

研究简报

中原油田养鱼工厂设施与技术的研究

STUDY OF FISH REARING FACTORY FACILITY AND TECHNOLOGY ON ZHONG YUAN OIL FIELD

丁永良 胡伯成 孙家骥 王祖钧 陈 松 黄建生 陆家驹

(中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所, 上海 200092)

Ding Yongliang Hu Bocheng Sun Jiaqi Wang Zujun Chen Song Huang Jiansheng Lu Jiaju

(Fishery Machinery and Instrument Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200092)

侯云才 姜福跃 唐继家 刘昌坤 田保华

(中原油田勘探局工副业总公司, 濮阳 457004)

Hou Yuncai Jiang Fuyue Tang Jijia Liu Changkun Tian Baohua

(Zhongyuan Oil Field Prospect Board Industry and Sideline Production General Company, Puyang 457004)

刘 仲 琪

(中国水产科学研究院长江水产研究所, 荆沙 434000)

Liu Zhongqi

(Yangtze River Fishery Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Jingsha 434000)

虞寿枢 李正明

(上海市政工程设计院, 上海 200092)

Yu Shoushu Li Zhengming

(Shanghai Municipal Engineering Designing Institute, Shanghai 200092)

关键词 养鱼工厂, 养鱼设施, 养鱼技术, 生物包, 中原油田

KEYWORDS Fish rearing factory, Fish rearing facilities, Fish rearing technique, Biopack, Central plains oil field

近十年来, 世界各地出现了许多大型与超大型的养鱼工厂, 国外推广的有二种模式: 一是德国的美茨模式。其主要特点是规模大, 鱼池大, 水的生化处理系统(称生物包)与鱼池合二为一, 成为一元化的生物系统, 利于提高处理效果, 并配有自动监控报警系统; 二是丹麦模式。其主要特点是鱼池为钢结构或玻璃钢结构, 系组装式系统, 鱼池小, 采用纯氧供氧, 自动投饲, 亦配有自动监控报警系统。这二种模式技术是先进的, 指标都在 100 公斤/米³ 以上, 后者更高, 且极为昂贵。

我国工业化养鱼受国外的影响逐步发展起来, 从 70 年代简单的流水养鱼、机械化养鱼开始。为了节水, 又探索封闭式循环流水养鱼模式。以上海、北京等地为代表的封闭循环流水养鱼模式主要强调了流水, 忽视了供氧。有限的溶氧制约了养殖密度的提高, 产量较低; 循环量大, 热量损失大; 增加了电耗, 效率很低。

收稿日期: 1996-05-10。

1 设施

中原油田养鱼工厂位于河南省濮阳市,1990年2月完工投产。养鱼设施规模宏大、技术先进,投产后各项技术性能指标全部达标,年产量达660吨以上,每立方米水体年产量达到或超过100公斤。第一座养鱼车间是1987年12月开始试养。有成鱼车间 $1\,120\text{ m}^3$,水面 660 m^2 ,是一元化鱼池,净水设施在鱼池中;鱼种车间 987 m^3 ,水面 300 m^2 ,鱼池与净水设施是分开的。1988年10月又扩建6幢成鱼车间,每幢 $1\,913\text{ m}^3$,水面 $1\,000\text{ m}^2$;2幢鱼种车间,每幢 $2\,044\text{ m}^3$,水面 960 m^2 。为了充分利用养鱼厂排水,又兴建了100亩池塘作为“二级池”装置叶轮增氧机培育苗种,养鱼工厂的主要设施与设备如下。

1.1 养鱼车间 利用钻井回收废油管作房顶屋架,其最大经济跨度为18米,鱼池布局长度为102米。采用轻型石棉瓦保温,厂房为东西走向,南北均开窗以利采光及通风。

1.2 鱼池 一期鱼池 150 m^2 ($23.0\times 7.6\times 1.5\text{ m}$),生物包设在中央,5池为一组,一个车间二组,每组设一个外循环系统,串联一沙滤罐。二期鱼池 100 m^2 ($14.5\times 8.0\times 1.5\text{ m}$),5池为一组,一个车间二组,每组设一个外循环系统,串联一个斜管沉淀池。鱼池间设断沉带。平面布置如图1。

1. 调节池 Regulating pond
2. 斜管沉淀池 Chute tube settle pond
3. 鱼池 Fish pond
4. 生物包 Bio-pack
5. 排水渠 Drain channel
6. 水泵 Water pump
7. 净水管 Water purification tube
8. 风管 Wind tube
9. 蒸汽管 Steam tube
10. 排污管 Waste draining tube
11. 排水堰口 Drain wear month
12. 排污直管 Waster draining straight tube

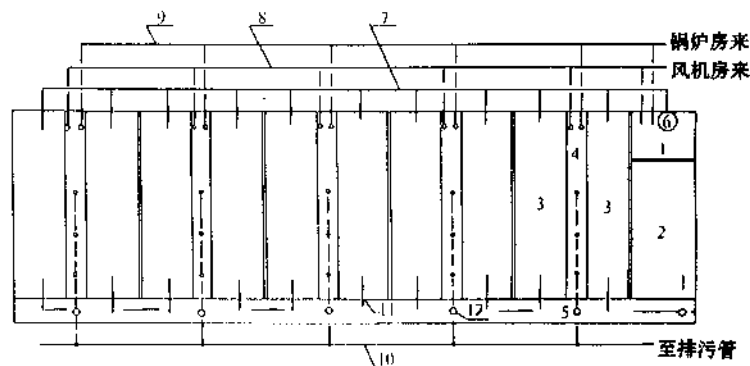


图1 成鱼车间单系统平面布置图

Fig.1 Floor plan of adult fish workshop single system

1.3 生物包 纵向布置于鱼池中间漕沟的顶部,宽1.2米,高1.8米,有效体积为85%,下设曝气管,鱼池与生物包面积比为6:1。生物包材质为“人造水草”与聚丙烯布为原料的软性填料,及玻璃钢与聚丙烯为原料的蜂窝形硬性填料,孔径(ϕ)25。

1.4 给排水系统 全厂水源主要靠4台深井泵,叶轮级数23级,管径(ϕ)250,流量80吨/时,扬程92米,功率40千瓦。鱼池外循环每天6次,系统总循环水量为250吨/时。采用混流泵流量288吨/时,扬程6米,功率7.5千瓦。排水明渠尺寸为 $250\times 400\text{ mm}$,坡降1:100。鱼池排水堰口 $250\times 400\text{ mm}$ 。进水总管(ϕ)200,分管(ϕ)150。

1.5 排污系统 排污总管在鱼池中间漕沟底部呈纵向布置,一端穿过鱼池至排污井,设 $\phi 200$ 闸阀。在鱼池漕沟内,均布六个集污井,有(ϕ)80短管与总管联结,为防止堵塞,而盖半球形网罩,其面积为短管面积5倍。污水集中在厂区中央的沉淀池,由二台污水泵汲出。排污管与明渠联通管的直径为100,以便与排水堰口交替排水。

1.6 鼓风机车间 冲气管距水面1.8米,风管管径80毫米,选用3.5米水柱风压罗茨鼓风机,风量 $60\text{ m}^3/\text{分}$,功率45千瓦,配8台,车间面积 265 m^2 。

1.7 增氧系统 充气增氧的经济流速为10~15米/秒,分支管为4~5米/秒。总管为铁管,分支管为钢管。充气管设在生物包底部,5根1组,长4米,孔径(ϕ)2.5mm。一期采用钢管,因锈蚀易堵,二期采用可变孔塑料软管,采用了部份pvc塑料穿孔管。

1.8 加温系统 地下水水温 $15^{\circ}\text{C} \sim 18^{\circ}\text{C}$, 全厂参加循环的水体为 $9\,800\text{ m}^3$, 养殖水温常年要求保持在 $25^{\circ}\text{C} \sim 26^{\circ}\text{C}$, 室外温度最低为 -10°C 。根据计算, 配 4 吨/时、气压 7 公斤的锅炉 4 台, 全年运行 5 个月。为防止车间结雾, 除了布置水下蒸汽管外还在四周墙边均布散热片。

1.9 饲料车间 采用上海渔机所设计的 17 型模式硬颗粒饲料加工成套设备, 每小时产 $(\phi)2 \sim (\phi)4\text{ mm}$ 硬颗粒饲料 $1 \sim 1.5$ 吨, 耗蒸汽 $0.1 \sim 0.15$ 吨/时。

1.10 投饲系统 有二个成鱼车间配备了自动投饲机, 采用 250 瓦离心鼓风机喷射, 射程 2~3 米。投饲次数与持续时间可调。

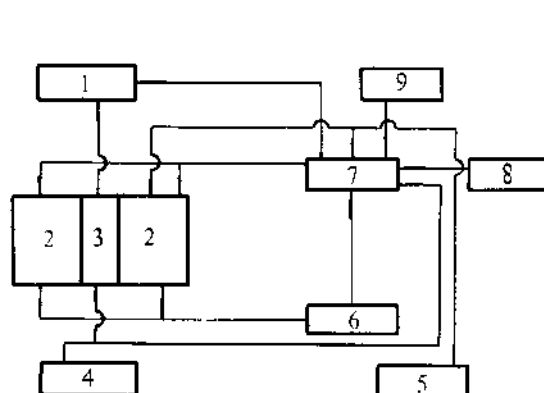
1.11 活鱼运输系统 采用 4 吨活鱼集装箱, 水泵动力为 4 马力汽油机, 配有气水射流混合器。冬季鱼水比 1:1, 夏季鱼水比 1:2。可以随意装在普通 4 吨卡车上, 1~2 天不需换水。

1.12 发电车间 装置 580 马力 400 千瓦备用发电机组, 以备电网临时停电时应急启动, 首先需保证鼓风机车间用电, 避免短时间停电造成的鱼窒息死亡。

2 技术

中原油田养鱼工厂, 开始以养殖罗非鱼为主, 现养殖种类已达十种, 以罗非鱼、淡水白鲢、甲鱼为支柱产品, 另有建鲤、黄河鲤、异育银鲫、草鱼、武昌鱼、胡子鲶, 并准备引进罗氏沼虾、河蟹、加州鲈、斑点叉尾鲴、鳊鱼等, 向名特优品种发展。现在已能大量繁殖罗非鱼、淡水白鲢、鲤鱼、草胡子鲶等鱼苗。养鱼工厂的主要工艺、技术如下。

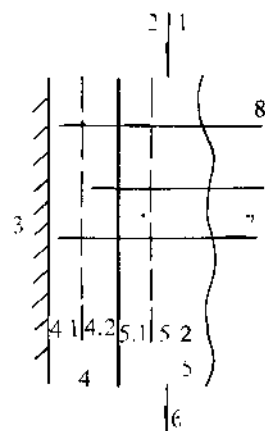
2.1 工艺流程 生物包设于鱼池中央, 下设充气管达到充气增氧与气举提水的双重作用, 形成鱼池内自我循环, 每小时达 6~10 次。鱼池上溢水或底部水经排污管、明渠流入沉淀池, 经调节池增氧加温调整 pH, 再回归鱼池, 每天循环 6 次。全系统每天因排污及蒸发要补充新水 3%~10%。一元化鱼池工艺流程见图 2。



1. 排污池 Waste draining pond 2. 鱼池 Fish pond 3. 生物包 Biopeck 4. 鼓风机 Blower 5. 蒸汽 Steam 6. 沉淀池 Settle pond 7. 调节池 Regulating pond 8. 石灰池 Lime pond 9. 水源 Water supply

图2 一元化鱼池工艺流程图

Fig.2 Technical Process of centralized fish pond



1. 进水 Influent 2. 污水 Sewage 3. 载体 Carrier 4. 生物膜 Biomembrane 4.1. 厌氧层 Anaerobe layer 4.2. 好氧层 Aerobe layer 5. 水层 Water layer 5.1. 附着水层 Water layer adhesive 5.2. 流动水层 Flowing water layer 6. 出水 Outflow 7. 代谢产物 Metabolite 8. 有机物 Organic

图3 生物膜净化水体的机理图

Fig.3 Water purifying mechanism with biomembrane

2.2 主要机理 生物包是指一个填料群作为微生物的载体, 有机物的降解是在生物膜的好氧层中进行的, 通过微生物的耗氧、代谢活动净化水体, 当生物膜增厚后, 膜内出现厌氧, 附着力下降而脱落, 而成为一些鱼的饲料, 载体上又长出新的生物膜, 周而复始, 水就得到了净化。机理如图 3。

2.3 一元化鱼池 生物包置于鱼池中央是本设计的主要特点, 生物包的负荷是许多因素决定的。本设计以鱖鱼为例, 参照文献进行, 其水质参数与投饲量的关系式如下(在 $10 \sim 15^{\circ}\text{C}$ 时)。

$N_A = 0.0289F_1$, 即氨生成率($\text{Kg NH}_3 - \text{N}/100\text{Kg 鱼} \cdot \text{日}$)

$N = 0.024F_1$, 即亚硝酸盐生成率($\text{Kg NO}_2 - \text{N}/100\text{Kg 鱼} \cdot \text{日}$)

$P = 0.0162F_1$, 即磷酸盐生成率($\text{Kg PO}_4 - \text{P}/100\text{Kg 鱼} \cdot \text{日}$) 式中 F_1 ——投饲率($\text{Kg 饲料}/100\text{Kg 鱼} \cdot \text{日}$)

$\text{SS} = 0.52F_1$, 即固态悬浮物生成率($\text{Kg SS}/100\text{Kg 鱼} \cdot \text{日}$)

$\text{BOD} = 0.60F_1$, 即 BOD 生成率($\text{Kg BOD}/100\text{Kg 鱼} \cdot \text{日}$)

$\text{COD} = 1.89F_1$, 即 COD 生成率($\text{Kg COD}/100\text{Kg 鱼} \cdot \text{日}$)

由上可见饲料直接影响其新陈代谢的快慢, 投饲量与水质污染程度成正相关, 且温度越高, 污染越严重。

生物包在水温 28°C , $\text{pH}7.5$, $\text{NO}_2 - \text{N} < 0.2\text{mg/l}$, $\text{NH}_3 - \text{N} = 0.91\text{mg/l}$ 时, 每立方米生物包每天能处理 114 克氨。一元化鱼池的布置见图 4。

1. 走道板 Path plank
2. 侧栏板 Side plate
3. 排污管 Draining tube
4. 充气管 Air tube
5. 生物包 Biopack
6. 鱼池 Fish pond
7. 投饲机 Feeder
8. 网板 Netting plate

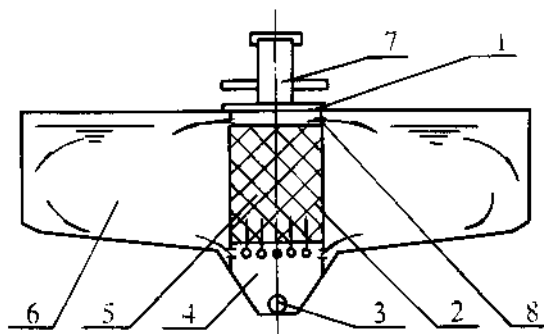


图4 一元化鱼池示意图

Fig.4 Scheme of centralized fish pond

2.4 耗氧计算 以成鱼一车间养殖罗非鱼为例计算

2.4.1 罗非鱼耗氧率 25°C 时为 0.3 克/公斤·时, 养殖密度以 50 公斤/米² 计, 则耗氧量为:

$$Q_1 = 0.3 \times 50 \times S / (1000 \times 21\% \times 1.43 \times 2.5\%) = 1.98S \text{ (m}^3/\text{h)}$$

式中: Q_1 ——鱼的总耗氧量(m^3/h); S ——鱼池面积(m^2); 21%——空气中氧的百分比; 1.43——氧气容重(kg/m^3); 2.5%——穿孔管氧转移率

鱼池面积 $S = 600 \text{ 米}^2$ 则 $Q_1 = 1.98 \times 600 = 1198.8 \text{ (m}^3/\text{h)}$

2.4.2 生物包耗氧率 每公斤鱼每天排氨 0.57 克计, 硝化 1 克氨, 需耗氧 4.57 克氧, 则每天每公斤鱼排氨耗氧为: $0.57 \times 4.57 / 24 = 0.109$ 克, 降解有机物的总耗氧为: $Q_2 = 0.109 \times 50 \times S / (1000 \times 21\% \times 1.43 \times 2.5\%) = 436 \text{ (m}^3/\text{h)}$

2.4.3 鱼池总耗氧量 $Q = Q_1 + Q_2 = 1198.8 + 436 = 1643.8 \text{ (m}^3/\text{h)}$

2.4.4 风机选型 根据风量要求, 选用 L30×20LD-1 型罗茨鼓风机 2 台即可, 其风压为 34.4Kpa, 风量为 15.3 米³/分, 再另设 1 台备用机。

2.5 饲养管理 新建鱼池必须经过多次浸泡, 并洗净、生石灰消毒, 再换新水, 经过充气并加温至 $25 \sim 28^\circ\text{C}$, 接种生物膜, 七天以后试放少量鱼种, 15 天后再大量放入。要求年净产 100 公斤/米², 适宜的放养模式如下。

罗非鱼鱼种的规格为 25 克, 放养量为 200 尾/米², 饲养日期为 120 天~150 天, 出池规格 250 克; 以成活率 90% 计, 出池总产为 45 公斤/米² 左右, 净产则为 40.5 公斤/米² 左右。

一年 2.5 茬, 则总产可达 112.5 公斤/米² 左右, 总净产达 101.2 公斤/米²。鱼种则由鱼种车间提供。

日投饲量为鱼体重的 3.5~4.5%, 鱼体大取小值, 每天投饲 4~6 次, 每次 15~30 分。

2.6 配合饲料 根据罗非鱼的营养需要及当地饲料源条件, 采用适宜比例鱼粉、豆饼、花生饼、玉米、麸皮等配制。

2.7 水质控制 在饲养密度 50 公斤/米², 每天排污换水 3%~10% 的情况下, 经多次测定鱼池水质参数一般在以下范围内波动:

$\text{pH}: 6.5 \sim 7.3$, 多半在 7.0; $\text{O}_2: 4 \sim 5\text{mg/l}$; $\text{NH}_3 - \text{N}: 0.1 \sim 2.0\text{mg/l}$; $\text{NO}_2 - \text{N}: 0.1 \sim 0.3\text{mg/l}$; $\text{BOD}: 9 \sim 16\text{mg/l}$; $T: 24 \sim 26^\circ\text{C}$, 夜间低。

2.8 鱼病防治 鱼种放养前用常规方法消毒,鱼种在转移前用 3~4% 食盐浸泡,每隔半月用 0.7ppm 的硫酸铜和硫酸亚铁合剂(5:2)和 1.0ppm 的鱼复康或漂白粉交替施药,预防鱼病。常见病有肠炎病和车轮虫病两种。

3 讨论

我国工业化养鱼尚处在初级阶段,这种省水、省地、无污染、高效益的养鱼模式,将会随着时间的推移,被人们所认识。既可以在无条件发展常规养鱼的“三北”干旱地区的工矿企业中推广,也有在沿海与水网地区大力发展名特优水产品养鱼工厂的潜力,中原油田养鱼工厂的一元化全封闭养鱼模式,规模属国内第一,但从发展角度看,尚有值得改进提高的地方。

1. 工业化养鱼是集机电、土建、给排水、水处理、生物、化学、微生物、地质、暖通、热工、饲料、自动化、水产养殖、经营管理等多学科结合的综合性高科技,必然会产生许多新的边缘学科问题,在这方面如能深入下去,仍有巨大的增产潜力。

2. 要建一个 600 吨级的养鱼工厂,必须大量采用轻型新材料。

3. 为了避免地面沉降的不均匀性,10 个养鱼车间均采用单幢布置,造价高、散热面大。今后宜采用联幢式,解决不均匀沉降的鱼池开裂漏水问题。或改变鱼池基本结构,改地下池为地面池,减少地下工程,采用全装配式鱼池及管道系统,适于在地下水位较高的地区推广。

4. 国外工业化养鱼采用电脑自动控制,全自动投饲,管理人员极少,人均年产量 30 吨,超过我们 10 倍,并大大减少人工控制失误率。中国的养鱼工厂应根据实际情况逐步由机械化向电器化发展。

5. 国外养鱼工厂已对鱼粪及残饲进行收集与利用,是养鱼工厂的第二产品。一个 600 吨级的养鱼工厂,至少有 900 吨的鱼粪,其蛋白质含量约在 10%~20% 以上,我国应考虑收集与利用的措施。

6. 国外工业化养鱼,单位面积产量已超过 200 公斤/米²,中原油田养鱼工厂如果能在原来鱼池水面上再加置水净化机去除氨氮,加置叶轮式增氧机增加溶氧,并全部采取自动投饲机投饲,提高饲料利用率,并强化外循环系统去除 $\text{NH}_3\text{-N}$ 及 SS,这一产量是可能达到的。

参 考 文 献

- [1] T.V.R.Pillay, 1976. Advances in Aquaculture, 1-635.
- [2] Fredrick W. wheaton, 1977. Aquacultural Engineering, 3-643.
- [3] Coche, A.G., 1989, Selected aspects of warmwater fish culture, FAO, FI-GCP/JNT/435/AGF.181.
- [4] Ding Yongliang, 1991. Investigation and compartment of fishery machinery, China "Trends of oversea industrialized fish culture", 195-208. Zhejiang science and technology publisher.
- [5] Lu zhongkang, 1994. Overview on prospects of aquaculture science. Modern Fisheries Information, 9(6): 10-12.
- [6] Ding Yongliang, 1995. A summary of world fish farming industry. Modern Fisheries Information, 10(3): 1-8, 28.