

超大型水族缸的命脈—— 維生系統

韓僑權

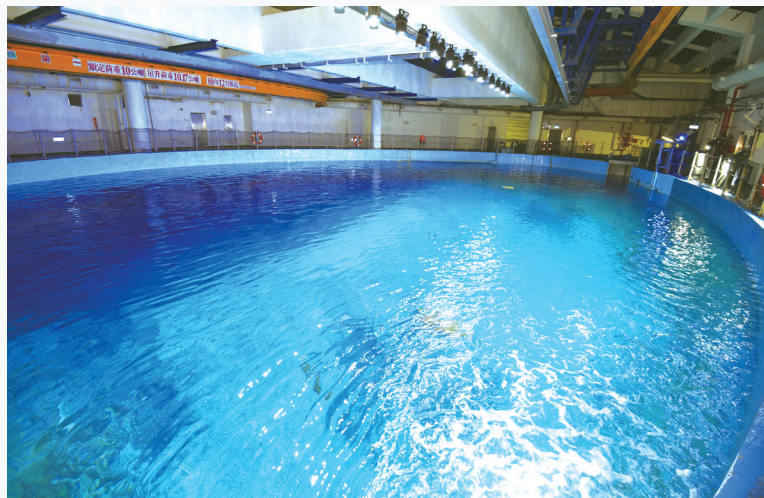
大型水族缸為什麼要有維生系統呢？

維生系統指的是維持展示缸內水生生物生存、延續生命的一套設備，而水中生物需要什麼樣的環境呢？

水族館觀賞的需求與一般池塘養殖有很大的不同，水族館展示的目的是觀賞，生物種類極其繁多，體型差異也很大；一般池塘養殖的目的是食用，生物種類單一，大小也相近，因此對維生系統的要求就不同。池塘養殖多利用水車、細菌、藻類光合作用等處理水質及取得氧氣，且刻意營造水色；展示缸則利用物理、化學、生物過濾等方法處理水質，且盡可能營造無色透明的水域環境。特別是水質，包括水中酸鹼度、氨氮、懸浮物質、水溫及氧氣含量，就是維生系統處理的對象。

維生系統除了讓所蓄養的對象存活外，更注重維持生物良好的健康、成長、繁殖，甚至要兼顧體色的變化。因此，與蓄養相關的各項環境因子都需加以監測、控制，才能營造最適合生物生存的環境。後續將以海生館後場維生系統為例，帶領各位一窺超大型水族缸的命脈——維生系統的祕密。

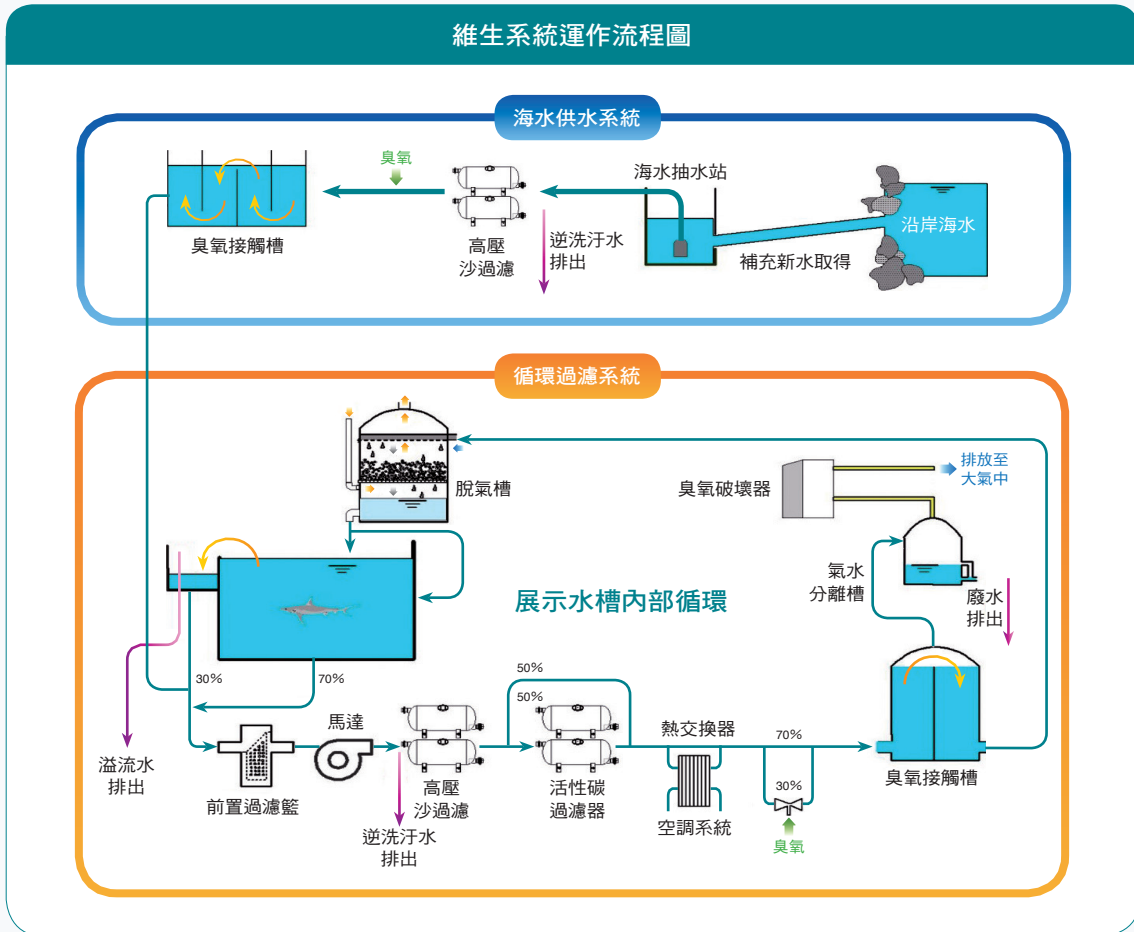
海生館維生系統的運作包括兩個部分，第一是海水供水系統，提供水族中心及3個展示館所需補充的海水；第二是各展示水槽內部循環經由過濾改善水質，並以補充海水補足沙過濾器



如何維持乾淨的水質是展示館維生系統的重要課題

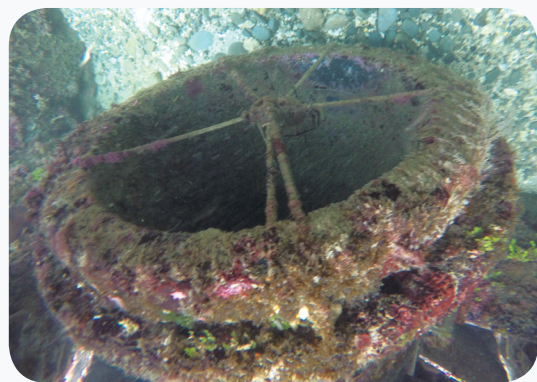
維生系統除了讓所蓄養的對象存活外，
更注重維持生物良好的健康、成長、繁殖，甚至要兼顧體色的變化。

維生系統運作流程圖



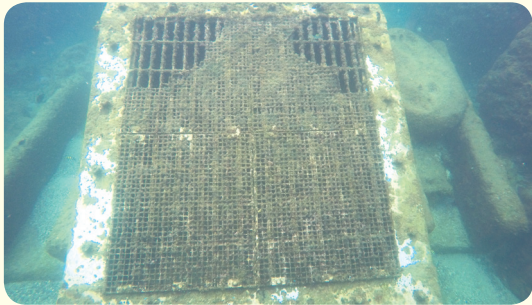
逆洗和溢滿流出的水量。海生館的補充水是從位於岸邊的兩個進水管（南管、北管）讓海水自然流進抽水站的陰井內，並由馬達把海水運送至海水處理廠。經高壓沙過濾器與臭氧處理，過濾一些魚卵、浮游生物、泥沙、塵土、藻類等顆粒性雜質，最後乾淨的海水才送入展示館各個水槽中作為補給水。

循環過濾系統首先讓所有抽進來的水通過前置過濾籃，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。接著以馬達加壓使海水經過高壓沙過濾器，使用很細的石英沙過濾較細的泥沙、餌料殘渣與魚類排泄物。而過濾器



海岸邊的進水管（北管）。

兩端的壓力差達到設定程度，表示沙層內已累積許多汙物，就會啟動逆洗流程，逐一逆洗各個沙過濾器。由於臭氧加入海水中



進水管外側都有箱涵及攔沙網阻隔大型異物流入抽水站陰井



大洋池的 6 組前置過濾籃



海抽站馬達



大洋池的 6 組循環過濾馬達



利用馬達把海水運送至海水處理廠（左）及臭氧接觸槽（右）。



高壓石英沙逆洗控制器

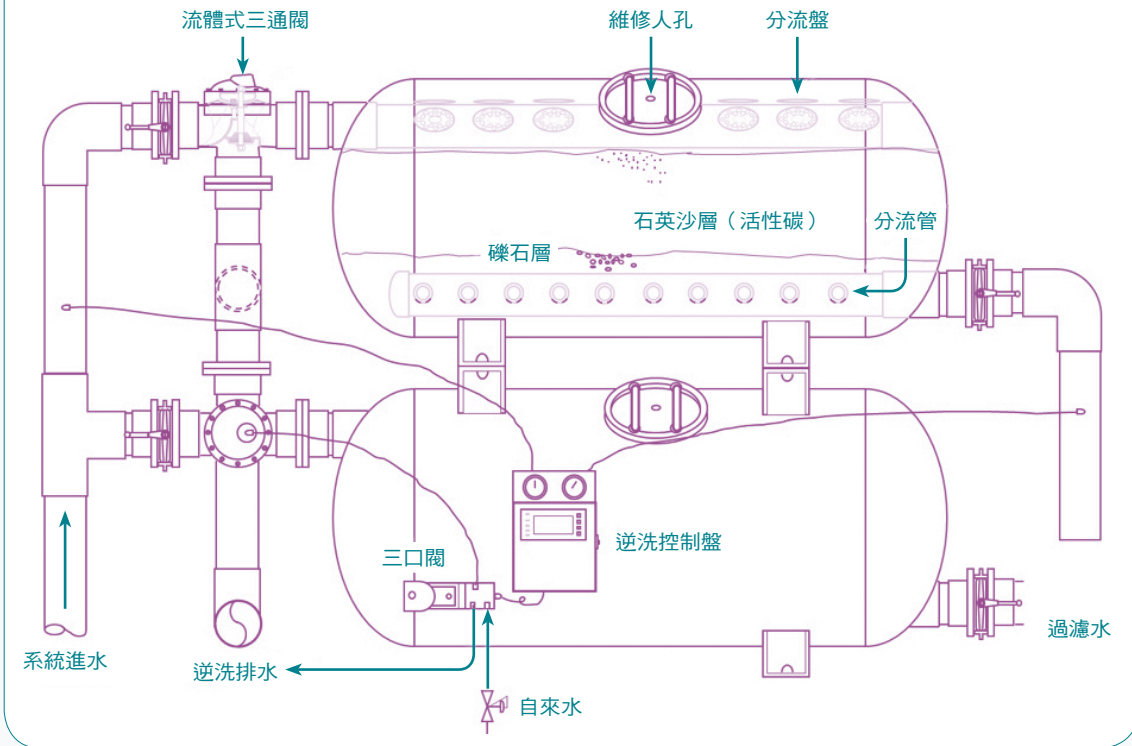


大洋池的高壓石英沙過濾器



活性炭過濾器

壓力式自動過濾器結構圖



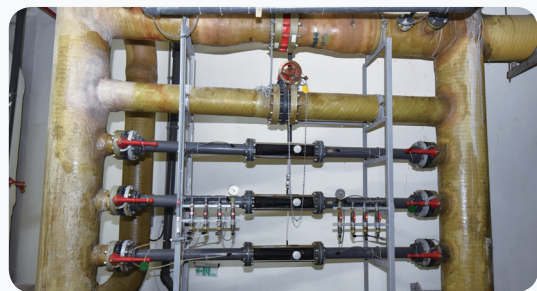
會形成有毒的溴化合物，因此利用活性炭過濾器吸附處理。

後續經過熱交換器，也就是利用多層板狀結構，與經空調設備送來的冰水隔著不銹鋼板進行熱交換，以達到降低水溫的目的，而且依各展缸生物的需求制定出不同的溫度上下限標準。接著水流經由文氏管把臭氧吸入，並在臭氧接觸槽中反應使對生物具毒性的氨轉化成較安全的硝酸，並殺菌、除臭、分解有色物質及增加溶解的氧氣量，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，利用臭氧破壞器處理後再排放於大氣中。

處理後的水還需經過脫氣槽，槽中的水由上往下分散滴流，空氣經由槽頂上方強制抽風，使空氣流動方向與水流相反，



熱交換器



文氏管



臭氧注入量調節器



氣水分離槽



大洋池臭氧接觸槽

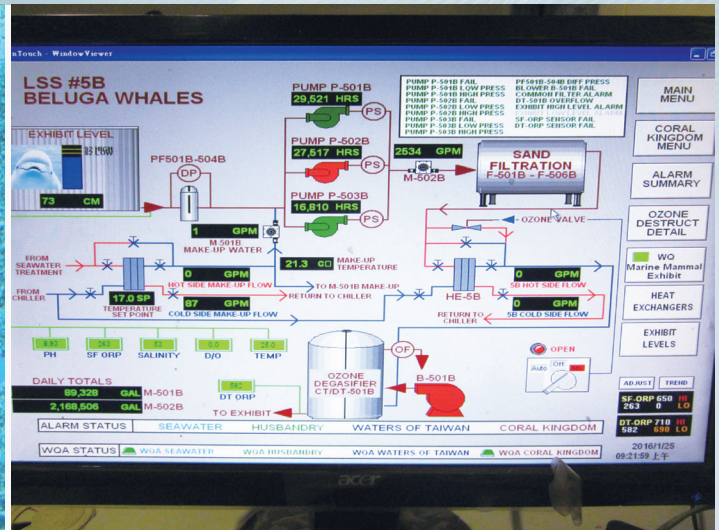


白鯨及主珊瑚池的大型脫氣槽

除水溫外，也針對各展示缸的需求，訂定溶氧、鹽度、酸鹼值、濁度、多項氮磷營養鹽等水質標準上下限，並嚴格利用維生系統調節控制。



潛水人員正在維修維生系統處理過海水的進水管



維生資料監控系統電腦監控各展示水槽的運轉及水質狀況

中間以接觸球加大空氣和水的接觸面積，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，接著經這些維生系統處理過的海水便進入展缸內供魚兒優游健康地成長。展示缸內上層 30% 的水經由溢出流水的方式導出，用以排出上部懸浮物。其他 70% 的水由下部連同沉降的固體殘餌、糞便一起進入維生系統，再度回流與新補給水結合進入前置過濾籃，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低於其他缸的水溫等，同時為了避免互相感染疾病，因此維生系統必須各別獨立運作。大型缸如主珊瑚池每隔 110 分鐘就能讓所有的水處理過一次，每天過濾約 13 次。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，也針對各展示缸的需求，訂定溶氧、鹽度、酸鹼值、濁度、多項氮磷營養鹽等水質標準上下限，嚴格利用維生系統調節控制。

維生系統一天 24 小時都須監測，每日三班輪值。例行工作首先由維生資料監控系統電腦監控各展示水槽的機械運轉情況及水質狀況，根據回傳的各項數據，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、地上有無積水、水管有無漏水、馬達運作是否有異聲，並記錄各個數據，包括水溫、管線的流量及壓力、自動控制的各項訊號等。接著至海水處理站巡視液態氧存量壓力、砂過濾器壓力、流量檢查及砂過濾器後取水檢查水質是否清澈等，以確保維生系統運作無虞。

韓僑權

國立海洋生物博物館生物組