車輛廢氣排放污染物及控制技術簡介練習題

3.1 污染排放氣體對人體之影響

1. 請舉出內燃機主要排放的污染物是哪五種？
   解答：一氧化碳、非甲烷碳氫化合物、氮氧化物、硫氧化物及鉛。

2. 請為可透過燃料提煉技術改良而解決的污染排放是哪兩項？
   解答：硫氧化物及鉛。

3. 臭氧是碳氫化合物、氮氧化物和紫外線起光化學反應產生的產物，對人體主要的傷害是什麼？
   解答：會對肺產生刺激，造成呼吸系統疾病，降低肺功能，增加呼吸系統感染，長期暴露可能會造成肺纖維化。

4. 血紅素對一氧化碳的親和力超過氧的 200 倍，一氧化碳與血紅素結合成一氧化碳血紅素 (COHb) 會妨礙血液運送氧氣的功能，一氧化碳急性中毒症狀，先是嚴重頭痛，接著是噁心、嘔吐和呼吸急促，之後精神錯亂、肌肉無力，頭暈喪失意識和昏迷，最終能導致死亡。一氧化碳的長期傷害又是什麼？
   解答：影響心臟血管系統和中樞神經系統，並易使心臟血管疾病加重、惡化，神經及肺部系統受影響，運動功能受損。有狹心症者，一氧化碳會促使發生胸痛。

5. 排氣管排出的氮氧化物大都為一氧化氮，在大氣中會慢慢氧化成二氧化氮，請問兩者對人體各有什麼傷害？
   解答：一氧化氮和血紅素結合的能力是氧的 30 萬倍，使得血紅素運送氧氣的功能大為減低，呼吸機能受影響，而造成人體缺氧，中樞神經機能減退。二氧化氮為褐色有毒氣體，影響視程，及會造成呼吸方面的疾病及肺傷害。

6. 請問汽油引擎車輛排放廢氣的途徑主要有 3 種，比例大致多少？
   解答：1. 20%由油箱及化油器通氣口排放碳氫化合物之污染。
   2. 25%曲軸箱的碳氫化合物之污染。
   3. 55%尾管排出廢氣中之碳氫化合物、一氧化碳及氧化氮。

3.2 汽油引擎之污染排放控制介紹

7. 請問燃燒火焰猝熄形成的未燃燒油氣，或空氣燃料混合比過濃、汽壁溫度過低、火焰速度太慢、點火不良等，主要會增加哪一種污染排放物？哪一種應該會減少？

   解答：碳氫化合物增加。因燃燒情況不佳，溫度低，氮氧化合物會減少。

8. 請舉出如空氣與燃料混合比等，會影響污染物產生之因素？

   解答：空氣與燃料混合比、點火正時、引擎與大氣溫度、車輛行駛狀態（怠速、加速、等速、減速）、引擎負荷、大氣條件、引擎設計（汽門正時、燃燒室形狀、壓縮比、缸徑行程比）。

9. 請描述空燃比由濃到稀的污染排放特性？

   解答：1. 供給較濃混合氣時，NOx 減少，CO、HC 增加。
   2. 供給較稀混合氣時，CO、HC 減少，NOx 增加。
   3. 但供給超過 17：1 以上之稀薄混合氣時，NOx、CO 減少，HC 增加。

10. 請問點火正時較最高效率點延遲，對 NOx 與 HC 的排放的影響是增加還是減少？為什麼？

    解答：NOx 與 HC 都會減少。因為點火正時延遲，燃燒速度變慢，汽缸內的燃燒最高溫度降低，因此減少 NOx。燃燒速度變慢，使得排氣系統能保持較高之溫度，因排氣管高溫促進氧化結果，因此減少 HC。

11. 請問引擎溫度過高與過低，各會發生哪些污染排放的增加？

    解答：引擎溫度過低時，燃料霧化不良，吸入之混合氣與冷的進氣歧管及汽缸壁接觸，有一部分汽油凝結成液狀或粒狀，為彌補這些凝結汽油，必須使用很濃的混合氣。結果使得混合氣中之空氣量不足，使得 CO 增加，有大量未燃燒燃料，使得 HC 增加。引擎溫度過高時，則會使引擎產生過熱、爆震、預燃等異常，燃燒溫度過度升高時，使得 NOx 增加。

12. 請說明車輛怠速、加速、等速與減速時，污染排放的特性為何？

解答：1. 怠速時：怠速運轉時，因混合比較濃，進入汽缸之混合氣量較少，汽缸燃燒溫度低故發生之 CO 最多，NOx 發生量最少。

2. 加速時：引擎加速運轉時，要求較大之輸出馬力，汽缸內之溫度高，故 NOx 之發生量增多。加速泵作用時，短期間供應多餘之燃料，產生不完全燃燒，故 CO 及 HC 之排出量亦大為增加。

3. 定速時：燃燒狀況穩定良好，汽車一般行駛時，NOx 之發生量較多，HC 之發生量較少。

4. 減速時：由於節氣門突然關閉，空氣大減，CO 之發生量增加。若燃料未及時減少則會產生很濃的混合氣。同時，汽缸內之壓縮壓力降低，燃燒速度及溫度降低，此時消焰層增厚，導致產生大量之 HC。

13. 請問為什麼引擎轉速很快及很慢時，都有可能增加 HC 的排放？

解答：轉速很快時，因燃燒行程時間短，有可能少數油氣未完成燃燒即開啟排氣閥，使得 HC 增加。引擎轉速很慢時，若進排氣的氣門開啟時間有重疊 (Overlap)，則部分新鮮混合氣會由進氣歧管逃逸至排氣歧管，使得 HC 增加。

14. 請問臺灣高海拔與潮溼的高山環境，對車輛污染排放的影響是？

解答：大氣中之氧氣濃度減少及溼度增加，均會降低燃燒溫度，使得 NOx 之產生量減少。同時大氣壓力高低會影響進氣壓力及混合比，如大氣壓力降低，而燃料供給量不變，會使混合比變濃，增加 CO 及 HC 之排放量。

15. 請舉出會影響污染排放的引擎設計項目？

解答：進排氣系統、氣門正時、汽缸燃燒室形狀、壓縮比、火星塞的位置形狀、燃燒室的汽缸壁溫度等。

16. 請問為什麼燃燒室大部分設計成半球形，有什麼優點？

解答：表面積與體積比小，減少缸壁面的混合氣不燃燒油氣，降低 HC 排放。混合氣進出容易，並能在缸中產生強渦流，提高燃燒效率。

17. 請列舉可以降低 HC 及 CO 排放的方法，例如淘汰化油器，使用電子控制式燃料噴射系統，使得空燃比控制更精確？

解答：1. 改良化油器之構造，便能隨時供給良好的混合氣。
2. 採用電子控制式燃料噴射系統，便能經常控制混合氣之混合比在最適切之狀況下。
3. 加熱進氣，使汽油容易氣化。
4. 改良進氣歧管的形狀，使分配到各汽缸之混合氣均勻。
5. 使吸入汽缸中之混合氣產生亂流，以促進燃燒。
6. 在減速時，不要讓節氣門急速關閉，以防止因空氣量不足而發生不完全燃燒。
7. 在減速時，使進氣歧管內導入空氣或混合氣，以維持容易燃燒之狀態，以防止不完全燃燒發生。
8. 在減速時停止燃料的供給。
9. 變更燃燒室形狀使燃燒容易。
10. 改變氣門正時，防止氣門重疊開啟時期，未燃燒混合氣之排出。
11. 採用高性能點火系統，以產生強烈火花，促進燃燒之進行。
12. 延遲點火時間，以提高排氣溫度，使不完全燃燒部分氣體再燃燒。
13. 改良排氣歧管系統，使排氣中的未燃燒部分氣體容易燃燒。
14. 在排氣系統中導入空氣，以促進未燃燒部分氣體再燃燒。
15. 使用氧化觸媒，使有害氣體產生反應變為無毒氣體，使 CO 氧化成 CO_2、HC 氧化成 CO_2 與 H_2O。

18. 減速時瞬間過濃油器，是一氧化碳 (CO) 與碳氫化合物 (HC) 排放的主要原因之一，請問有何改善的方法？

解答：1. 在減速時，不要讓節氣門急速關閉，以防止因空氣量不足而發生不完全燃燒。
2. 在減速時，使進氣歧管內導入空氣或混合氣，以維持容易燃燒之狀態，以防止不完全燃燒發生。
3. 在減速時停止燃料的供給。

19. 請列舉可以減少汽油車排放污染物之裝置，例如自動溫度調整式空氣濾清器，可以減少 CO、HC。

解答：1. 自動溫度調整式空氣濾清器—減少 CO、HC。
2. 進氣歧管及進氣孔的改良—減少 CO、HC。

3. 化油器的改良—減少 CO、HC 及 NOx。
4. 減速時混合比控制裝置—減少 CO、HC。
5. 燃燒室的改良—減少 CO、HC、NOx。
6 排氣再循環裝置 (EGR)—減少 NOx。
7. 二次空氣供給裝置—減少 CO、HC。
8. 熱反應器—減少 CO、HC。
9. 點火裝置的改良—減少 CO、HC。
10. 點火正時控制裝置—減少 HC、NOx。
11. 氧化觸媒轉換器—減少 CO、HC。
12. 三元觸媒轉換器—減少 CO、HC 及 NOx。
13. 燃料噴射裝置—減少 CO、HC 及 NOx。
14. 吹漏氣回流裝置—防止 HC 的排出。
15. 燃料蒸發氣體控制裝置—防止 HC 的排出。

20. 觸媒轉化器 (Catalyst Converter, CATA)、二次空氣 (Air injection System, AIS) 與廢氣再循環系統 (Exhaust Gas Recirculation, EGR)，是 3 種汽油引擎車輛最常用的後處理系統。其中何者主要是汽車很少使用，何者機車很少使用？
解答：二次空氣汽車很少使用，因為二次空氣只對氧化觸媒有效，目前汽車污染排放法規，已多使用三元觸媒。廢氣再循環系統機車很少使用，因為系統較為複雜，而對應的 NOx 排放，機車需求較低。

21. 請問三元觸媒中，通常會含有哪三種貴金屬觸媒，其中負責氧化的是何種貴金屬，負責還原的是何種貴金屬？
解答：鉑、鈀與銠。鉑、鈀負責氧化 HC 與 CO，銠負責還原 NOx。

22. 請問二次空氣導入的目的，主要是減少哪一些排放物？
解答：二次空氣將新鮮空氣導入排氣歧管內，增加氧含量，有助於碳氫化合物 (HC) 及和一氧化碳 (CO) 再次氧化，因此減少 HC 及 CO 的排出。

23. 請問廢氣再循環 (EGR) 的目的，主要是減少哪一些排放物？
解答：將部分已燃燒的廢氣導回進氣歧管，由於已燃燒廢氣幾乎不含氧為惰性氣體，在燃燒過程中可以吸收熱量，降低燃燒溫度，因此

減低氮氧化物 (NOx) 之形成與排放。

24. 蒸發污染控制系統是用活性碳罐吸收燃油揮發分子，請問這些吸收的燃料後來到哪裏去了？
解答：引擎運轉時，活性碳罐吸收的燃油分子，可藉進氣歧管的負壓連同少量的空氣，吸入進氣歧管，進入汽缸中燃燒。

3.3 柴油引擎之排放污染控制系統介紹

25. 請問柴油主要的污染排放物為哪些？
解答：氮氧化物 (NOx) 與粒狀污染物 (PM) 為柴油引擎主要的污染排放物。

26. 請舉可以降低柴油引擎 NOx、HC、CO 排放的技術。例如使用高壓噴射裝置。
解答：改良燃燒室、吸入副燃料、採用高壓噴射裝置、改良噴油嘴、使用電腦控制噴射系統、改良柴油品質、使用燃料添加劑、使用替代燃料、使用廢氣再循環系統 (EGR)、使用選擇性觸媒轉化系統（SCR，又名尿素中和系統）。

27. 請問選擇性觸媒轉化系統（Selective Catalystic Reduction，簡稱 SCR）？是在排氣系統中注入了什麼物質，對降低何種引擎排放物有效？
解答：SCR 系統將尿素水 (Urea) 噴在引擎排氣管中，利用尿素中的化學分子與氮氧化合物 (NOx) 產生化學變化來降低氮氧化合物 (NOx) 的產出。

28. 柴油引擎中濾煙器 (DPF) 是用來捕集廢氣中的粒狀物，經過一段時間捕集相當數量的粒狀物後，會使排氣背壓上升，影響引擎性能，必須設法使捕集之粒狀物氧化消除，使捕集器再生恢復功能。請舉出濾煙器再生的方法，並說明其原理。
解答：1. 節流控制進氣系統：在柴油引擎之一缸或數缸之進氣管裝置節氣門，以節流控制進氣量，能增加排氣中 HC、CO 濃度及排氣溫度，使達到粒狀物再燃燒溫度，以再生捕集器之控制系統。

2. 節流控制排氣系統：此系統主要利用在排氣管捕集器之上流或下流，裝置上面附有可調整面積之小洞 (Orifice) 之蝶形閥，關閉蝶形閥，阻礙排氣之流出，增加背壓以提升溫度，促使捕集器中粒狀物燃燒之技術。使用排氣節流控制，以增加 2.0-3.0 bar 之排氣超壓 (Exhaust Over Pressure)，可使排氣溫度升到 550℃，粒狀物能再燃燒消除，在廣泛的引擎運轉範圍均能使用。
3. 使用電熱器以加熱捕集器：使用電熱器以加熱捕集器中捕集之粒狀物，使其著火燃燒，為再生捕集器簡便的方法之一。目前已發展成功微電腦控制電熱式捕集氧化器消音系統，依排氣背壓、流量、溫度等決定出蝶形閥開度及電熱器通電時間，能有效的再生捕集器，並確保其使用壽命。
4. 使用燃燒器以加熱捕集器：在捕集器前方加裝燃燒器來燃燒捕集的粒狀物，係有效的捕集器再生方法；燃燒器所使用之燃料有與引擎使用相同之燃料及供應第二種不同燃料等兩種方式。燃燒器燃燒時所需氧氣之供應方法有空氣供應式及排氣供應式兩種。要確保捕集器之使用壽命，避免因溫度過高而損毀。對再生時粒狀物之捕集量、捕集器入口溫度及燃燒時間，需做精確的控制。
5. 使用塗佈觸媒之捕集器：在捕集器之過濾材料上塗佈貴金屬觸媒劑，可降低粒狀物產生氧化所需之溫度。金屬網式過濾器使用觸媒後，可使粒狀物之再生溫度由 600℃降至 315℃，在柴油引擎高速、高負荷運轉下，排氣溫度升高即可自行產生再生作用。濾煙器的工作原理是使引擎排氣通過具有微小孔隙的濾材，並藉由濾材截留排氣中的粒狀污染物，而達到過濾效果。使用燃料添加劑，以降低捕集粒狀物之燃燒溫度。
6. 在燃料中加入燃燒促進劑：於黑煙產生的整個過程中（核生成、表面成長、凝集……）都有抑制作用。使用銅與鉛組合之添加劑，可使捕集器中粒狀物之燃燒溫度降低約 200℃。
7. 使用粒狀物結塊器：使用靜電放電裝置或靜電沉澱裝置，使細小的粒狀物能集結成大塊的粒狀物，雖不能減少粒狀物之質量排放率，但可以降低對人體的傷害及對環境的污染。排放之粒狀物集結成較大塊後可以大幅降低能見度及污損性，因粗的粒子在空氣中停留的時間短，且人的鼻子系統能將它過濾掉，不使進入肺部。因此使用靜電結塊器，配合集塵收集系統，可大幅降低排煙濃度。

29. 請問為什麼現代先進柴油引擎噴射壓力越來越高，高壓噴射有什麼好處？

解答：高壓噴射能使燃料得到大的運動能，霧粒細小，混合氣形成速度快，燃料噴射時期縮短；能提升燃燒性能，縮短燃燒時間，對減少黑煙及 NOx 之排出量，提高出力、減少燃料消耗具有良好效果。

30. 請問柴油引擎排放粒狀物可分為哪兩種成分，何者比例極少，但無法透過再燃燒去除？

解答：主要分為碳微粒與金屬氧化物灰分。灰分比例極少，但無法透過再燃燒去除。

國家環境研究院 National Environmental Research Academy