

超大型水族缸的命脈— 維生系統

國立海洋生物博物館生物馴養組 助理研究員

文圖／韓僑權

海生館為何要有維生系統呢？是要維誰的生呢？維生系統顧名思義就是以人工維持生物生存、延續生命的設備或系統，在醫院的加護病房裡就可以看到許多，其中不可少的就是供應氧氣的系統。無論是陸上或水中的生物，絕大多數都需要氧氣才能生存，對於海生館水族缸中的各式生物而言，要如何供應氧氣及乾淨的水質就是「水族維生系統」最主要的功能。

在海洋裡，有繁複的自然生態及各種物理化學反應來產生氧氣及降解水中有害生物的物質，而維持一個平衡狀態，讓其中的生物得以生存繁衍。但對於養殖池或家中的水族缸而言，要維持這些平衡，每一環節都需要以人工的方式加以控制，例如水中的酸鹼度、氨氮、懸浮物質、水溫及氧氣的含量等等。說起來簡單，但您可曾想像過超大型的水族展示缸的維生系統是如何

運作的呢？以下就帶您一窺海生館後場維生系統的秘密。

海生館維生系統運作包括兩個部份，第一為海水供水系統，提供水族實驗中心及三個展示館所需的新鮮海水，第二為各展示水槽的內部循環系統，經由過濾等方法來改善水質並同時注入新鮮海水，以補足系統運作所損耗及溢流的海水。

海生館的新鮮海水是由岸邊的兩個進水管（南管、北管）所引入，其設計是讓海水因水位差而自然流進抽水站之陰井內，再由馬達將海水運送至海水處理廠，經高壓沙過濾器與臭氧處理，濾除懸浮水中的魚卵、浮游生物、泥沙、塵土及藻類等顆粒性雜質，最後經過臭氧殺菌後的乾淨海水才經由管線引至展示館的各個水槽中，作為補充之新鮮海水。

關於展示水槽的內部循環系



海抽站馬達



馬達將海水運送至海水處理廠（左）及臭氧接觸槽（右）



大洋池的 6 組前置過濾籃



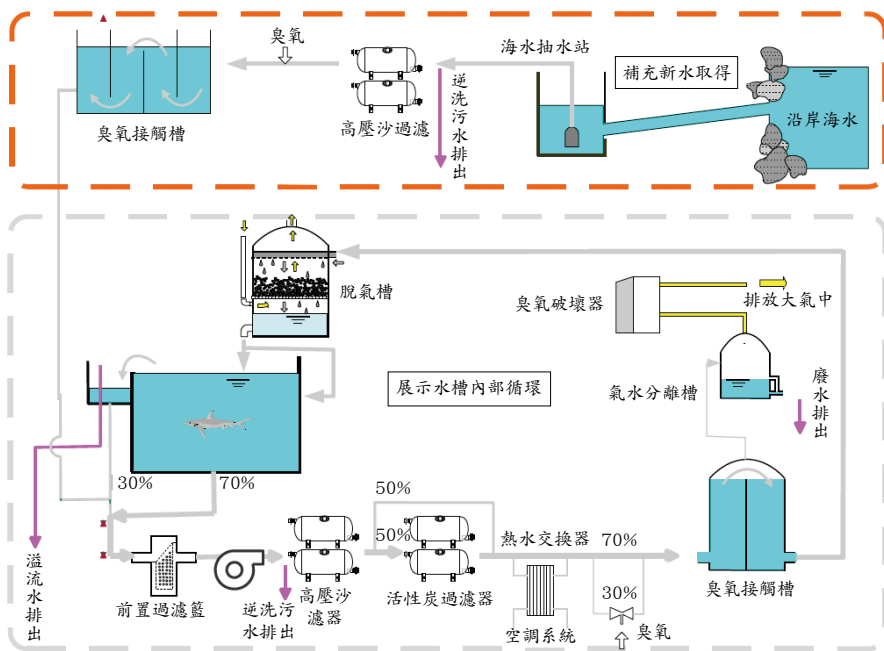
大洋池的高壓石英沙過濾器

統，主要是以馬達不斷抽取展示缸內的水，使其通過前置過濾籃，先過濾體積較大的雜物如珊瑚砂、餌料殘渣、魚的屍體…等，以免傷害馬達及系統，接著再以馬達加壓使海水經過高壓沙過濾器，利用小粒徑的石英沙來進一步過濾更細小的泥沙、餌料殘渣與魚類排泄物等。過濾器兩端並有感受水壓的偵測儀器(壓力)，當進出水兩端的水壓差距達到設定程度時，表示沙層內已累積許多污物，達飽和狀態，無法有效過濾水質，此時系統就會啟動逆洗流程，逐一逆洗各個沙過濾器並排出污水。

臭氧雖可殺菌，但臭氧也會與海水所含的元素形成有毒的溴氧化合物，必須以活性碳過濾器等進行吸附或分解處理。後續的海水再經

過熱交換器，也就是利用多層板狀結構增加表面積，來與空調設備送來之冰水隔著不銹鋼板進行熱量交換，以達到降低水溫之目的。接著水流經由文氏管將臭氧吸入，並於臭氧接觸槽進行反應，使對生物具毒性之氨轉化成較安全之硝酸，同時進行殺菌、除臭、分解有色物質及增加溶氧量，如此可讓水質變得更清澈，增加展示效果。多餘的臭氧會進入氣水分離槽，再利用臭氧破壞器處理後再排放於空氣中。

處理後的水還需經過脫氣槽，槽中水由上往下分散滴流，空氣經由槽頂上方強制抽風，使空氣流動方向恰和水流相反，中間以接觸球加大空氣和水之接觸面積，控制使其接近飽和溶氧，並排出多餘的二氧化碳，避免水質變酸。



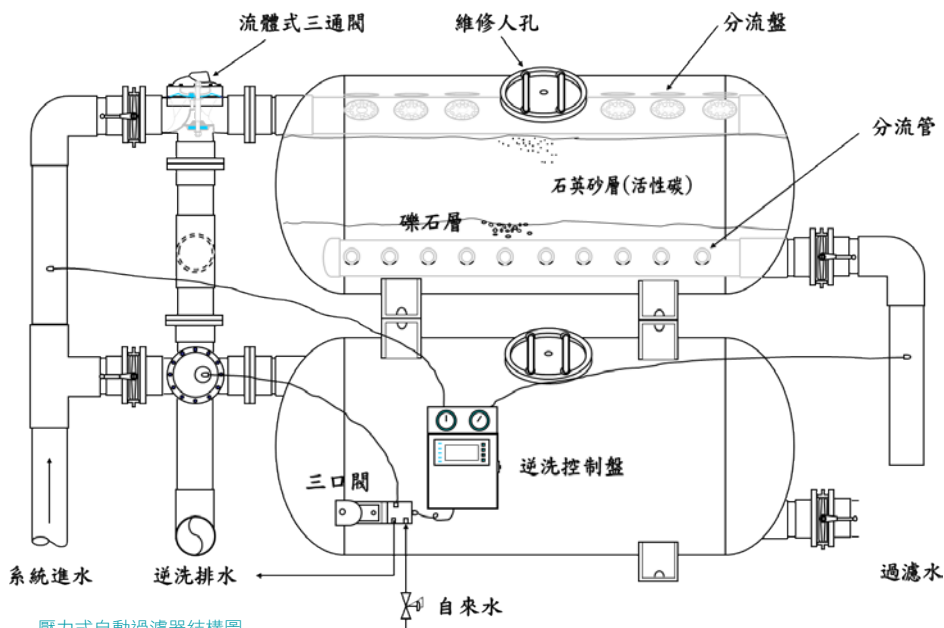
維生系統運作流程圖，上為海水供水系統，下為循環過濾系統。

區域	水	主要生物	展示水量(噸)	水溫	循環過濾週期 (Min)
瀑布	淡水	無	49.2	無	60
高山溪流	淡水	溪魚	24.6	15-18	45
河川中游	淡水	溪魚	302.0	20-26	45
水庫	淡水	池魚	64.3	20-26	45
河口生態	海水	海水魚	37.8	21-28	45
牡蠣區	海水	海水魚	177.9	23-28	45
岩岸潮間帶	海水	海水魚	75.7	23-28	45
波濤走廊	海水	海水魚	94.6	23-28	30
軟珊瑚	海水	珊瑚	9.4	23-28	30
南灣	海水	海水魚	268.7	23-28	45
大洋池	海水	海水魚	3671.8	23-28	110
大洋適應池	海水	海水魚	75.7	23-28	60

【表 1】維生設定規範 (臺灣水域館)

區域	水	主要生物	展示水量(噸)	水溫	循環過濾週期 (Min)
珊瑚礁頂	海水	珊瑚	11.2	23.5-28	60
珊瑚礁緣	海水	珊瑚	8.4	23.5-28	60
珊瑚礁壁	海水	珊瑚	18.9	23.5-28	60
大圓池	海水	珊瑚	264	23.5-28	60
主珊瑚	海水	海水魚	4035	23.2-28	110
鰻鯨	海水	海水魚	11.3	23.2-28	60
褶鰻	海水	海水魚	12.3	23.2-28	60
鍋爐間	海水	海水魚	7.6	23.2-28	60
船艙	海水	海水魚	29	23.2-28	60
船長室	海水	海水魚	48	23.2-28	60
共生	海水	海水魚	56.7	23.2-28	60
白鯨池	海水	白鯨	3566	15-17	110
白鯨適應池	海水	白鯨	35.2	15-17	50

【表 2】維生設定規範 (珊瑚王國館)



壓力式自動過濾器結構圖

這些維生系統處理過的海水接著便再次進入展缸內循環，供魚兒優游健康成長。為有效在循環過程排除處理各種汙物，展示缸內靠上層約有30%水會以溢流水的方式導出，用以排出上部漂浮性的懸浮物，另外缸內約70%的水則由下部連同沉降的固體殘餌、糞便一起引入循環系統，同時也補充部份的新鮮海水後進入前置過濾籃，如此循環不已。

海生館的維生系統是個別運作的，因每個展示水槽對水質的要求各不相同，如高山溪流及白鯨池的水溫遠低於其他展缸的水溫，獨立運作的設計也可避免疾病於展缸間相互感染。大型缸如主珊瑚池，每隔110分鐘就能讓所有的水過濾循環處理過一次，每天共約過濾13次；而較小的如南灣及岩岸潮間帶，則每45分鐘就可完全過濾，

一天約可過濾32次。除水溫外，我們也針對各展示缸之需求，訂定溶氧、鹽度、酸鹼值、濁度及多項營養鹽等水質標準上下限，嚴格利用維生系統來監測、調節及控制。

維生系統1天24小時皆需有人監控，每日三班輪值。例行工作首先需由DAS電腦監控各展示水槽的機械運轉情況及水質狀況，根據各項回傳數據，一有異常立刻發出通告，後續工作人員便巡視系統及展場，沿著管路巡察各項設備，檢視地上有無積水、水管有無漏水、馬達運作是否有異聲，並記錄各項數據，包括水溫、管線之流量及壓力、和自動控制之各項訊號是否正常…等等。接著至海水處理站巡視液態氧存量壓力、及取用砂過濾器後端處理過的海水檢查水質是否清澈…等，以確保維生系統運作無虞。