

白蝦養殖工廠化企業管理

Enterprising Management for the White Shrimp Cultural Factory

陳 獻

Shinne Chen

財團法人農業工程研究中心

Agricultural Engineering Research Center

摘 要

近十年來，室內工廠化養蝦技術研究，已逐漸成熟，尤其白蝦養殖，已在 89 年以 3 組養殖桶 (5.6 m × 3.5 m × 0.65 m) 在鋼架溫室內之試驗階段證實可行；又，90、91 年在 6 組農用溫室內之 20 m × 3.5 m × 0.65 m 紅泥塑膠布養殖槽示範成功，可順利養殖生產，其密度可達 10 kg/m³。依試驗及示範階段所得資料，已完成一年產 60 噸之生產廠，現正依設計目標及生產步驟試俾養殖中，白蝦養殖將邁入工廠化企業管理新里程。

在開發中及已開發中國家，對新鮮質優之水產品之需求更殷。故就市場而論，養殖漁業仍有一片青空藍天，唯要克服：一、病蟲害暴發；二、可計畫生產，依市場需求收成；三、使用合理水土及人力資源；四、排水處理，以維持優良生產環境。基於上述之問題有待克服，養殖工廠因應而生，如美國德州 Simaron 之吳郭魚養殖場，室外養苗，室內養成魚，年產 360 噸 (圖一)，本省引進挪威之超集約養鰻場 (圖二) 及台灣自行研發的北門室內自動化循環水養蝦示範場 (圖三)。

概 說

台灣水產養殖業雖然有三百多年歷史，但除魚苗繁殖場、觀賞魚繁殖及海面箱網養殖場外，大多延續傳統方式，在開放空間之魚塭或海面養殖。近二三十年來，因台灣經濟活動變化激烈，傳統靠天生產之農漁業已面臨嚴重挑戰，如病害時全面死亡；而風調雨順時，又因產季一致，良好天候而大豐收，但亦因而賤價而血本無歸。雖然上述風險令養殖業者束手無策，但依統計資料顯示，全世界人口所需動物蛋白質不足，有賴水產品供應，而漁撈水產品也不能滿足所需，故有賴養殖漁業供應，尤其

工廠化養殖場設計基本 理念與目標

工廠化生產之特色為「定量、定產期、定品質」。把以上工廠特色應用在養殖漁業，則可期望達成下列目標：

- 一、定期定量生產，穩定消費市場，如契約式每日或每週供應大飯店或超市。
- 二、確保產品之衛生、新鮮與優良品質，穩定價格，以控制水體環境為中心，不使用藥品，可生產質優衛生產品。



圖一 美國德州 Simaron 之吳郭魚養殖場，室外養苗，室內養成魚，年產 360 噸。



圖二 由挪威引進之自動化超集約養鰻場。



圖三 台南北門室內自動化循環水養蝦溫室型示範場。

- 三、適當之經濟規模，確保適當之利潤。
- 四、可程式操作步驟，一切操作管理依固定程序。
- 五、低污染排放，所有排放物不會造成二次污染，可確保四周環境。

設計參數

一、生物參數

(一)各階段之養殖密度：

放養生物各生長階段之放養密度，例如白蝦在 pL 15 ~ 2 g/尾階段，其可放養密度到 5,000 尾/m³，亦即最大生物負載量為 4 kg/m³；在中蝦階段 (2 ~ 7 g/尾)，可達 8 kg/m³；而成蝦階段 (8 ~ 16g/尾)，可達 10 kg/m³。

(二)最適養殖水深：

工廠化養殖，養殖水深涉及養殖池構造、成本及養殖水體大小，故必須確認最適養殖水深。

(三)適合生長之水質條件：

基本上下列各項必須有明確範圍，該類參數用於設計養殖水體水質 A. 水溫(T)、B. 溶氧 (DO)、C. 酸鹼度 (pH)、D. 氨氮 (NH₄-N) 等。

(四)單位重生物量在單位時間之耗氧量 (g/hr/kg)：

該項生物參數為增氧 (鼓風機送氣或純氧供應) 設備設計主要依據。

(五)單位重生物量單位時間之飼料供應量 (kg/day/kg)：

該參數用以推算殘餌量及投餌設備。

(六)單位重生物量單位時間之排泄物量 (kg/day/kg)：

該項參數與 (五) 項之殘餌量係推估水

處理設備容量主要依據。

(七)攝餌特性：

檢討採用設置定點或散播式投餌方式，如鰻魚可設定點投餌，蝦則必須設撒播式投餌。

(八)各階段之游泳能力及喜好流速：

設計換水注排水強度。

(九)排泄物之比重，黏滯性及分解速度：

與第(五)項綜合考量注排水強度。

(十)棲息特性：

養殖物棲息特性如下列底棲、附著於池壁，游動於水體及其活動範圍等生物特性，該項生物參數，是養殖池設計重要依據。

二、區域參數

(一)氣溫、水溫：

全年各月最高最底溫度，低於養殖魚類適合成長期間有多少日。

(二)水源：

海水、水庫水、河川水或地下水等之可取水權量。

三、設備功能、性能參數

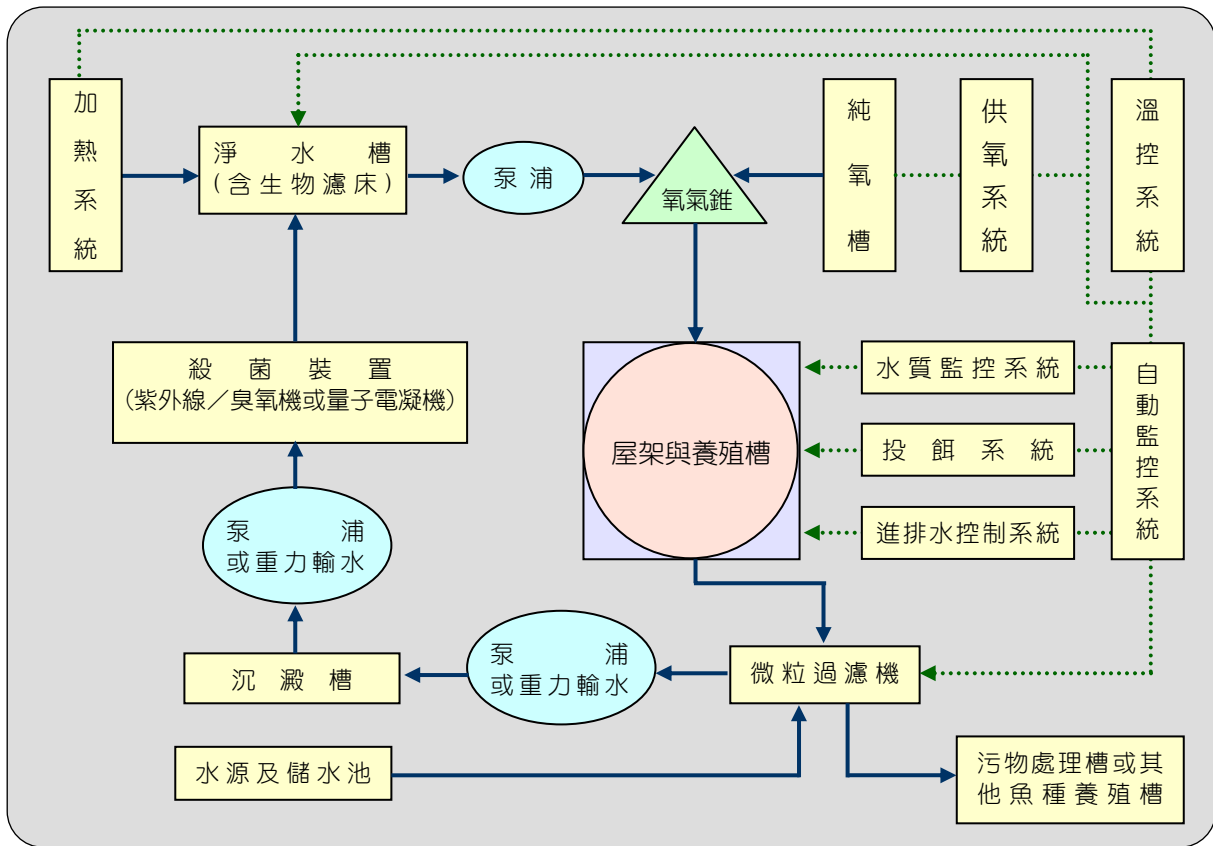
該項參數也可說是工程參數，其為所有應用在養殖場設備之功能及性能參數，重要者如下：

(一)抽水機之出水量 (m³/min)、揚程 (m) 及馬力數 (Hp)。

(二)物理過濾機之網目大小及過濾能量 (m³/hr)。

(三)生物過濾器材料，即規格表面積 (m²/m³) 及其除氨氮能量，即降低氨氮 1 ppm 所需要濾材體積及水力停留時間。

(四)殺菌設備之降低生菌數 80 % 以上所耗電量。



圖四 工廠化養殖基本架構圖。

(五)增氧設備之供氧能力及氧溶解於水中必要條件。

(六)加熱設備之提高系統水溫 1°C 所需設備及所耗能源。

四、基本人力參數

該項參數係指一基本單元之營運操作管理基本人力員額。此參數將用以核算最小經濟規模之基本數據。

系統基本架構及設計要點

工廠化養殖場，可大分兩大類型，一為循環水系統，另一為非循環水系統。但無論屬於何種型態，基本架構頗為一致，僅差別在於水處理系統，循環水系統之水處理必須處理到符

合養殖用水標準範圍內；非循環水系統則視其排放空間是否有自然處理條件而要做到不污染排放，但勿論有否自然處理條件，排放量一律要殺菌處理，以免排放水衍生病毒而順沿岸流再取回養殖系統而引發病害。茲將基本架構以圖四表示，並說明如下：

一、水源單元

包括取水、儲水設備、過濾及殺菌。設計要點為：

- (一)可取水之水權量大於必要水量。
- (二)防止特殊原因 (如抽水設備故障，或海水供應因潮汐關係取水時間一天僅 $8 \sim 10$ 小時，或連續降雨沿岸海水鹽度不足等)，而停止取水，維持系統正常運轉，必須設置儲水設備，儲水池容量視停止取水可能時間之系統運轉需水量而定。

(三)防止其他雜物尤其海水中之雜魚等海生物進入系統中，原水進入系統，務必先過濾並殺菌。

二、養殖桶單元

為系統之主要單元，为了方便作業，大多以若干桶為一組的組合型態。設計要點為，依希望一次收成量及養殖魚類可放養之密度反推容量；依養殖物之習性排污方式設計構造型態如圓型、方型、長方式型或水道式。該養殖桶單元除顧及養殖魚類習性及分批收成等因素考量每桶大小形狀，之外必須依流體力學原理設計其排污設備及收成設備。而養殖桶設備材料大型者大多用鋼筋混凝土，也有用玻璃纖維桶或鋼網撐架鋪 PE 塑布者。

三、水處理單元

含物理過濾、生物過濾及殺菌設備，在水源豐富，並有天然廢水處理場如濕地或紅樹林區，則採非循環水式，其水處理系統中不必要有生物過濾。設計要點：

- (一)養殖排放水要與水處理能量平衡；
- (二)物理過濾後之雜物必須處理（如養其他魚類，或乾燥做堆肥等）；
- (三)生物濾池必須可反沖洗，並可分區反沖洗，以避免生物膜同時間脫落而瞬時失去生物處理功能；
- (四)待處理水可停留時間需大於細菌分解時間，即水力停留時間要足夠使細菌充分分解溶於水中之雜物。

四、增氧單元

分為鼓風機打氣增氧、以散氣盤補充純氧及以氧氣錐將純氧溶於注入水中三種型態，視不同養殖魚類需氧量及生活習性而設計，用鼓風機曝氣增氧之估算增氧能量係以空氣中含氧 19 ~ 21 % 乘於曝氣量再扣除可能直接從氣泡中回到空中之比例。用散氣盤直接供純氧者也要扣除未溶於水中而自水面溢出之比例。而

以氧氣錐增氧者，則視其在操作壓力條件依溫度別溶於水中之純氧量，通常氧氣錐之規格會註明：(一) 通水能量例如 100 m³/hr；(二) 操作壓力範圍下，水溫範圍之溶解度例如 2.5 大氣壓下，25 °C ~ 30 °C 下溶解度 30 ppm ~ 26 ppm 等。

五、投餌單元

可分定點投餌及散布投餌，須視養殖魚攝餌習性而設計。

六、溫控單元

小系統用電力加熱棒，大系統以鍋爐加熱成熟水或蒸氣與養殖水體熱交換而達加熱效果，鍋爐燃料則視地區不同取較經濟者，台灣目前以重油為最經濟。

七、自動監控單元

含水質自動監測、溫度及增氧自動控制。而進排水控制則視換水指標，若採流水式者則僅控制高低水位極限時抽水機啟動或停止；若以某項水質或若干項水質綜合指標，則水質監測資料經程式分析判斷後自動啟閉供排水控制閥及抽水機。

八、輸水管線系統

水源單元、養殖桶單元與水處理單元間之連接管線系統。該類管線之設計要點為：

- (一)明管佈置者必須固定以防因抽水機啟閉振動接口脫落；
- (二)管路及其接頭之承受壓力必須大於系統啟閉所產生之異常壓力，一般會高達系統操作壓力之 3 ~ 5 倍。若系統操作壓力超過 2.5 kg/cm² 者，最好設置安全閥於抽水機出口管線以防止異常壓力破壞管線。

九、屋架單元

屋架型態有農用簡易溫室、鋼架溫室、鋼筋混凝土屋架。養殖工廠可依資金及預估事業



壽命選用不同型式屋架。唯各型屋架均需考量光度對養殖魚類之影響。並依當地暴風速度設計安全屋架及遮蓋布或板。現在一般農用溫室以鋼管為撐架以透明 PE 布可耐用 2 年，鋼架可耐用 8 ~ 10 年，若補強支撐應可適用在本省各地。

十、備電單元

一般以柴油發電機配上自動切換設備 (ATS)，即市電一旦停電立即自動切換而啟動發電系統，設計要點為發電容量要大於系統維生所必要之電力，而由發電機供應電之設備應依序啟動，才不致造成同時啟動，因啟動電流太大而發電機供電不足而停機。另自動切換系統要雙重安全設計，即兩套啟動系統任何一套啟動均可啟動發電機。

白蝦室內養殖推廣生產系統 —花蓮台肥廠

以白蝦年產量為 60 公噸之完全室內三階段養蝦標準廠之花蓮廠，為原先花蓮台肥廠舊有廠房再利用，依現況加以佈設之系統；屋架為鋼骨結構，長、寬、高分別為 175 m × 16 m × 10 m。

系統係採用鋼筋混凝土之養蝦槽，每個養殖槽均為 6 m × 6 m × 2.0 m，養蝦水體為 6 m × 6 m × 1.5 m $\div$ 50 m³，小蝦池 2 池共 100 m³，中蝦池 12 池共 600 m³，大蝦池 22 池共 1,100 m³水體。

系統之循環水處理設備包括固體物去除設備 (使用微粒過濾機)、殺菌設備 (使用量子電凝機)、微生物處理裝置 (使用生物濾床) 及增氧裝置之氧氣錐；另有水質自動監控與自動投餌等自動監控系統 (圖五 & 六)。



圖五 室內白蝦推廣生產系統－花蓮台肥廠養殖槽 (上) 與生物濾槽 (下)。



圖六 花蓮台肥廠之鍋爐加溫系統 (上) 與氧氣錐增氧設備 (下)。

系統之設備費用為 28,689,884 元，包括養殖槽的 7,450,494 元 (佔總經費 26.0 %)、循環水處理系統的 7,620,000 元 (26.6 %)、水質監控系統的 2,704,900 元 (9.4 %)、加溫、備電及供氧系統 3,161,237 元 (11.0 %) 及其他 (配管、配電、儲水池土木及安裝試車等) 7,753,253 元 (27.0 %)，以單位獲利平均為 100 元 / 公斤估算，年收益為 6,000,000 元，回收年限為 4.5 年。

操作維護管理

工廠化養殖與傳統養殖之差別，除養殖設備工廠化者集中且在封閉空間，而傳統者則在開放空間中之外。其操作維護管理方面更有很大區別，傳統者由養殖師傅視天候、水色、養殖魚數量決定換水，投餌；而工廠化者，一切操作依設定程序進行，若中間發現與予定程式期望值有落差者則必須修正操作程式。一般可分成養殖程式操作及系統組件維護管理，茲將其要點說明如下：

一、養殖程式操作：

(一)銷售及生產計畫：

此為養殖操作之基本原則，必依市場需求擬定銷售計畫，然後反推放養量及進度，包括魚苗生產或與供應場之契約等。

(二)日常操作：

依生產計畫進行養殖，每日要核對水質記錄，檢討是否在設定範圍內，有否必要修正設定參數，檢查所有操作組件是否依指令動作；檢查純氧消耗量是否有突增現象若發現突增必須檢討是否供氧管路漏氣。每日取樣檢查 (目視或其他可靠方法) 養殖魚之生物量及各魚之尺寸以估算存活率及成長率。

(三)隨時檢討修正

隨時檢討系統中養殖物之存活及生長率，依經驗及學理判斷修正操作程式如供餌量，供氧量及換水量。

二、系統組件維護管理：

(一)日常操作：

依養殖計畫供水、供餌、供氧、加熱、過濾、殺菌各組件之運轉，檢查有否異狀，如有應立即處理 (調整或更換組件)，如純氧筒液面，加熱系統燃料，備電系統燃料。

(二)每週一次定期檢查維護：

生物濾池前後水質差異有否達到希望目標，是否要啟動反沖洗操作；發電備電系統手動切換令其運轉三十分鐘以上。抽水機有否異常振動。感應器清洗。各出口之出水量及出口壓力是否正常，如有突降現象必須檢查抽水機及管線密合狀況。

(三)季定期保養：

主要組件如抽水機、物理過濾機、生物濾池、供氧系統、供餌系統、加熱系統等之全面檢查及維修。

(四)年全系統保養：

每年一次整系統之每一組件均要檢查，其有否必要更換。屋架是否要油漆或補強等。

(五)異常處理：

結合警報監視系統，在系統發生問題時，首先會發出警報 (或外加自動撥號裝置，如電話、呼叫器等)，緊急呼叫管理人員前來處理，處理程序應詳列於系統操作、維修手冊之中。



參考文獻

- 陳獻 (2000) 超集約自動化循環水養蝦系統之介紹. 循環水養殖技術推廣訓練講習教材, 行政院農業委員會漁業署, 114-155.
- 梁榮元, 陳獻, 賴國興, 林明男, 張明輝 (1998) 室內自動養蝦系統之研發. 中國水產, 543: 21-38。
- 陳獻, 梁榮元, 賴國興, 張明輝, 林明男, 丁雲源 (2000) 室內立體式自動養蝦系統之研發 (上 & 下). 養魚世界, 24(9): 14-19; 24(10): 14-22.
- Chen, S. (2001) Review of indoor automatically recirculating system for shrimp culture in Taiwan. Joint Australia-Taiwan Aquaculture, Fisheries Resources and Management Forum III, 28-32.
- Chen, S. and R. Y. Liang (2001) The development study and extension on automatic indoor recirculating shrimp culture system. Asian Fisheries Society 6th Asian Fisheries Forum, Book of Abstracts, 145.
- Davis, D. A. and C. R. Arnold (1998) The design, management and production of a recirculating raceway system for the production of marine shrimp. Aquacul. Eng., 17: 193-211.
- Liao, I C. and Y. F. Chien (1996) The evolution of the grass prawn (*Penaeus monodon*) hatchery industry in Taiwan. Aquacul. Eng., 15: 111-132.
- Reid, B. and C. R. Arnold (1992) The intensive culture of Penaeid shrimp *Penaeus vannamei* Boone in a recirculating raceway system. J. World Aquacul. Soc., 23(2): 146-153.
- Snieszko, S. F. (1974) The effects of environmental stress on outbreaks of infectious disease of fishes. J. Fish Biol., 6(2): 197-208.