

# 火災與理科教育

姜宏哲編譯

國立臺灣師範大學化學研究所

## 前言

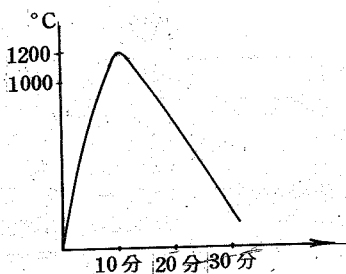
據說約在 40 萬年前，人類即能使用「火」。起初是利用摩擦或聚集太陽光方式產生火，以後隨著科學的進步，能用各種方法來製造火。在我國約 3000 年前開始用煤燄，然後於 13 世紀末傳入歐洲，於是成為 18 世紀的工業革命之最大原動力。19 世紀以後，石油成為熱源與動力的中心，改變了人類的日常生活，此後更有新能源（核能）的出現。

隨著火的種類增加，人類的生活水準也提高，但由火引起的災害也頻頻發生，造成頗大的損失。所以我們必備有關火的各項豐富的知識，以儘可能的避免或減少火災。

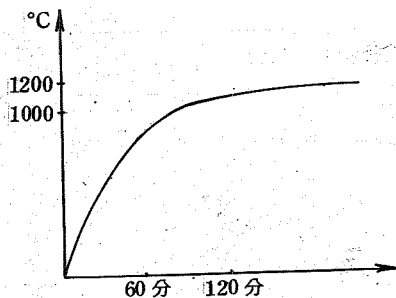
## I：生活中的火災

1. 火災的原因：探究火災原因，七，八成都是用火不慎或錯誤以及用後處理不當所引起的。應該在理科教育上指導使用火之需的正確知識。

2. 建築物的燃燒狀況：木造建築物因其建材的關係，極易著火，會在較短的時間內燒盡。自起火至燃燒的最旺盛時（火災的最盛期）平均約 7.3 分，防火建築物平均約 16.6 分，而耐火建築物較木造物空氣流通不好，可長時間「緩慢的」燃燒，直至火災的最盛期約需 1 小時。火災的溫度—時間標準曲線如下圖所示。



木造建築的火災之溫度—時間標準曲線



耐火建築的火災之溫度—時間標準曲線

3. 煙：往日認為「煙」是大火中的火焰之副產物，不特別注意它。但近代建築物，樓高，建材種類多，由煙引起的災害增加。近代的火災可說是「與煙的戰爭」。

當煙的量多，使人的視界模糊，不易找到避難的出口。又煙中所含的一氧化碳、氯氣等可引起中毒，煙中的微粒子附著肺細胞中，可使人窒息。更因氧氣的減少引起欠氧現象。當空氣中的氧氣減少至17—15%時，人會昏暈，判斷力變遲鈍。而濃度降至7.5%以下時，會昏迷，痙攣以至死亡。在理科教育中，指導「物質的燃燒」及「氣體的發生」單元時，可具體的指示一些實例，提高學生的學習意欲，使其深刻的認識火災的可怕。

## II： 小學、初中、高中的理科教育與火災

火給予人類很大的利益，但倘若使用它不當，反而會蒙受可怕的災害。所以要依科學觀念來理解火及物質燃燒過程的法則。

### 1. 煙的成份及性質：

煙的定義是「直徑0.01～0.1微米大的固體或液體微粒浮游於氣體中的狀態」。當物質起熱分解，其生成物氯化成煙，隨燃燒物質的不同，其熱分解生成物亦相異。例如木材的熱分解生成物有碳約38%，水分約22%，木焦油約27%，醋酸約3.5%，一氧化碳及二氧化碳等氣體約15%，甲醇、醋酸乙酯等微量。其中碳、甲醇、木焦油等大部分發生火焰燃燒，但在不完全燃燒狀態時，會形成煙浮游於空中。然而如近代的合成樹脂等的石油製品，其煙的成份特別複雜，常發生一些有毒氣體。含於火災煙中的有毒氣體，有氨，醛等，可刺激粘膜，引起肺機能障害；有氯氣，氯化氫，光氣等具刺激臭，吸入後引起肺水腫造成呼吸困難，又有甲苯，苯等會侵蝕神經細胞。煙的密度幾乎與空氣相同，但因溫度高，大部分向上移動。煙移動的速度，在建築物中大約以3～5米/秒上升，以0.5～1米/秒向左右擴散，就是較人移動的快。當煙迫近時，身體壓低，用手帕或毛巾遮住口，儘量避免大量的吸入。

### 2. 新建材的熱分解生成物：

往日的建材多以木與紙為主，所謂新建材多指科學發達的新產物，種類多樣，此處以塑膠為主來加以討論。塑膠燃燒時所發出的煙較木材多出10倍乃至25倍，並產生有毒氣體，下表列出用於建材方面的主要塑膠之熱分解生成物。

塑膠的熱分解生成物

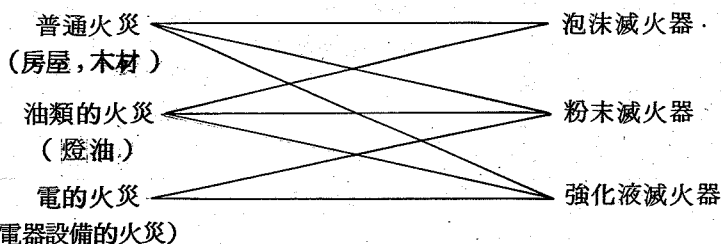
| 塑 膠 名   | 用 途        | 燃燒難易的程度 | 臭 味      | 主 要 生 成 物                     |
|---------|------------|---------|----------|-------------------------------|
| 三聚氰胺樹脂  | 裝飾用板雜貨     | 難       | 強魚腥臭味    | CO, CO <sub>2</sub>           |
| 不飽和聚酯樹脂 | 裝飾用板       | 易       | 苯乙烯單體之臭味 | CO <sub>2</sub> , 蟻酸, 醋酸      |
| 聚乙烯     | 板工業用部品     | 易       | 石蠟臭味     | CO, CO <sub>2</sub> , 乙烷, 丙烷  |
| 聚丙烯     | 底片, 纖維     | 易       | 醛的臭味     | CO, CO <sub>2</sub> , 醛       |
| 聚苯乙烯    | 板斷熱材, 雜貨   | 易       | 苯乙烯單體之臭味 | CO, 苯乙烯, 甲苯                   |
| 聚丙烯樹脂   | 板, 照明用具    | 易       | 特殊臭味     | CO, CO <sub>2</sub> , 丙烯化物, 苯 |
| 聚氯乙烯    | 合成皮, 纖維    | 難       | 氯的臭味     | HCl, 苯, 甲苯                    |
| 聚乙烯醇    | 纖 維        | 易       | 醋酸臭味     | CO, CO <sub>2</sub> , 醋酸, 苯   |
| 聚醯胺     | 纖 維        | 緩慢燃燒    | 毛的臭味     | CO, CO <sub>2</sub> , 甲烷, 苯   |
| 聚胺酯     | 硬質, 軟質氣泡製品 | 易       | 甲醛臭味     | CO, 甲醛                        |

### 3. 氣體：

由氣體引起的火災常是伴有爆炸現象，故其災害也大。由氣體引起的火災大多是操作上的錯誤。這是不十分理解日常所使用的氣體之性質所致，對自己使用的氣體應該要有正確的知識。日常使用的氣體有煤氣，天然瓦斯，LPG（液化石油瓦斯）三種。煤氣的主要成份是氫，一氧化碳，甲烷，乙烷等，較空氣輕，爆炸界限隨組成份而異，大約是5～36%的程度。燃燒時需耗6～7倍的空氣。天然瓦斯以甲烷為主成份，另外含有乙烷，丙烷等，亦含有己烷，丁烷者，有臭，有毒的氣體。比空氣輕，燃燒時需耗13～16倍的空氣。主成份的甲烷之爆炸界限為5～14%。液化石油瓦斯的主成份為丙烷，丁烷。毒性微弱，與其他瓦斯不同的是比空氣重，爆炸界限較窄，為2～9%。因其比空氣重，易聚集而發生爆炸，故要十分注意通風。要它完全燃燒需耗24倍的空氣。本來無臭味的瓦斯，可加入硫化物着臭，以防止中毒或爆炸。

### 4. 滅火器：

人人都知道滅火器，而常對滅火器有過份的評價，總以為滅火器都能適用於所有的火災。滅火器有多種，其內容物分別有泡沫，粉末，強化液，酸鹼，二氧化碳，四氯化碳等，普通常用的是粉末，泡沫，強化液三種。其中泡沫滅火器適用於普通火災及油類的火災。而粉末滅火器及強化液滅火器適用於普通火災、油類的火災及電的火災。其關係如下圖：



泡沫滅火器內裝有小蘇打溶液（A液）與硫酸鋁（B液），當A液與B液混合時產生泡沫，自導管噴射而出。放射距離為6～10米，使用時倒置，直接噴於火源。粉末滅火器是以小蘇打粉或磷酸為主成份的粉末來當作滅火劑。用二氧化碳的壓力使其噴出，放射距離4～8米，直接噴於火源。強化液滅火器內，加壓裝入鹼金屬鹽類的溶液，利用其壓力噴出，放射距離7～10米，直接噴灑於燃燒物體上。

## III：理化藥品引起的火災

對理化藥品及理化實驗室的管理，需特別注意它的安全性，以避免爆炸發火事件。若將藥品保存的妥當，就不會自然發火、混合或接觸發火等事件發生。在高中，大學的實驗室內，藥品種類多，更需要了解它的安全的保存方法。曾經由混合或接觸發生火災的藥品之事例有：

1. 金屬鈉與水。
2. 氯酸鉀與有機物。
3. 硝酸鹽與有機物。

4. 強酸（硫酸，過氯酸鈉）與還原性物質（硫黃，赤磷）。
5. 無水鉻酸與丙酮，沖淡劑，乙醇。
6. 鉻酸鉛與油類。
7. 溴酸鉀與乙硫醇酸鹽。
8. 鉻酸鉀與過硫酸銨。
9. 亞氯酸鈉與無水硫代硫酸鈉與水。
10. 疊氮化銀與四氯化碳。
11. 有機發泡劑（二氫硝基五甲基四胺）與有機酸。

爲了防止災害，可將危險藥品依其特性分類，妥善保存。

危險物分類

| 類   | 藥 品 名                                                      | 特 性                                         |
|-----|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 第一類 | 氯 酸 鹽 類<br>過氯酸鹽類<br>過 氧 化 物<br>硝 酸 鹽<br>過 錳 酸 鹽            | 強氧化性物質，由打擊或摩擦等放出氧氣，易燃性物質，與還原性物質迅速反應引起爆炸，火災。 |
| 第二類 | 黃 磷<br>赤 磷<br>硫 黃<br>金 屬 粉<br>(Mg 粉，Al 粉)                  | 還原性物質，著火溫度較低。與氧化劑混合發火，金屬粉與酸可強烈反應。           |
| 第三類 | 金 屬 鉀<br>金 屬 鈉<br>碳 化 鈣<br>生 石 灰                           | 禁水性物質，遇水或濕氣而發熱，易爆炸的危險物品。                    |
| 第四類 | 石 油 類<br>酒 精 類<br>酯 類<br>動植物油類                             | 可燃性液體，易揮發可燃性，引火性蒸氣，密閉狀況時，有爆炸性危險的物質。         |
| 第五類 | 硝酸酯類<br>賽 珞 璃 類<br>硝化化合物                                   | 爆炸性（自己燃燒性）物質，由加熱，衝擊，容易著火爆炸                  |
| 第六類 | 濃 硫 酸<br>發 煙 硫 酸<br>濃 硝 酸<br>發 煙 硝 酸<br>無 水 鉻 酸<br>無 水 硫 酸 | 強酸類溶液，與水混合發出大量的熱。氧化力甚強，與可燃物混合而發火。           |

氧化性物質與還原性物質的混合發火

| 氧化性物質   | 還原性物質                   | 發火     | 爆炸     |
|---------|-------------------------|--------|--------|
| 漂 白 粉   | 氯 化 鉍<br>乙 炔            | ○      | ○      |
| 氯 酸 鉀   | 硫黃，磷<br>金屬粉，木炭          |        | ○<br>○ |
| 硝 酸 鉍   | 硫黃，磷<br>木炭，金屬粉          | ○<br>○ | ○<br>○ |
| 亞 硝 酸 鈉 | 酒 精<br>甘 油              | ○<br>○ |        |
| 過 錳 酸 鉀 | 硫黃，木炭<br>磷，金屬粉          | ○<br>○ |        |
| 過 氧 化 氫 | 酒 精<br>木炭，硫黃            | ○      | ○      |
| 濃 硝 酸   | 二 甲 苯<br>松 節 油<br>苯胺，酒精 | ○<br>○ | ○<br>○ |
| 濃 硫 酸   | 松節油，金屬粉                 | ○      |        |

參考文獻: 松沢剛, 生活中之火災與理科教育, 理科之教育, 30, 518 (1981)。

### 封面說明：

封面兩幀照片皆為獵戶座中著名的星象，獵戶座是冬季的代表星座，在一、二月的晚間觀測最理想。其中上圖是一個典型的暗星雲，稱為馬頭星雲，編號為 IC 434，它的位置在獵戶座獵戶腰帶最東邊一顆ζ星的周圍，形如馬頭。由於附近沒有衆多明亮的星照耀，而且本身又遮擋着背後的星空，以致中心區比邊緣來得黑暗。一般的暗星雲均離地球不遠，通常在 300 至 500 光年之間。至於下圖所示乃鼎鼎有名的獵戶座大星雲，編號為 M 42 或 NGC 1976，天球上的位置在赤經 5 時 32.9 分，赤緯負 5 度 25 分。該星雲屬於本銀河系內，距離地球約有 600 光年，直徑則在 10 光年左右，是個不規則星雲，用小型望遠鏡可見其呈雲霧之狀。獵戶座 θ 星適在此星雲中心。

國立臺灣師範大學物理系 黃朝恩