

# 如何實施科學實驗室安全教育

彭育才

國立臺灣師範大學科學教育中心

關於實驗室安全事項，坊間不乏巨著予以詳論，部分科學雜誌亦常有專文討論，我國各級學校凡有科學實驗室者，均有安全守則之製訂。又自民國七十六年起，中國化學會出版之“化學”季刊中特闢有“化學安全”專欄。凡此種種，足以證明國人對實驗室安全之重視。惟仔細研讀各種論述，可說在安全知識方面，已甚充實完整，而對於安全訓練方面，則有待加強。按之，實驗室災害之發生，肇因於人爲之疏忽者居多，應如何增強安全教育，宜自中小學生起始，早期養成良好安全觀念及習慣。又實驗室安全教育，應以防止災害之發生爲主，所謂防患未然之意，而災害後之處理及醫療則次之，因除急救外其他即屬專業了。

聯合國教科文組織（UNESCO）出版之科學教師手冊（Handbook for Science Teachers）中，有一部分涉及實驗室安全之論述，強調教師職責公共安全事項，及安全守則。另附實驗室安全之教學圖例兩幅，爲對學生施以“防患未然”之訓練。均屬簡明實用，甚適合中小學科學教師參考，茲特摘要介紹於后。

## 教師職責

科學教師於教學之外，另付與實驗室安全之職責；並非施壓與教師，而是促使其重視可能發生災害之處所。科學在不停的進步，危害常隨之增加。在家庭或社會中學生對於安全之了解，皆來自家長或長者之告誡，而並無直接的經驗。然而，在小學高年級和中學之初年級等發展成長階段，就須直接集中注意學習科學時，可能遭遇之危險。注意安全不僅在實驗室要防止災害，並且反應在日常生活中保持此態度，以致每個人都能有相當程度的警覺性。所幸，大多數科學教師均知其職責，在實施科學工作中應告知學生注意事項。例如，生物教師應告知班上在解剖時有感染之危險；化學教師告誡強酸之危險；物理教師則告誡用電的危險處。然而，教師之職責不獨此也。他應當了解潛在的、不明顯的危害，例如，設將酒精與硝酸置於同一容器中，可能發生爆炸；或食鹽與硫酸

放于同一廢物缸中，則可生成有毒之氯化氫氣。又使用動物作實驗有被咬傷的危險，設此動物已感傳染病或為帶菌者，將有罹傳染病之危險，應特別注意者為動物之獲得應來自商譽甚佳者。要之，安全是為你和你的學生得到好的照應。

所謂教師職責，係教師應貢獻心力，供許多習修科學的學生，極少發生嚴重災害。並應繼續努力，避免發生下述結合：

### 危險情況 + 人為錯誤 = 災害

總而言之，要當一位好管家，下列事項可以幫助一位新（或不太新）任教師保持一個不生災害的環境：

1. 每學期列一時間表定期討論安全情況。
2. 檢查你的實驗室和教室所有可能的危險，提供避免之方法。
3. 檢查你的教學技術，驗證有關事物之危險性。
4. 製定安全守則，並使每一學生均能聆悟與遵守。
5. 配備適當之滅火器、安全及急救設備。
6. 最後，關於安全知識之傳授，過分詳細亦不需要，因列舉太多禁忌之守則，學生厭煩就不願閱讀了。如欲得到最大的效果：(a)可用介紹新知識的方式，對危害作簡明驗證；(b)應有整潔的工作環境；(c)用你自己的技術給學生做一個危險範例，加深學生印象。

## 災害之潛因及處理指引

下列各項係教師應當檢查者，另對於安全守則、急救、安全教學等提供若干指引：

### 1. 實驗室之設施

門窗完好——如遇有過多的煙霧時能作最佳之通風。

實驗枱、坐椅（櫈）、地板（磚）——均應良好，以免濺滑跌倒。

瓦斯開關及管——均能使用良好，不得漏氣。

水龍頭及水槽——漏水可使地板濕滑，木器腐朽。

電源插座及導線——損壞之插座應即修換或封閉，學生不得接觸。

貯藏櫃及架——對於藥品及儀器都可作安全貯藏。有毒者存於可鎖起來的廚中。可燃物（含液體）最好存在室外，否則應在防火、通風良好、可鎖起來，並遠離其他貯藏品之區域。

儀器及裝置——均應屬良好。設玻璃品有破損或裂痕時應予修復或拋棄之。

安全裝備——所有裝備均應作正規檢驗。確證實驗室急救箱中應配之物體完整充實。

野外採集——應考慮萬一發生災害之可能性及應變措施。

## 2. 對於有生命之物的處理

動物——切記要選用未有感染的品種。確保實驗室有足夠之籠子可以供其需要。保證你清潔籠子之方法及程序係屬正常。

微生物及培養媒——不用有潛在危險的微生物。在學生持用有細菌之培養皿之前，應用膠帶封其上蓋。所有培養皿均予標籤。設須打開實施觀察時，先在一片濾紙上滴數滴甲醛，置於皿蓋內約一小時將微生物殺死後，再令學生觀察之。

培養媒在使用壓力鍋或強殺菌劑和熱水處理前（塑膠培養皿不能用壓力鍋或熱水），即先予摧毀之。

## 3. 檢查回答下列諸問題（可予增刪）：

- (1) 本生燈焰之不光亮部分，在明亮的陽光下是看不到的，設不理會它，它能點燃任何物體嗎？
- (2) 瓦斯筒是否直接放在陽光下？
- (3) 易燃性液體之蒸汽，可被熱源點燃，此蒸汽是否引離其正在使用之處？（註：此類蒸汽多重於空氣）。
- (4) 可燃之液體容器放於盤中，萬一容器破裂，此盤是否能容納全部液體？
- (5) 護目鏡、遮火幕（板）、手套等均已準備就緒，馬上可用否？
- (6) 你的技術能安全的控制生命物嗎？
- (7) 所有的電器及附件是否均聯結妥當並接有地線？
- (8) 學生有無感覺體能（或其他）不足之苦？
- (9) 所有藥品之標籤均屬正確嗎？
- (10) 對於你正使用的物質，其危險性及安全防護法等，你知道嗎？
- (11) 你將要求學生完成的事項，你是否曾徹底試驗研究之？
- (12) 在學生之研究中有特別危險之處，是否已提醒並讓學生了解？（例如，他們知道用嘴吸移液管的危險嗎？）

下面是英國科學教育協會（British Association for Science Education）製作的藥品標籤可供參考仿製。

| $P_4O_{10}$                                                                                                                 | 五 氧 化 二 磷 <span style="float: right;">M 284</span>                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;">注 意 事 項</p> <p>極為刺激的粉末<br/>受潮、有腐蝕性<br/>保持乾燥<br/>避免接觸皮膚、眼睛、衣服<br/>使用時帶安全眼鏡及手套<br/>與水生劇烈作用</p> | <p style="text-align: center;">急 救 處 理</p> <p>眼：以水沖洗及藥物處理<br/>肺：移離毒區及休息<br/>口：嗽口，飲水，隨後服胃乳<br/>皮膚：以水潤洗<br/>散落在事物上：以水浸洗之</p> |
| 科 學 教 育 協 會                                                                                                                 |                                                                                                                            |

#### 4. 安全守則：

下列各條僅供參考，各教師可予增刪或修訂，以製定自己的實驗室安全規則，可分發給學生並張貼之。

- (1) 確實遵照教師所給之指導。
- (2) 實驗室是一個危險的工作場所，應當考慮到你們同學的安全。
- (3) 僅限於做教師規定的實驗。
- (4) 任何災害或傷痛均必須立即告訴教師。
- (5) 沒有教師之監督，不得在實驗室及工作室工作。
- (6) 在接受教師講授並證明學生已精通熟練之後，方准使用裝備。
- (7) 藥品經教師解釋其用法及防護注意事項後，方准使用之。
- (8) 示範枱（桌）上之物品與裝備，均不準觸摸。
- (9) 對於滅火器及急救用品之放置處及使用法，均必須立即學會。
- (10) 除非有教師之指導，不準自教室取走實驗裝置。
- (11) 自容器傾倒藥品時，永須小心謹慎。如有部分濺落，應通知教師以便決定採用何種方法清除之。
- (12) 在進入實驗室前應研究每一實驗。如此，不但可節省時間，並且可防止不必要之錯誤及災害。
- (13) 當皮膚接觸到強烈藥劑，立即用水沖洗該部位。

- (14) 藥品進入眼中，立即用流水沖洗之。
- (15) 在實驗室中加熱試管時，不准自管口觀察其內部。亦不准將管口對向其他同學。
- (16) 當用試管加熱液體時，先熱上部再及下方。否則，下部之熱蒸氣將使上部液體噴出。
- (17) 聞氣體之味道時，可用手搨蕩試樣，謹慎以鼻吸之。
- (18) 永遠在通風良好之室內工作。大多數之煙霧均有毒性可致呼吸道嚴重病害。甲醛蒸氣對眼及喉均有傷害。
- (19) 在實驗室工作，如獲得指示須配帶圍裙及護目鏡時，應遵守之。
- (20) 當使用揮發性液體時，如酒精具可燃性，應注意勿近火焰。
- (21) 大瓶之危險藥品如強酸和強鹼之類，僅限於教師持用之。
- (22) 絕不准注水於濃酸中。如需配製稀酸時，永遠係加少量濃酸於水中，同時加以攪拌。
- (23) 持用有腐蝕性的物質應特別小心。例如濃硫酸、硝酸、冰醋酸、濃鹼液以及其他藥品如酚、溴、碘之類。
- (24) 已自瓶中取出之藥品不得再倒回原瓶中；藥品瓶蓋不得互換；瓶蓋不得放置桌上。沾污可導致危險反應。
- (25) 燒彎玻璃時，放於石棉板或鐵絲網上冷卻之。
- (26) 將玻璃管、溫度計，或其他易碎物體，插入橡皮塞（或管）或自橡皮塞拔出，均不得勉強實施，可用甘油為潤滑劑，較水為佳。
- (27) 壓力鍋之壓力不得超過 9 Kg，在使用前熟讀其說明書並極謹慎的使用之。
- (28) 實驗室之動物，不論其是生或死，除非有教師之指導，否則均不得持用之。
- (29) 用過的樣品、固體廢物、破碎玻璃以及實驗室其他廢物均須放入它們特定的容器中。廢紙籃僅限於丟棄紙類。
- (30) 在授課完畢之前，實驗工作區及裝置放列處必須保持清潔乾燥。所有遺失或破損之事物，均須報告教師知曉。
- (31) 不要直接自實驗室倉庫取用藥品，可帶較大容器到儲藏室取物，所有試樣品均放於解剖盤中。
- (32) 除非教師規定，不得嗜、吃、飲實驗室之任何物質。得視所有藥品均具毒性。
- (33) 僅限於在教師指導之下，實施染色。勿使染色劑染到你的衣服或桌上。
- (34) 剛用過的電器，不要握持。大多數電器於剛用過時均呈燙熱狀態，在握持前缺

乏謹慎經驗，往往被燙傷。

- (35) 勿使乾電池或蓄電瓶發生短路。因可生高溫造成嚴重灼傷，同時電池也損毀了。
- (36) 鏡面、三稜鏡、玻璃板等有尖利稜角時，應報請教師處理之。
- (37) 玻璃器皿破裂了應報告教師，並警告或阻止其他同學不要在此區域活動。設沾或濺有化學藥品，應在教師指導之下清理之。
- (38) 插溫度計於塞子中，宜採用軟木塞。用橡皮塞時則需甘油為潤滑劑。
- (39) 用于高電壓操作之物件，必經教師允許方可接線。
- (40) 使用手術刀及其他尖銳工具應特別小心。

註：教師應提供其學生於工作時均甚愉快，儀器甚易取用。

#### 5. 急救：

所有教師均應具備簡單急救之常識。並理解進一步的醫療亦屬重要。當實施急救時，急救箱應能發生功用。故急救箱之裝備含有：各種大小之繃帶若干捲；吊腕用之三角繃帶一條；膠帶、剪刀、消毒棉花包；瓶裝消毒劑、消毒藥膏、安全別針、洗眼瓶、洗眼液等等。設正在使用特別危險之藥品，則需要特別解毒之混合藥劑。另需備有筆記簿及鉛筆，以便記錄災害及處理經過。欲詳細了解，請資詢紅十字會、醫院、衛生所等均可。

#### 6. 安全裝備：

滅火器、砂桶、遮火氈、分類廢物容器（罐或桶）、防護眼鏡、防護面罩、橡皮手套、安全幕（板）、實驗室用圍裙或衣服等等，均宜優先配備之。

#### 7. 實施安全教學之方法舉例：

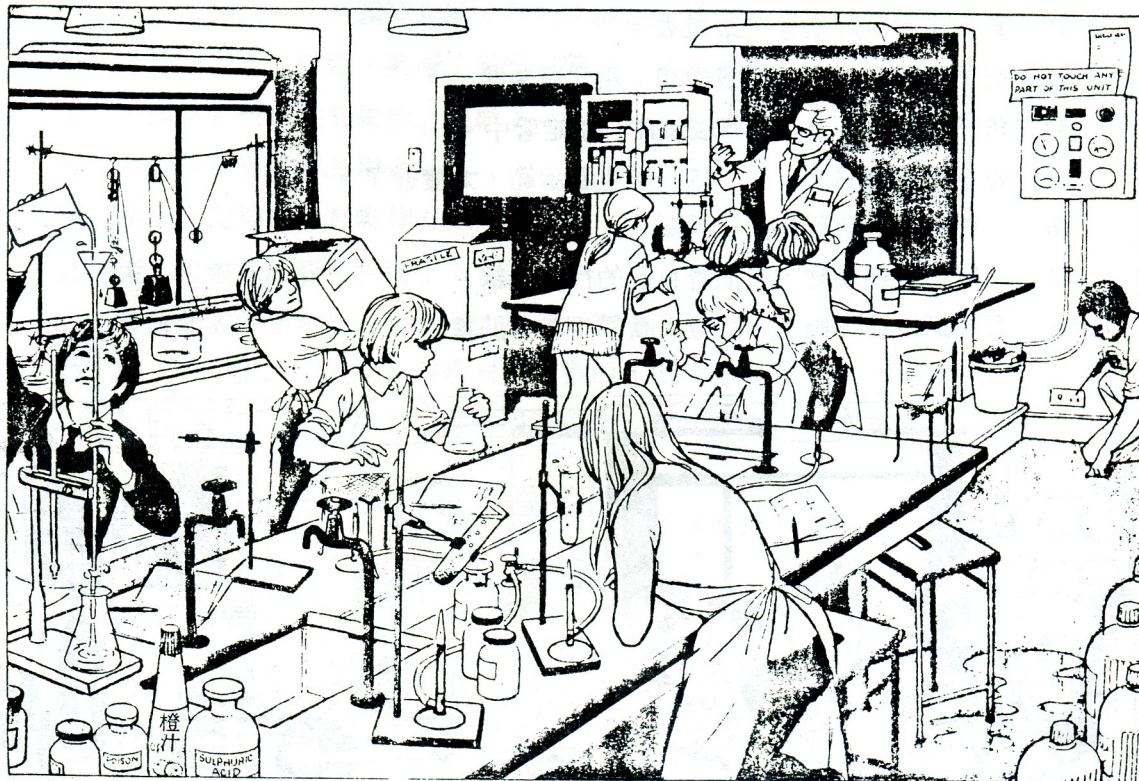
下列兩幅插（或掛）圖為英國 The Royal Society for the Prevention of Accidents 所出版，使用於教學，甚有效果，你也可以參考此兩圖，自行設計或增、刪修正之。兩圖中均繪有許多危險情況，可要求學生把危況指出來，隨即與教師討論其原因，確定其責任。在討論過程中，教師即可強調同學間福禍與共的關係，以及防止災害人人有責的道理。

再者，此圖亦可用作競賽，繼作講解。或作展覽品之一，可問讀者（觀眾），你能在各圖中找出多少危險情況？甲圖中有 18 項主要危險情況，乙圖中有 20 項危況，答對者有獎鼓勵。

實驗室安全之教學圖：指出其中的危險情況

1. 本教學圖為與 Science Teacher Education Project 合作編擬者，其目的，在對中學中年級學生，提供實驗室中防止災害之作業練習。
2. 將圖分發給學生，每人或每組一份，令他們將找出的危況，列表作答，或參考圖下“提示”，於危險處用紅筆標示出號碼。又除“提示”所列主要危況外，你也可發現其他危險情況，予以註記之。

甲圖



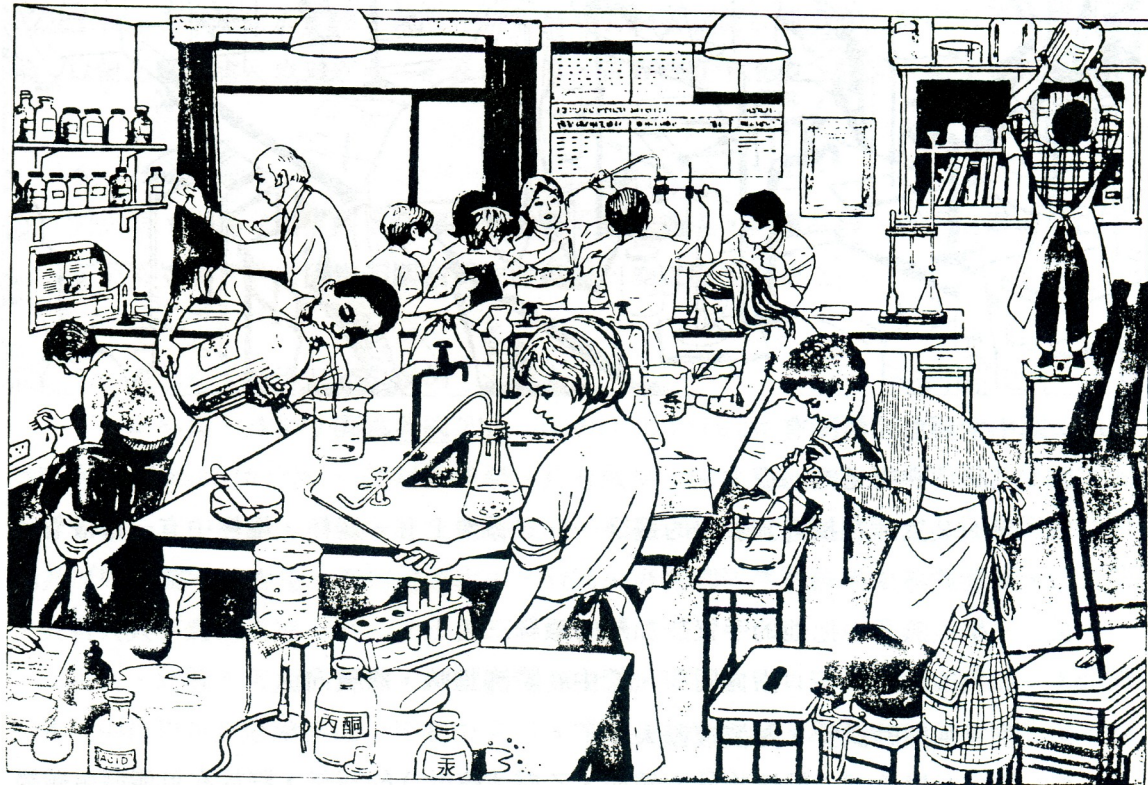
提示：圖中主要危險情況有：

1. 水潑積在磨光的地板上。
2. 高的裝置放在接近實驗枱的邊緣——三腳架上有一燒杯，燒杯中有一移液管，斜置於杯中。
3. 一學生無意中把他的手置於加熱的鐵絲三角上。
4. 加熱的試管，管口指向同學，管中液體沸騰時，將噴向伊。
5. 正在加熱的試管，內裝液體太多了。
6. 裝盛易燃物或侵蝕性物品（例如，乙醚或鹽酸）的瓶子，貯放在可能發生碰撞的地方。

7. 一個蒸餾器鐵架如右列方式裝組，當應用時，必致翻倒。
8. 橡皮管拖曳於瓶子及其他設備之間，很可能將瓶等弄倒或拖離桌面。亂雜的桌面可能為各種災害之源，不用的瓶子應移離工作中的桌面。
9. 用金屬螺旋起子，探試電源幹線插座。
10. 金屬重物或其他重物吊掛於細線上（滑輪實驗中）。
11. 長髮在本生火焰旁捫來捫去。
12. 前曾裝過食物，其標籤尚存，用此瓶裝藥品。
13. 在眼的水平之上方，將液體注入滴定管中。
14. 安全門被關閉。
15. 學生看示範，太擁近了。
16. 一學生用手指輕彈紙片玩耍。
17. 一學生搬運重物，並擋着自己的行走視線。
18. 電源處之警告標示，位置太高學生不易閱讀。



乙圖



提示：圖中主要危險情況有：

1. 學生太擁擠，可能將儀器推下枱去。
2. 酸濺流於枱上，並將濕及衣服。
3. 學生用大瓶傾倒溶液。
4. 瓦斯筒之放置於易翻倒之處。它們應被鏈束整齊。
5. 一學生站在檯子上自高處取重物。
6. 一隻大瓶放於厨之稜緣上，有傾垂可能。
7. 附有薊頭漏斗之氣體發生器（若用此裝置製氫，則氫與空氣之混合物，能發生爆炸）所生之氣體，某學生試圖以着火的長條木棒點燃之。
8. 一個試管架放在實驗枱之邊緣上。
9. 食物放在有毒藥品附近。
10. 用明火直接加熱易燃物（如丙酮）。
11. 汞（水銀）濺洒於枱面上。
12. 移液管尖端僅稍插於液面下，並用口吸移液管以便自容器中吸取液體。
13. 牆上一幅掛圖，因缺圖釘致有一角捲曲，因附近有本生灯，可能被點燃。
14. 有一套裝置，位於厨前；開厨門時可使此裝置翻倒。
15. 缺少支架之裝置。
16. 集體性危害，例如：檯子倒了，因之打翻了其他檯子的骨牌效應。
17. 一男孩用濕水的手，插插頭於電源插座；同時注意此插座是面朝上的。
18. 檯子和手提袋放於走道上。
19. 女孩的長髮未加紮束，可能有着火災害。
20. 衣服穿着寬大鬆弛。

## 結 語

綜上所述，我們可以看出此科學教師手冊所敘述之安全事項，以事前之防範為主，事後之處理則甚少討論。真所謂預防重於治療矣。又文與圖中所列舉之事項，均甚為具體，不尚空談。惟災害之發生，變因甚多，自難一一列舉，所以本文並非典範性；但深具啓發性，讀者宜以自身之高度智慧，參考本文或增或刪或修正之，當有助於科學實驗之安全教學也。