

环境调查与评价

生物氧化塘调查报告

——长沙市利用城市污水养鱼的情况

周 恂 达*

(长沙市城建科研所)

污水养鱼是群众习惯的说法,实际上是利用生物氧化塘的水面和浮游生物养鱼。一般来说,前段主要是氧化塘的净化作用;后段主要是利用自然饵料浮游生物生产鱼类。现将长沙市利用城市污水养鱼的情况报告如下:

一、基本情况

长沙市现辖四县(浏阳、宁乡、长沙、望城)一郊,市内四区占地 5304ha,海拔标高在 33~62m 之间。市区人口为 94.4 万,年降水量为 1389.8 mm,年蒸发量 1382.2 mm,年平均气温为 17.2℃,最高值为 40.6℃,最低为一 11.3℃全年无霜期 274.7 (324~231d),全年日照 1677.1h。

市区水资源较丰富,湘江自南向北流贯市城区,秒流量 19800~328 m³,浏阳河秒流量 3250~4.3m³,蜿蜒盘绕于东北郊。市郊有大小池塘湖泊水库 6228 处总水面 21500 亩总容量约 2863 × 10⁴m³。其中近郊养殖水面 8170 亩总容量约 1088 × 10⁴m³。全郊已利用污水养鱼的水面共 9179 亩,占总水面的 45%。

市区有四个水厂,均以湘江为水源。总供水能力为 42 × 10⁴t/d,计河东一水厂 12 × 10⁴t/d,三水厂 20 × 10⁴t/d,河西二水厂 5 ×

10⁴t/d,四水厂 5 × 10⁴t/d。此外一些厂校自备取水设施约 15 × 10⁴t/d。全市平均日供水 40 × 10⁴t/d,最大供水量 50 × 10⁴t/d。排水系统大体分六个区,如表 1 所示。

表 1 长沙市排水系统分区

系统分区	江水面积	人口(万)	工矿企业数	排水量 × 10 ⁴ t	治理排放情况
便河区	800ha	8		6	经红色渔场,陈家湖排浏阳河
新建区	1170ha	21	132 个	8	经湘湖,东屯渡公社排浏阳河
旧城区	1175ha	32	284 个	6	经截污厂排捞刀河
新开铺	1000ha	8		3	经新开铺,大托渔场排湘江
河西区	1000ha	8		6	经西湖,排子湖等排湘江
石马铺	700ha	6		3	
合计	5845ha	83		32	

前三个区属市中心区,人口、房屋密集,管道系统完整,主要是暗管,间有少量明渠,排水量占全市的 62% 以上。后三个区,主要是工矿文化区,多与郊区农业用地穿插,人口,建筑密度较小,管道系统零落,分散排放。

* 参加本项调查工作的还有:邱振华、于东江、李英、冯申福等同志。

城市污水主要是生活污水,工业废水占 30~40%,大多属低浓度, BOD_5 在 50mg/l 上下,悬浮物 89~282mg/l。pH 值呈弱碱性, BOD_5 与 COD 比值均大于 25%,适合自然生物净化。从有害成份分析看,工业废水与生活污水混合后浓度降低到工业废水排放以下,与地面水卫生标准对照, BOD_5 , 油, 酚, 铜超标外,其他都低,主要是油, 酚等有机污染。

二、生物氧化塘污水养鱼的发展和现状

农村利用粪便、污水、污物作肥料培育饵料养殖鱼类,在我国南方已有很久的历史,但大都是小水面,个体生产。由于利用污水资源发展渔业生产成本低,收益大,群众和水产部门不断总结经验,提高经营管理水平,积极开发新水面引用污水养鱼。现在全市利用污水养鱼的场社九个。共有大小池塘,湖泊 877 处,水面 9179.8 亩,引用了全市近 3/4 的城市污水。比较典型而各有特点的是湘湖,西湖,大托三个渔场。

1. 湘湖渔场

该场位于东郊浏阳河畔,利用城市污水养鱼。1964 年投资 48 万元,开发低洼涝地和荒弃的水面建成有 2364 亩水面的养鱼场。接纳城市污水年约 $2460 \times 10^4 t$,日均 $6.7 \times 10^4 t$ 。从牛港桥,陈家垅,沈家大屋三个公沟排入渔场。净化后排入浏阳河。该汇水区面积 $10 \times 10^6 m^2$,人口 21 万,区内有橡胶厂,印染厂,有机化工厂,医院,科研单位等 158 个排污单位,年排水量约 $960 \times 10^4 t$ 占总污水量的 39%。

该场现有养殖水面 2122 亩,1230 人(其中劳力 710 人)。随着集体资产和人口的增长,已发展成为综合性的生产企业。除八个渔业队外,还有奶牛场,机修、装订、印刷、制鞋、饭店等加工服务单位。从事渔业生产的劳力 420 人,占总劳力的 59%,建场 19 年来,总产鲜鱼 153156 担累计总盈利 268.74 万元,其中渔业盈利 220.68 万元。

市城建局负责渔场初期的工程设计。建了预处理设施:沉淀池,入口闸板,格栅,出口涵闸,鱼栏和排灌渠道。土沉淀池初期起了一些作用,后来由于排泥设施不完善而被废弃。现城市污水经明渠沉淀自净后,再灌入池塘。降雨时流量加大,渠道开闸,污泥又被冲进跃进湖,故该湖淤积更为严重。池塘水面形状就地势构成,有大有小,有深有浅。建场时考虑美化环境建造一些大水面(500 多亩)的人工湖,后因水体肥瘦不匀,捞捕管理不便,逐渐改小改深。现在污水养鱼塘一般大的七、八十亩,小的在十亩左右不等,平均水深 2.0~2.5 m,一些高负荷高产池塘设置了表曝增氧机。生产设施日益完善,管理水平不断提高,产量,产值在全市渔场中居首位。

2. 西湖渔场

该场位于溁湾镇以北,原韩家湖,龙王港一带,1972 年利用低洼涝地改造而成。主要利用长沙酒厂的酒糟废水养鱼。

长沙酒厂每天排放废糟液 300t 以上;溁湾镇附近居民的生活污水共约 1000t。废水出厂经土沉淀池预处理。酒糟由农民捞去,上清液在尾部用泵抽升轮灌池塘。原污水浓度大, BOD_5 平均 1513.7mg/L,总固体 2797.7 mg/L,悬浮物 1140.7mg/L,有害物质除汞,酚较多外,其他都低。沉淀池呈厌气状态,散发浓烈的酒馊气,对周围环境有影响。

该场放养水面 2150 亩,大的池塘 50 亩,平均水深 2.0 m 左右,有引污管道 5300 m,引清排渍泵站和渠道。一些高产池装设了增氧机。1983 年总产鲜鱼 11113 担,平均亩产 516 斤。

群众反映利用酒糟废水培育自然饵料比化肥要持久,比城市污水要纯,鱼产质量好,无煤油气。但此种废水呈酸性,浓度大,不宜过量灌用。

3. 大托渔场

该场在南郊湘江边肉联合加工厂附近。

主要是利用屠宰废水养鱼。现有放养水面 895 亩,最大的池塘 50 亩,平均水深 2.0 m。

长沙市肉类联合加工厂屠宰生产有季节性。旺季最高屠宰量为 6500 头/日,废水排放量为 4500t/d,淡季生产仅 1000t/d,污水水质旺季浓,淡季清, BOD₅ 532~31.83mg/L, 悬浮物 1092~127mg/L。

屠宰废水经厂内平流沉淀池流入调节池,再经泵提升出厂接鱼场引污管道。沉淀出来的污泥尚未解决好,拟建消化池处理。

废水出厂后轮灌渔池。池塘入口常有大量罗非鱼和鲢, 鳙鱼摄食杂屑。农民反映未处理的水的肥效比处理后的好,目前污水量尚不能满足需要,产量不及湘湖,西湖。

三、水质净化效果和环境效益

1. 生物氧化塘的水质净化效果。

从上述几个污水养渔场的水质情况看到,原污水经过生物塘净化作用都得到显著的改善。从湘湖渔场 1982 年几次原污水,湖水和出湖水的检出平均值看 BOD₅ 去除率 64%,油去除率达 91%,其他有害成份去除率 60~92%。鱼湖进口污水正处在稀释和净化中,水质较差。湖中水质基本上符合地面水和渔业水体水质要求,除 BOD₅ 油两项指标外,其他各项均已符合要求。而 BOD₅ 高主要是水体含大量的藻类和其他浮游生物所致,我们检测清水池塘 BOD₅ 也常在 10mg/L 以上,不然还要施放人畜粪便和化肥增加营养质。

试验池水质分析: BOD₅ 由 47.03 降至 20.04,去除率为 57%。镉,汞,铬,铅,铜等重金属,有害元素去除率 83.8~100%,绝大部分随污泥沉淀。砷,酚,氰化物去除率为 76~91.5%,六六六去除率为 66%。对照渔业和地面水水质标准有害成份都符合排放和养鱼要求,唯 BOD₅ 和悬浮物含量较高。

2. 改善环境卫生

污水入塘通过自然净化,感官性状完全

改变,由浑黑,腐臭变成清澈无厌恶感。

3. 保护了湘江水系

我市东北郊有两个主要下水道系统排入浏阳河。由于 1964 年建造了湘湖,红色两个大型污水养渔场,加上陈家湖,新河等共约四千亩水面,接纳约 15 万 t/d 城市污水,对保护这条小河起了决定性作用。据市环保所 1979 年 11~12 月枯水季节监测结果表明:东北区城市污水通过湘湖,红色等几个渔场净化后排出,浏阳河只受轻度污染,检测项目未超标。但在浏阳河入湘江口,三角洲下长沙化工厂生产废水直排浏阳河则污染严重。1979 年后湘湖渔场因工厂超标排污危害鱼池,自筹资金开辟旁通沟,将有害废水撇开,当污水直排浏阳河时,河水半边黑浊,严重影响下游一些工厂和学校的自备取水设施。当渔场接纳污水,城市污水通过渔池排出则无此现象发生。

四、经济效益

利用城市污水养鱼产量高,成本低,收益大,把消费性的污水处理变为积极性的生产利用,实现污水资源化,化害为利,经济效果十分显著。

1. 治理城市污水保护环境,节省了市政建设投资

湘湖渔场容纳了 21 万人口的生活污水和 158 个工厂单位的工业废水,日平均共约 6.7×10^4 t。污水通过鱼池得到十分良好的净化,达到二级以上的处理水平,1964 年至 1982 年累计投资 110.55 万元,绝大部分用于渔场引污养鱼改造渔场,修建泵站渠道管线。如修建二级污水处理,按 200~250 元/吨核计,建 6.7×10^4 t/d 污水处理厂则需基建投资 1340~1675 万元。为渔场建设工程投资的 12~15 倍。而且生物塘结合农业利用放养鱼类,每亩水面能产鱼五、六百斤,有 60% 以上的纯利润,湘湖渔场初期投资 48 万元,七、八年内就可回收了全部投资,19 年内累

计投资 110.55 万元, 生产盈利 220.88 万元, 收回全部投资外还盈余 110.33 万元。

2. 节约了污水处理费用和能源消耗

城市污水二级处理需要大量能源消耗和设备维修管理费用, 一些发达国家对此都感到负担沉重, 发展中国家则更难以实行。按二级处理运转费 0.1 元/吨, 耗电 $0.2\text{kw} \cdot \text{h}/\text{t}$ 核算, 处理湘湖渔场 $6.7\text{万t}/\text{d}$ 城市污水, 年需管理运转费 245 万元, 需耗电 $489 \times 10^4\text{kw} \cdot \text{h}$, 相当耗用标准煤 2000t, 而生物塘主要是依靠太阳能自然力, 人工能耗少, 人员、设备管理费少, 且都属生产开支。利用污水资源, 可以增加生产利润, 据湘湖渔场生产和试验池核算, 每接受利用一吨污水可增收 3~5 分钱的利润。

3. 增加生产丰富了市场供应

据 1981 年统计, 市郊利用城市污水养鱼水面, 为全郊养鱼水面的 45%, 产鱼 39426 担, 占全郊总产量的 67.7%, 这些渔场产量高。上市量大就近供应居民鲜鱼, 丰富了市场。

4. 集体收益大, 社员收入多。

利用污水培育自然饵料养鱼, 节约了大量人工饲料和运输, 鱼类生长快, 产量高, 成本低, 利润大。湘湖渔场 1983 年 2122 亩水面总产鲜鱼 18900 担, 平均亩产 890 斤, 亩产值 550 元, 平均每担成本 18 元比一般情况成本低 50% 以上。1983 年场内人平均收入 534 元, 劳动力平均收入 974 元超过城市一般职工收入。

五、鱼产质量和卫生学评价

六十年代我市城市污水主要是生活污水, 受工业废水影响较小, 1960 年市卫生防疫站在细菌方面作了卫生学检验, 结论是防水池塘生长的鱼除体表带菌较多外, 食用部分与清水鱼并无差异, 考虑到熟食, 蒸煮后一些菌毒均被高温消灭, 不致危害人体健康。此后, 由于工业废水排放量的增加, 加上管理上

的松弛, 一些工厂任意超标排污, 跑、冒、滴、漏, 危害市政工程和渔业水体的事故屡见不鲜, 引起鱼塘死鱼, 鱼产质量降低。

1. 鱼体残毒的分析

1977 年 11 月长江水产研究所受国家有关部门委托, 对我市污水养鱼池塘的鱼品作了分析结果认为湘湖渔场残毒均在允许范围内, 没有超过食品卫生标准, 鱼体质量好, 仅三令鱼含酚较高达 $0.6\text{mg}/\text{kg}$, 其余均属正常, 陈家湖所测七项毒物, 酚, 汞含量较大, 个别种类酚含量高达 $6\text{mg}/\text{L}$, 鱼的品质受到一定影响, 并有异味。1982~1983 年间我市又组织力量对市郊几个有代表性渔场, 就鱼体残毒富集情况作普查, 从所得资料数据看到:

(1) 污水养渔场鱼体残毒较池水含量高, 有富集现象, 检出率 81%, 无污水进入的岳麓渔场也有残毒检出, 检出率 78%, 可能来自饲料的间接污染。

(2) 五个养鱼场 250 个检测数据有铜、砷、DDT 三项五个数据超标; 对照池 50 个数据 1 个铜超标, 超标率均为 2%。

(3) 98% 的数据都在食品卫生标准和参照标准允许范围内。

为了慎重评价, 这个工作尚在继续进行。

2. 鱼产质量, 品味不好的问题

一般来说, 塘鱼不如河鱼鲜, 但群众反映河西的鱼比河东的好, 比较突出的是北郊陈家湖的鱼, 煤油气较重。主要原因:

(1) 是上游工业废水影响, 特别含油废水。陈家湖 60 年代, 上游有汽车保养场排入油污废水, 70 年代火车北站机务段, 蒸汽机改为内燃机, 车站内油污严重, 有时甚至油库发生漏失数十吨柴油的事故, 这样就严重地影响了池塘鱼产质量。

(2) 城市污水未预处理。陈家湖过去有预沉池, 近十年来污泥未出, 放弃了预处理设施。湘湖渔场向阳湖与试验池同用陈家湖下水道的污水, 试验池进水经过格栅障板截栏, 油污减少, 鱼品质较好。

(3) 生产管理不善。湘湖渔场摸索到鱼产捕捞上市前十天半个月就要停灌污水。跃进湖有次先天灌水,第二天打鱼,运到市场上,群众反映很大。后来在捕捞前停灌污水,反映就好些。

以上这些问题和经验,有待继续总结,改进工程设施和生产管理,以提高产品质量。

六、生物氧化塘浮游生物种类的组成和变化

污水灌入池塘有机物和营养成份增加,为藻菌和其他浮游生物提供了丰富的养料,使之充分生长繁殖。为了了解生物塘内浮游生物种类的组成和变化作了一些初步的考察分析。

1. 生物种类的组成

1982年6月市郊水产局请湖南农校对西湖大托,国庆,陈家湖,红色,湘湖和东湖(对照水体)渔场作了浮游生物分析。浮游植物的种类组成是:污水养鱼水体有五门四十六属,而对照水体仅五门十三属。浮游植物的数量,污水养鱼水体每升 565.2~2268 万个,平均每升 1140 万个,而对照水体每升仅 205 万个,前者比后者多 4.56 倍,其中甲藻门多 3.27 倍,绿藻门多 9.25 倍,硅藻门多 0.68 倍,蓝藻门多 6.16 倍,裸藻门多 0.12 倍。浮游动物数量:污水养鱼水体每升 13200~38400 个,平均为 24140 个,而对照水体每升仅 10800 个,前者比后者多 1.23 倍。

2. 浮游生物的水平分布

1983年8月考察湘湖渔场试验池进口(前段),中段和出口,浮游生物水平分布。前段停留 1~2d,浮游植物为六门二十六属,密度为 3843 万个/升。当水体推移至中段停留时间为一周左右,密度增长到 6529.5 万个/升,增加 69.9%。到后段出口处停留时间约 25d 左右,植物种类增加为六门三十六属,由于鱼类的摄食密度降为 5320.5 万个/升,较中段稍减。总的看到生长高峰在中段停留时间为 7d 左右。

3. 浮游生物的季节变化

从夏天,冬天和初春三个时节观测分析结果看:8月间夏秋之际气温较高,两年平均气温为 28.7℃,池塘藻类种类最多平均为 22 属,密度在 2173.5~6529.5 万个/升之间,二月初春严寒季节气温较低,历年平均气温为 6.2℃,藻类减少平均为 15 属,密度在 765.5~6631.5 万个/升之间,说明冬季种类,数量均减少,但同时说明冬季有藻类生存,池塘仍起生物净化作用。

七、关于工程设施的几点经验

1. 池塘面积

不宜过大或太小,一般以 50~100 亩为 1 单体为宜,池塘太大前段嫌气区大有碍环境,且池塘水体肥瘦不匀,不便捕捞。池塘太小,纳污量小,缓冲能力低,稍疏忽污灌过量就浮头死鱼。深浅一般在 2—3 m 间,水深池塘纳污量和养鱼存塘量都可加大。既有利污水净化也有利于增加放养密度提高产量。

2. 入塘前的预处理设施

污水入塘前应作适当的预处理。预处理程度的高低是个有争议的问题。过高的处理,经费增加,过低对环境卫生和生产安全不利。从水质情况和渔业生产要求看,城市污水处理一般以机械处理为主,主要目的是去除污泥和油脂及漂溶物。主要的设施是格栅,沉砂池,沉淀池。由于合流制下水道,污水中含大量泥砂,必须注重沉砂池的设计和运行管理,以保证沉淀池正常运转和污泥利用。沉砂池,沉淀池都要注重排污泥方式和泥砂出路。

3. 池塘的附属设施

(1) 进出口应布设置池塘的两端,而不宜布设在一端,以免水流短路,应设置鱼栏,堰板闸门以防止鱼类逃逸,便利控制水位。

(2) 旁通沟。在池塘超负荷和冬干停灌时污水可经旁通沟排走,以便生产运转安排。

(3) 增氧机和引清渠道设施。

污养池塘有时缺氧,鱼类浮头,需设置增氧机,引清泵站和渠道,保证安全生产。

八、存在问题和建议

当前存在的主要问题是:

(1) 污染源管理松弛,有的甚至放任自流。一些工厂排放有害废水毁坏市政工程施工危害渔业生产。一些同志舍本逐末责备污水养鱼不好,渔场就让污水直排江河,造成更大的危害和紊乱。

(2) 城市污水入塘前的预处理设施不健全,污泥处置困难,致使污泥淤积池塘,影响

生产发展和池塘使用寿命。

(3) 鱼产质量问题。有的渔场鱼产品有煤油气。

为了进一步搞好这项工作,建议:

(1) 国家把这项工作列为城市建设环境治理的一个重要课题。组织力量,加强协作,开展这项工作。

(2) 抓紧总结试验研究成果和生产管理经验。

(3) 污水综合治理牵涉城建,环保,农牧渔业,建议城乡建设部门牵头统一规划,统筹安排,长远计划,避免重复或不衔接的弊病。

超滤法处理含原油污水 工业性装置研究与试验通过部级鉴定

用超滤法处理含原油污水是新型的水处理技术。原油经预处理后进入超滤装置,超滤组件中的中空纤维膜可使水透过,而大部分油品则被截住以达到油水分离的效果。中国科学院环境化学研究所和石油工业部管道勘察设计院研制的试验装置经500多小时工业性运转,不需投加药剂可把含原油污水净化至含油量小于10毫克/升,出水能力达到2

吨/小时以上。石油工业部于1986年2月17日至20日在河北省廊坊市召开有关专家会议,对该项目进行鉴定,认为用聚砜中空纤维膜处理含原油污水在国内属于首次应用,工艺技术先进,技术经济可行。该装置超滤器组件体积小,设备布置紧凑,占地少,不投药且在密闭条件下运转,无二次污染并可回收原油,环境效益显著。

(本刊讯)

把烟道气变成肥料的新技术

美国研究人员开发了两种新型的工业上应用的空气净化器,可以截住硫和氮的氧化物并把它们变成肥料或其他化工产品。

美国 Ebara 在日本的子公司——Ebara 国际公司设计了这种新装置,可以从燃煤电厂和其他工厂的烟气中同时收集 SO₂ 和 NO_x 气体(通常使用的净化器只能去除硫化物,要单独另加催化剂以收集 NO_x)。然后将其与无水氨气混合,再把这刺鼻的混

合物压进反应室接受电子束轰击,这种电子装置可把这些污染物气体转化成硝酸铵和硫酸铵,生成的化合物干燥后就成了农用肥料。

这种 Ebara 方法目前正在印第安纳州一家电厂进行试验,可把烟道气中造成酸雨的污染物 90% 收集转化,采用这个方法其关键在于无水氨价钱要低,否则也许不能获利。

(范文献摘译自 NEWSWEEK, Dec. 16, 1985)