

# 绿色海产品养殖箱的智能化控制研究

申雨慧, 王东东, 罗冰\*

西南科技大学城市学院, 四川 绵阳

Email: 1273306168@qq.com, 15882791280@163.com, 1365354331@qq.com

收稿日期: 2020年11月21日; 录用日期: 2020年12月14日; 发布日期: 2020年12月21日

## 摘要

随着社会的发展和对健康饮食的日益关注, 高营养价值的海产成为提高人们日常饮食水平与健康质量必不可少的菜肴, 其需求量也随之越来越大。目前, 海产生物的内陆饲养方式不成熟, 在经济上和利润上造成了一定的损失。本研究为实现跨地域、跨季节、绿色、健康、可溯源的精准养殖, 针对水产经济作物产量低、基础设施耗资高及水产易患疾病的现状, 通过长期实验数据分析, 得到了部分水产的最佳环境生存条件, 从而设计了海产品内陆养殖箱体模块化组合。

## 关键词

生态养殖, 智能化控制, 自动化

# Research on Intelligent Control of Green Seafood Culture Box

Yuhui Shen, Dongdong Wang, Bing Luo\*

City College, Southwest University of Science and Technology, Mianyang Sichuan

Email: 1273306168@qq.com, 15882791280@163.com, 1365354331@qq.com

Received: Nov. 21<sup>st</sup>, 2020; accepted: Dec. 14<sup>th</sup>, 2020; published: Dec. 21<sup>st</sup>, 2020

## Abstract

With the development of society and the growing concern for healthy diet, seafood with high nutritional value has become an essential dish to improve people's daily diet level and health quality, and its demand is also increasing. At present, the inland feeding mode of marine organisms is not mature, which has caused certain economic and profit losses. In order to achieve cross regional,

\*通讯作者。

cross seasonal, green, healthy and traceable precision aquaculture, this study aims at the current situation of low yield of aquatic cash crops, high cost of infrastructure and vulnerable diseases of aquatic products. Through the analysis of long-term experimental data, the best environmental conditions of some aquatic products were obtained, and the modular combination of inland aquaculture box of marine products was designed.

## Keywords

Ecological Breeding, Intelligent Control, Automation

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

海产品内陆养殖箱智能化控制系统是通过利用实验室仪器进行多次试验, 最终得出各物种最佳生存的环境数据、自动化控制温度、光照、湿度等生长必备条件[1], 实现海产内陆高产养殖, 减少化工农药的使用, 最终实现培育绿色产品的设计目标[1]。该设备具有占地面积小、系统控制简单、人员配比小的优势, 同时水产生产过程可放在郊区生鲜采购市场、大型超市储物后备生鲜仓库、市中心农贸综合市场生鲜销售区。依靠产品投放的区位优势, 降低了高昂的运输成本, 加上环境模拟和层式模块化箱子组装的特点, 成品率高, 一年四季成品量输出稳定[2]。

海产品内陆养殖箱智能化控制系统运行成本低, 相比传统方式, 资源利用率提高, 管理更有效, 使得工作效率得到大大提高。

## 2. 研究背景及意义

### 2.1. 国内外研究现状

据统计数据表明: 国外海产养殖主要集中在沿海城市, 内陆城市很少有利用养殖箱养殖海产品的情况。受益于现代化养殖技术的广泛使用, 养殖场的所有生产活动, 如饲料投放、生长环境监测、成鱼捕捞等, 均由机器以自动化方式完成。虽然自动化生产要求较高的设备投入[3], 但由于国外的海产养殖是以产业化方式进行的, 养殖密度很高, 设备投入只在生产成本中占有极小的比重。随着人们生活水平的提高, 国内外内陆城市对海鲜(特别是活海鲜)的需求量也在逐年增加。各大小酒店基本都有自己的小型活海鲜养殖系统, 但是都存在死亡率高, 养殖时间短的问题, 从而大大影响了经济效益。

借鉴国外先进养殖经验, 我们应制定水产养殖业发展的中长期规划, 加大科研投入, 对技术和设备研究给予必要的扶持政策, 引进国外技术和成功经验, 在高密度和高效益产业化生产技术方面实现突破。在此基础上, 政府应引导养殖户改变传统观念, 用高水平产业化逐步取代目前相对粗放和广种薄收的生产方式[4]。

### 2.2. 海产运输成本高

现目前, 新鲜海产运输到内陆主要通过活鱼运输车、冷冻车、恒温车和干冰冷冻车等方式。相比之下, 活鱼运输车运输距离短, 冷冻车和恒温车中距离运输到内陆都需要 8 小时以上, 干冰冷冻车则运输成本高, 不利于普遍推广。运输成本始终是供给内陆海产的首要问题。如图 1 所示。

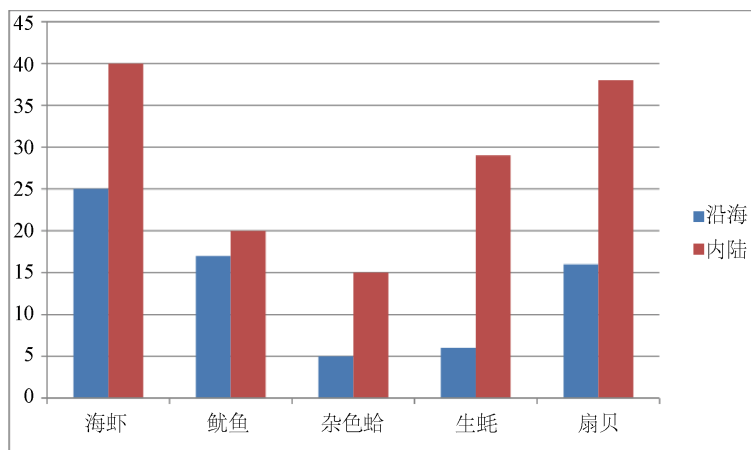


Figure 1. Comparison chart of coastal inland transportation cost (yuan)

图 1. 沿海内陆运输成本对比图(元)

### 2.3. 饲养方式成本高

内陆高营养水产的饲养成本高，长期使用疾病防控农药，疫情易扩散不便于管理[5]，下面以黄鳝养殖为例，如表 1 所示。

Table 1. Breeding cost of *Monopterus albus*

表 1. 黄鳝养殖成本

养殖方式	池塘	网箱
占地	1 亩	1 亩
基建费用	4 万	5 万
每亩投苗	834 kg/亩	750 kg/亩
成品率	65%	70%
维护费用	8000 元	8000 元
人员配比	3 元	2 元
成品售价	37 元	40 元

黄鳝每平方的合理投苗密度为 1.2~1.4 千克

注：黄鳝为经济性食用鱼，一般以活鱼贩售，市场上的黄鳝多是人工养殖，以南部养殖较多。在台湾多以切片油炒食之；在华人地区视为补血强壮剂。黄鳝肉嫩味鲜。营养价值甚高。每 100 克鳝鱼肉中蛋白质含量达 17.2~18.8 克，脂肪 0.9~1.2 克，钙质 38 毫克，磷 150 毫克，铁 1.6 毫克；此外还含有硫胺素(维生素 B1)、核黄素(B2)、尼克酸(维生素 PP)、抗坏血酸(维生素 C)等多种维生素[5]。

### 2.4. 现代养殖需求

十九大报告明确指出，要加快推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合，在创新引领、绿色低碳、共享经济、现代供应链等领域培育新的增长点、形成新动能[6]，这些要求为今后的智能养殖指明了方向，水产 4.0 在不断向前推进。

因人们逐渐认识到水产品的营养和药用价值，使得其市场及消费群体不断扩大，需求量逐年增加[1]。在需求量的推动下，水产品行业高速发展。在如此发展的情况下，水产品的养殖设备也是日新月异。如今水产品养殖除了外塘养殖外，还出现了工厂化养殖模式。如图 2 所示。

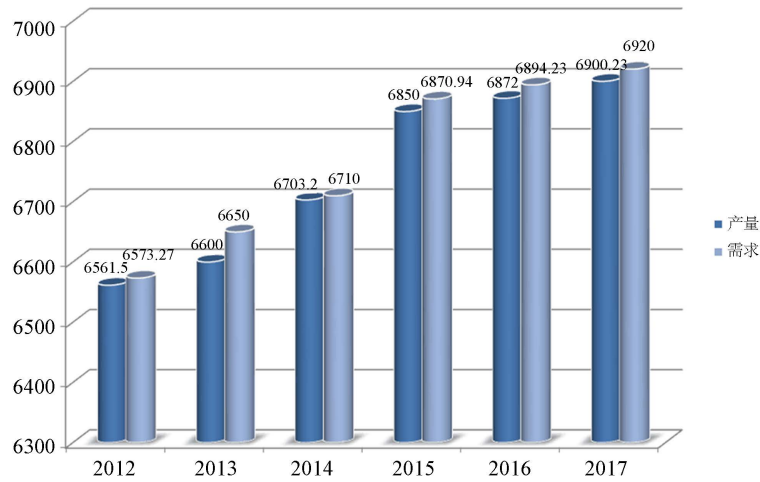


Figure 2. Cost demand of modern aquaculture (yuan)  
图 2. 现代养殖成本需求(元)

本设计通过调用实验室各物种最佳生存的环境数据，自动化控制温度、光照、湿度等生长必备条件 [7]。实现海产内陆高产养殖，减少化工农药的使用，培育绿色产品的设计目标。

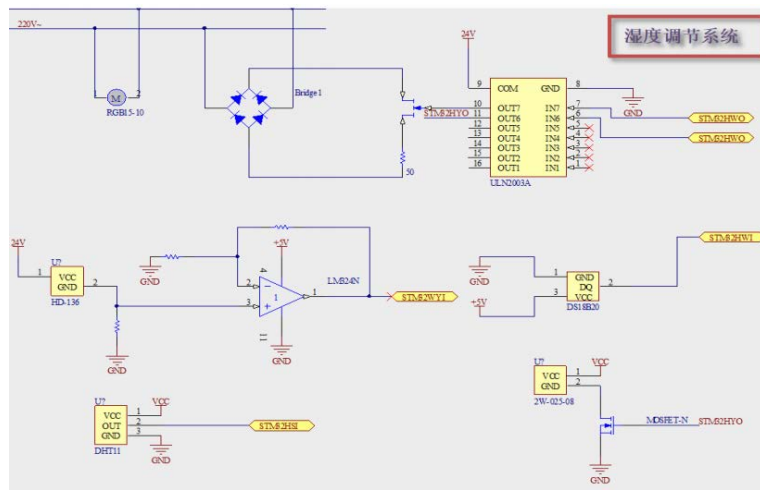
### 3. 设计方案

#### 3.1. 箱体的设计研发

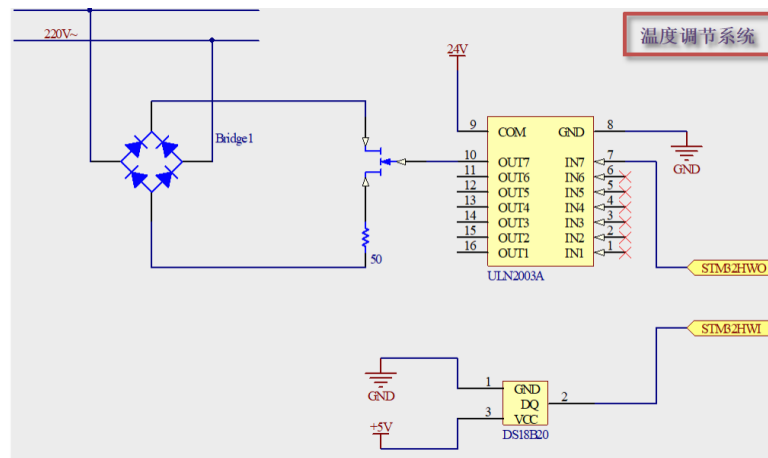
结合工程力学和工程材料，防水性能好，抗压强度高，使用寿命长，适合中小型水产养殖户采购，也可投放安装在城市农贸市场等生鲜销售面，工作噪音小，设备可实现自身水循环与净化，水产疾病防控。该箱体由承重底座、承重柱、主箱体、X 型方管 [8]、中央圆柱集成管、喷雾器、出水管、进水管、保护网、三相梅花插座构成 [8]。每一个箱层为一个独立的单元，可根据市场需求，组装高度与层数。

#### 3.2. 自动化电路及程序的设计研发

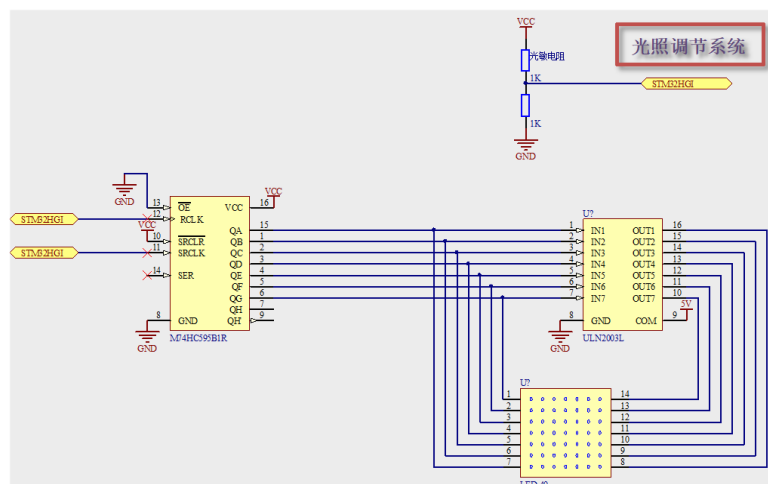
产品根据湿度调节控制模块、水位调节模块、光照调节模块以及温度调节，达到自动控制效果。如图 3 所示。



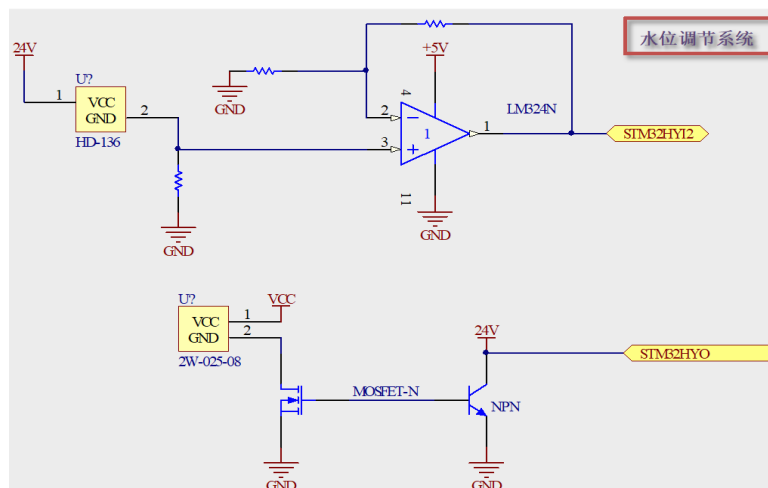
(a)



(b)



(c)



(d)

**Figure 3.** Automatic control system. (a) Humidity control system; (b) Temperature control system; (c) Light regulation system; (d) Water level regulation system

**图 3.** 自动控制系统。(a) 湿度调节系统；(b) 温度调节系统；(c) 光照调节系统；(d) 水位调节系统

### 3.3. 模块化设计

本系统采用模块化设计, 组装、拆卸、运输灵活。同时对场地要求小, 可以大规模养殖, 也可以散户小规模饲养。为保证养殖物鲜活, 可以直接投放在农贸市场。

## 4. 工作原理及性能分析

### 4.1. 系统原理

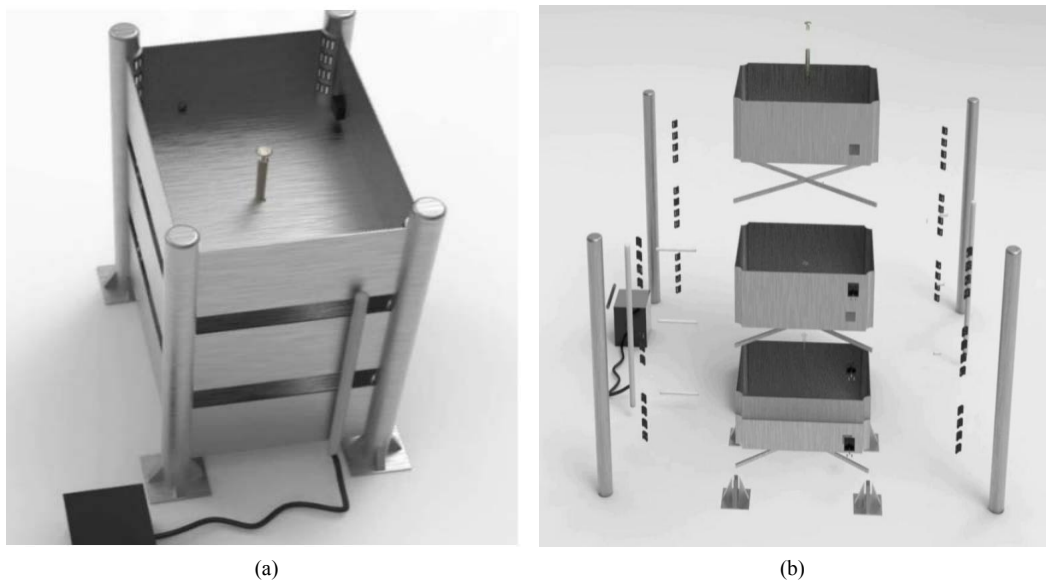
承重底座固定于水平地面上, 承重柱安装于承重底座上, X 型方管与承重柱连接, 最终将主箱体放置于 X 型方管上。相关传感器的导线集成于 X 型方管内, 传感器和喷雾器组装在中央圆柱集成管上(电气设备已做防水保护处理), 每层箱体模块化设计, 既是独立系统又可实现数据反馈。安装完毕后, 在通电状态下, 打开总开关, 中央圆柱集成管附近的传感器接收各项指标, 且根据箱层养殖品种自动调整相关环境条件, 实现环境模拟。箱体正常运行, 则投放海产幼苗和饲料, 养殖至幼苗成熟出箱。在突发情况下(如断电、漏水等), 箱体智能电路已设置应急保护措施, 保证相关操作人员安全[8]。

使用重载连接器为箱体稳定供电的同时漏电保护等保护措施。

温度传感器、湿度传感器、液位传感器、光照传感器收集箱内的相应数据输送给中央处理器[9], 中央处理器分析对比实时数据与实验室的水产实验数据。中央处理器控制外部水箱和阀门, 保持箱内水的流动性, 水流可带走水产养殖过程中所产生的污染物至外部水箱, 外部水箱可对水进行净化, 保证水体达到养殖水产的用水要求, 实现控制养殖用水的纯净度、水体含氧量、水的微量元素以及实现对箱内水位的实时调控。中央处理器通过控制 LED 灯的点亮颗数调节箱内亮度[10], 实现对箱内亮度的实时调控。中央处理器控制阀门和喷雾器, 增加水体含氧量以及实现对箱体温度的实时调控。

温度传感器、液位传感器放置在紧靠中央圆柱集成管底部, 光照传感器放置在中央圆柱集成管上方, 湿度传感器放置在主箱体一侧, 实现对箱体的实时监控。

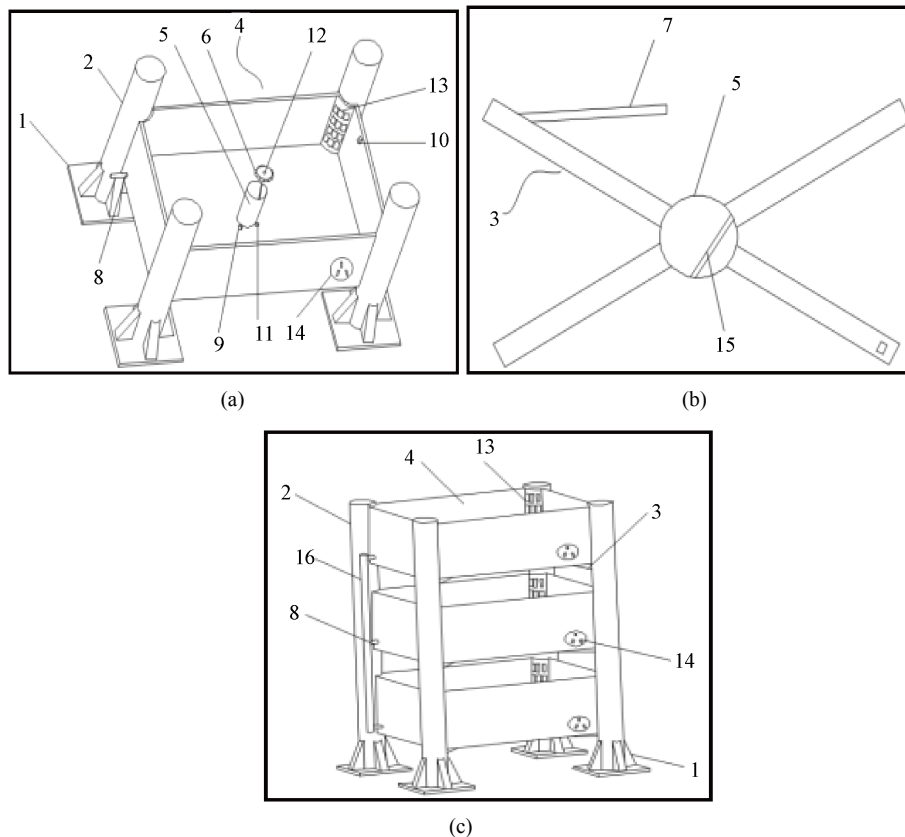
用电设备及线路安装在箱体下方的 X 型方管、箱体及中央圆柱集成管内, 实现了箱体模块化处理。如图 4 所示。



**Figure 4.** Model design. (a) Model design; (b) Model decomposition diagram  
**图 4.** 模型设计。(a) 模型设计; (b) 模型分解图

## 4.2. 工作过程

该设计包括呈方形设置的四个承重底座，固定于承重底座上的承重柱，多层 X 支架，设置于 X 支架上的主箱体，设置于主箱体内部的环境模拟调节系统，设置于主箱体底板中部且位于 X 支架交点上并与 X 支架连通的中央圆柱管，设置于中央圆柱管顶端的喷雾器；其中，所述主箱体的四个侧板均为内部中空的外壳。通过上述设计，本设计实时监测海产养殖箱内的各种环境条件，通过外接的水箱泵入水对养殖箱内的水进行替换，及时改善海产养殖箱内的水质，降低海产患病率，降低养殖成本。如图 5 所示。



注：1-承重底座，2-承重柱，3-X 支架，4-主箱体，5-中央圆柱管，6-喷雾器，7-进水管，8-出水管，9-温度传感器，10-湿度传感器，11-液位传感器，12-光照传感器，13-LED 灯，14-三相插座，15-隔板，16-总出水管。

**Figure 5.** Model diagram. (a) Basic diagram; (b) X bracket diagram; (c) Overall diagram  
**图 5.** 模型图示。(a) 基本图示；(b) X 支架图示；(c) 整体图示

## 5. 创新点及应用

1) 资源节约性。培养过后的物料又可提供给菜地施肥，如果采用集中水产养殖，将会形成以水产养殖为中心、蔬菜种植为辅的复合式发展模式，解决了环境问题，同时有效解决了基础设施费用、购买水产费用等问题，性价比高。在人力方面，人员的配比数量将大大减少，2~3 人即可完成传统养殖工作量的 5~7 倍。

2) 组装灵活性。可根据市场需求，调整组装高度与层数，操作和控制简便。箱体骨架薄壁四方镀锌钢管焊接而成，强度高、拆装方便、质量轻，提供了极大的方便。无论是规模化，还是作坊化都可根据当地情况调整产量，降低风险。



3) 绿色节约性。适用于不同类型地区, 实现了土地资源有效利用。水循环系统又完成了水源的充分利用与保护。箱体自身可以实现水循环, 然后通过污水处理系统, 实现水资源的循环利用。通过精密的程序控制, 合理配置电源, 箱体系统可以实现最大化的省电。箱体体积和重量设计合理, 减少了占地面积, 实现了土地资源利用最大化。

4) 精确养殖性。在对水产活动面积、生长周期等长期调查之后, 相对应设计了箱体的对应数值, 所以, 在养殖过程中, 集合箱将会按照正常工作, 定期出产, 受外界的限制和影响较少, 保证了供应的长期稳定。

该系统真正实现了跨地域、跨季节绿色高产精确养殖, 节约成本的同时大幅提高了利润, 达到了创业致富和提高居民饮食水平的双重目的, 应用前景广阔[8]。

## 基金项目

新能源科学与工程学科建设项目(2019XKJS03)。

## 参考文献

- [1] Li, D., Zang, M., Li, X., *et al.* (2020) A Study on the Food Fraud of National Food Safety and Sample Inspection of China. *Food Control*, **116**, Article ID: 107306. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107306>
- [2] 喻飞, 杨馥宁, 等. 基于 LabVIEW 的智能养殖系统设计与研究[J]. 机械设计与制造工程, 2016, 45(4): 28-30.
- [3] 常宗瑜, 姚冰川, 等. 水产养殖用水下移动机械手的耦合动力学分析[J]. 机械设计, 2012, 29(2): 47-50.
- [4] 赵莹. 探究绿色生态养殖技术在淡水养殖中的应用[J]. 农业与技术, 2020, 40(12): 128-129.
- [5] Zhang, H., Guo, C., Feng, H., *et al.* (2020) Total Mercury, Methylmercury, and Selenium in Aquatic Products from Coastal Cities of China: Distribution Characteristics and Risk Assessment. *Science of the Total Environment*, **739**, Article ID: 140034. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140034>
- [6] 郝婧. 包头市石拐区资源枯竭型地区转型发展研究[D]: [硕士学位论文]. 秦皇岛: 燕山大学, 2018.
- [7] 张晓玉, 张博, 辛广, 等. 秀珍菇营养成分、生物活性及贮藏保鲜的研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(6): 2314-2319.
- [8] 文冬林, 张书霖, 胡浚磊, 等. 一种基于环境模拟的高产自动化养殖箱[J]. 科技风, 2019(5): 12.
- [9] 高战, 袁毅, 乔云娇, 等. 基于 RAM 的环境数据采集系统[J]. 环境技术, 2017, 35(3): 55-58+62.
- [10] 陈永航. 家禽养殖专用 LED 球泡灯的设计研究[J]. 机械设计, 2013, 30(7): 103-106.