

实验室安全基础

姜忠良 齐龙浩 马丽云 王殿宝 殷宏斌 编著

Jiang Zhongliang Qi Longhao Ma Liyun Wang Dianbao Yin Hongbin

清华大学出版社

实验室安全基础

姜忠良 齐龙浩 马丽云 王殿宝 殷宏斌 编著

Jiang Zhongliang Qi Longhao Ma Liyun Wang Dianbao Yin Hongbin

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书针对科研和教学实验室的具体情况,全面讲述实验室中经常出现的各种安全问题的表现特点、产生原因、防治原理、防止措施、安全管理及有关的法律法规。全书共分10章,第1章讲述实验室安全事故的类型、典型事故等;第2章讲述火灾、燃烧和爆炸的基本理论;第3章讲述火灾的防治;第4章讲述疏散、逃生的基本原则和方法;第5章讲述电气火灾和电击伤害的产生原因与防止方法;第6章讲述化学品的使用安全;第7章讲述气瓶和压力容器的安全;第8章讲述电离辐射和电磁辐射的安全问题;第9章讲述实验室常见的机械、粉尘、噪声、微生物等安全问题;第10章讲述安全管理的基本知识和方法。全书内容广泛、新颖、实用性强,既可以作为高等院校和科研院所的教学参考书,还可作为一般工程技术人员、企事业技术人员和安全管理人员的工作参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

实验室安全基础/姜忠良等编著. —北京:清华大学出版社,2009.12

ISBN 978-7-302-21339-0

I. 实… II. 姜… III. 实验室—安全技术 IV. G482

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 187054 号

责任编辑:陈朝晖

责任校对:赵丽敏

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:175×245 印 张:14.5 字 数:288 千字

版 次:2009 年 12 月第 1 版 印 次:2009 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:023153-01

前言

高校实验室,特别是理工科高校的实验室涉及物理、化学、生物、医学、核辐射、电子等许多领域,是培养学生科研动手能力的重要基地。实验室的安全问题不仅影响科研工作的进度,而且也直接关系到师生的生命财产安全,因此加强对科研第一线的研究生、本科生的安全教育就显得十分迫切。

清华大学一直非常重视实验室安全问题,除了常规的安全检查制度外,实验室设备处还编写了实验室安全手册,保卫部门每年都对本科生新生进行消防安全教育和灭火逃生演习,反映很好。

材料科学是涉及物理、化学、机械、电子信息和生物等的交叉学科,多年来一直是科技发展的热点之一,而材料科学实验室也是安全事故多发的实验室之一。清华大学材料系系务会通过对近几年材料系实验室发生的多次较大的安全事故进行分析、总结,结合材料系的具体情况决定从2004年起为新入学的研究生开设一门16学时,1个学分的实验室安全基础必修课程,2004年6月底得到系学位委员会和学校研究生院的正式批准,在学校保卫部的大力支持配合下,实验室安全基础课程首次为2004级研究生开设。

课后,我们通过问卷形式对教学效果进行了调查。几乎所有参加课程学习的同学都认为实验室安全基础的学习非常必要、非常及时和有意义。通过实验室安全基础的学习,同学们不仅学到了安全知识,更重要的是增强了安全意识,获益匪浅。很多同学利用刚刚学到的消防安全知识,发现了许多身边的安全隐患,积极为学校的消防安全工作出谋划策。同学们还认为实验室安全

Preface

基础课程不仅应是材料系研究生的必修课,其他理工科院系的研究生和本科生也应该必修。

实验室安全基础还收到很好的实际运用效果。通过该课程的开设和材料系日常安全检查制度的建立和实施,材料系几年来没有再发生较大实验室安全事故,从原来的事故多发单位一跃变为安全先进单位,多次受到学校领导的表扬。

通过几年的实验室安全基础教学实践,我们认为:对新入学研究生开设实验室安全基础课,不仅对保证研究生在实验室的安全很有作用,而且作为素质教育的重要内容,安全教育也是校园安全文化建设的组成部分。通过对实验室安全基础的学习,学生将终身受益。

同时,我们还感到现在开设的实验室安全基础还很不完善,需要大力改进。除了要加强形象教学、现场教学外,还应该有一本较好的正规教材。

目前,有关安全方面的书很多,内容也非常丰富,但专门针对实验室安全的书却很少。为此,我们首先组织编写了实验室安全学讲义,作为研究生安全教学的临时教材。通过几年来的教学实践,我们在实验室安全学讲义的基础上,编写了实验室安全基础一书,作为清华大学研究生安全教学的基础教材。

实验室安全基础初稿由姜忠良完成,第1、2、7章由齐龙浩、姜忠良编写,第3、4章由王殿宝、姜忠良编写,第5章由齐龙浩、马丽云、姜忠良编写,第6、8、9章由马丽云、姜忠良编写,第10章由殷宏斌、齐龙浩、姜忠良编写,最后全书由姜忠良、齐龙浩统稿。

在编写过程中,我们参阅了大量有关安全方面的书籍、文章、报告等,听取了一些有关学者、专家和安全工作者的意见,在此深表感谢。

冯庆玲、南策文、张政军、杨志刚、李敬峰、潘伟、陈秀云、唐西南、唐子龙、赵如发、石溪泉、付淑文、李明、闻星火、赵庆双等老师在整个实验室安全基础的课程设置、教学及本书编写过程中给予了大力的支持和帮助,在此一并表示感谢。

由于时间仓促、编写者水平有限,对书中存在的缺点和问题恳请有关专业人士和读者批评指正。

编著者

2008年10月26日 于清华园

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 实验室与安全	1
1.1.1 实验室的功能	1
1.1.2 实验室安全	1
1.1.3 实验室安全事故的危害	2
1.2 实验室常见安全事故类型	3
1.2.1 火灾	3
1.2.2 爆炸	3
1.2.3 电击	4
1.2.4 中毒	4
1.2.5 其他安全事故	4
1.3 实验室安全事故实例	4
1.3.1 火灾	4
1.3.2 爆炸	6
1.3.3 中毒	9
1.3.4 其他事故	9
1.3.5 事故原因分析	9
1.4 实验室安全基础课程概况	10
1.4.1 课程目的	10
1.4.2 内容	10
1.4.3 教学方式	10
思考题	10
第 2 章 火灾、燃烧与爆炸	11
2.1 火灾	11

2.1.1	火灾发展的过程	11
2.1.2	火灾种类	12
2.2	燃烧与火灾	12
2.2.1	燃烧	12
2.2.2	燃烧的类型	13
2.2.3	燃烧的形式与过程	15
2.2.4	燃烧理论	16
2.2.5	燃烧的产物和后果	17
2.3	爆炸	17
2.3.1	爆炸	17
2.3.2	爆炸性混合物与爆炸过程	18
2.3.3	爆炸性混合物的爆炸极限	19
2.3.4	爆炸性混合物的危险程度	21
2.3.5	爆炸与燃烧的比较	23
2.3.6	防爆理论与防爆技术措施	24
	思考题	25
第3章 防火与灭火		26
3.1	防火	26
3.1.1	防火基本理论	26
3.1.2	防火技术措施	26
3.2	灭火	27
3.2.1	灭火方法	28
3.2.2	常用灭火剂及灭火器	28
3.2.3	灭火器的选择和使用	38
3.2.4	火灾人工报警	40
3.2.5	火灾自动报警灭火系统	41
	思考题	46
第4章 火场疏散与逃生		47
4.1	火灾现场	47
4.1.1	火灾现场的特性与危害	47
4.1.2	火灾现场烟气的流动特点	49
4.2	火灾时人的心理与行为特性	49
4.2.1	火灾时人的心理特性	49
4.2.2	火灾时人的行为特性	50

5.5.3 雷击的防护	90
思考题	91
第6章 化学危险品安全	92
6.1 化学危险品	92
6.1.1 化学危险品的分类	92
6.1.2 化学危险品的危害	93
6.2 毒性物品	93
6.2.1 毒性物质的类型	93
6.2.2 毒性物质的有效剂量	94
6.2.3 常用化学品的毒性	94
6.2.4 毒性物质侵入人体途径与毒理作用	97
6.2.5 中毒的症状	99
6.3 化学品毒害的防止	101
6.3.1 替代或排除有毒或高毒物料	101
6.3.2 采用危害小的制备工艺	102
6.3.3 隔离操作和自动控制	102
6.3.4 通风排毒	102
6.3.5 燃烧净化	103
6.3.6 个体防护和个人卫生	103
6.3.7 剧毒药品的安全管理	104
6.3.8 化学毒品安全使用注意事项	105
6.4 中毒的现场抢救	107
6.4.1 抢救现场准备	107
6.4.2 现场抢救	108
6.5 化学危险品的环境污染	109
6.5.1 大气污染	109
6.5.2 水污染	111
思考题	112
第7章 气瓶及压力容器使用安全	113
7.1 气瓶使用安全	113
7.1.1 瓶装气体	113
7.1.2 气瓶	114
7.1.3 瓶装气体的主要危害	119
7.1.4 常用瓶装气体的主要性质与危害	120

7.1.5 气瓶爆炸典型事故	123
7.2 压力容器使用安全	124
7.2.1 压力容器基本知识	124
7.2.2 压力容器事故与危害	126
7.2.3 压力容器事故预防	129
7.2.4 压力容器的安全附件	130
思考题	135
第 8 章 辐射危害与防护	137
8.1 电离辐射	137
8.1.1 天然电离辐射	137
8.1.2 人工电离辐射	138
8.2 电离辐射的强度	140
8.2.1 照射量及其单位	140
8.2.2 吸收剂量及其单位	141
8.2.3 剂量当量及其单位	141
8.2.4 剂量率及其单位	141
8.3 电离辐射的生物危害	142
8.3.1 电离辐射与细胞的相互作用	142
8.3.2 电离辐射的人体危害	143
8.3.3 电离辐射危害典型案例	144
8.4 电离辐射的探测与防护	145
8.4.1 电离辐射的探测	145
8.4.2 电离辐射的防护	148
8.5 电磁辐射	150
8.5.1 电磁辐射对人体的危害	151
8.5.2 电磁辐射的防护	151
思考题	152
第 9 章 实验室其他安全问题	153
9.1 机械设备使用安全	153
9.1.1 机械危险的类型	153
9.1.2 避免机械危害的途径	154
9.1.3 机加工设备使用安全	156
9.1.4 起重机械使用安全	157
9.2 粉尘的危害与防护	159

9.2.1 粉尘的分类	159
9.2.2 实验室粉尘产生的过程	160
9.2.3 粉尘对人体的危害	161
9.2.4 粉尘对设备磨损和产品质量的影响	163
9.2.5 粉尘的抑制	164
9.2.6 个人防尘用具	165
9.3 噪声危害与防治	167
9.3.1 噪声	167
9.3.2 噪声的危害	169
9.3.3 噪声的防治	171
9.4 微生物安全	173
9.4.1 微生物的危害	173
9.4.2 微生物危害的防止	175
9.4.3 生物实验室安全守则	179
思考题	179
第 10 章 实验室安全管理	180
10.1 安全管理的基础理论	180
10.1.1 事故发生的特点	180
10.1.2 安全管理的基本原理	181
10.1.3 事故致因理论及实际意义	181
10.2 实验室特点及安全管理对策	183
10.2.1 实验室的特点	183
10.2.2 实验室的安全管理对策	183
10.3 实验室安全管理相关法律、法规及内部管理规章	185
10.3.1 有关安全的法律	185
10.3.2 有关安全的行政法规	186
10.3.3 内部管理规章	186
10.4 实验室安全管理责任制	187
10.4.1 安全管理责任制的作用	187
10.4.2 安全责任人及职责	187
10.4.3 安全奖惩	188
10.5 实验室安全教育	188
10.5.1 实验室安全教育的内容	189
10.5.2 安全教育类型	190

第1章

绪 论

1.1 实验室与安全

1.1.1 实验室的功能

随着我国经济的快速发展,科学技术作为第一生产力要素发挥着越来越重要的作用。实验室历来是探索新的科学规律、开发新技术和新材料的重要场所。近几年国家、地方政府、企事业单位投入大量的资金用于技术开发和创新,建设或更新了大量的实验室,使我国的科研实验室的硬件有了很大改进,为我国今后的科技发展奠定了物质基础。对高等院校来说,实验室除了进行科学研究外,还是进行实验教学的重要场所。通过实验教学,可使学生加深对基本理论的理解,培养学生严谨的科学态度和必要的实验技能,增强学生分析问题、解决问题的能力。

1.1.2 实验室安全

实验室的重要功能是探索未知,这一特性决定了实验室工作具有挑战性和潜在的危險性。实验室中不仅有各种具有潜在危险的仪器设备,室内往往相对集中地存放了大量的危险物品。常年与这些危险仪器设备、危险物品相伴,稍有不慎就有可能引发灼伤、火灾、爆炸、中毒、辐射、电击等各种灾难性事故。

在高等院校,经常在实验室中进行科学研究的有教师、实验员、学生(包括本科生、研究生、进修生)等,其中学生是实验室中进行科研工作的生力军和主力军。所谓生力军,是指学生往往刚开始进入实验室进行研究工作或进入实验室时间不长,对实验室还不太熟悉,实践经验相对较少,容易发生各种实验室安全事故;所谓主力军,是指学生构成了科研人员的主体,发生实验室安全事故时,受危害最严重的往往就是学生。近几年,随着高等院校办学规模的扩大和科研题目的增多,学生进入实验室人数大量增加,进入实验室的时间加长,实验室的安全问题更加严峻,各种实验室安全事故时有发生,给国家财产带来重大损失,对师生的生命、健康造成严重危害。

每一个进入实验室的实验人员都必须高度重视实验室的安全问题,牢固树立“安全第一”的思想,尽量减少或避免实验室安全事故的发生,惠及自己、惠及他人、惠及国家、惠及将来。

1.1.3 实验室安全事故的危害

1. 对人身安全的危害

实验室是实验人员工作的场所,事故一旦发生首先会给实验操作人员和身边的其他人员造成人身伤害,严重时可能会危及生命。

2. 对实验工作的危害

实验室通常都承担着繁重的科研和教学任务,其中涉及国家重点工程、国防军工的科研任务都有严格的实验计划。一旦实验室发生事故,就会严重影响实验进程,进而影响整个工程和科研任务的按期完成。许多重要的实验室都存放着贵重的样品以及科学家和实验技术人员多年积累的实验资料,一旦发生火灾和爆炸事故造成损坏,就会给科研工作造成长期的不利影响。

3. 对国家财产的危害

实验室通常都放置有各种贵重仪器设备。随着科技的发展以及国家对科技投入的增多,实验室的仪器设备不断得到更新,各种贵重先进的仪器逐渐增多。有些仪器少则几十万元,多则几百万元,甚至上千万元,发生安全事故会造成国家财产的重大损失。

4. 对个人未来的危害

为了预防安全事故的发生,国家制定了严格的安全责任制。如果由于自身的原因造成了重大安全事故,事故责任人会受到行政和经济处罚,严重的还会受到刑事和

1.2.3 电击

电击是电流通过人体内部,破坏人的心脏、神经系统、肺部的正常工作造成的伤害。电击事故主要包括如下几种。

1. 触电: 人体触及带电的导线、漏电设备的外壳或其他带电体所导致的电击,称为触电,包括直接接触触电、间接接触触电、跨步电压触电、剩余电荷触电、感应电压触电、静电触电等。

2. 雷电电击: 雷电放电具有电流大(可达数十千安至数百千安)、电压高(300~400kV)、陡度高、放电时间短、温度高的特点,释放的能量可形成极大的破坏力。

3. 电气线路或设备事故: 电气线路或设备的故障可能发展成为事故,并可能危及人身安全。

1.2.4 中毒

中毒事故多发生在具有化学药品和剧毒物品的化学、化工、生化实验室和具有毒气排放的实验室。酿成这类事故的直接原因是: 食物带进实验室或食物与有毒物品共同存放在一起; 管理不善,造成毒品散落流失; 排风、排气不畅; 处理不当造成环境污染等。

1.2.5 其他安全事故

实验室还可能发生辐射、粉尘、噪声、微生物、环境污染、机械损伤、物品及技术资料失窃等安全事故。

1.3 实验室安全事故实例

1.3.1 火灾

1. 电气火灾

(1) 北京某大学一实验室火灾

事故经过如下。

2004年2月17日,北京某大学一实验室发生了一起火灾事故。该实验室内放有2台镀膜机、一套制纯净水的小设备、一台均胶机、一台显微镜和几台计算机。上午8:00左右,一教师开动其中一台镀膜机工作,随后有多位研究生进出实验室取样品,使用显微镜观察样品等,都没有发现异常情况。12:00左右老师和研究生均离开了该实验室。

