

化學實驗的事故例 與安全指導

姜宏哲

國立臺灣師範大學化學研究所

在化學實驗室內常有大、小的意外事故發生，現就筆者收集曾經發生過的事例，一一列出，以期提高從事實驗工作者的警戒心。

壹、加強化學實驗的安全教育：

在學校或各研究機構的實驗室內經常進行著很多種類的實驗，所以可想像到的一般事故如發火、爆炸、受傷、燒傷等發生的可能性也很大，甚至有時還會發生機率頗低的意外事故。為避免實驗當時可能發生的不測災害，研究者、老師及學生都需具備充分的防災知識。尤其擔任化學教育工作的老師們，授課前一定要對安全措施作詳細的講解。

實驗室內有各種器具、藥品及能源等，由此引起的事故，有物理及化學方面二種。物理事故如碰傷、火傷、觸電等。雖然實驗課本都提到一些應注意事項，但這種傷害却很難斷絕。至於化學事故大都由發火爆炸引起的，最可怕的是眼睛受傷或化學藥品飛入眼內的事故。曾經有人因作銀鏡反應，由於所使用的硝酸銀之氨溶液爆

炸，差一點失明。這種溶液經長時間放置，會生成銀的疊氮化物，稍受衝擊，即起爆炸。又不知乙醛或乙醚中生成了過氧化物而蒸餾之，以致引起爆炸，使眼睛受傷。眼睛的重要性僅次於生命，因此在化學實驗室或化學工場內的工作者應該戴塑膠製的護眼鏡，一如工場的工人、機車的騎者規定要戴安全帽一樣，化學實驗者要養成戴護眼鏡的習慣，那自然可消除此嚴重的災害。

在化學實驗室內由於不注意或偶然而發生的各種各樣的事故，雖然錯覺或過失為其主因，但幾乎都是由於缺乏危險化學反應之知識所致。因此需加強安全教育，以徹底防止危險的發生。

貳、各種事故例：

縱然具有一些知識，深知某化學實驗有危險性，但也會在意想不到的情況下發生。為了防止這些事故的發生，最有效的方法還是多認識一些在學校化學實驗時曾經多次發生過的寶貴事例來作警惕，實有必要。

一、發火性、引火性、爆炸性、禁水性物質的事故例：

例 1 鈉：

(1) 作乙醇鈉的實驗時，不小心誤用了消毒用酒精（含有約 30 %）而發火。

(2) 實驗完後，洗滌器具時，附著於器具的鈉與水接觸發火飛散，碎片飛入眼內。

(3) 殘餘的鈉片用濾紙包好，棄於垃圾筒，稍後引起發火。

有關鹼金屬的危險性，在教科書上都會提到，學生們也會多加注意的，但也有如(1)的事例，真是由不注意的小錯誤引發的。又由鹼金屬發生的事故，以在作完實驗後，整理實驗室時引起的為多，因此要注意學生們的行動，直至他們離開

實驗室爲止。

例2 乙醚：

利用 Soxhlet 抽取的裝置，從食品中抽出油脂的實驗時，不小心翻倒了裝置，乙醚在地上引火燃燒。也有知道乙醚是引火性極大的物質，雖已細心操作，但因過於緊張而失誤。

例3 氯酸鉀：

(1) 製造氧的實驗，準備了氯酸鉀、二氧化錳、赤磷等試藥。赤磷是要在收集到的氧中作燃燒實驗用的。一學生搞錯了，將氯酸鉀與赤磷加入試管內，搖動混合。結果產生大爆炸，試管的玻璃碎片插入學生的手掌，受了嚴重的裂傷。

(2) 將硫黃粉末置入曾放過氯酸鉀的研鉢內，無心的用磨杵敲打，發生爆炸，研鉢破碎，手掌、手臂均受傷。

(3) 兩手各拿著氯酸鉀與赤磷，上樓時不小心跌交，兩手所拿之藥品互相接觸到引發爆炸，胸口、手脚均燒傷。

(4) 鞋子踏到掉在地上的氯酸鉀而發火。

例4 過錳酸鉀：

將濃硫酸倒入過錳酸鉀的結晶內而爆炸。實驗書內寫明過錳酸鉀的硫酸酸性溶液可當作氧化劑，但並沒有註明所用的過錳酸鉀是結晶或其溶液，學生自己推想，將結晶直接溶於濃硫酸內，或許可得到更強氧化力的溶液，所以如此作。又有欲產生氯氣，將濃鹽酸與濃硫酸的瓶子取錯而發生此類事故的例子。

例5 氫：

(1) 在發生氫氣裝置的導管尖端點火，裝置內引火破裂。

(2) 裝入氫氧爆鳴氣於汽水瓶內，點火時爆炸，瓶子破損。

氫氣的爆炸事故頻發。在密閉狀況下的爆炸

威力很強，絕不能在發生裝置的導管口直接點火。又用過的舊瓶子，不知在何處有裂痕，故欲做氫氧爆鳴氣的實驗時最好使用聚乙烯圓筒。

例6 混合危險：

混合危險的物質非常多，一般而言，氧化劑與還原劑，酸與鹼（濃度大）的混合需加注意。報告中有下列的混合引發的事故，

(1) 鋅粉與碘或硫酸銨的混合。

(2) 碘與氨、氨水之混合。

(3) 銀鏡反應用混合液或其廢液及濃度大的硝酸銀的氨水溶液。此因生成銀的疊氮化物而引起的。

二、酸、鹼、腐蝕性、毒性物質的事故例：

例1 硫酸：

一學生拿取立於試管架的試管洗滌，因管內存有少許液體，當沖入水時立即突沸噴出，飛散至臉、手、衣服等，馬上用清水洗淨，不過事後皮膚紅腫疼痛。試管的物質可能是前班同學實驗剩餘的濃硫酸。「水不能倒入濃硫酸中」是大家都知道的，但這種情況仍然會發生。類似的也有接觸到殘留於試管內的酚而被傷害的例子。作完實驗後的清理工作，實在很重要。

例2 氫氧化鈉：

將稀氫氧化鈉溶液自試藥瓶中倒入其他容器，倒完，扶正瓶口向上時，瓶中的溶液一滴飛入眼內。學生們一般對硫酸、鹽酸等酸類較害怕，而對鹼的警戒心較小。事故處理的不妥善時，鹼比酸的後遺症較為嚴重。濃氫氧化鈉在短時間內可溶化皮膚或黏膜，2N 濃度的稀溶液，其腐蝕性亦相當強。進入眼內，可使角膜混濁、剝離等症狀，輕微的也會減低視力。傾倒試藥的操作是常用到的動作，這種簡單的小動作也需充分的注意。當接觸到酸與鹼時，要立即用多量的水來沖

洗，有人用噴嘴接於自來水龍頭來噴洗，反而擴大了災害。「多量的水」與「急激流動的水」是兩回事，利用燒杯裝水來沖洗 15 分鐘左右，再找醫師處理。

例 3 氨：

加入過量的氨水於氯化銀的沈澱中，可使其溶化。一學生加入氨水後，從試管口上窺視沈澱的變化。結果眼睛受到傷害，角膜鬆懈，形成凹凸狀，幸虧一星期後治癒，若事後處理不當，視力會減退。吸入氨氣的事故是時常有的，然而如此例子，多量氣體進入眼睛內的事故却較少。

例 4 溴：

若干支安瓶中，裝入少量溴，加以封閉，保存於櫃中，但其中一支封閉不完全，留有小洞，溴蒸氣漏出，充滿於櫃中，腐蝕金屬類器具。普通對溴的注意不如氯，在常溫時溴為液體，比氯殘留的時間長，保存法不妥時，一直以很少量不斷地漏出，為害情形亦較氯嚴重。

例 5 其他有毒氣體：

打破了裝有二硫化碳的瓶子，在收拾工作中昏迷，被送進醫院。

吸入多量或長時間吸入二氧化硫、硫化氫、二硫化碳、五氧化二磷（赤磷燃燒產生的）、硝基苯等蒸氣時，常引起頭痛、噁心的症狀。現今由危險藥品引起的事故有年年減少的趨勢，但因有毒氣體引起的急性中毒之例子並不見得有顯著的減少。至於硫化氫，當其濃度加大時，其臭味並無顯著變化（3→300 ppm 時，其不快感程度也不加強），因此危險性也大。陽離子系統分離實驗中，雖然在通風櫥中製造硫化氫，但其後的操作都是拿到各實驗台桌去作，長時間吸入此氣而中毒的例子亦不少。然而以上所述的各氣體，均具有特殊臭味及刺激性，在實驗中漏出時

，易被查覺。一氧化碳是無臭的，比重接近空氣，相當危險。在實驗室內，通常用甲酸加濃硫酸製造之，當產生一氧化碳的量超過需要量時，可點火燃燒之，不過更重要的是控制甲酸的量，以防止發生超量的一氧化碳。在實驗室內關於有毒氣體的容許量都有明白的指示。但在實驗當時亦不能馬上加以測定，因此仍是使產生量儘量減少至實驗夠用的需要量，並在通風良好處操作才是上策。

三、實驗操作上的不注意引起的事故例：

例 1 玻璃器具：

洗滌有裂痕的燒杯，燒杯破損，刺傷手指。

諸如把玻璃管插入橡皮塞時折斷，組合實驗裝置而用力過猛時，試藥瓶塞過緊，勉強要打開時等，由玻璃的破損而引起的受傷情形實在很多。這都需靠實驗者本身在操作中細心注意來避免的。

例 2 加熱：

濃硝酸放入試管中加熱，突沸噴出，燒傷頭部。

操作中的事故，在加熱時發生的最多。尤其置入試管內的液體過多或黏性高的液體加熱時常發生突沸現象。此外手觸到加熱的玻璃，臉太靠近本生燈而燒到頭髮等，都是操作中的小失誤，要沈著、細心，才能防止。

例 3 逆流：

氯酸鉀與二氧化錳混合加熱，用排水集氣法收集氧後，導管仍存於水中，就停止加熱，發生逆流，水倒灌入熱的試管中而使試管破裂。

例 4 粗暴的操作：

(1) 製造二氧化碳時，在發生裝置中預先倒入鹽酸，再投入大理石片，把燒瓶底擊破。

(2) 二叉試管內各放入漂白粉及濃鹽酸，

附加導管插入集氣瓶中，再將濃鹽酸倒入漂白粉內，瞬間導管的塞栓飛出，溢出的濃鹽酸碰到手，並吸入多量氯氣。這是因漂白粉過量或濃鹽酸急速傾入所致。

例5 缺乏知識：

天氣寒冷時，解凍冰醋酸，直接在本生燈上加熱，瓶子破裂，冰醋酸發火燃燒，雖然無特殊災害，但也吃驚一場。

例3及此例均是屬於缺乏知識引起的。學生實驗時，會由意想不到的操作與行動造成事故，老師們應在課堂內多巡視提防。

例6 服裝：

夏天酷熱，捲起實驗衣的袖子，藥品淋到手腕。

例7 事後的處理：

衣服在碰到濃硫酸，用濕手帕拭之，事後皮膚紅腫疼痛。此時應該用多量的水來沖洗，如有脫衣沖洗必要時可利用廁所或保健室。

四、貯存中的藥品發生的事故例：

- (1) 裝有黃磷的瓶子，自櫃子掉下，觸及空氣而發火。
- (2) 密栓貯藏中的過氧化氫之瓶蓋飛出。
- (3) 貯存中的溴漏出。
- (4) 保存於冰箱中的乙醚蒸氣溢出，碰到自動開關的火花而引火爆發，冰箱的門被吹走。藥品的保管非常重要，應有精密的安排。

(3) 了解各種器具的使用方法。

(4) 穿著適當的實驗衣。

(5) 預知可能發生的意外事故以及其良好對策。

二、實驗進行中的注意事項：

老師在開始實驗時，雖然再三叮嚀，但也不夠徹底，50人中只要有1人不聽從，就會發生事故，實驗進行中亦要巡視監督。

(1) 查看有無錯誤的操作或試藥的使用量是否超過需要量？

(2) 實驗台桌、椅子間、通路等是否整理妥當？

(3) 會不會影響到鄰近他組實驗的操作？

(4) 注意通風，以免空氣污染。

三、作完實驗後的注意事項：

輪到下一班的學生進來作實驗時，不知不覺中引起的事故亦不少。實驗後的整理要徹底，尤其要確認沒有殘留的危險物質後才能離開實驗室。

參考文獻

1. 黑杭清治，化學教育，27, 168 (1979)。
2. 崎川範行，化學教育，27, 147 (1979)。

參、對實驗安全的基本心得

一、事前應注意事項：

- (1) 充分理解實驗內容。
- (2) 取用試藥的量要有適當的限制。