

文章编号: 1674-5566(2014)03-0470-05

大口黑鲈食性驯化装置设计及应用效果研究

张世龙¹, 胡庆松¹, 厉成新², 李功政²

(1. 上海海洋大学 工程学院, 上海 201306; 2. 上海市海丰水产养殖有限公司, 江苏 盐城 224153)

摘要: 大口黑鲈(*Micropterus salmonides*)作为一种肉食性鱼类,具有较高的经济价值,在人工养殖过程中,需要将其从进食生物饵料转化为人工配合饲料。传统适口性转化方法存在转化率低、互相吞食严重、劳动力使用量大等一系列问题。为解决这些问题,以大口黑鲈食性特点为基础,研发了一套水流式食性驯化装置。该装置通过水流送料的方式,实现均匀性喂料,使鱼苗长势均匀,缓解“大鱼吃小鱼”的种内残食现象。同时,该装置能够实现定时、定点的自动化投喂,利于幼鱼的驯化,并且降低了劳动强度。通过现场试验,与传统食性驯化方法相比,该装置提高了幼鱼生长均匀性和成活率,减少了人工投入,显著提高了经济效益。

研究亮点: 通过结合传统的大口黑鲈食性驯化技术,设计了一种食性驯化装置。相比于传统的食性驯化方法,该装置能够提高鱼苗的成活率,并减少人工成本,有效地提高了养殖大口黑鲈的经济收益。装置自身成本低,易于安装维护,有良好的推广前景。

关键词: 大口黑鲈;食性驯化;自动投喂装置;均匀性;成活率

中图分类号: S 954.1⁺

文献标志码: A

大口黑鲈(*Micropterus salmonides*),又名加州鲈鱼,因其生长快、适应性强、肉质细嫩、外形美观,深受养殖生产者和消费者的欢迎。由于大口黑鲈为肉食性鱼类,掠食性强,在自然水体中主食小鱼、小虾、水生昆虫等活体饵料^[1-2],如果在人工养殖过程中方法不当,极易导致鲈鱼之间互相残杀,降低了成活率。

在集约化养殖生产中,体长 2.8~3.8 cm 的加州鲈鱼可以适应摄食湿性或者半湿性饲料。朱光来等^[3]认为,驯化加州鲈鱼苗摄食颗粒饲料期间,加州鲈鱼苗主要依靠视觉摄食,嗅觉的作用不大。1937年,COUTANT和DEANGELIS^[4]发现当大鱼的长度超过小鱼 1.6 倍时,池塘里的大口黑鲈就出现种内残食现象。湛江水产学院张韵桐等^[5]在进行大口黑鲈仔幼鱼的饵料选择和生长研究时也发现,全长 35.5 mm 的幼鱼会捕食 12.5 mm 的本种小鱼。

鉴于以上情况,结合大口黑鲈食性驯化技术研发了一套装置,提高了幼鱼的成活率,同时能

够降低养殖成本,为养殖单位带来可观的经济效益。

1 食性驯化机理

传统的食性驯化在幼鱼体长为 5~6 cm^[6]左右开始。在这一阶段,幼鱼已经能吞食小鱼、小虾,有较大的可塑性,通过人工的驯养诱导使其逐步转变为杂食性。

驯食初期使用的食料通常为夏花鱼种、野生杂鱼、水生昆虫等^[6-7]。幼鱼适应摄食死食后,通过调整食料中各成分的比例,就可以逐步过渡到商品饲料。人工抛投大小适口的食料,食料随水波上下晃动,具有拟活的作用,能够有效刺激幼鱼的食欲。同时,每天定时、定点进行抛投,利于鱼群集中抢食^[8]。幼鱼从拒绝进食到被迫进食,最终转变为适应摄食。经过一周至两周的时间,就可以完成大口黑鲈的食性驯化,使其从肉食性转变为杂食性^[9]。

通过对养殖现场的实地调研,发现传统食性

收稿日期: 2013-10-09 修回日期: 2014-01-05

基金项目: 上海市科技兴农项目(2012-3-3);上海市教育委员会创新基金(12YZ133)

作者简介: 张世龙(1989—),男,硕士研究生,研究方向为机械工程。E-mail: zhshlong@126.com

通信作者: 胡庆松, E-mail: qshu@shou.edu.cn

驯化有以下几个缺点:(1)在食性驯化开始之前,幼鱼已经开始种内残食,若池塘中无法提供充足的活体饵料,种内残食现象更加严重;(2)在食性驯化期间,为保证绝大部分幼鱼能够摄食,需要多点投料,从而导致需要大量人力进行抛料,而且抛料的均匀性也无法得到保证。

2 装备的实现

结合大口黑鲈食性驯化技术,设计开发了一套装置。该装置不仅满足了食性驯化的要求,而且能够降低幼鱼的种内残食,减少人工的投入,同时又能降低养殖成本,提高经济效益。

2.1 装置构成

本装置主要包括:水箱、输送管道、电磁阀、料斗、水泵和遥控设备。水箱置于岸边高处的平地上;输送管道沿坡铺设,一端与水箱连接,另一端接扇形喷嘴;使用电磁阀来控制管道中水流大小;料斗接在输送管道中,并装有低速电机和螺旋输送带,通过调整电机的转速来控制下料的速度;水泵为水箱蓄水;遥控设备分别控制水泵、电磁阀、低速电机。

2.2 工作原理

本装置的使用流程如图 1 所示,采用水流进行送饵,可以通过控制送料电机的转速来调整下料速度以及下料时长。若喂料结束后未冲净装置,则下次喂料时,装置内已变质的残料极易造成鱼病。

2.3 装置的优势

通过水流实现送料,与同类投饵机相比,本装置的优势如下。

从装置自身的特点来说:(1)输送管道由 PVC 管和软管组成,水箱通过软管与 PVC 管道相连。PVC 管方便铺设,成本低而且无毒无污染;软管部分便于装置整体性移动,利于投喂点的集中。(2)使用遥控器调整料斗的下料速度或电磁阀出水量大小,能够及时有效地调整投料方案,避免食料浪费。(3)送料点呈多点分布,而且食料分布均匀,从而使绝大部分鱼苗长势相当,较好地解决了“大鱼吃小鱼”的问题。(4)在现场铺设好本装置后,仅需一人就能完成投喂工作,减少了人工投入。

从装置的驯化效果来说:大小适口的食料随着水流进入到水塘中,食料随水上下晃动,具有

拟活体的作用,对大口黑鲈鱼苗具有一定的引诱力。同时形成微水流的进食环境,符合鲈鱼的进食习性,进一步刺激其食欲,有利于鱼苗早日适应死食和人工配合饲料。

3 现场试验

为验证本装置的实际效果,我们在江苏省盐城市海丰农场进行了现场试验。

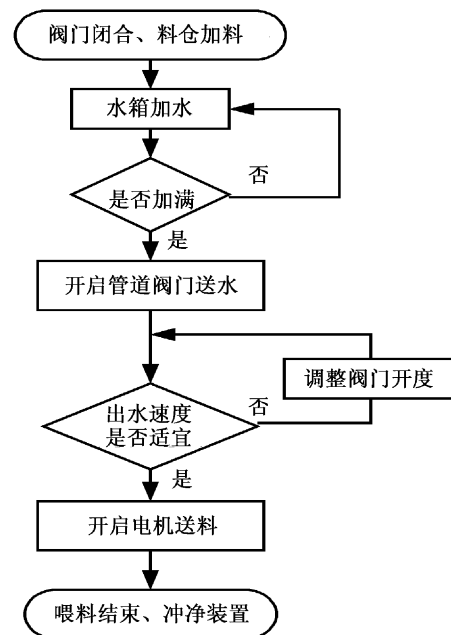


图 1 装置使用示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the device

3.1 装置的现场布局

如图 2 所示,放置水箱的坝顶距离水面垂直高度约为 4 m,斜坡长度 10 m。试验水域面积 0.33 hm²,内有 35 万尾刚出膜的仔鱼。为方便操作和管理,暂定投喂点的数量为 4 个点,同一侧的点间隔距离为 6 m,中间两点距离 12 m,喷嘴距离岸边 1 m。

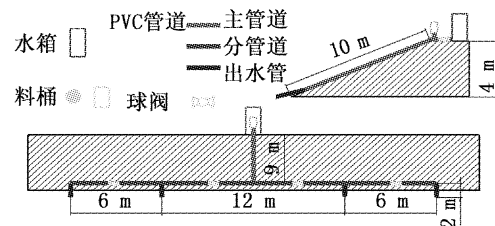


图 2 现场示意图

Fig. 2 The schematic diagram of the site

以上设计方案,需要 PVC 管道 42 m,球阀 5 个,水箱一个,扇形喷嘴 4 个,料桶暂由塑料桶代替,管接头、缩节若干。由于扇形喷嘴只能与规格为 6 分的 PVC 管相接,所以出水管为 6 分管,按照管道规格系列依次递增,分管道为 1 寸管,主管道为 1.5 寸管。另购买松宝 WP-7000 水泵一台(扬程 5 m),配套水管一条,1.5 寸消防水带一卷,PVC 胶水、手锯、胶带等五金工具若干。

3.2 装置的现场优化

首先,水箱与主管道之间采用软性的消防水带连接,便于管道的整体移动。然后,为方便管道的改装及调试,只有出水管与喷嘴处使用 PVC 胶水粘结,在管接头、缩节处,使用胶带密封连接。最后,由于岸边地形高低不平,将导致喷嘴的出水量有差异,此外,当水充满出水管时,将把管道压弯,使喷嘴没入水中,影响投料效果。因此,在管道末端栓绑塑料泡沫进行微调,保证喷嘴总是与水面齐平或者高于水面。现场实际铺设情况如下图 3 所示。



图 3 实际效果图

Fig. 3 The actual effect diagram

3.3 试验过程

由于刚孵出的鱼苗体型过小,抗流能力差,因此初期主管道上的球阀开启很小,具体操作过程如下:(1)开启水泵,将水箱内注满水。(2)开启主管道的球阀,观察每个喷嘴的出水情况,通过调整分管道上的球阀,保证每个喷嘴的出水情况大致相同。(3)先向料斗中加入少量的饲料(枝角类、鱼糜和颗粒饲料黏性混合物),饲料进入水中后,将吸引大量的鱼前来抢食。(4)待喷嘴处聚集大量的鱼后,开始向料斗中正常加料,每次加料的多少以及时间间隔,依据鱼的进食情况进行灵活调整。(5)喂料结束后,再放水 5 min,否则残余在管道中的食料会变质,下次投料时进入水塘中,易造成鱼病。

3.4 试验的优化

经过一段时间的驯化,通过分筛,体型大于

七朝半(体宽大于 3.5 mm)的大部分幼鱼已经能适应人工配合饲料,我们在原有基础上进行了两方面改进。第一,增设料台,料台上放置少量的混合料(鱼糜与颗粒料),将鱼吸引过来;第二,在喷嘴处增设一个 4 m × 2 m 的 PVC 管道的矩形框,如图 4 所示。幼鱼被混合料吸引过来后,使用本装置投喂人工配合饲料。由于该饲料是浮性饲料,因此入水后只能分布在矩形框内,有利于驯化幼鱼进行定点进食;同时,避免了饵料浪费问题,可以一次性投喂大量饲料;最后,喷嘴流出的水流使饲料在矩形框内循环飘动,有拟活的作用,刺激了幼鱼的食欲。

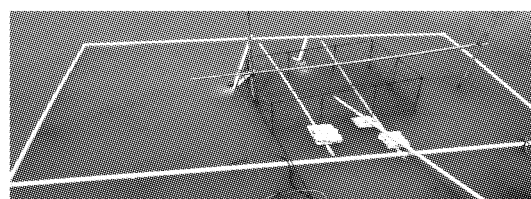


图 4 改装效果图

Fig. 4 The actual effect diagram of modifying

3.5 实验数据处理

本次试验在水塘中共投入 35 万尾刚出膜的仔鱼。为保护长势较慢的鱼不被大鱼吞食,在 5 月 28 日和 6 月 6 日进行分筛,体型规格大于七朝半的幼鱼被移至其他池塘饲养。对筛出的幼鱼称总重和使用 200 mL 量杯抽样,统计结果如表 1、表 2 所示。

表 1 5 月 28 日分筛记录

Tab.1 Field data

总重/g	40 205							
序号 n	1	2	3	4	5	6	7	8
净重/g	112.3	120.5	104.6	109.3	98.7	118.9	102.4	119.8
尾数/条	124	121	100	99	109	120	97	115
样本值 x_n	0.91	1.00	1.05	1.10	0.91	1.00	1.06	1.04

注:样本值 x_n = 净重/尾数。表 2 同此。

表 2 6 月 6 日分筛记录

Tab.2 Field data

总重/g	21 509							
序号 n	9	10	11	12	13	14	15	16
净重/g	123.1	107.4	101.9	117.9	95.9	104.2	122.3	101.7
尾数/条	119	94	119	108	91	89	130	98
样本值 x_n	1.03	1.14	0.85	1.09	1.05	1.17	0.94	1.04

2009年3月,珠江水产研究所良种基地对大口黑鲈幼鱼进行人工养殖,对4月龄和6月龄的大口黑鲈体长、体高和体质量的数据进行卡方检验,结果显示,除了4月龄的体高外,这两个生长时期测量的生长性状的数据均符合正态分布^[10]。因此认为,本次试验中幼鱼的体重也符合正态分布 $X \sim N(\mu, \sigma^2)$,则有 $\frac{\bar{x} - \mu}{S/\sqrt{n}} \sim t(n-1)$,其置信水平为 $1 - \alpha$ 的置信区间为 $(\bar{X} \pm \frac{S}{\sqrt{n}} t_{\alpha/2}(n-1))$ 。采用公式:

$$\bar{x} = (x_1 + x_2 + \dots + x_n) / n \quad (1)$$

$$S = (n-1)^{\frac{1}{2}} [(\bar{x} - x_1)^2 + (\bar{x} - x_2)^2 + \dots + (\bar{x} - x_n)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

令 $n = 16$,得 $\bar{x} = 1.023$, $S = 0.087$ 。取置信度 $\alpha = 0.05$,通过查 t 分布表,计算得其置信区间为 $(0.985, 1.026)$,即大于七朝半的幼鱼中,其个体重量的均值在 0.985 g 与 1.026 g 之间,这个估计的可信程度为 95% ^[11]。

以两次分筛幼鱼总重 $61\ 714 \text{ g}$ 除以该均值的置信区间,可得幼鱼的数量置信区间为 $(58\ 131, 62\ 651)$ 。即两次分筛获得的大于七朝半的幼鱼的数量在 $58\ 131$ 尾与 $62\ 651$ 尾之间,鱼苗成活率在 16.6% 到 17.9% 之间,这个估计的可信程度为 95% 。

4 结论

通过一个月的食性驯化,本装置的使用取得了良好的效果,如图5所示,使用本装置进行投料时,喷嘴下风处聚集了大量大口黑鲈幼鱼。但是,在投喂混合料时,不同的组成成分出现了轻微的分层现象,以后将把混合料直接制作成颗粒,来解决这一问题。

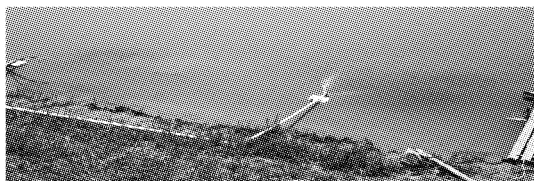


图5 使用效果图

Fig. 5 The actual effect diagram of using

同时,排除天气以及温度的影响,食性驯化

期间水质监测数据(总氮、分子氨、亚硝酸盐、pH)一直维持在正常范围内,说明本装置未造成饵料浪费现象。

2012年完全依靠人工抛料的方式进行食性驯化,2013年使用本装置进行食性驯化。通过数据对比,也可以反映出本装置的优点:(1)以体型规格大于七朝半的幼鱼做对比,2013年仔鱼成活率为 $16.6\% \sim 17.9\%$,显著高于2012年的 11.3% 。(2)对比幼鱼的体型规格差异发现,我们使用七朝半的筛网进行分筛,发现幼鱼体型规格均匀,普遍分布在七朝半至八朝(体宽 4 mm)之间,大于九朝(体宽 5 mm)的幼鱼仅有三十余条。在体型规格均匀度方面明显好于2012年。(3)幼鱼的活性差异,相比于2012年,通过拉网分筛,本次试验未发现有色体发黄的幼鱼和死鱼,鱼的活性较好。(4)在投入劳力方面,2012年投入劳力3人,2013年投入劳力1人。

试验结果表明,本装置可以降低养殖成本,并大大提高养殖单位的经济效益。同时,本装置安装简单、便捷,易于维护和调试,具有较大的推广价值。

参考文献:

- [1] BEAMISH C A, BOOTH A J, DEACON N. Age, growth and reproduction of largemouth bass, *Micropterus salmoides*, in lake Manyame, Zimbabwe [J]. African Zoology, 2005, 40(1):63-69.
- [2] SCHULZ U H, LEAL M E. Growth and mortality of black bass, *Micropterus salmoides* (Pisces, Centrarchidae; Lacapède, 1802) in a reservoir in southern Brazil [J]. Brazilian Journal of Biology, 2005, 65(2):363-369.
- [3] 朱光来,顾夕章,王权,等.加州鲈营养与饲料研究进展[J].饲料研究,2013(4):16-17.
- [4] COUTANT C C, DEANGELIS D L. Comparative temperature-dependent growth rates of largemouth and small mouth bass Fry [J]. Transitions of the American Fisheries Society, 1983, 112(3):416-423.
- [5] 张韵桐,夏金华,杨正华.大口黑鲈仔幼鱼的饵料选择和生长研究[J].湛江水产学院学报,1992,12(1):19-24.
- [6] 徐如卫,江锦坡.大口黑鲈食性驯化技术的初步研究[J].水产科技情报,1995,22(2):62-63.
- [7] 何小燕,白俊杰,樊佳佳,等.大口黑鲈早期生长发育规律的研究[J].大连海洋大学学报,2011,26(1):23-29.
- [8] 韩红梅.池塘主养大口黑鲈技术[J].渔业致富指南,2002(19):38.
- [9] 张韵桐.大口黑鲈的鱼苗鱼种培育[J].中国水产,1993(4):28-29.

- [10] 李谿,白俊杰,李胜杰,等.大口黑鲈生长性状的遗传参数和育种值估计[J].中国水产科学,2011,18(4):766-768.
- [11] 盛聚.概率论与数理统计[M].4版.北京:高等教育出版社,2008:149-167.

Largemouth bass food habit domestication device design and research of its application effect

ZHANG Shi-long¹, HU Qing-song¹, LI Cheng-xin², LI Gong-zheng²

(1. College of Engineering Science & Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Shanghai Haifeng Aquaculture Co., Ltd., Jiangsu 224153, China)

Abstract: As a kind of carnivorous fish, largemouth bass is of high economic value. When it is farmed, its food habit should be transformed from the living food into artificial diet. The traditional way of feeding domesticating has such problems as low survival rate, cannibalism and heavy workload. To solve these problems, on the basis of the food characteristics of largemouth bass, a device depending on waterflow was developed. Furthermore, the device was optimized under the guidance of the hydrodynamics calculation. The diet is taken into pond by the water current and the diet is evenly distributed on the water surface. In this way, the bass larvae grow at a similar speed, which alleviates the problem that the bigger larvae tend to eat the smaller ones. At the same time, this device can realize automatic feeding in fixed time and places, which is favorable to domesticating the larvae, and reducing labor intensity. Compared with the traditional way of farming, using the device to domesticate larvae will increase the survival rate and reduce the workload, thus significantly improve the economic benefit of farming.

Key words: largemouth bass; food habit domestication; automatic feeding device; uniformity; survival rate