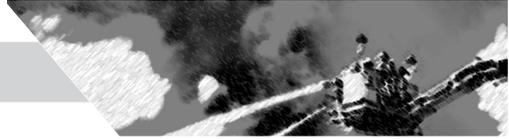


第五章



爆炸概論

爆炸現象常伴隨著火災的發生，本章節考生應著重於爆炸之定義、分類及過程加以認識，其中對粉塵爆炸應特別加以研讀及注意。

壹、爆炸

一、爆炸之定義

所謂爆炸定義說明如後：

- (一) 爆炸是物質能量突然地、迅速地釋放的現象。
- (二) 燃燒如反應極快速，大量反應熱能使生成之氣體與周圍空氣膨脹使熱能轉變為機械能，產生壓力釋放，伴同熱、光及爆音，此現象即為爆炸。
- (三) 爆炸係壓力之快速產生，並釋放至周圍壓力較低之環境，因氣體快速膨脹，擠壓空氣或容器壁摩擦，發出聲響，通常造成破壞。
- (四) 燃燒爆炸在本質上與燃燒無異。
因在火災學上將其歸類於非正常燃燒（燃燒產生之熱量，遠超過逸散之熱量），又屬於發焰燃燒中之混合燃燒。
- (五) 爆炸可分燃燒爆炸及壓力爆炸，壓力爆炸指鍋爐等壓力容器因容器老化或內壓過高造成容器爆裂稱之。

二、爆炸之分類

(一) 依理化工學理論來區分：

1. 物理性爆炸：指鍋爐及壓力容器，由於內部壓力過高，容器不勝負荷而破裂，而發生迅速釋壓之現象。



5-004 火災學 (含概要)

2. 化學性爆炸：如石油、火藥類物質，由於快速之放熱反應，所導致的壓力迅速增加及釋放，此現象即為爆炸。

3. 粉塵爆炸：粉塵與空氣混合燃燒，火焰傳播極為快速，幾乎瞬間，由於氣體膨脹所產生之壓力，而發生爆炸。

註：燃燒與爆炸之差異在於燃燒反應有無造成壓力

(二)由爆炸時物質之相態，爆炸可分為「氣態爆炸」、「液體爆炸」、「固體爆炸」。

(參見陳弘毅 85 年三月二版 p87)

1. 氣態爆炸：又可分為瓦斯爆炸與分解爆炸

(1)瓦斯爆炸：可燃性氣體與助燃性氣體之混合所生之爆炸。

(2)分解爆炸：物質因熱分解而引起爆炸，此種爆炸需有助燃性氣體存在。

2. 液態爆炸：又可分液體混合爆炸與蒸氣爆炸

(1)液體混合爆炸：指兩種以上液體混合所生之爆炸。

(2)蒸氣爆炸

3. 固態爆炸：又可分為爆炸性物質爆炸、混合爆炸與電線爆炸

(1)爆炸性物質之爆炸：

(2)混合爆炸：指兩種以上固體混合所生之爆炸。

(3)電線爆炸：指過大電流通（過電流）所生之爆炸。

(三)於工業上爆炸可分為「物理性爆炸（爆裂）」、「化學性爆炸（爆燃、爆轟）」、「物理化學性爆炸」。

1. 物理性爆炸：

(1)物理性爆炸特徵為「爆炸現場通常無燃燒痕跡」，並且傷者衣服無大面積燃燒痕跡。

(2)如輪胎爆炸、電線過負載爆炸、火山爆炸、水蒸氣爆炸、突沸（沸騰液體膨脹蒸氣爆炸－BLEVE）

(3)儲槽在施氣體耐壓試驗失敗所發生之爆炸等，皆屬於物理性爆炸

2. 化學性爆炸

(1)化學性爆炸特徵為「爆炸現場有燃燒之痕跡」，且傷者有大面積燃燒痕跡，這是因為燃燒之化學物質爆炸燃燒波於受難者四周展開，導致皮膚表面大面積燒傷。

(2)氣體爆炸、霧滴爆炸、粉塵爆炸、分解爆炸、聚合爆炸、反應性失控爆炸、可燃性蒸氣爆炸、爆燃及爆轟。



3. 物理化學性爆炸

- (1) 物理化學性爆炸是同時或順序發生物理及化學性爆炸。
- (2) 當液化氣體因某種因素造成壓力低於臨界壓力或溫度升高至其臨界溫度以上時，因無法維持液態而急速氣化致體積膨脹造成（BLEVE）現象，此為物理性爆炸；如此種蒸氣具易燃性，接觸外部著火源後，又於大氣中發生蒸氣雲爆炸（UVCE）形成火球，此是化學性爆炸；此兩種現象係緊接著發生，先發生物理性爆炸繼之發生化學性爆炸故稱為物理化學性爆炸。

註 1：爆燃（deflagration）：放熱（熱、燃燒）反應快速地從氣體燃燒源，因傳導、對流、輻射等擴延至未反應物料。燃燒區經由物料擴散至未反應物料的速率低於音速。

註 2：爆轟（detonation）：放熱反應並於反應物質中產生震波，通常造成爆炸。反應區擴延的速率比未反應物料中之音速更快。

三、爆炸之過程

爆炸之過程可分三階段來說明：

- (一) 引爆（同「起爆」）：註：本階段就採取預防措施來防止爆炸產生當可燃氣與氧混合後之混合物，再給予熱能時，先由局部發生激烈反應產生火焰，此為起爆或引爆過程。
- (二) 成長過程：註：本階段應採取抑制措施來降低爆炸造成之損害由引爆衍生之熱，使燃燒延伸鄰接未反應部份，此時火焰面依舊快速持續進行毋須再供給熱能，此為成長過程。
- (三) 常態燃燒（安定燃燒）：註：本階段應採防護措施來降低燃燒損害擴大

四、爆炸性物質之定義

(一) 爆炸性物質定義說明如後：

定義 1	1. 在可燃性有機物中，部份受到熱或撞擊即起化學變化。除產生游離熱量外，同時產生大量氣體，使局部壓力快速上昇，其中因高溫活性氣體分子之作用，繼而引發其他部份急遽分離現象，此類物質稱為爆炸性物質。
------	---



<p>定義 1</p>	<p>2.以流程圖表示如下： 部份可燃性有機物 → 受熱或撞擊 → 產生游離量氣體 → 使其他部份發生急遽分離現象 註：凡可燃性有機物有以上性質稱為爆炸性物質</p>
<p>定義 2</p>	<p>在熱力學上定義： 凡處於不安定平衡狀態之一個、多個均一系或非均一系物質，遇有輕微之攪亂作用，即發生物理或化學變化，促使周圍壓力上昇之物質稱之。</p>

五、爆炸性物質之八大特性

爆炸性物質屬於第五類危險物品，其特性有八，說明如下：

- (一)可燃性：爆炸性物質本身必具可燃性。
- (二)高含氧量：爆炸性物質含氧量，故燃燒時通常毋庸外部供氧本身就能提供大量氧氣。
- (三)易燃性：爆炸性物質本身引火點低、具易燃性，故製造、保存及搬運應特別留意。
- (四)活性大：爆炸性物質因活性大易受加熱、火焰、衝擊、摩擦或與其他化學物質或藥品接觸而發火。
- (五)易起氧化反應：爆炸性質易因長時間貯存而起氧化作用，因氧化作用而起熱分解，此時周圍環境供蓄熱條件，就有起火爆炸之危險。
- (六)本物質之燃燒多為爆炸燃燒。
- (七)滅火不易：此類物質多為爆炸燃燒。燃燒速度快，滅火不易，不適用窒息滅火法，以水冷卻為宜。
 註：禁水性物質不宜用水滅火。
- (八)有混合危險之虞：爆炸性與物質與第一、三、六類危險物質混合有危險之虞，禁止混合載運。與第二、四類危險物品混合危險性小，但仍視為有危險。由此可知不可與任何物質混合為爆炸性質物質特性之一。

六、爆炸性物質之種類

(一)由爆速威力可分「低爆藥」及「高爆藥」茲分述如下：

1. 低爆藥：指爆每秒 1000 公尺以下之爆藥，含黑色火藥、無煙火藥。

(1)黑色火藥

①成分：由硝酸鹽為主體之有煙火藥。



- ②形狀：呈亮黑色顆粒或銀灰色粉末。
 - ③特徵：燃燒時有濃烈硝石味道，冒白煙。
 - ④性質：對熱、磨擦、震動及火花都相當敏感，很小的火花就可引爆，但容易吸潮結塊。
 - ⑤注意事項：黑色火藥因為製造、取得、引爆容易，所以歹徒最慣常使用。處理時，要特別注意它對磨擦、火花的高度敏性感性，以避免發生危險。
- (2)無煙火藥：爆速每秒約 700 公尺
- ①成分：主要為硝酸酯類，又稱硝化棉。
 - ②形狀：呈琥珀色或黑色，有塊狀、帶狀、球狀、柱狀及有孔圓柱體等形狀。
 - ③特徵：燃燒產生硝石味道及白煙均較黑色火藥淡。
 - ④性質：對熱、磨擦、震動較黑色火藥不敏感，但仍能以火花、火焰引爆，大量燃燒時亦可能爆炸。
 - ⑤用途：獵槍彈、砲彈的發射藥。
- 註：係指爆炸性反應較為遲緩燃性之火藥類。
- (3)黑色火藥與無煙火藥性質比較

黑色火藥特性	無煙火藥特性
1. 對衝擊、磨擦比較敏感。	1. 對衝擊、磨擦不太敏感。
2. 吸收濕氣，則變質喪失爆炸性，	2. 具迅速燃性及吸濕性。
3. 此種火藥係混合而成，不會自然分解，故無自然發火之危險性。	3. 在開放空間點燃時，只會燃燒不會爆炸。
	4. 呈淡黃色或淡褐色之固體，隨時間經過會變質變色。

2. 高爆藥：爆速每秒 1000 公尺以上之爆藥，含代拿邁炸藥、TNT（梯恩梯）炸藥、TRT（特出特）炸藥、C炸藥、硝胺炸藥（AN）、AN-FO 等。
- (1) Dynamite 代拿邁炸藥：爆速每秒約 6000 公尺。
- ①特徵：貯存略久會產生結晶，在包裝紙表面上會有小滴狀或結晶狀油漬滲出，爆炸時產生濃烈黑煙。
 - ②性質：對熱、磨擦、震動都相當敏感，需用雷管引爆，貯存不當及大量燃燒隨時有爆炸危險。



- ③用途：商業上用於工礦爆破藥，軍事上亦為主爆藥。
- (2) TNT：爆速每秒約 6900 公尺。
 - ①形狀：淡黃色至棕色晶體可染色偽裝，一般長條形有一磅、及二分之一磅二種，圓柱形四分之一磅，並可溶鑄成各種形狀。
 - ②特徵：夏天貯存時不純的 TNT 可能有棕色油狀液體滲出，燃燒或爆炸時產生大量黑煙。
 - ③性質：對撞擊、磨擦反應遲鈍，需用雷管引爆。在曝露狀況下可用火焰點燃，裝於密閉亦有可能爆炸。
 - ④用途：制式標準爆破藥包及彈裝藥。
- (3) TRT：爆速秒約 7000 公尺。
 - ①形狀：淡黃色晶體，分為附導爆索的 MI 型及沒有導爆索的 M2 型兩種。
 - ②特徵：每塊重約二點五磅。
 - ③性質：威力較 TNT 強，需用雷管引爆，對皮膚有很強的染色作用，能使皮膚發炎。
 - ④用途：制式爆破藥、地雷裝藥。
- (4) C3、C4：爆速每秒約七九二三公尺。
 - ①形狀：呈灰色 (C4) 至淺棕色 (C3) 的可塑性體，C4 炸藥並可染色偽裝。
 - ②特徵：C3 炸藥有濃厚的杏仁味，C4 炸藥則無氣味。
 - ③性質：安定，容易燃燒，需用雷管引爆，威力甚強。
 - ④用途：制式爆破藥包。
- (5) AN (An-FO)：硝受炸藥 (AN)，爆速每秒約 4100 公尺 (為 TNT 的百分六十)；硝胺—燃料炸藥 (AN-FO)。
 - ①性質：對磨擦、震動等較 TNT 為敏感，需用雷管或傳爆藥引爆。
 - ②用途：商業上或軍事上都用為爆破藥。
 - ③窮人的 TNT (胺係肥料、耗費低，容易製作)。

3. 炸藥

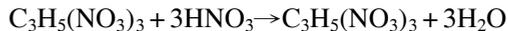
- (1) 定義：所謂炸藥係指當其受到熱、磨擦、撞擊或火花時，立即引起快速反應，釋放出高熱及大量氣體，導致爆炸反應迅速，可產和一爆轟之火藥而言。
- (2) 種類：炸藥大部分是有機物，較重要的有雷汞、雷酸銀、硝化甘



油、重氮硝基苯粉、三硝基甲苯 (T.N.T.)、苦味酸 (Picric acid)。說明如下：

① 硝化甘油 (Nitroglycerne) —— 屬炸藥

硝化甘油即三硝酸甘油 $C_3H_5(NO_3)_3$ ，係無色黏性強力的液體炸藥，將其製成固態即一般所謂炸藥，可由甘油 (丙三醇) 和硝酸及濃硫酸混合製得。



② 三硝基甲苯 (T.N.T.) [$C_7H_5O_6N_3$] —— 屬炸藥

三硝基甲苯 $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$ 為淡黃褐色結晶，比重 sp.gr.1.66，熔點 m.p.81°C，不溶於水，可溶於酒精，發火點約 300°C。可由甲苯 ($C_6H_5CH_3$) 與硝酸和濃硫酸混合製得：



③ 苦味酸 (Picric acid) —— 屬炸藥

苦味酸亦稱三硝基酚 (Trinitrophenol)，屬硝基化合物，化學式 $C_6H_2(NO_2)_3OH$ ，可由酚 C_6H_5OH 與硝酸和濃硫酸混合製得。呈黃色結晶。比重 sp.gr.1.8，熔點 m.p.122.5°C，發火溫度約 300°C，殆不溶於冷水中易於乙醚、醚、苯等。



④ 四苯 TeTracene [$C_2H_8N_{10}O$] —— 屬炸藥

為淡黃色輕飄狀之結晶，比重 sp.gr.約 0.5。點火時產生微弱黑煙，爆炸時發生大量氣體，用於電雷管。

⑤ 卡力特 (Carlit) 類：

卡力特 (Carlit) 類係工業用炸藥。為瑞典人 Carlson 所發明，於土木作業上多所使用。

知識補充：黑火藥(1)最早發明的炸藥是黑火藥。(2)它是由硝酸鉀、硫黃和木炭等三種成份組成。(3)廣泛應用於點燃各種炸藥、導火線及軍用的啞藥。不同配比另有不同用途，可用於做燄火、爆竹等。(4)於 19 世紀 60 年代左右，黑火藥逐漸被無煙火藥硝化纖維素代替。(5)硝化纖維素所利用的卻是它本身是一不安定的化合物，會迅速分解而產生熱蒸氣而爆炸。



法、名詞解釋

(一) 爆裂

所謂爆裂係指在物理性爆炸中，並沒有產生化學反應，只有相的變化，但由於液體急速氧化，其體積快速膨脹，產生之壓力足以使容器爆炸，此種爆炸稱為爆裂。

(二) 爆炸物

所謂爆炸物，係指炸藥、棉花藥、雷汞或其他相類之爆裂物及其主要原料而言。

(三) 爆裂物

- (1) 所謂爆裂物，係指爆炸物之混合物，因急速膨脹爆發，可瞬間將人及物殺傷或毀損者，稱為爆裂物。
- (2) 刑法上所謂爆裂物，係指其物有爆發性、具有破壞力，可於瞬間將人及物殺傷或毀損而言。
- (3) 爆炸反應：爆裂物爆炸時，一般會產生「超壓」、「碎片」、「人體的加速和減速」、及「熱」等四種危害，而其中任何一種都足以致命。

(四) 爆炸反應的四大效應

(1) 爆炸第一效應——超壓

- ① 一般人耳膜所能承受的壓力為 $1\sim 10\text{atm}$ （註：一至十個大氣壓力， $1\text{atm} = 760\text{mmHg}$ ）。
- ② 當壓力超出此範圍時，會造成耳膜貫穿到外傷及全身肢解等不同傷害，隨著其器管密度的不同，而造成不同的傷害，如「氣胸」等。

(2) 爆炸第二效應——碎片

- ① 爆裂的容器爆炸後，會產生猶如子彈般的碎片而對人體造成嚴重傷害。

(3) 爆炸第三效應——人體的加速的減速

- ① 當爆裂物爆炸時會產生強大的氣壓，並導致觸及人員受到此爆炸加速衝擊。
- ② 受害者一旦開始向後飛去，撞到堅硬的地面後，便可能受到減速的傷害。

(4) 爆炸第四效應——熱

爆裂物爆炸時，爆炸中心點瞬間可產生高熱，溫度高達千度以上，可將生命物質嚴重灼傷，造成生命的危害。

(五) 燃燒波

當可燃氣已混合適當的空氣，混合濃度亦在爆炸範圍內，可省去混合擴散過程，故其傳播速度較快，此混合氣著火時，於著火源形成局部反應域，在混



5-024 火災學 (含概要)

合氣中傳播，此反應域稱為燃燒波。其進行速度雖依氣體組成而異，但一般在 $0.1\text{m/sec} \sim 10\text{m/sec}$ 。

(六) 爆轟波

定義 1：可燃氣體與適量空氣或氧之混合氣，存在於一管狀容器中，在管內混合氣中之某點著火時，燃燒波與沖擊波結合後，突然增加燃燒傳播速度，其速度高達 $100\text{m/sec} \sim 3500\text{m/sec}$ 此現象稱為爆轟現象。而此局部反應域稱為爆轟波。

定義 2：爆炸係為可燃氣與適當空氣混合狀態下之混合燃燒現象。混合燃燒之反應迅速，溫度亦高，火焰之傳播速度快。

火焰面進行非常快速與其前方進行之壓縮波所生之衝擊波融合，形成一個波，此波速度達音速以上，始趨安定者，此現象稱為爆轟。火焰面（燃燒波）與衝擊波合一，稱為爆轟波。爆轟波通過後，其化學組成即發生變化，此波若撞到物質，不但在極短時間內給予強烈的衝擊壓力，同時也會產生機械的破壞作用。

(七) PSP

「PSP」為防止爆炸安全工學之三個過程之專有名詞，其代表意義說明如下：

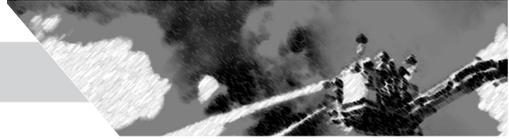
第一個過程：「P」預防作用（prevention）為阻止爆炸之第一過程。（防止爆炸發生）

第二個過程：「S」抑制作用（suppression）為阻止爆炸之第二過程。（防止爆炸成長）

第三個過程：「P」防護作用（protection）為阻止爆炸之第三過程。（抑制爆炸所產生之熱、壓力及衝擊效果）



第十章



精選試題

一、燃 燒



申論題

1. 何謂燃燒學？其研究發展之目的及未來發展方向為何？
2. 何謂燃燒？試說明之。
3. 燃燒之形式有哪些？試說明之。
4. 燃燒之要素有哪些？試說明之。
5. 燃燒之四要素為何？其滅火方法為何？試述之。
6. 何謂可燃物及不可燃物？試說明之。
7. 何謂熱能（溫度或燃點）？熱能來源為何？試述之。
8. 何謂助燃物（氧），其特性為何？
9. 燃燒中氧氣獲得之管道為何？試述之。
10. 何謂連鎖反應？試述之。
11. 連鎖反應係由那三個步驟循環所造成之現象？
12. 何謂熱爆炸？
13. 何謂分枝連鎖反應？
14. 可燃性氣體發火燃燒之條件為何？
15. 可燃性液體發火燃燒之條件為何？
16. 可燃性固體發火燃燒之條件為何？



10-002 火災學 (含概要)

17. 物質形態對燃燒之影響為何？試述之。
18. 可燃性液體燃燒形式有哪些？試述之。
19. 何謂 BLEVE 現象？其發生過程？如何預防？試述之。
20. 可燃性固體燃燒形式有哪些？試述之。
21. 可燃性氣體燃燒之形式有那些？試述之。
22. 何謂著火溫度？試述之。
23. 何謂閃火點？試述之。
24. 何謂複燃？試述之。
25. 何謂燃燒範圍？試述之。
26. 何謂燃燒溫度？
27. 何謂理論燃燒溫度？
28. 何謂引火點？
29. 何謂發火點？
30. 物質發火之條件？試述之。
31. 物質引火之條件？試述之。
32. 試述物質引火與發火之異同？
33. 影響引火點（閃火點）因素為何？
34. 何謂發火點？
35. 何謂點火源？點火源種類有哪些？
36. 試述發火源之種類？
37. 何謂理論空氣量？理論空氣量如何計算？試作公式推導。
38. 某燃料含碳 15%、氫 20%、硫 15%、氧 20%，試求此可燃物 1kg 完全燃燒所需之理論空氣量為多少公斤及容積？
39. 某一煤炭經分析之結果含碳 62.5%、氫 4.5%、硫 2.6%、氧 12.4%、氮 1.5%、灰分 16.5%、水分 1%，試求此可燃物 1kg 完全燃燒所需之理論空氣量為多少公斤及容積？
40. 某一重油經分析之結果含碳 84%、氫 12.5%、硫 2.8%、氧 0%，試求此可燃物 1kg 完全燃燒所需之理論空氣量為多少公斤及容積？
41. 何謂空氣比？何謂過剩空氣量？何謂過剩空氣比？
42. 何謂燃燒損失？何謂燃燒效率？
43. 何謂理論燃燒溫度？
44. 何謂燃燒實際溫度？



45. 何謂理查德利爾定律？
46. 甲烷 (CH_4)、丙烷 (C_3H_8) 及一氧化碳 (CO) 以 5 : 3 : 2 之比例混合，其混合氣之可燃界限為何？
47. 燃燒範圍是研判物質物性之重要因素，今有某液化石油氣，其成分為丙烷 (C_3H_8) 40% 燃燒範圍為 2.4%~9.5%、丁烷 (C_4H_{10}) 60% 燃燒範圍為 1.8%~8.4%，試求該液化石油氣之燃燒界限為何？
48. 何謂火焰溫度？
49. 木材的成份為何？木材碳化之過程為何？
50. 何謂木材的分解？試述之。
51. 何謂木材的發火？試述之。
52. 木材乾溼程度對發火的影響為何？試述之。
53. 何謂木材之低溫著火？及其發生原因為何？影響因素為何？試述之。
54. 試述木材低溫著火的危險性及易造成木材低溫著火之場所為何？
55. 試述木材與木炭燃燒之異同？
56. 試述木材發火之分類及在正常情況下發火之過程？
57. 何謂木材之無燄著火？
58. 試述常態下木材燒燬程度之特徵及鑑識要領？
59. 判定低溫著火理論計算公式為何？試述之。
60. 何謂活化能？試述之。
61. 可燃物可分哪些形態？其燃燒過程及狀態為何？



測驗題

- () 1. 天然瓦斯之燃燒屬何種燃燒，下列何者為是？
 (A) 表面燃燒 (B) 分解燃燒 (C) 蒸發燃燒 (D) 擴散燃燒。
- () 2. 汽油之燃燒屬何種燃燒，下列何者為是？
 (A) 表面燃燒 (B) 分解燃燒 (C) 蒸發燃燒 (D) 擴散燃燒。
- () 3. 下列何者非傳熱方式？
 (A) 對流 (B) 連鎖反應 (C) 輻射 (D) 傳導。
- () 4. 下列何者之熱傳導係數最高？
 (A) 液體 (B) 固體 (C) 氣體 (D) 以上皆非。

1. (D) 2. (C) 3. (B) 4. (B)



10-004 火災學 (含概要)

- () 5. 燃燒反應極為快速，致周圍空氣亦快速膨脹，此現象下列稱謂何者為是？
(A)塵爆 (B)爆燃 (C)爆炸 (D)爆轟。
- () 6. 下列何者為非發火源？
(A)微火源 (B)閃電 (C)自然發火線 (D)撞擊、摩擦。
- () 7. 燃燒時熱空氣上升，而周圍冷空氣下降，而下降之冷空氣受熱又上升，此現象稱為：
(A)對流 (B)輻射 (C)傳導 (D)煙囪效應。
- () 8. 下列何者不屬於固體燃燒形式？
(A)蒸發燃燒 (B)固體爆炸 (C)混合燃燒 (D)表面燃燒。
- () 9. 可燃性氣體燃燒受下列哪些因素影響？
(A)加入不燃氣 (B)氣積差 (C)溫度差 (D)以上皆是。
- () 10. 下列何者不是燃燒現象？
(A)氧化現象 (B)發熱現象 (C)吸熱現象 (D)發光。
- () 11. 空氣中氧含量比重為若干%？空氣中氧含量容積為若干%？下列何者為是：
(A)23%、21% (B)21%、23% (C)20%、23% (D)20%、21%。

空氣成分比率

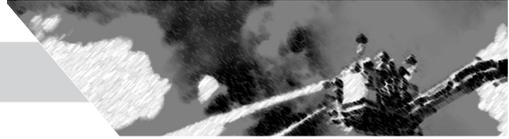
組成成分	重量 (%)	體積 (%)
氧 (O ₂)	23%	21%
氮 (N ₂)	77%	79%

- () 12. 空氣中含氧量 (容積) 原占空氣 21%，當氧含量下降至若干%以下燃燒即難持續？
(A)15% (B)16% (C)17% (D)18%。
- () 13. 當電磁波到達物體表面，一部分受到反射，一部分被物體所吸收轉變為熱，此現象稱為：
(A)對流 (B)輻射 (C)傳導 (D)熱貫流。
- () 14. 可燃性固體物質在受熱後既不熔解為液體，亦不分解蒸發，而由氧直接在其表面碳素化合燃燒之現象稱為：
(A)蒸發燃燒 (B)分解燃燒 (C)表面燃燒 (D)混合燃燒。

5.(C) 6.(B) 7.(A) 8.(C) 9.(D) 10.(C) 11.(A) 12.(A) 13.(B) 14.(C)



第十一章



歷屆試題

86 年 消防設備師



申論題

一、近年來高科技電腦設備製造工廠屢傳大火，動輒造成上億元損失。準此，試說明電腦火災的一般特性及其對電腦設備損害的影響？

說明▶▶

(一)電腦火災的一般特性：

1. 電腦火災易產生大量劇毒氣體：
 - (1)電腦生產設備廠房多儲存各種化學物質及溶劑。火災時易產生大量有毒氣體。
 - (2)廠內堆積大量原料、半成品、成品，尤其 IC 製造廠火災時易生大量矽甲烷、氫氟酸均為劇毒氣體，對人命將造成嚴重危害。
2. 濃煙密布：因電腦設備製造廠工作場所多屬於無塵室閉密空間，火災時易因氧氣不足及塑膠、橡膠易生大量濃煙。
3. 高溫灼熱：因電腦設備製造廠工作場所為密閉空間，熱量不易逸散，故內部因熱量蓄積形成高溫。
4. 逃生不易：廠房內隔間多，且機器及工作台等隔開通路，火災停電時，易造成逃生障礙。
5. 搶救不易：因廠房樓層高，且為密閉空間，不易破壞進入，且濃煙及有毒



11-002 火災學（含概要）

氣體流竄對消防搶救人員造成極大威脅。

(二)對電腦設備損害的影響：

1. 生產設備損害：廠房內製造設備精密且昂貴，一旦受損將造成極大損失。
2. 廠房產能大幅下降：因生產機具損毀，無法正常運轉生產，設備重置費高昂，復工不易，造成業績流失。
3. 延誤交貨日期：因生產機具損毀，無法正常運轉生產，拖延交貨日期，造成業績流失。
4. 設備重置費高：廠房內製造設備精密且昂貴，重置將花費不貲。
5. 復工困難：廠房內製造設備精密且昂貴，採購重建耗費時日，且員工可能於重建期流失，造成復工困難。

二、高樓結構耐火設計應考慮因素為何？試申述之。

說明▶▶

參見第六章(二)高樓消防安全設計之內容與重點第 2 點高樓結構耐火設計

三、試述靜電災害的防止方法。

說明▶▶

參見第四章靜電與電氣火災 第八防止靜電災害對策

四、解釋名詞：

- (一)燃燒效率
- (二)壓縮氣體
- (三)煙囪效應
- (四)影響引火因素
- (五)中性帶

說明▶▶

(一)燃燒效率：係指燃料實際受利用之熱量與燃料總發熱量之比值稱之。燃燒效率值愈高，則表示燃料利用效率亦愈高。

其公式說明如下：

$$\text{燃燒效率} = \frac{\text{燃料總發熱量} - (\text{燃燒熱量損失} + \text{不完全燃燒熱量損失})}{\text{燃料總發熱量}}$$

(二)壓縮氣體：

高壓氣體可分三類：

1. 為壓縮氣體。
2. 為液化氣體。
3. 為溶解氣體。

