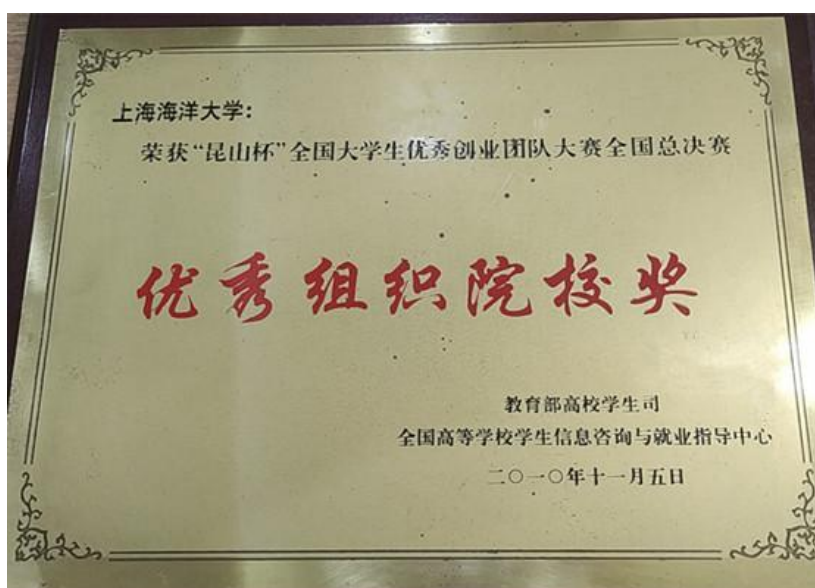
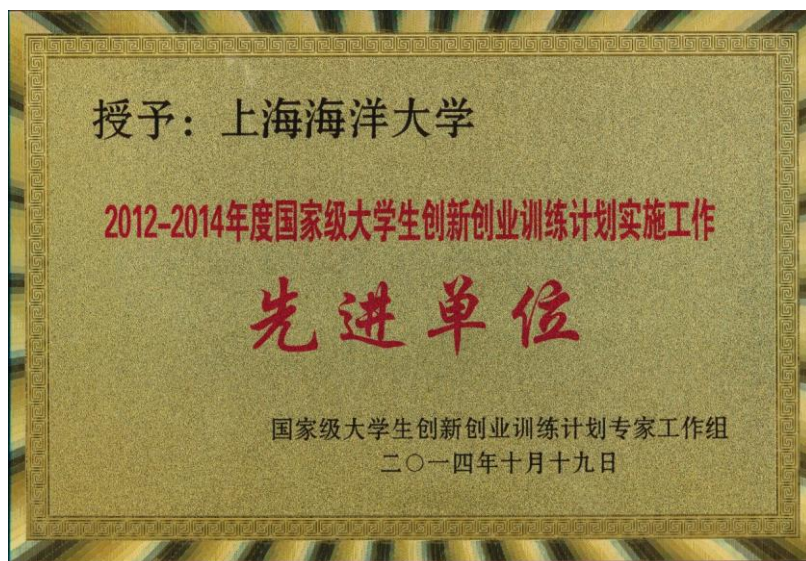
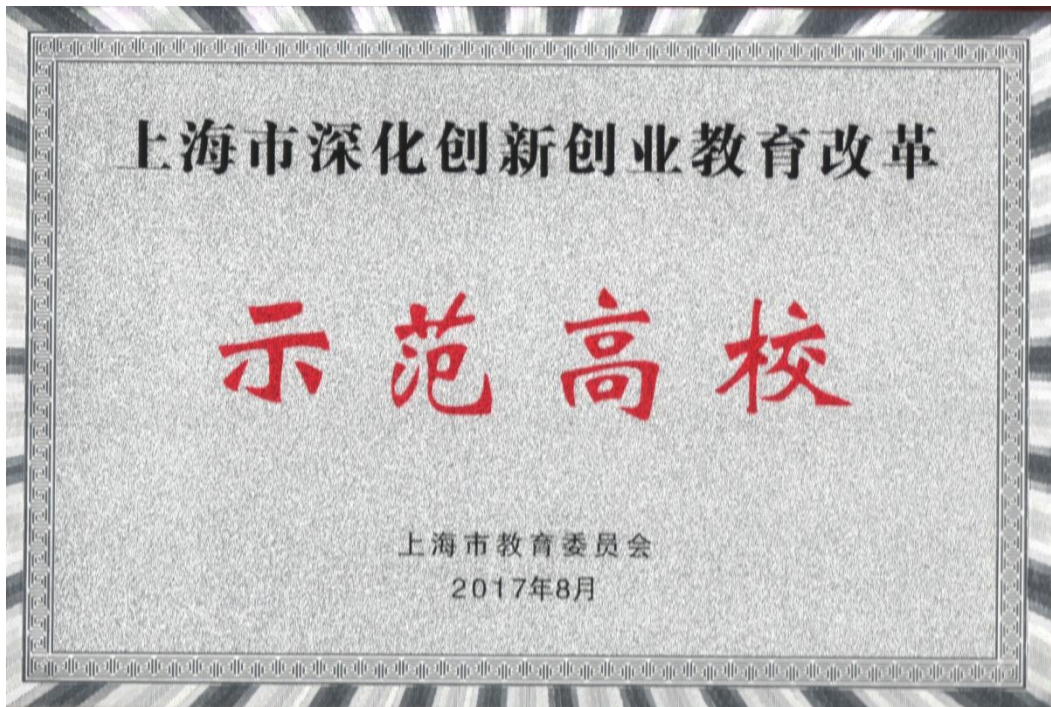


大学生  
创新创业  
获奖成果  
汇编



上海海洋大学  
SHANGHAI OCEAN UNIVERSITY







第一届“汇创青春”

上海大学生文化创意作品活动展示

## 优秀组织奖

院校名称 上海海洋大学



中共上海市教育卫生工作委员会



上海市教育委员会

二〇一六年六月



第三届“汇创青春”

上海大学生文化创意作品

## 优秀组织奖(集体)

单位名称 上海海洋大学



中共上海市教育卫生工作委员会



上海市教育委员会

二〇一八年七月

# 目 录

全国大学生创新创业年会 .....	1
1. 2013-2017 全国大学生创新创业年会参与情况.....	2
2. 学术论文.....	2
3. 创新创业展示项目 .....	15
4. 创业推介项目 .....	18
5. 获奖证书.....	24
6. 活动照片.....	27
上海大学生创新创业论坛 .....	32
1. 2009-2017 上海大学生创新创业论坛参与情况.....	33
2. 学术论文.....	35
3. 创新创业展示项目 .....	99
4. 创业报告.....	108
5. 获奖证书.....	123
6. 活动照片.....	131
滴水湖大学生创新创业论坛 .....	134
1. 2013-2017 滴水湖大学生创新创业论坛参与情况.....	135
2. 活动照片.....	138
近年学生成果不完全统计 .....	141
1. 发表论文情况.....	142
2. 获批专利情况.....	151

# 全国大学生创新创业年会

## ■ 2013-2017 全国大学生创新创业年会参与情况

年度	作品名称	项目类别	获奖情况
2017 第十届	基于功能化纸基微流控芯片技术及手机 App 快速可视化评价水果品质	创新创业展示项目	入选并做展示交流
2016 第九届	17 种植物挥发油对食源微生物抑菌活性研究	学术论文	入选并做学术交流
2015 第八届	以创业反哺科创 以创新点亮未来—基于智能车技术的智能产品设计	创业推介项目	入选并做推介交流
2014 第七届	黄芪多糖对克氏原螯虾抗白斑综合征的研究	学术论文	入选并做学术交流
	多功能水中探测机器鱼“狗鱼 1 号”	创新创业展示项目	我最喜爱的项目 最佳创意项目
2013 第六届	大蒜皮抗菌抗氧化包装材料	创新创业展示项目	我最喜爱的项目 最佳创意项目

## ■ 学术论文

### 黄芪多糖对克氏原螯虾抗白斑综合征的研究

上海海洋大学 洪徐鹏，陆宏达

(上海海洋大学水产与生命学院，上海 201306)

出版物名称：《上海海洋大学学报》 发表时间：2014 年 5 月

指导教师：张庆华 副教授

**中文摘要：**研究了基础饲料中添加不同浓度的黄芪多糖对克氏原螯虾抗白斑综合征病毒（WSSV）的效果。用添加 0%、0.2%、0.4%、0.8% 黄芪多糖的基础饲料作为药饵，投喂 20d 后，对各组 WSSV 呈阴性的健康克氏原螯虾进行 WSSV 悬液注射攻毒试验，当阳性对照组中死亡率达 100% 时，添加 0.2%、0.4%、0.8% 黄芪多糖实验组的死亡率分别为 (86.67±13.33)%、(91.11±7.70)%、(73.33±17.64)%。对其鳃、肝胰腺、心肌组织进行病理组织切片观察，结果发现：添加 0% 黄芪多糖的阳性对照组中克氏原螯虾的鳃、肝胰腺、心肌组织出现明显的病理变化；而添加 0.8% 黄芪多糖的实验组中克氏原螯虾的鳃、肝胰腺组织未见明显病变，心肌细胞核仁出现一定程度的皱缩，但细胞尚未破裂。本实验表明：添加 0.8% 的黄芪多糖对克氏原螯虾抗 WSSV 感染有提高效果，可望在生产中获得良好的效益。

**英文摘要：**We studied the effects of anti-infection of White Spot Syndrome Virus (WSSV) by adding Astragalus Polysaccharides (APS) to basal diet of *Procambarus clarkii*. The healthy *P.clarkii* which were negative of WSSV by PCR detection were injected with 100μL WSSV, and fed with 0%, 0.2%, 0.4%, 0.8% of APS bait. After feeding

**作者简介：**洪徐鹏（1993-），男，江苏南通人，水产养殖学专业，本科四年级，主要从事水产动物病害研究。

20d, The result revealed when the positive control group mortality rate was 100±0%, the mortality of 0.2%, 0.4%, 0.8 % APS addition group were 86.67%±3.33%, 91.11%±7.70%, 73.33%±17.64%, respectively. The tissue sections of gill, hepatopancreas, and myocardial tissue revealed that there were significant pathological changes in the group of 0% APS bait, but there were no obviously pathological changes in the gills and hepatopancreas, whereas nucleoli appeared a certain degree of shrinkage, while the cells have not yet broken in the myocardial tissue in the group of adding 0.8% APS bait. This experiment showed that APS can significantly improve the effect of resistance of *P. clarkii* to the WSSV infection when adding 0.8% APS bait in *P.clarkii*, and it can be expected to receive good value in the actual aquaculture production.

**关键词：**黄芪多糖；白斑综合征病毒；克氏原螯虾；病理组织切片

黄芪多糖 (astragalus polysaccharides, APS) 是一种从中草药黄芪中提取的免疫多糖, 具有抗病毒、抗疲劳等功能<sup>[1]</sup>, 有研究报道黄芪多糖可以提高刺参的非特异性免疫力和抗病力<sup>[2]</sup>。克氏原螯虾 (*Procambarus clarkii*) 俗称小龙虾, 属节肢动物门、甲壳纲、十足目, 是目前我国养殖最广的淡水螯虾品种<sup>[3]</sup>, 在我国长江中下游地区广泛养殖, 其肉质鲜美, 营养丰富, 深受消费者的青睐。

白斑综合征病毒 (white spot syndrome virus, WSSV) 是一种具有囊膜的杆状病毒<sup>[4]</sup>, 地理分布广、流行范围大、传染性强、发病时间短, 目前尚无有效的药物能够控制疫情, 是中国明对虾 (*Fenneropenaeus Chinensis*)、凡纳滨对虾 (*Litopenaeus vannamei*)、拟穴青蟹 (*Scylla Paramamosain*) 养殖中的主要病原<sup>[5-6]</sup>。研究表明 WSSV 具有广泛的宿主, 可感染甲壳纲十足目的大部分动物<sup>[7]</sup>。近年来在克氏原螯虾养殖中也广泛流行, 给克氏原螯虾养殖业带来巨大的经济损失<sup>[8]</sup>。自然条件下, 经口摄食是 WSSV 感染宿主的主要途径, 即健康对虾摄食携带病毒的饵料生物即能感染该病毒<sup>[9]</sup>; 在试验条件下, WSSV 也可通过浸泡或共居方式传播, 只是感染的病毒量很少, 以潜伏感染存在于对虾体内。

目前已有实验证明 WSSV 灭活制剂和壳聚糖、葡聚糖及甲壳素对克氏原螯虾抗 WSSV 有作用<sup>[10]</sup>, 且有报道称榴莲多糖可提高斑节对虾的抗病力<sup>[11]</sup>。我们前期研究发现, 0.4%~0.8% 的黄芪多糖可以提高克氏原螯虾的生长和非特异性免疫指标<sup>[12]</sup>, 但黄芪多糖对抗 WSSV 感染的效果如何? 目前尚未见相关的报道。本实验旨在研究黄芪多糖对克氏原螯虾抗 WSSV 感染的效果, 为克氏原螯虾中普遍流行的白斑综合征的防治提供理论参考依据。

## 一、 材料与方法

### (一) 黄芪多糖药饵的制备

实验用黄芪多糖 (批号: 20120701, 购自大连容海生物科技有限公司), 含 70% 的有效成份。以江苏省淡水水产研究所提供的不含免疫多糖的河蟹用饲料为基础饲料, 在每 100g 基础饲料中分别添加 0g、0.2g、0.4g、0.8g 的黄芪多糖, 配制成 0%、0.2%、0.4%、0.8% 的实验饲料, 自然风干。在干燥条件下密封保存备用。

### (二) 克氏原螯虾的养殖

克氏原螯虾取自江苏省淡水水产研究所泗洪基地, 平均体重 (10.27±1.6) g, 平均头胸甲长 (22.7±3.4) mm。参考丁正峰等的方法对 WSSV 进行检测<sup>[8]</sup>, 实验用虾均呈阴性, 饲养在 80 cm×58 cm×60 cm 的聚乙烯塑料箱中进行, 设置 PVC 管、石棉瓦作为掩蔽物, 养殖用水为充分曝气 3 d 的自来水, 每天采用水质分析仪 (YSI-ADV6600) 监测水质, pH 7.4~7.9, 总硬度为 100~250mg/L, 温度为 (25±2) °C, 溶解氧为 7.05~8.67mg/L, 在实验室内自然光



照，实验室条件下驯食一周，待用。

实验分为基础饲料中添加 0% 黄芪多糖的阴性对照组（N0 组）和阳性对照组（C1 组）、添加 0.2%（C2 组）、0.4%（C3 组）和 0.8%（C4 组）黄芪多糖的实验组。每组设置 3 个平行，每组投放 20 尾克氏原螯虾，总计用虾 300 尾。每天定时投喂 2 次，食量为克氏原螯虾体重的 10%。次日，用虹吸管将未利用的饲料吸出。实验期间，每天更换 1/3 的养殖用水。

### （三）WSSV 病毒悬液的制备

经 WSSV 感染死亡且 PCR 检测为阳性的克氏原螯虾，去除附肢、甲壳等，加入 5 倍体积的 0.01 mol/L PBS（pH7.4）中，用玻璃匀浆管匀浆处理，匀浆液经 3000r/min 离心 20min，上清液依次用定性滤纸和直径为 0.22 $\mu$ m 的滤膜（德国 MEMBRANA 公司原产膜）过滤除菌，制备成 WSSV 病毒悬液。

### （四）人工感染实验

投喂饲料 20 d 后，各组取 15 尾健康状况良好的克氏原螯虾进行实验，N0 组腹节注射 0.01 mol/L PBS，C1 组、C2 组、C3 组、C4 组腹节注射病毒悬液攻毒，每尾虾接种量为 100 $\mu$ L。每天统计各组死亡情况，当 C1 组死亡率达到 100% 时，计算各组累积死亡率  $R_D$ 、存活率  $R_S$  并对各组虾进行 PCR 检测。

$$R_D = \sum D_t / N \quad (1)$$

$$R_S = 1 - (\sum D_t / N) \quad (2)$$

其中， $D_t$  表示  $t$  天时死亡数量， $N$  表示实验前各组总量。

### （五）组织病理学观察

取 N0、C1、C4 组病虾分离心脏、肝胰腺及鳃组织，经 Bouin's 液固定 24h 后，用 75% 的酒精浸洗，并保存备用。固定后的组织经酒精脱水，石蜡包埋，切片厚度为 5  $\mu$ m，再用苏木精-伊红染色，中性树胶封片后在显微镜（Leica DMLB2 型）下观察，用数码摄像系统（Leica DC300F 型）拍照。

### （六）数据处理

实验数据以平均值  $\pm$  标准误差表示，采用 SigmaPlot 12.0 软件对数据进行方差分析 (ANOVA) 与作图。

## 二、结果

### （一）黄芪多糖对克氏原螯虾抗 WSSV 感染的效果评价

2d 时，C4 组死亡率与 C1 组、C2 组和 C3 组差异极显著 ( $P < 0.01$ )；3d 时，C4 组死亡率与其他各实验组差异极显著，而 C2 组、C3 组死亡率与 C1 组差异显著 ( $P < 0.05$ )；4d 时，各实验组之间差异极显著，C2 组、C4 组与 C1 组差异极显著（图 1）。5d 时，当 C1 组累积死亡率达到 100% 时，N0 组的累积死亡率为 (11.11 $\pm$ 3.85) %，C2 组为 (86.67 $\pm$ 13.33) %，C3 组为 (91.11 $\pm$ 7.70) %，C4 组为 (73.33 $\pm$ 17.64) %；黄芪多糖浓度对克氏原螯虾抗 WSSV 感染的效果差异极显著 ( $P < 0.01$ )，C2 组、C4 组与 C1 组差异极显著，C3 组与 C1 组差异不显著 ( $P > 0.05$ )。通过数学模型得出黄芪多糖浓度 ( $x$ ) 对累积死亡率 ( $R_D$ ) 符合  $R_D = 1 - 1.44x + 4.72x^2 - 4.17x^3$ ，当累积死亡率为 0 时，对应的黄芪多糖浓度为 1.02%。

通过 PCR 检测，除 N0 组 WSSV 呈阴性外，其余各组的 WSSV 均呈阳性。由 PCR 产物分析可知：0.8% APS 的添加组中病毒含量与其他各实验组病毒含量差异显著 ( $P < 0.05$ )。本实验结果表明：饲料中添加 0.8% 黄芪多糖对克氏原螯虾抗 WSSV 感染有很好的效果。

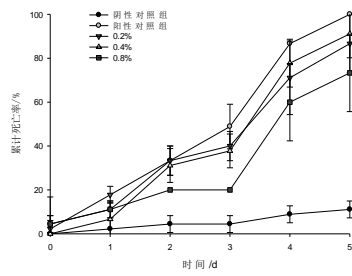


图1 注射感染 WSSV 后克氏原螯虾累积死亡

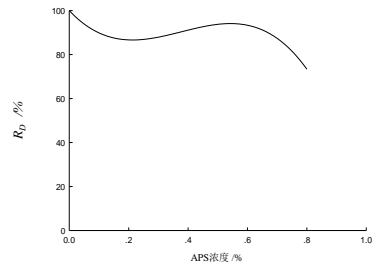


图2 黄芪多糖浓度对累积死亡率  $R_D$  的影响

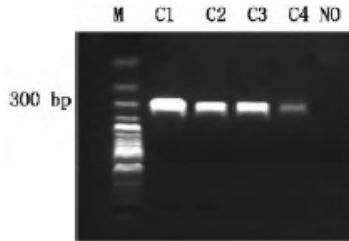


图3 注射 WSSV 5d 后 PCR 检测各组克氏原螯虾体内的 WSSV

## (二) 组织病理学观察

C4 组的克氏原螯虾鳃组织未见明显病理变化 (图版-1); C1 组中, 鳃出现严重病变, 染色质碎裂、边缘化, 细胞破裂、分布也不均匀 (图版-2); 而 NO 组健康的克氏原螯虾 (图-3) 鳃丝排列整齐, 表面光滑平整, 内部上皮细胞分布均匀, 结构清晰。

C4 组的克氏原螯虾心肌组织核仁皱缩, 细胞尚未破裂 (图版-4); 而感染 WSSV 后 C1 组的克氏原螯虾心肌细胞核肿胀, 核浓染并固缩, 细胞排列杂乱无章, 界限消失 (图版-5); NO 组健康螯虾的心肌组织内细胞排列有序, 细胞界限分明, 细胞完整 (图版-6)。

C4 组的克氏原螯虾肝胰腺尚未见明显病变 (图版-7)。C1 组克氏原螯虾感染 WSSV 后细胞呈现空泡化, 细胞核固缩 (图版-8); NO 组健康的克氏原螯虾肝胰腺细胞饱满, 色泽红润 (图版-9)。

## 三、讨论

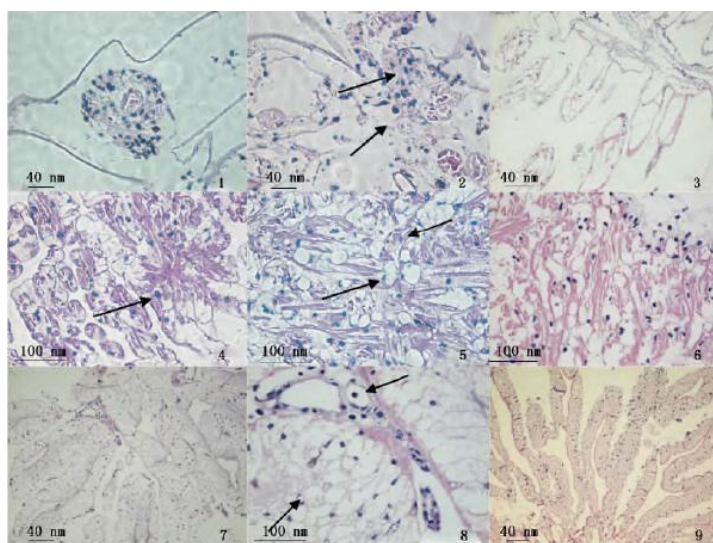
白斑综合征病毒 (WSSV) 具有泛嗜性, 凡纳滨对虾、斑节对虾、拟穴青蟹等都是它的自然宿主<sup>[5-6]</sup>; 朱斐等认为, 克氏原螯虾是白斑综合征病毒的中间宿主<sup>[13]</sup>。在本实验中存活的克氏原螯虾中 WSSV 均呈阳性, 说明克氏原螯虾也是白斑综合征病毒的宿主之一, 可以引起克氏原螯虾的大规模死亡。

虾蟹类以非特异性免疫为主, 也有报道称无脊椎动物具有获得性免疫<sup>[14-15]</sup>。研究表明, 对克氏原螯虾注射灭活的 WSSV, 可提高克氏原螯虾对 WSSV 的抗病力<sup>[16]</sup>; 李战军等研究表明, 中国明对虾可能存在类免疫保护作用, 抗病力与接种疫苗的活力有关<sup>[17]</sup>; 另有研究表明, WSSV 可以在虾体内潜伏感染, 携带少量病毒的虾可以继续存活而不引起暴发性死亡。虽然潜伏感染看似是一种静止状态, 而当对虾受到外源性刺激时, 可引发虾体内病毒大量增殖而发病, 从而有利于病毒的传播与扩散<sup>[18]</sup>。因此添加 0.2%、0.4%、0.8% 黄芪多糖的实验组在 2~3 d 时死亡率减缓可能与病毒扩增但并未引起死亡以及与克氏原螯虾的自身免疫有关。当病原入侵时, 甲壳动物通过体液免疫因子等识别病原, 将信息传递到特定细胞, 促使免疫

因子的合成, 这些免疫因子又可协助免疫细胞清除病原等异物, 进一步发挥免疫功能<sup>[19]</sup>。黄芪多糖可以提高克氏原螯虾体内非特异性免疫相关酶的活性, 特别是超氧化物歧化酶 (SOD)<sup>[12]</sup>, 从而氧化杀死体内的病原。阴性对照组 N0 中出现少量死亡, 与克氏原螯虾好斗和恃强凌弱的习性有关<sup>[20]</sup>。本实验中 0.2%、0.4%、0.8% 黄芪多糖浓度组的相对存活率为  $13.33\% \pm 3.33\%$ 、 $8.89\% \pm 7.70\%$  和  $26.67\% \pm 7.64\%$ ; 其中以 0.8% 组的免疫保护效果最好, 存活率显著高于其它组 ( $P < 0.05$ ), 这可能与黄芪多糖能够提高克氏原螯虾的非特异性免疫功能有关<sup>[12]</sup>。在 PCR 检测中, 由于提取组织部位、组织块质量大小相同以及体外扩增程序一致, 所呈现出的条带可反映出各组织中模版 DNA 含量的差异。因此, 0.8% 黄芪多糖组的 WSSV 含量显著低于其他各组。而 0.8% 组在 3d 后的死亡率显著低于阳性对照组及 0.2%、0.4% 组, 且肝胰腺、鳃组织细胞尚未见明显病变, 说明 0.8% 的黄芪多糖可以提高克氏原螯虾对 WSSV 的抗病力。

本实验研究表明: 0.8% 黄芪多糖可以增强克氏原螯虾对 WSSV 抗病力, 但对于攻毒的病毒活力是否有影响以及抗病机制等问题仍需进一步研究。20d 时, C2 组、C4 组与 C1 组差异极显著, C3 组与 C1 组差异不显著 ( $P > 0.05$ ); 其具体原因仍需通过进一步浓度梯度实验证明。由黄芪多糖对累积死亡率函数模型分析可知, 当添加 1.02% 的黄芪多糖时可使克氏原螯虾累积死亡率为 0; 至于黄芪多糖最佳添加浓度, 还需通过实验证明。

黄芪多糖可作为克氏原螯虾白斑综合症的防治药物, 不但可以减少药物残留, 而且还具有良好的经济效益, 也可运用在凡纳滨对虾的养殖中。我们前期研究表明添加 0.4~0.8% 黄芪多糖对克氏原螯虾生长及非特异性免疫均有促进作用<sup>[12]</sup>。本实验结果表明: 添加 0.8% 黄芪多糖对克氏原螯虾抵抗 WSSV 的感染有明显效果, 因此可以将黄芪多糖作为饲料添加剂, 在获得较高收益的同时减少病害的发生。



(1. C4 组鳃; 2. C1 组鳃, 箭头示鳃组织细胞破裂, 核固缩; 3. N0 组鳃; 4. C4 组心肌, 箭头示核仁固缩、细胞尚未破裂; 5. C1 组心肌, 箭头示核浓染并固缩, 细胞排列杂乱无章; 6. N0 组心肌; 7. C4 组肝胰腺; 8. C1 组肝胰腺, 箭头示肝胰腺细胞呈现空泡化; 9. N0 组肝胰腺)

图版 鳃、心肌、肝胰腺组织切片光镜观察

## 参考文献

- [1]高慧, 韩森, 叶凤兰, 等.黄芪多糖的免疫学研究进展[J].饲料研究, 2007, (6): 35-36.
- [2]许拉, 樊英, 李天保, 等.黄芪多糖微胶囊制备及对刺参抗病力的影响[J].渔业科学进展, 2013, 34 (1): 172-176.

- [3]中华人民共和国农业部渔业局.《中国渔业年鉴》[M].北京: 中国农业出版社, 2012.
- [4]ESCOBEDO B C M, ALDAY S V, WILLE M, et al. A review on the morphology, molecular characterization, morphogenesis and pathogenesis of white spot syndrome virus [J].Journal of fish diseases, 2008, 31(1):1-18.
- [5]雷质文, 黄健, 史成银, 等.白斑综合征病毒(WSSV)的宿主调查[J].海洋与湖沼, 2002, 33(3): 250-258.
- [6]SANCHEZ-PAZ. White spot syndrome virus: an overview on an emergent concern [J]. Veterinary Research, 2010, 2010:41-43.
- [7]BALAKRISHNAN P, PRAVEEN R, SEETHAPPA A, et al. Biology, Host Range, Pathogenesis and Diagnosis of White spot syndrome virus[J].India Journal of Virology, 2012,23(2)161-174.
- [8]丁正峰, 薛晖, 夏爱军, 等.白斑综合征病毒在养殖克氏原螯虾中感染流行研究[J].南京农业大学学报, 2008, 31(4): 129-133.
- [9]何建国, 周化民, 姚伯, 等.白斑综合征杆状病毒的感染途径和宿主种类[J].中山大学学报(自然科学版), 1999, 38(2): 65-69.
- [10]朱斐.对虾白斑综合征病毒灭活制剂及多糖对克氏原螯虾抗 WSSV 作用的研究.[D].浙江大学.2009.
- [11]PHOLDAENG K, PONGSAMART S. Studies on the immunomodulatory effect of polysaccharide gel extracted from *Durio zibethinus* in *Penaeus monodon* shrimp against *Vibrio harveyi* and WSSV [J]. Fish & Shellfish Immunology, 2010, 28:555-561.
- [12]洪徐鹏, 夏思瑶, 唐嘉苾, 等.黄芪多糖对克氏原螯虾生长和非特异性免疫指标的影响[J].上海海洋大学学报, 2013, 22(4): 571-576.
- [13]朱斐, 吕梦园, 许梓荣.白斑综合征病毒感染克氏原螯虾后的 PCR 检测及组织病理学研究[J].淡水渔业, 2012, 42(6): 43-48.
- [14]ARALA CHAVES M, SEQUEIRA T. Is there any kind of adaptive immunity in invertebrates? [J].Aquaculture, 2000, 191:247-58.
- [15]KURTZ J, FRANZ K. Innate defense: evidence for memory in invertebrate immunity [J]. Nature, 2003, 425(6953): 37-38.
- [16]ZHU F, DU HH, MIAO ZG, et al. Protection of *Procambarus clarkii* against white spot syndrome virus using inactivated WSSV [J]. Fish & Shellfish Immunology, 2009, 26:685-690.
- [17]李战军, 孟宪红, 孔杰, 等.中国对虾对白斑综合征病毒的类免疫反应与验证[J].中国水产科学, 2012, 19(6): 989-993.
- [18]张涛, 郭志勋, 黄建华, 等.低剂量对虾白斑综合征病毒粗提液对斑节对虾体内潜伏期病毒及血细胞的影响[J].水产学报, 2012, 36(10): 1544-1553.
- [19]杨玉姣, 王国良, 金珊, 等.环境胁迫对对虾免疫系统的影响研究[J]. 水产科学, 2006, 25(12):652-655.
- [20]谢文星, 董方勇, 谢山, 等.克氏原螯虾的食性、繁殖和栖息习性研究[J].水利渔业, 2008, 28(4): 63-65.

# 17种植物挥发油对食源微生物抑菌活性研究

上海海洋大学 潘旭迟, 傅昱晟

(上海海洋大学食品学院, 上海 201306)

《食品工业科技》2016年第16期

许剑锋 副教授

**中文摘要:** 采用抑菌圈实验研究 17 种天然源植物挥发油对大肠杆菌 (E.coli), 沙门氏菌 (s.a.), 金黄色葡萄球菌 (S.aureus) 和李斯特菌 (Lis) 的抑菌效果, 通过 Matlab 的评价, 筛选 10 种具有广谱抑菌性且抑菌效果较好的产品进行最小抑菌浓度 (MIC) 和最小杀菌浓度 (MBC) 实验。利用气相色谱-质谱法 (GC-MS) 分析得到效果最好的留兰香油有效活性成分。结果表明: 留兰香油对 4 种实验细菌均有较强的抑制作用, 其 MIC 均在  $6.25 \text{ mg mL}^{-1}$ , MBC 均在  $50 \text{ mg mL}^{-1}$ , 有效活性成分为柠檬烯 (13.71%) 和左旋香芹酮 (71.34%), 佐以扫描电镜实验, 发现加入左旋香芹酮后培养的细菌会产生皱缩或破裂现象, 说明左旋香芹酮可抑制实验细菌的生长繁殖, 最终导致细菌死亡。

**英文摘要:** Antibacterial effects of volatile oils from 17 kinds of natural plants on Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Salmonellas spp. and Listeria monocytogenes were investigated in this study. Inhibition zone and Matlab were employed to determine the spearmint oil was the optimal solution for inhibiting the bacteria, with the MIC and MBC were  $6.25 \text{ mg mL}^{-1}$  and  $50 \text{ mg mL}^{-1}$  respectively. Furthermore, the active ingredients of spearmint oil were identified as Cinene (13.71%) and L(-)-Carvone (71.34%) by using GC-MS, which have better antibacterial activity. The comprehensive analysis indicated that L(-)-Carvone was the main factor for bacterial inactivation. And the SEM results showed bacterial cells were crumpled and ruptured after L(-)-Carvone treatment, which demonstrated this substance could effectively suppress bacterial growth and reproduction.

**关键词:** 抑菌; 大肠杆菌; 沙门氏菌; 扫描电镜 (SEM); GC-MS

食源性疾病是较为常见的一类影响人类健康的问题, 为使食品能够保证较为长久的新鲜程度, 多在食品中添加防腐剂, 以提高食品的抗菌、抗氧化性能<sup>[1]</sup>。目前使用最多的为化学防腐剂, 如苯甲酸及其盐类、山梨酸及其盐类等<sup>[2]</sup>。研究表明: 苯甲酸钠在人体胃肠道的酸性条件下会转换成毒性较强的苯甲酸, 有可能引起胃肠功能的减退, 增加肝脏的负担<sup>[3]</sup>, 因此更人们以倾向“天然源防腐剂”代替人工防腐剂<sup>[4]</sup>。本文以天然源植物挥发油为原料, 对其抑菌效果进行分析评估, 寻找与目前人工防腐剂抑菌效果相当的产品。

许多研究报道了天然源植物挥发油对于食源性致病菌的抑制效果, 如: 邓业成<sup>[5]</sup>等人研究了 4 种植物精油的抑菌活性及其在漱口水中的应用; 孙立春<sup>[6]</sup>等人制备了 14 种植物提取物, 并证明其中五倍子及石榴皮醇提取物的抑菌效果更优于同质量浓度的山梨酸钾; 吕爽<sup>[7]</sup>等人则对比分析椒样薄荷与苏格兰留兰香精油的抑菌活性, 为其多角度开发提供依据。本文则在现有研究基础上改进实验方案, 采用大量的天然源植物挥发油进行抑食源性致病菌生长效果的比较, 并针对效果最好的留兰香油进行 GC-MS 抑菌活性成分分析及扫描电镜的研究, 旨在筛选天然源植物挥发油效果较好的产品, 为天然食品防腐剂的选择提供理论依据。

---

作者简介: 潘旭迟 (1995-), 女, 上海人, 本科在读, 主要从事海洋生物制药方向研究。

傅昱晟 (1995-), 男, 上海人, 本科在读, 主要从事食品质量与安全方向研究。

指导老师: 许剑锋 (1968-), 博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向: 海洋天然药物。

# 一、材料与amp;方法

## (一) 材料与amp;仪器

柠檬油、香茅油、艾叶油、金银花油、茶树油、荆芥油、陈皮油、丁香油、百里香油、冬青油、大蒜精油、紫苏叶油、留兰香油、水溶性生姜精油、姜油树脂、芹菜籽油、肉豆蔻吉安市聚鹏天然香料油；左旋香芹酮标准品 HPLC≥98%，阿拉丁；柠檬烯 HPLC≥98%，上海源叶生物科技有限公司；供试菌包括大肠杆菌（E.coli ATCC25922）、沙门氏菌（s.a. CMCC50041）、金黄色葡萄球菌（S. aureus ATCC25923）、李斯特菌（Lis ATCC19115）中国科学院微生物研究所。

MLS-3750 全自动高压蒸汽灭菌锅 日本三洋；ESCO 垂直流超净工作台 新加坡 ESCO 公司；BPH-9082 电热恒温培养箱 上海百典；SHP-2008 恒温培养振荡器 上海世平实验设备有限公司；DHG-9073B5-III 电热恒温鼓风干燥箱 上海新苗医疗器械制药有限公司；VOYAGER 气相色谱-质谱联用仪 美国 Finnigan 公司。

## (二) 实验方法

### 1. 抑菌圈实验

参考 Chan<sup>[8]</sup>等方法测定抑菌圈直径。将 17 种天然源植物挥发油分别配制成质量浓度为 0.5 g mL<sup>-1</sup> 的水溶液。将活化后的 E.coli、s.a.、S. aureus、Lis 接种量分别调整至 10<sup>6</sup>、10<sup>5</sup>、10<sup>6</sup>、10<sup>4</sup> cfu/mL。用移液枪取 0.1 mL，均匀涂布在制备好的平板上，置于 37 °C 的恒温培养箱中 10 min，用无菌镊子将滤纸片贴在培养基表面，轻压纸片以确保接触良好。吸 5 μL 样品滴于滤纸片表面并做好标记。37 °C 的恒温培养箱中培养 24 h，观察抑菌圈大小并测定其直径，3 组平行取平均值。

### 2. 初筛数据分析

对试验中 17 种天然源植物挥发油的抑菌效果进行分析，使用 Matlab 的 Topsis 评价模型进行初步筛选。建立假设：对于第 i 种挥发油，其抑菌性能为  $W_i = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4 + \omega_5 + \omega_6$ ， $\omega_1$

反应整体抑菌性能，定义为  $\omega_1 = \frac{\sum_{j=1}^4 E_{ij}}{E}$ ，其中 E 为归一化因子； $\omega_2$  反应抑菌普适性，令  $e_{ij} = \frac{E_{ij}}{N_i}$ ， $f_i = \text{std}(e_{ij})$  (j=1、2、3、4)，则  $\omega_2 = \frac{\max_j f_j - f_i}{\max_j f_j}$ ； $\omega_3 \sim \omega_6$  则依次表示在 E.coli、s.a.、S. aureus、Lis 特定菌种上的表现，其中  $\omega_3 = \frac{E_{i1}}{\Omega_1}$ 、 $\omega_4 = \frac{E_{i2}}{\Omega_2}$ 、 $\omega_5 = \frac{E_{i3}}{\Omega_3}$ 、 $\omega_6 = \frac{E_{i4}}{\Omega_4}$ 。

定义  $E = \max_j \sum_{j=1}^4 E_{ji}$ 、 $\Omega_i = \max_j E_{ji}$ 、 $N_i = \max_j E_{ij}$ ，其中  $\Omega$  为每列最大值，N 为每行最大值。计算 F 检验值： $(\omega_1 * \omega_2) / (\omega_1 + \omega_2)$  排除  $\omega_2$  中由于抑菌圈直径为 0 而造成的标准差为零现象，最终得到  $\omega_1 \sim \omega_6$  计算数值及 F 检验值。利用 Topsis 进行评价<sup>[16]</sup>，筛选得分前 10 位的挥发油。

### 3.10 种挥发油 MIC 和 MBC 的测定

参考微量肉汤稀释法<sup>[9-10]</sup>，采用筛选的 10 种挥发油进行 MIC 及 MBC 的测定。将筛选

后的 10 种挥发油样品溶解在 DMSO 中, 样品质量浓度配制成  $100 \text{ mg mL}^{-1}$ , 经二倍系列稀释, 得到系列质量浓度为: 100、50、25、12.5、6.25、3.13  $\text{mg mL}^{-1}$ 。实验组每孔加入 50  $\mu\text{L}$  菌液和 50  $\mu\text{L}$  样品, 对照组只加 50  $\mu\text{L}$  菌液和 50  $\mu\text{L}$  DMSO, 将 96 孔板置于恒温培养箱中 37  $^{\circ}\text{C}$  条件下培养 24 h, 取出, 每孔加入 10  $\mu\text{L}$  的 INT 溶液, 染色 30 min 后观察颜色变化: 活细胞经 INT 染色后为紫色, 无活细胞则不变色, 颜色没有变化的最小浓度即为 MIC; 培养 48 h 后, 颜色没有变化的最小浓度即为 MBC。

#### 4. 留兰香油的 GC-MS 分析<sup>[11-13]</sup>

色谱柱: HP-5 弹性石英毛细管柱 (30.0 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25  $\mu\text{m}$ ); 升温程序: 初始温度 60  $^{\circ}\text{C}$ , 以 2  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$  升温至 260  $^{\circ}\text{C}$ ; 载气(He)流速 1.0 mL/min, 进样量 0.2  $\mu\text{L}$ ; 分流比 20:1。

质谱条件: 电子轰击(EI)离子源; 电子能量 70 eV; 离子源温度 270  $^{\circ}\text{C}$ ; 激活电压 1.5 V; 质量扫描范围 m/z 29~420; 扫描间歇 1.0 s; 倍增器电压 280 V。

#### 5. 柠檬烯和左旋香芹酮标准品抑菌实验

##### (1) 抑菌圈实验

将柠檬烯、左旋香芹酮标准品配制成  $0.5 \text{ mg mL}^{-1}$  的水溶液。具体步骤同“1. 抑菌圈实验”。

##### (2) MIC 和 MBC 的测定

将标准品浓度配制成  $100 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ , 经二倍系列稀释, 得到系列质量浓度为: 100、50、25、12.5、6.25、3.13  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。具体步骤同“3. MIC 和 MBC 的测定”。

#### 6. 扫描电镜分析<sup>[14]</sup>

将经活化后的 *E.coli*、*s.a.*、*S. aureus*、*Lis* 接种于新鲜 TSB 培养基中, 调整在实验菌中左旋香芹酮标准品浓度为  $25 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  ( $2\times\text{MIC}$ ), 37  $^{\circ}\text{C}$ , 150 r/min 条件下摇床震荡培养 12 h。先后用戊二醛和锇酸固定后, 乙醇脱水、烘干备用。扫描电镜实验时将其进行离子溅射金后, 即可进行扫描电镜观察。

#### 7. 数据处理

实验数据均为 3 次重复实验的均值, 数据用 Excel 2010 进行处理, 计算其均值与标准差。

## 二、结果与分析

### (一) 挥发油抑菌圈直径及 MIC、MBC

#### 1. 挥发油抑菌圈直径

对表 1 数据进行分析, 水溶性生姜精油、芹菜籽油、荆芥油、紫苏叶油、姜油树脂、肉豆蔻抑菌效果不显著; 而留兰香油、丁香油效果好, 抑菌圈大小均在 14.5 mm 及以上, 其中留兰香油、丁香油对 *s.a.* 抑菌效果最好, 高达 18.9 mm 及以上。结合 F 值分析, 抑菌普适性丁香油>留兰香油>柠檬油。不同挥发油对于不同菌种也会产生特别的抑制效果, 可结合实际应用选择最适挥发油。从  $\omega_3\sim\omega_6$  评定得, 留兰香油最佳。

表 1 17 种天然源植物挥发油抑菌圈实验结果 (单位: mm)

样品	<i>E. Coli</i>	<i>s.a.</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Lis</i>
柠檬油	14.8 $\pm$ 0.32	17.4 $\pm$ 0.47	14.6 $\pm$ 0.25	15.3 $\pm$ 0.46
香茅油	8.3 $\pm$ 0.21	7.6 $\pm$ 0.25	7.4 $\pm$ 0.15	-
艾叶油	7.1 $\pm$ 0.26	15.7 $\pm$ 0.47	15.4 $\pm$ 0.44	-
金银花油	9.3 $\pm$ 0.50	9.6 $\pm$ 0.25	10.7 $\pm$ 0.46	-

茶树油	13.2±0.52	11.4±0.60	15.1±0.67	10.4±0.42
荆芥油	4.3±0.85	-	3.1±0.30	-
陈皮油	8.1±0.70	8.4±0.85	8.6±0.85	-
丁香油	17.4±0.70	19.3±0.86	18.1±0.49	14.5±0.61
大蒜精油	7.3±0.42	-	8.1±0.38	3.2±0.57
百里香油	11.0±0.59	10.2±0.60	11.3±0.57	-
冬青油	10.2±0.36	9.4±0.45	13.7±0.45	11.4±0.21
紫苏叶油	1.4±0.25	2.1±0.26	-	-
留兰香油	18.0±0.61	18.9±0.38	18.4±0.38	15.1±0.49
水溶性生姜精油	-	-	-	-
姜油树脂	3.0±0.29	8.0±0.58	-	-
芹菜籽油	-	-	-	-
肉豆蔻	-	5.3±0.45	7.4±0.35	-

注：-表示在此条件下无抑菌圈产生。

表 2 17 种天然源植物挥发油综合评估

样品	$\omega_1$	$\omega_2$	$\omega_3$	$\omega_4$	$\omega_5$	$\omega_6$	F 值: $(\omega_1 * \omega_2) / (\omega_1 + \omega_2)$	评分
柠檬油	0.8821	0.8552	0.8222	0.9016	0.7935	1.0000	0.4342	5.2546
香茅油	0.3310	0.0775	0.4610	0.3938	0.4022	0	0.0627	1.6656
艾叶油	0.5426	0.0614	0.3944	0.8135	0.8370	0	0.0551	2.6488
金银花油	0.4205	0.0887	0.5167	0.4974	0.5815	0	0.0732	2.1048
茶树油	0.7116	0.7309	0.7333	0.5907	0.8207	0.6797	0.3605	4.2669
荆芥油	0.1051	0	0.2389	0	0.1685	0	0	0.5125
陈皮油	0.3565	0.0445	0.4500	0.4352	0.4674	0	0.0395	1.7536
丁香油	0.9844	0.7926	0.9667	1.0000	0.9837	0.9477	0.4391	5.6750
大蒜精油	0.2642	0.0867	0.4056	0	0.4402	0.2092	0.0652	1.4058
百里香油	0.4616	0.0561	0.6111	0.5285	0.6141	0	0.0500	2.2715
冬青油	0.6349	0.7317	0.5667	0.4870	0.7446	0.7451	0.3399	3.9100
紫苏叶油	0.0497	0.0190	0.0778	0.1088	0	0	0.0137	0.2553
留兰香油	1.0000	0.8228	1.0000	0.9793	1.0000	0.9869	0.4513	5.7890
水溶性生姜精油	0	1.0000	0	0	0	0	0	1.0000
姜油树脂	0.1563	0.0742	0.1667	0.4145	0	0	0.0503	0.8116
芹菜籽油	0	1.0000	0	0	0	0	0	1.0000
肉豆蔻	0.1804	0.0017	0	0.2746	0.4022	0	0.0016	0.8589



## 2.挥发油 MIC 与 MBC 实验结果

从表 3 可得,艾叶油、冬青油和金银花油对试验细菌抑制效果不佳。柠檬油、茶树油、丁香油及留兰香油则对 4 种试验细菌均具有较好的抑制效果,其中丁香油对 *S. aureus* 的抑制效果更优, MIC 为  $3.13 \text{ mg mL}^{-1}$ ,对于 *Lis* 的抑菌效果与同质量浓度挥发油相比略逊一筹。相比之下,留兰香油对于 4 种细菌的抑制效果更为稳定,都在  $6.25 \text{ mg mL}^{-1}$ 。从 MBC 实验结果可得,柠檬油对 *E.coli*、茶树油对 *s.a* 只能起到抑菌效果。丁香油和留兰香油对 *E.coli*、*s.a.*、*S. aureus* 的 MBC 均在  $50 \text{ mg mL}^{-1}$ ,但是留兰香油在 *Lis* 上 MBC 比丁香油更小,即在 *Lis* 上的杀菌效果比丁香油效果更好。

表 3 10 种天然源植物挥发油对 4 种供试菌的 MIC、MBC 实验结果

试验样品	MIC( $\text{mg mL}^{-1}$ )				MBC( $\text{mg mL}^{-1}$ )			
	<i>E. coli</i>	<i>s.a.</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Lis</i>	<i>E. coli</i>	<i>s.a.</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Lis</i>
柠檬油	100	50	6.25	6.25	-	100	100	50
香茅油	50	25	50	/	-	100	-	/
艾叶油	-	-	-	/	-	-	-	/
金银花油	50	-	50	/	100	-	-	/
茶树油	50	50	25	25	100	-	100	100
陈皮油	25	50	100	/	100	50	-	/
丁香油	10	6.25	3.13	50	50	50	50	100
百里香油	100	6.25	50	/	-	50	-	/
冬青油	50	-	100	100	-	-	-	-
留兰香油	6.25	6.25	6.25	6.25	50	50	50	50

注: /: 表示在抑菌圈实验中样品对该试验细菌不产生抑制效果; -: 表示在 MIC、MBC 实验中试验样品的最大质量浓度  $100 \text{ mg mL}^{-1}$  对该菌不产生抑制作用,但在抑菌圈实验中具有抑菌效果;表 5 同。

### (二) GC-MS 分析留兰香油的主要成分

根据 GC-MS 色谱图峰形,定量分析后得到其中含量在 1% 以上的有 5 种化合物: 桉树醇 (1.37%)、二氢香芹酮 (1.78%)、乙酸二氢香芹酮 (2.31%)、左旋香芹酮 (13.71%) 及柠檬烯 (71.34%), 共占留兰香油 90.51%。其中左旋香芹酮及柠檬烯含量远大于其他几种化合物,与现有研究中报道<sup>[13,15]</sup>的留兰香油主要成分基本一致,证明了试验的准确性。

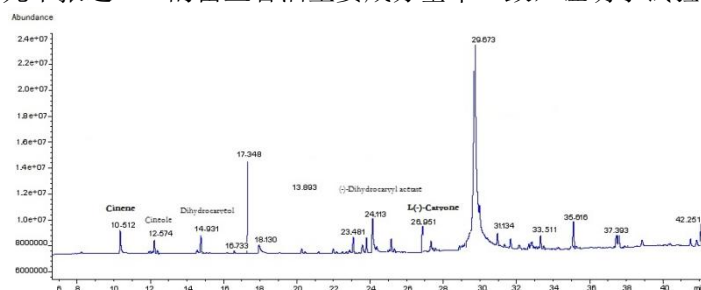


图 1 留兰香油 GC-MS 图

### (三) 柠檬烯与左旋香芹酮的抑菌实验结果

表 4 得,同等质量浓度的左旋香芹酮皆优于柠檬烯,且对 *s.a.* 的抑菌圈直径达到 19.3 mm。柠檬烯在最大质量浓度时对 *s.a.* 无抑菌效果,对 *s.a.* 和 *S. aureus* 不具杀菌效果。左旋香芹酮不但对 4 种试验细菌的 MIC 均在  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  且都具有杀菌效果,其中对 *E.coli* 和 *S. aureus*

的杀菌效果最好，MBC 在  $12.5 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。左旋香芹酮在留兰香油中含量最高，可初步判定，主要起抑菌效果的成分为左旋香芹酮，柠檬烯辅之。

表 4 柠檬烯及左旋香芹酮抑菌圈直径实验结果 (单位: mm)

样品	<i>E. Coli</i>	<i>s.a.</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Lis</i>
柠檬烯	$15.3 \pm 0.36$	$13.2 \pm 0.42$	$11.1 \pm 0.36$	$10.5 \pm 0.59$
左旋香芹酮	$18.5 \pm 0.25$	$19.3 \pm 0.38$	$17.2 \pm 0.47$	$15.7 \pm 0.56$

#### (四) 扫描电镜分析

左旋香芹酮作用前后的细菌菌体形态如图所示。对照组菌体表面光滑、外观饱满、折光性好，实验组菌体则产生皱缩、干瘪，且菌体表面有明显的凹陷，证明左旋香芹酮对于实验细菌具有抑制生长繁殖，破坏细胞膜，使细胞膜通透性增加，大分子物质泄露的作用，最终导致细菌细胞死亡。

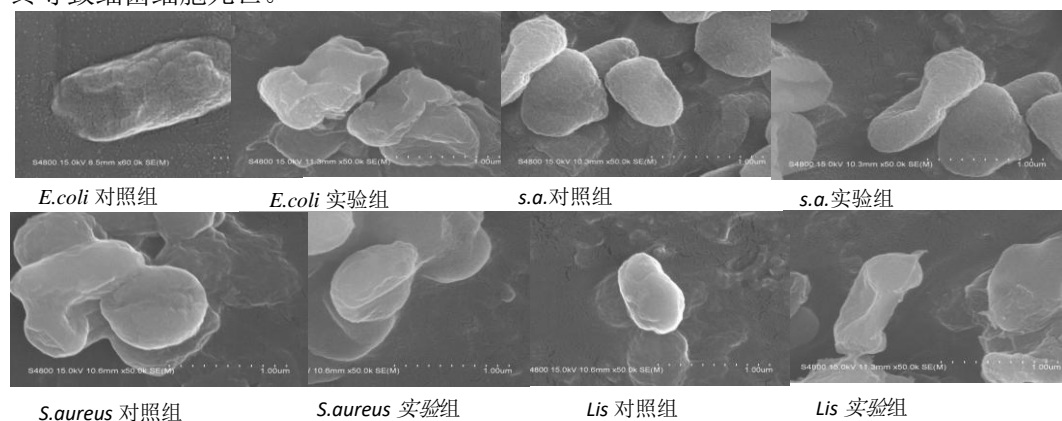


图 2 左旋香芹酮处理前后菌体形态图

表 5 柠檬烯及左旋香芹酮对 4 种供试菌的 MIC、MBC 实验

### 三、结论与讨论

本文以 17 种天然源植物挥发油抑菌效果研究为基础，从抑菌圈实验和 96 孔板微量稀释实验结果显示，柠檬油、茶树油、丁香油及留兰香油对 4 种菌具有较好抑制效果，其中丁香油及留兰香油对实验菌都起到良好杀菌作用。可调整用量或与其他挥发油复配作为防腐剂应用于食品，在成本上可以得到控制，便于工业大规模生产。丁香油和留兰香油综合抑菌效果最好，其中在 *Lis* 的杀菌效果上，留兰香油的 MBC 更小于丁香油，可认为留兰香油的杀菌效果优于丁香油。GC-MS 分析得到留兰香油抑菌活性成分为柠檬烯与左旋香芹酮，其中主要起抑菌效果的为左旋香芹酮。

通过扫描电镜对比左旋香芹酮作用前后的细菌细胞形态，发现加入左旋香芹酮的细菌发生皱缩、干瘪、且菌体表面有明显的凹陷，证明了左旋香芹酮对于实验细菌具有抑制生长繁

试验样品	MIC( $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ )				MBC( $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ )			
	<i>E. coli</i>	<i>s.a.</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Lis</i>	<i>E. coli</i>	<i>s.a.</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Lis</i>
柠檬烯	12.5	-	50	50	100	-	-	100
左旋香芹酮	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	50	12.5	25

殖最终可以导致细菌细胞死亡。因此可尝试通过包合、微囊技术或使用天然助溶剂助溶等方法增加左旋香芹酮溶解度，便于添加到食品中使用。

#### 参考文献：

- [1]吴璐璐,等.拳参乙醇提取物和水提取物体外抗菌和抗氧化活性[J].江苏农业科学,2013,41(5):246-249.
- [2]曾荣,等.丁香精油及丁香酚对食品腐败菌的抑菌活性研究[J].江西农业大学学报,2013,35(4): 852-857.
- [3]王思文,等.防腐剂苯甲酸钠的药理及毒理学研究[J].安徽农业科学,2010(30): 16724,16846.
- [4] Xiang yalin, et al.Research advances in the chemical and biological studies on *Momordica charantia* L.[J].Natural Product Research Development,2005,17(2):242-246.
- [5]邓业成,等.4种植物精油的抑菌活性及应用[J].广西师范大学学报: 自然科学版,2012,30(3):288-294.
- [6]孙立春,等.,植物提取物对食源性致病菌的抑菌活性[J].江苏农业科学,2014,42(2):275-277.
- [7]吕爽,等.,薄荷属植物精油和多酚类的抑菌性及抗氧化性研究[J].食品与生物技术学报,2011,30(6):827-831.
- [8]Lai Wah Chan,et al.Antibacterial and antioxidant activities of *Cortex Magnoliae Officinalis* and some other medicinal plants commonly used in South-East Asia[J].Chinese Medicine,2008(3):15.
- [9]陈秀枢,等.微量肉汤稀释法测定 MIC 的评价[J].中华医学检验杂志,1994,17(2):95-98.
- [10]National Committee for Clinical Laboratory Standards.Performance standards for antimicrobial susceptibility testing;ninth informational supplement[Z].NCCLS document M100-S9, 2008,120-126.
- [11]梁呈元,等.皱叶留兰香挥发油化学成分的 GC-MS 分析[J].天然产物研究与开发,2007,19(B05):65-67.
- [12]关骏良,等.留兰香挥发油成分的 GC—MS 分析[J].中药材,2004,27(1):24.
- [13]何洛强.,苏格兰留兰香精油与安徽留兰香精油的分析探讨[J].口腔护理用品工业,2010(1):27-30.
- [14]Yuanyuan Hou, et al.Antibacterial activities of rhubarb extract and the bioactive compounds against *Salmonella*. [J ] Int J Nutr Sci & Food Tech , 2015,1:1 : 1-13.
- [15]康艳蕾,等.留兰香油主要成分香芹酮和柠檬烯的 GC 含量测定及薄层鉴别[J].中华中医药学刊,2014,32(3): 661-664.
- [16]孙延芳. 酸枣果质量评价及其三萜活性研究与应用[D]. 咸阳: 西北农林科技大学,201054-74.

## ■ 创新创业展示项目

**项目类型：**创业训练项目

**项目名称：**大蒜皮抗菌抗氧化包装材料

**项目编号：**201231015012

**项目成员信息：**陈海军（2009级包装工程专业）

李玉珍（2009级包装工程专业）

王倩雯（2009级包装工程专业）

张雪嵯（2012级食品质量与安全专业）

朱怡馨（2012级包装工程专业）

**项目指导教师信息：**杨福馨（教授、包装工程专业）

**立项年份：**2012年3月

**项目简介：**当大蒜皮被剥离时，大蒜颗粒容易腐烂干瘪，而且有刺激性气味溢出；而蒜皮没有剥离时，大蒜则可以保存得较长久，且无异味挥发。通过将这种生活现象的原理应用到包装材料中，本项目团队制作出了集保鲜、杀菌、抗氧化、阻隔异味的多功能包装材料。此项创新，同时将在日常生活中作为废物处理的大蒜皮充分利用起来，既环保又符合可持续发展的要求。日后还可以考虑以大蒜皮为基材，根据现代造纸工艺制作出相关新型纸材料。

**创新点描述：**利用蒜皮对蒜瓣的保护机理，将大蒜皮通过打浆制成纤维状的纸状材料，通过纸状材料对食品进行包装，观测其对食品的保护作用，进一步完善从而得到所要求的抗菌保鲜材料。既使得包装材料具备多种功能，且具有环保理念，符合可持续发展的要求。此项工艺目前市场尚为空白。



制作出的大蒜皮包装纸



一周后的芒果

普通纸：

表面出现黑斑，有发霉现象；

大蒜皮纸：

表皮略有脱水，保持金黄色泽



辨别纸样纵横向的方法  
——纸条弯曲法



西安交通大学  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

第七届  
全国大学生  
创新创业年会

## 多功能水中探测机器鱼“狗鱼1号”

项目类型：创新训练项目

立项年份：2013年

项目编号：201331015007

指导老师：钱卫国 副教授 研究方向：鱼类行为学

孔祥洪 副教授 研究方向：物理应用与计算机控制

项目成员：卢克祥 2011级海洋渔业科学与技术

周 杰 2012级机械设计及其自动化

韩承融 2011级计算机科学与技术

陈新荣 2012级海洋渔业科学与技术

洪仲明 2011级海洋渔业科学与技术

### 项目简介：

如何快速获取水中的未知信息具有十分重要的现实意义，比如勘测航道的淤泥堵塞情况、搜寻河道湖泊中的沉淀物、协助探索海洋沉船、探测特定危险水域的污染情况等。由此，我们设计了一款可加载多种传感器的机器鱼，该机器鱼的外形和游泳方式仿照鲹科鱼类，其控制系统包括动力模块、电源模块、传感器模块、定位模块和无线充电模块。具备水中照明、摄像，以及信息获取、存储和传输功能，还具备为一些特殊的水下装备提供无线充电的功能。

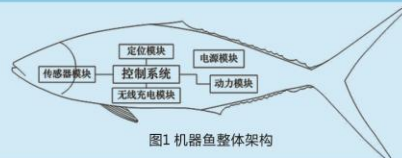


图1 机器鱼整体架构

### 特色和创新点：

1. 采用鱼形ROV，无声游泳，续航能力持久；
2. 可搭载多种传感器，并实时传输水中信息；
3. 具备水中无线充电功能。

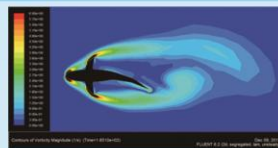


图2 基于FLUENT的机器鱼游动流场仿真

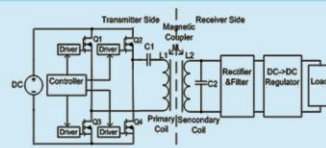


图3 机器鱼无线充电系统设计

### 阶段性研究成果：

- ◆ 发表核心期刊论文《基于水质检测机器鱼设计》；
- ◆ 申请发明专利《一种可搭载水质检测传感器的机器鱼》；
- ◆ 2014年5月，获“第十二届陈嘉庚青少年发明奖（上海）三等奖”。





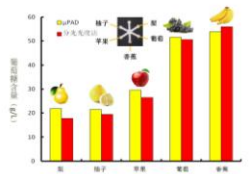
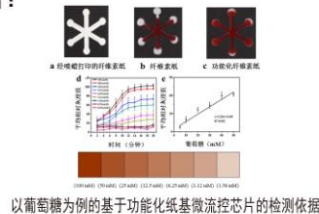
基于功能化纸基微流控芯片技术及手机App快速可视化评价水果品质

- 一、项目类型：创新训练项目
- 二、项目编号：201510264081
- 三、立项年份：2015年
- 四、项目成员：周依雯、戴苾君、谢缘元 2014级食品质量与安全专业
- 五、指导教师：朱永恒 副教授 研究方向：食品安全与快速检测  
张亚琼 讲师 研究方向：创新创业教育

六、项目简介：

您是否好奇我们日常所吃的水果的营养成分有哪些？含量有多少？本研究基于低成本的功能化纸基微流控芯片技术以智能手机App，对水果中葡萄糖、果糖和维生素C等品质指标进行半定量快速可视化检测。所得结果与分光光度法结果吻合度良好，可以科学地、精确地、直观地为您、或者是水果种植基地、农贸市场、食品加工企业等提供对水果实时查询、在线检测及品质分级的可能性和指导方法，以实现互利共赢。

七、项目图片：



八、项目创新点：

本研究融合了理化检测和生化检测的原理，结合比色分析技术与手机App，构建了基于高性能功能化的纸基微流控芯片技术的快检平台，实现了通过测量显色反应的平均灰度值，获取水果品质的相关数据，为探究水果内部品质提供了新方法。

项目成果：

发表论文：A low-cost and high sensitive paper-based microfluidic device for rapid detection of glucose in fruit, Food Analytical methods (2016)

申请专利：利用纸基芯片法快速半定量水果中葡萄糖含量的方法（专利已进入实审）

竞赛获奖：2017年第十五届“挑战杯”上海市大学生课外学术科技作品竞赛三等奖



## ■ 创业推介项目

# 以创业反哺科创 以创新点亮未来

## ——上海崇想智能科技有限公司

上海海洋大学 李佳佳，周杰，胡胜兵，李瑞辉

1. 李佳佳 上海海洋大学工程学院机械系，上海市浦东新区 201306；
2. 周 杰 上海海洋大学工程学院机械系，上海市浦东新区 201306；
3. 胡胜兵 上海海洋大学工程学院机械系，上海市浦东新区 201306；
4. 李瑞辉 上海海洋大学工程学院机械系，上海市浦东新区 201306）

学校导师：宋秋红（教授），张雅林（讲师）

**摘要：**崇想科技致力于电力载波和物联网在现代化智能家居、智能社区等领域的运用，业务涵盖硬件产品的研发、软件研发、系统集成等，为消费者客户提供解决方案和技术支持。目前起步阶段公司主营业务为工科电工实训开发、设计电工实训产品，如万用表套件和小音箱套件等，以此来积累资本。同时本企业也在自主研发“崇想 e 次方”，这是一款本公司计划在近期内完成的产品。公司的核心研发设计为基于物联网的鱼塘智能化监控及水质监测系统、智能声控饮水机、智能家居等。

崇想科技坚持“创新、学习、务实、勤勉”的核心价值观，以“学习为先，与团队共成长；品质为先，与客户同发展”的经营理念，立志成为业界领先的科技型产业。

## 一、 企业简介

上海崇想智能科技有限公司成立于 2015 年 4 月 28 日，总部位于上海市临港新城沪城环路众创空间内，是在上海市临港新城招商部、管委会支持下稳健发展的科技型企业。

崇想科技共有三名创始人，均来自上海海洋大学工程学院 2012 级机械设计制造及其自动化专业，三人在学业期间积极参与科创项目，目前已结题一项国家级大学生创新项目、两项上海市级大学生创新项目。团队成员还多次参加各项大学生创新竞赛，如全国大学生“飞思卡尔”杯智能汽车竞赛、“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛（大挑）、蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛等，均获得不错的成绩，

崇想科技的各位组成人员共同参与的一项题为“基于飞思卡尔智能车研究”的大学生创新项目，通过对光电平衡组和摄像头组智能车模的设计与制作，团队成员对于自动控制理论有了更深的理解，对于硬件设计制作也更加熟能生巧。比赛只是一个过程，更重要的是加深了对所学专业知识的掌握、增进了相互合作的精神、提高了解决复杂工程问题的能力。

崇想科技坚持“创新、学习、务实、勤勉”的核心价值观，以“学习为先，与团队共成长；品质为先，与客户同发展”的经营理念，立志成为业界领先的科技型产业。

---

**作者简介：**李佳佳（1993-）、男，山西省，机械设计制造及其自动化，2012 级。

周 杰（1994-）、男，上海市，机械设计制造及其自动化，2012 级。

胡胜兵（1993-）、男，安徽省，机械设计制造及其自动化，2012 级。

李瑞辉（1993-）、男，湖北省，机械设计制造及其自动化，2012 级。

## 二、 项目实践程度

本公司现有五款产品，万用表套件、小音箱套件和以下核心产品：

### (一) 基于物联网的鱼塘智能化监控及水质监测系统

基于物联网的鱼塘智能化监控及水质监测系统，此系统为本公司设计开发。

本产品将物联网技术应用于鱼塘等开放式室外水产业养殖中，分为两大模块：陆上防盗系统和水下水质监测系统。两套系统均采用服务器、PC 或手机客户端模式，通过 PC 或手机终端对鱼塘的周边事物及水质进行实时监测，可有效解决养殖户防盗、不便监控、成本高的问题，并实现实时的养殖监控；同时根据知识库专家指导进行水产养殖的远程控制，实现鱼塘的智能化防盗和养殖。

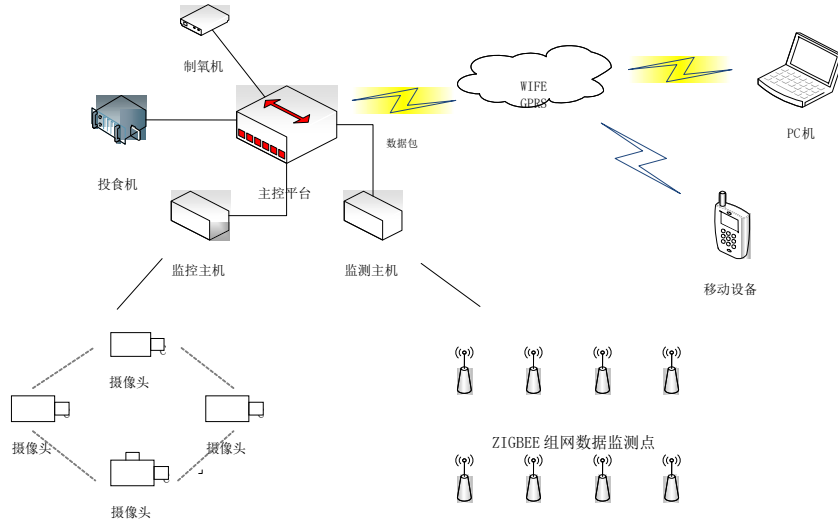


图 1 鱼塘智能化监控及水质监测系统的整体设计方案图

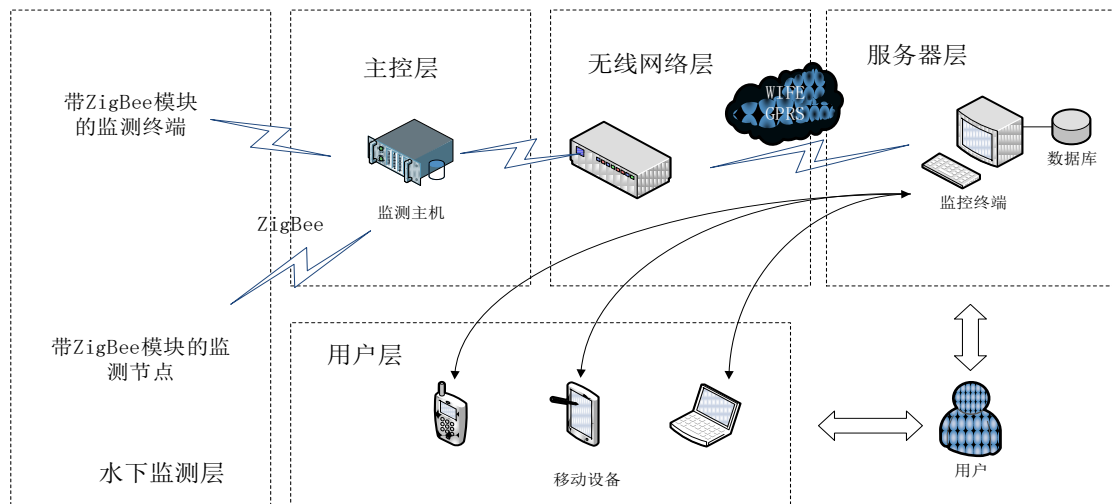


图 2 水下水质监测系统总体示意图

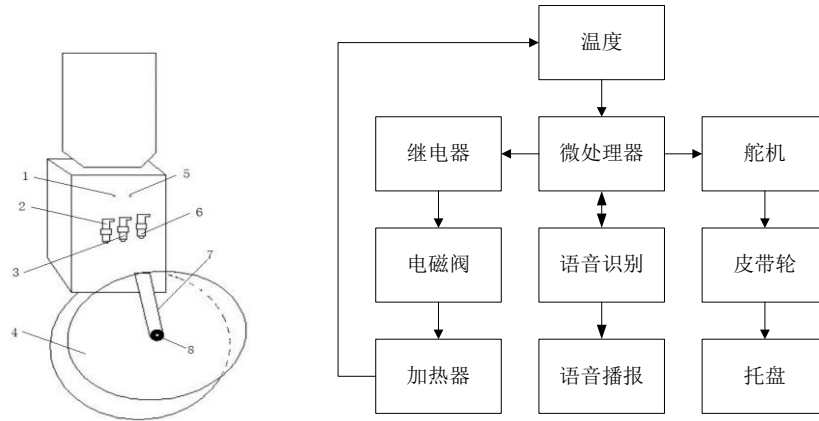
### (二) 智能家居研发

随着“互联网+”的热潮，市场上现如今充斥了各种智能家居产品，但是没有一款是很稳定并且适合全民使用的。基于此，本公司自主研发了一款基于 TI 公司 CC3200 无线芯片的智能家居产品。通过产品配套的手机 APP 就可以控制家中的一切的红外遥控设备（如：空调、电视机、机顶盒等），这样即解决了家里遥控太多的问题，又给我们的生活增添了不少的乐趣。



### （三）智能声控饮水机

我们公司设计的智能饮水机，是为了使我们的生活更加智能化，从而方便大众，实现物与人之间的相互沟通。现在有人已经做出来的一些智能饮水机，智能实现基本的加热断电和语音控制，但是我们的有两种模式，并且有三个出水口，同时还能加热到任何温度，我们只要动一动嘴，就可以得到我们所需要温度的水了。同时在一些水温要求特别精确的场合里，智能饮水机可以派上很好的用处。



1.加热指示灯； 2. 热水口 ； 3.任意温度水出口 ； 4.托盘 ；  
5.保温指示灯 ； 6.冷水口 ； 7.皮带轮 ； 8.皮带轮支点

图4 结构图

图3 智能声控饮水机

## 三、 项目市场表现

本公司目前主要以开发高校机械、电气类专业学生的实习、实训所需器材为主，支撑企业的日常运行，如万用表和小音箱产品。

由于本公司能根据实验实训所需开展定制化服务，同时较之其他生产企业要批量以及价格高等因素，公司产品有较大优势。临港部分高校已经开始使用公司产品。

通过使用，指导教师们觉得在教学的过程中，本企业提供的产品资料完善、操作简单、容易理解。同学们也反应容易上手，在实训过程中能学到更多知识。后续可以进一步推广。

另外公司正在开发的核心产品主要是基于物联网的智能家居、环境因素监测等产品，具有广泛的市场需求和社会效益。

## 四、 项目成果

崇想科技从事于智能科技领域内的技术开发、技术咨询、技术服务、技术转让等。

崇想科技重点致力于电力载波和物联网在现代化智能家居、智能社区等领域的运用，业务涵盖硬件产品的研发、软件研发、系统集成等，为当下社区管理部门和广大普通消费者客户提供解决方案和技术支持。

崇想科技拥有独具特色的科研队伍、先进的开发理念、丰富的技术经验。注册资金 10 万元，公司共 7 人，有三名技术人员，公司其余员工为生产、财务、销售、质量管理人员；公司起步阶段，已与某高校合作，充分发挥自身的硬件制作的的优势，为学院内学生的电工实训设计、研发具有特色的实训套件。

## 五、 完成情况及存在问题

本企业自从筹备至运行以来，在技术研发、产品制作、经济效益方面取得一定成果。

技术研发方面。公司已获得 2 项拥有自主知识产权的软件著作权，已获得 2 项实用新型专利，3 项专利正在申请中。

产品制作方面。本公司现已有五款产品，万用表套件、小音箱套件为基础产品，另外公司还有基于物联网的鱼塘智能化监控及水质监测系统、智能家居产品、智能声控饮水机等三项核心产品。

经济效益方面。截至目前，本公司通过基础产品营销，已取得一定经济效益，能保证企业正常运作，同时支持企业的后续发展。

目前本公司存在的基本问题是人员比较分散，还没有形成很完整的体系，业务能力有限，资金来源很单一，希望在逐渐发展的过程中，逐个攻破。

## 六、 发展计划和策略安排

### （一）前期

与高校合作，设计和制作各类比赛所需的学习板，提供技术和培训服务，现已承接三个项目，分别为“蓝桥杯”电路板设计制作以及各模块的设计与制作、多功能万用表的学习套件制作、电子音响的制作。

为学校大学生科创提供硬件设计和技术支持。前期主要服务师生，提供技术支持和辅导咨询，以来支持公司的基本运作，更重要的是积累相关工作经验。

### （二）中期

进一步扩大市场规模，扩展到临港各个高校，并设计出一套有本公司标准化的培训资料和硬件模块。与各学校专业老师合作出版实验教材，并且将教材逐步推广到各个高校。

### （三）后期

做好公司自主知识产权产品的开发，保持其核心竞争力，促进企业发展。以大学科创团队为摇篮，在本公司培训和发展的过程中，发现具有专业知识天赋以及具有优良品质的学生，逐步吸纳其加入到本公司的团队中。

## 七、 创业历程与感悟

和许多创业团队相同，我们也是由一个共同的理想聚到一起，当我们决定开始的那一刻，我们的生活就和之前发生了许多不一样。

注册一家公司需要办理很多繁琐复杂的手续，但没有想到会是如此的繁杂，对于没有经验的我们而言，很是迷惑，我们需要不断往来银行、税务等地，去填写补齐所需要的各种材料、表格。

在完成各种项目的过程中，我们逐渐明白了怎样更加完整、系统的制定一份计划，怎样去将一项大的任务细分到每位成员、如何根据各人的特长优势分配合适的工作，其中各种意想不到得困难时常发生。但是我们发现，每天当大家聚到一起，共同寻找解决问题的方法时，不管花费多长时间，最后总能找到更好的方案，这无形中给了团队很大的鼓励，我们相信只要大家齐心协力，就一定能解决问题。

在团队的磨合中，我们也发生过争执，当彼此的意见不一致时，争执不可避免，但我们总能够及时的冷静下来，我们会重新分析问题，再把彼此的想法融合在一起。经过这些从分歧到一致的过程，不仅没有产生矛盾，反而让我们凝聚地更加牢靠。

经过这段时间的工作，我们也从中发现了自身团队现阶段的不足之处，从而及时针对不足去调整团队的步伐，在我们所涉及产品的相关知识、团队管理上去更加深入的进行学习。

一路走来，伙伴们携手并肩，困难处处可见，可是我们坚持了下来。看似“风光”的背后，是付出，是汗水，是团队中每个人的不离不弃。人的一生，没有什么是注定的，也没有什么

是不可改变，很多自己从来没有想过的事情，最后竟然成真了。

我们坚信，经过不懈的努力，我们会越走越远，共同迎接“智能时代”的到来！

### 附件 1：企业营业执照等相关材料

**营 业 执 照**

注册号 310115002658921  
证照编号 15000000201504280093

名 称 上海崇想智能科技有限公司  
类 型 一人有限责任公司(自然人独资)  
住 所 浦东新区临港海洋高新技术产业化基地 A0201 街坊 1414 号  
法定代表人 李佳佳  
注册 资 本 人民币 10.0000 万元整  
成 立 日 期 2015 年 4 月 28 日  
营 业 期 限 2015 年 4 月 28 日 至 2045 年 4 月 27 日  
经 营 范 围 从事智能科技领域内的技术开发、技术咨询、技术服务、技术转让、机电设备的安装、维修(除特种设备)、计算机系统集成、自动化设备、机电设备、电子产品、五金交电、计算机软件及辅助设备的销售。  
【依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动】

登记机关 浦东新区市场监督管理局  
2015年04月28日

企业信用信息公示系统网址: <https://www.sgs.gov.cn/notice> 中华人民共和国国家工商行政管理总局监制

**中华人民共和国  
组织机构代码证**

代 码: **33265965-3**

机 构 名 称: 上海崇想智能科技有限公司

机 构 类 型: 企业法人

地 址: 上海市浦东新区临港海洋高新技术产业化基地 A0201 街坊 1414 号

有 效 期: 自二〇一五年四月三十日到二〇一九年四月三十日截止

颁 发 单 位: 上海市质量技术监督局

登 记 号: 组代管310115825952

**说 明**

1. 中华人民共和国组织机构代码是组织机构在中华人民共和国境内唯一的，始终不变的法定代码标识，《中华人民共和国组织机构代码证》是组织机构法定代码标识的凭证，分正本和副本。
2. 《中华人民共和国组织机构代码证》不得出租、出借、冒用、转让、伪造、变造、非法买卖。
3. 《中华人民共和国组织机构代码证》登记项目发生变化时，应向发证机关申请变更登记。
4. 各组织机构应当按有关规定，接受发证机关的年度检验。
5. 组织机构依法注销、撤销时，应向原发证机关办理注销登记，并交回全部代码证。

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 公告

年 检 记 录

年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日
-------	-------	-------	-------

NO.2014 5880649

## 附件 2： 公司团队获奖情况如下

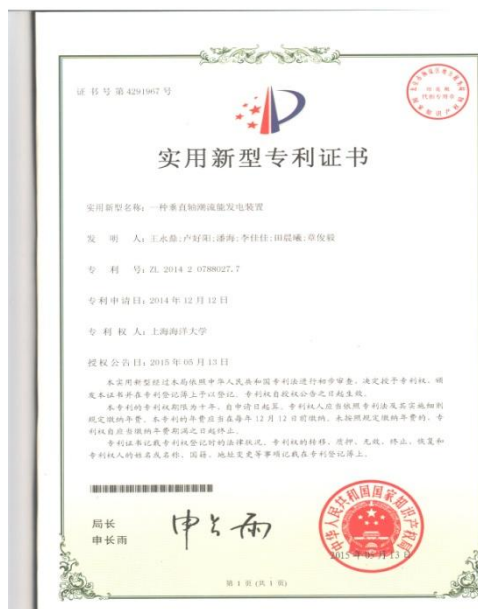
- 2013 年团队成员出版过《Maya 智能鱼制作》书籍
- 2014 年获得全国大学生“飞思卡尔”智能车大赛三等奖
- 2014 年获得全国 3D 建模大赛三等奖
- 2014 年获得全国海洋航行器设计与制作大赛二等奖
- 2014 年获得上海市“创造杯”大赛三等奖
- 2014 年参加上海“太敬杯”机器人设计大赛一等奖
- 2015 年参加全国“蓝桥杯”大赛， 获得上海赛区一等奖、全国三等奖
- 2015 年参加全国大学生“挑战杯”大赛， 获得上海赛区三等奖
- 2015 年参加上海市机械创新大赛获得二等奖

## 附件 3： 本团队现拥有专利

- 一种垂直轴潮流能发电装置
- 陀螺效应演示仪

## 已受理专利

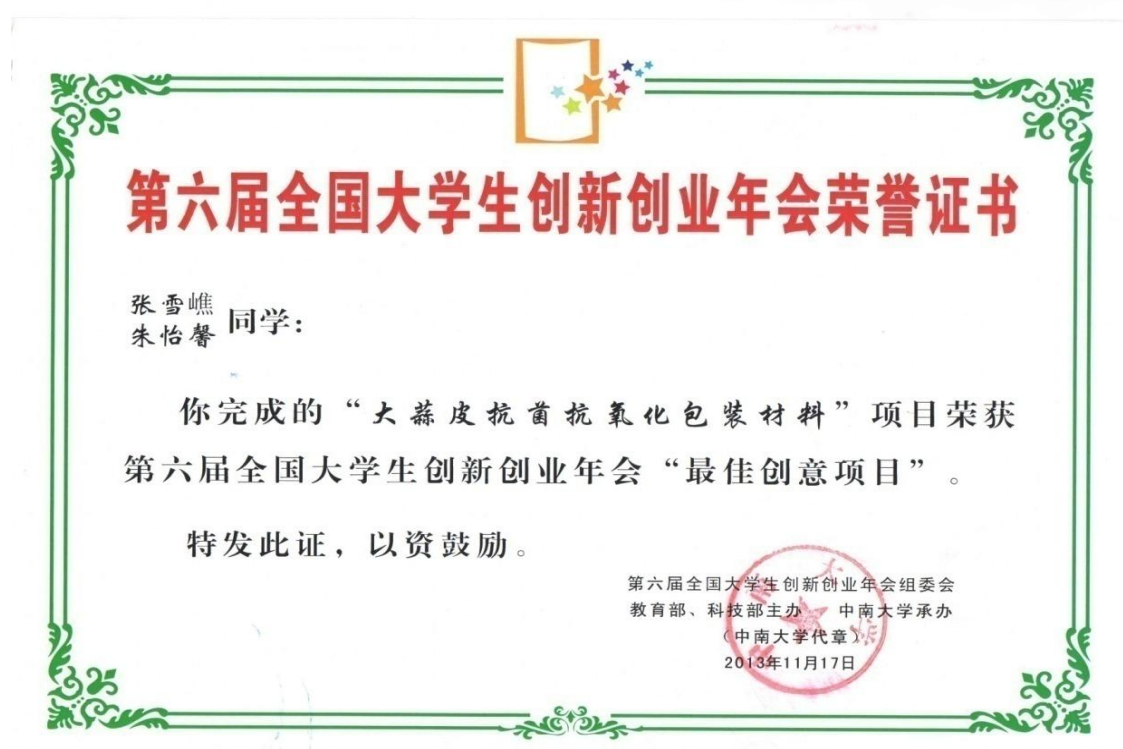
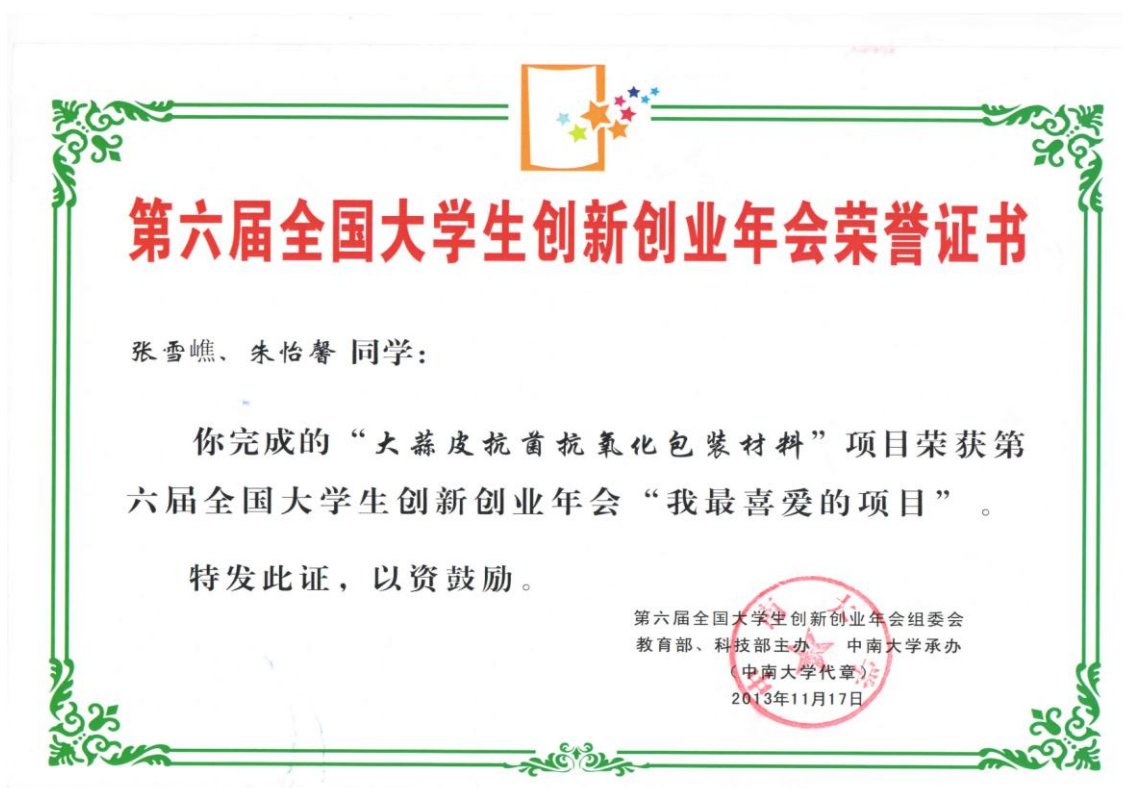
- 三轴水下航行器
- 一种智能饮水机
- 基于摄像头的智能小车寻迹程序



## 实 用 新 型 专 利 请 求 书

代理机构内部编号AJ151888_XSQ_ZY-15-213			此框内容由国家知识产权局填写	
⑦实用新型名称	一种智能饮水机		① 申请号 (实用新型)	
⑧发明人	发明人 1	李佳佳	<input type="checkbox"/> 不公布姓名	② 分案提交日
	发明人 2	周杰	<input type="checkbox"/> 不公布姓名	③ 申请日
	发明人 3	胡胜兵	<input type="checkbox"/> 不公布姓名	④ 费减审批
⑨ 第一发明人国籍 中国			⑤ 向外申请审批	
			⑥ 挂号号码	
			居民身份证件号码	
姓名或名称: 上海海洋大学		用户代码	申请人类型	大专院校
居民身份证件号码或组织机构代码 42500627-2		电子邮箱	56%	

## ■ 获奖证书





# 证书

李住住，周杰，胡胜兵，李瑞辉 同学：

在宋秋红，张雅林 老师指导下完成的创业项目“以创业反哺科创 以创新点亮未来——上海崇想智能科技有限公司”在第八届全国大学生创新创业年会上进行项目推介。

特发此证，以资鼓励。

第八届全国大学生创新创业年会组委会  
(哈尔滨工业大学代章)  
二〇一五年九月十八日

# 证书

潘旭迟、傅显晟 同学：

你们在许剑锋老师指导下撰写的论文“17种植物挥发油对食源微生物抑菌活性研究”在第九届全国大学生创新创业年会上进行学术交流。

特发此证，以资鼓励。

第九届全国大学生创新创业年会组委会  
(厦门大学代章)

主办单位：教育部  
承办单位：厦门大学

二〇一六年十一月二十日

# 证书

周像雯 戴器君 谢隼元

你在朱永恒 张亚琼老师指导下完成的项目“基于功能化纸基微流控芯片技术及手机App快速可视化评价水果品质”在第十届全国大学生创新创业年会上进行项目展示。

特发此证，以资鼓励。

主办单位：教育部  
承办单位：大连海事大学

“国创计划十周年”庆典暨  
第十届全国大学生创新创业年会组委会  
(大连海事大学代章)  
二〇一七年十一月

## ■ 活动照片



图 1.2013 年 教育部高教司刘桔副司长参观《大蒜皮抗菌抗氧化包装材料》项目



图 2.2013 年 陈海军同学领奖（左 2）





图 3. 2014 年 洪徐鹏同学作学术论文交流



图 4. 2014 年 卢克祥同学现场展示并讲解《多功能水中探测机器人“狗鱼 1 号”》



图 5. 2015 年 李佳佳同学作《基于智能车技术的智能产品设计》创业项目展示



图 6. 2015 年 入选创业展示项目师生合影



图 7.2016 年 入选学术交流论文师生合影



图 8.2016 年 潘旭驰同学作论文答辩



图 9.2017 年 入选创新创业展示项目师生合影

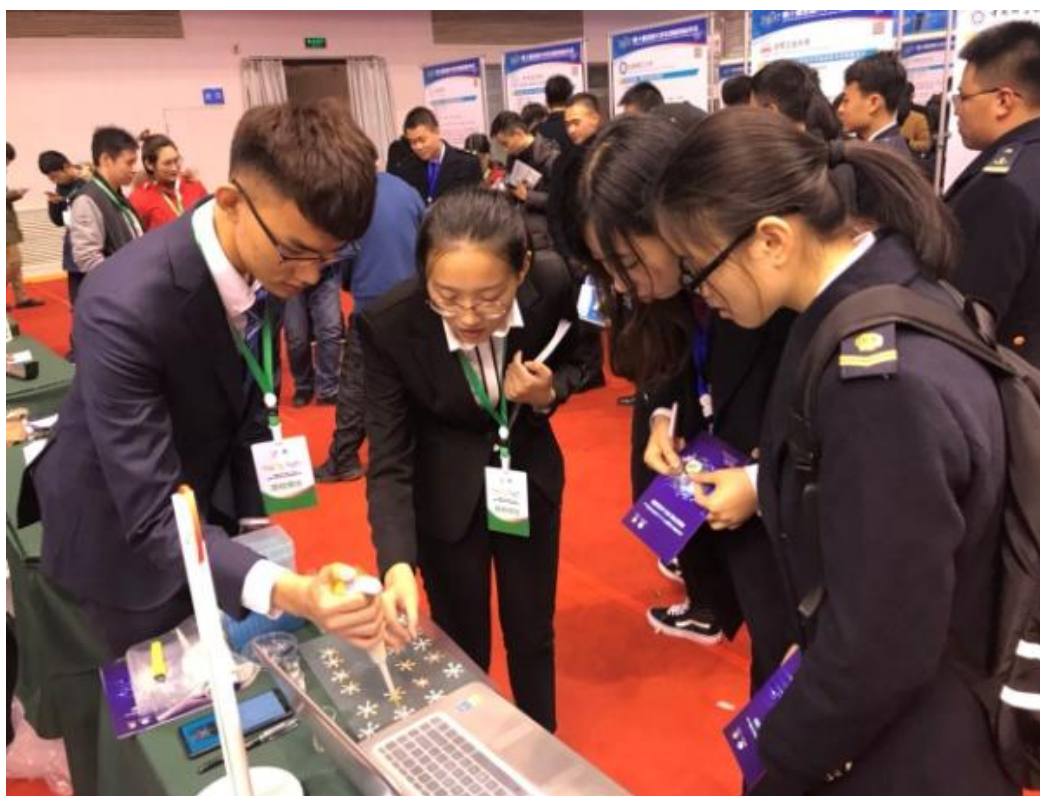


图 10.2017 年 周依雯、何泓海同学展示项目

# 上海大学生创新创业论坛

## ■ 2009-2017 上海大学生创新创业论坛参与情况

年度	作品名称	项目类别	获奖情况
2017 第五届	蟹田米的品牌建设与市场推广研究	学术论文	最佳创新报告
	西南大西洋拉氏南美南极鱼脂肪酸组成及其食性研究		优秀创新报告
	秘鲁外海茎柔鱼肌肉组织能量积累的研究		
	基于功能化纸基微流控芯片技术及手机 App 快速可视化评价水果品质	创新创业展示项目	十佳展板
	吸湿抗氧化食品包装薄膜		优秀展板
	智能实验室管理和控制系统		
	全自动点苗分装器	创业报告	最佳创业报告
	放大招——大学生定向求职平台		优秀创业报告
2015 第四届	基于全极化 SAR 的浙江衢山岛 DEM 信息提取	学术论文	优秀报告奖
	废弃物茶籽壳在日化用品中的应用研究		
	清甜型克氏原螯虾生态养殖新模式的初步研究	创新创业展示项目	大学生最喜爱的项目、团队合作奖
	三鱼奇景缸		技术创新应用奖
	“弹指校园”——面向校园应用服务的移动终端开发技术研究		
	基于智能车技术的智能产品设计	创业报告	优秀报告奖
2013 第三届	基于 SPMC75F2313A 三相直流无刷电动机变频控制的鱿鱼钓机电路设计	学术论文	优秀报告奖
	基于数字图像识别技术计算鱼类繁殖力的新方法		
	数学建模引发的数字食堂革命	创新创业展示项目	优秀展板奖（科学调查）
	浴室余热回收热泵系统的研发		优秀展板奖（技术创新）

	风浪混合动力发电转换装置		入选展示
2009 第一届	萤火虫繁育计划	创新创业 展示项目	入选成果展示
	水族箱粪便残饵自动清除系统的设计研究		
	大范围推广教科书回收再利用的可行性研究		
	迎 2010 上海世博会环保包装研究		
	咸潮上溯对河口地区影响分析		
	环形数字鱼类视觉实验装置的研制		
	以鸟粪石形式回收上海污水处理厂磷可行性研究		
	基于图像处理的轴上小尺寸键槽检测系统的研究与设计		
	中韩饮食文化的交渗		
	大学生就业保障服务实施项目		

## ■ 学术论文

# 基于 SPMC75F2313A 三相直流无刷电动机变频控制的鱿鱼钓机电路设计

王伟杰<sup>1</sup>, 宋连伟<sup>2</sup>, 陈功<sup>2</sup>

指导老师: 钱卫国<sup>3</sup>

(1.上海海洋大学 海洋科学学院, 上海 201306; 2.上海海洋大学 工程学院, 上海 201306; 3.国家远洋渔业工程技术研究中心, 上海 201306)

**摘要:** 介绍了一种基于凌阳 SPMC75F2313A 片上系统变频控制直流无刷电动机的方法, 阐明应用 SPMC75F2313A 的设计方案。并解释应用该技术产生 PWM 波形, 以及利用 IPM 模块和霍尔器件实现对三相直流无刷电动机的驱动和调速。该方法具有控制灵活、精度高、产生可调 PWM 波形等优点, 可应用于鱿鱼钓机的电路设计。实验结果表明, 该方法有效可行。

**关键词:** SPMC75F2313A; 变频; 直流无刷电动机; 鱿鱼钓机; PWM 波形

## The Design of Controlling Three Phase , Frequency Modulation and DC Non- brushing Motor of Squid Jigging Machine Circuit based on SPMC752313A

WANG Wei-jie<sup>1</sup> , SONG Lian-wei<sup>2</sup>, CHEN Gong<sup>2</sup>, QIAN Wei-guo<sup>3</sup>

(1. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. College of Engineering Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 3. National Engineering Research Center for Oceanic Fisheries, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** This paper introduces a kind of controlling Frequency Modulation and DC non-brushing motor based on mini system of SUNPLUS SPMC75F2313A. It illustrates the design conception with applying SPMC75F2313A. This paper also explains the implementation process of PWM waveform production and the implementation of Three Phase and DC Non- brushing Motor can adjust speed by using IPM module and Hall device. This method has advantages such as flexible control and the high precision and the adjustable wave ratio and so on. The experiment results indicate that the method is validity and feasibility.

**Key words:** SPMC752F313A; Frequency Modulation; DC Non- brushing Motor; PWM waveform

## 0 引言

日本是鱿钓渔业最发达的国家之一, 在鱿钓渔业发展初期, 由于当时科技水平的限制, 因此鱿钓设备较为简单<sup>[1-2]</sup>。20 世纪 50 年代鱿钓渔业中所采用的钓机为单滚筒手摇钓机。



随着科技的进步, 以及提高渔获效率因素的驱动, 20 世纪 60 年代中期开始采用机械控制的双滚筒自动钓机。20 世纪 70 年代中、末期逐渐发展成为电控型自动钓机。由于电脑控制技术的应用, 20 世纪 80 年代开发电脑型自动钓机, 且从单机控制发展为集中遥控<sup>[3-5]</sup>。钓机的作业水深也从原来的 300 米, 发展到 1000 米。自动钓机可实现作业深度、起放线速度、起线速度脉冲幅值(即抖动强度)等各方面的调节功能。电脑型钓机除了可显示数字控制外, 还可以使滚筒脉冲转动记忆和模拟人的手钓动作, 钓线的脉冲速度调节范围更为广阔。

国内对鱿钓机的研制开始于 1973 年, 由农业部立项, 1974 年初厦门水产学院渔机厂仿造了日本的 VP-3 型自动鱿鱼钓机。自行设计制造了 SYD75 型自动鱿鱼钓机, 经过运转试验, 各种性能达到了当时鱿鱼钓机的“机械化”设计要求<sup>[6]</sup>。随着我国鱿钓渔业的成功开创, 1990 年 5 月根据农业部水产司立项要求, 上海水产大学研制了 2 台电控鱿鱼钓机, 使国产化鱿鱼钓机向机械化电气化方面跨出了一大步<sup>[7]</sup>。但使用情况不理想, 未能进行技术推广。国内部分渔业装备生产企业和科研院校也等先后开展过鱿钓机的研制<sup>[8-10]</sup>, 但所有产品均未能成功应用于实际渔场生产, 多数停留在理论探讨阶段。

鱿鱼钓机是鱿钓渔业中最基本的生产工具, 而我国作为世界上最主要的鱿钓渔业国家, 鱿鱼钓机仍旧依赖于从国外进口或使用国外淘汰的二手产品, 严重阻碍了鱿钓产业的发展。为此, 研究开发国产鱿钓机成为鱿钓渔业生产企业和科研单位最为关心的问题。本文尝试使用 16 位变频芯片 SPMC75F2313A 单片机、功率器件智能模块 IPM FSBB20CH60 和霍尔传感位置侦测, 实现直流无刷电动机驱动和调速, 并采用变频技术来设计鱿鱼钓机的控制电路, 为国产鱿钓机研制的软件控制单元提供参考。

## 1 控制原理

### 1.1 直流无刷电动机的优势和控制原理

直流无刷电动机 BLDC 采用电子换向器替代了传统直流电动机的机械换向装置, 克服了电刷和换向器所引起的噪声、火花、电磁干扰、寿命短等弊病。直流无刷电动机既具备交流电动机的结构简单、运行可靠、维护方便等一系列优点, 具有直流电动机的运行效率高、无励磁损耗以及调速性能好等诸多优点。SPMC75F2313A 为马达驱动专用芯片, 方便产生各种驱动控制信号<sup>[11-13]</sup>。电动机的定子绕组多做成三相对称星形接法, 与三相异步电动机十分相似<sup>[14]</sup>。电动机的转子上粘有已充磁的永磁体, 为了检测电动机转子的极性, 在电动机内装有位置传感器。驱动器由功率电子器件和集成电路等构成, 功能是: 接受电动机的启动、停止、制动信号, 以控制电动机的启动、停止和制动; 接受位置传感器信号和正反转信号, 用来控制逆变桥各功率管的通断, 产生连续转矩; 接受速度指令和速度反馈信号, 用来控制和调整转速; 提供保护和显示等。直流无刷电动机的控制原理简图如图 1。

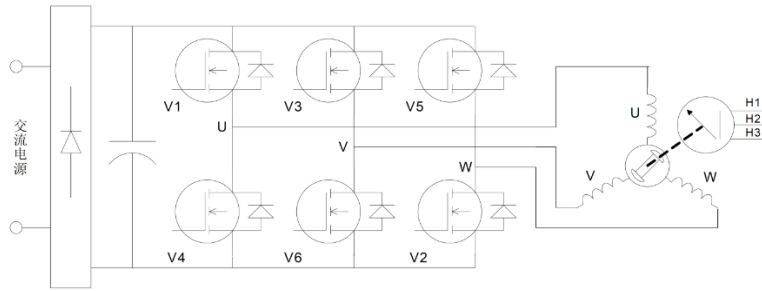


图1 直流无刷电动机的控制原理简图

主电路是一个典型的电压型交-直-交电路，逆变器提供等幅等频 5—24KHz 调制波的对称交变矩形波。永磁体 N-S 交替交换，使位置传感器产生相位差 120° 的 H3、H2、H1 方波，从而产生有效的六状态编码信号：010、011、001、101、100、110，通过逻辑组件处理产生 V6—V1 导通、V5—V6 导通、V4—V5 导通、V3—V4 导通、V2—V3 导通、V1—V2 导通，也就是说将直流母线电压依次加在 U→V、W→V、W→U、V→U、V→W、U→W 上，这样转子每转过一对 N-S 极，V1、V2、V3、V4、V5、V6 各功率管即按固定组合成六种状态的依次导通。每种状态下，仅有两相绕组通电，依次改变一种状态，定子绕组产生的磁场轴线在空间转动 60° 电角度，转子跟随定子磁场转动相当于 60° 电角度空间位置，转子在新位置上，使位置传感器 U、V、W 按约定产生一组新编码，新的编码又改变了功率管的导通组合，使定子绕组产生的磁场轴再前进 60° 电角度，如此循环，直流无刷电动机将产生连续转矩，拖动负载作连续旋转。

## 1.2 直流无刷电动机的驱动

本方案采用 120 度方波的算法驱动 IPM 的内置 IGBT 从而来驱动直流无刷电动机。对 IGBT 信号的分配必然和电动机的位置有着紧密的联系，从 BLDC 的霍尔传感器反馈回来的位置信号经过编码后是：010、011、001、101、100 和 110 六种状态，所以可以根据这六种位置状态信息来分配 IGBT 的驱动信号。在这里我们优先选用了 IGBT 的上桥臂用分配 PWM 信号，下桥臂分配高低电平的驱动方式，所以可以通过改变上桥臂 PWM 的占空比来改变加在直流无刷电动机上的端电压。信号分配和位置关系如图 2 所示。

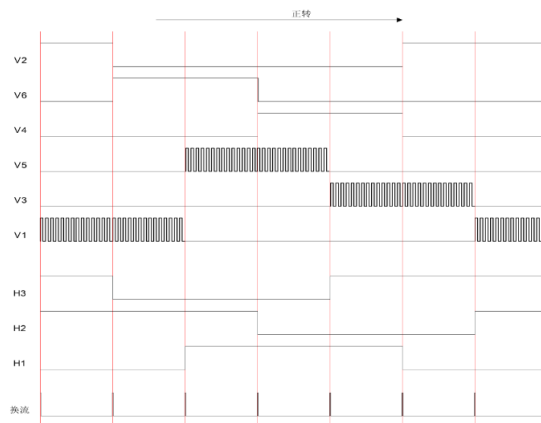


图2 位置驱动信号关系

其中：V1、V2、V3、V4、V5和V6表示IGBT组成的三相全控桥电路，上桥的V1、V3和V5三个功率管，下桥的V2、V4和V6三个功率管，分别控制这U、V和W三相直流电的流向，如图1所示连接方式。H1、H2和H3是霍尔传感器的三个信号出线。

如果正转的位置信号和驱动信号的关系如图2所示：010（H3 H2 H1）V6—V1、011（H3 H2 H1）V5—V6、001（H3 H2 H1）V4—V5、101（H3 H2 H1）V3—V4、100（H3 H2 H1）V2—V3、110（H3 H2 H1）V1—V2的顺序来换流的话，那么我们可以同样根据位置信号给出反转时驱动信号的换流关系。即：001（H3 H2 H1）V1—V2、011（H3 H2 H1）V2—V3、010（H3 H2 H1）V3—V4、110（H3 H2 H1）V4—V5、100（H3 H2 H1）V5—V6、101（H3 H2 H1）V6—V1。具体电机的相序一定要搞清楚，如果换流不对或不当的话直流无刷电动机就会左右振动根本旋转不起来，或者电流很大且电流波形是不对的。

通过上述控制信号来控制各个功率管的on/off，使得电流依序流入U、V、W三相线圈，而在直流无刷电动机的内部产生旋转磁场，如图3所示，指出了在控制信号的作用下各相的电压、电流方向的关系。

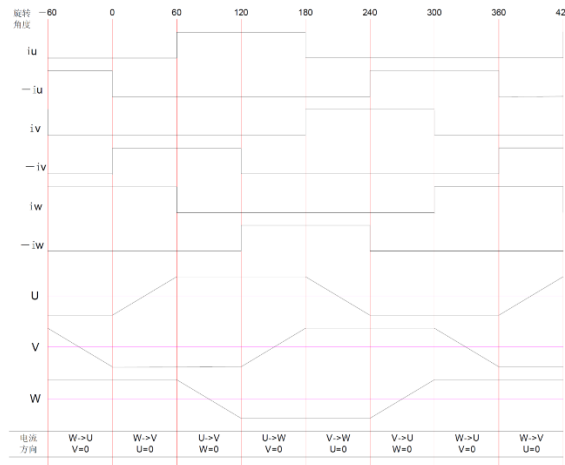
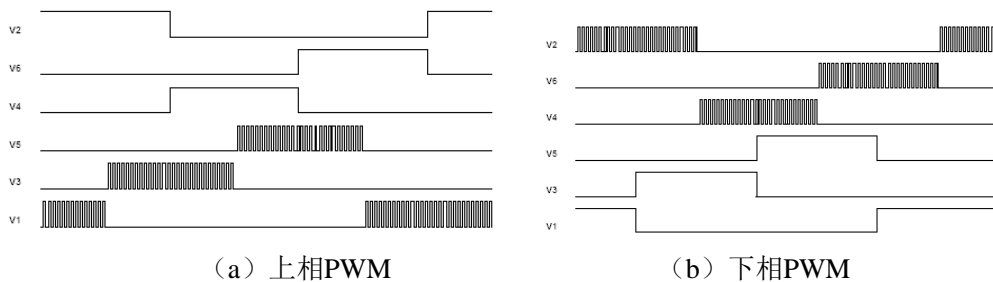


图3 电流时序

### 1.3 PWM 方式调速

在控制功率组件的信号中加入PWM，调整PWM的占空比，即输出PWM的Duty，使得调整输入电动机的端电压的大小，进而控制直流无刷电动机的转速，其中控制信号PWM的加入有四种方式：上相PWM、下相PWM、前半PWM和后半PWM。如图4所示。



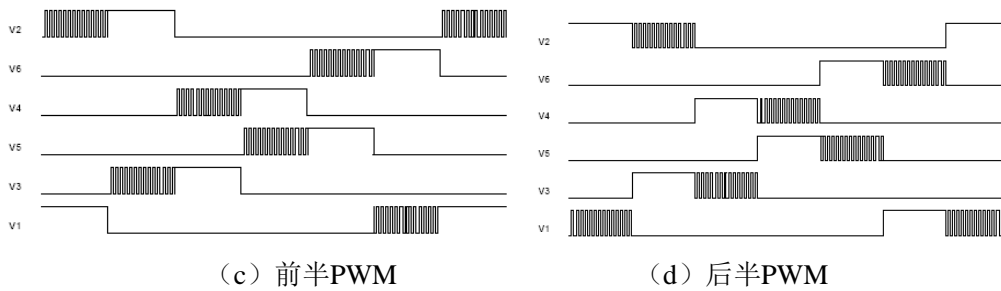


图4 PWM加入方式

## 2 硬件设计

硬件电路的设计主要包括：电源，控制器系统，IPM模块及驱动，位置侦测和RS485通信五个部分。各部分的框图如图5所示，硬件电路原理如图5所示。

### 2.1 SPMC75F2313A 控制系统

设计使用凌阳16位变频芯片SPMC75F2313A和功率器件智能模块IPM，结合基本的驱动算法通过功率器件智能模块IPM来实现对三相绕组直流无刷电动机的驱动和调速，控制电路如图6所示。在程序开发过程中，通过SPMC75F2313A的Probe来连接内嵌在线仿真，降低了驱动及系统开发的难度，提高了生产效率、加快开发进度。

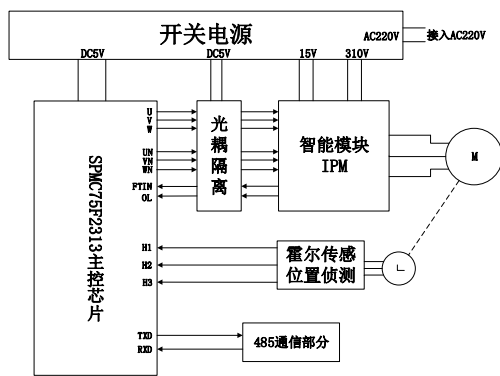
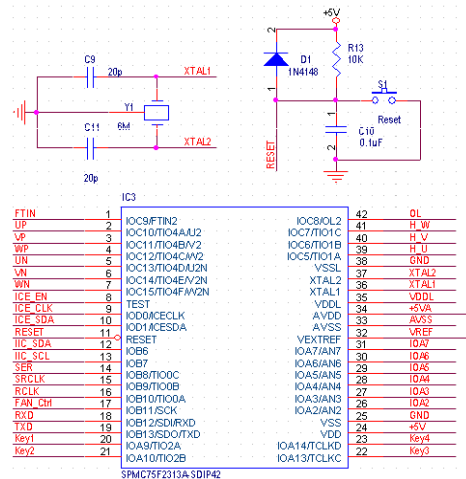


图5 系统框图





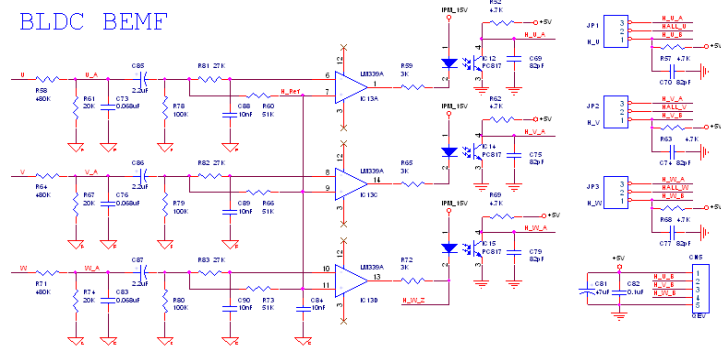


图9 霍尔传感位置侦测

## 2.5 隔离驱动

为了保护MCU微控制器部分这里实施了高压直流IPM部分和MCU部分的电气隔离<sup>[15]</sup>，提高系统运行的稳定和可靠性，控制系统和IPM之间用光耦来隔离驱动。光耦来隔离驱动电路原理图，如图10。光耦两边必须使用不同的电源才能达到隔离的效果，否则不能起到电气隔离的作用。光耦建议选择快速光耦，如果对载波的频率要求的不是特别高的话，也可以考虑选择PC817/TLP521等，来降低成本。

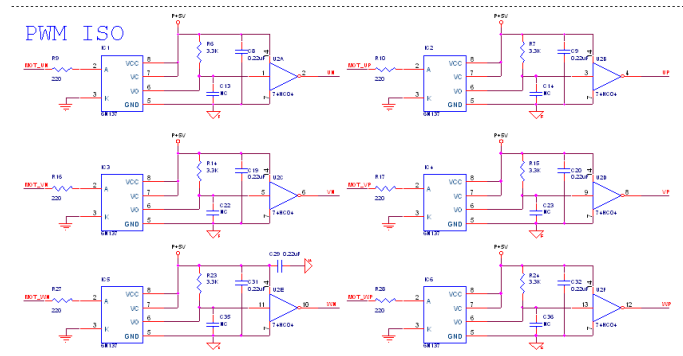


图10 光隔离驱动电路原理图

## 2.6 485 通信电路

SPMC75 系列微控制器内置一个UART 模块，与485连接实现：接收数据，将外部设备串行数据进行转换为并行数据；发送数据，将并行数据转换为为串行数据，对外发送。485通信接口电路如图11。

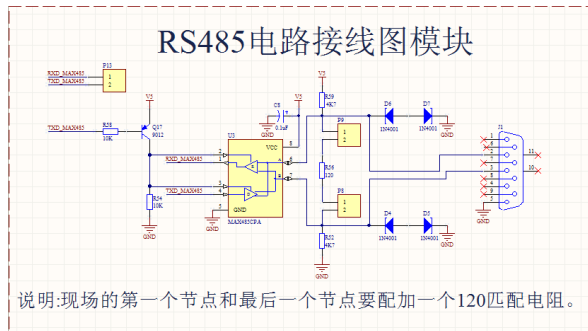


图 11 485 通信接口

## 2.7 开关电源变换

图12 是系统的开关电源变换部分，这部分是由TOP233Y构成的开关电源变换电路。经开关变换后，再通过稳压后，为系统提供CPU供电的5V电源和IPM部分工作的15V，5V驱动电源。

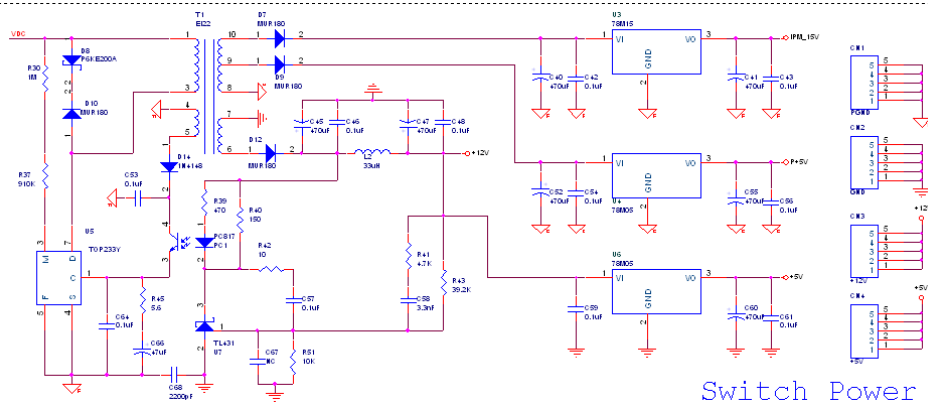


图 12 开关电源变换电路

## 3 软件流程

主程序主要完成系统必要的初始化，而对电动机的实时处理基本上是在中断中完成的，其中涉及到的中断主要有：IRQ0的错误输入和输出中断、IRQ1的PDC和TCV中断、IRQ6的UART RXD中断及CMT0的定时中断。如图13所示主程序设计流程图。

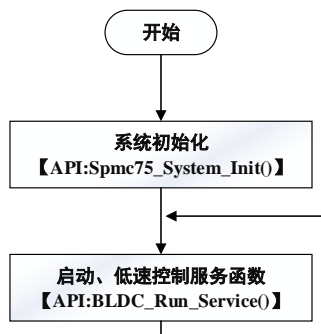


图 13 主程序设计流程图

中断子流程完成：故障输入、输出短路、PDC、TCV、RXD和CMT0等中断协助完成了对BLDC的启动、运行、速度调节和错误保护的控制。其中如果使用默认各个中断源的使用都按照初始化设置已经相应的固定下来。这里只对PDC、TCV中断流程示出。PDC、TCV中断操作流程见图14。

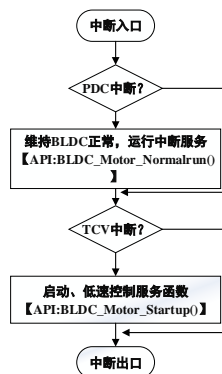
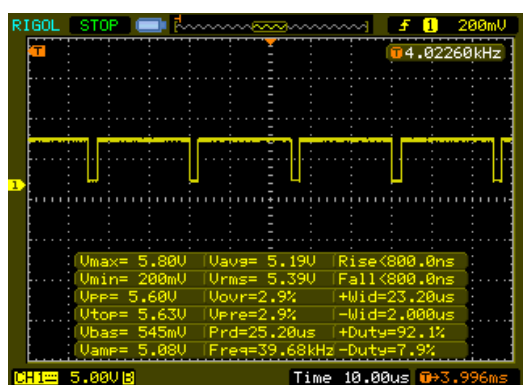


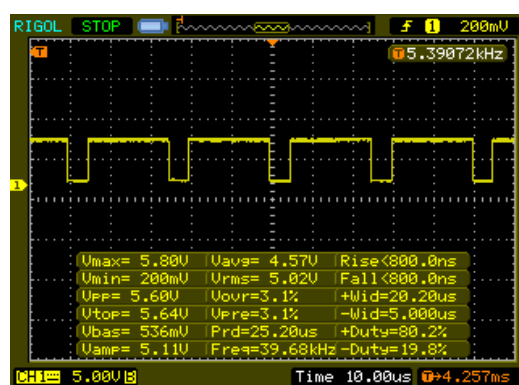
图 14 PDC、TCV 中断操作流

## 4 测试结果

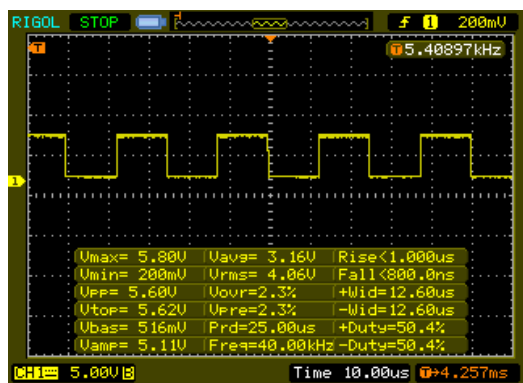
图15为SPMC75F2313A单片机控制U相输出的不同占空比的PWM波形图,达到了本项目最初设定的目标,输出不同占空比的波形进而控制电机。



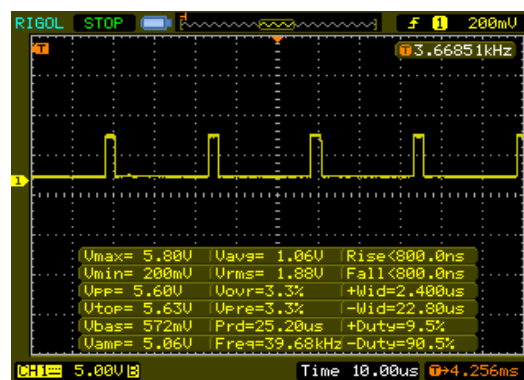
(A)



(B)



(C)



(D)

图 15 不同占空比的 PWM 波形图



## 5 结语

本项目对凌阳16位变频芯片SPMC75F2313做了简单的介绍，并对其输出变频PWM信号原理进行解释，设计了利用该技术产生PWM波形控制三相直流无刷电动机的驱动和调速电路及软件，并进行了实验测试，相关控制信号和驱动信号输出正常，验证了原理的可行性。

### 参考文献

- [1] 奈须敬二、奥谷乔司、小仓通男.イカその生物から消費で[M]. 成山堂书店, 1991.
- [2] 小仓通男. イカ釣渔业と火光[J]. 日本水产学会誌, 1992, 38 (8) : 881-889.
- [3] 胡文伟, 倪谷来. 鱿鱼钓机的研究设计与试验 (上) [J]. 渔业机械仪器, 1992, 19 (1) : 31-35.
- [4] 倪谷来, 胡文伟. 鱿鱼钓机的研究设计与试验 (下) [J]. 渔业机械仪器, 1992, 19 (2) : 39-41.
- [5] 胡明埏. 鱿钓渔船及其装摆的探讨. 上海水产大学学报.1996, 5 (4) :226-234.
- [6] 厦门水产学院渔机厂. SYD75 型自动鱿鱼钓机[J].渔业机械仪器.1977(01).13-16.
- [7] 倪谷来.几种日产鱿鱼钓机剖析及我国鱿鱼钓机的发展方向[J].渔业机械仪器, 1996, 23 (3) : 26-31.
- [8] 周洪亮. 基于参数辨识的直流电机调速系统及其在鱿钓机中的应用[J].仪器仪表学报 (增刊), 2004, 25 (4) : 661-664.
- [9] 胡明埏, 陈新军.中国远洋鱿钓渔业的可持续发展探讨[J].上海水产大学学报, 2000, 9 (2) : 157-162.
- [10] 陈新军.我国光诱鱿钓渔业一些技术问题的探讨[J].海洋渔业, 1996, 18 (2) : 82-84.
- [11] 孔祥洪,孟健,王令群.凌阳 16 位单片机原理与应用[M].北京: 北京航空航天大学出版社,2009.3: 58-63.
- [12] 顾滨,孔祥洪,董昌春等.凌阳 16 位单片机实训教程[M].北京: 北京航空航天大学出版社,2009.3: 34-36.
- [13] 孔祥洪,顾滨,董昌春等.基于 SPMC75F2413A 的感应电机开环 V/F 控制[J].实验室研究与探索,2008(4): 31-35.
- [14] 杨渭,孔祥洪. 大学物理实验[M].北京: 中国铁道出版社, 2010.9: 16-18.
- [15] 孔祥洪,郭阳雪,微机原理与汇编语言的可视化教学[J].计算机教育, 2011(12): 76-78.

# 基于数字图像识别技术计算鱼类繁殖力的新方法

董鹏生<sup>1</sup>, 于文驰<sup>2</sup>

指导教师: 龚小玲<sup>1</sup>, 张云<sup>3</sup>

(1. 上海海洋大学水产与生命学院; 2. 上海海洋大学海洋科学学院; 3. 上海海洋大学信息学院)

**摘要:** 鱼类繁殖力的准确测算对于鱼类种群变动、遗传育种等均具有重要意义。传统的鱼类繁殖力测算过程中在计数鱼类怀卵量时费时、费力且易出错。本项目设计了一种新的怀卵量统计方法: 在Visual C++ 6.0开发平台上基于数字图像识别算法开发鱼卵计数程序, 对分离的卵子采用利用软件进行计数, 结果发现对于分辨率为72dpi\*72dpi, 粒数在1000-5000的鱼卵图像, 计数流程时间约为1分钟, 远远小于人工计数近1小时的时间, 计数准确率较高(在已完成的20次试验中, 平均错误率为2.436%, 最小一次为1.630%), 这是鱼类繁殖力测算方法的一种创新。在卵解离过程中使用了甲醛、Gilson溶液2种方法, 实验表明福尔马林溶液固定、筛绢过滤卵膜是分离卵子较好的办法。

**关键字:** 鱼卵分离 繁殖力 统计方法 数字图像识别

## New Method of Counting Fish Fecundity Based on Digital Image Recognition

DONG Pengsheng<sup>1</sup>, YU Wenchi<sup>2</sup>, Gong Xiaoling<sup>1</sup>, Zhang Yun<sup>3</sup>

(1. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University; 2. College of Marine Science & Technology, Shanghai Ocean University; 3. College of Information Technology, Shanghai Ocean University)

**Abstract:** Accurate measurement of fish reproduction is of great significance for genetic breeding and fish population fluctuation. However traditional statistical methods of fish egg counting would be tedious, error prone, time consuming, and inefficient. This study is intended a new method of counting fish fecundity based on digital image recognition. The fertility statistics platform under Windows systems implemented using Microsoft Visual C++ 6.0, and we found that when we used the software counting fish egg images of 72dpi\*72dpi for the resolution, number of eggs in 1000-5000, we used 3 minutes, far less than the time required for manual counting (about 1hour). In 20 trials, the average error rate is 2.436%, minimum time is 1.63%. And we want to make reform and innovation on the traditional fish Science Experiment Teaching Method and the research on fish reproduction. And we found that formaldehyde solution fixing and sieve silk filtering egg membrane has a better effect than Gilson fluid.

**Key words:** Reproduction; digital image processing; software; fish eggs separated;

## 前言

项目创意源于作者在本科鱼类学实验学习过程中。目前在大学本科传统鱼类学教学实验课以及近五年涉及鱼类繁殖力的文献中，繁殖力主要通过计数鱼类怀卵量来进行测算的，而怀卵量测定方法主要有重量法<sup>[2-11]</sup>和体积法<sup>[12]</sup>，即通过计数小质量（小体积）的卵粒数，人工计数单位质量（单位体积）内的卵粒数，进而求得繁殖力<sup>[1]</sup>。硬骨鱼类的卵一般较小，直径多在一毫米左右，假设每次计数五千粒，所需时间在3小时甚至更长，由于长时间、连续进行相同的视觉处理，往往感到单调、疲劳、厌倦、甚至遗忘，而手动计数器也易损坏，稍不注意就会出错而需要重新计数，因此传统人工统计鱼卵数量工作量大，花费的时间长，且是单调重复的劳动。

鱼类卵巢中不同位置中卵的大小、规格往往是不同步的<sup>[1]</sup>，只有尽可能多地取样才有统计学上的意义，但取样多又增加了计数的困难。因此，有学者<sup>[13][14]</sup>采用奥林巴斯显微镜软件系统或者基于matlab图像处理工具箱进行鱼类鱼卵的识别与计数，虽然鱼卵的识别效果很好，但是在实现方法过程较为复杂，对软件操作要求也较高。所以选用合适鱼卵形态学参数以及高效的算法来开发出一套专门用于统计鱼类繁殖力软件就显得十分必要。同时我们对软件操作界面上注重友好和简洁元素的设计，使得整个统计繁殖力的过程变得更加简便和明朗。

## 1. 材料和方法

### 1.1 实验材料

本次试验以鲫鱼（*Carassius auratus*）为代表，试验鱼来自上海大治河，从2012年7月至2013年01月共取10尾雌性2龄鱼，编号分别为1-10，对其进行解剖，取出卵巢并称取性腺重（ $W_G$ ）。其中1-5号实验鱼用于鱼卵解离液筛选，6-10号实验鱼用于检测所开发软件统计数据的精确度。

### 1.2 鱼卵处理方法

在采集待检测鱼卵的图像信息前需要对待检测鱼卵样品进行预处理，主要过程：取样，样品的解离与固定，样品的去除杂质处理，采集卵的图片信息，具体流程如下：

#### 1) 取样

在卵巢的前、中、后不同部分分别取0.5~2.0g的鱼卵样品，混合后用分析天平（精度0.001g）称重（ $W$ ），后放入盛有解离固定作用试剂的标本瓶中进行卵粒固定和卵巢组织的疏松。

#### 2) 选取解离液与鱼卵的固定、解离

选用了福尔马林、Gilson溶液<sup>[15]</sup>两种解离液对卵进行解离。福尔马林溶液，设计浓度梯

度为5%、10%、15%、20%，，处理时间分别为2天、4天、6天、7天、8天的2因子、共20组的交叉试验，编号为F1-F20；Gilson溶液，取4.5毫升Gilson溶液和0.5克卵巢样品装入5ml冻存管中，处理时间设置为2周、3周、4周，共3个试验组分别编号为G1-G3；

### 3) 样品的去除杂质处理

样品经过解离固定、冲洗处理后，用50 $\mu\text{m}$ 孔径的筛网在直径10-20cm的布氏漏斗上进行低真空抽吸去除卵表面的杂质，筛网孔径大小保证待统计卵的最小卵粒不会被过滤掉。

## 1.3 图像信息的处理

该计数软件的设计与实现是基于VisualC++ 6.0作为开发环境，结合数字图像处理C++函数设计鱼卵自动计数软件,通过大量试验对程序进行修改，并对软件的核心算法进行优化，实现鱼卵的准确记数。

### 1.3.1 软件设计思路



图1 软件设计思路图

### 1.3.2 图像处理的原理方法

#### 0) 图像的采集

将鱼卵均匀平铺于黑色无盖方型纸盒（15cm×15cm）中，然后采用1420万像素NIKON D3100相机获得低噪点、高分辨率原始图像。

#### 1) 图片预处理与灰度化

采集到的图像中，鱼卵内部有着均匀一致的灰度值且鱼卵区域和背景区域间的对比度较大，因此可以按照图像的噪声特性做出相应的处理<sup>[19]</sup>并通过设定合适的阈值采用阈值分割的方法进行二值化<sup>[20][21]</sup>，可以实现图片的鱼卵区域从图像中分离出来。

#### 2) 图像噪声分析与处理

数字图像的噪声主要来源于图像的获取和传输过程，评价去噪后的图像一般需要考虑三个方面：噪声衰减程度、边缘保持程度、区域平滑程度。理论上讲，去噪后的图像应该尽可能地衰减噪声，保持图像边缘鲜明，尽可能地平滑区域<sup>[19][23]</sup>。

消除图像噪声的方法在图像处理中称为图像平滑，根据预先对图片的实验处理我们选用空间域处理中的中值滤波法来实现数字图像的平滑处理，其目的既要消除噪声又要保持图像的细节。在软件的实现中依据方法自适应定向加权中值（ADWM）滤波的算法<sup>[26]</sup>中的噪声检测、滤波窗口尺寸的确定、噪声点滤波三个步骤实现了自适应中值滤波器

的构建，基本上去除了图片中噪声的干扰。

### 3) 直方图阈值分析

先求出最大像素点灰度值  $Z_{\max}$  和最小像素灰度值  $Z_{\min}$ ，选中间的阈值  $H_0$ ，有：

$H_0 = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2}$ 。把  $H_0$  设置成为图像的相应的阈值，大于  $H_0$  的为背景，小于  $H_0$  作为鱼

卵在选定  $H_0$  为阈值时，有： $g(i, j) = \begin{cases} 1, f(x, y) \leq H_0 \\ 0, f(x, y) > H_0 \end{cases}$ 。对于鱼卵选定  $g(i, j)=1$ ，对于背

景选定为  $g(i, j)=0$ 。最终的阈值取最大像素和最小像素的平均值，选取超过阈值点的像素区域为鱼卵区域<sup>[20]</sup>，其余的置位黑色作为背景。

### 4) 对鱼卵的识别与记数

在分割得到每一个鱼卵照片中，找出 8 邻域连接的几何外凸形态的鱼卵，即将水平、垂直或对角方向相连的相邻像素视为同一对象，不相连的像素则被认为属于另外的鱼卵，这样便将图像中各个不相连的鱼卵从图像中找出来。该过程是在寻找相连像素的同时进行的，即被视为同一对象的像素被赋予相同的灰度值，并且该灰度值与鱼卵的标号一致，标号从 1 开始。所以，当图中所有的鱼卵都被标记之后，最大的标号即代表图像中的鱼卵个数。同时用一矩阵保存和更新各个鱼卵在图像中的坐标信息，再根据鱼卵的标号和位置信息可以很容易找到分割后指定的鱼卵。

### 5) 杂质剔除

在分割后的鱼卵图像可能含有杂质、鱼卵粘连等不利因素。为了更加准确地统计鱼卵数目，本文采用统计修正的方法<sup>[17]</sup>来尽可能地减少这些不利因素的影响。采用上述跟踪方法再结合相应的算法可以求出每个区域的参数如区域面积、周长、圆度等，然后根据这些参数对鱼卵进行识别。实际鱼卵区域大都呈圆形，圆的圆度因子为 1，区域圆度因子与 1 相差越大，其形状与圆差别就越大，因此圆度因子可以去除一些非卵形的物质。此外，还可以利用鱼卵边缘比中间暗的这种特点来剔除杂质，进一步增加准确性。

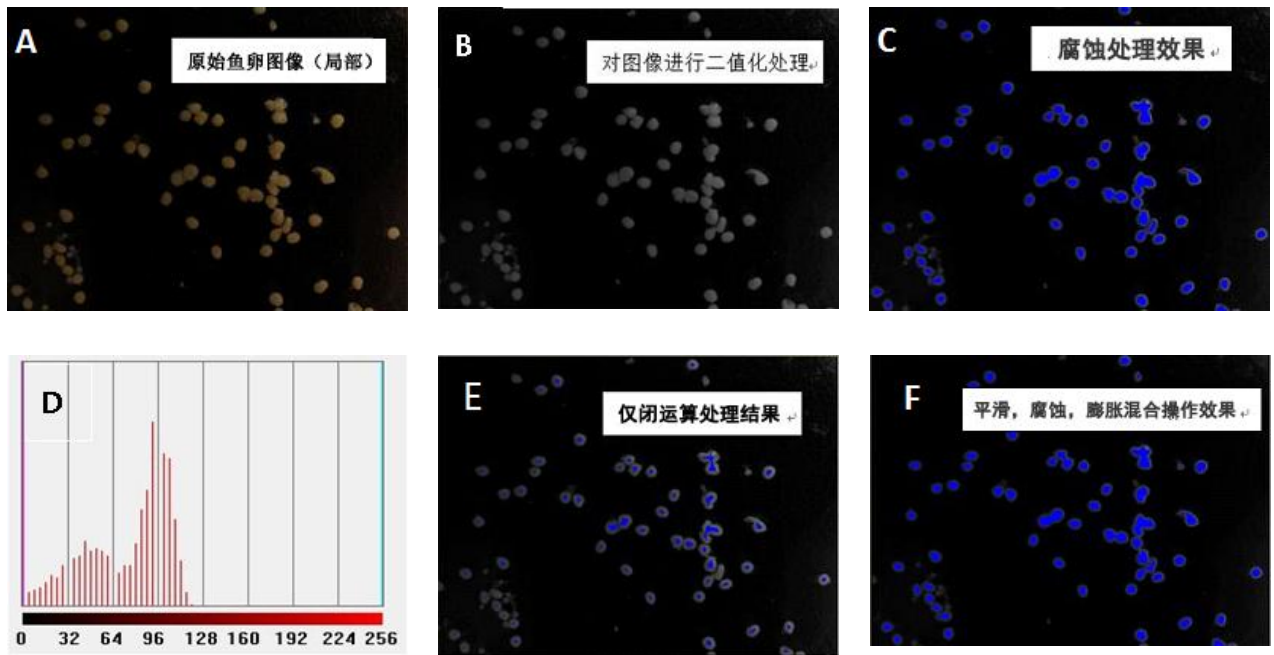


图2 软件处理流程示例

软件整体流程为读取图片，设置阈值，二值化。目的是将鱼卵和杂质同背景颜色区分开来（图 2B）；膨胀、腐蚀等操作粗略地对图片进行处理，使得鱼卵和杂质进行初步分离（图 2C）；选取有助于区分鱼卵与杂质的特征对象，描绘各个对象的像素频率分布图，进行数据分析（图 2D）；考虑误差情况：粘连在一起的两个或多个鱼卵的记数问题，鱼卵的自身形状（图 2E）；实现对图片中的鱼卵进行记数。

## 1.4 人工计数

待鱼卵图像信息采集后，再用手动计数器计数各个样本鱼卵的数目。对于每一份样品均计数三次求均值，以便减少人为误差。

## 1.5 数据分析方法

1) 繁殖力(individual fecundity)包括绝对繁殖力(absolute fecundity,  $F$ )和相对繁殖力(relative fecundity,  $R_F$ )。绝对繁殖力是指成熟雌鱼在繁殖季节前卵巢中所怀的成熟卵粒数；相对怀卵量(relative fecundity,  $R_F$ )是指雌鱼单位体重产出的卵粒数<sup>[1]</sup>，本项目选用前者，计算公式为：

绝对繁殖力  $F = N W / W_G$ ，式中  $W$  为鱼卵样品重量， $N$  是鱼卵样品所含卵粒数， $W_G$  是性腺重。

### 2) 误差分析

软件统计和人工计数均进行 20 次重复实验，依次编号为 A1-A20。以人工计数为标准来检测开发软件计数的正确率；计数误差与计数范围的相关性分析以及数据置信界限的确定利用 Matlab 曲线拟合工具箱 CFtool 来进行<sup>[27]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 样本信息

1-5 号实验鱼性腺重  $W_G$  (克) 分别为 11.843、11.671、7.902、10.426、6.341。用于卵分离及图像识别各组别的信息见表 1。

表1 A1-A20 样本信息

实验组	W(克)	N	实验鱼 编号	实验 组	W(克)	N	实验鱼 编号	实验 组	W(克)	实验鱼 编号	N
A1	0.786	2442	6	A8	0.631	2264	7	A15	0.642	9	2416
A2	0.843	3045	6	A9	0.533	3825	8	A16	0.743	9	1295
A3	0.751	4293	6	A10	0.642	2636	8	A17	0.578	10	1987
A4	0.584	2516	6	A11	0.644	2646	8	A18	0.783	10	2521
A5	0.612	1885	7	A12	0.537	1375	8	A19	0.502	10	2537
A6	0.507	1030	7	A13	0.510	2312	9	A20	0.767	10	1031
A7	0.647	5264	7	A14	0.678	1275	9				

### 2.2 鱼卵的解离效果

观察记录并拍摄实验组F1-F20，实验组G1-G3的鱼卵分离情况。不同的解离液和解离时间，对卵解离效果是不同的，见图1、表2。

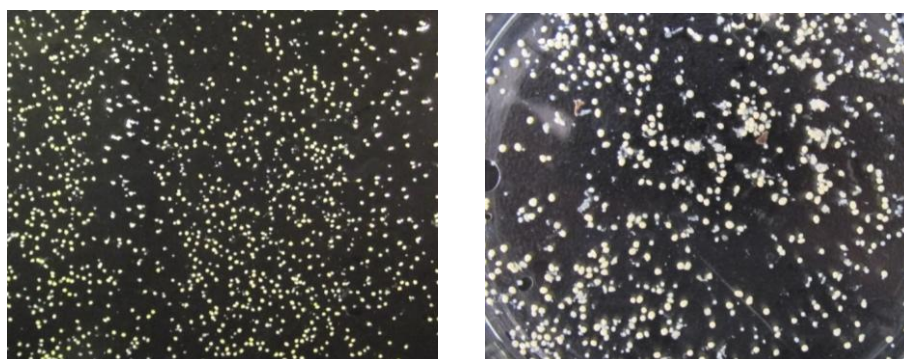


图3 不同解离液对于鱼卵解离效果

左图为甲醛浓度为 15% 处理 6d 鱼卵解离情况 (局部)，右图为甲醛浓度为浓度 20%，4d 鱼卵解离情况 (局部)

起到分离鱼卵的作用需要合适处理时间或解离液的配比，否则处理结果主要以大的块状物形式存在，达不到分离与识别的目的。根据一系列鱼卵解离实验效果，可以判断浓度 15% 甲醛处理 7d 的实验组以及 Gilson 溶液解离 4 周的实验组鱼卵解离情况效果较好。

表2 两种解离方法解离效果的比较

比较内容	5%的福尔马林溶液	Gilson溶液
解离时间	3-4天	2-3周
配比难度	容易	容易
解离效果	有少量卵粘连	几乎无卵粘连

## 2.3 软件整体流程与界面

采集 2.2 中鱼卵解离效果最好的图片，用于开发软件参数值设定以及算法优化，设计实现了专门用于鱼类繁殖力统计软件 EggCount。其界面如图 4，统计结果如图 5。

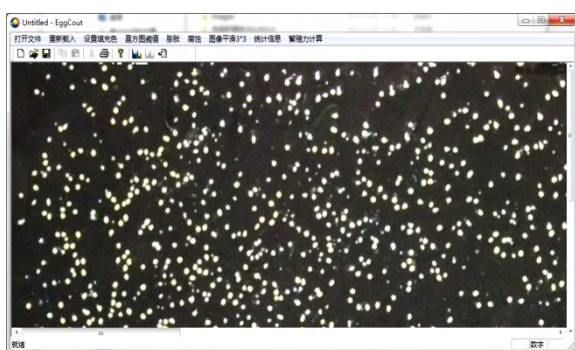


图 4 鱼类繁殖力统计软件 EggCount 及其界面



图 5 鱼卵数量统计结果

## 2.4 误差与误差分析

本次试验的误差主要由于在图像处理过程中，部鱼卵粘连在一起等不利因素，可能会对计算机在识别过程中会造成影响。因此利用 2.1 人工计数数据并结合 1.5 繁殖力计算公式得出传统繁殖力计算方法下的结果，与计算机统计的结果进行误差比较（见表 3）。

表 3 计算机计数的误差情况

编号	人工计数	软件计数	误差	编号	人工计数	软件计数	误差
A1	23591.963	22985.650	2.570%	A11	2835.429	2771.915	2.240%
A2	8786.447	8557.121	2.610%	A12	5070.985	5168.673	1.890%
A3	13394.336	13747.946	2.640%	A13	4147.220	4075.473	1.730%
A4	21169.243	20601.907	2.680%	A14	18832.757	18299.790	2.830%
A5	26461.351	25731.018	2.760%	A15	16454.259	16001.767	2.750%
A6	12148.902	12542.744	3.140%	A16	14489.796	14873.776	2.650%
A7	25011.285	25636.824	2.440%	A17	29032.830	28289.590	2.560%
A8	23442.398	22910.256	2.270%	A18	12222.812	12537.503	2.510%



A9	15264.853	15016.036	1.630%	A19	29521.143	28809.683	2.410%
A10	15259.223	14917.416	2.240%	A20	2648.571	2591.097	2.170%

在已经进行的 20 次繁殖力统计实验过程中,平均错误率为 2.436%,最小一次为 1.630% (表 3),如果对错误率与统计鱼卵的数目进行线性回归分析(图 6),我们发现错误率与鱼卵数量线性关系不显著,在 500-3000 粒鱼卵范围内,软件的识别错误率集中在 1%-3%这个区间内。进一步处理鱼卵样品、减小杂质和粘连的鱼卵数,可以得到更高的精确性。

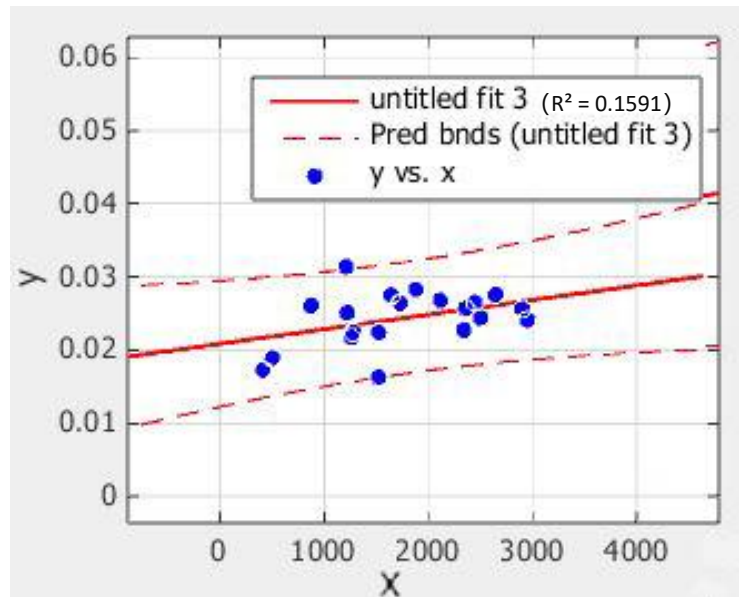


图 6 软件错误率与鱼卵的数目的关系,其中实线表示拟合曲线(线性模型),两侧虚线表示 95%的置信界限。

### 3 总结与展望

#### 3.1. 应用价值

鱼类的繁殖力在是鱼类的繁殖生物学的重要特征,是广泛运用于多学科的基础性最基本的、最原始的关键性数据之一,它决定了种群动态的关键和影响种群波动的重要因子<sup>[6]</sup>,反映了鱼类的繁殖策略,是种群动力学研究的基础,对鱼类资源的保护、渔业资源管理利用<sup>[6]</sup><sup>[8]</sup>以及鱼类遗传育种方面<sup>[2]</sup><sup>[11]</sup><sup>[18]</sup>的提供了理论依据和工参考数据。通过图像识别的新方法,对繁殖力实现准确与高效的自动数据统计,可以减轻数据采集的工作量,同时也能使试验有效性和可信性得到了保证,大大提高了工作效率(表 4)。

表 4 人工计数方法和应用数字图像处理技术统计鱼类繁殖力的综合比较

Table 7 Comparison between manual counting and digital image processing technology statistics of fish reproduction

比较内容	人工计数方法	数字图像处理技术
人员素质	专业要求较高	人员要求低
工作量	大	小
工作用时	(人工的熟练程度) 2-4 小时	短, 在半个小时内
采样量大小	小, $\leq 1g$	多, 1-3g
主观因素影响程度	高	低
数据误差程度	人为误差难以避免	误差很小
误差可控范围	很大	较小
操作难易程度	难操作	易操作
数据记录	人工记录、错误难以避免	自动记录

### 3.2. 创新点

该基于图像识别技术研究鱼类繁殖力的新方法, 区别于人工计数的方法, 具有智能化、信息量大、识别准确、检测快速等特点, 所以在运用软件进行统计时, 可以比传统计数方法一次多统计出 2-10 倍的卵巢样品, 更加全面地反映了卵巢中卵的发育期相, 更接近于繁殖力的真实值, 可以代替目前鱼卵人工计数的方法。该项目不仅是一次鱼类学与计算机科学的一次学科交叉的尝试, 而且是对目前鱼类学实验教学和方法的完善和创新, 也对以后涉及鱼类繁殖力的相关研究变得更为科学和高效。目前正在开发 Linux 平台版本(已完成平台转移, 正在测试), 为将来移植到 Linux 嵌入式设备打下基础。通过简化软件操作流程, 方便使用者快速掌握, 有利于在鱼类生态学实验教学平台, 水生生物资源调查, 野生动物保护工作等方面推广和使用。

### 参考文献

- [1]殷名称 鱼类生态学[M]北京: 中国农业出版社 1995,(1):105-127
- [2]唐富江等 乌苏里江大麻哈鱼婚姻色差异的生态指征意义[J] 水产学杂志 2012,12(4):46-49
- [3]姜志强等 太平洋鳕性腺发育及营养来源的初步研究[J] 大连海洋大学学报 2012,8(4):315-320
- [4]周天舒等 大鳍弹涂鱼的胚胎发育及其对盐度的耐受性[J] 水生生物学报 2012,10(4):913-921
- [5]李红敬等 大鳍刺鲃的生物学研究[J] 信阳师范学院学报: 自然科学版 2011,9(5):495-499
- [6]杨战伟等 丹江口水库太湖新银鱼不同繁殖群体的繁殖特征比较[J] 淡水渔业 2012,9(5):58-62
- [7]刘国栋等 千岛湖大眼华鳊年龄、生长和繁殖的初步研究[J] 上海海洋大学学报 2011,5(3)
- [8]王学锋等 基于 EPR 模型的北部湾二长棘鲷渔业管理研究[J] 农业系统科学与综合研究 2011,11(4):444-449
- [9]李建生等 春季钓鱼岛海域竹筴鱼产卵群体生物学特征的研究[J] 渔业科学进展 2010,6(3):1-5
- [10]张呈祥等 澄湖似刺鲃(鱼句)个体繁殖力的研究 [J]上海海洋大学学报 2010,1(5):615-621
- [11]项松平等 5 种体色瓯江彩鲤的繁殖性能研究 [J]上海海洋大学学报 2010,9(5):608-611
- [12]新疆维吾尔自治区地方标准 DB65/T 2801-2007 高白鲑人工繁育技术规范; 黑龙江省地方标准 DB23/T

1365-2010 高白鲑人工繁育技术规程

- [13]杨慧赞等,基于图像处理的鱼卵计数方法研究 [J] 水生态学杂志 2011,9(5):138-141
- [14] Friedland et al.,2005J Automated egg counting and sizing from scanned images Rapid sample processing and large data volumes for fecundity estimates [J] Journal of Sea Research 54 (2005) 307–316
- [15] M.J. Holden D.F.S. Raitt. MANUAL OF FISHERIES SCIENCE——Part 2 - Methods of Resource Investigation and their Application [M] Fisheries and Aquaculture Department; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS; Rome, June 1974
- [16] Gary R. Bradski Adrian Kaehler Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library [M] O'Reilly Media, Inc, USA
- [17] 姜维义等,基于图像处理的原生动植物目标技术方法及其实现[J]. 实验室研究与探索, 2007,26 (4): 24- 28.
- [18]楼允东 鱼类育种学[M]北京: 中国农业出版社 2009,(1):4-5
- [19]杨枝灵等 Visual C++数字图像获取、处理及实践应用 [M]北京人民邮电出版社
- [20] N.K. Sreelaja;G.A. Stream cipher for binary image encryption using Ant Colony Optimization based key generation[J] Applied Soft Computing (2012) Vol.12: No.9 2879-2895 ISSN: 1568-4946
- [21] GRIBAA NEJLA.BINARY IMAGE REGISTRATION BASED ON GEOMETRIC MOMENTS: APPLICATION TO THE REGISTRAION OF 3D SEGMENTED CT HEAD IMAGES[J] International Journal of Image and Graphics (2012) Vol.12: No.2: 1250009 ISSN: 0219-4678
- [22]沈维政等 基于机器视觉的大豆叶部蚜虫自动计数系统的研究[J] 农机化研究 2007,11(11):190-191
- [22]王耀南等 计算机图像处理与识别技术[M] 北京: 高等教育出版社
- [23]王德旺等 自适应中值滤波在云雷达数据预处理的应用 [J]激光技术 2012,3(2): 221-224
- [24]王欢等 基于阈值判断的自适应中值滤波算法 [J]中国计量学院学报 2011,12(4): 382-385
- [25]Mamta Juneja. An Improved Adaptive Median Filtering Method for Impulse Noise Detection [J] International Journal of Recent Trends in Engineering (2009) Vol.1: No.1: 274-278 ISSN: 1797-9617
- [26]葛哲学. 精通 MATLAB [M] 北京: 电子工业出版社 2008 年 01 月

# 基于全极化 SAR 的浙江衢山岛 DEM 信息提取

金旭晨<sup>1</sup>, 韩震<sup>\*1,2</sup>, 刘瑜<sup>1</sup>, 金松<sup>1</sup>, 沈栋梁<sup>1</sup>, 杜乐<sup>1</sup>, 魏纬<sup>1</sup>

(1. 上海海洋大学 海洋科学学院, 上海 201306; 2. 远洋渔业协同创新中心, 上海 201306)

**摘要:** 数字高程模型(Digital Elevation Model, DEM)是重要的地理信息, 合成孔径雷达 (Synthetic Aperture Radar, SAR) 是提取数字高程模型的有效手段之一。本文以浙江衢山岛部分地区为研究区, 利用 2013 年 11 月 27 日的 Radarsat-2 四极化精细工作模式极化 SAR 数据计算了研究区方位向两相邻分辨单元之间的极化方位角偏移量, 从极化方位角偏移量提取了方位向坡度信息, 得到了研究区地形的高程数据, 并利用实测数据对提取的 DEM 信息进行了精度检验。结果表明, 在海岸带及近海岛礁区域, 单景全极化雷达 DEM 测量是可行的, 计算结果的平均相对误差为 20%, 造成误差的主要原因是海面杂波造成的起算面的改变以及植被的树枝叶层造成方位角的变化导致的高程结算偏差。

**关键词:** 数字高程模型; 合成孔径雷达; 全极化; 衢山岛

中图分类号: 文献标识码: A 文章编号: 1001-909X(2015)01-0000-00

DOI:10.3969/J.ISSN.1001-909X.2015.01.001

## DEM generation and information extraction over Qushandao using Full-polarization SAR image

JIN Xu-chen<sup>1</sup> HAN Zhen<sup>1,2\*</sup> LIU Yu<sup>1</sup> JIN Song<sup>1</sup> SHEN Dong-liang  
DU Le<sup>1</sup> WEI wei<sup>1</sup>

(1. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. Collaborative Innovation Center for Distant-water Fisheries, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** As Digital elevation model is an important geographic information, SAR(synthetic aperture radar) is one of the most effective means in digital elevation model extracting. Use Radarsat-2 fine Quad-polarization mode data (November 27, 2013)over Qushandao in Zhejiang province to figure out the polarization azimuth offset between two adjacent resolution cells, and then extract the gradient information and terrain elevation. Finally, test the accuracy of the digital elevation model by the measured data, whose average relative error turn out to be 20%,and the results showed that the main causes of errors is the change of the terrain basement caused by the sea clutter and the elevation deviation caused by the leaves and boughs of the vegetative cover.

## 0 引言

随着国际上一些大型空间对地观测计划的逐步实施, 卫星应用领域得到迅速发展。遥感技术已成为在国家层面上调查与获取沿海资源环境基本数据、评估国家沿海社会经济和可持

续发展能力的有力工具。数字高程模型(Digital Elevation Model, DEM) 是通过有限的地形高程数据实现对地形曲面的数字化模拟或是地形表面形态的数字化表示,是利用遥感数据进行地面信息提取的有效手段之一<sup>[1]</sup>。SCHULER et al<sup>[2]</sup>发现地形坡度与地面后向散射回波极化方位角之间存在对应关系,提出了求解雷达极化方位角的相应算法,完成了对德国 Villingen Schwenningen 地区的成像试验;CHEN et al<sup>[3]</sup>进行了双极化雷达单次飞行对加利福尼亚 Camp Roberts 地区的 DEM 反演,分析了在数据不足的情况下提取 DEM 的替代算法,并与美国航天局喷气推进实验室的数据进行比较,验证了算法的有效性;GOODENOUGH et al<sup>[4]</sup>研究了基于极化雷达影像的森林变化检测,利用全极化 SAR 数据提取了森林火灾历史痕迹<sup>[4]</sup>;丁琼等<sup>[5]</sup>利用不同空间位置的 2 幅 SAR 影像完成了对美国加利福尼亚地区死亡谷的 DEM 反演,并通过与美国地质勘探局发布的 DEM 进行比较,分析了 INSAR DEM 的精度,研究了其与坡度及坡向之间的关系<sup>[5]</sup>。综上所述,国内外学者已利用星载 SAR 进行了大量的 DEM 信息提取研究,但涉及海岸带及近海岛礁的研究甚少。本文以 2013 年 11 月 27 日高分辨率 Radarsat-2 SAR 影像为试验数据,以浙江衢山岛部分地区为研究区进行了单景全极化 SAR 影像提取 DEM 的研究,并将计算结果与试验区实测的 GPS 高程数据进行了比较。

## 1 研究区域

衢山岛位于浙江省舟山群岛中北部,面积 73.6 km<sup>2</sup>,其中滩涂面积 13.8 km<sup>2</sup>,范围大致为 30°22'N~30°30'N,122°17' E~122°27' E。衢山岛地形地貌以丘陵为主,地形为狭长的东西走向,地形起伏较小,具有海岛区独特的地貌景观。本文选取的研究范围大致为 30°27'40"N~30°28'30"N,122°17' 10"E~122°18'40" E (图 1)。

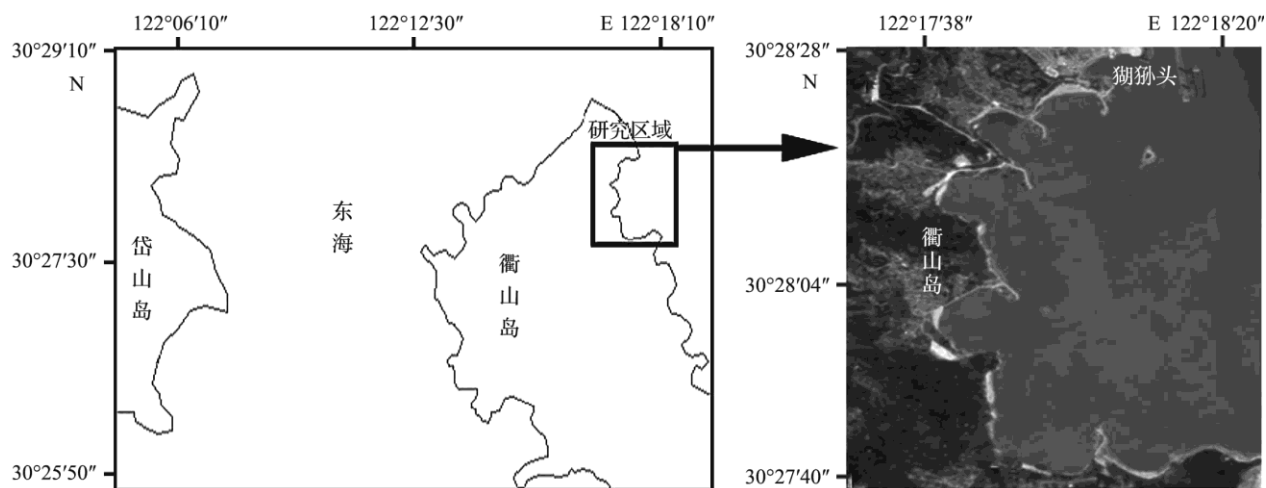


图 1 研究区域地理位置

Fig.1 Geographic position of study area

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

本次研究采用的是 C 波段传感器的加拿大 Radarsat-2 高分辨率商用雷达卫星遥感数据，该卫星于 2007 年 12 月 14 日发射升空，有 11 种波束模式、不同的极化方式和入射角，因而具有多种分辨率、不同幅宽和多种信息特征，适用于全球环境和土地利用、自然资源监测等<sup>[1][4]</sup>。文选用的是浙江衢山岛 2013 年 11 月 27 日 Radarsat-2 数据，数据来自中国科学院对地观测中心遥感卫星地面站，数据为四极化精细工作模式，C 波段，空间分辨率为 8 m。

## 2.2 研究方法

SAR 是沿已知的路径运动，以一定间隔发送脉冲并接收目标的散射回波。SCHULER et al<sup>[2]</sup>的研究结果表明 SAR 图像上两个相邻分辨单元的极化椭圆方位角偏移量与地形方位向坡度的对应关系是线性唯一的，地形方位向的倾斜度可以通过解极化椭圆方位角偏移量唯一地被测定。地形方位向坡度一旦测定，图像各点相对高程数据便可唯一确定。故而可以通过计算 SAR 最佳极化状态下极化方位角偏移量来求得地势的变化量，然后将所有距离门的方位向坡度图沿方位向积分，即可得到地形高程数据，这就是极化 SAR 三维成像的基本原理<sup>[6]</sup>。

图 2 为衢山岛地区 SAR HH 极化二维图像，图 3 为 DEM 信息提取的技术流程图。

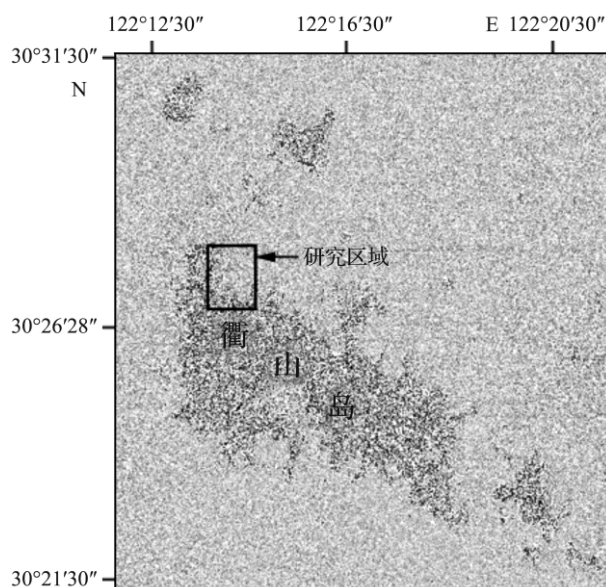


图 2 衢山岛地区 SAR HH 极化二维图像

Fig. 2 hh-polarization Radarsat-2 image over Qushandao

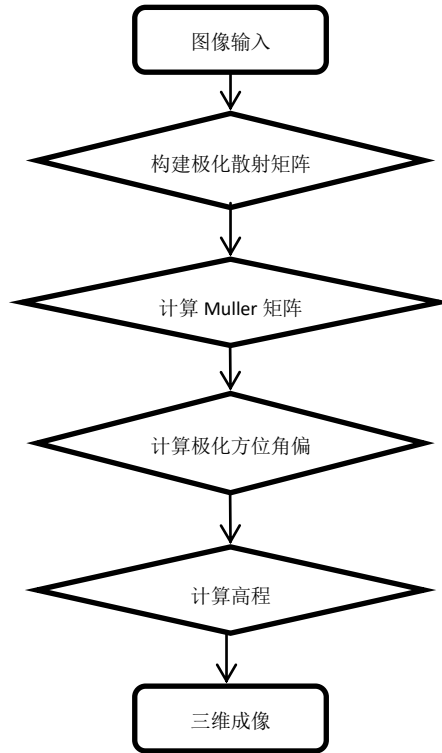


图 3 DEM 提取的技术流程图  
Fig. 3 Flow chat in DEM generating

## 2.3 DEM 构建

### 2.3.1 极化散射矩阵构建

利用全极化合成孔径雷达提供的二维图像数据构建每一像素点的极化散射矩阵  $S$ 。全极化 SAR 有 4 种极化方式，对应每一个像素点全极化信息构成该点的极化散射矩阵  $S$  为：

$$S = \begin{bmatrix} S_{hh} & S_{hv} \\ S_{vh} & S_{vv} \end{bmatrix} \quad (1)$$

### 2.3.2 Muller 矩阵计算

通过极化散射矩阵  $S$  可以计算 Muller 矩阵：

$$M = R \bullet \bar{W} \bullet R^{-1}, L = (R^t)^{-1} \bullet \bar{W} \bullet R^{-1} \quad (2)$$

式中：  $R = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -i & i \end{bmatrix}$ ,  $R^T = 2 \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & i \\ 0 & 0 & 1 & -i \end{bmatrix}$ ,  $(R^T)^{-1} = (R^{-1})^T$ ,  $M$  和  $L$

互为相似变换；  $W = S^* \otimes S$ ，其中“ $\otimes$ ”是 **Kronneker** 乘积， $S^*$  是  $S$  的伴随矩阵，得到

Muller 矩阵  $M$  为：

$$M = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & m_{34} \\ m_{41} & m_{42} & m_{43} & m_{44} \end{bmatrix} \quad (3)$$

### 2.3.3 极化方位角偏移量的计算

求解每一分辨单元散射特性最大值  $\delta_m(\psi, \chi)$  对应的椭圆方位角  $\psi$  和椭圆率  $\chi$ ，然后可求得两相邻分辨单元之间的极化方位角偏移量  $\Delta\psi$ 。

SCHULER et al<sup>[2]</sup>提出了一种高效快速搜索算法，任意目标单元对应不同的  $\chi$  和  $\psi$  的散射功率强度为

$$P = F^t \bullet L \bullet F \quad (5)$$



$L$  是 Stokes 算子，式 (5) 可以写成：

$$P = F^t \bullet L \bullet F = \begin{bmatrix} 1 \\ a \end{bmatrix}^t \bullet \begin{bmatrix} m_{11} & b^t \\ b & c \end{bmatrix} \bullet \begin{bmatrix} 1 \\ a \end{bmatrix} = m_{11} + 2b^t \bullet a + a^t \bullet c \bullet a \quad (6)$$

$$\text{式中： } F = \begin{bmatrix} 1 \\ a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} m_{12} & m_{13} & m_{14} \end{bmatrix}, \quad c = \begin{bmatrix} m_{22} & m_{23} & m_{24} \\ m_{32} & m_{33} & m_{34} \\ m_{42} & m_{43} & m_{44} \end{bmatrix}.$$

对  $a$  求偏导，以求解  $P$  最大值时的  $a$  值，

$$\frac{\partial P}{\partial a} = 2b + 2c^t \bullet a \quad (7)$$

通过  $a$  即可求解第  $i$  个分辨单元的极化方位角：

$$\psi_i = \frac{1}{2} \arctan(a_{1(i)}, a_{2(i)}), \psi_{i+1} = \frac{1}{2} \arctan(a_{1(i+1)}, a_{2(i+1)}) \quad (8)$$

得到极化方位角偏移量  $\Delta\psi = \psi_{i+1} - \psi_i$ 。

### 2.3.4 极化方位角解模糊

由于极化椭圆方位角  $\psi$  的解不是唯一的，所以采用了梁淮宁 等<sup>[6]</sup>提出的极化椭圆方位角解模糊算法，其极化椭圆方位角解模糊算法对应的计算椭圆方位角完整的表达式为：

$$\left\{ \begin{array}{l} \psi = \frac{1}{2} \arctan\left(\frac{a_1}{a_2}\right) \quad a_1 > 0, a_2 \geq 0 \\ \psi = \frac{1}{2} (\pi + \arctan\left(\frac{a_1}{a_2}\right)) \quad a_1 < 0, a_2 \geq 0 \\ \psi = \frac{1}{2} (-\pi + \arctan\left(\frac{a_1}{a_2}\right)) \quad a_1 < 0, a_2 \leq 0 \\ \psi = \frac{1}{2} \arctan\left(\frac{a_1}{a_2}\right) \quad a_1 > 0, a_2 \leq 0 \end{array} \right. \quad (9)$$

### 2.3.5 高程计算

由  $\Delta\psi$  计算两相邻分辨单元之间的高度值  $\Delta h$  和距离分辨单元方位向总的高度值  $H$ ，并以海面为起算面，计算地形高程。

然后集成所有距离门的方位向地势轮廓，得到地势高度轮廓，形成极化 SAR 三维图像。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 海岸线检测和地形高度计算

检测海岸线的目的是为了确定高度起算面。海岸线的检测根据回波功率强弱作为判断准则。当表面介质为水时，极化 SAR 接收到的总散射功率  $m_{11} \leq 0.01$ ；当表面介质是土时，一般情况下极化 SAR 接收到的总散射功率  $m_{11} \geq 0.01$ <sup>[6]</sup>。根据这一结论，进行海岸线检测，设定阈值，划分海洋和陆地，然后以海岸线为高度起算面，计算地形高度轮廓。图 4 为根据 SAR 影像得到的衢山岛研究区不同方位角角度的 DEM。

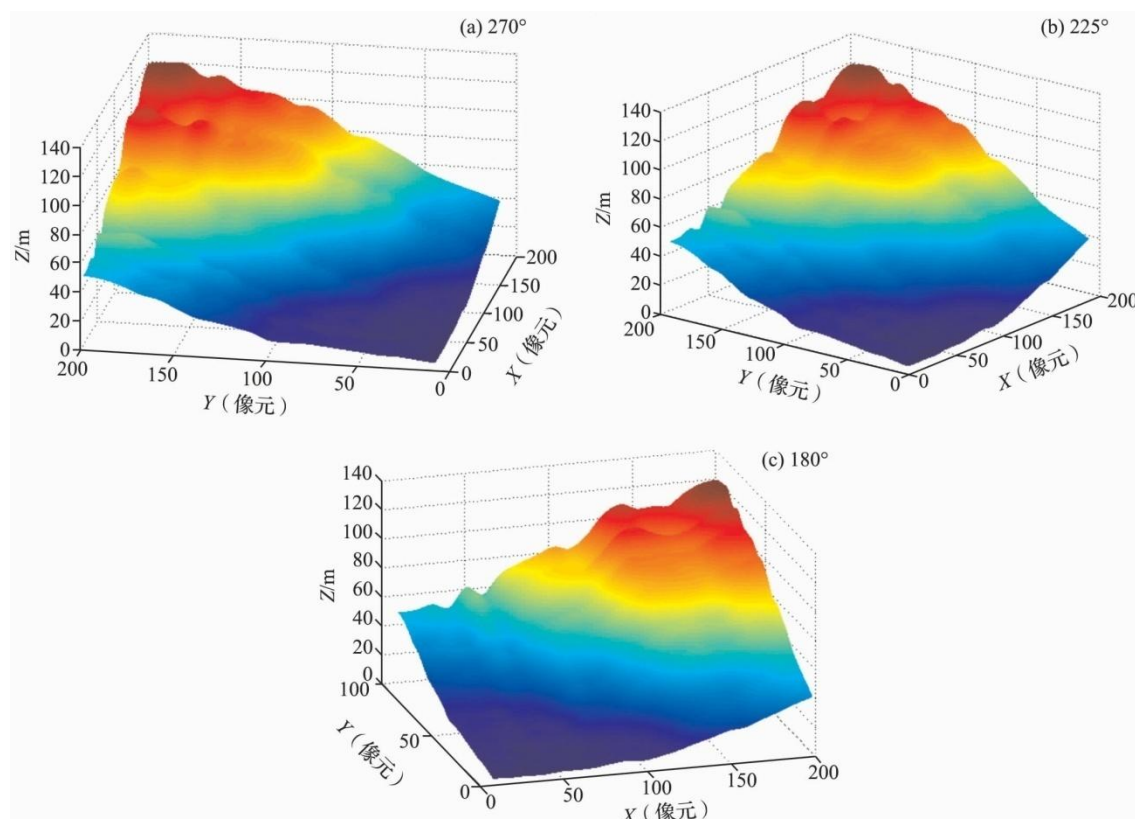


图 4 研究区不同方位角角度的 DEM

Fig. 4 Generated DEM in different angle

#### 3.2 精度验证

精度评价是 DEM 信息提取结果是否可信的一种度量。本研究采用 2014 年 4 月 15 日使用麦哲伦 MobileMapper CX 在研究区域所采集的精度为亚米级的实测高程数据来验证 DEM 信息提取结果。实测数据与成像数据之间时间跨度不超过 6 个月，所以，地形变化造成的成像误差可忽略不计。进行实测时按高程间等间距分布的原则选取数据点，同时在地形复杂区域进行了数据点的加密，例如在 7 号和 8 号点之间增加了 9 号点，在 12 号和 14 号点之间增加了 13 号点（图 5）。通过与实测数据对比分析，本文提取的 DEM 信息的相对误差为 8.1%~70.8%，相对误差小于 12% 的点有 7 个，相对误差为 12%~26% 的点有 4 个，相对误差为 27%~50% 的点有 1 个，相对误差大于 50% 的点有 1 个，平均相对误差为 20%（表 1）。

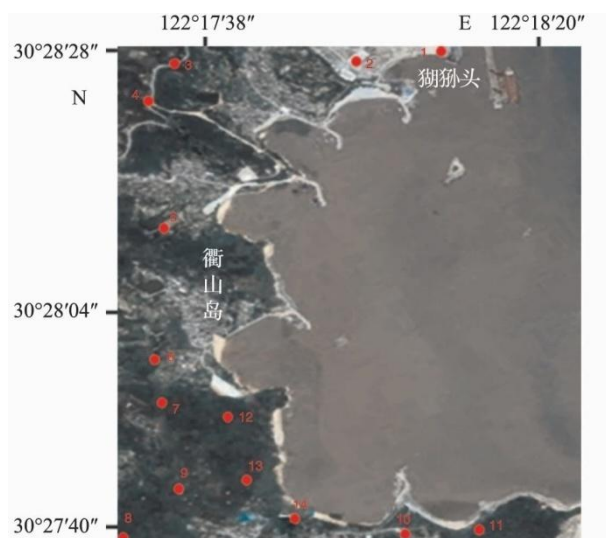


图 5 实测点分布图

Fig. 5 Distribution of measurement points

表 1 高程实测值与计算值比较

Tab.1 Comparison between measured data and theoretical value

点号	纬度	经度	绝对高程 (实测值) (m)	相对高程差 (实测值) (m)	相对高程差 (计算值) (m)	相对误差 (%)
1	30°28'28.66282" N	122°18'18.53382"E	15.178	0	0	0.0%
2	30°28'26.36333" N	122°18'13.26994"E	16.925	1.747	1.962	12.3%
3	30°28'26.00805" N	122°17'52.05981"E	65.001	49.823	54.230	8.8%
4	30°28'24.93518" N	122°17'47.63724"E	62.441	46.383	51.453	10.9%
5	30°28'08.25677" N	122°17'51.29832"E	70.356	55.178	61.456	11.4%
6	30°27'58.98778"N	122°17'50.02865"E	85.374	70.196	76.158	8.5%
7	30°27'53.14744"N	122°17'51.64266"E	75.875	60.697	67.577	11.3%
8	30°27'43.21596"N	122°17'38.35805"E	124.891	109.713	118.621	8.1%
9	30°27'46.66726"N	122°17'55.35246"E	87.732	72.554	78.533	8.2%
10	30°27'43.66775"N	122°18'15.26754"E	38.506	23.328	28.776	23.4%
11	30°27'43.83126"N	122°18'20.35586"E	21.478	6.3	10.758	70.8%
12	30°27'52.99178"N	122°17'45.60784"E	50.023	34.801	51.453	47.8%
13	30°27'47.08253"N	122°17'49.43582"E	56.458	41.280	47.147	14.2%
14	30°27'44.35253"N	122°17'54.02388"E	32.593	17.415	21.850	25.5%
平均相对误差						20.0%

注：相对误差 = |相对高程差计算值 - 相对高程差实测值| / 相对高程差实测值

### 3.3 误差分析

从实测点总体上产生的误差分析, 相对误差范围较大且相对误差差距较大的原因是测量点的数据量偏少, 无法确定数据离散度的有效范围。

从各实测点产生的误差分析, 相对误差最大的11号点最靠近海陆交界地带, 其产生误差的原因有2个: 一是由于极化椭圆偏转不规律引起的<sup>[7]</sup>, 二是由于极化方位角对海浪-海流(包括内波和海洋锋面)相互作用引起的波面斜率分布变化很敏感<sup>[8-10]</sup>, 故而海洋杂波和潮汐的存在会造成海岸线检测和地形高度计算过程中的方位向起始高度误差, 导致地形高度计算中存在较大误差, 该结果也与梁淮宁等<sup>[11]</sup>的研究结论一致。

在极化SAR成像过程中, 森林模型一般由3个面组成, 分别是树叶与小树枝层、树干层和树干地面层<sup>[2]</sup>, 其中树叶与小树枝层会造成方位角的偏移<sup>[12]</sup>, 导致地形高度计算过程中的高度误差, 由此可见, 相对误差为47.8%的12号点产生误差的原因是该区域植被较茂密, 地形不是理想的均匀分布场景, 高度变化存在奇异点造成的。

除了上述不同原因引起的误差以外, 还有许多因素影响制约着方位角估计的精度, 而造成地形高度计算上的误差<sup>[13]</sup>, 比如其他点产生的误差原因是 SAR 雷达波束入射角照射地面时目标散射强度变化引起的<sup>[2-4]</sup>, 这些点的误差较小, 成像结果较好, 说明在较均匀分布的场景中, 单景全极化 SAR 成像的精度是较为理想的。但是, 其精度相较于 INSAR DEM 成像, 精度较低<sup>[14]</sup>, 但考虑到本文采用的是单景成像, 相对于 INSAR 立体像对成像, 具有对数据源要求低的优点。所以, 在海岸带及近海岛礁区域, 利用单景全极化雷达成像提取 DEM 信息具有可行性。

## 4 小结

目前我国海岸带及近海岛礁资源、生态环境保护和建设取得积极进展, 生态环境恶化的趋势有所减缓, 但所面临的生态环境形势依然严峻, 针对我国海岸带及近海岛礁的 SAR 地理国情遥感监测应用方面的研究较少。本文研究结果表明在海岛利用单景全极化 SAR 影像提取 DEM 是切实可行的。但是由于极化测量方法数据处理模型比较复杂, 很难获得高精度的 DEM, 下一步的工作重点是结合产生误差的主要因素开展进一步研究, 提高 DEM 精度, 为构建国家生态安全战略格局和强化生态环境保护与治理提供有效的地理国情信息支撑。

### 参考文献

- [1] ZHANG Hong, YE Xi, WANG Chao, et al. The processing and applications of high resolution SAR images with object-based image analysis[J]. Journal of Image and Graphics, 2014,19(3):344- 357.
- [2] Schuler D L, Lee J S, Grandi D. Measurement of topography using polarimetric SAR images[J]. IEEE Trans on Geoscience and Remote sensing ,1996,34(5):1 266-1 277.
- [3]CHEN Xi,WANG Chao,ZHANG Hong.DEM Generation combining SAR polarimetry and Shape-From-Shading techniques[J]. IEEE Geoscience and Remote sensing, 2009,6(1):28-32.

- [4]David G, CHEN Hao, Andrew D. Evaluation of Convair-580 and simulated Radarsat-2, polarimetric SAR for forest change detection[C]//Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2006. IEEE International Conference ,2006:1 788 – 1 791.
- [5]DING Qiong, LIU Guo-xiang, CAI Guo-lin, et al. Analysis of the correlation between the InSAR DEM accuracy and topographic features[J]. Science of Surveying and Mapping, 2009,34(1):147-148.
- 丁琼,刘国祥,蔡国林,等. InSAR DEM 精度与地形特征的关系分析[J]. 测绘科学,2009,34(1):147-148.
- [6]LIANG Huai-ning, WANG Jian-guo, HUANG Shun-ji. Polarmetric synthetic aperture radar(SAR) three dimensional imaging[J]. Journal of Electronics and Information Technology, 2002,24(5):584-590.
- 梁淮宁,王建国,黄顺吉. 快速搜索算法与极化合成孔径雷达三维成像[J].电子与信息学报,2002,24(5):584-590.
- [7]CHEN Qiang, SUN Wen-feng, JIANG Jing. An approximate estimation of radar polarization orientation angle by terrain slopes[J]. Journal of Air Force Radar Academy, 2005,19(3):8-10.
- 陈强,孙文峰,江晶. 用于地面坡度测量的极化 SAR 方位角近似估计方法[J].空军雷达学院学报,2005,19(3):8-10.
- [8]Schuler D L, Kasillingam D. Polarimetric SAR Measurements of slope distribution and coherence changes due to internal waves and currents fronts[J]. Processing of International Geoscience and Remote Sensing Symposium,2002,1(24-28):638-640.
- [9]Schuler D L, Jansen R W, Kasillingam D. Polarisation orientation angle measurements of ocean internal waves and current fronts using polarimetric SAR radar [J]. IEEE Proceedings-Sonar and Navigation,2003,150(3):135-143.
- [10]ZHAO Xian-bin, YAN Wei, KONG Yi, et al. Theoretical research and experimental verification for ocean surface wind vector retrieval from airborne C-band fully polarimetric SAR[J]. Acta Phys Sin, 2013, 62(13):1-12.
- 赵现斌,严卫,孔毅,等. 机载 C 波段全极化 SAR 海面风矢量反演理论研究及实验验证[J].物理学报,2013, 62(13):1-12.
- [11]LIANG Huai-ning. Study on measurement topography using polarization SAR images[D]. University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu, 2001.
- 梁淮宁. 全极化 SAR 地形高度测量技术研究[D]. 电子科技大学,成都,2001.
- [12] CHEN Xi, ZHANG Hong, WANG Chao, et al. Estimation of the polarization orientation angle shifts induced by terrain slopes[J]. Remote Sensing Technology And Application, 2007,22(1):59-65.
- 陈曦,张红,王超,等. 由地形坡度引起的极化方位角偏移的估计[J]. 遥感技术与应用,2007,22(1):59-65.
- [13] LIU Wen-xiang ,ZHANG Ji-xian ,HUANG Guo-man, et al. Application of terrain radiometric correction in polarimetric SAR imagery classification[J]. Science of Surveying and Mapping, 2014,39(3):98-102.
- 刘文祥,张继贤,黄国满,等.地形辐射校正极化 SAR 影像分类中的应用[J]. 测绘科学,2014,39(3):98-102.
- [14]QIU Chun-ping, WANG Jian. On Method of Extraction from SAR imagery[J]. Science of Surveying and Mapping,2006,6(1):6-10.
- 仇春平,王坚. 从 SAR 影像提取 DEM 的方法研究 [J]. 测绘通报,2006,6(1):6-10.

# 茶皂素牙膏的研制

任慧璟<sup>1</sup>, 肖晴<sup>1</sup>

指导老师:王朝瑾<sup>1</sup>

(上海海洋大学食品学院, 上海市 201306)<sup>3</sup>

(《TensideSurfactantsDetergents》2015 年 7 月)

**摘要:**通过超声波辅助乙醇提取法从农业生产中被废弃的茶籽粕中提取茶皂素后并加以纯化应用到牙膏中并对茶皂素牙膏进行研究。将制得的茶皂素作为表面活性剂, 并加入保湿剂、摩擦香精等制作成茶皂素牙膏用于后续研究。通过试验, 茶皂素牙膏符合 GB8372-2008 的要求, 与市面销售的牙膏作对比具有较显著的去茶渍、咖啡渍能力, 给予了牙膏产品开发的新思路。

**关键词:**茶皂素; 农业废弃物; 超声提取; 牙膏; 去渍能力

## The study of tea saponin toothpaste

HuijingRen<sup>1</sup>, XiaoQing<sup>1</sup>, ChaojingWang<sup>1</sup>

(Shanghai Ocean University, Shanghai 201306)<sup>1</sup>

(《TensideSurfactantsDetergents》2015.7)

**Abstract:** This essay reports the extracting tea saponin from tea seed cake, one of the agriculture waste, with ethanol ultrasonic assisted extraction and applying to toothpaste after purification with the research of tea saponin toothpaste in the essay. Use the tea saponin as a surfactant and added moisturizing agents, friction agents and flavorings into the tea saponin toothpaste formulation for follow-up study. From the experiment, the tea saponin toothpaste is up to the requirement of GB8372-2008 with certain ability of decontaminating tea and coffee stain, and the ability of decontaminating is obvious, these results are give a new way to development of new type toothpaste.

**Key words:** Tea saponin; Agriculture waste ;Ultrasonic extraction; Toothpaste; Decontamination;

### 1.引言

中国的油茶产量占世界最大, 每年我国产约有 650Kt 的茶籽, 经榨油处理后得到的茶籽粕超过 400Kt<sup>[1]</sup>。部分茶籽粕会作为肥料及燃料使用, 但绝大多数被当做废弃物丢弃。茶籽粕中最有研究价值的当属茶皂素, 一种性能优秀的非离子表面活性剂。目前茶皂素在我国日化用品领域的应用还不是十分广泛。本文以废弃的茶籽粕为原料, 从中提取茶皂素并通过纯化制备成茶皂素产品, 将其替代十二烷基硫酸钠作为表面活性剂应用到牙膏中并研究其性能。

---

**作者简介:** 任慧璟 (1991-) 男, 上海人, 应用化学, 研究生二年级, 研究方向应用化学  
肖晴 (1995-) 女, 上海人, 食品科学与工程, 本科生二年级

## 2.材料与设备

### 2.1 实验材料

1.茶皂素的提取制备：酒精、1%壳聚糖醋酸溶液、30%双氧水、丙酮

2.牙膏配方：粗茶皂素（向浙江东方茶业科技有限公司购置）、茶皂素（实验室自制）；甘油、山梨醇、氟化钠、糖精钠、水合硅石、羧甲基纤维素钠、钛白粉、柠檬酸锌、碳酸钠、薄荷脑、去离子水（以上材料由上海美加净日化有限公司提供）

3.去渍试验：300目硅胶、雀巢咖啡粉、铁观音茶叶、2mol/l 盐酸

### 2.2 试验仪器

XH-2008D 电脑智能温控低温超声波合成萃取仪、FD-ID-80 冷冻干燥器、SH2-D(III)循环水式真空泵、电动搅拌机、高压灭菌锅、TDL-5-A 低速离心机、紫外分光光度计、DK-S28 型电热恒温水浴锅、隔水恒温培养箱

## 3.试验方法

### 3.1 茶皂素产品制备

取 30g 预处理后的茶籽粕于三口烧瓶中，以 80%乙醇溶液、固液比为 1:8、超声功率 700W、超声预处理时间 15min、提取温度 70℃、提取时间 120min 进行提取<sup>[2, 3]</sup>。将茶皂素提取液趁热过滤加入 20ml1%壳聚糖醋酸溶液加热回流 0.5h<sup>[4]</sup>，静置 1h 离心过滤取上清液<sup>[5]</sup>。向上清液中加入 5%的双氧水加热回流 1.5h<sup>[6]</sup>，旋蒸浓缩后冷冻干燥得到干燥粉末。将上一步的粉末与丙酮以固液比 1:30、处理时间为 5h 进行索式抽提除去溶于丙酮的杂质。将茶皂素产品干燥后备用。

### 3.2 牙膏的制备

牙膏配方中主要成分为保湿剂、表明活性剂、摩擦剂、增稠剂以及香精等原料组成。根据下表中按比例制作牙膏。

表 1 配方  
Table 1 Formulation

原理	作用	添加比例%
甘油	保湿剂	10
山梨醇	保湿剂、甜味剂	25
氟化钠	防蛀	0.29
糖精钠	甜味剂	0.31
水合硅石	增稠剂、摩擦剂	32

CMC 羧甲基纤维素钠	凝固剂	0.92
茶皂素/十二烷基硫酸钠	表面活性剂	2.1
钛白粉	增白剂	0.56
柠檬酸锌	螯合剂	0.61
碳酸钠	PH 调节	0.21
薄荷脑	香精香料	0.39
去离子水	—	余量

1.将甘油、山梨醇、糖精钠、氟化钠、柠檬酸锌、羧甲基纤维素钠（CMC）以及去离子水按表 1 中配方的比例依次加入至容器中，加热搅拌至无色胶体状，静置过夜。

2.将上一步制得的胶体状物质与二氧化硅（粗、细）、表面活性剂（茶皂素产品/十二烷基硫酸钠）、钛白粉、碳酸钠、薄荷脑等原料按配方比例加入至容器后搅拌至所有物料均匀混合，待温度冷却至室温。

3.将上述牙膏样品装入至真空袋内，利用水循环真空机对其抽真空处理使膏体更紧致。最后将牙膏成品挤入牙膏软管中。

### 3.3 去渍能力测试试验

本试验中测试方法参考紫外分光光度法<sup>[7]</sup>进行。

#### 1. 样品处理：

a.普洱茶：5g 普洱茶茶叶于 100ml 沸水中，煮 0.5h，过滤。提取液于 3h 内使用；

b.咖啡粉:5g 咖啡粉加 100ml 沸水中，煮 0.5h，过滤。提取液于 3h 内使用；

c.牙膏液：称取 10g 牙膏样品、30ml 去离子水于离心管中，漩涡震荡 5min，使溶液充分溶解，离心保留上清液备用。其中牙膏 A:粗茶皂素制得、B:十二烷基硫酸钠（K12）制得、C：茶皂素产品制得、1：植尚牙膏、2：上海防酸牙膏、3：佳洁士牙膏、4：高露洁牙膏、5：黑人牙膏。

2.染色方法：向 5 组离心管(K1、K2、A、B、C、1、2、3、4、5)分别加入 0.5g 硅胶，于 K1 管加入 10ml 去离子水，其余管加入 10ml 普洱茶提取液，漩涡震荡 3min 后离心弃去上清液。于 K2、A、B、C、1、2、3、4、5 管中加入 10ml 咖啡提取液，漩涡震荡 3min 后离心弃去上清液。再加入 20ml 水，震荡 2min 离心弃去上清液。于 K2 管中加入 10ml 去离子水，A、B、C、1、2、3、4、5 管中分别加入对应牙膏样品液震荡 3min 离心后弃去上清液。最后向各管中加入 20ml 去离子水震荡 2min 离心弃去上清液，将管中固体烘干备用。

3.测试方法：取 2mol/l 盐酸 10ml 分别加入上述 10 支离心管中，震荡 3min 离心保留上清液待测。分光光度计 350nm 波长下测定



#### 4.结果处理

$$qe1: E = \frac{(Ab - Ax)}{(Ab - Aa)} \times 100$$

E 值: 去污效果相对值, 污染源必须相同的条件下才有效)

Aa: a 管吸光度, 即未染色未用牙膏液

Ab: b 管吸光度, 即染色未用牙膏液

Ax: 1、2、3 等管吸光度

## 4.结果与讨论

### 4.1 牙膏质量分析

将自制茶皂素牙膏灌装进牙膏软管中后, 在室温放置一段时间后按照 GB8372-2008 进行测试, 同时与市售国产牙膏和进口牙膏进行比较。

表 2 牙膏质量分析报告  
Table2ToothpasteQualityAnalysisReport

检验项目	计量单位	技术标准	测试结果		
			茶皂素牙膏	国产牙膏	进口牙膏
膏体		均匀无异物	正常	正常	正常
pH		5.5—10.0	7.7	7.7	6.9
稳定性		膏体不溢出管口, 不分离出液体, 香味色泽正常	正常	正常	正常
过硬颗粒		破片无划痕	正常	正常	正常
		0.05-0.15	0.110	0.100	—
可溶性氟	%	0.05-0.11(儿童用)			
		0.25-0.33 (国外行标)	—	—	0.311
细菌总数	CFU/g	≤500	<10	<10	<10
粪大肠菌群	g	不得检出	未检出	未检出	未检出
铜绿假单胞菌	g	不得检出	未检出	未检出	未检出
金黄色葡萄球菌	g	不得检出	未检出	未检出	未检出
霉菌与酵母菌总数	CFU/g	≤100	<10	<10	<10
铅含量 (Pb)	mg/kg	≤15	<10	<10	<10
砷含量 (As)	mg/kg	≤5	<4	<4	<4

表 2 中质量参数均通过 GB8372-2008 进行测试，测试结果中理化指标及卫生指标均合格。除此之外，茶皂素牙膏在水煮法及耐热-耐寒交替试验中膏体均保持完整，未出现十分严重的脱水或硬化现象。茶皂素牙膏外观测试表现为，颜色为奶白色膏体结构完整，外观上与市售牙膏无差别。

#### 4.2 去渍能力结果分析

本试验通过借助漩涡震荡的外力，牙膏摩擦洗刷牙齿的效果，测试不同牙膏对咖啡渍和茶渍的混合污渍的去污效果。

表 3 不同牙膏去渍相对值 E 的比较  
Table3TheComparisonofthevalueEbydifferenttoothpastes

样品序号	相对去渍效果 E 值			
	1	2	3	$\bar{x} \pm s$
A (粗茶皂素牙膏)	0.352	0.457	0.417	0.409 $\pm$ 0.053
B (十二烷基硫酸钠牙膏)	0.341	0.350	0.261	0.317 $\pm$ 0.049
C (自制茶皂素牙膏)	0.677	0.565	0.694	0.645 $\pm$ 0.070
1 (植尚牙膏)	0.739	0.830	0.766	0.778 $\pm$ 0.047
2 (上海防酸牙膏)	0.436	0.529	0.360	0.442 $\pm$ 0.085
3 (佳洁士牙膏)	0.392	0.576	0.306	0.425 $\pm$ 0.138
4 (高露洁牙膏)	0.714	0.638	0.757	0.703 $\pm$ 0.060
5 (黑人牙膏)	0.595	0.835	0.727	0.719 $\pm$ 0.120
K1 (空白未染色未洗涤)			0.03	
K2 (空白染色后未洗涤)			1.357	

表 3 中相对去渍效果 E 平均值用 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示，利用 SPSS19.0 进行 t 检验分析比较，其中 P 值均小于 0.05 表示该系列数据差异具有统计学意义。

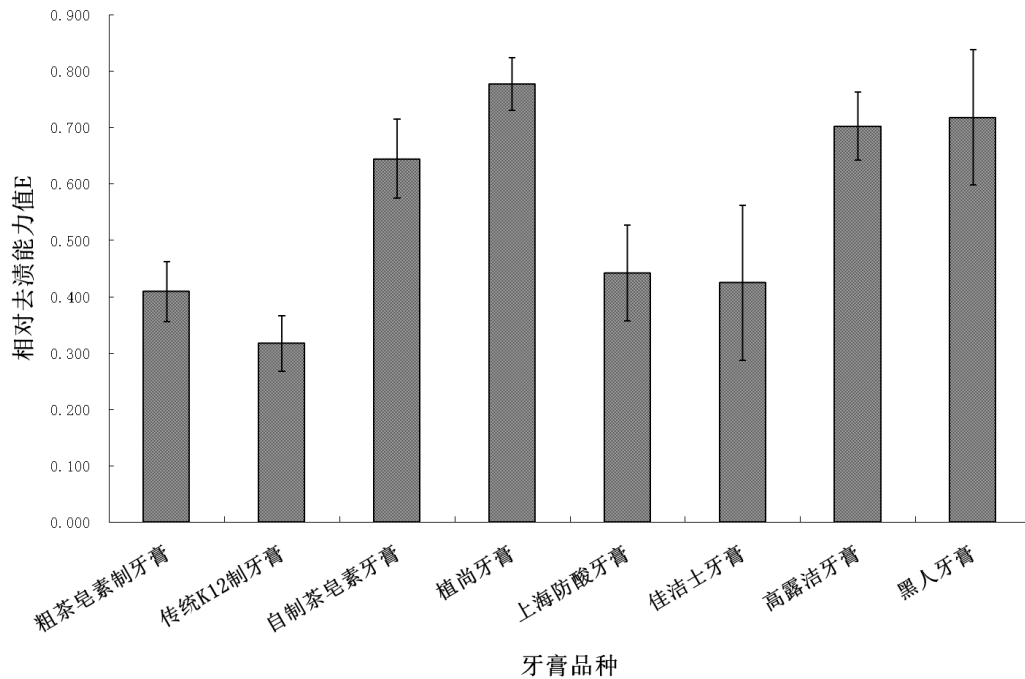


图 1 不同牙膏去渍能力对比图

Fig1:The Comparison of the value E by different toothpastes

由图 1 中结果可知，所有牙膏中去渍能力最好的为植尚牙膏，其次为黑人牙膏和高露洁牙膏，这是因为牙膏中摩擦剂为主要去污物质，其次为表面活性剂。以上三种牙膏所使用的摩擦剂相比其他厂商更为高级且黑人牙膏中加入了 HCS 美白因子。除此之外，茶皂素牙膏相对于相同配方以十二烷基硫酸钠制得的牙膏的去渍能力更好，这是由于相同分量的茶皂素牙膏所产生的泡沫虽然没有传统牙膏的多，但其泡沫更加细腻、数量更多，在外力的作用下能更有效的对污渍清除。

除此之外，茶皂素牙膏相对于相同配方以十二烷基硫酸钠制得的牙膏的去渍能力更好，这是由于相同分量的茶皂素牙膏所产生的泡沫虽然没有传统牙膏的多，但其泡沫更加细腻、数量更多，在外力的作用下能更有效的对污渍清除。

## 5.总结

茶皂素是从茶粕废弃物中提取的一直优良的表面活性剂，具有很高的经济效益及研究价值。由茶皂素代替传统的十二烷基硫酸钠制得的牙膏产品的去渍、抑菌等能力均达到市场及国标的要求，具有极大的应用前景。茶皂素牙膏为牙膏产业及表面活性剂产业又提供了一个新的研究方向。

## 参考文献

- [1]叶雪良.茶皂素的开发与利用[J].化工生产与技术,2002,02:6-8+48.  
 [2]李祥,王兰,曹万新,张青,赵倩.超声波辅助乙醇提取茶皂素工艺优化[J].中国油脂,2011,11:64-67.

- [3]Choon Yoong Cheok, Hanaa Abdel Karim Salman, Rabiha Sulaiman, Extraction and quantification of saponins: A review, Food Research International, Volume 59, May 2014, Pages 16-40, ISSN 0963-9969,
- [4]刘尧刚.油茶籽粕中茶皂素提取纯化工艺的研究[D].武汉工业学院,2009.
- [5]袁红江.茶皂素超声水提物的纯化工艺及其机理研究[D].重庆理工大学,2012.
- [6]孙冀平,裘爱泳,胡学烟.茶皂素的脱色研究[J].中国油脂,2003,04:42-45.
- [7]管力,李刚,公文,刘文静,杨再勇,王舒妍,杨舒捷,吴清华,常铁玲,郭静.牙膏祛渍美白效果的可见分光光度计测定和评价[J].口腔护理用品工业,2014,02:45-47.

# 蟹田米的产业环境分析及市场推广建议

逯畅

指导教师：李怡芳

(上海海洋大学经济管理学院)

**摘要：**文章介绍了蟹田米的产业发展概况与稻田种养新技术的蓬勃发展，运用 SWOT 分析客观评价蟹田米的产业环境，并从生产企业和销售企业的角度指出蟹田米产业发展存在的问题及困难，从而针对性地提出蟹田米产业发展的对策与建议。研究表明，蟹田米产业将水稻单一的生态系统转变为稻蟹共生的复合生态系统，既提高了土地和水资源的利用率，又可稳定农民种粮积极性，实现了经济效益与生态效益的双赢，有利于农业的可持续发展。尽管目前蟹田米产业规模化程度低，品牌建设不足，市场推广乏力，没有释放出巨大的经济效益，但蟹田米产业的市场前景广阔。

**关键词：**蟹田米；产业环境；SWOT 分析；市场推广

## The industry environment analysis and suggestions for marketing of the Crab + Rice Co-Farming industry

Lu Chang, Li Yifang

(College of Economics and Management, Shanghai Ocean University)

**Abstract:** This article provides an overview of the Crab + Rice Co-Farming (CRCF) industry and its latest technologies. It assesses the CRCF industry environment objectively through the SWOT analysis, identifies existing problems and challenges in production and marketing of the CRCF system, and brings forth recommended solutions and countermeasures. Our studies show that the CRCF system, which successfully transforms the single ecosystem of rice fields to a highly efficient symbiotic ecosystem of co-cultivating rice and crabs, has not only significantly improved the utilization efficiency of land and water, but also highly motivated farmers to continue to grow rice. Such transformation resulted in a win-win situation between economic growth and ecological benefits for China's sustainable agricultural development. The main challenges today, however, are lack of scale and insufficient branding and marketing. Although it's yet to become a highly lucrative industry, we believe the CRCF industry has a bright future.

**Key words:** Crab + Rice Co-Farming (CRCF); industry environment; SWOT analysis; market promotion

蟹田米作为稻田种养新技术的一大产物，以其生态、健康、绿色、有机等特点逐渐受到消费者的青睐，实现了经济效益与生态效益的双赢。但蟹田米的产业发展也存在着诸多问题，蟹田米的品牌建设与市场推广不充分，产品知名度不高，消费者对蟹田米这类种养结合生态大米的认知度有待提高。政府应该加强政策扶持，鼓励生态种养，企业也要实现规模化、产业化，助推蟹田米的产业发展。

## 1. 蟹田米的产业发展概况

### 1.1 稻田种养新技术蓬勃兴起

随着社会生产力的不断进步，稻田种养技术取得了长足的发展。近十年来稻田种养新技术在我国各地广泛使用，水稻单一的生态系统转变为稻蟹共生的复合生态系统，且因地制宜发展出不同的生态种养模式，如辽宁稻蟹共生、湖北稻虾共生、安徽稻虾连作、上海稻-虾-鳖结合等模式，经济效益提高，综合效益显著。

### 1.2 生态种养绿色健康受到消费者的青睐

随着消费理念的变革，人们对生态大米的需求量越来越大。相比传统的稻田养鱼，这种种养结合的新模式通过物种的多样性原则去维持生态平衡，追求综合效益，保证粮食安全、健康。稻蟹共生的复合环境不仅减少了化肥、农药的使用，而且提高了河蟹和水稻的品质，符合现代人的生态理念。

### 1.3 规模化程度低，品牌建设不足，市场推广乏力

蟹田米养殖结构是一种种养结合的复合结构，它的发展要求规模化、产业化，但目前企业和农户的规模化程度低，甚至只是一家一户小生产的经营方式，不利于稻田种养新技术的发展。此外，蟹田米的品牌建设与市场推广不充分，消费者对这类种养结合生态大米的认知度有待提高。

## 2. 蟹田米产业环境 SWOT 分析

### 2.1 优势

#### 2.1.1 实施稻田种养新技术，符合农业的可持续发展战略

水稻单一的生态系统转变为稻蟹共生的复合生态系统，它们互相依赖、互相促进。水稻的湿地环境有利于河蟹隐蔽、蜕壳和生长，河蟹又可以为水稻翻松土壤，其代谢物还能水稻增肥，不仅减少了化肥、农药的使用，而且提高了河蟹和水稻的品质。实施稻田种养新技术，既提高了土地和水资源的利用率，又可稳定农民种粮积极性，有利于农业的可持续发展。

#### 2.1.2 生态产品绿色有机

由于蟹虾一类水产品对农药的敏感程度较高，为保证其存活率，整个稻蟹共生的复合生态系统中除基础有机肥料外，基本不使用化肥和农药。而且利用水产品的代谢物进行后期追肥，还可以起到一定的增产效果，从而使得大米的绿色有机程度远高于传统稻田种植方式。

### 2.1.3 经济效益与生态效益双赢

一水两用、一地多收，提高了土地和水资源的利用率，促进物质在系统内的循环和重复利用，在收获大米的同时也能收获产值更高的水产品，不仅经济效益明显提高，而且生态效益显著。以上海崇明沐雨生态农场为例，其稻-虾-鳖三者共生的复合生态系统每亩利润比常规水稻的种植提高五倍左右。

### 2.1.4 促销模式新颖，吸引消费者

以上海崇明沐雨生态农场为例，主要采用“农家乐体验”的销售模式，吸引消费者实地亲身体验下地捉鳖、餐上吃米。看得见的绿色、健康赢得了消费者的信任，大大增加了消费者对于其产品的忠诚度，再配合会员制的销售模式让利于民，拓展客户群。

## 2.2 劣势

### 2.2.1 产品知名度低

消费者普遍对于东北五常大米、泰国香米、日本越光大米的认知度较高，然而根据问卷调研的数据统计，只有不到 20% 的人对蟹田米这类生态大米有所了解。可见消费者对于蟹田米这类种养结合的生态大米认知度不高，从而不利于蟹田米的销售。

### 2.2.2 产品促销期短

以上海崇明沐雨农场为例，其主要依靠“农家乐体验”的销售模式。由于水产品养殖与稻田种植的季节性，可供消费者亲身体验这种种养结合模式的时间主要集中在五到八月份，周期相对较短，不利于产品多样化促销活动的开展。

### 2.2.3 产品价格较高

由于稻蟹共生的种养技术管理成本较传统水稻种植更高，所以产品售价也相对较高，目前市场上每千克蟹田米的售价超过 20 元。然而大米作为日常食用的主食之一，普通消费者不愿意接受过高的价格，对蟹田米这类生态大米的销售造成了一定影响。

## 2.3 机会

### 2.3.1 政府创新强农的号召

国务院 2016 年 10 月 20 日印发《全国农业现代化规划（2016-2020 年）》，强调了创新强农，着力推进农业转型升级，增强粮食等重要农产品安全保障能力。采用稻田种养新技术，发展稻蟹共生的生态农业有利于促进农业转型升级，保障粮食安全，符合国家发展农业的目标。

### 2.3.2 农业与第三产业相结合

厌倦了都市的繁华与喧嚣，许多在城市钢筋水泥中生活的人们向往田园风情般的农家生活，农业与第三产业相结合的生态观光、农耕体验、特色餐饮逐渐流行并收到人们的喜爱，这无疑带动了当地的消费，更为农业发展农民致富创造了机遇。

### 2.3.3 消费者对食品安全的重视程度提高

现今社会环境污染、食品安全事件频频发生，人们越来越重视舌尖上的安全，向往健康

的生活方式。“绿色”、“有机”、“健康”等词汇更加受到消费者欢迎，稻蟹共生的生态种植理念符合人们的消费观，容易得到消费者的青睐。

## **2.4 威胁**

### **2.4.1 同类产品较多**

除了人们熟知的东北五常米、泰国香米、日本越光大米这些在市场上已经占据一席之地的大米品牌，蟹田米的同类型产品中还存在着其他相对成功的案例，比如虾恋米、蛙稻米等，这使得蟹田米面临的市场竞争加大，也对蟹田米的市场推广提出了更高的要求。

### **2.4.2 产品定位不清晰**

相比五常稻花香大米、日本越光大米这些高端大米品牌，蟹田米这类生态大米的产品定位不够清晰，市面上的售价高低不一，而且在国内外市场的选择上也不够明确，消费者对其认知度不高。

### **2.4.3 经济效益与高额宣传成本之间的矛盾**

农业本身就是一个准入门槛较低，盈利不高的产业，难以负担产品的高额宣传成本，而这也成为产品知名度低的原因之一。可面对市场上激烈的竞争，如何权衡农业经济效益与产品宣传成本之间的关系是个难题。

## **3. 蟹田米产业发展存在的问题及困难**

### **3.1 生产企业**

#### **3.1.1 规模化程度低**

稻田种养新技术，需要连片作业，规模化生产。这样才能有效形成稻蟹共生的复合生态系统，有利于稻田管理与稻田基础设施建设。

#### **3.1.2 机械化程度弱**

稻蟹共生的复合生态系统使得传统的播种收割机械不再适用，而相应的配套农机设备不完善，导致企业大幅度依靠人力，提高了生产成本。

#### **3.1.3 技术服务缺乏**

企业在推广稻田种养新技术时缺乏专业的技术指导和技术骨干，智力投入不足，不利于后续生产的改进与完善。

### **3.2 销售企业**

#### **3.2.1 产品成本较高**

由于规模化、机械化程度不高，稻田种养新技术的生产成本与人力成本投入更高，自然产品的销售价格也相对较高，削弱了普通消费者对蟹田米这类生态大米的需求。

#### **3.2.2 行业竞争激烈**

大米的品种层出不穷，更有一些大米品牌已经深入人心，人们熟知的五常大米、泰国香



米、日本越光大米等品牌早已占领大块市场份额，激烈的市场竞争对蟹田米的销售是极大的挑战。

### **3.2.3 市场推广不力**

根据对消费者问卷调研的数据统计，只有不到 20%的人对蟹田米这类生态大米有所了解；在针对经销商的访谈中，多数大米经销商并不了解蟹田米，只有少数几家门店听说过并且销售过这类生态大米。可见蟹田米的市场推广乏力，消费者对蟹田米这类种养结合生态大米的认知度有待提高。

## **4. 对策与建议**

### **4.1 政府、行业协会**

#### **4.1.1 加强政策扶持，鼓励生态种养**

由政府牵头加强对企业、农户的政策扶持和技术指导，落实好农业基础设施以及相关补贴政策，保护农民的种粮的积极性，鼓励生态种养。

#### **4.1.2 为企业建立科技服务体系和信息平台**

提高企业的的种养技术和经营管理水平，及时发布市场信息，降低企业生产养殖的市场风险，为蟹田米产业提供强有力的技术和信息支撑。

#### **4.1.3 定期举办农产品展销会、农业生产技术评比等活动**

引导企业积极参与其中，彼此交流经验，完善企业建设；同时积极帮助企业进行宣传，促进企业与市场的对接。

### **4.2 生产企业**

#### **4.2.1 推进蟹田米规模化、产业化**

加强农企联合，优化蟹田米产业结构，构建规模化、产业化的蟹田米经营模式，逐步做到标准化生产、产业化经营、专业化管理、社会化服务，为农业现代化创造良好的条件。

#### **4.2.2 重视科技投入，加强智力开发**

企业在推广稻田种养新技术时，需要水稻、河蟹等专家的指导，加强技术投入和智力开发可以降低人力成本，优化产品质量，促使蟹田米产业持续健康发展。

#### **4.2.3 将农业与第三产业相结合，推广产品，扩大效益**

建设蟹田米主题生态产业园，集蟹田米特色餐饮、农耕体验、生态观光于一体，吸引消费者深入园区进行参观，体验生态种养新模式，提高经济效益。

### **4.3 销售企业**

#### **4.3.1 对产品正确定位，实施品牌战略，提升市场竞争力**

品牌是消费者识别产品品质的重要标志，企业应该找准定位，立足大米的中高档市场，主打生态绿色有机，通过品牌宣传、产品促销等活动，提高“蟹田米”的知名度，增强其市场竞争力。

#### 4.3.2 多渠道销售，强化市场推广，拓展市场份额

企业可以采取产地销售、定点销售和送货上门等灵活多样的销售方式，促进产品市场的发育。线下企业可以在现有基础上，广泛与附近超市、农产品商店等合作，拓展业务；线上可依托微商、网店等平台开展营销，逐步拓展蟹田米客户群。

#### 4.3.3 开展形式多样的促销活动，吸引消费者

对于以家庭为单位的消费者可以采取注册会员制或者订阅制的销售模式，定期邮寄产品；在超市或者商店可以推出现场免费试吃、发放代金券、组合销售蟹田米与相关水产品等促销方式，吸引消费者选购。

## 5. 结语

随着稻田种养新技术的兴起，水稻单一的生态系统转变为稻蟹共生的复合生态系统，它们互相依赖、互相促进，一水两用、一地多收，提高了土地和水资源的利用率，稳定了农民种粮积极性。蟹田米产业实现了“水稻+水产=粮食安全+食品安全+生态安全+农民增收+企业增效”，“1+1=5”，是名副其实的资源节约型、环境友好型、食品安全型产业，有利于农业的可持续发展。

但目前蟹田米产业规模化程度低，品牌建设不足，市场推广乏力，没有释放出巨大的经济效益。政府应该加强政策扶持，鼓励生态种养，企业也要实现规模化、产业化，重视科技投入，加强智力开发，多方面解决蟹田米产业发展中存在的问题及困难，提高蟹田米的品牌知名度和市场占有率，为蟹田米产业的健康发展保驾护航。

### 参考文献

- [1] 逯畅, 余洁, 罗晨港, 李怡芳. 蟹田米的消费特点与对策建议[J]. 商场现代化. 2016(27)
- [2] 王武. 我国稻田种养技术的现状与发展对策研究[J]. 中国水产. 2011(11)
- [3] 李斌, 郭财增, 张小晓. 宁夏稻田蟹产业可持续发展研究[J]. 科学养鱼. 2014(12)
- [4] 李福兴. 我国有机水稻发展对策探析[J]. 河北农业科学. 2011(02)
- [5] 张梦尧, 高群, 张译文. 进口大米对我国市场的影响[J]. 合作经济与科技. 2015(21)

# 西南大西洋拉氏南美南极鱼脂肪酸组成及其食性研究

杨清源<sup>1</sup>

指导教师：朱国平<sup>1,2</sup>

(1.上海海洋大学, 海洋科学学院, 上海 201306; 2.大洋渔业可持续开发省部共建教育部重点实验室极地海洋生态系统研究室, 上海海洋大学, 上海 201306)

**摘要:** 拉氏南美南极鱼 (*Patagonotothen ramsayi*) 是南极鱼科中数量最多的次南极鱼种, 且生态地位也非常重要。本研究在分析该鱼种肌肉脂肪酸组成成分及其特征的基础上, 并利用脂肪酸生物标记法进一步探究了该鱼种的食性。结果显示, 西南大西洋拉氏南美南极鱼肌肉共检测出 16 种脂肪酸, 其中含量较高的脂肪酸包括 C16:0、C18:1n9、C20:5n3 (EPA) 和 C22:6n3 (DHA)。DHA 的平均含量显著高于 EPA。多种特征脂肪酸含量与体长存在着显著的相关性。饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸以及 7 种脂肪酸含量与体长之间存在着明显的负相关关系, 而指示摄食对象营养级高低的 DHA/EPA 与体长之间存在着明显的正相关关系。特征脂肪酸结果显示, 拉氏南美南极鱼主要摄食浮游生物和底栖生物, 同时其肉食性的特征随体长增大而增强。

**关键词:** 拉氏南美南极鱼; 脂肪酸; 食性; 西南大西洋

## Fatty acid composition and feeding habits of rock cod *Patagonotothen ramsayi* in the Southwestern Atlantic Ocean

YANG Qing-yuan<sup>1</sup>, ZHU Guo-ping<sup>1,2</sup>

(1. Shanghai Ocean University, College of Marine Sciences, Shanghai 201306, China; 2. Polar Marine Ecosystem Lab, The Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources, Shanghai Ocean University, Ministry of Education, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** Rock cod *Patagonotothen ramsayi* is the most abundant sub-Antarctic fish species in the family Notothenioidei is an ecologically important species. The present study analyzes the fatty acid compositions of muscle and further explores feeding habits of the rock cod in the southwestern Atlantic Ocean using fatty acid biomarker analysis. The results show that 16 types of fatty acids are detected from the muscle tissue and fatty acids with higher contents include C16:0, C18:1n9, C20:5n3 (EPA) and C22:6n3 (DHA). The average content of DHA is significantly higher than that of EPA. The contents of several types of specific fatty acids can be significantly related to their body lengths. The contents of saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids and 7 types of fatty acids have significant negative correlations with body lengths. However, the ratio of DHA/EPA which signifies the trophic level of food items has remarkable positive correlation to

body lengths. The specific fatty acid analysis show main food sources of the rock cod are plankton and benthos, but its carnivorous habit enhances with increasing of body length.

**Keywords:** rock cod; fatty acid; feeding habit; southwestern Atlantic Ocean

## 1 前言

西南大西洋位于南美洲的东海岸（由巴西北部至阿根廷南部），总面积可达 176.16 万平方公里，大陆架面积为 196 万平方公里。位于北部的亚马逊海域，大陆架比较狭窄且珊瑚礁或岩石较多，不适合拖网作业，而位于中南部的拉普拉塔河海域、巴塔哥尼亚大陆架和福克兰—马尔维纳斯海域，大陆架相对宽阔且适合进行拖网作业，拉氏南美南极鱼 *Patagonotothen ramsayi* (Regan, 1913) 便是该水域底拖网渔业的主要捕捞对象。

拉氏南美南极鱼属大洋底栖性<sup>[1]</sup>，为南极鱼科南美南极鱼属中数量最多的鱼种，广泛分布于西南大西洋温带次南极海域，栖息水层为 50-500 m<sup>[2,3]</sup>，常见于巴塔哥尼亚南部陆架和陆坡水域（150-400 m）<sup>[4-6]</sup>，主要摄食底栖或近底栖甲壳动物<sup>[7]</sup>。2007 年之前，因市场需求不高，拉氏南美南极鱼并非各国商业性捕捞对象，且远洋渔业船队尚缺少捕捞该鱼种的经验。因此，拖网渔船产量并不高。自 2008 年以来，拉氏南美南极鱼便逐渐成为商业性捕捞的主要目标，当年产量为 6 万吨，比上一年度翻了一倍多。2009 年以来，拉氏南美南极鱼的年产量保持在 6 万吨左右，其中 4 万多吨主要用于加工出口。考虑到该鱼种近几年才得到关注，尽管该鱼种的繁殖<sup>[6,8,9]</sup>、生长<sup>[10]</sup>以及年龄<sup>[11]</sup>已有报道，但关于其营养以及食性却少有研究。

考虑到海洋初级生产者包含的某些脂肪酸模式可守恒地转移到初级消费者，并能够被辨认出来，因此大量研究基于此证实了脂肪酸示踪在海洋鱼类营养相互关系上的潜在作用<sup>[12]</sup>，而脂肪酸营养标记（FATM）概念也基于这样的考虑提出<sup>[13]</sup>。过去 30 年多来，脂肪酸常被用于跟踪或确认海洋环境中捕食者-捕食对象相互关系的量化标记。最近，脂肪酸还被用于确认影响全球主要生态系统动力学的关键过程<sup>[13]</sup>。但目前关于高纬度冷性水海洋鱼类的脂肪酸组成研究相对较少<sup>[14]</sup>，尤其是次南极水域的大洋性鱼种。考虑到丰度较高，拉氏南美南极鱼曾是前苏联底拖网渔业主要渔获之一，2001 年西班牙船队的渔获率也达到了 250 kg/h<sup>[15]</sup>，但因当时商业价值较低，该鱼种多成为鱿鱼<sup>[7]</sup>和有鳍鱼类拖网渔业的主要丢弃对象<sup>[9]</sup>。近几年，我国南极磷虾拖网渔业在南极磷虾渔季开始之前于西南大西洋水域兼捕该鱼种，其也成为继鱿鱼之后最为重要的商业性渔获之一，2009-2011 年间平均渔获率已达到 1477 kg/h<sup>[16]</sup>。尽管该鱼种的商业价值逐渐提升，且其在次南极食物网结构中也有着非常重要的作用，但目前关于该鱼种的脂肪酸组成及其食性研究仍非常有限<sup>[7,17]</sup>。鉴于此，本研究利用西南大西洋阿根廷外海采集的拉氏南美南极鱼样本，对其脂肪酸组成及其食性进行研究，为进一步掌握该鱼种的营养以及在巴塔哥尼亚海洋生态系统中的生态地位提供基础数据。

## 2 材料与amp;方法

### 2.1 样本来源

本研究的拉氏南美南极鱼来自于在西南大西洋水域作业的大型中层拖网渔船。样本由拖网渔获中随机采集，并放入-20℃冷冻条件下保存。取样时间为2014年12月至2015年3月。冷冻样本返回国内实验室后，解冻后测定体长（SL）和体质量（WW）等，用解剖刀剥离背鳍附近表皮，并切除白肉块约5g，然后保存于塑料试管中并冷冻保存以备脂肪酸分析。所有生物学测定按《海洋调查规范》进行<sup>[18]</sup>。

### 2.2 样品处理

#### 1.2.1 脂肪酸提取

用Floch法提取36份拉氏南美南极鱼肌肉中的脂肪酸，将得到的正己烷层用气相色谱质谱联用仪（型号：5977A，美国Agilent公司）在一定条件下进行测定。

#### 1.3 脂肪酸数据处理

以37种脂肪酸混标及内标19烷酸甲酯标品作为标准，通过比对保留时间对脂肪酸进行定性分析，采用内标法对脂肪酸进行定量分析<sup>[19]</sup>。

$$X_i=(m_s*A_i*f_{s,i})/(m*A_s)$$

其中， $X_i$ 是待测样品中组分*i*的含量（浓度）； $A_i$ 是组分*i*的峰面积； $m$ 是样品的质量； $m_s$ 是待测样品中加入内标物的质量； $A_s$ 是待测样品中内标物的峰面积； $f_{s,i}$ 是组*i*与内标物的校正因子之比，称为相对校正因子。

利用配对t检验比较两组脂肪酸或脂肪酸类型之间是否存在显著性差异（ $p<0.05$ ）。利用F检验显示各脂肪酸或脂肪酸类型是否与体长存在相关性。

## 3 结果

### 基础生物学

拉氏南美南极鱼体长范围为10.2-27.5 cm，平均体长为18.1±4.73 cm（平均值±标准差，下同）；体质量范围为11.1-396.8 g，平均体质量为117.8±104.87 g。体长-体质量关系为 $WW = 3.0483*10^{-3}SL^{3.5538}$ （ $R^2= 9.7798$ ， $n=36$ ， $p<0.001$ ）。

### 脂肪酸组成

西南大西洋拉氏南美南极鱼体内共检测出了16种脂肪酸，分别为C14:0、C16:0、C16:1n7、C17:0、C18:0、C18:1n9c、C18:2n6t、C20:1、C20:2、C20:3n6、C20:4n6、C20:5n3（EPA）、C22:1n9、C22:6n3（DHA）、C23:0和C24:1n9，其中含量较高的脂肪酸包括C16:0、C18:1n9c、C20:5n3和C22:6n3，其平均含量分别为13.95±7.19 mg/g、5.38±3.30 mg/g、6.49±3.54 mg/g和14.00±5.40 mg/g（表1）。饱和脂肪酸（SFA）一共包括5种，平均含量为19.21（±9.10）mg/g，单不饱和脂肪酸（MUFA）和多不饱和脂肪酸（PUFA）分别含有5种和6种，其平均含量分别为9.15±5.79 mg/g和22.40±9.17 mg/g。南美南极鱼肌肉组织内含量最高的为多

不饱和脂肪酸, 其次为饱和脂肪酸, 这两者的含量为单不饱和脂肪酸的 2 倍以上, 显著高于前者 (配对 t 检验: SFA/MUFA,  $t=19.11$ ,  $p<0.001$ ; SFA/PUFA,  $t=21.82$ ,  $p<0.001$ )。常见的多不饱和脂肪酸为 n-3 系列的 EPA 和 DHA, 以及 n-6 系列的 C18:2n6t(亚油酸)和 C20:3n6(AA) 等。DHA 的平均含量显著高于 EPA ( $t=19.86$ ,  $p<0.001$ )。

从质量百分比角度来看, 拉氏南美南极鱼肌肉中饱和脂肪酸的质量分数 ( $\Sigma$  SFA) 占脂肪酸总质量分数的 37.81%, 含量由高至低依次为 C16:0(27.46%)、C18:0(5.24%)、C14:0(3.80%)、C17:0(1.01%)及 C23:0(0.30%); 单不饱和脂肪酸的质量分数( $\Sigma$  MUFA)占脂肪酸总质量分数的 18.11%, 含量由高至低依次为 C18:1n9c(10.59%)、C16:1n7(5.66%)、C20:1(1.13%)、C24:1n9(0.43%)、C22:1n9(0.31%); 多不饱和脂肪酸的质量分数( $\Sigma$  PUFA)占脂肪酸总质量分数的 44.09%, 含量由高至低依次为 C22:6n3(27.56%)、C20:5n3(12.77%)、C20:3n6(1.65%)、C18:2n6t(1.16%)、C20:2(0.55%)、C20:4n6(0.37%)。不饱和脂肪酸的质量分数和( $\Sigma$  UFA)占脂肪酸总质量分数的 62.19%。饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸的质量分数比( $\Sigma$  SFA/ $\Sigma$  UFA)为 0.6080。

### 特征脂肪酸

表 1 显示了拉氏南美南极鱼肌肉组织脂肪酸含量与体长之间的相关性。从整体上可以看出, 饱和脂肪酸 ( $F=4.606$ ,  $p=0.039<0.05$ ,  $n=36$ ) 及多不饱和脂肪酸 ( $F=6.309$ ,  $p=0.017<0.05$ ,  $n=36$ ) 含量与体长之间也存在着较为显著的线性关系。16 种脂肪酸中, 仅有 7 种脂肪酸含量与体长之间存在着明显的线性关系(表 1), 分别为 C16:0、C16:1n7、C18:0、C18:2n6t、C20:5n3、C22:6n3 和 C23:0。值得注意的是, 这些脂肪酸类型或脂肪酸含量随着体长的增加而呈逐渐下降趋势。

对具有食性指示标记的脂肪酸比值进行分析后得知, PUFA/SFA ( $F=0.064$ ,  $p=0.802>0.05$ ,  $n=36$ ) 及 C22:6n3/C20:5n3 ( $F=0.024$ ,  $p=0.877>0.05$ ,  $n=36$ ) 的比值与体长之间并无线性关系存在。针对 C22:6n3/C20:5n3 而言, 考虑到其中有 3 个明显的异常值, 当去除这 3 个异常值后, 可以发现其与体长之间存在着显著的正相关关系 ( $F=9.271$ ,  $p=0.005<0.01$ ,  $n=33$ ) (表 1)。

表 1 西南大西洋拉氏南美南极鱼脂肪酸含量与体长之间的线性关系  
Table 1 Linear relationship between fatty acid contents and standard lengths of the rock cod in the southwestern Atlantic Ocean

脂肪酸 Fatty acids	$R^2$	$F$	$p$	$a$	$b$	$n$
C14:0	0.001	0.022	0.884	0.008 ( $\pm 0.051$ )	1.794 ( $\pm 0.958$ )	36
C16:0	0.139	5.502	<b>0.025*</b>	-0.568 ( $\pm 0.242$ )	24.21 ( $\pm 4.517$ )	36
C16:1n7	0.143	5.505	<b>0.025*</b>	-0.118 ( $\pm 0.050$ )	4.711 ( $\pm 0.945$ )	36
C17:0	0.065	2.309	0.138	0.016 ( $\pm 0.010$ )	0.244 ( $\pm 0.192$ )	35
C18:0	0.147	5.849	<b>0.021*</b>	-0.119 ( $\pm 0.049$ )	4.810 ( $\pm 0.917$ )	36
C18:1n9c	0.034	1.195	0.282	-0.129 ( $\pm 0.118$ )	7.705 ( $\pm 2.198$ )	36

C18:2n6t	0.148	5.918	<b>0.020*</b>	-0.023 (±0.009)	1.002 (±0.174)	36
C20:1	0.047	1.662	0.206	0.015 (±0.012)	0.293 (±0.223)	36
C20:2	0.031	0.993	0.327	-0.008 (±0.008)	0.456 (±0.153)	33
C20:3n6	0.000	0.003	0.960	-0.001 (±0.018)	0.881 (±0.337)	35
C20:4n6	0.149	1.925	0.193	0.028 (±0.020)	-0.061 (±0.432)	13
C20:5n3	0.138	5.464	<b>0.025*</b>	-0.279 (±0.119)	11.528 (±2.227)	36
C22:1n9	0.065	1.181	0.292	0.016 (±0.015)	-0.033 (±0.308)	19
C22:6n3	0.182	7.572	<b>0.009*</b>	-0.488 (±0.177)	22.81 (±3.306)	36
C23:0	0.225	5.230	<b>0.035*</b>	-0.022 (±0.010)	0.703 (±0.192)	20
C24:1n9	0.020	0.571	0.456	-0.005 (±0.007)	0.362 (±0.136)	30
SFA	0.119	4.606	<b>0.039*</b>	-0.666 (±0.310)	31.22 (±5.784)	36
MUFA	0.035	1.251	0.271	-0.229 (±0.205)	13.34 (±3.827)	36
PUFA	0.157	6.309	<b>0.017*</b>	-0.768 (±0.306)	36.26 (±5.701)	36
DHA/EPA	0.230	9.271	<b>0.005*</b>	0.053 (±0.017)	1.238 (±0.331)	33
PUFA/SFA	0.002	0.064	0.802	0.003 (±0.011)	1.188 (±0.201)	36

注：表中\*表示  $p < 0.05$ 。 Notes: The symbol "\*" signify significance  $p < 0.05$ .

## 4 讨论

### 脂肪酸组成

在本研究中，拉氏南美南极鱼的肌肉组织样品中共含有 16 种脂肪酸，其中饱和脂肪酸 5 种，分别为豆蔻酸 (C14:0)、棕榈酸 (C16:0)、十七碳酸 (C17:0)、硬脂酸 (C18:0)、二十三碳酸 (C23:0)；不饱和脂肪酸 (UFA) 11 种，包括单不饱和脂肪酸 (MUFA) 5 种，分别为棕榈烯酸 (C16:1n7)、油酸 (C18:1n9c)、二十碳烯酸 (C20:1)、顺芥子酸 (C22:1n9)、神经酸 (C24:1n9)，多不饱和脂肪酸 (PUFA) 6 种，分别为亚油酸 (C18:2n6t)、花生四烯酸 (C20:2)、二十碳三烯酸 (C20:3n6)、花生四烯酸 (C20:4n6)、二十碳五烯酸 (C20:5n3)、二十二碳六烯酸 (C22:6n3)。González 等<sup>[20]</sup>曾经对拉氏南美南极鱼的脂肪酸组成进行了研究，其使用的实验样本平均体长为 21-40 cm (154-214 g)，与本研究的样本比较来看，本研究的样本个体较小。因为所使用的样本体长范围不同，所以本文测定所得的脂肪酸含量与 González 等<sup>[18]</sup>测定的脂肪酸含量略有差异。共同之处是两个研究所测定的脂肪酸中，有十一种相同的脂肪酸，这十一种脂肪酸分别为 C14:0、C16:0、C16:1n7、C18:0、C18:1n9c、C18:2n6t、C20:1、C20:4n6、C20:5n3、C22:1n9 以及 C22:6n3，且这两个研究中，C16:0、C18:1n9c、C20:5n3 以及 C22:6n3 等四种脂肪酸的含量均较高。不同之处是，本研究中 C14:0、C16:0、C16:1n7、C18:0、C18:1n9c、C18:2n6t 及 C22:6n3 的含量较 González 等<sup>[20]</sup>测得的数据较低，而 C20:1、C20:4n6、C22:1n9 的含量较 González 等<sup>[21]</sup>测得的数据较高。但配对 t 检验显示，两个研究中共同脂肪酸含量之间不存在显著性差异 ( $t=0.150$ ,  $p=0.884 > 0.05$ )。除此之外，两研究仍存在一些脂肪酸种类的差异，造成这个结果的原因可能是：(1) 体长差异：本研究中样品体长范围在 10.2-27.5 cm 之间，而 González 等<sup>[20]</sup>采用的样本平均体长范围在 21-40 cm

之间；(2) 除体长外，影响鱼类生化组成的因素较多，包括鱼类的生理状况、栖息环境、主要摄食物种等。

作为必需脂肪酸 (EFA) 来源，膳食脂质对于鱼类的正常生长与生存而言，有着非常重要的作用<sup>[21]</sup>。许多海洋鱼类幼体需要较高的 (n-3) 类不饱和脂肪酸 (HUFA)，如 EPA 和 DHA<sup>[22]</sup>。拉氏南美南极鱼肌肉组织中不饱和脂肪酸含量较高，且主要是多不饱和脂肪酸，16:0 和 18:1 (n-9) 为饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸中含量最高的脂肪酸<sup>[20]</sup>。拉氏南美南极鱼中的多不饱和脂肪酸含量与同科其它鱼种相当<sup>[23]</sup>。(n-3) PUFA 含量较高，尤其是 EPA 和 DHA，共占了 87.51%，这也是该鱼种具潜在营养价值和商业目标的重要佐证<sup>[20]</sup>。

在 (n-6) PUFA 中，20:4 (n-6) (二十四烯酸) 为含量较高的脂肪酸。一些研究认为，n-3/n-6 可作为比较鱼油相对营养价值的良好指标<sup>[24]</sup>。从营养目的考虑，如 n-3/n-6=1，可认为营养达到最佳<sup>[25]</sup>，尤其是 EPA 和 DHA 为饮食中的主要脂肪酸来源。基于这些考虑，拉氏南美南极鱼可认为是  $\omega$ 3 脂肪酸的良好来源，而 n-3/n-6 之比 (14.4) 较其它鱼种高<sup>[20]</sup>，如鲱鱼 (6.42 ± 1.70)、狭鳕 (12.6 ± 3.96) 或金枪鱼类 (4.97 ± 2.17)<sup>[26]</sup>。Gutierrez 和 da Silva<sup>[14]</sup> 分析了巴西水域 8 种海水鱼类，尽管其发现了这些高纬度冷水鱼类中仍存在有 C12: 0、C14: 1、C20: 0 和 C22: 0 等脂肪酸，但它们的含量均较低，大部分脂肪酸及其含量仍与本文中拉氏南美南极鱼较为相似。

#### 特征脂肪酸及其食性指示标记

南美南极鱼属鱼种的典型特征之一是摄食泛化，即摄食对象具有强烈的季节随机性，如夏末季节，桡足类丰度较高，此时小个体拉氏南美南极鱼以浮游生物为主要摄食对象<sup>[24]</sup>，而冬季却多摄食底栖生物，此时的食物来源多含栉水母和刺铠虾 *Munida gregaria*<sup>[7]</sup>。但最近的一项研究显示，拉氏南美南极鱼的食性较为季节单一性<sup>[7]</sup>，其摄食大量的浮游生物和底栖生物，且食性能够轻易地由食浮游生物转移到食底栖生物，由主动猎食转到摄取动物尸体<sup>[1, 7, 28, 29]</sup>。另外，有研究表明，拉氏南美南极鱼胃含物中含有渔业废弃物<sup>[30]</sup>。Laptikhovsky<sup>[29]</sup> 也曾发现，除了摄食大量的浮游生物和底栖生物，主要摄食端足类，尤其是中上层虫戎亚目——细脚长虫戎 *Themisto gaudichaudi* 外，拉氏南美南极鱼胃含物中还发现了该水域从事鱿钓渔业和底拖网作业的渔业废弃物，大、小个体拉氏南美南极鱼胃含物中渔业废弃物的比例分别达到了 15.6% 和 22.8%，有时胃含物中甚至全部是渔业废弃物，包括秘鲁笔管鱿 *Loligo gahi* 的触须和腕以及海胆等。

鱼类食物中的脂质特性可以影响到鱼油中脂肪酸的分布比例。由于摄食习性不同，各种鱼类由海洋植物、浮游甲壳动物和其他浮游动物中获得天然油脂的程度也就不一样。海洋浮游生物作为鱼类主要的食物来源，其脂肪酸组成近年来已引起研究人员的注意<sup>[31]</sup>。已有研究指出，鱼油脂肪酸组成与浮游生物脂肪酸组成之间的相似性<sup>[32]</sup>。 $\omega$ 3 PUFA (如，EPA 和 DHA) 是由浮游植物经过海洋浮游食物链，积累在更高一级的肉食性种类中的<sup>[33]</sup>。本研究中，拉氏南美南极鱼肌肉组织中的多种特征脂肪酸，如 C16:0、C16:1、C20:5 和 C22:6 等均与



其体长存在显著的负相关关系,即随着体长的增加,这些脂肪酸的含量逐渐下降。由此可以推断,首先,拉氏南美南极鱼食物来源于以原核生物或真核生物、硅藻<sup>[34,35]</sup>、蓝绿藻<sup>[31]</sup>以及鞭毛藻<sup>[34,35]</sup>为食的生物,或者其本身直接摄食这些藻类。这与上述关于拉氏南美南极鱼食物组成的直接观察结果保持一致,即其会摄食大量的浮游生物和底栖生物。因为,在次南极或南极水域,端足类生物,如桡足类或磷虾,其主要的摄食对象为硅藻以及其它藻类,而这些浮游动物普遍存在于拉氏南美南极鱼胃含物中<sup>[7,29,30]</sup>。其次,随着体长的增加,拉氏南美南极鱼此类食物来源的比例逐渐下降。另外,排除三个可能因实验过程中样品被杂质污染所导致的异常值外,拉氏南美南极鱼肌肉组织中DHA/EPA的比值大于2,且其含量随着体长的增加而增加,这表明较大个体的拉氏南美南极鱼食物组成中含有更多的浮游动物或者更多地采取肉食性的摄食行为<sup>[36,37]</sup>。这与上述关于拉氏南美南极鱼的食物组成观察也保持一致,即大个体拉氏南美南极鱼体内通常会出现该海域捕捞渔业的丢弃物,如秘鲁笔管鱿的触须和腕、磷虾类、端足类或者南极鱼成体部分以及幼鱼等,这些被丢弃的渔获物所代表的营养级相对较高。最后,拉氏南美南极鱼的食性或食物组成呈现较为显著的个体变化<sup>[29]</sup>,即小个体以摄食浮游植物或底栖生物为主,而大个体则多摄食浮游动物或渔业丢弃物。

此外,拉氏南美南极鱼肌肉组织中还发现了其它一些类型的特征脂肪酸,如C20:4n6和C18:1n7,但这些脂肪酸与其体长之间并无显著的相关性。C20:4n6被认为是大型藻类的特征脂肪酸,并且能够指示微型浮游动物,如纤毛虫<sup>[34]</sup>。Stowasser等发现,底栖生物通常含有较高含量的C20:4n6和C18:1n7,因此这两个脂肪酸经常被用做底栖食物食性的标志物<sup>[38]</sup>。本研究中只有少量个体含有C20:4n6,且含量较低,表明拉氏南美南极鱼较少摄食大型藻类,这可能与该鱼种的摄食选择性,或随机摄食有关。尽管C18:1n7所占的比例较高,但考虑到其与体长之间亦无相关性,故可判断其是拉氏南美南极鱼整个生活史阶段的底栖食物来源,无个体差异性。

## 参考文献

- [1] Eastman J T. Antarctic fish biology: evolution in a unique environment[M]. San Diego, CA, USA: Academic Press, 1993.
- [2] Nakamura I, Inada T, Takeda M, et al. Important fishes trawled off Patagonia[R]. Japan Marine Fishery Resource Research Center, Tokyo, 1986, 369 pp.
- [3] Erzini K. A compilation of data on variability in length-age in marine fishes[R]. Fisheries Stock Assessment, Title XII, Collaborative Research Support Program, University of Rhode Island, Working paper 77, 1991, 36pp.
- [4] Norman J R. Coast fishes. Part II. The Patagonian region[R]. Discovery Reports, 1937, 16: 1-150.
- [5] Hart T J. Report on trawling surveys on the Patagonian continental shelf[R]. Discovery

Reports, 1946, 23: 223-408

[6] Brickle P, Shcherbich Z, Laptikhovsky V, et al. Scientific report. Aspects of the biology of the Falkland's rockcod *Patagonotothen ramsayi* (Regan, 1913) on the southern Patagonian Shelf[R]. Falkland Islands Government, 2005, 81 pp.

[7] Laptikhovsky V V, Arkhipkin A I. An impact of seasonal squid migrations and fishing on the feeding spectra of subantarctic notothenioids *Patagonotothen ramsayi* and *Cottoperca gobio* around the Falkland Islands[J]. Journal of Applied Ichthyology, 2003, 19: 35-39.

[8] Sosiński J, Janusz J. The distribution and biology of *Patagonotothen ramsayi* (Regan, 1913): results of Polish studies on the Patagonian Shelf, 1979-1993[R]. Sea Fisheries Research Institute, Gdynia, Poland, 2003.

[9] 朱国平, 许柳雄, 陈新军. 西南大西洋拉氏南美南极鱼生物学特性的初步研究[J]. 水产学报, 2010, 34(12): 1877-1881.

[10] Brickle P, Arkhipkin A, Shcherbich Z. Age and growth of a sub-Antarctic notothenioid, *Patagonotothen ramsayi* (Regan 1913), from the Falkland Islands[J]. Polar Biology, 2006, 29(8): 633-639.

[11] Ekau W. Biological investigations on *Notothenia ramsayi* Regan 1913 (Pisces, Notothenioidei, Nototheniidae) [Biologische Untersuchungen an *Notothenia ramsayi* Regan 1913 (Pisces, Notothenioidei, Nototheniidae)] [J]. Arch FischWiss, 1982, 33(1-2): 43-68.

[12] John MA, Lund T. Lipid biomarkers: linking the utilization of frontal plankton biomass to enhanced condition of juvenile North Sea cod[J]. Marine Ecology Progress Series, 1996, 131: 75-85.

[13] Dalsgaard J, John M S, Kattner G, et al. Fatty acid trophic markers in the pelagic marine environment[A] // Southward A J, Tyler P A, Young C M, et al. (eds) Advances in Marine Biology[M], London: Academic Press, 2003, 46: 227-347.

[14] Gutierrez L E, da Silva R C M. Fatty acid composition of commercially important fish from Brazil[R]. Departamento de Química, 1993.

[15] Portela J. A research project: rockcod[R]. Productos del Mar, 2004, 202: 12-14.

[16] Laptikhovsky V, Arkhipkin A, Brickle P. From small bycatch to main commercial species: Explosion of stocks of rock cod *Patagonotothen ramsayi* (Regan) in the Southwest Atlantic[J]. Fisheries Research, 2013, 147: 399-403.

[17] Oehlenschläger J. Chemical composition of the flesh and other tissues of Antarctic fish species of the families Channichthyidae and Nototheniidae[J]. Food Chemistry, 1991, 40: 159-167.

[18] GB 12763. 1-7-91. 海洋调查规范[Z]. 中华人民共和国国家出版社.

- [19] GB/T 22223-2008. 食品中总脂肪、饱和脂肪（酸）、不饱和脂肪（酸）的测定水解提取-气相色谱法[Z]. 中华人民共和国国家出版社.
- [20] González J M, Gallardo J M, Brickle P, et al. Nutritional composition and safety of *Patagonotothen ramsayi*, a discard species from Patagonian Shelf[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2007, 42: 1240-1248.
- [21] Rainuzzo J R, Reitan K I, Olsen Y. The significance of lipids at early stages of marine fish: a review[J]. Aquaculture, 1997, 155: 103-115.
- [22] Owen J M, Adron J W, Middleton C, et al. Elongation and desaturation of dietary fatty acids in turbot *Scophthalmus maximus* L., and rainbow trout, *Salmo gairdnerii* Rich[J]. Lipids, 1975, 10: 528-531.
- [23] Nichols D S, Williams D D, Graeme A, et al. Fatty acid composition of Antarctic and temperate fish of commercial interest[J]. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology, 1994, 107: 357-363.
- [24] Piggot G M, Tucker B W. Components of seafood. Seafood Effects of Technology on Nutrition[M]. Miami: CRC Press, 1990: 32-65.
- [25] Simopoulos A P. Summary of NATO advanced research workshop on dietary  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 fatty acids: biological effects and nutritional essentiality[J]. Journal of Nutrition, 1989, 119: 512-528.
- [26] Strobel C, Jahreis G, Kuhnt K. Survey of n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids in fish and fish products[J]. Lipids in Health and Disease, 2012, 11: 144.
- [27] Boltovskoy D, Gibbons M, Hutchings L, et al. General biological features of the South Atlantic[J]. South Atlantic Zooplankton, 1999, 1: 1-42.
- [28] Kock K-H. Antarctic Fish and Fisheries[M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1992.
- [29] Laptikhovskiy V V. A comparative study of the diet in three sympatric populations of *Patagonotothen* sp (Pisces: Nototheniidae)[J]. Polar Biology, 2004, 27: 202-205.
- [30] Laptikhovskiy V, Fetisov A. Scavenging by fish of discards from the Patagonian squid fishery[J]. Fisheries Research, 1999, 41: 93-97.
- [31] 李烈英, 于富才, 李光友. 几种海洋生物高度不饱和脂肪酸的比较研究[J]. 海洋学报, 1994, 16(1): 105-114.
- [32] Kayama M, Tsuchiya Y, Mead J F. A model experiment of aquatic food chain with special significance in fatty acid conversion[J]. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 1963, 29: 452-458.
- [33] Sargent J R, Whittle K J. Lipids and hydrocarbons in marine food web[A] // Longhurst A R

- (ed) Analysis of Marine Ecosystems[M]. London, Academic Press, 1981: 491–533.
- [34] Sargent J R, Parkes R J, Mueller-Harvey I, et al. Lipid biomarkers in marine ecology[A] // Sleigh M A (ed). Microbes in the sea[M]. New York: Wiley and Sons, 1987: 119-138.
- [35] Schmidt K, Atkinson A, Petzke K-J. et al. Protozoans as a food source for Antarctic krill, *Euphausia superba*: Complementary insights from stomach content, fatty acids and stable isotopes[J]. Limnology and Oceanography, 2006, 51: 2409-2427.
- [36] Rossi S, Youngbluth M J, Jacoby C A, et al. Fatty acid trophic markers and trophic links among seston, crustacean zooplankton and the siphonophore *Nanomia cara* in Georges Basin and Oceanographer Canyon (NW Atlantic)[J]. Scientia Marina, 2008, 72(2): 403–416.
- [37] Copeman L A, Parrish C C, Gregory R S, et al. Fatty acid biomarkers in coldwater eelgrass meadows: elevated terrestrial input to the food web of age-0 Atlantic cod *Gadus morhua*[J]. Marine Ecology Progress Series, 2009, 386: 237-251.
- [38] Stowasser G, Pond D W, Collins M A. Using fatty acid analysis to elucidate the feeding habits of Southern Ocean mesopelagic fish[J]. Marine biology, 2009, 156(11): 2289–2302.

# 秘鲁外海茎柔鱼肌肉组织的能量积累

魏嫣然, 唐竟耀, 孙程婕, 杨芳, 黄春荣

指导老师: 林东明

(上海海洋大学海洋科学学院)

**摘要:**本项目根据我国远洋渔业鱿钓渔船于 2014 年 6-8 月在秘鲁外海(10°26'S~17°17'S, 79°17'W~82°39'W)作业期间随机采集的茎柔鱼 (*Dosidicus gigas*) 样本 173 尾(雌性 107 尾, 雄性 66 尾), 利用数学统计方法和组织能量密度测定技术, 分析了该柔鱼个体的体重-胴长生长和胴体、足腕、尾鳍等肌肉组织的能量密度及其能量积累过程。结果显示, 雌雄个体肌肉组织能量密度均以胴体组织的为最高, 分别为(20.56±1.12) kJ/g 和(20.67±0.76) kJ/g; 足腕次之, 分别为(20.09±1.25) kJ/g 和(19.95±0.87) kJ/g; 尾鳍最低, 分别为(19.92±1.05) kJ/g 和(19.63±0.96) kJ/g; 同一组织雌雄个体间的组织能量密度无显著性差异 ( $P>0.05$ )。胴体、足腕、尾鳍等组织间的能量积累差异性显著 ( $P<0.05$ ), 胴体是最大的能量积累单元。此外, 胴体、足腕、尾鳍等肌肉的组织能量随着个体生长积累显著 ( $P<0.05$ ), 并且这些肌肉组织的能量积累自低纬度向高纬度海域显著增加 ( $P<0.05$ ), 表明秘鲁外海茎柔鱼肌肉组织的能量积累过程是一个索饵育肥及其生长的过程。

**关键词:** 茎柔鱼; 肌肉组织; 能量密度; 能量积累; 秘鲁

**Abstract:** In this program, by using the mathematic methods and technology of energy density determination, the relationship between body weight and mantle length as well as the energy accumulation of somatic tissues, including mantle, arms and fins, were investigated for the jumbo squid *Dosidicus gigas* off Peru. The squid specimens were randomly sampled from the catch of Chinese jigger fleet during the fishing season from June to August 2014, in the high sea off Peru (10°26'S~17°17'S, 79°17'W~82°39'W), and a total of 173 specimens were collected (107 females, 66 males). The results showed that the maximum energy density was detected in the mantle tissue for both female and male individuals, with an average of (20.56±1.12) kJ/g and (20.67±0.76) kJ/g respectively; then followed by the arm tissue, having the average of (20.09±1.25) kJ/g and (19.95±0.87) kJ/g respectively. For the tissue of fins, the energy density was detected at the minimum value, with an average of (19.92±1.05) kJ/g and (19.63±0.96) kJ/g for female and male individuals respectively. For the same somatic tissue, there was no statistical difference in the energy density between females and males ( $P>0.05$ ). The energy accumulated in different somatic tissues, however, was significantly different between each other ( $P<0.05$ ). Meanwhile, the energy accumulated in the soma of mantle, arms and fins was significantly increased with body growth for both female and male individuals ( $P<0.05$ ), and the energy was significantly increased along with the distribution from lower latitude to higher latitude ( $P<0.05$ ). These findings indicate that the process of energy accumulated in the somatic tissues of *D. gigas* off Peru is the procedure of feeding and body growth.

## 1 前言

茎柔鱼(*Dosidicus gigas*), 隶属柔鱼科(Ommastrephidae), 茎柔鱼属(*Dosidicus*), 为大洋性自游种, 广泛分布在东太平洋加利福尼亚北部至智利南部, 栖息水深从表层至1500m水深, 生长速度快、生长年龄1~2年, 是世界上最重要、资源量最为丰富的头足类资源之一<sup>[1-2]</sup>。

茎柔鱼既是浮游动物、甲壳类、鱼类和头足类的捕食者，也是许多大型鱼类、海鸟以及海洋哺乳动物的重要捕食对象，在海洋生态系统中具有重要生态学地位<sup>[1, 3]</sup>。

组织能量积累是生物体同化作用和异化作用随其生长周期变化的共同结果，是衡量生物体身体能量储备水平的重要指标之一，反映生物体的环境适应性及其进化生活史<sup>[4-5]</sup>。头足类属种具有生长速度快、生命周期短、摄食凶猛、消化能力强等生活史特点<sup>[6-7]</sup>，肌肉组织是其能量积累的主要器官之一<sup>[8]</sup>，以维持生物体正常的生长活动并获得较高的繁殖适合度以延续群体资源量<sup>[9]</sup>。头足类属种肌肉组织能量的积累过程，可以暗示其自身发育状况及其生态习性的变化<sup>[10]</sup>。目前，各国学者对茎柔鱼年龄生长<sup>[11-13]</sup>、繁殖发育<sup>[13-15]</sup>、种群结构<sup>[3, 16]</sup>、摄食生态<sup>[3, 17]</sup>等生物学特性方面的研究较为深入，而在组织能量积累方面的研究鲜有报道。因此，本研究分析秘鲁外海茎柔鱼胴体、足腕和尾鳍等肌肉组织的能量密度，探讨研究这些肌肉组织的能量积累变化过程，旨在了解茎柔鱼随着个体生长及栖息水域变化的肌肉组织能量积累的变化规律，为进一步认知其生物学特性以可持续开发利用该属种资源提供基础。

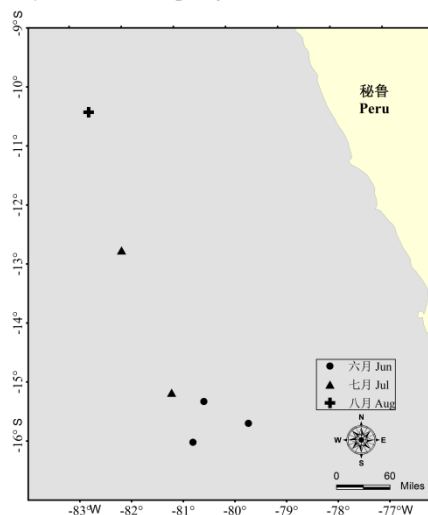
## 2 材料与方法

### 2.1 样本来源

样品来自我国远洋渔业鱿钓渔船的渔获物，采集时间为2014年6~8月，作业海域为秘鲁专属经济区以外的公海海域 10°26'S~17°17'S, 79°17'W~82°39'W (图 1)。每个采集站点的样本从渔获物中随机获得，每个站点约采集 30 尾，共采集茎柔鱼样本 173 尾，其中雄性 66 尾，雌性 107 尾。经零下 20℃ 冷冻保藏后运回实验室进行分析。

图 1 茎柔鱼秘鲁外海调查海域和样本采集站点

Fig.1 The survey area and sampling stations of *Dosidigitus gigas* off Peru



### 2.2 研究方法

生物学测定 实验室解冻后进行生物学测定，测定内容包括胴长(mantel length, ML)、体重(body weight, BW)、胴体腔重 (mantle weight, MW)，足腕重 (arm weight, AW)、尾鳍重 (fin weight, FW)，性腺成熟度(maturity stage, MAT)。胴长测定精确至 0.1cm，重量精确至 0.001g。

性腺成熟度鉴别以 Arkhipkin<sup>[18]</sup>和 ICES<sup>[19]</sup>性腺成熟度划分标准为基础，结合茎柔鱼生殖系统发育情况，进行 I、II、III、IV、V、VI、VII和VIII等八个时期的鉴别，并划分为未成熟

(I~III期)、成熟(IV~VI期)、产卵繁殖(VII期)和繁殖后(VIII期)等4个等级。鉴别结果显示,实验样本均为未成熟,成熟度最高者为III期,故后续研究分析中不考虑个体的性腺发育情况。

**组织能量密度测定** 采集胴体、足腕、尾鳍等肌肉组织样本5g左右,置于冷冻干燥机(Christ Alpha 1~4/LDplus)零下80℃冷冻干燥<sup>[5]</sup>;组织样本干燥后称取干重(dry weight, DW),置于研磨机(Retsch MM400)中研磨粉碎;然后,在Parr 6100型氧弹热量仪中测定组织能量密度(energy density, ED)(Parr Instrument Company, Moline, IL, USA),单位为kJ/g。

**组织能量积累计算** 胴体、足腕、尾鳍等肌肉组织的绝对组织能量计算为

$$AE_i = ED_i \times TW_i \times \frac{DW_i}{WW_i}$$

相对组织能量计算为

$$RE_i = \frac{AE_i}{TE} \times 100$$

式中,AE为绝对组织能量,单位kJ;ED为组织能量密度,单位kJ/g;TW为组织的总湿重,单位为g;DW为组织样本冷冻干燥后的干重,单位为g;WW为组织样本冷冻干燥前的湿重,单位为g;RE为相对组织能量,单位%;TE为胴体、足腕、尾鳍等组织能量之和,单位kJ;*i*为胴体、足腕、尾鳍等组织。

### 2.3 数据分析

利用Origin10.2和SPSS20.0等统计分析软件进行数据的处理分析。实验数据以平均值±标准差( $\bar{x} \pm SD$ )表示。幂函数拟合回归茎柔鱼雌、雄个体的体重与胴长关系,协方差分析(ANCOVA)检验雌雄个体间体重与胴长关系的差异性<sup>[20]</sup>;单因素方差分析(ANOVA)检验组织能量密度在肌肉组织之间、在雌雄个体之间的差异性,以及组织能量积累在不同经纬度分布海域之间的差异性;非参数Kruskal-Wallis单因素方差分析(Kruskal-Wallis ANOVA)检验组织间能量积累占比的差异性;Pearson相关系数(*r*)分析肌肉组织能量密度、组织能量积累与胴长之间的关系<sup>[21]</sup>。

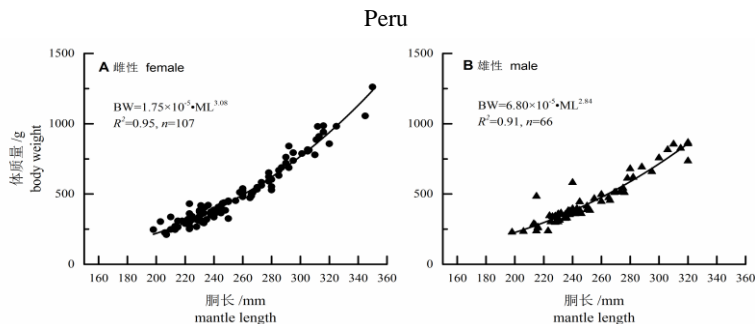
## 3 结果与分析

### 3.1 胴长与重量组成及其关系

雌性个体体重与胴长的幂函数关系式为  $BW=1.75 \times 10^{-5} ML^{3.08}$  ( $R^2=0.86$ ,  $n=107$ ); 雄性个体体重与胴长的幂函数关系式为  $BW=6.80 \times 10^{-5} ML^{2.84}$  ( $R^2=0.93$ ,  $n=66$ ) (图2)。协方差分析显示,雌雄个体之间体重-胴长关系存在显著性差异 ( $F=7.59$ ,  $P=0.00071$ )。

图2 秘鲁外海茎柔鱼体重与胴长的关系

Fig.2 The relationship between body weight and dorsal mantle length for female and male *Dosidigus gigas* off



### 3.2 不同肌肉组织的能量密度

秘鲁外海茎柔鱼雌雄个体肌肉组织能量密度以胴体的为最高，尾鳍的为最低（图 3）。其中，雌性个体的胴体、足腕、尾鳍的组织能量密度分别为 18.89~22.18kJ/g，17.08~22.48kJ/g，18.11~21.36kJ/g，平均值分别为  $20.56 \pm 0.74$ kJ/g、 $20.08 \pm 1.15$ kJ/g、 $19.92 \pm 0.80$ kJ/g，雄性个体的胴体、足腕、尾鳍的组织能量密度分别为 18.86~20.06kJ/g，17.37~22.85kJ/g，17.38~21.61kJ/g，平均值分别为  $20.67 \pm 0.76$ kJ/g、 $19.95 \pm 0.87$ kJ/g、 $19.63 \pm 0.96$ kJ/g。

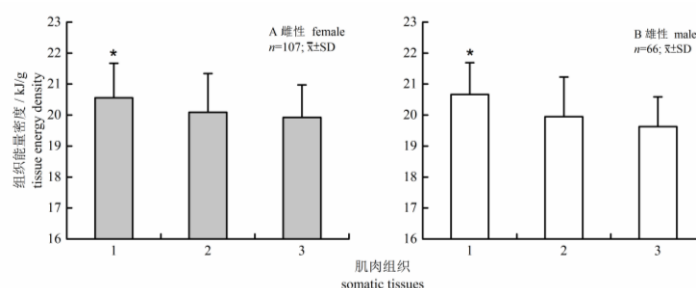
ANOVA 检验显示：同一性别，胴体、足腕、尾鳍的组织能量密度差异性显著（雌性： $F=11.298$ ， $p=0.000$ ；雄性： $F=14.045$ ， $p=0.000$ ）；不同性别，同一组织的组织能量密度不存在显著性差异（胴体： $F=0.235$ ， $p=0.629$ ；足腕： $F=0.243$ ， $p=0.623$ ；尾鳍： $F=1.492$ ， $p=0.226$ ）。

图 3 秘鲁外海茎柔鱼雌雄个体的肌肉组织能量密度

1.胴体, 2. 足腕, 3.尾鳍, \* 表示差异显著( $P<0.05$ )

Fig.3 Soma tissue energy density for female and male *Dosidigus gigas* off Peru

1. Mantle, 2. Arms, 3. Fins, \* indicates significant deference ( $P<0.05$ )



### 3.3 不同肌肉组织的能量积累

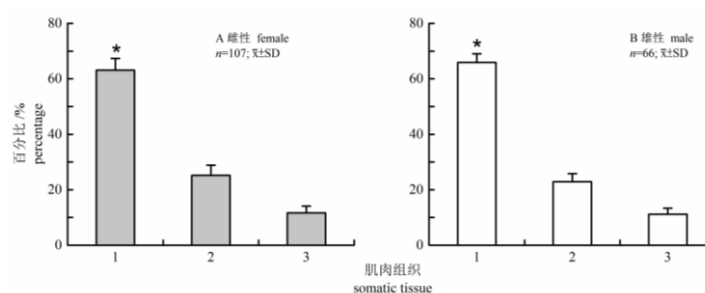
秘鲁外海茎柔鱼雌、雄个体的肌肉组织能量，以胴体组织能量积累最高，足腕组织能量积累次之，尾鳍组织能量积累最低（图 4）。其中，雌性个体胴体、足腕、尾鳍等组织的绝对能量积累分别为 462.86~5751.69kJ，192.30~2813.13kJ，82.96~895.45kJ，平均值分别为（ $1393.44 \pm 1044.34$ ）kJ，（ $594.25 \pm 500.53$ ）kJ，（ $243.40 \pm 196.76$ ）kJ；三组织能量积累的平均百分比分别为 63.14%、25.23%和 11.63%，组织间能量积累差异性显著且以胴体能量积累最大（Kruskal-Wallis ANOVA:  $\chi^2=87.040$ ， $P<0.001$ ）。雄性个体胴体、足腕、尾鳍组织能量分别为 489.80~5622.19kJ，126.88~1391.63kJ，48.08~626.44kJ，平均值分别为（ $1160.81 \pm 867.83$ ）kJ，（ $370.47 \pm 250.59$ ）kJ，（ $199.99 \pm 128.90$ ）kJ；三组织能量积累的平均百分比分别为 65.89%、22.91%和 11.20%，不同组织的能量积累存在显著性差异（Kruskal-Wallis ANOVA:  $\chi^2=136.398$ ， $P<0.001$ ）。

图 4 秘鲁外海茎柔鱼雌雄个体肌肉组织能量积累占比。

1.胴体, 2. 足腕, 3.尾鳍; \* 表示差异显著( $P<0.05$ )

Fig.5 Percentage of tissue energy accumulated in soma for female and male *Dosidigus gigas* off Peru.

1. Mantle, 2. Arms, 3. Fins; \* indicates significant deference ( $P<0.05$ )





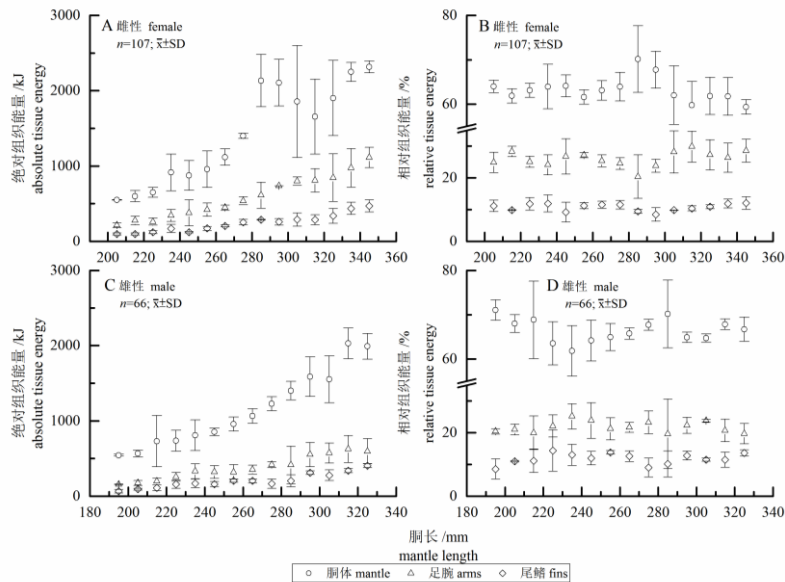
### 3.4 不同个体大小组织能量的积累变化

随着个体生长, 秘鲁外海茎柔鱼雌性个体胴体组织的绝对组织能量积累显著 (Pearson's  $r=0.85$ ,  $F=85.59$ ,  $P<0.001$ ), 并在 280mm ML 时达到最大值, 随后能量积累平缓, 相对组织能量占比也有所下降但不显著 (Pearson's  $r=-0.32$ ,  $F=1.58$ ,  $P=0.23$ ) (图 6A,B)。足腕和尾鳍组织的绝对组织能量积累随着个体胴长生长增加显著 (足腕: Pearson's  $r=0.91$ ,  $F=151.66$ ,  $P<0.001$ ; 尾鳍: Pearson's  $r=0.87$ ,  $F=99.15$ ,  $P<0.001$ ), 并在个体最大时达到最大值; 但是, 足腕的相对组织能量积累在 300mm ML 之后有所下降但不显著 (Pearson's  $r=-0.18$ ,  $F=0.16$ ,  $P=0.71$ ) (图 5A,B)。

与雌性个体相似, 雄性个体的胴体、足腕、尾鳍等绝对组织能量积累随着个体生长显著增加 (胴体: Pearson's  $r=0.89$ ,  $F=216.22$ ,  $P<0.001$ ; 足腕: Pearson's  $r=0.76$ ,  $F=69.72$ ,  $P<0.001$ ; 尾鳍: Pearson's  $r=0.79$ ,  $F=91.09$ ,  $P<0.001$ ), 在个体最大时达到最大值 (图 5 C)。但在 240mm ML 之后, 胴体相对组织能量积累略呈上升趋势 (Pearson's  $r=0.31$ ,  $F=2.85$ ,  $P=0.10$ ), 足腕、尾鳍相对组织能量积累则略为变小 (足腕: Pearson's  $r=-0.21$ ,  $F=1.24$ ,  $P=0.27$ ; 尾鳍: Pearson's  $r=-0.079$ ,  $F=0.17$ ,  $P=0.68$ ) (图 5D)。

图 5 秘鲁外海茎柔鱼肌肉组织能量随胴长生长的积累变化

Fig.6 Energy accumulated in somatic tissues progressing with mantle length of *Dosidigus gigas* off Peru

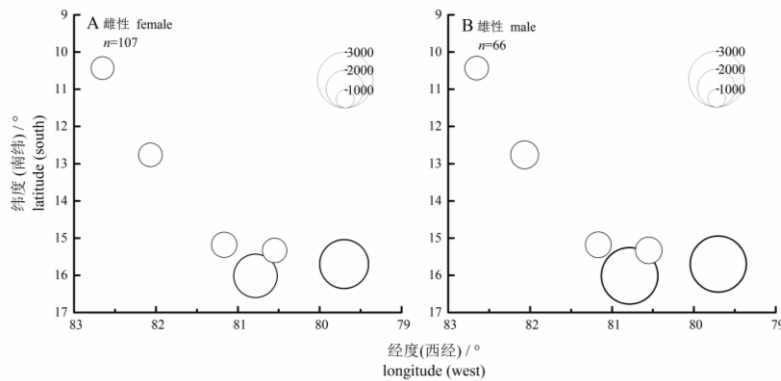


### 3.5 不同海域分布组织能量的积累变化

分析显示, 秘鲁外海茎柔鱼肌肉组织能量积累随着海域分布不同存在显著性差异 (雌性:  $F=15.42$ ,  $P<0.001$ ; 雄性:  $F=117.51$ ,  $P<0.001$ ), 雌雄个体肌肉组织能量积累的经纬度分布变化是一致的, 纬度较低且经度较大时能量积累较低, 纬度较高且经度较小时能量积累较高 (图 6)。其中, 雌性个体胴体、足腕、尾鳍等组织的合计能量积累, 在低纬度、大经度海域时为  $1277.29\pm370.06\text{kJ}$ , 在高纬度、小经度海域时为  $3056.04\pm554.25\text{kJ}$ ; 雄性个体三组织的合计能量积累在低纬度、大经度海域时为  $1230.94\pm222.87\text{kJ}$ , 在高纬度、小经度海域时为  $2644.70\pm409.11\text{kJ}$ 。

图 6 秘鲁外海茎柔鱼肌肉组织能量积累的经纬度分布

Fig.7 Energy accumulated in somatic tissues progressing with longitude and latitude of *Dosidigus gigas* off Peru



## 4 讨论

### 4.1 个体生物学特性

一般地，茎柔鱼表现为全年生长、全年繁殖，不同海域分布群体的成熟个体大小、繁殖盛期时间均有所不同<sup>[2]</sup>，并且群体结构组成具有海域分布的特殊性<sup>[22]</sup>。秘鲁外海，是茎柔鱼群体分布最多且相对复杂的一个海域，不同年份体型群在 0~6 个之间波动<sup>[25-26]</sup>，但是更多地为 2 个体型群，第一个为小型群胴长 10~49cm，第 2 个为大型群胴长 52~110cm<sup>[27]</sup>。本文研究数据显示，此次采集的秘鲁外海茎柔鱼均为未成熟个体，胴长小于 35cm。因为茎柔鱼繁殖时间不足生命周期的 1/3、产卵后不久便死去等生活史特点<sup>[2]</sup>，所以可以推测本研究采集的茎柔鱼群体应该属于小型群体。

已有研究认为，体重-胴长幂函数关系式的  $b$  值，可以作为表征鱼类生长率、身体形态发育等差异性的指标之一<sup>[28]</sup>。在洪堡海流（Humboldt current）和加利福尼亚海流（California current）系统中，除了厄瓜多尔海域群体的等速生长外，茎柔鱼往往表现为异速生长<sup>[22]</sup>，此时  $b$  值可以解释为两种情况（表 1）：（1） $b < 3$  的负异速生长，即胴长生长比重量生长快，如哥斯达黎加外海的群体；（2） $b > 3$  的正异速生长，即重量生长快于胴长生长，如智利外海、秘鲁外海、加利福尼亚海湾的群体等。本研究的秘鲁外海茎柔鱼雌、雄个体体重-胴长幂函数关系式的  $b$  值均与 Liu 等<sup>[29]</sup>同一地理位置研究的结果有所差异，且  $b$  值偏小。这可能是本研究的样本均为未成熟个体，生长发育尚处于快速生长的前期阶段<sup>[6]</sup>。此外，同一海域年间的食物丰度及其栖息环境条件变化，也可能是造成这种差异性的原因之一<sup>[22]</sup>。

表 1 不同海域茎柔鱼体重与胴长幂函数关系的  $b$  值

Table 1 The coefficient  $b$  of body weight and mantle length relationship for *Dosidigus gigas* from different areas

海域 Area	$b$ 值 coefficient $b$	
	雌性 female	雄性 male
厄瓜多尔外海 off Ecuador	2.87 / 2.92 <sup>*[22]</sup>	
智利外海 off Chile	3.38 <sup>[23]</sup>	3.28 <sup>[23]</sup>
	3.18 <sup>[30]</sup>	3.19 <sup>[30]</sup>
	3.20 <sup>[29]</sup>	2.86 <sup>[29]</sup>
秘鲁外海 off Peru	3.16 <sup>[29]</sup>	3.10 <sup>[29]</sup>

加利福尼亚海湾		3.10~3.65 <sup>*[37-38]</sup>	
Gulf of California	3.29~3.73 <sup>[33]</sup>		3.27~3.47 <sup>[33]</sup>
墨西哥外海		3.05/3.07 <sup>*[34]</sup>	
off Mexico	3.11~3.68 <sup>[33]</sup>		3.17 <sup>[33]</sup>
哥斯达黎加外海	2.63 <sup>[29]</sup>		2.63 <sup>[29, 35]</sup>
off Costa Rica Dome	2.57 <sup>[35]</sup>		

注：“\*”表示未分雌雄. Note: “\*” indicates unsexed.

## 4.2 肌肉组织的能量密度特性

本研究结果显示, 秘鲁外海茎柔鱼肌肉组织的能量密度值在 20kJ/g 左右, 与西南大西洋阿根廷滑柔鱼(*Illex argentinus*)的肌肉组织能量密度值相近<sup>[36]</sup>。这可能与头足类属种肌肉组织营养物质构成较为单一的特点密切相关。一般地, 头足类每 100 克肌肉鲜品中除了 82%-85% 的水分外, 余下的基本是蛋白质, 脂肪含量仅为 1% 左右<sup>[37-39]</sup>。此外, 头足类属于典型的肉食性动物, 对食物中蛋白质的消化率为 85%-90%<sup>[40]</sup>, 整个机体组织的蛋白质合成率可高达 9.45%<sup>[3]</sup>。因此, 作为能量积累的重要物质成分, 蛋白质应该是组织能量密度测定的主要能源物质基础。

然而, 同一性别, 秘鲁外海茎柔鱼胴体、足腕、尾鳍等肌肉组织之间的能量密度存在显著性差异 ( $P<0.05$ ), 并以胴体组织的为最高, 尾鳍组织的为最低。Thanonkaew 等<sup>[37]</sup>曾报道头足类蛋白质成分在其胴体组织中的含量最高, 比其它肌肉组织 (如头腕) 的高 28% 左右, 而脂肪含量彼此相当。此外, Carter 等 (2009)<sup>[41]</sup>也曾报道不同组织之间, 营养物质的合成速率及其储备与利用等均存在一定的差异性。因此, 茎柔鱼不同组织间能量密度的差异性, 应该是胴体、足腕、尾鳍等组织间营养物质构成比例及其合成、储备、利用等的差异性所致, 并且构成能量物质基础的蛋白质成分是一个重要参考。但是, 基于同一肌肉组织水平, 雌雄个体之间肌肉组织的能量密度值不存在显著性差异 ( $P>0.05$ ), 并且这些肌肉组织的能量密度值与胴长的关系均不显著 ( $P>0.05$ ), 即不受个体生长的影响, 说明茎柔鱼同一肌肉组织营养物质的构成是相对稳定的。

此外, 与其他鱼类相比较, 茎柔鱼肌肉组织能量密度相对较低, 约为鱼类肌肉组织能量密度值的 70%-90%<sup>[5,42]</sup>。这可能与头足类属种的肌肉组织表现为高蛋白质、低脂肪的生成分密切相关<sup>[43]</sup>。因为鱼类肌肉组织的脂肪含量相对较高, 如刀鲚 (*Coilia ectenes*) 的肌肉组织脂肪含量比虎斑乌贼 (*Sepia pharaonis*) 的含量高约 6% 左右, 而相比蛋白质含量两者仅相差 2% 不到<sup>[37,42]</sup>。同时, 两者肌肉组织的含水量差异也可能是形成能量密度差异的主要原因之一, 因为头足类属种的肌肉组织水分含量一般在 82-85%<sup>[37-39]</sup>, 而鱼类肌肉组织水分含量则较低, 为 73-82%<sup>[42,44]</sup>。

## 4.3 肌肉组织的能量积累过程

本研究发现, 秘鲁外海茎柔鱼胴体、足腕、尾鳍三个肌肉组织中, 胴体组织的能量积累最大 (占比高达 60% 以上), 表明胴体组织是能量积累的主要单元, 这与胴体腔是头足类肌肉组织的最大组成部分密切相关<sup>[2]</sup>。同时, 头足类胴体组织具有较高的蛋白质成分比例<sup>[37-38]</sup>, 从而导致该组织有显著较高的能量密度值, 也可能是形成组织间能量积累差异的原因之一。

随着个体生长, 秘鲁外海茎柔鱼胴体、足腕、尾鳍等肌肉组织的绝对组织能量积累显著增加 ( $P<0.05$ )。这种能量积累过程可能是性腺发育成熟前个体指数式快速生长的表现<sup>[6]</sup>, 在此阶段所摄食积累能量将大部分地存储在肌肉组织中, 以用于后续的繁殖产卵行为<sup>[45]</sup>。但是, 这些肌肉组织的相对组织能量积累随着个体生长不存在显著的差异性 ( $P>0.05$ ), 说

明性腺成熟前这些肌肉组织的能量积累过程是相对稳定的,也一定地反映了该时期这些组织生长的相对协调性和均衡性<sup>[6]</sup>。

同时,在能量积累过程中,秘鲁外海茎柔鱼肌肉组织的能量积累存在海域分布的差异性( $P<0.05$ )。在较低纬度、较大经度海域时,肌肉组织能量积累较低;而在纬度较高、经度较小的海域,肌肉组织能量积累最大。已有研究表明,秘鲁外海是茎柔鱼分布的一片重要海域<sup>[2]</sup>,群体往往进行自北向南的洄游性生活<sup>[46]</sup>,并且这种洄游性生活史与索饵育肥、水层氧气含量变化等密切相关<sup>[47]</sup>。因此,结合本次研究的样本均处于未成熟期,秘鲁外海茎柔鱼肌肉组织自低纬度向高纬度的显著积累过程应该是一个索饵育肥的过程。Waluda 等<sup>[48]</sup>和 Tafur 等<sup>[14]</sup>也曾报道,秘鲁外海因其良好的上升流环境及其饵料生物成为茎柔鱼重要的索饵育肥场。

综上所述,秘鲁外海茎柔鱼体重-胴长的生长存在雌雄差异,雌性个体偏向于正异速生长( $b>3$ ),雄性个体则为负异速生长( $b>3$ )。然而,基于同一肌肉组织水平,雌雄个体之间组织能量密度值不存在显著性差异,并且组织能量积累的过程基本一致,随着个体生长肌肉组织的能量积累显著增加,胴体是能量积累的最大单元。此外,这些肌肉组织的能量积累自低纬度向高纬度海域显著增加,表明了秘鲁外海茎柔鱼自北向南索饵育肥的洄游过程。同时,组织能量积累是衡量生物体能量储备水平的重要指标,可以反映生物的环境适应性及其进化生活史过程<sup>[45]</sup>,尤其是生殖发育过程中能量分配的适应性过程,后续需要加强该海域多月份、多年度的长时间序列样本采集,以深入探究不同生长周期的组织能量积累变化过程,以期更好地认知该属种的生物学特性。

#### 参考文献:

- [1] Nigmatullin C M, Nesis K, Arkhipkin A. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) [J]. Fisheries Research, 2001, 54(1): 9-19.
- [2] Jereb P, Roper C F E. Cephalopods of the world: An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date (Volume 2), Myopsid and Oegopsid Squids [M]. Rome: FAO, 2010: 1-605.
- [3] Neira S, Arancibia H. Food web and fish stock changes in central Chile: comparing the roles of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) as predator, the environment, and fishing [J]. Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 2013, 95: 103-112.
- [4] Grande M, Murua H, Zudaire I, et al. Energy allocation strategy of skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* during their reproductive cycle [J]. Journal of Fish Biology, 2016, 89(5): 2434-2448.
- [5] Villegas-Rós D, Alonso-Fernández A, Domínguez-Petit R, et al. Energy allocation and reproductive investment in a temperate protogynous hermaphrodite, the ballan wrasse *Labrus bergylta* [J]. Journal of Sea Research, 2014, 86: 76-85.
- [6] Boyle P, Rodhouse P. Cephalopods: ecology and fisheries [M]. Oxford: Wiley-Blackwell, 2005: 1-464.
- [7] Ibáñez C M, Keyl F. Cannibalism in cephalopods [J]. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 2009, 20(1): 123-136.
- [8] Navarro J C, Monroig Ó, Sykes A V, Nutrition as a Key Factor for Cephalopod Aquaculture. In: Iglesias J, Fuentes L, Villanueva R, eds. Cephalopod Culture [M]. London: Springer Netherlands, 2014: 77-95.
- [9] Pianka E R. Natural Selection of Optimal Reproductive Tactics [J]. American Zoologist, 1976, 16(4): 775-784.

- [10] Moltschaniwskij N A, Carter C G. The adaptive response of protein turnover to the energetic demands of reproduction in a cephalopod[J]. *Physiological and Biochemical Zoology*, 2013, 86(1): 119-126.
- [11] Velázquez C Q, Herrera A H, Velázquez-Abunader I, et al. Maturation, Age, and Growth Estimation of the Jumbo Squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in the Central Region of the Gulf of California[J]. *Journal of Shellfish Research*, 2013, 32(2): 351-359.
- [12] Hu G Y, Chen X J, Liu B L, et al. Microstructure of statolith and beak for *Dosidicus gigas* and its determination of growth increments [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2015, 39(3): 361-370. [胡贯宇, 陈新军, 刘必林, 等. 茎柔鱼耳石和角质颚微结构及轮纹判读[J]. *水产学报*, 2015, 39(3): 361-370.]
- [13] Nigmatullin C M, Markaida U. Oocyte development, fecundity and spawning strategy of large sized jumbo squid *Dosidicus gigas* (Oegopsida: Ommastrephinae)[J]. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2009, 89(4): 789-801.
- [14] Tafur R, Keyl F, Argüelles J. Reproductive biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* in relation to environmental variability of the northern Humboldt Current System[J]. *Marine Ecology Progress Series*, 2010, 400: 127-141.
- [15] Liu B L, Chen X J, Chen H G, et al. Reproduction of the Humboldt squid (*Dosidicus gigas*) off Peru [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2016, 25(3): 445-453. [刘必林, 陈新军, 陈海刚, 等. 秘鲁外海茎柔鱼繁殖生物学研究[J]. *上海海洋大学学报*, 2016, 25(3): 445-453.]
- [16] Liu L W, Xu Q H, Chen X J. Population genetic structure of *Ommastrephes bartramii* in the North Pacific Ocean based on the COI and Cytb gene sequences analysis [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2012, 36(11): 1675-1684. [刘连为, 许强华, 陈新军. 基于线粒体 COI 和 Cytb 基因序列的北太平洋柔鱼种群遗传结构研究[J]. *水产学报*, 2012, 36(11): 1675-1684.]
- [17] Markaida U, Quiñónez-Velázquez C, Sosa-Nishizaki O. Age, growth and maturation of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico[J]. *Fisheries Research*, 2004, 66(1): 31-47.
- [18] Arkhipkin A. Reproductive system structure, development and function in cephalopods with a new general scale for maturity stages[J]. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 1992, 12: 63-74.
- [19] ICES. Report of the Workshop on Sexual Maturity Staging of Cephalopods, 8-11 November 2010[R]. Livorno: ICES, 2010:1- 97.
- [20] Postuma F A, Gasalla M A. Reproductive activity of the tropical arrow squid *Doryteuthis plei* around São Sebastião Island (SE Brazil) based on a 10-year fisheries monitoring[J]. *Fisheries Research*, 2014, 152: 45-54.
- [21] Alonso-Fernández A, Saborido-Rey F. Relationship between energy allocation and reproductive strategy in *Trisopterus luscus*[J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2012, 416–417: 8-16.
- [22] Morales-Bojórquez E, Pacheco-Bedoya J L. Population Dynamics of Jumbo Squid *Dosidicus gigas* in Pacific Ecuadorian Waters[J]. *Journal of Shellfish Research*, 2016, 35(1): 211-224.
- [23] Chong J, Oyarzún C, Galleguillos R, et al. Parametros biológico-pesqueros de la jibia, *Dosidicus gigas* (orbigny, 1835) (cephalopoda: ommastrephidae), frente a la costa de Chile central (29°S-40°S) durante 1993-1994[J]. *Gayana (Concepción)*, 2005, 69: 319-328.
- [24] Ibáñez C M, Sepúlveda R D, Ulloa P, et al. The biology and ecology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda) in Chilean waters: a review[J]. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 2015, 43(3): 402-414.

- [25] Ye X C, Chen X J. Study of mantle length composition and sexmaturity of jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) in fishing ground off Peru [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2007, 16(4): 347-350. [叶旭昌, 陈新军. 秘鲁外海茎柔鱼胴长组成及性成熟初步研究[J]. 上海水产大学学报, 2007, 16(4): 347-350.]
- [26] Keyl F, Argüelles J, Tafur R. Interannual variability in size structure, age, and growth of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) assessed by modal progression analysis[J]. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil, 2011, 68(3): 507-518.
- [27] Argüelles J, Rodhouse P G, Villegas P, et al. Age, growth and population structure of the jumbo flying squid *Dosidicus gigas* in Peruvian waters[J]. Fisheries Research, 2001, 54(1): 51-61.
- [28] Froese R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations[J]. Journal of Applied Ichthyology, 2006, 22(4): 241-253.
- [29] Liu B L, Chen X J, Yi Q. A comparison of fishery biology of jumbo flying squid, *Dosidicus gigas* outside three Exclusive Economic Zones in the Eastern Pacific Ocean[J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 2013, 31(3): 523-533.
- [30] Ibáñez C, Cubillos L. Seasonal variation in the length structure and reproductive condition of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) off central-south Chile[J]. Scientia Marina, 2007, 71(1): 123-128.
- [31] Nevárez-Martínez M O, Méndez-Tenorio F J, Cervantes-Valle C, et al. Growth, mortality, recruitment, and yield of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) off Guaymas, Mexico[J]. Fisheries Research, 2006, 79(1-2): 38-47.
- [32] Nevárez-Martínez M O, Morales-Bojórquez E, Cervantes-Valle C, et al. Population dynamics of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the 2002-2008 fishing seasons off Guaymas, Mexico[J]. Fisheries Research, 2010, 106(2): 132-140.
- [33] Bazzino F G A. Length-Weight Relationships and Condition Factors of the Humboldt Squid (*Dosidicus gigas*) from the Gulf of California and the Pacific Ocean[J]. Journal of Shellfish Research, 2014, 33(3): 769-780.
- [34] Sánchez P. Cephalopods from off the Pacific coast of Mexico: Biological aspects of the most abundant species[J]. Scientia Marina, 2003, 67(1): 81-90.
- [35] Chen X, Li J, Liu B, et al. Fishery biology of jumbo flying squid *Dosidicus gigas* off Costa Rica Dome[J]. Journal of Ocean University of China, 2014, 13(3): 485-490.
- [36] Lin D M, Chen X J, Wei Y R, et al. Energy accumulation of both somatic and reproductive tissues and its allocation to reproduction in Argentinean short-fin squid (*Illex argentinus*) [J]. Journal of Fisheries of China, 2017, 41(1): 70-80. [林东明, 陈新军, 魏嫣然, 等. 阿根廷滑柔鱼雌性个体肌肉和性腺组织能量积累及其生殖投入[J]. 水产学报, 2017, 41(1): 70-80.]
- [37] Thanonkaew A, Benjakul S, Visessanguan W. Chemical composition and thermal property of cuttlefish (*Sepia pharaonis*) muscle[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2006, 19(2-3): 127-133.
- [38] Zlatanov S, Laskaridis K, Feist C, et al. Proximate composition, fatty acid analysis and protein digestibility-corrected amino acid score of three Mediterranean cephalopods[J]. Molecular Nutrition & Food Research, 2006, 50(10): 967-970.
- [39] García-Garrido S, Hachero-Cruzado I, Rosas C, et al. Protein and amino acid composition from the mantle of juvenile *Octopus vulgaris* exposed to prolonged starvation[J]. Aquaculture Research, 2013, 44(11): 1741-1751.
- [40] Domingues P M, Dimarco P F, Andrade J P, et al. Effect of Artificial Diets on Growth, Survival and Condition of Adult Cuttlefish, *Sepia officinalis* Linnaeus, 1758[J]. Aquaculture

International, 2005, 13(5): 423-440.

[41] Carter C G, Lynch K A, Moltschaniwskyj N A. Protein synthesis in a solitary benthic cephalopod, the Southern dumpling squid (*Euprymna tasmanica*)[J]. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology, 2009, 153(2): 185-190.

[42] Liu K, Duan J R, X D P, et al. Biochemical Components and Energy Density in Muscles of *Coilia mystus*, *C. ectenes* and *C. ectenes taihuensis* in Spawning Season in the Lower Reaches of Yangtze River [J]. Chinese Journal of Zoology, 2009, 44(4): 118-124. [刘凯, 段金荣, 徐东坡, 等. 长江下游产卵期凤鲚、刀鲚和湖鲚肌肉生化成分及能量密度[J]. 动物学杂志, 2009, 44(4): 118-124.]

[43] Tolano-Villaverde I J, Ezquerro-Brauer J M, Ocano-Higuera V M, et al. Effect of pH and chitosan concentration on gelation of protein concentrate from giant squid mantle (*Dosidicus gigas*)[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2016, 51(6): 1360-1368.

[44] Bowerman T E, Pinson-Dumm A, Peery C A, et al. Reproductive energy expenditure and changes in body morphology for a population of Chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* with a long distance migration[J]. Journal of Fish Biology, 2017: n/a-n/a.

[45] Clarke A, Rodhouse P G, Gore D J. Biochemical Composition in Relation to the Energetics of Growth and Sexual Maturation in the Ommastrephid Squid *Illex argentinus*[J]. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 1994, 344(1308): 201-212.

[46] Keyl F, Wolff M, Arguelles J, et al. A hypothesis on range expansion and spatio-temporal shifts in size-at-maturity of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the Eastern Pacific ocean[J]. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports, 2008, 49: 119-128.

[47] Seibel B A. The jumbo squid, *Dosidicus gigas* (Ommastrephidae), living in oxygen minimum zones II: Blood-oxygen binding[J]. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 2013, 95: 139-144.

[48] Waluda C M, Yamashiro C, Rodhouse P G. Influence of the ENSO cycle on the light-fishery for *Dosidicus gigas* in the Peru Current: An analysis of remotely sensed data[J]. Fisheries Research, 2006, 79(1-2): 56-63.

## ■ 创新创业展示项目



### 数学建模引发的数字食堂革命

成员：汤嘉蕾，任遂晔，张瑞杰，刘羲  
指导老师：王娜



#### 项目简介

**现状**

- 打饭人群将食堂围的水泄不通。
- 许多学生对打饭望而却步
- 外卖行业加入多平台点餐从而生意火热（饿了么等）



**目标**

- 开发出一款校园食堂点餐系统专门为师生服务
- 软件跨越多种平台（如手机，计算机）使得点餐更灵活

#### 所遇问题



- 在用C#编译的过程中客户端和服务端顺风顺水的编译成功，然而在测试两者连接的过程中总是提示连接失败。在经过102次测试和努力之后一个小小的分号引起了我们的怀疑，在删除它之后，服务端和客户端终于完美的连接在一起，可见编译过程来不得一丝马虎。
- 在java语言的编译中问题更加的棘手，android与原有服务端连接总是失败，换了编译码也提示错误这让我们接近崩溃。在查阅无数资料后我们知道安卓2.3以后为提高用户体验主线程禁止联网 联网需要建立子线程 把api等级改为9（2.3）问题解决。

#### 技术路线实现过程

C#语言

↓

Pc平台点餐系统

JAVA语言

↓

Android平台点餐系统

1. 我们小组首先对PC平台架构语言进行确认，一致认为C#为最稳定，并且最保险的编译语言，在开发点餐系统上首当其冲。
2. 为了实现点餐软件多元化的目标，我们将开发第二阶段主要放在了现在流行的Android系统上，然而开发语言的不兼容使得我们必须从头开始开发，JAVA作为手机平台上最为活跃的编译语言被我们选定为基础开发语言。

#### 主要取得成果

**Pc平台点餐系统**



**Android平台点餐系统**



#### 主要查阅资料

1. 靳岩,姚尚朗. Google Android开发入门与实战[M]. 人民邮电出版社
2. Christian Nagel, Bill Evjen, Jay Glynn. Professional C# 4 and NET 4[M]. Wiley Publishing
3. Android开发文档. [Online] Available: <http://developer.android.com>
4. 微软MSDN. [Online] Available: <http://msdn.microsoft.com/zh-cn/>
5. 叶达峰. Eclipse编程技术与实例[M]. 北京人民邮电出版社. 2006
6. Java Socket与C#通信中中文乱码问题的解决方案. [Online] Available: <http://blog.csdn.net/aboy123/article/details/8274858>

#### 致谢

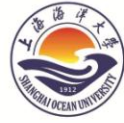
衷心感谢王娜导师在项目方向和编程技术难关攻克上的指导以及建议，项目才得以圆满完成。





## 浴室余热回收热泵系统的研发

成员：童雨舟、沈冰洁、唐孝懿、苑晓、刘洋  
指导老师：谢堃

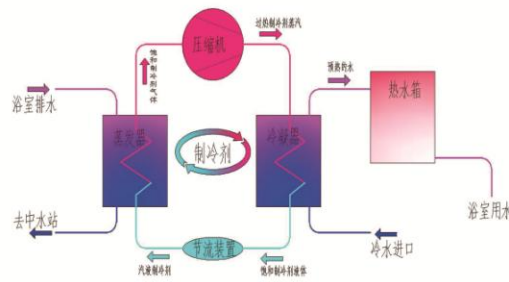


### 项目简介

在中国，无论是大众浴室、高校浴室还是在家用浴室都具有用水流量大、排水流量多的特点，由此产生的热浪费和水浪费的现象非常普遍。本项目旨在利用热泵技术对浴室废水和浴室空气中的热量进行回收，从而不仅带来节能减排、减少成本的效果，更能有效防止热污染的发生。

### 设备效果分析 The expected effect of the project

每年洗浴废水热回收至少可节约资金5465万元。



### 创新点



\*第一代余热回收装置

### 阶段性成果

本项目获评“上海市第四届知行杯”一等奖、“上海市挑战杯创新创业大赛”上海赛区三等奖、“上海市第五届知行杯”特等奖，并获得由中国船舶重工集团公司第七〇四研究所船舶环境工程与可靠性实验室发出的检测报告。



### 心得体会

通过一年的项目调研、产品制作及参加挑战杯的努力，小组成员对专业知识有了更多更深的了解和掌握，学会了如何更好地与他人沟通，在创新思维的培养、材料的书写、PPT的制作等能力的培养方面有了较大的提高，组员之间也建立起了深厚的友谊。

### 参考文献

- [1] 陈明, 许志浩, 胡勇, 侯艳. 某高校浴室污水余热回收分析[J]. 制冷与空调-四川, 2012, (05): 511-513.
- [2] 冯圣红, 李德英, 王睿怀. 高校公共浴室废水余热回收间接换热分析[J]. 制冷与空调, 2009, (04)
- [3] 胡敏东, 金苏敏. 浴室废水余热回收热泵热水系统的分析[J]. 流体机械, 2010, (10): 78-83.

### 致谢

本项目是在谢堃老师的悉心指导下开发完成的，从创新项目的选题到完成，每一个细节无不倾注着导师的心血。导师敏锐的科研思维和严谨的治学态度令我们印象深刻，收益终身。

本项目还得到了第七〇四研究所的大力支持，在设备的制作方面提供了场地和部分技术性的支持。本项目还得到了上海海洋大学团委老师们积极的帮助，在调研方面给我们提供了极大地便利，给我们提供了非常好的大学生创新实践平台。



# 风浪混合动力发电转换装置

成员：陈功、曹星、张磊、李晴  
指导教师：吴子岳



## 项目简介

21世纪是海洋的世纪，海洋存储着丰富的风能和波浪能，两者都是清洁能源，取之不尽，用之不竭。本项目提出的风浪混合动力发电转换装置，综合利用风能和波浪能，通过相关机械结构将两种形式的能量转换为机械能，克服能量叠加混合使用的难关，将风能和波浪能进行混合互补叠加并转换为电能，提高了发电效率。



装置示意图

装置安装图

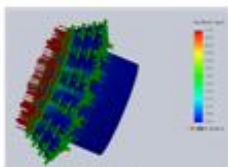
## 技术创新

本项目核心部件采用差动轮系机构将风能和波浪能转化的机械能进行混合叠加，经变速箱增速后驱动发电机发电。本项目属于清洁能源的利用，可持续性的提高能源利用率，克服了风能、波浪能单独开发效率低的问题，本装置结构较小，安装方便简单，能够被广泛应用。

$$\omega_c^H = \frac{(\omega_B - \omega_H)R_G}{R_c} = (\omega_B - \omega_C)Z_B/Z_c$$



装置核心机构机械制图



齿轮应力仿真分析

## 心得体会

项目从立案到结束，项目从立案开始一直到项目结束第一代产品诞生，实践过程中的每个环节，我们团队都踏踏实实，一步一步走过来，从方案确立，申报项目，零部件采购，模型搭建，测试改进，申请专利，项目结题，整个团队收获学会合作，团队朝核心利益共同努力，同时体会到创业维艰。

## 参考文献

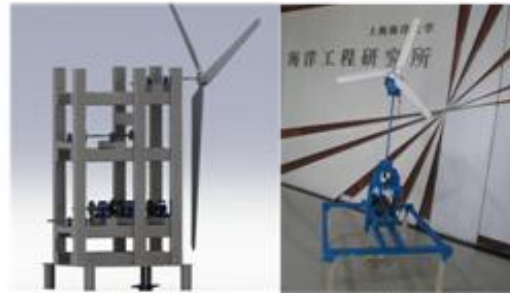
- [1]程友良,党岳,吴英杰.波浪发电技术现状及发展趋势.应用能源技术,2009,9,12;
- [2]张帆,肖阳,湛谦.基于直线电机的波浪能发电系统综述.船电技术,2010,6;
- [3]康良贵,纪名刚.机械设计(西北工业大学机械原理及机械零件教研室).8版.北京,高等教育出版社,2009,7;
- [4]孙恒.机械原理[M].北京,高等教育出版社,2006,6;
- [5]于俊一.机械制造技术基础[M].北京,机械工业出版社,2012,1;

## 致谢

本项目是在导师吴子岳老师的悉心指导下开展和完成的，从创新项目的选题到完成，每一个细节无不倾注着导师的心血，导师敏锐的科研思维和严谨的治学态度令我们印象深刻，受益终身。

本项目还得到了耿金凤、张坤和祁杰等学姐学长们的大力帮助和指导，此外，也得到了学院其他有关老师的帮助和支持，最重要的是感谢学院和学校给我们提供了非常好的大学生创新实践平台。

谨献上我们诚挚的谢意!



总体装配

实物样机

## 阶段性成果

本项目申请了国家实用新型专利(申请号201220479451.4)，国家发明专利(申请号201210346829.8，在实质审查公布阶段)，项目组同学荣获上海市浦东创业大赛优胜奖、陈嘉庚青少年发明奖(上海)三等奖、全国三维数字化创新设计大赛上海赛区二等奖。



实用新型专利证书



发明专利申请公布



全国三维数字化创新设计大赛上海赛区二等奖证书



实践照片

# 清甜型克氏原螯虾生态养殖新模式

学生：郑钊、刘前越、陈倩倩、刘玥、王继兴、  
陈绍坚、吴泽建

指导老师：王春 胡庆松 柏春祥

## 项目简介

如今小龙虾市场前景广阔，但是却缺乏生态高效的养殖方式，



所以造成养殖成本高、产品质量差等问题，通过改良养殖模式，将有力地助推小龙虾养殖产业的可持续发展。



## 研究内容

1. 小龙虾同步交配、同步抱卵之生态行为学特征及其人工操控；
2. 批量大规格虾苗的培育技术；
3. 水下园林式生态养殖模式设计、营建、试验及工艺细化、优化；
4. 打造适合推广应用的、简单明了的小龙虾生态养殖新工艺

项目简介

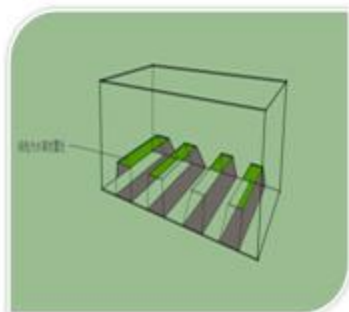
研究内容

项目预期

项目里程

## 项目预期

创造一个逼真绚丽的水下世界。这不仅具有巨大的商业潜力，还具有高深的科研价值



## 项目里程





# 三鱼奇景缸



学生：主翔宇、许庆、卢克祥、周杰、王晓辉  
指导老师：钱卫国、孔祥洪

## 项目简介

本项目旨在设计一款全新的智能观赏鱼缸，集人工造景、观赏鱼、机器鱼、全息鱼为一体，亦真亦幻，亦虚亦实，从而创造一个逼真绚丽的水下世界。这不仅具有巨大的商业潜力，还具有高深的科研价值。



## 所遇问题

- (1) 全息投影在水中的成像问题；
- (2) 机器鱼的续航能力和防水性能；
- (3) 机器鱼的外观是否达到观赏要求；
- (4) “各种鱼”之间的协调性；



## 特色创新

(1) 虚拟鱼结合真实鱼，亦虚亦实，形势新颖，给人以强烈的视觉震撼；

(2) 机器鱼在水中，观赏者可进行无线遥控；

(3) 可对鱼类行为、形态甚至洄游和捕食等进行科学研究；

(4) 未来是虚拟与真实相结合的世界，它可以对未来虚拟与真实的相互影响进行研究；

## 特别感谢

由衷感谢一直给予我们项目关心与支持的学校领导和老师；感谢我们的钱卫国老师和孔祥洪老师的指导与建议；我们会努力做到最好！



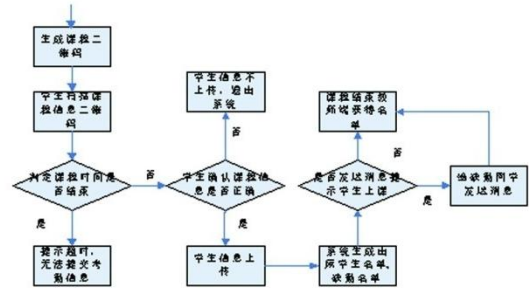
### 项目简介:

近年来,部分高校存在上课出勤率低、课堂管理效率低等问题目前,高校考勤基本沿用老式点名方式,教师打印上课学生名单,考勤时点名喊到。这种方式无法确认喊到学生就是被点名学生,而且学期末时教师统计学生考勤情况较为复杂。本项目组以实际需求出发,开发出此款app想要帮助老师迅速、方便、及时了解出勤情况,督促同学按时上、下课。实现快捷点名的同时提供上课提醒、期末结算等功能,减少教师浪费在课堂管理上的时间、精力,杜绝代点名等现象,方便有效的提升学风、校风。



### 实现过程:

系统会在每次上课前一天生成相应课程的二维码,发送给教师,学生以学号、密码登陆后在课前扫描二维码,获取课程信息,并签到,系统记录学生信息,统计反馈给教师,老师端可以清晰的查看对应的学生学号姓名。并且可以统计到人数缺勤人数达到人数。每个学生账号一定时间段只能扫描一次。2节课为一个时间段,刷新点名信息。每天联网后自动上传更新数据。学生输入带有课程信息的二维码,则通过访问服务端的web服务来访问服务端的sql server数据库。



### 已实现成果:

点名模块(弹指校园):登陆功能,二维码扫描功能

imei码抓取并绑定学生身份作为识别依据

出勤分计算功能:

在期末的时候,可以以图表和数据的形式,统计当前课程全部学生的迟到、旷课比例,同时也可针对单个学生,统计该生本学期本课程迟到、旷课次数。



### 遇到的问题:

- ①需要连接学校的数据库,需以学生学号进行登录及学生信息的验证,获取学生教师、课程信息,存在数据库的权限获得问题。
- ②信息泄露。数据库安全问题,用户的信息可能全面临着被破解,被滥用的风险,甚至威胁学校数据库。
- ③存在各种各样的代签方式,系统需要及时更新完善功能,不能做到百分之百的杜绝代签现象。

### 致谢:

从本项目的产生到今天,这个过程我们小组收获良多。首先感谢学校的各位老师能给我们这个机会,让我们组的成员能够有机会聚集在一起完成这个项目。更感谢我们的指导老师贺瑛老师的答疑解惑,使我们小组各位成员受益匪浅。还感谢所引用资料的作者们,因为你们的著作的帮助,让我们的项目展示资料更加详实。感谢我们小组的每一位成员,抽出时间和精力,我们的项目才会越来越完善。也怀念我们的每一次讨论与讨论过后的欣喜,让懵懂的我们对这个过程有了更深入的了解。最后,本项目由于小组成员的水平有限,难免会有不恰当甚至错误之处,敬请老师给予批评和指正。



# 基于功能化纸基微流控芯片技术及手机App快速可视化评价水果品质



项目成员：周依雯、戴荪君、谢缘元、李泽娟

指导教师：朱永恒、张亚琼

## 项目简介

本研究基于低成本的功能化纸基微流控芯片技术与手机App，用于不同水果总葡萄糖、果糖和维生素C等重要指标的半定量快速可视化检测。通过该方法得到的分析结果与分光光度法的结果吻合度良好，使检测结果具有科学性、精确性和直观性，从而有助于水果种植基地、农贸市场等实时查询、在线检测和分级，提升我国水果品牌地位，增加农民收入等。同时可指导消费者（尤其是糖尿病患者等特殊人群）选择水果。

## 创新点

1. 探究了评价水果内部品质的新方法——构建基于功能化纸基微流控芯片技术和比色分析技术的快速检测系统。
2. 研发了智能手机App评价水果品质的新应用——将评价水果品质的新方法与拥有拍照功能及灰度扫描的手机App结合，测量显色反应的平均灰度值和水果品质的相关性。
3. 开辟了评价水果品质的新途径，为水果种植基地、农贸市场、食品加工企业等提供实时查询和评价水果品质的新途径。
4. 为消费者（如糖尿病患者等特殊人群）提供可靠正确的建议指导。



图1 纸基微流控芯片技术与智能手机App联用示意图

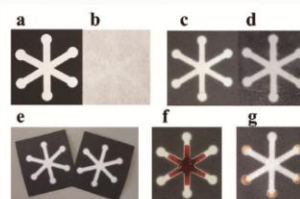
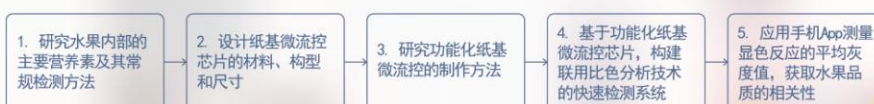


图2 喷蜡打印机法制作纸基微流控芯片

## 技术路线实现过程



## 项目成果

发表论文：A low-cost and high sensitive paper-based microfluidic device for rapid detection of glucose in fruit, Food Analytical methods (2016) doi:10.1007/s12161-016-0626-z

申请专利：利用纸基芯片法快速半定量水果中葡萄糖含量的方法，专利已进入实审，申请号：201510437382.9



# 吸湿抗氧化食品包装薄膜



项目成员：陈袖吉、贺璇璇、张勤军、许哲玮

指导教师：陈晨伟、杨福馨

## 项目简介

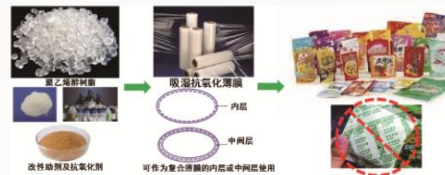
针对袋装干燥剂、脱氧剂带来的安全隐患，本项目以聚乙烯醇为成膜基材，将抗氧化剂加入到薄膜中，制备得到具有吸湿、抗氧化功能的包装薄膜，可以替代包装内部袋装干燥剂、脱氧剂，消除其带来的安全隐患，同时减少或消除向食品中直接添加抗氧化剂，作为塑料复合薄膜内层或中间层应用于湿度敏感型、含高脂肪等干燥易氧化食品包装，延长食品货架期，提高食品安全性，为人类健康事业提供安全保障。



## 创新点

兼具吸湿和抗氧化功能的食品包装薄膜，未见有报道研究。

改变现有的包装方式——替代包装内部小袋干燥剂、脱氧剂，消除其带来的安全隐患，同时可减少或消除向食品中直接添加抗氧化剂。



## 薄膜样品实物



## 项目成果

1. 在国内外食品、包装领域权威核心期刊《Journal of Food Processing and Preservation》(SCI)、《Progress in Organic Coatings》(SCI)、《食品科学》(EI)、《包装工程》等发表(含录用)中英文论文共6篇。
2. 授权发明专利2项。
3. 获得第二十二届上海高校学生创造发明“科技创业杯”二等奖。
4. 目前已产业化应用(蚌埠天成包装材料有限公司)，应用于柠檬酸出口包装。



# 智能实验室管理和控制系统



项目成员：王文杰、姚继鹏、王振业、余日新

指导教师：刘雨青

## 项目简介

高校实验室是培养学生自主学习和实践能力的重要基地，越来越多的高校开始建设开放型实验室。但是，实验室的开放式管理带来了新的问题：1. 实验安全监控非智能化，造成设备丢失损坏；2. 实验设备管理非智能化，使用维护难度大；3. 实验环境管理非低碳化，照明供电难以自动调节，造成资源浪费。因此，本项目设计了以物联网技术为核心，将“实验室 + 物联网 + 智能化设备”构成的智能实验室管理和控制系统，实现实验室的智能化、安全化、可视化、远程化管理的功能，获得互动、共享、协作的实验学习环境。

## 创新点

1. 实验室预约开放：网上预约，自主实验；
2. 实验室安全监控：人员、设备、环境；
3. 实验室科学管理：智能、远程、实时。

## 技术路线实现过程

本系统选用Arduino作为控制中心，由智能管理、智能环境监控、智能安全监控三部分组成，可通过手机和PC实现远程监控管理，如图1所示。1. 智能管理：采用C#编写了实验室预约管理系统，如图2所示，完成“学生登录”→“个人信息输入”→“实验室和实验台预约”→“自动产生预约码”→“输入门禁系统开门”→“自动开启预约实验台指示灯”→“实验完毕，实验台断电，预约结束”，该管理系统操作方便；2. 智能环境监控：对实验室的温度、湿度、光照和烟雾等环境参数进行实时检测，并根据环境参数自动控制换气扇、抽湿机和灯光等设备，调节室内环境；3. 智能安全监控：通过门禁、语音自动识别用户，控制实验台电源开关，通过人体检测和视频监控，可进行实验室安防报警。实物如图3所示。

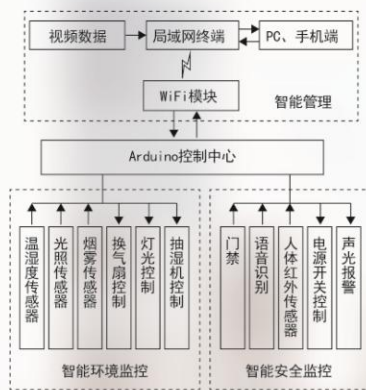


图1 智能实验室管理与系统结构图

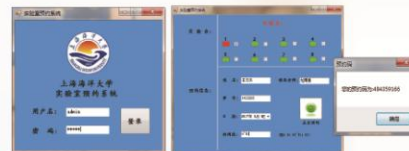


图2 实验室预约管理系统



图3 系统实物图

## 项目成果

获得第二届“汇创青春”——上海大学生文化创意作品展示活动互联网+文化创意类二等奖。



## ■ 创业报告

# 创新无止境，创业践于行

## ——《全自动点苗分装器》创业训练项目报告

### 上海致一生物科技有限责任公司

王颖 吴丛迪 姜莹颖

项目指导老师：徐灿

（水产与生命学院水产养殖系；水产与生命学院）

## 第一章 公司概况

### 1.1 公司概况

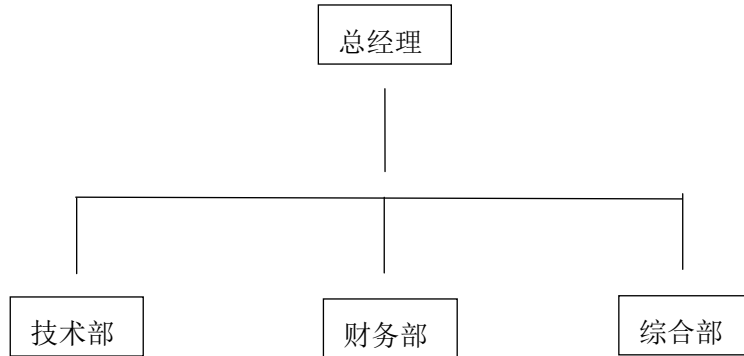
上海致一生物科技有限责任公司是一家正在创建中的企业，本公司有志于从事与水产、生物相关的自动化、机械化智能科技设备的技术开发、技术咨询、技术指导等工作。上海致一生物科技有限责任公司拥有自身独具特色的科研队伍，先进的开发理念，丰富的技术经验。致一生物科技有限责任公司致力于研发一种高效、低成本、方便快捷、具有灵活性的新型全自动鱼苗分装器（见附件1）以及配套使用的可以远程操控且可进行自动计数的APP，以解决数苗费时费力、人工计数带来的人为误差和人工计数给鱼苗带来的机械损伤等问题。本公司设立在上海，并依托上海海洋大学水产养殖国家级重点学科平台，具有比较明显的地域优势和技术优势。

**行业机会：**据《2015年全国渔业经济公报》可知，随着海洋资源的减少和人类对海洋食品需求的不断增长，以海洋捕捞为主的世界渔业正逐步向以海水养殖为主转变。近年来，我国的水产养殖业得到了迅速的发展，我国水产品产量目前已经占据了全球水产品总产量的三分之一，并呈现逐年增长的趋势，随着水产养殖业和水产种业的发展，鱼类的计数在生产中也越来越受到重视，如鱼苗投喂饵料、控制养殖池中鱼苗密度、鱼苗成活率评估以及销售鱼苗时都需要对鱼苗进行准确计数。因此新型全自动点苗分装器的市场需求量较大，市场前景良好。

### 1.2 团队成员介绍及初期公司结构

团队由三名核心人员组成，均来自于上海海洋大学水产与生命学院，上海海洋大学水产方面的研究居于全国领先水平，对于我们团队研究全自动点苗分装器有极大的帮助。三人在学业期间积极参加多种科创项目、校内外各类比赛以及积极在各类期刊发表文章，获取校内各类奖学金等。（附件2、附件3）团队成员具备一定的销售技能以及谈判技巧，熟悉全自动点苗分装器的构造，可对公司新成员培训以及向客户介绍和服务，能够与同事客户进行良好的沟通和互动。团队内的成员关系良好，通过项目的合作，更巩固了我们所学习的专业知识，增强我们的团队协作能力。

## 初期公司结构



总经理：作为整个公司的核心，主要负责制定总体战略，实现公司目标

技术部：负责设备研发、优化改进，技术指导以及售后服务

财务部：负责公司资金规划，利润计算，开支预算等工作

综合部：因公司处于初期阶段，部门尚未能够很好的细分，因此综合部主要负责后勤、办公、人事等方面工作

### 1.3 公司理念

致一生物科技有限公司秉承着“创新、领先、坚持、进步”的理念，立志成为鱼苗生产相关机械领域的领先者。

## 第二章 主要产品介绍

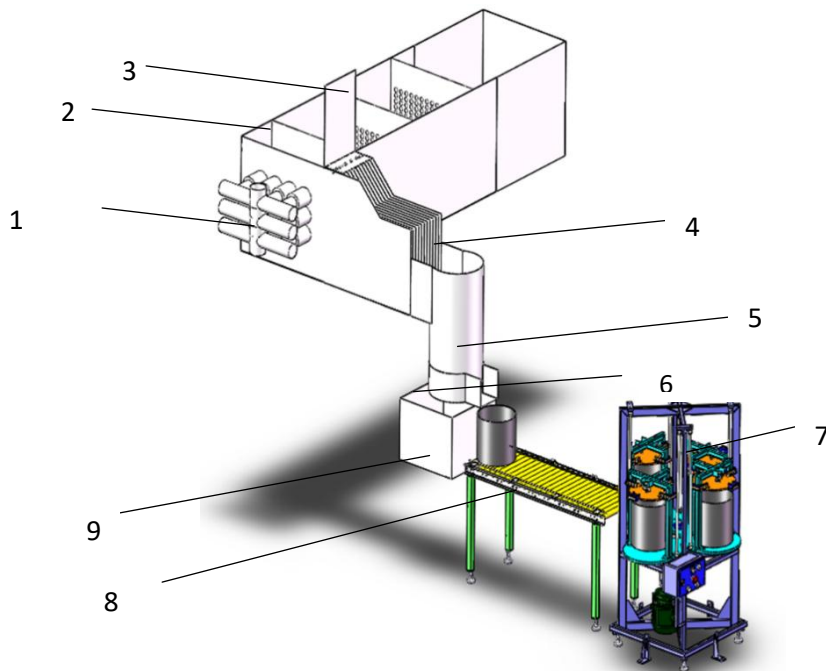
### 2.1 产品原理

鱼苗计数器原理：本设计基于伯努利原理和鱼类趋流习性对鱼苗进行筛选，挑选出合乎规格、优质的目标鱼苗；通过红外线计数器、分流出口、倒须状闸门设计对鱼苗进行精准计数。

### 2.2 产品结构

新型的自动点苗分装器装置整体由三大部分构成，如图 1-3 所示：计数装置、传送装置和打包装置。在计数装置部分，通过进水管进水，鱼苗相继从不同规格大小（从右往左依次变小）的隔板中通过进行鱼苗大小的筛选。经过筛选后进入分流出水口区域进行分流游动，减小后期计数时两条鱼重合在一起的几率，减少误差。分流装置后段连接着红外线计数器，当鱼苗从分流出水口中出来时，红外线计数器对通过的鱼苗进行计数，边上有防护罩，减小水流过大，鱼苗过多时引起鱼苗外溅跳出引起的误差。整个计数装置由进水口、隔板、木板、分流出水口、红外线计数器、倒须口闸门和防护罩组成。打包装置和计数装置中间由传送装置进行传递，传送装置主要由承接器和传送带组成（如图 4-5），起到一个枢纽的作用。如图 6 所示，打包装置中含有电机、升降架柱、充氧控制箱、脚轮等组成，可以通过调节升降

架柱和充氧控制箱来进行充氧、打包。



1. 进水管； 2. 木板； 3. 隔板； 4. 分流出水口； 5. 防护罩； 6. 红外线计数器 7. 打包器； 8. 传送带； 9. 承接器

图 1 全自动点苗分装器整体图

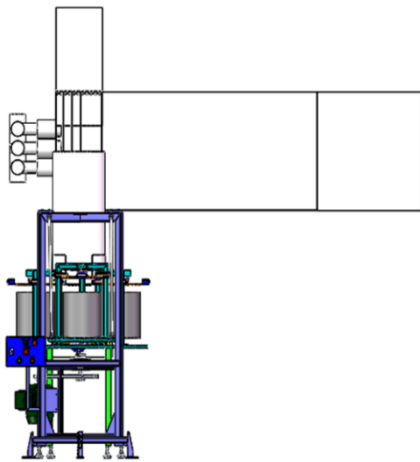


图 2 全自动点苗包装器正视图

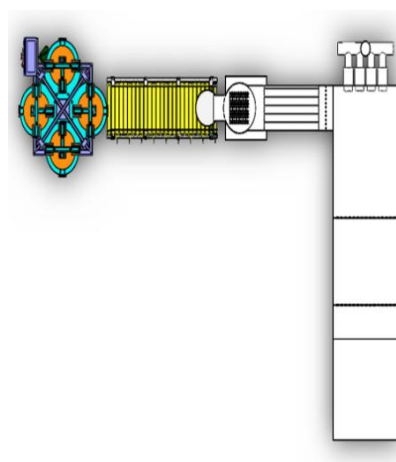


图 3 全自动点苗包装器俯视图

## 2.3 产品优势

(1) 该装置更精准。从生物信息技术的角度出发，利用红外线感应原理，加入了红外线计数器，用科学的角度进行计数，使得结果更加的精准。

(2) 该装置更省力。整个过程不需要人工进行计数，节约了时间，解放了劳动力。

(3) 该装置更一体化。通过计数装置、传送装置和打包装置一体化结合，使得整个过程更加紧凑，安全环保可持续。

(4) 更有利于鱼苗的正常生长。在使用自动点苗分装器装置时可以减少对鱼苗造成的机械损伤，减小病原感染的机率。

## 第三章 公司战略

### 3.1 预期计划

将全自动鱼苗分装器实物化并进行优化设计和规模生产，并进行仪器推广。设计出可以进行远程操控自动计数的 APP。将全自动鱼苗分装器实物化需要我们的科研团队进行创新研究，对装置不断的进行改进与优化，争取提高计数准确率，实现整个过程自动化，解放劳动力。规模生产需要我们的产品不断的成熟，并且不断的开发潜在客户，增加市场需求量，才能不断地扩大生产，实现生产的规模化。APP 需要解决程序设计问题，一些技术上的难题，有可能需要借助外援，实现 APP 的远程操作，以及 APP 的优化改进。

结合之前的实用型专利，不断增加公司经营的仪器设备，扩大公司生产经营规模。

### 3.2 主要业务

**前期：**因全自动点苗分装器属于初期产品，不太成熟，仍然需要不断改进与完善，因此可以与高校合作，提供技术和培训，以服务师生为主，提供大学生科创培训以及技术指导，为公司寻求具有创新能力优秀品质的大学生。

**中期：**借助学校资源以及优势，进行新型全自动点苗分装器的生产、优化、改进。产品逐渐成熟后，可到学校周围的省市的养殖地进行可对新型全自动鱼苗分装器进行推广和普及，收回初期投资，树立品牌形象。

**后期：**全自动点苗分装器具有一定的市场规模时，我们可以借助原有的资源对其他相关实用型专利的生产制造，为公司注入“新鲜的血液”，以保持公司的竞争力，促进公司的发展。

### 3.3 目前收获

目前公司仍在筹备中，模型实物化也在不断进行，就新型全自动点苗分装器这个项目，目前已经发表了一篇文章以及一个专利。

### 3.4 目前存在问题

**公司成立方面：**目前公司仍处于筹备状态，仍然需要花费大量的精力去进行大量的手续的办理以及进行资金的筹备。加之我们是在校学生，之前没有过任何创业的经历，只能借助一些讲座培训以及书籍进行帮助。

**APP 设计方面：**用 APP 进行远程控制需要较复杂的编程语言来实现，而我们关于编程的专业知识不是很充足。而且需要进行多次实验改进，确保精确性。

### **3.5 未来规划**

公司仍处于筹备阶段,可借助国家对大学生创业的优惠政策以及学校老师的帮助来实现公司的创立。APP 的开发与优化改进需要大量的编程,我们可以借助外援来进行帮助。在与高校合作的过程中,发现良好掌握专业知识,具有创新思维,品质优良的学生,可逐步吸纳到公司中,逐步扩大公司规模。

## **第四章 市场分析**

### **4.1 行业背景**

近年来,我国的水产养殖业得到了迅速的发展,我国水产品产量目前已经占据了全球水产品总产量的三分之一,并呈现逐年增长的趋势。随着水产养殖业的发展,鱼类的计数在生产中也越来越受到重视。因此全自动点苗分装器很有市场前景的。

### **4.2 国家政策**

国家有大量支持本科生创业的政策,因而有利于我们公司的创建。

## **第五章 财务分析（财务假设）**

### **5.1 融资计划**

公司的注册资本为 20 万。

### **5.2 评价依据**

企业财务通则、企业会计准则、相关经济及税务法规、以人民币为估值货币。

### **5.3 固定资产折旧率**

固定资产残值率为 5%,采用平均年限法计算,摊销年限为 10 年。

## 附件 1：产品 3D 模型展示

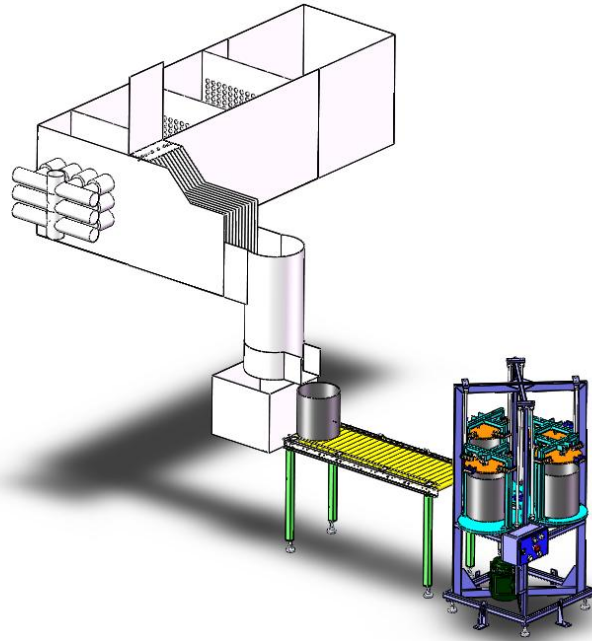


图 1 新型全自动点苗分装器整体效果图

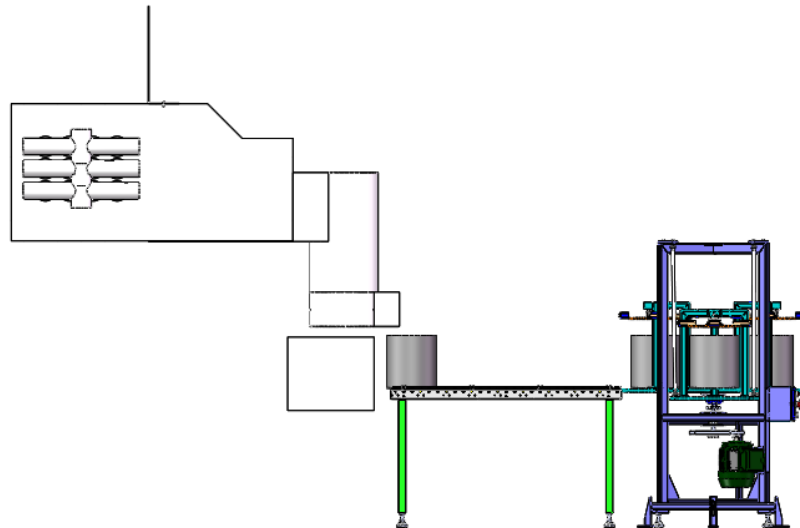


图 2 新型全自动点苗分装器正视图

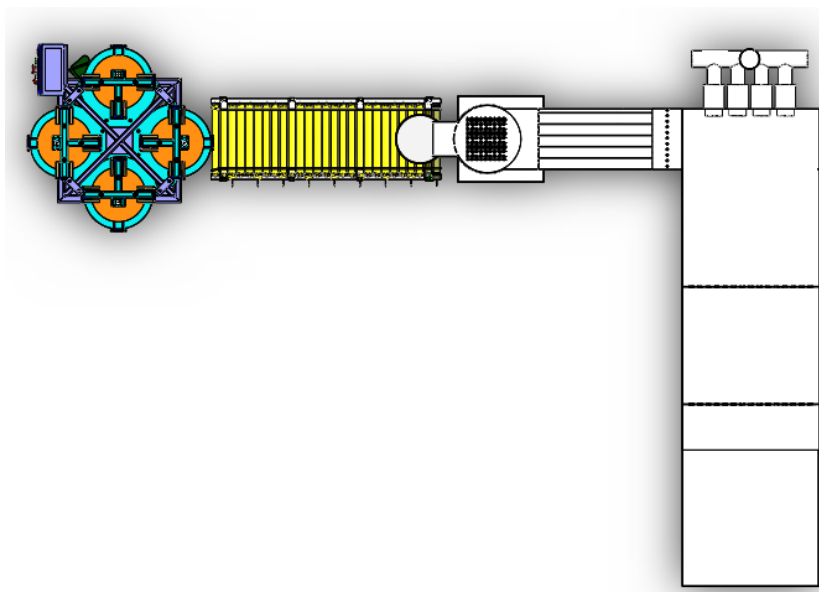


图 3 新型全自动点苗分装器俯视图

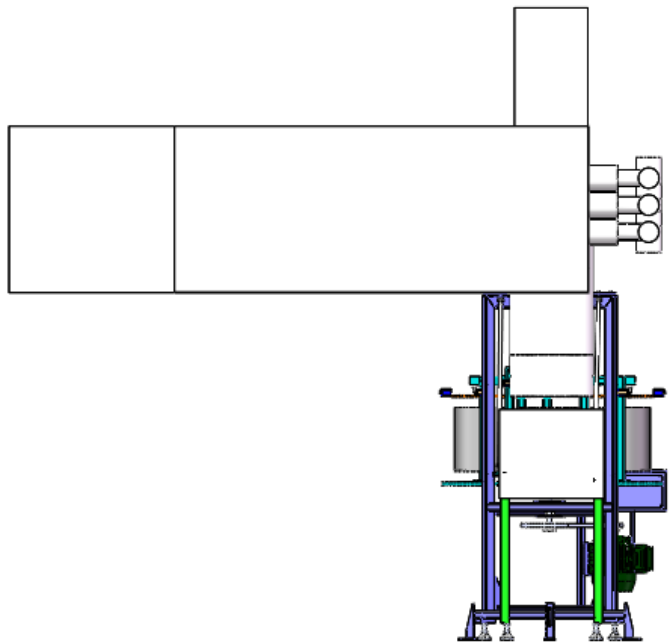


图 4 新型全自动点苗分装器侧视图

## 附件 2：公司团队发表文章情况

- 《科学养鱼》杂志 2015 年第 4 期发表文章《北方寒地黑龙江野鲤网箱养殖技术》（第一作者）
- 《河北渔业》杂志 2016 年第 8 期发表文章《“八字精养法”在黑龙江野鲤健康养殖中的综合应用》（第一作者）
- 《装备制造技术》杂志 2016 年第 7 期发表文章《多功能育苗池换水滤苗装置的研究》，（第一作者）
- 《装备制造技术》杂志 2016 年第 8 期发表文章《电梯失速下降箱内救生装置研究》，（第一作者）

## 附件 3：公司团队获得专利情况

- 《多功能水族除污工具》 专利号：ZL201420873117.6，第一发明人  
《便携式水族缸换水器》 专利号：ZL201520373206.9，第一发明人  
《防失速救生电梯》 专利号：ZL201620071256.6，第三发明人

### 正在受理专利：

#### 实用性专利

- 《一种便携式育苗池电动刷池装置》 201621241068.X（申请中）  
《一种丰年虫孵化池自动滤虫装置》 201621246312.1（申请中）  
《一种饲养池全自动加注水防护装置》 201621247116.6（申请中）  
《一种新型吊桥式防洪饲养池》 （申请中）  
《一种高效三角帆蚌分级挑选装置》 （申请中）  
《一种红外线鱼苗计数装置》 （申请中）

#### 发明专利

- 《防失速救生电梯》 CN201620071256.6（申请中）  
《一种饲养池全自动加注水防护装置》 CN201611025400.3（申请中）  
《一种新型吊桥式防洪饲养池》 （申请中）  
《一种高效三角帆蚌分级挑选装置》 （申请中）  
《一种红外线鱼苗计数装置》 （申请中）



# 放大招——大学生定向求职平台 创业训练项目报告

杨阳<sup>1</sup> 徐佳佳<sup>2</sup> 班弘毅<sup>3</sup> 吕朝阳<sup>4</sup> 张玉龙<sup>5</sup>

指导教师：王方方<sup>7</sup>

(1.上海海洋大学信息学院; 2.上海海洋大学食品学院; 3.上海海洋大学爱恩学院; 4.上海海洋大学信息学院; 5.上海海洋大学食品学院; 6.上海海洋大学经济管理学院; 7.上海海洋大学经济管理学院)

**摘要：**本平台意在彻底颠覆传统求职平台信息不对称、沟通障碍、信息繁杂筛选困难、简历千篇一律无法体现个人价值等种种困难。使原本封闭、枯燥、效率低下的招聘服务转变为动态化、即时化、真实高效、充满生命力与文化氛围的职业生态圈，成为求职者与公司共同成长、探索、互动的丰土。

**关键词：**新型求职平台；职业生态圈；交互性；

## Zoom in -- business plan

YANG yang<sup>1</sup>, XU jiajia<sup>2</sup>, LV Chaoyang<sup>3</sup>, BAN hongyi<sup>4</sup>, ZHANGyulong<sup>5</sup>  
(WANGfangfang )

**Abstract:** this platform designed to revolutionize the traditional job search platform information asymmetry, communication disorders, multifarious filtering difficulties and resume the same unable to reflect personal value and so on all sorts of difficulties. Make originally closed, boring, low efficiency of recruitment services into a dynamic, real-time and true effective, full of vitality and the cultural atmosphere of the professional ecosystem, become the job seekers and companies grow together, exploration, abundant soil interaction.

**Key words:** New recruitment platform; Professional ecosphere; Interaction

## 一、公司简介与团队

### 1.1 简介

本平台是具有独创性，结合当下热点与招聘诉求的个性化互联网直播招聘平台。职人通过在本平台上注册，以标签化形式定义自己的行业、技能、经历等个人信息后，就自动进入符合当前标签的行业“生态圈”，同行、相关活跃公司、最新行业资讯等以小视频或直播形式实时更新，且公司与职人可通过生态圈进行无障碍沟通，使双方在面试前期即可获得更真实、更全面的信息，大大提高了双方在求职环节的满意度与效率。

### 1.2 团队组成

本公司的团队注重团队能力的最大化体现，有具有领导能力的协调者、踏实肯干的技术实干家、擅长高压工作与敢于挑战的推进者、不拘泥传统的创新者、热情善谈的外交家、严肃冷静的监督者。同时，公司将一直注重人才吸纳，为日后长久发展创造源源不断的动力。

## 二、背景

对于一个英语口语相当好的求职者，英语口语是很大优势，也是许多用人单位所需的“核心技能”。但在求职应聘的过程中却有“英雄无用武之地”的感觉呢？

原来只是在简历里标注了自己英语水平是“大学六级”，强调自己口语流利，其实许多英语并不好求职者，简历也是这么写。文字描述毕竟有限”这是职人的苦恼。由此看来现行互联网招聘模式存在以下四个问题：1 判定被招聘者的方式不够合理；2 对于公司与求职者而言，仅起到连接纽带作用，未提供直接而有效的互动平台；3 现行互联网招聘模式对于公司与求职者而言，未实现精准化服务；4 人才软实力和企业文化重要性也是在招聘中该突出的亮点。

## 三、市场

### 3.1 社会环境

图表区 2001年-2015年全国高校毕业生人数

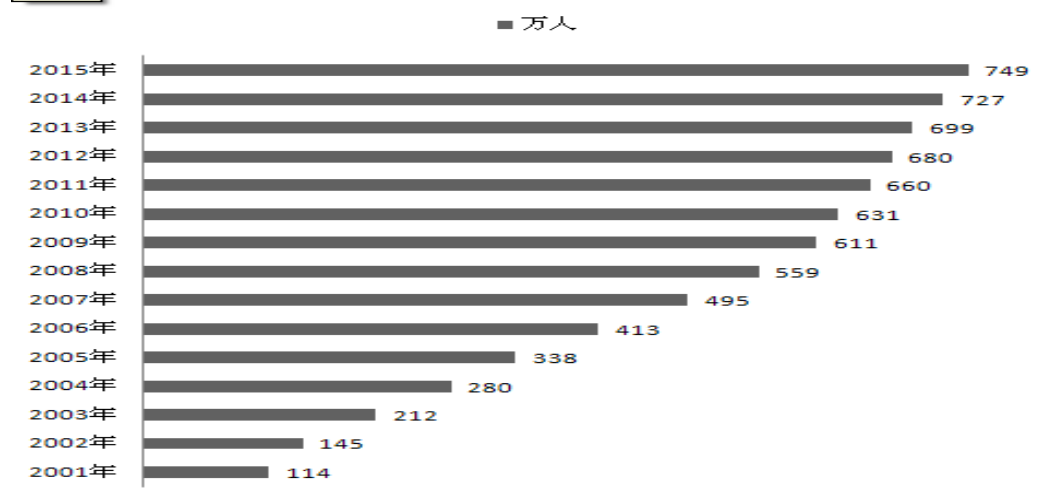


图1 2001-2015年全国高校毕业生人数

由图1可知，2001-2015大学生毕业人数在不断的上升，从10年至15年大学生毕业人数增长率为18%。

### 3.2 客户群体

1) 中高端技术人才：应届生、本科学历及以上、大于2年工作经验，薪资高于行业水平50%等

2) 企业：对于没有雄厚经济实力但却独具潜力的中小企业，本公司可以为其提供招聘外包服务。

### 3.3 市场评估

1) 市场情况：今年 749 万应届毕业生对于就业市场已经造成不小的压力，职位供求关系不平衡，供大于求。

2) 市场容量：大学生市场：每年的应届毕业生是 700 多万，我们的平台不仅是面向应届毕业生，同时面向正在学习或者为就业准备的大学生，即  $700 \times 4 = 2800$ ；企业市场：中国现在全国约有 7000 万的中小企业，通过我们平台大学生定向反馈系统，平均每家企业提供保守估计有 10 个岗位，如此我们便有 7 亿左右市场容量。

市场容量总计： $7 + 0.28 = 7.28$  亿

据中国统计局数据显示：2005-2015 中国大学生招生人数和在校大学生人数均在不断增长，大学生就业市场也会同步增长。

### 3.4 细分市场

1. 行业发展因素：现企业不仅对中高端技术人才有技术实力的需求，还有对其领导力、组织能力、交际能力的综合考量，如此才能满足现代化岗位的工作需求。

2. 客观因素：企业人力资源部耗费极大精力筛选简历，可仍效率低下，错过与优质人才深入了解沟通的机会

### 3.5 本公司与竞争者

市场上存在智联招聘、赶集网等一些功能上类似的网站，但是这些网站求职效率偏低，充斥着虚假消息。数据及资讯不够精准化。

### 3.6 SWOT 综合分析

	S 优势 针对性强、成本低、数据与技术完善、服务质量高、良性互动	W 劣势 资金结构不稳定、销售渠道不明确
O 机会 学校合作、信息技术发达、国家政策鼓励、	1. 把握与学校合作机会，利用自己的高质量服务，进一步抢占市场。 2. 信息技术的发达，为企业与大学生双向提供信息，实现双赢。	1. 依靠国家政策的支持，优化公司的资金结构，降低资金风险。 2. 信息技术的发达，拓宽了销售渠道，增加客户数量。
T 威胁 公司知名度低、无品牌效应市场竞争强、经济环境不确定性	1. 利用高质量服务，树立品牌形象。 2. 低成本高技术，增强公司市场竞争力。	1. 利用公司创新意识，研发新产品，开拓新市场。 2. 加强与社交平台，推广公司服务，增强公司知名度。

图 2. SWOT 综合分析图

## 四、产品与服务

### 4.1 定义

在严格设立信息安全机制、信息整合策略的基础下，以大学应届生及中高端技术人才为主要受众，提供个性化简历标签、一键定制专属职业生态圈、直播展现企业及个人的全方位软实力，即减轻公司审核简历的负担，又使人才摆脱纷乱繁杂的分类信息。

### 4.2 功能介绍

功能特色	内容
标签式个人信息（简历）	用户以标签形式定义自己信息（学历、工作经验、工作技能等等）
职业生态圈	以标签为依托一键精准划分生态圈
直播录制	企业/个人均可通过直播、小视频方式在生态圈中发送 3D 名片以吸引招聘单位/求职者
即时互动	个人可在心仪单位发送的 3D 名片下进行评论、点赞、投递简历等互动

图 3 网站功能介绍

## 五、公司的战略

### 5.1 经营模式

#### 5.1.1 线下宣传方面

1) 地铁广告：

① 16 号线作为临港大学城通往市区的必经地铁线路，我们要在 16 号线沿途设立宣传牌。

② 除 16 号线以外的其他线路，可以根据相关的客流量确定是否设立广告牌及广告牌的数量。

2) 各科技园区和高校派送宣传单、张贴海报、餐厅餐桌广告

① 在临港科技园区派人发放传单，再逐步扩大至上海的各大科技园区。

② 同样，现在临港四校设点，逐步扩大至松江大学城等其他学区。

③ 与高校沟通，在餐厅的餐桌桌面张贴广告。

#### 5.1.2 线上宣传方面

1) 大学生常用 APP

选项	小计	比例
A. 微信	37	100%
B. QQ	23	62.16%
C. 微博	32	86.49%
D. 陌陌	0	0%
E. 饿了么	10	27.03%
F. 滴滴打车	2	5.41%
G. 美团团购	5	13.51%
H. 快的打车	0	0%
I. 大众点评	3	8.11%
J. 百度糯米	0	0%
K. 58同城	0	0%
L. 百度地图	10	27.03%
M. 高德地图	1	2.7%
N. 美拍	2	5.41%
O. 爱奇艺	3	8.11%
P. 去哪儿网	1	2.7%
Q. 携程旅游	1	2.7%
R. 手机淘宝	16	43.24%
S. 天猫	2	5.41%
T. UC浏览器	13	35.14%
U. 百度浏览器	3	8.11%
V. 美图秀秀	4	10.81%
W. 美颜相机	0	0%
X. 掌阅ireader	1	2.7%
Y. 酷狗音乐	7	18.92%
Z. QQ音乐	9	24.32%

图 4 大学生常用 APP 情况

由此可以看出 QQ、微信、微博等是大学生使用较多的应用，考虑与之合作，投放广告。

## 2) 新闻类 APP

腾讯新闻、今日头条、网易新闻可作为考虑对象。

## 3) 使用频率较高的浏览器

UC 浏览器和 QQ 浏览器。

## 5.2 管理机制

首先明确部门、个人责任，尽可能降低分配不均。其次，建立完善的考勤制度，确保员工能高效参与工作。最后设立奖惩机制，促进员工认真工作。

公司下辖：人力资源部，市场部，营销部，财务部，行政部，风险分析部，策划部。

## 六、发展规划与阶段

本公司的发展规划主要分为四个阶段：

1、成立阶段：首先，了解市场的动态，进行市场信息的调研及数据统计。租赁场地与置办公用品，进行网站的开发与设计。对即将开展合作的学校与企业建立数据库。

2、执行阶段：在这个第三方平台之上，建立公司、学校、“放大招”平台之间的对接，学生可以通过我们的网站了解各企业的信息。

3、入轨阶段：公司开始进入营运状态，学生的注册信息进入我们的数据库，通过我们平台筛选出来的人才进入我们开发的人才库。

4、成熟阶段：公司进入运营状态，不仅有企业的佣金、会员的注册收入、网站的运营收益，同时我们企业开始会接入广告。

## 七、财务计划

### 7.1 主要财务假设

上海市政府为鼓励新兴产业的发展，税务局将在国家政策范围内给予本公司一系列的优惠税收政策，即享受“两年免征所得税、第三年所得税减半”的税收优惠政策，正常税率为25%。

企业以年为会计分期，假设销售税金及附加为销售收入的10%；服务费，手续费按无形资产估价的12%确认收入；营业收入的80%当年能收回，20%于下年收回，不计提坏账准备。按10%计提盈余公积金。

公司第一年不分红，第二至五年按税后利润的20%派发现金股利，盈余公积按税后利润的10%提取。

### 7.2 主要财务报表

#### 7.2.1 总成本估算表

管理人员，财务人员工资及福利费计入管理费用；营销人员，客服人员工资及福利费计入营业费用。

#### 7.2 会计报表分析

表1 三年销售收入（单位：元）：

项目	第一年	第二年	第三年
销售收入	727,500	992,136	1,295,784

表2 三年净利润（单位：元）：

项目	第一年	第二年	第三年
净利润	296,386	451,428	526,920.49

### 7.3 投资收益与风险分析

在此，我们默认为资金机会成本率与银行借款利率大致相同。现银行短期借款（1年期）利率为5.31%，长期借款利率（2年期）为5.49%。所以，我们假定资金成本率在4.5%左右，则实际利率我们取值 $i=10%$ 。

### 7.4 投资回报

根据对未来几年的公司经营状况的预测，公司能保持较高的利润增长：投资回收期为2.11年，即两年零一个月即可收回投资；如风投资金两年后退出，则可以保持基本的收支平衡，无盈利；如果风头资金3年后退出则可以获得净利润约3万元的收益。

### 7.4 盈利模式

公司利润来源主要来自于服务费和培训费：1、公司通过生态圈投放广告 or 招聘信息；2、公司申请置顶广告 or 招聘信息；3、公司与前来自荐的职人进行互动；4、4.公司与职人正式签订合约；5、职人在公司工作前三年需支付平台佣金；6、教授职人如何利用小视频表达自我。

## 八、风险分析

### 8.1 财务风险及对策

#### 8.1.1 本公司预计可能存在的财务风险。

本公司属于刚开始创业的初期，在创业初期把主要的精力需放在公司业务的拓展，因此公司很少存在投资风险、以及外汇风险。

#### 8.1.2 财务风险对策。

- (1) 合理使用运营资金，增加企业资金运转效率。
- (2) 公司应该降低财务信息的模糊度、清楚地建立财务信息网络。
- (3) 采取信用机制，灵活应对多变环境。签订保证和合同，增强双方信任程度。
- (4) 加强与政府相关部门合作。积极运作，完善公共关系。

#### 8.1.3 财务风险管理。

公司要做好公司的财务风险管理，应注意以下几点：

- (1) 提高财务人员的素质。
- (2) 注意外部环境变化。

### 8.2 风险退出方式

项目预计在要 2-3 年内将风险资本推出，但那并不代表公司在那时已经有很大的规模和实力，靠上市（公开上市或者买壳，借壳上市）剥离风险资本都是不太现实的，清算撤出风险资本又违背项目的初衷。综观上述几种风险资本退出方式，通过并购、风险企业回购和寻找第二期收购比较适合本公司。

■ 获奖证书











### 第四届上海大学生创新创业论坛

## 荣誉证书

上海海洋大学 学生 郑钊、刘前越、陈倩倩、刘玥、王继兴，在  
王春高级工程师 指导下，完成了“上海大学生创新活动计划”项目，  
在第四届上海大学生创新创业论坛荣获展示项目

### 大学生最喜爱的展示项目

特发此证，以资鼓励！



上海市教育委员会

2015年11月



东华大学 复旦大学 华东理工大学 华东师范大学 华东政法大学 上海财经大学 上海第二工业大学 上海电机学院 上海电力学院 上海对外经贸大学 上海工程技术大学 上海海事大学  
上海海洋大学 上海交通大学 上海金融学院 上海理工大学 上海师范大学 上海体育学院 上海外国语大学 上海戏剧学院 上海应用技术学院 上海政法学院 上海中医药大学 同济大学 上海大学



### 第四届上海大学生创新创业论坛

## 荣誉证书

上海海洋大学 学生 郑钊、刘前越、陈倩倩、刘玥、王继兴，在  
王春高级工程师 指导下，完成了“上海大学生创新活动计划”项目，  
在第四届上海大学生创新创业论坛荣获展示项目

### 团队合作奖

特发此证，以资鼓励！



上海市教育委员会

2015年11月



东华大学 复旦大学 华东理工大学 华东师范大学 华东政法大学 上海财经大学 上海第二工业大学 上海电机学院 上海电力学院 上海对外经贸大学 上海工程技术大学 上海海事大学  
上海海洋大学 上海交通大学 上海金融学院 上海理工大学 上海师范大学 上海体育学院 上海外国语大学 上海戏剧学院 上海应用技术学院 上海政法学院 上海中医药大学 同济大学 上海大学



# 荣誉证书

上海海洋大学 逯畅 同学:

您担任项目负责人的上海大学生创新创业训练计划项目**蟹田米的品牌建设与市场推广研究**获第五届上海大学生创新创业论坛**最佳创新报告奖**。

特发此证，以资鼓励!



# 荣誉证书

上海海洋大学 杨清源 同学:

您担任项目负责人的上海大学生创新创业训练计划项目**西南大西洋拉氏南美南极鱼脂肪酸组成及其食性研究**获第五届上海大学生创新创业论坛**优秀创新报告奖**。

特发此证，以资鼓励!



# 荣誉证书

上海海洋大学 魏嫣然 同学:

您担任项目负责人的上海大学生创新创业训练计划项目**秘鲁外海茎柔鱼肌肉组织能量积累的研究**获第五届上海大学生创新创业论坛**优秀创新报告奖**。

特发此证，以资鼓励!



# 荣誉证书

上海海洋大学 周依雯 同学:

您担任项目负责人的上海大学生创新创业训练计划项目  
基于功能化纸基微流控芯片技术及手机App快速可视化评价  
水果品质获第五届上海大学生创新创业论坛十佳展板奖  
特发此证, 以资鼓励!



# 荣誉证书

上海海洋大学 陈袖吉 同学:

您担任项目负责人的上海大学生创新创业训练计划项目  
吸湿抗氧化食品包装薄膜获第五届上海大学生创新创业论坛  
优秀展板奖。  
特发此证, 以资鼓励!



# 荣誉证书

上海海洋大学 王文杰 同学:

您担任项目负责人的上海大学生创新创业训练计划项目  
智能实验室管理和控制系统获第五届上海大学生创新创业论  
坛优秀展板奖。  
特发此证, 以资鼓励!



# 荣誉证书

上海海洋大学 吴丛迪 同学:

您参与的上海大学生创新创业训练计划项目**全自动点苗分装器**获第五届上海大学生创新创业论坛**最佳创业报告奖**。

特发此证，以资鼓励!



# 荣誉证书

上海海洋大学 杨阳 同学:

您担任项目负责人的上海大学生创新创业训练计划项目**放大招——大学生定向求职平台**获第五届上海大学生创新创业论坛**优秀创业报告奖**。

特发此证，以资鼓励!



## ■ 活动照片



图 1.2009 年 首届论坛学校参会师生合影



图 2. 2013 年 第三届论坛学校参会师生合影





图 3.2015 年 第四届论坛学校参会师生合影

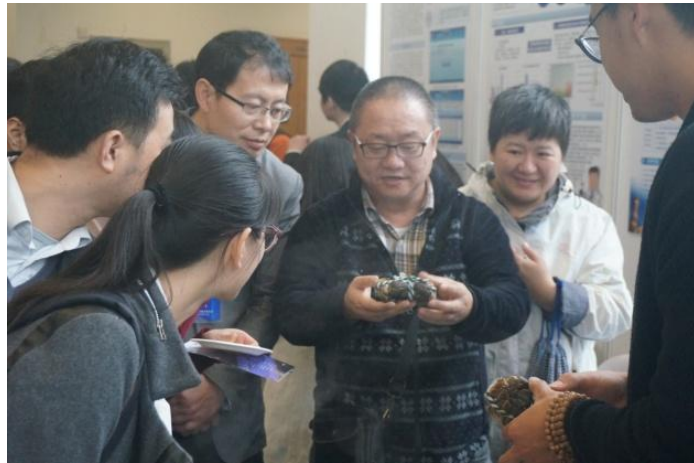


图 4. 项目指导教师王春为参会人员现场讲解



图 5. 主翔宇同学和参会人员交流讲解

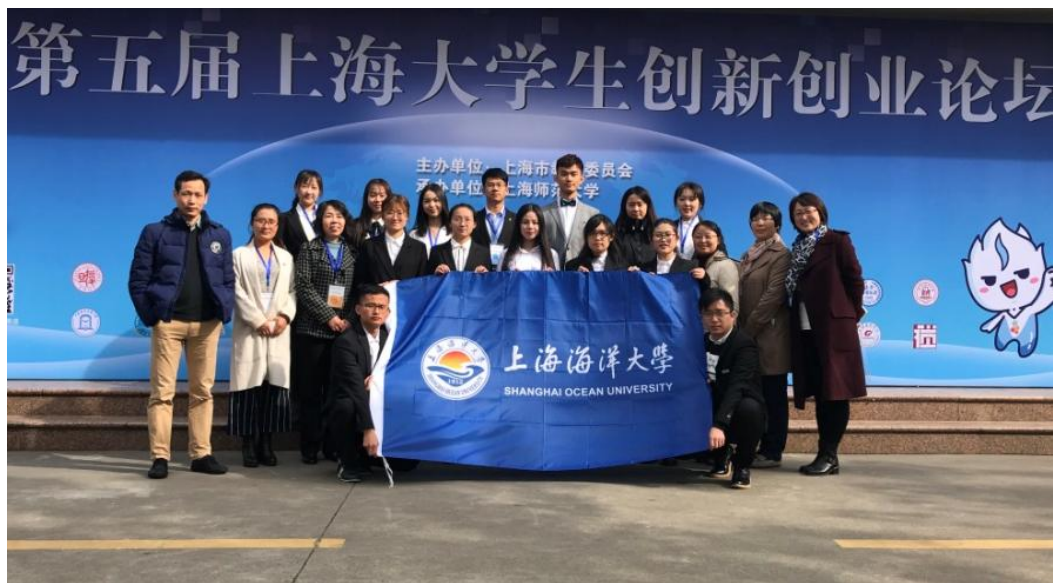


图 6. 2017 年 第五届论坛学校参会师生合影

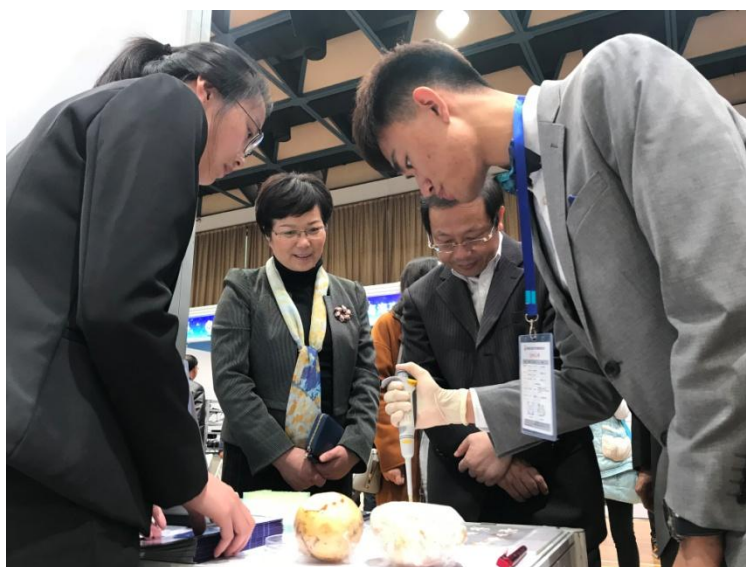


图 7. 我校学生为上海市教委桑标处长、上海师范大学柯勤飞副校长展示项目

# 滴水湖大学生创新创业论坛

## ■ 2013-2017 滴水湖大学生创新创业论坛参与情况

年度	学院	作品名称	项目负责人	指导教师	项目类别	获奖情况	
2017 第三届	海洋	西南大西洋拉氏南美南极鱼脂肪酸组成及食性	杨清源	朱国平	学术论文	一等奖	
	经管	蟹田米的产业环境分析及市场推广建议	逯畅	李怡芳		二等奖	
	文法	上海市生理残疾人就业困境及其对策分析	孙晨颖	郑建明		三等奖	
	外语	英文报道中的上海城市形象	侯可欣	刘纯			
	爱恩	中外合作办学背景下大学生自主管理探究	刘小敏	马春广			
	信息	C#与 SAS 混合编程——以学生成绩评估可视化开发中的应用为例	李清妍	郑奕			
	工程	基于 Shapley 值港口货运企业信息共享合作博弈分析	刘婷婷	陈雷雷			
	海洋	毛里塔尼亚外海乌贼的繁殖力特性研究	陈子末	陈新军			
	海洋	秘鲁外海茎柔鱼肌肉组织的能量积累	魏嫣然	林东明			
	信息	公有云下的校园官微精细化多要素数字服务集成	许洪业	赵丹枫	最受欢迎展示项目奖		
	食品	新型李斯特菌气体检测传感器	刘红平	赵勇、朱永恒			
	工程	“蝠鲼 3 号”水下机器人	李闯闯	陈洪武	创新创业展示项目	优秀展示项目奖	
	经管	笔芯去哪儿了?—基于临港高校笔芯回收利用推广实证研究	韦莉	王方方			
	经管	大学生用电管理制度的研究—以上海海洋大学为例	王杰	徐开新			
	经管	“互联网+”背景下绘制 95 后大学生职业生涯地图	李瀚	闫咏			
	信息	指尖上的追溯——多源食品安全溯源机制研究	谢泽昊	赵丹枫			
	信息	基于沉浸式虚拟现实技术的真实感海底环境仿真	蔡佳	袁红春、杨蒙召			
	海洋	蝠鲼的仿生设计与研制	邱瑾	钱卫国			
	食品	基于功能化纸基微流控芯片技术及手机 App 快速可视化评价水果品质	周依雯	朱永恒、张亚琼			
	食品	以无水醋酸钠为填充材料的加热式分层熟食外卖箱	俞治翀	王金锋			
	食品	吸湿抗氧化食品包装薄膜	陈柚吉	陈晨伟、杨福馨、张亚琼			
	生命	鱼苗自动计数分装器	王颖	徐灿			
	工程	智能车位锁	卢倩	霍海波			
	工程	简易多功能换灯器的优化制作	周超	陈成明、上官春霞			展示项目入围奖
	工程	基于道路安全系统的智能轮胎测量工具	陈卓	叶海雄			
	工程	拉箱式可折叠电动车	武韵	吕超			

	经管	上海造船文化资源调查与开发研究	熊婷婷	陈晔、王方方			
	信息	人工鱼感知与行为的真实感设计与仿真	朱文俊	杨蒙召			
	海洋	鱿鱼的仿生与制作	李浩然	钱卫国			
	海洋	三疣梭子蟹眼柄实验	田靖寰	朱国平			
	海洋	一种用于海洋鱼类眼球的年龄鉴定切片制作的模具	邢侃	李建华 陈新军			
	海洋	校级私有云存储部署与优化解决方案	程彦煜	赵红波			
	食品	万用型收集式线缆笔记本充电器	李元阳	王正全			
	生命	便携式育苗池电动刷池器	王森	徐灿、马旭洲			
2015 第二届	经管	大学生个人财富管理研究以及理财方案研究	刘禹辰	周剑	学术论文	一等奖	
	信息	基于虚拟现实技术的3D智慧校园设计与实现	王宇琛	艾鸿		二等奖	
	生命	洋山港潮间带海域重金属相间分布及生物累积分析与评价	肖亚前	李娟英		三等奖	
	外语	上海地区空巢老人生活现状调查与对策浅析	陈昕婷	杨德民			
	经管	“鲜奶吧”大学生群体市场需求调查——以上海市临港大学城为例	贺言鑫	王严			
	海洋	基于全极化SAR的浙江衢山岛DEM信息提取研究	金旭晨	韩震		优胜奖	
	海洋	贝壳固碳数据分析与碳汇市场机制研究	陈瀛洲	章守宇			
	外语	海洋英语研究与推广——以上海海洋大学为例	黄立	孙海影			
	人文	经济适用房居民生活质量满意度调查研究——以上海市浦东新区为例	千润宇	王上			
	人文	关于远郊办学大学生消费偏好影响因素问题研究	陈小丽	顾湘			
	生命	微生态制剂在改善水产养殖动物免疫力中的应用	洪徐鹏	许丹			
	食品	基于Flash技术的食品安全科普系统的开发	徐一娴	熊振海			
	食品	Synthesis and Luminescence of Eu-N <sub>2</sub> ,N <sub>6</sub> -Bis(2-hydroxyethyl)pyridine-2,6-dicarboxamide Complexes Containing Mesoporous Material	左思雨	宋益善			
	工程	基于菲涅尔现象的LED集鱼灯	杜凯	孔祥洪			
	工程	Road Sign system design for aging population	卢文丽	刘明微			
	经管	明天你是否还载-“黑车”营运市场调查	徐箫	车斌		创新创业展示项目	最受欢迎项目奖
	食品	绿色安全后盾——薄荷油水溶性固体防腐剂的制备	潘旭迟	许剑锋			
生命	关于富营养化水体中三角帆蚌的免疫学指标变化的研究	陈雪英	胡梦红				
人文	贫困大学生积极情绪体验能力社会工作方案构建	郭澄澄	秦向荣、马莹				
外语	新《老年人权益保障法》施行后上海空巢老人现	陈昕婷	杨德民				

		状分析与对策				
	外语	韩国端午祭与中国端午节的文化现象之比较	常凯文	郑慧		
	人文	上海临港人才引进与大学生就业体制衔接创新研究	袁继琴	李国军		
	人文	公立医院社会工作部运营模式探索	董镜茹	王上		
	海洋	多功能水中探测机器鱼“狗鱼一号”	卢克祥	钱卫国、孔祥洪		
	工程	基于物流流水线的网球自动回收机	张许	李军涛		优秀项目奖
	经管	上海临港地区大学生消费行为探析	冯靓	王晓静		
	外语	歌舞伎与京剧的对比研究	禹琳达	王建民		
	爱恩	穿越时空实训基地管理实践之探索	黄清	马春广		
	信息	S107 基于 unity 技术的智慧校园	王宇琛	艾鸿		
	海洋	鱼类听觉及其应用研究	王锦鸿	沈蔚		
	工程	“狭道”飞车	李佳佳	吴子岳		
2013 第一届	海洋	基于 FPGA 变频控制鱿鱼钓机的电路设计	王伟杰	钱卫国、孔祥洪		案例交流一等奖
	生命	克氏原螯虾白斑综合征防治药物研究	洪徐鹏	张庆华		
	海洋	磁性有机改性沸石的制备及对水中污染物的去除研究	王昕睿	林建伟		
	食品	纤维素的提取与吸附废水中重金属的应用研究	唐凌璐	王朝瑾		
	食品	浴室余热回收热泵系统的研发	童雨舟	谢堃		
	经管	Smart-Stick 智能办公软件	王宇琛	刘太岗		案例交流二等奖
	经管	课本循环方向及处理方式的调查研究	赵世吉	杨正勇		
	信息	基于 Android 平台外卖点餐系统	高阳	王令群	学术论文	
	工程	风浪混合动力发电转换装置	张帅	吴子岳		
	人文	上海海洋大学勤工助学管理中心学生自主运营模式的设想	余水龙	郑建明、孙红刚		
	生命	校内人工硬质水景优化设计与改善	罗鑫	张饮江		
	海洋	非均匀变化磁场对鱼的影响非均匀变化磁场对鱼的影响	倪圣杰	张硕、孔祥洪		案例交流三等奖
	信息	基于 MAYA 模拟金鱼的游动规律	冯晓辉	张云		
	工程	通过测量视觉疲劳来比较分析 OLED 与 LCD	王慧	陈成明		
	外语	由日本茶道文化看新时期中日文化交流新道路	袁佳佳	周艳红		
	工程	新型智能自动遮雨阳台设计	黄珺	刘雨青		
	食品	芦苇环保筷子	朱涵	钟耀广	创新创业展示项目	我最喜爱的项目
	人文	上海海洋大学勤工俭学助学管理中心学生自主运营模式的设想	余水龙	郑建明、孙红刚		
	生命	校内人工硬质水景优化设计与改善	罗鑫	张饮江		
	海洋	涟漪	王丹赫	/	论坛 LOGO 设计	最佳设计奖

## ■ 活动照片



图 1 2013 年 首届论坛参会师生合影



图 2 上海市教委陆靖副主任、校领导程裕东参观我校项目展示（2013）



图 3 2015 年 第二届论坛开幕式（上海海洋大学承办）



图 4 项目展示和论文交流（2015）





图 5. 上海市教委桑标处长、校领导吴嘉敏和教务处江敏听取我校学生项目介绍  
(2017)



图 6. 逯畅同学作论文交流 (2017)

# 近年学生成果不完全统计

## ■ 发表论文情况

序号	学院	发表论文名称	刊物名称	发表年度	作者姓名
1	生命	免疫多糖在水产养殖中的应用	江西水产科技	2013	洪徐鹏
2	生命	缺氧对贝类的胁迫效应及其免疫系统的影响	生态毒理学报	2013	丁晴晴
3	生命	应用可视嵌入性荧光标记技术研究中国鲎幼体野外放流后的生境选择	海洋环境科学	2013	吴芳丽
4	生命	黄芪多糖对克氏原螯虾生长和非特异性免疫指标的影响	上海海洋大学学报	2013	洪徐鹏
5	食品	利用豆渣生产无糖豆渣饼干的工艺研究	安徽农业科学	2013	陈玉娇
6	经管	Research on Food security and Pricing on adjoining region of Shanghai Ocean University and Shanghai Maritime University	ASSHM 2013	2013	孙堰
7	经管	农民专业合作社发展进程研究	中国市场	2013	夏雯
8	经管	重大节日免过路费：影藏在背后的“秘密”	商情	2013	刘佳佳
9	经管	对大型货运业主自办船队的思考	中国水运	2013	王邵萱
10	经管	食品安全事件后企业危机管理对消费者购买意向的影响	现代管理科学	2013	徐艾颖
11	经管	物流金融业务创新刍议	物流与工程杂志	2013	许骁卿
12	经管	上海市高中课本循环情况调查及建议研究	商情	2013	赵世吉
13	经管	临港大学园区共享区食品行业调查与规划	中外食品工业	2013	白艳芳
14	经管	浅谈上海自由贸易区改革试点对金融影响的预测	环球市场导报	2013	肖捷、 吴威
15	工程	Visual Fatigue Caused by Tablet PC Based on Critical Fusion Frequency and Eye Blink Frequency	Applied Mechanics and Materials Vols	2013	汤勇
16	工程	高校图书馆现状分析	现代企业教育	2013	黄梦磊
17	工程	电阻应变片粘贴方法浅论	科技创业家	2013	乔俊
18	人文	高校勤工助学学生资助运营模式探讨	内蒙古民族大学学报	2013	余水龙
19	外语	中西方饮食礼仪文化对比	吉林教育学院报	2013	付鹏飞
20	外语	浅谈大学生科技创新中的师生互动	科技咨询	2013	裴彦斐
21	外语	浅析虚拟学习环境下的异质小组合作学习	英语广场	2013	魏微
22	爱恩	国产护肤品百雀羚现存问题及解决策略	中国外资	2013	汤嘉蕾
23	爱恩	国产护肤品营销策略	中国经贸	2013	汤嘉蕾

24	生命	黄芪多糖对克氏原螯虾抗白斑综合征病毒(WSSV)的影响	上海海洋大学学报	2014	洪徐鹏
25	生命	翡翠贻贝血淋巴细胞亚群鉴定及相关免疫功能的流式细胞分析	水产学报	2014	吴芳丽、沙毅杰
26	生命	加强物种保护教育培养公众保育意识-以长江口中华鲟保育研究为例	生物学通报	2014	袁明哲
27	海洋	Study of Absorption of Heavy Metals(Pb,Cu) in Phragmites Australis in Lingang New City	Mechanics and Meterials	2014	焦敏、李想
28	海洋	贝壳固碳数据分析与碳汇市场机制研究	科技传播	2014	陈瀛洲、白雪辰子
29	食品	Research and Manufacture of tea-cigarette	Advanced Materials Research	2014	曲宁
30	食品	The Preparation Of A New Type Of Pectin Capsules Replacing Gelatin Capsuales	Applied Mechanics and Materials	2014	卓莹
31	食品	可食性膜保鲜技术的发展与展望	食品安全质量检测学报	2014	池晨艳
32	食品	基于 Flash 技术的食品安全科普系统的开发	数字技术与应用	2014	徐一娴
33	食品	一类新型高效驱蚊复方精油的初探	安徽农业科技	2014	裴竟
34	食品	新型水果保鲜剂对葡萄的冷藏保鲜作用研究	食品科技	2014	庞博
35	经管	上海市大学生垃圾分类意识调查分析及探讨	新校园	2014	李丹
36	经管	关于消费者对食品添加剂及其超标的认知与态度的测量——基于上海市消费者的实证分析	中国食物与营养	2014	尹姮
37	经管	上海便利店未来发展模式的研究——基于外资与内资企业的比较分析	中国市场	2014	郭堃
38	经管	90后大学生理财习惯的研究——以上海海洋大学为例	中国外资	2014	黄麟焰
39	经管	校内外广告宣传平台建设研究	中国市场	2014	刘伟超
40	经管	食品安全事件后消费者规避行为特征分析	企业经济	2014	罗春雪
41	经管	水产品品牌营销分析(以大闸蟹为例)	环球市场信息导报	2014	沈德财
42	经管	基于 VisualBasic 的 Smart-Stick 智能粘贴软件的研发	电脑编程技巧与维护	2014	王宇琛
43	经管	个税调整对不同行业纳税人税负的影响	中国集体经济	2014	张文娜
44	经管	消费者对谁产品电子商务认知的分析	现代商业	2014	刘晓甜
45	经管	推进高校专利有效利用的对策思考	时代经贸	2014	梁进坚
46	经管	绿色会计视角下的渔业可持续发展	中国经贸	2014	张雅云
47	经管	对上海市公交系统与地铁系统的研究——以上海市地铁、公交为例	魅力中国	2014	陈光宇

48	经管	上海露天夜市对缓解就业压力的贡献研究	时代经贸	2014	黄绍学
49	经管	温州民间金融的特点分析及合法化预想	商情	2014	杨静
50	经管	基于食品安全的食品行业高端品牌营销研究	北方经贸	2014	张娟
51	经管	关于当前环境下国内生鲜电商发展的可行性报告	中国电子商务	2014	许云岚
52	经管	影响中国（上海）自由贸易试验区周边房价涨幅因素探究	现代商业	2014	徐蕊、 黄晴
53	经管	国定假期旅游者主观幸福感的测量与分析	旅游纵览	2014	叶佳宁、 彭珍妮
54	经管	基于大学生消费偏好的手机企业营销策略分析	中国市场	2014	沈德财
55	经管	大学生手机消费心理及企业营销策略	时代经贸	2014	刘一奇
56	经管	校园微信公众平台发展与运营策略研究	商情	2014	卜文一、 徐宇
57	经管	基于大学生消费心理的实体消费和网络消费倾向分析	现代商业	2014	冯靓、 黄伊然
58	经管	我国观光潜艇发展中遇到的困难及解决办法	商业文化	2014	郭凤芹
59	经管	游轮旅游产业的现状概述及其经济效益	环球市场导报	2014	肖捷、 高志军
60	经管	互联网货币基金对利率市场化的影响分析	消费电子	2014	冯佳伟、 肖捷
61	经管	甜芦粟酿酒深加工项目的设想及意义	科技研究	2014	肖捷、 张继伟
62	经管	市场用“看不见的手”配置资源的有效性实证分析	财税月刊	2014	肖捷、 张继伟
63	经管	传统手工艺——艰难前行于文华的商业之路	消费导刊	2014	黄媛、 万鹏
64	工程	The Design of Smart Home Monitoring System Based on ZigBee and Voice Recognition Technology	Advanced Materials Research	2014	黄佳
65	工程	Design of Low-Rise Escape System	Advanced Materials Research	2014	冯予沁
66	工程	Road Sign system design for aging population	Applied Mechanics and Materials Vols	2014	卢文丽
67	工程	Research and Design of Elevator Car Airbag	International Conference on Mechanical Engineering and Green Manufacturing	2014	刘敏
68	工程	Optimization of Urban Traffic Lights System Based on Human Factors Engineering	第 21 届工业工程与管理学术会议论文集	2014	郑雅芳
69	工程	上海海洋大学图书馆系统分析	中国现代教育装备	2014	黄梦磊

70	工程	高校图书馆存在的问题	现代企业教育	2014	王朱童
71	工程	基于宜人学的最佳住宅房型设计	科技创新与生产力	2014	邵祺
72	工程	基于工效学的人体记忆属性简述	科技创新与生产力	2014	张雨晴
73	工程	寝室采光照明的改进	现代企业教育	2014	陈戌侃
74	工程	草坪绿化防践踏与恢复研究	现代企业教育	2014	史书华
75	工程	基于蚁群算法的车辆调度问题研究	交通科技与经济	2014	齐紫茜
76	外语	浅析新时期中日文化交流新方向	才智	2014	袁佳佳
77	生命	北方寒地黑龙江野鲤网箱养殖技术	水产科技情报	2015	吴丛迪
78	生命	有毒铜绿微囊藻胁迫下三角帆蚌消化系统的扫描电镜观察	生物学杂志	2015	袁明哲
79	食品	青藏高原拟球状念珠藻蛋白质和微量成分分析	水产科技情报	2015	苏开燕、 汤玥雯
80	食品	影响饮水机出水微生物含量因素的探究	安徽农业科学	2015	张雨薇
81	食品	含 $\alpha$ -生育酚的 PE/PVA 活性包装膜对鲜切苹果品质的影响	包装工程	2015	贺璇璇、 房婧婕
82	食品	生物保鲜剂对鱼类保鲜的应用及其展望	安徽农业科学	2015	王楚文、 柳云龙
83	食品	可折叠水产品运输保温包装箱结构设计	包装工程	2015	朱怡馨、 罗敏成
84	食品	Study of TEA Saponin Toothpaste	Tenside Surfactants Detergents	2015	肖晴、 周珍
85	食品	Synthesis of Luminescent Lanthanide-based MCM-41 Mesoporous Material by a Novel Route	Advances in Engineering Research	2015	陈璟雯
86	食品	基于市场监管体系的大学周边无证餐饮调查分析	食品安全导刊	2015	傅昱晟
87	食品	Mesoporous material containing Tb <sup>3+</sup> complexes bonded to MCM-41 functionalized: Assembly, characterization and luminescence	Advances in Engineering Research	2015	刘恒旭
88	食品	Synthesis and Luminescence of Eu-N <sub>2</sub> ,N <sub>6</sub> -Bis(2-hydroxyethyl)pyridine-2,6-dicarboxamide Complexes Containing Mesoporous Material	Chinese Journal of Chemistry	2015	左思雨
89	食品	竹叶保健凉茶的研制与技术研究	农业工程技术 农产品 加工业	2015	尹乐
90	经管	大学城流动商贩存在合理性与传统治理模式分析	财税月刊	2015	张继伟、 金肖
91	经管	上海居民豆制品消费特点与对策建议	商业文化	2015	徐云云
92	经管	三位一体：大学城聚集经济公共服务管理模式分析	现代商业	2015	张继伟、 金肖

93	经管	三位一体：创新型公共服务管理模式设想--针对传统大学城流动商贩治理	中国市场	2015	张继伟
94	经管	大学生进口食品消费行为分析	商城现代化	2015	周越洋、张继伟
95	经管	财政和金融助力传统文化产业的问题研究	现代商业	2015	刘倩
96	经管	临港大学城校园营销探索——以外卖网站营销为例	现代经济信息	2015	尹红
97	经管	论“跑路潮”下 P2P 网贷投资者的风险分析与对策	北方经贸	2015	王肖、黄杨
98	经管	论上海海洋大学校刊的创立----以“海大 feeling”为例	学园	2015	詹憬栋、白艳芳
99	经管	大学生个人财富管理现状及理财方案	现代商业	2015	刘禹辰、戴圆圆
100	经管	我国观光潜艇的安全问题与改进建议	环球市场信息导报	2015	郭凤芹、吕贾烨
101	经管	上海市芦潮港水产品供应链管理分析	环球市场信息导报	2015	姚远
102	经管	中国（上海）自贸区利率市场化对银行业的影响分析	商情	2015	曾浩、罗峥
103	经管	上海居民水产品消费结构研究	南方农业	2015	张太昌、张迪
104	经管	上海自贸区建设中高校学生实习的探索与思考	科教导刊	2015	刘星、王莉娜
105	经管	巴氏消毒法“鲜奶吧”大学生群体市场需求调查——以临港大学城为例	现代商业	2015	贺言鑫、姬琦
106	经管	明天你是否还载——关于黑车运营市场调查	经营管理者	2015	徐箫、林虞之
107	工程	远郊办学高校大学生就业问题浅析	科技资讯	2015	张旬
108	信息	基于虚拟现实技术的 3D 智慧校园设计与实现	智能计算机与应用	2015	王宇琛、黄盖先
109	信息	基于 Flex_JavaEE 多媒体网页设计的技术实现	电脑编程技巧与维护用	2015	郑洁、黄盖先
110	外语	韩国端午祭与中国端午节的文化现象之比较	青年文学家	2015	常凯文
111	外语	上海地区空巢老人生活现状调查与对策浅析	赤子	2015	陈昕婷、王佳敏
112	外语	管窥澳洲土著文化	教育教学论坛	2015	濮颖莹、杨榕荧
113	外语	从日本近年流行语看日本女性现状	教育教学论坛	2015	陆佳鸣
114	外语	海洋英语研究与推广——以上海海洋大学为例	语文学刊	2015	黄立、陈莹倩
115	外语	初探“世越号”事件中的“威权观念”	大东方	2015	常凯文、崔馨尹

116	外语	高校毕业生就业所需“软实力”的调查研究	北极光	2015	常凯文、 刘佩佩
117	生命	中华绒螯蟹成蟹养殖池塘常用水草的营养成分比较	浙江海洋学院学报	2016	张蕾
118	生命	缺氧和有毒微囊藻胁迫下三角帆蚌鳃和主要消化器官以及晶杆体的扫描电镜观察	水产学报	2016	顾叶丹
119	生命	NaHCO <sub>3</sub> 及培养时间对球等鞭金藻(Isochrysisgalbana)生长、蛋白质和脂肪酸组成的影响	山东农业大学学报	2016	王星宇
120	生命	盐度-光照强度-温度对小环藻 Cyclotella sp. SHOU-B108 生长及 ARA 和 EPA 含量的影响	上海海洋大学学报	2016	王星宇
121	生命	黄芪、黄连与柴胡对鲫鱼肝脏药物代谢酶活性及体内吡喹酮代谢的影响	南方农业学报	2016	孙晶
122	生命	Effect of short-term hypoxia and seawater acidification on hemocyte responses of the mussel Mytilus coruscus	MARINE POLLUTION BULLETIN	2016	尚跃勇
123	生命	Combined effects of seawater acidification and high temperature on hemocyte parameters in the thick shell mussel Mytilus coruscus	Fish & Shellfish Immunology	2016	尚跃勇
124	生命	Acinetobacter lwoffii: an emerging pathogen for red head disease in farmed channel catfish ictalurus punctatus	The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh	2016	叶伟东
125	生命	元荡水域浮游植物的群落结构及水质评价	安徽农业科学	2016	王忆、 胡景
126	生命	多功能育苗池换水滤苗装置的研究	装备制造技术	2016	何雪莹
127	生命	八字精养法“在黑龙江野鲤健康养殖中的综合应用	河北渔业	2016	何雪莹
128	海洋	秘鲁外海茎柔鱼肌肉组织能量积累的初步研究	2016 年中国水产学会 学术年会论文摘要集	2016	魏嫣然、 陈子末
129	海洋	关于上海有机食品市场营销战略分析研究	中国市场	2016	王金明
130	海洋	上海市有机产品市场现状调研	商场现代化	2016	王金明
131	食品	国内蜂蜜产品市场调查及展望	中国农业信息	2016	朱翔鹭、 傅昱晟
132	食品	基于植物挥发油抑菌筛选的留兰香油活性成分研究	食品工业科技	2016	潘旭迟、 傅昱晟
133	食品	茶多酚改性对聚乙烯醇膜吸湿特性及抗氧化活性的影响	食品科学	2016	段恒、 贺璇璇
134	食品	17 种植物挥发油对食源微生物抑菌活性研究	食品工业科技	2016	潘旭迟、 傅昱晟
135	食品	3 种植物挥发油抑制食源细菌生长活性成分及机理	食品科学	2016	潘旭迟、 傅昱晟
136	食品	食品安全虚拟现实科普系统的社会需求调研	学术研究	2016	谢缘元、 罗泽康



137	食品	上海及上海以外地区销售环节酸奶的冷藏状况调查研究	科技经济市场	2016	王利、 龚嘉妮
138	食品	草鱼皮酶解工艺及水解物对嗜热链球菌增殖作用研究	科学技术及工程	2016	王肖南
139	经管	生鲜食品电商现状的实证研究和发展建议	市场观察	2016	董思源
140	经管	上海老年社区助餐点现状报告	消费导刊	2016	孙建明、 耿佳莹
141	经管	所学专业与未来职业规划的关联度	卷宗	2016	王尚雄
142	经管	基于 SWOT 的中欧班列发展现状与策略分析	中国市场	2016	张超
143	经管	由"哈韩族"浅析中国娱乐产业的发展方向	中国集体经济	2016	李小芳、 魏程程
144	经管	家庭厨艺培训商业模式分析及发展前景	经营管理者	2016	王雪宇、 高菲
145	经管	营业税改征增值税对物流行业上市公司收益影响的调查研究	财会学习	2016	施欣如
146	经管	网络时代下大学生学习方式的探析	中国市场	2016	吴嘉仪
147	经管	大学生课堂学习现状及效率的相关分析	时代教育	2016	阮玉洁
148	经管	进口零食消费市场特点的分析与建议	中国商论	2016	倪赬、 顾美玲
149	经管	消费者对于新能源电动汽车充电桩的偏好分析	现代商贸工业	2016	张静、 阮玉洁
150	经管	蟹田米的消费特点与对策建议	商场现代化	2016	逯畅、 余洁
151	经管	巴铁入沪的市场前景与对策建议	现代商贸工业	2016	逯畅、 陈白筱
152	经管	校园公共自行车租赁新模式运行前景调查分析——以上海市临港大学城为例	大科技	2016	徐蕊
153	经管	高端水产品市场调研与行业前景分析——以上海市为例	科技中国	2016	曹可心、 林琦
154	经管	大学生志愿参与社区养老服务模式与长效机制研究——基于上海市调研	卷宗	2016	文泓翔、 李明见
155	工程	多层设施布局研究现状浅析	物流工程与管理	2016	周倩、 戴家宏
156	工程	某零售商店供应链分析优化	中国商情	2016	张帅
157	工程	电梯下降失速箱内救生装置研究	装备制造技术	2016	王萍、 王耀
158	工程	基于 Shapley 值港口货运企业信息共享合作博弈分析	物流科技	2016	刘婷婷、 杨星星
159	信息	浙闽丘陵地区农产品物流配送环节发展制约因素研究	探索研究	2016	谢泽昊

160	文法	上海市生理残疾人就业困境及其对策分析	改革与开放	2016	孙晨颖、 张天怡
161	外语	上海临港与釜山海云台旅游发展状况对比分析	中国市场	2016	朱亮蓉、 尹钰
162	外语	韩国文化产业发展经验-对上海自贸区文化产业发展的启示	科教文汇	2016	陈笛
163	外语	颜文字漫谈	科教文汇	2016	刘佳骥、 廖显龙
164	外语	韩国儒家思想对我国高校教育的启示	文学教育（下）	2016	赵蓉、张 静雯
165	外语	海上茶路对英国社会的影响——以中国茶文化的传播为例	中国市场	2016	付星洁、 戴文仪
166	外语	基于英语专业学生就业现状视角的教学改革	新西部	2016	芮思琦、 郑慧琳
167	外语	从甘肃庆阳窑洞的发展来看传统建筑文化	中国市场	2016	卓娜娜、 黄海霞
168	外语	传统教师课堂教学模式将走向何方?——互联网环境冲击下的传统教育变革	知识文库	2016	赵梦晨、 俞威妮
169	外语	中韩建交后的文学交流探析	中国市场	2016	常凯文、 靳新雨
170	外语	立足当下，展望未来-有感于中韩建交后的两国关系	中国市场	2016	常凯文、 赖怡虹
171	外语	日本宽松教育及其对中国素质教育的启示	亚太教育	2016	卢君
172	生命	草鱼体内双氟沙星药代动力学研究	水生生物学报	2017	孙晶
173	生命	副溶血性弧菌国家标准检测方法 with 快速检测方法的对比研究	中国卫生检验杂志	2017	曹润冬
174	生命	Histopathological alterations in triangle sail mussel exposed to toxic cyanobacteria under hypoxia	Aquaculture	2017	孔辉
175	海洋	西南大西洋拉氏南美南极鱼脂肪酸组成及其食性研究	大连海洋大学学报	2017	杨清源
176	海洋	2015年冬季南黄海水文特征及海-气 CO <sub>2</sub> 通量分析	上海海洋大学学报	2017	黄菊
177	海洋	从高校青年视角出发的“青年马克思主义者培养工程”的实施现状和体系优化	科教文汇	2017	张文玉
178	食品	Enzymatic hydrolysis of Grass Carp fish skin hydrolysates able to promote the proliferation of Streptococcus thermophilus	journal of science of food and agriculture	2017	王肖南、 秦梅
179	食品	超高压处理对冷藏鲈鱼片品质及组织结构变化的影响	高压物理学报	2017	赵宏强、 吴金鑫
180	食品	柠檬皮粉对四角蛤蜊酶解液脱腥效果的工艺研究	食品工业	2017	王晓琳、 汤小琢
181	食品	水果果皮的加工利用现状及研究进展	食品安全质量检测学报	2017	王晓琳
182	食品	有机化学教学在大学生创新项目中的作用与心理探索	吉林教育	2017	王晓琳

183	食品	木瓜蛋白酶酶解四角蛤蜊的最佳条件的研究	食品工业	2017	王晓琳
184	食品	Effects of montmorillonite on the properties of cross-linked poly(vinyl alcohol)/boric acid films	Progress in Organic Coatings	2017	陈柚吉、许哲玮
185	食品	微晶纤维素改性对聚乙烯醇薄膜性能的影响	包装工程	2017	陈柚吉、许哲玮
186	经管	蟹田米的产业环境分析及市场推广建议	财经界（学术版）	2017	逯畅、王恩吴荣
187	经管	中国企业对外投资困境及对策研究——以非洲为例	时代金融	2017	吴洋、孟佳伟
188	经管	大学生用电管理制度的研究——以上海海洋大学为例	管理观察	2017	王杰
189	经管	上海造船文化保护及发展研究	中国市场	2017	熊婷婷、陈楠
190	经管	关于大学生转专业政策的调研分析	上海政法学院学报	2017	张亦弛
191	经管	海外代购运作模式及消费者权益的讨论	新商务周刊	2017	孙澄莹、顾宁怡
192	经管	o2o 新型养老模式现状及发展分析——以某新型养老企业为例	中国集体经济	2017	何芷萱、伍丽花
193	经管	农业企业消耗性生物资产内部控制问题分析与探究——以獐子岛为例	中国经贸导刊	2017	沈思远、王云圣
194	经管	微信公众平台在本科生翻转课堂中的应用	时代经贸	2017	沈佳雯、江静粼
195	经管	我国 IP 产业典型商业模式及其关键环节研究	时代经贸	2017	郝少奇、董涵晓
196	经管	大学生 P2P 网络借贷平台的现状及风险防范研究	中国市场	2017	朱文博、涂家丽
197	外语	语言类学科“以赛促学”的可行性研究	新西部	2017	王雨婷
198	外语	基于语料库语言学的《卫报》中国环保形象研究	环球人文地理	2017	王晓怡
199	爱恩	大学城对区域城市化进程的影响研究——以临港大学城为例	现代商业	2017	班弘毅、蒋明洪

## ■ 获批专利情况

序号	学院	专利名称/著作权名称	专利/著作权类型	获批专利号/授权号	年度	学生姓名
1	生命	多功能水族除污工具	实用新型专利	ZL201420873117.6	2014	吴丛迪
2	海洋	一种集鱼灯照度同步测量无线传输系统	发明专利	201410025890.1	2014	卢克祥
3	海洋	移动式电子海图系统 1.0	著作权	2015SR052250	2014	李佩原
4	食品	一种蜂蜜花瓣冲泡茶及其制备方法	实用新型专利	201410011063.7	2014	朱奇瑞、傅昱晟
5	工程	一种高层逃生装置	实用新型专利	ZL201320756502.8	2014	冯予沁
6	工程	一种节能型自适应调光的智能航标灯	实用新型专利	ZL201420128453.8	2014	张杰
7	工程	一种海流能和波浪能联合发电装置	实用新型专利	ZL201320792207.8	2014	张杰
8	工程	一种手动轮椅的手摇结构	实用新型专利	ZL201420194391.0	2014	杨德城
9	工程	手持式采棉机用采棉爪	实用新型专利	ZL201420248530.3	2014	金韡、陈庆
10	工程	一种液压绞车恒张力控制装置	实用新型专利	ZL201320639738.3	2014	潘海
11	工程	光控百叶窗帘	实用新型专利	ZL201320874305.6	2014	闫继豪
12	生命	便携式水族缸换水器	实用新型专利	ZL201520373206.9	2015	吴丛迪
13	生命	一种沉水植物网床改进装置	实用新型专利	ZL201520781989.4	2015	周园
14	生命	一种实时监测水族缸内环境的装置	实用新型专利	ZL201521116277.7	2015	唐浪浪
15	生命	一种全景观水培植物生态屏	实用新型专利	2014208618243	2015	骆蓓菁
16	食品	中央空调内置清洁维护系统	发明专利	201510234466.2	2015	徐韵达、薛怡
17	食品	以空气为绝热介质的折叠式水产品周转保温箱	发明专利	201520299300.4	2015	朱怡馨
18	食品	无水立净黏性拖把	发明专利	201520253477	2015	戴唯
19	食品	荞麦粉蛋糕及其制备方法	实用新型专利	201510907904.7	2015	李思曼、杨亦云
20	食品	“糠”乐大典——新型米糠系列食品的开发	发明专利	201510903807	2015	王道源、候世卫

21	食品	吸湿抗氧化包装薄膜	发明专利	CN104893090A	2015	贺璇璇
22	食品	可食用哈密瓜保鲜材料	实用新型专利	201520811394.9	2015	范云青
23	工程	四旋翼飞行器飞行软件	著作权	2016SR104973	2015	于志明、 朱树亮
24	工程	一种无线校园火灾报警装置	实用新型专利	ZL201520312387.4	2015	潘陶红
25	信息	基于 Leap Motion 的非接触式计算机操控方法	发明专利	20150116721	2015	苏培涛
26	生命	防失速救生电梯	实用新型专利	ZL201620071256.6	2016	吴丛迪
27	生命	一种抗海浪冲击的海三棱蔗草球茎种植装置	实用新型专利	ZL201620428083.9	2016	周园
28	生命	一种应用固相萃取仪的气液分离装置	实用新型专利	ZL201620779737.2	2016	曹润冬
29	食品	绿色安全后盾——薄荷油水溶性固体防腐剂的制备	发明专利	201610116044.x	2016	潘旭迟、 蔡雪栋
30	食品	绿色食品保鲜垫及其制备方法	发明专利	201610017701.5	2016	葛奇奇、 林心仪
31	食品	食品安全虚拟现实科普系统移动客户端的实现	著作权	2016SR130750	2016	温茜
32	食品	一种可直接用冷水快速泡茶的方法	发明专利	201610223255.3	2016	邬若鸣
33	食品	一种可溶性半固体蜂蜜饮品及其制备	发明专利	201610082894.2	2016	傅昱晟
34	食品	一种等温核酸扩增芯片	发明专利	201611060688	2016	周一帆、 栗子馨
35	食品	一种绿色活性缓冲包装材料及其制备方法	发明专利	201611096381.3	2016	许哲玮
36	食品	一种基于 SnO <sub>2</sub> 纳米线传感器及其制备方法和应用	发明专利	201610146340.4	2016	马欧妹
37	工程	计算机辅助物流相关图自动辅助绘制系统	著作权	2016SR209155	2016	戴家宏
38	工程	多功能人工鱼礁	发明专利	201610354450X	2016	宗玲珑、 张勇刚
39	工程	多功能人工鱼礁	实用新型专利	ZL201620487353.3	2016	宗玲珑、 张勇刚
40	工程	防失速救生电梯	实用新型专利	ZL201620071256.6	2016	王萍
41	工程	雨伞快速风干及收纳装置	实用新型专利	ZL201620071750.2	2016	肖帆
42	工程	一种多功能助力小推车	实用新型专利	ZL201620203827.7	2016	黄志权

43	工程	一种两轮自平衡车控制电路	实用新型专利	ZL201620389230.6	2016	张坤、 于志明
44	工程	货物装卸推车及其装卸辅助装置	实用新型专利	ZL201620485743.7	2016	于志明、 张坤
45	工程	一种汽车轮胎泥地脱离辅助装置	实用新型专利	ZL201620226883.2	2016	李鹤然
46	工程	基于物联网的物品找寻系统	实用新型专利	ZL201620295123.7	2016	纪清然
47	海洋	仿生海蛇装置	实用新型专利	ZL201621297075.8	2017	戴明云
48	海洋	无人机航线规划系统 v1.0	著作权	2017SR137327	2017	刘宇宸
49	海洋	一种用于海洋鱼类眼球的年龄鉴定切片制作的模具	发明专利	201720110728.9	2017	邢侃
50	海洋	一种氧弹热量仪电极坩锅环	实用新型专利	ZL201621118692.0	2017	魏嫣然
51	食品	饮料瓶	外观设计专利	ZL201730109562.4	2017	高熠辉
52	食品	一种多功能安全伞	实用新型专利	ZL201720226633.3	2017	徐佳佳
53	食品	一种分层熟食外卖箱	发明专利	201710308405.5	2017	俞治翀



# 上海海洋大学

SHANGHAI OCEAN UNIVERSITY

地址：上海市浦东新区沪城环路999号  
邮编：201306  
电话：021-61900296  
网址：<http://www.shou.edu.cn>