

国外渔业工程

—养殖工程—

中国水产科学研究院渔业工程研究所

1983.9

养 殖 工 程

目 录

1. 美洲龙虾及其他同类相残甲壳类的精养装置.....	(1)
2. 海底生物生长箱.....	(14)
3. 集鱼排水工程.....	(32)
4. 罗氏沼虾的养殖工程技术.....	(42)
5. 水产养殖水回收利用系统.....	(50)
6. 用作高密度培育微型藻类的压缩空气提水泵造价低 使用方便.....	(62)
7. 池塘养鱼场饲料加工建筑物的建设和使用问题.....	(71)
8. 增养机.....	(78)
9. 大量养殖短尾派蟹类幼体的装置.....	(80)
10. 罗氏沼虾后期幼体密养的封闭式循环设备.....	(87)
11. 封闭式养虾装置的设计及初步评价.....	(94)
12. 浮鱼礁的力学研究.....	(121)
13. 利用循环水大规模孵化丰年虫装置的发展.....	(144)
14. 关于养殖丰年虫孵化效率的概念和处理操作新方 法的研究.....	(153)
15. 关于潮流水轮机的调查研究.....	(159)
16. 人工上升流海洋养殖的生产潜力.....	(167)
17. 波力发电装置“海明”的实验.....	(181)

18.采用中间技术和代用能源系统发展小规模渔业	
(摘译)	(190)
19.作用于垂下式养殖设施的流体力学的研究	(212)
20.养殖设施有关问题研究 (1)	
养殖设施在波浪中的运动及锚绳张力	(225)
21.采集鱼苗用气泡泵研究 (1)	
实用化方案的预备试验	(232)

美洲龙虾及其他同类 相残甲壳类的精养装置

美国加利福尼亚州立圣迭戈大学生物系

Jon C. Van Olst, James M. Carlberg,
Richard F. Ford

1. 摘 要

大量事实证明,实行共养的美洲龙虾 (*Homarus americanus*) 同类相残率很高,这表明,在美洲龙虾养殖阶段的大部分时间内必须进行单独饲养,以此来避免由于同类相残而造成损失。为此考虑了在研制将龙虾及其他同类相残的甲壳类精养于单独饲养室中的养殖装置时所必不可少的标准。这些标准包括了在最小空间内养殖大量龙虾个体的必要性,以及向每个饲养室均匀地输送充氧水和清除饲养室内废物等的必要性。并且还研讨了有关面积利用,基建成本及用于自动投饵、维修保养和龙虾捕获等辅助设备的问题。

若干种可供选择的养殖龙虾的装置已设计出来,并已将其中一些有发展前途的制成原型,建成的原型似有相当大的生产潜力,同时,已作了使用性能的对比。本文对饲养于其中两个装置的龙虾生长情况的初步数据作了介绍。本文除说明上述情况外,还将描述其他研究人员研制的精养装置。对各种装置作进一步的分析定能为进行龙虾养殖的经济效益评估提供必要的数据库。

2. 导 言

存在于美洲龙虾养殖中的许多生物学问题和技术问题在过去的10中都先后得到了解决。龙虾的苗种及幼体阶段的饲养技术已趋成熟,所以目前的研究主攻方向是减少互相残食现象,精制人工饲料和研究疾病的预防方法。人们普遍认为,妨碍龙虾商业化养殖的主要障碍是难以用既经济又可靠的方法将龙虾幼体养殖到市场规模。

圣迭戈大学及其他一些单位所进行的研究项目牵涉到在能够进行龙虾的商业性养殖以前必须解决的问题。现将一系列可以采用的有关资料列举如下: 1) 几种培育虾苗的有效装置 (Hughes等人, 1974年; Surfing等人, 1974年; Schunr等人, 1976);

2) 摄食的必要条件、活动特性及群居习性 (Krekorian等人, 1974年; Carlberg,

1975年; Lester, 1975年); 3) 龙虾幼体的群集饲养技术 (Van Olsf等人, 1975年; 1976年); 4) 龙虾虾苗及早期幼体的最适投饵率 (Carlberg和Van Olsf 1976年); 5) 龙虾养殖的最适水温 (Hughes等人, 1972年; Boisford等人, 1974年; Ford等人, 1975年; Van Olsf等人, 1976年); 6) 疾病的诊断、治疗及预防 (Schapiro等人, 1974年; Fisher等人, 1976年); 7) 成本——效率的分析法 (Jonston, 1975年); 8) 几种有希望的人工饲料 (Conklin等人, 1975年; Van Olsf等人, 1976年); 9) 美洲龙虾和*H. gammarus*的成功杂交繁育 (Van Olsf, 1975年); 10) 利用温流水作为成本低且无毒的加温海水源进行海养 (Ford等人, 1975年, Van Olsf等人, 1976年; Dorband等人, 1976年)。

3. 龙虾的生产方法

最近的研究结果表明, 龙虾的商业性养殖生产分三个阶段安排可能是最合适的。第一个阶段, 将虾苗饲养于特制的浮游生物培养容器内。这种容器是由麻萨诸塞州立龙虾孵化场的John Hughes设计的, 并且由其他研究人员分别于1974年和1976年修改过。在水温22—24℃情况下, 最初放养密度为3000只/容器的虾苗, 可以获得达到第四发育阶段的幼体2000只/容器。

第二阶段, 将龙虾小幼体饲养于共养装置中, 饲养时间不超过六个月。由于这种做法是将小幼体养殖于大型共养槽, 而不是单独饲养于小容器中, 所以能降低饲养成本、易于看管、易于供水。在这个阶段, 即使采取高标准的补充投饵, 但由于龙虾之间互相残食, 所以损失还是较大的 (见1975年Van Olsf等人论文)。不过这种损失仅发生在龙虾生长的早期阶段, 而在养殖过程的这个阶段, 无论是劳力费用还是饲养成本都是较低的。如将甲壳长为5毫米的龙虾以放养密度为100只/米²放养于底部是塑料的, 且呈蜂窝状的长条水池中 (蜂窝状的塑料底可以为龙虾提供更多的空隙和虾巢), 到六个月的饲养期末期, 可收获40只/米²甲壳长为20毫米的龙虾。由于龙虾互相残食的过程也就是淘汰那些不适应人工养殖环境的弱小个体的生物选择过程, 因此, 可以说, 互相残食还是件好事呢。

从经济学的观点来看, 在龙虾共养阶段的末期, 每只幸存者成长如此的大以致不能坐视其再度再互相残食中丧生。这样, 在第三个养殖阶段中, 就可以在拥有单独饲养空间的装置中将龙虾一直饲养到市场规模。在第三个养殖阶段之所以进行单只饲养, 其目的是为了避开互相残食而造成损失。

4. 几种龙虾的单独饲养装置

到目前为止, 已有若干种单独饲养龙虾的方法。所有这些方法都为每只龙虾提供单独的栖息, 向每只龙虾不断提供充氧海水, 提供清除微粒废物及溶解废物的方法, 而且一般还都提供了能促进龙虾快速而均匀的生长以及能使龙虾成活率可以提高的环境。提供优质海水问题一旦达到标准, 那么, 其余最重要的问题便是为每只龙虾提供足够大的

面积（以饲养室底部截面为标志的生活空间）。Van Olst于1975年得出的初步结果表明，龙虾的生长率及存活率与饲养室的大小有着直接的关系。如果所提供的饲养室空间不够，龙虾的生长率和存活率就会大大降低。龙虾的生长率受龙虾在脱皮时其体长及体重增加速度减慢的影响，也受脱皮与脱皮之间间隔时间的延长的影响。最近在Rodondo Beach实验室完成了一项关于饲养室的大小对龙虾生长能产生何种程度的影响的详尽的研究。这项研究历时18个月。研究结果证明为避免龙虾生长率的大幅度下降，呈长方形的饲养室的宽度必须至少等于龙虾的虾体总长。由圣迭戈大学研制成功的，并在本文中作了描述的龙虾单独饲养装置使这个设计标准具体化了。

5. 管理观察室养殖装置

管理观察室装置（见图1）主要系由一个围绕中心轴旋转的并分割成许许多多带孔的龙虾饲养室的饲养盘本体构成，而且整个饲养盘体浮于类似于污水处理初级净化装置那样的较大园形水池的水面上。此外，该装置还安装有悬于水池上方的供给充氧水的幅射状悬臂。当饲养盘体旋转时，每个饲料室便在悬臂下通过。在商业性生产中，悬臂上还应安装自动供料漏斗，同时，应在悬臂上设置一条供管理人员行走的通道，以便进行放养、收获及维修管理等项作业。

现已造成了若干种装置的原型，这些原型运转均属正常。有一种直径为121.9厘米，高度为37.3厘米的这种装置的较小改变型安装有一根中央立管。这根立管有两个作用，一是将水深保持在33厘米，二是作为浮式饲养室的转轴。这个改变型装置的饲养盘体由156个园管形饲养室组成，每个饲养室长5厘米，直径为6.6厘米。每个室底部都铺有筛目为1.5毫米的玻璃纤维筛。海水由一条上面钻有直径为1毫米的喷水孔的幅射状悬臂提供。从悬臂喷水孔喷出的海水成一定角度。喷水时产生的力推动浮式饲养盘体以1.8转/分的转速转动。除表层供水外，另外还在浮式饲养盘下端引进了圆周向喷射水流，使槽中水体沿饲养盘转动的相反方向旋转。这样，便在饲养室底部的筛水面之间造成了紊流，其结果是有利于氧气在水中扩散以及微粒废物的清除。龙虾的幼体似适应从上面喷下来的海水喷流，也适应养殖室的旋转。数年来，这种装置已成功地使用于龙虾的幼体的培育。在研究中，一种相类似的更大的水槽也用于研究较大幼体的饲养。这种水槽的直径为152.4厘米，高74.9厘米，装水后，水深可达67.3厘米。浮式饲养盘体由90个小圆室组成，每个圆室的直径和长度都为1.01厘米。水射流的压力推动饲养盘体以2转/分的转速旋转。在这个装置中，水下没有设喷水管，因此，必须经常进行废物的手工清除。

根据这些较小型装置的成功试验结果，现已设计并制造成了一种能将龙虾饲养到上市规格的管理观察室装置。这种装置中的养殖槽直径为304.8厘米，槽深36.8厘米，装水后，最大水深可达26.6厘米。有一条人行过道横跨水槽，还装有两个幅射状的悬臂，其作用是通过14个供水孔给水槽供应充氧海水。流量为60升/分的水流推动饲养容器以0.75转/分的转速旋转。

一种用于这种装置的新式单独饲养容器已研制成功。这种新式饲养容器由若干在真

空条件下制成的塑料篮组成，篮的周围和底部都有孔。这种篮子用白色ABS塑料板制成，板的厚度为3毫米，在制塑料的过程中，先用大型液压冲孔机在塑料板毛坯上打许多直径为5毫米的交错孔，孔与孔的间距为8毫米。这些孔提供了28.5%的敞开面积。然后将打了孔的塑料板毛坯放在加了热的真空成型室的木模上。为了保持成型室的真空状态，由于ABS塑料板上有孔，所以还必须加上一张不用收回的塑料薄膜。真空室制成的最终产品便是长方形塑料饲养室（即塑料篮），其四周围和底部都有孔。在塑料篮的成形过程中，由于塑料的膨胀尤其是其每个角的膨胀，使该处每个孔的直径从5毫米扩大到7—13毫米，但是，这似乎不会降低饲养容器的结构完整性。用硅橡胶粘合剂将泡沫聚苯乙烯片粘于饲养室的上沿，这就为每个饲养室提供了浮力。

每个养殖水槽可容纳48个饲养容器。由于为饲养容器提供浮力的泡沫聚苯乙烯占去一部分面积以及由于饲养容器是长方形的，而养殖水槽是圆形的，所以48个饲养容器实际上只占去养殖水槽面积的一半多一点而已。在较大型的变型装置中应研制出能更有效地利用可利用面积的饲养容器。

这种装置的大型机样机已良好地运转一年多时间了，在该装置中存活下来的成龙虾体重约达500克，其脱皮情况和生长率均属正常。

6. 溢流托盘养殖装置

溢流托盘养殖装置是由本研究小组和加拿大不伦瑞克圣安德鲁斯生物研究站的David E. Aiken博士联合研制成的。这种装置（见图2）由一系列玻璃纤维托盘组成。使用时要定期给每个托盘注满水并使其不断溢流从而将PVC塑料制作成的饲养室中龙虾排泄的废物加以清除。充氧海水从水槽或水管沿托盘的一侧长壁源源不断地引入，流经每个饲养容器的有孔壁，经过对面盘壁的溢水槽或收集管流出。与有孔的长隔板成90°角的短隔板用坚固的、不打孔的塑料构成。饲养容器的底部复盖有带孔筛网。容器的底部稍稍高离水槽底部。溢流托盘尾端的大阀门每天应打开一次，必要时，一次以上。因坚固的短隔板起着阻挡水槽中纵向海水水流的作用，故所有水流被迫通过每个饲养容器的有孔底部向下流，然后很快横流过水槽底部。这种快速水流对饲养槽底部的筛网及溢流托盘底部产生冲洗作用，这样，整个系统差不多能进行彻底的自行清洗。

两个溢流托盘养殖装置的原型已建造出来，并对它们进行了鉴定。第一个原型是用涂有环氧树脂的船用胶合板制成的，其规格为 $244.5 \times 78.1 \times$ 深度16.8厘米，装水后，其水深为11.5厘米。这个装置包含有72个聚氯乙烯饲养室，每个饲养室的规格为 $17.8 \times 12.7 \times$ 深度12.7厘米。72个饲养室分为3个单元，各含24个饲养室。每个饲养室的底部都用筛目为3毫米的聚乙烯筛网。两个直径各为50毫米的阀门每天都要开放，以冲洗整个溢流托盘。每天开放时间无需超过120秒钟。这种冲水作用能极其有效地清除废物，但是，为了清除附在托盘中的藻类和带菌残渣，也需偶尔进行手工清洗。

曾对饲养于管理观察室养殖装置和饲养于溢流托盘原型中的龙虾的生长率作过比较，并且，对饲养于几个实验室在饲养试验中所使用的容积为1公升、底部为无孔硬聚乙烯饲养室中的龙虾幼体的生长情况进行过测定，图3中用图示法表示了这些测定的

结果。所进行的回归分析以及龙虾所达到的最终规格差异的分析表明,饲养于这三种装置中的龙虾生长率之间的差距并不大($P>0.05$)。

鉴于从第一个溢流托盘原型获得了令人鼓舞的结果,故又研制成功了一个更大的饲养装置。这个装置由玻璃纤维溢流托盘组成。溢流托盘的规格与可在商业性养殖中使用的规格($48.7\times 121.9\times$ 深度17.5厘米)差不多。10个溢流托盘都安装于2个悬臂钢架系统上(见图2)。托盘中水深保持14厘米。每个溢流托盘含有96个规格各为 $28.9\times 19.4\times$ 深度17.5厘米的单独饲养室,共分8个单元,每个单元由12个饲养室组成。与槽中心线平行的两侧带孔塑料壁钻有许多直径为5毫米的交错孔,孔与孔的间距为8毫米,这些孔提供了28.5%的敞开面积。每个饲养室的底部都覆盖有筛孔为3毫米的聚乙烯筛网。冲洗一个溢流托盘约需180秒钟。从溢流托盘排出的水主要储存于集水槽中,经过滤后约过7分钟又回流到溢流托盘。

流入每个托盘的水流量一般为24升/分。有人曾在有机玻璃溢流托盘横截面实尺模型中进行过染色试验。流入的水很快流经各个托盘,其中的一部分水约在60秒之内到达排水系统。这样的水流率对于水的混合和充气都是合适的。在最小面积范围内饲养大量龙虾方面,在将充氧水均匀地供给每个饲养室方面以及将废物容易且很快地清除出去方面,这种溢流托盘养殖装置都优于管理观察室养殖装置和其他装置。此外,这种呈长方形的浅槽能使空间得到有效利用,具有较大的容纳龙虾的能力。

溢流托盘养殖装置适合安装于多达20层的架子上。现已考虑过对溢流托盘的设计作几项改动,包括加进空气提液泵吸系统,以用于水循环和充氧,以及在饲养室下方安装能产生涡流的喷射器。程序控制器和电磁阀能自动清洗溢流托盘,清洗后的污水按程序流入一个普通沉淀池中进行加温,过滤和处理。将溢流托盘装置应用于商业性养殖时,特制的提升叉车来往于溢流托盘支架之间的通道,以通过每个托盘上方的分料悬臂。如艺术家概念图所示(图2),我们想象出了一种高大的多叉式提升装置,这种提升装置装有悬于托盘支架两侧过道各层的每个饲养室上方的进料口。当投饵装置沿过道往下运行时,光电管就会辨别托盘上的标志信号,同时启动一系列进料口,从而使来自中心进料漏斗的颗粒饲料随着迅速移动的气流不断向下灌输到各个饲养室。整个溢流托盘装置最终可由一台或多台小型电子计算机控制下的投饵机进行投饵。这种投饵机的操作原理如同目前大型仓库使用的自动提货机一样,在电子计算机输入程序的控制下,能够选择提取贮存在仓库的任何一层上的货物并递送至卸货台上。

7. 深槽养殖装置

诚然,管理观察养殖装置和溢流托盘养殖装置都是可靠的半自动化养殖装置,但这两种装置还存在这样那样的问题。在管理观察装置中,因龙虾都分养在同一层中,因此,这种装置需较大的场地。架于多层支架上的溢流托盘装置虽解决了占地面积太大的问题,但由于在支架的每一层上都必须安装溢流托盘用以放置饲养室,所以这种系统的造价相当高。为此,我们目前正在评估一种深槽装置。这种深槽装置具有能立体布置饲养室的优点,而且其造价比溢流托盘装置要低得多。

这种深水槽装置由一个大型的深养殖槽构成。有孔饲养室叠装于槽中（见图4）。安装在该装置上方的绞车或龙门吊能将饲养室垂直提升出该深槽以进行投饵、放养或捕获等项作业。在每个养殖容器的垂直面上镶嵌有软质橡胶进料口，而饲料喷嘴可在进料口中来回滑动，饲料则从饲料喷嘴灌注关至各个深槽饲养室。

这种装置的原型也已制造出来。原型的玻璃纤维养殖槽的规格为 $294.3 \times 137.1 \times$ 深度91.4厘米。槽中含有20套饲养容器组，每组包括49个饲养室，每个饲养室的规格为 $16.5 \times 12.7 \times$ 深度10.2厘米。这样，在海水容积还不到4000公升的这种装置中，总计可养殖980只龙虾。

饲养于这个装置的龙虾的生长率和存活率的研究工作目前正在进行中。如果这些研究结果表明这种装置是成功的话，那么，将对这种用于单独饲养龙虾的深水槽装置进行其应用于商业规模龙虾养殖方面的更为详尽的研究。初步的估计若是正确的，那么，极高密度地养殖龙虾是完全可行的，也许在宽度和深度各为3米的水泥水道中，龙虾的放养密度可高达73公斤/米²（底面积）。

8. 其他单独饲养装置

这里介绍的若干种饲养装置比近些年来所推荐的其他装置都优越，它们都为资本密集型的，和用于在池塘中养殖相残性不怎么厉害的种类的一般方法相比，具有节省地盘、节约劳力的优点。然而，这些养殖方法的复杂性也是各不相同的。表1中列出了它们各自的优缺点。将浮式单独饲养室按平面排列放置于现成水体中的方法可能是最简单的。最近养殖工程公司正在美国佐治亚州Raccoon海湾试验研制的近海平面养殖装置就属于这类简单装置。Bentho养殖公司及欧洲Homarus gammarus养殖公司推荐了一种为避免海洋表面气候条件的影响而放置于海底的养殖箱立体组合装置。潜水人员可以每天潜入水下维修养护这些水下养殖装置。1968年McDonalds氏获得了一种类似的近海立体养殖装置的专利，这种装置的维修工作可以在人行桥台上进行（见图6）。近海装置的最大优点在于建造成本较低，进行水处理和抽水作业时所需费用也低。不过，这些优点可能会被近海环境难以控制，放养、投饵、捕获比较困难和疾病与天敌不易防止等问题以及牵涉到限制公共水道等潜在的法律问题抵销掉。

为加强对环境条件的控制，现在研制成的同类相残甲壳类单独饲养装置大多数是岸上装置。如表1所示，这些装置可以分为三类：平面装置设单层饲养室；多层平面装置中垂直叠装若干饲养室组合体，但这种装置的每一层都在它单独的托盘或槽内；立体装置由若干单独饲养箱迭堆成的堆或层所组成，而且浸没于一个或一个以上的深水槽或水道中。

管理观察养殖装置就是一种平面养殖装置。在地皮及其便宜，从而装置可以大大展开以提供单独饲养室的地区可采用平面养殖装置，平面养殖装置具有水表面积与水体积的比率高，从而使氧气容易溶入水中的优点，同时还具有不受垂直上下约束，管理、放养、投饵和捕获作业方便的优点。

然而，美国大部分沿海地区的地皮十分昂贵，这实在另人遗憾。正因为如此，美国

在龙虾的商业性养殖中必须采用能垂直利用土地空间的方法。一个利用垂直空间的方法是将养殖装置布置于垂直式架上。一种适合于这种方法的装置就是溢流托盘。如图2所示,可以用在市面上能买到的架搭悬臂式仓库的材料将溢流托盘分层叠放。这种装置也具有人员进出方便以及水表面积和水体积之间比率较高的优点。但是,因为每层都需安装一个槽,所以使用这种系统似乎太浪费,费用太高。这种层状的平面装置尤其适用于养殖特别名贵的水生动物,如brood stock,因名贵品种在养殖期间必须经常进行处理和搬迁。

立体装置所需地面积最小,养殖槽的造价低廉,而且无需过多的堆装托盘,故这种装置最廉价。但是,立体装置有水表面积与体积的比率较低以及投饵和捕获不方便等两个主要缺点,不过,这些缺点都可以用最近的几项技术革新来弥补,至少在理论上是如此。

鉴于以上理由,除上述深槽装置外,还设计了许多立体单独饲养装置。这些立体装置主要用来饲养龙虾,当然,有的也用于养殖罗氏沼虾。

在研制用于饲养龙虾的筒式垂直饲养装置的过程中,得到了缅因州Kittery的Sander和Associates公司的资助。筒式垂直饲养系统请见图7。每只龙虾单独饲养由于垂直聚丙烯管中的拉杆拉悬着的圆盘上。将饲料填进插管侧面的各个凹口内,再将插管插进饲料分配管,而该管凿有间隔距离正好与插管凹口相吻合的孔,就用这种方法将饲料引到每一层。转动插管,养殖于每一层的龙虾就能获得饲料。这种装置的最大缺点是聚丙烯管的成本太高。看来,将饲养箱放置于较大的养殖槽中而不要使用聚丙烯管,这就能使成本效率提高。

图8所示的便是加利福尼亚大学的研究人员所推荐的这种筒式立体龙虾饲养装置。在这种立体装置中,龙虾饲养于分隔成一个个饲养室的盘中。这些盘垂直堆迭并浸没于大型钢丝网筒式水槽中。在筒式水槽上方的移动式台架上安装有若干悬臂,悬臂能将盘堆提升出筒式水槽,也能将每一盘水平地移离盘堆以进行投饵,然后又可将之移送回盘堆。加利福尼亚大学农业工程系的科学家们已制成了这种台架的实尺样机。看来,这种饲养装置具有相当大的发展潜力。不过,由于每个带孔养殖盘的底部同时作它下面的饲养盘的顶盖,因此,可以想象,有些龙虾可能会紧紧地贴附在顶盖下,这样,再将饲养盘从这一槽堆移到另一槽堆时,龙虾有可能会受伤,甚至死亡。

Westinghouse公司曾推荐过一种由几个研究小组的研究成果综合而成的龙虾饲养装置(见图9)。这是一种立体装置,其饲养盘分别整齐叠成两堆,并用链条传动及齿轮系统将两者联系起来。饲养盘不断移动,从其中的一堆垂直提升至上方投料口,投料后再将它水平地放进另一个堆。然而,虽然这种设计使饲养盘放置起来较方便,但长期在海水中操作复杂的链条传动及齿轮系统所要求的技术方面尚存在某些问题,同时,在这种装置中,龙虾也能紧紧地贴附于顶盖下,因此,在码装过程中,龙虾也有可能跑掉或受伤。

有人曾建议过用几种立体饲养装置养殖罗氏沼虾。特伦顿州立学院研制成了一种倾斜式的盆式装置(见图10)。在该装置中,颗粒状饲料能均匀地分布于大型养殖槽的整个水面。由于颗粒饲料会沉淀,因此,它们都能沉到饲料盘内,罗氏沼虾将螯伸出单独

饲养箱的孔，将饲料钳进箱内。现已制成几个这种系统的原型，罗氏沼虾在其中的生长和存活情况都属良好。一种操作经济模式表明，在这种装置中养殖罗氏沼虾可获得相当的利润率。这里必须提出一个问题，即应该妥善安排饲料分配装置的操作程序，以使颗粒饲养不致落入饲养盆的水平顶面，因为如果落在水平顶面，虾就无法得到饲料。

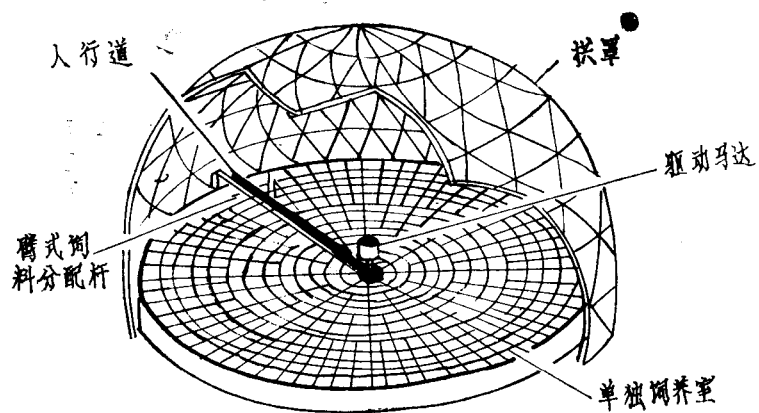
加利福尼亚州的Syntex公司和太阳能水产养殖公司推荐了两种类似的装置。在这两个装置中，所有饲养笼的笼壁和底部都有孔，同Trenton装置的设计一样，在这两个装置中，饲料也是从上往下投的，通过笼子的带孔底部直接下降，并用两种已获得专利的不同方法将落下的饲料截留于每一层上。这种饲养方法存在着一个普遍的问题，即如何能使饲料直接、均匀地落到每个饲养室去。

圣迭戈大学研制的深水槽装置（见图4）似乎是一种有前途的立体单独饲养装置。这种装置的造价较之其他立体系统为低，由于每天都要用机械装置将饲养盘提升出深水槽进行投饵和管理，故可就近观察虾的疾病、摄食过量和死亡情况。此外，为降低建造成本和解决由于限制建筑物高度而带来的一系列问题，还可以把饲养盘垂直悬于其中的水泥道部分地或整个建在地下。对这些装置进行进一步分析应能为评估龙虾商业性养殖可行性提供必要的数据库。

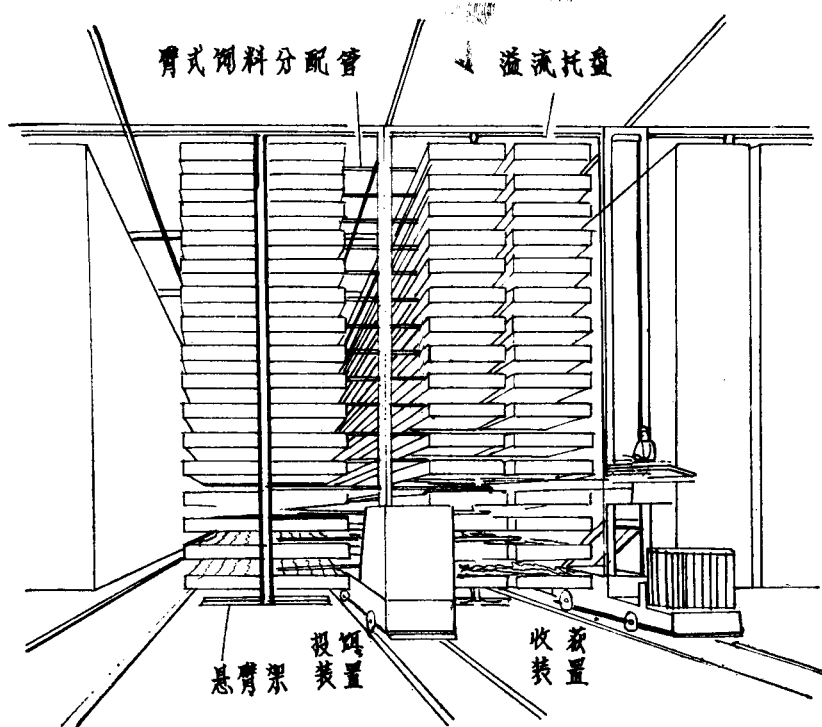
表—1 对五种精养龙虾的方法中起主导作用的11项因素的评价

养殖系统设计方案

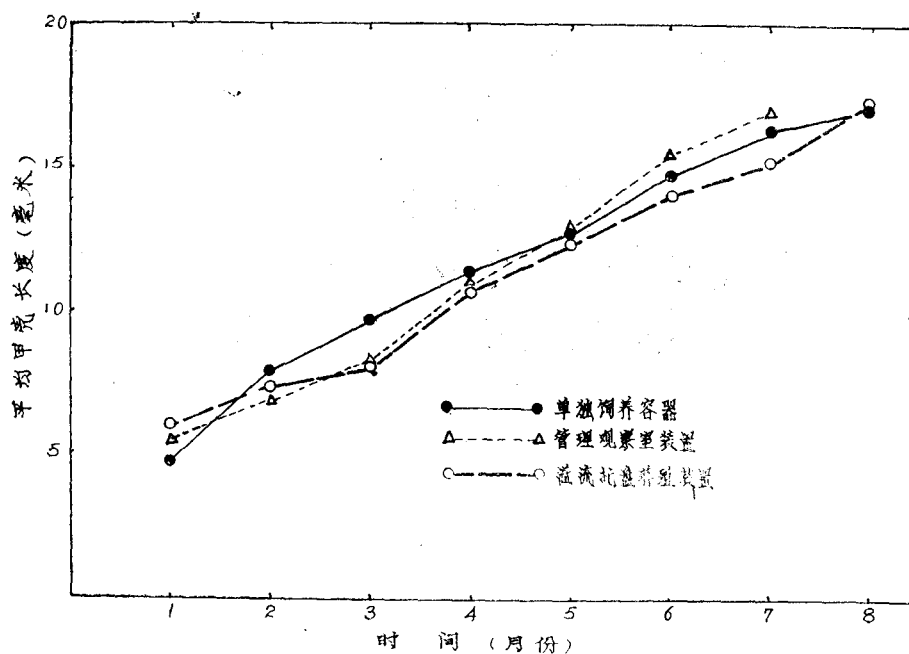
	近 海		上 岸		
	2 D (平面)	3 D (立体)	2 D (平面)	2 D (平面)	3 D (立体)
产量/底面积比	低	高	低	中等	高
对环境的控制	难	难	易	易	易
水表面积/体积比	高	中等	高	高	低
充气费用	低	低	中	中	高
水处理及抽水费	低	低	中	高	中
地皮费用	低	低	高	中	低
设备费用	低	低	高	中	低
投销难易程度	中等	难	易	中等	中等
收获难易程度	中等	难	易	易	中等
观察难易程度	中等	难	易	中等	难
疾病传播可能性	大	大	中	小	小



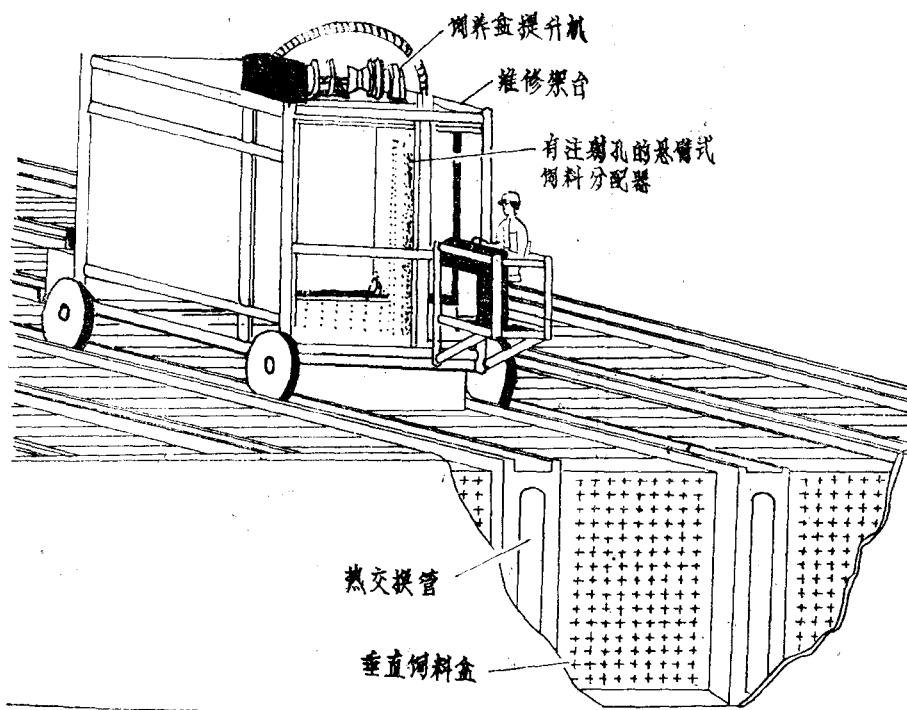
图—1 管理观察室装置



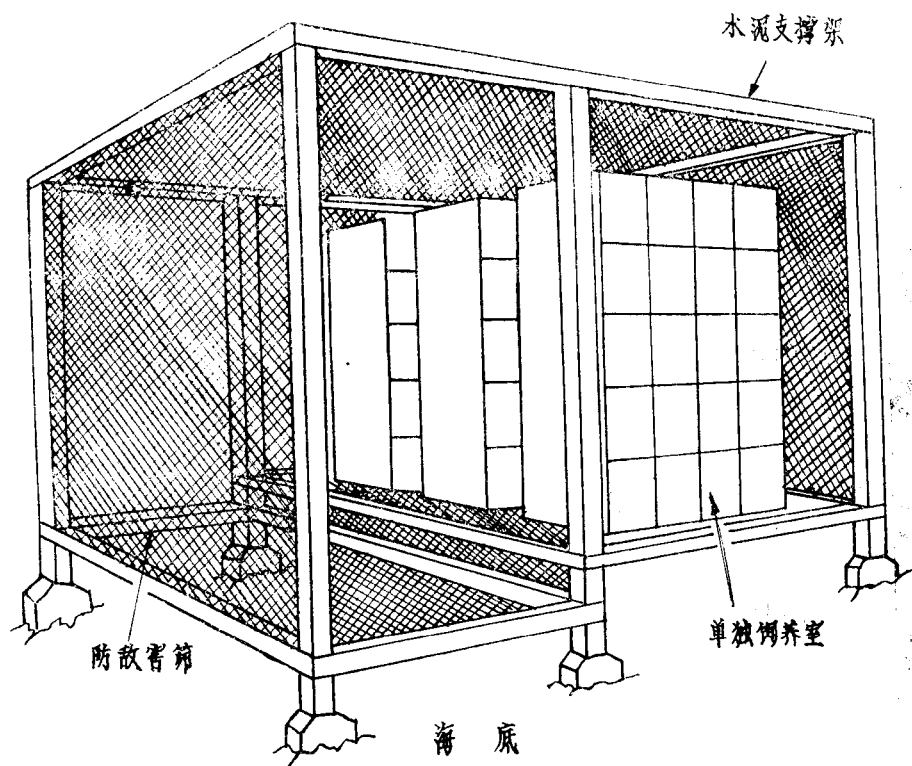
图—2 溢流托盘养殖装置



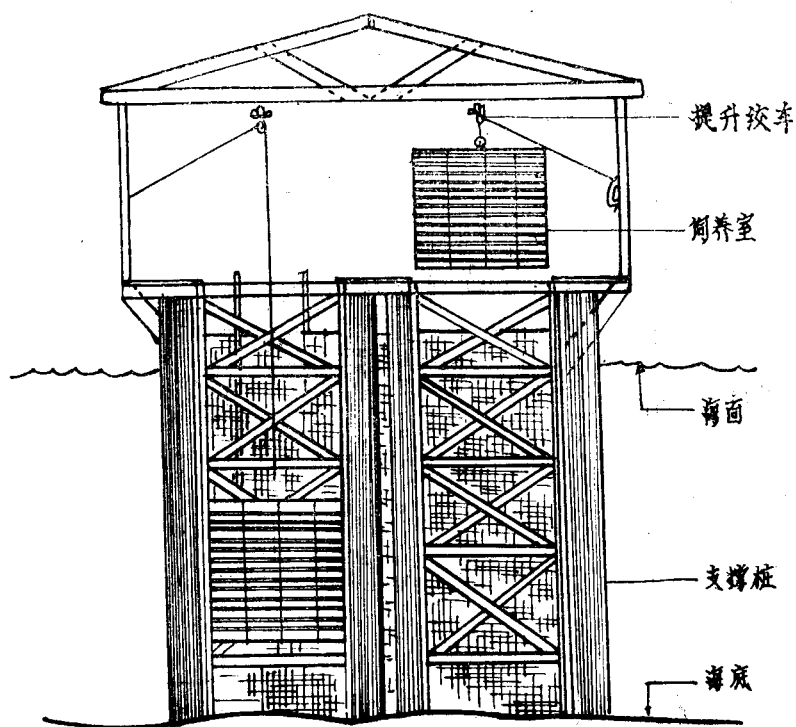
图—3 精养装置生产率比较



图—4 精养装置示意图

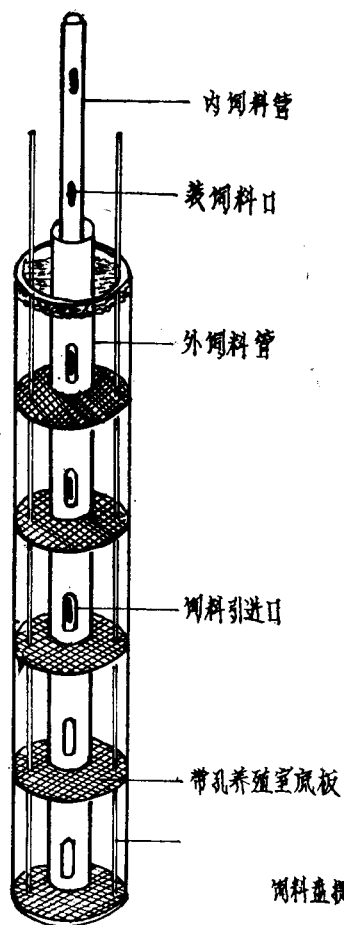


图—5 精养装置示意图

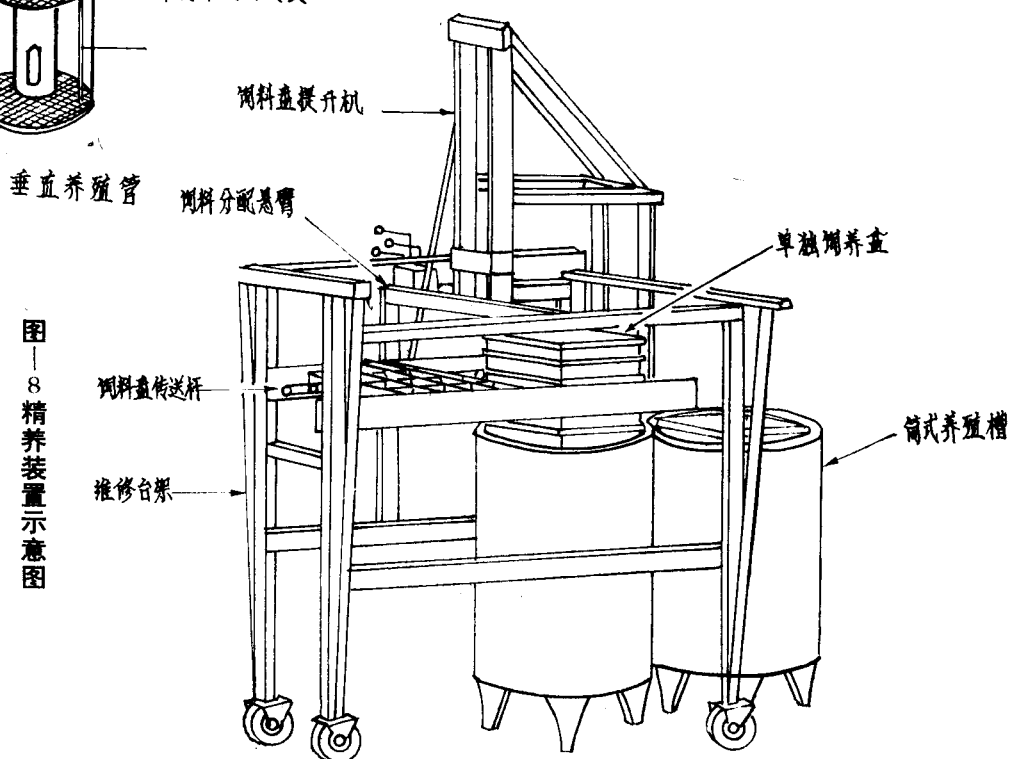


图—6 精养装置示意图

近海龙虾养殖台



图—7 精养装置示意图



图—8 精养装置示意图

图 9 精养装置示意图

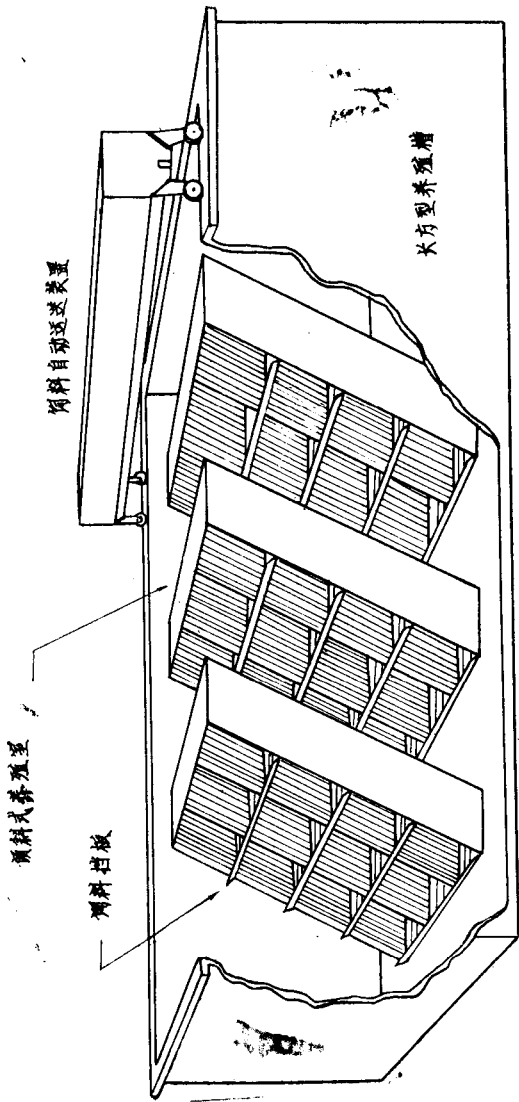
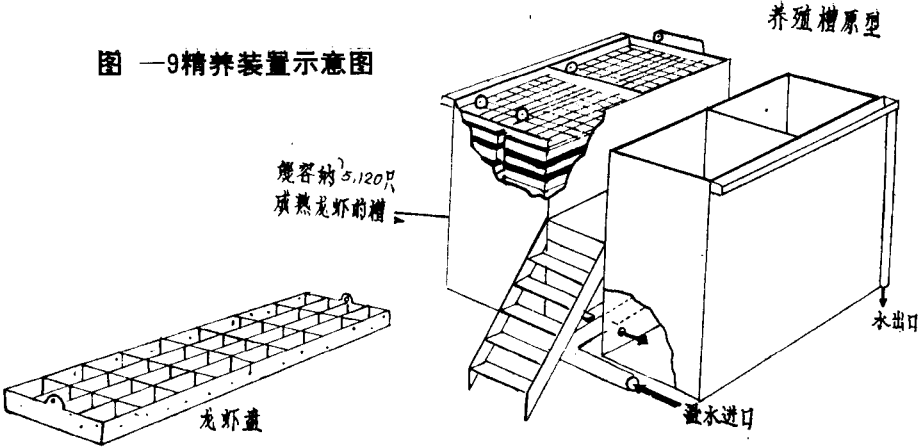


图 10 倾斜盘虾类饲养系统

毛志清译
都先钧 徐淑芳校

海底生物生长箱

B. Zeitzschel, J. M. Davies 合著

1. 引言

为了解海洋中底栖生物群落,就必须获得有关该部分的海洋生态系统的结构及其功能的详细知识。有大量的出版物都介绍海底现存的动植物资源。从浅海到大陆架斜坡200米深处的集群都与其大多数环境因素有关这已为众所周知,特别是在能用自持水下呼吸器进行观察和取样的深度,就更为人们所熟悉。可是目前人们对深海底部现有的大、中、小动物区系的知识却还相当缺乏。不过,很多考察队已经获得了关于各种不同分类种群性状和数量的资料。

至于底栖生物群落的机能方面就较难调查了。要调查此问题有如下两个基本方法:

- 1) 种群数量变动法;
- 2) 生理法。

关于群体数量变动法要使用群体的繁殖率、生长率、死亡率以及群体结构的年龄和大小等数据,例如以此来计算次级生产量,这些数据大多是通过深入细致的现场调查研究而获得的。所谓生理法,就是通过实验来测定生物的摄食、同化、呼吸、排泄及其它代谢过程的速率。这些实验既在实验室(Lasserre, 1976年)也在现场进行,但实验室的测定工作往往由于在实验室不可能模拟有关的环境条件而难以进行,此外,也往往不可能得到实验所需要的生物,例如合适的底内动物或活的深海生物。阐明实验室测定的数据时也经常产生严重的问题。

另一方面,进行现场实验所需费用往往相当大,特别是在需要用船和复杂的机具时。尽管如此,现场实验获得的结果却往往更为实际。

海底生物生长箱既可以用于种群数量变动法,也可以用于生理法。对于前一种方法,在海底要使用网箱和沉积箱。对于后一种方法,钟形罩和不同形状和规格的水流通过系统是良好的工具。

根据要调查研究的问题,可能需要在海底圈围起一个小区,包括原来就生活在那里的和其上覆水域的所有生物,然后测定在一定时期内某些特定因素的变化比率。

这些测定工作可以在实验容器内或在陆地上的实验塔里进行,就象在罗德岛大学的新的环境保护局项目中那样(1976),或者是在为现场使用而设计的海底生物生长箱里进行。

用现场海底生物生长箱进行实验的目的是要测定:

- 1) 水底植物的初级生产量