

联系电话：0532-85841732

2. 大连水产学院

联系地址：大连市沙河口区黑石礁街 52 号

邮政编码：116023

联系人：常亚青

联系电话：0411-84762695

3. 山东省渔业技术推广站

联系地址：济南市历下区解放路 162 号

邮政编码：250013

联系人：李鲁晶，景福涛

联系电话：0531-86569026

4. 辽宁省水产技术推广总站

联系地址：沈阳市皇姑区昆山中路 51 号

邮政编码：110031

联系人：赵玉勇

联系电话：024-86205932

B. 海参优质健康苗种生态繁育技术

技术概述：近几年，随着海参养殖热潮的掀起，潮间带围堰养殖、池塘养殖、底播增殖等多种方式的海参养殖来势迅猛，其所需要的大量海参苗基本上还是直接从育苗厂购买，室内育苗要经过越冬，成本较高。并且由于室内育苗密度高，水交换不及时，苗种质量得不到保证，极易得病。为了能够使单位水体生产尽量多的海参苗种，各种抗生素类药物使用频繁，种类繁多，其中不乏禁用药类。为了能够从源头把好苗种关，尝试接近天然产苗环境的自然海区生态育苗技术和池塘生态育苗技术。

增产增效情况：采用该技术提高了海参养殖过程中的抗应激能力，大幅提高海参养殖的成活率。成参皮厚、味美，无药物残留，接近天然海参，有很高的经济效益和生态效益。

技术要点：

第 1 种 自然海区生态育苗技术：

海参海上网箱生态育苗即是在自然海区利用网箱进行海参育苗、越冬，培育商品苗种，基本上克服了育苗室越冬的缺憾，这样不仅节省成本，且培育出来的苗种具有体质健壮、不易得病、成活率高、接近于生态苗的特点，深受广大养殖户喜爱。

1. 育苗海湾的选择 水质澄清，潮流畅通，饵料丰富，受风浪、潮汐影响小，无污染，枯潮水深至少在 5 米以上的海湾。

2. 网箱制作

(1) 网箱规格：大小不定，但尺寸不要过大，否则操作起来不方便，5 米×4 米较适宜，网箱不要过深，一般 3 米较合适。

(2) 材料：木材、浮子、聚乙烯网、筛绢网（200 目、60 目、40 目）、聚乙烯绳索、沙袋及活动板房材料。

(3) 制作：规格为 5 米×4 米的网箱，水平面四周由宽 20 厘米、厚 4 厘米的木材用螺

栓固定而成，木框四周底面固定 8~10 个直径为 30 厘米、高为 80 厘米的浮子，使网箱在水中被托起，多个网箱相互连接形成一个方格式排子，这一切都在陆地上完成。这些工作完成之后，选择好天气在满潮时用船将排子拖到事先选定的海域，并沿着排子的边线在海底打桩并用缆绳将其固定，然后将尺寸比方格规格略小的网衣系在排子的方格边线（即木框）上，同时在网衣四周的底角及 4 个侧面和底面的中点部位拴上 4 千克左右的沙袋使网衣在水中全部展开，沙袋重量依据网衣在海水张开的情况而定，以全面张开为最适宜。这样海上网箱就做成了。在制作的网箱中，留出两个方格，其中在一个方格上面搭上木板作为工作台，另一个上面盖成活动房作为工人生活场所。

(4) 网目规格及用途：网箱网目根据用途不同有 4 种规格：①200 目筛绢网，用于产卵及幼体培育。②60 目筛绢网，用于幼体附着后，当体色由白变黑时的稚、幼参培育。③40 目筛绢网，用于当参苗体长为 0.3 厘米时的参苗培育。④直径为 0.3 厘米聚乙烯网，该网的用途，一是用于种参和体长为 2 厘米以上的参苗暂养，二是在种参产卵的 200 目筛绢网箱外套上一层该网，起保护 200 目网衣免受损坏的作用。

(5) 产卵网兜：利用扇贝养成笼作为卵网箱，当种参产卵时，精液和卵液自然扩散在 200 目网箱中，在网箱中完成产卵、受精过程。

3. 种参

(1) 进种参时间：购进种参的时间与所选择的海湾海水温度有直接关系。湾中海水温度达到 18℃ 以上时为进种参较佳时机，大连一般为 6 月下旬至 7 月底。

(2) 种参来源：种参有两种选择，一种为养殖参，一般养殖参产卵的时间在 5 月下旬，如果选择的海湾海水温度与海参产卵温度相接近，可以部分选择或全部选择养殖参；另一种为自然参，自然参的选择时机以海参性腺发育到后期，种参进池后当天或过一两天后即能产卵为最佳时机。如果湾内海水温度回升较慢的话，可以在前期选择一部分养殖种参，在后期选择一部分自然海参。种参采捕时，应避免油污、高温、日晒和互相挤压，采回后应及时挑出排脏个体。如果种参性腺发育不理想，可投喂人工饵料促熟。

(3) 种参数量：规格为 3~6 头/千克的种参，每立方米水体需要种参大约 0.5 头。

(4) 种参运输：在汽车上装上盛有 80% 海水、容积为 100 升的塑料桶，每桶装种参 30~40 头，盖上盖，用厚布遮住运输，这种运输方式适合路途耗时为 2~3 小时的短距离运输。种参进来后，如果性腺发育到即将产卵的程度，应直接放入 40 目筛绢网兜并将其吊在网箱中以备产卵；如果种参性腺发育不是太好，可放入直径为 0.3 厘米聚乙烯网箱中暂养，暂养密度通常为 30 头/米³，并投喂饵料促熟。

4. 产卵、孵化、附着 将种参放进网箱后，每天需注意观察其性腺发育。养殖参大都在圈中暂养，水位较浅，水温上升较快，性腺发育较快，其产卵要早一些，进箱当晚或过 2~3 天即可能产卵。在水温为 18℃ 时，受精卵大约经过 2 天即可发育为小耳幼体。如果种参性腺发育成熟但产卵不集中，可以采用阴干的方法刺激，使之集中产卵。

当卵全部发育为小耳幼体后开始定量，通常情况下，幼体密度应保持在 20 万~30 万头/米³。由于在自然海水中有许多藻类供幼体摄取，因此前期基本不用投饵。在幼体发育到出现少量球状体时开始投放附着基，附着基的数量为 4000 个/池（40 个/吊×100 吊），由于在自然海湾进行生态育苗，作业受天气影响很大，因此下附着基的时机不可能像育苗室那样准确把握，否则天气一旦发生变化，无法向网箱中投放附着基。等天气恢复正常时，投放附着

基的最佳时机已经错过了，因此只能赶早不赶晚。

5. 网箱更换 产卵网箱为 200 目筛绢网，外套 0.3 厘米聚乙烯网；当幼体发育到幼参，其体色开始变黑时将网箱更换成 60 目筛绢网；当参苗长到 0.3 厘米时，将网目更换成 40 目筛绢网；当幼体平均体长为 2 厘米时，将网目更换成 0.3 厘米聚乙烯网。网箱更换操作办法：先在排子的空格处系好要求目数的筛绢网衣，并在箱架上沿横向（或纵向）系几行（或几列）用于悬挂附着基的绳子后，再将需要更换筛绢的箱中附着基拎到已系好的网箱中，将附着基系好。在此要特别强调，在更换网箱时，原网中的网壁、网底仍有参苗，需要将这些小苗拾起来放到附着基上，以免浪费。

6. 参苗剥离 由于生态育苗幼体所处的环境为自然海区，海水温度较低，饵料不丰富，不能像育苗室那样有恒定的温度和丰富多样的饵料，且天气变化无常，一旦大风降温，海水日温差在 3~5℃是常事，如果赶上连续阴天，海水中饵料则非常稀少，这些都将使幼体的生长速度和成活率远远低于育苗室幼体，因此幼体剥离时间较晚。到 10 月份以后，开始陆续涮苗，将大苗（体长 2 厘米以上）装到 0.3 厘米的聚乙烯网箱中，暂养密度为 1 头/厘米²，小苗继续在 40 目网中暂养。

7. 卖苗 当参苗长到 800~1 200 头/千克，开始卖苗。将规格的大苗用随机抽样测量的方法计量，去除杂质，用电子秤称量即可。

8. 越冬 由于海参生态育苗不能像育苗室那样人为控制温度、饵料等因素，因此其产卵时间比育苗室晚，变态发育比育苗室慢。再则，到秋季卖苗季节，只有一部分苗长到商品规格，大部分苗需要越冬暂养。海参生态育苗越冬很简单，当秋季苗卖完后，倒出空箱，将密度较大网箱中的附着基拎到空网箱中以降低暂养密度，海上留 2~3 名工人看守，经常察看网箱是否有破损，防止偷盗。到翌年 3 月份，随着海水温度的逐渐回升，参苗开始生长，到 4~5 月，绝大多数参苗能长到商品规格，这时可集中出售。这样基本完成海参生态育苗的一个生产周期。为了使樽形幼体附着在网片上后能更好地摄食饵料，在投放附着基前几天，将附着基吊放在闲置的网箱中用海水浸泡，使更多的饵料附着在网片上。

9. 注意事项

(1) 选择理想的港湾：一定要选择饵料丰富，潮流畅通，受各种风影响较小，污染少，退潮水深至少在 5 米以上的港湾。

(2) 注意网箱透水性：在制作网箱形成海上排子时，可形成 T 字形、长方形或正方形，但要注意网箱的透水性，要像农业水稻田那样在纵向或横向适当留出一排或一列（不系网衣）以增加透水性能。

(3) 育苗规模不要太大：幼体发育到不同阶段暂养参苗的网箱使用不同的网目，需要定期更换网衣，换下的网衣里还残留着一定数量的参苗需要拾到一起，费时费力。到参苗需要剥离时，其方法与育苗室不同，育苗室剥离用水冲掉波纹板上的苗，借助毛刷即可，而海上生态苗附在附着基上，需要一点一点涮掉，附着基上长了许多海藻等杂质，且参苗大小不同需要分类，因此必须采取人工挑拣的方法才能完成，工作量太大，因此如果育苗规模过大，很难在参苗生长不同阶段要求的时间内完成上述工作，规格 5 米×4 米×3 米的网箱 30 个以下较适宜。

(4) 选择种参要养殖参与自然参相结合：以自然种参为主，少量多批次且要有一定的时间间隔购进。这样产卵时间分开，工作分散开来，便于操作，劳动强度降低。

(5) 注意天气突变对育苗的影响：生态育苗受天气影响很大，夏天的大风、阴雨，秋冬季的北风、长时间低温对生态育苗都有影响。网被撕裂，参苗跑掉的故事时常会有。因此注意风前的预防，风后及时检查，查缺补漏，尽力将损失减到最低。

(6) 注意春季海水温度回升时的病害防治：由于春季随着海水温度的回升，海水中各种病菌活动频繁，而经过越冬的参苗体质相对较弱，很容易染上病菌，加强防治是关键。

(7) 注意海上安全：由于海参生态育苗生产全部在海上网箱的排子上操作，工人行走的木方只有 20 厘米左右，排子又不大稳定，尤其是在大风天，操作起来很困难，因此，在排子上操作时工人的安全不可忽视。操作工应穿上救生衣，遇到大风等恶劣天气时应停止作业，有大风警报时，应提前将工人送到岸上。在保证安全的前提下搞好生态育苗生产。

第 2 种 海参池塘生态育苗技术：

1. 选址及网箱制作 水体交换方便，堤坝防护牢靠，水深 1.5 米以上的海参养殖池塘均可。网箱大小可根据情况自行设计。一般选用网箱的规格为：4 米×4 米×2 米（长×宽×高）。网箱所用材料有木材、浮子、聚乙烯网、筛绢网（200 目、60 目）、聚乙烯绳、石块袋等。其制作方式与海区育苗接近。

2. 种参选择 抓捕种参的时间跟所选择池塘海水温度有直接关系。大连地区海参繁殖时间一般为 5 月中下旬至 6 月中下旬，如需运输，将抓捕好的海参放入盛装 1/3 体积海水的容器中，每个容器中的种参数量不宜过多，防止运输途中发生挤压、排脏等现象。最好在容器周围放置冰块，防止温度过高引起排脏、提前排精（排卵）的现象。

3. 繁殖及附着 将选好的种参放进网箱中的产卵器内，产卵器规格为 2 米×1 米×1 米（长×宽×高），由 200 目筛绢网制成。一般每个产卵器放置 30~50 头种参较为合适。在抓捕种参之前要先在网箱内挂好附着基，进行初期饵料培养。一般在放入种参 2 天之后，即可发育到耳状幼体阶段，此时要每天取水样在显微镜下进行观察，记录参苗幼体的发育、进食、活动、数量、有无畸形病残苗等。5 天左右发育到大耳状幼体阶段，可以适量投喂饵料，一般选用的饵料是海洋活性酵母等活体饵料。这种饵料可以在水中浮游，方便参苗的摄食，不易沉入网箱底部，造成浪费。8~10 天开始变态发育至樽形幼体，此时参苗开始附着，肉眼可辨。10~12 天开始变态发育到五触手阶段，12 天之后发育成为稚参。期间要注意观察记录，约半个月之后停止人工投喂酵母等，根据附着基饵料情况适当投喂藻粉等育苗饵料。

4. 适时投放 培育 2 个月，海参苗种能主动进入参礁时，将海参苗连同附着基一同投放到苗礁上，完成投苗入池。

注意事项：①敌害：由于池塘内桡足类数量较多，在育苗前期可以投放 2 毫克/升敌百虫溶液驱赶杀灭。②注意网箱透水性：由于池塘海水流动较小，网箱极易被堵，要经常开动底部充氧或用水泵将浮泥等杂物除掉。

适宜地区：北方沿海海域。

技术依托单位：

1. 辽宁省水产技术推广总站

联系地址：沈阳市皇姑区昆山中路 51 号

邮政编码：110031

联系人：赵玉勇

联系电话：024-66601169

2. 大连市水产技术推广总站

联系地址：大连市沙河口区中山路 678 号

邮政编码：116023

联系人：刘彤

联系电话：0411-84750607

C. 海水池塘立体养殖技术

技术概述：海水池塘立体养殖技术是根据不同养殖生物间的共生互补原理，利用自然界物质循环系统，在一定的养殖空间区域内，通过相应的技术和管理措施，使不同生物在同一环境中共同生长，实现生态平衡，提高养殖效益的一种养殖方式。在一个池塘水体中，上层水养虾，池塘底部养蟹、刺参，池塘的底泥里养殖贝。通过对原有海水池塘进行精深改造，实行虾蟹贝参生态健康养殖，水中养虾，水底养蟹，底泥养贝参，虾蟹残饵、粪便肥水，水的肥力催生单细胞藻类，贝参类滤食过多的单细胞藻类和有机碎屑，调节水质，又为虾蟹生长营造良好的环境，达到了互利共生的目的。池塘立体养殖，既有利于生态互补，又可提高经济效益，是池塘养殖发展的方向，符合经济生态的原则，进行系统研究和大面积推广具有重要意义。

近几年来，虾池养殖刺参在我国迅速崛起，大多采取粗放经营、广种薄收的养殖方式，而刺参虾池生态养殖模式是将刺参、对虾引入同一养殖池塘，使其形成品种之间相互利用、相互促进、生态互补的生态环境。混养对虾，可以有效地提高养殖刺参池塘的水体利用率，投喂对虾的残饵和虾粪便既可以增加池水肥度，促进藻类繁殖生长，又可以为对虾、刺参提供天然的饵料生物。因此，实行参虾混养是为了充分挖掘参池本身生产潜力，彻底改变单一养参模式，科学开发利用参池养殖海珍品，从而提高参池经济效益和生态效益。

增产增效情况：通过该技术的实施，能够生产无公害、安全、优质中国对虾产品，节约饲料，降低成本，提高参池经济效益和生态效益。

技术要点：

1. 养殖池的选择 参池所在海区要求水质洁净，潮流畅通，附近无大量淡水注入和其他污染源，适宜于刺参摄食的饵料生物丰富，尤其是底栖硅藻数量充足，水体盐度常年保持在 26‰ 以上，最好能纳自然潮水，池深在 1.5~2.0 米，一般养殖面积以 10~50 亩为宜。

2. 放苗前的准备工作

(1) 人工参礁的设置：参池底质环境是刺参栖息的重要条件，对于一般底质的参池可以用石块、水泥板、空心砖、扇贝笼等垒成堆状，作为人工参礁，每亩参池堆放体积为 100~180 米³。

(2) 参池消毒：人工参礁设置好后，纳水浸泡参池 15 天，再将池水放掉，采取连续冲洗、浸泡的方法以降低底泥的有机物含量。在放养前 20 天，用 50~75 千克/亩生石灰进行彻底清塘消毒，以杀灭敌害鱼类及病菌、病毒。

(3) 在放苗前 10 天左右，用 60 目筛绢网纳水，水位 50~60 厘米。肥水时，虾池投放 50~80 千克/亩经过发酵的鸡粪，或施用无机肥 2~4 千克/亩，以培养池水中的基础饵料生物。

3. 苗种放养 放苗时间在3月到5月初,即当育苗室中刺参苗体长达到1.5厘米以上,具备了底栖生存能力,能够爬行和舔食生活时,便入池放苗,亩放参苗6 000头左右。参苗的投放方法有两种:一是网袋投放法,体长3厘米以下的小苗,需装进网袋中,网袋尺寸为30厘米×25厘米,每袋装苗500头左右,网袋要放在附着基上呈半开口状,这样参苗爬出网袋后,能直接附在附着基上;二是直接投放法,体长在4~5厘米的参苗可直接投放在附着基较集中的地方,均匀投放即可。

虾苗放养时间在5月初,规格在1.2~3.0厘米的中国对虾虾苗,放养密度2 000~3 000尾/亩。

4. 养殖管理

(1) 水质调控:水质是养殖水生生物的主要生活环境,水质的好坏直接影响养殖对象的生长发育与生存死亡。水质调节要因地制宜,因时制宜。养殖前期(6月份之前),水位不宜过深,一般以1.0~1.2米为宜,每潮要根据池塘的具体情况适时换水,以利于基础饵料生物的繁殖及养殖品种的正常生长;养殖中期(进入7月份之后),应逐步加深水位,一般应保持在1.5~1.8米以上,并加大换水量,保持水质清新,以确保刺参夏眠;养殖后期(到9月中旬左右),可以适当降低水位,此时刺参夏眠结束,有利于刺参的活动与摄食。

(2) 饲料投喂:在整个养殖过程中,不对刺参进行特别投喂,在投喂中国对虾时适量多投喂对虾人工配合饲料,并结合虾池内养殖品种的数量适量投喂部分卤虫、人工饲料、杂色蛤和四角蛤蜊等,让部分残饵与虾粪便沉落在池底,以供刺参摄食。

(3) 日常管理:定时进行水质监测,控制好水温、盐度、溶解氧、pH等理化指标,调控好水色,并根据池水透明度适时肥水,及时掌握池中浮游生物的种类和数量。定时向参池内投入光合细菌等有益微生物,既为刺参提供饵料生物,又起到改善底质、净化水质的作用。同时,每天要定时巡池,观察养殖品种的生长、摄食、排便、病害、成活率等情况。夏季应防止池水水温剧升。大雨过后要注意及时排掉参池表层淡水,并加大换水量,始终保持池水盐度在26‰以上。

5. 收获 对虾收获多采用闸门挂网、放水收虾的方法。采用此种方法多赶在大潮汛期间,这样可以及时补充参池内排出的水,避免对海参造成影响。另一种方法是用网捕虾,这种方法适用于一次不能全部收获完的情况,但是容易把池底搅浑。

海参收获一般采用潜水员下水采捕的方式,捕大留小,一般一年分春秋两季采捕。

技术要点:

(1) 参池要求:有效水深达1.5米以上,底质以沙为主较硬的沙泥底质为好,底质有机质含量丰富。具有一定换水能力,日换水量20%以上。海水盐度不低于26‰。

(2) 参礁建造:在参池内投放附着基,附着基的数量要充足,根据混养参池的底质特点选择相应的附着基,如沙泥底可以选择石头、空心砖、瓦片等;泥沙底或泥底,则要选择扇贝笼、柞木枝、自制遮阳网附着基等。

(3) 水质处理:进行漂白粉全池消毒,然后纳入清水并把水质培养好。

(4) 投放苗种:投苗时间一般为每年9~11月,每亩放养密度4 000头,应以大苗为好。

(5) 安全措施:参虾混养的池塘,必须在排水闸门一端设有标准的外围网,以防排水时虾苗被水流冲进袖网内,造成虾苗伤亡。

(6) 防缺氧措施：在池塘内安装微孔增氧机，并掌握适时开增氧机的时间。

(7) 饵料投喂：刺参是以植物性为饵，只要水质培养好，就不需再投饵。

(8) 度夏管理：刺参适应的水温是零下 3℃ 至零上 28℃，夏天高温季节时，参池应纳潮提高水位以利度夏。

(9) 日常管理：按《中国对虾养成技术规范》进行。10 月份收虾后，应立即将池水注满，深秋后水温逐渐下降，底栖硅藻数量减少，若能适当地向池内投放一点鸡粪，有利于海参的促长。

(10) 效益分析：对虾出池规格平均 13 厘米，平均亩产对虾 30.5 千克。海参出池规格 8~10 头/千克，平均亩产海参 150 千克。

适宜区域：河北、山东、辽宁及江苏北部沿海。

技术依托单位：山东省渔业技术推广站

联系地址：济南市解放路 162 号

邮政编码：250013

联系人：李鲁晶

联系电话：0531-86569026

D. 海水池塘多营养层次生态健康养殖技术

技术概述：池塘养殖是我国海水养殖重要的养殖方式，单个养殖池面积一般较大（50 亩左右），养殖品种以虾蟹为主。目前，海水池塘养殖是以开放式水系统、单品种、粗放式养殖模式为主，这种养殖模式生产过程中投入的饵料有相当部分不能被养殖生物所摄食而沉积池底；养殖池塘的环境污染日益加重；养殖生物病害频发，给养殖业造成巨大经济损失。

海水池塘多营养层次生态健康养殖技术是以虾蟹为主要养殖对象，在养殖过程中集成水质调控、营养物质循环利用、疾病生物防控和质量安全控制等技术。利用三疣梭子蟹、鱼类等摄食病虾防治疾病传播、贝类滤食水体中的有机碎屑、浮游生物调节水质的特点，建立的池塘生态健康养殖模式。主要养殖模式采用“虾—蟹—贝—鱼”等，养殖虾类主要包括中国对虾、日本对虾、凡纳滨对虾、脊尾白虾，蟹类主要是三疣梭子蟹和拟穴青蟹，贝类主要是菲律宾蛤仔、缢蛏等，鱼类主要包括半滑舌鳎、河鲀、黑鲷、虾虎鱼等。近年来，该养殖技术在山东青岛、日照，浙江宁波和江苏南通等地进行了推广应用，节能减排效果明显，产业化前景十分广阔。

增产增效情况：在虾蟹池塘养殖过程中，根据各地的养殖环境和养殖水质特点，搭配菲律宾蛤仔和半滑舌鳎等副养品种，既提高了养殖虾蟹的成活率，又提高了养殖经济效益。同时，提高了池塘营养物质循环利用，减少了养殖废水的排放，具有较好的生态效益。亩产值 1.5 万元以上。

山东省日照地区进行的“虾—蟹—贝—鱼”生态养殖，“中国对虾—三疣梭子蟹—菲律宾蛤仔—半滑舌鳎”养殖池塘，收获时中国对虾平均体重 47.8 克、三疣梭子蟹平均体重 231.8 克、菲律宾蛤仔体重 7.2 克、半滑舌鳎平均体重 789 克，平均亩产中国对虾 75 千克、三疣梭子蟹 70 千克、菲律宾蛤仔 350 千克、半滑舌鳎 20 千克；“脊尾白虾—三疣梭子蟹—菲律宾蛤仔”养殖池塘，收获时脊尾白虾平均体重 2.8 克、三疣梭子蟹平均体重 227 克、菲律宾蛤仔 6.9 克，平均亩产脊尾白虾 100 千克、三疣梭子蟹 75 千克、菲律宾蛤仔 330 千克。

宁波市象山地区进行的脊尾白虾、三疣梭子蟹和贝类池塘生态养殖,收获时脊尾白虾平均体重 3.6 克、三疣梭子蟹平均体重 216.7 克、贝类 9.1 克/粒,实现平均亩产脊尾白虾 200 千克、三疣梭子蟹 75 千克、贝类 150 千克。

技术要点:

1. 放苗前的准备工作

(1) 清污整池:

①池塘清理:养殖前应将养殖池、蓄水池、进排水渠道等积水排净,封闸晒池。清除污泥和杂物,对沉积物较厚的池底应翻耕暴晒或反复冲洗。

②贝类养殖区设置:在靠近池塘堤坝周边设置贝类养殖区,面积不超过池塘面积的 20%。贝类养殖区宽 1 米、高 15~20 厘米,表层覆盖孔径 1 厘米的贝类防护网,防止三疣梭子蟹摄食贝类。

③蟹苗暂养区设置:在池塘内避风向阳的池角按蟹苗 1 000 尾/米² 设置 20 目网围。

(2) 消毒除害:将池内注水 10~20 厘米,使用含氯消毒剂或含碘消毒剂、氧化剂、生石灰等消毒药物全池泼洒,杀灭原生动植物、病毒、细菌等病原生物及杂鱼虾等。

(3) 纳水及繁殖基础饵料:养殖池消毒后 7~10 天纳水,初次进水 40~50 厘米。施用肥料、有益细菌制剂,繁殖优良单细胞藻类、小型微型多毛类、寡毛类、甲壳类、线虫、贝类幼体、昆虫幼体、有益微生物、菌胶团等,施用有机肥需充分发酵,所占比例不得低于 50%。

2. 放苗

(1) 水质要求:养殖池水深应达 1 米以上,透明度在 40 厘米左右,微藻以绿藻、硅藻、金藻类为主。养殖池水温应达 14℃ 以上, pH 7.8~8.6; 盐度 25‰~32‰,与育苗池盐度差大于 5‰ 以上时,24 小时调节育苗池盐度差不应超过 3‰~5‰。

(2) 苗种选择:选择对外界刺激反应敏捷、活力强、不携带传染性病原的健康苗种。对虾、三疣梭子蟹、半滑舌鳎苗种应符合国家和行业相关标准的规定。

(3) 放苗时间:菲律宾蛤仔在 3 月下旬至 4 月中上旬水温 14℃ 以上放养;中国对虾、日本对虾苗在 4 月下旬水温 16℃ 以上放养;凡纳滨对虾苗在 6 月上旬水温 20℃ 以上放养;脊尾白虾—茬养殖亲虾在 6 月下旬放养水温 20℃ 以上放养,两茬养殖在 4 月中上旬水温 14℃ 以上放养;三疣梭子蟹苗在 5 月上中旬水温 18℃ 以上放养;半滑舌鳎苗等鱼类在 6 月上旬放养水温 20℃ 以上放养。

(4) 放苗规格:中国对虾和日本对虾苗生物学体长 1 厘米以上,凡纳滨对虾虾苗生物学体长 0.7 厘米以上,脊尾白虾为抱卵亲虾;三疣梭子蟹 II 期幼蟹规格 16 000 只/千克;菲律宾蛤仔规格 5 000~6 000 粒/千克;半滑舌鳎体重 100 克/尾以上。

(5) 放苗密度:对虾 6 000~8 000 尾/亩,脊尾白虾抱卵亲虾 1 千克/亩,菲律宾蛤仔 50 000~60 000 粒/亩,三疣梭子蟹 2 000~3 000 只/亩,半滑舌鳎 20~30 尾/亩。

3. 养成期管理

(1) 养殖水环境管理:

①保持水位及换水:养殖前期,日添加水 3~5 厘米,直到水位达 2 米。养殖中后期,根据透明度及藻相变化,采取少换、缓换的方式,日换水量控制在 5~10 厘米。

②增氧:根据溶解氧需要确定微孔增氧设备开机时间,放苗 30 天内于凌晨和中午各开

机 1~2 小时；养殖 30 天后可根据需要延长开机时间，使水中的溶解氧始终维持在 5 毫克/升以上；阴天、下雨天应适当增加开机时间；投饲时应停机 0.5 小时。

③使用水质保护剂：每半月加沸石粉、过氧化钙为主要成分的水质保护剂，使用方法为：每 15~20 天 1 次，用量 20~30 千克/亩；适当使用 80 目以上石灰石粉或白云石粉施用方法为：每半月 1 次，用量 10~20 千克/亩，或每 2~3 天 1 次，用量 1~2 千克/亩，要求池水总碱度 80~120 毫克/升。

④使用有益细菌制剂：有益的微生物制剂包括光合细菌和化能异养细菌，养殖前期每 10~15 天 1 次，养殖后期，每 3~5 天 1 次，不能与消毒药品、抗菌药物同时使用。

(2) 饲料投喂：养成饲料包括配合饲料、新鲜小杂鱼和贝类。配合饲料质量和安全卫生应符合国家和行业相关标准的规定。

常规配合饲料日投喂率为 3%~5%，鲜活饵料日投喂率为 7%~10%。实际可根据虾、蟹、鱼体重、日摄食率，计算每日理论投喂量，然后根据摄食情况、天气状况，确定实际投喂量。

放苗初期，日投喂量 4 次，全池均匀投喂；放苗后期，随着虾、蟹、鱼等增长，投喂量加大，下午以后的投喂量占全天投喂量的 60%。

(3) 病害防治：养殖人员至少每日凌晨、下午及傍晚各巡塘 1 次，清除池塘周围的蟹类、鼠类，观察对虾活动、分布、摄食情况，注意发现病、死的虾、蟹，检查病因、死因，并进行处理。

不应纳入发病虾池排出的水，不应投喂带有病原的鲜活饵料，及时切断病原传播。

定期对虾池中的病原生物进行检测，具体检测方法按相关规程操作。

注意事项：针对不同地区的实际情况，基于池塘养殖生态结构优化、营养物质循环利用等原理，进行虾蟹与其他不同物种的复合养殖管理模式，具体实施过程中要注意根据不同的养殖区域选择合适的混养物种，放苗前必须先对养殖池水质进行分析，确认符合养殖水质条件；另外，应注意各个混养物种的放苗量、放苗规格、放苗时间。养殖过程经常观察检测池内浮游生物种类及数量变化，保持水质。

适宜区域：包括辽宁、天津、河北、山东、江苏、浙江等省份沿海虾蟹池塘养殖区。

技术依托单位：

1. 中国水产科学研究院黄海水产研究所

联系地址：山东省青岛市南京路 106 号

邮政编码：266071

联系人：李健

联系电话：0532-85830183

电子邮箱：lijian@ysfri.ac.cn

2. 山东省渔业技术推广站

联系地址：济南市历下区解放路 162 号

邮政编码：250013

联系人：李鲁晶，景福涛，尹相菡

联系电话：0531-86569026

电子邮箱：oucjft@163.com

E. 刺参的北参南养技术

技术概述: 刺参 [*Apostichopus japonicus* (Selenka)], 隶属于棘皮动物门海参纲, 为海参之冠, 被列为“海产八珍”之一。自 2004 年起福建省的养殖業者就开始“北参南养”试验, 取得较好的养殖效果。福建省依托地区冬春季与北方温差优势, 缩短刺参冬季生长周期, 形成大规模的刺参养殖, 养殖效果好, 发展势头强劲。福建省水产研究所自 2007 年开始, 联合省内多家水产技术部门和企事业单位就刺参在南方养殖中的苗种选育、度夏、池塘养殖、网箱养殖、病害防治、加工等方面进行了全面系统的研究, 对刺参在福建养殖所面临的问题做了充分解决方案, 项目研究成果在福建省宁德、莆田、漳州等地推广应用, 取得了显著的经济和社会效益。

技术要点:

第 1 种 刺参海区吊笼养殖技术:

福建沿海尤其是闽东地区内湾众多, 湾内风浪小、潮流平缓、水质肥沃, 适宜养殖刺参。如今南北合作的刺参海区吊笼养殖技术已基本成熟, 即从山东、辽宁等北方刺参养殖主产区养殖池塘选购半成品刺参 (大规格刺参苗), 在福建海区养殖 4~5 个月, 收获的商品参大部分返销北方, 或在当地经粗加工后再返销北方。

1. 海区、养殖设施及饵料

(1) 海区选择: 刺参为狭盐性动物, 适宜盐度 25‰以上, 宜选择风浪小、流速缓、浮泥较多、水质肥沃的海区, 以内湾或近岸为佳。应无工业、生活等污染源影响, 远离河口, 无淡水注入, 水深 5 米以上。

(2) 养殖设备: 养殖渔排可新建或利用现有大黄鱼、鲍鱼养殖渔排, 若每框规格为 3 米×3 米, 以毛竹为支架, 每框均匀搭 5~6 根毛竹, 每根悬挂 6 个塑料制成的刺参吊笼, 总共可挂 30~36 笼。刺参养殖专用笼规格为 35 厘米×40 厘米×12 厘米, 笼目直径 0.6 厘米, 每笼 6 层, 每层带有投饵门, 门长 15 厘米、宽 10 厘米。也有直接使用鲍鱼养殖笼的, 每层规格为 40 厘米×30 厘米×13 厘米。养殖吊笼应于放苗前 10~15 天下水, 以冲刷其异味, 并附着藻类和浮泥, 供刺参摄食。每个笼底部捆绑一个重 2.5 千克的沙袋, 养殖吊笼顶端离水面 2 米左右。渔排筏式台架的设置要与水流方向垂直, 保持水流畅通, 有利于水体交换, 主航道的距离应留 50 米以上, 次航道应留 15~20 米的距离。

(3) 饵料选购: 选择近海、嫩薄、沙少、易泡的海带, 颜色为黄色的海带质量较差, 尽量少买, 购买量按 1 千克刺参苗需 8 千克海带进行估算。

2. 参苗选购、运输与投放

(1) 苗种选购: 刺参苗主要来自山东、辽宁的刺参养殖池塘, 山东运输距离较近, 但价格稍高。最好选择新建池塘或上一年清池消毒过的池塘 (没有“老头苗”), 池水盐度在 25‰以上。

健康刺参苗体表干净、无损伤、无黏液、排便较干且呈粗长条状, 肉刺完整坚挺、无秃刺、身体伸展较好、受到刺激后伸缩迅速, 管足附着力强, 身体有光泽, 呈绿色或褐黄色。“老头苗”是同一批参苗中生长最慢的个体, 体表发黑, 身体紧缩发硬, 生长潜力很小, 应尽量回避。

北参南养周期为 4~5 个月, 为了在刺参夏眠之前达到上市规格, 需要选择大规格参苗,

一般按照 16~30 头/千克标准购买。

(2) 参苗抓捕与暂养：选择晴朗无风天抓捕参苗，雨天刺参易被雨淋而引起化皮。潜水员按要求规格抓捕，每次抓参不要超过 25 千克，上岸后要及时倒入塑料框中进行控水，池边水中长时间放置会导致刺参苗缺氧、吃水胀肚。

为保证参苗运输效果，防止刺参苗排脏，装运前要进行暂养、吐泥。可就近选择交通方便、进排水与充气设备齐全的育苗场，利用其室内水泥池进行暂养，时间 2~3 天，海水盐度以 28‰~32‰为宜。参苗暂养时池内水位 60~80 厘米，一口 20 米²的水泥池可投放 300~400 千克，每天全池换水 1 次，排水时避免参苗被流走。

(3) 参苗运输：采用水运法，可长时间运输。把吐泥过的刺参苗装到塑料圆筛中，每筛装 6.5~7.5 千克，最多不能超过 9 千克，每桶放 7~9 筛，桶内海水盐度不低于 28‰，桶内充气，桶外加冰，使桶内水温保持在 11~13℃，每车可用 1 000 毫升应激安稀释 10 倍后均匀加入到各个塑料桶中，减轻参苗的应激反应。运苗车到养殖区码头前 4 小时左右，清掉车内剩余冰块，让桶内水温自然回升，缩小其与养殖海区水温的差距。到码头后将装苗筛搬到活水船中，也可用 1 000 毫升应激安稀释 10 倍泼洒到船舱中，然后运到养殖海区渔排进行分苗，投放到吊养笼中。

(4) 参苗投放时间与密度：闽东海区 11 月上旬后自然水温一般能下降到 20℃左右，可以开始放苗。投苗时间不宜拉得太长，过迟放苗除了会缩短南方养殖时间外，也可能影响北方参苗的采购，有的年份北方寒流早、强度大，当地池塘水温太低会造成刺参苗抓捕困难，参苗质量也会降低。福建海区养殖投苗应于 11 月底前完成。

投苗密度掌握在 1.1~1.25 千克/笼，苗数根据参苗规格不同而不同，规格在 16~18 头/千克每层放 3 头，规格 20~24 头/千克每层放 4 头，24~30 头/千克每层放 5 头，同一规格放在同一吊笼。

3. 养殖管理

(1) 日常管理：每日测量海区水温、盐度各 1 次，记录天气、潮流、风浪等情况，每周测量 pH 1 次。有条件的养殖户可 1~2 周测定 1 次水中的氨氮及其他水质指标。半个月左右做 1 次生长测定，掌握刺参的生长情况，解剖刺参检查胃肠，根据其饱满度调整投饵量。

(2) 饵料投喂：养成期间饵料主要为干海带，若用盐渍海带下脚料效果更佳。参苗放养后过 1 天即可开始投喂。投喂前嫩薄海带浸泡 2 天，较硬海带浸泡 3 天，待其软化后切至 4~5 厘米再投喂。第 1 次投喂量控制在刺参体重的 5%~10%，隔天观察吊笼内饵料摄食情况，适当增减投喂量，通过 3~5 天的反复观察后确定投喂量，之后每 3~4 天投喂 1 次。水温在 12~15℃时刺参生长最快，此时要加大饵料投喂量，并且可在海带中适当添加具有免疫调节作用和增强作用的海洋生物多糖，以及扇贝边、鱼糜等动物蛋白质含量高的饵料。投饵前一天傍晚捞起浸泡好的海带置于饵料台上控水，投喂当天先按一定比例把鲜杂鱼、扇贝边、多维等绞成鱼泥，再和海带一起倒入搅拌机使鱼泥充分粘在海带上，然后逐笼投喂。1~2 月，水温低于 10℃时，刺参活力减弱，应适当减少投喂量；在遇到海区水质不良、笼内粪便明显减少时，也应减少投喂量。

(3) 吊笼清理：每次投饵前应将吊笼在水中上下左右晃动几下，使粘附的浮泥、残饵、粪便等从吊笼小孔中排走，保持笼内水体交换畅通。养殖过程中，吊笼易附着生长玻璃海鞘等生物，每间隔 1 次投喂饵料时（6~8 天），需同时清理 1 次笼上的玻璃海鞘。在养殖中期

最好能更换 1 次吊笼。

(4) 分苗：由于苗种规格有一定的差异，养殖过程中生长也有快有慢，在养殖过程中发现同一吊笼中个体差异较大时，应按规格进行分苗稀养。一般经过 1 个多月的养殖就可进行 1 次分苗，以后视生长情况决定是否再进行 1 次稀养。

4. 病害防治 从几年来的刺参养殖情况看，早期养殖密度不大，病害发生率低，但近两年春节前后在闽东地区的部分养殖区发生了似海参“皮肤溃烂病”或称“化皮病”的疾病。主要症状表现为参体对外界刺激反应迟钝，口部肿胀、不能收缩闭合，继而身体收缩、僵直，体色变暗，肉刺变白、秃钝，口腹部出现小面积溃疡，后期病灶逐渐扩大、溃疡处增多，表皮大面积腐烂，最后导致刺参死亡，溶化成鼻涕状的胶体。经过调查认为，其病因主要与养殖区养殖密度过大、水流不畅、水质不良、盲目投饵、养殖区自身污染严重有关。

由于刺参海上养殖，一旦发病，用药物难以治疗，只能加强防范，从多方面着手：①搞好养殖规划，合理安排养参海域，保持水流畅通，尽量增加海带等藻类在该海区的养殖量，促进生态平衡，提高海水溶解氧，减少养殖自身污染，为刺参养殖创造良好的环境条件。②选择优质、健康、无病的刺参苗，提高其机体抗病能力，减少发病率。③投喂优质饵料，注意饵料品种的搭配。发挥营养互补作用，促进生长。④加强管理，精心操作，尽量避免因应激反应造成刺参发病。搞好环境卫生，一旦发现病死刺参，要及时拣出作无害化处理，防止污染。

5. 收获与销售 福建闽东地区年最低水温一般都在 8℃ 以上，4 月份平均水温达 18℃，最高水温可达 21~22℃，冬春季水温大多在 10~15℃，全年适宜的养殖时间近 5 个月。虽然刺参夏眠的临界水温为 20℃，但水温超过 18℃，参体会缩水、体重会降低，因此在水温达到 18℃ 时要及时收成。由于投放的是大规格参苗，只要养殖期间生长正常，刺参收成时绝大部分都可以达到商品规格。

第 2 种 刺参池塘养殖技术：

福建刺参池塘养殖主要在莆田市和漳州市，莆田市养殖面积约 80 公顷，养殖模式为刺参与花蛤、日本对虾混养；漳州市养殖面积 350~400 公顷，养殖模式为刺参单养或混养日本对虾。

1. 池塘及附着基设置

(1) 池塘选择：选择具备独立的进排水闸，水深 1 米左右的现有海水养殖池塘，面积 10~30 亩为宜，底质以硬泥沙或硬沙泥为好，沙底及硬泥底亦可。要求海水要潮流畅通、饵料生物丰富，附近无大量淡水及其他污染物流入，冬春季盐度在 25‰ 以上。不能选择烂泥很深、污染严重及河口附近低盐度的池塘。养殖垦区池水较浅、换水条件较差的低产池塘，若底质适宜，增配抽水设备，养殖刺参也能达到较好效果。

(2) 附着基设置：设置附着基是刺参池塘养殖的一项重要的技术措施。附着基除作为刺参主要的栖息和摄食场所外，还增加了地表面积，使底栖硅藻等基础饵料着生面积增加，增加了刺参优质饵料，有利于提高刺参成活率和生长速度。现今南方刺参为冬春季半年养殖，池塘夏季养殖其他品种，故要求附着基轻便、易搬运和拆卸，主要采用扇贝笼、遮阳网，也有少量使用编织袋及其他多孔、透水性好的材料的。泥底池塘附着基数量要多，否则将明显影响刺参的成活与生长。可铺设扇贝笼，间隔 1 米左右 1 条，顺着水流方向铺设，每亩约需 10 米长扇贝笼 60 条。沙底池塘减少设置附着基对刺参的影响要小一些，多数采用 40~50

厘米宽的遮阳网片结合可弯曲竹片插入池底呈拱形，做成波浪形网片，间隔2~3米。或采用更简单的单片式，30厘米左右宽的遮阳网或普通聚乙烯网片，用小竹竿呈平直形固定在池底，3~4米安置1片。投放大苗的池塘也有不设刺参附着基的。

2. 放苗前准备工作

(1) 清池消毒：放苗前1个半月左右，排干池水，封闸晒池，维修堤坝和闸门，池底若有黑臭淤泥必须清除，暴晒半个月以上，让池底充分氧化。铺设附着基之后进水30厘米，淹没附着基，每亩用生石灰50~100千克或漂白粉10千克浸泡消毒，杀灭鱼、蟹等敌害生物。

(2) 基础饵料培养：消毒结束，池塘经过浸泡冲洗后，纳水40~50厘米，进水网目60目，开始肥水。施用尿素、磷酸二氢钾、复合肥等无机肥或经过发酵的有机肥培育池水中的基础饵料生物，使水色呈黄褐、黄绿或浅绿色。随着水色的变浓和透明度的降低，逐渐添加新水至水位80~100厘米，并根据水色情况进行追肥，使透明度稳定在50~70厘米。约半个月后，有益生物得以大量繁殖，底栖硅藻等开始附着在附着基上，此时可进入投苗阶段。

3. 苗种选购与投放

(1) 当年培育参苗的选择、运输与投放：闽南地区刺参放苗时间为10月底至11月20日左右，南方刺参养殖苗种几乎全部来自北方。南方通过当地刺参度夏，以及刺参人工育苗和苗种中间培育生产性试验，目前能提供的养殖用苗还很少。山东因运输相对方便而成为参苗主要采购地，其余来自辽宁。参苗质量的好坏直接影响刺参的成活率和生长速度，应选体质好、无伤病、规格整齐的苗种放养。好的参苗体表干净、无黏液；体型舒展、肉刺尖挺、活力强；对外界刺激反应灵敏，管足附着力强，所排粪便较干且呈长条状。规格200~1000头/千克，参苗规格越大养殖成活率越高，但价格相对越贵，以400~600头/千克较为合适。参苗运输前停食、搬池，排便1~2天。参苗运输有空运和车运两种方式，以空运为主，数量可多可少，机动灵活，运输效果也很好。方法是从育苗池放出参苗，沥干水分，装入塑料苗袋，排净空气，扎紧袋口，每袋6千克左右，根据空运箱大小装2~3袋，实行干包装运输，气温较高时箱内加适量冰块，保持运输途中温度在12℃以下。正常运输时间12~15小时。

参苗投放池塘前，为提高放养成活率，宜进行驯化过渡。先放入预先准备好的、水温降至16~18℃的水泥池中，进行1天左右的适应性暂养。暂养池设置与池等大的网箱，以利于参苗收集出池。面积20米²的池放参苗75~100千克，保持充气，参苗入池4小时后，缓慢加水，使池水温慢慢回升（放苗时间段自然水温一般为22~24℃），投土霉素或四环素进行体表药浴，用量5毫克/升。空运参苗一般傍晚或夜间到场，暂养至第2天傍晚放入池塘，此时暂养池水温与池塘水温基本相同。参苗均匀放入附着基表面或附着基内，每亩12~20千克。

养参池塘可以混养日本对虾，投放参苗前的肥水阶段即可提前放入虾苗，规格0.8厘米虾苗每亩3000~5000尾。实践表明，参虾混养，对虾苗成活率明显高于虾贝和虾蟹混养池塘的虾苗成活率，且对刺参存活与生长没有影响，能增加一定的额外收益。投喂对虾饵料后，残饵和对虾粪便可被刺参摄食而加以利用。

(2) 大苗运输与投放：有半数以上池塘选择投放大苗，规格多在40~50头/千克，每亩

投放 50 千克左右。这类苗来自北方池塘，由上一年放养的人工培育参苗长成。因刺参有规格越大适宜水温越低的特性，南方池塘投放大苗时间不宜早于 11 月中旬，水温宜在 20℃ 以下。大苗从北方池塘采捕上来后，应放入就近的室内水泥池暂养 2 天、排空粪便。用水车运输，车上装 40~60 个高约 1 米、直径约 0.5 米、体积 200 升的塑料圆桶，每桶配 7 个带盖塑料筛，每层筛装 7.5 千克，1 桶可装 50 千克左右，1 车装运 2 000~3 000 千克，车厢桶间缝隙放置冰块，防止温度过高，桶内全程充气。运苗车到达后，宜往桶内加入适量池塘水，使参苗适应一段时间后再投入池内，这样能减少参苗应激排脏。

刺参与花蛤、对虾混养的模式，都选择投放大苗，每亩 40 千克左右，池塘提前于 9 月初投放规格 400 粒/千克的花蛤苗，每亩 100 千克；10 月初前后投放日本对虾苗，每亩 1 万尾。

4. 养殖管理

(1) 日常观测：每日测量水温、透明度，观察水色，定期测量盐度、溶解氧、pH，雨后要及时掌握盐度变化；养殖后期水温回升，要勤测溶解氧，尤其是雾天、气压低，池水溶解氧会明显下降，若出现如很多刺参爬到附着基顶部等缺氧征兆，要及时开启增氧设备进行大量水交换。

巡池时观察刺参的分布、活动、摄食、排便等情况，不定期抓几头刺参放入盆内，放置一夜，第 2 天观察排便情况，可帮助判断刺参的摄食状况好坏。排水时要及时将岸边露空刺参抛入池中，防止干露死亡。每 20~30 天定点测定 1 次，每次随机取样 30~50 头，测量其平均体重，最大个体、最小个体体重。

(2) 水质调控：换水是改善刺参养殖池水质的最直接和最有效的措施，不仅可以增加池水的溶解氧、降低代谢产物的浓度、补充池内营养盐，还可以调节池水的盐度、调节池内生物组成、促进生态平衡。换水宜少量多次，每日或隔日换水 10%~20%。

根据水温和气候情况，通过掌控换水和施肥，维持池水合适的水色和透明度。池中繁殖的单细胞藻类大部分能被刺参直接摄食利用，对水质调节也有较好的作用。单细胞藻类可降低池水的透明度，为刺参的栖息和生长创造隐蔽环境，还能抑制浒苔等有害大型藻类的繁生。

定期使用芽孢杆菌等微生态制剂。有益生物菌不仅能分解残饵、粪便等有机质，降低氨氮浓度，改善水质和底质，还能改善刺参胃肠道内环境，促进摄食与生长，并且提高刺参免疫力，增强抗病能力。

(3) 饵料投喂：刺参以天然饵料为主，在池塘中主要摄食底栖硅藻、微生物、有机碎屑、腐蚀的小动物尸体等，泥底池塘有机碎屑和有机物沉淀较多，可以少投或不投饵料，沙底池塘基础饵料和有机碎屑通常满足不了刺参摄食需求，尤其是中后期要投喂饵料，主要品种有海带粉、鱼粉、贝粉及配合饲料等。把握池中刺参存活量及规格，投饵量一般控制在刺参总重量的 1%~3%，根据池中基础饵料情况和刺参摄食状况加以调整，每日或隔日投饵 1 次。

(4) 浒苔防控：南方刺参养殖中后期正值浒苔易发季节，池塘中如果出现浒苔的数量不多，对刺参没有影响，但若大量繁生，除造成水质清瘦外，还会影响刺参的正常活动与摄食，进而影响刺参的成活与生长。从前期开始就要重视肥水，保持水色相对稳定，使池水维持适宜透明度，抑制杂藻的繁生。但养殖刺参季节水温较低，天气变化频繁，保持水色稳定

有一定难度。浒苔多从附着基上开始生长和蔓延，达到一定数量时，沙底池塘可以把长着浒苔的附着基清出池外，其他位置必要时人工清除；泥底池塘则可以选择刮风天排低水位，附着基上半部露出水面，让浒苔干露2天，变干发白的浒苔失去生长能力，之后会粘附浮泥，经观察，刺参能部分摄食。

5. 收获与销售 南方养殖刺参收获期从春节前后一直持续到4月中旬，集中收获期为3月下旬至4月上旬。较早收获的是投放大苗的养殖池塘，11月份投放的大苗有部分规格在50克/头左右，生长较快的个体到春节前后已达100~150克/头、小部分规格甚至在200克/头以上。将大个体刺参抓捕出售后，可以降低池塘刺参养殖密度，对余下的刺参生长有利。目前，除了少数来自北方的养殖户配备潜水员实行潜水采收外，大都采用排水抓捕的办法，将池水排低至10~20厘米，人工下池，将规格合适的刺参抓捕上来，从水浅处依次向深水处采，采集结束后，立即向池内进水，恢复正常水位，余下的刺参继续养殖，一般到3月下旬至4月上中旬再一次性收获完成。

投放北方当年培育刺参苗的小苗的养殖池塘，大多在4月上中旬收获，生长较好的也有少部分刺参达到商品规格，中小规格刺参由北方客户收购作为大苗运回北方继续养殖，有的年份会留少量在南方度夏。排干池水抓捕，沙底池塘一般2遍可以抓完，而泥底、尤其是附着基数量较多的池塘，需要3~5遍才能抓捕干净。

适宜区域：福建省沿海适宜海区及虾池。

技术依托单位：福建省水产研究所

联系地址：福建省厦门市东渡海山路7号

邮政编码：361013

联系人：林琪

联系电话：13395011661

电子邮箱：xmqlin@sina.com

(六) 工厂循环水健康养殖技术

A. 海水工厂循环水健康养殖技术

技术概述：我国目前现行的工厂化养鱼设施设备比较简单，一般只有提水动力设备、充气泵、沉淀池、重力式无阀过滤池、调温池、养鱼车间和开放式流水管阀等。前无严密的水处理设施，后无废水处理设备而直接排放入海，属于工厂化养鱼的初级阶段。另外，由于养殖密度大，病害时有发生。因此，要推广海水工厂化循环水养殖技术，规范养殖模式，加强科学管理，防止疾病的发生和传播，减少用药甚至不用药，解决养殖水产品药物残留超标等问题。

增产增效情况：通过该技术的实施，可以进一步改善养殖水体的理化指标，符合渔业水质标准，使养殖鱼类处于最佳的生长状态，选择优良的苗种和优质饲料，能够使鱼生长快速，疾病发生率显著下降，因病害造成的经济损失下降30%~50%，养殖成本降低12%左右。

技术要点：

1. 循环水工艺流程

(1) 工艺流程示意图：如图1所示。

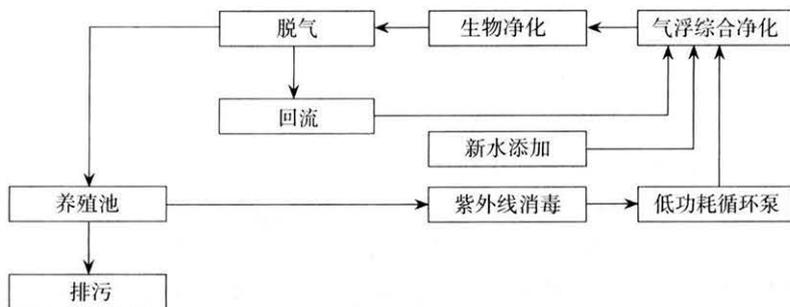


图1 循环水养殖系统工艺流程示意图

(2) 工作原理简介 (按工艺流程顺序):

①养殖池一般为方形圆抹角鱼池，水面一般在 40~50 米²，平均水深一般在 40~50 厘米，池中心排水，每座大棚总水体一般在 300~500 米³。

对鱼池进行必要的改造。原有鱼池改造只需在池内增加一支循环水回水管兼拦沫排沫管，一般采用直径 110 毫米 PVC 管；池外增设一条循环水回水总管至循环水处理系统，回水总管的直径根据池子的多少来确定，其余的如鱼池供水管道等维持原状即可。这样养鱼池内较清的水顺回水管流入循环水处理系统，需要排污操作时直接拔管即可。

②固液分离装置。固液分离装置一般有两种形式，一是采用微滤机，出水水质较好（筛网的目数决定），造价较高；二是采用弧形筛，无需动力和清洗用水，造价相应较低，出水水质一般；还可以采用筛绢网加过滤棉。

③紫外线或微波消毒器消毒。待消毒的水经进水口进入消毒井，自下而上均匀地流经垂直插入的紫外线消毒灯管再由消毒井的出水口流出完成了消毒过程。紫外线消毒装置安装在循环水泵的前端，安装在这里的主要目的就是防止各种细菌进入循环水处理系统，包括有益的硝化菌，这样才能保证循环水处理系统内的有益菌群形成优势菌群，保持生物净化的活力。

④循环水泵，经鱼池进行初步分离后较清的水则进入泵池，泵池又是循环水的调节池，可以稳定平衡循环水的水流量，循环水泵安装在泵池的后端，在这里采用低功耗、大流量的单相潜水泵。

⑤气浮综合净化池，集气浮泡沫分离、蛋白质分离和生物净化的功能于一体。气浮综合净化池是由气浮反应槽、生物净化滤料、排沫槽和排污管组成。

气浮反应槽内安装一台沉水式气浮曝气机，最大流量的设计水停留反应时间大于 240 秒，分离净化池内安装弹性生物滤料（统称生物包），生物滤料的规格为 $\phi 150 \times 0.5$ 比表面积 296 米² 的弹性立体填料，生物滤料的数量根据循环水系统的基本（单独运用按最大）生物承载量确定。

⑥生物净化池，主要的作用是降解氨氮，养殖密度比较高的大棚建议增加这一级生物净化，池内也是安装弹性生物滤料，生物滤料采用规格为 $\phi 150 \times 0.5$ 比表面积 296 米² 的弹性立体填料，生物滤料的数量根据循环水系统所增加的生物承载量确定。

⑦脱气池，在生物净化池后面设置了脱气池，在脱气的过程中同时进行末级生物净化，用于驱除水中的二氧化碳和氮气等有害气体，使水中的总气体水平和水质接近和优

于新鲜的自然海水，对水质要求比较高和养殖密度比较高的大棚建议采用脱气池。池内的脱气填料亦采用规格为 $\phi 150 \times 0.5$ 比表面积 296 米^2 的弹性立体填料，脱气填料的数量根据循环水系统的生物净化填料来确定，一般为系统的 $1/4$ 左右。底部设曝气装置，采用小型鼓风机供气。

⑧充氧：用罗茨鼓风机和纳米微孔增氧管进行增氧，或者使用纯氧增氧设施进行增氧。

⑨回流装置：回流装置实际上就是一个回流的管道，由管道上的阀门控制回流的水量，回流量一般根据系统内生物滤料（生物包）的挂膜情况来确定，一般的情况下在 20% 左右，这就保证了在日常运行中循环水系统内的净水微生物可以不断的生长繁殖。

(3) 系统的主要性能指标参考：

①适合养殖系统的规模：有效养殖水面 $1\ 000 \text{ 米}^2$ ，有效养殖水体 500 米^3 。

②系统的最大生物承载量：半滑舌鲷 10 千克/米^2 （液氧充氧 15 千克/米^2 ），大菱鲆等其他 20 千克/米^2 （液氧充氧 40 千克/米^2 ）。

③水质指标：化学耗氧量（COD） ≤ 5 毫克/升，悬浮物（SS） ≤ 10 毫克/升，pH $7.8 \sim 8.2$ ，溶解氧（DO）（ 20°C ） ≥ 10 毫克/升（使用液氧），亚硝酸盐氮（ $\text{NO}_2\text{-N}$ ） ≤ 0.05 毫克/升，氨氮（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ） ≤ 0.5 毫克/升。

④最大循环水量： $200 \text{ 米}^3/\text{小时}$ 。

⑤新水添加量： $50 \sim 100 \text{ 米}^3/\text{天}$ 。

2. 养殖生产管理

(1) 苗种及放养：苗种要求鱼体完整，色泽正常，有活力，健康无病，质量符合国家有关标准规定。从异地购苗种时应进行检疫，严防异地病原生物传播。

苗种运输前停食 1 天，长途运输水温温差小于 5°C 。

大菱鲆是冷水性鱼类，养殖适宜水温要求在 $10 \sim 20^\circ\text{C}$ ， $14 \sim 17^\circ\text{C}$ 水温为快速生长阶段。当水温稳定在 12°C 以上时，放养大菱鲆苗种。半滑舌鲷属暖温性鱼类，最适水温 $14 \sim 24^\circ\text{C}$ 。当水温稳定在 15°C 以上时，放养半滑舌鲷苗种。鱼苗入池水温和运输水温温差在 $\pm 2^\circ\text{C}$ 以内，盐度差在 5% 以内。放养密度见表 1。

表 1 半滑舌鲷养殖的放养密度

平均全长（厘米）	平均体重（克）	放养密度（尾/米 ² ）
5	3	200~300
10	10	100~150
20	85	50~60
25	140	40~50
30	320	20~25
35	460	15~20
40	800	10~15

(2) 投饲量的确定：

①半滑舌鲷：由于半滑舌鲷是腹面下方的摄食方式因而抢食的现象不明显，需要仔细地观察总结半滑舌鲷的摄食状况，不能完全按照投饲量的计算结果来投饲，而应该根据观察到

鱼类摄食的具体情况灵活掌握。

②大菱鲆等：在正常情况下，假如投饲时鱼类抢食明显，20秒后无剩饵，说明投饲量偏少；假如30秒后尚有较多剩饵，而鱼类已经不再争食，则说明投饲量偏大；假如刚开始投饲，鱼类就不积极摄食，说明上一次投饲过量或两次投饲时间间隔太短，这时就不能完全按照投饲量的计算结果来投饲，而应该适当增加或减少投饲量，根据观察到鱼类摄食的具体情况灵活掌握。

(3) 水质调控及清污：保持水深在40~80厘米。氨氮含量小于0.2毫克/升，溶解氧大于5毫克/升，保持水质清新。光照度500~2000勒克斯，光照均匀。根据水温要求调节水温和换水量。养殖过程需按时测定水温、pH、溶解氧、盐度、COD、氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐、磷酸盐等相关参数，将各项指标控制在合适的范围内。当水温高于25℃时，需要加大地下低温海水的添加量和循环水量，并采取加大纯氧供给量的措施，使氧气饱和度达到100%~150%（如果有液氧设施的话）。由于夜晚时间比较长，也是鱼类生长速度比较快的时段，因此每天傍晚要坚持清洁养殖池1次，并进行1次池底排污操作，给鱼创造一个良好生长的水环境。

(4) 洗池与分养：养殖过程中产生的残饵、粪便，有部分无法通过换水排出而吸附在池壁池底。洗池对于排出养殖池底的污物有一定效果。无死角的养殖池形状结合向中央倾斜的池底和中央排污方式，可以有效地排出池底污物。当同一个养鱼池中鱼的大小、强弱不一时，会严重影响鱼的生长速度，因而，养殖过程中必须按时进行大小分选。鱼的大小分选不仅可以防止互残（半滑舌鲷互残的情况很少发生），而且便于管理，尤其是幼鱼，幼鱼生长比较快，分选和不分选，幼鱼的生长、死亡率和饵料的利用率相差很大。但要尽可能减少分养次数，过多次数的分养会使鱼体受伤，增加鱼的应激反应。

注意事项：在鱼病防治上，对消毒剂和抗生素的使用方面一定要慎重！必须使用这些药物进行药浴时一定要和系统隔开，一旦这些药物进入循环水处理系统将会对生物包产生极大的破坏，引起系统的崩溃，很难在短时间（20~30天）内恢复正常，需要对系统进行彻底清洗重新培养净水微生物和生物包挂膜。

充分利用先进的技术和设施设备来优化养殖环境，高密度循环水养殖系统显现出循环水养鱼具有的高氧、控温和高产的优势，基本上是技术、设备水平的体现，因为好的水质与适温，可以使鱼快速生长，饵料转换率高，排泄物少，对水质污染少。水中的溶解氧不同，饵料系数就不同，根据这几年的经验，大菱鲆在适温17~18℃、牙鲆和半滑舌鲷在适温21~23℃时饵料系数最低，每升高或降低1℃，饵料系数即增加10%。即温差10℃，饵料系数就要增加1倍。鱼的生长、产量和成活率大多由水中的溶解氧、温度决定的，所以必须用高氧、适温优化养殖。

适宜区域：全国海水工厂化养殖。

技术依托单位：

1. 中国水产科学研究院黄海水产研究所、中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所、山东省渔业技术推广站

联系地址：济南市历下区解放路162号

邮政编码：250013

联系人：李鲁晶，景福涛，尹相茵

联系电话：0531-86569026

电子邮箱：oucjft@163.com

2. 河北省水产技术推广站

联系地址：石家庄市裕华东路 96 号

邮政编码：050011

联系人：李全振

联系电话：0311-86064049

3. 唐山市水产技术推广站

联系地址：河北省唐山市站前路 105 号

邮政编码：063004

联系人：苏文清

联系电话：0315-2323698

B. 淡水工厂化循环水养殖技术

技术概述：我国工厂养殖目前受水处理成本的压力，仍主要以流水养殖、半封闭循环水养殖为主，真正意义上的全封闭循环水养殖企业较少。流水养殖和半封闭养殖方式产量低[单位水体产量 10~15 千克/(米²·年)]、耗能大、效率低，与先进国家技术密集型的循环水养殖系统相比，在设备、工艺、产量[先进技术的产量达 100 千克/(米²·年)以上]和效益等方面都存在着相当大的差距。

淡水工厂化循环水养殖设施技术领域已具有一定的应用水平，在系统的循环水率、系统辅助水体的比率等关键性能方面基本接近国际水平，但是在生物净化系统的构建、净化效率和稳定性、系统集成度、系统稳定性等方面还存在着差距。

目前已经在广东、新疆、重庆、湖北、上海等地建立了多个工厂化循环水养殖示范基地，示范面积达到 6 000 米²以上，并将研究得到的成果成功应用于循环水养殖系统的构建中，并取得了良好的收益。

增产增收情况：

1. **经济效益** 每套水处理系统服务 300 米³ 养殖水体，年产达 100 千克/米³ 以上，可年产 30 吨优质商品鱼，产值达 180 万元，毛利润达 40 万元，则 100 套系统可年产 3 000 吨，年产值 18 000 万，年利润 4 000 万元，经济效益十分可观。

2. **社会、环境和生态效益** 应用该技术可以使产出 1 千克鱼的能耗降低 20% 以上，每千克鱼的耗电小于 2.5 千瓦时，大幅降低循环水工厂化养殖系统的运行管理成本，达到可广泛推广应用水平。同时，相同规模的工厂化循环水养殖设施系统与池塘养殖系统相比可以减少 10%~20% 的土地以及 8~10 倍的养殖用水，并不再对水域生态环境造成影响，可以实现很高的生态效益。

技术要点：

1. **转鼓式微滤机** 传统的转鼓式微滤机存在筛网网目大小选择不合理的问题，颗粒物在接触细筛时，会长时间翻滚摩擦造成破碎，产生难去除的微小颗粒。同时存在传动效率低、反冲洗效果欠佳等问题。该技术研发人员根据养殖水的特点，在对循环水养殖水体中颗粒物粒径分布规律研究的基础上，对滤网网目与去除效率、反冲洗频率、耗水耗电等关系进

行了实验研究。研究表明, 200 目滤网处于目数与去除率、电耗关系曲线的拐点, 是技术经济综合效果的最佳点。在结构优化方面, 转鼓采用低阻力的中轴支撑结构, 配置二级摆线针轮减速驱动。研究开发出能根据筛网阻塞程度智能判断的反冲去污装置。形成了 WL 型智能型转鼓式微滤机的系列产品。通过结构升级优化, 显著提高了微滤机的节水节电性能, 对 60 微米以上悬浮颗粒物的去除率达 80% 以上, 每处理 100 吨水耗电小于 0.3 千瓦。设备不仅提高了水处理能力、而且降低了运行能耗, 与现有设备相比, 去除率提高 20%, 耗电节省 45% 以上。生产应用中, 该设备运行稳定、可靠。该设备已达国内先进技术水平, 并实现了出口。



图 1 转鼓式微滤机

2. 生物净化设备

(1) 导流式移动床生物滤器: 移动床生物滤器是 20 世纪 80 年代后期, 由挪威的 M. Kaldnes 和 SINTEF (挪威科技工业研究院) 研究机构合作开发的技术。该技术采用生物膜接触法, 通过滤料表面附着生长的硝化细菌和亚硝化细菌群来降解水体中的氨氮、亚氮等有害有毒物质, 净化水质。由于使用的浮性颗粒滤料, 在剧烈鼓风曝气作用下, 能够与水呈完全混合状态, 微生物生长的环境为气、液、固三相。养殖回水与载体上的生物膜广泛而频繁地接触, 在提高系统传质效率的同时, 加快生物膜微生物的更新, 保持和提高生物膜的活性。与活性污泥法和固定填料生物膜法相比, 移动床生物过滤器既具有活性污泥法的高效性和运转灵活性, 又具有传统生物膜法耐冲击负荷、泥龄长、剩余污泥少的特点。

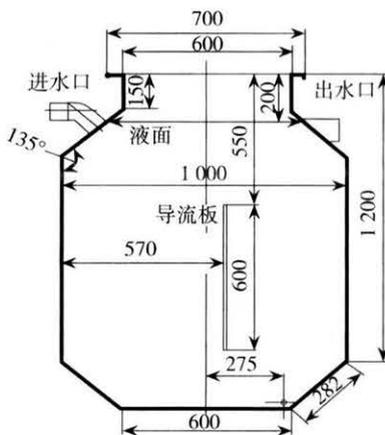


图 2 导流式移动床生物滤器

根据移动床生物滤器结构及工作特点, 并结合近年来的相关研究成果, 对其进行结构优化和流态分析, 使其充分满足循环水养殖的水处理使用要求。在结构优化方面, 由于传统移动床生物滤器存在滤料运动不均匀、易出现较大运动死角等弊端, 研究人员在其腔体内引入了导流板, 将反应器分隔成提升和回落两个区, 在提升区底部安装有曝气装置, 从而引导滤器中水体更好的循环流动, 以提升过滤效率。该新型导流式移动床生物滤器的具体尺寸为: 长度为 1 米, 高度为 1.4 米, 宽度为 0.5 米, 有效水深为 1.2 米, 升流区与降流区面积比为 3/4, 导流板底隙高度为 0.25 米, 导流板上方液面高度为 0.35 米, 反应器四角倒成斜面以方便水体循环。在结构确定以后, 进一步对导流式移动床生物滤器的内部水流流态进行分析, 采取的方式是利用计算流体力学软件 FLUENT 对其进行二维流态模拟, 结合滤料挂膜最佳水流速度的相

关知识,将模拟曝气速度优化为0.6米/秒,此时反应器中最高有效流速为0.3米/秒,最低有效流速为0.06米/秒,涡流区域的面积约占10%,可最大化地保证反应器的生物处理效率。

滤料选择带外脊的空心柱状PE材质生物滤料,比重(相对密度)为0.95,比表面积达到 $500\text{米}^2/\text{米}^3$ 。结果显示:在填充率为40%,进水氨氮浓度为2毫克/升,水力停留时间为15分钟,曝气速度为0.6米/秒的初始条件下,反应器运行30天后其滤料内表面的实际平均挂膜厚度为80微米,氨氮去除率达到25%,水质净化效果良好,完全达到推广使用要求。

(2) 沸腾式移动床生物滤器:沸腾式移动床生物滤器是根据移动床生物过滤技术基本原理设计研发的另一种新型生物滤器。区别于导流式移动床生物滤器采用矩形反应器单侧曝气的结构形式,它创新地采用了圆形反应器。内部设计成为2个反应区,分别为沸腾区和降流区。沸腾区底部设置环形布气槽,在剧烈曝气条件下滤料上升移动,到达降流区后由于在水流的带动下逐步下沉到反应器底部,形成一种相对稳定的运动状态。此次选用的滤料为PE材质的空心柱状滤料,比重为0.95,比表面积 $500\text{米}^2/\text{米}^3$,滤料填充率40%~50%。实验研究表明,在气水比(气体流量和水流量的比值)1:2条件下,沸腾式移动床生物滤器的氨氮处理效率能够达到30%以上。

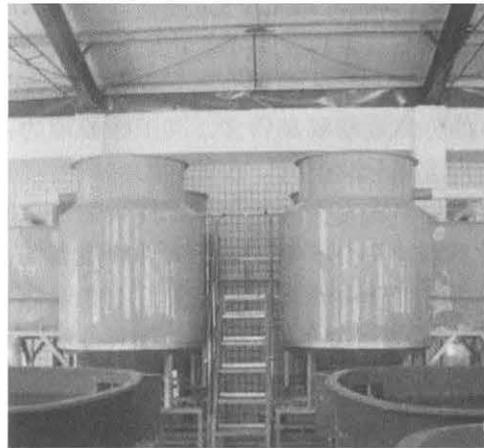
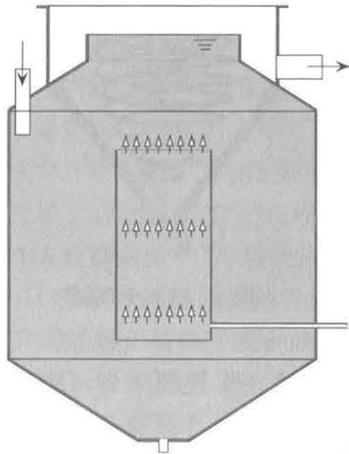


图3 沸腾式移动床生物滤器

3. 低压溶氧技术及其设备 低压纯氧混合装置主要是根据气液传质的双膜理论,通过连续、多次吸收来提高氧气的吸收效率。该装置的工作流程为:水流经过孔板布水并形成一定厚度的布水层,以滴流形式进入吸收腔。吸收腔被分割成了数个相互串联的小腔体,提供了用以进行气液混合的接触空间。整个装置半埋于水下,使吸收腔密闭,水流从各个吸收腔底部流出。气路方面,纯氧从侧面注入,并从最后一个吸收腔通过尾气管排出吸收腔。

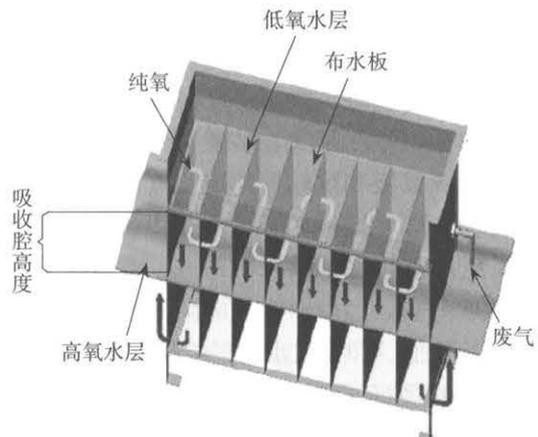


图4 低压纯氧混合装置

在基于上述理论研究的基础上,进行

设备试制及性能研究。试验用的低压纯氧混合装置使用了7个小腔体作为吸收腔，装置尺寸为0.20米×0.35米×1.00米，截面积0.07米²，布水板开孔率10%。试验采用单因子试验方法分别研究气液体积比、布水孔径、吸收腔高度等对溶解氧增量、氧吸收效率、装置动力效率的影响。结果显示，在水温26~27℃，单位处理水流量18米³/小时，吸收腔高度38厘米条件下，当气液体积比从0.0067:1上升到0.0133:1后，平均氧吸收率从72.62%下降到了57.27%，而平均出水溶解氧增量从6.57毫克/升上升到10.37毫克/升。低压纯氧混合装置的理想工作点在气液比0.01:1左右。此时，出水溶解氧相对于源水增加10毫克/升左右，氧吸收率大约为70%，在吸收腔高度40厘米，出水溶解氧增量达到10.9毫克/升，低压纯氧混合装置的动力效率就能达到每千瓦时6.63千克O₂。由此可见，该装置在节能效果上的表现是比较突出的，可以满足循环水繁育系统节能、节本和减低维护强度的要求。

4. XW 系列漩涡分离器 XW 系列漩涡分离器是一种分离非均相液体混合物的设备，主要由六大部分组成，分别为筒体、溢流堰、进水管、出水管、排污管和支架等。该设备采用水力旋流分离技术，根据在离心力的作用下两相或多相之间的密度差来实现两相或多相分离的。由于离心力场的强度较重力场大得多，因此漩涡分离器比重力分离设备（沉淀池）的分离效率要高得多。其工作原理为：养殖废水沿切向进入分离器时，在圆柱腔内产生高速旋转流场，混合物中密度大的组分（固体颗粒）在旋转流场的作用下沿轴向向下运动，形成外旋流流场，在到达锥体段后沿器壁向下运动，最终沉淀在锥体底部（定期排污），密度小的组分（水）沿中心轴向运动，并在轴线方向形成一向上运动的内旋流，越过溢流堰从出口流向下一水处理环节，从而实现固液分离集污排污的功能。

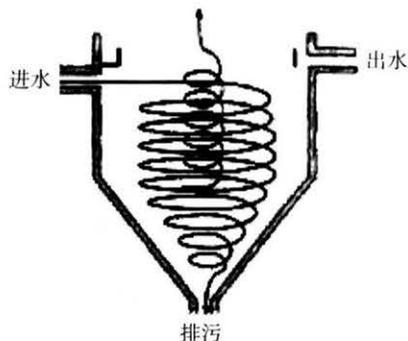


图5 漩涡分离器

在养殖中，一般多与鱼池双排水系统相结合配套使用，作为底部污水的初级过滤处理设备。具有以下工作特点：占地面积少、结构紧凑，处理能力强；易安装、质量轻、操作管理方便；连续运行、无需动力，固体颗粒物去除率最高可达50%以上；效果好、投资少、不易堵塞等。

5. CO₂ 脱气塔 在高密度循环水养殖系统中，CO₂浓度很高，需采用装置及时将其从系统中去除。CO₂去除试验装置为一直立式圆筒，主要由筒体、出水口、进气口、液体分布器、填料支撑板和填料等组成。液体分布器的开孔率为15.6%，填料高度为1米，填料种类选择为φ25×25鲍尔环，由聚丙烯塑料制成。内有填料乱堆或整砌在靠近塔底部的支撑板上，气体从塔底部被风机送入，液体在塔顶经过分布器被淋洒到填料层表面上，在填料表面分散成薄膜，经填料间的缝隙流下，亦可能成液滴落下，填料层的表面就成为气、液两相接触的传质面。CO₂在水中的溶解度符合亨利定律（Henry's law），即在一定的温度下，气体在水中的溶解度与液面上该气体的分压成正比，因此只要水面上气体中CO₂的分压很小，水中的CO₂就会从水中逸出，这一过程称为解吸。空气中CO₂的含量很少，其分压约为大气压的0.03%。因此，常用空气作为CO₂去除装置的介质，其经鼓风机被送入CO₂去除装置

的底部，在填料表面与水充分接触后，连同逸出的 CO_2 一起从塔顶排出，含有 CO_2 的水从塔体上部进入经液体分布器淋下，在填料表面与空气充分接触逸出 CO_2 后，从下部的出水口流出，从而实现 CO_2 的去除。

根据气体交换原理，设计了养殖水体的 CO_2 去除装置，采用试验设计 (DOE) 的方法，对 CO_2 去除效果进行研究。三因子二水平的正交试验结果表明： G/L 对 CO_2 去除率的影响最显著，水力负荷 HLR，进水 CO_2 浓度，以及因子间的交互作用对 CO_2 去除率影响不显著。因此，在 CO_2 去除装置的实际运行过程中，应通过调节 G/L 来提高 CO_2 去除率。 G/L 变化对 CO_2 去除率影响的试验结果表明：当 $G/L=1\sim 5$ 时，随着 G/L 的增加， CO_2 去除率增加较快；当 $G/L>8$ 时，随着 G/L 的增加，去除率增加平缓。综合考虑系统节能和 CO_2 的去除效果，本装置在 $G/L=5\sim 8$ 时运行最佳，去除率为 $80\%\sim 92\%$ 。

6. 多参数水质在线自动监控系统 水质自动监测系统通过相关模块的功能，实时将水质参数如氨氮浓度、溶解氧浓度、pH 等显示出来，便于工作人员及时地了解水质情况，实现监测、调控一体化，提高设备的自动化程度，减轻工人劳动强度。

该系统采用手动和自动两种控制方式进行调控，上位机采用 mcgsTpc 嵌入式一体化触摸屏，作为本监控系统的人机交互界面，实现监控工程显示，通信连接，参数设置，实时曲线显示和历史数据的保存、查询和导出、数据采集与处理等功能。下位机选用 PLC，用于控制 CO_2 去除装置和计量泵的启停，上位机与下位机采用 PPI (Point to Point) 通信协议， CO_2 去除装置和计量泵的启停可通过在上位机监控工程窗口中触发。pH 传感器实时自动监测养殖水体中的 pH，因 pH 是模拟量，故采用 A/D 转换模块进行转换，然后通过 PPI 接口将数据送给上位机，并在上位机内显示、保存数据，由控制算法计算出控制结果，再通过 PPI 接口将数据送给 D/A 转换模块，驱动执行机构动作，自动加碱调节 pH，使其与期望值一致。pH 控制算法采用的是增量式 PID 控制算法，通过在上位机中编写脚本程序实现，执行机构采用能够无级调节流量的计量泵。

本监控系统还具有 pH 上下限报警功能，由于设备具有长期连续运行的特殊性，在无人值班看管设备期间，若设备发生故障，可以第一时间通过短信报警方式通知相关的责任人，从而避免不必要的损失。在上位机监控工程窗口内，可以自由设定 pH 上下限报警值，报警手机号码以及超时时间。方案流程见图 6。

在农业部渔业装备与工程重点开放实验室淡水高密度循环水养殖系统对循环水养殖水体 pH 实时监控系

统进行现场调试和试运行 (图 7)。调试结果表明： CO_2 去除装置的应用能够有效地去除养殖水体中的 CO_2 气体积累，使养殖池的 CO_2 保持在较低水平，此时的 CO_2 浓度对 pH 的影响极小，可忽略不计；PID 参数的整定结果为 $K_p=120$ 、 $T_i=150$ 、 $T_d=37.5$ ，系统在此参数下能够很快调节 pH 至目标值，且保持稳定，控制效果显著；不同浓度 NaHCO_3 对控制效果影

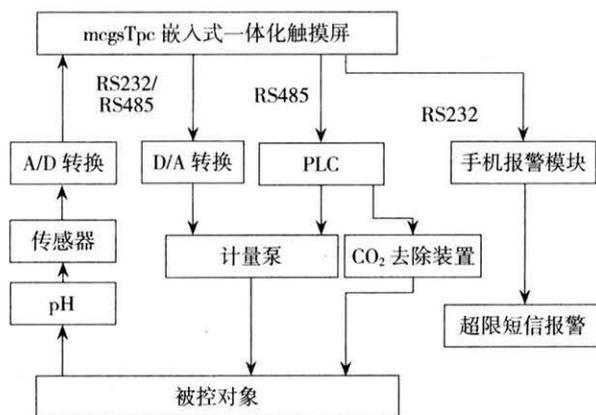


图 6 pH 在线调控系统流程

响不同,当 $\text{NaHCO}_3=37.31$ 克/升,系统的稳定性、精度和鲁棒性都较好;采用 PID 控制算法的系统具有明显的优越性,与计量泵恒定加药的系统相比,系统的稳定性和控制效果都较好。试运行结果表明,该监控系统运行稳定可靠,控制效果显著,人机界面良好,操作简单灵活,实用性强,有效地实现了 pH 的恒定控制,满足了循环水养殖对 pH 的要求,具有较高的推广价值和实用价值。

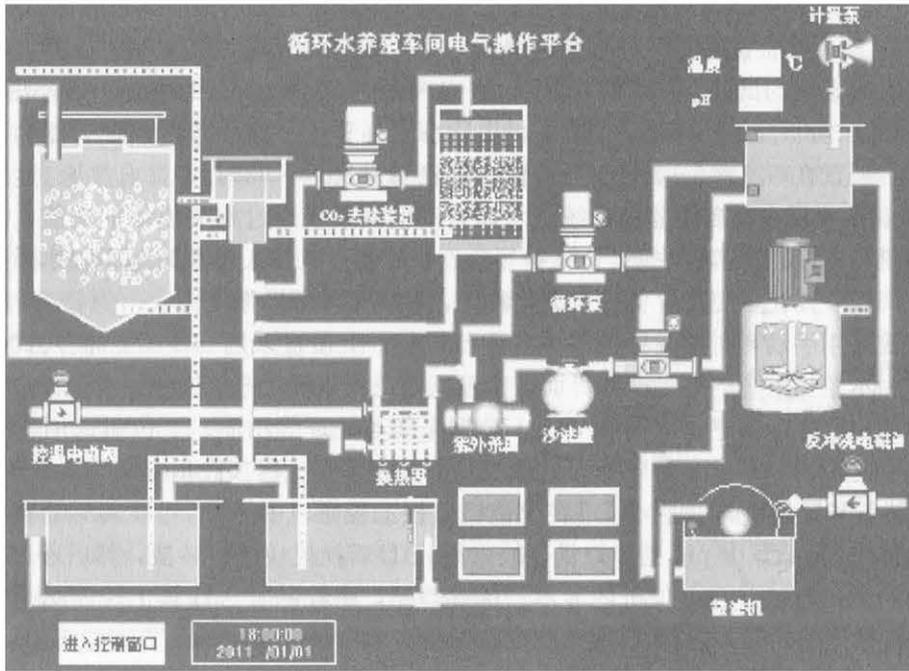


图7 pH在线调控系统控制界面

7. 系统集成 通过物理、生物等手段和设备把养殖水体中的有害固体物、悬浮物、可溶性物质和气体从水体中排出或转化为无害物质,并补充溶解氧,使水质满足鱼类正常生长需要,并实现高密度养殖条件下水体的循环利用的一个适用性强、通用性好、节能高效的高密度工厂化循环水养殖系统。

总体技术路线如图8。

注意事项: 此技术汇集了水产养殖学、微生物学、环境科学、信息与计算机学等学科知识于一体,本身科技含量较高,企业需配有掌握一定此技术的养殖人员,以便科学、高效地管理构建的循环水养殖系统。总体来说,最需注意的有以下几点:

- (1) 确保电力充足。此技术最怕停电,一旦突然停电,需进行及时处理。
- (2) 定期查看设备运行情况。如水泵是否正常运转,管路是否有漏水地方,发现问题及时处埋。
- (3) 确保 pH 稳定。由于生物滤器硝化反应耗碱及鱼类的呼吸作用,养殖水体中的 pH 会持续下降, pH 的下降会影响生物滤器的性能及鱼类的生长,因此需确保 pH 的稳定。
- (4) 定期检测水质。养殖水质的好坏直接影响鱼类的生长,需定期检测养殖水体的水质,如发现问题要及时做出调整。
- (5) 定期排污。由于是高密度封闭养殖,投饲量较大,养殖对象排泄物较多,需及时将

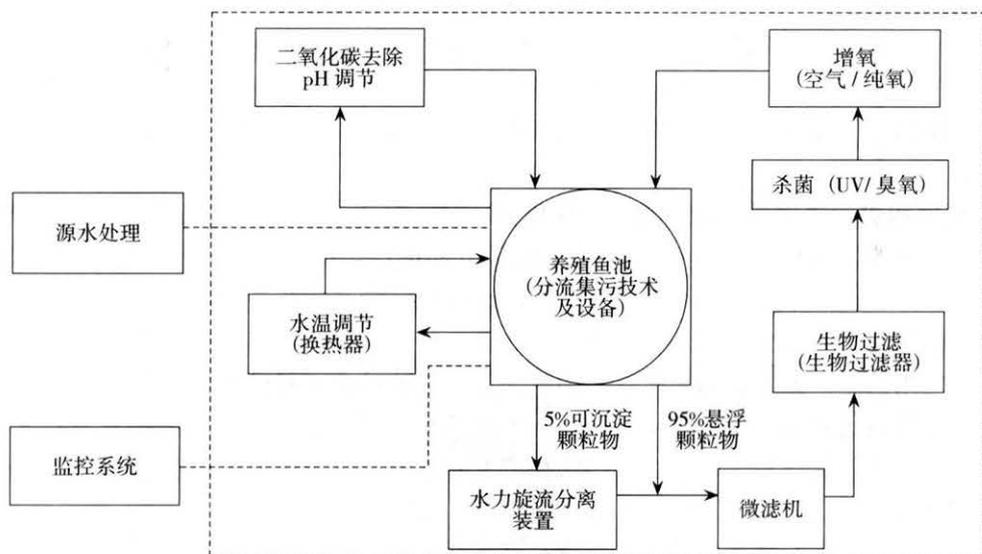


图8 总体技术路线

排泄物排出系统。

适宜区域：工厂化循环水养殖是一种现代工业化生产方式，基本上不受自然条件的限制，可以根据需要在任何地点建立海水或淡水的养殖生产系统，达到生产过程程序化、机械化的要求。一般来说，此技术更适宜在水资源匮乏、气候条件恶劣的情况进行推广，因为在这种条件下传统养殖模式无法进行正式运作，构建循环水养殖系统进行生产必将带来巨大的经济效益，这也体现了此技术的优越性。

技术依托单位：中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所

联系地址：上海市杨浦区赤峰路63号

邮政编码：200092

联系人：吴凡

联系电话：021-65975955

电子邮箱：wufan@fmiri.ac.cn

(七) 水产养殖节能减排技术

A. 池塘高效增氧技术

技术概述：

1. 技术提出的背景 水体是水生动植物生活的环境，水中的溶解氧是它们赖以生存的最基本的必要条件之一。在鱼、虾高密度养殖中，水中溶解氧的多少决定着水体容纳生物的数量，即使水质良好，但由于投喂饲料和动物排泄物带来的大量营养和有机物质，池塘也会出现低溶解氧。因此，增氧显得尤为重要。使用增氧机可以有效补充池塘中的溶解氧，但传统的水车式、叶轮式增氧机只能提高池塘上层水体溶解氧，却难以为池底提供充足氧气。

2. 拟解决的主要问题 微孔管道增氧技术采用在池塘底部铺设管道的方法，把含氧空

气直接输到池塘底部，从池底往上向水体散气补充氧气，使底部水体一样保持高的溶解氧，防止底层缺氧引起的水体缺氧。保证底部溶解氧含量的充足可有效抑制有害微生物的滋生，加快有机废物的降解，降低有毒物质的含量，活化池塘底质，保持水质理化因子的稳定，从而有效控制病害的发生，减少用药，降低用药成本，提高养殖品种的成活率、生长速度和养殖经济效益。

3. 成熟程度、先进性、重要性、应用价值 微孔管道增氧技术 2005 年开始在江苏省部分地区的养蟹池塘进行试验，经过 4~5 年的示范和推广，已经在鱼、虾、蟹等多个品种上广泛应用，并取得了十分显著的效果。目前，经过微孔管道生产企业和水产养殖场、水产技术推广机构等的共同努力，已经在各种微孔管道的种类生产、配套材料、安装方式方法、功率配置、使用技术等方面都有了长足的进步，安装和使用成本明显下降，养殖经济效益有较大上升，使用范围和面积快速增加，已经成为多种类型水产养殖增产增效的重要技术措施，其重要性和应用价值已得到政府主管部门和广大养殖人员充分的肯定和认可。

4. 技术成果鉴定、获奖情况 江苏省金坛市水产技术推广站在开展微孔管道增氧技术试验示范的过程中，与微孔管道生产企业一道不断总结经验，形成了一整套设备安装和技术使用标准与规范，已成功申请了 2 项国家专利，以微孔管道增氧技术为主要技术支撑的池塘河蟹养殖“631”技术模式的示范推广获得 2008 年度江苏省农业技术推广奖二等奖。

增产增效情况：使用微孔管道增氧与传统增氧机相比，可平均节省电费约 30%，池塘养殖的鱼、虾、蟹类等发病率平均降低约 15%，鱼产量每亩提高 10%，虾每亩提高 15%，蟹每亩提高 20%，综合效益提高 20%~60%，同时有利于提高成活率和养殖品种的生长速度。

技术要点：

1. 材料与安装 微孔管道增氧系统包括主机、主管道和充气管道等部分组成。

(1) 主机：选择罗茨鼓风机，因为它具有寿命长、送风压力高、送风稳定性和运行可靠性强的特点。罗茨鼓风机国产规格有 7.5、5.5、3.0、2.2 千瓦 4 种；日本生产的规格一般有 7.5、5.5、3.7、2.2 千瓦等。

(2) 主管道：有两种选择，一是镀锌管，二是 PVC 管。由于罗茨鼓风机输出的是高压气流，所以温度很高，多数养殖户采用镀锌管与 PVC 管交替使用，这样既保证了安全，又降低了成本。

(3) 充气管道：主要有 3 种，分别是 PVC 管、铝塑管和微气孔管（又称纳米管），其中以 PVC 管和微孔管为主。从实际应用情况看，PVC 管和微孔管各有优缺点，主要有以下几点：

①微气孔管曝气效果好，PVC 管经打孔后曝气均匀度较差。

②PVC 管材料组织容易。PVC 管在各种管道材料店都有经销，质量从饮用水级到电工用管都可。

③PVC 管成本低。与微孔管配置要求相比，每亩成本减少 300~400 元（管子成本减少 280 元/亩，主机成本分摊后减少 80 元/亩）。

(4) 安装：图 1 至图 3 的示意图供参考。

回路式安装图说明：

①建议空压机 2 台，一用一备。

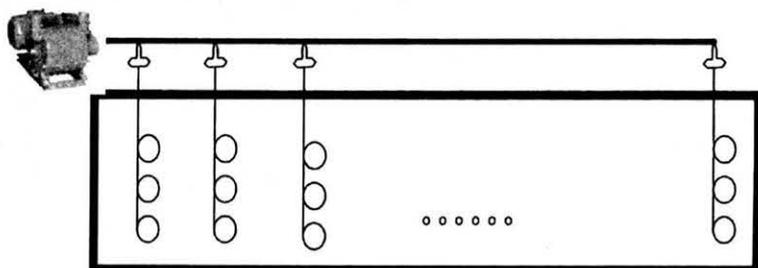


图1 安装示意图

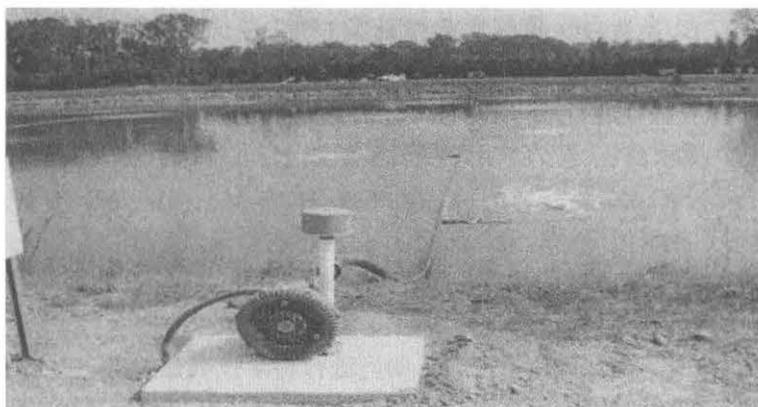


图2 盘式安装示意图

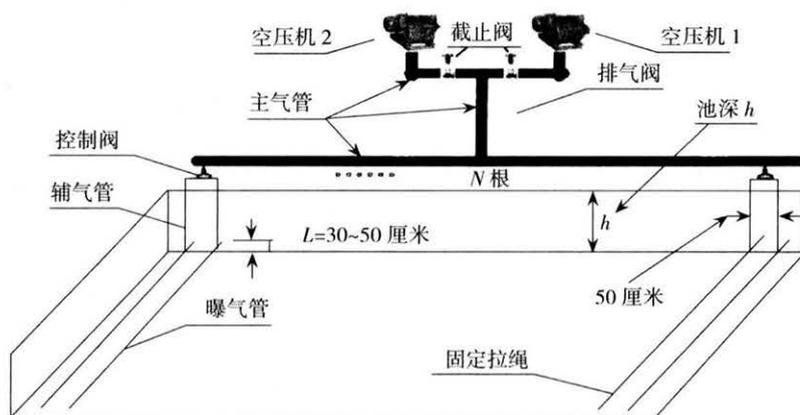


图3 回路式曝气管安装示意图

- ②截止阀用于连通或截断通道。
- ③排气阀用于调整气压和开机时排气。
- ④主气管可根据需要选用 PVC 给水管或钢质材料管。
- ⑤控制阀用于调节单管的出气量。
- ⑥轴管可选用橡胶管或增强塑料管。
- ⑦回路安装时需在池底安装固定拉索。
- ⑧图中的尺寸为安装的标注尺寸。

⑨PVC管的出气孔孔径太大,影响增氧效果。一般气孔以0.6毫米大小为宜。

(5) 安装成本参考:关于微孔管道增氧系统的安装成本,大概可分为4个档次:一是高配置:新罗茨鼓风机与纳米管搭配,安装成本1300~1500元/亩;二是旧罗茨鼓风机与国产纳米管(包括塑料管)搭配,安装成本800~1000元/亩;三是旧罗茨鼓风机与饮用水级PVC搭配,安装成本500~600元/亩;四是旧罗茨鼓风机与电工用PVC管搭配,安装成本300~500元/亩。

2. 饲养管理技术要点

(1) 水质、水位调节:由于放养密度较大,如何营造一个良好的水域生态环境,确保河蟹、青虾、鱼类等正常生长至关重要。因此必须调节好水质、水位。在水质调节方面,保持“鲜、活、嫩、爽”,10天至半月亩施EM菌原露1000毫升,吸收氨、氮,维持藻相平衡,促进物质良性转化,增强鱼、虾、蟹的免疫力。在水位调节方面,以注水为主,尽量减少换水频率,4月份前水位控制在50厘米左右,以提高池水温度,促进养殖品种生长,5~6月保持70~80厘米,夏秋高温季节应保持在1.5米以上,以降低池水温度,高温期结束后,保持适中水位。

(2) 水草管理:养殖河蟹的池塘,前期应尽量控制水位,抑制伊乐藻快速生长,如果伊乐藻生长过旺,5月份采取刈割措施割去伊乐藻上部20~30厘米,以促进伊乐藻新的根系、茎叶生长。

(3) 饲料投喂:由于池塘载鱼量较大,如何进行科学投喂是关键,而饲料质量又是影响鱼、虾、蟹规格与品质的关键因素之一,因此,应选择粗蛋白质含量较高的颗粒饲料投喂。虾蟹饲料,前期36%以上,中期30%~33%,后期33%~35%。投喂量按虾、蟹的体重计算,前期在6%~8%,中期5%~6%,后期3%~5%;养殖鱼类的池塘,前期32%以上,中期30%~32%,后期28%~30%。并视天气、河蟹活动情况灵活掌握。养殖河蟹的池塘,有条件的单位和养殖户,可适当多投喂小杂鱼,前期新鲜小杂鱼,中期投冰冻鱼,后期冰冻鱼搭配玉米、小麦。

(4) 增氧:由于池塘生物载重量较大,应及时开启微孔管道增氧。闷热天气傍晚开机至第2天早晨8时,正常天气半夜开机至翌日上午7时,连续阴雨天气全天开机,以保证池水溶解氧充足。南美白对虾养殖池塘,养殖中后期一般为8:00~11:00、14:00~16:00、22:00~24:00、翌日3:00~4:00投喂饵料2小时内停止开机;鱼类养殖正常天气中午开机2小时。

(5) 病害防治:每半月施用一次水质调节剂和底质改良剂等生物制剂,再每半月施用一次水体消毒剂(以碘制剂、溴制剂为主),高温期禁用消毒剂,每月投喂1次药饵(以中草药、免疫多糖、复合维生素为主),以提高河蟹抗病力。

注意事项:

(1) 主机发热。此问题主要存在于PVC管增氧的系统上。由于水压及PVC管内注满了水,两者压力叠加,主机负荷加重,引起主机及输出头部发热,后果是主机烧坏或者主机引出的塑料管发热软化。解决办法:一是提高功率配置;二是主机引出部分采用镀锌管连接,长约5~6米,以减少热量的传导;三是在增氧管末端加装一个出水开关,在每次开机前打开开关,等到增氧管中的水全部出尽后再将开关关上。

(2) 功率配置不科学,浪费严重。许多养殖户没有将微孔管与PVC管的功率配置进行

区分,笼统地将配置设定在0.25千瓦/亩,结果不得不中途将气体放掉一部分,浪费严重。一般微孔管的功率配置为0.25~0.3千瓦/亩,PVC管的功率配置为0.15~0.2千瓦/亩。

(3) 铺设不规范。主要有充气管排列随意,间隔大小不一,有8米及以上的,也有4米左右的;增氧管底部固定随意,生产中出现管子脱离固定桩,浮在水面,降低了使用效率;主管道安装在池塘中间,一旦管子出现问题,更换困难;主管道裸露在阳光下,老化严重等。通过对检测的数据分析,管线处溶解氧与两管的中间部位溶解氧没有显著差异,故不论微孔管还是PVC管,合理的间隔为5~6米。

(4) PVC管的出气孔孔径太大,影响增氧效果。一般气孔以0.6毫米大小为宜。

(5) 高密度养殖鱼、虾的池塘,应配合使用水车式增氧机,使池塘水体的溶解氧均匀。

(6) 使用微孔管道增氧的池塘应适当增加苗种的放养量和饲料的投喂量,充分发挥池塘生产潜力。

适宜区域: 全国海、淡水养殖池塘。

技术依托单位:

1. 中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所

联系地址: 上海市赤峰路63号

邮政编码: 200092

联系人: 徐皓

联系电话: 021-65976990

2. 江苏省水产技术推广站

联系地址: 江苏省南京市江东门北街

邮政编码: 210036

联系人: 陈焕根

联系电话: 025-86903058

电子邮箱: tgk888@sina.com

B. 淡水池塘养殖水质工程化调控技术

技术概述: 淡水池塘养殖是我国主要水产养殖生产方式,有重要的行业地位。目前,淡水养殖池塘面临环境污染与品质保障双重压力。传统池塘养殖调控能力弱,技术方法落后,缺乏可持续发展动力。池塘养殖系统需要占用大量的水资源。由于水域环境恶化,自然水体自净能力差,随养殖废水排入的氮、磷等营养物质,加剧了水体的富营养化。

淡水池塘养殖模式升级迫切需要工程化调控技术。在所有的集约化养殖模式中,池塘养殖的设施化和装备程度还处于较低的水平,生产过程主要依赖经验和劳力,对与质量和效益有关的关键环节的把握度很低,还没有脱离传统农业的生产方式。无论从提高增产潜力还是从提高劳动生产率来看,未来养殖业发展必须更多地依靠先进适用的养殖设施的装备和运用。

量化调控技术是实现淡水池塘养殖可持续发展的方向。实施精准化调控可以促进池塘养殖技术升级和生产模式的更新,可以提高养殖产品的品质和价值,可以实现水产养殖的规模化生产,提高生产效率,可以提高养殖设施的产出率,有利于提高生产效益和养殖生产者的收益,可以使养殖生产系统对水资源和环境条件的依赖度大大降低。许多缺水地区或者环境

水域被污染地区, 养殖生产条件将得以保障。可以为规模化生产创造条件, 实现用高效的物质条件装备水产养殖业的现代化要求, 有利于产业的升级和现代化发展, 促进水产养殖业可持续发展。

该技术拟针对我国淡水池塘养殖产业发展水平低, 养殖污染严重、水资源浪费大, 养殖环境不可控等问题, 通过推广池塘养殖水质调控技术和高效生态养殖模式系统构建技术, 实现池塘养殖水质量化调控, 达到“节水、健康、高效”的池塘养殖目标, 并通过在全国范围内大面积的示范推广, 为全国性的池塘健康高效养殖提供技术支撑, 为淡水池塘养殖生产方式转变与模式升级发挥积极的作用。

该技术拟解决的主要问题:

(1) 推广淡水养殖池塘结构优化、功能布局、水处理配置等技术, 构建生态养殖小区。

(2) 针对主要养殖池塘的环境与排放特点, 推广生态沟、生态塘、复合人工湿地等生态工程化技术, 实现池塘养殖污染排放与水质调控生态工程化。

(3) 推广“生态坡”、“复合生物浮床”、“生化滤床”等高效水处理设施, 实现池塘水质可控。

(4) 针对池塘水质管理特点, 推广池塘养殖水质数字化调控管理系统, 实现养殖水质管理“精准化”。

(5) 推广池塘养殖“水质、水体藻相、水体溶解氧、水层交换”等的调控工程技术和复合高效生态养殖模式, 实现池塘“量化调控”养殖。

增产增效情况: 2008 年以来, 相关技术成果已在全国建立了较为完整的生态工程化养殖模式系统, 在全国养殖主产区推广 20 万亩, 技术辐射 300 万亩以上, 取得了巨大的社会、经济和生态效益。示范应用证明, 该技术成果的综合经济效益都提高了 10% 以上, 节水 60% 以上, 减排 50% 以上。

技术要点:

1. 生态化养殖小区构建技术 该技术包括淡水养殖池塘基础设施建设条件, 淡水养殖池塘的形状、朝向、面积、深度、坡度、池埂、护坡等基础设施和进排水设施、道路、场地、办公、生活用房、水处理及生产设备配置等辅助设施优化构建技术; 以及生态化池塘养殖小区建设功能布局与规划、水系构建与土方平衡等关键技术。

2. 池塘养殖水质调控设施及其构建工艺 包括“生态沟”“生态塘”“复合人工湿地”“生态坡”“复合生物浮床”“生化滤床”等生态工程化技术及其适用于池塘养殖需要的构建工艺参数。

3. 水质高效调控数字化技术 主要包括池塘养殖水质实时监测、养殖信息无线传输、环境预警、基于专家系统和环境信息调控养殖管理等技术, 可针对池塘水质管理要求实现养殖管理“精准化”。

4. 池塘养殖量化调控技术 主要为养殖池塘的水质、藻相、溶解氧、水层等调控工程技术及其生态工程化设施构建技术等。包括基于复合人工湿地的池塘循环水水质与藻相调控技术、生态坡水质调控技术、高效生化设施水质调控技术、涌浪机水层交换技术、复合增氧调控技术等。

5. 适应不同地区需要的“节地、节水、减排”池塘健康养殖模式 主要为针对不同地区养殖特点的“池塘排放水再利用模式”“池塘节水型循环水模式”“池塘生态工程化模式”

“渔、稻结合种养模式”和“养殖排放水净化模式”。

注意事项: ①池塘养殖场应具有一定的规模且成连片布局。②养殖场有一定的水电通信条件。③养殖场有较好的组织管理结构,有一定技术素质的人员。

适宜区域: 全国内陆地区养殖池塘。

技术依托单位: 中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所

联系地址: 上海市赤峰路 63 号

邮政编码: 200092

联系人: 刘兴国

联系电话: 021-55128360

电子邮箱: liuxg1223@163.com

C. 池塘微生态制剂水质调控技术

技术概述: 养殖水体既是养殖对象的生活场所,也是粪便、残饵等分解容器,又是浮游生物的培育池,“三池合一”的养殖方式,容易造成“消费者、分解者和生产者”之间的生态失衡,造成水中有机物和有毒有害物质大量富积,这不仅严重影响养殖动物的生存和生长,而且成为天然水域环境的主要污染源之一。因此,如何保持水环境的生态平衡,是水产养殖优质、高效的关键技术。

增产增效情况: 通过该技术的实施,能使发病率降低,产量提高,同时有利于提高成活率和养殖品种的生长速度、放养密度,减轻池塘养殖对水域生态环境的污染。

技术要点:

1. 种类和使用方法

(1) 光合细菌: 菌体本身含 60% 以上的蛋白质,且富含多种维生素,促进水产养殖动物生长;它以光和热为能源,将水体中的氢分离出来,变有害物为无害物质,改良水质。水产生产上经常使用的为红假单胞菌。目前产品的剂型有水剂和粉剂两种,通常水剂的活菌含量为 3×10^9 个/毫升,而粉剂活菌含量为 1×10^{11} 个/克。水剂加入抑制剂后有效期为 3~4 个月,而粉剂经特殊加工后有效期为 12 个月,生产上肥水时可与有机肥或无机肥混合后泼洒,调节水质时与吸附剂合剂使用效果较明显。

光合细菌宜掌握在水温 20°C 以上时使用。在水温 $28 \sim 36^\circ\text{C}$, pH 偏碱 (7.5~8.5) 时,光合细菌生长较好。低温及阴雨天不宜使用。养殖户在使用光合细菌改善水质时,可选在晴天上午进行,光合细菌用沸石粉吸附后泼洒能提高使用效果。

在池塘使用时,每立方米水体 2~5 克光合细菌拌细碎的干肥泥土粉均匀撒入鱼池,以后每隔 20 天左右,每立方米水体用 1~2 克光合细菌兑水后全池泼洒。虾池每立方米水体用 5~10 克光合细菌拌细碎的干肥泥土粉均匀撒入池,以后每隔 20 天左右,每立方米水体用 2~10 克光合细菌兑水后全池泼洒。用于饲料添加投喂鱼虾时,按 1% 的比例拌入。用于疾病防治时,可连续使用,每立方米水体鱼池用 1~2 克、虾池用 5~10 克兑水后全池泼洒。在池塘施用粪肥或化肥时,配 2~5 克光合细菌效果更为明显,可避免肥料用量过大、水质难以把握的缺点,并可防止藻类老化造成水质变坏。

水瘦时要先施肥再使用光合细菌,这样有利于保持光合细菌在水体中的活力和繁殖优势,降低使用成本。此外,酸性水体不利于光合细菌生长,应先泼洒适量生石灰乳,调节水

体 pH 为 7 左右后再使用光合细菌。

药物对光合细菌制剂的活体细菌有杀灭作用，因此不能与消毒杀菌剂同时使用。水体消毒需经过 1 周后方可使用。

成品菌液应先逐渐降温而后存放在温度较低（15℃以下）并有一定光照的地方（每天 2 小时以上），然后逐渐减少光照，再置于阴凉避光处。菌液开始发黑并有恶臭味可能是活菌死亡腐败所致，使用效果不佳。

(2) 硝化细菌：是一种好氧菌，在水体中是降解氮和亚硝酸盐的主要细菌之一。主要有硝化细菌和亚硝化细菌 2 个类群，目前产品的剂型有水剂和粉剂两种，通常水剂的活菌含量 1×10^9 个/毫升，而粉剂活菌含量为 1×10^4 个/克。水剂有效期为 7~10 天，而粉剂经特殊包装后有效期在 6~12 个月。生产上硝化细菌繁殖速度较慢，20 多小时才能繁殖一代，一般情况需投放后 4~5 天才可见明显效果，因此要提前使用。

(3) 芽孢杆菌：是一种化能异氧菌，目前用于水产养殖业主要是枯草芽孢杆菌，产品剂型为固体粉剂，通常活菌含量在 $1 \times 10^9 \sim 2 \times 10^9$ 个/克，有效期 12 个月左右，使用前要活化培养，采用原池水加少量红糖或蜂蜜，浸泡 4~5 小时后全池泼洒，泼洒时同时开动增氧机。

(4) 蛭弧菌：噬菌蛭弧菌简称蛭弧菌，是一种寄生于其他细菌细胞内并能使其裂解的一类细菌，生产上主要用来净化水体，减少水体致病微生物数量，降低鱼虾蟹染病率和控制病害的发生。生产上运用的品种为嗜水气单胞菌噬菌蛭弧菌，产品剂型为水剂，活菌含量为 1×10^9 个/毫升。

(5) 乳酸菌：是一种厌氧或微缺氧菌，pH 3~4.5 仍可生长繁殖，在养殖动物的肠道内定植，合成维生素，辅助食物消化，促进营养物质吸收，克服腐败过程，生产上作为饲料添加剂。

(6) 双歧杆菌：是一种厌氧菌，最适生长温度 37~50℃，pH>8.0 不生长，具有维持肠道菌群平衡，治疗肠道功能紊乱，抗肿瘤和免疫调节功能，在生产上可以用于鱼类、甲鱼等爬行类的饲料添加，增加免疫能力。

(7) 放线菌：目前水产生上运用的主要是嗜热性放线菌，对于养殖水体中的氨氮降解及增加溶解氧和稳定 pH 有较好效果，尤其在甲鱼温室养殖运用更佳，与光合细菌合用效果更好。

(8) 酵母菌：酵母菌富含蛋白质、核酸、维生素等营养成分，适口性好，可促进养殖对象摄食，提高消化吸收率，增强抗病力。泼洒外用能有效分解溶于池水中的糖类，迅速降低水体中生物耗氧量，改善水质。

(9) EM 菌：主要由光合细菌、乳酸菌群、酵母菌群、放线菌群、丝状菌群等 5 科 10 属 80 余种有益菌种复合而成，目前水产上只有 7~8 个菌种组成，在效果上尚未达到 EM 菌的设计要求。产品剂型以水剂为主，有效活菌数标准为 2×10^9 个/毫升。在水质恶化池塘可全池泼洒 EM 菌，增加溶解氧，降低氨、硫化氢等有害物质，改善水质。EM 菌和一般生物制剂相比，它具有结构复杂、性能稳定、功能齐全的优势。使用方法主要有两种：一是饵料搅拌投喂，二是加等量红糖后加 20~100 倍干净水混合后全池泼洒。具体用量等参照各品牌说明书。

2. 影响微生态制剂使用效果的环境因子

(1) 温度：温度是控制微生物生长的重要因素，微生物的生长受低温限制，最适生长温度范围很窄，温度太高也会影响生长，高温可以达到致死点。使用微生态制剂一般要求水温

不低于 15℃，适温范围内，水温越高效果越明显，25~30℃使用效果最佳。

(2) 溶解氧：泼洒型生态制剂为好氧菌，其呼吸需要氧的持续供应。大气中氧不容易进入池塘底部，因而，投放时同时开启增氧机，或结合对氧要求不高的 EM 菌一起投放。

(3) pH：每一种微生物的生长有其最合适的 pH。一般 pH 7~8 时细菌生长最旺盛，如池塘水质偏酸时可采用投放生石灰或降酸微生物来提高 pH。

注意事项：

(1) 长期使用。生态制剂的预防效果好于治疗效果，其作用发挥较慢，长期使用方能达到预期的效果。

(2) 尽早使用。通过先入菌的大量繁殖，形成优势种群，减少或阻碍病原菌的繁殖。

(3) 禁止与抗生素、消毒杀菌药或具有抗菌作用的中草药同时使用。

(4) 施用时要注意菌体活力及菌体数量，一般要求含 3 亿个/毫升以上的活菌体，且活力强，同时注意制剂的保存期，随着保存期的延长，活菌数量逐渐减少，故保存期不宜过长，并且打开包装后尽快使用。

(5) 有的生态制剂使用前要活化培养。活化能让微生物迅速“复活”，活菌数量成倍增加，也能使菌迅速适应池塘水质条件，如芽孢杆菌。

(6) 注意不利因素的影响。如温度、pH、硝化细菌在 $\text{pH} < 7$ 或 $\text{pH} > 8.5$ 的水体中繁殖速度会受到一定影响，最适范围为 7.8~8.2，所以要控制好水体中的 pH，以利于有益微生物的生长。

(7) 遇到水质败坏严重的发病池塘，水质处理时，先用大剂量活菌加维生素 C、维生素 E 等抗应激类的物质，把水质调控好后再施用药物效果才好，而且稳妥。

(8) 生态制剂不是药物，一旦发生病害一定要用相关药物治疗。

适宜区域：全国池塘海、淡水池塘养殖区域。

技术依托单位：山东省渔业技术推广站

联系地址：济南市历下区解放路 162 号

邮政编码：250013

联系人：李鲁晶，景福涛，尹相菡

联系电话：0531-86569026

电子邮箱：oucjft@163.com

D. 渔用膨化饲料应用技术

技术概况：膨化饲料是将饲料膨化处理后形成的一种膨松多孔饲料。膨化是对物料进行高温高压处理后减压，利用水分瞬时蒸发或物料本身的膨胀特性使物料的某些理化性能改变的一种加工技术，分为气流膨化和挤压膨化。饲料经膨化处理后，使淀粉糊化，蛋白质、脂肪等有机物的长链结构变为短链结构的程度增加，破坏和软化纤维结构和细胞壁，破坏菜籽粕中芥子霉、棉籽粕中棉霉，以及豆粕中抗胰蛋白酶等有害及抑生长因子，更易消化。同时克服了传统粉状配合饲料和颗粒饲料存在的水中稳定性差、沉降速度快，易造成饲料散失浪费等弊端。膨化效果受原料配比、淀粉含量、含水量及膨化温度等因素影响，结合膨化特点，应保证原料配方中淀粉类原料在 20% 以上，添加剂选用耐受高温型，或增加用量。

增产增效情况：膨化水产饲料能长时间漂浮于水面，便于饲养管理，有利于节约劳力；

膨化饲料一般产生粉料在 1% 以内, 优质浮性鱼饲料漂浮时间一般可达 2 小时。在通常情况下, 与用粉状料或其他颗粒饲料相比, 可节约饲料 5%~10%, 并且投饵上容易观察控制, 降低粉料、残饵等对水体的污染。

技术要点:

1. 膨化饲料的适用范围 从养殖方式上讲, 池塘养鱼、稻田养鱼、流水养鱼、网箱养鱼、工厂化养鱼、大水面精养都可使用浮性鱼饲料, 具有广泛的适用性。从养殖品种上看, 除了极难驯化到水面摄食的少数底栖性鱼类, 其他鱼类都能很好地摄食浮性鱼饲料, 如鲈鱼、乌鳢、观赏鱼、美蛙、鳖、龟、叉尾鲷等名特优品种, 以及常规养殖的草鱼、鲤、鲫等品种。对于生理功能比较特殊的美蛙、鲈鱼等品种, 用浮性鱼饲料进行养殖, 则更加便捷, 更能显现其优越性。养殖经验不足、管理粗放的养殖户宜选择浮性鱼饲料。有些喜暗怕光的肉食性鱼类, 在使用浮性膨化饲料时, 还需要夜晚驯食或投喂。对极难驯化到水面摄食的少数底栖性鱼类最好不使用浮性膨化饲料, 可选用沉性或慢沉性膨化饲料。

2. 膨化饲料的投喂技术

(1) 投喂量的确定: 每天最适投喂量是鱼饱食量 90%, 参考鱼类摄食情况, 一般每天投喂 1~4 次, 每次投喂量控制在投喂后 10~30 分钟内吃完为宜。

(2) 投喂方法: 膨化水产饲料投喂方法: 池塘或大水面选择上风处定点投喂, 可用毛竹或 PVC 管圈成正方形或三角形, 将浮性膨化饲料投入其中。在网箱养殖和流水养鱼中, 必须采取一些特殊措施, 如将投饵点用网片、PVC 管圈围等方法, 预防浮性膨化饲料的浪费。

推广情况: 2011 年全国水产饲料总量为 1 540 万吨, 其中膨化饲料为 100 多万吨, 占比 10% 左右。

适宜区域: 全国。

技术依托单位: 四川省水产技术推广总站、成都凤凰饲料有限公司

联系地址: 成都市温江区公平镇温泉大道 200 号

邮政编码: 611130

联系人: 成育荣

联系电话: 028-82650988

E. 池塘鱼菜共生综合种养技术

技术概述: 鱼菜共生是一种涉及鱼类与植物的营养生理、环境、理化等学科的生态型可持续发展农业新技术, 就是在鱼类养殖池塘种植蔬菜, 利用鱼类与蔬菜的共生互补, 池塘水面进行蔬菜无土栽培, 将渔业和种植业有机结合, 进行池塘鱼菜生态系统内物质循环, 互惠互利。详见图 1。

池塘鱼菜共生生态养殖具有净水, 降低池塘水体富营养化, 光合作用增氧, 遮阳避暑, 提高水产品质量, 卖菜增收, 减少水电药等投入, 防盗, 抑菌, 景观工程等优势。

增产增效情况: 池塘鱼菜共生养殖模式与传统养殖模式相比, 平均亩产能提高 10% 左右, 节约水电成本投入约 30%, 渔药成本投入 50% 左右, 病虫害显著减少, 鱼类品质有一定程度改善, 综合生产效益可提高 30%~80%。

以重庆为例, 2012 年推广面积近 4 万亩, 亩产水产品 1 303.3 千克, 蔬菜 923.9 千克, 亩均收入 16 616.3 元, 较项目实施前增长 36.6%, 亩利润为 4 889.2 元, 是项目实施前亩

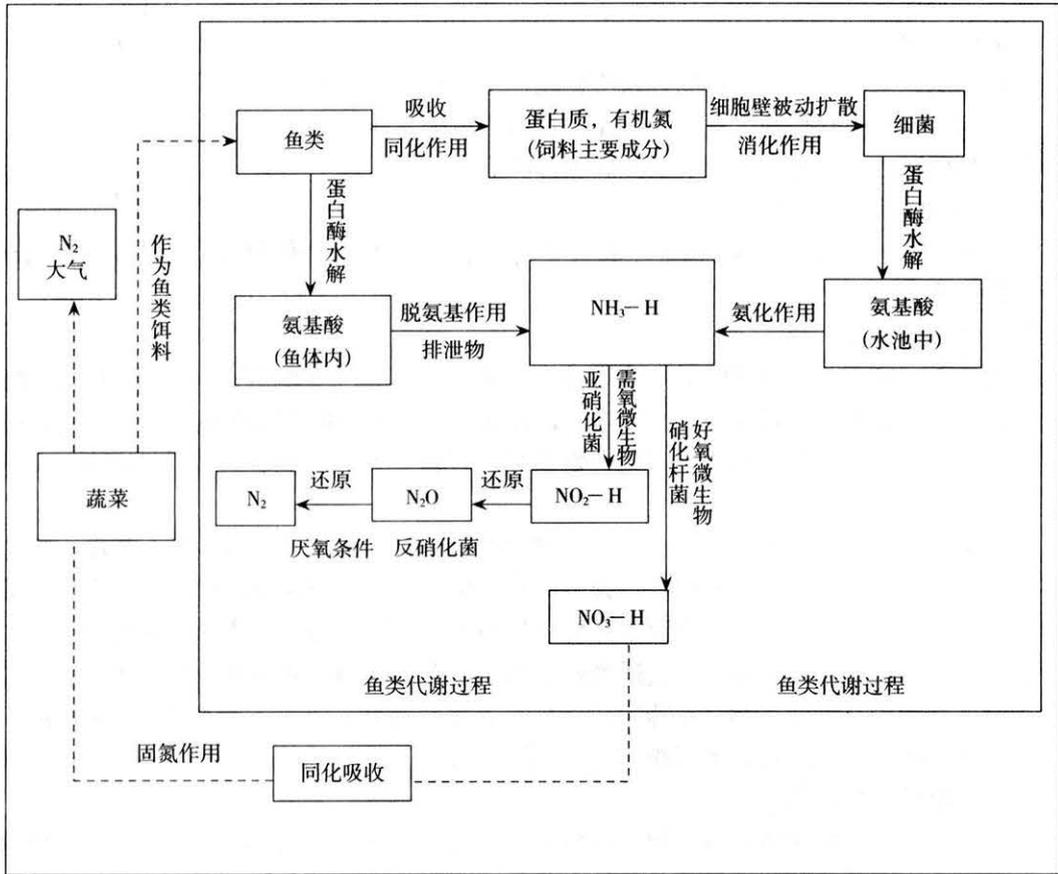


图1 鱼菜共生池塘物质循环流程

均利润的134.5%，其中蔬菜增收达到1040.5元/亩。项目实施前后亩均投入方面，除了物价因素导致饲料、塘租等投入上涨外，其全年节约水电投入57.6%、药物投入65%、人工投入20.6%，间接增加渔民收入583.5元/（亩·年）。

广西、北京等地采用鱼菜共生技术，通过蔬菜增收、降低投入等措施，直接经济效益也达到600元/（亩·年）以上。

技术要点：

1. 池塘养殖技术要点 池塘养殖以池塘“一改五化”技术为核心，“一改”指改造池塘基础设施，“五化”包括水质环境洁净化、养殖品种良种化、饲料投喂精细化、病害防治无害化、生产管理现代化等。

(1) 改造池塘基础设施：

①小塘改大塘：将用于成鱼养殖不规范的小塘并成大塘，池塘以长方形东西向为佳（长宽比约为2.5:1），面积10~20亩为宜。

②浅塘改深塘：通过塘坎加高、清除淤泥实现池塘由浅变深，使成鱼塘水深保持2.0~2.5米，鱼种池水深1.5米左右，鱼苗池水深在0.8~1.2米。

③整修进排水系统：整修进排水、排洪沟渠等配套设施，要求每口池塘能独立进排水，并安装防逃设备。

(2) 水质环境洁净化:

①池塘水质的一般要求:

悬浮物质: 人为造成的悬浮物含量不得超过 10 毫克/升。

色、嗅、味: 不得使鱼、虾、贝、藻类带有异色、异味。

漂浮物质: 水面不得出现明显的油膜和浮沫。

pH: 淡水 pH 6.5~8.5。

溶解氧: 24 小时中 16 小时以上, 氧气必须大于 5 毫克/升, 任何时候不得低于 3 毫克/升, 保持水质活、嫩、爽。

②池塘水质调控:

a. 生物调控: 鱼菜共生调控, 以菜净水, 以鱼长菜; 微生物制剂调控, 使用光合细菌、芽孢杆菌、硝化细菌等有益细菌, 实现净水; 以鱼养水, 适当增加滤食性鱼类和食腐屑性鱼类投放量, 改善池塘的生态结构, 实现生物修复; 保持池水活、爽、嫩, 透明度在 35 厘米以上。

b. 物理调控: 合理使用增氧机: 晴天中午开, 阴天清晨开, 连绵阴雨半夜开, 傍晚不开, 浮头早开; 天气炎热开机时间长, 天气凉爽开机时间短, 半夜开机时间长, 中午开机时间短, 负荷面大开机时间长, 负荷面小开机时间短等。实现其增氧、搅水、曝气的作用。

加注新水: 根据池塘水体蒸发量适当补充新水, 有条件的地方可每半月加注新水 1 次。

适时适量使用环境保护剂: 在养殖的中后期, 根据池塘底质、水质情况每月使用 1~2 次。生石灰 20~30 千克/亩; 沸石粉 30~50 千克/亩。

(3) 养殖品种良种化:

①主养品种: 选择优质鱼类, 如优质鲫鱼、草鱼、斑点叉尾鲴、团头鲂、泥鳅、翘嘴红鲌、黄颡鱼等。主养品种的选择须具备 3 个条件: 一是具有市场性 (适销对路), 二是苗种可得性 (有稳定的人工繁殖鱼苗供应), 三是养殖可行性 (适应当地池塘生态系统)。

②养殖模式: 池塘 80:20 养殖模式。

③鱼种质量: 各种鱼种标准参照已有的标准和鱼种质量鉴定标准执行。要求品种纯正、来源一致、规格整齐、体质健壮、无伤病。

④鱼种规格: 主养鱼类规格整齐, 重量个体差异在 10% 以内, 搭养鱼类个体大小一般不得大于主养鱼类个体大小。

(4) 饲料投喂精细化:

①饲料的选择: 饲料有良好的稳定性和适口性, 饲料要求新鲜、不变质、物理性状良好、营养成分稳定; 饲料加工均匀度、饲料原料的粒度符合饲料加工的质量要求。

②饲料投喂量的确定: 要求限量投喂, 根据养殖鱼类的生长速度、阶段营养需要量和配合饲料的质量水平确定每天的饲料投喂量。

日投饲量 = 鱼的平均重量 × 尾数 × 投饲率

全年投饲量 = 饲料系数 × 预计净产量

(5) 病害防治无害化:

①疾病的预防: 优化池塘养殖环境, 在养殖的中、后期根据养殖池塘底质、水质情况每月使用环境保护剂 1~2 次。合理放养和搭配养殖品种, 保持养殖水体正常微生物丛的生态平衡, 有效预防传染性暴发性疾病的流行。

②切断传播途径消灭病原体:

严格检疫: 加强流通环节的检疫及监督, 防止水生动物疫病的流行与传播。

鱼种消毒: 入塘前对鱼种消毒的药物主要有以下几种: 食盐(浓度2%~4%, 浸洗5~10分钟, 主要防治白头白嘴病、烂鳃病, 杀灭某些原生动物、三代虫、指环虫等)、漂白粉(浓度10~20克/米³, 浸洗10分钟左右, 能防治各类细菌性疾病)。

饵料消毒: 水草用6克/米³水体漂白粉溶液浸泡20~30分钟, 经清水冲净后投喂; 陆生植物和鲜活动物性饵料用清水洗净后投喂。

工具消毒: 网具用10克/米³硫酸铜溶液浸洗20分钟, 晒干后再使用; 木制工具用5%漂白粉液消毒后, 在清水中洗净再使用。

食场消毒: 及时捞出食场内残饵, 每隔1~2周用漂白粉1克/米³, 或强氯精0.5克/米³, 在食场水面泼洒消毒, 或在食场周围挂篓或挂袋消毒。

③流行病季节的药物预防(3~9月)

体外预防: 食场挂袋挂篓。

全池遍洒: 每隔半月用生石灰30克/米³等消毒。

体内预防: 选用中草药(每100千克鱼用大黄30克、黄芩24克、黄柏16克、小苏打30克)粉碎后拌饲投喂。

④增强鱼体抗病能力:

放养优良品种: 选择抗病力强、体质健壮、规格整齐、来源一致的养殖品种放养, 严禁放养近亲繁殖和回交种类。

投喂优质适口饲料: 投喂营养全面、新鲜、不含有毒成分, 并通过精细加工, 在水中稳定性好、适口性强的饲料。

免疫接种: 注射疫苗, 使鱼类产生抗体, 获得免疫力。

⑤严禁乱用药物: 使用水产养殖用药应当符合《兽药管理条例》和农业行业标准《无公害食品 渔用药物使用准则》(NY 5071—2002)。

(6) 生产管理现代化:

①了解当年鱼价走势, 分析明年市场。

②结合本地实情, 设计出鱼计划。

③放养优质鱼种, 合理使用饲料。

④落实生产计划, 加强生产管理。

2. 蔬菜栽培技术路线

(1) 浮架制作工艺:

①平面浮床:

a. PVC管浮床制作方法: 通过PVC管(50~90管)制作浮床, 上下两层各有疏、密两种聚乙烯网片分别隔断吃草性类鱼和控制茎叶生长方向, 管径和长短依据浮床的大小而定, 用PVC管弯头和粘胶将其首尾相连, 形成密闭、具有一定浮力的框架。详见图2。

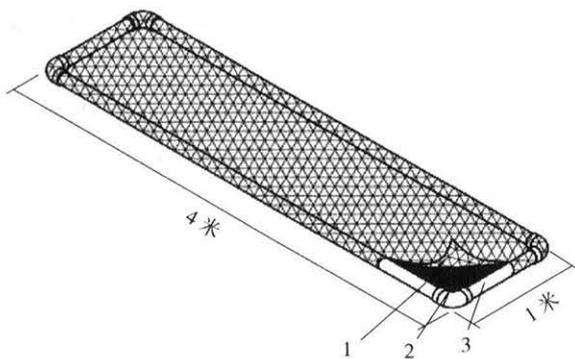


图2 PVC管浮床制作方法

1. 表层疏网: 用2~4厘米聚乙烯网片制作
2. 底层密网: 用<0.5厘米的聚乙烯网片制作
3. PVC管框架: 直径50~90毫米的PVC管

综合考虑浮力、成本和浮床牢固性的原则，以 75 管为最好。

此种制作方法成功解决了草食性、杂食性鱼类与蔬菜共生的问题，适合于任何养鱼池塘。

b. 竹子浮床制作方法：选用直径在 5 厘米以上的竹子，管径和长短依据浮床的大小而定，将竹管两端锯成槽状，相互上下卡在一起，首尾相连，用聚乙烯绳或其他不易锈蚀材料的绳索固定。具体形状可根据池塘条件、材料大小、操作方便灵活而定。详见图 3。

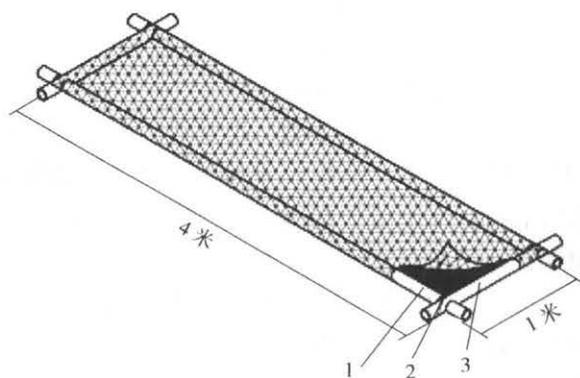


图 3 竹子浮床

1. 表层疏网：用 2~4 厘米聚乙烯网片制作
2. 底层密网：用 <0.5 厘米聚乙烯网片制作
3. 竹子框架：直径 50~70 毫米的竹子

表 1 PVC 管材、竹子单个浮床 (4 米×1 米) 制作成本对照

管材	规格	价格 (元)	数量 (个)	胶水/铁丝 (元)	弯头 (个)	单价 (元)	人工 (元)	网片 (元)	合计 (元)	年投入 (元)
PVC	75 毫米×3.8 米	16 元	2.5	0.9	4	1.2	12.4	7.7	65.8	16.5
竹子	大竹子	就地取材	4	0.3	0	0	22.3	7.7	30.3	10.1

通过表 1 可以看出，PVC 材料浮床 (4 米×1 米) 约需 65.8 元/个，按使用年限平均每个浮床年投入约需 16.5 元，在就地取材、无需运输购买的情况下，竹子材料浮床 (4 米×1 米) 制作，约需 30.3 元/个，按使用年限平均每个浮床年投入约需 10.1 元，竹子浮床较 PVC 管材浮床节约 6.4 元/ (个·年)，成本相对较低，但规范性、美观性、牢固性方面稍差，且容易变形、进水，竹子较重，管理麻烦。

c. 其他材料浮床：凡是能浮在水面的、无毒的材料都可以用来制作浮床如废旧轮胎、泡沫、塑料瓶等，可根据经济、取材方便的原则选择合适浮床。

② 立体式浮床：

a. 拱形浮床：在 PVC 管浮床 (图 2) 的基础上，在其长边和宽边的垂直方向分别留 2 个和 1 个以上中空接头，用 PPR 管或竹子等具有一定韧性的材料搭建成拱形的立体框架，如图 4 所示。

b. 三角形浮床：在 PVC 管浮床 (图 2) 的基础上，在其长边和宽边的 45° 方向分别留 2 个和 1 个以上中空接头，用 PVC 管或竹子等具有一定硬度的材料搭建成三角形立体框架，如图 5 所示。

(2) 栽培蔬菜种类选择：栽培蔬菜种类应选择根系发达、处理能力强的蔬菜瓜果植株，利用根系发达与庞大的吸收表面积，进行水质的净化处理，开展鱼菜共生养殖主要选择品种为空心菜。

空心菜属蔓生植物，根系分布浅，为须根系，再生能力强，性喜高温多湿环境，蔓叶生

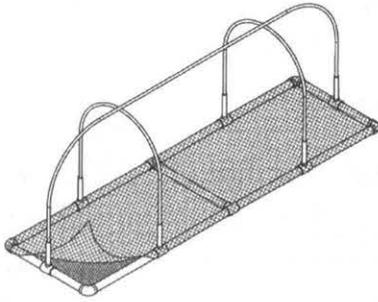


图4 拱形浮床

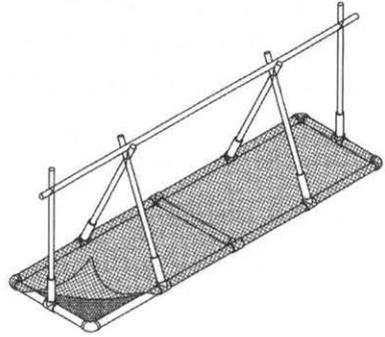


图5 三角形浮床

长适温为 25~30℃，温度越高，生长越旺盛，采摘间隔时间越短；喜充足光照，对密植的适应性也较强，对土壤条件要求不严格，其喜肥喜水，需肥量大，耐肥力强，对氮肥的需要量特大。

我国池塘养殖鱼类生长旺季主要在 5~9 月，水温在 22~30℃，生长迅速，代谢旺盛，每天消耗大量的饲料和产生较多的粪便，残饵和粪便经过一系列氨化分解反应转化为水体的氨氮，这也是造成水体富营养化的主要原因，而通过植物的固氮作用，可以将水体中得氨氮转化为无毒硝酸盐和氮气，以达到净水的目的。

空心菜生长旺季与鱼类同期，且生长迅速，喜肥喜水，尤其是对氮肥需求量特别大，池塘富营养化环境为其提供了优越的生长环境，空心菜的快速生长，正好既解决了夏季池塘水体富营养化，达到净水的目的，又可以增加收入，降低水质改善投入，一举多得，是池塘鱼菜共生理想种植品种。

养殖户也可以根据生产和市场需要，选择其他蔬菜，一般夏季种植绿叶菜类有空心菜等，藤蔓类蔬菜有丝瓜、苦瓜等；冬季种植蔬菜有西洋菜、生菜等。

(3) 蔬菜栽培时间：空心菜、丝瓜、苦瓜等夏季蔬菜，4月下旬以后，水温高于 15℃时开始种植；西洋菜等秋冬季蔬菜，10月下旬以后，温度 15℃以上时，开始种植。其他蔬菜种植品种根据生长季节和适宜生长温度栽种。重庆气候温暖，鱼池大都在海拔 500 米以下，冬季不结冰，可实现全年种植不同种类蔬菜。其他地区应根据水温灵活确定蔬菜种植时间。

(4) 蔬菜种植面积比例：由于夏季池塘养殖鱼类生长迅速，代谢旺盛，每天消耗大量的饲料和产生较多的粪便，残饵和粪便经过一系列氨化分解反应转化为水体的氨氮和其他营养废弃物，氮等营养物质浓度升高，藻类和浮游动物大量繁殖，造成池塘淤泥富积，水色发黑或变绿，气味发臭，耗氧增加，池塘水质过肥，引起养殖鱼类病害多发。

池塘种植蔬菜就是消耗水体有效氮而达到净水的目的，较肥的池塘适合开展水上蔬菜种植，水质越肥，蔬菜种植面积比例越高。可以通过水色、气味、底泥深度和养殖年限来确定养殖池塘是否适合种植蔬菜，一般精养池塘，养殖周期 3 年以上，水色黄褐、褐绿、油绿、黄绿色的池塘水质较肥，适合开展蔬菜种植。

根据重庆市引育种中心池塘蔬菜种植面积不同比例（5%、10%）试验结果表明，两种梯度试验在池塘溶解氧、氨氮、透明度等水质指标均有明显的改善，溶解氧基本上在 5.4 毫克/升以上，透明度由 15 厘米增加到 30 厘米以上，而两种梯度之间，10%梯度试验塘在透明度、氨氮方面均较 5%有明显改善，因此较肥池塘开展水上蔬菜种植，种植面积比例控制

在 5%~15% 较为适宜,能起到较好的净水和生长作用,根据池塘水体肥瘦程度可适当地增减蔬菜种植面积比例,但应控制在池塘面积的 20% 以内。

由此得出不同肥瘦程度池塘蔬菜种植面积参考比例,详见表 2。

表 2 池塘蔬菜种植面积参考比例

池塘类别	池塘年限	养殖亩产	水体、底泥颜色	透明度	淤泥深度	蔬菜种植面积参考比例	备 注
普通池塘	3 年以下	800 千克以下	水色浅,清淡	50 厘米以上	10 厘米以下	0~3%	根据各参考指标,可以在参考比例周围上下浮动,但蔬菜种植面积比例最好在 20% 以内
精养池塘	3 年	800 千克	水色茶色、茶褐色、黄绿色、棕绿色等	30 厘米以下	30 厘米以上	3%~5%	
精养池塘	5 年	1 000 千克	水色较浓,颜色黄褐色、褐绿色、深棕绿色,有腥臭味,底泥颜色黑	20 厘米以下	40 厘米以下	5%~10%	
精养池塘	5 年以上	1 000 千克以上	水色浓,颜色呈黑色,铜绿色等,底泥颜色黑,有腥臭味	10 厘米以下	50 厘米以上	10%~15%	

(5) 蔬菜栽培技术方法:主要采用移植的方式栽种。PVC 标准浮床可采用扦插栽培、种苗泥团移植和营养钵移植等方法进行池塘蔬菜无土种植,后两种采用营养底泥作为肥料,成活率较高。

①扦插栽培指直接将空心菜种苗按 20~30 厘米株距插入下层较密网目,固定即可。

②营养钵移植主要是将蔬菜种苗植入花草培育钵,将钵内置入泥土(塘泥),按 20~30 厘米株距放入浮床。

③泥团移植主要是指将蔬菜种苗植入做好的小泥团(塘泥即可),按 20~30 厘米株距放入浮床。

营养钵和泥团移植方法成活率较扦插栽培方法高,而后者最省时省力。

(6) 蔬菜收割技术方法:每次采摘的时候应做好记录,包括收获池塘编号、池塘面积、收获蔬菜面积及产量、处理方式(销售或者投喂)、销售收入以及投入量等。

空心菜等蔬菜采摘,当株高 25~30 厘米时就可采收,采收周期根据菜的生长期而定,一般 10~15 天采收 1 次。

其他蔬菜根据生长状况适时采收。

(7) 浮床清理及保存:在收获完蔬菜或者需要换季种植蔬菜时,应通过高压水枪或者刷子将架体上以及上、下两层网片上的青苔等杂物清理掉,阴凉处晾干;若冬天未进行冬季蔬菜种植应将浮床置于水中或者将其清理加固处理后,堆放于阴凉处,切不可在室外雨淋日晒。

(8) 捕捞:一般使用抬网捕捞,捕捞位置固定,而鱼菜共生浮床对捕捞没有影响。如拉网式捕捞,可将浮床适当移动,对捕捞影响也不大。

3. 水上蔬菜对池塘水质影响分析 通过对比试验得出,鱼菜共生试验池塘在氨氮含量、亚硝酸盐含量、高锰酸钾指数、总氮含量、总磷含量方面均较对照池塘有明显降低,而同一池塘中距离蔬菜种植区域越近各个指标检测含量越低,反之则高,充分说明了池塘开展蔬菜种植对水塘水质的重要改善作用。

养殖户在生产过程中，应本着操作方便和发挥蔬菜调控水质作用最大化的原则，按照带状对鱼菜浮架进行布局，间距3~5米，带状固定，可整体移动，根据需要灵活调控水体富营养化区域。

推广情况：该技术在重庆市推广面积达到4万亩，在天津、广西、北京、云南等省份也有一定面积的推广。

注意事项：①上下两层网片要绷紧，形成一定间距，控制蔬菜向上生长和避免倒伏。②蔬菜种植品种应多样化。③浮架应呈带状布局，可以整体移动，以便根据需要变换水域和采摘。④及时收割蔬菜，避免蔬菜水中腐烂和影响后续生长。⑤注意对水上蔬菜生产方式的宣传，实现卖菜增收。⑥加强对水质变化的观察和监测，了解实施效果。

适宜区域：全国所有精养池塘，尤其是老旧池塘。

技术依托单位：

1. 重庆市水产技术推广站

联系地址：重庆市江北区建新东路3号百业兴大厦13楼

邮政编码：400020

联系人：翟旭亮

联系电话：023-86716361。

2. 天津市水产技术推广站

联系地址：天津河西区解放南路442号

邮政编码：300221

联系人：包海岩

联系电话：022-88250901

电子邮箱：scjstgz688@163.com

3. 广西水产科学研究院

联系地址：广西南宁青秀区青山路8号

邮政编码：530021

联系人：罗永巨

联系电话：13005912961

电子邮箱：lfylzc123@163.com。

4. 北京市水产技术推广站

联系地址：北京市朝阳区华威西里甲48号南楼

邮政编码：100021

联系人：孙盈盈

联系电话：010-87702637

电子邮箱：bjscjk@126.com

5. 云南省水产技术推广站

联系地址：昆明市滇池路25号

邮政编码：650034

联系人：龙斌

电话：13078772089

电子邮箱: lpyyn0321@163.com。

6. 华中农业大学

联系地址: 湖北省武汉市洪山区狮子山街1号

邮政编码: 430070

联系人: 谢从新

联系电话: 13607131932

电子邮箱: xiecongxin@mail.hzau.edu.cn

F. 草鱼人工免疫防疫技术

技术概述: 近几年来, 江西省草鱼病毒性出血病、细菌性烂鳃病、肠炎病、赤皮病等疫病发病严重, 死亡率高, 影响渔民养殖效益。为解决上述问题, 江西省在部分县(市、区)陆续开展了人工注射疫苗以防治草鱼上述疫病的实践, 取得了较好的效果成果技术通过江西省科学技术厅鉴定, 获省科技进步奖三等奖。

增产增效情况: 该技术推广实施后, 死亡率降低8%, 亩增收节支1200元以上。

技术要点:

1. 疫苗的选择与保存

(1) 疫苗选择: 购买疫苗时, 要挑选正规厂家生产的疫苗, 并仔细查看疫苗名称、批准文号、生产批号、出厂日期、保存期、使用方法、保管容器、运输方法等。同时, 还要逐瓶检查疫苗瓶有无破损、瓶盖是否松动、疫苗瓶内容物的性状是否有异常, 疫苗瓶内容物颜色与标签上的说明是否一致等。

(2) 疫苗保存: 草鱼疫苗购进后应及时放入冰箱中保存。疫苗保存时必须注意以下事项: 疫苗保存温度0~4℃; 保存时间6个月以内; 保存过程中, 玻璃瓶装的疫苗要经常翻动, 防止冻破(裂)玻璃瓶。

2. 注射前的准备工作

(1) 清塘消毒: 注射疫苗的前10天左右, 要对养殖池塘进行彻底消毒杀菌, 杀死鱼体及池水病原菌。

(2) 注射时间和地点选择: 每年立冬之后至立春, 气温在10℃左右的时候, 是草鱼人工免疫的最佳时间。草鱼人工免疫以晴天注射免疫效果为最好, 阴雨天次之, 冰冻期间和其他季节较差。草鱼人工免疫的注射地点应选择在户外、避风、向阳的养殖水体岸边。

(3) 注射器械准备和消毒: 注射器械主要包括兽用连续金属注射器若干支(容量2毫升为宜)、6~7号兽用针头、3~5号兽用排气针或医用一次性输液器、医用一次性注射器、酒精、消毒棉签、生理盐水, 以及疫苗瓶挂杆、疫苗瓶挂篓、塑料盆、抄网、矮凳、鱼桶、遮阳网(膜)、下水裤、雨衣、手套等。6~7号兽用针头、3~5号兽用排气针等注射用器具需用水煮沸消毒后待用。

(4) 注射人员调配和分工: 一般情况下, 一个熟练注射操作员一个工作日可以完成5000尾左右的草鱼种的注射免疫。因此, 若要在1个工作日内完成5万尾以上草鱼种的注射免疫, 需要配备1名疫苗保管、配制和调试员, 10名熟练注射操作员, 2名鱼种配送员, 1名免疫后鱼种消毒员, 共计14人。每2名注射操作员为1组, 共用1个疫苗瓶挂杆、1个暂养鱼种盆、1个消毒盆。

(5) 免疫鱼种的筛选和暂养：挑选无病无伤，规格一致的鱼种进行人工注射免疫。病鱼和体质差的鱼种不宜注射疫苗，且不宜放入已注射了疫苗的鱼群中混养，需另行处理。

(6) 疫苗检查、配制和调试：查看配送疫苗说明书，检查疫苗是否有无破损，瓶盖是否松动，摇匀后疫苗是否有絮状物等。不合格疫苗不能使用。无菌操作混合配制疫苗，摇匀后装篓挂杆，安装排气针和注射器，挤压注射器至疫苗瓶和注射器空气排空或连接导管无气泡，根据鱼种规格调制固定疫苗注射刻度，调整疫苗瓶挂杆高度（以手握注射器针头不外溢疫苗液为准）。疫苗现配现用，原则上不使用开启过夜疫苗（生产厂家有说明可使用除外）。

(7) 配制疫苗使用期间保护设置：备用疫苗放置在阴凉处，待注射已配制好的挂杆疫苗瓶，需用遮阳网（膜）进行遮盖，防阳光直晒，以免疫苗失效。

(8) 鱼体消毒药物的选择和准备：由于注射疫苗的过程中易造成鱼体受伤或脱鳞现象，如不处理鱼体易受到病原菌的侵袭，尤其是霉菌的侵袭，易患水霉病等次生性疾病。因此，对注射后的鱼体要采取消毒等措施。常用消毒药物为食盐、高锰酸钾。食盐水按 3%~5% 浓度配制，高锰酸钾按 20 毫克/升配制成溶液。注射疫苗后，集中放在消毒液中浸泡 10~20 分钟后（浸泡过程中注意鱼体的反应，防止缺氧等不良反应发生，出现不良反应立即将鱼种放入养殖池中）投放养殖水体。

3. 疫苗注射

(1) 注射剂量：按照疫苗产品说明书推荐的剂量注射。一般情况下，规格在 30 克/尾以下的鱼种注射 0.2 毫升，规格为 30~250 克/尾的鱼种注射 0.3 毫升，规格在 250 克以上的鱼种注射 0.5 毫升。

(2) 注射部位：背鳍基部或腹鳍基部注射，以腹鳍基部注射效果为好。

(3) 注射深度：0.2~0.5 厘米为宜，以疫苗注射入鱼体而不伤及内脏为准。注射时，要防止针头夹带鳞片插入鱼体内。

(4) 降低鱼种活动强度：为了便于疫苗注射操作方便，有条件的地方，应采取措施将草鱼种的活动强度适当地降低。主要方法有两种：一是休眠。将鱼种在小范围内过冰降温，使水温降到 5℃ 以下，让鱼种处于休眠状态。二是麻醉。即使用间氨基苯甲酸乙酯甲烷磺酸盐（MS-222）等麻醉药物浸泡鱼种，让鱼种暂时“休克”。当水温在 10~15℃ 时，间氨基苯甲酸乙酯甲烷磺酸盐（MS-222）浓度为 10~20 毫克/升。实际操作过程中，应根据当时气温、水温、暂养盆中鱼种活动情况来定。若鱼种活动较弱，采取鱼种放入暂养盆后直接注射，即在暂养盆中放入少量清水，用抄网把鱼种放入，通常鱼种少许活动后就趋于平静，然后疫苗注射员就可实施注射。

(5) 疫苗注射的注意事项：一是不宜在室内注射。防止因室内外温差过大造成鱼种“感冒”。二是疫苗注射要均匀，防止注射器堵塞。一般熟练注射操作员手感较好，在注射过程中，凭手感可知疫苗是否正常注入鱼体。三是要避免空气注射到鱼体内，造成鱼种不必要伤害。四是疫苗注射要快、准、稳，先慢后快，避免因人为操作失误而降低鱼种免疫保护率。五是同一个待注射网箱的鱼种，要在同一天注射完毕。六是注射免疫后的死亡鱼种要及时处理。

4. 疫苗注射后的管理工作

(1) 注射器械的清洗和消毒：注射完疫苗后器械要及时用清水清洗和开水消毒，擦拭干净后保存。

(2) 养殖水体的消毒：在鱼种注射疫苗后 5~7 天之内，应进行一次全池消毒。常用的

消毒药物包括生石灰、强氯精、二氧化氯、二溴海因、漂白液等。

(3) 做好免疫效果检查：注射后要适当加注新水增加鱼的活动量，做好详细记录，如时间、水温、剂量等，并注意观察注射后鱼种有无异常情况发生。随着气温、水温升高，养殖密度的加大，草鱼发病的概率也越来越高，这时要加强巡塘，观察鱼的游动、吃食、浮头、生长、发病等情况，并做好日志记录，以成活率、生长率、养殖成本为考察指标，收集相关数据，经数理统计分析验证疫苗防疫效果与经济效益。

注意事项：使用正规厂家生产的疫苗。

适宜区域：各地淡水池塘、水库、湖泊、河道、稻田等水域均可推广。

技术依托单位：

1. 珠江水产研究所

联系地址：广州市栗湾区芳村西部兴渔路 1 号

邮政编码：510380

联系人：黄志斌

联系电话：020-81616556，13802921393

2. 江西省水产技术推广站

联系地址：江西省南昌市省政府大院农业厅 16 楼

邮政编码：330046

联系人：李小勇

联系电话：0791-86266646

电子邮箱：lxyfish@163.com

G. 池塘底排污水水质改良关键技术

技术概述：该技术集成了“深挖塘、底排污、固液分离、湿地净化、鱼菜共生、节水循环与薄膜防渗、泥水分离”等水质改良技术。池塘底排污指在养殖池塘底部最低处不同位置，根据池塘大小建一到多个漏状形的排污拦鱼口，通过移污管将养殖过程中沉积的鱼体排泄物、残饵、水生生物尸体等在水体的静压力和抽提排污管自溢排出养殖水体。集成创新、配套组装的该底排污系统将有机颗粒废弃物经固液分离池、鱼菜共生湿地净化，固体沉积物作为农作物有机肥，上清液滴灌水生蔬菜、花卉等，通过生物净化达到渔业水质标准或三类地表水标准再循环回养殖池塘。实现养殖废弃物资源化利用，确保现代生态渔业健康养殖小区达到零污染、零排放，为发展持续健康渔业提供环保工程设施装备和技术支撑。

2013 年 12 月 30 日，四川省科学技术厅组织专家对“池塘养殖水质改良关键技术与应用”成果进行了鉴定，成果总体水平达到国际先进水平。集成配套研究的“池塘、网箱养殖废弃物设施化处理技术与推广”获 2014 年度中国水产科学研究院科技进步奖二等奖。

增产增效情况：底排污池塘对底层污水和养殖沉积物的排出率可达 80%，同时减少了清淤 80% 以上能耗和劳动力；排出的底层污水进入固液分离池，通过自然沉淀和过滤，达到泥水分离，沉淀物做农作物的有机肥料或做沼气池发酵原料，上清液排入人工湿地循环利用或滴灌种植水生蔬菜，重复利用率达 100%，水体净化处理后通过抽提进入养殖池循环利用，可节水 60%；底排污池塘与传统池塘相比，亩均产量提高 20%（增加 250 千克以上），亩养殖效益增加 3 000 元以上。

技术要点：池塘底排污系统指将池塘底部的鱼体排泄物等有机颗粒废弃物和废水排出的养殖水体的一种水质改良技术。主要由底排污口、排污管道、排污出口竖井、排污阀门等组成。

1. 池塘基本建设 底排污池塘的建设要符合池塘养殖场的主体建筑，其形状、面积、深度和塘底主要取决于地形、养鱼品种等的要求，一般为长方形，东西向，长宽比为（2~4）：1，池塘埂子的坡比和护坡形式根据当地的质地地貌确定。鱼塘底部坡度为0.2%~7%。长宽比大的池塘水流状态较好，管理操作方便；长宽比小的池塘，池内水流状态较差，存在较大死角和死区，不利于养殖生产。池塘的朝向应结合场地的地形、水文、风向等因素，尽量使池面充分接受阳光照射，满足水中天然饵料的生长需要。池塘朝向也要考虑是否有利于风力搅动水面，增加溶解氧。在山区建造养殖场，应根据地形选择背山向阳的位置。表1为不同类型淡水池塘规格参考值。

表1 不同类型淡水池塘规格参考

池塘类型	面积（米 ² ）	池深（米）	长宽比	备注
鱼苗塘	1 000.1~1 333.4	1.5~2.0	2:1	兼做鱼种塘
鱼种塘	1 333.4~3 333.5	2.0~2.5	(2~3):1	—
成鱼塘	3 333.5~10 000.1	2.5~3.5	(2~4):1	可宽埂
亲鱼塘	2 000.1~2 666.8	2.5~3.5	(2~3):1	应靠近产卵池
越冬塘	3 333.5~6 666.7	3.0~4.0	(2~4):1	近水源

2. 池塘底部改造 池塘底部坡度为0.2%~7%，池塘最低处修排污口。

3. 塘底排污口 池塘排污口位于池塘底部最低处。为方形，长×宽×深=80厘米×80厘米×40厘米（以上），周围固化面积大于6米²，呈15°~30°的锅底形。

排污口挡水板：挡水板呈正方形，有4个支撑点，顶盖与排污口间缝隙的总面积小于等于排污管口面积。塘底排污口数量与池塘大小的关系见表2和表3。

表2 （山地）塘底排污口数量与池塘大小的关系

池塘大小规格（亩）	塘底排污口数（个）	池底形状	排污口修建位置
≤2	1~3	锅底形	锅底形中心最低处
2~5	3	锅底形	锅底形中心最低处
5~15	3~5	锅底形	锅底中心最低处1个；沿池塘长边，以最低处排污口为中心左右20米处修2个排污口
≥15	≥5	多个锅底形	锅底形中心最低处

表3 （平原）塘底排污口数量与池塘大小的关系

池塘大小规格（亩）	塘底排污口数（个）	池底形状	排污口修建位置
5~10	3	锅底形	锅底中心最低处1个；沿池塘长边，以最低处排污口为中心左右约20米处修2个
10~30	4~5	锅底形，十字排污沟	锅底中心最低处1个；沿池十字排污沟，以最低处排污口为中心约20米处修4个
≥30	5~10	多条平行的排污口	排污口与池塘长边平行

4. 排污管 排污管为 PVC 管。分支排污管直径依据池塘大小制定，通常 ≤ 30 亩池塘的排污管直径为 110~160 毫米， ≥ 30 亩池塘的排污管直径为 200 毫米；一般总排污管直径为 315 毫米，池塘规格较小可缩小总排污管直径。

5. 竖井 用于安置排污出口抽插开关的立方体水泥井。围绕较近池塘区域修建（如建于池埂上），池塘底排污口与竖井内出污口（竖井接口）有 1%~2% 的坡度（便于池塘养殖固体颗粒废弃物和废水排出），其具体的高差可根据不同地形地貌因地制宜确定底部的高程建设；当池塘无高位差或高位差较小时，池塘 ≤ 5 亩最好多口池塘共用一竖井，池塘 ≥ 5 亩最好 2 口池塘共用一竖井。

竖井内插管口修建：一个插管对应一个插管口；插管口为锅底形，高度约为 10 厘米。

6. 固液分离技术 排出的养殖沉积物进行固液分离对比试验得出，在絮凝剂处理、自然沉淀、滤袋分离、输送带分离等方法中，目前优选出自然沉淀法，可将养殖沉积物分离为固形物和分离液，其比例为 1 : 9，固形物总氮 1.9%，总磷 1.6%；分离液总氮 0.1%，总磷 0.07%。

固液分离池主要原理是利用比重对养殖污水中污染颗粒进行沉淀分离，主要作用是沉沙，比重最大的沙砾在这一阶段快速沉淀。面积约为养殖面积的 0.1%~0.5%，长宽深比为 6.5 : 3.3 : 1（深度可视具体情况做调整），斜向出水口的坡度都为 0.2%~7%，沉淀池近底部开一 15 厘米排泥管（排泥管下端安装闸阀，控制泥粪排放）。出水口的上清液进入竖流沉淀池进一步处理，近底部排泥管将污泥转运到集粪池。

竖流沉淀池与排污口的关系见表 4。

表 4 竖流沉淀池与排污口的关系

竖流沉淀池规格 (长×宽×高) (米×米×米)	泥斗高 (米)	有效水深 (米)	体积 (米 ³)	池塘底排污口数 (个)
3×3×3	1.2	2.5	20	1~3
4×4×3	1.2	2.5	35	3~5
5×5×3	1.2	2.5	50	5~10
6×6×3	1.2	2.5	70	10~20

固液分离池都用标砖（240 毫米×115 毫米×53 毫米）做 240 毫米厚的墙体（个别地区地质条件不好的可加厚）。用 1 : 3 的水泥灰浆做底灰和表面抹灰处理。地基用 C25 混凝土做 10~20 厘米厚的地基，在地质条件较差的地区则需打桩或地基编制钢筋网加固地基。

7. 集粪沟

集粪沟宽深度按当地水沟内的最大洪水量设计。

集粪沟底部为 0.2%~7% 的坡度，水流方向统一指向集粪坑。

集粪沟的路线经过底排污池，固液分离池，人工湿地，其他鱼塘排水口及自身排出口。

集粪沟的护坡均采用 C20 水泥砂浆护坡。坡比为 1 : (0.8~1)。

8. 晒粪台 晒粪台建设依养殖固体颗粒有机物的多少制定，可大可小，也可不必专门修建筛分台，可因地制宜利用固液分离池周边空地晒粪。

9. 养殖固体废弃物综合利用 固液分离池收集的养殖沉积有机物用来种植瓜果蔬菜；上清液滴灌湿地种植水生经济植物，多余的水进入人工湿地，养殖滤食性鱼类和种植水生蔬

菜、花卉等。

10. 人工湿地、鱼菜共生 鱼菜共生是一种新型的复合耕作体系，它把水产养殖与蔬菜生产这两种原本完全不同的农耕技术，通过巧妙的生态设计，达到科学的协同共生，从而实现养鱼不换水而无水质忧患，种菜不施肥而正常成长的生态共生效应。让动物、植物、微生物三者之间达到一种和谐的生态平衡关系，是未来可持续循环型零排放的低碳生产模式，更是有效解决农业生态危机的最有效方法。湿地面积为养殖池塘的10%，种植水生蔬菜、花卉的浮床面积为湿地面积的10%~30%。

11. 增氧设备配备 底排污池塘配套使用多种增氧设施进行复合增氧。选择增氧机的品种（3种以上：微孔增氧机、表曝机、水车增氧机、叶轮增氧机或涌浪机）；功率配备（每亩面积配0.7千瓦以上）；各种增氧机在池塘中的安放的最佳位置（水车增氧机和微孔增氧机安装在投饵区外缘附近，叶轮增氧机、涌浪机要远离投饵台）；增氧机运行的最佳时段与性价比溶氧控制点技术等。

增氧设备组合与池塘规格的关系见表5和表6。

表5 （山地）增氧设备组合与池塘规格的关系

池塘规格（亩）	增氧设备	安放位置
≤5	高效水车增氧机2台	池塘对角
5~15	高效水车增氧机2~4台 涌浪机1~2台	高效水车增氧机安置对角；涌浪机池塘长边两头
≥15	高效水车增氧机4台 涌浪机3台	高效水车增氧机安置对角；涌浪机池塘长边两头

表6 （平原）增氧设备组合与池塘规格的关系

池塘规格（亩）	增氧设备	安放位置
5~10	高效水车增氧机2~4台 涌浪机1台	高效水车增氧机安置对角；涌浪机池塘长边两头
10~30	高效水车增氧机4~8台 涌浪机2台	高效水车增氧机安置对角；涌浪机池塘长边两头
≥30	高效水车增氧机≥8台 涌浪机≥3台	高效水车增氧机安置对角；涌浪机池塘长边两头

12. 废弃物的综合利用 排污的养殖废弃物经滴灌系统处理后，上清液滴灌水生蔬菜、灌溉树木、草莓、农田等；鱼粪堆积腐熟后，做农家肥使用。

注意事项：①底排污系统应避免带水安装，防止高程落差达不到要求而影响系统的排污效果。②需根据安装池塘的形状、大小、地理条件科学设计底排污系统。③科学安装流程：在池塘售鱼清塘后，干塘在池底先找坡度，再在最低处安装、修建底排污口，埋设排污管等工作。④底排污口必须在池底最低处，才更利于集污排污。

适宜区域：适用全国养殖池塘。

技术依托单位：通威股份有限公司设施渔业工程研究所

联系地址：四川省成都市高新区天府大道中段588号

邮政编码：610041

联系人：蒋礼平

技术咨询热线：028-86168780。

(八) 盐碱地生态养殖技术

技术概述：盐碱水属于咸水范畴，有别于海水，由于其成因与地里环境、地质土壤、气候等有关，所以盐碱水质的水化学组成复杂，类型繁多，与海水比，不同的区域，其水质中的主要离子比值和含量会有很大差别。另外水质中的缓冲能力较差，不具备海水水质中主要成分恒定的比值关系和稳定的碳酸盐缓冲体系。盐碱水质大都具有高 pH、高碳酸盐碱度、高离子系数和类型繁多的特点。盐碱水质的特点给水产养殖带来了较大的难度，直接影响着养殖生物的生存。盐碱水作为一种特殊资源进行水产养殖，水质调控是其要点也是其难点。

根据每个水样的测定结果，选择适用的改良剂型号及所需投放的数量，将离子比例失调、碳酸盐碱度过高的水质，调整到养殖用水的适宜范围，使所选择盐碱水成为适合水产养殖用水，从而使盐碱水域能够主动适应各类品种的养殖，改变了以往被动地依靠选择品种去适应水质的传统做法。

增产增效情况：近几年来通过有关盐碱地生态养殖技术的实施，在盐碱地水产养殖的产量及经济效益上取得了突破性进展，同时也创建了我国渔业可持续开发利用的模式。原来长期闲置荒芜的盐碱地，现在已经变废为宝，且效益良好。2006 年推广实施该技术后，亩效益达到 2 000 元以上，同时通过挖渠建池综合治理，改变了盐碱土飞扬、侵蚀农田的状况，缓解了土地次生盐碱化程度，增加了空气湿度，改善了生态环境。

技术要点：

1. 放苗前的水质调控 通过对盐碱地水产养殖用水 13 项指标（水温、气味、水色、比重、pH、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、碳酸盐碱度、矿化度）的测定结果，针对养殖区不同水质类型进行综合水质调控和管理（包括生物、化学、物理等方面），维持良好的水域环境，减少病害发生。

2. 养殖过程中的水质调控 水质调控得好坏是养殖成败的关键。水质直接影响了养殖生物的生存和生长，要保持好的水质，关键是将水的温度、盐度、pH、碳酸盐碱度、营养盐因子和有益微生物等维持在合理的水平，避免出现“应激反应”造成对生物的伤害，导致各种继发性疾病暴发。水质调控包括以下几个方面：

(1) 降低水体浊度和黏度：控制适宜透明度，定期使用沸石粉等水质改良剂和水质保护剂，降低水体浊度和黏稠度，减少有机耗氧量。

(2) 稳定水色，保持合理的藻、菌相系统。定期向养殖水体投放光合细菌等微生态制剂，促进水体的微生态平衡。根据水色情况，不定时施肥。

(3) 合理加水。视具体情况在初春后要注重养殖池塘的蓄水。放苗后，根据条件许可和需要补充新水。每次加水应控制在 10 厘米左右，以 10 天加一次水为宜，以改善水质，促使对虾蜕壳和鱼类生长。

(4) 科学投饵。使用质高品优的饲料，合理投喂，避免劣质饲料引起有机质大量积累，导致池水污染。

(5) 定期消毒。在养殖过程中应坚持 7~10 天使用 1 次消毒剂，减少水质中的细菌总数。注意消毒剂使用应和生物制剂错开 5~7 天使用，以免影响生物制剂的使用效果。

(6) 合理使用增氧机。一般半精养模式 4.5 亩必须配备 3 千瓦增氧机 1 台, 有条件的地方可适当增加。只有在养殖水体中保持较高的溶解氧水平 (5 毫克/升以上), 才可有效减少鱼虾的发病率, 促进生长。

增氧机的使用要视天气情况、养殖密度、水质条件以及养殖生物活动情况而定, 精养池养殖前期一般每天开机时间不少于 5 小时, 养殖后期不少于 18 小时, 天气异常要适当延长开机时间。

(7) 盐碱水矿化度在 5 克/升以上的池塘, 在补加新水以后要及时进行水质检测, 适时添加水质改良剂, 使养殖用水的各项理化指标保持在适宜范围内。

池塘正常水质条件: 养鱼池塘, 应保持水深 2.0 米以上, 透明度 20~40 厘米, pH 7.5~9.0。对于重度盐碱水, 应用淡水水源进行调整, 并结合人工调配技术进行水质改良。

养虾池塘, 应保持水深 1.5 米以上, 碳酸盐碱度 5 毫克当量/升以下, 透明度 30~40 厘米, pH 7.8~8.6, 池水矿化度 1~30 克/升。

适宜区域: 全国盐碱地水产养殖池塘

技术依托单位:

1. 中国水科院东海水产研究所

联系地址: 上海市军工路 300 号

邮政编码: 200090

联系人: 王慧

联系电话: 021-65684655

2. 河北省沧州市水产技术推广站

联系地址: 沧州市千童南大道 13 号

邮政编码: 061000

联系人: 王淑英

联系电话: 0317-3086167

(九) 稻田综合种养技术

A. 稻鱼共作技术

技术概况: 以维护和改善稻田生态环境、实现可持续发展为目标, 通过运用生态学和现代科学技术, 将水产养殖与水稻种植 (含水生植物) 结合在一起, 形成一个新的产业链, 使农业资源和能源能够得到多环节、多层次的综合利用, 从而达到高产高效的目的。

增产增效情况: 在不减少水稻产量的情况下, 每亩稻田增加水产品产量 50~100 千克。而且由于综合利用, 可以减少一般稻谷生产的肥料和农药成本 50~100 元。

技术要点:

(1) 养鱼稻田的准备: 按 SC/T 1009《稻田养鱼技术要求》的规定执行, 开挖鱼沟、鱼凼, 建好防逃设施。

(2) 水的管理: 在水稻生长期间, 稻田水深应保持在 5~10 厘米; 随水稻长高, 鱼体长大, 可加深至 15 厘米; 收割稻穗后田水保持水质清新, 水深在 50 厘米以上。

(3) 防逃: 平时经常检查拦鱼栅、田埂有无漏洞, 暴雨期间加强巡察, 及时排洪、清除杂物。

注意事项：稻种宜选用抗病、防虫品种，减少农药使用。防治水稻病虫害，应选用高效、低毒、低残留农药。主要品种有扑虱灵、稻瘟灵、叶枯灵、多菌灵、井冈霉素。水稻施药前，先疏通鱼沟、鱼溜，加深田水至 10 厘米以上，粉剂趁早晨稻禾沾有露水时用喷粉器喷撒，水剂宜在晴天露水干后用喷雾器喷雾，应把药喷洒在稻禾上。施药时间应掌握在阴天或下午 5 时后。

适宜区域：全国。

技术依托单位：

1. 四川省水产技术推广站

联系地址：成都市一环路西三段 13 号

邮政编码：610072

联系人：陈浩

联系电话：028-87717299

2. 安徽省水产技术推广总站

联系地址：合肥市包河区洞庭湖路 3355 号

邮政编码：230601

联系人：奚业文

联系电话：0551-62930615，18956048622

电子邮箱：xiyewen@126.com

B. 稻鳖共作技术

技术概述：稻鳖共作主要包括水稻田种稻的同时放养中华鳖模式和池塘养殖中华鳖的同时种植水稻两种模式。通过水稻与中华鳖的种养结合，中华鳖能摄食水稻害虫，水稻又能将鳖的残饵及排泄物作为肥料吸收，不仅使得水稻的病虫害明显减少，提高了水稻产量，还改良了养殖环境，产出高品质的商品鳖，起到了养鳖稳粮增收的作用。同时，实行稻鳖生态共作，可以大幅减少甚至完全不用除草剂、农药和化肥，大幅降低了农业生产面源污染，有效地节约了稻田资源投入，而且产出更大，不仅为市场提供了高质量的大米和水产品，而且为农户带来了优质鳖和品牌米的巨大综合效益。经济、社会和生态效益显著，符合美丽中国和现代农业建设需求。

增产增效情况：稻鳖共作模式亩产水稻 500 千克以上，亩产商品鳖 300 千克，年平均亩效益 6 000 元以上。其中，浙江溪鳖业有限公司近年来开展稻鳖共作模式，创建了“清溪牌”系列香米和花、乌鳖；2012 年示范稻鳖共作模式 1 400 余亩，最高亩产值达到 32 400 元，亩利润达到 13 637 元，综合经济效益比单种水稻（稻鳖轮作）和单养鳖分别提高了 96% 和 88%。

技术要点：

1. 种稻鳖池改造 每口池面积在 10 亩以上，池底泥土保持稻田原样，只平整不挖深。四周挖深 30 厘米，浇灌混凝土防漏防逃。上面采用砖砌水泥封面，地面墙高 1.2 米，能保持水位 1 米。进排水渠分设，进水渠在砖砌塘埂上作三面光渠道，排水口由 PVC 弯管控制水位，能排干池水，排灌方便。

2. 稻田改造 以不破坏耕作层为前提，在稻田四周加固、夯实田埂，田埂截面近直角，

并在内侧用水泥浇筑，或四围修筑堤埂，不渗水、不漏水。田埂或堤埂高度以0.8~1米为宜，方便蓄水；顶面宽40~60厘米。防止各稻田的养殖鳖相互间爬行混杂，影响科学饲养。若条件许可，进排水水渠设在堤埂中间，并在稻田相对成两角的田埂上留有进排水口，方便排灌。进水口用60目的聚乙烯网布包扎；排水口处平坦且略低于田块其他部位，设一拦水阀门方便排水，并设聚乙烯网拦防止中华鳖逃脱。沟坑的开挖，养鳖稻田的沟坑的数量视稻田的面积大小确定，位置紧靠进水口的田角处或中间，形状呈长方形，面积控制在稻田总面积的10%之内，深度50~70厘米。四周可用条石、砖或其他硬质材料和水泥护坡，沟坑埂高出稻田平面40~50厘米。

3. 水稻栽培技术 一般选用单季稻为好。中华鳖养殖过的田块较肥，水稻品种选择以水稻生育期偏早、耐肥抗倒性高、抗病虫能力强、且高产稳产的早熟晚粳稻品种为宜，尤其是生产高品质米且栽培上要求增施有机肥和钾肥的水稻品种为好。水稻应选择栽植分蘖数大的、比较壮实的秧苗，适时早栽；适宜插秧时间为4月底至5月中旬，10月底水稻收割，能实现有效避虫。

4. 茬口安排 中华鳖放养时间茬口可以选择水稻种植之前或之后。如水稻亲鳖种养模式一般在5月初先种早晚粳稻，宜手工插秧。5月中下旬放养亲鳖。水稻商品鳖种养模式分两种：先鳖后稻模式一般是于4月上旬在鳖池中种植水稻（为防止鳖毁坏秧苗，预先将中华鳖圈养在坑内过冬），插秧株数为1株；先稻后鳖模式一般在5月底至6月上旬种植水稻，插秧株数为2~3株；7月中下旬放养从温室转移出来的中华鳖；水稻稚鳖培育种养模式一般在6月下旬种植水稻，7月下旬放养当年培育的稚鳖。在水稻收割后至11月底不再投饲，准备冬眠。

5. 生态鳖的养殖 一般水稻亲鳖种养模式亩放养数在200只左右，放养规格每只为0.4~0.5千克。水稻商品鳖种养模式亩放养数在600只左右，放养规格每只为0.2~0.4千克。水稻稚鳖培育种养模式放养当年孵化的幼鳖数可提高到1万只/亩。主要管理措施有：一是清塘消毒。每亩用生石灰150千克干法清塘，清塘后表层土用拖拉机翻耕1次，暴晒消毒。二是科学投饲。日投饵1次，能节省饲料和减少病害发生。在饲料中添加新鲜鱼，提高商品鳖的品质。三是水质管理。采用冬季进水，在处理池中进行过滤消毒。平时少换水或不换水，防止病害传染和减少养殖污染。常年保持水位稳定，为鳖创造安定的环境。四是日常管理。坚持每天早晚巡塘2次，发现异常及时处理。勤记养殖日志，做好记录。

注意事项：

(1) 鳖病防治：采用“预防为主，防治结合”的原则。中华鳖放养前要用15~20毫克/升的高锰酸钾溶液浸浴15~20分钟，或用1.5%浓度食盐水浸浴10分钟。稚鳖放养时要注意茬口衔接技术，温差不宜过大，否则易患病。将经消毒处理的稚鳖连盆移至田水中，缓缓将盆倾斜，让鳖自行爬出，避免鳖体受伤。

(2) 水稻病害防治：贯彻“预防为主，综合防治”的植保方针，选用抗性品种，实施健身栽培、选择合理茬口、轮作倒茬、灾情期提升水位等措施做好防病工作。

(3) 防敌害：及时清除水蛇、水老鼠等敌害生物，驱赶鸟类。如有条件，设置防天敌网和诱虫灯。

适宜区域：各中华鳖养殖省份的水稻种植区均适宜推广该模式。

技术依托单位：

1. 浙江省水产技术推广总站

联系地址：杭州市西湖区益乐路 20 号

邮政编码：310012

联系人：何中央，张海琪，何丰

联系电话：0571-85029503

电子邮箱：zjscxpz@126.com

2. 浙江清溪鳖业有限公司

联系地址：湖州市德清县乾元镇城关 09 省道收费站旁

邮政编码：313216

联系人：王根连

联系电话：0572-8249626

C. 稻虾共作技术

技术概述：通过适当的稻田改造工程，营造出适合小龙虾生长繁殖的生态环境，实现稻虾连作、稻虾共作和小龙虾生态繁育，提高稻田种养效益。该技术成果鉴定号：鄂科鉴字[2013] 30069006。

增产增效情况：示范推广 150 万亩。每亩可产小龙虾 100~150 千克；亩新增效益可达 1 000 元。预计小龙虾总产量 18 万吨，总产值 40 亿元，总增收 15 亿元。

技术要点：

(1) 选择地势低、保水性好的稻田，面积 10~50 亩。

(2) 田埂加宽加高加固，开挖稻田环沟，移栽水草，栽植面积 10% 左右。

(3) 清明前每亩可投放活螺蛳 100~200 千克。

(4) 9 月下旬，亩放养规格 30 克/只左右的亲虾 15~25 千克，雌雄比 2:1。4 月下旬，每亩补放规格 250~500 只/千克的幼虾 1.0 万~1.5 万只。

(5) 适时调控水位，保持水中肥度。3 月下旬至 5 月中旬加大投喂，如菜饼、豆渣、大豆、螺肉、蚌肉、茼蒿叶、黑麦草等。

(6) 实行轮捕轮放，实现稻虾连作、稻虾共作与小龙虾生态繁育。

注意事项：在小龙虾生长季节要加强投喂，否则会严重影响小龙虾的产量和规格。

适宜区域：全国各地的低洼稻田。

技术依托单位：

1. 湖北省水产技术推广中心

联系地址：武汉市洪山区骆狮南路 519 号明泽丽湾 2 栋 701 号

邮政编码：430070

联系人：马达文

联系电话：027-87669088

2. 安徽省水产技术推广总站

联系地址：合肥市包河区洞庭湖路 3355 号

邮政编码：230601

联系人：奚业文

联系电话：0551-62930615，18956048622

电子邮箱: xiyewen@126.com

D. 北方稻蟹共作技术

技术概述: 稻蟹共作的核心技术是“大垄双行、早放精养、种养结合、稻蟹双赢”。稻田栽插采用大垄双行,边行加密的方式,保证水稻一行不少一穴不缺、测土施肥、四周挖环沟、投放大规格扣蟹、科学投喂,达到水稻增产、河蟹增大的目的。

增产增效情况: 采用该项技术,水稻增产5%~17%,增效30%;稻田成蟹产量25~30千克/亩,净收入400~1200元/亩,水稻和成蟹收入合计1200~2000元/亩,每亩效益提高1~2倍。

技术要点:

1. 水稻栽培技术

(1) 田间工程: 养蟹稻田距田埂60~80厘米处挖环沟。环沟上口宽60~80厘米,深40厘米,下底宽25厘米。

(2) 测土施肥: 采取测土配方施肥方法,在旋地前一次性施入复混肥,使肥效缓慢释放于土壤中,解决常规种稻地表施肥频繁造成水中氨氮含量过高,抑制河蟹摄食和生长的问题,同时满足水稻正常生长对肥力的需求。

施肥方法: 旋地前一次性施入复混肥40~50千克/亩,分蘖期进行追肥,分2次施氮肥,每次2~3千克/亩,稻田水质氨氮含量控制在0.3毫克/升以内。

(3) 水稻种植: 养蟹稻田水稻应选择抗倒伏、抗病力强、高产优质水稻品种。

插秧采用大垄双行、边行加密模式。即改常规模式30厘米行距为20厘米—40厘米—20厘米行距,到9月上旬大垄间还有光照空间,利用边行优势密插、环沟沟边加密,弥补工程占地减少的穴数。插秧时间为5月下旬至6月初。

(4) 田间管理:

①水位: 在不影响水稻正常生长的情况下,尽量加深水层,每3~5天换水1次。

②巡田: 坚持每日巡田,注意观察水质变化、河蟹的生长摄食、防逃设施等情况,大雨天要注意防逃。

③农药使用: 选用低毒高效的农药,施药时间选择在晴天的上午。

2. 河蟹养殖技术

(1) 防逃设施: 河蟹放苗前,每个养殖单元在四周田埂上构筑防逃墙。

防逃墙材料采用尼龙薄膜,将薄膜埋入土中10~15厘米,剩余部分高出地面60厘米,其上端用草绳或尼龙绳作内衬,将薄膜裹缚其上,然后每隔40~50厘米用竹竿做桩,将尼龙绳、防逃布拉紧,固定在竹竿上端,接头部位避开拐角处,拐角处做成弧形。

进排水口设在对角处,进、排水管长出坝面30厘米,设置60~80目防逃网。

(2) 蟹种选择及消毒: 蟹种选择活力强、肢体完整、规格整齐、体色有光泽的蟹种。同时,还要注意蟹种脱水时间不能过长,肥满度较好。蟹种规格选择120~160只/千克。蟹种在放养前要消毒,用20~40克/米³水体的高锰酸钾或3%~5%的食盐水浸浴5~10分钟。

(3) 蟹种暂养: 4月中旬至稻田供水之前,选择有水源条件的田块进行先期暂养。蟹种经过消毒后放入暂养池中暂养,暂养池面积应占养蟹稻田总面积的20%,暂养池内设隐蔽物或移栽水草。暂养密度每亩不超过3000只。蟹种放入暂养池后就要投喂优质饵料,投喂

量按蟹重的 3%~5% 观察投喂, 并根据水温和摄食量随时调整。

(4) 蟹种放养: 稻田养殖成蟹放养密度以 400~600 只/亩为宜。

河蟹属杂食性, 水草是不可缺少的补充和替代饵料, 稻田养殖成蟹不用药物除草, 根据杂草在平耙地后 7 天萌发, 12~15 天生长旺盛的规律, 在此期间投放蟹种, 可充分利用杂草这种天然饵料。剩余的杂草, 人工拔除。

(5) 饵料投喂: 饵料投喂要做到适时、适量, 日投饵量占河蟹总重量的 5%~10%, 主要采用观察投喂的方法, 注意观察天气、水温、水质状况, 并根据饵料品种灵活掌握。河蟹养殖前期, 饵料品种一般以粗蛋白质含量在 30% 以上的全价配合饲料为主。河蟹养殖中期的饵料应以植物性饵料为主, 如黄豆、豆粕、水草等, 搭配全价颗粒饲料, 适当补充动物性饵料, 做到荤素搭配、青精结合。后期, 饵料主要以粗蛋白质含量在 30% 以上的配合饲料或杂鱼等为主, 可以搭配一些高粱、玉米等谷物。

(6) 病害防治: 蟹病以防为主, 防病主要在水质、饵料等环节上加强管理, 定期用生石灰或二溴海因消毒水体, 也可用生物制剂调节水质。对于蟹病一定要早发现早治疗, 做到对症下药。

注意事项: 稻田养殖大规格河蟹, 放苗密度在 400 只/亩以下, 饵料要保质保量, 尽量多换水, 保证水质清新。

适宜区域: 北方稻区。

技术依托单位: 盘锦市水产技术推广站

联系地址: 辽宁盘锦市兴隆台区兴隆街 126 号

邮政编码: 124010

联系人: 刘月芬

联系电话: 0427-2815582

电子邮箱: scjstgz2007@163.com

E. 稻鳅共作技术

技术概述: 稻田是一个典型的人工生态系统, 稻田养殖是种植业殖业有机结合的一种生产模式, 是对陆生资源十分有效的复合利用。稻田养鱼是我国传统的养殖模式, 也是重庆市“农业三绝”之一。稻田共生生态系统, 是建立在“不与人争粮, 不与粮争地”的基础上, 根据生态经济学的原理, 使稻田生态系统进行良性循环的生态养殖模式, 通过人为控制, 建立了一个稻鱼共生、相互依赖、相互促进的生态种养系统, 鱼在系统中既起到肥田、除害的作用, 又可以合理利用水田土地资源、水面资源、生物资源和非生物资源, 它融种稻、养鱼、蓄水、增肥地力为一体, 集经济效益、生态效益和社会效益于一身, 具有明显的增水、增收、增粮、增鱼和节地、节肥、节工、节支的“四增四节”效益, 在农村各产业中具有明显的效益优势。稻田养鱼不仅不会使稻谷产量受到影响, 反而会增加稻田稻谷产量。

增产增效情况: 稻田综合种养模式充分利用了稻田综合资源, 较单纯种稻具有明显的优势, 平均亩产水产品 50 千克以上, 稻谷可增产约 10%, 鱼米品质好, 价值高, 比单纯种植水稻效益可提高几倍甚至十几倍, 综合生产效益突出。

2012 年在大足、潼南等 14 个区(县)实施稻田综合种养技术, 推广面积达到 5.3 万亩, 平均亩产泥鳅等水产品 72 千克, 亩产稻谷 530 千克, 增产约 10%, 亩均利润 1500 元左右, 轻松实现“千斤稻、千元钱”的目标, 达到稻谷不减产, 效益大提高的目的。此外, 通

过稻田综合种养试验示范,藕鳅、菱角鳅、莼菜鳅、稻虾、稻蟹、稻鳅蛙等养殖模式发展迅速,效益更为可观。

技术要点:

1. 稻田的基本条件 稻田选择地势平坦,坡度小,水量充足、水质清新无污染,排灌方便、雨季不涝的田块;土质以保水力强的壤土为好,且肥沃疏松腐殖质丰富,呈酸性或中性(pH 6.5~7),泥层以深20厘米为宜。稻田养殖面积不宜太大,3亩以内为宜,面积过大给生产上带来管理不便,投饵不均,起捕难度大,影响泥鳅产量。

2. 水稻品种的选择 适应直播的品种应是耐肥力强、矮秆、抗倒伏、生长期长、高产优质、抗病性能好的品种,选择中稻或晚稻为宜。尽量避免在水稻生长季节施肥、撒药。

3. 稻田工程改造

(1) 防逃工程:加固增高田埂,设置防逃板或防逃网,防逃板深入田泥20厘米以上,露出水面40厘米左右,或者用纱窗布沿稻田四周围栏,纱窗布下端埋至硬土中,纱窗布上端高出水面15~20厘米。在进出水口安装60目以上的尼龙纱网两层,纱网夯入土中10厘米以上,两层拦网起防逃作用。

(2) 鱼沟和鱼沟建设工程:在田间开挖鱼沟,鱼沟可挖成一、十、田、井字等形状,深宽各35厘米,鱼沟设在进排水口附近或田中央,做到沟沟、沟沟相通,不留死角。鱼沟的面积根据需要可以为长方形、圆形等,深40~60厘米,面积占稻田面积的3%~5%,沟底可铺一层塑料板或者网片,方便捕捞。鱼沟、鱼沟的作用主要是可以作为泥鳅避暑防寒,施肥、用药的躲避场所,集中捕捞,还可以作为暂养池。

(3) 进排水系统:建设独立进排水系统,进水口要高于水面约20厘米,

在田埂的另一端,进水口的对角处,设排水口和溢水口,这样在进水、排水和溢水时,能使养鳅池中形成水流,均匀流过稻田,并充分换掉池中的老水,增加池中的新水。排水口要与池底铺设的黏土层等高或稍高,并在进、出水口加设用尼龙网片或金属网片制成的防逃网,防止泥鳅逃逸,溢水口设置于排水口上方,也要设置防逃网。

4. 稻田的结构形式 养鳅稻田的结构形式目前有4种,即沟沟式、田塘式、沟垄式和流水沟式。重庆市稻田养殖主要采取的模式是沟沟式。

(1) 沟沟式:在稻田中挖鱼沟、鱼沟,作为鱼的主要栖息场所,一般按井字、十字等形挖掘。鱼沟要求分布均匀,四通八达,有利于泥鳅的生长,宽35厘米、深20~30厘米,鱼沟面积占稻田总面积的8%~10%。沟沟式开挖形式多种多样,见图1至图3。

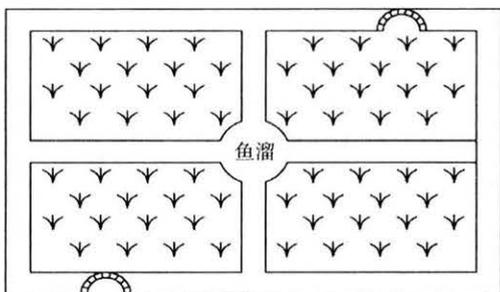


图1 圆形鱼溜开在稻田中心的田字溜

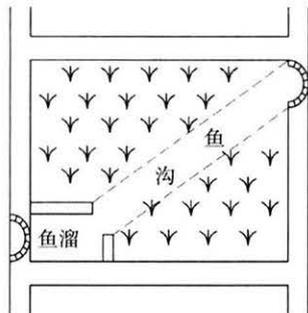


图2 方形鱼溜开在稻田一角的一字溜

(2) 田塘式：田塘式是在稻田内部或外部低洼处，开挖鱼塘，鱼塘与稻田沟沟相通，沟宽、沟深均为 50 厘米，鱼塘深 1~1.5 米，占稻田总面积的 10%~15%，鳅在田、塘之间自由活动，见图 4 和图 5。

(3) 沟垄式：将稻田周围的鱼沟挖宽挖深，田中间也间隔一定距离挖宽深沟，所有深沟都通鱼沟，鳅可在田中自由的活动，见图 6 和图 7。

(4) 流水沟式：在田的一侧开挖占稻田总面积 5% 左右的鱼沟，挨着鱼沟开挖水沟，围绕田的四周，在鱼沟另一端水沟与鱼沟相通，田中间间隔一定距离开挖数条水沟，均与围沟相通，形成活的循环水体。见图 8。

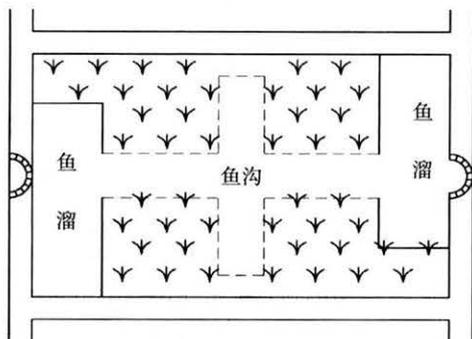


图 3 长方形鱼溜开在稻田两侧的十字沟

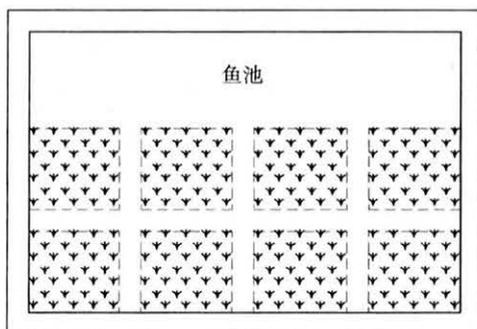


图 4 鱼池开在稻田一侧的田塘式

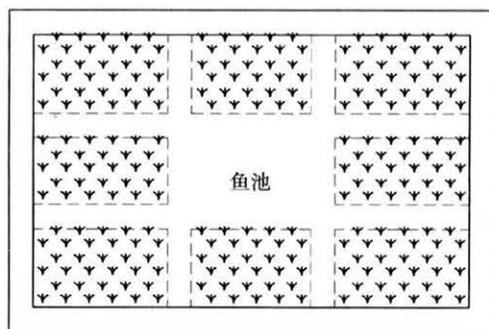


图 5 鱼池开在稻田中心的田塘式

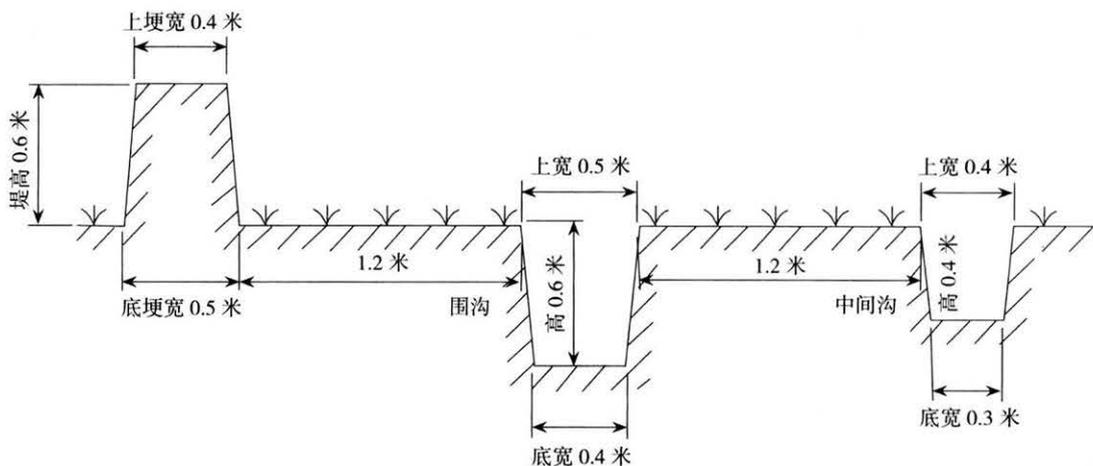


图 6 垄稻沟鱼式稻田剖面结构示意图

5. 施肥与消毒

(1) 在放种前进行消毒：用生石灰 25~30 千克对水全田泼洒。

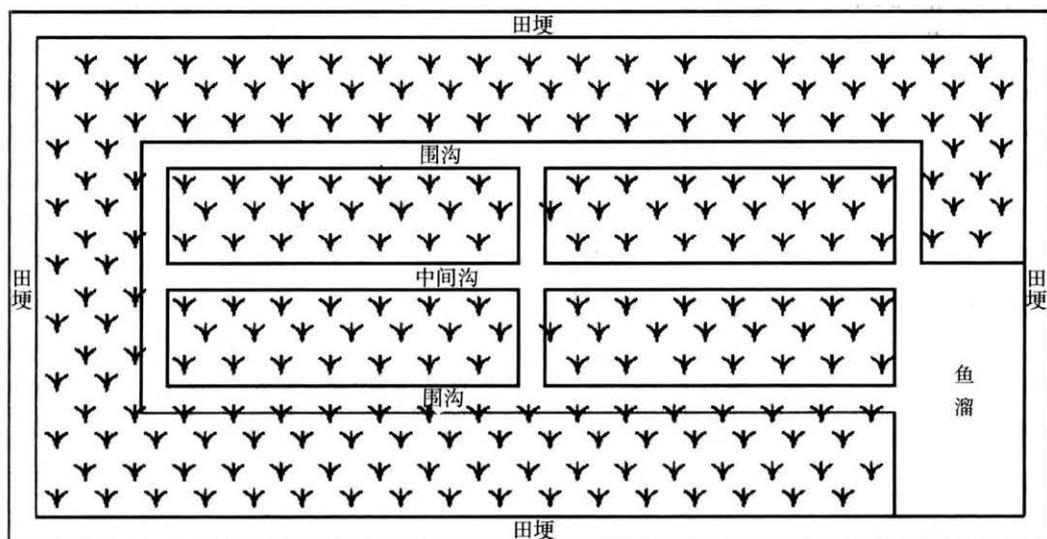


图7 垄稻沟鱼式稻田平面示意图

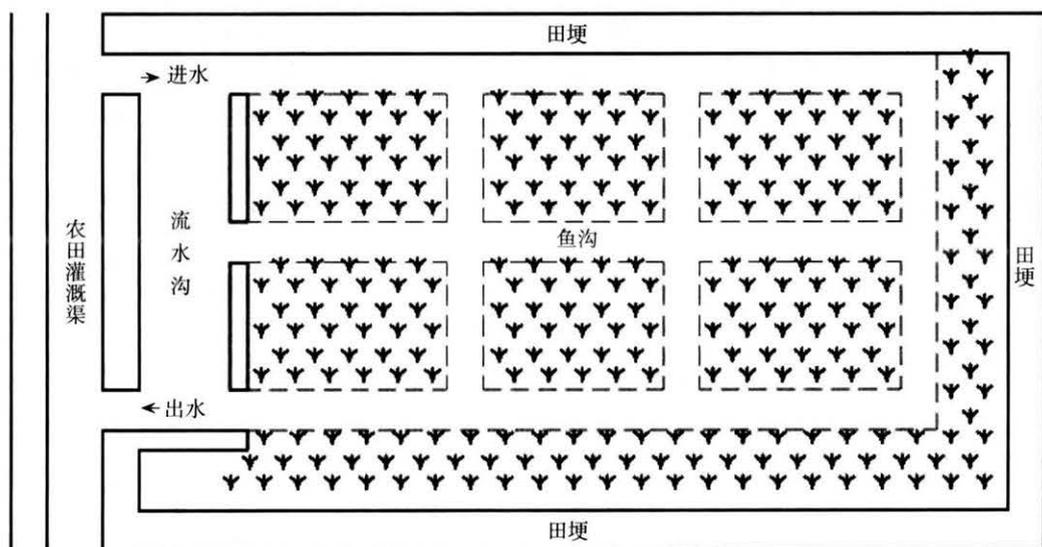


图8 流水沟式稻田平面示意图

(2) 插秧前施足腐熟的有机粪肥做底肥：每亩施猪、牛粪 100~200 千克，繁殖培育天然饵料，促进泥鳅摄食生长。

6. 苗种放养

(1) 放养时间：在早中稻插秧完后即可放苗。一般选择在晴天的下午进行，操作时动作要轻，防止损伤鱼体。

(2) 放苗方法：

① 稻鱼同养模式：一般在插秧后放养鳅种，单季稻放养时间宜在第 1 次除草后放养；双季稻放养时间宜在晚稻插秧后放养，3~5 鳅苗放养密度为 1 万~1.5 万尾/亩，规格均一度要好。

② 稻鳅轮作模式：在早稻收割后，晒田 3~4 天，每亩撒米糠、菜籽饼 150 千克，第 2

天施禽畜粪肥 200 千克。施肥后，暴晒 3~4 天，使其腐熟，1 周后，天然生物饵料比较充足时放苗。

(3) 苗种消毒：鳅苗在下池前要进行严格的鱼体消毒，杀灭鳅苗体表的病原生物，并使泥鳅苗处于应激状态，分泌大量黏液，下池后能防止池中病原生物的侵袭。鱼体消毒的方法是：先将鳅苗集中在一个大容器中，用 3%~5% 的食盐水或者 8~10 毫克/升的漂白粉溶液浸洗鳅苗 10~15 分钟，捞起后再用清水浸泡 10 分钟左右，然后再放入养鳅池中，具体的消毒时间视鳅苗的反应情况灵活掌握。放苗时要注意将有病有伤的鳅苗捞出，防止被病菌感染，并使病原扩散，污染水体，引发鱼病。

(4) 放养密度：视鳅苗的规格、鳅池条件和技术水平而定。鳅苗规格整齐，体质健壮，水源条件好，饲养水平高，则可适当多放。一般的放养密度为：规格 3~4 厘米/尾，放养密度为 15~20 尾/米²，5~6 厘米/尾的鳅苗，放养密度为 10~15 尾/米²；规格 6~8 厘米/尾的鳅苗，放养密度一般为每 10 尾/米²。

7. 日常管理

(1) 施肥：晒田翻耕后，放苗前 1 周左右，在鱼沟底部铺设 10 厘米左右的有机肥，上铺稻草 10 厘米，其上再铺泥土 10 厘米，作为基肥，培育浮游生物。畜禽粪肥肥效慢，肥效长，对泥鳅无影响，还可以减少日后施肥量，一次性施足 1 000 千克以上。

(2) 施药：一是先将稻田喷施 1/2，剩余的 1/2 隔 1 天再喷施。二是喷雾时，喷嘴必须朝上，让药液尽量喷在稻叶和叶茎上，千万不要泼洒和撒施。施药时间：阴天或晴天的下午 4 时左右。施药前必须准备好加水设备以防泥鳅中毒后能及时加水，施药后要勤观察、勤巡田，发现泥鳅出现昏迷、迟钝的现象，要立即加注新水或将其及时捕捞上来，集中放入活水中，待其恢复正常后再放入稻田。

在兼顾泥鳅与稻谷两者的基础上，应注意：少施或不施农药，尽量使用物理方法（杀虫灯等）或生物农药杀虫，严禁施剧毒农药，用药时加深水位，分批下药，切忌将农药直接投入水中，应将其喷在稻叶上，露水干前喷洒效果最好；晒田要把泥鳅赶到鱼沟，要始终保持鱼沟有水。

几种化学农药对泥鳅的致死浓度见表 1。

表 1 几种化学农药对泥鳅的致死浓度

商品名称	温度 (°C)	致死浓度 (毫克/升)
异艾压剂	23~30	0.01~0.05
敌百虫	11~18	20~30
五氯酚钠	14~18	0.62 (24.5 小时致死浓度)
草毒死	14~18	7.9 (24.5 小时致死浓度)
艾氏剂	18~20	5.4 (48.5 小时致死浓度)
对硫磷 (1605)	4~8	0.002~0.02
六六六 (粉剂)	10~13	13~16
滴滴涕 (乳剂)	10~13	10~15
滴滴涕 (粉剂)	10~14	25~29

(3) 饲料投喂：一般以稻田施肥后的天然饵料为食，再适当投喂一些米糠、蚕蛹、畜禽内脏等，1天投2次，早上和傍晚各1次。鳅苗在下田后5~7天不投喂饲料，之后每隔3~4天投喂米糠、麦麸、各种饼粕粉料的混合物、配合饲料。日投喂量为田中泥鳅总重量的3%~5%；具体投喂量应结合水温的高低和泥鳅的吃食情况灵活掌握。到11月中下旬水温降低，便可减投或停止投喂。在饲养期间，还应定期将小杂鱼、动物下脚料等动物性饲料磨成浆投喂。

(4) 水质管理：水质的好坏，对泥鳅的生长发育至关重要。泥鳅虽然对环境的适应性较强，耐肥水，但是如果水质恶化严重，不仅影响泥鳅的生长，而且还会引发疾病。饲养泥鳅的水要保持肥、活、嫩、爽，水色以黄绿色为佳，溶解氧要保持2毫克/升以上，pH保持在6.5~7.5（一般池塘养殖时间长了均呈酸性，主要是氨氮含量增高）。

(5) 防逃管理：泥鳅善逃，当进排水口的防逃网片破损，或池壁崩塌有裂缝外通时，泥鳅便会随水流逃逸，甚至可以在一夜之间全部逃光。另外在下雨时，要防止溢水口堵塞，发生漫田逃鳅。

(6) 防病管理：高温季节定期加注新水，换掉老水，每半月1次。当水质恶化严重时，应定期用生石灰在鱼沟鱼沟泼洒，消毒，调控水质。

(7) 防生物敌害：在田埂四周外侧用网片、塑料薄膜等材料埋设防敌害（蛇、蛙等）设备，高度以青蛙跳不过为宜，一般为1米左右。到育苗后期在稻田上方还要架设用丝线等材料制作的防鸟网或者树立稻草人。

(8) 水草移植：由于泥鳅苗种比较娇嫩，出膜后游动能力很差，所以在环沟中应当布置一些水草供泥鳅苗种下塘时附着栖息，同时水草还可用以净化水质。水草一般选用苦草、轮叶藻等，移植面积占养殖面积的10%左右。如果水草过多生长，要及时捞除。水草移植时要用漂白粉消毒，杀死水草上粘附的鱼、蛙卵和水蛭等敌害生物以及病原体。

8. 泥鳅的捕捞

(1) 笼捕：一是在编织的鳅笼中放诱饵捕捉；二是将塑料盆用聚乙烯密眼网片把盆口密封，盆内置放诱饵，在盆正中的位置开1厘米大的2~3个小洞供泥鳅进入而捕捉。

(2) 冲水捕捉：采取在稻田的进水口缓慢进水，而在出水口设置好接泥鳅的网箱，打开发出水口让泥鳅随水流慢慢进入网箱而起捕。

(3) 干田捕捉：排干稻田水，捕捉泥鳅。

注意事项：

(1) 发展稻田综合种养适宜规模化发展，集中连片，方能充分发挥综合效益。

(2) 做好进排水设施改造，提高防洪抗旱能力。

(3) 增高加固田埂，防逃网要勤查补漏，防止泥鳅逃逸。

(4) 注重鱼米品牌打造和开发，提高产品质量和效益。

适宜区域：全国稻作区。

技术依托单位：重庆市水产技术推广站

联系地址：重庆市江北区建新东路3号百业兴大厦13楼

邮政编码：400020

联系人：翟旭亮

联系电话：023-86716361