空氣污染防制概論練習題 (甲乙級)

貳、空氣品質保護簡介

2.1 空氣污染物

1. 空污法中對空氣污染物的分類有哪些？

   解答：氣狀污染物、粒狀污染物、衍生性污染物、有害空氣污染物、異味污染物及其他經中央主管機關指定公告之物質。

2. 請舉例說明有哪些污染物屬於氣狀污染物？

   解答：硫氧化物 (SOx)、氮氧化物 (NOx)、氯化氫 (HCl)、鹵化烴類 ($C_mH_nX_x$)、揮發性有機物 (VOCs)、一氧化碳 (CO)、碳氫化合物 (C_xH_y)、二硫化碳 (CS_2)、全鹵化烷類 (CFCs)。

3. 請舉例說明有哪些污染物屬於有害空氣污染物？

   解答：氟化物、氯氣、氨氮、硫化氫、甲醛、含重金屬之氣體、硫酸、硝酸、磷酸、鹽酸氣、氯乙烯單體、多氯聯苯、氰化氫、戴奧辛及呋南類、致癌性多環芳香烴、致癌揮發性有機物、石綿及含石線之物質。

4. 空氣污染物依據形成之順序及分類？

   解答：初始污染物 (或原生性污染物) 與二次污染物 (或衍生性污染物)。

5. 氣狀污染物的種類與定義？

   解答：1. 一氧化碳：無色無味，比空氣輕，當人體吸入一氧化碳後，一氧化碳會與血紅素結合形成碳氧血紅蛋白。
   2. 硫氧化物：在空氣中主要的型態包括有一氧化硫 (SO)、二氧化硫、三氧化硫、四氧化硫、三氧化二硫與高氧化硫等，一般最常指的硫氧化物即包括二氧化硫 (95%)、三氧化硫 (1~5%)。
   3. 氮氧化物：燃燒產生之氮氧化物主要包括一氧化氮及二氧化氮，生成原因為空氣或燃料中之氮化物氧化而成。一氧化氮無色無味氣體，稍溶於水，燃燒直接排放的氮氧化物，主要以一氧化氮為主，約占 90~95%；大氣中的光化學反應可將

一氧化氮轉化成二氧化氮。

4. 碳氫化合物：低濃度的碳氫化合物會對人體呼吸系統產生刺激，較高濃度則可能對中樞神經系統產生影響，甚或致癌。
5. 揮發性有機物：一般指在常溫常壓狀態下 (25℃與 760 mmHg)，其蒸氣壓大於 0.1 mmHg 以上之有機化合物。

6. 一氧化碳與血紅素結合形成碳氧血紅蛋白 (COHb)，其結合力約為氧氣與血紅素的多少倍？

解答：250倍。

7. 二氧化硫可與水反應形成亞硫酸，亦可再氧化成三氧化硫並與水反應形成硫酸，此即酸雨之形成，以 pH 小於多少作為雨水受人為污染的酸雨定義？

解答：近年來許多先進國家及科學家以pH<5.6作為雨水受人為污染的酸雨定義。

8. 粒狀污染物的定義與種類？

解答：粒狀污染物泛指懸浮在空氣中的固體微粒或液滴。粒狀污染物包括下述幾種不同形式：

1. 總懸浮微粒：泛指可以懸浮於空氣之粒狀物質。
2. 落塵：空氣中懸浮微粒能因重力逐漸落下而引起公眾厭惡之物質。
3. 金屬燻煙及其化合物：含金屬或其化合物之微粒，係由昇華、鍛燒或化學反應之蒸汽再凝結形成，通常為金屬氧化物。
4. 煙：通常為碳氫化合物不完全燃燒形成之固體微粒。
5. 霧及霧氣：因化學反應或蒸氣凝結所形成的液滴稱為霧。
6. 飛沫：由液體霧化形成的液態顆粒。
7. 飛灰：由不可燃的微粒所組成，常存在燃燒煤或廢棄物焚化後的氣體中。
8. 煤煙：不完全燃燒所產生黑色碳顆粒的凝聚體。
9. 氣膠：由氣體與懸浮其上之微粒所組成，微粒可以是液體或固體，一般可再分為原生性氣膠與衍生性氣膠。
10. 黑煙為以碳粒為主要成分之暗灰色或黑色之煙。
11. 酸霧指含硫酸、硝酸、磷酸、鹽酸等具有酸性微滴之煙霧。
12. 油煙指燃燒油類產生之空氣污染物，通常含有烷烴、烯烴、有機酸與多環芳香烴等碳氫化合物之煙霧。

9. 哪些污染物質為粒狀污染物之衍生性氣膠？

解答：衍生性氣膠如二氧化硫反應生成硫酸鹽、氮氧化物反應生成硝酸鹽、揮發性氣體凝聚形成有機氣膠等。

10. 經燃燒產生的粒狀物，其粒徑大小差異很大，可從 10^{-9} 到 10^{-2} m，其粒徑大小對人體的危害性為何？

解答：1. 可吸入性微粒：氣動粒徑小於100 μm之微粒，可以通過鼻腔、咽喉進入人體，稱為可吸入性微粒。

2. 胸腔性微粒：氣動粒徑小於10 μm的微粒，容易通過鼻腔、咽喉和氣管而進入肺部。

3. 可呼吸性微粒：氣動粒徑小於2.5 μm的微粒，容易通過氣管及支氣管，到達肺部氣體交換區，沉積於肺泡。

4. 小於0.1 μm的超細微粒則易停留於肺泡或呼吸道及支氣管內，可能影響肺部及心血管，因此對人體危害風險性最高。

11. 典型的大氣懸浮微粒粒徑形成大致呈現三峰分布，請問如何分類？

解答：分別是粗粒峰 (Coarse mode) (大於2 μm)、積聚峰 (Accumulation mode) (0.1~2 μm) 及核凝峰 (Nucleation mode) (小於0.1 μm)。

12. 懸浮在空氣中的微小顆粒會減低地面附近的能見度，在氣象上所稱的靄 (Haze)、霧、霾，如何分類？

解答：當粒狀污染物濃度在大氣超過特定限值時，將妨礙陽光照射，造成能見度降低。其中造成能見度稍微減少的水滴，稱作靄(Haze)；程度嚴重形成目視問題的則稱為霧靄。霧通常形成在海洋、河流、湖泊等水面上。微塵、煙和鹽顆粒也會影響空氣的清澈，統稱為霾。霾在氣象上是指懸浮於空氣中之塵埃或鹽類等非吸水性固體微粒，由於其質點極為細微，致肉眼無法辨識。霾在大氣中多呈乳白色，惟對遠地明亮之背景，則成黃色或橘紅色；反之，對較陰暗之背景，則顯示淡藍色，此乃霾質點所產生之光學效應所致，亦即光線被霾質點散射之緣故。霾是氣象觀測作業中的一種大氣現象，稱為塵象 (Lithometeors)，會造成視障，直接影響水平能見度。

13. 為何沒有懸浮微粒則不會下雨？

解答：懸浮微粒可以當作雲凝結核，若是少了懸浮微粒就不能形成雲則不會下雨。

14. 大氣中常見的光化學氧化物包含哪些物質？

解答：大氣中常見的光化學氧化物包含有臭氧、過氧硝酸乙醯酯 (Peroxyacethyl nitrate, PAN)、過氧丙基硝酸鹽 (Peroxypropionyl nitrate, PPN)、過氧丁基硝酸鹽 (Peroxybutyl nitrate, PBN)、過氧化氫、二氧化氮及烷基硝酸鹽 (Alkyl nitrate) 等。其中，臭氧占約90%，為最主要的光化學氧化物。

15. 試述臭氧為何在 10 點到 15 點的濃度最高？

解答：通常不飽和碳氫化合物具有較高之光化學反應潛勢。每當太陽上升，日照增加，NO氧化成NO_2，造成NO_2增加而NO漸減，再經一段時間之後，二氧化氮吸收陽光產生一氧化氮與氧原子，而氧原子再與氧反應生成臭氧，使得大約在中下午時 (10至15時間) 臭氧濃度達最高值。

2.2 空氣品質保護目的及其概念與原則

16. 何謂 S-P-R (Source-pathway-receptor，污染源-暴露途徑-受體) 模型？

解答：污染源為特定的污染物或污染來源；暴露途徑則為傳輸介質，例如地面水、地下水、空氣、土壤、海洋等；受體則為人體、生物或生態系統。

2.3 空氣品質標準

17. 除個別空氣品質標準外，最常用哪種指標來表示對人體健康的影響程度？

解答：除個別空氣品質標準外，最常用者為空氣污染指標 (Air quality index, AQI)。

18. 空氣污染指標 (AQI) 分類為何？

解答：0~50：良好。

51~100：普通。

101~150：對敏感族群不健康。

151~200：對所有族群不健康。
201~300：非常不健康。
301~500：有害。

19. 何謂勞工作業場所容許暴露標準？
解答：容許濃度係指勞工在作業環境工作，8小時日時量平均之容許濃度，考慮一般勞工每天工作8小時，重複暴露此濃度以下，不致有不良反應者。

20. 何謂「病態建築物症候群」？
解答：世界衛生組織 (WHO) 於1982年將「病態建築物症候群」定義為：「凡因建築物內空氣污染導致人體異常症狀，如神經毒性症狀 (含眼、鼻、喉頭感到刺激等)、不好的味道、氣喘發作等」。

21. 我國的室內空氣品質標準，管制的污染物有哪些？
解答：二氧化碳 (CO_2)、一氧化碳 (CO)、甲醛 (HCHO)、總揮發性有機化合物 (TVOC)、細菌 (Bacteria)、真菌 (Fungi)、粒徑小於等於10微米 (μm) 之懸浮微粒 (PM_{10})。

2.4 空氣品質維護法規與措施

22. 空氣污染防制區分級管制如何劃分？
解答：一級：國家公園及自然保護 (育) 區等依法劃定之區域。
二級：一級外，符合空氣品質標準之區域。
三級：一級外，未符合空氣品質標準之區域。

23. 對於各級防制區內新設或變更固定污染源，「空氣污染防制法」第 6 條明定哪些事項？
解答：1. 一級：民生需要設施、國家公園經營管理必要設施或國防設施外，不得新設或變更。
2. 二級：新設或變更達一定規模者，其排放量須經模式模擬證明不超過所在防制區及鄰近防制區污染物容許增量限值。
3. 三級：既存應削減污染物排放量；新設或變更之固定污染源污染物排放量達一定規模者，應採用最佳可行控制技術，其屬特定大型污染源者，應採用最低可達成排放率控制技術，

且新設或變更之固定污染源污染物排放量應經模式模擬證明不超過污染源所在地之防制區及空氣品質同受影響之鄰近防制區污染物容許增量限值。

24. 何謂容許增量限值？

解答：就其原文而言，係指防止空氣品質嚴重惡化，目的是防止新設或變更之固定污染源排放過量之空氣污染物，導致未來新設的污染源無法設立或排放污染物，因此，限制新設或變更之固定污染源其排放量必須經過模式評估，污染物排放量經過模式的模擬結果，不超過所在防制區及鄰近防制區污染物可容許之濃度增量。

25. 對於容許增量限值亦考慮同一公私場所同一年度之累積排放問題，因此規定哪些事項？

解答：1. 位於二級防制區或符合標準之總量管制區之同一公私場所，同年累計新增或變更2個以上之固定污染源，其總增量加上空氣品質背景值應符合空氣品質標準。

2. 位於三級防制區之同一公私場所，同年累計新增或變更 2 個以上之固定污染源，其總增量仍應符合污染物容許增量限值。

參、空氣污染與防制簡介

3.1 空氣污染與污染產生源

26. 依據污染源排放型態的特性，請說明點、線、面與體源的差異？

解答：1. 點源：一般指空氣污染物從固定排放管道口 (煙囪) 排出者。

2. 線源：主要考量道路的汽機車。

3. 面源：具有面源排放特徵或逸散性污染源。

4. 體源：具有體積排放特徵之污染源，通常為具有三維排放特徵的面源。

27. 臺灣空氣品質受到中國大陸的影響何時最大？

解答：冬春季間、東北季風。

28. 臺灣空氣品質除受到本地固定污染源及移動污染源影響外，從境外移入的污染亦嚴重影響臺灣空氣品質，境外污染物主要來自何地區？
解答：中國。

3.2 空氣污染與大氣環境

29. 大氣對污染物之主要作用為何？
解答：大氣對污染物主要有以下4種作用：
1. 平流作用：風速、風向決定污染物輸送之範圍與程度。
2. 擴散作用：主要為垂直方向擴散，其影響因子包括地表粗糙度、大氣穩定度及混合層高度。
3. 轉化作用：污染物可於大氣環境中因自身衰減或其他污染物或陽光照射發生化學變化，轉化成其他物質而成為二次污染物等。
4. 移除作用：大氣中之污染物可因重力沉降、降雨或降雪、被水蒸氣包圍成為凝結核等方式從大氣中移除。

30. 氣壓如何影響地面空氣污染物之擴散？
解答：以氣壓梯度而言，空氣由於溫度與密度不同，造成各地氣壓不均勻，空氣會由高壓往低壓流動，單位距離內的氣壓差異愈大，等壓線愈密集、氣壓梯度力也愈大，風速愈強。空氣流動時，還會受到地球自轉偏向力 (科氏力) 與地表摩擦力的影響，所以並非直接由高壓往低壓吹送，以北半球而言，空氣流動是由高壓中心順時針方向向外流出 (反氣旋，Anticyclone)，逆時針方向流入低壓中心 (氣旋，Cyclone)。

31. 混合層高度越高，污染物被往上傳送、稀釋的機會越大，濃度越低。一天中混合層高度的最大值與最低值分別出現於何時？又一年中通常哪個季節的混合層高度會較大？
解答：一天中混合層高度的最大值通常在午後2~3時，最低值在清晨5~6時，通常夏季混合層高度較大。

32. 一般最常見的大氣運動即為熱循環系統，哪些現象屬於熱循環系統？
解答：首先為海陸風，白天陸地的比熱比海洋者低，陸地溫度上升較快，且溫度比海洋高，陸地的空氣因熱膨脹而上升，海洋的冷空氣會流向陸地以補充空氣的流失，陸地民眾感受到海風吹來；

相反的，夜晚時陸地的冷空氣會流向海洋以補充空氣的流失。白天由海洋吹向陸地 (海風)，晚上由陸地吹向海洋 (陸風) 的現象稱海陸風 (Sea-land breeze)。其次為山谷風，白天陽光照射到山坡上，使得山上的溫度較山谷高，山坡的空氣因熱浮力而上升，造成山谷氣流向上補充，此即谷風。相反的，晚上因山坡溫度下降的較山谷快，而造成氣流向山谷流動，此即山風。

33. 熱島效應是如何形成的？

解答：城市的氣溫均高於周邊地區。異常的溫度上升主要由於城市人口集中，工業發達，交通擁塞，大氣污染嚴重，且城市中的建築大多為石頭和混凝土，具有高度熱傳導率與熱容量，加上建築物本身對風的阻擋或減弱作用，讓城市的年平均溫度遠高於郊區與農村，形成城市熱島效應。

34. 大氣的穩定度的定義及分類為何？

解答：所謂大氣的穩定度是指大氣抵抗氣流流動的趨勢或能力，意即穩定度越大，空氣愈不易流動；反之，穩定度越小，空氣愈容易流動。依據乾絕熱遞減率與環境的溫降率$(-dT/dZ)_e$之差異，可分為不穩定、中性穩定、穩定、等溫穩定與溫層逆轉等5類。

35. 一般造成溫層逆轉的原因有哪些？

解答：1. 輻射逆轉：夜間時，熱能由地面向大氣輻射，而使地面溫度降低，因此造成接近地面處有逆轉產生，但太陽出現後此現象即消失。通常容易出現在沙漠地帶。

2. 沉降逆轉：由於反氣旋空氣的沉降過程中，因為壓力增加而使得空氣產生絕熱壓縮進而使得溫度升高所致。通常發生於特定高度，因此會與接近地面的溫度坡降產生一個不連續的溫度分布，此不連續的區域即為沉降性逆轉。此外，沉降逆轉往往可持續數日之久，因而容易造成嚴重空氣污染問題。

3. 綜合逆轉：綜合逆轉即輻射逆轉與沉降逆轉同時發生，此時如果污染源介於兩逆轉層之間，可能發生集煙 (Trapping) 現象。

4. 鋒面逆轉：當冷鋒與暖鋒交會時，暖鋒溫度較高而密度較低，因而往往造成暖鋒的相對位置在冷鋒之上，此兩鋒交會面的溫度分布會隨著高度的增加而升高，此即鋒面逆轉。

5. 地形逆轉：因地形之差異所造成之逆轉，例如較冷之海風與受熱上浮的陸地熱風接觸時，亦會有逆轉現象。

36. 空氣污染物的擴散和分布依不同溫度、氣象條件與逆轉現象而成不同環境條件形式，會造成煙道煙柱散布的不同煙柱型態。一般而言可分成 5 種型態，請敘述這 5 種型態。

解答：1. 線圈型：又稱煙圈型，通常發生於晴朗天氣、大氣穩定度低時，煙流快速擴散，高濃度污染區多發生於煙囪附近不遠處。

2. 圓錐型：大多發生於夜間吹強風或陰天之次絕熱或大氣較穩定的氣象條件，其垂直方向混合的機會減少，接觸地面所需距離較線圈型長，影響持續時間較久。

3. 扇型：大多發生於晴朗天氣、夜間至早晨，在近地面溫層逆轉存在或無風狀況下，幾乎無垂直方向擴散，僅水平方向流動。其可傳輸至很遠的距離。

4. 屋頂型：大多發生於晴天、日落或日落後 1 小時內。底層大氣穩定而上層不穩定，因此煙流無法擴散至地面，如煙囪高度不夠高時，且逆溫層很低時，亦可能造成地面污染。

5. 燻煙型：與屋頂型恰相反，大多發生於夜晚晴空微風，輻射逆溫層下或春夏季期間內陸邊界層受白天海風影響，使得岸邊煙流因底層受熱而產生亂流往下混合，造成地面濃度增加。通常此類型煙柱發生時間不超過 30 分鐘。

37. 何謂下洗現象？

解答：常見的下洗行為包括煙囪下洗以及建築物下洗。所謂的煙囪下洗，是指煙囪附近的渦流運動，使煙流在煙囪背風面快速向下混合的現象。建築物下洗是指建築物附近的渦流運動，使煙流捲入建築物尾流區，導致煙流濃度快速向下混合的現象。

38. 煙柱上升高度 (Plume rise) 之定義為何？

解答：煙柱上升高度包括煙囪本身之物理高度外，亦包含煙柱上升之距離。

3.4 空氣污染防制法規與措施

39. 請說明空氣污染防制法，目前對於移動污染源的管制方式為何？

解答：1. 油燃料管制。
2. 排放標準。
3. 車輛改裝。
4. 使用中車輛抽驗。
5. 使用中車輛定期檢驗。
6. 目測、遙測檢驗以及民眾檢舉交通工具污染。
7. 機動車輛停車怠速管理。
8. 空氣品質維護區管制。

40. 關於機動車輛停車怠速管理，要求機動車輛於下列場所，停車怠速等候逾 3 分鐘者，應關閉引擎？

解答：1. 公私立停車場。
2. 道路 (不包含高速公路、快速公路及快速道路)。
3. 其他供機動車輛停放、接駁、轉運之場所。

肆、固定污染源管制簡介

4.2 固定污染源管制概念與原則

41. 固定污染源管制策略中，所謂的行政命令控制為何？

解答：利用傳統的行政命令及管制策略規範工廠內各種產生污染的製程，應遵守的污染排放濃度標準或污染防制設備的去除效率。

42. 固定污染源管制策略中，所謂的經濟誘因為何？

解答：提供經濟誘因讓工廠願意主動降低排放量，例如徵收空氣污染防制費、建立污染許可排放交易系統等。

43. 固定污染源管制策略中，請說明傳統的行政管制可能缺失？

解答：1. 業者處於被動角色，不易出現污染減量的創新行為。
2. 新的防制技術出現，業者無足夠動機變更設備或思考其他減量方向。
3. 政府在資訊不足下，管制政策較無彈性。管末去除效率到一定程度時，再繼續要求污染者減量，會對業者產生很大的邊際成本。
4. 污染防治成本隨著效率與規模，具有顯著差異。

5. 環境技術限制，可能使得環境目標難以達成，而環境設備成本甚高，產業負擔極大。
6. 無法適當反應污染造成之社會成本，且執行耗費人力物力，缺乏誘因讓業者主動改善，導致成效有限。

44. 請說明固定污染源管制策略中，我國目前提供的經濟誘因有哪些？
解答：經濟誘因策略包括「空污費、補貼、獎勵」、排放許可交易制度以及總量管制策略。

4.3 固定污染源管制法規與措施

45. 請說明固定污染源的排放量申報時間？
解答：公私場所具有經中央主管機關指定公告之固定污染源者，應按季於每年1月、4月、7月及10月底前，向直轄市、縣 (市) 主管機關申報其固定污染源前一季空氣污染物排放量。

46. 請說明固定污染源設置許可的核定期間？
解答：核發之許可證，其有效期間為5年；期滿仍繼續使用者，應於屆滿前3至6個月內，向直轄市、縣 (市) 主管機關或中央主管機關委託之政府其他機關提出許可證之展延申請，每次展延不得超過5年。

47. 請說明各級防制區及總量管制區內，不得有哪些行為？
解答：1. 從事燃燒、融化、煉製、研磨、鑄造、輸送或其他操作，致產生明顯之粒狀污染物，散布於空氣或他人財物。
2. 從事營建工程、粉粒狀物堆置、運送工程材料、廢棄物或其他工事而無適當防制措施，致引起塵土飛揚或污染空氣氣。
3. 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。
4. 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。
5. 餐飲業從事烹飪，致散布油煙或異味污染物。
6. 其他經各級主管機關公告之空氣污染行為。

伍、固定污染源控制簡介

5.1 公私場所之義務與責任

48. 何謂企業社會責任 (Corporate social responsibility)？

解答：企業承諾持續遵守道德規範，為經濟發展作為貢獻，並改善員工及家庭、當地社區與社會的生活品質。其主要精神在於企業追求利潤同時，也要對利害關係人負責，進而實現企業的經濟、環境與社會三方得利並達到永續發展的目標。

5.3 固定污染源控制措施與系統

49. 對於一個固定污染源而言，若以SPR模型考慮空氣品質資源管理系統，請問可以規劃的系統分析之數學規劃為何？

解答：1. 目標函數：整體成本最低，所謂的成本包括原物料成本、能源 (電力) 成本、燃料成本、廢氣污染處理成本、廢氣收集與運輸成本、空氣污染防制設備購置成本、空氣品質模擬成本、營運操作成本、回收廢熱成本。

2. 限制式：廢氣排放之質量平衡、污染物濃度 (必須符合法規標準)，資源限制條件、控制設備效率 (必須符合法規標準)、排放量 (必須符合法規標準)、非負值限制式 (所有決策變數必須大於 0)。

3. 所需資料：行業防制成本及處理效率、排放係數、活動強度、排放量、背景空氣品質資料、模式資料、各項成本函數、污染物排放資料、固定污染源所在地背景資料。

國家環境研究院 National Environmental Research Academy