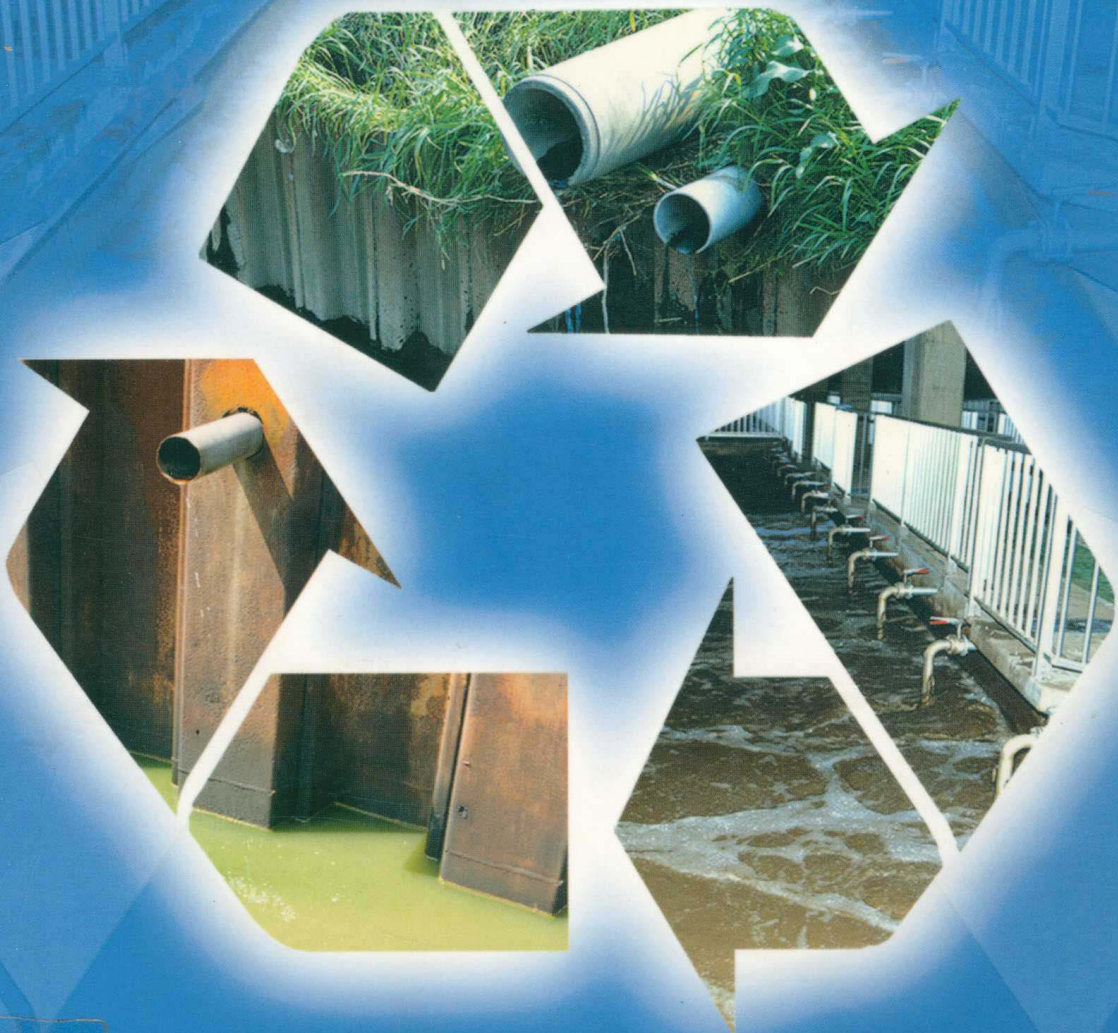


廢水污染與防治

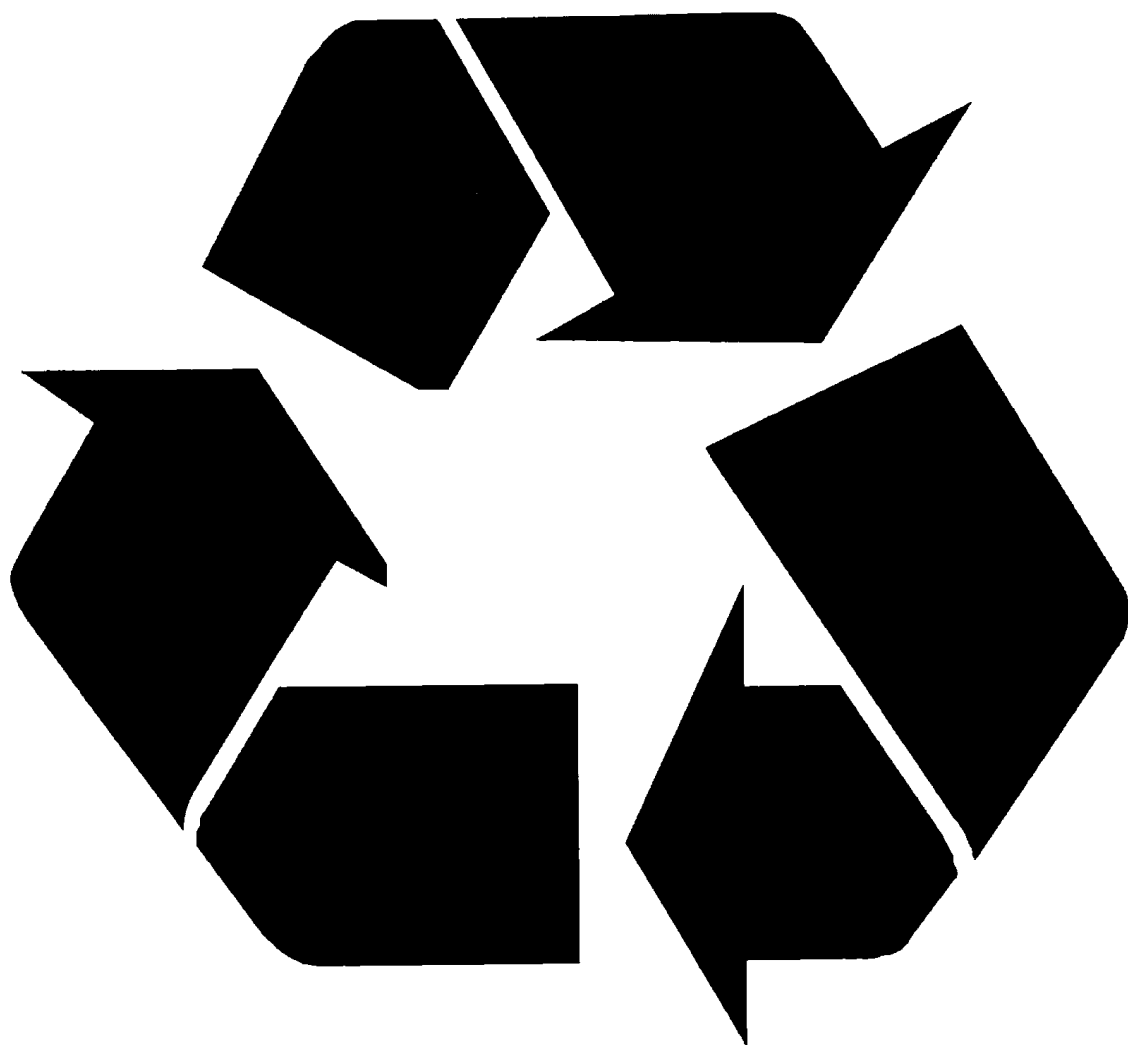
張漢昌◎編著·黃世梁◎編審



Wastewater Pollution and Control

廢水污染與防治

張漢昌◎編著·黃世梁◎編審



Wastewater Pollution and Control

國家圖書館出版品預行編目資料

廢水污染與防治 / 張漢昌 編著. -- 初版. -- 臺北縣
中和市：新文京開發，民 94
面；公分

ISBN 986-150-273-4 (平裝)

1. 污水處理

445.93

94017522

廢水污染與防治

(書號：B047)

編著者 張漢昌
出版者 新文京開發出版股份有限公司
地址 台北縣中和市中山路二段 362 號 8 樓(9 樓)
電話 (02) 2244-8188 (代表號)
F A X (02) 2244-8189
郵撥 1958730-2
初版 西元 2005 年 12 月 23 日

有著作權 不准翻印

建議售價：560 元

法律顧問：蕭雄淋律師

ISBN 986-150-273-4

序言

廢污水和廢氣、廢棄物是造成環境污染的主要污染源，而造成各種環境污染問題，如湖泊、水庫的優養化，既傷害人體（生物）健康、危害生命，破壞水質及其正常用途，損壞自然景觀，更可破壞生態平衡。所有的各種產業、養殖、畜牧、農業等，甚至日常生活都會產生許多性質各異的廢污水。所以，廢污水的污染與防治確實是重要而需要加以瞭解與探討的課題。

本書係說明廢污水處理程序之相關物理、化學、生物的處理技術之原理和實務，其中包括一級、二級和高級處理的各種單元的操作和應用。本書第一章為廢污水的污染之現況、影響和基本概念。第二章至第五章則是整個廢污水處理程序相關技術的說明和探討，包括產出污泥的最終處置。在第六章水污染化學裡，吾人則闡述相關的化學理論和應用。第七章則說明如何有效、正確地收集廢污水和廢污水處理廠的相關實務。第八章旨在說明特殊技術（如薄膜）在廢污水處理的應用情形。最後，在第九章，吾人則針對一些產出廢污水的重要產業，說明其水污染及處理防治的實例。

本書章節清晰、說理敘述簡要清楚，更有一些例題演算說明，深入淺出，希望使讀者、學生充分明瞭水污染現況、影響及其水污染防治的相關技術和應用。本書可適合大專環工、環安、化工等相關科系開設水污染相關課程時，採用為教科書，也可提供相關作業人員、工程師的參考。作者才學淺陋，謹依據若干年來在學校教授環境工程、污染防治等相關課程的資料和環工先進的學習及取得甲級廢水處理、甲級廢棄物處理、甲級毒化物管理等專業證照的經驗，編輯成書，才學所限，若有謬誤，尚祈各位先進、專家指正。最後，謝謝新文京開發出版股份公司的協助和支援。

A B O U T T H E A U T H O R

作者簡介

編著者：張漢昌

學 歷：國立台灣科技大學化工碩士

經 歷：國立勤益技術學院化工科主任（七十八年～八十一年）

國立勤益技術學院化工與材料工程系講師

證 照：甲級廢棄物處理專業證照【環署訓證字第 HA091028 號】

甲級毒化物管理專業證照【環署訓證字第 JA030076 號】

甲級廢水處理專業證照【環署訓證字第 GA140468 號】

化工技術士監評教師【(90)職檢字第 0026290 號】

編審者：黃世梁

學 歷：國立台灣大學化工碩士、中原大學化工博士

經 歷：國立勤益技術學院化工系主任（八十五年～八十八年）

國立勤益技術學院化工與材料工程系教授兼進修部主任

C O N T E N T S

目 錄

第一章	水污染概論.....	1
1-1	水污染的定義和污染現況	2
1-2	水污染指標和水污染的影響	11
1-3	廢污水處理程序和技術	17
1-4	水污染與防治	20
第二章	物理處理技術	29
2-1	攔污柵和沉砂池	30
2-2	調節池	36
2-3	沉澱池	41
2-4	過 濾	62
2-5	混合攪拌槽.....	66
2-6	曝氣裝置	70
第三章	化學處理技術	81
3-1	pH 值的調整（中和）	82
3-2	混凝膠凝	87
3-3	氧化還原和消毒	108
3-4	活性碳吸附	117
3-5	離子交換技術	134
3-6	氣提脫氮技術	138
第四章	生物處理技術	145
4-1	生物處理的原理和分類	146
4-2	活性污泥系統	154

4-3 SBR、UASB 和厭氧／好氧組合式活性污泥系統(A/O)..... 181

4-4 滴濾池(Trickling Filter Process)..... 186

4-5 氧化渠和接觸曝氣槽..... 204

4-6 旋轉生物盤法(RBC)..... 211

第五章 污泥處理..... 217

5-1 污泥的種類和特性 219

5-2 污泥的預先處理和濃縮 224

5-3 污泥的穩定..... 230

5-4 厭氧消化槽體積 242

5-5 污泥調理、脫水乾燥和最終處置..... 245

第六章 水污染化學..... 249

6-1 溶氧量和生化需氧量(BOD) 251

6-2 pH 值和酸、鹼度 264

6-3 化學需氧量(Chemical Oxygen Demand.COD) 274

6-4 懸浮混合液濃度(MLSS)污泥容積指數(SVI)和污泥齡 277

6-5 大腸桿菌的測試 280

6-6 水的硬度和其他水質檢測 283

6-7 水污染處理的微生物..... 289

第七章 廢污水的收集和管理 297

7-1 廢污水的收集..... 298

7-2 廢水處理廠內輸送管路流動特性 305

7-3 廢污水處理廠的水質檢測資料..... 314

7-4 線性迴歸（最小平方法）和時間序列的圖形 331

第八章 廢污水薄膜處理技術	341
8-1 前 言	342
8-2 薄膜分離原理及系統	345
8-3 薄膜之製備及分離膜組	347
8-4 薄膜分離之應用實例	364
第九章 工業廢污水的污染與處理	377
9-1 造紙紙漿的廢污水	378
9-2 製革廢污水	383
9-3 電鍍廢污水	386
9-4 染整工業的廢污水	391
9-5 養豬廢污水的污染與處理	400
9-6 廢污水中有害成份的污染	405
附 錄	
附錄一 水污染防治法	419
附錄二 水污染防治法施行細則	435
附錄三 放流水標準	441
附錄四 地面水體分類及水質標準	453
附錄五 公告「污水經處理後注入地下水體水質標準」	457
附錄六 溶出試驗法	461
附錄七 廢水污染 COD 檢驗法標準	465
附錄八 廢水污染 BOD 檢驗法	469

第一章

水污染概論



- 1-1 水污染的定義和污染現況
- 1-2 水污染指標和水污染的影響
- 1-3 廢污水處理程序和技術
- 1-4 水污染與防治

1-1 水污染的定義和污染現況

人類日常生活和各種產業，經濟活動都會產生許多污染性的廢污水，它們將破壞水的利用價值、損害人體和其他生物的健康，甚至威脅生命，更可能亦會破壞生態平衡。廢污水中可能包含的污染物種類繁多，化學性的（有機或無機）、生物性（細菌、病毒、寄生蟲）、懸浮性固體、放射性成份等等都是可能的污染物。汞、鎘、鉻、鉛、砷等重金屬隨著廢污水排入水體，藉由飲用水或食物鏈的傳輸將對人體健康造成傷害，例如鎘易造成所謂「痛痛病」(itai-itai disease)；汞則在水體中經由微生物轉化成甲基汞，其進入人體後將對神經中樞產生影響，視野變小，聽力變差，動作遲緩，僵硬，甚至最終造成肌肉扭曲變形，痙攣而死，這便是所謂水俣症(Minimata disease)；甲基汞更可克服胎盤障壁而對胎兒發育產生影響而造成畸形兒的慘事。另外，一些污染性的環境荷爾蒙(Environmental Hormone)如DDT、TBT（第三丁基錫）、壬基苯酚（一種清潔劑成份）、乙烯雌酚將造成物種單性化、蛋殼薄化（鳥類），影響生殖和物種的繁衍，勢必將破壞生態平衡。

表 1-1 台灣地區工業廢水、生活污水、農業畜牧廢水產生量和消減量

年別	總計			生活污水			工業廢水			畜牧廢水		
	產生量	消減量	消減率	產生量	消減量	消減率	產生量	消減量	消減率	產生量	消減量	消減率
	BOD ₅ 噸/日		%	BOD ₅ 噸/日		%	BOD ₅ 噸/日		%	BOD ₅ 噸/日		%
85年	4,056	2,336	57.6	856	111	13.0	2,200	1,650	75.0	1,000	575	57.5
86年	3,880	2,211	59.9	860	113	13.1	2,224	1,668	75.0	797	430	54.0
87年	3,910	2,290	58.6	873	149	17.1	2,359	1,775	75.2	678	366	54.0
88年	3,988	2,530	63.4	879	155	17.5	2,430	1,920	79.0	679	455	67.0
89年	3,986	2,547	63.9	888	173	19.5	2,367	1,844	77.9	731	530	72.5
90年	3,904	2,529	64.8	896	179	20.0	2,269	1,777	78.3	739	573	77.5
91年	3,504	2,228	63.6	901	196	21.8	1,911	1,550	81.1	691	482	69.7

資料來源：環保署水保處。

表 1-2 水中污染物分類及其主要來源

污染物分類		污 染 物		主要來源
化學性 污 染	有機類 污 染 物	碳 水 化 合 物 、 蛋 白 質 、 脂 肪 、 氨 基 酸 、 合 成 清 潔 劑		家庭污水、食品、造紙、纖維、化學工業
		酚		冶金、石油化工、煉焦、煤氣、塑膠、絕緣材料 等工業
		氰化物		電鍍、煤氣、煉焦等工業
		石油及其油類製品		煉油、船舶排油、石油化學等工業
		多氯聯苯、有機農藥 (DDT、丙體六六六) 多環有機化合物		石油化工、農藥、煤氣、染料、合成橡膠等工業
	無機類 污 染 物	重 金 屬	汞	化學、造紙、電器器材、塗料等工業
			鎘	採礦、冶金、化學、油漆、塑膠、電鍍等工業
			鉻	電鍍、製革、染料、製藥、皮毛、加工等
			砷	硫酸、製藥、冶煉、塗料、染料、製革、苯等工 業
			鉛	蓄電池、塗料、化學工業及雨水淋洗空氣（鉛微 粒）
化學性 污 染	無機類 污 染 物	酸		金屬加工的酸洗工作程序、硫酸、酸法造紙、冶 金等工業
		鹼		鹼法造紙、化學纖維、製鹼、製革、煉油等工業
		氮、磷		家庭污水和農業、養殖、畜牧廢水
		硫化物		染色、皮革、人造纖維、煤氣等
		亞硫酸鹽		木材加工、紙漿、漂白
生物類 污 染 物		細菌、病毒、寄生蟲		家庭污水、食品、製革、造紙、纖維、化工等工 業
固體顆粒 污 染 物		砂石、懸浮物、污泥、 灰塵、爐渣、鐵屑		廢水處理廠、都市污水、家庭污水、食品、製革、 造紙、煉焦、煉鋼、塗料等工業
放射性 污 染 物		鋇、銫、鈾		核能電廠其它原子能工業

依水污染防治法第二條：水因物質、生物或能量之介入而改變品質，致影響其正常用途或危害國民健康及生活環境者謂之水污染，而造成水污染的這些物質、能量或生物便是水污染物。排放污染物的來源便是水的污染源。一般來說，事業廢水、家庭污水和養殖或畜牧農業廢污水為主要的污染源，以民國九十一年份的資料來看（參考表1-1），生活污水產出量占25.73%，事業廢水占54.53%而養殖畜殖、畜牧農業廢污水則有19.74%，其中工業廢水管制嚴格（如有放流水標準，環保單位稽核……），處理設施較完善所以有較佳的削減率，而家庭污水因主要缺乏完善的下水道污水處理（接管率約僅10%），所以它的削減情形十分不理想。為了方便起見，吾人通常將水中污染物主要區分成化學性污染物（有機和無機），生物污染，固體顆粒污染物和放射性污染物。（參考表1-2）

水污染的結果將造成台灣地區的水體包括河川、水庫的水質惡化，既影響環境生態，更使水資源更進一步的缺乏。台灣地區的年平均降雨量約2500公厘，但可提供作農業用水、民生用水和工業用水的可用水資源卻只有降雨量的16.3%左右（參考圖1-1），其原因主要因除蒸散和奔流入海（台灣河川多短促而湍急）外，污染更限制了其水體的用途及其可用水量。水體水質的品質和它可提供的用途有關，依地面水體分類及其水質標準的規定如下：

1. 甲類：適用於一級公共用水、游泳、乙類、丙類、丁類及戊類。
2. 乙類：適用於二級公共用水、一級水產用水、丙類、丁類及戊類。
3. 丙類：適用於三級公共用水、二級水產用水、一級工業用水、丁類及戊類。
4. 丁類：適用於灌溉用水、二級工業用水及環境保育。
5. 戊類：適用環境保育。

上述關於水體用途的定義可說明如下：

1. 一級公共用水：指經消毒處理即可供公共給水之水源。
2. 二級公共用水：指需經混凝、沈澱、過濾、消毒等一般通用之淨水方法處理可供公共給水之水源。

- 3. 三級公共用水：指經活性碳吸附、離子交換、逆滲透等特殊或高度處理可供公共之水源。
- 4. 一級水產用水：陸域地面水體，指可供鱒魚、香魚及鱸魚培養用水之水源；在海域水體，指可供嘉臘魚及紫菜類培養用水之水源。
- 5. 二級水產用水：在陸或地面水體，指可供鯪魚、草魚及貝類培養用水之水源；在海域水體，指虱目魚、烏魚及龍鬚菜培養用水之水源。
- 6. 一級工業用水：指可供製造用水之水源。
- 7. 二級工業用水：指可供冷卻用水之水源。

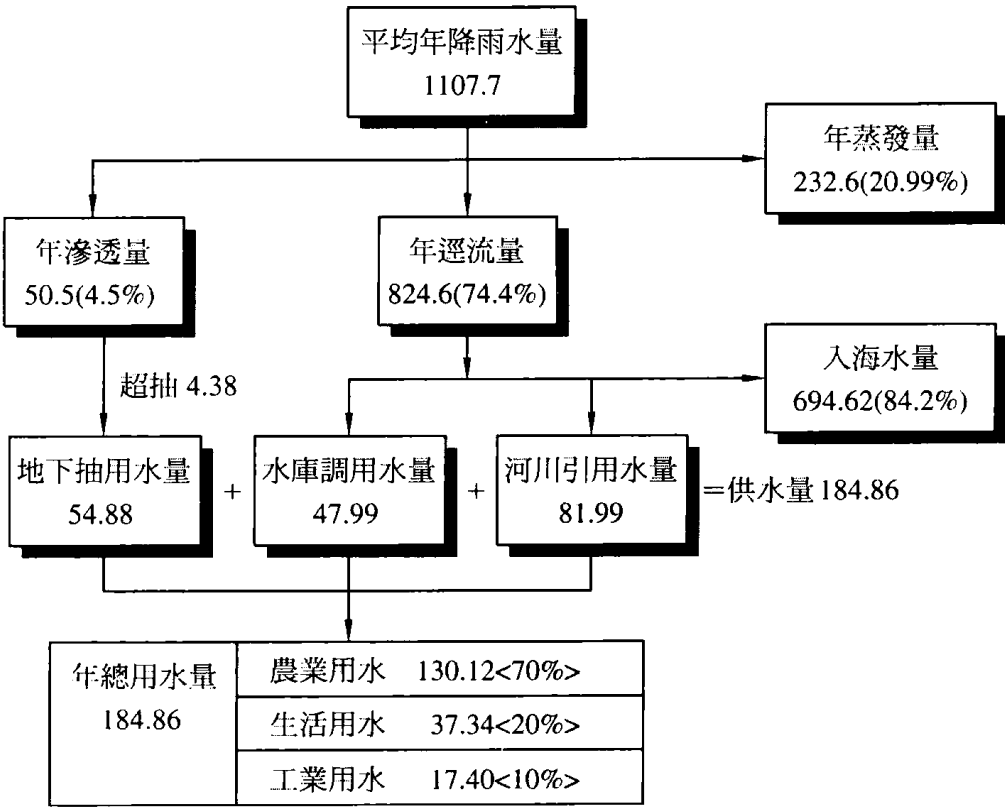


圖 1-1 台灣地區降水量和用水量情形（經濟部水利署民國九十年）

目前，台灣的河川區分成中央管河川和縣市管河川，環保主管單位及各縣市政府在河川設置有三百多處水質監測站，圖1-2為主要中央管河川的分佈圖，以台中縣市為例設有19處水質監測站以有效監測、管理烏溪、筏子溪、貓羅溪等相關河川水質和水污染的情形。圖1-3則為台灣主要23座水庫分佈圖，水庫可提供灌溉、防洪、發電和公共給水的功能，故其水質監測也是十分重要。以北部翡翠水庫為例其除供發電外，更是提供大台北地區飲用水的最主要水源，環保單位在翡翠水庫範圍設置有6處水質監測站以有效監測，管理其水質以確保飲用水的安全衛生。

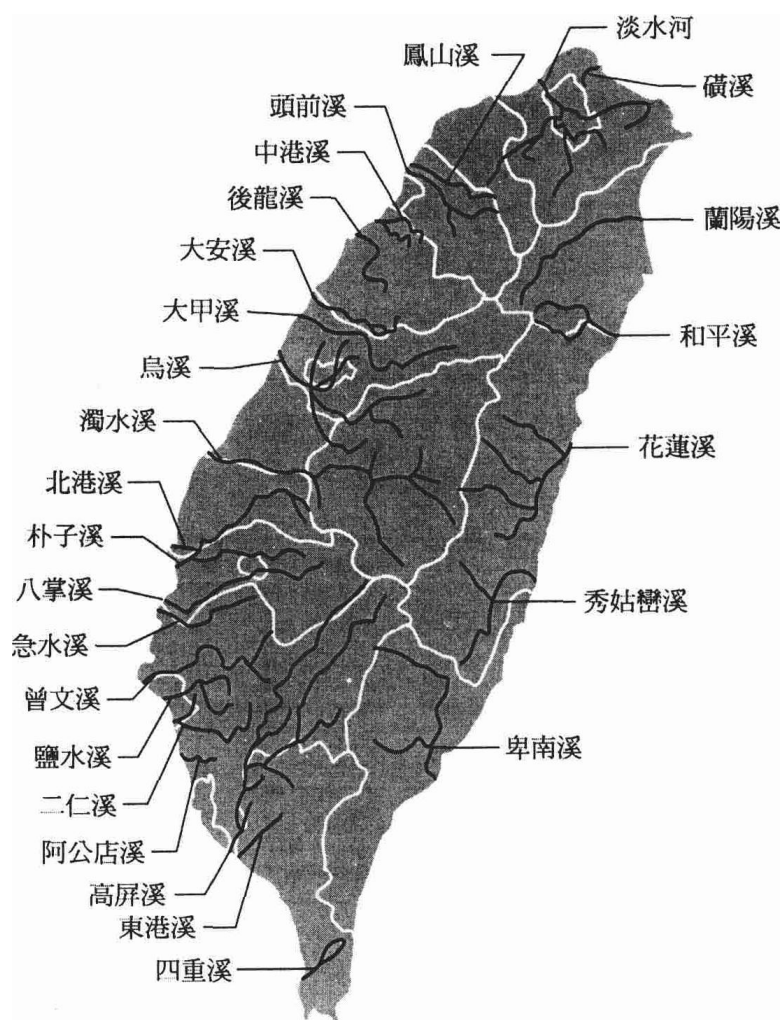


圖 1-2 中央管制河川分佈圖

資料來源：環保署網站



圖 1-3 台灣主要水庫分佈圖

資料來源：環保署網站

河川、水庫的污染和產業廢污水的排放和污水下水道的系統有密切的關係。產業廢污水的污染程度則和污染處理設施，專責人員設置和合法排放程序（排放許可證的申請）息息相關，表1-3為近三年台灣地區排放許可，專責人員設置百分比和水質檢測的結果。表1-4則為污水下水道部分排放許可、專責人員（單位）設置和水質檢測的結果。由表1-3或表1-4，都可以看出水質的好壞和專責人員（單位）設置，合法排放程序（排放許可）的相關性。

表 1-3 近三年事業廢污水的檢測

民國 \ 項目	許可證申請 (%)	專責人員(單位) 設置(%)	水質檢測結果		
			合格	不合格	合格百分比
九十年	79.98	98.89	2988	651	82.11
九十一年	83.75	98.95	4034	690	85.58
九十二年	87.81	99.04	5184	600	87.81

表 1-4 近三年來污水下水道的檢測

民國 \ 項目	許可證申請 (%)	專責人員(單位) 設置(%)	水質檢測結果		
			合格	不合格	合格百分比
九十年	72.24	91.84	362	55	86.8
九十一年	75.91	93.04	731	53	93.2
九十二年	65.52	91.34	1150	52	95.7

工業廢水的污染量（KgBOD/天）約佔全體排放的各種廢污水總污染量的54.5%（參考表1-1，九十一年資料）。含各種污染物如重金屬、有害化學物質，溫度（熱能），有機污染物的各種工廠如染整、染料、皮革、食品、造紙、電鍍、石化工業、農藥等均可排放含上述各種污染成份的工業廢水。生活污水（又稱都市污水）主要係指和生活相關，來自廚房、廁所、沐浴、園藝等的綜合性廢污水，其主要排放含清潔劑、有機性廚餘、油脂等污染成份的污水。農業養殖畜牧廢水則包括農田、果園逕流水，養豬、養鴨、魚塭養殖排放水，它們含有大量的有機污染物和氮、磷營養素，其污染量強大，根據一些研究均顯示一頭豬的廢污水產生的污染量大約是人的4~5倍，所以養殖畜牧廢污水可以造成湖泊、水庫優養化，並使其水質變黑、發臭（厭氧分解產生CH₄(g)、H₂S(g)、NH₃(g)等氣體）。各種廢污水大量排放的結果，河川污染程度日益嚴重，而水庫的優養化亦相當嚴重，表1-5為台灣地區河川歷年來污染程度，表中顯示盡管環保單位在歷年來採取許多水體的污染防治措施例如加強整治造成二仁溪嚴重污染的廢五金酸洗業和熔煉業（九十二年強制拆除），一些河系如淡水河、頭前溪、曾文溪、高屏溪嚴格限制養豬的措施等等，但仍維持約有25%中等程度以上的污染（3.0 < RPI < 6.0以上）；

另外，表1-6則為台灣地區主要水庫優養化的程度，基本上，台灣地區各水庫均有一定程度的優養情形，其中澄清湖、鳳山一直都是優養化最嚴重者，而且有日益惡化的趨勢。水庫、河川無疑是飲用水和其他公共給水的主要來源，其水質的惡化對人們的用水和動植物的生長無疑是一大傷害。探究台灣水污染嚴重的主要原因包括：

- (1) 普遍缺乏公共污水處理廠（接管率僅10%左右），只仰賴附屬於各建築物污水處理設施（如化糞池），其處理效率和能量（約10~30%）均不足，造成未經處理的家庭污水直接排放。
- (2) 養殖畜牧業十分發達，其廢污水排放量大且污染程度（kgBOD/day）強，富含氮磷營養素、有機污染物等。台灣地區目前養豬頭數約700~800萬頭（最高峰曾達到1200萬頭），且多屬缺乏妥善處理設施的小型養豬戶，所以污染十分嚴重。
- (3) 政府雖訂定嚴格的放流水標準來管制工業廢水污染物的排放，但一方面仍有不守法業者違法排放，另一方面工業廢水仍含有許多難以處理的有害成份（如重金屬，難分解有機污染物…）排入水體，並污染附近的土地和地下水。
- (4) 大量使用各種化學物質如農藥、肥料，雖可增加各種作物產量，但它們多半（95%以上）不為植物吸收而最終匯集進入各種水體而形成污染。
- (5) 部分事業廢棄物，（如醫療事業廢棄物）任意棄置甚至直接傾入河川，民國89年即曾發生昇利化工將長興化工委託處理的一批有機溶劑和化學品倒入高屏溪水源。