

加工出口區管理處推動節約用水永續 發展策略與成果

歐嘉瑞*、李穆生*、嚴小梅*、黃俊仁*
王炳琳*、張振章**、楊易霖**、程珮珍**

摘 要

台灣加工出口區配合經濟部「挑戰 2008 國家發展重點發展計畫－積極推動節約用水計畫」在「積極推動節約用水計畫」中，由政府率先執行節約用水並逐年推動工廠節約用水輔導工作之需求，規劃經濟部轄下之加工出口區於目標年 2007 年底以前順利達成年省水量 145 萬噸之量化目標。基於綠色生產與永續發展策略考量，未來除了繼續協助區內廠商提昇製程節水效率之外，在水利署支持下，已規劃設置海洋放流水回收再利用模型廠，將委託相關專業團隊來驗證研究「再生水」回用於工廠冷卻水塔補充水或產製純水之風險與效益，預期將扮演台灣此一應用領域之先驅，預估可以為台灣帶動創造百億元以上新興環保產業商機。

【關鍵字】加工出口區、工業用水、節約用水、廢水回收再利用

*加工出口區管理處處長、組長、簡任技正、科長、技正

**京華工程顧問公司總工程師、工程師、助理工程師

一、前言

台灣地處亞熱帶，平均年降雨量約 2,510mm(約 905 億立方公尺)，約為世界平均值(973mm)之 2.6 倍，屬降雨量豐富地區，惟超過七成年降雨量集中於夏、秋兩季，主要依賴颱風帶來豐沛雨量，豐水期短而流量高，枯水期則歷時長而流量低。每逢乾季即發生缺水事件，由最近正面臨缺水之際，不同產業間為了水資源發生分配不均問題可見一般，故實際可供利用水資源實屬有限；又因地勢陡峻，雨量分配不均，加以地狹人稠，每人每年可分配之水量 4,243 m³，僅及全球平均值(約 34,000 m³)之八分之一，故如何善用水資源成為迫切需要解決之課題。

近年來由於大廠紛紛進行產品升級及產能大量擴充，區內用水需求不斷成長、污水量亦隨之增加，因此為解決區內用水及污水排放之迫切的問題，並達成政府逐年降低工業用水量之量化目標，除不斷尋求豐枯水期最佳用水控制系統，在節流方面上積極採取一系列的節約用水因應對策，推動節約用水及廢水減量計畫，以減低水資源不足對工業成長負面的影響。

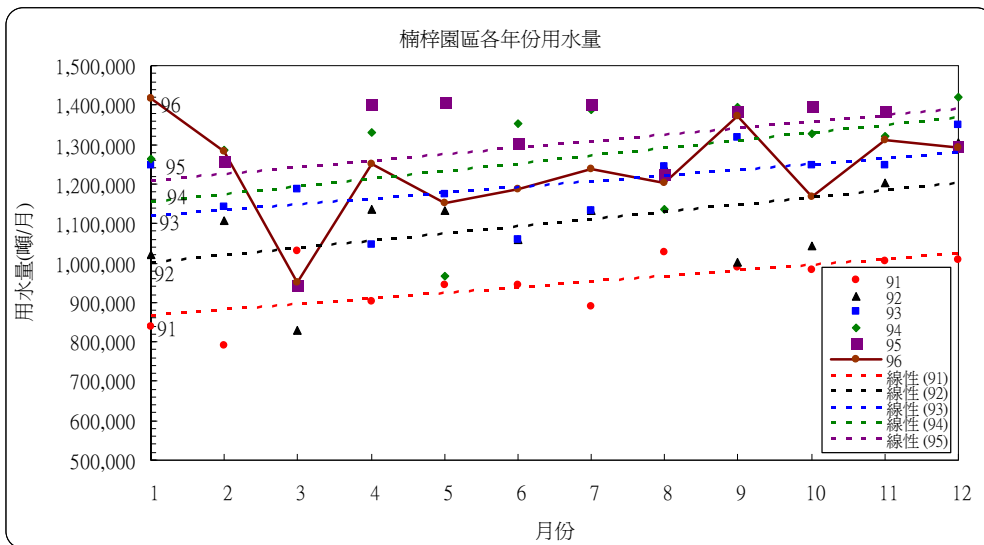
行政院於 2002 年 5 月開始推動「挑戰 2008：國家發展重點計畫」十大重點投資計畫中，並於計畫中明列「水與綠建設計畫」，經濟部依據前述計畫之目的，研提「挑戰 2008 國家發展重點計畫--積極推動節約用水計畫」中，其總體目標是由政府率先執行節約用水工作，並逐年推動工廠節約用水輔導，且加工出口區至 2007 年底應達成年省水 145 萬噸之量化目標。

依據加工出口區 2007 年 6 月現有區內事業分類統計資料，約有 305 廠家(楠梓園區 84 家、高雄園區 96 家、台中園區 49 家、中港園區 40 家、屏東園區 4 家及其他園區 32 家)，各園區主要營業類別包括電子製造業、光學及精密機械製造業、金屬製品業、電器產品及電腦周邊相關製造業、機械設備製造業、光電通信業等行業。在廢水處理方面，電子業由於製程中常需使用重金屬、有機溶劑及含酸鹼成分之溶液，因此，廢水會產生較高濃度之有機廢水及含重金屬之毒性物質，處理上比較複雜，回收再利用也比較困難。

二、加工出口區背景

1.加工出口區內用水現況

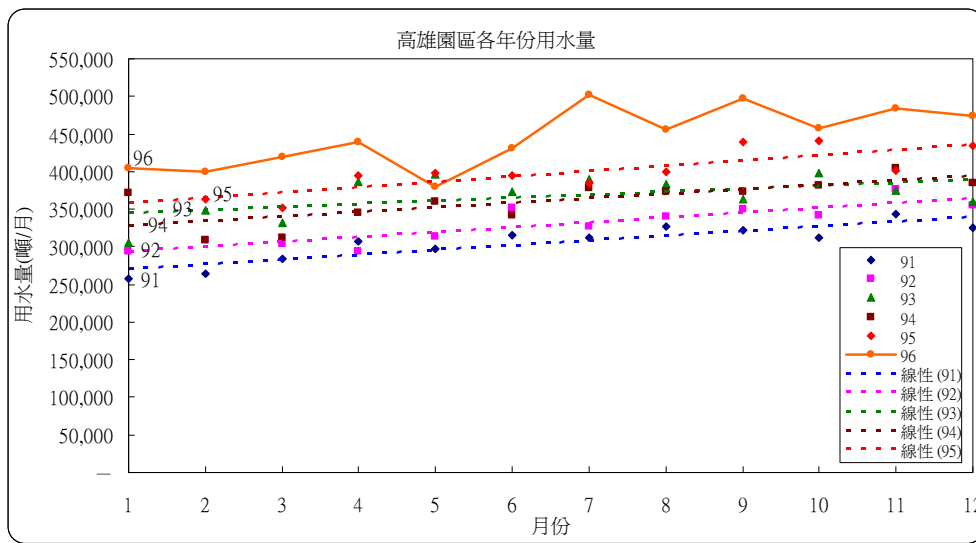
各加工出口區內之供水係由自來水系統供應，各區並無使區用地下水，依據加工出口區管理處 2002 年 1 月至 2007 年 12 月(共 73 個月，其中 2006 年 1-2 月資料闕如)之統計資料顯示，本計畫區域內之自來水使用量每月平均為 1,908,004 度(66,000 CMD)。其中，楠梓區每月平均約為 1,173,436 度(39,115 CMD)、高雄區每月平均為 367,937 度(12,265 CMD)、台中區每月平均為 290,035 度(9,668 CMD)、中港區每月平均為 33,032 度(978 CMD)、其他區 42,697 度(1,423 CMD)(詳圖 1~5 所示)。楠梓區、高雄區、台中區用水均有逐年攀升之趨勢，中港區 96 年度亦有漸攀升之趨勢，其他區則是呈現趨緩之現象。



資料來源：加工出口區管理處現有區內用水統計，至 2007 年 12 月止，本計畫整理

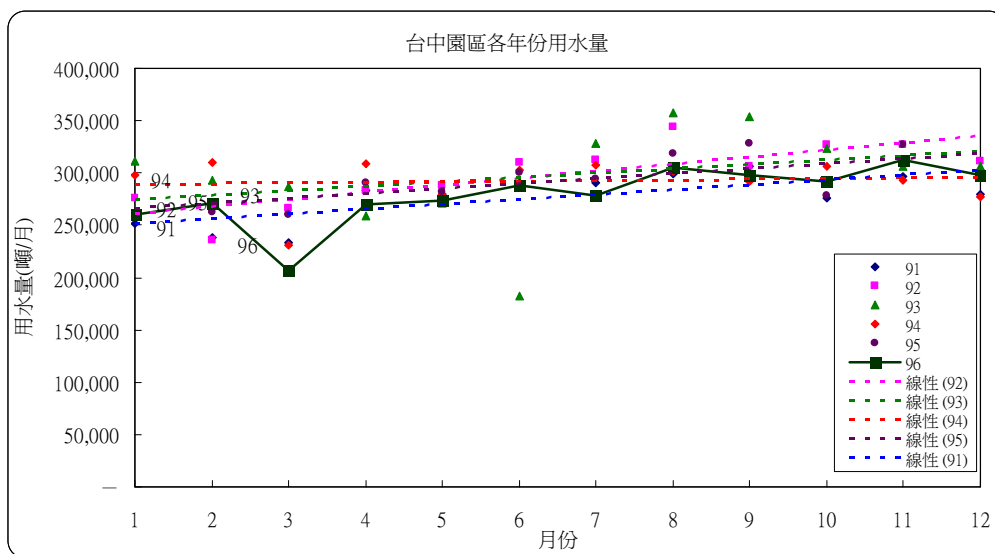
圖 1 各區每月用水趨勢圖(楠梓園區)

88 加工出口區管理處推動節約用水永續發展策略與成果



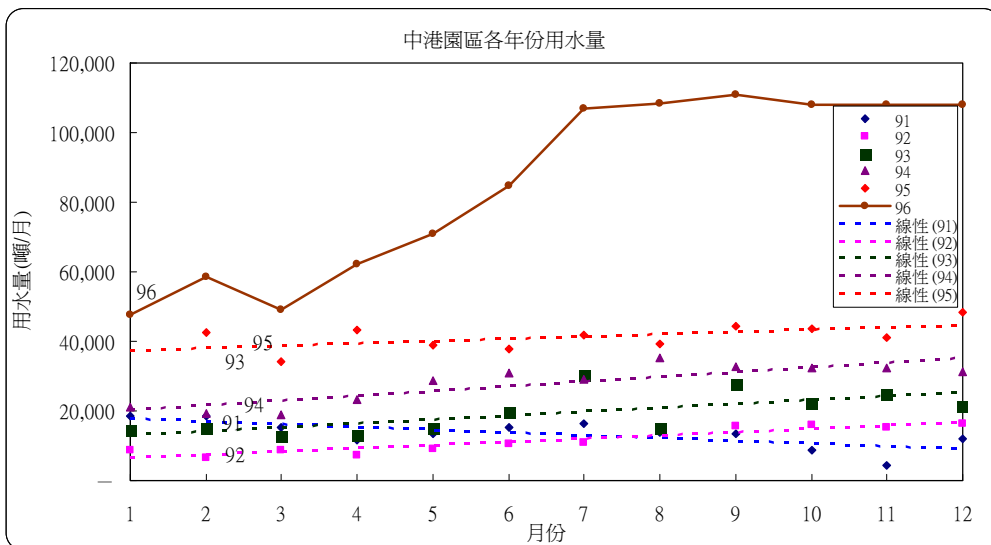
資料來源：加工出口區管理處現有區內用水統計，至 2007 年 12 月止，本計畫整理

圖 2 各區每月用水趨勢圖(高雄園區)



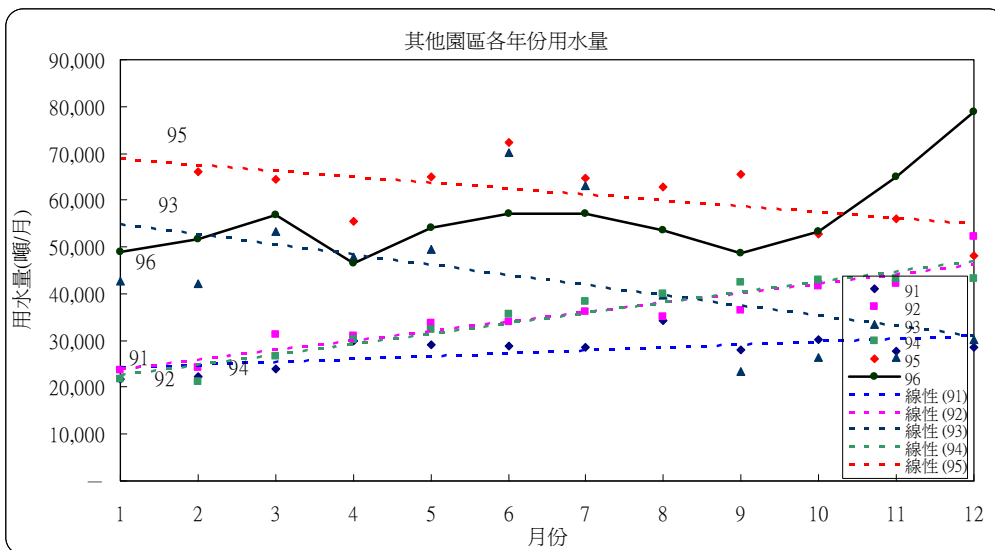
資料來源：加工出口區管理處現有區內用水統計，至 2007 年 12 月止，本計畫整理

圖 3 各區每月用水趨勢圖(台中園區)



資料來源：加工出口區管理處現有區內用水統計，至 2007 年 12 月止，本計畫整理

圖 4 各區每月用水趨勢圖(中港園區)



資料來源：加工出口區管理處現有區內用水統計，至 2007 年 12 月止，本計畫整理
 註：其他園區包含：臨廣園區、軟體園區、成功物流園區

圖 5 各區每月用水趨勢圖(其他園區)

90 加工出口區管理處推動節約用水永續發展策略與成果

2.計畫區域內產業分布

依據加工出口區管理處之現有區內事業分類統計資料，計畫區域內屬於製造業者計有 306 家，各園區製造業主要之行業別包括電力及電子機械器材製造業(含電子零件、半導體、光電通信器材、電器產品及電腦週邊相關)、金屬製品製造業、機械設備製造業(含自動控制相關)、化學製品製造業、塑膠製品類、成衣及服飾品製造業、運輸工具製造修配服務業等行業(詳表 1 所示)。

若以區內事業分類家數來探討，計畫區域內行業別位居第一為電子零組件製造業 104 家(約占 40.0%)，其次則是其他經核准工業 32 家(約占 10.9%)、電腦、電子產品及光學製品製造業 32 家(約占 10.5%)、金屬製品製造業 19 家(約占 6.2%)、批發業 18 家(約占 5.9%)；對照工業局《工業用水效率提昇輔導與推廣計畫－2006 年度專案期末報告》之工業用水統計分析可知，這些行業係占整個加工出口總用水量的最大宗，但亦最有節水潛力作。

表 1 計畫區域內行業別廠商家數

家數	楠梓 園區	高雄 園區	台中 園區	中港 園區	屏東 園區	其他 園區	小計	比率
食品製造業(含飲料製造)	0	0	1	1	0	0	2	0.7%
成衣及服飾品製造業	3	6	0	0	0	0	9	2.9%
木竹製品製造業	0	0	0	1	0	0	1	0.3%
紙漿、紙及紙製品製造業	0	1	0	0	0	0	1	0.3%
印刷及資料儲存媒體複製業	1	0	0	3	0	0	4	1.3%
化學材料製造業	0	0	0	5	0	0	5	1.7%
化學製品製造業	4	3	0	1	0	1	9	2.9%
塑膠製品製造業	6	3	0	3	2	0	14	4.6%
非金屬礦物製品製造業	1	0	0	2	0	0	3	1.0%
基本金屬製造業	0	1	0	0	0	1	2	0.7%
金屬製品製造業	5	6	2	5	0	1	19	6.2%
電子零組件製造業	30	33	19	6	0	16	104	34.0%
電腦、電子產品及光學製品製造業	7	12	8	1	0	4	32	10.5%
電力設備製造業	1	4	2	0	1	0	8	2.6%
機械設備製造業	4	2	3	3	0	1	13	4.2%

表 1 計畫區域內行業別廠商家數(續)

家數	楠梓 園區	高雄 園區	台中 園區	中港 園區	屏東 園區	其他 園區	小計	比率
產業用機械設備維修及安裝業	0	0	0	0	0	1	1	0.3%
其他運輸工具製造業	0	2	0	0	0	1	3	1.0%
其他製造業	4	2	5	0	0	0	11	3.6%
批發業	5	5	4	2	0	2	18	5.9%
陸上運輸業	1	0	0	0	0	1	2	0.7%
倉儲業	0	0	0	2	1	2	5	1.6%
資料處理及資訊供應服務業	1	0	0	0	0	1	2	0.7%
關連性產業服務業	2	1	2	0	0	0	5	1.6%
其他經核准工業	7	14	3	8	0	1	33	10.8%
合計	82	95	49	43	4	33	306	100%

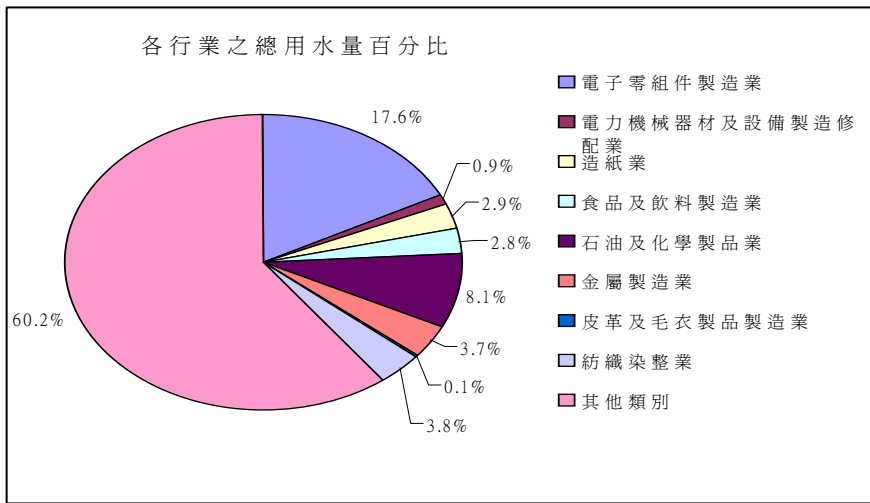
資料來源：加工出口區管理處現有區內事業分類開工家數統計資料，民國 96 年 12 月，
本計畫整理

其他區包含：臨廣園區、軟體園區、成功園區

三、計畫區域內產業用水分析

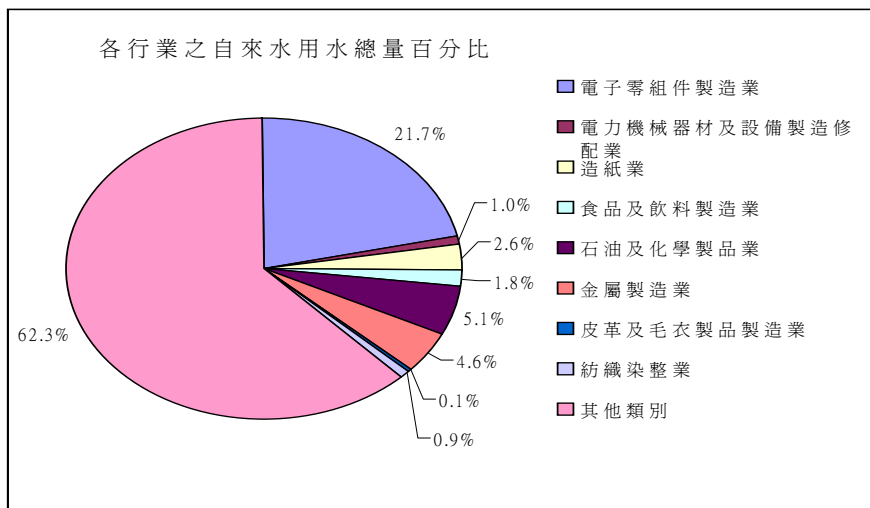
由於計畫區域內之廠商與區外一般工業區或科學園區廠商之用水特性相同，因引用工業局《工業用水效率提昇輔導與推廣計畫－2006 年度專案期末報告》之工業用水統計分析，該工業用水資料為經濟部統計處於 2005 年進行全國工廠校正暨營運調查 77,851 筆，同時針對各類工廠用水進行普查所蒐集而得，各產業依行業別分類為(1)電子零組件製造業、(2)電力機械器材及設備製造修配業、(3)造紙業、(4)食品及飲料製造業、(5)石油及化學製品業、(6)金屬製造業、(7)皮革及毛衣製品製造業、(8)紡織染整業及(9)其他類別共 9 大項。依其報告初步統計出各行業間之總用水量、自來水用水總量、循環用水總量及回收用水總量，其中回收總用水量以皮革及毛衣製品製造業位區第一，總用水量、自來水用水總量及循環用水總量皆以金屬製造業位居第一約佔 50%以上，詳圖 6~圖 9 所示。

92 加工出口區管理處推動節約用水永續發展策略與成果



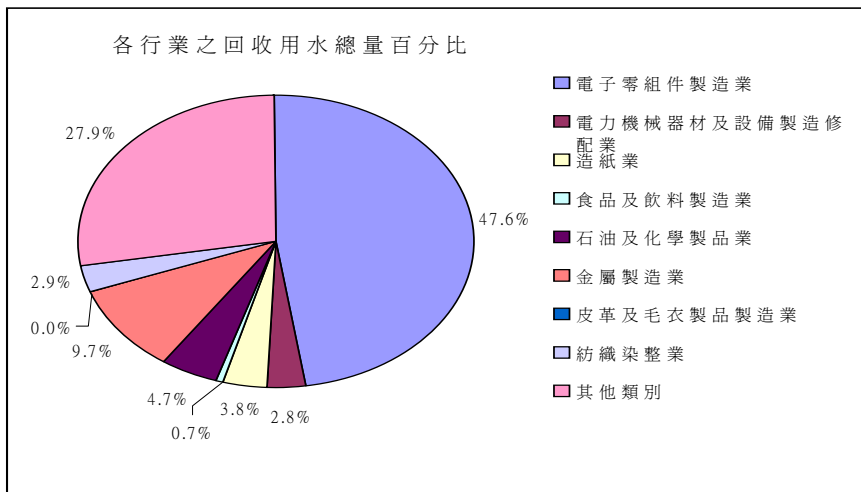
資料來源：工業用水資源整合推廣計畫前期分析報告，民國 92 年至 95 年

圖 6 各行業總用水量百分比



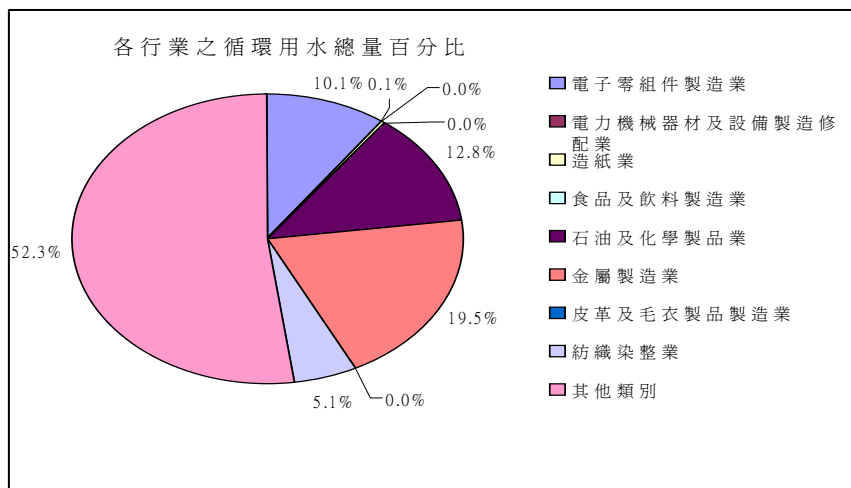
資料來源：工業用水資源整合推廣計畫前期分析報告，民國 92 年至 95 年

圖 7 各行業自來水總用水量百分比



資料來源：工業用水資源整合推廣計畫前期分析報告，民國 92 年至 95 年

圖 8 各行業回收總用水量百分比



資料來源：工業用水資源整合推廣計畫前期分析報告，民國 92 年至 95 年

圖 9 各行業循環總用水量百分比

四、推動過程及現況

94 加工出口區管理處推動節約用水永續發展策略與成果

加工出口區在 1997 年曾針對廠商需求進行節水輔導，當年輔導之 9 家工廠目前之節水量約 6,592 CMD。自 2005 年至 2006 年則輔導共 10 家工廠，節水量為 3,876 CMD(相當於 123.8 萬噸/年)，每年節水空間均超過 50 萬噸。此外，96 年日月光公司參加「2007 年度節水績優單位表揚評選」，名列前茅，順利獲獎，對區內節水成效有實質績效展現。

以下分 3 部份介紹本區推動節約用水之績效。

4.1 輔導廠商成效追蹤

輔導廠商成效追蹤自 2007 年 10 月初開始進行密集的電話追蹤，過去區內輔導成果之推動成效統計如表 2 所示，說明如下：

由表 2 可知 9 家工廠合計總用水量自 1997 年至 2007 年略由 30,274 CMD 提升為 30,402 CMD，而實際回收量由原本 4,758 CMD 提升為 6,592 CMD，表示經 10 年的時間區內廠商仍積極推動節水節能，2007 年回收量比過往更為提升。

自 2005 年起完成 10 家園區內工廠輔導工作(詳表 2)，除亞洲微電子因停工無法追蹤外，其餘區內 9 家工廠合計總用水量 2005 年至 2007 年由 17,493 CMD 提升為 19,452 CMD，而實際回收量由原本 4,005 CMD 變為 3,876 CMD，略微下降。主要原因為區內推動節水之誘因仍然不高，因為 2007 年不缺水，水價依然維持低價，所輔導之廠商僅能推動投資金額不大的節水項目。其中，日月光 K9 廠用水減少，導致回收水量下降，推估可能原因為生產規模縮減所致。表 3 為 2007 年輔導成果統計表。

一般工廠用水主要分為製程用水、冷卻用水、鍋爐用水、生活用水及其他用水五大類。有關常出現之各種用水與節水課題，例如：製程廢水未分流處理、冷卻用水如何回收再利用以及鍋爐蒸氣冷凝水回收等問題，多數業者已將此改善做法列入工廠中/長期節水方案中。

表 2 節水成效追蹤統計表

廠商名稱	過去節水紀錄	2007 年現況	備註
------	--------	----------	----

		用水量 (CMD)	回收 水量 (CMD)	節水 空間 (CMD)	用水 量 (CMD)	回收 水量 (CMD)	節水 空間 (CMD)	
1997 年 輔導廠商	1.台灣飛利浦建元電子股份有限公司	1,800	600	300	1,650	484	200	1997 輔導
	2.洲際電子股份有限公司	340	0	20	340	0	0	1997 輔導
	3.日立電子股份有限公司	600	400	50	650	450	50	1997 輔導
	4.楠梓電子股份有限公司	8,000	1,120	1,500	9,918	1,633	1,000	1997 輔導
	5.日月光半導體製造股份有限公司	16,000	2,608	10,000	12,770	3,811	4,044	1997 輔導
	6.台灣住礦電子股份有限公司	255	0	86	1,300	0	0	1997 輔導
	7.台灣佳能股份有限公司	600	0	150	659	44	0	1997 輔導
	8.台灣日立化成股份有限公司	2,164	0	914	2,600	140	300	1997 輔導
	9.台灣雙葉電子股份有限公司	515	30	0	515	30	0	1997 輔導
	小計	30,274	4,758	13,020	30,402	6,592	5,594	1997 輔導
輔導廠商	1.楠梓電子股份有限公司	8,000	1,120	1,500	9,918	1,633	1,000	2005 輔導
	2.清盛電子股份有限公司	130	25	80	170	30	30	2005 輔導
	3.夏普電子股份有限公司	90	20	10	71	27	0	2005 輔導
	4.台灣飛利浦建元電子股份有限公司	1,800	600	300	1,650	484	200	2005 輔導
	5.日月光半導體製造股份有限公司 K9 廠	3,252	998	1,528	2,166	468	0	2006 輔導
	6.勝華科技股份有限公司	3,315	1,100	600	4,641	1,100	0	2006 輔導
	7.晶威光電股份有限公司	676	100	30	676	100	30	2006 輔導
	8.泰銘科技股份有限公司	130	40	36	130	34	0	2006 輔導
	9.華泰電子股份有限公司-成品事業廠	100	2	31	30	0	0	2006 輔導
	小計	17,493	4,005	4,115	19,452	3,876	1,260	本計畫

表 3 2007 年廠商節水輔導執行狀況及節水空間統計表

編號	廠商名稱	輔導項目	平均用水	節水空間
----	------	------	------	------

96 加工出口區管理處推動節約用水永續發展策略與成果

			量(CMD)	(CMD)
1	中日新科技(股)公司	(1)ROR 回用至冷卻水塔(30 CMD) (2)清洗製程排放水回收再利用(43 CMD)	214	73
2	台灣日立化成工業(股)公司	(1)廢水回收與水洗水回收再利用(292 CMD) (2)冷卻水塔效能評估(8 CMD)	2,600	300
3	華泰電子(股)公司 HQ 廠	廠內製程切割研磨廢水回收(734 CMD)	3,535	734
4	瀚宇彩晶(股)公司高雄分公司	ROR 回用至冷卻水塔之評估(60 CMD)	500	60
5	日月光半導體(股)公司 K3 廠	RO 系統之評估(240 CMD)	1,600	240
合計				1,407

4.2 輔導案例說明

以下介紹區內曾輔導過用水量較大廠商之節水經驗：

1. 案例一(冷卻水塔放流水導電度偏低、RO 操作條件不佳待調整)

(1) 問題探討

A. 製程用水：純水系統採用 2B3T+RO 系統，純水造水率約 63% 左右，濃縮液 498 CMD 回收至公用製程中使用；公用製程用水每日用水需求為 1,886 CMD，分別回收切割及電鍍廢水各 300 CMD，廢水回收系統回收率估計為 83% 左右。

B. 冷卻水塔：廠內共 6 組冷卻水塔(350 RT×3 及 225 RT×3)，每組循環水量約為：

$$(350 \times 0.78)(\text{CMM}) \times 24 = 6,552(\text{CMD})$$

$$\text{蒸發損失} = \text{總循環水量} \times \text{溫差} / 1,085 = 6,552 \times (4) / 1,085 =$$

24.2(CMD)

$$\text{排放量} = E / (C - 1) = 24.2 / (3 - 1) = 12.1(\text{CMD})$$

$$\text{補水量} = CE / (C - 1) = 3 \times 12.1 = 36.3(\text{CMD})$$

(2)改善方案

- A.至該廠冷卻水塔診斷結果發現，有兩組冷卻水塔(金日公司產品，每組循環水量約 6,552 LPM，共六組)，使用自來水作為補充水，其補充水比導電度值為 510 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，底池水比導電度值為 1,016 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、 $\text{pH}=8.3$ ，初步判斷冷卻水濃縮倍數約為 $1,016/510=2$ 倍，經 LSI 計算軟體估計約 1.38，屬合理控制範圍；RSI 值則為 5.54 為接近平衡狀態(稍微結垢傾向)。
- B.若在不加藥條件下將排水導電度提升至 3,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 再予以排放，LSI 及 RSI 值在控制條件下，原濃縮倍數(CR1)可由原來 2 倍提升至 6 倍，約可節省補充水量 40%左右。
- C.BAG 封裝電路基板水洗機機台清洗水水質尚佳，但無分流處理及回用，可考量進行規劃分流並回收使用。
- D.原有廢水回收系統改成純水系統，two stages，70%回收率(feed：85 CMH，permeate：60 CMH，6-3 排列， $18\times 6=108$ 支膜)，改善之空間比較小。
- E.純水設備產水率較低，one stage，63%回收率，CIP 次數偏高，每週約一次，有改善空間(feed：60 CMH，permeate：40 CMH， $6\times 6=36$ 支膜)。依初步構想，若將薄膜排列改為 3-2 or 4-2 排列可將產水率提高至 75%以上。
- F.建議規劃綜合廢水回收，建立區內水資源使用效率提升機制，估計約可回收 1,500 CMD 之廢水，綜合廢水回收系統以回收率 70%估計，至少製程用水上可省水達 1,050 CMD。
- G.生活用水方面可採用省水器材，節約生活耗水量。例如：二段式沖洗器、自閉式水龍頭及省水蓮蓬頭等。將可節省一半以上的耗水量。

2.案例二(冷卻水塔補充水水質太好放流水導電度與 LSI 太低的困擾)

(1)問題探討

- A.至該廠冷卻水塔診斷結果發現，有兩座冷卻水塔使用 RO 產水，其補充水比導電度值為 8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，底池水比導電度值為 396 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ， $\text{pH}=8.7$ ，初步判斷雖然冷卻水濃縮倍數高達 $396/8=50$ 倍，但因補充水 LSI 數值相當低，屬於

98 加工出口區管理處推動節約用水永續發展策略與成果

負值，底池比導電度偏低，估計如果 pH 低於 7.7 左右，底池水可能 LSI 為負值，對熱交換器(空壓機)可能造成腐蝕，此一問題必須要留意。

B.廠內使用 RO 設備製造純水，原水經砂濾與活性碳塔前處理，有二套 RO 設備管殼排列分別為 6-3 與 4-3 模式，回收率達 70%左右，似乎良好，但第一段濃縮液流量偏低些， β (濃度極化值)= 1.23，一般 RO 設計要求 β 值必須小於 1.2 為宜，初步判斷是採用低負載操作壓力較低所致，因膜表面線性速率較低，還好本系統廠內經常清洗(每 3 個月)，減少結垢發生之風險。

C.製程中清洗用水為大宗，若分流處理應有回收空間；後續可至製程檢視相關流程，並採取水樣進行水質分析評估。

(2)改善方案

A.該廠冷卻水塔診斷結果發現，有兩座冷卻水塔使用 RO 產水，輔導期間廠內已改用自來水與 RO 產水調勻為冷卻水塔補充水，修改後補充水比導電度值為 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，底池水比導電度值為 1,200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ， $\text{pH}=7.5$ ，初步判斷雖然冷卻水濃縮倍數 $1,200/300=4$ 倍，估計冷卻水塔 LSI(飽和指數)= 0.53，建議可以提高濃縮倍數至 5~6，可節約部份用水。另建議冷卻水塔操作時控制 pH，維持在 7.5~8.0 之間，不要太偏鹼，避免 LSI 高於 2(在沒有添加抗垢劑之情況下)。

B.建議膜管排列 4-3-2 與 4-2-1， β (濃度極化值)可降為 1.13，亦可提高回收率 75%以上，以維持 RO 設備操作正常與降低維護成本。

C.生活用水方面可採用省水器材，節約生活耗水量。例如：二段式沖洗器、自閉式水龍頭及省水蓮蓬頭等。將可節省一半以上的耗水量。

3.案例三(切割研磨廢水冷卻水塔放流水導電度偏低、RO 操作條件不佳待調整)

(1)問題探討

A.RO 設備製造純水：原水先經 5 μm 濾心過濾→UF→softener→活性碳吸附→RO，產水率約為 75%左右。RO 系統產水為 54 CMH，濃縮液為 22 CMH，濃縮液導電度為 1,428 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，壓力為 10 kgf/cm^2 ，其出水水質良好。本廠 RO 系統操作符合理論分析並無問題。

B.製程廢水回收：本廠製程主要流程包含晶圓研磨、成型機、成型機 YAMADA、水刀機，經輔導團隊初步判定其廢水水質良好，廢水量可經 UF 處理過後回收再利用。

C.冷卻水塔提升：冷卻水塔使用良機實業股份有限公司之產品，型號為 LRC-H-250，一排有 6 座並聯，每組 2 共 12 座，全廠有四組，四組輪流交替運轉，因此每日僅有 2 座運轉，每座循環水量為 $3,250 \times 6 \times 2 = 39,000$ LPM(2,340 CMH)，補充水為自來水，其導電度為 $427 \mu\text{S}/\text{cm}$ ，池內導電度 $4,070 \mu\text{S}/\text{cm}$ ， $\text{pH}=8.1$ ，溫度 32°C ，初步判斷冷卻水塔濃縮倍數約為 $4,070/427=9.5$ 倍。建議加強排放避免冰水機結垢，亦可添加結垢抑制劑或加酸處理。經推算出每組冷卻水塔補充水量約為 174 CMD，廠內分為四組，每一組皆使用 12 座(LRC-H-250)冷卻水塔，平日僅有 2 座進行運轉平均每日補充水量約為 348 CMD。

(2)改善方案

製程廢水主要包含晶圓研磨廢水、成型機廢水、成型機 YAMADA 廢水及水刀機廢水(水質如表 4 所示)，隊初步判定其前三股廢水水質良好，可經 UF 處理過後回收再利用，估計每日大約可回收 1,000 CMD 之水量供製程上再利用。因水刀機所使用水源為自來水非經處理之超純水，加上內含研磨助劑粉體，因此暫不建議回收。

表 4 本廠製程廢水水質資料

	晶圓研磨	成型機	成型機 YAMADA	水刀機
導電度($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1.3	1.6	1.6	300
pH 值	8.2	8.6	8.6	8.6
水量(CMD)	350	64	320	375
建議	併流回收			分流回收

4.案例四

(1)問題探討

100 加工出口區管理處推動節約用水永續發展策略與成果

- A. 廠內冷卻水塔為良機實業股份有限公司產品，由於本廠使用較多不同型號，選取 2 個型號作代表，一座型號為 LBC-W-200，循環水量為 1,600 LPM(96 CMH)，補充水為自來水，其導電度為 503 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，池內導電度 1,117 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ， $\text{pH}=8.5$ ，溫差 $38.1-34.6=3.5^\circ\text{C}$ ，初步判斷冷卻水塔濃縮倍數約為 $1,117/503=2.2$ 倍；另一座型號為 LBC-W-150，循環水量為 1,200 LPM(72 CMH)，補充水亦為自來水，池內導電度 12,100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ， $\text{pH}=8.6$ ，溫差 $35.2-31.6=3.6^\circ\text{C}$ ，初步判斷冷卻水塔濃縮倍數約為 $12,100/503=24$ 倍。
- B. 製程廢水回收：該廠在於研磨製程中加入硫酸，因製程廢水中含有銅粉物質，故造成銅粉溶解成 Cu^{2+} ，經過沉澱後砂濾處理但也造成下個單元 RO 處理的負荷量。目前該廠 RO 設備共有三套其管殼排列方式為 3-1、1-1、1-1 模式。3-1 排列一支殼有 5 支膜，共計 20 支，每小時產水 20 CMH。1-1 排列(兩套)一支殼有 3 支膜，共計 6 支，每小時產水 6 CMH。RO 操作人員表示當含銅廢水數量不夠時會添加自來水來補充。經模擬試算，其 RO 系統仍有改善之處，將協助解決。

(2)改善方案

- A. 廠內冷卻水塔為良機實業股份有限公司產品，由於工廠使用較多不同型號，取其中 2 個型號作為代表，型號為 LBC-W-200(# 28)，循環水量為 1,600 LPM(96 CMH)，補充水為自來水，其導電度約為 503 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，池內導電度值 1,117 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ， $\text{pH}=8.5$ ，溫差 $38.1-34.6=3.5(^\circ\text{C})$ ，初步判斷冷卻水塔濃縮倍數為 $1,117/503=2.2$ 倍，經由 LSI 計算軟體估計其值約為 1.73，建議導電度範圍提高至 1,500 $\mu\text{S}/\text{cm} \sim 2,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ，若提昇至 2,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，估計可省水 $(4-2.2)/[2.2(4-1)] \times 100\% = 27\%$ ，約 3.7 CMD，即每年約可節省 1,330 噸水。另一座型號為 LBC-W-150(# 35)，循環水量為 1,200 LPM(72 CMH)，補充水為自來水，其導電度為 503 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，池內導電度值為 12,100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ， $\text{pH}=8.6$ ，溫差 $35.2-31.6=3.6(^\circ\text{C})$ ，初步判斷冷卻水塔濃縮倍數約為 $12,100/503=24$ 倍，經由 LSI 計算軟體估計其值約為 2.71，已屬嚴重結垢傾向，故建議加強排放避免冰水機結垢，亦可添加結垢抑制劑或加酸處理。

B.該廠製程廢水中含有銅粉，與硫酸相混生成 Cu^{2+} ，針對此問題提供下列製程上建議：研磨製程(含銅粉)可先過濾將銅粉篩出再進行廢水處理，以避免因為與硫酸相混生成 Cu^{2+} ，造成後續 RO 處理上的負荷。

4.3 推動再生水驗證計畫

區內所群聚發展之封裝測試高科技產業，不僅為目前台灣的重點經濟產業，如日月光公司亦已成為世界上封裝測試產業之第一大公司，每年均為國家帶來高額的產值。惟高科技產業對缺水容忍度極低，遇 20% 缺水即可能造成 50% 製程停擺，遇枯旱或大雨水質濁度太高無法處理時之缺水造成損失風險很大。爰此，基於高科技產業「保險用水」之需要性，考量楠梓加工出口區平均海洋放流量約為 13,000 CMD，陸上放流量約為 21,000 CMD，區內之廢水回收已有初步規劃雛型，並已建置完成中水道壓力管線。回收水經高級處理後可成為低導電度軟水，較自來水水質為佳，可減少區內用水廠商原有純水處理設備之負擔。因此擬定「楠梓加工出口區水再生利用模型廠建置及驗證計畫」，冀望藉由興建廢水再生模廠可增加其供水穩定度，以彌補傳統水資源供應受氣象水文變異之影響。目前已有日月光公司覆函表明配合使用 1,800 CMD 再生水意願，楠電公司覆函表明配合使用 350 CMD 再生水意願，故設廠後並無回收水去化問題。

另，因再生水計畫之成功與否，不僅只在產出再生水使用於次級用水而已，必須確保有穩定需求使用者，且對再生水使用於製程用水具有信任感，再佐以經濟誘因，始能促成為重要水利產業，主因次級用水不僅用量不多，所需水質要求亦不高，而使用於工業製程用水則代表技術肯定及重要水源需求，因此規劃計畫內容包括產品安全性研究計畫，協助用水廠商確認以再生水品質替代自來水使用於製程用水，對廠商純水系統所造成衝擊之優缺點，並探討工業綜合廢水在回收及使用過程中，是否有控制因子須加以留意，以利將來若要擴大興建實廠時可預先加以考慮因應。

五、未來規劃及展望

過去 3 年在水利署支持下，本處推動區內廠商節約用水績效卓著，帶動廠商

102 加工出口區管理處推動節約用水永續發展策略與成果

重視並落實廠內節約用水或回收再利用，區內日月光公司也獲選全國節水績優廠商，相當難得，未來本處仍將持續推動並加強宣導以擴大成效。

為確保加工出口區未來持續成長用水需求，考量「開源—興建水庫」層面，目前台灣要建置新的水庫愈來愈困難，除了持續加強「節流—節約用水」之外，必須更積極尋求替代水源。

目前本處已朝「綠色生產」與「永續發展—回收再利用」努力，並規劃「海洋放流水回收再利用驗證研究計畫」，為全台首創將再生水回收再利用至電子廠純水製程與冷卻水塔補充水應用。如果順利推動，除了解決本處未來用水需求之外，將可大幅提昇相關技術並為台灣創造百億元以上新興環保產業商機。