

中国对虾养殖池塘建设标准初探

李明聚 施 定 李明德 张 勇

(山东省海水养殖研究所, 青岛)

(山东省水产设计院, 济南)

摘 要

本文根据我国近几年来中国对虾养殖池塘大规模建设中的科研成果和实践总结, 针对存在的问题, 从环境、生态、社会经济等方面, 系统地提出了养殖池塘建设中的主要原则和设计标准, 系统地探讨了养殖池塘的设计规模、场址选择、场区布置、建池工程、扬水站与供、排水渠及供电工程设计的主要技术要求。

自1980年以来, 我国的中国对虾养殖业, 在沿海十一个省市自治区得到了迅猛发展。到1989年底, 全国对虾养殖面积和产量均已占居世界首位。对虾已成为我国海水养殖业中出口创汇的第一大宗产品, 获得了很大的经济效益和社会效益。

但是, 养殖池塘的建设, 由于缺乏工程设计标准作依据, 致使养殖池塘的建设不够科学合理, 造成了一部分养殖池塘既不适用, 影响了生产效果, 又不经济, 浪费了建设资金和滩涂资源。为了进一步搞好我国养殖池塘的建设和技术改造, 我们在对沿海部分养殖池塘调查研究的基础上, 参阅国内外有关资料, 提出了本文所讨论的中国对虾养殖池塘建设中应遵循的主要原则、方法和要求问题。

一、中国对虾养殖池塘建设标准

(一) 主题内容与适用范围

本标准探讨了中国对虾养殖池塘的设计规模、场址选择、场区布置、建池工程、扬水站与供排水渠及供电工程设计的主要技术要求。

本标准适用于中国对虾养殖池塘的新建、改建及扩建工程, 其他对虾品种亦可参照。

(二) 引用标准

TJ35——渔业水质标准; JTJ213——海港水文; JTJ218——防波堤; JTJ219——地基; JTJ224¹⁾——地质勘察; TJ13——室外给水设计规范; TJ14——室外排水设计规

本文于1990年4月12日收到, 修改稿于1990年9月15日收到。

1) JTJ213—JTJ224引自《港口工程技术规范》, 交通部, 1987。

范。

(三) 组成与规模

1. 组成

养殖池塘（养虾场）主要由池塘（养虾池）、堤（主堤、渠堤、池堤）、水闸（供水闸、排水闸）、扬水站与供、排水渠等组成。

2. 规模

养殖池塘的设计规模以养殖水面的总面积作为计算标准，单位为 m^2 ，可参照表 1 划分为大、中、小三种类型。

(四) 场址选择

1. 场址调查

应对拟建场址的地形、地貌、地质、气象（风、降雨）、水文（潮汐、波浪、海流、泥沙）、地震等自然条件和供电、供水、通讯、交通、建筑材料供应等社会经济条件进行勘测和综合调查^[1]。

2. 可行性研究

在调查分析资料的基础上，对拟建场区周围的生态环境、社会环境和经济环境等进行可行性研究。确定养殖池塘的生产型式、产品结构、建设规模、总体布局、设计标准、投资概算、经济效益等²⁾，提倡进行多方案对比论证，优选设计方案。

3. 总体规划

总体规划的原则与要求：（1）应符合国家的产业政策和当地经济发展的要求，正确处理与国防、工业、交通、旅游部门之间的关系，因地制宜，统筹安排；（2）认真做好养殖生产与育苗、饵料加工、保鲜冷藏等各生产区域的区划与布置。做到功能分区明确，布置结构合理，交通运输方便；（3）养殖池塘及供、排水渠道充分利用自然地形条件，尽量减少整平、削坡土石方工程量；（4）认真保护生态环境，减少污染，逐步实现良性生态循环；（5）应尽量采用行之有效的新技术、新工艺、新设备，做到技术先进，经济合理。

4. 生态环境

(1) 地质与地貌

应选择风浪较小、潮流通畅、潮差适宜（3—4m）的沿岸内湾、河口、海汊滩涂等地建场。不应选择河口泄洪区和海滩变迁区。

表 1 设计规模分类

面 积 类 型	养殖水面总面积	单 位	备 注
	大 型	1 999 800 以上	m^2
中 型	666 600—1 999 800	m^2	包括 666 600
小 型	666 600 以下	m^2	

2) 李德尚，国外对虾养殖，1980。

(2) 土质

场址的土壤种类、结构与组成、物理与力学性能应符合下列要求：1) 土质应含有足够的粘土颗粒，含砂量小于50%，筑堤土质宜采用塑性指数 $I_p = 10-17$ ，渗透系数小于 10^{-5} cm/s的亚粘土或粘土；2) 一般不宜在沙质海滩、酸性或潜酸性土壤地区建场，必须使用含砂量大于50%的土料筑堤时，应采取措施增加堤的防渗能力；在酸性或潜酸性土壤上建场时，应采取相应的措施防止土壤对水质的影响²⁾；3) 地基承载力不宜低于 4.9×10^4 Pa。

(3) 水质

水源地水质应符合TJ35《渔业水质标准》的要求，海水的盐度、pH值等应符合下列要求：1) 盐度，2—35³⁾；2) pH值，7.8—8.7；3) 化学耗氧量(COD)和生物耗氧量(BOD) < 3 mg/dm³。

(4) 生物

应对场址附近海域的饵料生物、敌害生物、竞食生物的种类和资源量进行调查和区分，防止敌害生物和竞食生物进入养殖水域。

(5) 污染

场地附近无工农业生产污染，在河口地区建场时，应查清河流沿岸是否有污染源，并采取措施避开污染水团。

5. 经济环境

(1) 交通

场址地区应有方便的交通条件。

(2) 水、电源

场址附近应有可靠的海、淡水水源和电源。

(3) 劳力

场址所在地区应有充足、廉价的劳力资源。

(4) 设备与材料

充分利用当地的建筑材料和就近选购配套的机电设备。

(5) 产品销售

综合论证产品的销售渠道及价格，确定适度的经营规模。

(五) 场区布置

1. 平面布置

养殖池塘宜布置成“非”字形、并列“非”字形、放射形、树枝形等，池塘应有独立的供水系统，供水的流向应尽量利用地形的自然坡降，池塘的长边宜与季节的主要风向平行。

2. 供、排水渠布置

3) 农业部水产司，中国对虾养成技术规范，1989。

供、排水渠应分开布置，在设计中应尽量避免供水渠道过长；每条排水渠的汇集面积不宜过大，以保证排水畅通。

3. 排洪渠

建场地区集雨面积大于虾场面积10倍以上时，应设专门的排洪渠道；在河口或河流两旁建场时，应考虑雨季洪峰对池塘安全的影响。

(六) 池塘

1. 面积与水深

单个池塘养殖水面的面积宜在33 330m²以下，不宜超过66 660m²。精养池塘的面积不宜大于6 666m²。

池塘水深自滩面算起为1.50—2.00m。

2. 换水量

池塘日换水量为池塘水体总容积的15%以上。

3. 长宽比

池塘的长宽比宜为4:1—8:1。

4. 滩面与沟

池底设滩面与沟。滩面应平整，略向沟倾斜，沟一般有中心沟与环沟两种，当池塘长宽比较大时设中心沟，较小时设环沟。沟边离堤边的距离不宜小于10m。沟与滩的面积比值宜为1:3—1:4。沟的深度自滩面起为0.5m，并与排水闸连通。沟底的纵向坡降为1:1 000—1:2 000。

5. 建池方式

建池方式一般分为两种，在潮上带建池时，多采取挖建；在潮间带滩涂及河口低洼区一般采取围建。

(七) 堤（主堤、渠堤、池堤）

1. 主堤（拦海堤）

(1) 位置

主堤轴线位置应综合考虑下列因素确定：1) 平均高潮位水深一般为2.00—3.00m；2) 可养殖水面能充分利用自然纳潮供水；3) 地质条件好，土质适宜，取土方便；4) 安全可靠、经济合理。

(2) 种类

主堤应为斜坡堤，断面形状为梯形。一般为均质土堤，也可为中心墙堤、斜墙堤或多种土质堤。

(3) 堤顶高程

堤顶高程应参照JTJ213和JTJ218有关条文的要求，按不允许越浪和近岸浅水区等条件确定。一般堤高可按下列公式计算。

$$H_h = H_z + R + H_a \quad (1)$$

式中: H_1 ——主堤堤高 (m); H_2 ——设计高水位时的堤前水深 (m); H_0 ——安全超高 ($H_0 = 0.30 \sim 0.50 \text{ m}^{[2,3]}$); R ——波浪在主堤外坡上的爬高 (m)。

R 可按下列公式计算。

$$R = K_A K_f R_0 H \quad (2)$$

式中: K_A ——糙渗系数,如表2所示; K_f ——水深校正系数,如表3所示; R_0 —— $K_A = 1$ 、 $H = 1 \text{ m}$ 时的爬高,可按照图1计算; H ——设计波高 (m),应根据当地 (或附近) 的波浪资料,进行统计分析,按JTJ213有关条文计算确定。

表2 糙渗系数

护面结构型式	K_A
整片光滑不透水护面	1.00
混凝土护面	0.90
砌石护面	0.75~0.85
块石 (安放一层)	0.65~0.75
块石 (抛填二层)	0.50~0.55

表3 水深校正系数

d/H	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
K_f	1.12	1.15	1.00	0.96	0.94

注: d 为水深。

(4) 堤顶宽度与构造

堤顶宽度应满足双向行车要求,一般应大于 $10 \text{ m}^{[2,5]}$ 。堤顶横向排水坡度为 $1\% \sim 2\%$ 。

堤顶一般不设挡浪胸墙,当必须设挡浪胸墙时,其高度不宜超过 $1.00 \text{ m}^{[2]}$ 。

(5) 主堤坡度

主堤坡度应根据地质条件与波浪力计算确定,一般情况下,外坡为 $1:2 \sim 1:3^{[3]}$,内坡为 $1:1.5 \sim 1:2.5$ 。当筑堤土质塑性指数较低时,外坡可适当放缓,但不宜缓于 $1:5$ 。

(6) 护面

主堤面向海的一面应做抛石或干砌块石护面,斜坡护面单个块体的重量和干砌块石护面的厚度应参照JTJ213第7.2.4和7.2.5条计算确定。

(7) 主堤土料及防渗体

1) 均质土堤

均质土堤的土料应采用塑性指数 $I_p = 10 \sim 17$ 、渗透系数小于 10^{-5} cm/s 的亚粘土、粘土筑堤,一般不宜单独采用 $I_p > 17$ 、渗透系数小于 10^{-7} cm/s 的粘土筑堤。

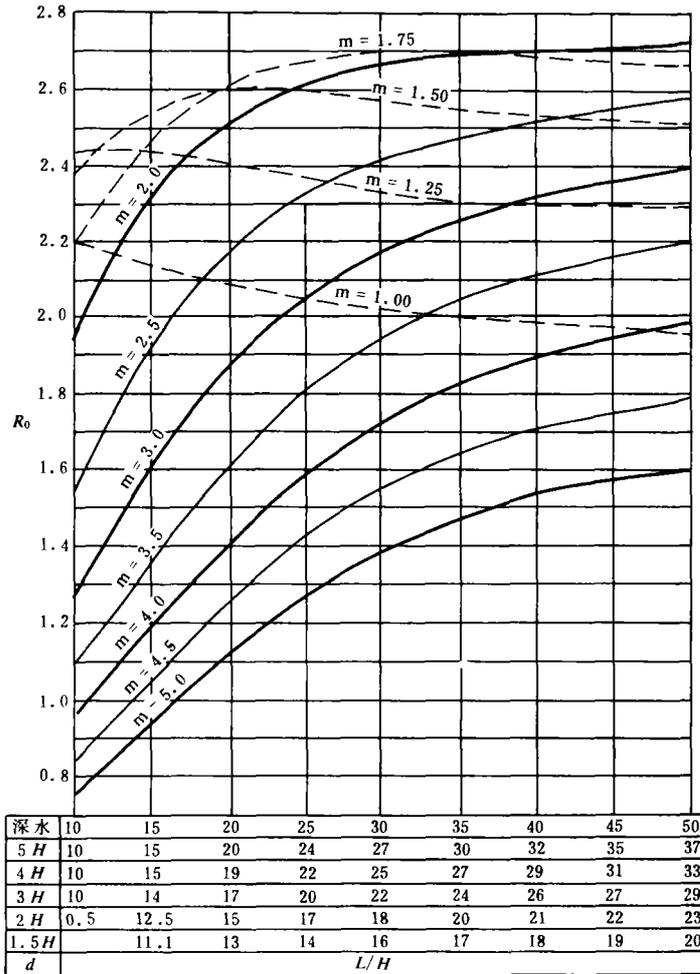


图 1 确定波浪爬高的曲线

均质土堤一般不另设防渗体。

2) 多种土质堤

多种土质堤的土料应按土料渗透性由中间向两边渐增或按土料透水性由上游向下游渐增的序列抛填。

3) 防渗体

主堤土料不能满足防渗漏要求时,应做防渗体.防渗体应采用渗透系数小于 10^{-6} cm/s、塑性指数 $I_p = 10-17$, 有机质和可溶盐含量均不超过 2% 的土料.斜坡式土堤的防渗体一般有心墙和斜墙两种, 其设计应符合下列要求: a. 粘土心墙防渗体应置于堤身断面的中央部位. 堤壳用透水性较强的砂、砾石料等构成. 心墙顶高程应与波浪在斜坡上的爬高相

同, 顶宽1.50—2.00 m, 底宽不应小于3.00 m; b. 粘土斜墙防渗体应置于外海迎水面, 坡度与主堤外坡一致, 堤壳由透水性较强的单种或多种土料构成, 防渗体的顶高程应与波浪在斜坡上的爬高相同, 厚度不宜小于2.00 m, 防渗体表面应覆盖砂、砾石、卵石、块石或粘性土料的保护层, 厚度应大于冰冻层深度, 一般应大于1.50 m。

(8) 倒滤层

主堤倒滤层一般由不同粒径的非粘性土(砂、砾石、卵石、碎石)构成, 其粒径随渗流的方向而增大, 分层设置的倒滤层, 每层的厚度不宜小于15 cm, 总厚度不宜小于50 cm; 不分层倒滤层采用粒径1—8 cm的级配石料构成, 总厚度不应小于60 cm。

倒滤层的某一层颗粒不应穿过粒径较大一层的孔隙, 各层颗粒不应发生移动, 除特别小的颗粒容许被水带走外, 被保护土层的颗粒不应冲过倒滤层。

(9) 稳定性计算

建在非岩基上的斜坡堤, 其整体稳定性一般采用圆弧滑动面方法计算, 有软土夹层时, 宜采用非圆弧滑动面方法计算。

斜坡堤的边坡稳定性应根据堤内外各种使用情况下的水位差, 找出相应的浸润线〔1〕, 针对斜坡稳定性最低的状态进行计算〔6〕。

(10) 沉降计算

当主堤的地基为软弱土层时, 应计算堤身的自沉量和地基的受压沉降量, 并预留超高值。

2. 渠堤

(1) 渠堤一般为均质土堤, 筑堤土料应符合本标准(七)-1.-(7)-1)的规定。

(2) 坡度一般为1:2—1:3〔5,8〕。

(3) 堤顶宽度一般为3.50—5.00 m〔5〕。

(4) 堤顶高程应根据各类渠道的用途、供水要求和水流量等确定, 供水渠的堤顶高程应高于池堤堤顶0.50 m以上〔8〕。

3. 池堤

(1) 池堤一般为均质土堤, 土质应符合本标准(七)-1.-(7)-1)的规定。

(2) 堤顶高程可按照本标准(七)-1.-(3)条计算, 但其中堤前波高(H_0)可参照图2计算, H_0 取低值。

(3) 堤顶宽度一般为2.00—3.50 m。

(4) 池堤一般不设护坡, 坡度为1:2—1:3; 设护坡时, 池堤坡度为1:1.5—1:2。

(八) 水闸

1. 总供、排水闸

(1) 闸址

总供、排水闸一般设主堤上。

闸址应选择压缩性小, 承载力大的坚固地基, 不宜选择软土层厚度较大和地质条件复杂的地方建闸, 闸基必须设在软弱土层上时, 应根据土质情况采取人工处理措施, 如抛石

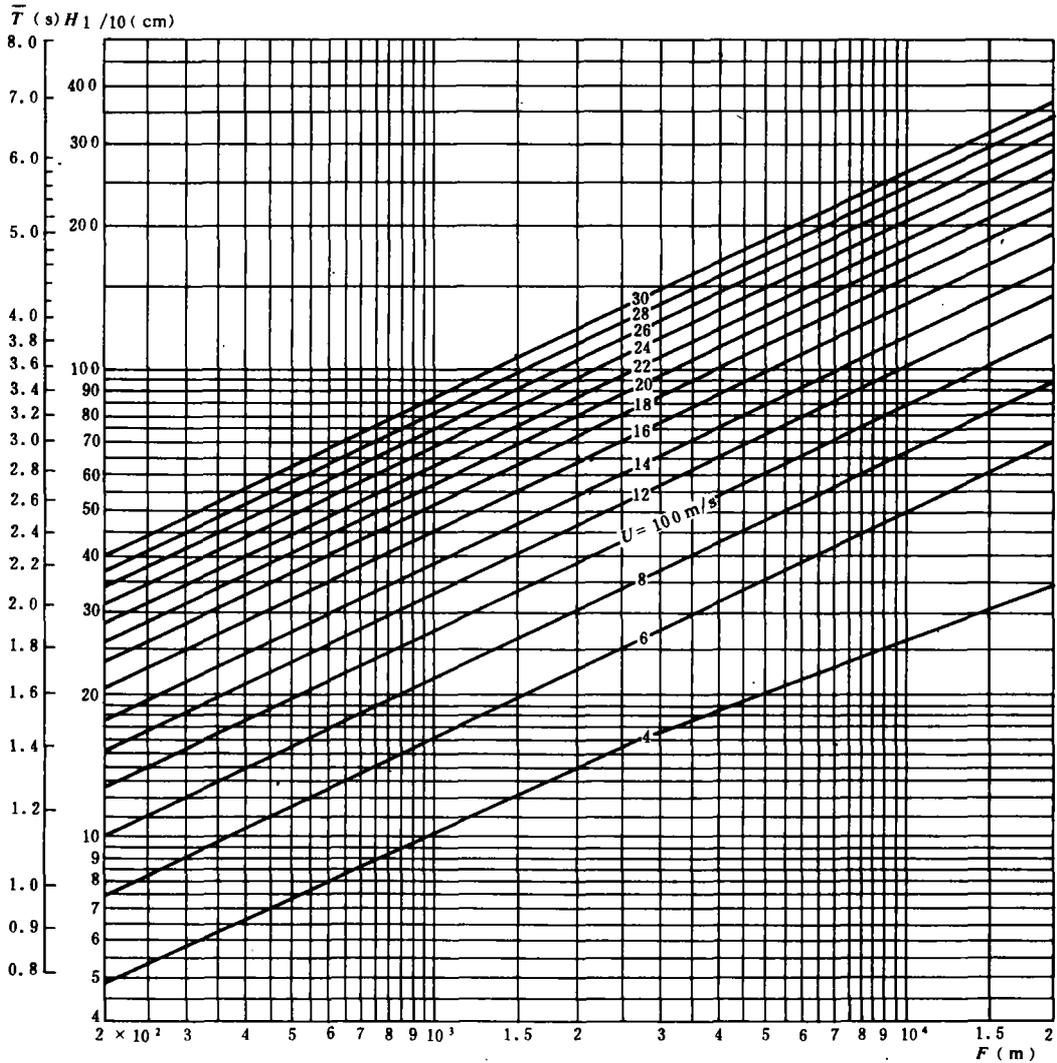


图 2 小风区风浪要素计算图

挤淤、预压加固、换土填砂及桩基等。

总供水闸应建在进水方便又远离排水闸的涨潮潮流的上方；总排水闸宜建在养殖池塘的最低处。

(2) 构成

总供、排水闸由闸室段和内外联接段组成。

闸室段由闸板与启闭装置、闸墙、闸墩、底板、工作桥及交通桥等构成。

外联接段一般包括护坡、护底、八字型翼墙等。

内联接段一般包括护坡、护坦、八字型翼墙、海漫等。

(3) 高程

总供、排水闸闸门顶高程应高出平均高潮位 0.50 m 以上。

总排水闸闸底高程应低于总排水渠渠底0.30—0.50 m。

总供水闸闸门底高程不宜低于总供水渠渠底高程。

(1) 闸孔数量与宽度

总供水闸闸孔数量与宽度应根据养殖池塘的日换水量和潮汐状况确定。一般情况下, 66 660 m² 养殖池塘设1孔, 1 999 800 m² 设8孔, 3 333 000 m² 设12孔, 孔宽均为2.00 m, 总排水闸的孔数一般比总供水闸少1—3孔。

(5) 闸墙与闸墩

闸墙与闸墩一般采用浆砌块石或混凝土建筑, 闸墙可按挡土墙设计, 应进行滑动、倾复安全计算, 并使总合力控制在底部三分段的中间段以内^[8], 顶部宽度不宜小于0.60 m, 闸墩的厚度和长度应根据波浪力、水深等因素计算确定, 一般情况下, 闸墩的厚度不宜小于0.80 m。

闸墙和闸墩侧壁应设闸槽, 闸槽两侧及底部设止水, 总供、排水闸的闸槽不宜少于两道, 间距不宜小于0.80 m。

2. 池塘供、排水闸

(1) 位置与型式

池塘供、排水闸应分别设在池塘短边两侧的池堤上。

闸孔宜采用平底板矩形闸孔, 闸门宜采用木质轻型结构。

(2) 数量与宽度

33 330 m² 池塘一般设孔宽1.00 m的供、排水闸各一座; 66 660 m² 池塘设孔宽1.00 m的供、排水闸各两座。

(3) 高程

供水闸闸门顶高程一般高出供水渠设计高水位0.40 m以上; 闸底高程一般高出闸门附近的滩面0.30 m。

排水闸闸门顶高程一般高出池塘设计高水位0.40 m以上; 闸底高程宜低于环沟或中心沟底0.20 m。

(1) 闸墙、闸槽与止水

闸墙一般采用浆砌块石或混凝土建筑, 闸墙上应设三道闸槽, 中间槽安装挡水闸板, 内槽安装滤水网, 外槽安装收虾网, 闸槽间距不宜小于0.80 m, 挡水闸门槽的两侧及底部应设止水。

3. 闸门启闭装置

(1) 总供、排水闸闸门宜采用电动启闭机, 不宜采用手动启闭机。

(2) 池塘供、排水闸闸门宜采用手动启闭机。

(3) 闸门启闭力可按下列公式计算^[9]。

$$T_1 = k \left[\frac{1}{2} r_1 b f_1 (H_1^2 - H_2^2) + G \right], \quad (3)$$

$$T_2 = k \left[\frac{1}{2} r_2 b f_2 (H_1^2 - H_2^2) + G + W \right], \quad (4)$$

式中： T_1 ——启闸力 (kN)； T_2 ——闭闸力 (kN)； k ——安全系数，($k = 1.25 - 1.50$)； r_s ——单位立方米海水的重力 (kN/m³)； b ——闸门宽度 (m)； f_1 ——闸门与闸槽的摩擦系数，木与混凝土 ($f_1 = 0.50 - 0.60$)；混凝土与钢筋混凝土 $f_1 = 0.65$ ； H_1 ——自闸门底算起的上游水深 (m)； H_2 ——自闸门底算起的下游水深 (m)； G ——闸门自重 (kN)； W ——水对闸门的浮托力 (kN)。

4. 闸室稳定验算

(1) 应选择闸门关闭上下游处于最大水位差时，进行闸室滑移稳定验算，一般分为下列两种情况。

1) 闸室底板下无齿墙或齿墙很浅时，滑动面为底板与地基的接触面，可按下式计算。

$$k_c = f \frac{\sum W}{\sum P} \quad (5)$$

式中： k_c ——闸门抗滑稳定安全系数， $k_c = 1.2 - 1.35$ ； $\sum W$ ——作用于闸室的垂直荷载 (kN)； $\sum P$ ——作用于闸室的水平荷载 (kN)； f ——闸基与地基的摩擦系数，如表 4 所示。

表 4 闸基与地基的摩擦系数

土 质	粘土 (可塑)	粘土 (硬塑)	亚粘土	亚砂土
f	0.25	0.25—0.30	0.30—0.45	0.35—0.50

2) 闸室底板下有较深且刚度较大的齿墙时，闸底板带动一部分土壤一起滑动，可按下式计算。

$$k_c = \frac{f_0 \sum W + cA}{\sum P} \quad (6)$$

式中： k_c ——闸门抗滑稳定安全系数 ($k_c = 1.25 - 1.35$)； C ——土壤粘结力 (kN/m²)，如表 5 所示； A ——土壤被剪切滑动的面积 (m²)； f_0 ——土壤内摩擦系数， $f_0 = \text{tg}\phi$ ， ϕ 为土壤内摩擦角，如表 5 所示。

表 5 土壤内摩擦角与土壤粘结力

土壤种类	内摩擦角 ϕ	C (粘结力), kN/m ²
粘 土	8—20°	4.90—5.88
壤 土	13—20	1.96—3.92
砂 壤 土	18—26°	1.47—1.96

(九) 扬水站与供、排水渠

1. 扬水站

(1) 扬水站一般由引水渠 (或管道)、拦污栅、集水池、吸水管、水泵房等组成。临

海养殖池塘一般设一级扬水站；当养殖池塘远离水源时，可根据需要设二级扬水站，两站之间设输水渠，输水渠兼作蓄水池用。

(2) 扬水站的设计除应符合TJ13的有关规定外，还应符合下列要求：1) 尽量靠近养殖池塘；2) 地质条件好，水源充足，水深适宜；3) 临海扬水站一般可与总供水闸设在一起；4) 河口及平原地区不能临海建扬水站时，应设引水渠将海水引至扬水站前。

(3) 扬水站的水泵一般选择大流量、低扬程的立式轴流泵或混流泵。

2. 供、排水渠

供、排水渠的设计应符合下列要求：(1) 供、排水渠分总供、排水渠和支供、排水渠，一般为开敞式人工明渠；(2) 供、排水渠的过水断面须经水力计算确定，一般情况下，总渠的过水断面的上宽为40—50m；支渠的上宽为20—30m；总排水渠的过水断面不宜小于总供水渠；(3) 供水渠的渠底高程不宜低于池塘滩面的标高；排水渠的渠底高程应低于排水闸底0.30m以上；(4) 渠底坡度应根据地形状况确定，一般为1:1000—1:2000。

(十) 供电

1. 扬水站是养殖池塘的主要用电负荷，最大电力负荷为扬水站水泵、场区生产、办公、生活用电同时运行的总和。

2. 变压器

变压器应靠近主要用电负荷处，一般设在室内，小型养殖池塘也可设在室外。养殖池塘属季节性间歇生产，宜采用两台不同容量的变压器。

3. 配电屏

高低压配电屏应设在室内，生产与生活用电应分别计量。

1. 电力电容器

电力电容器一般设在低压侧，尽量靠近最大用电负荷处，并配备自动和手动操作装置。

5. 养殖池塘所用电机及电控装置、灯具与开关等宜采用防水、防潮产品，低压线路宜采用裸体线。

参 考 文 献

- [1] 洪承礼著，港口规划与布置，人民交通出版社，1988。
- [2] 余永龄编著，工厂总布置图设计实用手册，中国建筑工业出版社，1989。
- [3] 陈万佳著，港口水工建筑物，人民交通出版社，1989。
- [4] 日本港湾协会编，港口建筑物设计标准，人民交通出版社，1979。
- [5] 李龙雄编著，养殖工程学，前程出版社。
- [6] 华东水利学院主编，水工设计手册，水利电力出版社，1984。
- [7] 天津大学主编，港口工程，人民交通出版社，1979。
- [8] 集美水产专科学校编，养殖水利工程，农业出版社，1961。
- [9] 安徽水利局勘测设计院编著，水工钢闸门设计，水利电力出版社，1983。