

讓園區用水無虞 不再乾等待

台灣新竹科學工業園區旱災應變處理對策

水利署 張廣智、潘惠民

台灣新竹科學工業園區設立的宗旨，在塑造台灣高品質的研發、生產、工作、生活、休閒的人性化環境，以吸引高科技人才，引進高科技技術，建立高科技產業發展基地，促進台灣產業升級。自 1980 年設立以來，台灣政府共投注新台幣約 308 億元於科學工業園區的軟、硬體建設，至 2001 年新竹科學工業園區已經開發 625 公頃及竹南基地 118 公頃，引進高科技公司共 312 家。

台灣政府部門致力營造更完善的高科技產業發展環境，因此對於竹科園區提供並維持長期穩定的水源品質極度重視。目前竹科園區每日最大用水量約需 103,000 噸，至 2004 年最終用水量將達 175,000 噸。為應付竹科園區將來龐大的工業用水需求，除了竹科園區已在 2001 年擴增淨水廠及輸水管線增加總供水量至每日 160,000 噸外，台灣水利部門經濟部水利署正興建新竹寶山第二水庫、建立枯水時期間農業灌溉用水調撥提供工業用水作業程序、規劃籌建海水淡化廠；同時，竹科園區並執行區內廠商提高製程用水回收率至 85% 等措施。

竹科園區這次的缺水危機肇始於今(2002)年 2 月因為新竹地區因春雨不足，導致頭前溪河川流量減少。當地的農民為了春耕一期稻作用水而阻斷頭前溪水源搶耕，使得下游自來水公司頭前溪取水量由每日 20 萬噸銳減為每日 3 噸，導致新竹地區的寶山第一水庫與永和山水庫蓄水僅能供應新竹地區用水約 30 天，自來水公司並決定減供竹科園區每日 7% 的供水，竹科園區缺水危機於是產生。缺水危機發生後，政府宣佈新竹頭前溪灌區農田全部辦理休耕，並由自來水公司辦理緊急供水管線工程及調配區外支援措施，以恢復竹科園區穩定供水，危機於是解除。

壹、頭前溪流域水資源利用概述

新竹頭前溪，主流長度 63 公里，流域面積 566 平方公里，平均年逕流量約 9.752 億立方公尺，枯水期(10 月至翌年 3 月)約 2.525 億立方公尺，佔年計流量之 25.9%，豐水與枯水比率為 3:1，頭前溪流域歷年(1971-1997)旬平均逕流量分布如圖 1 所示。

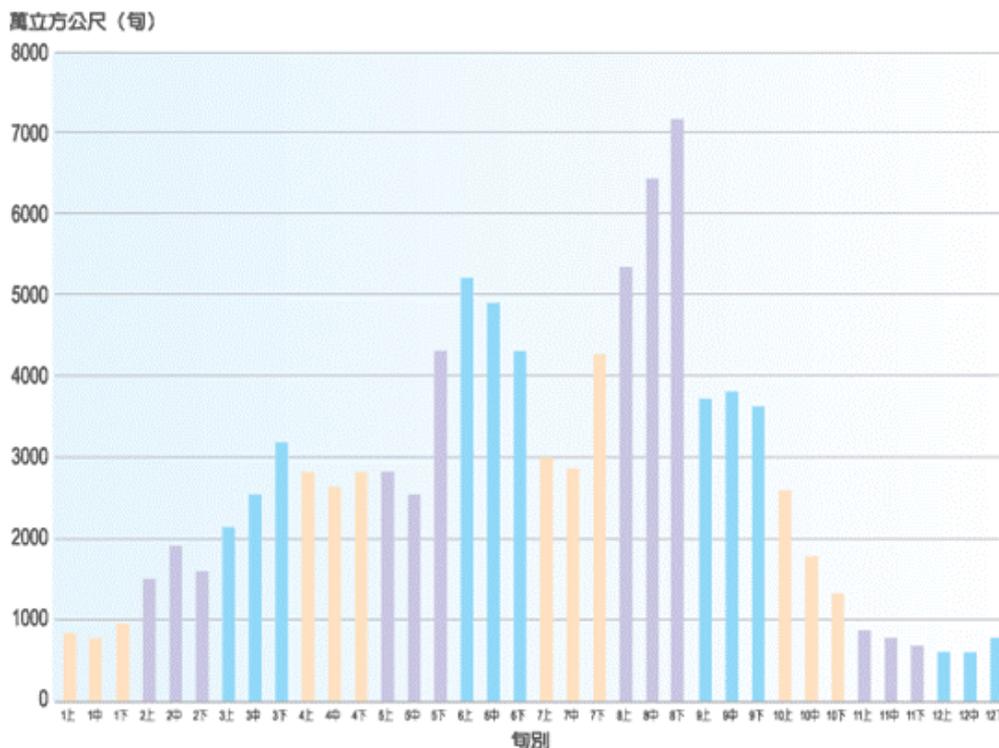


圖 1 頭前溪流流域歷年(1971-1997 年)旬平均逕流量圖

頭前溪流流域內水資源運用狀況如下，農業灌溉面積為 5,198 公頃，灌溉系統由新竹農田水利會負責農業用水的分配，平均年計畫灌溉需水量 16,951.5 萬立方公尺；公共給水部分，由自來水公司第三區管理處負責供應，供水人口數約為 40 萬 2 千人，2001 年生活需水量為每日 18.98 萬噸，年需水量 6,927 萬立方公尺；工業用水部分，流域內主要工業區有新竹工業區、新竹科學工業園區及新苗工業區，2001 年需水量為每日 16.58 萬噸，年需水量 6,051 萬立方公尺。整體而言，頭前溪流流域公共及工業用水總需求每日約 36 萬噸，年計總需水量 12,979 萬立方公尺。流域內既有攔蓄設施計有上游上坪溪之燥樹排攔河堰(上坪堰)、寶山第一水庫、下游隆恩堰，其位置分布詳見圖 2。

目前頭前溪每日平均之供水能力為寶山水庫 5~8 萬噸，第一、第二、滿雅淨水場 9~14 萬噸，員峽淨水場 3 萬噸，合計約 17~25 萬噸，不足 10~19 萬噸必需依賴流域外的苗栗永和山水庫及桃園石門水庫跨區域支援供應每日用水。竹科園區目前每日用水 125,000 噸，由自來水公司新竹第二淨水廠負責供應。

貳、台灣地區旱災災害等級與防救組織

一. 旱災災害等級區分

台灣對於旱災災害發生的規模依據公共給水、農業用水的區水狀況，將旱災災害等級區分為一級、二級及三級狀況：

系統別	等級區分	情況說明
公共給水	一級狀況	缺水率30%以上
	二級狀況	缺水率介於20至30%
	三級狀況	缺水率10至20%
農業給水	一級狀況	缺水率50%以上
	二級狀況	缺水率介於40至50%
	三級狀況	缺水率30至40%

1. 公共給水缺水率係以各自來水事業單位(含金、馬)轄區內，由地面水供應主要之供水區，其實際出水量與需水量之差值為考量。

$$\text{日公共給水缺水率(\%)} = (1 - \text{實際出水量}/\text{需水量}) \times 100。$$

公共給水之主要供水區依自來水公司營運範圍區分為 15 區如下：

- (1).基隆區：台灣省自來水公司第一區管理處轄區。
- (2).台北區：台北自來水事業處轄區。
- (3).石門區：台灣省自來水公司第二區管理處轄區。
- (4).新苗區：台灣省自來水公司第三區管理處轄區。
- (5).台中南投區：台灣省自來水公司第四區管理處轄區。
- (6).雲嘉區：台灣省自來水公司第五區管理處轄區。
- (7).台南區：台灣省自來水公司第六區管理處轄區。
- (8).高屏區(含澎湖)：台灣省自來水公司第七區管理處轄區。
- (9).宜蘭區：台灣省自來水公司第八區管理處轄區。
- (10).花蓮區：台灣省自來水公司第九區管理處轄區。
- (11).台東區：台灣省自來水公司第十區管理處轄區。
- (12).彰化區：台灣省自來水公司第十一區管理處轄區。
- (13).板新區：台灣省自來水公司第十二區管理處轄區。
- (14).金門：金門本島。
- (15).馬祖：南竿、北竿、東引及莒光。

2.農業給水缺水率係以各農田水利會轄區內，灌溉系統其可用水量與灌溉需水量之差值為考量。

旬農業用水缺水率(%) = (1 - 可用水量/需水量)×100。

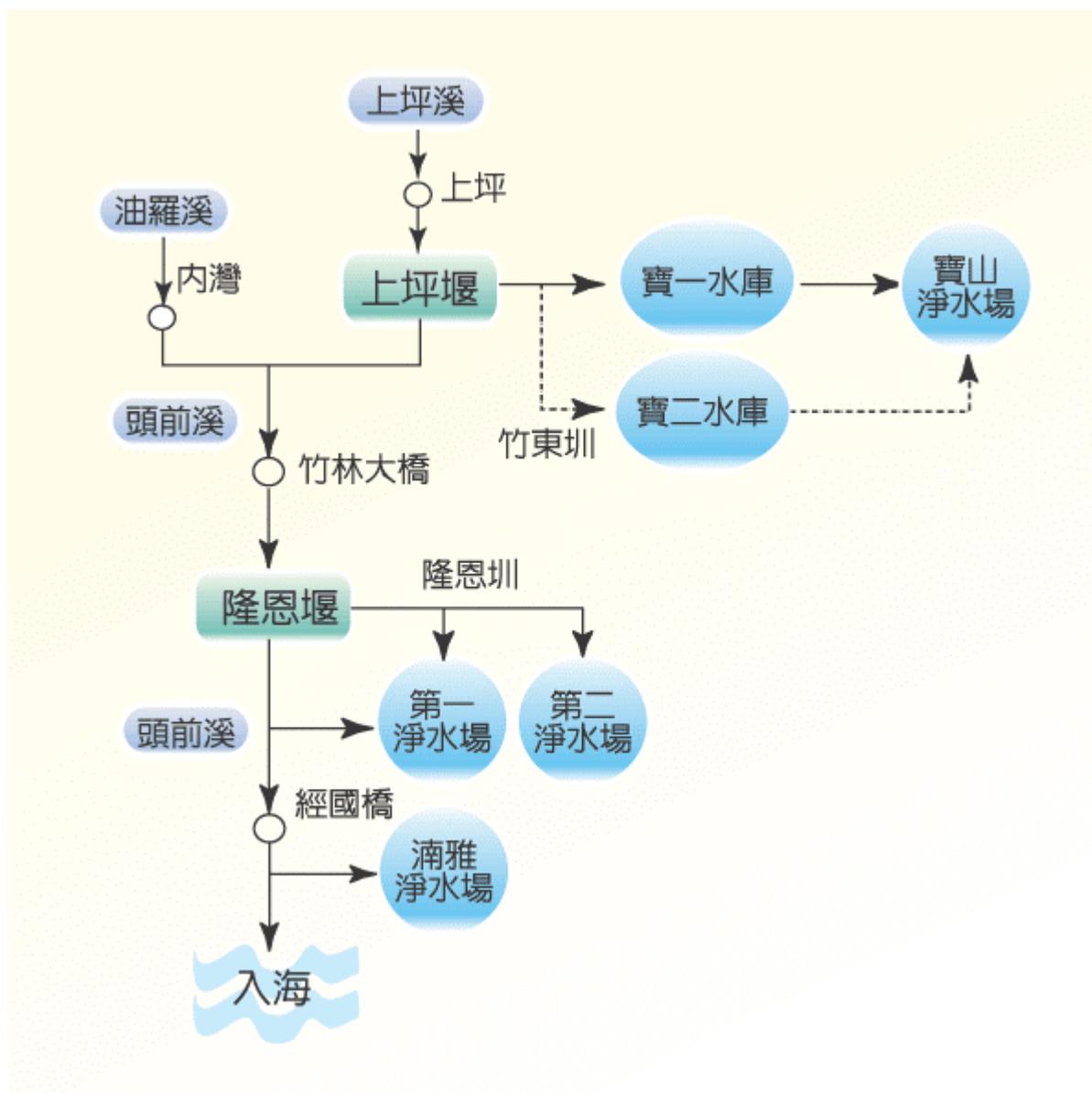


圖 2 新竹地區頭前溪水源運用示意圖

二. 旱災防救緊急應變組織體系

當發生旱災時，台灣各級政府水利及相關部門依旱災災害等級區分，成立不同之緊急應變組織(旱災防救緊急應變組織體系如附圖 3)：

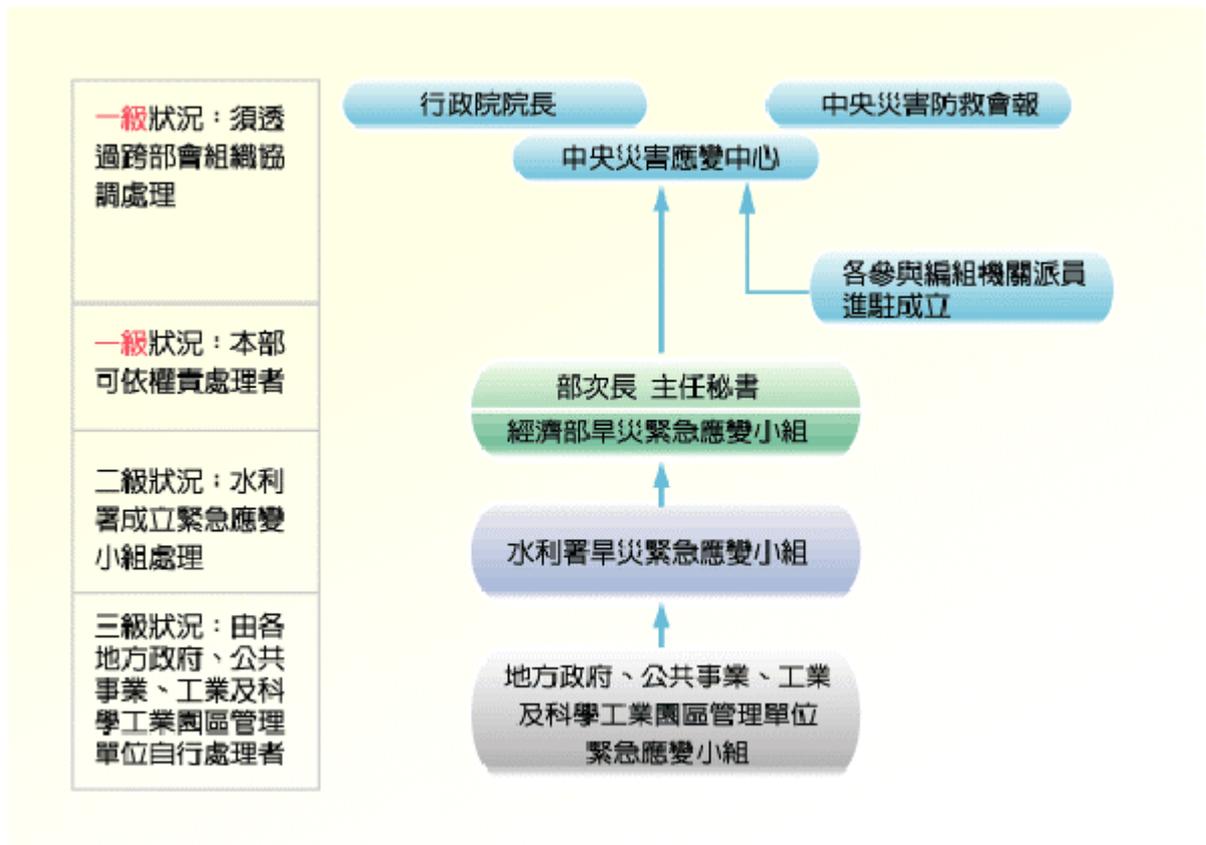


圖 3 旱災緊急應變組織體系圖

1. 一級狀況：由經濟部成立「經濟部旱災緊急應變小組」，若需跨部會協調時，成立「旱災中央災害應變中心」。
2. 二級狀況：由水利署成立「水利署旱災緊急應變小組」。
3. 三級狀況：由經濟部所屬、水庫管理單位、地方政府、自來水事業、工業區、科學工業園區等成立緊急應變小組。

參、竹科園區缺水政府各部門處理情形說明

新竹地區由於今年冬雨及初春雨量偏少，所以頭前溪流域流量並不豐沛。在 2 月春節後，農民為了一期稻作耕作，於是在頭前溪上游段竹堤搶水春耕，因此阻斷了自來水公司三區管理處新竹第一、二淨水廠取用之頭前溪隆恩堰水源，而造成了新竹地區公共給水嚴重不足與失調，首當其衝的就是新竹科學工業園區內高科技產業每日 12.5 萬噸工業用水。由於當時的搶水事件僅屬農民個人之行為，經過新竹縣



政府出面勸導後該搶水事件暫告平息。後因，新竹地區仍持續乾旱，使得自來水公司頭前溪取水量在 2 月 19 日時已由每日 20 萬噸銳減為每日 3 萬噸。在當時寶山第一水庫及永和山水庫的有效蓄水量僅能再供應新竹地區公共給水及工業用水 30 天，公共給水缺水率已達到旱災狀況第三等級規定，因此自來水公司遂依緊急通報作業規定，將現況向經濟部水利署(改制前稱水資源局)陳報協調解決公共給水缺水危機；2 月 22 日農民再次發生搶水風波，新竹地區及竹科園區缺水危機升高。

一. 水利部門處理情形說明：

1. 水利署北區水資源局於 2 月 22 日農民再次發生搶水事件當日即邀集自來水公司、新竹農田水利會協調農業用水事宜決定，自 2 月 23 日起由石門水庫支援新竹地區用水每日 5.5 萬噸，並漸增量自 8 萬噸，以疏解新竹地區缺水情況。
2. 2 月 25 日北區水資源局為因應新竹地區民生及工業用水將供應不足，召集新竹農田水利會、新竹縣政府、科學工業園區管理局等單位研商認為有必要即辦理休耕，並將該結論向中央水利主管機關經濟部陳報。

3. 2月27日台灣行政院副院長林信義召集經濟部、農業委員會協商新竹地區休耕及北水南運管線供水；當日經濟部水利署(前身為水資源局)召開「桃園及新竹地區缺水因應會議」，決議石門及頭前溪灌區約14,778公頃農田辦理休耕，調用頭前溪農業用水供應竹科園區用水及新竹地區民生用水。
4. 3月1日為防範該地區旱象有擴大為二級狀況之虞，水利署依成立旱災緊急應變小組；3月7日旱災一級狀況開設經濟部成立旱災緊急應變小組，負責統籌指揮用水調度及辦理實施人造與等各項應變措施。
5. 休耕後，頭前溪灌區每日可調撥農業用水給公共給水使用，使得寶山第一水庫淨水廠每日可以增加供水6萬噸，自來水公司新竹第一、二淨水廠供水26萬噸、南雅淨水廠供水5萬噸，合計37萬噸已可滿足新竹地區需求；另自3月14日起春雨及梅雨降臨，頭前溪河川流量豐沛，寶山第一水庫蓄水量逐步回升接近滿庫，園區高科技產業後續用水已無虞。

二. 農政部門處理情形說明：

3月1日農政部門-行政院農業委員會公告，台灣省石門農田水利會石門大圳灌區及新竹農田水利會頭前灌區2002年第一期稻作全面停止灌溉休耕及相關措施重點摘要如下：

1. 休耕補償標準，每公頃以新台幣46,000元為基準。已育苗者，每公頃另加補償新台幣9,100元；已整田者，每公頃再加補償新台幣11,000元；已插秧者，每公頃再加補償新台幣7,000元。
2. 公告停灌地區，不得要求供水灌溉，政府不辦理稻穀計畫及輔導收購。發生天然災害時，亦不另予救助。
3. 停灌休耕區內之農民應於規定時間內，持相關證明文件，逕向所屬農田水利會工作站辦理登記。
4. 休耕區各階段查核工作，由各農田水利會辦理。
5. 公告停灌休耕地區，署農業用水調度專案休耕。

本次辦理公告休耕補償總經費約10億5千萬元，於3月5日由經濟部邀集行政院主計處、經建會、國科會、農委會、自來水公司、竹科工業園區管理局研商決議：其中依農業委員會公告之休耕補償標準之基本標準部分約6億8千

萬元，由行政部門籌應；至於已育苗、整田、插秧及辦理休耕行政費用等之補償費 3 億 7 千萬，由竹科園區及自來水公司各半籌措支應。

三. 自來水公司處理情形：

1. 實施第一階段民生非必要用水限水與夜間減壓減量供水，維持新竹地區每日 37 萬噸公共及工業需水量。
2. 辦理調配區外支援供水，由自來水公司第二區處(桃園)每日南送 5.5 萬噸水量至新竹地區。
3. 辦理水庫呆水容量抽水準備，寶山第一及永和山水庫完成浮動抽水設備準備，以備水庫水位降至呆水位下時，抽取呆水容量應急。
4. 辦理北水南運管線緊急工程，連結自來水公司平鎮淨水廠至新竹第二淨水廠及石門淨水廠至楊梅淨水廠北水南運管線，可增加調撥供水最大可至每日 13 萬噸，彈性支援新竹地區用水需求。
5. 實施相關人員一律停止休假，加強民眾服務；加強各淨水廠間供水調配之聯繫。

四. 科學工業園區管理局處理情形：

1. 科管局每日與自來水公司、園區工會水電小組協調聯繫水資源供應資訊，及時會整並評估園區廠商水資源供需狀況。
2. 成立科管局旱災緊急應變小組，建立與中央水利部門、地方政府、農田水利會、自來水公司等聯繫窗口，確保園區用水無虞。
3. 會同「園區同業工會」，配合自來水公司辦理用水減供調配，必要時已分區分時供水方式協助管線末端廠商進水，維持廠商正常運作；對廠商用水不足部分，協調自來水公司提供載水地點補充用水。
4. 建立園區用水資訊網，即時監測管理用水量大之廠商進水及污水排放情形，要求廠商配合繼續加強用水回收利用管理，要求半導體新廠之製程用水回收率需達 85%以上，全廠用水回收率需達 70%以上，並評估各廠商產品單位用水量效率。

5. 結合園區同業工會以及工業技術研究院共同成立「節水服務團」，協助廠商推動用水回收利用管理。

肆、科學工業園區推動節約用水輔導計畫

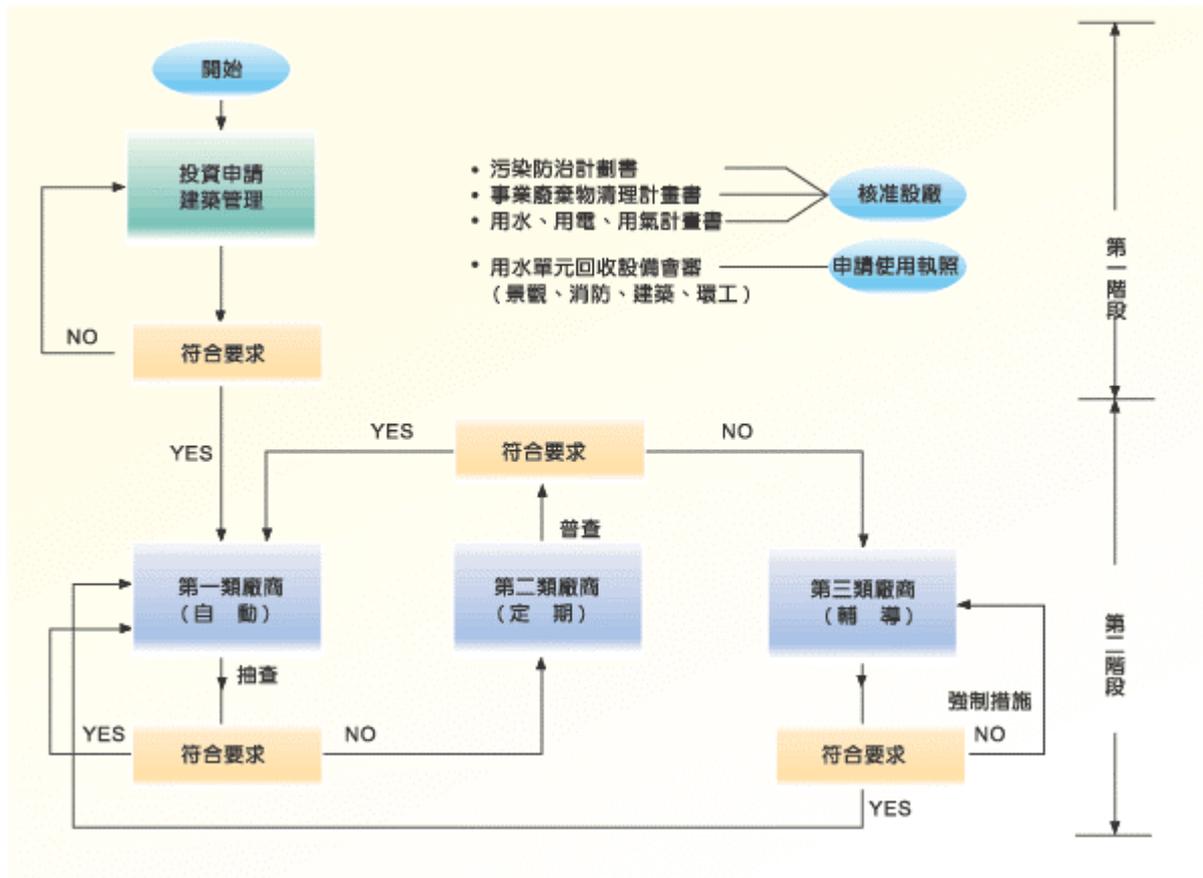
一. 推動園區節約用水之措施

1. 請求、宣導及輔導廠商加裝回收利用設備，或雨水貯集利用等節約用水措施。
2. 對年度節水成效卓著之廠商，予以公開表揚並推薦節水績優廠商之徵選。
3. 對年度節水成效不彰之廠商，得就其事實，列入節約用水優先輔導對象，並協助該廠商接受節約用水輔導，提出用水改善方案。
4. 對廠商之節水成效將列入缺水時期各廠商配水權重之考量重點。

二. 辦理園區廠商用水與排水之查核及輔導

1. 按月彙整各廠商用水與排水之水量資料，查核各廠商用水效率之標準與項目。
2. 管理局依各廠商建廠時程之不同，協助其達到下列標準：
 - (1).1994 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).1994 年至 1999 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).1999 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. 前項所稱之興建期程，如重新改建者，應視同新建，如僅辦理整建者，則依原規定期程並經用水計畫審核通過後之規定辦理；所稱之製程回收率、全廠回收率及排放率之相關定義及計算請參考附件二「科學工業園區水回收率計算規範」。
4. 對廠商用水與排水申報之資料，經查核及輔導發現有不實之情形，得加強現場輔導次數，並得促請廠商於關鍵用水點，安裝合格計量裝置。

三. 設置節約用水輔導委員會暨工作小組進行現地輔導(如附圖 4)。



伍、工廠節水與限水緊急應變措施

影響工廠內部用水的因素很多，如產品特色、製程、設備新舊、操作方法、操作條件、回收率及用水管理等，其中「檢討操作方法、操作條件」、「提升回收率」及「加強用水管理」，在缺水時期最易在短時間內收到節水的效益；台灣地區各工廠在用水結構方面，依據調查以「間接冷卻用水」所占比率較高約占 82.28%，其次為「製程用水」約占 15.48%，「鍋爐用水」、「生活用水」和「其他用水」分別占 1.47%、0.37%、0.40%；在回收率方面，台灣⁹業在實用水回收與節約起步較晚，整體平均回收率約 32%，遠低於日本的工業用水回用率 76%，回收率與國外相較亦明顯偏低，顯現出目前台灣各工廠具有可觀的節水潛力。水利署根據歷年對工廠用水所做的現場調查與輔導後，提出以下的改善措施建議，相關的資訊均可以在 <http://wrg.gov.tw/保育宣導/節約用水資訊網/index.htm> 網站上查詢。

一. 效率用水管理

1. 裝設水表，紀錄及盤查整廠各類用水情形(可配合應用各式效率用水管理之軟體設施)。
2. 建立工廠各類用水之合理用水考核指標。
3. 依據合理用水指標檢討廠內各類用水，以降低用水量。
4. 發現異常用水，立即查明原因。
5. 建立節約用水獎懲制度。
6. 經常辦理節水宣導，教育正確用水及操作習慣。

二. 用水減量

1. 改善冷卻水系統(提高濃縮倍數、旁流處理、氣冷式等)。
2. 採節水型生產機具(配合流量穩定器使用)。
3. 重新評估生產程序，尋求節水空間(如機具之擺設、產製之次序等)。
4. 檢討產品生產方式(如逆式清洗、乾式洗清、以油替代水做為傳熱介質等)。
5. 調整操作條件(如縮短洗清時間、降低換水頻率、調降藥劑濃度、減少流量等)。
6. 避免或減少污染(如防漏、減少洗清時拖液之帶出)。
7. 培養良好操作習慣。

三. 加強回收利用

1. 依排水性質分流回用(若屬舊廠可考慮採導電度計配合電磁閥，以達區隔優劣質水之目的)。
2. 依水質成分之單純與否或濃度厚薄，評估不同排放水之回用優先次序與回用比率(如廢液僅含懸浮固體或稀薄之無機廢液均可優先考慮回用)。
3. 評估全廠可能回收或回用之產水點與用水點(具回收潛力之產水點如：RO 濃縮水、冷凝水、冷卻水塔排放水、製程最後幾道之洗清排水、廢水處理廠之排水等；用水點如：冷卻水塔補水、沖廁、澆灌、清掃用水、製程頭幾道之洗清用水、local scrubber、冷卻用水等)。

四. 尋求替代水源

依所處環境尋找其他水源，例如雨水、山泉水、海水、地下水，甚至包含農業用水的移用及其他工廠或綜合污\廢水處理廠的水源調配等。

限水狀況(%)	因應方案	說明
30	1.召集會議討論廠內執行「缺、停水緊急應變計畫」。	1.由負責人召集會議，依缺水狀況討論如何「缺、停水緊急應變計畫」。
	2.加強節水管理、宣導缺水之危機意識。	2.利用節水管理與宣導使全廠員工了解缺水之嚴重性，達到人人節水的目的。
	3.降低工廠生活用水。	3.利用換裝省水器材或採用冷卻水塔排放水、逆滲透濃縮廢液沖廁，以降低工廠生活用水。
	4.提升採用高價位水源之比例。	4.如：提高回收水使用率、購買其他水源等。
	5.評估製程用水減量。	5.如：減少洗滌劑濃度、降低清洗流量、減少洗滌時間或次數等方式，皆可達到製程用水減量之目的。
	6.尋求其他水源並提升貯水槽之水位。	6.利用平時建立的水資源資料尋求其他水源，同時利用調高液位計的方式增加貯水槽之容量，以增加對缺水之容忍度。
	7.檢討限減產應變計畫。	7.檢討若減量生產或限產某些產品時之因應，為可能發生的更嚴苛缺水狀況預做準備。
40	1.持續加強節水管理、宣導缺水之危機意識。	1.節水管理與宣導永遠是有效的，缺水狀況未解除時可考慮限制部分沐浴用水，沖廁與澆灌等次級用水則百分之百以再生水替代、辦公室空調改用途風或電風扇。
	2.若可能優先產製低耗水產品。	2.與顧客協調，優先產製低耗水產品，以減少用水量。
	3.廠內調水。	3.廠內各生產線之排水或用量重新調配使用。
	4.再度評估調高再生水使用比率。	4.提高再生水處理設施之處理量(此時處理水質或會劣化，同時處理設施之壽命亦會受到影響)
	5.顧客協調。	5.與顧客協調，延長交貨期限或交貨量。
	6.執行限減產應變計畫。	6.部分產品考慮限產或減產。
	7.檢討停產應變計畫。	7.缺水狀況若未改善。則必須依狀況檢討停產應變計畫以做為因應。
50	1.降低水管要求或採用較劣質之水源以提升回收水之比例。	1.降低處理水水管要求或採用較劣質之水源亦可提升回收水之比例，但必須注意對產品品質之影響。
	2.執行限減產應變計畫。	2.部分產品必須被有計畫的減產或限產，員工之工作之調度亦必須被同時考量。
	3.考慮執行停產應變計畫。	3.是一種很不樂見的狀況，但並非關廠而是有計畫的停產部份產品或產線，某些產品甚至考慮移至其他不缺水地區生產或委由其他公司生產，考慮層面涵蓋協力廠商、員工及顧客等。

陸、晶圓代工產業缺陷水緊急應變措施

台灣邁向科技島過程中，晶圓代工扮演著舉足輕重的角色。晶圓代工產業對水回收的要求，一般於廠內已有許多回收設備，於此缺水時期，可加強水回收設備的效能提升，並增加可回用的點與回用量。一般廠內廢水分為有機與無機兩類，且多已分流回收，對於較差的廢液則直接排入廢水處理廠，但此類廢水仍可藉回收處理設備處理至冷卻水塔、洗滌塔可用的水質，水回收率約可達10~15%。遇此乾旱缺限水的非常期間，在不影響製程良率的狀況下可再進行下列建議措施來因應：如表 1。

柒、結語

2002 年台灣新竹科學工業園區的缺水危機，透過旱災防救緊急應變體系運作下，科管局、園區工會、自來水公司、農田水利會、國家科學委員會、農業委員會以及經濟部水利署機關及單位間均能充分協調與合作，終能化危為安，確保竹科園區高科技產業不受缺水的影響，維持正常的運作。

缺/限水狀況(%)	因應措施	節水潛力(%)	說明
30	1.純水系統排放水之再利用。	20-30	1.純水系統排放水為自來水的滲漏廢液，回收再利用約可省5~10%用水量，但需注意結構問題。
	2.製程清洗用水量減至安全最低限。		2.基於製程安全清洗量的考量，清洗用量平日略大於安全值，缺水期可調降至安全下限，約省2~5%的用水量。
	3.提升水回收處理設備回收量。		3.改變操作參數，或增加前處理設備以提高回收設備產水量。
40	1.製程排放廢水於回收處理後，應用於洗滌塔、冷卻水塔。	10-15	1.將製程分流回收後剩餘的排放廢水，挑選其中較好的水質經活性炭、薄膜處理回用於次級用水約可省下10~15%用水量。
50	1.增加物理或化學處理設備提高冷卻水塔濃縮比率。	5-10	1.以化學藥劑或旁流處理提高冷卻水塔循環濃縮比率。
	2.評估廠內生產總用水量調降或減產。		2.減少清洗次數與清洗水量或降低製程生產量。

表 1 工廠接受節水輔導作業流程

藉由這次旱災事件之發生，台灣政府水利部門除加速新竹寶山第二水庫的興建，希望能在 2004 年完成，保障新竹地區及科學工業園區用水無缺外；同時，將興建海水淡化廠列入國家發展重點計畫，未來將規劃於新竹沿海地區興建日產 7 萬噸之海水淡化廠、建布自來水雙向管網聯通系統，以備遭逢嚴重乾旱時能有效的降低缺水風險。

除了水利設施的硬體建設外，水利署將嘗試整合氣象、雷達與水文預報領域，

共同研發缺水的預警監視系統與預報模式，提昇降雨預報準確度，以及早做好水資源調度利用準備；此外，對於台灣地區現行採用的乾旱等級區分方式、自來水實施限水步驟、區域間水資源調度機制等將進一步檢討改善。