

水產養殖工程技術

杜守恩 編著



水產出版社

水產養殖工程技術

杜守恩 編著

本書經青島海洋大學出版社授權出版

水產出版社

國立中央圖書館出版品預行編目資料

水產養殖工程技術／杜守恩編著——初版——基隆市
：水產出版；臺北縣新店市；農學社總經銷
，1995[民84]
面；21公分
參考書目：面
ISBN 957-8596-22-7

1.水產・養殖
437.86

84008509

版權所有 翻印必究

水產養殖工程技術

編 著：杜守恩
出版者：水產出版社
社 長：賴春福
發行人：楊益林
登記證：局版臺業字第4877號
地 址：台灣206基隆市七堵區崇智街46號
電 話：886-2-4566505
傳 真：886-2-4565815
劃撥帳號：14756022水產出版社
總經銷：農學有限公司
地 址：台北縣新店市寶橋路235巷6弄6號2樓
印 製：正陽彩色印刷有限公司
ISBN：957-8596-22-7 定價：350元
1995（民國八十四）年9月 初版一刷
本書經青島海洋大學出版社授權出版

內容提要

本書主要介紹養殖場勘察與規劃方法、土壩溝渠工程、魚蝦養殖池設計、淡水水種苗生產場的設計、大面積水域集約化養殖工程、攔魚工程和水淨化技術等。內容系統翔實，文字精煉，既可作為大專院校有關專業教材，又可供水產試驗科研、推廣部門及廣大水產技術人員、管理人員及養殖專業人士學習參考。

前 言

水產養殖工程技術是關於工程原理和工程措施在水產養殖業上應用的一門新興學科，是漁業工程的重要組成部分，綜合性和實用性較強。隨着水產養殖業突飛猛進的發展，人們急需掌握水產養殖工程的基本原理和基本設計方法。本書正是適應這種需要而寫的。

水產養殖工程技術作為一門獨立學科，其形成和發展的歷史並不長，參考書也較少。作者曾在1987年編寫了一本水產養殖工程講義，並為青島海洋大學海水養殖、淡水漁業專業本科生講授。多年來，根據教學實踐、工程設計經驗，並吸收國內外同行們的先進技術，不斷補充修改，本書即是在此基礎上編寫而成的。

作者根據水產養殖業的特點和需要，把淡水、海水各類養殖工程異同之處歸納編寫。

本書主要介紹了淡水、海水各類養殖工程的原理、設計、計算與施工技術等內容，也用一定篇幅介紹國內外先進技術及發展動向。並有計算例題、實用圖表，附有設計參考資料，便於讀者學習和工程設計中查用。力求使內容系統，實用性強，有一定深度，文字簡煉。

作者才疏識淺，紕漏之處，在所難免，望讀者提出寶貴意見，深為感謝。

杜守恩

目 錄

第一章 養殖場勘察與規劃	(1)
第一節 淡水養殖場場址的選擇與規劃.....	(1)
第二節 海水養殖場場址選擇與設計原則.....	(13)
第二章 土壩工程	(18)
第一節 土壩的特點及類型.....	(18)
第二節 土壩設計.....	(22)
第三節 攔海大壩及水閘設計原則.....	(33)
第三章 渠道工程	(37)
第一節 渠道的用途和分類.....	(37)
第二節 渠道斷面設計與計算.....	(39)
第四章 魚蝦養殖池設計	(63)
第一節 土質魚池設計.....	(63)
第二節 土質對蝦池設計.....	(69)
第三節 土方計算.....	(74)
第四節 工廠化養魚池設計.....	(84)
第五章 催產孵化設施	(95)
第一節 淡水魚類催產池設計.....	(95)
第二節 孵化環道設計.....	(100)
第三節 工程量 and 工程材料的計算.....	(107)
第六章 對蝦扇貝育苗場設計	(111)
第一節 場址選擇和總體佈置.....	(111)
第二節 育苗室餌料室的設計.....	(113)
第三節 管道計算與施工.....	(117)

第四節	育苗場供水系統·····	(128)
第五節	充氣增氧系統·····	(138)
第六節	供熱系統·····	(141)
第七節	供電系統·····	(146)
第七章	大水域集約化養殖工程·····	(149)
第一節	插樁養殖·····	(149)
第二節	垂下養殖·····	(150)
第三節	圍欄養殖工程·····	(158)
第四節	潛堤圍網養殖設施·····	(163)
第八章	養魚箱網設計·····	(170)
第一節	箱網養魚的現狀及特點·····	(170)
第二節	箱網系統設計·····	(174)
第三節	箱網設置環境條件·····	(187)
第四節	箱網的類型及設置·····	(196)
第九章	攔魚工程·····	(201)
第一節	攔魚工程的重要性·····	(201)
第二節	魚類克服流速能力·····	(203)
第三節	箔柵攔魚·····	(205)
第四節	網式攔魚工程的設計·····	(212)
第五節	電柵攔魚·····	(228)
第十章	水體淨化技術及設備·····	(241)
第一節	過濾·····	(241)
第二節	消毒·····	(260)
第三節	水體增氧·····	(266)

第一章 養殖場的勘察與規劃

凡用於水生生物養殖生產的場地稱為養殖場。養殖業，按水質分，可分為淡水養殖和海水養殖兩大類。本章將分別論述淡水養殖場和海水養殖場的場址選擇與總體佈置、建場步驟及規化原則。淡水養殖以人工開挖的池塘養殖淡水魚類的養殖場為主要研究對象。海水養殖以人工開挖的池塘養殖對蝦的養殖場為主要研究對象。修建養殖場應根據魚蝦類繁殖生長所需的環境條件以工程措施來滿足，其在人工管理下（換水、投餌、增氧等）快速生長、以達到高產的目的。

第一節 淡水養殖場場址的選擇與規劃

淡水養殖可分為天然湖泊養殖、河道養殖、水庫養殖、池塘養殖及工廠化養殖等。本節主要講述淡水魚類池塘養殖場的場址選擇和總體規劃。

池塘養魚是淡水養殖的重要組成部分，它具有投資少、見效快、收益大的特點。由於池塘水體小，易於控制，便於採取綜合技術措施進行精養細管，生產穩定可靠。因此，發展池塘養魚，可以增加整個水產生產的穩定性。

從繁殖魚苗、培育魚種到養殖成魚都在一個養殖場完成，這種場稱為養魚場。是完成整個養魚生產過程的場所。

種苗場是專門繁殖魚苗、培育魚種、供給種苗的養殖場。

試驗場是為生產上存在的問題而進行科學研究或推廣科研成果的養殖場。

養殖場場址的選擇要考慮土質、水質、水量和地形等，並要求場地日光照射和通風良好。而養殖場的總體規劃是在場址確定後才着手進行的。

一、場址選擇

養殖場周圍的環境條件（水源、水質、土質等），對養魚生產影

2 水產養殖工程技術

響很大，是選擇場址時應考慮的主要因素。

(一)地形的選擇

從工程角度看，地形要適合建場、施工容易、排灌方便、減少投資、便於管理。高地水源有困難，低窪地易受洪水的威脅，高差懸殊的地方土方量大，易受風災的地區，應考慮地形能防風，所以，地形應適宜。在使用面積上，應有發展擴建的餘地和一定數量的飼料地。應有長遠規劃。

養殖場用地最好選擇在不便於耕作，如泥沼、土壤貧瘠等場地。就經濟效果而言，池塘投產後的效益不能低於該場地原有的生產效益。

目前的養魚管理技術只能達到一定的放養密度，要提高它，就必須設置一套完整的灌排系統，而選擇的場地最好便於自流灌排，魚池用地坡度宜緩不宜陡，不宜太平，主要根據灌排方便來決定。但從魚池開挖角度出發，地勢越平坦越好。有人認為最佳地面坡度在0.5~1.0%之間，這樣魚池長度方向垂直於地面上的等高線，而池底排水即可採用與地面相同的坡度，依此減少開挖土方量。一般說，地面坡度在2.5%以下適於建池，魚池長度方向可與地面等高線的走向一致。

考慮地形條件時，盡可能利用地形，以擴大自流灌排面積。就是提水灌排，也應儘量減低抽水揚程，以降低生產成本。要參考當地漁業區劃的要求綜合選擇。

(二)土壤的選擇

土壤是建築魚池的主要材料。整個養殖的投資，土方工程大約占70%以上。土壤的種類和性質對工程的質量和養魚生產管理都很有關係。土壤的性質因種類不同差別很大，要了解土壤的性質，首先應了解土壤的種類。

土壤的分類方法很多，主要是以粒徑為依據。土壤的固體部分是由大小不同的粒徑顆粒組成的，按粒徑大小一般分砂土類、壤土類和粘土類。

了解養殖場地的土壤，要從兩個大的主面着手：一是土壤水、肥、氣、熱特性，它關係到建池後，池水肥瘦及池中浮游動植物的繁殖。二是土壤的力學特性，如粘結性、粘着性、膨脹性、壓縮性、抗剪性、可塑性、滲透性等，它關係到堤壩修築質量、施工難易程度、運輸管理是否方便等。

1. 砂土類

土粒間為大孔隙，排水良好，保水性差。

一般養分含量貧瘠，通氣旺，有機質分解快，積累少，保肥力弱，養分容易流失。

土壤水少氣多，晝夜溫差大。

抗剪強度大，不易崩塌，可作為修築堤壩和非防滲土料。

粘結性、粘着性差。

據上述分析，一般來說，砂土地區不宜建造魚池。當必須採用時，可採取工程措施，如在砂土魚池表面鋪築一層粒土，或用黃泥灌漿等。

2. 壤土類

壤土的性質介於砂土和粘土之間，是水、肥、氣、熱狀況較協調的土壤，包括：

①輕壤土。通氣透水性好、雨水多時不漬水，養分含量較高，土質疏鬆，耕性良好。

②中壤土。透水通氣性比壤土稍差，雨水多了易漬水，保水保肥性好，土壤呈粒狀，碎塊狀結構。

③重壤土。土質有粘性，通氣透水性差，保水性強，易漬水，不耐旱，保溫耐肥性強。

一般說來，壤土的透水性小，土質鬆堅適中，吸水性較好，養分不易流失，通氣性好，利於有機物分解，池內天然餌料最易繁殖，池水易肥，池塘不漏水，不乾裂，是一種比較理想的建池土壤。

3. 粘土類

4 水產養殖工程技術

粘土類的性質多數與砂土類相反。土質分類見表 1-1。

土粒間多毛管孔隙，透水性差。

養分含量較砂土多、通氣性差，有機質分解緩慢，腐殖質易積累，保力強。

水多氣少，土溫變化小，晝夜溫差小。由於土中空氣不流通，致使有機質分解遲緩，對池塘天然餌料的繁殖不利。

粘結性和粘着性強，脹縮性大。

粘土雖保水性好，但在完全粘土帶修建魚池或堤壩時需在池堤表面施加砂土、壤土保護層，以減輕天寒冰凍時，池堤膨脹變化和天旱龜裂的程度。保護層厚度應根據當地冰凍層深度合理選取。保護層對漁業生產也有好處，以利池塘天然餌料的繁殖生長。

粘土是修堤築壩中用作防滲體的土料。

表 1-1 土壤質地分類表

質地名稱	砂土類		壤土類			粘土類
	砂土	砂壤土	輕壤土	中壤土	重壤土	粘土
物理性砂粒含量(%)	>90	80-90	70-80	55-70	40-50	<40
物理性粘粒含量(%)	<10	10-20	20-30	30-45	45-60	>60

註：砂粒—粒徑大於0.01毫米

粘粒—粒徑小於0.01毫米

4. 土壤調查

(1) 土壤類別鑒定

鑒別養殖場地的土壤類別，可在野外直接鑒定，見表 1-2。通過手搓捻時的感覺和用放大鏡及肉眼目測確定。如砂土、土壤鬆散，只有砂粒的感覺，也只能看到有砂粒。壤土，沒有均質的感覺，能感到有些砂粒，土塊易壓碎，從細土中可以看到砂粒。最好是取土樣進行土丁分析，得到準確的結果。土壤類別測定，若依粒徑分類，是在

實驗室用機械分析法，粒徑在0.07毫米以上部分，用篩分析，其餘微粒用比重計分析。

表1-2 野外鑒定土壤類別的方法

鑒別 土類 特 徵	用手搓捻 時的感覺	用放大鏡 及肉眼觀 察被搓碎 的土	乾土的狀態	潮濕土 的狀態	搓捻潮濕 土的情況	小刀切削 潮濕土的 情形
粘 土	極細的均 質土塊， 很難用手 捻碎	均質細粉 末，看不 見砂粒	表面有光澤及細條 紋，刻劃時留有光 亮痕迹。堅硬、用 錘能打碎，碎塊不 會散落	膠粘， 滑膩， 可塑性 大	很容易搓 成細1.5 毫米的長 條，易團 成小球	切面光滑 看不見砂 粒
壤 土	感到有些 砂粒、土 塊易壓碎	從細土中 可以清楚 地看到砂 粒	表面光澤暗淡，條 紋較粗，用手錘擊 及手壓土塊易破碎	粘性 及 可塑性 均弱	能搓成較 粘土粗的 短條，並 能團成小 球	可以感到 有砂粒存 在
粉質壤土	有少量砂 粒，土塊 易壓碎	砂粒很少， 可以看到 有很多 粉粒	同上	同上	能搓成短 條，但易 破裂	切面粗糙
砂 壤 土	土質不均， 能清楚 地感到有 砂粒	砂粒多於 粘粒	土塊用手稍壓即碎， 並易散開，用錘 將土塊拋出，即散 落成土屑	無塑性	幾乎不能 搓成條， 團成的土 球易變開 和散落	
砂 土	土壤鬆散， 只有砂 粒	只能看見 有砂粒	鬆散、無粘結力	無塑性	不能搓成 長條或團 成土球	

②土壤調查的做法

確定場地土壤類別。養殖場地是有一定範圍的，在此範圍內有全是一種土壤的，也有幾種土壤的。立面上也可能有不同類型土壤分層排列，這就需要我們從平面和立面兩方面進行調查。按一般抽樣調查原則，佈置試坑，試坑深度應達池底面以下1米處，取出土樣鑒定土

壤類別、pH值及有機物含量等。試坑間距由工程的要求而定。

(三)水源和水質

1. 水源

不論是江河、湖泊、水庫、山泉、溪流或地下泉水，只要水質好、水量足都可以作為養魚的水源。必須了解水源供水情況和當地的水文、氣象資料。既要防止水源枯渴，又要避免河湖洪水泛濫及工農業污水流入等。以水庫作為養魚水源，要了解水位的常年變化、引水量大小，漁業用水與農業用水不應有矛盾。

選擇水源時，還應從工程設施方面加以考慮。利用溪流作水源要考慮是否需要築壩攔水；利用雨水為水源，要考慮積水建築及蓄水建築；利用多沙水流作水源，要考慮沉沙排淤設施等。而這類工程的投資是較大的，一定要慎重考慮，對比分析。

2. 水質

水產養殖用水，要保障有用的水生物生存，維持必要的衛生標準，使所生產的水產品符合食用要求。必須具有以下一些特性才能達到水質良好的標準。

(1) 水的pH值。

對pH值的要求，視魚類品種、魚體大小等而不同。用來養魚的水的pH值應在6.5~9.0之間，魚類最適於生活在pH值7.2~8.5的水中，過高過低對魚類都不利。pH值低的水不利於魚類繁殖，魚卵和魚苗對低pH值的敏感性比大魚要強。pH值在5.5~6.5時，影響魚類生長。據聯合國糧農組織報導烏干達在pH值低於6.5的水中養鯉，養殖6個月後每條魚僅幾克重。在pH值過高的水裏養魚也是不利的。很多學者認為只有當pH值達到10~10.5時，魚類才受到嚴重影響。pH值達到11時，魚就死亡。人為地改變水的pH值，其投資巨大，所以一般都靠天然水本身的pH值。

(2) 水溫。

水溫的變化直接影響到水中動物的新陳代謝和有機物的分解，從

而影響魚類的生長發育。

養殖品種不同，對溫度的要求亦不同。如幾種家魚在 10°C 以上開始增重， 15°C 以上增重顯著， $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 生長速度最快。如虹鱖喜歡生息在 $8\sim 13^{\circ}\text{C}$ 的水溫中，孵化的水溫 $4\sim 10^{\circ}\text{C}$ ，當水溫高於 15°C 時不適宜養殖虹鱖。

當採用溫度過高的溫泉和溫度較低的地下水時，須建造相應的降溫池和增溫池，以調節水溫。水溫不僅對魚產生直接影響，而且通過影響水中各種物質的分解速度和各種水生生物的生命活動，形成有利或有害的生態環境條件。對魚產生間接影響。

(3)溶氧。

溶氧是最重要的水質指標。在水中，除某些細菌外，幾乎所有的水生生物都必須依靠氧才能生存。因此，從水中吸取的氧和給水增氧對水生生物都是相當重要的。大氣和植物進行的光合作用是水中氧氣的兩大來源。除水生動植物的呼吸作用消耗水中溶氧以外，水中懸浮及溶解的各種有機物及沉積在魚池底部的污泥也大量消耗池水中的溶氧。大氣中的氧氣，是由於空氣和水面直接接觸而溶解於水中，所以，只有當水面較大，且波動較大，氧的溶解度才較大。氧在水中的擴散非常緩慢，幾乎沒有實際意義。如要想通過擴散使10米水深的含氧量從零提高到 0.4PPM ，約需600年的時間。

水生植物的光合作用是溶氧另一主要來源。光合作用及氧的產生需要陽光。白天放出氧的植物到晚上則需要吸收，光合氧的產生稍微滯後於日輻射能量的循環，由於這一原因，每天黎明時天然及池塘水的含氧量最低，而一般在中午至傍晚，溶氧濃度最高。因此，水產養殖管理人員在黎明時應檢查池塘是否缺氧。

另外，地下水含氧量一般很低，有的接近於零。所以剛流出的地下水，需經過大面積的曝氧才能使用。

(4)水中的化學物質。

包括懸浮物、油類、硫化物、氰化物、酚類和各種重金屬物質等

。這些物質大部分是影響魚類的鰓部，使魚類呼吸困難，窒息而死，有些是破壞魚類的血液循環而引起大量死亡。漁業用水中各種有害物質，一定要控制在國家規定的漁業水質標準（TJ35-79）規定指標之內，否則停止使用（見表1-3）。

(四)交通電力

養殖場的產品要運出，許多生產資料要運進。一個生產單位，每年進進出出的運輸量是很大的，便利的交通條件是現代化生產所必需。因此，建場必須同時建公路，和國家公路網連接起來。在河流或湖泊邊緣的養殖場。可利用水上交通線進行運輸。

表1-3 漁業水域水質標準（TJ35-79）

編號	項 目	標 準
1	色、臭、味	不得使魚、蝦、貝、藻類帶有異色、異嗅、異味
2	漂浮物質	水面不得出現明顯油膜或浮沫
3	懸浮物質	人為增加的量不得超過10毫克/升，而且懸浮物質沉積於底部後，不得對魚蝦貝藻類產生有害的影響
4	pH 值	淡水6.5~8.5，海水7.9~8.5
5	生化需氧量 (5天, 20°C)	不超過5毫克/升，冰封期不超過3毫克/升
6	溶解氧	24小時中，16小時以上必須大於5毫克/升，其餘任何時候不得低於3毫克/升，對於鮭科魚類的棲息水域冰封期其餘任何時候不得低於4毫克/升
7	汞	不超過 0.0005毫克/升（單位下同）
8	鎘	不超過 0.005
9	鉛	不超過 0.1
10	鉻	不超過 1.0
11	銅	不超過 0.01
12	鋅	不超過 0.1
13	鎳	不超過 0.1
14	砷	不超過 0.1
15	氰化物	不超過 0.02

（接下頁）

續表1-3

16	硫化物	不超過 0.2
17	氟化物	不超過 1.0
18	揮發性酚	不超過 0.005
19	黃 磷	不超過 0.002
20	石 油 類	不超過 0.05
21	丙 烯 腈	不超過 0.7
22	丙 烯 醛	不超過 0.02
23	六 六 六	不超過 0.02毫克/升(單位下同)
24	滴滴滴	不超過 0.001
25	馬拉硫磷	不超過 0.005
26	五氯酚鈉	不超過 0.01
27	苯 胺	不超過 0.4
28	對硝基氯苯	不超過 0.1
29	對氨基苯酚	不超過 0.1
30	水 合 肼	不超過 0.1
31	鄰苯二甲酸 二 丁 脂	不超過 0.06
32	松 節 油	不超過 0.3
33	1、2、3- 三 氯 苯	不超過 0.06
34	1、2、3、4- 四 氯 苯	不超過 0.02

注：放射性物質的標準，應按現行的《放射防護規定》中關於露天水源中的放射性物質限制度的規定執行。

現代生產同樣離不開電力，每個養殖場都有動力用電和照明用電。動力用電如揚水站、水泵、增氧機等用電。照明用電，分場區照明及室內照明。養殖場特別在育苗期間，幾乎不能停電，所以在建場時必須考慮電力建設，最好由國家電線網路供電，場內建變配電室。若電線網路供電經常停電，種苗生產場應考慮自備發電機。

二、養殖場的規劃

(一)建場步驟

1.調查

調查就是到實地去了解建立養殖場所具備的各種條件，如地形、水、土、電、交通、水文、氣象、銷售市場等，以獲得選場址的基本依據。

單一場址（選址地區無第二個場址）比較容易確定。對於有多處場址可選的，應對各場址逐一勘察，根據結果，列出主要技術經濟指標。為便於分析對比，可將各方案的主要優缺點列於對照表中，擇優而定。

2. 測繪工作

經過初步的分析比對，對擬建場場址進行測量，繪製出場區平面圖或地形圖，並注明標高和方位。測繪比例尺一般為1/500和1/1000兩種。它是場區佈置規劃及申請批准用土地用的依據。

3. 技術經濟論證

通過實地勘察測繪工作，獲得了養殖水文、土壤植被、漁業區劃綜合利用等方面的技術資料。利用這些資料並結合場區的農業結構制定幾個建設（或改擴建）方案，並切實保證這些方案具有技術上的可行性和經濟上的合理性。從諸方案中選擇一個或兩個最好方案進行技術經濟論證。在先進經驗和科學技術新成就的基礎上，仔細擬定每個技術問題的各種可能的解決方案，並詳細而系統地分析說明這些方案的技術經濟指標，比較各個方案並從中選定最佳方案。

4. 總體規劃

總體規劃應有利於生產和管理，有利於水產資源和土地資源的開發利用，既要經濟，又要合理，既要滿足當前生產需要，又要符合長遠規劃，留有餘地。具體地說，總體規劃（包括平面和立面）就是要確定場內各單元之間的相關位置。例如各種魚池的配置及位置、主要灌、排水渠（或管道）的走向、場部（附實驗室、飼料加工及水產品加工車間）及住宅區的平面位置、交通道路、變電站等的設置地方、飼料地的配置、遠景發展項目等。所有這些都應標在地形圖或平面圖上，這種圖就是場區規劃圖（或稱平面佈置圖）。這裏還需指出一點