

110 年公務人員特種考試警察人員、一般警察人員、國家安全局 國家安全情報人員考試及 110 年特種考試交通事業鐵路人員、退 除役軍人轉任公務人員考試試題

等別：四等考試

類科組別：消防警察人員

科目：火災學概要

甲、申論題部分：（50 分）

一、請以氣體燃燒為例，詳細說明各燃燒要素、環境壓力及發火條件。（25 分）

【破題關鍵】

1. 《考題難易》：★★★(最多 5 顆星)

2. 《解題關鍵》：需對燃燒四要素,壓力與燃燒範圍之變化及發火能量清楚論述

【使用學說】：燃燒理論、燃燒範圍與最小點火能量概念

【擬答】

(一)燃燒要素：氣體燃燒屬於 B 類火災，通常較固體或液體之燃燒快速，甚至容易產生爆炸現象，其燃燒四要素如下說明：

1. 可燃物：可燃性氣體之熱傳導係數很小，燃燒之發熱量較大，若與空氣混合濃度達到燃燒範圍，即具備可燃之條件。
2. 助燃物(氧氣量)：空氣中氧氣體積約占 21%，可燃性氣體通常氧氣濃度在 15%以上，即可燃燒。
3. 熱能(發火源)：熱能必須達到氣體物質之最小點火能量以上或燃燒溫度以上，才可燃燒。氣體之最小點火能量較低，如氫氣及乙炔約為 0.02mJ，故容易引燃。發火源則種類很多，如靜電，有焰火源、撞擊摩擦與引擎之斷熱壓縮皆是。
4. 連鎖反應：氣體燃燒為有焰之擴散燃燒，燃燒快速、發熱量高，火焰產生之輻射熱更能加速燃料之燃燒效能。

(二)環境壓力：除了氫氣及一氧化碳外，壓力增大通常會使可燃物之燃燒上限變大，物質之燃燒範圍變大，就會增加燃燒之危險性。而且壓力增大會使最小點火能量下降，更容易點火燃燒。但壓力若低於物質之壓力界限，則無法燃燒。

(三)發火條件：包含物質之組成條件及能量條件二種

1. 組成條件：指可燃性氣體與空氣之混合濃度必須達到燃燒範圍。
2. 能量條件：外界能量來源很多種，但必須達到最小著火能量或燃燒溫度才能燃燒。

二、請分別說明液化氣體容器發生蒸氣爆炸前之現象，與原油或重質油發生沸溢(Boilover)前之現象。（25 分）

【破題關鍵】

1. 《考題難易》：★★★★(最多 5 顆星)

2. 《解題關鍵》：主要考 BLEVE 與重油沸溢現象之論述及分析

【使用學說】：BLEVE 及沸溢發生機制或過程之學理

【擬答】

(一)液化氣體容器發生蒸氣爆炸前之現象：

1. 液化氣體容器受火焰侵襲，容器內液體受熱蒸發使槽內氣體壓力上升，此時容器安全閥因容器內部壓力過高而動作釋放內壓。[安全閥動作]

2. 槽內液體繼續受熱而加熱過度，平衡狀態之氣態及液態，因壓力放出而破壞平衡。高溫之液態，乃急劇蒸發成為氣體，使儲槽液態量減少降低冷卻能力，氣態量增加在儲槽內累積巨大壓力，致使安全閥設計容量無法排放巨大壓力。[儲槽內壓力急速上升]
3. 大量高壓氣體猛烈撞擊容器，將破壞容器腐蝕或高溫脆化點，造成容器破裂，大量氣體向外噴出之爆炸現象。

(二)原油或重油發生沸溢(Boilover)前之現象：

重油或原油為混合油品，沒有固定的沸點，油槽表面高揮發性油燃燒後，因持續加熱在黏稠低揮發性油料表面會形成高溫之熱波區，熱波往下行進速度通常大於表面油料燃燒下降速度，一般含水量大於 0.3% 之重油，其熱波下降速度約為 3~20 mm/min，油燃燒速度約為 1.3~2.3 mm/min。熱波溫度超過 100°C 時，油槽之危險度愈大，當熱波降至槽底水墊層時將形成大量爆炸性水蒸氣往上衝，而將燃燒中的熱油噴出油槽外，造成巨大火球火災，此稱為原油或重油之沸溢或突沸(Boilover)現象(Drysdale, 1987)。

重油槽發生沸溢現象時，熱波溫度會達到約 150~316°C，使水墊層水瞬間變成水蒸氣而體積膨脹約 1700 倍，並將大量燃燒油料噴出槽外。沸溢發生需具備三種條件：

1. 熱波滲透至油槽底下之水墊層
2. 水轉換成過熱之水蒸氣
3. 水蒸氣無法穿透高黏度油料

乙、測驗題部分：(50 分)

- (A) 1. 熱傳導係數是材料導熱能力重要的影響因素之一，有關熱傳導係數，下列敘述何者正確？
- (A) 固體物質比液體具有較高熱傳導係數
 - (B) 氣體比液體具有較高熱傳導係數
 - (C) 熱傳導係數愈大，物質傳熱速度慢
 - (D) 金屬材料熱傳導係數比非金屬材料熱傳導係數小
- (C) 2. 海龍滅火藥劑主要的滅火原理，係控制下列何種燃燒要素？
- (A) 可燃物
 - (B) 氧氣
 - (C) 連鎖反應
 - (D) 熱能
- (A) 3. 燃燒產生的高溫氣體向上浮起，為下列何種力造成的？
- (A) 重力
 - (B) 庫倫力
 - (C) 表面張力
 - (D) 強作用力
- (D) 4. 建築物發生火災時，煙的流動方向，主要受到下列何種因素的影響？
- (A) 濃度
 - (B) 亮度
 - (C) 可視度
 - (D) 壓力
- (D) 5. 有關高樓防火避難安全設計原則，下列敘述何者錯誤？
- (A) 內部裝潢儘量不燃化
 - (B) 足夠的結構耐火性能
 - (C) 適當的防火區劃
 - (D) 「單一方向避難原則」的逃生設計
- (B) 6. 有關粉塵爆炸，下列敘述何者正確？
- (A) 粉塵爆炸係發生於粒子內部之燃燒反應
 - (B) 浮游粉塵含水分超過一定程度時，爆炸威力會降低
 - (C) 粉塵爆炸可如氣體般均勻濃度分布
 - (D) 浮游粉塵，粒徑愈小，發火溫度愈高
- (C) 7. 有關硫化氫(H₂S)之性質，下列敘述何者錯誤？
- (A) 具毒性
 - (B) 具可燃性
 - (C) 密度同甲烷，易自然散失
 - (D) 易產生靜電火花引火
- (B) 8. 下列何種材料之熱傳導係數最低？
- (A) 銅
 - (B) 岩棉
 - (C) 混凝土
 - (D) 低碳鋼

- (C) 9. 有關固體表面與流體間之熱量傳遞，可依牛頓熱對流公式估算，其中自然對流的熱對流係數 ($W/(m^2 \cdot K)$) 範圍為：
- (A) 10-500 (B) 100-1,000 (C) 5-25 (D) 0.1-1
- (A) 10. 高溫物體與低溫物體之間，無媒介物質，熱直接傳至對方之現象稱為：
- (A) 熱輻射 (B) 熱對流 (C) 熱傳導 (D) 熱反應
- (C) 11. 物體溫度為 $227^{\circ}C$ ，輻射率為 0.1，其輻射強度約為：
- (A) 0.015 KW/m^2 (B) 15 KW/m^2 (C) 0.354 KW/m^2 (D) 354 KW/m^2
- (C) 12. 某烷類氣體燃燒時與理論氧氣量的體積比急 1:2，該氣體的燃燒下限約為多少？
- (A) 18.3% (B) 9.5% (C) 5.2% (D) 0.052%
- (B) 13. 有關有焰燃燒，下列敘述何者正確？
- (A) 分解燃燒與蒸發燃燒不屬於有焰燃燒
(B) 火焰係發生於氣相燃燒區
(C) 僅發生於可燃性氣體
(D) 僅發生於可燃性液體
- (B) 14. 有關混合燃燒與擴散燃燒的一般特性，下列敘述何者正確？
- (A) 混合燃燒的燃燒速度比擴散燃燒慢
(B) 室內火災引燃天花板煙氣所致之閃燃現象，可視為混合燃燒型態
(C) 蠟燭燃燒為混合燃燒
(D) 瓦斯漏氣燃燒後起火爆炸為擴散燃燒
- (B) 15. 下列那一個易燃性氣體之燃燒範圍，其危險性相對較高？
- (A) 10%~60% (B) 6.0%~75% (C) 16%~50% (D) 8%~70%
- (B) 16. 下列何種物質的特性，有較高的可燃性傾向？
- (A) 較高的熱傳導係數(thermal conductivity)
(B) 較低的比熱(specific heat capacity)
(C) 較高的密度(density)
(D) 較高的熱慣性(thermal inertia)
- (D) 17. 室內發生閃燃(Flashover)或複燃(Backdraft)時，下列敘述何者正確？
- (A) 閃燃觸發主因是氧氣 (B) 複燃引發的關鍵機制是輻射熱
(C) 閃燃一般發生於火災衰退期 (D) 複燃發生前一般處於悶燒狀態
- (D) 18. 可燃性物質置於室內燃燒時，可發生閃燃，置於室外燃燒時則否；造成此種差異現象，與下列何者關聯性較高？
- (A) 兩者火勢大小之差異 (B) 兩者燃燒速率高低之差異
(C) 兩者火焰是否產生熱輻射 (D) 兩者是否產生輻射能回饋效應
- (D) 19. 當非導體之帶電物體，接近接地體時，除帶電物體與接地體之間發生放電外，幾乎同一時間，沿著非導體表面發生如樹枝狀發光之放電，此現象稱為：
- (A) 火花放電 (B) 條狀放電 (C) 電暈放電 (D) 沿面放電
- (D) 20. 不易累積靜電之導體，係指體積電阻係數($\Omega \text{ cm}$)為多少以下之物質？
- (A) 1015 (B) 1013 (C) 1011 (D) 109
- (C) 21. 影響自然發火之因素，下列敘述何者正確？
- (A) 熱傳導度愈大，愈容易傳導熱，愈易起火
(B) 氣體熱傳導度大於液體及固體，故愈易引起燃燒
(C) 同一物質，粉狀蓄熱條件較整塊為佳，故較易起火
(D) 物質含大量水分時，熱傳導度小，故易蓄熱起火

- (D) 22. 有關乙炔及其容器之危險性，下列敘述何者錯誤？
- (A) 乙炔之分解爆炸，壓力越高，最小點火能量越小
 - (B) 高壓情況下，乙炔易生聚合反應，升溫發熱，促使分解爆炸
 - (C) 當乙炔噴出時，丙酮粒子亦一併噴出而發生靜電，其電荷可達 10,000V 以上
 - (D) 界限壓力隨容器管徑增加而上升
- (D) 23. 有關家用天然氣事故之處置方式，下列敘述何者錯誤？
- (A) 關閉天然氣開關
 - (B) 熄滅附近火源
 - (C) 迅速打開門窗，使室內空氣流通
 - (D) 立即關閉電氣開關並拔除電源
- (D) 24. 下列無外力加工之事故現象，何者非屬蒸氣爆炸？
- (A) 鍋爐破裂
 - (B) 原油槽之沸溢(Boilover)
 - (C) 鹽槽爆炸
 - (D) 天然氣管線外洩爆炸
- (B) 25. 爆炸對於消防救災產生潛在之危害，下列敘述何者正確？
- (A) 依能量大小分為爆燃及爆轟
 - (B) 火焰面和衝擊波發展成同一波，稱為爆轟
 - (C) 氣體燃燒形成之爆炸主要是指擴散燃燒
 - (D) 爆燃對於人體及周遭物體造成之影響大於爆轟