

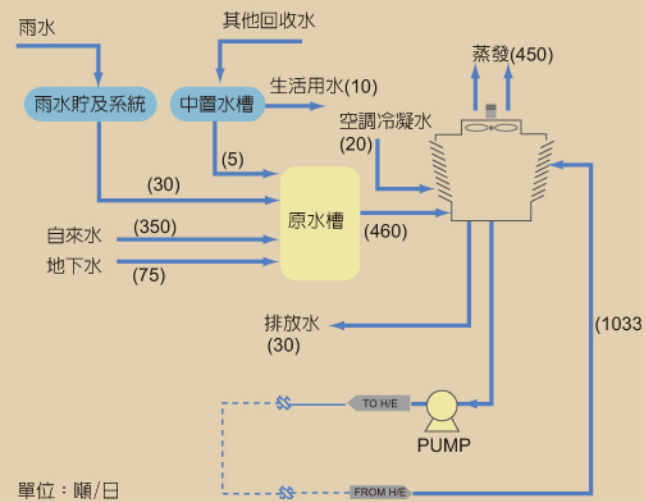


圖2 冷卻水系統平衡圖

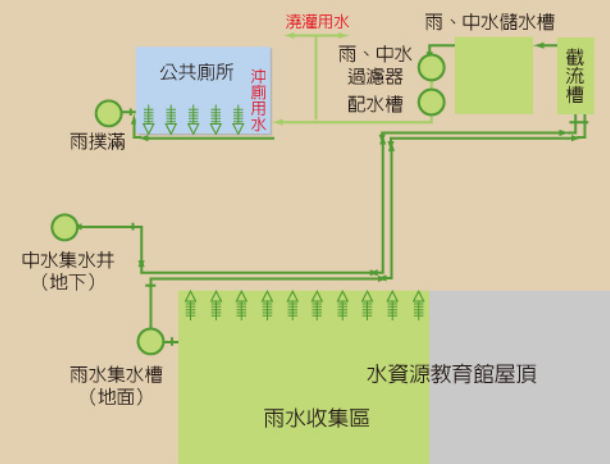


圖3 水資源教育館－雨水貯留系統

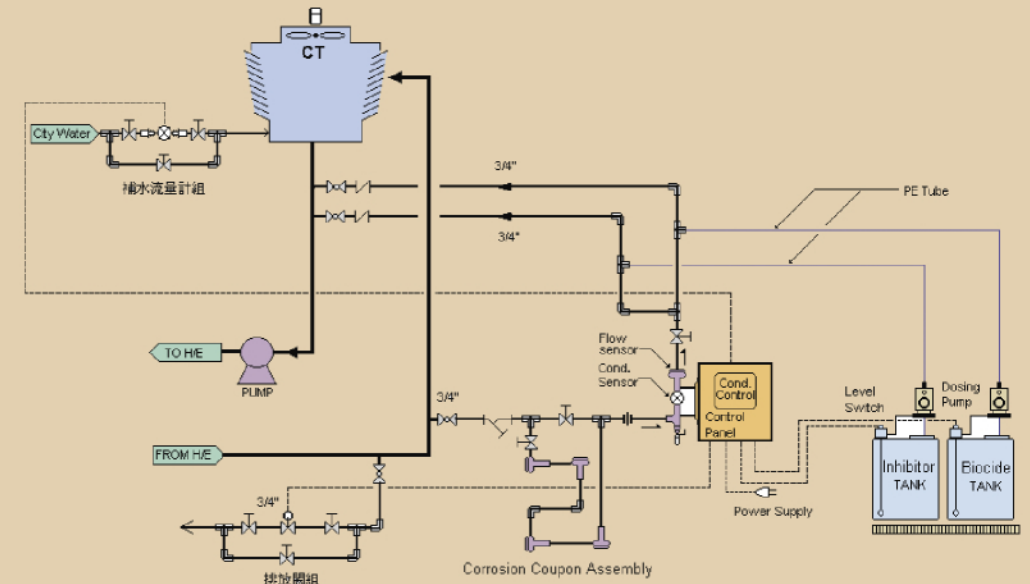


圖4 冷卻水系統安裝處理流程圖

設置雨水貯集利用系統

雨水貯留供水系統，係將雨水以天然地形或人工方法予以截取貯存，經過簡單淨化處理後再利用為生活雜用水的作法。雨水再利用可用在民生用水之替代性補充水源、消防用水之貯水水源，及減低都市洪峰負荷。雨水貯集利用系統具有實際操作簡單、安全性高、建造成本低等優點，十分適合台灣雨量豐沛地區各類建築設計之導入採用，特別是學校類建築或基地利用較不密集之案例，將有相當良好的回收效益，如圖3。目前國內相關技術與工程經驗已十分成熟，只要經過簡單之過濾處理，亦可做為冷卻水之補充水使用。

設置中水系統

中水係指將生活污水匯集經過處理後，達到規定的水質標準，可在一定範圍內重複使用於非飲用水及非身體接觸用水。在總水量中，僅廁所沖洗就佔35%，如能全面改用中水作為沖洗廁所之用水，其效果甚為可觀。中水的再利用系統雖然有很好的節水功能，而且比雨水利用有穩定的水源，但是為了確保其衛生安全及冷卻設備良好運轉之保障，中水設施必須有環工及化工專業設計處理與周全之管理維護計畫才能將其做為冷卻水之補充水使用。

空調冷凝水之回收

目前建築物之空調冷凝水大多未經回收而直接排放

，對於節約用水而言殊為可惜。因為，冷凝水大體屬中性軟水，經由妥善回收設計，甚至無需特別處理，將之直接做為冷卻水補充水之使用，可減少冷卻水塔之用水。

提升濃縮倍數

建築物開放式冷卻水塔之水經冷卻後不斷循環使用，水中所含有脂溶存固體及懸浮固體物之濃度也因此不斷提高。當溶存固體物超過一定的飽和溶解度值時，則沉積現象必然發生。此時必須藉由排放，以降低溶存物質的含量在某種範圍之內，由補充之新水來稀釋冷卻循環水中所含溶存物質之濃度。冷卻循環水與補充水溶存固體物含量之比值，即為濃縮倍數之定義。一般水處理之排放量定義為：

$$\text{排放量 (B)} = \frac{\text{蒸發量 (E)}}{\text{濃縮倍數 (C)} - 1}$$

因此冷卻循環水勢必須以增加濃縮倍數來降低其排放量，進一步達到節水的目的。

為降低冷卻循環系統的處理成本，濃縮倍數得盡量提高，以降低用水量及加藥成本等。然過高的濃縮倍數，卻也帶來物質沉積的困擾。因此，如何選擇最適當的濃縮倍數式是操作冷卻系統最重要的課題之一。適當的濃縮倍數取決於系統設計、操作因素、水質狀況及處理方案等，而符合整體的經濟效益，更是重要的因素。

目前冷卻循環水處理技術，無論藥劑的使用或監控設備的配合，於市場的成熟度極高，如圖4。經由專業水處理商之處理建議，將冷卻水運作於高濃縮倍數之下，藉由高效能腐蝕結垢抑制劑及殺菌滅藻劑之添加，配合自動化水質監控加藥處理器之安裝，並做好適當的水質操作維護管理，不僅不會造成系統設備的障害發生。更可大幅降低冷卻水排放量，充分達到水資源之利用及節水的目的。

結語

台灣地區地狹人稠，地形起伏變化急遽，集水區地勢陡峭不易涵養水分，再加上河川源流短急，雨量豐沛時河川流量大增，在短時間內即奔流入海，因此為了將豐沛水量蓄存留用、調豐濟枯，三四十年来政府水資源建設在台灣經濟環境發展的過程中，有著不可磨滅的貢獻。

台灣地區隨著經濟社會的發展及人口的快速成長，對於工業及生活用水增加快速。民國87年為172億噸/年，其中農業用水佔了71.19%為最多，其次為生活及工業用水，而供水之來源是以河川取水為最大，佔43.0%，水庫供應只佔22.4%。而根據統計資料，生活及工業用水增加快速，民國87年的用水量達50億噸/年，是民國65年用水量20億噸/年的2.5倍，可見充足的用水對於社會經發展之貢獻。但是，隨著全球氣候的變遷、溫室效應的惡化，再加上國土

環境的限制，包括水文不確定性高、豐枯水期水量變化大、蓄水設施不足及其他人為的影響，使得水資源利用率偏低。因此，勢必要加速水資源建設來提供未來社會經濟發展之水資源需求。

近來，建築物的設計不斷向寬且上發展，空調需求日益增高，而採用水做為冷卻之介質的空調冷卻水塔，便是達到此散熱效果的最佳裝置。目的是要重複循環冷卻水，達到省水的功能。而冷卻水塔可以利用潛熱方式將能量傳給空氣，在很小的空間下便可獲得優異的熱傳效果。因此，一棟新建築物的設計，若能優先考慮節水措施，努力實現對外零排放，其中空調冷卻水的用水節約，便顯得具有十分重要的意義。

參考資料

1. 羅基煌，「冷卻水處理精要」。
2. BETZ Laboratories, Inc., "Precipitation Softening" in Chap.7, BETZ Handbook of Industrial Water Condition, 9th ed.
3. 蔡騰龍，「工業水處理」。
4. 台灣產業服務基金會－製造業節水技術與策略 樊運成。
5. 經濟部水利署－節約用水資訊網。
6. 內政部營建署－「獎勵民間綠建築設計示範工作」計畫。
7. 中國土木水利工程學會－高肇藩，「工業用水」。
8. 台北自來水事業處－自來水政策白皮書。
9. 台北自來水事業處－水資源教育館資訊網。