

行政院環境保護署環境保護人員訓練所
「空氣污染防治專責人員訓練教材」

異味產生源控制 方法概論

簡報資料供授課參考，講座可視實際
需求 (法令、政策...等) 調整內容

20221101v2

Modified by Dr. How-Ming LEE

學習目的與目標

級別	甲級
時數	4小時
學習目的	簡介異味污染物的量測、判定與詳細控制技術、控制案例，作為空污控制系統規劃選用與操作維護之依據。
學習目標	知道異味污染物的量測與判定。 瞭解異味的防制技術與控制設備異常之因應措施。

內容

壹、前言

貳、異味簡介

參、異味防制技術

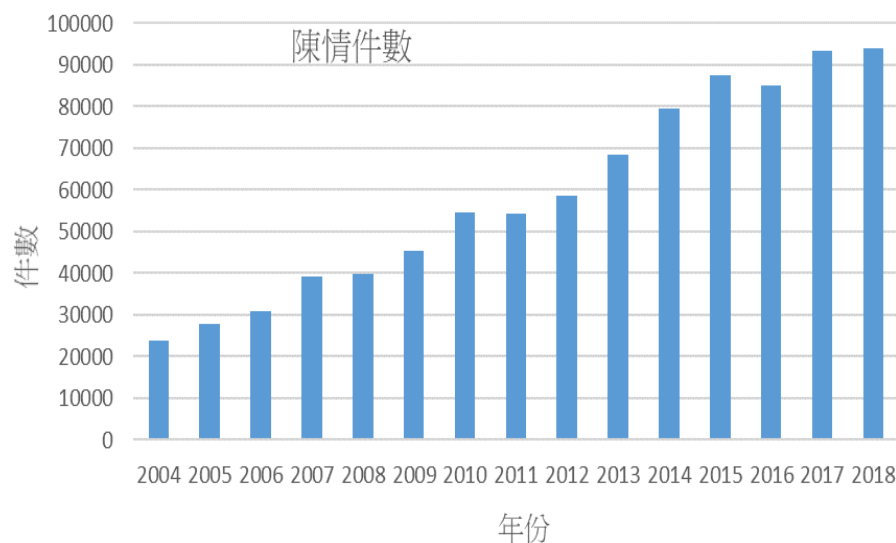
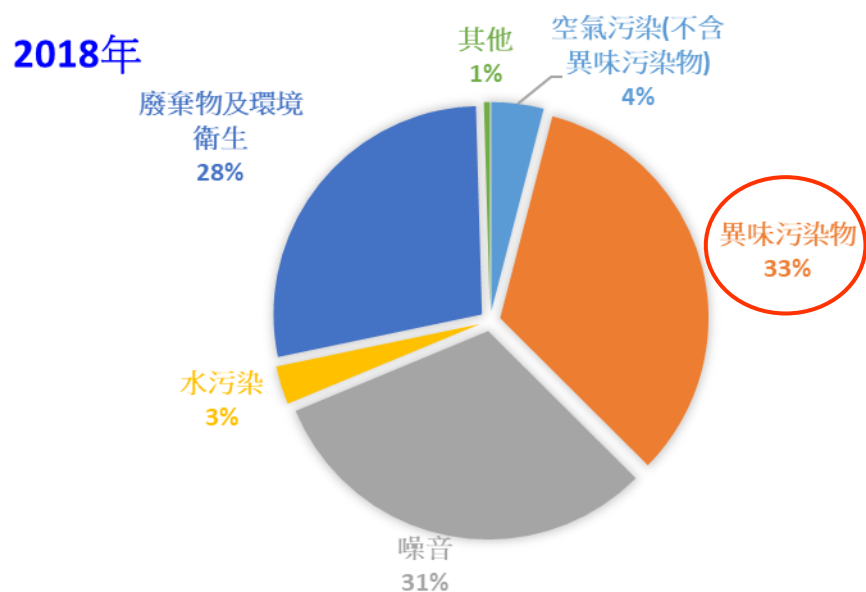
肆、異味控制設備異常之因應措施

伍、案例介紹

陸、結語

壹、前言

- 國內工業區/工廠數量眾多，且與住家的距離越來越近，甚至相互毗鄰，由於民眾環保意識抬頭，對生活品質的要求越來越高，更加劇問題的嚴重性。
- 自2016年開始，異味污染物 (33%) 已躍居國內第一大陳情類別，首度超越噪音 (32%)，顯示異味陳情仍是目前國內最為迫切的空氣污染問題。



壹、前言

● 課程目的

- 瞭解及學習異味污染物的量測與判定方法等。
- 並進一步學習異味污染物之各種進階污染防制或防治方法的概念性與原則性知識，包含：(1)製程改善與管理；(2)異味氣體集排氣；(3)異味控制技術；(4)異味控制設備異常之因應措施等。
- 透過課程學習訓練，讓學員瞭解及習知異味污染物控制有關基礎知識和進階知識，於未來職場上遭遇相關問題時，知道如何找出問題的本(來)源、如何解決問題的方向，以及辨別可採用且有效的改善/控制方案或技術。

2.1 異味之判定

日本將異味強弱分成 6 階段，以區分其強弱。

第一階段：代表可感知異味之程度 (檢知閾值)。

第二階段：代表可認知是何種異味之程度 (認知閾值)。

第三階段以上：即易感知有顯著異味，若屬不愉快異味而持續一段時間，或雖延時短暫但出現頻率高，即可能造成抱怨或陳情事件。

日本6階段異味強度表示法

0	無異味
1	勉強可感知的異味(檢知閾值)
2	知道臭氣成分的弱異味(認知閾值)
3	容易感知的異味
4	強異味
5	強烈異味

2.1 異味之判定

異味物質濃度 (X) 與異味強度 (Y) 存有Weber-Fechner關係：

$$Y = k \times \log X + a$$

k 與 a 為常數，與異味物質之偵測及認知閾值有關。

上式顯示異味物質濃度增10倍時，異味強度增加 k 倍。

註：異味強度 Y “非” 與濃度 X 直接成正比。

2.2 異味濃度之量測方法

- 官能測定法
- 儀器分析法 (如檢知管、GC/MS、光譜等)
 - 異味污染物成分組成及其濃度之量測

2.2 異味濃度之量測方法

● 官能測定法

- 官能測定法源自日本，其原理乃將異味氣體樣品用無異味空氣稀釋至不感覺有異味時，以異味的「**稀釋倍數**」作為表達異味物質濃淡程度之指標。
- 目前我國採用「**異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法 (NIEA A201.14A)**」作為固定空氣污染源異味判斷之標準方法。本方法適用於**大氣**、**周界**及**排放管道**中異味濃度量測。

2.2 異味濃度之量測方法

「異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法 (NIEA A201.14A)」

方法概述：係將試樣異味樣品以潔淨空氣適當稀釋後，置於 3 個為 1 組嗅袋中之其中 1 個，其餘 2 個嗅袋內充滿潔淨空氣，渠等外觀標籤等均模擬成與異味樣品相同，再由 6 名合格嗅覺判定員分別以嗅覺判斷哪一個嗅袋含有異味污染物 (即試樣氣體)，再平均算出嗅覺判定員可聞出之稀釋倍數，以異味污染物濃度表示。



2.2 異味濃度之量測方法

「異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法 (NIEA A201.14A)」

- **干擾因子**

- **官能測定室**

- 未充足換氣或通風不良。
- 室內有妨礙嗅覺判定之味道。
- 未能遠離異味污染物發生源。

- **嗅覺判定員**

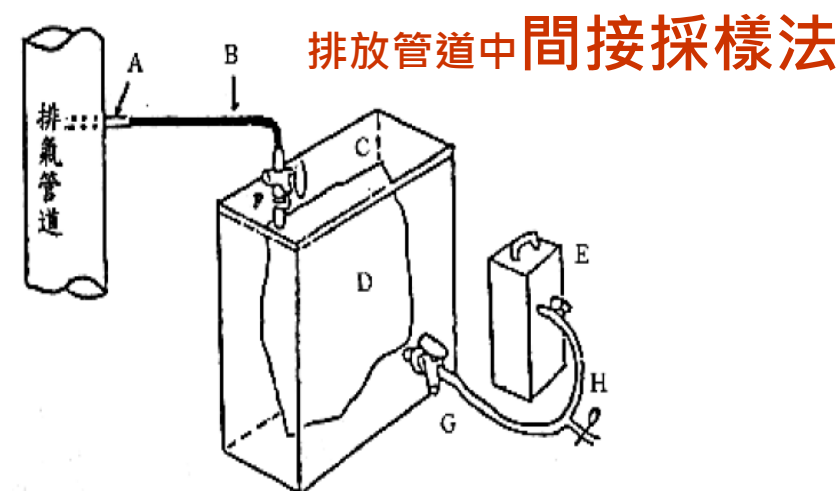
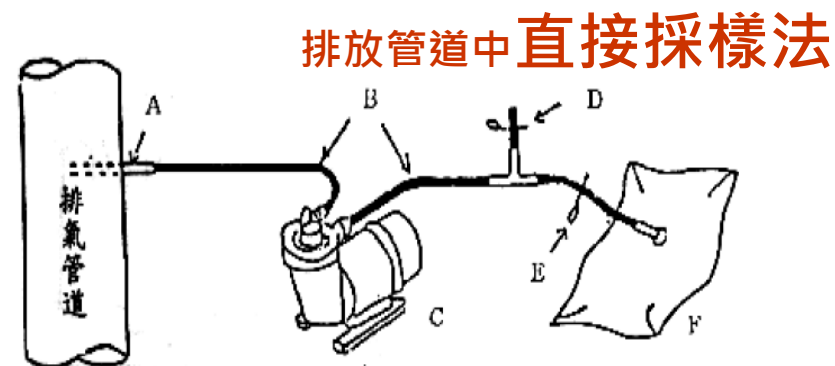
- 當日化妝或噴灑香水。
- 試驗前有抽菸、嚼檳榔、喝酒或食用產生異味之食物。
- 若因感冒或其他病狀而服用藥物時，亦不適於參與試驗。

2.2 異味濃度之量測方法

「異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法 (NIEA A201.14A)」

■ 採樣方法-包含大氣、周界、排放管道

- 直接採樣法 (“不” 建議使用)
- 間接採樣法



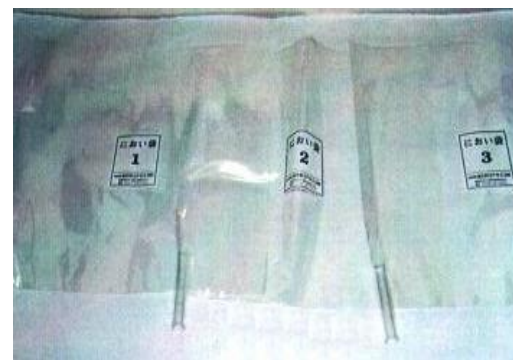
貳、異味簡介

2.2 異味濃度之量測方法

「異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法 (NIEA A201.14A)」

■ 官能測定器材

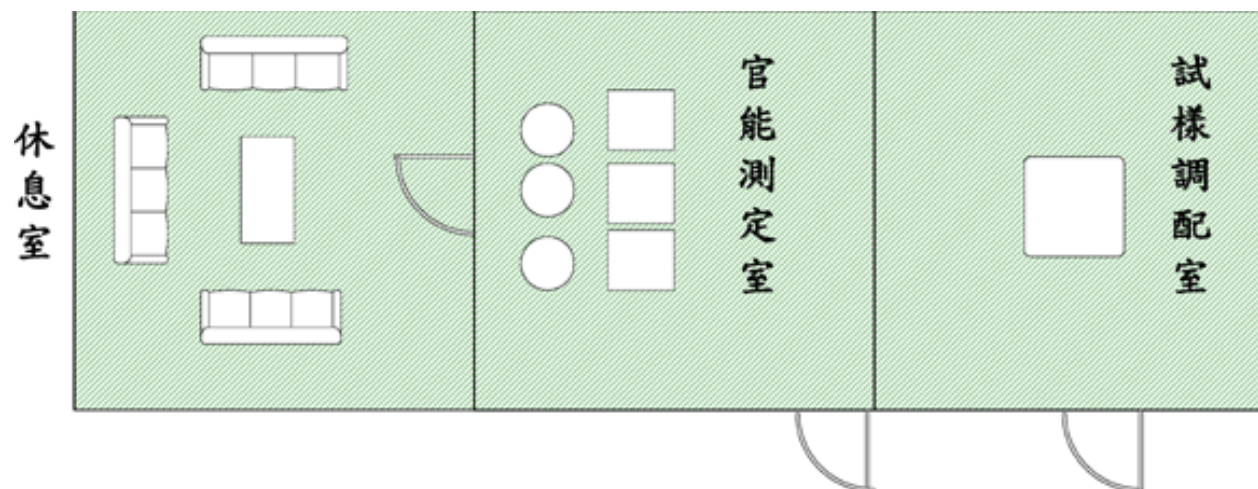
- 純淨空氣供給裝置 (可同時充6個嗅袋)
- 注射器：玻璃製
- 嗅袋：3個1組
- 鼻罩
- 基準嗅液：5種為1組
- 對照液
- 試驗紙

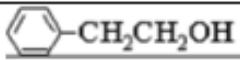
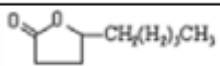


貳、異味簡介

2.2 異味濃度之量測方法

「異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法 (NIEA A201.14A)」

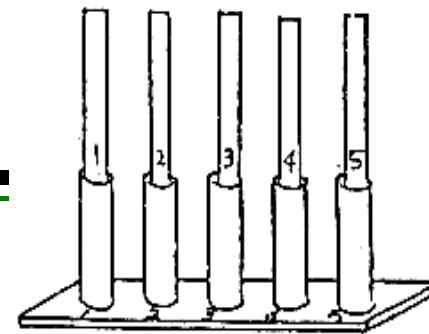


基準嗅液名稱	濃度 W/W	氣味性質
phenethyl alcohol (苯乙醇) 	$10^{-4.0}$	花香味
methyl cyclopentenone (甲環戊二酮) 	$10^{-4.5}$	糖焦味
isovaleric acid (異戊酸) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{COOH}$	$10^{-5.0}$	汗臭味
γ -undecalactone (γ -十一酸內酯) 	$10^{-4.5}$	成熟果實味
skatole (糞臭素) 	$10^{-5.0}$	糞臭味



2.2 異味濃度之量測方法

「異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法 (NIEA



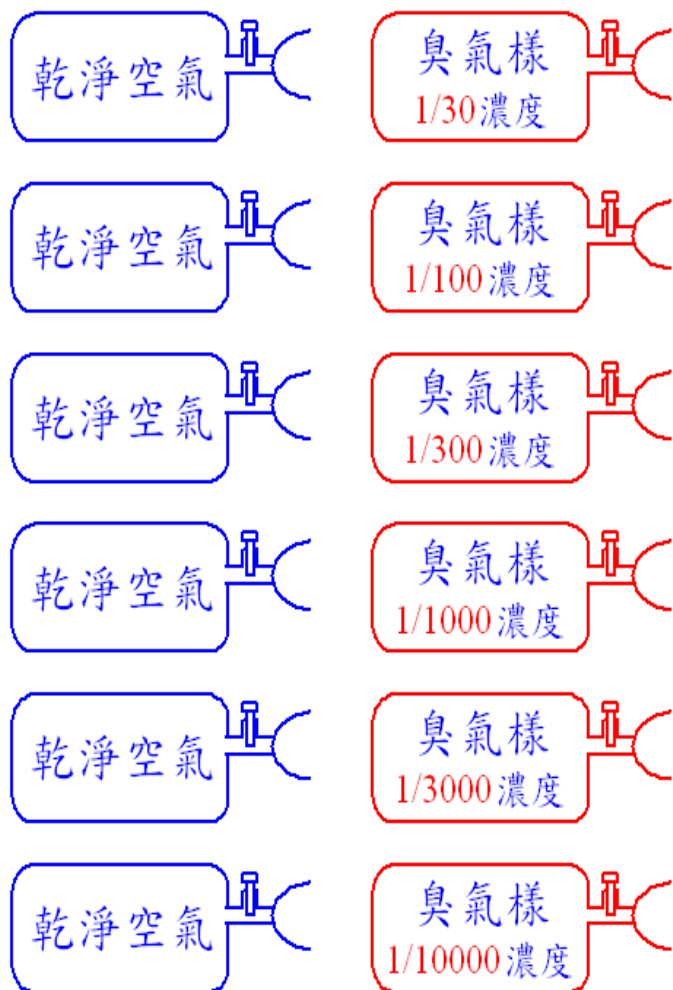
■ 嗅覺判定員選擇試驗步驟：

- 1) 原則上，以試驗者及被試驗者 1 對 1 之方式進行。
- 2) 試驗紙 5 張中之任意 2 張浸入 5 種基準嗅液中的 1 種，另外 3 張浸入對照液中 (浸入約 1 cm)，置於如圖所示試驗紙固定台上，並記下浸有嗅液之試驗紙編號。
- 3) 將上述 5 張試驗紙交與被試驗者，令其以嗅覺判斷何者為含有基準嗅液之試驗紙，將答案 (編號) 寫在答案紙上。
- 4) 使用過之試驗紙丟棄於可封口塑膠袋中，以避免對試驗場所空氣造成污染，影響被試驗者之判斷。
- 5) 重複以上步驟，直至 5 種基準嗅液均由同一被試驗者試驗過後為止。再換由下一名被試驗者接受試驗。
- 6) 5 種基準嗅液均判斷正確者即為合格嗅覺判定員。

2.2 異味濃度之量測方法

「異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法 (NIEA A201.14A)」

■ 異味之官能測定法：樣品稀釋



嗅袋體積為 3 L (3,000 mL)

稀釋倍數	試樣氣體注入量
10	300 mL
30	100 mL
100	30 mL
300	10 mL
1,000	3 mL
3,000	1 mL
10,000	300 μ L
30,000	100 μ L
100,000	30 μ L

2.2 異味濃度之量測方法

「異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法 (NIEA A201.14A)」

■ 異味之官能測定法：樣品稀釋/判定

1. 排放管道樣品一般由稀釋30倍開始實施，隨後為100、300、1,000、3,000...倍稀釋。周界及環境大氣試樣一般由稀釋10倍開始實施，隨後為30、100、300、1,000...倍稀釋。
2. 稀釋倍數10萬倍以上時，須做二段稀釋，通常先稀釋1,000倍，再作第2次稀釋至所須倍數。
3. 一個試樣氣體官能測定時間約30~45分鐘。
4. 嗅覺判定員解答「正確」時，測定主持人於紀錄紙上判定「○」；解答「不正確」或無法確定時，均判定為「X」。

2.2 異味濃度之量測方法

「異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法 (NIEA A201.14A)」

■ 異味之官能測定法：結果計算 (管道)

1. 先依下式求出各個人閾值(對數值)

$$Y_i = (\log a_1 + \log a_2) / 2$$

Y_i ：嗅覺判定員個人閾值(對數值)

a_1 ：嗅覺判定員解答正確之最大稀釋倍數

a_2 ：嗅覺判定員解答錯誤或無法確定之稀釋倍數

2. 將個人閾值最大值與最小值各捨去一個，求取其他個人閾值之平均值，即為嗅覺判定員全體閾值(對數值) Y 。

3. 異味氣體濃度 X 依下列公式求出：

$$X = 10^Y$$

X ：異味氣體濃度 Y ：嗅覺判定員全體閾值

2.2 異味濃度之量測方法

「異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法 (NIEA A201.14A)」

■ 異味之官能測定法：結果計算例 (管道)

稀釋倍數		30	100	300	1000	3000	10000	嗅覺判定 員個人閾 值對數	最大與最 小閾值 捨去
對數值		1.48	2.00	2.48	3.00	3.48	4.00		
嗅覺判 定員	A	○	○	X				2.24	X
	B	○	○	○	X			2.74	
	C	○	○	○	X			2.74	
	D	○	○	○	○	○	X	3.74	X
	E	○	○	X				2.24	
	F	○	○	○	○	X		3.24	

$$\text{嗅覺判定員全體閾值 } Y = \frac{2.74 + 2.74 + 2.24 + 3.24}{4} = 2.74$$

$$\text{異味氣體濃度 } X = 10^{2.74} = 550$$

2.2 異味濃度之量測方法

「異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法 (NIEA A201.14A)」

■ 異味之官能測定法：結果計算 (周界)

A_1 ：同一稀釋倍數12次測定，正解數為7以上之最大稀釋倍數。

A_2 ：同一稀釋倍數12次測定，正解數為6以下之稀釋倍數。

M ：稀釋倍數為 A_1 時之正解數。

N ：稀釋倍數為 A_2 時之正解數。

$$X = A_1 \cdot 10^{\frac{M-7}{M-N}(\log A_2 - \log A_1)}$$

$$= 30 \cdot 10^{\frac{7-7}{7-4}(2.00-1.48)}$$

$$= 30$$

稀釋10倍，第一次測定6名嗅覺判定員均為正解；即進行30倍稀釋測定12次，測定正解為7；續進行稀釋100倍之測定，12次之正解數為4，即停止測定。

稀釋倍數		10	30		100	
對數值		1.00	1.48		2.00	
嗅覺判定員	A	○	○	○	X	○
	B	○	○	○	○	X
	C	○	X	X	X	X
	D	○	○	X	X	X
	E	○	X	X	X	○
	F	○	○	○	○	X
測定總次數		6	12		12	
正解數		6	7		4	

2.2 異味濃度之量測方法

「異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法 (NIEA A201.14A)」

■ 異味之官能測定法：優缺點

● 缺點：

(1) 猜選

(2) 高濃度誤判為無臭 (硫化物強度與濃度成反比)

(3) 低濃度誤判為無臭 (判定人員由濃至稀、嗅覺易疲勞)

● 優點：

對綜合性異味問題評定比較便捷，而且執执行程序十分明確

官能測定法為現階段異味管制工作之重要評定方法！

2.2 異味濃度之量測方法

■ 儀器分析 (如檢知管、GC/MS、光譜等)

—異味污染物成分組成及其濃度之量測

- 優點：可實際瞭解引起異味之各化學物質及其濃度
- 缺點：無法代表嗅覺官能對於異味之綜合感受

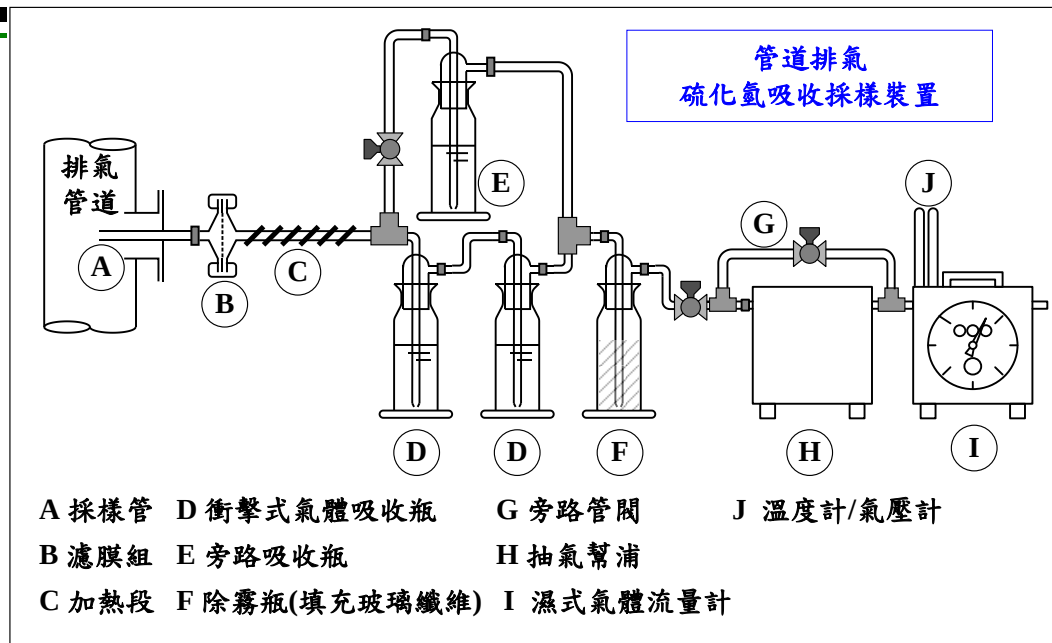
2.2 異味濃度之量測方法

■ 儀器分析方法：

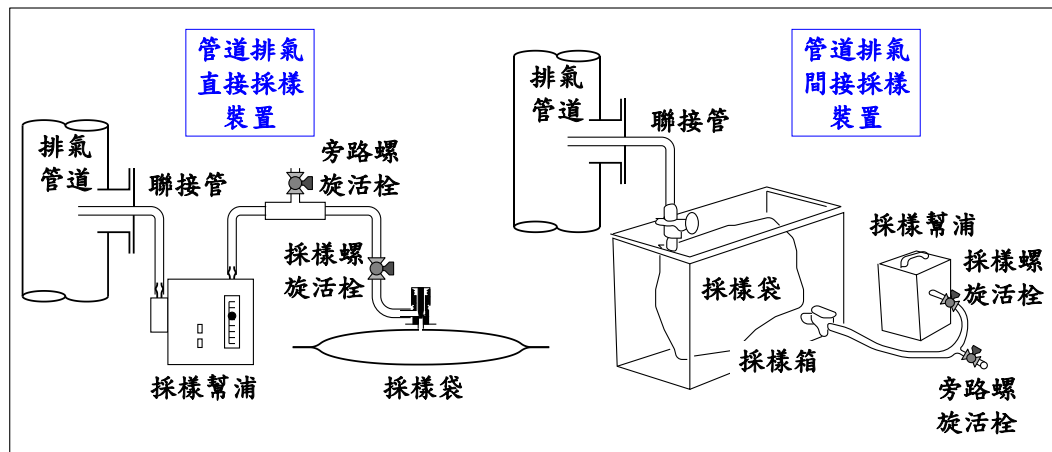
1. 吸收法：將氣體中污染物以溶有反應性藥品吸收，再加其他試劑呈色或反應加以計量。
2. 層析法：將氣體樣品注入層析儀，利用層析管柱將氣體樣品中化學物質成分分離後，再以適當儀器檢測。
3. 檢知管法：一般為半定量篩檢用，藉導入之異味成分與管中化學物質之呈色反應刻度，可立即知悉特定異味之濃度。

2.2 異味濃度之量測方法

氣體吸收裝置



氣體採樣裝置

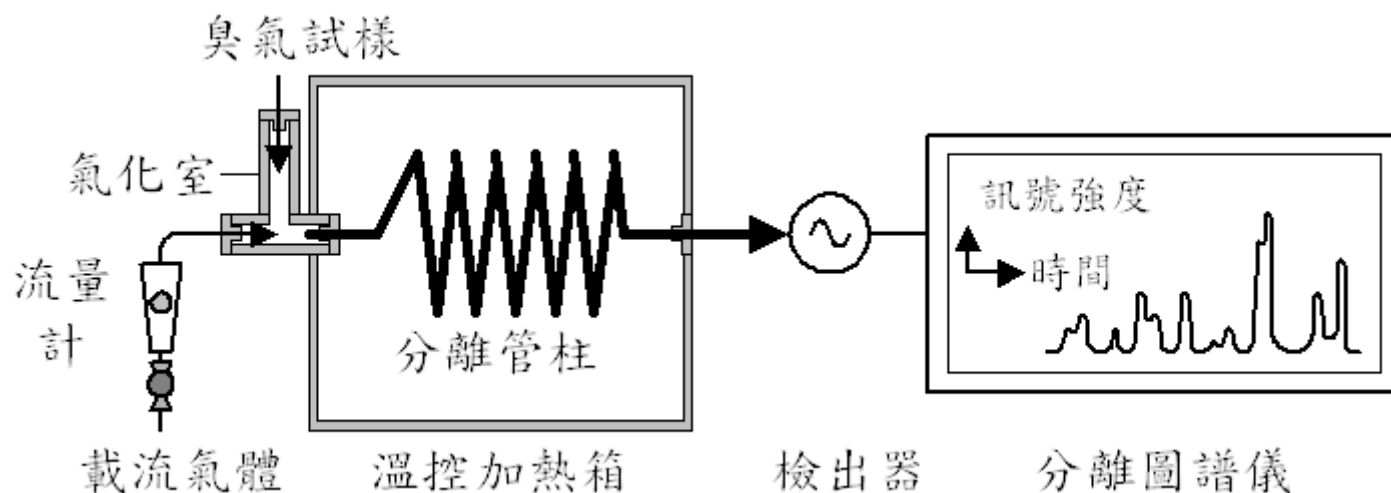


2.2 異味濃度之量測方法

■ 層析法基本原理

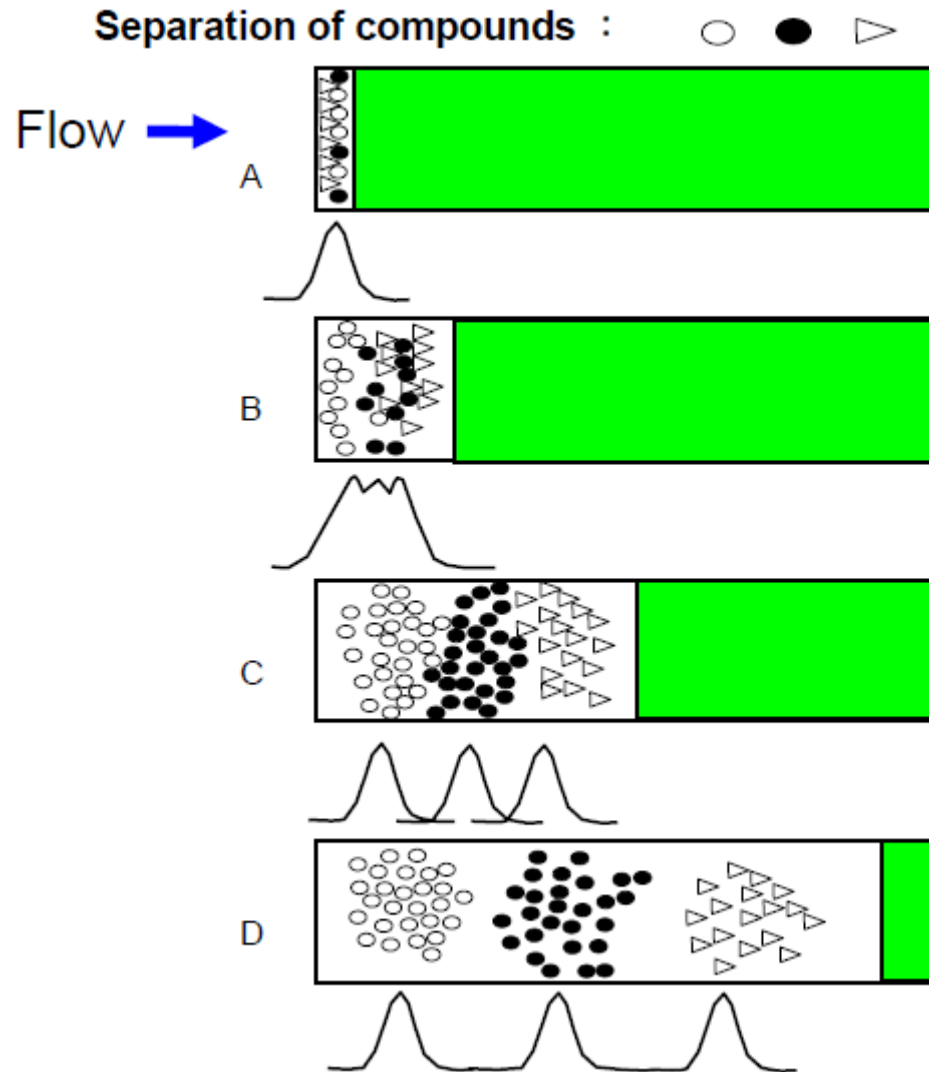
分析時，將異味成分加熱氣化，藉惰性之氮、氦等載流氣體將其一定量氣體注入層析管中，層析管內填有微細樹脂粒或其內表面被覆樹脂層，藉異味分子與樹脂間吸附力之強弱不同，可將混合諸異味分子分離。

通常，分子量較小或極性較小者吸附力較弱，會先由管柱出口流出，因而使各種化學物質被分批送至檢出器，以測定其含量。

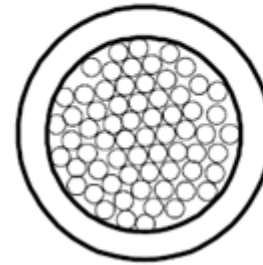


2.2 異味濃度之量測方法

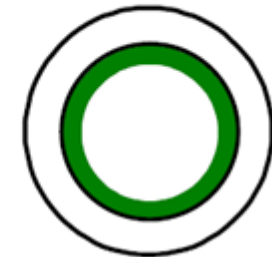
■ 層析法



填充管柱
Packed



毛細管柱
Open (Capillary)



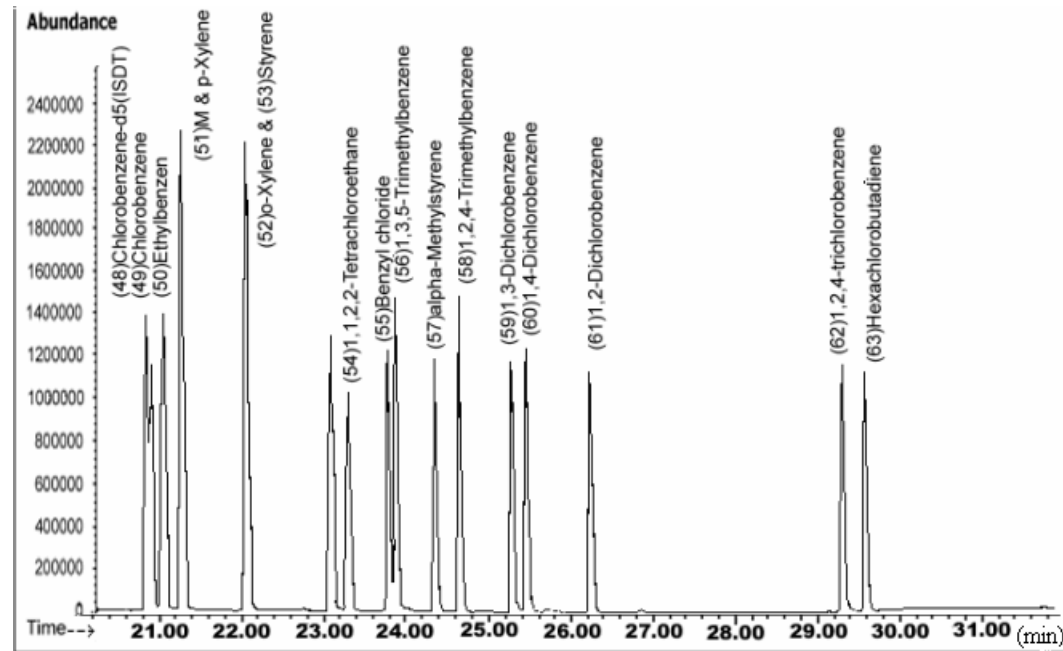
Wall Coated
Open Tube



2.2 異味濃度之量測方法

標定時，可用一定濃度之欲測成分，另行在相同條件下分析，以偵知其經管中之停留時間。未知成分如與該標定成分之停留時間接近，則可判定其為該標定成分之可能性極高。

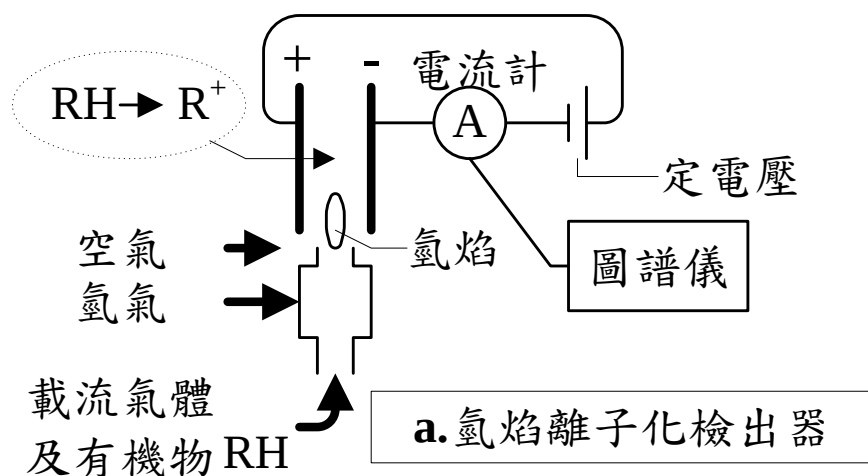
另外，檢知器電子訊號強度通常與異味物質質量成一定關係，可藉此作定量分析。



2.2 異味濃度之量測方法

■ 層析儀檢出器 (1/6)

● 氫焰離子化檢出器 (Flame ionization detector, FID)



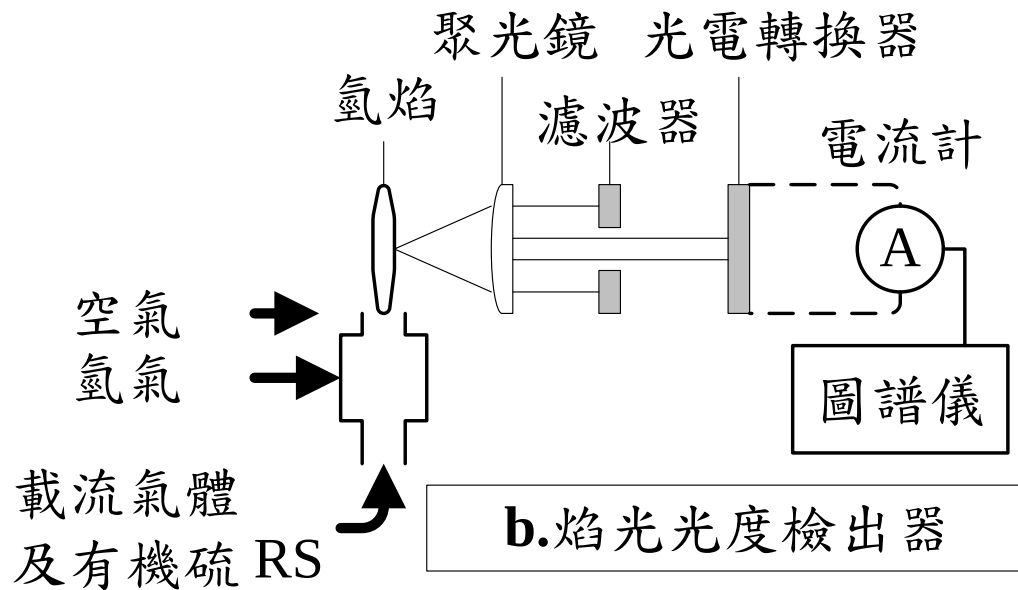
在氫焰中燃燒有機物時，隨 C-H 鍵之斷裂產生之正離子 CH^+ 使離開火焰之氣流帶電，當帶正離子之氣流通過具電壓差之極板間時，正離子使電壓降低，電流升高之信號被偵知。

FID適於碳氫或含氧碳氫化合物之檢出，無法偵測甲醛。

2.2 異味濃度之量測方法

■ 層析儀檢出器 (2/6)

● 焰光光度檢出器 (Flame photometric detector, FPD)



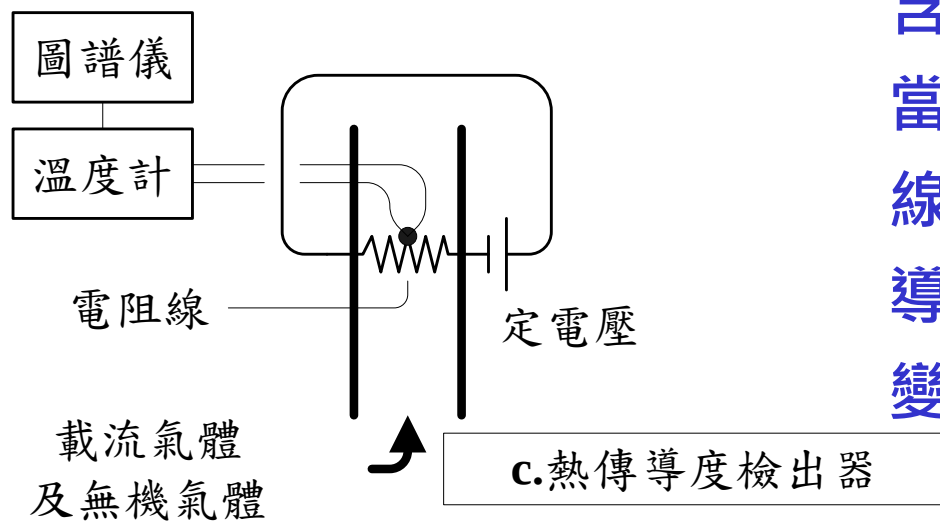
硫或磷化物在氫燄中分解時會放射固定波長之光，可透過濾波器 (硫392 nm、磷526 nm) 及光電轉換器，將光訊號轉變為電子信號，進行偵測。

FPD對含硫異味之感度約為FID之1,000倍。

2.2 異味濃度之量測方法

■ 層析儀檢出器 (3/6)

● 熱傳導度檢出器 (Thermal conductivity detector, TCD)



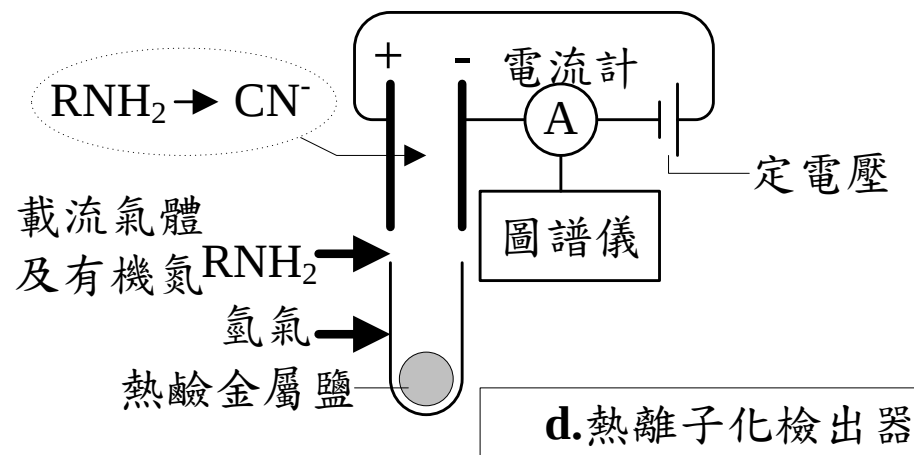
含被檢出物之載流氣體(如氫或氦)，當其通過一條被一定電流加熱之電阻線時，通常被檢物與載流氣體的热傳導有所差異，因此電阻線的溫度將有變化，藉此可定量異味物質。

TCD適於無機氣體、硫化氫、氨等之檢出。

2.2 異味濃度之量測方法

■ 層析儀檢出器 (4/6)

● 熱離子化檢出器 (Flame thermionic detector, FTD)



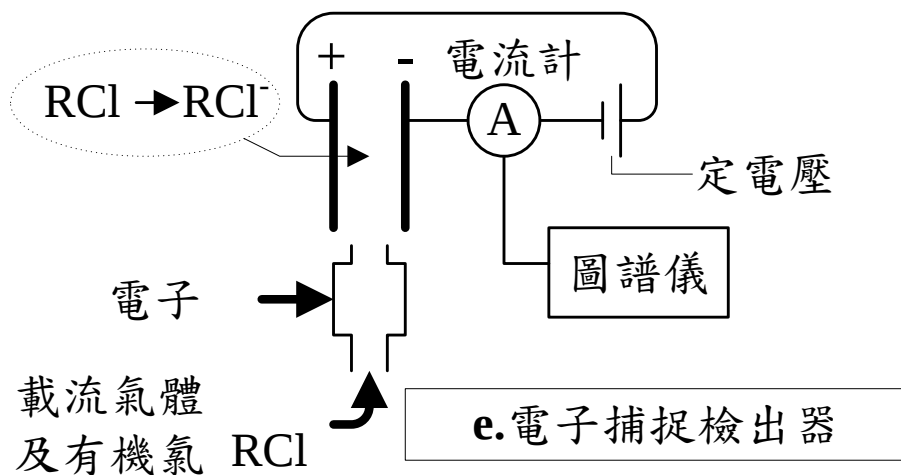
在氫焰電漿中加熱產生之鹼金屬鹽熱離子與含氮異味成分接觸時，氮化物將轉化為 CN^- 離子，該離子氣流通過具電壓差之極板間時，可得電流信號而被偵知。

FTD適於含氮異味之檢出，其感度為檢驗碳氫化合物時之10,000倍以上。

2.2 異味濃度之量測方法

■ 層析儀檢出器 (5/6)

● 電子捕捉檢出器 (Electron Capture Detector, ECD)



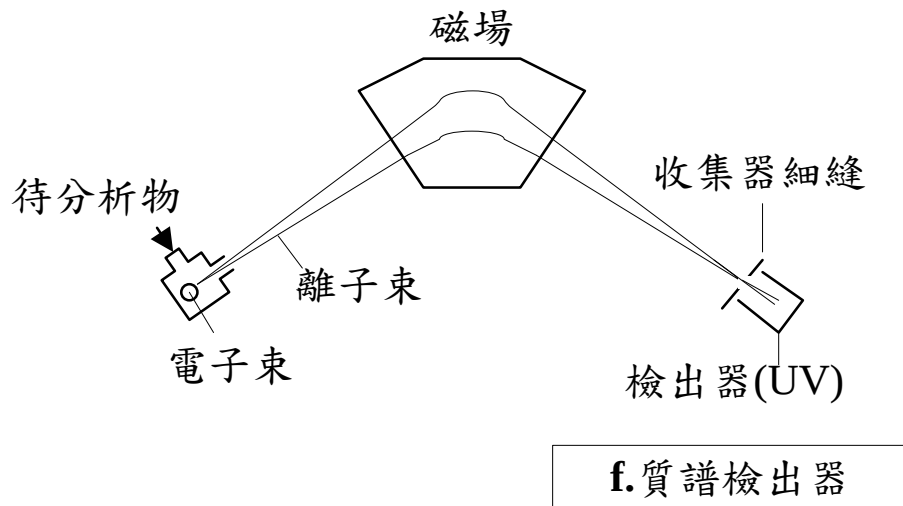
載流氣體流經通有電子流之極板間時，親電子分子將吸收電子，降低極板間電流而被偵知。

ECD對含氯化化合物的感度很靈敏，但對氯乙烯 ($CH_2=CHCl$, vinyl chloride) 無特別感度。

2.2 異味濃度之量測方法

■ 層析儀檢出器 (6/6)

● 質譜儀檢出器 (Mass Spectrometry Detector, MSD)



待測物經高能電子撞擊，會被離子化並解離成特定質荷比（質量/電荷數, m/z ）的離子群，離子群經過磁場偏向篩選後，由檢出器量測各質荷比的數量，即可定量分析。

MSD的 m/z 圖譜具有特定性，可據此進行定性分析，推測可能成分。

2.2 異味濃度之量測方法

■ 檢知管

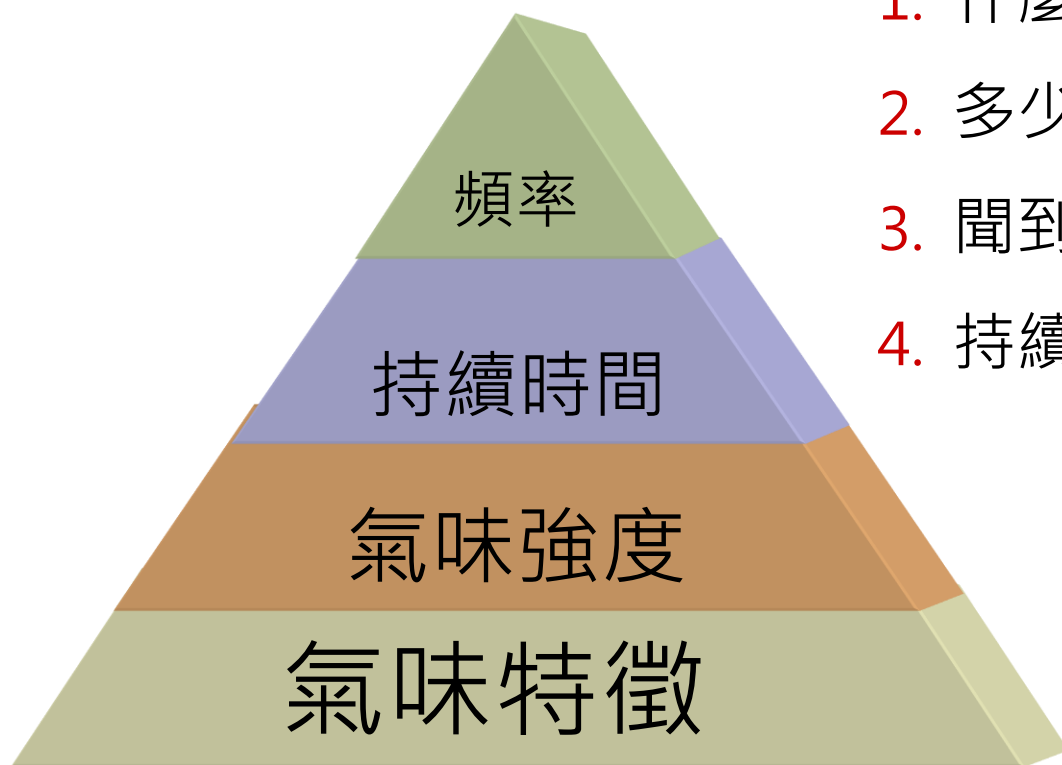


表 2.6 異味之檢知管呈色反應

異味物質	呈色反應	顏色變化	偵測濃度下限 (ppm)
酚	$C_6H_5OH + Ce^{4+}(\text{黃}) \rightarrow C_6H_5O + Ce^{3+}(\text{黃棕})$	黃→黃棕	1.0
氨、胺	氨、胺+酸+溴酚藍 $\rightarrow$ 銨錯化物	黃→藍	2.0
硫化氫	$H_2S + Hg^{2+}\text{化合物} \rightarrow HgS(\text{褐})$	白→褐	0.5
	$H_2S + Pb^{2+}\text{化合物} \rightarrow PbS(\text{褐})$		
硫醇	$2RSH + Pd^{2+} \rightarrow Pd(RS)_2 + 2H^+$	淡灰→黃	0.5
烷基硫	$RSR' + KMnO_4 \rightarrow \text{黃棕色反應物}$ $R(SO_2)R'$	紫→黃棕	1.0

2.3 不明異味來源調查

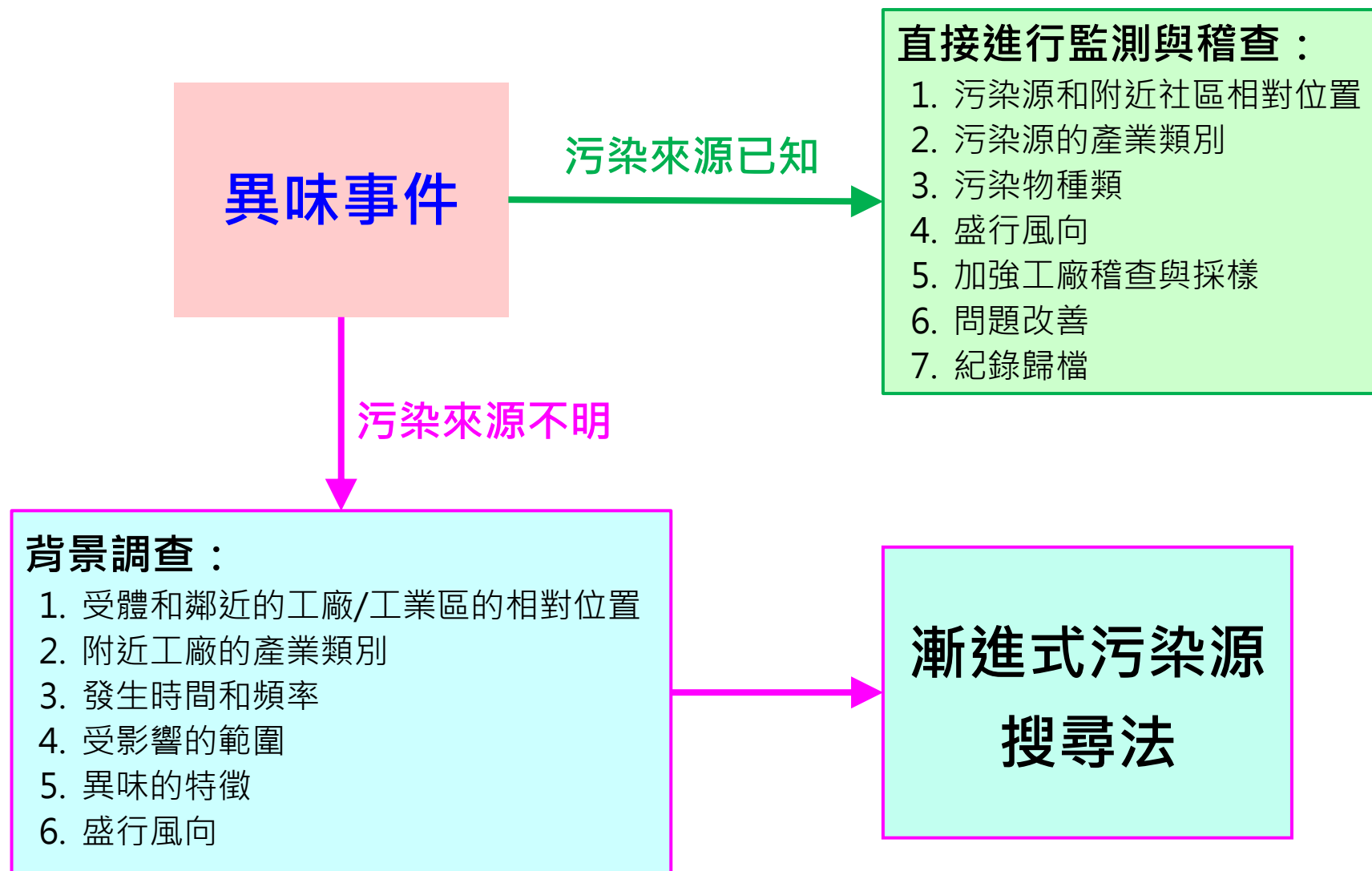
- 異味事件金字塔



當異味發生時 – 4個問題

1. 什麼味道？
2. 多少人聞到異味？
3. 聞到異味的區域多大？
4. 持續的時間多長？

2.3 不明異味來源調查



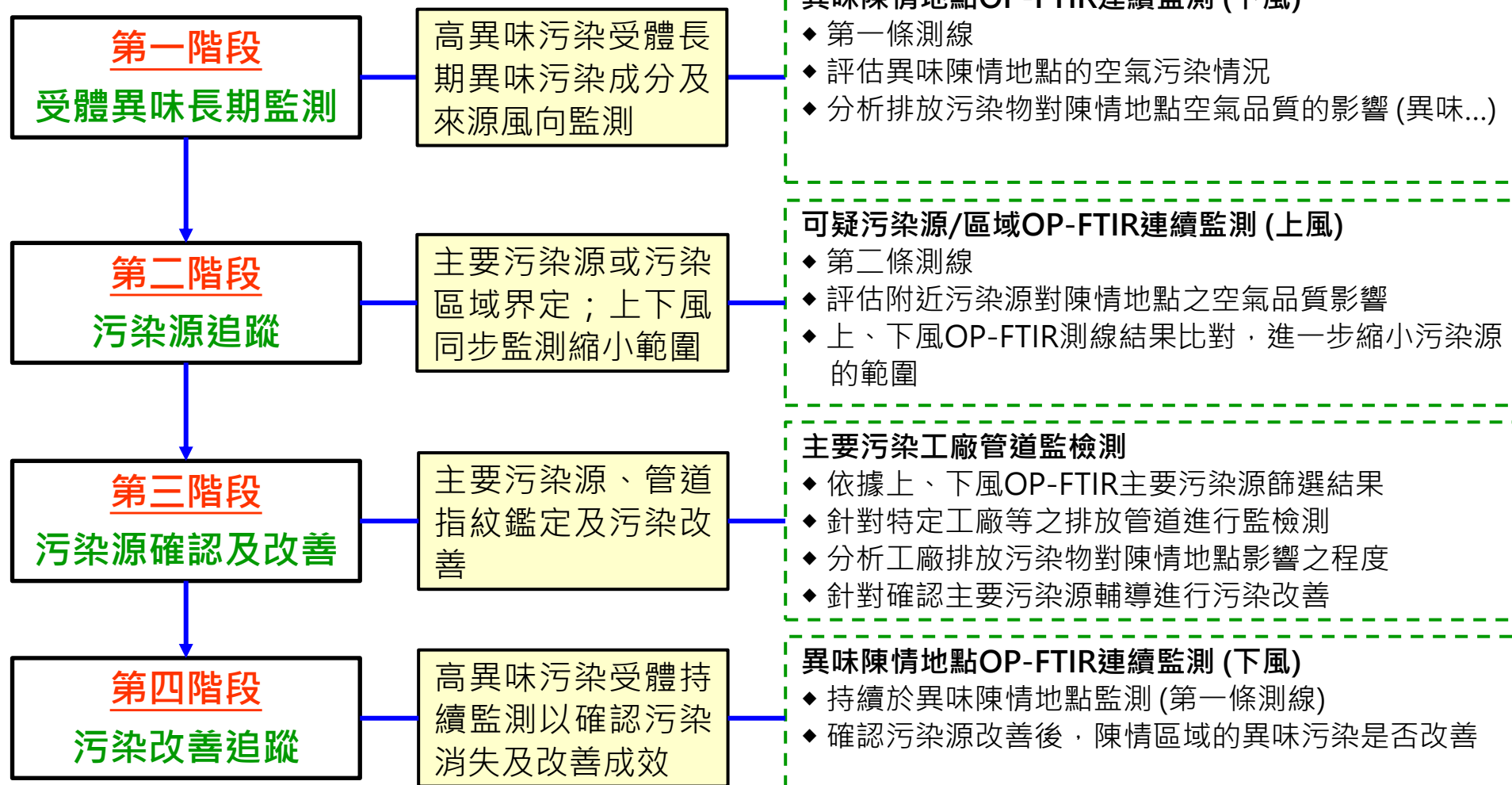
2.3 不明異味來源調查

● 調查的準備與工具

- 事件現場及環境的地理資訊
 - 位置的電子地圖 → Google maps, PaPaGo, URMAP....
- 附近可疑污染源的資訊
 - 附近工業區的平面配置圖、工廠類別分布和使用的原物料
 - 附近工廠的類別和使用的原物料
- 盛行風向？
- 調查工具的選擇
 - 污染物的種類→有機？無機？硫化物？(味道特徵可以作為參考指標)
 - 濃度範圍 (偵測靈敏度) → ppm? ppb?
 - 發生頻率和時間→連續或平均
 - 量測涵蓋範圍 → 點監測或線 (面) 的監測
- 調查時機
 - 可疑污染源和發生地點的相對位置 → 風向對不對？

2.3 不明異味來源調查

● 調查方法：漸進式污染源搜尋



2.3 不明異味來源調查

● 常用的VOC氣體偵測技術

監測技術	適用化合物	優點	缺點
攜帶式FID	總碳氫化合物	1. 攜帶方便 2. 操作簡單 3. 可快速採樣分析 4. 可連續量測 5. 儀器設備和分析費用相較便宜	1. 只能分析總碳氫化合物 (THC) , 無法知道污染物種類 2. 分析靈敏度較差 (ppm以上)
真空採樣筒、 吸附管、採樣 袋、氣相層析 質譜儀(GC/MS)	4~10個碳的有 機物	1. 可快速採樣 2. 可同時多點採樣 3. 可同時分析多種化合物 4. 分析靈敏度高 (<1 ppb) 5. 可分析污染物種類多 (數十萬種)	1. 分析時間較長 (數小時) 2. 儀器設備和分析費用昂貴 3. 技術門檻高，需經專門訓練
紅外光遙測 (FTIR)	氨、HCN、鹽 酸、氫氟酸、 及約300種有 機物	1. 可實施大範圍的監測 2. 可同時分析多種化合物 3. 可連續監控污染物隨時間的變化 4. 可快速完成分析 (約30分鐘) 5. 可定性及定量污染物	1. 受限於標準圖譜，可分析物種 較少 2. 儀器設備和分析費用昂貴 3. 技術門檻高，需經專門訓練

參、異味防制技術

- 基本方法：
 - 1) 製程改善與管理
 - 2) 含異味氣體之抽除
 - 3) 設控制設備
- 輔助方法：
 - 1) 擴散
 - 2) 遮飾

3.1 製程改善與管理

- 「防止異味物質排放產生」為解決異味問題之最佳方法，達成方式為製程改善與管理，主要包括：
 - 1) 改變原料
 - 2) 改變製程
 - 3) 改善設備
 - 4) 加強維修

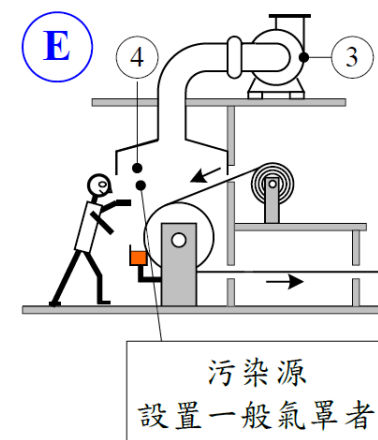
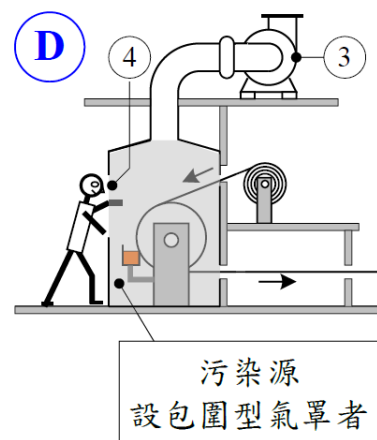
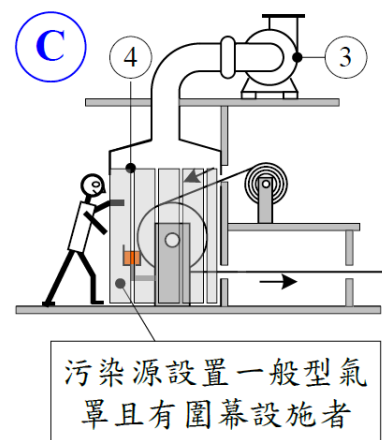
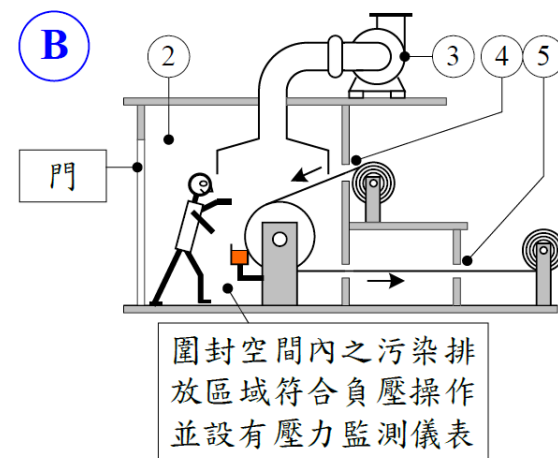
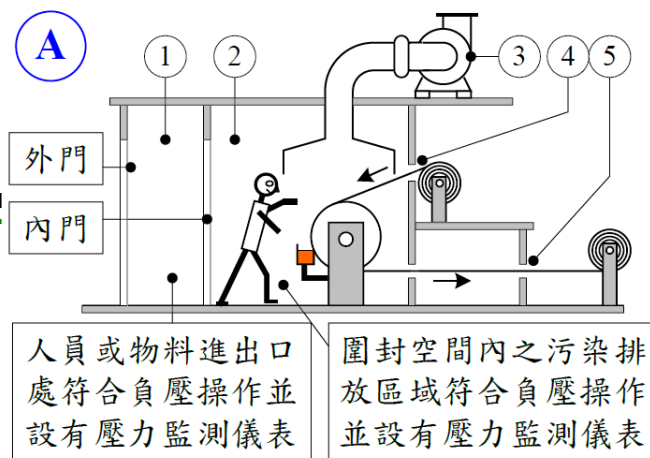
3.2 異味氣體集排氣

公私場所固定污染源申報空氣污染防制費之揮發性有機物 之行業製程集氣設施控制效率

設備名稱 或 適用對象	控制效率		應紀錄之 操作條件 項目	備註
	條件	集氣效率		
密閉負壓操作	圍封空間內之污染排放區域及人員或物料進出口處符合負壓操作並設有壓力監測儀表者	100 %	1.用電量 2.壓力差 3.風速	應提出設計圖說
	圍封空間內之污染排放區域符合負壓操作並設有壓力監測儀表者	90 %		
包圍式操作	符合下列條件之一者： 1. 污染源設置一般型氣罩且有圍幕設施者 2. 設置包圍型氣罩者	80 %	1.用電量 2.抽風量 3.風速	應提出設計圖說
一般氣罩	非包圍型之一般型式氣罩	60 %	1.用電量 2.抽風量 3.風速	應提出設計圖說

固定污染源揮發性有機物 製程**集氣設施**之**控制 效率**

- A. 集氣效率100%
- B. 集氣效率90%
- C. 集氣效率80%
- D. 集氣效率80%
- E. 集氣效率60%



(A) 集氣效率100%
(D) 集氣效率80%

(B) 集氣效率90%
(E) 集氣效率60%

(C) 集氣效率80%

1 應設壓力監測儀表
4 應測定及紀錄風速

2 應設壓力監測儀表
5 應測定及紀錄風速

3 應紀錄用電量及抽風量

3.2 異味氣體集排氣

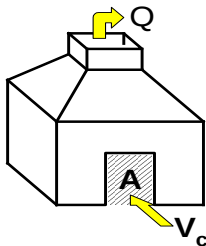
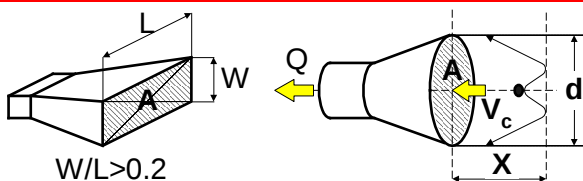
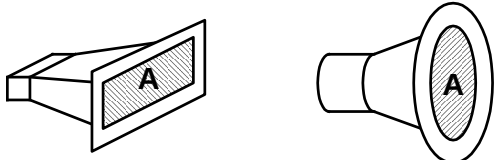
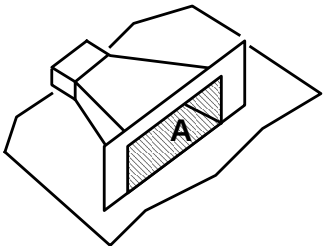
氣罩型式與所須抽氣量之關係

符號說明：

A ：氣罩開口截面積 (m^2)

V_c ：捕集速度或氣罩入口控制風速 (m/s)

X ：異味飛散點與氣罩口最大間距 (m)

氣罩型式	圖例	所須抽氣量 Q (m^3/min)
房間型 (走入型、包圍式)		$Q = 60 \times A \times V_c$
喇叭型 (無法蘭)		$Q = 60 \times (A + 10X^2) \times V_c$ [註： d 或 $L \geq (2/3)X$]
喇叭型 (附法蘭)		$Q = 60 \times (A + 10X^2) \times 0.75 V_c$ [註： d 或 $L \geq (2/3)X$]
桌上喇叭型 (附法蘭)		$Q = 60 \times (A + 10X^2) \times 0.5 V_c$ [註： $L \geq (2/3)X$]

3.2 異味氣體集排氣

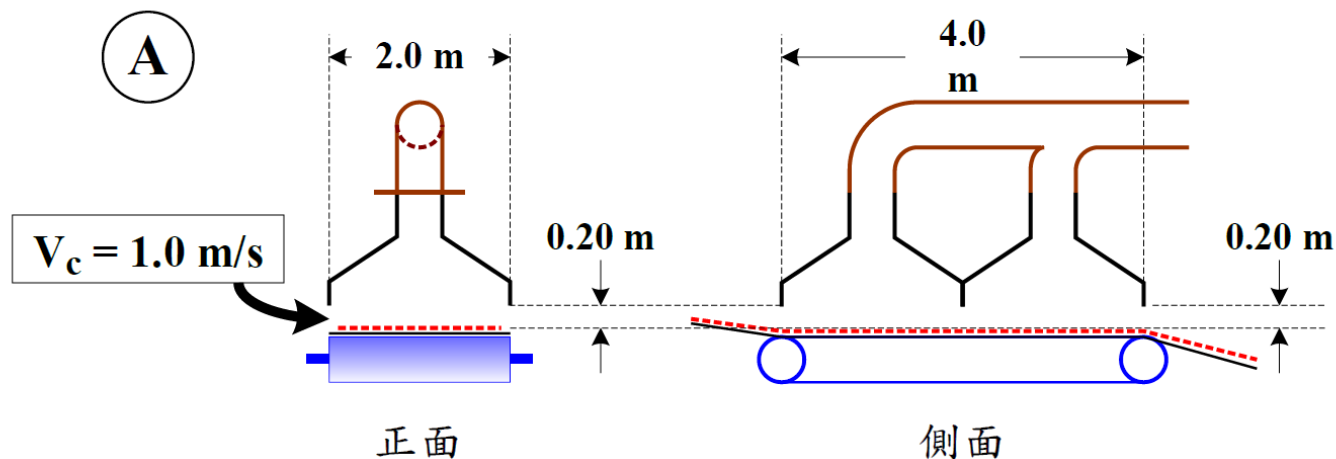
- 含異味氣體逸出型式與所須**捕集速度**之關係

表 3.4 含異味氣體逸出型式與所須捕集速度之關係^[3]

污染物逸散狀況	例	捕集速度 (V_c , m/s)
在靜止狀態下逸散	溶劑之蒸發、廢水池異味氣體逸散	0.25~0.50
在緩慢氣流中飛散	噴漆 (走入型)、裝卸、低速輸送機、 電鍍、酸洗	0.50~1.00
在快速氣流中飛散	噴漆 (罩型)、破碎機、輸送機卸出口	1.00~2.50

3.2 異味氣體

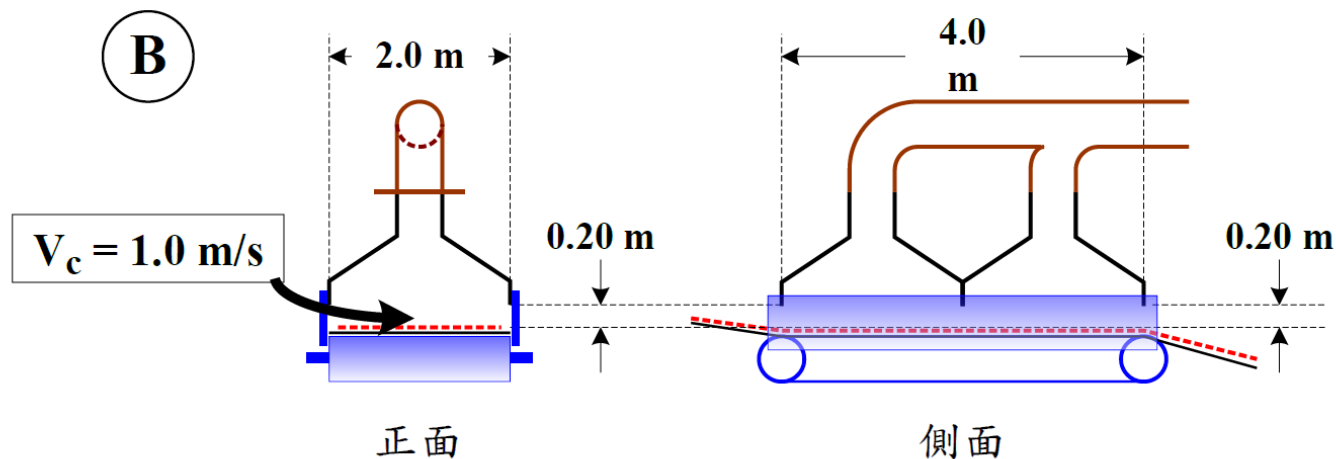
氣罩兩側未圍封
封(A)與圍封(B)
之抽氣量比較



兩側未圍封

$$\text{集氣面積 } A = 0.2 \text{ m} \times (2 + 2 + 4 + 4) \text{ m} = 2.4 \text{ m}^2$$

$$\text{抽風量 } Q = 1.0 \text{ m/s} \times 2.4 \text{ m}^2 = 2.4 \text{ m}^3/\text{s} = 144 \text{ m}^3/\text{min}$$



兩側圍封

$$\text{集氣面積 } A = 0.2 \text{ m} \times (2 + 2) \text{ m} = 0.8 \text{ m}^2$$

$$\text{抽風量 } Q = 1.0 \text{ m/s} \times 0.8 \text{ m}^2 = 0.8 \text{ m}^3/\text{s} = 48 \text{ m}^3/\text{min}$$

3.2 異味氣體集排氣

- 一般氣罩設計原則：

1. 應充分瞭解異味氣體發生之性質及狀況
2. 每個異味氣體發生源都要設氣罩
3. 氣罩盡量接近發生源
4. 氣罩形式盡量做成包圍式
5. 集氣方向和異味氣體流動方向盡量使之一致
6. 避免在氣罩周圍引起擾流，即氣罩旁避免設有走道或輸送帶式生產線，以免人、物移動時吸出異味氣流。

3.3 異味控制技術

■ 考量因素：

1. 製程改善與管理是否已充分考量並實施？
2. 廢氣抽除系統是否完善？
3. 廢氣抽除量是否可再減少？

■ 控制技術或設備選擇基本資料：

1. 排氣流量
2. 排氣異味成分、濃度、溫度
3. 上述資料之隨時變化情形
4. 異味去除效率
5. 其他配合設施，例如有無既有排氣處理設施、污水處理設施、管理人力及其素質、水電供應、建物或土地空間等。

3.3 異味控制技術

- 異味控制技術

1. 分物理、化學、生物等3大類
2. 一般可以單一技術或2種以上技術組合 (串聯)

- 常用異味控制技術

1. 物理：吸收、吸附、冷凝、稀釋、**彌臭**
2. 化學：吸收、吸附、臭氧接觸、熱破壞
3. 生物氧化

3.3 異味控制技術

- 異味物質多為氣狀污染物，其吸收、吸附、冷凝、熱破壞、及生物處理等控制技術及設備已有專章介紹。
- 本節僅針對較常用且經濟可行之「**化學洗滌**」及「**臭氧接觸**」2項，重點為此二技術用於異味之去除原理及設備、適用範圍、經濟評估。
- 另外，於第伍章節舉幾個案例介紹，技術包括次氯酸鈉氧化洗滌、生物氧化、臭氧接觸、化學（酸/鹼）洗滌等；對象包括橡膠混煉製程、廢水場排氣、飼料、養豬場等事業之排氣。

3.3 異味控制技術

● 化學洗滌法

原理：氣相異味成分轉移至液相，藉中和、氧化、**吸收**或其他化學反應去除異味。

設備：(1) 填充塔

(2) pH控制器 (控制酸或鹼之添加)

(3) 氧化還原電位 ORP 控制器 (控制氧化或還原劑之添加)

設計：(1) 吸收液與廢氣流量比例 (液/氣比)：一般為 $1\sim3\text{ L/m}^3$

(2) 填料高度： $2\sim5\text{ m}$

(3) 氣體空塔流速： $0.5\sim2.0\text{ m/s}$ ，不宜超過 2.5 m/s

3.3 異味控制技術

化學洗滌法

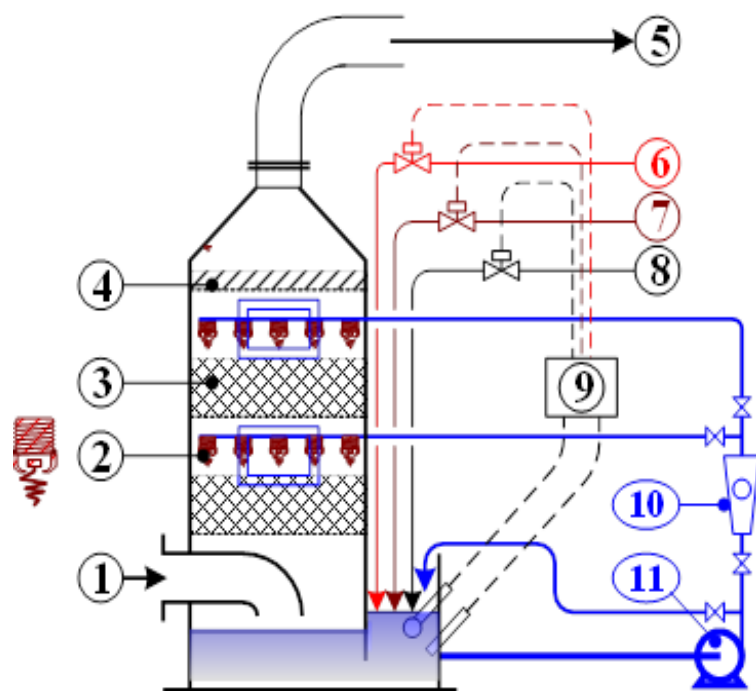


$$\text{ORP} = (E_0 - E_{\text{ref}}) + (RT/nF) \ln ([\text{Ox}]^a / [\text{Re}]^b)$$

● 氧化劑或還原劑之添加：

以氧化還原電位ORP控制器自動控制

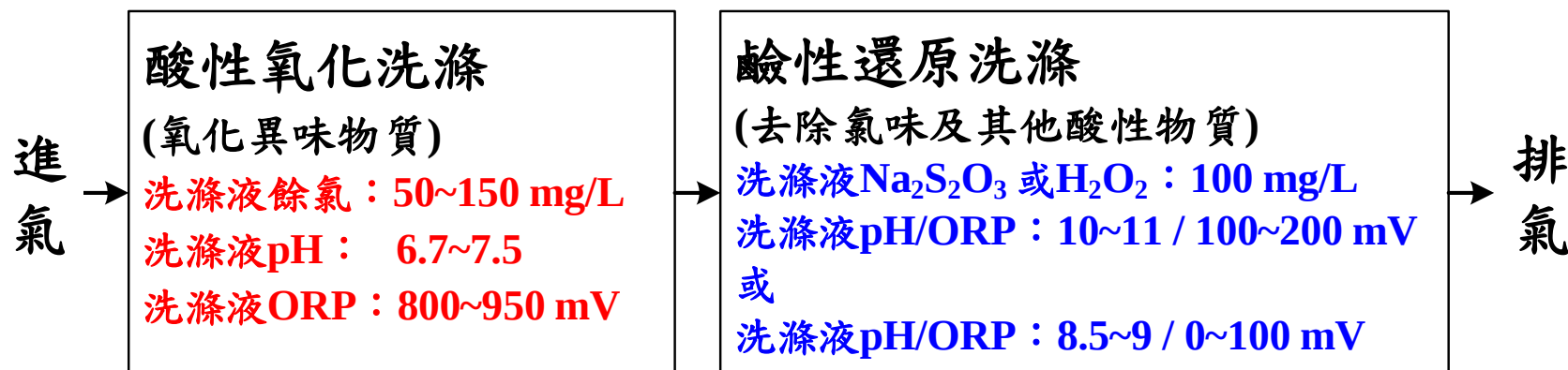
氧化劑濃度[Ox]降低時，ORP降低，系統即自動添加氧化劑，使ORP維持在一定值以上。



- ① 進氣
- ② 螺旋噴頭
- ③ 填充層(單層1.0-2.5 m)
- ④ 除霧層(0.1-0.2 m)
- ⑤ 排氣
- ⑥ 硫酸(45%)
- ⑦ 液鹼(45%)
- ⑧ 氧化劑(12%有效氯漂白水)
- ⑨ ORP及pH控制器
- ⑩ 浮子流量計
- ⑪ 循環幫浦

3.3 異味控制技術

「次氯酸鈉溶液氧化及硫代硫酸鈉溶液還原」異味控制系統



對飼料、化製、石油樹脂、金屬熱處理、塑膠熱熔回收、橡膠煉製、煤焦油竹木材防腐、生活廢水處理、部分事業廢水處理、禽畜糞堆肥場、廚餘堆肥場等等事業排氣中，硫化物（硫化氫、硫醇、二甲基硫、二甲基二硫）、氮化物（胺、甲胺）、不飽和碳氫化合物、醛類（乙醛）等均可以本法有效減除排氣異味。

3.3 異味控制技術

■ 化學洗滌經濟評估

1. 一般以每 m^3/min (CMM) 排氣量作為洗滌塔費用估算基礎
2. 另加pH、ORP、加藥等儀控設備
3. 平均設備投資為NT\$5,000~10,000/CMM
4. 操作費用以抽風機用電、藥劑、補充水費為主
5. 藥劑使用種類及用量隨排氣成分濃度變動，一般占甚高比例

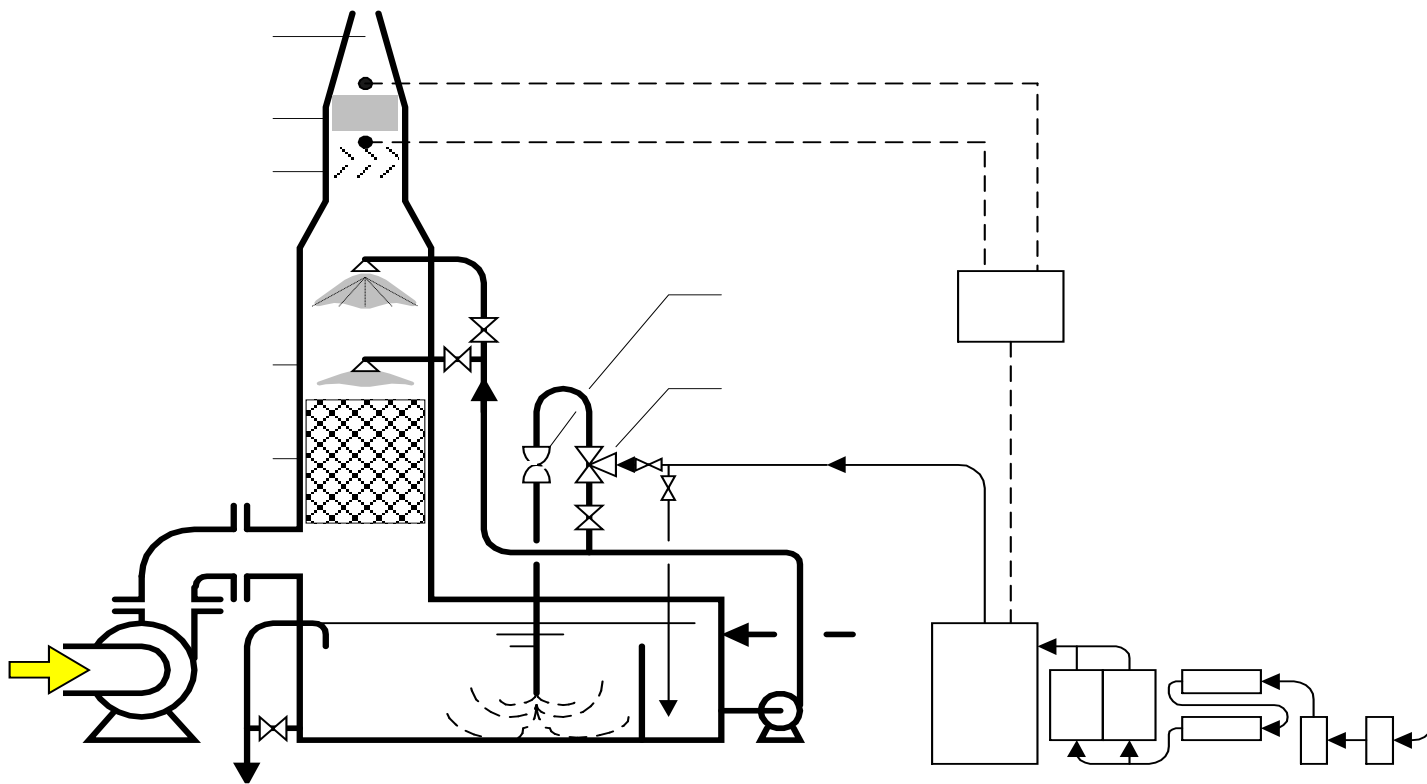
3.3 異味控制技術

● 臭氧接觸

- 原理：藉氣-氣、或氣-液接觸，使氣相中之異味成分為臭氧轉化去除。惟臭氧本身具有刺激性，亦屬異味物質，如未完全反應仍可能額外衍生異味污染，應特別注意。
- 設備：常用者有與化學洗滌合併者或單獨氣相接觸者
- 適用範圍：
 1. 魚產加工、化製廠、食品廠、發酵臭、堆肥廠
 2. 生活污水處理廠
 3. 化工廠、紙廠、酚味、橡膠加工廠
 4. 餐廚排氣、咖啡烘焙焦臭排氣等

3.3 異味控制技術

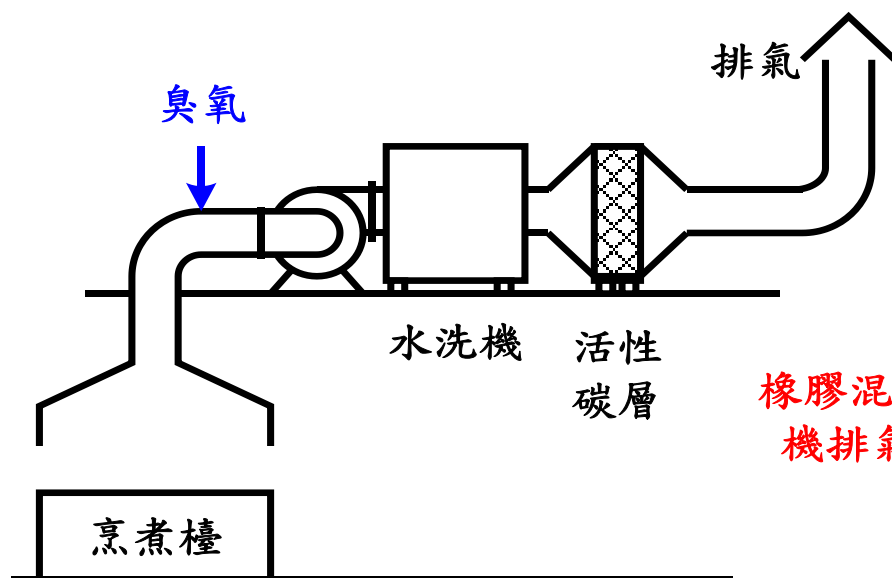
- 接觸與化學洗滌合併臭氧異味控制系統



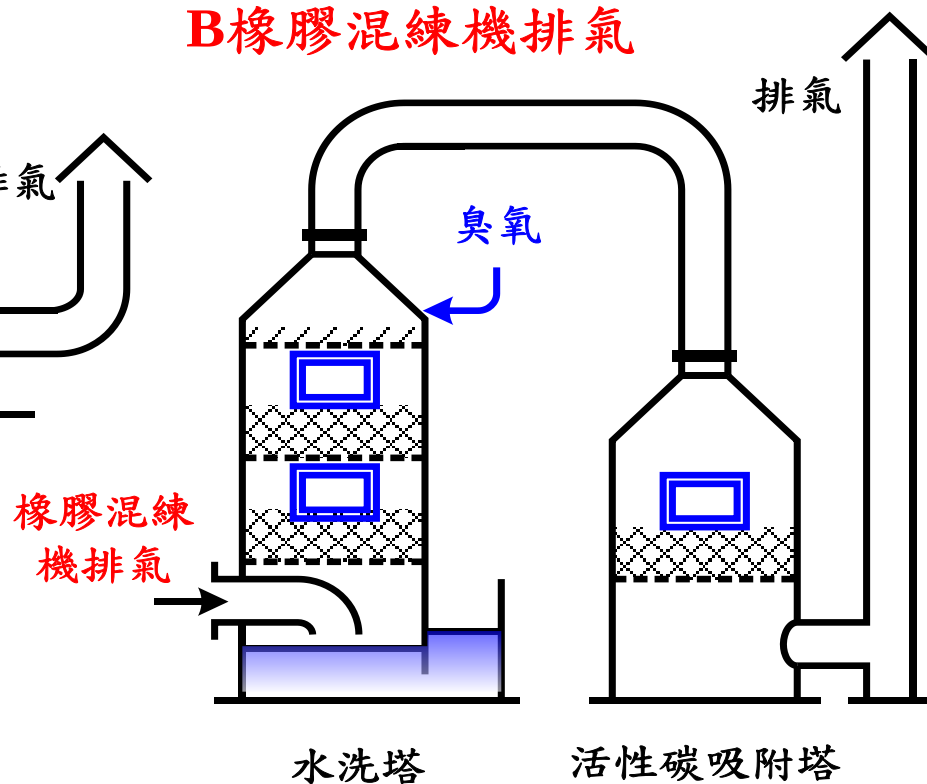
3.3 異味控制技術

● 接觸法臭氧異味控制系統圖例

A 烹煮排氣



B 橡膠混練機排氣



3.3 異味控制技術

● 臭氧異味控制系統經濟評估

1. 設備：臭氧產生機供氣前處理系統 (過濾/壓縮/冷卻/乾燥)、臭氧產生機、接觸槽、儀控設備 (剩餘臭氧偵測器及控制器) 等。
2. 以空氣供應之臭氧產生機：每 $\text{g-O}_3/\text{hr}$ 產生能力機型之購置價格在 NT\$6,000~9,000 間 (例如 80 g/hr 者，NT\$720,000；160 g/hr 者，NT\$960,000)。
3. 操作費用：臭氧供氣系統用電、抽風機用電、冷卻水費為主。製造每 kg 臭氧需電 22~27 kWh。
4. 費用例：處理含異味濃度 180~4,000、流量 $Q=10,000 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ 或 167 Nm^3/min 之生活污水廠排氣，設臭氧用量為 10 ppm (21 mg/Nm^3)。設置費用為 NT\$250 萬，每日 24 hr 操作電費約 NT\$1,000，每 1,000 Nm^3 排氣處理費用為 NT\$4.23 (接近最經濟之生物法)。

肆、異味控制設備異常之因應措施

失效現象	失效可能原因	因應措施方案
製程區域異味 瀰漫	抽風機故障	1.停止生產作業 2.查核抽風機電源 3.啟動備用抽風機 4.修護故障抽風機
	集氣罩破裂	1.停止生產作業 2.修護集氣罩
	集氣空間窗門未關	關閉集氣空間窗門
煙道排放煙霧	煙霧處理設施 (靜電集油機、水洗塔、袋濾機) 故障	1.停止生產作業 2.查核煙霧處理設施電源 3.修護煙霧處理設施

肆、異味控制設備異常之因應措施

失效現象	失效可能原因	因應措施方案
煙道排放異味	氧化劑添加系統失效	1.停止生產作業 2.查核臭氧產生器電源有無故障、電流消耗有無降低、出流含臭氧空氣有無正常流出 3.查核次氯酸鈉供應系統有無正常，包括次氯酸鈉水溶液 (12%有效氯漂白水) 存量、加藥幫浦、管線、循環水ORP等
	氧化洗滌塔系統失效	1.查核洗滌塔噴水系統 (水源供應、循環幫浦噴嘴) 有無正常 2.查核洗滌循環水有否累積油脂或異味物質

肆、異味控制設備異常之因應措施

失效現象	失效可能原因	因應措施方案
煙道排放漂白水異味	漂白水添加過量	1.查核次氯酸鈉有無過量添加 2.查核氧化系統ORP有無過高
	還原劑添加系統失效	查核硫代硫酸鈉供應系統有無正常，包括硫代硫酸鈉水溶液 (5%) 存量、加藥幫浦、管線、循環水ORP等
	還原洗滌塔系統失效	查核洗滌塔噴水系統 (水源供應、循環幫浦、噴嘴) 有無正常
煙道排放臭氧異味	活性碳系統失效	查核粒狀活性碳存量或更換活性碳濾網

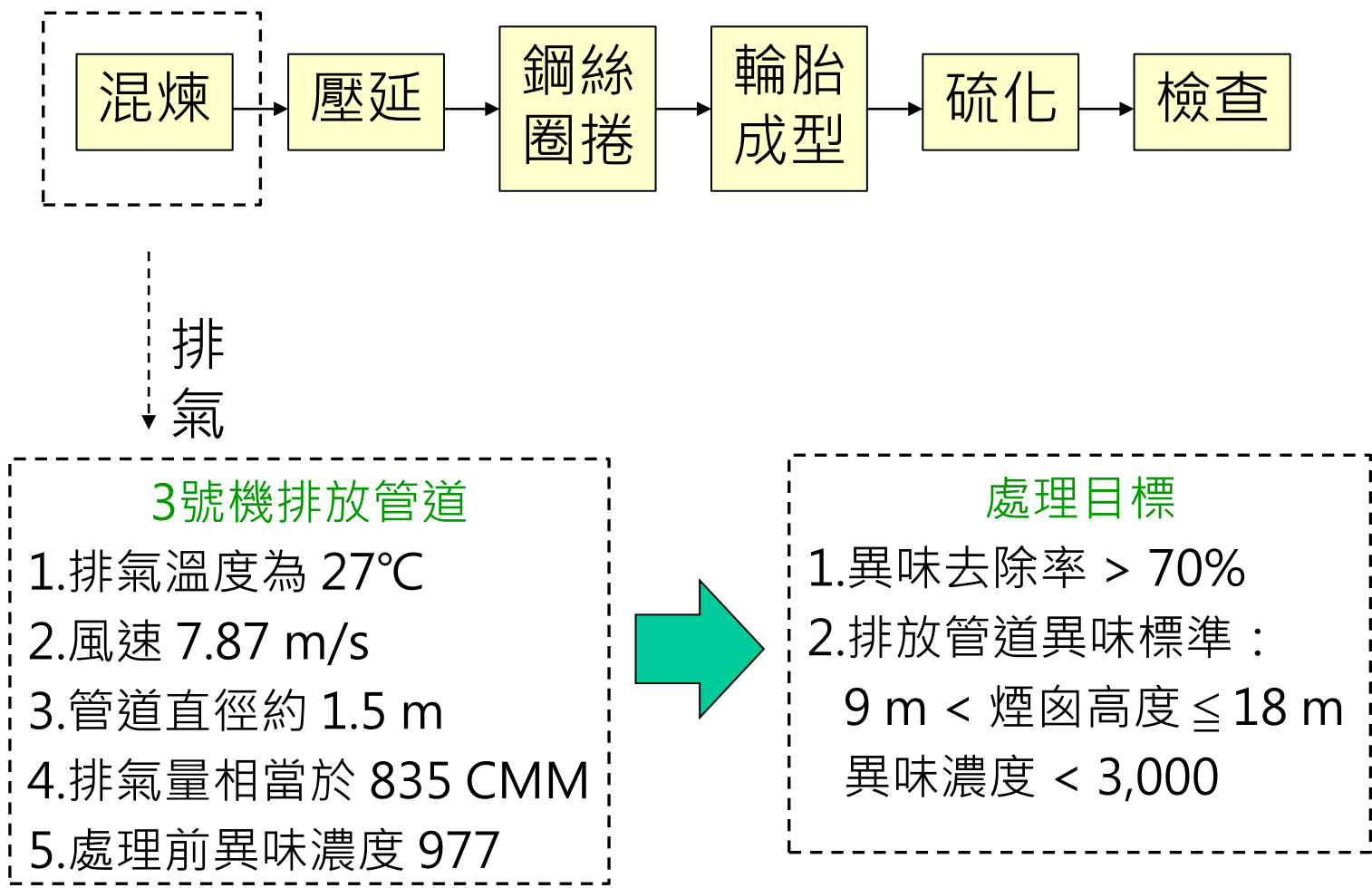
5.1 橡膠混煉製程排氣異味化學洗滌控制

國內某輪胎大廠係生產各式車輛輪胎之工廠，於生產過程中需將固體橡膠原料與部分調整劑摻合後，進行素煉及混煉之操作，使各種調整劑能完全且均勻地散布於橡膠原料中，其中以添加碳黑、加硫促進劑及硫磺 (加硫劑) 時所產生之粉塵、粒狀物的溢散污染為素煉、混煉操作進料時最主要之空氣污染問題。

但是當混合之原物料經素煉及混煉操作一段時間後，因固體原料互相輾壓、磨擦產生高溫及機械性的裁斷作用，以致原料中的部分分子逐漸被解聚、斷鏈，而釋出包括苯環類、烯類、醛類、醇類及硫醇類的低分子量臭氣成分。

5.1 橡膠混煉製程排氣異味化學洗滌控制

● 輪胎製造流程



5.1 橡膠混煉製程排氣異味化學洗滌控制

- 溼式洗滌系統正面圖



硬體單元

1. 溼式洗滌塔主體
2. 洗滌液循環系統
3. 加藥系統
4. 自動控制系統
5. 供水系統
6. 排水處理系統
7. 廢氣排放系統

伍、案例介紹 (本章節僅供參考，不測驗)

5.1 橡膠混煉製程排氣異味化學洗滌控制



洗滌液循環系統



加藥系統

5.1 橡膠混煉製程排氣異味化學洗滌控制

● 設計及操作參數

	酸洗塔	鹼洗塔
主塔尺寸	3.2 m(ID) × 5.8 m(H)	3.2 m(ID) × 5.8 m(H)
填料	2吋，比表面積為155 m ² /m ³ ，高度1 m	2吋，比表面積為155 m ² /m ³ ，高度1 m
循環水量 (L/min)	1,500~1,600	1,500~1,600
氣液比 (L/m ³)	1.80~1.92	1.80~1.92
藥品	鹽酸 (35%)	氫氧化鈉 (40~45%)
pH值	1~2	11~12

● 測試結果

	入口臭氣濃度	出口臭氣濃度	去除效率 (%)
認證檢測公司	1,318	234	82
未認證單位	1,737	309	82.2

5.1 橡膠混煉製程排氣異味化學洗滌控制

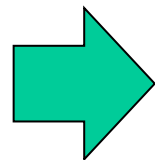
- 設置、操作及處理成本
 - 設置成本：385萬元 (含稅)
 - 操作成本：127,750元/月
 - 藥劑費：6,000元/月
 - 電 費：119,050元/月
 - 水 費：2,700元/月
 - 單位氣體處理成本：3.5元/ 10^3 m^3 foul gas

5.2 以生物濾床控制合成乳膠製程廢水場排氣異味

國內某生產SBR乳膠之工廠，製程中因聚合反應產生含揮發性有機物（主要為SM - 苯乙烯、BD - 丁二烯、MMA - 甲基丙烯酸甲酯及AN - 丙烯腈）之廢水，於廢水處理過程中易因該類物質之低水溶性及易揮發性，而由廢水中揮發逸散，造成廢水處理場附近之異味問題。

廢水場排氣

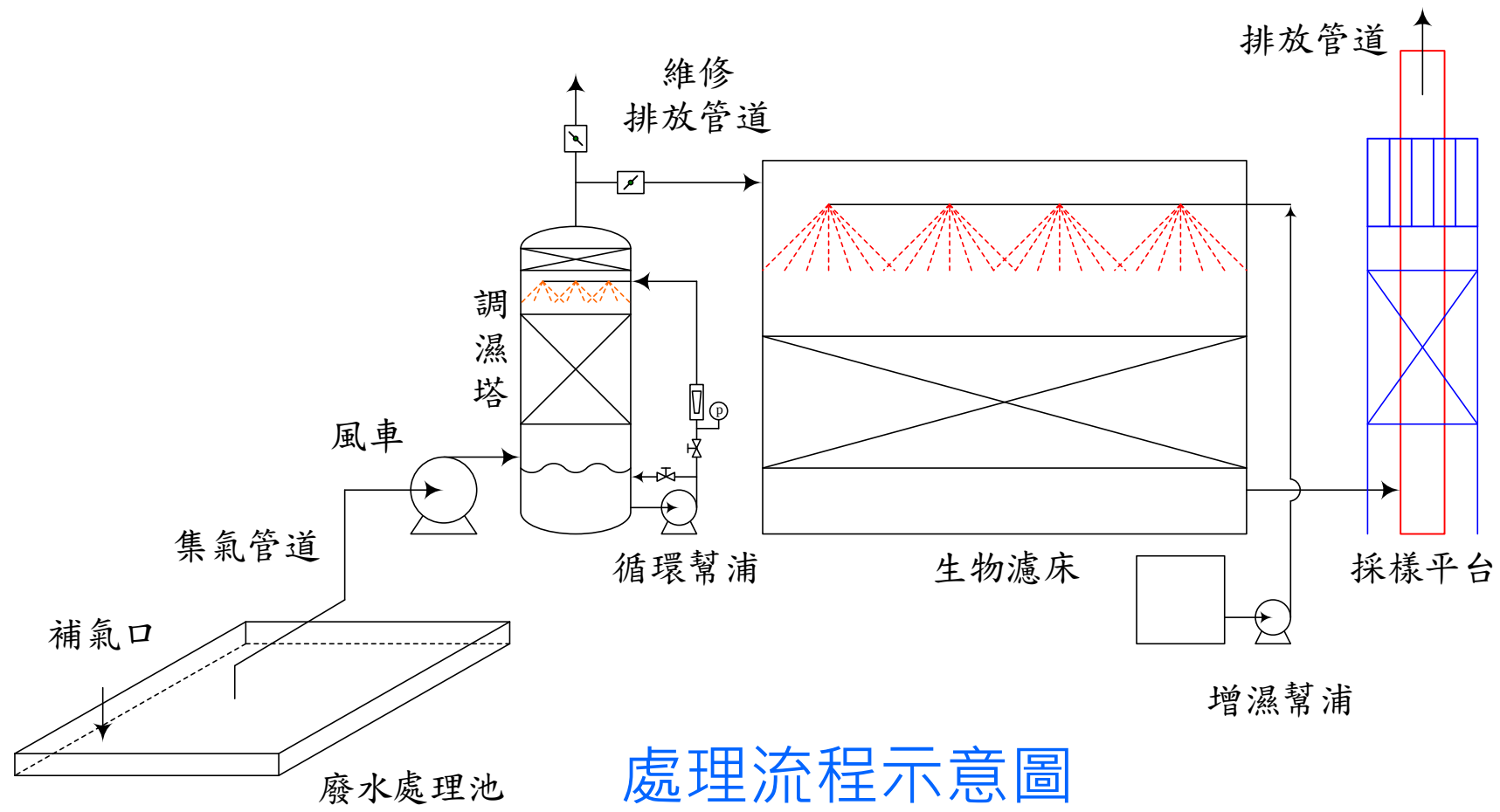
1. THC濃度4,000~4,500 ppm
2. 處理前異味濃度4,120



處理目標

1. 異味濃度低於1,000

5.2 以生物濾床控制合成乳膠製程廢水場排氣異味



5.2 以生物濾床控制合成乳膠製程廢水場排氣異味

■ 廢水場換氣量

● 密閉空間之 6 倍換氣率

➤ 進水槽體：

$$(0.7 + 1.35 + 1.35) \text{ m} \times 1.8 \text{ m} \times 0.5 \text{ m} \times (6 \text{ 倍容積換氣率/hr}) \\ \div 60 \text{ min/hr} = 0.3 \text{ CMM (m}^3\text{/min)}$$

➤ 混合池區：

$$12 \text{ m} \times 9 \text{ m} \times (1.5 \sim 2.0) \text{ m} \times (6 \text{ 倍容積換氣率/hr}) \div 60 \text{ min/hr} \\ = 16.2 \sim 21.6 \text{ CMM (m}^3\text{/min)}$$

➤ 總廢氣量約

$$0.3 + (16.2 \sim 21.6) = \underline{\underline{16.5 \sim 21.9 \text{ CMM}}}$$

5.2 以生物濾床控制合成乳膠製程廢水場排氣異味

- 生物濾床設計參數

- 廢氣處理量

- 16.5 CMM (高水位、較高廢氣濃度時)

- ~22.0 CMM (低水位、較低廢氣濃度時)

- 停留時間

- 75 s ~ 100 s

- 濾床大小

- $16.5 \text{ CMM} \div 1 \text{ m (濾料厚度)} \times (100/60) = 27.5 \text{ m}^2$

- 濾床殼體尺寸

- 10.0 m (長) $\times$ 3.0 m (寬) $\times$ 3.7 m (高)

5.2 以生物濾床控制合成乳膠製程廢水場排氣異味

- 測試結果

	入口臭氣濃度	出口臭氣濃度	去除效率(%)
第一次檢測結果	4,120	977	76.3
第二次檢測結果	2,317	977	57.8

□ 尾氣符合異味濃度低於1,000之要求 (煙囪高度<9公尺)

- 設置、操作及處理成本

- 設置成本：365萬元 (含稅)
- 操作成本：5,300元/月

[含電費/水費/濾料翻堆費 (1年1次，平均到每月費用)]

- 單位氣體處理成本：5.6元/ 10^3 m^3 foul gas

5.3 飼料製程排氣臭氧接觸控制

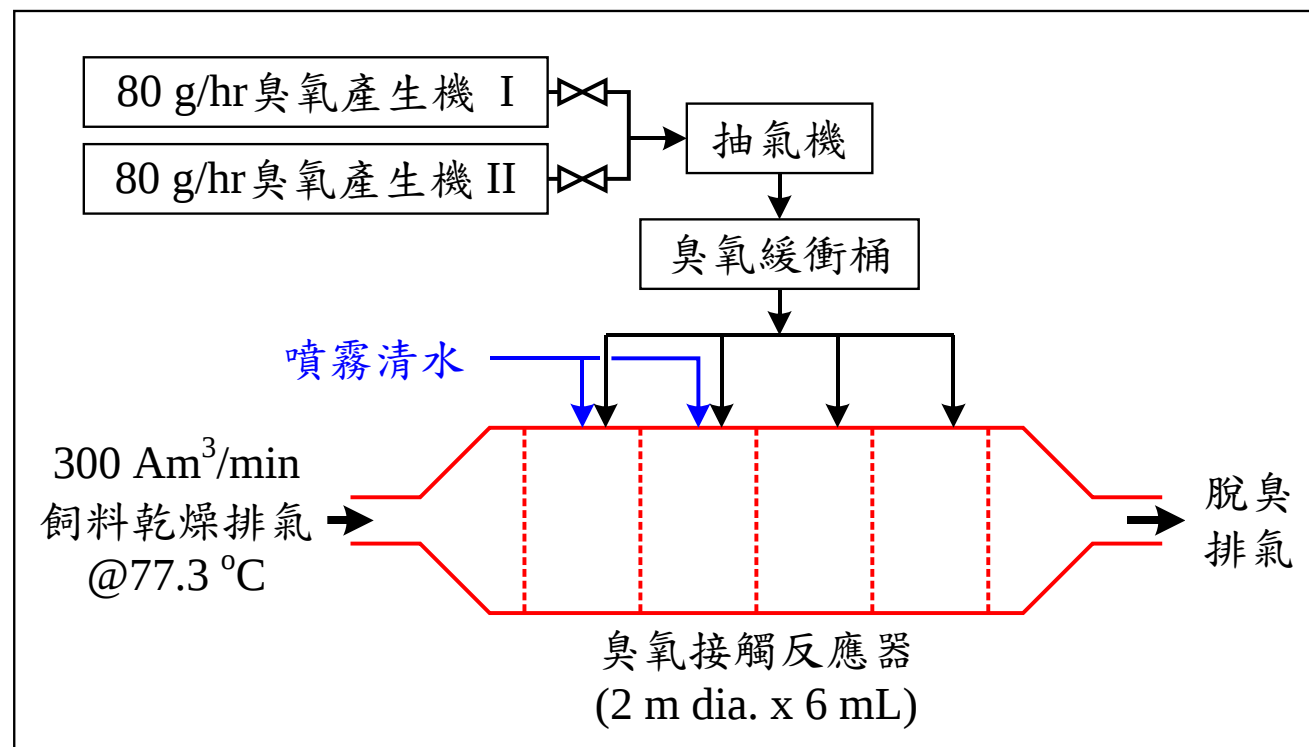
某一水產飼料乾燥製程排氣基本資料

項目	數值	備註
溫度	77.3°C	夏季時高至 95 °C 以上
含水率	4 %	
乾基排氣量	232 Nm ³ /min	實測值
粒狀物濃度	32 mg/Nm ³	經旋風分離器處理後
異味濃度	2,317-30,000	經旋風分離器處理後
污染物主成分	1,3,5-環庚三烯或甲苯、C ₆ H ₈ N ₂ 或 C ₈ H ₁₂ N ₄ (己二腈或 2,2-偶氮雙二甲基-丙烷腈)、鄰苯二甲酸	

該排氣混入臭氧6~7 ppm後，給予數秒鐘之反應時間，飼料異味可有效去除，排氣中剩餘臭氧濃度在0~0.2 ppm。

5.3 飼料製程排氣臭氧接觸控制

- ❑ 臭氧 (160 g/hr) 注入排氣，經反應4秒鐘後排放。處理前排氣異味濃度為13,713，處理後為1,634，去除率88%。
- ❑ 系統2006年設置費用290萬新臺幣，每1,000 m³排氣總處理費用NT\$2.0。



伍、案例介紹 (本章節僅供參考，不測驗)

5.3 飼料製程排氣臭氧接觸控制



飼料乾燥排氣之臭氧接觸異味去除系統

備註:(1)柱塞流反應器(左圖)、(2)80 g/hr 臭氧產生機二部(右圖右)、
(3)臭氧緩衝桶(右圖左鋼架內)

陸、結語

- 異味與民眾生活習習相關，不管室內或室外，商業或工業，固定污染源或移動污染源皆會產生，且認定上往往是很主觀的，輕者除影響民眾心情和造成感受不佳外，部分異味污染物物種對人體健康是具有危害的。
- 異味污染物已躍居國內第一大陳情類別，故習知如何找出異味問題的本(來)源、如何解決異味問題的方向，以及辨別可採用且有效的改善/控制方案或技術，對空氣污染專責人員是非常重要的課程之一。此外，並透過幾個氣狀污染物衍生異味問題的實廠案例介紹，提供學員學習參考。
- 異味亦為環保署空氣污染管制重要議題之一，空氣污染專責人員須瞭解固定污染源異味污染物管制之責任及工作，以協助公私場所有效達成管制規定，符合相關法規要求。