

国内外淡水养殖新技术

GUONEI WAI DAN SHUI YANG ZHI XIN JI SHU

湖南省水产学会主编

一九八五年十月

绪 言

为了加速淡水养鱼事业的发展，我们组织有关科技人员编写了《国内外淡水养殖新技术》一书。本书介绍了国内外池塘养鱼、湖泊养鱼、网箱养鱼新技术；淡水养鱼新品种、新对象的养殖技术；名贵水产动物的养殖技术；新的养鱼饲料源及加工利用技术；鱼病防治新技术；淡水捕捞新技术等内容。所引用的技术资料多为七十年代以来国内外采用的新技术、新方法。坚持以实用技术为主，通俗易懂，更好地把科学养鱼知识普及到基层，促进水产事业的发展。

本书的编写得到湖南省水产局、湖南省水产研究所等单位的大力支持，并承金燮理、宋才建、吴维新、杨金通、唐家汉等同志审阅，在此一并表示谢意！

本书编委会成员由吴维新、阳爱生、唐家汉、曾训江、黄金玉同志组成。由于编写时间有限，所收集的资料，难免有误，敬请读者批评指正。

湖南省水产学会

一九八五年十月

国内外淡水养殖新技术

目 录

池塘养鱼新技术

- (00一、世界池塘养殖现状及发展趋势..... (1)
- (00二、池塘养殖鱼类人工繁殖新技术..... (4)
- 三、现代生态学原理在池塘养鱼业中的应用..... (11)
- (01四、活鱼运输..... (19)
- (02五、鱼类的标记法..... (21)
- (03六、池塘养殖机械..... (22)
- (04七、池塘养鱼高产模式..... (34)

网箱养鱼新技术

- (001一、网箱养鱼的现状及发展趋势..... (51)
- (002二、网箱制作与设置..... (52)
- (003三、网箱养鱼的主要品种..... (56)
- (004四、网箱养鱼的方式..... (56)
- (005五、网箱养鱼的起捕、并箱及越冬..... (60)

水库养鱼新技术

- (001一、水库渔业生态学管理新方法..... (62)
- (002二、水库养鱼的合理放养技术..... (64)
- (003三、水库人工培育鱼类资源的移植放流技术..... (67)
- (004四、库湾培育鱼种技术..... (69)
- (005五、水库电栅栏鱼防逃技术..... (74)
- (006六、国外改进水库渔业资源——放养与移植的实践..... (79)

稻田养鱼新技术

- (001一、稻田养鱼新技术的发展及其重要意义..... (82)

二、稻鱼共生理论及其应用价值..... (83)

三、操作技术要点..... (86)

湖泊养鱼新技术

一、国内外湖泊渔业发展概况..... (90)

二、湖泊渔业资源的开发利用..... (91)

流水养鱼

一、国内外流水养鱼发展概况..... (109)

二、流水养鱼技术..... (109)

三、淡水养殖新品种、新对象

一、鲤鱼杂交优势的利用..... (119)

二、鳊鱼..... (130)

三、虹鳟鱼..... (140)

四、鲮鱼..... (148)

五、鲟鱼..... (150)

六、罗非鱼..... (152)

七、异育银鲫..... (158)

八、银鲮..... (162)

九、细鳞斜颌鲴..... (164)

十、黄尾密鲴..... (167)

十一、圆吻鲴..... (169)

十二、本地胡子鲶..... (171)

十三、塘胡子鲶..... (173)

十四、埃及胡子鲶..... (176)

十五、白鲫..... (179)

十六、鳊鱼..... (182)

十七、湘鲫..... (185)

十八、露斯塔野鲮..... (189)

十九、香鱼..... (192)

养鱼饲料及加工利用新技术

- 一、养鱼饲料的现状与发展趋势 (195)
- 二、鱼类对各种营养物质的需要和配合饲料配方 (199)
- 三、鱼饲料加工机械和制作技术 (227)
- 四、活饵料培养及其加工利用新技术 (231)

鱼病防治新技术

- 一、草鱼病 (257)
- 二、白鲢病 (261)
- 三、鳙鱼病 (265)
- 四、鲤鱼病 (267)
- 五、鳊、鲂鱼病 (269)
- 六、罗非鱼病 (269)
- 七、鲮鱼病 (272)
- 八、鳊鱼病 (273)
- 九、泥鳅病 (275)
- 十、鳊鱼病 (275)
- 十一、鳊鱼病 (276)
- 十二、虹鳊病 (279)
- 十三、香鱼病 (282)
- 十四、其他鱼类疾病 (284)
- 十五、虾病 (286)
- 十六、蚌病 (288)
- 十七、鳖病 (289)
- 十八、鱼类的生物敌害 (291)
- 十九、鱼营养性疾病 (293)

淡水捕捞新技术

- 一、交流电赶捕鱼技术 (296)
- 二、MSS—Ⅰ脉冲电赶鱼机及其捕鱼设备 (298)

三、直流电捕鱼技术	(299)
四、悬挂式直流电捕鱼法	(301)
五、带电网捕鱼技术	(302)
六、影响电气渔法效果的因素	(304)
七、捕鱼新网具	(307)
八、捕鱼新机械、新渔船	(319)

主要名贵小水产养殖新技术

一、鳖的人工养殖新技术	(325)
二、日本甲鱼新的养殖法(译文摘要)	(331)
三、乌龟的生物学特性及其人工养殖新技术	(342)
四、河蟹的生物学特性及其人工养殖新技术	(350)
五、罗氏沼虾的生物学特性及其人工养殖新技术	(355)
六、青虾的生物学特性及其人工养殖新技术	(363)
七、黄鳝的生物学特性及其人工养殖新技术	(366)
八、泥鳅的生物学特性及其人工养殖新技术	(369)
九、福寿螺的生物学特性及其人工养殖新技术	(373)
十、田螺的生物学特性及其人工养殖	(376)
十一、牛蛙的生物学特性及其养殖新技术	(380)
十二、育珠蚌的生物学特性及河蚌育珠新技术	(388)
十三、育珠蚌的人工繁殖	(398)

木 村 洋 行 附 本 类

(388)	木村洋行附本类
(388)	木村洋行附本类

池塘养鱼新技术

目前,全世界42亿人口,只有约四分之一的人可摄食足够数量的动物蛋白。到本纪世末,世界人口将增加到62亿,解决动物蛋白的来源,是人类面临的一个重要战略问题。人类所需要的动物蛋白,可通过发展农业、牧业和渔业等三个途径解决。三者比较渔业生产成本低、潜力大。发展渔业生产,已日益为全世界所重视。

未来渔业生产的发展主要依靠养殖业,特别是池塘养殖。海洋捕捞的产量是有限度的。从本世纪七十年代以来,海洋捕捞产量已达到顶峰,近十年来产量持平。按联合国粮农组织统计(1978年)海洋捕捞产量从第二次世界大战末到七十年代初稳定发展,嗣后,捕捞产量没有明显的增长。随着需要量的增长,鱼产量和需要量之间的缺口日益增大,这个缺口只有通过发展养殖来弥补。

发展水产养殖具有极大潜力。据联合国粮农组织估计,在未来三十年内,世界养殖产量有可能增长五倍,水产养殖发达的远东地区,二百万公顷水面每年生产四百万吨鱼,全世界四亿四千万公顷可养殖水面,只要利用10%,每年可产鱼约一亿吨(雷埃著生物学研究丛书No106,水产养殖)。

养殖产量的增长,通过两个途径达到:一方面是增加池塘面积和其他养殖设施,提高水面的利用率;另一方面是增加现有养殖水面,主要是池塘的产量。佩莱提供了三十一个国家的池塘面积和产量信息,平均产量是每公顷1.5吨(每亩200斤)。各国产量差别很大,低的每公顷只有55公斤,高的达6.6吨。形成这样大的差别的原因,除了气候因素之外,主要是管理方法和养殖技术。

我国养鱼历史悠久,技术先进,多品种混养及农、牧、渔综合经营等技术措施,使我国池塘单位面积产量达到很高水平,但全国各地单位面积产量很不平衡,平均只有百来斤,处于世界的中等水平。

一、世界池塘养殖现状及发展趋势

1、现状

池塘养鱼,目前仍然是世界淡水养殖的主要形式,其产量占淡水渔业总产量70%以上。世界淡水渔业总产量800万吨,池塘养殖产量为600万吨左右。亚洲是世界淡水养鱼最发达地区,产量为500万吨左右,占全世界淡水渔业产量的60%左右。亚洲的池塘养鱼主要集中在东亚、东南亚及印度次大陆。主要养殖对象是中国的家鱼及印度鲤科鱼类。遮目鱼、鳊鲃、罗非鱼也占有比较重要的地位。遮目鱼养殖是台湾省开始的,郑成功时期在海滩潮汐带筑池养殖遮目鱼,逐步扩大到咸淡水池塘。目前遮目鱼是台湾省、菲律宾、印尼和东南亚沿海地区的重要养殖对象,60%的咸淡水池塘养殖遮目鱼。但仍以台湾省技术最完善,单产最高。鳊鲃养殖开始于日本,已有百余年的历史。日本人视鳊鱼为高级补品,美称为“水中人参”,市场需要量很大,年销售量5万多吨。国内产量只有3万多吨,日本鳊苗和缺额部份的商品

鱼依靠进口，由于价格昂贵，吸引了台湾及东南亚国家的养殖者们发展鳗鱼养殖。使这些国家养鳗事业迅速发展。

非洲养鱼历史不长，第二次世界大战以后才开始。主要养殖对象是罗非鱼，坦桑尼亚、尼日利亚、乌干达是非洲养鱼比较发达的国家。

欧洲池塘养鱼开始于中世纪，迄今已有五、六百年历史。首先是在修道院内养殖食用的鲤鱼，十九世纪以后，池塘开始投饵施肥养殖初步具有了商业经营性质。现在，欧洲池塘主要养殖鲤鱼和鲑、鳟鱼类。苏联是池塘养鱼最发达的欧洲国家，1979年产鱼80.56万吨，占欧洲养殖产量的70%以上。

北美洲的养鱼业，偏重于游钓鱼业，放鱼的目的是供游客垂钓。六十年代以前，国立和州立鱼场的鱼池，主要是培育亲鱼，人工繁殖鱼苗，培育出鱼种，投放天然水体进行增殖。六十年代以后，池塘商品鱼养殖有了较大发展。主要养殖鲑、鳟鱼类，美洲鲈，胭脂鱼及淡水鲈鱼。1979年北美洲淡水鱼产量为15.9万吨。

2、发展趋势

从七十年代以来，世界池塘养鱼有迅速发展的趋势。在我国，自十一届三中全会以来，农业生产责任制的落实，国家大量投资修建商品鱼基地鱼池，改善了生产条件。在技术方面，开展引种驯化和杂交优势利用，增加了养殖品种。改革养殖制度和品种结构；改进防病措施；高产青饲料的栽培及人工配合饵料的使用，使产量迅速提高。1979年全国养殖产量90万吨，增加到1984年的180吨，六年间产量增加了一倍。中共中央关于加速水产生发展决定的颁布及农村产业结构的调整，水产养殖将会加速发展，本世纪末养殖产量达到500万吨的目标是完全可以实现的。

我国台湾省是池塘渔业十分发达的地区，以多品种养殖而闻名于世界。台湾养殖的鱼类有29种，另外还养殖虾、蟹、软体动物和蛙、鳖等。1949年以后，台湾水产养殖经历了不同发展阶段。六十年代以前，大量发展遮目鱼、罗非鱼养殖，提高产量，增加大众化的鱼品供应，质量尚在其次。六十年代以后，市场鱼货供应缓和，开始发展高档水产品养殖，鳗鲡、虾、蟹、蛙、鳖养殖应运而生。由于日本市场高价吸引，台湾鳗鱼生产发展极快。83年鳗鱼产量达3万吨，换汇3亿美元，是台湾产值最高的一种养殖鱼类。另一方面，由于稻谷生产成本高，米价低，农民种稻获利少，近十多年来，不少农民将稻田改为鱼池。实行鱼鸭、鱼猪综合经营，大量养殖罗非鱼、家鱼、鲤鱼等，所以近几年来，养鱼产量迅速增长，台湾淡水养殖产量增加情况列于表一。

日本是一个养鱼高产国家，采取现代科学技术于水产养殖。采用全价人工配合饲料，主要是在水面架设网箱或在流水池中高密度养殖鳗鲡、虹鳟、香鱼、鲤鱼等高档商品鱼。池塘养鱼产量占的比重不大，养殖对象主要是鲤、鲫鱼。近十多年来，日本淡水养鱼产量增长很快。（见表二）

苏联采取扩大池塘养殖面积，推广草、鲢、鳙鱼养殖和鲤鱼杂交优势利用，开展网箱和温热流水养鱼，大规模使用人工配合饵料等措施，淡水养殖产量迅速提高。1960年养殖产量仅1.4万吨，1975年达14.2万吨，1985年计划产量达57.35万吨，全国池塘单产平均200斤。美国池塘养鱼基础差，生产量少，远不能满足国内需要，水产品进口消耗的外汇额仅次

于石油，占第二位，八十年代初，美国国会通过发展养鱼业的决议案，增加水产投资和设施，加强水产养殖技术研究。近几年来发展较快。南部各州和夏威夷修建了一批商品鱼养殖

表一 台湾淡水养殖产量增长情况 (单位：吨)

种 类	年 份	1 9 7 6 年	1 9 8 3 年
遮目鱼		28907	36987
鲤科鱼类		16816	31679
罗非鱼		14772	53334
鳊		11827	30422
鳢		282	921
鲮鱼		1298	—
淡水蛤		1073	—
总产量		74915	153343

表二 日本淡水养鱼增长情况 (单位：吨)

年 代	种 类	鲷 鱼	香 鱼	鲤 鱼	鲫 鱼	鳊 鲮	总 计
1970		10632	3411	15865	1391	16730	48029
1980		19972	7989	25045	1151	36618	90775

场，同时，稻田养鱼和庭院养鱼也有所发展。除养殖传统的美洲鲶，大口野牛鱼、胭脂鱼等之外，也开始了罗非鱼，罗氏沼虾，中国家鱼的养殖。华盛顿洲等地农民将农田改鱼池养鱼，取得了较好的经济效益。

以色列是一个以常规池塘养鱼为主的精养高产国家。它的池塘养鱼起步晚。1938年才建立第一个养鱼场。二次世界大战末，渔场数量增多，但单产低，五十年代亩产只有100多斤。六十年代初，渔业和农业争水矛盾突出，养鱼水面受到限制。于是采取措施，提高单位面积产量。引进罗非鱼和中国家鱼，开展了鲤鱼遗传改良和杂交优势在生产上的利用，实行多品种混养；按池塘产量水平，使用不同蛋白质含量水平的人工配合饲料并进行池塘施肥；池塘管理高度机械化。这些措施大大提高了单位面积产量和劳动生产率。450—600亩的渔场，只需三个人管理，全国平均亩产达670斤。

目前，世界淡水养殖发展的总趋势是：以传统的池塘养殖为起点，向两个方向发展：一是利用湖泊、水库、河流进行养殖，包括在这些大水体中的网箱和围栏养鱼。二是实行工厂化高密度精养。养殖措施由粗放养殖向集约化养殖发展。在技术经济结构方面，将更多地实行农、牧、渔相结合，努力提高产量和降低生产成本。达到高产低成本的途径是：使用以植物蛋白源为主的人工饲料，添加赖氨酸、蛋氨酸，提高植物蛋白的转换率，减少鱼粉及动物

蛋白使用量，加强鱼病防治研究，采取免疫、防治措施，减少养殖过程中的损失，加强鱼类选育种工作，培育饵料转换率强的新品种；增加食物链短鱼类放养量，根据“百分之十”定律，即食物链降低一级，产量可增加十倍，因此，今后食浮游生物鱼类、植食性鱼类和杂食性鱼类的养殖量将进一步增加。这样既可降低饵料成本，又可用废弃的有机物、肥料培育天然饵料，转化为鱼产品，造福人类。预计罗非鱼、草鱼、鲢鱼、鳙鱼、鲤鱼的养殖量将在世界范围内大幅度增长。鳗鲡、虹鳟等名贵鱼类和其他动物也将相应发展。

二、池塘养殖鱼类人工繁殖新技术

（一）鱼类的提早成熟和产卵

七十年代以来，从事温水性鱼类养殖的一些高纬度国家，为了延长鱼种培育期，将当年鱼苗培育成大规格鱼种或提高商品鱼的规格和产量，开始采用设备先进的工厂化设施，利用工厂余热水或地下温泉水作热源，培育亲鱼使之提早成熟和产卵。苏联、匈牙利、东德、保加利亚、南斯拉夫等国，大多利用热电厂余热水，围栏或建池养殖鲤鱼亲鱼，在工厂化设施中进行人工繁殖和苗种培育，然后在适宜的气候条件下移至室外池塘养殖。美国、加拿大等国利用地热培育罗非鱼、罗氏沼虾及其他养殖鱼类的亲体，使之成功越冬和提早产卵。在我国，七十年代初黑龙江水产研究所最早利用工厂废热水培育草鱼亲鱼成功，比当地自然条件下培育的草鱼提早一个多月产卵。尔后，北方各省如吉林、辽宁、内蒙古、新疆等省均先后利用工厂余热水培育亲鱼，以提早家鱼产卵。辽宁等地进行了地热培育亲鱼提早产卵试验，江苏、辽宁在玻璃温室或塑料大棚内的鱼池中进行了家鱼提早产卵试验。全国许多地区利用工厂余热水和温泉水供罗非鱼越冬和提早产卵。实践证明，各种方法均可供亲鱼提早1—2个月产卵。各种方法的技术要点是：

1. 工厂化鱼苗、鱼种生产

国外苗种生产的养鱼工厂包括以热电厂余热水作水源的温流水亲鱼池或封闭式过滤循环水亲鱼池，产卵池孵化槽和一系列的苗种培育槽。装备先进的养鱼工厂，池中安装有水质和鱼情探测器，通过控制台的电脑，自动控制水质和投饵。养鱼的水质经紫外线消毒，温度控制精确。鱼苗、鱼种的工厂化生产，全过程都在人工控制的条件下进行，受自然环境影响较小。但设备复杂，成本较高，目前还不适合我国国情。

2. 利用工厂余热或地热提早家鱼产卵技术

亲鱼池可以是室外普通鱼池、或专门修建的水泥池。利用工厂余热水或地下温泉水灌溉，升高温度，使培育的亲鱼提早成熟。

用于灌池的热水水源，一定要查清周年水温变化情况及其物理、化学性质。地下温泉水的水质要求参照表三。

工厂余热水，可参照上述标准检查。利用温泉水和工厂余热水作水源培育亲鱼，应搞好水温调节。对高温温泉一般要另外安置一套凉水引水渠道，以调节池塘水温水质。

亲鱼培育池面积按对象不同，一般300—1000平方米不等。水深1.5—2.0米，为节约开支，一般可用普通的土池。但在水源困难的地区，工厂需要回收余热水重复利用时，亲鱼池一定要是水泥池，把养鱼与废热水沉淀、冷却结合起来。

表三

温泉水养鱼水质标准

PH	6.5—8.0	锌	<0.012
H ₂ S	0	铜	<0.008
碱度	< 2	汞	<0.006
硬度(德国度)	4—6	铅	<0.006
总铁(毫克/升)	< 6	氰	0
氟化物(毫克/升)	< 3	酚	<0.006

产卵池结构, 普通产卵池安装热水管与凉水管两套管道, 便于升温和调温。或者, 用水经蓄水池调温后进入产卵池, 产卵池就不必安装热水和凉水两套管道, 使用普通产卵池即可。

孵化池: 向孵化缸、孵化桶、孵化槽、环道中引入可控温的热水水源即可。

利用工厂余热或地热提早家鱼产卵和孵化的技术操作是:

亲鱼培育: 因鱼池水交换量大, 放养密度可高于普通鱼池。一般每平方米放养0.5—0.6公斤, 每亩养亲鱼400公斤左右。在管理过程中, 关键是调节好池塘温度, 并相应的作好投饵和其他日常管理工作。为延长亲鱼秋季培育期, 十二月以前, 温度保持在18℃以上, 使亲鱼继续摄食。十二月至二月为越冬期, 此阶段近于停食。为了减少亲鱼体力消耗, 让鱼体处于半休眠状态, 减少温热水的进排水量, 使水温降低至10℃以下。越冬期长短因各地气候条件而异。一般产前培育期两个月左右即可。例如湖南家鱼产卵开始期是五月初, 利用工厂余热或温泉水灌池升温可提早到四月上、中旬, 那么二月份就应开始升温进行亲鱼的产前培育, 亲鱼池应逐步升温, 每天升温1—1.9℃, 产卵前, 池水温度应维持在23℃左右, 温度过高, 容易造成亲鱼性腺的退化。

利用工厂余热水或地热培育亲鱼, 因温度靠经常注入温流水控制, 水交换量大, 水质清爽, 适合饲养吃食性鱼类, 如草鱼、鲤鱼等。投喂菜叶、青草及谷芽等商品性饵料。投饵量为鱼总重的3—5%。黑龙江水产研究所在温流水池中培育鲢鳙鱼提早产卵获得成功。方法是在草鱼池中搭养鲢、鳙鱼, 搭养比例为总放养量的10%。放养密度每80平方米放鲢鱼一尾, 鳙鱼密度还应更小一些, 以每亩4—5尾为宜。饲养方法是在池堤中线安装一个饵料桶, 将研磨碎的豆饼浆一日数次喷入水中, 鲢、鳙鱼主要靠人工投饵培育到性成熟。

催产: 鱼类提早产卵, 是在人工升温的产卵池中催产。水温 and 气温温差比较大, 操作不慎, 影响催产效果, 甚至损伤亲鱼。因此, 要注意作到: ①选择适合的时间催产。要根据当地的气候条件, 不要把催产时间提得过早, 以免水温和气温温差过大; ②尽量减少鱼体在空气中停留的时间, 如缩短亲鱼池与产卵池之间的距离; 加快操作速度, 以自然产卵为主, 尽量不搞人工授精等。

3、利用温室或塑料大棚提早鱼类产卵技术。

江苏淡水水产研究所进行了在温室内培育亲鱼提早成熟产卵试验。他们设计的玻璃温室加温鱼池结构是: 玻璃温室为砖墙, 钢架, 玻璃顶。温室中的鱼池为泥底、石坡, 面积480平方米, 水深1.2—1.3米。鱼池的一端设有两个总面积为36平方米的孵化用贮水池, 以二道

过滤纱窗与大池分开，纱窗布的网目为每平方吋100目。贮水池用水泥板复盖，上面安装孵化缸，并建有高出地面二米的水塔一座，水塔容积为2立方米。水从贮水池抽上水塔，能自动控制水位，温室的温度主要靠太阳能幅射热，另装有250瓦的红外线灯，作必要的空气加热和去潮的辅助设施。池中还装有功率为1000瓦的稀离子加热器4只，作为必要时池水加热之用。在贮水池中安装一台0.2千瓦叶轮增氧机，亲鱼池安装3千瓦叶轮增氧机一台，给池水暴气调节水质和增氧之用。

锦州鱼种场锦西分场用塑料大棚培育亲鱼提早成熟和产卵。技术设施是：塑料大棚面积660平方米，拱型。水平跨度22米，拱高2.8米，两端与池堤面接触，南北长30米，东西宽22米，由4个主梁和7个付梁纵横连接而成。利用构成大棚架的钢管，设计了一个能起增氧、流水、降温作用的棚顶洒水装置。其结构是：在棚内一端设一台潜水泵，出水口设在棚的另一端，并设有阀门。在这条输水管的中途有四根通往棚架的支管道。在顶棚棚架钢管的腹面每隔10厘米钻一个4毫米的孔。开动潜水泵开关出水阀门时，水就会从棚顶喷洒下来，并可使水在池中循环流动，对亲鱼进行流水刺激。

在人工控温的温室内培育亲鱼提早成熟产卵，尤其当催产和孵化也在室内进行时，实际上是一种比较简易的工厂化生产苗种。主要技术要点有如下几个方面。

①产后亲鱼在室外土池中培育，参照亲鱼周期产卵的年积温总和，与温流水的温度在入冬后，十一月份至翌年二月份移入室内，在人工控温下培育亲鱼至性成熟。产后亲鱼又放回室外池塘饲养。

②室内池塘培育亲鱼的放养密度为每平方米0.5—0.6公斤，即12平方米左右的池塘可养体重8公斤的亲鱼一尾。从亲鱼入室起，应加强投饵和饲养管理。草鱼应以青料为主，适当结合投喂精料，如谷芽、麦芽、饼类等。青鱼主要投喂螺丝。搭养的一部份鲢、鳙鱼可控制水质肥度，不另行施肥。室内亲鱼管理，除经常注意室温外，主要是防止泛塘。因室内外温差大，气压下降，空气闷热，水中溶氧量容易下降。因此要适时进行人工增氧，每天加注新水。

温室内进行人工催产和孵化的程序安排是：在贮水池中架设网箱，作为催产池。注射后的亲鱼养于其中。待亲鱼排卵后进行人工授精。受精卵在孵化器中孵化。孵化用水取自与亲鱼池相通的贮水池，用水泵提升至水塔，供孵化用水，从孵化器中溢出的水流回池中，循环不已。

（二）鱼类精液保存技术。

近年来，随着鱼类遗传育种工作的深入和苗种生产技术的发展，鱼类精液保存工作日益重要。地理远距离隔离的品种或种群间的交配，如同一种鱼不同水系间品系的交配，采用保存精液进行人工授精，可大大节省人力、物力。进行两种成熟期不同或距离远的鱼类的种间杂交，借助精液保存技术，则成功的可能性大得多。此外，精液保存对保护某些珍贵鱼种和进行一些特殊的试验，都很有价值。

鱼类精液保存有两种方法：用于长期保存的冰冻保存法和短期保存的低温液态保存法。低温液态保存法，早在十九世纪就进行过试验。近年来，在低温液态保存的精液中，增加适当的稀释液，可延长保存时间。不过作为长期稳定的保存，冰冻保存更为有效。上述两种精

液保存法的具体步骤叙述如下：

1、鱼类精液低温液态短期保存的技术是：

器械消毒：操作开始前，将精液保存的用具洗净、消毒。用具包括镊子、吸管、指管或试管、培养皿等。

精液的采集，鱼类精液一般用挤压法采集。用毛巾擦干鱼的腹部，用手轻轻挤压之，成熟良好的雄鱼便有乳白色精液自泄殖腔中流出。用消过毒的吸管插入泄殖孔吸取精液，弃去带血精液，防止粘液、污物进入。对于挤不出精液的鱼，可剖腹取出精巢，在0.7%的生理盐水中洗净，保存整块精巢。

精液的稀释：在低温保存以前，用含有抗冻剂的溶液稀释精液。稀释液的成份和浓度，抗冻剂种类、含量以及稀释的方法是影响精液保存效果的重要因素。稀释液成份因鱼种类而异。一般来说，海水鱼对稀释液要求不太严格。如果在葡萄糖液和柠檬酸钠液中加入适量的抗冻剂，精液的新鲜度几乎可保持不变，精子的活力也能保持不变。淡水鱼类对渗透压、PH值则有严格要求。在任格氏生理溶液中添加抗冻剂既可。现在国内外使用的抗冻剂有甘油，二甲亚砜(DMSO)，乙二酰一乙酯(EG)。但以二甲亚砜的效果最好。有人进行了鲑科鱼类精液低于零度的低温液态短期保存。方法是添加二甲亚砜5%溶液，在-4.5℃下保存28昼夜，受精率达81%。用乙二酰一乙酯作抗低温剂，在-3℃下保存38昼夜，受精率70%。

有人研究了鲤鱼精液的短期保存。一部份精液用0.3%的脲溶液+0.4%的氯化钠溶液作稀释液；另一部份精液不稀释。在0—5℃下保存24小时，两者的受精率无显著差别。

低温保存：经过稀释和不稀释的精液，置于消过毒的玻璃器皿中，保存于冰箱或便于携带的冰瓶中，在0℃左右保存。国外有人研究了以不同成份的气体作介质，在近于0℃的低温下，短期间保存虹鳟精液的可能性。结果是在氧气中精子保存活力的时间最久(12—15天)。在氧气加氮气中保存的时间短一些(9天)。在空气中只能保存3—8昼夜。在-2℃下保存精液，在氧气中有10%的精子保持活力23昼夜。在氮气中-4℃下保存15天的精液能使卵子受精。孵化后有68.8%的仔鱼脱膜。在空气中保存9昼夜的精液使卵子受精，孵化率94.7%。总之，用作精液低温液态保存的介质以氧气最好，保存的温度越低效果越佳。

升温 and 受精：低温保存的精液在受精前要升至外环境的温度，以恢复精子的活力。升温的方法有置于室温中；浸入冷水中或在40℃左右的水浴中升温。

2、鱼类精液冰冻保存

(1) 精液采集：捕起雄鱼，擦干鱼体，轻压腹部，有乳白色精液自泄殖孔中流出。将吸管插入泄殖腔中吸取，弃去带血精液，防止混入粘液与污物。

(2) 稀释：吸出的精液在添冻剂的稀释液中稀释。世界上用于冻结保存精液的稀释液有：

1953年，布拉克斯特尔将鱼的精巢浸入用蒸馏水和海水混合配制的12.5%的甘油溶液中。蒸馏水和海水之比为1:4。

1978年，牟尼布用一定比例的蔗糖，谷胱甘肽，碳酸钾及抗冻剂DMSO混合的溶液保存大西洋鲑的精液。

淡水鱼的精液保存稀释液配制，应考虑离子平衡。例如，斯廷在冰冻保存虹鳟精液时采用的配方是：

配方I：氯化钠、氯化钾，磷酸氢二钠，硫酸镁，碳酸氢钠，氯化钙，葡萄糖，L-蛋氨酸，卵黄。

配方II：氯化钠，氯化钾，碳酸氢钠，葡萄糖，卵黄。

用按1:3比例稀释过的10%的DMSO作为抗冷冻剂。

广西水产研究所进行了鲤、鲫、草、湘华鲮、瓦氏雅罗鱼、团头鲂、鲮鱼、鳊鱼的精液冰冻保存试验。所用的稀释液是：

72型液：含葡萄糖2.9克，柠檬酸钠1克，氯化钾0.03克，磺胺粉0.3克，碳酸氢钠2克，水100毫升，溶液的PH值8.51—8.85。

A型液：葡萄糖4.8克，柠檬酸钠2克，氯化钾0.06克，磺胺粉0.6克，水200毫升，PH7.82—8.03。

B型液：氯化钠0.8克，卵磷脂0.5克，碳酸氢钠0.03—0.04克，磺胺粉0.3克，水100毫升，PH7.61—8.47。

C型液：10%蔗糖，20%新鲜蛋黄，碳酸氢钠0.17克，水1000毫升，PH6.15—7.58

AB型液：A液加B液混合。

抗冻剂为二甲亚砜，甘油。

试验筛选结果，以72型稀释液的效果最佳。

(3) 冻结

精液稀释后即可冻结。冻结的方法有真空干冰冻结和液氮冻结。

1953年布拉克斯特用真空干冰低温保存大西洋鲱精巢，将盛有精巢块的试管快速冷冻，保存6个月后，解冻精巢挤出物的受精率达85%。

七十年代以来，大多用液氮冻结长期保存的精液。操作方法是：稀释后的精液在0—4℃的冰箱中降温平衡，平衡后的精液在液氮面的铜筛网上制成颗粒冷冻精液，经解冻检查合格后放入液氮罐中保存。

(4) 解冻

用“冲解法”解冻，授精。解冻后精液与鱼卵立即混合，然后在常温下进行人工授精。授精用的冷冻精液与卵子的比例是1:10的容积比。

精液解冻应用解冻液。广西水产研究所的解冻液配方是：

解I：葡萄糖2.5克，磷酸氢钠0.2毫克，水50毫升，PH8.7。

解II：葡萄糖2.5克，柠檬酸钠0.25克，水50毫升，PH8.32。

B液：氯化钠0.8克，碳酸氢钠0.03克，卵磷脂0.5克，水100毫升。

苏联茹金斯基使用的解冻液是1.5%的瑞斯—氯化钠溶液作为解冻激活液，用以激活精子。

现在，苏联、波兰用冰冻保存的鲤鱼精液，已成功的使鲤鱼卵子受精。美国冰冻保存的条纹狼鲈精液获得成功。在国内，广东用冷冻保存草、鲢、鳊、鲮鱼精液，在液氮中一般能保存60—90天。最长保存时间超过700天。冷冻保存精液的受精率是：草鱼平均44.21%，

最高为71.79%。鲢鱼为32.55%，最高为49.78%。鲮鱼平均为16.55%，最高为46.34%。鳊鱼平均为31.03%，最高为91.13%。

就世界范围而言，鱼类精液的冷冻保存尚处于试验阶段，还没有那么一种鱼的精液为了生产的目地大规模地冷冻保存。精液保存的时间，一般不超过一年。

(三) 新的催产药物——促黄体素释放激素LRH

1、促黄体素释放激素及其类似物的性质

脑垂体分泌促性腺激素，是受大脑控制的。外界条件的刺激经过感官达到大脑，大脑通过丘脑控制垂体的活动。人们设想，丘脑对垂体的激素分泌活动的控制，是通过丘脑下部分泌的一种激素实现的。根据这一科学设想，1971年奎勒门和夏利收集了几十万头猪羊的丘脑下部组织，分离提取，经过复杂的制备程序，获得了几毫克纯品。经分析测定出这种物质是由十个氨基酸组成的多肽。其结构是：

环——谷氨酸——组氨酸——色氨酸——丝氨酸——酪氨酸——甘氨酸——亮氨酸——精氨酸——脯氨酸——甘氨酸——酰胺。

他们照此结构人工合成十肽，合成品与天然品有同样的生物活性，能迅速刺激垂体分泌促黄体激素LH和促卵泡形成激素FSH，促使动物排卵。这一成果很快应用于经济动物的催产和男女不育症的临床诊断。现在，国际上已人工合成数百种类似物。

在我国，七十年代初上海生物化学研究所和北京动物所人工合成了丘脑下部促黄体激素释放素，此后，上海生化所又合成了一种九肽的类似物，其结构是：

环——谷氨酸——组氨酸——色氨酸——丝氨酸——酪氨酸——D型丙氨酸——亮氨酸——精氨酸——脯氨酸——乙酰胺。

九肽类似物的结构与促黄体激素释放素相比，有两点不同：一是第六位的甘氨酸为D型丙氨酸所取代；二是第十位的甘氨酸被剔除。这种类似物的生化活性很高，目前我国在鱼类人工繁殖中使用的就是这种物质。它的全称是促黄体激素释放激素的类似物。

2、促黄体素释放激素类似物在鱼类繁殖中的应用。

促黄体素释放激素引起动物排卵的机理是：它首先作用于脑下垂体的腺垂体部，促使垂体分泌促性腺激素。促性腺激素进入血液，到达精巢或卵巢，引起排卵、排精。所以，类似物并不直接作用于精、卵巢，排卵（精）过程的发生，是在类似物作用下鱼类脑垂体自身分泌的促性腺激素引起的这称为内源激素。而注射绒毛膜激素或脑垂体，是直接作用于卵（精）巢，这些激素则称为外源激素。用类似物诱导鱼类人工繁殖的优点是：一般不引起亲鱼产生抗药性。它是人工合成药物，来源广，可大批量生产，能满足鱼类大规模苗种生产的需要。其使用方法是：

①成熟的亲鱼和适宜的生态环境，仍然是催产成败的关键，和垂体、绒毛膜促性腺激素一样，需要十分重视亲鱼的培育、掌握恰当的催产时间和最适催产条件等技术环节。

②药液配制LRH——类似物为白色粉末状，分装于安瓶中，有200、500、1000微克三种包装。购入药物后最好放入冰箱中保存。如无冰箱，应置于阴凉处，防止阳光直射。它易溶于水，使用时，注入少量生理盐水或蒸馏水到安瓶中，轻轻摇动即可溶解。根据需要配制或任一浓度。配制成的药液能保持较长时间的药效。在29—33℃下，药效可保持15天无显著

下降。所以，剩下的药液可留作下次使用。但最好随配随用。

③注射的方法与注射次数

早期试用阶段采用颅腔注射或鼻腔注射。颅腔注射优点是节省药物，但预先要作颅骨穿孔手术，比较繁杂。现在已通用腹腔注射法。

注射次数，一次注射和两次注射均有效。两次注射，第一针注入总剂量 $1/4 - 1/3$ ，第二针注完，针距8—12小时。

④用量

类似物的试验有效用量是：草鱼1—100微克；鲢鱼13—300微克；鳙鱼1.4—300微克；青鱼26—500微克；鲮鱼250微克；团头鲂50—100微克。雄鱼减半。生产上常用剂量是每公斤体重10—30微克。

单用类似物催产鲢、鳙、青鱼，虽然有肯定的效果，但用药量大，效应时间长。所以，宜使用混合激素，与垂体、绒毛膜激素混合使用。单纯使用类似物，则应两次注射，并减少第一次注射用药量，将针距延长到24小时。

（四）粘性卵脱粘技术

世界上许多养殖鱼类都是产粘性卵的。随着这些鱼类养殖量的增加，苗种生产规模日益扩大，并趋向于工业化生产种苗。生产的程序必然采取人工催产、人工授精、脱粘和流水孵化。因此，近年来国内外对粘性卵的脱粘流水孵化技术有过不少研究，已经达到完善和成熟阶段。粘性卵的脱粘技术大致可分为三种类型。

1、机械脱粘法：即搅拌脱粘法。最初的脱粘方法，是人手持羽毛，不断搅动带水的受精卵，洗去粘性。这种方法费时、费力、效率低，后来苏联等国改用机械带动羽毛搅动带水的受精卵洗去粘性。这种方法设备简单，效率比较高，适应于大批量生产鱼苗时的脱粘操作。

2、化学药品脱粘

盐水脱粘法 西德用0.6%的盐水进行鲤鱼卵的脱粘。澳大利亚用0.6%的盐水进行淡水鳊鱼卵的脱粘。

食盐、尿素脱粘法 日本用0.4%的盐水加0.3%的尿素混合液处理鲤鱼的受精卵，不时搅拌洗去鱼卵粘性，然后再用清水洗卵，将洗卵水弃去之后，再用0.85%的尿素脱粘。用此法脱粘，前后需要4小时左右。还要人力搅拌，费时费力。

鞣酸脱粘法 将受精卵置于0.3—0.5%的鞣酸中搅拌。此法应用不普遍，且成本较高。

滑石粉脱粘法 苏联用滑石粉进行鲤鱼、鳊鱼、里海鲱的鱼卵脱粘成功（1974年）。方法是：100克滑石粉与20—30克食盐的混合液置于盛放10升水的容器中，仔细搅拌成滑石粉悬液。把“干法”受精卵缓缓倒入滑石粉悬液中（每10升滑石粉悬浮液可放卵2—3升），在倒入卵的同时，用鸭毛轻轻搅拌鱼卵30—50分钟。搅拌时间不宜太短，因鲤鱼卵在脱粘20—25分钟后，会产生第二次轻度粘性。搅拌完毕后，弃去滑石粉液，用清水洗卵数遍，放入孵化器中孵化。滑石粉脱粘的优点是：方法简单，效果好，成本不高，滑石粉易保存；滑石粉表面光滑，颗粒微小，不增加鱼卵比重，在流水孵化时容易随水浮动；滑石粉脱粘的鱼卵表面不像用黄泥脱粘的鱼卵那样浑浊，卵膜透明。易于观察胚胎发育的情况；加入一定量

的食盐，可提高脱粘效果，激活精子的活力，使卵膜膨增加，改善胚胎发育时的气体交换条件，降低了鱼卵比重减少孵化用水。

3、泥浆脱粘法

这是我国首先使用的脱粘方法。步骤是：预先制备好泥浆水。把无石砾的细质黄泥置于容器中，加水搅拌，待泥浆水比较粘稠后，取上层泥浆备用，弃去底层的沉渣。鱼卵“干法”授精。精、卵置于小白瓷碗中，用鸭毛轻轻搅拌，使之充分受精。将受精卵倒入黄泥浆中搅拌约半小时。黄泥浆的用量为卵容积的5—6倍。卵脱粘以后稍静片刻，让卵下沉，倒出泥浆，用清水洗卵数次，倒入孵化器中流水孵化。泥浆水脱粘成本低，取材方便，适于大规模生产。近年来，国外也开始采用泥浆水脱粘，获得了肯定的效果。

三、现代生态学原理在池塘养鱼业中的应用

池塘在自然状况下，是一个封闭的生态系统。池塘中的浮游植物和高等植物，吸取营养盐和二氧化碳，利用太阳幅射能制造有机物。浮游植物和高等植物被浮游动物、底栖动物和植食性鱼类摄食。浮游动物、底栖生物为鲢鱼、鳙鱼所摄取。死亡的动、植物尸体、残渣，鱼类的代谢产物，为微生物分解成无机盐，作为浮游植物的养分，如此循环不已。而养鱼的鱼池，特别是精养高产鱼池，人们为了夺取高产，大量投放鱼种和投饵、施肥，并进行严格的日常管理，使之完全在人工控制之下，成为一个半封闭式的人工控制的生态系统。这个生态系统，常常处于“生态饱和”的状态下。高密度的鱼口，大量消耗氧气，并且，排泄物的数量也大大增加，大量投饵、施肥，使池塘中物质、能量转换加剧。大量有机物质的分解及氧化还原作用，有可能导致氧状况及水体其他生态条件的恶化。显然，池塘生态条件的好坏，在很大程度上决定于养殖制度和管理技术。为了研究池塘高产规律，做到合理放养，有效的施肥投饵，科学的管理，提高池塘的生态效益和经济效益，国内、外近几年来开始进行精养高产池塘的生态学研究。

目前，池塘养鱼生态学理论的研究主要集中在池塘氧状况及载负力两个方面。池塘的溶氧水平对鱼类的摄食强度、能量代谢、饵料系数都有直接影响，经常成为精养池塘中鱼产量的限制因子。溶氧饱和度在100%以上时，鱼类摄食旺盛，新陈代谢最快。据白遗胜测定，水中溶氧解在4—8毫克/升时，白鲢每月每尾可达0.43斤，而当溶解氧降低到2毫克/升时，白鲢50天每尾平均只增重0.07斤，基本上处于生长停止状态。

精养池塘溶解氧的主要来源是浮游植物的光合作用，其次是大气中的氧溶于水中。氧气的消耗者除了鱼类之外，主要是有机物质在细菌作用下被分解，产生氧化还原作用。这种氧化还原作用可产生“氧债”，是造成池塘缺氧泛塘的重要原因。“氧债”这一概念最初是由黑克林提出来的。他认为“晚上接近于塘泥的水不仅会变成无氧，并且在极端情况下产生‘氧债’。因为当所有的氧气都利用完后，还原过程仍继续进行，该过程是由不需氧的微生物发酵作用引起的，结果产生强烈的亲氧物质。”王武（1982年）测定无锡高产池塘的氧状况，认为池塘下层水的溶氧在4.5毫克/升以下耗氧开始受抑制，形成氧债。在2毫克/升以下时，氧债显著增加。氧债对氧气的亲和力强，其耗氧带有爆发性。晴天，上层水中浮游植物行光合作用产生氧气，下层水中的氧化还原作用产生氧债。到晚间，下层水的溶氧由