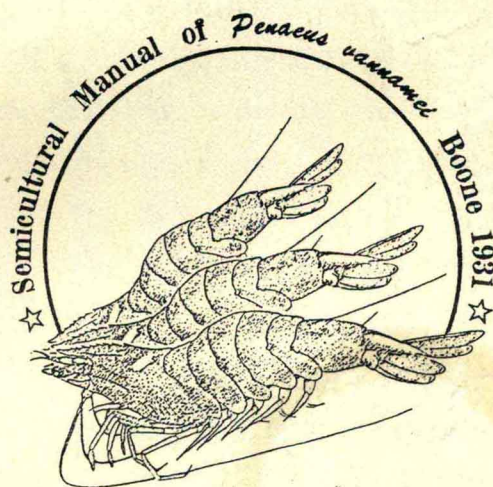


南美白对虾
(*Penaeus vannamei* Boone, 1931)
半精养生产技术指南

张伟权 著



中国科学院海洋研究所
《海洋科学》编辑部·编辑·出版·发行
1994 年 11 月

目 录

前言	(1)
第一部分 养虾场址选择	(3)
1.1 水质条件	(3)
1.2 地质条件	(4)
1.3 水文因素	(5)
1.4 气象条件	(5)
1.5 生物环境	(6)
1.6 其它	(6)
1.7 可行性调查参考提要	(6)
第二部分 养虾池的基本构造及其配套设施	(10)
2.1 场区布置	(10)
2.2 半精养虾池的基本结构	(10)
2.3 内循环海水净化池	(14)
第三部分 清池和繁殖池内饵料生物	(15)
3.1 清池	(15)
3.2 繁殖基础饵料生物	(16)
第四部分 虾苗及其放养	(22)
4.1 虾苗的质量鉴别	(22)
4.2 虾苗入养成池前的准备	(22)
4.3 虾苗运输	(22)
4.4 虾苗计数	(23)
4.5 虾苗放养条件和放养密度	(24)
4.6 虾苗中间培育	(25)
第五部分 养成期管理	(28)
5.1 养成期池内环境因子监测	(28)
5.2 养成期池内换水	(29)
5.3 饵料及其投喂	(30)
5.4 巡池	(33)

5.5	对虾浮头现象的判别和防治	(34)
5.6	中期带虾清池(清除鱼害)	(36)
5.7	池内有害水草和丝状藻类防除	(37)
5.8	养殖池水环境保护	(38)
5.9	对虾定期生物学测定	(39)
5.10	对虾池存量估计	(41)
5.11	养虾池生物环境测定	(41)
5.12	对虾收获	(41)
	第六部分 养成期虾病及其防治	(44)
6.1	对虾生物性疾病	(44)
6.2	对虾环境性疾病	(54)
6.3	对虾营养性疾病	(55)
	第七部分 实用附录	(57)
7.1	日常管理记录表	(57)
7.2	生物学测量记录表	(57)
7.3	常用筛绢及筛网规格表	(58)
7.4	常用度量衡换算表	(59)
7.5	不同温度条件下淡、海水内溶解氧饱和含量表	(60)
7.6	常用面积及体积求取公式表	(61)
7.7	中华人民共和国渔业水质标准	(62)
7.8	已知比重和水温求盐度表	(63)
7.9	简易现场海水盐度测算法	(65)
7.10	海水内余氯测定法(碘化钾+淀粉法)	(65)
7.11	配制不同溶液浓度的捷算法	(65)
7.12	海水内异养菌数量测定(M. P. N)法	(66)
7.13	几种病毒包涵体简易检测法	(68)
7.14	溶解氧体积与重量转换公式	(70)
7.15	海水波美度、比重与盐度换算	(71)
7.16	摄氏温度与华氏温度转换公式	(71)
7.17	血凝法现场快速诊断虾病	(72)

7.18	鲁戈氏液(固定单细胞藻用的碘液)配制	(72)
7.19	单胞藻类和原生动物计数法	(72)
7.20	漂白粉有效氯含量测定法	(74)
7.21	已知离子态氮浓度求毒胺含量	(75)
7.22	常用元素的原子量对照表	(76)
第八部分 实用基础知识		(77)
8.1	虾病防治中的合理用药常识	(77)
8.2	养殖水环境保护剂使用常识	(96)
8.3	对虾配合饵料使用常识	(107)
8.4	光合细菌培养及其使用常识	(115)
第九部分 本书内出现的各类生物拉汉学名对照		(122)
第十部分 主要参考资料		(131)
第十一部分 实用附图		(139)
附图 1	半精养池平面布局	(139)
附图 2	单个养虾池平面及横截面示意	(140)
附图 3	养虾池内常见的敌害鱼类	(141)
附图 4	养虾池内可能出现的其它鱼类(Ⅰ)	(142)
附图 5	养虾池内可能出现的其它鱼类(Ⅱ)	(143)
附图 6	养虾池内常见的单细胞藻类	(144)
附图 7	养虾池内常见的原生动物	(145)
附图 8	养虾池内常见的饵料生物(Ⅰ)	(146)
附图 9	养虾池内常见的饵料生物(Ⅱ)	(147)
附图 10	可以作为对虾饵料的几种软体动物	(148)
附图 11	可以作为对虾饵料的几种小型虾类	(149)
附图 12	养殖池内常见的几种其它生物	(150)
附图 13	几种病毒包涵体的形态(Ⅰ)	(151)
附图 14	几种病毒包涵体的形态(Ⅱ)	(152)
附图 15	几种致病微生物的形态	(153)
附图 16 ₁₋₈	养虾池内常见的几类生物形态图	(154—161)

南美白对虾(*Penaeus vannamei* Boone)

半精养生产技术指南

前 言

南美白对虾(*Penaeus vannamei* Boone, 1931)旧译名凡纳对虾,国外叫白脚虾(White-leg shrimp)。原产于中、南美太平洋沿岸水域(秘鲁北部至墨西哥桑诺拉(Sonora)一带,以厄瓜多尔沿岸的分布最为集中)。是迄今所知世界养殖产量最高的三大优良虾种之一^①。本世纪七十年代初厄瓜多尔(Ecuador)正式试养,并一举成功。

南美白对虾与中国对虾酷似。成体最大体长可达23cm。外形特征为:额角短,不超出第一触角柄的第二节,第一触角内外鞭等长,皆极短小;正常情况下,大触须青灰色;心脏暗黑色;步足常呈白垩色;头胸甲短,与腹躯之比约1:3;雌虾不具纳精囊(Thelycum)^②。其自然栖息区的生活条件为泥质海底,水深0~72m,水温25~32℃,盐度28~34,pH值8.0±0.3。本种与中国对虾相比,具有下列优点:

1. 繁殖期长,全年皆可进行育苗生产;
2. 对水环境因子变化的抗逆能力强,养殖管理比较容易;
3. 离水存活时间长,可以活虾销售;
4. 抗发病能力强,半精养条件下成活率一般可高达80%;
5. 生长快,肉质鲜美,正常密度条件下,经100天左右饲养,体长可达12cm;
6. 对食物的要求低,饵料中只要含有25~30%的蛋白质成分,即可正常生长;

① 它们是斑节对虾(*P. monodon*)、南美白对虾(*P. vannamei*)和中国对虾(*P. chinensis*)。1994年的养殖产量依次为44.7万吨、11.0万吨和5万吨,分别占全世界总产量的61%、15%和6.5%(另17.5%为其它种对虾)(据B. rosenberry, world shrimp farming, 1994稍加调正)。

② 全世界已知对虾属(Genus *Penaeus*)具开放型纳精囊的对虾有5种,它们是南美白对虾(*P. vannamei*)、蓝对虾(*P. stylirostris*)、西方对虾(*P. occidentalis*)、美洲白对虾(*P. setiferus*)和史氏白对虾(*P. schmitti*)。都属*Litopenaeus*亚属。其中前三者为美洲太平洋沿岸分布种,后两者为美洲大西洋沿岸分布种。

7. 虾体含肉部分大,加工出肉率可高达 67%。

因此是国际水产品贸易市场和世界各地养虾业者的争夺对象。

本指南所列各项设施和工艺,适用于南美白对虾养殖生产,也可以供其它对虾种类养殖时的参考^①。主要技术措施包括:1. 养殖场址的选择;2. 养虾池的基本构造及其配套设施;3. 清池和繁殖池内基础饵料生物;4. 虾苗及其放养;5. 养成期管理;6. 虾病防治等几个方面。篇末还附有常用筛网规格表,常用度量衡换算法,盐度换算表,国家渔业和养殖水质标准等,为了满足广大养殖业者的工作需要,本指南还特地附有血凝法现场快速诊断虾病,海水内异养菌数测定,对虾病毒包涵体检测,光合细菌培养方法,虾病防治中合理用药常识以及水环境保护剂的使用常识等等,供实际使用时参考。

本指南的对虾生产指标为:若虾苗投放密度 8,000 尾/亩,苗长 2~2.5cm,饲养 100~120d,单产对虾可达 100kg/亩,收获时对虾平均体长 11~12cm(商业标准),成活率大于 85%。

① 各项水环境因子参数略有差异

第一部分 养虾场址选择

场址的选择,关系到投资、施工、养殖方式、生产管理、产品销售、人才流动等一系列重要问题。换言之,与企业发展的命运息息相关。因此决不可草率从事。对虾养殖场址的选择,首先必须考虑到水质和地质条件,同时还必须兼顾诸如生物、气象、水文、通讯和交通等各个方面,甚至对当地的养殖历史和发展潜力等也都必须考虑在内。

1.1 水质条件

水是养殖对象赖以生存、生长和繁殖的媒体。海水的组成和理化性质是直接影响对虾生命活动的关键。建场前必须对该处的水质条件进行分析。内容包括温度、盐度、pH 值(酸碱度)、溶解氧、氨氮含量、浑浊度(透明度)、以及可溶性有机质含量、农药和有毒重金属离子浓度等等。对于大多数对虾属的种类来说,养殖区沿岸海水的水质因子参数,一般应该满足:水温 $18\sim 32^{\circ}\text{C}$ 、盐度 $15\sim 32$ 、pH 值 $7.6\sim 8.5$ 、氨氮(NH_4^+-N 计) $0.02\sim 0.04\text{mg/L}$ 、亚硝酸氮(NO_2-N) $0.01\sim 0.04\text{mg/L}$ 、硝酸氮(NO_3-N) $0.1\sim 0.2\text{mg/L}$ 、磷(PO_4-P) $0.01\sim 0.04\text{mg/L}$ 、硫化氢(H_2S) 0.2mg/L 以内、无机碳 20mg/L 以内、有机碳 0.5mg/L 以内、溶解氧(D. O.) 5×10^{-6} 以上、C. O. D $< 3\text{mg/L}$ 、透明度 2m 左右。此外还必须注意到农药和有毒金属离子的浓度,例如锌的含量不超过 0.1mg/L 、铅不超过 0.1mg/L 、汞不超过 0.0005mg/L 、镉不超过 0.001mg/L 、铜不超过 0.01mg/L 、铬不超过 0.0005mg/L 、农药中的氨基甲酸酯、有机氯、有机磷等的浓度都不应该超过 $1\mu\text{g/L}$ (1ppb)。

确定水质条件的优劣,有时也可以凭借经验。例如我国劳动人民总结的“一触、二尝、三闻、四观”法值得参考。即用手指捻水,滑腻感强的不是好水;口尝时,苦涩不堪的不是好水(咸而无异味的是好水);鼻闻有腥、臭味的不是好水;眼观水中浮游种类组成贫乏、水色异常(发红、变暗)、泡沫量大且带杂色的不是好水(正常海水的泡沫为白色。泡沫量越大,表示海水富营养化越严重)。

由于近代工农业的高速度发展、农药(包括植物除莠剂)和工业废水经常倾注入海,使沿海一带海水的组成发生明显变化。有机毒物和重金属离子浓度

下断增高,为了防止这类潜在性威胁可能带来的危害,选址时必须严格避开矿区、造纸、洗麻、拆船、制革、农药、印染、化工和核辐射等污染源。

除了上面提到的外,选择场址时还必须考虑有充足的淡水水源,特别是盐度偏高或者蒸发量较大、进水条件比较困难的沿岸地区,就更应如此。下列盐度范围对于大多数对虾养殖是可以参考的:

盐度范围	养殖对虾生长情况
低于 5‰	差
5~15‰	尚佳
15~25‰	佳
25~35‰	尚佳
高于 35‰	差

1.2 地质条件

地质条件通常包括地形、地势、地貌、土层结构和土壤性质等。选择养虾场址,要首先考虑潮间带海陆相的变化速度和纳、放海水是否畅通无阻。另外还要考虑施工的易难程度。一个理想的半精养养殖场地应该选择地貌变化相对稳定,高埕适宜,面积广袤,滩面开敞、平直、比降不大于 1:300 的潮间区。因为这里的饵料生物比较丰富,进排水和海水自净的能力都较强。

建造养虾池(指围堤式养虾池),必须掌握土壤的特性,后者包括粒度^①(如泥、砂质泥、泥质砂、粉砂、细砂、粗砂、石砾等等)、粘度、底质化学组成、有机质含量、渗水性、载重能力、酸碱度和植被土层的厚度等等。

建坝用的土壤必须有足够的粘度和抗浪击能力、通常要求泥质或者砂质泥(泥多砂少),具有较强的保水性能力。对池底土壤的要求是:1. 含粘土量大于 25% 的地层厚度不小于 1m;2. 池底 1m 以内不出现岩基或者胶结层(滑动

^① 粒度分类标准为:石砾(2~65mm),极粗砂(1~2mm),粗砂(0.5~1mm),中粒砂(250~500 μ m),细砂(125~250 μ m),极细砂(63~125 μ m),粗淤泥(31~63 μ m),中粒淤泥(16~31 μ m),细淤泥(8~15 μ m),极细淤泥(4~8 μ m),粘土(<4 μ m)

层);3. 地下水位不超过池底标位;4. 有一定的硬度;5. 底土内有机质的含量不应超过 5%;6. 严禁在烂泥淤积过深的地方建池。

值得注意的是酸性或者潜酸性土壤(土壤中含有大量硫酸铁)会使养殖池内海水的 pH 值大大下降,严重时 pH 值可达 3~5,影响对虾生长,因此不适用于建池。

1.3 水文因素

包括潮汐类型、潮流速度、潮差大小、最大和最小潮期出现的月份;波浪情况(波向、波级、最大波高);沿岸流方向和大小等。

通常,潮差较小的地方,进排水的能力较差,而潮差较大的地方(超过 2m),有利于节约能源(指潮差式养虾池)。对 虾养殖要避开浪击区,养殖池要建造在安全高度以内。

1.4 气象条件

对虾养殖,从放苗开始到养成管理,直至最后收获,都与气象条件有密切的关系。选择场址时下列气象因素必须优先考虑,它们是:年最低和最高气温,各月的平均气温;年降雨量大小及其集中季节;当地蒸发量的大小和最大蒸发季节;风况(包括常年风向、风力、高风季节,有无台风和飓风史等);沿海全年雾日、雾季、湿度、降霜期、寒流和日照期长短等等。其中,降雨量和蒸发量的大小,常常是改变养殖池内盐度的主要原因。特别在以二级浅水海湾(半封闭型海湾)为基地的养殖区内更为如此。蒸发量大的地方,必须有良好的换水条件(包括附近有足够流量的淡水河泊和水库)。相反,降雨量大的地方,则要注意到排洪条件。气温与虾苗放养,养成期的长短以及收获的迟早都有直接关系,而日照期的长短及雾日的多寡则与池内基础饵料生物的消长有关。必须强调,绝大多数养殖对虾都无法忍受持续低温。因此,提前了解春末、秋初前后的寒流规律,是生产措施中的一个不可忽视因素。除此外,养虾场址的选择,还一定要注意避开台风袭击区。

1.5 生物环境

要尽可能地了解养虾场附近及其毗邻水域内生物的大体组成、分布、主要种类的繁殖季节、繁殖高峰以及生物量消长。这些类别包括捕食性敌害生物、竞争生物、寄生生物、附着生物、底栖生物和浮游生物。有条件的地方还需要了解海区的初级生产力乃至弧菌和总异养细菌的数量,据此可以客观地对拟开发区的全貌作出粗略的评估。例如,大型敌害生物(鲈鱼、四指马鲛、鱿鱼、乌贼等)和赤潮生物(膝沟藻、裸甲藻、中缢虫等)经常大量出现的地方,不适于发展对虾养殖生产;水生植物,特别是蔓延速度极快的沟草(*Ruppia* spp.)、浒苔(*Enteromorpha* spp.)、刚毛藻(*Cladophora* spp.)等大量生长和分布的范围内,尽量避免建场等。

生物环境因子实际上还包含养殖场附近的活饵料资源。诸如双壳贝类、甲壳类(卤虫、螺赢蜚)、头足类(耳乌贼)、多毛类(沙蚕)和小杂鱼、虾等的分布和蕴藏量。此外,养殖海区内是否有同种或者不同种对虾和虾苗分布及其可获性(随流入养殖池)等也应当是养虾场址选择时须要考虑的条件之一。

1.6 其它

除了上面提到的各项内容外,场址选择还需考虑到交通、电力供应和通讯能力。生活条件是过去最易被忽视的一个因素,为了吸引技术人才长期致力于当地的养殖事业,应当重视这个问题。

1.7 可行性调查参考提要(供国内和出国考察时参考)

为了实用上的方便,现将场址勘察内容细列如下(注:打有*号者为重点考察内容)。

1.7.1 拟开发区沿岸地理、地质、水文、气象情况:

甲 地质资料

(1) 地理位置

- a. 所处经纬度;b. 海岸线全长;c. * 潮间带总面积;d. * 可开发养殖

面积。

(2) 地震史(震级、震中、波及面大小)

(3) 地形、地貌及地势特点

a. 海拔高度;b. * 滩涂比降;c. * 地貌变迁史

(4) 土层

a. * 分层情况;b. * 土层承载能力;c. * 土层防滑能力;d. * 土层保水能力;e. 硬度。

(5) 土质

a. 土壤颜色;b. * 土壤化学组成;c. * 酸碱度;d. * 粒度分类(用粘土、泥、砂质泥、泥质砂、粉砂、细砂、中砂、粗砂、砾石等表示);e. * 土壤有机质含量;f. * 土壤凝聚力及渗水力;g. 原植被土壤厚度。

乙 调查区内水系分布

(1) * 河流、湖泊、水库名称、大小,及其可利用程度、排洪条件;

(2) * 径流量及径流季节(包括洪峰期及枯水期);

(3) * 地下水及其水位;

(4) * 温泉情况及其可利用性;

(5) 河口盐度

丙 气象资料

(1) 气温

a. * 年最高、最低气温(月份);b. * 年平均气温;c. * 月平均气温。

(2) 降雨

a. * 年最大、最小降雨量(月份);b. * 年降雨集中期。

(3) 蒸发

a. * 年最大、最小蒸发量(月份);b. 年平均蒸发量。

(4) 风况

a. * 常年风向、风速及风力;b. 多风季节;c. * 台风及飓风、海啸史。

(5) 湿度

a. 年相对平均湿度;b. 年最大、最小相对湿度。

(6) 冰霜、寒流及降雪

a. * 初霜期;b. * 寒流规律;c. 初雪期。

(7) 日照

- a. 日照期长短; b. * 平均日照; c. * 最大日照期。

丁 水文资料

(1) 潮汐

- a. * 潮汐类型(全日潮、半日潮、混合潮); b. * 平均潮差; c. * 最大及最小潮位; d. * 最大、最小潮出现月份; e. * 当地潮汐表。

(2) 波浪

- a. * 沿岸最大波高(浪高)、波级、波长; b. * 年平均波高、波向、波级。

(3) 海流

- a. * 沿岸流类型、流向、流速; b. * 河口流速; c. * 最大涨落潮流速。

(4) 冰况

- a. 初冰期; b. 重冰期; c. 终冰期; d. 冰流期; e. 冰冻厚度。

1.7.2 拟开发区沿岸水域自然环境情况

甲 生物环境

- a. * 敌害生物种类(例如凶猛性捕食鱼类)组成、分布、繁殖季节及出现高峰;

- b. * 竞争生物(与对虾争夺空间、食物的种类)组成、分布、繁殖高峰及其出现频率;

- c. * 赤潮生物(例如裸甲藻、夜光藻、膝沟藻、中缢虫等)种类、组成、分布及赤潮发生史;

- d. * 海水总异养菌或弧菌密度;

- e. * 附着生物(例如藤壶、萼枝虫、牡蛎等)分布及优势种类;

- f. 养殖海区海水初级生产力;

- g. 潮间带底栖生物分布及生物量以及底质指标种出现情况;

- h. 潮间带浮游生物分布及生物量以及水质指标种出现情况;

- i. * 调查海区对虾分布、出现情况及可获性;

- j. * 调查海区自然分布的虾苗种类、出现季节及可获性;

- k. * 养殖海区附近活饵料资源分布及蕴藏量。

乙 非生物环境

- a. * 海水温度(月最高、最低、平均);
- b. * 海水盐度(月最高、最低、平均);
- c. * pH 值(月最高、最低、平均);
- d. * 海水溶解氧含量(最高、最低、平均);
- e. * 海水内溶解有机物含量;
- f. * 海水内农药(包括除莠剂如五氯芬钠等)浓度;
- g. * 海水内有毒重金属离子(Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Cr^{2+} 、 Hg^{2+} 等)和

H_2S 浓度;

- h. * 海水含砂量、混浊度(或者透明度)及前者的沉降(澄清)速度;
- i. * 胺($\text{NH}_4^+ \sim \text{N}$)及磷($\text{PO}_4 \sim \text{P}$)含量;
- j. * 海水生化耗氧量(COD)。

1.7.3 养殖海区工农业污染源

a. * 矿山、化工、核电、漂染、造纸、农药、麻纺、制革、拆船和水产加工厂等的分布情况和发展动向;b. * 废水排放量和集中排放季节。

1.7.4 其它

a. * 交通条件;b. * 通讯条件;c. * 电力和能源供应条件;d. * 生活资料供应能力;e. 离城市距离;f. * 当地及其附近的海水养殖史(尤其是养虾史,包括效益、病害、存在问题、成功经验、失败原因等)。

第二部分 养虾池的基本构造及其配套设施

2.1 场区布置

养殖场区布置应以养虾池为主体,包括进、排水系统、电力供应系统、交通运输、饵料加工、贮存、仓库、办公和生活区等。各项设施的分布、既要相对集中,又要避免互相干扰。

养虾场要有独立的进、排水系统;纳潮量不足或者海区经常污染的地方、应设置专门的蓄水池(内循环海水净化池),或者扩大进水渠道的容水能力(容水量至少能保证全部养虾池水量的 $1/4$)。当雨季集水区面积大于养虾池面积 10 倍以上时,还必须另设溢洪道。

半精养虾池的位置排列要因因地制宜,一般采用“非”字形(附图 1)。但是只要进、排水分布合理(以节约用地面积,减少建池工程开支、管理方便和保证进、排水质量为标准),也可以采用其它形式。

为了保证用水质量和防止可能发生的虾病传染,进、排水要严格分开,其出入口的间隔距离越大越好,理想的位置应该是进水口的位置在上(沿岸流的上游方向),而排水口的位置在下(沿岸流的下游方向)。一个占地 1000 市亩(虾池面积)的养虾场,进排水口间的距离最好不小于 5 公里。

2.2 半精养虾池的基本结构

虾池建设必须兼顾经济、实用、安全和操作方便的原则。半精养池的基本设计内容包括池形、面积、容水深度、沟渠布局、池堤和进排水闸等各个方面。

2.2.1 池型:南美白对虾半精养池面积一般为 40~50 市亩,长方形,长宽之比为 3:1,长边应当与当地的常年风向相平行。深度 1.5m 左右,砂质泥底(即砂少泥多),池堤宽度不小于 2m,沿池堤内侧设有投饵平台,后者的宽度与池堤略等,池底表面无起伏,有一定的硬度和倾斜度,(进水口处要高于出水口),比降不大于 1:300,不需要另设沟渠。为了保证换水质量,池端设进、排水闸门各一(附图 1)。上述大小的养虾池,其闸口宽度一般为 1.2m,但是最好能将排水闸门的宽度适当加大,以便应急情况下能将池内积水迅速排出。

2.2.2 水堤：养殖区水堤通常包括主堤、池堤和渠堤。主堤又叫防潮堤或者拦海坝。池堤又叫隔堤，是毗邻虾池之间及养虾池与进、排水渠间的隔离设施。渠堤则是进、排水渠道两侧的围挡。

(1) 主堤——主堤的位置应设在能够保证堤围内养殖水面可以充分纳潮的合适范围内。其高度要求为，当地历史最高潮位+风浪峰高度+安全超高标准(0.5~1m)，厚度通常不小于6~10m，堤坡陡度应根据波浪冲刷力的大小计算，通常外坡为1:5(有护坡设施的为1:3)，内坡为1:2。

主堤设计必须符合防渗要求。均质土建堤时应该采用塑性指数 IP 大于17，渗透系数小于 10^{-7}cm/S 的粘质土。砂质土建堤必须嵌有心墙(粘土质防渗体)。其渗透系数不应大于 10^{-6}cm/S ，塑性指数 $IP=10\sim17$ 。此外，心墙与堤壳的接触面还必须有碎石和粗砂混合的倒滤层(厚度0.5~0.6m)。为了加强主堤的抗风浪能力，堤壳表面可以用砾石等铺压。多种土质建堤时，土层的排列应按土料的透水性为序，由中间向两侧面逐渐增大。为了防止滑层或者出现断裂，主堤的断面应经过稳定度验算，其具体要求可参考《中国对虾养殖工程设计规范》。

(2) 池堤——池堤为土质。顶宽2~3m，坡比1:2。有条件的地方还可以用砖块或者水泥板护坡。为了防止幼虾期对虾一旦跳落坡面后造成损失，严禁用乱石护坡。

半精养池堤顶部的高度至少应高出池水高度0.5m。但是也可以按下述公式计算，即：

$$H_b = h_d + h_w + h_s$$

式内 H_b 为堤顶高度， h_d 为池水最大深度， h_w 为波浪在堤坡上的爬高， h_s 为安全超高标准(取0.2m计入)。

(3) 渠堤——由总进、排水渠堤和分别通向每个养虾池的支渠堤所组成。总渠堤断面的上宽度一般为4~5m，支渠堤宽度2~3m。进、排水渠的底堤高度不同，前者(进水管)应高于虾池池底的最高水平，后者(排水渠)则应低于养虾池底的最低水平。渠顶的高度应分别高出池堤高度0.5m以上。

2.2.3 水闸设计：

(1) 总水闸——总水闸是主堤上的大型建筑，分为总进水闸和总排水闸两种。结构相仿。具体施工标准应按水利工程的要求确定。总的原则是坚固耐

用,水交换质量高和启闭闸板方便。

总进水闸的位置应设在虾池位置的最高处,并且在沿岸流的上游方向。其闸门的顶高应大于历史高潮位的 0.3m,闸底高埧应高于总排水闸的 0.3~0.5m,且不得高于历史平均潮位。总进、排水闸的闸墩一般采用混凝土或者砂浆砌石建筑。闸门材料可按当地条件,分别采用木质、钢质、钢筋混凝等建造。

总排水闸的设计与总进水闸相同,但其闸底高埧应处于较低的位置。

总进、排水闸门的闸孔宽度及数量应根据养虾池面积和总需水量确定,但排水闸孔的数目可酌情减少,不同养殖面积的总进水闸孔数目可参考下表。

不同养殖面积和日换水量条件下总进水闸闸孔的数目和大小

虾场面积 (亩)	总水体 (万 m ³)	日换水率 (%)	日换水量 (万 m ³)	总进水闸孔数 目及其宽度	水泵(台)	水泵规格	抽水时间 (小时/天)
1000	100~110	20	22~22	4 孔,2m	3	28ZLB~70	16
3000	300~330	20	60~65	8 孔,2m	5	36ZLB~70	16
5000	500~550	20	25~100	12 孔,2m	7	36ZLB~70	16

据《对虾养殖设计规范》

(2) 养虾池水闸——养虾池水闸(下图)是池内进、排海水的门户,又是控制水位,防止敌害生物侵入和收获对虾的重要设施。也分为进水闸和排水闸两种。两者的构造相同。通常,面积 40~50 亩、日换水量 20%的虾池,只需 1.2m(宽)×1.5~2m(高)的水闸 1 对,各部分构造分述如下:

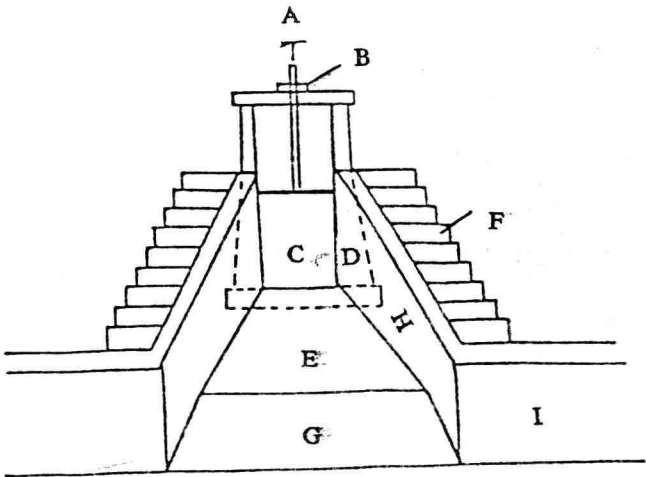


图 3 养虾池单孔闸结构

A 启闸螺杆 B 起盘机 C 闸板 D 闸墩 E 铺盖 F 操作阶台
G 漫水 H 翼墙 I 脚墙

a. 闸墩和闸槽——闸墩是池闸的立架结构。一般采用混凝土砂浆砌石建筑,必须保证有足够的稳定性和承载能力。闸墩的内侧壁和底壁上设有3道“U”形闸槽,最靠内侧的(池侧方向)插放挡虾网,中间的置放闸板,最外侧的(进水渠方向)安插拦杂网(收获时改插锥形收虾网)。闸槽与闸槽间的距离都不应小于0.8m。

b. 闸网——挡虾网由坚实的尼龙丝和木架框组成。传统的挡虾网为平板式,缺点是滤水面积不大,启闸放水时对虾常因流水压力而冲贴在网板上,造成死亡和堵塞网孔(阻流)。为了避免上述弊端,排水闸挡虾网应改为倒锥形(网的大口部分,朝向池外,小口朝向池内)。或者在平板式挡虾网的池内沿加设圆弧形围网。

养成期内,随着对虾个体逐渐增大,上述闸网的网目大小也要作相应的调整。通常从首次纳水到苗长2cm范围内为60目(网目大小约为0.258mm),对虾体长2~5cm时为40目(网目为0.360mm),5~8cm体长时改为16目(网目1.147mm),9cm以上时,由于对虾体形已经较大,可以改用8目(网目大小约0.9cm上下)的平板铁丝网代替。

c. 闸板——养虾池闸板可采用分格活络式,也可以采用单页式。前者由多块厚木板(闸板)组成,每块闸板的高度为25cm,厚度不小于5cm,各闸板间要求楔口紧贴,以防渗水。多块活络闸板的好处是启闭灵活,可以按需要纳放任何层次的海水,也利于对虾收获,但防漏性能较差。单页式闸板的保水性能较好,可以采用钢板、木板或者钢筋混凝土板等为材料。缺点是不如活络式闸板换水方便,特别是大雨后,上层海水的排淡不易,还必须靠螺杆起盘机操作,成本较高。

d. 闸座——包括底座、铺盖和漫水等。它是承托水闸全部重量、防止闸墩滑动的关键性结构。底座以钢筋混凝土为建材。在含砂量较大或者土质较软的地层上建闸时,底座的前后沿尚需加建嵌入土层50cm深的防滑齿墙,或者作专门的加固处理。

铺盖是底座向池内方向延伸的平坦部分,主要用作防渗和助流。因此表面必须严实、平滑。其厚度不能小于15cm,通常用混凝土浆砌砖、石为材料,用水泥抹面。