

屏東科技大學- 水資源處理回收再利用

國立屏東科技大學 ■ 古源光校長 / 楊勝任 / 林絮玉

壹、前言

屏東科技大學位於屏東縣內埔鄉東北山丘坡地上，校園佔地約 296 公頃，是台灣單一校園面積最大的學府，因依大武山、傍東港溪，視野遼闊景色宜人，校園優美、閒靜、景觀如畫，宛如一座天然公園，而有內埔國家公園美譽。除內埔校區外，本校在墾丁國家公園附近另有一座 268 公頃的保力林場，及位於屏東與台東交界處，佔地 600 餘公頃的達仁林場。

本校以朝向專業研究型大學，積極提昇學術地位，以建構成為亞太地區學術重鎮而努力，除了是培養學生專技、陶冶人格、強健身心的最佳環境外，並期望對環境保護貢獻心力。又學校是培養及教育社會未來人才的場所，若能藉由學生在校期間，給予學習機會並獲得正確的節水知識和養成行為習慣，將深深影響其將來踏入社會及未來組成家庭時，對水資源回收再利用所採取的方式和態度，而且大專院校肩負推動高等教育及社會示範責任，若能設置及提供中/雨水回收再利用及節水教育、宣導的場所，以提升全體國民對於水資源永續發展的理念，是當務之急也是刻不容緩的工作。

因此，屏科大將校內全部的生活污水、游泳池放流水、實習養殖池溢流水、畜牧場放流水及部分雨水經處理回收再利用，不僅將原有污水場及其場區內環境，營造成一個非常自然且生態的園區，亦將回收處理過的放流水，供沖廁、澆灌、調節溫度、營造生態及補充地下水水源等，而達到具有教育、研究、宣導、示範、休憩的目的。

貳、緣起

台灣四面環海，氣候溫暖潮溼，屬亞熱帶季風區氣候，雨量主要來源為東北風、梅雨季節及颱風，年平均雨量約可達 2,510 公釐，是水資源的主要來源。雖然雨量豐沛，年獲雨量可達約 900 億立方公尺，在世界排列

屬多雨地區，且是世界平均值的 2.6 倍，但是雨量在時間及地區分佈極不均勻，5 至 10 月之間的雨量佔全年總雨量 75-80%，枯水期長達 6 個月以上，又中央山脈南北縱走，造成大部分的台灣河川東西流向且腹地不大又陡坡急流，逕流量被攔蓄利用的僅約 177 億立方公尺（約佔 19% 年總逕流量），其餘均流入海洋，致每人每年所分配雨量僅及世界平均值的七分之一，被聯合國認定屬水資源較缺乏地區。

屏東科大有感於因水環境變遷淡水資源漸匱乏，又全球最富國家排行榜第 4 名的新加坡，及第 7 名的香港，都需要付更多的經費才能從別的國家買到水，而列第 24 名的台灣，用水確如此的方便及便宜，因此，積極規劃、設計及實施治水、利水、保水、親水和活水的處理及設施。

參、節水事蹟

一、節水政策

- 1、成立節水推動小組，訂定節水管理計畫及查核辦法，定期差異分析並檢討執行成效。
- 2、除針對現場運轉評估節水空間外，並持續檢討及改善放流水、雨水回收狀況。

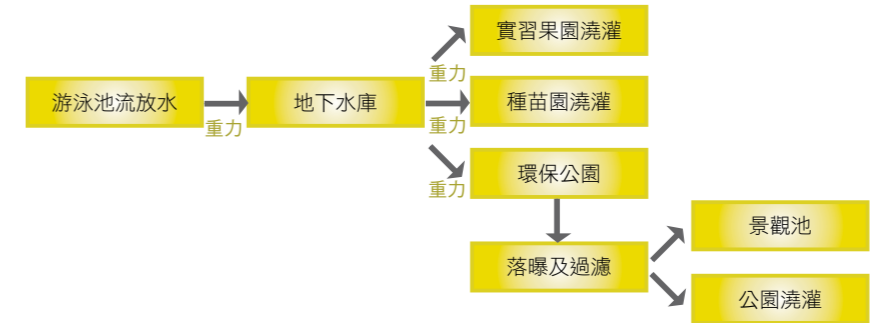
二、節水設施

1、游泳池放流水

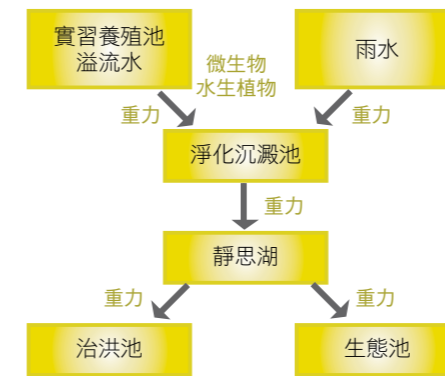
本校將游泳池放流水，藉由地勢高程差及地下水庫，供實習果園及種苗園澆灌用，更利用落曝及過濾系統處理後，作親水性的景觀池及環保公園植栽澆灌用，而達到美化校園、休憩、環保教學及蓄水的功能。（圖一）

2、實習養殖池溢流水

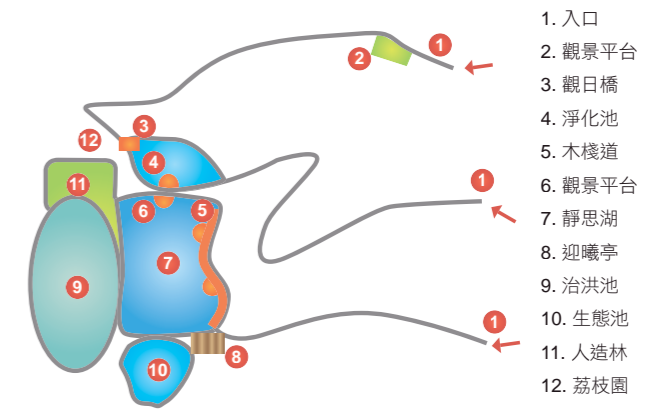
為配合全世界生物多樣性保育活動，也為了創造更多對野生動植物友善的環境，並提昇校園及社區的生機



圖一 游泳池放流水處理回收再利用程序



圖二 實習養殖池溢流水處理回收程序



圖三 實習養殖池溢流水營造生態湖區

與生態品質，亦提供更多具有自然美與生態教育功能的水岸景觀，將實習養殖池溢流水及雨水，藉由地勢高程差、微生物及水生植物，經曝氣、淨化後，將閒置養殖池重新營造不僅具有美化校園、休憩、環保的功能，亦扮演防洪、蓄水、排水、教學及研究角色的生態池，校區因位於候鳥過境途徑，使得該生態池常呈現出多種動物及昆蟲蹤跡。（圖二、三）

3、實習畜牧場廢水

畜牧場廢水藉由固液分離及厭氧處理後，液體作為牧草區液肥用，而固體則製作成為有機肥，不僅降低污染，且可改良土壤。

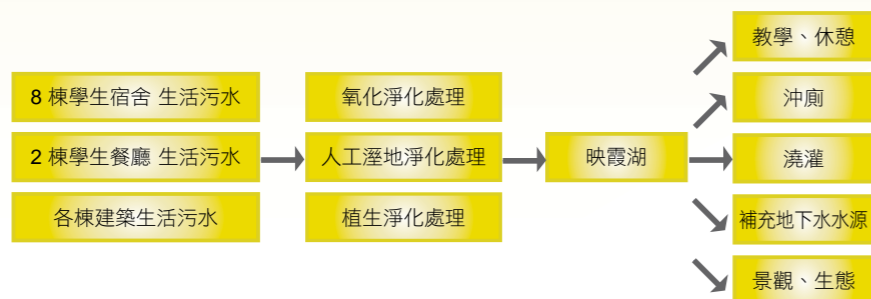
4、生活污水

屏科大利用充足的太陽能及適度的污染水進流負

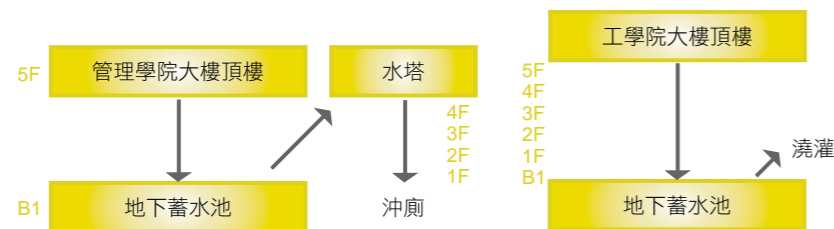
荷下，在不需多耗費能源的條件內，重新改造污水場環境，除了保有淨化生活污水的能力外，更因為附加的生態功能，而讓整個環境活化起來，不僅改善景觀及另人不悅的味道等問題，亦孕育生物多樣性。生活污水經處理後作澆灌花木、抑制揚塵，亦供生物多樣性、環境教育及景觀、休憩用，而達到補充地下水源及永續再利用的目標。（圖四）

5、雨水

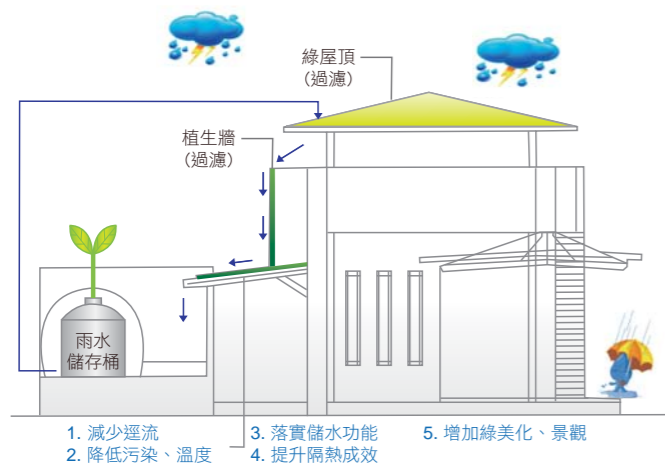
校區因位於山丘坡地上，年下雨量及降雨天數均大於恆春、台南氣相站之年平均值。藉由管理學院及工學院大樓頂樓的雨水漏水頭和雨水收集管及地下的蓄水池，將雨水回收，供每個樓層的沖廁和綠地澆灌用，以達水資源回收再利用目的。（圖五）



圖四 生活污水處理回收再利用程序



圖五 大樓雨水回收再利用程序



圖六 雨水處理回收程序



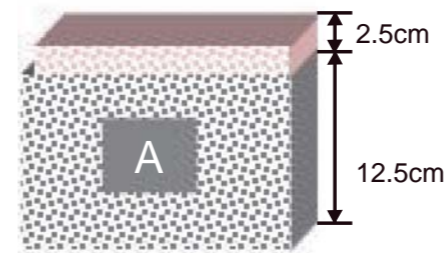
圖七 雨水回收系統

6、綠屋頂

透過建置綠屋頂及結合雨水收集儲存系統，將綠屋頂、涼棚屋頂吸收過剩的水，且經過濾儲存，儲存的水再送至沖廁及綠地澆灌用，成為雨水再利用與環境改善的最佳示範系統。另屋頂植栽能吸收降雨中所含氮氧化物懸浮微粒，有助於減少水源的氮污染及減少逕流量。（圖六、七）

7、透水鋪面

利用垃圾焚化底渣及既成道路開挖土石粒料，摻配少量水泥及水，將MRC配製成兼具適當強度及保水性鋪面材料，於低交通場所鋪設。（圖八、九）



面層：水泥+天然2分石+宜蘭石
基層：水泥+底渣2~3分石
透水量≥40mm/min

圖八 保水鋪面材料及配比



圖九 保水鋪面成效

三、管理與推廣

- 1、設置水電維修小組積極抓漏維修，以解決漏水問題及降低水資源浪費。
- 2、設置申請維修網站，降低延誤時機致大量漏水的損失，以達到滴水不漏的用水管理。
- 3、製作節約用水海報，張貼於全校各公共空間的佈告欄，以宣導水資源再利用觀念。

- 4、每日定時實施各水井電抄表，如有水電度數表異常狀況，立即視察。如為管線破損，立即修復。
- 5、藉由校內網路、教育訓練、現場標示、定期宣導等方式，對全校教職員工生進行水資源節約教育與宣導，以強化珍惜水資源觀念。
- 6、積極向蒞校機關、團體及學校，分享、推廣本校「全回收、零排放」理念及設計。



圖十 實習養殖池溢流水及雨水回收再利用



圖十一 生活污水處理回收再利用



圖十二 游泳池放流水回收再利用

肆、整體效益

一、降低次級用水水費

本校因回收生活污水，節省次級用水水量約292,000m³/yr (800m³/天×365天/年)、節省次級用水水費約1,255,600元/yr (地下水水價每立方公尺4.3元)。(表一)

二、污染削減

每日處理污水量約800公噸，經淨化後，削減的污染包括生化需氧量(150mg/L削減至18-40mg/L，

去除效率約75%)、懸浮固體(60mg/L削減至3-11mg/L，去除效率約88%)等。減輕原承受水體負荷，每年預估減少BOD負荷1,752kg/年(每年292,000m³×BOD為6mg/L×10⁻³)，相關資料如表二。

伍、結語

屏東科技大學多次獲獎不僅是榮譽，也是對推行節約用水成效的肯定，爾後校方仍會不斷將知水、用水、愛水及節水的永續水資源環境教育理念，透過示範、解說和教學，宣導惜水文化及道德。

表一 節水措施及成效

設施名稱	改善前及排放量 (噸/年)	改善後及再利用	經濟效益	
			節省水量 (噸/年)	節省金額 (元/年)
游泳池放流水	放流 2,000	全回收實習農地澆灌	全回收 2,000	8,600
實習養殖池溢流水	放流 5,000	全回收生態池	全回收 5,000	21,500
實習畜牧場廢水	放流 2,000	全回收有機肥	全回收 2,000	8,600
生活污水	放流 292,000	全回收澆灌、沖廁	全回收 292,000	1,255,600
工學院大樓雨水	放流 4,000	全回收綠地澆灌	全回收 4,000	17,200
管理學院大樓雨水	放流 4,000	全回收沖廁	全回收 4,000	17,200
環安衛中心綠屋頂	放流 2,000	全回收綠地澆灌	全回收 2,000	8,600
環安衛中心透水鋪面	放流 6,000	全回收補充地下水		

表二 生活污水經削減污染後成效

採樣點	pH	溫度 (°C)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	正磷 (mg/L)
原水	7.44	28.80	2.15	60.00	150.00	33.00	3.18
氧化處理後放流水	7.12	26.70		11.08	40.26	10.15	
人工溼地後放流水	7.47	29.60		3.00	18.00	3.00	2.17
植生處理後放流水	7.40	29.00	2.61	4.00	20.00	4.00	2.42
環保署放流水 水質標準	6.0 - 9.0	< 38.00	3.89	50.00	200.00	30.00	
土壤處理標準	6.0 - 8.5			< 30	< 100	< 30	
日本景觀用水 水質標準	6.0 - 8.5			< 5		< 10	