

化學災害處理手冊

張昭鼎 主編
雷敏宏

科學月刊社

編著者：科學月刊社

主編：張昭鼎 雷敏宏
執行編輯：曾惠中 朱維鈞
編輯：歐素如 許千樹 蔡松雨
楊秋和 劉世鈞

出版者：財團法人台北市科學出版事業基金會出版部

發行者：科學月刊社

台北市雲和街79之1號4樓

電話：3214821・3512872

郵政劃撥帳號：18482

新聞局登記證局版台業字第0666號

中華民國六十八年十月出版

版權所有 不准翻印

定價每冊1400元整

化學災害處理手冊

張昭鼎 主編
雷敏宏

科學月刊社

目 錄

序 5

第一章 緒 言 7

標示 管理部門的職務 火災及爆炸的危害 化學反應的危害性 毒害 普通的工作環境 生化物質的危害 放射性危害 結論

第二章 安全計畫 21

實驗室的安全計畫 危險物質的處理 給水和排水 通風設備和排煙櫥 工作檯和裝置物 地板和地板覆蓋物 實驗室安全人員 一般安全預防 一人獨守的實驗室 防護設備及其用途 特別處理 防護手套原料抗藥性的等級

第三章 防 火 45

各種引起火災的本質 防範方法 點火源的控制 防護的結構及隔離 滅火器的種類 用在特殊的火災上 滅火器的分配 固定的滅火系統 發生時的行動 保險人員對於防火的協調

第四章 化學反應的危險性 59

物理·化學因素 試劑的濃度 反應溫度 操作上的考慮 壓力系統 絕熱系統 分解的型式 化學組成與反應性的關係 分子結構 氧化還原化合物 自燃性化合物 過氧化物化合物 易與水反應的化合物 吸熱性化合物 具危險性的反應混合物 貯存的潛在危險性 個人的防護

第五章 化學藥品的危害與毒物學 79

為什麼毒品有毒 毒物學的基本原則 以暴露作相對毒害

的量度 關於暴露的物理狀態和其他因素 工作過程中的暴露 吸入毒品後的有效期限 暴露和傷害 人體的負荷和排泄 複雜的暴露問題 毒性暴露的結果

第六章 醫藥服務和急救 109

醫藥服務 皮膚炎 基本預防方法 急救 急救員的訓練 設備 急救處理 標準處理 特別處理 標準處理摘要

第七章 危險的化學藥品 131

特性 警告 毒效應 危險反應 急救方式 火災 洩漏處理 致癌物質 1300多種危險化學藥品

第八章 生化實驗室的安全 107

其他化學實驗室所沒有的危害 立法措施 肝炎 危險性高的樣品 一般預防法 記錄的保持 樣品的接受 離心分離 吸管吸收 儀器分析 糞和尿 其他預防措施

第九章 輻射線的防護 117

輻射線的種類 量和單位 輻射效應 輻射線最大的允許劑量 輻射線的管理 實驗室的組織 有關X—射線的防護 操作密封射源的預防措施 操作未密封的放射性物質的預防措施 測量的儀器 非離子化輻射線

附 錄 739

水的品質及管制：飲用水水質標準及有關管理法規 水污染防治法規

固體廢棄物：廢棄物的清理及有關法規

空氣的品質與管制：空氣污染防治法規 空氣中有害物質容許濃度

中英文名對照 187

序

近二十年來台灣地區的工業發展極為迅速，各式各樣大小不同的工廠遍佈全省各地，而其中佔有多數地位的是與化學有關的企業。上從巨型的石油化學工業，下至家庭式的電鍍工場都不斷地在消耗或製造化學品；在學校的實驗室裏，甚至每個家庭生活中，化學品在現代人的生活中已經成為不可或缺的必需品，「沒有化學品，即沒有現代人的生活」，並非過甚其辭。

任何事物都有它的兩面性，現代科技豐富了人們的生活，但也帶來了一些未曾有的問題。隨著化學技術的不斷進步，化學品的種類日愈增多，生產規模也日愈擴大，空氣和水污染等公害問題日趨嚴重；由於不當處理所引起的火災和中毒等化學災害時有所聞，現代人的生活無時無刻不暴露在潛在的災害中。

「科學月刊社」有鑒於此，乃有編纂「化學災害處理手冊」之議，希望藉此提供在工廠、實驗室、醫院以及學校從事於化學品操作的朋友們予防止化學災害及災後處理的便捷可行的方法。

本書主要取材自英國化學會所編 Hazards in Chemical Laboratory (1971)。全書共分九章，依次介紹實驗室安全設計、防火、化學災害、毒性急救、生化實驗室之安全及放射線防護。而全書中心部分為第七章的災害性化學品，在此介紹 1300 種以上的災害性化學品的物理、化學等性質，以及操作時的注意事項以及災害的善後處理。我們把不適於我國國情的部分刪去，另在第七章中加入近來頗引起關心的致癌物質，並在附錄裏增列空氣、水之品質管制與污染質料以及我國相關的法規等作為參考。

最後我們在此向直接或間接參與編輯工作的清華大學及應用化學研究所的研究生與科學月刊社的同仁表示謝意；湯盛偉先生協助索引的編輯，賴永和先生提供資料在此一併致謝。

張昭鼎

六十八年七月

第一章 緒言

近年來臺灣的工業發展迅速，在日常生活中不論是在工作場所或家庭中使用化學藥品的機會愈來愈多，可能遭受的化學危害也隨而增加。本書出版的目的是主要在於提供處理化學危害的可循途徑。

很遺憾的，過去一些習慣處理危險物質的化學家們，從來就沒有把他們自己與這種危險聯想在一起的意圖，尤其忽略掉那些具有長潛伏期危害的物質。即使是化學家也不例外，每一個人都有一種想法：假如意外會發生也只會發生在別人身上，而不會在自己身上發生，因為自己是非常聰明而有才智的。

但是，從經驗上顯示：事實勝於雄辯。很多人於實驗室工作的時候，都已在不知不覺中使自己的健康遭受損害，而以爲對工作能力沒有造成任何的影響；直到永久的損害生成之後，很多人才瞭解到，只要使用最基本的預防措施，就可以避免這種損害、或特殊的情況一早就死，但均悔之晚矣。

要想防範及避免這種情況發生，就應該仔細的閱讀本手冊。編者企圖對實驗室所可能發生的危險，作簡單的陳述和討論，以及提出適當的建議以避免危險的發生。在本手冊第七章所介紹的有很多是具有權威性的敘述，我們相信，對於很多因篇幅而未能列入的溶劑和物質，亦可依此而設計出一套防範的方法。

同時我們相信，這本手冊不祇是對在實驗室工作的化學家們，而且對所有在小規模如工業上處理有害物質的人都將是有用的。

另外這本手冊對於學校和高階層技術機構更是有用，因為那裏是訓練人們正確使用與處理物質的地方。本手冊也可以做爲主修化學學科的相關課程內容之一。

每一個人都應該瞭解如何來控制實驗室的危害：實施安全的工作體系。譬如，機械上的安全須求，包括對機器危險部分的警戒，即使

是對只有幾馬力運轉的馬達也不應該例外，這樣對於與馬達運轉部分發生接觸的危險就可以避免。在每一個作業場所的出入口都應提供一安全提示，即使是對那些不經常使用的作業場所也應該如此。良好的管理要求，可以減少因人為疏忽而發生意外的可能性，例如：處理玻璃綿的安全顧慮。對電的安全措施如使用低電量的伏特計、及敏感的電源開關。當然，還有就是當心本手冊所提到的物質，要避免受火災及爆炸的危害，或是避免暴露於有毒的物質及致病的氣體中。

標示

要想無憂無慮安全的處理化學品，最簡單最重要的一個步驟，就是使用一特殊的標示體系，顯示某一物質的特性，指示其所具有的危害，及敘述其可遵循的簡單預防方法。近年來，有關標示體系，已經引起了國際間熱烈的討論，在歐洲開的某會議中，也對純物質的標示發表一些提案。關於純物質和溶劑，某些機構已將提案具體化，而對於其他合成化合物也已在準備的階段。「歐洲共同市場」的執行機構在最近達成協調，要促使這個立法快速的完成，以使這提案達到預期的效果。

第七章即針對危險的化學藥品遵循此提案而寫成。在工場或實驗室中忽略對有危害性物質的適切警告是不可原諒的過失，有時候很多化學品都是由沒有經驗而且不懂得技巧的非技術員工如清潔工人或維護工人所處理，因此，本手冊即遵循這體系所應用的一般原則，對所有化學品一一加以標示。

管理部門的職務

安全與健康，是屬於管理部門的責任，而這必須得到管理者的合

作。管理者及所有的員工，不祇是要瞭解所有可能發生的危害，同時也要具有參與感，以要求提升工作環境的安全與健康。嚴密的預防措施應經由分析或其他方法制定，或者馬上由一個了解危險而具有責任感，能對正常工作及任何緊急事件的發生作預防的人來管理。較大的實驗室裏，必須指派安全主管及衛生專員，執行一般勸告及監察的工作。不祇是如此，還必須隨時聽取員工對實行嚴密措施的批評。從經驗顯示：這種作法在實際技術作業上是非常寶貴的，可以相對減輕我們已經忽略的簡單災害。

一般的管理和監察工作應該是緊密的，以保證作業是照預定的計劃井然有序的在進行。對未經許可的操作應先行檢查，對操作中的程序或實驗記錄給與適度的注意。特別是在每次吃飯或飲茶時間及一天的終了，都必須做一整體系的總檢查，以確認每一樣東西都可以安全地留放在那裏，假如發現有任何可疑的裝置，則必須繼續的監視。

總體的目標應該在於工程師不出任何的差錯。使任何可能的人為因素及疏忽減低至最小程度，而使整個體系能够正常的操作。第二章對這一方面的問題有詳細的敘述。

火災及爆炸的危害

火災的可怕是大家都知道的。但我們必須提醒各位一句格言：親暱便生狎侮。換句話說：熟習漸生輕視之心。許許多多的實驗室火災能證實這個問題的嚴重性。在第三章對這種危險有詳細的敘述。請參考第七章所提的每一物質，摘述其性質部份的原文，以作為對火災危害評估的依據，同時建議如何來選擇滅火裝置。

當使用一種其發火點 (flash point) 比室溫還要低的液體，在適當的環境之下，會有適量的蒸氣揮發而與空氣混合成為一可燃性的混合物，這是很容易瞭解的。在時間及適當條件之下，這混合物會聚集

在工作房內，到了某一種程度，當有燃源引入的時候，則可能會引起嚴重的爆炸。更重要而值得注意的，就是如已有燃源存在的時候，可以遠在一段距離就點燃這空氣混合物，而回燃至原來的出處，結果必然引起嚴重的火災。

一種可燃性的氣體或蒸氣，要想與空氣混合而成爲可燃的，其濃度必相當於或超過每單位體積的 1 %。因此，在一個密閉的場所如通風櫥中就可以很容易檢驗出，是否已經達到危險的濃度。實際上，正常的工作環境，要絕對保證不超過其可燃極限濃度的四分之三，工作房內大氣中的可燃蒸氣或氣體，當然絕對不可接近這濃度極限。計算的時候必須考慮到可能的洩漏量，這樣雖然在正常狀況之下，也就不須採取一些特殊的預防方法，例如使用電子防火裝置。這類電子裝置對於處理發火點低於 32°C，特別是低於 21°C 的可燃性溶劑，所可能引起的緊急事件非常有效，可防止不可預期的損失。因此，我們的目標是要限制此類溶劑的使用，除非是絕對必要；或者儘可能的降低使用量。用在例行操作下，溶劑的選擇特別重要，每一個程序，我們都應該仔細的考慮，是否可以用有較高發火點的溶劑代替。

所有的可燃性物質和溶劑，應該經常保持在一絕對的最低量。一般說來，一間十坪大小的實驗室，架子上的易燃性溶劑的總體積應以 20 公升爲極限，這是很容易被忽視的。一些不常使用的溶劑不可大量地堆積在實驗室裏面。可燃性物質不使用的時候，必須採取適當措施，存放在一設計精良的防火倉庫裏。

每個地方都應該準備適當的滅火裝置及逃生設備（請參閱第三章）。所有的員工都應練習及熟悉裝備的使用方法，使一場小火災能够很快的就被撲滅而不蔓延，假如沒有辦法控制的話，每一個人應知道如何安全的逃生。

化學反應的危害性

使用容易造成爆炸的高反應性或不穩定物質，必須特別謹慎的操作。其所使用的量應保持在最低量。如果必要的話，讓反應在一較小規範內進行，萬一發生不幸，對於如何限制其爆炸威力，應做適當的考慮，例如提供一合適的緩和出口到安全地方。在所有的操作中，必定要使用保護的屏障，或是利用遙控裝置來操作實驗，操作者才可以不受到傷害。必須記住：這些物質可能會發生一些副反應，或是放置一段時間以後會變成殘餘物質。

假如是放熱反應，必須小心的控制，同時裝置有冷卻及攪拌系統。再一次的提醒：使用量必須保持在最低量，同時要有屏障保護。除非有高度技術及能力的化學家，知道其隱含的危險和預防方法，否則，像這類的操作絕對不可委託給任何人。所有有關的事項在第四章均有詳細的說明。

毒害

有毒的物質可經由口腔攝取、鼻孔吸入及皮膚吸收等三種方法而造成毒害。我們最先的想法總是先考慮：是否可用一種無害或危害較小的物質來代替？這一個步驟是絕對不可忽略的，如此可以降低或完全消除危險性。假如每一個人適當的注意清潔衛生，則經由手或食物的污染而攝取的毒害就可以消除。有一套高水準而便利的盥洗用具及乾燥器總是有利的，這個預防措施同樣可以應用到其他對健康有威脅的地方。增進自己的清潔習慣是絕不可忽視的。在此範疇內，另一個最普遍也是最不可原諒的危險就是使用嘴來吸吸管，絕對不可用這個方法來吸量有害的液體，即使是在學校，我們都應該訓練學生使用橡

皮吸球來吸取液體。

皮膚與有腐蝕性的物質接觸，通常都很明顯，因此由皮膚吸收而中毒的機會比較少。雖然如此，只要有這種毒害存在，手套（請參閱第二章）和防護衣，就應該隨時穿戴著。假如一旦和皮膚接觸，受侵襲的部位，馬上用肥皂和清水來清洗。尤其要特別注意到眼睛的保護，縱然有腐蝕性的物質是按常規使用，眼睛也要採取像平常一樣的保護措施。必須提醒一點：經常受害的都是一些無辜的旁觀者而不是那些實際操作的人員。

可以經由皮膚吸收的物質常具有潛伏性的危險，特別是長期性反覆不斷的接觸。請留心防範，讓每一個人都能洞察所隱含的危險性，最好的辦法是避免接觸。從很多的實例都可發現：使用防護手套並不完全有用，因為污染可經由小孔而滲透到內層皮膚，或者是由於不小心的穿戴和脫除。除非有一套嚴密的操作程序，否則任何潑濺在未保護的皮膚上，就要馬上用肥皂和清水洗濯。對於經常參與使用許多有害物質的人，最好能計劃做定期的全身健康檢查。

在實驗室吸入有害的蒸氣、氣體、粉末和液體噴霧劑，是最具有潛伏性和廣泛性的危險。很多人可能陸續的暴露於過量的蒸氣如汞、苯和四氯化碳或鉛、鉍的粉末中，危險之所以這樣嚴重，主要是由於它的潛伏性，通常都是沒有感覺的，而且這污染物必是早就充溢在工作房內的大氣中，才能被我們所吸進去。每一個人都傾向於批評因短期影響所造成的危害，但實際上長期影響才是最嚴重的，可能造成永久而不可挽救的傷害。不幸的，這種影響並不能直接歸諉暴露於有毒的化學品，受影響的人可能早已改換了職業，或是已經不再處理這有害的物質。因此，並沒有統計上的證據足以證明，生病的人是由於這種暴露的結果，真正重要而嚴重的危險就容易被忽略。每一個肯負

責的人都有義務瞭解：除非絕對必要，否則不輕用這些物質。國際輿論已開始注意到這一方面，並且考慮限制苯和某些含氮的碳氫化合物當作溶劑的使用。假如必須使用一有害的物質，就必須經過適當的指導，保持適當的警戒，並保證在整個操作程序中，不會有有害的物質滲入工作房內的大氣中而讓人吸進去。經常使用一設計精良的通風櫥，所有的程序或實驗都在裏面進行。如經常使用這有害的物質，而害怕會造成長期的影響，可以考慮設置一個大氣含量警告器的可能性。假如由一個合適的取樣者在通風櫥外面量取藥品，預防方法的功效就可以得到確定，同時操作者要能再保證毫無長期的健康威脅。對於毒性的評估是很複雜的一件事，其一般的原則在第五章有詳細敘述。

兩種相對無害的液體或物質，一旦發生接觸，即能釋放出令人想不到不可預期的毒氣。最普通的例子就是漂白粉和酸性洗濯清潔劑等接觸即釋放出氯氣；另一個很普遍的例子就是鹼性氰化物和酸發生接觸則釋放出氰酸氣。這種現象，經常發生在污水槽裏，排水系統的其他部分，或是所使用的容器由於前次操作所剩餘物質沒有沖洗乾淨所致。

仔細的考慮：是否要使用到這一類的物質，尤其是被那些不合資格的人使用。這類物質是否可能彼此互相接觸而產生更嚴重的危害。如有此可能性，則操作時必須加以隔離，以避免發生化學反應；同時操作裝置中應包括有廢棄物的安全處理，及例行地清洗這類化合物之容器。

關於致癌性是一較難以應付的題目。很多物質如果連續不斷的注入動物體中，就會發生致癌反應。但在正常的使用狀況下則完全沒有