

局部排氣裝置設計報告

廠商名稱：

廠商編號：

設計單位：社團法人中華民國工業安全衛生協會

設計人員：

報告日期：中華民國110年10月17日

目 錄

頁次

目 錄	I
表目錄	III
圖目錄	IV
一、 場所基本資料.....	1
(一) 事業單位基本資料	1
(二) 工作場所平面配置圖	2
(三) 製程流程圖	4
(四) 局部排氣裝置設置系統略圖（應標示特定化學物質作業範圍、作業位置、氣罩與排氣機之位置及其與發生源等之關係，比例尺以能辨識其標示內容為度）	5
(五) 特定化學物質之種類及其危害資訊.....	6
(六) 特定化學物質作業方式.....	7
(七) 作業勞工人數及暴露途徑	8
二、 局部排氣裝置設計之說明	9
(一) 環境干擾氣流及降低方式	9
(二) 補氣系統設計及措施	11
(三) 氣罩設計資料及其規格.....	12
(四) 導管系統設計資料及其規格	14
(五) 空氣清淨裝置設計及其規格	3
(六) 排氣機設計及其規格	4
(七) 其他設計資料（含清潔口及測定孔或其他監測裝置）	7

三、 設計人員資格證號及簽名	8
----------------------	---

表目錄

頁次

表 1. 事業單位基本資料表	1
----------------------	---

圖目錄

頁次

圖 1 作業場所平面配置圖	2
圖 2 製程流程圖	4
圖 3 局部排氣裝置設置系統略圖（俯視平面圖）	5

一、場所基本資料

(一) 事業單位基本資料

本設計案業主基本資料如下表所示。

表1.事業單位基本資料表

事業單位名稱	新金光電鍍廠股份有限公司
事業單位地址	台南市永康區鹽行路 251 之 1 號
聯絡人姓名	陳國洲 先生
聯絡人電話/電郵	06-2433909
事業單位行業分類	金屬表面處理業
雇用勞工人數 (男/女/合計)	28
局部排氣系統設計單位/ 設計人	李浩

(二) 工作場所平面配置圖

圖 1 為整廠區平面配置圖，圖 2 則為電鍍作業區平面配置圖。

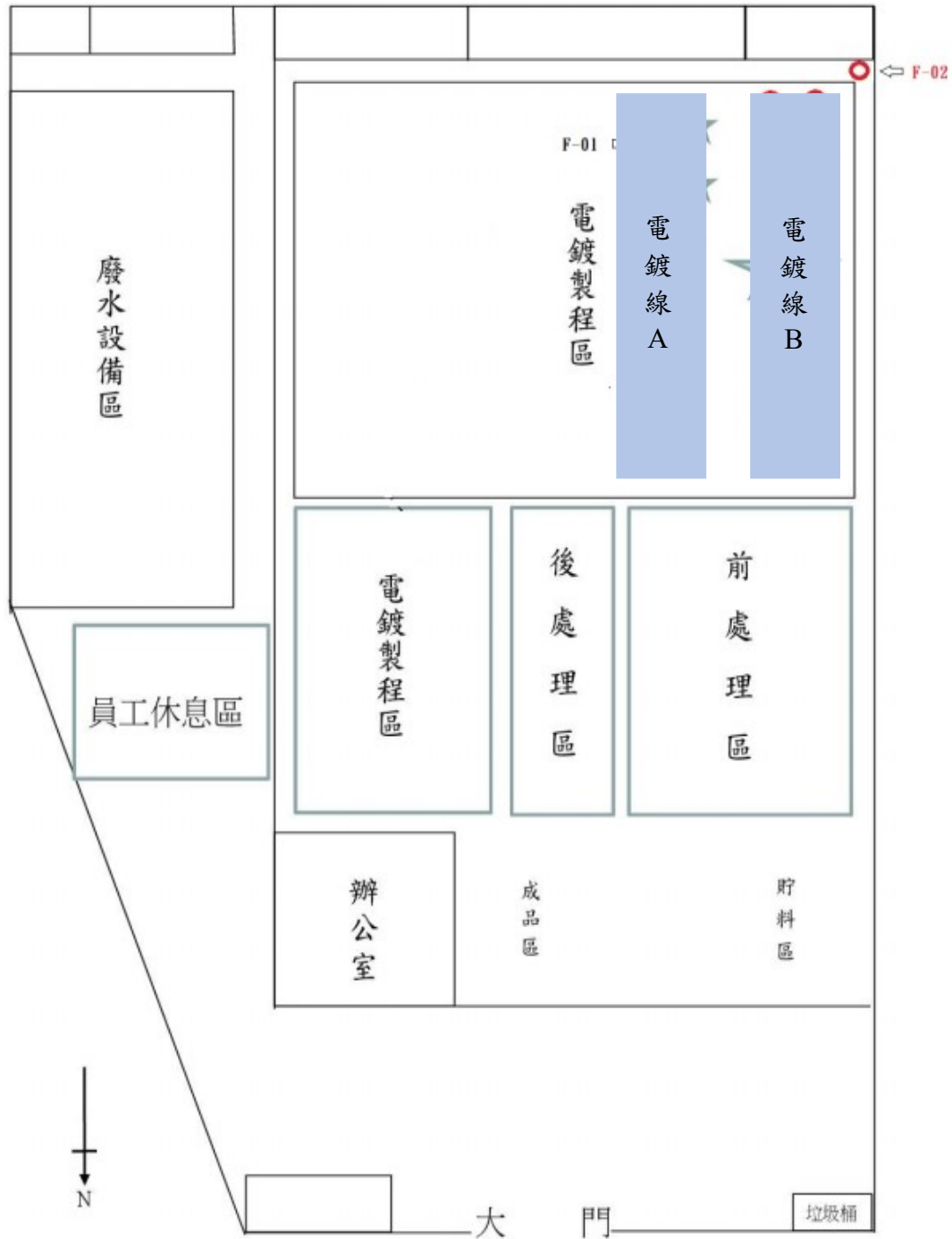


圖1 作業場所平面配置圖

電鍍作業線A

(長：15 m・寬：0.8 m)

龍
門
式
天
車

電鍍作業線A

電鍍作業線B

(長：15 m・寬：0.8 m)

龍
門
式
天
車

電鍍作業線B

圖2 電鍍作業區平面圖

(三) 製程流程圖

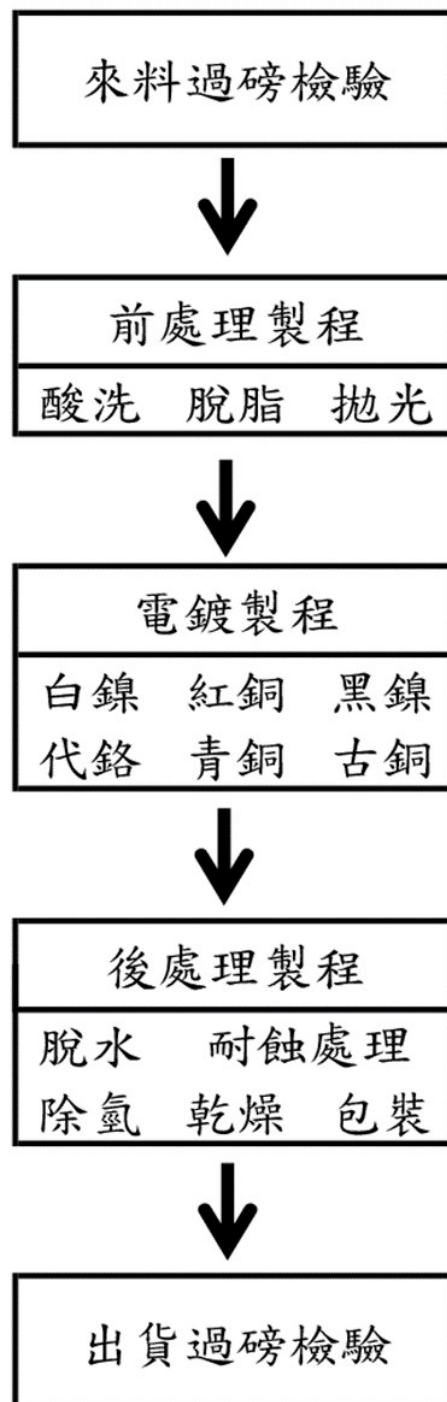


圖3 製程流程圖

(四) 局部排氣裝置設置系統略圖（應標示特定化學物質作業範圍、作業位置、氣罩與排氣機之位置及其與發生源等之關係，比例尺以能辨識其標示內容為度）

圖3為電鍍作業區設置局部排氣系統略圖(俯視平面圖)。特定化學物質可能之作業與逸散區遍佈各作業線，故將電鍍作業線以耐酸鹼隔間包覆，其中一側隔間以氣密式拉門設計，供作業勞工巡檢或整修時啟閉；兩條電鍍線共6個側吸式多槽型氣罩分別設置酸洗、脫脂、電鍍等槽體旁，並各自經由支管連接至中央主管，再接至廠房外的空氣清淨裝置與排氣機。

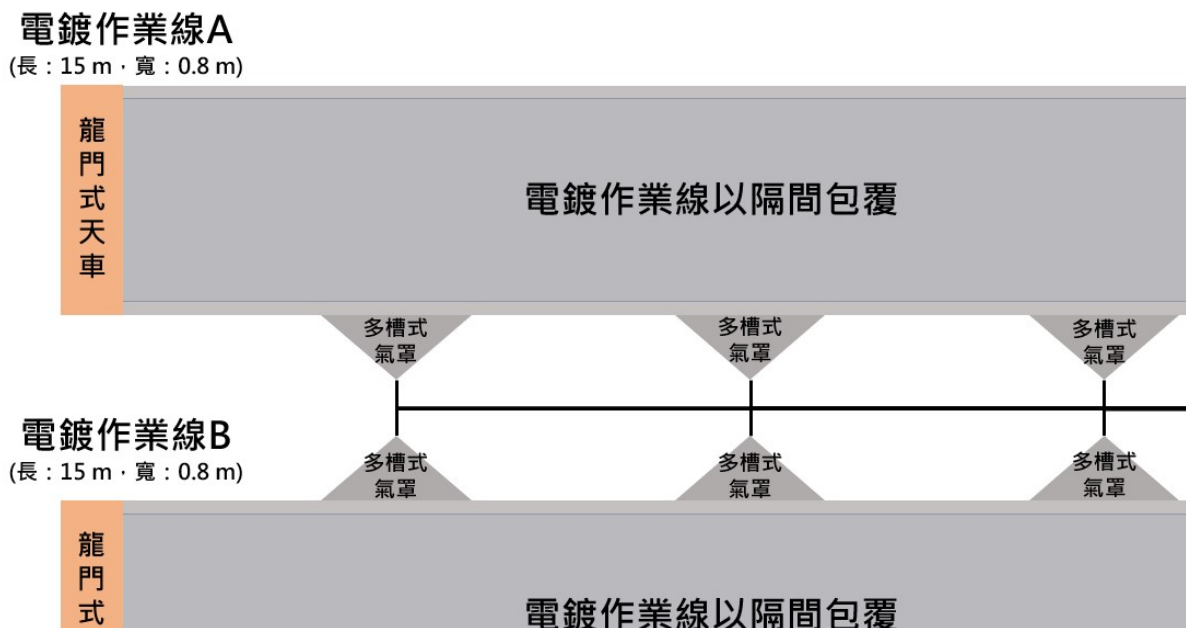


圖4 電鍍作業區局部排氣裝置設置系統略圖（俯視平面圖）

(五) 特定化學物質之種類及其危害資訊

電鍍作業區使用之特定化學物質包含氰化鈉、硫酸、重鉻酸鉀及硫酸鎳銨等項目，相關基本資料詳如表 2。

表2. 電鍍作業使用之特定化學物質一覽表

使用化學品	特定化學物質類別	容許濃度 (TWA)	可能對人體造成危害
氰化鈉	丙類第三種物質	10 mg/m ³	皮膚接觸、吸入、吞食都會致命
重鉻酸鉀	丙類第三種物質	0.05 mg/m ³	嚴重刺激眼睛、皮膚、呼吸系統、會造成灼傷、可能致癌
硫酸鎳銨	丙類第三種物質	1 mg/m ³	吞食有害、吸入可能導致過敏或哮喘病症狀或呼吸困難、可能造成皮膚過敏、可能致癌
硫酸	丁類	1 mg/m ³	吞食可能有害、吸入致命、造成嚴重皮膚灼傷和眼睛損傷

(六) 特定化學物質作業方式

電鍍作業區各槽體含有氰化鈉、硫酸、重鉻酸及硫酸鎳銨等特定化學物質，氰化鈉主要使用於脫脂槽，硫酸主要使用於酸洗槽，重鉻酸鉀及硫酸鎳銨分別用於鍍鉻及鍍鎳槽，主要製程皆採自動化，作業人員以龍門式天車將鍍件運送至各槽體依序進行各項製程。需要設計配合製程之局部排氣裝置，以阻絕特定化學物質洩漏。

(七) 作業勞工人數及暴露途徑

每條產線有 3 位作業員進行作業，兩條產線共 6 位作業員。於脫脂、酸洗及電鍍等製程過程，氰化鈉、硫酸、重鉻酸鉀及硫酸鎳銨等特定化學物質會散逸至作業環境之空氣中，由於製程採自動化，作業人員較可能之暴露途徑為操作天車或至槽體旁進行巡檢時吸入。

二、局部排氣裝置設計之說明

(一) 環境干擾氣流及降低方式

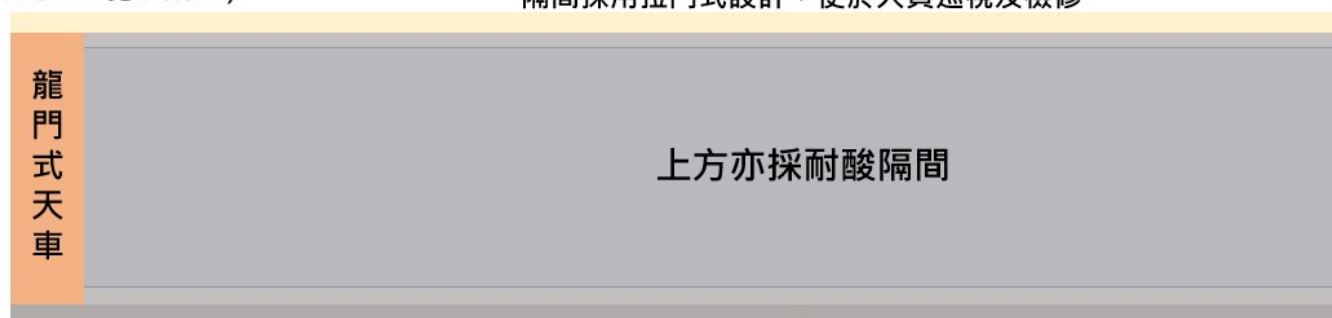
廠內電鍍作業線主要可能產生之環境干擾氣流來源包含有廠房內自然通風及人員走動，為降低環境干擾氣流，並同時減少特定化學物質逸散及增加局部排氣效果，將各店鍍線分別以隔間包覆。

包覆方式可詳見如圖 5，主要包覆範圍以側面、上方及末端位置，其中，側面部分將預留一側以拉門方式，供作業人員巡視及檢修，另一側及上方則以耐酸隔板包覆，而末端位置則採用耐酸膠簾進行包覆，以預留自然補氣空間。

電鍍作業線A

(長：15 m · 寬：0.8 m)

隔間採用拉門式設計，便於人員巡視及檢修



電鍍作業線B

(長：15 m · 寬：0.8 m)

耐酸隔間



圖5 電鍍作業區隔間包覆示意圖

表3.環境干擾氣流建議檢測項目、方法儀器、合格基準

項次	項目	方法、儀器	合格基準
1	側吸式多槽型吸氣罩吸氣腔的環境端附近區域	目視	不可吹電扇。
2	側吸式多槽型吸氣罩吸氣腔的周圍	目視	必需圍繞屏風或垂簾。
3	側吸式多槽型吸氣罩吸氣腔環境端附近區域的環境氣流速度 $V_{\text{draft, max}}$	無指向性風速計	$V_{\text{draft, max}} < 0.3 \text{ m/s} \pm 0.08 \text{ m/s}$

(二) 補氣系統設計及措施

廠房內外之自然通風充足，採用自然補氣方式，並在補氣口設置塑膠垂簾防止揚塵與其他作業區之危害性化學品進入。以上設計參考依據為ACGIH manual 以及勞動部職業安全衛生署「局部排氣裝置設計之專業人員訓練教材」。

(三) 氣罩設計資料及其規格

新設計局部排氣系統之氣罩為側邊單吸型多槽式氣罩，其相關規格說明如下：

1. 上吸式多槽型氣罩吸氣腔體側邊共設置 5 道吸氣槽。
2. 最靠近吸氣腔開口的吸氣槽距離隔板 1 cm。吸氣槽長度 $L_{\text{slot}} = 0.58 \text{ m}$ ，寬度 $W_{\text{slot}} = 0.02 \text{ m}$ ，相鄰兩吸氣槽中心線之間的距離 $W_c = 0.12 \text{ m}$ 。每道吸氣槽吸氣口面積 $A_{\text{slot}} = 0.0116 \text{ m}^2$ ，5 道吸氣槽吸氣口總面積 $A_{\text{slot,t}} = 0.058 \text{ m}^2$ 。
3. 吸氣量 $Q_s = 10 \text{ CMM}$ ，故每道吸氣槽平均吸氣速度 $V_{\text{slot}} = Q_s / A_{\text{slot,t}} = 10/60/0.058 = 2.87 \text{ m/s}$ 。
4. 氣罩上方設置一圓形吸氣孔，以管道連接至排氣機吸氣(註：以下所列之氣罩上方吸氣孔與「大縮小連接件」的尺寸與速度是在管道設計之後再回來決定的)。圓形吸氣孔直徑 $D_{\text{hole}} = 0.10 \text{ m}$ ，截面積 $A_{\text{hole}} = 0.007854 \text{ m}^2$ 。吸氣量 $Q_s = 10 \text{ CMM}$ ；吸氣速度 $V_{\text{hole}} = Q_s / A_{\text{hole}} = 10/60/0.007854 = 21.2 \text{ m/s}$ 。圓形吸氣孔上方接一段「大縮小連接件」，使吸氣孔直徑從 $D_{\text{hole}} = 0.20 \text{ m}$ 縮小為 $D_{\text{out}} = 0.163 \text{ m}$ 以連結支管，長度 0.0185 m ，出口截面積 $A_{\text{out}} = 0.0208672 \text{ m}^2$ 。連接件出口速度 $V_{\text{out}} = Q_s / A_{\text{out}} = 10/60/0.0208672 = 8 \text{ m/s}$ 。
5. 以上設計參考依據為 ACGIH manual 以及勞動部職業安全衛生署「局部排氣裝置設計之專業人員訓練教材」。
6. 氣罩樣式示意圖詳如圖 6，設計重要參數整理詳如表 4 內容。
7. 氣罩檢測評估建議項目、儀器與參考基準說明詳如表 5 內容。

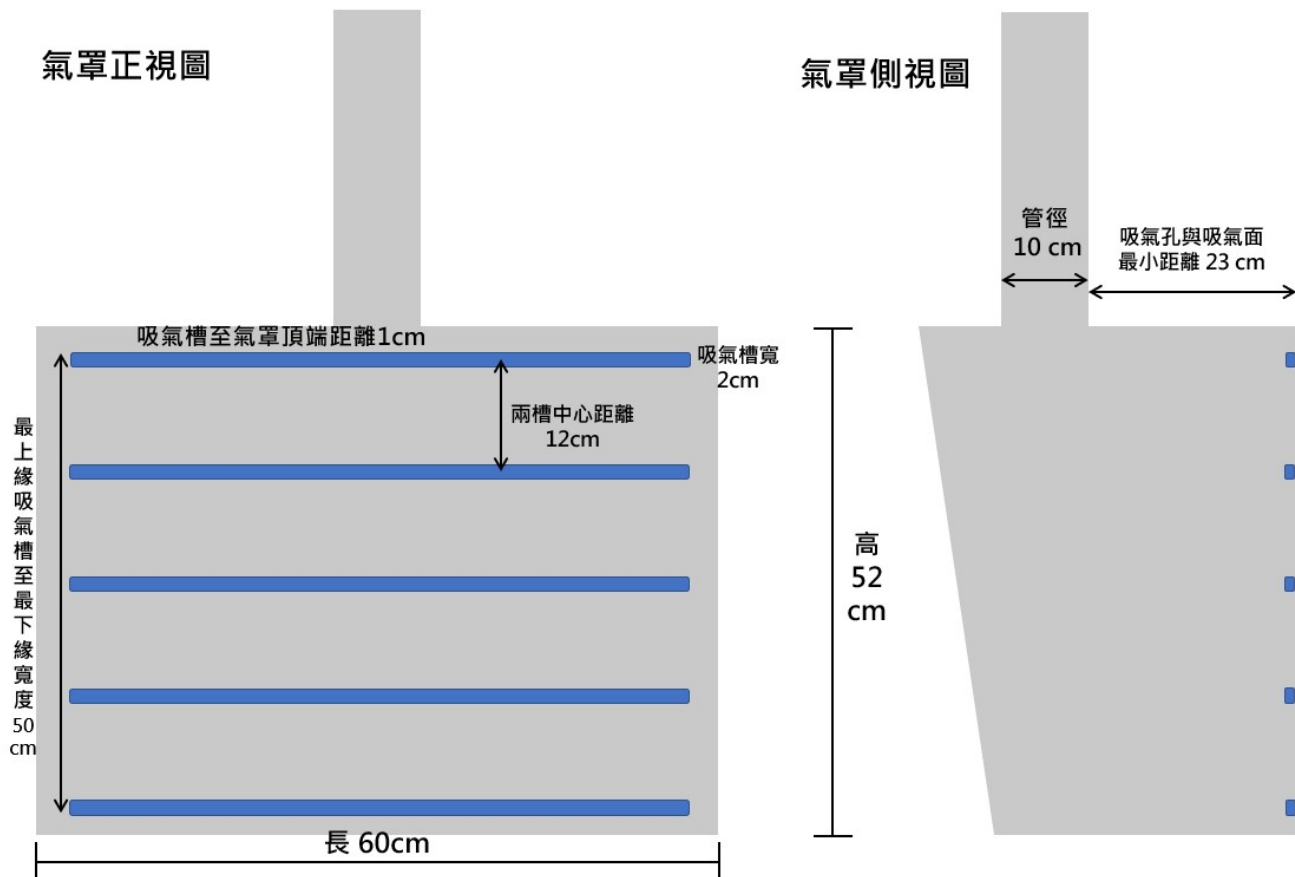


圖6 氣罩樣式及規格示意圖

表4. 設計物理參數

項次	項目	設計使用符號	設計值
1	單一氣罩吸氣量	Q_s	10 CMM
2	單一氣罩吸氣槽平均吸氣速度	V_{slot}	2.87 m/s
3	各吸氣槽中心點間距	Wc	0.12 m
4	最上方吸氣槽至氣罩頂端距離	δ_{tb}	0.01 m
5	吸氣槽側緣至氣罩側緣距離	δ_s	0.01 m
6	氣罩吸氣孔與吸氣面最小距離	S	0.23 m
7	吸氣管直徑	D	0.10 m

表5. 氣罩建議檢測項目、方法儀器、合格基準

項次	項目	方法、儀器	合格基準
1	檢測每個吸氣槽入口速度 V_{inlet}	指向性風速計	$V_{\text{slot}} \geq 2.87 \pm 0.10 \text{ m/s}$

(四) 導管系統設計資料及其規格

1. 以下之管道系統設計方法，是依據 ACGIH manual 以及勞動部職業安全衛生署「局部排氣裝置設計之專業人員訓練教材」。
2. 依據前面所述的產線配置與與氣罩設計條件，以下敘述管道系統設計與風機匹配。圖7顯示針對產線 A 與 B 而設計的管道系統配置圖。多槽式氣罩#1~#6以支管連接至設置於兩條產線中間上方一個高度的主管，以30°角插入主管，在支管插入主管處以一個「三叉連接件」連結主管與支管。每支支管在氣罩下游的垂直段均裝設一個風門(damper)。主管從右至左平行於兩條產線，在廠房左邊牆穿出牆面。在牆外的主管經過一個90° elbow 往上，再經一個90° elbow 往右，到達廠房屋頂上方，經過一個空氣清淨裝置，再以一個「大縮小的連接件」接至排氣機的入口；排氣機的矩形出口連接一個半角擴張段，再排至大氣中。

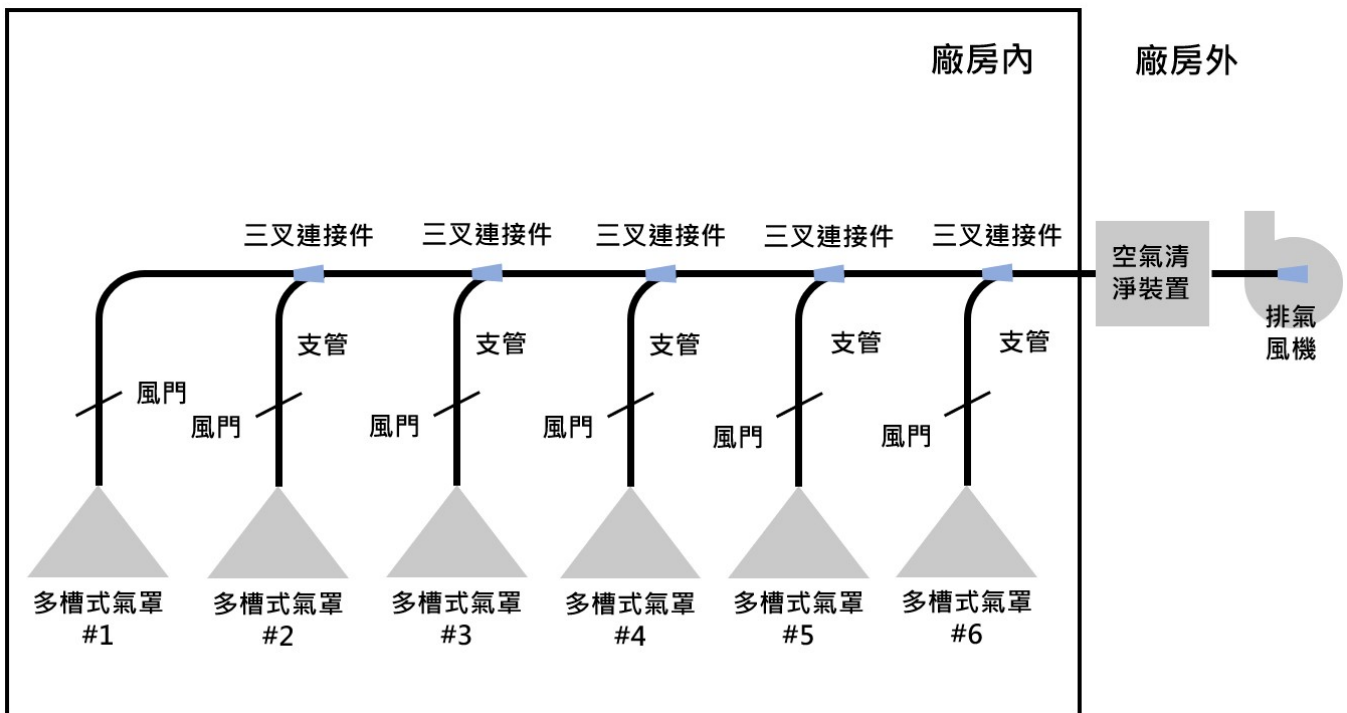


圖7 管道系統配置圖

3. 將圖7的管道系統配置圖轉繪成「管道系統設計與風機匹配」計算軟體需要的示意圖，結果如圖8所示。排氣機入口為圓孔、出口為矩形孔；在排氣機上游使用圓管，排氣機下游使用矩形管。其中每段管道的長

度、管道內面絕對粗糙度 $\xi = 0.045 \text{ mm}$ 、搬運速度 $V_{\text{tra}} = 8 \text{ m/s}$ 均已標示於圖中；各管道元件的壓損係數 C_0 亦標示於其上：

- (1) 氣罩的壓損係數 $C_0 = 3.4$ (從吸氣腔環境端入口至氣罩上方大縮小連接件出口)是以同尺寸的模型實驗獲得。
 - (2) 空氣清淨裝置的壓損係數 $C_0 = 2.0$ 是詢問製造商獲得。
 - (3) 15° 半角擴張段的壓損係數 $C_0 = 0.36$ 從 *ASHRAE* 1994 的 SR7-2 獲得。
 - (4) Damper 全開時的壓損係數 $C_0 = 0.19$ 從 *ASHRAE Handbook* 獲得。
 - (5) 90° Elbow 的 C_0 值以曲率半徑/內徑 $= r/D = 2.0$ 於電腦程式資料庫自動選用。
 - (6) 三叉連接件支管以 30° 角匯入主管，斜管上游肘管彎角 60° ， C_0 值以曲率半徑/內徑 $= r/D = 2.5$ 於電腦程式資料庫自動選用。
4. 以「管道系統設計與風機匹配」計算軟體的管道系統進行計算，以獲得各管道與元件之幾何尺寸以及各節點進出口之靜壓、動壓、全壓、管道內流速，結果如[圖3-17]的註記所示。
5. 計算 FTP、FSP，列出匹配風機時，需求操作點所需要的最小 FTP、FSP 與總流量 $Q_{s,\text{total}}$ 。結果為：
- $$(\text{FTP}, Q_{s,\text{total}}) = (33.36 \text{ mmAq}, 60 \text{ CMM})$$
- $$(\text{FSP}, Q_{s,\text{total}}) = (29.46 \text{ mmAq}, 60 \text{ CMM})$$
6. 列出各管道元件之設計尺寸，各管道元件之設計尺寸如表6所示。當轉換成製作工程圖時，若採用商用管而非客製化管道，需選擇比表中管道直徑稍小但盡量接近之尺寸。
7. 管道系統靜壓孔、清潔孔、排放孔的設置位置顯示在[圖3-19]，以利「原始性能測試」以及「例行性檢查/重點檢查」使用。靜壓孔、清潔孔、排放孔在關閉時，應注意密封性，不可漏氣。

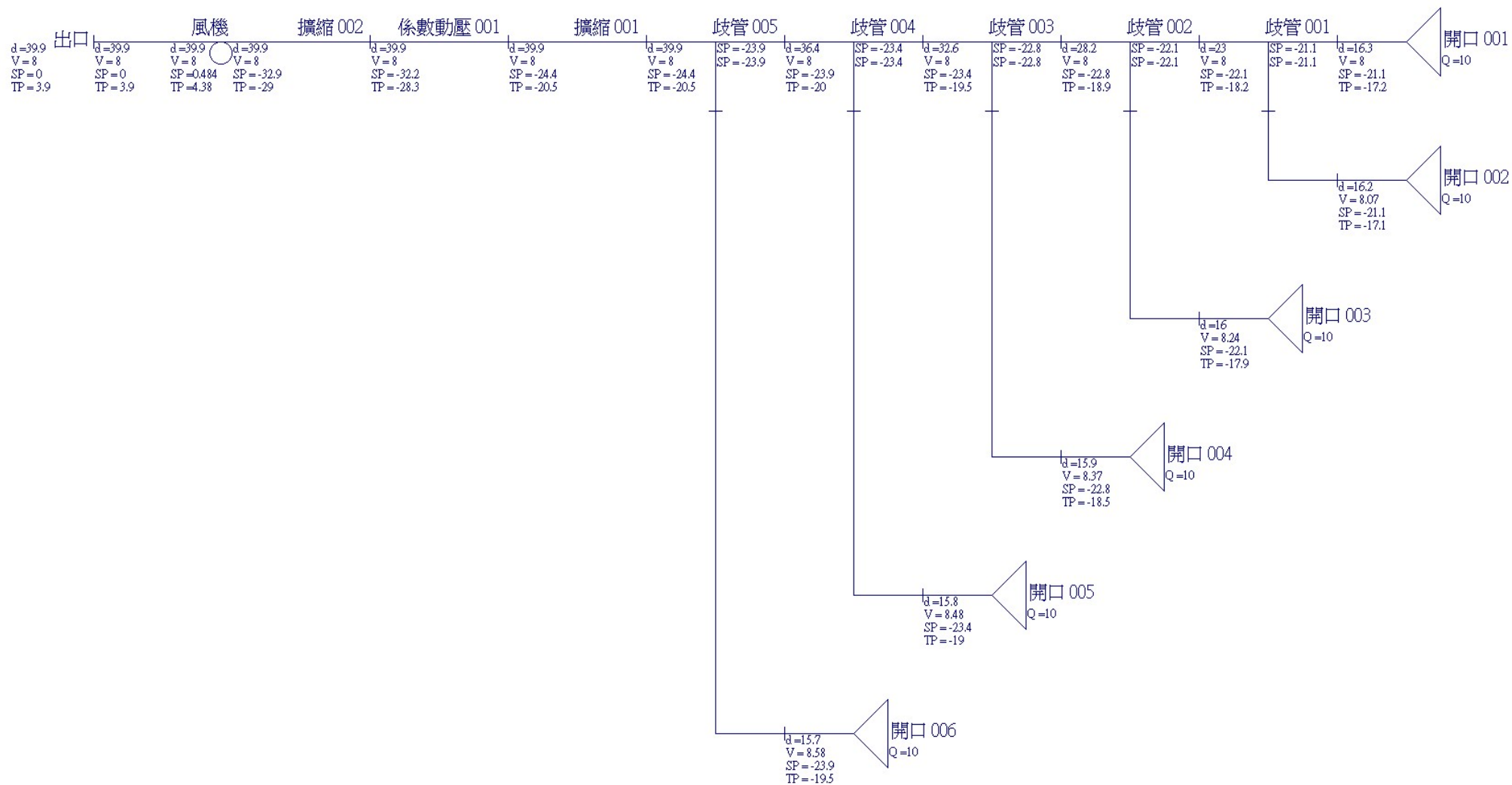


圖8 管道系統配置轉成「管道系統設計與風機匹配」計算軟體需要的示意圖。

表6.管道系統各元件之設計尺寸

	開口 001	開口 002	歧管 001	開口 003	歧管 002	開口 004	歧管 003	開口 005	歧管 004	開口 006	歧管 005	擴縮 001	係數動壓 001	擴縮 002	風機出口	風機接管 出口	出口
出口配件	歧管 001	歧管 001	歧管 002	歧管 002	歧管 003	歧管 003	歧管 004	歧管 004	歧管 005	歧管 005	擴縮 001	係數動壓 001	擴縮 002	風機出口	風機接管 出口		
上游主導 管			開口 001		歧管 001		歧管 002		歧管 003		歧管 004	歧管 005	擴縮 001	係數動壓 001	擴縮 002	風機出口	風機
上游支管			開口 002		開口 003		開口 004		開口 005		開口 006						
入口原件																	
入口原件 型式	開口	開口	歧管	開口	歧管	開口	歧管	開口	歧管	開口	歧管	擴縮	係數動壓	擴縮	風機	風機	出口
風量需求 (CMM)	10	10		10		10		10		10							
風速下限 (m/s)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		8	8
管徑上限 (cm)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200		200	200
管長 (m)	4.5	4.5	3	4.5	3	4.5	3	4.5	3	4.5	3	0.0001	0.0001	4		3	0
管壁粗糙 度 (mm)	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046		0.046	0.15

	開口 001	開口 002	歧管 001	開口 003	歧管 002	開口 004	歧管 003	開口 005	歧管 004	開口 006	歧管 005	擴縮 001	係數動壓 001	擴縮 002	風機出口	風機接管 出口	出口
風量 (CMM)	10	10	20	10	30	10	40	10	50	10	60	60	60	60	60	60	60
管徑 (cm)	16.2868	16.2202	23.0329	16.0484	28.2095	15.9203	32.5735	15.8167	36.4183	15.729	39.8942	39.8942	39.8942	39.8942	39.8942	39.8942	39.8942
風速 (m/s)	8	8.0658	8	8.23945	8	8.37249	8	8.48254	8	8.57747	8	8	8	8	8	8	8
動壓 (mmAq)	3.90065	3.96508	3.90065	4.13765	3.90065	4.27235	3.90065	4.3854	3.90065	4.48411	3.90065	3.90065	3.90065	3.90065	3.90065	3.90065	3.90065
進口靜壓 損 (mmAq)	17.1629	17.4464	0	18.2057	0	18.7984	0	19.2958	0	19.7301	0	0	7.80131	0			0
導管靜壓 損 (mmAq)	2.15688	2.20061	0.941088	2.31856	0.735415	2.41144	0.61773	2.48993	0.539754	2.55884	0.483507	1.61E-05	1.61E-05	0.644675		0.483507	0
不含擋板 配件靜壓 損	1.7943	1.46708	0	1.53093	0	1.58077	0	1.6226	0	1.65912	0	0	0	0		0	0
擋板進壓 損																	
總靜壓損 (mmAq)	21.1141	21.1141	0.941088	22.0552	0.735415	22.7906	0.61773	23.4083	0.539754	23.948	0.483507	1.61E-05	7.80133	0.644675		0.483507	0

	開口 001	開口 002	歧管 001	開口 003	歧管 002	開口 004	歧管 003	開口 005	歧管 004	開口 006	歧管 005	擴縮 001	係數動壓 001	擴縮 002	風機出口	風機接管 出口	出口
全壓損 (mmAq)	17.2134	17.149	0.941088	17.9175	0.735415	18.5182	0.61773	19.0229	0.539754	19.4639	0.483507	1.61E-05	7.80133	0.644675		0.483507	0
管末靜壓 (mmAq)	-21.1141	-21.1141	-22.0552	-22.0552	-22.7906	-22.7906	-23.4083	-23.4083	-23.948	-23.948	-24.4316	-24.4316	-32.2329	-32.8776	0.483507	0	0
管末全壓 (mmAq)	-17.2134	-17.149	-18.1545	-17.9175	-18.8899	-18.5182	-19.5076	-19.0229	-20.0474	-19.4639	-20.5309	-20.5309	-28.3322	-28.9769	4.38416	3.90065	3.90065
能量消耗 (kW)	0.0281343	0.028029	0.00307631	0.0292851	0.00360598	0.0302669	0.00403858	0.0310918	0.00441098	0.0318127	0.00474158	1.58E-07	0.0765049	0.00632211		0.00474158	0
能量消耗 (%)	8.59955	8.56736	0.940306	8.9513	1.10221	9.25141	1.23443	9.50354	1.34826	9.72388	1.44931	4.83E-05	23.3845	1.93242		1.44931	0

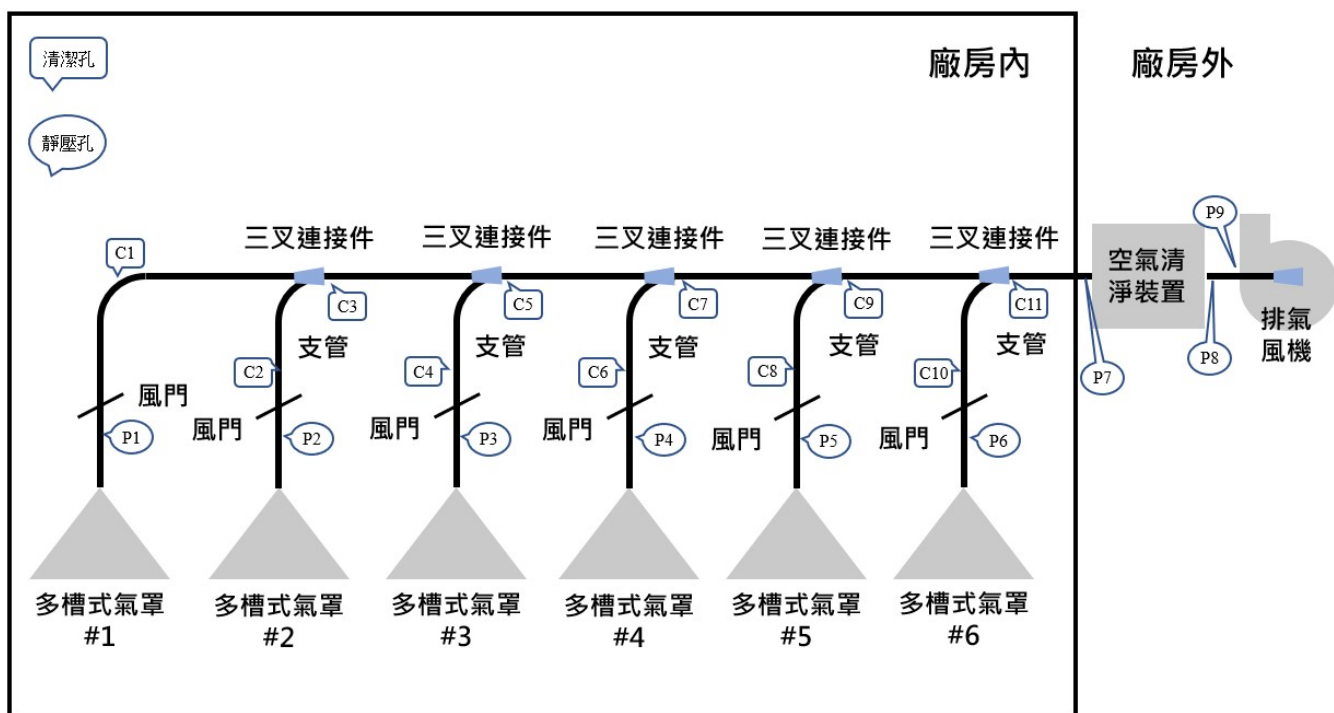


圖9 靜壓孔、清潔孔、排放孔的位置。

8. 靜壓檢測孔設置位置避開迴流區，在裝置上下游約2倍管道直徑處。在各靜壓檢測孔安裝電子式差壓計。將電子式差壓計旋進靜壓檢測孔時，不可突出管道內壁，以免動壓干擾靜壓的量測。安裝方式，如[圖3-20]所示，若管壁太薄需先鑲厚片再攻內牙。靜壓檢測孔與管道內壁交界處不可有毛邊、不可有圓角、中心軸必須垂直於管道壁面方向，否則會干擾靜壓的量測。
9. 靜壓檢測孔設置位置避開迴流區，在裝置上下游約2倍管道直徑處。在各靜壓檢測孔安裝電子式差壓計。將電子式差壓計旋進靜壓檢測孔時，不可突出管道內壁，以免動壓干擾靜壓的量測。安裝方式，如[圖3-20]所示，若管壁太薄需先鑲厚片再攻內牙。靜壓檢測孔與管道內壁交界處不可有毛邊、不可有圓角、中心軸必須垂直於管道壁面方向，否則會干擾靜壓的量測。

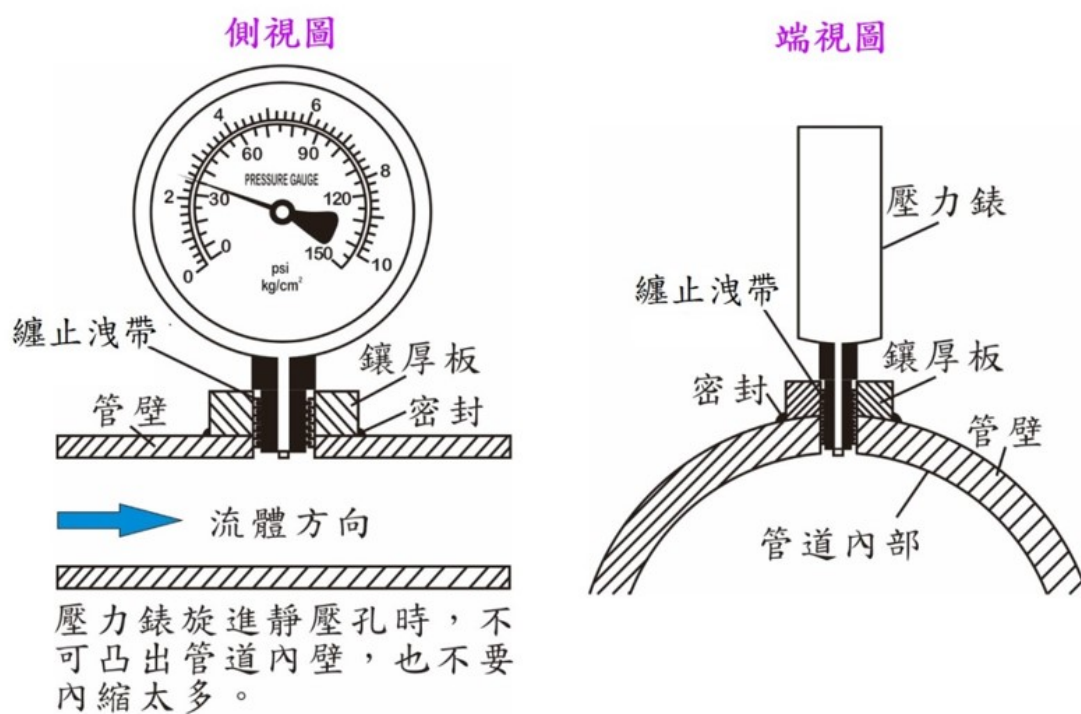


圖10 壓力錶設置示意圖。

(二)管道靜壓建議紀錄事項

表7.管道靜壓建議紀錄事項與量測方法、儀器

項次	項目	方法、儀器	紀錄
1	靜壓檢測孔的靜壓 P_s	壓力錶、 電子式差壓計	[圖 3-19]中 P1 ~ P7 的靜壓 P_s 。 (註:檢測時需注意靜壓孔是否有阻塞、壓力錶或差壓計是否有阻塞或故障。)

(五) 空氣清淨裝置設計及其規格

1. 空氣清淨裝置規格及種類

表8. 空氣清淨裝置規格

項目	規格
廠牌	OOO
型號	OOO
種類	OOOOO 氣態污染物收集器 (例如：Absorption, Adsorption Incineration/Oxidation, Biofiltration, Corona Reactor, Direct Electric Arcing, Plasma Treatment, Condensation...)
外觀尺寸(長 × 寬 × 高)	OO m × OO m × OO m
重量	OOO kg
氣流入、出口	圓形接管，直徑0.30 m
外接電源	3 ϕ ，220 V，10 A
消耗功率	150 W
最大氣流量 $Q_{\max}$	OOO CMM
效率	(1)OO% @ $Q_{\max}$ of air flow containing OO ppm of OOO (2)OO% @ $Q_{\max}$ of air flow containing OO ppm of OOO (3)OO% @ $Q_{\max}$ of air flow containing OO ppm of OOO
更換前置過濾器時機	(1)氣體流入、出口壓力差 $\Delta P > \text{OOO Pa}$ 或 (2)每隔 OO 個月
維修保養週期	OO 個月

2. 設計基準

(六) 排氣機設計及其規格

1. 排氣機規格及種類

表9.風機規格

<u>項目</u>	<u>規格</u>
廠牌	OOOO
型號	OOOOO
外觀尺寸(長 × 寬 × 高)	OO m × OO m × OO m
重量	OO kg
型式	離心式(斜流式)
最大全壓效率	30%
氣流入口	圓形，直徑 0.30 m
氣流出口	矩形，0.28 m × 0.25 m
馬達電源	3 ϕ ，220 V，10 A，60Hz，4 極
馬力	OO HP
最大流量 $Q_{\max}$	60 CMM
最大靜壓 $P_{\max}$	28.72 mmAq
轉速	OOOO RPM
噪音	OO dBA
變頻器	無
維修保養週期	OO 個月

設計點：

風機風量 (CMM)：	60
風機靜壓 FSP (mmAq)：	29.46
風機全壓 FTP (mmAq)：	33.36
理想風機耗能 (kW)：	0.3272
理想風機耗能 (Hp)：	0.4387
給定驅動與傳動效率 (%)：	30
風機耗能 (kW)：	1.091
風機耗能 (Hp)：	1.462

重算
關閉

圖11 以軟體計算得之風機設計點

2. 風機性能曲線

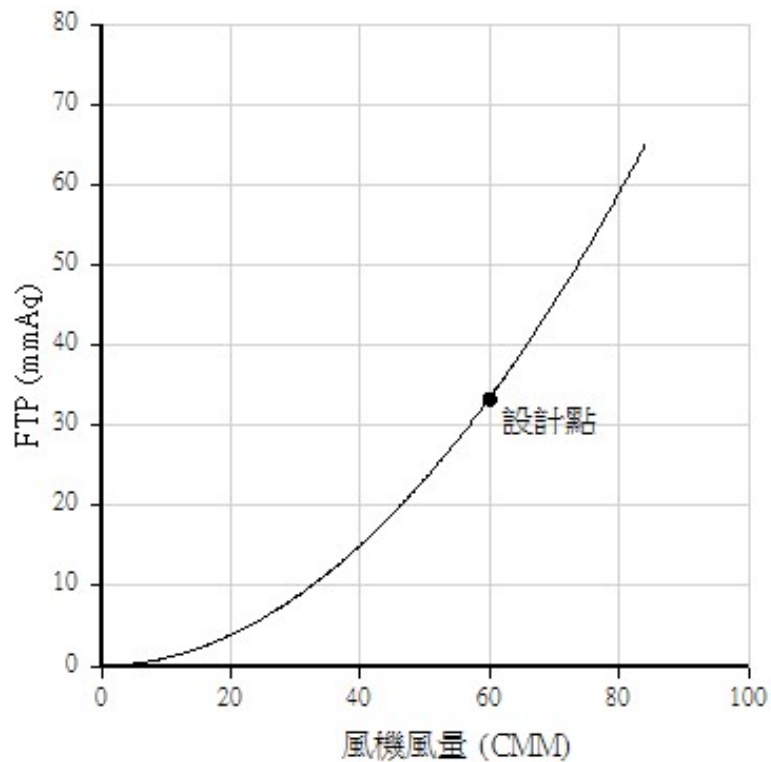


圖12 以軟體計算得之風機取線

(七) 其他設計資料（含清潔口及測定孔或其他監測裝置）

1. 各元件材質、尺寸列於 6。
2. 相鄰元件之間以法蘭(flange)或焊接或熔接形式結合。以法蘭結合者，兩元件之間襯以軟質矽膠墊片；以焊接或熔接結合者，相鄰焊道間隔小於或等於 60 cm。
3. 馬達風機組與空氣清淨裝置另外並聯一部備用電力系統，以防非預期的斷電、停電

三、設計人員資格證號及簽名