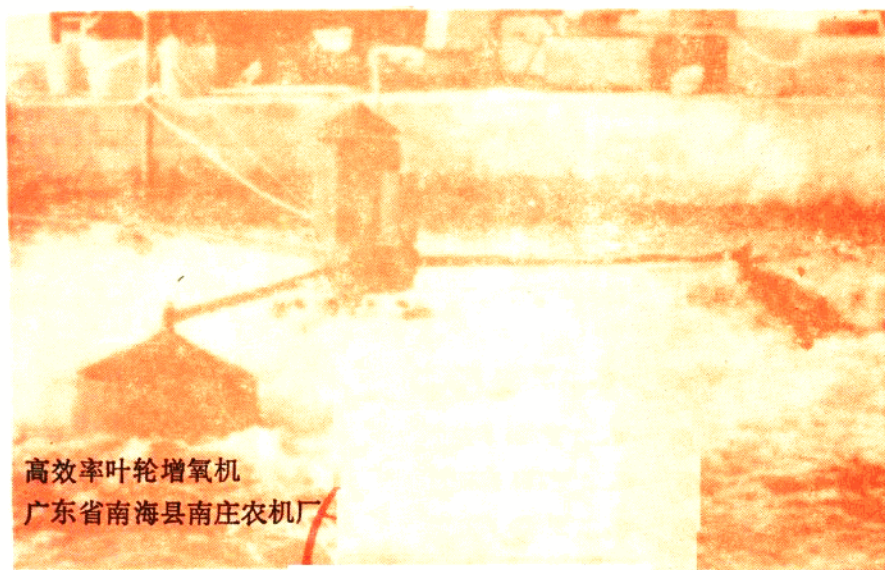


水产养殖机械

上海水产大学 殷肇君编



高效率叶轮增氧机
广东省南海县南庄农机厂

全国水产节能协作组

前 言

本书是在原编内部教材的基础上编写而成。书中内容较多，涉及的知识面较广，以便适应水产院校不同专业（养殖和机械）、不同层次的学生之需要。不同专业，可根据教学大纲的要求，对其中的内容进行取舍。本书对科研和生产以及水产干部均有一定的参考价值。

参加本书审稿的专家、教授有：全国水产节能协作组副组长应光彩教授、中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所所长丁永良高级工程师、福建省水产研究所渔机研究室主任陈绍光副研究员、上海水产大学机械工程研究室主任桂志成副教授、全国水产节能办公室主任蔡学廉副教授。此外，丁永良所长为本书写了序言并提供资料，全国水产节能办公室和上海水产大学高水良讲师为本书的出版给予了支持和帮助，在此一并致谢。

由于时间极其仓促，加之编者水平有限，书中难免有疏漏和错误之处，热忱欢迎读者提出宝贵意见，以便下次再版时修改。

编者 1989年7月

序 言

我国渔业的发展战略方针是实行“捕养结合，以养为主”。随着水产养殖业的大发展，水产养殖机械也得到了大发展。虽然我国水产养殖机械研制工作起步较晚，但发展较快，各主要生产环节都有了相应的机械设备。水产养殖机械的大发展，必然促进了水产养殖业的大发展。特别是池塘养鱼机械化，是解放池塘养鱼生产力的一次革命，也是对传统池塘养鱼业的技术改造，它将引导中国池塘养鱼业进入新的境界。水产养殖机械在当前中国渔业现代化进程中，正起着重要作用。

“水产养殖机械”一书收集了大量的资料，内容十分丰富，基本包括了我国目前水产养殖所使用的机械化设备及科研新成果。

书中各主要章节既有理论分析，又有许多实际的机械实例及设计计算等内容。因此本书既可作为教科书，亦可作为养殖机械工程技术人员的参考书。

我国水产养殖机械还十分年轻，新的养殖机械不断出现，更新也很快，但直至今日尚未出版一本比较完整的书籍。因此，本书的出版无疑是一个重要的贡献，填补了这方面的空白。我真诚地预祝本书的出版成功。

丁永良 89.5.

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 大力发展水产养殖业	(1)
第二节 国外工业化养鱼概况	(4)
第三节 我国池塘综合养鱼及机械化	(6)
第二章 排灌机械	(14)
第一节 水泵的基本知识	(14)
第二节 离心泵	(21)
第三节 轴流泵	(27)
第四节 混流泵	(30)
第五节 水泵的管路及其附件	(32)
第六节 水泵的运行和调节	(34)
第七节 水泵的选型配套与安装	(39)
第八节 水泵的使用和故障排除	(56)
第九节 潜水电泵	(61)
第十节 水塔水位自动控制	(70)
第三章 水处理机械	(72)
第一节 养殖水体中的溶氧	(72)
第二节 气体的转移	(74)
第三节 水处理机械的种类	(78)
第四节 叶轮增氧机	(79)
第五节 射流增氧机	(91)
第六节 水质改良机	(99)
第七节 水质净化机	(105)
第四章 饲料机械	(112)
第一节 饲料基本知识	(112)
第二节 饲料机械的种类	(116)
第三节 配合饲料的加工工艺	(128)
第四节 粉碎机	(137)
第五节 混合机	(150)
第六节 环模式压粒机	(168)
第七节 平模式压粒机	(179)

第八节	膨化颗粒饲料机	(184)
第九节	颗粒饲料机的使用与故障排除	(199)
第十节	饲料输送机	(204)
第五章	捕捞和运输机械	(217)
第一节	绞网拉网机	(217)
第二节	冰下捕鱼机械设备	(218)
第三节	船用挂浆机	(220)
第六章	清塘机械	(223)
第一节	概述	(223)
第二节	泥浆泵	(223)
第三节	水力挖塘机组	(225)
第四节	泥浆泵设计计算	(226)
第七章	温调设备	(229)
第一节	概述	(229)
第二节	稀离子加热器	(229)
第三节	电热线加热器	(230)
第四节	水温自控	(231)
第八章	能源概念与节能	(232)
第一节	能源概念	(232)
第二节	能源与国家现代化	(232)
第三节	节能的基本概念	(233)
第四节	水产养殖的节能	(234)
附 录		(240)
附录一	各种水泵规格性能表	(240)
附录二	增氧机	(244)
附录三	颗粒饲料机	(247)
附录四	活鱼运输箱	(248)
附录五	水净化机	(248)
附录六	鱼虾配合饲料配方	(249)
附录七	溶氧测定仪	(254)
主要参考书刊		(255)

第一章 绪 论

第一节 大力发展水产养殖业

七十年代中期，全世界水产品的总产量为7000余万吨，绝大部分来自捕捞的产量，水产养殖的产量仅占10%左右，为700万吨左右。各国的产量按名次排列见表1—1。

表1—1

名 次	国 家	产 量 (万吨)	名 次	国 家	产 量 (万吨)
1	日 本	1040	7	加 拿 大	131
2	苏 联	941	8	巴 西	85
3	中 国	424	9	尼 日 利 亚	48
4	美 国	364	10	巴 基 斯 坦	28
5	印 度	242	11	澳 大 利 亚	14
6	印 尼	185		其它西欧诸国	1129

联合国粮农组织曾进行预测，预计到2000年时，全世界的人口将从当时的49亿增长到45亿。到那时世界水产品的总产量也将由当时的7000余万吨增长到1.1亿吨。海洋渔业产量估计不再可能会有大的增加，而养殖业的产量将增长到4000~5000万吨，要翻两番多，几乎将占全球水产总量的一半。

根据世界形势发展的新特点，由于诸如200海涅经济专属区的种种限制，海洋渔业捕捞过度、环境污染、能源紧缺等原因，世界渔业发展的动向和总趋势是：着眼于大力发展养殖业，大力发展内陆业，势在必行并已被誉为必然到来的“兰色革命”。在全世界范围内大力发展增养殖业大有可为。

在水产养殖业中，淡水养殖的产量与发展速度又比海水养殖要高和快。从淡水渔业本身发展的动向来看，以传统的池塘养殖为起点正在向两个方面发展：一是向湖泊、水库、江河等大水面发展；二是向工厂化养鱼小水体发展。大水体主要开展资源增殖和保护工作，以及围拦养和网箱养鱼；小水体则侧重于水质、机械化、强化养鱼等方面的工作。在世界范围内，近几十年以来，淡水养殖技术上取得了较大的进展，其明显的标志就是传统养殖方法的改进和趋向现代化。

世界上有些国家把发展海淡水增养殖业作为一项“战略措施”来抓。日本从1971年就开始抓海淡水增养殖业，不仅把海淡水增养殖业作为战略性措施来抓，而且具体提出了“捕捞渔业向养殖渔业发展”的口号，把发展养殖和增殖业作为国家发展水产事业的一项重要方针。在七十年代初，国内普遍设立栽培渔业中心。1980年淡水养殖产量比1963年增长了三倍。在七十年代的七年之间，池塘养殖产量增长了四倍。

苏联1981年~1985年间的五年计划以至到2000年间的国民经济发展方针中都明文指出了发展养鱼业的重要性和必要性。苏联池塘养殖产量增长得很快,1980年比1960年增长了十四倍。苏联在重视淡水养殖的同时,也向海水养殖方面发展,发展了养殖工厂,建立了驯化中心和研究中心网。

此外,美国在七十年代后,也注意了发展池塘养殖业,虹鳟养殖产量1980年比1974年增长了三十一倍。菲律宾在七十年代三年间池塘养殖总产量增长了33%。匈牙利1980在池塘养殖总产量比1976年增长了80%。挪威亦在大规模进行养鱼,养鱼业每年增长率达25%。英国养殖业的方向是致力于最有价值的海水鱼、虾、贝进行养殖,正在建立全人工养殖的商品养殖基地。

据联合国《环球渔讯》数据库的数据证明,1986年世界渔获量增加了400万吨,达到8920万吨的新记录。各国的产量按名次排列见表1—2。

表1—2

名 次	国家或地区	产量(万吨)	名 次	国家或地区	产量(万吨)
1	日 本	1170	16	墨 西 哥	130.4
2	苏 联	1110	17	西 班 牙	130
3	中 国	730	18	巴 西	95.9
4	智 利	551.7	19	英 国	85.4
5	秘 鲁	526.3	20	南 非	65.2
6	美 国	516.5	21	马 来 西 亚	58
7	南 朝 鲜	310.2	22	荷 兰	49.5
8	印 度	283.6	23	摩 洛 哥	44.5
9	印度尼西亚	250	24	阿 根 廷	42
10	泰 国	211.9	25	新 西 兰	32.4
11	挪 威	190	26	加 纳	27
12	菲 律 宾	185.7	27	香 港	21.1
13	丹 麦	183	28	西 德	20.1
14	冰 岛	162	29	纳 米 比 亚	15.2
15	加 拿 大	145	30	巴 拿 马	13

注:1986年我国水产品总产量为800万吨。

从1950年到1988年三十多年来,我国的渔获量也在不断地增长,特别是养殖业的增长是比较快的(见表1—3),今后还将以更快速度增长。虽然我国水产品总产量居世第三位,但按人平均每年占有量,与发达国家相比较,还相差很大一段距离,甚至连世界人均每年水产

品占有量亦未达到（见表1—4）。可见，奋战在水产战线上的每一个水产工作者，任重而道远。

表1—3

产 量	年 份	1950年	1960年	1970年	1980年	1984年	1988年
		总 产 值	91.2	303.8	313.5	449.7	619.4
淡 水 养 殖		6.6	50.0	58.2	90.2	181.1	400
海 水 养 殖		1.0	12.1	18.4	44.4	63.9	125
海、洋 捕 捞		53.6	174.9	209.7	281.3	330.5	454
淡 水 捕 捞		30.0	66.8	32.2	33.8	43.9	61

备注：单位为万吨

表1—4

国 家	食 物	粮 食	肉 类	蛋 类	奶 类	水 产 品	热 量
		(公斤)	(公斤)	(公斤)	(公斤)	(公斤)	(千卡)
世 界			31.5	6.5	104.9	18.0	2571
中 国		206.5	12.3	3.0	1.5	5.0	2465
印 度		144.5	1.5	0.1	30.0	3.5	1998
日 本		140.0	25.5	16.0	33.5	113.0	2916
埃 及		204.5	13.0	1.5	15.0		
美 国		78.0	114.0	16.0	152.0	18.0	3652
苏 联		169.0	54.5	12.0	151.5	39.0	3460
澳 大 利 亚		64.0	123.5	12.5	134.0		3202

备注：七个国家每人每年主要食物供给量

三十多年来，我国渔业有了很大的发展。据1986年统计，我国渔业总产量为800万吨（未计台湾省），其中淡水产品和海水养殖产品共计408万吨，占总产量51%。1986年渔业总产量比1949年增长了近18倍之多。1988年我国水产总产量为1040万吨，其中淡海水养殖总产量为525万吨，首次超过捕捞产量。但是，目前各种副食品中鱼虾类仍是紧缺，而且价格较贵。为了解决这一突出问题，最根本的就是应该从实际出发，在不断提高经济效益的前提下，走出一条符合我国国情，能发挥我国优势的发展渔业的路子，即实行“捕养结合，以养为主”的发展战略。

我国的近海渔业由于长期的过度捕捞，就全局而言，传统的主要经济渔业资源遭到了严重的破坏。小宗、分散的地方种群和食物链短的资源虽有所增加，但质量下降，且这类资源又不稳定。因此，今后的近海资源必须要有一个调整、发展的过程。外海虽然尚有部分资源可以利用，但至今尚未发现有很大可捕量的捕捞对象。增加外海渔船，从别的国家和地区挤些产量出来的设想虽有可能，但也不可能在不久的将来，使外海产量超过近海沿岸的产量。

发展远洋渔业则受到财力、物力、科技力量、经济效益、体制和政策等问题的制约，一时也难以有大的突破。所以，要求海洋捕捞在2000年内有大幅度的增产，甚至超过养殖的增产速度，那是不现实的。

同海洋捕捞相比，水产养殖业的潜力却大得多。全国三亿亩内陆水域中，可养水面为8500多万亩，到1984年为止，只利用了57%。已经利用的水面单产高低悬殊。池塘养鱼全国平均亩产为82.5公斤，虽然各地都有不少连片的精养鱼塘，高的亩产在1000公斤以上，但毕竟是片，而不是面。而一般池塘亩产为200~250公斤。湖泊养鱼平均亩产为14.5公斤，少数万亩湖荡能产万担以上的鱼。水库养鱼平均亩产为9公斤，而抓得好的亩产35~40公斤。浅海滩涂适宜养殖的面积有2000余万亩，1981年只利用了208万亩。有的单产很高，海带亩产干品1~2吨，紫菜平均亩产干品150~200公斤；对虾亩产一般为50~100公斤，有的高达200~250公斤；牡蛎、贻贝筏式立体垂养亩产万斤以上。

由此可见，海淡水养殖，无论是扩大水面或提高单产，都大有潜力可挖。从我国国情来看，大力发展淡水和海水养殖，也势在必行。随着水产养殖大发展，水产养殖机械及仪器设备也必然得到大发展。

第二节 国外工业化养鱼概况

工业化养鱼，是世界养鱼发展的新动向。这是一种与传统养鱼方法不同的新型养鱼法，它利用机械、电气、化学、自动控制以至计算技术等现代化设施，人工控制鱼类的生活环境，使养殖的鱼类能够在最佳水温、水质、溶氧、光照、饲料等条件下生长，因而可强化养殖，提高放养密度，缩短养殖周期，大幅度提高单位面积产量，并能降低饲料系数，节省劳力。

工业化养鱼，成本虽较高，但在一定条件下比传统的池塘养鱼有利。特别是资本主义国家环境污染日益严重，适宜养鱼的湖沼、池塘等天然水域越来越少，因而对工业化养鱼非常重视。这些年来，日本、美国、西德、东德等国对工业化养鱼做了大量的试验，鳗、鲑、鲤、虹鳟等鱼类已经大规模地实行工业化生产。

工业化养鱼有普通流水式、温流式、循环流水式三种。从养殖企业的任务看，有专门养鱼的或专门的鱼苗种以及二者兼搞的综合性养鱼企业。

国外高密度流水养虹鳟等冷水性鱼类的产量为每立方水体110公斤，用温流水养鲤等温水性鱼类的产量一般为每立方米250公斤。

目前不仅日本拥有一批工业化养鱼企业，英、德、苏、美等国着重发展工业化养鱼；而东德、苏联等国则重视工业化培养大规格鱼种，实行池塘养成鱼的接力式养殖。

由于工业化养鱼业的迅速发展，各种新型养殖设施和机械、仪器不断涌现。现将国外在工业化养鱼方面所使用的养殖设施、测氧仪器、增氧机械、水质水温等测定和控制仪器以及设备等技术装备作一简单介绍。

一、流水鱼池

养殖业中最基本的设备就是鱼池。为了保持水质清洁，促进鱼类运动，工业化养鱼中采用流水鱼池。流水鱼池的形状应保证流水畅通，排污方便。国外工业化养鱼企业中使用的流

水鱼池有方形、长方形、八角形、圆形、环形等多种。据报道圆形池结构合理，无死角，用水量少，中央集污、排污都方便，鱼在池中分布较均匀。

流水鱼池一般是地面池、钢筋水泥结构，成鱼池面积20~100M²，养鱼苗鱼种的鱼池一般在10M²左右。随着工业化养鱼技术的发展，各国都在研究小水体、高密度养殖，因此也出现了一些小水面的成鱼池。流水鱼池除一般地面池外，也有用增强塑料、钢板制成鱼槽式圆桶形鱼池，装置在地面上；也有多层鱼池。

二、养鱼车间

采用温流水养鱼时，如果没有电厂排水可供利用，而需采用人工加温保持水温时，一般需建造养鱼温室，以保持室温，降低加温费用。

日本养鱼温室是一种用木结构或工字钢、管材作骨架，屋面敷设涂锌铁皮、石棉瓦、塑料瓦、玻璃或塑料薄膜的简易温室。温室的侧壁应设排风扇，排出水蒸汽以及水中逸出的CO₂、H₂S等有毒气体，输入新鲜空气。为了提高室温，养鱼车间利用太阳辐射热，一般宜采用透光性好的材料。如饲养避光性鱼类，则宜采用透光性差的材料。养鱼车间应有良好的保温性，所以车间净空不宜太高，一般在2M左右。

日本和美国都建造了太阳能养鱼车间。在养鱼车间屋面上装置太阳能热水器，取得80°C温水用于加温池水。东德和苏联的简易养鱼车间，一般都采用简易的棚房。

三、增氧机械设备

鱼池水中的含氧量是决定鱼类产量的关键之一。水中溶氧量高，水质易净化，鱼类生长的环境良好，食欲旺盛，提高增肉系数，降低饲料消耗，并可提高放养密度。

增氧机械和增氧设备的采用是现代化工业化养鱼的基础之一。因此国外养殖界对增氧机械和增氧装置的研究十分重视，研究和使用的增氧机械种类很多。目前常用的增氧机械有如下几种：

1. 水车式增氧机；
2. 充气式增氧机；
3. 冲水式增氧机；
4. 喷水式增氧机；
5. 叶轮式增氧机。

四、水质净化装置

工业化养鱼中对水质的监测和控制是很重要的一环。从鱼的生理角度看，不同的鱼类对水质有不同的要求。一般经济价值高，肉质优良的鱼要求良好的水质条件。但是许多资本主义国家环境污染严重，适宜鱼类生长的水源相当缺乏，所以广泛采用循环过滤流水式养鱼设施。在温流养鱼设施中采用循环过滤，还可以充分利用热量，减少燃料消耗。在普通流水式养鱼设施中采用循环过滤设施也日益增多。

养殖业中使用的池水净化装置通常是生物过滤装置，因为生物过滤装置不需更换滤料，可以连续使用。目前使用的生物过滤装置有：

1. 生物滤池；
2. 转盘式生物过滤器；
3. 淋水式生物过滤塔；
4. 其他过滤装置。

五、加温装置

温流水养鱼中，如没有电厂温排水可供利用，为了将池水温度控制在一定范围内，需要在鱼池中配置加温设备。

目前国外工业化养鱼中加温池水的设备常用的是电热线加温和锅炉加温两种。此外，国外对利用太阳能作为热源加温池水也非常重视。

六、投饲机械

鱼饲料的利用和投饲技术以及投饲次数有很大的关系。一般说来，投饲次数多一些，每次投饲量少一些，鱼类能经常吃到饲料，这样能提高饲料利用系数，且对保持水质清洁使鱼类生长整齐也有很大作用。为此，必须采用自动投饲机，大水面鱼池特别是长方形鱼池采用轨道式投饲机，投饲机沿着池边运动进行投饲。

七、各种电子仪器仪表

在养殖用电子仪器、仪表生产和使用方面，日本比较先进，有专业生产厂生产常用的养殖仪表，如溶氧测定仪，PH值测定仪、水温指示计、氨测定仪等。有些仪表可以测定几个参数。这类仪表一般为手提式袖珍型，使用比较方便。

养殖用大型电子仪器方面，日本大型工业化养鳟业采用了各种自动控制装置，如直接用于管理鱼池水质的电量电测设备，其中包括水质自动记录装置，可以自动测定和记录水温、pH值、导电率、溶解氧、氧化还原电势、油度等。

美国海洋研究所研制成一套固体电路多因子环境控制器，用于监控和自动调节鱼苗饲养池的浮游植物密度、光照时间和池水盐度以及其它因子。东德淡水渔业研究所试制成池水溶氧监测系统，可以监测并记录12个池水的溶氧量。日本根据池水水质的理化特性和水中浮游生物数量变化以及天气与鱼类生长情况等各种因素，运用电子计算机计算当天最佳投饲量。英国在鱼池的投饲区上方设置摄像管，运用电视技术监控投饲区内鱼群聚集情况并控制投饲。

第三节 我国池塘综合养鱼及机械化*

池塘养鱼在我国已有3200年以上的历史，但直至本世纪60年代以前，仍沿用综合养鱼的模式，由于传统的池塘综合养鱼模式，完全依靠自然与人力，生产力停滞不前，最高亩产徘徊在400公所上下，而不能突破，只有扩大面积来获得产量。

中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所1963年授命中央水产部下达执行国家10年科研发展规划研究池塘养鱼机械化，先后研制成功水力挖塘机组，增氧机，颗粒饲料机，水净化机，吸鳃机、活鱼车、投饲机、翻泥机、粪泵等多种养鱼机械配合养鱼技术的革新，从而改变了中国的传统池塘综合养鱼，使池塘单产成倍增加，经济效益成倍提高，使古老的养鱼业焕

* 注：本节内容为中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所所长丁永良高级工程师所提供。原标题为《中国池塘综合养鱼机械化的特点与池塘养鱼机械的生物学特性》，是作者在联合国粮农组织FAO的亚太地区淡水综合养鱼培训中心NACA的部份讲稿，前后在中国无锡、泰国曼谷、菲律宾伊洛伊洛三个国家的培训中心宣讲。此文亦是1988年上海设施农业工程学术讨论会论文。编者在编写时略有修改。

发了青春。

1984年又授国家水产总局之命，开始将各种池塘养鱼机械向对虾养殖移植，促进了对虾养殖业的发展。

我国传统池塘养鱼，有许多固有的优点与缺点，池塘养鱼实现机械化就是发展优点，弥补缺点。但是机械化也带来一些新问题，当然这是发展中出现的新矛盾，正在取得新的平衡。

我国机械化池塘养鱼模式是养鱼技术与养鱼设备紧密结合的产物，池塘能获得高产是充分发挥了池塘养鱼机械生物学特性的结果，这是一门边缘科学，值得深入研究。

一、传统的池塘综合养鱼

传统的池塘综合养鱼模式，（图1—1）不输入能源，主要靠自然生态循环，生产完全受自然条件制约，投入的是太阳能、降雨与空气，产出的是水产品与禽畜产品。

（一）传统池塘综合养鱼的优点：

1. 不消耗能源（煤、石油、电力等）亦可以达到生态平衡的最佳状态。
2. 可以利用生态循环系统内产生的有机能（饲料、肥料），进行良性生态循环生产。
3. 可以接纳少量农村污染源，有纳污净化及改善环境的功能。

4. 系封闭循环的自然经济，受物资及技术条件的制约少，容易形成生产能力，便于作为农村副业经营。

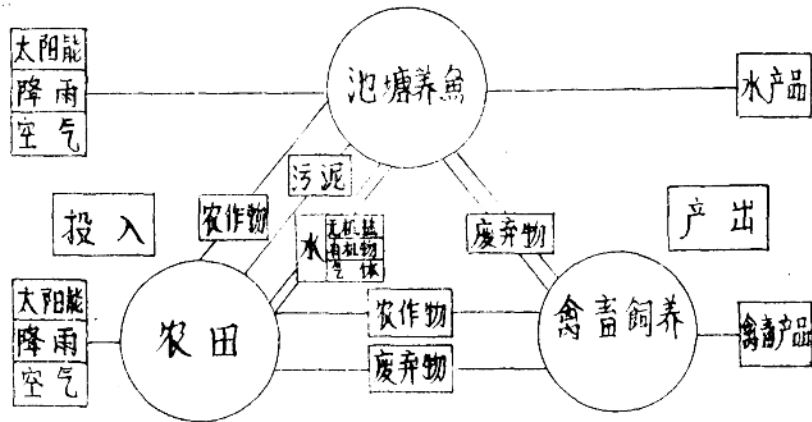


图1—1 综合养鱼生态循环模式

（二）传统池塘综合养鱼的特点：

1. 池塘有机负荷受水体自净能力制约，鱼池初级生产力有限。池塘单产不高，一般仅100多公斤，上限为400多公斤，长期来单产徘徊不前，高产风险大。
2. 池塘综合养鱼模式，受各地的自然、社会经济的影响较大，因地、因时、因人制宜、弹性太大，形成多元多层次、多结构化、无最佳标准模式可循，随意性太大。
3. 池塘的自然能量投入产出比太低，由于水面对太阳能的反射，有机能转化率仅3~6%，而我国农田平均能量转化率为19.6%，相差太大。
4. 与其它行业相比，池塘综合养鱼的效益也太低，百元投资效益仅20%，平均土地利用效益仅100多元。日劳动效益仅5公斤鱼，劳动报酬低于农业。

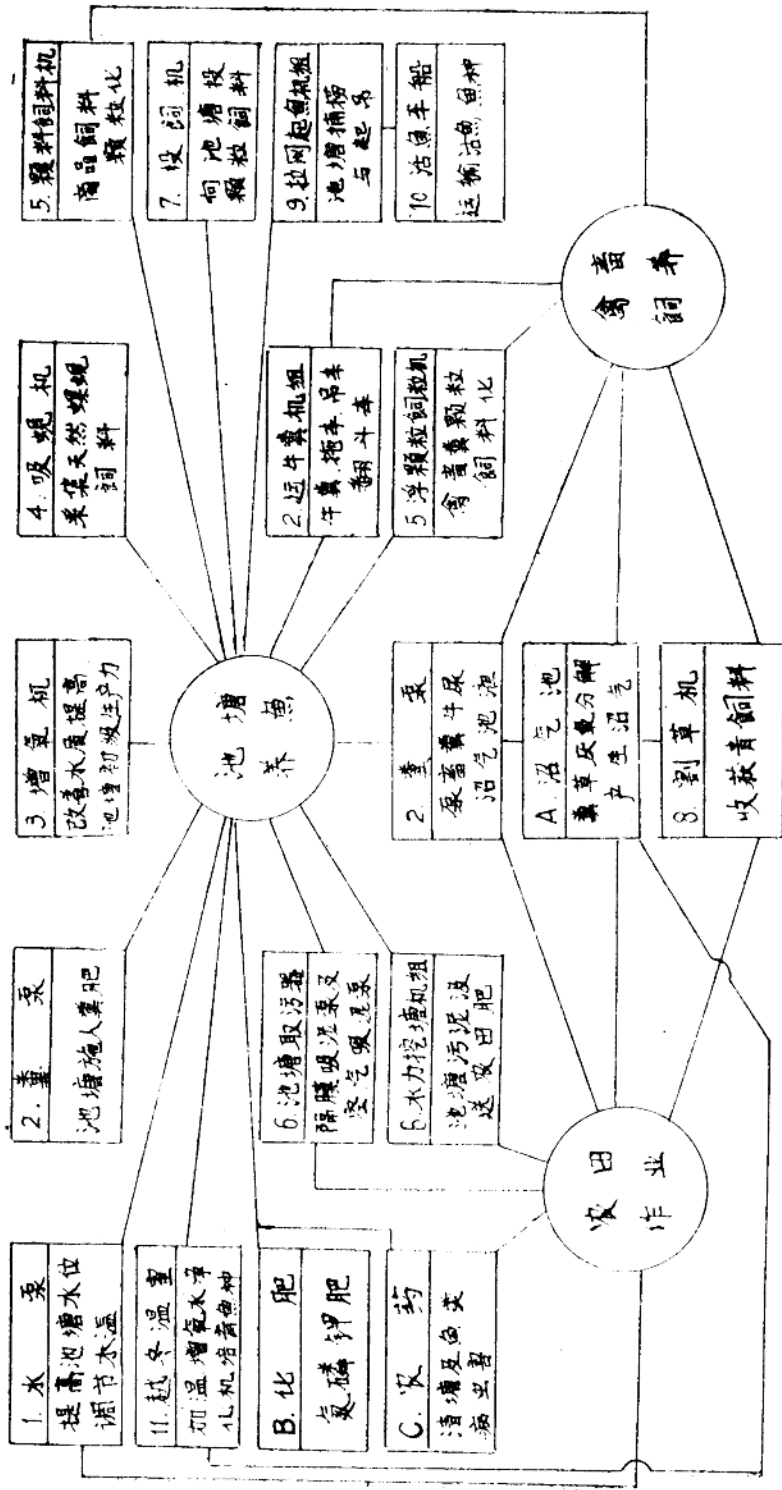


图1-2 机械化池塘综合养鱼模式

5. 池塘综合养鱼主要养肥水性鱼, 产值低并且已不能适应人民消费水平的提高。

二、机械化池塘综合养鱼

60年代开始, 我国池塘养鱼老区及城市郊区的鱼池针对传统池塘综合养鱼产量长期徘徊等缺点, 开始采用机械化的手段来改善池塘生态环境, 而使产量成倍地增加。机械化池塘综合养鱼模式见图1—2。

(一)、机械化池塘综合养鱼的优点:

1. 机械化在农、牧、渔结合的综合养鱼生态循环中, 起穿针引线, 铺路架桥的作用, 加速与增强物质良性循环, 使池塘科学养鱼向纵深发展, 更上一层楼。

2. 提高战胜自然灾害的能力, 改自然生态系为半人工生态系, 促进池塘稳产、高产、增产、增收。显著地提高了经济效益与社会效益, 可移出系统外的商品多了。

3. 完成人力不能胜任(如池塘增氧), 和不愿进行的(如排粪挖塘)劳动, 改善劳动条件, 减轻劳动强度, 提高了生产效益, 日劳动效益达12公斤鱼。

4. 提高池塘“投入”能力, 承受与分解有机能的能力, 可增加饲料与肥料投入量, 从而可增加因采集与收割这些饲料与肥料的投工量。所以池塘养鱼机械化的发展有利于池塘养鱼投工量的提高, 解决该区部分就业问题。

5. 促使有机能与无机能的结合, 提高池塘能量产投比。

6. 改善了池塘溶氧条件, 为池塘高产铺平了道路, 使池塘单产鱼过千斤关, 吨鱼关, 双吨关。

7. 养殖品种升级换代, 改鲢鳙鱼为主(占70%)为吃食鱼为主, 高档鱼品种增加。

(二) 机械化池塘综合养鱼的缺点:

1. 增加了经营管理的复杂性, 经营者必须具有专业化的技能素质, 生产日趋社会化, 限制因素增加, 没有机器就不能养鱼了。

2. 鱼池能源消耗与单产的提高成正相关, 吨鱼能源消耗已接近目前沿岸捕鱼业的水平。吨鱼电耗400~840K·W·h(度电), 增加了对能源的依赖性。

3. 目前机械化综合养鱼最佳经济点, 亩产1~1.5吨与最高单产点亩产2.5吨, 发展不同步, 机械化养鱼管理水平跟不上, 观念未更新, 生产结构体制还是传统养鱼的一套, 已显得不适应。

三、池塘养鱼机械的生物学特性

池塘养鱼机械除了它的机械学, 物理学特性以外, 对养鱼来说还有它的使用特性, 即生物学特性——养鱼功能, 它与养鱼工艺紧密配合, 形成了池塘养鱼机械化新工艺。

下面用生物学的观点来论述常用的几种池塘养鱼机械的生物学功能:

(一) 水泵

水泵的种类很多, 用于池塘养鱼的轴流泵, 混流泵、离心泵、潜水电泵、深井泵等。水泵对池塘养鱼来说不单纯是池塘注排水、防洪排涝, 水力输送等物理功能, 还具有池塘养鱼生物学功能。

1. 调节池塘水位, 保证鱼类各生长阶段的不同水位要求, 注入的河水或深井水, 调节水温水质。低温期用浅水, 利于温升。高温期用深水, 利于保温, 都有利于鱼类生长。

2. 输送氧气, 将外河高氧水输入低氧池塘, 提高池水溶氧。冲击水面增加水中溶氧, 有利于鱼类生长。

3. 随水注入浮游生物、有机质、营养盐类，注水形成的水流，搅拌水域，调理水质，均匀水体，促进浮游生物世代交替，避免水质老化，调节浮游生物的品种。

4. 注入清水，提高池水透明度，加强池水的光合作用，提高池塘初级生产力。

5. 抽汲不同水源、水层的水体，调节水质、盐度、PH值。

(二)、粪泵

粪泵有人力隔膜泵，离心粪泵，真空吸粪泵等，粪泵对池塘养鱼来说，不单纯是替代人力挑粪，还具有人力施肥不能完成的池塘养鱼生物学功能。

1. 粪泵可以长距离管道输送浓稠状与稀状粪便，可避免沿途狼籍，影响环境卫生。

2. 通过叶轮粉碎成稀粪液，喷射均匀，延长悬浮时间，施肥均匀，池水容易转肥，提高施肥效果。

3. 便于勤施、少施，保持池塘最佳肥力，适于浮游生物生长，避免因营养不良而过早老化沉淀。

4. 粪液长时间冲击水面，对部份杂食性鱼类，如对罗非鱼，有集鱼作用，有利捕捞。

(三)、泥泵

泥泵形式很多，用于池塘养鱼的主要是立式泥浆泵与高压水泵、水枪等组合成水力挖塘机组，它能起到常规土方工程机械不能起到的作用，而适于渔业的特点。

1. 水力挖塘机组，是多功能挖泥机，晴雨都能作业，并且挖、装、输、卸、整等五道工序一起呵成，筑的塘堤不易崩塌比较坚实，适于饲养鲤鱼。

2. 池底淤泥中机质含量4~5%，每亩每年积累有机质480~660公斤。夏季用泥浆汲底泥向池塘自我施肥，释放池底营养物质，其肥效相当于500公斤标准化肥，适于饲养鲢、鳙鱼。

3. 泥浆泵可以综合利用于池塘养鱼。如排灌、喷水增养、流动池水、池塘输粪施肥、饲料地喷灌施肥等，四季无闲。

4. 立式泥浆泵采用半开式离心泵叶轮，进泥口为敞式，使泥泵具有超载时自动卸载的能力，而保护电机，并适于频繁地变工况的池塘汲泥作业。

5. 水力开挖池泥浆中的有机质营养物质都渗出泥土，浮于上层，所以新填土肥效高，可以当年种植作物。

(四)、蚬泵

蚬泵有隔膜式与离心式两大类，是用于抽吸河道湖泊沿海底层小型贝类之用，与人力采收比较有许多优越性：

1. 吸蚬泵能在人力不能作业的深水区采收小型贝类、作业水深达18米、内河日产量可达5~6吨。太湖、黄浦江及沿海地区可达5~10吨，超过人力的5~10倍。

2. 吸蚬泵船直线作业，6毫米以下小贝类在网箱中漏出，客观上起到稀疏分散与保护资源的作用。

3. 隔膜式吸蚬泵，贝类不经过离心叶轮，破碎率比较小，有利于提高贝类鲜度。

4. 吸蚬实现机械化，就可以扩大作业范围（作业半径）。提高天然饲料的数量与质量，新鲜适口，减少鱼病，提高饲料效益。

(五)割草机

鱼用饲料草割机有三大类，联合收割机，圆盘式收割机，旋转式收割机，较人工收割

有许多优越性，但也有缺点，尚得改进。

1. 割草机收割收获率高，较散割法提高15%。
2. 收获及时，营养损失减少40%~50%，其中胡萝卜素少损失70~80%。
3. 平坦的土地可用稻麦二用联合收割机，每小时可收割1~2吨苏丹草。
4. 圆盘收割机系人工背负作业，适于非平坦土地作业，饲料草经多次切割，发颖较人力割的慢，而影响单产。

(六) 增氧机

1. 增氧机的类型很多，主要有叶轮式，水车式、涌水式、喷水式、充气式、射流式多种，其中功能较多，使用面最普遍的叶轮增氧机与水车增氧机具有许多生物学功能。

1. 增加池水溶氧，可接近饱和，每千瓦小时增氧0.5~2公斤。6亩高产池放3千瓦叶轮增氧机一台，60分钟可使3米底层水亦增氧。亩年产量可达1.5吨。

2. 搅拌水体均匀水质，克服热阻力，使上层高温富氧低密度的水与下层低温贫氧高密度水交换，增加了水体生产层（制氧层），提高池塘初级生产力。

3. 增氧机使池塘上下都成为生产层，使平面生产为立体生产。并能解除阵雨形成的水温分层而产生的泛池隐患——下层水温高上层水温低形成的密度流。

4. 曝除水中超饱和的有毒气体——氨、一氧化碳、二氧化碳、硫化氢等，起净化水体作用，减少鱼病发生。上层水流氧超饱和时也有曝气降氧作用，而避免幼鱼得气泡病。

5. 节约用水，可减少池塘换水量，减少池塘肥水流失，减少注水量，可以在城郊周期性污染区发展池塘养鱼。

6. 调节水温，在水温高于气温时有降温作用，有利鱼类生长。水温25℃为鱼类最佳生长温度，温度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，饲料系数即增加增加了10%。

7. 增强了池水光合作用，增氧机破碎水面，减少水面对日光反射，因此提高了浮游生物对光源利用率。这对浮游生物在数量与质量上都有利。

8. 增氧机每天运转2小时，一周后池塘浮游生物可提高3.7倍，鱼不易消化的蓝藻只占6%，鱼类可食品种硅藻、裸甲藻等明显增加，鲢鱼可增产13.8~14.4%。

(七) 水净化机

水净机主要用于室内小水体高密度养殖，是生物与机械结合的典范。有转盘式，转筒式两大类，以动力分有电动、气动、水动之分，它有明显的生物学功能。

1. 微生物生长在水净化机的盘片或填料上，随着盘片与填料的旋转，交替浸水与出水，吸收水中营养物质与吸收空气中的氧气，繁殖微生物达到净化水体的目的。

2. 微生物生长在载体填料上，繁殖加厚，内部即呈厌氧状态、生物膜的粘着力降低，直至脱落，而这种微生物膜是蛋白质含量较高的饲料，剥落后立即被罗非鱼所吞食。

3. 生物转盘、转筒的旋转，使池水流动，并将空气中的氧输入水体中，起增氧作用，尤其是气动水净化机，水底冲气推动水净化机，同时有增氧作用。

4. 水净化机在海水中运转，亦能形成菌藻共生的生物膜，亦能净化海水，饲养附着性贝类、软体动物幼体，形成一个小的生态系。

(八) 颗粒饲料机

颗粒饲料机有软颗粒机、硬颗粒机、浮颗粒机三大类：随加工原料、投喂形式、饲养对象不同而加工成不同的颗粒饲料，它较直接投喂原粮等饲料有明显的优越性。

1. 饲料细粉碎，配合化及颗粒化都能提高饲料品质品位，提高饲料报酬，提高饲料效益，降低饲料系数与养鱼成本。

2. 能扩大饲料来源，把鱼原来不能吃的东西，改善适口性作为鱼饲料。浮颗粒饲料可以发泡禽畜粪，使其饲料化，并使杀菌成形一步化。

3. 减少饲料中水溶性营养成分散失，可提高饲料利用率，减少饲料污染水质。

4. 调节饲料四季平衡，解决劳力矛盾，避免鱼类单一吃天然饲料饱食与饿食而影响鱼类生长。

5. 改善养鱼水质，投喂颗粒饲料，池水与鱼体的耗氧量低，可以减少增氧耗电，提高放养密度，提高池塘单产。

6. 颗粒饲料中可配入药物，防治鱼病。

(九) 投饲机

投饲机为自动投饲机，有电动投饲机、鱼动投饲机多种，它能起到人力不能起到的作用，与人力投饲相比，有如下的优越性。鱼动投饲机是生物与机械结合的又一典范。

1. 可以定时、定次、定量、定点均匀投饲、保证最佳投饲量，避免鱼类饱食、饿食而致病。

2. 鱼类摄食机率相同，生长整齐，规格统一，减少规格差价损失。

3. 减少因饲料散失对水体的污染，及因水体污染而对鱼类生长的损失。

4. 饲料利用率提高，可以提高饲料效益12~14%，因而提高产量，降低成本。

5. 可以观察鱼类摄食情况，直接观察鱼类生长情况，及时发现鱼病。

6. 鱼动投饲机，在鱼有摄食要求时才被动投饲，投饲是鱼自己掌握的，可以做到不浪费饲料。

(十) 拉网、起网机械

池塘拉网起网机械化比较落后，现有拉网机电力赶鱼器及气幕赶鱼器和吸鱼泵，辅助人力捕鱼起鱼。

1. 拉网机可用电动绞机或小型、中型拖拉机，双向牵引作业，可以代替6~10人作业。电动绞机还可过船与吊杆结合起鱼、吊鱼，缩短作业时间，减少死亡率。

2. 电力赶鱼器，三相电经三对30安800伏2cz硅整流器整流成直流，赶捕底层鲤、鲫、罗非鱼等有特效，可以提高起捕率。

3. 气幕赶鱼器，每一米气管每小时耗气一立方米，25~30厘米一孔，气管在池底移动，可以赶集草、鲤、鲫、鳊、鲢、鳙鱼。

4. 吸鱼泵，13.5千瓦潜水吸鱼泵，每小时吸鱼能力为10吨，吸水45吨，鱼水比为1:5，杀伤率2.8~2.9%。尚待改进。

(十一) 活鱼车船

活鱼运输设备主要有三大类，活鱼运输车，活鱼集装箱，活鱼轮船，较古老的运输方法有许多优越性，载鱼量一般提高2~3倍。

1. 活鱼汽车与活鱼集装箱用射流增氧，可以使“翻黄”的鱼起死还生，恢复正常。

2. 活鱼汽车与活鱼集装箱运鱼，射流增氧夏季鱼水比1:2冬季1:1，2小时内成活率95~100%，一般为99%，喷水或充气增氧，鱼水比为1:3~1:4。

3. 活鱼船多用喷射水增氧，鱼水比夏季1:4，每吨鱼每小时喷水10吨，6小时成活率可