



生命科学实验指南系列

现代生物技术实验室 安全与管理

庞俊兰 孔凡晶 郑君杰 编著
田清涿 主审



科学出版社
www.sciencep.com

生命科学实验指南系列

现代生物技术实验室安全与管理

庞俊兰 孔凡晶 郑君杰 编著

田清涑 主审

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书重点阐述了现代生物技术实验室的安全与管理。全书共分为4章,包括实验室电、气、化学试剂的安全使用,微生物实验室生物安全与管理,基因工程实验室的安全与管理,放射性同位素实验室的安全与管理。第2至4章后均附有相关的法律和法规。

本书可作为高等院校生物技术相关专业的大专生、本科生、研究性的实验室安全教材,同时也是从事现代生物技术实验教学、科研及管理工作人员必不可少的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

现代生物技术实验室安全与管理/庞俊兰,孔凡晶,郑君杰编著. —北京:科学出版社,2006

(生命科学实验指南系列)

ISBN 7-03-017650-2

I. 现… II. ①庞…②孔…③郑… III. 生物技术-实验室-安全管理
IV. Q81-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 079403 号

责任编辑:莫结胜 李 悦 彭克里 刘 晶/责任校对:李奕莹

责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年8月第一版 开本:787×1092 1/16

2006年8月第一次印刷 印张:13

印数:1—3 000 字数:296 000

定价:36.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

21 世纪自然科学的主导是生命科学。生命科学是一门实验科学，而生物技术又是当代科学技术的前沿之一，如基因工程是修饰生物基因、改变生物性状和性质的实验性技术，拥有广阔的应用前景。生命科学实验室的安全是关系到实验成败的关键问题。本书编著者及其同事从事生命科学教学和实验工作多年，耳闻目睹了许多因实验室火、气、电、放射性元素泄漏及化学试剂的使用和保管不当等原因引发的事故给人民的生命财产造成巨大损失，特别是 2003 年 SARS 的暴发和流行给社会造成巨大损失，使我们深深地感到生物学实验室安全问题的重要性及其所承担的社会责任。为此我们编著了这本《现代生物技术实验室安全与管理》。

本书的内容以实验室的安全为主，管理为辅。在编著过程中，我们查阅了国内外生物学实验室安全操作规范及相关法规，并根据目前我国实验室情况及可操作性，将本书分为 4 章：实验室电、气、化学试剂的安全使用，微生物实验室生物安全与管理，基因工程实验室的安全与管理及放射性同位素实验室的安全与管理。

本书针对的是从事与生物学相关的实验人员，目的是使他们了解如何正确而规范地从事实验操作，避免事故的发生以及一旦发生了事故应如何处置，因而本书可作为实验室安全指导书。

在本书编著过程中特别强调集体的智慧，从拟订提纲到初稿、终稿的完成均是集体劳动的结晶。每章的编写均由两人完成，其具体分工为：第 1 章由郑君杰和孔凡晶，第 2 章由庞俊兰和孔凡晶，第 3 章由孔凡晶和庞俊兰，第 4 章由庞俊兰和孔凡晶完成。北京大学生命科学院的田清涑教授为本书的策划和审定做出很大的贡献，在书稿完成后做了细致认真的审定。但限于我们的水平及篇幅，有些问题可能阐述不清，或者存在其他不足，请读者批评指正。

编 者

于北京大学燕北园

2006 年 3 月

目 录

前言

1 实验室电、气、化学试剂的安全使用	1
1.1 用电安全	1
1.1.1 防触电和防静电	1
1.1.2 电起火及其防止	5
1.1.3 实验室常用电器设备的安全使用	5
1.2 化学试剂的安全使用及管理	9
1.2.1 化学试剂的安全储存及使用	9
1.2.2 常用化学试剂的危害及预防	12
1.3 蒸汽、压缩气、液化气的安全使用	27
1.3.1 高压蒸汽灭菌器及其安全使用	27
1.3.2 高压气瓶及其安全使用	28
1.4 实验室常用玻璃器皿的安全使用	31
1.4.1 玻璃器皿的安全使用	31
1.4.2 玻璃器皿的清洗	32
1.5 化学三废的处理	33
1.5.1 废液	33
1.5.2 废气	34
1.5.3 废物	34
1.6 实验室意外事故防护及急救	35
1.6.1 火灾	35
1.6.2 中毒	39
1.6.3 爆炸	42
1.6.4 外伤	43
主要参考文献	44
2 微生物实验室生物安全与管理	45
2.1 实验室生物安全与管理概论	45
2.1.1 实验室生物安全	45
2.1.2 国外有关实验室生物安全规定	46
2.1.3 我国实验室生物安全法规	47
2.2 微生物的危害等级及生物安全水平	49
2.2.1 微生物的危害等级	49
2.2.2 生物安全水平	49
2.3 实验室生物安全防护	52
2.3.1 实验室生物安全防护基本内容	52

2.3.2	生物安全实验室 (BSL1-4) 安全操作规程	52
2.3.3	实验室生物安全设备和仪器的使用	64
2.3.4	个体防护装备和措施	75
2.4	实验室污染及其防护	79
2.4.1	病毒污染的防护	79
2.4.2	细胞污染的防护	80
2.4.3	操作者间交互污染的防护	80
2.4.4	细胞及毒种之间交互污染的防护	80
2.4.5	洗手池和门把手	80
2.4.6	最常见的办公室污染源	81
2.5	实验室意外事故应急程序	81
2.5.1	意外事故应对方案操作规范	81
2.5.2	制定意外事故应对方案时应考虑的问题	82
2.5.3	微生物实验室应急程序	82
2.6	微生物实验管理	84
2.6.1	实验室财产管理制度	84
2.6.2	仪器设备管理	84
2.6.3	准入规定	85
2.6.4	生物安全管理	85
2.6.5	BSL-3 实验室规章制度	86
	主要参考文献	87
	附录 2-1 《病原微生物实验室生物安全管理条例》	88
	附录 2-2 《微生物和生物医学实验室生物安全通用准则》 WS233-2002	99
3	基因工程实验室的安全与管理	117
3.1	基因工程实验室安全概述	118
3.2	基因工程实验室防护原理	119
3.2.1	基因工程实验室防护的基本原则	119
3.2.2	控制	119
3.2.3	屏障	122
3.3	基因工程实验室操作的安全防护设施	123
3.3.1	实验室通风橱	123
3.3.2	生物安全橱	123
3.3.3	实验人员保护物品	124
3.4	基因工程实验危险因素及其防护	125
3.4.1	致癌物及其实验室安全守则	125
3.4.2	基因工程实验常用的有害化学试剂及其防护	127
3.4.3	基因工程实验仪器的安全使用	130
3.4.4	基因工程实验的生物危害及其防护	134
3.4.5	生物危害废品的处理	143

3.4.6 实验动物的危害及其安全管理	145
主要参考文献	155
附录 3-1 基因工程安全管理办法	156
附录 3-2 农业转基因生物安全管理条例	160
4 放射性同位素实验室的安全与管理	167
4.1 放射性同位素的基本知识	167
4.1.1 放射性现象的发现	168
4.1.2 放射性同位素及相关概念	168
4.1.3 放射性同位素的特点	170
4.1.4 常用同位素性质	171
4.1.5 电离辐射	171
4.2 电离辐射的危害及其危害机制	173
4.2.1 电离辐射的危害	173
4.2.2 电离辐射对人体损伤的机制	173
4.2.3 电离辐射的生物效应的影响因素	174
4.3 电离辐射防护	177
4.3.1 电离辐射防护原则	177
4.3.2 电离辐射防护性措施	177
4.3.3 电离辐射监测技术	178
4.3.4 现代生物技术实验中常用同位素及检测方法	181
4.4 电离放射防护的操作规程	182
4.4.1 辐射区域	182
4.4.2 实验区域	183
4.4.3 放射性废弃物区域	183
4.5 放射性同位素实验室安全操作的一般步骤	183
4.6 放射性同位素开瓶取液安全操作技术	184
4.7 同位素实验室个体防护措施	184
4.7.1 控制外照射的防护措施	185
4.7.2 内照射的防护措施	185
4.8 实验室去污和放射性污物处理	186
4.8.1 实验室去污	186
4.8.2 放射性污染物的处理	187
4.9 非电离辐射的危险及防护	188
4.10 放射性同位素实验室的管理	189
4.10.1 放射性同位素实验室的管理内容	189
4.10.2 放射性实验室安全管理制度	189
4.10.3 电离辐射防护的管理规程	190
主要参考文献	190
附录 4-1 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》	191

1 实验室电、气、化学试剂的安全使用

现代生物技术实验室是进行生物科学及教学研究的场所，但它存在着起火、爆炸、中毒、触电和病原微生物感染的危险，可以说是“五毒”俱全。因此，每一位实验室的人员都必须有充分的安全意识和丰富实用的防护救治知识，并承担起实验室安全的道德责任，包括：①由于个人的过失或错误造成对他人的伤害；②受伤的个人给其家庭带来诸多不便和烦恼，同时对社会造成伤害；③由于个人操作的过失等，造成火灾、同位素扩散、病原微生物传播等事故，使他人的实验中中断、失败，损坏或对他人的科研记录造成不可弥补的损失。

1.1 用电安全

电是进行科学实验的基本条件，各种实验观察、监测、分析等仪器设备均离不开电，因此，安全用电是完成科学实验的根本保障。

1.1.1 防触电和防静电

1.1.1.1 防触电

1) 触电的危害

人体接触到带电体且有电流很快通过人体的过程，称为触电。当发生触电时，人体全身的肌肉组织发生紧张性的收缩，心脏也会因心肌高度收缩而导致心跳暂停、呼吸困难，甚至产生休克，严重者致死。

触电对人体的伤害分为电击和电伤两种。电击，是指触电后人体能够摆脱险情，一般情况下触电部位会感到麻木，皮肤表面烧成圆形或椭圆形、苍白色或黄灰色的斑点，严重者会烧成焦黑，但不痛、不痒、不会发炎。电伤的情况较为复杂，伤害程度不一。轻者有心慌、头晕、面色苍白、恶心、呼吸和心跳加剧、四肢无力等症状，如已脱离电源，则安静休息即可，一般不需特殊处理；重者则出现呼吸急促、心跳加快、血压下降、昏迷、心室颤动等症状，呼吸中枢麻痹甚至呼吸停止，皮肤烧伤或焦化、坏死等。触电的伤害程度与流经人体的电流大小、时间长短、电压高低、电源频率、所处的环境及人的健康状况等因素有关。

发生触电事故的原因很多，主要是没有或未完全掌握用电规律，或者意外、草率行事；其次是有些用电设备没有安全保护装置，加之绝缘部位年久失修，维护不善，使带电部分接地短路；再者，触电后惊慌失措，不知如何摆脱现状，致使伤害程度加重，也是原因之一。

究竟多大的电流通过人体而不至于发生触电事故呢？实验证明，当交流电在 15~

20mA 以下或直流电在 50mA 以下时，电流短暂通过人体是安全的；但若该电流长时间通过人体，造成人体发热出汗，导致人体电阻下降，电流随之增大，就会有生命危险。若通过人体的电流在 100mA (0.1A) 左右时，必会使人致死。电源频率 50~60Hz 的电流对人体触电伤害的程度最为严重；电源频率在 3~10kHz 或更高的高频电气设备，是不会引起触电致死的，只引起不严重的电击。但是，电压为 6~10kV，频率为 500kHz 的强力电气设备，有使人触电致死的危险。电流通过患有心脏病、结核病、精神病、醉酒的人体时，触电程度会加重。实验室通常使用频率 50Hz、电压 220V 的交流电。人体通过 1mA 的电流，有发麻或针刺的感觉，10mA 以上肌肉会强烈收缩，25mA 以上则呼吸困难，有生命危险；直流电对人体也有类似的危险。表 1-1 显示了不同的电流对人体的影响。

表 1-1 电流量对人体的影响 (50~60Hz 的交流电)

电流量/mA	对人体的影响
1	略有感觉
5	相当痛苦
10	难以忍受的痛苦
20	肌肉收缩，无法自行脱离触电电源
50	呼吸困难，相当危险
100	几乎致死

人体各部位组织的电阻以皮肤为最大，当皮肤处于干燥、洁净和无伤痕的状态时，人体的电阻可高达 4 万~10 万 Ω ；若除去皮肤，则下降到 600~800 Ω ；若皮肤处于潮湿、受伤的状态或带有导电性的粉尘时，人体的电阻会降低到 1000 Ω 左右。电流通过人体的大小，与作用于人体的电压高低并不是直线相关的，这是因为

随着电压的增高，人体表皮组织有类似介质被击穿的现象发生，使人体电阻很快下降，电流迅速增大，导致严重的触电事故。

所谓安全电压，并不是绝对的，是因入、地、环境条件不同而相对规定的，即安全之中也有不安全的因素。安全电压值的规定，各国也不完全相同。例如，荷兰和瑞典规定为 24V；美国规定为 40V；法国规定交流电为 24V，直流电为 50V；波兰、瑞士、捷克、斯洛伐克规定为 50V；我国规定为 36V。但必须明确指出，即使在安全范围内，如果周围环境条件发生了变化，安全电压也会变成危险电压，导致触电事故的发生。表 1-2 表明了不同大小的电压对身体的影响。

表 1-2 电压对身体的影响

接触时的情况		接近时的情况	
电压/V	对身体的影响	电压/kV	可接近的最小安全距离/cm
10	全身在水中时，跨步	3	15
	电压界限为 10V/m	6	15
20	为湿手的安全界限	10	20
30	为干燥手的安全界限	20	30
50	为对生命没有危险的界限	30	46
100~200	危险性急剧增加	60	75
200 以上	有生命危险	100	115
3000 左右	被带电体吸引	140	160
10000	有被弹开而脱险的可能	270	300

2) 安全用电注意事项

为了确保用电安全,减少触电的伤亡事故,应严格遵守用电的安全规定,按照操作规定进行工作,把触电伤亡事故减少到最低限度。安全用电注意事项包括:

- (1) 修理或安装电器时,应先切断电源。
- (2) 使用电器时,手要干燥。
- (3) 电源裸露部分应有绝缘装置,电器外壳应接地线。
- (4) 不能用试电笔去试高压电。
- (5) 不应用双手同时触及电器,防止触电时电流通过心脏。
- (6) 一旦有人触电,应首先切断电源,然后施救。
- (7) 对于高压电气设备,必须采取保护接地、重复接地和保安接零的安全措施。
- (8) 对于由于静电感应产生火花放电现象的设备,应采取防雷击和静电接地的安全措施。

3) 触电急救

触电急救的要点是动作迅速、救护得法。发现有人触电,首先要尽快使触电者脱离电源,然后根据触电者的具体情况,进行相应的救治。人触电以后,会出现昏迷、不省人事,甚至呼吸、心跳停止的症状,但不应当认为已经死亡,要正确、迅速且持久地进行抢救。根据统计材料,触电 1min 后开始救治者,90%有良好效果;6min 后开始救治者,10%有良好效果;而 12min 后开始救治者,救活的可能性就很小了。由此可知,动作迅速非常关键。

使触电者迅速脱离电源,是触电急救的有效第一步。对于低压触电事故,可采取以下方法使触电者脱离电源:如果触电地点附近有电源开关或插销,可立即拉掉开关或拔出插销,以切断电源;如果找不到电源开关或距离太远,可用有绝缘把的钳子或有木柄的斧子断开电源线;也可用木板等绝缘物插入触电者身下,以隔断流经人体的电流;当电线搭在触电者身上或被压在身下时,可用干燥的衣服、手套、绳索、木板、木桥等绝缘物作为工具,拉开触电者或挑开电线使触电者脱离电源;如果触电者的衣服是干燥的,且没有紧缠在身上,可以用一只手抓住他的衣服,使其脱离电源。由于触电者身体带电,其鞋的绝缘性可能遭到破坏,救护人员不得接触触电者的皮肤和鞋子。

对于高压触电者,可采用下列方法使其脱离电源:立即通知有关部门停电;戴上绝缘手套,穿上绝缘鞋,用相应电压等级的绝缘工具拉开开关;抛掷裸金属线,使线路接地;迫使保护装置动作,断开电源。注意抛掷金属线时,先将金属线的一端可靠接地,然后抛掷另一端,抛掷的一端不可触及触电者或其他人。上述使触电者脱离电源的办法,应根据具体情况,以快速为原则,选择采用。

在实践中,要遵循下列注意事项:救护人不可直接用手或其他金属、潮湿的物件作为救护工具,而要使用适当的绝缘工具;救护人要用一只手操作,以防自己触电;注意防止触电者脱离电源后可能的摔伤,特别是当触电者在高处的情况下,即使触电者在平地,也要注意触电者倒下的方向,防止摔伤;如果事故发生在夜间,应迅速解决临时照明问题,以利于抢救,避免扩大事故。

触电者脱离电源后，应根据具体情况，迅速采取救护措施。如果触电者伤势不重，神志清醒，但有心慌、四肢发麻、全身无力的症状，或者曾一度昏迷但已清醒过来，这时应使触电者安静休息，不要走动，请医生前来诊治或送往医院；如果触电者已失去知觉，但心跳和呼吸还存在，应使其安静、舒适地平卧，周围空气流通，并解开衣服以利呼吸。若天气寒冷，还要注意保温，防止感冒或冻伤。同时，迅速请医生救治或送往医院；如果发现触电者呼吸困难或发生痉挛，应采取措施防止呼吸停止和心跳停止；如果触电者伤势严重，呼吸或心跳停止，应立即进行人工呼吸和胸外挤压，并迅速请医生诊治或送往医院。

人工呼吸法是在触电者呼吸停止后应立即采用的急救方法。施行人工呼吸前，应迅速将触电者的衣领、上衣、裤带等解开并取出触电者口腔内杂物，以免堵塞呼吸道。做口对口（鼻）人工呼吸时，应使触电者仰卧，头部充分后仰（最好用一只手托在触电者颈后），使鼻孔朝上，以利呼吸畅通。施行人工呼吸和胸外心脏挤压抢救要坚持不懈，切不可轻率终止，运送途中也不能终止抢救。在抢救过程中，如发现触电者皮肤由紫变红，瞳孔由大变小，则说明抢救收到了效果；如触电者嘴唇稍微开合、眼皮活动或嗓子有咽东西的动作，则应注意其是否有自动心跳和自动呼吸。触电者能自己开始呼吸时，即可停止人工呼吸，否则，应立即再做人工呼吸。应当注意，急救要尽快且不失时机地进行。

1.1.1.2 防静电

实验过程中，仪器设备、操作过程、操作人员等因素都会导致静电的产生，如果静电得不到有效控制，就有可能酿成事故。因此，在实验室工作中要注意分析静电产生的原因、危害，制定出切实可行的预防措施。

1) 静电的分类

按起电的方式分为接触摩擦分离起电、静电感应起电、电磁感应起电、射线电离空气起电、物质三态变化起电、分子分裂起电、极化起电、场致发射起电；按带电体不同分为固体带电、液体带电、气体带电、粉体带电、人体带电、生物带电；按电荷性质不同分为单极性电荷、双极性电荷、正电荷、负电荷。

2) 静电的危害

静电的危害有两种。一是爆炸和火灾，它是静电的最大危害。静电的能量虽然不大，但因其电压很高且易放电、出现静电火花，在易燃易爆的场所，可能因为静电火花引起火灾或爆炸。二是电击，由于静电造成的电击，可能发生在人体接近带电物体时，也可能发生在带静电电荷的人体接近接地体时。一般情况下，静电的能量较小，因此在产生过程中的静电电击不会直接使人致命，但是易引起坠落、摔倒等二次事故。

3) 人体防止静电的措施

人体带电可使人体遭受电击并对安全造成威胁，因此必须防止人体带电带来的危害。消除人体带静电的措施是人体接地。在人体接地的场所，应装置金属接地棒，工作

人员应随时用手接触接地棒，以消除人体所带的静电；在坐着工作的场所，工作人员应佩戴接地的腕带；在防静电的场所入口处和外侧，应有裸露的金属接地物；在有静电危害的场所应注意着装，工作人员应穿戴防静电衣服、鞋和手套，如穿防静电鞋使人体接地，不能穿化纤衣物。

安全操作规范：工作中应尽量避免可使人带电的活动；合理使用规定的防护用品；工作时应有条不紊，避免急性动作；在防静电的场所不得携带与工作无关的金属物品；不得使用化纤材料制作的拖布或抹布擦洗物品及地面。

1.1.2 电起火及其防止

1.1.2.1 电起火的原因

电起火的原因包括以下几个方面：

(1) 电线老化，导致绝缘性能降低，特别在潮湿天气容易造成短路，引发电气火灾。

预防措施：经常检查电缆，若有破皮、橡胶老化等情况，应及时更换电缆。

(2) 照明灯具特别是碘钨灯表面温度较高，接触易燃物时间较长后，易引起火灾。

预防措施：照明灯具高度不能过低且位置固定，附近的木头、废料等应清理干净。

(3) 电焊机把线接头太多，又没有绝缘，对地接触后，产生火花而引起火灾；电焊机（竖焊机）焊接东西时，焊渣掉落在易燃物上，易引发火灾。

预防措施：电焊机把线采用专用线，接头处不能因为电压低而不重视，一定要做好绝缘；电焊机（竖焊机）工作时注意清理周围的木片、绳网等易燃物，或进行围挡，必要时准备灭火器。

1.1.2.2 电起火的防止

防止电起火，要做到以下几点：

(1) 保险丝、电源线的截面积、插头和插座都要与使用的额定电流相匹配。

(2) 三条相线要平均用电。

(3) 生锈的电器、接触不良的导线接头要及时进行处理。

(4) 电炉、烘箱等电热设备不可过夜使用。

(5) 仪器长时间不用要拔下插头，并及时拉闸。

(6) 电器、电线着火不可用泡沫灭火器灭火。

扑救电气火灾时必须立即切断电源，使用干粉灭火器、干沙等灭火。扑救电气火灾不能用水、泡沫灭火器，防止触电。

1.1.3 实验室常用电器设备的安全使用

实验室仪器设备的使用应建立安全用电档案记录，每年至少对所有电插座的接地和极性、电缆的完整性进行一次检查，并将结果记录在案。可移动的设备应接地或采用更先进的方法防止触电。实验室应装有足够的插座，分布要合理，以减少在插座上接其他

多用插座和避免拖拉过多的电线。

电器设备的任何部分与深埋入地里的金属体（接地体）用导线作良好的电气连接，称为接地。因为大地是个大导体，当电器设备发生接地短路或带电导线断开落地时，电流就会通过接地体向大地作半球形散开，由于这个半球形的球面在距接地体越远的地方越小，越远的地方越大，所以，在距接地体越远的地方电阻越大，而越远的地方电阻越小。实验证明，在距单根接地体或带电导线碰地处 20m 以外的地方，呈半球形的球面已经很大，实际上已没有什么电阻存在，也就不再有什么电压降，即该处的电位已接近于零，该电位等于零的地方，称为电气上的“地”。顺便指出，在许多电子设备或电子电路中的“地”是用符号“⊥”来表示的，它虽然也叫“接地”，但没有真正和大地连接，仅仅起到确定电路中各点电位高低的一个公共参考点而已，这个公共点常称为接地点（零电位点），然而，只要这个零电位点确定后，电路中某一点对该点之间的电压就是该点的电位。于是，电路中各点的电位就有了一个定值，电路中任意两点间的电位之差，就是这两点间的电压值，显然，选取不同的零电位参考点，则各点的电位也不相同。但两点间的电压值却是不会改变的。实际上，这时的“零电位”与大地并没有直接连接，因此它与大地相比，并不一定是真正的零电位。显而易见，两者都称“接地”，但含义却不相同。

电器设备必须接地或用双层绝缘。电线、电源插座、插头必须完整无损。在潮湿环境的电器设备，要安装接地故障断流器。了解了电气上的“地”以后，我们在理解对地电压、接触电压、跨步电压等概念时就容易了。所谓接地电压就是电气设备的接地部分与大地零电位点之间的电位差，在接地回路上，一人同时触及的两点间所呈现的电位差，称为接触电压。当人的两脚站在带有不同电位的地面上时，两脚间所呈现的电位差，称为跨步电压。在计算跨步电压时，一般取人的跨距为 0.8m，可见，当人的一脚踏在接地体上或带电体碰地处时跨步电压最大，距接地体或带电体碰地处越远时，跨步电压越小，若距离在 20m 以上时，则跨步电压为零。

1.1.3.1 烘箱

烘箱是利用电热丝隔层加热使物体干燥的设备。它适用于比室温高 5~300℃（有的高 200℃）范围的烘焙、干燥、热处理等，灵敏度通常为 ±1℃。烘箱型号很多，但基本结构相似，一般由箱体、电热系统和自动控温系统三部分组成。

在使用烘箱时注意如下事项：

- （1）烘箱应安放在室内干燥和水平处，防止振动和腐蚀。
- （2）要注意安全用电：根据烘箱耗电功率安装足够容量的电源闸刀；选用足够的电源导线，并应有良好的接地线。
- （3）当一切准备工作就绪后方可将样品放入烘箱内，然后连接并开启电源，红色指示灯亮表示箱内正在加热。当温度达到所控温度时，红灯熄灭绿灯亮，开始保持恒温。为了防止温控失灵，还必须定时查看。
- （4）放入样品时应注意排列不能太密，散热板上不应放置样品，以免影响热气流向上流动。禁止烘焙易燃、易爆、易挥发及有腐蚀性的物品。
- （5）当需要观察工作室样品情况时，可开启外道箱门，透过玻璃门进行观察，但

箱门应尽量少开，以免影响恒温。特别是当烘箱内温度在 200℃ 以上时，开启箱门有可能使玻璃门骤冷而破裂。

(6) 有鼓风的烘箱，在加热和恒温的过程中必须将鼓风机开启，否则会影响工作室温度的均匀性和损坏加热元件。

(7) 工作完毕后应及时切断电源，确保安全。

(8) 烘箱内外要保持干净。

(9) 使用时，温度不要超过烘箱的最高使用温度。

(10) 为防止烫伤，取放样品时要用专门工具。

1.1.3.2 离心机

离心机是根据物质的沉降系数、质量、密度等的不同，用强大的离心力使物质分离、浓缩和提纯的设备。离心机的用途十分广泛，可进行生物细胞、病毒、血清、核酸、蛋白质等的分离、浓缩、提取等。

由于离心时产生很大的离心力，当转头所带的样品处于不平衡状态时，会产生很大的力矩，轻者引起机器发抖和震动，重者会扭断转轴造成事故。因此要特别注意离心样品的平衡装载。离心管至少要两两平衡，放在转头的对称位置，装管数是 6、12、18 的转头可 3 个一批进行平衡。最好是所有的离心管一样重。水平转头不允许有空挡，即不挂吊篮的现象，否则会损坏转头。离心转速越高，对平衡的要求也越高。

在平衡时不仅要保证静平衡，即对称的两管样品等重，还要保证动平衡。因为离心时产生的力矩不仅与样品的重量有关，还和样品的旋转半径有关。例如，一管水和半管沙子虽然重量相等，但半管沙子的旋转半径要大一些，所以力矩相差很大，转动起来并不平衡，因此处于对称位置的两个离心管必须装载密度相近的样品。例如，要同时离心两个样品，一管是用蒸馏水稀释的，另一管是用 60% 的蔗糖配制的。虽然两管重量相等，但不可配成一对离心，而必须另装一管水和一管 60% 的蔗糖作为平衡物分别配重，否则离心机不能正常运转。

超速离心时为了减小阻力，在真空状态下运行。所以除了必须使用不锈钢和厚壁聚碳酸酯 (PC) 离心管外，样品必须装满，否则离心管会因真空而变形或破裂。如果是水平转头，吊篮盖也要盖紧，否则样品会挥发和浓缩。

在使用离心机前必须将其放置在平稳、坚固的地面 (台面) 上，使用时机壳要接地线，使用完毕，应将调速旋钮逐挡旋回至“0”，然后让它自行停转，严禁在还未停转和开机运转的状态下打开机盖。使用中，如发现声音不正常，应立即关机，并进行检查维修。应定期 (一年左右) 检查整流子和电刷的磨损情况，有磨损过度的应立即更换。电动机的轴承应定期加注润滑脂。

1.1.3.3 电炉和燃烧炉

使用高温装置一般应注意以下事项：

(1) 注意防护高温对人体的辐射。

(2) 熟悉高温装置使用方法，并细心地进行操作。

(3) 使用高温装置的实验，要求在防火建筑内或配备有防火设施的室内进行，并注

意保持室内通风良好。

(4) 按照实验性质, 配备最适合的灭火设备, 如粉末、泡沫或二氧化碳灭火器等。

(5) 不得已将高温炉之类高温装置置于耐热性差的实验台上进行实验时, 装置与台面之间要保留 1cm 以上的距离, 以防台面着火。

(6) 按照操作温度的不同, 选用适合的容器材料和耐火材料, 也要考虑到所要求的操作气氛及所接触物质的性质。

(7) 高温实验禁止接触水。如果在高温物体中混入水, 水会急剧汽化, 发生所谓的水蒸气爆炸。高温物质落入水中时, 也同样会产生大量爆炸性的水蒸气而四处飞溅。

使用高温装置时人体的防护措施包括:

(1) 要选用容易脱除的服装。

(2) 要使用干燥的手套。如果手套潮湿, 导热性就会增大, 同时, 手套中的水分汽化变成水蒸气而有烫伤手的危险。故最好用难于吸水的材料做手套。

(3) 需要长时间注视赤热物质或高温火焰时, 要戴防护眼镜, 使用视野清晰的绿色眼镜比深色的好。

(4) 对发出很强紫外线的等离子流焰及乙炔焰的热源, 除使用防护面具保护眼睛外, 还要注意保护皮肤。

(5) 处理熔融金属或熔融盐等高温流体时, 要穿上皮靴之类的防护鞋。

在使用电炉时应注意以下几点:

(1) 对电线、配电盘及开关等电气装置, 要充分考虑其安全措施。要遵守上述使用电气装置的注意事项。

(2) 有些耐火材料, 在高温情况下其导电性往往会增强。这种情况下, 注意不要用金属棒之类的东西去接触电炉材料, 以免触电。

使用燃烧炉应注意以下事项:

(1) 燃烧炉点火时, 要先使其喷出燃料, 才进行点火, 接着送入空气或氧气。如果违反点火顺序, 往往会发生爆炸。

(2) 在从高压钢瓶供给氧气时, 要注意确保管道系统不要有油类等可燃性物质。

(3) 注意采用合理的炉子结构, 以防产生局部过热现象。

1.1.3.4 紫外分光光度计

紫外分光光度计的操作规程如下:

(1) 开启总电源, 打开计算机, 再开启紫外分光光度计。

(2) 调出 U-3000 程序, 自检后点击主菜单下的“Waterlength Scan”进入。

(3) 设置各项所需参数, 即可进行测定。

(4) 测定完并退出应用程序后, 先关分光光度计电源, 后关计算机电源, 最后关总电源。

操作过程中应注意:

(1) 比色池外壁一定要用滤纸吸干, 以免污染比色架。

(2) 切记关电源的顺序为分光光度计—计算机—总电源。

1.2 化学试剂的安全使用及管理

1.2.1 化学试剂的安全储存及使用

为安全起见,在使用化学试剂之前,必须对其安全性能,如是否易燃易爆、是否有腐蚀性、是否有毒、是否有放射性、是否有强氧化性等,有一个全面的了解。这样在使用时才能有针对性地采取一些安全防范措施,以避免由于使用不当对实验人员及实验设备造成的危害。下面从安全角度,对各类化学试剂在储存、使用中的注意事项分别加以介绍。

1) 易燃易爆化学试剂

一般将闪点在 25°C 以下的化学试剂列入易燃化学试剂,它们多是极易挥发的液体,遇明火即可燃烧。闪点越低,越易燃烧。常见的闪点在 -4°C 以下的试剂有氯乙烷、乙醚、汽油、苯、乙酸乙酯等。使用易燃化学试剂时绝对不能使用明火,也不能直接用加热器加热。这类化学试剂应存放在阴凉通风处,放在冰箱中时,一定要使用防爆冰箱。曾经发生过将乙醚存放在普通冰箱而引起火灾,烧毁整个实验室的事故。在大量使用这类化学试剂的地方,一定要保持良好通风,一定要使用防爆电器,现场绝对不能有明火。

易燃试剂在激烈燃烧时也可引发爆炸。有些固体化学试剂如硝化纤维、苦味酸、三硝基甲苯、三硝基苯、叠氮或重叠化合物等,遇热或明火极易燃烧或分解,发生爆炸。在使用这些化学试剂时绝不能直接加热,周围不能有明火。有些固体化学试剂,遇水即可发生剧烈反应,并放出大量热,也可发生爆炸。这类化学试剂有金属钾、钠、锂和钙、氢化铝、电石等,在使用这些化学试剂时一定要避免它们与水直接接触。有些固体化学试剂与空气接触即能发生强烈氧化作用,如黄磷。还有些与氧化剂接触或在空气中受热、冲击或摩擦能引起急剧燃烧,甚至发生爆炸,如硫化磷、赤磷镁粉、锌粉、铝粉等。在使用这些化学试剂时,一定要注意周围环境温度不要太高(一般不超过 30°C ,最好在 20°C 以下),不要与强氧化剂接触。

使用易燃化学试剂的实验人员,要穿戴好必要的防护用具,最好戴上防护眼镜。

易燃试剂的储存和使用应注意下列几点:

(1) 一切易燃试剂都应放在通风良好和阴凉的专柜里,在专柜的明显位置贴上写有“易燃”字样的醒目标志。储藏室里一定要杜绝明火,并配置消防设施。

(2) 白磷能自燃(着火点 40°C),必须浸放在装有水的棕色玻璃瓶里,并配有磨口玻璃塞,为安全起见,这样的试剂瓶最好放在装有冷水的容器中。

(3) 遇水剧烈反应致燃的物质,如钾、钠,必须浸放在装有煤油(或石蜡油)的试剂瓶中。碳化钙、磷化钙、过氧化物等遇水会发生剧烈反应,必须密封储存,否则吸湿受潮后会造成意外。

(4) 易燃液体,如二硫化碳、苯、醇、醚等,应密封于棕色试剂瓶,置于阴冷处。试剂瓶不可盛装过满,瓶口必须密封。启封用毕后可用火棉胶重新封口,绝不允许用正

在燃着的蜡烛去滴蜡封口。这类试剂必须单独储存，与强氧化剂或其他可燃物隔离。

2) 有毒化学试剂

化学试剂中的大多数物质都具有不同程度的毒性，但是只有那些以较小剂量进入人体而导致疾病或死亡的才被划为有毒物质。化学试剂可能对呼吸系统、血液、肺、肝脏、肾脏、胃肠道系统以及其他器官和组织造成不良影响或严重损害，有些化学试剂具有致癌性或致畸性，有些可溶性蒸气在吸入后有毒性作用。除了上面所提到的严重影响外，有些化学试剂还可能对人体健康造成一些不能被立即识别的损伤，其中可能包括协调性差、嗜睡及类似的症状，并使出现事故的可能性增大。长期反复接触液态有机溶剂可能造成皮肤损害，这可能是由于有机溶剂的去脂效果；另外还可能出现过敏和腐蚀症状。生物实验中致死量 (LD_{50}) 在 50mg/kg 以下的称为剧毒化学试剂，如氰化物、砷化物、汞盐。铜盐、钡盐、铅盐都是毒害性物质，许多有机物和一些气体，如一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、氨、硫化氢等，也都属毒害性物质。人们可能通过吸入、接触、食入、针刺等方式暴露于危险性化学试剂。在使用化学试剂时，一定要避免大量吸入。在使用完化学试剂后，要及时洗手、洗脸、洗澡，更换工作服。在使用性能不清的化学试剂时，一定要了解它的 LD_{50} 。对一些常用的剧毒化学试剂，一定要了解这些化学试剂中毒时的急救处理方法，剧毒化学试剂一定要有专人保管，严格控制使用量。

有毒物质根据其对人体毒害作用，一般分为神经中毒剂和血中毒剂两大类。氢氰酸和其他无机氰化物、硫化氢、光气等都是神经中毒剂；含砷化合物、汞盐、硝酸盐、草酸盐、铅盐，有机物中的苯、硝基苯、苯胺、苯酚等都属于血中毒剂。有毒气体主要损害人们的呼吸器官，造成严重的呼吸障碍致人窒息。

有毒试剂的储存和使用应注意以下几点：

(1) 剧毒试剂如氰化钾、三氧化二砷、升汞等，必须锁在保险柜或地坑中，遵循严格的领用制度，用剩的试剂必须交回。

(2) 盛装有毒试剂的容器除密封外，容器上要贴上写有“有毒”、“剧毒危险”字样的标签。

(3) 使用有毒试剂的实验，反应剩余物只能倾倒在指定的废物缸里，由实验室专管人员进行处理以消除毒性。

(4) 盛放有毒试剂的实验器皿，在使用完毕后一定要立即清洗干净。实验人员在实验后也应用肥皂、冷水把手洗干净。

3) 腐蚀性化学试剂

任何化学试剂碰到皮肤、黏膜、眼、呼吸器官都要及时清洗，特别是对皮肤、黏膜、眼、呼吸器官有极强腐蚀性的化学试剂（不论是液体还是固体），如各种酸和碱、三氯化磷、氯化氧磷、溴、苯酚、无水肼等。使用前一定要了解接触到这些腐蚀性化学试剂的急救处理方法，如酸溅到皮肤上要用稀碱液清洗等。

浓酸、浓碱、液溴、苯酚等都属于腐蚀性试剂，它们与皮肤接触，会腐蚀皮肤从而造成化学灼伤。强酸、液溴的蒸气如果经呼吸道吸入多量，就会急性发作喉炎、支气管炎，并可能导致肺水肿。浓碱溶液对皮肤造成的化学灼伤十分严重，特别是对眼球角膜