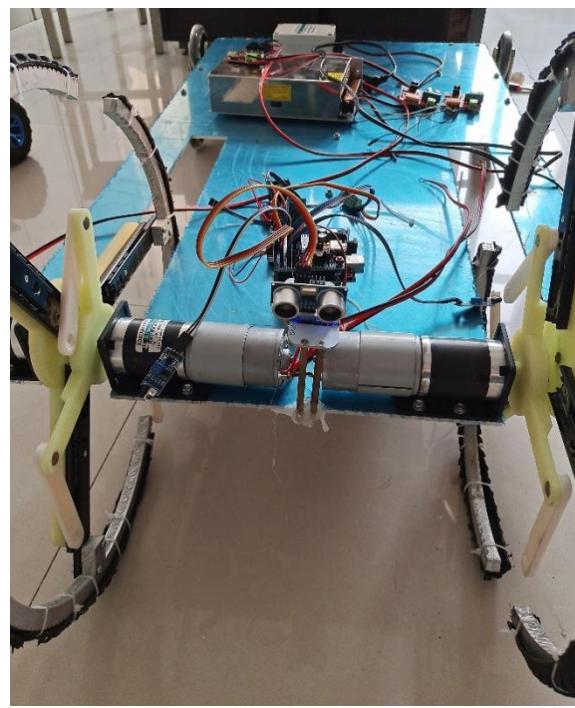


图 5 第一代样机

因为第一代样机结构设计过于复杂，功能实现并不理想，我们设计制作了第二代样机，第二代样机如图 6 所示。

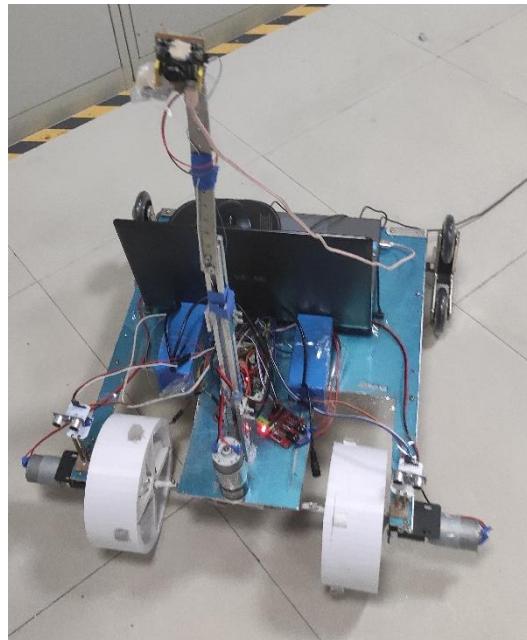


图 6 第二代样机

在实验过程中，超声波避障使用了人工势能新型算法。因为实验条件有限，只做了仿真，没有应用到样机中，在样机中使用了超声波避障模块进行避障。在实验中发现使用颜色和特征点比二维码识别效果更好，因此最终使用的是颜色和特征点识别跟随。

取得成果：小车可以根据颜色和特征点进行跟随，可以攀爬楼梯，同时通过超声波躲避障碍。成果图如下。

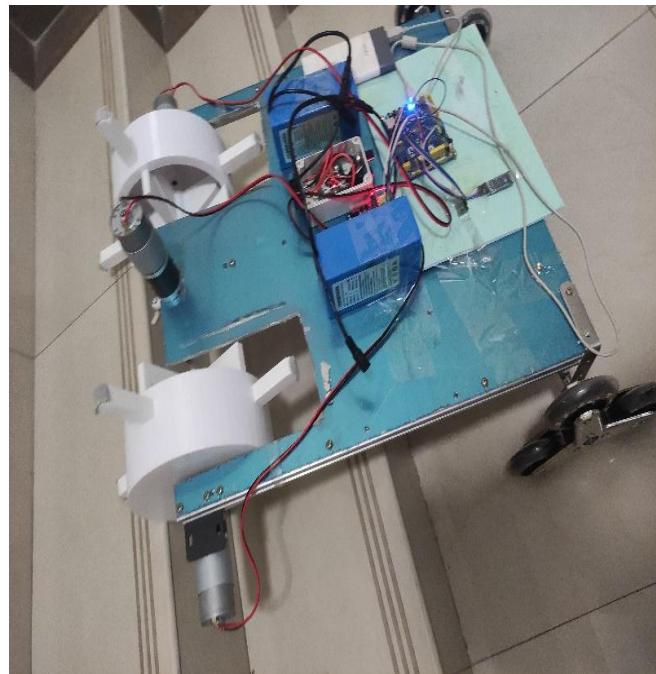


图 7 小车进行颜色和特征点跟随



图 8 小车攀爬楼梯（室外）

图 9 小车攀爬楼梯（室内）



# 回转式餐盘清理与回收系统

## 摘要

项目组由一名指导老师和四名在校本科生组成，涉及物流工程、工业工程、机械设计制造及其自动化等多个专业，充分体现学科优势互补。

本项目关注学校食堂的人工餐盘回收点存在回收效率低、清理方式不合理和回收点布局差等缺点，拥挤、脏乱的人工餐盘回收点大大降低了同学们的就餐满意度，不利于美丽校园的建设。因此，为了解决上面的问题，营造良好的食堂就餐环境，团队运用所学知识致力于设计并研发出一种回转式餐盘清理和回收系统。

在本次项目，团队成员不断磨合，培养了良好的团队协作和沟通交流能力；对于课堂知识的掌握通过创新项目的实践也愈发纯熟，动手能力大大提高；在项目中遇到的每一个困难和挑战都会奠定我们牢固的科创基础，在日后的学习和工作中勇往直前。

### 一、项目来源

《回转式餐盘清理与回收系统》的选题来源为自拟，项目组成员在食堂就餐时发现了餐厅的人工餐盘回收点存在拥挤、脏乱的情况。众所周知，食堂在大学校园中扮演着一个十分重要的角色，对于很多大学生来说一个良好的就餐环境更是重中之重。而脏乱差的人工餐盘回收点无疑大大降低了用餐者的满意度，同时不利于美丽校园的建设。

通过观察，团队成员确定了产生原因有如下几点：

- ①人工回收效率低下；
- ②餐盘清理方式不合理；
- ③回收点布局、回收方式有待优化；

为了解决上面的问题，营造良好的食堂就餐环境，团队运用所学知识致力于设计并研发出一种回转式餐盘清理和回收系统。

### 二、意义与前景

#### （一）意义

食堂的餐盘清理、回收往往占用了工作人员很大一部分时间和精力，而且由于餐盘的到来是离散随机的，工作人员真正的利用率较低，容易出现极度的空闲和忙碌，导致效率低下；

由于处理点位单一，学生在餐盘处理点往往会出现等待、拥挤甚至碰撞等情况，对于用餐环境造成了恶劣的影响，学生用餐体验也随之降低；而回转式餐盘清理与回收系统基本实现无人化操作，解放双手；多点、循环处理方式提高处理效率，消除拥挤现象；清理回收隐蔽化，消除脏乱情况，营造良好的就餐环境。

#### （二）前景

- ①普适化，回转式餐盘清理和回收系统应用简单且无特殊环境要求，对于高校、中学、公司等餐厅均可使用，对于餐盘的尺寸无固定要求。
- ②节约了大量的人力物力成本
- ③营造良好的就餐环境，建设美丽校园

### 三、团队简介

团队共有 4 名成员，均来自于工程学院，专业包括机制、物工、工业，所学课程知识十分广泛，包括电子技术基础、机械设计基础、人因工程、基础工业工程、现代人因工程、高等数学、概率论与数理统计、工程力学、现代工程图学、物联网工程技术与应用等等。

团队成员平时积极参加院校级活动并在班级、学生组织中都有担任职务，具有良好的团

队协作和配合能力；同时，各位团队成员成绩在各专业均名列前茅，拥有较强的学习能力，在掌握专业知识技能的同时，还自学了单片机编程、计算机建模、仿真软件等等。

#### 四、可行性分析

该项目所用机械设计方法、软硬件、传感器等都建立在项目成员知识范围体系之中，团队成员可以充分发挥专业才能，同时餐盘清理与回收项目贴近日常生活且应用前景广阔。在机械结构设计以及系统控制上都简单易行，做到简洁、高效和创新，团队成员富有热情和创造力，对于项目的可行性充满信心。

#### 五、研究内容及方法

##### （一）研究内容

设计并研发高效、自动、清洁的餐盘清理和回收系统。初定回转式、多处理点的回收系统。具体包括：

①回收模块：初步设计出一种转轴式立体多层回收餐盘柜，用以装载未处理餐盘，同时转轴在一定条件下可以进行前后旋转；

②回转模块：利用电机驱动传送带形成闭式回路，将餐盘柜固定在传送装置上一起做回转运动；

③清理模块：设计的往复式自动清理门保证餐盘柜在顺利通过的同时完成对餐盘上残渣的清理，同时离心泵鼓风装置对餐盘粘性残留物进行进一步处理；

④传感器模块：通过压力、光电传感器的应用，实现餐盘的定点清理、回收报警等功能

##### （二）研究方法

①问卷调查法：对于在校同学进行问卷调查，了解同学们在食堂餐盘回收上的服务满意度以及优化意向、建议等等；

②统计分析法：对于食堂餐盘回收点进行高峰人流量统计分析，判断人工处理方式的合理性以及处理效率

③计算机建模与仿真法：通过 SolidWorks 软件进行系统模型的建立，同时利用仿真软件测试系统参数和效率

④实践实验法：对实际系统进行测试和调试，进一步发现问题、解决问题

#### 六、创新与特色

项目采用机电一体化设计，在结构和控制方面分别有以下创新和特色：

##### （1）结构方面

1. 设计了全新的餐盘存放架，通过限位装置，可以防止餐盘清理过程中不慎滑落，但不会干扰其正常工作状态。

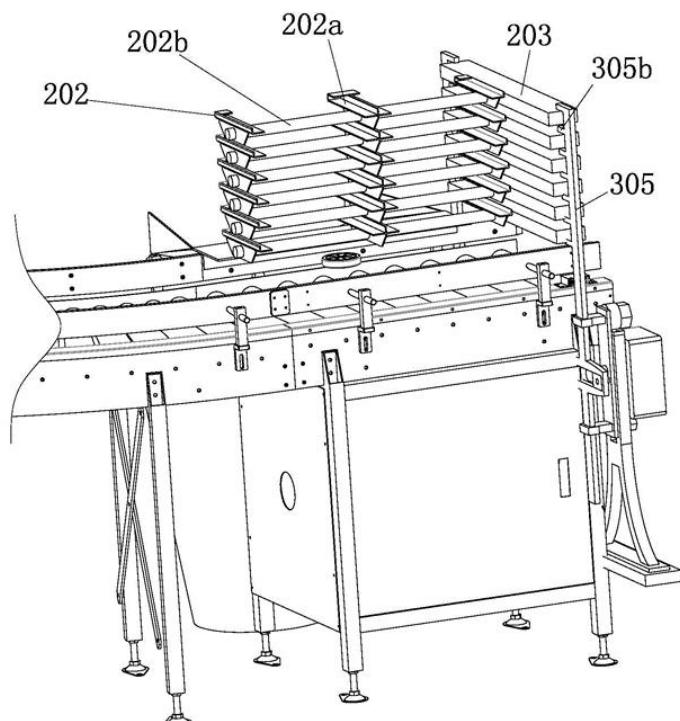


图 1 餐盘存放架结构图

2. 餐盘暂存柜两端有横向滚轮，与传送带两侧轨道板相切，起到稳定作用，避免暂存柜在运行途中发生抖动和侧翻。

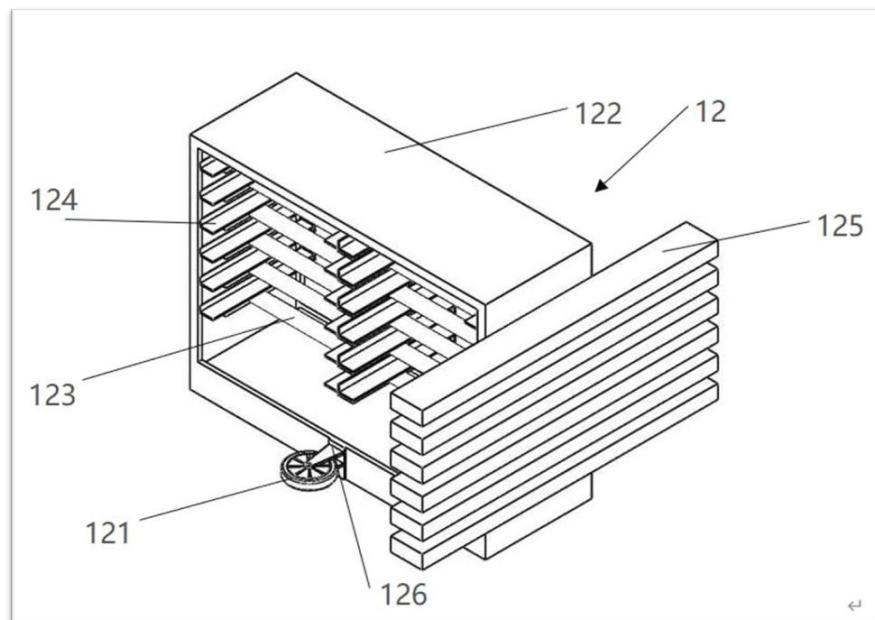


图 2 餐盘暂存柜

3. 暂存装置通过外伸杆 203 与清理装置凸齿 305b 上下配合，使得转轴转动一定角度，餐盘上的固液体在重力和离心力作用下沿着滑槽进入垃圾桶

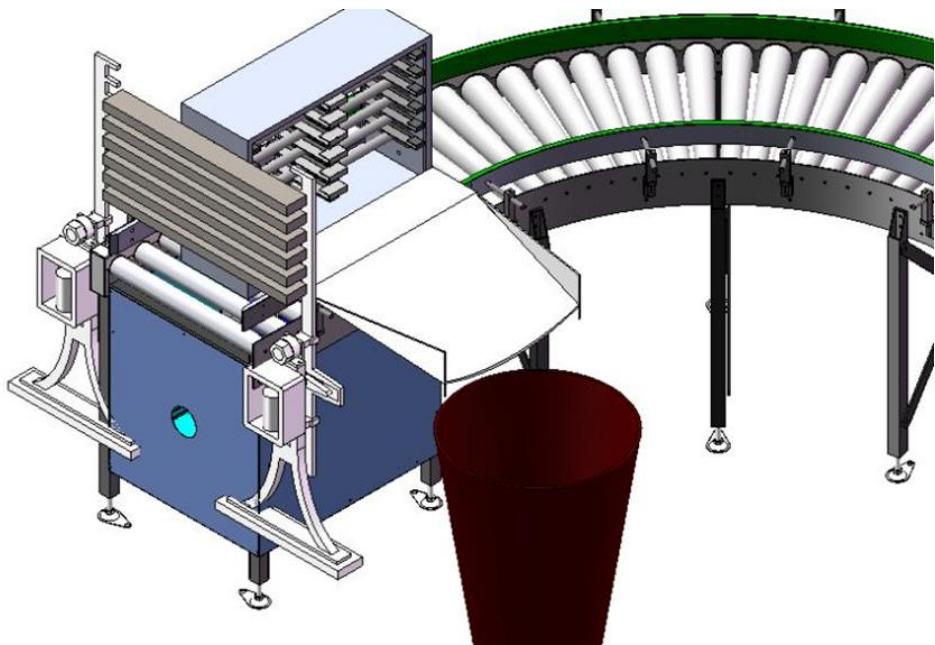


图 3 回转系统工作示意图

## (2) 控制方面

系统双模式自由变换，在高峰/非高峰期区别执行，有效避免电力资源浪费。

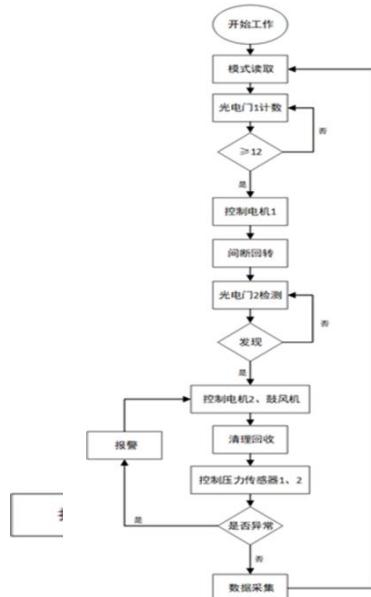


图 4 控制系统流程图

## 七、体会与收获

项目期间，最深的体会就是要善于勤于思考，主动动手动脑。创新创业训练项目不是基础课上我们做的实验，只要按着老师讲的步骤做就行了。做的课题对于我们来说，可能是一个没有接触过的新领域，没有人告诉我们一步步该怎么做。需要自己去找文献查资料，去弄明白实验的原理，然后确定要创新的方向，按照这个方向一点点努力，所以每一步都需要独立思考。其中会遇到很多困难，这个时候除了寻找帮助，最重要的还是自己思考。后来我们听了老师的建议，不要着急，一点点一步一步地来，先查阅文献资料，弄明白其中原理，再勤于思考，在文献资料中获得有用的信息，得到启发，然后再运用到自己研究的项目中，一定要学会借鉴。

当然，让我们觉得收获最大，体会最多的应该是团队合作方面。一个人不管怎样都是需要团队协作才能把事情做得漂亮，也许一个人也能完成，但是可能要花上十倍百倍的时间，而且完成的可能也没有那么漂亮。“众人拾柴火焰高”这句话是有道理的。团队合作中需要我们成员间的不断磨合，学会倾听大家的意见和分享你的看法，做到尊重你得每一个组员，开心地交流与合作。一开始，我们组的四个人的合作一点也不默契，甚至可以用不愉快来形容，因为我们之间缺少交流，每个人都有自己的想法，但是都放在了心里，没有及时地说出来，有种自己忙自己的感觉，一点也没有团队合作的氛围。直到一段时间后，我们开会讨论交流才发现我们前段时间都在各忙各的，都没有办法交流到一起，整个项目也是毫无进展。这时我们才意识到我们的团队合作，人员分配方面出了问题。所以我们及时调整，做到及时交流，每一个人有想法都可以及时的提出来我们大家一起讨论交流，这样做之后，真的事半功倍，并且在做项目的过程中也感到很开心很快乐。

## 八、进程与成果

2020/3——2020/4 问卷调查、设计项目研究方案、分工

2020/4——2020/5 系统模型建立与仿真

2020/5——2020/7 专利申报

2020/7——2021/2 系统优化改良、材料整理

2020 年 7 月 13 日，发明专利《一种食堂餐盘清理与回收装置》公布并进入实质审查阶段；

2020 年 10 月 29 日，实用新型专利《一种食堂餐盘清理与回收装置》获得专利授权

# 基于视觉识别的零件自动识别系统

## 摘要

机械零件自动检测与识别是制造业中生产系统的一个重要环节。在机械产品的装配过程中，大量使用螺母、螺栓和螺钉典型标准件，因此对这三种零件的自动化识别具有十分重要的意义。项目组成员与导师相互沟通确认选题，并基于对人工智能算法的兴趣，自学了深度学习相关等内容，有充足的知识储备。同时在本科教育中学习了互换性与测量技术、工程制

图等相关课程，对零件结构及其识别有充分的认识，并且具有优秀的编程能力与丰富的专业知识。实现对工件的自动化识别是机器分拣的核心技术。本项目将基于前期收集机械产品装配过程中的三种标准件，即螺母、螺栓和螺钉三种零件的图像样本数据库，利用机器视觉构建识别模型，实现在无人干预的条件下，通过分析获取的图像数据行之有效地对目标进行识别和描述，有极为重要的研究意义和广阔的应用前景。

**关键词：**计算机视觉；零件；工业分拣；卷积神经网络

## 一、项目的选题、目的与意义

本项目的选题为基于计算机视觉的零件自动识别。旨在将人工智能应用于工业机器人分拣系统中，以用于实现针对三种常用的标准件，即螺母、螺栓和螺钉，在视场范围内无遮挡场景的条件下完成对工件的定位与识别。在机械产品的批量生产装配过程中，需要使用大量标准零件。因此对标准件的自动化识别分类是发展的必然趋势。传统的工件分拣有人工分拣和机器分拣两种方式。人工分拣是工人用眼睛完成对工件的识别与定位，进而进行分拣工作，这种方式工作效率低下且难以保证工作质量。实现对工件的自动化识别是机器分拣的核心技术。其中利用深度学习算法是现阶段实现自动化识别的发展趋势。本项目组成员学习利用 OpenCV 学习并实现简单的图像处理，同时学习深度学习算法收集数据库以实现零件自动识别的功能。

## 二、项目的创新点与特色

### （一）创新点

针对传统分拣，考虑将计算机算法应用于工业以实现零件定位识别自动化；抛弃了特征匹配等识别系统，运用神经网络使系统泛化能力与识别精度提高；相比其他机器学习的方法，深度卷积神经网络的独特优势在于其有效的特征提取，既减少了模型的内存需求，又提高了模型的统计效率。

### （二）特色

首先针对收集图像样本过少问题，通过拍摄视频利用脚本截取图片，并通过旋转和镜像扩充图像数据库；其次为了提高目标检测效率，对数据库图片进行预处理，即降噪、滤波等；运用不同的方法即 R-CNN 与 YOLO 算法实现零件的定位与识别，比较了几种方法的综合应用的优势；抛弃 Faster RCNN 和 MATLAB 自带的 object detection api，即一种滑动窗口机制，

YOLO 算法分成了  $S \times S$  的网格，效率相对比较高效，满足实时性要求。另外，YOLO 算法精简了网络，计算量相对比较小。

### 体会与收获

首先十分高兴可以有机会参加大学生创新训练项目。在大学生创新训练项目之中，并且学到了许多从未接触过的知识。在与指导导师的交流的过程中，对图像处理与工业分拣有了更深一步的了解。

2020 年 1 月中旬，组建我们的创新团队。同时联系指导老师，并与老师交流沟通，定出创新课题的基本方向、申请立项并撰写项目申请书，确定实验项目、实施方案和寻找创新点并制定详细的研究方案和步骤。对项目进行相关调查和研究并确定项目的可行性。

在项目初期，由于相关知识方面的欠缺，项目进度十分缓慢。通过询问指导老师的意见后及时调整时间去学习相关知识。并在老师指导下学习若干相关专业课程，握了相关的专业知识。在导师的指导下查阅大量文献与阅读书籍，认真学习有关学习材料以及了解相关论文。通过阅读其中一篇文献，学习了相关图像处理知识，并且对利用神经网络训练与测试模型以实现目标检测有一定的了解。

通过本次大学生创新训练项目的经历，获益良多。在此过程中，认识到不管是科研还是科创，需要勤于思考要善于从不同角度分析每个问题。例如在收集数据库手动拍摄成百上千的图片效率十分低下，通过对 OpenCV 的学习，了解到原来可以利用脚本编程截取图片并通过旋转、放大、镜像等处理增加数据库，扩大数据库样本。

项目的开展需要学会自主学习。相较于课堂学习，即老师强调重点知识并且利用课下作业进行强化巩固知识，不同的是，在项目实践的过程中，这时候通常需要更广阔的知识系统及一定的开发经验。例如，项目组成员都是机械专业的学生，对 Windows、Linux 等操作系统如投放任务、进程管理运用十分不熟悉，因此需要学习操作系统的相关命令以批量处理文件、读写文件、收集数据等。在处理问题的时候，总是遇到会遇到各种各样，无穷无尽的十分令人想不通问题。例如，如何编程以实现算法，程序陷入死循环等等。因此在此期间，需要找到原因所在，勤于思考，从不同角度去分析。否则问题堆积不能及时地解决。因此需要

不断地分析问题可能出现的原因，并通过资源及相关书籍进行学习，与自己的实验条件等信息进行比经不断地尝试去解决。故具有自主学习的能力十分重要。

另外，项目初期，成员们急于求成。凭着自己的想象有个合理的结果。后逐渐意识到理论和实践之间还存在差距。在学习知识上，意识到仅仅只学习书本知识是远远不够的，真正要做出一个成品是需要各个方面知识。

另一方面，项目是团队的共同项目，大家的目标是一样的，但在团队合作中难免会因为观点的不同而产生摩擦。这时候需要我们以团队重以项目为主。每一个人的力量都是有限的，在团队中聚集起每个人的能量才能将团队作用发挥到最大。

通过此次大学生创新创业项目，明白了需要持之以恒的精神，深刻明白了自主学习、独立思考和团队合作的重要性，学会应用所学的知识且不断学习新的知识尝试新的可能。个人能力有了一定地提高。在忙碌中充实了自己学到了很多东西并坚持认真细致地完成了项目的研究内容。尽管困难重重尽管工作量大，但不断鞭策鼓励自己无论怎样都要有始有终尽最大努力做到最好。这次项目会对我今后的学习、工作和生活产生很重要的影响，真诚地感谢学校给我们提供了这样一个历练我们的机会。同时感谢老师的指导。

### 项目实施的进程情况

本项目主要研究内容为构建一种用于自动识别零件的系统，该系统基于前期图像数据库的准备将任务分为三个阶段。该系统自动定位识别工作流程中涉及的基本步骤：(1)图像数据库准备；(2)图像预处理设计；(3)训练并测试用于零件自动识别的深度卷积神经网络模型。

#### （一）图像数据库准备

项目前期通过手工拍摄视频利用脚本编程截取图片，并删除模糊图片建立几千张原始图片库。后按固定 9:1 比率分为训练集和测试集。其中测试集是从完整的数据集中随机选择的图像库。为了给模型提供更多的训练实例，考虑在原始数据库上使用旋转和镜像操作，使模型不受旋转或翻转图像输入的影响。

#### （二）图像的预处理设计

在零件图像采集环境中，由于条件限制和一些随机干扰，如光照强度、设备性能优劣等原因可能会造成混入噪声、对比度不够等缺点。为后续任务能够更好地提取特征信息，消除零件图像受到的干扰。采取一系列的预处理操作处理图像。主要包括灰度处理、图像增强、

滤波去噪等。图 1 为部分训练集图片。

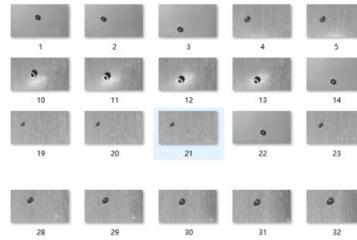


图 1

### (三) 零件位置标记

利用可视化的图像标定工具，即 **LabelImg**，对图像进行零件位置标记坐标，生成 XML 文件，以收集 VOC 数据集。具体工作如图 2 所示。以运用于 **Faster R-CNN**, **YOLO**, **SSD** 等目标检测方法。其中边界框的大小与位置可以用 4 个值来表征，即位置坐标( $x, y, w, h$ )，其中( $x, y$ )是边界框的中心坐标，而  $w$  和  $h$  是边界框的宽与高。

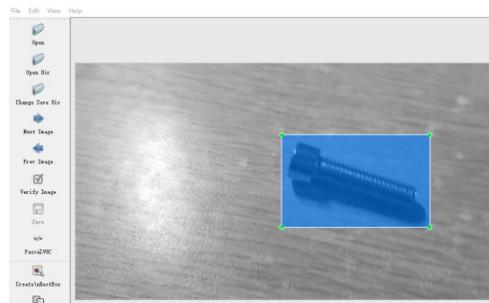


图 2

### (四) 投入训练

利用 **YOLO** 算法，即利用卷积神经网络将输入的图片分割成  $7 \times 7$  网格，然后每个单元格根据标记信息检测目标零件，该零件标记矩形的中心点落在该格子里。每个单元格会预测多个边界框以及边界框的置信度。测试成果如下图所示。



## 防货车转弯碾压行人装置

**关键字：**货车；碾压；arduino 单片机；气囊

### 案例摘要

本组成员具有熟练的 office 软件操作技术，擅长 arduino 单片机编程应用，具有嵌入

式系统的应用能力，熟练掌握 MATLAB, C, JAVA 等语言的编程与应用能力。了解基于目前已经较为成熟的计算机视觉技术如神经网络、Tensorflow 分类器、深度机器学习，同时熟练掌握魔方还原算法 thistlewaite 算法，它不仅可以优化魔方算法已达到最快步骤，也可以利用计算机对视觉信息进行分析解释和理解，通过对图像进行处理低层系统，进而送入人类辨识物体的识别和推理高层系统，最后达到模仿“视觉”的能力。

货车会存在视线盲区，当人或者非机动车在货车前轮附近时，驾驶员通过右后视镜是看不到有障碍物，这时候继续右转，就很容易把靠近行驶的行人或电动一族剐蹭倒地，甚至会把人带入车底甚至碾压过去。

此项目能基本解决现在社会上因货车转弯时的内轮差造成的视野盲区而产生的碾压路边行人以及非机动车造成的车祸现象。生命诚可贵，为拯救每一个生命而努力奋斗。

## 一、目的与意义

全国大货车占汽车保有量比例为 12.28%，但其肇事导致的死亡人数占到交通事故死亡总数的 48.23%。其中，因货车设计不完善、驾驶员右转存在视线盲区等因素，导致大货车在路口右转时发生剐蹭碾压行人或非机动车驾驶员致死的交通事故约占 30%。

每一位货车司机行车在路上，最怕遇到事故。在引发事故的多种原因中，“内轮差”是容易被司机忽略的事故原因之一。由于车辆在转弯时，存在内轮差，前后轮的行驶轨迹不同，可能出现前内轮通过，后内轮无法正常通过，碰撞其他物体的情况，酿成事故。

此类事故频繁发生，已引起相关机构及学者的关注。依据联邦机动车安全标准，对大货车后视镜系统提出相关安全建议，并研究了可能与大货车后视镜系统有关的交通安全问题，结果发现，与后视镜相关的交通事故占到所有大货车事故的 20%。

## 二、内容及创新点

### （一）研究内容

**安全气囊罩：**所述安全气囊罩的长度方向沿车辆宽度方向，将所述安全气囊罩的车辆宽度方向中间区域沿车辆前后方向上下剖切的横截面中的横截面高度形成得比所述安全气囊罩的一般部的横截面高度低；

**一对充气装置：**其分别容纳在所述安全气囊罩的所述中间区域的车辆宽度方向两端中的每一端处；以及安全气囊，其被折叠且容纳在所述安全气囊罩内，所述安全气囊因为由所述充气装置产生的气体的压力而穿过所述发动机罩后端部与前窗玻璃之间的间隙来向车辆后方侧膨胀且展开

### （二）特色与创新

**特色：**计算机视觉技术通过摄像头采集视觉信息，摄像头体积小，并能俯仰旋转运动，操作灵活，可以采集到多样完整的视觉信息，同时它还结合了图像传感器，直接完成货车转弯时视野盲区的报警以及紧急制动功能，同时气囊是将行人进去向地面的全面覆盖保护从而进行防碾压的实现。

**创新点：**气囊的启动弹出是向地面进行的，与传统的将行人或非机动车向车外弹开的理念相比能够更好的进行防碾压的功能实现。同时弥补现今社会的货车周围无有效报警传感器。

## 三、体会与收获

### （一）研究方案

本货车转弯报警系统的硬件主要由 STM32F103 主控器、MPU6050 六轴传感器、HAL815 霍尔效应传感器、HB100 微波多普勒探测器、HN911L 热释电人体红外传感器、报警模块及投射模块组成。MPU6050 模块和 HAL815 霍尔效应传感器分别负责采集转向角度和行驶路程；红外双鉴探测模块主要负责检测车辆转弯有无障碍物；投射模块负责将危险区域投射到地面；报警模块则负责发出声光报警；STM32 主控模块接受数据并进行数据处理，将危险区域模拟为与实际内轮差大小相近的区域。系统结构图如图所示。

图系统结构框图系统工作时，MPU6050 六轴传感器和 HAL815 霍尔效应传感器将检测到的车右转方位数据与转速传给 STM32，STM32 通过内轮差算法计算出此时内轮差大小与挡板前后移动的距离比例，再通过数据处理程序控制舵机的转向角度，进而调整可控挡板的前后移动，改变地面投射灯光的范围。当红外双鉴探测器检测到有障碍物在危险区域内时，则触发报警系统报警。

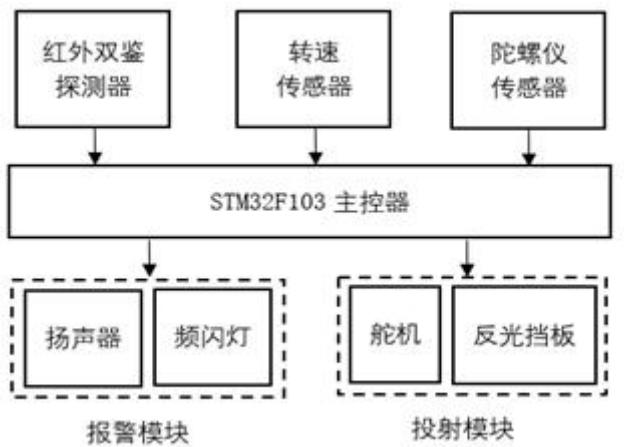


图 系统结构框图

从而打开行人保护安全气囊装置。行人保护安全气囊装置包含：安全气囊罩，其以所述安全气囊罩的长度方向沿车辆宽度方向的方式布置在发动机罩后端部的下面侧处，所述安全气囊罩的车辆宽度方向中间区域形成有沿车辆前后方向上下剖切的横截面中的横截面度，所述横截面高度比所述安全气囊罩的一般部的横截面高度低；一对充气装置，其分别容纳在所述安全气囊罩的所述中间区域的车辆宽度方向两端中的每一端处；以及安全气囊，其被折叠且容纳在所述安全气囊罩内，所述安全气囊因为由所述充气装置产生的气体的压力而穿过所述发动机罩后端部与前窗玻璃之间的间隙来向车辆后方侧膨胀且展开。

该项目所用机械设计方法、软硬件、传感器等都建立在项目成员知识范围体系之中，团队成员可以充分发挥专业才能，同时餐盘清理与回收项目贴近日常生活且应用前景广阔。在机械结构设计以及系统控制上都简单易行，做到简洁、高效和创新，团队成员富有热情和创造力，对于项目的可行性充满信心。

## （二）心得体会

在这次项目中，很荣幸能跟很多优秀的同学合作，也学到了很多东西，给我带来了很大的改变，认识到自己的不足，以后当更加刻苦，弥补不足。知识不仅要掌握，更要熟练运用，发挥出它真正的价值。

通过参加这次大学生创新性实验计划项目，我获益颇多。从确定项目立意点，到撰写项目申请书；从立项审查的波折，到确定研究方案与寻找创新点；从制定详细的实施计划，到项目的具体研究，一路走来，我开始了解了之前离我们遥远的科研工作，我从中学到了严谨的科研态度、坚忍不拔的钻研精神，敢于创新的实践勇气。历经了近两年时间的查阅资料，数据采集，模型构建和刻苦钻研，使我学到了很多我所感兴趣的、对我学习生活很有用的东西。这是一次难得经历，一次让我得到锻炼、得到成长的经历，作为当代朝气蓬勃的大学生，我们不仅要努力学习，更应该懂得如何去思考并着手解决问题。

项目的开展需要团队合作交流，它不仅关系着项目开展的进度快慢的问题，而且关系这一个团队能否坚持到最后并取得一定成绩。很开心的就是这次比赛中每个成员都发挥了各自的长处，使得项目开展的很是顺利，这也是我明白团队合作的重要性。

项目是我们团队共同的项目，大家的目标是一样的，在团队合作中难免会因为观点的不

同而产生摩擦，这时候需要我们以团队为重，以项目为主，全身心投入，并充分尊重团队中成员的意见和建议。我们组从项目立项之初成员之间的不太了解到现在发展成为很好的队友、很好的朋友，这也说明了我们的团队合作精神。每一个人的力量都是有限的，在团队中我们能聚集起个人的能量，将其团队作用发挥到最大。

#### 四、项目实施进程情况

2020 年 1 月下旬到 2020 年 3 月上旬 查阅资料、选题、自主设计项目研究方案  
 2020 年 3 月到 2020 年 7 月 硬件设计  
 2020 年 8 月到 2020 年 9 月 传感器识别算法软件设计  
 2020 年 10 月到 2020 年 12 月 气囊启动算法设计  
 2021 年 1 月到 2021 年 3 月 申请发明专利《一种防货车转弯碾压行人装置》

## 一种智能化水草打捞以及垃圾收集装置

### 案例摘要

我们组的成员来自机械设计制造及其自动化专业。我们有着良好的专业知识素养，并且对于机械装备制造及其零件设计都有较为扎实的把握。组长杜浩森掌握 solid works 绘制能力，c51 编程能力。组员李新熟练掌握 pcb 绘制能力，c 语言应用。组员张琛伟擅长 3d 软件建模仿真，运动仿真。组员夏志露熟练掌握 autocad 二维图纸的绘制，组员黄睿阳语言表达能力突出，擅长资料的收集整合。指导老师田卡老师授课机械设计、机械原理、数控技术等实验实践课程。许竞翔老师带领项目有面向海洋装备的过渡金属化合物材料的关键技术与应用。现有的鼠标在使用时均需要在特定的非镜面平面上，通过滚轮或者光电传感器的检测识别，对鼠标的运动路径进行判断识别。使用时在特定的二维平面内。

现有的笔式鼠标是传统鼠标的变形，可以在一定程度上实现手写功能，但大多数的笔式鼠标依旧采用光电传感方式，在特定的平面上移动实现路径的识别，在使用时依旧受到限制。难以做到复杂的姿态控制，也无法满足使用者的多种使用需求，使用不便，还有待改进的空间

#### 一 选题目的意义

进入 21 世纪后，人们的科研、创作不仅仅是像以前一样停留在纸面之上，相反更多的是利用计算机进行虚拟的三维空间的创作，因此这样一款三维鼠标是符合现代创作要求的。

本作品的是一种姿态控制笔形鼠标，无需限定在特定的平面内进行使用，符合人机，操作更加的简单，能够大大提高作业效率，为用户提供便捷高效的使用体验。

采用一定的方案，通过笔杆状壳体及笔头的设置，使得使用者能够以握持笔的姿势进行鼠标的控制，且在笔头处设置的第一限位开关及第二限位开关，能够通过机械两段式的方式对笔头的动作进行识别，配合于九轴传感器的设置，能够摆脱传统的鼠标需要特定平面的使用弊端，操作更加的简单便捷。

我们的作品的研发可用于我国的教育事业，很大程度上可以帮助丰富从教者的教学内容，比如现有的电子白板技术更加多元，更加简单便捷。经过后期的不断完善，提高精度后，还可用于工程制造和工程测绘等诸多领域。能为各种领域提供一种全新的工作方式以解决之前所不能解决的难题。

## 二 创新点与特色

- 1、笔头两段式机械结构的设计
- 2、笔形鼠标书写模式下可模拟出写字画画的力度和笔锋。
- 3、笔形鼠标空中模式下，作图对象可跟随手部动作进行移动。
- 4、利用九轴传感器摆脱传统的鼠标需要特定平面的使用弊端。
- 5、升降压充电整合电路的设计。

### (一) 结构上

本项目结构上主要是将传统的鼠标进行三维化，使鼠标不仅仅可以进行平面创作，更可以在空间中进行 3D 创作。因此，本产品一共有三个模式分别是：普通模式，书写模式及空中模式。

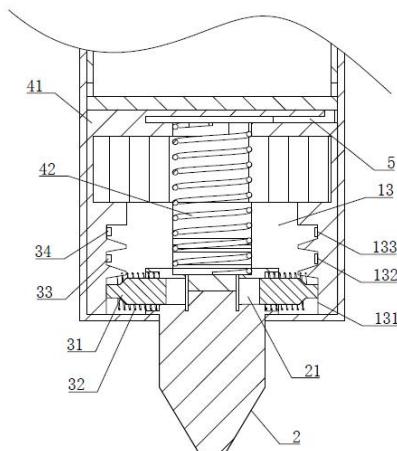
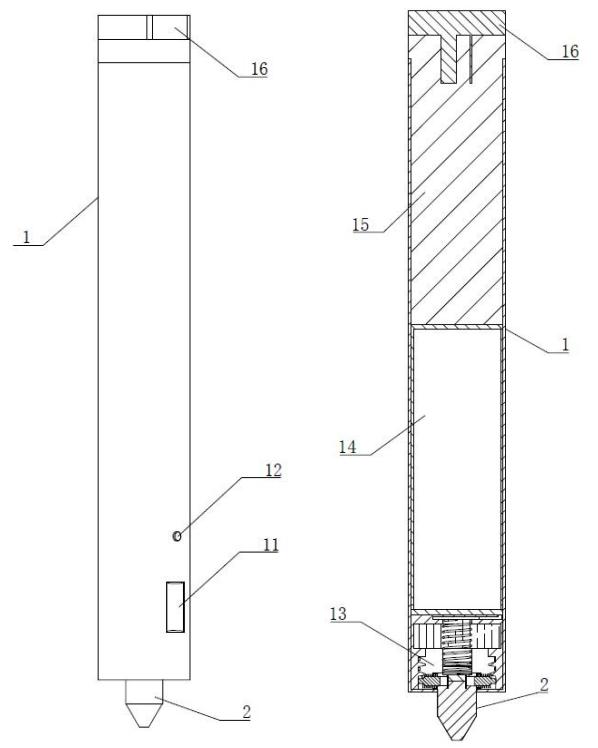


图 1

图 2

图 3

通过选择开关 12 来进行三种模式的切换。

普通模式下主要使用第一限位开关 33 以及第二限位开关 34。通过九轴传感器来实现鼠

标光标的移动功能；通过笔头 2 向下压时通过限位杆 31 对第一限位开关 33 的撞击来实现普通鼠标左键选择功能；通过快速的将限位杆 31 同时撞击第一限位开关 33 及第二限位开关 34 来实现传统鼠标的双击打开；通过握笔时食指位于触摸板 11 上时的食指滑动来实现传功鼠标的滚轮功能；通过对食指对触摸板 11 的点触来实现传统鼠标的右键功能。由此本产品即可实现传统鼠标的全部基础功能。

书写模式下主要使用压力传感器及九轴传感器。通过压力传感器对于笔头 2 的多级压力识别来实现在书写模式下的笔锋及笔触的粗细及大小。

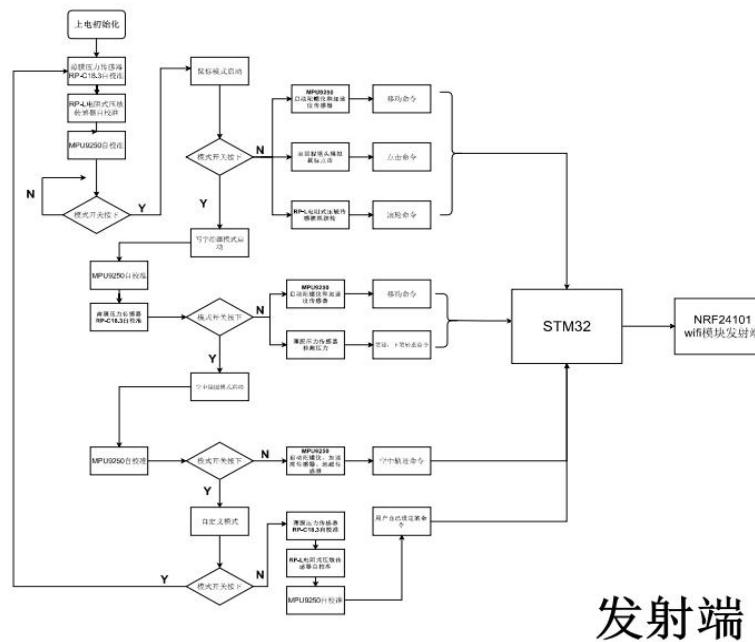
空中模式下主要使用触摸板 11 及九轴传感器。通过九轴传感器中的三轴地磁传感器及三轴陀螺仪来确定笔对于三维实体的相对位置，通过触摸板 11 来确定用户三维实体操作命令。

后续还可以通过 USB 接口 16 及相对应的软件进行该产品的自定义化

## （二）电控上

本产品电控部分主要运用的电控模块有以下几个：

- 1、薄膜压力传感器 RP-C18.3 用来感应笔头所受的压力；
- 2、RP-L 电阻式压敏传感器用来模拟普通鼠标滚轮命令；
- 3、MPU9250 九州传感器模块用来分别测量三种模式下笔形鼠标的位移和轨迹；
- 4、NRF24101 WiFi 模块进行数据传递。



发射端

图 4

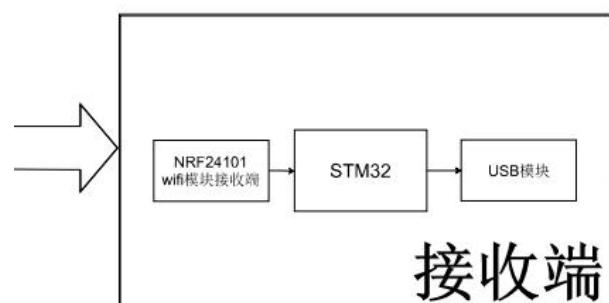


图 5



图 6

上图为电控部分的流程框图。

控制过程为上电之后如图 4, 各传感器先进性自校准, 然后根据用户模式开关摁下的次数来判断用户所选择的模式, 根据不同的模式有选择的启动不同的传感器, 当用户进行操作命令时传感器感应到变化并产生相应的电信号传输到 STM32, 由 STM32 进行数据处理和汇总后由 WiFi 模块发送给图 5 接收端, 接受端对信号再次进行加工处理由 USB 模块传送至图 6 电脑端或其他操作命令可视化的终端。

如图 7 至图 13 所示, 分别为主控芯片、九轴传感器、通讯单元中选用的 WiFi 模块、USB 接口 16 处、压力传感器 5、触摸板 11、充电及升降压电源部分的电路原理图, 通过相对应的端口及引脚进行相互之间的信号传递。、

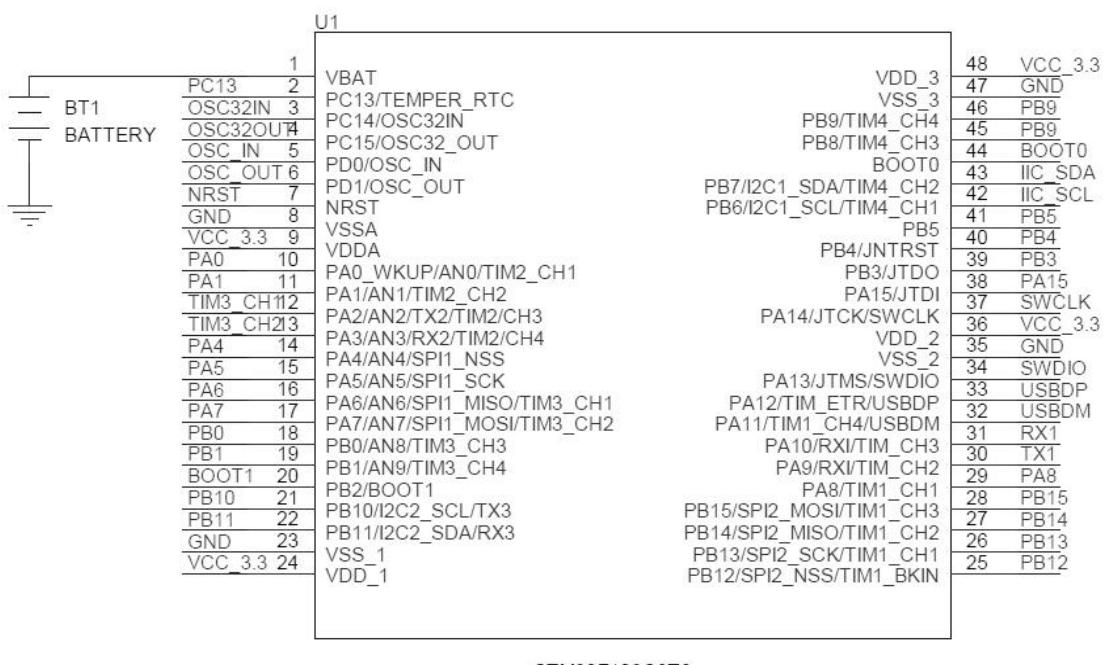


图 7 (主控模块的主控芯片引脚)

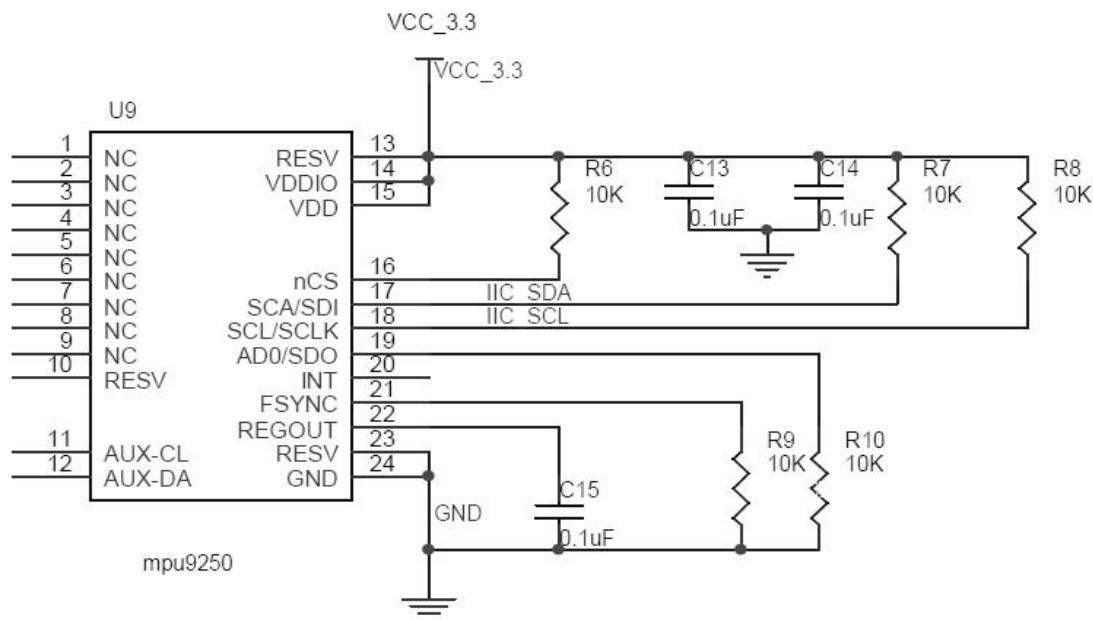
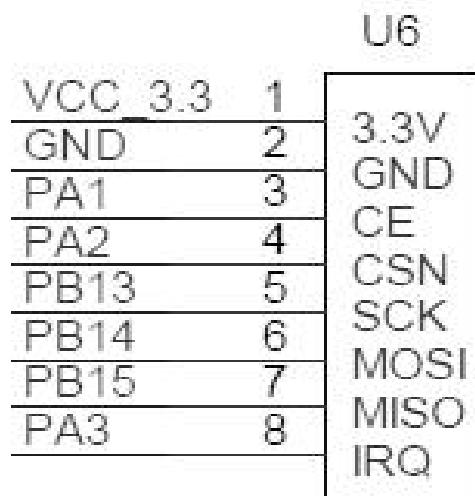


图 8 (九轴传感器的电路)



NRF24101

图 9 (通讯单元的电路)

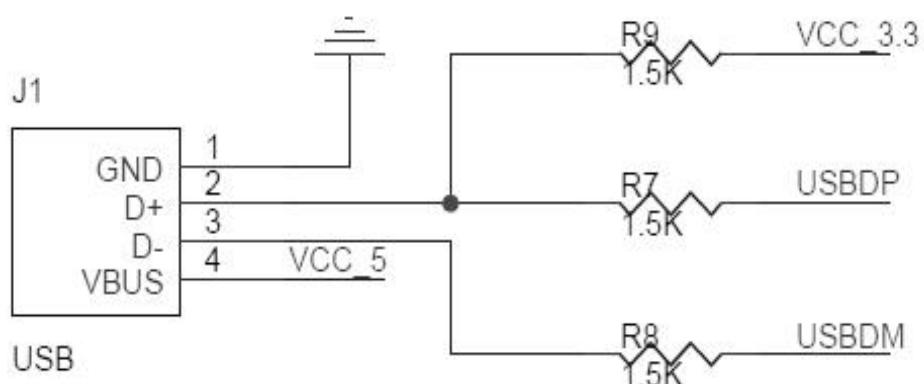


图 10 (USB 接口的电路)

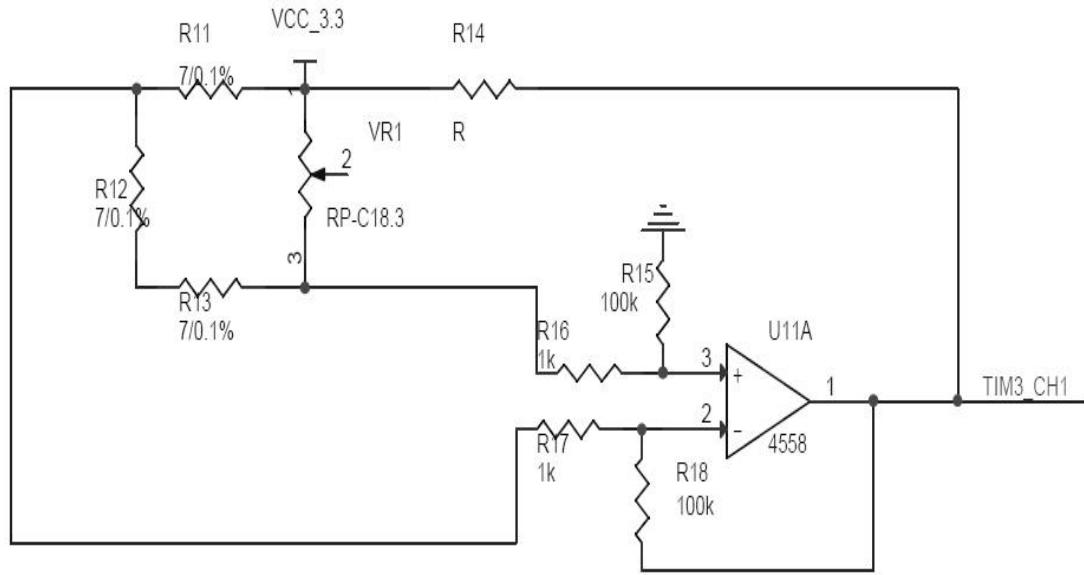


图 11 (压力传感器的电路)

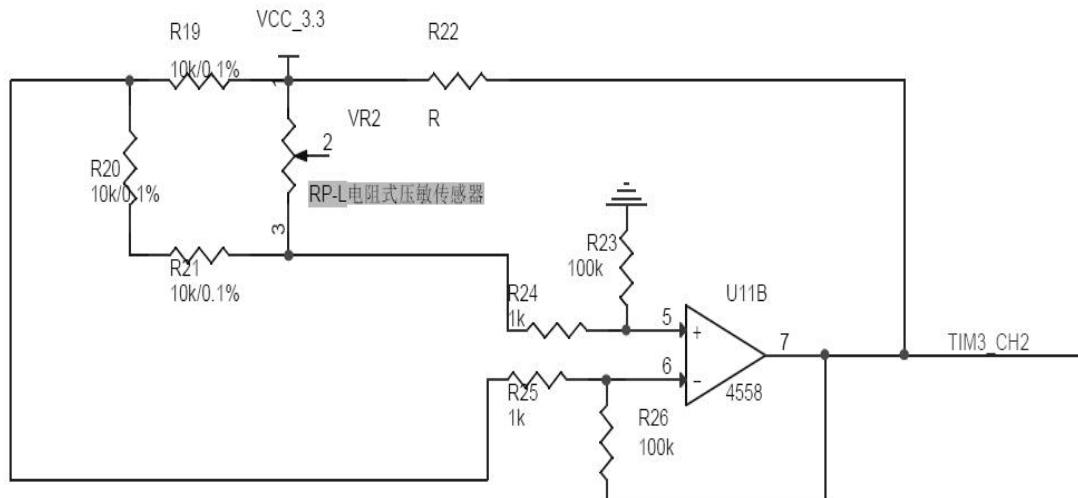


图 12 (触摸板的电路)

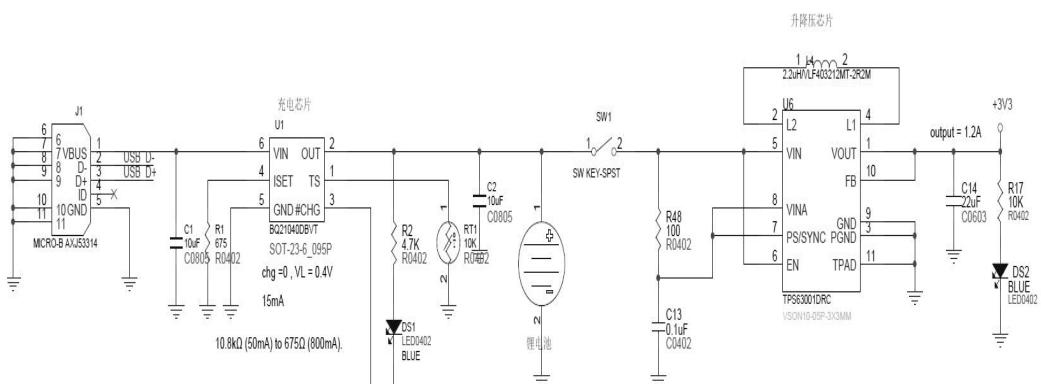


图 13 (充电及升降压电源的电路)

### 三 体会与收获

在创业训练项目实施的这一年多的过程中，有痛苦有快乐，有付出也有成长。这一年，

让我学会了承担, 让我从一个对市场一无所知的菜鸟一步步摸索, 通过分析与调研, 带领队员探知未来再制造行业的巨大发展前景;这一年, 让我学会了坚持, 让我知道面对困难除了克服别无出路;这一年, 让我知道了什么叫执行力, 从闲散到充实, 从做事拖拉到雷厉风行, 我看到了自己在一步步成长;这一年, 让我体会了什么叫团队, 一起工作, 一起熬夜, 相互慰藉, 相互鼓励, 我感受到了一个团队真正的战斗力;这一年, 让我知道了什么叫创新, 创新不是天马星空的想象, 创新是创造是改变, 是为了满足社会需求获得一定有益效果而不断探索的精神。下面我将简要介绍下我的收获:

在研究方面, 要善于勤于思考, 主动动手动脑。创新创业训练项目不是基础课上我们做的实验, 只要按着老师讲的步骤做就行了。做的课题对于我们来说, 可能是一个没有接触过的新领域, 没有人告诉我们一步步该怎么做。需要自己去找文献查资料, 去弄明白实验的原理, 然后确定要创新的方向, 按照这个方向一点点努力, 所以每一步都需要独立思考。其中会遇到很多困难, 这个时候除了寻找帮助, 最重要的还是自己思考。最开始的时候, 我们很急于求成, 所以一开始就凭着自己的想像闷着头在实验室里画图, 结果前面两个星期一事无成, 以自己的想像画的图给老师看, 老师只要仔细一看就漏洞百出, 没有一点可行性。后来我们听了老师的建议, 不要着急, 一点点一步一步地来, 先查阅文献资料, 弄明白其中原理, 再勤于思考, 在文献资料中获得有用的信息, 得到启发, 然后再运用到自己研究的项目中, 一定要学会借鉴。

其实这段时间对创业训练项目的付出和努力, 让我觉得收获最大, 体会最多的应该是团队合作方面。一个人不管怎样都是需要团队协作才能把事情做得漂亮, 也许一个人也能完成, 但是可能要花上十倍百倍的时间, 而且完成的可能也没有那么漂亮。“众人拾柴火焰高”这句话是有道理的。团队合作中需要我们成员间的不断磨合, 学会倾听大家的意见和分享你的看法, 做到尊重你得每一个组员, 开心地交流与合作。一开始, 我们组的五个人的合作不是很默契, 因为我们之间缺少交流, 每个人都有自己的想法, 但是都放在了心里, 没有及时地说出来, 有种自己忙自己的感觉, 没有团队合作的氛围。直到一段时间后, 我们开会讨论交流才发现我们前段时间都在各忙各的, 都没有办法交流到一起, 整个项目也是毫无进展。这时我们才意识到我们的团队合作, 人员分配方面出了问题。所以我们及时调整, 做到及时交流, 每一个人有想法都可以及时的提出来, 我们大家一起讨论交流, 这样做之后, 真的事半功倍, 并且在做项目的过程中也感到很开心很快乐。同时团队成员的集中办公有利于培养团队的集体荣誉感和团队精神、增强团队的整体战斗力。

#### 四 进程情况

以结构功能为例说明设计过程情况

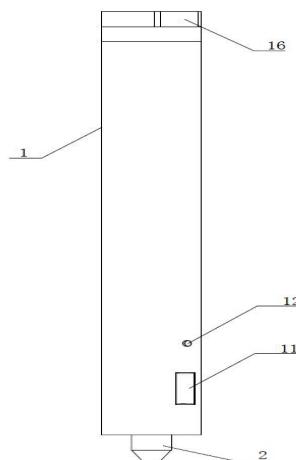


图 1

如图 1 所示，包括有呈杆状的壳体 1 及安装于壳体 1 一端的笔头 2。壳体 1 的侧壁上安装有选择开关 12 及触摸板 11，且选择开关 12 和触摸板 11 位于手握持时拇指按压处的位置。壳体 1 远离笔头 2 的一端则安装有 USB 接口 16。

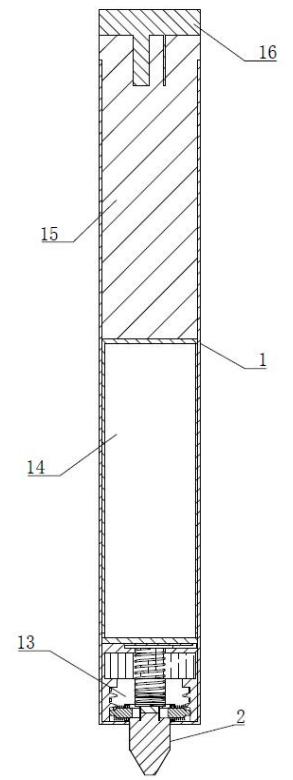


图 2

如图 2 所示，壳体 1 内部从笔头 2 至 USB 接口 16 分别划分有三个区域，依次为供笔头 2 触发进行活动的回程腔室 13、用于各种电子元器件进行安装的电路板安装室 14 以及供电源进行安装的锂电池腔 15。通过 USB 接口 16 进行无线传输、有线传输及充电，USB 接口 16 处通过安装 USB 接头，当需要无线使用时，取出 USB 接头与终端设备进行连接；当需要进行有线使用时，在 USB 接口 16 内通过 USB 接线连接至终端设备，实现有线使用；当需要对鼠标内的锂电池进行充电时，USB 接口 16 通过充电线连接至供电端，实现对锂电池腔 15 内锂电池的充电。

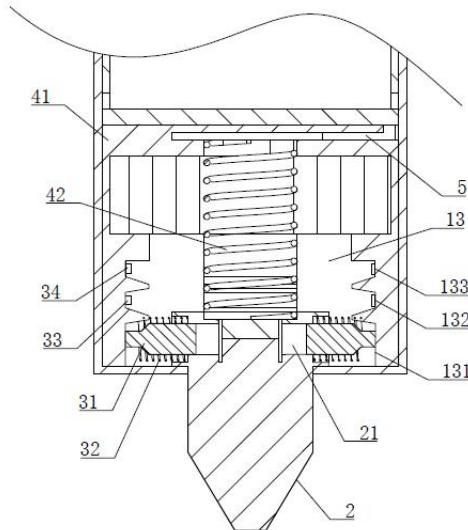


图 3

如图 3 所示,回程腔室 13 与电路板安装室 14 之间沿着壳体 1 的径向固定安装有回程支撑板 41, 笔头 2 与回程支撑板 41 之间沿着壳体 1 的轴向抵接安装有回程弹簧 42。笔头 2 的上端面及回程支撑板 41 的中心均沿着壳体 1 的中心轴位置开设有圆形凹槽, 使得回程弹簧 42 能够限定在中心轴方向对笔头 2 进行弹力支撑, 进而使得笔头 2 在下压及松弛时能顺利沿着壳体 1 的中心轴方向来回行进。

回程腔室 13 内, 壳体 1 的内侧壁沿着轴向依次设置有第一限位开关 33 及第二限位开关 34, 且在回程腔室 13 的内侧壁在对应于第一限位开关 33 及第二限位开关 34 的位置开设有第一限位槽 132 及第二限位槽 133, 笔头 2 在回程腔室 13 的一端周向连接有限位组件, 通过下压笔头 2 使得限位组件能够随着笔头 2 的移动而能卡嵌于第一限位槽 132/第二限位槽 133 内。

回程腔室 13 在靠近笔头 2 的一侧周向间隔开设有若干的回程槽 131, 限位组件在初始及复位时位于回程槽 131 及笔头 2 的侧壁之间。回程槽 131、第一限位槽 132 及第二限位槽 133 之间在壳体 1 的轴向上相互独立隔离。

限位组件包括有抵接于回程槽 131 的限位杆 31 以及套设在限位杆 31 上的限位弹簧 32。在笔头 2 的侧壁周向开设有供限位杆 31 穿设的卡槽 21, 卡槽 21 的端口边缘设置有阶梯面。卡槽 21 槽底到回程槽 131、第一限位槽 132、第二限位槽 133 的槽底的距离大于限位杆 31 的长度, 且卡槽 21 的端口到回程槽 131、第一限位槽 132、第二限位槽 133 的槽底的距离小于限位杆 31 的长度, 卡槽 21 槽底到回程槽 131、第一限位槽 132 及第二限位槽 133 的端口处的距离大于等于限位杆 31 的长度。

笔头 2 的侧壁周向均匀间隔开设有四个卡槽 21, 限位组件对应设置有四组, 且第一限位槽 132、第二限位槽 133、回程槽 131 均一一对应设置。通过周向的设置使得对于笔头 2 的限位更加的稳定, 使得笔头 2 下压的时候方向稳定。

在回程支撑板 41 上还设置有压力传感器 5, 通过笔头 2 对回程弹簧 42 作用力, 作用于压力传感器 5 上, 用以检测笔头 2 的压力, 进而通过压力的转换实现对笔触笔锋的识别。压力传感器 5 采用薄膜式压力传感器 5。

电路板安装室 14 内安装有主控模块, 主控模块通讯连接于压力传感器 5、选择开关 12、触摸板 11 及 USB 接口 16, 还包括有九轴传感器及通讯单元。主控模块根据选择开关 12 的选取, 对鼠标的使用模式进行设定, 鼠标的模式包括有普通模式、书写模式、空中模式, 同样也可以进行自定义进行自定义模式的设置。

九轴传感器采用 MPU9250 九轴传感器，内部包括有三轴陀螺仪、三轴加速度传感器及三轴磁力计；触摸板 11 采用 RP-L 电阻式触摸板 11，通讯单元采用 WiFi 模块，优选为 NRF24101，或者蓝牙模块，优选型号为 nRF52840，通过通讯单元与 USB 接口 16 的配合，实现信号的传递。主控模采用型号为 STM32F103C8T6 的主控芯片进行信号的接收及发射控制处理。

## 参考文献

- [1] 李馨悦. 一种多功能型智能笔的设计 [J]. 信息系统工程, 2019.
- [2] 董辉, 田叮, 彭宣聪, 等. 基于 Wi-Fi 的便携智能笔控制系统设计 [J]. 浙江工业大学学报, 2020 (5).
- [3] 李木国, 吴镇曦, 褚晓安. 基于 WiFi 的无线浪高数据采集系统的设计 [J]. 计算机测量与控制, 2018, 026 (009) : 172-175.
- [4] 刘丰, 刘小波. 一种有线鼠标: , CN209895311U[P]. 2020.

# 面向水下狭窄环境探测的机器鱼项目研究案例

## 案例摘要

本项目由一名 2018 级工业工程专业学生所发起，寻找了两名 2019 级机械制造及其自动化专业，以及两名 2019 级电气工程及其自动化专业的学生来设计及制作。项目导师也曾多年研究过相关项目，能够给予我们一些帮助。

智能水下航行器在探索海洋的方面起着重要的作用，传统的“螺旋桨+舵”模式的水下航行器在狭窄区域等许多要求较高的场合无法应用，并且海洋环境中的遥控飞行器 (ROV) 或自主水下航行器 (AUV) 通常使用螺旋桨或基于喷气的推进系统，这些推进系统会产生很大的湍流，并有可能惊吓海洋生物并阻止近距离观测。所以我们希望设计一个基于鱼类动作来运动使其能够降低扰动，减少对海洋生物及环境的影响，并且能够进入狭隘地形进行工作，同时能够搭载各项传感器进行生物观察以及环境探测的鱼形机器人。而在海洋生物中，有许多生物能够进入这种狭隘的地形捕食、藏匿与生存。若依据相关生物的外形结构以及游动姿态设计制作一款水下航行器，或许能够进入水下地形狭隘的空间，探测其中的海洋生物以及环境资源。

在本项目的实施过程中，我们主要学会了讨论问题，探究问题的方式方法，以及对于机械新产品设计制造的方法，以及坚持不懈，积极进取的科研精神。

### 一、创新创业训练计划项目的选题、目的与意义

在选题前，本人作为项目发起人，选修过一堂校任选修的课程——《人工智能鱼》。当时这堂课给了我比较深的印象，在当时我便有所想法，要尝试去设计并制作一条仿真的机器鱼。并且这条鱼还能够完成一些功能，具有实用价值。为此，我便寻找了一些对该项目感兴趣的一些机械制造专业以及电气工程专业的同学，申请了该大创项目。

本项目的主要目的是设计并制作一个能够穿越并探索水下狭窄环境的机器鱼，我们在前期翻阅大量海洋生物相关论文，筛选出了几种能够做到此操作的生物，并最后经过讨论后选择了鳗类生物。因为它的运动方式较为简单，通过身体左右的摆动就可以完成在水下的所有动作，并且鳗鲡式推进的效率是非常高的，理论上能够达到 90%。最后我们依据此想法，再一步步的设计、制作，最后做出一个实体，并经过水下的测试，使其能够通过一些水下的狭

窄地形，此后我们还在仿真机器海鳗上增加摄像头，水下探照灯等设备，使其能够在水下观察水下环境。

## 二、创新创业训练计划项目的创新点与特色

我们采用的整体结构不同于传统航行器的刚体结构，而采用的是刚柔耦合的结构。同时参考真实鳗类的背鳍，尾鳍结构来整理尾流，这是在传统航行器是不具备的。尤其是其尾鳍结构，在推进过程中能够产生向前推进的涡街，增加其推进效率。这同样还原了真实海鳗的外形结构。

接下来在材料使用方面，为了仿真真实海鳗柔软的身体和尾部，我们采用人体级硅胶，使用铸造工艺进行制作，软体材料占整体比例在百分之八十以上。这样不仅模拟了海鳗的神经和肌肉，还增加了其灵活性，并且解决了海鳗上浮下潜的问题以及穿越狭隘地形的问题。

在驱动方面，我们主要是使用舵机带动机器海鳗的身体以及尾部，使得整体产生波动来进行推进，并且有背鳍和尾鳍对产生的尾流进行整理，使其能够产生向前推进的涡街，两者相结合进行推进。比起传统航行器，单采用螺旋桨进行推进，具有更高的效率。

此外，由于使用的是仿生机器鱼的结构，能够产生更小的尾流及噪音，并且身体和尾部主要由硅胶制成，我们发现将其放入池塘中，比起传统航行器而言，仿生机器鱼具有更好的环境共融性，可以对鱼类进行近距离的观察且它们不会逃跑，而是继续正常的生物活动。

## 三、在开展创新创业训练计划过程中的体会与收获

这一次的大创项目让我们收获颇丰，获益匪浅，不仅让我们的创新思维得以成长，科研的方式方法得到训练，并且科研路上勇于尝试，坚持不懈的品格得以磨练。

由于我们都是第一次参加大创项目，在起初我们也仅仅是个简单的构思，具体方面还不知如何下手。导师就让我们去网上阅读了相关的大量论文。并且由于很多相关科研项目大多在国外进行，我们还去了外网上搜集了很多相关论文，在运用翻译软件以及自身具备的英语词汇对论文大体进行翻译，读懂其内容主要介绍的是什么，并从中找到灵感。而我们从中也汲取了很多精髓，并加以创新，在很多理论的基础上开始了我们海鳗的设计与制作，这确实让我们在设计与制作时成功率大大提升。而我们也从中学到了科学的研究方法：第一步确实应该翻阅大量的论文，了解现在先进的相关领域是怎样的，还需要了解相关领域的一些重要的知识，而这些在课堂上可能是无法了解的，并且可以为后续的工作打下基础，少走弯路。除此之外，由于学习了大量外文的论文，我们的英语词汇量也得到了积累，相关的英语语法也得到了锻炼，使我们的英语方面也变得更好了。

在后续需要使用 SolidWorks 进行三维设计时，虽然在课堂上有学过相关的软件进

行基础的绘制，但是我们需要绘制的三维图形更为复杂，属于在课堂上从未学习过的范围。我们就上网去搜索相关绘制的方法以及视频，一点一点的对着来进行绘制。学会了大致的方法后再回来绘制我们的三维设计，最后我们都成功的绘制出了我们所需要的三维图形。而这样的过程不仅是在三维绘制中，包括在后面的程序设计与电路的设计等等，很多所需要的知识都是课堂上所未掌握的，但是课堂的时间就只有一点，能够教会你的就是其基础与方法，而真正实践时最重要的就是运用所学的基础与方法，通过网上、相关书籍上的资料自己进行学习，来解决相关问题。这锻炼了我们对未知知识的求解能力以及我们的自学能力，并且面对困难不放弃，坚持不懈，打破砂锅问到底的精神。

在期间的制作阶段以及程序编写、调试阶段，我们经历了很多次的失败，尤其是很多次的失败非常匪夷所思，让人疑惑，不懂怎么发生的，也没有其它人能够帮助你，不懂怎么解决。比如在使用硅胶和模具进行铸造的过程中，有很多次都出现了硅胶漏出的过程，这种时候我们也很疑惑前一刻还好好的模具怎么会说漏就漏了。但我们还是能发动聪明的脑袋，能缝就缝，能补就补，用一些胶水把漏出的地方填上，果然硅胶就不会继续往外漏出了；在程序编写测试时也是如此，前一秒还能正常的运行的程序，加入了一些新的指令以后就不能运行了，而检查修改了新的指令后还是无济于事，这种时候真的很容易让人崩溃，想放弃。但我们都坚持了下来，在经过了反复检查，小组内的激烈讨论，并且反复的尝试，最终“过关难”，但我们“过关过”。在经历了几次失败的经历了以后，我们的心态都得到了历练，遇到问题开始不慌不忙，开始找其原因，反复实践尝试进行改进。此外我们也会进行小组的讨论与总结，了解哪里出现了什么问题，大家会提出自己的解决方法，并尝试是否可以解决，这样的几次失败经历过后，我们后续的失败概率也开始减小，并且在面对问题时大家也都能够从容的应对了。

我们还将课堂上所学习的知识活学活用，运用于实际的操作当中。譬如在全面质量管理中有一种不断改进产品质量的方法——PDCA 方法。而我们将这种方法同样运用于我们的项目当中，来不断提升产品的设计。通过其中的计划，实施，检查，归纳总结不断循环来完善我们的大创项目。而在我们制作出第一条比较粗糙的海鳗后，我们采用这个方法对产品不对改善升级，往后的几次制作中产品的性能及外观都在不断的进步。而我们也在实践中。懂得了整个流程中最重要的就是归纳总结其中的含义。

#### 四、创新创业训练计划项目实施的进程情况，取得的成果

在历时一年的大创项目中，我们完成了该项目的设计以及实物的制作，并进行了相关设计制作的改善。同时我们也用相关的设计及实物参加了一些国家级以及上海市级的

一些创新创业大赛，并从中收获了一些奖项。

我们按照该项目之前的计划，完成了机器鱼的相关论文，资料的搜集，并最终决定制作机器海鳗。我们同样完成了机器海鳗的外观三维设计，并考虑了相关的材料。考虑到真实海鳗是头部较硬，身体驱动部分稍硬，而身体的后部及其尾部十分柔软。所以我们的整体也采取了相关结构，头部采用 ABS 材料，增强头部的硬度，增加其游动时的破水能力。驱动部分采用三节及以上舵机（最后通过相关测试，发现三节舵机较佳），模拟其波动方式。身体后部及尾部采用柔软的材料进行制作，我们选择的是接近人体及动物的结构，并能够运用于人体整形中的硅胶材料进行制作。

而由于 2020 年的上半年收到疫情的影响，我们在进行设计结束后没有机会能够及时的制作实物。但我们同样改变了计划，先进行大体程序的学习和编写，等到能够制作实体，能够用到实体测试后再进行具体的修改与测试。电路方面也是如此，这样就能使我们在疫情期间，项目进度还能够持续的推进。在回校后，我们即按计划制作出了相关实体，并进行相关的测试及改进。最后依旧按原计划设计并制作出了一款能够面向水下狭窄环境探测的机器鱼。此外我们还将探照灯和摄像头装入预留的位置中，在水下测试了其效果，发现探照灯确实能够吸引一些较为好光的鱼，且吸引到的鱼并不像我们预想的一样是离光越近鱼越多，而是在一定光亮度的地方鱼主要聚集于此，呈扇形分布。而水下摄像头对于这个距离的鱼拍摄也较为清楚。且在水中，机器能够实现水中停泊，有利于科研调查，且能够完成上浮下潜，左右转，前进等动作，且能够较好的释放与回收，具有一定的实用性，达到了其相关的计划与目的。

此外我们也用该项目参与了相关的科研比赛，在 2020 年的上海市上汽杯既上海市青少年“明日科技之星”评选活动，在经过初赛选拔，复赛以及决赛的三轮评选后，最终获得该比赛一等奖的优异成绩，这也是对于我们项目的认可和鼓励。

## 基于物联网的海洋检测浮标

### 摘要

本项目是由电气工程及其自动化专业 18 级的罗皓丹同学、闫澄锐同学和 19 级陈彦合同学在电气工程及其自动化专业的匡兴红老师指导下完成的。本项目是基于海洋环境检测技术目前已经日益成熟，我国组建了全国立体海洋监测网，标对于中小范围内海洋环境变化不能有效的进行监测，而采用多个浮标的成本极高，因此我们决定利用物联网来辅助浮标进行小

范围内的环境检测。物联网在小范围内具有良好的资源分配能力，通过增加多个辅助的简易辅助节点浮标进行组网，主节点浮标来收集整合整个组网内辅助节点浮标的信息，远程发送给数据库。通过这个方法可以有效的实现小范围内的海洋环境的变化情况，同时极大的减少成本，具有实用价值和商业性。我们选定海水盐度与温度与海洋环境变化这两个和海洋气象变化息息相关的模拟参数作为核心的检测机构。在本次项目中，也使我们受益匪浅，更好地了解与熟悉了专业内容，能更好地运用知识。

### 一、选题目的与意义

海洋环境检测技术目前已经日益成熟，我国组建了全国立体海洋监测网。该网是利用卫星、飞机船最近船、浮标、岸基监测站平志愿团等手段构成的海洋监测立体监测系统，对我国管辖的全部海域时性监测监视。在系统中，浮标对于水文环境的监测起到了至关重要的作用。但是浮标对于中小范围内海洋环境变化不能有效的进行监测，而采用多个浮标的成本极高，因此，需要更好的方法来实现小范围的海洋环境变化精准检测。

针对这个问题，我们决定利用物联网来辅助浮标进行小范围内的环境检测。物联网在小范围内具有良好的资源分配能力，通过增加多个辅助的简易辅助节点浮标进行组网，主节点浮标来收集整合整个组网内辅助节点浮标的信息，远程发送给数据库。通过这个方法可以有效的实现小范围内的海洋环境的变化情况，同时极大的减少成本，具有实用价值和商业性。

海水盐度与温度与海洋环境变化和海洋气象变化息息相关，我们选定这两个模拟参数作为核心的检测机构。

### 二、项目创新点与特色

#### （一）创新点

1. 方案巧妙简单，易实现，具有极大的实用价值，更具创新性。可以便于如我们一样的学生操作，方便我们知识储备不够完善的学生进行设计与调试。

2. 通过简易辅助浮标辅助主节点浮标进行监测，极大的节约了成本，具有良好的经济价值。因为在海洋复杂多变的环境中，如果采用多个小浮标不仅容易失去小浮标的联系，还可能会造成一定的经济损失，所以此方案可以更好地避免出现问题。

#### （二）特色

1. 拓展了目前海洋环境监测系统浮标的功能，可以为海洋环境监测的进一步细化做出贡献。海洋环境检测技术目前已经日益成熟，我们也可以通过检测方法检测到更多需要检测的物质。

2. 利用物联网的便利来实现浮标监测资源的调配，为解决小范围内海洋环境变化监测提供了解决方案。物联网在小范围内具有良好的资源分配能力，通过增加多个辅助的简易辅助节点浮标进行组网。

### 三、体会与收获

通过做这次创新项目，让我认识到了很多，也学习到了很多。首先是团队合作的重要性，在大二和大三的学习中，我能够在创新实验中坚持到最后，我感到有一种成就感。通过参加此次大学生创新项目，让我受益匪浅。课题研究取得的成果是大家共同奋斗付出的功劳，这与匡兴红老师的悉心指导以及队友们的团结合作是分不开的。

首先，实验项目管理的重要性。我们能在繁忙的学业中坚持创新实验到现在，可以说正是由于在刚开始就有一个明确的计划并在过程中不断地完善和根据实际审时度势地修正。犹记得，2020年，创新实验项目刚刚被学校批准通过的时候，我们都还是很迷茫的，对实验项目不甚了解，几乎可以说是无从下手后来是老师的悉心讲解让我们豁然开朗，使我们的创新实验步上正轨，也为我们提供了一条提升自身专业能力素养的新渠道项目一开始，匡兴红老师从项目的横向管理控制上，将创新课题项目做了细致的拆分并清晰而又根据项目组每个组员不同的特点，客观、明确地分配给我们每一个人，又为我们介绍了有经验的学长，从而形成了

“项目细分,以老带新”的局面,最大程度上的提高了我们项目的效率,减少资源的浪费从项目纵向管理控制上,为我们将项目工作进行切分,列出来了重点的调研目标,但是没有机械、硬性地规定项目工作流程,而是采取了一种“委托式管理”的方式,将项目规定项目工作流程,的创新性和规范性进行了有效结合配比。从截止目前为止的创新实验项目进度反馈来看,这些措施都取得了良好的效果。若创新实验立项之初的项目计划编制,我们的团队再强大,都不能如此按时有序地完成这个项目。在这里我们可以发现,匡老师的专业水平不容置疑,其项目管理水平也着实令人称赞。

其次,我们也认识到了专业基础知识的重要性。我都通过实践深深感受到老师上课时的经验之谈,也更加巩固了对于理论知识的理解,打牢了专业知识基础;同时也让我们对于以往所学的知识有了更加深刻的认识,从而对创新项目的掌握和认识有上了一个新的台阶同时还锻炼了我们的动手能力。课题项目涉及的知识来于课本,但高于课本,故我不得不要自学很多专业知识。我研习了很多关于这方面的材料,在自学过程中,丰富了我的专业知识内容,扩展了我专业思维的范围,在思考问题时,我不会像以前一样片面、孤立、机械地去寻找解决方法,

而是多角度、多方面以及用相互关联的观点去解决问题。这对于我将来走上社会,从事与专业相关工作所需的专业能力和素养提高有很大的帮助。虽然看书是枯燥无味的,但为了解决一个难题,看完一篇文献或者一篇资料,并在最终找到解决方法后的那种成就感至今仍让我回味。以前,我对着这个专业虽然充满着兴趣,但是与此同时同样也存在对数据收集工作的枯燥无味充满着恐惧排斥的矛盾心理。但是,在空余时间里与队友们共同做项目,调试程序的过程中,虽然每天都做着对我们来说有一定困难的工作,但每天都充满着笑声,每个人都努力地将自己手头的工作坚持做下去,直到成功的那一天。相信在 2020 做项目经历的一切,都将成为我求职路上的重要经验,职业生涯中的宝贵财富以及人生道路上激励前进的原始动力。

最后,我从大学生创新项目一开始坚持到最后,并最终圆满的完成了该项目,学习到了一种坚持不懈,决不放弃的团队合作精神,我们小组三人一直坚持着,纵然有时候很苦,有时候很累,有时候很气馁甚至有时想过放弃,但是我们坚信自己可以完成,坚决不能辜负了老师对我们的期望,一直坚持到了最后,并没有半途而废。

真诚感谢匡兴红老师为我们创新实验课题的指导, 通过这次大学生创新项目,不仅从专业知识方面让我收获颇多,而且在为人处事方面也让我成熟许多,在对项目的统筹管理方面也略有心得,相信这次创新项目的成功经验会给我们的今后的一生带来很大的启示与帮助,可以让我们学到了更多的知识,可以为我们的以后带来更好的发展机会,更或许会让我们找到一条实现个人成功的捷径。

#### 四、项目实施进程和成果

##### (一) 浮标本体

浮标本体可以基于各类海洋漂浮物进行改造, 其中, 发射天线应该明显浮出海平面, 用于有效发射 lora 信号; 配重方面, 能够保持发射天线垂直于海面即可;

浮标外观如下图 1 所示。



图 1 成果实物图



图 2 信号接收

## （二）浮标电源

能量与接口方面,采用大功率锂电池供电,岸基进行充电后,连续工作时间不低于 21 天,设计指标为 30 天。开关处在 I 的位置,电源打开,会看到下方信息采集模块的指示灯开始闪烁,信息采集系统工作。开关处在 0 位置,电源关闭,所有模块关闭。



图 3 电源开关

## （三）浮标存储卡

本浮标正常上电工作后,每 30 分钟将采集到的当前盐度信息和 GPS 坐标信息(经纬度)均列表存储在存储卡里,存储卡 SD 卡容量 32G。当测试完毕需要读取数据时,用手指轻轻下按存储卡,便会自动弹出,取出存储卡。将存储卡插入读卡器中,然后插入电脑的 usb 接口中,会在存储卡中看到 data.txt 文件。

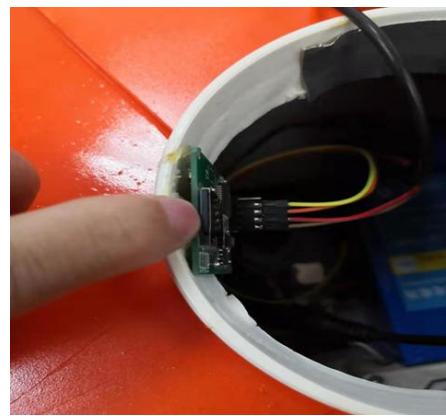


图 4 储存卡位置

## （四）浮标充电

当需要对浮标设备进行充电时, 将充电器的公头插入电池的母头中即可充电, 充电器的指示灯为红色, 则表示充电中, 指示灯为绿色则表示电量充满。



图 5 充电器

#### （五）浮标温度云端回传操作

需要使用物联网网关, 浮标内温度传感器节点将会自动与网关连接, 并将温度传送到云端进行分析处理。当网关没有上电运行时, 浮标内温度节点将进入休眠模式, 并周期性唤醒与网关自动连接, 当网关正常工作时实时将数据发送到设定云端地址。

网关操作: 将网关接入电源线和网线后, 保证供电和供网, 网关即可正常使用, 不需要其他设置。



图 6 网关

#### 参考文献:

- [1] 邢博闻, 张梦佳, 曹守启. 应用于海洋物联网教学的海洋生态监测浮标[J]. 船舶职业教育, 2020. 05: 33~36.
- [2] 杨海庆. 基于双 STM32 的海洋浮标采集控制系统[J]. 数字通信世界, 2019. 03: 10~12.
- [3] 王宗, 刘敬彪, 蔡文郁. 基于 STM32 的海洋浮标无线通信网络设计[J]. 电子技术应用, 2011. 07: 42~47.
- [4] 张小磊, 管万春, 姜涛, 等. 基于物联网的海洋环境监测研究[J]. 电子制作, 2019. 10: 46~26.
- [5] 杨祯明. 基于海洋环境数据的物联网动态监测系统设计[J]. 舰船科学技术, 2017. 03: 153~155.