

陆上基地密闭式

海水鱼类集约养殖系统的繁殖及养成单元： 技术及发展现况

刘俊宏 / 国立屏东科技大学 热带农业研究所

叶信平 / 国立屏东科技大学 水产养殖系

(Blancheton, J.P., D. Coves, & G. Lemarie, 1997. Intensive land based marine fish aquaculture in closed system, hatchery and ongrowing units state of the art and prospects. Suisanzoshoku, 45(1):143-149.)

前言

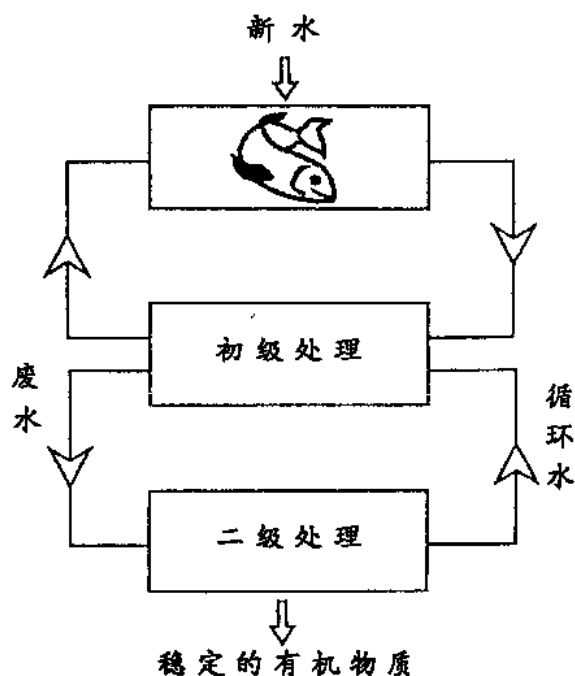
在一个流水式的养鱼场里，每生产 1 公斤的鱼用水量约为 200～300 立方公尺，使用过后的废水不经处理即流回到自然界，此种传统的运作方式虽可获利，相对的却会付出环境的代价，造成今日在许多地区所面临行政上的限制。在一个密闭式系统中，所有的用水皆经处理再利用，其结果约可减少 25 至 80 倍新水的使用，废物浓废虽有增加，但其体积却减少。此种特别装置有许多优点，其沉淀情形较不如淀

水式养鱼场般需要依赖用水及天气条件而定。在那种情况下，就较易于优先考虑到如土地成本、市场潜力、低价能源可用性等有利因子；另外，此项技术可排除季节限制，故可允许营养参数最佳化，而能控制水温、盐度、光照与其使环境因子，并提升产量、鱼种多样化与稳定品质。

密闭式系统之定义

一个密闭式系统中包含一个主要养殖回路，其内的水需经（初级处理），可与

或不与第二个回路（二级处理）连结，以针对养殖废水进行处理（图一）。主要的养殖回路内可分新水处理、养殖水槽及循环系统三个单元。新水处理一般以粗粒过滤，但为杜绝病源入侵可改用细粒过滤及消毒杀菌，而养殖水槽除必须佳让鱼类成长外，其内水的动力条件要能确保最短的最浮颗粒停留时间；循环系统的功能系根据鱼类的槽求，而储存适当品质的养殖用水，如去除固体和溶解物质及控制水中 pH、溶氧、二氧化碳和细菌浓度。最后养殖度水处理

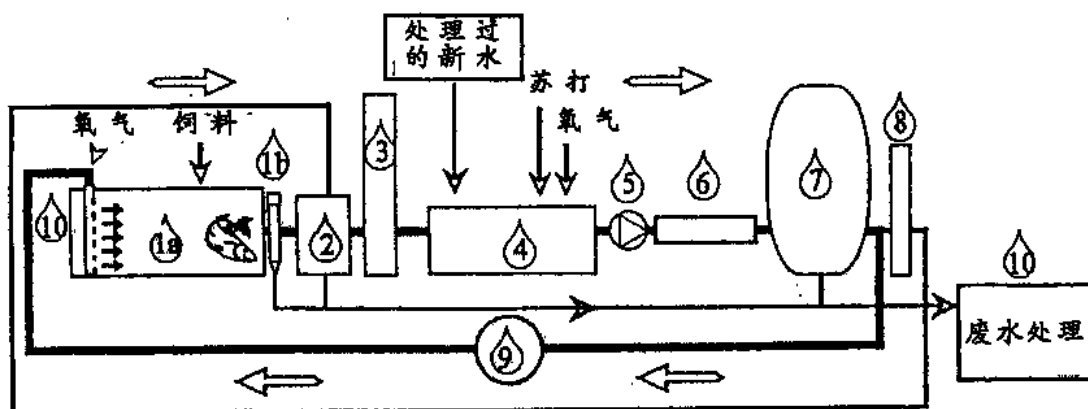


系统必须能符合当地规定，将除去溶解物质与悬浮颗粒后的净水排回自然环境中。而废水处理系统在密闭式系统运作过程中就显得格外重要，因密闭式系统中的养殖用水都与外界隔离，但会产生大悬的废物。

法国国立海洋研究所的技术选项

图一：一般封闭式鱼类养殖系统的处理步骤

循环系统自身应遵循的



- | | |
|------------------------|--------------|
| 1 a：养殖水槽 | 6：UV 光杀菌器 |
| 1 b：微粒分离器 | 7：硝化生物滤槽 |
| 2：机械过滤器 | 8：去硝化生物滤槽 |
| 3：CO ₂ 去除系统 | 9：加温 / 冷却交换器 |
| 4：抽水水槽 | 10：氧气供应系统 |
| 5：马达 | 11：废水处理系统 |

图二：养殖用水初级处理中各组件示意图

法则为“一套特殊设计的处理装置各有其水处理功能”（图二），处理装置的组合除能保证其效率和可信度外，还要能尽量符合原设计规格及功能。

初级处理链锁

本链锁第一个处理工作为机械过滤，用一部颗粒分离机收集40~80%的悬浮颗粒，乃一部机械或物理过滤器（滚轮式或三角柱体式）去除粒径 $>40\mu\text{m}$ 的颗粒，此约占剩馀悬浮颗粒的50%。该项操作必须尽量靠近水相的出水口以能真正去除有机颗粒的，如此才能确保其最佳可能的分离效率。这项工作是很重要的，因为异管性细菌会将剩馀的高浓度有机颗粒转变为低浓度有机溶解物质，这些细菌的成长会对处理链锁的其他组件（尤其是生物滤相）有显著的影响，此乃因异管性菌1）总在硝化自

营细菌相中占优势，2）能使水中充满溶解化合物而成茶色水，并可能会毒害养殖鱼类，以及3）含有的细菌量足以阻塞生物滤槽和减少循环水管路的直径。

由鱼类呼吸所排入水体的二氧化碳在流入储水槽（注入新水）之前，会藉由一个密封柱体所喷出空气/水的反流来移除。过滤水需流经紫外线杀菌器，以控制总厌氧细菌相的发育。然后再流入硝化生物滤槽中，将残馀的有机物质转变为无机物质，及将有毒的氮转为无毒的硝酸盐。由于这些细菌活动会消耗氧气，故生物滤槽中必须供应纯氧以维持 $1\sim2\text{mg/l}$ 的溶氧水排出。在此过程中主要作用的细菌有亚硝酸单胞菌属（*Nitrosomonas* sp.）及硝化菌属（*Nitrobacter* sp.），它们会在多孔隙黏土或沸石滤床上固定成长。

约有10%的废排水在流经硝化生物滤槽时，器内的

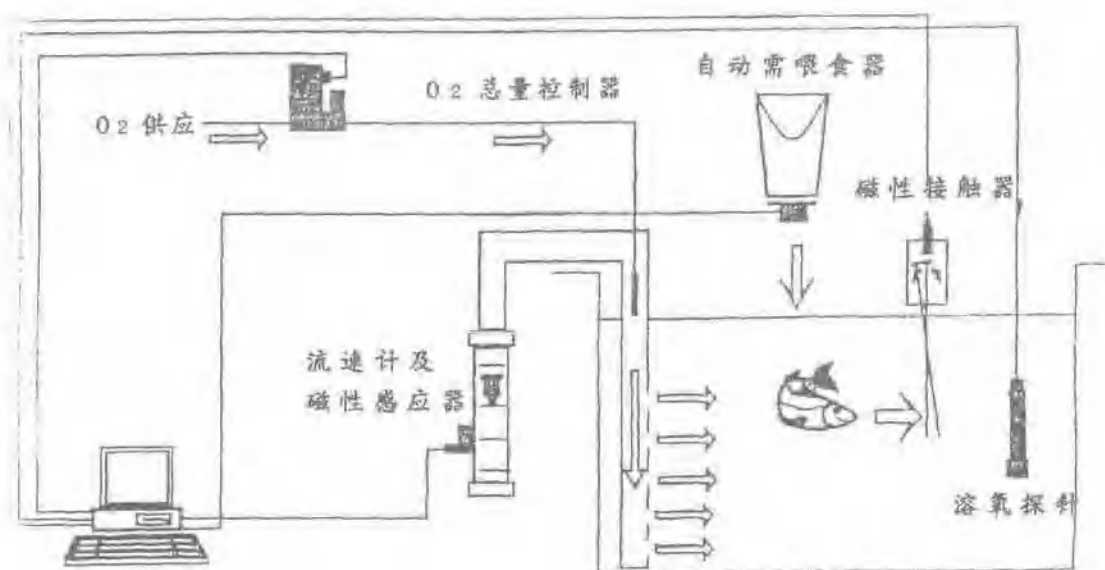
硝酸盐会转变成氮气。在此生物化学反应中，因部份在硝化滤槽所产生的氢离子会被消耗，故必须适时加入苏打，以控制回路中的pH使。

二级处理链锁

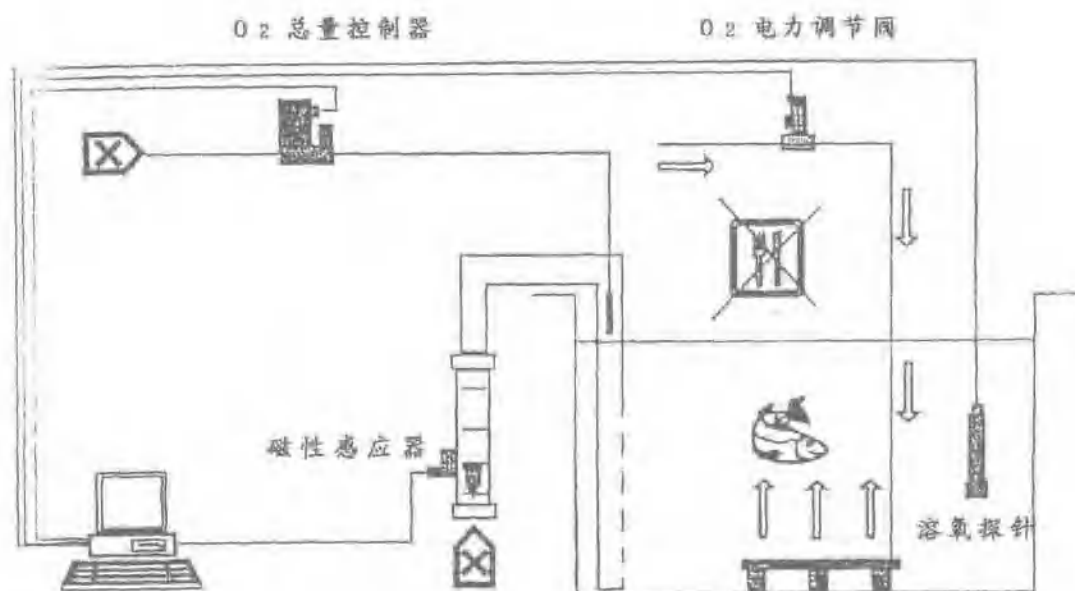
包含一个沉淀单元，其内注入的连续水流来自冲洗物理滤槽水、养殖槽溢流水及一净化养殖槽的不还续水流。沉淀的污泥系以固定流速抽入浸滞池中被漂浮水菌的高密度藻类所消化，高密度藻类池主要的净化媒介是可吸收水中管养盐的浮游被物（大型藻或微藻），依不同养殖藻类所生产的藻量，可在浸滞池中处理或生产有价值的萃取物。

养殖槽及其危机管理

养殖槽的殖筑及装各要能符合鱼类的需求：如快速的将其排泄物及其他食用过后的颗粒排出、自需喂食



图三：电脑控制鱼类自需的最佳投饵及氧气供应图



图四：故障管理和水供应失效的整合图示

表一、欧洲海鲈 (*Dicentrarchus labrax*) 营养密度及各生产阶段的应用

	放养种苗	产 卵	鱼苗养殖	稚鱼生产	成 长
最终平均体重	2~8 kg	10~6 kg	40 10^{-3} kg	1~5 10^{-3} kg	0.2~0.8 kg
开始 每 m^3 放养密度	10 kg	8 kg	0.03 kg	0.4 kg	25kg
结束 持续时间	10 kg 年	4 kg 5 天	4 kg 40 天	20kg 0.4 年	100 kg 1-2 年

器、稳定的溶氧浓度 (图三)。纯氧是藉由一个总量氧气控制器独立地供应到每一个水槽中, 每个控制器是藉由一可监测每个水槽内溶氧量, 及有经软体设定溶氧浓度的电脑来驱动。

抽水马达或氧气控制器的故障会对鱼类产生立即的影响, 并需立即处理。在记录到马达及电力故障和溶氧量低于最小设定时, 由电脑趋动的紧急系统就会自动运作。在每一个情况下, 备用氧气紧急输送管路会直接将氧气注入水中, 直到恢复正常的溶氧情况止。在此期间, 自动投喂设备停止运作, 氧气供应调节及故障管理都联接到相同的电脑设备中 (图四)。

工业发展及其瓶颈

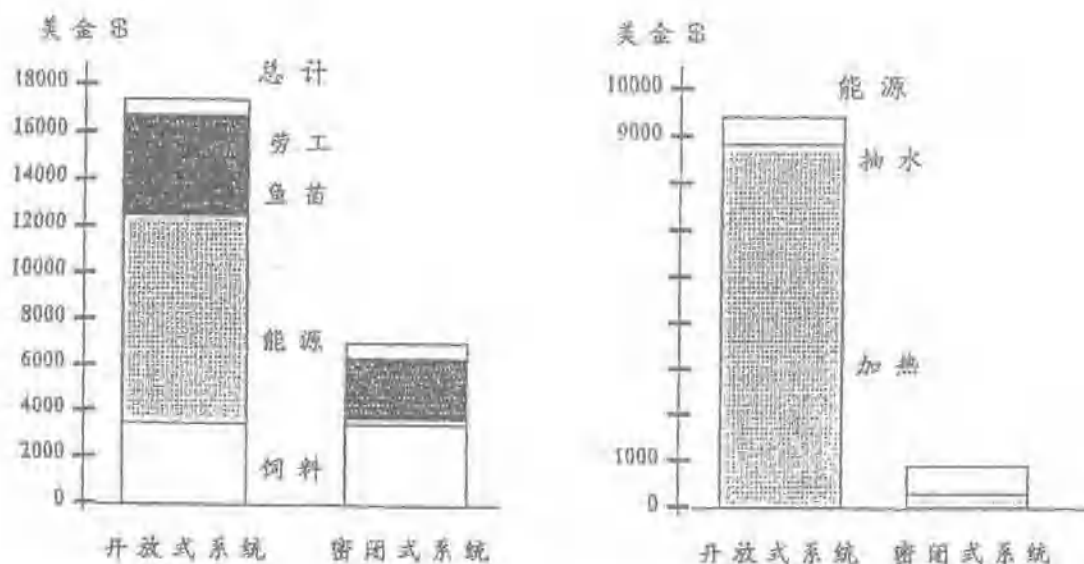
繁殖工业的发展已能利用上述技术选项, 从种鱼到几克鱼苗的所有养殖阶段的特性是在短期间内快速的增加生物量 (如稳鱼养殖或鱼苗生产), 或在长时期间缓慢增加生物量 (如种鱼养殖) (表一)。在所有的养殖阶段, 尽管密闭式养殖系统的技术需要较高的投资, 但提供较低的生产成本, 特别是在鱼苗生产上。

而之所以能节省最大原因是加热成本的大幅降低, 及有较好的鱼苗活存率 (图五), 我们的目标是要将此养殖技术应用到高密度故养 ($> 100\text{kg}/m^3$) 的养或单元中, 高密度增加生

物量及长期的养殖 (表一)。为达到此目标, 我们必须克服密闭式养殖系统的组件中, 从几吨的单元升级到几百吨的单元的问题。

法国国立海洋研究所策略及现行研究

法国国立海洋研究所的策略是要发展一个整合的方案, 而工业规模单元的构想 (一年几百吨的产量) 是利用由一个小型先驱规模试验性单元 (1 到 50 吨) 所得的研究成果, 而解决此先驱规模单元在操作期间所产生问题的科研计划也要同时进行。此计划的目标是要结合工业科技供应商, 愿意发展水产养殖的动态终端用



图五：100,000 尾欧洲海鲈 (*Dicentrarchus labrax*) 在开放式及密闭式系统中的直接生产成果之比较

者，及与相关专门领域的科学家成立一个策略组织。

此整合性计画现已开始发展中，藉由构建两组先驱规模的海水鲈鱼生产单元（年产量 50 到 70 吨），一组座落在法国的南部，另一组在冰岛；此外，在不列塔尼省设立一组先驱规模的左鲈生产单元。这些示范性养殖场的资金皆来自私人投资、国际资金及欧盟。该研究计画包括四个主要部份，皆为研究 1. 养殖环境对鱼类的影响，特别是在排泄物的

次毒性本质的研究，其中最重要的是氨；2. 鱼类对养殖环境的影响，特别是最佳的饲料转换及藉由有效的投喂方法，以避免浪费饲料，及改良饲料成份以减少排放排泄物；3. 藉由不同的方式来减少养殖场对自然环境的影响；每单位生产的鱼只需要最小的自然资源（主要为水和能源），彻底减少药物的使用，并转而增加鱼肉品质及减少残留药物排放到自然环境中，在主要回路中养殖废水的处理是为了水的

再利用及稳定废弃有机物或排放回自然环境中，且排放水要合乎环保规定；4. 初级处理链锁的水处理系统之标准化及其整合性管理都要符合鱼类的养殖行为。

最后的目标则是将此养殖系统中每个大小组件及功能建立一个模式，以建立一全球性包括经济方面在内的通用模式。

市场、规范及养殖种类

水产养殖活动发展中的

养殖种类选择及养殖技术是由市场、规范及科学知识的水准所决定。本文中，由在欧洲渔业活动的范例说明了此种事实：在欧洲地区的零售商及加工厂整年对生鲜鱼片有很高的需求量，鱼片最小规格为 200 公克，每公斤产品售价为 5 ~ 8 美元，且全球的需求量日增，以法国来说，估计就约要 140,000 公吨。

而在最近的将来，似乎渔业的活动将无法供应这个以需要可靠货源和固定品质著称的特殊市场。因此，水产养殖产品有机会取而代之，然而，因环境保护法律规定养殖场需大量减少废物、病原及化学物质的排放，且必须加以限制基因改良鱼类逃入大海中危及野生鱼种。

高投资及高经营成本之密闭式养殖系统要求每一个营运立方米的高生产力，此目标可藉由选种来达成，而此类鱼种需具备下列的特

征：可快速长至最少 1 公斤体重之高成长率、低饲料转换率，高密度放养量及目标市场所需品质一致的肉质。密闭式养殖系统技术所具的优点，可依照欧洲当地法律规范来进行生产，但未来必须进行相关改进的研究，以能有助于市场。

结论

一般来说，密闭式养殖系统的技术应可提供按照许多鱼种的需求，而调整其养殖环境，并要兼顾及养殖场的收益与经济情况；另者，不管未来它的发展如何，废物的排放过程要能适合当地的法律规范。这种特殊的适应性似乎也表现在其自身的主要优点上，并有机会在未来 10 年里，让此系统之技术出现在许多国家的水产养殖发展中。🐟

欢迎上网看报纸

抓住水产新闻



台湾水产电子报
www.
taiwan-fisheries
.com.tw