異味及揮發性有機物逸散控制及實務練習題（甲級）

壹、前言

1. 環境中的臭氧為光化學反應的二次污染物，請說明形成臭氧之前驅物？

   解答：氮氧化物、揮發性有機物。

貳、異味污染物問題特徵

2.1 異味污染物定義

2. 試說明異味污染物之定義。

   解答：1. 廣義的異味定義通常指，當人體嗅覺某種感覺厭惡的氣味。
   2. 依空氣污染防制法施行細則(民國109年9月18日)第2條:「異味污染物：指具有氣味，足以引起厭惡或其他不良情緒反應之污染物。」。

3. 試說明異味濃度？

   解答：異味濃度一般定義為「將原始之異味氣體稀釋至到達該異味氣體之閾值時，所需之稀釋倍數」。

4. 試列舉各類異味表示方式？

   解答：1. 異味表示方式常以異味特徵 (Odor Character)、異味強度 (Odor Intensity)、異味濃度 (Odor Concentration) 及喜好度 (Hedonic Tone) 來詮釋異味物質之特性，其中又以異味濃度最常被使用。
   2. 常見的表示方法又區分為異味閾值 (Odor Threshold)、異味單位 (Odor Unit)、Z值等等，其中又以異味閾值最常被使用。
   3. 異味閾值定義為「定量體積之異味氣體以潔淨、零級（無異味）空氣稀釋到達僅有半數之嗅覺判定員可以嗅覺到異味存在時的稀釋倍數」。
   4. 異味閾值可分為偵測閾值 (Detection Threshold) 和認知閾值 (Recognition Threshold)，前者係指可使50%之嗅覺判定員感知到異味之最低濃度，後者係指可使50%之嗅覺判定員感知到異味並確定異味達到刺激嗅覺程度之最低濃度。

5. 試列舉各類化學物質異味閾值排序？

解答：1. 由下圖可知最高異味閾值之化學物質為烷類，最低異味閾值之化學物質則為不飽和硫醇類。

2. 異味閾值越低，越容易被人類的嗅覺感知。

高異味閾值-烷類 (Alkanes)

BTX-芳香族 (BTX-Aromatics)

醇類 (Alcohols)

氯化烷類 (Chlorinated Alkanes)

胺類 (Amines: tri-Alkylamines

di-Alkylamines

mono-Aliylamines)

羧酸類 (Carboxylic Acids)

烯類 (Alkenes)

醛類 (Aldehydes)

硫化物 (Sulfides)

二硫化物 (Disulfides)

三硫化物 (Trisulfides)

硫醇類 (Mercaptans)

低異味閾值-不飽和硫醇類 (Unsaturated Mercaptans)

6. 試列舉各類化學物質之異味特性與異味閾值？

解答：各種常見化合物之異味閾值：

分類	化合物名稱	異味特性	異味閾值 (ppm)
含氮化合物	氨氣	刺鼻性酸味	0.037
	甲胺	腐敗魚味、生魚臭味	0.021
	乙胺	如氨的臭味	0.830
	二甲胺	腐臭味、魚味	0.047
	丁胺	酸腐味、如氨的臭味	0.12
	戊二胺	腐臭味、腐肉味	---
	吡啶	難受刺激感	0.0037
	三甲胺	腐魚臭味	0.48
	三乙胺	如氨的臭味	0.080
	二異丙胺	魚味	0.0035
	二丁胺	魚味	0.016
含硫化合物	硫化氫	腐臭蛋味	0.00047
	二氧化硫	刺鼻性刺激	0.009
	甲硫醇	腐敗洋蔥臭味、腐敗葉菜	0.0011
	乙硫醇	腐敗甘藍臭味、腐敗葉菜	0.00019
	丙硫醇	不快味	0.000075

National Environmental Research Academy

分類	化合物名稱	異味特性	異味閾值 (ppm)
	丁硫醇	不快臭味	0.00008
	戊醇類	不快氣味、腐臭味	0.003
	丙烯基硫醇	強蒜味、咖啡味	0.00005
	苯甲基硫醇	強烈臭味	0.00019
	二甲硫	腐敗甘藍臭味、腐菜味	0.001
	二乙硫醚	蒜臭	0.000033
	硫酚	腐臭味、如蒜的味道	0.000062
	硫代甲酚	酸腐味	0.001
其他	丁烯	烯臭	0.362-2,126
	丁酸	汗臭	0.0003-2.5
	丙酮	尿臭	20-680
	乙醛	刺鼻性、水果味	0.004
	丙烯醛	刺激鼻	0.02-16
	臭氧	超過 2 ppm 有刺痛感	0.001
	氯酚	藥味、酚味	0.00018
	氯氣	刺鼻味	0.01

2.2 異味污染物之特性

7. 試列舉異味污染物之可能狀態。

解答：1. 異味污染物多數為氣狀污染物，主要以碳、氫、氧、氮、硫、鹵素等元素構成，其中硫化甲基 $[(CH_3)_2S]$、硫醇 (RSH)、X 甲基胺 $[(CH_3)_XNH_{3-X}, x=1, 2, 3]$ 等具特異性臭味，為過去的法規特別列為惡臭污染物。

2. 部分的異味污染物屬於粒狀污染物，例如金屬燻煙及油煙，多數帶有異味。

3. 對於異味污染物的處理，與部分的粒狀污染物或氣狀污染物具有重疊性。

8. 試列舉一般異味污染物所具備的共同特性。

解答：1. 揮發性高、蒸氣壓大、含氮或含硫化合物、含碳數較低且為不飽和化合物及環狀化合物結構。

2. 以化學結構言之，異味污染物之分子多因具剩餘電子，而有刺激人類嗅覺特性。

3. 具剩餘電子對之不飽和、含氧、含還原態氮、含還原態硫、含鹵素等碳氫化合物具特殊味道。

2.3 異味污染物之健康危害

9. 試列舉異味污染物對於人體的不良反應。

解答：1. 一般為嗅覺干擾和健康危害，嗅覺干擾可能產生愉快或不愉快之情緒反應，其反應因異味種類及強度而異。

2. 輕微健康危害者為噁心、頭昏、嘔吐、反胃、咳嗽、影響睡眠及食慾、刺激眼睛及呼吸道；中等健康危害者造成呼吸急促、呼吸系統、消化系統、皮膚之傷害、減緩心跳速率、促進血管和肌肉的血管收縮；嚴重健康危害將損及肝功能、中樞神經或誘發腫瘤。

3. 部分異味物質具毒性或刺激性，長期曝露將造成健康危害或不適；嗅覺功能易受特定異味物質所損害，減低面對危害之察覺能力而增加危險性；長期異味曝露易造成生理及心理健康效應，降低工作效率及影響生活品質。

4. 常見異味物質之健康危害，其症狀多為眼、鼻、呼吸道、皮膚等刺激，而硫化氫、氨等會引起呼吸機能障礙，有機溶劑類則引起中樞神經異常或心、肝、腎、脾、造血機能之功能障礙。

參、異味污染物相關管制判定、量測

3.1 異味污染物的排放源與管制標準

10. 試列舉異味污染物的產生機制。

解答：1. 若依據異味污染物的產生機制，可以區分為生物分解、化學反應、物理作用等3類。

2. 若依據人類的活動分類，可以分成生活、農業、商業、工業等4類。

11. 試說明生物分解產生異味污染物之原因。

解答：1. 有機物之生物分解主要藉由微生物及其產生之酵素，一般在缺氧狀況下，有機物將分解為有機酸、醇、酮及含還原態硫、氮等異味污染物。

2. 列舉常見之生物分解反應

$CH_2(NH_2)COO^-+H_2O\rightarrow CH_3NH_2+HCO_3^-$

胺基乙酸根+水→甲基胺+碳酸氫根

$CH_3COO^-+SO_4^{2-}\rightarrow HS^-+2HCO_3^-$

醋酸根+硫酸根→硫化氫根+碳酸氫根

$CH_3SCH_2CH_2CH(NH_2)COOH+H_2O\rightarrow$

$CH_3SCH_3+CH_3(CO)COOH+NH_3$

甲硫胺酸 (Methionine)+水→二甲基硫+丙酮酸 (Pyruvic Acid)+氨

12. 試說明化學反應產生異味污染物之原因。

解答：1. 化學反應為產生工業異味污染物的主要機制，例如：石油的加氫脫硫反應產生硫醇及硫化氫、加氫脫氮反應產生氨；樹脂之熱裂解可能產生醇、醛、酮、胺類或環狀化合物。

2. 列舉常見之化學反應

$CH_3CH(SH)C_3H_7+H_2 \rightarrow C_5H_{12}+H_2S$

2-戊硫醇+氫→戊烷+硫化氫

$CH_3CH(NH_2)C_3H_7+H_2 \rightarrow C_5H_{12}+NH_3$

2-戊胺+氫→戊烷+氨

塗裝樹脂→甲醛+丁醇+六胺（樹脂單體）+二甲苯（溶劑）

13. 試說明物理作用產生異味污染物之原因。

解答：1. 主要為異味污染物的相轉移，例如：油漆溶劑（甲苯、二甲苯、異丙醇、丁醇、丁酮、戊酮、乙酸乙酯、乙酸丁酯等）之蒸發。

2. 下水道氣味之逸出、油煙中揮發性有機物之逸出等。

14. 試列舉人類活動與異味污染物來源之關聯性。

解答：1. 生活方面，主要異味污染物為生活污水及垃圾，主要成分為還原態硫及氮化物（胺化物）、低級脂肪酸等，多為有機物分解產生；

2. 農業方面，主要異味污染源為雞豬牛養殖場、化製場、堆肥場等，主要成分與生活污水及垃圾相似；堆肥場含糞臭素 (Indole)、甲基糞臭素 (Skatole) 等異味；

3. 商業方面，乾洗店、加油站等逸出之乾洗油（主要為四氯乙烯或高沸點礦物油）或汽柴油為主要異味污染源；瓦斯分裝及鋼瓶檢驗場如逸出著臭劑（液化石油氣LPG瓦斯桶中添加的臭劑為甲硫醇>20 ppm）；

4. 餐館油煙、商店型鋼鐵焊製煙霧等含脂肪酸、乙醛、不飽和烯烴等，亦常引發異味問題。

5. 工業的異味污染物源自各種溶劑之揮發逸散，行業包括表面塗裝及印刷作業、合成皮製造、石油煉製、半導體製造、橡膠煉製等，異味污染物成分多為含氧、氯等碳氫化合物，由

於多具毒性，引起之問題最大。

6. 參考下表所列人類活動有關之異味物質來源，以及工業活動之異味污染物來源。

人類活動有關之異味物質來源（生活、農業、商業）

活動	異味物質來源	代表性異味物質
生活	陰溝及生活污水處理場	硫化物：硫化氫、甲硫醇、戊硫醇、二甲基硫 氮化物：氨、三甲胺 含氧烴：乙醇、乙醛、丙酮、2-5 碳脂肪酸 含氯烴：三氯乙烷、四氯乙烯 烴：5-8 碳脂肪烴、6-10 碳芳香烴
	垃圾掩埋場	硫化物：硫化氫、1-4 碳硫醇、二甲基硫 氮化物：氨、甲胺、三甲胺、二異丙胺 含氧烴：乙醛、丁醛、二乙酮、戊酸、乙酸乙酯、乙酸丁酯、戊酸 含氯烴：三氯乙烯、四氯乙烯 烴：丁二烯、苯乙烯、7-8 碳芳香烴
農業	禽畜（雞、豬、牛）養殖場及禽畜糞便堆肥場	硫化物：1-4 碳硫醇、二甲基硫、二甲基二硫 氮化物：1-5 碳單胺、二甲胺、三甲胺、糞臭素 含氧烴：1-4 碳醇醛酮酯酸、苯酚、甲酚、乙酚
	化製場（魚雜及禽畜下腳料處理場、飼料用動物油脂提煉場）	硫化物：硫化氫、甲硫醇 氮化物：三甲胺 含氧烴：醛、酮、酯、低級脂肪酸
商業	乾洗店	含氯烴：三氯乙烷 ($C_2H_3Cl_3$)、三氯乙烯 (C_2HCl_3)、四氯乙烯 (C_2Cl_4) 烴：沸點為 150-210°C之礦物油
	加油站	烴：苯、甲苯、二甲苯、6-8 碳烯
	瓦斯分裝場	硫化物：甲硫醇

工業活動之異味污染物來源

異味物質來源	代表性異味物質
表面塗裝及印刷作業（印刷、油漆調製、傢俱、烤漆鋼板、金屬及塑膠製品、汽機車製造、漆包線等）	含氧烴：甲醛、3-6 碳醇醛酮酯醚、塗料樹脂之熱分解物（甲醛、丙烯醛）、甲酚 含氯烴：1-4 碳飽和或不飽和氯烴 烴：甲苯、二甲苯、苯乙烯
合成皮製造	氮化物：二甲基甲醯胺 含氧烴：丙酮、丁酮 烴：甲苯
石油煉製	硫化物：硫化氫、1-7 硫醇及烷基硫 氮化物：氨 烴：3-6 碳飽和或不飽和烴

異味物質來源	代表性異味物質
半導體及光電產品製造	硫化物：DMSO (Dimethyl Sulfone)、二甲基硫 氮化物：乙醇胺、異丙醇胺 含氧烴：2-7 碳醇酮酯醚、二甲酚 烴：三甲基苯
天然及合成橡膠煉製	硫化物：硫化氫、硫醇、烷基硫 氮化物：三甲胺、二乙胺、甲苯異氰酸酯 (Toluene Diisocyanate, TDI) 含氧烴：丙酮、丁酮、環己酮、甲醇、高級脂肪酸及酯 含氯烴：二氯乙烷、三氯乙烯、四氯化萘 烴：正己烷、苯、甲苯、二甲苯、苯乙烯、戊二烯

15. 試列舉異味污染物之排放標準。

解答：參考下表所列之異味污染物之排放標準。

空氣污染物	排放標準			
	周界		管道	
	工業區及農業區	工業區及農業區以外	高度 h（公尺）	異味濃度
異味污染物	(1) 50 (2) 30	(3) 10	h≤18	1,000
			18<h≤50	2,000
			50<h≤100	4,000
			h>100	以空氣品質模式推估符合受其影響區域周界標準之相對排放管道濃度值，報經中央主管機關核可者，得以該濃度為標準值。
氨氣 (ppm)	1.0		依第 7 條所列方法計量	
一、二、三甲基胺 (ppm)	0.02		依第 7 條所列方法計量	
硫化氫 (ppm)	0.1		逕排大氣：100 燃燒處理前之入口濃度：650	
硫醇（以甲硫醇計）(ppm)	0.01		依第 7 條所列方法計量	
硫化甲基 (ppm)	0.2		依第 7 條所列方法計量	
二硫化甲基 (ppm)	0.1		依第 7 條所列方法計量	
二硫化碳 (ppm)	0.4		依第 7 條所列方法計量	

3.2 異味之判定

16. 試說明異味強弱程度之判定方式。

解答：為比較異味強弱程度，日本將異味強弱分成6階段，以區分其強弱。其中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。

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

3.3 異味濃度之量測方法

17. 試說明異味污染物官能測定法流程。

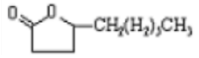
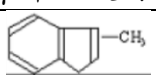
解答：1. 異味污染物官能測定法源自日本，其原理乃將異味樣品以潔淨之零級空氣稀釋至不再感覺到有異味時，以「異味稀釋倍數」作為表達異味物質濃淡程度之指標。

2. 國內異味污染物官能測定依循「異味污染物官能測定法：三點比較式嗅袋法（NIEA A201.14A，民國100年11月）」。此方法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位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)，經去除最敏感及最不敏感之嗅覺判定員數據後，再平均算出餘4名嗅覺判定員可聞出之稀釋倍數，以「異味污染物濃度」表示。經去除最敏感及最不敏感之嗅覺判定員數據後，再平均算出餘4名嗅覺判定員可聞出之稀釋倍數，以「異味污染物濃度」表示。

3. 本法適用於大氣、周界及排放管道中異味污染物量測。

18. 試列舉異味污染物之檢知管呈色反應變化情形。

解答：基準嗅液濃度及氣味性質：

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 Cyclopenorone（甲環戊二酮） 	$10^{-4.5}$	糖焦味
Isovaleric Acid（異戊酸） $(CH_3)_2CHCH_2COOH$	$10^{-5.0}$	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

19. 試列舉官能測定法之可能缺點。

解答：1. 猜選（知悉3袋中必有一含異味物質氣樣袋）。

2. 高濃度異味污染物樣品判定為無味（硫化氫強度與濃度成反比）。

3. 低濃度異味污染物樣品判定為無臭（判定員由濃聞至稀，嗅覺易疲勞）。

20. 試說明異味污染物之儀器檢測法類型。

解答：1. 吸收法，即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，即將氣樣注入層析儀，利用層析管柱將氣樣中化學物質成分單離後，再以適當儀器檢測。

21. 試列舉配合層析法常見之檢出器。

解答：1. 火焰離子偵測器 (Flame Ionization Detector, FID)：在氫燄中燃燒有機物時，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測。FID適於碳氫或含氧碳氫化合物之檢出，但無法偵測甲醛。

2. 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，可將其通過濾波器（硫392 nm、磷526 nm）轉變為電子信號而被偵測。FPD對含硫異味之感度約為FID之1,000倍。

3. 熱傳導度檢出器 (Thermal Conductivity Detector, TCD)：含被檢出物之氫或氦之載體氣流之熱傳導度較氫或氦為低，當其通過一條被一定電流加熱之電阻線時，電阻線溫度將增高，藉此可檢出異味物質。TCD適於無機氣體、硫化氫、氨等之檢出。

4. 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。

5. 電子捕捉檢出器 (Electron Capture Detector, ECD)：在氮載體氣流流經通電子流之極板間時，親電子元素將吸收電子而成負離子，致使其移動速度小於自由電子而延長其到達極板之

時間，極板間電流之降低將被偵知。ECD對含氯異味之感度靈敏，但對氯乙烯 (Vinyl Chloride, CH_2=CHCl) 無特別感度。

6. 質譜儀檢出器 (Mass Spectrochromatography Detector, MSD)：在載體氣流中待測物經電子衝擊離子化後，待測物將解離成特定「質量/電荷數 (m/z)」之離子束，經過磁場偏向後，各不同m/z比離子可以UV檢出器偵知，吾人可利用m/z圖譜推測可能成分。

22. 試列舉異味之檢知管呈色反應變化情形。

解答：1. 此法經常用於含還原態硫（硫醇、硫化氫）、氮化物（氨、胺）之檢出。

2. 參考下表之異味檢知管呈色反應

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

3.4 不明異味來源調查

23. 試說明工業所衍生之異味污染事件的調查執行方式。

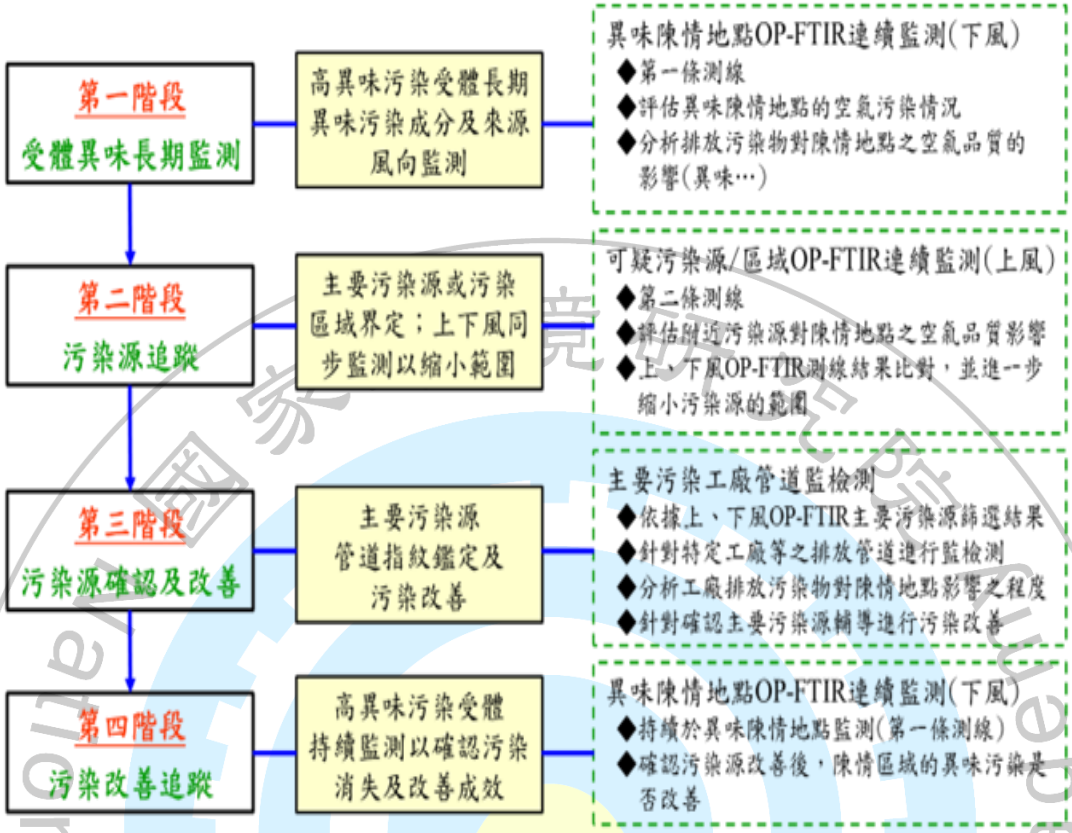
解答：1. 於異味污染事件發生時，能快速且有效的找到及釐清污染來源，並要求污染來源（工廠）做改善，藉以解決異味污染事件及民眾陳情。一般依污染來源是否明確，區分為「已知污染來源」和「不明污染來源」二大類。

2. 若是已知污染來源，則直接針對污染來源進行監檢測與稽查，包含：(1)污染源和附近社區相對位置；(2)污染源的產業類別；(3)污染物種類；(4)盛行風向；(5)加強污染源（工廠）稽查與監檢測；(6)問題改善和(7)紀錄歸檔；

3. 若是不明污染來源，首先先進行背景調查，包含：(1)受體和鄰近工廠/工業區的相對位置；(2)附近工廠的產業類。別；(3)發生時間和頻率；(4)受影響的範圍；(5)異味的特徵和(6)盛行風向，接著再以「漸進式污染源搜尋法」進行異味污染來源

調查。

4. 參考漸進式污染源搜尋法的執行架構：



24. 試比較常用的 VOC 氣體監檢測技術之特性。

解答：常用的VOC氣體監檢測技術比較：

分析儀器	GC-MS	PTR-MS	OP-FTIR	GC-FID	Online GC-MS
連續性	非連續	連續	連續	連續	連續
除水方式	降溫冷凝	無	無	薄膜乾燥法	降溫冷凝
偵測極限	<0.5 ppbv	<1.0 ppbv	約 10 ppb	約 0.5 ppb	約 0.5 ppb
分析速度	-1 小時	數秒-數分鐘	數分鐘	-1 小時	-1 小時
限制	缺乏即時數據	定性/定量具不確定性；對含氯物質不敏感	苯環類及烷類感度較差，不適合監測背景濃度，下雨無法測	不適合分析含氧 VOC	儀器維護技術程度高
適用性	可測含氧 VOC，定性/定量精準，未知物判定	即時性，特別適用於含氧 VOC	即時性，特別適用於烯烴	碳氫化合物	可測含氧 VOC，定性/定量精準，未知物判定

肆、揮發性有機物排放特性及管制

4.2 石化業揮發性有機物排放管制

25. 試列舉石化製程揮發性有機物排放可能之固定污染源與逸散污染源。

解答：1. 固定污染源：

(1) 廢氣燃燒塔：廢氣燃燒塔是用來處理不可回收或緊急釋放的揮發性氣體，雖然這些設施的設計旨在將VOCs轉化為水和二氧化碳，但燃燒不完全或操作不當可能導致未完全燃燒的VOCs逸散，增加環境污染風險。

(2) 製程排放管道：在石化製程中，化學反應會釋放副產品氣體，如二氧化碳 (CO_2)、揮發性有機物 (VOCs) 和其他反應產物。透過設置鍋爐、防制設備等降低廢氣中污染物濃度後，再經由排放管道排入大氣中。

2. 逸散污染源：

(1) 儲槽：用於存放原料或產品的儲存設施在運作過程中會逸散VOCs，尤其是密封性能不足的儲槽。

(2) 裝載設施：裝載或卸載液體、氣體時會產生VOCs排放。

(3) 設備元件：如管線、閥門、接頭、泵等因磨損、腐蝕或密封不良導致VOCs的逸散。

(4) 廢水處理設施：石化廠的廢水中常含有揮發性污染物，在處理過程如曝氣和攪拌中逸散到大氣中。

(5) 密閉設備：反應器、釜等密閉設備在操作過程中，由於內部壓力變化或密封材料老化，可能出現細微的氣體滲漏，釋放VOCs。

4.3 表面塗裝相關行業揮發性有機物排放管制

26. 試說明表面塗裝相關行業法規管制現況。

解答：表面塗裝相關行業法規管制現況整理如下表所列，包含「汽車製造業表面塗裝作業空氣污染物排放標準」、「聚氨基甲酸酯塗布業揮發性有機物空氣污染管制及排放標準」及「膠帶製造業揮發性有機物空氣污染管制及排放標準」。

法規名稱	汽車製造業表面塗裝作業空氣污染物排放標準	聚氨基甲酸酯塗布業揮發性有機物空氣污染管制及排放標準	膠帶製造業揮發性有機物空氣污染管制及排放標準
最近修訂日期	民國 94 年 12 月 16 日	民國 112 年 4 月 25 日	民國 111 年 6 月 22 日
管制範疇	汽車製造業 表面塗裝作業	使用聚氨基甲酸酯為原料，於基布上進行塗布、烘乾之作業，形成聚氨脂膜之行業	VOCs 原（物）料年用量大於 25 公噸之膠帶製造業

法規名稱	汽車製造業表面塗裝作業空氣污染物排放標準	聚氨基甲酸酯塗布業揮發性有機物空氣污染管制及排放標準	膠帶製造業揮發性有機物空氣污染管制及排放標準
集氣設施	---	●新設、既存製程（水性，除烘乾區外）→一般氣罩 ●既存製程（其他，除烘乾區外）→包圍式操作 ●新設製程（其他，除烘乾區外）→密閉負壓 ●新設、既存製程（烘乾區）→密閉負壓操作	規範各作業區之集氣設施類型（混拌區、塗布區及烘乾區→密閉負壓或包圍式收集；儲槽區→密閉集氣設施收集）
防制設備（處理效率、排放濃度、排放量）	乾燥室防制設備破壞處理效率 90%及排放管道排放標準 60 mg/Nm^3	●增訂管道 VOCs 處理效率和排放濃度 ●加嚴管道 DMF 排放標準排放濃度 ●增訂管道異味管制值並加強新設業者管制	●VOCs 原(物)料年用量達 250 公噸以下者：處理效率≥ 95% ●VOCs 原(物)料年用量達 250 公噸以上者:處理效率≥96%或排放量≤2.2 kg/hr ●新設製程：處理效率≥97%或排放量≤2.0 kg/hr
	VOC：110 g/m^2	--	---
其他規範	每月提交主管機關原物料運作紀錄報告書	按月作成報告書，每季向主管機關申報	按月作成報告書，相關紀錄資料應保存 6 年備查

4.4 建物塗料揮發性有機物排放管制

27. 試說明建物塗料揮發性有機物排放管制現況。

解答：1. 根據民國108年1月19日公告「建物及工業維護塗料揮發性有機物成分標準」(以下簡稱塗料成分標準)，訂定不同類別之建物及工業維護塗料商品VOCs含量限值。

2. 管制架構：國內建物與工業維護塗料VOCs之管制研訂係以「法規管制」之強制手段為主(即訂定塗料產品VOCs含量限值)，並輔以塗裝實務、稀釋操作、環保標章制度與自主管理等「柔性鼓勵機制」。管制對象為塗裝作業時衍生之揮發性有機物 (VOCs) 不易或無法收集處理的場合中所使用之建物及工業維護塗料。

3. 「建物及工業維護塗料揮發性有機物成分標準」採漸進式分階段管理；目前評估國內業者可達成之技術水準，優先針對

3類別5種塗料訂定VOCs成分限值規定，包括室內牆壁及天花板用塗料（A及B類別）及室外牆壁用塗料（C1、C2及C3類別）；納管塗料種類類別乃依據標準檢驗局CNS 15080所定義之塗料產品進行分類，以維持一致性。

4. 塗料VOCs成分標準外，標準檢驗局亦訂有「建築用塗料之揮發性有機化合物 (VOC) 最大限量值」(CNS 15080)，推動應施檢驗之塗料，類別包括建築用防火塗料、調和漆、瓷漆、水性水泥漆、溶劑水泥漆等共5種塗料。兩單位管制類別不同，但皆以訂定產品VOCs含量為之，透過本部及標檢局推動管制達成保護民眾健康與維護空氣品質，降低建物塗料逸散之VOCs排放量之目的。
5. 推動室內牆壁、天花板用塗料（A類別）、室內牆壁/天花板用有光塗料（B類別）、室外牆壁用塗料（C1類別、C2類別及C3類別）等塗料產品之管制，推估VOCs減量可達2,000噸/年，約占建物塗料VOCs排放量之6%。
6. 建物及工業維護塗料揮發性有機物成分標準：

種類	用途	調節黏度方式	揮發性有機物成分限值規定
A類別	室內牆壁、天花板用塗料（60度光澤度≤25）	水性型	不得超過50 (g/L)
		溶劑型	不得超過50 (g/L)
B類別	室內牆壁、天花板用有光塗料（60度光澤度>25）	水性型	不得超過100 (g/L)
		溶劑型	不得超過100 (g/L)
C1類別	室外牆壁用塗料	水性型	不得超過100 (g/L)
C2類別	非透明類室外牆壁用塗料	溶劑型	不得超過450 (g/L)
C3類別	透明類室外牆壁用塗料	溶劑型	不得超過600 (g/L)

備註：

1. 室內牆壁、天花板用塗料 (Matt Coatings for Interior Walls and Ceilings)（A類別）：用於室內牆壁及天花板，60度光澤度25以下之塗料。
2. 室內牆壁、天花板用有光塗料 (Glossy Coatings for Interior Walls and Ceilings)（B類別）：用於室內牆壁及天花板，60度光澤度超過25之塗料。
3. 室外牆壁用塗料 (Coatings for Exterior Walls of Mineral Substrate)（C1類別、C2類別及C3類別）：用於室外石材、磚塊或水泥砂漿粉飾的牆面塗料。
4. 室內牆壁、天花板用塗料（A類別）、室內牆壁、天花板用有光塗料（B類別）、室外牆壁用塗料（C類別）等定義，係參考中華民國國家標準「CNS-15080建築用塗料之揮發性有機化合物 (VOC) 最大限量值」之「2.用語釋義」訂定。

伍、異味及揮發性有機物控制技術

5.1 石化業逸散排放控制技術簡介

28. 試說明針對石化業 HAPs 相關製程及污染源之加嚴規定。

解答：1. 國內石化工業區間康風險偏高，主要貢獻物種包含氯乙烯、1,2-二氯乙烷、氯仿、1,3-丁二烯、苯及丙烯腈等六大HAPs。環境部於民國108年1月22日公告VCM標準，加強含氯物種管制規定。考量其他運作HAPs相關製程亦有健康風險疑慮，應一併檢討。民國112年12月4日修正發布「揮發性有機物空氣污染管制及排放標準」，優先以苯、乙苯、丙烯腈、1,3-丁二烯等物種以及對應之芳香烴、SM、VCM、PVC、ABS製程加嚴規定。

2. 儲槽、裝載及槽車依物種別管制，公私場所儲存、運作HAPs物種之對應設備適用加嚴規定，設備元件、密閉設備則以製程別管制，另增訂船舶裝載HAPs過程裝設迴氣管規定。

3. 石化業HAPs相關製程、污染源之加嚴規定：

污染源	對象	HAPs 製程加嚴規定
儲槽	丁二烯、丙烯腈、苯、乙苯	◆ 壓力槽 ◆ 浮頂槽存放運作 HAPs 儲槽排氣規定： • 內浮頂+防制設備 • 外浮頂加蓋+防制設備
船舶	交通部規定物種*	HAPs 導入船舶儲槽，應裝設迴氣管，將船舶儲槽內氣體導回岸上儲槽或防制設備設備之一
裝載及槽車	丁二烯	管線以氮氣吹趨或真空抽引方式，且吹趨、真空抽引氣體採密閉集氣系統連通至連通至原料回收系統、原料儲槽、或空氣污染防制設施處理
	丙烯腈、苯、乙苯	裝載管線及槽車接頭應採止漏型接頭且保持密封
設備元件	芳香烴、SM、ABS 製程	◆ 洩漏管制規定：採低洩漏型式設備元件 ◆ 洩漏檢測規定： • 氣體及輕質液閥、法蘭洩漏定義值 100 ppm • 氣體及輕質液閥洩漏檢測每季 1 次（含難檢元件） ◆ 限時修護規定 • 氣體及輕質液閥需提報更換計畫書並依計畫書執行 • 法蘭面洩漏者須於 12 小時內完成修護，3 個月不得重複洩漏
密閉設備		◆ HAPs 製程密閉設施開槽規定： • 重合槽或聚合槽<500 ppm • 其他密閉設備<1,000 ppm

29. 試說明針對石化業者設備元件管理項目及工作內容。

解答：1. 設備元件管制主要採取洩漏檢測與修護制度 (Leak Detection And Repair, LDAR)。依據VOCs標準，洩漏定義值作為自廠洩漏源判定，業者自行對該元件進行修護；洩漏管制值作為告發處分之依據，主管機關對超標者予以處分。

2. 加嚴規定如下圖：



5.2 異味污染物控制技術簡介

30. 試說明異味污染物之常用控制技術。

解答：1. 異味污染物的控制技術，可以分成污染源改善、暴露途徑及保護受體3個層面。

(1) 污染源改善是指改變原料、改變製程、改善設備、加強維修、管末處理（控制設備）等方式，例如採用異味強度較低的原料、使用低有機溶劑塗料、使用較低的加工溫度、製程設備圍封降低逸散排放量、減低抽氣量降低管末處理設備設置或操作費用；

(2) 暴露途徑的處理，可輔以異味的集排氣或擴散方法。集排氣可能考慮氣罩設計原則，擴散採用加高煙囪，使異味於到達受體前充分稀釋；

(3) 保護受體例如遮飾，以植物精油或芳香劑等混入異味污染物，減少受體之不愉快程度。

2. 一般的異味污染物的管末處理技術可以依據處理的類別分成(1)物理：活性碳吸附或水洗；(2)化學：化學洗滌、焚化、過氧化氫；(3)生物：生物洗滌、生物滴濾、生物濾床等，常用的處理技術如下表所示。

分類	方法	概要	應用案例
物理	1.吸收	以水或其他不易揮發液體將污染物由氣相轉移至液相	油煙之水洗
	2.吸附	以活性碳或其他吸附劑將氣狀污染物由氣相轉移至固相	有機溶劑之回收
	3.冷凝	降低溫度將氣狀污染物轉移成液相去除或回收	乾洗溶劑或貯槽油氣之回收
	4.稀釋	以空氣將異味物質稀釋	異味之高煙囪排放
化學	1.吸收	以含化學藥劑之水溶液將氣狀污染物吸收後中和、氧化或還原，亦稱反應性洗滌	以次氯酸鈉水溶液處理生活污水場排氣
	2.吸附	以化學吸附劑將氣狀污染物吸附並中和、氧化或還原	以離子交換樹脂去除排氣中微量酸性物質
	3.臭氧氧化	以氣狀臭氧或含臭氧之水溶液將氣狀污染物在氣相或液相中氧化	飼料廠或生活污水場排氣除臭
	4.焚化法	將污染物在 600-800℃間直接焚化去除，或在 200-400℃間藉觸媒氧化去除	化製廠蒸煮器排氣之直接焚化，或漆包線製程排氣之觸媒氧化
生物	氧化	將氣狀污染物吸收至微生物膜或微生物懸浮液中，再氧化去除	以生物濾床處理堆肥場排氣

國家環境研究院 National Environmental Research Academy