

# 教材分享：

## 智能換水水族箱(一)

陳瑋麟老師

本校綜合科學科及生物科希望把生物多樣性、生態學及海洋保育等元素引入校本STEM課程。其中一個重要元素為讓較多同學能接觸不同水生生物，唯外出考察的次數及參與人數始終有限，故於校內設置水族箱更易達至理想效果。

於展開計劃前工作小組中有同學提出，學校長假期期間，工作小組成員不能每天回校處理水族箱之日常維護，會令水族箱中出現不利生物生存的極端環境。正好STEM其中一大理念就是要拆解難題，於是工作小組便展開製作自動換水水族箱的計劃。

智能手機App + 物聯網 (IoT) + Arduino編程 = 任何時間地點都能換水

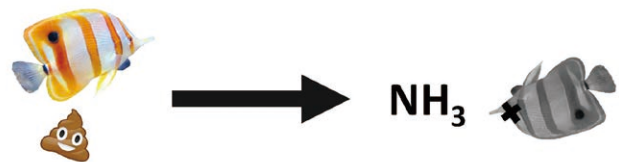
打理水族箱一向不是一件易事，如果因工作或外遊時長期不在家中，水族箱中可愛的魚兒更是岌岌可危。水族箱日常維護中，其中一樣既重要亦艱鉅的便是為水族箱換水。我們設計的換水系統省卻每次接駁來去水喉的麻煩，亦利用超聲波測距器確保準確的換水量，更以網絡連接系統至智能手機應用程式，讓我們只要連接互聯網便能為家中水族箱中的成員打理居所。

### 換水的科學！

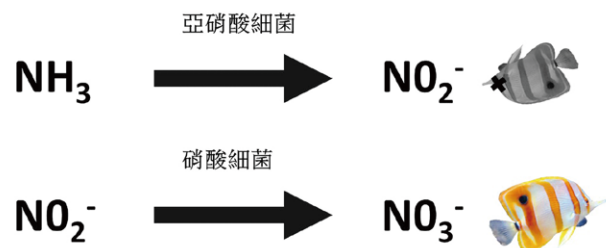
水族箱一般都會有一個完善的過濾系統使水質保持潔淨，但我們都必須定時把系統中部份的水換掉，背後到底有甚麼原因呢？

現代水族過濾系統中，其中一個最有效的過濾方法是利用生物性過濾以分解水中的有害物質。生物性過濾的最主要核心是培養硝化細菌，建立硝化系統來維護水質平衡。

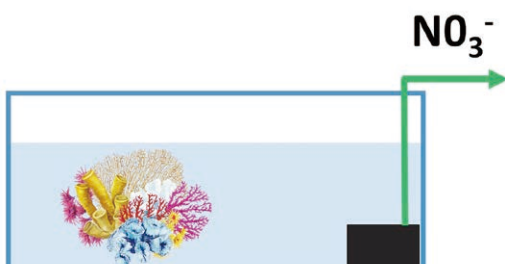
■ 水族箱中生物的排泄物、未被進食的魚糧及一些死去的生物都是水族箱內廢物的來源，這些廢物最終生成氨 (Ammonia,  $\text{NH}_3$ )，氨會對水中生物造成致命的影響。



■ 硝化系統中的亞硝酸細菌能把氨先分解成毒性較低的亞硝酸鹽 (Nitrite,  $\text{NO}_2^-$ )，然後再由硝酸細菌把亞硝酸鹽分解成無毒的硝酸鹽 (Nitrate,  $\text{NO}_3^-$ )。

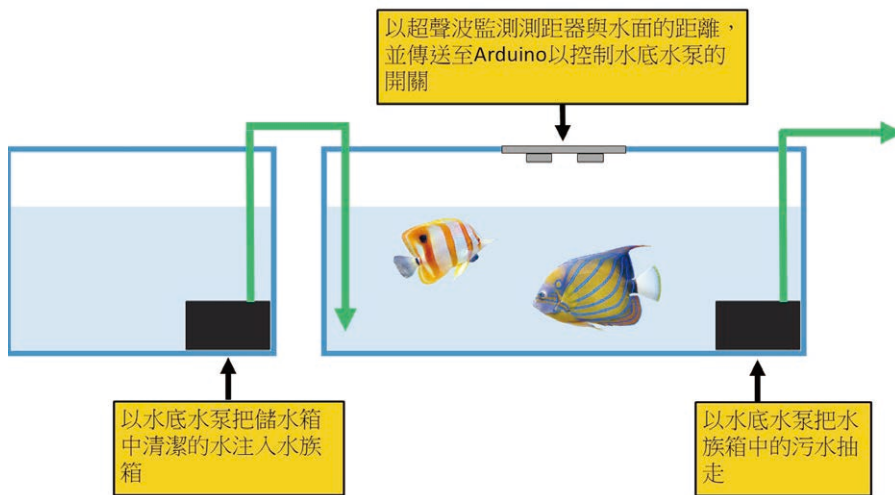


雖然硝酸鹽沒有毒性，對水族箱中生物的影響較低，但過高的濃度仍會影響生物的生長，某些生物亦會對硝酸鹽較敏感 (如珊瑚、水晶蝦等)，所以硝酸鹽的積聚仍是一個問題。



■ 一般水族箱的系統不能有效減少硝酸鹽，所以我們便要定期換水，把積聚了的硝酸鹽清理。

## 原理及運作

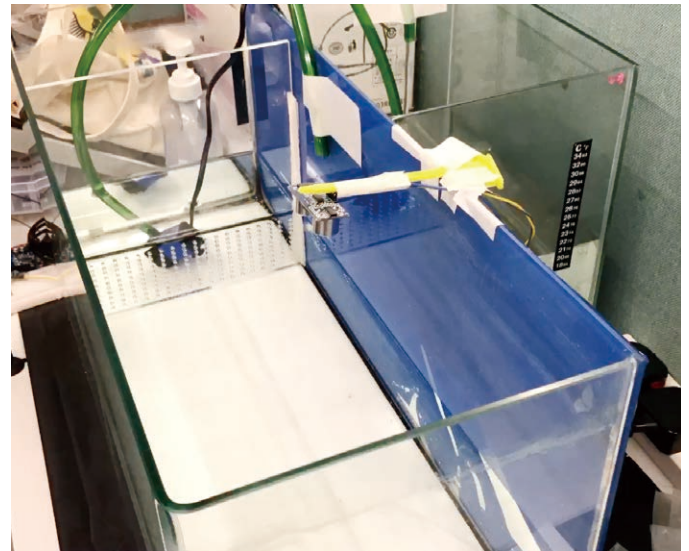


系統以預先裝好的兩個水底水泵運作，其中一個水泵能把水族箱中的污水抽走，由水管送至排水口。因水族箱內生物不能適應太大的水質變化，所以每次換水的份量不能太多，系統中設有超聲波測距器以監控換水量。當水量下降，令水面與測距器之間達至預定距離，水泵會停止排走水族箱內污水，同時啟動另外一個置於儲水箱中的水底水泵。儲水箱中的潔淨水便會由水泵引入至水族箱中，此時超聲波測距器會繼續監測水面與測距器間的距離。當水位上升至預設距離，儲水箱中的水泵便停止，以防止水量過多而溢出，整個換水過程亦完結。

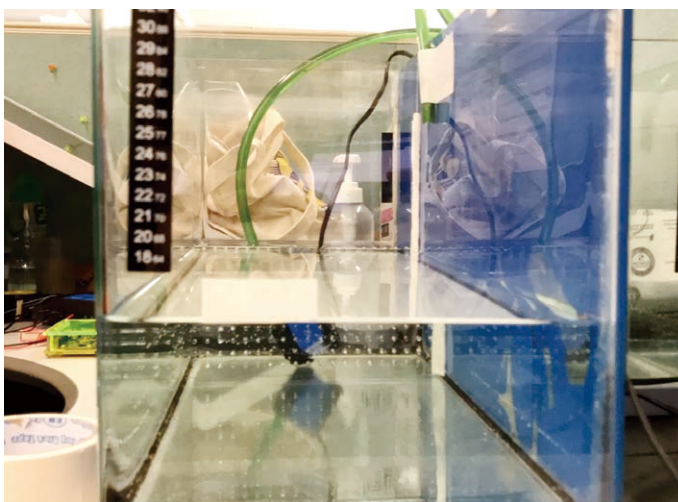
■ 換水系統的原理及運作展示圖



■ 利用水底水泵抽水。



■ 兩個水泵分別由Arduino編程控制開關以確保準確的換水量。



■ 兩個水泵分別由Arduino編程控制開關以確保準確的換水量。

