

大学实验室安全基础

黄凯 张志强 李恩敬 主编

Safety
Guidelines for
University Laboratory



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

大学实验室安全基础

黄 凯 张志强 李恩敬 主 编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

大学实验室安全基础/黄凯,张志强,李恩敬主编. —北京:北京大学出版社,2012.10

ISBN 978-7-301-21177-9

I. ①大… II. ①黄…②张…③李… III. ①高等学校—实验室—安全管理 IV. ①G642.423

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 210842 号

书 名: 大学实验室安全基础

著作责任者: 黄 凯 张志强 李恩敬 主编

策 划 编 辑: 赵学敏

责 任 编 辑: 赵学敏

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-21177-9/N · 0055

出 版 发 行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn>

电 子 信 箱: zyjy@pup.cn

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62754934

出版部 62754962

印 刷 者: 三河市博文印刷厂

经 销 者: 新华书店

650 毫米×980 毫米 16 开本 8.25 印张 120 千字

2012 年 10 月第 1 版 2012 年 10 月第 1 次印刷

定 价: 20.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: (010)62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

《大学实验室安全基础》编委会

主 编 黄 凯 张志强 李恩敬
顾 问 刘克新 张新祥 王京宇 孙智利
李 林 张飞舟 孙品阳

编委会成员 (按姓氏笔画排序)

邢小龙	吕明泉	刘雪萍	杨 玲
杨 斌	李兰芬	李 晖	吴才宏
何 平	张 通	张 媛	陆思华
周先碗	周勇义	聂瑞娟	贾春燕
褚泰伟			

前 言

大学实验室是人才培养和科学研究的重要基地,在培养学生的动手能力、实验实践能力、协作创新能力的过程中发挥着不可或缺的支撑作用,其重要性不言而喻。同时,大学实验室具有人员更替频繁、探索性实验多、风险难以准确预见等特点,由此对实验室安全提出了更高的要求。

相关调查结果显示,有近 90% 的大学实验室安全事故由人为因素引起,这说明如果我们高度重视实验室安全,不断提高师生的安全意识,充分了解并掌握实验室安全知识、防护方法和应急措施,则绝大部分安全事故是完全可以避免的。

实验室安全是建设平安校园的重要方面。北京大学一直非常重视实验室安全工作,以“安全第一,预防为主”为宗旨,通过系统、科学的实验室安全教育提高师生安全意识,使得安全文化逐步融入校园文化,形成良好的校园安全文化氛围,切实保障教学科研工作安全有序开展。

为使学生和实验室工作人员更好地学习掌握实验室安全方面的基础知识,我们编写了这本《大学实验室安全基础》。本书结合大学实验室特点,从消防安全、用电安全、危险化学品使用安全、生物安全、辐射安全、特殊仪器设备使用安全、实验室事故人员急救等方面介绍了实验室安全基本知识、防护方法、事故救援与自救技能等,力求内容简明扼要,针对性和可操作性强。

我们期望这本书能够达到两个目的:一是使广大读者通过阅读和学习,对实验室安全基本知识、防护方法和应急措施有一个全面的了解,从而进一步增强安全意识;二是在遇到具体安全问题时,通过查阅本书的相关内容,能够很快找到解决方法。

在编写本书的过程中,我们参阅了大量有关安全方面的法规、条

例、书籍、文章等,参考了日本、中国香港等国家和地区的大学实验室安全管理经验,在书中我们尽量加注,但仍无法完全列出,在此一并表示感谢。同时,我们还广泛征求了北京大学各理工科院系以及学校保卫部门的意见,咨询和听取了相关领域专家的建议,在此表示由衷的感谢。

由于编写的时间和水平有限,书中不当之处敬请读者指正,我们将根据广大读者的意见和建议对本书进行不断完善。

编 者

2012年5月于燕园

目 录

第一章 实验室消防安全	(1)
第一节 实验室消防常识	(1)
第二节 实验室消防安全管理	(2)
第三节 实验室消防设施	(3)
第四节 火灾应急措施	(6)
第二章 实验室用电安全	(12)
第一节 实验室安全用电常识	(12)
第二节 实验室安全用电管理	(18)
第三节 实验室用电常见安全事故应急措施	(19)
第三章 实验室危险化学品使用安全	(23)
第一节 危险化学品常识	(23)
第二节 危险化学品安全管理	(24)
第三节 危险化学品防护措施	(31)
第四节 危险化学品事故应急措施	(32)
第四章 实验室生物安全	(35)
第一节 实验室生物安全常识	(35)
第二节 实验室生物安全管理	(36)
第三节 生物性污染的防范	(38)
第四节 生物安全事故应急措施	(43)
第五章 实验室电离辐射安全	(45)
第一节 电离辐射安全常识	(45)
第二节 实验室电离辐射防护措施	(48)
第三节 电离辐射安全与防护管理	(51)
第四节 电离辐射事故应急措施	(52)

第六章 实验室特殊仪器设备使用安全	(54)
第一节 高温、高压类仪器设备使用安全	(54)
第二节 高速运转类设备使用安全	(62)
第三节 强场类仪器设备使用安全	(64)
第四节 激光使用安全	(66)
第五节 低温类实验安全	(69)
第七章 实验室事故人员急救	(71)
第一节 实验室急救箱简介	(71)
第二节 常见急救措施	(72)
第三节 其他实验室事故急救措施	(81)
附录一 国家部分相关法律法规和标准名录	(88)
附录二 放射源分类办法	(91)
附录三 射线装置分类办法	(95)
附录四 易制毒化学品的分类和品种目录	(97)
附录五 北京大学实验室安全管理制度选编	(99)
参考文献	(123)
实验室废液相容表	(125)

第一章 实验室消防安全

第一节 实验室消防常识

一、实验室常见火灾原因

- (1) 电器设备过载,线路老化、短路等。
- (2) 明火使用不当,如不按要求使用酒精灯等。
- (3) 易燃、易爆化学品(如活泼金属、易燃溶剂等)保管或使用不当。
- (4) 实验操作不当引燃化学反应生成的易燃、易爆气体或液态物质。
- (5) 高温仪器设备或静电防护不当引燃易燃物品。

二、常见消防安全标志

常见消防安全标志如图 1-1 所示。



图 1-1 常见消防安全标志

三、灭火的基本方法

灭火的关键在于破坏燃烧条件,常用方法有四种。

(1) 冷却法:将灭火剂直接喷洒在燃烧物体表面上,降低可燃物质温度至燃点以下,终止燃烧。

(2) 窒息法:减少燃烧区域的含氧量,使火焰熄灭。

(3) 隔离法:使燃烧物和未燃烧物分离,限制燃烧范围。

(4) 抑制法:抑制或终止使燃烧得以持续和扩展的链式反应,从而使燃烧减弱或停止。

第二节 实验室消防安全管理

一、实验室防火防爆一般原则

(1) 遵守实验室规章制度,加强安全意识。

(2) 熟悉实验室及其周围环境,了解实验中涉及化学品的性质,特别是可能引发火灾、爆炸的物质。

(3) 实验室中易燃、易爆物品应远离火源,使用恰当的安全容器和安全柜存放实验材料、化学试剂等(如钾、钠保存在煤油中,白磷保存在水中),并正确标注。实验室人员应养成勤看标签的习惯。

(4) 实验结束后立即关闭气体阀门和电器开关,控制或熄灭火源,尽量清除或减少可燃、易燃物质。

(5) 实验中不能研磨某些强氧化剂(如氯酸钾、硝酸钾、高锰酸钾等)或其混合物。

(6) 常压操作时,避免形成密闭体系;减压操作时,禁止使用平底瓶;加压操作时,要采取适当的防护措施。

(7) 实验室内的容器在非使用状态时不要敞开放置,用毕立即盖紧瓶塞。所有金属圆筒和运送容器均应置于地面。

(8) 实验室保持良好通风。

二、实验室消防安全基本要求

(1) 实验室应根据实验仪器设备的情况合理布局,仪器设备周边应留有适当空间及正常通道,以便设备检修和人员疏散。

(2) 实验室应在醒目位置张贴实验室消防疏散示意图,建立健全各种实验的安全操作规程。

(3) 实验室的电气设备应符合防爆要求,实验用加热设备和燃料的使用要符合防火要求,使用的高压气瓶要采取固定措施并放置在阴凉通风且远离火源、热源的位置,易燃、易爆气体与助燃气体要隔离放置。

(4) 化学实验室应设有专用试剂柜,分类存放试剂。存放化学试剂应以满足实验要求为准,不宜过多存放。实验室中碱金属、碱土金属等遇水燃烧物质,需要妥善保管,并由专人管理。

(5) 实验室须配备有效的灭火器。用电仪器设备为主的实验室应配置二氧化碳灭火器,并配备适量的干粉灭火器;化学类实验室应配备二氧化碳灭火器、干粉灭火器、沙土、灭火毯等。实验室人员应会使用消防器材扑救初期火灾,并熟悉火灾应急、自救等程序。

第三节 实验室消防设施

一、实验室常用灭火方式

实验室常见灭火器主要有干粉灭火器、二氧化碳灭火器和泡沫灭火器。此外也常用水、沙土、灭火毯等灭火。常见灭火器的样式、构造及使用方法如图 1-2 所示。实验室常用灭火方式的类型及使用参见表 1-1。

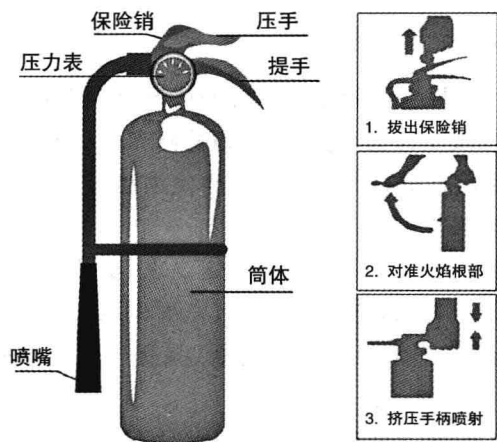


图 1-2 常见灭火器的样式、构造及使用方法

表 1-1 实验室常用灭火方式

灭火方式 类型	使用方法	适用范围	注意事项
干粉 灭火器	拔出保险销，右手提起灭火器并按下压手，（有喷射管的则用左手握住喷射管），喷嘴对准着火点横扫	适用于固体有机物质燃烧、液体或可熔化固体燃烧、可燃气体燃烧	a. 在距燃烧物 3 米左右灭火，不可颠倒使用； b. 在室外，选择上风口灭火； c. 不适用于：钠、钾、镁等金属燃烧引起的火灾；一般固体深层火或潜伏火；精密仪器和精密电器设备失火等
二氧化碳 灭火器	拔出保险销，右手提起灭火器并按下压手，左手持软管，将喷嘴对准火焰根部喷射	适用于液体或可熔化固体燃烧、可燃气体燃烧、电器引起的火灾	a. 灭火距离不超过 2 米； b. 室外有风时效果不佳； c. 喷射时切勿接触喷管金属部分，以免冻伤； d. 不适用于钾、钠、镁等金属燃烧引起的火灾

续表

灭火方式 类型	使用方法	适用范围	注意事项
泡沫 灭火器	一只手紧握提环,另一只手扶住筒体底圈,将灭火器翻转,将射流对准燃烧物喷射	适用于固体物质、油制品、油脂等引起的火灾。一般不适用于电器引起的火灾	a. 喷嘴需定期检查,防止堵塞导致使用时出现炸裂; b. 内装药液需定期更换; c. 平时不要摇动灭火器; d. 灭火器存放须防冻、避高温
水	用水将火焰扑灭	适合大部分火灾情况	一般不宜在化学实验室内使用,也不宜用于带电设备
沙土	将沙子盖洒在着火物体上	适用于一切不能用水扑救的火灾	沙土要经常保持干燥
灭火毯	a. 在火灾初始阶段,将灭火毯直接覆盖住火源,并采取积极的灭火方式,直至着火物熄灭; b. 在发生火灾时,将灭火毯披盖在身体上,迅速逃离火场	主要用于企业、商场、船舶、汽车、民用建筑物等场合的初期火灾	a. 放在方便易取之处; b. 如有损坏或污损须及时更换

二、实验室常见消防设施

实验室常见消防设施参见表 1-2。

表 1-2 实验室常见消防设施的类型及使用

名 称	特点及使用方法	注意事项	图 示
应急照明	装有充电电池,停电后可维持 0.5 小时左右照明,供人员疏散	应经常检查充电电池是否有效	
消火栓箱	箱内装有消防水枪、水龙带和手动报警按钮,下层放置灭火器。使用时,启动消防泵,连好水枪头、水管,打开阀门,即可喷射出强大水流扑灭火灾	较小的火灾不适宜使用消防水枪,切不可用消防水枪扑救带电设备、比水轻的易燃液体及遇水起化学反应的火灾。灭火时,压力水柱应对准火苗的根部	
疏散通道及疏散指示灯	疏散通道上装有指示灯,为人员疏散指示方向	发生火灾时,人员尽量通过疏散通道撤离,不要乘坐电梯	

第四节 火灾应急措施

火灾造成人员伤亡的主要原因不是烧伤,而是因为吸入大量浓烟导致窒息。在火灾中,惊恐、慌乱情绪和吸入浓烟所致的意识不清或判断力下降等情况,极易引发伤亡事件。因此,了解有效的灭火方法和逃生技巧十分必要。

一、初期火灾的扑救与报警

初期火势一般不大,应迅速利用实验室内的灭火器材或采取其他有效措施控制和扑救。

扑救操作要点:

(1) 移走着火点附近的可燃物,尽可能将受到火势威胁的易燃易爆物质、压力容器等转移到安全地带;

(2) 关闭实验室内电闸及各种气体阀门;

(3) 对密封条件较好的小面积室内火灾,在未做好灭火准备前,应先关闭门窗,以阻止新鲜空气进入,防止火势蔓延;

(4) 根据火灾类型选择合适的灭火方式(参见表 1-3)。

表 1-3 不同火灾类型的燃烧特性及灭火方式

分类名称	燃烧特征	灭火方式
固体火灾	有机物质燃烧造成的火灾,如棉、毛、麻、纸张、木材等,燃烧时能产生灼热的余烬	可使用水、泡沫灭火器、干粉灭火器等方式灭火
液体、可熔化固体物质火灾	由汽油、煤油、柴油、乙醇、沥青、石蜡等燃烧造成的火灾。火势易随燃烧液体流动,燃烧猛烈,易发生爆燃、爆炸或喷溅,不易扑救	可使用喷雾水、泡沫、干粉、二氧化碳等灭火器
气体火灾	气体火灾常引起爆燃或爆炸,破坏性很大,且难以扑救,如煤气、天然气、甲烷、氢气等引发的火灾	应先关闭气体输送阀门或管道,截断气源,再冷却灭火
金属火灾	多因遇湿、遇高温自燃引起	一般使用干沙或氯化钠干粉(YADM)金属火灾专用灭火器;忌用水、泡沫、水性物质,也不能用二氧化碳及干粉灭火剂
带电火灾	带电设备燃烧的火灾,如配电盘、变电室、弱电设备间等的火灾	可使用干粉、二氧化碳等灭火器;用水灭火须特别注意防止触电,与带电体保持安全距离

火灾发生后,应拨打 119 火警电话向消防部门发出准确火警信息,同时尽快通知相邻房间人员撤离。

报警操作要点:

- (1) 准确告知发生火灾单位或住户所在的街道名称、门牌号码、楼层；
- (2) 报告起火物质、火势，如只见冒烟、有火光、火势猛烈等；
- (3) 报警人姓名、电话等。

二、安全疏散与自救逃生

火灾发生时要保持沉着和冷静，掌握自救和逃生原则，迅速采取果断措施，保护自身和他人安全，并将财产损失减少到最低。

1. 了解所处环境

在开门之前先用手摸门，如果门发热或烟雾已从门缝中渗透进来，则不能开门，应寻找其他逃生路线。即使门不热，也只能小心地打开一点并迅速通过，通过后立即把门重新关上，以避免因门开时有更多氧气进入而加大火势(如图 1-3 所示)。



图 1-3 火灾发生后，先了解火势

在火灾中会产生大量有毒烟雾，主要成分为一氧化碳、氰化氢、氯化氢及二氧化硫等。应使用湿毛巾捂住鼻子和嘴，尽快撤离火场。如果火势过猛，出口通道被浓烟堵住，且无其他路线可走，可用湿棉被做掩护，贴近地面的“安全带”，弯腰或匍匐通过浓烟密布的走廊和房间(如图 1-4 所示)。绝对不能挺直身体向前跑，也不能大口呼吸。



图 1-4 火灾中应采取弯腰或匍匐姿势逃生

如果衣裤着火,应立即脱掉,或在地上打滚,将火压灭。若有人惊慌而逃时衣裤带火,应将其按倒在地翻滚,直至火焰熄灭。

2. 自救原则

- ◆ 选择逃生通道自救
- ◆ 结绳下滑自救
- ◆ 向外界求救

发生火灾时,利用烟气不浓或尚未烧着的楼梯、疏散通道和敞开式楼梯逃生是最理想的选择。如果能顺利到达失火楼层以下,就算基本脱险。

过道或楼梯已被大火或有毒烟雾封锁后,应该及时利用绳子(或把窗帘、床单撕扯成较粗的长条结成长带子),将其一端牢牢地系在自来水管或暖气管等能承重的物体上,另一端从窗口下垂至地面或较低楼层的阳台处等,然后沿着绳子下滑,逃离火场(如图 1-5 所示)。



图 1-5 火灾中积极
求救方式——结绳下滑