

畜牧兽医省级高水平专业群建设系列校本教材



广东茂名农林科技职业学院

Guangdong Maoming Agriculture & Forestry Technical College

鱼类增养殖学（初稿）

欧志杰、李瑞伟◎ 主编

广东茂名农林科技职业学院

联合编写

茂名市茂南三高渔业发展有限公司

内容简介

本教材是高等农业职业学校水产养殖技术专业核心课程教材，是水产养殖技术专业及其不同专门化方向的必修课程教材。全书分十个项目。项目一养殖场的建设规划与环境改良；项目二养殖设备与机械的安装使用；项目三主要养殖鱼类的选择与辨识；项目四鱼类的人工繁殖；项目五罗非鱼、加州鲈的人工繁殖、项目六鱼苗的培育；项目七鱼种的培育；项目八食用鱼养殖；项目九活鱼运输；项目十鱼类的越冬管理。教材内容对接工作岗位，专业性和针对性强，将渔业生产的知识、技能和素质目标融为一体，适于高等农业职业学校水产养殖技术专业学习者和从事渔业生产的工作人员使用。

编审人员名单

主 编 欧志杰（广东茂名农林科技职业学院）

副主编 李瑞伟（茂名市茂南三高渔业发展有限公司）

参 编（按姓氏笔画排序）

边芳芳（广东茂名农林科技职业学院）

叶成凯（广东茂名农林科技职业学院）

陈昆平（广东茂名农林科技职业学院）

苏晓盈（广东茂名农林科技职业学院）

彭钟琴（广东茂名农林科技职业学院）

审 稿 黄万世（广东茂名农林科技职业学院）

企业指导 黎果（高州市百联水产种苗有限公司）

前言

为了贯彻落实《国家职业教育改革实施方案》、《关于实施中国特色高水平高职学校和专业建设计划的意见》、《“十四五”职业教育规划教材建设实施方案》、《关于加强和改进新形势下高校思想政治工作的意见》《高等学校课程思政建设指导纲要》（教党〔2022〕62号）等文件精神，我们编写《鱼类增养殖学》这本教材。一方面是为了高水平专业群建设的需要，使课程对接工作岗位，使课程内容融入职业标准，立足于解决鱼类生产中的实际问题，着力于提高水产养殖从业人员的职业能力和职业素养，培养德智体美劳全面发展的高素质综合型技术技能人才。

本教材是通过行业企业调研，对鱼类养殖生产岗位的工作任务和职业能力进行分析，以国家规划教材《鱼类增养殖学》为蓝本，并结合华南地区水产养殖行业发展的实际情况，在传统教材的基础上进行项目化改造，紧紧围绕立德树人的根本任务，以实现“以劳树德，以劳增智，以劳强体，以劳育美”职业教育效能，对渔业生产进行论述。通过本课程的学习，不但能满足学生对应职岗位的工作需要，还可自主创业，同时，本教材也是广大水产养殖专业户和基层技术服务工作者的一本好参考书。教材体现了三个创新点：

第一，基于渔业生产进行课程设计，以项目为载体，任务为驱动，体现教材的专业性、针对性和岗位性要求。

第二，通过教材的创新促进教学方法的创新。本教材引用大量的案例分析和实践实训，使用更多的图片资料，一方面使教材通俗易懂，图文并茂，增加教材的可观性；另一方面，教师可运用项目教学法、任务驱动法等多种教学方法开展教学，发挥学生学习的主体地位和教师教学的主导作用，提高学生分析问题和解决问题的能力，克服教师从书本到书本，从理论到理论的教学模式的缺陷。

第三，更加体现了能力、知识、职业素质目标的培养。教材在突出知识和能力培养的同时，又重视职业道德素质培养和思政教育，这对于从事渔业生产的从业人员尤为重要。

全书共分十个项目：项目一养殖场的建设规划与环境改良；项目二养殖设备与机械的安装使用；项目三主要养殖鱼类的选择与辨识；项目四鱼类的人工繁殖；项

目五罗非鱼、加州鲈的人工繁殖、项目六鱼苗的培育；项目七鱼种的培育；项目八食用鱼养殖；项目九活鱼运输；项目十鱼类的越冬管理。

本教材编写人员分工是：欧志杰编写项目一、项目四以及项目八；李瑞伟编写项目三和项目十；苏晓盈编写项目二；陈昆平编写项目五；彭钟琴编写项目六；叶成凯编写项目七；边芳芳编写项目九。

由于编者的水平有限，教材中难免出现缺点和错漏，诚恳希望有关专家和读者批评指正。

编 者

2023年6月

目录

项目一 养殖场的建设规划与环境改良	1
任务1 养殖场的选址与建设	1
任务2 养殖水域的环境改良	6
项目二 养殖设备与机械的安装使用	12
任务1 养殖设备设施的安装使用	12
任务2 养殖机械的安装使用	15
项目三 主要养殖鱼类的选择与辨识	22
任务1 养殖鱼类的选择	22
任务2 主要养殖鱼类的辨识	23
项目四 鱼类的人工繁殖	29
任务1 亲鱼的培育	29
任务2 鱼类的人工催产	32
任务3 鱼类的产卵与受精	35
任务4 受精卵的孵化与管理	36
项目五 罗非鱼、加州鲈的人工繁殖	41
任务1 罗非鱼的人工繁殖	41
任务2 加州鲈的人工繁殖	45
项目六 鱼苗的培育	48
任务1 土池塘的鱼苗培育	48
任务2 室内水泥池的鱼苗培育	56
项目七 鱼种的培育	62
任务1 土池塘鱼种的培育	62
任务2 室内水泥池鱼种的培育	69
任务3 网箱鱼种的培育	70
项目八 食用鱼养殖	72
任务1 池塘养鱼	72
任务2 工厂化养鱼	83
项目九 活鱼运输	87
任务1 鱼类成活率的运输影响	87
任务2 运输的准备	89
项目十 鱼类的越冬管理	91
任务1 鱼类的越冬死亡	91
任务2 鱼类越冬的安全管理	92

项目一 养殖场的建设规划与环境改良

任务 1 养殖场的选址与建设

一、养殖场的选址

(一) 水质

养殖场地的水源水质要求应符合 GB 11607 渔业水质标准。即养殖场应建在环境优良，水源水量充足、水质良好、不受工业“三废”、医疗、农业、城镇生活污染的水域。场地区域内及上风处、水源上游没有对场地环境构成威胁的污染源，包括工农业、城市垃圾和废水等。

对淡水池塘、水库、湖泊等鱼类养殖的水质要求符合 NY 5051-2001《无公害食品--淡水养殖用水水质》标准（表 1-1）。

对海水鱼类养殖的水质要求符合 NY 5952—2001《无公害食品--海水养殖用水水质》标准（表 1-2）。

表 1-1 《无公害食品——淡水养殖用水水质》标准

项 目	标准值/(mg/L)	项 目	标准值/(mg/L)
色、臭、味	不得使养殖水体带有异色、异臭、异味	马拉硫磷	≤0.005
总大肠菌群	≤5000 个/L	乐果	≤0.1
汞	≤0.0005	六六六(丙体)	≤0.002
镉	≤0.005	DDT	≤0.001
铅	≤0.05	石油类	≤0.05
铬	≤0.1	挥发性酚	≤0.005
铜	≤0.01	甲基对硫磷	≤0.0005
锌	≤0.01	氟化物	≤1
神	≤0.05		

表 1-2 《无公害食品——海水养殖用水水质》标准

项 目	标准值/(mg/L)	项 目	标准值/(mg/L)
色、臭、味	海水养殖水体不得有异色、异臭、异味	氰化物	≤0.005
大肠菌群	≤5000 个/L, 供人生食的贝类养殖水质 ≤500 个/L	挥发性酚	≤0.005
粪大肠菌群	≤2000 个/L, 供人生食的贝类养殖水质 ≤140 个/L	石油类	≤0.05
汞	≤0.0002	六六六	≤0.001
镉	≤0.005	DDT	≤0.005
铅	≤0.05	马拉硫磷	≤0.0005

六价铬	≤0.01	甲基对硫磷	≤0.0005
总铬	≤0.1	乐果	≤0.1
砷	≤0.03	多氯联苯	≤0.00002
铜	<0.01	硒	≤0.02
锌	≤0.1		

(二) 土质

土壤是建造鱼池的主要材料，土壤种类和性质对工程质量和养殖生产影响较大。土壤质地分类方法见表 1-3。

表 1-3 土壤质地分类表

质地名称	沙土类		壤土类			黏土类
	沙土	沙壤土	轻壤土	中壤土	重壤土	
物理性沙粒含量/%	>90	80 ~90	70 ~80	55 ~70	40 ~50	<40
物理性黏粒含量/%	<10	10 ~20	20 ~30	30 ~45	45 ~60	>60

注：沙粒指粒径大于 0.01mm，黏粒指粒径小于 0.01mm。

土质是土壤中含有沙粒、黏土粒及有机物质的量，其所含沙粒和有机物比例的不同，直接影响着池塘的保水性。

沙土、粉土等保水能力差，一般来说不宜建池；黏土保水性好，干时土质坚硬，吸水后呈浆糊状，可以建池，但要注意此类池塘干旱时堤埂易龟裂，冰冻时膨胀、冰融后变松软。

壤土介于沙土和黏土之间，含有一定的有机质，硬度适中，透水性弱，吸水性强，土内空气流通，有利于有机物分解，养分又不流失，而且池内天然饵料最易繁殖，池水也易肥，是最理想的建池土壤。

(三) 周围环境

选择水质良好、水源充足、交通便利、供电方便的地方建造养殖池塘，以方便排灌水、鱼种和饲料运输等后期操作。

充分考虑当地自然条件，结合当地地形、气候等因素建造养殖池塘，选择适宜养殖方式。

二、养殖场的建设

(一) 池塘与池底的形状

1. 池塘形状

池塘形状主要取决于地形、品种等要求，其形状、朝向与养鱼产量有密切的关

系，一般以长方形为主，东西长，南北宽，外围不应有高大的树木或建筑物，长宽比例一般为(2~4):1。其优点是池埂遮阳小、水面日照长，有利于浮游植物光合作用，而且方便拉网操作，注水时易造成全池池水流转。

2.池塘池底

池塘池底一般有3种类型:

①倾斜型。池底平坦，向出水口一侧倾斜，此类池塘干池排水、捕鱼均方便，但清淤不便。

②锅底型。池塘四周浅，逐渐向池塘中央加深，整个池塘似锅底，此类池塘干池排水、捕鱼均不方便。

③龟背型(图1-1)。池塘中间高(俗称塘背)，向四周倾斜，在与池塘斜坡接壤处最深，形成一条浅槽(俗称池槽)，整个池塘底部呈龟背状，并向出水口一侧倾斜，此类池塘，排水、捕鱼、清淤均方便。

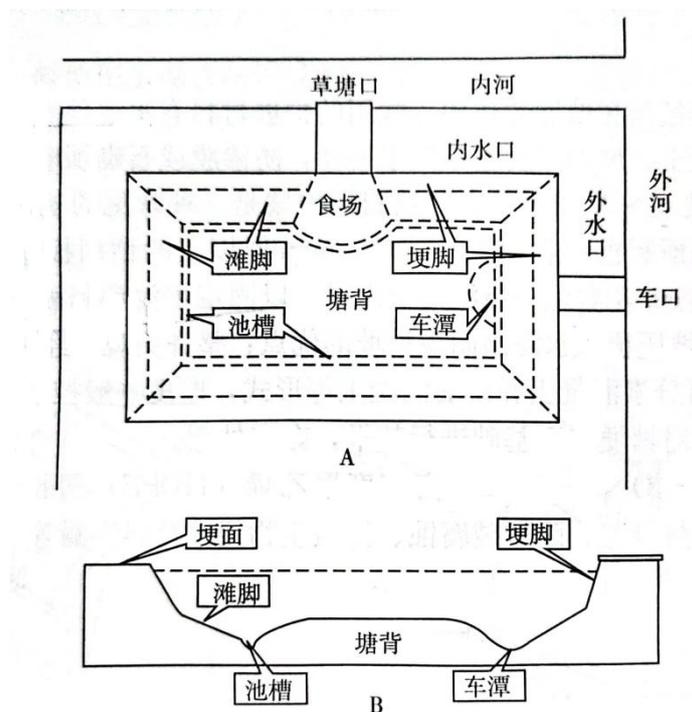


图1-1 龟背型鱼池结构示意图

A. 平面图 B. 剖面图

(王武. 2000. 鱼类养殖学)

(二)面积与水深

1.池塘面积与水深主要取决于养殖模式、品种、池塘类型等，按照养殖功能不同，其面积和水深也不同。

2.渔谚有“宽水养大鱼”之说，原因是面积较大的池塘水质易于稳定，鱼的活动空间也大，池水受风力作用较大，利于表层才大溶氧量的增加并在上下层水混合时可补充下层水的溶氧量。但是，面积过大，施肥、投饵难以均匀，水质不易控制，且刮风面积大，易形成大浪冲坏池埂。

3.池塘水深是指池底到水面的垂直距离，池深是指池底到池堤的垂直距离。一般

成鱼池的水深在 2.5~3.0m，鱼种池在 2~2.5m，越冬地塘水深应达到 2.5m 以上，池埂一般要高出池中水面 0.5m 左右。

(三) 护坡

护坡具有保护池形结构和塘埂的作用。常用的护坡材料有水泥预制板、混凝土、防渗膜等。水泥预制板、混凝土护坡的厚度应不低于 5cm，防渗膜或石砌坝应铺设到池底。

1. 水泥预制板护坡(图 1-2)

水泥预制板护坡是一种常见的池塘护坡方式，厚度一般为 5~15cm，较薄的预制板一般为实心结构，5cm 厚以上的预制板一般采用楼板方式制作。还需在池底部建一条混凝土圈梁，以固定水泥预制板，顶部要用混凝土砌一条宽 40cm 左右的护坡压顶。水泥预制板护坡的优点:整齐美观，经久耐用，施工简单。

2. 混凝土护坡

可分素混凝土和钢筋混凝土等形式，厚度一般控制在 5~8cm。特点是防裂性好，但建设时需对塘埂坡面基础进行整平，夯实处理。

3. 地膜护坡(图 1-3)

一般采用高密度聚乙烯(HDPE)塑胶地膜，具有抗拉伸抗冲击、耐静水压高、抗撕裂、耐酸碱腐蚀、抗微生物侵蚀及防渗漏等特点，既可覆盖整个池底也可周边护坡。

4. 砖石护坡

具有坚固、耐用的优点，但施工复杂，砌筑用的片石要求石质坚硬，片石间还需用水泥勾缝。

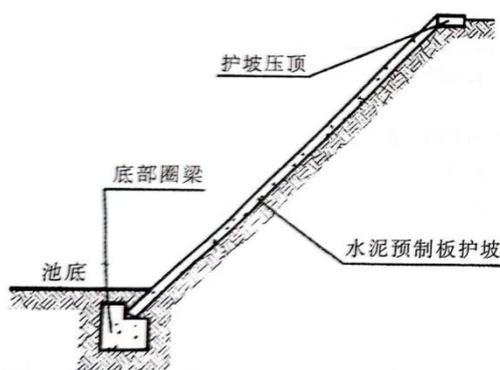


图 1-2 水泥预制板护坡

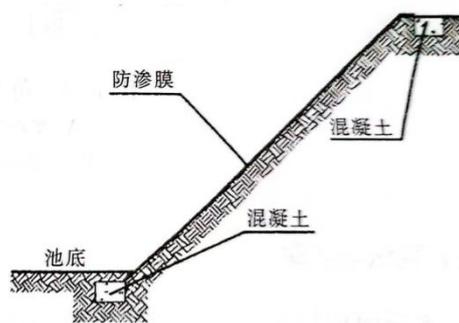


图 1-3 地膜护坡

(熊良伟, 朱光来. 2012. 池塘养鱼)

(四) 进排水设施

1. 进水闸门、管道

池塘进水一般是通过分水闸门控制水流，通过输水管道进入池塘，分水闸门一般为凹槽插板的方式(图 1-4)，也可采用预埋 PVC 弯头拔管方式控制池塘进水(图 1-5)。

池塘进水管一般使用水泥预制管或 PVC 管，其长度需根据护坡情况和养殖池塘实际情况决定，进水管中心高度应以不超过池塘最高水位为好并且末端应安装口袋网，防止池塘鱼类进入水管或杂

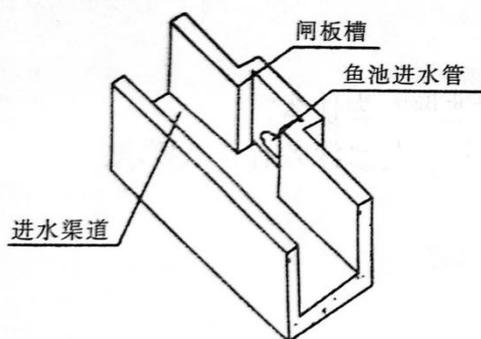


图 1-4 插板式进水闸门

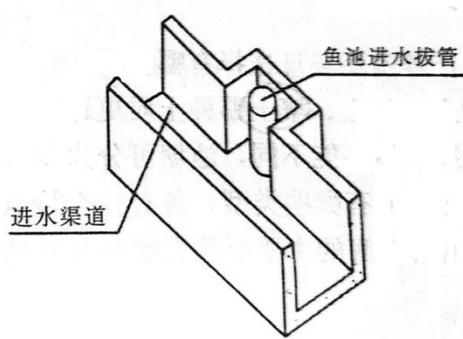


图 1-5 拔管式进水闸门

2.排水井、闸门

一般采用拔管方式或闸板控制水流排放。排水井深度以到池塘底部为好，水泥砖砌结构，有拦网、闸板等凹槽(图 1-6、图 1-7)，池塘排水通过排水井和排水管进入排水渠，然后汇集到排水总渠，排水总渠道末端应建设排水闸。

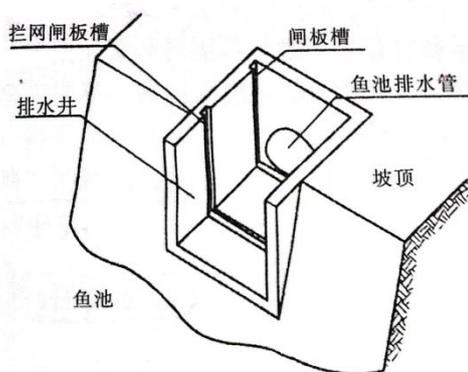


图 1-6 插板式排水井

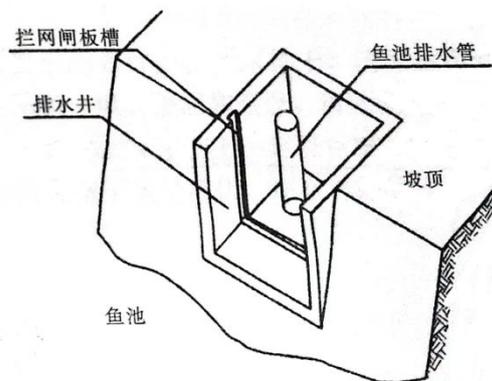


图 1-7 拔管式排水井

任务 2 养殖水域的环境改良

一、池塘清整

(一) 整塘

当鱼种或成鱼出池后，排干池水，清除一定的底泥，用以修整堤埂滩脚或作为农田肥料，经多日(一般 2 周左右)阳光暴晒，可以达到加速土壤中有机物质转化和消灭病虫害的双重作用。同时也便于清除池边滩脚的杂草，破坏寄生虫和水生昆虫的产卵场。整塘的重要性还在于清除过多的淤泥，可以减少底泥的耗氧，有利于改善池塘环境，提高鱼产量。

(二) 药物清塘

塘底富含有机物是很多鱼类致病菌和寄生虫的温床。所以药物消毒是除野和消灭病原的重要措施之一。本文介绍目前生产上常用的两种药物：生石灰以及漂白粉的使用。

1. 生石灰清塘

生石灰(CaO)清塘的作用是通过生石灰遇水后发生化学反应，产生氢氧化钙，并放出大量的热。氢氧化钙为强碱，其氢氧根离子在短时间内能使池水的 pH 提高到 11 以上，从而杀死敌害生物。

(1) 清塘效果

①能迅速而彻底地杀死野杂鱼、蛙卵、蝌蚪、蚂蟥、水生昆虫等动物，以及一些水生植物、鱼类寄生虫和病原菌等敌害生物。生石灰清塘对减少鱼病发生有良好的作用。

②由于碱的游离，可以中和淤泥中的各种有机酸，改变酸性环境，使池塘呈微碱性环境。一般用生石灰清塘，7~10d 浮游生物可达高峰，有利于鱼类生长。

③可提高池水的碱度和硬度，增加缓冲能力，提高水体质量。

④钙离子浓度增加，pH 升高，可使被淤泥胶粒吸附的铵、磷酸、钾等离子向水中释放，增加水的肥度，同时钙本身是浮游植物和水生动物不可缺少的营养元素，因此，用生石灰清塘还起了施肥的作用。

(2) 清塘方法。生石灰清塘方法分为干法清塘和带水清塘。

干法清塘一般每 667m²用生石灰 60~75kg，如果塘泥较厚应酌情增加用量。清塘的方法是先排干池水至 5~10cm 深，然后在池底四周挖数个小坑，将生石灰倒入坑内，加水熟化，待生石灰块全部熟化成粉状后，再加水溶成石灰浆向水中泼洒(图 1-1，图 1-2)。泼洒要均匀，全部池底都要泼到。鱼池中央可用耐腐蚀的小木船装熟化好的石灰到池中泼洒。最好第二天再用带把的泥耙将池底推耙一遍，使石灰与底泥充分混合，以便改良池底淤泥的酸碱度，提高药物清塘的效果。

带水清塘一般水深 1m 每 667m²用生石灰 125~150kg。清塘的方法是先排干池水，加水全部熟化成粉状后，在船中加水搅成浆状，进行全池泼洒。

生石灰清塘药性消失一般需 7d。试水后即可放鱼。

(3) 注意事项

①池塘消毒宜在晴天进行。阴雨天气温低，影响药效。一般水温升高 10℃ 药效可增加一倍。早春水温 3~5℃ 时要适当地增加用量 30%~40%。尤其是对底层鱼如泥鳅较多的鱼池，更应适当增加用量。



图 1-1



图 1-2

②生石灰的质量影响清塘效果，质量好的生石灰是块状、较轻、不含杂质、遇水后反应剧烈，体积膨大的明显。清塘不易使用建筑用袋装的生石灰，袋装的生石灰杂质含量高，有效成分的含量比块状的低。若只能使用袋状生石灰应适当增加用量。

③清塘用的生石灰最好随用随买，否则，放置时间久了，生石灰会吸收空气中的水分和二氧化碳生成碳酸钙而失效。若已购买了生石灰正巧天气不好，最好用塑料薄膜覆盖，并做好防潮工作。

④水中的钙、镁离子多，硬度大的水，影响清塘效果。这一点也应引起注意。

2.漂白粉清塘

漂白粉清塘的效果与生石灰相近，其作用机制不同。漂白粉在遇水后分解出碱性次氯酸，不稳定的次氯酸会立即分解放出氧原子。这初生态氧有强烈的杀菌和杀死敌害生物的作用。

(1)用量与方法。漂白粉一般含有效氯 30%左右。

清塘用量:每 667m²水深 1m 用 13.5kg(即浓度 20g/m³)。如果将池水排至 5~10cm，每 667m²用量为 5~10kg。

施用方法:将漂白粉加水溶解后，立即遍池泼洒(图 1-3)。清塘后 3~5d 试水后便可放鱼。因此，用于急于使用的鱼池更为适宜。



图 1-3

(2)作用效果。能杀死鱼类、蛙类、蝌蚪、螺、水生昆虫、寄生虫和病原体，效果同生石灰。肥水效果差一些，漂白粉没有改善水质的作用。用漂白粉后池塘不会

形成浮游生物高峰。

(3)注意事项。

①漂白粉极易挥发和分解，放出初生态氧，并能与金属起作用。因此，应密封保存，放在阴凉干燥处，防止失效。

②漂白粉的药性，也与温度有关，所以在早春时分应增加用量。

③操作时要注意安全，漂白粉的腐蚀性强，不要沾染皮肤和衣物。泼洒时要在上风头，顺风泼洒。

3.茶粕

茶粕（茶饼）是山茶科植物油茶、茶梅或广宁茶的果实榨油后所剩余的渣滓。广东、广西、福建、湖南等地常用茶粕作为清塘药物。茶粕含有皂角糖苷 7%~8%，是一种溶血性毒素，可使动物血红素分解。

清塘方法：将茶粕捣碎，放在缸内或锅内用水浸泡，隔日取出，连渣带水均匀泼入池塘内即可，也可粉碎后直接撒入池中，以前一种方法效果较好。用浓度 10mg/L 皂角苷清塘能杀死野杂鱼、蛙卵、蛇、螺类、蚂蟥和一部分水生昆虫，毒杀力较生石灰、漂白粉稍差。茶粕对细菌没有杀灭作用，相反，能促进水中细菌和绿藻等的繁殖。虾蟹类对茶粕的耐受性比鱼类高 400 倍，因此杀灭虾蟹类时，其用量要高很多。

茶粕用量：每 667m²池塘平均水深 15cm 用 10~12kg，水深 1m 用 40~50kg。茶粕清塘 5~7d 后药性消失，即可放苗。

4.鱼藤酮

鱼藤酮是从豆科植物鱼藤及毛鱼藤的根部提取的物质，内含 25%鱼藤酮，是一种黄色结晶体，能溶解于有机溶剂，对鱼类和水生昆虫有杀灭作用。

鱼藤酮清塘的有效浓度为 2mg/L。1m 深的池塘每 667m²需投鱼藤酮 1.3kg 左右，用法是将鱼藤酮加水 10~15 倍，装入喷雾器中遍池喷洒。鱼藤酮对浮游生物、致病细菌和寄生虫及其休眠孢子等无作用。鱼藤酮清塘毒性 7d 左右才能消失。

二、池塘水质的调控

（一）水质调控的措施

1.适时换水或加注新水

增加溶解氧，改变变鱼的生活环境。

2.每月全池泼洒生石灰，提高池水二氧化碳平衡能力，预防鱼病

浮游植物进行光合作用需要二氧化碳，二氧化碳不足会影响浮游植物生长。在鱼池中由于夜间水生生物的呼吸作用，二氧化碳大量积聚，至早晨使 pH 降到一天中最低点，白天由于光合作用，水中的二氧化碳被消耗，水的 pH 也随之升高，施放生石灰，以明显的增加池水的碱度、硬度，调节池水中的二氧化碳含量和缓冲水的 pH 变化。生石灰的施用量视具体情况而定，一般为每 667m²用 10~20kg。对于盐碱地的鱼池，因碱度高又不缺钙，使用生石灰会使磷酸急剧沉淀，严重影响浮游植物的生长繁殖而造成低产。对于硬度偏高，又缺少有机物质，可以多施有机肥料，以间接补充二氧化碳，提高缓冲能力。

3.控制大型浮游动物

当水中大型浮游动物过多时，会使池水变清，消耗溶解氧，可放鳙鱼种控制或用敌百虫杀灭。

4.使用增氧机等机械增加池水溶解氧

根据增氧机的三大功能(增氧、搅水、曝气)和池水溶解氧的变化规律，合理利用增氧机能调节溶解氧，减少“浮头”，改善水质，提高产量。

(1)在鱼类生长季节，晴天坚持中午开机 2h，可减轻或减少“浮头”发生，能搅动水体，打破温度、pH 等跃层，还清“氧债”，有利于加速底泥中有机物分解、循环，防止亚硝酸盐和硫化氢等有毒物质的形成和增加，提高水体自净能力。

(2)阴雨天，浮游植物造氧能力低，白天不开机，否则会加速“浮头”发生，这种天气夜里往往会发生“浮头”，夜里应早开机防止“浮头”。

(3)有“浮头”预兆夜间要早开机预防“浮头”，不管哪种原因造成的“浮头”，开机后不能停机，要一直开到天亮日出。

(4)大生长季节黎明可适当开机发挥增氧机的曝气功能，把夜间积聚的有害气体逸出水面。

(二) 危险的水色及解决方案

1.蓝绿色、老绿色水（图 1-1）

水中蓝绿藻或微囊藻大量繁殖，水质浓浊，透明度在 10cm 左右，能清楚地看见水体中有颗粒状结团的藻类，晚上和早上沉于水底，太阳出来就上升至水体上层。这种情况在土塘养殖过程中经常出现，养殖对象在这种水体中还可以持续存活一段时间，一旦天气的骤变，水质会急剧恶化，造成蓝绿藻等大量死亡，死亡后的蓝绿藻等被分解产生有毒物质，很可能造成养殖对象大规模的死亡。



图 1-1

解决方案:

(1)首先晚上泼洒水溶性维生素 C 每 667m²用 250g 以提高该养殖对象的抗应激能力。

(2)第 2 天上午太阳出来后，蓝绿藻或微囊藻已上升到水面的中上层，使用强氯精溶于水后集中泼洒。一般在 1h 后，上层的蓝绿藻或微囊藻就失去活性变白。并停开增氧机。、

- (3)15:00 左右再使用 1 次强氯精，17:00 打开全部增氧机。
- (4)晚上施放“粒粒氧”防止消毒后造成藻类死亡后引起的缺氧。
- (5)第 3 天可用调水产品生物制剂保持水质的长期稳定，以防止有害藻类的再次复发。

2.酱红色（图 1-2）

一般在高位池海水盐度高的区域出现。由水中大量的原生动物或赤潮生物的大量繁殖造成的，主要含鞭毛藻、裸甲藻等，这种水色主要是前期水色太浓。长期投喂劣质饲料，造成水体中的有机质过多，为原生动物的繁殖提供了条件，随着大量有益藻类的死亡失去优势种群，有害藻类能分泌出来某些毒素造成养殖对象的长期慢性中毒直至死亡。这种水质浓、浊、死，增氧机打起来的水花呈黑红色，水黏滑，并有腥臭味。



图 1-2

解决方案:

- (1)如有中间排污系统就加大排污能力，每天至少排出总水体量的 20%以上，并补充新鲜的水源，使整个水体逐渐恢复活性。
- (2)使用底质改良剂，抑制藻类繁殖和解毒，一般使用后第 2 天水体的透明度会提高 20~30cm。
- (3)晚上可使用泼洒维生素 C、氨基酸和葡萄糖缓解养殖对象的中毒症状，增强其抗病

3.泥浊水（图 1-3）

一般土塘因放养密度过高，中后期出现整个水体的混浊，增氧机周围出现大量的泥浆，特别是使用涡轮增氧机的最明显。此水体中一般含有丰富的藻类，主要以硅藻、绿藻为主。由于养殖对象的密度过高，水体中泥浆的沉降作用，使水体中的藻类很难大量繁殖形成优良的藻相水色。在养殖中后期，亚硝酸盐普遍偏高、pH 偏低，调水难度大，养殖风险相当高。



图 1-3

解决方案:

- (1)控制放养密度，根据水深和具体换水能力放养合理的养殖密度。
- (2)一旦出现混浊的前兆(刚开始时只有增氧机周围有轻微的泥浊水，以后逐渐扩大)首先加大调水力度，可以使用具有絮凝状沉水作用的水质净化剂等，第2天，适当追肥和使用光合细菌等生物制剂，3~5d后再使用1次。尽量避免使用生石灰调高PH来调水，否则可能会造成亚硝酸盐高的情况下中毒更严重。
- (3)逐渐加深水位，水位的高低根据具体养殖对象而定。
- (4)在高温季节谨防晚上和凌晨缺氧，可使用“粒粒氧”等增氧剂预防低氧。
- (5)在后期亚硝酸盐偏高的情况下，尽量减少投饵量。
- (6)很多养殖户使用氨基酸葡萄糖进行解救也有一定的效果。
- (7)可以使用泼洒型维生素C加氧化铝、果酸等进行解毒，增加养殖对象抵抗力。

练习与思考

1. 水产养殖场场址选择有怎样的要求？
2. 如何调节养殖水体环境？具体怎么操作？
3. 生石灰清塘有什么优点？如何使用生石灰进行清塘？
4. 淤泥在养殖生产上有什么弊端？一般淤泥厚度控制在多少为宜？
5. 池塘增氧的主要方法有哪些？
6. 一般水质调控的基本方法有哪些？

项目二 养殖设备与机械的安装使用

任务 1 养殖设备设施的安装使用

一、育苗设备与设施

养殖育苗场的设备与设施指苗种生产和商品鱼生产过程中所用的供热、供气、供水、增氧、投饵、清池排污等机电机械和饵料培育池、苗种培育池，水泥精养池、土池养鱼池及其育苗生产和商品鱼生产中使用工具的统称。

1.育苗设备与设施 见表 2-1。

表 2-1 育苗设备与设施

供气设备	鼓风机、空压机、供气管道
机电设备	发电机、电动机、抽水机、柴油机
供热设备	锅炉、加热管、供热管道
供水设施	水塔、蓄水池、过滤池
育苗设施	亲鱼催产池、受精卵孵化池、饵料池、育苗池、暂养池
育苗工具	鱼苗网、鱼种吊水网箱、鱼筛、桶

2.几种常见的机电设备与育苗设施图 见图 2-1 至图 2-8。



图 2-1 罗茨鼓风机



图 2-2 发电机



图 2-3 圆形催产池



图 2-4 孵化环道



图 2-5 仔鱼育苗池



图 2-6 培育网箱



图 2-7 鱼筛



图 2-8 鱼池

二、活鱼运输设备

活鱼运输工具分为车运、船运和空运三大类。车运一般特指汽车运输，活鱼运输车有专门的供气和供水设施和设备。目前活鱼运输车分为下面几大类。

1. 苗种运输活水车 指苗种运输时采用充气式、高密度活鱼运输养殖苗种到达养殖目的地的一种运输车。主要特点是容器光滑，不会损伤鱼苗鱼种，装鱼苗或卸苗操作方便。

2. 商品鱼运输活水车 指商品鱼运输时采用充气式、高密度活鱼运输商品鱼到达销售市场的一种运输车。主要特点是容器坚固，载重量大，有防止鱼撞箱壁的设施，装鱼卸鱼操作方便。

3. 封闭式苗种运输活水车，以福建漳浦鱼苗运输车为代表。车厢内 90% 的面积放鱼篓，10% 的面积放氧气瓶、装卸鱼苗鱼种的工具和供随车管理员休息的折叠床。这种车的特点是装苗量大，每个竹篓 0.8m^3 水体，装苗量 $8 \times 10^3 \sim 1 \times 10^4$ 尾。大型车可放 12 个篓，小型车放 8 个篓，可长短途运输，最南到海南，最北到山东、天津、河北。这种车的优点是管理方便，运输成活率高。

4. 敞开式苗种运输活水车 广泛应用于福建、浙江和广东等省的渔区。一种用帆

布袋套在框架内，每个袋 0.5m³ 水体，纯氧充气，一般用于短途运输。另一种用塑料活鱼运输桶套在框架内，每个桶 0.5m³ 水体，纯氧充气，一般用于中短途运输。这种车的缺点是管理不方便，且不能及时发现情况并作出处理。

5.敞开式商品鱼运输活水车 为塑料商品鱼运输桶，每个桶 0.3m³ 水体，纯氧充气。一般用于短途运输。

6.封闭式商品鱼运输活水车 为玻璃钢做成、固定于车厢的前面和两侧的活鱼箱，每个箱体 0.5m³ 水体，纯氧充气或气泵充氧，箱体上方留一个装鱼口，箱底层留一个排水开口。

7.活鱼运输工具及其配套设施 见表 2-2。

表 2-2 活鱼运输工具及其配套设施

封闭式苗种运输活水车	鱼篓 0.8m ³ 、帆布篓 0.8m ³	供气系统	氧气瓶
敞开式苗种运输活水车	帆布篓 0.5m ³ 、塑料活鱼运输桶 0.5m ³	供气系统	氧气瓶
空运与打包装箱	双层氧气袋、泡沫箱、纸箱	装箱工具	氧气瓶
苗种活水船运输	活水船、活水舱、防鱼受伤的隔离网	注排水系统	供气系统
商品鱼活水船运输	活水船、活水舱、防鱼受伤的隔离网	注排水系统	供气系统

8.封闭式活鱼运输车 见图 2-11。



图 2-11 活鱼运输车

三、水质测定仪

水质测定仪指测定水中溶氧量、酸碱度和盐度三大类的仪器。

1. 测定溶氧、酸碱度和盐度的几种水质测定仪 见表 2-3。

表 2-3 水质测定仪名称

溶氧仪	RL400 便携溶氧仪、RL425 便携式溶氧仪、RL450 便携式溶氧仪
酸碱度测定仪	RL100 便携式酸碱度计、RL200 便携式离子计、RL200 便携式离子计
盐度计	便携式盐度计 S-28EATAGO 盐度折射计、普通比重计

2.测定溶氧、酸碱度盐度和比重的几种水质测定仪 见图 2-12 至图 2-17。



图 2-12 水产养殖专用
水质测定仪



图 2-13 水质测定仪



图 2-14 便携式溶氧仪



图 2-15 便携式酸碱度计



图 2-16 便携式盐度计



图 2-17 比重计

任务 2 养殖机械的安装使用

一、电动机

电动机是所有养殖机械的主要动力来源，是将电能转换成机械能的机械。

1.电动机常识见 表 2-4。

表 2-4 电动机常识

1.铭牌	电动机的型号、规格及性能参数
型号	产品代号系列、机壳的形式、转子类型与极数，如 J02L524F
容量	即额定功率，表示单位时间内的做功能力，用 kW 表示
转速	在额定电压、额定电流、额定功率下工作时，转子每分钟的旋转次数，单位用 r/min 表示，与负载也有关
额定电压、额定电流和接法	额定电压是指在额定情况下运行时，加在绕组统端的电压值。工作电压一般不许超过额定电压的 10%，否则电动机会烧毁。额定电流为电动机工作的最大安全电流值，是指电动机在额定情况下运行时，定子绕组线端的电流值，一般在运行中短时间超过此电流值也无大碍。不同的电源电压要求不同的接法，不同的接法产生不同的电流值，要与铭牌上标注相对应（确定其值）
定额	在额定条件下，电动机允许连续工作的时间
温升	指电动机的工作温度与环境温度（我国标准为 40℃）之差，表示电动机的发热情况。有的也用绝缘等级来表示电动机的耐热能力（最高工作温度），常分 4 级，即 Y 级 90℃、A 级 105℃、E 级 120℃、8 级 130℃。电动机在工作中超过一定的温升，其绝缘材料老化快，寿命缩短。另外如果环境温度低于 40℃，电动机可以适当增加工作负载，而高于 40℃，则要适当降低
2.使用	第一所选电动机的额定电压要与所用电源相匹配
	第二在功率上要等于被带动机械所需的配套功率
	第三要选择适合的防护形式，使其在所要求的工作条件下能够安全可靠地运行
	第四电动机的转速要与被带动机械的转向一致，转速相匹配。此外还要从与机械相匹配性和节省空间上选择好传动方式（直接或间接）
	第五电动机在运行中一定要保持通风良好，清洁干燥，温升正常，负载合适，无摩擦、振动等异响，机内不得有泄漏，也不得有水滴、油滴等杂物入内。注意环境温度，电动机温升、噪声等异响变化，加强监视，保证正常运行

2.电动机常见类型 见图 2-18 至图 2-20。



图 2-18 直流电动机



图 2-19 三相电动机



图 2-20 电磁调速电机

3.电动机重要指标 见表 2-5。

表 2-5 电动机重要指标

1.重要指标	
扬程	指水泵能够扬水的高度，单位为 m。它是靠大气压力把水压上一定的高度，由于水流经过水泵、管路及附件有能量损失，所以一般吸水水泵的扬程只有 4~8m。因此安装水泵不应超过这一高度
流量	水泵在单位时间内输水的数量，单位有 m ³ /h、L/s、t/h 等(1L/s~3.6m ³ /h)
转速	指泵轴每分钟旋转的次数。铭牌上标注的扬程和流量是在额定转速下运行的数据，如果转速改变，扬程和流量也会随之改变
功率	指水泵的配套功率，即水泵在单位时间内的做功量，单位为 kW 或马力 (1kW = 1.36 马力)，可按铭牌选用
效率	水泵工作效能的高低，一般为 60%~80%
允许吸真空高度	水泵能够吸上水的最大高度，单位为 m
2.选型	
流量的确定	要根据总的排灌量来确定。经验计算式如下：离心水泵流量数值上等于 [水泵口径 (in ^①)] 2×5，单位为 m ³ /h
扬程的确定	要根据实际情况来确定。 $H_{总}=H_{实}+h_{损} \times H_{实}$ ，可以通过实测获得。 $h_{损}$ 要通过 $H_{实}$ 来计算。即 $h_{损}=K \times H_{实}$
3.配套	
动力配套	动力机要按水泵铭牌上规定的功率来选取
转速配套	动力机与水泵的额定转速相匹配。用联轴器直接传动的水泵不仅效率高、占地小，而且机和泵之间不必加任何变速部件
4.使用	做好运行前的检查、试启动、运行过程中的检查、故障的排除和定期的维护，保证生产的正常进行

二、水泵

水泵是养殖的抽水工具，它可以把水由低处提到高处或由近处输到远处，常用的有离心泵、潜水泵等。每一水泵的铭牌上都标注了水泵的型号、性能参数等，在养殖选用时应注意扬程、流量、功率等指标。

- 1.水泵的基本常识 见表 2-6。
- 2.水泵扬程损耗计算 见表 2-7。
- 3.常见的水泵 见图 2-21。

三、增氧机

增氧机是高密度养殖必备的机械，常用的有叶轮式、水车式、射流式、充气式等。

- 1.增氧机基本常识 见表 2-8
- 2.几种增氧机外形 见图 2-22 至图 2-25。

表 2-6 水泵的基本常识

1.指标	扬程:扬水高度/m	流量: m ³ /h	转速:泵轴转数/min	功率: kW 或马力	效率:水泵工作效能	允许吸上真空高度:水泵吸上水的高度/m
2.选型	流量确定:根据总排灌量来确定/ (m ³ /h)			扬程确定: 表 2-7		
3.配套	动力配套:按水泵铭牌上规定的功率		转速配套: 动力机与水泵的额定转速相匹配			
4.使用	运行前检查	试启动	运行中检查	故障排除	定期维护	

表 2-7 水泵扬程损耗计算

实际扬程/m	管路直径/mm	K 值/%	实际扬程/m	管路直径/mm	K 值/%
10	≤200	30~50	10~30	≤200	20~40
	200~350	20~40		200~350	15~30
	≥350	10~25		≥350	5~15
30 以上	≤200	10~30	30 以上	≥350	3~10
	200~350	10~20			

注: 管径 350mm 以下的, 包括底网损失; 350mm 以上则不包括。



图 2-21 常见水泵

表 2-8 增氧机基本常识

1.叶轮式增氧机	0.75kcal [®]	1.1kcal	1.5 kcal	3kcal	5.5kcal
每小时增氧值	1~2kg/kcal		每千卡负荷面积	2000~2700m ²	
主要的结构部件	动力机、减速器、托体、叶轮、撑架和浮筒				
使用时应注意主要的结构部件	1.增氧机的工作位置要在池塘的中央或上风头, 叶轮顶端要与水面基本平齐 (±2cm) 2.叶轮的旋向要背向负压进气管的开孔面 3.工作水深为叶轮直径的 2~3 倍 4.及时清除叶片上的杂物, 调整皮带的松紧或擦皮带油, 防止皮带打滑影响增氧效率; 要移动必须先停机等				
2.水车式增氧机	电机动力大小多在 0.75~3.0kcal				
每小时增氧值	1.4 kg/kcal	每千卡动力可负荷		1000m ² 水面	
主要的结构部件	该机主要由电机、减速箱、机架、浮筒、叶轮五部分组成				
3.充气式增氧机	(1) 直接布气式; (2) 间接布气式				
(1) 直接布气式	主要由压气机、动力装置和布气管三部分组成				
(2) 间接布气式	该式机主要用在活鱼运输、工厂化养殖等设备中				



图 2-22 叶轮式增氧机



图 2-23 水车式增氧机



图 2-24 旋涡式充气式增氧机



图 2-25 喷水式增氧机

四、自动投饵机

自动投饵机种类多样，有移动式投饵船、投饵车和固定式投饵机等。抛撒饵料可用电动、气动等机械，也有采用鱼动装置。

- 1.自动投饵机基本常识，见表 2-9。
- 2.自动投饵机外形 见图 2-26 和图 2-27。

表 2-9 自动投饵机基本常识

气动式	
主要部件组成	鼓风机、电机(串激)、料斗、下料自动控制器、机体(壳)等组成
优点	控制每天的投饵次数、每次的持续时间及投饵量。饵料连续投喂，其下料速度由可变电阻控制串激电机的转速来实现
电动式	
主要部件组成	由电动机、甩料盘、下料漏斗、搅拌器、落料控制片和机壳等组成
优点	饵料可全方位投喂。在设备中加入时间控制器和计数器等装置，只要设定好投喂量，按照喷射频率确定时间，就能达到全自动控制的目的
鱼动式	
主要部件组成	由万向节、撞料板、料筒和挡板组成
优点	当养殖鱼不碰动撞料板时，饲料不会落下；当鱼类碰动撞料板时，挡板变斜，饲料从挡板和料斗的间隙落入水中



图 2-26 自动投饵机



图 2-27 自动投饵机

五、清淤设备

清淤设备特指养鱼池塘底泥的清除机械机电设备。常见有清塘机组、漂浮式清淤机和水下清淤船三种。

1. 几种清淤设备名称及其工作原理 见表 2-10。

表 2-10 清淤设备基本常识

1.清塘机组	由高压水枪、吸泥输泥、真空吸水和配电等系统组成
工作原理	高压泵从水源吸起清水，通过输水管从高压水枪喷出，形成高压水柱，使作业面上的泥土成为泥浆后，再用泥浆泵进行抽吸，然后由输泥管输送到预定的堆放地点
优点	工效高、成本低,但需预先有大量泥浆的堆放场地
2.水下清淤船	由船体、柴油机推进器、泥浆泵等组成
工作原理	可以在养殖期间带水清塘作业。沉管和中转架静置塘内，清淤船在池塘内作圆周或“8”字形行驶，泥浆泵通过吸泥头、吸管抽吸塘泥，经排出管、浮管(浮管可随船移动)输送到塘外，这样边行驶边吸边排连续作业
优点	该船吸淤浓度可调，吸、排作业能连续进行，可远程排送，还具有喷射增氧与投饵等功能

2. 三种清淤设备图及其名称 见图 2-28、图 2-29。



图 2-28 清淤泥船



图 2-29 漂浮式清淤机

练习与思考

1.请简要介绍常用养殖设施设备的种类及其功能？

2.请列举常用的养殖机械的种类及其使用方法？

项目三 主要养殖鱼类的选择与辨识

任务 1 养殖鱼类的选择

一、良好的生产性能

- 1.生长快 意味着在较短时间内达到目标规格。
- 2.对环境适应性强包括在水温、盐度、肥度、抗病力、耐低氧等指标方面具有较强的适应能力。
- 3.苗种容易获得 只有能较易获得较多质量良好的苗种才能充分发挥养殖技术、充分发挥水体生产力，提高养殖效益，有益企业长期发展。
- 4.食谱范围广，饲料容易获得 如杂食性的鲫、鲤等，动物性或植物性食物都可以摄食，因此饵料来源丰富，饲养相对容易。

二、较高的经济效益

- 1.经济效益 饲养出的鱼是否有市场是选择鱼种的首要依据。以市场为导向，经济效益为中心，并根据市场需要确定适宜的养殖对象及其规模。
- 2.社会效益当代社会随着人民生活水平的提高，人们对水产品品质的要求也越来越高，因此既要从广大群众利益出发，提供大量价廉、物美、肉质鲜美、营养价值高、群众喜欢食用的水产品，又要能做到产品鲜活、供应稳

任务2 主要养殖鱼类的辨识

一、鲤形目常见养殖鱼类

(一) 青鱼 (图 1-1)

1. 形态特征

青鱼体形延长，呈圆筒形，尾部稍侧扁，前腹部圆而无腹棱。体被较大的六角形圆鳞。体呈青黑色，背部较深乌黑色，腹部较浅灰白色。雄鱼胸鳍鳍条较粗大而狭长，自然张开呈尖刀形；雌鱼胸鳍鳍条较细短，自然张开略呈扇形。生殖季节雄鱼胸鳍内侧及会阴盖上出现追星。

2. 生态习性

温水性淡水鱼类，栖息于江河、湖泊、水库的中下层。生活极限温度为 $0.5\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，适宜生长温度为 $15\sim 32^{\circ}\text{C}$ ，最适生长温度为 $24\sim 28^{\circ}\text{C}$ 。主要食螺、蚬及蚌等，也吃虾类和水生昆虫，在幼苗阶段则以摄食浮游动物为主。



图 1-1 青鱼

3. 生长速度

在池塘养殖的条件下，第1年可长到50-150 g，第2年500~750 g，食用鱼规格为2~5 kg，养殖周期2~4年。

4. 繁殖习性

长江流域雌鱼通常4~5龄，体重15 kg左右达到性成熟，雄鱼一般比雌鱼早一年性成熟。在长江、西江、珠江的产卵期为4~6月。产卵最适水温为 $22\sim 28^{\circ}\text{C}$ ，低于 18°C 则不产卵。刚产出的卵淡青色，卵径 $1.5\sim 1.9\text{ mm}$ ，卵膜薄而透明，无黏性。卵在流水中受精后呈半漂浮状态，随波逐流孵化。水温 $22\sim 23^{\circ}\text{C}$ 时35 h鱼苗出膜。

(二) 草鱼 (图 1-2)

1. 形态特征

草鱼体型延长，呈圆筒形，略侧扁，前腹部圆而无腹棱，背鳍和臀鳍均无硬刺。体被较大的圆鳞。体呈茶黄色，背部青灰略带草绿，腹部色浅淡黄色，各鳍浅灰色。

2. 生态习性

温水性淡水鱼类，生活于水体的中下层。最适生长温度为 $24\sim 28^{\circ}\text{C}$ 。以水生植物及江湖岸边被淹没的陆生植物为食。在人工养殖的条件下，摄食豆饼、糠饼、麦麸等。



图 1-2 草鱼

3.生长速度

长江中1龄草鱼体重为0.78 kg, 2龄为3.6 kg。食用鱼规格为1-1.5 kg, 养殖周期为2~4年。

4.繁殖习性

性成熟年龄, 长江流域雌鱼4龄、体重6 kg, 珠江流域比长江流域早一年。草鱼不能在静水中产卵。生殖期为4~7月, 比较集中在5月间, 当水温稳定在18℃左右时, 草鱼才大规模产卵。卵受精后, 因卵膜吸水膨胀, 卵径可达5 mm, 顺水漂流。在水温20℃时, 40 h仔鱼孵出。

(三) 鲢 (图 1-3)

1.形态特征

体长而侧扁, 自胸鳍基部到肛门具有腹棱, 腹缘呈刀刃状。体被细小的圆鳞。体背部稍带青灰, 体侧及腹部呈银白色。雄鱼第1鳍条上明显生有一排骨质细小栉齿, 用手抚摸, 有粗糙、刺手感觉。

2.生态习性

温水性淡水鱼类, 栖息于水体中上层, 喜在浮游生物丰富的水体中生活, 行动敏捷、性情急躁。食性以浮游植物为主, 浮游动物为辅。

3 生长速度

长江中1龄鱼体重达0.49 kg, 2龄为2.03 kg, 3龄为3.5 kg, 食用规格为0.5~1kg, 养殖周期为2年。

4 繁殖习性

性成熟年龄, 长江流域雌鱼4龄, 体重5 kg, 珠江流域早一年成熟, 雄鱼比雌鱼早一年成熟。生殖期为5~6月。当水温达18℃以上, 江水上涨或流速加快时, 在有急流水的河段繁殖, 卵漂浮性。胚胎孵化适宜温度为22~26℃, 经35 h仔鱼孵出。



图 1-3 鲢

(四) 鳙 (图 1-4)

1.形态特征

体长而侧扁, 头大而圆, 头长约为体长的1/3。自腹鳍基部到肛门具有腹棱。体被细小的圆鳞。体色稍黑, 背部稍带金黄色, 腹部银白色, 体侧有不规则黑色斑纹。雄鱼的第1鳍条上缘生有向后倾斜的锋口, 用手向前抚摸有割手感觉。

2.生态习性



图 1-4 鳙

温水性淡水鱼类，栖息于水的中上层，但越冬期要进入水体的最深部位。性温顺，行动迟缓，易捕捞。食性以浮游动物为主，也摄食部分大型浮游植物。

3 生长速度

长江中 1 龄鱼体重 0.27 kg， 2 龄为 2.60 kg， 3 龄为 10.10 kg。在池塘养殖条件下生长稍慢，食用规格为 0.5~1kg，养殖周期为 2 年。

4 繁殖习性

性成熟年龄，长江流域雌鳊 5 龄，体重 10 kg，珠江流域 4 龄。繁殖季节 5 月中旬到 6 月上旬。产漂流性卵，水温 19.4~21.2℃，历时 40 h 孵出。

（五）鲤（图 1-5）

1.形态特征

体高侧扁，口角有须，颌须为吻须的一倍长，体被圆鳞，体色背部暗黑色，腹部浅灰色，体侧鳞片后缘具黑斑。

2.生态习性

温水性淡水鱼类，栖息于水体底层，适应能力强，杂食性偏动物性，成鱼主要以各种底栖动物为食。

3.生长速度

池塘养殖条件下，当年鱼可长到 250~800g。

4.繁殖习性

一般 2 冬龄性成熟，3~5 月份为繁殖季节，产黏性卵。



图 1-5 鲤

（六）鲫（图 1-6）

1.形态特征

体高侧扁，体被圆鳞，体色背部银灰色，腹部银白色。

2.生态习性

杂食性，栖息于水体底层。

3.生长速度

池塘养殖条件下 1 龄鲫体长可达 15~20cm。

4.繁殖习性

产黏性卵，生殖期可达 3~7 个月，华南地区 1 龄可达性成熟。



图 1-6 鲫

（七）泥鳅（图 1-7）

1.形态特征

体细长，头尖，眼小，对，尾鳍圆形，体色灰黑，体表黏液较多。

2.生态习性

温水性底层淡水鱼类适宜水温 15~30℃，最适生长温度 25~27℃，鳃呼吸，肠道可作为辅助呼吸器官，杂食性。

3.生长速度

当年泥鳅日生长速度为 0.188cm，孵化后 1 个月体长 3.5cm，体重 0.4g，孵化后 9 个月，体长可达 9cm，体重 5~6g。

4.繁殖习性

2 冬龄性成熟，成熟的雌性大于雄性，5~7 月份为其产卵期。



图 1-7 泥鳅

二、鲈形目常见养殖鱼类

(一) 罗非鱼 (图 2-1)

1.生态习性

热带广盐性杂食性鱼类，适温范围 20~35℃，生长最适温度 25~32℃，16℃ 以下停止摄食，12~14℃ 开始卧底死亡，杂食性，食性广。

2.生长速度

尼罗罗非鱼生长速度快，孵出 40d，体重可达 15~25g，8 个月体重可达 200~500g，雄鱼的生长比雌鱼快。

3.繁殖习性

罗非鱼孵出 2 个月后，全长 10cm 以上就可性成熟，每隔 3~4 周可产卵 1 次，产卵前有挖窝习性。产沉性卵，雌鱼口腔孵化。



图 2-1 罗非鱼

(二) 加州鲈 (图 2-2)

1.形态特征

加州鲈又名大口黑鲈，体侧扁呈纺锤形，口大，体色为淡的金黄带黑色，鳃盖上有 3 条黑斑呈放射状排列。

2.生态习性

温水性以肉食为主的杂食性鱼类，最适生长水温 20~30℃，饲料缺乏时会相互残食。

3.生长速度



生长快，仔鱼 26 日龄全长可达 33.8mm，体重 0.51g，我国南方当年鱼苗年底体重可达 500~750g。

图 2-2 加州鲈

4.繁殖习性

繁殖期为 3~6 月，有挖窝筑巢产卵习性，雄鱼有护卵、护幼行为。

三、鲇形目常见养殖鱼类

(一) 斑点叉尾鮰 (图 3-1)

1.形态特征

体型长，尾巴分叉，有触须 4 对，背部淡灰色，腹部白色，身体两侧有斑点，雄鱼具有生殖突。

2.生态习性

肉食性，可被驯化为以植物性饲料为主，最适生长水温 18~34℃。

3.生长速度

雄鱼生长快于雌鱼，池塘养殖当年鱼体长可达 19.5cm。

4.繁殖习性

3~4 龄性成熟，产卵季节大为 5~7 月份，适宜产卵水温 20~30℃，最适水温 22~28℃，产黏性卵。



图 3-1 斑点叉尾鮰

(二) 黄颡鱼 (图 3-2)

1.形态特征

头扁平，口裂大，须 4 对。背鳍和胸鳍具有骨质硬刺，体表无鳞，背部黑褐色至青黄色，腹部淡黄色。

2.生态习性

温水性底层杂食性淡水鱼夜间觅食，可驯食人工配合饲料。

3.生长速度

雄性个体生长快于雌性。

4.繁殖习性

4~8 月份中下旬为其繁殖季节，1 龄性成熟。



图 3-2 黄颡鱼

四、其它常见养殖鱼类

(一) 鳜 (图 4-1)

1.生态习性

肉食性凶猛鱼类。生活水温为 7~32℃，最适生长温度为 18~25℃。

2.生长速度

鳜鱼生长速度较快，在自然环境中，当年可达到 50~100g，第二年可达 0.5kg，第三年可长到 1.0~1.5kg。

3.繁殖习性

一般长到 3 年，体长达到 25 厘米时即性成熟，繁殖期在 6 月份。当水温在 23℃~25℃ 时，只需 50 多个小时，小鱼即可破膜而出。



图 4-1 鳜

(二) 乌鳢 (图 4-2)

1.生态习性

乌鳢俗称黑鱼，对缺氧、水温和不良水质有很强的适应能力。乌鳢的生存水温为 0~41℃，最适水温为 16~30℃。

2.生长速度

乌鳢当年孵出的鱼苗，年终平均体长可达 15cm，体重 50g 左右。

3.繁殖习性

在华南地区通常体长为 20cm 以上的 1 冬龄鱼性腺已成熟。



图 4-2 乌鳢

练习与思考

1. 简述养殖鱼类选择的标准？
2. 列举 5 种常见养殖鱼类的形态特征、生态习性、生长速度以及繁殖习性。

项目四 鱼类的人工繁殖

任务 1 亲鱼的培育

一、亲鱼的选择

（一）亲鱼来源

1.野外捕捞

在鱼类生殖季节直接从江河、湖泊、水库、浅海等自然水域捕捞已达性成熟的雌雄个体作为亲鱼。野外捕捞亲鱼南方一般在冬季，北方在春秋两季进行，因为水温低，便于运输。

2.半人工培育

从野外捕捞的天然苗种或者接近性成熟的个体，在人工条件下驯化、强化培育，促进其性腺成熟。

3.全人工培育

人工繁殖的鱼苗在池塘、网箱或工厂化养鱼设施中进行培育，达到性成熟年龄，用于人工繁殖。

（二）选择标准

1.种质标准

从种质角度选择，亲鱼应生长速度快、肉质好、抗逆性强；进行杂交育种时，要求亲本的种质纯度高。

2.年龄和体重

选择亲鱼时，应避免选择初次性成熟个体和已进入衰老期的个体。对于一般鱼类而言，可取最小性成熟年龄加 1~10 作为选择人工繁殖所需亲鱼的最佳年龄。在达到性成熟年龄的前提下，亲鱼体重越大越好。一般鱼类的年龄和体重存在正相关关系，即年龄越大，体重越大。但由于气候、水质和饵料等因素差异，同一种鱼在不同水域的生长速度存在差异，达到性成熟年龄也不同，体重标准也不一致。

3.体质标准

选择体质健壮、行动活泼、无病、无伤的个体作为亲鱼。

（三）雌雄鉴别

1.大小差异

有些鱼类繁殖群体中雌雄个体大小差异较大，可以根据大小判别雌雄。如鲇形目的黄颡鱼、瓦氏黄颡鱼等雄鱼生长速度明显快于雌鱼，性成熟时雄鱼体重远远超过同龄雌鱼。石斑鱼和黄鳢雌雄同体，雌性先熟，所以雌性个体较小；而黄鳍鲷、平鲷、黑鲷、紫红笛鲷、尖吻鲈等雌雄同体，雄性先熟，雄鱼个体较小。

2.体型差异

繁殖季节，多数雌鱼性腺发育程度良好，卵巢充满大量的成熟卵而腹部膨胀，而雄鱼则膨胀不明显，体型显得更为修长，可由此鉴别雌雄；一般鱼类雌鱼腹部具有肛门、生殖孔和泌尿孔3个孔，而雄鱼只有肛门和尿殖孔2个孔。鲇形目中的一些鱼类，如黄颡鱼、长吻鲈等雄鱼具有较明显的三角形生殖突，而雌鱼则无。

3.第二性征

鱼类在达到性成熟时，由于性激素的生理作用，有些种类的亲鱼会出现第二性征，如婚姻色、胸鳍上的“追星”等，特别是雄性亲鱼较为明显，用手触摸追星有粗糙割手的感觉，而雌鱼往往不具备第二性征。

二、亲鱼的培育

（一）主要淡水鱼类的亲鱼培育

1.鲢、鳙等滤食亲鱼培育

（1）培育方式和放养密度

鲢、鳙亲鱼的培育可采取单养或混养。一般采取混养方式。以鲢为主的放养方式可搭养少量的鳙或草鱼；以鳙为主的可搭养草鱼，一般不搭养鲢，因鲢抢食凶猛，与鳙混养对鳙的生长有一定影响。但鲢或鳙的亲鱼培育池均可混养不同种类的后备亲鱼。放养密度控制的原则是既能充分利用水体又能使亲鱼生长良好，性腺发育充分。一般每666.7m²放养150~200kg为宜。为抑制亲鱼池内小杂鱼、克氏螯虾的繁殖，可适当搭养少量凶猛鱼类，如鳊、加州鲈等。主养鲢亲鱼的池塘，每666.7m²水面可放养16-20尾（每尾体重10~15kg），另搭养鳙亲鱼2~4尾，草鱼亲鱼2~4尾（每尾重10kg左右）。主养鳙亲鱼的池塘，每666.7m²可放养10-20尾（每尾重10~15kg），另搭养草鱼亲鱼2~4尾（每尾重10kg左右）。主养鱼放养的雌雄比例以1:1.5为好。

（2）水质管理和施肥

看水施肥是养好鲢、鳙亲鱼的关键。整个鲢、鳙亲鱼饲养培育过程，就是保持和掌握水质肥度的过程。亲鱼放养前，应先施好基肥；放养后，应根据季节和池塘具体情况，施放追肥。其原则是“少施、勤施，看水施肥”一般每月施有机肥750~1000kg。在冬季或产前可适当补充些精饲料，鳙每年每尾投喂精饲料20kg左右，鲢15kg左右。

①产后培育。产后天气逐渐转热，水温不稳定，这时亲鱼的体质又没有复原，对缺氧的适应能力很差，极易发生泛池死亡。每天注意观察天气和池水水色的变化情况，看水施肥，做到少施、勤施、分散施，同时多加新水，勤加新水。即采用“大水、小肥”的培育方式。

②秋、冬季培育。入冬前要加强施肥（每周 500kg 左右），使水色较浓；入冬后，再少量补充施肥。如遇天气晴暖，可适当投喂精饲料。即采用“大水、大肥”的培育方式。

③春季强化培育。开春后，最好换去一部分池水，将池水控制在 1m 左右，以利于提高培育池水温，易于肥水。适当增加施肥量，每天或 2~3d 泼洒一次，并辅以投喂精饲料，使鲢、鳙亲鱼吃饱、吃好。即采用“小水、大肥”的培育方式。

④产前培育。临近产卵季节，鲢、鳙亲鱼性腺发育良好，对溶氧的要求更高，一旦溶氧下降，极易发生泛池。因此在催产前 15~20d,应少施或不施肥，并经常冲水，这对防止泛池和促进性腺发育有很好的效果。即采用从“大水、小肥”到“大水、不肥”的培育方式。

总之，应根据产后补偿体力消耗、秋冬季节积累脂肪和春季促进性腺大生长的特点，采取产后看水少施肥，秋季正常施肥，冬季施足肥料，春季精料和肥料相结合并经常冲水的措施。

2.草鱼、青鱼的亲鱼培育

（1）放养密度和雌、雄比例

主养草鱼亲鱼的池塘，每 666.7m²放养 7~10kg 的草鱼亲鱼 15-18 尾；主养青鱼的亲鱼池，每 666.7m²放养 20kg 以上的青鱼 8~10 尾。此外，还搭配鲢或鳙的后备亲鱼 5~8 尾以及团头鲂的后备亲鱼 20~30 尾，合计总重 200kg 左右。雌、雄比例为 1: 1.5，最低不少于 1: 1。

（2）草鱼亲鱼的培育

“青料为主，精料为辅相结合投喂，定期冲水”是培育好草鱼亲鱼行之有效的方法。在整个草鱼亲鱼培育过程中，要注意经常冲水。冲水的数量和频率应根据季节、水质肥瘦和摄食情况合理掌握。一般冬季每周冲水一次；天气转暖后，每隔 3~5d 冲水一次，每次 3~5h；临产前 15d，最好隔天冲一次；催产前几天，最好天天冲水。经常冲水，保持池水清新是促使草鱼亲鱼性腺发育的重要技术措施之一。在秋季和春季应有专人管理，加强巡塘，防止泛池事故。

（3）青鱼亲鱼的培育

青鱼亲鱼培育应以投喂活螺蛳和蚌肉为主，辅以少量豆饼或菜饼。要四季不断食。每尾青鱼每年需螺、蚬肉 500kg，菜饼 10kg 左右。其水质管理方法同草鱼。

3.鲤等杂食性鱼类亲鱼培育方法

鲤亲鱼与草鱼亲鱼培育方法相似，每天 2 次投喂人工饲料如豆粕、酒糟等，或加入蚕蛹粉等动物性饲料，每天投喂量为 3%~8%。并加强产后亲鱼的培育。

4.肉食性鱼类亲鱼培育方法

肉食性鱼类亲鱼培育的关键是保证有足够的营养，产卵前 1~2 个月为强化培育阶段，期间亲鱼饲料以新鲜、蛋白质含量高的小杂鱼、鱿鱼、乌贼、缢蛏等为主，每天投喂 1~2 次，投喂量约为鱼体重的 4%，同时在饵料中添加维生素、鱼油，添

加量一般约为亲鱼体重的 0.3%，以促进亲鱼性腺发育。产后应将亲鱼放入网箱或者水质较好的池塘中，每天投喂新鲜饵料，以鱼饱食为度，一般投喂量占鱼体重的 6%，经 15~20d 培育，产后亲鱼可恢复体质。

任务 2 鱼类的人工催产

一、亲鱼成熟度的鉴定

为提高催产率，生产上要选择成熟亲鱼催产。目前，主要是依据经验从外观上来鉴别，对雌鱼也可直接挖卵观察。从外观上鉴别可概括为“看、摸、挤” 3 个字。看就是观察亲鱼腹部是否膨大；摸就是用手触摸亲鱼腹部是否柔软有弹性；挤是用手挤压亲鱼腹部两侧是否有精子或卵子流出。

1. 雄亲鱼

成熟的雄鱼，从头向尾方向轻挤腹部即有精液流出，若精液浓稠，呈乳白色，入水后能很快散开，说明亲鱼性成熟好；若精液量少，入水后呈线状不散开，则表明尚未完全成熟，若精液呈淡黄色近似膏状，表明性腺过熟，精巢退化。

鲇形目的一些鱼类精巢呈树枝状，即使雄鱼完全性成熟，个体亦较难挤出精液，其成熟度较难鉴定。长吻鮠、瓦氏黄颡鱼等雄性腹部具三角形生殖突，可根据生殖突外观颜色来确定成熟度，性成熟良好个体生殖突乳白色，生殖突顶部充血，呈红色针尖状；成熟度差的个体则整个生殖突肉红色，顶部与生殖突颜色无异。

2. 雌亲鱼

(1) 外形观察

成熟雌鱼腹部明显膨大，后腹部生殖孔附近饱满、松软且有弹性，生殖孔红润，将鱼腹朝上托出水面，可见腹部两侧卵巢轮廓明显。亲鱼成熟较好。为避免饱食造成腹部膨大，亲鱼应停食 1~2d。

(2) 取卵观察

用挖卵器（图 1）直接从卵巢中取出卵粒进行成熟度鉴别比外形观察更可靠，但可能造成卵巢损伤。取卵时将挖卵器轻轻插入亲鱼生殖孔，然后偏向左侧或右侧，旋转几圈抽出，便可得到少量卵粒。

将获得的卵粒放在载玻片或培养皿上，可以直接观察卵的大小、颜色及卵核的位置。若卵粒大小整齐，饱满有光泽，全部或大部分核偏位，表明亲鱼性腺发育成熟，可以马上用于催产；如果卵粒小，大小不均匀，卵粒不饱满，卵核尚未偏位，卵粒相互集结成块，不易脱落，表明卵巢尚未发育成熟，需要进一步强化培育；如果卵粒扁塌，无光泽，卵膜发皱，则表明亲鱼性腺已开始退化，不适宜催产。为了使卵核观察清晰，可将卵粒置于培养皿或小瓷盘上，加入少许透明液，2~3min 后，不透明卵核就清晰可见。如果卵核偏向于卵膜边缘，称之为“极化”，此特征说明卵子已成熟，可以进行催产。过熟或退化卵，无核相，则

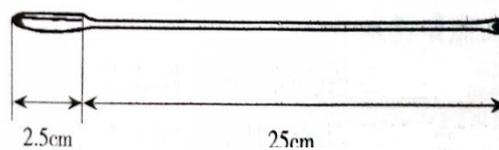


图 1 挖卵器

催产效果差。卵子透明液参考配方：A.浓度 95%酒精 85 份，水 15 份；B.酒精 85 份，福尔马林（40%甲醛）10 份，冰醋酸 5 份；C.松节油透醇（松节醇）50 份，75%酒精 25 份，冰醋酸 25 份。

二、催产剂的配制与注射

（一）催产剂的种类及作用

目前，用于鱼类繁殖的催产剂主要有绒毛膜促性腺激素（HCG）、鱼类脑垂体（PG）和促黄体素释放激素类似物（LRH-A）、地欧酮（DOM）等。

1.绒毛膜促性腺激素（HCG）

HCG 是从怀孕 2~4 个月的孕妇尿中提取的一种促性腺激素，它直接作用于鱼类性腺，具有诱导鱼类排卵的作用，同时也具有促进性腺发育、促进雌、雄鱼性激素产生等作用。

2.鱼类脑垂体(PG)

采自成熟的鲤、鲫（500g 以上的鲤或 300g 以上的鲫），尤以产卵前鲤、鲫的脑垂体质量最好，雌、雄鱼的脑垂体均可。使用 PG 具有显著的催熟效果。

3.促黄体素释放激素类似物(LRH-A)

该激素是人工合成的化学制剂，能促进鱼类雄性精子的生成和雌性卵子的成熟和排卵。

4.地欧酮（DOM）

当气温水温偏低，或气温突然下降，亲鱼性腺还未成熟，卵巢还处在 IV 期初期，用 DOM 与 LRH-A 合用进行催产，能使亲鱼卵巢快速从 IV 期初期达到 IV 期末期，提高催情、催熟和催产效果，有助于产卵率与受精率达到理想阶段。

不同种类亲鱼对不同催产剂的敏感性有很大差异，在催产时必须选取对该种亲鱼最敏感的催产剂，或者几种催产剂互相混合使用，可以提高催产效果，这是由于激素间的相互协进作用。

（二）催产剂的配制

配制药物所用工具以及注射器在使用前都要进行煮沸消毒。

配制催产剂时，应先将雌、雄亲鱼分别称重，计算出各自所需的药物数量和生理盐水（浓度为 0.7%）体积。例如催产草鱼 20 组（雌鱼 20 尾、雄鱼 24 尾），每尾鱼体重为 10kg，则雌草鱼需 LRH-A:20 尾×10kg/尾 ×10μg/kg=2000μg，另加 10%的备用量 200μg，雄鱼剂量减半，则需 LRH-A:24 尾×10kg/尾×5μg/kg=1200g，另加约 10%的备用量 100μg，这样共需 LRH-A 为 3500μg。将上述 3500μg 的 LRH-A 溶解于 70ml 生理盐水中，则每毫升含 LRH-A 为 50μg。这样根据每尾亲鱼实际体重计算相应的剂量，如一尾雌草鱼亲鱼实重 12kg，则注射 2.4ml，即实际注射 120~150μg 的 LRH-A，而一尾雄亲鱼实重 10kg，则注射 1.0ml，即 50μg 的 LRH-A，以此类推。

（三）催产剂的注射

1.注射剂量

注射剂量受亲鱼种类、性腺发育成熟度、水温、催产药物质量等因素影响，生产上应灵活掌握。温度较低或者亲鱼性腺发育成熟度差时，剂量可以适当提高；催产早期或者末期，剂量可适当提高；性腺发育成熟度好，可以适当降低剂量。一般情况下，雄鱼按雌鱼剂量减半注射，性腺发育程度较好的雄鱼可以不注射催产剂。

2.注射方法

催产剂注射包括体腔注射法和肌肉注射法。对于有鳞鱼类须采用前者，而无鳞鱼类则可使用后者。注射时，对于大规格亲鱼可由2人操作，一人托住鱼，露出注射部位，并用手轻轻蒙住鱼眼防止光照刺激，且使鱼不离水，否则亲鱼极易挣扎可能导致受伤，另一人持针待鱼基本安定后注射；对于小型亲鱼，可由一人独立操作。注射器可选用1mL、5mL、10mL或兽用连续注射器，针头6~8号均可，用前需煮沸消毒。注射前应将注射液摇匀，并完全排除注射器中的空气。

(1) **肌肉注射** 在背鳍基部与鱼体侧线之间的部位，针头与体轴呈45°角刺入肌肉（图1），缓缓注入药液，进针深度约3cm。在注射过程中，当针头刺入鱼体后，若亲鱼突然挣扎扭动，应迅速拔出针头，不要强行注射，以免针头弯曲或划破亲鱼体表造成出血发炎。

(2) **体腔注射** 在胸鳍基部无鳞处的凹入部位（图2），将针头朝鱼体前方与体表成30°~45°角刺入1.5~2.0cm，然后将注射液缓缓注入鱼体内。针头刺入鱼体不能过深，否则易伤及心脏，引起亲鱼死亡。



图1 肌肉注射



图2 体腔注射

3.注射次数

注射催产剂常用一次注射、二次注射两种方法，极少数采用三次注射。一次注射就是将催产药物一次性注入亲鱼体内，二次注射就是将催产药物分两次注入鱼体内。采用二次注射时，一般第一针注射药量偏低，占总预定药量的10%~20%，第二次将剩余药量全部注射入亲鱼体内。二次注射有利于卵母细胞的成熟，性腺发育不好的亲鱼采用二次注射可避免引起亲鱼的生理过激反应而引起卵子成熟和排卵过程不一致，从而影响产卵和受精效果。

两次注射的针距主要根据水温而定，水温较低，针距时间间隔可以稍微长些；水温高，针距可以短些，一般为6~12h。性腺发育较差的亲鱼，可以适当延长针距，并以流水刺激，利于亲鱼的发情、产卵。

4.效应时间

亲鱼自末次注射催产剂到发情产卵所需的时间称为效应时间。效应时间的长短与亲鱼种类、催产剂种类、水温、注射次数以及水质条件有关。不同种类催产剂的靶器官存在差异，效应时间也不同，注射PG或HCG的效应时间均要短于LRH-A；两次注射效应时间要短于一次注射效应时间；亲鱼性腺发育好，效应时间较短，发育差，效应时间较长；水温高，效应时间短，水温低，效应时间长。

任务3 鱼类的产卵与受精

一、自然产卵、受精

亲鱼经过人工催产后，移入产卵池，保持流水刺激。发情亲鱼高度兴奋后，常常见到雌鱼被几尾雄鱼紧紧追逐，摩擦雌鱼腹部，甚至将雌鱼抬出水面，有时雌、雄鱼急速摆动身体，或腹部靠近，尾部弯曲，扭在一起，颤抖着胸、腹鳍产卵、排精。这种亲鱼自行产卵、排精，完成受精作用的过程叫自然产卵受精（图3-1）。

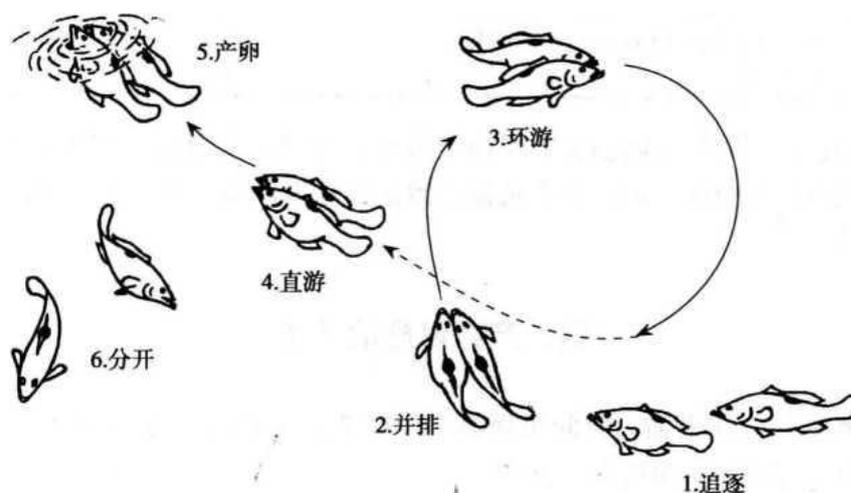


图3-1 鱼类自然产卵受精

(麦贤杰, 2005)

二、人工授精

人工授精的关键在于准确掌握效应时间。过早地拉网挤卵，不仅挤不出，还会因惊扰而造成泄产；若过晚则错过了生理成熟期，鱼卵受精率低，甚至根本不能受精。

1.精液制备

成熟的雄亲鱼大多数种类可人工直接挤出精液。然而，鲇形目一些鱼类，如黄颡鱼、长吻鮠等由于雄鱼的精巢呈树枝状，精液很难挤出，人工授精时需“杀雄取精”，先剪断雄鱼鳃、动脉放血，避免血液污染精巢，剖开雄鱼腹部后迅速将整个精巢摘出，放在研钵中研磨，得到精巢液。精子在水中存活的时间极短，一般在 30s 左右，所以需尽快进行人工授精，否则精子活力下降导致受精率降低。

2.人工授精方法

(1) 干法人工授精

干法受精将发情至高潮或到了预期发情产卵时间的亲鱼捕起，一人抱住鱼，头向上尾向下并用手按住生殖孔（以免卵流到水中），另一人用手握尾柄并用毛巾将鱼体腹部擦干，随后用手柔和地挤压腹部（先后部，后前部），先把鱼卵挤于盆中（每盆可放 20 万粒左右，千万不要带进水），然后将精液挤于鱼卵上，用羽毛或手均匀搅动 1min 左右，再加少量清水拌和，静置 2~3min，慢慢加入半盆清水，继续搅动，使精子和卵子充分结合，然后倒去混浊水，用清水洗卵 3~4 次，当看到卵膜吸水膨胀后便可移入孵化器中孵化。

(2) 湿法人工授精

在脸盆内装少量清水，每人各握一尾雌鱼或雄鱼，分别同时将卵子和精液挤入盆内，并用羽毛轻轻搅和，使精卵充分混匀，之后，操作步骤同干法人工授精。

(3) 半干法人工授精

简单来说就是将雄鱼精液先用 0.7%生理盐水稀释后再与挤出的卵子混合的授精方法。

人工授精过程中应避免亲鱼的精子和卵子受阳光直射。操作人员要配合协调，动作要轻、快、准。否则，易造成亲鱼受伤，人工授精失败，并引起产后亲鱼死亡。

任务 4 受精卵的孵化与管理

一、孵化设施

1.孵化桶

孵化桶是用白铁皮、塑料或钢筋水泥制成的漏斗形孵化器（图 4-1）。孵化桶大

小根据需要而定，一般以容水量 250kg 左右为宜。孵化桶的纱窗可用铜丝布或筛绢制成，规格为 50 目左右。孵化桶进水在漏斗底部，由桶上端纱窗处出水，水由下而上，鱼卵也随之翻动。

2. 孵化环道

孵化环道是用水泥或砖砌成的环形水池，其大小根据生产规模确定。孵化环道具有容量大、省劳力、操作方便、经久耐用、孵化率高等优点，但一次投资较大，设计和施工技术要求高，建造场所必须具备方便的水源，有一定局限性。

圆形孵化环道（图 4-2）有单环和多环之分。直径小型为 3~4m，大型为 8m，环道宽 1m，深 0.9m，分别可容水 7t 和 20t，一次容纳受精卵数量可达 700 万粒和 1500 万粒。由于水在环道内围绕圆心做等圆周运动，因受离心力的作用，受精卵靠环道外侧密，内侧稀，垂直和水平分布不均匀。



图 4-1 孵化桶



图 4-2 孵化环道

3. 孵化槽

一般建在地面上，也可低于地面。由槽体、进水管、排水管、过滤纱窗组成。

（图 4-3）槽长度为 3.0m，宽 1.5m，深 1.2m，槽壁上半部设一排水管或沟。底部设两排喷嘴（5 个），呈鸭嘴形状，使喷出水流由下向上滚动，经纱窗流出槽外，底部向喷水方向稍有倾斜，前端有一方形或圆形出苗孔，由暗管通向集苗池。

4. 孵化池

孵化池（图 4-4）一般为砖和水泥砌成的长方形水池。在池壁有进水管，池内有排水管道，池底有安装增氧管道。



图 4-3 孵化槽



图 4-4 孵化池

二、受精卵的孵化

（一）漂流性卵的孵化（以四大家鱼为例）

家鱼属敞水性产卵类型，其卵子的孵化需要充足的溶氧和一定的流水。漂浮性卵一般在孵化环道中流水孵化，孵化密度为 100 万粒/m³。受精卵刚放入时，水流不宜太大，一般水流速度为 0.15~0.30m/s，以卵刚好呈漂浮状为宜。在胚胎发育过程中，可适当增大水流以保持氧气的足够供应。在孵化时要注意遮阳，仔鱼出膜后不要立即移出，而是待到鳔充气（出现“腰点”）、卵黄囊基本消失、能开口摄食后再出苗。

（二）黏性卵的孵化（以鲤为例）

1.池塘孵化

目前生产上多直接使用鱼苗培育池进行孵化，以减少鱼苗转塘的麻烦和损失。将粘有鱼卵的鱼巢放入池中水下 10cm 即可孵化，每 666.7m² 水面可放 30 万~50 万粒卵（以下塘鱼苗 20 万为准）。鱼苗刚孵出时，不可立即将鱼巢取出，此时鱼苗大部分时间附着在鱼巢上，靠卵黄囊提供营养，到鱼苗能主动游泳觅食时，才能捞出鱼巢。

2.脱黏流水孵化

鲤的黏性卵在人工授精后 2~3min,通过去黏性处理，便可用四大家鱼的孵化设备进行流水孵化。常用于孵化的鱼卵脱黏方法有以下两种。

（1）泥浆脱黏法 先用黄泥土与水混合成稀泥浆水，一般 5kg 水加 0.5~1kg 黄泥，经 40 目网布过滤。脱黏方法是先将泥浆水不停翻动，同时将受精卵缓慢倒入泥浆水中，待全部受精卵撒入泥浆水中后，继续翻动泥浆水 2~3min。最后将脱黏受精卵移入网箱中洗去多余的泥浆，即可放入孵化器中流水孵化。

（2）滑石粉脱黏法 将 100g 滑石粉即硅酸镁加 20~25g 食盐溶于 10L 水中，搅拌成悬浊液，即可用来脱除有黏性的鲤鱼卵 1~1.5kg。操作时一边向悬浊液中慢慢倒入鱼卵，一边用羽毛轻轻搅动，经 30min 后，受精卵呈分散颗粒状，达到脱黏效果。经漂洗后放入孵化器中进行流水孵化。

（三）浮性卵的孵化（以石斑鱼为例）

石斑鱼产浮性卵，可以在孵化环道、水泥池、土池中人工孵化，生产上大多采用孵化桶在室内孵化，每立方米水体孵化密度不宜超过 80 万粒，在桶中央放置一气石，气流速度以能使鱼卵或仔鱼较均匀悬浮在水中为宜。

（四）沉性卵的孵化（以虹鳟为例）

虹鳟的受精卵吸水膨胀后，放入孵化器进行孵化。通常在孵化室内进行，避免阳光直射。目前广泛采用孵化桶或平列孵化槽，孵化用水自下部流经全部鱼卵后从上部溢出。

三、孵化管理

精心管理是提高孵化率的关键措施之一。鱼卵孵化期间，孵化环境包括水温、溶氧、盐度、酸碱度、水流速度、敌害生物和病害控制等因素必须有利于鱼类胚胎发育。

孵化前，必须将孵化器材（如孵化桶、鱼巢等）洗刷干净并消毒，并防止孵化器漏水跑苗。鱼卵孵化过程中，应密切注意氧气供给。孵化期间要根据胚胎发育时期分别给予不同的水流量或充气量，孵化初期水流量过大，充氧量过大会破坏卵膜，造成卵膜早溶，从而影响孵化率。孵化中期，随着胚胎发育耗氧量增加，应增加水量或充气量，保证胚胎正常发育。溶氧量降低、密度增大和水温升高，能使孵化酶分泌量增多，从而加快脱膜和溶膜速度，所以为了加速胚胎出膜速度以及出膜整齐度，可在即将出膜时停水、停气 5~10min 或添加 100~150g/L 的 1398 蛋白酶，可使卵膜在 8~25min 内溶解完毕，不会影响孵化率。出膜后，为防止鱼苗沉底造成缺氧窒息，可适当加大充气量或水流量。仔鱼平游期后，应适当降低充气量或水流量，避免鱼苗顶水消耗体能。

同时，定期检查水温、水质和胚胎发育情况，及时清理卵膜和代谢产生的污物，保持水质清新，预防病害及敌害生物的影响。

四、影响孵化的环境因子

受精卵孵化过程中，水温、溶解氧、盐度、光照、混浊度、敌害生物等因子均影响胚胎发育，如果环境因子不适宜，就会大大降低孵化率。

1.水温

水温是胚胎发育的重要因素之一，受精卵孵化所需温度范围随亲鱼种类而变化。在适温范围内，随着温度升高胚胎发育速度加快，当水温过低时，胚胎发育速度减慢，显著延迟仔鱼孵化，且会导致胚胎成活率急剧下降；当超出适宜温度范围时，胚胎发育停滞或不能正常发育，导致孵化率下降，畸形率上升。

2.溶氧

鱼类胚胎个体发育耗氧率存在较大差异，同种不同个体之间、不同种之间胚胎发育所需要氧气均不同，发育时期不同差异也较大，随着胚胎的发育，耗氧量逐渐增加。

3.水流

流水式的孵化工具，如孵化桶、缸、槽和孵化环道等，均是满足胚胎发育需氧等条件而设计的。受精卵在流动的水体中孵化时，可以得到充足的氧气，且流水可以溶解并及时带走胚胎代谢产物，减少水质污染；流水还能刺激孵化酶的分泌，使仔鱼提前出膜，鳊受精卵在流水孵化环道中孵化要比在静水中孵化快得多。

4.光线

鱼类胚胎发育对光的反应具有遗传因素。因此，光线对不同生态类群的鱼类胚胎发育有着不同的影响。鲟卵在有光线条件比在黑暗条件下胚胎发育速度平均要快18~26h。而且，在有光线情况下发育孵出的仔鱼个体较长和较重。黄鳝受精卵的发育需要有光的条件，500-1 500 lx 范围时孵化率较高，在这范围内随着照度的升高出膜时间逐渐缩短，但不能超过 1 500 lx，否则孵化率下降。直射的光线对于产卵于石砾中的鲑鳟鱼类的胚胎发育不利，引起胚胎畸形率增加。一般来说，浮性卵发育所需的光照强度比沉性卵、尤其是比埋在砂下的卵要强一些。

5.盐度

许多海水鱼类受精卵在自然海水的盐度低或高的较大范围内保持其形态不发生改变，当盐度过高或过低时，卵膜难以调节细胞与周围介质之间的物质平衡，会发生卵细胞损伤；不同盐度会造成受精卵沉浮性变化，盐度低时会导致完全沉性，较高时会导致完全浮性，完全沉性和完全浮性均不利于孵化。

6.敌害生物

在孵化中，小虾、小鱼、蝌蚪、桡足类等对鱼卵和鱼苗构成严重危害，敌害生物的危害程度与卵的密度、敌害生物的数量以及接触时间密切相关。

练习与思考

1. 如何进行亲鱼的选择
2. 如果通过表观特征鉴别亲鱼雌雄?
3. 如何鉴别亲鱼性腺的成熟度?
4. 人工催产常用药物有哪些? 如何配制催产药?
5. 鱼类人工授精的方法有哪些?授精过程需要注意什么问题?
6. 受精卵孵化需要主要什么问题?
7. 影响受精卵孵化的因素有哪些?

项目五 罗非鱼、加州鲈的人工繁殖

任务 1 罗非鱼的人工繁殖

一、亲鱼来源、选择和培育

1. 亲鱼的来源

用于苗种生产的亲鱼应来源于国家发放生产许可证的良种场，尼罗罗非鱼亲鱼种质量应符合《尼罗罗非鱼》（SC/T 1027—2016）的规定，奥利亚罗非鱼的形态特征和亲鱼种质性状应符合《奥利亚罗非鱼》（SC/T 1042-2016）和《奥利亚罗非鱼亲鱼》（SC/T 1045—2001）的规定，SC/T 1140-2019，莫桑比克罗非鱼亲鱼种质量应符合《莫桑比克罗非鱼》（SC/T 1140-2019）的规定。

2. 亲鱼的选择

要求体质健壮，性腺发育良好，雌亲鱼个体体重 ≥ 5400 g，雄亲鱼个体体重 ≥ 450 g，亲鱼年龄为2~4龄。

3. 亲鱼的培育

(1) 培育池 亲鱼培育池面积1300~4000 m²，水深0.8~1.5 m，土质为壤土或砂壤土，池底淤泥小于10 cm，配备增氧机（1.5 kW）、投饵机和水泵等机械设备。亲鱼放养前应对池塘进行清整和药物清塘。加注河水、湖水和水库水，用60~100目筛绢网过滤。

(2) 亲鱼的筛选和放养 选留亲鱼应该从鱼苗培育就开始，采用专池疏放单养，避免混杂。鱼种培育阶段的放养密度为1000~1500尾/亩。个体体重达100 g时进行第一次筛选，选留率为50%；个体体重达250 g时进行第二次筛选，选留率为60%；个体体重达400 g时，进行第三次筛选，选留率为70%。产前培育雌雄亲鱼应分塘饲养，放养密度为600~800尾/亩。

(3) 饲养管理 利用注水和水深调节池水温度；每隔10~15 d注水或换水一次；使用水质和底质改良剂、微生态制剂等调节水质。

投喂粗蛋白质含量为30%~35%的配合颗粒饲料，每天投喂2~4次，日投饵量占亲鱼体重的1%~3%。投饲按“四定”原则，池水保持“肥、活、嫩、爽”。

亲鱼培育专人管理，每天巡塘2~3次，观测水温、溶解氧、pH等，做好亲鱼登记、饲养管理档案和记录。

二、雌、雄鱼及成熟度的判别

雌鱼腹部有三个孔，即肛门、生殖孔和泌尿孔，肛门后部有一小生殖突起，泌尿孔在生殖突起的顶端，生殖孔开在肛门和泌尿孔之间，为“一”字形的狭长开口，与生殖突垂直。雄鱼只有两个开孔，即肛门和尿殖孔，肛门后部生殖突起上仅为1个孔，即泄尿、生殖合为一孔。在繁殖季节，雄鱼体色鲜艳，呈深紫色或紫褐色，背鳍、胸鳍、尾鳍边缘呈艳丽的桔红色，雌鱼体色则呈灰黄色。性成熟的雌鱼在生

殖季节性腺轮廓也不明显，性腺成熟好的雌鱼，顺着卵巢方向稍用力挤压，能挤出卵，且卵粒游离，饱满有弹性。

如果鱼口中有卵，则是刚产过卵不久，不能用于催产如果不能挤出卵或挤出的卵大小不均，且粘连在一起，则成熟度不够，不适合催产如挤出的卵粒无光泽，塌扁，用手轻碰就破裂，则过熟不适合催产。性成熟的雄鱼轻挤腹部，会有透明、稍粘稠的液体从尿殖孔射出。

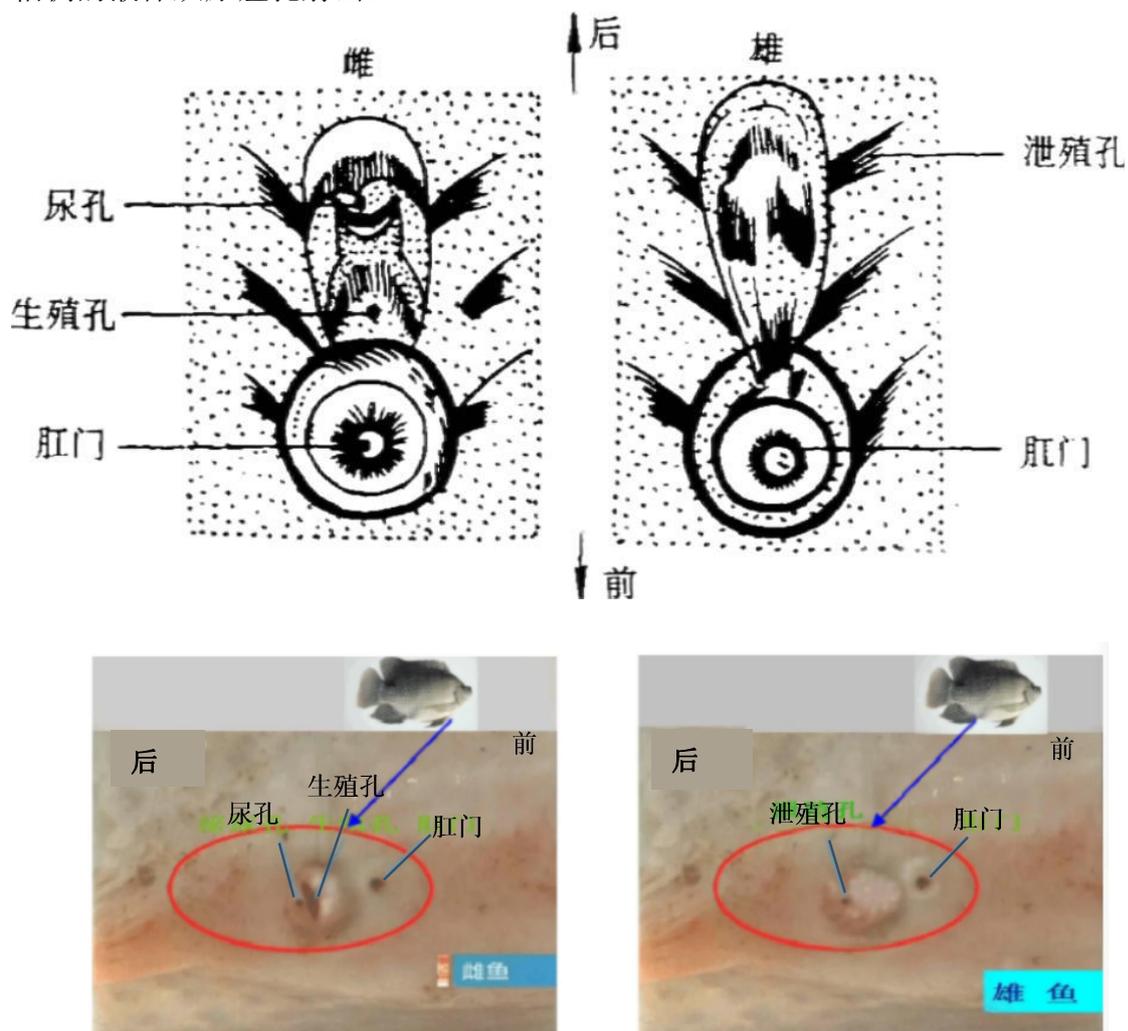


图 罗非鱼雌、雄生殖器外形

三、人工繁殖技术

1. 产卵池和孵化设施

罗非鱼以自然受精方式繁殖选用土池为宜，亲鱼放养前 15 天，按常规方法对繁育池进行清整消毒。进行人工授精方法繁殖时，产卵池为 1.2 m × 0.8 m × 1.0 m 的玻璃水簇箱，池水用曝气 3 天以上的自来水，鱼卵在玻璃培养缸和或孵化同中孵化。

2. 亲鱼放养与雌雄搭配

池塘水温回升并稳定在 20℃ 以上时，即可放养亲鱼。选取体质健壮、性腺发育

良好的罗非鱼雌鱼和雄鱼按 3:1 比例放养, 每亩放养雌亲鱼 600 尾, 雄亲鱼 200 尾。雌鱼成熟个体生殖孔突出, 微红色; 雄性个体泄殖孔大而突出, 轻压腹部有精液流出。

3. 产卵管理

亲鱼放入繁育池后, 应加强饲养管理, 保持池塘水质清新, 溶解氧充足, 适时加注新水, 保持适宜水温, 刺激亲鱼发情产卵。当水温稳定在 22℃ 以上时, 亲鱼并池 4 周后就可以看到亲鱼发情、做窝交配和产卵现象。在雌鱼做窝期间, 常有雄鱼与之嬉咬、追逐、打转, 直到雌鱼产卵, 雄鱼排精。卵分数次产出, 每次间隔 2~3min, 产出的卵粒随即吸入口中, 鱼卵在雌鱼口腔内孵化。150g 的雌鱼产卵 1200 粒左右。再过 7~10 天, 可见池边有鱼苗成群游动, 遇惊吓即被雌亲鱼吸入口中(即护幼行为), 此时已繁苗成功。

4. 出苗

当鱼苗脱离母体独立生活, 尚未散群时, 便可开始捞苗。见到池边有未散群的鱼苗后, 采用 40 目筛绢网制作成三角抄捞网, 或网口 100 cm × 50 cm, 网长 4~8 m 的袖(拖)网, 沿池塘四周捕捞鱼苗, 每天日出前捞取, 随见随捞, 防止大鱼苗吃小鱼苗, 提高鱼苗存活率; 或用密网每 10 天左右全池捕捞一次。鱼苗移至苗种池培育。集中一批, 培育一批, 使相同规格的鱼苗同步同期培育, 避免因个体差异而互相残食。操作要求操作仔细、轻巧, 避免鱼苗损伤。捞苗应选择在晴天的上午进行。在夜晚捞苗, 可利用鱼苗的趋光习性, 用灯光诱捕鱼苗。

5. 催产与人工授精

采用一次注射法, 胸鳍基部注射, 剂量为雌鱼 4 mg DOM + 6μg LRH~A/kg, 雄鱼减半, 每尾鱼的注射量控制在 1mL 内。催产后的亲鱼按雌雄比 1:1 放入水族箱中, 每个水族箱放 5~7 对亲鱼, 增氧泵 24 小时增氧。鱼发情时, 将雌、雄亲鱼捞起, 用毛巾擦干, 将雌鱼卵和雄鱼精液挤入小瓷盆中, 用羽毛搅动 1min, 再加入适量的生理盐水, 静止放置 2~3min 后, 倒去生理盐水, 然后将受精卵进行孵化。每隔 15d 左右做一次人工繁殖试验, 每次从 400 尾雌鱼中能挑选出 6~10 尾成熟度好的亲鱼, 计算催产率。

6. 效应时间和产卵行为

水温 26~28℃ 时, 效应时间为 28~36h。产卵前, 个体之间因占地盘不停地打斗, 雄鱼一般势强, 占据水族箱的下层和水族箱边角处, 雌鱼一般势弱, 多被赶到水族箱上层。快要产卵时, 雌鱼生殖孔会突出 3~5mm, 通常会下沉到水族箱底部, 占据一处, 并有做窝行为: 不时地将占据处的杂质、脏物衔开。

7. 受精卵孵化与胚胎发育观察

将受精卵转移到培养皿或培养缸中静水孵化, 每个培养皿放卵 50~100 粒, 培养缸放卵 200~300 粒。每 2h 用吸管吹动鱼卵 1 次, 发现破卵、死卵立即吸除, 定期使用水质检测分析仪检测水质, 定时换水, 保持水质清新。胚胎发育观察的材料为人工授精的受精卵, 在实验室内孵化并进行连续观察记录。观察期间孵化水温是 26~28℃。

受精卵吸水后膨胀, 饱满且富有弹性, 卵膜透明, 在解剖镜下可清楚地看到胚胎发育情况。受精卵 30min 左右形成胚盘, 开始细胞分裂, 胚胎发育经过胚盘形成期、卵裂期(2 细胞期, 4 细胞期, 8 细胞期, 16 细胞期, 多细胞期), 囊胚期(高囊胚期, 平囊胚期)、原肠期(原肠初期, 原肠中期, 原肠末期)、神经胚期(神

经胚期，胚孔封闭期）、器官形成期（视泡形成期，听泡形成期，心脏形成期）、血液循环期和出膜期。水温 26~28℃时，受精卵孵化时间为 78~90h，整个胚胎发育期积温约需要 2100℃·h。

四、苗种培育技术

1. 池塘培育

鱼苗培育池面积 0.07-0.27 hm²，水深 1.2-1.5 m；要求池底平坦、为砂壤土，淤泥厚度小于 20 cm，靠近水源，注排水方便，配备增氧机。放养鱼苗前 7~10 d 清塘、注水、施肥，培养天然生物饵料，鱼苗适时下塘。鱼苗放养密度为 16 万~20 万尾/亩。鱼苗全长 3cm 前，可投喂鱼糜浆、水丝蚓或豆浆等；每天投喂 2~3 次，沿池边泼洒。鱼苗全长 3cm 后，可以投喂微颗粒配合饲料。

2. 水族箱培育

人工授精孵化的鱼苗出膜 3d 后，腹腔背部出现鳔点，肠管与肛门相通，开始投喂鸡蛋黄、轮虫等或小型枝角类和桡足类，一周后投喂粉状配合饲料。鱼苗开口后 7~10d 在培养缸中培养，之后放入水族箱培养，长到 2~3cm 时放入池塘养殖。

3. 网箱培育

设置网箱的水体面积≥10 亩，水深≥2m，每亩水面设置网箱 200~300m²。网箱规格为长 10 m、宽 2 m、高 1 m，网衣为尼龙材料，网目 40 目。由鼓风机充气供氧，网箱内设充气头。每亩水面配备水车式增氧机 1 台（1.0~1.5kW）。

鱼苗放养前 7~10 d 清塘、注水、施肥，培养天然生物饵料。放养前 4~5 d 设置网箱，鱼苗放养密度为 6 000~8 000 尾/m。

每天投喂轮虫和配合饲料 4~5 次。配合饲料为罗非鱼苗种专用饲料，蛋白质含量 40%以上。每 5~7d 清洗或更换网箱 1 次，保证水流和水交换畅通。

4. 水泥池流水培育

水泥池规格 8m×5m×1.5m，采用充气增氧方法。每平方米放养鱼苗 3000~4 000 尾。饲养管理和喂养方法参照网箱培育方法。

任务 2 加州鲈的人工繁殖

一、亲鱼来源、选择和培育

1. 亲鱼的来源

由原产地引进，并经病害和种质鉴定的原种的亲鱼，或由鱼苗、鱼种经专门培育成的亲鱼，及由持有良种生产许可证的良种场生产的鱼苗、鱼种经专门培育成的亲鱼。近亲繁殖的后代不得留作亲鱼。

2. 亲鱼的选择

亲鱼的种质特性符合《大口黑鲈》（GB 21045-2007）的规定。体形、体色正常，体质健壮，无疾病，无伤残和畸形。

加州鲈初次性成熟年龄为 1 龄以上。允许繁殖亲鱼的最小年龄为 2 龄以上，最小体重 0.6 kg。允许繁殖亲鱼的最大年龄为 5 龄以上。

加州鲈鱼成熟亲鱼的选择标准是：雌鱼卵巢轮廓十分明显，腹部均匀膨大、柔软弹性强，体侧鳞片排列疏松，用手拍腹壁，会有卵巢晃动和松软的感觉，生殖孔稍凸、微红色，有些个体轻压腹部有卵粒流出。雄鱼轻压生殖孔前 3cm，有乳白色黏稠状的精液流出，即为性腺发育良好。

繁殖季节成熟的雌亲鱼鲤盖光滑，胸鳍较圆，腹部膨大，卵巢轮廓明显，生殖孔稍凸、微红色，有些个体轻压腹部有卵粒流出。雄亲鱼体形瘦长，胸鳍狭长，生殖孔凹陷，繁殖季节体色较鲜艳，鲤盖较粗糙，轻压腹部有乳白色精液流出。

1. 亲鱼培育

(1) **亲鱼放养** 池塘培育池面积 0.2~0.7 hm²，水深 1.5~3.0 m，土质为砂壤土，淤泥厚度小于 10 cm。靠近水源，水质良好，注排水方便。具有增氧机和水泵等设备。

亲鱼夏秋季和越冬可采取混养，以加州鲈亲鱼为主，少量搭养其他鱼类。春季亲鱼采用单养，繁殖前雌、雄亲鱼分池饲养，雌、雄亲鱼比例为 1: 1。加州鲈亲鱼适宜放养密度为 250~300 kg/亩。

(2) **饵料及投喂** 培育期间以投喂小鱼、小虾为主，每日投喂量为亲鱼体重的 3%~5%。每隔一段时间可向池中放一些抱卵虾，让其繁殖幼虾供亲鱼捕食，使培育池中经常保持饵料充足，以满足亲鱼性腺发育对营养的需要。

(3) **水质调控** 加州鲈喜清水和高溶氧，所以培育亲鱼的池塘要经常加注新水调节水质，池水透明度大于 30 cm，溶氧含量大于 5 mg/L，COD 小于 50 mg/L，氨氮小于 1.0mg/L，亚硝酸盐小于 0.1 mg/L。

二、雌、雄鱼及成熟度的判别

加州鲈鱼雄鱼在生殖季节胸鳍出现大量的珠星，用手摸有粗糙感；雌鱼胸鳍用手摸则感觉光滑。性腺发育成熟的雌亲鱼腹部膨大，卵巢轮廓明显，生殖孔稍凸、微红色，有些个体轻压腹部有卵粒流出。雄亲鱼体形瘦长，胸鳍狭长，生殖孔凹陷，繁殖季节体色较鲜艳，鲤盖较粗糙，轻压腹部有乳白色精液流出。

三、人工催产技术

1. 催产季节和水温

加州鲈春季4~6月繁殖，适宜水温18~26℃，最适水温20~24℃。

2. 人工催产

加州鲈在池塘中能自行产卵繁殖，但产卵不集中、不同步，产卵率、孵化率不高，孵出鱼苗有先有后，随着其生长，个体大小不齐，相互残杀严重。采用人工催产和人工孵化可提高繁殖和育苗效率。

(1) **产卵池** 一般采用水泥池，面积10~70 m²，水深80~120 cm。水源充足，水质良好，注排水方便，设充气增氧装置。加州鲈自行产卵，需为亲鱼提供产卵床和鱼巢。产卵床是在池底四周每隔1.5 m摆放一个60 cm × 60 cm × 15 cm的木框，木框内铺沙砾和鱼巢（聚乙烯网片或棕榈树皮）。产卵池、产卵床和鱼巢在使用前用高锰酸钾消毒。

(2) **注射催产剂** 一般采用一次注射，使用催产剂和剂量分别为：每千克雌亲鱼使用促排卵素2号或3号（LHRH-A₂或LHRH-A₃）4~5 μg、马来酸地欧酮（DOM）1-2 mg和鱼用绒毛膜促性腺激素（HCG）600-800 IU。

采用体腔（胸鳍基部）或肌肉（背鳍基部）注射，每尾亲鱼注射催产剂体积为1~2 mL。雄亲鱼注射催产剂与雌鱼相同，催产剂剂量为雌鱼的1/2。

3. 自行产卵

产卵池事先要布置产卵床和鱼巢，加注水深60~80 cm。亲鱼注射催产剂后放入产卵池，适宜密度为1尾/m²，雌雄比例为要求水质清新，溶氧在5 mg/L以上，最好是微流水。亲鱼适应环境后，雄鱼会先修筑鱼巢，雌雄自动配对后占据产卵窝产卵。要保持环境安静和水温稳定。水温22~26℃时效应时间为18~30 h。雄鱼不断用头部顶撞雌鱼腹部，当发情到达高潮时，雌、雄鱼腹部互相紧贴产卵射精；繁殖行为重复多次，持续时间达10~12 h。产卵结束后，及时捕出亲鱼，收取鱼巢和鱼卵。

4. 人工授精

(1) **授精操作** 亲鱼注射催产剂后放待产池暂养，到了效应时间实施人工将雌亲鱼提起，用手堵住生殖孔，防止卵粒外流。把鱼体表面水分擦干，轻轻挤压雌鱼腹部，由前向后把卵挤落在干净干燥的盆中。反复挤压亲鱼腹部，直至无卵粒流出为止。将雄亲鱼鱼体提起，用手堵住生殖孔，防止精液外流。把鱼体表面水分擦干，轻轻挤压亲鱼腹部挤出精液。可以把精液直接挤于卵上；也可以把精液挤到干净干燥的烧杯中，存放在1~4℃条件下暂时保持，使用时用干净的吸管滴到卵上。挤出的卵和精液在无水分或等渗液的盆中混合均匀后，立即加入洁净海水并迅速搅拌1~3 min完成受精。再静置2 min，然后将精液和脏水滤出。进行受精卵计数，布巢或脱黏后移入孵化器中孵化。

(2) **受精卵着巢和脱黏** 着巢操作是在大水槽内进行的。在水槽内加入清水，在水槽底铺放鱼巢，然后取少许受精卵缓缓置于水槽内，同时搅动水并提起和摆动鱼巢，使受精卵均匀地散落和附着在鱼巢上。如此操作，可使鱼巢正反面都附着受精卵。

受精卵的脱黏使用滑石粉或黄泥浆。①脱黏液制备：取适量的滑石粉或黏土黄泥，用水浸泡、搅拌；稍静置后，将浆水倒入另一大盆中沉淀备用。②脱黏操作：取受精卵少许，缓缓向滑石粉或黄泥浆中加入，边加入卵边搅拌，不停搅拌10~15 min，直至卵完全分散开，以不结成块状为原则；然后将受精卵放筛绢网中用清水冲

洗干净。

四、人工孵化技术

1. 孵化时间

加州鲈胚胎发育时间与水温相关。孵化水温 18~21℃，孵出仔鱼需 45 h 左右；水温 24~26℃ 需孵化 30 h 左右。初孵仔鱼黏附在鱼巢上或做间歇运动，3 日龄仔鱼可自由游泳，卵黄囊吸收殆尽，开始摄食。

2. 着巢卵的孵化

(1) 将受精卵连同鱼巢悬挂在土池塘（或网箱）水层中静水孵化，此法中池塘既作为孵化池，又是鱼苗培育池，所以要提前 8~15d 彻底清塘，加注清洁水 50~70 cm，培养饵料生物。鱼巢悬挂在水面下 20~30 cm，放卵密度为 1 000~2 000 粒/m²。

(2) 将受精卵连同鱼巢悬挂在水泥池或水槽水层中静水充气和定期换水孵化。受精卵密度为 30 万~40 万粒/m²。

(3) 将受精卵连同鱼巢放入孵化环道中流水孵化。受精卵密度为 50 万~60 万粒/m²。

3. 脱黏卵的孵化

采用人工授精方法获得的受精卵，经过脱黏处理后采用孵化桶（缸）流水孵化。此法的孵化效率很高，卵的投放密度可达 60 万~80 万粒/m²。孵化期间应无敌害侵袭，要求水质良好、水温适宜。

4. 孵化管理

为了提高孵化率，在未受精卵浑浊、发白和密度下降时，将卵全部接出，通过漂洗法清除未受精卵，然后再将受精卵移回孵化桶继续孵化。

孵化用水要经过滤，无敌害生物进入，水质清洁。保持水温稳定，适宜水温 18~24℃；保持水质良好，及时洗刷网罩。受精后 6~8h 统计受精率，仔鱼孵出后（30~40 h）统计孵化率，仔鱼孵出后约 60 h（仔鱼水平游泳时）统计出苗率。

练习与思考

1. 如何区分罗非鱼的雌雄？
2. 罗非鱼育苗培育场址选择应考虑哪几方面的因素？
3. 加州鲈亲鱼培育过程注意事项有哪些？
4. 如何提高加州鲈人工育苗成

项目六 鱼苗的培育

依据不同的养殖水体和养殖方法的要求，培育鱼苗可采用多种多样的方法。目前，典型的培育方法主要有三种：静水土池塘培育、室内外水泥池培育和网箱培育。一般来说，淡水鱼类的鱼苗培育多采用静水土池塘培育方法，大多数海水鱼类和部分淡水鱼类的鱼苗采用室内外水泥池和网箱培育方式。这里着重介绍前两种鱼苗培育方式。

任务 1 土池塘的鱼苗培育

一、鱼苗池的选择

1.靠近水源，水源充足，注、排水方便

在鱼苗培育过程中，根据鱼苗的生长发育和水质变化等情况，需要经常加注新水，以逐步加深水位，调节池水肥度，改善水质理化状况，增加鱼的活动空间。这对促进天然饵料生物的繁殖，提高鱼苗的生长率和成活率有重要的作用。

2.池形整齐，面积和水深适宜

鱼苗池最好为长方形，长宽比以 5: 3 为宜，便于饲养管理和拉网等操作。面积一般为 667~2000m²，池塘深度以 1~1.2m 较适宜。

3.池堤坚固，土质好，不漏水

鱼苗池以壤土或砂壤土为好，砂土和黏土均不适宜。砂砾质的池塘，池堤易坍塌和漏水、水质不肥，不利于鱼苗的生长。黏土虽不漏水，保肥力也强，但池水易混浊，对浮游生物的增殖和鱼苗的生长发育不利。

4.池底平坦，淤泥适量

池塘淤泥中含有较多的有机质和氮、磷等营养物质，池底保持 10~15cm 厚的淤泥层，有利于池塘保持肥度，同时降低耗氧和有害气体的产生。池中水草不宜过多，否则会影响浮游生物的繁殖。

5.池塘避风向阳，光照充足

充分的光照，浮游植物的光合作用好，浮游生物繁殖快，池塘溶氧丰富，饵料条件充足，有利于鱼苗生长。

二、鱼苗池的清理

鱼苗池的清理与项目一中养殖水域的环境改良的池塘清理方法类似，因此可参考进行相关操作。

三、静水土池鱼苗培育技术要点

鱼苗阶段对池塘环境条件要求较高，鱼苗放入池塘后能否很快获得适口和优质的天然饵料，提供鱼苗快速生长所需要的营养物质，对培育健壮、整齐和高质量鱼

苗至关重要。因此，采用施肥肥塘、适时下塘、合理密养、精养细喂、分期注水和科学管理等一系列鱼苗培育技术，是保证鱼苗培育阶段的成活率，获得健康鱼苗的关键。

1.合理施肥与适时下塘

(1) 鱼池清塘后浮游生物的演替规律

经过多年的鱼类养殖后，池塘淤泥中储存大量的浮游生物的休眠卵，根据李永函（1985）测定，池塘每平方米有轮虫休眠卵 100 万~200 万个，其中 99%以上被埋在淤泥中，淤泥表面仅占 0.6%。鱼苗池经过清塘注水后，生物群落经历的自然演替过程：首先出现的是那些个体小、繁殖速度快的硅藻和绿球藻类。此时，群落内部极不稳定，种群频繁更替。除各种小型藻类外，还间生着一些鞭毛藻类、浮游丝状藻类和浮游细菌。随后，原生动物和轮虫开始出现，它们以小型藻类和细菌为食，池塘中即有足够数量的原始生产者又有较多的消费者，生态系统中生境与群落间以及浮游生物群落内部趋于暂时的平衡。几天后一些滤食性的小型枝角类（裸腹溞）和大型枝角类（隆线溞等）先后出现。它们与轮虫处在同一营养生态位，但由于枝角类的滤食能力强，处于竞争劣势的轮虫种群数量下降，枝角类居优势地位。枝角类种群密度的增大，代谢产物积累使本身生活条件恶化（食物缺乏和溶氧不足），加上捕食性桡足类如剑水蚤的繁衍和摄食，枝角类的数量逐渐下降。最后，由各类浮游植物和桡足类组成比较稳定的浮游生物新群落。在水温 20~25℃时时，完成这一过程需 10~15d（表 5-14）。

表 5-14 生石灰清塘后浮游生物变化模式（未放养鱼苗）

（李永函，1985）

项目	1~3d	4~7d	7~10d	10~15d	15d 后
pH	>11	>9~10	9 左右	<9	<9
浮游植物	开始出现	第一个高峰	减少	被枝角类滤食，数量减少	第二个高峰
轮虫	零星出现	迅速繁殖	高峰期	显著减少	少
枝角类	无	无	零星出现	高峰期	显著减少
桡足类	无	少量无节幼	较多无节幼体	较多无节幼体	较多成体

注：水温 20~25℃。

(2) 鱼苗适口饵料生物的培养与适时下塘

鱼苗从下塘到全长 30mm 的夏花，适口饵料生物的变化一般是：轮虫和卤虫无节幼虫-小型枝角类-大型枝角类-桡足类。使鱼苗正值池塘轮虫繁殖的高峰期下塘，不但刚下塘的鱼苗有充足的适口饵料，而且以后各个发育阶段也都有丰富的适口饵料。从生物学角度看，鱼苗下塘时间应选择在清塘后 7~10d，此时池塘正值轮虫高峰期。但是，仅仅依靠池塘天然生产力培养的轮虫的数量并不多，每升仅 250~1000 个，在鱼苗下塘后 2~3d 内就会被鱼苗吃完。故在生产上采用先清塘，然后根据鱼苗下塘时间施有机肥料，促使轮虫快速增殖的方法，保证鱼苗下塘时有充足的适口饵料。一般每 667m²用腐熟发酵的粪肥 150~300kg，在鱼苗下塘前 5~7d（依水温而定）全池泼洒；或每 667m²投放 200~400kg 绿肥堆肥或沤肥，在鱼苗下塘前 10~14d，将绿肥堆放在池塘四角，浸没于水中以促使其腐烂，并经常翻动。施有机肥料后，轮虫高峰期的生物量比天然生产力高 4~10 倍，每升达 8000~10000 个以上，鱼苗下塘后

轮虫高峰期可维持 5~7d。轮虫的繁殖达到高峰期后，视水质肥瘦，每天每 667m²池塘施入经发酵消毒后的粪肥 50kg 或每 3~5d 施入无机肥 7~8kg 作为追肥，尽可能维持轮虫高峰。

要做到鱼苗在轮虫高峰期适时下塘，关键是确定合理的施肥时间。如施肥过晚，池水轮虫的数量尚少，鱼苗下塘后因缺乏大量适口饵料，必然生长不好；如施肥过早，轮虫高峰期已过，大型枝角类大量出现，鱼苗非但不能摄食，反而出现枝角类与鱼苗争溶氧、空间和饵料，鱼苗因缺乏适口饵料而大大影响其成活率。为确保施入有机肥料后，轮虫能大量繁殖，在生产中往往先泼洒 0.2~0.5mg/L 的晶体敌百虫杀灭大型浮游动物，然后再施有机肥料。如鱼苗未能按期到达，应在鱼苗下塘前 2~3d 再用 0.2~0.5mg/L 的晶体敌百虫全池泼洒 1 次，并适量增施一些有机肥料。

在盐度较高的海水和半咸水池塘中，大型桡足类是浮游动物优势种，其无节幼体也是仔鱼适宜的开口饵料。当池塘中轮虫等浮游动物的数量不足时，可从较适合的自然生境中收集优质的浮游动物或其休眠卵，采用人工接种的方法定向培养优质天然饵料来解决鱼苗下塘的饵料问题。

鱼苗适时下塘除了饵料条件要合适外，鱼苗本身生物学特性也是需要考虑的问题。研究表明，鲤、鲢、鳙、草鱼苗的适宜下塘时间在腰点出现期后 12~24h，此时的鱼苗已孵出 4~5d，鱼鳔充气，能平游，处于混合营养阶段，需要开口摄食外界食物。过早下塘，鱼苗活动能力弱，易沉入水底而死亡；过晚下塘，卵黄囊已完全吸收，鱼苗因无法获得足够的开口饵料导致营养缺乏，影响鱼苗培育的成活率。必须强调指出，鱼苗下塘安全水温不能低于 13.5℃，鱼苗下塘时鱼苗池水温在 18~23℃ 比较合适。水温过低，轮虫等浮游动物的增殖太慢，肥水困难，对鱼苗的摄食和生长也不利。

2. 育苗放养

(1) 鱼苗暂养

采用塑料袋充氧密闭运输的鱼苗，鱼体内往往含有较多的二氧化碳，特别是经过长途运输的鱼苗，血液中二氧化碳浓度很高，可使鱼苗处于麻醉甚至昏迷状态（肉眼观察，可见袋内鱼苗大多沉底打团）。如将这种鱼苗直接下塘，成活率极低。因此，经长距离运输的鱼苗，必须先放在鱼苗箱中暂养。暂养前，先将鱼苗袋浸入池内，待鱼苗袋内外水温接近相同（一般需 15~30min）后，开袋将鱼苗缓慢放入池内的暂养箱中。暂养时，应经常在箱外划动池水或采用淋水方法增加箱内水的溶氧。一般经过 0.5~1.0h 的暂养，鱼苗血液中过多的二氧化碳均已排出，鱼苗集群在网箱内逆水游泳，此时可以开始放养。

(2) 饱食下塘

鱼苗下塘前应投喂蛋黄，使鱼苗饱食后下塘，其目的是加强鱼苗下塘后的觅食能力和提高鱼苗对新环境的适应能力。据测定，饱食下塘的草鱼苗与空腹下塘的草鱼苗忍耐饥饿的能力差异很大。同样是孵出 5d 的鱼苗（5 日龄苗），空腹下塘的鱼苗至 13 日龄全部死亡，而饱食下塘鱼苗此时仅死亡 2.1%（表 5-15）。

表 5-15 饱食下塘鱼苗与空腹下塘鱼苗耐饥饿能力测定 (水温 23℃)
(王武, 2000)

草鱼苗处理	仔鱼尾数	各日龄仔鱼的累计死亡率 (%)									
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
投喂蛋黄	143	0	0	0	0	0	0	0.7	0.7	2.1	4.2
不投蛋黄	165	0	0.6	1.8	3.6	3.6	6.7	11.5	46.7	100	—

(3) 放养密度

鱼苗池放养的密度对鱼苗的生长速度和成活率有很大的影响。一般来讲, 在合理的放养密度下, 鱼苗的生长率和成活率都较高; 密度过大则鱼苗生长缓慢, 成活率也低; 密度过小, 虽然鱼苗生长快, 成活率高, 但是浪费水面, 肥料和饵料的利用率低, 使成本增高。确定鱼苗的合理放养密度主要依据池塘条件、鱼苗的种类与体质、鱼苗培育方法以及管理水平等情况灵活掌握。鱼苗体质好, 水源方便, 肥料和饵料充足, 鱼池条件好, 饲养技术水平高, 放养密度可适当大一些, 反之, 放养密度应小些。

目前, 鱼苗培育一般采取单养, 大多数鱼类鱼苗适宜的放养密度一般为每 667m²放养 10 万~15 万尾。草鱼、青鱼、鲤的放养密度应较鲢、鳙、鲫、鳊、鲂等的密度稍小些, 因为在鱼苗培育的中、后期, 草鱼、青鱼和鲤转向吃较大型的浮游动物和底栖动物, 而鱼苗池中这些生物的繁殖能力相对较弱, 如密度较大, 天然饵料不足, 会影响生长。鳊鱼苗生长速度较慢, 放养密度一般较高, 每 667m²放养 40 万尾左右。鳊、鲈、鲟、鲑、石斑鱼、鳗鲡等在合理密养情况下, 应注意适时过筛, 大小分养。

近年来, 北方地区为了提早将鱼苗培育成夏花, 当年养大规格鱼种或食用鱼, 鱼苗放养的密度小些, 每 667m²放养 5 万~8 万尾。长江中下游地区在掌握好鱼苗的适时下塘时, 鱼苗放养密度较一般鱼苗池的密度大, 一般每 667m²放养“四大家鱼”鱼苗 15 万~25 万尾, 当鱼苗长到全长 18~20mm (乌仔头) 时拉网分塘, 降低密度, 再育成较大规格的夏花。这样, 鱼苗生长快、成活率高, 提高了鱼苗培育的生产效率。

(4) 鱼苗放养应注意的事项

鱼苗放养前必须检查鱼苗培育池中是否有敌害生物, 如蛙卵、蝌蚪、有害昆虫、野杂鱼等, 一般采用密网眼拉一两遍加以清除。鱼苗原来所处容器的水温与培育池水温差值不得超过±5℃。温差过大, 必须缓慢调节盛装鱼苗容器的水温, 使之接近于池水温度。必须待清塘药物的药效消失后方可放养鱼苗。一般来说, 清塘后 7d 左右药效基本消失。为保证安全, 最好取一些池水, 先放入少量鱼苗, 经过 7~8h 的“试水”后, 发现鱼苗活动正常, 再放养鱼苗。同一池塘应放同批鱼苗, 不同批的鱼苗个体大小和体质差异过大, 游泳和摄食能力不同, 影响鱼苗培育的成活率, 规格也不整齐。放养鱼苗最好选择在晴天无风的上午进行。有风天应在鱼池的上风处放鱼苗, 若在下风处放, 鱼苗易被风吹到池边致死。

3. 鱼苗饲养方法

我国各地区培育鱼苗的自然条件和历史不同, 饲养方法也不尽相同。下面介绍几种有代表性的鱼苗饲养方法。

(1) 有机肥料饲养法

主要通过向池塘施入有机肥培养轮虫和枝角类等浮游动物为主，适当补充投喂人工饲料的鱼苗培育方法。施肥方式有粪肥、绿肥（大草）和粪肥与绿肥混合施用三种方法。

施粪肥培育鲤科鱼类鱼苗在长江流域比较常见。粪肥一般使用猪、马、牛粪尿和人粪尿较多。将粪肥预先与少量石灰混合后密封，经过充分发酵腐熟。在鱼苗下塘前 8~10d 每 667m²先施基肥 300~400kg 肥水。鱼苗下塘后一般每天施追肥一次，每 667m²施入 50kg 左右，将粪肥加水稀释后向全池均匀泼洒。施肥量和间隔时间必须视水色、溶氧量和天气等情况灵活掌握。培育鲢、鳙的鱼苗池，水色以褐绿或油绿色为好，草鱼池应呈茶褐色，肥而带爽，施肥量较鲢、鳙鱼池少，阴雨天或天气突然变化不施肥，施粪肥应掌握少施勤施的原则。

大草施肥是两广地区（广东、广西）培育淡水鱼苗的主要方法。所谓“大草”，原来指一些无毒、茎叶鲜嫩的菊科和豆科植物，现在泛指绿肥。大草施肥的方法是在池边浅水处堆放大草，以 150kg 左右为一堆。晴日 2~3d 后，草料腐烂分解，水色渐呈褐绿色；每隔 1~2d 翻动一次草堆，促使养分向池中扩散，7~10d 后将不易腐烂的残渣捞出。培育鲢、鳙鱼苗的池塘，水质要求较肥，施用大草的数量较多些，一般每 3~4d 每 667m²施 200~250kg。培育草鱼苗的池塘，水质要求稍淡，投草量可少些，鱼苗下塘后每 3d 每 667m²施 150~200kg。如大草不足或饵料生物缺乏，鱼苗生长缓慢时，每天每 667m²投喂米糠或豆饼糊等精料 1.5~2.5kg。也可以用鲜嫩的水草（如凤眼莲、水浮莲等）打成草浆投喂，每天每 667m²施 50~70kg。池塘投放大草后有机物耗氧量增高，池水的溶氧量迅速下降。所以在追肥时必须采取少量多次、均匀投放的方法。

混合堆肥的施用是在池塘边挖好肥料发酵坑，要求不渗漏。将青草和粪肥按 2:1 或 1:1 的比例层层相间放入坑内，用占肥料总量 1% 的生石灰，加水成石灰乳，泼洒在每层青草上（其作用为促进青草发酵腐熟）。肥料堆好后，加水至全部肥料浸没水中，然后用塑料布或用泥土封闭，让其腐烂分解，待腐熟后即可使用。堆肥发酵的时间随气温而不同，20~30℃ 时 10~20d 即可使用。在使用过程中，开坑时间不能过久，否则氮肥会挥发损失，影响肥效。如天然饵料不足，可适量投喂人工饲料。

（2）豆浆饲养法

采用黄豆或豆饼磨成豆浆泼入池中饲养鲤科鱼类鱼苗的方法，江浙一带比较常见。豆浆泼入池塘一部分直接被鱼苗摄食，而大部分则起肥料的作用。所以，目前一般都改为豆浆和有机肥料相结合的培育方法。

大豆磨浆前须先加水浸泡 5~7h，至两片叶子间微凹时，出浆率最高，使用豆饼也要完全泡开。一般每 3kg 大豆可磨成 50kg 豆浆。豆浆磨好后滤出豆渣，立即投喂，若停留时间过久会产生沉淀。鱼苗下塘 1~5d 主要以轮虫为食，为维持池内轮虫数量，鱼苗下塘当天开始泼洒豆浆，每天上午、中午、下午各泼洒一次，每次每 667m²池塘泼洒 15~17kg 豆浆（约需 1kg 干黄豆），全池泼洒，以延长豆浆颗粒在水中的悬浮时间。

鱼苗下塘后第 6~10 天，鱼苗主要以小型枝角类等为食。每天需泼洒豆浆 2 次（上午 8:00~9:00，下午 1:00~2:00），每次每 667m²豆浆数量可增加到 30~40kg。在此期间，选择晴天上午追施一次腐熟粪肥，每 667m²施 100~150kg，全池泼洒，以培养大型浮游动物。

鱼苗下塘后的 11~15d，水中大型浮游动物已剩下不多，不能满足鱼苗生长需要，

鱼苗的食性已发生明显转化，开始在池边浅水处寻食。此时，应改投豆饼糊或磨细的酒糟等精饲料，每天每 667m²用干豆饼 1.5~2.0kg。投喂时，应将精料堆放在离水面 20~30cm 的浅滩处供鱼苗摄食。如果此阶段缺乏饵料，成群鱼苗会集中到池边寻食。时间一长，鱼苗则围绕池边成群狂游，驱赶也不散，呈跑马状，故称“跑马病”。因此，这一阶段必须投以数量充足的精饲料，以满足鱼苗生长需要。

鱼苗下塘 16~20d，已达到夏花规格，此时豆饼糊的数量需进一步增加，每天每 667m²需要投喂干豆饼 2.5~3.0kg。草鱼、团头鲂鱼苗池每天每万尾夏花还需投喂芜萍 10~15kg。用上述饲养方法，每养成 1 万尾夏花鱼种通常需黄豆 3~6kg，豆饼 2.5~3.0kg。

(3) 肉食性鱼类鱼苗的培育

鲈、真鲷和石斑鱼等肉食性鱼类鱼苗下塘初期主要以贝类幼虫、轮虫、小型枝角类、沙蚕幼体等浮游动物为食。因此，鱼苗下塘前，先施肥并进行绿藻和轮虫的接种，进行轮虫强化培育使其密度达到 8 个/mL 以上。鱼苗下塘后 5~6d，开始每天投喂贝类肉浆 2~3 次，之后逐渐增加。鱼苗下塘 16~20d，每天投喂冰冻或新鲜杂鱼虾肉糜 3~4 次，饵料选择新鲜的杂鱼为佳，投喂前先用淡水冲洗干净，再绞成肉糜，日投喂量为体重的 10%~15%。随着鱼苗的生长，鱼苗体长达到 12mm 以上，饵料逐渐由鱼糜转为稚鱼微粒饲料，投喂量为鱼体重 3%~8%，鱼苗的成活率可达 8%~15%（表 5-16）。

表 5-16 紫红笛鲷土池培育鱼苗情况
(陈有铭, 2001)

土池面积 (667m ²)	22	50	15
每 667m ² 放苗数 (万尾)	10.5	6.0	12.0
放苗规格 (mm)	2.8~3.2	2.8~3.2	2.8~3.2
出池规格 (mm)	30~40	25~32	28~35
出池数量 (万尾)	30	25	18
成活率 (%)	13.0	8.3	10.0

鳊鱼苗摄食的最主要特点是专食活鱼苗。鳊鱼苗开口摄食的头 1~3d，应投喂未平游的鱼苗，投喂量为鳊鱼苗密度的 4~5 倍，以保证饵料的易得性。开口摄食几天后每天投喂的饵料鱼按日粮来确定（表 5-17），以第二次投喂时略有剩余为宜。

表 5-17 鳊鱼苗的饵料鱼规格与日粮
(陈瑞明, 1999)

鳊鱼苗规格 (cm)	饵料鱼规格 (cm)	日粮 (尾)
0.5~1.0	0.4~0.6	2~5
1.0~1.7	0.7~1.0	8~12
1.7~3.4	1.0~1.2	5~8
3.4~6.6	1.6~2.1	5~8
6.6~10.0	3.4~6.7	4~6

4. 分期注水

鱼苗培育过程中分期向鱼池注水是提高鱼苗生长率和成活率的有效措施。鱼苗下池时池塘水深为 50~60cm，以后每隔 3~5d 注水一次，每次注水 15~20cm，培育期间共加水 3~4 次，最后加至最高水位。注水时必须在注水口用密网拦阻，以防止野杂鱼和其他敌害随水进入池中，同时不让水流冲起池底淤泥搅混池水。分期注

水的优点：

(1) 水温提高快，促进鱼苗生长鱼苗下塘时保持浅水，水温提高快，可加速有机肥料的分解，有利于天然饵料生物的繁殖和鱼苗的生长。

(2) 节约饵料和肥料水浅池水体积小，豆浆和其他肥料的投放量相应减少，可以节约饵料和肥料的用量。

(3) 有效控制池塘的水质根据鱼苗的生长和池塘水质情况，适当添加一些新水，提高水位和水的透明度，增加水中溶氧量，改善水质和增大鱼的活动空间，促进浮游生物的繁殖和鱼体生长。

5. 日常管理

鱼苗池的日常管理工作必须建立严格的岗位责任制。鱼苗培育期间的重要管理工作是巡塘。通过巡塘来观察水色变化和鱼苗的动态（浮头情况等），决定施肥、投饵的数量以及是否要加水、用药等。巡塘要做到“三查”和“三勤”，即查鱼苗是否浮头，查鱼苗活动，查鱼苗池水质、投饵情况等；做到勤除敌害、勤清杂草、勤做日常管理记录。此外还应经常检查有无鱼病，及时进行病害防治。

6. 夏花鱼苗的拉网锻炼

鱼苗经过 16~20d 的培育，长到 2.5~3.0cm，此时鱼苗的体重增加了几十倍，要求更大的活动空间，必须进行分塘。但是，时值夏日，水温高，鱼苗新陈代谢强，而鱼苗体质嫩弱，对缺氧等不良环境适应力差。因此，在鱼苗出售或分池前，必须进行拉网锻炼。夏花鱼种拉网锻炼的工具主要有夏花被条网、谷池、鱼筛等（图 5-6）。

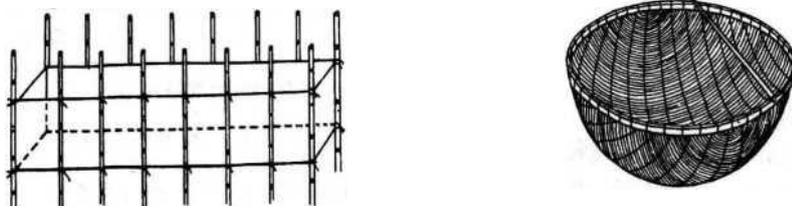


图 5-6 谷池（左）、鱼筛（右）

（王武，2000）

（1）拉网锻炼的主要作用

鱼苗经过密集的拉网锻炼后，组织中的水分含量降低，肌肉变得较结实，体质较健壮，经得起分池操作和运输中的颠簸；促使鱼体分泌大量黏液和排出肠道内的粪便，大大减少运输中黏液和粪便的排出量，有利于保持运输水质，提高运输成活率；淘汰劣质的鱼苗，清杂除野，保证夏花的质量；同时，还可粗略估计鱼苗培育的成活率，合理安排鱼种生产。

（2）鱼苗拉网锻炼的方法（图 5-7）

夏花鱼种出售或分池前必须进行 2~3 次拉网锻炼。具体操作是，选择晴天，在上午 9:00 左右拉网。第一次拉网，鱼苗十分嫩弱，只需将夏花鱼种集中在谷池中 10~20min，检查鱼的体质后，随即放回池内。此时操作必须特别小心，拉网的速度宜慢不宜快，在收网时，要防止鱼苗贴网。隔一天进行第二次拉网，将鱼苗集中在谷池后将鱼群逐渐赶集于谷池的一端，清除另一端网箱底部的粪便和污物，不让黏液和污物堵塞网孔。然后放入鱼筛，将蝌蚪、野杂鱼等筛出。经这样操作后，可保持谷池内水质清新，箱内外水流通畅，溶氧较高。第二次拉网应尽可能将池内鱼苗

捕尽。一般来说，经过第二次拉网后夏花就可以分池或销售了。如果鱼苗体质差或要经长途运输，第二次拉网后再隔一天，进行第三次拉网锻炼，操作同第二次拉网。第三次拉网后，将鱼种放入水质清新的池塘网箱中，经一夜“吊养”后方可装运。吊养时，夜间需有人看管，以防止发生缺氧死鱼事故。拉网锻炼的鱼网应采用网眼较密的尼龙网，以防伤鱼。

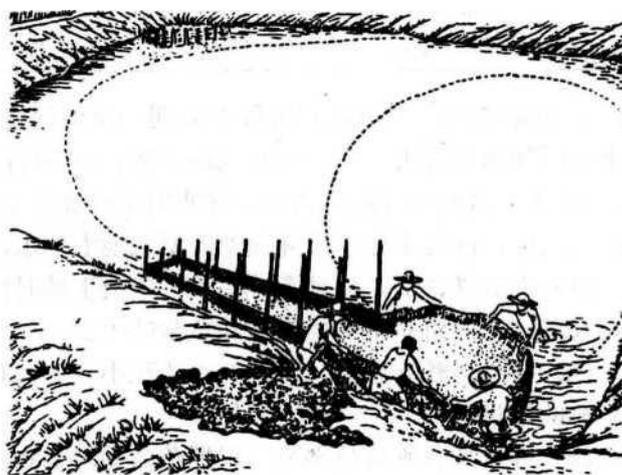


图 5-7 鱼苗拉网锻炼操作示意图

(雷慧僧, 1982)

(3) 夏花鱼种的计数

通常采用杯量法，量杯选用 250mL 的直筒杯，杯为锡、铝或塑料制成，杯底留有若干个小孔。计数时，用夏花捞海捞取夏花鱼种迅速装满量杯，立即倒入空网箱内。任意抽查一杯计算夏花鱼种数量，根据倒入鱼池的总杯数和每杯鱼种数推算出全部夏花鱼种的总数。

7. 夏花质量的鉴定

夏花鱼种质量优劣可根据出塘规格大小、体色、鱼类活动情况以及体质强弱等来判别（表 5-18）。

表 5-18 夏花鱼种质量优劣鉴别

(王武, 2000)

鉴别方法	优质夏花	劣质夏花
看出塘规格	同种鱼苗的出塘规格整齐	同种鱼苗的出塘规格大小不一
看体色	体色鲜艳，有光泽	体色暗淡无光，变黑或变白
看活动情况	行动活泼，集群游动，受惊后迅速潜入水底，不常在水面停留，	行动迟缓，不集群，在水面漫游，抢食能力弱
抽样检查	鱼在白瓷盆中狂跳。身体肥壮，小，背厚。鳞鳍完整，无异常	鱼在白瓷盆中很少跳动。身体瘦弱，背薄，俗语称“瘪鳞鳍残缺，有充血现象或异物附着

具体鉴别指标如下：

优良夏花：规格大且整齐，头小背厚，体色光亮，肌肉润泽，无寄生虫；行动活泼，集群游泳，受惊时迅速成群潜入水底，抢食能力强；容器中喜欢在水下活动，并逆水游泳；鳞片和鳍条不带泥。

劣等夏花：规格小且不整齐，头大背狭尾柄细，体色暗淡，鳞片残缺；行动缓慢，分散游动，受惊时反应不敏捷；在容器中逆水不前；鳞片和鳍条拖泥。

任务 2 室内水泥池的鱼苗培育

一、鱼苗场的基本设施

鱼苗场场址的选择应根据当地水产养殖发展的总体规划要求，因地制宜，综合分析，从技术、经济上进行可行性研究后确定。养殖场的水质要求无污染，盐度合适，混浊度小，水质清新，溶氧和饵料生物丰富。场址交通方便，有可靠的水源和电力，背风向阳，水泵提水点风浪较小。地形最好有一定落差，便于自流供水。鱼苗场的主要建筑物有育苗车间、饵料车间、沉淀池、砂滤池、锅炉室、风机室、变配电室、水泵室、库房和办公楼等。

1. 育苗车间

育苗车间的大小一般按育苗有效水体总容积来计算。屋顶采用拱形或三角形居多，跨度可依生产规模设计，一般长 30~50m，宽 9~18m。育苗车间的屋顶一般用遮光率较高的深色玻璃钢瓦或石棉瓦覆盖，室内有遮光帘，以调节光照强度，墙壁为砖石结构（图 5-8）。

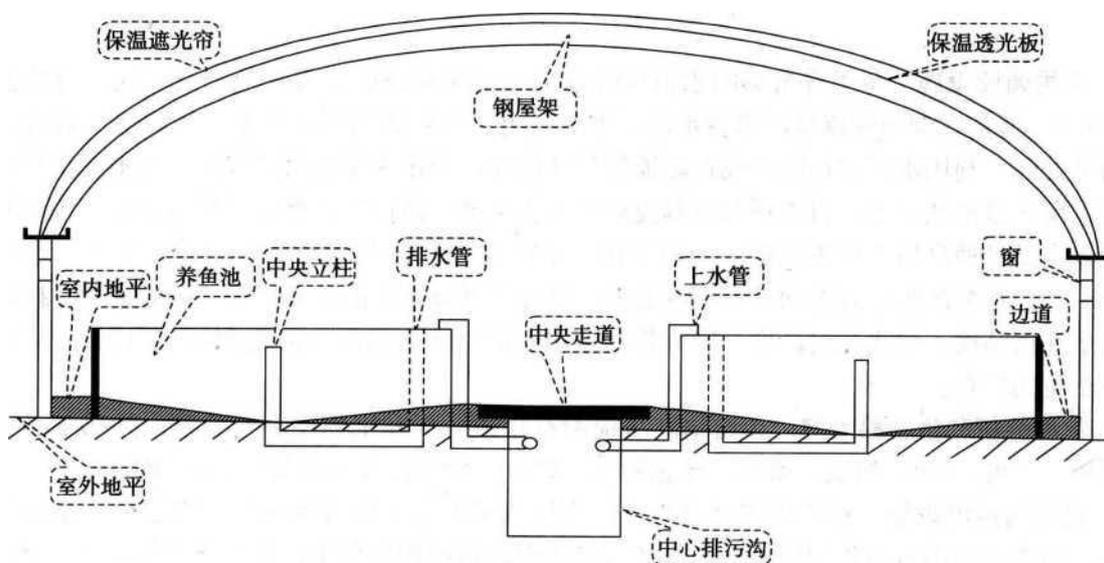


图 5-8 室内鱼苗培育车间剖面图（雷霖霖，2001）

鱼苗培育池的面积一般为 10~50m²，圆形或方形切角为好，多为水泥池。池底略向中央倾斜，排水口在池底中央，有排水管通向排水沟。进水管与池壁呈一定斜角，以利形成水流将污物集中于中央排水口。池深 1.00~1.50m，排水沟底部至少低

于池底 30~40cm，在排水沟旁设有集苗池（槽）。培育全长 3cm 的鱼苗 100 万尾，需要 300~400m² 鱼苗培育池（图 5-9）。

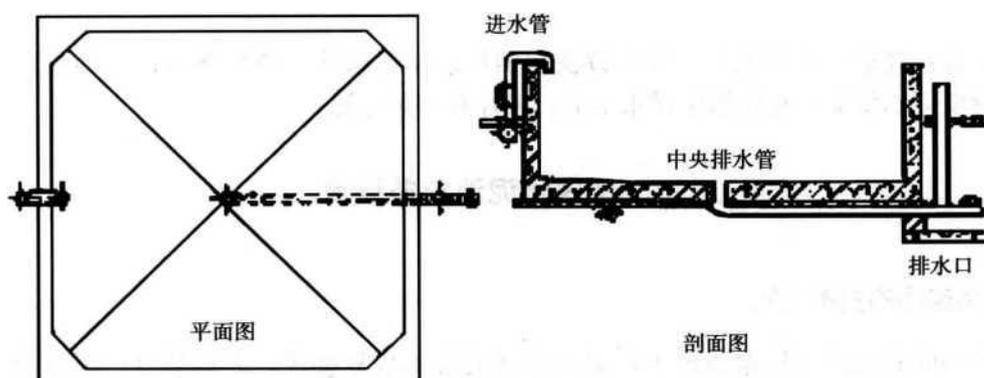


图 5-9 方形切角鱼苗培育池示意图
(麦贤杰, 2005)

2. 生物饵料培养车间

饵料培养车间的水体面积设计为育苗水体面积的 2 倍。分藻类培养室和动物（轮虫）饵料培养室两种。藻类培养室要求光照强，晴天达到 10 000 lx。因此，屋顶要用透光率在 95% 以上的玻璃或玻璃钢瓦覆顶，四壁有宽大明亮的窗户，并配有光源。藻类一级培养池和二级培养池可用玻璃钢水槽、聚碳酸酯水槽或水泥池，面积 1.5~2.0m²，水深 0.5m 左右。三级培养用水泥池，面积 10~15m²，水深 1.0~1.5m。动物性饵料培养室可用石棉瓦或透光性稍差的玻璃瓦，轮虫培养池面积 1.0~50m² 不等，水深 1.0~2.0m。培育全长 3cm 的鱼苗 100 万尾，需要配套面积 450~600m² 藻类培养池和面积 150~200m² 动物（轮虫）饵料培养池。

3. 水质调控设施

鱼类育苗场的水质调控设施包括提水设施、蓄水池、沉淀池、过滤池等（图 5-10）。通常在潮间带修建潮差蓄水池，水源应用二级砂滤的洁净海水，最好经过紫外线消毒和增氧处理。利用水闸进行纳水或在陆地修建高位池，利用水泵提水后沉淀；蓄水池水经充分沉淀后，泵入砂滤池过滤，再经预温池调温后进入育苗池。鱼苗场提水多采用离心泵。水泵的设计流量以满足日最高用水量为依据。一般来说，培育全长 3cm 的鱼苗 100 万尾，最大用水量约为 200m³/h。水泵的吸水高度除几何高度之外，还应考虑吸水管的水头损失。因此水泵总扬程应包括吸水几何高度、输水几何高度、吸水管和输水管的总水头损失（沿程和局部损失）。

4. 水质分析和生物检测室

鱼苗培育场应配有水质分析和生物检测实验室，并配备必要的水质分析（盐度、pH、溶氧、氨氮、硫化物等）和生物检测设备（显微镜、解剖镜等）。

5. 充气与控温设施

在鱼苗培育过程中，充气能增加水中的溶解氧量，满足仔、稚鱼的呼吸需要，增强水质的自净作用能力。充气还可使水中的饵料均匀分布，增加鱼苗的摄食机会，防止鱼苗因趋光造成局部密集而窒息。通常采用罗茨鼓风机充气。目前鱼类育苗室主要用燃煤锅炉加热器。

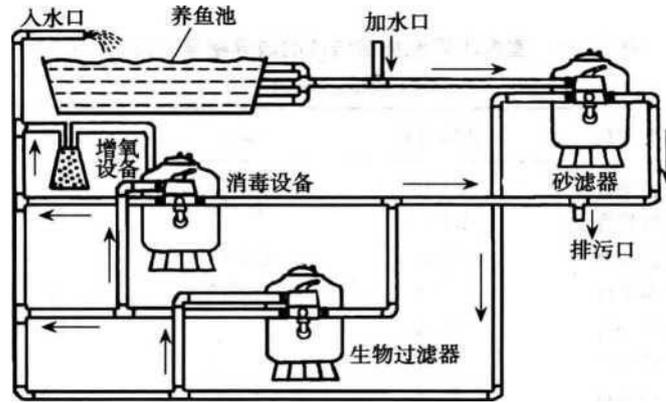


图 5-10 室内水泥池育苗的水处理系统
(雷霖霖, 1999)

二、室内水泥池鱼苗培育技术要点

室内水泥池培育鱼苗的生产工艺流程见图 5-11。

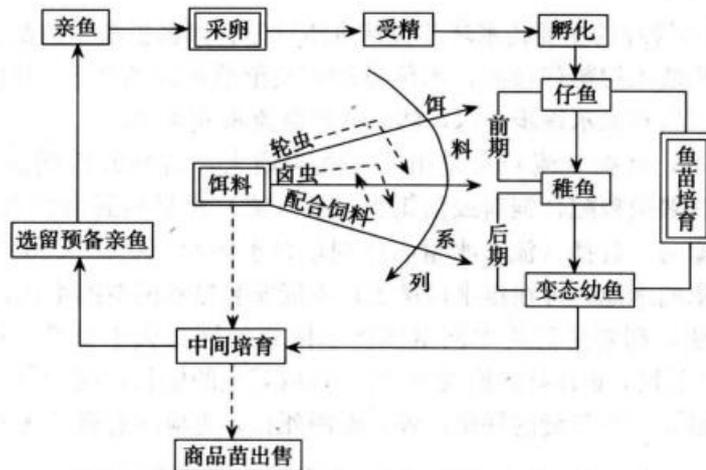


图 5-11 海水鱼类室内水泥池鱼苗培育的生产工艺
(雷霖霖, 1999)

1. 放养密度

室内水泥池鱼苗培育放养密度与鱼的种类、摄食习性、饵料保证、出塘规格及培育技术等多种因素有关。一般来讲，同种鱼苗，饲养期短、出塘规格要求大，放养密度低，反之则高；相近条件下，培育技术实施合理，放养密度可适当增加，反之则低；肉食性鱼类相互残杀能力强，在鱼苗培育过程中，会出现鱼苗规格参差不齐，因此，应增加稀疏次数，以提高成活率。多数海水养殖鱼类鱼苗培育前期的放养密度在 2 万~5 万尾/m²。随着个体增长，10~15d 的仔鱼苗的密度 1 万~2 万尾/m²。到了稚鱼期，应经常分池，培育密度控制在 2000-3000 尾/m²。鱼苗经 30~40d 饲养，鱼苗全长可达 30~40mm，培育密度控制在 500 尾/m² 左右。采用此种鱼苗培育方法，成活率可以保证在 60% 以上（表 5-19）。

表 5-19 室内水泥池鱼苗培育的放养密度 (万尾/m²)
(王吉桥, 2000)

鱼类	培育方式	初次放养	10d 后	20d 后	30d 后
牙鲆	疏苗培育	7~10	5~6	3~4	1~1.5
	连续培育	1.5~2			
赤点石斑鱼	疏苗培育	2~3	0.5~1	0.1	0.05
眼斑拟石首鱼	疏苗培育	1~2	1~0.5	0.05	0.01
	疏苗培育	3~5			
真鲷	连续培育	1~2	1~2	0.3~0.5	0.1~0.2
黑鲷	疏苗培育	2~3	1~2	0.8~1	0.5~0.8
鲷、梭鱼	连续培育	2~4			
红鳍东方鲀	疏苗培育	3~4	1~2	0.8~1	0.3~0.5
花鲈	连续培育	1~3			

鱼苗培育后期的密度要根据水质、流量、饵料种类、设施等综合考虑。牙鲆鱼苗培育后期经过变态过程, 稚鱼已营底栖生活, 池底面积对放养密度的影响比深度更大, 因此, 应依池底的面积计算鱼种的放养密度。

2. 饲养管理

饲养管理的主要技术环节包括水质调控、饵料投喂、鱼苗分养等。

(1) 水质管理

刚放入初孵仔鱼时, 水位只加到鱼苗池水深的 2/3, 开始投喂前 3~5d 内, 一般采用静水培育。以后将池水逐步加深, 然后开始微流水或换水。

在正常放养密度下, 日换(流)水量由 1/4 逐步增大, 培育的后期控制日换(流)水量 100%~200%。如果投喂微粒配合饲料或活饵料, 换(流)水量达到培育水体的 200%~300%即可; 若投喂鱼虾肉糜时, 日换(流)水量应达到培育水体的 400%~500%(表 5-20)。换水的方法是: 有排水网罩的水池, 可在排水口排水; 不能安装排水网罩的水池, 可用网箱虹吸排换水。无论采用哪种方法, 都要注意排水网罩或换水网箱的网目大小及换、排水的流速。例如, 3~5 日龄的牙鲆用 80 目网, 6 日龄后换成 60 目, 以后随鱼的生长, 改为 40 目、20 目。排水流速宜慢不宜快, 尤其是 3~10 日龄的仔鱼, 容易贴网死亡, 更应注意进排水的速度。

表 5-20 室内水泥池鱼苗培育密度与水交换量的关系
(梁程超, 2003)

全长 (mm)	放养密度 (万尾/n?)	水交换量 (循环次数/d)
13~15	1~3	1~3
16~20	0.7~1	2~4
21~30	0.5~0.6	4~8
31~50	0.2~0.3	6~15

在仔鱼培育的第 3~18 天, 为了改善水质和为轮虫提供饵料, 应向鱼苗池中添

加小球藻。根据换水情况，在每次换水后及时补充小球藻，使其细胞密度保持在 50 万~60 万/mL。添加小球藻的主要作用：①降低透明度，使仔鱼在池中均匀分布，避免鱼苗过度集群造成局部缺氧；②为轮虫提供基础饵料，保证轮虫的营养；③小球藻可以吸收水体中的氨氮，起到净化池水的作用。

室内水泥池应保证连续充气状态，使池水溶解氧达到 5mg/L 以上。充气量要随着鱼苗的生长和游动能力的增强逐步增加。初孵仔鱼的充气量以水面呈微波状为宜，到稚、幼鱼时逐渐增加充气量使水面呈沸腾状。水温、盐度、溶氧和 pH 等应保持在适宜范围内。

高密度培育时，为有效控制水质，通过吸污的方法清除池底和水面的污物。一般鱼苗发育到 10 日龄后，每隔 2~3d 对池底清污一次。吸污的方法是：先停止进水和充气，在排水沟放一水槽，槽内放一小网箱，用虹吸法将池底污物吸到小网箱中。若吸出了健康鱼苗，可轻轻捞起放回原池。水面清污的方法是定向加水或使用气举泵，使池水回转，同时在水面安放水面集污器，将漂浮于水面的泡沫、油脂等污物集中于集污器内，然后定时捞出。

(2) 饵料与投喂

鱼苗培育期间应依据鱼苗的不同发育阶段所需的食物种类、摄食强度和食性转化投喂充足的适口饵料，以保证其正常发育和快速生长。仔稚鱼的饵料系列大致为轮虫—卤虫无节幼体—鱼、虾、贝肉糜。在投喂卤虫无节幼体和肉糜阶段，应该混合投喂桡足类或人工微型配合饲料。不同的鱼类仔鱼苗开口摄食的时间存在差异，一般是在混合营养阶段开始投喂，即开口摄食前 1~2d，每天上午投喂一次轮虫，使水体中轮虫的密度保持在 4~8 个/mL。第二次投喂前水中轮虫密度仍然维持 2~3 个/mL；10 日龄后日投喂轮虫两次，密度为 10 个/mL，并开始加喂卤虫无节幼体，密度为 0.5~2 个/mL，以第二天水中卤虫无节幼体很少剩余为宜，轮虫和卤虫混合投喂时，应先喂轮虫，半小时后再投喂卤虫无节幼体，以免仔鱼苗大量摄食无节幼体，造成鱼苗腹胀而死亡。当池中轮虫密度达 20 个/mL 时，要增添小球藻，保持轮虫的基础饵料。鱼苗发育到 16~25 日龄后，采用轮虫、卤虫无节幼体与配合饲料或鱼虾肉糜结合投喂。25-30 日龄后，以鱼虾肉糜或微型配合饲料为主，可以适当添加桡足类等活饵料，微型配合饲料的适口粒径为仔鱼口径的 15%~30%。开始投喂配合饲料时要少量多次，一般开始时 7~10 次/d，经一周左右的驯食后，逐渐减少投喂次数。

目前，海水鱼类苗种培育广泛使用的微型配合饲料粒径有几种类型，分别在鱼苗发育的不同阶段使用：①小于 125 μm （相当于牡蛎幼虫或 S 型轮虫的规格）；② 125~250 μm （相当于轮虫大小）；③ 250~400 μm （相当于卤虫大小）；④ 500~3300 μm 等。

生物饵料的营养强化是满足海水鱼类仔稚鱼苗的营养需求和营养平衡，提高鱼苗培育的成活率，防止鱼苗生长发育和变态异常等营养疾病的重要措施。轮虫和卤虫无节幼体是喂养早期鱼苗的理想饵料，但是，因其自身所含的 HUFA 太少，长期投喂容易造成鱼苗大量死亡或增加畸形率。因此，用啤酒酵母饲喂的轮虫和卤虫无节幼体等活饵料须用小球藻和富含二十碳五烯酸（EPA）和二十二碳六烯酸（DHA）的乳化油进行强化。具体强化方法：轮虫密度 3 亿~10 亿个/ m^3 ，加入 2000 万/mL 的小球藻，再按 30mL/ m^3 的比例加入乳化乌贼油，培育 12h 后，收集投喂鱼苗；卤虫无节幼体经彻底分离卵壳和死卵后，以消毒好的清洁海水洗净，密度 3 亿~5 亿个/ m^3 ，再按 50mL/ m^3 的比例加入乳化乌贼油，培育 6h 后，收集投喂鱼苗。有条件的地方还可以同时添加适量的脂溶性维生素和卵磷脂进行强化，效果更佳。

(3) 分苗

肉食性鱼类一般都具有同类相残的习性，密度增大对鱼苗培育的成活率构成威胁，所以定期进行疏苗十分必要。在培育中要隔 10~20d 过筛或过网，目的是降低密度、大小分养。分苗前 1~2d，先进行苗种抽样检查，计算出平均规格及其比例，估算存鱼量。可用不同网目的网具进行选分，捕大留小。也可以用瓢或桶舀取集群鱼苗或采用虹吸方法来降低鱼苗密度。由于鱼苗个体较小，体质弱，易贴网，所以，拉网速度要慢，分苗时操作要轻、快，鱼苗密集时间不宜过长。

练习与思考

1. 如何进行鱼苗和夏花质量鉴别？
2. 夏花鱼种拉网锻炼的主要作用和方法有哪些？

项目七 鱼种的培育

鱼苗养成夏花后，由于鱼苗身体尚弱小，觅食的能力和逃避敌害侵袭的能力都还较弱，不适宜直接向养成池塘、湖泊或水库放养，其成活率较低，并浪费水体。但是，夏花鱼种的食性、体型已经接近成鱼，而且体重增长了数十倍乃至百余倍，如果仍在原池继续培育，密度就会显得过大，影响鱼体的生长。因此，需要将夏花再经过一段时间较精细的饲养管理，养成规格较大和体质健壮鱼种，才可供成鱼池塘、网箱、湖泊和水库等大水体放养。鱼种的培育是指将夏花鱼苗培育成一龄鱼种或二龄鱼种的过程。鱼种培育的目的是提高鱼种的成活率和培养大规格鱼种。生产上大规格鱼种有以下优点：

一是大规格鱼种生长快，可缩短养殖周期，加速资金周转。经过鱼种强化培育的一龄大规格鱼种当年或次年养成即可上市。小规格的鱼种在成鱼池中一般要三年才能达到上市规格。

二是节省池塘养殖水面，为扩大成鱼养殖面积创造条件。实践证明，小规格的鱼种如套养在成鱼池中，其成活率很低（通常仅 20%~40%），只能采用二龄鱼种池进行专池培育。而规格大的鱼种可直接套养在成鱼池中培养二龄鱼种，增加池塘的利用效率。

三是鱼种成活率高，为鱼种自给提供了可靠的保障。大规格鱼种丰满度高，体内脂肪储存量多，其抗病力和抗寒力高，养殖和越冬过程中死亡率低。特别是北方地区，鱼类需经历 150~190d 的越冬期。养殖鱼类在越冬期内通常很少摄食，维持鱼体代谢的热能主要依靠体内储存的脂肪。个体小的鱼所储存的脂肪少，越冬期间就容易死亡。据研究，在东北地区，5~10g 重的鲤越冬成活率仅 38%，而 50g 以上的鲤种越冬成活率达 94.2%。

大规格鱼种体质健壮，成活率高，生长快，为池塘养鱼大面积高产、优质、低耗、高效打下良好的基础。鱼种的培育方法有室外土池塘鱼种培育、室内水泥池鱼种中间培育和网箱鱼种中间培育等几种类型。近年来，各地在培养大规格鱼种方面取得了重大进展，建立了新的鱼种培育技术体系。

任务 1 土池塘鱼种的培育

土池塘鱼种培育是我国淡水鱼类大规格鱼种培育的主要方法，近年来，部分海水鱼类（如黑鲷、美国红鱼、大黄鱼等）苗种二级培育的后期也多采用这种方法，对获得优质健壮的苗种和提高苗种成活率起到了很好的作用。

（一）鱼种池条件

鱼种池的条件与鱼苗池相似，但面积和深度稍大一些，一般面积要求 2 000-3 500m²，深度 1.5~2.5m 为宜。其整塘、清塘方法同鱼苗培育池。经过夏花培育阶段，尽管鱼种的食性已经分化，但对浮游动物均喜食。因此，鱼种池在夏花下塘前应施

有机肥料以培养浮游生物，这是提高鱼种成活率的重要措施。一般每 667m² 施用 200~400kg 粪肥作为基肥。以鲢、鳙为主体鱼的池塘，基肥应适当多一些，鱼种控制在轮虫高峰期下塘；以青鱼、草鱼、团头鲂、鲤为主体鱼的池塘，应控制在小型枝角类高峰期下塘。此外，以草鱼、团头鲂为主体鱼的池塘还应在原池培养芜萍或小浮萍，作为鱼种的适口饵料。近年来，各地采用配合饲料进行鱼种培育的池塘，可以不施或少施有机肥料。

（二）夏花放养

1.混养搭配 由于各种鱼类鱼种阶段的活动水层、食性、生活习性已有明显差异，因此可将多种鱼进行适当的混养搭配，以充分利用池塘水体和天然饵料资源，发挥池塘的生产潜力。但是，鱼种培育阶段要求生产出规格整齐、体格健壮鱼种，由于各种鱼类对所投喂的人工饲料均喜食，容易造成争食现象，难以掌握鱼种的出塘规格。所以，一般生产上选择一种主体鱼，另外选择几种在食性上矛盾不大的其他鱼种适当搭配，做到彼此互利，提高池塘利用率和鱼种成活率。

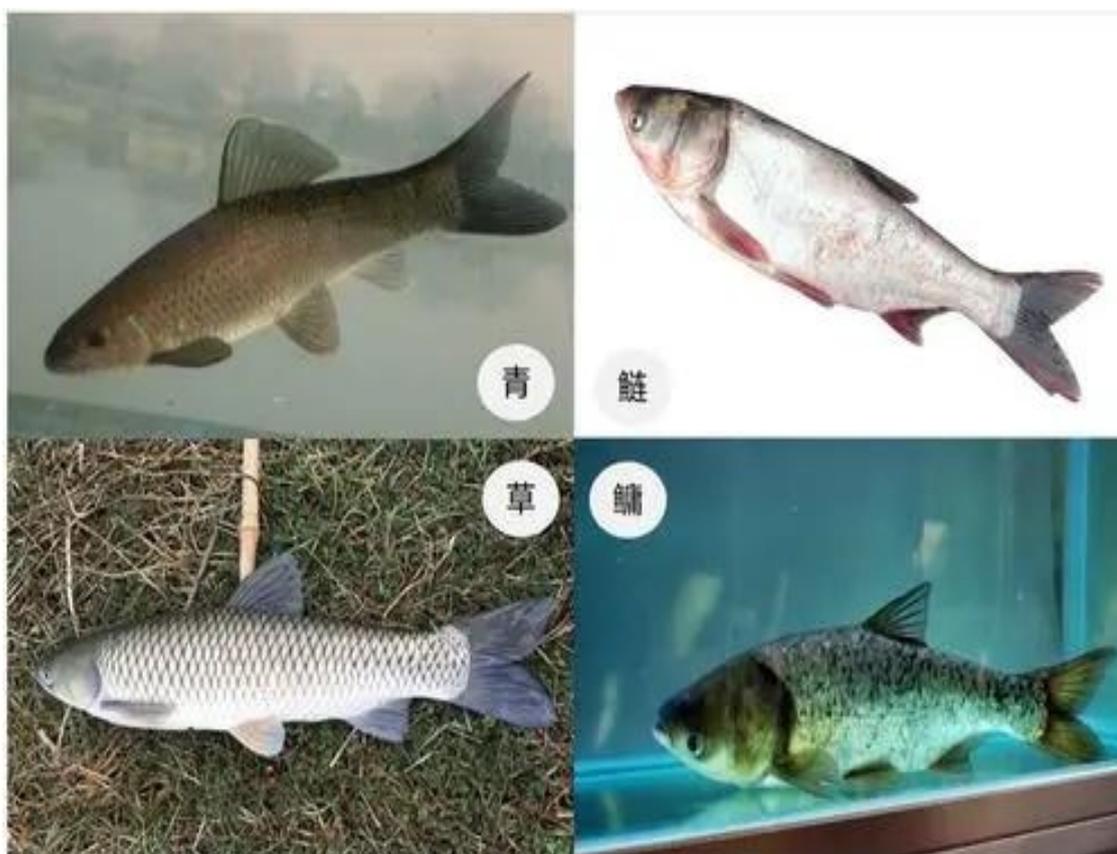


图 7-1 四大家鱼

鱼种池混养搭配必须注意鲢与鳙，草鱼与青鱼、鲤，草鱼、鲢与鳊之间的关系。如鲢与鳙，在放养密度大、以投饵为主的情况下，它们之间在摄食上就发生矛盾。鲢行动敏捷，争食力强，而鳙则行动迟缓，争食力弱。如果鲢、鳙混养，鳙因得不到充足的饵料而生长不良。因此，同一规格的鲢、鳙通常不混养。如要混养，只可在以鲢为主的池塘中搭配少量鳙（一般在 20%以下），即使鳙少吃投喂的饲料，

也可依靠池中的天然饵料维持正常生长。而在以鳊为主的池塘中，则不能混养同一规格的鲢，即使混养少量鲢，也因抢食凶猛，有可能对鳊生长带来不良影响。草鱼与青鱼、鲤的关系和鲢、鳊的关系相似。另外，利用同池主体鱼和配养鱼在规格上的差距来缩小或缓和各种鱼种之间的矛盾，大大增加了鱼种混养的种类和数量，充分发挥鱼种池中水、种、饵的生产潜力。主体鱼提前下塘，配养鱼推迟放养，人为地造成各类鱼种在规格上的差异，提高主体鱼对饵料的竞争能力，使主体鱼和配养鱼混养时，主体鱼具有明显的生长优势，保证主体鱼能达到较大规格。

目前，淡水鱼种培育生产上多采用草鱼、鲢、鲤（或鲫）混养或青鱼、鳊、鲫（或鲤）混养，效果较好（表 7-1）。

表 7-1 江浙渔区夏花放养数量与出塘规格

（王武，2000）

主体鱼			配养鱼			每 667m ² 放养总数（尾）
种类	每 667m ² 放养量（尾）	出塘规格	种类	每 667m ² 放养量（尾）	出塘规格	
草鱼	2 000	50~100g	鲢	1 000	100~125g	3 000
			鲤	1 000	13 ~15cm	1 000
	5 000	13.3cm	鲢	2 000	50g	7 000
			鲤	1000	12~13cm	1 000
	8 000	12~13cm	鲢	3 000	13~17cm	11 000
10 000	10~12cm	鲢	5 000	12~13cm	15 000	
青鱼	3 000	50~100g	鳊	2 500	13~15cm	5 500
	6 000	13cm	鳊	800	125~150g	6 800
	10 000	10~12cm	鳊	4 000	12~13cm	14 000
鲢	5 000	13~15cm	草鱼	1 500	50~100g	7000
			鳊	500	15~17cm	
	10 000	12~13cm	团头鲂	2 000	10~13cm	12 000
15 000	10~12cm	草鱼	5 000	13~15cm	20 000	
鳊	5 000	13~15cm	草鱼	2 000	50~100g	7 000
	8 000	12~13cm	草鱼	3 000	17cm 左右	11 000
	12 000	10~12cm	草鱼	5 000	15cm 左右	17 000
鲤	5 000	12cm 以上	草鱼	4 000	12~13cm	10 000
团头鲂	5 000	12~13cm	鲢	4 000	13cm 以上	9 000
	10 000	10cm 左右	鳊	1000	13~15cm	11 000

2. 放养密度 夏花放养的密度主要依据食用鱼水体所要求的鱼种放养规格而定。鱼种的出塘规格主要决定于主体鱼和配养鱼的放养密度，鱼的种类，池塘条件，饵料、肥料供应情况和饲养管理水平等。池塘条件好，饵料和肥料充足，养鱼技术水平高，配套设备较好，就可以增加放养量；反之则减少放养量（表 7-2）。

表 7-2 以夏花鲤为主体鱼放养与收获情况（北京郊区，单位：667m²）

（王武，2000）

鱼种	放 养			成活率 (%)	收 获		
	规格 (cm)	尾	重量 (kg)		规格 (g)	尾	重量 (kg)
鲤	4.5	10 000	10.00	88.2	100	8 820	882
鲢	3.5	200	0.15	95.0	500	190	95
鳙	3.5	50	0.15	95.0	500	48	24
总计	—	10 250	10.30	—	—	9 058	1001

注：投喂高质量的鲤颗粒饲料，饵料系数 1.3~1.5。

（三）鱼种饲养方法

鱼种饲养，根据鱼的种类、放养密度和使用饲料、肥料的比例不同，有不同的饲养方法。目前主要有以下两种。

1. 以颗粒饵料为主的饲养方法 随着我国饲料工业以及鱼类营养学科的发展，以颗粒饵料为主的饲养鱼种方法已在全国逐步展开。现以鲤为例，介绍这种饲养方法。以夏花鲤为主体鱼，配养少量的鲢、鳙鱼种培养大规格鱼种的主要技术关键如下：

（1）**饲料** 鲤饲料的粗蛋白质含量要达到 35%~39%，并添加蛋氨酸、赖氨酸、无机盐、维生素合剂等，加工成颗粒饵料。除夏花下塘前施一些有机肥料作基肥外，一般不再施肥，不投粉状、糊状饲料。鱼种阶段必须依鱼种的规格大小选择合适的饵料粒径。粒径为 1.0~5.0mm 的硬颗粒饲料，可以作为鲤一龄鱼种培育不同阶段的选择（表 7-3）。

表 7-3 不同体长的鲤鱼种饲料颗粒大小

（史为良，1993）

体长 (cm)	3.29	4.75	6.09	7.53	8.79	10.33	13.01	16.0
饲料粒度 (mm)	1.0	1.4	1.8	2.2	2.6	3.0	3.7	4.5

（2）**驯食** 夏花下塘后能否引诱鱼种上浮集中吃食是颗粒饲料饲养鱼种的技术关键。驯食的方法是在池边上风向阳处，向池内搭一个跳板，作为固定的投饵点，夏花鲤下塘第二天开始投喂。每次投喂前在跳板上先敲铁桶，然后每隔 10s 撒一小把饵料。无论吃食与否，如此坚持数天，每天投喂 4 次，一般经过 7d 的驯食能使鱼种集中上浮吃食。为了节约颗粒饵料，驯化时也可以用米糠、次面粉等漂浮性饵料投喂。通过驯化，使鱼种形成上浮争食的条件反射，不仅能最大程度地减少颗粒饲料的散失，而且促使鱼种白天基本上在池水的上层活动，由于上层水温高，溶氧充足，能调动鱼种的食欲，提高饵料消化吸收能力，促进其生长。



图 7-2 驯食

(3) **投饲量** 投饲量通常用投喂饲料的重量占鱼体湿重（生物量）的百分数来表示，又称投饲率（feeding rate）。投饲量过低和过高对鱼种的生长发育均不利。投饲量过低，鱼种长期处在饥饿或半饥饿状态，生长缓慢；投饲量过大，饲料浪费多，而且影响水质。合适的投饲量是提高饲料利用率，降低养殖成本的关键。因此，应根据水温和鱼体重量，每隔 10d 检查鱼种的生长情况，然后计算出全池鱼种总重量，参照日投饲率就可以估算出该池当天的投饲数量，并及时调整投饲量（表 7-4）。

表 7-4 鲤鱼种的日投饲率（%）

（王武，2000）

水温（℃）	体重（g）				
	1~5	5~10	10~30	30~50	50~100
15~20	4~7	3~6	2~4	2~3	1.5-2.5
20~25	6~8	5~7	4~6	3~5	2.5~4
25~30	8~10	7~9	6~8	5~7	4~5

(4) **投饲次数** 投饲次数取决于鱼种消化器官的发育特征和摄食习性以及气候和环境条件等。一般来说，夏花放养后，每天投饲 2~4 次，7 月中旬后每天增加到 4~5 次，投饲时间集中在上午 8:00 至下午 18:00。此时，水温和溶氧均高，鱼类摄食旺盛。每次投饲时间持续 20~30min，投饲频率不要太快。一般来说，当绝大部分鱼种吃饱游走，可以停止投饲。9 月下旬后投喂次数可减少，10 月份每天投 1~2 次。

(5) **投饲方法** 投饲坚持“四定”（即定时、定位、定质、定量）的原则，使其更加科学化、具体化，以提高投饲效果，降低饵料系数。

①**定时** 投饲必须定时进行，以养成鱼类按时吃食的习惯，提高饵料利用率；选

择水温较适宜、溶氧较高的时间投饵，可以提高鱼的摄食量，有利于鱼类生长。对于胃不发达的鱼类，需要不停地摄食，因此少量多次投饵符合它们的摄食习性。



图 7-3 草鱼食场

②定位 投饵必须有固定的位置，使鱼类集中于一定的地点摄食。定点投喂不仅可以减少饵料浪费，而且也便于检查鱼的摄食情况，便于清除残饵和定期进行食场的消毒，保证鱼种的摄食卫生。在鱼病高发季节还便于对鱼种进行药物处理，防治鱼病。投喂青饲料可用竹竿搭成三角形或方形框架，将青饲料投在框内。投喂商品饵料可在水面以下 30~40cm 处，用芦席或木盘（带有边框）搭成面积 1~2m² 的食台，将饵料投在食台上让鱼类摄食。通常每 3 000-4 000 尾鱼种设食台一个。

③定质 饲料必须新鲜，不腐败变质。青饲料必须鲜嫩、无根无泥。配合饲料要求是营养丰富的全价饲料，具有诱食性，粒径大小合适，保证饵料的适口性。

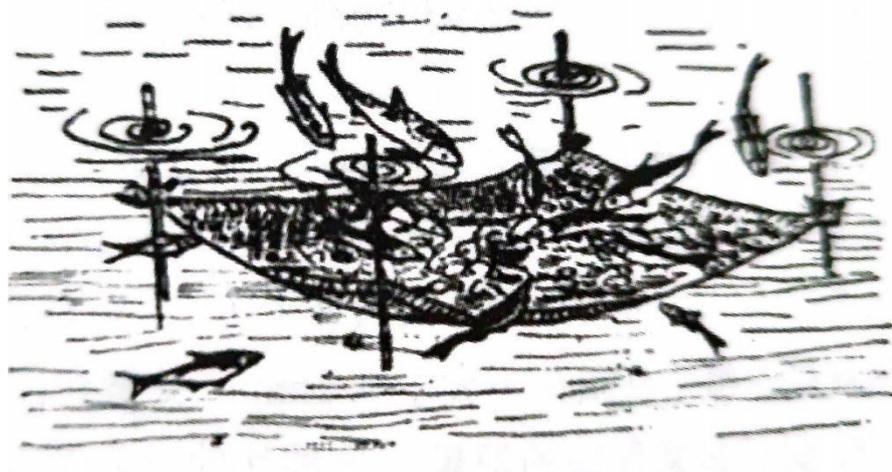


图 7-4 饵料台

④**定量** 投饵应掌握适当的数量，使鱼类吃食均匀，以提高鱼类对饵料的消化吸收率，减少疾病，利于生长。每日的投饵量应根据水温、天气、水质和鱼的吃食情况等灵活掌握。水温在 25~32℃ 的范围内，饵料可多投；水温过高或较低，则投饵量减少。晴天可多投饵，阴天，水中溶氧不同程度的降低，应减少投饵甚至暂停投饵。水质较瘦，水中有机物耗氧量小，可多投饵。水质过肥，有机物耗氧量大，应减少投饵量。及时检查鱼的吃食情况，是掌握下次投饵量的最重要方法。如投饵后鱼很快吃完，应适当增加投饵量；如较长时间吃不完，剩下饵料较多，则应减少投饵量。

2.以施肥为主的饲养方法 该法以施肥为主，适当辅以精饲料。适用手以饲养鲢、鳙为主的池塘。施肥方法和数量应掌握少量勤施的原则。因夏花放养后正值天气转热的季节，施肥时应特别注意水质的变化，不可施肥过多，以免遇天气变化而发生鱼池严重缺氧，造成死鱼事故。施粪肥可每天或每 2~3d 全池泼洒一次，施肥量根据天气、水质等情况灵活掌握。通常每次每 667m² 施粪肥 100~200kg。养成一龄鱼种，每 667m² 粪肥 1 500~1750kg。每万尾鱼种需用精饲料 75kg 左右。

（四）池塘管理

（1）每日早晨、中午和晚上分别巡塘一次，观察水色和鱼种的动态。早晨如鱼类浮头过久，应及时注水解救。下午检查鱼类吃食情况，以便确定次日的投饵量。

（2）经常清除池边杂草和池中杂物，清洗食台并进行食台、食场的消毒，以保持池塘卫生。

（3）适时注水，改善水质。通常每月注水 2~3 次。以草鱼为主体鱼的池塘更要勤注水。在饲养早期和后期每 3~5d 加水一次，每次加水 5~10cm；7~8 月份应每隔 2d 加水一次，每次加水 5~10cm。由于鱼池载鱼量高，故必须配备增氧机，每千瓦负荷不大于 667m²，并做到合理使用增氧机。

（4）定期检查鱼种生长情况。如发现生长缓慢，必须加强投饵。如个体生长不均匀，应及时拉网，进行分塘饲养。

（5）做好防洪、防逃和防治病害等工作。夏花鱼种出塘时，经过 2~3 次拉网锻炼，鱼种易擦伤，鱼体往往容易寄生车轮虫等寄生虫。故在鱼种下塘前，必须采用药物浸浴。通常将鱼种放在 20mg/L 的高锰酸钾溶液中浸浴 15~20min，以保证下塘鱼种具有良好的体质。在 7~9 月份的高温季节，每隔 20~30d 用 30mg/L 的生石灰水（盐碱地鱼池忌用）全池泼洒，以提高池水的 pH，改善水质，防止鱼类患烂鳃病。此外，在汛期、台风季节，必须及时加固加高池埂，保持排水沟、渠的通畅，做好防洪和防逃工作。

（6）做好日常管理的记录。鱼种池日常管理是经常性工作，为提高管理的科学性，必须做好放养、投饵施肥、加水、防病、收获等方面的记录和原始资料的分析、整理，并做到定期汇总和检查。

(五)并塘与越冬

秋末冬初，水温降至 10℃ 以下，鱼种已停止摄食，即可开始拉网并塘，按鱼种的种类和规格进行分塘，作为商品鱼养殖之用或进入越冬池暂养，安全过冬。

1. 并塘目的

- (1) 鱼种按不同种类和规格进行分类，计数囤养，利于运输和放养。
- (2) 并塘后将鱼种囤养在较深的池塘中安全越冬，便于冬季管理。
- (3) 并塘能全面了解当年鱼种生产情况，总结经验，提出下年度放养计划。
- (4) 空出鱼种池进行整塘清塘，为翌年生产做好准备。

2. 并塘注意事项

(1) 并塘时应在水温 5~10℃ 的晴天拉网捕鱼、分类归并。如果水温偏高，因鱼类活动能力强，耗氧大，操作过程中鱼体容易受伤；而水温过低，特别是严冬和雪天不能并塘，否则鱼体易冻伤，造成鳞片脱落，易生水霉病。

(2) 并塘前鱼种应停食 3~5d。拉网、捕鱼、选鱼、运输等工作应小心细致，避免鱼体受伤。

(3) 选择背风向阳，面积 1 500-2 000m²，水深 2m 以上的鱼池作为越冬池。通常规格为 10~13cm 的鱼种，每 667m² 可囤养 5 万~6 万尾，如果鱼种的规格较大，囤养的密度相应要减小。

3.越冬管理 越冬水质应保持一定的肥度，及时做好投饵、施肥工作。一般每周投饵 1~2 次，保证鱼种越冬的基本营养需求。长江以北，冬季冰封季节长，应采取增氧措施，防止鱼种缺氧。加注新水，防止渗漏，加注新水不仅可以增加溶氧，而且还可以提高水位，稳定水温，改善水质。此外，应加强越冬池的巡视。

任务 2 室内水泥池鱼种的培育

海水鱼类放入池塘或网箱中进行成鱼养殖，一般要求鱼种规格为 8~16cm,有些鱼类的鱼种甚至要求达到 50~100g/尾，这样可以保证养成过程的鱼种有较高成活率。因此，鱼种的室内水泥池中间培育过程显得尤为重要。

1.鱼种池的条件 鱼种中间培育可以在原鱼苗池进行，也可以选择面积相对较大的水泥池中进行强化培育。鱼种池面积 30~50m²、水深 1m 以上，要求水循环顺畅、排污效果好、水质易控制。

2.放养密度 鱼种的放养密度要根据水交换能力、饵料种类、鱼种池的规格以及养殖设备等因素综合考虑。一般来说，30~50mm 的鱼种，密度 1 000~2 000 尾/m²；70~80mm 的鱼种，密度 300~600 尾/m²；120~130mm 的鱼种，密度 150~300 尾/m²，150~160mm 的鱼种，密度 60~100 尾/m²；密度过小，虽然鱼种的生长速度快，但育苗水体浪费大；密度过大，水质难控制，鱼种的生长速度缓慢，病害多。由于鱼种中间培育处于高温季节，控制合理的放养密度是鱼种培育的关键。

3.鱼种分选 肉食性鱼类鱼种培育阶段，个体发育参差不齐，自相残杀的现象较为严重。因此，必须定期进行分选，鱼种规格在 10mm 以下时，每个月分选 2~3 次；以后，每个月分选 1 次。分选过程淘汰个体特小、体型和颜色异常等劣质苗种，降低培育密度，同时保持同池鱼种规格尽可能一致。

4.饲养管理 鱼种培育的饲养管理的中心环节是水质控制、精心饲喂和病害防治等。

(1) **水质控制** 鱼种中间培育用水可以采用一级砂滤水，但要进行各项水质指标的监测。加大换水量或水循环次数，是水质控制的重要措施。一般日换水量 300%~600%，随着鱼种的快速生长和自然水温的逐步升高，换水量也要相应加大。同时每 2d 要对池底清污一次，减少鱼类的残饵和粪便在池内滞留时间，以免造成水质恶化，影响鱼种生长。

(2) **精心饲喂** 中间培育鱼种饲料主要有碎鱼虾贝肉、卤虫成虫、糠虾和人工配合饲料等。选择饲料要保证营养均衡，避免长期使用单一饲料造成营养缺乏症。尽可能采用鱼种专用商品饲料，保证鱼种培育成活率的稳定性。一般体长 8~10cm 之前，每天投喂 4~5 次，投饲率 10%~15%；体长 10~20cm，每天投喂 3 次，投饲率 5%~10%；体长 20cm 以上，每天投喂 2~3 次，投饲率 3%~5%。

(3) **病害防治** 鱼种培育车间要保持干净、整洁，定期对车间内外进行消毒处理。利用鱼种分选进行倒池，对鱼种池进行彻底清洗和消毒。保证投喂的饲料新鲜、不变质。发现鱼病应立即采取防治措施，及时隔离避免病害蔓延。

任务 3 网箱鱼种的培育

网箱鱼种培育方法目前主要应用于淡水鱼类大规格鱼种的培育和海水鱼类鱼种的中间培育阶段，由于网箱设置在天然水域，鱼种生活的水质条件相当优越，且天然饵料生物较丰富，鱼种的生长速度快、病害少、成活率高。

1.网箱及其设置 鱼种培育网箱一般采用双层聚乙烯无节网片，网箱的规格采用 2m×2m×2m、3m×3m×2m 或 4m×4m×2m 不等的小型箱体，并备有网目大小为 1.2cm 和 1.5cm 的两种网箱。网箱应设置在最低水位不低于 5m 的底质平坦水域，透明度以 30~50cm 为佳。因鱼种体质较弱，抗风浪及水流能力差，所设水域应避风、避浪，最大水流速度不超过 0.2m/s。

2.夏花放养 夏花鱼苗投放前 5~6d，应检查网箱有无破损，提前布置好网具。使网片能充分泡软，附生少许藻类，以防止擦伤幼鱼。夏花入箱时温差不超过±5℃。放养夏花要求规格整齐，无伤无病，体质健壮。全长 30mm 的鱼苗，放养密度 500~800 尾/m³。经过十几天培育，鱼体长达 60~70mm 时，应及时分箱，移于 1.5cm 网目的网箱中，密度 300~500 尾/m³。另外，可少量搭配罗非鱼种，既充分利用饵料，又能刮食网箱上的附生藻类，使水流畅通。

3.投饲与管理 夏花鱼苗入箱后，应采用撩水、诱饵等措施进行驯食。一般驯食开始后 2d，每日投喂 2 次，以后增加到 3~4 次，日投饲率为 2%~4%。驯化一周后开始正常投饵，每天投喂 4~6 次，日投饲率为 6%~8%。肉食性鱼类（如大黄鱼、华鲈等）鱼种摄食凶猛，早期培育阶段每天投喂 6~8 次，日投饲率为 50%~100%。

以后逐步减少，每天投喂 4~6 次，日投饲率为 8%~10%。投饵应坚持“四定”的投饵原则，投饵过程掌握“慢、快、慢”的技术方法。少量多次，保证鱼种均匀摄食。每隔 10~20d 测定鱼种体重，调整投饲量。投喂的饲料可以选择冰鲜鱼虾贝肉和人工配合饲料等。如果水域天然饵料（糠虾、桡足类）丰富，还可以在夜间于网箱上面悬挂灯光诱集，补充鱼种的饵料。网箱鱼种培育的日常管理与网箱成鱼养殖相同。

案例分析

案例 1: 茂名市某罗非鱼养殖户，有一个面积为 3335m² 的鱼塘，主养罗非鱼，同时混养部分草鱼、鳊和鲫。鱼塘上配有 80 头规模的猪舍，大多猪粪通过管道排到这口鱼塘中，猪尿不排入鱼塘。该鱼塘配 1 台增氧机，每天 22:00 到第二天 08:00 开增氧机。8 月 6 日养殖户感觉之前的饲料不好，鱼吃了不长肉，在朋友的介绍下，转了新饲料(两种饲料都是 30 个蛋白质的膨化料)，转料后，养殖户还是按照之前的投喂方式，1d 投喂 1 次，每次投喂重量为鱼体重的 2%~3%。8 月 9 日晚，池塘里的罗非鱼和草鱼就出现“浮头”、游塘现象，有些罗非鱼甚至跳上了岸。看到这种情况，养殖户很紧张，开了增氧机后，就赶紧跳下鱼塘，把岸边的鱼往中央的增氧机处追赶，意图减轻鱼的缺氧症状。8 月 10 日早上，就看见整塘死鱼，死的都是罗非鱼和草鱼，鳊和鲫没事。试分析鱼类死亡的原因。

案例 2: 2022 年 5 月 28 日茂名市茂南区公馆镇一养殖户购买了 10 万尾 (2.5-3.0cm) 笋壳鱼苗，全部放入 667m² 的鱼塘，每天投喂 2 次冰鲜鱼浆，6 月底，养殖面积扩大到 2 000m²，投喂鲮鱼花或者红虫，但投喂方式未变。7 月初、该养殖户发现鱼越来越少，提起食台，没有食物，只有几条大小不一的鱼苗，其中一条大鱼苗肚子很胀，口边露出一条鱼尾，很明显是在残食同类。晚上拉网检查，鱼苗规格基本在 6-8cm，但数量很少，估计在 2 万尾左右。请分析该养殖户的笋壳鱼种培育失败的原因。

练习与思考

1. 鱼类苗种分期及主要特征有哪些？
2. 简述鱼种驯食的要点。
3. 请问为什么在生产上夏花鱼种要进行拉网锻炼？
4. 简述鱼种培育的投饲要点。
5. 简述鱼种培育的主要技术。

项目八 食用鱼养殖

任务 1 池塘养鱼

一、“八字精养法”的含义及其关系

池塘养鱼是目前我国食用鱼养殖的主要生产方式之一，它体现着我国养鱼的特色和技术水平。我国池塘养鱼业素以历史悠久、技术精湛而著称于世。1958年，池塘养鱼工作者将我国几千年池塘养鱼经验进行总结，形成了“水、种、饵、混、密、轮、防、管”的“八字精养法”。这8个要素从各个方面反映了养鱼生产各个环节的特殊性，同时通过各要素之间的相互联系、相互依赖、相互制约，把各个要素形成一个对立统一的整体，其具体内容如下：

“水”——养鱼的环境条件，包括水源、水质、池塘面积和水深、土质、周围环境等，必须符合鱼类生活和生长的要求，且对鱼的品质没有负面影响。

“种”——要有品种丰富、数量充足、规格齐全、体质健壮、符合养殖要求的优质鱼种。

“饵”——养殖对象要有数量充足、营养全面且不对鱼肉品质产生负面影响的适口饵料供应，主要包括池塘施肥培育天然饵料生物和合理使用配合饲料等。

“密”——合理密养，鱼种放养密度维持在比较合理的高水平。

“混”——不同种类、不同年龄与规格鱼类在同一池塘中同时养殖。

“轮”——轮捕轮放，在饲养过程中始终保持池塘中鱼类较合理的密度，鱼产品均衡上市。

“防”——主要指及时做好鱼类病害的防治工作。

“管”——精细、科学的池塘管理措施。

“水”、“种”、“饵”是养鱼的3个基本要素，是池塘养鱼的物质基础。“水”是鱼的生活环境，“种”和“饵”是鱼类生长的物质条件。有了良好的水环境，配备种质好、数量足、规格理想的鱼种，还必须有充足、价廉、营养丰富的饵料。由此可见，一切养鱼技术措施，都是根据“水、种、饵”的具体条件来确定的。三者密切联系，构成“八字精养法”的第一层次。

“混”、“密”、“轮”是池塘养鱼高产、高效的技术措施。“混”即混养，是在了解鱼类之间相互关系的基础上，合理地利用它们互相有利的一面，充分发挥“水、种、饵”的生产潜力。“密”是根据“水、种、饵”的具体条件，合理密养，充分利用池塘水体和饵料，发挥各种鱼类群体的生产潜力，达到高产、高效的目的。“轮”是在“混”和“密”的基础上，进一步延长和扩大池塘的利用时间和空间，不仅使混养种类、规格进一步增加，而且使池塘在整个养殖过程中始终保持合适的密度，做到活鱼均衡上市，保证市场常年供应，提高经济效益。由此可见，“混”、“密”、“轮”三者密切联系，相互制约，构成“八字精养法”的第二层次。

“防”和“管”是池塘养鱼高产、高效的根本保证。虽然有了物质基础“水、种、

饵”，也运用了“混”、“密”、“轮”等技术措施，但掌握和运用这些物质和技术措施的主要因素是人，一切养鱼措施都要发挥人的主观能动性，通过“防”和“管”，综合运用这些条件和技术，才能达到高产、高效。“防”和“管”与前述6个要素都有密切联系，构成“八字精养法”的第三层次。

二、鱼种的放养

鱼种既是食用鱼养殖的物质基础，又是获得高产的前提条件之一。优良的鱼种在饲养中成活率高、生长快。养殖中对鱼种的要求是数量充足、规格合适、种类齐全、体质健壮、无病无伤。

1. 鱼种池安排

规模较大的养殖单位，要合理安排一定面积的池塘用于生产鱼种，尽量满足本单位的需要。一般根据鱼种需要量、食用鱼池放养的规格，以及食用鱼池套养数量等可以计算出鱼种池的使用面积。

2. 鱼种来源

鱼种供应主要有自供鱼种和外购鱼种两种途径。池塘养鱼所需的鱼种最好由本单位自己专池培育，这样各种鱼的数量和规格才能满足本单位生产的需要，质量也能得到保证。如果本单位生产的鱼种不能满足生产的需要，常需从外地购进鱼种作为补充。此时一定要严格执行鱼种检疫制度，杜绝病原微生物随鱼种带入。以往有些暴发性鱼病的蔓延主要就是因为检疫不力造成的。鱼种进入食用鱼池前还要进行浸浴消毒与免疫。鱼种下塘前用3%~4%的食盐 水浸泡10~15min，或者用其他消毒液液浸浴消毒；草鱼、青鱼种还要注射免疫疫苗。

3. 鱼种规格

鱼种规格应根据食用鱼池放养的要求和养殖周期确定。通常仔口鱼种的规格应大些，而老口鱼种的规格相应偏小。但由于各种鱼的生长性能、各地气候条件和饲养方法不同，鱼类的生长速度不一，加之各地消费习惯不同，食用鱼上市规格也有一定的差异，因此，不同地区鱼种放养的规格也不相同。

4. 鱼种放养时间

提早放养鱼种也是争取高产的技术措施之一。长江以南地区一般在春节前后放养完毕。在水温较低的季节放养具有以下优点：①水温低时鱼类活动弱，易于捕捞；②在捕捞和放养操作过程中，不易受伤，可减少饲养期间的发病和死亡率；③提早放养还可以提早开食，使鱼类的生长期加长。近年来，北方条件较好的池塘已将鱼种的春天放养改为秋天放养，鱼种成活率明显提高。鱼种放养须在晴天进行，严寒、风雪天气不能放养，以免鱼种在捕捞和运输途中冻伤。

三、混养搭配

混养是充分利用水体空间和饵料资源，减少浪费，提高能量转化效率的有效措施，可以分为种内混养和种间混养两种类型。种内混养是将不同种鱼类或同种鱼类不同规格的养殖在同一池塘中，这是目前被广泛应用的养殖方式；种间混养是将不同种类的养殖对象，如鱼、虾、贝、藻等合理搭配混养在同一水体中。

（一）种内混养

混养的原则是混养的鱼类在同一水体中和谐相处，不相互残害和吞食；对水质和生长期的水温要求相似；栖息水层和食性有一定的差异。鱼类种内混养有3种类型：①不同种鱼类的混养，即在同一鱼池内养殖多种鱼类。②同种但不同规格的鱼进行混养。③异种异龄鱼的混养，即同一鱼池混养多种鱼类，而且每种鱼又有不同的龄级和规格。

1.混养的优点

（1）合理利用饵料和水体

我国池塘养鱼的人工和天然饵料主要包括浮游生物、底栖生物、各种水草和旱草、有机碎屑以及包括配合饲料在内的各种商品饲料。在投喂草类后，草鱼将草类切割，其粪便转化进入腐屑食物链，可供草食性、滤食性和杂食性鱼类反复利用，大大提高了草类利用率；在投喂人工精料时，主要为草鱼、青鱼、鲤等所取食，部分较小颗粒被鲫、团头鲂和各种小规格鱼种所吞食，鲢、鳙还可摄食粉状精饲料，这样全部商品精料都可为鱼类所利用，不至于浪费。

每种鱼类根据其习性栖息于一定的水层中。鲢、鳙和白鲫等生活于水体上层，草鱼、团头鲂等生活于水体中、下层，青鱼、鲤、鲫、鳊和罗非鱼等则在底层活动。将这些鱼类合理搭配混养在一起，可以充分利用池塘各个水层，相对增加了整个水体中鱼类的放养量，从而提高池塘鱼产量。

（2）发挥养殖鱼类之间的互利作用

混养的积极意义不仅在于配养鱼能提供一部分鱼产量，并且还可发挥各种鱼类之间的互利作用，因而能使它们各自的产量均有增加。例如草鱼、青鱼、团头鲂、鲤等的残饵和粪便可作为培养浮游生物的良好肥料，同时还能提供大量碎屑，为鲢、鳙等滤食性鱼类创造良好的饵料条件；而滤食性鱼类滤食浮游生物和有机碎屑，可起到防止池水过肥的作用，给草鱼、青鱼等提供较为良好的生活环境。鲤、鲫、鳊、鲮、罗非鱼等杂食性鱼类可清除池中残饵，提高饲料的利用率，并改善池塘卫生条件。此外，通过其摄食活动，还能起到翻动底泥和搅动泥水的作用，有助于上、下水层的混合，从而增加底层的溶氧量，加速有机物质的分解和营养盐的循环。

（3）可获得食用鱼和鱼种双丰收

当年鱼种与食用鱼适当混养时，既能取得食用鱼高产，又能基本保障翌年放养的大规格鱼种的需要。

（4）提高经济效益和社会效益

通过混养，不仅提高了产量，降低了成本；而且在同一池塘中生产出各种食用鱼，特别是可以全年向消费市场提供各种鲜鱼，这对繁荣市场、稳定价格、满足消费者的不同需要、增加生产者收入都有重大意义。

2.混养的生物学基础

（1）青鱼、草鱼、鲤、鲂与鲢、鳙间的关系

青鱼、草鱼、鲤、鲂主食贝类、草类和底栖动物等，俗称“吃食鱼”，它们的残饵和粪便进入腐屑食物链和牧食链，因而给鲢、鳙提供了良好的饵料条件；而“肥水鱼”鲢、鳙又为喜清新水质的“吃食鱼”创造了良好的生活条件。渔谚“一草带三鲢”正是这种混养的生物学意义的概括。在不施肥和少量投精料的情况下，“肥水鱼”和“吃食鱼”的比例大致为1:1，正所谓“一层吃食鱼、一层肥水鱼”，具体来说每1kg“吃食鱼”可以带养1kg“肥水鱼”；而在大量投喂精饲料和施肥的情况下，该比例下降至1:0.3~0.6。这是因为大量投饵施肥的鱼池中，有一部分肥料和残饵未能被充分利用而沉积在池底，暂时退出了池塘物质循环。

(2) 草鱼和青鱼之间的关系

青鱼上半年个体小，食谱范围狭窄；下半年贝类资源相对丰富。在饲养的中、后期，青鱼投饲量增加，造成水质过肥，而青鱼较耐肥水；草鱼则喜欢水质清新，加之此时草类质量差，已不利于草鱼生长。因此，生产上在8月份以前抓草鱼投喂，使大规格草鱼在8月份左右达到上市规格，轮捕上市，稀疏密度，有利于留池草鱼的生长；而青鱼上半年主要抓饲料的适口性，8月份以后抓青鱼的投喂，促进青鱼生长，从而缓和青鱼和草鱼在水质上的矛盾。

(3) 鲢、鳙之间的关系

鲢、鳙的天然食物只是相对的不同，在施肥和投喂精饲料的池塘中，鲢的抢食能力远比鳙强；在不投饵的池塘中，浮游动物的数量又远比浮游植物的少。因而鲢会抑制鳙的生长，即渔谚所谓“一鲢夺三鳙”之说，故鳙的放养量不能太大。

珠江三角洲因为鳙的市场需求量较大，故主养鳙，1年饲养4~6批。可在保证鳙正常生长的前提下适当配养鲢，以充分利用池塘中的天然饵料。在生产上可以采取以下措施：①以小规格(13~17cm)的鲢与大规格(0.4~0.5kg)的鳙混养；②控制鳙的放养密度。鲢的放养量不能超过鳙的放养量。例如每次放0.4~0.5kg的鳙鱼种40尾，则13~17cm的鲢鱼种只能放20~30尾。当鲢长至0.75~1.0kg时，在轮捕时必须捕出上市或转入其他池中，然后再补放尾数相等的13~17cm鲢鱼种。

(4) 鲤、鲫、鲂与草鱼、青鱼之间的关系

草鱼、青鱼个体大，食量也大；而鲤、鲫、鲂则相反。将它们混养在一起，能起到清除残饵，改善水质的作用。

主养青鱼的池塘中，鲤的动物性适口饵料较多，故可多放养鲤；主养草鱼的鱼池因动物性饵料较少，鲤要少放一些，一般每1kg草鱼鱼种可搭配饲养50g左右的鲤1尾。放养1kg草鱼种，可搭配8~20g的团头鲂20尾左右。在商品饲料投喂充足的鱼池中，上述鲤的放养量可增加1倍左右，甚至更多。同时可饲养10~15g的鲫1000余尾。

(5) 罗非鱼与鲢、鳙间的关系

罗非鱼与鲢、鳙在食性上有一定矛盾。生产上常采取以下措施：①罗非鱼与鲢、鳙交叉放养。上半年罗非鱼个体小，尚未大量繁殖，密度稀，对鲢、鳙影响小，必须抓好鲢、鳙的饲养，使它们能在6~8月份达到0.5kg以上，轮捕上市；下半年罗非鱼大量繁殖，个体增大，密度增加，必须主抓罗非鱼的饲养管理。②控制罗非鱼的密度，将达到上市规格的罗非鱼及时捕出。③控制罗非鱼的繁殖，如采取放养少量凶猛鱼类或单养雄性鱼的方法。④增加投饲、施肥量，保持水质肥沃以缓和食物矛盾。

3.确定主养鱼类和配养鱼类

(1) 主养鱼

又称主体鱼，也就是主要的养殖鱼类。它们不仅在放养量（重量）上占较大比例，而且是投饵、施肥和饲养管理的主要对象。其产量的高低对单位面积产量和产值起着决定性的作用。确定主养鱼类应考虑以下因素：①市场需求。根据当地市场对各种养殖鱼类的需求量、价格和供应时间的要求，为市场提供适销对路的鱼货。②饵料肥料来源。如草类资源丰富的地区可考虑以草鱼为主养鱼，螺、蚌类资源较多则可以考虑以青鱼为主养鱼；精饲料充足的地区，则可根据当地消费习惯，以鲤、鲫或青鱼作为主养鱼；肥料容易解决则可以考虑将鲢、鳙等滤食性鱼类或者罗非鱼、鲮等腐屑食性鱼类作为主养鱼。③池塘条件。池塘面积较大，水质肥沃，天然饵料丰富的池塘，可以鲢、鳙作为主养鱼；新建的池塘，水质清瘦，可以草鱼、团头鲂作为主养鱼；水较深的池塘可以青鱼、鲤为主养鱼。④鱼种来源。只有鱼种供应充足，而且价格适宜，才能作为主要养殖对象。此外，沿海如鳗鲡、鲷鱼苗资源丰富，有时也可作为主养鱼。

(2) 配养鱼

是处于配角地位的养殖鱼类，它们可以充分利用主要养殖鱼类的残饵以及水中天然饵料很好地生长。但配养鱼的产量往往也相当高，多种配养鱼的总和甚至会超过主养鱼。我国池塘养殖的配养鱼类，一般可多达7~8种。其他鱼类作为主养鱼时，鲢、鳙均为主要的配养鱼，仍应占全池总产量的30%~40%。

(二) 种间混养

将在栖息空间和饵料资源利用上有互补性的不同种类的养殖对象混养在同一水体中，使池塘空间和其中的饵料资源得到充分利用，如鱼--青虾--蚌混养。鱼在水层中活动；青虾在水体浅水区及水生植物上攀附生活；蚌则行水底埋栖生活。这种混养模式投入的饵料供鱼虾摄食，鱼虾排泄物及残饵可肥水增加浮游生物量为滤食性蚌提供食物。在生产中已发展有鱼--虾、鱼--贝、鱼--蟹、鱼--藻、鱼--参等混养类型。

四、合理密养

1.放养密度与产量的关系

鱼产量是收获时鱼的尾数和每尾鱼在养殖期间增重的乘积。收获的尾数是放养鱼实际存活的尾数，因此正常情况下，可以认为密度确定后，决定产量高低的是增长率（增重）和成活率，而鱼的增重又与放养规格大小、饲养技术水平、水环境质量以及饵料的质量和数量等有关。考虑放养密度时，因小型鱼类的体重较小，主要考

虑尾数；大型鱼类则既要考虑尾数也要考虑放养重量，以期得到较为理想的群体产量。

密度和增重这两个因素的增加，都会增加鱼产量，但这是一对相互矛盾并相互制约的因素。放养密度过大，由于饵料和活动空间不足、水质恶化会影响个体增重，使食用鱼质量和饵料报酬均有所下降，导致养鱼实际效益较差。反之，如只考虑个体增重则势必要降低放养密度，但过低的放养密度又会使产量减小，造成水体和饵料的浪费。

2.确定放养密度的依据

合理的放养密度应根据池塘条件、养殖鱼类的种类与规格、饲料供应情况和管理措施等方面来考虑确定。

(1) 池塘条件

有良好水源的池塘，放养密度可适当增大。较深池塘的放养密度可以大于较浅池塘的。

(2) 鱼种的种类和规格

混养多种鱼类的池塘，放养量可大于单养一种鱼类或混养种类少的池塘。不同种类的鱼，其鱼种规格、生长速度和养成食用鱼的规格不一，因此放养密度应各不相同。与鲫、鳊等较小型鱼类相比，青鱼、草鱼等较大型鱼的放养尾数应较少而放养重量较大。同种不同规格鱼种的放养密度应作适当调整。当然，若鱼产品规格过大，单位产量不高，表明放养过稀，也需调整放养密度。

(3) 饵料供应

目前各种鱼类的配合饲料大量使用，鱼类的饵料供应问题得到很好的解决；而且各厂家生产的食用鱼混养料也几乎能被各种鱼类接受，养成周期缩短，轮捕提早，所以放养密度较以前大为提高。

五、轮捕轮放

轮捕轮放就是分期捕鱼和适当补放鱼种，即在密养的鱼塘中，根据鱼类生长情况，到一定时间捕出一部分达到商品规格的食用鱼，再适当补放一些鱼种，以提高池塘单位面积产量。概括地说，轮捕轮放就是一次或多次放足，分期捕捞，捕大留小或去大补小。混养密放是轮捕轮放的前提，而轮捕轮放能进一步发挥混养、密养的增产作用。

1.实施轮捕轮放的前提条件

(1) 年初放养数量充足的大规格鱼种。只有放养了大规格鱼种，才能在饲养中期达到上市规格，轮捕出塘。

(2) 各类鱼种规格齐全，数量充足，配套成龙，符合轮捕轮放要求，同规格鱼种大小均匀。

(3) 同种不同规格的鱼种个体之间的差距要大，否则易造成两者生长上的差异不明显，给轮捕选鱼造成困难。

(4) 饵料、肥料充足，管理水平要高，否则到了轮捕季节，没有足够的鱼达到

上市规格。

(5) 合理选用捕捞网具。使用网目长度为 5cm 的大目网，网片水平缩结系数与垂直缩结系数相近，网目近似于正方形。轮捕拉网时，中、小规格鱼种穿网而过，不易受伤，而大规格鱼留在网内。这样选鱼和操作均较方便，拉网时间短，劳动生产率高。

2. 轮捕轮放的主要作用

(1) 有利于活鱼均衡上市

养鱼前、中期，市场上鲜活商品鱼少，鱼价高，群众无鱼可食；而后期市场上商品鱼相对集中，造成鱼价低廉。采用轮捕轮放可以避免市场上商品鱼出现“春缺、夏少、秋挤”的局面，做到四季有鱼，不仅满足社会需要，而且也提高了经济效益。

(2) 有利于加速资金周转

一般轮捕上市鱼的经济收入可占养鱼总收入的 40%~50%，这就加速了资金的周转，降低了成本，为扩大再生产创造了条件。

(3) 有利于鱼类生长

在饲养前期，因鱼体小，活动空间大，为充分利用水体，年初可多放一些鱼种。随着鱼体生长，采用轮捕轮放方法及时稀疏密度使池鱼容纳量始终保持在最大限度的容纳量以下。这样就可以延长和扩大池塘饲养的时间和空间，使鱼类在主要生长季节始终保持合适的密度促进鱼类快速生长。

(4) 有利于提高饵料、肥料的利用率

利用轮捕控制各种鱼类生长期的密度，以缓和鱼类相互之间在食性、生活习性和生存空间上的矛盾，使食用鱼池混养的种类和数量进一步增加，充分发挥池塘中“水、种、饵”的生产潜力。

(5) 有利于培育量多质好的大规格鱼种，为稳产、高效奠定基础

通过捕大留小，适时捕捞达到商品规格的食用鱼，及时补充夏花和 1 龄鱼种，使套养鱼种迅速生长，年终培育成大规格鱼种。

3. 轮捕轮放的方法

(1) 捕大留小 放养不同规格或相同规格的鱼种，饲养一定时间后，分批捕出一部分达到食用规格鱼类，而让较小的鱼留池继续饲养，不再补放鱼种。

(2) 捕大补小 分批捕出食用鱼后，同时补放鱼种。这种方法的产量较上一种方法高。补放的鱼种可根据规格的大小和生产的目，或养成食用鱼，或养成大规格鱼种，为翌年放养奠定基础。

4. 轮捕轮放的技术要点

在天气炎热的夏秋季节捕鱼，俗称捕“热水鱼”。因为水温高，鱼的活动能力强，捕捞较困难，加之鱼类耗氧量大，不能忍受较长时间的密集，而网中捕获的鱼大部分要回池，如在网中时间过长，很容易受伤或缺氧闷死。因此，在水温高时捕鱼工作技术性较强，要求操作细致、熟练、轻快。

捕捞前几天，要根据天气适当控制施肥量，以确保捕捞时水质良好。捕捞要求在一天水温较低、池水溶氧量较高时进行。一般多在下半夜、黎明捕鱼，这样也便

于供应早市；若要供应夜市则在下午捕捞。如果池鱼有浮头征兆或正在浮头，严禁拉网捕鱼。傍晚也不能拉网，以免引起上、下水层提早对流，加速池水溶氧消耗并造成池鱼浮头。

捕捞后，鱼体分泌大量黏液，同时池水混浊，耗氧量增大。因此须立即加注新水或开增氧机，使鱼有一段顶水时间，以冲洗过多的黏液，防止浮头。白天捕热水鱼，一般加水或开增氧机 2h 左右即可；夜间捕鱼，加水或开增氧机一般要待日出后才能停泵停机。

六、池塘管理

“增产措施千条线，通过管理一根针”，一切养鱼的物质条件和技术措施最后都要通过日常管理，才能充分发挥效能，达到高产、高效的目的。

（一）池塘管理的基本要求

池塘养鱼是一项技术较复杂的生产活动。它涉及气象、饲料、水质、营养、鱼类个体和种群动态等各方面的因素，这些因素又时刻变化、相互影响。因而管理人员要全面了解养鱼全过程和各种因素间的联系，以便控制池塘生态环境，取得稳产、高产。

在精养鱼池中，养鱼取得高产的全过程是一个不断解决水质和饲料矛盾的过程。我国池塘养鱼中解决这对矛盾的经验是：水质保持“肥、活、嫩、爽”，投饵施肥保持“匀、好、足”。

匀--年中应连续不断地投以足够数量的饵料和肥料。在正常情况下，前后两次投饵之间投饵量和时间间隔均应相差不大，以保证投饵量既能满足池鱼摄食的需要，又不过量而影响水质。

好--肥料、饲料的质量应是上乘的。投喂的饲料质量高，营养丰富，鱼类利用充分，排泄物和饵料残留量减少，有利于保持良好的水质。

足--施肥量和投饵量适当，在规定时间内鱼能将投饲物吃完，使池鱼足而不饥、饱而不剩。

实践证明，保持水质“肥、活、嫩、爽”，不仅鲢、鳙有丰富的浮游生物可食，而且青鱼、草鱼、鲤、鲂等鱼类也能在密养的条件下最大限度地生长，不易得病。生产上一是采用“四定”投喂技术来保证投饵施肥的数量和次数，以“匀、好、足”作为水质控制的措施；二是合理使用增氧机与水质改良机械，及时加注新水和使用调水剂等措施来改善水质，使水质保持“肥、活、嫩、爽”。

（二）池塘管理的基本内容

1.经常巡视池塘，观察池鱼动态

每天要早、中、晚巡视池塘 3 次。黎明时观察池鱼有无浮头现象，浮头的程度如何；日间可结合投饵和测水温等工作，检查池鱼活动和吃食情况，近黄昏时检查全天吃食情况，有无残饵，有无浮头预兆。酷暑季节，天气突变时，鱼类易发生严重浮头，还应在半夜前后巡塘，以便及时制止严重浮头，防止泛池发生。

2.随时除草去污，保持水质清新和池塘环境卫生

池塘水质既要较肥又要清新，含氧量较高。因此，除了根据施肥情况和水质变化，经常适量注入新水，调节水质水量外，还要随时捞去水中污物、残渣，割除池边杂草，以免污染水质，影响溶氧量。

3.及时防除病害

细致地做好清洁池塘的工作是防除病害的重要环节，应认真对待；一旦发现池鱼患病，要及时治疗

4.施肥

在冬春和晚秋应大量施用有机肥料，而在鱼类主要生长季节，需经常施以少量的无机磷肥，具体可采取下列方法。

(1) 有机肥料

基肥要施足。一般放养前至3月份的施肥量占全年施肥量的50%~60%。有机肥料在池塘中逐渐分解，耗氧较低，肥效稳定，水质不易突变。高产渔区基肥施得足的鱼池才能保持具有优质水华的池水，从而保证高产。肥水池塘或养鱼多年的池塘，池底淤泥多，一般施基肥量较少或不施。

追肥要少量多次。应选择晴天，在良好的溶解氧条件下用泼洒的方法进行；闷热的天气，不能施肥，以避免耗氧量突然增加。

有机肥料必须腐熟。有机肥料经腐熟后，除了能杀死大量致病菌，有利于池塘卫生和防病外，大部分有机肥料已转化为中间产物。要在晴天中午用泼洒的方法施用，充分利用上层过饱和氧气，既可加速有机肥料的氧化分解，又可降低水中的氧债，夜间就不易因耗氧过多而引起浮头。此外，施肥要避免开食场。

(2) 无机磷肥

磷肥应先溶于水中，使之充分溶解，选择晴天上午9:00-10:00，用喷浆机均匀喷洒于池内。此时，池水pH一般在8以下，有效磷的退化速度较慢，加之上下水层不易对流，使上层水溶性磷保持较高浓度；浮游植物开始向上层集中，利用藻类有奢侈吸收储存磷的特点，就可大大提高水溶性磷的利用率。

5.投饵

(1) 投饵量的确定

①全年饵料计划和各月的分配。为了做到池塘养鱼稳产高产，保证饵料及时供应，均匀投喂，就必须在年终规划好翌年全年的投饵计划。首先应根据放养量和规格，确定各种鱼的计划增肉倍数，再考虑成活率确定计划净产量；然后结合饵料系数规划好全年投饵量。例如某养殖场平均每666.7m²放养草鱼48kg，计划净增肉倍数为5，即每666.7m²净产草鱼48×5=240kg，颗粒饵料的饵料系数以2.5计，旱草的饵料系数以35计，并规定旱草投喂量应占草鱼净增肉需要的2/3，则全年计划总需草量为240×2/3×35×100=560000kg。颗粒饵料全年计划总需要量为240×1/3×2.5×100=20000kg。青鱼、鲤等鱼的全年总投饵量也可依此方法计算。

②每天投饵量的确定。每天的实际投饵量主要根据当地的水温、水色、天气和鱼类吃食情况(即“四看”)而定。

水温。水温在10℃以上即可开食，每次每亩投喂23kg易消化的精饲料(或适口颗粒饲料)；15℃以上可开始投嫩草、粉碎的贝类，精饵料的投饵量占鱼体重0.6%~0.8%，水温20℃以上，投精饵料量占鱼体重1%~2%；25℃以上，精料投喂量

占体重 2.5%~3.0%；水温 30℃ 以上，精料投喂量占体重 3%~5%。在鱼病季节和梅雨季节应控制投饵量。

水色。池塘水色以黄褐色或油绿色为好，可正常投饵。如水色过浓转黑，表示水质要变坏，应减少投饵量，及时加注新水。

天气。天气晴朗，池水溶解氧条件好，应多投。而阴雨天溶解氧条件差，则少投。天气闷热、无风、欲下雷阵雨时应停止投饵，天气变化大，鱼食欲减退，应减少投。

(2) 投饵技术

投饵技术和饵料质量与鱼产量的高低有重要的关系，投饵应实行“四定”原则，即要定时、定量、定质、定点投喂。如以配合饵料喂鱼，最好适当增加一天之中的投饵次数，提高饵料利用率。4 月份每日投饵 1~2 次，5 月每日 3 次（9:00, 13:00, 16:00），6~9 月每日 4 次（9:00, 12:00, 14:00, 16:00），10 月每日 3 次，11 月每日 2~1 次（即一日的投饵量分成上述次数投喂）。

(三) 防止浮头

1. 鱼类浮头的原因

(1) 因上下水层水温差产生急剧对流而引起的浮头

炎夏晴天，精养鱼池色浓水肥，白天上下层溶氧差很大；至午后上层水产生大量氧盈，下层水产生很多氧债，由于水的热阻力上下水层不易对流。傍晚以后，如下雷阵雨或刮大风则表层水温急剧下降，上下水层急剧对流，上层水迅速对流至下层，溶氧很快被下层水中有机物耗净，整个池塘的溶氧迅速下降，造成缺氧浮头。

(2) 因光合作用弱而引起的浮头

夏季如遇连绵阴雨或大雾，光照条件差，浮游植物光合作用强度弱，水中溶氧的补给少，而池中各种生物呼吸和有机物质分解都不断地消耗氧气，以致水中溶氧供不应求，引起鱼类浮头。

(3) 因水质过浓或水质败坏而引起的浮头

夏季久晴未雨，池水温度高，加之大量投饵，水质肥，耗氧大。由于水的透明度小，增氧水层浅，耗氧水层深，水中溶氧供不应求，就容易引起鱼类浮头。如不及时加注新水，水色将会转为黑色，此时极易造成水中浮游生物因缺氧而全部死亡，水色转清并伴有恶臭（俗称臭清水），则往往造成泛池事故。

(4) 因浮游动物大量繁殖而引起的浮头

春季轮虫或溇类大量繁殖形成水华（轮虫为乳白色，溇类为橘红色），它们大量滤食浮游植物。当水中浮游植物被滤食完后，池水清晰见底（渔民称“倒水”），池水溶氧的补给只能依靠空气溶解，而浮游动物的耗氧大大增加，溶氧远远不能满足水生动物耗氧的需要，引起鱼类浮头。

2. 预测浮头的方法

鱼类浮头必有原因，也必然会产生某些现象，根据这些预兆，可事先做好预测预报工作。鱼类发生浮头前，可根据四个方面的现象来预测。

(1) 根据天气预报或当天天气情况进行预测 如夏季晴天傍晚下雷阵雨，使池塘表层水温急剧下降，引起池塘上下水层急速对流，容易引起严重浮头。夏秋季节晴天白天吹南风，夜间吹北风，造成夜间气温下降速度快，俗称“南撞北”，引起上下水层迅速对流，容易引起浮头。或夜间风力较大，气温下降速度快，上下水层对流加快，也易引起浮头。连绵阴雨，光照条件差，风力小、气压低，浮游植物光合作用减弱，致使水中溶氧供不应求，容易引起浮头。此外，久晴未雨，池水温度高，加以大量投饵，水质肥，一旦天气转阴，就容易引起浮头。

(2) 根据季节和水温的变化进行预测 如江浙地区4~5月水温逐渐升高，水质转浓，池水耗氧增大，鱼类对缺氧环境尚未完全适应。因此天气稍有变化，清晨鱼类就会集中在水上层游动，可看到水面有阵阵水花，俗称暗浮头。这是池鱼第一次浮头，由于其体质娇嫩，对低氧环境的忍耐力弱，此时必须采取增氧措施，否则容易死鱼。在梅雨季节，由于光照强度弱，而水温较高，浮游植物造氧少，加之气压低、风力小，往往引起鱼类严重浮头。又如从夏天到秋天的季节转换时期，气温变化剧烈，多雷阵雨天气，鱼类容易浮头。

(3) 观察水色进行预测 池塘水色浓，透明度小，或产生“水华”现象，如遇天气变化，容易造成池水浮游植物大量死亡，水中耗氧大增，引起鱼类浮头泛池。

(4) 检查鱼类吃食情况进行预测 经常检查食场，当发现饲料在规定时间内没有吃完，而又没有发现鱼病，那就说明池塘溶氧条件差，第二天清晨鱼要浮头。此外，可观察草鱼吃草情况。在正常情况下，一般看不到草鱼吃草，而只看到飘浮在水面的草在翻动，草梗逐渐往下沉，并可听到“嘎嘎”的吃草声。如果发现草鱼仅仅在草堆边上吃草，说明草堆下的溶氧已经很低。如发现草鱼衔着草在池中游动，想吃又吃不下，说明池水已经缺氧，即将发生浮头。

3.防止浮头的方法

发现鱼类有浮头预兆，可采取以下方法预防：

(1) 在夏季如果天气预报傍晚有雷阵雨，则可在晴天中午开增氧机。将溶氧高的上层水送至下层，事先降低下层水的耗氧量，及时偿还氧债。

(2) 如果天气连绵阴雨，则应根据预测，在鱼类浮头之前开动增氧机，改善溶氧条件，防止鱼类浮头。

(3) 如发现水质过浓，应及时加注新水，以增大透明度，改善水质，增加溶氧。

(4) 估计鱼类可能浮头时，根据具体情况，控制吃食量。鱼类在饱食情况下其基础代谢高、耗氧大，更容易浮头。如预测是轻浮头，饵料应在傍晚前吃净，不吃夜食。如天气不正常，预测会发生严重浮头，应立即停止投饵，已经投下去的草类必须捞出，以免鱼类浮头时妨碍浮头和注水。

4.解救浮头的措施

发生浮头时应及时采取增氧措施。如增氧机或水泵不足，可根据各池鱼类浮头情况区分轻重缓急，先用于重浮头的池塘（但暗浮头时必须及时开动增氧机或加注新水）。浮头后开机、开泵，只能使局部范围内的池水有较高的溶氧，此时开动增氧机或水泵加水主要起集鱼、救鱼的作用。因此，水泵加水时，其水流必须平行水面冲出，使水流冲得越远越好，以便尽快把浮头鱼引集到这一路溶氧较高的新水中以避免死鱼。在抢救浮头时，切勿中途停机、停泵，否则会加速浮头死鱼。一般开增

氧机或水泵冲水需待日出后方能停机停泵。

发生严重浮头或泛池时，也可用化学增氧方法，其增氧救鱼效果迅速。具体药物可采用复方增氧剂。其主要成分为过碳酸钠（ $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_2$ ）和沸石粉，使用方法以局部水面为好，将该药粉直接撒在鱼类浮头最严重的水面。

任务 2 工厂化养鱼

一、工厂化循环水养鱼的定义

工厂化循环水养鱼（图 1、2）是集土建工程、机械电子、仪表仪器、物理、化学、生物工程、自动控制等现代科技于一体，全封闭条件下，对养殖生产全过程的水质、水流、水温、投饵、排污、疾病预防、水处理、循环使用等实行半自动或全自动化管理的一种养殖模式。同时，对养殖鱼类的生长过程进行全面自动监控，使其能在高密度养殖条件下，自始至终维持最佳生理、生态条件，从而达到健康、快速生长、营养合理和最大限度地提高单位水体产量和质量，且不产生内外环境污染的一种高效养殖模式。



图 1 工厂化养鱼车间

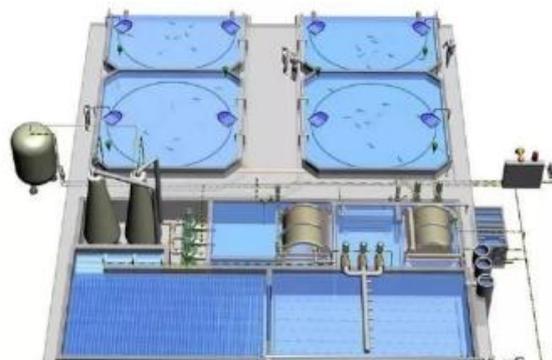


图 2 工厂化循环水养殖系统

二、工厂化养鱼的优点

近年来，自然经济鱼类资源衰减，我国水产养殖业由捕捞型向养殖型转变。由于工厂化养鱼具有占地面积少、劳动生产率高、养殖周期短、单位面积产量高、养殖用水量少、产品优质健康等特点，发展潜力巨大。

1. 节地

工厂化养鱼为循环水高密度养殖方式，比传统的池塘养殖放养密度高几十倍，因此在获得相同的养殖产量时，所占土地面积大大减少。

2. 节水

工厂化养鱼用水循环使用，系统换水率只有 5%~15%，据研究平均生产每千克

鱼 用水量 300L。

3.可控程度高

工厂化养鱼水质、水温都在全人工控制下，为养殖鱼类创造良好的生长条件，不受气候条件的限制，实现全年全天候生产。

三、工厂化循环水养殖系统的组成及作用

1.养殖池（图 1）

养殖池的建筑材料有混凝土、砖石水泥、玻璃钢、帆布和无毒塑料等多种，池形有长方形、正方形、圆形、八角形、长椭圆形等。池中央设排水口，利用池外溢流管控制水位高度，进水管沿池周切向进水，使池水产生切向流动而旋转起来，将残饵、粪便等污物旋至中央排水管排出。养殖池的面 30~100m² 不等，池深 1.0~1.5m。



图 1 养殖池



图 2 微滤机

2.集污池

大颗粒的残饵和粪便先通过养殖池的排水管底部排出到集污池进行沉淀处理。

3.微滤机（图 2）

需要循环净化的水体通过自流进入到微滤机中，含有悬浮物微粒的水进入滚筒内，悬浮物被不锈钢滤网截留。当滚筒内悬浮物积聚到一定数量时，此时反清洗水泵和滚筒电机同时自动开启，反清洗水泵输出的高压水经微滤机的反清洗系统对旋转的滚筒滤网进行高压清洗，滞留在滤网上的悬浮物在高压水的冲洗下进入污物收集槽经排污管排出。



图3 蛋白分离器

4.蛋白分离器（图3）

经过微滤机过滤后的水通过水泵进入到蛋白分离器中，通过配套的臭氧氧化器喷射出的气流可以将水中的有机物在分解成氨氮以前从水中分离出去，同时臭氧的氧化性又可以使到病原菌蛋白发生变性，从而起到杀菌、脱色、除臭，降低化学耗氧量的作用。

5.生物滤池（图4）

经过蛋白分离器处理过的污水再进入生物滤池，利用生物滤池中特殊生化滤料去除养殖污水中的氨氮、亚硝酸、硝酸盐、硫化氢等有害物质，净化水质。



图4 生物滤池



图5 紫外消毒器

6.紫外消毒器（图5）

经生物滤池净化后的污水再经过紫外消毒器进行紫外线杀菌消毒。

7.增氧设备（图6）

经过消毒处理后的水进入液氧增氧机增氧。

8.水质监测设备

最后，循环水经过水质检测合格后循环进入到养殖池中。



图6 增氧设备

四、工厂化养鱼日常管理

目前国外先进的海水工厂化养鱼厂的日常管理工作，如水质监测、投饵、鱼的活动情况监测与记录等大都实现了全部或部分自动化管理；但我国目前的工厂化养鱼技术水平还较低，还需要进行人工管理。在日常管理工作中要重点做好以下几项工作：

(1) 建立日志，记录好鱼种来源、生长情况、疾病发生与用药情况，及时汇总进行综合分析。

(2) 每天早晚要巡池检查，观察鱼的活动和摄食情况，定期抽样测量，及时调整投饵量。

(3) 及时调整水的流量及鱼水比，及时排污，防止水质骤变。

(4) 观察鱼病发生情况，要注意观察鱼的体色是否正常，是否有离群及摩擦池边的现象发生等。当发现有病鱼、死鱼时要立即捞出，并进行鱼病的检查，及时做好病害防治工作。

(5) 要经常检查进、排水系统有无堵塞、破损及逃鱼等，设备运转是否正常，发现问题及时解决。

练习与思考

1. 池塘饲养成鱼的水源和水质应具备怎样的条件？
2. 混养搭配有怎样的优势？
3. 轮捕轮放的作用有哪些？
4. 工厂化循环水养殖系统的组成及其作用？

项目九 活鱼运输

任务 1 鱼类成活率的运输影响

一、鱼的体质

运输鱼类的体质是决定运输成败的关键性因素，要运输的鱼类必须健康、无病、无伤。伤病及体弱的鱼类难以忍受运输过程中剧烈的颠簸和恶劣的水质环境，运输会加剧其伤病，易于死亡。运输鱼类出池前须进行拉网锻炼，并集中蓄存于网箱中 3~6h，称为“吊养”，促使其排出粪便和代谢黏液，避免运输过程中代谢产物分解，大量耗氧同时排出大量的二氧化碳，恶化水质环境，降低运输成活率（表 8-1）。但由于鱼苗体内储存能量较少，不宜进行拉网锻炼。运输鱼类至少提 1d 停食，使消化道完全排空。具残食习性的肉食性鱼类，如胡子鲶等，应在起运前 3~4h 停食，防止其弱肉强食；食用鱼及亲鱼在运输前 3~4d 停止投饵，并经拉网锻炼或蓄养。

表 9-1 锻炼对运输鲢亲鱼的影响

处理方式	体重 (kg)	平均呼吸频		二氧化碳 (mg/L)	CO ₂ 呼出率 [mg/(kg·h)]	运输途中鱼体动态
		率 (次/min)	溶氧 (mg/L)			
不锻炼	6.8	18.3	8.98	183.6	7.5	排出粪便多，水混浊，126 h 死亡
锻炼	7.0	18.8	14.40	140.8	4.2	粪便少，120 h 正常

二、水质环境

1.溶解氧 运输水体较高的溶解氧水平是保证运输成功的关键因素。水中溶氧不足会使鱼类在运输过程中无法正常呼吸，若严重缺氧，还会造成鱼类窒息死亡，从而影响成活率。一般运输时，水中溶解氧应保持在 5 mg/L 以上。影响运输鱼类耗氧量的因素有运输鱼类密度、水温、运输鱼类的状态、鱼类的种类和规格等。运输鱼类密度越大、水温越高，耗氧量越大。水温升高 10℃，耗氧量会增加 1 倍。Piper *et al*(1982)研究指出水温每降低 0.5℃，鱼载量可提高 5.6%。Luck 和 Krcal(1974)认为处于兴奋状态的鱼体耗氧量会提高 3~5 倍，如鲢鱼苗受到刺激后需要经过几小时，耗氧量才会恢复到正常水平。水体溶氧充足，鱼会处于安静状态，耗氧也会保持在较低水平。不同种鱼类的耗氧率有种间差异，应根据不同鱼类的耗氧率，确定其在单位容积水体的合理装运量。不同规格鱼类耗氧率随体重的增加而相对地降低。

2.水温 鱼类是变温动物。体温随水温的变化而变化。各种鱼类都有自身的适温范围，超出适温范围就容易死亡。在适温范围内，水温越高，鱼类代谢强度越大，对氧气的需求量也越大，同时代谢废物也增多(表 9-2)，易造成水质污染，使鱼体活力下降。因此，降温是提高鱼类运输存活率的一个有效措施。春秋两季冷水性鱼类

运输的适宜水温为 3~5℃，温水性鱼类为 5~8℃。夏季冷水性鱼类运输的适宜水温为 6~8℃，温水性鱼类为 10~12℃，一般以温差不超过 5℃为宜。夏季气温太高，可在水面上放些碎冰，使其渐渐融化，达到降低水温的目的。冬季水温太低，要采取防冻措施。

表 9-2 温度对鱼类运输的影响

鱼类	体重(kg)	水温(℃)	平均呼吸频率(次/min)	DO (mg/L)	CO ₂ (mg/L)	CO ₂ 呼出率 [mg/ (kg·h)]	运输途中鱼类活动情况
鲢	1~1.5	8	22.5~25.9	9.6~10.8	110~123	6.1~10.2	120 h 均正常
	1.1	15	39.5~44.6	2.1~4.2	186.5~190.4	16.4~23.8	72~105 h 死亡
	1.5	8	36	13.4	93.2	5.2	120 h 均正常
草鱼	0.85	15	46	5.4	158.4	15.5	120 h 死亡

注：试验均在塑料袋充氧密封条件下进行。

3.pH 与二氧化碳 随着运输时间的延长，鱼体呼吸作用释放的二氧化碳会使 pH 降低。二氧化碳含量升高、pH 降低会对鱼体产生有害影响。鱼类和微生物代谢产物二氧化碳会酸化水质，会使血液载氧能力下降。正常情况下，鱼体消耗 1m 氧气会产生 0.9 ml 二氧化碳。随着运输时间的延长，容器中的二氧化碳含量会逐渐升高。Pecha 和 Kouril(1983)建议，密闭容器中 CO₂ 的临界浓度，暖水性鱼类为 140ml/L，冷水性鱼类为 40 ml/L。Kruzhalina 等(1970)也给出了密闭运输鱼类时的 CO₂ 临界浓度，建议鲢成鱼为 60~70ml/L，成熟鲟为 40 mL/L 以及鲟鱼苗 20 ml/L，成熟草食性鱼类为 140-160 ml/L，草食性鱼类鱼苗为 100ml/L，而仔鱼为 80 ml/L。

4.氨 运输过程中鱼类蛋白代谢和微生物对排泄物的分解作用会产生氨，长时间会出现氨积累。降低运输水温可以降低鱼类的代谢率、减轻鱼类运动，减少氨的排放量。还可以通过在运输前长时间停食和排空肠胃内容物以降低微生物产氨量。因此运输水温和最后投喂的时间是影响氨产生的重要因素。例如，在 1℃时鳙的氨排放量是 11℃时的 34%；而运输前停食 63h 饥饿鳙稚鱼，氨排放量是投喂稚鱼的一半。体长 10cm 以上必须饥饿 48h，20cm 以上需饥饿 72h (Piper *et al*,1982)。

三、运输的密度

鱼类运输密度通常以鱼体总重量与水体体积比值为参考指标。对于稚、幼鱼，运输的鱼体与水体体积比不要超过 1: 3。亲鱼可以按 1: 2~3 的鱼水比运输，但小个体稚鱼需要降低为 1: 100-200(Pecha *et al*,1983)。在换气良好、水温 8~15℃、运输时间 1~2h 时，建议运输鱼体重与水体体积比率为：商品鲤 1: 1，鲤亲鱼 1: 1.5；商品虹鳟 1: 3，虹鳟亲鱼 1: 4.5；狗鱼亲鱼 1: 2；草食性鱼类 1: 2。

任务 2 运输的准备

一、运输的准备

在运输前要进行认真地准备，制订科学的运输计划，以保证顺利完成运输任务。

1. **运输计划** 根据运输鱼类的数量、规格、种类和运输的里程等情况，确定运输工具和方法，并与交通部门洽谈有关运输事宜。

2. **准备好运输工具** 主要是交通工具、装运工具及增氧换水设备。检查运输工具和充气装置，以免运输途中发生故障。

3. **了解途中换水水质** 调查了解运输途中各站的水质情况，联系并确定好沿途的换水地点。

4. **运输前的苗种处理** 要选择规格整齐、身体健壮、体色鲜艳、游动活泼的鱼苗进行运输。待运鱼苗应先放到网箱中暂养，使其能适应静水和波动，并在暂养期间换箱 1~2 次，使鱼苗得到锻炼。鱼种起运前要拉网锻炼 2~3 次；起运前 1d 停止投饵，使其排空粪便。

二、运输工具

目前鱼类运输常用的运输容器主要有塑料袋、橡胶袋、活鱼箱(车)、活鱼船等。

1. **塑料袋(图 1)** 塑料袋用透明聚乙烯薄膜热加工而成，主要用于苗种运输。常用规格为(0.7~1.1)m×(0.35~0.45)m。容积约为 20~50L。运输过程中，塑料袋的外面要有防止机械损伤的防护包装。外包装要与运输袋体积相当，便于操作并具有保温作用。



图 1 塑料袋



图 2 橡胶袋

2. **橡胶袋(图 2)** 用厚度为 1.5 mm 的橡胶制成，宽 0.8-1.5 m，长 2.0~2.5m。橡胶袋具有不易破损、容积大、可重复使用的优点，但橡胶袋造价较贵，适用于较大规格鱼类的运输。

3.活鱼箱(车) (图3) 活鱼箱容量大, 操作简便, 非常适于食用鱼的运输。活鱼箱是安载于载重汽车上用钢板或铝板焊接而成的特殊容器。箱内配有增氧、制冷降温装置、水质调控设施与水泵等。国产活鱼箱有 SF、HY、SC、HTHY、SC、SW 等型号。SF 型增氧系统以喷水式为主, 射流式为辅; HY 型采用射流增氧系统; SF 与 HY 型均属于开敞式运输方式, 活鱼箱上端均留有 30cm 舷, 箱顶设有限位的金属拦鱼网, 以免溢水, 活鱼箱容积没有充分利用; SC 型则采用纯氧增氧, 其运输效果好, 运行时间长, 成活率高, 可充分利用鱼箱容积, 但造价较高。



图3 活鱼箱(车)



图4 活鱼船

4.活鱼船(图4) 在水网地区, 活鱼船仍然被广泛用于食用鱼及亲鱼、苗种的运输, 目前均已配有动力。活鱼船的载鱼舱水体通过船体运动与环境水体进行交换, 因此也称为活水船。

练习与思考

1. 请简要叙述鱼类运输成活率的影响因素?
2. 请简要介绍鱼类运输前的准备工作?

项目十 鱼类的越冬管理

任务1 鱼类的越冬死亡

一、鱼类越冬死亡的原因

鱼类在越冬期死亡的原因是多方面的，但其中往往有一个因素起主导作用。总的来说，不外是由于越冬池的环境条件不良或鱼类本身对不良环境条件的适应能力低，或感染鱼病，以及在鱼类越冬期间缺乏认真的、正确的管理所造成的。因此，必须全面地、具体地分析死亡的原因，采取有效措施，才能使鱼类安全越冬。

1. 严重缺氧或少水

在一般情况下，越冬水体严重缺氧是鱼类死亡的主要原因。造成缺氧死鱼的原因是多方面的，主要有以下几种：

(1) 凡用未经改造的天然小泡、沼进行鱼类越冬，因沼泽化程度大，水草多，水底淤泥厚，水中溶解性有机物较多，冬季耗氧过多，造成水域严重缺氧。此种泡、沼一般在春节前后，水中溶氧量就可降到 1mg/L 以下，遇到雪封冰或大雪年份，到12月份中旬就可能严重缺氧。因此，凡是不经改造的天然水体，又无补水源的水或缺少有效的补氧措施，是不能用做养殖鱼类越冬的。

(2) 越冬池渗水严重，以及在塘鱼、野杂鱼多，鱼类越冬密度过大，而引起缺氧。有些越冬池底质疏松，多为沙石，冬季渗漏水量过大，不但相对增加了池鱼的密度，而且水量少，水中溶解氧也相对减少。因此，凡是渗漏严重，而又无水源补充新水的池塘，都不宜选做鱼类的越冬池。

有些越冬水域对原池在塘的鱼类数量估计不足，或根本没做估计，有些野杂鱼也没有计算在内，以致造成鱼类越冬密度过大，而引起缺氧死鱼。

(3) 越冬期间有污水流入越冬池，增加了耗氧因子，使溶氧量明显降低。另外，含有机质及有机酸较多的草地锈水，或含铁离子较多的地下井水，流入越冬水体后都能很快地消耗掉大量的氧，使越冬池缺氧死鱼。

2. 鱼种规格小、体质差及病伤严重

(1) 鱼种规格小，体质消瘦，肥满度低。养殖鱼类能量的消耗，主要是靠越冬前体内脂肪的积累。因此，秋季鱼种育肥不好，鱼体消瘦，就不能保证其在漫长冬季对脂肪的消耗，鱼类就会发生死亡。实践证明，如果鱼种消瘦，即使是大规格的鱼种，越冬成活率也不会高。特别是温室或流水越冬，死亡率会更大。

(2) 越冬期间鱼类活动量大，消耗能量多，使之体质太差，易造成鱼类死亡，特别是越冬期过长的地区更为严重。应特别注意温室越冬、流水越冬和经常循环水越冬池塘。

(3) 鱼类在并池越冬、运输、拉网等操作使鱼类造成机械损伤，特别在出鲤时，由于抽干池水造成“挂浆鱼”，不但影响鱼类体质，而且易使受伤染病。

3. 越冬水体管理不善

(1) 越冬前没有进行清野除害，冬季摄食的一些冷水性鱼类，给鱼种带来威胁。

(2)越冬时期发生冻裂闸门或发生溃堤，而使池水减少或发生鱼类外逃。

(3)越冬水体缺乏专人精细管理，不注重对容氧量和水位等进行检测，发生缺氧，使鱼类窒息死亡。发生渗漏引起水位下降，水量过少而使鱼类冻死。

(4)管理措施不当，没有发现问题，或者发现问题也不能马上处理，贻误时机，而使鱼类致死。如注重打冰眼而不注重扫雪，循环水增氧时间过长，造成池水温度过低等。

任务 2 鱼类越冬的安全管理

鱼类越冬的安全管理，随各地具体条件以及鱼类越冬致死原因的不同而有区别。因此应根据当地历年越冬经验和发生的问题，采取相应的问题，采取相应的有效越冬措施。总的来讲，有如下几个方面：

一、增强越冬鱼类体质，提高其耐寒力和抗病力

1.在越冬前精养细喂，增加脂肪积累，提高肥满度。从“立秋”到越冬前应增加投喂含脂肪及糖类较多的饲料，以提高鱼类的肥满度，生产上称这一时期为“育肥期”。

2.选择和培育耐寒的优良品种。因为北方地区在鱼类越冬时，不但水温很低，而且封冰时间长，所以选择抗寒能力强的优良品种。

3.严格进行鱼体消毒，尽量减少病、伤鱼。鱼种并池时，应尽量减少鱼体受伤。

二、改善鱼类越冬环境条件，提高越冬成活率

1.选择良好的越冬水域。一般来说，鱼类良好的越冬场所应具备如下几项基本要求：

①冰层达到最大厚度时，冰下水深应保持在 2m 左右，冬季无水源补充新水的止水越冬池要求保持在 3m 左右。

②底泥厚度最好不超过 15cm，如果底泥太厚或太稀，最好经晾晒或生石灰处理后再使用。底质平坦，容易捕捞，池底保水性强。对于微渗漏的池塘，应有补水条件，渗漏严重的池塘，不应选做越冬池。

③水的理化性质符合鱼类的要求。

④在越冬期间最好能有较好的新水补入。

⑤交通方便。

⑥能有效地防止逃鱼。

2.改善与创造良好的越冬环境条件。有许多水体，经过改造后，可以作为鱼类越冬场。

①要除去过多的淤泥、杂草，有些池塘需经晾晒池底或用生石灰清塘，以改良底质和预防鱼病。

②做好除害(小型杂鱼及凶猛鱼类等)防逃工作。

③严防渗漏。

④设置补水设施及补氧设施。

⑤保持冰面有良好的透光性，尽量减少乌冰及雪盖冰，明冰上的积雪应除去。

⑥保持冰下良好的生物状况；轮虫过多时应用 2mg/L 左右的晶体敌百虫杀灭。如果池水太瘦，浮游植物太少，除控制浮游动物外，应向越冬池中施适量的化肥，最好是氮、磷复合肥。还可引入喜低温、低光照的藻类，以保证光合作用顺利进行。

⑦冰眼处出现异味时，应向水体补注含氧较高的水，并补进适量的生石灰。

⑧在南方地区有条件的养殖户可以用塑料薄膜在水面上架起保温大棚（图 1）。



图 1 塑料薄膜保温大棚

三、合理安排越冬池放养密度

鱼类在冰下需要一定的水体环境和溶氧量，如果越冬鱼类密度过大，不但会造成缺氧死亡，而且给鱼病的传播提供了方便。但密度过小又不能充分发挥越冬池应有的生产效能，造成水体浪费。决定单位水体的放养量，主要依据水中溶氧量的多少，鱼体的种类、规格大小，水面大小及管理措施等。同时还应注意越冬池渗水情况、冰冻最大限度时的有效越冬水面、其他耗氧因子多少，以及越冬期长短等因素具体决定。根据越冬实践，一般 1 龄鱼种越冬密度为：

①流水越冬池，密度为 1~2kg/m³。

②有补水条件的止水越冬池，密度为 0.3~0.5kg/m²。

③无补水条件，但缺氧时能采取有效补氧措施的，密度为 0.1kg/m² 以下。

④温室越冬掌握在 3~4kg/m²。

2 龄鱼种及亲鱼的越冬参考 1 龄鱼种的密度。

四、其他管理措施

1.在整个鱼类越冬期间，要有专人测定水中溶氧量及冰下水位的变化，发现问题及明处理，特别是冬至到春节期间更应注意。

2.防止一切污水进入越冬池。

3.防止越冬场冰面车、马和人经常走动，在越冬场附近不应放炮，以免惊扰鱼类。

4.水温较高(7℃以上)时，进行少量投喂。

5.缩短越冬时间。春天开冰前，在冰面上洒一些煤灰等，促使冰提早开化，便于阳直射进水体中，使水温能迅速回升。另外，当温度适宜时，应尽早投喂，或将鱼种捕出分池饲养，便于鱼类早适应环境，早生长。

练习与思考

- 1.鱼类越冬死亡的原因？
- 2.如何提高鱼类越冬的存活率？