

大黄鱼大型座底式围栏养殖的不同形式和管理的效果

李星云¹, 苗亮¹, 俞淳², 张千林³, 李鹏⁴

(1. 宁波大学 教育部应用海洋生物技术重点实验室, 浙江 宁波 315832; 2. 台州市大陈岛养殖有限公司, 浙江 台州 317000; 3. 台州市星浪水产养殖专业合作社, 浙江 台州 317000; 4. 浙江东一海洋经济发展有限公司, 浙江 温州 325000)

摘要: 为了解大黄鱼大型座底式围栏养殖的不同形式和管理的效果, 在详细介绍围栏结构和饲养管理技术的基础上, 对养殖效果进行了比较。结果表明: 在加强饲养管理的条件下, 以“钢管柱桩+铜合金网衣”围栏养殖效果最佳, 台州大陈岛海域的该种形式围栏 2017~2018 年平均单位面积产量达到 $27 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 。研究结果可为大黄鱼围栏养殖的形式选择提供参考, 同时为大型围栏养殖提供管理经验。

关键词: 大黄鱼; 大型座底式围栏; 饲养管理; 养殖效果

中图分类号: S967.3

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2019) 06-0030-05

大型座底式围栏养殖是指在一定海域通过柱桩和座落在海底的网衣围栏一定面积(通常在 3000 m^2 以上)的海域进行集约化鱼类养殖的一种模式。目前大型座底式围栏养殖的主要形式有: (1) 毛竹或玻璃钢柱桩+聚乙烯网衣; (2) 钢筋混凝土柱桩+高强度网衣; (3) 钢筋混凝土柱桩+铜合金网; (4) 钢管柱桩+铜合金网。因毛竹或玻璃钢强度和韧性有限, 以此为柱桩的围栏只适用于风浪较小、水深较浅的海域, 养殖面积也不宜过大^[1]。另 3 种大型座底式围栏是近几年发展起来的养殖新形式, 适宜在外侧岛屿的较深海域进行大面积养殖, 有较大的发展潜力^[2-4]。无论哪种养殖形式, 饲养管理技术都贯穿于养殖全过程, 是养殖成败、产量高低、利润多寡的关键, 任何环节都不容疏忽。饲养管理技术包括放养前准备、鱼种放养、饲料投喂、病害防治、抗台防灾和日常管理^[5]。

大型座底式围栏养殖具有面积大、水流交换畅通、有一定量天然饵料可供鱼摄食的特点, 是一种仿生态养殖形式, 可养出体形、体色和肉质均接近野生的大黄鱼, 其售价高且极受市场欢迎, 养殖效益要优于传统小网箱模式^[6]。但大型座底式围栏养殖投入大、风险高, 选择恰当的围栏形式并做好养殖管理十分重要, 但目前仍处在探索和完善之中,

缺乏相关参考资料。本文对几种大型座底式围栏养殖形式及饲养管理技术进行比较分析, 以期有助于今后这种新型的座底式围栏养殖模式的发展, 并提供可借鉴的管理经验。

1 设施与技术

1.1 围栏设施

(1) 钢筋混凝土柱桩+高强度网衣围栏: 以外径 40 cm, 壁厚 9.5 cm, 长 20 m 的圆柱形钢筋混凝土管为柱桩, 可建在落潮时水深保持 6 m 左右的海区, 柱桩打入海底 8 m 左右, 柱桩间隔 5 m, 在柱桩上敷设高强度网衣围绕海区, 网衣埋入海底约 50 cm。此养殖形式围栏设置在温州鹿西岛的西南侧海区, 围栏面积 12000 m^2 , 隔成 4 仓, 每仓约 3000 m^2 。(2) 钢筋混凝土柱桩+铜合金网围栏: 柱桩与(1)相同, 先在柱桩间构建一个用于固定铜合金网, 并固定于柱桩的钢丝绳框架, 将铜合金网固定在框架内侧, 铜合金网下端埋入海底 5~10 cm、上端至大潮时的低潮水位线, 铜合金网的上、下均接以高强度网衣, 下端的高强度网衣埋入海底 30~50 cm, 上端的高强度网衣需高出大潮时的高潮水位线 2~3 m。在柱桩上拉紧并固定的钢丝绳框架的作用是减少铜合金网在水流作用下摆动产生金属疲劳而断裂。

收稿日期: 2019-04-16.

宁波大学学报(理工版) 网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 国家 863 计划 (2012AA10A403); 浙江省重大科技专项 (2016C02055-7)。

第一作者: 李星云 (1942-), 男, 浙江舟山人, 博导/教授, 主要研究方向: 水产经济动物增养殖。E-mail: limingyun@nbu.edu.cn

海底和水位线以上部分使用高强度网衣而非铜合金网可节约建造成本。此围栏养殖形式设置在台州大陈岛浪道门海域,围栏面积约10 000 m²,隔成2仓,退潮时围栏内水深约4.5 m。(3)钢管柱桩+铜合金网围栏:以外径1 m,壁厚0.8 cm,长20~30 m的圆柱形钢管为柱桩,钢管桩外侧需涂聚乙烯树脂以防锈和绝缘,钢管柱桩打入海底10~15 m,柱桩间隔5 m。铜合金网布置与(2)相同。该养殖形式建造在大陈岛猪腰屿海域,是总结了其他养殖形式存在问题后建造的,而且制订了相应的养殖规范。2016年底建成,围栏面积25 000 m²,共隔成5仓,每仓约5 000 m²,退潮时围栏内水深7~8 m。

1.2 放养准备

(1)清除网衣附着物:化纤网衣容易被苔藓虫类、大型藻类、贝类等生物附着,特别是在附着生物较多的海域,导致网目堵塞、网箱内水体交换减少、网衣易破损,还会引起鱼体擦伤,因此需在每年5~6月份放养鱼种前清除网衣附着物。铜合金网通常不会有附着物。(2)吸除海底淤泥:海区经过几年养殖后底部就会有粪便、残饵等沉积形成的淤泥,特别是发生过严重病害的大围栏中死鱼沉积在海底,积累大量病原,因此放养前要进行吸淤,通常用吸泥(沙)船清洁海底。(3)消毒:在水较深的外侧海域一般难以消毒,水较浅的围栏可向底部直接投放生石灰进行消毒,用量为1 m水深使用1 000 kg·hm⁻²。对露空网衣可用生石灰水(或50~100 mL·m⁻³福尔马林)进行喷洒消毒。另外,对发生过白点病的大围栏底部要重点消毒以杀灭底部胞囊释放的刺激隐核虫幼体,方法是將硫酸铜和硫酸亚铁合剂(固体最好)放入壁上钻有小孔的矿泉水瓶中,用绳将瓶串起来沉入海底,通过药物缓慢释放杀虫。(4)检查网衣:仔细检查网衣有无破损或松动之处,及时进行修补和加固。对于铜合金网,要重点检查铜网拼接处、铜网与高强度网衣连接处是否牢固,还需检查铜网与钢管桩、钢丝绳框架的接触之处是否绝缘良好。

1.3 鱼种放养

落潮时水深保持4~6 m左右的海区,规格250~300 g·尾⁻¹鱼种,一般放养量为60~100尾·m⁻²,可根据环境条件(水深、流速等)、鱼种规格、商品鱼所需达到规格及养殖管理技术水平等因素调整

放养量。鱼种应体型体色好,无病无伤。建议放养经过选育的优良品种,如从岱衢洋大黄鱼选育而来的国家水产新品种“东海1号”大黄鱼。有条件的单位可自行培育放养鱼种,如果是外购苗种要进行检疫,并要提前去培育单位了解鱼种的背景和育苗情况,观察生长和健康状况。

1.4 饲料投喂

鱼种放养后24 h内要密切观察,2 d内不必投饵,让其自由活动,从第3 d开始进行为期2 d的饲料驯化。饲料有鱼、小虾(放养后饲料驯化时使用)及软颗粒饲料(生长适宜期投喂)和人工颗粒饲料(鲜料不足和夏天投喂)。一般在每天6:00和18:00各投喂一次。注意观察投喂后鱼的摄食情况,可根据潮水、天气、摄食状况改为每天投喂一次或投喂3~5 d停1 d。日投饵量为鱼体重的10%,为获得更好的体型,当鱼达到一定规格后日投饵量逐渐减少为5%~3%、0.6%~0.3%,并在起捕前1个月停止投喂,停止投喂前的20 d可改喂鲜活料。水温低于15℃时也可停喂。投喂方法:鱼、小虾人工散投;湿颗粒饲料可将鲜料和粉料按1:1混合放入挤压和投放一体机投喂;人工颗粒饲料采用人工投喂。不同的养殖形式采用不同的投喂方法,人工投喂采用“慢、快、慢”方法,机械投喂凭经验投喂,一般达到七分饱停喂。

1.5 病害预防

围栏养殖病害以预防为主,防重于治,主要增强鱼体自身免疫力,一旦发病则难以治愈。目前主要病害有白点病(6~8月)、内脏白点病(3~4月)和白鳃病(10~11月)。预防由刺激隐核虫引起的白点病,可在该病高发季节用蓝、白片挂袋:将蓝片(杀虫1号)和白片(农康宝1号)捣碎后用60目筛绢网包扎吊挂在涨潮和退潮口处,每20 m²挂1片,尤以晚上挂为佳。挂袋法主要用于聚乙烯等网衣围栏预防刺激隐核虫。也可在饵料中添加投喂免疫增强剂增强鱼体抗病力,如肽聚糖免疫增强剂(100~500 mg·kg⁻¹)+维生素C(28 mg·kg⁻¹)+维生素E(92 mg·kg⁻¹),连喂3~5 d,15 d后再次投喂。对细菌性疾病的预防主要是投喂防病药物,如每50 kg饲料添加大蒜素粉1~2 g或土霉素10~15 g,连续投喂3~5 d。投喂含福尔马林的鲜活饵料是白鳃病发生的原因之一,因此要把好鲜活饵料的质量关,杜绝

投喂含福尔马林的鲜料。

1.6 防台抗灾

浙江沿海受台风影响较大,每年都会有台风经过或登陆,因此要做好防台抗灾工作。台风来临前要清除各种附着物以减轻台风下的受力;认真仔细检查网衣有无破损以及埋入海底下部分是否牢固,发现问题及时处理;清除水泥柱桩或钢管柱桩围栏操作平台上的所有杂物。

1.7 日常管理

首先要做到每天早晚定期巡栏以及日常勤巡栏;随时观察网衣、柱桩和进出水流状况,如果某处水流有异常则可能网衣有破损;及时清除杂物和附着物,有些海域 15 d 就要清除 1 次。其次要要做好日常的水质检测和投饵、摄食情况记录,定期对鱼进行生长测量,以便及时发现问题并寻找原因。

2 结果

2.1 台风对 3 种座底式围栏养殖形式的影响

2013 年至 2018 年台风对 3 种围栏养殖形式的影响见表 1。2013 年建成的钢筋混凝土柱桩铜合金网围栏,第一年养殖就被台风刮断数根柱桩导致鱼全部外逃,通过在外圈用钢管柱桩加固,2015~2018 年才免受台风的影响;而钢筋混凝土柱桩防弹衣网围栏,由于钢筋混凝土柱桩抗风浪的强度较差,加上防弹衣网衣附着藻类后增加了阻力,

2016~2018 年每年受到台风影响,直至整排柱桩被毁;钢管柱桩铜合金网围栏,近几年来未受到台风影响。2017 年和 2018 年平均单位面积产量达到 $27 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

2.2 不同放养量与产量的关系

由表 2 可见,不同的放养量其产量也不一样,放养规格为 $300 \text{ g} \cdot \text{尾}^{-1}$,放养量为 $26 \text{ 尾} \cdot \text{m}^{-2}$ 的单位面积产量仅有 $13 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$,同样放养规格为 $300 \text{ g} \cdot \text{尾}^{-1}$,放养量为 $67 \text{ 尾} \cdot \text{m}^{-2}$,单位面积产量达到 $30 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$,规格偏小一些的 $275 \text{ g} \cdot \text{尾}^{-1}$,放养 $104 \text{ 尾} \cdot \text{m}^{-2}$,单位面积产量有 $36 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$;而放养 $400 \text{ 尾} \cdot \text{m}^{-2}$ 的,相当于放养规格为 $300 \text{ g} \cdot \text{尾}^{-1}$ 的 $267 \text{ 尾} \cdot \text{m}^{-2}$,由于密度太高,爆发寄生虫病而绝收。

2.3 重视养殖各个管理环节的效果

大黄鱼大型座底式养殖不同管理情况的效果详见表 3。东一公司 2015 年虽然购入的鱼种未经过检疫,由于无病源带入,第一年养殖又重视养殖过程中的管理,获得了单位面积 $40 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 的产量,是围栏养殖提供的产量中最高的;2016 年购鱼种时同样未经过检疫,但有病源带入,而且放松了饲养管理的各个环节,结果暴病而绝收。星浪合作社 2015 年养殖密度与东一公司基本一致,由于饲料投喂不足,产量远低于东一公司;2016 年星浪合作社虽未经检疫但有病源带入,由于病害防治措施及时,收获了三分之一产量。2016 年大陈公司的产量要比

表 1 台风对大黄鱼大型座底式围栏养殖不同形式的影响

围栏	影响
钢筋混凝土柱桩	2015 年建成,2016 年受 14 号莫兰蒂台风外围影响,吹断 1 仓 2 根柱桩,鱼破网而逃;2017 年 18 号台风
防弹衣网围栏	泰利吹断 2 仓数根柱桩,鱼破网而逃;2018 年受 14 号摩羯台风袭击,吹断围栏整排柱桩而全部逃掉
钢筋混凝土柱桩	2013 年建成,当年放养,受 23 号强台风菲特影响,吹断数根柱桩,鱼全部逃掉;2014 年重建,在外圈采用
铜网围栏	钢管柱桩进行加固防台和防撞;2015~2018 年虽然受到台风多次影响,均未受到影响
钢管柱桩铜网	2016 年底建成,2017~2018 年养殖期间,遭受多次强台风袭击,安然无恙,2017 年平均单位面积产量达到
围栏	$33 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$,2018 年 $21 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$

表 2 大黄鱼大型座底式围栏养殖不同放养密度的产量

数据来源	放养规格/g	放养密度/(尾·m ⁻²)	单位面积产量/(kg·m ⁻²)	备注
星浪(2017)	300	26	13	2016 年发过病,不敢放多
星浪(2018)	250	45	18	收获时规格小,产量增加不多
大陈(2017)	300	67	30	放养量多,产量也高
大陈(2017)	275	104	36	放养规格偏小,产量增加不多
东一(2016)	200	400	0	密度太高,发病而绝收

注:1.星浪为星浪水产养殖专业合作社简称;2.大陈为大陈岛养殖有限公司简称;3.东一为浙江东一海洋经济发展有限公司简称。下表同。

表 3 大黄鱼大型座底式围栏养殖不同管理情况的效果

数据来源	放养规格/g	放养密度/(尾·m ⁻²)	鱼种检疫	管理措施	单位面积产量/(kg·m ⁻²)	备注
东一(2016)	375	100	无检疫有病源带入	第二年养殖, 管理放松	0	带来阴核虫病病原, 暴发了刺激阴核虫病而绝产
星浪(2016)	275	41	无检疫有病源带入	病害防治等到位	4.1	虽带来阴核虫病病原, 因防治及时, 收获三分之一产量
大陈(2018)	275	64	“东海 1 号”自育鱼种, 经检疫	第二年养殖放养前未清淤消毒, 其他管理措施到位	21	表 2 大陈为第一年养殖, 第二年养殖产量降低
东一(2015)	275	100	无检疫无病源带入	第一年养殖, 管理较重视	40	新防弹衣网衣, 附着物少阻力小
星浪(2015)	300	100	无检疫无病源带入	饲料投喂等不够到位	28	鱼因饿致致瘦, 体形好

2017 年产量(表 2)低, 只有 21 kg·m⁻², 而 2017 年平均 33 kg·m⁻², 这可能与第二年养殖未进行清淤消毒有一定关系。

3 讨论

3.1 3 种围栏养殖形式的抗台效果

从近几年的实际养殖情况来看,“钢管柱桩+铜合金网衣”围栏抗台效果较佳。以浙江遭受台风袭击的次数和强度来看, 现用的钢筋混凝土柱桩强度尚不足抵抗强台风, 温州鹿西岛的围栏已有惨痛教训。大陈岛海域的钢筋混凝土柱桩在近几年的台风中未受损, 是因为 2014 年重建时在外圈将直径分别为 32.5 和 62.5 cm 的钢管柱桩间隔打入海底进行了加固防台和防撞。而钢管柱桩的围栏近几年都抵抗住了台风侵袭, 未发生折断或破损。

大黄鱼有集群的习性^[7], 大围栏的水体容量远大于传统小网箱, 虽然理论上围栏面积越大可放养的鱼数量就越多, 但放养的大黄鱼并不会在大围栏内均匀分布, 而是密集在一起, 容易造成局部缺氧以及水体利用率降低等问题。因此必须将大围栏分隔成多仓。从实际养殖效果来看, 每一仓的面积控制在 5 000 m² 左右较为合适。

此外, 与超高强度网衣相比, 铜合金网衣具有抑菌和防附着的作用, 既可减少细菌性疾病的发生, 又因水流阻力小而大大提高了抗风浪能力。铜网衣在大风大浪中不会像其他网衣那样发生大幅度摆动, 可避免因大黄鱼体表擦伤而引发的细菌性或弧菌性病害^[2,8]。

3.2 鱼种的选择及放养量

苗种是养殖能否成功的基础。围栏养殖是将

大规格鱼种养成品质接近野生的大黄鱼, 目的是解决传统模式养殖的大黄鱼特殊腥味和口感不佳等问题, 体形体色好、口感口味佳的大黄鱼既能满足消费者追求高品质的迫切需求, 又能显著提高养殖经济效益, 因此选择好的鱼种十分重要。有条件的单位争取自己培育, 有利于降低成本和提高苗种质量。例如台州大陈岛养殖有限公司采用宁波大学选育的“东海 1 号”国家级新品种^[9], 实现了育苗、分阶段大规格鱼种培育、大围网仿生态养殖的一体化仿生态养殖链^[6], 培育出的大黄鱼体形好、体色黄, 且生长速度快、生产成本相对较低, 这一模式值得其他养殖单位学习借鉴。不具备自行育苗或培育大规格苗种的养殖单位, 在从外单位购买鱼种时, 要进行检疫并提前到供苗现场了解鱼种的遗传背景及健康状况, 选择无病无伤、体形细长、体色金黄、规格合适的鱼种。建议从全产业链养殖单位购买苗种, 这样鱼种质量更有保障。关于放养量, 一定要根据环境条件(如水深、流速、水温等)、鱼种规格、商品鱼所要达到的规格和养殖管理技术水平等确定具体放养量。落潮时水深保持 4~6 m 的海区, 规格 250~300 g·尾⁻¹ 鱼种, 一般放养量在 60~100 尾·m⁻² 为好。

3.3 刺激隐核虫病害的防治

刺激隐核虫病是大黄鱼养殖三大病害之首, 一旦爆发极易引起大规模死亡甚至全军覆没。目前对该病只能加强预防, 发病后尚无有效治疗手段^[10-11]。从温州鹿西岛和大陈岛两起刺激隐核虫病爆发案例来看, 病源主要是从鱼种供应单位带入。因此要预防该病发生首先是要从源头进行控制, 通过鱼种检疫, 杜绝带有病源的鱼种进入。其

次是要彻底消毒,尤其是发生过刺激隐核虫病的围栏必须对设施及底质进行清理、消毒后才能再次放养。养殖单位创造的将硫酸铜和硫酸亚铁合剂(固体最好)放入瓶壁钻孔的矿泉水瓶中用绳串起放到水底的方法,使合剂缓慢释放,底部浓度可达到 0.01‰~0.02‰,能杀死沉在底部的刺激隐核虫胞囊孵化后释放出的幼体,而围网中养殖的大黄鱼主要活动于 1.7 m 以上水层,不会受到药剂的影响。第三是加强平时预防,目前主要采取物理和化学的措施,今后随着科学技术的发展将向安全高效的免疫方向发展^[12]。第四是要合理控制养殖密度,鹿西岛的大围栏 2016、2017 年养殖效果都不好的其中一个重要原因就是养殖密度过高。

参考文献:

- [1] 刘家富. 大黄鱼养殖与生物学[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 2013:1-102.
- [2] 陈恒, 程岩雄, 茅宁宁. 大陈岛铜网衣围海养殖技术[J]. 科学养鱼, 2015(9):42-43.
- [3] 王磊, 王鲁民, 黄艇, 等. 桩柱式铜合金围栏养殖设施的发展现状与分析[J]. 渔业信息与战略, 2017, 32(30): 197-203.
- [4] Kalantzia I, Zerib C, Catsikib A, et al. Assessment of the use of copper alloy aquaculture nets: Potential impacts on the marine environment and on the farmed fish[J]. Aquaculture, 2016, 465:209-222.
- [5] 李多云. 水产经济动物增养殖学[M]. 北京: 海洋出版社, 2011:174-176.
- [6] 李多云, 苗亮, 陈炯, 等. 大黄鱼分阶段养殖新模式的构建及问题探讨[J]. 宁波大学学报(理工版), 2017, 30(2):1-5.
- [7] 中国海洋渔业资源编写组. 中国海洋渔业资源[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1988:40-45.
- [8] 聂政伟, 王磊, 刘永利, 等. 铜合金网衣在海水养殖中的应用研究进展[J]. 海洋渔业, 2016, 38(3):329-336.
- [9] 苗亮, 李多云, 陈炯, 等. 快长、耐低温大黄鱼新品种东海 1 号的选育[J]. 农业生物技术学报, 2014, 22(10): 1314-1320.
- [10] 周旻曦. 大黄鱼刺激隐核虫病病原生物学特性的研究[D]. 宁波: 宁波大学, 2012.
- [11] 江飏. 大黄鱼刺激隐核虫病的防治措施研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
- [12] Zheng L, Mao Y, Wang J, et al. Excavating differentially expressed antimicrobial peptides from transcriptome of *Larimichthys crocea* liver in response to *Cryptocaryon irritans*[J]. Fish & Shellfish Immunology, 2018, 75: 109-114.

Effects of different forms and management of large bottom-seated enclosure for culturing large yellow croaker (*Larimichthys crocea*)

LI Mingyun¹, MIAO Liang¹, YU Chun², ZHANG Qianlin³, LI Peng⁴

(1. Key Laboratory of Applied Marine Biotechnology of Ministry of Education, Ningbo University, Ningbo 315832, China;

2. Dachen Island Aquaculture Co., Ltd., Taizhou 317000, China; 3. Xinglang Aquaculture Professional Cooperative,

Taizhou 317000, China; 4. Zhejiang Dongyi Marine Economy Development Co., Ltd., Wenzhou 325000, China)

Abstract: In order to understand the effects of different forms and management of large bottom-seated enclosure of culturing large yellow croaker (*Larimichthys crocea*), the structure and management technology of different large bottom-seated enclosure forms were investigated and the farming effects were determined. The results showed that the enclosure form of “steel tube pillar + copper alloy fence” had the best effect in the condition of proper management measures. Using this kind of large bottom-seated enclosure in Dachen Island sea area to farm *L. crocea*, the average per unit area yield was 27 kg·m⁻² during the period of 2017-2018. Based on the effects of different farming forms and management methods on the actual situation of recent years, it is suggested to choose appropriate enclosure form and improve the management measure of large bottom-seated enclosure for *L. crocea* culture industry.

Key words: large yellow croaker (*Larimichthys crocea*); large bottom-seated enclosure; raising management; culture efficiency

(责任编辑 韩超)