

全国池塘养鱼生态学专题讨论会

论文报告选编

内部资料



中国水产学会

一九八四

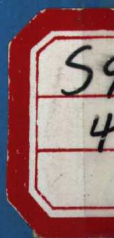
S964.3/497.1

全国池塘养鱼生态学专题讨论会
论文报告选编
(内部资料)

中国水产学会淡水专业委员会编
出版者：中国水产学会
(北京市西单大楼)

印刷者：广西壮族自治区交通厅
青年印刷厂

工本费： 元



全国池塘养鱼生态学专题讨论会

论文报告选编

目 录

全国池塘养鱼生态学专题讨论会纪要·····	(1)
关于池塘养鱼生态学的一些问题·····	周纪伦 (3)
池塘养鱼如何迎接新的技术革命·····	周纪伦 (11)
关于池塘养鱼的能量转换效率与资源需求的探讨·····	李思发 (19)
珠江三角洲桑基鱼塘生态系统内塘泥的生物降解及基泥、塘水的 固态活性·····	王增骐 罗绮莲 朱慧明 (25)
四种不同生态类型池塘的生产性能剖析·····	许典球 (31)
池塘生态系统能量转换效率的计算与分析·····	陈一骏 (37)
一个草塘生态系统的分析·····	张大伟 于 丹 (41)
肥水塘生态系统及生产力的探讨·····	张大伟 于 丹 (47)
精养塘生态环境的调节·····	杨德华 霍洪明等 (57)
主施化肥池塘水体生态环境概述·····	张汉华 吴琅虎等 (63)
浮游植物的研究方法进展·····	周纪伦 (71)
鱼池中溶解氧的夜间变化和预测预报·····	张来发 朱 耘 周小兴 (75)
加拿大、美国的淡水渔业生产、科技及教育·····	李思发 (81)

池塘养鱼生态学专题讨论会纪要

中国水产学会池塘养鱼专业委员会主持的池塘养鱼生态学专题讨论会，在广西水产局、水产学会及水产研究所的大力支持下，于一九八四年一月十四日至十八日在南宁召开。来自全国有关高等院校、科研单位的三十多位代表出席了会议，并提交论文二十二篇。中国水产学会理事长宫明山同志到会指导并作了重要讲话。广西区科协、区水产局的领导也在会上讲了话。

会议邀请复旦大学周纪纶副教授和上海水产学院李思发讲师对淡水养殖生态学的研究历史、现状、方法、意义等作了报告，并就浮游植物研究方法的进展及池塘养鱼能量转换效率等问题发表了意见，得到与会代表的好评。

会议认为，这次小型专题讨论会，一方面由于主题明确，另一方面由于相关学科的参与，因此，使问题的讨论比较集中，还使到会代表开阔了眼界，增长了知识，效果较好，为今后召开其它有关专题讨论会提供了一些经验。

近几年来，我国已开展了池塘养鱼生态学的研究，并取得了一些成绩。这次提交会议的论文已涉及到较广的范围，如池塘生态系统结构与功能、初级生产力的研究、某些生态因子调控的试验、池塘生态环境与鱼类群体关系的探讨，池塘的物质循环与能量流动的分析等。这些工作为今后进一步开展有关的研究提供了资料。

会议还就研究池塘养鱼生态学的目的意义、内容方法、任务范畴以及与农业生态系统的关系等问题进行了认真的讨论，并对以下问题取得一致意见。

一、池塘生态系统是大农业复合生态系统的一部分，研究池塘生态系统是对我国水产行业长远科技发展的适应和需要，这对提高我国池塘养鱼的理论和技术水平，从而保持和发展我国水产养殖的领先地位有着十分重要的意义。因此，研究池塘生态系统必须与当前生产相结合，不仅要考虑生态效益，还要考虑社会效益和经济效益，使生态学的研究服务于养鱼生产。

二、今后池塘生态学研究除继续开展已进行的工作外，还须进行如下课题的研究：（1）池塘生态系统与鱼类养殖高产的相关性；（2）池塘的物质循环与能量流动的定量分析；（3）施肥对提高池塘初级生产力及鱼产量的作用；（4）池塘综合养殖技术的生态学原理。

三、基于我国池塘生态系统的研究历史较短、力量薄弱、实验手段较落后等情况，在研究方法上，除积极学习国外有关先进技术外，应从实际出发，遵循粗细结合，从简单到复杂的原则。为了便于比较，要求做好原始资料记录和积累，如水温、溶氧、PH值、有机物总量（浮游生物、有机碎屑等）、氮氮等基本因子的测试工作。

四、为了有计划有组织和顺利地开展池塘养鱼生态学的研究，特提出如下建议：

1. 开办生态学培训班，培训技术力量，普及和提高有关的知识和技术水平；
2. 希望有关领导部门，把池塘养鱼生态学的研究列入国家科研重点课题；
3. 建立区域性的多学科的合作攻关组织，以利这一研究工作的迅速开展。珠江三角洲以

珠江水产研究所为牵头单位，广西水产所、广州地理所及有关单位组成协作组；江汉平原以长江水产所沙市分所、华中农学院、湖北省水产所、华中师院等有关单位组成协作组；上海水产学院、长江水产研究所及有关单位组成长江三角洲协作组；北方以北京师大和北京市水产所等有关单位为一协作组，东北三省以大连水产学院和黑龙江水产研究所等有关单位为一协作组，或华北和东北合为一组。

4. 1985年第二季度召开第二次池塘养鱼生态学专题讨论会。

一九八四年一月十八日

关于池塘养鱼生态学的一些问题

周 纪 纶

从生态学的角度来看池塘养鱼，在实际工作中还有些问题要进一步解决。

池塘养鱼应该从生态学系统的几个不同的水平来考虑，一个是生态系统，就是单一的一个鱼塘；另一个是种群，也即我们养殖的对象，主要是鱼群。鱼群在生态系统里活动，因此我们考虑鱼群的动态的时候，就必须要考虑它的背景，它所存在的总体的生态系统。但是鱼塘光考虑生态系统也不行，因为整个农业生产，甚至于包括地区工业等方面之间的联系也跟鱼塘的输出或输入有关。因此就要考虑复合生态系统，也叫做生态系统的复合体；或者要考虑地区的复合体，这分别属于不同的层次。当然，要搞清种群就必须对个体生态有一个基本的了解，所以从事鱼类的养殖，实际上也涉及到四个水平；而且每一个水平从系统学的观点看都是一个系统：个体是一个系统，种群也是一个系统，生态系统是一个系统，复合生态系统又是一个大系统。对这些问题应当用系统学的观念来处理。可是在我们的实际工作中，对于每一个系统来讲，对每一个不同层次来讲，都有它自己特有的问题。怎样才能把各方面的问题都考虑到，而且要抓住关键问题，这的确是不容易的。

首先谈谈生态系统水平的两个问题。李思发同志提出了现在池塘养鱼生态系统的两个集中的问题。第一个是能量转换，他提出：池塘养鱼能量转换效率并不高。第二个就是资源需求量过大，也就是需要的土地面积比较大，需要提供的饵料数量、人工管理的劳动、水体的容积也比较多等等。下面就能量问题谈一下。

关于生态系统的，或者是农业生产的能量计算，具体地讲就是投入能和产出能的比值，这是一个普遍应用的方法。但目前应用这样一个方法的时候，一般只计算经济的投放能量或者所谓人在生产过程中投加到这个系统里的能量，一般没有计算自然的投入。在农业方面、水产方面都是这么计算。这样计算能量有问题。因为农业生产包括牧业、渔业都跟一般单纯机械的生产不一样，它是人控的，但又不完全是人控的，还有一半是自然的，或者说本底是自然的，基本的过程是自然的。沈享理同志在计算全国农业的投入产出时，就不算光合作用的太阳光能这部分。实际上，在农业生产中植物大量生产，其直接的能量转化就是从太阳光里来的，并不是靠机械运转来的，也不是靠肥料来的。肥料不是作为能量施加进去的，而是作为一个物质，作为同化光能的必要条件，作为物质形成的一个必要条件加进去的。所以我们在计算投入产出、计算能量时，从生态学角度看，必须同时计算两个投入，只有把自然与人工投入能两者合并，才能够说明我们这个生产系统能量转换的真实情况。在实际生产过程里，投加的颗粒饵料，投加的粪肥等这些完全是可以人控的。但另外一方面池塘里的浮游生物，不管是从它的区系组成或者是它的生物量来讲，看起来好象不是人控的，但实际上也是人控的。为什么呢？因为有经验的渔民对水色的变化掌握得很准，看到水色不对时他就马上施肥。施到什么样的水色较好呢？就象陈永康对水稻控制三黑三黄那样。他讲得出水色合适不合适，但讲不出水色所包含的内容是什么，区系组成怎么样，含量是多少。然而他确实能够通过看水色而对施肥加以控制。李思发同志在讲能量计算的时候就讲了两个方面，一

一个是生物能量，一个是生产能量，实际上就是机械能。就是说我们投进去的能量实际上包括了两部分，一部分是生物能量，另一部分是机械能量。怎样通过投入能量来控制自然能量的投入，怎样把这两者的变量关系根据地区的情况加以研究，用一个基本的方程作为应用上的参考，这样在能量计算上也许更客观一些。如果完全不把太阳能的投入算进去，我们对很多问题就说不清楚。目前在池塘养鱼方面，国外的投入产出的比值高，我们的比值较低。我们的池塘养鱼在精养程度不太高的情况下，仍然还要依靠天然饵料。即使投喂人工饵料，实际上也不是全部都依靠人工饵料的，肯定会受到自然因素影响的。所以如果把这一部分忽略不计，单从经济上算投入产出，用投资多少，将来卖出多少钱，或者用投入多少能量，得到多少能量来算。这在农业经济学上是可以的，但是从农业经济生态学的角度看，这样的算法恐怕就有问题了。

当然，从理论上讲需要全面考虑，但实际上是困难的。因为浮游生物量变化太大，很难测算，这是技术性问题。技术上的问题跟实际分析的要求是有关的，但是不能因为技术上存在困难，就在基本理论的研究中把它忽略掉。

第二个问题是浮游生物量在鱼类生产过程里所起的作用跟人工饵料两者的关系到底怎样。不是说谁轻谁重，而是说浮游生物量是不是可以忽略不计，是不是可以从生产过程里抹掉。最近国外提出来的一些现象和问题很有点启发作用。有一个材料提出：浮游单细胞藻类的细胞体积越小，它的生长速率就高，亦即种群（size）的倍增时间越短。换句话说就是浮游的单细胞藻类每天可以增长好几个世代。从这个角度讲它的生长量、生产率是非常高的。单细胞藻类和陆地植物不一样，陆地植物如麦子，从种下去到收进来才能计算它的产量，而浮游植物长不到二、三天就长不上去了，达到了K值，甚至不要那么长的时间就可以到K值了。当到了K值，即到了最大容纳量的密度以后，就成为一个比较稳定的状况了，老的死，新的生，成了一个动态平衡的状态。在试验条件下是如此，当池塘里有鱼吃它的时候又会怎么样呢？哈贝尔在四、五十年代就做了藻类生长的试验。在实验室里不断地提供营养补充的条件下，藻类可以成指数生长，在一定的营养条件之下，经过一定的时间，它的生长就达到K值。在这一生长过程中，如果不断地移走一部分产物，那它就不断地生长来补充。因此总的生长过程是一个动态，就是有一个被食和捕食的关系。因为被食捕食的生长量不是线性的，它随着被食量的增加而增加，那么从总的积累量来看，同没有捕食者的情况比较，总的生物量要高。我们现在计算浮游生物量时都是取它的现存量，而没有包含它的潜在增长量。实际上在充分地施加肥料的情况之下，水里的浮游生物到底总的长了多少，被吃了多少，这是一笔糊涂帐，我们不清楚。对这部分怎么估算？假如控制得好，浮游饵料的组成种类可能对于鱼群的营养价值是高的，浮游生物数量也可以保持在一个适当的被食与捕食的比例；这时，浮游饵料生物可以提供的鱼群生产力一定也是比较高的。有人提出了一些公式，这里仅举个例子。

1978年，B. Lueweiss做了细胞体型大小和数量的关系的试验，它内部最大的增长率用 R_{max} 代表，个体的重量用 W 代表。增长率的大小跟个体的重量是成函数关系。细胞个体越小，它内部的增长就越高；个体越大，增长率就越低。假如个体的重量是 10^{-15} ，那 R_{max} 是200；假如说个体的重量是100公斤，那 R_{max} 是0.004公斤，两个结果相差得很大。一个单细胞的藻类，个体很小，那它每天至少可以增加200倍。其组织增长率可以达到百分之两万，如果个体的重量是100公斤的话，它每天的组织增长率只有百分之零点四，两者相比差别是很大的。问题不在公式本身，而是说明在水体里面单细胞的生物，包括原生动物和藻

类，它们有第一性生产，也有第二性生产。当单细胞藻类被大量的水生动物吃了以后，便产生了第二性生产，这些是我们过去没有考虑的。实际上这是中国池塘养鱼的一个很重要的因素，在国外可能不是很重要，因为他们是以投饵为主，而在我们这里则是肥水和投饵兼顾的。所以从生态学角度来分析问题要全面，不能象搞单纯经济学那样，只算投入多少，而不同时考虑其它有关的方面。那么到底应该投入多少能量，投入多少饵料，用什么样的标准来判断呢？有两个标准。第一，投入的饵料直接给鱼吃掉；第二，投入的肥料通过增加生物量来达到目的。把投入量作为增加生物量是一个考虑，而如作为饵料则又是一个考虑，假如两者都有的话，那就要考虑两个因素。因此投放量到底多少最适合，恐怕没有一个统一的标准，要因地、因时制宜。这个因地、因时制宜怎么来呢？没有基本数据就无法计算。因此我们应该先有个基本的比较，没有基本的比较，对于本底的情况不清楚，得到的实验数据就没有意义。

关于转化效率，有个基本数据可以作参考，还是林德曼做的工作。他最早就提出所谓十分之一的比例问题，即在自然群落的情况之下，自然生态系统里达到相对稳定的时候，各个营养级之间的比例是十分之一。我们现在搞人工饲养，在高度精养的条件下达到的比例是多少呢？从现在的数据看，国内的情况是只有自然比例的一半。国外高一些的原因是他们使用的是单一鱼种，或者用纯粹的人工饵料，而我们是多品种混养，而且食物链里边还有好多成为第二性生产的东西没有算进去。比如说，有些捕食藻类的浮游动物的量没有算进去；另外还有一些水生昆虫，它的量尽管是比较少，也没有算，还有作为有机碎屑沉积到池底的这一部分也没有算，折扣可能就是打在这些地方。我们应当有个基本的比较，不是按照现在一般的基本算法，仅仅用管理上的投入来算生产上的鱼的产值，还要计算自然界能量的投入。是不是每一项工作都要做得这样细呢？也不是。当我们在这个方面有了基本的了解以后，在应用到生产管理上的时候，就不必每一个地方都重搞了，而可以在基本数据的基础上通过比较简单的换算，或直接用生产管理上的投入指标，根据一定的相关来推算自然投入量的变化，进而计算整个的能流。总而言之，在能量换算这个问题上，怎样才能更切合实际，更有利于今后的管理呢？我的看法就是要把基本的工作跟管理上一般的测算工作结合起来。

第二个是能量陷阱的问题，即底泥的问题。一般在水域生态系统里有两个食物链，一个是生食食物链，即以活的生物为饵料；另外一个腐食食物链，那就是以生物的尸体或者是有机碎屑作为食物的。这两个食物链是同时存在的。在人工养殖情况下，这两者到底哪个占主要地位呢？

在武汉的东湖里，有机碎屑和微生物各占 $1/3$ ，浮游植物占 $1/3$ ，可见东湖不是污染得很厉害。有机物污染较严重时，腐食食物链所起的作用超过生食食物链。在我们大量投放人工饵料的情况下，腐食食物链就更多了。因此腐食食物链是很值得注意的。现在一些单位已注意到了微生物的问题，注意到了食性跟微生物的关系，这是很有见识的。假如说藻类，单细胞藻类有某种高度的增长和提供饵料的能力，那微生物就比藻类更高一级，也就是前面提出的方程就更高一级了。过去讲生态系统时，只讲微生物的分解作用，只讲它在物质循环中占很大的份量，而在能量里不占份量，这是不合理的。就池塘养鱼业而言，微生物提供的生物量不管以哪种形式进入鱼的食物里，实际上都占一个很大的份额。特别是在养殖生长季节里，有大量的碎屑物质沉积塘底，加上有些塘在管理过程中有增氧的过程，再加上高度密集的鱼群在鱼塘里旋转、运动，这些都有利于底泥的分解和微生物的转化。所以微生物生物量

的形成很值得重视，而这一工作在国外做得也不是太多。有机碎屑的营养作用和底泥的微生物、底栖原生动物以及小型动物都有关系，这些东西的活动在鱼塘的养分循环或者能流的周转上都起了作用，这是一个很重要的方面。将来我们在取得资料，分析问题的时候必须加以考虑。

上面讲了两个系统的一些问题，实际上一个鱼塘包含了三个系统：一个是当中的，由浮游植物、浮游动物和鱼群所组成的中央系统；一个就是底部的底质系统；还有一个就是周缘的系统。周缘在广东就是桑基，在上海是草基或其它的基，反正就是鱼塘周围的空地，周缘生物形成的有机碎屑参与鱼塘的养分循环，或者以正式饵料被投进鱼塘，或者以径流的方式进去，这个数量也是很大的。所谓桑基的基，在自然鱼塘里就是周缘的群落，包括芦苇及其它水生植物，这一带叫近岸的系统。这一系统在人工养鱼池里完全是人控的，但是它到底有多少进入水体中央的系统，用什么方式进入，进入以后与另外两个系统有什么关系，这些问题现在定性的都有了，定量的已经开始在做。到目前为止在水体生态系统里的一些主要参数以及参数之间的定性关系基本上都有了。现在的问题就是怎样结合不同的自然地区这一特点以及不同类型的鱼塘这一特点，例如浅塘和深塘，黑龙江的塘和南宁的塘肯定是不一样的。在这样一个特点上，各自按照自己的背景，做一点基本的定量的实验参数。在这个基础上，再来考虑怎样与现在的技术性的分析结合起来。做基础研究必须要与现在的生产管理的参数扣起来，这样做二、三年工作后，对鱼塘生态系统的基本情况就会比现在清楚一些。再进一步根据我国鱼塘的特点，对其生态系统、能流、物流，从这三个亚系统的关系，从这三个亚系统总体的背景上，对鱼群的活动及生产量的关系就能够做出一些定量的模型，这样就比较有普遍的指导意义，我们今后的工作就会好做得多。关于生态系统方面主要是两个问题：一个是对浮游植物第一性生产，或者说是水体的非鱼的第二性生产应不应该在能流中考虑；第二个是假如应当考虑的话，怎么样来考虑它的基本运转以及这些参数的定量的研究，开展这方面定量的研究，既要注意活的食物链，也要注意腐食食物链，要把这两者结合起来。

还有一个问题我们在生态系统里没有很好地考虑，那就是信息问题。生态系统是一个高度信息控制调节的系统。信息当然有多种多样的。有物理的信息，比如水层的光亮的变化，它就产生一个信息，从光亮可以导入生物量，然后导入能流，这是一个信息。氧的含量变化也是一个信息。另外生物的排泄物也是一个很重要的信息。许多单细胞藻类的这方面工作，国外早就做了，比如蓝藻，还有一些裸藻，在群体形成的时候，随着密度的增加细胞排出的分泌物可以起两个信息作用：当它密度还是比较小的时候，它不产生大量的排出物；到了适当密度的时候，它就产生比较多的细胞分泌物。这种细胞分泌物的产生不仅抑制自己的生长，还抑制其它的藻类和微生物的生长，小球藻就有这个作用。蓝藻，象微囊藻分泌物也有这个作用，在它不是高度密集，但已经生长了一段时间后，比如长了30天、40天这样一段时间后，在自然水体里它就分泌物质有抑它的作用；当它成了水华的时候，高度密集的时候，这个物质就转化了。从排它变成自毒作用，所以形成水华后要不了多久，它就沉下去了。这里虽有蓝藻病毒在起作用，但是蓝藻毒素亦起了这个作用。在群落里，浮游生物区系的变化有时候不仅只是用营养来解释，往往也有化学调节物质在起作用。现在大家很重视鱼的排泄物对鱼本身的影响，那么这些浮游生物对鱼有什么影响，鱼的游动，鱼的吞食作用改变了浮游生物的种群数量，因此也就影响了群落里化学信息的这样一个反应。但这些问题现在还不太清楚。

还有很多问题。比如有人说西湖里养了鱼使水质变坏了，这是不对的，适当的养鱼是好

的。鱼是可以吃蓝藻的,这一点从消化上、化学上都已做了试验,如把可以吃蓝藻的鱼拿掉,那蓝藻就会繁殖更厉害,不可能减少。另外蓝藻之所以滋生是与西湖的水质的PH值偏高有关。PH值偏高是由于底栖的植物被破坏了,改变了底质的 CO_2 等因子,所以西湖越来越碱化,越来越适合于蓝藻发育。因此蓝藻的滋生并不是只决定于氮和磷的问题,实际上牵涉到结构的问题,牵涉到捕食者和被捕食者的关系问题。太湖也是这样,到了夏天蓝藻也是多得不得了,当然其种类与西湖不一样,西湖主要是束丝藻,太湖还是微囊藻多一些。可是在鱼塘里则很怪,在高度富营养化的情况下,塘水的PH值不是很高,占优势的浮游植物不是蓝藻,而是硅藻和隐藻等。这说明在有捕食的情况下,对水质是有利的,对藻类区系饵料的性质也是有利的。总的来讲,我脑子里的印象认为鱼的饵料主要是硅藻、隐藻,还有某些浮游动物。现在看来捕食作用和被食作用,被食的种群之间的结构与捕食活动的关系跟池塘里营养条件是很有关系的,很难直接用氮、磷、钾的比例来解释,往往是跟食性的行为以及种群之间的化学调节是有关的。这部分工作不是马上要去搞,而是说明在这样一个特定的养殖环境条件中,从生态学的角度来看,一个生态系统的基本功能单位包括三部分,一个是能量,一个是物质循环,还有一个就是信息。现在在能流方面做得比较多,物质循环也做了一些,对信息的工作看来将来要逐步地开展一些。对一些优势种群之间的信息作用,假如能够有些认识,那对于我们鱼塘的控制和管理肯定是有益的。关于鱼病的问题有人曾提到有些时候营养和信息控制不适合于这个鱼群,因此它的生理状况和代谢就不那么正常,体质比较衰弱,因此容易产生疾病,或者细菌容易感染,真菌容易附生等等。

第二个就是种群问题。李思发同志在加拿大做的工作实际上就是一个种群的工作。他们根据大眼四鲈幼龄种群不同年龄死亡的变化,找出死亡最快的临界期,然后在这个期限里来寻找产生大量死亡的原因。结果找出来基本的原因,解决了这个问题,那么鱼群在幼体到成体之间死亡率可以相对地减少。这样从培育鱼种的角度来讲,就可以比较稳定地高效率地培育商品鱼苗了,带来了经济效益。这说明种群的研究工作必须要考虑几个方面,即在一般生态学里提到的几个方面:第一个就是要考虑它的种群结构,即主要是年龄结构及性别的关系,结构这个问题不弄清是不行的。有的人说我放到鱼塘里去的鱼都是一样的,放进去的鱼的规格也是差不多的。但实际上放下去以后鱼群总的生长状况会怎样呢?现在鱼塘里放多少吃食鱼,放多少滤食性鱼,是按食性来划分的,即花白鲢多少、鲤鲫鳊多少等等,这个比例怎么配合才是最合理的呢?这里有一个问题,就是对于放下去的鱼的比例多少为好,现在都是根据最后的产量来算的,但整个生长过程的实际情况还是不清楚。在南汇我还没有做这个分析,就是鱼种放下去的比例是这样,将来收上来的比例跟原来的比例是不是一样,不同的种是不是有变化,同一个种的鱼体的大小有没有分级。这在植物方面就很清楚了,插下去的稻子将来每一株的分蘖数是不一样的,有的不分蘖,有的分两个蘖,有的分三个蘖,个体大小是不一样的。鱼群放下去以后,到最后收获的时候,个体是不是一样的?在高度精养管理之下差别会小一点,而在我们比较粗放的条件,个体的差异就比较大一点。个体的不同大小就牵涉到生长量的不同,因为小个体的增长量跟大个体的增长量肯定是不一样的。我们人就是这样,十多岁、二十多岁的人吃饭长得很快,到了我这个年纪就是一餐三大碗还是一点不长肉。生长率即生理生长是跟生理原理有关的,跟体型大小有关的,跟动物的活动能力强弱有关的,跟它的食欲是否旺盛有关的。这么些因素在我们考虑分析鱼群生长状况的时候,从种群的角度来讲,还有必要稍微细一点。并不是每一种鱼都要这样做,而是当我们在生产管理上感觉到需要这样做的时候,对主要养殖对象就要做一些结构上的分级,年龄分级也

好，体型分级也好，或者按其它的标准来分级也好。要分级地来进行计算、定量，并且测算分级的生长量，这样就可以进一步对饲养管理的效果作出更细的评价。

✓ 在种群方面的另一个问题就是种群的生长曲线跟池塘生态条件的关系。过去我们做双边的分析比较多，比如水温跟鱼的生长关系、氧气跟鱼的生长关系、PH值跟鱼的生长关系等。这种双边的、两项的分析当然很能说明一些问题，但是在水体里往往每一个条件不是单独存在的，当通过分析作出某一条件的作用时，实际上包含着另外的因素的干扰在内。假如我们把许多因素同时考虑，就是作出多维的或者叫做多因素的分析的话，那就可以考虑到这么多因素的综合作用的效应，在池塘管理里要考虑的就不是单因子控制而要综合因子控制，要最优控制。因此在我们取得数据进行分析的过程里，在涉及这个问题时就要作多因子分析。目前我们对多维分析或多因子分析的方法应用得不是太多，所以今后在种群问题上就比较难做些。

在种群问题上的第三个问题是每一个种群的营养生态阈的问题。这个问题就是一条鱼在一个生态系统里，它对各种养分条件的要求怎样，具体的作用范围是多少。现在国外对生态阈的研究，不只是研究空间生态阈，而是把空间生态阈与营养生态位结合起来研究。主要是研究营养生态位，作多维的分析，定量地做出来，有了营养生态位就好比较分析。在鱼塘里有两群鱼，它们各有自己的营养生态位，这两个营养生态位可能在某一部分是重叠的。我们说池塘中所养鱼群的结构是合理的，各种鱼的食性是不同的，在塘内是分层的，但是这些鱼群在具体的池塘里，它们的营养生态位到底重叠到什么程度，这个重叠的关系到底对它们是产生抑制呢还是产生促进呢？不知道了。在我们的营养工艺条件上怎样才能顾到各种各样的营养生态位，这就要做营养生态位的分析。这就是我在种群上提的三个方面的问题。总之做这些工作不能完全靠在池塘里面做，一定要做一些实验，一定要把原位池塘的测定和实验室的工作结合起来。试验工作是为了说明池塘的动态，这样就可投资少而收效高。这对于水产养殖理论的发展肯定是有很大帮助的，将来解决的实际问题肯定要比现在多得多，不仅会对我国水产养殖业有贡献而且对世界水产养殖业也有贡献。

最后提一下地区的复合系统。我最近在广州看到一份有关水产的材料，作者说现在我国淡水水产品的产量是175万吨，要想在短期内达到500万吨的指标，可采取两个措施。一个措施是扩大面积，现在可养的水面是7,500万亩，潜在的滩涂有2千万亩，加起来就是9500万亩，差不多有一亿亩。在一亿亩里已经利用的可养水面是4000万亩，已利用的滩涂只占2千万亩的13%，就是说还有一部分可以扩大的面积。第二个措施是提高单产，他说现在鱼塘的平均单产是五十多斤，一般产量较高的平均有七、八百斤，搞到三五百斤的产量，并不是太困难的，就是说要把平均单产50斤提高到500斤，在我的印象里是不费多大力气就可以达到的，但实际的情况是扩大面积的可能性也不是太大。在上海若像广东那样，把大面积鱼塘和农田结合在一起恐怕是不行的，要把农田改成鱼塘不用说改多少亩了，就是挖一小块也不行，除非将来国家的政策改变了，上海的粮食指标降低，不再是40亿斤，农民肯定就愿意挖塘，现在是因国家政策压住，他们无法挖塘。海涂围塘养鱼农民也不愿意干，现在奉贤养对虾不是比养鱼好吗？再加上海涂还有其它多种用途，所以更不愿干了。海涂围塘在上海也不现实，上海将来是向两翼发展，整个上海海岸从杭州湾到浏河，一直到长江将来全部是码头。是这样的规划，将来海涂会有什么发展呢？所以上海从扩大养殖水面上发展是不大可能的。从产量上来讲，上海现在鱼塘的产量与农业差不多，是高而不稳，今年高一点，明年低一点，总是在一千斤上下波动。在这个情况之下，上海的鱼塘产量再要上去很多，平均要达

到一千五、六百斤是要花很大力气的。

对于全国的情况我不了解，只对上海及苏南的情况了解一些，看来精养鱼塘虽然是一再扩大，一再强调要加强，但实际上有多方面因素在限制，扩大面积比较困难。在目前的管理和投资条件下，要想很快地大幅度提高产量是比较困难的，特别是产量已经比较高的地方。那该怎么办呢？不能够单纯地只从鱼塘来考虑，得从经济区这个总体来考虑。因为目前在苏南地区，除了精养鱼塘是高产的外，其它的自然水体不是提供商品的基地，不仅不能提供商品，而且资源本身都在衰退。太湖的情况大家都清楚了，上海的淀山湖原来是比较好的，可是这几年也变坏了。淀山湖的底栖植物原来是比较多的，现在已很少了。华东师大到那里调查，以前在船上看得见有很多水草，现在搞底栖的人穿着潜水衣到湖底去用铲子挖也挖不到几棵。底栖植物一破坏，整个生态结构就破坏了。因此怎样保住大水面是发展大水面水产养殖的一个前提。怎样才能保得住呢？我在杭州提了个意见：要想搞好西湖的水质，首先必须设法协调西湖的养鱼和富营养化的关系，要按富营养化的条件来安排养鱼，用鱼适当地来改变富营养化。不能完全靠鱼来解决富营养化，但鱼在里面可起一份作用。对大水面应考虑以用为保，就是要适当地用了才能够保住。无锡的五里湖是运河水直接排进去的，在那里围了一下，把它隔了出来，现在五里湖的鱼产量比较高，太湖的鱼产量年均亩产是8斤，而五里湖有200多斤。它那儿是利用污水养鱼，李思发同志说我们现在是污水养鱼，混水养鱼，实际上就是说适当地利用污水养鱼是可以的，但有一个条件，就是污水中必须不能夹入毒物污染。目前做到这点还有一点困难，像苏南比较大的地区已实行了电镀的控制，有些有毒加工业不放到农村去了，重金属污染可望在最近得到控制，但是农药污染还是有的。虽然有些农药已经停产了，不用了，但是土壤里的残毒还要继续流进去。这样在水体中除了有有机污染、磷氮污染，还要加上农药污染。农药污染这个问题不用那么害怕，有些有机农药长期使用以后，在自然区系里已经有一些微生物区系能够降解这些农药了。一个现成的例子就是水生所搞的鸭儿湖的治理，鸭儿湖那儿的农药有机磷的降解就是在湖淀里进行的，没有加什么特别的措施。另外幼鱼即使摄取了一部份有机磷，经过转塘以后，也可以释放出来，得到稀释。体内的有机磷释放到水体里，在大量水体里也就没有什么作用了。所以大的水面应考虑以用为保这样一个策略，这样是不是就有可能来扩大精养面积？

第二个在小水体里的问题不在于更多地投加饵料，不在于更多地投加氮磷肥。现在的问题是什？投入饵料，投入氮磷肥主要是想以最少的投入换取最多的鱼产品。但现在的做法是以更多的投入来换取产量。若是投入增加，而得到的鱼的产量不能相应地增加的话，成本就提高了。因此要考虑以控来促养，就是以合理的控制来促进鱼的产量，不是强调高投入、高能量，而是要强调合理的控制，这就要有精确的计算。我们说精养不精养，关键不在于用不用人工饵料，不在于用饵料的量的多少，而在于管理的精细程度如何，管理的合理性如何，管理的效益如何，主要体现在这三个方面。尽管上海现在很强调颗粒饵料，我们认为还是要强调综合养鱼。颗粒饵料应该发展，但颗粒饵料也像维生素一样，要用得合理，维生素C吃得太多对人体不一定是好事。另外还有一个经济问题，上海现在说起来是要发展颗粒饵料，但实际上真正到了调制饵料的时候，粮食来源就会困难了。也许将来作为商品生产会好一点。现在都是哪个单位养鱼就由哪个单位来调制，自己来制造。

在地区复合生产系统里面有个大化小、小化大的问题。就是说目前的养殖方式，在大水面很难控制，假如把大水面隔成小区，就是大化小，在小区里面来进行控制的话，精养的程度就可提高，可控的能力增强，这样就可扩大、提高大水面的生产力。大的条件差的一部分

水面暂时让它低，但是有一些条件好的地方则把它围一围，或者用半永久性的东西拦一拦，这样也可以构成小区。甚至不把水体隔绝也可以，只要把鱼群隔开，拦起来，都可以。加上流放，都可以大化小，这样就可以扩大生产。第二个就是小化大，现在有些塘我觉得小了点，还可以适当大一些。就是说这些小塘适合于高度机械化，塘越小越好，越容易控制。假如是一个半自然的塘，用我们现在这样的控制方式，适当的大一点来增加一点天然的调节能力，不是以非常密集的高密度来养，而是以适当的种群和适当的体型大小，在适当的时间里来进行培养，效果是不是会好一些。

我喜欢吃天然水体的鱼，不喜欢吃人工培养的鱼，人工培养的鱼的味道总没有天然水体的好，是不是有这个问题。味道的好坏与氨基酸组成有关，鱼体的氨基酸组成当然一方面受遗传控制的，但另一方面也受环境和饲料的影响。说到鱼，我们在没有的时候是考虑数量，在有了数量以后即使是同一个鱼种，也要考虑质量。我也觉得现在的草鱼没有以前的草鱼好吃，现在的青鱼也没有以前的青鱼好吃，这是我的自我感觉还是实际情况是这样？反正高密度养出来的鱼有一点虚胖，不大好吃，所以在以小促大的问题上，可以有效地从生态的角度考虑改善鱼的种群结构，改善它的活动条件，有益于改善它的品质，这是大小相成。

最后一个也是四个字，叫做广辟蹊径。我们发展生产不要大家都走同一条路，我们国家这么大，现在搞桑基鱼塘就大家都来搞桑基鱼塘，有没有其它的办法？就是说在鱼塘管理上也不一定都是一回事。不同的自然地区，不同的底质，不同的鱼群，甚至于不同的生物群落，各有不同的特点。在生产管理上，在生产设计上恐怕要多途径的，在我们的研究上也不要大家挤作一团。你搞生物量，我也搞生物量，大家都搞生物量。搞来搞去，大家的力量都消耗了。能不能商量一下，哪几个单位集中力量攻生物量的问题，哪几个单位集中来攻物质循环的问题，哪几个单位来攻种群动态的问题。在一个地区里，学校和科研单位大家合作，组织起来，这样来探索，在基本的工作做了以后就可以广辟蹊径，就可以开辟多方面的生产设计，甚至可以利用各种模型、各种数学方法来进行模拟，来设计我们的管理，来搞好我们的鱼场设计。于光远同志最近又提出了一个新名词叫生态设计。他说现在搞经济管理就要搞生态设计，什么叫生态设计，实际就是现在提的生物工程，就是在整个生产管理系统里，把生态系统和系统论的思想放进去，来求得一个最优化的生产管理结构。这个问题谈谈是容易的，真正要做起来还是要像李思发同志所强调的，必须在抓实际问题的同时，化相当大的力气做一些实实在在的基本工作。把这个工作有组织地开展起来，像五十年代初那样，有那么样一个局面，大家齐心协力，分工去干。我想在中国的水产养殖上假如说有那么一大批力量，而且跟当前的生产又扣得那么紧，有这样一个气氛，再加上实际的措施的话，那有个三、五年，我们的水产事业不管在理论上还是在生产上都可以真正走到国际的前列。

池塘养鱼如何迎接新的技术革命

周 纪 纶

今天我主要是想把最近一段时间里所得到的一些信息向大家汇报一下。1983年下半年我一直在参加教育部的生态学长远规划组的活动。这个生态学规划组本来是在生物学规划组里边的，后来中央和教育部的领导同志根据当前的形势，认为我国的经济发展面临着很多问题都与生态学有关，因此就把这个学科从生物学规划组里分出来，单独成立了生态学规划组，中国科学院也是这样。这就说明搞生态学的人担负的任务是比较重的。六十、七十年代是国际上生态学发展得最快的时间，这时我国正处于停滞阶段，与世隔绝的阶段。所以我国对生态学的研究与国际上脱节得比较厉害。形势发展很快，现代科学的更新不是以几十年来计算的，拿生态学来讲，是五年，甚至三年就更新一代。我们的思想怎样跟上去？

就这个问题我想谈一个情况，就是邓小平同志上次到日本去访问时曾问日本首相是不是看过《第三次浪潮》这本书。这本书是一个美国记者写的，但为什么邓小平同志对这本书这么关心呢？我以前不大理解。去年我在北京搞规划的时候，赵紫阳总理专门找了北京、上海、广州这三个地方的同志到国务院去，特别强调大家要集中研究一下对国际上现在议论的第四次产业革命、第三次浪潮等问题，我们要做好哪些对策考虑。我回到上海以后发现，上海领导抓得很紧，他们通过上海市科协抓上海市所有的学会，并要一些重点学会专门成立一个对策组，研究提出关于这个问题的对策。为什么把这个问题看得这样紧迫，觉得十分重要呢？最近，我们的校长谢希德同志参加学部会议时，调了我们学校许多同志去，也就是为了讨论这个对策问题，看来这个事情是很值得我们考虑的。这个问题究竟是怎么一回事呢？我原来还不是挺了解。就在前几天我拿到了这本书，就是《第三次浪潮》这本书，匆匆忙忙地翻了一下，没有很仔细地阅读。但是看过以后，对我的震动还是很大的，我觉得这本书确是跟我们今后的发展很有关系的一本书。我准备着重谈一下这样一个问题跟我们池塘养鱼有些什么关系。我想从这个角度，结合我的一些体会谈一谈。这本书是一本讨论当前世界经济发展策略的书。当前，特别是经过工业革命以后的一段时间，高度的工业化和城市化已经发展到了顶峰了，社会发展产生了一系列突出的问题。对待这样一个现状，在整个世界发展战略的研究方面，出现了两种思想潮流。

一种就是以罗马俱乐部为代表的悲观论者认为：照这样发展下去，人口爆炸，资源匮乏，能源危机，再加上环境的严重恶化，我们的出路只有一条，就是要暂时停止一下发展。从发展的角度讲，就是所谓零增长理论，就是说很多东西的发展在没有找到好办法之前，要有一个暂时的限制发展时期。从农业方面来讲，就是前一阵我们国内也曾提到过的，强调要从高能农业转到有机的农业，搞生态农场。当然我们对这个论点应该有两个看法，因为国外提的这个有机农业实际上就是说以生物的过程来代替现在的机械化、现代化的农业；以生物的肥料代替化肥；以生物的防治来代替有机农药等。对这些我以前也认为是很有道理的，后来我看了一些材料，分析一下，觉得这样一条路并不是最好的路，因为它多少是有点回头了。我们应当考虑这些问题，但这并不是我们将来发展的最好的出路。

另外一种思潮是以阿尔文·托夫勒为代表的，他写了《第三次浪潮》这本书。他是一个乐观派。书一开头，他开门见山就讲：对待经济发展的战略，我是采取乐观态度的。他主张在变革中进行发展，不主张现代的工业化过程停滞下来，更反对回头；他主张在现有的工业生产上再前进一步，建立一个新的体系，来适应当代技术和社会发展的需要。当然还有一些折中派，如未来学派。我只是概括地讲一下两个极端，当然中间还有一些折中，还有一些过渡性的东西。我把有关《第三次浪潮》这本书的一些情况反映一下，可能有错误，还是以原书为准。我分五点来讲：第一个谈谈背景；第二个是内容；第三个是观念；第四个是战略；第五个是途径。以这五点适当结合池塘养鱼，概括介绍一下。

一、什么是经济发展战略的背景呢？总的来讲，就是前二次浪潮。第一次浪潮是什么呢？就是人类社会从原始人的生活到开始有农业生产，这是第一次生产的大变革，是第一次浪潮。什么是第二次浪潮呢？那就是从工业革命开始，瓦特发明蒸汽机开始后的一系列变化。这个浪潮里包括两个阶段：一个就是最初的机械工业出现；第二个阶段就是近代的技术工业，包含电子技术等等。

第二次浪潮造成了两个很大的特点。第一个特点是思想方面的。在第二次浪潮来临之前，人可以征服自然这个思想刚刚才出现一点苗头，还没有形成一个很强烈的思潮。而在工业革命以后，人可以征服自然这样一个思想占着主导的优势。在这种思想引导之下，随着工业技术越来越发展，人对自然的干预就越来越强烈，而引起的自然的反馈也就越来越强烈，人与自然之间的矛盾就越来越激化，因此而造成生物圈本身对人类社会的发展起了一个最大的限制作用，它已不能容许工业化再这样冲击了，目前的情况确实是这样。在人可以征服自然这个思想指导之下，人所采取的工业化发展进程中，产生了另外一个特点。这个特点是什么呢？在这个阶段里，人是无限制地把我们整个社会的发展和生产主要依赖于不可再生的资源。具体地来讲，人类越来越大量地消耗能源。能源是什么呢？到现在为止，我们真正开发和实际利用的能源的95%以上都还是化石能源，这些能源是不能再生的。虽然从长的地质年代来讲，将来再过若干个地质年代后，我们今天的有些有机物也可能化石化、石油化。但对我们现在来讲能源匮乏是突出的。不仅能源是如此，其它也都是这样，包括一些矿物和化学物质也都是这样。尽管化学物质是不可消灭的，但是它毕竟需要经过一个地质学大循环过程，才能进入我们人类的社会经济圈里来，那是漫长得很的。由于人类这样无限制地依赖不可再生的资源，就使得这些原来是很廉价的能源，或原来是不需要花成本的原料，包括空气与水、土地等等的价格都变得越来越高了，而且它们原来可不计算的、无尽地取用的可能性也就越来越小了。所以托夫勒说随着第二次浪潮再这样进一步发展下去，廉价的能源与原料就将消失。第二次浪潮造成的这样两个特点带来的这样两个很严重的问题该如何解决？这就牵涉到发展策略的问题了。

二、第三次浪潮的内容是怎样的呢？在这个背景之下，将来到底怎么办呢？托夫勒从第三次浪潮和第四次产业革命这样一个技术角度，提出了一个新的内容。他说我们现在正处在一个历史性的技术飞跃的边缘，在这个情况之下，随着技术的飞跃发展，将要出现一个新的生产体系来适应我们社会的发展。这个新的生产体系是怎样的呢？它有些什么特点呢？他是这样描绘的：

这个新的体系要求的第一点就是加速改造整个能源的结构。刚才我们提到水产养殖的能源问题实际上也是这个问题。目前在国外水产养殖主要是靠增加工业能源和增加生物能源，用增加能源的办法来达到高密度养殖的要求。现在提出要加速改造整个能源结构，新的能源

结构应该是个什么情况呢？新能源结构的特点是原料大部分可以再生。原料是广义的，既包括能源，也包括资源。资源要更加广泛的，一方面要集中，一方面要分散，只有这样才可减少当前的一些危机，同时也减少我们生产过程中的浪费。

这个体系要求的第二点就是在这个新的体系里边依靠的新工艺是量子电子学、信息论、分子生物学、海洋工程学、核子学，还要在生态学和太空科学的综合理论上发展新的体系。作为一个新兴工业的骨干，它的主要支架有四个基本的工业群，一个就是电子工业，一个是宇航工业，一个是海洋工程，一个是遗传工程。

①电子工业主要是现在提到的关于电子计算机的广泛而普遍的应用，不仅作为科学研究的工具，也作为生产管理，甚至于包括家庭管理在内的基本工具。通过微电子计算机的普遍应用，把大量的信息综合提供给我们，使我们在从事各种活动时，能够达到一个最优的设计，作出最优的设计。

②为什么说宇航工业和太空生产是一个支柱呢？这个问题是很有意思的。因为我们的现在的生产体系特别是农业生产体系有两种基本方式：一种叫牧童式的。就是这一群牛在这里吃草，吃完了，又赶到另外一个地方去，吃到哪里算哪里的这样一种方式，即哪里有资源就到哪里去用。另外一个就是宇宙飞船的所谓太空人的这样一种生产方式。我举一个很简单的例子，这在宇宙飞船里已有考虑了。宇宙飞船本身是一个单位，这个单位跟太空其它部分都是独立的，因此在宇宙飞船里的人要能够在里面生存活动，就必须考虑到在飞船内部要形成一个有机的整体，要能够自己解决能量，解决物质循环的问题。比如说，当初我们说要搞宇宙飞船时就说要在宇宙飞船里搞小球藻，通过植物在宇宙飞船里的生活，把人排出的 CO_2 加以利用，而人需要的氧气又靠植物提供。那就是说利用宇宙飞船这个封闭式的环境控制性地循环利用物质。也即把能量和物质更有效地、更紧密地扣接起来，使之成为一个体系，这样就能成为封闭式的生产体系。我们现在有很多问题都是由于开放造成的，而开放又没有能够很好地控制。所以将来的设计思想就是太空的生产方式要成为技术革命的策源，成为科技的一个热门。前不久看了几个材料，美国宇航界有一个专门的研究单位，现在在搞一些生物能源的转化和废物的再利用问题。已看到了两个材料，一个就是在美国有一种叫葛藤的豆科植物，亚热带是很多的，满山遍野生长，生产量很大，长得很快，在美国是一种害草。他们把野生的葛藤拿来，经过生物发酵来产生沼气，用沼气作为再生产的能源。他们还用水浮莲作为原料生产沼气，这是一种设想。这样利用这些东西，一方面可使它们作为能源，一方面又可作为环境污染源去除之，两者结合起来。假如作为饲料来利用那就不能解决污染问题，而作为能源的话，即使它吸收了污染物质，问题也不大。他们搞了一个密封的、封闭式的厌气发酵的装置，里边装有微生物，并把有机物，特别是有机废水输入这个装置，通过这个封闭体系能够高效率地转化它们而得到能量，有机污染也就可以减除。搞太空的也搞这个东西，实际上就是把太空的这种生产方式运用到我们未来的生产体系的一种尝试。

③现在把海洋工程这个问题提得很高，实际上这个海洋工程我们应该广义地理解。因为从整个世界来讲，海洋没有很好地开发，从生物资源来讲也同样没有得到很好的开发。过去除了海洋捕捞一点鱼以外，其它大量的第一性生产是没有直接利用的。另外海洋又是一个现在陆地的地质循环中所有的贵重金属元素富集的地方，单是海底沉积的锰那就不知道有多少了，这些都没有开发。托夫勒强调海洋工程将成为世界解决食物困难、为人类提供丰富食物的一个手段，也是提供丰富矿产的一个源泉。为什么说海洋是广义的呢？除掉我们现在所理解的真正广大的海洋以外，拿我国来讲，广大的淡水水域实际上也没有很好地开发。即使在