

朱永良编译



工业化养鱼

农业出版社

工 业 化 养 鱼

朱永良 编译

农 业 出 版 社

工 业 化 养 鱼

朱永良 编译

农业出版社出版(北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 4.5 印张 88 千字

1980 年 7 月第 1 版 1980 年 7 月北京第 1 次印刷

印数 1—3,800 册

统一书号 16144·1899 定价 0.48 元

前 言

工业化养鱼是一项科学养鱼的新方法，也是实现养鱼业现代化的一项重要措施，它具有占用水面小、成长周期短、单位产量高等特点，亟应引起我国广大水产科研人员和生产部门的重视。

本书收集了一些国外已经投产使用的或试验中的工业化养鱼装置，介绍一些先进的装置，也介绍个别失败的例子。本书还根据国内外工业化养鱼的实践，阐述了工业化养鱼对鱼池、养鱼车间，对水质、溶氧、温度、饲料的要求，介绍了各种有关的机械设备。虽然收集的资料尚不够充分与全面，但为了适应有关方面的迫切要求，现加以整理出版。

本书第九章(二)西德“施特勒马蒂克”养鱼装置系由钟正高同志编译的。

本书在编写过程中，承国家水产总局渔业机械仪器研究所科技情报研究室各同志大力协助，提供资料，全书由丁永良同志审阅，在此表示衷心的感谢。

朱永良

一九七八年十一月

目 录

第一章 工业化养鱼概况	1
第二章 工业化养鱼装置的结构	7
第三章 流水鱼池与养鱼车间	13
第四章 水源、水质及净化过滤装置	23
第五章 养鱼的最佳温度与加温装置	33
第六章 溶氧与增氧机械	39
第七章 饲料与投饲机械	52
第八章 各种专用仪器、仪表	64
第九章 各种工业化养鱼装置	70
(一) 美国室内机械化养鱼装置	70
(二) 西德“施特勒马蒂克”养鱼装置	73
(三) 立式鱼池养鱼系统	79
(四) 英国养鱼装置	83
(五) 谷仓式养鱼装置之一	96
(六) 谷仓式养鱼装置之二	104
(七) 利用地下含水层循环过滤式养鱼系统	111
(八) 加拿大新建鳟鱼种场	116
(九) 加拿大循环净化水养鱼种系统	118
(十) 用于饲养条鲈鱼种的闭式循环系统	126
(十一) 循环水养鱼池系统及过滤器	131

第一章 工业化养鱼概况

鱼是人类取得动物性蛋白质的重要来源之一，据估计，人类消耗的动物性蛋白质约有三分之一取自鱼类。目前世界海洋渔获量约 6,500 万吨，淡水鱼（主要是养殖）的产量约 500 万吨。最近几年，海洋渔业生产处于停滞状况，因为最容易开发的渔场都已充分开发，甚至出现捕捞过度的现象，要增加海洋鱼类的产量必须要花费更大的投资，建造大型渔船，用大型网具到远洋渔场或深水渔场进行捕捞生产，因此海洋鱼类捕捞生产的成本势必增加。

在实践中人们逐渐认识到鱼类养殖在增加鱼类生产的重要性。目前全世界养殖鱼的产量虽只有 500 万吨左右，估计在最近一、二十年内产量将大幅度提高，到公元 2000 年产量可达 4,000—5,000 万吨。人们在积极探索提高鱼类养殖生产的各种途径，工业化养鱼就是在这种形势下，在禽、畜、蚕、果、菜等室内工业化生产取得成就的鼓舞和影响下发展起来的一种新型养殖方法。

养鱼是一项古老的生产事业，我国远在公元前十一世纪商朝末期，就已经有养鱼记录。但是几千年来养鱼生产技术发展很缓慢，生产率比较低，因为养鱼受错综复杂的环境影

响，养殖周期较长。解放初期池塘养鱼的亩产量一般只有一百斤左右，按平方米计算产量只有 0.08 公斤/米²。解放以后，我国养鱼技术有一定发展，如青、草、鲢、鳙四大家鱼人工繁殖取得成功，采取多品种混养，挖掘水体生产潜力，以及近年来广泛采用增氧机增氧，提高池塘内放养密度等办法，使池塘的亩产量提高了好几倍。但是池塘养鱼是静水式养鱼，鱼塘内水生植物等自然的水质净化能力和溶氧能力是有限的，使用增氧机等增氧装置，能够改善水质和增加池水含氧量，但不能从根本上改变水质，因而池塘养鱼的放养密度不能大幅度提高，产量还是比较低。要进一步扩大池塘养鱼生产，又受到可供利用土地面积的限制，在地少人多的地区不可能将大量农田辟为鱼塘。为了加速养鱼生产，迫切需要一种占地少、养殖周期短、产量高的现代化养鱼方法和养鱼装置。最近几年，我国学习国外工业化养鱼技术，设计了一些工业化养鱼装置，进行了试验性生产，取得了一定的成果。饲养试验中温流水养罗非鱼（非洲鲫鱼）月产量达到 38.13 公斤/米³水体，个别单位最高产量达到 54.5 公斤/米²水面。但是有的工业化养鱼试验装置产量很低。流水养鲢、鳙，月产量只有 0.35 公斤/米²水面。产量高、低悬殊。总之，国内工业化养鱼正处于研究和试验阶段。

工业化养鱼是当前世界养鱼业发展的新动向，是一种小水体、高密度、流水式养鱼方法，即在饲养过程中池水不断注入和流出，需反复进行换水。这是一种与传统池塘养鱼完全不同的新型养鱼方法。它利用机械、电气、化学、自动控

制，甚至计算技术等现代化设施人工控制鱼的生活环境，使饲养的鱼能够在最佳水温、水质、溶氧、光照、饲料等条件下生长。

鱼是变温动物，一般在低温时生长缓慢，甚至停止生长，它的体温和新陈代谢随水温变化而变化。一般说来，水温升高 1°C ，鱼的新陈代谢率就能增加 10—15%。在最佳温度时，鱼新陈代谢加快，摄食旺盛，生长迅速。这是工业化适温养殖的理论基础。

工业化养鱼和传统的池塘养鱼相比它的优点如下：

(一) 在小水体中，饲养大量的鱼，大幅度提高放养密度。池塘养成鱼每亩水面一般放鱼种 700—1,600 尾，以面积计算是 1—3 尾/米²，水体利用率极低。工业化养鱼的放养密度一般为 200 尾左右/米³ (以鲤鱼计算)，最先进的工业化养鱼装置的放养量还可提高。

(二) 可缩短饲养周期。池塘养鱼，从鱼苗养成食用成鱼的整个过程所需时间一般为 2—3 年 (鲢、鳙为 2 年，草、青鱼为 3 年)。第一年是鱼苗养成鱼种阶段，第二、三年为饲养成鱼阶段。以目前工业化养鱼技术，用大规格鱼种 4 个月就能养到上市重量 (鲤鱼)，养鲢、鳊需较长时间，约为 10 个月左右。从鱼苗养成鱼种时间也可大大缩短，而且可以全年饲养，改变了越冬期鱼种生长缓慢的状况。根据东德的温水养鲤经验，当年就可从鱼苗、鱼种养至上市重量。据国外报道，近年瑞典进行的研究发现，在最佳温度下，鲑、鳟鱼所摄食的饵料可以达到其本身体重的 30%，且不会降低饲料

效率。按照饲料系数 1.3 的生长率计算，每天可增重 23%，一条重 50 克的鱼种经过 1 个月的饲养，即可达到 1—1.5 公斤的上市规格。可以预见，随着科学技术的发展，对鱼的生态、营养学的进一步研究，完全有可能提供出适合于大规模生产的快速增重，饲养成鱼的科学方法。

(三) 此外还有降低饲料系数，节省劳力，管理方便，易于起捕，可均衡上市等优点。

流水养鱼首先是从日本开始的，接着德、美、苏等国也相继研究和进行试验。在这些工业比较发达的国家里，环境污染日益严重，特别是水源污染更为突出，适宜养鱼的湖泊、池塘等天然水域和洁净的水源越来越少，因而对工业化养鱼非常重视，认为这是一条补充海洋鱼类上市量不足和解决淡水鱼供应的有效方法，因而大力发展工业化养鱼。

工业化养鱼已有普通流水式、温流水式和循环过滤水式三种。循环过滤水式养殖也是温流水式养殖，由于没有大量温流水可供利用，采取养鱼用水过滤、净化后反复利用的方式，因而是一种应用范围不受限制、技术比较先进的工业化养鱼装置。工业化养鱼的使用范围也日益扩大，如温流水养鱼，早期仅仅用于鱼种越冬，目前已广泛用于饲养亲鱼，全年培育鱼苗、鱼种和饲养成鱼。鳗、鲢、鲤、鳊等鱼类已可大规模进行工业化生产。国外建有年产几百吨甚至上千吨的养殖场或养鱼工厂。特别是工业化养鱼苗、鱼种，可以全年提供大规格鱼种，不仅可供养鱼工厂养成鱼，而且还可使养鱼池塘当年饲养成鱼上市，提高产量。在气温较高的地

区，利用大规格鱼种养鱼池塘还可以向一年养二期方向发展。

国外流水养虹鳟等冷水性鱼类的产量为 110 公斤/米³，用温流水养鲤等温水性鱼类的产量一般为 200 公斤/米³。德意志联邦共和国新型“施特勒马蒂克”循环过滤水养殖装置，一套装置的生产水体 12—16 米³，年产 12 吨，每立方米水体产量相当于 750 公斤，如用纯氧，产量还可提高一倍。这是当前达到的最高产量，充分展示了工业化养鱼的巨大潜力。

工业化养鱼中普通流水式和温流水式养鱼因有现成的水源和热源可供利用，普遍采用自流换水，只需少量机械、设备，其经济利益是明显的，容易为大家所接受。循环过滤水式养殖要配用相当数量的机械和电器设备，费用大，成本高，但是由于产量高，养殖周期短，饲料系数低以及节省人工费用，因而使得这种养殖方式在一定条件下，仍有可能获得经济利益。循环过滤水式养殖由于控制了鱼生长的环境，养鱼可以不受气候和季节的影响，一年四季都可进行养鱼生产，并且在那些昼夜温差很大，干旱、缺水的山区和内陆偏僻地区，以及大、中城市和工矿区都可大规模发展养鱼事业，使那些原来不能养鱼的地方发展养鱼业，改善人民生活。而且随着科学技术的发展，工业化养鱼装置及管理技术将会进一步改善和提高，各种机械设备和能源费用会进一步下降，工业化养鱼，特别是循环过滤水式养鱼的优点会更加明显。

自从六十年代初期日本在群马县开始试验工业化养鱼以

来，世界各国，特别是美国、加拿大、德意志联邦共和国、德意志民主共和国、苏联等纷纷设计工业化养鱼装置，特别是循环过滤水养殖装置，技术比较复杂。

要控制养鱼生产中所有的环境因子，如水质、温度、溶氧、饵料等，在技术上有多种处理方式，因而出现了多种不同类型的养殖装置。造成循环过滤水式养殖装置形式多样化还有一个重要原因，即鱼的品种很多，各种鱼的生活习性不一样，对水质、水温、溶氧、光照等有不同要求。工业化养鱼装置要根据所饲养品种的习性进行设计，提供它所需要的最佳环境。因而在原则上不可能有适宜于养各种鱼的万能工业化养鱼装置，但是一种装置一般可以饲养同一种类的鱼。

工业化养鱼装置主要是控制鱼生活的各种环境因子，要获得高产，还要有优良的鱼种，科学的饲养方法和鱼病防治等一系列措施，这属于一般养鱼学内容，本书不再赘述。

第二章 工业化养鱼装置的结构

目前世界各国正在生产使用或试验中的工业化养鱼装置大体可分下列几种类型：

(一) 普通流水式养殖 普通流水式(图1)养殖方式是利用江河、湖泊、山泉和水库水等天然水源，不经过加温和增氧，直接引入鱼池，用过的水不再回收重复使用。由于依赖注入的水中带来的溶氧供鱼呼吸，同时为了使水中夹带的泥沙以及鱼池中粪和残饵等在排水的同时能流出鱼池，所以要有一定流速，而且放养量越多，用水量也需相应增加。根据日本群马县流水养鲤经验，在放养量 180 尾(重 82 克)/米²时，单位面积流量 0.0131 米³/米²/秒。即一只容积 30 米³水体的养鱼池，每 2—3 分钟换水一次，每昼夜需水约 20,160 米³。

普通流水式养殖的鱼池构造比较简单，可以用土池、薄膜池、水泥池等，鱼池形状不论，以圆形为佳，尽量利用地形构筑，在丘陵地区也有采用阶梯形鱼池。鱼池结构要做到进、排水方便。由于可以采用天然水源的本身流速，因而不需要用动力引水。

这种方式宜饲养冷水性鱼类，如鳟鱼，因其最适水温比较低，在 14—16℃ 之间，在南方温暖地区，水温较高，也

可以养温水性鱼类，如鲤等，产量也比较高。日本流水养鲤一般产量 100 公斤/米²，最高产量 204 公斤/米²水面。

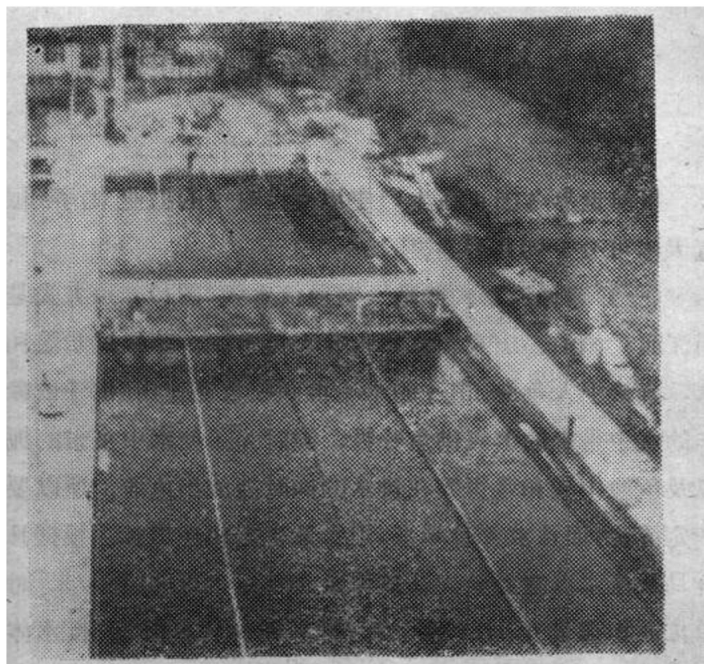


图 1 民主德国养鳟鱼的大型流水鱼池
长 25 米，宽 4 米，共 4 条

这种养殖方式投资省，占地少，在水源充沛、水质良好的地区应该因地制宜，大力发展。特别是丘陵山区、水库附近更宜采用这种方式大力发展养鱼事业。但是具有上述优越自然条件的地区是有限的，所以在外国，这种方式不是工业化养鱼的主流。

(二) 温流水式养殖 利用工厂排出的废热水、温泉水

等热水源，经过简单处理，如降温或和其他冷水源混合调节到最佳温度，增氧后再注入鱼池使用，鱼池排出的水也不回收利用。这种养殖方式由于能控制水温，使鱼生活在最佳温度中，加速新陈代谢，促进生长。缩短了养殖周期，而且能实行全年养殖，1年能养2—3次鱼，因而产量很高，一般达到200公斤/米³水体。是一种极好的养殖方式，国内外都很重视。特别是日本、苏联等国非常注意在热电站附近设置温流水养殖场，充分利用电厂排放的废热水，获得了很好的经济效益。利用工厂温排水进行温流水式养殖，一定要注意水质良好和水温调节。而且要随时根据温排水的温度进行降温等温度调节工作，以免温度变化过大，影响鱼的生长。

（三）循环过滤水式养殖 这种养殖方式实际上也是流水式养殖，由于没有充沛的工厂温排水或温泉水供使用，所以将鱼池排出的废水，回收后经过处理、净化后再注入鱼池，反复循环使用，故称为循环过滤水养殖。

流水养鱼需要耗用大量的水，而且要求水质不能有太大的变化，采用循环过滤方式容易控制水质；温水养鱼是采用人工增温或降温的措施，为了节省燃料消耗，充分利用排出废水的温度，也要求采用循环过滤的方式。

这种养殖方式特别适宜于在水源不充分的山区和干旱地区，以及河流、湖泊等水源污染严重的大城市附近。

最近几年循环过滤水养殖技术，获得很大发展，广泛使用养鱼用水过饱和增氧技术，大大增加了单位面积鱼产量。这种含有过饱和溶氧的池水，在经过使用，从鱼池排出

时，仍含有很多溶氧，有的高达7毫克/升，采用循环过滤技术就能充分利用这部分剩余的溶氧，以加速水质净化和养鱼，有利于进一步提高这种养殖方式的经济性。

循环过滤水养殖是最先进的工业化养殖装置，目前最高的单位体积产量750—1,500公斤/米³，就是用这种养殖装置达到的。它是一种机械化、自动化程度较高的养殖方式，除了要有养鱼温室外，还需要配有较多的机械、电器设备以及仪器，甚至计算机和电视装置。投资费用大，生产过程中耗用能量多，因而产品(鱼)成本高，是这种装置不能迅速推广的主要问题。当前这种养殖方式主要用于养鱼苗、鱼种以及饲养经济价值较高的鱼类，如日本用于养鳗、养对虾，美国用于养鲈、鳟等。

为了解决循环过滤水养殖耗用能量较多，成本太高的问题，国外正在探索利用太阳能加温养鱼用水的技术，日本三岛市的温水养殖场利用太阳能已能解决80%的池水加温，随着太阳能利用技术的发展，循环过滤式养殖会得到更广泛的应用。

普通流水式养殖装置的结构单纯，实际上只是鱼池和配有一定数量的投饵机械，如果不能利用天然水源的自然流速，则需配几台进水泵，设置贮水池或贮水塔。

温流水养殖装置(图2)一般都用淋水装置，便于降温和淋水增氧。如果工厂冷却用温排水和其他冷水混合使用，则需建配水池，一般还需用增氧装置增氧。为了便于冬季保持鱼池内水温，最好能装池盖和类似装置，减少水与大气的热



图 2 温流水养殖中用于降温、充氧的淋水装置

交换。温流水养殖由于采用工厂温排水或温泉水，养鱼用水不回收使用，且采用露天池，因而这种养殖装置的结构也比较简单。

循环过滤水养殖要求控制养鱼生产的全部环境因子，因此这种养殖装置(图 3)比较复杂，型式也比较多，需要配用较多的机械设备。

循环过滤水养殖装置的结构应包括养鱼温室、养鱼池、水质净化设备、加温(或降温)设备、增氧机械、投饲机械以及专用仪器、仪表等。

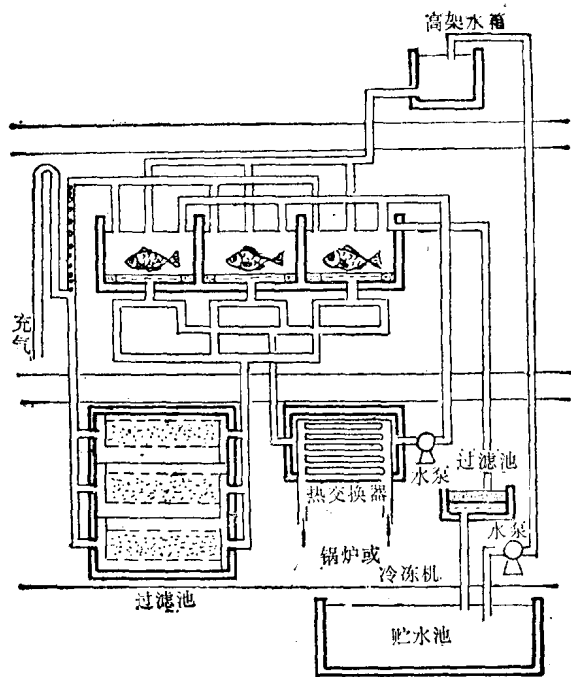


图 3 循环过滤水养鱼工艺流程