

第六章 水質淨化系統之規劃

主要工作內容為於本市牛稠溪(牛稠溪橋以上河段)及八掌溪(軍輝橋以上河段)，提出應用自然淨化處理系統之細部設計。因此以下在本章中，將針對水質淨化系統之規劃說明執行構想。

6.1 自然生態淨水系統之簡介

自然生態淨水系統河川水質改善方法包括有高灘地漫地流、濕地處理自然淨化法、水生植物處理、土壤處理地下滲濾法、礫間過濾法及接觸曝氣氧化渠法等水質淨化處理技術。其工法、處理原理及設計概念如下所述：

一、高灘地漫地流

1. 工法概述

高灘地漫地流淨化法，是將受污染河川之廢(污)水以機械方式抽取至高灘地上，讓廢(污)水形成薄層流水自高灘地較高一端流向集水水渠一端(如圖 6.1-1 及圖 6.1-2 所示)。

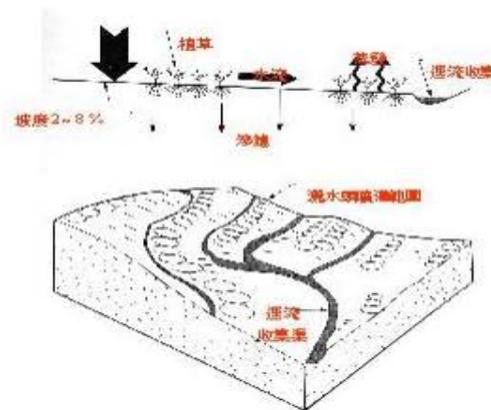


圖 6.1-1、高灘地漫流地處理示意圖



圖 6.1-2、高灘地漫流地相片

2.處理原理

高灘地漫流法是將廢污水利用抽水設備抽引至一經整理成坡度1~8%之斜面，用分水管將水流分散至高灘地斜面的上端，讓廢水在灘地上漫流。廢水漫流的過程中，污水中的污染物在土壤表面進行一連串的物理作用、化學作用和生物作用。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。

3.設計概念

國內外相關之文獻中所提及之土壤之滲透率在 15~50mm/hr 的場地適合高灘地漫地流法，其灘地之斜面坡度約在1~8%，而長度在30公尺至90公尺，坡面距離地下水水面在0.3~0.6公尺間，水力負荷約在3,000~4,000CMD/ha，操作之時間可採24小時連續施水或以施水/停止之間歇式循環操作，一般循環操作為日間操作8~12小時，停止操作之時間為12~16小時。

二、濕地處理自然淨化法

1.工法概述

將家庭生活污水引入天然或人工之濕地用以淨化廢(污)水之處理法稱為濕地處理自然淨化法。依 USEPA1988 年「Constructed Wetlands and Aquatic Plant Systems for Municipal Wastewater Treatment Design Manual」中提及人工濕地的形式可概分為自由水面系統及地下水流系統兩種。

C 自由水面系統(Free Water Surface Systems with Emergent Plants , FWS)：指地表下以天然、人工黏土或以防水材料來防止滲漏，用土壤或其他適用之填料作為支撐水生植物之底材，水流以淺層水深緩慢的流速經過底材表面(如圖 6.1-3 所示)。

C 地下水流系統(Subsurface Flow Systems with Emergent Plants , VSB)：指用不透水黏土或人工不透水材料所構築得溝渠或床，溝渠或床上之填料用以支撐水生植物，此系統進流端與出流端須有些許之斜度(1~3%)(如圖 6.1-4 所示)。



圖 6.1-3、濕地處理自然淨化法-自由水面系統示意圖

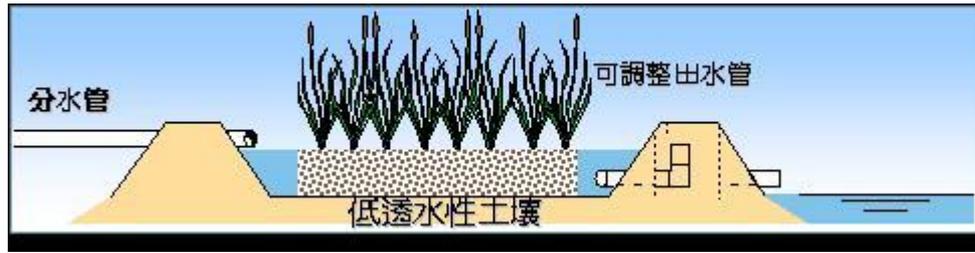


圖 6.1-4、濕地處理自然淨化法-地下水流系統示意圖

2.處理原理

廢(污)水在濕地中與土壤、微生物及植物之處理機制包含各種之物理性作用(過濾、沉澱及吸附作用)、化學性作用(氧化還原、化學沉澱、化學吸收、離子交換與錯合作用等反應)及生物性作用(微生物分解同化作用與植物吸收同化作用)，當廢(污)水流經濕地植物的根部，於土壤中藉由上述之機制將水中的各種污染物質去除或轉化以達到污染削減之目的。

3.設計概念

以土壤透率在 10^{-6} ~ 10^{-7} 壓實的砂黏土或泥黏土之土壤為佳，或者在透水性良好之場地以不透水材料作為阻隔污水滲入地下水之基材，一般之水利負荷為 $150\sim 500\text{m}^3/\text{ha-d}$ 。以 FWS 而言水利停留通常為 6~7 天，停留時間過長將導致厭氧，過短則無法提供污染物降解所需之時間，且可依水生植物的種類調整水深。

三、水生植物處理

水生植物處理系統與溼地處理系統之觀念較為相似，唯此系統是選用如浮萍 (Duckweed) 或水中風信子 (Water Haycinth) 等浮生植物佈放於池塘中，利用此等植物可吸收污染中之氮及磷，若配合控制適當之曝氣及攪拌條件，可以非常經濟有效地達到水質淨化功能。此處理系統之採用應考慮選擇水深 0.5m 至 1.8m 之湖泊或水池較為適合。圖 6.1-5 為水生植物處理系統示意圖。

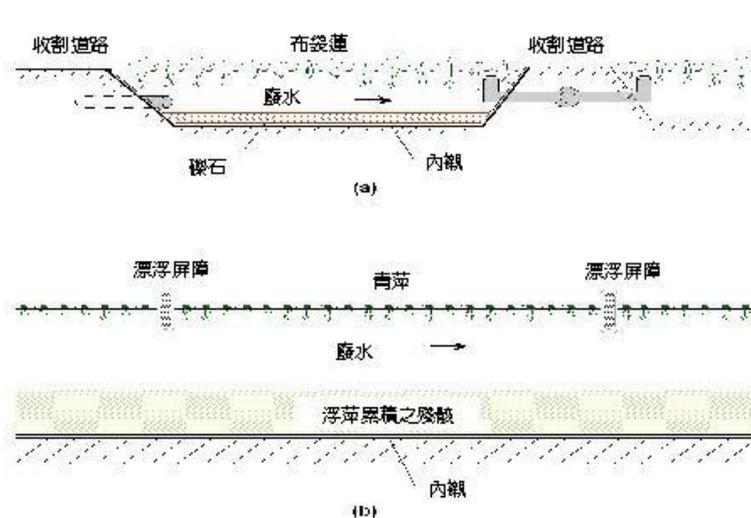


圖 6.1-5、水生植物處理系統

四、土壤處理地下滲濾法

1.工法概述

將廢(污)水施灌於土壤上，藉由植物的吸收作用及滲透入土壤過程中所發生之各項機制來達到水質淨化的功效。

2.處理原理

廢水進入系統中，污染物質一部份蒸發逸散、一部份被植物所吸收而其他則在滲入土壤中過程中，因過濾、吸附及生物作用等機制而移除(如圖 6.1-6 所示)。

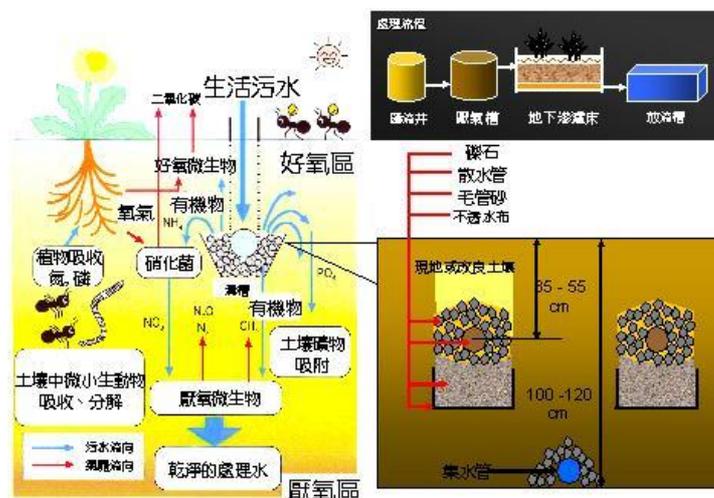


圖 6.1-6、土壤處理地下滲濾法-處理原理示意圖

3.設計概念

一般而言土壤滲濾法分為兩種：

◎漫速滲濾系統—此系統具植被土壤滲漏速度較低，因其負荷較低故所需土地較大，期操作為作 1 天停 6 天之週期。

◎快速滲濾系統—此系統之土壤滲漏速度較高，所處理之廢(污)水大部分最終皆滲入地下水層，其處理過的廢(污)水中之有機物及懸浮固體大部分可被去除，期操作為作 1~2 天停 1~14 天之週期。

五、礫間氧化法

1. 工法概述

依據於民國 91 年 11 月台灣水環境再生協會所完成之「水質自淨技術文件回顧研發計畫」中，所提及之礫間氧化法為在河川排水路填充礫石或人工濾材，使濾材面形成生物膜以提昇淨化廢(污)水之能力。圖 6.1-7 為日本礫間氧化法實驗設施實景。



相片來源：<http://www.pa.skr.mlit.go.jp/work/technology/tech-1.htm>

圖 6.1-7、日本礫間氧化法實驗設施實景

2. 處理原理

藉由濾材表面附著微生物所形成之生物膜，以吸附、吸收、沉降、氧化還原及代謝等作用，達到淨化水質之功效。圖 6.1-8 為礫間氧化法示意圖

圖 6.1-8、礫間氧化法示意圖

3.設計概念

於排水路內鋪設每 1m³ 的礫石提供 100m² 的表面積，一般採用直徑約為 5~15cm，深度為 1~2m 的礫石層，保持表面水流深度約在 10cm 左右。此方法引水多以重力為主，填充之濾材一般以天然礫材，也可採用塑膠濾材以增加淨化效果，若廢(污)水污染濃度在 BOD₅ > mg/L 時，需加以適量曝氣來提昇效率。

六、自然淨化曝氣氧化渠法

1.工法概述

自然淨化曝氣氧化渠法，一般指將廢(污)水裝置接觸濾材或曝氣設施之人工渠道，用以增加溶氧及提供大表面積使附著之微生物生長成生物膜，而達到自然淨化之目的。

2.處理原理

以接觸濾材附著微生物生長成為生物膜，同時增加溶氧量提供微生物使用，促使自然淨化之各種反應的能力與傳輸速率之提昇。圖 6.1-9 為生物濾床曝氣氧化法示意圖。

3.設計概念

一般設計上流速為 1~5cm/s，水深視所使用之濾材而定，繩狀濾材以 10cm 以下為宜，波浪型接觸材以 30cm 左右較適合。較見使用之濾材有浪板、蜂巢板、繩狀濾材、網狀濾材及浮球等。

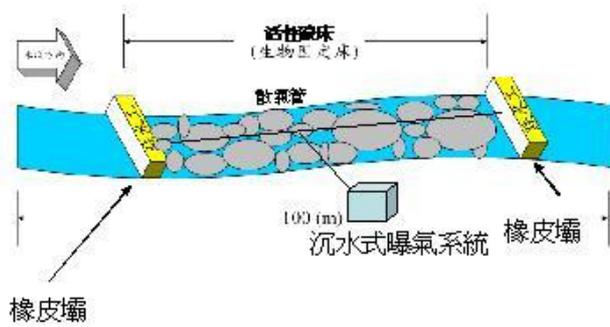


圖 6.1-9、生物濾床曝氣氧化法示意圖

4.工法優缺點

優點：

- 丨 處理效果較穩定。
- 丨 污染物去除率高。

缺點：

- 丨 直接設置於河道中，可能影響河川之排水及防洪功能。
- 丨 建造及操作維護費較高。

七、自然淨化工法總評

針對流域內尚未有污水下水道設置區域建議施行，這些區域多為零散分佈之村落，且集水區內大都為山坡地，平地不足，較難建構較大之污水處理設施。此外住戶分佈零散，若大範圍設置管線收集污水，較不具經濟效益，且較難完全以重力方式收集，設置壓力方式長距離輸送污水，則日後亦有維修分面之問題。由以上各種自然淨化工法各地區比較如表 6.1-1 所示。

表 6.1-1 各地區相關自然處理系統比較

地區	方法	備考
美國	土壤吸收	效率高。幾乎完全硝化
	濕地及水生處理	可處理高濃度污染,甚至重金屬
	土地處理	與滴濾池及固定生物膜類似
日本	溝渠法	截留污染物。迅速分解
	串聯式土壤處理	結合傳統處理設施之多種組合
大陸	土地處理	適用於大規模
	濕地及土壤吸收	著重小污染量
台灣	高灘地漫地流	去除率 40~60% (成大。民 85 年)
	土壤處理	多屬研究階段。缺乏模廠驗證

6.2 國內、外相關文獻資料蒐集分析

已調查及蒐集國內、外污水削減管理，淨化系統設置之文獻及案例，針對國外（美國、日本、中國大陸地區、韓國及法國）與國內蒐集其技術文件及應用案例，和環保署應用現況，並彙整及說明。

6.2.1 國內、外相關文獻說明

一、國外應用經驗彙整及說明

以生態淨水系統處理生活污水在國外行之有年，因其有低建造、低操作維護成本之特性，已廣泛應用於鄉村型社區，茲分述美國、日本、中國大陸地區、韓國及法國之應用經驗如后：

(一)美國

美國自 80 年代就開始應用生態淨水系統處理污水，根據美國水環境協會(WEF)之統計，美國境內採生態淨水處理之設施超過萬座以上，統計結果詳表 6.2.1-1，包括地下滲濾、土地利用及濕地處理等，其處理成效如表 6.2.1-2、美國人工濕地處理成效表所示。

表 6.2.1-1、美國境內各類自然淨化處理之數量

處理型式	處理數量
地下滲濾	20,900,000 ^a (Reneau et al., 1986)
土地利用	1,225 (U.S.EPA, 1981)
氧化塘	7,607 (WPCF, 1989)
水生植物	20 (U.S.EPA, 1988)
人工濕地	140 (Reed, 1991)

a. 單一住戶。

b. 資料來源：WEF MOP 8 “Design of Municipal Wastewater Treatment Plant”。

表 6.2.1-2、美國人工濕地處理成效表

濕地所在地	濕地型態	放流濃度					
		BOD	SS	NH ₃	NO ₃	總氮	總磷
Listower, Ont.	明渠	10	8	6	0.2	8.9	0.6*
Arcata, Calif.	明渠	<20	<8	<10	0.7	11.6	6.1
Santee, Calif.	礫石填充式渠道 (Gravel-filled Channels)	<30	<8	<5	<0.2	-	-
Vermontille, Mich.	滲流盆地式 (Seepage Basin)	-	-	2	1.2	6.2	2.1

註*：污染源先以氧化鋁處理再導至濕地

參考資料：George Tchobanoglous, et al; Wastewater Engineering Treatment, Disposal, and Reuse; McGraw-Hill, Inc.

美國曾在馬利蘭州的 Homewood 運河應用人工曝氣法；

Homewood 運河是 Whitehall 河的支流，Whitehall 河最後注入 Chesapeake 灣，Homewood 運河長約 540 公尺，原有深度約 1.8 公尺，20 年前水中常可發現魚類、螃蟹等水生生物，但隨著時間過去，河中有機污染物累積和其他沈澱物沈積，水深變淺，只剩下 0.9~1.1 公尺，1988 年夏天，7 月中旬，河水外觀變成非常黃，紅褐藻大量繁殖（mahogany algae bloom），水中散溢著臭味，並且持續達 6 週之久，使得水體無做為任何休閒用途，大部分水生生物皆死亡，此時水中溶氧只有 0.5ppm；當此現象發生，附近居民曾懷疑是否是河畔旁的淨化槽（化糞池 septic tank）洩漏導致水體水質惡化，但州政府官員調查，確定水質惡化的原因是累積在運河底部的有機物導致臭味和水體外觀不悅。其中的解決方法，以強制曝氣方式注入運河中，以達到兩項目的：

1. 增加水中溶氧
2. 使河水能循環至運河底部。

首先以氣泡散氣方式實驗，但成效不顯著；接著以表面螺旋曝氣機進行曝氣方式，增加水中溶氧和提供循環至河底動力，其裝置容量為 4 組螺旋槳葉曝氣機，每台馬力為 3HP，於運河面積為 540 公尺長、18 公尺寬、水深介於 1~1.5 公尺，所有設備於 1989 年 7 月底完成裝設並啟動，經過一個月的曝氣，水體沒有臭味發生，另外水中能夠發現魚、蟹、龜等水生生物，量測水中溶氧可接近 80%飽和溶氧，比較沒有曝氣的運河（約 1,500 公尺之外）河段，臭味問題依然存在。

(二)日本

接觸曝氣法將廢(污)水裝置接觸濾材或曝氣設施之人工渠道，用以增加溶氧及提供大表面積使附著之微生物生長成生物膜，而達到自然淨化之目的接觸曝氣法。日本為改善千田川排水路之水質，採用繩狀接觸濾材處理水質；圖為繩狀接觸濾材原始圖及其構造和繩狀接觸濾材置於污水處理情形，其中各污染物平均去除率可由下表看出，BOD 達 25%、COD 達 16%、SS 達 32%、T-N 達 23%、T-P 達 16%，處理成效不差。

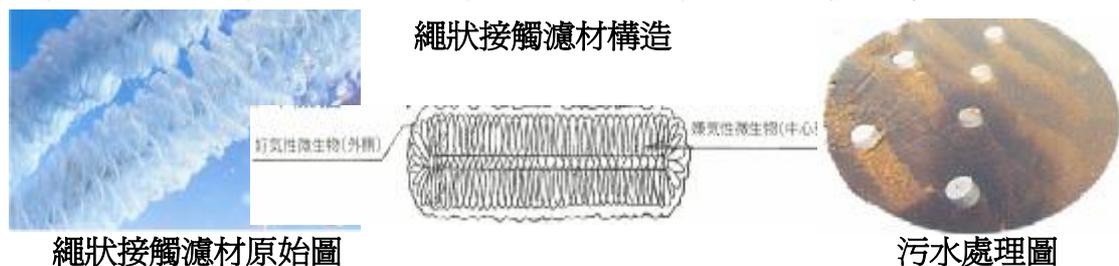


圖 6.2.1-1、繩狀接觸濾材介紹圖

表 6.2.1-3、日本千田川排水路應用接觸濾材處理效能

千田川排水路 水質調查結果															
調查回次	設置後第1回'93 6/22			設置後第2回'93 9/8			設置後第3回'94 2/3			設置後第4回'95 6/9			平均		
位置	上流	下流	除去率	上流	下流	除去率	上流	下流	除去率	上流	下流	除去率	上流	下流	除去率
項目 時刻	14:43	14:53		7:15	7:55		15:10	15:23		9:53	10:10				
水溫(°C)	24.5	24.6		21.8	21.8		6.4	6.1		20.8	20.8				
Ph	7.3	7.1		6.8	6.7		7.1	7.1		7.1	7		7.1	7	
DO(mg/l)	6.6	5.5		6.8	6		4.5	3.1		4.1	3.6		5.5	4.6	
BOD(mg/l)	8.1	5.2	36%	2.8	1.5	46%	6.2	5.5	11%	5.7	4.8	16%	5.7	4.3	25%
COD(mg/l)	10.8	8.1	25%	7.5	5.1	32%	8.8	8.2	7%	10	9.8	2%	9.3	7.8	16%
SS(mg/l)	8	6	25%	12	7	42%	19	16	16%	13	6	54%	13	8.8	32%
T-N(mg/l)	5.4	4.7	13%	2.2	1	55%	4.7	4.5	4%	4.5	4	11%	4.7	3.6	23%
T-P(mg/l)	0.3	0.23	23%	0.28	0.18	36%	0.27	0.25	7%	0.39	0.38	3%	0.31	0.26	16%
流速(cm/s)	5.1			1.3			3.9			2.8			3.3		
滯留時間	約10分			約41分			約13分			約18分			約21分		
流量(m ³ /日)	10,368			2,328			6,720			6,610			6,507		

土地處理方法之慢滲、快滲及地表漫流等方法因地理之限制，在日本還未達到實用階段，唯日本對地下滲濾系統十分重視，其原因主要係此種方法不佔用大量土地，也不會污染空氣，適用於處理居民及小廠礦區所產生之污水且處理水可應用於城市綠地之灌溉，日本稱這種處理系統為污水的土壤式處理技術。人工溼地之應用場址則多以改良之 VSB 式為主，日本稱之「礫間處理法」，與傳統 VSB 式不同之處為礫石床底部埋設曝氣管，增加反應效率應用場址有關東地區之多摩川流域等。表 6.2.1-4 礫間處理法之處理效能。

表 6.2.1-4、日本多摩川流域各支流礫間處理場址處理效能

場址位置	處理水量 (CMS)	礫石槽面積 (m ²)	處理水質(mg/L)				去除率(%)	
			入流水		放流水		BOD	SS
			BOD	SS	BOD	SS		
野川	1	13,600	13	16	3.25	2.4	75	85
平瀨川	1.8	28,800	20	20	5.0	3.0	75	85
谷地川	1.5	20,700	10	18	2.5	3.0	75	85
根川	0.9	9,700	11	20	2.8	3.0	75	85

日本環境整備教育中心調查研究部長大森英昭曾對地下滲濾作一定義，其定義為：土壤式處理技術是污水處理方法中的一種方法；它不依靠各種附帶裝置也可以容易地處理難以處理的污染物質，是一種高效率之處理方法。土壤處理法的設施管理費用低；一般污水處理設施，其維護管理經費，以電費及污泥處理費用之比例最大。而土壤處理法對動力、能源上耗費微乎其微，是一種低維護費用之處理方法。土壤式處理技術可再次利用污水資源；利用土壤淨化污水及處理污水之同時，污水

中各種物質通過土壤自然處理後可再次利用，如果有計畫地實施此技術對水資源補給實為一大助益。

(三) 中國大陸地區

大陸在土地處理之應用於近二十年開始，並已有多個應用範例，其中用在土壤地下滲濾之應用實例包括溫洲、貴陽、山東及遼寧等地區之污染整治，詳如表 6.2.1-5。貴陽之土壤處理係由大陸中國科學院與日本國立環境研究所(NEIS)技術交流，所使用之流程與日本原來之流程大致相同，惟其土壤滲水性不佳，且機質貧乏不利初始之生物培養，而需進行土壤改良。其他如浙江溫洲雁蕩山朝陽山莊、遼寧瀋陽市遼河油田職工宿舍及瀋陽大學學生宿舍等之生活污水處理都採用同一處理流程且依處理水質標準要求之不同，而採一段或二段式，其處理容量由 50~320CMD 不等

表 6.2.1-5、大陸地區土壤地下滲濾之應用實例

地區點	處理容量	完工時間	原水水質	處理水質	面積需求	用途
貴陽市洪峰水庫 水上運動中心	30CMD (120 人)	2001/4	BOD 81~124mg/L	BOD <6mg/L	450m ² (二段除 氮)	澆園
			油脂 200~300mg/L	TP <0.3mg/L		
			NT 22~37mg/L	NO ₃ -N <12mg/L		
			TP 2.2~3.2mg/L	TN 7~12mg/L		
浙江省溫州雁蕩山 朝陽山莊，雁蕩山 自來水場上游	200CMD (400 個房 間)	2001/9	BOD 88mg/L	BOD < 4.5mg/L	1,670m ² (單段)	60~70%中水 回收，做澆灌 及洗車
			TN 29mg/L	TP <0.2mg/L		
			TP 2.6mg/L	7mg/L		
山東淄博 (員工宿舍)	20CMD	20017	BOD ≐ 200mg/L	BOD <5mg/L	450m ² (二段除 氮)	排放於白溪
			TN 30~40mg/L	TP <0.2mg/L		
			TP 3~4mg/L	TN 6~7mg/L		
遼寧瀋陽市遼河 油田職工宿舍	320CMD (約 2,200 人)	1996/10	BOD ≐ 23-84mg/L	BOD 0.5~1.7mg/L	2,880m ² (一段)	鍋爐用水(冬 天)春夏秋作 為灌溉用水
			NH ₃ -N 14~28mg/L	TP <0.1mg/L		
			TP 1.6~ 4.6mg/L	TN 0.6~3mg/L		
瀋陽工業大學 學生宿舍	50CMD	1992 年	BOD 108~228mg/L	BOD 6.3~21mg/L	1,200m ² (一段)	作為沖廁
			NH ₃ -N 54~71mg/L	NH ₃ -N7~8.9mg/L		
			SS 82~137mg/L	SS21~29mg/L		

1990 年 9 月北京亞運，中國北京政府接受美商 Aire-O2 的贊助，於亞運周圍清河河道安裝 6 套 Aire-O2 曝氣機，用以提昇河中溶氧，消除臭味。重慶市政府利用表面曝氣機來增加桃花溪的溶氧，以去除嚴重污染河段的發臭問題，重慶市政府安裝一組 3HP 的表面曝氣機，一個星期後，臭味問題得到緩和，水體外觀較未曝氣明顯改善。上海長家浜河長 18.4 公里，為黃埔江的主要支流，穿越陸家嘴上海金融區，但

嚴重遭受污染，由於水體中含有過量的營養鹽（氮和磷），但溫度升高導致藻類大量繁殖而發生優養化現象；其解決方法仍結合曝氣船和生物處理方式，以去除藻類、氮磷和有機物；採用程序包括(1)去除藻類(2)接觸氧化(3)曝氣三個程序，而多功能曝氣船期望能一併解決水體外觀、臭味和藻類的問題，2001 年的水體水質已能符合環境水體水質標準等級IV和等級V的要求。

(四)韓國

Suyong 河口位於釜山港附近，1986 年亞運期間，此河段做為遊艇比賽水域，但由於水體遭污染，而尋求水質改善方法。1986 年 8 月 9 日至 10 月 5 日，Suyong 河共設置 9 組 100HP 的螺旋表面曝氣機，操作期間曾於 8 月 28 日至 8 月 31 日因颱風停止操作，韓國釜山公共衛生所（The Public Health Institute of Pusan）有採集水樣進行化驗分析，取樣分析項目包括 COD、SS、DO 和透視度，取樣時間從 1986 年 8 月 1 日至 9 月 30 日，分析結果顯示：

- 1.COD 隨著時間而變化，而且曝氣後下游測點 COD 明顯降低，另外漲潮水質較退潮為佳。
- 2.DO 亦有顯著的改善，研究者發現高 DO 值是因為港中綠色水生植物光合作用產生的副產物氧氣所導致的結果。
- 3.經曝氣處理後透視度可大幅改善。

從上述說明可知，釜山公共衛生所對 Suyong 河中曝氣成果持正面、有效的意見。

(五)法國

Fourmies 位於巴黎東北方約 102 公里，為一人口 20,000 人的小鎮，位於 Helpe Mineure 河畔，Fourmies 鎮的主要工商業為紡織業、玻璃裝瓶業、電腦零件業、座椅皮革業及一些小型商業活動，如餐廳、商店、酒吧旅館。由於 Fourmies 將污水排入 Helpe Mineure 河中，污水中的 COD 及氮氮導致河中溶氧降低，造成 Helpe Mineure 河下游 43 公里河段無法符合河川分類水體水質標準。

1974 年開始，地方當局開始河流復原整治（restore）工作，整治工作包括一連串的行動：

- 1.嚴禁污水直接排入河中

- 2.提昇暴雨逕流水質
- 3.擴建下水道系統
- 4.提昇污水處理廠放流水水質

即採行傳統水質環境管理方式進行整治工作。當上述行動在 1990 年陸續完成，但河中水體水質仍無法達到 I B 標準，在枯水期時，水體水質只能達到 III 或 IV 等級，在豐水期水體水質能達到 II 或 III 等級。

表 6.2.1-6、法國河川水體分類用途

等級	河川水體用途
I	經簡單處理可做為自來水、食品業用水、動物用水、游泳及沐浴
II	灌溉、工業用水、處理後做為自來水、動物飲用水及休閒遊憩
III	灌溉、洗車、航運、冷卻水和水產養殖
IV	不建議做為任何用途

1990 年研究指出，Helle Mineure River 流經 Fourmies 鎮後的河水溶氧仍然偏低，其原因為附近村莊數個點源和非點源污染排入河中，COD 和氨氮消耗了河中的溶氧。

為了解決此一問題，地方當局以再曝氣(reoxygenate)介於 fourmies 和 Rocquigny 的河段；但枯水期中，河水非常淺，只有約 50 公分水深，淺到無法直接曝氣，所以將河水引至停留池 (retention pond)，在池中予以曝氣後，再導流回河中。停留池設計為考量最大流量時能夠有 5.5 小時停留時間，採用細氣泡散氣盤方式提供傳氧方式，約能提昇溶氧至 50% 的飽和溶氧效果，但 COD 和氨氮在停留池沒有明顯降低，但導入回流河中後，COD 和氨氮仍有足夠的溶氧供分解，使水質不致於太惡劣。

停留池面積約 7,000 平方公尺，水深最深達 3 公尺，河中上游建有攔水壩和水位控制堰，河水將被分流及導入停留池，當洪水來時，洪水將直接流往下游。

停留池底部佈設 64 組陶瓷 (ceramic) 細散氣盤，但沒有散氣盤佈設在靠近停留池接近出口區域，以提供部份空間做為沈降區 (settling zone)，沈降區安裝迴流泵，以最大抽水量為 100 l/sec 迴流至停留池接近進流區，迴流量視河水水質做調整。並在停留池進流和出流口設置水質監測設備，另在河中上、下游亦設置監測點，做為操作參考依據，

曝氣系統於 1992 年 1 月 27 日開始啟動操作。

1990 年完成各種污染減量整治措施，Helpe Mineure River 在枯水期河川水質仍為 III、VI 等級，雨季時河川水質可為 II 等級；而曝氣系統是設計以改善 DO、COD 和氨氮水質項目。1992 年 9 月，曝氣系統啟動 8 個月後，無論是枯水期或豐水，河川水質以達到 I B 等級，原來 43 公里不合標準河段水質獲得明顯改善。

此計畫結論如下：

1. 河水中及停留池中出現魚類和水生生物。
2. 枯水期，河中溶氧從原本 20%飽和溶氧提昇至 70%飽和溶氧。
3. 河中兩岸居民輿論一致認為，曝氣系統啟動後，河中沒有臭味而下游水體外觀乾淨許多。
4. COD、TKN 和氨氮在停留池無明顯去除效果，但下游 43 公里河段之上、下游比較，去除效果較明顯。
5. 河川水體水質，在枯水期間由等級 III 或 IV 提昇至等級 I B。在 1993 年 5 月，Furmies 鎮和 Wignehies 鎮共同獲得“Prix de L'Environment”和“L'Echarpe Bleue”兩個法國最高榮譽環境獎，以褒揚對 Helpe Mineure 河水質改善工作的努力。

二、國內應用經驗彙整及說明

國內在生態淨水方面屬剛起步階段，且過去在生態淨水方面，皆以河床高灘地進行漫地流削減非點源污染為主，且多屬研究階段。近年在推動環保示範社區活動下，許多鄉村型社區皆有人工濕地及生態湖之水生處理系統。

(一)地表漫流

國內近年典型之土壤研究計畫為『生態淨水的功能之強化－河川高灘地漫流處理法之研究』，由省環保處委託國立成功大學進行河川高灘地土壤處理漫地流處理法之研究，並於鹽水溪大洲排水河床高灘地進行試驗。另外，嘉義市環境保護局為改善朴子溪水質而辦理『朴子溪高灘地漫流、垃圾攔截網設置工程規劃設計及監造技術服務工作』，本節將摘述上述兩個高灘地漫流之計畫內容如后：

1. 設計準則

(1)坡度：0.5%至 1%

一般漫地流處理場的坡度，若採建議值 1~8%，流速會太快，廢水停留在土壤表面的時間太短。朴子溪高灘地漫流設計及鹽水溪高灘地的實驗場皆採用 1%，而鹽水溪之實驗結果其水力負荷大時仍覺得流速太快，建議 0.5%至 1%較適合。

(2)水力負荷此項準則因排水而異

鹽水溪高灘地實驗結果顯示負荷超過 1,500 CMD/ha，明顯影響去除效果；但超過 2,000 CMD/ha 至 4,000 CMD/ha，負荷對去除效果的影響很小。因此建議採用高負荷 3,000 CMD/ha 至 4,000 CMD/ha 以減少用地面積。朴子溪高灘地漫流水力負荷設計值採用 1,000 CMD/ha。

(3)單位寬度施灌量

一般排水處理所需的高灘地面積常達數公頃。鹽水溪高灘地建議每個單位長以 50 公尺為宜，寬以 5 公尺為宜，單位寬度施灌量為 15 CMD/m。朴子溪高灘地漫流單位寬度施灌量設計值採用 7.0 CMD/m。

2.進流及處理水質

朴子溪高灘地漫流計畫預估之進流水質 BOD 平均濃度 16.4mg/L，有機負荷 0.2kg/m²·day，氨氮平均濃度 5.74mg/L。而鹽水溪高灘地漫流實驗結果如下說明：

- (1)大洲排水在枯水期之水質很差，水呈褐色，厭氧狀態，BOD 平均濃度為 76mg/L，標準差為 53mg/L。COD 平均濃度為 186mg/L。平均氨氮濃度為 9.5mg/L，標準差為 3.4mg/L，透明度平均為 13 公分，標準差為 3 公分。
- (2)水力負荷在 1,180cmd/ha (即 11.8cmd/ha) 時，BOD 去除率在 80% 以上，COD 接近 70%。水力負荷增加到 2,000cmd/ha 時，BOD 及 COD 去除效果降低至各為 50%及 40%，超過 2,000cmd/ha 以上至 4,000cmd/ha 時，水力負荷對 BOD 與 COD 去除率的去除效果影響較小，且去除效率約為 40%。
- (3)在各種不同水力負荷下，氨氮和總氮的去除率大約在 30~60%間。
- (4)在各種不同的負荷下，處理水的透明度約可增加一倍，對承受河水的清澈度有很大的幫助。

(二)水生處理系統

1. 台南縣仁德鄉二仁社區—人工濕地

社區廢、污水來源為家庭污水及養殖業廢水，部分廢、污水經灌排渠道入二仁溪，惟該區灌溉渠道不再使用且農田為廢耕之農地，造成廢水漫流於田地內蚊蠅滋生影響社區景觀。二仁社區景觀如圖 6.2.1-2 所示，90 年社區發展協會結合嘉南藥理科技大學環工系完成第一期人工濕地構築。



圖 6.2.1-2、二仁社區人工溪地景觀規劃示意圖

該人工濕地以該區現有挺水植物及其他水生植物配合「自由表面流動式」（如圖 6.2.1-3），再將處理過之水導入農地作為灌溉用水。其成效不但可整治附近污水漫流農田之功能，亦可使廢耕之農田因有優質灌溉水而復耕，在配合現地之浮水植物生態保護而發展農業觀光（如圖 6.2.1-4）。



圖 6.2.1-3、二仁社區人工濕地系統示意圖

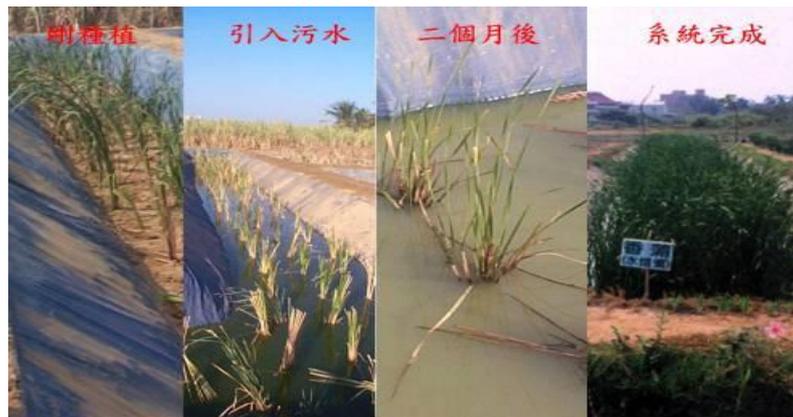


圖 6.2.1-4、二仁社區人工濕地系統建置情況

2. 台南縣鹽水鎮—人工濕地

台南縣鹽水鎮鎮中心之污水處理方式為典型之鄉村型社區處理模式，由於社區處理水量較小(300 CMD)，結合生態淨水處理所需處理面積不會太大，且可低污泥清運費、機械維修費、操作費、藥品費即可達三級處理效果。其處理流程為收集池→調勻池→生物處理池→生態淨水池。

(三)接觸曝氣系統

1. 後勁地區水源改善-澄清湖、鳳山水庫水質暨底泥改善計劃

該計畫是使用「噴器增值有用微生物工法」，以實驗改進澄清湖與鳳山水庫水質及底泥。此法係利用自動控制系統，以控制調整曝氣強度及曝氣時間。並應用生態轉移技術亦即生物學反應設施，改善膠狀黑色腐泥之物性，且輔以適當正確之處理時間及曝氣量，澄清湖淨化計劃採用連續不斷計測氧化塘內部時刻變化之生態反應情形，依據電腦顯示之波形資訊，隨時自動控制/調整曝氣強度及曝氣時間，計測值、控制/調整之經過及結果，亦均由電腦記憶（錄）並進行機能的解析。並將電腦資料回報顯示於管理中心顯示字幕而利監視/遙控。

2. 鳳山水庫水質改善規劃

鳳山水庫是一座離槽水庫，蓄水大部份抽自東港溪地面水，由於東港溪水受到嚴重有機廢水污染，致使得水庫內水質惡化。該計畫結果建

議採用日本空氣揚水筒法式或美國 Clean-Flo 散氣版曝氣法：

(1).日本空氣揚水筒法

該法於南側主貯水區設二組，取水口附近裝二組，因庫內水位以 WL.40~45m 時間較多，揚水管頂 EL.分別設在 34m、35m、36m、37m，庫內 WL.高於 40m 以上時，四組均予使用，如 WL.<40m，停用 EL.37m 一組。四組需要之空壓機同為 22kw，空壓機室建在取站之變壓室邊，面積約為 6m×9m，室內設置配電箱及 4 台空壓機及空氣管及 4 組濕式加藥機 (7201/H)，二只硫酸銅溶解槽，全部使用動力約 120HP。一般而言，一支揚水筒帶動之水波最大擴散圈可達 1~2 公里遠，因連續曝氣結果，將可使全水庫水達到上下循環混合之目的。

(2).美國 Clean Flo 散氣版曝氣法

Clean Flo 曝氣法兼顧氧化/循環之效果，設計具學理化，目前在美國已廣用於許多優養湖泊水庫之水質改善 (包括遊憩活動水域、養魚池、飲用水源水庫)，成果曾經美國內政部、南佛州大學及不少環保單位測試肯定。

該規劃案建議於庫底裝 12''×12''×13/8'' 細孔散氣版 320 塊以上，全部安裝於庫內 EL.35m 以下部份。空壓機用 Clean-Flo 4p7800 型廠製型，每組含 4 台 0.75Hp 空壓機，供應 8 塊散氣版，外殼為耐候 Fiberglass，每組重約 25g，全部設 40 組。由於散氣版多，為避免空氣管拉線過長，岸上分二處空壓機站(屋外型)，每處裝設 20 組空壓機及屋外配電箱，每組空壓機動力為 4×0.75HP，合計 120HP，使用 1 ϕ 220V60Hz 電源供電。未來散氣版運轉亦視水庫水位高低而調整，若 WL.<40m 部分裝於 EL 35m 以上之散氣版可停用。夏季要加藥(CuSO₄)時，採人工乘船撒佈。

以上二法都以低動力設備使庫水循環，對水質改善是漸進的，初具成果可能要等數月至半年。

3.澄清湖水質改善曝氣工程

該計畫之水質改善目標，是在要求澄清湖能於短期間內達到湖底溶氧高於 4.0mg/l 及 ORP 無負值，同時亦要求整個改善計畫務必發揮最高經濟效益，並於短時間內使水中綠藻獲得有效控制及清除水中臭味。

該計畫專案小在實際分析澄清湖地形與水流狀況後，建議加一道導流牆(Floating baffle or flow-deflection curtain wall)，再配合擴散設備(Diffusers)之適當按裝，可使整座水庫發揮最大滯留功效，同時由湖底曝氣所獲之溶氧亦可延伸到湖體中每個角落，提升溶氧與 ORP。只要曝氣擴散設備上加以適當選擇與配置，將可使平坦之湖底水逐漸以水平方向往擴散設備邁進，並不斷地以氣提(Air Lift)方式被抽取到水面。因此湖底低值 ORP 之湖水將可迅速地被抽出及讓湖面水取代，故其所含之溶氧與 ORP 值當可迅速獲得改善。為了符合以上設計功能需求，並促進工程經濟效益，乃採用 168 個 Diffusers，分為七組(Stations)，每一組含一個壓縮空氣站，所需空氣再由一座 25 馬力之螺旋式空壓機來供應。

4. 基隆市田寮河污水處理設施規劃設計

該計畫工程為配合政府經費預算之擬定，乃採取分式施工，係以田寮河各橋樑之間距為各段曝氣設置配置，並採固定式水底曝氣系統，以克服田寮河起伏之水位。該工程計有 9 組曝氣系統，每一組曝氣系統之主要單元含：鼓風機、配氣管線、與散氣設備，設計時即以所需空氣量作為設計基準，而其空氣量要求以去除全部非點源之 BOD 並完成 100% 之硝化作用為基準。

為了維持河川溶氧濃度在 4.5mg/l 以上，故採用細氣泡散氣管系統，且假設其在水中溶氧傳送效率為 10.4%，曝氣管浸水平均深度 2 米，所需空氣量約為 52.74Nm³/min。此外，該計畫安裝 160 支細氣泡散氣管的曝氣系統和一組 2 台魯式鼓風機於每個曝氣段，其中每一台鼓風機約為 50 馬力。由於魯式鼓風機操作穩定，故障率低，適合 24 小時全天候操作，每一區段只須由兩台 50 馬力左右的鼓風機並聯使用即可。另外，備有一台備用馬達，以因應鼓風機故障時換裝。損壞馬達可送修再作備用，這樣可節省不必要之花費。而輸送系統由主閥門與各分支管配氣閥所控制，以確使空氣能均勻地輸送到各組曝氣設備之中。

6.2.2、環保署應用現況

91 年度為河川污染整治年，環保署積極辦理淡水河系等 13 條重點河川污染整治，全國河川水質已逐漸改善，50 條主要河川中，輕度污染或未(稍)受污染河段，由 90 年之 61.6%提升為 91 年之 62.4%，計增加約 23 公里。重點河川如朴子溪溶氧達成率由 52%提升至 71%；高屏溪生化需氧量達成率由 44%提升至 52%，顯示整治已有初步成效。

其中，環保署應用生態工法，選擇重點河川之適當河段，進行水體水質淨化處理、生態園設置及自然共生之堤坡及灘地綠化等工作，計於淡水河系等 8 條流域推廣，相關辦理情形說明如後。

一、水質淨化工程

河川污染之來源，主要包括事業廢水、畜牧廢水及生活污水等三大類，其中事業廢水畜牧廢水部分，業由環保單位加強稽查，此外，並建立社區水環境守望、協助組織河川巡守隊、鼓勵民眾檢舉、運用監視攝影執行預警稽查、推廣低染養豬技術等措施，全面削減污染量。

生活污水部分，環保署亦已協請內政部營建署加速污水下水道系統建設工作，包括重點河川之 20 處污水下水道系統。此外，環保署並於污水下水道未普及之支流排水，推廣以生態工法為基礎之水質淨化工程，以截流處理生活污水。

截至目前為主，環保署已於朴子溪、二仁溪、將軍溪等三流域完成五處水質淨化工程，其工法包括濕地、地表漫流、塊石護岸、接觸氧化法等，總計每年可削減生化需氧量(BOD)約 27 公噸。

除前開已完工之工程，環保署本年度並持續於淡水河系、南崁溪、烏溪、二仁溪、將軍溪、高屏溪等 6 流域推廣該項工作，今年年底將累計完成十五處水質淨化工程，其工法包括人工濕地、土壤處理、地下滲濾、接觸氧化法、礫間接觸法等，累計每年可削減生化需氧量(BOD)約六四二公噸，對於減緩河川水質之惡化，有相當之貢獻。此外，環保署本年度亦於北港河流域，辦理水質淨化工程之細部設計工作，預計將於爾後年度陸續推動。有關各年度水質淨化工程之推廣情形詳表 6.2.2-1~6.2.2-3 所示。

二、生態園

除利用前開水質淨化工程改善水體水質，為確保生物多樣性，促進水環境永續發展，環保署並於河川流域推動設置生態園，包括高低灘地生態園及學校生態教育園，茲說明如後。

(一)高低灘地生態園

高低灘地生態園主要係提供生物多元之棲地空間，並復育失衡之生態，截至目前為主，環保署已於朴子溪、將軍溪等 2 條流域，完成二處高低灘地生態園，面積計 5 公頃。

除前開已完工之工程，環保署 92 年度並持續於朴子河流域推廣該項工作，92 年底將累計完成六處高低灘地生態園，面積累計達 45 公頃。

(二)生態教育園

為促進水體永續經營，應注重環境教育。除前開之水質淨化工程及高低灘地生態園之設置，環保署推動生態教育園，建立生態教室，定期執行學生、社區居民及種子教師之生物技能養訓，使其了解生態工法，建立與自然共生共榮之觀念。目前於朴子溪、南崁溪、北港溪等三流域推廣。截至目前為主，環保署已於朴子河流域圓崇國小，建立一處生態教育園，頗獲好評。

除前開已完工之工程，環保署 92 年度並持續於南崁溪、朴子溪及北港溪等三流域推廣該項工作，預計年底將累計完成四處生態教育園，面積累計達 21 公頃。有關各年度生態園之推廣情形詳表 6.2.2-4~6.2.2-7 所示。

三、自然共生之堤坡及灘地綠化

台灣早期之河川水利整治並未考量水工結構物對生態棲地環境之影響，其低水護岸多以水泥構築，不當之設計不僅與自然景觀格格不入，阻斷人與河川親近之路，更因阻隔濕地間之生物廊道，衝擊河域生態。此外，都市型河川堤坡水泥化之結果，亦將加劇熱島效應。環保署於河川流域推動自然共生之綠化，包括堤坡與灘地，茲說明如後。

(一)堤坡

自然共生之堤坡綠化具連結藍帶及綠帶，維持生物遷移廊道之功能，並可調合視覺景觀，都市型河川之堤坡植生綠化並能減緩熱島效

應，截至目前為主，環保署計已於朴子溪、高屏溪等二流域完成三河段自然共生之堤坡綠化，河堤長度達五·六公里，其工法包括植生格網、木框格牆加植栽等。

除前開已完工之工程，環保署 92 年度並持續於朴子溪、高屏溪等二流域推廣該項工作，92 年底將累計完成四十三·一公里河段之堤坡綠化。

(二)灘地

自然共生之灘地綠化除可增加親水空間，並可減緩逕流量，減少污染物進入河川，降低非點源污染，此外，並可增加地下水源補助外。截至目前為主，環保署計已於高屏河流域完成五公頃自然共生之灘地綠化。

除前開已完工之工程，92 年度並持續於烏溪、高屏溪等二流域推廣該項工作，92 年底將累計完成一一八公頃自然共生之灘地綠化。此外，環保署本年度亦於北港河流域，辦理灘地綠化之規劃工作，預計將於爾後年度陸續推動。有關各年度自然共生之堤坡及灘地綠化之推廣情形詳表 6.2.2-8~6.2.2-6 所示。

表 6.2.2-1、環保署各年度水質淨化工程已完工之工程

流域名稱	執行年度	河段或地點	面積(公頃)	處理水量(CMD)	型態	污染削減量
朴子溪	91	竹崎	0.02	暴雨非點源逕流	非點源最佳管理措施：滲流溝	削減量(依年平均雨量本 BMP 可處理 65M ³ 水量)： SS：135.1 公斤\年 COD：14.6 公斤\年 TP：0.2 公斤\年
	91	中洋子	2	2,000	地表漫流	BOD 削減量：8.8 公噸\年 COD 削減量：11.0 公噸\年
二仁溪	91	支流三爺溪	0.13	500	接觸氧化法	BOD 削減量：5.5 公噸\年
	92	灣裡社區	0.5	50	濕地、塊石護岸	BOD 削減量：0.7 公噸\年
將軍溪	91	支流埤頭排水	0.04	250	接觸氧化法	BOD 削減量：11.9 公噸\年

表 6.2.2-2、水質淨化施工中之工程

流域名稱	執行年度	河段或地點	面積(公頃)	處理水量(CMD)	型態	污染削減量
淡水河系	92	支流大漢溪新海橋下低灘地	2	800	人工溼地	BOD 削減量：17.5 公噸\年
	92	支流大漢溪鶯歌岳崙營區	2	400	地下滲濾單體式	BOD 削減量：20.8 公噸\年
	92	支流瑪鍊溪萬里國小	0.9	30	地下滲濾單體式	BOD 削減量：1.5 公噸\年
南崁溪	92	民光東路河段	1	100	礫間接觸、溼地	BOD 削減量：4.7 公噸\年
	92	蘆竹鄉忠孝西橋上下游河段	1	300	人工濕地	BOD 削減量：6.6 公噸\年
烏溪	92	支流大里橋上游河段	11	500	人工溼地、草溝、草帶	BOD 削減量：25.6 公噸\年
二仁溪	92	大甲社區	0.18	100	地下滲濾單體式	BOD 削減量：2.0 公噸\年
	92	支流三爺溪	1	30,000	接觸氧化法	BOD 削減量：169.4 公噸\年
將軍溪	92	港尾社區	0.5	120	濕地	BOD 削減量：2.0 公噸\年
高屏溪	92	支流武洛溪	25	50,000	溼地	BOD 削減量：365.0 公噸\年

表 6.2.2-3、環保署各年度生態園已完工之工程

流域名稱	執行年度	河段或地點	面積(公頃)	型態
朴子溪	91	屯仔頭	3	人工溼地
將軍溪	91	將軍溪出海口	2	紅樹林整理

表 6.2.2-4、環保署各年度已完工生態教育園之工程

流域名稱	執行年度	河段或地點	面積(公頃)	型態
朴子溪	91	嘉義縣竹崎鄉圓崇國小生態園	0.7	浮遊植生

表 6.2.2-5、環保署各年度自然共生堤坡已完工之工程

流域名稱	執行年度	河段	河堤長度(公里)	型態
朴子溪	91	屯仔頭	1.5	植生格網
高屏溪	91	鹽埔、隘寮段	2.7	木框格牆加植栽、植生格網、草帶
	91	林園段	1.4	木框格牆加植栽、植生格網、草帶

表 6.2.2-6、環保署各年度灘地綠化已完工之工程

流域名稱	執行年度	河段或地點	面積(公頃)	型態
高屏溪	91	林園段	5	植生格網、草帶

6.3 設置地點之研選

一、地點設置點篩選原則

有關土壤處理技術的施行地點的選擇，參考「河川高灘地漫流處理法應用條件與實施地點之研究」及美國 EPA「都市污水土壤處理手冊」，建議自然淨化處理設置地點評估，其原則如下。

(一)生活污水為流域中主要污染源

以 BOD 為例，本市生活污水佔 91.3% ，適合設置自然淨化系統。

(二)無污水下水道設置區域

(三)處理規模以聚落區及可集中處理為主

(四)土地取得問題-以公有地為優先考量

(五)土地面積需足夠

(六)水質監測站或大排以隨時掌握水質狀況

(七)污水收集以重力為原則，以節省動力及利於日後維修。坡度大小依據美國 EPA「都市污水土壤處理手冊」建議，耕地的坡度不超過 20%，未開發林地不超過 40%；成大溫清光教授所作之「河川高灘地漫流處理法應用條件與實施地點之研究」中建議土壤處理場址坡度以小於 5% 最好，漫地流處理系統以 2%至 8%最適當。

(八)距地下水深度，美國 EPA「都市污水土壤處理手冊」對地下水距離並無限制，而馬里蘭州要求與地下水水面或岩床之間距至少 1.2 公尺以上。

(九)依住戶分佈情況就近覓地及分別處置。在處理場址與住戶之間需有緩衝區，緩衝距離主要是避免處理場址影響到敏感區如住宅區、水井、道路、水體等。一般使用漫地流之緩衝距離以 15 公尺居多。

三、設置點基本資料調查

(一)就上述地點進行評估，評估項目包括地形、位置、人口數、土地面積、人口密度等項目，以研選出可能示範地區。依美國地區規劃污水處理系統經驗建議，規劃區域時，人口密度大於 15 人/公頃或 5 家庭/公頃，可將該區域列入考慮興建區域。

(二)調查研選出之可能地區之污水處理系統，以其現有污水系統或其處置方式不符合目前或未來之環境需求為優先。

(三)最後就上述篩選出之可能地區進一步就其地質、土地利用、污染量推估、居民意願及所得分布等作進一步之調查。

四、自然淨化處理場址說明

經過這一段時間的調查，包含土地地籍調查、河川公地圖比對和實地勘查，並與水利署第五河川局承辦人員洽談土地申請相關問題後，發現牛稠溪橋上游段無合適之公有地可供規劃，所以往八掌溪軍輝橋上游處尋求合適場址規劃。於期中初步現勘結果選出 4 處場址，相關位置圖如圖 6.3-1，現況調查包含有無下水道規劃區、可處理之污水與水質、定位座標及土地調查等工作。調查資料茲彙整如表 6.3-1 所示。其中場址 A 為介於攔水壩與忠義橋間之低灘地，場址 B 為八掌溪親水公園東方位於跑道外側草地，場址 C 為八掌溪親水公園東方位於跑道內草地，

場址 D 介於軍輝橋與親水公園間之低灘地。（初步水質淨化系統規劃相關資料見附件二）

由於嘉義縣預定於忠義橋上游處以礫間氧化法進行水質改善工程，經由與環保署溝通後將以嘉義縣處理後的放流水接引至本局規劃場址，因嘉義縣處理後的放流水水質雜質已去除，故不需另設沈砂池，所以規劃場址最終僅選擇場址 B、C、D 等 3 區域，詳細資料可參照第七章的細部設計內容。

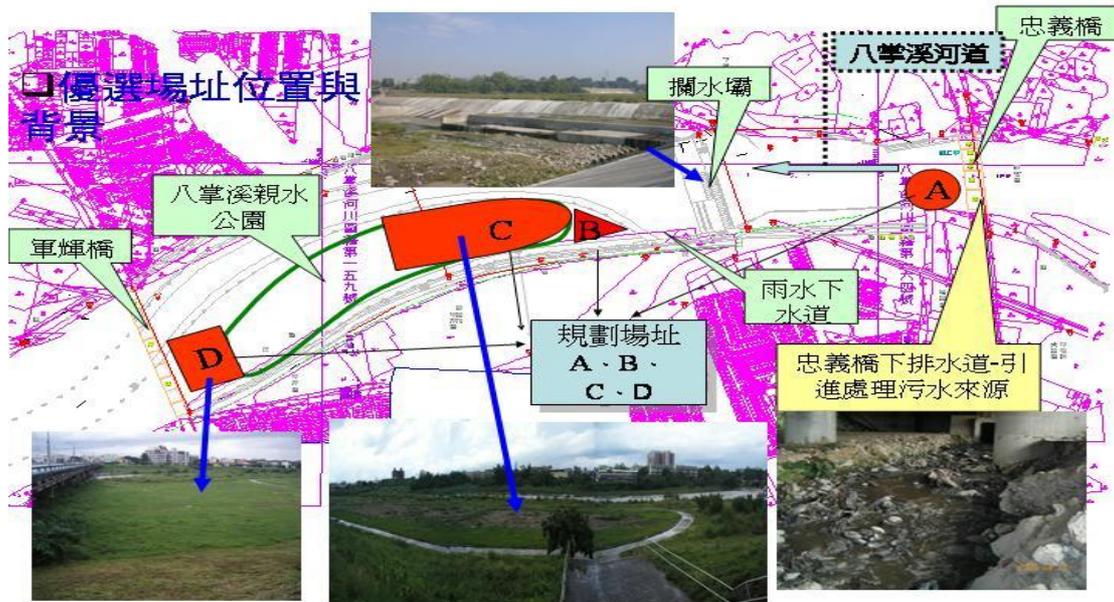


圖 6.3-1、初步選定水質淨化處理規劃場址位置圖

八掌溪河道可分為主槽區和高灘地兩部分，主槽設計上以 2 年一次的洪水頻率，亦即若瞬時流量大 2 年一次的洪水量（476CMD）時，就有可能導致高灘地淹沒。在所有權方面，河川區域土地主管單位為第五河川局，而親水公園目前由本局代為管理。

各場址相關基本資料如下所示：

表 6.3-1、各場址相關基本資料

項目	場址 A	場址 B	場址 C	場址 D
位置	介於攔水壩與忠義橋間之低灘地	八掌溪親水公園東方位於跑道外側草地	八掌溪親水公園東方位於跑道內草地	介於軍輝橋與親水公園間之低灘地
地形	呈長方形	成三角形	呈半圓形	呈長方形
面積	約 0.35 公頃	約 0.35 公頃	約 4.0 公頃	約 0.85 公頃
地貌	菜園與雜草	雜草叢生且有數顆樹木	平坦之草地與泥地	經整理過之草地

防洪頻率	兩年一次	兩年一次	兩年一次	兩年一次
所有權情形	部分無地籍，為河川浮覆地，所有權應為 <u>第五河川局</u>	現由嘉義市環保局申請使用許可及維護管理為		
備註	配合台塑截流工程，故不需使用此處。	著手進行水質改善工程規劃細設		

五、處理場址優先方案擬定

依據設置地點之選定原則將其用地大小、用地取得難易度、民眾(單位)配合意願、系統操作維護複雜度、施工難易、設置成本、及成果效益等因素進行評估工作，將規劃場址之未來建設期程與方案，初步區分為四類，說明如下：

(一)「優先設置」類

此類場址其：

1. 用地取得問題已獲克服。
2. 社區民眾或單位主管具環保意識，願意負系統維護管理之責任。
3. 接近排入水體之排水網路末端，污水收集成本低。
4. 系統服務人數多。
5. 可結合附近設施或環境景觀題材進入主題營造，教育宣導意義大。

(二)「優先解決用地問題」類

有關於此種場址之「用地問題」，社區民眾、學校單位無法自行確認，需透過環保局與公家單位協調解決，而其餘各項評估因子皆具正面效益。未來僅需將優先替民眾或單位解決用地問題後，進行細部規劃與設計工作，同時爭取或編列預算於明年度或後年度完成細部設計工作後設置系統。

(三)「尚待細部評估」類

此類場址雖用地取得上問題較小，但因下列因素需再細部評估：

1. 缺少維護操作人力；
2. 服務人數過少；
3. 需考量適法性；
4. 用地過小或不確定。

(四)「不適合設置」類

此類在各項評估因子之效益小，加上不確定因素多，設置風險大，建議不於該類場址設置系統。

6.4 水質淨化處理工法之評估

台灣地區地狹人稠，生態淨水系統其最大限制即是用地需求大，而「土地處理系統」之水力負荷、「水生處理系統」之污染負荷，即為決定用地大小之評估因子，其次才考慮為設置及操作成本。各類生態淨水系統之評估因子分析彙整如表 6.4-1，其中以慢速滲濾系統之處理效能最佳，但其水力負荷最小、所需土地面積最大（慢速滲濾所須之土地面積約為其地下滲濾及水生處理方式之 6 至 30 倍），故不適合於台灣地區使用。

由於污染源來自於嘉義縣礮間工法處理過的水源直接導入本規劃系統，水源水質較為單純，因此在規劃場址土地大小及各處理工法優缺點表較分析結果，選擇以「水生處理系統」進行。

另外參考自然淨化處理工法相關文獻與報告，歸納與評估本計畫規劃場址適用之自然淨化處理工法之優缺點（見表 6.4-2）。建議「水生處理系統」採用人工濕地系統。

表 6.4-1 自然淨化系統適用性初步分析表

水生處理系統		人工濕地	水生植物
評估因子	BOD ₅ (%)	80	85
	TSS(%)	70	70
	Total N(%)	60	60
污染負荷		<133kg/ha.d	<90kg/ha.d
設置成本(150CMD)		約 7,000 元/M ³	約 1,500 元/M ³
操作維護成本		0.30 元/天/m ³	0.35 元/天/m ³

表 6.4-2、自然淨化處理工法優缺點評析

處理系統	工法名稱	型式	除污基本原理	優點	缺點
水生處理	人工濕地	表面流 (FWS)	1.微生物代謝	1.承受突增負荷能力大 2.建造費低 (5,000~10,000元/CMD) 3.維護管理容易, 技術性低、低耗能 4.可作為野生生物棲息地 5.可配合綠美化 6.有美化景觀與生態教育上之效益	1.土地面積需求大 (1~10m ² /CMD) 2.只能處理中低濃度污水 3.管理維護不當容易成厭氧狀態 4.水生植物需修整 5.易滋生蚊蠅、產生臭味 6.設施易被洪水衝毀, 且復舊費用較高
		表面下流 (VSB)	2.植物吸收		
		表面流 + 表面下流(FWS+VSB)	3.沈澱		
土地處理	高灘地漫地流	土壤表面	1.微生物代謝 2.沈澱	1.維護管理容易 2.建造費與操作費較低 (<5000元/CMD) 3.可以處理較高濃度污水 4.低耗能	1.土地面積需求大 (1~10m ² /CMD) 2.整地必須平坦以維持水均勻分佈於場地 3.自然生態之教育性較低
		土壤表面+植生	1.微生物代謝 2.植物吸收 3.沈澱	1.維護管理容易 2.可以處理較高濃度污水 3.建造費與操作費較低 4.低耗能、低技術 5.可配合綠美化 6.可提昇水體溶氧量, 氮氮去除率高 7.較無二次污染問題 8.設施較不易被洪水沖毀, 且復舊費用低, 較不易受淹水影響	1.土地面積需求大 (1~10m ² /CMD) 2.整地必須平坦以維持水均勻分佈於場地 3.水生植物必須定時修剪 4.自然生態之教育性較低 5.BOD 去除較不穩定
	地表滲漏法	慢速滲濾法	1.微生物代謝 2.沈澱 3.土壤吸附	1.維護管理容易, 操作簡單。 2.低耗能。 3.受天候影響較小, 較不易受淹水影響。	1.土地面積需求較大 (>10m ² /CMD) 2.需要植被。 3.雨天時無法施灌進水。 4.易產生土壤及地下水之污染。 5.建造費與操作費較高 (>20000 元/CMD)
		快速滲濾法	1.微生物代謝 2.植物吸收 3.過濾 4.土壤吸附		
	地下滲濾法	掩埋式 開放式 循環式	1.微生物代謝	1.維護管理容易, 操作簡單。	6.景觀效益與自然生態之教育性較低 7.高操作維護費且技術性稍高
			2.過濾	2.低耗能。 3.水質處理效果較佳	
4.土壤吸附			4.地表可作為公園之綠地。		
接觸氧化	接觸曝氣氧化法	生物繩 蜂巢式隔網 其他接觸材料	1.攔截 2.過濾 3.吸著 4.生物分解	1.設置所需面積低 (<1m ² /CMD)。2.水力停留時間短 3.污染物去除效果高。4.處理量較大 5.處理系統穩定	1.需要初沈等前處理。 2.建造費用較高 3.需填裝濾材與曝氣。4.操作技術較高 5.動力費用較高。6.所產生之污泥須處理
	礫間接觸法	礫石	1.淨化設施直接設置於水路內 2.設置所需面積低 3.水力停留時間短 4.污染物去除效果佳	1.需要填裝礫材。 2.污染濃度高(BOD ₅ >30mg/L)時需要曝氣 3.所產生之污泥須處理。	
人工曝氣	人工曝氣法	機械式水面攪拌曝氣系統 噴射式曝氣系統 固定式水底曝氣系統 浮動式水底曝氣系統 泵浦及加壓曝氣系統	增加溶氧量, 間接改善 BOD 等水質	1.可提升溶氧量 2.可提供生物分解有機物所需的氧 3.設置面積小 4.可設置於河岸, 洪水來時迅速撤離	1.建造費用較高 2.操作技術較高 3.動力與電力費用較高

第六章 水質淨化系統之規劃	1
6.1 自然生態淨水系統之簡介.....	1
6.2 國內、外相關文獻資料蒐集分析.....	8
6.2.1 國內、外相關文獻說明.....	8
6.2.2、環保署應用現況.....	20
6.3 設置地點之研選.....	24
6.4 水質淨化處理工法之評估.....	28
表 6.1-1 各地區相關自然處理系統比較.....	7
表 6.2.1-1、美國境內各類自然淨化處理之數量.....	8
表 6.2.1-2、美國人工濕地處理成效表.....	8
表 6.2.1-3、日本千田川排水路應用接觸濾材處理效能.....	10
表 6.2.1-4、日本多摩川流域各支流礫間處理場址處理效能.....	10
表 6.2.1-5、大陸地區土壤地下滲濾之應用實例.....	11
表 6.2.1-6、法國河川水體分類用途.....	13
表 6.2.2-1、環保署各年度水質淨化工程已完工之工程.....	23
表 6.2.2-2、水質淨化施工中之工程.....	23
表 6.2.2-3、環保署各年度生態園已完工之工程.....	24
表 6.2.2-4、環保署各年度已完工生態教育園之工程.....	24
表 6.2.2-5、環保署各年度自然共生堤坡已完工之工程.....	24
表 6.2.2-6、環保署各年度灘地綠化已完工之工程.....	24
表 6.3-1、各場址相關基本資料.....	26
表 6.4-1 自然淨化系統適用性初步分析表.....	28
表 6.4-2、自然淨化處理工法優缺點評析.....	29
圖 6.1-1、高灘地漫流地處理示意圖.....	1
圖 6.1-2、高灘地漫流地相片.....	1
圖 6.1-3、濕地處理自然淨化法-自由水面系統示意圖.....	2
圖 6.1-4、濕地處理自然淨化法-地下水流系統示意圖.....	3
圖 6.1-5、水生植物處理系統.....	4
圖 6.1-6、土壤處理地下滲濾法-處理原理示意圖.....	4
圖 6.1-7、日本礫間氧化法實驗設施實景.....	5
圖 6.1-8、礫間氧化法示意圖.....	6
圖 6.1-9、生物濾床曝氣氧化法示意圖.....	7
圖 6.2.1-2、二仁社區人工溪地景觀規劃示意圖.....	16
圖 6.2.1-3、二仁社區人工濕地系統示意圖.....	16
圖 6.2.1-4、二仁社區人工濕地系統建置情況.....	17

圖 6.3-1、初步選定水質淨化處理規劃場址位置圖.....26