



城鄉淨流

Cleaning Water

Through the Urban and Rural Areas

走讀26處河川水質淨化工程



行政院環境保護署







新竹市

- 036 頭前溪溪埔子人工濕地
- 044 頭前溪柯子湖人工濕地
- 144 客雅溪香山區污水載流站設置工程
- 148 客雅溪北區污水載流站設置工程



苗栗縣

- 052 中港溪東興橋人工濕地

臺中市

- 160 柳川污染整治及環境改善工程
崇德柳橋至中正柳橋段
- 168 柳川污染整治及環境改善工程
中正柳橋至南屯柳橋段
- 184 東大溪污染整治與環境改善工程

雲林縣

- 058 新虎尾流域中游人工濕地
- 110 新虎尾溪崙背排水水質淨化工程
- 154 新虎尾溪截流處理

嘉義縣

- 190 北港溪流域早知溪水質淨化場
- 196 北港溪流域西結里水質淨化場



臺南市

- 098 三爺溪萬代橋生態礫間淨化工程
- 104 三爺溪仁德排水生態礫間淨化工程
- 120 鹽水溪永康滯洪池礫間接觸曝氣工程
- 126 鹽水溪永康大排水岸生態礫間淨化工程
- 202 二仁溪港尾溝溪水質淨化場
- 208 急水溪大腳腿排水水質改善工程



桃園市

- 026 大漢溪大料崁人工濕地
- 086 老街溪新勢公園礫間接觸曝氣工程



宜蘭縣

- 176 梅花湖聚落式污水處理設施



臺東縣

- 068 太平溪人工濕地

高雄市

- 076 愛河九番埤水質改善工程
- 132 阿公店溪河華橋水質改善工程
- 214 愛河樣仔林埤水質改善工程



行政院環境保護署 署長序——

古希臘七賢之一的泰勒斯（Thales）提出水的本原說，就是「萬物本源之於水」。整個地球的 71% 被海洋所覆蓋，而科學界也普遍認為最原始的生命型態來自水中，古中國、古印度、古埃及和古巴比倫，這四大古文明依存著各大河的流域誕生而興盛，回歸到人類自身也有 70% 由水所組成。

而地球中可被人類直接利用的淡水資源如河川、湖泊及地下水等僅占總水量的 0.8%，彌足珍貴。臺灣擁有眾多河川、湖泊與豐沛地下水資源，是個得天獨厚的寶島，但由於人口、工廠與畜牧廢污水的排放，過去認為水體有的自淨功能，也因污染的排放到河川湖泊中，超過水體能負荷的程度，河川與湖泊逐漸窒息。人們沒有乾淨的水源可以使用、生物漸漸的離去，人與水的距離越來越遠。

臺灣的河川污染源以家庭污水為大宗，根本解決之道是要透過公共污水下水道系統與污水處理廠的建置來處理污水，但家庭污水納到污水下水道幹管及污水處理廠處理需要時間。因此，如何在公共建設過程中同時舒緩河川污染狀況，成為環保署努力的目標，希望能夠回應民眾對於潔淨水體的期盼，解決民眾關心的水污染問題。署內研究歐美及日本削減河川污染的技術與方法，了解到先進國家運用現地處理設施淨化水質，成效卓著；並開始於 2002 年引進人工濕地、礫間接觸氧化處理等相關技術，過程中也因應臺灣的氣候環境特色以及場址現地條件，不斷進行研究與調修。至 2016 年，環保署推動補助之截流、人工濕地、礫間接觸氧化等水質改善工程已達上百處，工程技術的運用也越發臻至成熟。

這個過程當中，我們見證到污染逐步被削減、河川水質逐步改善，也看到淨化工程帶給在地生活的改變。當我們看見今日成功的案例時，也莫忘當初的努力。第一座人工濕地—新海人工濕地，引入板橋新海排水污染（生化需氧量高達 70mg/L 以上），人工濕地建置後，成群水鳥停棲的景象早已深植人心。因此，當颱風損壞面臨復原與否的難題時，新海濕地帶來的生態多樣性與環境價值，讓我們做出了重建的選擇。而後大漢溪沿岸的人工濕地逐步建置，河川水陸生態廊道的串接創造了更大的生態保育利基，也讓民眾了解到人工濕地不只是最美麗的污水處理設施，更讓人有了重新接近水岸、親近生態的機會。現在

連大漢溪上游大崙崁人工濕地、新竹市頭前溪溪埔子人工濕地，皆位於取水口上游，削減市鎮排水排入河川的污染，捍衛著取水口上游的水質。

基隆河南湖礫間曝氣氧化工程，是全臺第一座礫間接觸曝氣氧化設施，建置當初，工程方法在臺灣的適應性、基地的土壤承重力及復原後上部空間利用等等，面臨了諸多的挑戰。而今礫間曝氣氧化因為效率高、用地小，已發展成為河川水質淨化最主要的現地處理工法。老街溪新勢公園礫間接觸曝氣工程（日處理量 30,000 公噸），即擁有全東南亞最大的並聯式氧化槽，而且上面的公園大草皮，成為民眾最佳休閒好去處。真正令人欣慰的是，老街溪兩岸的居民，過去因為河水惡臭而背離老街溪，如今兩岸居民紛紛將房子轉向，河川後巷變前院，重新迎接美好的水岸新生活。

愛河截流的成功經驗，是城市營造改善所穿越河川水質的重要參考方法。透過截流，將排入河川的污染排水及未接管的生活污水，一滴一滴的、一股一股的接到鄰近的污水下水道幹管中，讓污水處理廠的餘裕量把污染去除掉。臺中市柳川也正採截流方式推動柳川水質再生。

在推動河川水質淨化工程、生活污水截流、工業廢水管制以及建置污水下水道等多管齊下的持續努力下，臺灣 50 條重要河川，嚴重污染的河段已從 2003 年的 15.8%，降低至 2015 年的 4.2%，河川水質有了明顯改善；嚴重污染河段超過 50% 的 5 條河川二仁溪、北港溪、鹽水溪、老街溪及急水溪，在 2015 年監測資料中皆交出水質改善的亮眼成績。

本書精選 2013 ~ 2016 年河川水質改善工程中 26 處精彩案例，期待民眾能透過閱讀本書與實地走訪，了解、親近這些水質處理設施，更進一步共同承擔環境責任，並肩努力成為臺灣河川的守護者。



行政院環境保護署
署長

李應元
10.6.2016



目錄

Contents

總論篇——

一路行來	010
原理簡單說	011
工程一點通	014

案例篇——

1

人工濕地類	024
大漢溪大崙崁人工濕地	026
頭前溪溪埔子人工濕地	036
頭前溪柯子湖人工濕地	044
中港溪東興橋人工濕地	052
新虎尾河流域中游人工濕地	058
太平溪人工濕地	068
愛河九番埤水質改善工程	076

2

礫間淨化類	084
老街溪新勢公園礫間接觸曝氣工程	086
三爺溪萬代橋生態礫間淨化工程	098
三爺溪仁德排水生態礫間淨化工程	104

新虎尾溪崙背排水水質淨化工程	110
鹽水溪永康滯洪池礫間接觸曝氣工程	120
鹽水溪永康大排水岸生態礫間淨化工程	126
阿公店溪河華橋水質改善工程	132

3 污水截流類 142

客雅溪香山區污水截流站設置工程	144
客雅溪北區污水截流站設置工程	148
新虎尾溪截流處理	154
柳川污染整治及環境改善工程 崇德柳橋至中正柳橋段	160
柳川污染整治及環境改善工程 中正柳橋至南屯柳橋段	168

4 綜合技術類 174

梅花湖聚落式污水處理設施	176
東大溪污染整治及環境改善工程	184
北港溪流域早知溪水質淨化場	190
北港溪流域西結里水質淨化場	196
二仁溪港尾溝溪水質淨化場	202
急水溪大腳腿排水水質改善工程	208
愛河樣仔林埤水質改善工程	214

加映篇—— 224

環境觀察小撇步	226
名詞簡單說	234
延伸閱讀	236

總論 篇



本書囊括了環保署於 2013 ~ 2016 年，在全國補助實施的 26 處河川水質淨化工程精華案例。跟著本書走讀之前，不妨先一起來了解一下，幾個有關於河川水質淨化的簡單概念。



一路行來——

臺灣家庭污水處理，已由傳統的化糞池，演進到使用建築物污水處理設施及專用下水道；而家庭污水的接管率，更是公共衛生發展的重要指標之一。因公共污水下水道系統的逐步建置需要一定的時日，在環保意識逐漸抬頭的今日，為了回應民眾對於河川環境的期待，環保署自 2002 年河川污染整治年起，開始引進歐、美、日本等國家現地處理的工法與技術，輔助各地方政府在污染水源附近、受污染的河川支流匯流處，建置各類河川水質淨化工程，讓污水透過與自然環境中的氧氣、土壤、微生物、植物的交互作用，削減排入河川的污染量。

本書的 26 處案例所採用的工法包括人工濕地、礫間接觸、污水截流，以及漫地流等等其他技術。有別於利用污水下水道管路系統，將家庭污水直接接管集中輸送到污水處理廠處理的方式，採取了「現地處理」的概念，在污水排放區域附近就地處理污水。運用河濱灘地建構現地處理工程，除了能淨化水質，並發揮生態效益外，更能使河濱灘地風貌煥然一新，提升休憩與環境教育的價值。現地處理過的水除了能當作二次水再利用，更能順勢補注河川水量，維持河川水文的穩定性。



運用河濱灘地建構現地處理工程，除了能淨化水質，並發揮生態效益外，更能使河濱灘地風貌煥然一新，提升休憩與環境教育的價值。（圖為頭前溪溪埔子人工濕地）／韋旭科技攝

原理簡單說——

除污對象

這 26 處河川淨化工程，主要削減的水中污染物種類為氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$)、懸浮固體 (SS)，以及生化需氧量 (BOD)。

氨氮

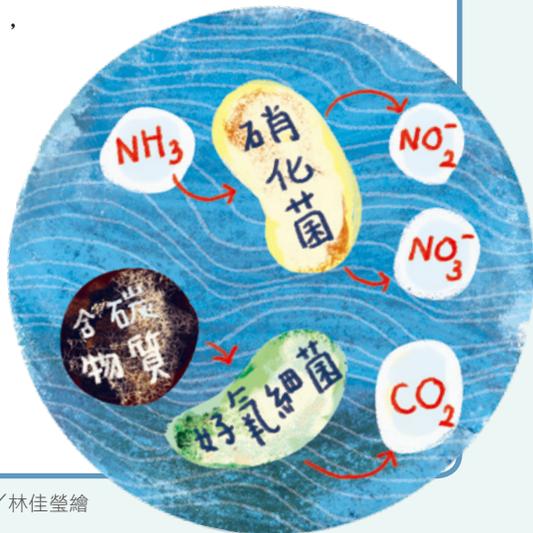
代表含氮的有機物，主要由動物排泄、動植物屍體分解及化學藥品等化學反應而來，氨氮是水體受到污染的指標，其對水生生態環境的危害包括耗用水中溶氧、產生臭味、造成水體優養化以及對飲用水健康之負面效應等。

懸浮固體

懸浮固體，指懸浮在水中的固體物質，包括不溶於水中的無機物、有機物及泥砂、黏土、微生物等。水中懸浮物含量是衡量水污染程度的指標之一。懸浮物是造成水渾濁的主要原因。水體中的有機懸浮物沉積後易厭氧發酵，使水質惡化。

生化需氧量

生化需氧量係指水中易受微生物分解的有機物質，在某特定時間及溫度下，被微生物的分解氧化作用所消耗的氧量。一般所稱的生化需氧量係以 20°C 培養 5 日後所測得的結果，記作 BOD_5 。生化需氧量可表示水中生物可分解的有機物含量，間接也表示了水體受有機物污染的程度。



插畫／林佳瑩繪

除污能手

植物及微生物是河川水質淨化現地處理淨化設施中的最大要角。它們以沈降、過濾、新陳代謝、吸收利用等機制去除水中污染物，特別是有機污染物。例如當現地處理設施中的介質（如卵礫石、土壤）或濕地植物根部，因微生物、原生動物及其他多細胞生物附著，而形成大量的生物膜時，就能產生良好的去除機制，將有機物分解。而當微生物將污水中的大分子有機物質變成小分子，或是將原本有害的有機物質轉化成無害無機物質，再由植物吸收，成為提供生長的養分。

但若有大量高濃度或急毒性的污染物進入現地處理設施時，會對微生物及植物造成危害。諸如農藥等毒性物質，對於自然水體的危害絕不容輕忽，而這些有毒物質通常都難以藉由目前現地處理的方式清除，因此相關單位亦不斷宣導民眾勿將有毒物質棄置河川，美好的環境需要靠大家共同來努力。



睡蓮／呂慧穎攝

除污招式

土壤處理法

常見的工程為漫地流、地下滲濾等。主要是利用土壤礦物吸附、土壤中小動物攝食污泥、透過微生物分解及植物吸收等程序，將水中之污染物質去除。

植生處理法

常見的工程為人工濕地、浮島、草溝、草帶、植栽濾床等等。主要是以水中微生物及植物處理污水或阻留水中之污染物質，運用植物的根莖附著微生物分解污染物以及植物生長時需要自外界吸收養分的特性，去除水中之污染物質，包含有機物質、氮、磷等等。

接觸氧化法

包括了礫間接觸、單純曝氣等工程手法。只要污水中有足夠的氧氣，微生物就可以利用氧化作用分解處理污染物質。因此提高水中的溶氧，是污水處理的重要方式。增加水中溶氧量最直接的方法，可以從水面或水底打氣；或是製造落差，造成跌水效應；或是設計噴水，讓污水與空氣的接觸面積和時間都增加。



人工濕地是典型運用植生處理污水的方式／呂慧穎攝

工程一點通——

人工濕地

大約在 1950 年代，德國開始嘗試運用濕地植物處理污水的技術，至 1990 年代，人工濕地的技術開始在國際間受到重視，有關人工濕地的技術與研究也就此蓬勃發展，特別是在美、歐、澳等地區。人工濕地主要可分為兩類：表面流及地下流；兩類人工濕地的分辨方式就是「可否看見正在被處理中的水」。

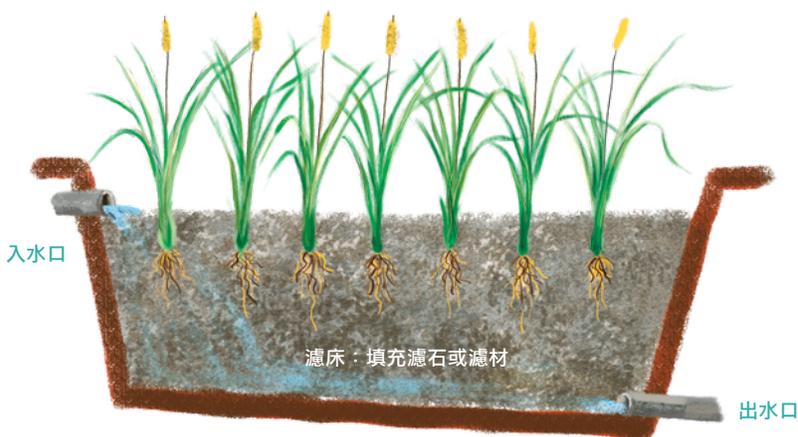
表面流與地下流

表面流人工濕地（Free water surface system，FWS），可說是最接近自然濕地的處理工法，結合各類濕地植物與開放水域，讓微生物及植物各司其責，完成污染物的分解與營養鹽的吸收，也成為最美麗的污水處理設施。地下流人工濕地（Subsurface flow system，SFS），則是由溝渠、濾床、水生植物組成，在溝渠中填入礫石或其他濾材當作濾床，並種上水生植物，讓水流在地面下通過時，可以和濾材表面及植物根系附著的微生物接觸，讓微生物發揮污水淨化的功效。因為濾材覆蓋高過於水面，因此可以避免臭味散逸與蚊蠅滋生。

表面流人工濕地示意圖



地下流人工濕地示意圖



插畫／林佳瑩繪

本書第1類案例即為人工濕地，7處皆以表面流人工濕地為主，在設計上也有共通性。人工濕地主要處理單元有沉澱池及水塘，沉澱池主要的作用在於處理污水中所夾帶的沙土、去除大顆粒的雜質，達到淨化第一步，因此適時清理池中沉積物方能有效維持效能。水塘則是藉由淺水域中的微生物與植物來協助去除水中的有機物質。

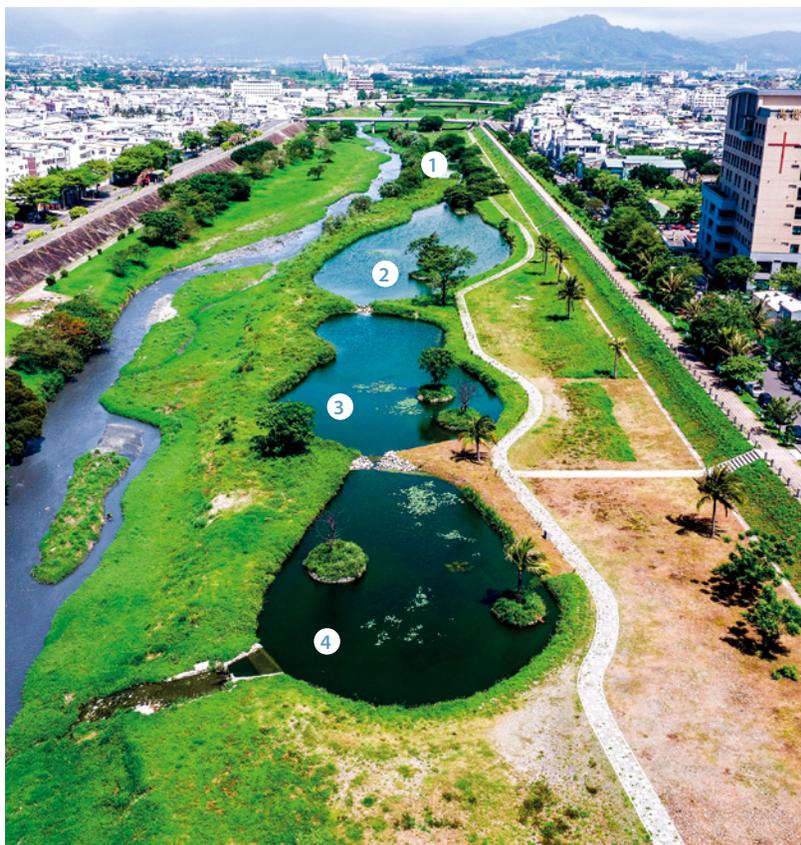
第4類案例中「梅花湖聚落式污水處理設施」所採取的現地處理方式即為地下流人工濕地。這類人工濕地，主要是運用植栽濾床來削減生化需氧量及懸浮固體。濾床有一定坡度設計，一般都在1%左右，讓污水可以採重力流動的方式，分布於濾床中，讓濾床中的介質攔阻污染物。地下流人工濕地可適用於較高有機物（BOD）負荷之污水，水中物質在濾床中流動，與微生物接觸效果較表面流人工濕地佳。表面流人工濕地主要能夠削減水中含氮、磷之營養鹽。兩種人工濕地各有其優點。

人工濕地

表面流人工濕地基本招式

在本書 7 個人工濕地類案例中，大多採用了 1 加 4 的設計方式（新虎尾溪流域中游、九番埤人工濕地除外，請參考案例篇）。1 通常是「沉澱池」。沉澱池在設計之初就依據進水來源水質特性，規劃適當的面積和深度。

而後污水再依序流入「第一密植區」、「開放水面區」、「第二密植區」、「生態池區」。為了讓濕地完成後，污水可以順利由第一池流向最



表面流人工濕地：1・第一密植區 2・開放水面區 3・第二密植區 4・生態池區（圖為太平溪人工濕地）／韋旭科技攝

後一池進行淨化處理，便依據現地原有高程進行調整。因工程興建經常位在高灘地，地質多礫石，因此需要透過晶化—底層壓實後，黏土拌合形成防水層，達到防漏的目的。同時為防止池體邊坡遭沖刷，藉由植物栽種來進行護坡。

微生物在分解水中有機物質時，依據代謝的特性，會有不同的氧氣需求濃度。表面流人工濕地就是利用淺水池，培養好氧、兼氣及厭氧三種不同微生物群來分解水中有機物。另外一個除污關鍵則是水生植物。首先以重力取水的方式讓水流入沉澱池，使污水中顆粒較大的固體物自然沉澱。



大漢溪大料坎人工濕地生態池區／韋旭科技攝

接著在「第一密植區」利用吸附、過濾懸浮固體能力較強的水生植物發揮過濾效果，大多是密植挺水、耐污染的水生植物。「開放水面區」則是沉水性植物為主，提供微生物氧氣，以分解有機污染物質，特別是讓硝化菌把氨氮污染轉化硝酸鹽類。水進入「第二密植區」後，以開闊的淺水域再次密植挺水性植物，利用茂密的枝葉，營造溶氧較低的環境，讓厭氧類的細菌微生物工作，把硝酸鹽類轉化成無害的氮氣；另一方面也再進一步利用植物根吸收水中的有機及無機物質。水流進入「生態池區」完成最後水質的淨化程序，減污後的池水創造適合生物生存的環境，最後重新流入河川中。



柯子湖人工濕地第二密植區／呂慧穎攝

礫間淨化

礫間淨化 (Gravel Contact Oxidation Process) 屬於接觸氧化法的一種，用人為的方式增加污水與介質的接觸面積，產生更多的生物膜 (Biofilm)，擴大每單位容積的淨化能力，期藉由自然生成的生物膜處理污水，以加速河川水質的淨化。而這類污水處理工法最大的特點就是單位容積淨化效率高、槽體充分運用地下垂直空間，因此比起其他工法，所需的土地面積相對較小；另外工程之地上部，亦可以充分再利用作為綠地空間。

礫間淨化基本原理

礫間接觸氧化法的淨化機制主要分為下列三種：

1. 接觸沉澱

因礫石與礫石之間的空隙為連續性的，當污水通過時，水體中的懸浮物質因接觸礫石表面改變流速而產生沉澱，且由於礫石間的空隙小且沉澱距離短，比起自然河川接觸沉澱的效果更顯著。

2. 礫石表面生物膜的附著、吸收、分解

設施內所填充的礫石表面和自然河川中礫石表面一樣，會因微生物自然作用生成之生物膜與水中的有機物質附著、吸收，並進行分解作用。

3. 沉澱物的移動、分解、減量

運用曝氣控制，使污染物質在好氧和厭氧環境條件中移動，分解並減量後，剩餘的物質與剝落之生物膜等等，最終成為堆積在淨化槽底部的污泥。

礫間淨化基本招式

步驟一、攔截污水，沉澱砂石

因河川水體砂礫含量較高，為減少後續單元污泥處理負荷，保護管線與機械設備，降低礫間接觸曝氣單元阻塞情形發生，因此將沉砂池設置於前段水線，並設細攔污柵，以有效攔除較大之固形物或垃圾。

步驟二、抽水進站，重力來幫忙

因考量地程高差變化、引水距離及預計放流承受水體水位高程影響，採用揚水設施，有效提升高程，以利後續單元以重力流方式導水，減少其他可能動力支出。

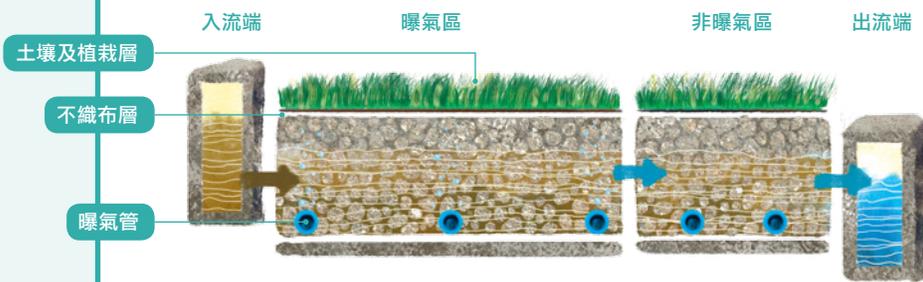
步驟三、穩定水質，監測變動

污水在部分時期水質變動較大，為減少水質變動，穩定處理功能，調和進流水質，規劃設置調勻池單元。

步驟四、礫間淨化槽，接觸曝氣

本書之礫間淨化案例中，皆設有曝氣裝置。加裝曝氣裝置的礫間淨化單元，將槽區分為「曝氣區」與「非曝氣區」。污水在礫間淨化單元整體之作用時間大概為 6 小時。在曝氣區中輸入空氣增加水中的溶氧量，有益於生物膜上之微生物進行氧化分解作用。而非曝氣區雖然埋設有曝氣管，但於正常污水處理流程下並不進行曝氣，主要作為污泥沉降區，因此微生物可以進行兼氧或是厭氧的分解作用；非曝氣區須定期進行「反沖洗」，這時就會啟動曝氣設施，曝氣擾動沉積污泥，使底部污泥順利排出。

礫間曝氣淨化設施示意圖



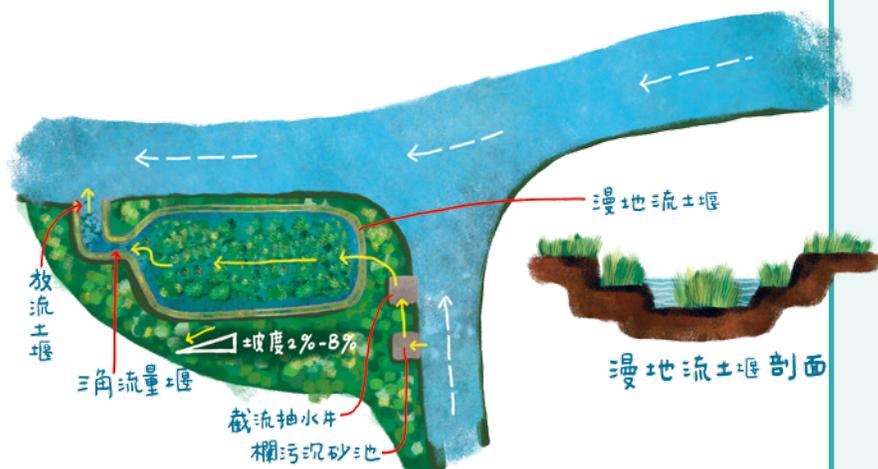
插畫／林佳瑩繪

漫地流工法

漫地流工法主要為污水漫流的過程中，讓污染物在土壤表面進行一連串的物理作用、化學作用及生物作用，這些作用複雜而且互相影響，總合起來將使污染物分解去除，達到自然淨化的作用。而植生採現地自然生長，不再額外提供草種植生，主要是考慮河灘地若遭漫淹，不需要再額外花費種植設定的植栽。

漫地流淨水工程設計，是讓污水利用已設之排水渠道，以重力流方式引至經整理成有坡度之斜面，用分水管將水流分散到高灘地斜面的上端，讓污水在灘地上漫流。漫地流土堰在建構時，是將地面土壤夯實並整成2~8%之坡度，然後將廢水分散淹灌上端，順著水力坡降往下游漫流，在土壤表面自然會生長出生物膜和植物，淨化污水中之污染物。

漫地流的工程結構非常簡單，除於截流抽水井，所有淨水結構皆採最低鋼筋混凝土結構物的方式進行，各漫地流槽區及放流溝多半採土堰方式圍置。因此無論是漫地流單元內植栽，或是淨水構造物，除了建置的成本較低外，在後續若遭遇淹水情形，不但恢復容易，維護費用也相對較低。



插畫／林佳瑩繪



案例篇



本書案例篇共分為「人工濕地類」、「礫間淨化類」、「污水截流類」、「綜合技術類」四大類。分類的原則及內容在各分類的開版頁當中皆有介紹。而污水淨化的相關原理，請大家參考總論篇。現在就開始走讀的旅程！





人工 濕地^類

1

- 大漢溪大嵙崁人工濕地
- 頭前溪溪埔子人工濕地
- 頭前溪柯子湖人工濕地
- 中港溪東興橋人工濕地
- 新虎尾溪流域中游人工濕地
- 太平溪流域水質改善工程
- 愛河九番埤水質改善工程

Q 人工濕地為什麼可以淨化水質？

A 人工濕地主要可分為兩類：表面流及地下流。本篇案例採用之工法皆為表面流人工濕地。表面流人工濕地，利用淺水域提供好氧、厭氧等微生物生存環境，藉由它們完成污染物的分解，而水域內種植的植物除了協助營造微生物生存條件，更能吸收污水中的營養鹽。更多有關人工濕地的原理，請參考總論篇吧！

大漢溪大嵙崁人工濕地——

淨水與復育的思考



小檔案

名稱 | 大漢溪大嵙崁人工濕地

GPS | 24.892580N ; 121.285105E

所在縣市 | 桃園市

流域名稱 | 大漢溪

地址 | 大溪河濱公園旁堤防外

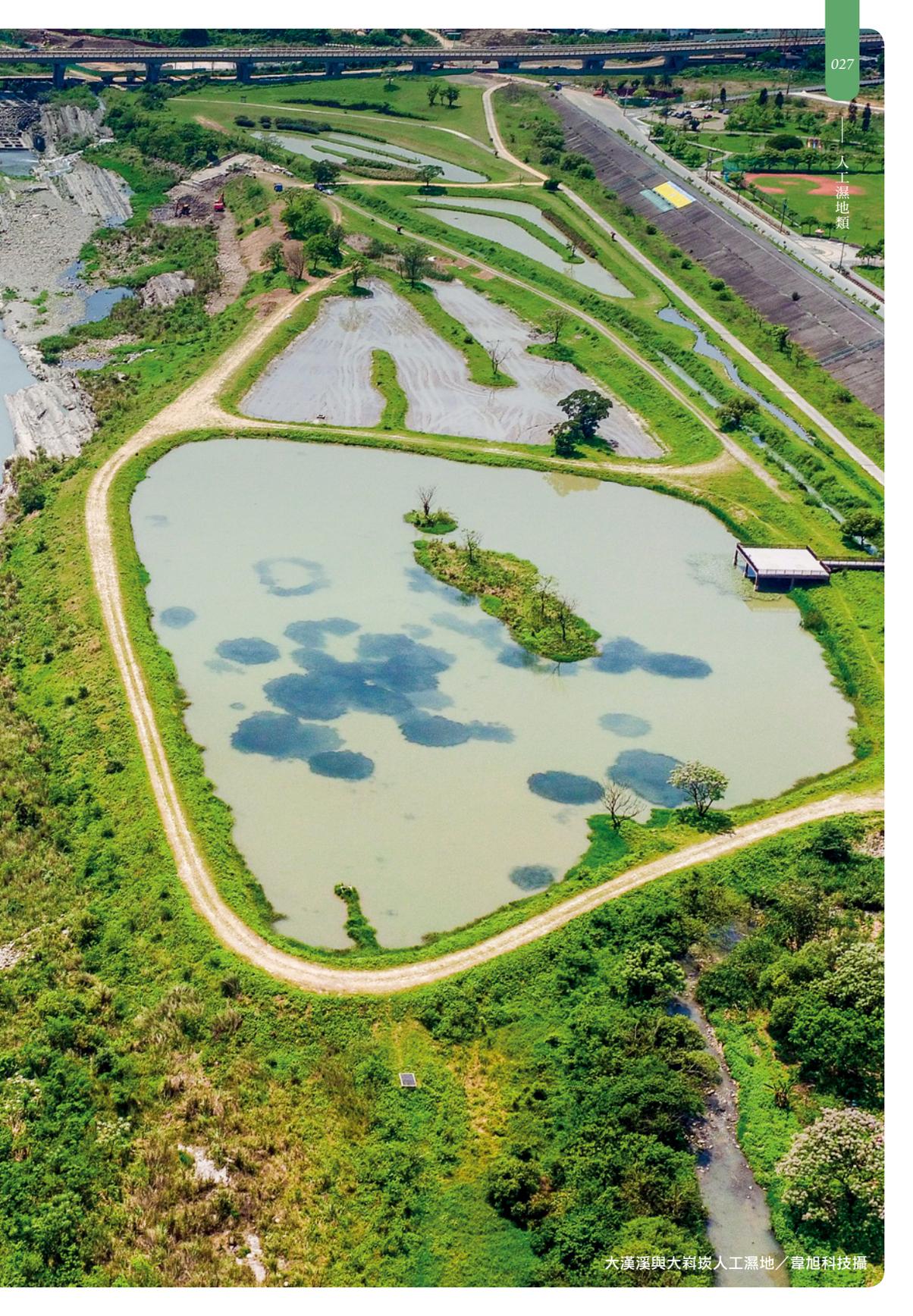
面積大小 | 8.5 公頃

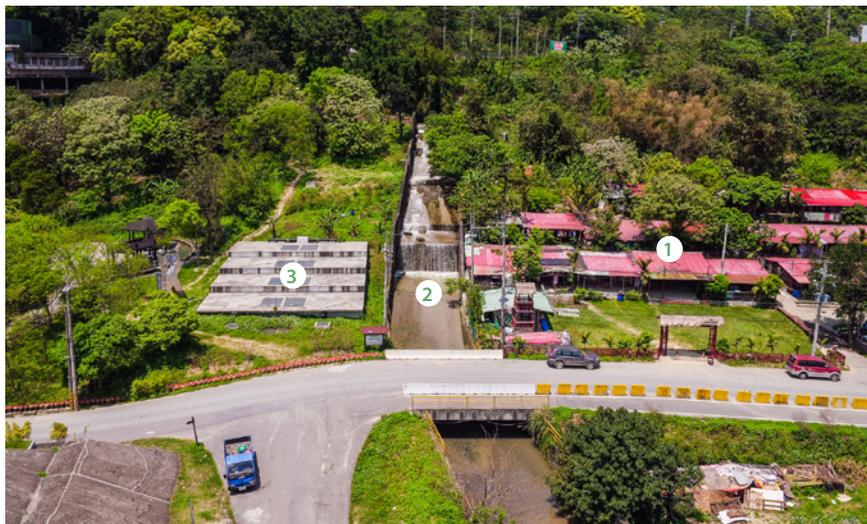
規劃設計單位 | 九碁工程技術顧問有限公司

管理單位 | 桃園市政府環境保護局

工程起訖時間 | 2013 / 9 ~ 2014 / 6







埔頂大排水污水前端處理：1・撒烏瓦知原住民部落 2・埔頂大排 3・大排旁邊的沉澱池／韋旭科技攝

樂見河岸景觀的改變——

大漢溪舊名大料炭溪，大漢溪大料炭人工濕地取名引用大溪古地名大料炭，試圖與歷史、先民的痕跡交疊，這塊區域與河濱部落—撒烏瓦知原住民部落緊密相連，過去武嶺橋附近河灘高地居住著阿美族人，他們是居住在都市邊緣的小集居部落，後來因為河床重整以及自行車道修建而被強制拆除，因而遷移至河床上方陸地。大漢溪的高灘地過去一片荒蕪，只有三鶯自行車道穿越其間，經過將近 1 年的封路，重新整地、施工後，創造出 5 個有水生植物的濕地池塘，錯落在起伏的草坡上，波光粼粼與遠山相互掩映，整個樣貌已經和原貌全然不同，就連住在周圍的原民也樂見過往居所的改變。

大料炭人工濕地，水源截流自撒烏瓦知原住民部落旁的埔頂大排，其污水主要來自大溪區及八德區的生活污水，每日淨化量高達 10,000 公噸。大料炭人工濕地不僅是以自然工法處理污染排水，更營造了優美親水環境，拉近民眾與自然的距離，同時利用生態教育提升環保意識，成為兼具淨水、景觀、教育功能的場域。

淨水功能下兼顧生態價值的思考——

民眾曾有疑慮，濕地內種植鳳眼蓮、水金英、埃及紙莎草等外來種水生植物，是否會造成與原生植物間的競爭，或是過度生長而影響水環境，不利於生物多樣性。

桃園市政府環保局表示，最初的考量是鳳眼蓮在生長過程中能吸收水體中大量的氮、磷以及某些重金屬元素，國外案例中鳳眼蓮對淨化含有機物的生活污水效果理想，是污水處理的一大幫手。至於水金英容易有大量繁殖而阻塞河道的疑慮，當初選點根據水文計算，將人工濕地設置在大漢溪中上游，濕地池面距大漢溪水面 3 至 5 公尺，近 10 年來溪水未淹至此處，因此水生植物大量外溢的情況並未發生。為符合最佳淨水效益之植物覆蓋率，管理單位每月進行水生植物清除維護，並且每日進行監測，確保各水池淨化污水的功能。

桃園市政府環保局也承諾待生態環境趨於穩定之後，會考量各方的建議，審慎評估復育一些臺灣原生種植物。



樹木就地保留，形成景觀生態的良好基底／莊亦史攝

創造生生不息的生態環境——

由於各池有水位高低設置，常有小白鷺穿梭其中；第一密植區種植竹芋、第二密植區種植香蒲，因此也會看見紅冠水雞藏匿的蹤跡。而生態池面積達 1 公頃，冬天會出現過冬的小水鴨等候鳥。值得一提的是，桃園市政府特別在生態池種植桃園著名的臺灣萍蓬草，作為桃園地區瀕臨絕種的珍貴水生植物復育棲地的場址，具有復育的指標性意義。



生態池種植桃園珍貴水生植物——臺灣萍蓬草
／柯霽婕攝

共同守護河川之美——

此外，里鄰社區在政府輔導之下成立水環境巡守隊，共同守護河川，像位於大溪區的月眉社區水環境巡守隊，負責大漢溪流域河川巡守，認養『大料坎人工濕地』，辦理『環保小學堂』推廣，帶領小朋友們前往人工濕地進行環境教育解說、觀察生態水鳥、認識水生植物、體驗水質檢測工作，讓小志工從親身體驗中，了解「護水顧濕地」的重要。桃園市政府也廣邀企業團體加入守護活動，部分企業團體加入物資提供的行列，是巡守隊照護濕地的強力後援。



左・設置觀景臺與說明立牌，當作國中小學環境教育的場所／柯霽婕攝
右・大料坎人工濕地與大溪河濱公園串聯成重要的濱水綠帶／莊亦史攝



埔頂大排截水跟出流口安排在同一側的設計，讓土方工程就地平衡／韋旭科技攝

污水過招——

大漢溪大料崁人工濕地工程區分為「取水及取水前處理工程」及「自然水質淨化工程」二大部分。

傳統 RC 沈澱池，增強第一階段去污力

以撒烏瓦知部落旁的埔頂大排作為污水源，在取水口下方靠近坡底處設置 RC 污水取水井截水，參考傳統污水處理廠所使用的沉澱池來設計，目的是為了達到較佳的沉澱效果。並採重力流的方式將污水送至下方沉澱池，完全靠重力進行取水、排水及排泥，不設置任何動力機械裝置，符合節能減碳的目的。經過沉澱處理後的污水，可以去除 35% 的生化需氧量及 60% 的懸浮固體物，有效地降低進入自然水質淨化區的污染物負荷，處理後的污水透過地下埋管方式越過水防道路，引水至缺子堤防外的濕地主體。



生態溝渠／柯霽婕攝

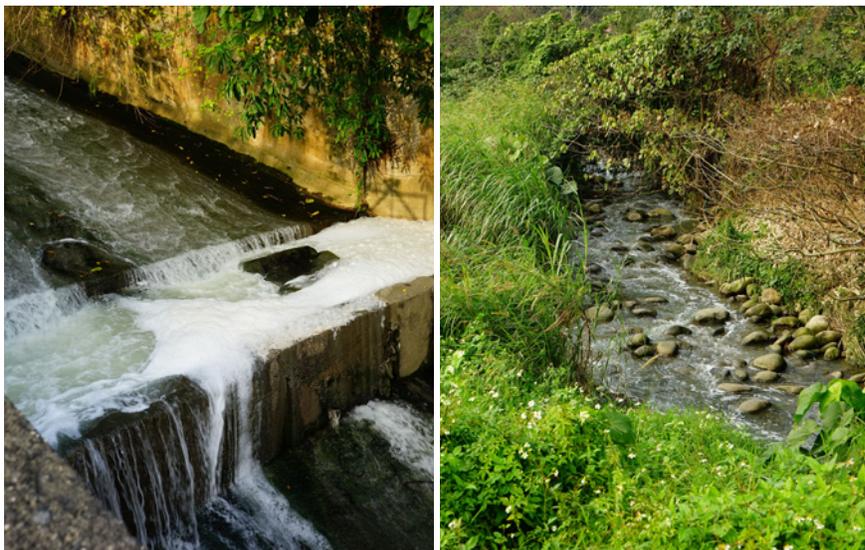
因地制宜的人工濕地自然淨化工法

污水經過沉澱池的初步處理後首先排入生態溝渠，藉由生態渠道由北往南引流至第一密植區，再讓污水由南往北一路經過各個池區淨化，最後匯入大漢溪。這樣等於讓水流繞了一個迴圈。整個工程若水流安排是直接從埔頂大排側流到武嶺橋，必須大量購置土方。為了能讓土方現地平衡，減少環境衝擊也降低工程費用，因此將埔頂大排截水跟出口安排在同一側。基於土方平衡及系統水流方向的考量，因此有了生態溝渠的存在。以植生及晶化工法施作的生態溝渠，周邊種植水生植物協助除污，比起埋在地下的管線，更具備景觀美化的多元價值。

由於濕地場址位於大漢溪行水區內，依水利法無法再新植樹木，因此工程設計之初，便擬訂保留現地林木作為濕地生態的基礎。除了十三張圳以南靠近大漢溪側，林木分布較密集的区域不予開發，也大面積保存武嶺橋大漢溪側附近的原生樹林；部分原生林木也保留下來形成池中的陸島景觀，其他區域在施工過程中發現有直徑 10 公分以上的原生林木，都會視樹種與分布位置就地保留或移植至鄰近之自行車道旁。

晶化工法

運用黏質土壤，配合機械的擾動與壓實後，減少土壤顆粒間隙，形成天然防滲層。



左・埔頂大排上游未淨化前水質／劉淑瑛攝

右・埔頂大排下游淨化後的水質，明顯清澈及減少泡沫／劉淑瑛攝

淨水功力——

每日最大處理量 10,000 公噸，相當 45,600 人每日產生之污水量。

生化需氧量

每日削減約 270 公斤



相當於 6,750 人每日產生污水之生化需氧量

氨氮

每日削減約 14 公斤



相當於 14,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 9,300 人的小便量

懸浮固體

每日削減約 330 公斤



相當於 8,250 人每日產生污水之懸浮固體含量

大嵙崁人工濕地——

觀察大嵙崁人工濕地的每一池區，除了生態池之外，其他三個水池造型均彎曲不規則，原來這樣的設計用意是為了增加污水滯留時間，有效達到淨化的功能。





1 生態溝渠

為沉澱池與第一密植區之間的流水引道。以生態工法的植生及晶化工法施作，並種植水生植物協助除污，比起埋在地下的管線，更具備景觀美化的多元價值。

2 第一密植區

由於第一密植區的水質較差，因此栽種耐污性強、生長快速的鳳眼蓮，有效覆蓋池子，符合密植區厭氧的設計，並以根系上的纖毛有效吸附污染物。

3 開放水域

種植沉水植物水蘊草藉由光合作用提高水體的溶氧量。浮水性植物水金英快速吸收水中的營養鹽，防止藻類過度繁衍。池岸種植紫芋頭，擁有強大的去除氮與磷的能力。

4 第二密植區

種植多年生挺水植物香蒲，不僅耐污、耐鹽、耐鹼，更能以根系為底泥輸送氧氣。香蒲當中也交錯種植了菖蒲，因為它比香蒲耐陰，彼此可以形成互補。蓮花則是種植在密植區的後段，避免種子擴散著土較深而不易清除。

5 生態池

生態池內復育許多臺灣特有水生植物，例如「臺灣萍蓬草」，是臺灣特有種，全年開花，曾經廣泛分布於臺灣西部，目前只剩下桃園市龍潭區和楊梅區的幾處池塘還有原生族群。其餘植物還有睡蓮、鳶尾等，不同時節都能見到花開處處。

6 出流草溝

污水經由大料坎人工濕地淨化後，會先流入「草溝」再回流至大漢溪，利用現地的原生雜草自然形成的草溝，是將基地現況納入濕地系統的積極作法。

頭前溪溪埔子人工濕地

親近生態的 綠色廊道

小檔案

名稱 | 頭前溪溪埔子人工濕地

GPS | 24.825977N ; 120.973382E

所在縣市 | 新竹市

流域名稱 | 頭前溪

地址 | 北區舊社大橋下涵亞街直行堤防外

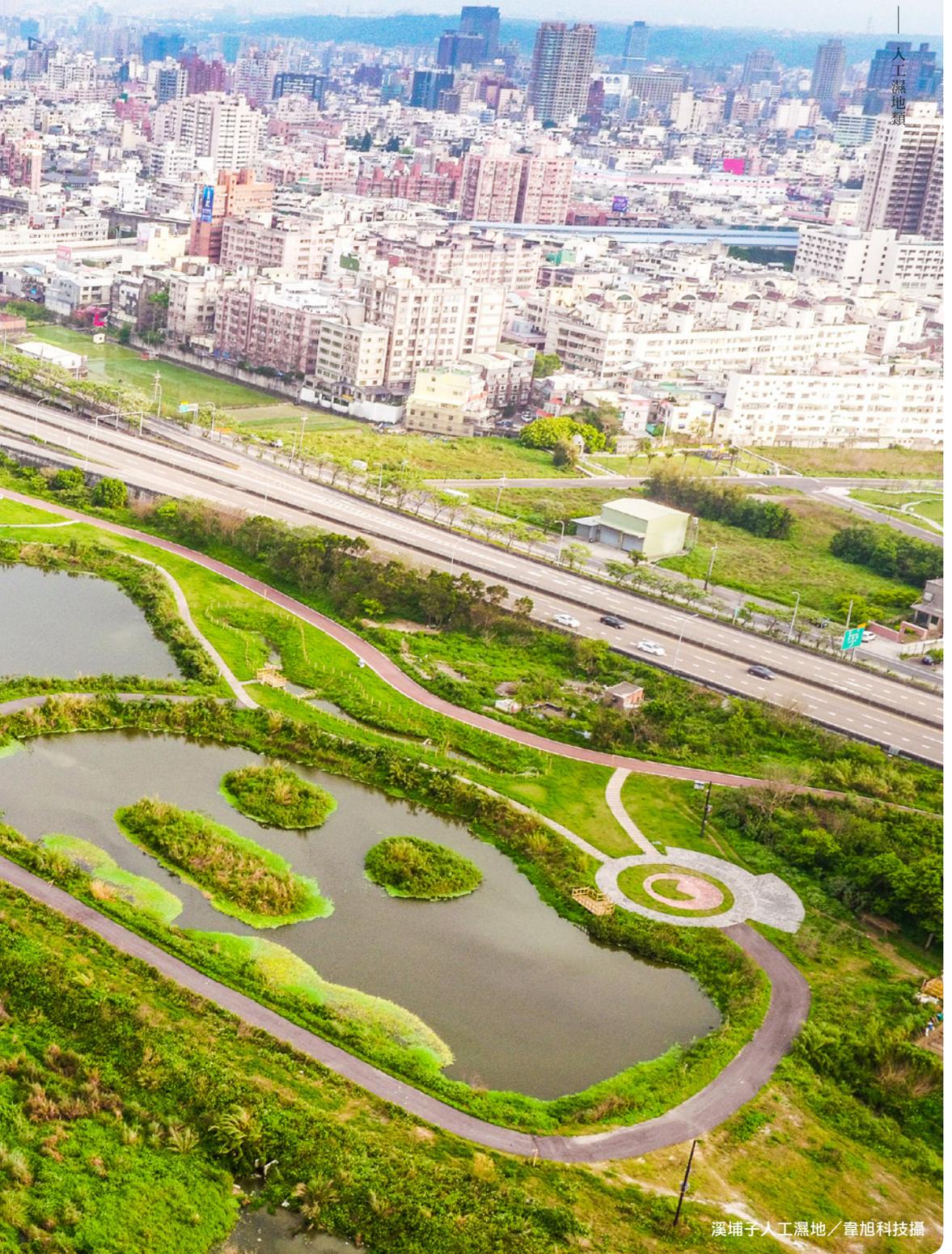
面積大小 | 12 公頃

規劃設計單位 | 富聯工程顧問股份有限公司

管理單位 | 新竹市政府環境保護局

工程起訖時間 | 2013 / 12 ~ 2015 / 7







河岸整治、人工濕地完工後，河岸環境也變得親切了／呂慧穎攝

頭前溪是新竹的母親河——

舊時曾稱為竹塹溪（因為從竹塹港出海），流經新竹縣與新竹市，長期孕育城市發展，也陪伴許多新竹人成長。平時休息就喜歡往戶外走動的竹科工程師說，秋天河畔會布滿甜根子草花、夏日也會有不知名的小花遍地生長，生活在新竹可以享有這麼好的天然資源，他覺得很幸福。在河川水質整治計畫、濕地完工之前，溪水並不是清澈的，河岸環境也不那麼親切。「現在不一樣了喔！自從濕地公園開放之後，我們附近居民都很愛來。也經常有老師帶小朋友來校外教學導覽濕地生態。」舊社里的居民對於環境改善的感受最為深切。

人工濕地計畫啟動——

頭前溪的流域橫跨新竹都市計畫區，計畫區內的人口產生大量家庭生活污水，導致頭前溪污染負荷增加，且公共污水下水道系統尚未能普及，市府為淨化頭前溪的水質及營造河岸親水環境，向環保署爭取經費，在頭前溪施作兩處人工濕地，利用自然工法處理污水，同時改善溪畔髒亂現象。溪埔子便是其中一座，紓解隆恩圳溪埔子排水系統的生活污水，此區正好也是新竹滿雅取水口上游，在新竹市下水道系統尚未完成之前，能發揮讓飲用水質更好的功能。而另一座柯子湖位於頭前溪上游，負責科學園區及關東橋地區的生活污水。

濕地工程亦是新竹市頭前溪整體水岸規劃及親水廊廓串聯的初步計畫。過去新竹縣市的自行車道總是得各自原路折返，隨著車道已經布建至縣、市交界處，未來將串連起來成為一氣呵成的運動休閒路徑。新竹市政府表示，將延續此項計畫發展河濱休閒生態區，進一步讓單車專用道結合人工濕地及生態公園，打造出大新竹區的頭前溪左岸運動休閒綠色廊帶。



溪埔子人工濕地工程成為打造頭前溪左岸運動休閒綠色廊帶的重要起點／柯霽婕攝

廢污水分流做好源頭管制——

人工濕地對於高濃度的工業廢水處理能力相當有限，甚至會對處理系統造成傷害。因此「源頭管制」一直以來都是環境保護的主要重點項目，為避免高濃度廢污水流入溪水，在工廠事業設立營運前會加以列管並要求設置相關防治設備及許可申請，同時在下水道進行生活污水的收集與分流處理。新竹市環保局也提及，考量人工濕地的承載能力，所選定的柯子湖溪及溪埔子排水路所產生的污水，多以家戶所產生的生活污水為主跟低濃度的廢水，避免工業廢水排入人工濕地造成系統負擔。



生態池內的陸島成為鳥類等警覺性較高的物種喜愛的棲地／呂慧穎攝

水親土親人親——

溪埔子人工濕地的植生茂密，生態池中陸島棲地形成，人工濕地藉由生態池所營造的自然環境，吸引許多鳥類前來覓食，目前已有雁鴨科水鳥族群、燕子、夜鷺、大捲尾及白鷺鷥等棲息，逐漸形成濕地生態系統。鳥類喜歡有水的地方，濕地是最好觀察鳥類的環境。新竹市野鳥學會前理事長陳謂熊曾經表示，適當的生態環境的確會吸引鳥類來覓食，濕地能夠吸引花嘴鴨、小白鷺、蒼鷺等水鳥，每年春秋之際，還會有許多「過客」，相當精采。

此處特別設置賞鳥區木棧平臺，提供民眾就近觀察留鳥及候鳥的生態，並介紹鳥類生態，達到環境保護與教育。同時濕地園區規劃大量植被以及高的植物，增加鳥類與人類活動間的緩衝距離，提高隱密性，才能降低對水鳥棲息的干擾。

人工濕地的外來種是個不可避免且重要的課題，外來種的出現造成對原生生態的威脅。以福壽螺為例，牠們會吃掉水生植物，讓水質淨化停擺。為此新竹市環保局進行生物防治，並以清除的手段降低外來種對原生種造成的影響。管理單位也說明，濕地中養殖鯉魚、鰱等福壽螺的天敵，企圖達到抑制作用，但卻因為民眾垂釣與捕捉，降低了生物防治的效果。因此環境保護除了主管機關有形的管理手段外，更重要的是喚起民眾的環境保育意識，透過環境教育來提升民眾相關知識，新竹市環保局表示：「這是環保主管機關在過去與未來繼續努力的目標。」

溪埔子與柯子湖人工濕地一直朝向申請環境教育認證場所的目標努力，透過結合社區與生態資源，以深度旅遊作為目標，藉由永續發展的經營模式，發揮頭前溪人工濕地生態教育的價值。而溪埔子人工濕地預計設置環境教育教室，結合在地社區、生態協會及專家學者的力量，以豐富的濕地生態資源提供民眾親近自然及環境學習的機會，回應新竹市營造「永續發展的城市—幸福家園、花園城市」的目標，期待經由認知、學習與體驗，進而產生對濕地環境的認同及關懷。



豐富多樣的人工濕地環境，常見到小白鷺在此地棲息與覓食／楊懷智攝

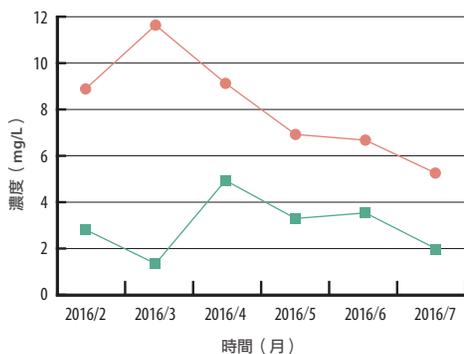
污水過招——

溪埔子人工濕地範圍在新竹市頭前溪的溪洲大橋以下左岸河川高灘地約 12 公頃，工程銜接溪埔子排水渠道，引入上游都市污水，並設置攔污柵阻絕垃圾，以重力取水方式流入沉澱地，透過輸水幹管利用水位差自然流入濕地處理系統，不耗費分毫電力即可截流污水進行處理。經由沈澱池、第一密植區、開放水面區、第二密植區、生態池，讓挺水植物、浮水植物、沉水植物在不同的池區發揮過濾與釋放氧氣的作用，去除生化需氧量、懸浮固體、氨氮，有效削減水中污染物質，還給頭前溪趨於純淨的水源。人工濕地 5 個池區之功能，請參考 51 頁污水過招。



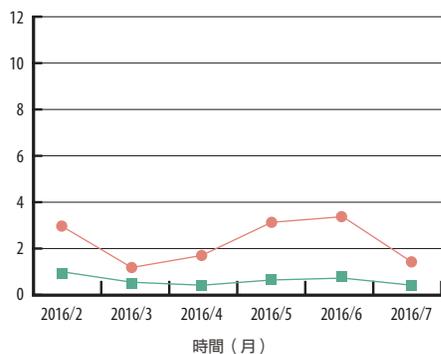
溪埔子人工濕地生態池區／韋旭科技攝

生化需氧量濃度處理前後比較



入流水 ● 出流水 ■

氨氮濃度處理前後比較



淨水功力——

新竹市東區及北區生活污水及雨水，經由區域排水溝流入隆恩圳後，再由隆恩圳於東區的前溪里處分洪排入溪埔子大排。溪埔子人工濕地引入溪埔子大排污水，處理水量為 16,000 CMD (公噸/日)，相當 73,000 人每日產生之污水量。

生化需氧量

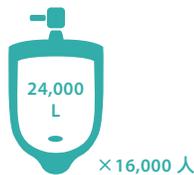
每日削減約 43 公斤



相當於 1,100 人每日產生污水之生化需氧量

氨氮

每日削減約 24 公斤



相當於 24,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 16,000 人的小便量

懸浮固體

每日削減約 200 公斤



相當於 5,000 人每日產生污水之懸浮固體含量

頭前溪柯子湖人工濕地——

串連河濱公園 躍升遊憩在地首選



小檔案

名稱 | 頭前溪柯子湖人工濕地

GPS | 24.809778N ; 121.012694E

所在縣市 | 新竹市

流域名稱 | 頭前溪

地址 | 千甲路 387 巷堤防外

面積大小 | 8 公頃

規劃設計單位 | 新竹市政府環境保護局

管理單位 | 眾祐聯行有限公司

工程起訖時間 | 2013 / 12 ~ 2015 / 7





柯子湖人工濕地生態教學池展示了許多淨水有功的臺灣原生植物／呂慧穎攝

中華路附近的頭前溪水源生態河濱公園，是許多新竹人最愛去的戶外休閒場地之一。沿著頭前溪通往南寮的自行車道，在假日常常看見爸爸媽媽帶著小孩來騎單車，沒有太大坡度的自行車專用道，很適合全家一起慢慢騎；遼闊的狗狗公園也是愛狗人士與毛小孩盡情奔跑玩耍的戶外樂園；公園內也有遙控飛機場、棒球場、羽毛球場等，這是新竹市政府努力整治頭前溪畔的成果，但贈予民眾品嚐的果實不只這些，這天我們跟著慢跑的大哥沿著自行車道往經國橋方向前進，大約過了 15 分鐘後，來到柯子湖人工濕地公園入口廣場。

兼具淨水與休憩的生態教育公園——

柯子湖人工濕地公園是新竹市兼具水質淨化及休閒遊憩的複合公園，收集淨化柯子湖溪排水、滯洪防災外，也改善了以前高灘地雜亂的景象，在濕地周圍開闢碎石路，部分池區搭建木棧平臺，整合生態公園與自行車道，將頭前溪畔的高灘地重整成為各種遊憩性質的場所。發揮治水功能之餘，人工濕地擁有豐富的自然生態體系，提供生物棲地，並將頭前溪上下游的景觀串聯，規劃整體生態廊道，溪畔不再是荒草遍地，而是一處具有休閒與環境教育意義的生態公園。

舒解頭前溪的污水負荷——

雖然科學園區發展帶動了高度都市化，但人口聚集所產生的生活污水也超出柯子湖溪排水路的淨化能力。為改善河川環境以及溪水水質，及頭前溪此河段雜草叢生及髒亂現象，因此新竹市政府向環保署申請專案補助，施作「頭前溪柯子湖人工濕地水質淨化工程」。柯子湖人工濕地位於頭前溪上游經國橋及中山高速公路間，占地 8 公頃的高灘地規劃為 5 個大小不同的池區，淨化柯子湖溪、冷水坑溪的生活污水，再排入頭前溪。同時藉由人工濕地復育河岸生態，重新塑造自然環境，提供魚類及野生動物良好的棲息地。

5 個池區以碎石步道連貫，並規劃廣場提供民眾休憩。每一池區亦設立水生植物解說牌，讓民眾了解人工濕地的作用並認識水生植物。此外，木棧橋的設計，更讓人有機會可以近距離觀賞動、植物生態。



左・新竹市政府努力整治頭前溪畔創造市民休閒綠帶／呂慧穎攝

右・頭前溪濱溪綠帶是個連毛小孩都能安心活動的空間／呂慧穎攝

污水過招——

柯子湖溪、冷水坑溪污水主要來自沿岸土地使用強度最高的東區關東橋段。要攔截上游污水引入人工濕地系統，得先有聰明的引水設計。除了截流工法的設計，亦需考量降雨量不足、水量偏低時的解決之道。因此，工程新設柯子湖土堤圍堰，增加取水高度，並用預鑄混凝土管增加取水深度，設置攔污柵阻絕垃圾，有效引進水源。此外，以重力取水方式流入沉澱地，不需耗費分毫電力。

人工濕地除了巧妙利用植物及微生物，去除有機污染物、懸浮固體物及氮氫等污染物外，模擬天然河道之蜿蜒度，也營造多孔隙空間，及多樣化的水體條件，讓更多動植物能夠在此覓得棲息的环境。

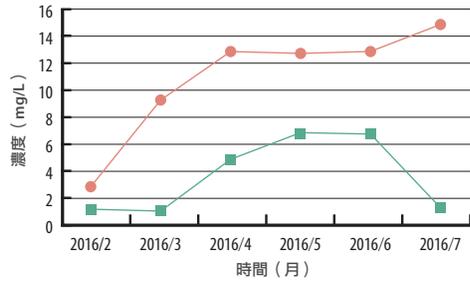


木棧橋讓人有機會可以近距離觀賞動、植物生態／呂慧穎攝

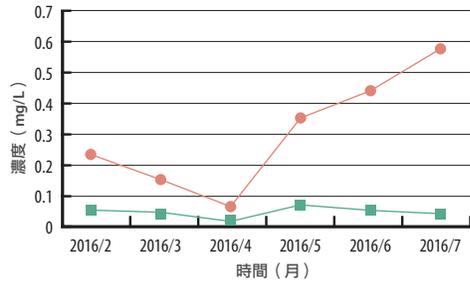


大白鷺在生態池陸島找到一方寧靜／呂慧穎攝

生化需氧量濃度處理前後比較



氨氮濃度處理前後比較



入流水 —●— 出流水 —■—

淨水功力——

最大處理水量 8,000 CMD (公噸/日)，相當 36,500 人每日產生之污水量。

生化需氧量

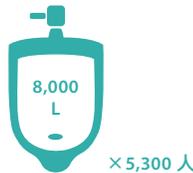
每日削減約 9 公斤



相當於 200 人每日產生污水之生化需氧量

氨氮

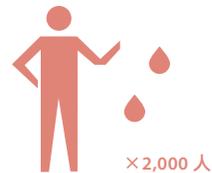
每日削減約 8 公斤



相當於 8,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 5,300 人的小便量

懸浮固體

每日削減約 80 公斤



相當於 2,000 人每日產生污水之懸浮固體含量

溪埔子 & 柯子湖 污水過招——

新竹市頭前溪左岸有兩處人工濕地，上游的柯子湖與下游的溪埔子，串連休閒遊憩與生態教育，分別規劃在上下游，處理來自不同地區的生活污水（溪埔子—新竹市東區，柯子湖—科學園區及關東橋），而運用許多臺灣原生水生植物作為除污幫手，是一大特色。



1 沉澱池

首先以重力取水的方式讓水流入沈澱池，使污水中顆粒較大的髒污自然沈澱。

2 第一密植區

第一密植區利用吸附髒物能力較強的水生植物發揮過濾效果、去除污染物。

3 開放水域

第三塊開放水域區的沈水性植物可行光合作用，吸收水中的二氧化碳釋放出氧氣；以及浮葉性植物吸收水中過多養分，持續分解髒污。

4 第二密植區

水流至第二密植區後，再進一步利用植物根系微生物分解污染物。

5 生態池

已經變得相對乾淨的水，最後到了生態池區，污水中多餘的營養鹽成為提供生物食物鏈循環所需的能量，也營造民眾生態觀察的好所在。兩處人工濕地還額外特別設計了生態教學池，將淨水有功的原生水生植物們，包括臺灣水龍、桃園蘭、野荸薺、田蔥、鴨舌草、水蕨等，作一個近距離的生態展示。



中港溪東興橋人工濕地——

巧妙運用的 綠色淨水場



小檔案

名稱 | 中港溪東興橋人工濕地

GPS | 24.671797N ; 120.897114E

所在縣市 | 苗栗縣

地址 | 苗栗縣頭份市民生里濱江街 700 號附近

面積大小 | 4.81 公頃

所屬流域 | 中港溪

規劃設計單位 | 駿興工程顧問有限公司

管理單位 | 苗栗縣政府環境保護局

工程起訖時間 | 2012 / 12 ~ 2013 / 5



寧靜的水面其實正在安靜的進行水質淨化的重要工作 / 莊亦更攝

隱身高速公路旁的自然淨化場——

猶記出發前與居住在頭份的朋友聯繫，一同探訪這座兼具自然淨化與生態教育的人工濕地，土生土長的友人卻不曾知悉此處；驅車前往的路上，陣陣綠意與小鎮的親切在窗外蔓延，從熱鬧的頭份車站轉入河濱道路後，街道的氛圍開始轉為寧靜，沿著中港溪旁的濱江街一路往南開，便可抵達「東興橋人工濕地」，這座隱身在1號高速公路旁的人工濕地正在安靜的執行淨化水質的任務。

首先映入眼簾是園區立牌，接著便可踏上石砌步道悠閒的走進濕地公園，右邊的木屋是未來的生態教育展示館，也是環境教育活動的生態教室，走上二樓屋頂平臺，便可眺望整座濕地公園，欣賞湖面的波光與水生植物；濕地右方是以鐵圍籬維護的沉砂池，作為淨化程序的第一道關卡，同時也豎立大型解說牌讓民眾認識人工濕地的功能及目的。



- 上・醒目的入口標示提醒民眾，這裡就是東興橋人工濕地／莊亦史攝
- 左・觀察人工濕地的石砌步道都設有定點解說牌，讓民眾可以自導了解人工濕地的配置方式／莊亦史攝
- 右・入口處標示的後方的休息站，提供民眾休憩的所在／莊亦史攝



左・步道沿線設有小型涼亭座椅可以歇息／莊亦吏攝

右・香蒲是多年生草本植物，耐鹽、耐酸、耐鹼且易生長，常用於淨化水質的植物／劉淑琪攝

下・入口附近的木屋將成為生態教育展示館，頂樓平臺則是眺望人工濕地的好地點／柯霽婕攝

追求更清澈的河川水質——

過去東興橋下游、中港溪流床的高灘地總是雜草叢生，如同一塊荒地，而生活污水一直是中港河流域主要的污染來源，由於苗栗縣的污水下水道系統興建較緩慢，因此為改善中港河流域水體的水質並且善加利用高灘閒置土地，透過人工濕地自然淨化設施，處理頭份鎮頭份里、民族里、仁愛里、和平里及信義里的家庭生活污水。

「東興橋人工濕地」雖然已經可以有效淨化水質、減少污水對河川生態的破壞，但由於人工濕地場址仍有處理餘裕，為提高場址利用率，於是推動濕地效益提升計畫，針對原來截流計畫區域外的附近村里規劃設置截流系統，擴大人工濕地的集水區，力求提高污染物的去除率、降低河川污染的程度。



上・由高處俯視東興橋人工濕地／莊亦吏攝 左・污水截流後先進入沉砂池沉澱處理／莊亦吏攝
 右・沉砂池等以圍籬隔開，避免民眾誤入，但在圍籬上設有大型解說牌，落實環境生態教育／柯霽婕攝

污水過招——

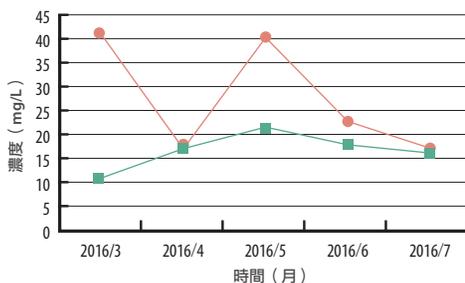
「東興橋人工濕地」原來的截流集污區範圍，是以頭份鎮蟠桃排水分區的生活污水為主，收集頭份市區污染排水，污水進流量為 3,000 CMD（公噸／日）。而東興橋人工濕地設計規劃的最大處理水量則可達 5,000 CMD，為讓人工濕地發揮最大效益，苗栗縣政府針對原有截流系統的取水井進行修改，同時增加人工濕地北側的排水渠道截流引水，讓平均進流量再增加 2,000 CMD。

此處採用三段式表面流人工濕地，對氨氮、總磷及生化需氧量都有很好的去除效果，可有效改善污水水質。三段式表面流人工濕地是由三個單元串連組成，分別為密植區、開放水面區、密植區，主要藉由分段提供不同的好氧及厭

氧環境，讓各種微生動植物進行自然淨化，有效削減水中有機物、氮、磷等污染物。

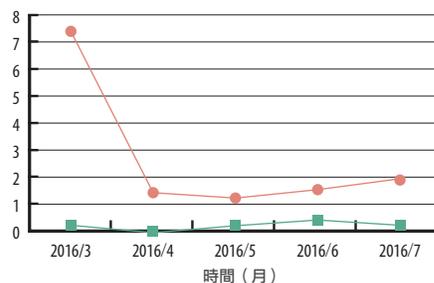
另外，充分利用範圍內閒置空地，設置生態教育展示區、景觀植栽及休閒設施等，提升民眾親近率，苗栗縣政府規劃推動成為示範生態園區，讓淨水功能與環境教育同時都能百分百的發揮。

生化需氧量濃度處理前後比較



入流水 ● 出流水 ■

氨氮濃度處理前後比較



淨水功力——

最大處理量 5,000 CMD (公噸/日)，相當於 22,800 人每產生之污水量。

生化需氧量

每日削減約 69 公斤



相當於 1,700 人每日產生污水之生化需氧量

氨氮

每日削減約 17 公斤



相當於 17,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 11,000 人的小便量

懸浮固體

每日削減約 247 公斤



相當於 6,180 人每日產生污水之懸浮固體含量

新虎尾溪流域中游人工濕地——

水域棲地的博覽會

小檔案

名稱 | 新虎尾溪流域中游人工濕地

GPS | 23.72856N ; 120.423320E

所在縣市 | 雲林縣

地址 | 雲林縣虎尾鎮建成路

面積大小 | 6 公頃

所屬流域 | 新虎尾溪

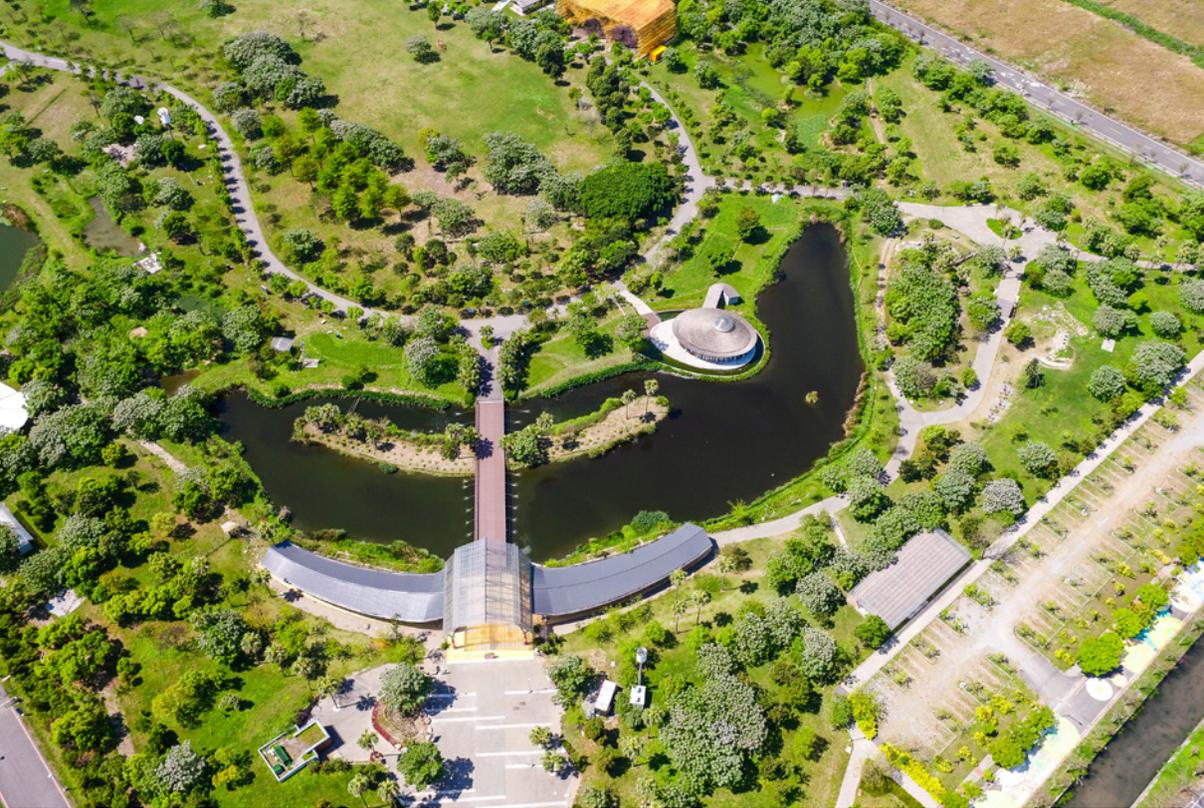
規劃設計單位 | 大藏聯合建築事務所

管理單位 | 雲林縣政府城鄉發展處

工程起訖時間 | 2011 / 9 ~ 2012 / 10







新虎尾河流域中游人工濕地一景／韋旭科技攝

農業大縣的榮光——

前往新虎尾河流域中游人工濕地，您將遇見與想像中截然不同的景象！想像中著它會是雜草叢生、污水瀰漫的一個場景；但實景卻是小橋、流水，每經一處水域，便有不同的生態動物迎接我們，水鴨、白鷺、不知名的昆蟲種類繁多，真是處處驚喜。而這裡更是 2013 年舉辦雲林縣農業博覽會的場所。

這處原為布袋戲傳習中心園區的土地，當時因預定作為雲林縣 2013 年農業博覽會的主場地，因此配合展覽活動的空間需求及園區未來常態性活動的運作，雲林縣政府整理一片荒廢十多年的林地，並委託規劃設計，讓原本沒有水資源的基地，引入周邊生活污水淨化後，形成人工湖和人工濕地，帶來生態轉變。另外，因臺灣中部盛產竹子，在入口、碳匯林場園區均有竹構造的呈現，減少使用一般鋼筋水泥構造。竹子屬於在地資源，4 至 5 年就可以成竹、成材，是取之不絕的建材，加上碳排放量低，強度又可達到鋼材 70%，因此農博多數建築，均以竹子為主。不論園區整體規劃以及材料與構造，都有一貫性永續環境的概念，2015 年更獲得臺灣建築獎首獎，臺灣首屈一指的農業大縣，能得到此殊榮確實不易。

人工濕地雀屏中選——

此區污水過去並沒有系統性的處理，而是直接將污水排入新虎尾溪，因而污染了河川，污染源包含了家庭污水、工業廢水、畜牧污染等。環保署為了有效處理污水問題，研究了包含漫地流、礫間工法、人工濕地等水質淨化工法，其中人工濕地工法不僅能改善水質又兼顧景觀，一舉兩得，只是此工法需腹地較廣才能施作。經專家評估後，此處流域極適合規劃設計人工濕地工法，故人工濕地雀屏中選，才能有今日這片集生態與景觀美感的場域。

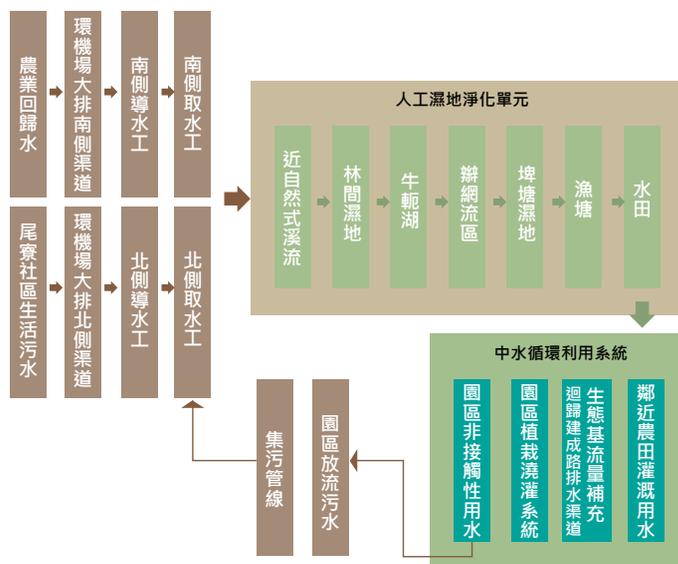
人工濕地的主要水源是環機場大排，集水區分南側渠道及北側渠道。集水面積總和為 752.69 公頃，排水路以土渠為主，排水路總長度為 7,228 公尺。主要的集水區以尾寮社區、埤內里及安溪里部分社區及四周農業回歸水為主，每日總污水量估計為 5,200 公噸。基地引進水量約有 3,000 公噸，整個園區初估每日蒸發量 129 公噸、入滲量 330 公噸及澆灌需水量 7 公噸，故固定損失（需求）水量約為 470 公噸，因此引進水量可以充分滿足基地生態淨化水域循環運作的水量需求。



新虎尾溪流域中游人工濕地為布袋戲傳習中心園區，亦是 2013 年農業博覽會的主場地／韋旭科技攝

水資源再利用——

生活污水含有機物質、垃圾、懸浮固體等，淨化工作並不容易。新虎尾溪流域中游人工濕地取法吳聲昱先生營造人工濕地淨化池的八大箴言：「一深一淺，彎彎曲曲，一高一低，一乾一濕」。深水池的作用是沉澱，淺池則可過濾；彎曲的水道則是將急流變緩水，增加污水和植物及水中微生物接觸的時間；而水流從高處往低處流，沖刷而下時與空氣接觸增加水中氧氣。整個園區內的淨化水道隨地形起伏，並以分流方式達到過濾淨化的功能。污水淨化後運用中水循環利用系統，補注地下水源、提供臨近農田灌溉水、園區植栽灌溉與衛廁用水等等。園區產生之污水則重新再放流至環機場大排北側渠道之污水取水口，形成一個水資源再利用的循環。



新虎尾溪流域中游人工濕地處理單元流程圖／資料來源：雲林縣政府城鄉發展處

中水：是指都市地面排水或生活污水經處理後達到一定的水質標準，可重複使用在非飲用水的範圍，運用目的則以水質作區分。目前中水的回收再使用，多用於廁所沖洗、園林和農田灌溉、道路保潔、洗車、城市噴泉、冷卻設備補充用水等等，用途非常廣！



上 · 近自然式溪流棲地內之陸島／莊亦史攝 下 · 近自然式溪流與林間濕地／莊亦史攝



左・淨化後的水體可以讓魚悠游其中／鍾昆展攝

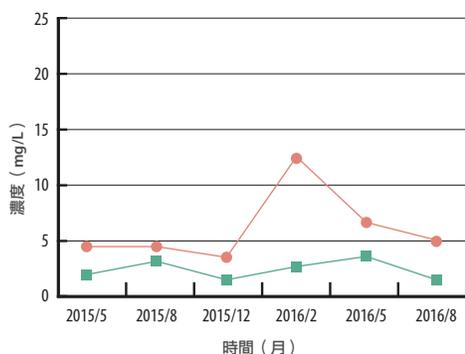
右・常見紅冠水雞在此處活動，證明濕地水位穩定，除污的水生植物也提供棲息場所／劉淑瑛攝

下・牛軋湖／莊亦吏攝

污水回收的深意——

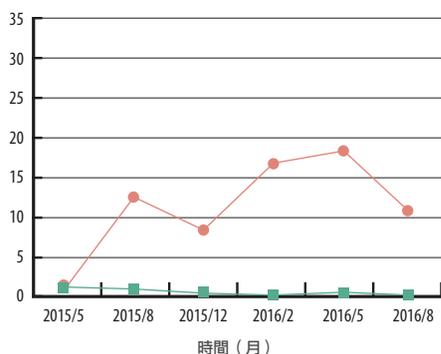
雲林與嘉義是開發最早的農業產區，三百多年來未曾間歇的農業利用讓土地呈現貧瘠的狀態，加上近年來工業與農業爭水、地下水超限利用，導致地層下陷。位在雲林中心地帶、虎尾高鐵站區旁的農博基地，可以說是都市開發的同時回饋給縣民的公園綠地，也有著生態補償的意義。新虎尾溪流域中游人工濕地所在之處，不僅是蓋個公園而已，這座公園的整個效益及功能，其實與居民生活息息相關，也為整個地球環境的永續，默默做出貢獻。

生化需氧量濃度處理前後比較



入流水 —●— 出流水 —■—

氨氮濃度處理前後比較



曝氣池／鍾昆展攝

污水過招——





1 近自然式溪流

模擬虎尾溪中上游型態而建構的人工溪流，溪流間加入短瀑、激流與淺灘等微棲地環境，同時應用溪流的動態增加水體溶氧。

2 林間濕地

為保留現地既有的樟棟次生林而設置的大量陸島，型塑為水綠交錯的優質空間，也增加水流與岸際推移帶的接觸，提升污染削減效能。

3 牛軛湖

牛軛湖係自然河道變遷而殘存的濕地型態，屬於深水的開放水域型態，在植栽設計上以浮葉型植物為主，水岸輔以挺水型植物。

4 辮網流濕地

應用陸島與水域交錯而形成的密植型環境，由水域包圍環繞的獨立陸島可形成不受干擾的良好棲境，是許多鳥類等野生動物築巢的良好空間。

5 埤塘濕地

其目標在於將既有池塘復育成為舊時的風貌，故設計上仍保留部分深水域空間，而周邊則重新調整為大面積的水陸過渡的環境（又稱為推移帶）。

6 魚塘

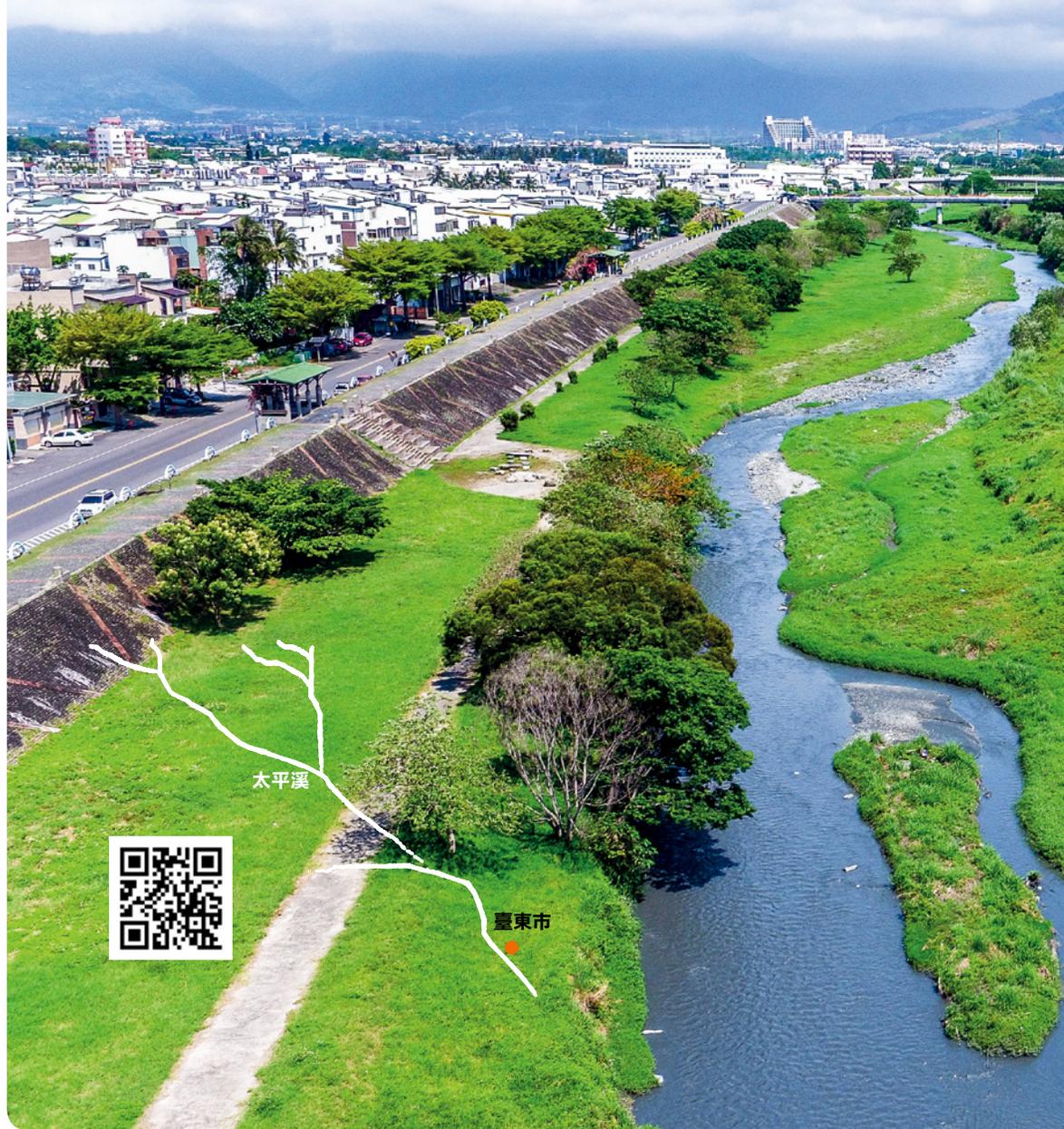
停止養殖之魚塭，在岸緣為大面積淺水域環境，多為挺水性或先驅物種。而水域中央則保有深水域空間。

7 水田

以本土的水田為生態模擬意象，配合小型的灌渠進行供水與排水。除了利用水田型態的濕地進行水質淨化外，同時也呈現田間常見的水生經濟作物與伴生的生態系。

太平溪人工濕地——

穿越臺東之心的 閃亮藍帶



太平溪

臺東市



小檔案

名稱 | 太平溪人工濕地

GPS | 22.747361N ; 121.142388E

所在縣市 | 臺東縣

地址 | 臺東縣臺東市正氣北路康樂大橋下

面積大小 | 5.65 公頃

所屬流域 | 太平溪

規劃設計單位 | 嘉德技術開發公司

管理單位 | 臺東縣政府環境保護局

工程起訖時間 | 2014 / 2 ~ 2015 / 2





太平溪與豐里橋／韋旭科技攝

穿過臺東市心臟的溪水——

清晨時分，海風自太平洋拂進太平溪河口，溪畔兩側社區的男男女女、老老少少就紛紛出現，跑步的、快走的、騎單車的，有一家大小同時出動，也有老夫老妻手牽手散著步，傍著河道，賞心悅目的翠綠。從康樂橋往下游走，河床上有鸞鷲陪著水牛，牠們背後豐里橋的白色拱型弧線，柔柔地畫向天際，這是一幅散發著幸福味道的濱海城市光景！

太平溪發源於卑南鄉境內馬里山東南側，進入平原之後一路往東南流，穿越臺東市區，左岸南王、卑南、南榮、馬蘭、中心、自強、東海、新興，以及右岸豐田、豐年、豐樂、光明、豐榮等社區一路簇擁，越往下游人口越見稠密。

從臨溪的馬偕醫院高處遠眺，太平溪右岸伸展出去的白色市容，背後襯著淺綠的山脈，而潺潺溪水東流，盡頭的太平洋以霸氣又柔和的湛藍色保護著臺東市區，河流、人家、山與海，真是一個宜居的人間美境。太平溪，這條流量不及卑南溪大的縣管河川，卻是臺東市市民生活中最重要的血脈。

由乾淨肥沃到藏污納垢——

住在太平溪左岸的東海里里長說，太平溪溪水從前很乾淨，在他小時候，溪中還有鰻魚可抓，河流中游雖然曾經設置過糖廠、鳳梨工廠，但是水質依然很乾淨。「以前糖廠的廢水流下來，做黑糖的水黑黑的、香香的，因為很肥沃拿來灌溉農田最好了」。

然而，都市發展之後，太平溪兩岸的人口越聚越多，家庭污水量也不斷增加，由於臺東市還沒有污水下水道，未經處理的家庭污水就直接流入溪中。此外，右岸社區外圍還有一個「豐里工業區」，廢水也是直接排入。因此，越往下游，溪水顏色與氣味也就越加混濁、濃重。



太平溪在整治後重新變成一條牧牛悠遊的乾淨河流／王威智攝

政府戮力整治，居民對改善有感——

因此，臺東縣政府很早就想整治這條河川。在處理太平溪氾濫的問題之後，臺東縣政府取得環保署經費補助，由環保局執行「太平溪流域水質改善工程」，建置現地處理及人工濕地工程，於 2014 年動工，2015 年完工。

整治之後的河流讓兩岸的居民非常「有感」！許多人都說，感覺溪水變乾淨，而且臭味消失了，整體環境也變得更美好。太平溪右岸豐榮里由臺北嫁來的年輕里長也表示，整治前一片荒煙漫草，現在利用生態池淨化水質又美化環境，看起來賞心悅目；康樂橋邊上的自強里里長則表示，經過整治的河岸住宅區近兩年人口增加，學區好、環境佳，搬進了不少家庭，儼然成為臺東市的「天母」呢！

在氾濫問題受到控制之後，目前的「太平溪水質改善工程」，讓市民對這條溪寄予厚望，期待太平溪逐漸恢復原本乾淨的面貌，並且成為一條更容易親近的閃亮都市藍帶。

人工濕地淨水一把罩，動植物熱鬧繽紛——

目前在人工濕地中可以看見多種植物，包括野薑花、菖蒲、水生鳶尾、輪傘草、莎草、睡蓮、臺灣水龍、荷花、苦草等等，而茂密的水生植物間、水上及河岸邊可以看見蜻蜓，以及多種鳥類，包括鷺鷥、紅冠水雞、翠鳥、鳩鵲、伯勞、烏頭翁、大卷尾，以及白尾八哥等，生機勃勃，非常熱鬧。



此處可觀察到翠鳥活動，翠鳥以魚蝦為主食，對水質要求高，證明濕地淨化成效良好／王威智攝

整流牆：為了防止流入之污水產生擾流或是偏流的現象，所設置的裝置，通常是在牆面上設置孔口，使通過整流牆的進水水流均勻。

污水過招——

在康樂橋左岸設置截流設施，透過截流、過濾以及沉澱等步驟來淨化水質。以「重力流」的方式將污水送到沉砂池沉澱，之後流入中間池，再經過整流牆進到「礫間接觸單元」。經過淨化之後的水流，與來自左岸小排之排水匯集，一起進入人工濕地。整個人工濕地系統，包括了第一密植區、開放水域、第二密植區以及生態池。這樣的規劃除了營造生態功能外，並具有淨水的實際功能。

截流處理水量分別為康樂橋上游左岸排水每天 2,400 公噸及左岸小排每天 800 公噸，二處總計處理水量為每天 3,200 公噸。以 60%~70% 之去除效率，降低水中懸浮固體物、生化需氧量及氨氮等污染物，達到有效淨化水質之目的。



太平溪人工濕地使太平溪逐漸恢復她乾淨的面貌／韋旭科技攝

入流水 —●— 出流水 —■—

生化需氧量濃度處理前後比較



氨氮濃度處理前後比較



人工濕地淨水

圖／王威智攝



礫間接觸單元：位於太平溪左岸康樂橋頭的礫間接觸池，為處理家庭污染排水的第一道關卡。污染排水先經沉砂、整流後到礫間接觸單元。

2



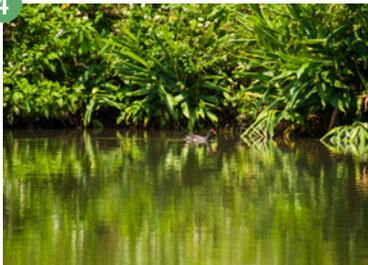
第一密植區：先以砌石溝把「礫間接觸池」淨化過的水引入「第一密植區」。此區種植耐污性的水生植物如布袋蓮，藉此形成一個高覆蓋度的環境。這個單元利用植物的莖葉覆蓋水域，以擴充水體中厭氧區所占的體積，並吸附污染物質，來削減污水中的生化需氧量及懸浮固體；或是種植挺水性水生植物如紙莎草等，由水生植物的葉面、根系及土壤內的微生物，來進行第一階段的水質淨化工作。

3



開放水域：密植區與開放水面區以砌石溝連結，而池與池、池與溝之間均運用「跌水工法」，堆置壘壘石塊阻滯水流速度，以降低兩岸及溪底土石의 冲刷。開放水域種植沉水性植物如水蘊草等，以營造高溶氧的環境。這個單元以物理性的沉降以及生物性的好氧消化為主，目的是利用硝化菌將氮轉化為硝酸鹽。

4



第二密植區：接著進入第二密植區，以開闊的淺水域再次密植挺水性植物，比如菖蒲、水生鳶尾、苦草及荷花等，利用密蓋水面的枝葉，阻隔空氣中的氧氣進入池水中，使本池的溶氧值降低，營造脫氮菌生長所需的無氧環境，使開放水面區的硝酸鹽再轉化為氮氣。

5



生態池：最後到了生態池，則種植鳶尾、睡蓮、野薑花等。生態池出口前則設置了「溢流堰」，包含制水閘以及量水堰。到此污水處理完成，從制水閘重新流入太平溪。

愛河九番埤水質改善工程——

鑲嵌在城市中的碧玉

小檔案

名稱 | 愛河九番埤水質改善工程

GPS | 22.687145N ; 120.326432E

所在縣市 | 高雄市

地址 | 仁武區八卦村永仁街經過國道 1 號高速公路涵洞後即右轉直行

面積大小 | 1.45 公頃

所屬流域 | 曹公圳

規劃設計單位 | 達西工程顧問股份有限公司

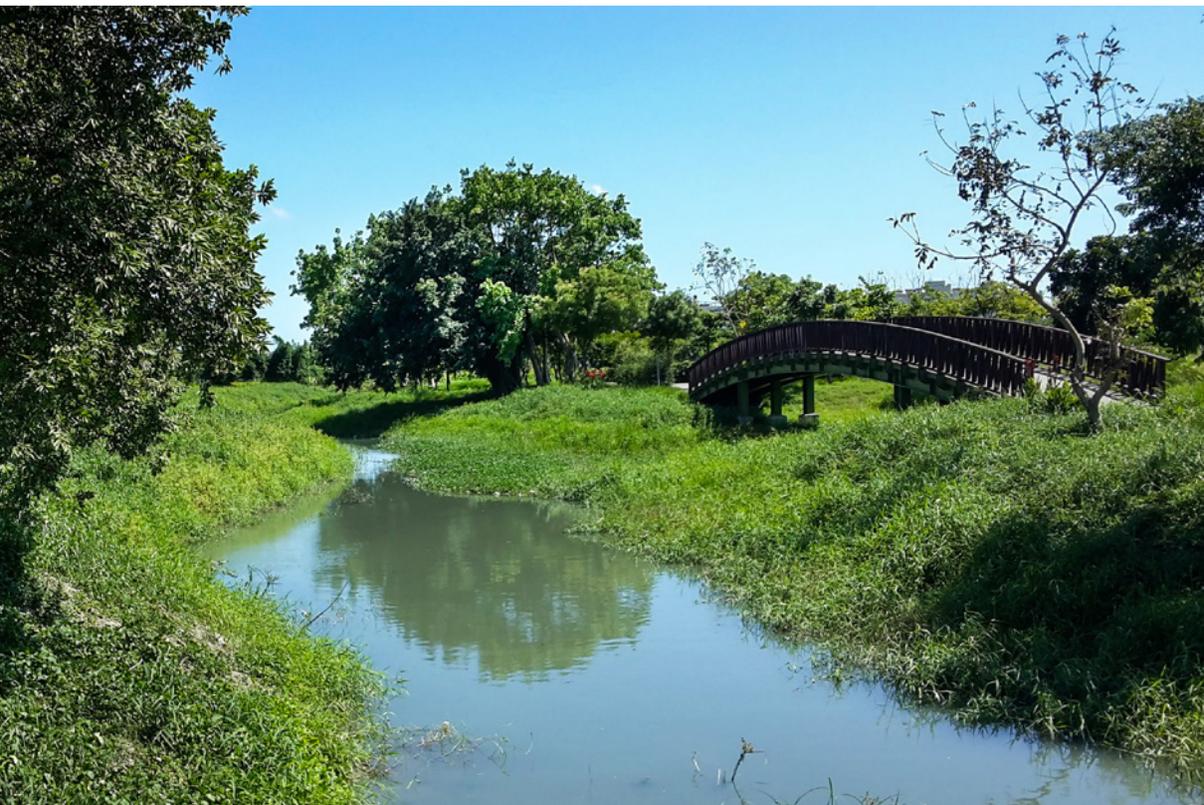
管理單位 | 高雄市政府水利局

工程起訖時間 | 2013 / 7 ~ 2013 / 10





結合淨水與休閒功能的九番埤濕地公園／梁玲萍攝



濕地一隅／梁玲萍攝

塵世桃源——

驅車從小徑內駛入，藏身在一片綠油油的稻田與櫛比鱗次的新建大樓中，九番埤濕地公園赫然出現眼前。漫步在步道上，耳邊聆聽著潺潺的水流聲，整體環境清幽雅致，公園面積雖然不大，卻顯現出許多匠心獨具的設計，原來認為只是造景的池塘，事實上卻是淨化大高雄愛河上游水質的功臣之一。九番埤曾經是當地人賴以為生的灌溉水源，有過風華，也走過低潮，如今又以嶄新的面貌呈現在眾人眼前，除了給予眾人緬懷過往的契機，也為地區的樣貌帶來了新的風采。而「九番埤」是如何脫胎換骨成為濕地公園？又為當地帶來了怎樣的改變與影響呢？

荒蕪的過往——

九番埤位在高雄市仁武區的五塊厝，舊稱五塊厝埤，水源來自曹公圳。原是供應農業用水的公有灌溉埤塘，面積約 5 公頃，周圍主要栽種菱角及稻米。但隨著時代演進，同時面臨到農業的蕭條沒落，加之高速公路的開闢，一度變為荒煙蔓草的荒地，而後又受到都市開發的影響，埤塘面積大半被填平另用。豪雨期間，埤塘滯洪功能降低，水患的可能性威脅著居民的財產與生命。

因地權與管理權難以界定，在無人聞問與管理的情況下，九番埤就成為濫倒廢棄物與建築廢棄土的場所。此外，更成為家戶污水、農業回歸水及零星工廠廢水的排放地，這些廢污水便經由九番埤流入愛河。



人工濕地處理的目的是自然淨化九番埤周邊排入的廢污水／梁玲萍攝



九番埤濕地公園不僅是都市綠地，更身兼防洪功能／梁玲萍攝

還水潔淨——

從 1979 年至 1986 年，高雄市完成了從中游治平橋（中華路）以下河段至出海口河岸共 11 處的污水截流站，截斷流入愛河的污水，並將這些污水導入位在旗津的中區污水處理廠進行污水處理後，再以 3 公里長的海洋放流管排放至高雄外海，自此，愛河治平橋以下河段至出海口的河岸水質有了明顯的改善。

但由九番埤流入的污水卻仍然繼續對愛河水質產生影響，而其污染源來自上游五和里的生活污水。雖中游靠近中山高速公路有彎仔底圳及下條圳，引曹公圳水源進入稀釋，但一遇農田水利會休耕期間，九番埤的水量不僅枯竭，水質還會惡化。終於，在環保意識的抬頭與政府的推動下，以在槽式人工濕地處理的方式，淨化水質以還給愛河潔淨的面貌。

活化後的省思——

愛河為高雄市重要的河流，也是精神象徵之一，每年來此的觀光客絡繹不絕，因此，河流的乾淨與否代表一個城市進步的程度。單單僅就下游規劃整治並不能治本，唯有控制上游的污染源才是根本之道，高雄市政府以「清溪綠水的愛河」為目標，在環保署的經費挹注下，讓九番埤濕地公園承擔階段性污水淨化的任務。由此，九番埤目前淨水功能的重要性不言而喻。雖然在都市的快速發展過程中，九番埤的命運幾經轉折，一度面臨被蠶食填平的危機，卻在峰迴路轉後被賦予新的淨水任務，促成了九番埤濕地公園的形成，在了解這段轉變歷程後，漫步在公園當中，或許更能體會為後代子孫留下青山綠水的重要性。



- 上・水丁香是一年生草本植物，由於種子發芽快速，有潮濕的土壤就能生長，可保護人工濕地池緣裸露的表土／劉淑瑛攝
- 下・九番埤被賦予淨水任務，同時重新活化了滯洪的功能／梁玲萍攝

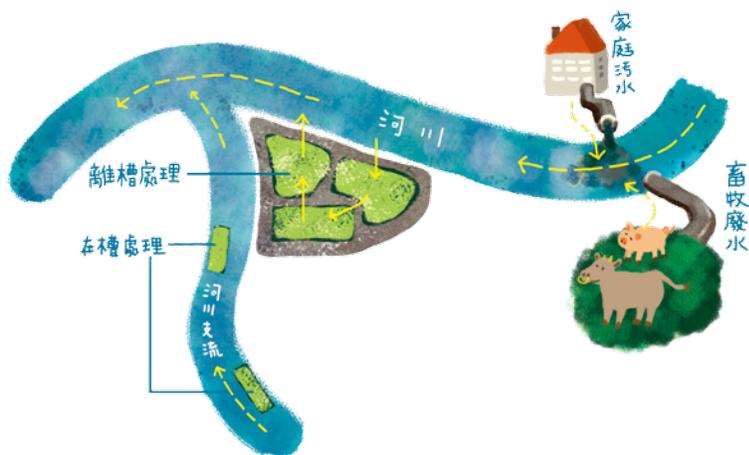
污水過招——

於是，自 2013 年開始，政府引進濕地公園的概念。利用原有蜿蜒曲折的自然河道，加上恢復埤塘的蓄水功能，以增加污水停留時間。另一方面以在槽式人工濕地模式增強淨化水質功能，並於部分區域栽種淨化能力強的水生植物，並且以多樣性為原則，營造出生物多元化的環境。讓九番埤濕地公園本身兼具水質淨化、防洪、生態與環境教育功能於一體。

同時，也藉此創造都市景觀營造、帶動區域環境發展為其附加價值，規劃了散步區、親水區、教育區、水質沉澱區及自然林區等不同區域，提供生物棲息的綠帶空間，也成為市民滯洪防災與親近自然的重要場所。在設計操作上結合水、濕地與綠坡，利用植物的光合作用，為城市帶來清新的空氣與舒適悠閒的生活空間。

在槽處理：污水處理設施設置在河川或是排水路本體範圍內，對於地理環境和水文條件的要求相對較高。

離槽處理：污水處理設施設置在河川或是排水路周邊腹地，以截流井等方式將污水引入。





濕地公園步道／梁玲萍攝

淨水功力——

設計處理量在灌溉期時為 16,000 CMD（公噸／日），非灌溉期時為 1,300 CMD。灌溉期相當於 73,000 人每日產生之污水量，非灌溉期為 6,000 人。

生化需氧量

每日削減約 22 公斤



相當於 550 人每日產生污水之生化需氧量

氨氮

每日削減約 14 公斤



相當於 14,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 9,300 人的小便量

懸浮固體

每日削減約 17 公斤



相當於 425 人每日產生污水之懸浮固體含量

The page features a large white water droplet shape in the center, containing the main title. To the left of the droplet are three smaller white water droplets. To the right, there are blue wavy lines representing water. The background is a solid brown color.

礫間 淨化^類

2

- 老街溪新勢公園礫間接觸曝氣工程
- 三爺溪萬代橋生態礫間淨化工程
- 三爺溪仁德排水生態礫間淨化工程
- 新虎尾溪崙背排水水質淨化工程
- 鹽水溪永康滯洪池礫間接觸曝氣工程
- 鹽水溪永康大排水岸生態礫間淨化工程
- 阿公店溪河華橋水質改善工程

Q 什麼是礫間淨化？

A 礫間淨化分為「接觸氧化」和「接觸曝氣氧化」兩種類型，以下案例皆為「接觸曝氣氧化」的類型。兩者都是運用污水經過填充礫石的槽體，並與生長在礫石表面的生物膜接觸反應，達到淨水目的。兩者最大的差異，就是礫間淨化槽的底部是否加設了曝氣管。更多工程原理，請參考總論篇。接下來讓我們從案例中一起了解礫間淨化設施的淨水故事吧！

老街溪新勢公園礫間接觸曝氣工程——

重啟兒時記憶的通道



小檔案

名稱 | 老街溪新勢公園礫間接觸曝氣氧化工程

GPS | 24.951849N ; 121.216731E

所在縣市 | 桃園市

流域名稱 | 老街溪

地址 | 桃園市平鎮區中豐路、中原路及延平路交叉口

面積大小 | 4.95 公頃

規劃設計單位 | 美商傑明工程顧問股份有限公司

管理單位 | 桃園市政府環境保護局

工程起訖時間 | 2011 / 11 ~ 2013 / 2

老街溪

許厝港一號橋

中正橋

青埔橋

環鄉橋

北勢橋

平鎮一號橋

大坑缺溪

平鎮溪

美都麗橋





住在老街溪畔的居民最能感受水質的改變／呂慧穎攝

走過時光水岸——

新勢公園步道上健走的伯伯，停下腳步，親切地說著：「我記得老街溪曾經加蓋作為停車場，其他的事情都不記得，因為過去根本不想主動靠近老街溪。現在不同了，老街溪旁不論晨昏都有很多人活動！」過去對老街溪畔的住戶而言，房屋後方的老街溪只是一條發臭的水溝，而現在卻常互相聊天談起：「老街溪的水質變得很好！童謠歌詞裡：『我家門前有小河』，好像就在形容自己的家園！」擁有全新面貌的老街溪，吸引越來越多人前來，反而讓沿岸住戶擔心，會不會因此擁擠吵鬧呢！

緊鄰著老街溪的新勢公園，礫間淨化設施正上方的大草坪周圍有著環形步道，是銀髮族最愛的活動場地，都已經當祖父母的他們，回憶起小時候曾經在老街溪邊逗留嬉戲的時光，總會帶著笑容說道：「現在比以前更安全，不但有寬闊平坦的草坪，還有宜人的水岸步道，環境真的變好了」。

後院變前巷——

在過去環保觀念不普及的年代，老街溪默默接收著流域中形形色色的污染。包括大園一期工業區未納管的事業放流水、新竹科學工業園區—龍潭園區、平鎮工業區事業廢水及平鎮山子頂區域的生活污水，沿岸零星畜牧廢水也影響老街溪的水質。在過去環保署歷年水質調查，老街溪全流域都處在中度污染的狀態中。

2010年桃園市政府啟動了「河·驛—澗仔壠水岸新驛再生計畫」，以水岸都市再生的理念，拆除已存在20年之久加蓋在老街溪上的建築物，並藉由老街溪水岸景觀的重生，重新點燃老街溪畔的人文與自然活力。

在這個遠大夢想中，老街溪的水質改善無疑是最為關鍵的因素，老街溪新勢公園礫間接觸曝氣氧化工程，更是水質淨化的重要功臣。由環保署全力支持的老街溪新勢公園礫間淨化工程是國內第一座利用既有公園，設置地下化礫間淨化設施的案例。除了追求工法本身的效能，更結合上部公園景觀營造、遊憩空間設計、環境教育等價值，進而成為桃園市閃亮的綠色明珠。



臨老街溪的房子後院變前巷與新勢公園及青少年活動中心，形成良好的生活環境／韋旭科技攝

老街溪開蓋前後比對



老街溪開蓋前／桃園市政府水務局提供



老街溪開蓋後成為生氣勃勃的都市藍帶／韋旭科技攝

礫間淨化設施施工前後比對



礫間設施施工前新勢公園大草坪／桃園市政府環保局提供



礫間設施施工中／桃園市政府環保局提供



中央草坪下就是神祕的地下水質淨化場／呂慧穎攝

神祕的地下水質淨化場——

在新勢公園中央大草坪旁，有著兒童攀岩遊戲區，攀上頂端的小男孩高興地向坐在休憩座椅上的父親揮手，斯文的爸爸扶了下眼鏡：「知道這個公園曾經暫停開放過一陣子，為了要建一個污水處理設施，但不知道在哪裡？」「在中央大草坪下面嗎？哇！我們從來都沒注意到！」。

籃球場上的球員，盡情揮灑著屬於青少年的活力，下場休息的同學，驚訝地說：「水質淨化場就在這裡！可以參觀嗎？」翠堤橋上的小女孩，指著出水口好奇地問：「媽媽，那條管子裡面的水從哪裡來？」新勢公園中央大草坪底下，有個神祕的構造，有人曾經聽過，有人驚訝於它的存在，原來這個稱為礫間接觸曝氣氧化工程的設施，可以讓老街溪溪水漸漸變得清澈。生活在這裡的人們想了解這個祕密工事，因為他們真的覺得溪水變乾淨了。從他們驚訝的表情中，則說明了老街溪新勢公園礫間接觸曝氣氧化工程該好好地自我介紹了！

污水過招——

新勢公園內的礫間設施全數地下化，上部覆土並鋪設草皮，保留了原有公園陽光大草坪的功能。這大草場地底下還隱藏著能夠一窺礫間淨化工程內部構造的觀察廊道，透過申請程序，民眾可從環境教育解說中了解到，自入流端至出流端，礫間淨化一步步將污水變乾淨的全套過程。出流口就設在嶄新的翠堤橋畔，出流水重回老街溪懷抱，與上游流下的溪水一同漫流在溪流中。

整個礫間淨化工程主要量體是開挖原有緊鄰老街溪的公園大草坪，因此工程施作時如何保存公園內既有的大樹，以及老街溪河岸覆土坡度的考量等等，都有相當的難度。特別值得一提的是，本工程至 2015 年為止，一直都是國內礫間場雙槽並聯設計量體的總冠軍，也是東南亞規模最大的自然水質淨化系統。

新勢公園往老街溪下游走，串連了因開蓋而重見天日的水岸藍帶，更結合「河川教育中心」的環境教育能量，來到這裡能真正體會溪流生態重建帶給環境與鄰近社區的活力。



礫間水質淨化展示廊道入口／呂慧穎攝

礫間水質淨化展示廊道之旅

圖／呂慧穎攝

1



廊道入口

2



進入乾爽舒適的地下觀察廊道

3



曝氣管：共有四組，前三組裝置於礫間淨化槽曝氣區。第四組裝置在非曝氣區，只有進行「反沖洗」沖洗出污泥時才會開啟。左側為取樣管，可以取得不同水深的水樣。

4



廊道沿線精心設計有關礫間淨化的各項解說。

5



觀察窗：共有四組，前三組位於曝氣區。第四組位於非曝氣區。可觀察到污水在各階段被淨化的程度。

6



污水進入礫間淨化槽前後的差異。



礫間設施配置 / 韋旭科技攝

淨水功力——

最大處理量達 30,000 CMD (公噸/日)，相當 13.6 萬人每日產生之污水量。透過污水截流收集老街溪兩側平鎮區新勢、宋屋地區晴天排水 8,500 CMD，並由老街溪橋下游既有攔水堰（舊社堰）引入 21,500 CMD。削減入流水中 70% 以上的污染後，重新補注回老街溪。

生化需氧量

從 20mg/L 降至小於 6mg/L，相當每日削減 420 公斤



× 10,500 人

相當於 10,500 人每日產生污水之生化需氧量

氨氮

從 10mg/L 降至小於 3mg/L，相當每日削減 210 公斤



× 140,000 人

相當於 210,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 140,000 人的小便量

懸浮固體

20mg/L 降至小於 6mg/L，相當每日削減 420 公斤



× 10,500 人

相當於 10,500 人每日產生污水之懸浮固體含量

mg / L = 毫克 / 公升

煥然重回老街溪——



插畫／林佳瑩繪



老街溪匯流口

5

1 出流口

污水通過礫間淨化設施，削減了 70% 的污染後，從出流口放出。

2 跌水工法

透過大石的堆置，製造河床高低落差，當水流經過時讓水「跌一跤」，消耗水流的能量，減低水流速，減緩水流對河床的淘刷。

3 沿岸植栽

常見濱溪林帶中的喬灌木，像是水柳與構樹等，用它們的根系牢牢抓住河岸的土壤，抵擋水流沖刷的力量，對於穩定水岸功不可沒。

4 緩流渠道與水生植物

水自出流口流出後經過緩流渠道，運用渠道內石塊以及兩側水生植物的阻力，將水流速漸漸減緩，減低進入老街溪時的沖蝕力道，更營造了許多小生物的生存空間。

5 老街溪匯流口

運用石堆減緩水流速，以及匯入角度、兩側植栽的強化等等，減少匯流口附近河川底質、兩岸土壤的沖刷程度。生態設計也要保留給「大自然自我設計」的彈性空間，可以仔細比對每次的觀察，植物、渠道形狀等等是不是也會有所不同。

三爺溪萬代橋生態礫間淨化工程——

憶農業榮景 得愜意桃源

小檔案

名稱 | 三爺溪萬代橋生態礫間淨化工程

GPS | 22.968336N ; 120.249166E

所在縣市 | 臺南市

流域名稱 | 三爺溪

地址 | 臺南市仁德區仁德里，仁德滯洪池北側

面積大小 | 1 公頃

規劃設計單位 | 艾奕康工程顧問股份有限公司

管理單位 | 臺南市政府水利局

工程起訖時間 | 2013 / 4 ~ 2014 / 10



農業的水脈，生活的命脈——

曙光初露，薄薄的霧氣飄散在稻穗田間，鷺鷥低頭忙碌於尋覓池裡的小魚，清晨的空氣清新，蜿蜒的生態滯洪池步道上，居民們忙著一邊做健康體操，一邊閒話家常，細細地品嚐美好早晨的水岸生活。遠眺國道一號的車流從眼前劃過卻聽不見呼嘯的聲響，似乎是身處在祕境桃源，三爺溪涓涓流水聲與生態滯洪池旭日的編織，猶如血管與動脈一般，串流起臺南仁德的生活命脈。



左 · 仁德滯洪池（北池）／吳權文攝 右 · 三爺溪／吳權文攝
下 · 三爺溪周邊農田景觀／吳權文攝

三爺溪前世今生——

位於臺南市的三爺溪（當地亦稱三爺宮溪），流經臺南市東區、永康區、仁德區等三個人口密集的都會區，匯流至二仁溪，最後潺潺的流向臺灣海峽。三爺溪在過去是農民灌溉稻田非常重要的水渠，但隨著都市的開發、人口急速的擴張，加劇家庭污水的排放，加上工業廢水及養殖戶所產生的廢水，三爺溪一度成為污染狀況最為嚴重河川之一。

隨著環保意識的抬頭，中央與臺南市政府投入大筆預算整治三爺溪，除稽查不法排放，杜絕污水排入。行政院環保署補助臺南市政府，完成流域污染調查及三爺溪水質淨化場場址規劃。採行現地處理技術、結合滯洪池環境景觀，透過生態治水，提升都市防汛能力並降低水質污染，讓居住品質得以大幅提升。



萬代橋生態礫間淨化場曝氣池／吳權文攝



鄰近居民前來運動／吳權文攝

天天來報到，三千五百步的快樂——

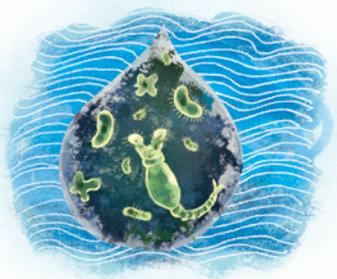
傍晚時分，來到滯洪池邊運動的人漸漸地變多，每個人都與熱心停下腳步受訪的鄭大哥一樣，用身體體會今天三爺溪的改變與美好，紅冠水雞、翠鳥、鷺鷥在水草間穿梭，欣賞著周遭環境，不知不覺中也完整地跑完池區。鄭大哥說道：「我可是仔細計算過，跑完這一圈大約要 3,500 多步，豐富的景觀比到學校跑操場有趣多了，運動當然要來到這裡才開心」。歷經努力與整治，三爺溪的水質已經日漸改善，仔細往溪裡一看，小魚小蝦又重新出現，雖然是簡單的生活品質，但著實得來不易，要繼續邁向生態永續之路，不能單單倚靠政府，由自己本身做起，在日常生活中時時刻刻愛地球，美好的環境將會因你我而生。

污水過招——

位於仁德滯洪池北側的三爺溪萬代橋生態礫間淨化工程，主要處理萬代橋下游左、右岸箱涵所截流的晴天排水。箱涵距離淨化場址約 300 公尺，污水以抽水泵輸送至水質淨化場。污水經處理後，會進行水質與水量的監測，最終再排至三爺溪。

礫間接觸曝氣池是主要核心區域，槽體中以礫石疊置，提供大表面積，使附著性微生物和原生動物，藉由吸附、分解及氧化污水中有機污染物質，達到污染削減及淨化水質的目的。

生物膜的培養

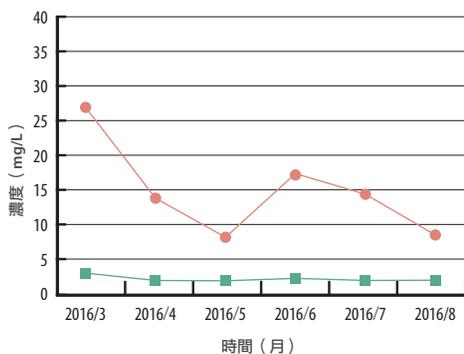


讓原本的河川污水流入礫間淨化槽中，大約經過 3 週的培養期，礫石表面就能被微生物及其他生物附著，而生長出具有黏性的生物膜，礫間淨化設施就能開始運作了。



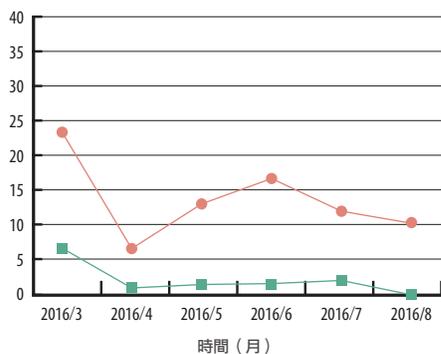
原本河川水體中，就存在著許多微生物、原生動物或其他多細胞動物。微生物可以分解污水中可溶性有機物。原生動物和多細胞動物則可吞食微生物及污染物。

生化需氧量濃度處理前後比較



入流水 —●— 出流水 —■—

氨氮濃度處理前後比較

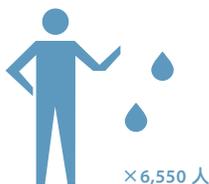


淨水功力——

水質淨化場設計處理量為 10,000 CMD (公噸/日)。相當 4.6 萬人每日產生之污水量。截流三爺溪萬代橋下游左、右岸箱涵的晴天排水，削減入流水中 70% 的污染濃度後，重新補注回三爺溪。

生化需氧量

從 35mg/L 降至小於 8.75mg/L，相當每日削減 262 公斤



相當於 6,550 人每日產生污水之生化需氧量

氨氮

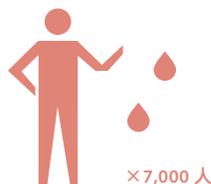
從 18mg/L 降至小於 6.3mg/L，相當每日削減 117 公斤



相當於 117,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 78,000 人的小便量

懸浮固體

從 40mg/L 降至小於 12mg/L，相當每日削減 280 公斤



相當於 7,000 人每日產生污水之懸浮固體含量

mg / L = 毫克 / 公升

三爺溪仁德排水生態礫間淨化工程——

水患無虞後 更思好水質





小檔案

名稱 | 三爺溪仁德排水生態礫間淨化工程

GPS | 22.960761N ; 120.248600E

所在縣市 | 臺南市

流域名稱 | 三爺溪

地址 | 臺南市仁德區仁德里，仁德滯洪池南側

面積大小 | 24 公頃

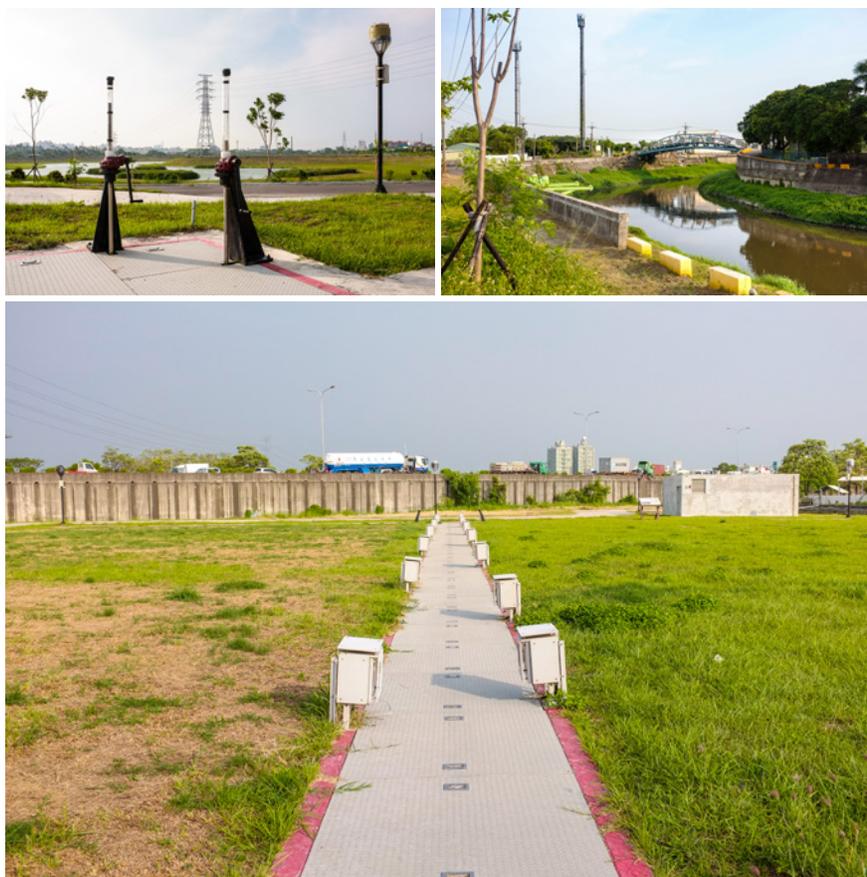
規劃設計單位 | 艾奕康工程顧問股份有限公司

管理單位 | 臺南市政府水利局

工程起訖時間 | 2013 / 4 ~ 2015 / 12

溪畔池邊的悠適——

地處三爺溪、仁德排水（三爺溪支流）與中山高速公路間，綠意圍繞的生態淨化池環湖步道，營造出舒適的運動環境，串起樂活的運動時光也活絡城市邊緣空間。夕陽映照在生態池水面，鷺鷥、紅冠水雞認真地低頭覓食，水波的漣漪與水鳥剪影相互對話，悠閒走在水池旁，心境不自覺的輕鬆了起來，慢步的、快跑的、騎單車的，甚至是帶毛小孩在草地打滾的人們，共同享受著心曠神怡的日常午後。



左・仁德排水生態礫間淨化場與仁德滯洪池（南池）／吳權文攝
右・仁德排水與三爺溪匯流處／吳權文攝
下・淨化場礫間曝氣池／吳權文攝



淨化場往仁德滯洪池方向／吳權文攝

整治水患改善水質，雙管齊下——

臺灣經濟發展迅速，河川環境卻在過程中受到極大的污染負荷，雖然河川具有自淨作用，但卻來不及在短時間內淨化這麼多排入的污水。三爺溪也面臨過這樣的困境，且水質在全國河川中敬陪末座。

此外，大家或許不知道，臺南是全臺最易淹水的縣市之一，其中仁德地區更是深受水患之苦。因此，2006年行政院環保署補助改制前原臺南縣政府辦理的「三爺溪水質改善工程規劃設計案」計畫，即配合了經濟部水利署第六河川局所辦理的「三爺溪排水仁德治洪池治理工程」，完成二池（仁德滯洪池南、北雙池）、二淨化場（萬代橋生態礫間淨化工程、仁德排水生態礫間淨化工程）的基本規劃，同時改善水質不佳問題。仁德滯洪池於2013年完工後，緊接著進行2座淨化場工程，完工後整體每日最大處理量達2萬公噸。這裡從三爺溪、仁德排水與高速公路所夾的荒地，搖身一變成為兼具防災、教育、淨水與休憩功能的景觀園區。

生態礫間淨化帶來的美好——

「清晨時更多人在這裡散步呢！」盧大哥說得起勁，居住在附近三十幾年，從尚未規劃設計前的一片荒蕪到今天能愜意地漫步，政府在三爺溪所做的努力，他都能如數家珍般地一一述說。「這就是未來的趨勢，大家都開始在意自己的健康，有個地方能夠開心地運動，是多麼幸福的事情呀！」。三爺溪一直以來受到嚴重的工業廢水和家庭污水直接的排入，導致溪水髒亂無比，時常可見廢棄輪胎、隨手亂丟的飲料杯、一包包的家庭垃圾，想要在裡頭看到魚蝦更是不可能的任務！談笑之間，在地居民道出三爺溪的改變。

除了淨水功能以外淨化場也是一座花園，埋藏於地底的礫間接觸曝氣池，提供地面大片的種植面積以及良好環境，茂密的草皮搭配環繞滯洪池的生態步道，連接成宜人的休閒場域，每天傍晚時分，居民紛紛來報到，跑步的倆倆並肩、騎單車的恣意滑行，最開心的還是可以全力奔跑的毛小孩們，在這裡大家都認識到新朋友，漸漸重新體會三爺溪的美好。

回收水的妙用

1

• 消泡水

在抽水站及調勻池等單元，進流水可能產生泡沫，為維護檢測計等儀器的運作正常，就在槽體內部設置消泡水噴嘴，用來消除泡沫。

2

• 單元槽體 清洗用水

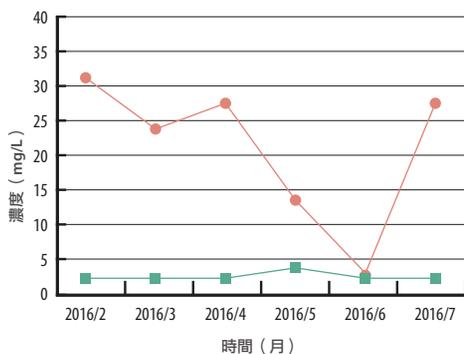
配合回收水系統，於各單元槽體設置出水口，便利現場清洗。

3

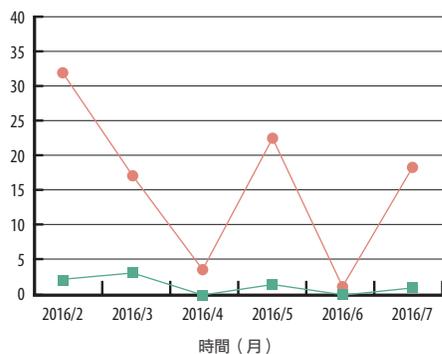
• 場區 澆灌用水

設計簡易噴灌系統連接回收水系統，可以進行現場植栽澆灌，節省水資源。

生化需氧量濃度處理前後比較



氨氮濃度處理前後比較



入流水 —●— 出流水 —■—

淨水功力——

水質淨化場設計處理量為 10,000 CMD (公噸/日)，相當 4.6 萬人產生之污水量。仁德排水兩側晴天污水藉由截流槽引入，削減入流水中 70%~80% 的污染後，一部分放流到仁德滯洪池南池；另一部分則補注回三爺溪。也有部分回收水用於場內植栽的澆灌與槽體清洗用水。

生化需氧量

從 50mg/L 降至小於 10mg/L，相當每日削減 400 公斤



相當於 10,000 人每日產生污水之生化需氧量

氨氮

從 25mg/L 降至小於 7.1mg/L，相當每日削減 179 公斤



相當於 179,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 119,000 人的小便量

懸浮固體

從 50mg/L 降至小於 8.5mg/L，相當每日削減 415 公斤



相當於 10,400 人每日產生污水之懸浮固體含量

mg / L = 毫克 / 公升

新虎尾溪崙背排水水質淨化工程——

默默佇立只為拋磚引玉



小檔案

名稱 | 新虎尾溪崙背排水水質淨化工程

GPS | 23.746211N ; 120.329316E

流域名稱 | 新虎尾溪

所在縣市 | 雲林縣

地址 | 崙背排水與新虎尾溪交叉口之右岸 24 號水門旁

面積大小 | 0.25 公頃

規劃設計單位 | 美商傑明工程顧問 (股) 臺灣分公司

管理單位 | 雲林縣政府水利處

施工單位 | 鼎加營造股份有限公司 (代管至 2017 年)

工程起訖時間 | 2013 年底 ~ 2014 / 10



濃綠的花生田是崙背排水沿線最常見的風景 / 張雅雲攝



崙背排水水質淨化工程槽體上方像是一座小公園／張雅雲攝

寬廣農田中的沉靜小地——

小客車行駛在鄉間小路上，眼前是一望無際的農田，此時除了分外青翠的稻浪飄飄，最引人注目的就是大片大片濃綠的花生田，中間更錯落著幾間培育葉菜的網室，整齊而規律的提點廣闊的綠色平面，展現著農業大縣的恢宏印象。

車子終於停下，一方小天地映入眼簾，已然來到崙背鄉的此處——崙背排水水質淨化工程。首先看到的是一片不算寬廣的草皮，以及種著彩葉草等花壇植物的小公園；如果不是有人導覽介紹，應該沒有人會知道在這片土地下方的水質淨化工程。自營運以來，承載與淨化了崙背大排的髒亂與污水。

站在斜坡上與崙背大排相對，遠方是新虎尾溪的方向。解說人員的聲音響起：「所有排向崙背大排的水，最終還是會流向新虎尾溪，因此，這個排水水質淨化工程的目的，就是減少新虎尾溪污染的負擔。」



- 左 · 入口架設網子攔阻樹枝樹葉等大型垃圾／張雅雲攝
- 右 · 處理完成之出流水至放流槽暫存後即排回崙背大排／張雅雲攝
- 下 · 崙背大排旁的前處理單元地面全景／張雅雲攝



草皮下為出流渠道單元／張雅雲攝

畜牧廢水是大宗——

解說人員指著前方不遠處說道：「左方是養豬場，而右方是養牛場，雲林縣的產業以農業為主，尤其這裡，畜牧業的污水占了最大污染比率，而所有的污水，都排向崙背大排。」崙背大排收集鄰近鄉鎮的生活污水，以及下游養殖業排放的部分畜牧廢水，其污染量占了新虎尾溪總污染量的 14.8%，是相當高的比率。

踏過一片不算大的草坪來到大排旁，傾著身稍微探出頭，可以看到這裡有一個入水口，前方架設了一個用來阻擋樹葉、樹枝、垃圾、動物糞便等廢棄物的網子，利用高低差將水引入，經由初步的攔污後，再將水引流至礫間接觸曝氣氧化槽進行淨化，經過 6 小時，處理過的水便會在下游的出水口排出。對比著出水口肉眼可見明顯清澈許多的流水，這樣的水質淨化工程在污水接管不普及的鄉鎮，真是幫了河川環境一個大忙。

公有地為攔污先鋒——

新虎尾溪全長約 49.85 公里。這是一條不算長的溪流，卻經過了雲林縣 9 個鄉鎮，主要水源則來自濁水溪，流域面積約 109 平方公里。然而新虎尾溪地勢平坦，且河床斷面狹窄，因此，每逢暴雨就容易氾濫成災；另外，河川水質不佳的嚴重情形，也終於獲得雲林縣政府的正視。2012 年，環保署補助雲林縣政府進行水質淨化工程規劃設計經費，並在 2013 年辦理「新虎尾溪崙背排水水質淨化工程」，在新虎尾溪支流崙背排水新設一處礫間接觸曝氣氧化水質淨化設施，這塊多數為公有土地的農地就成為最理想的場址。

麻雀雖小，五臟俱全——

一眼即可望盡的水質淨化工程，其實祕密都藏在小公園般的草皮底下，規劃設計單位在眾多處理工法中選擇單位處理效能及水質差異忍受度最高的礫間接觸曝氣氧化法作為崙背排水水質淨化工程的工法，這其實也表示崙背大排的水質污染度高，且變化幅度大。

走進位於地下的觀察窗室，環境乾燥滴水不進，足見施工品質的嚴謹，而這裡更是可以窺見整個工程奧祕的唯一所在，最重要的礫間接觸氧化槽以三個大觀察窗呈現，包含兩個曝氣區與後端的未曝氣區，區域中堆疊礫石，形成有 40% 孔隙的石頭床，孔隙提供微生物附著，曝氣區並提供氧氣使微生物能分解水中的有機物，非曝氣區則提供生物膜與懸浮物質接觸沉澱。



左・進水控制閥／張雅雲攝 右・污水經攔污及沉砂後再泵送至後方的進流渠道／張雅雲攝

礫石挑選



良好

直徑 10 ~ 20 公分，渾圓飽滿的礫石，可讓生物膜均勻生長包覆。



不良

表面凹凸不平或缺刻的礫石，會影響生物膜包覆，過大或過小的礫石，則會影響礫間淨化設施整體的效能。

插畫／林佳瑩繪

每個月管理單位都要在崙背大排的入流口與出口分別取樣至實驗室進行水質化驗，自營運以來，三項水質項目的去除率均有達到 70% 以上，儘管這項工程每天最多只能處理 5,500 噸的水，但對於新虎尾溪的污染改善程度仍具有顯而易見的成效。

然而效能再好的水質淨化工程，終究有一定的規模與容積，整個崙背大排目前只有這處排水水質淨化工程，縣政府很積極希望能改善新虎尾溪的污染，因此也著手畜牧業者廢水排放的督導與管理。雙管齊下、雙向進行才能達到更好的結果。



處理前與處理後之水質採樣比較／環保署水保處提供

淨水功力——

水質淨化場設計處理量為 5,500 CMD（公噸／日），相當於 2.5 萬人每日產生之污水量。

生化需氧量

從 30mg/L 降至小於 9mg/L，相當每日削減 115 公斤



相當於 2,800 人每日產生污水之生化需氧量

氨氮

從 18mg/L 降至小於 5.4mg/L，相當每日削減 69 公斤



相當於 69,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 46,000 人的小便量

懸浮固體

從 40mg/L 降至小於 12mg/L，相當每日削減 154 公斤



相當於 3,850 人的家庭污水懸浮固體含量

mg / L = 毫克 / 公升

污水過招——

照片提供／雲林縣政府水利處

看看打造新虎尾溪崙背排水水質淨化工程的過程，帶您看見草坪下的層層祕密！



礫間淨化槽位置採連續壁垂直開挖，減少對於周邊環境的干擾



礫間淨化槽體主要工程的構建



曝氣系統的裝設



曝氣系統埋設後加水測試曝氣管水平程度



礫間淨化槽體內礫石填充



槽體上方鋪設透水不織布



淨化場區內進行上部景觀工程以及栽種草皮植生

鹽水溪永康滯洪池礫間接觸曝氣工程——

守護與水共生的 乾淨家園

小檔案

名稱 | 鹽水溪永康滯洪池礫間接觸曝氣氧化工程

GPS | 23.056448N ; 120.253872E

所在縣市 | 臺南市

流域名稱 | 鹽水溪

地址 | 永康區三民里

面積大小 | 1.5 公頃

規劃設計單位 | 艾奕康工程顧問股份有限公司

管理單位 | 臺南市政府水利局

工程起訖時間 | 2012 / 12 ~ 2014 / 9



鹽水溪



不只疏洪，更要淨化——

傍晚時分，國道一號高速公路的車流絡繹不絕，繁忙的車道下，水聲也潺潺不絕。這是永康排水疏洪道，擔負著守護永康當地人民生命財產的重任。還有一處永康滯洪池礫間接觸曝氣氧化工程，正安靜地做著它守護永康排水水質的工作。

永康地區位處低窪，每當面臨豪雨颱風，雨勢又急又快，總是造成嚴重的淹水災情，造成永康工業區還有許多重要聚落極大的損失。於是永康排水疏洪道於 2011 年興建完成，集水區域涵蓋永康區一半面積，暴雨集水能藉由疏洪道排導至鹽水溪。另外也建置了面積 1.3 公頃的永康滯洪池。大幅增加排水疏洪的能力，居民終於能在颱風來臨時安心入眠。

永康排水疏洪道擔任都市防汛的重要角色，而礫間接觸曝氣氧化工程，則成為水質淨化的重要環節，工作站的管理負責人笑說：「這裡或許沒什麼特別的東西，但淨化的水是絕對乾淨！」從他自信的笑容可以知道，這處淨化工程維護水質環境的成效。

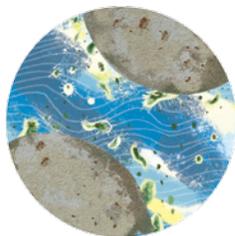


淨化工程局部景觀／吳權文攝

環保教育創造永續家園——

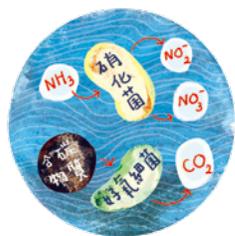
臺南市環保局表示，鹽水溪排水污染源主要是民生污水，如果能將民生污水的污染量降到最低，並且有效率地淨化，就能還給環境一個最健康的樣貌；此外，將相關的概念與作法透過環境教育普及給一般大眾知曉，也是相當重要的事情，臺南海佃國小「小台江河流讀書會」成為定期巡守的守護者，讓孩子們了解到環境保護的重要性，保護環境應是大家共同的責任，大家能對環境付出的越多，環境才會回饋給我們一個美麗的家園。

礫間設施如何淨水？



生物膜吸附

污水中污染物被礫石表面具黏性的生物膜吸附。



微生物分解

污水中可溶性有機物被微生物攝取而分解成無害的物質。



接觸沉澱

水中懸浮性固體、剝落的生物膜及污泥，受到礫石阻攔而沉降。

污水過招——

為了有效減少經由疏洪道直接排放到鹽水溪的污染量，隱藏在疏洪道東側，滯洪池北側緊鄰鹽水溪（原為永康抽水站預定地），礫間曝氣工程就安靜地躲藏在高速公路底下，默默地耕耘守護著鹽水溪。

為了不影響疏洪道結構，因此將導水槽及取水孔設置在渠道底部，利用水往低處流的慣性，由疏洪道引入污水。通過粗攔污柵隔絕較為大型的漂流雜物，塑膠袋、瓶罐、菸蒂、無奇不有的東西，一個一個被打撈上來，令人反思自己生活中很多不經意的小動作，卻可能深深影響河川健康。

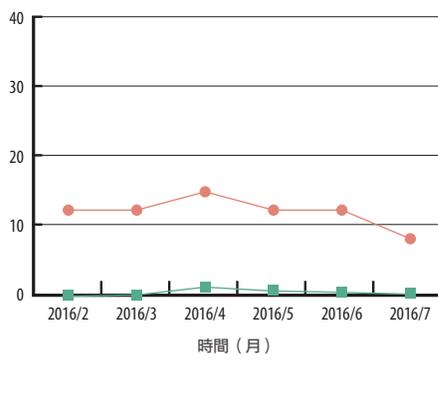
污水一路經過沉澱，來到了場區中間的礫間曝氣池，用疊砌的礫石降低沉澱污染物，礫石之間的孔隙附著著一層層由微生物形成的生物膜，負責吸收及分解污染物，淨化效率高達7成以上，可以說既環保又有效率！

經過淨化後的水將會放流回到疏洪道，進而流入鹽水溪，在永康滯洪池礫間曝氣工程每天至少處理 2,500 公噸的污水，日復一日降低排放進鹽水溪的污染量，「如果大家都可以好好地遵守排放的規定，並且培養不亂丟垃圾的生活習慣，臺灣的河川會變得非常美麗。」管理負責人語重心長地說。

生化需氧量濃度處理前後比較

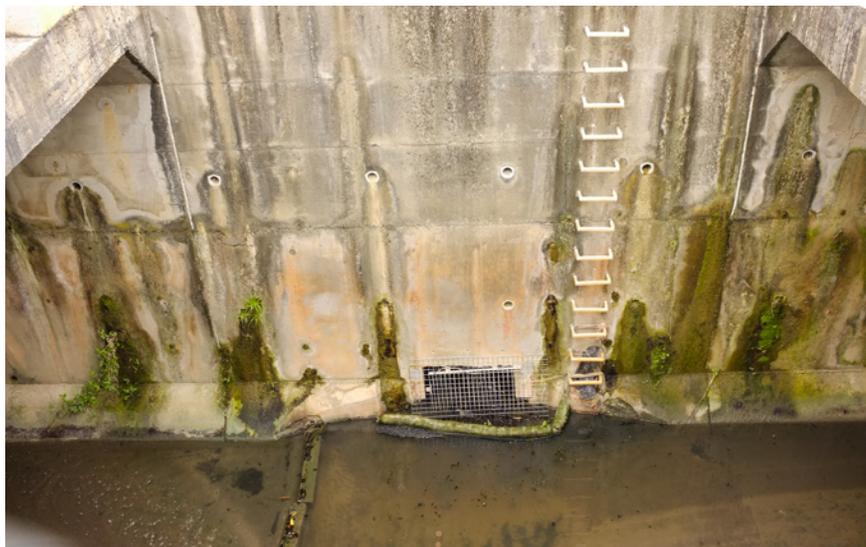


氨氮濃度處理前後比較



入流口

照片 / 吳權文攝



前處理單元



自清式攔污柵



沉砂池



礫間淨化單元



曝氣池



曝氣機



送風管

出流口



淨水功力——

水質淨化場設計處理量為 2,500 CMD (公噸/日)，相當 1.1 萬人每日產生之污水量。引入永康排水疏洪道污水，削減入流水中 70% 的污染濃度後，放流回永康排水疏洪道。

生化需氧量

從 30mg/L 降 至 小 於
9mg/L，相當每日削減 52
公斤



相當於 1,300 人每日產生污水
之生化需氧量

氨氮

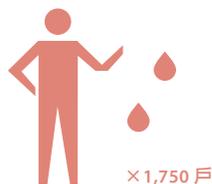
從 12mg/L 降至小於 4mg/
L，相當每日削減 20 公斤



相當於 20,000 公升尿液的氨
氮含量，約等於 13,000 人的
小便量

懸浮固體

40mg/L 降至小於 12mg/
L，相當每日削減 70 公斤



相當於 1,750 人每日產生污水
之懸浮固體含量

mg / L = 毫克 / 公升

鹽水溪永康大排水岸生態礫間淨化工程——

乾淨的水源 樂活的家園

鹽水溪

永康大排

小檔案

名稱 | 鹽水溪永康大排水岸生態礫間淨化

GPS | 23.047669N ; 120.240531E

所在縣市 | 臺南市

流域名稱 | 鹽水溪

地址 | 永康區鹽洲里，近仁愛街永安路交叉口

面積大小 | 2 公頃

規劃設計單位 | 艾奕康工程顧問股份有限公司

管理單位 | 臺南市政府水利局

工程起訖時間 | 2013 / 4 ~ 2014 / 12





淨化工程創造一方樂活——

沿著鹽水溪河堤道路慢行，目光不經意地轉向這座花園廣場，青青鬱鬱的草皮上點綴著綻黃的馬櫻丹，沿著濕地散步，夏日涼爽的薰風徐徐，難以想像淨化工程可以這麼樣的美麗宜人，淨化場工作人員說道：「每天清晨都會有居民到池塘邊聊天運動，傍晚來散步的人更多呢！」。

太陽西下的午後時分，淨化場轉眼間變成了籃球運動公園，剛剛放學的小朋友成群結隊地來報到，調勻池上方的籃球場，幾乎是附近籃球愛好者兵家必爭之地，永康鹽洲里的夏日午後，歡樂的嬉鬧聲與淨水池融成生活的一部分。



上 · 回收水用於場區植生灌溉／吳權文攝

左 · 調勻池／吳權文攝 右 · 礫間淨化出流水流入人工濕地／吳權文攝



永康大排淨化前水質污濁（仁愛橋附近）／吳權文攝

重新愛上永康大排——

永康大排位於臺南市永康區北端，是永康區北側的主要排水幹道，自永康區三民里蜈蚣潭中排起源，從東向西流經蔦松北界，通過鹽洲里西側州仔尾附近，注入鹽水溪。永康大排集水面積大約 1,000 多公頃。一旁便利商店的老闆娘想起小時候說道：「以前還沒有這條大水溝之前，只要下雨就會淹水，久而久之也就習慣了，自從排水溝蓋好之後，淹水問題有明顯的改善，但排水溝裡的水真是臭得不得了，嚴重地影響了生活」。經過政府的推動與民間自發性的力量，制止上游的工廠直接將廢水排入大排，遏止下游養豬戶把未經處理的養殖廢水排入永康大排中，美麗河川的風貌漸漸地恢復生機。

記得初次與鹽洲里里長談及淨化工程場域時，他十分自豪的模樣，大聲地說：「當然有人在那邊活動！我自己也常常和老婆去人工濕地散步，淨化過的水質很清澈，也可以看到魚群在水裡生活。」工廠林立的永康區，大量工業廢水已經得到很好的管制，居民更是培養出良好的環境默契，一同來守護與生活息息相關的河川。

人工濕地加倍水活力——

本工程除了礫間淨化設施，更設計了表面流人工濕地，以植物分解、吸收水中有機質及氮氮，加上合宜的空間配置，營造草澤區及開放水域區等多樣性棲地環境，希望能營造出一處位於鹽水溪畔的多功能水質淨化園區。

人工濕地分為密植濕地區與開放水域濕地區。密植濕地區以挺水植物為主，主要利用淺水區域，形成高密度的水生植物群落，也運用水深控制避免挺水植物不停的擴展。植物可進一步削減有機污染物及營養鹽，營養鹽降低就能抑制藻類生長。而開放水域則由各種水深環境組成，淺水區為挺水植物，中深水區為浮葉植物（如睡蓮等），深水區則可供水生動物活動（如魚類），並設置了陸島讓動物棲息。人工濕地除能提供生態棲地功能，更延長放流水停留的時間，進一步削減污染物。

污水過招——

永康大排水岸生礫間淨化工程，以礫間接觸曝氣法進行核心處理，藉以大幅削減水中污染物濃度，之後放流水再流至人工濕地，透過水生植栽吸收、過濾、分解污染等機制，進而提升水質處理效果。

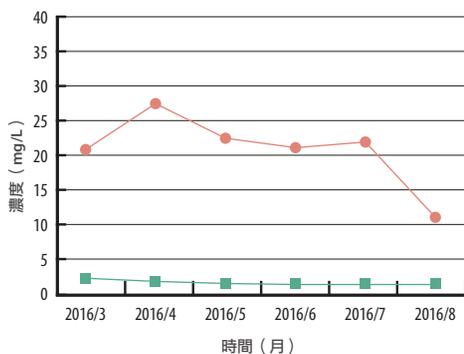


進出流水質比較呈現明顯差異／臺南市政府水利局提供

Q：曝氣系統打了這麼多空氣進礫間淨化槽，氣體都到哪去了？

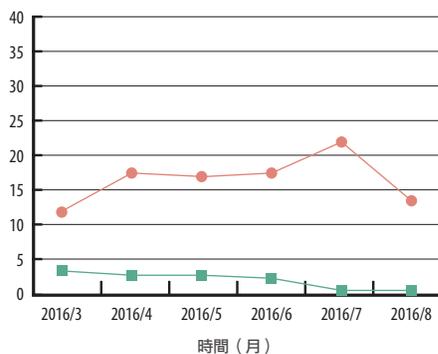
A：原來礫間淨化槽並不是密閉的系統，槽體的上部是運用不織布進行覆蓋後，再鋪上土壤、種植植栽。因此打入槽體的空氣會被微生物運用在氧化污染物的過程之中，而多餘的空氣和微生物氧化作用後產生的氣體，就會透過不織布和土壤層，散逸到周圍的空氣中。因此礫間淨化場也不會有氣體濃度過高而有害人體的狀況。

生化需氧量濃度處理前後比較



入流水 ● 出流水 ■

氨氮濃度處理前後比較



淨水功力——

水質淨化場設計處理量為 10,000 CMD (公噸/日)，相當 4.5 萬人每日產生之污水量。引入永康大排污水，削減入流水中 70% 左右的污染後，放流至滯洪池後，再回注永康大排。

生化需氧量

從 30mg/L 降至小於 6mg/L，相當每日削減 240 公斤 (去除率達 80%)



×6,000 人

相當於 6,000 人每日產生污水之生化需氧量

氨氮

從 15mg/L 降至小於 5mg/L，相當每日削減 100 公斤 (去除率約為 67%)

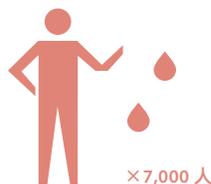


×67,000 人

相當於 100,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 67,000 人的小便量

懸浮固體

從 40mg/L 降至小於 12mg/L，相當每日削減 280 公斤 (去除率達 70%)



×7,000 人

相當於 7,000 人每日產生污水之懸浮固體含量

mg / L = 毫克 / 公升

阿公店溪河華橋水質改善工程

水質與景觀齊步走





小檔案

名稱 | 阿公店溪河華橋水質改善工程

GPS | 22.785667N ; 120.295083E

所在縣市 | 高雄市

地址 | 聖森橋—河華橋、阿公店橋—河華橋

面積大小 | 0.2 公頃

所屬流域 | 阿公店溪

規劃設計單位 | 宇堂工程顧問有限公司

管理單位 | 高雄市政府水利局

工程起訖時間 | 2013 / 2 ~ 2014 / 10

惡水不再，人與河重新連結——

站在河堤公園旁，觸目所及除了熙來攘往的車輛，還有前來散步、運動、遊憩或休閒的民眾。一群在涼亭下閒話家常的阿伯們，一說起阿公店溪景觀的變化，七嘴八舌地講個不停。「我們小時候的阿公店溪是非常乾淨清澈的，夏天不但是乘涼消暑的好去處，溪中魚蝦成群，是小孩子最愛玩樂的場所之一。」

「阿公店溪之前是非常骯髒的，工廠排放廢水，污染嚴重，居民又不重視環境衛生，垃圾、紙屑就往裡面丟，無人管理之下，雜草叢生，蟑螂、蚊子非常多，加上護岸的阻隔，大家根本不會靠近。」「岡山這裡生活機能不錯，製造螺絲產業非常發達，可是製作過程中產生的工業廢水也嚴重污染河川，加上家庭污水、豬鴨家禽的排泄物等，都是阿公店溪污染的來源。」

對照現今溪水兩側的景觀，幾乎無法想像當初環境是如何的惡劣。堤岸邊，襯著夕陽餘暉，不少人趁著黃昏天氣比較涼爽的時間來跑步，迎面跑來的阿伯微笑著說：「以前都是在公園裡面跑步，可是公園人多，跑步常要東躲西閃，自從堤岸重新整建後，整個水岸空間都變得不一樣，所以改成來這裡跑步運動，一邊慢跑一邊欣賞周遭的景觀。」連推著嬰兒車的媽媽路過，也萬分感激地說：「除了公園，河堤旁多了一些景觀步道，又多出一處可以散步的地方了。」令人不禁好奇，究竟當初阿公店溪是什麼情況，而改善工程施工後如何為當地居民帶來如此巨大的轉變？



淨化場上方大草坪／梁玲萍攝



上 · 礫間淨化場結合河堤公園景觀／梁玲萍攝

下 · 河華橋的水岸環境成為居民活動的好去處／梁玲萍攝



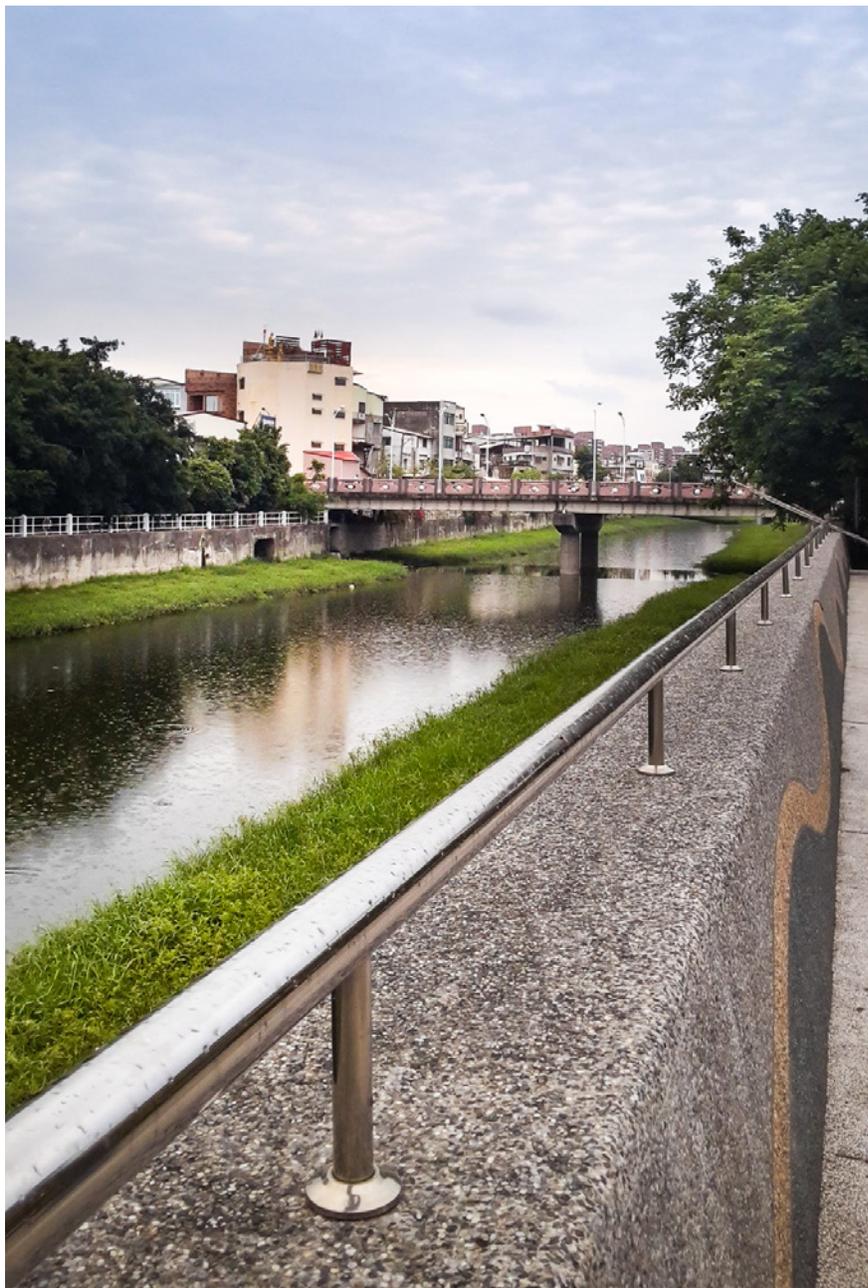
水質改善工程設置前後阿公店溪溪水比對（大仁橋下，左圖為設置前，右圖為設置後）／高雄市政府水利局提供

水質與景觀齊進，找回可親近的溪流——

原來，阿公店溪是岡山重要的河川，在當地扮演著灌溉、遊憩等重要功能。但阿公店溪天然水量不足，加上岡山地區工商業快速發展，污水下水道的建設又緩不濟急，金屬加工過程中產生的廢水隨著雨水直接流入溪水中。在 2011 年環保署公告全國 50 條主要河川中，阿公店溪的污染程度僅次於北港溪，名列第 2 名。而下游河華橋段有一處農田水利會農業灌溉取水口，供應灌溉 30 公頃的農田，因而造成這一大片農地處在高污染的風險中。

除了河川污染的問題外，溪水兩岸長期缺乏整理以致雜草叢生，連帶使多蚊變成岡山另類「名產」，當地居民因此戲稱為「岡山蚊」。雜亂的河岸、護岸的阻隔、劣化的水質，使得當地居民過去長久無法親近阿公店溪。

所以在環保署的協助下，高雄市政府水利局研訂「阿公店溪水質改善與環境營造計畫」，以岡山地區人口密集的聖森橋至河華橋河段為優先，以水域活化、水岸空間美化、及休憩空間營造為目標，進行水質與景觀的改善。水域活化方面，得到環保署經費的挹注，以污水截流及礫間淨化工程，加速改善阿公店溪的水質。而淨化場採用地下化施作，完成後回復既有公園廣場及綠帶，仍作為民眾的休閒用地；同時整理阿公店溪阿公店橋—河華橋的水岸環境，串連沿岸綠地空間，提供居民水岸邊的人行散步道及休憩空間。



阿公店溪現今美麗的水岸景觀／梁玲萍攝



阿公店溪河華橋水質改善工程截流系統圖／吳建旺繪

多功能好環境——

礫間淨化場設置在河堤公園與寬橋的交叉口，河堤公園是在地居民運動、休閒的重要去處，搭配礫間淨化場解說牌的設置，可以讓居民更深入了解淨化場的功用與貢獻，恰好達到改善水質並提供環境教育的目的。礫間淨化場是採取地下化方式施作，完成後進行原有公園之復原，既保留原有公園的廣場以及綠地，更使得河堤公園成為一座整合休閒娛樂、淨化水質及綠意生態的多功能性公園。加上阿公店溪河華橋段防洪牆的調降，護岸景觀風貌一新。經由水質淨化的努力以及整體景觀的改善規劃，讓居民或遊客可以享受到自然的洗禮，在遊憩或休閒中更能體會環境保護的重要。



上 · 礫間淨化場結合河堤公園景觀／梁玲萍攝

下 · 礫間淨化場表面廣場／高雄市政府水利局提供

污水過招——

為了能加速改善阿公店溪岡山河段的水質，同時保護灌溉取水的安全，因此採取了兩套截流系統。

第一套截流系統

優先將兩岸人口密度較高的河段共 10 處雨水箱涵的民生污水進行截流，藉由污水管線輸送至礫間淨化場進行處理，而後重新注入阿公店溪。礫間接觸處理槽內分為曝氣區及非曝氣區，曝氣區負責污染物之生物氧化分解，而非曝氣區負責懸浮固體及生物膜之接觸沉澱。為了不影響原有公園景觀及居民生活，設置地點選擇在河堤路及笕橋路交叉口處（距離住宅較遠處），鼓風機及相關機電設備均採地下化方式設置。

第二套截流系統

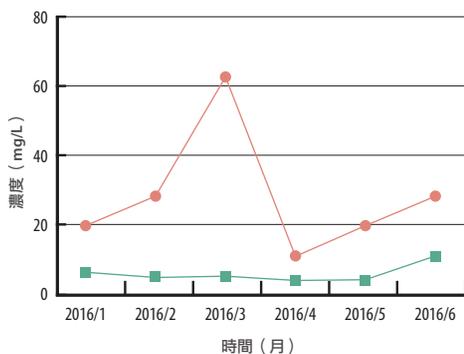
因為目前部分雨水箱涵的民生污水無法納入礫間淨化場進行處理；部分箱涵也含有工業廢水的特性，而工業廢水的污染性質，並非礫間淨化場所能淨化處理。但確保河華橋農田灌溉取水的安全卻是刻不容緩，因此採取分階段處理的策略。短期先將箱涵截流後，由污水管線導引至農田水利會的取水口下游；受到工業廢水污染的排水則收集後，以壓力輸送之方式，併同繞流到灌溉取水口下游。未來，則配合岡山地區污水下水道系統的建置，將這幾股污水導引至污水處理廠進行處理。高雄市環保局也加強了沿線工廠的管制及違規取締，希望從源頭阻絕污染。



左・礫間淨化場曝氣管線曝氣測試／高雄市政府水利局提供

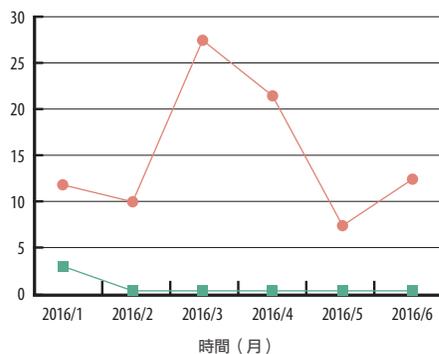
右・礫間淨化場卵礫石鋪設／高雄市政府水利局提供

生化需氧量濃度處理前後比較



入流水 —●— 出流水 —■—

氨氮濃度處理前後比較



淨水功力——

水質淨化場設計處理量為 8,000 CMD (公噸/日)，相當 3.6 萬人產生之污水量。截流排入阿公店溪沿岸 10 處箱涵的民生排水，削減入流水中 65 ~ 80% 的污染後，匯入阿公店溪作為補注基流。

生化需氧量

每日削減約 410 公斤



相當於 10,000 人每日產生污水之生化需氧量

氨氮

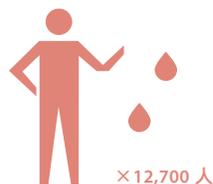
每日削減約 130 公斤



相當於 130,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 87,000 人的小便量

懸浮固體

每日削減約 510 公斤



相當於 12,700 人每日產生污水之懸浮固體含量

The page features a large white teardrop shape in the center. To its left, three smaller white water droplets are arranged in a descending line. To its right, there are three blue wavy lines representing water. The background is a solid dark red color.

污水 截流^類

3

- 客雅溪香山區污水截流站設置工程
- 客雅溪北區污水截流站設置工程
- 新虎尾溪截流處理
- 柳川污染整治及環境改善工程 崇德柳橋至中正柳橋段
- 柳川污染整治及環境改善工程 中正柳橋至南屯柳橋段

Q 污水如何截流？

A 其他類別中提到的「污水截流」是將污水以截流井或經獨立的截流管路，將污水就近引入現地處理場址中進行淨化。而污水截流類，則是將污水截流後，引入污水下水道「公共污水管線」中，再輸往污水處理廠進行淨化。而這些「公共污水管線」也是未來用戶排水管要連接的管道。

客雅溪香山區污水截流站設置工程——

科技都心的藍色動脈



小檔案

名稱 | 客雅溪香山區污水截流站設置工程

GPS | 延平路 24.801757N ; 120.949336E

重義橋支線 24.801011N ; 120.941230E

延平支線 24.803484N ; 120.925848E

所在縣市 | 新竹市

流域名稱 | 客雅溪

地址 | 3 處截流站位於竹香南路上，延平一路一段 291 巷
閘門旁、重義橋支線旁及延平支線排水旁。

規劃設計單位 | 臺灣曼寧工程顧問股份有限公司

管理單位 | 新竹市政府環境保護局

工程起訖時間 | 2013 / 3 ~ 2015 / 1

河畔罟漁——

在客雅溪延平排水支線的匯流灘地上，巧遇了一對年近花甲的老夫婦，老伯在淺灘處向河中拋著八卦網，婆婆在岸上時不時還出手指點一番。好奇心驅使下，忍不住向前詢問。「我們已經很久沒有撒網捕魚了！以前就算抓得到（魚），我們也不敢吃。」「政府來治理後，水真的慢慢變乾淨了。我們住虎林里，聽里長說，科學園區的水也不能隨便排放了。所以最近才想來抓抓（魚）看！」

暫且不去猜想老夫婦是不是真的有賴這次漁獲來度日，看著拋網捕魚的硬朗身影，客雅溪不再是排污的捷徑，而是重新和民眾生活連結。如果這些漁獲都能夠被安心食用，或許，沒有比這更能代表河川污染整治成功的了！



左・客雅溪畔居民撒網捕魚／呂慧穎攝 右・客雅溪水資源回收中心／呂慧穎攝

竹城的藍色動脈——

客雅溪發源於新竹縣寶山鄉山湖村東部北坑仔，在寶山鄉中正橋附近進入新竹市市境，流入青草湖後進入新竹市都市計畫區，於新竹市香山北側注入臺灣海峽，主流長度約 25 公里，集水區面積約 51.31 平方公里。

客雅溪流經新竹市人口密集區域，且有新竹科學園區放流水排入，近年來已被列為優先整治河川之一，希望能夠讓這一條流經臺灣科技之心的河流，也能重新找回第一等的水質。新竹市政府著手進行事業及新竹科學園區之放流水稽查及檢測等措施，對於事業廢水做了更嚴格及妥善的管制。另一方面，則是積極思考如何削減生活污水污染。

污水過招——

新竹市政府在行政院環境保護署補助下，於污水下水道家戶接管工程未完成前，進行了「新竹市北區客雅溪污水截流站設置工程」及「新竹市香山區客雅溪污水截流站設置工程」，在主要支流排水排入客雅溪前，於適宜地點設置截流設施，將晴天污水截流導入污水下水道管線後傳送至客雅水資源中心污水處理廠處理。藉此可有效地阻止污染物進入河川水體，降低河川污染負荷。此工程兼顧水質改善及防汛考量等兩大重點，在香山區所規劃 3 處截流站，設計上還增加排洪抽水功能，紓解豪雨時可能造成居民淹水的危機。



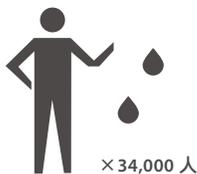
倒伏堰

可以利用堰體的倒伏角度控制水位高低。特別是在暴雨過後，水量激增時，可即時調控水位，避免上游淹水。

淨水功力——

「新竹市香山區客雅溪污水截流站設置工程」2015 年 1 月 1 日起完成主體工程，開始第 2 階段成效評估工作。

設計截流水量約為 7,500
CMD (公噸/日)



相當 34,000 人之產生之污水量

生化需氧量

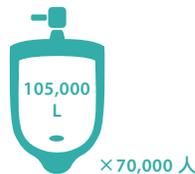
每日去除污染量約為 190
公斤



相當於 4,750 人每日產生污水之生化需氧量

氨氮

每日去除污染量約為 105
公斤



相當於 105,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 70,000 人的小便量

客雅溪北區污水截流站設置工程——

水綠加值優質生活



客雅溪

● 西大路（竹樂食堂）

● 中正橋

● 警光一村

小檔案

名稱 | 客雅溪北區污水截流站設置工程

GPS | 中山橋上、下游 24.799028N ; 120.957074E

警光一村 24.796840N ; 120.958036E

竹樂食堂 24.808644N ; 120.960541E

所在縣市 | 新竹市

流域名稱 | 客雅溪

地址 | 中山橋站位於天公壇公園旁，警光一村站位於正德宮旁，

竹樂食堂站為西大路 690 號

規劃設計單位 | 臺灣曼寧工程顧問股份有限公司

管理單位 | 新竹市政府環境保護局

工程起訖時間 | 2013 / 3 ~ 2015 / 7





新竹市北區客雅溪河岸綠地／呂慧穎攝

河岸生活有感——

時間已接近正午，客雅溪畔天公壇公園以及對岸正德宮旁綠帶，仍有許多民眾在運動。「正德宮旁有一個污水截流站，這個我曉得，我就住在警光一村。這裡的河濱綠帶都和截流站差不多時間一起整理起來的，對附近的居民來說真的多了一個休閒運動的好去處。而且大樹都保留下來，鄰近河邊也比較不熱。所以從早到傍晚，這裡都有人在活動。」這位大姊一面使用著健身器材，一面笑盈盈地說。

「有一個截流站在西大路？！那裡的水真的很髒，油污很多，因為那條排水溝經過很多餐廳。如果那裡的水是直接排入客雅溪，那影響一定很大。」「其實我們更希望政府能做好上游科學園區（事業廢水）排放的管制。從源頭管制，河川才能真的恢復健康。如果有一天，可以安心帶著孫子下客雅溪玩水，就跟我小時候一樣，當然很幸福啊！」帶著孫子在樹蔭下玩耍的爺爺帶著宏亮的笑聲這樣說道。

污水過招——

新竹市污水下水道系統計畫規劃總面積約 10,671 公頃，目標年為 2021 年，預定分三期實施。在完成所有污水接管作業前，將客雅溪沿途幾個重要排水的污水截流後，經由污水下水道公共管線，送至客雅溪水資源回收中心。其中北區就有四個截流站，分別在中山橋上、中山橋下游、警光一村和西大路竹樂食堂。

另外，新竹市政府除了加強了事業廢水暗管查緝，更要確保事業廢水處理設施「開機率」，不讓暗渡陳倉之事發生。而位於新竹市上游位置的科學園區，其放流水是影響客雅溪水質的關鍵因素之一。因此除了設置科園廢（污）水自動連續監測系統的基本要求外，也制訂了流域水質保護計畫，著手整合產官學及民間組織之相關人力，成立顧問群和檢驗網，能在第一時間成立水污染災害應變小組，有效掌握污染來源，減輕降低污染程度及範圍。

河川環境的復育過程中，將觀念向下扎根是最重要的一環。因此新竹市政府定期舉辦河川教育宣導活動，更鼓勵市民參與。透過訓練和組織地方志工，成立「水環境巡守隊」，協助市政府掌握河川最新訊息，讓全民成為守護河川第一線的力量。



上・警光一村區域排水／呂慧穎攝 下・西大路竹樂食堂截流站／呂慧穎攝
右・截流站電子偵測系統以太陽能及風力供電／呂慧穎攝

新竹客雅溪污水截流站一覽

圖／呂慧穎攝

延平支線站



延平路站



西大路竹樂食堂站



香山區污水截流站

北區污水截流站

插畫／林佳瑩繪



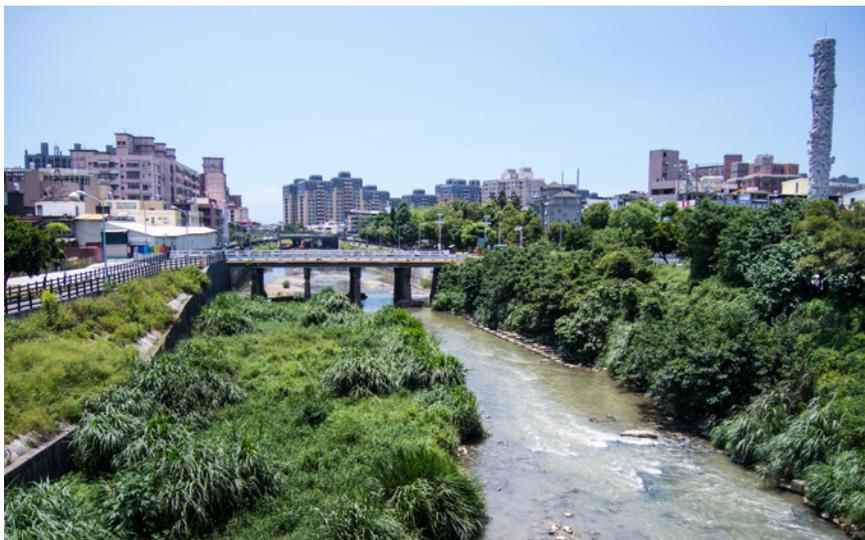
重義橋支線站



中山橋上、下游站



警光一村站

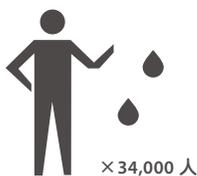


上游事業廢水管制及沿岸民生污水截流，逐步改善客雅溪水質／呂慧穎攝

淨水功力——

「新竹市北區客雅溪污水截流站設置工程」2015年1月1日起完成主體工程，開始第2階段成效評估工作。

設計截流量約為 7,500
CMD (公噸/日)



相當 34,000 人 每日產生之污水量

生化需氧量

每日去除污染量約為 190
公斤



相當於 4,750 人 每日產生污水之生化需氧量

氨氮

每日去除污染量約為 59
公斤



相當於 59,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 40,000 人的小便量

新虎尾溪截流處理——

終能垂釣於一池淨水



小檔案

名稱 | 新虎尾溪截流處理

GPS | 過溪仔 23.742297N ; 120.423401E

廉使里 23.719768N ; 120.413387E

墾地里 23.729275N ; 120.396084E

吳厝里 23.744011N ; 120.422958E

所在縣市 | 雲林縣

地址 | 雲林縣高鐵站周邊

面積大小 | 2 平方公里

所屬流域 | 新虎尾溪

規劃設計單位 | 建亨土木技師事務所

管理單位 | 雲林縣政府水利處

工程起訖時間 | 2012 / 2 ~ 2012 / 12





過溪仔大排周邊的農田景觀／鍾昆展攝

畜牧大縣的水脈——

雲林縣內有濁水溪、新虎尾溪、北港溪等三大流域，其中新虎尾溪流域為典型農業河川，主要污染源以生活污水及畜牧業，是環保署與雲林縣政府重點整治河川。目前雲林高鐵站已經正式啟用營運，整個高鐵特定區的人口也日益增多，民生污水如直接排入新虎尾溪將造成更嚴重的污染，所以截流站的設置絕對是必要的。

新虎尾溪截流站規劃及工程計畫範圍包括虎尾鎮墾地里、廉使里、埤內里、興中里、安溪里、西螺鎮吳厝里等里，區域排水包括了新庄子大排、過溪仔大排、有才寮排水以及他們的排水支線。過去廉使里及墾地里的家庭污水經由一般溝渠收集後匯流入有才寮排水溝；新庄子大排的上游於墾地里連接環機場支線，於下游排入新虎尾溪；過溪仔大排則在中正橋上游匯入新虎尾溪。藉由污水截流工程，送至虎高污水處理廠處理，減少鄰近鄉里生活污水排放，對新虎尾溪所造成的污染負荷。

水質變好了，重新親近就知道——

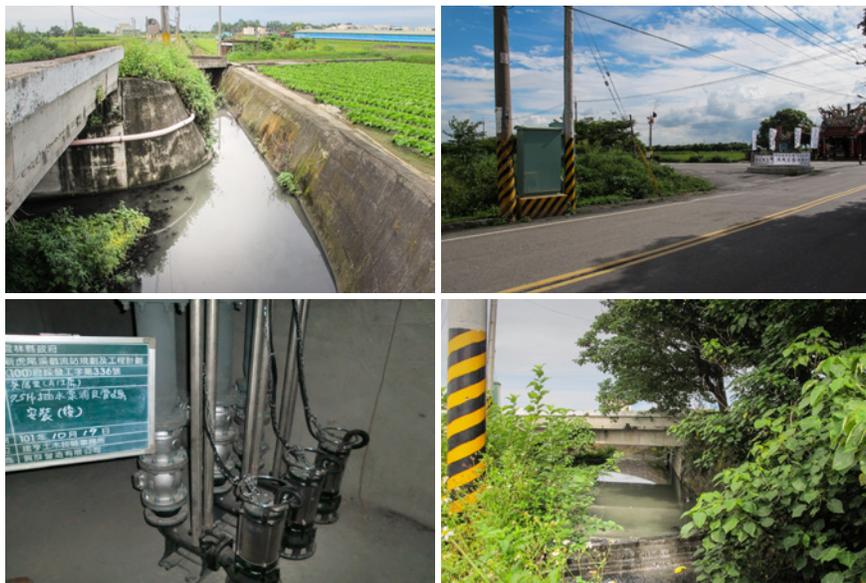
虎高污水處理廠廠長指出從 4 個截流站來到這裡處理的污水皆是民生污水，處理後放流回生態池的水質，讓魚類也能舒適地在其中生活，同時讓周遭的生態更豐富了，每天都有十幾人在附近釣魚，漁獲還不少，也成為工程效益的見證。水質變好了！水鳥知道，魚蝦知道，在虎高污水處理廠旁的生態池釣魚的民眾也知道，新虎尾溪的水質也逐漸提升了，未來親近它的人將更有感！



處理前後水質比對／雲林縣政府水利處提供



新虎尾溪截流系統圖／吳建旺繪



左上・過溪仔大排污水／鍾昆展攝

右上・墾地里民生污水截流後輸往虎高污水處理廠／鍾昆展攝

左下・吳厝里抽水站抽水泵浦／雲林縣政府水利局提供

右下・廉使里支流內的污水以民生污水為主／鍾昆展攝

污水過招——

截流工程共設 4 處截流點：過溪仔、墾地里、吳厝里、廉使里。這 4 處污水下游端設置沉砂池、抽水井及抽水站，將污水利用管路輸送至虎高污水處理廠，經由該廠處理後之潔淨的水再排放到占地約 2 甲地的生態池。

虎高污水處理廠可說是改善高鐵特定區原有區域排水水質的大功臣，未來更承擔著特定區發展後所衍生的污水淨化需求，包括了民生污水及事業廢水。虎高污水廠已開始運作，目前運用 5,000 CMD 餘裕量，提供截流晴天污水等之處理，發揮污水處理廠處理效能，實為一舉兩得並具積極正面意義。



左 · 虎高污水處理場放流池／鍾昆展攝



右 · 虎高污水處理廠內部設施／鍾昆展攝

淨水功力——

處理水量為每日 5,000 CMD (公噸／日)，相當 22,800 人每日產生之污水量。

生化需氧量

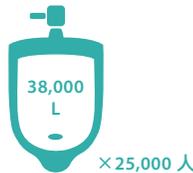
每日削減量約為 167 公斤



相當於 4,200 人每日產生污水之生化需氧量

氨氮

每日削減量約為 38 公斤



相當於 38,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 25,000 人的小便量

懸浮固體

懸浮固體每日削減量約為 210 公斤



相當於 5,250 人每日產生污水之懸浮固體含量

柳川污染整治及環境改善工程崇德柳橋至中正柳橋段——

風華再現 見證柳川美麗重生

小檔案

名稱 | 柳川污染整治及環境改善工程 崇德柳橋至中正柳橋段

GPS | 24.152167N : 120.679611E

所在縣市 | 臺中市

流域名稱 | 柳川

地址 | 臺中市柳川東、西路，崇德柳橋至中正柳橋

截流長度 | 740 公尺

規劃設計單位 | 長泰營造股份有限公司

管理單位 | 臺中市政府水利局

工程起訖時間 | 2014 / 3 ~ 2015 / 5，中華水質淨化場於 2015 / 12 完工



烏溪

筏子溪

中正柳橋

柳川

綠川

大里溪

崇德柳橋

旱溪



記憶的河流——

夏日傍晚，涼風徐徐，吹散了積累一整天的暑氣，流水聲淙淙，鷺鷥於河面上飛舞，白頭翁棲息在翠綠樹梢。河岸旁，學生騎著腳踏車迎風踏上歸途，小孩蹲在生態池邊，好奇看著裡頭悠遊的魚兒，牽著手的老夫妻漫步而行，一邊欣賞河岸盛開的馬纓丹，黃昏時分的柳川，是如此靜謐美好。

「對我來說，柳川是條充滿記憶的河流。」一位一家三代已在柳川旁住了超過 60 年的居民，從小到大歷經無數次的河川整治，這次臺中市政府在環保署的支持下，大刀闊斧地進行了兩期的整治工程，水質不僅變乾淨，雜亂的污水管線也全消失不見。「夜鷺、白頭翁、斑鳩、鴿子、麻雀……」五常里里長細數著柳川沿岸出現的鳥類，臉上浮出笑容。政府的努力加上周遭居民自發性的打掃環境、種植花木綠美化，更讓柳川呈現今日綠意盎然的優美風貌。

除了人口稠密的住宅區，柳川還流經熱鬧的東興傳統市場，從橋樑上斗大的紅布條「維護柳川河道清潔、請勿任意丟棄廢棄物」，看得出市場管委會的苦心。市場內雜貨店老闆侃侃而談這幾年來柳川的變化：「早期許多攤商和路人貪圖方便，直接把垃圾丟到河裡，不僅發臭，還常常阻塞水流。幸好近十年來，隨著教育水準提高，市場管委會與攤商的彼此監督，加上河川整治工程完工，不僅垃圾變少，臭味也消失。」以往常被認為是污染柳川元兇之一的東興市場，也終於洗刷了污名。

柳川，到底是如何從髒亂的惡水改頭換面，重返昔日的迷人風貌？中間經歷了什麼樣的整治工程？讓我們追本溯源，一起了解柳川的故事。



左・柳川鳥類(夜鷺)／張名榕攝 右・柳川畔的生活點滴／張名榕攝



柳川整治後樣貌／行政院環保署提供

現代化悲歌，消失的柳川之美——

偉大的城市都有條美麗的河，臺中市幸運地擁有柳川、綠川、梅川等多條河流。不同於臺北淡水河、高雄愛河氣勢磅礴的壯闊景色，臺中的河流，多半展現涓涓細流的優雅氣質。其中，原名邱厝溪的柳川，早期兩岸種滿柳樹，低垂的柳條隨風擺盪，姿態十分迷人，在大正5年（西元1916年）改名為浪漫的「柳川」。柳川流經當年熱鬧的臺中舊城區，婦女在河邊洗衣，小孩在水中玩耍，是與居民生活息息相關的重要河流。但隨著都市發展，人口大幅增加及基礎建設的不足，清澈的柳川也逃不過被污染的命運。

柳川的哀愁，臺中土生土長的作家劉克襄最懂，他曾在文章中提到「半甲子以來，柳川逐漸淪為市區地下污水的排放通路，匯流至大里溪。那一城市擴大版圖的階段裡，臺中一如其他城市，並未好好掌握這幾條溪流穿過城市的特質，形成一座都市美好的生活地景。迅速膨脹的人口，毫無遠見的開發，以及缺乏河川整治的長期擘劃，幾條河道各自形成髒亂的環境。工業廢水排放，加上家庭和菜市場污水，更讓它們雪上加霜。（引自2015年8月號之臺中好生活月刊）」充分說明了柳川的處境。



柳川污染整治及環境改善工程截流系統圖 / 吳建旺繪

污水過招——

為了拯救奄奄一息的柳川，2010年臺中市政府在學士柳橋及公館柳橋間，設置側溝截流民生污水。行政院環保署也於2014年4月，核定補助「臺中市柳川污染整治及環境改善工程」。第一期工程範圍為崇德柳橋至中正柳橋，共完成30處截流點，並建置了中華水質淨化場。第二期工程為中正柳橋至南屯柳橋，除了完成42處截流點，更以低衝擊開發概念，銜接柳川河岸風貌及水岸空間的改造。期盼透過柳川的整治，清淨水體、改善環境，提升市民的生活品質。

第一期工程中施工單位在河道兩側下方預埋截流管，將兩岸的民生污水截流，透過下水道系統輸送至淨水場處理，並在橋面下設置攔污索與清理池，將河中漂浮的垃圾留在清理池，定期打掃，以維持渠道清潔與河川景觀。污水截流後，經由污水下水道系統，分流輸送10,000 CMD（公噸／日）污水至中華水質淨化場，其餘污水則輸往福田水資源中心進行處理。

中華水質淨化場是在中華停車場地下埋入兩個巨大槽體，以「礫間接觸氧化法」進行污水淨化，有效過濾、分解水中污染物。淨化場兩側地下道各開了3扇窗，可觀察每個處理階段的水質變化，到第3扇窗時，水質明顯澄清許多，甚至還有魚兒在水中悠遊，成效斐然！中華水質淨化場的造型也別具巧思，金屬包板的外型極富現代感，從入口到出口，地板上的黑色地磚由多變少，燈光從昏暗逐漸明亮，象徵河川污染物遞減的意象。集功能性、教育性、藝術性於一身的中華水質淨化場，可接受教學單位預約參觀，讓更多人能了解水利工程與污水淨化過程，在見證柳川美麗重生的同時，建立起珍惜水源、保護河川的重要觀念。



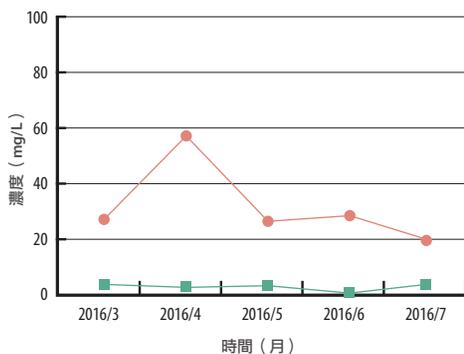
左 · 埋設污水截流溝並連接污水下水道系統（施工中）／臺中市政府水利局提供
右 · 柳川整治後乾淨的河道（施工後）／莊亦吏攝



上 · 中華水質淨化場礫間淨化槽（施工中）／臺中市政府水利局提供

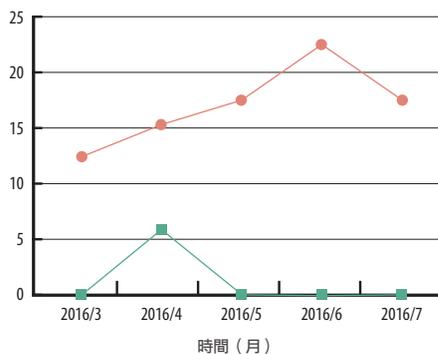
下 · 中華水質淨化場地下廊道全景圖（施工後）／臺中市政府水利局提供

生化需氧量濃度處理前後比較



入流水 —●— 出流水 —■—

氨氮濃度處理前後比較



淨水功力——

中華水質淨化場設計處理量為 10,000 CMD(公噸/日)，相當 45,600 人每日產生之污水量。設定生化需氧量、懸浮固體、氨氮之去除率依序為 80%、66% 及 75%。

生化需氧量

每日削減 440 公斤



相當於 11,000 人每日產生污水之生化需氧量)

氨氮

每日削減 230 公斤



相當 230,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 153,000 人的小便量

懸浮固體

每日削減 230 公斤



相當於 5,750 人每日產生污水之懸浮固體含量

柳川污染整治及環境改善工程中正柳橋至南屯柳橋段

水岸柳川新氣象 活絡臺中舊市區

小檔案

名稱 | 柳川污染整治及環境改善工程 中正柳橋至南屯柳橋段

GPS | 24.141546N ; 120.675711E

所在縣市 | 臺中市

地址 | 臺中市柳川東、西路，中正柳橋至南屯柳橋段

所屬流域 | 柳川

規劃設計單位 | 長泰營造股份有限公司

管理單位 | 臺中市政府水利局

工程起訖時間 | 2015 / 1 ~ 2016 / 12 (預定)





柳川整治結合了低衝擊開發概念／臺中市政府水利局提供



創造親水休閒空間／臺中市政府水利局提供

綠意與水共舞——

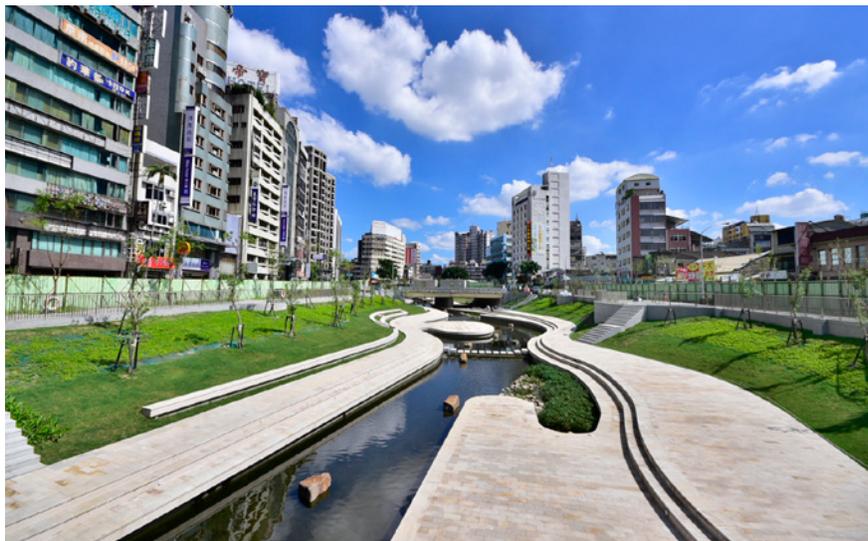
週日下午，民權柳橋與中正柳橋之間的親水區，街頭藝人正在水舞臺上引吭高歌，清亮的歌聲和著吉他悠悠的旋律，縈繞在河岸之間，舞臺對面的河堤座位，許多民眾攜家帶眷欣賞演出，氣氛悠閒自在。在舞臺與觀眾席之間，柳川河水汨汨流過，清澈水源從具設計感的噴泉口不斷湧出，換來小朋友陣陣驚呼，爸爸媽媽忍不住笑出聲來，他們沒想過有這麼一天，柳川會變得如此澄澈美麗，甚至，能與你我如此親近。

肩負復甦舊市區使命，柳川往昔大不同——

「二期工程施工的時候，給周圍里民帶來很多不便，我跟大家說要忍耐，才能有更美好的未來。」大誠里里長這麼說。他回憶未施工前的柳川，水質混濁，廢棄物很多，還不時散發難聞的臭氣，雖然有個浪漫的名字，卻是名不符實。因為流經人口稠密的住宅區，加上柳川兩岸未經處理的各種民生污水直接排入河中，讓柳川飽受污染，周圍居民的生活品質也隨之低落。

2014年，為了澈底改善柳川的污染情況，行政院環保署補助臺中市政府，進行柳川整治工程。一期工程（崇德柳橋至中正柳橋段）施工重點在於將30處民生污水截流，導入中華水質淨化場及福田污水處理場處理，工程完工後，柳川水質清淨不少，氣味也不若以往難聞。接著二期工程（中正柳橋至南屯柳橋段）於2016年完工，截流42處生活排水並在下流的LID低衝擊開發概念區（Low Impact Development, LID），引用來自上游淨化場處理過的河水，加上河道兩岸做綠美化及景觀設計，讓整條柳川變得更美更有魅力。

二期工程旁有座廟宇—水仙宮，從小在臺中市區土生土長的管理人說：「柳川整治花了好幾年時間，我們希望整治成功後，藉由化身為親水園區的柳川，結合中區有許多適合觀光的歷史古蹟或特色景點，成功吸引觀光客前來，讓舊市區重現往日的繁榮盛景」。



整治後的柳川將不負浪漫之名／臺中市政府水利局提供

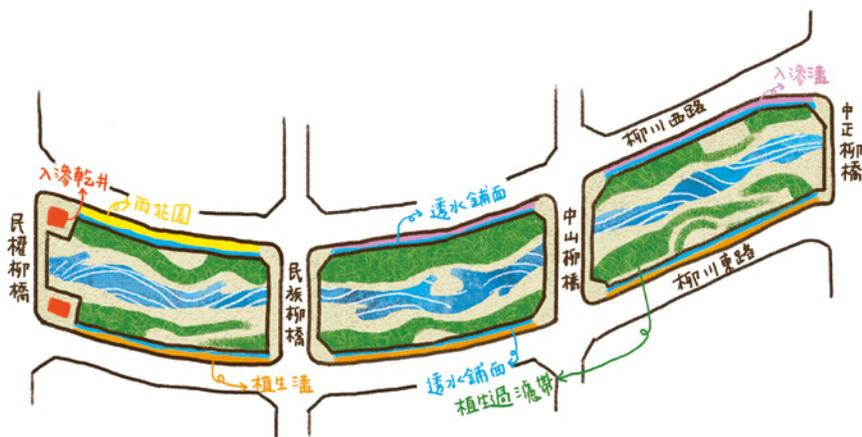
LID 概念區幫助保護環境——

LID 低衝擊開發概念，可說是柳川二期工程的重點核心。低衝擊開發的概念，是在不改變建物規劃的前提下，減少整地、移除現有植物及擾動土壤等行為，讓建物規劃配合既有地形，並藉由相關建設之設計，因地制宜，規劃出獨特的景觀措施。

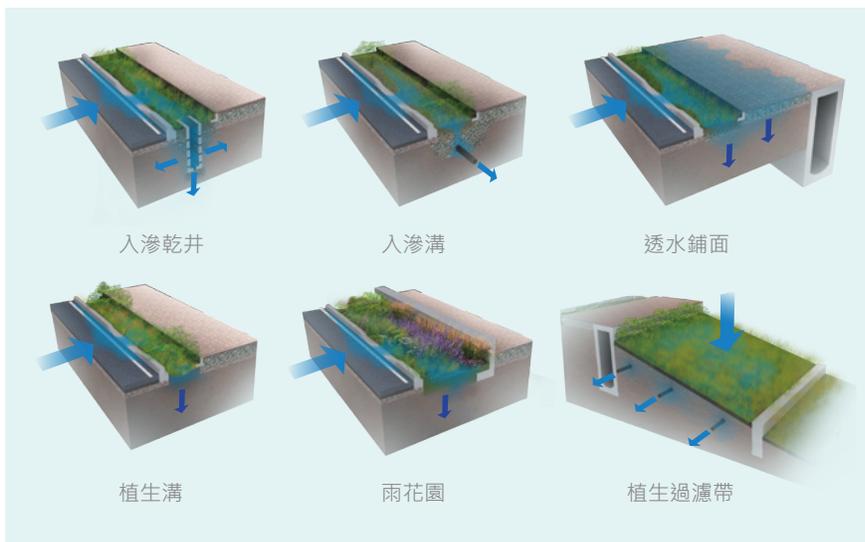
柳川 LID 區的一大重點，即是利用現地特性，收集沖刷地面的雨水，利用植生過濾帶、植生溝、雨花園、水撲滿、入滲溝、透水鋪面等，以過濾、保存、應用水資源，同時降低降雨逕流對河川水體的衝擊，減少非點源污染量。

水污染來源可分為「點源污染」與「非點源污染」，前者包括工業廢水及民生污水等，從固定排污口集中排放的污染，非點源污染則是指溶解或固體的污染物，例如空氣中的灰塵、懸浮物體等，透過雨水的沖刷作用，匯入包括河川、海洋、湖泊、地下水等各式水體造成的污染。為了減少非點源污染，在雨水滲流過程中，透過 LID 區的植被吸附污染源，讓較為乾淨的水進入河川，同時將上游中華水質淨化場處理好的乾淨水源，引用至下游 LID 區段，也因此 LID 區的水源會格外澄澈乾淨。

除了重點的 LID 段，二期工程同時進行污水截流，將兩岸民生污水全部導向柳川河岸的側溝，中正柳橋～南屯柳橋每日截流 27,000 公噸污水，有效減輕柳川污染。經側溝管線或箱涵中，由箱涵流向下游的福田水資源中心做處理。



LID 低衝擊開發概念下的河岸景觀平面配置／林佳瑩繪



低衝擊開發工法設計單元／臺中市政府水利局提供

親水結合綠美化，拚觀光吸人氣——

柳川二期工程為了打造寬廣的親水空間，將柳川東路及柳川西路各縮減 8 公尺，拆除原有的灰色混凝土護岸，改為緩坡型式河岸，讓視野更加開闊，同時種植植栽做綠美化，營造舒適宜人的水岸空間。另外，於河道旁設計水舞臺、步道、觀賞席等，讓 LID 段不僅有環保功能，更進一步成為藝文表演空間，成為假日民眾休憩的好去處。

柳川整治段共 4.1 公里長，將與周圍草悟道公園串連，成為環狀的藍綠帶休閒空間，漫步其中，可以感受綠蔭的清涼，聆聽河流的水聲，欣賞大自然的豐富生態，是喧囂城市中難得的一塊綠洲。除了自然景觀，柳川還能結合周圍觀光景點，包括中華夜市、第二市場、林之助畫室、臺中市役所等，為舊市區打造新的觀光路線。

值得一提的是，二期工地附近有幾棵百年老榕樹，工程單位在景觀設計及施工時，特別避開了樹木的範圍，妥善保護老榕樹原有的生態環境，而配合施工移植到他處的柳樹，也在完工後重新種回柳川兩岸，讓柳川不僅保留原有的綺麗，更增添了全新的風采。



4

綜合 技術類



- 梅花湖聚落式污水處理設施
- 東大溪污染整治及環境改善工程
- 北港溪流域早知溪水質淨化場
- 北港溪流域西結里水質淨化場
- 二仁溪港尾溝溪水質淨化場
- 急水溪大腳腿排水水質改善工程
- 愛河穰仔林埤水質改善工程

Q 綜合技術類要說什麼樣的案例？

A 前面已經介紹過「人工濕地」、「礫間淨化」、「污水截流」等不同類型之污水淨化方法。綜合技術類的案例有些是組合上述不同之淨化工法；或是其他尚未介紹過的工法（例如：漫地流，請參考總論）；另外則是案例本身雖然使用了上述三種處理方式作為主要工法，但是因為污水條件的特殊性，而額外因地制宜使用了其他輔助技術。它們都將歸類在本章當中。

梅花湖聚落式污水處理設施——

豐盈湖水 改善冬山河水質

羅東

冬山河



小檔案

名稱 | 梅花湖聚落式污水處理設施

GPS | 24.64610N ; 121.73495E

所在縣市 | 宜蘭縣

流域名稱 | 冬山河

地址 | 宜蘭縣冬山鄉得安村大埤路 1 號

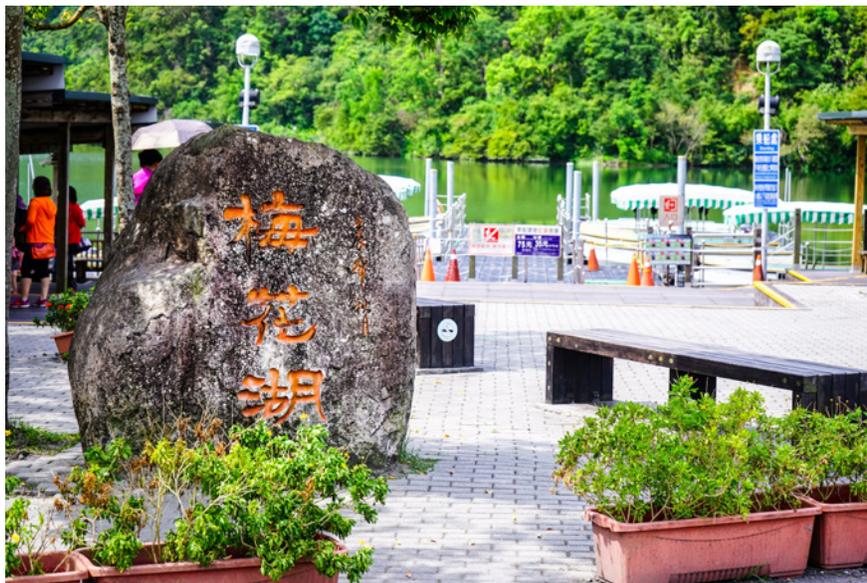
面積大小 | 0.1 公頃

規劃設計單位 | 日揚環境工程有限公司

管理單位 | 宜蘭縣政府工商旅遊處遊憩管理科

工程起訖時間 | 2013 / 12 ~ 2014 / 10





梅花湖是天然蓄水湖泊，又稱「大埤」或「鏡湖」，1971年因湖形狀似五瓣梅花，改名為梅花湖
／楊懷智攝

湖濱熱鬧繁華，卻好水不再——

自從知名藝人在梅花湖畔開設餐廳，附近店家與民宿就如雨後春筍般林立，帶動梅花湖的觀光人潮，卻也造成環境的破壞。因為商家直接將污水排入水溝，環湖步道上除了擁擠人潮，還會不時聞到飄散出來的異味。宜蘭縣政府負責梅花湖風景區的科員解釋，污水下水道系統尚未建置完成，周邊商家與零星住戶的生活污水直接排放至環湖步道旁的水溝，再匯流至梅花大排，此舉影響了梅花湖的水質，也造成冬山河下游水質的劣化。

梅花湖是少數以湖泊生態為發展主軸的休閒農業區，湖中有一座天然島，同時具有水源涵養及農田灌溉等效用。梅花湖屬於閉鎖性水域，沒有常態性河川補注水量，湖水主要來自周邊山區降雨沿山溝匯入，水量補注常常不穩定，如果再加上周圍水質狀況不佳、污水處理不善，容易造成湖內各項污染物濃度升高，形成優養化狀態。

改善水質推廣環境教育——

近年來，環保署嘗試推動聚落式污水處理工作，針對非都市計畫區、偏遠、零散、污水下水道系統建置緩慢地區，進行聚落式污水處理規劃，改善生活水環境。考量梅花湖長年來因為泥砂淤積、污水匯入、水位降低等問題，引發湖水水質不佳甚至優養化，於 2015 年由環保署補助選擇梅花湖地區作為規劃示範對象，以最經濟有效方式收集區域內的生活污水，運用先進污水處理技術與自然生態工程共同達到環境生態保育成效。

因此「聚落式污水處理設施」成為解決梅花湖水優養化與改善周邊環境的幕後大功臣。污水處理設施場址的設置結合周遭環境，採用地下流人工濕地淨化系統，而且更進一步結合環境教育的功能，在湖畔步道旁設置水質告示牌與處理方式解說牌，讓民眾可以一邊遊山玩水，一邊增長知識。



環湖步道旁的排水溝因為多了污水收集支管，水溝的水質變得乾淨。據當地商家表示，施工前本會散發濃烈臭異味，工程結束後已無明顯異味情形／楊懷智攝



林立的住宅商家排入的污水，是造成梅花湖水質不佳的主因之一／楊懷智攝



梅花湖污水截流系統圖／吳建旺繪

污水過招——

什麼是「聚落式污水處理設施」？

現今國內都市計畫區內的生活污水大多利用公共污水下水道、專用污水下水道及建築物污水處理設施進行污水的集中或處理。而在都市計畫區外的農村社區、人口密集的聚落，大部分僅將糞尿污水經化糞池簡易處理就排放，若要接管流至都市計畫區內的公共污水下水道，成本花費龐大，地方政府須依財政能力逐年進行。因此對於位置偏遠且人口較集中的聚落，政府採取另一種污水收集、處理方式，利用較短時間、較簡易的工法來達到污染減量目的。「聚落式污水處理設施設置工程」便是在這種環境下所衍生出來的一種工法。

梅花湖地區聚落式污水處理設施設置工程共分二部分：「大光明圳引水與過濾工程」與「污水截流及水質淨化處理」。前者解決梅花湖枯水期水位下降、引發的湖水優養化風險，後者則是截取污水加以淨化，改善排入冬山河的水質。

第一招：引圳水活化梅花湖水

梅花湖水位近年下降得非常嚴重，夏季期間在一場大雨滿水位後，短時間不下雨，水位可快速下降達 1 公尺。而在水位不足、湖水無法流通的情況下，湖泊將發生污染物累積的情形。因此藉由引入鄰近水渠的水源，有效保持水源挹注，減少優養化。本工程在大光明水圳設置取水口，沿山邊現有水渠設置引水管線以重力引流，之所以規劃於同一條路線上，主要考量土地取得及操作維護的便利，不需另覓土地開挖管路。

值得一提的是，此工程在引大光明圳之水入湖前特別設計沉砂池來確認進流水的水質，在農路下方設置沉砂池，透過減緩流速與自然沉降作用，去除水中砂粒或其他比重較大的顆粒物，減少湖水補注時的濁度。



上 · 活化後，豐沛乾淨的梅花湖，成為許多鳥類的棲息地／楊懷智攝

左 · 梅花湖地區的聚落式污水處理採取地下流式人工濕地，因為濾材覆蓋水面，可以避免臭味散逸與蚊蠅滋生／楊懷智攝

右 · 污水前處理設施一厭氣、兼氣、好氧生物處理系統／楊懷智攝

第二招：透過污水截流工程，隔離外來污染源

因梅花湖商店街周邊尚無污水下水道設施，商圈、住家、民宿業者的污水多數排入梅花湖環湖步道的排水溝，進入區域排水（梅花大排）後流往冬山河，造成河川負擔，若不慎排入梅花湖，還可能污染梅花湖。因此透過污水收集及截流的方式，將污水引至聚落式污水處理系統內，處理後再行排放，可以有效降低污染。

聚落式污水處理設施處理量為 240 CMD（公噸／日），總用地面積約 1,250 平方公尺，設施全面半地下化。「水質淨化處理系統」前端採用「厭氧、兼氧、好氧生物處理系統」（A₂O 生物處理系統），後端搭配「地下流人工濕地」。此區的地下流人工濕地處理單元，表面種植濕生植物，藉由濾料層及濕生植物進行淨化處理。此處也設計成可供遊客參觀了解的環境教育場所。

第三招：未來可延伸銜接污水下水道系統

污水處理設施——厭氧、兼氧、好氧生物處理系統

A₂O 生物處理系統，是「厭／好氧除磷系統」與「缺氧／好氧脫氮系統」相合而成，可同時削減水中的生化需氧量、氨氮。此處設施包括油脂截留槽、厭氧槽、兼氧槽、接觸氧化槽、最終沉澱槽、中間水槽、污泥濃縮槽、污泥消化槽等槽體。前處理設施位於污水場用地南邊，主要功能是將抽水井抽入之生活污水作第一步污染削減後，再進入自然淨化系統（表面流人工濕地），主要也是因為商店街的污水之污染負荷較大（油污及懸浮固體含量很高），如此一來可以增加污水淨化的效率。



左・在梅花湖周邊及污水設施基地設置解說牌，幫助民眾認識聚落式污水處理工程／楊懷智攝
右・受惠於「聚落式污水處理設施」，梅花湖成了大人小孩親近生物、接近自然的美好園地／楊懷智攝

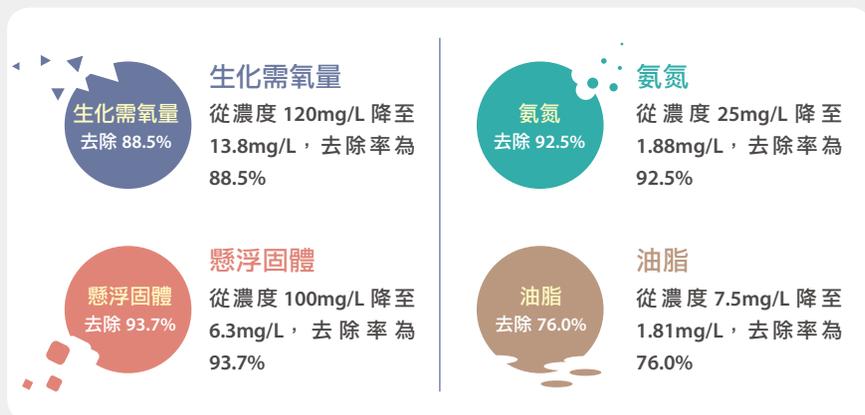


左・淨化後的流放水進入生態池，予民眾認識生態及水質淨化的成果／楊懷智攝

右・污水淨化後放流梅花湖，當地水質改善，湖水清澈／楊懷智攝

不論是污水截流設置點或污水處理設施都是配合用地情形來完成，考量梅花湖地區未來可能設置污水下水道系統，設計時便考慮未來納入污水接管工程的問題，以減少用戶接管的施作難度，另外現地處理場址用地亦可納入污水下水道的工程用地，讓整套系統現階段可獨立作業，未來亦可與污水下水道管路銜接運作。

淨水功力——



mg / L = 毫克 / 公升

東大溪污染整治與環境改善工程——

去污淨水 重現東大溪生機

小檔案

名稱 | 東大溪污染整治與環境改善工程

GPS | 24.179251N ; 120.595305E

所在縣市 | 臺中市

流域名稱 | 東大溪

地址 | 東海大學側門出口

面積大小 | 0.3 公頃

規劃設計單位 | 德眾工程顧問股份有限公司

管理單位 | 臺中市政府水利局

工程起訖時間 | 2014 / 8 ~ 2015 / 5



烏溪

東大溪

筏子溪

大里溪



繁華背後的环境負擔——

東海大學校園旁的東大溪，上游源頭鄰近東海別墅商圈，早期劃為非都市計畫區，沒有設置污水下水道，民生污水直接排入側溝及箱涵，在未經處理的情況下通通流入東大溪。加上東海別墅區臨近大學，商家林立，特別是餐廳與小吃攤數量眾多，產生的污水量十分可觀，含有大量油脂的污水流入溪中，讓環境髒亂不堪，溪水也發出惡臭。

東大溪依偎著處處綠蔭的東海校園，鄰近溪邊還有一條美麗步道，但師生卻避之唯恐不及，因為溪水散發的難聞氣味，令人退避三舍。東大溪下游的住宅區居民也深受其害，住家周圍常常飄散著異味，東海師生與居民，多次向市府陳情。

拼經濟同時拼環保——

如今的東大溪，不再飄散著難聞的油耗味，涓涓細流與周圍高聳的綠樹，形成一處寧靜清新的空間，東海師生、住戶與遊客，終於能夠輕鬆自在的漫步於校園綠色步道，好好享受微風的吹拂。整治前後的差別，在東海商圈的商家最清楚。「以前的東大溪，有時會散發出不自然的化學味，還有油膩的氣味，晚上特別明顯。」污水整治讓環境更乾淨，不僅能吸引更多前人來觀光休憩，對居民的健康也有很大幫助。

東大溪下游的協和里，同樣因為整治工程受益，里長說「以前的東大溪，常常看到吳郭魚屍體漂浮在水面上，水質環境很糟糕。」整治工程未完工前，每到夏天，東大溪的垃圾與油污沿著水流向下，有時卡在沿岸阻礙水流，造成味道刺鼻難聞，更糟糕的是累積的垃圾會孳生蚊蟲，影響里民的生活，常常抱怨連連。東大溪整治完成後，臭味與髒亂的情況減少，水質也比以前清澈，大幅提升社區生活品質。

拚觀光與拼經濟的同時，更要重視水源環保、生態維護，讓河川保有潔淨的風貌，人類與自然和諧共處，才能營造最美好的生活環境。



淨水處理前後水質比較／臺中市政府水利局提供



左・接觸曝氣槽／張名榕攝 右・礫間接觸槽／張名榕攝

污水過招——

複合式的淨水設計，對症下藥

為了改善東大溪的污染，行政院環保署補助臺中市政府，進行東大溪污染整治與環境改善工程。在東大溪上游右岸約 0.3 公頃的腹地，建立污水現地處理設施，利用濾材、礫間接觸、曝氣設施等設備淨化水質，處理後的水再放流回東大溪。由於腹地不大，僅能對污水進行部分截流，如何在有限的範圍內妥善利用空間，成為設計時的重點。整治工程充分利用山坡地的地勢高低變化，利用重力輸送污水，不需建造額外的抽水設施，降低電力耗能與維修成本，是非常環保節能的設計。

截流取水

東大溪源頭原本因有機污水滯留造成臭味，為了避免污水滯留過程，產生異味影響鄰近住戶生活品質，故採用引（截）污措施，將截流溝加蓋，讓側溝排出之污水快速排至取水口後，再以埋設專管輸送至東大溪現地處理。

先除油沉砂，再接觸氧化

設計單位的工程技師表示，東海商圈餐廳、小吃攤眾多，因此淨水工程的首要重點就是「除油」。首先，在東大溪上游設置取水點，以攔污柵過濾大型垃圾，截流污水進入除油沉砂槽後，再通過兩座「接觸氧化槽」做水質淨化，透過注入新鮮空氣來分離水中油脂與污泥，污泥沈澱至重力式儲存槽並定時清運，上方的污水就繼續流往下一個處理單元。

礫間接觸淨化是除污主力

第一階段處理過後的水，會進入「礫間接觸槽」，由許多礫石組成，上方鋪設不織布與 20 公分厚的土壤，作為地表綠化兼具土壤除臭。槽中礫石的微生物去除水中的含碳有機物、懸浮固體、氮氮等物質，薄膜愈來愈厚，最終脫落，脫落的物質同樣進入污泥儲存槽存放並定期清運，有效達到淨水功能。

生態放流池

兩階段處理後的水源，最終進入生態放流池，利用水生植物，再一次淨化水質，而後將水放流至東大溪主流中，有效稀釋其他未經處理的污水，降低散發的異味及水中污染源，恢復下游河道水域生態環境。



接觸氧化單元中的蜂巢狀濾材

本場址接觸氧化法為主要生物處理程序之一，選擇蜂巢狀濾材，以降低興建成本及減少用地空間。

蜂巢狀濾材／臺中市政府水利局提供



生態放流池／張名榕攝



- 1 • 取水口：包括攔污設施 2 • 除油沉砂槽 3 • 接觸氧化槽
4 • 礫間接觸槽 5 • 污泥貯存槽 6 • 量水槽／臺中市政府水利局提供

淨水功力——

水質污染來源主要為臺中市龍井區新東里東海商圈（東園巷商圈）之事業污水與東海別墅社區之生活污水，集污區面積約 16.32 公頃。最大處理量 2,500 CMD（公噸／日），相當 11,400 人每日產生之污水量。



×4,000 人

生化需氧量

每日 160 公斤

相當於 4,000 人每日產生
污水之生化需氧量



×27,000 人

氨氮

每日 40 公斤

相當於 40,000 公升尿液的
氨氮含量，約等於 27,000
人的小便量



×4,000 人

懸浮固體

每日 160 公斤

相當於 4,000 人每日產生
污水之懸浮固體含量



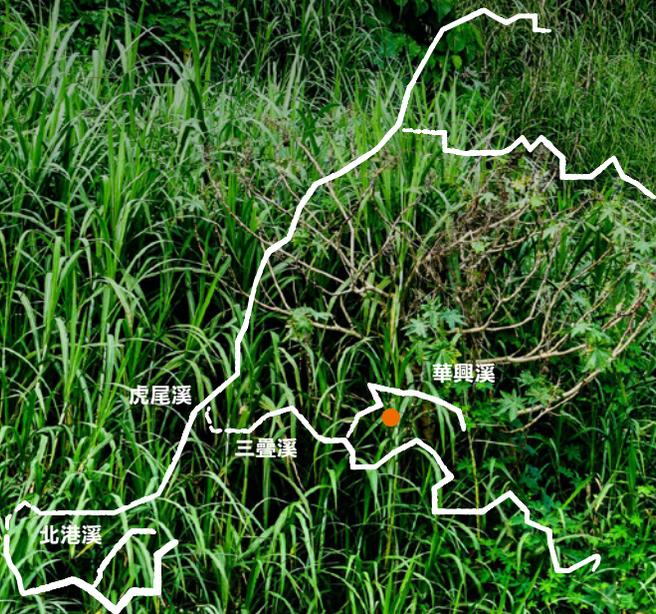
油脂

每日 80 公斤

相當於 100 公升的沙拉油
總重

北港溪流域早知溪水質淨化場——

由污水轉化而來的綠意



小檔案

名稱 | 北港河流域早知溪水質淨化場

GPS | 23.618503N ; 120.431763E

所在縣市 | 嘉義縣

地址 | 早知溪場址位於大林鎮排路里，華興溪與早知溪匯流處

面積大小 | 2.98 公頃

所屬流域 | 北港河流域

規劃設計單位 | 艾奕康工程顧問股份有限公司

管理單位 | 嘉義縣政府環境保護局

工程起訖時間 | 2013 / 10 ~ 2014 / 6

溪流周圍的高灘地採用漫地流工法淨化水質，在溪中捕魚的居民見證了水質的轉變 / 楊懷智攝



養殖廢水是早知溪水源污染的大宗／盧瑞瑤攝

養殖廢水是主要污染源——

位於嘉義縣大林鎮的早知溪是北港溪流域的支流之一，匯流處即為雲林縣北港鎮觀光大橋。早知溪的上游為大林鎮民生活的聚落，流域內有親水公園，往中下游有多家鴨、鵝飼養場，污染來源主要為中下游飼養鴨、鵝，及早知溪周邊民生污水。

位於排路里內早知溪與華興溪匯流處沿岸的高灘地，適合採用最天然又有效，且成本較低的漫地流工法進行水質淨化處理。漫地流工法主要仿效農民耕作水稻田的方式，在土壤表面進行物理、化學及生物作用。以砂石土壤過濾髒污，利用自然界的淨化力，讓髒污的水，經過大地的濾淨後，重新補注回河川當中。

大地是天然的濾水器——

將家戶及飼養場所排出的污水截取，再引流到沿岸的土地上，讓大片的高灘河川地負責起過濾的任務。養殖的鴨、鵝糞便如果流入河川就形成污染，但是留在土壤中就成了上好的肥料。污水中或許夾帶着一些不明的化學物，不一定適合作為農耕用水，透過自然生長的植物吸收與過濾，就能予以去除或削減。

在早知溪的沿岸，岸邊本是鬆散、保水性差的河砂，連雜草都生長不好，颱風來時，因為缺乏植物固定，常常造成土壤流失。經過整地及漫地流工程後，在「養分十足」的污水灌溉下，植物生長茂盛。有了植物的保護，颱風來襲不會造成大量的土壤流失，而且漫地流工法本身也容易回復，真是最天然又省錢且永續循環的好方法。

村民也說道：「早知溪岸邊以前都是光禿禿的，現在一片綠意盎然。後面的地方還有水窪，好像一個濕地，常常有魚和小鳥出現。」縱使村民們不一定了解漫地流的作用，但該漫地流正默默地為早知溪淨化水質。



漫地流土壤中的小水窪／盧瑞瑤攝

污水過招——

早知溪現地處理場址範圍中，總共設置了3個抽水井，輸送污水到高灘地的3個土堰區進行漫地流淨化。第一個攔污沉砂池及截流抽水井是在早知溪與華興溪匯流處，在早知溪下游的便橋下，攔截所有流入華興溪的早知溪水，就算水量最大時也可把溪水全部截流。利用分水管再把水輸送到高灘地淨化，每一個漫地流區域用土堰分隔，使污水在高灘地中慢慢滲透，再利用地勢的高低在各高灘地上引流，讓乾淨的水從放流土堰的出水口處流回華興溪。

第二個抽水井主要處理的部分，則多為家鴨、鵝飼養場的污水，與早知溪截流後輸送分管內的污水，一起送往高灘地。有時在鳥類的換毛季節，抽水井處便會有大量的羽毛阻塞，影響抽水功能，甚至還會跑入機器中造成故障。管理人員為了維持抽水井的效果，就加設網子過濾，避免大型異物再度掉落。雖然管理人員知道，加裝網子，若卡住羽毛將很難清理，而且是在臭氣衝天的污水入水口處。但為了可使淨化達到更佳的效果，管理人員願意忍耐惡臭並欣然地增加自己的工作。第三個抽水井也是以飼養場污水處理為主，但多養豬場的污水，臭氣也最為嚴重，管理操作更是辛苦，為了還給河川乾淨的風貌，大家都願意一同努力。



左・漫地流水質淨化場施工前河岸土壤鬆散，幾乎寸草不生／嘉義縣環境保護局提供
右・漫地流水質淨化場開始運作後，河岸綠意濃濃／盧瑞瑤攝



取水口水質與出口的水質有著明顯的差異（左圖：抽水井取水口，右圖：放流土堰）／盧瑞瑤攝

淨水功力——

早知溪水質淨化工程處理量為 3,745 CMD（公噸／日）。

生化需氧量

每日削減約 30 公斤



氨氮

每日削減約 14 公斤



懸浮固體

每日削減約 30 公斤



北港溪流域西結里水質淨化場——

克服腹地限制 創造淨水契機

小檔案

名稱 | 北港溪流域西結里水質淨化場

GPS | 23.615998N ; 120.412949E

所在縣市 | 嘉義縣

地址 | 位於大林鎮西結里為陳井寮 0K+283 及 1K+190 水門之堤外灘地

面積大小 | 1.78 公頃

所屬流域 | 北港溪流域

規劃設計單位 | 艾奕康工程顧問股份有限公司

管理單位 | 嘉義縣政府環境保護局

工程起訖時間 | 2014 / 1 ~ 2014 / 9





嘉義縣西結里附近的華興溪沿岸採用漫地流工法淨化污水／楊懷智攝



華興溪沿線大排肩負著灌溉稻田的重任，卻也承受著大量的養殖廢水／盧瑞瑤攝

一樣水兩樣情——

北港溪的支流華興溪穿梭在雲林縣與嘉義縣之間，同時也夾帶周邊居民的生活污水及畜牧業廢水流向北港溪，加重北港溪流域的水質污染。為了改善流域水質，地方政府與環保署齊心合力，尋求削減污染的方法。西結里村民多從事飼養，廢水中常含有大量的排泄物、動物毛髮及羽毛等，造成水質污染嚴重。而此處，因河岸地形狹長，加上腹地面積不大，故以漫地流工法作為淨水工程最為適合。首先在華興溪沿岸污水出水口設置截流抽水井，將西結里附近的污水截取，輸往漫地流淨化工程位置，如此便可大量減少污水直接排放，降低對河川所造成的影響。利用最低的環境成本還給河川較為乾淨的水質與最自然的綠地。

跟著管子走一遭——

從西結橋沿著堤岸散步，會發現堤岸邊多了很多不同形狀的管子，有粗的，有細的，它們將會通往何處？又有什麼樣的功用呢？

隨著細細的管子前進，就會發現一頭是配電箱，而另一頭，則有一座集水井，把西結里的污水攔截起來，水井旁還有許多粗大的水管，水管的周圍設置網子，上面布滿羽毛，水井內的污水非常髒臭。配電箱內的儀表板監測著幾座抽水馬達的污水配送狀況。繼續追蹤管子，可以發現他們一路沿著堤岸設置，沿途有好幾個出水口，排放這些被抽送出來的污水。出水口邊的植物長得茂密繁盛，在這些污水的幫助下堤岸的景色變得鬱鬱蔥蔥。離排放污水處不遠的草叢出現一個一個的水窪，水質雖有淨化，仍可看到一些懸浮物，經過更大面積的土壤滲透淨化後，更遠處終於出現清澈的水窪，如同濕地一般的景致，還不時有鳥類棲息飛翔。最後這些清澈的水經由出口流回溪水裡。



上 · 西結里養殖戶林立／盧瑞瑤攝

左 · 家庭污水亦是華興溪的主要污染源之一／盧瑞瑤攝 右 · 漫地流土壤／盧瑞瑤攝

污水過招——

污水為什麼會乖乖地沿著高灘地，流到出流口呢？原來在這些草叢裡藏着一個祕密，漫地流工程把沿岸的高灘地分成 10 個區域，每一個區域都用土堰區隔圍塑，讓污水在重力作用下沿著預設的路線流動，污水與土壤及植物進行一連串的物理、化學及生物作用後，淨化水質後回注華興溪。

為避免輸配管線因分布較廣且距離較長，造成清淤不易而影響場址正常運作，所以污水主輸送管每 50 公尺就設置一處清洗孔與排水槽。而且漫地流各單元內的植物採用現地原有的自然綠覆，除了避免影響河道通水功能外，風災、水災過後也容易復原。其他工程項目則僅有場址周遭地勢整平與解說牌設置。



上 · 分水管出水口 / 盧瑞瑤攝

左 · 截流抽水井 / 楊懷智攝 右 · 出流口水質 / 嘉義縣政府環境保護局提供



出流口與漫地流土堰水窪中的水質有明顯差異／盧瑞瑤攝

淨水功力——

西結里水質淨化工程處理量為 2,200 CMD（公噸／日）。

生化需氧量
每日削減約 31 公斤



氨氮
每日削減約 10 公斤



懸浮固體
每日削減約 36 公斤



二仁溪港尾溝溪水質淨化場——

湖光閃耀 水質保安



小檔案

名稱 | 二仁溪港尾溝溪水質淨化場

GPS | 22.916605N ; 120.234840E

所在縣市 | 臺南市仁德區中生里

流域名稱 | 二仁溪

地址 | 中正路一段港尾溝溪滯洪池內

面積大小 | 10 公頃

規劃設計單位 | 艾奕康工程顧問股份有限公司

管理單位 | 臺南市政府水利局

工程起訖時間 | 2013 / 4 ~ 2014 / 12



疏洪、淨化、休閒，三位一體——

騎著單車在港尾溝溪滯洪池繞了幾回，停靠在充滿綠蔭的小葉欖仁旁，豔陽的六月天，都市裡的熱氣蒸騰，往滯洪池眺望可以見到鷺鷥與紅冠水雞在水岸邊悠遊啄食。順著溪流在河堤邊上漫步，這裡是二仁溪下游河道，湛藍的晴空映照在蜿蜒的河流上，草皮覆滿了河堤護坡，延伸到水岸邊，靜謐的氛圍構成一幅絕美的自然寫生。真是一個炎炎夏日的避暑勝地，非常適合與家人同遊，看著美麗的水岸談天說笑，同時也用心學習與大自然更加親近。

「每天傍晚都有人來附近騎單車，這個季節很熱，但這裡的環境卻很清涼舒適。」淨化場工作人員一邊介紹淨水工程一邊說道。港尾溝溪沿線都有舒適的自行車道，沿途景觀由稻田小徑接續到水色粼粼的水岸渠道，清澈的水質見證了淨水工程的成效。

近年來全球氣候劇變，瞬間豪大雨的侵襲頻率更是高於往年。二仁溪因雨暴漲時，臺南仁德區下游的低窪地區，以及上游的集水地區，常因河水宣洩不及而造成倒灌淹水，流域範圍內的保安工業區、中洲、仁德地區皆飽受水患之苦。故經濟部水利署著手辦理「港尾溝溪排水中游疏洪工程」，將疏洪道設計於河流中段，運用分流的方式大幅減少下游段的排水負擔，自2013年完工後，有效地減少淹水情形，港尾溪溝滯洪池即是疏洪工程的一部分。而環保署補助的「港尾溝溪水質淨化工程」，則截流了滯洪池附近「保安排水」內的民生污水，運用接觸曝氣工法有效淨化污水，使得港尾溪溝滯洪池區域進一步提升為兼具疏洪、淨化、休閒的多功能綠地。



左・港尾溝溪滯洪池閘門／吳權文攝 右・港尾溝溪滯洪池畔自行車道／吳權文攝



左・近處為沉砂池，遠處為滯洪池／吳權文攝 右・調勻池／吳權文攝

污水過招——

截流抽水，攔截污水

在保安排水設置倒伏堰適當抬升水位後，以重力方式將污水導流進入保安抽水站渠道，再利用既有水井當作抽水井，設置抽水泵將導流的污水抽送至下一個沉砂單元，另外利用攔污柵，把水體內的漂浮垃圾分離，降低細小雜質對於抽水泵與淨水系統的損害。由保安抽水站沿港尾溝溪掛管 800 公尺、管徑 40 公分的截流管，至水質淨化場。

調勻沉砂，穩定水質後再淨化

淨水的第二關卡是將引進的污水作初步的沉澱，同時也將污水的水體充分的調勻，取水時間不同污水濃度就可能不同，必須透過步驟將污水濃度調勻，污水淨化的效率才得以有效提升與控管。

接觸曝氣，水質淨化最核心

接觸曝氣池為淨化水質最核心處理的區域，藉由槽體中的蜂巢板濾材作為生物載體，大面積的表面孔隙提供附著性的微生物生成生物膜，於好氧環境下停留 6～7 小時，藉由生物分解水中雜質以及有機污染物。水流由此再進入二次沉澱池，準備經由放流池至滯洪池。

人工濕地，滯洪與自然生態

經過接觸曝氣生物處理後的水體，已經大幅的降低水體的雜質，為了進一步的削減水體污染，利用港尾溝溪滯洪池，透過自然植生分解吸收水體有機質氮氮，並且營造多樣性生態棲地環境，使沿岸成為多功能水質淨化園區景觀風貌。濕地密植區種植臺灣水龍、香蒲、荇薺等挺水性植栽，形成高密度的水生植物群落，利用植物進行吸附、過濾、分解作用，去除水中污染物質。開放水域濕地區，則是在水深約 1 米的區域種植大安水蓑衣、香蒲等等水生植物，形成開放水域提供魚群活動，達到生物多樣性濕地生態。

流放二仁溪，水質淨化完成

道道工序之後，原本污濁的水體變得清澈，可直接見到放流槽底。流放到港尾溝溪滯洪池之後再經由二仁溪的水閘門流放回二仁溪內，清澈乾淨的水體回到二仁溪可以有效地稀釋河川內的污染濃度，一方面達到都市防洪的功效，一方面完成水質淨化的工作，可以說是環境友善的生態工程。



上左 · 接觸曝氣池是港尾溝溪水質淨化工程中占地面積最大的處理單元／吳權文攝

上右 · 放流池與沙漏狀的巴歇爾量水槽／吳權文攝

下左 · 二次沉澱池／吳權文攝

下右 · 入流水與出流水比較／臺南市政府水利局提供



港尾溝溪與二仁溪匯流處，圖面右側為滯洪池放流水閘門所在／吳權文攝

淨水功力——

最大處理量 13,000 CMD (公噸/日)，相當於 60,000 人每日產生之污水量。

生化需氧量

從 18mg/L 降至 6.55mg/L，每日削減約 149 公斤



相當於 3,700 人每日產生污水之生化需氧量

氨氮

從 58mg/L 降至 22.63mg/L，每日削減約 460 公斤



相當於 460,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 310,000 人的小便量

懸浮固體

從 28mg/L 降至 6.98mg/L，每日削減約 273 公斤



相當於 6,800 人每日產生污水之懸浮固體含量

mg / L = 毫克 / 公升

急水溪大腳腿排水水質改善工程——

用心找回純淨

小檔案

名稱 | 急水溪大腳腿排水水質改善工程

GPS | 23.295566N ; 120.342448E

所在縣市 | 臺南市柳營區重溪里

流域名稱 | 急水溪

地址 | 大腳腿排水與龜重溪匯流處

面積大小 | 約 1.6 公頃

規劃設計單位 | 艾奕康工程顧問股份有限公司

管理單位 | 臺南市政府水利局

工程起訖時間 | 2013 / 12 ~ 2014 / 12







大腳腿排水上游未淨化之水質／吳權文攝

流動於生活之間的水質淨化——

時序推進到夏季，薰風合著金黃色的稻穗，草浪在風中舞動，行經臺南柳營田間，傳統農業地景展開在眼前，田埂小徑順著灌溉溝渠，向遠方的山脈順延，望向稻田，社區的紅磚牆襯上深色傳統瓦片，格外顯眼，空氣中依稀可以聞到肥料攪入農耕大地的味道，高鐵急速地劃過，順應時節生長的傳統農村與快速現代科技，形成了強烈的對比，這是柳營五軍營的日常風景。

位於臺南柳營五軍營的大腳腿排水道，沿線的農田灌溉溝渠與畜牧廢水匯入後，最後流入龜重溪，再順流進急水溪，因為富含氮、磷、鉀的農田肥料，加上動物所排出的糞便，高濃度污染直接進入河川，造成危害。大腳腿排水水質改善工程完工後，有效的減緩污染，水質改善幫助居民獲得更好的自然環境，擁有更好的生活空間。

認真地做，做多少算多少——

「我們認真地做，看能夠做多少算多少，只要能夠讓河川變得越來越美，再辛苦也值得。」市政府水利局承辦人看著淨化後乾淨的水流放回龜重溪，不禁這樣地說道。以往龜重溪總是充滿動物糞便的臭味，下游更是嚴重。上游養殖場排放出的廢水，造成水體非常大的傷害，因為大量高濃度有機物進入水體，遠遠超過河川天然自淨功能。灌溉排水中也含有容易造成水質優養化的成分，這些危害都直接衝擊水質，更衝擊臺灣的水資源環境。承辦人員語重心長，不斷提醒：「不論自然或人為，能夠淨化的污水總是有限，我們需要大家都有同理心，臺灣環境才會進步。」

污水過招——

大腳腿下游 集中攔截

截取大腳腿排水最下游出水口的污水，透過集水井導入抽水井，由於下游水體帶有大量的雜質，因此粗攔污柵啟動了第一步攔污的作用，在前端截流取水的階段先行做第一步的水質改善。

良莠不齊 淨化調勻水質

大腳腿排水接收的多半是上游的農業排水以及養殖廢水，水體內的污染濃度也隨著種植季節與養殖週期而容易大幅的波動，為了使淨水品質穩定，必須先將污水由抽水井引入場區內的調勻池，將水體沉澱調勻，藉以提升效率也保護淨水設施，延長服務年限。



攔污柵與集水井／吳權文攝

淨水重頭戲 接觸曝氣

淨化水體最重要的階段，接觸曝氣過程中污水充分的在分解槽中流動，透過槽中的微生物載體造成大面積接觸，以達成淨化水質的效果。

二次沉澱 淨化完成

水體經過接觸曝氣淨化後，再進到第二次的沉澱工序，為的是使經淨化過程揚起的泥沙與氣泡能夠充分的分離，確保流放管線不被淤泥淤積造成保養困難，此時的水體內含氧量大幅的提升，容易經過太陽曝曬而造成藻類蔓延，工作站人員會定期將漂浮的藻類打撈，避免過多藻類流入景觀池使水體溶氧降低。而二次沉澱池底部淤泥則抽出，排放至污泥曬乾床，減少外運污泥的重量與體積。

流放龜重溪 回歸急水溪

淨化後的水體分流回到龜重溪和大腳腿排水的出水口，仔細的觀察放流處，小魚成群的躲藏在石縫之間，對比大腳腿取水口的景象，感謝之意油然而生。期許在經濟發展的同時，大眾也了解到生態環境是同等重要的課題。



左上・調勻池／吳權文攝 右上・接觸曝氣池／吳權文攝

左下・左下為消泡池，右側為二次沉澱池／吳權文攝 右下・污泥曬乾床／吳權文攝



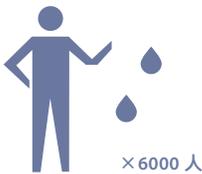
排水道下游水質在淨化後有明顯改善／吳權文攝

淨水功力——

最大處理量 4,000 CMD（公噸／日），相當 18,200 人每日產生之污水量。

生化需氧量

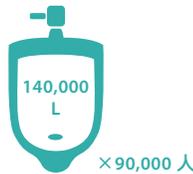
從 80mg/L 降至 20mg/L，
去除率為 75%，每日削減
量約 240 公斤



相當於 6,000 人每日產生污水
之生化需氧量

氨氮

從 60mg/L 降至 25mg/L，
去除率為 58%，每日削減
量約 140 公斤



相當於 140,000 公升尿液的氨
氮含量，約等於 90,000 人的
小便量

懸浮固體

從 150mg/L 降至 25mg/
L，去除率為 83%，每日
削減量約 500 公斤



相當於 12,500 人每日產生污
水之懸浮固體含量

mg / L = 毫克 / 公升

愛河樣仔林埤水質改善工程——

濕地公園淨水功能 再提升

小檔案

名稱 | 愛河樣仔林埤水質改善工程

GPS | 22.672721N ; 120.3277135E

所在縣市 | 高雄市

地址 | 三民區鼎強街 461 巷 12 弄 40 號對面

面積大小 | 現地處理設施約 0.49 公頃

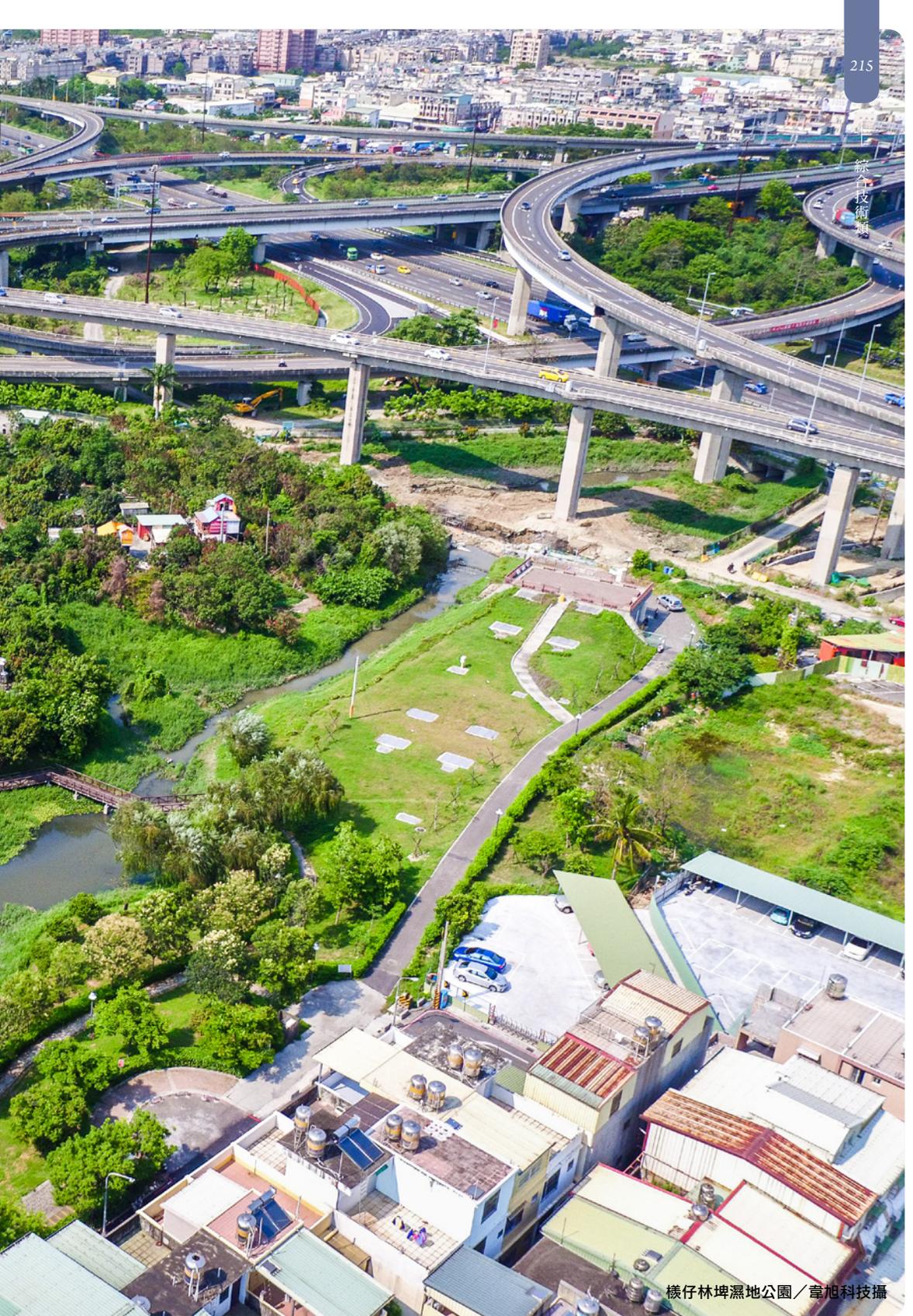
所屬流域 | 曹公圳

規劃設計單位 | 達西工程顧問股份有限公司

管理單位 | 高雄市政府水利局

工程起訖時間 | 2013 / 8 ~ 2014 / 8





樣仔林埤濕地公園／韋旭科技攝



槓仔林埤周邊為密集之住宅區，生活機能完善／韋旭科技攝

社會變遷下的埤塘命運——

槓仔林埤支流位於愛河流域上游，為早期曹公圳灌溉渠道之一，早年因被芒果林圍繞而得名，原為公園預定地，當時因為缺乏對整體水文的了解和規劃濕地公園的經驗，部分土地由地方政府及國道高速公路局共同管轄，地權與管理權難以界定，致使公園難產。加上過去有許多的養殖廢水以及仁武區家庭的污水直接排入，導致淤泥堵塞河道、雜草叢生，常無法順利排洪且環境髒亂。

近年來，隨著經濟活動高度發展，埤塘周圍均已開發，西南側有鼎金後路為主要聯外道路，附近也有獅湖國小及文藻外語大學等學校，文風鼎盛，商業發達，生活機能完善。周邊由於住宅密集興建，人口激增，導致河床地帶遭濫倒垃圾，部分民眾私占公有地自闢菜園、養殖家禽，迫使水道日益狹窄、污染日益嚴重。污水就順勢流入愛河造成河川污染。

扭轉經濟活動發展下劣化的水質——

基於對河川的重視，及都市生態空間系統的概念，2008年由高雄市政府養護工程處主辦「高雄市灣仔內05公05(樣仔林埤)開闢工程」，以水質淨化、埤塘復育為起點，塑造出具地方獨特性的帶狀濕地公園——樣仔林埤濕地公園，提供生物棲息的綠帶空間。

然因上游地區尚未規劃公共污水下水道，人口快速增加所帶來之污染量也增加，原本闢建之濕地埤塘淨化能力無法負荷處理。因此，高雄市政府除了持續推動周邊三民及左營地區的污水接管外，並於2013年得到環保署經費挹注，於樣仔林埤南埤塘設置離槽式接觸曝氣氧化處理設施，將樣仔林埤上游的污水進行淨化後，放流水回注愛河上游河道。



樣仔林埤的活化與保存不只是保留滯洪蓄水功能更是對於農業文化的保存／梁玲萍攝

污水過招——

根據高雄市政府水利局現勘發現棧仔林埤可供利用之公有腹地鄰近住宅區，在不占用現有（排水行水）濕地面積，且水質淨化單元應盡量遠離住宅密集區的共識下，約僅剩 1,600 平方公尺公有地可供利用。如何在腹地有限的情況下選擇合適的工法，是本案最大的挑戰。經過縝密計算後發現，採用接觸曝氣氧化處理工法，以截流方式引棧仔林埤南埤塘部分水體進入水質淨化場淨化，處理後放流至取水口附近的方式，則水質淨化場截流量約 5,500 CMD（公噸／日），每日污染削減量為生化需氧量 116 公斤、懸浮固體 52 公斤、氨氮 93 公斤，即能達到污染削減量設定目標，有效改善水質，對改善愛河上游水域生態將有很大的助益。



左・機房觀景平臺／高雄市政府水利局提供 右・機房／高雄市政府水利局提供
下・淨化工程上方覆土並鋪植草皮，維持休閒綠地機能／高雄市政府水利局提供

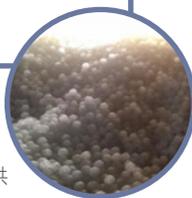
為了融合既有的濕地公園生態，並且減少對鄰近社區的景觀衝擊。水質淨化場作了許多細緻的考量。首先利用自然或生態護坡工法調整地形，銜接埤塘濕地生物棲地環境。淨化處理主要槽體係採地下化，上方以土方覆蓋成緩坡並種植草皮，維持公園原有的綠地空間。而機房設施也運用地形的調修，配置在隱密處，並利用擋土及植栽遮蔽，減少對景觀的衝擊。機房上方則充分運用絕佳的視野，設置了觀景平臺及環境教育解說牌。透過上述設計，將水質淨化場結合原有公園設施，連結原有的濕地生態，整個園區的規劃不僅能淨化污水，更賦予濕地休閒、生態保育、環境教育等功能。樣仔林埤水質改善工程更在2015年榮獲高雄市公共景觀類建築園冶獎，環境品質提升後，土地也隨之增值了。



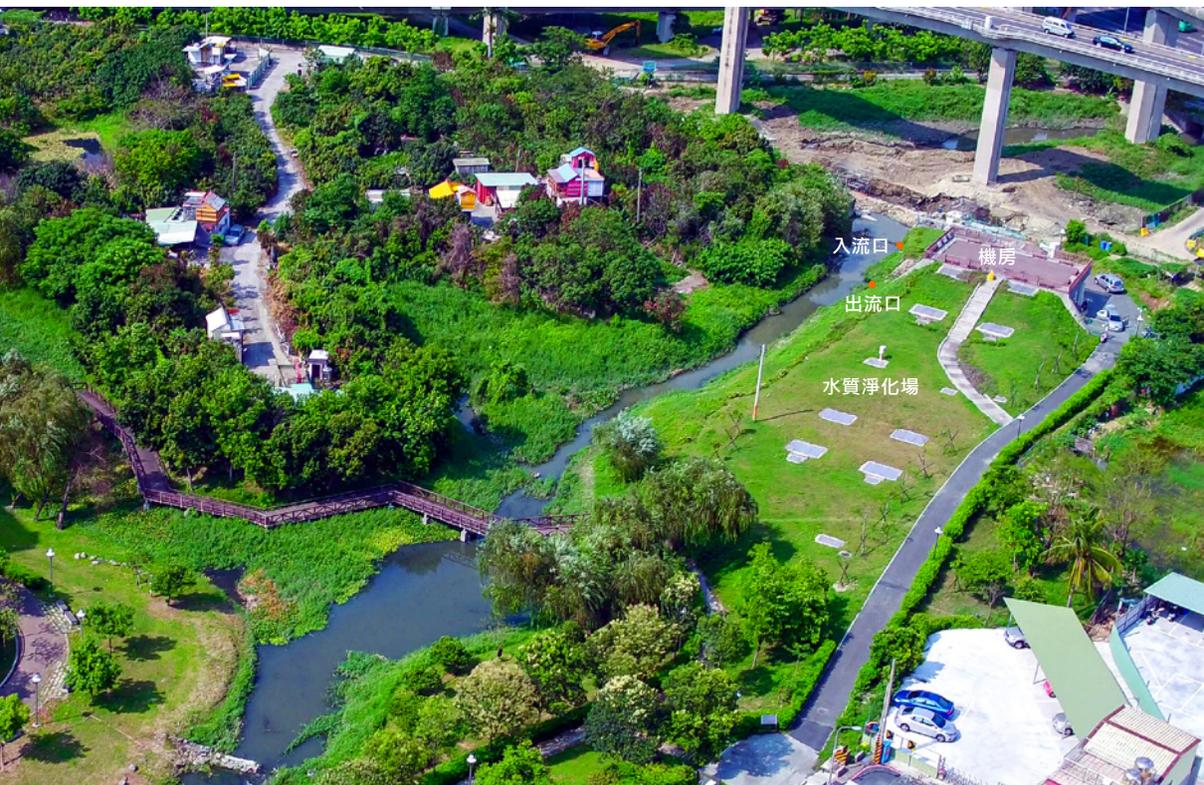
樣仔林埤濕地公園結合淨水、休閒遊憩與環境教育功能／莊亦史攝

樣仔林埤離槽式接觸曝氣氧化處理設施特殊之處

此場址是選用球狀接觸濾材，主要現場約僅有 1,600 平方公尺面積可供利用，如接觸濾材選用以礫石為主，由於其孔隙率約 40%，欲達設定削減量目標，估計占地至少需 2,500 平方公尺。參考日本運用塑膠粒料於河川淨化的成功經驗，其孔隙率約 95%。因此選用占地面積較小之塑膠粒料作為接觸氧化曝氣區之接觸濾材，而非曝氣區仍維持礫石為接觸濾材，經此配置後，包括出入維護保修之公用場所用地，終於可在 1,600 平方公尺面積侷限空間內達污染削減量之設定目標。



球狀接觸濾材／高雄市政府水利局提供



本圖右側為接觸曝氣氧化處理設施／韋旭科技攝

經過接觸曝氣氧化處理後的水體，流入樣仔林埤濕地公園，提供公園水域生態較潔淨的水源，同時進一步運用人工濕地的概念進行水質改善。在淨化機制中依序透過以沉降池、植栽浸潤床、多自然型河川水質淨化（流動水域）、表面人工濕地淨化區、薄層流水質淨化區，一步步將污水淨化。

這些規劃一方面反映埤塘的歷史，一方面也避免了大規模開發的干擾。由於四周為住宅，所以也藉此強化濕地與社區的連結性，同時作為環境教育解說的最佳地點。此外適地適性地運用自然工法，營造多樣性的棲地與多孔隙的動物棲息空間，讓濕地公園以最自然的形式呈現。

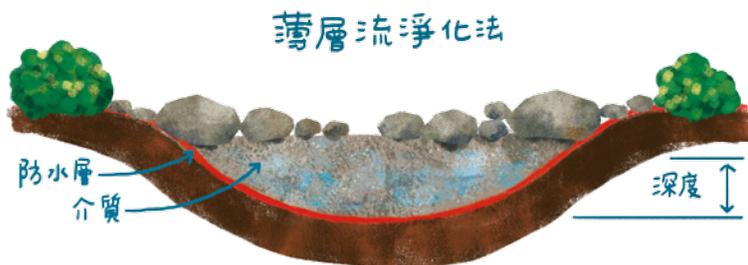
薄層流淨化法

亦為流動水域型態的淨化單元，設計重點在於水道寬幅的變化。一般而言，較寬的河床可增加更大的底面積，以提供更大面積的生物膜來淨化水質，亦能提供更大的水面以增加溶氧，強化再曝氣機制。

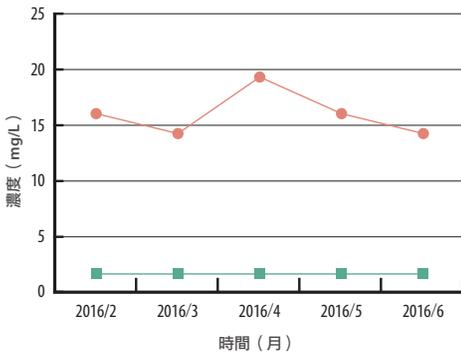
淨化機制：以卵礫石等為介質，提供生物膜附著生長空間，分解水中有機物質。並仿造溪流的型態，延長流徑，來強化沉降、吸附、攔截等作用的效能。

平均深度： $H < 30$ 公分

水池坡度：約 $1 / 5$

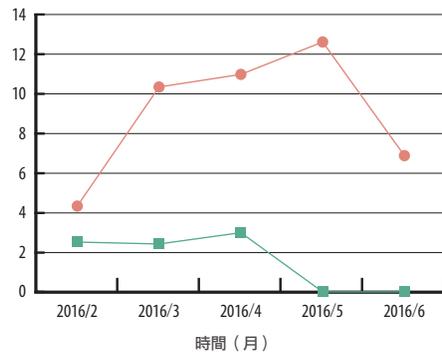


生化需氧量濃度處理前後比較



入流水 —●— 出流水 —■—

氨氮濃度處理前後比較



薄層流淨化單元／梁玲萍攝



上・接觸曝氣氧化處理前後水質比較／高雄市政府水利局提供

左・入流水水質／高雄市政府水利局提供 右・出流水水質／高雄市政府水利局提供

淨水功力——

最大處理量 5,500 CMD (公噸/日) , 相當 25,000 人每日產生之污水量。

生化需氧量

每日削減約 116 公斤



相當於 2,900 人每日產生污水之生化需氧量

氨氮

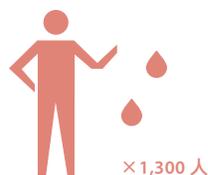
每日削減約 93 公斤



相當於 93,000 公升尿液的氨氮含量，約等於 62,000 人的小便量

懸浮固體

每日削減約 52 公斤

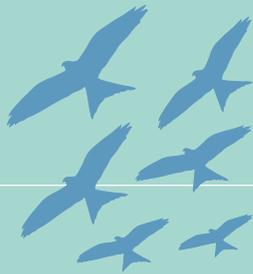


相當於 1,300 人每日產生污水之懸浮固體含量



加映^篇

- 環境觀察小撇步
- 名詞簡單說
- 延伸閱讀



環境觀察小撇步——

裝備齊全不煩惱



遮陽帽

河川淨化設施通常位在開闊的河川灘地，在炎炎夏日要特別注意防曬，一頂寬緣的遮陽帽可以為你遮擋豔陽，免得變身紅臉關公。

防曬外套

夏日，防曬外套可以避免陽光直接曝曬，當然努力地擦防曬乳也可以，但是一定要避免使用味道濃厚的產品。若是在冬日，穿著防風、防寒的外套絕對是必要的，最好也能具備防潑水的功能。為了避免吸引蜂類等昆蟲，無論在哪一個季節，衣著皆不宜太過鮮豔，也切勿噴擦香水。



全包式的鞋子

鞋子的選擇應該依季節而定，但舒適是必要的條件。全包式的鞋子可以保護腳部，避免被草叢中的生物叮咬。多雨或多霧的季節，則建議選擇防水鞋款。

水壺

自備飲水，適時補充水分，健康又環保。冬天準備有保溫作用的水瓶，可隨時補充水分並暖身。



雨具

做好遇雨時的準備，不讓夏日午后雷陣雨或是北臺灣冬日的綿綿細雨，影響環境觀察的行程。



貓頭鷹出版社提供

常見動植物圖鑑

帶本隨身圖鑑可以隨時翻查觀察到的動植物種類。當然，現地仔細觀察紀錄後，再回家查詢也是可以的。現在也有許多網路圖鑑資源，可讓智慧手機變身小百科。

照相機

河川淨化工程現地或是周邊環境綠化的成果得來不易，因此我們可以用攝影的方式取代採摘或捕捉。



望遠鏡

對於個性害羞而敏感的動物，望遠鏡成為最佳的觀察小幫手。另外把望遠鏡倒過來使用，就能成為觀察動植物細節的放大鏡喔！

筆記本與筆

現地觀察時一定有許多細節是照相機無法完全記錄下來的，這時候借助筆記本可以幫助以後回想與查尋。



行前資訊要查好——

本書中各個河川淨化設施案例介紹的第一頁，有著能夠幫助各位讀者做好行前規劃的重要資訊，基本資料中的 GPS 定位及 QR Code 地圖連結，讓大家能先做好路徑規劃，既省時又安全。另外從案例的介紹內容，也能快速地擷取觀察重點。

部分案例中的地下觀察廊道必須透過預約申請才能進入，申請條件也各有不同。應該在行前詳查各項規定，並提早預約申請，獲得核可後再行前往，才不致不得其門而入。

植物型塑好棲地——

1 深水

人工濕地深水區，一般水深大多在 1 公尺左右，除了淨水效率及後續維護管理的考量外，河川淨化工程地上部是對大眾開放的空間，亦可兼顧安全性。深水區中主要沉水植物及浮水植物，它們不只與水中的溶氧量、營養鹽含量息息相關，也同時提供了水中生物食物和隱蔽性。

2 淺灘

淺灘一般水深在 0 ~ 30 公分以內的環境，可以見到挺水植物、浮葉植物、濕生植物，在這樣的環境中，可以見到很豐富的生態，從水下、水面（挺水植物基部）到水面上，都有不同的動物群落活動著，蟹類、兩棲類、鳥類等等。但因為是人們最容易接觸和到達的區域，因此請保持安靜，才不會把動物都嚇跑了。





沉水植物／劉淑瑛攝



荸薺（挺水植物）與臺灣萍蓬草（浮葉植物）／劉淑瑛攝

3 陸島

陸島四周有水域隔開，因此陸域掠食動物不能輕易到達，人為干擾影響也比較小，成為許多警覺性較高的動物棲息的好所在。這裡的植物往往也比較能自由演替，許多來自周遭的原生植物種子都在這落地生長。

4 短草地

為了安全、景觀和淨化效率的考量，河川淨化工程場址需要進行經常性的維護管理，其中以人為活動空間的割草管理為最多，因此會有部分區域的植被常常維持在短草地的狀態。



動物跟你問聲好——

野生動物具有天生的警覺性，會與牠們認為會帶來威脅的物體保持一定的距離。我們所要做的，正是確認觀察目標可以在不受干擾（或可忍受之干擾）的情況下，展現自然習性。當然若疏忽了這一點，觀察目標就會在受迫的情況下，進行快速移動或離開。對於冬候鳥而言，這些看似短距離的快速移動，卻可能不斷地消耗牠們體內儲存的能量，對於長途遷徙而言是不利的。

各物種的警戒距離有所不同，部分物種視覺敏感度高，依靠視覺判斷觀察者是否進入警戒範圍，部分物種則對於聲響、震動敏感度高，依據聽覺或感覺震動判斷觀察者是否進入警戒範圍。因此在觀察之前對於每個物種最好能有基本的了解。當然，從觀察中累積經驗也是相當重要的，但動物觀察時基本原則一定要把握住：

動物觀察 5 不原則

不驚嚇

隨時提醒自己保持安靜，勿驚野生動物。

不引誘

不用任何不當方法引誘野生動物。

不追逐

避免追逐野生動物，讓牠們能自在地覓食與休息。

不破壞

動物的築巢或休憩棲地應予以保護，不可踐踏或搗毀。遇孵蛋或育雛中的鳥巢，應盡速離開，避免親鳥棄巢。

不捕捉

不捕捉野生動物，觀察時應善用望遠鏡等工具，即便是昆蟲也不要擅自捕捉，以避免造成動物意外受傷。

尋找動物蹤跡小秘訣——

蟹類

淺灘附近的植物基部、石塊縫隙、垂直矮土壁上，都是蟹類喜歡躲藏和築巢的地點。有些擅長在水生植物堆積的環境中覓食，有些則喜歡成群結隊在灘地上覓食。動作放輕、放慢，觀察到牠們的機會可不少！



無齒螳臂蟹／陳韋宏攝

蜻蛉類

我們常喊的「豆娘」和「蜻蜓」都是屬於蜻蛉目的昆蟲。不同種類的蜻蛉目動物，會有不同的習性，但是通常有緩水流的區域較容易發現。小型的蜻蛉類，例如細蟴，喜歡停留在淺水域同時有挺水植物的區域，大多數會在挺水植物較接近水面的區域逗留或是蜿蜒飛行。

空中盤旋範圍較廣，且會大膽飛越水面的，通常都是較大型的蜻蛉類，像是杜松蜻蜓。霜白蜻蜓和鼎脈蜻蜓等常見的種類，領域性頗強，常常停棲在凸出的水生植物枝葉頂端，驅趕著擅入領域的不速之客。而全臺灣分布最廣、數量最多的薄翅蜻蜓，則是在秋季成群宣示牠們在河灘和草地上空的主權。



鼎脈蜻蜓／呂慧穎攝

蝴蝶類

找尋蝴蝶不需踏破鐵鞋，只需要守著擁有豐富蜜源的植物，就能見到牠們的蹤跡；而雌蝶也是頗為盡責的媽媽，所以只要認識幾種常見的蝴蝶食草，就有機會見到雌蝶來報到。臺灣一年四季都能見到不同的蝴蝶，當然還是以夏秋兩季，成蝶種類最為多樣。雖然蝴蝶是外溫動物，但是大多也不愛在夏日豔陽高照的中午出外覓食，必要時牠們也會躲到濱溪樹林中納涼。



* 外溫動物

俗稱變溫動物。藉由從環境中吸收熱能的多寡，來調節自己的體溫。

小紋青斑蝶／呂慧穎攝

兩棲類

兩棲類是生性害羞的一群，蛙或蟾蜍都是。雖然也有部分的蛙類會在繁殖季節的大白天裡引吭高歌，但大多數還是選擇在夜裡聚集在水邊進行求偶歌唱大賽。非繁殖季時，牠們寧願當個神秘客，所以得要仔細在石縫、泥縫、草根或樹上，尋找牠們的蹤跡。臺灣一年四季都有不同的蛙類繁殖，但夏季還是最熱鬧的。蛙和蟾蜍都是體外受精的動物，卵塊的形狀卻各有不同，臺灣原生的兩種蟾蜍產出的卵，一個個整齊排列成條狀；而蛙類則有時散生、有時呈塊狀，仔細觀察淺灘與水邊植物葉背，是不是會有驚喜出現？



黑框蟾蜍／陳韋宏攝

鳥類

每種鳥類的覓食、築巢、棲息特性不同。河川淨化工程的棲地環境中也各有不同的愛用者。

短草地：常常吸引群居性的鳥類活動、覓食，夏候鳥黃頭鷺、中白鷺踩著優雅地步伐，啄食草地上的昆蟲，很是愜意。

挺水植物或高草類環境：鷓鴣類喜歡築巢於離地 0.5 ~ 1.2 公尺的高草或矮樹叢中，忙碌的親鳥時常在草叢中竄進竄出。離岸較遠、密生的挺水植物基部，可能會有秧雞類所築浮巢*，鳥媽媽會帶著一出生就能游泳的幼鳥成群活動。

浮葉植物：是誰有水上漂的功夫？浮葉植物鋪展水面上的葉子，不只是光合作用的利器，更讓水雉、秧雞等動物展現了水上漂的功夫。水雉築巢作風大喇喇地，卵就產在浮葉植物上，由公鳥負責守護的工作。

陸島：這裡其實是最容易觀察到鳥類的位置，因為離岸距離遠，鳥類可以較不受水岸邊人為活動干擾，因此無論是鷺科或是秧雞科都可能會在陸島上漫步覓食或休憩。午後，陸島的灌叢上也常見夜鷺在打盹。

* 浮巢

利用輕質的羽毛和水草，技巧地附著在蓮、蘆葦、香蒲等植物上，在水面建造起輕巧的巢。這些巢會隨著水位的高低而漲落，是標準的水上人家。

礫石與沙地：許多鸕科、鶺鴒科的鳥類有著能和礫石與沙地融為一體的保護色，要看見走走停停、快步前進的牠們，得細心留意才行。有些鳥類，像是夜鷹，會直接在砂礫地上產卵，卵殼上通常有著極似礫石的紋路，雖然鳥類會挑選人為活動少的區域產卵，但是進行動物觀察時，還是留意腳邊喔！



白腹秧雞亞成鳥／劉淑瑛攝

維護好棲地——

在觀察時一定要共同維護，切不可隨意採摘植物或捕捉動物。亦不可放生動物，或是隨意種植植物。另外更不能傾倒廢棄物或液體。請大家發揮公德心也共同監督，杜絕上述情況的發生！

名詞簡單說——

1 • CMD

Cubic Meter per Day (立方公尺 / 每天) 的縮寫，1 立方公尺等於 1,000 公升，而水的比重是 1，故 1 立方公尺等於 1,000 公斤或 1 公噸。淨化量 950CMD，即是每天可淨化 950 公噸的水。

2 • 分水井

作用在調節水量與水流，把經過沉砂處理的污水，分送至淨水處理單元。

3 • 生化需氧量 (BOD)

係指水中易受微生物分解的有機物質，在某特定時間及溫度下，被微生物的分解氧化作用所消耗的氧量。一般所稱的生化需氧量係以 20°C 培養 5 日後所測得的結果，記作 BOD₅。生化需氧量可表示水中生物可分解的有機物含量，間接也表示了水體受有機物污染的程度。

4 • 生物膜 (Biofilm)

生物膜是包覆在濾材或介質上 (以礫間淨化而言即是礫石)，由高度密集的好氧菌、厭氧菌、兼性菌、真菌、原生動物以及藻類等組成的小生態系統。生物膜自濾料向外可分為厭氧層、好氧層、附著水層、流動水層。生物膜處理污水的原理是：生物膜首先吸附「附著水層」內的有機物，由好氧層的好氧菌將其分解，再進入厭氧層進行厭氧分解，流動水層則將老化的生物膜沖掉，以生長新的生物膜，如此往復以達到淨化污水的目的。

5 • 在槽式淨化設施

直接將淨化設施建置於河道中，利用導水設施來控制進、出流水量。而在河川沿岸或離岸的範圍建置淨化設施，則稱為「離槽式」淨化設施，可以利用重力或動力引水方式進行取水處理。

6 • 低衝擊開發 (Low Impact Development, 簡稱 LID)

根據美國環保署的定義，LID 是在土地開發或整建時，盡可能利用與自然構造相似的設施設計，透過滲透、貯留及蒸發等功用，減少暴雨逕流量，減輕雨水下水道排水負荷，進而進行雨水管理，有效解決都市排水問題。

7. 前處理單元

一般污水處理現地設施之前處理單元，大致可分為攔污柵、沉砂池、除油設施，部分亦含有進流揚水井設施，揚水井中配置有揚水泵浦。

8. 重力流與壓力流

靠「重力」使水流動的情形就是「重力流」，大家常說「水往低處流」指的就是重力流，河川的流動也是重力流。靠「壓力」使水流動的情形就是「壓力流」，以抽水機（泵浦）將水抽送到使用處或處理設施中，就是常見的壓力流。

9. 氨氮（ $\text{NH}_3\text{-N}$ ）

代表含氮的有機物，主要由動物排泄、動植物屍體分解及化學藥品等化學反應而來，氨氮是水體受到污染的指標，其對水生生態環境的危害包括耗用水中溶氧、產生臭味、造成水體優養化以及對飲用水健康之負面效應等。

10. 跌水工法

在河道中適當地點建造之構造物，透過構造物或疊石的方式，製造河床垂直高低落差，當水流經過時能減緩水流速度、消耗水流的能量，減少水流對河床的掏刷，穩定河床的底質。另外，當水流經過跌水工法處，也可增加水與空氣接觸的機會，增加溶氧量。

11. 調勻池

污水進流水的質與量會隨著時間、季節變動。大多數污水處理設施對於各項污染都設計了一定的負荷範圍，若進流水質、水量變化太大，就可能會影響各處理單元應有的效能。調勻池（equalization tank）之設置，主要就是根據系統的負荷設定，調節污水進流條件（水量、水質），讓各處理單元負荷均一，以達最佳之處理效率，並達成放流水質的穩定。

12. 曝氣反沖洗

埋設有曝氣管的碟間淨化設施中，規劃了曝氣區與非曝氣區，非曝氣區是水中懸浮固體、剝落的生物膜及污泥沉降的區域。藉由曝氣反沖洗可剝離老化之生物膜，並由抽泥井以抽泥泵移除污泥；定期進行曝氣反沖洗作業是維持槽內氧化系統效率必要的措施。

13. 懸浮固體（SS）

指懸浮在水中的固體物質，包括不溶於水中的無機物、有機物及泥砂、黏土、微生物等。水中懸浮物含量是衡量水污染程度的指標之一。懸浮物是造成水渾濁的主要原因。水體中的有機懸浮物沉積後易厭氧發酵，使水質惡化。

延伸閱讀——

網站

- 1 永續公共工程入口網主題專區人工濕地
<http://eem.pcc.gov.tw/taxonomy/term/1421>
- 2 老街溪河川教育中心
<http://60.248.137.115/river/>
- 3 行政院環境保護署水質淨化現地處理網站
<http://ecological.epa.gov.tw/Taiwan.aspx?Num=01>
- 4 行政院環境保護署全國環境水質監測資訊網
<http://wq.epa.gov.tw/Code/?Languages=>
- 5 桃園市水環境保育網路平臺
http://web.tydep.gov.tw/04wwd/ty_water/index.html
- 6 新竹市環境教育永續資源網
<http://163.19.149.22/envi/index.aspx>
- 7 經濟部水利署水利規劃試驗所河川情勢調查資訊網站
<http://ics.wrap.gov.tw/icsweb/kriver.asp>
- 8 臺中市永續發展主題網
<http://ww2.epb.taichung.gov.tw/sust/index.asp>
- 9 **Low Impact Development (LID)- US EPA website**
<http://water.epa.gov/polwaste/green/>

書籍及報告書

- 1 水質自然淨化工程規劃設計課程講義
<http://ecological.epa.gov.tw/ClassRoom.aspx?Num=05>
- 2 水環境低衝擊開發設施操作手冊，2015，內政部營建署，ISBN 9789860461114。
- 3 行政院環保署，2008，建立礫間處理及人工濕地工程手冊計畫，專案計畫主持人：游進裕，計畫編號：EPA-97-U1G1-02-101。
- 4 陳宏銘，2015，環境微生物及生物處理，五南圖書出版股份有限公司。

期刊論文

- 1 方偉達，臺灣桃園市大料炭人工濕地，世界園林，No3.2015，P.36 ~ 41。



城鄉淨流

走讀 26 處河川水質淨化工程

出版者 行政院環境保護署
發行人 李應元
總策劃 葉俊宏
策劃執行 劉瑞祥、魏文宜、邱俊雄、林秀珠
編審委員 方偉達、洪慶宜、張尊國、魏文宜、劉耀仁（依姓氏筆劃排序）
地址 10042 臺北市中正區中華路一段 83 號
電話 02-23117722
網址 <http://www.epa.gov.tw>

編輯 台灣建築報導雜誌社
企劃總監 劉淑瑛
總編輯 呂慧穎
執行編輯 莊亦吏
採撰攝影 王威智、呂慧穎、柯霽婕、吳權文、梁玲萍、莊亦吏、張名榕、陳韋宏、楊懷智、劉淑瑛、賴秀美、鍾昆展、盧瑞瑤（依姓氏筆劃排序）
美術設計 萬亞霽
插畫 林佳瑩、吳建旺
空拍團隊 韋旭科技
地址 10668 臺北市大安區大安路二段 141 巷 21 號 2 樓之 1
電話 02-27548176
網址 <http://www.ta-mag.net>

出版日期 2016 年 11 月
定價 新臺幣 240 元
G P N 1010502190
展售處 國家書局／臺北市松江路 209 號 02-25180207
五南文化廣場／臺中市中山路 6 號 04-22260330

◎ 版權所有，翻印必究



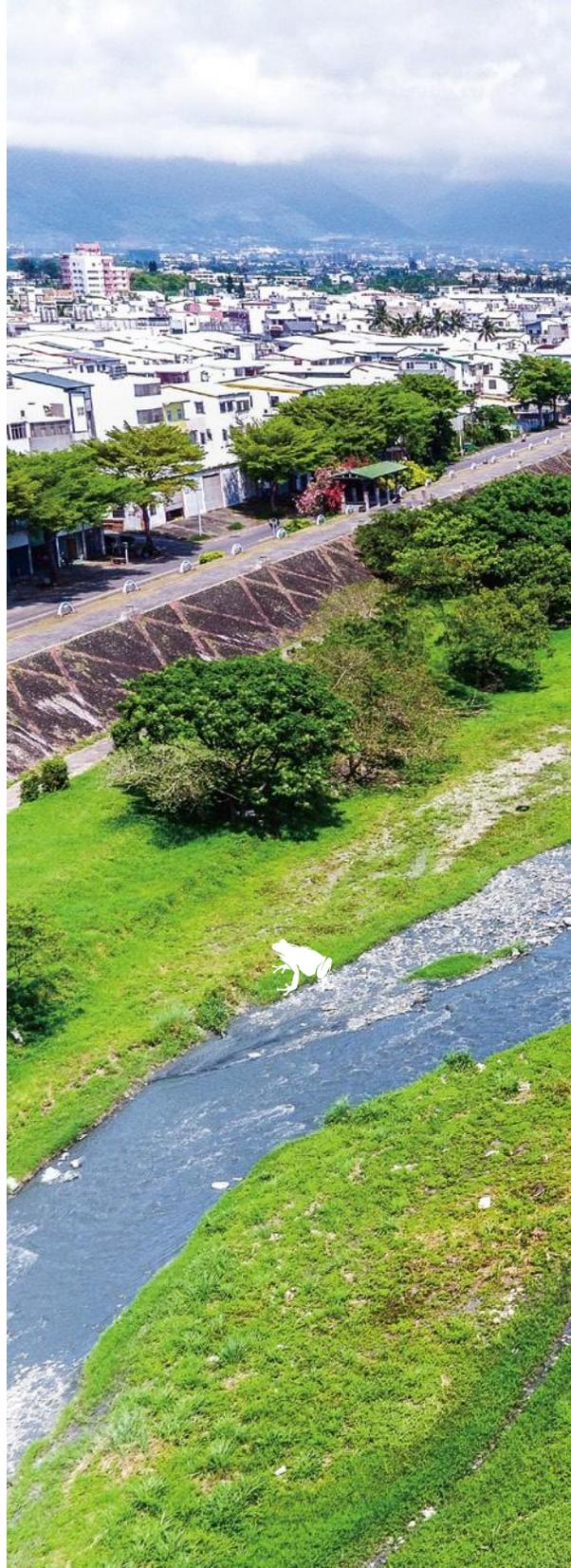
本書採用採用 FSC™ C0C 輪轉
(License code: FSC™ C018015)
紙類及大豆油墨印刷



城鄉淨流：走讀 26 處河川水質淨化工程 / 呂慧穎總編輯
-- 臺北市：環保署，2016.11
面；公分 ISBN 978-986-04-9066-4(平裝)
1. 河川工程 2. 水淨化 3. 個案研究 443.6 105011327







ISBN 978-986-04-9066-4

00240



行政院環境保護署編印