氣狀污染物控制技術簡介練習題 (甲乙級)

貳、氣狀污染物及其控制簡介

2.2 氣狀污染物之特性

1. 依「固定污染源空氣污染防制費收費費率」，揮發性有機物之定義為何？

   解答：在 1 大氣壓常溫下，測量所得沸點在攝氏 250 度以下的有機化合物。

2. 空氣污染防制法施行細則規定空氣污染物中與揮發性有機物有關之物質，有哪些是排除物質？

   解答：1.「揮發性有機物空氣污染管制及排放標準」內定義：不包括甲烷、一氧化碳、二氧化碳、碳酸、碳化物、碳酸鹽、碳酸銨等化合物。

   2.「固定污染源空氣污染防制費收費費率」內定義：不包括甲烷、一氧化碳、二氧化碳、碳酸、碳酸鹽、碳酸銨、二硫化碳、氰化物、硫氰化物。

參、揮發性有機物防制技術

3.1 揮發性有機物控制技術簡介

3. 一般常用的揮發性有機物控制技術有哪些？

   解答：熱破壞 (燃燒)、吸收 (包括洗滌)、吸附、冷凝及生物處理法等。

4. 一般 VOCs 控制技術選擇時須考慮哪些因素？

   解答：污染物及排氣本身的物理與化學性質、處理效率以及對控制設備的特殊要求 (如場地、位置、大小、成本等)。

3.2 熱破壞法

5. 燃燒是一種快速的氧化反應。說明燃燒須具備之燃燒 3 要素？

   解答：助燃物 (空氣)、可燃物質及溫度。

6. 欲使氣狀污染物完全燃燒，並轉化為無害物質，燃燒過程必須具備哪 4 個要件及其影響為何？

解答：1. 空氣：物質燃燒必須供應足夠的空氣量 (或氧氣量) 才可使氧化反應完全。若空氣量供應不足，則使燃燒不完全，易產生黑煙、一氧化碳或其他污染物；若空氣供應量過大，則會降低爐溫、增加排放量及爐內熱量損失。

2. 溫度：可燃物只有達到著火點以上才能與氧氣反應而燃燒。所謂著火點亦稱自燃點，係指在該溫度時，物質不需要外來火源即可發火的溫度，亦為在氧氣存在下，可燃物開始燃燒所必須達到的最低溫度。部分揮發性有機物及輔助燃料之著火點。若廢氣中揮發性有機物濃度不高，則污染物燃燒產生之熱對廢氣溫度提升相當有限，尚需添加輔助燃料，才能維持所需之燃燒溫度。

3. 停留時間：燃燒室內可燃物 (含揮發性有機物及輔助燃料) 在高溫區的氣體停留時間，應超過其氧化反應所需時間，使燃燒室內所有可燃物有充足時間完全反應，若停留時間不足，恐衍生異味物質或其他二次污染物。燃燒室的體積大小及實際處理風量 (實際操作溫度下的風量) 決定氣體停留時間。

4. 混合：可燃物與空氣中的氧充分混合，使氧化反應迅速且完全。混合程度取決於氣流的紊流強度。

7. 燃燒的 3T 原則為何？

解答：溫度 (Temperature)、停留時間 (Time) 與紊流強度 (Turbulence) 合稱為燃燒的 3T 原則，每個條件皆可視需要情況加以修正，並準確控制，以使可燃物完全燃燒，達到預期處理效果。

8. 何謂燃燒下限？

解答：燃燒下限，或稱為爆炸下限 (Lower explosive limit, LEL)，為使可燃物燃燒之最小氣體體積濃度分率。濃度在 LEL 以下時，因可燃物濃度不足，即使接觸火源，也不發生燃燒。

9. 何謂燃燒上限？

解答：燃燒上限，或稱為爆炸上限 (Upper explosive limit, UEL)，為使可燃物燃燒之最大氣體體積濃度分率。濃度在 UEL 之上時，即使接觸火源，亦不燃燒。

10. 何謂燃燒範圍？

解答：可燃氣體與空氣於一定溫度下混合時，其體積濃度分率必須介於燃燒上限以及燃燒下限 (LEL 及 UEL) 之間才可燃燒，此稱為燃燒範圍。

11. 燃燒範圍受何因素影響？

解答：受溫度及壓力的影響。一般而言，壓力增加，燃燒範圍亦增加，唯其影響較小可忽略。當溫度升高時，LEL 值減小且 UEL 值增加，使燃燒範圍增加。一般而言，空氣溫度每升高 100℃，燃燒下限減少 8%，而燃燒上限增加 8%。

12. 說明各型焚化控制設備之分類。

解答：依觸媒之有無，焚化一般分無觸媒熱焚化 (簡稱熱焚化) 及觸媒焚化二種。依熱回收方式，焚化設施又可分熱回收型 (Thermal recuperative) 及蓄熱型 (Thermal regenerative)。

13. 請說明氣體焚化設施之熱回收率的定義，及典型之熱回收率為何？

解答：$R=(T_c-T_o)/(T_c-T_i)$，其中 T_c、T_o、T_i 分別為焚化爐膛出口氣體、焚化爐煙道氣、欲處理氣體之溫度。表面式熱交換器回收焚化設施高溫排氣熱量，一般熱回收率<70%；蓄熱型者以陶瓷或石質蓄熱材回收排氣熱量，一般熱回收率可達 90%以上。

14. 說明熱焚化法之優缺點？

解答：熱焚化法之優點為適於處理各類有機廢氣及臭味氣體，處理效果極佳，且可回收廢熱利用。但缺點為燃料費及操作成本高，同時若無連續且高濃度之廢氣來源，則會造成能源之浪費。

15. 說明熱焚化法之操作條件？

解答：一般熱焚化之火焰溫度可達 1,370℃ (2,500˚F)。混合氣體在後燃室燃燒溫度為 650~820℃(1,200~1,500˚F)，氣體停留時間為 0.3~0.5 秒，氣流速度為 3~15 m/s。在上述條件下，異味物質之去除率可達 99%以上，燃燒產物通常為水、二氧化碳、氮氧化物、硫氧化物等。燃燒不完全時，可能產生甲醛、有機酸、芳醛 (Aromatic aldehydes)、不飽合醛類及酸類 (α,β-Unsaturated

aldehydes and acids)、次氧化物 (Suboxides) 等二次污染物。

16. 說明觸媒焚化法之操作條件。
解答：觸媒焚化之混合氣體通常需預熱至後燃室燃燒溫度為 350~425℃ (650~800℉)，氣體以 3~15 m/s 之流速通過觸媒層，於燃燒室內停留時間為 0.1~0.3 秒。觸媒焚化一般使用貴金屬觸媒 (主要為鉑 Pt、鈀 Pd、銠 Rh) 或一般金屬氧化物觸媒 (主要為 Cr_2O_3/Al_2O_3、CO_2O_3/MgO)，異味物質之去除率可達 95%。後燃燒室可安裝熱回收裝置，以回收廢熱。

17. 有機物之觸媒焚化難易程度，由易而難依次為何？
解答：醇、醛、芳香烴、酮、乙酸、脂肪烴、氯烴。

18. 蓄熱式焚化法 (RTO) 的特點為何？
解答：預熱室中填充陶瓷材質或能耐高溫的填充物，其蓄熱效果甚佳，熱回收率可達 90%以上。故僅須極少量的輔助燃料，即可將揮發性有機物完全破壞去除，設備使用年限可高達 20 年。

3.3 冷凝法

19. 說明冷凝器原理？
解答：冷凝器 (Condenser) 屬於熱交換器的一種。其原理係利用熱量交換，達到冷卻、降溫、結露。因此溫度降低後，沸點較高的物質結露冷凝發生相變化變成液體狀而與氣體分離，氣體本身的體積也減少。

20. 冷凝作用可以何方式進行？
解答：1. 在定壓下，降低系統溫度。
2. 在定溫下，增加系統壓力。由於加壓所需設備較多且操作成本較貴，一般使用降溫方式以達到冷凝之目的。

21. 冷凝回收技術一般適用的揮發性有機物濃度條件的排氣處理？
解答：5,000 ppm 以上。

22. 冷凝防制設備維護、保養及功能查核要點有哪些？

解答：

設施	維護保養	功能查核
冷凝管外侵蝕	蒸汽含有水分避免高速排入冷凝器時撞擊冷凝管	蒸汽排入冷凝器速度
冷凝管入口、內部浸蝕	1.冷凝水避免高流速 2.冷凝管避免有懸浮固體物 3.冷凝水須加以處理	1.冷凝水流入速度 2.冷凝水水質
冷凝管破管或冷凝管接合處洩漏	採用管塞 (Plug) 將此冷凝導管塞住	溫度差
冷凝器管板腐蝕	冷凝器管板定期維護	避免冷凝水產生之漩渦

3.4 吸附法

23. 說明有機空氣污染物之吸附原理？

解答：吸附現象乃吸附劑 (Adsorbent) 表面對外來吸附質 (Adsorbate) 分子之親和力 (Affinity) 作用。吸附劑表面具有許多活性點 (Active site)，每個活性位置均可進行吸附作用，而吸附作用即是利用固體表面力，將流體中某些物質吸著並集中於固體表面活性位置的現象。

24. 請說明溫度對吸附的影響？

解答：吸附為放熱反應，其效能隨溫度之升高而降低，故操作前應預先冷卻廢氣溫度以提高吸附效率。

25. 說明吸附劑性質中，影響吸附效率之因素？

解答：1. 比表面積：比表面積愈大，飽和吸附容量愈高。
2. 孔隙大小：孔隙愈小，單位比表面積愈大，吸附容量愈高。
3. 表面官能基及極性：在原活性碳表面是呈非極性，故對非極性的有機分子具有高的親和力。當活性碳表面被氧化物如臭氧、高錳酸鉀及氯等氧化時，則有一部分表面變成極性。

26. 吸附質的分子大小、沸點、溶解度、官能基及極性、濃度等對吸附的影響為何？

解答：1. 分子大小：適合吸附物質之分子量約介於 45~200 間，且分子量愈大者，被吸附能力愈佳。

2. 沸點：適合吸附物質之沸點約介於 20~175℃間，且沸點愈高，吸附能力愈佳。
3. 溶解度：溶解度愈大其受溼度之影響愈大。
4. 官能基及極性：同系分子中，具某特定官能基愈多者與低極性化合物 (甲醇除外) 吸附能力愈佳。
5. 濃度：進流 VOCs 濃度愈大，其吸附之貫穿時間愈短。

27. 請針對溫度、溼度、流量、熱傳效果等 4 個環境因子，說明其對吸附法之影響？

解答：1. 溫度：因吸附為放熱反應，故溫度愈低愈有利吸附作用。
2. 溼度：相對溼度愈大，活性碳飽和吸附容量愈低，且吸附質濃度愈低或溶解度愈大者其受影響愈大。
3. 流量：流量增大會使貫穿時間縮短。
4. 熱傳效果：選擇吸附塔半徑及管壁厚度較小者，可增加散熱作用，提高吸附效果。

28. 在吸附的過程中，以何種力進行吸附者，稱為物理吸附？

解答：凡得瓦爾力或分子內力。

29. 在吸附的過程中，以何種力進行吸附者，稱為化學吸附？

解答：均勻極性力或非均勻極性力。

30. 比表面積與吸附劑吸附容量有何關係？

解答：比表面積是決定吸附劑吸附容量的最主要性質。比表面積越大，表示吸附劑有越多的活性位置，其吸附能力也越大。一般污染防制上常採用活性碳作為吸附劑來控制異味及 VOCs，而工業用活性碳的比表面積約在 500~1,500 m^2/g 間。

31. 沸石的化學通式為何？Si/Al 對其性質影響如何？

解答：沸石 (Zeolite) 為一種水合矽鋁氧化物，為 SiO_4 四面體所構成之三度空間晶體，有些矽可被三價鋁置換，成為 SiO_4、AlO_4 之規則排列結晶。一般沸石通式為 $(M_x^+, M_y^{2+})\,(Al_{x+2y}Si_{n-(x+2y)}O_{2n}).mH_2O$、$M_x^+$、$M_y^{2+}$為交換性陽離子，通常為 Na^+、K^+、Ca^{2+}或 Mg^{2+}。Si/Al 比為沸石重要性質之一，高 Si/Al 比沸石較具疏水性。

32. 活性碳吸附常應用於 VOCs 的控制有哪些？
解答：脂肪族、芳香族、有機氯化物、酮類、醇類 (甲醇除外) 及酯類等吸附控制。

33. 不適合活性碳吸附處理之 VOCs 包括哪些？
解答：1. 反應性化合物：有機酸、醛類、部分酮類、某些單體。
2. 高沸點物質：可塑劑、樹脂類、長鏈碳氫化合物 (碳數＞14)、酚類、二元醇、胺類。

34. 說明一般固定床式吸附設備操作條件？
解答：1. 廢氣空塔速度 0.2~0.5 m/s。
2. 廢氣空塔停留時間 1~2 秒。
3. 廢氣通過碳床壓損 70~150 mmH_2O。

35. 請說明吸附法的影響因子與操作注意事項。
解答：吸附能力隨平衡 VOC 濃度之增加、溫度及溼度之降低而增加。吸附操作溫度宜維持在 40℃以下，若廢氣含有大量水分，將在活性碳表面凝結，使污染物質吸附效果下降。此外，灰塵、煙霧、雜質若覆蓋在吸附劑表面亦會降低吸附能力，故皆必須先將干擾物質除去。若考慮回收 VOCs，進口廢氣濃度宜在 300~5,000 ppmv (即分壓 0.23~3.8 mmHg) 間。若考量工業安全，通常進流廢氣的 VOCs 濃度須低於 25%之 LEL。

36. 活性碳吸附達飽和狀態，其再生之方法，一般採用何介質進行脫附？
解答：水蒸氣。

37. 請說明沸石轉輪濃縮設備的操作原理。
解答：沸石轉輪濃縮器之目的為將大流量、低濃度 VOC 廢氣轉換成小流量高濃度氣流，使系統處理較經濟。沸石轉輪之核心單元為蜂巢狀轉輪，其中具疏水性沸石，可選擇性吸附欲去除之 VOCs。沸石轉輪適用風量為 2~100 m^3/s，VOCs 濃度為 0~1,500 mg/Nm^3，轉輪轉速 2~5 轉/小時。當轉輪轉動時，轉輪持續通過吸附區及脫附區，換言之吸附與脫附同時進行，因此整體系統之操作無須間斷，可以連續處理。

沸石轉輪可得濃縮比約 6~15 倍之高濃度 VOC 氣流。濃縮後物質可考慮回收，或以燃燒或觸媒加以氧化。若選擇焚化方式，可以熱交換器預熱進氣，同時當作脫附氣體之加熱熱源。

38. 吸附設備維護、保養及功能查核要點為何？
解答：

設施	維護保養	功能查核
導管	1.塵埃聚集狀況並定期清洗。 2.接觸部分狀況。	吸附系統阻力
吸附床	1.定期換碳。 2.前濾網清潔。 3.壓力表與溫度計定期校正。	1.進氣、吸附床、排氣的氣體溫度。 2.壓損是否符合操作許可要求。 3.停留時間是否符合設計值。 4.設備外觀巡視。 5.尾氣是否有異味。 6.是否有破碎活性碳被吹出。
鼓風機	1.檢視塵埃聚集狀況並定期清洗。 2.軸承及潤滑油補注。 3.皮帶是否鬆弛。	定期以壓差計量測

3.5 吸收法

39. 吸收單元的主體為吸收塔，伴隨溶質之廢氣及吸收劑從何處進入，以進行氣、液相之接觸？
解答：廢氣從吸收塔底進入，而吸收劑從塔頂進入。

40. 吸收原理有哪幾種？
解答：吸收可區分為物理吸收與化學吸收二種，物理吸收主要是藉由污染物在液體中的溶解度，達成去除空氣污染物；化學吸收之速率，主要依吸收劑與氣體污染物之反應速率決定。

41. 如何提高化學吸收反應速率？
解答：升高操作溫度、壓力來增加反應速率。

42. 如何提高物理吸收速率？
解答：低溫操作。

43. 請說明吸收法的典型操作條件？
解答：常用的洗滌設備為填充塔，典型之填充塔吸收設備，其內部放入具有大表面積之填充物，增加氣、液接觸效果。吸收液從塔頂往下流，廢氣向上流，異味氣體與吸收液充分接觸，進而形成反應去除。吸收液與廢氣流量比例 (液/氣比) 一般為 1~3 L/m^3，填料高度一般為 2~5 公尺，氣體空塔流速一般為 0.5~1 公尺/秒。

44. 採用吸收法控制 VOC 時，吸收劑應如何選擇？操作參數為何？
解答：最常用的物理吸收劑是水。水除了價廉易取得外，亦可溶解相當多種類的物質。選用時，首應考慮液體對所欲去除之氣體之溶解度 (或亨利常數)，其水溶性會影響使用吸收劑量之多寡。常見揮發性有機物之亨利常數，其值愈大，表示水溶性愈差。通常亨利常數大於 0.01 之揮發性有機物，表示其水溶性不佳，不適合採用水作為吸收劑。若液/氣比設為 1 L/m^3，VOCs 的亨利常數 (m) 需小於 0.007，方適以水作為吸收劑。.

45. 吸收設備維護、保養及功能查核要點有哪些？
解答：

設施	維護保養	功能查核
機件浸蝕及 (或) 腐蝕	1.採用抗浸蝕及腐蝕之材料或加以塗裝。 2.避免殘留液體之存在。 3.清除積垢。	機件是否磨損 (浸蝕或腐蝕)
噴嘴阻塞導致泵送異常、化學積垢密封及機械失效	1.可擇用開口較大之噴嘴。 2.加強沉澱池之功能以減少吸收液之懸浮固體含量。 3.清潔阻塞。	1.噴嘴是否阻塞或損壞。 2.是否積垢。
塔內壁積垢	適當的製程控制或調整吸收液加以抑制	塔內面是否腐蝕積塵
水槽漩渦導致異常磨損及洩漏	安裝防止漩渦板或快速連續洩放	管路及容器是否腐蝕或洩漏
氣液流動不平衡	調整閥門或緩衝器流量	氣液分離器結構支架是否固定良好、氣體流率是否過高

設施	維護保養	功能查核
氣液分離不佳以致排氣有水霧	改進或清潔除霧器、降低氣流流率	出口導管是否有凝結現象
氣體洩漏	加強以封膠將管路接合處密封、修理破裂或洩漏之管路以防止洩漏	管路及容器是否腐蝕或洩漏
壓力降過低、過高	1.檢查氣流流率是否過低、調整風車驅動皮帶及速度、清潔氣體入口管道、檢查入口靜壓是否過低。 2.檢查氣流流率是否過高、調整風車驅動皮帶及速度、清潔吸收塔。	
泵浦與風車振動	經由調整及定期保養加以控制	1.泵浦是否磨損或密封不佳。 2.風車之潤滑液及軸承冷卻液是否不足、皮帶是否磨損、及葉輪是否浸蝕或腐蝕。
熱震	使用多重冷卻界面將熱氣逐漸冷卻，而非突然改變溫度	

3.6 生物處理

46. 生物處理法之操作特點？

解答：生物法為將排氣通過生物濾床、生物滴濾塔或活性污泥混合液，排氣中的異味或 VOCs 等成分傳輸入液相或固相後，為其中之微生物分解。一般在氣體空塔停留時間 0.5~3 分鐘之條件下，VOC 去除可達 95%以上。

47. 生物處理之排氣中揮發性有機物，按分解性由易至難排列為何？

解答：含氧烴；芳香烴；酚；含氮氧烴；烯烴；含氯、氮烴。

48. 生物處理所需的生物植種，來源考量可能有哪些？

解答：1. 大氣吸入。
2. 處理含類似 VOCs 廢水之活性污泥池污泥。
3. 特殊微生物 (來自生物製劑或菌種保存機構) 植種。一般採前二種即可。

49. 請描述生物濾床法的原理與設備？
解答：生物濾床可處理有機廢氣與臭氣。處理時，廢氣中空氣污染成分傳輸進入濾料表面生物膜後，為其中之微生物所分解。生物濾床廢氣處理系統堆置高度通常小於 1 公尺，與廢氣接觸之濾料較易失水，廢氣採下流方式，因可直接噴水於濾料表面增溼，較利於控制濾料水分。此系統可處理低水溶性成分，較不適合處理含高濃度硫、氮、或鹵素化合物之排氣，因其代謝產物 (硫酸、硝酸及其鹽類、鹽酸等) 不易由濾料中移除。

50. 生物濾床法濾料的 3 項主要成分為何？
解答：附著物、蓬鬆材、酸鹼緩衝劑。

51. 生物濾床法濾床內填充之濾料的一般要求，有哪些？
解答：1. 一般需植種活性污泥。
2. 水分=40~80% (以 50~55%為宜)。
3. pH=6~8。
4. 溫度=20~45℃。
5. 營養源：初始需要 N、P、K 量分別為濾料乾重之 0.4、0.15、0.15%。
6. 粒徑=1~5 cm。

52. 一般生物濾床廢氣處理系統濾料對 VOCs 之體積處理能力，一般設計值為多少 $g/m^3.h$？
解答：100。

53. 生物濾床濾料通常使用期限為多少年？
解答：2~4。

54. 列出適用生物滴濾塔處理之揮發性有機物？
解答：苯、甲苯、二甲苯、苯乙烯、醇酮酯醚、醯胺等。

55. 請比較一般生物濾床與滴濾塔，適合處理 VOCs 的特性為何？
解答：與生物濾床比較，滴濾塔較適合處理水溶性大或易產生酸鹼類代謝產物之 VOCs 或異味成分。

56. 說明生物滴濾塔濾料之特性？
解答：一般濾料材質為塑膠、石質、木料，比表面積 50~200 m^2/m^3，堆疊高度 2~6 m。

57. 請說明生物處理法中生物滴濾塔處理VOCs，微生物質體生長量與VOC去除量之關係？
解答：每去除1公斤有機物，約有0.1公斤微生物質體 (Biomass) 產生。

58. 滴濾塔啟動時，一般用與處理標的有機污染物類似之活性污泥混合液為植種，生物膜厚度以多少 mm 為佳？
解答：1~3。

59. 生物滴濾塔一般正常操作條件，氣體空塔滯留時間約？
解答：20~120 秒。

60. 生物滴濾塔有機物生物分解性，由易至難排列？
解答：依次為含氧或氮烴、芳香烴、脂肪烴，多數含鹵素有機物之生物分解性偏低。

61. 說明滴濾式生物濾床原理？
解答：滴濾式生物濾床為生物濾床之改良，濾料主體為塑膠、石質、木料、蛇木屑、樹皮等惰性物質，濾料之比表面積一般小於生物濾床濾料，但大於生物滴濾塔濾料。本法與生物濾床不同者為濾料不含氮磷等營養源，而須由濾料頂噴淋含營養源水溶液提供，此與生物滴濾塔者相同；本法與生物滴濾塔不同者為不須以循環水連續淋洗濾料表面，而僅以間歇噴霧或噴淋營養源水溶方式潤溼濾料表面之生物膜，以維持其功能。

62. 說明使用天然蛇木屑作為生物濾料之特點？

解答：1. 單純 (僅蛇木屑)。
2. 疏鬆通氣 (壓降小於 20 mmAq/m)。
3. 調溼、營養鹽添加及代謝產物洗除容易 (可噴淋或浸水)。
4. 價廉 (NT$6,000/$m^3$)。
5. 比表面積大 (約 1,000 m^2/m^3)。
6. 質輕 (乾濾料之填充密度約 120 kg/m^3，溼濾料之填充密度約 300 kg/m^3)。

63. 請說明生物洗滌法的原理與適用條件？

解答：生物洗滌法有數種，視氣體量及活性污泥系統配合情況而異。廢氣量為數十 CMM 時，可以中壓或高壓活性污泥曝氣鼓風機配合曝氣管，將廢氣直接注入 1.0~1.5 或 4.0~5.0 m 深之活性污泥混合液中；廢氣量>100 CMM 時，可以填充式或板層式洗滌塔，以活性污泥處理後澄清廢水或活性污泥混合液吸收排氣中 VOCs 或異味成分，再利用活性污泥池將該等污染物氧化去除。

64. 何種廢氣成分特別適合生物洗滌法處理？

解答：水溶性高之成分，如氨、低級胺、硫化氫、低級醇、低級酮、低級揮發性有機酸等。

65. 廢氣直接注入活性污泥池作處理時，注入深度為多少較適宜？

解答：1.5~2 m 以上。

66. 廢氣直接注入活性污泥池時，曝氣強度宜低於多少？

解答：小於 0.1 m^3/m^3.min。

67. 加入排氣中 VOCs 後，活性污泥之體積負荷不應超過多少？

解答：1~2 kg COD/m^3.d。

68. 生物洗滌法活性污泥池注入洗滌法之優點為何？

解答：對水溶性污染物 (與氣相中污染物濃度 1.0 mg/m^3 平衡時，液相中污染物濃度大於 0.1 mg/L 者) 之去除率高 (曝氣深度 2.0~2.5

m 時，去除率接近 100%)，污泥混合液之 pH、MLSS、污泥齡、代謝產物之移除、營養源之添加等控制容易。

69. 生物洗滌法活性污泥池注入洗滌法之缺點為何？

解答：曝氣鼓風機及管線可能腐蝕、散氣頭及鼓風機內可能形成黏垢、異味成分對系統微生物可能造成毒性。腐蝕問題可以不鏽鋼、PVC、FRP 耐腐蝕材料克服，黏垢可定期刮除或以蒸氣吹除，鼓風機每 2~3 年須清除積附之油脂及砂礫 1 次，臭氣先行過濾並去除凝結水滴，可免於大部分之積垢及腐蝕問題。

70. 生物處理設備維護、保養及功能查核要點為何？

解答：

設施	維護保養	功能查核
生物濾床	1.防止濾床注水系統阻塞。 2.溫度控制上不可有劇烈的變化。 3.生物濾床的操作 pH 值維持穩定保持在 pH=7 左右。 4.避免產生厭氧區域。	1.濾料含水率。 2.濾床溫度、pH 值。 3.營養源。 4.污染負荷。 5.氧氣供應。
生物滴濾塔	1.使用逆洗的方式，將過厚的生質藉沖洗排出，以維持正常壓降及排氣的正常流通量。 2.pH 值維持在 6 至 8。 3.溫度最好控制在 25~35℃間。 4.循環水量及排氣量控制。	1.微生物生長狀態。 2.循環水 pH 值。 3.塔內溫度。 4.循環水流量。 5.營養鹽添加。
生物洗滌塔	1.pH 值維持在 6 至 8。 2.污泥濃度可控制在 2,000~3,000 mg/L。	1.塔內 pH 值。 2.營養鹽添加。 3.污泥濃度。

3.7 揮發性有機物控制技術選用原則

71. VOCs 控制技術選用原則及經驗法有哪些？

解答：1. 熱破壞法：揮發性有機物在較高濃度時 (1,000~5,000 ppm)，VOCs 燃燒發熱量高，適用熱破壞法，一般可達 95~99%之去除效率。但燃燒程序有時會產生不完全燃燒產物或其他有害副產物，須加上其他的設備作後處理。

2. 冷凝法：使用冷凝法時，需有相對較高之入口濃度 (大於數千 ppm) 才可達到 80%以上之去除效率。通常冷凝法在低溫或高壓條件下，才能得到較佳之效率。

3. 吸附法：VOCs 濃度在數百 ppm 時，利用吸附法可達 90%以上之效率；達 1,000 ppm 以上之濃度時，可超過 95%之效率。吸附處理須考慮吸附劑用量、費用及所吸附污染物之最終處置問題，如回收或燃燒處理。
4. 吸收法：吸收法之效率係由入流之污染物濃度來決定。通常，較低之污染物濃度 (數百 ppm 以下) 時，處理效率約為 90%；超過數百 ppm 之污染物濃度時，效率可超過 90%。吸收處理須考慮後續之廢水處理或吸收油液再生等問題。
5. 生物法：以生物處理法處理揮發性有機物，空塔停留時間 0.5~3.0 分鐘時可達 95%以上處理效率。生物處理法包括生物濾床、生物滴濾塔、滴濾式生物濾床及生物洗滌法等 4 種，適用條件各有不同，須謹慎選擇。

肆、酸性氣體防制技術

4.2 氮氧化物

72. 在燃燒系統中控制 NOx 的產生，必須符合哪些原則？

解答：1. 使用有機氮含量較少之燃料 (不含氮者尤佳)。
2. 降低燃燒區的氧氣濃度。
3. 縮短燃燒氣體在高溫區中的滯留時間。
4. 降低燃燒溫度，特別是不要有局部的高溫區域產生。

73. 燃燒所形成之 NOx 中，絕大部分是何種物質？

解答：NO。

74. NOx 主要包括哪些物質？

解答：NOx 主要包括 NO 及 NO_2。鍋爐燃燒設備所排放廢氣中，NO 約占 NOx 之 90~95%。NO 在大氣中容易被氧化成 NO_2。

75. 請說明氮氧化物的生成機制？

解答：燃燒產生 NOx 主要途徑有 3 項：

1. 熱生成機制：燃燒反應所需空氣中的氮 (N_2) 和氧 (O_2) 在高溫狀態下反應而成 NO，通常燃燒溫度愈高越容易發生。這種情況所生成的 NOx，稱為熱氮氧化物 (Thermal NOx)。燃燒控制於高溫環境會促使 NO 生成。

2. 燃料生成機制：燃料中含氮有機物以 C-N 鍵結存在於燃料中，因其碳氮鍵結為單鍵的結構，極易在燃燒過程中與氧結合形成氮氧化物。在燃油和燃煤鍋爐排氣中，Fuel NOx 約佔總 NOx 排放量的 25~40%。
3. 瞬時生成機制：當以碳氫化合物作為燃料，並以空氣作為助燃劑時，在富燃料比 (Fuel rich)、高溫的條件下，碳氫化合物會分解生成 CH．活化自由基，再與空氣中的氮氣發生反應形成氰酸 (HCN)，此反應快速且不可逆。因此，在燃燒進行時，常可發現在火燄前緣 (溫度比燃燒區低) 有 NOx 快速形成。

76. Thermal NOx 與 Prompt NOx 之生成，主要是來自於？
解答：助燃空氣中的氮氣參與反應。

77. 純氧燃燒的操作注意事項及其對 NOx 生成的影響如何？
解答：純氧燃燒可提高火焰溫度，使有害廢棄物的破壞效率提高，又因氣流中不含氮氣，可避免 Thermal NOx 的生成，並且減少排放廢氣體積，但此種燃燒方式仍需考量經濟性及安全性。

78. 請說明燃燒前之 NOx 防制方法？
解答：燃料低氮化，即改採含氮量低的燃料，可減少 Fuel NOx 的形成，如天然氣、高品質燃料 (低氮) 或是使用加氫脫氮處理過的燃料。但相對地，這些措施會使成本提高，且仍無法遏止 Thermal NOx 於高溫下生成。未來，地球上的乾淨能源日益枯竭，使用燃煤或重油機會將增加，因此本法所能達到之控制效果有限。

79. 請說明燃燒中之 NOx 防制方法？
解答：1. 變更運轉條件。
2. 應用新燃燒法。
整體可使 NOx 濃度降低至 370 ppm 以下。

80. NOx 控制技術中，投資設備成本較少之方法為何？
解答：變更運轉條件。

81. 燃燒時氣燃比與空氣污染物濃度之關係為何？

解答：操作在理論氣燃比 (氣燃比：空氣與燃料的比值。理論氣燃比：理論上完全燃燒時的氣燃比。) 可得到最大的能量輸出，此時燃燒溫度達到最高，一氧化碳 (CO) 及未完全燃燒之碳氫化合物 (HC) 生成濃度最低，但高溫卻促成 NO 的大量生成。

82. 對於 NOx 控制技術，倘若降低氣燃比，可能發生何現象？

解答：易使氧氣不足導致燃燒不完全，使排氣中 HC 及 CO 濃度偏高，當空氣量降低的太低時，則很容易燃燒不完全而產生黑煙。

83. 調整氣燃比，對於氮氧化物的排放有何影響？

解答：當空氣量逐漸增高時 (即高氣燃比)，氧氣濃度也會隨著增加、燃燒溫度下降，使 Thermal NOx 和 Fuel NOx 產量減少。此法雖可提供充足氧氣令燃燒得以完全，但過量的空氣造成燃燒效率不佳，亦使排氣量增加。因此，可採最低空氣量燃燒來執行燃燒管理。低空氣量燃燒也可以成為省能源對策，不過，無法大幅控制 NOx 的生成。

84. 請列出控制氮氧化物排放時，可行之燃燒控制改善方式？

解答：

方法	控制原理	相關說明	去除率 (%)	燃料適用性	備註
低NOx燃燒器	屬於燃燒設備的改良，藉由控制燃氣比達到分段燃燒之目的	1.燃燒區域大，火焰甚長，需注意燃料與氣體混合程度。 2.初設成本甚高，但操作成本較低，目前業界應用廣泛。	30~60	各種燃料	1.既存鍋爐改裝不易。 2.可與煙道氣循環法配合增加效率。 3.此法對高含氮燃料 (如煤) 的效果較不明顯。
煙氣迴流法	藉此降低氣流中之含氧量與燃燒溫度以抑制Thermal NOx	需控制迴流氣體流量，否則氣流過大將致使火焰不穩定，甚至引起管線的損壞	20~40	氣態燃料 低氮燃料	1.影響熱傳導與系統壓力。 2.需裝設煙道和風車。 3.影響系統壓力。

方法	控制原理	相關說明	去除率(%)	燃料適用性	備註
火上風空氣法	延遲燃燒的程序，使完全燃燒離開主要燃燒區	主要燃燒區域為富燃料條件 (Fuel rich)，等待一些熱能以熱輻射傳導出去，再供應充分空氣量使其完全燃燒	15~35	各種燃料	1.無法充分混合二次空氣與主燃燒區的燃燒產物。 2.增加煙塵與CO排放。 3.局部火焰過長，爐管過熱。 4.降低鍋爐效率。
低過剩空氣法	減少過剩空氣量，使氣流中O_2降低，減少O_2與N_2反應形成NOx的機率	避免供氣量低於理論燃燒計量，以防止因燃燒不完全產生CO及焦炭等物質	1~15	各種燃料	1.易造成不完全燃燒。 2.可藉由CO濃度之量測，來判斷鍋爐之燃燒條件。
階段燃燒法	階段控制供氣燃氣比，降低O_2濃度，以延緩釋熱速度，避免主要燃燒區火焰溫度過高	主要燃燒區域進行缺氧燃燒，次燃燒區則補充適當的空氣量以進行完全燃燒	30~60	各種燃料	1.既存鍋爐改裝不易。 2.火焰增長。 3.影響鍋爐燃燒效率。
水(蒸汽)注入法	於燃燒過程注入水或水蒸汽，以降低燃燒區火焰溫度	1.火焰強度與燃燒效率易受影響，甚至不完全燃燒。 2.風扇耗能增加，增加操作成本。	40~65	氣態燃料 低氮燃料	1.耗費能源。 2.不完全燃燒之問題。 3.需考量燃燒效率減低之影響。
減少空氣預熱法	藉此使火焰溫度不致過高以減少Thermal NOx生成	針對天然氣或低氮成分燃料進行處理，目的在抑制Thermal NOx	25~65	氣態燃料 低氮燃料	1.能量損失。 2.進氣氣流溫度下降將使燃燒效率減低。

方法	控制原理	相關說明	去除率 (%)	燃料適用性	備註
再燃燒法	將燃料分兩階段注入。鍋爐則分為3區，主燃區因過剩空氣，NOx產生較少；再燃燒區添加二次燃料（碳氫化合物），將第一區生成之NOx部分還原為N_2；過剩未燃燒物於燃盡區完全燃燒	此法之觀念類似整合階段燃燒法與火上風空氣法兩技術，但實際效果更好	20~50	各種燃料	1. 既存鍋爐改裝不易。 2. 影響鍋爐燃燒效率。

85. 燃燒後的氮氧化物控制技術有哪些？
解答：

乾式法	溼式法	氣態氧化法
選擇性觸媒還原法 選擇性非觸媒還原法 無選擇性觸媒還原法 觸媒分解法 吸收法 吸附法 移動床活性碳法*	氧化/吸收法 吸收/還原法* 氧化/吸收/還原法*	電子束法* 電暈放電法* 介電質放電法*

(註)*：可同時去除氮氧化物及硫氧化物。

86. 各類氮氧化物控制設備中，以選擇性觸媒還原設備 (SCR) 的除氮效率最高，一般可達多少%以上？
解答：80。

87. 氮氧化物控制設備 SCR 適用之還原劑有哪些？
解答：氨 (NH_3) 或尿素。

88. 影響 SCR 系統處理效能之因素有哪些？
解答：觸媒型式、操作溫度、氧氣含量、NH_3 添加量等。

89. 選擇 SCR 系統觸媒應注意之事項有哪些？
解答：

處理型式	燃煤發電廠，蒸汽鍋爐系統
抗酸與抗腐蝕	煙道氣體成分多以酸性氣體為主，觸媒應具備良好之抗酸與抗腐蝕能力
耐用性	因應空氣污染防制設備之處理負荷日益增加，選擇觸媒應以高效率、且耐用期限較長者為佳
適用溫度	不同種類的觸媒對 SCR 反應溫度範圍會改變，選用適用溫度範圍較廣者 (或反應溫度控制容易) 較佳
成本	觸媒材質多以金屬或貴重金屬為主，其成本應合理

90. 請說明溫度對 SCR 技術去除氮氧化物的關係？
解答：溫度為 SCR 技術中相當重要的控制參數：溫度過低，觸媒無法發揮功效；溫度過高，則使 NH_3 氧化，使轉化率變低。所以不同的觸媒種類或還原劑，將使適宜操作的溫度範圍有所不同。例如，釩系觸媒以 NH_3 為還原劑時，反應溫度範圍約為 200~450 ℃。

91. 進行 SCR 之 NH_3-NO 反應時，使用何者物質有助於讓已反應之觸媒活性位置再生？
解答：氧氣。

92. SCR 操作時，NH_3/NO 如何控制及其原因？
解答：NH_3 在 SCR 脫硝反應中，主要擔任還原劑的角色，與氮氧化物作用。但在高溫有氧環境下，氨本身亦可能會被氧化成氮氧化物或氮氣。觸媒對 NOx 的轉化率隨著 NH_3/NOx 比值增加而增加，當達其反應的化學當量時 (即 NH_3/NOx=1)，轉化率達到最高。添加過多的氨並不能使 NOx 的轉化率增加，多餘的氨反而隨著廢氣排出，造成二次污染。因此一般操作上將氨的進料控制在 NH_3/NO=0.85~1.0 間，以確保觸媒的轉化效率 (85%) 及降低發生氨逸漏 (NH_3 slip)。此外，氨的注入方式，會影響氨與氮氧化物的混合，進而影響 SCR 脫硝效能與氨逸漏的多寡。

93. 空間速度對 SCR 而言其重要性如何？

解答：空間速度控制在 10,000 h^{-1} 上下，即每小時可處理 1 萬倍觸媒體積之進氣。

94. 對於大型電廠而言，SCR 安裝位置與其考量為何？

解答：SCR 安裝位置可於靜電集塵器 (ESP) 前、靜電集塵器後或煙氣除硫設備後。若安裝於靜電集塵器後，須使用高溫靜電集塵器；安裝於煙氣除硫設備後，則須增設再熱器加熱煙氣，以達到 SCR 所要求之反應溫度。因此一般流程中以裝設於 ESP 前，惟因大量飛灰易使觸媒之活性衰減，洩漏之 NH_3 亦會造成惡臭之問題，因此必須妥善控制 NH_3 之洩漏量。

95. 對於 SCR 或 SNCR 而言，考量安全性如何決定還原劑？

解答：目前常用之 3 種還原劑為液氨、氨水與尿素。氨 (液氨) 是在氣態下注入煙道氣，尿素則為水溶液。因為尿素在煙道氣流中還要多一道汽化的手續，所以尿素系統需要多一點的滯留時間；注氨系統使用的是氨水，滯留時間也是一樣需要長一點。液氨因具毒性有安全上之考量，目前已很少工廠願意採用；尿素雖需較高之反應溫度，且尿素使用前須先泡製較為麻煩，但因完全無毒性不需安全防護設施，尿素價格也較氨水便宜，目前已被普遍使用。

96. 請比較 SNCR 還原劑液氨、氨水、尿素之選用及特性？

解答：

還原劑	毒性	設備成本	操作難易	藥品成本 (每 kg 有效氮)	儲槽及加藥設備成本	溫度 (℃)	適用對象
液氨	高	高	高	低 (NT$9.0)	高 (系統最複雜且安全防護設備要求高)	870	大型發電機、鍋爐
氨水	低	中	低	高 (NT$17.0)	中 (設備最簡單，需安全防護設備)	870	汽電共生鍋爐、重油引擎、發電機
尿素	無	中	中	中 (NT$15.0)	與氨水設備相近。不需安全防護設備	1,000	汽電共生鍋爐、重油引擎、發電機、水泥旋窯等

97. 分析 SNCR 之優缺點？

解答：SNCR 之主要優點為設置與操作費用低廉，主要設備僅還原劑貯槽與噴注系統，且可避免 SCR 法中觸媒燒結或老化問題。對於既存工廠而言，設備改裝極為容易。但其 NOx 去除率僅約 50~60%，遠低於 SCR 之 80%以上之去除率。

98. 選擇性非觸媒還原法 (SNCR) 是於不添加催化劑之情形下，在煙氣溫度多少時，將氨或尿素均勻噴入爐內？

解答：850~1,050℃。

99. 氮氧化物控制設備 SNCR 最佳操作停留時間？

解答：0.5 秒以上。

100. SNCR 操作時，NH_3/NO 如何控制及其原因？

解答：就 SNCR 操作而言，NH_3/NO 比值愈高，代表添加 NH_3 越多，有利於 NOx 之還原。若 NH_3 過量，未反應的 NH_3 易外洩 (NH_3 slip) 造成惡臭污染，或導致管線腐蝕。NH_3/NO 比值宜控制在 1.3~1.5 間。

101. 氮氧化物設備維護、保養及功能查核要點為何？

解答：

設施	維護保養	功能查核
選擇性觸媒還原法	1.防止 NH_3 外洩。 2.避免管線腐蝕。 3.避免觸媒失效。 4.避免觸媒堵塞。	1.NH_3 添加量。 2.氧氣含量。 3.觸媒是否須更新。 4.溫度控制。
選擇性非觸媒還原法	1.防止 NH_3 外洩。 2.避免管線腐蝕。	1.NH_3 添加量。 2.氧氣含量。 3.混合程度。 4.溫度控制。

4.3 硫氧化物

102. 說明硫氧化物防制技術中，屬於燃燒前之防制方法？

解答：可選用低硫燃料，或於燃料進入燃燒室前，先行處理以降低硫分。如洗煤技術或加氫脫硫，以含硫量 3%的重油為例，經過加

氫脫硫處理後，含硫量可減至 0.3%。若以廢棄物作為燃料，則應盡量排除混入或避免含高硫分廢棄物的燃燒，以減低燃燒煙氣中的硫氧化物。

103. 說明硫氧化物防制技術中，屬於燃燒中之防制方法有哪些？

解答：可在燃燒室內直接加入或噴入吸硫劑，如氧化鈣。例如流體化床焚化爐內的流化介質摻配部分的石灰石 (提供 CaO)，或燃燒爐之煙氣轉角處的耐火材料用高氧化鈣的材質，此等皆有助於降低 SOx 的排放。

104. 說明硫氧化物防制技術中，屬於燃燒後之防制方法？

解答：煙道氣離開燃燒室後，再以吸收劑脫硫，其中排煙脫硫主要分成溼式除酸法、半乾式除酸法及乾式注入除酸法等 3 種方式。

105. 請比較溼式、半乾式以及乾式，3 種排氣 SOx 控制設備選用及特性？

解答：

設備名稱	除硫效率	投資費用	操作費用	空間需求	特點
溼式	>90%	100%	低	高 100%	1.用水量大。 2.材質腐蝕較嚴重。 3.排氣有白煙產生。 4.需廢水處理。
半乾式	>90%	65~90%	中	高 80~100%	1.無白煙問題 (露點以上操作)。 2.材料腐蝕問題輕微。 3.產物 (乾粉) 易處理。 4.不產生廢水。
乾式	50%	30%	高	低 20~30%	1.吸收劑用量大。 2.處理效率不高。 3.設備費用低。 4.操作維修容易。

106. 溼式除酸法常用之吸收劑及反應副產品？

解答：1. 石灰石、氫氧化鈣：副產品為石膏。
2. 氧化鎂、氫氧化鎂：副產品為硫酸鎂。
3. 氫氧化鈉：副產品為硫酸鈉。

107. 溼式除酸法的操作特性為何？

解答：溼式法雖然可同時處理廢氣中之粒狀物與其他氣態污染物，但處理過程中煙氣被冷卻至 60℃左右，若直接引至煙囪會產生排氣的上升力及浮力不足，以及水蒸氣凝結產生白煙之困擾。因此，煙氣引至煙囪前需再加熱，將增加操作成本。

108. 半乾式除酸法利用何種方法將吸收劑加入吸收塔中？

解答：霧化器。

109. 半乾式除酸法 SO_2 在噴霧吸收過程中包括哪 3 個階段？

解答：擴散期、反應期、終止期。

110. 硫氧化物設備維護、保養及功能查核要點為何？

解答：

設施	維護保養	功能查核
溼式除酸法	1.洗滌塔定期檢視及保養。 2.防止噴嘴及除霧器阻塞。 3.防止風車腐蝕。 4.填充材定期清洗。 5.管線防止沉積。	1.塔本體是否有腐蝕。 2.噴嘴及除霧器有無磨損、阻塞。 3.填充材及管線清理。
半乾式除酸法	1.洗滌塔定期檢視及保養。 2.防止噴嘴磨損、腐蝕、阻塞。 3.霧化器是否磨損、阻塞、腐蝕。	1.塔本體是否有腐蝕。 2.噴嘴及霧化器有無磨損、阻塞。
乾式除酸法	1.洗滌塔定期檢視及保養。 2.防止噴嘴磨損、腐蝕、阻塞。 3.霧化器是否磨損、阻塞、腐蝕。	1.塔本體是否有腐蝕。 2.噴嘴及霧化器有無磨損、阻塞。

6.1 異味污染物定義

111. 請說明異味定義？

解答：廣義的異味定義：當人體嗅覺某種「氣味」而「感覺厭惡」，該氣味即為一般認知之異味。另外，依空氣污染防制法施行細則(民國 109 年 4 月 21 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。」

國家環境研究院 National Environmental Research Institute

112. 請說明異味濃度定義和常用表示方式。

解答：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」。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。

113. 請說明異味閾值定義？

解答：「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」，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。

6.2 異味污染物之特性

114. 空氣污染物質中，與異味污染物有關之物質有哪些？

解答：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 3 類具特異性臭味，過去的法規特別列為惡臭污染物。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。

115. 以化學結構言之，異味污染物的分子有何特性？

解答：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。依化學結構區分之常見異味物質及其相關官能基，顯示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。

6.3 異味污染物的健康危害

116. 請說明人體對於異味污染物的反應？

解答：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；而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。

6.4 異味污染物的產生源與管制標準

117. 異味物質來源頗為廣泛，就產生機制言，分為生物分解、化學反應、物理作用等 3 類，請說明物理作用之來源？

解答：物理作用主要為異味物質之相轉移，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、下水道氣味之逸出、油煙中揮發性有機物之逸出等。

118. 異味污染物質來源頗為廣泛，請詳細說明與人類活動有關之異味物質來源？

解答：在生活方面，主要異味源為生活污水及垃圾，主要成分為還原態硫及氮化物、低級脂肪酸等，多為有機物分解產生。

在農業方面，主要異味源為雞豬牛養殖場、化製場、堆肥場等，主要成分與生活污水及垃圾相似；堆肥場尚含糞臭素 (Indole)、甲基糞臭素 (Skatole) 等異味。

在商業方面，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源；瓦斯分裝及鋼瓶檢驗場如逸出著臭劑 (主要為甲硫醇)，亦為商業臭味源。另外，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。

工業異味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。

119. 有關於現行法令對異味之管制事項，請詳細說明對異味之管制事項？

解答：

空氣污染防制法 (民國 107 年 8 月 1 日)	**第 3 條第 1 款**：空氣污染物：指空氣中足以直接或間接妨害國民健康或生活環境之物質。
	第 32 條第 1 項：在各級防制區或總量管制區內，不得有下列行為： 二、置放、混合、攪拌、加熱、烘烤物質、管理不當產生自燃或從事其他操作，致產生異味污染物或有毒氣體。 四、使用、輸送或貯放有機溶劑或其他揮發性物質，致產生異味污染物或有毒氣體。 五、餐飲業從事烹飪，致散布油煙或異味污染物。

	六、其他經各級主管機關公告之空氣污染行為。
	第 67 條：違反第 32 條第 1 項各款情形之一者，處新臺幣 1,200 元以上 10 萬元以下罰鍰；其違反者為工商廠、場，處新臺幣 10 萬元以上 500 萬元以下罰鍰。 依前項處罰鍰者，並通知限期改善，屆期仍未完成改善者，按次處罰；情節重大者，得令其停止作為或污染源之操作，或令停工或停業，必要時，並得廢止其操作許可證或勒令歇業。
空氣污染防制法施行細則(民國109年4月21日)	**第 24 條：**固定污染源及移動污染源排放空氣污染物之檢查，其實施方式如下： 一、儀器檢查：指使用儀器，依中央主管機關規定之方法進行檢查。 二、官能檢查： (一)目視及目測：目視，指檢查人員以肉眼進行空氣污染源設施、操作條件、資料或污染物排放狀況之檢查。目測，指檢查人員以肉眼進行粒狀污染物排放濃度之判定。 (二)異味污染物官能測定:指檢查人員以嗅覺進行氣味之判定。
	第 26 條：依第 24 條規定執行儀器與官能檢查固定污染源及移動污染源排放之空氣污染物，由經各級主管機關訓練合格人員或取得中央主管機關許可證之環境檢驗測定機構為之。
空氣污染行為管制執行準則(民國108年7月25日)	**第 4 條：**主管機關執行空氣污染行為管制時，應符合下列規定： 一、判定粒狀污染物逸散行為時，應以目視確認明顯可見粒狀污染物排放，倘其逸散之廢氣含有水蒸氣，應於稽查紀錄中敘明執行判定時排除水蒸氣干擾之情形。 二、判定異味污染物污染行為時，應繪製或記錄判定異味發生源之相關位置，並描述現場聞到之氣味。 三、判定有毒氣體逸散行為時，應確認污染源所使用之原料、燃料、物料或其產出物含有毒性物質。
	第 8 條：主管機關執行本法第 32 條第 1 項第 3 款及第 4 款之行為管制時，除確認污染源有產生異味污染物或有毒氣體外，並應確認其符合下列情形之一： 一、未裝置異味污染物或有毒氣體收集及處理設備。 二、雖裝置異味污染物或有毒氣體收集及處理設備，但異味污染物或有毒氣體未被完全有效收集及處理。 三、貯放或輸送設施未密封或加蓋。
	第 9 條:主管機關執行本法第 32 條第 1 項第 5 款之行為管制時，除確認污染源有散布油煙或產生異味污染物之行為外，並應確認其符合下列情形之一： 一、未裝置油煙或異味污染物收集及處理設備。 二、雖裝置收集及處理設備，但油煙或異味污染物未被完全有效收集及處理。

120. 位於工業區及農業區之既有污染源、新污染源與其以外之地區，於我國訂定之固定污染源空氣污染物排放標準之異味污染物之周界排放標準分別為何？

解答：工業區及農業區之既有污染源 50、位於工業區或農業區內之新污染源 30 及工業區及農業區以外之地區 10。

6.5 異味污染物的基本控制技術

121. 異味污染物的基本控制技術有哪些？

解答：一般而言，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三個層面。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。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份稀釋；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。異味污染物多為氣狀污染物，因此管末處理方法包括焚化法 (觸媒焚化及直接焚化)、化學洗滌法、生物法、臭氧氧化法、吸附法等。另外，某些製程排放異味污染物係由於廢氣中粒狀物攜帶致臭性物質而造成異味污染，因此，此情況下若能控制粒狀物排放即可有效解決異味污染問題。

122. 請說明異味污染物的常用管末處理技術？

解答：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，通常的異味污染物處理方式,可能會採取單一技術或二種以上技術組合 (串連) 完成單一異味處理工作。