

冷卻水塔效能提升案例分享

目 錄

* 環境狀況說明

- 冷卻水溫度
- 外氣溫度條件
- 外氣風向條件
- 重點結論

* 改善方案

- 外氣導引
- 軸流風扇安裝
- 變更水塔型式

* 結果與討論

前言

- * 冷卻水塔是一種基本常見的散熱設備，將熱負載經由水塔降至所需的工作溫度
 - 輻射
 - 傳導
 - 對流
 - 蒸發潛熱
- * 冷卻水塔散熱效率主要影響因素
 - 外氣濕球溫度
 - 循環風量
 - 散熱材熱交換能力-接觸時間及面積
- * 冷卻水塔出水溫度與濕球溫度越接近(趨近溫度Approach)，表示水塔散熱效果良好

環境狀況說明

- * 既有頂樓因空間不足，無法進行水塔的擴充(目前共計19座)。
- * 屋屋頂寬度不足，導致南北兩排水塔之間距離太近。
- * 既有冷卻水塔為直交流型水塔，原設計易造成水塔出口濕空氣短循環現象，因此已於出風口加裝風桶導引空氣至高處。

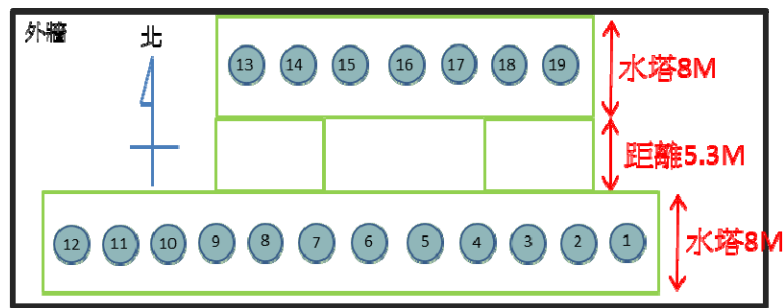


圖1 屋頂水塔配置圖

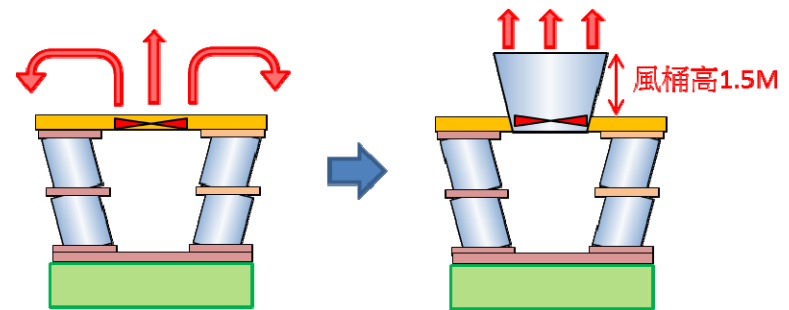


圖2 水塔加裝風桶改善氣流方向

環境狀況說明-冷卻水溫度

- * 實際量測結果，發現中間區域冷卻水塔CT#3~7、15~17內側散熱不良
 - 冷卻水溫度高於平均值2 °C
 - 冷卻水溫度與濕球溫度差可達6°C

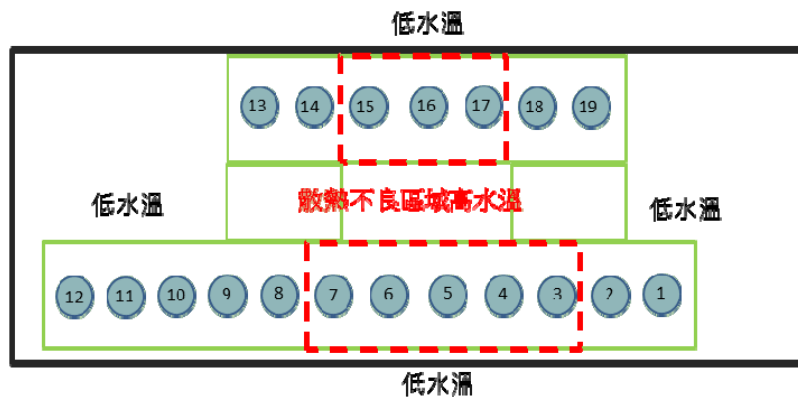


圖3 水塔中間區域出水溫差

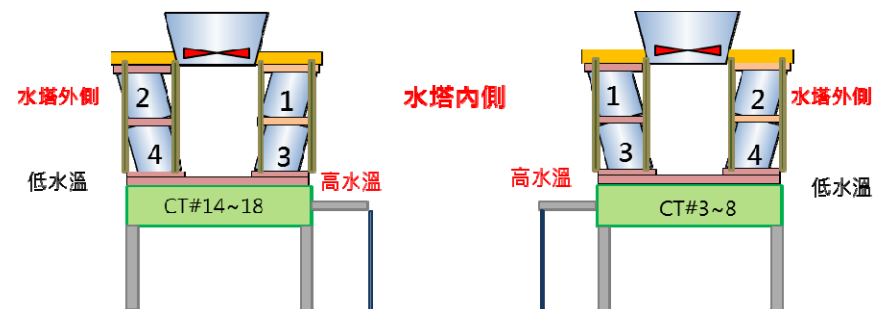


圖4 水塔中間區域出水溫差

環境狀況說明-外氣溫度條件

- * 發現中間區域冷卻水塔CT#3~7、15~17內側上下層之入風濕球差異大
 - 上層濕球溫度高於外氣平均值6°C，相對濕度達100%
 - 上層濕球溫度高於外氣平均值1°C

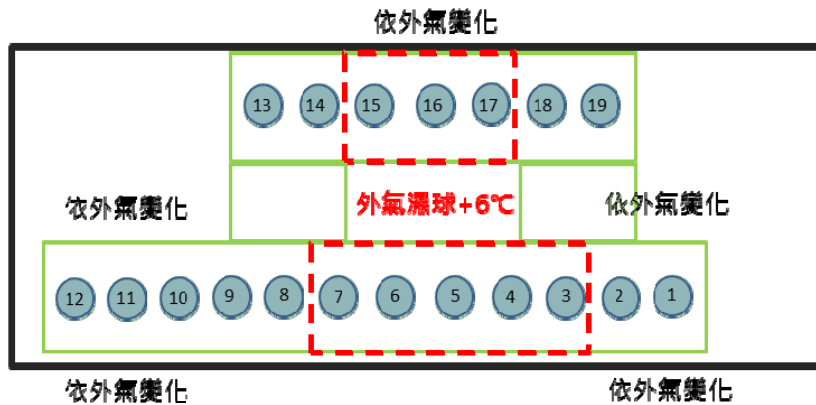


圖5 水塔中間區域入風濕球

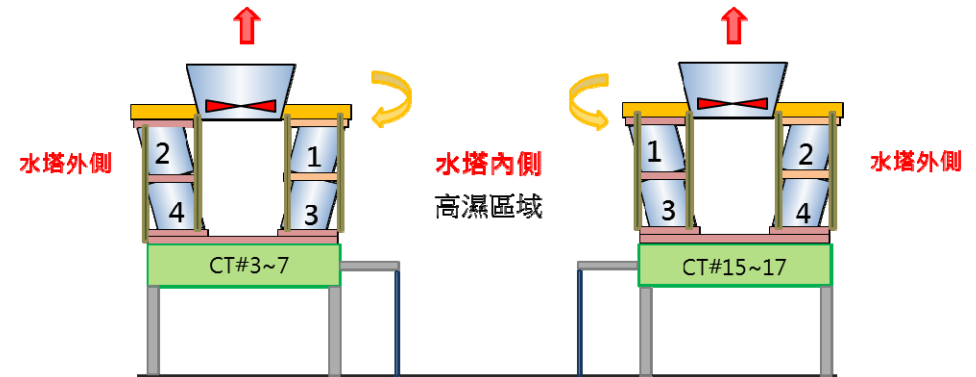


圖6 水塔中間區域入風濕球

環境狀況說明-外氣風向

- * 地理環境影響，在吹西南風時，會將南側水塔出風口的風大量往北吹，造成CT#3~7、15~17容易吸入到自己的出風。

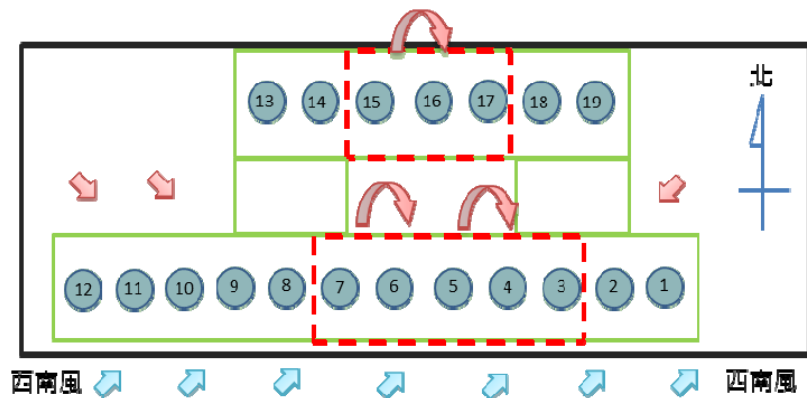


圖7 水塔平面風向圖

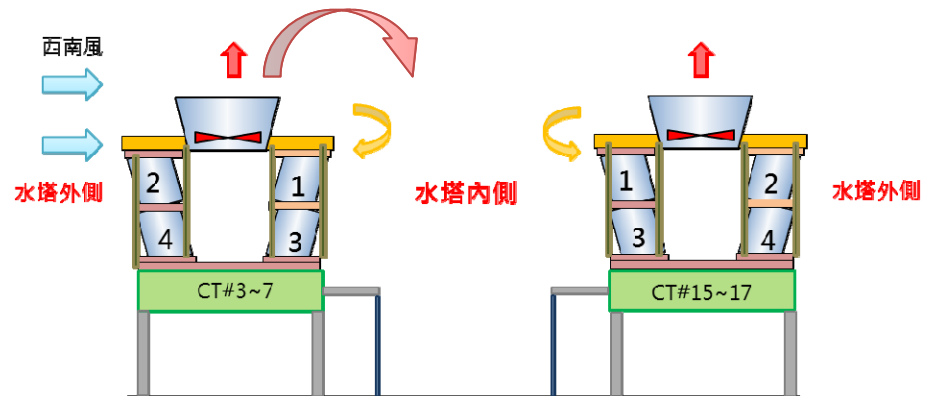


圖8 水塔中間區域風向圖

環境狀況說明-重點結論

- * (1)水塔本身散熱需要足夠的風量進行冷卻，因西南風效果及南北兩排水塔距離不足夠，造成中間區域水塔CT#3~7、15~17容易吸入其它水塔及自己本身排出的高濕空氣。
- * (2)冷卻水塔中間水塔內側上層區域，入風濕球溫度遠高於最初設計值。
- * 由以上水溫及外氣量測結果，發現需改善水溫偏高問題，首先需將本身水塔自身的短循環狀況解決，回歸至水塔本身最初的设计條件，才有機會將冷卻水溫降低。



圖9 水塔中間區域短循環

改善方案-外氣導引

- * 本廠區將水塔水池架高離地1.8 m，導引外氣穿過水塔底部，進入南北兩側水塔中間，且可由水塔東西兩側將外氣引至水塔中間區域，增加中間區域外氣風量。
- * 變更既有水塔，將提高南側水塔出風口高度，導引高濕空氣至高處擴散。

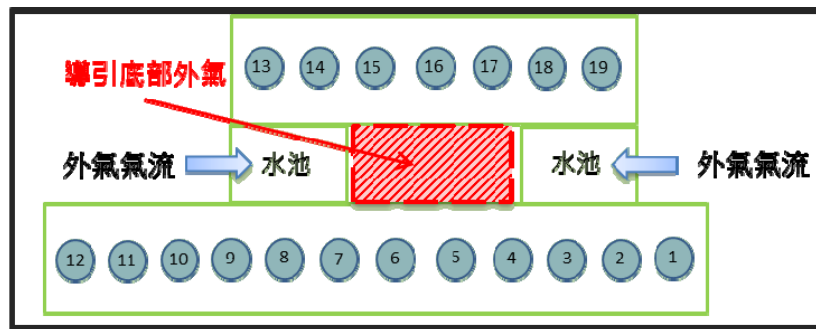


圖10 水塔平面外氣導引圖

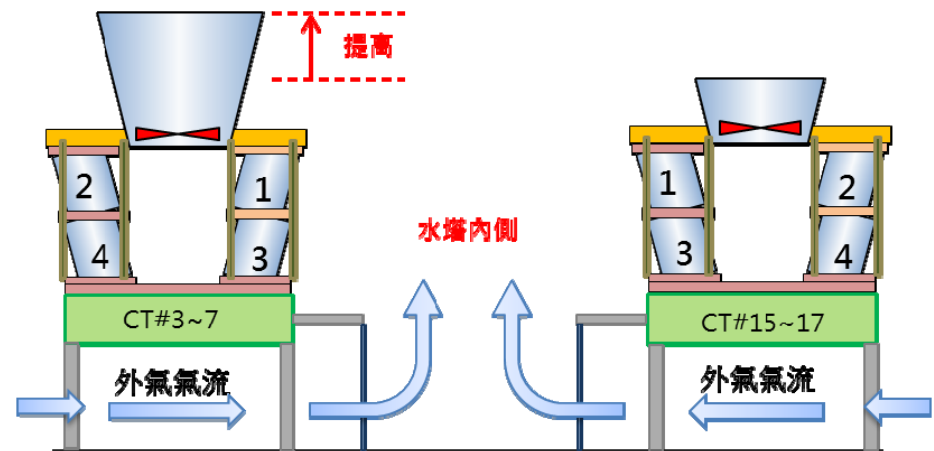


圖11 水塔剖面外氣導引圖

改善方案-軸流風扇安裝

- * 水塔兩側中間加裝軸流風扇，將水塔底部外部風量送至水塔兩側中間。避免自身短循環氣流進入。



圖12 軸流風扇安裝圖

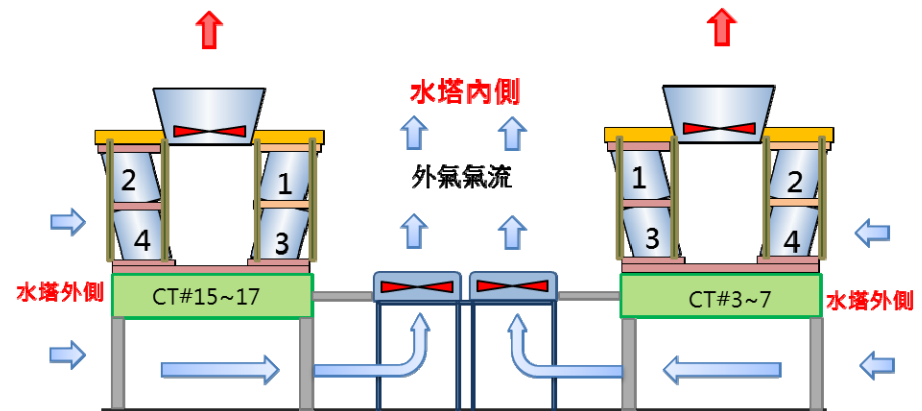


圖13 軸流風扇剖面圖

改善方案-軸流風扇安裝

- * 水塔側邊加裝軸流風扇，導引東側的氣流送至水塔兩側中間。避免自身短循環氣流進入。

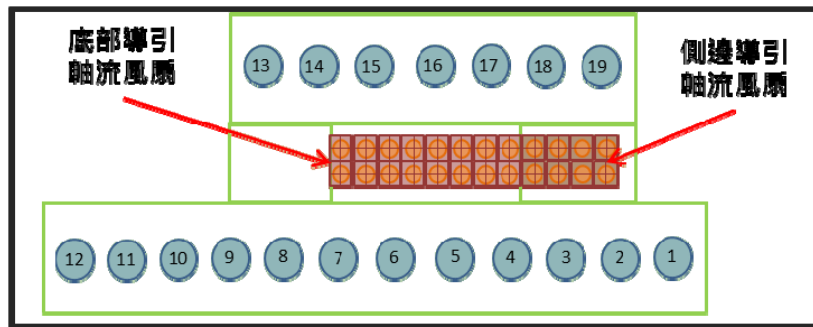


圖14 軸流風扇安裝圖

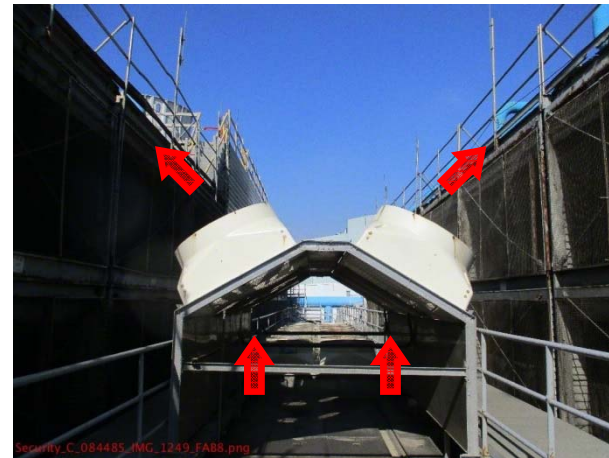


圖15 軸流風扇剖面圖

改善方案-變更水塔型式

- * 此變更水塔型式將進出口距離拉開，是最有效的改善方式。將最嚴重的區域的水塔CT5~7由原cross flow 型式改為counter flow型式，將水塔出風口高度提高2m，將熱氣送至高空中。水塔本身入風口與出風口距離也從1.5m提升至6.5m

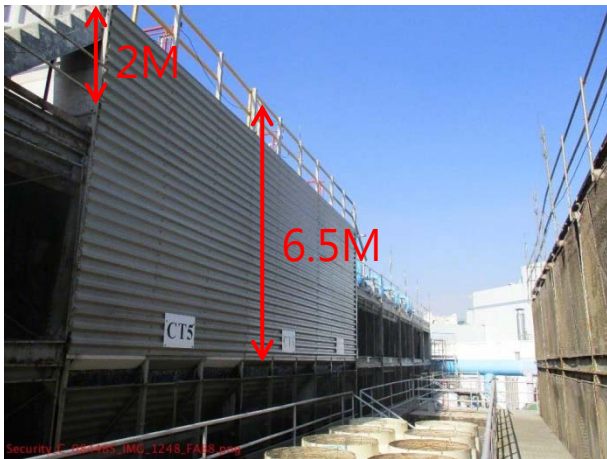


圖16 水塔變更圖

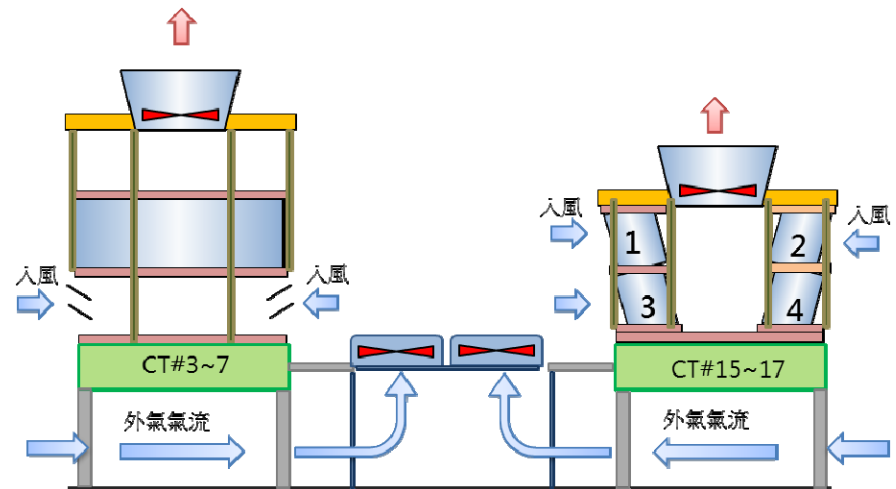


圖17 水塔變更剖面圖

結果與討論

- * 改善計劃成功的將外氣導引至水塔內側中間區域，有效的降低水塔內側上層濕球溫度，因此可以很明顯感受到水塔短循環氣流被大量改善。
- * 由大數據得知，在相同的外氣條件下(焓值&濕球)，改善後整體冷卻水溫度降低 $0.3\sim 0.7^{\circ}\text{C}$ 。(1178~2748冷卻能力)
- * 由大數據得知，在相同的外氣條件下，改善後冰水主機耗能降低約300~700kw。夏季節省費用1.6~3.9M/y。

結果與討論

- * 水塔水溫仍高於最初設計值，還有許多可以改進的地方：
 - (1)水塔的散熱材更新，增加水與空氣的接觸時間。
 - (2)水塔扇葉提升，提高循環風量。
 - (3)其他區域水塔型式更換，由cross flow型式改為counter flow型式，將熱氣導引至高處，避免短循環。
 - (4)北面水塔改為單面進風(朝北)，可避免吸入南側水塔熱氣。



謝謝指教