

捕捉含硫異味污染物

陳滄欽

相信大多數的人都曾經在工業區附近、下水道旁、畜殖場周圍間歇性的聞到一陣陣的臭味，此味道並非一直存在著，而是斷斷續續的飄散在空氣中，您有想過如何將此味道加以「捕捉」與分析嗎??

異味污染物之特性

產業發展帶動了經濟成長及提高生活水準，但環境污染物排放亦伴隨其增加。而在台灣地狹人稠且欠缺良好土地開發規劃之情況下，造成工業區與住宅區無緩衝地帶，若發生空氣污染事件將對周邊民眾生活上造成極大之影響甚至於危及生命財產安全。異味污染物在民眾之感受中是最為強烈的，具異味的物質種類眾多，其中含硫化合物因其嗅覺閾值(odor threshold)極低，濃度僅須數個 ppb 或更低就會被查覺，且部分物種具有毒性，因此針對硫化物之分析與監測能量之建立更顯重要。

常見硫化物之嗅覺閾值(ppb, v/v)

Substance	odor threshold	Substance	odor threshold
硫化氫 (Hydrogen sulfide)	0.41	硫化二甲基 (Dimethyl sulfide)	3
甲硫醇 (Methyl mercaptane)	0.07	二硫化二甲基 (Dimethyl disulfide)	2.2
二硫化碳 (Carbon disulfide)	210		

含硫異味污染物之來源

空氣中還原態硫化物(reduced sulfur compounds, RSCs)之來源包括了自然界產生(火山活動、海洋、動物及植物排放等)與人為產生(石化燃料燃燒、提煉汽油、紙漿工業、都市污水系統等)。而不同之硫化物給予人的嗅覺感受亦不相同，例如在陽明山小油坑會聞到如臭雞蛋般的味道，此即為硫化氫之味道；而腐敗的甘藍菜與大蒜中所產生之氣味即含甲硫醇。

含硫異味污染物之分析與挑戰

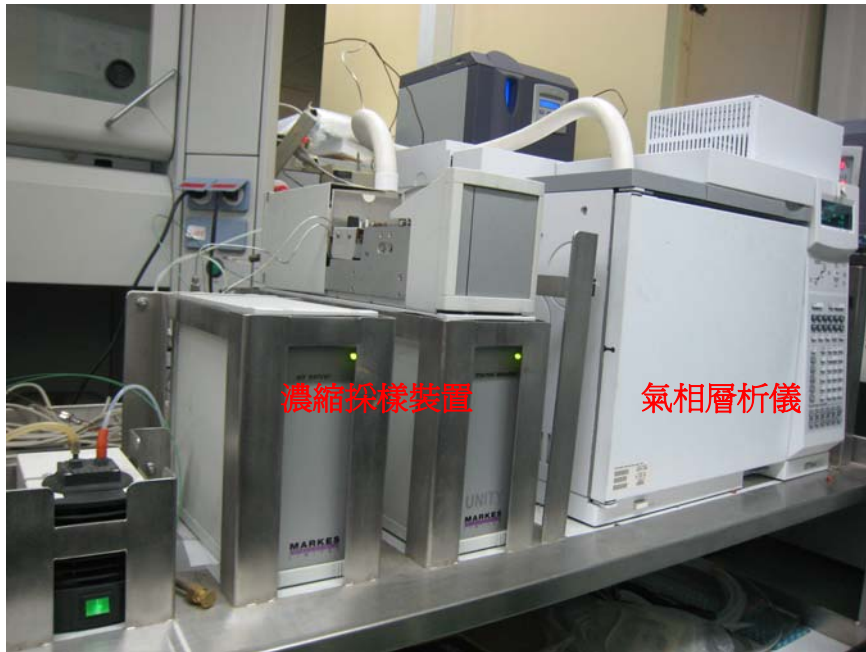
而 RSCs 與其他揮發性有機物具反應性且穩定性較差，因此量測空氣中 RSCs 之濃度為一大挑戰，再加上空氣中 RSCs 存在濃度較低，需先將其濃縮以達儀器

可量測濃度，後續多數以熱脫附進入氣相層析系統搭配不同偵測器(火焰光度偵測器(FPD)、脈衝式火焰光度偵測器(PFPD)、質譜儀(MS)等)進行分析。然而 RSCs 對於空氣存在之其他氧化物(例如臭氧)或是水氣是相當敏感的，因此此類干擾物質的存在，將會造成檢測結果的低估。且污染排放常為短暫的時間，常造成採集不到有效樣品，因此污染現地的硫醇類化合物線上自動監測技術，將對上述困難具有良好之改善成效。

含硫異味污染物之線上自動監測

含硫異味污染物因為揮發性高不易被捕集，因此採樣時選擇適合之吸附劑與吸附條件為一重要之課題。於常溫下要吸附揮發度高之硫化氫即須選擇吸附能力較強之吸附材，如 5A 分子篩 (Molecular - Sieve 5A)，而降低捕集時之溫度可增加其吸附能力，因此選擇之吸附材其吸附能力就不需太強。一般而言，降低捕集時之溫度有兩種方式：液態氣體降溫(液氮或液氫)與致冷晶片裝置降溫。前者可將溫度降到零下 150°C 或更低，但是缺點為需一直補充液態氣體量，因此較不便於長時間監測時使用，且亦會增加操作成本；後者可將溫度降至零下 30°C 左右，不需外加任何之氣體即可達成，因此選擇致冷晶片降溫法做為技術開發之基礎。然而致冷晶片降溫法會隨著環境溫度之高低而影響其降溫效率，台灣地區夏季氣溫較高，因此若其降溫至零度到零下 10°C 間即可捕集到含硫異味污染物，此則為較佳設定。

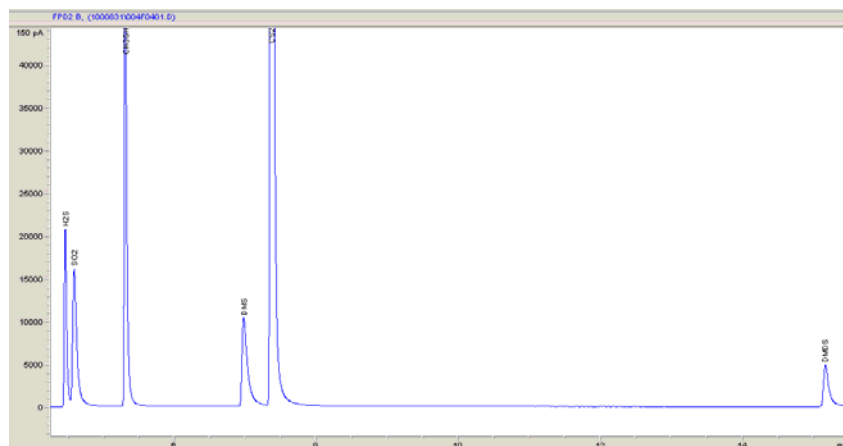
將環境中含待測物之氣體經由泵浦抽入溫度設定為零下 10°C 之吸附管中，此時需準確控制抽入了多少量之空氣以維持其分析之再現性，因此加裝一個質量流量控制器可以調控採氣流量，採氣時間則設定為 10 分鐘。經冷凍捕捉後之含硫異味污染物，再經瞬間加熱至 280°C 之熱脫附方式導入氣相層析-火焰光度偵測器 (GC- FPD) 系統進行定性與定量程序。



含硫異味污染物線上檢測系統

(前濃縮採樣裝置直接採集環境空氣約 200-500 mL 於冷凍捕集管後，經 280 度熱脫附後導入氣相層析-火焰光度偵測器 (GC- FPD) 系統進行定量程序)

選擇火焰光度偵測器之因素為其對含硫、磷之化合物種具有選擇性與高敏感度，樣品中之含硫待測物經火焰燃燒後，會產生發光，而藉由偵測該光譜之特性波長及強度可得定性及定量之結果。但是 FPD 僅能偵測含量，而無法分辨其為硫化氫、甲硫醇或其他含硫化合物，因此需經層析步驟依各化合物通過層析管柱之極性不同造成其滯留時間不同，再藉由分析各別化合物所得之滯留時間加以進行「定性」，層析並藉由火焰光度偵測器測得之圖譜如下。



含硫化合物之氣相層析-火焰光度偵測圖譜

(層析管柱：DB-1，長度 60 m，內徑 0.25mm，膜厚 1.0 μ m；峰植物種依序為硫化氫、二氧化硫、甲硫醇、硫化二甲基、二硫化碳、二硫化二甲基)

火焰光度偵測器有一與其他偵測器不同之特點，其檢量線之建立需將濃度與儀器訊號值取對數(log)後再加以繪製檢量線，因此其線性濃度範圍較小，故藉由注射數個已知濃度之化合物進行檢量線建立，用以進行「定量」。

含硫異味污染物之採樣檢測方式受限於其高反應性與低濃度時即有令人不適之味道產生，因此需要降低其偵測極限以測得低濃度之含硫異味污染物，目前發展出之技術雖可符合法規管制標準之需求，但仍須朝向量測更快速(目前需經層析而無法加快其分析時間)與測得更低濃度之含硫污染物之目標邁進。