

養殖池清淤技術— 用工程創意突破養殖瓶頸

文・圖／朱元南

我由臺大農工系機械組畢業，大學訓練著重於農業機械，從未接觸過水產養殖。在德州農工大學農業工程系攻讀博士時，發現有老師研究循環水養殖系統，可以在室內養蝦，覺得很新奇。1980年代，德州的超市大量出現臺灣養殖的草蝦，我才知道臺灣的養殖產業這麼好，到我要畢業的時候，就想到要用我的機電專長，協助養殖產業發展現代化的生產科技。這是一個很大膽的想法，因為我對養殖一竅不通，但是我本來的訓練就是跨工程和生物，所以也不害怕。

回臺灣之後，到海洋大學養殖系找陳瑤湖教授，又去農委會漁業署找江英智科長，他們都非常熱忱的歡迎我參與養殖，還告訴我很多產業的需求。後來農委會要推動農業自動化，就安排我和幾位人員參觀國內、日本和歐洲的養殖業，讓我更了解產業的現況和需要，開啟了往後20年的研究生涯。

剛開始我和養殖專家合作，共同研發養殖自動化分級和收穫設備，後來興趣逐漸轉向養殖，在臺大建立了一套循環水道式養蝦池，養了兩年成果不錯，也申請到臺灣和大陸專利，就去宜蘭租了池塘，用養殖生產的規模來養蝦養魚，10年來累積了很多實地經驗。

清淤技術突破瓶頸

養殖產業有一個根本的問題，就是池底會沈積淤泥，累積久了會讓水質惡化，淤泥還會釋放出有毒的阿摩尼亞和硫化氫，危害魚蝦健康。養殖的人都知道用換水來穩定水質，但是對於使水質惡化的源頭—淤泥，卻幾乎束手無策。

我長時間在養殖現場工作，很了解淤泥的特性。淤泥分布在池底，是很細的顆粒，受一點擾動就容易懸浮擴散。用吸水方式去除淤泥比較安全，但是會吸出很多乾淨的上層水，浪費水資源，且單一吸水口只能移除少量淤泥，整排吸水口則很難平均分配水流，加上淤泥每天持續累積，用人力吸淤對於動輒幾分地的池塘成本太高，並不可行。

於是我研發出用「噴水」來排除淤泥。噴水效率高，噴過的地方一下就乾淨了，但是很危險。如果你拿水管對著淤泥噴，淤泥會立刻爆散到水中，劇毒的硫化氫和阿摩尼亞隨之擴散，整池魚蝦可能很快就會出問題。我教創意設計，而我的養殖場卻被淤泥問題困擾，這問題挑戰了我的專業自尊，讓我下定決心要找出辦法來解決。後來我真的找到一個辦法，既有噴水的高效率，又有吸水的安全，而且用很簡單的設備就可以達成，既便宜又耐用。

有一天，我洗完澡，趁著缸裡還有水，就跪在缸邊玩水。我發現一個特別的現象，就是

在水體中間噴水，會造成紊流，讓水散開，就像淤泥會散開一樣。但是若在水底沿池底噴水，不但容易散開，而且會將旁邊的水吸過去。第二天，我用一個簡單的模型試驗利用這個現象清淤的新方法，一次就成功了。後來我才知道，這個現象是結合了「壁面噴流」和「白努利定理」兩個效應。

壁面噴流（Wall-jet）是一種水流特性，如果靠近一個平面，以平行於平面的方向噴水，水流就會沿著平面前進，由於平面的導引，水流前進時比較不容易與前方的水體互相推撞而產生紊流，不容易散開，前進的距離也比較遠。而根據白努利定理（Bernoulli's principle），水流會產生負壓，流速愈高負壓愈多，會吸入周圍的水體，加入噴射水流一起向前移動，就好像捷運車廂離站時會帶走一陣風一樣。

我研發的清淤機基本上只是一個L形結構，如圖1。L形結構由蓋板和毛刷組成，放在池底，與池底構成一個三面封閉的空間，可以前後銜接來延伸至需要的長度。因為噴頭噴出的水流被三面包覆，由於壁面噴流效應而可以前進很遠。水流的白努利效應使外圍池水被吸入L形結構，如圖2，並持續流向養殖池排水口方向排出，而達成移動淤泥且不使淤泥擴散的目的。

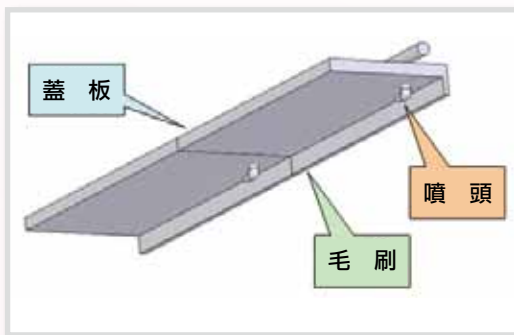


圖1：清淤模組示意圖（由下往上看）。

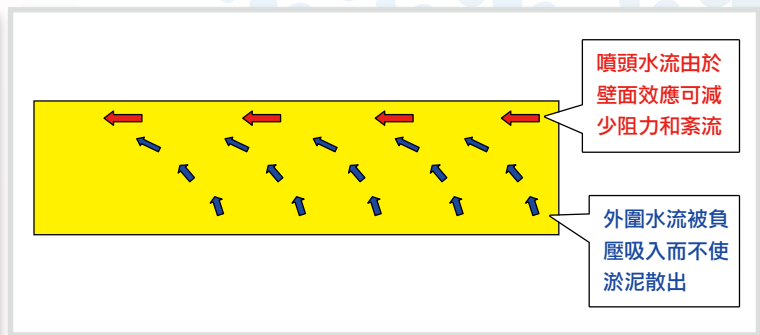


圖2：清淤模組中的水流示意圖。

電腦模擬可以清楚顯示壁面噴流的效果，圖3a顯示水流自由噴出時，噴頭造成的流場的擾動非常劇烈，流體的流動方向沒有受到侷限，由噴頭噴出的流體快速的向左方、向兩邊擴散，顯示在一般的沖水條件下，為何噴水會使淤泥爆散開來。圖3b則顯示水流在L形結構中被引導向前，擴散大幅減少。

圖4顯示使用4個噴頭接力帶動水流，右側起第一個噴頭噴出

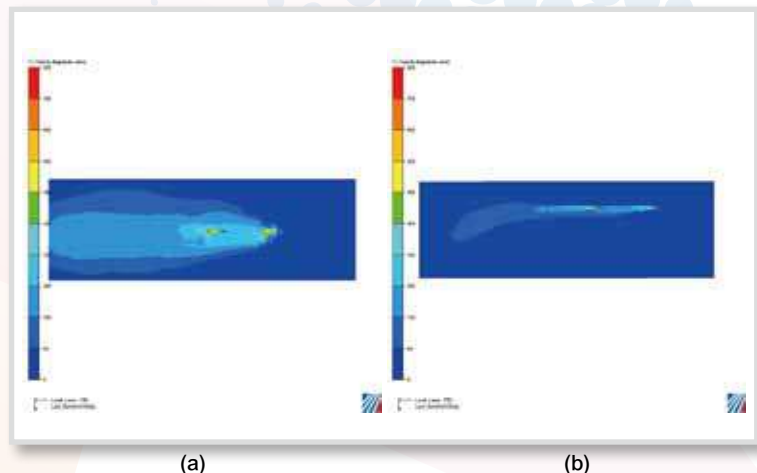


圖3：電腦流體動力模擬結果（上視圖）：(a)水流無限制，(b)水流在L形結構中。

的水流被第二個噴頭水流合併繼續向左方移動，第三個噴頭帶動的水流又帶動第一、二個噴頭的水流，以此類推，可將淤泥推送到最左方的養殖池排水口全部排出。相比於噴頭出口只是集中的水流，排水口附近的水流則是廣範圍的吸水，其水流量必須超過四個噴頭的總流量。

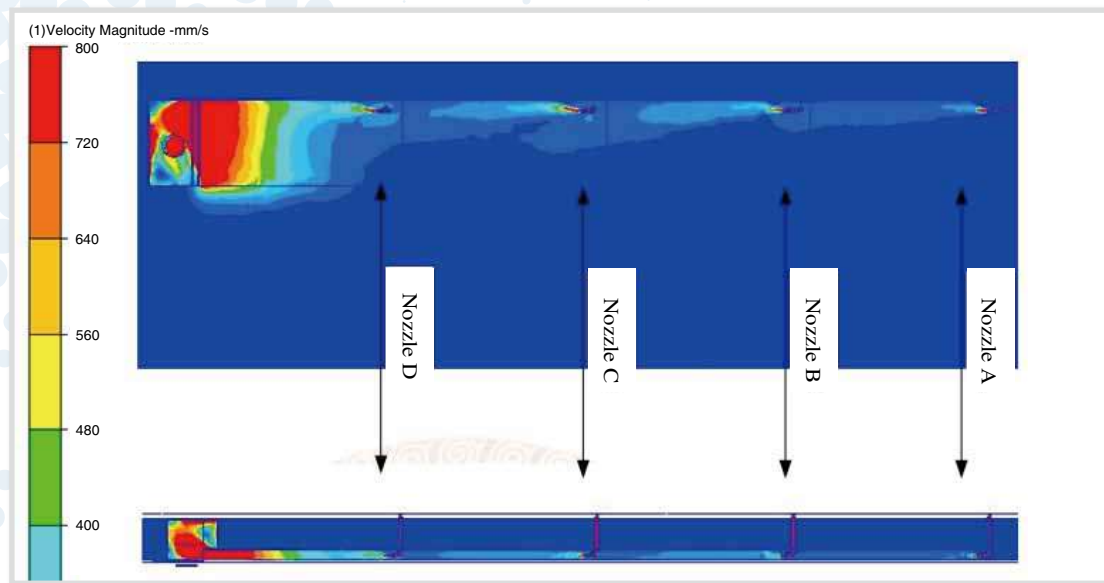


圖4：清淤機4個噴頭及排水口之電腦流體動力模擬結果。

圖5顯示一般養殖池中淤泥沈積的位置。由於增氧水車在池外圍持續運轉推動水流，會使淤泥向中央水流靜止區集中，因此只要將清淤機的一端連接養殖池中央排水管，讓清淤機迴轉，即可以旋轉掃描的方式將淤泥排出，每天只要運轉15分鐘，即可將一分地（1000m²）的養殖池的淤泥清除乾淨。

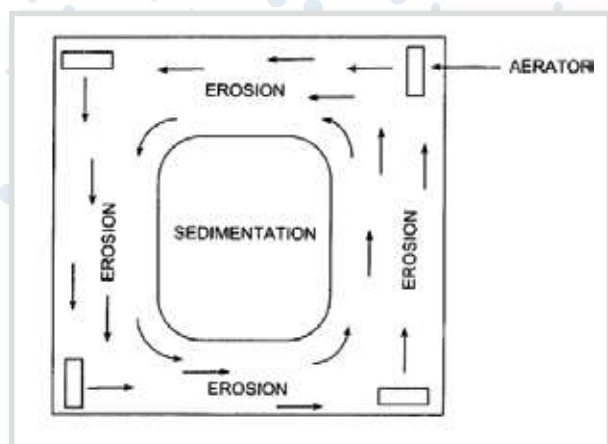


圖5：養殖池水車分布與淤泥沈積位置（本圖引用自Lawson, 1994）。

清淤技術的未來

這個創新的清淤技術既簡單又有效，可以在養殖過程中持續排出淤泥，保持養殖水質的穩定，促進魚蝦的安全成長。我們的試驗也顯示，它可以節省一半左右的養殖用水，減少養殖對環境的衝擊，有助於整個養殖產業的永續經營。因為這個成果，我在去年榮獲農委



圖6：農委會陳武雄主委(左)頒發99年優秀農業人員獎。右為我父親。

會全國優秀農業人員獎（圖6）。除了研發出可在大型養殖池使用的自動清淤機，我也用同樣的原理研發出手持吸淤器，可以用在小型水泥池，未來還可針對不同的養殖魚種和養殖環境研發特用的清淤設備。清淤技術能夠解決現有養殖生產在水質維護的瓶頸，可望成為養殖漁業的重要技術。良好的水質條件可以提高單位面積的養殖密度和產量，在不增加土地使用的前提下增加養殖的產量，也可以減少養殖藥物的使用，使水產品更健康安全。📖

延伸閱讀：

- [1] Chu, Y. N., Kao C. Y., Chen, Y. R. 2008. Development and field test of a novel sediment removing system for intensive fish and shrimp ponds. Presented in Aquaculture Europe 2008. European Aquaculture Society.
- [2] Chu, Y. N., Kao, C. Y. and Chen, Y. R. 2009. A Sediment removing system for intensive shrimp ponds. Presented in “Integrated Technologies for Advanced Shrimp Production”. Oceanic Institute, Honolulu, Hawaii.
- [3] 朱元南、高正一。2010。養殖池沈積物之排除方法與裝置。經濟部智慧財產局發明專利第I 331012號。2010/10/1-2028/5/15。📖

朱元南小檔案

1980年臺大農工系機械組學士，1984年美國克萊門生大學農業工程碩士，1989年美國德州農工大學農業工程博士。現任臺大生物產業機電工程學系教授，教學課程包括電腦輔助設計、機動學、養殖工程、創意設計，研究興趣在機械與機構之創新發明。2008年獲德國紐倫堡發明展銀牌獎，2010年獲農委會優秀農業人員獎。