

实验室 化学安全手册

主 编 王国清 赵 翔



人民卫生出版社



实验室 化学安全手册

主 编 王国清 赵 翔

编 者 (以姓氏笔画为序)

马 鹤 王 澜 王国清

史济月 李 颖 赵 翔

陶淑娟

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

实验室化学安全手册/王国清等主编.—北京:人民卫生出版社, 2012.9

ISBN 978-7-117-15986-9

I. ①实… II. ①王… III. ①实验室—化学实验—安全技术—手册 IV. ①06-3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2012) 第119743号

门户网: www.pmph.com 出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com 护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

实验室化学安全手册

主 编: 王国清 赵 翔

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里19号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 中国农业出版社印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 850×1168 1/32 印张: 7

字 数: 175千字

版 次: 2012年9月第1版 2012年9月第1版第1次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-15986-9/R·15987

定 价: 23.00元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)



前言 I

实验室化学品的正确使用,关系到实验室工作者,包括化学、化工、药学等专业的教师、学生以及其他科研工作者的生命安全以及国家和人民财产的安全。长期以来,每当谈到化学安全,人们首先考虑到的是化学品的性质,即绝大部分化学品具有的易燃性、易爆性和腐蚀性的特点,还有某些反应在高温、高压下进行时的潜在的危险性。事实上,这些固然重要,但是人们却常常忽略了保存化学品的环境和完成化学反应的条件,这个条件不仅仅是反应的温度、压力、时间等,还包括仪器设备,尤其在科技发展如此进步的今天,仪器设备的自动化程度和紧急状况下的保护性能是否可以满足反应条件和避免事故的发生。所有这一切都关系到化学安全。更值得一提的是环境保护,化学工作者要为绿色化学和环境友好化学做出努力。

本手册全面概述了实验室化学安全的基本原则、危险装置、危险化学品的使用、实验室事故的应急处理方法和废弃物处理。该手册层次清晰、重点突出,具有较强的实用性。需要说明的是,使用中需要注意理论与实际的结合和实验室条件的综合利用。

由于水平和经验有限,书中缺点、疏漏或不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2012年4月



目 录 I

绪 论

一、实验室的概念	1
二、实验室的分类	1
三、实验室化学安全	2
四、实验室化学安全的管理	2
五、实验室化学安全事故	4
六、实验室化学安全事故原因分析	6

第一章 实验室化学安全的基本原则

一、实验室安全制度的制定	7
二、实验室人员的安全培训	10
三、实验室事故的预防	11
四、实验室的事故发生原因	14

第二章 危险化学品

一、危险化学品的定义	15
二、危险化学品的分类	15
三、危险化学品的管理	30

四、实验室常见事故的预防措施和处理方法 34

第三章 危险装置的使用

一、电气装置的使用 40
二、机械装置的使用 50
三、高压装置的使用 53
四、高温(低温)装置的使用 66
五、高能装置的使用 70
六、玻璃器具的使用 79

第四章 实验室事故的应急处理方法

一、化学药品中毒的应急处理 81
二、化学药品灼伤的应急处理 90
三、起火与爆炸的应急处理 92
四、烫伤的应急处理 103
五、冻伤的应急处理 105
六、玻璃割伤的应急处理 106
七、触电的应急处理 107
八、放射事故的应急处理 109
九、气体泄漏的应急处理 112

第五章 废弃物处理

一、常见废弃物的收集和储存 115

二、常见废弃物的处理方法	116
三、有机废弃物的一般处理方法	121
附录1 《剧毒化学品目录(2002年版)》(摘录)	123
附录2 常见危险品标志	192



绪论

一、实验室的概念

实验室是试验或验证的场所,是科技成果的产出地,对科技发展起着非常重要的作用。在高等学校实验室又是进行教学和研究的重要基地,是培养高素质人才,出高水平成果,服务经济建设的主要场所。我国著名的物理学家冯瑞院士说:“实验室是现代大学的心脏”。这形象地说明了实验室的重要作用。因此,不论是各级政府,还是高校、企业对实验室建设都十分重视,资金投入亦非常大。如今很多科研院所、高校的实验室都是科研工作者与研究生日常工作研究的场所。进入21世纪,各类实验室的建设如雨后春笋,研究工作广泛开展。可以说,实验室是科学的摇篮,是科学研究的基地。

二、实验室的分类

实验室按照学科分类,可分为物理学实验室、化学实验室、生物学实验室等。按照管理层次分类:一类是建立在校里面,从属于高校或者由高校代管的实验室;另一类实验室从属于国家机构,有的甚至是国际机构,由一个或几个国家联合承办。它们大多承担着高精尖科研项目或超大型的研究课题,乃至国防军事任务;还有一类实验室直接归属于企业,为工业、农业技术的开发与研究服务。就化学实验室而言,按照二级学科分类,还可分为无机化学实验室、有机化学实验室、分析化学实验室、物理化学实验室和某些领域的应用化学实验室,如药物化学实验室等。

三、实验室化学安全

安全的概念在国家标准(GB/T 28001)中是这样定义的:“免除了不可接受的损害风险的状态”。安全是不受威胁,没有危险、没有危害、没有损失。在人类与其生存环境资源的相处中,互不伤害、不存在危险的隐患,才可能免除不可接受损害风险的状态。安全是人类将系统的运行状态对人类的生命、财产、环境可能产生的损害控制在人类能接受水平以下的状态。

就化学实验室而言,给非专业人士的印象是不像物理学实验室和生物学实验室那样,有着一种清新、干净、整齐、有序的工作环境。化学给公众的印象是气味、污染、有毒、危险。凡到过化学实验室的人们,留下的最深刻的印象就是说不清楚的气味,同时也为在这里工作的人员的安全担忧。其实,这并不奇怪,我们从公众媒体就可以得知以2011年4月为例,全球化学事故有88起,其中,火灾35起、爆炸起火25起、危险化学品泄漏24起、其他事故4起。这些事故造成了101人死亡和4人失踪。在这88起化学事故当中,油气行业事故为8起,死亡1人;化工/制药厂事故18起,死亡18人,失踪4人;危险化学品储运事故23起,死亡41人;其他设施化学事故39起,死亡41人。

那么实验室的化学安全问题的本质是什么呢?简单地说就是化学品在实验室的安全问题。这一问题一直以来被人们重视是化学品的性质所决定。这里所说的化学品不仅是化学试剂即反应物,也包括生成物即产品,还包括反应过程中的过渡态产物。首先是它的化学性质本身,即其腐蚀性、爆炸性、燃烧性和助燃性。其次是它的生物活性,即其毒害性、危险性。因此构建完善的化学品的环境管理体系和职业健康管理体系是实验室化学安全的关键。

四、实验室化学安全的管理

管理是一项系统工程,它涉及人、实验室环境设施、仪器

设备、安全技术和安全管理部门等诸多方面。安全管理人员应该包括：实验室工作人员、实验室主管人员、安全保卫部门、设备管理部门和实验室管理部门。因此，要做好实验室化学安全的管理工作，必须是：

1. 转变观念，提高认识 将实验室安全纳入单位体系，致力于培养实验室工作人员和实验室主管人员具有的浓厚的安全意识、环保意识，培养实验室工作人员具备良好的实验习惯。

2. 完善体系，明确职责 将实验室安全工作纳入单位各级部门的日常工作，完善各级责任体系，明确职责，分工协作，充分发挥各级各类人员的主观能动性，共同推进实验室化学安全的管理工作。

3. 加强研究，建立标准 单位要加强实验室安全工作的研究，制定和完善适合实际的相应的制度、标准、规范、要求，真正做到有法可依、有据可查、有章可循，使实验室安全管理工作更科学化、规范化、制度化、标准化。

4. 加大投入，建立防线 单位应加大人力、财力和物力的投入，加强管理力量，完善环境设施。形成集人防、物防、技防于一体的防范格局，推动实验室安全工作。

5. 拓宽渠道，规范处置实验室废弃物 目前，实验室废弃物处置由于相关法规的要求及有资质处理机构的匮乏，各地实验室废弃物的处置，几乎被当地极少的几家处理场所垄断，使得实验室承担着高额的处置费用，影响了工作的开展。各级部门应积极向各级政府部门呼吁，拓宽实验室废弃物处置的渠道，提供必要的社会支撑条件，规范处置工作，确保安全，保护环境。

实验室安全工作任重而道远，需要不断学习，加强交流，共同提高，共同推进。树立安全永远第一，安全没有休止符的理念。

五、实验室化学安全事故

随着我国高校、科研院所对外开放力度的加大和内部管理体制改革的不断深入,实验室使用频繁,人员集中且流动性大,加之种类繁多的化学药品,尤其是易燃易爆物品、剧毒物品和大量的仪器设备及其技术资料都存放在实验室。这就出现了许多新情况、新问题,其中以实验室安全问题最为突出。实验室事故的不断发生,造成了很大的财产损失和不少的人员伤亡,同时也造成了严重的环境污染。近年来常发生的就有火灾事故、爆炸事故,中毒事故、实验室漏水事故、触电事故和环境污染事故等。因此,重视实验室安全,保障实验者的人身安全、实验室财产安全、防止环境污染在当前显得尤为重要。现举出几个实例说明:

(一)浙江大学女博士因一氧化碳中毒而非正常死亡

2009年7月3日,浙江大学理学院化学系教师莫某某、浙江某高校教师徐某某,在浙江大学理学院化学系催化研究所做实验过程中,误将本应接入307实验室的一氧化碳气体接至通向211室输气管。导致正在211室工作的女博士研究生于某昏厥。不知情况、前去营救的袁某某随后也晕倒在地。于某经浙江省立同德医院急救中心抢救无效死亡,袁某某留院观察治疗,于次日出院。教师莫某某和徐某某的行为涉嫌危险物品肇事罪,由公安机关立案调查,并对其采取监视居住的强制措施。浙江大学对理学院分管安全工作负责人、理学院化学系系主任、化学系分管安全工作负责人、化学系催化研究所所长等4人停职检查,接受调查。

(二)中南大学理学楼的火灾

2011年10月10日中午,中南大学本部化工学院理学楼发生火灾,经现场勘验和调查询问认定,该起事故的原因为存放在实验台下储藏柜内的化学试剂遇水自燃引起的。

中南大学本部化工学院理学楼四楼的药物反应与分离制备室,有一个水槽上的水龙头发生故障,为了让大家不再使用这个水龙头,有人在水槽上盖了一块板子。事发当日上午9点,一些学生在该实验室做卫生,两个半小时后即午饭时间,学生们放下手中的劳动工具离开实验室去食堂用餐。此时故障水龙头漏水,盖在水槽上的板子将水导流到邻近的实验台上,积水越来越多,水溢出了实验台面,流到了实验台下的储藏柜里。储藏柜内存放着金属钠、三氯氧磷等多种化学试剂,它们有着共同的特性——遇水即燃。就在火焰从操作台下储藏柜烧起后的两三分钟,浓烟和异味引起了走廊对面另一实验室内7名学生的注意。发现火情后一人立即向119报警,另一人呼喊楼内的师生疏散,其余人找来灭火器冲进了实验室灭火。此时多种化学试剂正在猛烈燃烧,几个灭火器只是杯水车薪,加之这是一栋建于1960年的苏式砖木结构楼房,耐火等级极低,学生们根本无法阻挡火势的蔓延,只能迅速撤离现场。随后,接到报警的消防官兵赶到现场,火势得到控制,直至大火被完全扑灭。最终近千平方米的楼层过火790平方米,造成损失42.97万元,所幸没有人员伤亡。

(三) 美国“T2实验室”反应釜爆炸

这是一起发生于2007年圣诞前夕的严重事故。美国佛罗里达州杰克逊维尔市北部一家名为“T2实验室”化工厂发生的爆炸事故造成了4人死亡、12人受伤的严重后果。

据悉, T2实验室工厂是一家小化工公司,在其生产厂的雇员只有约12名。发生爆炸的当天,工厂工人正在生产甲基环戊二烯三羰基锰。这是一种燃油添加剂,主要用来提高汽油的辛烷值。在生产过程中,有机化合物与金属钠的反应要在一个高压反应容器中进行。据分析,可能因反应器的压力和温度失控造成高压反应容器破裂,容器中的可燃物向外泄漏与氧气混合燃起大火,继而引发爆炸,放出大量热量。

六、实验室化学安全事故原因分析

上述事实从反面告诫人们,只有在安全的基础上,才能使实验室各项工作得以顺利进行。通过对常见的实验室化学安全事故的原因分析发现,造成实验室安全事故的主要原因可以归纳为以下几个方面:

1. 疏于管理,对易燃易爆危险品的管理不当。
2. 缺乏相关科学知识,事故发生后,处理不及时。
3. 设备不符合防火、防爆要求,或制造工艺粗糙,存在安全隐患。
4. 设备故障后,维修不及时,或缺少必要的保养。
5. 操作者不负责任,违章操作。
6. 管理上制度不健全。



第一章

实验室化学安全的基本原则

一、实验室安全制度的制定

1. 着装规定

(1) 进入实验室,必须按规定穿戴必要的工作服。

(2) 进行危险物质、挥发性有机化学溶剂、特定化学试剂、易燃易爆危险品或毒、麻、剧品等化学药品操作实验或研究,必须要穿戴防护工具(如:防护口罩、防护手套、防护眼镜)。

(3) 进行实验中,严禁戴隐形眼镜(防止化学药剂溅入眼镜而腐蚀眼睛)。

(4) 需将长发及松散衣服妥善固定,在处理药品的所有过程中必须穿鞋(不得穿拖鞋)。

(5) 高温实验操作时,必须配戴防高温手套。

2. 饮食规定

(1) 避免在实验室餐饮食物,而且使用化学药品后需先洗净双手方能进餐。

(2) 严禁在实验室内吃口香糖。

(3) 食品禁止储藏在存有化学药品的冰箱或储藏柜。

3. 药品领用、存储及操作相关规定

(1) 操作危险性化学药品时,请务必遵守操作守则或遵照导师审阅的操作流程进行实验;切勿自行更换实验流程。

(2) 领取或使用药品时,应确认容器上标示的名称是否为需要的实验用药品。

(3) 领取或使用药品时,请看清楚药品危害标示和图样,确

认是否有危害。

(4) 使用挥发性有机溶剂或强酸性、强碱性、高腐蚀性、有毒性的药品时,请一定要在特殊通风橱及台上型通风罩下进行操作。

(5) 有机溶剂,固体化学试剂,强酸性或强碱性化合物均需分开存放,挥发性较强化学试剂应需放置于具有排风装置的药品柜内。

(6) 高挥发性或易于氧化的化学药品必须存放于冰箱或冰柜之中。

(7) 避免独自一人在实验室做危险实验。

(8) 若须进行无人监督的实验,其实验装置对于防火、防爆、防水都须有充分的准备,且使实验室照明在开启状态,并在门上留下紧急处理时联络人电话及可能造成之灾害。

(9) 做危险性实验时,必须经实验室相关领导批准,有两人以上在场方可进行,节假日和夜间严禁做危险性实验。

(10) 做有危害性气体的实验时,必须在通风橱里进行。

(11) 做放射性、激光等对人体危害较重的实验,应制定严格安全措施,做好个人防护。

(12) 废弃药液或过期药液或废弃物必须依照分类标示清楚,药品使用后之废(液)弃物严禁倒入水槽或水沟,应倒入专用收集容器中回收。

4. 安全用电相关规定

(1) 实验室内的电气设备的安装和使用管理,必须符合安全用电管理规定,大功率实验设备用电必须使用专线,严禁与照明线路共用,谨防因超负荷用电引发火险。

(2) 实验室用电容量的确定要兼顾事业发展的增容需要,留有一定余量,但不准乱拉乱接电线。

(3) 实验室内的用电线路和配电盘、板、箱、柜等装置及线路系统中的各种开关、插座、插头等均应经常保持完好可用状

态,安全装置所用的空气开关必须与线路允许的容量相匹配,严禁用其他导线替代保险丝。室内照明器具都要经常保持稳固可用状态。

(4)可能散布易燃、易爆气体或粉体的实验室内,所用的电器线路和用电装置均应按规定使用防爆电气线路和装置。

(5)对实验室内可能产生静电的部位、装置要心中有数,要有明确标记和警示,对其可能造成的危害要有妥善的预防措施。

(6)实验室内所用的高压、高频设备要定期检修,要有可靠的防护措施。凡是要求设备本身安全接地的,必须接地,并定期检查线路,测量接地电阻。自行设计、制作对已有电气装置进行自动控制的设备,在使用前必须经实验设备技术安全部门组织的验收合格后方可使用。自行设计、制作的设备或装置,其中的电气线路部分,也应请专业人员查验无误后再投入使用。

(7)实验室内不得使用明火取暖,严禁吸烟。必须使用明火实验的场所,须经批准后,才能使用。

(8)手上有水或潮湿时,请勿接触电器用品或电器设备;严禁在水柜旁安装使用电器插座,以防止漏电或感电。

(9)实验室内的专业人员必须掌握本室的仪器、设备的性能和操作方法,严格按操作规程操作。

(10)机械设备应装设防护设备或其他防护罩。

(11)电器插座请勿接太多插头,以免负荷过大,引起电器火灾。

(12)如电器设备无接地设施,请勿使用,以免产生感应电或触电。

5. 环境卫生规定

(1)各实验室应注重环境卫生,并须保持整洁。

(2)为减少尘埃飞扬,清扫工作应在工作时间外进行。

(3)有盖垃圾桶应常清除消毒,以保持环境清洁。

(4)垃圾清除及处理,必须符合卫生要求。垃圾应按指定

处所倾倒,不得任意倾倒堆积影响环境卫生。

(5)凡有毒性或易燃垃圾废物,均应特别处理,以防火灾或有害人体健康。

(6)窗户及照明器具透光部分均须保持清洁。

(7)保持所有走廊、楼梯通行无阻。

(8)油类或化学品溢出在地面或工作台时,应立即擦拭、冲洗干净。

(9)工作人员应养成随时拾捡地上杂物的良好习惯,以确保实验场所清洁。

(10)垃圾或废物不得堆积于操作地区或办公室内。

(11)消防用水,应与饮用水分别放于不同的指定处所。

(12)盥洗室、厕所、水沟等应经常保持清洁、畅通。

二、实验室人员的安全培训

实验室工作人员必须有岗前培训,考核合格后才能上岗;在岗人员也应有定期培训,考核合格后,才能留岗继续工作。培训目的是进行安全知识的普及,使工作人员充分认识到安全的重要性和掌握必要的安全知识。培训应请有经验的技术人员做讲座。

培训的内容应包括:

1. 安全的相关法律法规 其中包括了解我国危险化学品使用安全的情况,掌握其相关的法律体系和标准体系,深刻理解危险化学品安全管理的重要性。

2. 化学品安全管理的基础知识 其中包括危险化学品的概念、分类、标志、安全标签和安全技术说明。

3. 化学品的安全储存 其中包括危险化学品储存的危险性分析;易燃易爆品、毒害品和腐蚀性物品的安全储存方法。

4. 化学品的安全使用 其中包括危险化学品安全使用公约;危险化学品的使用登记制度、使用安全措施和使用程序控制等。