

# TR 人工鱼礁建设技术的初步研究

杨宝矿, 王飞, 黄玉君

(浙江海洋大学 水产学院, 浙江 舟山 316022)

[摘要] 文中涉及的 TR 人工鱼礁 (TRUSS REEF) 是日本一公司开发主要用于诱集鱼类, 后来我国引进用于鲍参养殖。为了验证 TR 人工鱼礁用于鲍参养殖的合理性, 在以往人工鱼礁建设的经验和研究的基础上对 TR 人工鱼礁的结构、选址、影响因子等进行了分析, 提出管理和维护建议, 旨在实现 TR 人工鱼礁的投放、管理和特殊水产品养殖, 并为 TR 人工鱼礁的建设提供技术参考。

[关键词] TR 人工鱼礁; 结构性能; 礁体选址; 影响因子

[中图分类号] S953.1 [文献标识码] A

人工鱼礁的概念至今没有一个统一的说法, 通常以人工鱼礁的功能进行定义。我们可以认为人工鱼礁是人工或自然的结构物, 投放于海洋中, 可以改善海洋生态环境, 创造出适宜海洋生物生活的新生境, 海洋生物能够在此附着、栖息、索饵、繁殖等, 且对渔业资源的保护和增殖有积极作用。本文中的 TR 人工鱼礁来源于日本一公司对珊瑚礁的集鱼效果、消波效果等得到的启示而设计的一类桁架型人工鱼礁, TR 的名称则来自于 TRUSS REEF (桁架礁) 的首字母。另外, 桁架上装有水动力板, 以形成乱流, 设计之初用于诱集鱼类。后来, 在我国山东烟台、浙江温州建设的 TR 人工鱼礁也可实施鲍鱼、海参养殖。

由于渔业资源的衰退, 日本、美国等海洋渔业发达国家和地区纷纷结合自身实际情况, 对本地区海洋渔业环境进行了系列的改造, 建设人工鱼礁就是近几十年来取得的较为成功的措施之一。从 1952 年到 1970 年, 日本为了振兴沿海渔业, 把人工鱼礁建设纳入国家整体规划, 并做了人工鱼礁对鱼类行为影响的试验, 特别是对近海鱼类聚礁行为的研究, 并且附有水槽试验。从 20 世纪 60 年代到 80 年代中期, 美国政府不断加大对人工鱼礁投入研究, 1985 年联邦政府发布了《国家人工鱼礁计划》开始将其上升到国家发展计划中来, 在 1983 年美国参加游钓活动人数达 5400 万人, 游钓船只达 1100 万艘, 游钓鱼类产量约  $140 \times 10^4$ t, 占全美渔业总产量的 35%, 占使用上市量的  $\frac{2}{3}$ , 为游钓鱼业服务的社会收益大于 180 亿美元, 成为当今世界上名不虚传的游钓鱼业王国。

从 1979 到 1980 年, 我国沿海各省投放了不同类型的人工鱼礁共计 28000 多个, 进入 20 世纪 90 年代, 由于资金和管理经验不足, 加之人工鱼礁带来的效益不明显, 我国人工鱼礁建设陷入停滞状态。经过调整, 我国人工鱼礁在暂停 10 余年后又再度兴起, 2003 年至 2010 年间, 舟山市投入 2500 万元进行

人工鱼礁建设。

目前 TR 人工鱼礁仅局限在刚开发阶段, 礁体投放和特殊水产品养殖无法实现, 究其原因主要是 TR 人工鱼礁建设的关键技术仍然欠缺 (如: TR 人工鱼礁的投放、管理和特殊水产品养殖)。TR 人工鱼礁建设情况基本无文献报道, 与其他人工鱼礁对比, TR 人工鱼礁有较大的创新, 具有良好的抗风浪能力。

## 1 TR 人工鱼礁结构

整个 TR 人工鱼礁尺寸为  $2.6\text{m} \times 2.6\text{m} \times 2\text{m}$ , 包括四条桁架上水动力板在内, 每个礁体空方数为  $5.1\text{m}^3$ , 总重量约 8.1kN, 如投放 2010 个, 共计礁体空方数  $10250\text{m}^3$ 。考虑到放置水域底质为泥, 且深度最多达 0.5m, 为避免人工鱼礁整体陷入淤泥, 因而在底面安置钢板, 然后铺上砾石, 达到增殖养殖的目的。功能良好的人工鱼礁应当具备良好的透空性和透水性。保证礁体内空隙的数量、大小和形状适合礁体周围生物的种类和数量, 并使礁体内有充分的水体交换。因此在钢板上铺的砾石应带规格平均粒径为 50mm, 这样能保证养殖空间足够的透空性和透水性。因此, TR 人工鱼礁是增殖型和养殖型功能兼具的多功能人工鱼礁。如图 1、图 2、图 3、图 4。



图 1 TR 人工鱼礁实物图



图 2 底座实体图

[收稿日期] 2017-01-06

[基金项目] 浙江省自然科学基金 (LY14C190005), 浙江省海洋渔业装备技术研究重点实验室资助 (MFET201404), 苍南县科技计划项目 (20114N26); 2015 国家级大学生创新创业训练项目 (项目编号: 201510340011)。

[作者简介] 杨宝矿 (1995—), 男, 安徽阜阳人, 本科生。

[通讯作者] 王飞 (1973—), 女, 浙江嵊州人, 副教授, 研究方向: 海洋渔业。



图3 水动力板



图4 钢筋混凝土管的连接

## 2 TR 人工鱼礁的选址

### 2.1 人工鱼礁选址需考虑的因素

人工鱼礁的投放选址要科学合理, 否则不当的投放选址不能够发挥人工鱼礁的功能作用, 而且可能会造成航道堵塞、破坏海洋生境。因此, 人工鱼礁的投放要综合考虑鱼礁的结构、功能、海洋生物、底质类型、流速、水温等因素。目前我国的人工鱼礁投放选址研究起步较晚, 研究还不够深入, 直到 2003 年李文涛、张秀梅等人综述性的提出了人工鱼礁投放选址的方法和步骤。

2.1.1 生物因素。人工鱼礁的效果在于营造一种适合海洋生物生活的环境, 海洋初级生产力。叶绿素 a 是衡量海洋中初级生产力的良好指标。叶绿素 a 含量越高, 初级生产力越高, 即生产有机质的能力越高。投放区通常选择初级生产力高, 饵料充足, 本底条件优越的海域。从我国 20 世纪 60 年代到至今来看, 我国海洋生物资源锐减的主要是经济鱼类及虾蟹类。因此, 人工鱼礁的建设主要用来恢复经济鱼类, 维持其种群密度处于较高水平。

2.1.2 底质类型。礁体的整体性和使用寿命受礁区底质情况的影响, 底质坚硬的海床是建造人工鱼礁的理想场所。这种底质能够支持礁体材料的重量, 使礁体保持位置不变和结构的完整, 并避免礁体投放后陷入海底, 过多的淤泥会影响软体生物的附着和鱼礁功能的正常使用。

2.1.3 流速和水深。礁体的存在改变了其周围海水的流态, 产生了涡流和流影, 并且提供礁体周边生物的营养。为了维持礁区的营养的供给, 礁区周围水流要有一定流速, 一般不超过 0.51m/s, 海流流速过大会造成礁体位移和倾覆, 进而影响礁区生物的生存。人工鱼礁投放水深不宜过大, 否则会影响导致植物光合作用不足。水深适度便于潜水人员对人工鱼礁的维护保养、监测和增殖工作。如果深度过大, 光照强度随着水深逐渐减弱, 会限制礁区的光合作用, 从而导致初级生产力不足, 影响鱼礁区的生物量。

2.1.4 水温。水温会随着季节的更替而变化。唐衍力等人认为水温对鱼类、虾蟹及棘皮类群落结构变化有着重要的影响。水温会影响海水中浮游植物的光合作用, 良好的光合作用才会为投放区提供足够的有机质能。水温对海洋中的浮游动物、鱼类、虾蟹类的生长、发育、繁殖有着重要影响。

由于 TR 人工鱼礁主要用于鲍参养殖。水温对鲍参的生长是个很重要的因子。杂色鲍为暖水性种类, 24 ~ 27 为其最适宜生长温度, 不耐寒, 但较耐高温, 高于 30 或低于 12 摄食及活动减少。水温对刺参的生理活动影响显著, 刺参的耐受水温为 -2 ~ 30, 最适宜生长温度为 10 ~ 16, 当水温高于 20 时刺参立即进入夏眠期。

### 2.2 TR 人工鱼礁的选址调查

2.2.1 材料与方法。(1) 调查地点。石坪及邻近海域中心地处石坪港, 南接大渔海域, 北靠炎亭前屿海域, 往东为百亩礁海域, 海水清澈, 含沙量低, 海域底质以粉砂质泥和泥质粉沙为主, 可承载力强。海底地形自西向东下倾, 水深一般在 7 ~ 15m 之间, 东侧外海为深水通道, 东南方为渔船航道, 其水深 20m 以上, 最深处长达 30m。海水温度、盐度、透明度等水文因子相对稳定。海区肥沃, 营养盐丰富, 上升流发达, 为海洋生物大量富集提供了适宜环境条件和丰富的饵料来源。

石坪人工鱼礁规划建设在苍南县大渔湾北部的石坪社区牛鼻山东南侧海域, 地理坐标为东经 120°38' 51.15", 北纬 27°24' 17.83"; 东经 120°38' 53.38", 北纬 27°24' 04.75"; 东经 120°39' 36.74", 北纬 27°24' 05.45"; 东经 120°39' 35.03", 北纬 27°24' 18.49"。示范区整体呈一水平方向长约 1200m, 垂直方向约 400m 的四边形, 面积约为 48hm<sup>2</sup> (如图 5)。

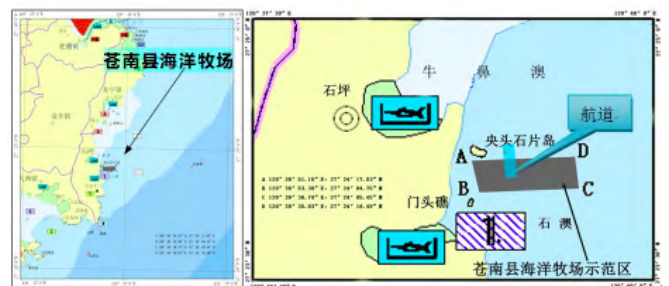


图5 苍南县海洋牧场示范区建设海域范围和建设位置

( AB=0.4092km, BC=1.1896km, CD=0.4322km, DA=1.2051km )

(2) 站点设计。在鱼礁投放区选择 15 个站点, 根据该海域的地理情况, 进行水质采样和其他水文条件测定。站点主要设在投放海域的中心区和边缘区。站点设计和具体测试情况见表 1。

表 1 人工鱼礁投放海区 15 个站位情况

站位	坐标	底质	采泥时间	GPS 误差
1	120°38' 52.08", 27°24' 10.23"	沙质	9:07	7m
2	120°38' 54.12", 27°24' 08.33"	砾质	9:33	10m
3	120°38' 57.47", 27°24' 09.52"	泥质	10:12	9m
4	120°38' 59.23", 27°24' 09.58"	砾质	10:36	9m
5	120°39' 02.01", 27°24' 07.42"	砾质	10:52	10m
6	120°39' 05.16", 27°24' 08.19"	泥质	11:09	13m
7	120°39' 08.04", 27°24' 08.38"	泥质	11:24	8m
8	120°39' 08.37", 27°24' 08.40"	砾质	13:08	9m
9	120°39' 09.25", 27°24' 09.50"	泥质	13:24	7m
10	120°39' 11.23", 27°24' 10.56"	泥质	13:49	9m
11	120°39' 12.59", 27°24' 11.29"	泥质	14:09	16m
12	120°39' 15.45", 27°24' 10.03"	泥质	14:29	13m
13	120°39' 18.44", 27°24' 10.59"	泥质	15:06	8m
14	120°39' 22.13", 27°24' 11.09"	泥质	15:27	9m
15	120°39' 30.07", 27°24' 11.56"	泥质	15:56	15m

2.2.2 调查内容和分析方法。此次调查于 2013 年 3 月、6 月、8 月、11 月和 2014 年 2 月到温州苍南石坪海域人工鱼礁投放区进行了水温、盐度、海流、潮汐、波浪、水质环境因子等调查监控。在温州苍南石坪海域人工鱼礁投放区域用温盐深记录仪测定了水域的温度、盐度；用记录式流速仪测定了水域的海流速度；由于人工鱼礁投放和人工鱼礁增殖效果与海域水文条件有很大的关系，所以本文将对这 5 次调查活动资料进行汇总统计，以研究水文条件与人工鱼礁投放及增殖效果的关系。

2.3 结果与分析

2.3.1 生物种类。经初步调查，苍南海域的生物主要由浮游生物和底栖生物构成，其中浮游生物又有两部分组成：浮游植物和浮游动物。浮游植物 5 门 41 属 94 种。其中，硅藻 29 属 73 种 (占 77.7%)；甲藻 8 属 17 种 (占 18.1%)；蓝藻 2 属 2 种 (占 2.0%)；裸藻和金藻各 1 属 1 种 (占 2.8%)。夏季共有浮游植物 5 门 35 属 79 种。其中，硅藻 25 属 61 种 (占 77.2%)；甲藻 7 属 15 种 (占 19.0%)；金藻、裸藻和蓝藻各 1 属 1 种 (占 3.8%)。春季共有浮游植物 5 门 29 属 68 种。其中，硅藻 19 属 51 种 (占 75.0%)；甲藻 7 属 14 种 (占 20.6%)；金藻、裸藻和蓝藻各 1 属 1 种 (占 4.4%)。浮游动物共有 14 大类 57 种浮游动物，其中桡足类 18 种，浮游幼虫 (包括仔鱼) 10 种，水螅水母类 9 种，管水母类和十足类 3 种，多毛类、栉水母、端足类、毛颚类各 2 种，介形类、被囊类、枝角类、磷虾、腹足类各 1 种。底栖生物中共有 84 种大型底栖动物，各类群分别为：多毛类 33 种，软体动物 32 种，甲壳类 9 种，棘皮动物 5 种，其他类 5 种。软体动物、多毛类是组成该区底栖生物物种的主要成分，二者可占全区总种数的 77.4%。底栖藻类 44 科 168 种，常见的有石花菜、江篱、海萝、鼠尾藻等。而其中底栖生物中软体动物的中增殖过程经常出现的是杂色鲍和刺参。

2.3.2 水温。温州苍南石坪海域表层水温年平均为 17.4，7 月底最高为 29.5，1 月底最低为 10.3，极端最高水温 34.1，极端最低水温 2.7。底层水温年平均为 17.1，8 月底最高气温为 28.2，1 月底最低为 9.6。全年水温变化情况如图 6 所示。

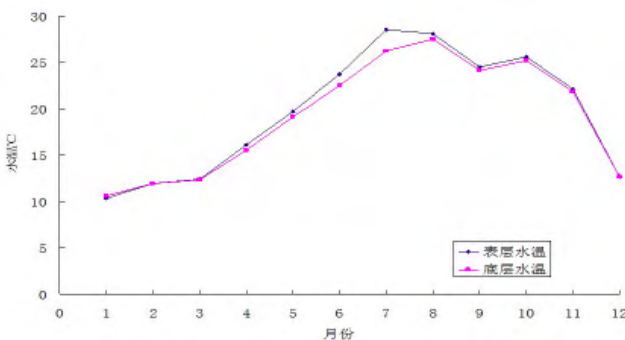


图 6 石坪海域水温随月份变化图

2.3.3 潮汐和水流。石坪海域属于的半日潮，最高潮位为 6m，最大潮差为 5.92m，潮差较大。海区流向平直、流速在 1.0m/s 以下。潮流方向基本在水下地形走向一致，呈现往复流特性。因此，

人工鱼礁的大小、高度等都需要慎重考虑。

2.3.4 水质理化因子。温州苍南石坪海域 PH 值，冬季较高，夏季 PH 值稍稍下降，变化范围为 8.08 ~ 8.35，海区溶解氧变化范围为  $6.50 \times 10^{-3} \text{mg/L} \sim 8.87 \times 10^{-3} \text{mg/L}$ ，营养盐含量较为丰富，活性磷酸盐平均 0.007mg/L，三氮之和平均值为 0.1mg/L。周年平均盐度 30.5，表层海水的盐度范围为 21.0 ~ 34.1 之间，底层海水的盐度范围为 28.02 ~ 33.91 之间。全年表层、底层海水盐度变化如图 7 所示。

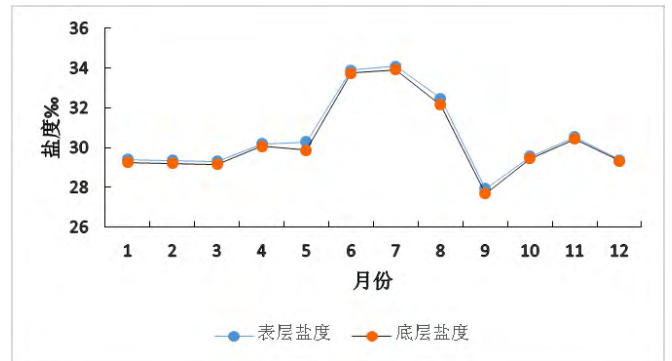


图 7 石坪海域盐度随月份变化图

3 结论

3.1 养殖鲍鱼、海参的条件

石坪海域是我国和世界营养盐最丰富的海区之一。春、夏两季因浮游生物大量繁殖对营养盐的消耗而表现较低外，秋、冬两季营养盐含量均远远超过浮游植物生长的需要。因此，养殖鲍鱼、海参基本上不需要人为地注入营养物质。因此，在该海域建设 TR 人工鱼礁养殖鲍参是可行的，鲍参在礁区的生活基本能够自持。

温州苍南石坪海域垂直方向水温变化范围较小，存在表层水温高，底层水温低，但水温分层不明显。石坪海域的水温夏高冬低，一般在 10.3 ~ 29.5，适合于鲍鱼和刺参养殖。但极端温度也会对鲍鱼和刺参养殖造成危害，所以要针对鲍鱼不耐寒和刺参不耐热的特性分别采取措施来减低危害。

3.2 TR 人工鱼礁的稳定性

礁区底质一般要求有足够的承载力，保证礁体不发生翻滚、倾覆。温州苍南石坪海域底质以泥沙质，泥质为主，沙质为辅，砂质分布于岸基周边，还域底质以粉砂质泥和泥质粉沙为主，可承载力达  $4 \text{t/m}^2$  以上，单个 TR 人工鱼礁礁体的重量为 8.1kN，满足人工鱼礁选址的地址要求。TR 人工鱼礁有 4 个高 50cm 的底座，能够有效增加与海底接触面，从而抗滑移、翻滚的能力显著增强，这也是与传统框架结构的人工鱼礁的重要区别。苍南石坪海域多为上升流，不会引起泥沙在底座上逐渐堆积，保证了 TR 人工鱼礁的完整性。

3.3 后期管理建议

TR 人工鱼礁投放后，礁体的维护、礁区生物量评估、养殖的鲍参效果评估都是很重要的环节，关乎 TR 人工鱼礁建设能否成功。通常情况下，礁体状况的观测都是派潜水员和水下

# 舟山梭子蟹蛋白水解物的制备及活性研究

丁冬各

(浙江海洋大学 食品与医药学院, 浙江 舟山 316022)

[摘要] 梭子蟹, 学名 *Portunus trituberculatus*, 梭子蟹科, 全球分布广泛。在舟山地区, 梭子蟹的产量尤为巨大。由于产量较大, 售价较低, 影响了渔民的捕获积极性。同时, 受现代保鲜保活技术的限制, 梭子蟹捕捞后, 不易存活, 大量梭子蟹死后被丢弃, 这大大浪费了资源, 造成了渔民朋友和经销商的损失。为此, 高值化利用梭子蟹的生产方式迫在眉睫。梭子蟹是一种高蛋白低脂肪的海洋鱼类, 同时又富含微量元素。因此, 对梭子蟹中的蛋白进行综合开发利用, 既可以减少资源浪费, 又可以创造更多价值, 将会为渔业经济的发展带来新的增长点。以梭子蟹下脚料为原料, 优化了梭子蟹抗氧化肽制备的工艺条件, 探讨了超声预处理、分子量大小、分离纯化方法同抗氧化活性之间的关系。

[关键词] 梭子蟹; 抗氧化; 分子量; 分离纯化

[中图分类号] TS254.9 [文献标识码] A

2014年舟山市蟹类海产品捕获量达到了211442t, 占到整个捕获量比重的21.7%以上, 比2013年同比增长55.4%, 其中主要是梭子蟹。梭子蟹营养丰富, 经济价值较高, 深受人们喜爱。不同于其他鱼类, 梭子蟹肠胃中带有致病菌和其他有毒物质, 一旦死后, 这些病菌大量繁殖; 另外, 螃蟹体内还含有许多的容易分解的组氨酸, 分解后生成组胺和类组胺物质, 螃蟹死的时间越长, 体内组氨数量就会增加的越多, 当浓度达到一定的数值, 会造成中毒。这些给梭子蟹的加工利用带来了很大困难, 因此, 要探索更加科学的方法对梭子蟹进行加工处理, 以便更好的利用资源, 减少浪费, 提高综合效益。

近年研究发现, 在构成蛋白质氨基酸序列中一些肽段具有一些独特的生理活性。选择合适的方法将这些活性肽释放出来, 从而可制备出具有不同生理功能生物活性肽, 如促进机体免疫调节、降血压、抑制肿瘤、抑菌等, 这将为鱼类资源的开发利用创造更为广阔的空间。抗氧化活性肽是生物活性肽的一种, 大量的研究表明抗氧化体具有抑制食品腐败变质、清除人体多余的自由基等功效。本文以梭子蟹为原料制备具有一定活性蛋白酶解产物, 为梭子蟹的开发利用提供借鉴。

## 1 材料和设备

[收稿日期] 2017-01-07

[作者简介] 丁冬各(1984—), 男, 江苏邳州人, 硕士研究生, 研究方向: 天然产物提取与应用。

机器人进行观测, 这对海域水质要求很高。苍南石坪海域多上升流, 营养盐丰富, 海水能见度很低。为了方便管理, 在每一TR人工鱼礁的顶部系一浮球并编号, 通过浮球来确定单体礁的位置。根据浮球位置划设保护线。礁区保护线周围1000m以内水域即为保护礁区。在保护线内禁止拖网作业, 以防对礁体造成破坏。

### [参考文献]

- [1] 中村充. 人工鱼礁の舒算己般舒刊[J]. 水产の研究, 1986, 5(25): 107-111.
- [2] 邵广昭. “人工鱼礁”一积极复育近沿海渔业资源[J]. 中国水产月刊(台湾), 1989(438): 14-32.
- [3] 陈锤. 鱼礁史话[J]. 海洋开发与管理, 2001(04): 74-75.
- [4] 杨咨, 刘同渝, 黄汝堪. 人工鱼礁建设实绩考察[J]. 现代渔业信息, 2005, 20(11): 6-8, +20.
- [5] 小川良德, 竹村嘉夫. 人工鱼礁に対する鱼群行动の试验的研究—[J]. 东海水研报, 1966(45): 107-161.
- [6] 李文涛, 张秀梅. 我国发展人工鱼礁业亟需解决的几个问题[J]. 现代渔业信息, 2003(09): 3-6.
- [7] 杨咨, 刘同渝, 黄汝堪. 中国人工鱼礁的理论与实践[M]. 广州: 广东科技出版社, 2005: 2-6.
- [8] 章守宇, 许敏, 汪振华. 我国人工鱼礁建设与资源增殖[J]. 渔业现代化, 2010(03): 55-58.
- [9] 程郡, 宋伟华, 闫丽娜. 舟山渔场休闲渔业发展现状及其对策研究[J]. 安徽农业科学, 2013(15): 6769-6770.
- [10] 孙利元. 山东省人工鱼礁建设效果评价[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2010.
- [11] 李文涛, 张秀梅. 关于人工鱼礁礁址选择的探讨[J]. 现代渔业信息, 2003(05): 3-6.
- [12] 沈国英, 施并章. 海洋生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 1-500.
- [13] 王世表, 宋悻, 李平. 我国渔业资源现状与可持续发展对策[J]. 中国渔业经济, 2006(01): 24-27.
- [14] 王飞, 张硕, 丁天明. 舟山海域人工鱼礁选址基于AHP的权重因子评价[J]. 海洋学研究, 2008, 01: 65-71.
- [15] 唐衍力, 孙晓梅, 盛化香, 等. 威海小石岛人工鱼礁区渔获物组成特征及与环境因子的关系[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2016(05): 22-31.