

多元節水方案一小投資大收益

國立高雄大學 / 林文隆

# 國立高雄大學節水實務經驗分享

本校為一所民國89年新成立之綜合大學，由於校地廣達82.5公頃，為提供廣闊校園澆灌與生態池所需水源，建校初期即將中水回收再利用系統、節水器材、雨水回收系統納入校園規劃設計中，一方面節省源頭用水，一方面增大回收水量，且自92年底開始陸續建立校內水系之內循環系統，以減少校內生態水域之需水量，至97年初已完成本校校園東西兩區各一套水內部循環系統，以下茲分述如下：

## 中水系統

校內目前營運中之九棟大樓均與埋設在超過3.8公里長環校道路旁之地下中水幹管連結，由其供應之中水作為自動噴灌系統水源，從民國91年4月份開始啟動該系統，以94~96年平均年回收水量已達155,821噸水量，年植栽澆灌水量佔其中約2/3，其餘1/3供應校園生態水域，處於乾早期之植栽澆灌水量則會調整為較高比例，92年底以前，年回收中水量僅約92000噸，校園植栽澆灌經常處於缺水狀態；為彌補此部分之水源不足，遂於校園西區水系末端設置一沈澱池，再以3HP沈水泵浦將水回抽至校園西區水系源頭，構成校園西區水內部循環系統，藉此作法可減少生態池之需水量，將部分生態水系供水移撥作澆灌用水；但也隨著營運大樓數目逐年增加，除澆灌水量逐年增加外，校園東池水系也開始運作供水，為避免乾早期中水量不足，於97年初完成校園東區水內部循環系統，中水僅需供應此循環水系之入滲與蒸發量即可，且循環之動力係以風力汲水設施驅動，運用本校近海每天穩定之海風驅動風車打水，平均月抽水循環量約600公噸，經由水系中約200m淨水渠道與校園東池之淨水挺水性植物吸收過濾與其他物理或生物化學作用，入水端之BOD<sub>5</sub>可由16.1mg/L降至出水端之4.9mg/L，一方面維持校園水系水質，一方面調節微區域氣候，且豐富之濕地生態讓此區充滿生機與特殊景觀，由於水質淨化效果已達一定程度，淨水渠道中已可觀察甚多需要良好水質才能生存之魚蝦，加上部分有心人士經營，今年夏天已見少數之螢火蟲於此飛舞。

## 節水器材

本校目前合計有516座省水馬桶，以每座每年節省15m<sup>3</sup>計，年節水量約7,740噸，此部分為建校初期採用之源頭節水量，但因節水量相對用水量並不顯著，95年開始試行於教學及行政區將100個舊型水龍頭起泡器更改為新型低流量起泡器，96年中



淨水渠道藉物理化學生物作用淨化水質



淨水渠道之多樣性生態也吸引文鳥、翠鳥、栗小鶯、白鷺鷥來此覓食，豐富此區之生態景觀



3m直徑葉片之風車汲水設施每年僅需更換一次齒輪油即可，維修相當簡便



1. 調整前水龍頭出水情形



2. 調小出水量後之水龍頭出水情形



3. 花灑型節水器出水情形

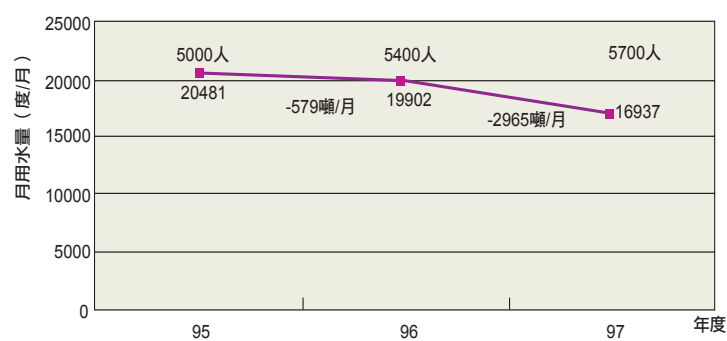
旬又增設110個，試裝過程中因有同仁反應新型之花灑型節水器出水量太低且有噴濺問題，對於洗便當或洗臉非常不方便，故而採折衷方式，於每間廁所中僅裝設一至兩個花灑型節水器，其餘仍換回舊型起泡器，但出水量由球型凡而處調小出水量至原出水量之1/3左右（詳上圖），以裝設後之每月用水量推估，每個水龍頭每年省水約140立方米，此部分之年節水量約29,400立方米，相較省水馬桶而言，本校在水龍頭之節水策略是較成功且低成本，這可由近兩年之用水量變化（詳95~97年前八月月用水量變化曲線圖）明顯看出其節水效果。

## 雨水回收系統

本校目前有設置雨水回收系統之大樓有五棟，但有三棟大樓因機電設施故障或收集槽高程設計錯誤而暫時停止運作，目前實際運作中之雨水回收系統僅有圖書資訊大樓及法學院大樓兩棟，總雨水回收面積約5,800m<sup>2</sup>，以大高雄地區年平均雨量約1,784mm及雨水回收率4成（以南部有效降雨型態經常屬暴雨型，暴雨大部分雨水會超出雨水回收槽容量而被抽出）估算，年雨水回收量約為4,100m<sup>3</sup>，此部分之回收水主要作為植栽澆灌或屋頂降溫灑水用途；由於本校屬建校初期，用於空間擴充與其他設施改善之經費更加急迫，故障或設計錯誤之雨水回收系統尚待逐年控留預算予以修復或更正，始可達到12,000m<sup>3</sup>之年雨水回收量。

## 總結

綜而言之，本校在中水或自來水源頭省水方面雖已有顯著績效，但所回收中水係以臭氧殺菌，在管線中並無殘餘殺菌力，



95~97年前八月月用水量變化曲線圖

92年以前曾運用於宿舍區之沖廁用水，但每逢寒暑假期間，本校絕大部分學生均搬回家中，造成宿舍頂樓之中水蓄水槽或廁所馬桶水槽處於長時間呆水狀態，少數存活之微生物附著於管壁或槽壁形成生物膜，開學後初期使用就會發生馬桶沖水時，經常沖出許多剝落之片狀生物膜，因為觀瞻及止水墊片不易密合之緣故而停止於馬桶沖廁用途，此為中水再利用於馬桶沖廁時，最好採用加氯消毒方式之因由，但加氯消毒之中水用於新種植栽又有不利生長存活之情形，故而本校之中水消毒才持續沿用臭氧殺菌，而未採用加氯消毒之原因。至於雨水回收方面，本校目前雖然尚無缺水情形，但如能將大部分故障中雨水回收系統予以修復或更正，並將其運用於馬桶沖水或屋頂降溫，對於自來水之源頭減量將有更大助益；而在全球氣候變遷之影響下，未來台灣難保不會出現更嚴重之缺水危機，此乃中央政府及本校大力推動節水之用心，願大家共勉之。