

# 華邦永續為基石節水為己任

**葉斯馨/華邦電子廠務工程四部 副經理**

台灣屬高山島嶼地型，水資源受天候、緯度與地理環境等因素影響，具高度不確定性，除了季節性的雨量豐枯分佈不均之外，島上更因地勢陡峭，使得河川坡陡流短；水源因而貯蓄不易造成水資源運用日益困難。近年來台灣隨著人口持續成長與產業結構改變下，島上水資源已面臨『缺水』的臨界點，對於國家未來的經濟發展形成瓶頸，亦對台灣永續經營造成極大障礙。

新竹科學園區半導體產業蓬勃發展，對國內經濟有莫大的貢獻。隨著晶圓製造的產能急速擴增，晶圓尺寸極大化與積集度極小化等製程技術提昇，所需耗用的自然資源不斷增加，致使衍生對環境的污染也日趨嚴重，『水』便是一個例子。在晶圓製造過程中，必需使用到大量的超純水去沖洗晶片被蝕刻後所殘存於晶片上的酸、鹼液。根據工研院能資所有關『新竹科學工業園區效率用水管理及合理用水量研究』報告中，國家水資源局核定科學園區平均日供水量大於區內廠商的用水量(如表 1)。



民國 76 年，華邦電子股份有限公司創立於新竹科學工業園區，為一專注於超大型積體電路設計、製造、行銷的高科技公司，秉持著「正派經營、積極創新、滿足顧客、團隊合作」的理念，積極參與台灣科技島的建設。華邦係以發展屬於自有品牌產品的公司自居，在歷經多年來的不斷努力，已經成為台灣最大的自有產品 IC 公司。此外以堅持污染預防的理念，承諾持續改善、遵循環保法令及國際公約規範；承擔世界級公司應有之環境保護責任的環境政策，致力於環保工作的推行與落實；並於 1996 年通過 ISO 14001 認證，在水資源的節省與廢水回收利用上更是不遺餘力。

▼ 表 1 水資源局核定科學園區平均日供水量 (CMD)

期別 \ 年別	84年	85年	86年	87年	88年	89年	90年	91年	92年	93年
園區一、二期	41,000	45,000	49,000	50,000	52,000	53,000	55,000	56,000	59,000	61,500
園區三期	-	9,000	18,000	30,000	40,000	49,000	53,000	61,000	65,000	69,500
合計	41,000	54,000	67,000	80,000	92,000	102,000	108,000	117,000	124,000	131,000
核定平均 日供水量	-	-	67,000	80,000	92,000	102,000	105,000	117,000	124,000	131,000
目前實際 抄見量	41,000	54,000	69,000	88,000	105,000	130,000	130,000	-	-	-
問卷調查 需水量	-	-	-	-	-	115,443	130,394	146,487	154,840	170,110

資料來源：台灣省自來水公司 (第三區管理處)

工研院能資所；新竹科學工業園區效率用水管理及合理用水量研究

華邦電子力行廠區有兩座 8 吋晶圓廠，主要產品是與日本東芝(TOSHIBA) 技術合作開發生產 - 動態隨機存取記憶體(DRAM)；月產能滿載為 4 萬片，因生產機台設備與製程技術取自於東芝，又日本水資源並不似台灣般窘迫，故對製程用水的節約考量並不完善；致使華邦力行廠初期，運轉生產的單位晶圓耗水量要高過園區同業許多。因此，由力行廠廠務工程處主導成立節水應變小組，整合工廠製程與設備 Module 人員與相關用水單位，定期開會共同檢討與執行節約用水計劃，主要的節水措施可概分為降低生產用水量、提昇回收再利用與廠區用水管理資訊化三部份；並認為平均降低水的使用量，會比增加回收水量來的重要且有效。

## 一、降低生產用水量：

▼ 超純水系統單元再生週期延長

1. 製程程序簡化:在不影響製程生產良率的原則下與經過東芝認證執行的最直接節水方式。

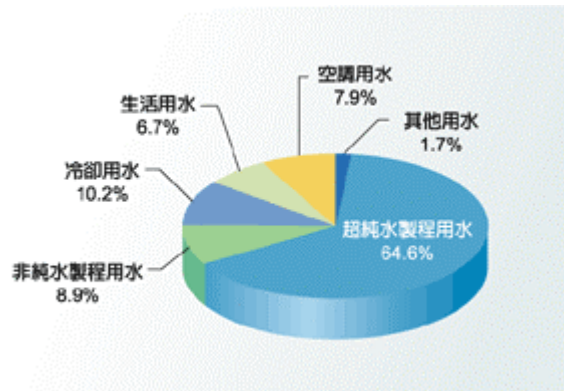


1-1 減少裝晶片的晶舟清洗 (Cassette Cleaner)與 Parts 清洗步驟。

1-2 爐管清洗(Tube Cleaner)的時間，由 360 秒縮短為 240 秒。

1-3 提昇製程技術，減少光罩層數。一般而言，取消製程中一道光罩大約可以減少 20 幾道對應操作製程，可減少原物料與能源的消耗外同時也降低了用水；縮短生產時程，大幅提昇產品競爭力。

▼ 圖 1 園區廠商用水結構分析



## 2. 設備用水減量

2-1 降低酸洗製程機台設備之超純水(UPW)流量，由原本的每分鐘 60 升(LPM)降低為每分鐘 40 升，除了減少水的耗用外，相對地減少了製程廢水的排放量，達到節水、減廢的雙重效益。

2-2 將單純為冷卻設備所使用的管路，改以循環方式的製程冷卻水(PCW)供應之，來取代自來水。對於 24 小時持續運轉的晶圓廠而言，可節省非常可觀的用水量。

2-3 為符合空氣污染防治法，晶圓製造廠多會設置許多局部除害裝置(Local Scrubber)，以燃燒配合水洗方式，將製程排氣中有害的氣體移除。此局部除害裝置，調整適當的水洗流量與循環方式來代替直接排放，且在給水開關(Valve)上標註開度大小，以確保用水不被浪費；此外於每次年度歲修，將停機後復機生產給水開度列入檢查表執行。

### 3. 超純水系統單元再生週期延長

由園區廠商用水結構的分析中，可看出超純水製程用水佔總用水量 64.6%(如圖 1)，使其有效率地運轉可達節省用水的目的。晶圓廠超純水系統為確保供水品質，設計於水處理單元飽和前便進行反洗再生的動作，但廢水回收做的再好也比不上使用時水量的節省。藉由樹脂交換能力理論的公式計算，同時實地測試執行單元再生週期的延長，力行廠超純水系統單元再生週期的延長，每年約可



▲ RO 濃縮水回收用於超純水系統單元再生以節省再生用化學品 1,370,250 公斤，以及再生用水 118,820 噸（成效如表 2）。

## 二、提昇回收再利用：

### 1. 超純水系統逆滲透膜(RO)與超過濾膜(UF)濃縮水回收

大部分晶圓廠會把 RO 濃縮水回收到冰水機冷卻水塔使用。華邦電子超純水系統（RO）設計在陰陽離子交換樹脂塔後，濃縮水的品質可以作為單元再生時使用，多餘的水則回流到系統的前處理水池，達至 100%回收。每天約有 1,440 噸的超純水系統逆滲透膜（RO）濃縮水回收，而超過濾膜（UF）的濃縮水品質更優於 RO 濃縮水，每天回收到 DI 水池約有 720 噸。

### 2. 製程回收率提昇

華邦力行廠生產機台設備與製程技術由於取自於日本東芝，初期運轉的製程回收率僅約 67%，未達到科管局 70%回收率以上的要求。節水小組針對超純水使用機台進行調查，依照圖 2 的步驟流程，採集機台排水樣本分析，發現製程排水的電導度與總有機碳(TOC)隨著排放時間濃度快速下降，在回收系統水質考量下，會同設備工程師進行機台排水閥參數設定調整，將排至廢水處理廠的開閥時間縮短，將大部分符合水質規格的排水回收到處理系統，經處理後回到純水廠。在 DRAM 的製程中需使用到臭氧水(O<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O)，當水中臭氧濃度未達到製程要求時，臭氧水產生機會將所使用的水排放，而造成水資源的浪費。

▼ 表 2 超純水系統單元再生週期延長成效表

系統別	單元名稱	原始設定(小時)	延長設定(小時)	化學品減量(公斤)	廢水減量(噸)
UPW4	EF	15	18	0	3,200
	AC	48	96	0	7,320
	2B3T	16	34	767,175	54,054
	MB	72	96	46,530	2,700
	RAC	72	96	0	3,240
	RWA	24	48	134,820	8,560
UPW5	EF	16	24	0	4,960
	AC	48	96	0	2,880
	2B3T	16	24	377,625	26,600
	RAC	72	96	0	2,520
	RWA	36	52	44,100	2,800
合計：				1,370,250	118,820

力行廠回收水系統單元有活性碳塔，可以將製程回收水中的強氧化物質（如雙氧水或臭氧水觸媒）還原，將臭氧排水分管分流，以 PVDF 專管收集至回收處理系統，目前力行廠製程回收率達 76% 以上。

### 3. 超純水系統單元再生廢水回收

目前各晶圓廠所使用的超純水處理系統，為去除自來水中的不純物（如微粒子、重金屬、有機物、無機鹽類、微生物）等；各種分離、吸附等技術就被廣泛地應用。常見的有離子交換樹脂塔、活性炭塔、逆滲透膜及超過濾膜等。目前園區各晶圓廠超純水系統逆滲透膜及超過濾膜等設備之濃縮排水，皆有規劃回收再利用；但在離子交換樹脂塔、活性炭塔



等設備再生後所產生的廢水，各晶圓

廠至今仍無整體且有效地規劃方式，可將其回收再利用，往往所產生的大量廢水會與工廠的製程廢水匯流後進入廢水處理廠，待處理合格後便排放掉，實為可惜。



故超純水單元再生廢水回收系統，在科學工業園區管理局-『創新技術研究獎助計劃』的部份經費補助下，由華邦廠務工程四部純水系統課成員負責資料收集與設計規劃，將再生廢水經分管分流，經簡單的過濾與調勻後，回收到冷卻水塔使用，平均

每天可回收水量達 220 噸以上，每日

減少 1,200 噸自來水的用量，相當符合環保需求與經濟效益。歷經兩年餘之努力，於今年 4 月 26 日與科管局共同舉辦成果說明暨示範觀摩會。

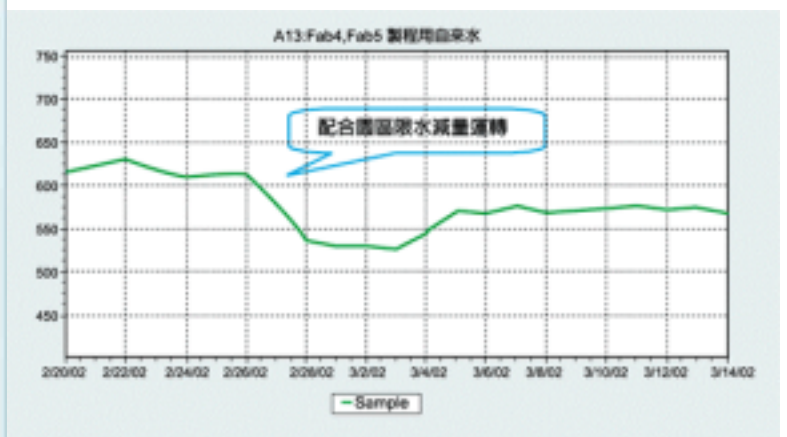
### 4. 中和廢水管末回收

超純水系統使用的逆滲透膜，係為確保供應的超純水品質穩定，這些逆滲透膜需定期更換；調整逆滲透膜更換時程以少量多次的方式，將更換下來的膜管應用於中和廢水處理系統，執行管末回收。製程廢水經過中和系統酸鹼處理後，

將水導入逆滲透膜，每天可以回收約 350 噸以上的水量，再轉供冷卻水塔使用，達到物盡其用的目的。

### 5. 冷卻水塔排水回收

將超純水系統單元再生廢水與中和廢水回收，處理至符合冷卻水塔使用水質標準後再利用，又待冷卻水塔循環水達到一定濃縮比時，需進行排水換水(Blow down)時，再將這些排水收集起來，再次供應給中央廢氣洗滌塔(Central Scrubber)與廁所沖廁使用，有效地將水資源重復使用，即執行二次回收再利用的措施。



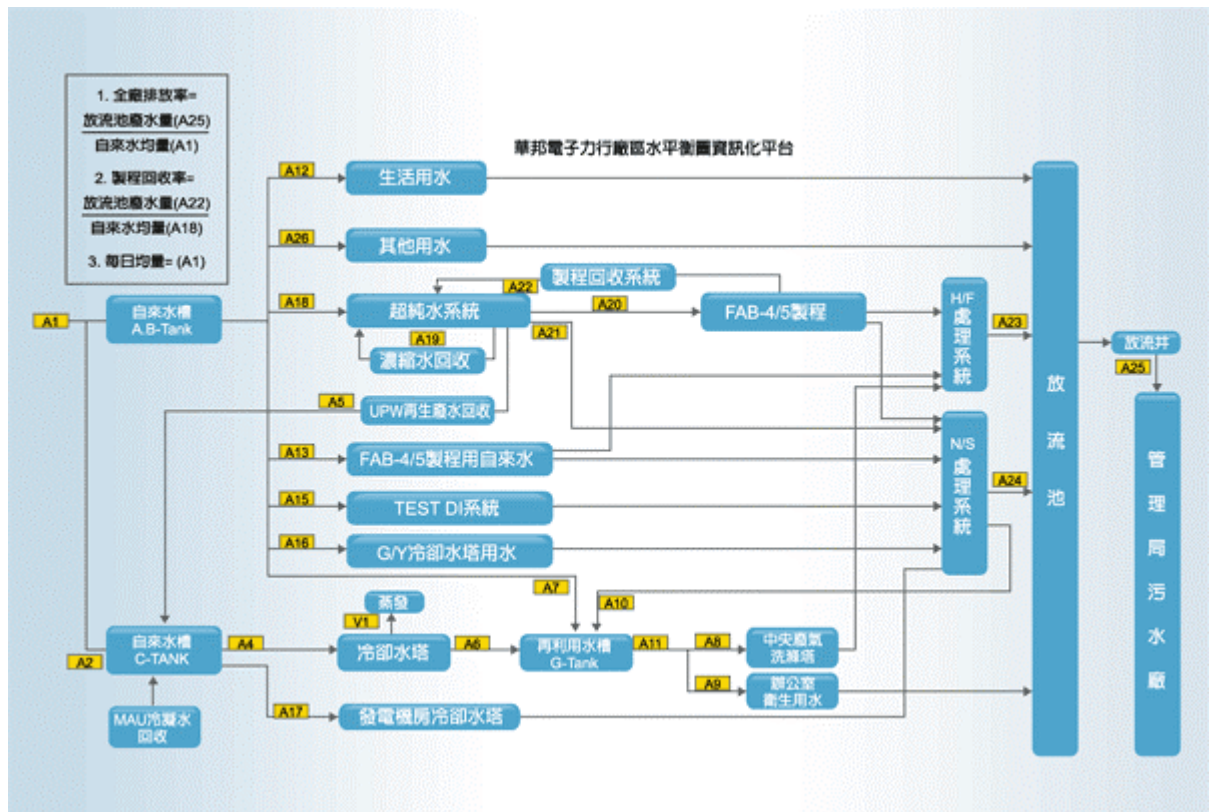
▲ 落實運轉管理與系統效能提昇

▲ 圖 2 製程回收率提昇流程圖

▲ 圖 3 廠區用水管理資訊化(水平衡圖與使用點折線圖)

### 三、廠區用水管理資訊化：

力行廠區佔地有 8 公畝多，建築物多達 10 多棟，單生活用水塔與衛生用水塔就多達 17 個。自來水除了供應超純水製程外，還供應晶圓廠製程之局部除害裝置用水、測試工廠用水、聯華氮氣工廠用水與冰水機冷卻水塔等用途。因全廠區的用水資訊化，可即時提供用水管理人員廠內各用水單位的用水量及排放量，並藉由系統化的水平衡圖分析，可獲得管線洩漏或何處發生浪費的訊息；另外規劃回收再利用系統產水流向，用以檢討評估全廠的合理用水；還利用數位流量計，自動擷取傳輸功能，建立全廠用水資訊平台，繪製成水平衡圖；並藉由設施運轉資訊管理的網站上，可以清楚的查詢到整個廠區的用水平衡圖及各用水點的數據與折線圖(如圖 3)，將相關資訊以知識分享系統提供給各用水單位，共同落實節約用水的目的



▲ 圖 3 廠區用水管理資訊化(水平衡圖與使用點折線圖)

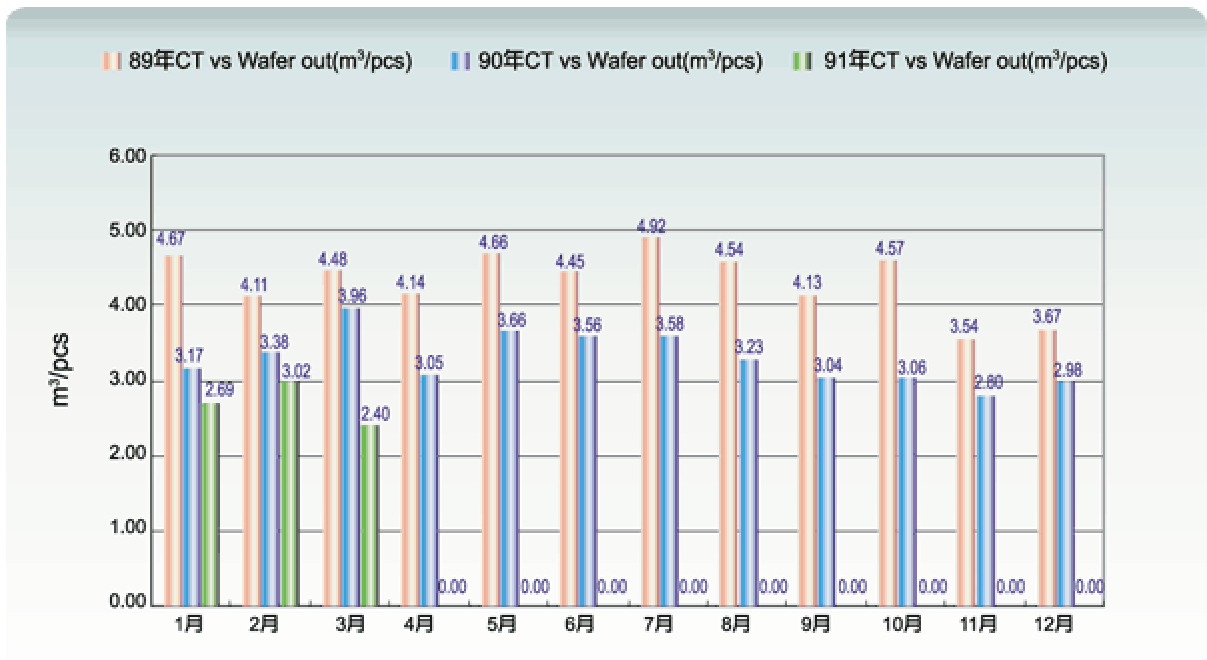
藉由降低生產用水量、提昇回收再利用與廠區用水管理資訊化，華邦力行廠單位晶圓生產所需耗用水資源由 89 年最高的 4.92 噸/片降低到 91 年 3 月的 2.40 噸/片；省水達 51.22%(如圖 4)。此外，華邦更於 90 年度榮獲經濟部水資源局頒發『節水績優廠商』。





▲ 榮獲華邦 90 年度最佳績優團隊

筆者希望藉此文章，將華邦致力於開源、節流之節水過程與措施，予業界先進分享，共同為節省有限水資源來努力，另對於政府所倡導環境保護、永續經營的理念以及提升產品國際形象，更是個相當良好的示範。



▲ 圖 4 力行廠區單位晶圓自來水耗用量