

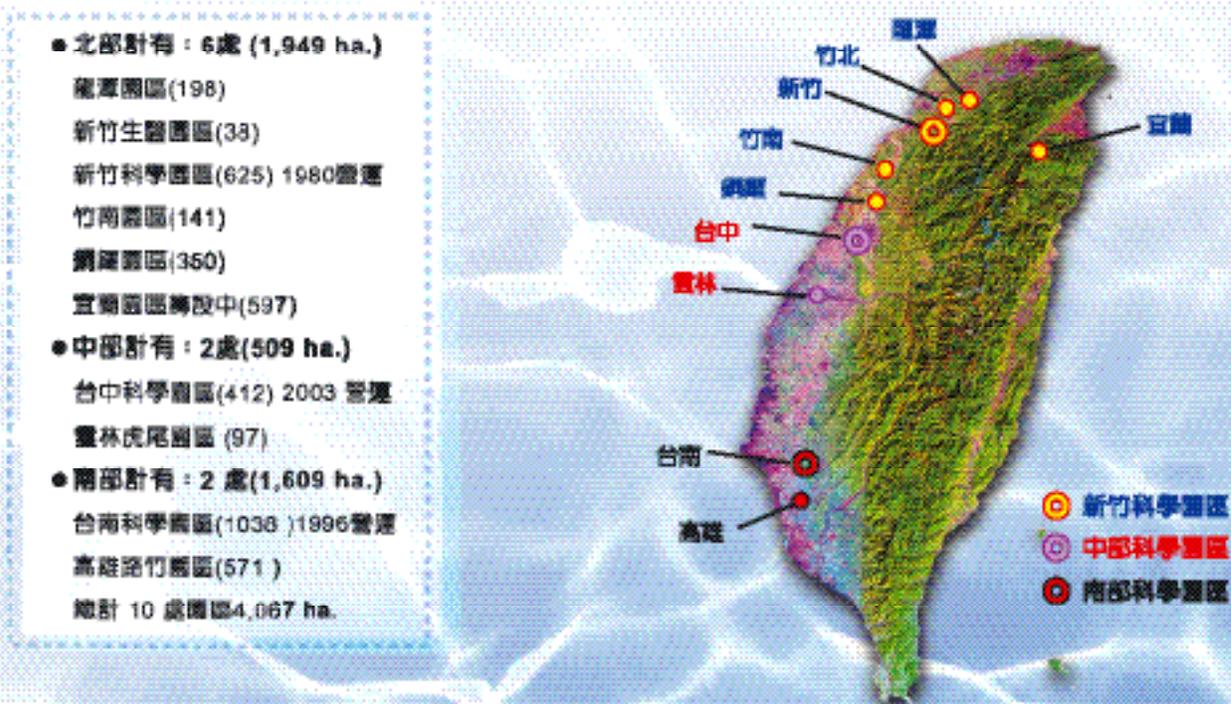
# 科學園區節約用水之 努力與做法

新竹科學園區管理局科長

黃俞昌

科學工業園區設立的目的，在提供一優良且整體的發展環境，以引進高科技工業投資創業，及延攬培訓優秀科技人才。新竹科學園區自民國69年成立迄今，已完成一、二、三期範圍開發，面積計625公頃，截至93年底，從業員工已達11萬3千餘人，93年營業額更締造新績，達到10,859億元，約達全國生產總值之十分之一。園區研發佔營業額比率不但遠高於全國製造業數倍，生產力更媲美於美日等高科技產業，廠商經營的成功和創新研發的成果，不但蜚聲國際，贏得「台灣的矽谷」之稱，更被視為我國科技發展的重要指標之一。

然此，為達區域平衡及台灣科技島的政策目標，科管局在行政院及國科會指導下，並經政府相關部門的配合努力，分別設置了北部、南部、中部三個科學園區，北部科學園區目前由科學工業區管理局負責開發，其範圍包括新竹、竹南、銅鑼、竹北、龍潭等園區計1,352公頃，其餘國內科學園區開發狀況如下圖所示。



## 一、新竹科學園區用水現況及供需規劃

由於新竹地區缺乏大型水庫之水源規劃設置，而高科技產業生產對水之依存度則不可或缺，有鑑於此，政府相關部門，包括經建會、經濟部水利署、自來水公司、水利會等相關單位長期協商及努力下，新竹科學園區用水供需尚屬平衡。目前園區用水由寶山水庫、永和山水庫及頭前溪隆恩圳攔河堰第二淨水廠聯合供應。

93年園區平均實際用水量每日約12萬噸，自來水公司配水量約為每日15.5萬噸（含區外用水），其中寶山水庫每日供應約5.5萬噸，永和山專管每日支援供應1.5萬噸，第二淨水廠每日供應8.5萬噸；另政府為提供園區最終用水量17.5萬噸之穩定可靠之水源（詳如下之新竹科學園區供需水量分析圖），以利新竹科學園區高科技產業繼續擴展，而推動興建之寶山第二水庫水利工程，完工後每日可增加供應大新竹地區19.15萬噸之用水，若將寶山水庫及頭前溪隆恩堰聯合運用，每日可增加供水量28.2萬噸，可滿足新竹地區至民國110年之民生及工業用水需求。



其他為提供園區穩定可靠之供水系統，做了幾項加強園區用水供應來源規劃：

### 1. 建立園區專管供水系統：

目前已建立頭前溪隆恩圳攔河堰以及寶山、永和山等水庫至新竹科學園區專用輸配水管，希望達成區域調配最佳系統應用。

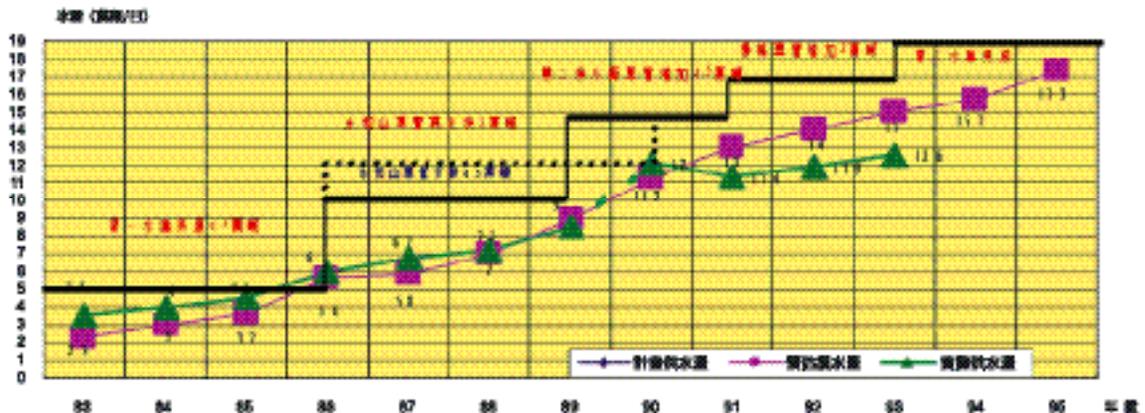
### 2. 興建合理容量蓄水池：

- (1) 園區自來水配水設備，總容量19萬噸，約為園區平均日需水量25小時份，加上園區廠商蓄水池總量為30萬噸，可提供管線維修或供水異常時緊急調配使用。
- (2) 大用水量新廠興建時，廠內至少須籌建可供一天以上用水量之蓄水池，以調整尖峰用水及疏解乾旱季節最低用水需求。

### 3. 園區採多元供水系統：

區外自來水公司供水來源相互調度支援，提高園區供水可靠度，增加園區缺水緊急應變能力。包括 (1)寶山給水廠供水量可達約8萬噸 (2)永和山專管可支援6萬 8萬噸(3)隆恩圳攔河堰第二淨水廠，可供給園區10萬噸 (4)寶山第二水庫完成後，增加供給園區6.5萬噸 (5)完成平鎮至湖口輸水管線，桃竹苗地區可聯合供水而相互支援調配。

新竹科學園區供需水量分析圖



## 二、節約用水推動

### 1. 推動輔導廠商節約用水措施之背景

從前面所提之新竹科學園區供需水量分析圖中，可看出84至86年間，園區用水供需狀況極為緊張，對水公司或園區各廠務人員而言，可說是一項極大的挑戰，也因此84年間由科管局會同水公司及園區水電委員會廠商組成了水小組，對於供水的調配及推動廠商用回收再利用開啟了先端，逐步積極採行一系列的節約用水因應對策，包括推動節約用水及廢水回收再利用之減量計畫，以減低水資源不足對工業成長負面的影響。

為達成政府逐年降低工業用水量之目標，並解決園區用水迫切的問題，遵照行政院於91年5月核定之「挑戰2008：國家發展重點計畫」之十大重點投資計畫中，明列「推動合理水價與節約用水」等與節約用水及水再生利用相關之重點工作。其總體目標是由政府率先執行節約用水工作，並逐年推廣工廠節約用水輔導，其中科學園區自92年起至96年止應達成輔導園區100家工廠（含竹科及南科），達成年省水再增1,000萬噸之量化目標。

### 2. 節水技術輔導推動方式

科管局依前述行政院國家發展重點計畫之節水計畫，遴選由學者、園區公會水電委員會推派之專家及工研院節水服務團等，於91年中成立「園區節約用水指導委員會」，積極推動相關替代水源及回收設施等節約用水措施；並於91年6月4日訂定「科學工業園區節約用水輔導計畫執行要點」，輔導並追蹤各廠商之水資源利用及回收狀況，有效降低缺水之風險及用水成長幅度，並於93年12月22日更進一步透過立法程序發布實施「科學工

業園區水電輔導管制辦法」，以對園區水電供應短缺預警及節約，進行有效之規劃、調配與管制。

### 3. 節水輔導計劃

#### (1) 成立節水輔導小組之工作團隊

包括科學工業園區管理局遴選之學者、公會水電委員會遴派之專家、工研院節水服務團。節水輔導小組工作團隊區分為指導委員會及現場工作小組，先由現場工作小組進行輔導對象資料分析及現場實務工作，再於指導委員會中評核及檢討現場工作小組之工作成效。

#### (2) 工作項目及步驟

包括 甄選節水輔導對象。 召開節水潛力初步評估會議。 節水現場參訪及節水潛力評估。 召開節水潛力結案評估會議。 總結成果報告 追蹤考核。

#### (3) 工廠基本概況調查：

包括建廠日期、主要產品、員工人數、月生產量（滿載）、產能利用率、每日用水量、全廠回收率、製程回收率、排放率等資料。

#### (4) 現有節水措施初評：

包括純水系統、製程用水、次及用水等現場技術評估，節水輔導評估包括下列重點：

各廠之純水系統 / 機台分流效能評估、超純水系統流程、超純水排水回收措施：利用系統分流技術、降低蒸發量及漏水之技術、強化預處理方向思考以增加回收空間。

製程排水回收再利用措施：製程分流回收閥值之設定，如：導電度、TOC等，需考慮回收設備之處理能力、回收水之使用點水質與水量之需求、回收設備裝設空間是否受到限制等因素進行考量。

工廠次級用水規劃是否以回收再生水為優先考量。

全廠回收率提昇可行性評估

### 三、用水回收再利用策略與做法

#### 1. 用水計畫審查

依照水利署所頒布之用水計畫書審查作業要點中，計畫書之內容架構應包括：基本資料與摘要內容、計畫概述、計畫用水量、節約用水計畫、水源供應計畫、供水計畫、乾旱缺水緊急應變計畫等，科管局係依據各前述內容，訂定了園區用水計畫書撰寫綱要。凡是入區廠商於園區投資審查或建廠運轉階段，均需依撰寫綱要提送用水計畫，經核定後方能送交水公司同意配合辦理供水。

用水計畫審查中，以計劃用水量的推估及節約用水計劃作為整個審查之主軸，其中又以不同產業單位用水量推估如何引用合理值，為用水審查最為困難的一環，故如何訂定單位推估值並符合總量管制目標。以致我們經常參考工研院能

資所或其他學術單位協助提供最新用水統計資料，會同園區水電委員會成員，來審查廠商用水需求推估量。

另在節約用水計劃部分則包括節水措施及用水平衡圖兩大重點。對於節水措施如何考量計畫性質及規模，用水量回收的說明、重複再使用的方式，如廢水處理再利用、雨水貯留系統、中水道系統規劃或其他節約用水措施等，亦均是審查之重點。用水平衡圖製作則需包括製程用水、空調用水（含冷凝水回收）、廢氣洗滌塔用水、生活用水、景觀用水及其它用水等項目；其中並應說明計畫製程用水回收率、全區（廠）用水回收率及全區（廠）用水排放率，其中排放水之水質標準應符合放流水標準，審查合格後並依此作為納入園區污水系統之要求。

#### 2. 訂定園區工業用水回收標準

經過長期的回收努力，依照實務經驗值，科管局會同園區同業公會水電委員會討論，按各廠商建廠時程之不同，協助其達到下列標準：

- (1) 83年以前興建之廠房，製程回收率需大於50%，全廠回收率需大於30%，排放率需小於80%。
- (2) 83年至88年興建者，製程回收率需大於70%，全廠回收率需大於50%，排放率需小於80%。
- (3) 88年以後興建者，製程回收率需大於85%，全廠回收率需大於60%，排放率需小於70%。但需辦理環評之廠商，依環評審定之承諾事項辦理。



### 3.各類用水標的回收策略

#### (1) 純水製造系統回收策略

活性炭(ACF)、砂濾塔(MMF)反洗廢水回收

反洗廢水收集進入reuse tank沉澱後上澄液，再經pump打到過濾器處理，可回用次級用水(local scrubber)使用。

離子交換與混床樹脂的再生廢水回收

採用離子交換系統取代逆滲透法製造純水，每生產100噸純水，只產生5噸廢水。離子交換系統使用化學藥品再生，產生之廢水採用蒸發器系統再回收利用（600CMD再生廢水，約可再回用480CMD）樹脂再生時注入之化學藥品，利用後段單元之產水沖洗帶出。清洗初期之排水化學藥品濁度較高，不利回收。但大部份化學藥品被洗出之後，清洗後期排水之導電度若優於自來水，可將這股清洗水回收至純水系統前處理池。離子交換樹脂C/A與混床樹脂的再生廢水，可將後段的水洗水回收至原水槽。可將樹脂再生逆洗時所排放的水，排入MMF reuse tank回收使用。

EDI循環廢水及電極廢水回收

部份EDI濃縮水可導入前處理系統進行回收再利用，另電極廢水可導入公共雜用沖洗水。

超純水系統之逆滲透膜  
初步評估會議實況

(RO)濃縮排放水回收

RO前處理設備包含陽/陰離子交換樹脂，則RO濃縮排放水中並不含造成結垢的鈣、鎂等陽離子，可將這股水導入空調冷卻水塔補水系統，並可提高冷卻水塔濃縮倍率。RO濃縮水經收集可送至local scrubber使用。中後段超純水製造系統之RO排放水，可再回到純水系統前處理池。

超純水系統之超過濾膜(UF)濃縮排放水回收

純水系統中UF濃縮排放水於正常狀態下只有微粒之污染物，故將其直接導入前處理系統循環再利用，達到濃縮水零排放之完全回收。如超純水系統之UF為二階段式，則第一階段的濃縮水經第二階段的UF膜處理後，產水回到DI storage tank持續進入後續處理系統的流程，第二階段的濃縮水則回到原水槽繼續使用。

純水系統線上(on-line)分析儀器採樣水回收

將線上分析中，不需加入化學藥品之水樣予以回收導入自來水儲水池。

#### (2) 製程排放水回收策略

製程清洗水回收

製程中晶片清洗水分流，選擇收集低污染度清洗廢水導入純水前處理系統再利用；但分流回收水質須視各回收



第一次初評會議



第二次初評會議

第三次初評會議

系統處理能力而訂定回收限值，由於回收水水質對製程影響巨大，建議進行評估工作如下： 建立機台特性及其水質與流量資料庫。 規劃可直接回收且安全的回收水。 回收水閥值提高對超純水系統之衝擊。

### 減少化學藥劑帶出、降低清洗次數與水量

減少化學藥劑帶出量，增加wafer足夠的滴流時間，讓足夠滴流時間減少帶出液量。 採用較低濃度清洗藥品配方，可減少清洗次數與水量。

### 一般酸、鹼性廢水回收

製程排放廢水中，污染度較高的酸、鹼性排放廢水（一般定義TOC大於2ppm者）仍有可回收的空間，可回收的水質視回收系統處理設計與能力而訂，一般採活性炭、離子交換、UV/O3、RO等高級處理設備系統。

### CMP廢水回收

製程排放廢水中，含有低濃度之HF廢水可予以回收，提供給次級使用點再次使用，但HF之回收濃度訂定，須視回收系統處理設計與能力而訂，一般採多層過濾塔、活性炭及RO組成之回收系統。

### CMP廢水回收

由於CMP廢水以傳統加藥混凝方式處理去除效率很

低，如欲回收該股廢水，建議搭配電混凝、薄膜處理等高級處理方式，經適當處理後可提供給次級使用點再次使用。

### 設備排氣洗滌塔(Local Scrubber)排水

製程設備附屬之Local Scrubber排水，配合適當處理設備如砂濾裝置+離子交換樹脂+RO逆滲透設備處理後，可提供循環使用。 每部設備排氣洗滌塔使用水量平均為3~10公升/分鐘不等。但集合全廠機台之耗水量亦相當驚人。若能依處理效率將使用水量降低，節水成效將十分顯著。 有些設備各自配備兩部洗滌塔處理排氣，其中一部運轉而另一部備用。但備用洗滌塔於idle狀態下，如仍連續進水，則水量也應有再節省的空间。

### (3) 空調用水回收策略

#### 外氣空調箱冷凝水(OAC)回收

冷凝水量隨季節有所變化，但其水質相當乾淨，只是收集區域為開放空間，較易有灰塵，可視回收用途搭配適當回收處理設備。

#### MAU清洗水回收

由純水系統供應至MAU以清洗外氣，以將中微粒洗淨。水中主要污染物是刷洗下外氣中的灰塵，可於去除particle之後再回用。

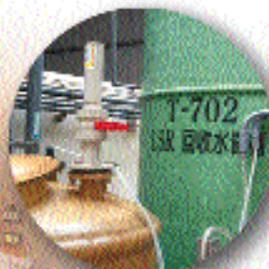
#### 冷卻水塔排水(Cooling tower blow

### 現場技術輔導實況

與輔導廠商現場討論



查訪回收控制系統



查訪LSR回收控制設備

晶圓廠製程用水情況現場討論

down)回收冷卻水塔排水經適當旁流處理設備處理後可循環使用，其控制機制主要為導電度。

中央洗滌塔(Central Scrubber)排水回收洗滌塔內循環水之導電度會因溶解離子濃度增加而上升；若藉由適當設備去除水中之離子，可增加循環再利用水量。

#### (4) 民生（公共）用水回收策略

飲用水機RO裝置之濃縮水回收

沖廁用水可採用製程次級回收水及冷卻水塔排放水來供給。

景觀澆灌系統可採用較劣質製程回收水（目前環保法規未通過事業廢水用於澆灌用水）及外氣空調機冷凝水供給。

更換省水器材，加強全體員工節約用水的觀念。

## 四、園區節約用水成效

### 1. 園區大用水戶節水成效

依目前園區用水計畫審查要求，新建大用水量之廠商，其相關用水回收再利用規劃，製程回收率需大於85%、全廠回收率大於60%及排放率小於70%等標準，新設廠商幾乎都以上項標準裝機設置，以半導體廠或電液晶面板廠建廠而言，對於純水製造、用水回收設施等耗資約在2-4億元間，均投下巨額資金。為達成此節約用水之目標，全園區新廠回收再利用之規劃設置，均可說已達

結案評估會議實況

世界一流水準。另在廠商增資擴廠或擴產時，科管局按建廠時程之不同，審查用水計畫輔導廠商，協助其達成不同階段之節水要求，若以全園區之回收率來看，至今年止每年已回收用水量約可達2,000萬噸/年之水量。

### 2. 節水技術輔導推動成果

園區節水輔導小組工作團隊，91年及92年度共計輔導21家園區事業單位，綜合節水成效每年約節省208萬噸之自來水，93年本局繼續委由工研院節水服務團執行15廠節水技術輔導計畫，完成後每年可再增加194萬噸/年之節水量，累計共達402萬噸/年之節水量，本局將逐年考核實際節水成效，繼續推動辦理節水技術輔導計畫，以達成96年止輔導園區100家工廠（含竹科及南科）及年省水增1,000萬噸之量化目標。

## 五、結語

回顧竹科用水回收再利用之推動與實施，其投下大量之人力、物力及財力才獲此難能可貴之經驗，故對於園區節約用水之相關做法與策略，希望能藉此機會，提出資料整理及相關過程供業界參考。當然，園區未來在後續節水推動計劃中，將繼續加強輔導執行，尤其對內將繼續執行跨廠性技術研究討論進行經驗分享，並將運轉經驗傳承納入建廠規範中；對外則擬透過園區節水小組進行技術交流及輔導，藉此增加吸取外界新知，使節水效益精益求精，達到園區善盡維護水資源社會責任之工作目標。

