

基于区块链的贝类设施养殖产业资源共享平台

李明智^{1,2}, 张光发³, 刘 鹰⁴, 陈海泉¹, 张瑞瑾⁴, 孙玉清¹

(1. 大连海事大学 轮机工程学院, 辽宁 大连 116026; 2. 大连海洋大学 航海与船舶工程学院, 辽宁 大连 116023; 3. 上海电机学院 机械学院, 上海 201306; 4. 大连海洋大学 辽宁省水产设施养殖与装备技术工程研究中心, 辽宁 大连 116023)

摘要: 针对我国贝类设施养殖产业发展中的资源共享问题, 基于农业农村部关于开展贝类设施养殖产业基础数据库建设的相关任务, 开发了贝类设施养殖产业资源共享平台。从软件工程的角度, 详细论述了贝类设施养殖产业资源共享平台的设计与实现, 包括平台的需求分析、业务功能策划、系统设计、基于区块链的平台架构及其实现方法等内容, 以期构建稳定可靠、高效实用的贝类设施养殖领域的专业技术服务与资源共享网络平台。

关键词: 贝类设施养殖; 资源共享平台; 区块链; 系统开发

中图分类号: S951.2; S953.2; TP311.13

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2022)1-0076-07

DOI: 10.11759/hyxx20210426001

近年来, 全球贝类养殖产量稳定增长, 且在水产养殖中的产值逐年增加, 从 2010 年的 1 272.83 万吨增长到 2018 年的 1 751.09 万吨。贝类养殖已成为海水养殖业中的第二大养殖种类^[1]。传统养殖方式已不适应可持续发展的需求, 设施养殖的产业优势逐渐凸显, 设施养殖已得到大力发展^[2-4]。

在养殖设施方面, 我国研制出一系列新型的养殖配套设施, 如精准投饵的自动投饵系统^[5]、海水工厂化养殖系统^[6-7]、贝类的分级与计数统计系列装备^[8]、多元生态新型筏式养殖系统与筏式采收作业装备^[9-11]、滩涂贝藻采收装备^[12-14]等, 这些设施为我国向远岸深水水域进一步拓展, 开辟新的“战场”提供了工程设施保障^[15]。但是, 我国贝类设施养殖整体科技水平与发达国家差距较大, 其主要问题体现在^[2-4]: 各家产品单一, 可复用性差。大多以项目为依托定制化开发, 没有形成规模化产业效应; 标准化程度低, 成套的标准化设施设备研发较少, 市场上尚未有成熟的产品; 产业化水平低, 产业链尚未形成。

随着国家对贝类设施养殖产业投入的不断增加, 各企业、高校以及科研院所研发了大量的规格和种类繁多的养殖设施与设备, 如何充分发挥这些设施设备的资源效能, 让其更好地为产业服务, 并形成健康的可持续发展的产业链, 已经成了贝类设施养殖产业面临的重要问题。魏立斐等^[16]采用区块链技术和 HACCP 管理相结合的方法, 设计并分析全新

的智能化水产品质量安全溯源系统; 李妃养等^[17]开展了区块链技术在技术成果交易领域应用研究, 提出了建立技术成果交易联盟链的设想、思路与重点; 农业农村部渔业渔政局、全国水产技术推广总站、中国水产学会联合开展了水产养殖业信息资源共享交换体系建设研究^[18]。针对我国贝类设施养殖产业发展思路与方向, 有关专家指出, 要以促进我国贝类产业可持续发展为目标, 借鉴国外贝类设施养殖的先进经验, 依靠科技进步, 提高贝类设施养殖工程的开发水平, 建立高效、稳产、安全的养殖设施, 增强科研实力, 促进成果的研发和转移转化^[2]。

为促进贝类设施养殖产业的可持续地健康发展, 农业农村部从 2017 年开始, 开展了贝类设施养殖产业基础数据库建设。本文依托国家贝类产业技术体系岗位科学家任务, 通过调研全国贝类设施设备加工、生产企业分布、加工产品等情况, 构建贝类设施设备加工生产企业数据库, 并基于区块链技术, 构

收稿日期: 2021-04-26; 修回日期: 2021-09-30

基金项目: 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系资助 (CARS-49)

[Foundation: Supported by China Agriculture Research System of MOF and MARA, No. CARS-49]

作者简介: 李明智(1984—), 男, 辽宁葫芦岛人, 副教授, 主要从事渔业装备与工程、船舶机电一体化研究, 电话: 15841147810, E-mail: limingzhi@dlou.edu.cn; 张光发(1970—), 通信作者, 博士, 副教授, 主要从事渔业设备、CAD/CAE 工程仿真、软件工程等研究, 电话: 18742520320, E-mail: zhanggf@sdju.edu.cn

建了贝类设施养殖产业资源共享服务体系，设计了去中心化共享平台的系统架构，开发了基于区块链技术的产业资源共享平台系统，实现了贝类设施养殖产业资源共享。

1 贝类设施养殖产业资源共享平台需求分析

1.1 平台建设目标

贝类设施养殖产业资源共享服务平台通过合理整合和利用贝类设施养殖领域的设备资源、企业及研究机构的数据资源、专家资源、学术和创新成果资源以及政策信息等软硬件资源，为贝类设施养殖领域的产业研究提供资源支撑、理论资料索引和决策支持；并实时跟进贝类设施养殖领域的学术研究、设备研发及其应用的实际动态，实现资源共享，提高产业服务水平和能力，全面提升自主创新能力，助力设施渔业产业上下游企业的发展，促进以生产

为重点的贝类设施养殖行业的技术进步与健康快速发展。

贝类设施养殖产业资源共享服务平台将打造贝类设施养殖行业的综合性门户网站，覆盖行业相关企业事业单位以及科研院所，建设专业化、集约化的公共服务平台，利用互联网整合关联的各类优势资源与信息，通过技术手段实现平台内外部信息互动与资源共享，为贝类设施养殖相关机构提供全面优质的服务。

1.2 系统用户与业务结构

平台的用户包括贝类设施养殖产业相关的贝类养殖企业(U1)、加工企业(U2)、饵料饲料供应商(U3)、设施设备供应商(U4)、仪器设备租赁商(U5)、专业技术培训机构(U6)、专业技术服务公司(U7)、行业专家(U8)、科研院所(U9)政府机构(U10)以及行业协会(U11)等，平台用户及其业务结构模型如图 1 所示。

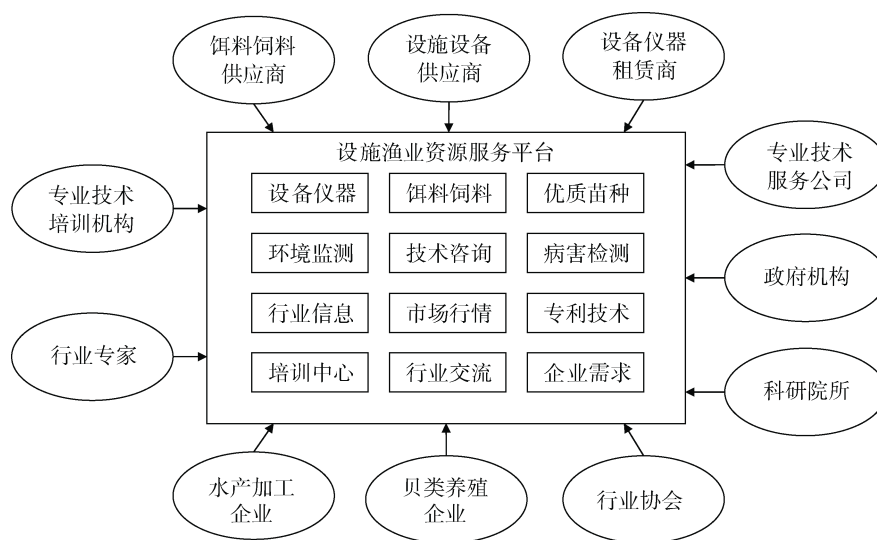


图 1 平台用户与业务结构

Fig. 1 Platform user and business structure

1.3 平台服务与功能分析

根据系统业务结构，分析了平台的服务及其主要功能如表 1 所示。

1.4 系统用例分析

基于区块链去中心化的思想构建共享平台，连接需求方与服务方。将用户按照需求方与服务方，对系统进行用例分析如表 2 所示。实现平台用户的知识产权保护以及交易过程的可追溯和不可篡改^[16, 19]。

2 贝类设施养殖产业资源共享平台架构

根据系统平台的业务逻辑、平台的总体性能以及区块链的技术实现，将系统平台分为 4 层：数据层、服务层、应用层以及表现层，其结构如图 2 所示。

(1) 数据层

即基础数据库，为系统平台提供数据支撑，包

表 1 平台服务与功能

Tab. 1 Platform Services and Functions

编号	需求/服务	主要功能
A	设施设备	厂商与设备信息维护、查询与采购
B	饵料饲料	饵料饲料信息维护、查询与采购
C	仪器设备	仪器设备信息维护、查询与租赁
D	技术培训	技术培训注册、报名
E	技术服务	技术服务注册、报名
F	人才	人才信息维护与查询
G	项目合作	项目信息维护与联络
H	政策与标准	政策与标准信息发布
I	行业信息与引导	行业信息发布与维护
J	需求信息	各业务需求发布与收集
K	培训实施	培训实施记录
M	服务实施	服务实施记录
N	专家指导	专家指导记录、线上指导
O	专业导向	专业导向分析
P	会员支持	会员管理
S	企业信息	企业信息维护、查询与统计

表 2 系统用户及其用例

Tab. 2 System users and use cases

服务方	需求方										
	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11
U1	—	—	J	J	J	J	J	J	J	S	P
U2	—	—	—	J	J	J	J	J	J	S	P
U3	B	—	—	J	J	J	J	J	J	S	P
U4	A	A	A	—	—	—	—	—	J	S	P
U5	C	C	—	—	—	—	—	—	—	S	P
U6	D	D	—	—	—	—	F	J	K	S	P
U7	E	E	—	—	—	—	—	J	G	S	P
U8	E	E	E	E	—	K	M	—	N, G	S	P
U9	F, E, G	F, E, G	E	E, G	—	F, K	F, M	G	F, E, G	O	P
U10	H	H	H	H	—	—	H	—	H, O	—	H
U11	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	—

注: 表中编号参考 1.2 节及表 1

括业务数据和区块链数据。业务数据库用于存储平台业务数据, 主要包括: 各种资源库、会员库、订单库等。区块链数据保存以太坊区块链平台所需数据, 主要包括: 智能合约、数字签名、数据区块、公钥加密数据等^[20-22]。

(2) 服务层

服务层即平台服务端, 主要包括数据访问服务、搜索引擎、移动支付服务、外部接口以及区块

链相关的服务。

(3) 应用层

应用层即平台客户端, 实现了平台各项服务功能与数据维护管理; 包括前端应用和后台管理。前端应用主要包括需求方和供应方用户前端的产业资源注册与共享、需求发布以及行业资讯发布与浏览等功能子系统, 后台管理主要用于平台的管理者进行会员管理以及数据维护。



图2 系统平台架构图
Fig.2 System platform architecture diagram

3 基于区块链的资源共享服务实现

3.1 基于区块链的平台业务逻辑设计

贝类设施养殖资源共享平台是一个基于区块链技术的去中心化服务平台。本文基于共享经济的理念，采用区块链和信息技术构建资源共享平台^[20-21]。平台一方面为参与方提供需求发现、资源整合、交易撮合、支付结算等功能，另一方面连接政府、科研院所、保险、行业职能等部门，为行业资源共享提供政策指导。根据平台的业务流程，从实现产业资源共享的业务和去中心化支付过程面向的对象对平台业务逻辑过程进行分析，共享平台业务逻辑流程如图3所示。

与一般平台不同的是，用户需要通过注册以后才能进行资源共享服务^[23-25]。每个用户注册后，系统通过区块链服务将为其生成区块链账户^[24, 26]。用户通过订单实现资源共享，并通过区块链平台(即以太坊智能合约)实现订单的支付与结算^[27]。

3.2 以太坊智能合约设计

区块链将参考文献[28-30]按数据库、网络层、共识层、智能合约层以及应用层等5层结构来实现，以太坊智能合约在设计思想上将共享信息平台所涉及的不同对象通过结构体和映射的方式存储在一个合约中，提高参与用户的交互程度。平台将资源信息

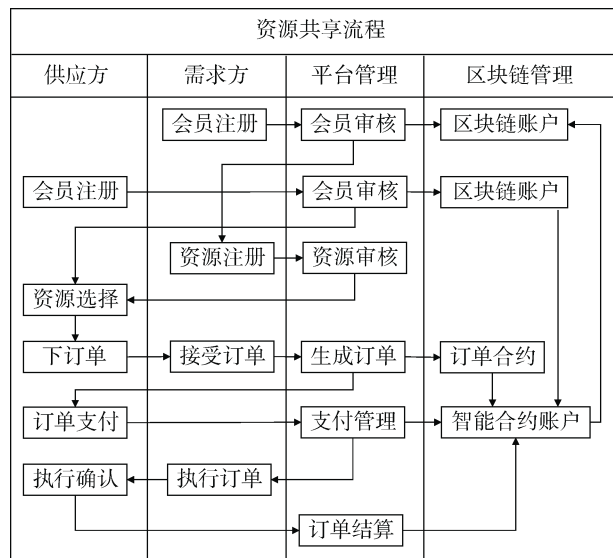


图3 基于区块链的平台业务逻辑示意图
Fig.3 Schematic diagram of the business logic of the platform based on blockchain

交互与服务过程中产生的订单信息写入区块链中，通过脚本语言设计智能合约，使需求者与供应者进行交互，实现共享资源交易过程中的去中心化。

4 结论

针对我国贝类设施养殖产业发展方面的问题，开发贝类设施养殖产业资源共享平台，通过合理整

合和利用贝类设施养殖领域的设备资源、企业及研究机构的数据资源、专家资源、学术和创新成果资源以及政策信息等软硬件资源,建设贝类设施养殖领域的专业技术服务与资源共享网络平台,为贝类设施养殖领域的产业研究与开发提供资源支撑、理论资料索引和决策支持,助力贝类设施养殖产业上下游企业的发展,推动设施养殖产业技术进步与转型发展。

另外,针对资源共享过程中致使产权以及交易信任问题,基于共享经济的理念,采用区块链和信息技术构建去中心化的共享服务平台和通过脚本语言设计智能合约,使需求者与供应者进行交互,实现平台用户的知识产权保护以及交易过程的可追溯和不可篡改。

参考文献:

- [1] Food and Agricultural Organization of the United Nations. The State of World Aquaculture 2020[M]. Rome: FAO Press. 2020: 29-36.
- [2] 刘鹰,郑纪盟,邱天龙. 贝类设施养殖工程的研究现状和趋势[J]. 渔业现代化, 2014, 41(5): 1-5.
LIU Ying, ZHENG Jimeng, QIU Tianlong. Applications and prospects of shellfish facility farming project[J]. Fishery Modernization, 2014, 41(5): 1-5.
- [3] 张文博,马旭洲. 2000年来中国水产养殖发展趋势和方向[J]. 上海海洋大学学报, 2020, 29(5): 661-674.
ZHANG Wenbo, MA Xuzhou. China's aquaculture development trends since 2000 and future directions[J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2020, 29(5): 661-674.
- [4] 黄一心,丁建乐,鲍旭腾,等. 中国渔业装备和工程科技发展综述[J]. 渔业现代化, 2019, 46(5): 3-10.
HUANG Yixin, DING Jianle, BAO Xuteng, et al. Develop research on China fishery equipment and engineering technology[J]. Fishery Modernization, 2019, 46(5): 3-10.
- [5] 刘思,俞国燕. 工厂化养殖自动投饵系统研究进展[J]. 渔业现代化, 2017, 44(2): 1-5.
LIU Si, YU Guoyan. Progress of research on automatic feeding system in factory aquaculture[J]. Fishery Modernization, 2017, 44(2): 1-5.
- [6] 林更铭,李炳乾,项鹏,等. 海水工厂化养殖废水循环利用的初步探讨[J]. 海洋科学, 2009, 33(5): 47-50.
LIN Gengming, LI Bingqian, XIANG Peng. Preliminary studies on cyclic utilization of wastewater from marine aquaculture plant[J]. Marine Sciences, 2009, 33(5): 47-50.
- [7] 陈忠东,蒋新跃. 工厂化水产养殖装备技术及其设备使用现状[J]. 福建农机, 2019, 158(4): 40-43.
CHEN Zhongdong, JIANG Xinyue. Equipment technology and application status of industrialized aquaculture[J]. Fu Jian Nongji, 2019, 158(4): 40-43.
- [8] 李明智,陈海泉,刘鹰,等. 扇贝苗规格识别与计数装置优化设计与试验[J]. 农业工程学报, 2021, 37(3): 37-46.
LI Mingzhi, CHEN Haiquan, LIU Ying, et al. Optimization design and experiments of specification identification and counting device for scallop seedlings[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2021, 37(3): 37-46.
- [9] 李明智,赵学伟,邓长辉,等. 虾夷扇贝海上转运系统改进设计与试验[J]. 农业工程学报, 2014, 30(11): 195-204.
LI Mingzhi, ZHAO Xuewei, DENG Changhui, et al. Reconstruction and experiment on raft culture working for *Patinopecten yessoensis*[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2014, 30(11): 195-204.
- [10] 赵永军. 刺参的生物清除作用及贝参混养模式的建立[D]. 长春: 吉林农业大学, 2002.
ZHAO Yongjun. Biodegradation of *Apostichopus japonicus* foundation of bivalve and *A. japonicus* polyculture system[D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2002.
- [11] 张起信,张启胜,李维年,等. 虾夷扇贝筏式养殖高产技术研究[J]. 海洋科学, 2000, 8: 14-16.
ZHANG Qixin, ZHANG Qisheng, LI Weinian, et al. Study on high yield technology of raft culture of scallop scallop[J]. Marine Science, 2000, 8: 14-16.
- [12] 谭永明,谌志新,楚树坡,等. 自动拖拽转挂式海带采收船的设计[J]. 渔业现代化, 2018, 45(5): 71-76.
TAN Yongming, CHEN Zhixin, CHU Shupo, et al. Design of automatic drafting and hanging kelp harvesting vessel[J]. Fishery Modernization, 2018, 45(5): 71-76.
- [13] 陈正,朱从容,李振华,等. 履带式滩涂贝类采收机设计[J]. 机械工程师, 2015, 12: 136-137.
CHEN Zheng, ZHU Congrong, LI Zhenhua, et al. Design of tracked tidal shellfish harvesting machine[J]. Mechanical Engineer, 2015, 12: 136-137.
- [14] 申屠留芳,张炎,孙星钊,等. 滩涂文蛤收获机挖掘铲的设计与分析[J]. 农机化研究, 2016, 11: 113-117.
SHENTU Liufang, ZHANG Yan, SUN Xingzhao, et al. Beach clam harvester design an analysis of digging shovel[J]. Agricultural Mechanization Research. 2016, 11: 113-117.
- [15] 纪毓昭,王志勇. 我国深远海养殖装备发展现状及趋势分析[J]. 船舶工程, 2020, 42(S2): 1-4, 82.
JI Yuzhao, WANG Zhiyong. Analysis and trend of

- deep-sea aquaculture development in China[J]. *Ship Engineering*, 2020, 42(S2): 1-4, 82.
- [16] 魏立斐, 朱嘉英, 衡旭日, 等. 基于区块链技术和 HACCP 管理的智能化水产品质量安全溯源系统的设计与实现[J]. *渔业现代化*, 2020, 47(4): 89-96.
WEI Lifei, ZHU Jiaying, HHENG Xuri, et al. Design and realization of intelligent quality-and-safety traceability system for aquatic products based on blockchain combined with HACCP management[J]. *Fishery Modernization*, 2020, 47(4): 89-96.
- [17] 李妃养, 黄何, 张宏丽. 区块链技术在技术成果交易领域应用探索[J]. *科学管理研究*, 2020, 38(3): 55-60.
LI Feiyang, HUANG He, ZHANG Hongli. Application exploration of block chain technology in the field of technology trading[J]. *Scientific management research*, 2020, 38(3): 55-60.
- [18] 于航盛, 夏芸, 李春朋. 水产养殖业信息资源共享交换体系建设初探[J]. *中国水产*, 2020, 535(6): 36-38.
YU Hangsheng, XIA Yun, LI Chunpeng. Discussion on the construction of information resource sharing and exchange system in aquaculture industry[J]. *China Fisheries*, 2020, 535(6): 36-38.
- [19] 许继平, 孙鹏程, 张新, 等. 基于区块链的粮油食品全供应链信息安全管理原型系统[J]. *农业机械*, 2020, 51(2): 341-349.
XU Jiping, SUN Pengcheng, ZHANG Xin, et al. Prototype system of information security management of cereal and oil food whole supply chain based on blockchain[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2020, 51(2): 341-349.
- [20] NOFER M, GOMBER P, HINZ O, et al. Blockchain[J]. *Business & Information Systems Engineering*, 2017, 59(3): 183-187.
- [21] PAZAITIS A, FILIPPI P, KOSTAKIS V. Blockchain and value systems in the sharing economy: The illustrative case of backfeed[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, 125: 105-115.
- [22] RIVERA J D, ÁNGEL G, CASSIDY P. A Netnographic study of P2P collaborative consumption platforms user interface and design[J]. *Environmental Innovation & Societal Transitions*, 2017, 23: 11-27.
- [23] BAHGA A, MADISSETTI V K. Blockchain platform for industrial internet of things[J]. *Journal of Software Engineering & Applications*, 2016, 9(10): 533-546.
- [24] JAMES, SOPHIA. Blockchain System Successfully Deployed Torevolutionise[N]. *News in Focus*. 2017-08-30(2-4).
- [25] DMITRY E, PAVEL R. The All-Pervasiveness of the blockchain technology[J]. *Procedia Computer Science*, 2018, 123: 116-121.
- [26] LAURELL C. The sharing economy in social media: Analyzing tensions between market and Non-market Logics[J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2017(15): 108-121.
- [27] ERTA M, LECOMPTE A, DURIF F. Neutralization in collaborative consumption: an Exploration of justifications relating to a controversial service[J]. *Social Science Electronic Publishing*, 2016, 3: 338-345.
- [28] SUNDARARAJAN A. From Zipcar to the sharing economy[J]. *Harvard Business Review*, 2013(13): 84-89.
- [29] 袁勇, 王飞跃. 区块链技术发展现状与展望[J]. *自动化学报*, 2016, 42(4): 481-494.
YUAN Yong, WANG Feiyue. Development status and prospect of blockchain technology[J]. *Acta Automatica Sinica*, 2016, 42(4): 481-494.
- [30] 邵奇峰. 区块链技术: 架构及进展[J]. *计算机学报*, 2017, 41(5): 969-978.
SHAO Qifeng. Blockchain: Architecture and research progress[J]. *Chinese Journal of Computers*, 2017, 41(5): 969-978.

Resource sharing platform for the shellfish facility cultivation industry based on blockchain

LI Ming-zhi^{1, 2}, ZHANG Guang-fa³, LIU Ying⁴, CHEN Hai-quan¹, ZHANG Rui-jin⁴, SUN Yu-qing¹

(1. Marine Engineering College, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China; 2. College of Navigation and Shipbuilding Engineering, Dalian Ocean University, Dalian 116023, China; 3. School of Mechanical Engineering, Shanghai Dianji University, Shanghai 201306, China; 4. Aquaculture Engineering R&D Center of Liaoning Province, Dalian Ocean University, Dalian 116023, China)

Received: Apr. 26, 2021

Key words: shellfish facility cultivation, resource sharing platform, blockchain, csoftware system development

Abstract: In this study, a resource-sharing platform was developed in response to the need of the shellfish facility cultivation industry in China, and the request of the Ministry of Agriculture concerning the construction of a basic database for the shellfish facility cultivation industry. Using the software engineering method, the design and implementation of the resource sharing platform for the shellfish facility cultivation industry, including requirements analysis, platform business function planning, system design, and platform architecture based on blockchain and its implementation method, were discussed in detail to build a stable, reliable, efficient, and practical professional technical service and resource sharing network platform.

(本文编辑: 康亦兼)