

武昌东湖渔业增产试验及增产原理的分析

湖北省水生生物研究所第四室
武汉市国营东湖养殖场

EXPERIMENT ON INCREASING FISHERY PRODUCTION OF LAKE TUNG-HU, WUCHANG, AND AN ANALYSIS OF THE UNDERLYING PRINCIPLE

The Fourth Laboratory, Institute of Hydrobiology, Hupei Province and
The Tunghu State Fish Farm in Wuhan

提 要

1972年7月以来开展了“三结合”的东湖渔业增产试验。着重抓住天然饵料资源的合理利用,大水面大规格鱼种的培育,放养鱼类的防逃,凶猛鱼类的控制以及捕捞技术的改革这五项关键性增产措施,进行了研究和应用,取得了较好的效果。渔产量从试验前的36.5万斤稳步上升到1975年的81万斤,并初步摸索出东湖渔业生产的一些规律。

本文在总结上述工作的同时,还对反映我国淡水渔业传统的“水体合理放养”原理进行了扼要的讨论。

前 言

武昌东湖是长江中游的一个养鱼湖泊,也是武汉市的风景区,多年来渔产量不高,亩产一般在15斤以下。1954年和1962年,水生生物研究所曾两度在东湖开展过多项研究工作。由于受刘少奇修正主义路线的干扰和破坏,思想、政治路线不端正,搞“三脱离”的学院式研究,对东湖渔业生产没有起到促进作用。

经过伟大的无产阶级文化大革命,水生所科技人员在毛主席革命路线指引下,在各级党委领导和关怀下,以阶级斗争为纲,坚持党的基本路线,坚持科学研究必须为无产阶级政治服务,为工农兵服务,与生产劳动相结合的方针,走与工农相结合的道路,于1972年7月下楼出院,重返东湖,与东湖养殖场职工一起组成以工人为主体的“三结合”战斗集体,大搞群众性科学试验和发挥专业队伍的作用,共同制定和开展了东湖渔业增产试验。三年多来,除对湖水理化性质,天然饵料资源和鱼类、渔业情况进行了定期测定和普遍调查外,着重抓住饵料资源的合理利用,大水面大规格鱼种的培育,放养鱼类的防逃,凶猛鱼类的控制以及捕捞技术的改革这五项关键性问题进行了试验研究并提出了相应措施,

1976年7月12日收到。

取得了较好的效果，渔产量从试验前的 36.5 万斤稳步上升到 1975 年的 81 万斤。四年来共生产成鱼 274 万斤，上交利润 33 万余元，为国家作出了一定贡献。同时初步摸索了东湖渔业生产的一些规律，对反映我国淡水渔业传统的“水体合理放养”原理也有了较多的体会，为进一步发展东湖渔业生产和总结我国湖泊放养理论打下了基础。

为了保卫和发展无产阶级文化大革命的胜利成果，在毛主席革命路线指引下，在党的一元化领导下，我们将继续深入进行东湖增产试验，争取早日实现东湖渔业高产稳产。为了及时交流经验，总结阶段性收获，现将三年多来的试验工作综合报道于后。

一、环境条件和历年渔产量情况

东湖由郭郑湖、汤林湖、庙湖、牛巢湖、后湖等湖区所组成，总面积为 48,000 亩（图 1）。1970 年后，由东湖养殖场经营的水面只包括郭郑、汤林两大湖区，渔业生产面积习惯上按 22,000 亩计算，近年来实际水面约 26,000 亩。

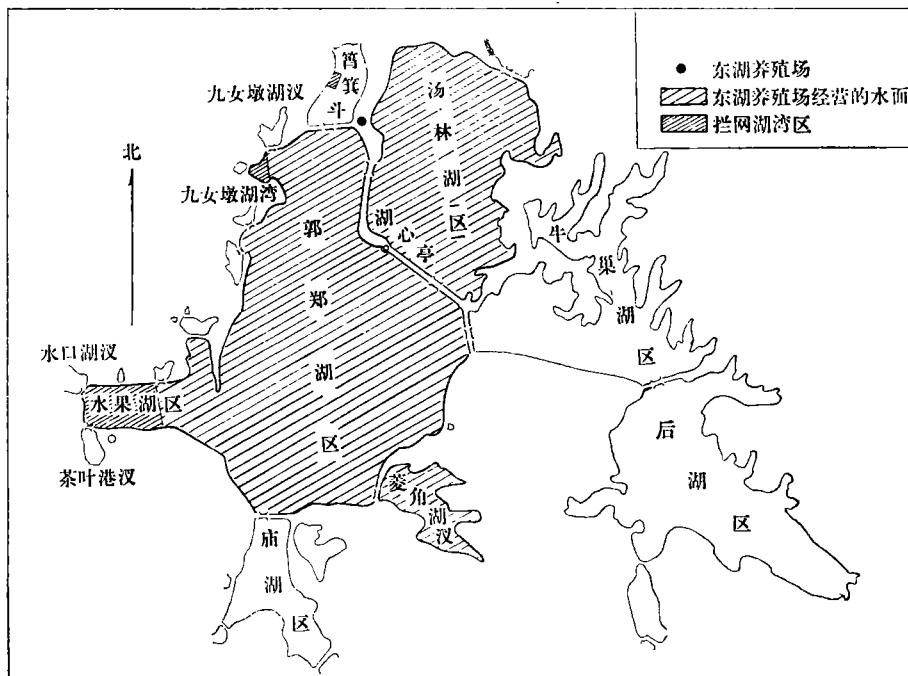


图 1 武昌东湖地形图

东湖地处北亚热带湿润季风气候区，年平均水温约 17℃，鱼类的生长期在 7 个月以上。湖中水位变化不大，常年水深保持在 3 米以上。湖水中所含营养元素比较丰富。1973—1975 年郭郑湖区中心采样站水样的年平均值波动范围为：每升水中含总氮 0.77—0.88 毫克；氨氮 0.10—0.16 毫克；总磷 0.017—0.125 毫克。但无机磷则嫌缺乏（0.004—0.009 毫克）。东湖饵料生物也较丰富，1973—1975 年各年的平均值为：每升水中有浮游植物 1,139,560—7,487,370 个；浮游动物 4,877—8,128 个；浮游植物的初级产量在郭郑、汤

林两湖区每年共生产 51,905—66,282 吨鱼；底栖动物每亩有 51—96 斤。但水草近年来迅速减少，除岸边仍有少量外，在大部分湖区已趋于绝迹。上述饵料生物的种类一般都是长江中下游浅水湖泊中的习见种，无需专门叙述。总的看来，东湖是个富营养型湖泊，具备发展淡水渔业的良好物质条件。

据往年采集调查的结果，湖中的鱼类有 18 科 65 种，也是浅水湖泊中习见的种类。实行养鱼后，经济价值最高、产量最大的是放养的鲢和鳙，其次是草鱼。非放养的底层鱼类如鲤、鲫等数量也不少，但因湖水常年较深，没有认真组织捕捞，故产量不高。凶猛鱼类计有蒙古红鲌、翘嘴红鲌、鳡、鳜和乌鳢等，其中以两种红鲌数量最多，危害较大。

历年放养的主要品种是鲢和鳙，渔获物也以鲢鳙为主体。由于湖岸护坡较陡和大拉网作业的局限性，尽管用的是细目网具，所捕起的鲢鳙却向来都是十斤以上乃至数十斤的大鱼，极少捕到两三斤重的小型个体。因此，直到 1972 年，东湖的渔产量一向是建立在鲢鳙大型个体的基础上的。

东湖渔产量的水平在 1972 年以前相当低，有数年（1955, 1958, 1959 年）的亩产量虽然超过 20 斤，但那几年的增产主要是洪水增加了鱼类和饵料资源的补给，当时湖北省的其他湖泊都普遍增产，东湖自然也不例外（表 1）。

表 1 东湖历年的渔产量*

年份	总产(万斤)	亩产(斤)	年份	总产(万斤)	亩产(斤)
1951	25.0	5.2	1964	62.2	13.0
1952	27.5	5.7	1965	72.1	15.0
1953	35.0	7.3	1966	64.0	13.3
1954	32.0	6.7	1967	63.6	13.2
1955	113.6	23.7	1968	64.0	13.3
1956	50.6	10.5	1969	60.0	12.5
1957	54.8	11.5	1970	54.0	11.3
1958	105.0	21.9	1971	36.5	16.6
1959	100.4	20.9	1972	46.0	20.9
1960	32.0	6.7	1973	72.9	33.1
1961	42.0	8.7	1974	74.0	33.6
1962	50.0	10.4	1975	81.0	36.8
1963	59.9	12.5			

* 渔产量在 1970 年以前按全湖水面（48,000 亩）统计，1971 年起按划归东湖养殖场经营的水面 22,000 亩统计。

对于低产的原因，根据试验初期渔获物资料和其他调查材料的分析，认为主要是放养不合理。历年鱼种投放量虽不算少，但规格小，体质差，加上拦鱼设备不符合要求和凶猛鱼类的危害等，造成放湖鱼种的大量损失，致使饵料资源未能合理利用。此外，由于捕捞效率较低，已达到起水规格的鱼未能及时起捕，这既影响了渔产量，又降低了湖泊的周转利用率。对于这些问题，过去或认识不足，或因条件关系而未能及早解决，因而使渔产量停滞不前。遵照毛主席关于“理论的基础是实践，又反过来为实践服务”的教导，我们先后采取了相应措施，推动了东湖的渔业生产。亩产量从 1971 年的 16.6 斤提高到 1975 年的 36.8 斤（表 1）；回捕率也有一定的提高。说明增产试验收到了较好的效果。

二、五项增产技术措施的研究

三年多来的增产试验是实践、认识、再实践、再认识的多次反复、不断提高的过程。涉及的研究内容和技术措施虽多，但可归纳为五个方面。即：(1)合理利用饵料资源，调整放养种群；(2)利用大小湖汊，培育大规格鱼种；(3)摸清逃鱼规律，改进拦鱼设备；(4)控制凶猛鱼类，减少鱼种损失；(5)实现驱集渔法，提高捕捞效率。

(一) 合理利用饵料资源，调整放养种群

湖泊中的天然饵料资源——浮游生物、底栖动物、水草以及有机碎屑等是构成渔产量的物质基础。我们根据渔获物分析结果并结合湖中饵料生物的数量变动，逐年调整放养鱼类种群，以期逐步做到全面而又合理地利用天然饵料。为此，进行了以下三方面的工作：

1. 提高放养密度

东湖浮游生物数量较多，以鱼类生长最快的8月份为例，1973年浮游植物达1,256,000个/升，浮游动物为9,449个/升。浮游植物的种类组成也较理想，其中硅藻占18.8%，甲藻占31.3%，即鲢鳙容易消化的种类达50%左右。另从老渔工处了解到往年的渔获物主要由大个体组成，鲢鳙平均体重约15斤，生长得也较快。这些情况表明湖中鲢鳙的饵料充足。要提高渔产量就必须提高放养密度，同时加大放湖鱼种的规格，以保证鱼种放湖后有较高的存活率。

根据浮游生物和渔获物分析资料，参照其他同类型湖泊的放养经验和饶饮止的放养指标（饶饮止等，1956。湖泊调查基本知识。科学出版社）。我们认为，东湖每年的大规格鱼种放养量以保持在每亩100尾以上为宜。为此，从1972年冬至1973年春投放了鲢鱼190.4万尾，鳙鱼137.4万尾，两者共327.8万尾，其中4寸以上的鱼种占37%。提高了湖中鲢鳙的种群密度，使浮游生物得到了较好的利用。

2. 争取“因饵放鱼”

东湖在1973年以前投放的鱼种是鲢多于鳙，而在渔产量上则鳙常高于鲢。以1972年郭郑湖区的一批渔获物为例，鲢7万多斤，占该批渔获物重量的28%，鳙17万多斤，占65%。此外，从表2可以看出，鳙鱼不但生长快，而且4寸以上的鱼种放湖后的回捕率也高。

表2 1973年各规格的鲢鳙鱼种放湖后的生长率和回捕率

放湖规格 项 目 种 类	2.1—3寸		3.1—4寸		4.1—5寸		5.1—7寸	
	鲢	鳙	鲢	鳙	鲢	鳙	鲢	鳙
年终体重(斤)	0.84	1.03	1.08	1.70	1.30	2.20	1.93	3.40
三年回捕率累计 (%)	0.21	0.00	4.03	0.87	4.12	15.56	21.36	75.64

另一方面，我们根据东湖浮游动、植物的组成情况，对鲢鳙的放养比例进行了初步推算。由于调查结果表明8月份是东湖鲢鳙生长的高峰期，因此，我们将8月份浮游动、植物的数量作为设计鲢鳙放养比例的参考数据。表3是按照饶饮止的放养指标计算的结果。

以上两方面的情况都说明在增产试验初期要迅速提高渔产量就必须加大鳙的放养比

表 3 8月份的浮游生物数量及由此推算出来的鲢鳙的计划放养量和比例

年份项目	浮游植物数量 (个/升)	浮游动物数量 (个/升)	鲢的放养量 (尾/亩)	鳙的放养量 (尾/亩)	鲢:鳙 (%)
1973	1,256,000	9,449	45	70	38:62
1975	2,014,000	5,560	70	38	65:35

例。因此，在1974年度（包括1973年冬和1974年春）投放的鱼种中，鳙的比重由1973年度的42%提高到69%，而鲢的比重则由58%降低到31%，使该年度的实际放养比例与表3中根据1973年的测定结果所要求的比例相接近。

1975年度鲢鳙的放养比例是鳙51.3%：鲢48.7%。

在1974年和1975年的鲢鳙产量中，鳙鱼所占的比重有了显著的提高，分别为68.7%和63.7%。

1975年以来浮游动物已有下降趋势，而浮游植物则未见减少而有所增加。根据表3所列数据，来年鲢与鳙的放养比例似以6:4或7:3较为合适，今后还需根据渔获物统计和饵料生物资源变化情况逐年调整。

东湖底栖动物中的水蚯蚓和摇蚊幼虫在近年来有较大增长，今后要增加杂食性鱼类的放养量。湖中水生高等植物已不多，故需严格控制草鱼的放养数量，以利水草的恢复。

3. 估算增产潜力

初级生产力测定结果表明，1975年东湖每亩水面的浮游植物共生产0.433吨氧气，按1克氧气相当于5.3克浮游植物（湿重）计算，则每亩水面可提供浮游植物2.294吨。由于浮游植物自然增殖能力很强，因此，我们认为让鲢鳙利用其产量的70%，即3,200斤/亩仍不致影响其再生产。而浮游植物对鲢和鳙的饵料系数即使以保守的估计100来计算，则东湖单就鲢鳙而言每亩还可增产32斤。说明东湖在目前渔产量的基础上还有增产1倍的潜力。

三年多来，我们根据东湖渔业生产的实际情况并结合浮游生物的数量变动，逐年调整了鲢鳙的放养数量和比例，收到了显著的增产效果。今后还将继续进行这方面的研究，不断挖掘东湖的增产潜力。

（二）利用大小湖汊，培育大规格鱼种

保证放湖鱼种的质量和数量是合理利用饵料资源、实现增产的一个关键。在这个问题上，我们确定了放湖鱼种的合理规格，同时开展了湖汊培育鱼种的试验，以开拓优质鱼种的大量来源。

1. 放湖鱼种合理规格的确定

试验初期，我们曾根据以往经验提出投放4寸以上的鱼种较好。为了验证这种规格是否合理，我们进行了三方面的实验分析，即：（1）湖中凶猛鱼类的种群结构及其对放养鱼种的危害程度；（2）进出水口的防逃设备及水文情况；（3）不同规格鱼种放湖后的生长率和回捕率。因为我们认为，合理规格必须符合以下三方面的要求，即：（1）能免受凶猛鱼类掠食；（2）易于采取防逃措施；（3）能提供较高的渔产量。

为了确定凶猛鱼类对不同规格鱼种的危害程度，1973年以来对湖中主要凶猛鱼类即

蒙古红鲌和翘嘴红鲌吞食鱼种的情况进行了分析(朱志荣等,本刊,本期),看出全长50厘米的蒙古红鲌和翘嘴红鲌所能吞食的最大鳙鱼种分别为4.1寸和3.9寸。对于东湖这两种凶猛鱼类种群组成的调查表明,湖中主要是50厘米(1尺5寸)以下的个体(占80—90%)。因此,投放4寸以上规格的鱼种就可以大大减少凶猛鱼类的危害,提高存活率。

在拦鱼设备方面,拦截4寸以上规格鱼种的拦栅栅距即使在流水条件下,也在1厘米左右,已不致严重影响水流或增加投资。

在生产效果方面,查明了不同规格鱼种在湖中的生长速度和回捕率,如表2。

从表2中可以看出,4寸以上的鱼种放湖当年即可生长到1.3(鲢)—2.2(鳙)斤,次年即可大量起水,有利于加速生产周期。4寸以上鱼种的回捕率也比小规格鱼种的回捕率高。

根据以上三方面的分析,我们证实放湖鱼种的合理规格应在4寸以上。

2. 利用湖汊培育鱼种的试验

东湖每年每亩要求投放4寸以上的鲢鳙鱼种在100尾以上,同时还要搭配其他品种。但养殖场鱼池面积不够,商品饲料也较紧张,难于实现上述要求。为此,几年来我们着重进行了土堤湖汊、网拦湖湾和利用网箱培育大规格鱼种的试验。在发挥湖汊生产潜力、解决鱼种来源上取得了一定的效果。

在土堤湖汊方面,1972—1975年利用1,054亩的湖汊——菱角湖汊(即大菱角湖)培育鱼种。经过清湖除野后,采取集中施肥、投饵的办法进行短期强化培育,四年中共得4寸以上鲢鳙鱼种260万尾,其中41万尾达到6.5寸以上。在正常情况下,该湖汊每年可产鱼种7—8万斤,回捕率可高达77%。1975年还在九女墩湖汊(120亩)进行了多品种混养密养试验,效果亦好。

在网拦湖湾方面(图1),1973年网拦水果湖湖湾(500亩),完全利用天然饵料来培育鱼种。1974年网拦九女墩湖湾(172亩),施用了少量化肥。两处试验结果,鱼种的规格都超过4寸。但因除野、防逃和捕捞都存在问题,因此回捕率低(不超过26%)。1975年又网拦筲箕斗湖湾(28亩),于8月30日放入2.7—3.1寸的鲢鳙鱼种65,000尾。不投饵、不施肥。此次加强了清野、防逃等工作。年终回捕了52,800尾,回捕率达81%。鳙的规格为5.4寸;鲢达6寸。

在网箱养鱼种方面,试验也收到了较好的效果。但要在生产中推广应用,还有待深入研究。

通过以上试验,我们认为利用天然水面培育鱼种具有优越性,但要有一定的条件和严密的管理,包括适当的水深,彻底的清野,注意防逃,合理施肥投饵,以及认真回捕等。此外,为了从根本上解决鱼种培育所需的饵料问题,除利用水中现成的天然饵料之外,更重要的途径是在养鱼的塘堰或汊子内种植青饲料,“就地”开辟饵料、肥料来源,以青代精,少用或完全不用商品饵料。在这方面,我们已在几个试验点上开展科学实验。

(三)摸清逃鱼规律,改进拦鱼设备

由于东湖主要进出水口一直装有拦鱼装置,故长期以来对逃鱼问题重视不够。1973年重新对各水口进行全面调查,就发现东湖39个水口中未设置拦鱼设备的竟有17个,已有的拦鱼设备,也常因破损或孔眼不合适而达不到应有的拦鱼效果。现场观察表明,在鱼

种放湖后和春汛期间有大量幼鱼群集于生活污水进口处奋力顶水，穿越栅网外逃。即使个别破洞或不易引起注意的小水口，在短时间内都会造成大量损失。曾发现湖边一个口径只有30厘米的鱼池出水涵管，由此逃入鱼池的鱼种达15,000尾，可见逃鱼的严重性。

我们通过摸清逃鱼规律制定出拦鱼设备（拦网或铁栅）的合理规格及防逃措施。由于拦网的效率与鱼体周长有关；拦栅的效率与头宽（及颅宽）有关，因此，测量了2,227尾鲢、鳙和青鱼、草鱼，求出其全长与最大周长和头宽的回归方程式。由此推算出1—5寸草、青、鲢、鳙鱼种的相应周长值、头宽值、颅宽值及这些数值的范围（95%可信限的上下限），并编制成检索表（参看陈敬存等，1975。本刊，5(3):335—353），作为确定拦鱼设备规格的基本资料。在制定拦鱼设备的合理规格时以鲢为标准。因其周长、头宽相对小些，对水流等因素的反应也敏感些。

根据以上资料和逃鱼的实验，我们制定出拦鱼设备的合理规格如下：

1. 在出水口或静水条件下

$$\text{拦网网目长度} = \frac{\text{投放的鲢的最大周长的 } 95\% \text{ 可信限下限}}{2}$$

$$\text{拦栅栅距宽度} = \text{投放的鲢鱼头宽的 } 95\% \text{ 可信限下限}$$

按照以上要求，拦截各种规格的白鲢鱼种所应采取的拦网或拦栅的规格如表4。

表4 拦截鱼种时拦网或拦栅的合理规格

鱼种的规格 (寸)	拦网网目 (厘米)	拦栅栅距 (厘米)
1.0以上	不超过0.7	不超过0.4
2.0以上	不超过1.5	不超过0.7
3.0以上	不超过2.3	不超过1.0
4.0以上	不超过3.0	不超过1.4
5.0以上	不超过3.8	不超过1.7

2. 在有水流的进水口

由于鱼奋力顶水，因此拦网或拦栅的规格应比静水条件下小一些。其计算方法是：按静水条件的方法计算出拦鱼设备的规格（但计算拦栅栅距时应改用鲢鱼颅宽的95%可信限下限），然后再除以“穿拦系数”。“穿拦系数”为：

$$\text{拦网的穿拦系数} = \frac{\text{鱼种的最大周长}}{\text{被鱼穿过的网目长度}} \times 2$$

$$\text{拦栅的穿拦系数} = \frac{\text{鱼种的颅宽}}{\text{被鱼穿过的栅距}}$$

通过实验观察，在东湖一些进水口处（如茶叶港，水果湖桥头）（图1）1973年4月份鲢鱼的穿拦系数在拦网为1.5，拦栅为1.2。

按上法计算，投放3寸的鲢鱼种，拦网网目不应大于1.5厘米，拦栅栅距不应大于0.6厘米；投放4寸鱼种，网目不应大于2.0厘米，栅距不应大于0.8厘米。

当前，东湖养殖场已兴建永久性拦鱼设备5处。除按上述要求确定栅距外，在条件允许的地方提高拦鱼设备基底（俗称“海底”）的高度，以形成水位落差，从根本上破坏鱼的溯水条件，如茶叶港的拦鱼设备。在不允许形成水位落差的情况下，也尽可能提高基底，

缩小断面,如水果湖桥头的拦鱼设备。这样就使逃鱼现象有了很大的改善。

(四) 控制凶猛鱼类,减少鱼种损失

在东湖的渔获物中,凶猛鱼类所占比重较大。如1972年占渔产量的4.5%;1973年占8.8%。其中又以蒙古红鲌和翘嘴红鲌为主。1973年捕起的蒙古红鲌为3.5万斤,最大个体达5斤,捕起的翘嘴红鲌为2.3万斤,最大个体达12斤。但多数都是全长25—50厘米的个体。

虽然这几年放湖鱼种的规格比以前有所提高,但仍有一部分较小的鱼种,易被凶猛鱼类掠食。此外,50厘米以上的蒙古红鲌和翘嘴红鲌在湖中还有一定的数量,有可能伤害大鱼种,必须予以控制。为此,我们进行了这两种凶猛鱼类的生态调查,并采取了相应的控制措施。

蒙古红鲌于5月中旬到6月上旬当水温升至20℃以上时产卵。亲鱼在暴雨后群集于进水口,在黄昏时产卵于岸边的水草或柳树根上。据1974年的调查,水果湖和茶叶港两个进水口一带是产卵场。翘嘴红鲌则在7月下旬(水温28—30℃)产卵。当天气闷热,刮起西南风(俗称南阳风)时,亲鱼即群集于下风处,在黄昏时产卵于植物上或靠岸的物体(如石块)上。据观察,郭郑湖湖心亭两侧是较大的产卵场。

结合以上生态资料,我们采取了下列试验性措施以控制这两种鱼类:

1. 网捕

根据这两种鱼类生殖时大量群集的特点,趁产卵时用大拉网围捕,可取得较好的效果。曾一网捕获蒙古红鲌5,000多斤,翘嘴红鲌800多斤。在1975年蒙古红鲌生殖期间共捕获13,000多斤。另外,根据这两种鱼容易被赶动的特点,在秋冬大捕捞季节采用“赶网”办法,将它们驱集到起网地点进行围捕,效果亦好。

2. 人工除卵

由于产卵场比较集中,产卵后大量卵粒附着在杂草上,可用人工捞除。我们也曾用棕榈皮、柳树根和水草等做成人工鱼巢,诱其产卵,然后除去。

3. 药物灭卵

1974年在翘嘴红鲌产卵后,曾将生石灰2斤撒于10米长的产卵岸滩,经4小时后检查已有50%卵粒变白死亡。

几年来采取上述措施取得了较好的效果。渔获物分析表明这两种鱼的数量和规格已有所下降。蒙古红鲌1973年占渔产量的4.8%,1975年降至4.0%,平均长度从40.8厘米下降至30.6厘米。翘嘴红鲌数量下降更显著,从1973年占渔获量的3.1%下降到1975年的0.7%。

(五) 实现驱集渔法,提高捕捞效率

捕捞是渔业生产的最后一环,缺乏有效的捕捞技术就无法取得应有的渔产量。

由于东湖湖面开阔,常年湖水较深,湖底障碍物多,沿岸护坡较陡,单一的大拉网作业效率不高。例如1972年拉了39次网,其中渔获量在500斤以下的就有17网,有时甚至是空网。

三年来,根据东湖的具体情况和养殖场现有的捕捞力量,我们参照“赶、拦、刺、张”联合渔法对捕捞技术进行了改革。主要试验了声、网驱集渔法(群众简称“赶网”)。声网驱

集渔法就是利用机船及其拖曳的铁链所发出的声响同拦网、三层刺网相配合，使被动渔具起到主动性效果，通过边拦、边赶、边捕，迫使鱼群向预定地区集中，最后用大拉网捕捞起水。用这种渔法，1975年9月在郭郑湖区捕捞成鱼45万余斤。在最后进行围网作业时，一网获26万斤。同年10月下旬至11月下旬再度在该湖区进行全面驱集，渔获量又达22万斤以上。

实践证明，这种渔法无论在总产量或网次产量方面都远远超过东湖以往大拉网作业的捕捞记录。特别能大量捕捞鲢鳙等中上层鱼类。同时，这种渔法不受季节的限制，而且对捕捞鮰鱼、鳡鱼等凶猛鱼类亦有较好效果，从而起到清野除害的作用。

但是声网驱集渔法还不能有效地解决底层鱼类的捕捞问题。为了进一步提高东湖的渔产量，今后还必须找出捕捞底层鱼类的更有效的方法。

三、增产原理的初步分析

从技术角度说，东湖渔业增产试验在本质上就是将我国传统的淡水鱼类养殖原理，结合具体情况，有的放矢地在浅水湖中进行研究和应用。

我国是世界上淡水渔业发展最早的国家，历代劳动人民在养鱼技术方面有杰出贡献。除一贯强调人的因素，讲究经营管理外，早在唐朝就创造出多品种“混养”这一科学方法。长期以来，通过不断改善水体条件和调整养殖种群，使水体的利用趋于合理化，从而取得比在纯天然条件下要高得多的渔产量。解放后总结出来的八字精养法，更为合理利用水体的基本措施作了具体的归纳。从我国的渔业特点可以看出，中国水产养殖的科学原理就是：采取综合措施，使水体中的饵料资源全面而又合理地转化为渔产品，达到持续高产的目的。这个原理可用“水体合理放养”一词广义地予以概括。

“水体合理放养”原理虽然普遍适用于各类水体，但其技术重点则须视水体条件而有所不同。对于东湖这个万亩以上的湖泊来说，三年多来，我们主要围绕以下四方面的内容进行试验和提出技术措施。即：

1. 使放养种群的摄食强度尽可能符合天然饵料的供食能力。

由于东湖水面宽阔，目前尚无条件进行投饵施肥。因此，较为理想的办法就是设计出合理的放养种群以适应湖中天然饵料资源本身生产水平。一个合理的放养种群必须基本上符合这样的要求，即它既不妨碍天然饵料维持某一再生产水准，又能最大限度地利用饵料生物的潜能，从而提供尽量多的渔产品。过去东湖的放养种群不够合理，例如草鱼的放养量偏高，严重影响了高等植物的再生产；而鲢鳙的实际存活数量偏低，又造成浮游生物资源的过剩。因此，使东湖的放养种群逐步地、相对地合理是实现增产的关键。三年多来，我们采用了经验调整和理论计算相结合的方法，对放湖鱼种的数量和比例提出了比较合乎实际的要求，因而使饵料资源较全面、合理地转化为渔产品。而利用湖汊培育大规格鱼种的措施则在一定程度上为上述转化提供了物质基础。

2. 减少鱼类在放养期间的天然损失

在大面积水体中，导致鱼类损失的因素远较池塘等小面积水体为复杂，因而其存活率通常很低。一般地说，放养初期的损失是严重的，这就大大降低了鱼种的有效放养量，使预期的合理种群结构无法实现。因此，必须抓住损失的主要原因，采取相应措施来“堵塞

漏洞”。针对上述原则，在东湖的工作中，我们除争取投放大规格鱼种外，还采取了相应的措施以遏制凶猛鱼类种群和提高拦鱼效果，为放养鱼类的存活创造了较好的条件。

3. 合理捕捞

对鱼类资源进行合理的捕捞，是实现高产稳产的一个重要方面。如上所述，东湖渔产量过去是建立在鲢鳙大型个体的基础上的。要是单纯从鲢鳙的个体生长曲线来考虑，捕捞大型个体似乎比捕捞低龄组更为合理。然而东湖养殖场近年来的生产实践却否定了这种假设。国内高产稳产湖泊、水库的经验也说明：为了保证新投放的种群有充裕的饵料基础和生活空间，以及提高湖泊、水库渔业生产的周转利用率，把已达到起水规格的群体及时捕起来是合理的。在这方面，东湖由于驱集渔法的应用，从1973年起，渔获物已逐年转向以达到起水规格的低龄组为主体。与三年前相比，随着捕捞效率的提高，渔获物的年龄结构起了显著的变化。这也是三年来增产的机理之一。

4. 对投放的鱼种在随后几年的渔产量中所起作用的评价

1973年度（包括1972年冬和1973年春）东湖投放的鲢鱼种为1,904,354尾，鳙鱼种为1,373,780尾，两者合计327.8万余尾，其中四寸以下的规格占63%。这批鱼种，往后在当年（1973年）的渔获物中出现的数量是很少的（鲢13,885尾，鳙8,270尾）。到1974年就在鲢、鳙渔获物的年龄组成中分别占57%和58.3%，构成了这一年鲢鱼产量（19.76万斤）的48.3%，鳙鱼产量（43.51万斤）的36.5%。到了1975年，这批鱼种中的鲢，在该年鲢鱼产量（24.47万斤）中还占39.6%，鳙则仅占该年鳙鱼产量（43.02万斤）的10.8%。这样看来，在1973年度东湖的放养密度和鱼种规格条件下，鲢鳙都是在放湖的次年才在渔产量中表现出显著的作用。鲢鱼在第三年的产量中还占较大的比例，但鳙鱼已不占重要地位了。这表明在当前的捕捞技术条件下，鲢鳙鱼种在投放的第三年以后，残留在湖中的已是为数不多了。1975年度，随着放湖鱼种规格的提高，投放的鳙鱼种，当年就能长到商品规格的个体在渔获物中所占的比重显著地高于1973年，这也是与东湖渔获物逐步转向以低龄组为主体的现象相一致的。

四、下阶段增产试验的设想

东湖虽然实现了初步增产，但是，要达到高产稳产的目标还必须做大量艰苦、细致的工作。今后二年，除继续贯彻上述五项技术措施，使之不断深入和完善外，我们还将着重开展以下五项增产试验：

1. 提高鲢鱼的放养密度，进一步探讨浮游生物的合理利用

三年多来，我们根据东湖浮游生物的情况，调整了鲢鳙的放养比例，重点是加大鳙鱼的放养量，使水体中的大型浮游生物得到了较好的利用，而鳙鱼的产量也从1973年的27.34万斤上升为1975年的43.02万斤。但是，对小型浮游生物的利用却不够充分，鲢鱼的产量仍然不高（1975年为24.47万斤）。因此，今后的放养重点有必要转移到鲢鱼这方面来。根据目前浮游植物的数量并无下降且有所增长的情况，我们准备大幅度提高鲢的放养量，从1975年的亩放30尾左右提高到70尾左右，并酌情增放鳙鱼，同时开展鲢鳙食性方面的科研工作，以分析其增产效果。

2. 放养底层鱼类，全面利用饵料资源

当前东湖的放养品种比较单调，还没有实现全面利用各类天然饵料的要求。底栖无脊椎动物资源还没有得到充分利用，但最突出的则是长期被忽视了的有机碎屑的潜力。这一类资源东湖本身多，外来的补给量也大。因此，创造条件利用这类饵料资源对增加渔产量有着现实意义。为此，我们从1976年起，将在东湖大量投放杂食性鱼类（杂交鲤）和食碎屑的鱼类（细鳞斜颌鲴）。同时，研究底层鱼类的生物学，了解它们的行为生态，探索新的捕捞方法，使底层鱼类在东湖渔业增产上起到应有的作用。

3. 重视非放养鱼类，加强繁殖保护

由于东湖水草过度利用，破坏了鲤、鲫等经济鱼类的产卵条件，将来势必影响到它们的种群数量，值得引起重视。今后除适当控制草鱼的放养，使水草逐步恢复外，还要着手调查湖中鲤、鲫等非放养鱼类种群的变动情况，并进行繁殖保护方面的试验研究。

4. 提高放养鱼类的存活率

东湖放养鱼类的存活率虽然较之过去有所提高，但与国内先进的养鱼湖泊、水库相比毕竟还是相当低的。人们知道，鱼种放入湖泊、水库后，只有一部分能继续生存到达成商品鱼规格，这部分鱼的数量与这种鱼的放养数量之间的比例，称为存活率。实际被渔获的那部分与放养数量之比，称为回捕率。存活率与回捕率，两者既有区别又有联系：存活率高，回捕率不一定高，但存活率低，则回捕率必然低。湖泊、水库养鱼，存活率总是远远低于池塘养鱼。至于存活率的具体估算，由于存在着样品的代表性问题，所得的结果往往与实际情况相差很远，所以生产上宁愿采取回捕率的计算。在捕捞效率（对某种鱼来说）相当高的情况下，某种鱼的回捕率也就基本上能代表它的存活率了。

据浙江省的调查，几千亩面积的水库，回捕率最高可达50%，1万亩到6万亩的水库，回捕率从1.6%到13.5%不等。湖泊方面，据张幼敏（1965）的资料，湖北省黄冈地区五个中小型湖泊的回捕率都较低，通常不超过30%，个别种类仅百分之几。我们对东湖1973年度投放的那批鱼种进行了回捕率的统计（根据年龄鉴定），结果查明鲢在三年（1973—1975）中的累计回捕率为4.37%（83,131尾），鳙为4.92%（67,538尾），草鱼为8.91%（7,722尾）。虽然1976年有可能继续捕起一些1973年度放的鱼，但数量将是不多的，不可能从实质上改变上列回捕率的数值。鉴于东湖近年来使用的驱集渔法对鲢鳙的捕捞效率相当高，那么这样的回捕率就意味着1973年度的那批鱼种放湖后的存活率还是相当低的。为了进一步提高放养的成效，需要对存活率低的原因予以应有的重视。看来，凶猛鱼的危害在现阶段已不是主要原因，计划中拟建而尚未施工的拦鱼设备，和进一步提高放湖鱼种的规格，倒是值得注意的。

5. 加强“以青代精”的研究，解决鱼种的饵料来源问题

在大规格鱼种培育试验中，前阶段我们着眼于天然水域面积的利用和水中“现成”的饵料生物资源的利用，从而解决了鱼池不足的矛盾，并在一定程度上节约了精饵料的使用。但是，随着放养密度的提高，饵料问题就越来越突出了。这几年来群众性的科学实验，表明在养鱼种的塘堰或汊子里播种稗草、稻谷或绿肥作物，是自力更生、就地解决饵料、肥料问题的一条很有希望的途径。这方面的实验需要加强，并在总结经验的基础上进行推广，为解决鱼种饵料来源问题作出贡献。