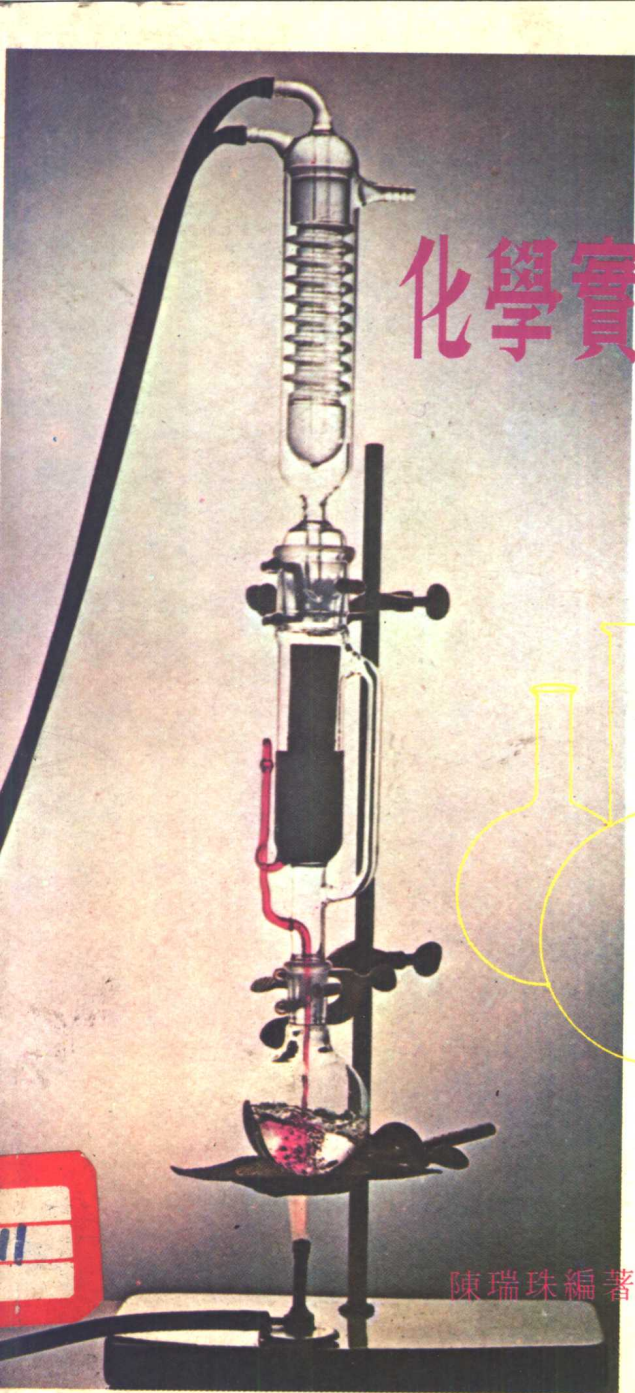


化學實驗操作 手冊



*A
Handbook
of
Experiment
in
Chemistry*

陳瑞珠編著 · 萬里書店出版

化學實驗操作手冊

陳瑞珠編著

香港萬里書店出版

化學實驗操作手冊

陳瑞珠編著

出版者：萬里書店

香港北角英皇道486號三樓

電話：5-632411 & 5-632412

承印者：信義印刷公司

九龍官塘偉業街154號五樓

定價：港幣五元二角

版權所有 * 不准翻印

(一九七八年一月版)

表面

處理

叢書



表面處理叢書

鍍銅技術	黃奇松編著	\$9.00
金屬真空鍍	黃奇松編著	5.50
金屬電鍍工藝	林西音編著	14.00
金屬染色技法	黃奇松編著	7.80
ABS塑膠電鍍	黃奇松編著	6.60
化合物真空鍍	黃奇松編著	6.00
鋁的陽極氧化和染色	黃奇松編著	9.00
工業噴漆技術	趙國英編著	即出

萬里書店

出版

目 錄

第一章	實驗室安全重要性	1
第二章	危險藥品之一——易燃物、易爆物	5
	2-1 化學易燃氣體及液體.....	5
	2-2 化學不穩定的易燃易爆物.....	7
	2-3 滅火器材及滅火.....	10
第三章	危險藥品之二	18
	3-1 有損健康的危險藥品.....	18
	3-2 藥物中毒的途徑.....	21
	3-3 藥物中毒引起的疾病.....	23
第四章	藥品的貯存及銷毀	33
	4-1 藥品的貯存.....	33
	4-2 危險藥品澱出及銷毀的處理方法.....	46
第五章	實驗室安全措施	50
	5-1 實驗室設備及安排.....	50
	5-2 實驗室守則.....	56
	5-3 急救措施.....	58
第六章	電器、煤氣、氣缸	66

6-1	安全用電	66
6-2	煤氣、石油氣的安裝及安全措施	69
6-3	氣缸及危險性氣體	71
第七章	安全操作技術	79
7-1	玻璃儀器及其安裝	79
7-2	藥品的取用及溶液配製	83
7-3	加熱	90
7-4	廢氣處理	92
7-5	減壓蒸餾及其他減壓操作	95
7-6	控制化學反應	97
7-7	放射性藥品的安全操作	99

第一章 實驗室安全重要性

在許多城市裏，實驗室遍佈各大學、中學、化工廠、藥廠、電鍍廠、漂染廠、食品廠、油站……。學校的實驗室，是研究和培養人材的基地；工廠的實驗室，是研究新技術、新產品和控制生產質量的地方。

今天，科學技術一日千里，工業產品日新月異，一個有遠見的實業家，必定非常重視實驗室；因為各種研究工作都始於實驗室，研究製造出性能優異而價廉物美的新產品。另一方面，對於減少廢品、控制質量，也需要實驗室作實驗。

實驗室工作人員，必須重視安全，工作才能順利進展。

通常，實驗室使用的機器、玻璃儀器、電器、化學藥品，都潛伏着很大的危險，而化學反應有些是很激烈的，可能會着火、爆炸。如果稍不注意，就有割傷、軋傷、觸電、燙傷、藥物灼傷、着火爆炸和中毒等等意外。

雖然實驗室潛伏着各種各樣的意外條件，但並不意味着實驗室會經常發生意外。根據香港消防局的統計，每年都接到若干宗實驗室着火的求救報警，但是沒有成災，消防車到達時，火早已被撲滅。說明實驗室工作人員對安全的重視和有豐富的處理意外

的知識。美國專家也認為化工廠的傷亡事故要比廠礦及其他行業為低。這是因為化工廠危險，全廠人員對安全重視的結果。

俗語說：小心駛得萬年船。最怕的就是對實驗室潛伏的危險一無所知；或者粗心大意；或者對不安全操作習以為常，這就往往發生意外事故。

例如，某助教配製氫氧化鈉溶液時，順手取了一個試劑瓶，將氫氧化鈉放入去，加水塞好，振盪混合，然後拿到眼前，觀看有沒有完全溶解，忽然「拍」一聲，瓶子破裂，熱的氫氧化鈉流入眼中及面部，雖然立即沖洗，也來不及了。結果雙目失明，終身殘廢。

這位助教的操作有許多錯誤的地方。第一，氫氧化鈉溶解時發熱，不應用不耐熱的試劑瓶，而應用化學玻璃製的燒杯。第二，要愛護眼睛，不應將化學藥品拿到接近眼睛的地方。第三，氫氧化鈉是強鹼，操作時必須戴眼鏡或護目罩，保護眼睛。

近二十年來，我們已知道水銀（汞）非常毒，而且積累於身體，不易排除。但有許多人覺得水銀好玩，打破一枝水銀溫度計習以為常，或者好奇的倒在手中玩，當時又看不到嚴重後果，等到病發就很傷腦筋了。

所以發生這樣的事情，是由於當事人對化學安全知識不了解。要從事化學研究，必須了解各種藥品的性能，各種操作可能出現的安全問題，知道如何避免和防止意外發生，縱使發生意外，危險性也會降至最低限度，易於處理，這就是「防患未然」。

有了安全知識，但粗心大意、一時疏忽，也會發生意外。例如蒸乙醇忘了開冷凝水喉，乙醇蒸氣逸出，就可能着火爆炸。

有時候，對一些潛伏危險問題，看慣了，習以為常，終有一日會發生事故的。例如有些女工作人員喜歡留長頭髮，喜歡穿高跟鞋，而這樣的裝束在實驗室工作是很危險的，萬一拿着藥品摔了一跤，長頭髮燎起火來，或者被皮帶輪捲入，後果是不堪設想的。

也有這樣的人，自己經常操作，自以為「工作熟練，藝高胆大」，就疏忽一些安全措施，不戴防護用具，認為麻煩，但一發生意外，後悔就來不及了！



所以，在實驗室的工作人員，應時常注意安全，提高警惕，在動手之前多想想，可能會發生什麼危險情況，怎樣做得更好些，採取什麼措施。絕不能匆匆忙忙，因為忙中有錯，會發生危險的。

實驗室的工作人員應有以下的思想準備：

一、假定所有藥物都有危險。當進入實驗室工作時必須戴眼鏡，穿着實驗服。

二、要建立清潔整齊的習慣。

三、對危險操作特別警惕、小心，事先準備好預防措施；如真的發生了不安全現象，立即處理，以免手忙腳亂。

四、遵守安全操作，不怕麻煩。

此外，對安全問題反覆講是很必要的。就以學校的實驗室來說，有的學生進入實驗室，會在實驗室周圍走、吃東西；有的拿着藥品覺得好玩；甚至拿着硝酸遞來傳去，有的學生灑出水銀，所有這些都必須嚴加禁止，以免發生意外。教師們在指導學生做實驗之前，必須向他們講清那些是危險的藥品，那些操作過程會可能發生危險和處理方法，每學期也必須講實驗室規則。因為安全是頭等重要的事情。

對於從事實驗室工作的新人，必須進行操作教育，務使他們思想上對安全重視，盡快掌握一些安全技術，這樣才能保證他們本人的身體健康、室內工作人員的健康和安全；才能確保實驗結果準確、快捷、減少事故發生。

這本書在下面將向讀者們介紹有關化學實驗的安全知識：包括危險藥品的性質、貯存及處理方法，防火及防護措施，實驗室安全設備以及安全操作等等。

第二章 危險藥品之一 ——易燃物，易爆物

實驗室通常碰到的着火事故分爲四類。

第一類：（A類）一般着火。如紙、柴、木器及紗等着火。

第二類：（B類）易燃液體着火。如油、汽油、苯等。

第三類：（C類）金屬着火。如鉀、鈉、鎂、鋁、金屬氫化物等。

第四類：（D類）電器着火。如電器設備及氣體等。

其中第二、三類是由於化學易燃物而引起的。

2-1 化學易燃氣體及液體

化學藥品中有許多是可燃、自燃或助燃的。幾乎所有有機物都是可燃的。在城市火災中，由於煤氣、氣油、塑料、膠片……等等造成着火佔很大比例。

在易燃物中，最危險的是那些在常溫下是氣體或低沸點的易燃物。危險的易燃物有：

一、氣體：氫氣、氨氣、煤氣、石油氣、乙炔（電石氣）、乙烯、一氧化碳等等。

二、液體：乙醚、二硫化碳、四氫呋喃、苯、溴乙烷、汽油、酒精、醋酸乙酯（天那水）、醋酸丁酯（稀料）、丙酮、乙醛……等等。但以前三種最危險。

這些易燃物，非常危險。因為：（一）是氣體，或低沸點液體，在室溫下的蒸氣濃度很大，足以着火。（二）燃燒速度快，火燄能越過一段距離，所以蒸氣很容易被引着。（三）有的自然點很低，乙醚、二硫化碳、四氫呋喃的蒸氣和熱板就足以引起燃燒。（四）最危險的是和空氣形成爆炸混合物，在爆炸範圍的濃度內（低限和高限之間）發生爆炸性燃燒。

作者曾目擊過一個火災現場，防火的建築物鋼架燒得歪扭變形，窗戶完全粉碎，對面馬路的建築窗戶亦被震碎。

事故的起因是這樣的：一個化驗員使用電熱板加熱，誰知隔壁做中型試驗，在 100 公升罐內使用酒精迴流，發生了冷凝水中斷故障，乙醇氣體逸出空氣中，愈來愈濃，穿過架抽氣管的牆孔進入化驗室中，突然轟一聲，室內火光熊熊，燃燒時間很短，但破壞了整座實驗室，造成傷亡事故。如果這房間門窗向內開，爆炸氣浪將門窗關上，房間壓力很大，無法打開，人無法撤出，後果更嚴重。

（五）有的易燃物本身有毒，有的燃燒分解產生刺激性氣體或劇毒氣體，更加威脅現場傷者或救火人員的安全。

對於易燃物的性能，我們從三個方面來衡量它們：

一、閃點(Flash point) 指該液體上的蒸氣形成燃燒混合物

的最低溫度。根據英聯邦規定：閃點在 22°C 以下的是危險易燃物（一級易燃物），在 $22\sim 66^{\circ}\text{C}$ 的是易燃物。乙醚的閃點只有 -45°C ，二硫化碳只有 -30°C ，非常危險。

二、燃點(Ignition temperature) 該物質的蒸氣自動着火的最低溫度。

三、爆炸範圍(Explosion limit) 該物質蒸氣與空氣形成爆炸混合物的極限。

低限(Lower limit) 在空氣中的濃度低於此限不着火爆炸。

高限(Upper limit) 在空氣中高於此濃度亦不着火爆炸。

爆炸高低限相隔越大，就是該物質與空氣混合，有一個很濶的爆炸範圍，危險性就越大。乙炔等就是非常危險的易燃物，一定要有特別措施才能操作。

2-2 化學不穩定的易燃易爆物

這類物質非常活潑，或者不穩定，稍改變外界條件（溫度、壓力、震盪、磨擦、撞擊等等），即起化合或分解的猛烈反應，立即着火甚至爆炸。

這類藥品分下列六類敘述：

一、炸藥

大家都知道TNT是烈性炸藥。多硝基化合物都是烈性炸藥。實驗室常用的苦味酸(Picric acid)，又叫三硝基酚(Trinitrophenol)，乾燥時是很危險的炸藥，必須保持潮濕狀態。

硝酸銨、亞硝酸銨受熱分解，可能爆炸。

二、不穩定氧化物

其中最危險的是高價酸和過氧化物。

高價酸在無水狀態很易爆炸，所以不要和脫水劑（如硫酸、磷酸、二氧化二磷等等）混合。這些高價酸有：高錳酸（*Permanganic acid*）、過氯酸（*Perchloric acid*）、過硫酸（*Persulfuric acid*），所以它們的鹽類與酸或酸酐與硫酸混合特別危險。

在香港，中學實驗室發生過高錳酸鉀與濃硫酸混合爆炸事故。

最常用的過氧化物（*Peroxide*）是雙氧水，雙氧（*Hydrogen peroxide*）水內有鐵、銅、錳等就自動分解。60%以上的雙氧水是很危險的。

過氧化苯甲酰及其他聚合反應引發劑（*Intiator*），在乾燥狀態時是很危險的。

許多含氧的有機物，例如醚類、醛類、酸類、烯類等，暴於空氣中，慢慢自動氧化生成少許過氧化物。對於像乙醚、四氫呋喃等易形成過氧化物，閃點又低的易燃物，要特別警惕。存久了的乙醚，要將過氧化物除去才用。回收乙醚時，千萬不要蒸乾，否則濃集過氧化物，受熱爆炸。工業乙醚含有少量水，用鐵罐貯存，能抑制過氧化物的形成。使用四氫呋喃，必須在氮氣流下操作。

三、自燃物

一、活潑金屬 如鉀、鈉、鈣、鎂、鋁、鋅等在空氣中燃燒生成相應的氧化物。尤其是鉀和鈉，與水猛烈反應，即放出氫

氣，爆炸燃燒。鉀、鈉貯於煤油中，與空氣水氣隔絕，即使這樣，貯存久了的鉀，表面亦自動氧化，形成少量過氧化鉀，有爆炸危險。此外，鉀、鈉和多種滅火劑，如水、二氧化碳、鹵代烷都猛烈反應，所以着火只能用沙土、碳酸鈉或碳酸氫鈉撲救，使用錯了滅火劑，反而增加危險，不能疏忽大意。

反應後的金屬渣，特別容易着火，不能隨便拋棄在垃圾桶中。金屬粉塵瀰漫在空氣中，形成爆炸混合物。

這類金屬有機化合物（除了碳酸鹽及普通有機酸鹽之外）暴於空氣中會發生爆炸燃燒的。

二、黃磷 暴於空氣中自燃。黃磷要保存於水下，避免和空氣接觸。黃磷不能和皮膚接觸。

三、金屬氫化物 氫化硼、硼烷等等。

四、强氧化劑或還原劑

强還原劑自動與空氣中的氧化合，着火爆炸，上述的自燃物就是例子。

强氧化劑與微量雜質混合，亦可能猛烈爆炸。因為木炭、塵埃、滑潤油脂及其他有機物大多數是還原劑，所以强氧化劑被污染，就特別危險。使用氯酸鉀、高錳酸鉀、重鉻酸鉀、硝酸及其鹽類、亞硝酸鹽……等等要特別注意。使用氧氣罐，要有專用的降壓調壓閥，不能有油脂之類有機物。

在學校製造氧氣試驗，使用氯酸鉀分解，用二氧化錳催化，如混入少量雜質，就會爆炸，最好不用這種方法製備。

强氧化劑和還原劑混合，會着火爆炸。硝酸鉀（氧化劑）硫磺和木炭（還原劑）的混合物就是炸藥。曾有一個技術員，將少

量上述混合物放在乳鉢研磨，不過兩三克的藥品，竟使眼睛受傷而殘廢，實在不能等閒視之。

亞硝酸鈉（氧化劑）和亞硫酸氫鈉（還原劑）混合即着火。有一婦人，在工廠附近檢了兩個包裝紙袋，放在家中竟然失火，原來這兩個紙袋分別包裝過亞硝酸鈉和亞硫酸氫鈉的。

五、單體(Monomers)或其他能起連鎖反應(Chain reaction)的物質

這類化合物大多都摻少量穩定劑抑制聚合反應。如受光照受熱等引發了連鎖聚合反應，放強熱而引起分解爆炸。

六、重氮鹽、炔的鹽類等等

這些物質非常不穩定、易爆炸。電石（碳化鈣）遇水反應生成危險的乙炔氣。撲滅這種火災要特別注意，因為電石渣子反應很慢，滅火以後，還會死灰復燃，再發生火災。

七、粉塵重，與空氣形成爆炸混合物

例如棉紗着火爆炸，染有液體空氣的廢棉紗及其他還原劑，很易爆炸，使用液體空氣作冷卻劑要特別小心。

2-3 滅火器材及滅火

滅火劑的作用是將燃燒物冷卻至燃點以下，同時使之隔絕空氣而熄滅。常用的滅火器材有水、滅火器、沙土、石棉氈等等。

一、水：水是最方便而價廉的滅火劑，可以撲救A類火災，但其他三類火災不能用水撲救。因為：

(1) 很多易燃液體不溶於水，比水輕，着火時加入水後，這些油浮在水中，反而增大與空氣接觸面，結果火勢更旺。只有與水混合的易燃物（如酒精）着火，才能用水撲救。

(2) 水與金屬猛烈反應，產生危險易燃物氫。鉀、鈉着火，用水撲救則弄巧反拙。

(3) 電器潮濕，形成短路，並有觸電危險。

二、滅火器：香港各廠家生產的滅火器名目繁多，但實質有以下幾種：

(1) 泡沫型：使用之際，桶內硫酸與碳酸氫鈉溶液混合，噴出二氧化碳及溶液泡沫，或者由碳酸氫鈉硫酸鋁溶液混合噴出二氧化碳泡沫。也有用壓縮二氧化碳為動力，噴出水泡沫。這類滅火器可撲滅A、B類火災。

(2) 二氧化碳滅火器：撲滅A、B、D類火。

二氧化碳在低溫時與鉀、鈉反應很慢，但在着火的條件下，溫度高，即反應很快很猛烈，所以當大量鉀、鈉着火時，絕不能用二氧化碳撲救。

(3) 溴氯二氟甲烷 (Bromochloro difluoromethane)，簡稱BCF。這種滅火器材裝在天花板上，滅火器有一低融點合金封口（有各種規格，常用的是 155°C ），當室內着火，溫度超過了規格，封口熔融便自動噴出BCF滅火。BCF氣體有毒，而且與金屬反應，故不宜撲滅C類火災。

(4) 乾粉：桶內裝乾粉，內有壓縮二氧化碳管，使用時用力打擊，管破，二氧化碳將乾粉噴出，撲救金屬着火。但大量鉀鈉着火則不適宜。