

# 四川省水产局

川渔函〔2024〕5号

## 关于印发《四川省设施渔业主要模式 技术指南》的通知

各市（州）农业（农牧）农村局：

为指导我省设施渔业规范化、标准化发展，推动全省渔业绿色高质量发展，我局编制了《四川省设施渔业主要模式技术指南》（包括工厂化循环水养殖、陆基设施循环水养殖、圈养、池塘工程化循环水养殖四个模式），现印发你们，请结合实际参考运用。



# 工厂化循环水养殖技术

## 一、模式技术定义及特点

### (一) 工厂化循环水养殖的定义

工厂化循环水养殖 (recirculating aquaculture system, RAS) 是一种新型的、先进的、高度集约化的水产养殖技术 (图 1), 它将环境工程、土木工程、现代生物、电子信息、物联网等学科领域的先进技术集于一体, 通过在封闭或半封闭的水系统中循环使用和处理水体, 实现对养殖环境的精确控制。

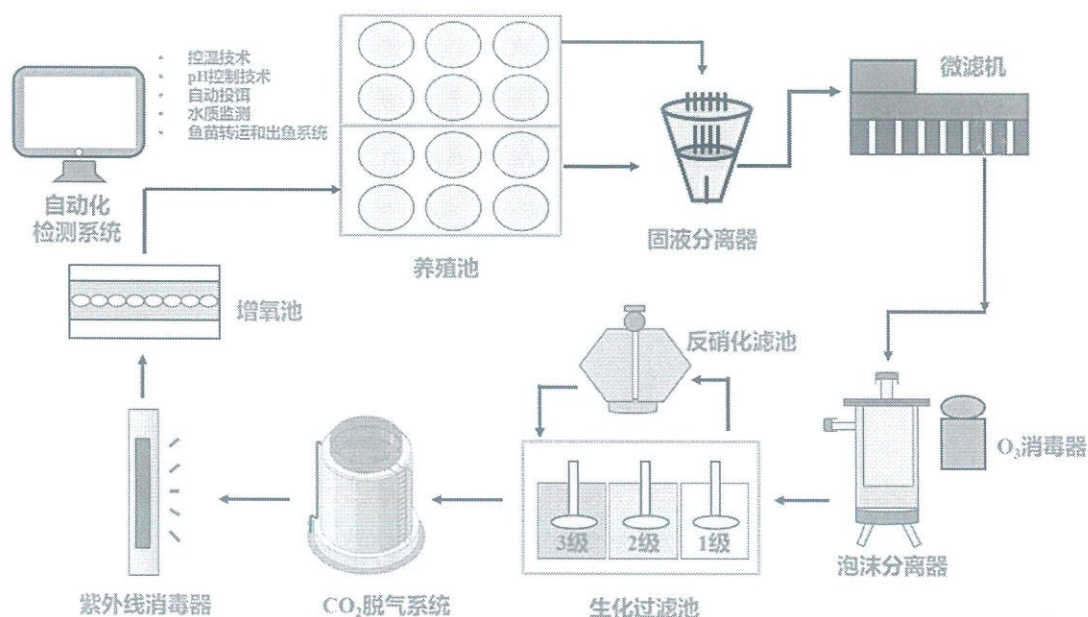


图 1.工厂化循环水工艺流程图

### (二) 工厂化循环水养殖的特点

RAS 作为一种前沿的水产养殖技术, 具有节水、节地、养殖生长较快、全年养殖、管理方便、环境友好的特点, 为水产养殖业提供了新的发展方向。

1. 节水节地。RAS 可使 90% 以上的养殖水循环使用, 单位耗水量是传统养殖的 1% 左右, 节水优势明显。同时, RAS 能为养殖生物提供最适宜的生长环境, 因此, 养殖密度通常达到传统池塘养殖的 10-20 倍, 这意味着在有限的土地上可以生产更多的产品, 节地明显。

2. 生长较快。该技术通过模拟和优化自然生长条件, 实现了对养殖环境的精确控制, 能为养殖生物提供一个稳定且最适宜的生长环境, 从而加速养殖生物的生长速

率。

3. 全年养殖。通过精准控制水温、溶解氧、pH 值等关键环境参数，RAS 系统突破了自然季节变化的限制，为水产生物提供稳定且适宜的生长条件，不受自然季节更迭的影响，能实现全年连续的养殖生产。

4. 管理便捷。通过高度自动化的控制系统，RAS 能够实时监测溶解氧、水温、pH 等关键指标，并通过智能化算法进行动态调整，以适应养殖生物的生长需求，简化日常管理流程，实现对养殖的优化管理。

5. 环境友好。RAS 系统通过物理过滤、生物净化和消毒杀菌等环节能有效去除养殖废水中的悬浮固体、有机物和营养盐，并将其重新用于养殖过程，形成一个闭合的高效水资源循环系统，减少对自然水体的污染以及水资源的消耗。

## 二、规划设计与工程建设

### （一）规划设计

#### 1. 适用场景

工厂化循环水养殖模式适用多种场景：

（1）在地形复杂的山区等地，其占地面积小，可充分利用空间发展养殖。

（2）水资源相对匮乏地区，如干旱区域及远离水源地之处，能循环用水，减少对新鲜水资源依赖，缓解用水压力并避免污染。

（3）城市周边可满足消费需求，快速供应新鲜水产品，降低运输成本；旅游景区附近能与旅游结合，增加游客购物选择。

（4）在高端水产品 & 特色养殖方面，适合养殖大口黑鲈、鳊、鲟鱼等名贵鱼和虾类等特色水产品，实现规模化、标准化养殖，提高成活率、生长速度、产量和质量，增加养殖效益，促进当地经济发展。

#### 2. 项目选址

##### （1）自然条件

①用地要求：养殖场用地应满足包括合法的工业用地、农业设施用地等用地属性。

②选址要求：养殖场选址应选择以地势平坦、进排水方便、无旱涝风险的场地为宜。

##### （2）水源条件

①水源水质要求：水源应符合 GB11607 的规定。

②用水量要求：水量充沛，可满足养殖场日常补水，以养殖场总养殖水体的 5 ~ 10% 为宜。

##### （3）系统动力源条件

系统动力源有离心泵、潜水泵、管道泵（污水泵）等，根据系统的循环流量



来确定。系统的循环流量根据养殖品种、养殖阶段及鱼池的集排污能力来设计。循环水泵的设计原则有：大流量低扬程（能耗低）、1用1备（或双泵同用）、故障自动切换、变频控制等功能。常用的循环水泵的流量 10 ~ 500m<sup>3</sup> / h，功率 0.37 ~ 37 kw。

### 3. 系统设计

RAS 基地应整体规划布局，综合考虑地势高低差、水源方向、尾废水去处、电路布局、大型货车通道等，涵盖养殖区、水处理区、设备控制区、渔饲料存放区、值班室、实验室等功能区。工艺流程应覆盖从预处理到循环再利用的全过程，涵盖物理过滤、化学消毒、生物降解、水质调节、自动化监控和控制等多个关键系统。RAS 水循环水处理系统工艺流程图如图 2 所示。

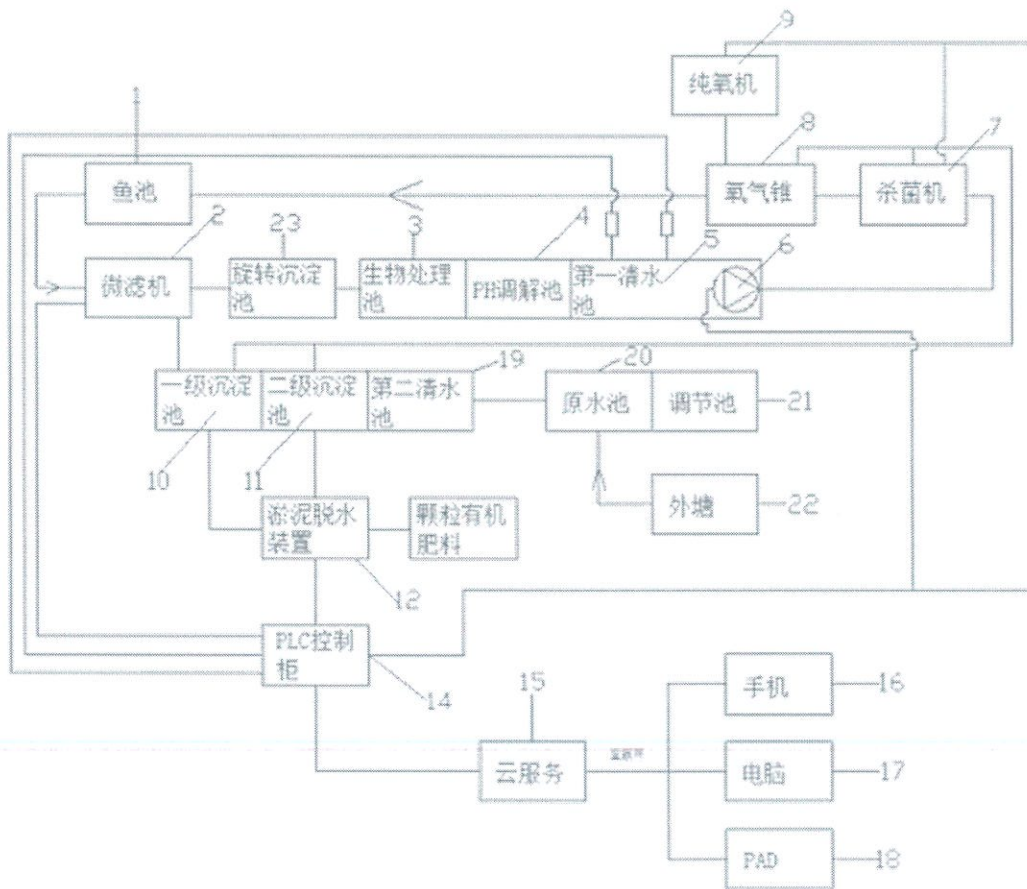


图 2.淡水 RAS 循环水处理系统工艺流程图

## （二）工程建设

### 1. 车间建设

#### （1）车间构成

养殖车间应包括土建基础、地梁、墙体、棚顶、透光、通风、保温、降温、配电、



管道、灯光管理系统等。车间以长方形为宜，跨度 8~60 m 不等，单层层高不宜超过 5 m。养殖车间可布局 1~4 套循环水养殖系统，每套系统配套 6~12 个养殖池，单套系统养殖水体不宜超过 1000 m<sup>3</sup>。

### (2) 车间棚顶

车间棚顶采用透光或者不透光（根据养殖品种需求），宜低拱圆弧顶或三角形坡顶，顶面为彩钢板、石棉瓦、EPS 高密度泡沫板块、玻璃钢瓦、阳光板、钢化玻璃或塑料薄膜覆盖，具有一定控光、保温性能。车间根据地域特点考虑通风、防压、防雷、防积雪、防大风等措施。

### (3) 车间墙体

车间墙体采用水泥砖混结构、钢筋混凝土结构、玻璃温室或 EPS 高密度泡沫板模块，厚度 250 mm，并且具有保温性能。

### (4) 车间采光

车间采光可通过屋顶设置阳光板、透明带、墙体开窗或采用养殖专用 LED 灯补光。

### (5) 车间通风

车间可采用门、窗自然通风或换气扇、排气帽等机械通风，排气扇安装在车间进出口两侧，排气帽安装于棚顶，安装数量应该能够满足生产需求。

### (6) 车间配电

车间配电电压应采用 AC220 / 380V。配电装置及动力控制设备应集中在专用电气控制室内，并符合 GB50054 的规定。车间内电气设备的选用和安装应符合 SC / T6050 的规定。

车间总用电负荷计算按照式（1）计算：

$$P_{总} = K_p \sum K_s P_t \dots \dots \dots (1)$$

式中：

P<sub>总</sub>—车间总用电负荷，单位千瓦（KW）；

K<sub>p</sub>—用电设备同时系数，其值参考《工业与民用配电设计手册》；

K<sub>s</sub>—用电设备需要系数，其值参考《工业与民用配电设计手册》；

P<sub>t</sub>—设备功率，单位千瓦（KW）。

### (7) 车间通道

车间内应合理布置养殖池和车间通道，车间主通道宽度 ≥ 1.5m，辅助道路宽度 ≥ 0.5m。

## 2. 养殖池建设

### (1) 养殖池材质要求

养殖池采用镀锌板帆布池、聚丙烯（PP）、砖混、钢筋混凝土一体等材质。

### (2) 养殖池形状和规格

养殖池建议采用圆形、八角形等，也可采用方形池、方形圆角池；采取地下施工、

半地下施工或完全地上施工。根据不同养殖品种的要求，养殖车间鱼池以 2 m、4 m、6 m、8 m、10 m 直径圆池或者 2×2、4×4、6×6 m 正方形鱼池，水深 1.0~2.0 m 为宜。

### （3）养殖池壁

养殖池壁采用无毒、平整、易清洗、耐腐蚀的材料；如果采用砖混、钢筋混凝土一体等材质时，表面应涂覆易清洗、防渗漏、不脱落的养殖专用水池漆。

### （4）养殖池底

养殖池底多采用中间低四周高的锥形，池底坡度为 5% - 20%，排水口置于池底中央最低处，排水口设置防逃逸排污管或双通道排污装置，应具有排死鱼、死虾、虾壳等生物捕捉的功能。

## 3. 管道系统建设

### （1）补水管道

水源水进入循环水系统可通过 U-PVC 或者 PE 管道，补水到养殖池或水处理池，可设置水位探头，用于自动补水。

### （2）回水管道

回水主管通常设置于管道沟中，回水管有 U-PVC 和 PE 材质，管径根据回水量大小来设计，常用直径 160~400 mm 的 U-PVC 给水管；主回水管和侧回水支管通过变径、补芯或者焊接的方式来连接。

### （3）给水管

给水管分为 U-PVC 管和 PE 材质，管径根据回水量大小来设计，常用直径 90-315mm 的 U-PVC 给水管。每个养殖池设计 1~3 个进水口（根据养殖池面积大小），进水口方向沿池壁切线方向进入，无动力的提高水体旋流速度，有利于残饵、粪便集中到池底中央并及时排出。

### （4）排水管道

排水管道常用直径 200~250mm 的 U-PVC 管，一端通入室外沉淀池内，一端设有高压水泵，用于定期冲洗管道内积污物，防止管道堵塞。

### （5）进气增氧管道

工厂化循环水养殖系统的增氧管路系统分两部分。一是养殖池内放置纳米陶瓷增氧盘（放置数量，根据系统需氧量来设计），通过高压 PU 管连接池外的气体流量计调节系统（带压力表），再通过 U-PVC 管或不锈钢管连接氧气源（制氧机或液氧罐）；二是通过纯氧混合器使氧气和水充分混合后，采用单独的 U-PVC 管路进入养殖池，常用的有氧气锥、管道式纯氧混合器、气体置换等装置，均由制氧机或液氧罐提供氧气源。

## 4. 增氧系统建设

### （1）制氧机

制氧机常用流量有 3~800 L/min，常用功率为 0.26~80 kw，氧气出气纯度 93±3%，出气压力 0~0.4 MPa，制氧机放置在干燥、通风良好的设备间内。



## (2) 液氧罐

液氧罐需配备一个或多个气化器，将液氧转化成气体，通过 304 不锈钢管道通向车间内需要加氧气的养殖池旁或氧气锥旁边，同时预留出气阀门和配置出气压力表。液氧罐的管理人员需具备特殊压力使用证。放置液氧罐的位置应考虑远离居住区、明火以及易燃易爆等危险品，通风良好，并且需方便罐车加注液氧等因素。

## (3) 增氧方式

养殖池增氧主要以气态纯氧直接进入养殖池或通过纯氧混合器使氧气和水充分混合后，通过单独的 U-PVC 管路进入养殖池供氧，辅以罗茨风机、旋涡式风机、高速离心机等供应气氧。

# 5. 水处理系统建设

## (1) 有机物去除

①固体有机物去除：循环水养殖系统中去除悬浮、细小颗粒物往往采用滚筒微滤机。微滤机分为箱体式和框架式。微滤机的滤网通常采用 316 L 不锈钢材质制作，过滤精度选择 150 ~ 350 目。微滤机过滤水量为 5~ 650 m<sup>3</sup>/h，配备动力为 0.55 kw~ 4.4 kw。

②溶解有机物去除：通过蛋白分离器或气浮机去除溶解循环水养殖系统中的有机物、微小颗粒物。

## (2) 生物滤池

生物滤池为长方形或圆形，宽度和深度不宜超过 4 m，生物滤池的容量应不小于养殖总水体的 1/3，体积大小和选择的生物填料品种规格根据养殖品种对水质要求及其摄食能力作适当调整。

生物滤池水流态通过池形、进出水口位置和充气三种方式调控。相邻的两个生物滤池小单元的水流态采用“上进下出”、“下进上出”和“全垂直通过”的形式，以增加净化水体的停留时间。

生物滤池底部应做成“V”字型，且“V”字型底部应安装排污管，排污管的直径为常见规格 110 mm 直径钢管或 PE 管，每个单独的生物滤池小单元可单独控制排污。

## (3) 脱气系统

箱体材料为 PP，容积 5m<sup>3</sup>-10m<sup>3</sup>，内部填充生物藤棉或立体网格脱气填料，布水管位于填料上方，均匀开孔，水滴滤通过填料层；箱体侧面可配置风机，进气管道布置于箱体底部，由箱体底部向上吹气，与滴下的水滴逆向对撞。

## (4) 消毒杀菌

循环水养殖系统中水体消毒杀菌通常选择紫外线杀菌，臭氧辅助。紫外线杀菌灯分为低压（光波 254 nm）和中压（光波 200 ~ 400 nm）两种模式，按照方式分为管道式和渠道式两种。低压紫外线应用居多，选择进口紫外线灯管，紫外线照射剂量 ≥ 32000 uw·s/cm<sup>2</sup>，使用寿命 10000~ 12000 h；常用功率有 0.04~ 1.3 kw，对应流量 5 ~ 240 m<sup>3</sup> / h。杀菌效率取决于配备的灯管功率、水体的流量、透明度、杂质含量及温度等，



杀菌率可达到 90 % - 99.9 %。

## 6. 温控系统建设

温度的控制可利用自然能源（光伏板太阳能等）、热电厂余热、地下热源、天然气锅炉或生物质锅炉、冷热调温机、空气源热泵（北方可采用低温空气源热泵）或水源热泵等调温设备。同时，应增加排水热量回收系统，降低加温系统的能耗。

## 7. 在线监测与控制系统建设

### （1）水质在线监测与控制

水质在线监测的指标主要包括水温、pH 值、溶解氧、盐度以及电导率、氧化还原电位、水位、水流量等。氨氮、亚硝酸盐、溶解氧、pH 值指标检测建议取样后实验室分光光度计检测或采用便携式离子检测仪。

水质在线控制系统包括控制器、被控制对象、探头、执行机构和变送器四个部分组成。控制器通过继电器、电磁阀或气动阀等装置，控制供氧、供气、调温、消毒、投饵和给排水等设施设备。可通过预设指标控制相关联设备，实现在线及远程控制。

### （2）中央电子 PLC 控制

中央电子 PLC 控制系统是一种基于可编程逻辑控制器的循环水控制系统，包括控制柜本体和实现自动控制的各类模块。通过控制系统智能化自动控制以下设备：紫外线处理装置、蛋白分离器、生物脱气装置、增氧曝气装置、水泵、恒温机等。通过设备控制实现自动的循环水紫外线杀菌、蛋白分离、增氧、曝气、调温等功能。

采用闭环控制程序，可实现给予养殖人员实时反馈信号。当停电、停气、断流以及溶氧、水位等出现异常时，能提前发现设备故障隐患，通过预警提醒管理人员采取防范应对措施，避免设备故障停机。

## 8. 排污系统建设

养殖池三路排污设计应包含双排污底盘、表层排污、水位控制一体化和养殖池外鱼粪收集器等功能。

### （1）双排污底盘

双排污底盘根据养殖池水体交换率大小采取不同的规格，主要以预埋的方式置于养殖池底；其中双排污底盘中的主要排水管道（流经 75 % ~ 95 % 水体）与水位控制器中的水位控制管连接，进一步进入微滤机过滤；其中排污管道（流经 5 % ~ 15 % 水体）与鱼粪收集器的进水口连接。

### （2）表层排污与水位控制一体化

表层排污与水位控制一体化装置的进水口与双排污底盘的主排水管道连接，插管用于调节养殖池水位；出水口与进入微滤机的主回水管道连接。

### （3）鱼粪收集器

鱼粪收集器位于养殖池外，紧贴养殖池壁，进水口与双排污底盘的侧管连接，出水口连接到微滤机的进水口，容器直径 60 ~ 110 cm，深度 68 ~ 110 cm，适用于 2.5 ~ 200 m<sup>3</sup> 水体养殖池。

## 9. 尾水处理系统建设

### (1) 处理对象

主要针对因投入饲料的加入，水产养殖动物在水体中的摄食、消化、吸收、排泄以及微生物的分解、转化作用而产生的氮、磷、悬浮有机物等。

### (2) 处理方式

养殖尾水应通过沉淀（固体粪污通过污泥脱水机对于浓缩有机物进行干湿分离，干物质做成有机肥）、微滤、生物处理、人工湿地系统 etc 处理，达标后进入自然水体或直接用于灌溉。

### (3) 排放水质要求

养殖尾水经处理后应达到 DB51 / 3061 的要求。

## 10. 其他配套设施建设

### (1) 办公区

办公区包括入场消毒区、监控室、智慧渔业室、实验室、会议室、库房、员工办公室等。

### (2) 生活区

生活区包括宿舍、厨房、卫生间等。

### (3) 视频监视设备

养殖车间内应配备视频监视设施，布点应能覆盖所有养殖设施。监视系统的显示器应集中布置在监控室或值班室内。

### (4) 自动投饲设备

养殖系统应配备可单独计量的自动投饲设备或系统，计量方式以重量为宜。自动投饲设备应根据使用的饲料以及养殖对象的食性选择合适的送料和撒料方式，主要有轨道式投饵机、管道式投饵机、小型单池自动投饵机、投喂机器人、转头式撒料机、中央管投饵系统等。

### (5) 灯光系统

养殖车间应安装操作管理灯和养殖专用 LED 灯两套灯光系统。其中，养殖专用 LED 灯根据养殖品种的不同选择不同光谱的灯，控制箱可以设置不同时段的光强和光周期，用以模拟日光光源。

### (6) 备用供电设施

配备备用柴油发电机 1 套，可在停电时自动切换，发电机功率至少应满足控制系统、循环水泵、增氧系统的使用功率。

### (7) 消防设施

场区内升压站、控制机房、生活区等区域应设置室外消火栓，保护半径应不超过 150 m，间距应不超 120 m；场区应预留消防车道，净宽度和净空高度应不小于 4.5 m，消防车道靠建筑外墙一侧的边缘距离建筑外墙应不小于 5 m。



### 三、 技术要点与设备管理

#### (一) 技术要点

##### 1. 品种选择及苗种放养

工厂化循环水系统目前由于其建设成本和运营成本高于传统池塘养殖，因此，在选择养殖品种上应进行综合考虑，在进行详细的市场调研和投入产出测算后，最终确定养殖品种。目前，四川省比较适合工厂化循环水系统养殖的品种以下列为主：大口黑鲈、鳊、鲴、虹鳟、罗氏沼虾、南美白对虾、澳洲淡水龙虾等。

苗种需要从具备《水产苗种生产许可证》的原良种场或苗种场引进，同时，放养前的苗种，务必需对该品种危害较大的疫病进行病原检测，确保是阴性，再经消毒等保障措施后，苗种方可准备入池。苗种入池水温和运输水温差应控制在 2℃ 以内。

##### 2. 水质管理

###### (1) 水质监测

进入养殖系统内的水质指标要求  $DO \geq 7.0 \text{ mg/L}$ ;  $pH 8.0 \sim 8.2$ ; 氨氮  $\leq 0.1 \text{ mg/L}$ ; 亚硝酸盐  $\leq 0.1 \text{ mg/L}$ 。养殖水体应保持无异色、无异味、悬浮物少、透明度高的状态。水温可按照养殖品种的不同进行调整。

###### (2) 水质调控

循环水养殖水体中，在达到高效物理过滤残饵粪便的前提下，需定期补充微生物及其营养元素，确保微生物在生物滤料内稳定挂膜，从而发挥消除养殖水体氨氮、亚硝酸盐等有毒物质的作用。循环水水质调节主要以添加芽孢杆菌、EM 菌、乳酸菌和硝化细菌为主。添加的营养元素以碳源、钾源、镁源、磷源等为主。可根据车间水质情况酌情添加。

##### 3. 饲养投喂

饲料投喂以配合饲料为主，投喂量需根据水质、水温和养殖对象摄食情况确定，以不出现残饵为原则。配合饲料日投喂量可根据水位情况，按照养殖对象体重的 2~8%，从苗期至成鱼期进行投喂量的增减。投喂次数可由早期的每天 3~5 次，减至后期每天 2 次。

若发生病害、水质不达标、摄食情况不佳，应尽快查明原因，减少投喂次数和投喂量或停料。

##### 4. 病害防控

工厂化渔场大门应具备人员和车辆消毒通道，严格消毒后进入。坚持以预防为主，经水产苗种产地检疫合格，每批次应附有第三方检测单位出具的检测报告。保持循环养殖水体水质良好，将水温、溶氧等控制在适宜范围。发现病害后及时捞出病鱼，并整池隔离，对病鱼分析后进行针对性治疗。



## 5. 捕捞收获

养殖对象在达到商品规格后，应做好相应的捕捞准备，捕捞前 2 天需停止投料。

## 6. 产品质量与要求

养殖期间应每天对鱼病发生情况、水质变化情况、使用药品情况等严格记录。

建立养殖目标品种的产品质量监测记录，在水产品上市前 1 周内，进行药残检测。产品应达到生态、无抗生素残留、无污染标准，方可上市销售。

## （二）设备管理

### 1. 参数设置

#### （1）物理过滤设备

储水能力 $\geq$ 循环水系统日用水量的 400 % 容积，分两个以上单元交替使用，具备底排污功能。

#### （2）消毒设备

臭氧消毒用量：0.2mg/L ~ 0.5mg/L；紫外线波长：200nm ~ 280nm；辐照强度  $\geq$  25W/cm<sup>2</sup>；电解消毒器余氯浓度 $\leq$ 0.1mg/L。

臭氧发生器流量 $\leq$ 1000g/h，紫外消毒机流量 $\leq$ 600m<sup>3</sup>/h，辐照强度 $\geq$ 25W/cm<sup>2</sup>；电解消毒器流量 $\leq$ 600m<sup>3</sup>/h。

#### （3）进水控制器

调节养殖水槽的进水流量，与循环泵流量相匹配；水槽较大时，每个水槽配置至少 2 个进水控制器。

#### （4）回水控制器

调节养殖水槽的回水流量和控制水槽水位，与循环泵流量相匹配。

#### （5）生物滤器

体积与养殖水体比：1:2 ~ 1:10。

### 2. 维修保养

#### （1）管道

循环水管道系统安装于管道沟渠内，从下往上依次是排空、回水、进水、补水和增氧管路，由不锈钢支架支撑，每层管道都应留出足够的维修和操作空间。室外补水管路，应避免阳光直射；在结冰地区，给水管选择 PE 材质居多且应有保护措施，宜埋地下或覆盖保温层，保障冬季正常使用。

#### （2）水泵

定期检查水泵的运行状况，包括声音、振动和温度是否正常。定期清理水泵前后的过滤网，避免堵塞。按照制造商的推荐周期对水泵的轴承进行润滑。检查水泵的密封件是否有磨损或泄漏现象，必要时进行更换。

#### （3）过滤系统

①生物过滤器：定期检查生物填料的状态，如有损坏或堵塞需及时更换。监测氨

氮和亚硝酸盐水平，调整曝气量和水流速度。

②物理过滤器：定期清洗或更换过滤材料，如砂石、海绵等。检查过滤器的结构完整性，避免漏水或漏气。

③化学过滤器：定期更换吸附剂或化学介质，确保去除有害物质的有效性。

#### （4）消毒系统

①紫外线消毒器：定期更换紫外线灯管，通常每年至少一次。清洗灯管外表面，保持光洁度。

②臭氧发生器：检查臭氧发生器的工作状态，确保臭氧浓度符合要求。定期更换臭氧发生器中的耗材。

#### （5）温控设备

定期检查加热器或冷却器的功能，确保水温稳定在适宜范围内。清洁加热元件和冷却器表面，提高热交换效率。

## 四.风险管控和应急处置

### （一）风险管控

#### 1. 设备维护与保养

定期对循环水养殖系统中的设备进行检查和维护，包括水泵、过滤系统、氧气供应设备、温度控制系统等，确保正常运行。

#### 2. 强化环保措施

建立完善的环保体系，确保养殖过程中产生的废物得到有效处理。加强水质监测和管理，确保养殖水体符合环保要求。

#### 3. 完善疾病预防体系

建立健全的疾病防控机制，制定科学合理的防疫措施。加强养殖生物的健康监测和管理，及时发现并处理潜在的健康问题。加强与科研机构和专业水产兽医的合作，提高疾病防控技术水平。

#### 4. 搭建技术团队

在项目启动前，组建可靠的工厂化循环水技术团队，以确保项目的良性运行。此外，加强对养殖人员的培训和管理，提高他们的专业素养和操作技能。确保养殖人员能够熟练掌握循环水养殖系统的运行原理和操作规程，能够及时发现并解决养殖过程中出现的问题。建立健全的应急预案和处置机制，确保在突发事件发生时能够迅速应对并减少损失。

#### 5. 规避经济风险

合理规划投资规模，确保资金链条的稳健。通过精细化管理，降低运营成本，提高资源利用效率。加强市场分析和预测，合理安排生产计划，避免市场波动带来的经济损失。

## **(二) 应急处置**

### **1. 快速响应**

一旦发生紧急情况，立即启动应急预案，采取相应措施，如隔离受影响的养殖区域、更换水源、调整水质等。

### **2. 水质异常**

如果水质指标超出正常范围，应立即采取措施进行调整，如增加曝气、添加化学药品等。必要时可部分更换养殖水体。

### **3. 疾病爆发**

一旦发现疾病迹象，立即隔离疑似患病个体，并咨询专业水产兽医进行诊断和治疗。清洁和消毒受影响区域，防止疾病扩散。

### **4. 设备故障**

关键设备如水泵、过滤器发生故障，应立即启动备用系统，并尽快修复故障设备。

### **5. 电力中断**

准备发电机作为备用电源，在电网停电时能够迅速恢复供电。



# 陆基设施循环水养殖技术

## 一、模式技术定义及特点

### （一）陆基设施循环水养殖的定义

陆基设施循环水养殖模式，指利用高差，建立高位养殖池和低位净化池，高位池集中养殖鱼类，养殖尾水经集排污系统处理后，联通低位净化池进行养殖尾水处理，养殖尾水经净化后再抽入高位养殖池循环利用，实现鱼类高密度集约化生态养殖，养殖尾水“零排放”。

该模式一般由高位养殖池、增氧系统、进水系统、集排污系统和低位净化池五部分组成（图1）。在川内，高位养殖池主要分为陆基圆池和小型池塘两种。

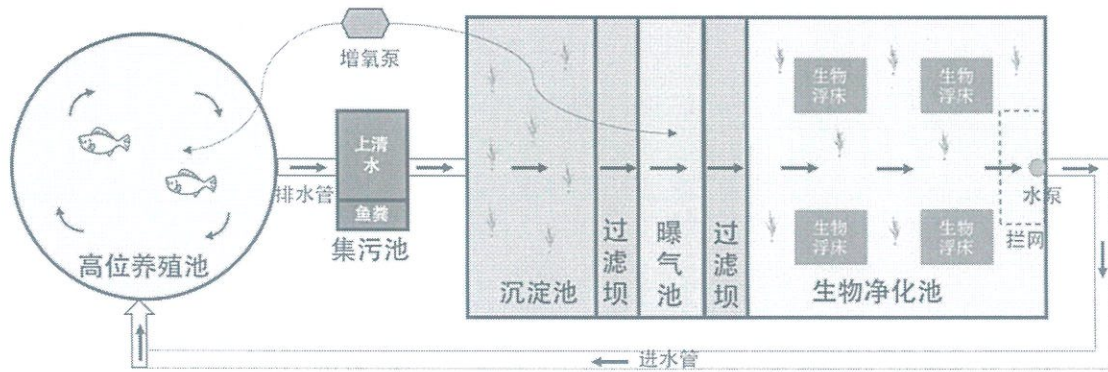


图1.陆基高位圆池循环水养殖模式示意图

### （二）陆基设施循环水养殖的特点

1. 鱼类高密度养殖，单产高、饵料系数更低。
2. 鱼类集中管理，用药精准、捕捞简易。
3. 生态环保。养殖尾水经多级净化处理，氮、磷等营养元素进行充分转化，有害物质充分分解，实现养殖尾水循环利用“零排放”。
4. 该模式依赖供氧系统和水循环系统，对电力和氧气的需求程度高，而对水源依赖程度较低。
5. 该模式对品种有较高选择性，只能养殖适合高密度养殖的品种，且一个高位养殖池一般主养一个品种，低位净化池可配套养殖一些滤食性鱼类。
6. 该模式建场投资较大，生产运营中能耗依赖较高。

## 二、规划设计与工程建设

### （一）规划设计

#### 1. 适用场景

选择交通便利、供电稳定、生活生产条件方便的地区，最好原有养殖池塘可改建配备为尾水处理系统。

#### 2. 模式设计

该模式要整体规划布局，整体分为高位养殖池和低位净化池两部分，通过进水系统和集排污系统联通循环。养殖池和净化池的面积比一般为不低于 1:5。养殖池和净化池的高差一般不超过 3m。

### （二）工程建设

#### 1. 高位养殖池

##### （1）陆基养殖圆池

陆基高位圆池上半部为圆柱体，下半部为圆锥体，朝中央向下倾斜角度 $\geq 6\%$ 。陆基圆池的直径一般 6~14 m，高一般 2.0~2.5m，单个圆池体积一般 60~300m<sup>3</sup>。圆池以嵌入土地 0.6~1.2m 为宜，露出地面的部分高 0.8~1.2m。

圆池外缸以砖混结构、镀锌钢板、铝合金、不锈钢、pp 板材等硬质材质为宜，内缸可用尼龙布或帆布等柔性材质。在锥形池底中心留有直径 $\geq 30\text{cm}$ 的排水口与集排污管道相连接。养殖池与废弃物收集结合处安装有防逃网，其材质可为尼龙，网目大小根据鱼的规格调节。

##### （2）小型池塘

小型池塘面积以 1~3 亩为宜，以圆形或近似圆形土塘为宜，池底以锅底形为宜，池底中央需水泥硬化，留有直径 $\geq 30\text{cm}$ 的排水口，与集排污管道相连接。

#### 2. 增氧系统

增氧系统分为高位养殖池增氧系统和低位净化池增氧系统两个部分。

高位养殖池一般由罗茨风机或纯氧设备供氧，可搭配小型射流增氧机或小型潜水泵循环使用。养殖期间保持全池水体溶解氧 $\geq 5\text{mg/L}$ 。

低位净化池的曝气池一般由罗茨风机供氧，生物净化池可搭配多种样式的增氧机。

#### 3. 进水系统

进水系统由水泵、进水管、水阀、拦网等组成。进水管宜采用 PVC 管、PE 管等。

从低位净化池远端，经拦网拦截杂物后，通过水泵直接抽到高位养殖池循环使用，根据需求调节水量大小，最大日进水量宜 $\geq 3\sim 4$ 倍养殖池体积。进水管设计应使水流平行于池壁，如有多个进水口则应使所有水管朝向同一个方向，产生推水效果。有



条件的地方可增设一个储水池，通过储水池将水分配到各个养殖池。

#### 4. 集排污系统

集排污系统包括排水管、集污池、水位控制器、水阀等组成。

排水管宜采用PVC管、PE管等。排水主管直径一般200mm以上，分管一般160mm以上。

需保证集污池的溢水线低于高位养殖池的水位线30cm以上，经沉降后的尾水接入低位净化池，溢水线应高于低位净化池20~30cm以上。系统运行一段时间后，要及时移除集污池的鱼粪。

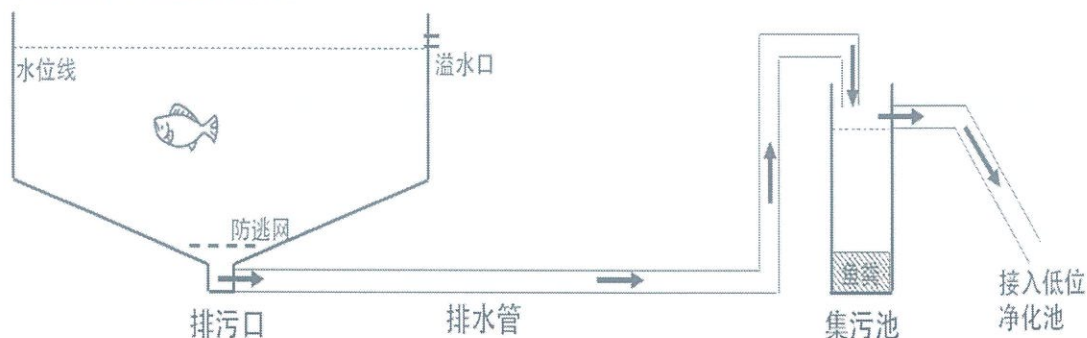


图 2.高位养殖池和集排污系统

#### 5. 低位净化池

##### (1) 整体结构

低位净化池大多采用“三池两坝”或“两池一坝”的方式。

“三池两坝”即沉淀池、曝气池、生物净化池和过滤坝，“两池一坝”则将沉淀池和曝气池合并为沉淀曝气池。

##### (2) 沉淀池

占净化池总面积的30%~40%为宜，底部一般种植一些挺水植物，悬挂生态毛刷，还可架设一些生物浮床。

##### (3) 曝气池

占净化池总面积的10%为宜，底部安装曝气管，增加溶氧，同时在池中加入光合细菌、芽孢杆菌、硝化细菌等微生物制剂和填料。

##### (4) 生物净化池

占净化池总面积的50%~60%为宜，底部一般种植一些沉水植物和挺水植物，中间布设增氧设施和生物浮床，生物浮床一般占池塘面积的5%~10%，搭配放养鲢、鳙、螺等水生动物，不投喂饲料。

#### 6. 过滤坝

一般采用三排眼子砖的结构搭建外部结构，彼此间隔以2~3m为宜，眼子砖孔方向与水流方向保持一致。砖墙间部分填充不同规格的火山石。

## 7. 其他

### (1) 供电系统

由变压器、发电机、控制柜等组成。

### (2) 智能化控制系统

根据需求，选择安装远程监控、断电报警、投饲管控、水质在线监测、增氧机自动启动等智能化监控和预警系统。

### (3) 生产生活资料

根据需求，配置药品、饲料储存库房、生活用房等。

## 三、技术要点与设备管理

### (一) 技术要点

#### 1. 品种筛选

宜放养可摄食配合饲料，适应高密度集约化养殖、经济价值较高的品种，如大口黑鲈、黄颡鱼、鳊、长吻鮠、斑点叉尾鮰、乌鳢等。

#### 2. 苗种放养

苗种需经检验检疫合格，以放养 50g 以上或当年可上市的鱼种为宜，设计产量不高于 5000kg/亩为宜。放养前的苗种，务必需对该品种危害较大的疫病进行病原检测，确保是阴性，再经消毒等保障措施后，苗种方可准备入池。放鱼种时，要确保运输水和池水之间的温差不超过 2℃。

#### 3. 饲料选择与投喂

宜投喂浮性膨化配合饲料，饲料质量应符合 GB13078-2017、NY5072-2002 的要求。

投喂遵循“定时、定点、定量、定质”原则。在鱼种放养 1~3 天后首次投喂，日投喂 2~4 次，日投喂量为鱼体重的 1%~5%，并根据养殖阶段、天气状况等调整投饲量。

#### 4. 水质调控管理

根据养殖鱼类密度调节进水量大小，保持养殖池流水循环状态。对于高位圆池，日循环量一般 3~5 次，对于高位小型池塘，日循环量一般 1~3 次。养殖池和净化池需保持一直增氧。

一般在投饲 1 小时左右，进行底排污，根据载鱼量大小、水温高低调整吸污频率和时长，至吸出的污水颜色与池水相近为止。

养殖尾水排入养殖尾水处理区，处理之后的养殖尾水达到四川省水产养殖业水污染物排放标准（DB51 3061-2023），经过净化池处理后的尾水通过进水系统进行循环利用。



## 5. 病害防控

坚持科学养殖、预防为主。渔用药物使用应符合 NY 5071-2002 的要求。

## 6. 巡塘

每天巡塘至少 3~5 次，检查鱼的摄食与活动情况，发现病鱼，及时诊断，发现死鱼，及时捞出。定期对鱼类抽检，了解其生长情况。

## 7. 养殖记录

做好投入品使用、水质指标、鱼类生长和销售记录，以及增氧、吸污和水质调控等管理措施记录。

## 8. 捕捞上市

根据生长情况和市场行情等适时捕捞上市。水产品中渔药残留限量符合 NY 5070-2002 的要求。

# 四、风险管控和应急处置

## （一）风险分析

### 1. 疾病风险

盲目追求产量，超过系统负载，水质易败坏，易造成鱼病害爆发。

### 2. 市场风险

鱼类价格在不同年份不同月份都有较大波动。

### 3. 技术管理风险

该模式鱼类高密度养殖，对技术和管理要求较高。

## （二）管控措施

### 1. 疾病风险管控

控制养殖密度，强化饲料品质，注意水质调节，提前预防，如出现疾病爆发，及时就诊。

### 2. 市场风险管控

通过技术和管理调节鱼类生长速度，实现错峰上市。

### 3. 技术管理风险管控

强化管理，仔细记录养殖日志，平时增加水质和病原检测，以便发现问题及时处理，可加强与专业院校合作，组建专业技术团队。

## （三）应急处置

### 1. 停电

若停电，及时启用备用电源或化学增氧剂。

## **2. 设备损坏**

及时启用备用设备。

## **3. 爆发疾病**

平时多检测，一旦发现疾病迹象，立即隔离疑似患病个体，备用各种常见鱼药，及时就诊。

## **4. 暴雨**

平时经常疏浚养殖池溢水口和排水渠，在暴雨时，能快速排水。



# 圈养技术

## 一、模式技术定义及特点

### （一）圈养的定义

圈养（Juanyang system），是指在稳定池塘、水库或湖泊等环境下，将主养鱼类圈在圈养桶内饲养，池塘非养殖区种植水草，养殖尾水经岸基处理系统处理后再循环使用的一种生态养殖模式。具体过程是圈养桶内的残饵、粪便等固体废弃物自然沉降聚集于圈养桶下方锥型排污口附近，每天定时开启排污水泵，抽排固体废弃物至尾水分离塔，经固液分离后，上清液进入生化处理桶进行脱氮除磷，然后流向池塘距养殖区远端，经水草、细菌、滤食性鱼类等生物进一步净化后循环使用，从而减少养殖尾水的“排放量”。

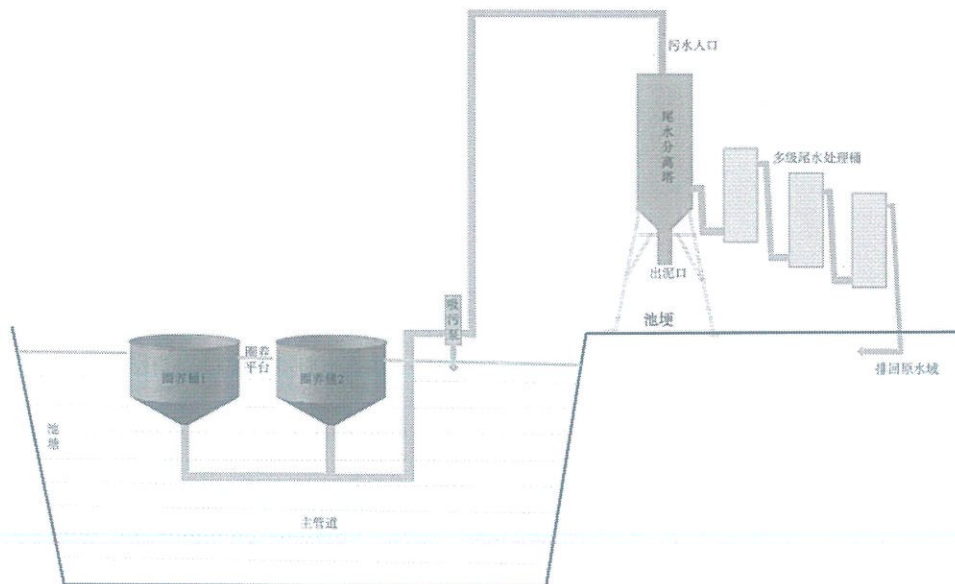


图 1 圈养工艺流程图

### （二）圈养的特点

该技术将传统散养式转变为圈养后，在饲养密度合理、水体净化区自净能力强的背景下，养殖水环境可得到有效控制，鱼病发生和渔药用量降低，养殖产品质量提升。同时，由于在池塘等水体中可以设置多个独立养殖桶，这就使其具有了“一塘多鱼、分区养殖、用药精准、捕捞简易”的生产特点，提高养殖效益。由于能及时集污排污，养殖水体可保持优质，鱼类土腥味基本去除、病害发生率显著降低、渔药使用量减少。

### 1. 生态友好

(1) 显著节约水资源。圈养无需换水，养殖尾水可实现 100% 循环使用，仅在池塘渗漏或蒸发水位降低时适当补充新水即可，节水意义重大。

(2) 采用小水体养鱼，大水体养水，充分发挥水的缓冲作用，水环境平衡，显著提高水质。

### 2. 节本节能

(1) 降低饲料成本。饲料投喂范围仅限于养殖箱内，可根据养殖鱼类的吃食情况进行调整，减少饲料的浪费，其饵料系数比传统养殖饵料系数低 0.2 以上，其养鱼成本比常规养鱼节约饲料成本 15% ~ 30%。

(2) 用药成本减少。圈养水质好，发病率降低，采用集约化精养能准确判断鱼类健康状况，精准用药，从而减少渔药使用量，降低药物残留。

(3) 节约人力成本。养殖过程管理方便，相比于传统土塘养殖，需要管理的水体面积大大减少，且无需拉网捕捞，减少用工数量，养殖用工节约 30% 以上。

(4) 能耗成本下降。每天仅需将  $< 1/10$  的圈养水体抽入尾水分离塔，采用微孔增氧法及纯氧增氧法等集中对圈养水体增氧提高增氧效率，单位产品能耗更低。

### 3. 增产增效

适宜密度圈养后，综合养殖成本下降，养殖产量可达 3000-5000kg/亩，单位水面利润率是散养池塘的 2 ~ 5 倍，显著提高了土地使用效益，综合效益提高 50% 以上。

### 4. 产品优质

养殖过程中少用或不用药物，低/无药残，口感好、品质高，深受消费者青睐。

## 二、规划设计与工程建设

### (一) 规划设计

#### 1. 适用场景

圈养模式适用多种场景，包括水深  $> 3.5\text{m}$  的大水面、坑塘水面及池塘，在水库、可养殖河道、废弃沙坑等养殖效果表现优越，一年四季均可养殖。

#### 2. 项目选址

##### (1) 自然条件

交通便利、电力有保障，周边无污染源，“七网”配套完善，生产生活配套齐全。

##### (2) 水源条件

水库、坑塘、池塘水源丰富，池底不渗水，水质符合《渔业水质标准》(GB 11607)。

##### (3) 面积及塘埂条件

水域面积宜  $5 \times 667 \text{ m}^2$  以上，池埂上安装尾水分离塔的地方应硬化，以便于安装固废分离、生化处理装置。

##### (4) 其他条件



进排水配套完善，配备增氧设施、发电机、水质监测系统等。

有条件的场地在圈养桶上方安装黑色遮阳网布，避免夏季高温造成水温过高；配备发电机、专用捕捞网具、水质监测系统等。

### 3. 系统设计

该模式要整体规划布局，综合考虑池塘大小、地势条件、电路布局等，主要包含圈养平台、圈养桶（数量、大小等）、增氧设备、集排污设备、尾水处理设备等。圈养模式要求养殖水体透明度全年不低于 60cm，因此需要采取一定措施提高水体氮、磷自净能力。主要措施有：（1）挂生物刷 1000~2000 个 / 667 m<sup>2</sup>，生物刷长度不低于 1 m、毛长不小于 10cm；（2）种植四季常青的沉水植物，如苦草等，种植面积一般为养殖池塘面积的 20%~30%；（3）放养鲢、鳙 150~200 尾 / 667 m<sup>2</sup>，规格不小于 150 g / 尾；（4）圈养池区域以外的水体不投饵。

## （二）工程建设

圈养系统包含圈养桶、圈养平台、增氧系统、集排污系统、固液分离系统、捕捞系统、生态处理区域及其他配套设施建设。

### 1. 圈养桶

圈养桶材质可选择 PPR、PP、PE 材质等，上部为养殖仓，呈圆柱形，下部为固体废弃物收集仓，呈圆锥形。圆柱形直径以 4m~12m 为宜，柱体高宜 2m 以上，有效养殖水深宜 1.6m 以上。桶口以下 40cm~150cm 处均匀开圆形透水小孔或侧窗，3000 个以上，孔径 1.5cm。圆锥形夹角宜 30°~45°，确保具有较好的集污能力，圆锥体底部设排污管。圆柱体与圆锥体交汇处设防逃网，防逃网上方设捕捞网。池塘中圈养桶面积占池塘总面积的比例应低于 10%。

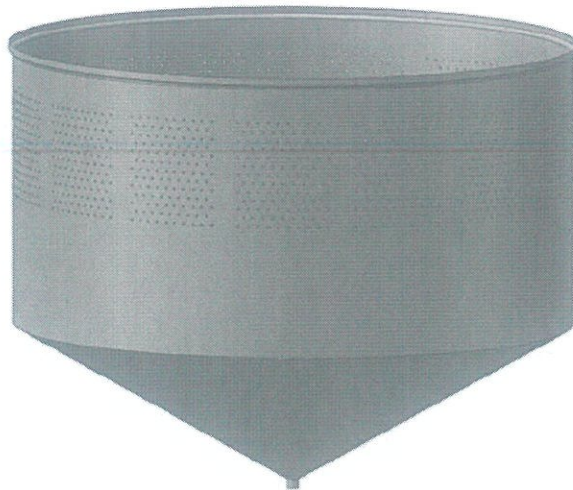


图 2 圈养桶三维图

### 2. 圈养平台

圈养平台用于固定圈养桶并形成人行、管理通道，可分为固定式平台和浮式平台

2 种类型，在池塘中，宜使用固定式平台，在坑塘水面和大水面，宜使用浮式平台。平台面积不宜超过池塘总面积的 15%。圈养平台最初采用镀锌钢管焊接，后逐渐发展为平台标准件。标准的固定式平台主体为热镀锌钢质框架 + 格栅，采用螺栓连接、双立柱形式。标准的浮式平台由聚乙烯浮块标准件拼接构成。

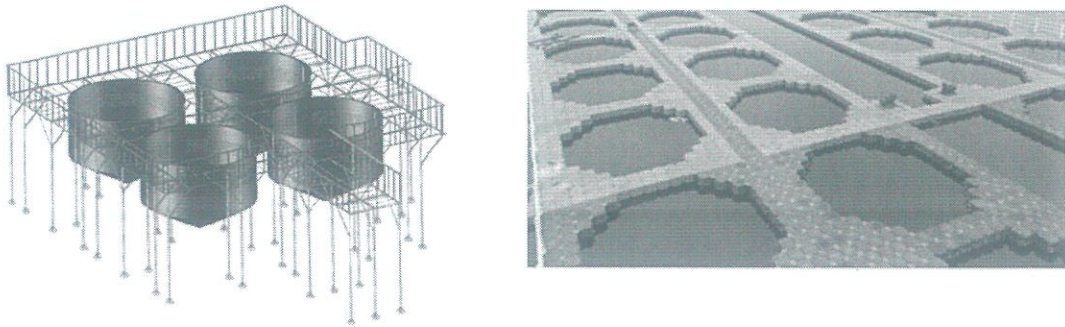


图 3 圈养平台三维图

### 3. 增氧系统

圈养桶内增氧一般由微孔增氧、制氧设备或纯氧设备、输气主管、分支输气软管、气阀和微孔增氧管构成。微孔增氧管盘成圆形，固定于捕捞网底部框架上，沿圈养桶壁布置 1 圈即可。如此布置，可形成从四周向中央聚集的气泡，有利于残饵、粪便向圈养桶中部汇聚、直接下沉到圈养桶锥部。每 1000m<sup>3</sup>养殖水体配备功率约 4kw 罗茨风机 2 台即可满足增氧需求。如果有条件可配置液氧罐或制氧机供氧。气氧混合供氧可有效解决高温供氧困难、水温过高等问题。制氧机供氧常用流量有 3 L / min ~ 800 L / min，常用功率为 0.26 kw ~ 80 kw，氧气出气纯度 93±3 %，出气压力 0 ~ 0.4 MPa，制氧机放置在干燥、通风良好的设备间内。液氧罐供氧需配备一个或多个气化器，将液氧转化成气体，通过 304 不锈钢管道通向车间内需要加氧气的养殖池旁或氧气锥旁边，同时预留出气阀门和配置出气压力表。液氧罐的管理人员需具备特殊压力使用证。放置液氧罐的位置应考虑远离居住区、明火以及易燃易爆等危险品，通风良好，并且需方便罐车加注液氧等因素。

非养殖区水域可搭配水车式增氧机 2 ~ 4 台，保持水体溶解氧 5mg/L 以上，并起到一定推动水流交换的作用。

### 4. 集排污系统

由圈养桶下部锥形结构、尾水管道、吸污泵等构成，残饵、粪便等沉积到圈养桶锥底部的排水口附近。吸污泵开启后含残饵、粪便的污水抽排出，进入尾水塔进行固液分离。一般在投饲完 0.5 ~ 1h 后进行排污，每次抽水时间根据尾水颜色判定，以抽出的尾水无明显污物，颜色与池水一致时即可。



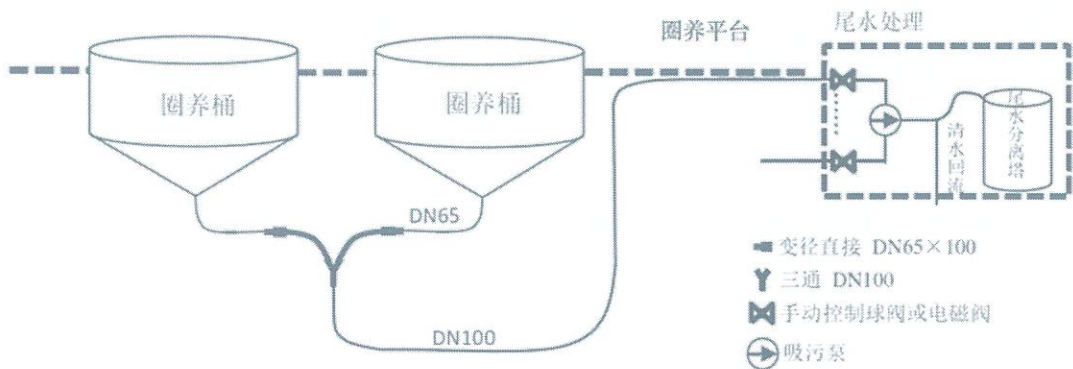


图 4 排污系统示意图

### 5. 尾水处理系统

尾水处理系统由固液分离塔、多级尾水处理桶及水管组成。一般每 4-12 个圈养桶配 1 套尾水处理净化系统。

固液分离塔形状与养殖仓相似，材质为聚乙烯，圆柱体的内径一般 2.0m 左右，高一般 2.0m 左右，集污部分为倒圆锥体，夹角一般 45°，固液分离塔容水量应 $\geq 8\text{m}^3$ 。圆柱体靠近顶端位置设上清液出水口，锥底设有排污口。

多级尾水处理桶一般分为三级，第一级为充分曝气阶段，主要进行硝化反应；第二级为不曝气阶段，主要进行反硝化反应；第三级为充分曝气阶段，主要进行硝化反应和磷形态转化等过程。多级尾水处理桶一般容积  $1\text{m}^3 \sim 2\text{m}^3$ ，内置生物毛刷、火山石等微生物附着基质，采用下进水、上排水方式进行处理。

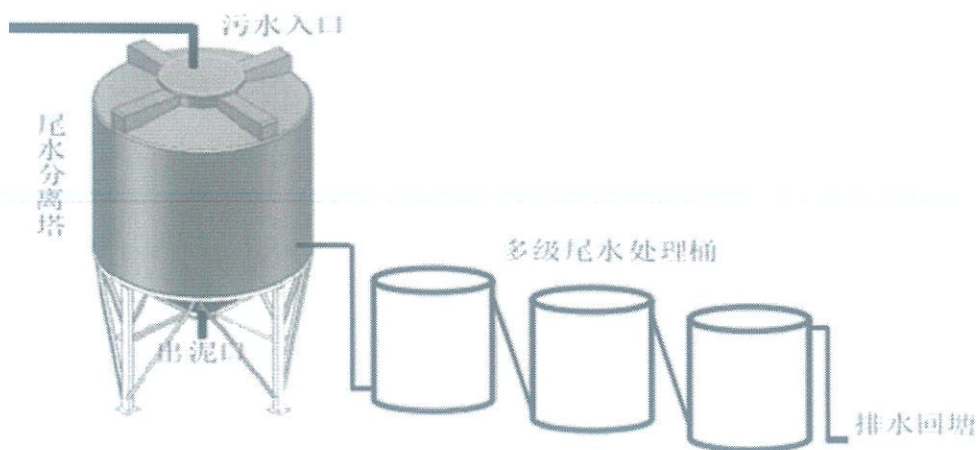


图 5 净化系统示意图

### 6. 捕捞系统

圈养桶内设固定式防逃网和活动式捕捞网隔，需要分筛或捕捞时，升起捕捞网隔进行捕捞。

## 7. 生态处理区域

生态处理区即池塘非养殖区。在池塘非养殖区种植苦草、轮叶黑藻等沉水植物，种植面积宜为池塘总面积 20%~30%，同时养殖鲢、鳙等滤食性鱼类，放养规格宜 150 g 以上，放养密度为 100~150 尾/667 m<sup>2</sup>，提高池塘水体的自净能力。

## 8. 其他配套设施建设

### (1) 办公区

办公区包括入场消毒区、监控室、智慧渔业室、试验室、会议室、库房、员工办公室等。

### (2) 生活区

生活区包括宿舍、厨房、卫生间等。

### (3) 视频监视设备

养殖车间内应配备视频监视设施，布点应能覆盖所有养殖设施。监视系统的显示器应集中布置在监控室或值班室内。

### (4) 自动投饲设备

养殖系统应配备可单独计量的自动投饲设备或系统，计量方式以重量为宜。自动投饲设备应根据使用的饲料以及养殖对象的食性选择合适的送料和撒料方式，主要有轨道式投饵机、管道式投饵机、小型单池自动投饵机、投喂机器人、转头式撒料机、风送式投料系统、中央管投饵系统等。

### (5) 备用供电设施

至少配备备用柴油发电机 1 套，可在停电时自动切换，发电机功率至少应满足控制系统、增氧系统的使用功率。

### (6) 消防设施

场区内升压站、控制机房、生活区等区域应设置室外消火栓，保护半径应不超过 150 m，间距应不超过 120 m；场区应预留消防车道，净宽度和净空高度应不小于 4.5 m，消防车道靠建筑外墙一侧的边缘距离建筑外墙应不小于 5 m。

## 三、技术要点与设备管理

### (一) 技术要点

#### 1. 品种选择及苗种放养

在选择养殖品种上应进行综合考虑，在进行详细的市场调研和投入产出测算后，最终确定养殖品种。每个桶宜单养 1 个品种，不同桶之间可放养不同品种的鱼。目前，四川省比较适合圈养大口黑鲈、鳊、花鲮、黄颡鱼等体型偏小、适合高密度养殖的种类。

苗种需要从具备《水产苗种生产许可证》的原良种场或苗种场引进，同时，放养前的苗种，务必需对该品种危害较大的疫病进行病原检测，结果阴性后，再经聚维酮



碘溶液等消毒等保障措施后，苗种方可准备入池。苗种入池水温和运输水温差应控制在 2℃ 以内。

## 2. 苗种运输及放养

根据养殖鱼类的种类、大小、数量和距离等，确定运输方法。根据 GB 27638 的规定执行。放养密度、数量根据苗种规格和设计产量而定，以大口黑鲈为例，一般圈养密度设计产量为 20~40kg/m<sup>3</sup>。

## 3. 饲料投喂

选择专用配合饲料，饲料粗蛋白含量适合养殖鱼类。粒径大小根据鱼体生长适时调整。配合饲料应符合 GB 13078 和 NY 5072 的要求。

鱼种放养 1 d~2 d 后即可进行驯食。先少量投喂，每日 3 次~4 次，采用“四定”投饲原则，日投喂量 1.0%~3.5%，根据养殖鱼体大小、天气、摄食天气情况等适时调整。养殖后期每天投喂 2 次。除养殖桶内投饵外，禁止向池塘投饵施肥。

## 4. 水质调控管理

保持圈养桶内水位稳定，圈养桶圆柱体水深宜 1.8m~2.0m，夏季高温季节应保持圈养桶高水位。水体蒸发或渗漏等引起池塘水位下降时，及时补充新水。水体透明度不足 60cm 时，可泼洒微生态制剂等改善水质。

## 5. 吸排污管理

每天排污 1~2 次。尾水抽入固液分离塔应静止，一般静止时间为 1~3 小时，然后再排出上清液，根据水量决每天排放次数，一般情况下每天排 1 次。上清液经三级尾水处理桶生化处理后回池循环使用。

## 6. 病害防控

鱼种放养时应用聚维酮碘溶液等消毒剂浸泡 5 min~10 min 进行消毒处理。消毒药物要定期更换，避免产生耐药性。发现鱼病应及时治疗，药物使用方法符合 NY 5071 的规定及《水产养殖用药明白纸》。

## 7. 养殖记录

做好投入品使用、水质指标、苗种、饲料、鱼类生长和销售记录等，以及增氧、吸污和水质调控等管理措施记录。

## 8. 其他管理

捕捞。升起捕捞网即可抄捕，捕捞时其他养殖桶正常饲喂不受影响。

## 9. 产品质量与要求

做好产地环境、生产过程控制、原材料和产品质量监测记录，执行休药期制度，做好药残检测。生产产品应达到生态、无抗生素残留、无污染标准，方可上市销售。

# (二) 设备管理

## 1. 参数设置

### (1) 罗茨鼓风机

每 1000m<sup>3</sup>养殖水体配置 4kw 罗茨风机 3 台（2 用 1 备）。若配备纯氧机或液氧，则需保证 24h DO 不得低于 5.0mg/L。

## （2）排污泵

排污泵单机功率≥4.0 kw，一般 4~5 个养殖桶配备 1 台排污泵。

## 2. 维修保养

在养殖过程中，定期对圈养设施中的各个设备进行检修，对罗茨风机、排污泵等设备进行定期维护。每日对增氧设施（罗茨风机及输气管道）和排污装置（抽污泵及相应管道）进行检查。在养殖过程中应根据养殖对象的种类、养殖密度、摄食情况、天气情况、水质变化等多方面综合来决定供氧设备的启停，避免超负荷使用，保持水体溶氧 5mg/L 以上。

# 四.风险管控和应急处置

## （一）风险管控

### 1. 设备维护与保养

定期对圈养模式中的设备进行检查和维护，包括罗茨鼓风机、排污泵、氧气供应设备、水质监测设备等，确保正常运行。

### 2. 强化环保措施

建立完善的环保体系，确保养殖过程中产生的废物得到有效处理。加强水质监测和管理，确保养殖水体符合环保要求。

### 3. 完善疾病预防体系

建立健全疾病防控机制，制定科学合理的防疫措施。加强养殖生物的健康监测和管理，及时发现并处理潜在的健康问题。加强与科研机构和专业水产兽医的合作，提高疾病防控技术水平。

### 4. 搭建技术团队

在项目启动前，组建圈养模式技术团队，以确保项目的良性运行。此外，加强对养殖人员的培训和管理，提高他们的专业素养和操作技能。确保养殖人员能够熟练掌握圈养模式的运行原理和操作规程，能够及时发现并解决养殖过程中出现的问题。建立健全的应急预案和处置机制，确保在突发事件发生时能够迅速应对并减少损失。

### 5. 规避经济风险

合理规划投资规模，确保资金链条的稳健。通过精细化管理，降低运营成本，提高资源利用效率。加强市场分析和预测，合理安排生产计划，避免市场波动带来的经济损失。



## **(二) 应急处置**

### **1. 快速响应**

一旦发生紧急情况，立即启动应急预案，采取相应措施，如隔离受影响的养殖区域、调节水质、启用备用设备等。

### **2. 水质异常**

如果水质指标超出正常范围，应立即采取措施进行调整，如增加曝气、添加物理化学试剂等。

### **3. 疾病爆发**

一旦发现疾病迹象，立即隔离疑似患病个体，并咨询专业水产兽医进行诊断和治疗。清洁和消毒受影响区域，防止疾病扩散。

### **4. 设备故障**

关键设备如罗茨鼓风机、排污泵发生故障，应立即启动备用系统，并尽快修复故障设备。

### **5. 电力中断**

准备发电机作为备用电源，在电网停电时能够迅速恢复供电。

# 池塘工程化循环水养殖技术

## 一、模式技术定义及特点

### (一) 池塘工程化循环水养殖的定义

池塘工程化循环水养殖模式，也称为池塘内循环流水养殖模式，俗称池塘“跑道养鱼”，是通过对池塘 2%~5%的面积进行标准化循环流水池改造作为集约化精养区域，其余 95%~98%非养殖区作为水质净化区域（图 1）；在精养区建设流水槽和粪污收集构件等设施设备，在水质净化区，配置气提式推水增氧机或水车式增氧机使水体微循环；实现水槽内高密度养殖鱼类，水槽外水体净化后循环使用，是一种低碳、生态、高效、健康的循环水养殖模式。

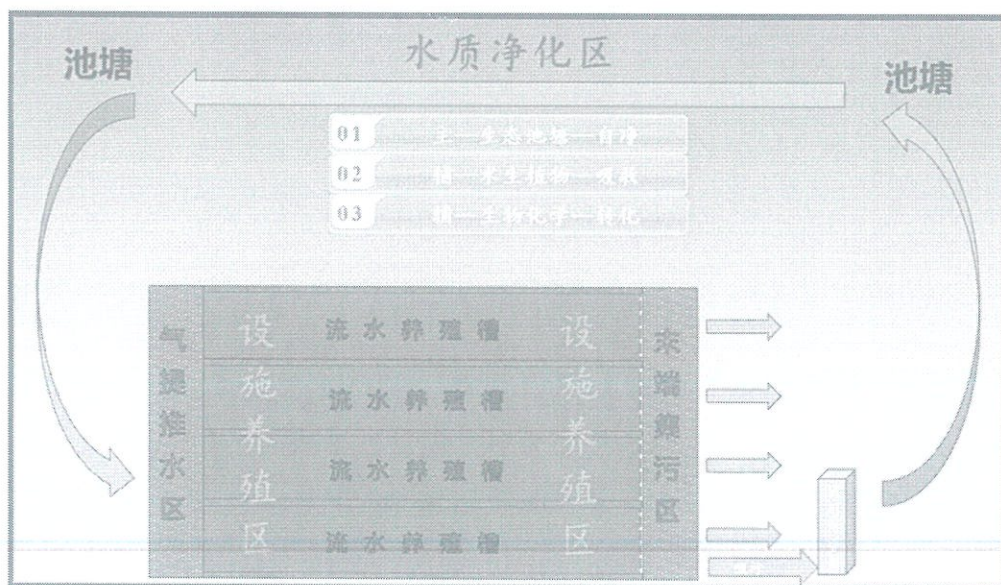


图 1 池塘工程化循环水养殖模式示意图

### (二) 池塘工程化循环水养殖的特点

1. 技术集成化。将增氧推水设备、饲料投喂系统、集污设备、鱼菜共生、微生物调水及物联网等多项技术进行融合，应用于整个池塘循环养殖系统。
2. 设施智能化。在养殖生产区加装水温、溶解氧、pH、氨氮等水质监测设备，通过网络将监测数据传送到控制中心数据库，根据相关数据模型运算，自动生成管理方案，控制相关养殖设施设备的运行，实现投饵、增氧、废弃物分离等自动化控制。
3. 管理简便化。鱼类集中养殖在流水槽中，便于观察、检测水质变化情况和鱼



类摄食生长情况，便于捕捞，大幅降低了日常管理人工量和劳动强度。

4. 养殖高效化。可有效对投入品进行控制，做到精确投放，控制渔药用量，提高水产品质量。

5. 养殖生态化。通过集排污装置收集残饵和粪便，并经处理作为有机肥加以利用，在净化区种植水生植物和套养滤食性鱼类、贝类等，使养殖水体得到净化，减少池塘的富营养化以及水产养殖过程中产生的污染，实现循环利用。

## 二、 规划设计与工程建设

### （一）适用场景

适用于省内周围环境安静、无污染、水质源丰富，交通供电方便、公共设施齐全的池塘及水库成鱼养殖。

### （二）项目选址

#### （1）自然条件

要充分考虑当地水资源、能源、气象、地形地貌等情况，电力天然气等能源充沛，水质良好，符合渔业水质标准（GB/T 11607），要有三相高压线直接送电到塘口，要备有配电箱，保证单个水槽电容量不低于 3kw，选址要避免旱涝、泥石流、地震等自然灾害频发地区，要分析当地气候条件，符合淡水养殖产地环境条件标准（NY/T 5361）。

#### （2）池塘条件

池塘一般选择长方形或椭圆形池塘，考虑建设成本和管理效益，一般三条水槽设计为一个养殖单元，再考虑到池塘水循环承载能力，10 亩池塘可配一条水槽，因此一般在 30 亩以上池塘考虑建设该项目，池塘深度 2.5m 左右，常年水位不低于 1.5m，以 1.7m~2.5m 之间为宜。池塘长宽比 2~3：1，池埂坡比 1：（1.5~2），池埂高 2.5m 以上，蓄水深 2m（能保证高峰期养殖水槽水深），池塘底质以泥沙含量较少的壤土为好，底泥厚度不超过 30cm。

### （三）整体规划布局

主要划分为流水槽养殖区和池塘净化区两大部分，配套推水增氧、养殖水槽、污物回收、污物处理、循环净化、机械电力、生产管理七个系统。

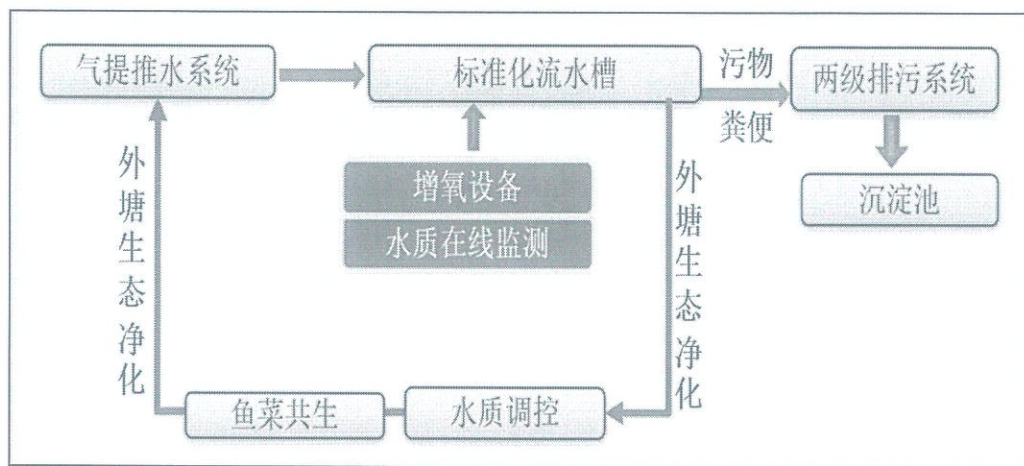


图 2 池塘工程化循环水工

艺流程图

#### (四) 池塘工程化循环水系统建设

一般选择东西朝向、淤泥较少，底质较硬的池塘用于建设或改造流水槽。流水槽一般建设在池塘北侧，以便推出的尾水能经导流堤实现良性循环。

##### 1. 养殖流水槽系统建设

养殖水槽可以分为固定式和浮动式，固定式水槽有砖混、钢筋混凝土浇筑、不锈钢板组装、玻璃钢等结构，浮动式主要是软式结构（硬质框架，帆布、薄膜材质做箱体材料）。水槽宽度不超过池塘一半，以保证池塘水流通畅。根据池塘面积和养殖规模，合理确定流水槽的数量。养殖水槽设计总长 30m，其中养殖区 22m，集污区 6m，推水区 2m；水槽宽度 5m、高 2.2~2.5m。养殖水槽按功能区可以分为饲养区、污物收集区、推水机区、并配套拦污墙、拦鱼格栅、闸槽、闸板、导流坝等设施。下面以砖混结构为例介绍养殖水槽的工程建设，其他结构参照执行。

##### (1) 底板

一般采用混凝土整板浇筑，铺设底板前，要清除污泥，铺设 10~15cm 的碎石子，用直径 6.5mm 的钢筋加固，立模后浇筑 15cm 厚的混凝土，混凝土标号 C20 或 C25。底板保养期过后，放样砌筑墙体，墙体规格为三七墙，采用黏土砖或空心砖，两面用水泥粉刷。

##### (2) 推水机区

该区域是安装推水机曝气格栅和导流板的区域，一般在进水端 2m 处。机头区域的两侧墙体低于水槽墙体 20~30cm，便于架设推水装置。

##### (3) 槽身

为养殖区域，长 22m，高 2.2~2.5m，墙体为三七墙；水槽两侧墙体用双砖墙，宽 50cm；每隔 5 条水槽加厚一个墙体。砖墙砌成后用水泥粉刷，单砖墙厚 26cm 左右，加厚墙宽 52cm。

##### (4) 污物收集区

出水端的过道，该区域宽 6 m，长为 5n（n 为水槽总条数），建设多条水槽的，以 20 条水槽为一个集污单元为宜。

##### (5) 挡污墙

由于持续流水，养殖槽内污物随水流汇集到集污区。为防止污物流出集污区，做



到有效收集，在集污区末端建一个砖混结构的挡污墙，墙高 50~60cm，规格为二四墙即可。

#### (6) 拦鱼栅

每条水槽需配有 3 个固定拦鱼栅，材质可选 304 不锈钢，分别设置在养殖区前端、后端、集污区末端。养殖区拦鱼栅是为了防止主养鱼外逃，集污区拦鱼栅是为了防止鱼搅动污物，影响集污效果。

#### (7) 闸槽

设置在每条水槽槽身的进水端后和出水端前的 20cm 处，每端要设两个闸槽，闸槽间距为 10cm，目的是在需要的时候可以更换拦鱼栅。闸槽可以在槽身墙体和底板上直接开槽，三面都要设闸槽，槽宽 5cm，深 2cm 以上，也可以用钢条直接安装在墙体上。

#### (8) 闸板

闸板规格一般为  $5.04\text{m} \times (2.0 \sim 2.3)\text{m}$ ，材质一般采用 304 不锈钢或角钢焊接而成，网衣采用 304 不锈钢或玻璃格栅，孔径以养殖对象头部周长的  $\frac{2}{3}$  以内为宜。在实际养殖中，每条水槽至少设置 2 个闸板，也可以根据需要做不同孔径的闸板，以便在鱼类不同规格时备用。另外，还要根据净化塘鱼的大小做拦鱼闸板，每条水槽至少做一个拦鱼板，最好每个污物收集通道中的拦鱼板设置一个活门，以便运鱼网箱进出。

#### (9) 连梁

每条水槽顶端应做连梁，材质可以采用钢材或混凝土，架设在水槽墙体顶端，将两个墙体连接起来，每条水槽配 2~3 根连梁，多水槽通过连梁相互连接，以增强墙体的牢固程度。

#### (10) 行道

为用作鱼种、商品鱼、生产物质等的运输以及日常管理维护的行走通道，每套系统建 3 条行道，分别是养殖区进水前端主行道、养殖区出水后端辅行道及集污区末端的辅行道。主行道宽 1.2m，辅行道宽 0.6m，所有行道长度均贯穿全部水槽。行道可用预制楼板、混凝土、玻璃钢格栅等材料。

#### (11) 导流坝

起到阻隔、引导水流的作用。需要设置两条导流坝，与系统最外两端墙体相连接，一条导流坝连接系统和岸边，完全封堵水流，避免水流短路；另外一条在系统另一侧，与水槽应紧密连接，不能有水流空隙，导流坝与水槽垂直，也可以与水槽下游岸线平行或向外一定的角度朝池塘延伸（45 度），导流坝的高度应超过水槽顶端的高度，导流坝以土坝或混凝土墙体材料为宜，坝上可种植果树蔬菜，无土方条件，也可以用麻布网等以打木桩整齐排列的方式做成。

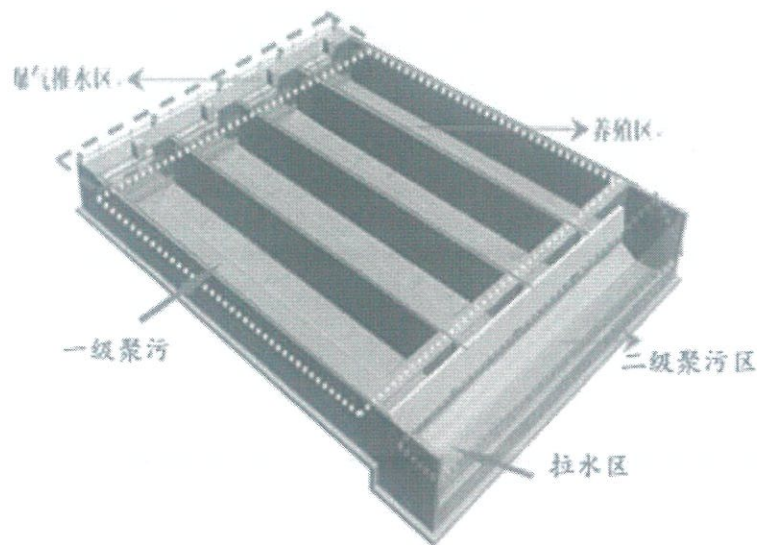


图3 池塘工程化循环水流水槽设计示意图

## 2. 池塘净化区系统建设

水槽养殖外的外塘可构建循环净化区域，面积占池塘总面积的 95%~98%，主要通过在其中放养虾蟹、滤食性鱼类、螺、蚌等，栽种水草、使用微生态制剂等措施实现净化水质的目的。池塘净化区主要由进排水口、防逃墙、防浪堤、辅助推水设施等组成。

### (1) 进排水口

在水源地附近设进水口，增设提水装置，一般用水泵抽水；在池塘另一端设排水口，以阀门控制排水。

### (2) 防逃墙

外塘搭配养殖虾蟹、鳖等易逃逸的水产品，应设置防逃墙。在池埂间水面上，铺层衔接牢固的塑料膜，将膜的底端埋入泥中 30cm，上端用竹片或细竹作衬，埂上每隔一定的距离安上固定桩，拉直膜，后固定，防逃墙的埂上部分也可选用聚乙烯网片，网目为 2cm，高出埂面 60~80cm，进排水口一定要用细网目的铁丝网拦好。

### (3) 防浪堤

面积大于 60 亩的池塘可以设置防浪堤。防浪堤一般设置在水槽下游 50m 以外，高出正常养殖水面 0.5m 以上，另外一端留有足够宽的走水通道。防浪堤上可以种植果蔬或观赏植物等提高经济价值。

### (4) 辅助推水设施

水槽下游净化塘的两个角和水槽鱼池埂的狭窄处可以增设气提式推水机或水车式增氧机，以促进池塘水流畅通。

## 3. 增氧系统建设

此部分由推水和增氧两部分构成，主要作用是产生水流和增氧供气，相应设备需



求为鼓风机，供气管道、增气格栅、止回墙、挡水导流板、底部增氧设备。

#### (1) 鼓风机

每条水槽配置鼓风机的功率应在 1.5~2.5kw，按照增气格栅在水体深度，水深 60~80cm 时，选用漩涡鼓风机，水深 0.8~1.2m 时，选用双段漩涡鼓风机，水深超过 1.2m 时，选用罗茨鼓风机。

#### (2) 供气管道

集中供气以钢管为好，管径根据送气距离设计，要保证每条水槽气压一致。独立供气的可以选择塑料管道，每条水槽的送气端应配套独立调节阀门。

#### (3) 增气格栅

采用直径 2.5cm 里面的 PPR 管焊接而成的方框，规格 102cm 乘以 116cm，四周为送气管道连通而成，中间设置微孔增氧管 30~31 根。增气格栅一般设置在距水槽底板 50~60cm 处，一条水槽一般设置 4 个增气格栅。

#### (4) 止回墙

在增气格栅底部靠近水槽一端配置止回墙，高 50~80cm（要略高于格栅下端），可采用砌砖或在拦鱼栅底部用塑料板等将拦鱼栅封住。

#### (5) 挡水导流板

设置在增氧格栅的上方并高出养殖水面，倾斜 45 度（保证投影面积大于增氧格栅），材质可选玻璃钢板、不锈钢板或阳光板，要保证表面光滑平整，接缝要严实，不造成反水流。

#### (6) 底增氧

由一台 2.2kw 的漩涡增氧机、输送管道和增氧棒组成，一般 3~4 条水槽配一套增氧设备。输送管道可以采用 PVC 管沿水槽长边两侧布设于池底。

### 4. 污物回收系统

主要由吸污泵、驱动机、吸污盘、吸污管道、输送槽、集成控制柜等组成，组合安装在同一个支架上，支架由钢质材料焊接而成，共同构成污物回收系统。一般 20 条水槽以内配置一套污物回收系统。

#### (1) 吸污泵

吸污泵固定在轨道车上，一般采用双吸污泵，每台吸污功率配置在 2.2kw 左右。

#### (2) 驱动机

由一台 2.2 千瓦的电动机、变速箱、轨道、传动轮、电缆等组成。负责在轨道上以合适的速度运转吸污。

#### (3) 吸污盘

两个吸污盘为一组，每个吸污盘距集污区池底面 5 cm 左右，长方形吸口，规格为长 2m、宽 0.2m。

#### (4) 吸污管道

由金属管道组成，同时也是吸污盘与吸污泵的连接系统。

### （5）输送槽

是由不锈钢制成的U形槽，高度要高于污物收集处理池，两端应有落差，视输送距离远近，一般落差20~30cm，输送槽将污物直接输送到沉淀池。

### （6）集成控制柜

可安装自动控制器，连接监测探头及监控摄像头，可用于控制吸污系统的启动和运行时间、管线压力报警、推水流速、饲料投喂等，实现养殖系统自动化。

## 5. 污物处理系统

主要是由沉淀池、生态沟渠、洁水池等组成。

### （1）沉淀池

一般采用化粪池结构，沉淀池为水泥池，规格为2m×4m×1.6m，分成两个池子，采用二级跌水方式，出水口高1.4m。水槽超过50条以上，可以增加沉淀池设计尺寸。

### （2）生态沟渠

沿岸边建沟渠，可利用池塘土埂开挖，沟渠宽1.2~1.5m，深0.5~0.6m，长100m以上，沟渠底部与沉淀池出水口等高，导出沉淀池上清液，保持沟渠水深0.4~0.5m，在沟渠中可以栽种水草，搭配放置惰性物质，如尼龙网、生物球等，还可以设置硫化床，以便高效去除尾水中的氨氮等可溶性物质。

### （3）洁水池

在池塘的上游可以隔出一块空地，用来建设收纳处理后尾水的洁水池，面积大概为池塘10%左右，储水量为能满足池塘一次性换水需求。洁水池内可以种植水草、放置生物浮床，放养螺、蚌等进一步调节水质。池内还应配置水质检测设备，以便监控水质达到循环利用或达标排放标准。

## 6. 电力控制系统

主要由变压器、发电机、控制柜等组成。

### （1）变压器

变压器应尽可能靠近水槽机电系统，变压器的功率每条水槽不少于2.5kw，也可使用可调节变压器。

### （2）发电机

每个系统均应配备发电机，发电机功率每条水槽不少于2kw。也可以使用自动发电机组，10条水槽规模以下的系统也可以将柴油机等作为鼓风机的应急动力来源。

### （3）控制柜

每个系统都要配备电力控制柜，保证在停电时20分钟内启动应急电源，能够自动切换更好。

## 7. 生产管理系统

主要由生产生活用房、常规设备、监视监测设备、微生物培养设施、操作场所等组成。

### （1）生产生活用房



主要有仓储用房、机电用房、办公用房、居住用房、厨房、厕所等。每条水槽生产区域配套面积不低于 10m<sup>2</sup>。

#### (2) 常用设备

常用的有投饵机（每条水槽一台）、防撞网（每条水槽一套）、暂养网箱、运输网箱、管理用船、起重机、运输车、黑光灯（每条水槽一盏）、潜水泵、救生衣等。

#### (3) 监视监测设备

主要有溶解氧监测仪、水质监测仪、水下视频监控设备、化验室、网络控制与传输设备、场地监控设备等。

#### (4) 微生物培养设施

主要有微生物培养罐组成。

#### (5) 操作场所

用混凝土浇筑，每条水槽配套操作场所面积不低于 15m<sup>2</sup>。

#### (6) 水质监测设施

水质是水产养殖中至关重要的因素，它直接影响到鱼类的健康和养殖效率。定期的水质监测包括对 pH、溶解氧、氨氮、亚硝酸盐、硫化物、重金属离子等参数的检测。pH 值应保持在适宜鱼类生存的范围内，通常为 7.0 至 8.5 之间。溶解氧水平应维持在 5 毫克/升以上。对于异常指标，应采取相应的改善措施，如增加增氧设备、定期换水或使用水质改良剂。

## 三、技术要点与运行管理

### (一) 技术要点

#### 1. 品种筛选

草鱼、大口黑鲈、鲫、黄颡鱼、团头鲂、鳊、青鱼、斑点叉尾鮰等都是比较适宜的品种，在选择养殖对象时，要把握几个原则：

- (1) 苗种来源方便、适宜长途运输；
- (2) 有驯化培养大规格苗种的配套条件和技术；
- (3) 苗种的规格与价格要适宜；
- (4) 能摄食膨化浮性颗粒饲料；
- (5) 苗种养殖成商品鱼后的市场价格有利润空间。

#### 2. 苗种运输及放养

##### (1) 苗种运输

不同品种的苗种运输时间及运输规格有较大差异，一般运输时水温不超过 22 度，大口黑鲈、鳊的运输规格应大于 100~200 尾 / 公斤，或者在苗种驯化吃食后即可运输，尽量运输小规格苗种，以提高存活率。

##### (2) 苗种放养

1) 放养前准备 在放养前一周, 确保养殖系统充气推水增氧设备正常运行, 保证水槽类水质与外塘一致; 要对水槽和外塘水质进行检测, 对异常指标调水处理; 为了降低应激损伤, 在充气推水端拦鱼网前安装防撞网。

2) 苗种放养 苗种运输至塘口后, 为减少损伤, 及时通过放鱼滑道等设施将苗种送到培育池, 在放入水槽前, 用浓度 3~5% 的盐水消毒 10 分钟。苗种进入水槽后, 观察充气推水设备的运行情况, 并根据入池鱼类的品种与规格严格控制气量、防止苗种应激撞伤。

### 3. 饲料投喂

进入水槽的苗种必须投喂浮性膨化颗粒饲料, 饲料应从正规饲料公司购买, 苗种进入水槽后, 应及时进行饲料投喂, 部分品种经过长途运输, 由于应激反应暂时不进食, 但仍应进行投喂驯化, 尽量使苗种及时恢复进食增强体质。

不同规格、不同品种的苗种投喂量与投喂次数不相同, 应根据苗种规格与品种确定投喂计划, 日常生产中, 根据摄食情况、水温、天气变化等调整投喂次数、投喂量。一般情况下, 日投食量在鱼体重的 2~4%; 日投喂 2~4 次, 每次投喂量以喂足八层饱为宜。

## (二) 运行管理

### 1. 水质调控管理

应将水槽下游水流速度控制在 3~8cm/s, 在保证整个池塘良性循环的同时, 不影响集污效果, 具体可根据不同品种、规格、水温、水质与天气状况调整水流速度, 一般情况下, 水流速度与苗种规格、水温变化、投食量成正相关, 与水体溶氧变化成负相关。

### 2. 吸排污管理

根据不同品种和水温调控吸排污时间和次数。原则上在投喂饲料后 1~2 小时内开启吸排污设备, 每次吸排污时间视污水程度而定, 吸出的污水颜色与池水相近即可。

### 3. 病害防控

#### (1) 苗种放养时的处理

放养进入水槽的苗种原则上以 1 龄或 2 龄为主, 规格越小, 存活率越高。苗种放养前, 用 3~5% 盐水消毒

#### (2) 病害预防

在鱼转塘放养前, 为预防外部感染可用高锰酸钾、食盐等浸泡; 每月要对养殖区和工具消毒, 可采用 250 克漂白粉溶解于 12.5 千克水中泼洒; 在鱼病流行季节, 可以不定期使用微生态制剂调节水质, 泼洒生石灰或含氯制剂消毒杀菌。

#### (3) 病害治疗

一旦发生病害, 要及时关停推水, 开启水槽底增氧, 封闭水槽两端拦鱼栅, 对症下药。



#### 4. 其他管理

##### (1) 应急管理

在系统运行中，一旦发生停电情况，应及时切换启动应急发电设备。

##### (2) 监控管理

可以采用 WSN 无限数据采集终端与溶解氧传感器、pH 传感器、水位传感器、氨氮传感器，完成溶解氧、酸碱度、水位和氨氮数据的实时采集。

##### (3) 档案管理

建立日常生产记录档案，特别是苗种放养规格、时间与数量、饲料投喂量、充气推水增氧设备开启情况与用电量、病害预防与治疗情况、净化区生态环境调控情况、净化区生态养殖品种与产量情况。

## 四.风险管控和应急处置

### (一) 风险管控

#### 1. 水质管理

水质是池塘工程化循环水养殖的核心。应定期检测水质，包括 pH 值、溶解氧、氨氮、亚硝酸盐等指标，确保水质符合养殖要求。要合理使用生物滤料和微生物制剂，维护水质的稳定。

#### 2. 设备维护与检查

池塘工程化循环水养殖涉及大量设备，如水泵、增氧机、过滤器等。应定期检查设备的运行状态，及时发现并处理潜在问题。对于关键设备，应建立备用机制，以确保在设备故障时能及时替换。

#### 3. 养殖密度控制

合理的养殖密度对于防止水质恶化和疾病传播至关重要。应根据池塘的承载能力、养殖品种的生长速度和市场需求等因素，科学确定养殖密度。

#### 4. 饲料管理

选用优质饲料，并根据养殖品种的营养需求和生长阶段进行合理投喂。避免过量投喂导致残饵和粪便过多，影响水质。

#### 5. 病虫害防治

坚持“以防为主、防治结合”的原则，加强病虫害的监测和预警。一旦发现病虫害迹象，应立即采取措施进行防治，避免疫情扩散。

### (二) 应急处置

尽管采取了各种风险管控措施，但仍可能遇到一些突发情况。因此，制定应急处置方案至关重要。

### **1. 水质恶化处置**

一旦发现水质恶化，如氨氮、亚硝酸盐超标等，应立即停止投喂，开启增氧机，并加注新水。使用生物滤料和微生物制剂进行水质调节。若情况严重，可考虑使用化学试剂进行紧急处理。

### **2. 设备故障处置**

当关键设备如水泵、增氧机出现故障时，应立即启动备用设备，确保养殖水体的正常循环和增氧。联系专业人员进行维修。

### **3. 自然灾害应对**

对于洪涝、台风等自然灾害，应提前关注天气预报，做好防范准备。在灾害来临时，及时加固池塘堤坝，确保养殖水体不受污染。灾后要及时清理池塘，修复受损设施，尽快恢复正常养殖秩序。

### **4. 疫情处置**

若发生疫情，应立即隔离病鱼，并对养殖水体进行消毒处理。联系兽医进行诊断和治疗。在疫情解除前，暂停对外销售鱼类产品。



