

化学实验室安全手册

[英] H. A. J. 裴爱德斯 著

上海科学技术出版社

化学实验室安全手册

[英] H. A. J. 裴爱德斯 著

郑小陶 郑希濤 译

上海科学技术出版社

內 容 提 要

关于在化学实验室内工作上的安全概說、指導規則,安全使用化学仪器及设备,防火 防爆 防毒的方法和处理,毒性化学品的分析方法与安全防护用具的使用和急救常識等。

化学实验室安全手册 SAFETY IN THE CHEMICAL LABORATORY

原 著 者 [英] Dr. H. A. J. PIETERS

譯 者 郑 丁 陶 譯 者 海

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业登记证出字第1093号

上海市印刷五厂印刷 新华书店上海发行所总经售

开本 787×1092 1/27 印张 11 7/8 字数 232 000

(原料及版印 9 000 册)

1958年12月第1版 1959年3月初1印第2次印刷

印数 001—8 000

统一书号 15119·526

定价·(12)1.30元

原 序

裴爱德斯博士 (Dr. H. A. J. Pieters) 1930 年任林堡 (Limburg, 荷蘭) 國立礦場中心實驗室主任時, 曾編寫過而由礦場付印過一本小冊子, 專供礦場附屬各化學實驗室工作人員們充作課本之用。所有工作人員, 都得到一冊。

在 1942 年, 后又在 1947 年, 他和荷蘭煤礦總局首席醫官葛萊頓博士 (Dr. J. W. Greyghton) 協作, 將原書的材料予以重寫并擴大篇幅。1947 年版本, 不但增添不少根據已往所獲致的實踐經驗, 而且還採納讀者所提供, 有建設性的批評意見, 使這書成為一本包括有關化學安全題材各方面比較完整的課本。

後來有了把它寫成英文版的機會, 又將內容重編和充實, 使它符合時代的要求, 有目的地把本書寫成基本上具有國際性的安全手冊。

我們希望, 通過化學師和醫師的協作, 產生一本對一切與化學工作有關人員有助益的書。並且相信本書一定能夠完成它作為學生和化學實驗室成員的手冊和指南的任務; 告訴他們如何採取預防措施和使用適當設備來成功地克服和戰勝一些與他們工作有關聯的主要事故; 幫助他們保護自己以及一同工作的人員如何避免遭受這類事故的危害。所有這些安全措施, 或遭遇事故時所應採取的急救方法, 以及有關謹慎、安全操作和防止事故等的一些原則, 都將在本書內談到。本書主要為實驗室助理人員和學生而寫, 但本書收集的各項分析方法和一些詳細列表的數據, 對一切化學工作者以及化學工業的行政部門, 也是有用的。

为了达到提高实验室安全工作的这一目标,我們要鄭重声明,本書主要是使每个实验室工作人員人手一册,在实验室工作台上使用,而不只是在圖書館里作为参考書看待。

在搜集和选輯本書材料时,我們是从这样的观点开始的:实验室的安全,并非單純地依靠制訂一些規則和章程就能达成的。实验室工作者應該在一般地認識事故和重視事故的基礎上獲得一种安全的工作作風。因此,我們不得不特別注意于有关災害的基本原理和應該采取的預防措施。在闡述处理化学品、气体和塵埃的危害时,就有必要將生理学原理,特別是牽連呼吸过程和毒性物質如何渗透到体内組織發揮毒性效应方面加以說明。

在說明安全用具的使用外,也把安全規則和章程予以編纂,以便实验室主管者可以适当地选用和参考。

本書最后一章叙述一系列有关探测和檢定空气中沾污物的分析方法。这些方法,有的曾在國立礦場的各实验室内使用,而且証明了它們的实用价值和可靠性。其中有的是在那兒得到發展的,有的被改進的。有关可燃气体的試驗,以及在血液和在有机物内毒害物質的探测和檢定的方法等,也被包括在內。至于对塵埃的采样和分析的基本原理,也作了具体的叙述。

每章之末,都附錄廣泛的参考和進修文献,这是帮助讀者進一步研究参考用的。

本書,一方面使讀者學習了解在实验室里安全地工作的原則,一方面由于某种特殊情况的發生,讀者对某种特殊問題的解决,常需要直接的知識。這在本書之末的附表內,將各項数据總結地詳为列出,以便查閱。

很自然地,在編纂本書时,我們从許多不同的方面得到了很大的帮助。最主要的,都在每章末尾参考文献和在附錄的参考書籍表內,作了交代。

作者承 W. R. J. Berk 和 P. H. Hermans 二位协助編寫

和校閱原稿，謹此向他們致衷心的感謝。出版社的合作和關懷，也是足以稱道的。更蒙 Alec·Webster 先生校閱印稿并在各方面提出很多寶貴意見，深為感激。

最后，我們也不能免俗地聲明一下，我們并未能把實驗室安全和如何防止事故各點，全部收集得毫無遺漏。安全知識的領域，即使在本書所及的比較狹隘的范疇內，亦經常會牽涉到一些其他相互關聯的科技領域里去。因此，如果要嚴格地劃分防止事故這一門科學的界限是困難的，而且即使有界限可分的話，往往亦是片面的。比如說，在牽涉到探測和檢定實驗室空氣中有毒物質的方面時，就有必要規定嚴格的限制，因而應該為讀者仔細選擇已經證明確實可靠的方法。

因此，我們并未敢要求太完全。雖然如此，我們希望在提供一本對每一位在化學實驗室里工作的以及許多在有關的技術科學領域中工作的人們能夠找到有用的資料書籍，使他能相信，只要他肯負責，他是在一處安全的地方工作的。

對於行政部門，本書提供了如何組織實驗室的操作以使安全達到最高度的意見。實驗室工作的質和量都將得到裨益。

雖然，將一切事故完全消滅仍然是不可能的，如果實驗室成員們能重視安全並且對危險有正確的認識的話，這就完全是不同的事了。在大學，專科學院和學校里推行安全教育，對提高這種觀念來說，一定能作出很大的貢獻。

從長遠的角度來看，重視安全，絕非浪費；它能提高工作效率和經濟效果的。

H. A. J. Pieters

J. W. Creighton

目 錄

第一章 安全概說	1
實驗室主管人員的責任.....	2
對實驗室助理人員的指導.....	3
第二章 玻璃器、白金、電和煤氣的安全預防	8
● 使用白金.....	9
燃料氣體.....	11
電.....	12
第三章 火災	16
特殊危險物質.....	18
滅火.....	24
第四章 爆炸	28
縫爆炸.....	29
可能爆炸的物質.....	31
第五章 各種壓縮氣體貯瓶	40
第六章 化學品的生理效應	46
生理學及呼吸作用的原理.....	47
化學品——危險的毒物.....	55
毒物侵入的方法和作用.....	59
防護措施.....	65
毒性和化學結構.....	67
第七章 實驗室內處理毒性和損害性的物質	74
酸類.....	74
其他普通化學品.....	75
一般預防.....	75
汞.....	76
無機化合物.....	79
有機化合物.....	83
脂肪族化合物.....	83
芳香族化合物.....	86
第八章 有毒氣體和塵埃	109
一氧化碳.....	112
硫化氫和氰化氫.....	118

窒息性气体.....	119	塵埃.....	123
第九章 防护用具及急救法.....	130		
个人防护用具.....	132	具.....	134
保护呼吸用具.....	134	防毒面具.....	136
能独立供給空气或氧气的用		急救法.....	139
第十章 安全指導和規則.....	146		
一般的組織.....	146	有毒的化学品.....	151
一般安全指導.....	147	有机溶剂.....	152
处置玻璃器皿.....	148	运用高压仪器.....	153
化学品的貯藏和搬移.....	149	处理易燃及爆炸化学品.....	156
清理玻璃器皿.....	150	防火.....	158
使用强酸、鹼和氨时.....	170	防毒面具和濾毒罐.....	159
第十一章 有关毒性和危險性物質的分析方法.....	162		
易燃易爆物質的檢查和測定		質.....	198
法.....	162	檢查和測定呼吸气、血液和	
檢查和測定空气中的有毒物		尿里的有毒物質.....	207
質.....	171	塵埃的測定.....	215
檢查和測定溶液里的有毒物			
附表.....	243		
表 1~31			
附錄.....	289		
一. 安全法規(英)	289		
二. 一些医学名詞的釋义	290		
三. 安全手册	293		

第一章 安全概說

房屋建築和儀器裝置應有合理的設計，對成員們應有良好的訓練和經常的指導，使所有參加工作的人員都具備一般有關災害和危險的知識，以及防止事故和保護工作人員的原理是防止事故最為重要的因素。

對任何級別的工作人員所作的一切指示，應使他們深切記住，每一個人都要對所領導的工作人員的安全負責，如果發現工作上有任何不符安全的傾向時，應該迅速而堅決地加以糾正。

書寫好的，所謂操作規程的條文，對極易發生的事故來說，是最好的保障，例如清除濺潑的酸或鹼。實驗室的安全，應該由主管和助理員共同負責。每一個在實驗室里工作的人，都應該認識對自己以及對同事們的安全負責。規則和指示，固然有一定的好處，但是每一個人的責任感，更屬重要。

某些措施，對於增進普遍的安全有巨大的價值。為使這些措施有效地執行，實驗室助理員應該真正懂得它們的意義。

制訂和公布恰當的安全規則。妥善地保養一切通用的和個人專用的安全防護用具，如通風器、滅火設備、急救藥物、防毒面具、護目鏡、保護用的衣物等。對防護用具經常進行檢查，是很重要的事。

安全指導務必結合實習。指導和訓練可以幫助成員們熟練地使用防護用具。

助理人員在開始一項新的工作之前，應該首先了解操作過程中可能存在那些危險，並準備好預防措施。一切指示，都應書面寫

就, 并且和助理人員進行討論。實驗室主管人員應定期檢查全部成員們是否都知道安全指示, 并能完全按照安全指示進行工作。實驗室成員的安全教育是提高實驗室安全的一个主要关键。安全規則應該成为實驗室工作不可分割的一部分, 并且应当給予以恰当的督導和約束, 保證它們被遵守。實驗室操作簿是記錄安全指示最妥當的地方; 这些指示不宜抄錄在操作法末尾, 应随时錄入适当的地方, 作为整个操作法的一部分。

清潔、整齐、物料的貯藏和搬移、电气裝置和设备、防火和救火、以及处理毒害性气体和化学品, 都應予以特別注意, 成員們的疎忽失职, 應該予以必要的处分。

各人應該負責保管各自应用的安全防护用具, 至于遵守政府法令^①, 如有关各种设备的經常檢查等規定, 應該由實驗室主管人員負責。

必須教育工作人員能够事先安排試驗工作, 能够徹底了解操作过程, 能够集中注意力于正在進行的工作, 能够准备恰当的安全用具, 在緊急的时候, 能够敏捷地行动。如果發現不符安全工作的情况时, 應該立即向主管人員报告。

實驗室主管人員的責任

貯藏 玻璃仪器和化学品, 應該有設置良好而安全的貯藏室來貯藏。玻璃管应安放在架上, 貯藏容易破碎的仪器时, 应注意尽量减少其遭受破碎的危險。存放化学品的貯藏室, 必須有良好的通風, 而且直接通向室外。相互能起作用的化学品, 应各自分別貯藏。揮發性化学品应放置在陰涼而远离蒸汽管的地方, 并且不受陽光直接照射的室內。强酸与氨須貯藏在裝有强力通風器的室內。易燃性物料須貯藏在實驗室以外的裝有自动滅火与不發火花的照明设备的另室內。

① 原文系指 1937 年和 1948 年荷蘭政府頒布的工厂法

搬移 在實驗室中搬移化學品與玻璃儀器，常為引起意外事故的主因。所以搬移工作，最好能事先作出精密的籌劃和可靠的布置。

技術訓練 實驗室的工作，優秀的技術是非常重要的。對於成員的選選和訓練應十分審慎。應該使他們養成經常保持清潔、整齊、小心謹慎和事先籌劃的習慣。對安全防護用具的吝嗇，是件危險的事。應該盡量使用它們。實驗室里要置備足夠架數的滅火機；所有房間，必須通風良好，照明充足。廢物桶須每天清理。潑潑在台上或地板上的化學品須立即加以清除。

指導與規則 通過適當的指導和反復的實習，使每一工作人員都能建立起重視安全的思想。新來的工作人員，在沒有分配正式工作之前，首先要受安全指導和訓練。即使更換工作崗位時，也要同樣地做。指導和實習應該包括一般的預防措施，以及根據以往事故而設計的那些安全措施。

我們能夠，也應該，從每次意外事故中吸取如何安全地工作的經驗教訓。指導，並能明白了解指導的精神，是非常重要的。規則的條款不宜太多，應盡量限制到極少；如果工作人員不能夠體會規則的精神，僅憑條文，是很難發揮效用的，因而也就不能使他主動地感覺興趣和通力合作。有的時候，依據規則的條文，可以幫助我們判斷事故的原因，究竟是過失呢，還是意外。

醫務檢查 在實驗室經常使用毒害性化學品的工作人員們，應該進行定期的醫務檢查；最好每半年舉行一次。

對實驗室助理人員的指導

在實驗室里，助理人員經常地運用脆薄易碎的玻璃儀器或具有易燃性、爆炸性和毒害性的物料，以及電流等等。做高溫和低溫及做高壓和低壓操作，也是極為尋常的事。因此，防止實驗室中意外事故的發生，並不是一件簡單的事。沒有一處地方像實驗室

那样,在同一建筑物内同时进行着多种多样,复杂的,而且对其结果常是全部或部分未知的操作。葛路尼維尔特^①曾经指出过:实验室里常常会發生一些輕微的意外事故,如輕微的起火或爆炸,它們往往只是極少甚或不会伤害人身。因此,安全綱要只能局限于一般的原则。

每一个实验室工作人员,都有責任防止意外事故的發生,使实验室成为一个可以安全地工作的地方。实验室工作人员的知識水平,一般地比較高,可靠的安全設備又很多,安全操作的原则也很熟悉,加以适当的指導,一定能够使安全成为每个人的第二天性。一个優秀的实验室助理員,倘能掌握安全操作法,虽在工作中存在着很多可能發生的危險,仍会使他感觉再也没有比实验室更为安全的工作場所了。

一般預防措施 实验室的工作总是結合些特殊危險的。倘能加以适当的重視,再把保护自己和同事的安全措施掌握住,發生意外事故的机会就很少了。絕對不要忘記:疎忽、大意不但会危害自己,更会連累同事。所以,人人都應該自觉地坚持安全地工作,竭力避免疎忽、大意或魯莽、造次;務必全神貫注于正在進行中的工作,負起应有的安全責任感。整齐和清潔是非常重要的:清潔的玻璃器皿、安裝妥當的仪器和乾淨整齐的工作台,都是保証实验室工作順利成功的条件。

在日常操作中,对安全預防措施,固然可以設計得很周密,可是这里还存在着一定的危險。由于連續地工作,使工作者对工作很为熟悉了,可能發生的危險不再十分明顯,而对安全不再加以重視。所有工作人員都應該時刻注意,尽量避免產生这种思想。

試驗性質不明或不够明确的物料时,最聰明的办法,是先从很小量开始,这样,便不致有發生嚴重事故的問題了。在研究化学反应时,一定要从安全的角度,对反应本身和所用的試剂,加以研究。

^① Groeneveld, F. Chem. Weekbl. 43(1947)60

而相应地設計儀器。

務必注意避免反應進行得過分激烈，例如進行蒸餾時，事先沒有加入浮石，或者把浮石放進熱的液體中，因而引起暴沸。在使用大量化學品時，應該避免加熱過速，同時在加入反應組分的時候，絕對不可以加得太快、太多。水漏入熱油浴中或從連接不很妥當的冷卻管流入反應盛器，或者燒瓶有了裂縫，都會造成嚴重的事故。

典型的安全預防 實驗室助理人員因經常使用玻璃儀器，很容易破碎，因而遭受玻璃碎片或是盛在儀器內的物料所引起的創傷。如果能夠事先考慮到，一旦因儀器破裂可能造成的後果，而能設法採取措施，盡量減少這種可能性，以防止其後果是聰明的。

應該熟悉有關煤氣和電流的工作可能引起的意外事故。各種電氣儀器的檢驗和安裝，最好由專家負責；改裝和修理，務必遵守安全規則。

運用高氣壓或低氣壓時，應採取特殊的安全預防措施。

儀器並非危險的唯一根源：實驗室內使用的各種化學品，都可能危害人身的康健。使用這些化學品時，應該特別加以注意。有很多物質的生理反應已經知道，但是並非全部；最好還是把所有的化學品都認作是有毒的。

具有特別危險性的操作，應在可以採取特殊預防的、隔離的另室內進行。實驗室內不應該放置大量的危險性化學品，應該把它們貯藏在有鎖的專室內。易燃性物料應該貯藏在防火的並與主要建築物隔離的建築物內。

會產生毒性氣體或毒性塵埃的操作，應在吸風力很強的毒氣櫃中或在露天下進行。如果這種措施不方便，或是效能還嫌不夠的話，就要使用個別安全防護用具，如護目鏡、屏罩、防毒面具、或防護衣物等。所有實驗室工作人員，都應準備，對他們所領導的工作人員們的安全，負起應負的責任來，並且在進行實驗操作程序時，必須時刻留意、嚴格地毫無差異地遵守着。

結 語

應該記住：寧可過分謹慎，切勿胆大妄為。

須事先考慮到因儀器的破裂、起火、壓力或真空的形成、所引起的後果。

許多物質的毒性，在相隔很長時期之後，才會顯示出來。

事故的發生不為平均律所決定。

事故並不是為了進步所必付的代價。謹慎決不是沒有價值的；大胆妄為與勇敢毫不相干。

參 考 文 獻

Grove, G. W. Coordination of safety and employment
U. S. Bur. Mines Inf. Circ. No. 7079, 1939

Safety rules for use in chemical works Assoc. Brit. Chem.
Manfrs. London, 1947.

Barillet, F. *La sécurité dans les laboratoires et les fabriques
de produits chimiques minéraux* Paris, 1939

Moskowitz, S. Safety for laboratory technicians N. Y.
State Dept. Labour Mon. Rev. 27 (1948) 29

Weber, P. De la couleur en milieu industriel *Arch.
Mal. Prof.* 10 (1949) 350

Danna, J., Theil, P. and Granjon, M. *Sécurité et hygiène
dans les industries de la soudure* Inst. Nat. Sécurité, Paris,
1948

Mason, N. H. Supervision as the major factor in the
prevention of laboratory accidents *Roy. Inst. Chem. Rep.*
No. 4 (1949) 42

The origins and prevention of laboratory accidents
Roy. Inst. Chem. London, 1949.

Proceedings of 1st and 2nd Conferences on Chemical
Works Safety Assoc. *Brit. Chem. Manfrs.* London, 1948, 1949

Sweely, J. S. A digest of laboratory safety practices
Chem. and Engng. News 27 (1949) 3861

Safety Measures in Chemical Laboratories London, 1949

How to prevent laboratory accidents *Safety Eng.* 99
(1950) 22

第二章 玻璃器、白金、电和煤气的 的安全預防

玻璃是脆而易碎的，因受内部張力的影响，会突然地碎裂。这种内張力，由于在生產过程中錯誤的或不适当的热处理，而存在仪器中；但也可能是由于裝置仪器时的不妥当而引起的。使用或洗滌玻璃器的时候，应注意避免刮擦出紋路。

由于局部的过热，例如無光火焰的内錐接触到燒瓶底时，会使燒瓶、燒杯或玻璃瓶碎裂。切不可用直接火加热厚玻璃的瓶和量筒。因此，切不可在玻璃瓶、量筒或洗瓶里配制溶液，因为溶液的热，能使容器碎裂。茲引葛路尼維尔特^①叙述的一件典型事故为例：

一位化学师的助理員，需要配制氫氧化鈉的濃溶液。因此，她把固体氫氧化鈉放入一只玻璃瓶內（第一个錯誤），加入需要量的水，随即把瓶塞緊（第二个錯誤），把瓶搖盪，同时持瓶和她的眼睛成水平（第三个錯誤）。溶解產生热，瓶里形成了極大的压力。瓶遭破裂，既热而又濃的溶液濺到她的臉上和眼睛里。結果完全失明。

应该教導實驗室的工作人員，必須在抗热玻璃的开口的燒杯或燒瓶內溶解氫氧化鈉，并且用玻璃棒随时攪拌溶液。即使是这样一件簡單的配制氫氧化鈉溶液的操作，也会引起致命的事故！

即使不犯錯誤，玻璃器皿有时也会意外地破裂。因此，必須采取步驟來減低因玻璃破碎所引起的危險。使用真空乾燥器、華富氏瓶^②、狄華氏燒瓶^③、真空蒸餾設備等时，必須置备金屬鍊綑的

① Groeneveld, F. *Chem. Weekbl.* 43 (1947) 60

② Woulff bottle

③ Dewar flask

罩子，因它們都很容易發生意料不到的破裂。真空蒸餾工作完竣后，不可立即放入空气，務必等待燒瓶冷却到室溫時，才把空气放入。

蒸餾儀器，尤其在蒸餾易燃性液體時，應放置在一個平底金屬盤內。如遇儀器破碎而引起燃燒時，燃燒液體不致流布台上或地板上，並且也比較容易把火撲滅。盤里可以鋪些黃沙和放上一只小羹匙，用來將沙鋪蓋在火上。

如果預期會產生毒性或刺激性的氣體，就應該把儀器裝置在通風櫥內。

應該訓練每一個實驗室的工作人員，掌握運用玻璃器的基本技能，諸如割玻璃管、將玻璃管或溫度計插入或拔出軟木塞或橡皮塞、拉玻璃管或彎玻璃管。如果有玻璃吹工工場，由玻璃吹工協助安裝儀器，是很有利的。

使用白金

如果使用鉑質器皿的方法不正確，雖然沒有危險，但能加重實驗室的開支。在這裡討論如何適當地保養這一材料的問題，是很合理的^①。

對鉑有害的物質 對鉑有危害性的物質有很多種；極微的數量（十分之几毫克），就足以損壞一個鉑質坩堝或器皿。

能損壞鉑的物質有：

1. 大多數金屬，尤其在較高溫度時：它們會和白金結合而成熔點比較低的合金，因而在鉑坩堝或器皿上造成孔隙；

2. 許多金屬化合物，如極易被還原的重金屬氧化物和鹽類：當這些物質在鉑坩堝內加熱時，會被有機物（濾紙）和火焰還原成金屬；

^① Fischer, J. *Chem. Fabr.* 11 (1938) 406; Schleicher, A & Fuchs, O. *Z. Anal. Chem.* 120 (1940) 198; Fröhlich, K. W. Die Immunisierung von Platingeräten gegen Phosphorbe-Schädigung *Chem. Fabr.* 13 (1940) 481