

一、前言：

空氣汙染是當今社會重要討論議題，由於影響層面包括健康問題、生態環境等，為防止空汙問題持續擴大，政府積極制定空氣汙染防制之法律，興建防污設備，推廣防污觀念等，本公司秉持保護環境永續經營之理念，經評估需將管子工場酸洗場洗滌塔汰舊換新，以最完善之設備及更佳的防治能力來減少空汙對環境的破壞，加強落實企業社會責任。

二、洗滌塔介紹

(一)功能說明

酸鹼廢氣洗滌塔，以下簡稱洗滌塔，其設備功能為處理含“高量之酸鹼”廢氣，將廢氣中含有的污染物與無害的空氣分離，將有害物以液態的方式收集，並給予專業廢水設備處理，乾淨無害的空氣則直接排放於大氣，以此達到防制空汙的目的。

由於本公司有大量管子需經過酸洗處理，酸洗製程之強酸液體若無妥善處理，其揮發的強酸氣體(HCl)不僅會造成嚴重的空氣汙染，亦會影響現場施工人員之身體健康，因此在興建酸洗場時便架設洗滌塔，以保護環境及人員健康。

由於洗滌塔效率高且有多種不同廢氣處理能力，因此為工廠廣泛使用，可根據工業製程所產生的各式廢氣進行處理。



需處理廢氣之產業及相關製程如下：

1. 電路板印刷產業：電鍍、酸洗、浸鍍、蝕刻。
2. 電鍍產業：電鍍、酸洗、浸鍍、蝕刻。
3. 製藥產業：研磨、加注、粉篩、填灌。
4. 化工產業、食品加工產業：所有化學之相關製程。

基於不同產業所適用之洗滌塔也有所不同，因此依照需求，簡單可分為以下兩種形式：

1. 立式洗滌塔：適用於廠房可容納高度較高之場合，設備占地面積較小，為現今較廣泛使用的洗滌塔樣式。
由於其泛用性廣，所占面積較小等特點，根據其架設地作分析評估後，本公司選擇採用此型式。
2. 臥室洗滌塔：多用於廠房可容納高度較低之場合，但設備所需占地面積相較於立式洗滌塔要來的更多，為特殊或舊型式之洗滌塔樣式。

(二)運作原理

洗滌塔的運作原理其實相當簡單，藉由氣體及液體兩相接觸，使氣體中溶質被吸收至液體內部，上述過程的氣體便是污染氣體，液體便是淨化氣體之專用溶劑，經此過程便可將有害物吸收至溶劑中，完成空汙處理。常見洗滌塔的樣式為：噴淋式(spray column)、板式吸收式(plate absorption tower)、填充式(packed tower)，而填充式為洗滌塔樣式中最被廣泛使用，

特別適用於科學園區內半導體及光電製造廠，需高效率及高作業量的使用場合。

基於各況評估後，我司亦採用填充式洗滌塔作為酸洗廠之空汙防制設備。填充式洗滌塔的特點為，可處理廢氣中的粒狀物及所含之氣態污染物，對於某些氣態污染物而言，可生產或回收有用之化學物質，且內部填充物可緩衝污染物之突增負荷，即便負荷突增加仍可維持高效率進行空汙處理。填充物為洗滌塔重要構物，其結構為耐腐蝕、可增加更多接觸表面積、質量輕巧，良好的填充物可讓液體及氣體兩相充分的反應，使空汙過濾效率達到更大。

(三)填充物及流向細述

下圖(圖 A)為各樣式之填充物，其樣式各異，但都為中空且有密集的紋路，使洗滌溶劑能與污染氣體充分接觸；本次汰舊換新亦更新雙星球型(圖 B)填充物，要求廠商需給予設計比表面積(參閱註 1)需大於 $120\text{m}^2/\text{m}^3$ ，潤濕因子(參閱註 2)需大於 $0.1\text{m}^2/\text{Hr}$ ，以確保除汙效率。

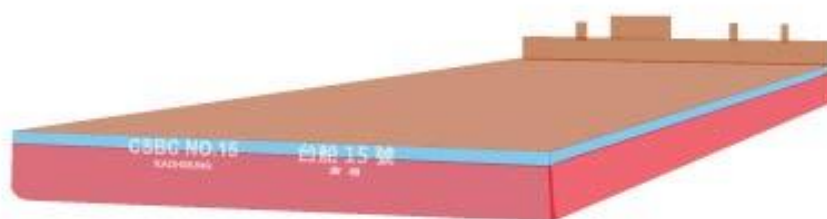




圖 A

下圖(圖 B)為我司汰舊換新之洗滌塔填充物(採雙星球型)。



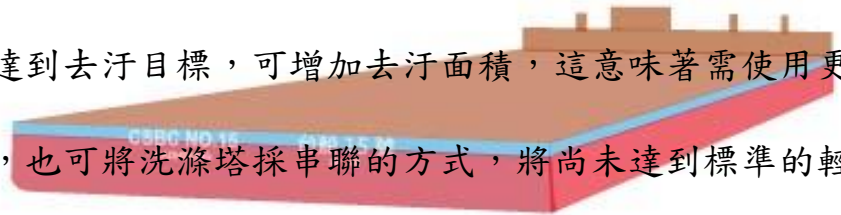
圖 B

註 1：比表面積：在此篇之比表面積單位為面積及體積的比值(m^2/m^3)，為洗滌塔分析填充物特殊的表示方式，一般在學術上，比表面積指多孔固體物質單位質量所具有的表面積。由於固體物質外表面積相對內表面積而言很小，基本可以忽略不計，此表面積通常指內表面積。常用單位為平方米/克 (m^2/g)。由於洗滌塔之填充物質量輕，且限制填充物數量的影響因子非質量而是體積，因此才出現單位面積及單位體積這樣的特殊形式。

註 2：潤濕因子公式：洗滌循環水量/填充物比表面積 $\times$ 洗滌塔填充段水平截面積，單位為 m^2/hr 。

了解填充式洗滌塔填充物之功能後，便可探討洗滌塔液體及氣體之流動方向(圖 C)。

1. 液相：也就是吸收污染物之液體，由泵浦輸送至塔頂，並經過噴嘴，將液體以霧化的方式噴灑向洗滌塔兩相交換空間，將污染氣體充分經過清洗，最終液體會流至塔底，部分液體會經過泵浦再次輸送至塔頂進行循環，一部分則是經排放管路將液體送往汙水處理廠。
2. 氣相：受污染之氣體經氣罩吸入，至洗滌塔塔底部，由底部向上方輸送，輸送過程經液體的洗滌，在至塔頂前經除霧層使污染液體徹底被阻攔在洗滌塔兩相交換空間內，至塔頂已變成乾淨無害的空氣，並直接排放至大氣，如果經此程序無法達到去汙目標，可增加去汙面積，這意味著需使用更大處理效率的洗滌塔，也可將洗滌塔採串聯的方式，將尚未達到標準的輕度污染氣體再送至下一洗滌塔底部，並經歷清洗過程，以此類推來達到防汙目



標。

本公司為確保污染氣體在排放時能符合法規標準排放量及保持穩定的去汙效率，經設備架設場地評估、採購設備型號綜合性能、採購金額預算及修繕計畫等考量，最終採用洗滌塔串聯架設的方式(圖 D)，來達到最佳設備運作效率。

以下圖片(圖 C)為洗滌塔兩相流動簡圖，可更簡單協助理解洗滌塔運作方式。

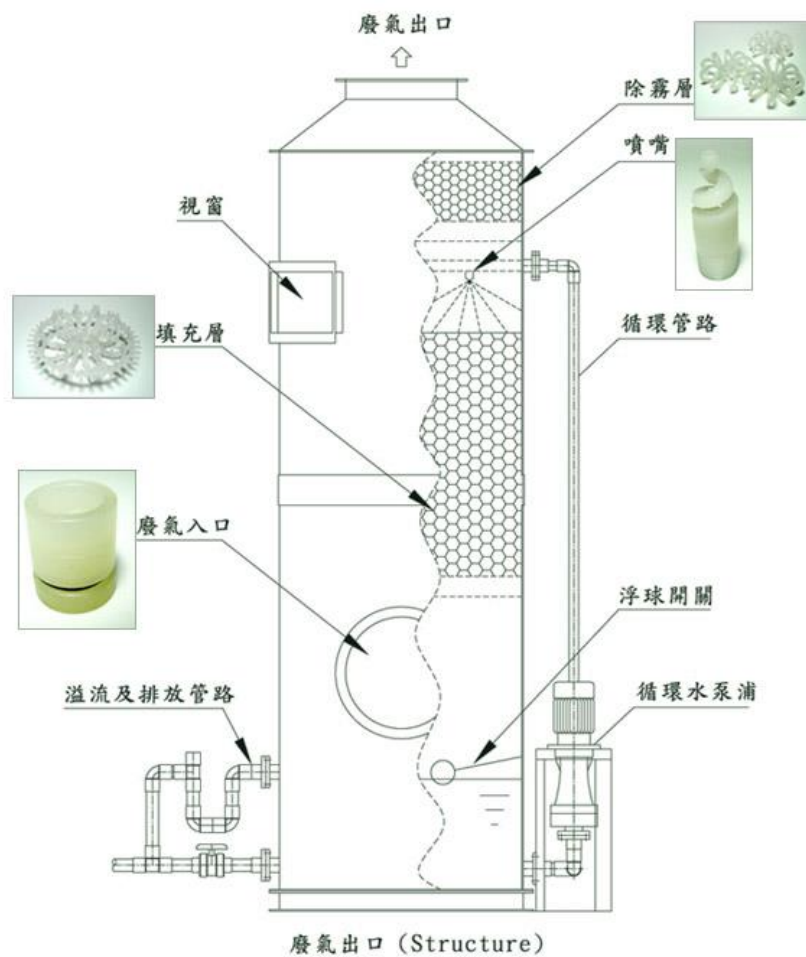


圖 C

以下圖片(圖 D)為洗滌塔設備部件圖，從圖中可看出，兩座洗滌塔呈現串聯方式。

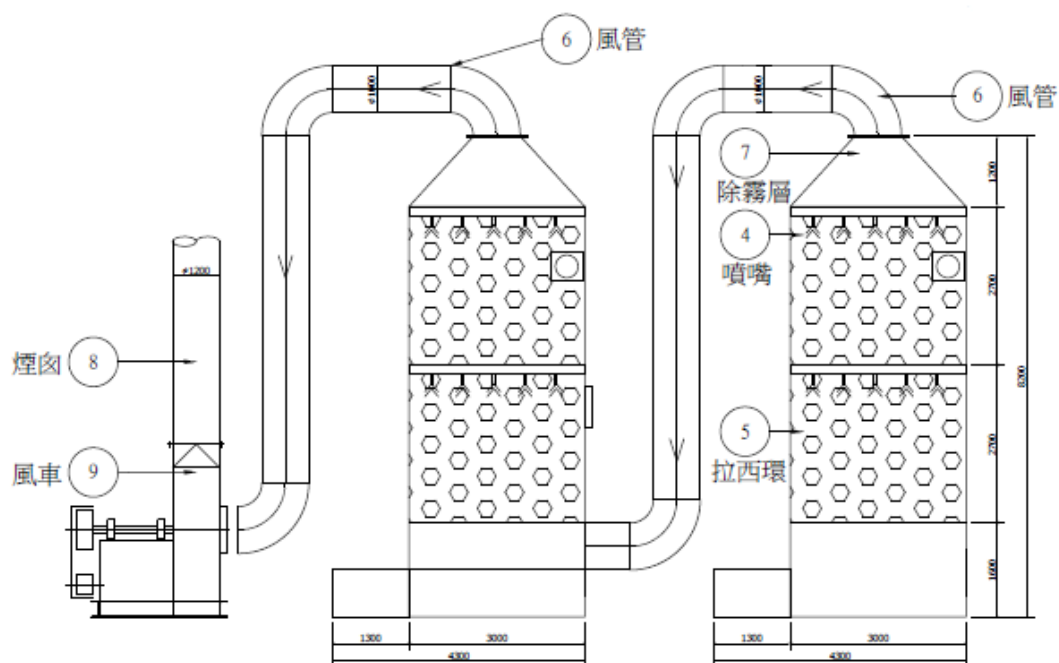


圖 D

三、汰換過程及完工

(一)設備規範簡述

因舊洗滌塔之故障頻繁且防治功效隨時間降低，經評估應汰換設備，因應環保法規標準日亦提升，因此在評估及書寫規範時需更加嚴謹。

1. 由於設備架設於酸洗場，因此功能為清除酸洗液體之揮發氣體氯化氫 (HCl)，因此要求次設備需有其每分鐘廢氣最大處理量在集氣罩入口靜壓 300mmAQ，風量須達 1000 M3/min，去除率須達 90~95%。

2. 洗滌塔內部兩相交換空間內須配有 3 層填充物層及 1 層除霧層，且每層高度須以耐，酸鹼隔柵平台隔離(PVC、UPVC、FRP... 等)，平台載重

須大於 200kg(不含自重)。

3. 填充物材設計比表面積需大於 $120\text{m}^2/\text{m}^3$ ，濕潤因子需大於 $0.1\text{m}^2/\text{Hr}$ 。
 4. 循環泵浦及水箱都需耐酸鹼腐蝕，洗滌塔的結構及表面塗層都有嚴格規範，水管管路、灑水器、量錶等附件皆有規格及材質要求，確保設備能正常運作。
 5. 自動加藥系統架設，為避免藥水因人為疏漏導致設備及去汙能力失效，裝設自動加藥系統及耐酸鹼累計量表(自動記錄藥水累計用量)及 PH 控制器(檢測酸鹼值並自動加藥)，僅需現場定期檢查設備即可保持設備正常運作。
 6. 架設維修口及維修平台，為日後機械的保養及修繕工作，先行架設平台及檢修口，確保檢修人員安全及檢修效率提升，設備端要求設置檢測口，方便定時檢測洗滌塔內部狀況。
- 經多次會議及各方面評估，確認施工程序及確保未來使用及修繕可順利進行後，便開始採購設備並著手安裝。

(二) 裝設過程

因舊有之洗滌塔位置便為新製洗滌塔架設地，首要工程為卸除舊洗滌塔，不僅要考慮拆除時間及配合現場排程，施工中需特別注意施工安全，因洗滌塔內部及管路皆有強酸液體殘留，因此施作過程格外謹慎，最終順利將舊洗滌塔拆除。

下圖為舊有之洗滌塔(圖 E)。

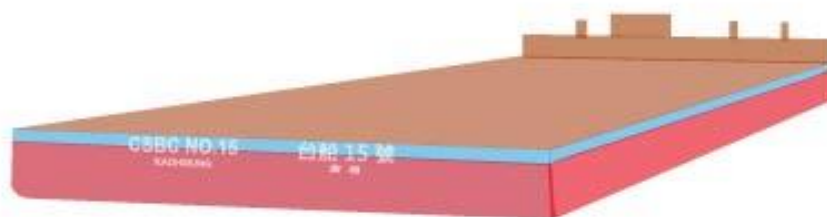




圖 E

拆卸完畢後，接下來開始確認新洗滌塔設備的製造狀況，為確保設備可順利組裝，我司在進廠組裝前多次前往設備製造廠商進行設備零組件的品質確認。最終在各零附件都達到品質要求後，便開始組裝作業。下圖(圖 F)、(圖 G)為到製造廠商確認零組件狀況。



圖 F

圖 G

由於洗滌塔設備龐大，組裝時需要較多的時間及人力，施工安全亦不可輕視，每一個吊掛及高處作業都需配戴標準保護工具，並嚴格遵守 SOP 進行組裝。

下圖(圖 H)、(圖 I)、(圖 J) 、(圖 K)為組裝作業過程。



圖 H



圖 I



圖 J



圖 K

最終順利將設備架設完成，經檢定符合環保法規規定，現今設備有較低的

故障率及優良的汙染防制能力，可達我司保護環境的理念。

下圖(圖 L)為設備組裝完工圖



圖 L

為確保未來修繕及保養的效率及施工人員的安全性，於洗滌塔設備外部加設維修平台，可保護施工人員避免墜落危險，亦可在設備損壞時即時進行檢查及修護，不需等待高空作業車的作業時間及減少各式工程車輛所消耗的燃油，減少排放的廢氣。

下圖(圖 M)、(圖 N)為維修平台及檢驗口

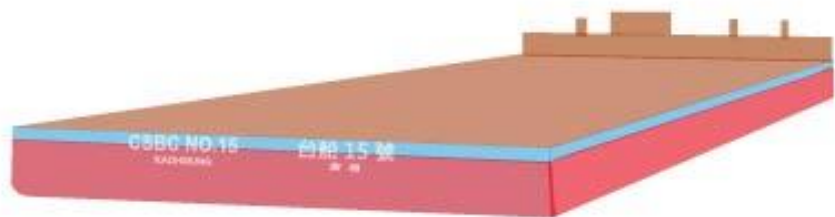




圖 M



C5BC NO.18 15 M 圖 N

四、 結論

洗滌塔於 108 年 12 月底驗收完畢，使用至今設備狀態良好，後續的維修及保養作業可兼顧安全及施作效率，能顯著降低修繕保養成本，污染物排放檢測結果皆優於法規標準，且排放數據更優於舊有之洗滌塔。此次設備替換可體現本公司對環境保護的重視，並將想法付諸行動，已實際的改善方案回饋社會，實踐公司以人為本、以客為尊、秉持關懷社會、保護環境、永續經營的宗旨。

