

养殖操作，同时也加快了效益转换。

**4. 放养适宜密度** 可根据深水网箱的规格、计划养殖的品种、所处的养殖环境、养殖技术与管理水平等，作出综合评估。一般来讲，深水网箱的苗种放养密度以 3~5 千克/米<sup>3</sup>，最终养殖密度 20~30 千克/米<sup>3</sup> 较为适宜。

**5. 科学饵料投喂** 投饵原则：一般每日投饵 1~3 次。小潮水流平缓时多投，大潮水流急时少投；水浑时少投，水清时多投；水温适宜时多投，水温低时少投或不投；台风来临前多投，收获前或分箱前不投饵。在投喂方法上，应掌握“慢、快、慢”三字要领：开始应少投、慢投以诱集鱼类上游摄食，等鱼纷纷游向上层争食时，则多投快投。当部分鱼已吃饱散开时，则减慢投喂速度，以照顾弱者。

**6. 及时换网和洗网** 在养殖过程中，随着鱼的生长需要更换网囊和清洗网箱附着物来保证网箱内的养殖环境。网箱置于海水中一段时间后，极易被一些生物所附着。不仅增加了网箱的重量，而且影响了网箱内水体的交换。对任何附着于网箱的生物，都应及时清除。

**7. 适时放养与收获** 深水网箱养殖（军曹鱼、卵形鲳鲹），因养殖水环境好、病害少，比传统小网箱更接近野生状态，养殖出的商品鱼成色好，市场价格也高。除此之外，影响商品鱼价格的主要因素还有上市季节和上市规格，上市季节和上市规格与放养收获时间有关。市场上军曹鱼一般 8 千克/尾以上、卵形鲳鲹 0.5 千克/尾的价格相对较高，当然规格大养殖周期就长，养殖成本就会相对增大。也可放早苗或越冬苗、放大规格苗，利用抗风浪网箱养殖生长快的特点，提前上市。春节前后价高时上市，提高深水网箱的利用率，养殖效益更佳，当然这样也存在着一定的越冬低温风险。

**注意事项：**深水网箱养殖是一个系统工程，涉及具体的设置海域与养殖品种时又是非常个性化的，所以每个设置海域和养殖品种应用的技术又有所区别。

**适宜区域：**中国海区。

**技术依托单位：**中国水产科学研究院南海水产研究所

联系地址：广东省广州市海珠区新港西路 231 号

邮政编码：510300

联系人：郭根喜，陶启友

联系电话：020-84458415，84458419

电子邮箱：tao\_qy@163.com

## （五）海水池塘健康养殖技术

### A. 海参健康养殖技术

**技术概述：**海参养殖作为海水增养殖的一个新兴产业，近几年在许多地区得到迅速发展，形成了育苗、投石、增殖、管养一套比较完整的生产技术体系。为使海参养殖得以持续健康发展，避免出现大规模养殖病害、药物残留及品种退化等严重后果，必须推广海参健康养殖技术。

**增产增效情况：**新的养殖模式和养殖技术的应用，如海上网箱养殖和浮筏养殖，取得了很好的效果。培育新的养殖品种，大大缩短了海参生长时间等。这些新技术和新模式的尝试和探索，对海参养殖产业的可持续发展，产生了积极的推动和促进作用。

### 技术要点:

**1. 养殖场地的选择** 池塘应选择在避开淡水流入的河口区,无工业污染。池塘以 10~15 亩为宜,其他规格的池塘亦可使用。底质以沙砾底或硬泥底质为佳,对淮北和黄河三角洲来说,虽然粉沙土质适宜海参栖息生长,但必须对底质进行硬化处理。利用养虾池养殖海参,要进行池塘改造,并在放苗前排干池水,进行彻底清淤、清池和消毒,以确保池塘良好环境。

### 2. 放苗前的准备工作

(1) 消毒除害:进水 30 厘米,全池泼洒生石灰,用量为 60 千克/亩左右,消毒除害。

(2) 移植大型海藻(如鼠尾藻和裙带菜等):保证池内有丰富的藻类资源,为刺参提供天然饵料和庇护所。

(3) 建造人工海参礁:其目的是为刺参提供隐蔽场所,并繁殖大量的海藻、水草,供刺参栖息、摄食和夏眠。所以,对于虾池改造的参池,必须投放人工海参礁。人工海参礁的材料可以是瓦片、砖头、废弃的扇贝笼、混凝土块,甚至稍大、形状不等的石块也是很好的参礁。参礁的摆放以尽可能地增大海参的隐蔽空间为原则,可以摆放成列状或堆状;参礁投放的数量,根据实际条件越多越好。

**3. 苗种** 养殖生产所需苗种应来源于持有《水产苗种生产许可证》的苗种繁育场,育苗期不用违禁药物,所用药物浓度严格控制。优质参苗体表干净、无黏液,体态伸展活动自如,不抱团,肉刺完整、坚挺,摄食量大、排便迅速呈条状。购苗时应用 PCR 等技术进行监测和检疫,确保无病毒参苗和残苗进入养成池。

**4. 水质管理** 刺参有夏眠的习性,但幼参在 3~24℃ 的温度范围内都能大量摄食,活动频繁。因此,要尽量使池塘底层的水温控制在上述范围内。刺参为狭盐性生物,适盐范围 24‰~35‰,最适盐度范围 28‰~31‰。因此,夏季要防止大量的雨水进入池塘。池水溶解氧要求在 4 毫克/升以上,透明度在 50~60 厘米。生长旺期和夏眠期间的平均日换水量在 50%~60%,低温期可适当少换或不换。水位应根据季节进行适当调整,水温 8~20℃ 时可保持在 1~1.2 米,高温期和低温期保持在 1.5 米以上。换水应遵循的原则,即暴雨后不换水、有赤潮不换水、不换潮头水。

**适宜区域:**河北、山东、辽宁及江苏北部沿海。

### 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:王印庚

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. 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

#### 4. 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

### B. 刺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，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：

##### 第一种 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<sup>3</sup>, 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<sup>3</sup>。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 4 000 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。网箱更换操作方法: 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 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 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<sup>2</sup>，小苗继续在40目网中暂养。

**7. 卖苗** 当参苗长到800~1200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草等杂质，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。

### 第二种 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<sup>3</sup>。

(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。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6000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2000~

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，控制好水色，并根据池水透明度适时肥水，及时掌握池水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，底质有机物含量丰富。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蟹苗按1 000尾/米<sup>2</sup>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天~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；脊尾白虾一茬养殖亲虾在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,投饲量加大,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、下午及傍晚各巡池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

## (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。

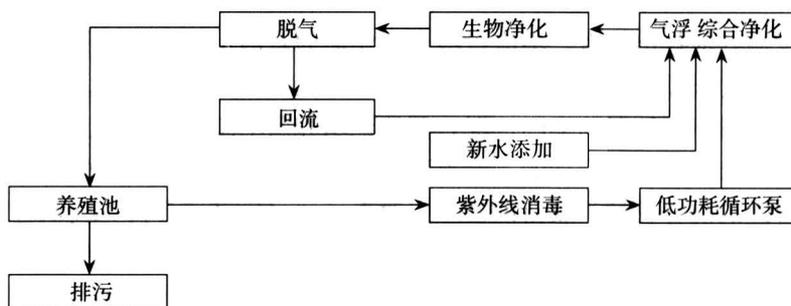


图 1 循环水养殖系统工艺流程示意图

(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<sup>2</sup>，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<sup>3</sup>。

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尿管，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<sup>2</sup> 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<sup>2</sup> 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<sup>2</sup> 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 米<sup>2</sup>，有效养殖水体 500 米<sup>3</sup>。

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

③水质指标：化学耗氧量（COD） $\leq 5$  毫克/升，悬浮物（SS） $\leq 10$  毫克/升，pH 7.8~8.2，溶解氧（DO）（20℃） $\geq 10$  毫克/升（使用液氧），亚硝酸盐氮（NO<sub>2</sub>-N） $\leq 0.05$  毫克/升，氨氮（NO<sub>3</sub>-N） $\leq 0.5$  毫克/升。

④最大循环水量：200 米<sup>3</sup>/小时。

⑤新水添加量：50~100 米<sup>3</sup>/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℃。

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

(2) 投饲量的确定：

①半滑舌鳎：由于半滑舌鳎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鳎的摄食状况，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。

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 <sup>2</sup> )
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

(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—2 000 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，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, 尹相菡

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<sup>2</sup>·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, 在设备、工艺、产量 [先进技术的产量达 100 千克/(米<sup>2</sup>·年) 以上] 和效益等方面, 以及生物净化系统的构建、净化效率和稳定性、系统集成度、系统稳定性等方面仍存在着一定的差距。

淡水工厂化循环水养殖技术通过物理、生物、化学等手段和设备, 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 1。

**增产增收情况:**

**1. 经济效益** 每套水处理系统服务 300 米<sup>3</sup>养殖水体, 年产达 100 千克/米<sup>3</sup>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。

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 多米<sup>2</sup>, 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, 取得了良好的收益。

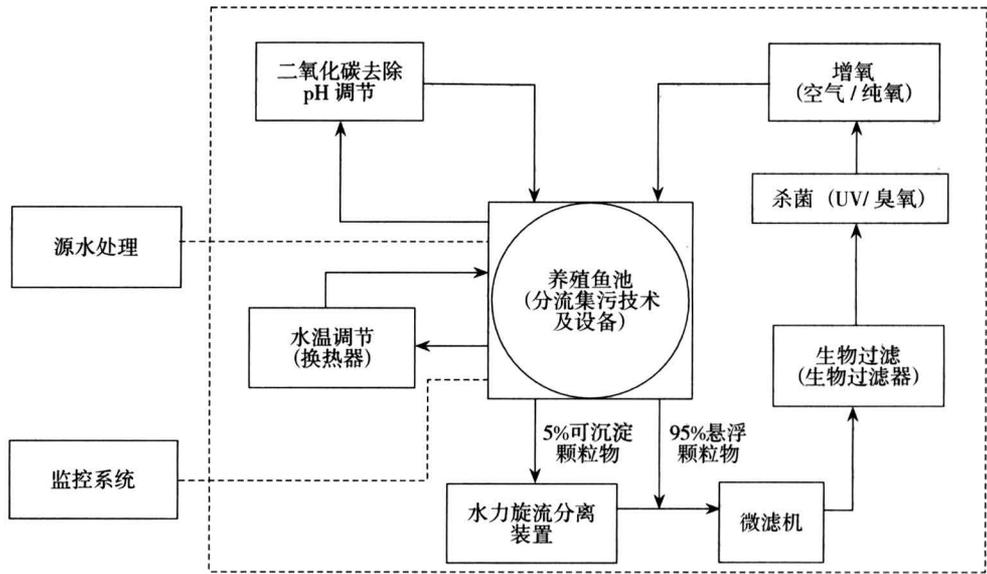


图1 工厂化循环水养殖总体技术路线图

**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%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** 根据养殖污水的特点，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，对滤网网目与去除率、反冲洗频率、耗水耗电等关系进行研究。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。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0.3千瓦时。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，已达国内先进水平（图2）。

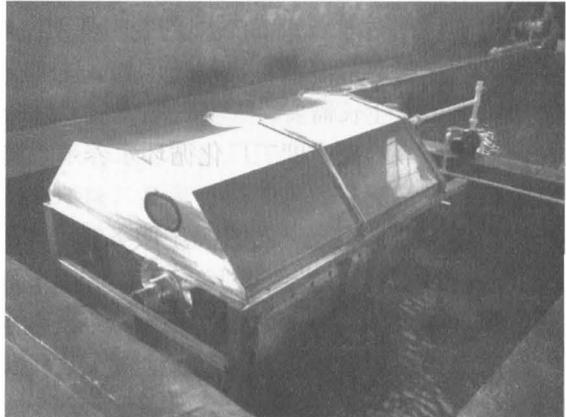


图2 转鼓式微滤机现场运行

**2. 移动床生物滤器** 移动床生物滤器是采用生物膜接触法，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。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，项目组研究人员研制出导流式移动床生物

滤器和沸腾式移动床生物滤器。导流式移动床生物滤器氨氮去除率达到了 25%，沸腾式移动床生物滤器的氨氮去除率能够达到 30% 以上，水质净化效果良好，完全达到推广使用要求（图 3）。

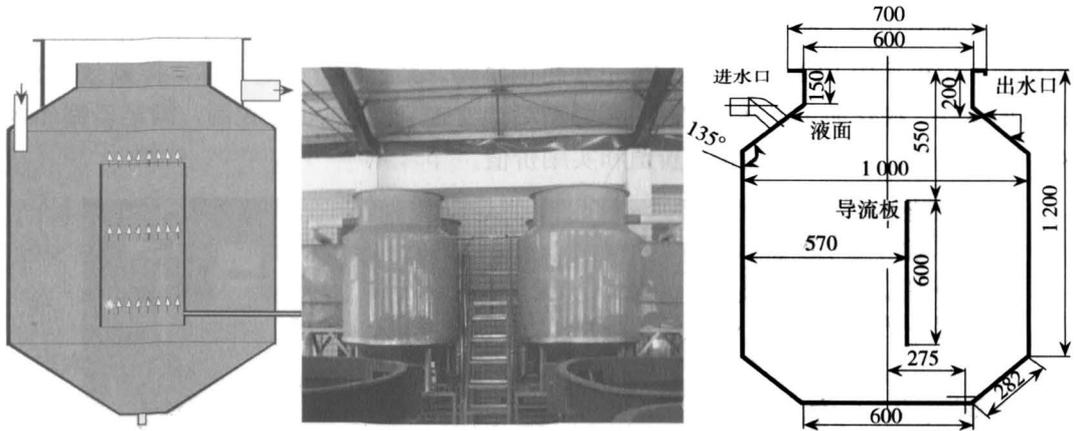


图 3 沸腾式移动床生物滤器示意图（左）、现场运行（中）与导流式移动床生物滤器（右）

**3. 低压溶氧技术及其设备** 低压纯氧混合装置（图 4）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。在基于上述理论研究的基础上，进行设备试制及性能研究。低压纯氧混合装置的理想工作点在气液比 0.01 : 1 左右，氧吸收率约为 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 O<sub>2</sub>。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。

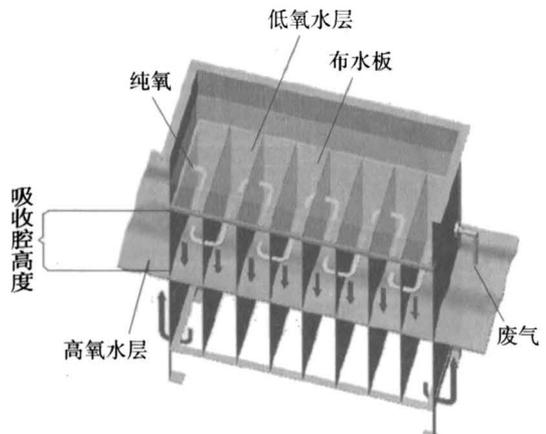


图 4 低压纯氧混合装置示意图

**4. XW 系列漩涡分离器** XW 系列漩涡分离器（图 5）是一种分离非均相液体混合物的设备，主要由 6 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。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

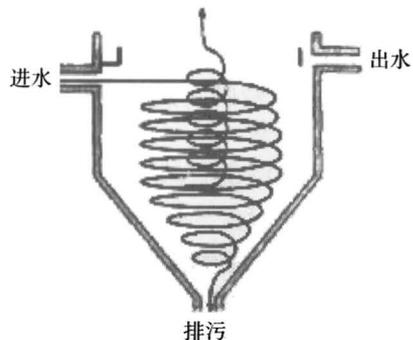


图 5 漩涡分离器示意图

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. 多参数水质在线自动监控系统** 水质自动监测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，通讯连接，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（图 6）。下位机选用 PLC，用于控制 CO<sub>2</sub> 去除装置和计量泵的启停，上位机与下位机采用 PPI（Point to Point）通讯协议。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。

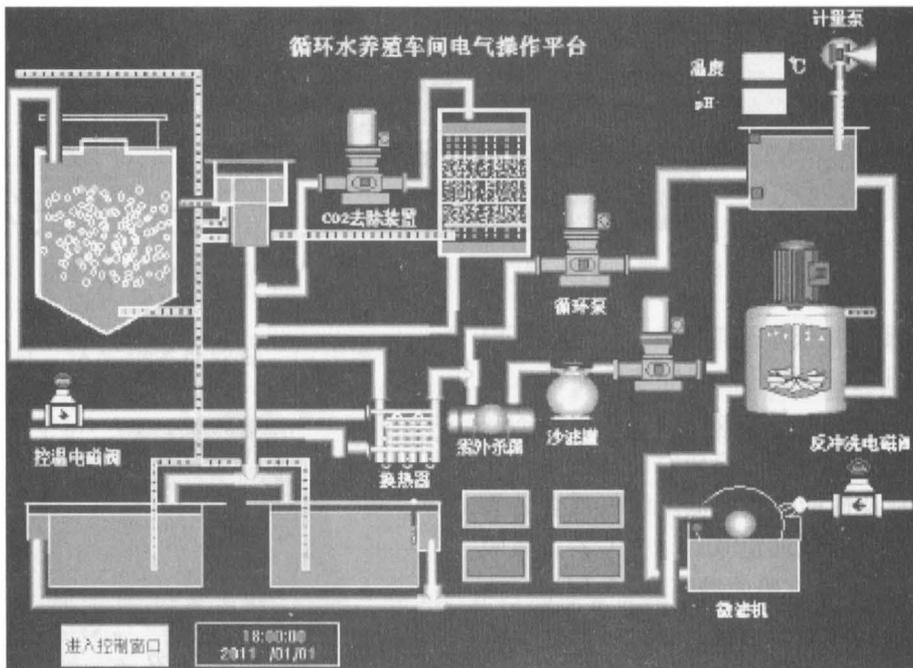


图 6 循环水养殖系统 MCGS 一体化触摸屏控制界面

本监控系统还具有报警功能，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，可以自由设定上下限报警值，报警手机号码以及超时时间。方案流程见图 7。

**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、

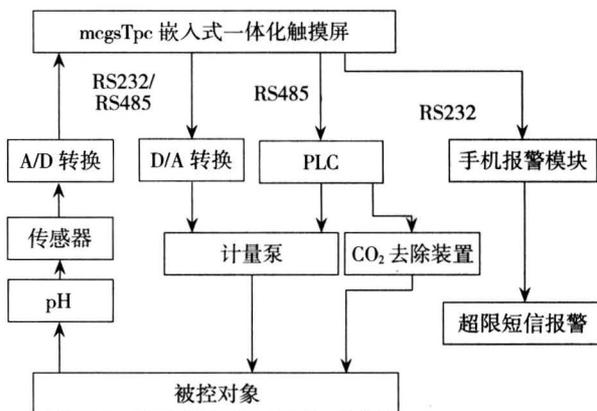


图 7 pH 在线调控系统流程

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密度，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。