

新生水水源調撥及發展潛力

引言人 朱敬平¹

江家菱¹

¹財團法人中興工程顧問社環境工程研究中心 研究員

前言

水資源為社會大眾維生、產業生產、經濟發展與社會安定之關鍵因素。隨著我國人口成長、都市化發展與產業結構改變，我國用水需求總量逐年增加，尤以工業用水量增幅為甚。過去水資源開發強調貯水、取水與輸水方面的功能，建設偏重於蓄水與輸水設施之興建，如水庫、攔河堰、輸水管線等，然設立大型蓄水設施有一定程度之環境衝擊，在永續發展、環保意識抬頭、民眾抗爭等主客觀因素影響下，傳統水源之開發愈顯困難，尋求替代性的新興水源，滿足各標的用水需求，以因應未來社會經濟用水需求，實為當務之急。新興水源範疇包含海水淡化、雨水貯留，以及「新生水」之再生利用，包括工業區綜合廢水處理廠放流水、都市污水處理廠放流水與農業排放水等。本文即針對我國新生水的發展潛力，包括廢污水回收潛勢量、放流水水質狀況、適合調撥用途，以及再生處理程序建議等主題加以介紹，俾利作為未來水資源開發、調配及供應之參考依據。

一、背景分析

(一)都市污水處理廠放流水再生潛勢

1. 全國污水下水道設置現況

政府自民國 73 年頒佈「下水道法」，77 年制訂「污水下水道發展方案」，將下水道建設提升為國家級之重大公共基礎建設計畫，既有都市下水道之建設可分成三個階段，第一階段是污水下水道發展方案和第一期及第二期六年建設計畫（民國 81～92 年）；第二階段為「挑戰 2008：國家重點發展計畫」（民國 91～96 年），該計畫將污水下水道建設納為第九項「水與綠建築」之子計畫，預計於六年內達成用戶接管普及率和整體污水處理率分別提高至 20.3 % 和 30.1 %；第三期實施計畫（民國 91～96 年），其成效至民國 97 年底，用戶接管普及率和整體污水處理率相較於 91 年分別提升 10 % 和 19 %，目前用戶接管率已達 19.2%，而整體污水處理率達 43%。營建署第四期下水道建設計畫（民國 98～103 年），計畫仍將延續污水下水道第三期計畫以政府自辦及民間參與兩種模式推動污水下水道建設，第四期政府自辦為 60 處，民間參與為 28 處，目標為「每年提升污水下水道普及率 3%」。

截至 98 年 12 月底止，污水下水道用戶接管普及率為 22.58%，污水處理率為 47.79 %，整體目標為 98 至 103 年共可提升公共污水下水道普及率至 35.8%，且污水處理率達 64.5%。

2.全國都市污水處理廠設置現況及放流量統計

目前台灣地區都市污水處理廠主管機關包括縣(市)政府、台北水源特定區，及國家風景區管理處，依 99 年環境白皮書資訊顯示，截至 99 年 5 月運轉中都市污水處理廠共 61 座(圖 1)，開發中共 4 座(圖 2)，規劃中共 59 座(圖 2)，現階段各縣市都市污水處理廠放流量總計約 247 萬立方公尺(表 1)，其中又以台北縣的八里污水處理廠及高雄市的中區污水處理廠為最大來源，其值分別為每日 91 萬立方公尺及每日 75 萬立方公尺，約占前述總量之 67%；未來會因現階段建設中及規劃中的都市污水處理廠陸續完工後其水量，增加至每日 300 萬立方公尺。不同於工業區廢水處理廠放流水，若未感潮或有鹽化地下水入滲，都市污水處理廠放流水之導電度一般低於 $750 \mu\text{S}/\text{cm}$ ，總溶解固體亦低於 $500 \text{ mg}/\text{L}$ ，因此在運用上並不需特別除鹽，可再生放流量幾乎即為放流水總量。

3.都市污水處理廠放流水水質分析與再生水處理程序建議

常見都市污水處理廠放流水中，除大腸菌類外，泰半能符合現行放流水標準，無重金屬殘留問題，油脂及界面活性劑濃度均甚低，表 2 即列出福田水資源回收中心及安平污水處理廠放流水水質，並與各種水質標準比對。都市污水處理廠之放流水典型水質綜合評析如下：

- (1)導電度及 pH 值方面，歷來調查顯示都市污水處理廠放流水 pH 值介於 6.7~7.9，均屬中性，其中因部分污水處理廠有截流工業區廢水進行處理(如林口南區及台中港特定區污水處理廠)，使其導電度和總溶解固體濃度略高，惟一般不超過 $1,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ；若有感潮則最高可能達 $2,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ (如安平污水處理廠)。
- (2)有機物方面，放流水中 BOD 和 COD 濃度均遠低於放流水標準管限制值，水中殘存有機物量已不多，多為生物難分解物質。
- (3)含氮及含磷物質方面：除有截流工業區廢水之都市污水處理廠外，一般放流水總氮濃度約為 $10 \text{ mg}/\text{L}$ ，總磷濃度則遠低於 $10 \text{ mg}/\text{L}$ ，其問題並不顯著，惟總氮中的氨氮濃度若超過 $1 \text{ mg}/\text{L}$ ，仍可能造成藻類孳生等問題，較適作法為在前端使生物處理單元之硝化功能充分發揮(如延長污泥齡或曝氣強度等)，使氨氮盡量轉換成硝酸鹽氮，則可解決大部分之問題。
- (4)微生物方面：放流水管制標準中僅管制大腸菌類濃度(不可超過 $2 \times 10^5 \text{ CFU}/100 \text{ mL}$)，若各廠有確實執行排放前的加氯消毒程序，一般可降至 $10^4 \text{ CFU}/100 \text{ mL}$ 以下(甚至低於 $10^3 \text{ CFU}/100 \text{ mL}$)。

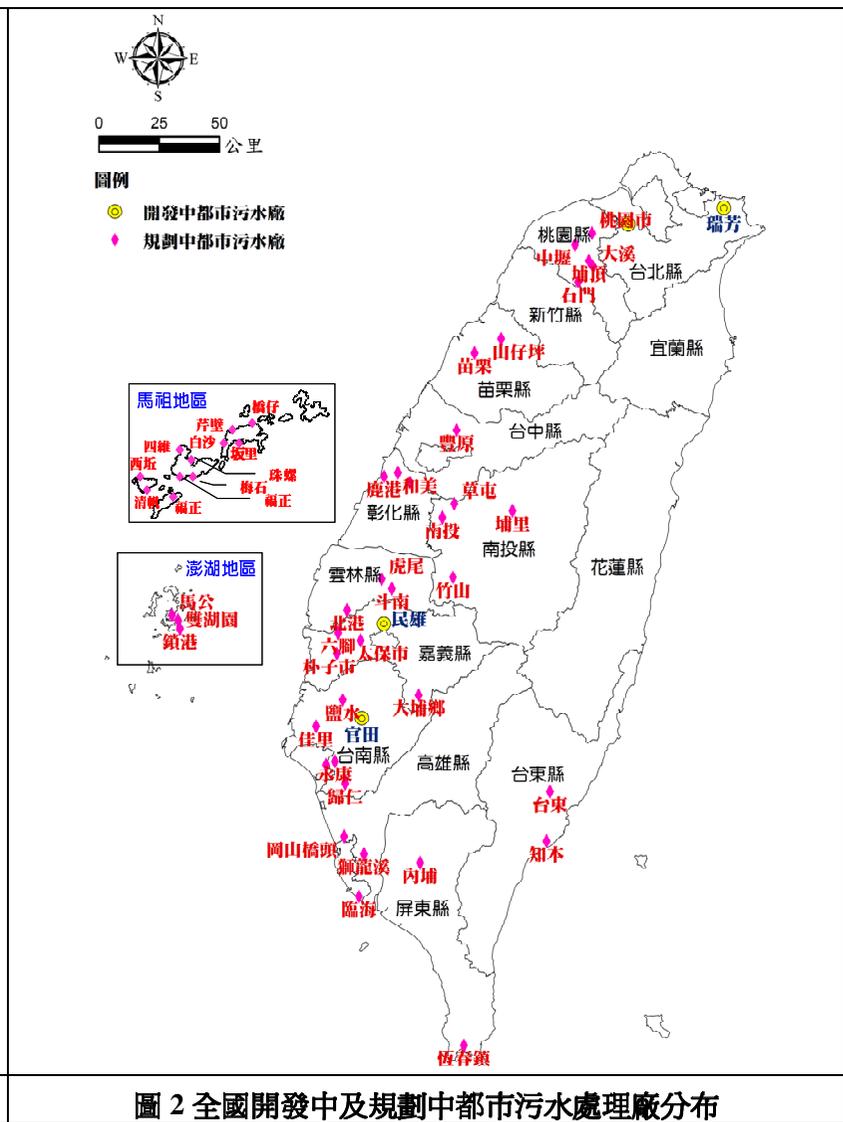
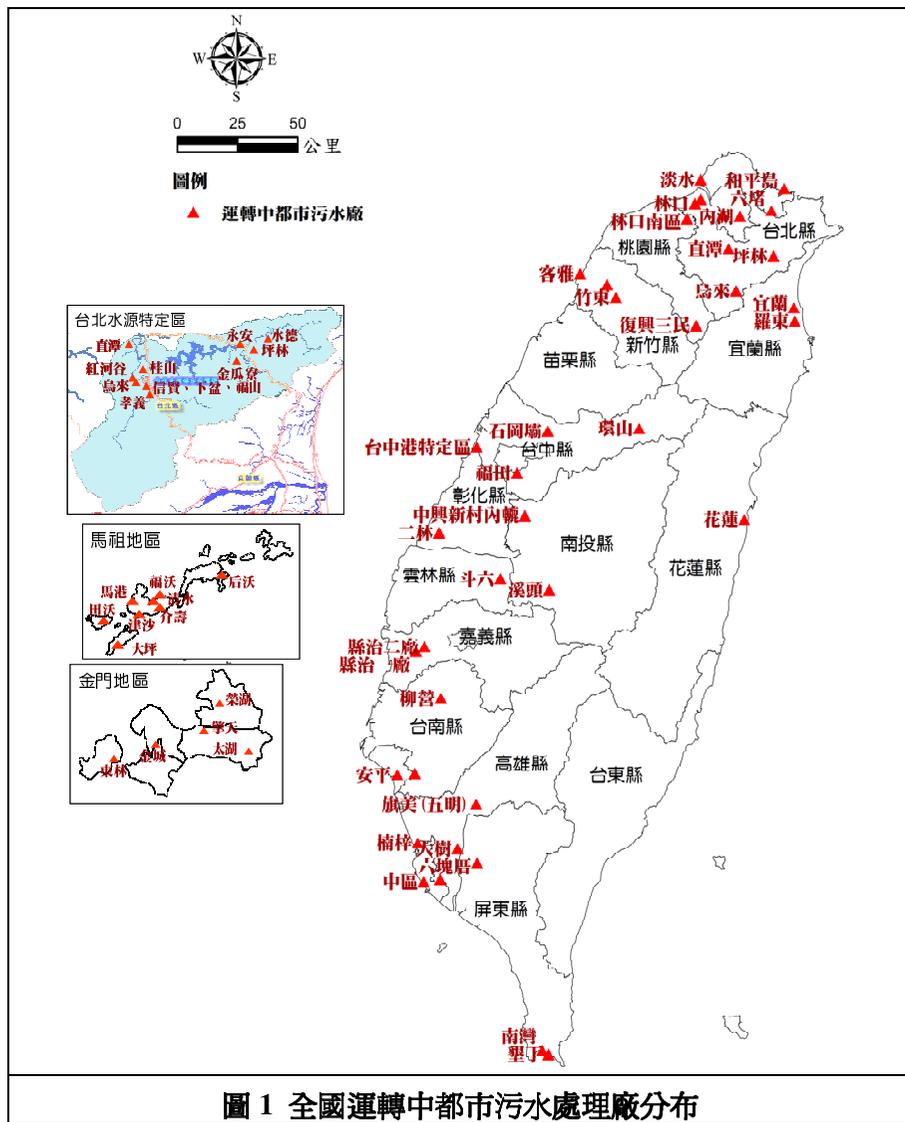


表 1 各縣市已運轉都市污水處理廠放流量估算

區域／縣市		該區域／縣市放流量統計 (CMD)
北部區域	基隆市	11,000
	台北市	510,185 (三級：390,000，其餘二級)
	台北縣	927,539 (初級：910,000)
	桃園縣	15,528
	新竹縣、市	0
小計		1,464,252
中部區域	苗栗縣	0
	台中市	52,000
	台中縣	3,972
	彰化縣	0
	南投縣	3,796
	雲林縣	11,000
小計		70,768
南部區域	嘉義縣、市	2,615
	台南縣、市	126,671
	高雄市	750,000 (初級：750,000)
	高雄縣	19,208
	屏東縣	12,631
小計		911,125
東部區域	宜蘭縣	16,554
	花蓮縣	0
	台東縣	0
小計		16,554
離島地區	澎湖縣	0
	金門縣	3,919
	連江縣	390
小計		4,309
總計		2,467,008

備註：截至民國 99 年 5 月

(5)重金屬與兩性元素方面：放流水以鹼土金屬之鈉和鉀檢出濃度最高，其次則為鋁、鐵和錳，各類有毒重金屬多半在放流水標準個別管制限值的 1%以下或未測得，代表重金屬污染問題在此並不嚴重。

上述水質分析結果顯示，都市污水處理廠放流水水質佳，可採高比例回收；都市污水處理廠放流水可再生作為多類用途，包括各類生活次級用途（澆灌、沖廁、景觀與親水）、農業用途、工業用途、注入地下水體等，參考國內外經驗，個別需注意之水質項目及處理程序分述如下，其常見放流水再生單元組合示意如圖 3 所示：

(1)作為澆灌、沖廁、景觀、親水等生活雜用：比較環保署「建築物生活污水回收再利用建議事項」水質標準，各廠放流水僅大腸菌類濃度較高，需進一步提升殺菌效能，以符合水質標準要求，惟單以加氯程序恐難以達標，且過量餘氯會影響使用者之觀感，故搭配臭氧或紫外線消毒 (ultraviolet disinfection, 「UV 消毒」) 為必要之方案；假若廢污水中若有濁度偏高之情形，建議可搭配化學混凝或砂濾，藉由化學混凝或砂濾等方式降低水中濁度或是以懸浮顆粒型態存在之有機物與氮磷物質，亦可以減少微生物後續孳生。

- (2)作為農業用水：相較於「灌溉用水水質標準」，最主要問題為含氮量偏高，會影響水稻等作物之生長，或造成水體缺氧等狀況，各廠放流水總氮濃度均遠高於「灌溉用水水質標準」規範之 3 mg/L，可採用好氧-無氧方式 (Aerobic-Anoxic) 或生物膜等生物除氮法，以進一步脫硝降低 NO₃-N 之濃度外，或需和自然水體混合以降低之；此外，雖目前標準中並未規範總菌落數與大腸菌類，但若進一步降低放流水中之菌類，可避免對栽種食物造成微生物污染。
- (3)作為工業冷卻用水：於現代化工廠中，因節水之故，需使冷卻水於系統中循環 3~6 次，以達節水效果，因此十分注重進水水質之 TDS（避免結垢或腐蝕）、硬度、電導度、有機物、氮與磷等項目的穩定度（避免孳生菌垢），建議可採用砂濾、活性炭之處理程序。
- (4)作為注入地下水體之用：因目前各廠放流水仍有多項水質無法符合「污水經處理後注入地下水體水質標準」，其標準規範 BOD₅ 濃度需小於 1 mg/L、亞硝酸鹽氮不得檢出、氨氮濃度需小於 0.1 mg/L、溶解性鐵濃度小於 0.3 mg/L、溶解性錳濃度小於 0.05 mg/L 及大腸菌類濃度需低於 50 CFU/100 mL 等；故放流水需再搭配延長曝氣去除氨氮、以錳砂濾料之過濾去除鐵和錳、活性炭吸附去除有機物、以及提高殺菌劑量等多道程序。
- (5)作為工業製程用水：台灣目前一般用水量較高的工廠多為引入自來水或地下水後，經由以逆滲透膜 (reverse osmosis, RO) 為主體的軟化或純水系統，產出軟水、純水或超純水，再作製程使用；一般廠商在設置軟化或純水系統時，進水水質多設定為「自來水水質標準」，抑或為當地自來水水質，故在探討廢污水再利用時，宜以「自來水水質標準」作為探討基準各廠再自行處理，建議可採用薄膜處理，如奈米過濾膜 (nanofiltration, NF) 或 RO。
- (6)作為間接飲用：台灣目前相關法規已明確規定，回收使用之廢(污)水應避免與人體接觸影響健康，故無此類用途，惟若參考國外之成功案例，建議可在除鹽單元後，再採用高級氧化處理 (紫外光 UV-雙氧水 H₂O₂) 破壞微量有機物質。

表 2 典型都市污水廠放流水水質與各類用途水質標準

水質項目	福田水資源回收中心	安平污水處理廠	景觀用水水質標準	灌溉用水水質標準	注入地下水水質標準	自來水水質標準	飲用水水質標準
導電度	427~459	1200~2000	--	750	--	--	--
TDS	216~354	944~2410	--	--	800	800	500
F ⁻	0.05~0.18	0.16~0.41	--	--	0.8	0.8	0.8
Cl ⁻	16.8~45.3	308~1080	--	175	250	250	250
SO ₄ ²⁻	56~63	80~197	--	200	250	250	250
總硬度	81~168	293~527	--	--	--	400	300
濁度	1.2~4.3	1.2~2.2	<5	--	--	2	2
總氮	17~20	10~14	--	3	--	--	--
NO ₃ -N	16.6~19.7	9.2~12.9	--	--	10	10	10
NO ₂ -N	<0.01	0.01~0.03	--	--	不得檢出	0.1	0.1
NH ₃ -N	0.01~0.42	0.05~0.3	--	--	0.1	0.5	0.1
TP	1.46~3.49	*	--	--	--	--	--
As	ND	0.003~0.007	--	0.05	0.05	0.05	0.01
Cd	ND~0.001	ND~0.009	--	0.01	0.005	0.005	0.005
Cr	ND	ND	--	0.1	0.05	0.05	0.05
Cu	ND~0.005	ND	--	0.2	1	1	1
Ni	ND~0.009	ND	--	0.2	0.1	--	0.1
陰離子型界面活性劑	ND	ND~0.22	--	5	0.5	0.5	0.5
CN ⁻	ND~0.004	ND~0.002	--	--	0.01	0.05	0.05

註：1. 「*」無相關資料；「--」未管制

2. 參考文獻：經濟部水利署水利規劃試驗所 (2005)；經濟部水利署水利規劃試驗所 (2007)

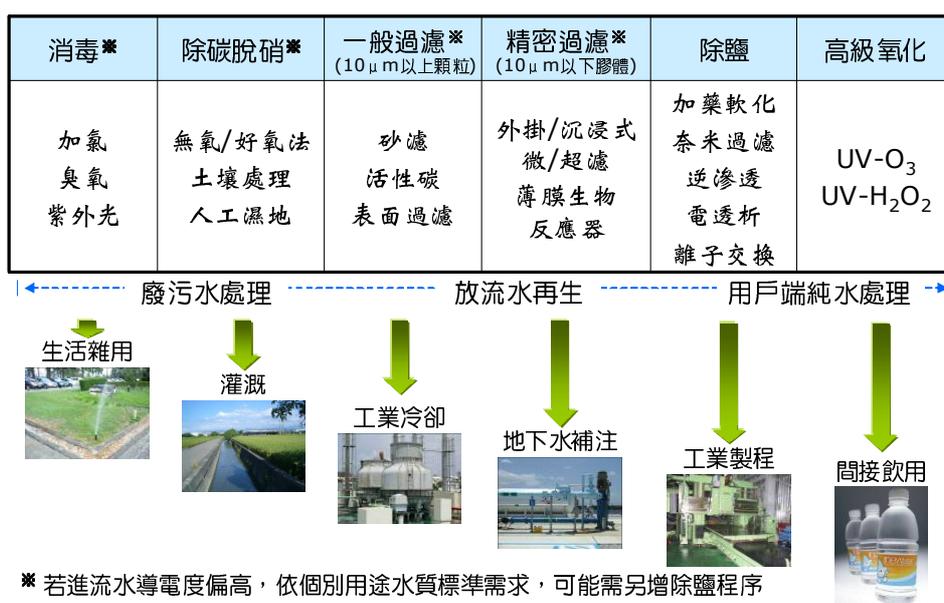


圖 3 國外常見放流水再生單元組合示意圖

(二)工業區廢水處理廠放流水再生利用潛勢

1.工業區綜合廢水處理廠分類

我國現行工業區開發可分成一般工業區、加工出口區、科學工業園區、環保科技園區、農業生物科技園區、地方政府開發工業區或民間開發工業區等七類，截至民國 99 年 5 月的工業區廢水調查結果顯示，全國營運中之工業區共計 89 座，設有廢水處理廠者共計 56 座，其中「綜合工業區綜合廢水處理廠」有 39 座、「科學工業園區綜合廢水處理廠」有 7 座、「環保科技園區綜合廢水處理廠」有 1 座、「加工出口區綜合廢水處理廠」有 2 座、「農業生技園區綜合廢水處理廠」有 1 座、「縣市政府工業區綜合廢水處理廠」有 4 座、「民間開發工業區綜合廢水處理廠」有 2 座；全國運轉中工業區廢水處理廠普查結果及分布如表 3 及圖 4 所示。

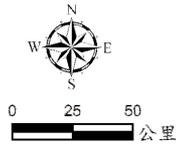
2.工業區廢水處理廠放流水量統計

工業區廢水處理廠放流水總量與區內廠商生產量高度相關，隨社會型態改變，景氣週期榮枯，以及產業轉型外移等，國內各工業區廢水處理廠經常出現實際處理水量與當初設計處理水量差異甚大之情形；若處理水量偏低，則可能需在較低負荷下運轉，或接收鄰近生活污水進行處理；若處理水量已接近設計水量甚至常有超出情形，則需進行擴建。

由於工業區廢水來源混雜，雖經三級處理，放流水中仍含高濃度鹽類、殘留製程化學物質以及高色度等特性，其放流水雖符合放流水標準，但對於後續的回收再利用還是有一定的限制；因此為符合一般使用要求，必須進行除鹽使總溶解固體至少需低於 800 mg/L，且濃排水需符合放流水水質標準，因此並非所有放流水量均可使用，可再生水量往往只有放流水總量之 40~60%；各廢水處理廠之放流水量比較如表 4。

表 3 工業區綜合廢水處理廠普查結果

分類	已運轉廠數	主管機關
綜合工業區綜合廢水處理廠	39	經濟部工業局
科學工業園區綜合廢水處理廠	7	國科會新竹科學工業園區管理局
		國科會中部科學工業園區管理局
		國科會南部科學工業園區管理局
環保科技園區綜合廢水處理廠	1	行政院環保署
加工出口區綜合廢水處理廠	2	經濟部加工出口區管理處
農業生技園區綜合廢水處理廠	1	行政院農委會屏東農業生物技術園區籌備處
縣市政府工業區綜合廢水處理廠	4	各縣市政府
民間開發工業區綜合廢水處理廠	2	經濟部工業局



圖例

- 運轉中工業區廢水廠



圖 4 全國運轉中工業區廢水處理廠分布

表 4 各工業區廢水處理廠放流量比較

區域 / 縣市		工業區名稱	實際放流量 (CMD)
北部區域	基隆市	大武崙工業區	961
	台北縣	土城工業區	6,632
		五股工業區	6,015
	桃園縣	大園工業區	12,138
		觀音工業區	30,500
		桃科技園區	400
		中壢工業區	24,326
		華亞科學園區	4,192
		龜山工業區	13,600
		桃園幼獅工業區	3,049
		平鎮工業區	15,214
		竹科龍潭基地	200
		新竹縣、市	竹科新竹園區
新竹工業區	34,322		
中部區域	苗栗縣	廣源科技園區	2,000
		竹科竹南	9,000
	台中縣、市	大甲幼獅工業區	3,992
		加工出口區中港園區	2,733
		中科台中園區	35,394
		台中工業區	13,767
		大里工業區	867
	南投縣	南崗工業區	6,828
	彰化縣	全興工業區	6,989
		彰濱線西工業區	4,061
		彰濱鹿港工業區	6,449
		芳苑工業區	5,575
	雲林縣	雲林科技工業區	7,035
		斗六工業區	6,607
		中科虎尾園區	300
	南部區域	嘉義縣、市	民雄工業區
嘉太工業區			758
台南縣、市		新營工業區	4,500
		官田工業區	5,198
		樹谷園區	2,056
		南科台南園區	72,806
		台南工業科技	8,443
		永康工業區	1,600
		安平工業區	3,605
		柳營科技工業區	155
高雄縣、市		南科高雄園區	1,326
		永安工業區	2,600
		岡山本洲工業區	1,500
		加工出口區楠梓園區	11,000
		仁武工業區	13,053
		鳳山工業區	160
		臨海工業區	22,855
		林園工業區	40,846
		大發工業區	16,257
屏東縣		內埔工業區	823
	屏東工業區	1,575	

區域 / 縣市		工業區名稱	實際放流量 (CMD)
		屏東農業生物科技園區	20
東 部 區 域	宜蘭縣	龍德工業區	2,500
	花蓮縣	和平工業區	123
		光華工業區	300

備註：截至民國 99 年 5 月

3. 工業區綜合廢水典型水質分析與再生水處理程序建議

歷來針對工業區廢水處理廠之水質調查顯示，若作為工業用途，各廢水處理廠放流水 COD 和 SS 多半已接近冷卻用水標準要求，但硬度、鹼度與導電度往往偏高，若不進一步除鹽則無法再利用，使得再生成本偏高；惟相對於前述都市污水處理廠，因工業區廢水處理廠距離工業區內潛在使用者距離甚近，就近回送至工業區內作為工業用途時，再生水配送管線成本相對較低，可補再生成本偏高之缺點，是為工業區廢水處理廠放流水再生最主要之優勢。

茲將典型放流水水質綜合評析結果歸納如下 (表 5)：

- (1) 導電度與總溶解固體方面，因各廠製程與純水系統的再生清洗所使用的硫酸、鹽酸、氫氧化鈉等均排放至放流水中，使得導電度一般超過 2,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (總溶解固體約 1,000 至 1,500 mg/L)，又以一價離子為大宗，無法以加藥軟化或結晶軟化等方式去除，需採用逆滲透膜等方式除鹽，方可符合相關水質標準。
- (2) 有機物方面：放流水 BOD 和 COD 濃度多低於放流水標準管限制值，有機物主要以溶解性物質為主，亦即經過生物處理而仍無法分解，必須透過高級氧化予以破壞，或逆滲透濾除溶解性物質。
- (3) 含氮物質及含磷物質方面：部分工業區廢水處理廠總氮和總磷濃度偏高，總氮常見來源包含氨水、氯化銨、顯影劑、去光阻劑等含氮藥劑，總磷來源主要則為鋁蝕刻液之磷酸，主要為正磷酸鹽，少數為電鍍用之焦磷酸鹽或聚磷系抗垢劑等。總氮之去除一般係透過生物處理 (硝化-脫硝)，但在放流水中因已無足夠碳源，難以再進行有效生物處理，多半也只能透過逆滲透膜除鹽時一併濾除；正磷酸鹽可透過化學混凝沉澱予以捕捉，焦磷酸或聚磷酸則需透過特定藥劑破壞 (如 Na_2S) 後再以化學混凝沉澱捕捉之。
- (4) 重金屬與兩性元素方面：相關研究顯示放流水中主要仍為鹼金屬之鈉、鉀和鹼土金屬鎂檢出濃度最高，其次則為鋁、鐵和錳，各類有毒重金屬之濃度一般都在放流水標準個別管限制值的 10% 以下；其去除仍有賴於逆滲透膜之除鹽。
- (5) 微生物方面：廢水廠處理後放流水未必設有加氯程序，總菌落數一般介於 $1.3 \times 10^4 \sim 1.2 \times 10^5$ CFU/100 mL，再利用前有待進一步消毒，以進一步降低微生物危害風險。

表 5 典型工業區放流水水質與各類用途水質標準比較

水質項目	新竹工業區	中科台中基地	林園工業區	景觀用水水質標準	灌溉用水水質標準	注入地下水水質標準	自來水水質標準	飲用水水質標準
導電度	2700~3700	2630~3020	6680~6860	--	750	--	--	--
TDS	2000~2400	1380~1660	3300~3680	--	--	800	800	500
F ⁻	*	4.2~4.6	1.12~3.93	--	--	0.8	0.8	0.8
Cl ⁻	280~480	628~654	210~1190	--	175	250	250	250
SO ₄ ²⁻	520~880	70.5~207	17.46~943	--	200	250	250	250
總硬度	220~700	256~266	513~710	--	--	--	400	300
濁度	3.7~6.9	2.6~3.2	4.0~7.0	<5	--	--	依水源而定	2
總氮	16~25	32.3~33	12.3~12.6	--	3	--	--	--
NO ₃ -N	15~23	13.9~15.4	8.1~10.0	--	--	10	10	10
NO ₂ -N	<0.01	0.20~0.28	0.1~0.88	--	--	不得檢出	0.1	0.1
NH ₃ -N	0.08~0.12	16.3~18.8	1.1~2.5	--	--	0.1	0.5	0.1
TP	3.4~15	19.9~54.7	1.93~6.76	--	--	--	--	--
As	*	ND	ND~0.004	--	0.05	0.05	0.05	0.01
Cd	0.01	ND~0.0006	ND~0.0004	--	0.01	0.005	0.005	0.005
Cr	0.04	0.0027~0.0028	0.0038~0.0045	--	0.1	0.05	0.05	0.05
Cu	0.11	0.0044~0.0047	0.01~0.0487	--	0.2	1	1	1
Ni	0.18	ND~0.0152	0.0268~0.0272	--	0.2	0.1	--	0.1
陰離子型界面活性劑	0.2~0.32	ND~0.06	0.08	--	5	0.5	0.5	0.5
CN ⁻	0.008~0.01	ND~0.012	ND~0.009	--	--	0.01	0.05	0.05

註：1. 「*」代表無相關資料；「--」代表未管制

2. 參考文獻：經濟部水利署水利規劃試驗所（2003）；經濟部水利署水利規劃試驗所（2009）

(三) 農業排放水再生利用潛勢

1. 農業排放水之定義及潛能量分析

一般所稱「農業迴歸水」可依在灌區內或灌區外利用，而有兩種不同定義（參見圖 5）：

- (1) 灌區內利用：農業灌溉方式大多由上游高處開始往下游灌溉，上田多餘的迴歸水可由橫向水路直接攔取再向下田直接灌溉，或匯流農塘、河川，再取水灌溉下游灌區，過程中已多層次重複灌溉使用，此部分迴歸水已獲得實際運用，無法再提供其他標的使用，屬傳統灌溉的輔助水源，或可稱為「傳統迴歸水」。
- (2) 灌區外利用：水利署 2009 年「台灣地區農業迴歸水再利用調查潛勢分析與營運管理之研究」中，探討灌溉期間灌區內之灌溉水，在經由灌排兼用水路及排水路流返區域排水道、河川及海洋之前可供再生利用之水量，亦即農田水利會灌溉系統最下游灌區排出水量且不再被其他水權人使用之水；此一水量有別上述「傳統迴歸水」，故有「新興迴歸水」、「農業排放水」、「農業排水」、「農業廢水」與「灌

區尾水」等稱謂，在此統一稱為「農業排放水」。

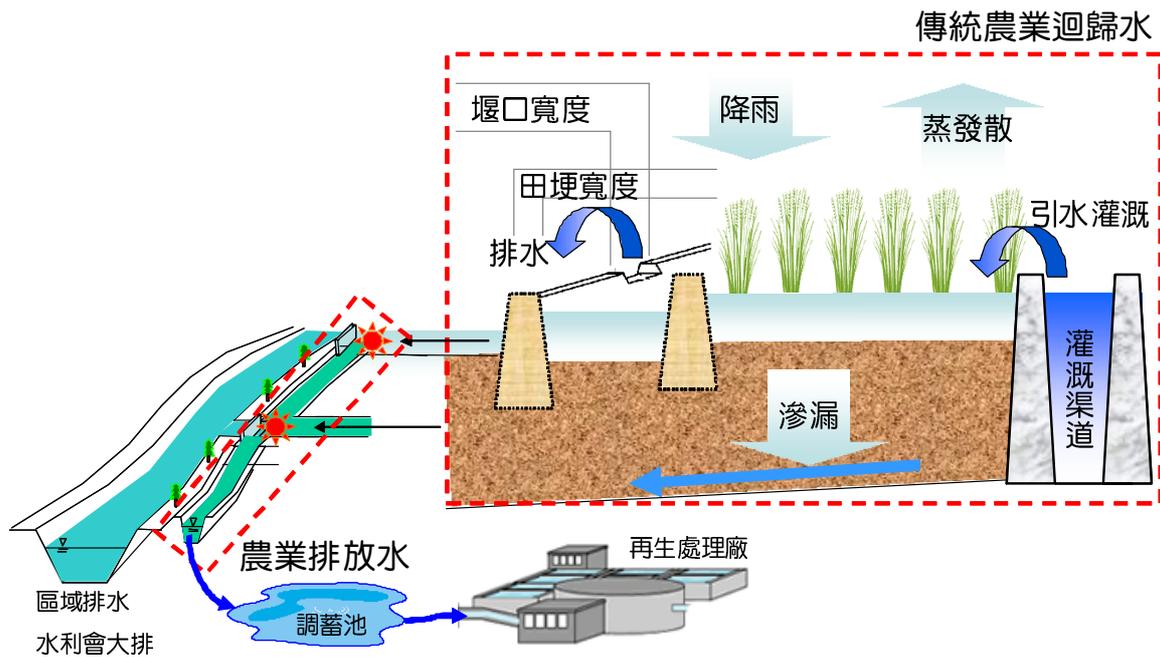


圖 5 「傳統迴歸水」與「農業排放水」示意圖

分析結果顯示（圖 6），台灣本島農業排放水潛能量估計每年約 18.2 億立方公尺，針對各農田水利會民國 91 年～96 年各旬農業排放水量進行超越機率統計後，發現各農田水利會 Q_{80} 可靠度之農業排放水總量合計為 2.9 億立方公尺， Q_{90} 可靠度之農業排放水總量合計為 0.88 億立方公尺，僅為前述總潛能量之 4.8%，代表可穩定利用水量甚低，且農業排放水之水量又分散於灌區各排水路，極不易開發。

水利署在「台灣地區農業迴歸水再利用調查潛勢分析與營運管理之研究」裡曾針對多處農業排放水進行水量與水質量測，圖 7 為針對四處農業排放水現地實測結果（各現地實測點位分布如圖 8），顯示在第二期作及第一期作間，因田地沒有耕作，農業排放水量均有偏低的現象，期作對農業排放水水量之影響相當明顯；另比對降雨亦可發現農業排放水水量明顯隨雨量增加而上揚（降雨增加了地表逕流或區域河川基流量）。上述兩點顯示農業排放水量受期作與降雨影響，灌區停灌或旱季時亦無充足水量可移作農業以外之利用，在在顯示農業排放水之利用不如前述之廢污水處理廠放流水穩定；在該調查中，亦曾就數處水量相對穩定並且鄰近具潛在使用者之渠道提出建議（參見圖 8 中以方框標示地點）。

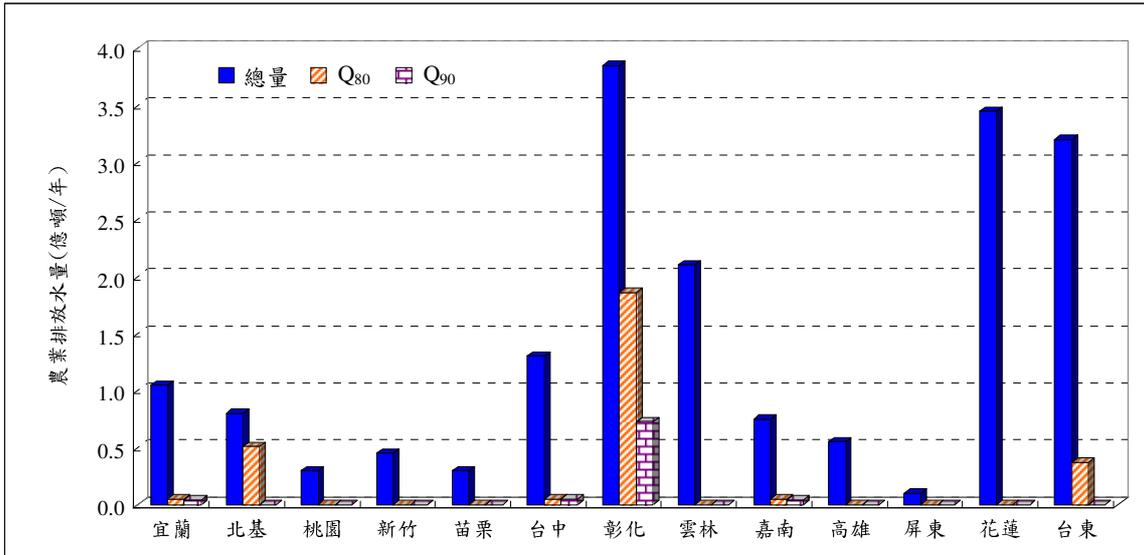
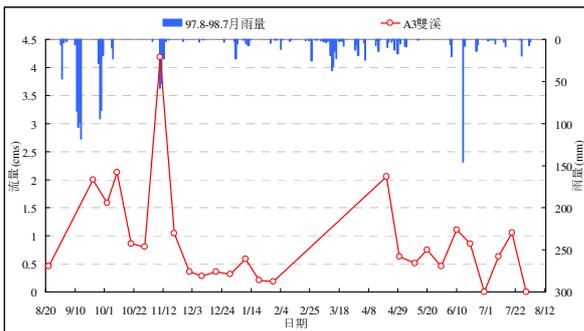
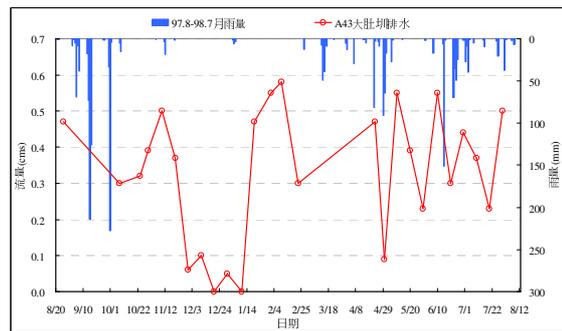


圖 6 91 年~96 年各水利會農業排放水年平均量、 Q_{80} 流量與 Q_{90} 流量

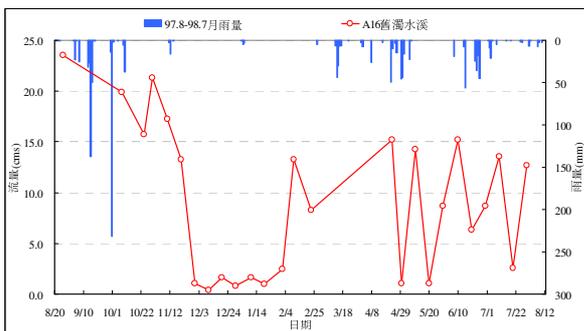
註：1. Q_{80} 流量係指每年 80% 之時間裡流量高於此值； Q_{90} 流量係指 90% 之時間裡流量高於此值
 2. 參考資料：水利署（2009），台灣地區農業迴歸水再利用調查潛勢分析與營運管理之研究 (2/2)



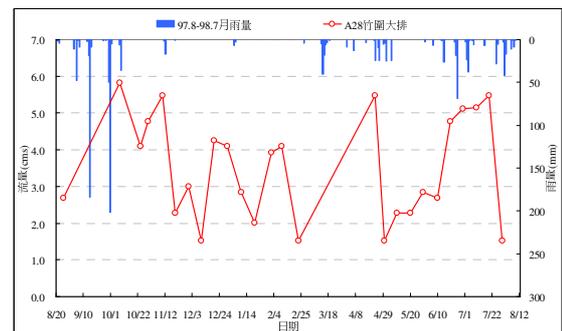
(a) 桃園-雙溪



(b) 台中-大肚圳排水



(c) 彰化-舊濁水溪



(d) 雲林-竹園大排

圖 7 97 年 8 月至 98 年 7 月農業排放水測點觀測資料

註：資料來源：水利署（2009），台灣地區農業迴歸水再利用調查潛勢分析與營運管理之研究 (2/2)

以南投、彰化、雲林及屏東地區有較明顯之農田施肥污染跡象，台南地區有受工業污染之跡象，茲將農業排放水水質綜合評析結果歸納如下：

- (1)導電度方面，該研究所調查之農業排放水上皆能符合灌溉用水水質標準，若於區域排水水中則泰半無法符合標準，尤以彰化、嘉南及高雄地區之排水路測點最為明顯，甚至超過 1,400 μ S/cm。
- (2)在膠體物質方面，該研究所調查之農業排放水懸浮固體及濁度普遍偏高，其中又以雲林、台東及花蓮地區之測值最高。
- (3)在含氮物質方面，隨各地土壤性質與作物情形而有甚大差別，台中以北及花東地區總氮之檢測結果較低，大致皆能符合灌溉用水標準的 3 mg/L，但南投、彰化、雲林、高雄及屏東等地區總氮檢測結果遠高於灌溉用水標準，尤以彰化地區甚為明顯。
- (4)在微生物方面，該研究所調查之各農業排放水測點大腸菌類與總菌落數檢測結果皆高於各類用途水質標準。
- (5)重金屬與兩性元素：該研究所調查之各農業排放水測點，常見重金屬污染包含砷、鎘、鉻、汞、鎳、鉛等項目皆非常微量或幾無檢出，皆可符合各類用途水質標準，農業排放水測點之重金屬污染並不明顯。

表 6 以台中大肚圳農業排放水水質為例，並與各類水質標準比對，其農業排放水與廢污水處理廠放流水間較大的差別在於某些農業排放水多數水質可符合各項標準，僅有濁度與懸浮固體偏高問題，因此比照自來水廠處理程序，透過混凝沉澱＋曝氣＋過濾，或以沉浸式超過濾膜抽取出濁度甚低之濾液等方式，取得再生水即可多種利用，包括生活次級用途、工業用途或地下水補注等。

結語

工業區廢水處理廠放流水、都市污水處理廠放流水及農業排放水之再生循環利用在本文中合稱「新生水」，屬於新興水源之一環，若能擇定適當地點與再生程序，妥善作為一種備用水源，可提高區域供水穩定性與餘裕量，降低各區域缺水之風險。都市污水廠放流水相對較好，有再生成本較低之優勢，但因普遍位於高程較低處，往高處配送成本偏高，考量管線經濟效益，宜優先供給單一工業大戶，其次再考慮作為鄰近區域之灌溉用水或地下水補注等保育用水。工業區廢水處理廠放流水則因導電度偏高，若不進行除鹽則無法利用，一般需運用逆滲透膜等較昂貴之工法，使得再生成本上升，但相對而言其配送至用水端距離短，預期管線成本偏低，再利用時建議短距離送回區內廠商作為各類工業使用。農業排放水因水量穩定度低，若無適當貯留或有其他水源作為備用，不易作為工業運用，較適合作為保育用途，或僅作為鄰近工業的一種輔助水源。對於三種水源而言，未來若有可運用地點，均應於評估規劃階段，實際設置小型模廠進行長時間

之水質監測及處理，評估其在時間與空間上之不確定性，深入評估產水水質穩定性，從而設計適當單元再生之。

表 6 台中大肚圳排水路農業排放水水質與各類用途水質標準比較

水質項目	大肚圳排水路	景觀用水水質標準	灌溉用水水質標準	注入地下水水質標準	自來水水質標準	飲用水水質標準
導電度	127~522	--	750	--	--	--
TDS	113~420	--	--	800	800	500
F ⁻	*	--	--	0.8	0.8	0.8
Cl ⁻	5.3~48.3	--	175	250	250	250
SO ₄ ²⁻	*	--	200	250	250	250
總硬度	46.5~183	--	--	--	400	300
濁度	17~31.2	<5	--	--	依水源而定	2
總氮	2.07~6.07	--	3	--	--	--
NO ₃ -N	0.68~4.68	--	--	10	10	10
NO ₂ -N	0.02~0.31	--	--	不得檢出	0.1	0.1
NH ₃ -N	0.46~2.12	--	--	0.1	0.5	0.1
TP	0.03~0.64	--	--	--	--	--
As	ND	--	0.05	0.05	0.05	0.01
Cd	ND	--	0.01	0.005	0.005	0.005
Cr	ND	--	0.1	0.05	0.05	0.05
Cu	ND	--	0.2	1	1	1
Ni	0.01~0.02	--	0.2	0.1	--	0.1
陰離子型界面活性劑	*	--	5	0.5	0.5	0.5
CN ⁻	*	--	--	0.01	0.05	0.05

註：1. 「*」無相關資料；「--」未管制
2. 參考文獻：經濟部水利署 (2009)

參考文獻

行政院公共工程委員會 (1998) 公共建設工程經費估算編列手冊，行政院公共工程委員會。

經濟部水利署水利規劃試驗所 (2009)，廢污水廠放流水再利用潛勢及推動策略。

水利署 (2008)，台灣地區農業迴歸水再利用調查潛勢分析與營運管理之研究(1/2)。

經濟部水利署 (2009)，台灣地區農業迴歸水再利用調查潛勢分析與營運管理之研究(2/2)。

經濟部水利署水利規劃試驗所 (2007)，廢污水再生利用技術研究台中市福田水資源回收中心再生水試用計畫(1/2)。

經濟部水利署水利規劃試驗所 (2009)，廢污水再生利用技術研究台中市福田水資源回收中心再生水試用計畫(2/2)。

財團法人中興工程顧問社 (2006)，工業區污水處理廠放流水再生利用。

經濟部水利署水利規劃試驗所 (2005)，台南市安平污水處理廠污水再生利用研究。

經濟部水利署水利規劃試驗所 (2003)，新竹工業區廢水回收再利用規劃。