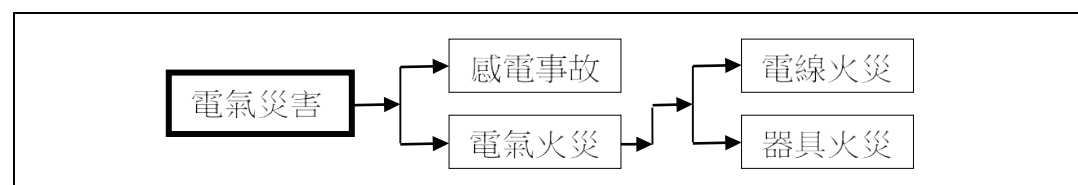


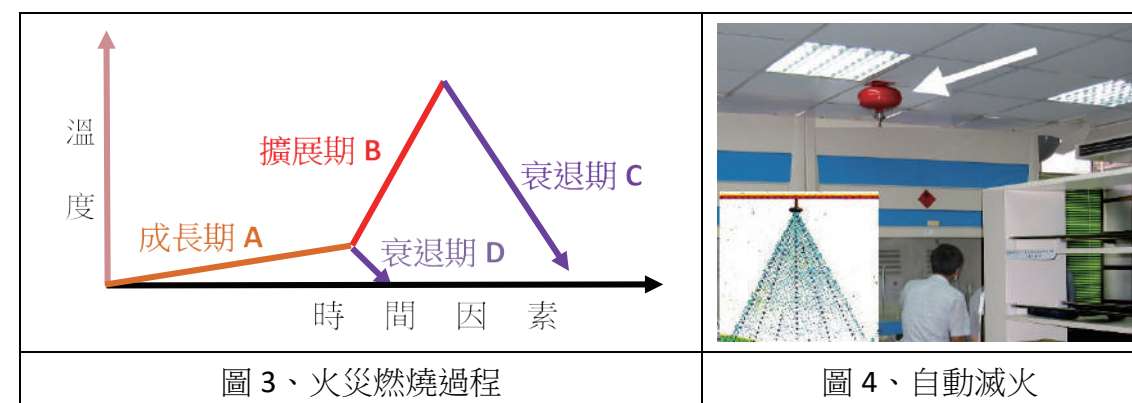
在歷年學校災害中火災是最容易造成較大之危害及新聞事件，依國家標準（CNS3658）規定火災可分為四類：（圖 1）

1. 普通（A 類）火災：普通可燃物如木製品、紙纖維、棉、布、合成樹脂、橡膠、塑膠等發生之火災。通常建築物之火災即屬此類。
2. 油類（B 類）火災：可燃物液體如石油、或可燃性氣體如乙烷氣、乙炔氣、或可燃性油脂如塗料等發生之火災。
3. 電氣（C 類）火災：涉及通電中之電氣設備，如電器、變壓器、電線、配電盤等引起之火災。圖 2，此類火災已在學校發生多起意外事故，應予重視預防。
4. 金屬（D 類）火災：活性金屬如鎂、鉀、鋰、銻、鈦等或其他禁水性物質燃燒引起之火災。



## 一、火災燃燒過程

燃料在燃燒過程中發生意外則形成火災，如圖 3 所示，若有人當場發現立即滅火可限制於 A 階段而已，實驗室火警通常發生於晚上，因無人在場處理於是逐漸發展到 B 階段，造成嚴重火災，屆時將由消防單位執行滅火任務。現有許多存放有機溶劑實驗室之場所，裝設自動滅火系統（圖 4），在 A 階段時偵測到煙霧或溫度自動滅火瞬間進入 D 階段，防止火災發生。



## 二、異常電氣設施圖例

針對各級學校經常發生之電器火災事故，檢討過去發生事故之經驗累積，可將存在之可能風險場所加以改進，下列圖例可作為防止電氣火災之參考。



		
圖 5、電源插座不可固定在木板上(已燒焦)，且插座旁不可放置紙張。	圖 6、配電盤留置紙條，易燃燒。	圖 7、應加裝中隔板(可防止灰塵積留)，以便貼上各開關功能貼紙
		
圖 8、木箱壓住電線，電阻增加易過熱產生火災	圖 9、電線扭轉、強拉或壓折易成半斷線，電流經過生熱發火。	圖 10、木工機械之電源開關箱不合規定：1.木板、2.開關盒無蓋易積木粉燃燒。
		
圖 11、防止電線短路之接線法(延長線接頭要有良好保護，避免用膠帶)	圖 12、電線接頭在鐵片上，風扇震動易刮破	圖 13、過負荷使用電器，易生火災
		
圖 14、電線短路產生電弧灼傷	圖 15、電氣線路應依照「屋內線路裝置規則」辦理	圖 16、實驗室電爐旁放置溶劑引燃(電熱器旁不可放置可燃物)

### 三、電氣火災原因及防範

用電不當引起的火災，稱為電氣火災。火災防止是將氧氣、燃料與熱源等三者分開即可達到目的，但電氣設備使用時電流通過就具有熱量、電線被覆為可燃材料及其周遭具有氧氣等三條件俱在之環境，因此，為防止電氣火災必須從電氣設備之設計、選用、安裝、操作、維護等著手，防範短路、過負載、漏電等現象。

#### (一)電氣火災種類

電氣火災可分為電線火災與器具火災兩大類，其發生火災原因如下：

##### 1. 電線火災：

電線火災乃起因於電線短路時電阻降低與電流過大，引起電能累積而高溫，導致絕緣外皮熔化，產生火苗形成火災 ( $E = I^2 R t$ ; E：電能、I：電流、R：電阻、t：時間)。電線包括迴路線（一般迴路與專用迴路）、延長線與設備線等三類，其中迴路線與設備線係為專業人員設計施工，安全性較高，但延長線係由使用人自行購置，使用不當易發生火災。(圖17)

##### (1) 未使用合格電線：

電線品質不良致通電時電阻過高，產生過熱現象。

##### (2) 電線短路：

電線被壓、綑綁、彎折致電阻增加或裸露電線接觸易燃物如木板、紙張、塑膠、油漆等物料引起火災。

##### (3) 電線接觸不良

電線接續部不良或插座銅片鬆動，接觸電阻升高，當電流通時局部過熱致絕緣膠皮熔融引燃周遭物料而燃燒。

##### (4) 電線劣化

電線長時間因電流加熱致絕緣劣化（老舊）或積污導電現象（絕緣物表面附著水分、灰塵致絕皮表面產生電流）引起火災，如學校實驗室之儀器及設備為 24 小時通電流，因絕緣皮耐熱度降低，宜每年更換一次。

##### (5) 半斷線

延長線經強拉或異物重壓致芯線發生斷裂，但部分尚有接觸或未完全斷線，

還留有部分完整之狀態。

#### (6) 負荷過載

主因為電線超過負載，且電源開關無法有效跳脫，產生電線高熱融化並接觸物料引起火災（使用電氣設備應考慮電線負荷容量）。

### 2. 器具火災：

電氣設備（器具）如電風扇、冷氣機、電熱爐、電燈、馬達、或加熱設備等，因長期使用導致溫度升高，因此，器具之通風環境相當重要。（圖 18）

(1) 器用品品質不佳。

(2) 安裝位置不當

電氣設備如電熱器或電燈器具等安裝位置不當，靠近易燃物體或冷卻通風不良引起火災，因此須與易燃物保持適當距離。

(3) 定時器等設定失誤

實驗加熱機具設定之定時器、電流調節器（current regulator）故障或失誤，致電流過高產生過熱情形。

(4) 電器用品未定期保養。



圖 17、電器著火



圖 18、電線劣化引起火災

### (二) 電氣設施符合規定

電氣設備通電後就有電流與電阻存在，為避免電線或器材過熱發生電氣火災，平時做好電氣管理至為重要，下列重點可供參考。

1. 新設實驗室之電氣設備時，要求廠商依「屋內線路裝置規則」辦理，且應考慮未來用電需求，以免俟後用電量增加而隨意增設電線之風險。

2. 將普通教室改為實驗室時，因實驗室安裝各種機具，用電量較普通教室

容量之需求應重新規劃電氣設備（迴路、插座及電線等）並選購符合之材質。以免俟後任意增設臨時電線。（圖 19）

3. 電氣開關箱宜配置在實驗室門口旁，其距地面之高度應在 1.5 公尺至 2.0 公尺間為宜，容易接近方便緊急操作，且開關箱前不可放置物料妨礙操作。（圖 20）

4. 裝設無熔絲開關(NFB)，其作用是在保護電線，當短路或用電量超過開關額定電流時，可立即跳脫切斷電路，以保障設備安全。若無裝 NFB 時則電線過熱會使絕緣皮熔焦，易造成電線著火燃燒。

5. 電線連接方法：兩條電線接點宜相互錯開，並使用熱縮套管（代替膠帶），以避免電線短路發生火災。（圖 21）

6. 延長線使用原則：

(1) 選購延長線時應具有過電流自動斷電功能之產品。（圖 22）

(2) 延長線宜以單一電源為一條延長線之負荷。

(3) 選用符合電器安全負載量之延長線。

(4) 延長線應放置在視線範圍內，且不可放在通道上。

(5) 過長之延長線不可綁緊、折彎或被壓等情事（易產生電阻過大發生火災）。

7. 封閉式電線管槽易積灰塵或小蟲，宜避免使用。（圖 23）

8. 電氣設備或器具其插座應避免同時且長時間高負載使用，以避免線路過熱。（圖 24）

9. 電氣插座應標示電壓。

10. 超過 10 年以上之電氣設備、器具應定期維護、檢查，並加強電線迴路之安全防護。

11. 實驗室應避免用紙箱裝置溶劑、藥品、器材等易燃物料，或吊掛衣物等（降低實驗室風險）。

12. 電線避免放置在鐵件上，以免絕緣皮破裂短路產生火花。（圖 25）

13. 儲存危險物之場所，應加強通風換氣及使用防爆電器。如圖 26 為餐飲科實習場所裝設防爆燈（廚房使用天然瓦斯）。

14. 儀器設備應定期維護，故障時應由專業人員維修或選擇汰換。

15實驗室下課後應將有機溶劑之瓶罐蓋密，並放入鐵櫃內，避免因鼠類碰撞或地震掉落致溶劑流出引燃電氣火災。(圖 27)

16實驗室應避免使用非必要之加熱裝置(鍋具、電湯匙等器具)。(圖 28)

17應訂定化學實驗操作之標準作業程序(SOP)。

18運轉之機台，應有人在旁監控。

19實驗過程若須離開現場時，應留置實驗之名稱、負責人姓名、連絡電話及預期結束時間，以便他人了解。

20大量使用有機溶劑之實驗室不宜裝設天花板，因天花板內可能長期殘留易燃性氣體，在夏天或通風不良環境易高溫發生火災(圖 29)。

21實驗室下課後應將門窗關閉，避免火警時因空氣流通助長火勢。

22相關電氣安全規範，應列入安全衛生教育訓練及安全工作守則。

23實驗室不用時，應將電源開關斷電(關閉)，若有冷凍或排氣等須 24 小時運轉之設備時，應分設開關。

案例：某大學實驗室發生火警，火勢延燒迅速並波及一旁的配電室，雖然消防隊及時趕到撲滅火勢，也沒有人員受傷，不過估計損失高達數百萬。鑑識人員進入火場查看，整間實驗室被燒得焦黑一片面目全非，由於火警發生時，實驗室裏沒有人，消防隊員懷疑起火的原因，應該是電線走火。



圖 19、電線雜亂

圖 20、電氣箱安裝位置不當，桌子擋住操作不易

圖 21、相互錯開電線連接方法(使用熱縮套管，避免電線短路)



圖 22、自動斷電之延長線

圖 23、以鏤空式線槽為佳

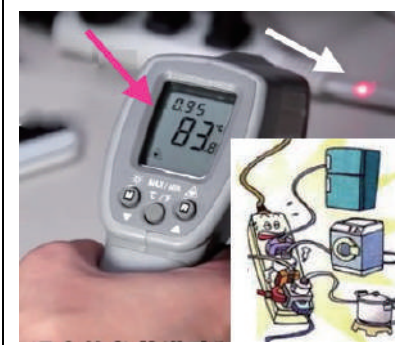


圖 24、過大的負載導致延長線溫度升高(熱顯像儀測定)

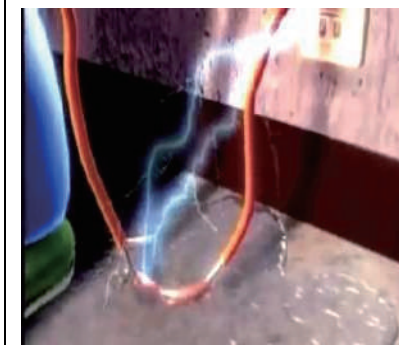


圖 25、電線短路著火



圖 26、易燃氣體場所裝防爆燈及防爆開關



圖 27、防止瓶罐翻倒措施



圖 28、實驗室不放置無關電器用品



圖 29、化學實驗室不宜裝設天花板

### 一、結語

實驗室為學生學習場所，學生在探索新知過程中，對物料認知或器具危險性可能尚未建立正確觀念或行為習慣，因此，在教導學生學習過程中仍要照顧學生安全。

若消防單位派遣消防車輛等器材實施滅火後，通常會將其案件以涉及公共危險之罪嫌移送司法機關處理，依刑法第 14 條規定：「行為人雖非故意，但按其情節應注意並能注意，而不注意者為過失」，至於司法機關以何者為追訴對象，視個案發生經過與結果論為之。職安法是以雇主為之，但刑法之行為人以權責人為之(包括雇主、主管或其他相關人員)。

# 從×大學化學實驗室火災，談大專校院化學實驗室潛在危害

壹、

依據消防署統計，全國化學物質造成火災起火，106年335次、107年362次；若僅就化學物品火災起火比較，104年5次、105年10次、106年24次及107年19次，顯有逐步增加的趨勢，而大專校院之火災地點又以實驗室為較常發生火災之地點，火災類型多以電器設備及化學物質引起為主，大專校院校教研結合產業之需，實驗室從事創新研發及跨領域教學研究的同時，潛在校園內師生周邊的危害因素，應更加受到各方的重視，降低校園災害的發生確保國家及產學界都能安全穩定的持續發展。

貳、火災發生經過及損害

2018年某大學實驗室發生火警，火災事件發生於上課日，火災原因疑似學生進行化學實驗，正要進行氧化性廢液回收時，因不慎將其倒進廢棄有機溶液桶中，而產生激烈化學反應，隨即竄出火花及濃煙。

據訪談學生得知第一時間學生立即使用實驗室內滅火器進行滅火無效，無法控制火勢後，立即通報系上老師及校安中心。校方啟動校內消防自衛編組，進行緊急疏散樓館內全體師生及禁止進入管制，並通報消防局，消防局接獲通報後，立即出動救護救災人員及車輛，以及環保單位與毒化災應變技術中心前往救災，布設水線，因無法確認現場是否存置「禁水性」化學物品，固無法貿然滅火，待校方提供完整實驗室及樓管平面配置圖，經確認無禁水性物質後，施予降溫、控制火勢。學校同時採取預防措施，以廣播及訊息通知停班停課一天，幸無人員傷亡。因火災造成實驗室燒毀及相連建物不同程度煙燻，財物損失達500萬元以上。

前言

參、災害原因分析

一、直接原因：

據訪問校方現場人員了解，該化學實驗場所現場存放有多種危害性化學藥品及實驗後廢液，學生未確認廢液回收有氧化性化學物質反應，以致造成火災及建物財產損失。幸無人員傷亡。

二、間接原因：

(一)不安全狀況：

實驗室暫存不相容廢棄化學品或廢液，氧化物與不明廢棄有機溶液，發生激烈化學反應，引發火災。

(二)不安全行為：

(1)實驗後廢液任意倒入仍裝有其他廢液之廢液桶裡，事前未檢視桶是否為乾淨空桶。

(2)未以安全的操作方法，遵守安全守則並依照廢液相容表，使用符合的貯存設施，進行分類及貯存。

(3)實驗室進行時，應有師長在現場指導。

(4)災害發生時，未能及時控制。

三、基本原因：

安全衛生管理未落實：應實施作業分析並建立標準作業程序(實驗操作、緊急應變)、且應嚴格要求實驗人員全程穿著實驗衣及個人防護具，缺乏查核機制。

肆、防災對策及建議事項：

一、各項實驗進行前應就該作業活動、儀器、機械設備或原物料等之危害辨識與風險評估，並有控制措施。

二、應有實驗安全分析，訂定化學實驗操作之安全標準作業程序，並訂定廢液安全的操作方法及安全守則，人員均應遵守；回收之廢液容器應依規定進行標示；定期清除實驗室廢液。

三、化學品應依相容性存放於化學藥品櫃內，不相容之化學物質不宜置放同一櫃體中，化學藥品容器外再以盛接盤作保護以止防洩漏。

四、氧化性化學物質應以非金屬製品容器單獨存放。

五、廢液不宜長時間存置於實驗場所，應令另規劃暫存區並設置安全防護措施，依法暫存。

六、除新進或在職人員應給予教育訓練外，人員進入實驗室前均應依實驗室特性，事先給予相關必要的安全衛生教育訓練。

七、強化實驗室5S(整理、整頓、整齊、清潔、教育)，以持續維持實驗場所環境安全衛生。

八、存置易爆、易燃具有火災、爆炸及毒氣外洩之虞的化學品與原物料，存至於設置排氣設備及設置警報系統。



火災現場示意圖

九、平時落實實驗室災害緊急應變及演練，方能達到防災及事故發生時災減效果。

十、災害發生時，實驗室事故現場自主管理處置措施及樓管啟動緊急應變機制，現場第一時間應依照緊急應變計畫及流程，啟動應變搶救、通報及疏散等機制，校方接獲通報，啟動校級自衛編組緊急應變，取得緊急救災資訊(樓館平面圖、存置原物料化學物質等)、斷電、避難疏散指導人員進出管制、廣播疏散、人員巡檢及協助避難疏散及校方通報外部支援單位及區域聯防小組應變單位之通報程序。外部支援單位抵達現場，校內指揮官向消防指揮官簡報災況及指揮權轉移，進行災情評估，執行災害搶救。

#### 伍、結論

實驗室風險及潛在危害來自人員流動與儀器、設備、原物料及化學品運作使用及其廢棄等異動，不論是新的製程研發、產學合作或先進智慧科技移入校園進行研發，強化實驗室及進出實驗室人員的管理，才能降低風險及危害。

