

1989

渔业机械仪器论文选集

中国水产学会

前 言

中国水产学会渔船与渔业机械仪器专业委员会继一九八三年在重庆召开了淡水渔船、捕捞及养殖机械化学术讨论会后，先后于一九八四年在上海召开了海淡水养殖机械化学术讨论会、一九八五年在杭州召开了渔船、渔机、仪器学术讨论会、一九八七年在成都召开了高密度养殖机械设备与技术讨论会、一九八七年在上海召开了中国远洋渔船及装备学术讨论会。这几次会议共收到论文200多篇，论文从不同的角度对我国渔业机械仪器的发展进程、现实状况、今后趋势等进行了较为系统的分析研讨。

为了更好地总结经验，推进我国渔机化事业的发展、我们选编了部分论文汇集出版，以供从事这一工作的同志交流参考。

在选编中，我们考虑到近几年我国水产事业的发展中养殖业所占的比重和养殖机械面广、量大的生产需求等实际情况，将养殖机械作为重点而占了较多的篇幅，在捕捞机械中，由于近海渔业资源萎缩等因素，我们把远洋渔业作为发展趋向，给予了一定的重视。同时根据我国渔机化初具规模，机种繁杂和地区间水平悬殊等特点，本集选编了部分地区渔机化状况的综述报告。

在选编中，由于受到时间，经费等条件制约，我们未经作者审核对原文作了必要的节删，并略去了部分图表，在内容上，由于加工机械及国外情况的论文较少，而使其显得不够。当然本集的不足之处绝不仅如此，欢迎读者一并指正。

在选编中，我们得到了中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所科技情报研究室及陈生、俞慧玲、杨季刚、陆友来、肖君霖、王雅敏等同志的大力帮助，在此特表谢意。

编 者

1989年7月

目 录

清塘机械化探讨.....	张传铎 (1)
鱼池增氧装置综述.....	王能昭 陈 雷 (5)
浅谈池塘优化增氧.....	刘连广 (12)
鱼池溶解氧超饱和度的研究.....	茹晴生 (16)
增氧机动力效率的测试和计算.....	曹广斌 宋苏祥 刘 雄 (20)
YZ1.1型涌水式增氧机研制.....	徐庆扬 (23)
Y—L X型射搅增氧机.....	徐学渊 (23)
远红外预热式冰下保温增氧机的研制.....	王忠良 (34)
红外光学在渔业增氧技术上的应用.....	方体寅 (42)
大水面对虾养殖增氧技术与装置的论证.....	郑德和 (47)
生物转筒在高密度养鱼中的应用研究.....	邱洪奎 陈昌昕 卢兰珍 孙荣庭 (51)
对虾工厂化育苗场的设计与建造.....	施 定 庄度增 (55)
中华绒螯蟹海水工厂化育苗工程.....	李明德 徐秉叔 (60)
国外小型机械在水产工厂化育苗中的应用.....	彭武汉 (67)
罗非鱼越冬设施自动调温设计方案.....	钱伯圻 (70)
高密度机械化养鱼总结.....	上海市嘉定县马陆乡机械化养鱼场 (73)
我国淡水养殖机械设备的现状与新技术应用的展望.....	巫道镛 沈义章 (77)
对虾养殖机械化探讨.....	刘锦清 (85)
浅海滩涂养殖机械化探讨.....	范大岳 (89)
试论龙海县发展缢蛏养殖、加工机械化问题.....	周谊鸿 吴允居 (94)
上海地区水产养殖机械化发展探讨.....	王进胜 (97)
福州地区水产养殖机械化现状展望.....	林德芬 (100)
浙江省发展淡水渔业机械的初探.....	刘启文 密国强 杜家兴 (104)

珠江三角洲池塘养鱼机械化的发展趋向	毕南开 (110)
机械化养鱼是工业企业解决吃鱼问题的有效途径	唐继家 (114)
对虾养殖、加工技术装备的现状与展望	范炳有 潘清如 (117)
进水闸门流量特征及计算方法	顾建国 (123)
连云港对虾饲料工业调查报告	丁永良 吕理森 王 持 (128)
进口环模与国产平模硬颗粒饲料比较	王鹏祥 丁永良 (133)
软颗粒饲料机设计探讨	司凯直 (144)
压粒模设计探索	武建昌 徐忠良 陈启发 (150)
鳗鱼饲料的工艺与设备	丁永良 付廷楷 王逸青 (158)
浅析鱼丸成型的机械方法	王小凡 (162)
带电网扑鱼电极结构和主要技术参数的确定	李 洪 (167)
发展国产编网机	周鸣杰 (174)
线性调频声纳阵的波束形成	杨壁南 (176)
微电脑在水产标准数据处理上的应用	曾漪青 吴光红 (179)
我国渔船发展的几点看法	张家良 唐文樸 (186)
渔船主机及其改造的探讨	周宝忠 (190)
8201A型渔船与日本渔船之比较	方荣楠 王中新 (195)
机帆船渔用仪器的现状和发展	沈 涛 (199)
必须重视和发展我国的远洋渔业	包友申 (202)
近代远洋拖网渔船的技术装备特征	朱瑞源 刘 民 (209)
我国渔业面向世界及未来的初探	任为公 (213)
论远洋渔船围网尾部起网机的前景	章水申 (218)
论中国远洋渔船制冷空调装备问题	王锡珩 (227)

清塘机械化探讨

华中农学院农机系 张传铎

在渔业生产技术中, 渔塘、湖泊的大小、深浅、淤积情况, 池中的水质、水量、水温、溶氧, 鱼种的数量、规格、品种, 饲料的种类、数量、配方成分, 鱼病的防治, 管理和养饲技术等等都直接影响鱼的产量和产值。但对各个不同的水域来说, 由于环境条件不一样, 限制鱼的产量的关键因素也不尽相同。其中, 总有一些水域, 由于淤深、水浅, 纵有大规格的鱼种、充足的饲料等, 但却不能获得理想的产量, 对这一类水域, 要想进一步提高产量, 就必须进行清塘。下面仅就清塘机械化的问题提出一些看法。

一、渔业的生态环境及清塘的重要性

淡水渔业的生态环境主要是湖泊、塘堰、精养鱼塘、水库, 其次还有江河、湖泊等, 各类水域均有各自的特点。

大、中型湖泊和水库面积大, 水较深, 一般大型湖泊深度超过5米, 中型湖泊为3—5米。鱼的单产较低, 但由于总面积大, 是淡水渔业的重要组成部分。

塘堰和小型湖泊, 水面较小, 单产较高, 积水较浅, 堤岸易倒塌, 池底易淤积。

精养鱼塘是经过改造的鱼塘, 单产高, 一般在建池挖深2—3米, 筑宽堤埂种饲料。有一部分精养鱼塘由于长期大量投饵、施肥、淤深, 饲料地水土流失, 使塘变浅。

除此以外, 全国还有相当数量的沼泽化湖泊和湿地, 多是茅草丛生, 水浅见底, 不适于栽种作物, 也不适于养鱼, 收益甚微。

在上述各种水域中, 水的深浅和淤积多少, 对鱼的产量都有影响。

美国生态学家E. P奥德姆通过测定证明, 在富有营养的浅水池塘中, 1—2米的深度, 水生生物的光合作用超过呼吸作用, 而达到3米时, 正好平衡, 3米以下, 光强度不足供光合作用, 由此说明, 随水的深度增加, 鱼的生产力降低。并得出湖泊的生产力也是与深度成反比的。

生产实践证明: 水太浅了也不好。武汉市洪山区水产局刘先华同志60年代末~70年代初对几个浅水湖进行过统计, 在都有充足的生活污水有相同鱼种的条件下, 水越浅, 单产却越低(见下表)

一般来说, 塘堰、小湖泊、精养鱼塘的水深3米为宜, 过深过浅都会使生产力降低。

另外, 池塘底保持适当的淤泥, 可以起到保肥、供肥、调节水质的作用, 但淤泥过多, 则会污染水质, 产量下降, 如洪湖县新堤渔场78年建设的鱼池, 83年已淤积0.4米, 武汉后湖渔场淤积1米, 使产量只能维持在100公斤左右。

湖 名	面积(亩)	水深(米)	单产(公斤/亩)
机 器 荡	200	3	500
北 湖	160	2	400
西 湖	100	1—1.2	250

综上所述：湖泊、水库因水较深，不必要清塘。塘堰和小型湖泊，水较浅，则需挖深、筑堤，改造为精养鱼塘。对于精养鱼塘，清淤是提高单产，减少鱼病的有力措施，有的地区对高产鱼塘，每年或两年即清淤一次，有些地区还有在夏天带水清淤的习惯。

对于沼泽化湖泊，如能开挖改造，用来发展养鱼或植莲芦苇等水产业，将会取显著的经济效益，据北京朝阳区和湖北潜江开挖荒湖的经验证明，一般3年左右即可将挖塘的投资收回，得到利润。

因此，不断清淤、挖深将永远是渔业增产的重要措施之一。

二、现有的清塘机械及使用特点

我国常用的清塘机械有：

1. 陆上土建机械：主要有堆土机，其它还可以用挖掘机、铲运机及配套自卸汽车等。适宜于在陆地上工作，用于改造低洼地或在抽干水的塘堰挖深、筑堤。堆土距离小于30米为宜，超过50米，则会不经济。其机型主要有红旗100、东方红—60等堆土机。

在使用堆土机时，应根据鱼塘情况、运土距离、研究运土路线堆土方法，以获得最大的经济效益，如武汉市渔业工程大队83年仅出工100天左右，每土方收0.8元，盈利3万元。

2. 挖掘船：适于在水中作业。挖泥时，将支撑脚伸入泥中，支撑船体进行工作。挖泥船有挖斗式和绞吸式两种。

挖斗式由于受挖斗提升臂长度的限制，卸泥距离近，适于疏通河道、干渠及清淤筑坝，如广东中山县疏浚公司生产的YWC—150型全液压挖泥船。

绞吸式是利用绞刀将淤泥绞松，再由泥浆泵的吸排泥浆管输至卸泥场地，泥浆泵能将泥水输送几十米甚至数百米远，可用于清淤、肥田，加深鱼塘及疏通渠道，如广东斗门县和中山县生产的绞吸式挖泥船。

3. 水陆两栖挖泥机：与挖泥船不同的是，两栖挖泥机的行走部分由链轨—浮筒（或船体）组成，适于在沼泽地或浅水中工作，当水深超过设计吃水深度时，会浮起来，无法作业。水陆两栖挖泥机也有挖斗式和绞吸式。

为了填补水陆两栖清塘机的空白，长春水利机械研究所和郑州水工机械研究所均研制了两栖单斗全液压挖泥机，而且长春所还正在研制全液压两栖绞吸式清淤机。为清淤及大面积沼泽地区的开发提供了必要的机械设备。

4. 水力机械挖塘机组：水力挖塘机组是由人工手持高压水枪将泥冲稀，再由泥浆泵输泥系统将泥水抽走。可在平地或能抽干水的情况下工作。主要用于池塘河沟的清淤、改造，也可开挖新鱼塘，如泰兴县挖泥队在北京朝阳区将长满芦苇坑地改造为精养鱼池时，由人工筑好

围埂，再将池底泥浆抽灌于围埂中，形成又宽又平的堤埂作为饲料地，挖塘质量好，成本低，但劳动条件较差。

其它还有小型立式泥浆泵，人力隔膜泵等机具可用于小水面带水清淤。

以上几种机械中，绞吸式挖泥船（机）及水力挖塘组都用了泥浆泵，因此都存在着泥浆的出路问题，通常，泥浆可用来肥田和筑堤等，当用泥浆筑堤时，最好用人工挖斗式挖泥船（机）辅助筑围堤，将会取得更好的效果。

三、对发展清塘机械的几点看法：

1. 需不需要清塘机械：

清塘是一项土方量大，劳动强度大，条件差，而功效低的工作，过去传统的方法是用人力清挖。

虽然使用机械清塘，可能收费还低于人工，但在劳动力多、资金缺乏而鱼塘面积较小的情况下，还会采用人力进行。但随着劳动力的转移，农村经济好转，农业工资的提高，清塘必然会成为缺乏劳动力的工作而需要机械。

使用机械不仅可以提高功效：减轻劳动强度，而且建设精养鱼塘，还可能容纳更多的劳动力。特别是沼泽化湖泊的改造和带水清淤等人工难以完成的工作，更需要机械。

2. 需要哪些清塘机械：

到底需要什么类型的机械，必须根据各地区渔业生态环境的具体条件而定。根据水域大小、土质硬、松、水还是水下土方、输泥远近等条件和现有的清塘机械来综合考虑。因为任何机械都不可能是万能的，都只具备一定的功能。而水域情况又十分复杂，只有合理选配，才能功效高、成本低。否则，反而造成浪费。

例如：湖北潜江某农场，为了开挖一个几千亩的荒湖，花十万元买了一台轮式矿山挖掘机，但不能使用，至今积压。武汉某渔场用水力挖塘机组清淤，由于是连片鱼塘，堤埂窄，泥浆没有出路，只能泥浆从一个塘抽到另一个塘，再用人工将泥挑走。

我国淡水面积大，清塘土方量多，合理选配机械必然有重大的经济意义。但目前清塘机械的种类还不配套，不能满足类水域的需要，还待进一步研制能带水清淤和沼泽地清淤的机械。

3. 发展清塘机械的关键

清塘机械的发展受到资金、劳力、技术、管理水平等因素的制约。特别是受到资金的制约。

清塘耗资大，如一亩鱼塘挖深一米，就有666方土，若挖一方土需0.9元，则需投资6000元，一次性投资大，个人难于解决。目前采取的方法主要是国家或集体部分投资或贷款，个人承包，逐年还清。经试验，承包10—20亩水面及堤埂饲料地，3年左右既可收回投资，群众也可致富。

但目前国家和集体的投资、贷款都有限，荒湖的开发受到限制，如果允许引进各种类型的投资，或者合资经营，迅速将荒湖进行改造，将会在短期内取得明显的经济效益。

4. 清塘机械的经营方式

除小型立式泥浆泵较便宜能自购外，由于挖掘机械均较大型而投资大，渔业专业户、甚至渔场都不可能购买且没有必要购买。

各地区必须根据水域类型和需要的土方量，组织专业渔业工程队，对个人和渔场的任务进行承包，如武汉市渔业工程队除武汉市外，还为附近县区清挖渔塘；泰兴的挖泥队，已面向全国进行承包。当然，专业渔业工程队还需善于经营管理，才能得到利润，据介绍79年全国曾成立8个渔业工程队，现只剩下武汉市一个队了。

许多塘堰的改造，还可利用建筑或农机部门的堆土机进行清塘。

对于挖塘机械是自己本省本地区制造，还是向外省购买，需要什么型号、功率大小等。都要由水产、渔机管理部门根据具体情况综合规划。

鱼池增氧装置综述

中国水乡科学研究院渔业机械仪器研究所 王能貽

福建省农机学院 陈雷

一、高密度养鱼需要增氧

在**密度养鱼中,鱼类养殖的成功与否,往往取决于水中的溶解氧多少。氧在水中的溶解能力,在 0°C 时最高,随着温度的上升而下降,还随着盐度的增加而下降。在一升纯水中,盐度每增加9000毫克,则氧的溶解能力约下降5%,所以在淡水中可以忽略不计。

鱼的耗氧率,随鱼的品种、大小、活动情况、温度、营养状况和其他因素而异。在静止状态下,温度为 $17\sim 20^{\circ}\text{C}$ 时,一般淡水鱼的耗氧范围为 $65\sim 210\text{mg/kg}\cdot\text{h}$,而强迫活动的鱼,在 20°C 时耗氧范围为 $266\sim 888\text{mg/kg}\cdot\text{h}$ 。刚摄食的鱼比断食鱼的耗氧多,如在含氧量为 7mg/l 的水体中,在 28°C 时的耗氧量,刚摄食后 $520\text{mg/kg}\cdot\text{h}$,而摄食一小时后为 $680\text{mg/kg}\cdot\text{h}$,断食一夜后为 $380\text{mg/kg}\cdot\text{h}$,断食三天后为 $290\text{mg/kg}\cdot\text{h}$ 。单位重量5克的鱼,每公斤每小时耗氧1225毫克,而单位重量1000克的鱼,每公斤每小时只耗氧340毫克。池塘溶氧量低于 4mg/l 时,则鱼苗的成活率降低。鱼的增重和饲料消耗也随着溶氧饱和度的减少而减少。当水中氧的饱和度为36%时,鱼对饲料的转换率低于氧饱和度为60%和100%时的转换率。水中溶氧量低时,鱼对饲料的需要也减少,生长减缓。如水中连续处于低溶解氧状态,则鱼有感染细菌的可能,二氧化碳和氨的含量上升。鱼在 0.5mg/l 低溶氧量条件下,一般只能生存几小时,特别是冷水性鱼类如虹鳟鱼,在溶氧量为 $1.89\sim 3.0\text{mg/l}$ 时,只能生存84小时。所以在一般情况下,根据ELLIS的观点,各种地方性鱼类,溶氧量应当在 5mg/l 以上。SWINGLE于1969年对温水性鱼类的溶氧需要作了评价:

溶解氧	效果
$< 1\text{mg/l}$	持续几小时后鱼死
$1\sim 5\text{mg/l}$	鱼能生存,但成长慢
$> 5\text{mg/l}$	生长快

冷水性鱼类的溶解氧临界浓度为 $2\sim 3\text{mg/l}$,可见,池塘水体中的溶氧量低,对鱼的生长不利。但水体中如超饱和氧,则鱼可能生气泡病而死。如鲤鱼处于150%的饱和氧中,其发病率比处于100~125%的饱和氧中高,当饱和氧达到300%时,鱼就会死亡,当孵化池内的溶氧量达到 20mg/l 时,鲤鱼苗就会因气泡病而死亡。其致死原因是由于鱼鳃周围的氧气泡。

所以,增氧机的作用,一方面可以增加水体中的适宜溶氧量,另一方面可以将水表层的过饱和氧扩散到水域的深层。

二、增氧机的增氧效能

氧气从空气中传送到水中，唯一的办法是靠扩散，其扩散率主要取决于水中缺氧、水面接触空气的量和发生涡流的程度。增氧机的作用是通过机械搅动水体，产生涡流，扩大水与空气接触的表面积，使氧传送到水体。

增氧机的类型，按结构分大体上有叶轮式、喷射式、扩散式和射流式四种，其他还有重力式、泵等。在叶轮式增氧机中，叶轮的旋转方向与水体垂直的又称为水车式，在日本、美国使用较为普遍，我国也有部分应用。叶轮式是靠叶轮的旋转搅动水体，形成水花与水膜，扩大水和空气的接触面而增氧，还由于叶轮的旋转在其背部造成负压，空气通过叶轮上的气管溶入水中。这种增氧机在我国已有几十种型号。一台1.1千瓦的增氧机一般能负荷1~2亩水面，3千瓦的能负荷5~8亩水面，我国已广泛用于池塘养鱼池增氧，据初步测定，其动力效率可达1260克氧/千瓦·小时。水车式增氧机适用于浅水池塘、室内工厂化养鱼池以及河蟹人工繁殖池、养鳗池等增氧。日本使用最为普遍，美国也广泛使用。我国已生产十余种型号，但使用并不普遍。水车式增氧机是由叶轮的转动，由叶片搅动水面，叶片的背部产生负压，使下层水上升、籍离心力作用使附着在叶片面的水和轮缘上的水甩出水面，溅向空中，形成水花和水滴，增加水与空气的接触面，同时因叶轮转动而形成气流，使氧气加速溶解于水中。这样循环往复，使静止水变成流动水，使上下水层的溶氧量分布均匀，改变池底缺氧状况。由于它相对价廉，耐用，易于移动，容易操作，所以在美国作为广泛使用的紧急增氧装置。美国目前使用的水车式增氧机的基本结构：叶轮装在轴上，每个叶轮有12根桨叶，每根长36厘米，宽15厘米。装在拖车上，拖车可以是将增氧机倒退到池内。叶轮靠连接到拖拉机上动力轴的驱动轴旋转。叶轮下面的桨叶伸入水中，转速120转/分。它的优点是便于移动，缺点是每一台增氧机要配一台拖拉机，且大多数农用拖拉机的动力超过旋转叶轮所需的动力。所以，最近趋向于装轴，将桨叶装在浮体上，用电机驱动，可显著节省能源。大的叶轮一般用3.7~7.5千瓦的电机驱动。电机驱动的最大缺点是只能在一处增氧。美国用各种紧急增氧装置在0.57公顷池塘内作了四小时增氧试验，其增氧结果如下：

增 氧 机 形 式	增 加 的 氧 (公斤)	相 对 效 率 (%)
水车式增氧机	31.9	100
带喷射器的CRISAFULLI泵	19.9	64
用CRISAFULLI泵从邻近池塘抽水	12.1	39
喷射型表层增氧机 (3.75千瓦)	9.7	31
用CRISAFULLI泵循环池塘水	7.5	24
喷射型表层增氧机 (2.25千瓦)	7.2	23
用RAINMASTFR泵循环水	6.8	22
" " 从邻近池塘抽水	3.8	12
喷射型表层增氧机 (0.25千瓦)	2.5	8

从表可见,水车式增氧机比其他增氧效果显著。他们在0.89公顷的鲢鱼养殖池中,增氧机运转了三小时,在1米水深处,平均溶氧量从1.2mg/l提高到3.5mg/l,在1.12公顷池塘中运转了五小时,溶氧量从1mg/l提高到3.5mg/l。两种试验都在夜间进行,故溶氧量的增加不受光合作用的影响。我国的喷射型增氧机是由潜水泵叶轮向上提升,在进水口的周围布有通出水面的气管,使叶轮在提水过程中同时吸入空气,上提的水从喷嘴口急速喷出水面,再次与空气接触而溶入氧气。喷出水面三米的水落下来,水与空气的接触时间只有二秒钟。好在喷出的气泡小,其落下的加速度很小,与空气的接触时间可达10秒钟。在美国,喷射型增氧机的额定功率一般为0.25~3.75千瓦,作为小型鱼池的紧急增氧用,但不适于作为大型鱼池的紧急增氧。在0.57公顷(8.75亩)的池塘内,需要几只3.7千瓦增氧机才能提高溶氧量,只有在0.04公顷(0.6亩)池塘内使用0.25千瓦的喷射型增氧机才能避免鱼的死亡。由表可见,喷射型增氧机的相对效率明显的低于水车式增氧机。美国的喷射型增氧机有两种型号:一种是弗雷什—弗洛(FRESH—FLO)公司的产品,其泵体是空心圆柱体,泵体的上端纵向分布着若干道水平排水缝,缝宽1/8英寸。轴上安装螺旋桨及驱水推进器。叶轮轴连同推进器在圆柱形泵体内旋转,使圆柱形管内的池水上涌,通过排水缝排出。该装置的额定功率为0.38千瓦,每分钟抽水1.14立方米;另一种型号是AIR—O—LATOR,为螺旋桨型。它靠近表面吸水,对准锥体将水排出,形成一个圆形喷射图和大量表面涡流。它只需一般的支承装置,移动方便。但水深不足0.7米的池塘,会搅动池底而使水混浊。前者每千瓦小时可增氧0.24公斤(动力0.37千瓦),后者每千瓦小时可增氧0.48公斤(动力0.75千瓦)和0.5公斤(动力0.25千瓦)。通过增氧,投饲量增加。PLEMMONS于1980年分别在每公顷池塘内放养鲢鱼18500尾、25000尾和31000尾,各配5.5千瓦喷射型增氧机连续增氧。不增氧的池塘每公顷放养5000尾。增氧池中每天投饲206公斤/公顷,而不增氧的池塘每天投饲只28公斤/公顷。放养密度不同的池塘,黎明时的平均溶氧量为:

处 理		月 份					
		mg/l					
不 增 氧	5000尾	溶 氧	4	6	7	8	9
	公顷	公 顷	3.7	4.8	4.2	3.3	4.7
增 氧	18500 "	溶	6.9	4.6	3.8	2.3	4.8
	25000 "		6.6	4.4	3.8	1.8	3.1
	31000 "	氧	6.5	4.4	3.7	1.9	3.7

可见,增氧池的鱼种放养量为不增氧池的3~6倍,其溶氧量绝大部分月份可保持鱼的生长的需要。饲料的转换率,不增氧池塘为1.27,增氧池为1.59~1.68;每公顷的总收益,前者为1737美元,后者为4000~6500美元;元每公斤鱼的增氧费用约为0.13~0.19美元。可见,喷射型增氧机的增氧效率虽比水车式低,但对鱼的生长有明显的效果。扩散式增氧系统是用压缩空气通过装在池底上的管道上的细孔向水中增氧,从增氧效率看高于喷射式,美国VIAFLO气孔扩散系统每千瓦小时可增氧0.96公斤,但细孔容易堵塞,对捕鱼又有妨碍,国内外使用的已不多。但对苗种培育池,可以通过“气石”使氧从气石的微细孔溶入水中,最适于幼虾

苗池等增氧。射流式增氧机是一定压力的工作介质通过射流器喷口时，形成一股高速射流束。与这股射流束相接触的空气与工作介质一起进入喉管，发生剧烈的混合作用，将气泡“切割”得非常微细，然后射入水中，气泡越细，气液之间的接触界面面积越大，从而增加氧的转移率。一个0.05毫米的气泡，在水深0.95米处即可100%溶解，而0.25毫米的气泡，要到水深10米以上才能全部溶解。所以，国外的趋向是发展微细气泡增氧系统。我国的射流增氧机主要用于高密度工厂化养鱼、活鱼运输车的增氧以及对水流、噪音特别敏感的鱼虾饲养池增氧，动力效率为368.5~1425克氧/千瓦·小时。

可见，各种增氧机各有特色，在目前还需要用同样功率、在同一工况下对各种增氧机进行运转测试，才能比较各种增氧机的动力效率，在此基础上进行选优定型，进行标准化、系列化、通用化，才能保证产品质量，提高性能，降低成本。

三、评价增氧机的方法

从理论上讲，要去除1毫克/升的溶解氧，需要7.9毫克/升的亚硫酸钠。为确保完全去氧，添加的亚硫酸钠量约为理论量的1.5~2倍。当水去氧后，启动增氧机，对池塘增氧。当溶氧量的饱和度从10%增加到70%时，至少应测定六组。氧的传递系数用下式计算：

$$(K_L\alpha)_{20} = \frac{I_s(C_s - C_1) - (C_2 - C_1)}{t_2 - t_1}$$

此处 $(K_L\alpha)_{20}$ 为传递系数 (h^{-1})

C_s 为氧的饱和度 (mg/l)

C_1 为初始溶氧量 (mg/l)

C_2 为终期溶氧量 (mg/l)

t_1 为开始增氧时间 (h)

t_2 为增氧结束时间 (h)

考虑到水温对溶解氧饱和状态的影响，氧的实际传递系数为：

$$(K_L\alpha)_t = (K_L\alpha)_{20} \times (1.024)^{t-20}$$

t 为进行测试时的温度。 $(K_L\alpha)_{20}$ 的值一般由20℃的自来水给出，由于池水是非标准工况，所以必须引进氧的传递修正系数 α 和溶氧饱和度修正系数 β

$$\alpha = \frac{\text{池水的}(k_1\alpha)_t \text{值}}{\text{自来水的}(k_1\alpha)_t \text{值}}$$

$$\beta = \frac{\text{池水中氧的溶解度}}{\text{自来水中氧的溶解度}}$$

标准水温是20℃

在标准工况（水温20℃，溶氧量0mg/l）下，每单位时间氧气的传递速率为：

$$(OT)_{20} = [(K_L\alpha)_{20} \times C_s \times \text{池水容积 (升)}] \div 10^6$$

此处 $(OT)_{20}$ 为20℃时氧传递量 (Kg/h)

增氧机的效率，按照每单位功率所传递的氧计算，

$$(OT)_{20} = (OT)_{20} \div KW \quad (1 \text{小时用的动力一千瓦})$$

为了对增氧机作出评价。假定在20立方米水体中，在标准工况下进行试验，则： $C_1 = 10 \text{mg/l}$ ， $C_s = 8.84 \text{mg/l}$ ， $C_2 = 7.2 \text{mg/l}$ ， $T_1 = 9 \text{h}$ ， $T_2 = 9 \text{h} 30 \text{min}$ ，增氧机功率0.25千瓦，则氧的传递系数为，

$$(k_L \alpha)_{20} = \frac{1_n(8.84 - 0) - 1_n(8.84 - 7.20)}{0.5 \text{h}} = 3.38 \text{h}^{-1}$$

$$(OT)_{20} = 3.38 \text{h}^{-1} \times 8.84 \text{mg/L} \times 20000 \text{L} \div 10^3 \text{mg/kg} = 0.60 \text{kg/h}$$

要求得每千瓦小时的氧的传递率，则：

$$(OT)_{20} = 0.60 \text{kg/h} \div 0.5 \text{KW} = 1.2 \text{kg/KW} \cdot \text{h}$$

氧的传递修正(α)值为，

$$\alpha = \frac{(k_L' \alpha)_{20}}{(k_L \alpha)_{20}}$$

此处 $(K_L' \alpha)_{20}$ 为被增氧水的值， $(K_L \alpha)_{20}$ 为标准工况值。

氧的饱和修正(β)值为，

$$\beta = \frac{(C'_s)_{20}}{(C_s)_{20}}$$

此处 $(C'_s)_{20}$ 为20℃时被增氧水的氧气饱和度， $(C_s)_{20}$ 为自来水的值。家庭污水的 α 值在0.8~0.95之间， β 值在0.95~1之间。

美国AUB WN大学水资源研究学院曾对拖拉机驱动的水车式增氧机进行了一系列试验，以确定其不同转速和不同叶片深度下的氧传递系数和速率。

该试验水池为15.2米长、8.5米宽、1.2米深的混凝土池。试验前从附近池中向它充水至1.04米深，6个污水泵（每个 $1.13 \text{m}^3/\text{h}$ ）安装于不同位置和深度，并用塑料管（内径1.27cm，长10m）分别将其抽出的水送到六个里面浸有测氧探头的1升容器中。

试验得出了不同转速下氧的传递系数和速率(Y)与叶轮浸入水中的深度(X)之间的函数关系：

叶轮速度(转/分)	氧的传递系数 $(K_L \alpha)_{20} = Y$	氧的传递速率 $OT = Y$
62	$Y = 4.01 + 0.184X$ $R = 0.893$	$Y = 4.69 + 0.215X$ $R = 0.893$
78	$Y = 0.88 + 0.419X$ $R = 0.978$	$Y = 1.02 + 0.491X$ $R = 0.978$
108	$Y = 1.75 + 0.528X$ $R = 0.996$	$Y = 2.05 + 0.618X$ $R = 0.996$
128	$Y = 2.20 + 0.518X$ $R = 0.937$	$Y = 2.56 + 0.605X$ $R = 0.037$

用于试验的池水 $\alpha=0.80$, $\beta=1.0$, 池水温度一般在 12°C 至 16°C 之间, 因此氧的传递系数必须与自来水($\alpha=1.0$, $\beta=1.0$)在 20°C 时的值进行换算。

给定叶轮转速, 则 $(K_L \alpha) t$ 和 OT 的值随叶轮浸入水中深度的增加而增加。给定叶轮浸入水中深度, 则 $(K_L \alpha) t$ 和 OT 的值随叶轮转速递增, 但叶轮浸入水中的深度对 $(K_L \alpha) t$ 和 OT 的值的影响比叶轮的旋转速度大。

当叶轮转速为 108rpm , 叶轮入水深度为 5J 厘米时, 得到最大的氧传递系数($30.0/\text{h}$)和氧传递速率($35.1\text{kgO}_2/\text{h}$)。

所有以叶轮转速为 108rpm 或 128rpm , 叶轮入水深度大于或等于 36 厘米的试验所得的 $(K_L \alpha) t$ 和 OT 值均分别大于 $20/\text{h}$ 和 $20\text{kgO}_2/\text{h}$ 。

当叶轮转速从 108rpm 增加到 128rpm 时, 几乎没有什么效益。

根据水车式增氧机的叶轮在水中所溅起的浪花形态, 也可以估计出最合适的叶轮入水深度和转速, 一般地说, 浪花越大, 增氧越多。

四、如何确定池塘中增氧机的配置数量

为了确定池塘中增氧机的配置台数, 需要计算水体中各种耗氧:

1. 鱼的耗氧: BOYD等于1978年用摄食后和断食后的鲢鱼所得的平均耗氧量进行了多次回归分析, 得出的方程是:

$$\log \text{O}_2 (\text{mg/g鱼} \cdot \text{h}) = 0.999 - 0.000957W + 0.0000006W^2 + 0.0327T + 0.0000087T^2 + 0.000003WT$$

式中 W 为鱼的平均重量(克), T 为 $^{\circ}\text{C}$, 相关系数为 0.99 , 温度为 $24 \sim 30^{\circ}\text{C}$, 适用于估算 $2.3 \sim 1006$ 克鲢鱼的耗氧量。

2. 浮游植物耗氧:

$\text{耗O}_2 (\text{mg/l} \cdot \text{h}) = -1.006 - 0.00148C - 0.0000125C^2 + 0.0766T - 0.00144T^2 + 0.000256CT$ 。式中 C 为 $\text{COD} (\text{mg/l})$, T 为 $^{\circ}\text{C}$, 相关系数为 0.92 。

3. 底栖生物耗氧: 由于缺乏精确的估算, 采用 $61\text{mgO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 的值, 则每平方米污泥 12 小时耗氧 732 毫克。

4. 氧的扩散损失: 在温度 28°C , 水中溶氧量为 7.75mg/l , 则饱和溶氧率为 $(15 \div 7.75) \times 100 = 194\%$, 则从表(见附表)查得氧的扩散损失为 2.11mg/l 。

假定 10 公顷池塘, 平均水深 1.5 米, 每公顷放养鲢鱼 10000 尾, 又假定水温 28°C 时, COD 150mg/l 。为了防止池水溶氧量降到 4mg/l 以下。在标准工况下, 3.73 千瓦的喷射型增氧机额定增氧能力为 $1.8\text{kgO}_2/\text{KW} \cdot \text{h}$, 则先计算氧的总消耗量。按上述公式计算出:

鱼的耗氧为 $0.423\text{mgO}_2/\text{g} \cdot \text{h}$, 即 $0.423\text{mgO}_2/\text{g} \cdot \text{h} \times 400\text{g} (\text{鱼重}) \times 10000 \text{尾鱼} = 16920\text{gO}_2/\text{h}$, $16920\text{gO}_2/\text{h} \div 150000\text{m}^3 = 0.113\text{gO}_2/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, 或 $0.113\text{mgO}_2/\text{l} \cdot \text{h}$ 。浮游植物耗氧为 $0.57\text{mgO}_2/\text{l} \cdot \text{h}$ 。底栖生物耗氧为 $61\text{mgO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{h} \div 1.5 \text{米} (\text{水深}) = 40.7\text{mgO}_2/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, 相当于 $0.041\text{mgO}_2/\text{l} \cdot \text{h}$ 。

总的耗氧量为 $0.113 + 0.57 + 0.041 (\text{mgO}_2/\text{l} \cdot \text{h}) = 0.724\text{mgO}_2/\text{l} \cdot \text{h}$ 。就是说要保持水体中有 4mg/l 的溶氧量, 启动增氧机, 必须每小时补充 0.724mg/l 氧, 才能防止溶氧量的下

降。则150000立方米水体每小时递需补充108.60公斤的氧。

$$\text{再用方程 } OT' = [OT]20 \left[\frac{BC_s - C_d}{8.84} (1.024)^{T-20} \right] \text{ 判断氧的传递。}$$

方程中的 OT' 为在池塘条件下传递的 $\text{kgO}_2/\text{KW} \cdot \text{h}$

$[OT]20$ 为在标准工况下传递的 $\text{kgO}_2/\text{KW} \cdot \text{h}$

B 为氧的传递修正系数

α 为氧的饱和度修正系数

C_s 为在当时温度和压力下的氧气饱和度

C_d 为要求的溶氧量

T 为温度($^{\circ}\text{C}$)

$$\text{则 } OT' = 1.8 \left[\frac{(0.98)(7.75-4)}{8.84} (1.024)^8 (0.90) \right] = 0.797 \text{ kgO}_2/\text{kw} \cdot \text{h}$$

因此,需要的增氧机为 $108.6 \text{ kgO}_2/\text{h} \div 0.797 \text{ kgO}_2/\text{KW} \cdot \text{h} = 136 \text{ KW} \cdot \text{h}$ 。如每台增氧机的额定功率为3.73KW,则需要配备37台增氧机。

基于前述计算,在通常条件下(28°C , 4 mg/l 溶氧量), 10公顷1.5米深的鱼池,二台3.73千瓦的喷射型增氧机每小时约可传递氧6.59公斤。假定每条鱼重400克,每克鱼每小时耗氧0.423mg,则增氧机可以满足15579公斤鱼的耗氧需要。

附表: 夜间12小时,一般风力下,平均水深1米,初始饱和氧传递值

黄昏时溶氧饱和度(%)	氧的传递(mg/l)	黄昏时溶氧饱和度(%)	氧的传递(mg/l)
50	+1.69	160	-1.64
60	+1.49	170	-1.82
70	+1.18	180	-1.98
80	+1.00	190	-2.11
90	+0.77	200	-2.37
100	+0.44	210	-2.42
110	+0.15	220	-2.54
120	-0.13	230	-2.67
130	-0.55	240	-2.76
140	-0.94	250	-2.91
150	-1.48		

浅谈池塘的优化增氧

湖北省荆州地区渔具制造厂 刘造广

一

目前国内的增氧机种类很多，但增氧效率似乎并不高。有的单位甚至每年用于增氧的投资很大，既提高了池塘养鱼的成本，又浪费了国家能源。何因？如何提高增氧效率？本文就这一问题进行了论述，认为影响增氧效率提高的因素很多，其中占主要地位的是淤泥和水生生物。为了提高增氧效率，促进鱼类的生长，必须控制这些因素间的相互影响，在池塘中建立一个高氧循环系统，并提出了池塘的优化增氧。

二

氧的存在是鱼类赖以生存的条件之一。现在人们都认识到了氧不仅仅维持鱼类的生存，而当水中溶氧量保持在一定的范围时，能大大促进鱼类的生长，提高鱼的产量。

池塘水体中溶氧量是按从上至下逐渐递减的规律分布的。上层水体中的含氧量通常在阳光充足、浮游植物正常生长情况下，能够达到饱和状态。由于氧分子在静水中扩散缓慢，同时有水的阻力影响，上层水中的饱和溶氧单纯依靠分子的扩散而进行的传递（对流）是很弱的。因此，上层水体中饱和溶氧只能向中层水体中扩散一小部份，大部份则遗失大气中去了。下层水体中的含氧量就更低。自然条件下，不仅鱼的产量不高，而在特殊情况下（高温、阴天、气压低等），易出现浮头现象以致造成鱼类死亡，严重影响着鱼类的生长。为此，人们研制了多种人工增氧的方法，以提高鱼类的成活率和产量，来满足社会的需要。

目前人工增氧的方法有三种：生物增氧、化学增氧和机械增氧。国内使用的基本是机械增氧。已有的增氧机种类很多，但就其增氧的动力效率看，叶轮式、射流式和喷淋式增氧机较高，然而这几种增氧机还是不能完全解决池塘缺氧的问题。

叶轮式、喷淋式增氧机均属表层增氧机型。尽管叶轮增氧机揽水的能力较强，产生水跃半径也较大，但其增氧的结果是：中、上层水域溶氧值很高，有时甚至饱和或超饱和，但底层水域溶氧值却依然很低，（其低值仅为二毫克/升左右）喷淋式增氧机也存在此问题。

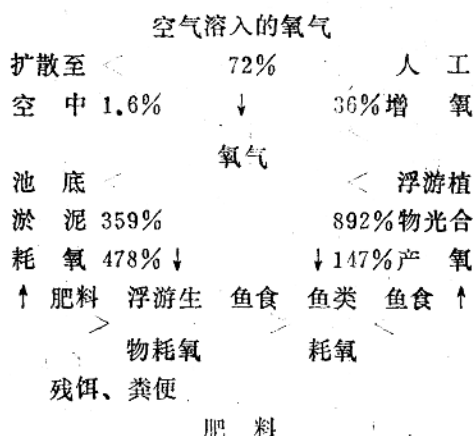
射流式增氧机虽然能在下层水域增氧，但由于从射流器的扩散管喷出的气——水混合体中，气体仍以气泡的形式存在，在浮力的作用下，迅速浮上水面，氧气未来得及充分地溶解于水中便逸出水面，扩散进了大气。这也是射流式增氧机的动力效率低于叶轮式增氧机的主要原因。另外，在池塘底布满喷管，既提高了增氧成本，又给捕捞、清塘带来了不便。

最近，上海水产学院研制了一种新型水质改良机。该机可浮在水面并将塘底的淤泥喷向

空中，以达到翻喷塘泥、喷水增氧的目的。但我认为，这种利用翻喷塘泥来增氧的方法，只能暂时解决一点问题，同时会给鱼池生态带来很多不利因素。淤泥中存在着大量细菌，在淤泥表层好气性细菌占优势，如将淤泥喷出，则加剧了池底的氧化过程，消耗大量的溶氧，而鱼能够得到的氧却很少。另外，喷出的淤泥落入水中，容易砸伤浮游植物，影响浮游植物的正常生长，从而抑制光合作用，破坏了植物的产氧功能。所以说，这种新型水质改良机最终仍不能解决池塘缺氧的根本问题。那么如何才能彻底解决池塘缺氧呢？以下就此问题谈谈优化增氧。

三

池塘中产氧与耗氧系统如图一所示。产氧系统有三个：浮游植物光合作用、气液相面一



部份空气中的氧分子向水中溶解、人工增氧、其中以浮游植物光合作用为主，占总溶氧量的89.2%，人工增氧只占总溶氧量的3.6%耗氧系统有四个：浮游生物、淤泥、鱼类及向空中扩散。其中浮游生物耗氧量占总耗氧量的47.8%，淤泥占35.9%，而鱼类仅占14.7%可见鱼类所需的溶氧只是池水中溶氧的一小部分，其中大部份的溶解氧都用到了生态平衡系统中去了。

浮游植物的生长离不开肥料，这部分肥料由淤泥来提供，淤泥中的有机物分解的消耗池中大量的溶解氧，浮游生物作为鱼类的天然饵料，它在生产过程中，既消耗大量的溶解氧，同时又需要淤泥。

淤泥中含有大量的细菌，在水体中和淤泥中进行着一系列的氧化还原反应。淤泥与水的邻接处，氧化过程激烈，伴随着有分物的机解过程。将消耗大量的溶解氧，这是底层水缺氧的主要原因之一。淤泥不仅与鱼类争水中的溶氧，而还含有大量的有害物质，如：二氧化碳、硫化碳、氨等。

池塘中如果有机物过多，会导致游离二氧化碳使水的酸度增加降低pH值，在夏天，游离二氧化碳的含量超过40毫克/升时，池水被污至危险的程度，从而严重地影响鱼类和其他水