

目 录

1. 武汉大学关于开展 2021 年实验室安全管理培训工作的通知	(1)
2. 武汉大学 2021 年实验室安全管理培训日程安排表	(4)
3. 武汉大学 2021 实验室安全管理培训人员名单	()
4. 课程讲义	
4.1 武汉大学实验室安全管理规范与实践	石俊枝 (5)
4.2 通用生物安全防护常识	谢志雄 (14)
4.3 实验室用电常识与消防	廖冬梅 (27)
4.4 实验室安全管理体系的构建	孙 平 (34)
4.5 实验室应急急救	吴 珂 ()
4.6 辐射安全与防护	陈志权 (46)
4.7 化学品安全与环保	黄 驰 (57)
4.8 医学生物安全	侯 炜 (68)
4.9 特种设备与气瓶安全	廖冬梅 (82)
4.10 实验废弃物处置	黄少华 (92)
4.11 中心实验室安全管理	丁 琼 (98)

武汉大学实验室与设备管理处

武大设函〔2021〕22号

武汉大学关于开展 2021 年实验室安全管理培训工作的通知

全校各有关单位：

为深入贯彻党中央、国务院关于安全生产工作的系列指示精神，落实教育部关于切实维护高校安全稳定的统一部署，做好实验室安全保障工作，深入推进实验室安全管理工作规范化、专业化、信息化，进一步提升实验室安全管理能力和水平，保障师生人身安全和校园稳定，学校定于 2021 年 10 月 21 日至 22 日在工学部训创中心学术报告厅举办“2021 年实验室安全管理培训”工作。现将有关事项通知如下：

一、培训内容

1. 基础课：实验室安全管理与实践、国家法律政策解读、个人防护与急救、生物安全防护常识、实验室用电与消防常识。
2. 专业课：危化品安全管理知识、生物安全知识、辐射安全知识、机电设备与气瓶安全。
3. 经验交流：五星安全实验室管理经验分享。

二、参加人员

各单位在岗的实验室安全管理员，实验室安全员和特种设备操作员。

三、培训要求

1. 各单位要高度重视，认真组织，并协调做好参会人员的日常工作安排，做到应培尽培。各单位于10月18日17:00以前，将报名表扫描电子版发邮箱 20189920@qq.com。

2. 学员上课期间应严格遵守课堂纪律，无故不得请假、迟到或早退。

3. 理工医类院（系）学员（除数学学院）必须参加基础课和专业课培训，文科、信息学科类院（系）及数学学院学员必须参加基础课培训，专业课课程可选学。

4. 参加培训的学员需提交个人培训小结，小结不少于800字，并于10月26日17:00以前发电子版至邮箱 sbc13@whu.edu.cn。

5. 本次培训考核根据考勤记录、考试成绩、个人小结等情况综合评定。考核合格者，由学校颁发培训证书。凡报名未参加、无故缺勤2门课以上或迟到早退2次以上，均视为不合格。

6. 本次培训严格落实上级有关部门及学校常态化疫情防控要求，做好测温登记。如出现发热、咳嗽、咽痛、乏力等症状，应第一时间报告，并主动配合工作人员到指定医疗机构就诊。

附件：2021 实验室安全管理培训报名表

武汉大学实验室与设备管理处

2021年10月14日

附件

2021 实验室安全管理培训报名表

单 位				
参加人员	工号	岗位	手机号码	备注
单位意见				
单位领导：（签名）				
年 月 日				

武汉大学 2021 年实验室安全管理培训日程安排表

一、培训地点

工学部大创中心学术报告厅

二、培训时间

10 月 21 日至 22 日

日期	时间	课程名称	类别	主讲人
10 月 21 日 周四上午	8:00-8:30	报到, 签名, 测体温		
	8:30-8:50	2021 年实验室安全管理培训启动仪式		
	8:50-9:40	武汉大学实验室安全管理 规范与实践	基础课	石俊枝
	9:40-9:50	休息		
	9:50-10:40	通用生物安全防护常识	基础课	谢志雄
	10:40-10:50	休息		
	10:50-11:40	实验室用电常识与消防	基础课	廖冬梅
10 月 21 日 周四下午	2:05-3:05	实验室应急急救	基础课	吴珂
	3:05-3:55	实验室安全管理体系的构建	基础课	孙平
	3:55-4:15	休息, 考试		
	4:15-5:05	电离辐射安全与防护	专业课	陈志权
10 月 22 日 周五上午	8:30-9:20	化学品安全与环保	专业课	黄驰
	9:20-10:10	医学生物安全	专业课	侯炜
	10:10-10:30	休息		
	10:30-11:20	特种设备与气瓶安全	专业课	廖冬梅
	11:20-11:50	实验废弃物处置	专业课	黄少华
10 月 22 日 周五下午	2:05-2:20	武汉大学人民医院中心实验室	经验交流	丁琼
	2:20-2:35	药学院天然产物与生物药物 实验室	经验交流	刘永梅
	2:35-3:05	考试		



武汉大学实验室安全管理规范与实践

实验室与设备管理处 石俊枝



- 1 基本情况
- 2 管理规范与要求
- 3 专项管理工作
- 4 存在的问题及分析



1

基本情况



(一) 基本情况



其中有10个一流建设学科，5个一级学科，17个二级学科被认定为国家重点学科，6个学科为国家重点（培育）学科。理学全国领先，人文社科底蕴深厚，医科发展迅猛，优势鲜明。

学校目前有建制的实验室192个，其中科研实验平台157个，实验教学中心35个，省部级以上实验室105个，占比为约为55%。

(一) 基本情况



1. 实验室安全基本情况

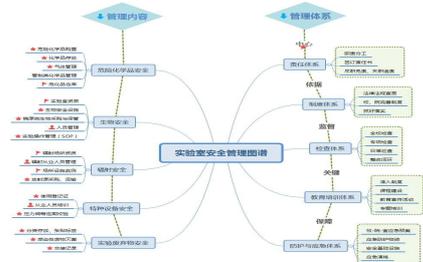
全校共有43个教学科研单位，实验室房间数达2058间。实验室安全主要在5个方面：

1. 水电、消防等基础安全，涉及所有单位
2. 危险化学品安全，涉及23个学院，2020年全校共购置易制毒化学品4911千克、易制爆化学品580千克
3. 辐射安全，涉及11个学院，现有非密封放射性同位素4间，放射源35枚，射线装置37台
4. 生物安全，涉及14个学院，现有三级生物安全实验室1个，二级生物安全实验室9个；
5. 机电及特种设备安全，涉及23个学院，现有高压气瓶1391枚，高压灭菌器204台

呈现特点



(一) 基本情况





2

◆管理规范与要求



(二) 管理规范与要求



2013年，成立实验室安全管理办公室以来，我们重点从以上五个方面强化实验室安全管理工作。

(二) 管理规范与要求



1. 安全责任体系

2019年，《教育部关于加强高校实验室安全工作的意见》中规定：



- 党政同责、一岗双责、齐抓共管、失职追责
- 管行业必须管安全、管业务必须管安全
- 确保责任落实“横向到边，纵向到底”

(二) 管理规范与要求



1. 安全责任体系

学校-二级单位-实验室三级联动的安全管理责任体系



(二) 管理规范与要求



1. 安全责任体系



(二) 管理规范与要求



1. 安全责任体系

2019年，学校实验室安全领导小组（扩大）会议进一步明确：

实验室与设备管理处

负责全校实验室技术安全管理工作的

保卫部

负责实验室消防安全和危化品购置、运输、存储环节的安全管理

后勤保障部

负责新（改扩）建教学科研大楼的实验室安全总体规划及可行性论证



科学技术发展研究院

负责科研项目安全风险评估

学生工作部、研究生工作部

负责将实验室安全教育纳入学生日常教育管理体系，督促学院对学生开展实验室安全教育、培训、考核

人事部

负责将实验室安全教育纳入教职工日常教育管理，督促学院对教师开展实验室安全教育、培训、考核

(二) 管理规范与要求



1. 安全责任制



学校实验室安全管理人员

成立实验室安全管理办公室：2013年学校在实验室与设备管理处成立实验室安全管理办公室，负责全校实验室技术安全监管管理工作，目前共有校级实验室安全管理人员由5人，基本实现专人专岗

学院实验室安全管理人员

学院明确实验室安全工作分管领导；协助党政负责人统筹协调全院实验室安全管理工作
学院成立安全管理办公室：部分实验室安全管理重点学院成立安全管理办公室，负责本单位日常安全管理、宣传、贯彻、执行国家及学校有关实验室安全法规、制度等（兼）职的实验室安全管理员；负责本单位实验室安全日常监督和隐患排查整改工作



13

(二) 管理规范与要求



1. 安全责任制---签订安全责任书



学校负责人-院系负责人-实验室负责人-实验人员逐级签订责任书

14

(二) 管理规范与要求



2. 安全制度体系



- 安全定期检查制度。**要对实验室开展“全过程、全要素、全覆盖”的定期安全检查，实行问题排查、登记、报告、整改的“闭环管理”，严格落实整改措施、责任、资金、时限和预案“五到位”。
- 危险源全周期管理制度。**应当对危化品、病原微生物、辐射源等危险源，建立采购、运输、存储、使用、处置等全流程全周期管理。
- 实验室应急管理制度。**要建立应急预案逐级报备制度和应急演练制度，对实验室专职管理人员定期开展应急处置知识和应急处理培训，配备充足应急人员、物资、装备和经费，确保应急功能完整、人员到位、装备齐全、响应及时。
- 安全风险评估制度。**实验室对所开展的教研活动进行风险评估，并建立实验室人员安全准入和考核过管管理机制。

15

(二) 管理规范与要求



2. 安全制度体系---校级管理制度

现有的校级实验室安全制度

- 《武汉大学实验室技术安全管理办法》
- 《武汉大学实验室危险化学品安全管理办法》
- 《武汉大学教学科研麻醉药品和精神药品管理规定》
- 《武汉大学实验室废弃物处置管理办法》
- 《武汉大学实验室生物安全管理规定》
- 《武汉大学放射性同位素与射线装置安全管理规定》
- 《武汉大学辐射防护工作管理实施细则》
- 《武汉大学实验室安全事件综合应急预案》及5个专项应急预案
- 《武汉大学实验室安全责任追究暂行办法》
- 《武汉大学实验室安全检查实施细则》
- 《武汉大学实验室特种设备管理实施细则》



16

(二) 管理规范与要求



2. 安全制度体系---院级管理制度

部分学院实验室安全管理规定、细则

学院	制度
化学与分子科学学院	实验室安全管理规定
基础医学院	生物安全质量体系文件
A3动物实验中心	生物安全手册
物理科学与技术学院	放射源及射线装置管理细则
生命科学学院	同位素室安全使用管理实施细则



17

(二) 管理规范与要求



2. 安全制度体系---实验室管理制度(以病毒学国家重点实验室BSL-2为例)

- 实验室生物安全管理手册
- 实验室程序文件
- 实验室实验标准操作程序
- 实验室仪器标准操作程序
- 实验室设施设备标准操作程序
- 实验室风险评估手册
- 实验室安全手册
- 生物安全管理表单
- 实验室化学品安全数据单



18

(二) 管理规范与要求



3、实验室安全检查体系---学校组织的检查

制定了《武汉大学实验室安全检查实施细则》，建立“周巡查、月通报、季整改、年总结”的实验室安全检查机制

定期安全检查

校党委书记、校长、分管校领导带队，每年开展四次，时间为3月、7月、9月及12月，检查对象为学校实验室安全重点工作重点单位、重点场所、重点领域、重点部位

专项检查

依据国家和地方政府部门的相关要求组织开展
 高危实验物品（主要包括管制类化学品、病原微生物及实验室动物、放射源、压力容器等）专项检查每年6次

不定期安全巡查

学校实验室安全管理人员结合学生协管员上报的实验室安全隐患，不定期开展实地安全巡查，每年60余次

(二) 管理规范与要求



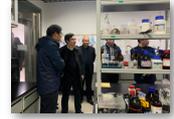
3、实验室安全检查体系---学校组织的检查



2020年8月，韩进书记检查学院



2020年7月，魏灵康校长检查药学院



2021年4月，徐金勤副校长检查学院

(二) 管理规范与要求



3、实验室安全检查体系---院、实验室开展的检查

检查依据：教育部《高等学校实验室安全检查项目表》12个大类，153个条目；
 学院：每月开展实验室安全检查不少于一次，并记录存档
 实验室：须建立自查自纠台账记录，每天检查水电气门窗等并留存记录

附件1-

高等学校实验室安全检查项目表（2021）

序号	检查项目	检查要点	检查记录
1.1	责任体系		
1.1.1	学校实验室安全责任体系	学校实验室安全委员会组成、职责和任务；学校实验室安全委员会负责人聘任、履职情况、履职时间；	
1.1.2	学院实验室安全主体责任落实情况	学院实验室安全主体责任落实情况；学院实验室安全委员会组成、职责和任务；学院实验室安全委员会负责人聘任、履职情况、履职时间；	
1.1.3	实验室安全主体责任落实情况	实验室安全主体责任落实情况；实验室安全委员会组成、职责和任务；实验室安全委员会负责人聘任、履职情况、履职时间；	
1.2	安全教育培训体系		
1.2.1	安全教育培训体系	安全教育培训体系；安全教育培训体系组成、职责和任务；安全教育培训体系负责人聘任、履职情况、履职时间；	
1.2.2	安全教育培训体系	安全教育培训体系；安全教育培训体系组成、职责和任务；安全教育培训体系负责人聘任、履职情况、履职时间；	
1.2.3	安全教育培训体系	安全教育培训体系；安全教育培训体系组成、职责和任务；安全教育培训体系负责人聘任、履职情况、履职时间；	
1.2.4	安全教育培训体系	安全教育培训体系；安全教育培训体系组成、职责和任务；安全教育培训体系负责人聘任、履职情况、履职时间；	

(二) 管理规范与要求



3、实验室安全检查体系---政府主管部门检查



(二) 管理规范与要求



3、实验室安全检查体系---隐患整改闭环管理



(二) 管理规范与要求



4、实验室安全教育宣传---实验室安全准入

校、院、实验室三级安全准入：校级实验室安全考试，理工医类学院级实验室安全考试，涉及使用危化品、病原微生物、放射源（射线装置）、特种及机电设备实验室开展安全操作培训。

特殊实验活动安全准入：从事放射性同位素、射线装置、特种设备及实验动物等相关实验活动的师生必须参加专业培训，持证上岗。



(二) 管理规范与要求



4. 实验室安全教育宣传---实验室安全课程

我校注重实验室安全教育课程建设，化学与分子科学学院等5个学院开设实验室安全相关专业选修课8门。2020年，《研究生实验室安全》入选研究生精品课程。

课程名称	学时	课程性质	开课学院	任课教师
化学实验室安全技术	16	本科生专业选修课	化学与分子科学学院	黄 驰
实验室安全	18	本科生专业选修课	基础医学院	侯 伟
实验室生物安全	18	本科生专业选修课	基础医学院	杨占秋
辐射防护与监测	36	本科生专业选修课	动力与机械学院	余奕奕
实验室安全与仪器操作规程	36	本科生专业选修课	健康学院	王秉青
生物恐怖与生物安全	36	本科生专业选修课	药学院	艾树强
设备安全工程	36	研究生专业选修课	动力与机械学院	廖安梅
实验室安全督查与应急演练	36	本科生选修课	本科生班	廖安梅等7位安全专家
研究生实验室安全技术	36	研究生必修课	研究生班	廖安梅等7位安全专家

欢迎各学院学生选修实验室安全相关课程

(二) 管理规范与要求



4. 实验室安全教育宣传---连续举办六届实验室安全教育宣传月活动

- ① 开展实验室安全知识竞赛
- ② 运用线上与线下相结合的方式开展实验室安全教育活动
- ③ 开展五星级安全实验室评选活动



五星级安全实验室评选



李资远副校长为先进单位颁奖

马育春	电子信息学院
陈端直	网络安全学院
杜秋平	网络安全学院
王志远	水利水电学院
潘国艳	水利水电学院
黄凯	土木建筑工程学院
李友	土木建筑工程学院
张涛	土木建筑工程学院
陈练文	文学院
马洪宇	物理科学与技术学院

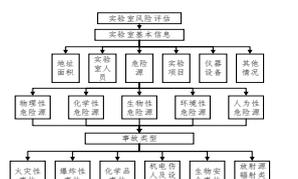
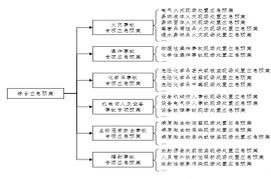
2021年实验室安全知识竞赛表彰名单

(二) 管理规范与要求



5. 实验室安全应急与防护---制定实验室安全应急预案

> 实验室应根据可能发生的实验室安全事故制定相应的应急预案现场处置方案，报院系备案



(二) 管理规范与要求



5. 实验室安全应急与防护---定期开展实验室安全应急演练

> 每年至少开展一次学科特色的应急演练



危险化学品、放射性同位素泄露应急演练



消防灭火应急演练

(二) 管理规范与要求



5. 实验室安全应急与防护---配备实验室防护用品及设备

> 实验室根据实验活动需求，配备必要的防护用品和设备



实验服

手套

口罩

护目镜

防护面屏

(二) 管理规范与要求



5. 实验室安全应急与防护---配备实验室防护用品及设备

> 注意防护设备正确使用，定期维护



生物安全柜

通风橱

灭火器

应急喷淋



3

◆ 专项管理工作



(三) 专项管理工作



1、危险化学品管理

● 危险化学品全生命周期管理

我校对危险化学品的购置、存放、使用和处置等环节实行全生命周期管理，一般危险化学品实行备案管理，剧毒、易制爆、易制毒、精神麻醉类等管制类危化品必须通过试剂耗材管理平台逐级审批购买，存放于专用试剂柜，双人管理、登记使用，由学院主体负责，学校不定期监督检查。



管制类危化品线上申购流程图

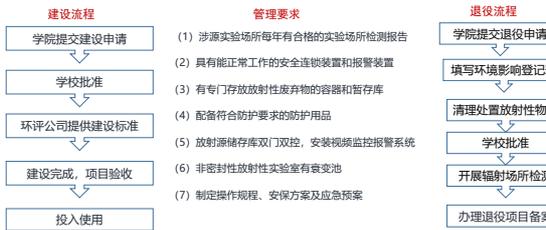
存放及使用注意事项：

- > 管制类危险化学品双人管理、台账记录
- > 易燃易爆化学品配备防爆柜、不得超量存放
- > 化学性质相悖的化学品分开存放

(三) 专项管理工作



2、涉源实验场所的管理



(三) 专项管理工作



3、放射性同位素、射线装置采购



(三) 专项管理工作



4、生物安全实验室、实验动物饲养场所建设与管理

生物安全实验室、实验动物饲养场所建设流程



注意事项：

- > 未取得科技厅批准实验动物生产/使用许可证的场所不得饲养实验动物
- > 未在卫健委备案的实验室不得开展人间传染的病原微生物实验活动
- > 低级别的生物安全实验室不得开展高等级病原微生物实验活动

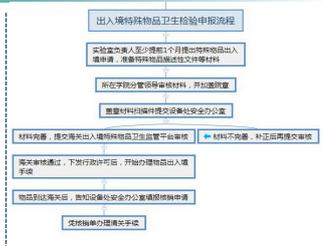
(三) 专项管理工作



5、特殊物品入境审批



办理材料：特殊物品描述性文件、合同、产品说明书、安全性说明、输出国检验检疫证书、项目审批文件、实验室资质证明等



(三) 专项管理工作



6. 实验室特种设备使用与管理

特种设备安装办证使用许可证流程



注意事项:

- > 从正规渠道购买设备, 生产厂家要提供产品检验合格证书等相关材料
- > 压力容器安全阀每年校验一次
- > 压力容器每三年重新办理检验手续
- > 管理及使用人员要经过培训且取得特种设备作业人员证书

37

(三) 专项管理工作



7. 实验废弃物管理

	化学类实验废弃物	化学废液: 分类收集, 放入废液桶, 填写成分标签 固体化学废物: 包括过期化学试剂及盛装化学药品的容器, 使用纸箱包装, 明确试剂名称, 不明试剂不予处理
	生物医学类实验废弃物	病理性: 实验产生的动物尸体及器官组织及血液样本 感染性: 含有感染性病原微生物样本及其培养物 } 高温高压/化学浸泡处理 污染过的实验耗材 损伤性: 装入利器盒/纸版箱盛放
	辐射类实验废弃物	中、长半衰期核素固体废物 → 固化后环保部门规范处置 短半衰期核素固体废物 → 放置10个半衰期检测达标后做普通废物 含有放射源或可产生放射性的设备 → 由生产厂家回收处置

38



4

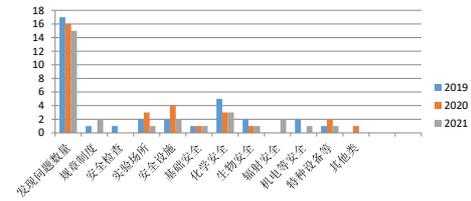
存在的问题及分析



(四) 存在的问题及分析



2019-2021年教育部实验室安全检查发现问题情况



40

(四) 存在的问题及分析



✓ 教育部连续三年检查均发现隐患问题6个, 其中部分实验室多次发现问题

- ① 实验室用电安全意识不强, 水电管线路局不合理
- ② 实验场所通道堵塞、分区不合理、环境杂乱
- ③ 应急喷淋装置安装不规范及维护不及时
- ④ 化学品、气体安全存放及使用不规范
- ⑤ 生物废弃存放管理不到位、分类不科学
- ⑥ 压力容器等特种设备安全管理存在漏洞

41

(四) 存在的问题及分析



✓ 危化品存放及使用问题



- 管制类危险化学品无台账记录、无人管理
- 易燃易爆化学品使用普通试剂柜或者非防爆冰箱存放
- 化学性质相悖的试剂混放, 固体液体混放
- 实验室过量存放易燃易爆化学品
- 存放化学品的试剂未张贴标签
- 使用危险化学品的实验室没有配备MSDS

42

(四) 存在的问题及分析



✓ 应急喷淋、洗眼装置安装不规范，维护不及时



- 生物或化学实验区域没有配置应急喷淋洗眼装置
- 装置无水或者水压过高、过低
- 没有按要求定期维护检查
- 装置周围杂物遮挡，不畅通

43

(四) 存在的问题及分析



✓ 实验室用电安全隐患



- 私拉、乱接电线电缆
- 使用多个接线板串接供电
- 电线接头裸露
- 大功率用电设备使用接线板取电

44

(四) 存在的问题及分析



✓ 实验室环境杂乱



- 75平米以上实验室没有两个出口
- 消防通道被杂物堵塞
- 实验室堆放大量易燃物品
- 有毒有害实验区与学生学习区混杂

45

(四) 存在的问题及分析



✓ 随意丢弃实验废弃物



- 实验室搬迁时没有清理化学试剂
- 冰箱、试剂柜报废时不清理化学试剂
- 直接将化学试剂放置到走廊处等公共区域

46

(四) 存在的问题及分析



✓ 生物实验废弃物分类不规范



- 生活垃圾是实验废弃物混放
- 感染性生物实验废弃物没有及时消毒灭菌
- 损伤性实验废弃物直接放置于包装袋内
- 包装袋不按照要求张贴标签

47

(四) 存在的问题及分析



✓ 气体钢瓶存放及使用不规范



- 高压气瓶不要求固定，或者固定不规范
- 气瓶距离热源太近
- 易燃与助燃气体混放
- 有毒有害气体存放房间没有安装泄漏报警装置
- 使用过期的气体钢瓶
- 气体钢瓶连接管道没有标识，接口漏气

48

(四) 存在的问题及分析



1. 部分师生实验室安全意识薄弱

- 部分学院实验室安全**准入制落实不到位**，安全准入考试参考率没有达到100%
- 部分教师、实验室负责人对进入实验室的学生没有开展**安全操作培训**，或者安全培训流于形式
- 部分学生缺乏安全防护意识，开展生物、化学类危险性实验**不穿实验服、不带护目镜**的现象时有发生

解决措施：

- 严格推行实验室安全准入考试，新进实验室师生全员参考。
- 实验室负责人认真开展实验室入室安全操作培训，考核合格后方可开展实验活动。
- 继续深入开展各项实验室安全教育宣传活动，牢固树立安全意识，形成校园安全氛围。
- 出现安全事故，要倒查安全培训责任。

49

(四) 存在的问题及分析



2. 实验室安全责任落实还亟待加强

- ✓ 实验室安全管理队伍建设有待加强
- ✓ 多个学院共建或共用的实验场所**安全责任不明确**
- ✓ 实验室安全隐患整改不及时，**闭环管理机制**落实不到位

解决措施：

- 强化实验室安全管理人员培训，建立科学的奖惩机制；
- 通过信息化手段，建立实验室房间数据库，确保数据及时更新，明确房间安全责任人；
- 做到隐患整改全程追踪，对于整改不力的学院及实验室责任人，联合纪委督查整改落实；

50

(四) 存在的问题及分析



3. 实验室基础设施薄弱

- 70%的建筑属于**老旧建筑**，**实验室通风设施、供气管路、废水排放**等基础设施陈旧
- 部分新（改）建实验室缺乏对实验室安全基础设施前期论证，导致实验室建成后，实验室安全基础设施不能满足科研实验要求
- 动物饲养场所、植物温室等特殊实验场所建设规划不足，不能满足生物学、医学以及交叉学科发展需求

解决措施：

- 建立实验室安全基础设施改造项目库，逐步改善实验室安全基础设施水平。
- 建立各类实验室安全基础设施建设标准，推动实验室安全基础设施论证前置。
- 与科学院、法规办等部门沟通，加强特殊实验场所的建设规划。

51

结 语



责任----情怀

敬畏----担当

52



谢谢聆听，欢迎批评指正！




 武汉大学
 Wuhan University

通用生物安全

主讲：谢志雄 zxxie@whu.edu.cn
 武汉大学生命科学学院




 武汉大学
 Wuhan University

通用生物安全

- 1 什么是生物安全？
- 2 生物安全法规、制度
- 3 实验室生物安全通用要求
- 4 其他生物安全问题探讨




 武汉大学
 Wuhan University

1 什么是生物安全？

生物安全：生物安全是指与生物有关的因子在研究、开发、应用过程中，对国家社会、经济、公共健康与生态环境所产生的危害或潜在风险。

实验室生物安全：生物实验室存在的危险；生物实验对操作人员可能造成的危害；生物实验材料外泄对环境的影响。




 武汉大学
 Wuhan University

生物安全事故

布鲁氏菌：
 2019年12月6日，澎湃新闻率先报道了中国农科院兰州兽研所多名学生被检测出布鲁氏菌抗体阳性事件
 2019年7月24日~8月20日中牧兰州生物药厂生产兽用布鲁氏菌病疫苗，由于消毒剂过期，对含疫苗菌株废气消毒不彻底排放，属于偶发事件
 小剂量兽用布鲁氏菌疫苗菌株进入人体后产生的抗体




 武汉大学
 Wuhan University

生物安全在国家安全中的位置

- 国家资源安全下的**国家安全二级要素**，是国家安全的次级要素
- 作为“**生物技术应用安全**”时则是“**科技应用安全**”下的国家安全三级要素
- 军事安全下的国家安全三级要素




 武汉大学
 Wuhan University

生物安全主要工作内容

- 重大新发突发传染病、动植物疫情的防控
- 生物技术研究、开发、应用的规范
- 实验室生物安全的防范与保障
- 生物资源和人类遗传资源的安全保障
- 防范外来物种入侵与保护生物多样性
- 应对微生物耐药
- 防范生物恐怖袭击，防御生物武器威胁
- 公众参与和社会监督，开展国际交流与合作，基础与能力建设




 武汉大学
Wuhan University

2 生物安全法规制度

2020年2月14日，全面深化改革委员会第十二次会议，习近平总书记强调，要从保护人民健康、保障国家安全、维护国家长治久安的高度，把生物安全纳入国家安全体系，系统规划国家生物安全风险防控和治理体系建设，全面提高国家生物安全治理能力

2019年10月21日，《中华人民共和国生物安全法（草案）》首次提请十三届全国人大常委会第十四次会议审议；2020年10月17日通过。




 武汉大学
Wuhan University

2 生物安全法规

生物安全法立法目的

生物技术的规范开展、传染病与动植物疫情防范与控制、人类遗传资源安全的保障、生物恐怖袭击与生物武器威胁的应对等目的

与生态保护、自然资源保护、环境污染防治法律法规有重合的地方




 武汉大学
Wuhan University

2020年2月24日召开的十三届全国人大常委会第十六次会议，表决通过了《全国人大常委会关于全面禁止非法野生动物交易、革除滥食野生动物陋习、切实保障人民群众生命健康安全的决定》



不能吃而目前又正在进行商业性经营利用的驯养繁殖野生动物大致有54种




 武汉大学
Wuhan University

不能吃而目前又正在进行商业性经营利用的驯养繁殖野生动物大致有54种（最终以有关部门公布的名录为准）

“兽纲”有14种，包括貉、银狐、北极狐、水貂、果子狸、野猪、梅花鹿、马鹿、花鼠、仓鼠、麝鼠、毛丝鼠、豚鼠、海狸鼠。

“鸟纲”有25种，包括非洲鸵鸟、大美洲鸵、鸚鵡、疣鼻栖鸭、绿头鸭、环颈雉、火鸡、珠鸡、石鸡、蓝孔雀、蓝胸鸚、鹤鹑、鸡尾鸚鵡、虎皮鸚鵡、费氏牡丹鸚鵡、桃脸牡丹鸚鵡、黄领牡丹鸚鵡、白腰文鸟、黑喉草雀、七彩文鸟、橙颊梅花雀、红梅花雀、禾雀、栗耳草雀、金丝雀。

“爬行纲”有6种，包括巴西龟、鳄龟、中华鳖、尼罗鳄、湾鳄、暹罗鳄。

“两栖纲”有4种，包括中国林蛙、黑龙江林蛙、猪蛙、虎纹蛙。

“蛛形纲”有1种，为蝎子，别名“全虫”。

“昆虫纲”有3种，包括双齿多刺蚁、大黑木工蚁、黄狼蚁。

“多足纲”有1种，蜈蚣，别名“天龙”。




 武汉大学
Wuhan University

2 生物安全法规制度

技术标准

国家标准
 《实验室生物安全通用要求》（GB19489-2008）
 《生物安全实验室建筑技术规范》（GB50346-2004）
 《微生物和生物医学实验室生物安全通用准则》（WS 233-2002）
 《人间传染的病原微生物名录》（WS 2006）
 《可感染人类的高致病性病原微生物菌（毒）种或样本运输管理规定》（WS 第45号 2006）





 武汉大学
Wuhan University

2 生物安全法规制度

法规

2001年，《刑法》第三次修订案，把生物恐怖活动定为犯罪

2002年，国务院令365号，《中华人民共和国生物两用品及相关设备和技术出口管制条例》及其管制清单

2006年，管制清单进行了修订和补充，增加了SARS病毒等13种病菌（毒）种等

2005年12月商务部、海关总署公布了《两用物项和技术进出口许可证管理办法》




 武汉大学
 Wuhan University

2 生物安全法规制度

其他文件

- 病原微生物实验室生物安全管理条例（2018年修订）
- 中国医学微生物菌种保藏管理办法
- 微生物和生物医学实验室生物安全通用准则
- 可感染人类的高致病性病原微生物菌/毒种或样品运输管理规定
- 病原微生物实验室生物安全环境管理办法
- 生物安全实验室建筑技术规范
- 动物病原微生物实验活动生物安全要求细则
- 兽医实验室生物安全管理规范

2005年4月27日核准《生物多样性公约卡塔赫纳生物安全议定书》




 武汉大学
 Wuhan University

3 实验室生物安全通用要求

- 3.1 实验室生物安全危害
- 3.2 实验室生物安全防护




 武汉大学
 Wuhan University

3.1 实验室生物安全

指以实验室为科研和工作场所时，避免危险生物因子造成实验室人员暴露、向实验室外扩散并导致危害的综合措施。

- （1）确保实验室工作人员不受实验对象侵袭。
- （2）确保周围环境不受其污染。

- 生物安全防护
- 化学物品安全防护
- 放射（辐射）安全防护
- 动物安全防护等





 武汉大学
 Wuhan University

3.2 生物实验室安全基本保障

硬件：规范的实验室设计建造、实验设备的配置、个人防护装备的使用；

软件：严格遵从标准化的操作程序和管理规程等。




 武汉大学
 Wuhan University

一、生物安全屏障

1. 一级屏障

一级隔离，操作者和操作对象之间的隔离

生物安全柜： I、II、III 三级

个人防护设施： 防护服（帽、鞋、靴等）、手套、正压服；口罩、护目镜、面罩等




 武汉大学
 Wuhan University

生物安全屏障

2. 二级屏障

二级隔离，指实验室、动物房等与外界环境的隔离

建设特殊要求：

- 建筑设施结构
- 通风空调系统
- 给水排水系统
- 电气控制系统
- 环境条件评估



Wuhan University

二、生物安全实验室

通过规范的实验室设计建设、实验室安全设备的配备、个人防护装备的正确使用，严格按标准化操作流程和管理章程运行

三个确保：

- 确保实验工作人员不受操作对象的伤害
- 确保环境不受其污染
- 确保实验对象稳定



Wuhan University

• 洁净实验室与生物安全实验室

- 一些健康相关产品的检测标准提出了100级洁净度的要求，100级洁净实验室是必需的
- 洁净实验室不能代替生物安全实验室
 - 生物安全实验室不允许正压
 - 洁净实验室仅提供了对样品的保护
- 生物安全实验室有一定的洁净度的要求，但要求不高。



Wuhan University

1. 生物实验室安全等级分类

依据世界卫生组织《实验室生物安全手册》相关内容，生命科学实验室可分为生物安全防护实验室P1、P2、P3和P4或者生物安全实验室BSL1、BSL2、BSL3和BSL4四个等级。用于基础教学和科学研究的实验室为P1实验室，P4为最高安全级别实验室。

P1-P4 (Physical Protection, 物理保护)

BSL1-4/ABSL1-4 (Bio-Safety Level, 生物安全级别)





Wuhan University

生物安全实验室的分级

实验室分级	处理对象	危险等级
BSL-1/P1	对人体和环境危害较低，不会引发健康成人疾病	I级 四类
BSL-2/P2	对人体和环境有中等危害或具有潜在危险的致病因子	II级 三类
BSL-3/P3	主要通过呼吸途径使人传染上严重的甚至是致命疾病的致病因子。通常有预防治疗措施	III级 二类
BSL-4/P4	对人体有高度危险性，通过气溶胶途径传播或传播途径不明的微生物。尚无预防治疗措施	IV级 一类



Wuhan University

P1/BSL-1/ABSL-1

适用于实验对象已知对健康成年人无致病作用，对实验室工作人员和环境的潜在危害很小

如：

- 枯草芽胞杆菌
- *Naegleria gruberi* (耐格里原虫)
- 感染性犬肝炎病毒
- 大肠杆菌



Wuhan University

P2/BSL-2/ABSL-2

适用于实验对象对人和环境具有中等潜在危害

如：

- 麻疹病毒
- 沙门氏菌
- 弓形虫
- 乙肝病毒
- 血源病原体
- 人类体液

* 特别要警惕污染的针头或者锐器

*** 有有效的疫苗或抗生素治疗有效**




 武汉大学
 Wuhan University

P3/BSL-3/ABSL-3

实验对象是通过呼吸途径使人感染导致重的甚至是致死性疾病的感染性材料

- 暴露于通过气溶胶途径传播的致病菌
- 严重感染，有可能致命
- 如：
 - 结核杆菌
 - 圣路易脑炎病毒
 - 伯纳特考克斯体
 - 汉坦病毒等





 武汉大学
 Wuhan University

P4/BSL-4/ABSL-4

实验对象是危险的和新的感染性材料，表现出通过气溶胶途径传播实验室感染和致命疾病的高度危险性

- 有暴露于通过气溶胶传播或者传播途径不明的致病菌潜在可能
- 感染可能致死
- 如：
 - 埃波拉病毒
 - 无名病毒 (SNV)
 - 里夫谷热病毒



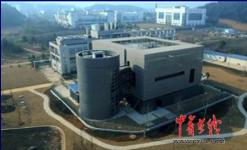
Ebola Zaire




 武汉大学
 Wuhan University

武汉P4实验室

2015年1月31日，我国首个P4实验室中国科学院武汉国家生物安全实验室（武汉P4实验室）在武汉江夏区郑店竣工，是生物安全防护等级最高的实验室，适用于对人体具有高度的危险性、通过气溶胶途径传播或传播途径不明、目前尚无有效的疫苗或治疗方法的致病微生物及其毒素的研究。










P4实验室




 武汉大学
 Wuhan University

2. 病原微生物等级分类

依据病原微生物的传染性、感染后对个体或群体的危害程度，分为四类：

- 一类：能够引起人或动物**非常严重疾病**的微生物
- 二类：能够引起人或动物**严重疾病**，比较容易直接或间接在人与人、动物与人、动物之间传播的微生物
- 三类：能够引起人或动物**疾病**，但一般对人、动物或环境不构成严重危害，传播风险有限，实验室感染后很少引起严重疾病，并具备有效治疗和预防措施微生物
- 四类：通常情况下**不会引起**人类或动物疾病的微生物

高致病性病原微生物：第一类、第二类




 武汉大学
 Wuhan University

3. 生物安全柜等级分类

生物安全柜比超净台防护效果好，可以在操作具有感染性样品时，保护操作者、实验室环境和样品，避免操作过程中可能产生的感染性气溶胶和溅出物。依据防护水平，分为一~三级：

- 一级：**可保护工作人员和环境，但不保护样品
- 二级：**可保护工作人员、环境和样品；依据入口气流风速、排气方式和循环方式分为4个级别，A1、A2、B1、B2
- 三级：**P4实验室，手套箱



Wuhan University



半封闭式生物安全柜
30% 外排, 70% 内循环

11231B8C86 BSC-1100IIA2-X BSC-1500IIA2-X

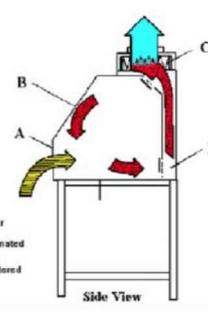


全封闭式生物安全柜
风量100%外排, 配室外风机

BSC-1100IIB2-X BSC-1500IIB2-X

生物安全柜：负压排气柜；可以在操作具有感染性样品时，保护操作者、实验室环境和样品，避免操作过程中可能产生的感染性气溶胶和溅出物

I级生物安全柜



I级生物安全柜能够为人员和环境提供保护，但不提供产品保护。

用途：I级生物安全柜被用作特殊的密封设备（例如离心、收获设备或小的发酵设备）或可能产生气溶胶的操作过程（例如倒笼子的垃圾、通气培养或组织搅拌）。也可用来操作放射性核素和挥发性有毒化学物品。

Wuhan University

超净工作台

通过风机将空气吸入预过滤器，经由静压箱进入高效过滤器过滤，将过滤后的空气以垂直或水平气流的状态送出，使操作区域达到百级洁净度，保证生产对环境洁净度的要求；主要为保护样品，而不是保护操作人员



Wuhan University

三、常用个人防护装备

- 用于防止工作人员受到物理、化学和生物等有害因子伤害的器材和用品，是一种物理屏障。

所涉及的防护部位：眼睛、头面部、躯体、手、足、耳（听力）、呼吸道等

装备：眼镜（安全镜、护目镜）、口罩、面罩、防毒面具、帽子、防护服（实验服、隔离衣、连体衣、围裙）、手套、鞋套、听力保护器等。

Wuhan University

(一) 眼睛防护装备

1. 安全眼镜和护目镜

A) 在所有易发生潜在眼睛损伤（物理、化学和生物因素引起）的生物安全实验室中工作时必须采取眼睛防护措施

B) 所选用的眼睛防护装备的类型取决于外界危害因子对眼睛危害程度。

建议：
在生物安全实验室工作时不配戴隐型眼镜。
不得戴眼镜防护装备离开实验室区域！

Wuhan University

眼睛防护装备



a. 安全镜



b. 安全护目镜

大多数情况，佩戴侧面带有护罩的安全眼镜能够保护工作人员避免受到大部分实验室操作所带来的损害。
在进行有可能发生化学和生物污染物质溅出的实验时，必须佩戴护目镜。

Wuhan University

眼睛防护装备

2、洗眼装置

如发生腐蚀性液体或生物危害液体喷溅至眼睛时，应该（或在同事的帮助下）在就近的洗眼台（洗眼装置）用大量缓流清水冲洗眼睛表面至少15到30分钟。

事后必须立即填写事故报告单并立即报告主管人员。



Wuhan University

(二) 淋浴装置和应急消毒喷淋装置

1、规定：

BSL-2实验室在必要时应有应急喷淋装置

BSL-3实验室应设置淋浴装置（清洁区），必要时在半污染区设置应急消毒喷淋装置。

2、要求：

保持管道的通畅、必须告知工作人员应急消毒喷淋装置的摆放位置、培训其操作方法。



Wuhan University

(三) 头面部防护装备

口罩

普通口罩仅可以保护部分面部免受生物危害物质如血液、体液、分泌物以及排泄物等喷溅物的污染

适用于——BSL-1或BSL-2实验室中使用



Wuhan University



Coronavirus Disease (COVID-19) Carrier 新冠病毒携带者

Healthy Individuals 没有感染人群 没受感染人群

Transmission rate 100% 傳染率為 100%	(Healthy) without mask 沒有受感染人群 沒帶口罩
Transmission rate 70% 傳染率為 70%	(Healthy) with mask 沒有受感染人群 沒帶口罩
Transmission rate 5% 傳染率為 5%	(Healthy) without mask 沒有受感染人群 沒帶口罩
Transmission rate 1.5% 傳染率為 1.5%	(Healthy) with mask 沒有受感染人群 沒帶口罩

The difference between wearing a mask and not wearing mask, the transmission rate can be as low as 1.5%
帶口罩與不帶口罩相比，傳染率可減少到最低為 1.5%

Please refuse to relate closely with anyone not wearing a face mask

Wuhan University

防护面罩



——一次性面罩



Wuhan University

防护帽

在生物安全实验室中佩戴简易防护帽可以保护工作人员避免化学和生物危害物质飞溅至头部（头发）所造成的污染。



一次性简易防护帽

无纺布制成的一次性简易防护

要求：工作人员在实验操作时应佩带防护帽


 武汉大学
 Wuhan University
手部防护装备 —— 手套

- 1、手套应在实验室工作时使用。
- 2、在接触感染性物质（血液、体液、分泌液、渗出液、以及接触粘膜和非完整皮肤时），必须使用合适的手套以保护工作人员避免受到污染物溅出或生物污染的事故所造成的损害。
- 3、手套被污染，应该尽可能早的脱下，消毒后丢弃。
- 4、手套应按所从事操作的性质符合舒适、灵活、握牢、耐磨、耐扎和耐撕的要求，并应对所涉及的危险提供足够的防护。
- 5、对实验室工作人员进行手套选择、使用前及使用后的配戴及摘除等培训。
- 6、一次性手套不得重复使用，必须先消毒后丢弃。




 武汉大学
 Wuhan University
规范使用手套的几个要点：

1. 手套的选择：生物安全实验室一般使用乳胶橡胶或聚脲类或聚氯乙烯手套用于对强酸、强碱、有机溶剂和生物危害物质的防护
2. 手套的检查：在使用手套前应该检查手套是否退色、穿孔（漏损）或有裂缝。可以通过充气试验，将其浸入水中观察是否有气泡来检查手套的质量

聚氯乙烯手套 **乳胶手套** **聚脲手套**





 武汉大学
 Wuhan University
3、手套的使用：

- a) 一般情况下，佩戴**一副手套**即可（BSL-1和BSL-2实验室）
- b) 若在生物安全柜中操作感染性物质时（BSL-3实验室）应佩戴**两副手套**。
- c) 在操作过程中，外层手套被污染，立即用消毒剂喷洒手套并脱下后丢弃在生物安全柜中的高压灭菌袋中并立即戴上新手套继续实验。
- d) 戴好手套后应完全**遮住手及腕部**，如必要可覆盖实验服衣袖。




 武汉大学
 Wuhan University
4、手套的清洗和更换：

- a) 使用一次性手套，不可重复使用。用后立即进行高压灭菌消毒然后丢弃。
- b) 不得戴着手套离开实验室区域。
- c) 工作人员在完成感染性物质实验，离开生物安全柜之前，应该脱去**外层手套**丢入生物安全柜内的高压灭菌袋中。然后用消毒液喷洗**内层手套**，以避免污染门把手、电灯开关、电话等（BSL-2和BSL-3实验室）。




 武汉大学
 Wuhan University
5、避免手套“触摸污染”

- a) 戴手套的手避免触摸鼻子、面部和避免触摸或调整其他个人防护装备（如眼镜等）
- b) 避免触摸不必要的物体表面如灯开关、门或握手等
- c) 如果手套撕破应该脱去，在换戴新手套前应清洗手部
- d) 注意尽量不去触摸工作台面和其他物品

严禁戴手套按电梯！接触安全区域！




 武汉大学
 Wuhan University
洗手

- 1、应该安装洗手池，或者配置一个酒精擦手器。
- 2、洗手是一种减少有害物质暴露的有效措施，要经常洗手。
 - a) 在处理活体病原材料或动物等生物危害物质后，
 - b) 在脱去手套之后和离开实验室之前，
 - c) 在脱卸个人防护装备时发生手部可见的污染时，洗手后再继续脱卸其他个人防护设备之前。

洗手一般用肥皂和水或使用酒精擦手器。




 武汉大学
 Wuhan University

身体防护装备

防护服

(实验服、隔离衣、连体衣、围裙以及正压防护服)

- 1、在实验室中工作人员应该一直或持续穿上防护服
- 2、清洁的防护服应放置在专用存放处
- 3、污染的防护服应放置在有标志的防漏消毒袋中
- 4、每隔适当的时间应更换防护服以确保清洁
- 5、当防护服已被危险材料污染后应立即更换
- 6、离开实验室区域之前应脱去防护服。




 武汉大学
 Wuhan University



实验服



连体防护



隔离衣




 武汉大学
 Wuhan University

实验服 (BSL-1 实验室)

——前面应该能完全扣住

隔离衣和连体衣 (BSL-2和BSL-3实验室)

——比实验服将更适用于在微生物实验室以及生物安全柜中的操作工作。当有可能发生危险物质(血液或培养液等化学或生物危害物质喷溅)到工作人员身上时,应该在实验服或隔离衣外面再穿上塑料高颈保护的围裙。

禁止在实验室中穿短袖衬衫、短裤或短裙!!!




 武汉大学
 Wuhan University

足部防护装置

当实验室中存在物理、化学和生物危险因子的情况下,穿合适的鞋子和鞋套或靴套。可以防止实验人员足部(鞋袜)避免受到损伤。

BSL-2和BSL-3实验室要坚持穿鞋套或靴套。
BSL-3和BSL-4实验室要求使用专用鞋。

禁止在生物安全实验室中穿凉鞋、拖鞋、露趾和机织物鞋面的鞋!!!




 武汉大学
 Wuhan University

四、生命科学实验室基本安全知识




 武汉大学
 Wuhan University

生命科学实验室用水的基本安全知识

常用的需水仪器设备及其主要安全隐患:

- ✓ ①蒸馏装置: 缺水、漏水。
- ✓ ②纯水仪: 缺水、漏水、使用者忘记关闭出水口。
- ✓ ③制冰机: 缺水、漏水、控温装置失灵导致冰水溢出。
- ✓ ④水浴锅: 缺水、漏水、干烧。
- ✓ ⑤超声清洗仪: 水量少或水过量。
- ✓ ⑥灭菌锅: 缺水、干烧、漏水、水过量、排气口浸入水中易发生倒吸。
- ✓ ⑦电泳仪: 漏液、漏电。



2) 生命科学实验室用电的基本安全知识

- ✓ 实验室发生瞬间断电或电压波动较大时，可断开某些大功率仪器设备的电源，供电稳定后再启用。例如-80℃冰箱，断电后又在3-5min内恢复供电，因其压缩机所承受的启动电流要比正常启动电流大好几倍，可能会烧毁压缩机。
- ✓ 使用实验室电器时，先插插座，再接电源；停用则关闭电源，再拔出插座。
- ✓ 在实验室配制液体样本时应注意远离电源，防止引起线路短路。
- ✓ 禁止私拉、乱接电线。电器的电源线破损时，须切断电源并更换电源线。
- ✓ 禁止随意移动带电的仪器设备，如需移动，必须切断电源，防止触电。
- ✓ 禁止用湿手接触带电开关、用湿手拔、插电源插头、用湿手接触带电设备和用湿手更换电气元件或灯泡。禁止用湿布擦拭带电设备。
- ✓ 检查和修理电器时，必须先断开电源。如电器损坏，须请专业人员或送维修店修理。严禁非专业人员在带电情况下打开电器自行修理。

3) 生命科学实验室用气的基本安全知识

- ✓ 1) 钢瓶应存放在阴凉、干燥、远离热源的地方，可燃气瓶应与氧气瓶隔离放置。
- ✓ 2) 钢瓶应直立存储，用专用支架固定。
- ✓ 3) 可燃性气瓶气门螺丝为反丝，其他为正丝。
- ✓ 4) 不应让油和易燃有机物沾到气瓶上，气体钢瓶使用时应该装减压阀和压力表且压力表不可混用。
- ✓ 5) 在使用压力钢瓶时，操作人员应站在与钢瓶接口处垂直的位置上，头和身体不能正对阀门，以防止万一压力表或阀门冲出伤人。
- ✓ 6) 瓶内气体不得用尽，以防空气进入，充气时发生危险，一般气体钢瓶的剩余压力值应不小于0.5 MPa。
- ✓ 7) 搬运时应小心轻放，钢瓶帽应旋紧。
- ✓ 8) 定期将钢瓶送检，使用中的气瓶严格按照规定年限检查，不合格的气瓶严禁继续使用。

4) 生命科学实验室用光的基本安全知识

- ✓ 紫外线消毒灯的使用需要注意安全，其使用规范如下：
- 1) 紫外线照射时，人不能暴露在紫外线下。紫外线对皮肤和人体的危害大，如果直接照射皮肤、眼睛等器官，会因形成DNA胸腺嘧啶二聚体，导致DNA链变异，对操作人员健康造成损害。因此开启紫外光时要保证现场没有人，眼睛不能直视紫外光，如有必要需佩戴防护镜。
- 2) 室内空气消毒要求每立方米不少于1.5W，照射时间不少于30min，灯管距离地面2.0m左右，不可过高或过低。
- 3) 空气消毒时，房间内应保持清洁干燥，减少尘埃和水雾。当温度低于20℃或高于40℃或者相对湿度大于60%时，应当适当延长照射时间。
- 4) 消毒物体表面时，灯管距离物体表面不得超过1m，并直接照射物体表面，且应达到足够的照射剂量，例如细菌芽孢时应达到100000 $\mu\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$ 。
- 5) 紫外线灯使用3~6个月，应用紫外线辐射照度仪作强度检测。新灯照射强度 $\geq 100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 为合格，使用中紫外灯照射强度 $\geq 7 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 为合格。
- 6) 使用中应保持灯管表面洁净和透明，每周用酒精棉球擦拭一次，以免影响紫外线的穿透及辐射强度。
- 7) 每支灯管须有使用记录，包括使用时间、使用人、测定辐射强度、更换时间等。

图 1.5.5 实验室紫外分析仪安全使用注意事项

使用紫外分析仪时，眼睛、手不可暴露在紫外灯下，应佩戴防护手套。

几种常见生物化学试剂：

- > **EB**：一种强诱变剂（可能造成遗传性危害），直接接触有中等毒性。EB可以通过皮肤吸收，因此应当避免一切与EB的直接接触。EB对皮肤，眼睛，口腔和上呼吸道系统有刺激性作用。应将EB安全密封，并密闭存放于干燥避光处。
- > **Trizol**（苯酚、异硫氰酸胍等）：提取组织和细胞RNA的一种重要试剂，在提取RNA时一定要在通风橱进行。如皮肤接触Trizol，请立即用大量去垢剂和水冲洗，废液埋入地下？
- > **CHCl₃**（Chloroform，氯仿）：常用于DNA和RNA提取，对皮肤、眼睛、黏膜和呼吸道有强烈的刺激作用和腐蚀性，易损害肝和肾。操作时戴手套在通风橱里进行，废液收集后埋入地下。
- > **Acrylamide**（丙烯酰胺）：DNA测序、SSR及蛋白质分离等技术中作电泳支持物，具神经毒性，聚合后毒性消失。操作时戴手套在通风橱内进行，聚合后的聚丙烯酰胺凝胶没有毒性。

- > **SDS**（十二烷基硫酸钠）有毒，易损害眼睛。质粒提取时作裂解液破坏细胞膜和Southern杂交时的洗膜液中的去垢剂。戴合适的手套和安全护目镜，不要吸入其粉末。
- > **DTT** 二巯苏糖醇：很强的还原剂，散发难闻的气味。可因吸入、咽下或皮肤吸收而危害健康。当使用固体或高浓度储存液时，戴手套和护目镜，在通风橱中操作。
- > **Triton X-100**：引起严重的眼睛刺激和灼伤。可因吸入、咽下或皮肤吸收而受害。戴合适的手套和护目镜。
- > **叠氮钠**（NaN₃）：毒性非常大。它阻断细胞色素电子运送系统。含有叠氮钠的溶液要标记清楚。可因吸入、咽下或皮肤吸收而损害健康。戴合适的手套和安全护目镜，操作时要格外小心。

Wuhan University 生物实验室防锐器伤

锐器伤的应急处理流程

图1 医务人员针刺伤，挤出出血伤口

图2 步骤一：挤：从近心端向远心端挤出污染血液

图3 图4 步骤二：冲：流动水冲洗至少5分钟

图5 步骤三：消毒：用消毒液消毒伤口

图6 包扎伤口：根据实验情况用包布或无菌纱布包扎伤口

图7 步骤四：上报：填写登记并报各科主任和长和院感科

图8 职业暴露风险评估

图9 根据评估建议，进行必要的体检

图10 院感科定期随访，必要时进行心理干预和健康关怀。

Wuhan University 生物实验室防割伤

Wuhan University 生物实验室防割伤

Wuhan University 生物实验室防咬伤

Wuhan University 急救常识

(1) 玻璃割伤：如果为一般轻伤，应及时挤出出血，并用消毒过的镊子取出玻璃碎片，用蒸馏水洗净伤口，涂上碘酒，再用创可贴或绷带包扎；如果为大伤口，应立即用绷带扎紧伤口上部，使伤口停止流血，急送医务室就诊。

(2) 烫伤：一般用浓的（90%~95%）酒精消毒后，涂上苦味酸软膏，切勿用水冲洗。如果伤处红肿或起水泡（一级灼伤），可用橄榄油或用棉花沾酒精敷盖伤处；若皮肤起水泡（二级灼伤），不要弄破水泡，防止感染；若伤处皮肤呈棕色或黑色（三级灼伤），应用干燥而无菌的消毒纱布轻轻包扎好，急送医院治疗。

Wuhan University 急救常识

(3) 酸液或碱液溅入眼中：立即用大量水冲洗，用洗眼杯或将橡皮管套上水龙头用慢水对准眼睛冲洗。若为酸液溅入眼中，再用1%碳酸氢钠溶液冲洗。若为碱液，则再用1%硼酸溶液冲洗，最后用水洗。重伤者经初步处理后，急送医务室。

(4) 皮肤被酸、碱或溴液灼伤：被酸或碱液灼伤时，伤处首先用大量水冲洗；若为酸液灼伤，再以5%碳酸氢钠溶液或5%氢氧化铵溶液洗涤；若碱液灼伤，则再用2%~5%醋酸洗。最后都用水冲洗，再涂上药品凡士林；被溴液灼伤时，伤处立刻用石油醚冲洗，再用2%硫代硫酸钠溶液洗，然后用蘸有油的棉花擦，再涂上油膏。

(5) 如酚触及皮肤引起灼伤，应该用大量的水清洗，并用肥皂和水洗涤，忌用乙醇。


 武汉大学
 Wuhan University

4 其他生物安全问题探讨

外来物种生物入侵
 转基因技术
 其他生物技术




 武汉大学
 Wuhan University

生物入侵是指某种生物从外地自然传入或人为引种后成为**野生状态**，并对本地生态系统造成一定**危害**的现象。

这些生物被叫做**外来物种**。







 武汉大学
 Wuhan University

乘飞机旅行的老鼠

2017年4月9日，美国飞往中国航班客舱内发现老鼠







 武汉大学
 Wuhan University

外来生物入侵的危害

外来物种在传入地适宜的气候、食物供应和缺少天敌抑制的条件下，**迅速繁衍**自己的种群并伴随着大规模的个体扩散，同时对**传入地物种的生存构成威胁**。

生物入侵是仅次于生境丧失的导致全球生物多样性丧失、物种濒危和灭绝的第二大原因。

自然入侵和人为入侵




 武汉大学
 Wuhan University

美国亚洲鲤鱼泛滥

以青草鲢鳙“四大家鱼”为主的8种亚洲本土鱼类，在美国被统称为亚洲鲤鱼。它们在进入美国的部分水系后，生长迅速，甚至对当地生态造成巨大威胁。







 武汉大学
 Wuhan University






接性个体 雌性个体

草地贪夜蛾



Wuhan University

转基因食品的安全性问题

- 什么是转基因食品 (GM food) ?
- 安全性问题的争议焦点是什么?




Wuhan University

转基因安全评价

- 中间实验的报告要求
- 环境释放的申报要求
- 生产性试验的申报要求
- 安全证书的申报要求

- 转基因动物安全评价
- 转基因植物安全评价
- 植物转基因微生物安全评价



Wuhan University

两只克隆猴在中国诞生

- 2018年1月25日, Cell 封面论文
- 中国科学家成功突破了现有技术无法克隆灵长类动物的世界难题




中科院神经科学研究所孙强研究员 (左) 和刘真博士



Wuhan University

CRISPR/Cas9技术的争议

- 世界首例基因编辑婴儿诞生
- “一对基因经过修改的双胞胎婴儿已于11月健康诞生……”
- 2018年11月26日中国深圳的科学家贺建奎



2019年12月30日, 深圳南山一审判公开宣判: 贺建奎, 非法实施以生殖为目的的人类遗传基因编辑和生殖医疗活动, 构成非法行医罪, 依法判处有期徒刑三年, 并处罚金人民币三百万元。



Wuhan University

谢谢大家! 再见!



实验室用电与消防

主讲人：廖冬梅
手机：18971295295
武大动机学院 实验中心

科学
安全
实践
应急
实验室

实验室用电与消防

- 1.1 闪燃
案例分析：喷洒酒精消毒引发火灾
- 1.2 燃烧历程
- 1.3 阴燃
案例分析：烟头蚊香酿成火灾
- 1.4 火灾分类与灭火器选择

实验室用电与消防

1.1 闪燃—案例分析

喷洒酒精消毒引发火灾事故

(1) 事故经过

观看视频1.1：喷洒酒精消毒引发火灾



实验室用电与消防

(2) 事故调查

Q1: 75%酒精的闪点是

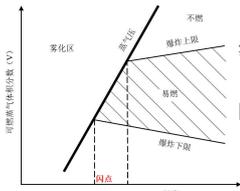
表3-4 乙醇水溶液的闪点变化

醇含量 (%)	闪点 (°C)
100	13
75	22
55	23
40	25
10	50
5	60
3	无



实验室用电与消防

闪燃



液体升温 蒸气与空气混合
火焰或炽热物体靠近
固体升华 一闪即逝的燃烧

实验室用电与消防

熄灭—闪燃—点燃



熄灭 闪燃 点燃

$V_{\text{液体蒸发}} < V_{\text{蒸气燃烧}}$
 $V_{\text{液体蒸发}} \geq V_{\text{蒸气燃烧}}$

实验室用电与消防

7

(1) 闪点是评定液体火灾危险性的重要参数

(2) 根据闪点划分可燃液体及其火灾危险性类别

表1-1 按闪点划分液体及其火灾危险性类别

类别	闪点(°C)	举例
甲类液体	<28	汽油、苯、乙醇、乙醚
乙类液体	≥28~<60	煤油、松节油、丁醇
丙类液体	≥60	柴油、重油、菜籽油

(3) 根据闪点确定灭火剂供给强度

实验室用电与消防

8

(2) 事故调查

Q2: 低于闪点的酒精液滴会闪燃?

根据开尔文公式: $\ln \frac{p_2}{p_1} = \frac{2\gamma M}{R T \rho} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)$

实验室用电与消防

9

(2) 事故调查

Q3: 闪燃后不熄灭?

一闪而灭: $V_{\text{液体蒸发}} < V_{\text{蒸气燃烧}}$

燃烧至火灾: $V_{\text{液体蒸发}} \geq V_{\text{蒸气燃烧}}$

易燃易爆! 75%的酒精可消毒

实验室用电与消防

10

燃烧的条件

(1) 燃烧的 necessary 条件

燃烧三角形

$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

$2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$
 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 = 2\text{MgO} + \text{C}$

实验室用电与消防

11

(2) 事故调查

Q4: 点火源是?

插座遇水短路产生的电火花

实验室用电与消防

12

(3) 事故教训及安全措施

- 在室内用酒精消毒时, 建议擦拭而不能大面积喷洒;
- 插座和插线板等电器要防水;
- 严禁用水扑灭酒精火灾;

插座防水罩 粘贴式

可燃液体流淌着火

开放讨论题

- 实验室酒精起火时，应如何扑灭？
- 答案：**酒精火灾可用容器盖、湿物覆盖灭火；也可用ABC干粉灭火器；室外还可以使用沙土覆盖。
- 严禁用干燥毛巾衣物进行扑打，会被酒精引燃。严禁用水扑灭，易形成流淌火，火势将蔓延扩散，过火面积变大。

1.2 燃烧历程

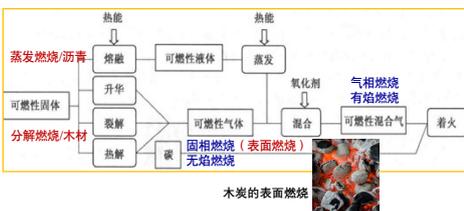
(1) 气相和固相燃烧

- 气相燃烧：可燃物为**气态**，属于有焰燃烧；
- 固相燃烧：可燃物为**固态**，属于无焰燃烧；



1.2 燃烧历程

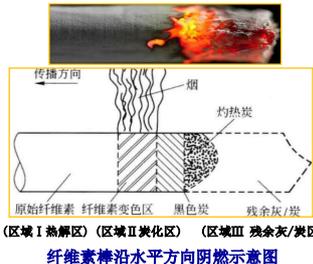
(2) 可燃固体的燃烧过程



1.2 燃烧历程

(3) 阴燃

- 阴燃：**固体燃烧，持续有烟无焰
- PK无焰燃烧：**热解可燃气
- PK有焰燃烧：**无焰



1.2 燃烧历程



- 阴燃 火灾初起；
- 蒸发和分解燃烧 火灾发展和最盛阶段；
- 表面燃烧 火灾终期；

1.3 阴燃—案例分析

(1) 事故经过

观看视频1.2：烟头阴燃酿成火灾



实验室用电与消防 19

燃烧的条件

(2) 燃烧的充分条件

- ① 一定浓度的可燃物: **爆炸极限**
- ② 一定比例的助燃物: **最低氧含量**

部分物质燃烧所需最低含氧量

物质名称	氧含量 (%)	物质名称	氧含量 (%)
汽油	14.4	丙酮	13.0
煤油	15.0	氢气	5.9
乙醇	15.0	橡胶屑	13.0
乙醚	12.0	多量棉花	8.0
乙炔	3.7	蜡烛	16.0

实验室用电与消防 20

燃烧的条件

(2) 燃烧的充分条件

- ③ 一定能量的点火源: **温度/燃点 热量/最小引燃能量**



几种常见可燃物燃点

物质名称	燃点 (°C)	物质名称	燃点 (°C)
松木	250	照明煤油	86
棉花	210-255	橡胶	120
布匹	200	麻绒	150
纸张	130-230	松节油	53
麦草	200	黄磷	34-60

部分火源的温度

火源名称	温度 (°C)	火源名称	温度 (°C)
火绳焰	500-600	气体灯焰	1600-2100
蚊香烟头	700-800	酒精灯焰	1180
机械火星	1200	蜡炬焰	640-940
煤炉火	1000	打火机焰	1000
烟囱飞火	600	焊接火花	2000-3000
石灰发热	600-700	汽车排气管火星	600-800

实验室用电与消防 21

燃烧的条件

(2) 燃烧的充分条件 (有焰燃烧)

- ④ 未受抑制的**链锁**反应: **链引发、链传递、链终止**

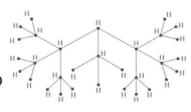
• 分类: **直链反应、支链反应**

表观反应: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

支链反应: $H + 3H_2 + O_2 \rightarrow 3H + 2H_2O$

倍增因子 $\alpha=3$

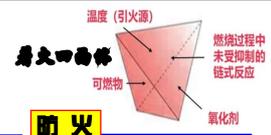
支链反应中氢原子数目增加示意图



实验室用电与消防 22

燃烧的条件

(3) 燃烧条件的应用



灭火

- 隔离: 可燃物数量 ↓
- 冷却: 可燃物温度 ↓
- 窒息: 助燃物浓度 ↓
- 抑制: 自由基 → 0 链终止

防火

- 控制可燃物和助燃物
- 控制和消除点火源
- 控制实验参数
- 阻止火势扩散蔓延

实验室用电与消防 23

高雄“城中城大楼”火灾事故

- 2021年10月14日凌晨发生, 已致46人遇难、41人受伤;
- 一楼古董店后方的小套房发生爆炸、玻璃迸裂, 造成大火;



实验室用电与消防 24

火灾烟气水平流动

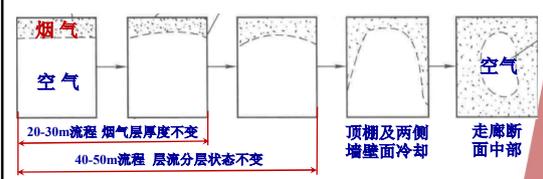


图3.2.1 烟气在走廊流动过程中的下降状况

初起: 0.1m/s
发展: 0.3~0.8m/s
轰然: 10m/s

实验室用电与消防 25

火灾烟气竖直流动

(1) 烟囱效应

中性面 $P_{内}=P_{外}$ 建筑物内外压力相等

$\Delta p = P_{内} - P_{外} = K_s (1/T_{外} - 1/T_{内}) h$
 $K_s = 3460 \text{ Pa} \cdot \text{K/m}$

烟囱效应

实验室用电与消防 26

火灾烟气竖直流动

(2) 不同相对位置的着火层与中性面分析

着火层 中性面 着火层

$P_{外} < P_{内}$ $P_{外} = P_{内}$ $P_{外} > P_{内}$

实验室用电与消防 27

火灾烟气竖直流动

(3) 烟囱效应的发生部位

楼梯间 电梯井 管道井 中庭

烟气竖直流速3~8m/s
高层火灾自救5分钟

实验室用电与消防 28

火灾烟气竖直流动

(4) 火灾时禁止乘坐普通电梯

火灾时普通电梯会：
 • 断电受困 • 高温变形
 • 烟囱效应 • 水流触电

发现火情
禁止乘电梯
请用逃生楼梯

电梯示意图

实验室用电与消防 29

1.4 火灾分类与灭火器选择

(1) 火灾分类

A类火灾：指固体物质火灾。这种物质通常具有有机物质性质，一般在燃烧时能产生灼热的余烬。如木材、煤、棉、毛、麻、纸张等。

B类火灾：指液体或可熔化的固体物质火灾。如汽油、煤油、原油、甲醇、乙醇、沥青、石蜡等。

C类火灾：指气体火灾。如煤气、天然气、甲烷、氢气等。

烟头引燃快递纸箱A类 静电引燃香水B类 十堰张湾袍湖天然气爆炸C类

实验室用电与消防 30

1.4 火灾分类与灭火器选择

(1) 火灾分类

D类火灾：指金属火灾。如钾、钠、镁、锂、铝镁合金等。

E类火灾：指带电火灾，如不能及时或不间断的配电间电气设备带电燃烧的火灾。

F类火灾：指烹饪器具内的烹饪物，如动植物油脂火灾。

实验室用电与消防

1.4 火灾分类与灭火器选择

(2) 灭火剂选择

初起火灾类型	实验室适用灭火剂
A类火灾 (固体火灾)	ABC干粉、水基型、七氟丙烷
B类火灾 (液体或可燃固体火灾)	BC/ABC干粉、二氧化碳、七氟丙烷、水基型
C类火灾 (气体火灾)	BC/ABC干粉、二氧化碳、七氟丙烷、水基型 (水雾)
D类火灾 (金属火灾)	干沙、土、铸铁屑末、D类干粉、7150
E类火灾 (电气火灾)	BC/ABC干粉、二氧化碳、七氟丙烷、水基型 (水雾)
F类火灾 (烹饪物火灾)	BC干粉、水基型 (水雾、泡沫)

实验室用电与消防

1.4 火灾分类与灭火剂选择

(3) 灭火装置选择: 简易 手动 自动



简易式干粉灭火器 水基型(泡沫)灭火器 推车式CO₂灭火器 七氟丙烷自动灭火装置

实验室用电与消防

(4) 简易式灭火器

- 水基型、ABC干粉、六氟丙烷;
- 贮压式, 充装量<1L/Kg, 一次性;
- 适用家庭, 可一只手指开启;
- 属于自愿性配置, 不能用在规范中要求配置灭火器的场所;



实验室用电与消防

(5) 干粉与CO₂手提灭火器

比较项目	干粉	CO ₂
化学成分	BC: 灭火基料/偏碱性碳酸氢钠>90% 适用火灾: BCEF ABC: 灭火基料/偏酸性磷酸铵>90% 适用火灾: ABCE	助剂 驱动气N ₂ 细微白粉
灭火原理	化学抑制 冷却 窒息 M(粉)+OH ⁻ →MOH MOH+H ⁺ →M+H ₂ O	窒息 冷却

$2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 - \text{Q}$
 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{HPO}_3 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 - \text{Q}$



实验室用电与消防

(5) 干粉与CO₂手提灭火器

比较项目	ABC干粉	CO ₂
灭火器外观	保险销 喷射软管 压力指示器/1.2MPa	保险销 喇叭筒
使用方法	上风 摇拔拉压喷 防粉尘吸入 防吸潮压实结块	上风 拔拉压喷 手握喇叭口 防窒息 防冻伤 高压液化气



实验室用电与消防

(5) 干粉与CO₂手提灭火器

比较项目	ABC干粉	CO ₂
灭火器标识	MFZ/ABC4 手提贮压式干粉灭火器, 充装量4kg	MT/2 手提式CO ₂ 灭火器, 充装量2kg
优势	价格便宜, 化学抑制灭火效果好	惰性, 不导电, 不含水, 灭火后很快散逸, 不留痕迹, 不污损仪器档案
禁忌	冷却差易复燃, 可与喷雾水流、氟蛋白泡沫或轻水泡沫联用。	不能扑救火灾: 金属及其氢化物, 能在惰性介质中自身供氧燃烧, 纤维物内部阴燃;
强制报废年限	10年	12年
维修年限	5+2 (出厂5年后检修1次, 以后每隔2年进行1次复检)	

开放讨论题

- 实验室有哪些易阴燃的物质？

答案： 固体材料如蚊香、香烟、纸张、纤维织物、纤维板、胶乳橡胶、多孔热固性塑料、锯末、成捆堆放的棉花，大堆垛的煤、草、木材等



谢 谢！
分分秒秒珍惜生命
时时刻刻重视安全

实验室安全管理体系的构建

武汉大学实验室与设备管理处
实验室安全管理办公室
孙平
2021年10月

- 一.典型事故案例分析
- 二.如何构建实验室管理体系
- 三.实验室安全应急管理
- 四.标准化危险化学品管理

一. 典型案例分析



案例分析一 气体泄漏

2009年7月3日, 浙江大学博士研究生袁某发现于某昏厥倒在211实验室内, 寻求帮助并拨打120急救电话, 随后晕倒。医院实施救治, 于某经抢救无效死亡, 袁某次日出院

事故原因: 教师莫某、徐某在做实验过程中, 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, 致使袁某、于某吸入一氧化碳中毒

事故暴露出学校在实验室设计规划、安全管理等方面亟待完善

事故结果: 莫某、徐某的行为涉嫌危险物品肇事罪, 公安机关立案调查, 并对其采取监视居住的强制措施。



案例分析三 蓄意投毒



2016年5月6日, 黄洋父母将复旦大学、复旦大学附属中山医院、吕某某及天津市化学试剂研究所有限公司告上法庭, 应对黄洋之死承担连带赔偿责任

1. 实验涉及使用剧毒化学品二甲基亚硝胺, 复旦大学、该项目负责人丁某及参与该实验的师生, 应依照《危险化学品安全管理条例》规定, 从采购、收发、使用、储存、保管等环节加强对二甲基亚硝胺的管理, 严格执行“三双制度”即双人收发、双人保管、双人领用。但吕某某、林森浩及其他师生在使用二甲基亚硝胺实施大量实验时, 未执行《条例》的相关规定, 给林森浩窃取二甲基亚硝胺大开方便之门
2. 实验所剩二甲基亚硝胺长期置于中山医院实验室, 且一直处于无人管理的真空地带
3. 吕某某作为二甲基亚硝胺的直接购买人及使用人, 擅自购买、随意放置剧毒化学品
4. 天津市化学试剂研究所未审查剧毒化学品购买许可证及其他证明材料的情况下, 即向吕某某出售剧毒化学品二甲基亚硝胺, 且未登记吕某某的身份证等信息及购买剧毒化学品的用途, 导致二甲基亚硝胺处于失控状态



“我们追责的目的是希望他们加强危险化学品的管理，不要再有第二个投毒事件发生。”

——黄洋的父亲黄国强表示。

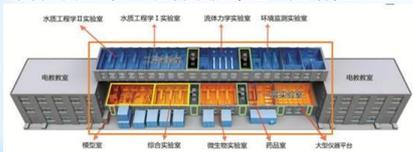
案例分析二 违规开展危化品中试



2016年5月23日下午，上海市青浦区上海焦耳蜡业有限公司发生爆炸，事故共造成近200平方米的彩钢板坍塌，3人身亡，其中一人为华东理工大学研究生李某
事故原因：该公司为华东理工大学能源化工系副教授张建雨成立的公司，事发前，该导师指示其研究生李某携带危化品到工厂，由学生带领两名工人开展中试实验。实验前该导师返回学校
事故处理：张建雨违反爆炸性物品的管理规定，造成三人死亡，其行为构成危险物品肇事罪，被判处有期徒刑二年，缓刑三年

案例分析三 违规易制爆危化品

2018年12月26日，北京交通大学市政与环境工程实验室发生爆炸燃烧，事故造成3人死亡
直接原因：在使用搅拌机对镁粉和磷酸搅拌、反应过程中，料斗内产生的氢气被搅拌机转轴处金属摩擦、碰撞产生的火花点燃爆炸，继而引发镁粉粉尘云爆炸，爆炸引起周边镁粉和其他可燃物燃烧，造成现场3名学生烧死



事故责任：北京交通大学有关人员违规开展试验、冒险作业；违规购买、违法储存危险化学品；对实验室和科研项目安全管理不到位
事故处理：公安机关对事发科研项目负责人李德生和事发实验室管理人员张琼依法立案侦查，追究刑事责任。根据干部管理权限，经教育部、北京交通大学研究决定，对学校党委书记曹国永、校长宁滨院士、副校长关忠良等12名干部及土木建筑工程学院党委进行问责，并分别给予党纪政纪处分

案例分析四 反应釜违规操作爆炸

2021年3月31日，中国科学院化学研究所发生实验室安全事故，一名研究生当场死亡
直接原因：反应釜高温高压情况下，急速降压冷却，导致泄漏爆炸



《关于办理危害生产安全刑事案件适用法律若干问题的解释》

从重处罚的行为

- 证件—无、过期、被扣、吊销、注销后，从事生产经营活动
- 设备—关闭、破坏必要安全监控和报警设备
- 隐患—已发现，经提出仍不采取措施
- 处罚—1年内受过安全行政或刑事处罚
- 督查—弄虚作假、行贿，故意逃避、阻挠监督检查
- 逃责—事故发生后转移财产意图逃避承担责任

从轻处罚的行为

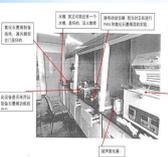
- 在安全事故发生后积极组织、参与事故抢救
- 积极配合调查、主动赔偿损失

案例分析五 “传帮带”指导实验发生事故

2021年9月29日，上海市中级法院对“东华大学2016年9-21爆炸案”作出终审判决：驳回东华大学上诉请求，维持原判，东华大学应赔付郭宏振162万余元。

事故回顾：2016年9月21日上午10点30分左右，东华大学化工生物学院实验室爆炸。该实验室三名研究生进行氧化石墨烯的实验（三人都未穿实验服，并未带护目镜），研二学生郭某实验教学示范：在一个敞口瓶中放入了浓硫酸，并与石墨烯混合，接下来放入了一勺高锰酸钾，在放入之前，郭某还告诫其他人，放入有可能有爆炸危险。不幸的是，爆炸还是发生了，随后该研二学生受重伤，另一名学生受轻伤

校方通报：郭姓学生违规操作是此次爆炸发生主要原因
法院判决意见：驳回校方观点——**该实验属于高度危险实验，负有教学责任的校方和指导老师由义务明确实验具体步骤、注意事项及危险后果；**而该老师仅在QQ群和口头通知，注意安全，没有详细说过危险点；其二，**东华大学违反国家及学校对实验室和危化品的管理规定，未尽到安全管理责任，未履行安全管理职责，存在重大管理和教育疏漏；**其三，**东华大学未采取有效防护措施，未告知实验危险性，采取“高年级带低年级”方式进行高危险性实验，事发时实验管理人员为落实校内实验室安全管理制度，未尽到安全管理职责存在重大过失，与郭某受伤存在因果关系，故应承担相关赔偿责任。至于郭某责任，指导学生实验属于帮助性质，虽未尽到最大注意义务，但其轻微过失，不足以抵消学校的重大过失，因此不需担责。**



实验室通风橱安全门损坏，无法开启到保护位置

二. 如何构建实验室管理体系



现有的管理体系、人力、物力、财力

- *如何管理？
- *抓手？
- *切入点？

一. 安全责任体系建设

(一) 实验室安全存在的问题

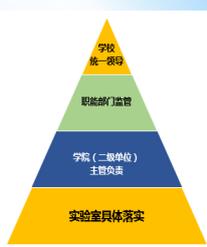
- 实验室数量**大**、种类**多**、危险因素**多样**、人员**密集且流动大**、探索性实验和**不确定性**-----**防不胜防**
- 据文献报道：实验室意外事故中，违法操作规程或操作不当等造成的占80%-----**人为因素**
- 实验室安全工作具有**工作复杂、易被忽视、无显著成绩、压力大、责任大、不愿碰触**-----**责任无限**
- 主管职能部门不明确，实处、保卫部、科发院—**多头管理**

实验室安全责任体系是实验室安全管理的顶层架构，是做好制度建设、教育培训、督查检查、信息化建设等一系列实验室安全管理工作的基础

(二) 安全责任体系建设要点

- 理清体系架构** 理清各级单位和人员关系是关键---设置的原则、分几个层级、每个层级由哪个人负责、各层级的从属关系
- 明确安全职责** 坚持“党政同责、一岗双责”、“管业务必须管安全，管行业必须管安全”以及“属地管理”等原则，以制度等正式文件形式，明确各级各类人员责任，变无限责任为有限责任；**职能部门与业务部门共管**---将校级主管领导、主管部门，以及院（系）行政管理人员与实验室
- 构建实体实验室体系**---“不交叉、不重复、全覆盖”以及“实验房间号为实体实验室”的原则：实验室层面管理责任不清，是因为实验室属于多类型平台、多部门归口，各级各类重点实验室平台无法承担实验室日常工作
- 建立保障措施**---首先是**签订责任书**，其次要建立**奖惩机制**来保障责任及工作落实的有效手段，再次**确保奖惩机制**持续、与岗位挂钩、与个人晋升途径挂钩

校、院、系、实验室安全管理架构



- 校实验室安全领导小组（或委员会）**
负责规划、研究、咨询、协调及建议学校实验室安全有关业务，由校长任组长，各业务分管副校长任副组长，职能部门负责人任成员。另理工医等院系负责人作为扩大会成员参与
- 校实验室安全管理部门**
作为学校一级安全卫生及环保管理单位，配备若干名安全卫生及环保业务管理人员，规划、督导及办理学校安全卫生及环保业务。
- 单位实验室安全管理部门**
理工医等单位成立安全管理小组，具体负责学校布置的安全业务
- 各实验室安全责任人**
负责实验室教师、助教、技术人员及学生的实验室安全业务

二. 安全管理制度建设

(三) 学校安全管理制度

发文规范：院级发文应参照《武汉大学规章制度制定办法》相关要求
例如：不能直接写成“化学学院发[2021]18号《化学学院易制爆危化品管理办法》”，应按照公文要求，标题的格式应为XX（发文部门）关于XX（事项）的XX（文种）。



武汉大学文件

武大文件〔2014〕2号

关于印发《武汉大学实验室技术安全管理
办法》等的通知

全校各单位：

为进一步加强实验室安全管理，保障学校教学、科研工作的顺利开展，经学校党委、职能部门会签，现将《武汉大学实验室技术安全管理办法》《武汉大学实验室废弃物管理规定》《武汉大学实验室危化品安全管理规定》《武汉大学辐射防护安全管理规定》《武汉大学实验室药品管理规定》印发给你们，请遵照执行。

特此通知



单位规章制度的类型可分为安全管理和安全技术两类文件，如《易制爆危化品管理办法》和《易制爆存储规范》。安全系统工程理论中提出，可分为4类：综合管理、人员管理、危险源管理及环境管理
1、综合管理制度
一般分为实验室管理制度（纲领性文件）、应急管理制度、消防安全制度、安全检查制度、奖惩制度等。
1) 实验室管理制度
实验室安全的主体目标：明确原则、体制、机构、风险防范措施、日常管理重点
安全责任体系：应明确校级、院系级、实验室级和各职能部门责任、权力、义务
2) 应急管理制度
明确实验室事故的工作原则
3) 消防安全制度
明确对应消防安全目标，确定管理机构、现场基础条件，如消防通道大小、灭火器摆放位置等
4) 安全检查制度：明确检查类型、检查内容、检查周期、检查人员、检查标准以及发现问题的处置程序、整改及追踪管理
5) 奖惩制度：明确奖励或处分的种类、额度等。并考虑与学校日常考核及岗位绩效挂钩

(三) 学校安全管理制度

2. 人员管理制度

一般包括安全教育培训、准入制度、岗位安全规范等

- 1) 安全教育培训、准入制度。要明确各级人员和实验室相关人员的教育培训、岗位培训、以及新材料、新工艺、新设备的使用培训，特种作业人员、辐射从业人员、动物实验人员培训，岗位安全操作规程培训，应急管理培训
- 2) 岗位安全规程。应明确特定岗位、人员、劳动防护要求、操作的一般安全措施要求等。特别是高危的实验操作要明确实施程序、保障措施及应急措施等内容

(三) 学校安全管理制度

3. 危险源管理制度

主要包括化学安全、生物安全、辐射安全、设备设施安全等内容。
针对具体危险源制定相应的管理制度，应明确管理机构、购买流程、防护措施和处置方式等内容。所有实验项目需开展风险评估，并采取有效防护措施，确保实验过程的安全

4. 环境管理制度

主要包括危险废物管理、职业卫生管理等内容。危险废物管理一定是跟环境保护、职业健康相关，因此应明确各产生院系、实验室职责，危险源的环保控制（如分类、减量控制、实验室处理等）措施，以及收集、存放及转运处置等流程，以及相关污染事故的处理；辐射从业人员、病原生物操作人员健康管理应明确各单位及人员岗位职责、体检项目和个人健康档案、入职、病休、离职等相关流程以及营养保健津贴发放原则等

(三) 学校安全管理制度

制定通则

1. 常见的名称
XX大学实验室安全管理办法
XX大学生产安全管理办法
XX大学实验室安全责任追究与奖惩办法
XX大学实验室安全与卫生检查办法
XX大学实验室安全达标管理办法
XX大学实验室分级分类管理办法
XX大学危险化学品事件应急预案
XX大学危险化学品管理办法
XX大学冰箱安全管理办法
XX大学特殊时段开展实验研究安全管理规定
XX大学实验室安全钥匙管理制度
2. 内容结构
第一部分 总则
阐明制定的依据、定义、范围和人员等
第二部分 管理机构 and 职责
各级
思安

第三部分 工作内容

第四部分 奖惩制度

第五部分 应急管理

三、实验室安全检查与隐患整改

(一) 教育部安全检查的工作程序

- 1. 自查自纠阶段** 参照《高等学校实验室安全检查项目表》，组织力量对本校各类实验室及相关场所进行全面安全检查和自查，深入排查安全隐患，堵塞安全漏洞，强化安全措施
- 2. 现场检查阶段** 教育部科技发展中心组织“高校科研实验室安全专家委员会”成员及部分邀请专家，分片区组成现场检查组，开展检查。现场检查程序如下：
 - 1) 听取情况汇报** 听取学校实验室安全管理工作总结情况介绍和学校实验室安全自查情况与整改工作报告
 - 2) 查阅相关资料** 查看学校管理体系文件、自查报告和记录、规章制度、人员培训、安全检查台账及整改报告
 - 3) 实施现场检查** 根据学校提供的实验室名单，临时选定若干实验室和危险化学品仓库、废弃物中转站等相关场所作为检查的重点对象。

4) 检查意见反馈 检查专家组织当天向高校口头反馈现场检查情况，1周后发送“整改通知书”，由教育部科技发展中心通知相关高校

3、整改阶段

高校收到书面通知1个月内，向检查组提交整改报告，组长审核后，再交教育部科技发展中心。已完成的整改问题隐患，附整改前后照片或文件等资料；无法立即整改，制订可行的整改方案和执行计划，并于6个月内提交整改完成情况补充报告

4、总结阶段

各检查组专家分别形成小组报告，由科技发展中心编制《高校实验室安全检查年度报告》上报



(二) 学校实验室安全检查举措

- 对于问题不太严重的，直接口头反馈，要求整改
- 将检查结果上网或以书面通报形式发放。列出楼栋、房间号、隐患及照片等，并要求整改
- 对应隐患比较严重的实验室，将整改通知发院系办公室，并要求院系签收，抓落实。整改通知书须明确通知书编号、检查日期、检查人、发现的问题、要求期限整改的时限等，发布单位须有签发人、盖章。实验室完成整改，“整改报告”须明确整改证据，由院系审核、负责人签字，盖公章后上报主管职能部门。
- 对于隐患严重或屡教不改的实验室，采取“封门、停课整顿”等措施。另外，也可以采取“12分”积分制，引入类似交通安全的扣分制度，12分扣完封停整改一周。
- 某些院系，将每次检查结果公布在学院大楼的大厅，一段时间后，直接影响不重视实验室安全导师的声誉。

四、实验室安全教育与准入

(一) 安全教育

将安全教育纳入到新生入学教育，使之形成安全敬畏之心。主要形式包括：开展安全宣传月、举办安全讲座、安全考试、发放《安全教育手册》、签订《实验室安全告知承诺书》等

(二) 实验室安全培训与考试系统

通过网上实验室安全学习与考试系统，由院系组织学生参加线上考试，考试合格颁发证书。该证书可作为实验室前的基本条件。另外，化学、医科、生物或工科等重点院系单独发布考试内容，要求完成院级安全考试

四、实验室安全教育与准入

(三) 实验室安全准入

进入实验室的师生必须先进行安全技能和操作规范培训，掌握设备设施、防护用品的维护使用，未通过考核的人员不得进入实验室进行操作。培训专家由学校组织成立专家授课团队

(四) 实验室安全课程建设

重点院系开设实验室安全课程，内容可包括：实验室技术安全概论、化学安全与防护、生物安全与防护、安全检查与应急救援等

五、实验室安全信息标识



总结：实验室安全建设主要内容

- ◆ 实验室安全责任体系
- ◆ 实验室安全规章制度
- ◆ 安全检查与隐患整改
- ◆ 实验室专业管理：危险化学品、气体安全管理、特种设备管理、辐射管理、生物安全管理、实验废物管理
- ◆ 安全教育与安全文化
- ◆ 实验室消防、安全设施与环境场所安全
- ◆ 实验室信息化技术

三、实验安全应急管理



一、发布与实施

- 标准号：GB/T 29639-2020（替代GB/T 29639-2013）
- 2020年9月29日发布，2021年4月1日起正式实施

二、术语与定语

应急预案 emergency response plan: 针对可能发生的事故，最大程度减少事故及其造成损害而预先制定的工作方案

应急响应 emergency response: 针对事故险情或事故、依据应急预案制定单位的应急行动

三、应急预案编制程序



3.1 成立应急预案编制工作组

工作组职务	任职要求	工作组职责
组长	单位相关负责人	1、明确工作职责与任务分工 2、制定工作计划 3、组长开展应急预案编制工作
组员	1、单位有关部门人员（如生产、技术、设备、安全、行政、财务、后勤） 2、相关救援队伍及周边院系、单位代表参加	

3.2 收集资料

序号	编制组应收集的资料
1	适用的法律法规、部门规章、地方性法规和部门技术标准和规范性文件
2	单位周边功能区划分、地形、环境情况及气象、水文、交通资料
3	实验室现场功能区划分、建筑物平面布置及安全距离资料
4	实验流程、实验材料、实验条件、设备装置及风险评估资料
5	本单位历史事故与隐患、国内外同行事故资料
6	属地政府及周边单位应急预案

3.3 风险评估

开展安全事故风险评估，撰写评估报告，内容包括但不限于：

- 1 辨识单位存在的危险有害因素，确定可能发生事故类别
- 2 分析各种事故类别发生的可能性，危害后果和影响范围
- 3 评估确定相应事故类别的风险等级

3.4 应急资源调查

全面调查和客观分析本单位及周边单位可请求援助的应急资源状况，撰写应急资源调查报告

- 1 本单位可调用的应急队伍、装备、物资、场所
- 2 针对生产过程及存在的风险可采取的监控、监测、报警手段
- 3 上级单位、当地政府和周边单位可提供的应急资源
- 4 可协调使用的医疗、消防、专业抢险救援机构及其他社会化应急救援力量

3.5 应急预案编制



原则

遵循以人为本，依法依规，符合实际，注重实效的原则



核心

应急处置为核心



特定

体现自救互救和先期处置的特点



要求

职责明确、程序规范、措施科学、尽可能简化、图表化、流程化

3.5 应急预案编制

依据事故风险评估及应急资源调查结果，结合本单位组织管理体系、生产规模及处置特点，合理确定本单位应急预案体系

结合组织管理体系对实验内容、职能划分，科学设定本单位应急组织机构和职责划分

依据事故可能的危害程度和区域范围，结合应急处置权限及能力，清晰界定本单位的响应分级标准，制定相应层级的应急处置措施

按照有关规定和要求，确定事故信息报告、相应分级与启动、指挥权移交、警戒疏散方面的内容，落实与学校相关部门应急预案的衔接

3.6 桌面推演



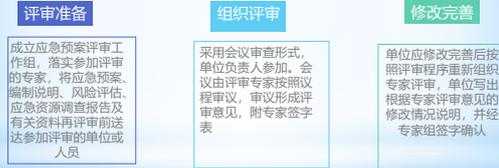
桌面演练

按照应急预案明确的职责分工和应急响应程序，结合有关经验教训，相关部门及其人员可以采用桌面演练的形式，模拟生产安全事故应对过程，逐步分析讨论并形成记录，进一步完善预案

3.7 应急预案评审



3.7 应急预案评审



3.8 签发实施



四、现场处置方案

1	事故风险描述	简述事故风险评价的结果
2	应急工作职责	明确应急组织分工及职责
3	应急处置	<p>3.1 应急处置程序：根据可能发生的事故及现场情况，明确事故报警，各项应急措施启动，应急救援人员引导，事故扩大及同单位其他部门应急预案的衔接</p> <p>3.2 现场处置措施：针对可能发生的事故，从人员救护、工艺操作、事故控制、消防、现场恢复等方面明确处置措施</p> <p>3.3 明确报警负责人及报警电话及上级管理部门、相应应急救援单位联络方式和联系人、事故包括基本要求和内容</p>
4	注意事项	包括人员防护及自救互救、装备使用、现场安全等

四、标准化危险化学品管理

一、危险化学品的管理要求

100起实验室安全事故分析 (2001年-2013年)



引自李志红, 100起实验室安全事故统计分析及对策研究 实验室技术与管理 VOL.31 NO.4 2014



管理制度

危险化学品仓库安全管理工作规程

一、总则

1.1 目的：为规范危险化学品仓库的安全管理工作，防止事故发生，保障师生生命财产安全，特制定本规程。

1.2 适用范围：适用于全校所有危险化学品仓库的安全管理工作。

1.3 职责：学校危险化学品仓库、实验室与设备处负责制定规程并监督执行；各学院、实验室负责落实。

1.4 基本原则：安全第一、预防为主、综合治理。

二、仓库建设与管理

2.1 选址：仓库应设置在远离教学区、生活区、人员密集区的空旷地带，地势平坦，排水通畅。

2.2 结构：仓库应采用耐火等级不低于二级的非燃烧性材料建造，屋顶应采用不燃材料。

2.3 通风：仓库应设置机械通风设施，保持空气流通，防止有害气体积聚。

2.4 消防：仓库应配备足够的消防器材，设置火灾报警系统，并定期组织消防演练。

2.5 标识：仓库应设置醒目的安全警示标志，标明危险化学品的种类、数量、危险特性及应急处置措施。

三、危险化学品入库与出库

3.1 入库：危险化学品入库前，必须经专人检查，确认包装完好、标识清晰、数量准确后方可入库。

3.2 出库：危险化学品出库时，必须填写出库单，并由专人核对，确保账物相符。

四、日常巡查与维护

4.1 巡查：仓库管理人员应每日巡查，检查温湿度、通风情况、消防设施及标识是否完好。

4.2 维护：定期对仓库设施进行维护保养，发现问题及时整改。

五、应急处置

5.1 火灾：一旦发生火灾，应立即报警，启动应急预案，组织人员疏散，并采取措施灭火。

5.2 泄漏：一旦发生泄漏，应立即疏散人员，设置警戒线，并采取堵漏、收容等措施，防止扩散。

六、附则

6.1 本规程自发布之日起施行。

6.2 解释权归学校危险化学品仓库、实验室与设备处。

武汉大学危险化学品仓库、实验室与设备处 制

管理制度

危险化学品应急措施

危险化学品具有易燃、易爆、有毒、有害、腐蚀性、放射性等特性，一旦发生事故，后果严重。为有效应对突发事件，制定本应急措施。

一、火灾

1. 发现火情时，应立即报警（119），并启动应急预案。

2. 火灾初期，应立即使用灭火器、消防栓等器材进行扑救。

3. 火灾较大时，应立即疏散人员，并切断电源、气源。

4. 火灾扑灭后，应保护好现场，配合有关部门进行调查。

二、泄漏

1. 发现危险化学品泄漏时，应立即疏散人员，设置警戒线。

2. 泄漏物应及时收容、处理，防止扩散。

3. 泄漏物处理时，应穿戴防护用品，采取适当措施。

4. 泄漏物处理完毕后，应做好记录，并报告有关部门。

三、中毒

1. 发现有人中毒时，应立即拨打急救电话（120），并送医院救治。

2. 中毒现场应立即疏散人员，切断污染源。

3. 中毒者应尽快脱离中毒环境，移至通风处。

4. 中毒者应保留呕吐物、排泄物等样本，供医院检测。

四、其他

1. 发生其他突发事件时，应立即启动应急预案，采取相应措施。

2. 应急预案应定期演练，提高应急处置能力。

3. 应急预案应根据实际情况及时修订。

武汉大学危险化学品仓库、实验室与设备处 制

管理制度

安全责任牌

一、学校危险化学品仓库

1. 负责全校危险化学品的集中存储、管理。

2. 负责危险化学品入库、出库的审核、登记。

3. 负责危险化学品仓库的日常巡查、维护。

4. 负责危险化学品事故的应急处置。

5. 负责危险化学品仓库的安全标识、警示标志的设置。

6. 负责危险化学品仓库的消防安全、防雷、防静电等工作。

7. 负责危险化学品仓库的档案管理工作。

8. 负责危险化学品仓库的定期安全检查。

9. 负责危险化学品仓库的应急预案制定与演练。

10. 负责危险化学品仓库的环保工作。

二、学院危险化学品暂存间

1. 负责本院危险化学品的暂存、管理。

2. 负责危险化学品入库、出库的审核、登记。

3. 负责危险化学品暂存间的日常巡查、维护。

4. 负责危险化学品暂存间的安全标识、警示标志的设置。

5. 负责危险化学品暂存间的消防安全、防雷、防静电等工作。

6. 负责危险化学品暂存间的档案管理工作。

7. 负责危险化学品暂存间的定期安全检查。

8. 负责危险化学品暂存间的应急预案制定与演练。

9. 负责危险化学品暂存间的环保工作。

三、实验室危险化学品试剂柜

1. 负责实验室危险化学品的存储、管理。

2. 负责危险化学品试剂柜的日常巡查、维护。

3. 负责危险化学品试剂柜的安全标识、警示标志的设置。

4. 负责危险化学品试剂柜的消防安全、防雷、防静电等工作。

5. 负责危险化学品试剂柜的档案管理工作。

6. 负责危险化学品试剂柜的定期安全检查。

7. 负责危险化学品试剂柜的应急预案制定与演练。

8. 负责危险化学品试剂柜的环保工作。

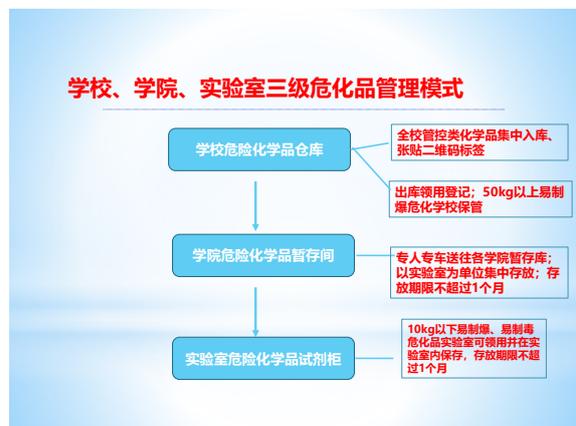
武汉大学危险化学品仓库、实验室与设备处 制

管理制度

危险化学品物质安全告知

危险化学品名称	危险性	危害	应急处置措施
1. 名称：乙醇	易燃液体	高度易燃，蒸气与空气形成爆炸性混合物。遇明火、高热极易燃烧爆炸。与氧化剂接触发生强烈放热反应，有燃烧和爆炸的危险。与强氧化剂接触，有发生强烈氧化反应的危险。与强酸接触，有发生强烈放热反应的危险。与强碱接触，有发生强烈放热反应的危险。与强还原剂接触，有发生强烈放热反应的危险。	1. 皮肤接触：脱去污染的衣物，用大量清水冲洗。2. 眼睛接触：提起眼睑，用大量清水冲洗。3. 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。4. 食入：误食者应立即漱口，饮用大量清水，切勿催吐。
2. 名称：丙酮	易燃液体	高度易燃，蒸气与空气形成爆炸性混合物。遇明火、高热极易燃烧爆炸。与氧化剂接触发生强烈放热反应，有燃烧和爆炸的危险。与强氧化剂接触，有发生强烈氧化反应的危险。与强酸接触，有发生强烈放热反应的危险。与强碱接触，有发生强烈放热反应的危险。与强还原剂接触，有发生强烈放热反应的危险。	1. 皮肤接触：脱去污染的衣物，用大量清水冲洗。2. 眼睛接触：提起眼睑，用大量清水冲洗。3. 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。4. 食入：误食者应立即漱口，饮用大量清水，切勿催吐。
3. 名称：浓硫酸	腐蚀性液体	强腐蚀性，对皮肤、眼睛、黏膜等造成严重灼伤。与有机物接触会发生剧烈反应，放出大量热量。与强氧化剂接触，有发生强烈氧化反应的危险。与强还原剂接触，有发生强烈放热反应的危险。	1. 皮肤接触：立即脱去污染的衣物，用大量清水冲洗。2. 眼睛接触：提起眼睑，用大量清水冲洗。3. 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。4. 食入：误食者应立即漱口，饮用大量清水，切勿催吐。
4. 名称：浓硝酸	强氧化性、腐蚀性液体	强氧化性，强腐蚀性，对皮肤、眼睛、黏膜等造成严重灼伤。与有机物接触会发生剧烈反应，放出大量热量。与强还原剂接触，有发生强烈放热反应的危险。	1. 皮肤接触：立即脱去污染的衣物，用大量清水冲洗。2. 眼睛接触：提起眼睑，用大量清水冲洗。3. 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。4. 食入：误食者应立即漱口，饮用大量清水，切勿催吐。

武汉大学危险化学品仓库、实验室与设备处 制





报告完毕！ 谢谢！

电离辐射安全与防护

陈志权
武汉大学物理科学与技术学院

主要内容

主要内容

- 辐射及电离辐射的概念
- 辐射防护剂量限值
- 辐射对人体的危害
- 辐射防护的基本原则和要素

辐射及电离辐射的概念

辐射的概念

- **辐射**是以波动形式或运动粒子形式向周围介质传播的能量，是一种能量传播的方式。
- 广义上的辐射概念包括声辐射、热辐射、**电磁辐射**及**粒子辐射**等。

电离辐射

电离辐射包括高能电磁辐射电磁波（如X射线、 γ 射线等）和粒子辐射（如 α 、 β 粒子、质子、中子、重离子等）

辐射及电离辐射的概念

辐射

拥有足够高能量的辐射，可以把原子电离。

电离辐射

- α 射线
- β 射线
- γ 、X 射线
- 中子、宇宙射线

能量较电离辐射弱，不会电离物质，而会改变分子或原子之旋转，振动或价层电子轨态。

非电离辐射

- 无线电波(电磁辐射)
- 高频作业、微波作业等
- 红外线
- 紫外线
- 激光

放射性

根据其波长、频率和危害机理的不同，大于100nm的辐射称为电磁辐射。波长小于100nm的辐射称为电离辐射。

辐射及电离辐射的概念

非电离辐射

辐射及电离辐射的概念

目前并无可靠证据证明电脑、无线路由器、手机等日常生活中产生的电磁辐射伤害健康

微波不会对人致癌，也不会让食物产生致癌物质。甚至，它还有助于避免致癌物的产生。

日常生活中微波炉使用安全，放心享用!

辐射及电离辐射的概念

放射性

当原子核内部的质子数和中子数失去一定的比例，就处于不稳定状态，这些不稳定的核素可以自发地发生核衰变，变成一种新的核素，同时放出一条或多条射线，称为放射性。

不稳定原子核衰变

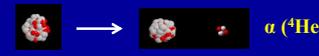
$$X \rightarrow Y + b + \Delta E$$

母核 子核 发射射线 衰变能量

辐射及电离辐射的概念

放射性衰变 α 衰变 β 衰变 γ 衰变

1) α 衰变



母核	子核	发射 α 射线	衰变能量
^{226}Ra	^{222}Rn	^4He	4.78MeV

2) β 衰变



母核	子核	β -射线	衰变能量
^{14}C	^{14}N	$e^- + \bar{\nu}_e$ (反中微子)	

辐射及电离辐射的概念

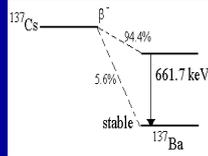
3) γ 衰变

$^{137}\text{Cs} \rightarrow ^{137}\text{Ba}^*$ (激发态)

母核 β^- 衰变 γ 衰变

$^{137}\text{Ba} + \gamma$ 射线 (661.7 keV)

子核 (基态) (0, 0)



α 衰变



β^- 衰变



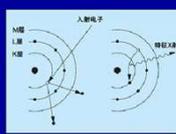
γ 衰变



辐射及电离辐射的概念

X射线的产生









伦琴

辐射及电离辐射的概念

无论是X射线、 γ 射线，还是其它粒子辐射，与物质的原子作用时都能间接或直接地使原子产生电离。通常辐射防护上关心的对象就是电离辐射。

电离辐射的分类

- **天然辐射**：源于宇宙射线和天然放射性，包括自然界中动物植物、空气、水、泥土、岩石等天然介质中存在的放射性。
- **人工辐射**：来源于人类从事与辐射相关的活动、实践或辐射事件，如核技术工业应用，医疗照射等。

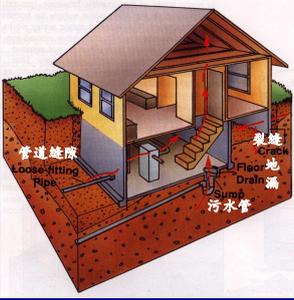
辐射及电离辐射的概念

天然游离辐射



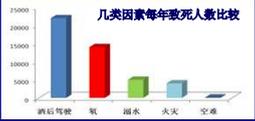
辐射及电离辐射的概念

居住环境中的放射性



砖、瓦、水泥、石灰、石料等建筑材料均存在着天然放射性核素。

一些密闭的居室内会造成氡(^{222}Rn)、钍射气(^{220}Rn)及其子体在空气中浓度过高。



辐射及电离辐射的概念

人体内存在放射性核素

大气中 ^{14}C 浓度稳定, 1万年有10%的波动

$^{14}\text{N} (n, p) \rightarrow ^{14}\text{C}; T_{1/2} = 5730\text{年}$

- 人体通过与自然界进行物质交换, 体内 ^{14}C 含量保持一定, 即 $^{14}\text{C} / ^{12}\text{C}$ 比例恒定。
- 失去生命即停止与外界的物质交换, ^{14}C 按自身的半衰期衰减, $^{14}\text{C} / ^{12}\text{C}$ 发生变化。
- 通过测定 $^{14}\text{C} / ^{12}\text{C}$, 并与参考样品比较, 即可确定样品的历史年龄。

辐射及电离辐射的概念

- 铷 Rb-87 : $T_{1/2} = 4.6 \times 10^{10}\text{年}$; 人体内 8.5 Bq kg^{-1} 。
- K-40 : $T_{1/2} = 1.27 \times 10^9\text{年}$;

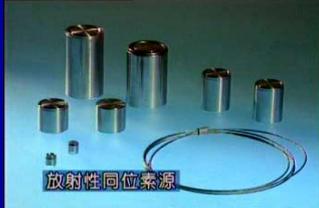
3种同位素: K-39 (丰度: 93.31%);
 K-40 (丰度: 0.012%);
 K-41 (丰度: 6.7%)。

1g天然钾每秒放出28个能量为1.31MeV的 β 粒子和3个1.46MeV的 γ 光子。

钾为生命的必要元素, 成人体内60 Bq/kg, 我国标准成人
 体内 ^{40}K : $4.11 \times 10^5/\text{min}$

辐射及电离辐射的概念

人工电离辐射



放射性同位素源

放射源



射线装置

辐射及电离辐射的概念

利用开放型放射性核素进行医学诊断

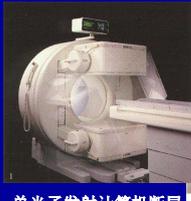




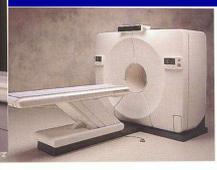


体内诊断 (γ 相机)

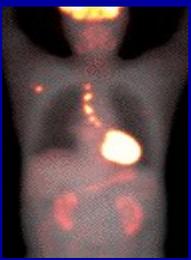
辐射及电离辐射的概念



单光子发射计算机断层 (SPECT)



Positron Emission Tomography (PET)
正电子发射计算机断层 (PET)



PET检查的照片

辐射及电离辐射的概念

射线诊断装置

医用X射线机

牙科X射线机

X射线CT

辐射及电离辐射的概念

医用射线治疗装置

X射线治疗机

^{60}Co 治疗机

γ -刀

X-刀 (光子刀)

辐射及电离辐射的概念

X射线衍射仪

离子加速器

辐射及电离辐射的概念

受辐照

未辐照

未辐照

受辐照

图4-14 洋葱、土豆辐照前后比较

经过辐照后的洋葱、土豆可以长时间保存而不发芽

辐射及电离辐射的概念

辐照育种

利用放射性射线诱发植物产生遗传基因变异，直接或间接的培养农作物的突变新品种。

浙辐802水稻

辐照小麦扬辐麦3号

辐射及电离辐射的概念

辐射探伤

中子照像检测设备

中子源

中子流

转换体

物体

荧光屏

辐射及电离辐射的概念



核能发电

秦山核电站  

 大亚湾核电站 

辐射及电离辐射的概念



放射源的分类

密封源： 将气态、液态或固态的放射性物质或混合型放射性物质固定于气密的非放射性的外壳内的任何电离辐射源。不会造成外环境污染。

开放源： 能向周围环境散布放射性核素的气态、液态或固态或粉末或气溶胶状态的电离辐射源。如：放射免疫标记药物、ECT使用的放射性药物。有可能造成外环境污染。

辐射及电离辐射的概念



密封放射源的分类

- 国际原子能机构根据放射源对人体可能的伤害程度，将放射源分为5类：
- **I类放射源属极危险源。** 没有防护情况下，接触这类源几分钟到1小时就可致人死亡。
- **II类放射源属高危险源。** 没有防护情况下，接触这类源几小时至几天可以致人死亡。
- **III类放射源属中危险源。** 没有防护情况下，接触这类源几小时就可对人造成永久性损伤，接触几天至几周也可致人死亡。

上述三类放射源为危险放射源。

辐射及电离辐射的概念



密封放射源的分类（续）

- **IV类放射源属低危险源。** 基本不会对人造成永久性损伤，但对长时间、近距离接触这些放射源的人可能造成可恢复的临时性损伤。
- **V类放射源属极低危险源。** 不会对人造成永久性损伤。

我校的放射源全部属于V类放射源。

辐射及电离辐射的概念



射线装置分类

根据射线装置对人体健康和环境的潜在危害程度，从高到低将射线装置分为I类、II类、III类。

I类射线装置： 事故时短时间照射可以使受到照射的人员产生严重放射损伤，甚至死亡，或对环境造成严重影响；

例： 质子治疗装置，重离子治疗装置，其它能量大于100 MeV的加速器。

辐射及电离辐射的概念



II类射线装置： 事故时可以使受到照射的人员产生较严重放射损伤，大剂量照射时甚至导致死亡；

例： X射线治疗机，工业辐照用加速器，探伤用加速器，其它能量小于100 MeV的加速器。

III类射线装置： 事故时一般不会使受到照射的人员产生放射损伤。

例： 医用X射线CT机，X射线诊断装置，安全检查用X射线装置，X射线衍射仪，离子注入机等。

辐射剂量限值



放射性活度

指一定量的放射性核素在单位时间间隔内发生的核衰变次数。

国际单位：贝可 (Bq)

1Bq = 1 decay (衰变数) /s (秒)

旧单位：居里 (Ci)

1Ci = 1000 mCi = 3.7×10^{10} Bq

1mCi = 1000 μ Ci = 37 MBq

辐射剂量限值



吸收剂量

吸收剂量：单位质量的物质中所吸收的电离辐射的能量

$$D = \frac{dE}{dm}$$

单位：

J/kg

1 J/kg = 1Gy (戈瑞)

1 Gy = 100 rad (拉德)

辐射剂量限值



剂量当量

为了统一描述各类电离辐射对于生物体的危害程度，在核辐射防护领域中，引进了一种“剂量当量”的概念。

- 国际单位：希伏特 (Sv)
- 1 Sv = 1 J/kg = 1000 mSv
- 1 mSv = 1000 μ Sv

1希伏特定义为每千克 (kg) 人体组织吸收1焦耳(J)的辐射能量

辐射剂量限值



辐射剂量限值

剂量限值 (dose limit) 指在辐照实践中个人所受到的有效剂量或剂量当量不得超过的值。

为了保护工作人员和公众的健康，国际辐射防护委员会对辐射剂量制定了辐射防护剂量限值体系，辐射防护剂量限值体系对职业照射和公众照射有明确的剂量限值。

辐射剂量限值



对象	剂量限值*	
	职业人员	公众
有效剂量	20 mSv/年	1 mSv/年
	5年平均， 任一年 \leq 50 mSv	特殊情况， 允许5年平均
年当量剂量		
眼晶体	150 mSv	15 mSv
皮肤	500 mSv	50 mSv
手和足	500 mSv	-

*不包含天然辐射 (每年约2.4 mSv)

辐射剂量限值

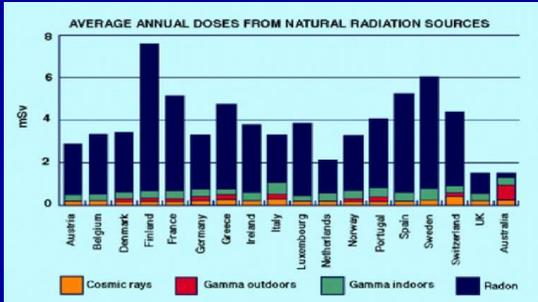


天然电离辐射源所致成年人年平均有效剂量

照射成分	年有效剂量 (mSv)	
	正常本底地区	剂量高值地区
宇宙射线	0.38	2.0
宇生放射性核素	0.01	0.01
陆地辐射：外照射	0.46	4.3
陆地辐射：内照射 (氧除外)	0.23	0.6
陆地辐射：氡及子体内照射		
吸入 ²²² Rn	1.2	10
吸入 ²²⁰ Rn	0.07	0.1
食入 ²²² Rn	0.005	0.1
合计 (摄入量)	2.4	17.11

辐射剂量限值

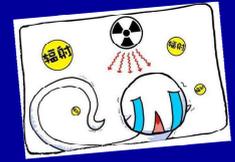
部分国家的天然放射本底水平



辐射剂量限值

辐射无处不在，日常生活中我们每个人都会受到天然辐射的影响，人类的很多活动也都会有辐射，如下：

类型	剂量水平(mSv)
看电视每天2小时	<0.01 mSv/a
夜光表	0.02 mSv/a
乘飞机2000km	0.005mSv/h
眼镜（局部）	0.01~0.04mSv/a
家用天然气（局部）	0.06~0.09mSv/a
假牙（局部）	1μSv/a
吸烟每天20支（“炸弹”）	0.5~1 mSv/a
诊断X射线人均年有效剂量	0.3
CT人均单次有效剂量	8.6
使用火力发电厂带来的照射	0.005
核电站附近人均年有效剂量	0.001-0.02
核设施附近人均年有效剂量	0.001-0.2



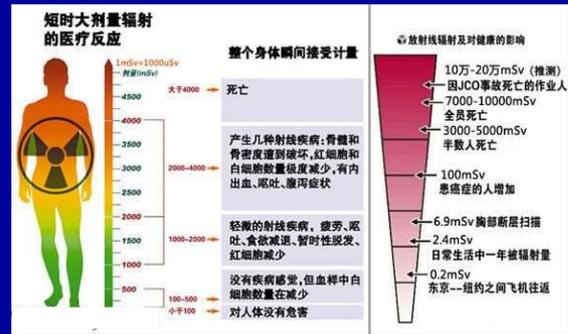
视频：辐射与生活

辐射对人体的危害

电离辐射对人体的危害

电离辐射能破坏人体组织里分子和原子之间的化学键，可能对人体重要的生化结构与功能产生严重影响。我们身体会尝试修复这些损伤，但是有时损伤过于严重或涉及太多组织与脏器，以至于不可能修复。而且，身体在自然修复过程中，也很可能产生错误。

辐射对人体的危害



辐射对人体的危害

电离辐射的两类效应

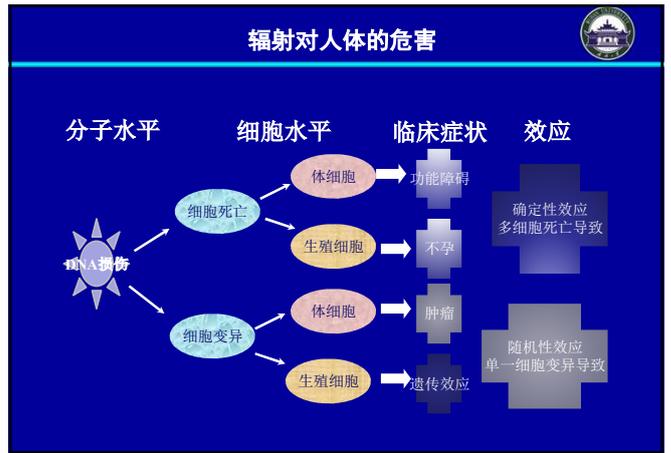
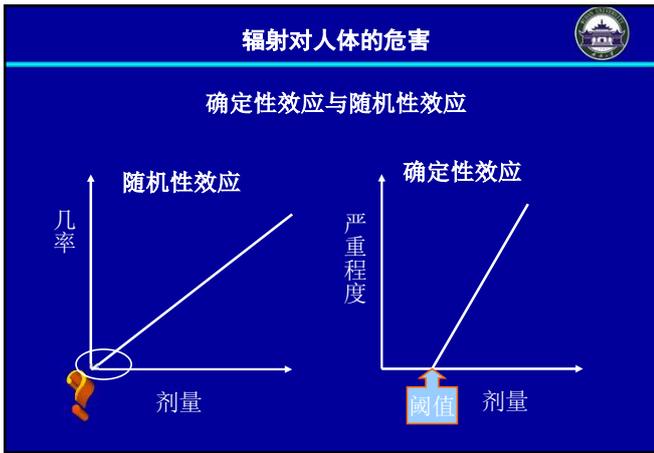
确定性效应：效应的发生存在剂量阈值，效应的严重程度与剂量有关的一类辐射效应。如辐射造成的眼晶体混浊、放射性白内障、皮肤放射损伤、造血功能障碍、生育能力减退和免疫功能下降等。

随机性效应：效应的发生不存在剂量阈值，发生几率与剂量成正比，严重程度与剂量无关的一类辐射效应，包括躯体晚期效应中的各种癌症和遗传效应。

辐射对人体的危害

确定性效应与随机性效应

确定性效应 (deterministic effects)	随机性效应 (stochastic effects)
有剂量阈值	无剂量阈值
效应的严重程度与剂量成正比	发生几率与剂量成正比 严重程度与剂量无关



辐射防护的基本原则和要素

辐射防护的基本原则

辐射无处不在，通过合理正当的辐射防护和必要的安全管理措施，我们可以充分利用辐射，造福人类，并有效避免辐射所产生的危害或使辐射危害最小，这就是辐射防护所遵循的三个基本原则：

1) 正当性原则

辐射实践的正当性就是要得大于失，利大于弊

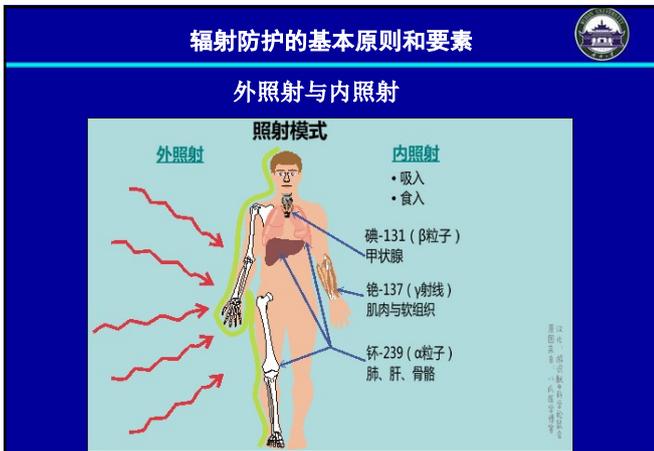
辐射防护的基本原则和要素

2) 防护最优化原则

考虑社会和经济因素后，受照射的可能性、受照射的人员数目和个人所受到辐射剂量的大小均应保持在可合理达到的尽可能低的水平，而不是盲目追求无限的降低剂量。

3) 剂量限值的应用原则

除了患者的医疗照射之外，任何个人受到照射的有效剂量之和不能超过相应的剂量限值。



辐射防护的基本原则和要素

外照射防护三要素

辐射防护目的：

- 防止确定性效应的发生；
- 减少随机性效应的诱发。

三要素：

- 时间防护
- 距离防护
- 屏蔽防护

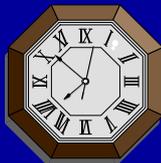
辐射防护的基本原则和要素



外照射：指来自体外的电离辐射对人体的照射

1) 时间防护

辐射场内的人员所受照射的累积剂量与时间成正比，时间越长，所受的剂量越多。



- 应避免在辐射场中作不必要的逗留；
- 即使工作需要，应尽可能减少接触辐射源时间。

辐射防护的基本原则和要素



2) 距离防护

人体所受照射剂量与距离的平方成反比，即距离增大1倍，剂量减少到原来的1/4。

- 尽可能远离放射源；
- 尽量使用远距离操作工具，如常用的钳子、镊子或具有不同功能的长柄器械等进行远距离操作；
- 避免用手直接接触放射源。

辐射防护的基本原则和要素



电离辐射警告标识



IAEA 新的电离辐射警示标志



辐射防护的基本原则和要素



镊子和钳子



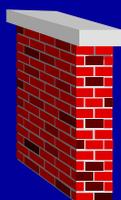
辐射防护的基本原则和要素



3) 屏蔽防护

在人体和辐射源之间设置屏蔽，当缩短时间和增大距离的措施的有效性和方便性受到限制时，设置合适的屏蔽体是有效的防护措施。

屏蔽体一般选用原子序数较高、密度较大的物质，如铅、铁、钢等；建筑材料可选用水泥、砖、砂石等，并应有足够厚度。

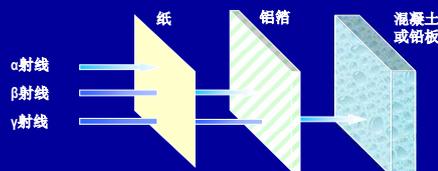


辐射防护的基本原则和要素



不同射线的屏蔽比较

名称	产生	本质	电离作用	穿透能力
α射线	α衰变放出	氦原子核	强	很弱
β射线	β衰变放出	电子	较弱	很强
γ射线	伴随α衰变或β衰变产生	高能光子	很弱	极强



辐射防护的基本原则和要素



铅罐屏蔽

0.25mm厚的铅层能够降低99%以上的辐射



辐射防护的基本原则和要素



铅围裙和铅背心



辐射防护的基本原则和要素



其它防护用品



铅玻璃眼镜



铅围脖



铅手套

辐射防护的基本原则和要素



内照射防护四要素

操作开放型放射源时，因放射性核素的理化性质或操作不当，造成工作场所的空气污染或各种工作器具的表面污染。

放射源可能通过口、呼吸道、皮肤伤口进入人体，导致人体受到内照射危害。



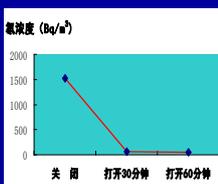
辐射防护的基本原则和要素



内照射的基本防护措施：

1) 降低空气中放射性核素的浓度

- 采取隔离措施，如在手套箱或通风柜内操作
- 采取良好的通风措施引入室外新鲜空气



辐射防护的基本原则和要素



2) 降低表面污染水平

严格按照操作规程操作，防止或减少表面污染的发生；对已发生的表面污染要及时采取适当的去污措施去除表面污染，防止污染扩散。

3) 防止放射性核素进入人体

在操作开放型放射源时要穿戴合适的个人防护用品，讲究个人卫生，防止放射性核素进入人体内。

4) 加速体内放射性核素的排出

应用合适的促排药物等措施，加速其排出。

辐射防护的基本原则和要素



辐射防护的基本原则和要素



电离辐射监测

电离辐射监测的目的: 为了了解辐射种类及辐射水平大小, 从而可以开展有针对性的防护措施。

电离辐射监测按照监测对象可分为:

- 个人剂量监测
- 工作场所监测
- 辐射环境监测



个人剂量计



辐射报警仪

辐射防护的基本原则和要素



α β 表面污染测量仪

课后测试



- 1、以下的辐射中属于电离辐射的是 (A)
A. X-Ray B. 紫外线 C. 激光 D. 微波
- 2、在正常本底地区, 天然辐射对成年人造成的平均年有效剂量约为 (B)
A. 20 mSv B. 2.4 mSv C. 10 mSv D. 5 mSv
- 3、下列辐射防护方法中, 属于外照射防护的是 (A)
A. 屏蔽防护 B. 防止通过呼吸系统进入体内 C. 防止由皮肤进入体内

课后测试



- 4、高校的离子注入机属于 (C) 射线装置
A. I类高危险射线装置 B. II类中危险射线装置 C. III类低危险射线装置
- 5、以下的电离辐射中, 穿透本领最强的是 (A)
A. γ -射线 B. β -射线 C. α -射线

谢谢!



简单分解爆炸

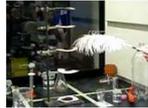
7

(1) 简单分解爆炸

- 引起简单分解爆炸的爆炸物在爆炸时并不一定发生燃烧反应，爆炸所需的热量，是由于爆炸物质本身分解时产生的。属于这一类的有叠氮铅、乙炔银、乙炔铜、碘化氮、氯化氮等。这类物质是非常危险的，受轻微震动即引起爆炸。

三碘化氮

轻轻一碰就爆炸，想想诺贝尔当年也是蛮拼的



复杂分解爆炸

8

(2) 复杂分解爆炸

这类爆炸性物质的危险性较简单分解爆炸物低，所有炸药均属之。这类物质爆炸时伴有燃烧现象。燃烧所需的氧由本身分解时供给。各种氮及氯的氧化物、苦味酸等都是属于这一类。



爆炸性混合物爆炸

9

(3) 爆炸性混合物爆炸

所有可燃气体、蒸气及粉尘与空气混合所形成的混合物的爆炸均属于此类。这类物质爆炸需要一定条件，如爆炸性物质的含量，氧气含量及激发能源等。因此其危险性虽较前二类为低，但极普遍，造成的危害性也较大。



爆炸极限

10

- 可燃气体或蒸汽与空气组成的混合物不是任何比例下都可燃可爆的。
- 混合比例不同，燃烧速度也不同。
- 可燃气体或蒸汽在空气中刚足以使火焰蔓延的最低浓度称为爆炸下限，最高浓度成为爆炸上限。

化学爆炸

11

- 补充一点：大量放出热量的反应，很有可能爆炸，机理类似简单分解爆炸
- 碱金属与水、氯化物水解等

金属铯+水



金属铯+氟气



2.1.2 危险化学品的危险特性

12

- 爆炸** 在周围介质中造成高压的化学反应或状态变化
物理爆炸、化学爆炸、核爆炸
- 燃烧** 物质发生氧化还原反应，放出热和光
- 中毒** 化学物质进入人体，发生毒性作用，使组织细胞破坏、生理机能障碍、甚至引起死亡等现象。

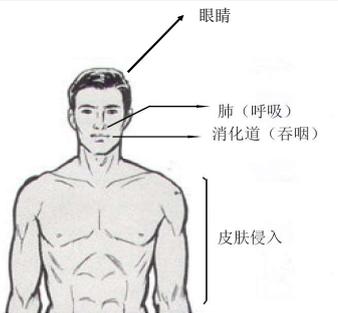
13

◆化学毒物对人体的危害
 化学品的毒害作用可分为如下临床类型，引起

- 刺激
- 过敏
- 缺氧
- 昏迷和麻醉
- 全身中毒
- 致癌
- 致畸
- 致突变
- 尘肺

14

化学品的毒性与其进入人体的途径有关



15

化学品的毒性与其进入人体的途径有关

- 呼吸 实验室最常见
 - 新陈代谢
 - 血液循环
- 皮肤 实验室常见
- 吞咽 与个人习惯与工作环境有关
- 这些就是毒理学家所指的“进入人体途径”，不包括故意行为，如注射。

16

急性毒性和慢性毒性的定量

急性毒性——急性毒性指以饲喂、注射、涂皮等方式对试验动物施药一次所造成的伤害情况。半致死量LD50表示，mg/kg。

LC50
 半数致死浓度是衡量存在于水中的毒物对水生动物和存在于空气中的毒物对哺乳动物乃至人类的毒性大小的重要参数

慢性毒性——职业卫生标准时权平均值 (OEL-TWA)
 短暂暴露限值 (OEL-STEL)
 最高暴露限值 (OEL-C)

17

2.1.2 危险化学品的危险特性

爆炸	在周围介质中造成高压的化学反应或状态变化 物理爆炸、化学爆炸、核爆炸
燃烧	物质发生氧化还原反应，放出热和光
中毒	化学物质进入人体，发生毒性作用，使组织细胞破坏、生理机能障碍、甚至引起死亡等现象。
腐蚀性	物质在周围介质(水、空气、酸、碱、盐、溶剂等)作用下产生损耗与破坏的过程

18

2.1.3 危险化学品分类

GB 6944—2005 危险货物分类和品名编号

危害大 ↑

危害轻 ↓

- 第1类 爆炸品
- 第2类 气体
- 第3类 易燃液体
- 第4类 易燃固体、易于自然的物质、遇水放出易燃气体的物质
- 第5类 氧化性物质和有机过氧化物
- 第6类 毒性物质和感染性物质
- 第7类 放射性物质
- 第8类 腐蚀性物质
- 第9类 杂项危险物质和物品

2.1.3 危险化学品分类 19

全球化学品统一分类和标签制度(全球统一制度)(GHS)/
《危险化学品名录》(2015版)
28类分类体系

现行化学品危险性28类分类体系

1) 物理化学危害(共16类):

(1) 爆炸物	(9) 自燃液体
(2) 易燃气体	(10) 自燃固体
(3) 气溶胶	(11) 自热物质和混合物
(4) 氧化性气体	(12) 遇水放出易燃气体的物质和混合物
(5) 加压气体	(13) 氧化性液体
(6) 易燃液体	(14) 氧化性固体
(7) 易燃固体	(15) 有机过氧化物
(8) 自反应物质和混合物	(16) 金属腐蚀物

2.1.3 危险化学品分类 20

全球化学品统一分类和标签制度(全球统一制度)(GHS)/
《危险化学品名录》(2015版)
28类分类体系

2) 健康危害(共10类):

(1) 急性毒性	(6) 致癌性
(2) 皮肤腐蚀/刺激	(7) 生殖毒性
(3) 严重眼损伤/眼刺激	(8) 特异性靶器官毒性 一次接触
(4) 呼吸道或皮肤致敏	(9) 特异性靶器官毒性 反复接触
(5) 生殖细胞致突变性	(10) 吸入危害

3) 环境危害(共2类):

(1) 危害水生环境
(2) 危害臭氧层:

2.1.3 危险化学品分类 21

- 《危险化学品目录》(2015版)(含剧毒化学品)
- 《优先控制化学品名录(第一批)》
- 《国家危险废物名录(修订稿)》
- 《制爆危险化学品名录》
- 《易制毒化学品目录》

2.1.3 危险化学品分类 22

最危险的安全事件——爆炸

- 易燃易爆物
- 爆炸物, 包括过氧化物等氧化物
- 压缩气体
- 高压反应和减压操作
- 氧化剂和还原剂混合
- 反应体系密封
- 反应热急剧释放

2.2 标识

2.2.1 危险化学品的标志

2.2.2 危险化学品安全技术说明书

2.2.3 化学品的安全标签

2.2.1 危险化学品标志 24

危险化学品的标志

通过图案、文字说明、颜色等信息, 鲜明而简洁地表征危险化学品特性和类别, 向操作人员传递安全信息的警示性资料

标志种类 设主标志16种和副标志11种

中国危险化学品的安全标志

标志的图形 主标志由表示危险特性的图案、文字说明、底色和危险品类别号四个部分组成的菱形标志。副标志图形中没有危险品类别号

标志的使用原则 当一种危险化学品具有一种以上的危险性时, 应用主标志表示主要的危险性类别, 并用副标志来表示其他主要的危险性类别

2.2.1 危险化学品标志 25

危险化学品标志



爆炸品 1
不燃气体 2
有毒气体 2
易燃气体 3
易燃液体 3
腐蚀品 4
易燃固体 4
遇湿易燃物品 4

2.2.1 危险化学品标志 26

危险化学品标志



氧化剂 5
高度易燃气体 5
有毒品 6
剧毒品 6
一级放射性物品 7
二级放射性物品 7
三级放射性物品 7
腐蚀品 8

2.2.1 危险化学品标志 27

危险化学品标志



爆炸品
易燃气体
不燃气体
有毒气体
易燃液体
腐蚀品
易燃固体
遇湿易燃物品

2.2.1 危险化学品标志 28

危险化学品标志



氧化剂
有毒品
腐蚀品

2.2.2 危险化学品安全技术说明书 29

- 化学品安全技术说明书
- Safety data sheet for chemical products
- SDS
- MSDS



MSDS
化学品安全技术说明书

2.2.2 危险化学品安全技术说明书 30

- 西方很早就要求企业厂家提供MSDS
- 国际标准组织于1994年制定国际标准
- 中国随后制定了GB/T 17519.1-1998 《化学品安全资料表 第一部分 内容》内容和项目顺序》和国标 GB16983-2000 《化学品安全技术说明书编写规定》
- GB/T16483-2008 化学品安全技术说明书 内容和项目顺序

2.2.2 危险化学品安全技术说明书

31

• SDS的主要内容

- | | |
|---------------|--------------|
| 1) 化学品及企业标识; | 9) 理化特性; |
| 2) 危险性概述; | 10) 稳定性和反应性; |
| 3) 成分/组成信息; | 11) 毒理学信息; |
| 4) 急救措施; | 12) 生态学信息; |
| 5) 消防措施; | 13) 废弃处置; |
| 6) 泄漏应急处理; | 14) 运输信息; |
| 7) 操作处置与储存; | 15) 法规信息; |
| 8) 接触控制和个体防护; | 16) 其他信息。 |

2.2.2 危险化学品安全技术说明书

32

- 在使用前必须查阅
- Aldrich、acros等公司网站
- 国内的安全网站也有部分表格
- 摩贝网 <https://www.molbase.cn/>



2.2.3 危险化学品安全标签

33

危险化学品的安全标签

用文字、图形符号和编码的组合形式表示
危险化学品所具有的危险性和安全注意事项

危险化学品安全标签的内容:

- 化学品及其主要有害组分标识;
- 警示词; 危险性描述;
- 安全措施; 提示;
- 灭火; 批号; 应急咨询电话;
- 生产企业名称、地址、邮编、电话

实例 →



2.2.3 化学品标签

34



2.2.3 化学品标签

35

自制样品的安全标签

- 按照上述规定有难度
- 样品名称;
- 浓度等有效信息;
- 制样人;
- 制样时间;
- 若知道有效期则填写有效期;
- 如果知道危害则注明危害

标准名称:	
浓度:	介质:
配制人:	审核人:
配制日期:	年 月 日
有效日期:	年 月 日

2.3 化学品 生命周期

2.3.1 化学品的生命周期

2.3.2 化学品的废弃

危险化学品的生命周期

- ◆ 化学品的生命周期包括生产、使用、储存、经营、运输、废弃六个环节，存在着火灾、爆炸、中毒等重大事故的危险性
- ◆ 在每一个环节，都必须按照国家的法律法规和相关标准进行作业，以避免化学事故的发生

- 国务院591号令——危险化学品管理条例
- 学校里需要关注四个方面：
 - 购买（与经营、运输有关）
 - 储存
 - 使用
 - 废弃

化学品的储存

- 普通化学品
- 分类
- 通风
- 防火
- 防盗

化学品的储存

- 剧毒危险化学品的储存
- GA 1002-2012 剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求
- 则剧毒化学品必须在配备防盗报警装置的专用仓库内单独存放
- 严格实行双人收发、双人记帐、双人双锁、双人运输、双人使用的“五双”制度。

化学品的使用原则

- 第三章 使用安全
 - 第二十八条 使用危险化学品的单位，其使用条件（包括工艺）应当符合法律、行政法规的规定和国家标准、行业标准的要求，并根据所使用的危险化学品的种类、危险特性以及使用量和使用方式，**建立、健全使用危险化学品的安全管理规章制度和安全操作规程，保证危险化学品的安全使用。**

相关法规

- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》
- 《废弃危险化学品污染环境防治办法》
- 固体废物污染控制标准（系列国标）
- 危险废物鉴别标准
- 固体废物监测方法标准
-

化学废弃物

1、化学废弃物的分类

任何废弃的物质都被认为是化学废弃物，可分为两大类：

A类：

- ① 特别危险的废弃物；
- ② 在废弃物集中地需要进一步处理的废物；
- ③ 危险药物。

危险物品，如压缩性气体、水反应性材料（如电石，金属钠）、可自燃的材料（如镁合金，白磷或黄磷）、氧芴（Dibenzofurans, 农药）、二噁英（Dioxins, 危害人类健康）、毒物。

相关法规

B类：

涉及多数化学废弃物，常见废弃物如酸、碱、有毒金属、矿物油、有机溶剂。

危险物品包括腐蚀性废料（如乙酸等）、毒性物质（如苯胺，四氯化碳等）、可燃气体（如乙醚，CS₂等）、助燃剂（如硝酸盐、高氯酸盐等）、易燃物品（如薄膜、乌洛托品等）、其他物品（如过氧化苯醌等）。

2、化学废弃物容器

规格、类别。由学校有关部门提供给实验室。

3、化学废弃物收集

- | | |
|-----------------|-----------------|
| (1) 卤代溶剂类废弃物容器 | (8) 金属溶液类废弃物容器 |
| (2) 非卤代溶剂类废弃物容器 | (9) 有机酸类废弃物容器 |
| (3) 无机酸类废弃物容器 | (10) 氢氟酸类废弃物容器 |
| (4) 碱类废弃物容器 | (11) 氟化物类废弃物容器 |
| (5) 消毒剂类废弃物容器 | (12) 含有硼和六价铬的溶液 |
| (6) 废胶片定影剂废弃物容器 | (13) 凝胶状废弃物容器 |
| (7) 胶片显影剂类废弃物容器 | |

2.4 化学品 防护

2.4.1 化学品的防护措施

2.4.2 实验室危险化学品的安全管理

眼睛接触危害

眼睛非常敏感和易受刺激

化学品若接触到眼睛，常会造成眼睛灼伤等伤害，若严重时甚至会丧失视力。

接触时应立即用大量清水冲洗。



每个实验室均应该配有
紧急洗眼器

危险化学品的防护

- 工程控制
- 行政控制
- 个人防护

工程控制

工程控制措施

- 通气
 - 通风橱 (柜)
- 隔离/密封
 - 手套箱
- 应急设备
 - 灭火器、淋浴器等
- 远距离遥控



工程控制措施的优点

- 工程控制措施是最可取的
 - 设备投资大
 - 容易操作
 - 防护性能最强



通风柜

- 中国规定, 通风柜门50 cm, 表面速度是0.4米/秒
- 美国规定, 通风柜门55 cm, 表面速度是0.5米/秒 (ANSI Z9.5-2003)



通风柜抽风口

- 柜内所有设备/仪器须置于离通风橱门至少6英寸
 - 否则阻碍空气流动, 迫使空气流向操作人员
 - 所有通风橱须标记6英寸位置

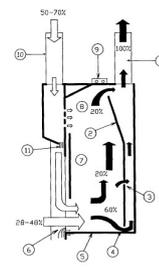
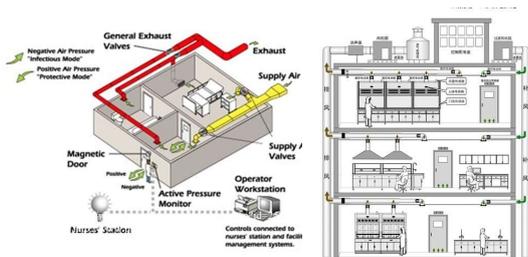


图 2-3 柜外补风型排风柜运行情况

通风和送风系统



行政管理措施

- 安全标准程序
- 设备安全程序
- 培训
- 警告标志与警告装置
- 紧急撤离与急救



人为因素起到决定性作用, 防护性能不及工程控制措施

2.4.1 化学品的防护措施 55

正确使用和佩戴个人防护用品

个人防护装备（一）

- 安全眼镜
- 手套
- 面罩
- 实验服
- 鞋*

2.4.1 化学品的防护措施 56

最有效的防护措施

工程控制措施>行政管理措施>个人防护装备

2.4.1 化学品的防护措施 57

如何保证人和物安全？

工程措施 通风、水电、改造、基础设施建设……

管理控制 制度、预案、检查、准入……

行政措施 培训、演练、SOP、设备维护……

个人措施 PPE 最基本的个人防护和急救

四（三）重保护层

核心价值观
以人为本的核心价值观

2.4.2 化学实验室安全管理 58

人员要求

- 专（兼）职安全管理员：安全管理专业知识和能力
- 实验室其他人员：危化品、危险物特性和使用知识、应急能力、熟悉制度、安全操作规程和预案
- 培训，合格后方可上岗

2.4.2 化学实验室安全管理 59

制度要求

- 岗位安全责任制；
- 危险化学品采购、储存、运输、发放使用的管理制度；
- 爆炸性化学品、剧毒化学品、易制毒化学品和易制爆危险化学品的特殊管理制度；
- 安全使用的教育和培训制度；
- 危险化学品事故隐患排查治理和应急管理制度；
- 个体防护装备、消防器材的配备和使用制度；
- 其他必要的安全管理制度。
- 实验过程安全操作规程、实验设备安全使用规程

2.4.2 化学实验室安全管理 60

实验设施

- 建筑合规
- 办公与实验室分开设置，门应为外推平开门，禁用拉缩门和卷闸门
- 通风系统合规
- 消防系统及设施合规
- 化学品储存设施和布局合规
- 气瓶布局和安全管理制度合规

实验设施

- 有易燃易爆气体（蒸气）的，需要气体报警传感器和采用防爆电气
- 方便易用的应急设施：紧急喷淋器、洗眼器等
- 方便使用的急救箱
- 个人防护装备合规

危化品使用管理要求

- 安全标示（化学品、消防、警示标示）
- 采购合规
- MSDS
- 标签
- 领用，专人管理，详细库存单、出入库及领用记录、剧毒易制毒易制爆当日且记录用途
- 实验室制备的化学品按危化品管理

危化品储存管理要求

- 储存合规（各类化学品及气体、样品等）
- 储存量：总量不超过100 kg（L），易燃易爆品不超过50kg（L），单包装不超过20kg（L）
- 气体：两天用量或最小包装

◆ 与国标规定的不同，要求远高于国标（GB 18218-2018 危险化学品重大危险源辨识）

危化品废弃管理要求

- 废弃合规（分类合规、收集和存放合规、处置合规）

应急要求

- 事故应急预案
- 每年至少一次全员应急预案演练，并详细演练记录

谢 谢 ！



医学实验室生物安全

侯 炜

病毒学国家重点实验室

武汉大学基础医学院医学病毒学研究所



生物安全事故

案例二 美国疾控中心工作人员接触炭疽菌

事故经过：2014年，亚特兰大美国联邦政府实验室证实，美国疾控中心某生物安全防护级别较高的实验室有86名工作人员接触高致死率炭疽菌。



事故原因：一名科学家在灭活炭疽杆菌是犯错，误以为已经灭活病菌，导致其他人员无意中接触活体炭疽杆菌。

安全警示：传染病（毒）种管理

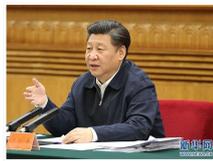
- 微生物实验人员须严格执行生物安全管理与病原微生物标准操作，实验中做好防护措施；
- 生物类废弃物不得随意丢弃，需首先灭活消毒处理，最后由学校统一收集、联系有资质的公司进行焚烧处理。

生物安全的重要性

- 实验室工作的需要
- 防止医院内感染的需要
- 防止人畜共患病的需要
- 反生物恐怖的需要
- 应对突发公共卫生事件的需要
- 防止外来生物危险因子入侵的需要

加强国家生物安全风险防控和治理体系建设 提高国家生物安全治理能力

要深刻认识新形势下加强生物安全建设的重要性和紧迫性，贯彻总体国家安全观，贯彻落实生物安全法，统筹发展和安全，按照以人为本、风险预防、分类管理、协同配合的原则，加强国家生物安全风险防控和治理体系建设，提高国家生物安全治理能力，切实筑牢国家生物安全屏障。



2021年9月29日，习近平在北京主持中共中央政治局第三十三次集体学习

实验室感染

在实验室进行感染性致病因子的科研中，对人员造成危害和对环境污染。

当硬件条件缺失、管理制度不完善及操作不规范，导致致病因子泄漏和逃逸，可能造成灾难性后果。

- 1956年前苏联委内瑞拉马脑炎病毒感染
- 1961年莫斯科流行性出血热感染
- 1967德国马尔堡病毒实验室感染
- 1978年英国伯明翰医学院天花实验室感染
- 1979年前苏联斯维尔德洛夫斯克炭疽菌泄漏事件
- 2001年英国波布特莱尔实验室口蹄疫病毒感染
- 2003年美国得克萨斯理工大学鼠疫杆菌丢失
- 美国密执安州立大学实验室布氏杆菌泄露事件
- 美国华盛顿国立卫生研究院Q热实验室感染
- 2003、2004年中国、新加坡SARS实验室感染

2003年9月9日，新加坡1名27岁的患者被诊断感染了SARS-CoV。患者在新加坡国立大学微生物实验室从事西尼罗病毒（West Nile Virus），同时还在国家环境卫生研究院的BSL-3工作。



- ①从该研究生使用过的西尼罗病毒冻存标本中检测到SARS-CoV;
- ②通过对其体内分离到的病毒基因组序列分析，结果显示该序列与实验室所研究过的SARS-CoV病毒株基因组序列高度同源;
- ③该研究生进入实验室时，未按照要求做好充分的个人防护;
- ④在该研究生进入实验室前2天，在实验室空气中检测到SARS-CoV。

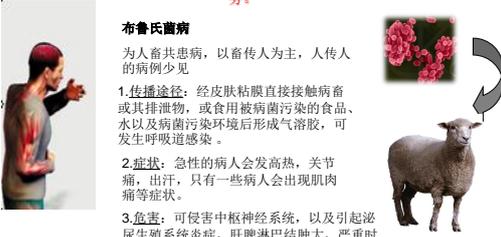
 东北林业大学
Northeast Forestry University

2010年12月19日东北农业大学30名师生在进行“羊活体解剖学实验课”中感染布鲁氏菌病

2011年6月，东北林业大学出具事件《调查报告》称校方对此次事件负全责，表示愿意承担治疗的全部费用，并同时免去动物医学学院院长和党总支书记职务。

布鲁氏菌病
为人畜共患病，以畜传人为主，人传人的病例少见。

- 1.传播途径：经皮肤粘膜直接接触病畜或其排泄物，或食用被病菌污染的食品、水以及病菌污染环境后形成气溶胶，可发生呼吸道感染。
- 2.症状：急性的病人会发高热，关节痛，出汗，只有一些病人会出现肌肉痛等症。
- 3.危害：可侵害中枢神经系统，以及引起泌尿系统炎症，肝脾淋巴结肿大，严重时病人会丧失劳动力。

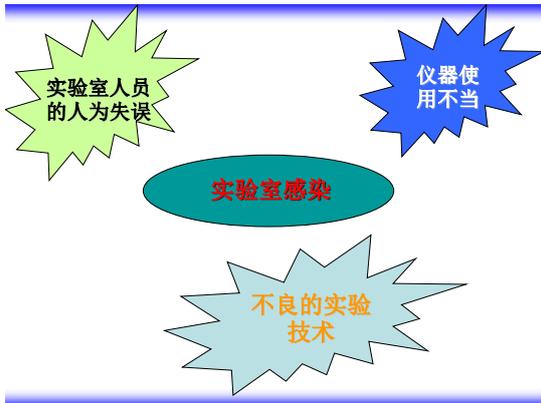


- 1951, 1965, 1976 - Sulkin和Pike调查了5000多个实验室，发现：
 - 累计实验室相关感染 3921例；
 - 病原微生物实验室获得性感染最常见的病原微生物有：
 - 肝炎 布氏菌病
 - 肺结核 野兔热（土拉弗氏菌）
 - 斑疹伤寒
 - 委内瑞拉马脑炎（Venezuelan Equine Encephalitis）

- 在3921例实验室相关感染中，对导致感染的原因分析发现：
- 低于 20%的实验室获得性感染与已知事故有关；
 - 80%的报告事例与实验室工作人员暴露与感染性气溶胶有关。

实验室相关的获得性感染原因小结

- 80% 是不明原因的感染。
- 20% 感染的原因是明确的。
 - 80% 是由工作人员操作失误引起的；
 - 20% 是由设备故障引起的。
- 导致感染最多的4种实验室事故：
 - 溢出和泼洒
 - 针头和注射器
 - 锐器、碎玻璃
 - 动物或动物体外寄生虫的咬伤或抓伤



• 1979年，美国实验室生物安全专家Pike在他的一篇评论中指出：
"生物安全知识、防护技术和设备对防止大多数实验室感染的发生是非常有用的"。

Ann. Rev. Microbiol. 1979, 33:41-66
 Copyright © 1979 by Annual Reviews Inc. All rights reserved.

LABORATORY-ASSOCIATED INFECTIONS: Incidence, Fatalities, Causes, and Prevention

Robert M. Pike
 Department of Microbiology, Southwestern Medical School, University of Texas Health Science Center, Dallas, Texas 75235

课程内容

- 1 实验室感染途径和来源
- 2 病原微生物危害及风险评估
- 3 生物安全防护



1. 实验室感染途径和来源

实验室感染的类型

- 1) **气溶胶导致的实验室感染** 由于实验室中的病原微生物可以气溶胶的形式飘散在空气中，当工作人员吸入了这种污染的空气而造成的感染。
- 2) **事故性感染** 一般是因为实验人员操作过程中的疏忽，使本来接触不到的病原微生物污染环境，直接或间接感染实验人员甚至危及周围环境。
- 3) **人为破坏** 如播散生物战剂，可以说是人为引发的实验室感染。

实验室感染的途径

病原微生物实验室相关感染的途径

病原微生物	经皮肤接种感染	微生物气溶胶吸入感染	食入感染	接触感染
真菌：灰霉菌孢子菌	●	●		
新型隐球菌	●	●		●
荚膜组织胞浆菌	●	●		●
拉沙病毒		●	●	●
淋巴细胞性腺苷从	●	●	●	●
脑膜炎病毒				●
马尔堡病毒	●			●
埃博拉病毒	●			●
狂犬病毒	●	●		●
委内瑞拉马脑炎病毒	●	●		●

可产生各种严重程度微生物气溶胶的实验操作

轻度 (<10个颗粒)	中度 (11-100个颗粒)	重度 (>100个颗粒)
玻片凝集试验	腹腔接种动物，局部不涂消毒剂	离心时离心管破裂
倾倒毒液	实验动物尸体解剖	打碎干燥菌种安瓿
火焰上灼热接种环	用乳钵研磨动物组织	打开干燥菌种安瓿
瓶内接种	离心沉淀前后注入、倾倒、混悬毒液	搅拌后立即打开搅拌器盖
接种鸡胚或抽取培养液	毒液滴落在不同表面上	小白鼠鼻内接种
	用注射器从安瓿中抽取毒液	注射器针尖脱落喷出毒液
	接种环接种平皿、试管或三角烧瓶等	刷衣服、拍打衣服
	打开培养容器的螺旋瓶盖	
	拌碎带有培养物的平皿	



实验室感染的来源

- 1) 标本来源：检测标本（实验室标本、临床标本）、菌毒种
- 2) 仪器设备使用过程中产生的污染来源（离心机、组织匀浆器、粉碎器及研磨器、超声波器具、真空冷冻干燥机及离心浓缩机、培养搅拌器、振荡器和混匀器、恒温水浴器、厌氧罐、干燥罐、冷冻切片仪）
- 3) 操作过程产生的污染（接种环操作、吸管操作、针头和注射器操作、危害性物质泄漏的操作、可造成意外注射、切割伤或擦伤的操作）
- 4) 实验动物

课程内容

- 1 实验室感染途径和来源
- 2 病原微生物危害及风险评估
- 3 生物安全防护



2. 病原微生物危害及风险评估

(1)、病原微生物危害程度分类

根据病原微生物的传染性及感染后对个体或群体的危害程度，将其分为**四类**：

- **第一类**：能够引起人类或动物非常严重疾病的微生物，以及我国尚未发现或已经宣布消灭的微生物。如：天花病毒、黄热病毒、马尔堡病毒和埃博拉病毒等。
- **第二类**：能够引起人类或动物严重疾病，比较容易直接或间接在人与人、动物与人、动物与动物间传播的微生物。如鼠疫耶尔森菌、O1和O139群霍乱弧菌、炭疽芽胞杆菌、HIV、结核分枝杆菌、肝炎病毒、狂犬病毒、汉坦病毒、森林脑炎病毒、新型隐球菌等。

病原微生物危害程度分类（续）

- **第三类**：能够引起人类或动物疾病，但一般情况对人、动物或环境不构成严重危害，传播风险有限，实验室感染后很少引起严重疾病，并且具备有效治疗和预防措施微生物。如：肺炎链球菌、葡萄球菌、流感病毒、HBV、柯萨奇病毒、钩端螺旋体等。
- **第四类**：是指在通常情况下不会引起人类或动物疾病的微生物。如：生物制品用菌苗、疫苗生产用的各种减毒、弱毒菌种、毒种等。

通常所说高致病性病原微生物是指一、二类病原微生物。

美国、加拿大、澳大利亚等国则反之。

(2)、病原微生物危害程度分类依据

- 微生物的致病性
 - 病原微生物的致病性越强，导致的疾病越严重，其等级越高
- 微生物的传播方式和宿主范围
- 当地所具有的有效预防措施
 - 如：接种疫苗或给予抗血清；卫生措施
- 当地所具备的有效治疗措施
 - 如：使用抗生素、抗病毒药物和其他药物，还应考虑出现耐药菌株的可能性

(3)、微生物风险评估的内容

• 1) 病原微生物的致病性和感染数量

不同的微生物种群在致病性方面差异很大，表现为不同的微生物生理学，产生免疫能力的最小剂量，微生物克服自体免疫和其他宿主抵抗的能力。

有些给动物带来危害的微生物对人类无害，但有些却能给人类带来严重的危害。处理：作为潜在病原体，用标准的微生物技术，主要指保护环境和操作人员，维持生物链。

当处理大剂量的微生物，感染的危险会增加，需要适当提高物理防护水平。

微生物风险评估的内容（续）

• 2) 暴露的潜在后果

暴露后其后果的轻重取决于病原微生物的致病力和机体的抵抗力，不同属、种、亚种、型的病原微生物，甚至不同株的病原微生物。还有所感染病原微生物的数量，大量病原微生物侵袭人体时，潜伏期一般较短，而病情严重；反之则潜伏期较长而病情较轻，或不发病。

不同个体被传染后，可产生各种不同的**结局**：隐性感染或不显性感染；显性感染；出现严重传染病而死亡；出现个体间的传播。

微生物风险评估的内容（续）

• 3) 自然传播途径

呼吸道、消化道、虫媒、血液、母婴等途径传播。

每一种病原体的传播途径不一定相同，同一种病原体亦可通过不同的传播途径传播，并引起不同的疾病。如流感病毒仅通过呼吸道传播。因此**气溶胶是引起实验室感染的最重要因素**。腺病毒可经呼吸道、消化道传播，前者表现为上呼吸道感染的症状体征，后者则表现为胃肠炎或腹泻。



流感病毒



腺病毒

• 4) 病原微生物在环境中的稳定性、浓度、宿主范围

病原微生物的稳定性：其抵抗外界环境的存活能力。对物理因素与化学消毒剂的敏感性。**病原微生物在自然环境和实验室环境的稳定性越强，受理化因素的影响越小，其危害性越大。**

病原微生物的感染性与其浓度呈正相关，即病原微生物的浓度越高，则其感染性越强，导致疾病的可能性越大，感染的风险就会增加。如，二类微生物通常在BSL-2实验室内操作，但特定实验需高浓度时，应在BSL-3实验室内操作。

大多数感染节肢动物的微生物一般不会导致人类疾病，但有一些能通过叮咬或排泄物传播，并传染给人。节肢动物是病菌的携带者，如蚊传播虫媒病毒，虱子传播立克次体等。

对植物和水生生物致病，但导致植物和鱼类疾病的微生物很少感染人类，只需严密监控和管理。

微生物风险评估的内容（续）

• 5) 拟进行的实验操作

A、吸入含病原体的气溶胶 能引起气溶胶的操作或事故有：离心、溢出或溅洒、混合、混旋、研磨、超声破碎以及开瓶时两个界面的分离等。

B、摄入病原体 造成经口摄入病原体的操作和事故有：以口吸吸管，液体溅洒入口、在实验室吃东西、饮水、抽烟以及将手指放入口腔等。

C、意外接种 被污染的针尖刺伤，被刀片或碎玻璃片割伤，动物或昆虫咬伤或抓伤等。

D、皮下或黏膜透入 含有病原体的液体溢出或溅洒在皮肤或黏膜上，皮肤或黏膜接触污染的表面或污染物，以及通过由于到脸的动作造成传播。

微生物风险评估的内容（续）

• 6) 涉及动物的病原微生物实验

从动物研究和实验室感染报告或临床报告中得到的信息在动物研究中，动物可引起新的危害如动物可产生气溶胶，或通过咬、抓等使实验人员感染，伤寒、霍乱、炭疽、布鲁菌病、破伤风的病例均与实验室有关。

凡进行菌种的动物实验时，都相应的升一级进行管理，二类按一类，三类按二类管理。如流感病毒为三类病原，普通操作可以在BSL-2实验室内进行，但在进行动物试验时，应升一级进行管理，在BSL-3实验室内进行试验。

微生物风险评估的内容（续）

- **7) 当地是否有有效的预防或治疗措施**
- 在进行实验研究时，能否提供迅速、及时、有效的预防或治疗措施对微生物的风险评估影响重大。
- **8) 工作人员的素质、医疗监督**
 - A、加强实验室生物安全培训，提高其对实验室感染危害性的认识是提高实验室生物安全的最重要基础。
 - B、实验室人员的免疫状况可影响实验室感染的发生，免疫功能低下者易发生感染。

微生物风险评估的内容（续）

• 9) 转基因生物

重组DNA技术的发展，转基因技术越来越广泛的被应用于生物研究的各个领域，而其弊端早在转基因技术研究初期就已引起了人们的注意。

1998年，英国Rowett研究所Pusztai发现鼠食用转基因大豆之后免疫系统受到破坏。

1999年，《Nature》刊登了美国Cornell大学Rossi的一篇论文指出，蝴蝶幼虫等农田益虫吃了撒有某种转基因玉米花粉的菜叶后会发育不良，死亡率特别高。

转基因生物及其产品对生物多样性、生态环境和人体健康可能产生许多潜在影响。针对这一安全问题，国际上在2000年通过了《生物多样性公约卡塔赫纳生物安全议定书》。

遗传修饰微生物的风险评估

• 1) 与宿主/受体相关的危害

利用原核生物、酵母、昆虫细胞等生命载体进行体外表达外源基因，都涉及到采用遗传工程技术，这些有生命活性的载体自身不仅可能影响实验室人员的生物危害，还可能引起生物污染问题——其造成的影响更是深远而不易觉察。

• 2) 插入外源性基因片段所产生的危害

克隆、表达编码毒素的基因就需要较高的生物安全水平，因为当过量表达某些毒素蛋白时，有可能产生难以预料的后果。常规遗传工程实验可以按BSL-1操作大肠杆菌工程菌。用于基因治疗和转基因到组织培养细胞的病毒载体，大多是复制缺陷型，应采用与构建这些载体时的亲本病毒相同的生物安全水平。

课程内容

- 1 实验室感染途径和来源
- 2 病原微生物危害及风险评估
- 3 生物安全防护



（一）生物安全防护基本原理

实验室物理防护

实验室物理防护包括**一级屏障（primary barrier）**和**二级屏障（secondary barrier）**。

一级屏障

在操作危险微生物的场所，把危险微生物隔离在一定空间内的措施，也就是危险微生物和操作者之间的隔离，以防止微生物对操作者个人和实验室内环境污染为目标，也称**一级隔离**。

生物安全屏障(BARRIER)（一级）

一级隔离是通过良好的微生物技能和合适的安全设备的使用来提供保障。

包括**生物安全柜**和**操作者使用的个人防护用品**（手套、外套、罩衣、鞋套、长统靴、呼吸机、面罩、护目镜等）。



生物安全屏障(BARRIER) (二级)

二级隔离为物理防护的第二道防线，是一级屏障的外围设施，就是生物安全实验室和外部环境的隔离，以防止微生物污染环境或者说防止实验室外的人员被感染为目的。二级屏障能够在一级屏障失效或其外部发生意外时，使其他的实验室及周围人群不致暴露于释放的实验材料之中而受到保护。

二级屏障涉及的范围很广泛，包括实验室的建筑、结构和装修、电气和自控、通风和净化、给水排水与气体供应、消防、消毒和灭菌等。

生物安全屏障 (二级)

二级隔离指实验室的规范和技能、设施结构和通风结构：包括室内保持负压，防止气溶胶逸出，排气经高效过滤器后并能排出室外；一切污染材料必先高压灭菌或经充分消毒后能拿出；下水须经加温消毒后能排入公共下水系统；人员应更衣淋浴后能离开。

规范化的实验室管理

- ❖ 建立实验室生物安全管理机构
- ❖ 制定实验室生物安全管理规章制度
 - 实验室准入制度
 - 人员培训制度
 - 仪器设备管理制度
- ❖ 标准化的操作规程
 - 制定整个实验过程各环节的**标准操作规程** (standard operating procedures, **SOP**)



中华人民共和国
生物安全法
2021年4月15日执行
10章，86条



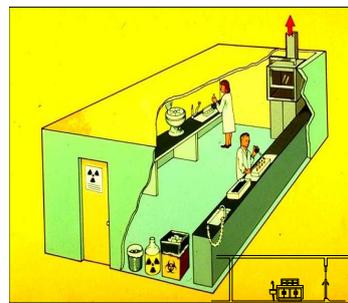
(二) 生物安全实验室分级

根据微生物对人类致病的强弱，将生物安全水平 (biosafety level, BSL) 分为4个等级；相应的生物安全实验室也分为4个等级 (BSL-1、BSL-2、BSL-3、BSL-4)。或分为基础实验室 (BSL-1、BSL-2)、防护实验室 (BSL-3)、高级防护实验室 (BSL-4)。

BSL-1

- 其操作规程、安全装备及设施设计适合于大学生和继续教育培训与教学。
- 适合于已知其特征的、在健康成人中不引起疾病的、对实验室工作人员和环境危害性最小的生物因子的工作。
- 枯草杆菌、格氏阿米巴原虫和感染性犬肝炎病毒是符合这些标准微生物的代表。
- 不需要特殊的一级和二级屏障、除需要洗手池外，依靠标准的操作即可获得基本的防护水平。

BSL-1



- 洗手池
- 工作台
- 固定的设备或家具
- 窗户安装纱网

要求台面不渗水、耐酸、耐碱，实验室中有水池，执行标准的微生物学操作。

BSL-1



个人防护设备有时也需要：
 各类防护衣、帽、裤、鞋、靴、袜、手套等
 面部防护：口罩、面具
 眼睛防护：眼镜



BSL-2

适合于从事对人和环境有**中度危害**（危险度三级）的生物因子的工作，实验室感染不导致严重疾病，并且传播风险有限。当使用任何源自人的血液、体液、组织或原代细胞系时，BSL-2是合适的。

大多数中等致病微生物和不引起气溶胶传播的微生物都属于2级。可通过免疫接种或抗生素治疗加以预防或治疗。

例子：

- + 麻疹病毒 (Measles virus)
- + 沙门菌 (Salmonellae)
- + 弓形体 (Toxoplasma spp.)
- + 乙型肝炎病毒 (Hepatitis B virus)
- + HIV (临床标本检测)

BSL-2

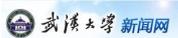


除BSL-1条件外，必须有高压灭菌器，废弃物消毒后方可拿出；工作中须使用个人防护用品；限制人员进出；实验室门口有“生物危害”的标志



BIOHAZARD

医学病毒学生物安全二级实验室



BSL-2

在涉及下列情况下，从事感染性生物因子工作时应该使用BSC:

- + 气溶胶和飞溅
- + 大容量培养
- + 高浓度



BSL-3

- 适用于临床、诊断、教学、研究或生产设施，BSL-3的防护实验室是为处理危险度三级微生物和大量或高浓度的、具有高度气溶胶扩散危险的危险度2级微生物的工作而设计的。
- 三级生物安全水平需要比BSL-1、BSL-2的基础实验室更严格的操作和安全程序。在这些设施中，使用某些因子可能因为吸入暴露引起严重的或潜在的致死性疾病。
- 实验室人员在操作病原体 and 潜在致死性因子方面要经过特别的培训，并且由对这些因子使用有经验、有能力的科学家来监督。
- 所有与感染性材料操作有关的程序要在BSC或其他物理防护装置中执行，或由人员穿着合适的个人防护服和装备进行操作。

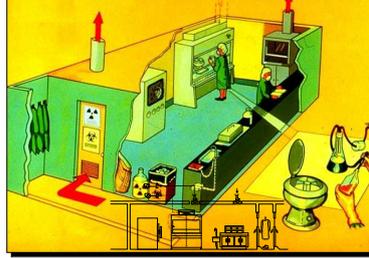
BSL-3

暴露于潜在的气溶胶传播的病原体。感染的严重性，可能致死。

例子:

- 结核杆菌 (M. tuberculosis)
- 圣.路易斯脑炎病毒 (St. Louis encephalitis virus)
- Q热立克次体 (Coxiella burnetii)
- 汉坦病毒 (Hantavirus)
- SARS病毒
- 流感病毒 (Influenza virus)

BSL-3

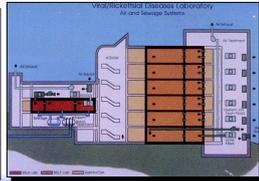


除BSL-1、BSL-2的设施外,要求室内保持负压,排出空气须过滤。

实验室房屋要密封防渗漏,墙、地板和天花板要防水,易清洁,有自动关闭和双重通道,操作在BSC中进行,工作人员操作应先接种相应的疫苗。
呼吸道保护

BSL-3

- 在BSL-1 和BSL-2 设施的基础上,加:
 - 隔离建筑物或隔离区
 - 双门进入系统
 - 向内定向气流
 - 单一通过气门



BSL-4

- 最高级别防护实验室,主要是针对外来的危险因子,这些因子可以引起气溶胶传播的实验室感染和威胁生命。

如:

Marburg Virus

Ebola Virus

刚果-克里亚出血热病毒



BSL-4

- 所有的活动被限制在三级生物安全柜内进行,或使用一套带有生命支持系统通风装置的正压防护服后在二级生物安全柜内进行。
- BSL-4实验室有特殊的工程和设计特征,以防止微生物散布到环境。BSL-4的最高防护实验室的运作应在国家或其他有关的卫生主管机构的管理下进行。

BSL-4

实验室设施要求

(1) III级生物安全柜型实验室：

由III级生物安全柜来提供基本防护。实验室必须配备带有内外更衣间的个人淋浴室。

对于不能从更衣室携带进出安全柜型实验室的材料、物品，应通过双门结构的高压灭菌器或熏蒸室送入。只有在外门安全锁闭后，实验室内的工作人员才可以打开内门取出物品。高压灭菌器或熏蒸室的门采用互锁结构。

BSL-4

(2) 防护服型实验室：

进入实验室的人员需穿正压的、供气经高效空气过滤器过滤的连身防护服。防护服的空气必须由双倍用气量的独立气源系统供给，以备紧急情况下使用人员通过装有密封门的气锁室进入防护服型实验室。



武汉国家生物安全实验室

BSL-4

- **进入控制：** BSL-4必须位于独立的建筑内，或是在一个安全可靠的建筑中明确划分出的区域内。只有通过更衣和淋浴室，人员才能进入和离开实验室。只有在紧急情况，人员才使用气锁进入或离开实验室。
- 个人的衣服在外更衣室脱下存放。要提供完全的实验室衣服供进入实验室的人员使用，包括内衣、短短裤、衬衫、鞋子和手套等。弄脏的衣服在洗衣之前要高压灭菌。

BSL-4

- **通风系统控制：** 保持负压。供风和排风均需经高效空气过滤器过滤。III级安全柜型实验室和防护服型实验室的通风系统有显著差异。
- (1) III级安全柜型实验室： 通入III级生物安全柜的气体可以来自室内，并经过安装在生物安全柜上的高效空气过滤器，或由供风系统直接提供。从III级生物安全柜内排出的气体在排到室外前需经两个高效空气过滤器过滤。
- (2) 防护服型实验室：

BSL-4

- **污水的净化消毒** 所有源自防护服型实验室、用于清除污染的传递间、用于清除污染的浴室或III级生物安全柜的污水，在最终排往下水道之前，必须经过净化消毒处理。首选加热消毒法。污水在排出前，还需将 pH 值调至中性。
- **其他：** 必须要有供标本、实验用品以及动物进入的气锁室；必须配备应急电源和专用供电线路；必须安装安全防护排水管。
- BSL-4实验室中工作的高度复杂性，应单独制订详细的工作手册，并在培训中进行检查。

(三) 生物安全防护重要设备--生物安全柜 (Biological Safety Cabinet, BSC)



1. 生物安全柜的概述

实验室主要的物理隔离设备，是为操作原代培养物、细菌、病毒株以及诊断性标本等具有感染性的实验材料时，用来保护实验人员、实验室环境和实验材料，避免或减少操作过程中可能产生的感染性气溶胶和溅出物造成实验人员感染而设计的**负压过滤排气柜**。

生物安全柜多次改进后的主要变化—增加了**高效空气过滤器(HEPA)**

① **排风系统**的高效空气过滤器(HEPA)：对于直径0.3 μ m的颗粒的截留效果可达到**99.97%**，而对更大或更小的颗粒则可以达到**99.99%**。这使它可以有效的截留所有已知的传染因子，确保生物安全柜排出的空气完全不含微生物。

② **送风系统**的高效空气过滤器：将高效过滤的空气输送到柜内工作台上，从而保护工作台面上的实验材料不受污染（**实验对象保护-product protection**）。

2. 生物安全柜的分类

I级、II级和III级生物安全柜间的差异

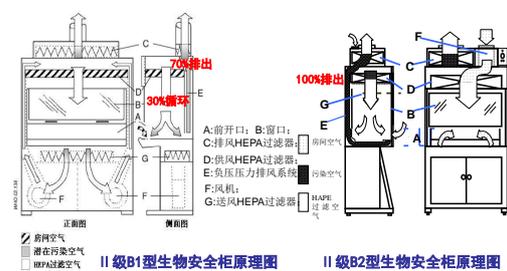
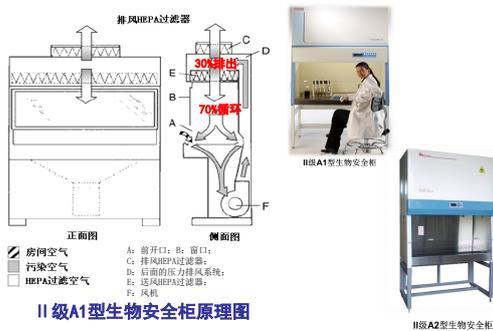
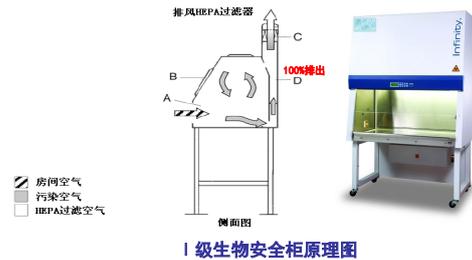
生物安全柜	正面气流速度 (m/s)	气流百分数 (%)		外排连接方式
		重新循环部分	排出部分	
I级 ^a	0.36	0	100	硬管
II级A1型	0.38-0.51	70	30	排到房间或套管连接处
外排风式II级A2型 ^a	0.51	70	30	排到房间或套管连接处
II级B1型 ^a	0.51	30	70	硬管
II级B2型 ^a	0.51	0	100	硬管
III级 ^a	NA	0	100	硬管

NA：不适用；^a：所有生物学污染的管道均为负压状态或由负压的管道和压力通风系统围绕

不同保护类型及生物安全柜的选择

保护类型	生物安全柜的选择
个人防护，针对危险度1级-3级微生物	I级、II级、III级生物安全柜
个人防护，针对危险度4级微生物，手套箱型实验室	III级生物安全柜
个人防护，针对危险度4级微生物，防护服型实验室	I级、II级生物安全柜
实验对象保护	II级生物安全柜，柜内气流是层流的III级生物安全柜
少量挥发性放射性核素/化学品的防护	II级B1型生物安全柜，外排风式II级A2型生物安全柜
挥发性放射性核素/化学品的防护	I级、II级B2型、III级生物安全柜

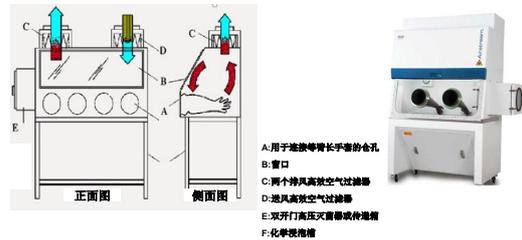
3. 生物安全柜的工作原理





II级B1型生物安全柜

II级B2型生物安全柜



A:用于连接臂长手套的含孔
B:窗口
C:两个净具高效空气过滤器
D:进风高效空气过滤器
E:双开门高压灭菌器附件插槽
F:化学废物箱

III级生物安全柜（手套箱）示意图

4. 生物安全柜的使用

(1) 使用前的准备

- ①列出实验所需的材料清单，并在安全柜内放置所需材料，以减少手臂穿过安全柜气屏障的运动次数。**手慢速直角进出安全柜。**
- ②操作前，手套、工作服、口罩等基本防护设备按要求戴好，并调好座位高度，并事先**运行安全柜至少3-5分钟**以净化柜内空气。
- ③**手臂放进安全柜内约1分钟后**，才能开始实验操作，目的是使安全柜恢复稳定状态，并让气流“冲刷掉”沾染在手臂和手表面的微生物。
- ④从节能角度出发，仅当需要时才启用安全柜。
- ⑤经常擦洗工作台面、内壁和观察窗内壁（乙醇、次氯酸钠、过氧化氢、过氧乙酸）。

(2) 柜内材料的放置

- ①工作台上可放置一块塑料衬底的吸水毛巾，用于日常清洁和一旦有液体洒出能减少气溶胶和喷溅物的形成。
- ②**操作中应按照沿工作面向清洁区流向污染区的方向进行。**安全柜内一切材料应尽量放置在远离前格栅，靠近操作台后缘的位置；易产生气溶胶的设备也放置在柜内操作台后部；大物品，如生物危害灭菌包、废液缸、吸滤瓶应放置在柜内的一侧。
- ③实验时废弃物和干净的材料分开放，以免交叉污染
- ④可能被污染的材料在进行消毒之前不能取出安全柜。



干净的物品 被污染的区域 废弃物托盘 垃圾袋

(3) 使用中的注意事项

- ①柜内只放置本次工作直接需要的材料和设备。
- ②操作人员应放慢手臂的进出速度，以直角进出安全柜的开口。同时应尽量避免房间内其他人员的活动，如快速走动、开关房门等可能干扰安全柜的气幕屏障。
- ③安全柜内一般不需要紫外灯，如果使用紫外灯，则应该每周清洗以除去可能影响其杀菌效果的灰尘和污垢；检查紫外灯的强度，确保适当的光发射量；房间有人时关闭紫外灯，避免人被紫外灯伤害。
- ④原则上**避免使用明火**。
- ⑤实验室中应张贴如何处理溢出物的实验操作规则。
- ⑥生物安全柜内的警报装置主要有窗式报警器和气流报警器。
- ⑦定期找专业人员评估安全柜的防护效果。



气流报警器

(四) 实验室常见生物安全操作技术规范

1. 微生物接种的生物安全操作

- ① 微生物接种时，打开培养皿的时间应尽量缩短。用于接种的器皿须经过干热或火焰等严格灭菌。
- ② 接种环经火焰灭菌时，不直接灼烧接种环，以免残留在接种环上的菌体爆溅，产生气溶胶而污染空间。
- ③ 为避免转移物质的洒落，微生物接种环的直径应为2-3mm，并完全封闭，手柄长度应小于6cm以减少振动，或采用一次性灭菌棉签。
- ④ 避免明火，使用封闭式微型电加热消毒接种环。
- ⑤ 所有污染和未使用的培养基的弃置应采用安全的方式，且应符合国家和地方法规等的规定。



2. 血清分离的生物安全操作

- ① 做好个人防护（戴手套，眼睛和黏膜的防护）。
- ② 血液和血清应当小心吸取，不能倾倒。
- ③ 严禁用口吸液。
- ④ 移液管（pipette）使用后应完全浸入适当的消毒液中；且在处理前或洗刷及灭菌再利用前，注意需浸泡足够长的时间，然后再丢弃或灭菌清洗后重复使用。
- ⑤ 准备有适当的消毒剂来清洗喷溅和溢出的样品。
- ⑥ 带有血凝块等的废弃样品管，在加盖后置于适当的防漏容器内高压灭菌和（或）焚烧。



3. 装有冻干物质安瓿开启的生物安全操作

- ① 从冷冻储存器材中取出安瓿时，实验人员应进行眼睛和手的防护。
- ② 取出安瓿后首先需清洗安瓿外表面的污染；若管内有棉花或纤维塞的中部锉一个痕迹。
- ③ 用一团酒精浸泡过的棉花将安瓿包起来用以保护双手，并手持安瓿从标记的锉痕处打开。
- ④ 将安瓿顶部小心移去，并按照污染物进行处理；若塞子还在安瓿上，则用消毒镊子去除。
- ⑤ 缓慢向安瓿中加入一些液体来重悬冻干物质，以避免出现泡沫。
- ⑥ 不能将装有感染性物质的安瓿浸入液氮中（易发生破碎或爆炸）；确需低温保存，应将安瓿储存在液氮上面的气相中。

4. 样品搅拌、振荡和研磨的生物安全操作

- ① 所涉及的管子、盖子、杯子或瓶子均应保持完好，无裂隙、无变形。盖子、垫圈应配套完好。螺旋盖培养瓶口装有防护滤膜。
- ② 在混匀、振荡的过程中，应控制容器内的样品量，避免破碎时容器内压力骤然增加，含有感染性材料的气溶胶会从容器和盖子间的空隙溢出。
- ③ 使用匀浆器、振荡器和混合器时，应有防护装置，并在生物安全柜内操作。操作结束后，应在生物安全柜内开启容器。
- ④ 玻璃研磨器外部应使用吸收材料包裹，应戴手套把持。尽量以塑料容器代替玻璃容器。

小结



生物安全关乎人民生命健康，关乎国家长治久安，关乎中华民族永续发展，是国家总体安全的重要组成部分，也是影响乃至重塑世界格局的重要力量。

拓展阅读

- 中华人民共和国生物安全法
- 实验室生物安全通用要求（GB19489-2008）
- 人间传染的病原微生物名录



办公室地点：医学病毒学研究所4楼405室
Tel: 027-68789310
E-mail: houwei@whu.edu.cn

小测试（1）

- ✓ 病原微生物危害程度分类的主要依据是 B
 - A. 宿主抵抗力
 - B. 致病性
 - C. 无有效预防措施
 - D. 工作人员的专业技能培训
- ✓ 关于BSL-2实验室的设施要求错误的是 C
 - A. 实验室所在建筑内配备高压蒸汽灭菌器
 - B. 门能够自动关闭，有可视窗
 - C. 应该安装独立的送排风系统
 - D. 有适当的火灾报警器
 - E. 安装防虫的纱窗

小测试（2）

- ✓ 下列设备中，能够同时保护操作人员、受试样品和环境的是 B
 - A. 一级生物安全柜
 - B. 二级生物安全柜
 - C. 四级生物安全柜
 - D. 超净工作台
 - E. 通风橱
- ✓ 开启冻干物质安瓿瓶时，由于压力降低其部分冻干物可能会溅出，合适的操作环境是 D
 - A. 实验台上
 - B. 无菌室内
 - C. 通风橱内
 - D. 生物安全柜内
 - E. 应急喷淋装置旁
- ✓ 热力灭菌的方法中，效力最强的是 E
 - A. 煮沸法
 - B. 干烤
 - C. 巴氏消毒法
 - D. 使用流通蒸汽
 - E. 使用103.4kPa高压蒸汽

实验室特种设备与气瓶安全

实验室

气体

安全

气瓶

爆炸

主讲人：廖冬梅
 手机：18971295295
 武大动机电学院 实验中心

实验室特种设备与气瓶安全

- 1.0 特种设备
 - 1.1 燃烧与爆炸
 - 1.2 爆炸极限
 - 1.3 案例分析：
 - 大学“4·5”甲烷气瓶爆炸事故
 - 1.4 案例分析：
 - 镇江“5·16”氧气瓶爆炸事故
 - 1.5 实验室安全隐患

1.0 特种设备

特种设备

2009年特种设备安全监察条例：

- 特种设备是指涉及生命安全、危险性较大的锅炉、压力容器（含气瓶，下同）、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施和场（厂）内专用机动车辆。



1.0 特种设备

与实验室相关的压力容器

- 压力容器，是指盛装气体或者液体，承载一定压力的密闭设备，其范围规定为：
 - 最高工作压力 $\geq 0.1\text{MPa}$ （表压）的气体、液化气体和最高工作温度 \geq 标准沸点的液体；容积 $\geq 30\text{L}$ 且内直径（非圆形截面指截面内边界最大几何尺寸） $\geq 150\text{mm}$ 的固定式容器和移动式容器；（高压灭菌锅）
 - 盛装公称工作压力 $\geq 0.2\text{MPa}$ （表压），且压力与容积的乘积 $\geq 1.0\text{MPa}\cdot\text{L}$ 的气体、液化气体和标准沸点 $\leq 60^\circ\text{C}$ 液体的气瓶；
- 氧舱

代码	种类	类别	品种
2000	压力容器	气	气
2300		气瓶	
2310			无缝气瓶
2320			焊接气瓶
2330			特种气瓶（内装填料气瓶、纤维缠绕气瓶、低温绝热气瓶）

1.0 特种设备

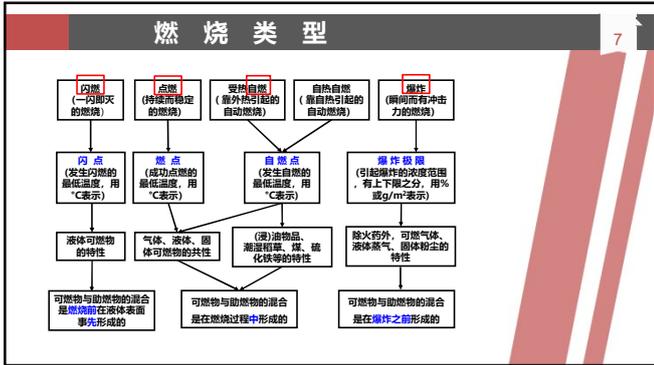
与实验室相关的起重机械

- 电梯：指动力驱动，利用沿刚性导轨运行的箱体或者沿固定线路运行的梯级（踏步），进行升降或者平行运送人、货物的机电设备，包括载人（货）电梯、自动扶梯、自动人行道等。非公共场所安装且仅供单一家庭使用的电梯除外。
- 起重机械：指用于垂直升降或者垂直升降并水平移动重物的机电设备，其范围规定为额定起重量 $\geq 0.5\text{t}$ 的升降机；额定起重量 $\geq 3\text{t}$ （或额定起重力矩 $\geq 40\text{t}\cdot\text{m}$ 的塔式起重机，或生产率 $\geq 300\text{t/h}$ 的装卸桥），且提升高度 $\geq 2\text{m}$ 的起重机；层数 ≥ 2 层的机械式停车设备。

1.0 特种设备

层数 ≥ 2 层的机械式停车设备





1.1 燃烧与爆炸

(1) 化学爆炸

化学爆炸: 由于物质急剧氧化或分解反应产生温度、压力增加的现象。

按传播速度分: 爆燃、爆炸、爆轰

- 爆燃: $v = \text{数米/秒}$
- 爆炸: $v = \text{十几米到数百米/秒}$
- 爆轰 (爆震): $v = \text{千米/秒}$, 产生超音速冲击波, 出现“殉爆”。

1.1 燃烧与爆炸

(2) 发生化学爆炸的条件

- 大量放热
 - $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu} - 205.4 \text{ kJ}$ 吸热
 - $\text{Cu} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu}_2\text{SO}_4 + 23.86 \text{ kJ}$ 放热少
 - $\text{Ag} + \text{OOC-COOAg} = 2\text{Ag} + 2\text{CO}_2 + 55.2 \text{ kJ}$ 爆炸
- 大量产气
- 快速反应 硝化甘油/TNT ≫ 无烟煤

1.1 燃烧与爆炸

(3) 爆炸的破坏作用

- 爆炸冲击波 通过空气传播的压力波
- 地震波 建筑物的震荡、开裂、松散倒塌
- 爆炸碎片 100~500m
- 有毒气体 CO 、 NO 、 H_2S 、 SO_2

1.2 爆炸极限

(1) 爆炸浓度极限

- 爆炸浓度极限: 可燃气体、蒸气或粉尘与空气混合后, 遇火可发生爆炸的最高和最低的浓度范围; 又称爆炸极限。
- 气体、蒸气: 体积百分数%;
- 粉尘: g/m^3

可燃气体、蒸气或粉尘在空气中刚足以使火焰蔓延的最低浓度, 称为爆炸下限 (燃烧下限); 刚足以使火焰蔓延的最高浓度称为爆炸上限 (燃烧上限)。

1.2 爆炸极限

GB12158-2006 防止静电事故通用导则

序号	物质名称	闪点/℃	可燃极限		燃点/℃	分类和级别		
			体积浓度/%	质量浓度/(mg/L)				
175	氢气 hydrogen	—	4.00	77.0	3.4	63	560	II C
176	氢氰酸、氰化氢 hydrogen cyanide	<-20	5.40	46.0	60	520	538	II B
177	硫化氢 hydrogen sulfide	—	4.00	45.5	57	650	270	II B
178	4-羟基-4-甲基庚酮-2 4-hydroxy-4-methylpentan-2-one	58	1.60	6.9	88	336	680	II A
179	煤油 Kerosene	38	0.70	5.0	—	—	210	II A
180	1,3,5-三甲苯 1,3,5-trimethylbenzene	44	0.80	7.3	40	365	499	II A
181	醛乙醛 metaldehyde	36	—	—	—	—	—	II A
182	甲基丙烯酰氯 methacryloyl chloride	17	2.50	—	106	—	510	II A
183	沼气 methane	—	4.40	17.0	29	113	537	I
184	甲烷 methane	—	4.40	17.0	29	113	537	II A

1.2 爆炸极限

(2) 爆炸危险度

可燃气体和液体的爆炸危险度 H_a :

$$H_a = \frac{L_u - L_f}{L_f}$$

表2-2 某些可燃气体爆炸危险度指标

名称	爆炸危险度 H_a	名称	爆炸危险度 H_a
氨	0.87	汽油	5.00
甲烷	1.83	辛烷	5.32
乙烷	3.17	苯	5.90
乙醇	3.29	乙酸戊酯	9.00
丙烷	3.50	氢	17.78
丁烷	3.67	乙炔	53.67
一氧化碳	4.92	二硫化碳	59.00

1.3 案例分析

大学“4·5”甲烷气瓶爆炸事故

(1) 事故经过

主观意识：模拟空气中，甲烷的理论体积分数：
 $0.25/1.5=16.7\% \approx 17\% > 16\%$ (爆炸上限)

擅自更改实验地点至大学
 14.11.06 K与S签订技术合同
 14.11.30
 甲烷气瓶发生爆炸
 15.04.03 L自行配制甲烷混合气体
 15.04.05

1.3 案例分析

(2) 应急救援及事故损失

实验室炸毁
 直接经济损失 200万元

1研究生死亡，4人受伤

1.3 案例分析

(3) 事故调查

瓶底整体与瓶身断开

过火痕迹 烧热变色

墙体门窗破坏严重

瓶底断口呈锯齿

残留物为甲烷和醇

1.3 案例分析

(3) 事故调查

Q1: 超出爆炸上限的甲烷为什么会爆炸?

主观意识：在气瓶模拟空气中，甲烷的理论体积分数：
 $0.25/1.5=16.7\% \approx 17\% > 16\%$ (爆炸上限)

客观原因1: 压力表未经检验及精度误差

客观原因2: 初始压力1.75MPa使爆炸上限显著↑

表2-3 甲烷在不同初始压力下的燃烧极限

初始压力/MPa	燃烧下限的体积分数/%	燃烧上限的体积分数/%
0.1	5.0	16
1.0	5.9	17.2
5.0	5.4	29.4
12.5	5.7	45.7

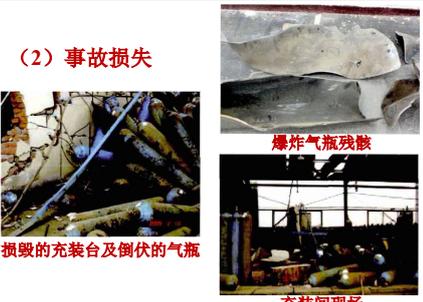
1.3 案例分析

影响爆炸极限的主要因素

- (1) 初始温度 ↑
- (2) 初始压力 ↑
- (3) 点火能量 ↑
- (4) 混合物中的含氧量 ↑ → 爆炸极限变宽
- (5) 容器直径 ↑
- (6) 惰性气体含量 ↓

1.4 案例分析 25

(2) 事故损失



损毁的充装台及倒伏的气瓶

爆炸气瓶残骸

充装间现场

1.4 案例分析 26

(3) 事故调查

现场发现：
在氧气瓶底部有油性物质！

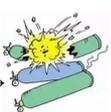


疑似油性物质

油性物质
红外光谱匹配结果

检索	匹配	Compound name (化合物名)	Library(库)
706	82.94	BIS(2-HYDROXYETHYL) DIMERATE	Polymer Additive and Plasticizers (聚合物添加剂和增塑剂)
127	82.57	Primol Eco 100K	Lubricants and Oils by ATR (润滑油和油的全反射)

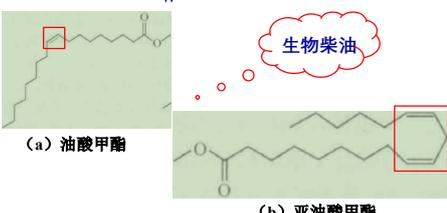
推测：油脂+高压纯氧→自燃+Q

$$O_2 \xrightarrow{\Delta/V/P \uparrow} \text{自燃} + Q$$


1.4 案例分析 27

(3) 事故调查

Q1: 油脂接触氧气可以自燃?



(a) 油酸甲酯

(b) 亚油酸甲酯

生物柴油

1.4 案例分析 28

(3) 事故调查

Q1: 油脂接触氧气可以自燃?

$$R-CH=CH-R' + O_2 \rightarrow R-\underset{\substack{| \\ O-O}}{CH}-CH-R' + Q$$

氧化 放热

$$R-\underset{\substack{| \\ O-O}}{CH}-CH-R' \rightarrow R-\underset{\substack{| \\ O}}{CH}-CH-R' + [O]$$

氧化能力更强

$$R-CH=CH-R' + R-\underset{\substack{| \\ O-O}}{CH}-CH-R' \rightarrow R-\underset{\substack{| \\ O}}{CH}-CH-R' + Q$$

自热 自燃 聚合 放热

1.4 案例分析 29

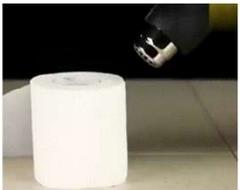
(3) 事故调查

Q2: 火球爆炸发生在氧气瓶关阀之际?



关闭产生的摩擦热 外部热源，油脂受热自燃

1.4 案例分析 30



卷纸的受热自燃 (电吹风加热)



白磷的自热自燃 (化学氧化放热)

$$4P + 5O_2 = 2P_2O_5 + 308.2KJ$$

1.4 案例分析 31

(3) 事故调查

Q3: 油脂在13.5MPa高压纯氧瓶中发生自燃?

- 高压纯氧。油脂氧化聚合反应充分, Q↑;
- 高压。P↑, 自燃点↓;
- 氧含量。C↑, 自燃点↓;
- 蓄热条件。氧气瓶密闭空间, 蓄热好。

1.4 案例分析 32

(3) 事故调查

Q4: 油脂从何而来?

专家又发现: 充气站混用气瓶!

1.4 案例分析 33

(3) 事故调查

Q4: 油脂从何而来

液化CO₂杂质分析:

5% CH₄ 化合物

- 70%: C12-C15 煤油 → 汽化出瓶外
- 30%: C16-C20 柴油 + C21-C35 润滑油 → 不易挥发而浓缩积聚 → 20次/600g

O₂=13.5MPa 油脂≥80~96g

1.4 案例分析 34

(4) 事故教训及安全措施

- 装O₂容器、附件内外表面, 不得沾附油脂;
- 用不可燃的CCl₄及时去油;
- 缓慢开闭瓶阀, 气瓶轻挪轻放;
- 气瓶严禁混用;

1.5 实验室安全隐患 35

安全检查发现以下问题:

- (1) 弄清气瓶的设计使用年限与定期检验周期
- (2) 选择合格供应商
- (3) 保护瓶阀
- (4) 正确选用减压阀
- (5) 留有余压
- (6) 气路管线材质与固定
- (7) 安装可燃气体检测器
- (8) 购买气瓶

1.5 实验室安全隐患 36

(1) 气瓶的设计使用年限与定期检验周期

表 3-5 常用气瓶的设计使用年限

序号	气瓶品种	设计使用年限(年)
1	钢质无缝气瓶	20
2	铝合金无缝气瓶	
3	溶解乙炔气瓶以及吸附式天然气钢瓶	
4	长管拖车、管束式集装箱用大容量钢质无缝气瓶	20
5	钢质焊接气瓶	
6	燃气气瓶	8

表 3-5(续)

气瓶品种	设计使用年限(年)
焊接绝热气瓶	20
汽车用液化天然气气瓶、车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶	10
汽车用压缩天然气钢瓶、车用液化石油气钢瓶、车用液化二甲醚钢瓶	15
金属内胆纤维缠绕气瓶(不含车用气瓶)	15
盛装腐蚀性气体或者在海洋等易腐蚀环境中使用的钢质无缝气瓶、钢质焊接气瓶	12

37

表 9-1 气瓶定期检验周期		
气瓶品种	介质、环境	检验周期(年)
钢质无缝气瓶、钢质焊接气瓶(不含液化石油气钢瓶、液化二甲醚钢瓶)、铝合金无缝气瓶	腐蚀性气体、海水等腐蚀性环境	2
	氯、六氟化硫、四氟甲烷及惰性气体	5
	纯度大于或者等于 99.999% 的高纯气体(气瓶内表面经防腐蚀处理且内表面粗糙度达到 Ra0.4 以上)	5
	其他	8
	混合气体	按混合气体中检验周期最短的气体特性确定(微量组分除外)
液化石油气钢瓶、民用液化二甲醚钢瓶	民用	3
	车用	4
车用压缩天然气气瓶		5
车用氢气气瓶		3
气体储运用纤维缠绕气瓶	压缩天然气、氢气、空气、氧气	3
呼吸器用复合气瓶		3
低温绝热气瓶(含车用气瓶)	液氧、液氮、液氩、液化二氧化碳、液化氧化亚氮、液化天然气	3
溶解乙炔气瓶	溶解乙炔	3



鄂检111
18年至23年

38

1.5 实验室安全隐患

(2) 选择合格供应商

建议在武大“信息门户-试剂耗材”上购买气体：
先验气瓶→用气→年底结算；依靠武大平台！
杜绝翔云！气瓶超年检时间，特种设备！

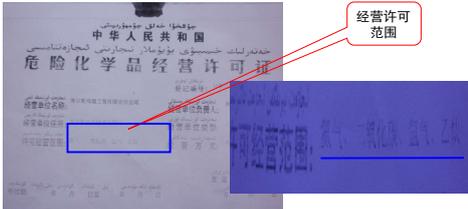
关于遴选试剂耗材管理平台供应商--气体类的成交公示

公告编号: DPT2018060601	标段编号: 试剂	发布日期: 2018-06-06
开标日期: 2018-06-19	开标日期: 2018-06-19	发布者:
中标供应商: 武汉中鑫源定气体有限公司(成交金额: 0.0000元)武汉中科兴达慧制技术有限公司(成交金额: 0.0000元)法瑞斯气体压缩机厂广东分制(成交金额: 0.0000元)武汉中乙化学试剂有限公司(成交金额: 0.0000元)武汉钢铁集团气体有限责任公司(成交金额: 0.0000元)湖北高鑫普升实业公司(成交金额: 0.0000元)		

39

1.5 实验室安全隐患

该氧气生产厂超出许可范围生产，其危险化学品经营许可证的许可范围是氮气、二氧化碳、氢气和乙炔四项，没有氧气的生产和销售资质。



经营许可证范围

40

1.5 实验室安全隐患

(3) 保护瓶阀

- 观看视频: 2.1-无缝钢瓶制作过程



然后在开口处加工螺紋

41

1.5 实验室安全隐患

(3) 保护瓶阀

- 观看视频: 2.2-气瓶倾倒危害



密封带



图3 阀门及连接密封环拆卸



图4 瓶身接口密封胶

42

1.5 实验室安全隐患

① 气瓶一定要固定: 气瓶带 气瓶架 气瓶柜



1.5 实验室安全隐患 43

② 气瓶要戴帽戴罩戴圈

瓶帽
2个防震圈

气瓶保护装置

气瓶保护装置见图 T-1(a)~(f)。

(a) 总罩型	(b) 半开罩型
(c) 吊篮型	(d) 半开吊篮型
(e) 吊篮型	(f) 半开 C 型

图 T-1 气瓶保护装置

1.5 实验室安全隐患 44

(4) 正确选用减压阀

瓶阀出口口：

- 可燃气体的出口螺纹为左旋反牙；
- 非可燃气体的出口螺纹为右旋正牙；
- 减压阀的连接螺纹要匹配；

1.5 实验室安全隐患 45

请识别图中错误：

1.5 实验室安全隐患 46

(5) 留有余压

- 瓶内气体不得用尽，必须留有剩余压力，防止空气吸入引发事故和影响气体纯度。
- 压缩气体气瓶的剩余压力应 $\geq 0.196\text{MPa}$ ；
- 液化气体气瓶应留有 $\geq 0.5\sim 1.0\%$ 规定充装量的余气

环境温度 $< 0^\circ\text{C}$ 时
乙炔 压力应不低于 0.05MPa

环境温度 $25\sim 40^\circ\text{C}$ 时
乙炔 压力应不低于 0.3MPa

应保留 0.2MPa 以上的余压

1.5 实验室安全隐患 问题 5 47

CO_2 ：高压液化气体

存在哪些隐患，如何整改？

1.5 实验室安全隐患 48

(6) 气路管线材质与固定

针对40L气瓶，15MPa压力，不建议用软管连接可燃气，换成不锈钢无缝管。

管线开裂

1.5 实验室安全隐患 49

•规范的卡箍

•请勿使用铁丝夹固

1.5 实验室安全隐患 50

(7) 安装可燃气体检测器

4.1.7 氢气有可能积聚处或氢气浓度可能增加处宜设置**固定式**可燃气体检测报警仪。可燃气体检测报警仪应设在监测点(释放源)上方或厂房顶端,其安装高度宜高出释放源**0.5m~2m**且周围留有不小于**0.3m**的净空,以便对氢气浓度进行监测。可燃气体检测报警仪的有效覆盖水平半径,室内宜为**7.5m**,室外宜为**15m**。

1.5 实验室安全隐患 51

6.3.5 因生产需要在室内(现场)使用氢气瓶,其数量不得超过5瓶,室内(现场)的通风条件符合4.1.5要求,且布置符合如下要求:

- a) 氢气瓶与盛有易燃易爆、可燃物质及氧化性气体的容器和气瓶的间距不应小于8m;
- b) 与明火或普通电气设备的间距不应小于10m;
- c) 与空调装置、空气压缩机和通风设备(非防爆)等吸风口的间距不应小于20m;
- d) 与其他可燃性气体储存地点的间距不应小于20m。

99.7%以上的H₂, 输出压力1MPa

1.5 实验室安全隐患 52

(8) 为什么不建议师生购买气瓶?

- 瓶装气体使用者应当购买和使用符合本规程要求的气瓶盛装的气体,不得购买和使用超过检验有效期或者报废的气瓶盛装的气体。
- 禁止任何单位或个人将报废气瓶未经消除使用功能处理,而销售、交给其他单位或者个人。

1. 定期检验费用由师生负责;
2. 废弃气瓶不能卖给废品收购站;
3. 学校安全办不建议购买气瓶;
4. 发生安全事故,气瓶充装单位有责任;

1.5 实验室安全隐患 53

使用单位=充装单位

8.2 使用单位含义

气瓶使用单位一般指气瓶的充装单位,车用气瓶、非重复充装气瓶、呼吸器用气瓶的使用单位是产权单位和充装单位。

8.3 使用单位基本要求

- (1) 使用单位及其主要负责人对气瓶使用安全负责,车用气瓶、非重复充装气瓶、呼吸器用气瓶的充装单位和产权单位该气瓶产权归属情况以及使用环节各负其责;
- (2) 使用单位应当采购取得相应资质的单位制造的、经检验合格的气瓶以及气瓶阀门(采购的燃气管道还应当具有本使用单位的标志),并且按照《特种设备使用管理规则》的有关规定办理气瓶使用登记(呼吸器用气瓶、非重复充装气瓶以及其他特殊要求的气瓶不需办理使用登记)、变更以及注销手续;车用气瓶的使用登记、变更和注销由产权单位办理;

1.5 实验室安全隐患 54

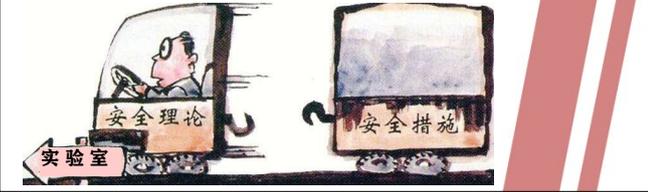
使用单位基本要求

- (3) 使用单位应当建立有关岗位责任、隐患治理、应急救援等安全管理制度,制定相关操作规程,保证气瓶安全使用;使用单位应当按照《特种设备使用管理规则》相应要求配备安全管理人员,并且负责开展有关气瓶安全使用的安全教育和技能培训;
- (4) 使用单位应当负责对本单位办理使用登记的气瓶进行日常维护保养,更换超过设计使用年限的瓶阀等安全附件,涂敷使用登记标志和下次检验日期;
- (5) 使用单位应当接受特种设备安全监管部门依法实施的监督检查。

具体安全管理要求: 1. 安全管理制度; 2. 安全技术档案; 3. 操作规程; 4. 检查、维护保养; 5. 定期检验; 6. 不合格气瓶的处理; 7. 事故应急预案与异常情况、隐患和事故处理

谢谢!

学期	教学班号	课程名称(编号)	学分/学时
2021-2022学年 第一学期	12017001295050006	研究生实验安全技术(201700129)	1/16



危险废物包装及规范化管理要求



发言人：黄少华 联系电话：13997666800 2021年10月 以人为本 知行合一

目录：

- 一、企业简介
- 二、公司资质
- 三、危险废物与一般工业固体废物的区别
- 四、危险废物包装要求
- 五、危险废物安全操作流程
- 六、危险废物基本管理制度

以人为本 知行合一

一、企业简介

宜昌桑德环保科技有限公司原名宜昌市危险废物集中处置中心，于2017年09月24日宜昌市人民政府委托宜昌市城市管理委员会与启迪桑德环境资源股份有限公司（以下简称“启迪桑德”）签订“宜昌市危险废物集中处置中心政府和社会资本方合作PPP项目合同”。2017年10月09日启迪桑德成立宜昌桑德环保科技有限公司，负责宜昌市危险废物集中处置中心（以下简称“危废中心”）的所有对外业务和危废运营管理工作，同时继承危废中心的所有权利和义务，2020年4月2日更名为湖北迪晟环保科技有限公司。

危废中心核准的经营规模为：8300吨/年（焚烧处置2500吨/年、其他处置5800吨/年），焚烧车间处理能力10吨/日、物化处理能力10吨/日、稳定固化处理能力22吨/日、安全填埋总库容7.75万立方米、填埋场使用年限25.8年。

以人为本 知行合一

二、公司资质



以人为本 知行合一

三、危险废物与一般工业固体废物的区别

一般工业固体废物，是指从工业生产、交通运输、邮电通信等行业的生产活动中产生的没有危险特性的固体废物。如矿山企业产生的尾矿矸石、废石等矿业固体废物，交通运输制造业产生的废旧轮胎、橡胶、印刷企业产生的废纸，服装加工业产生的边角废料等。

危险废物是指具有危险特性的固体废物，如：化工行业的废酸、废碱；机动车维修产生的废矿物油、机油壶；大中专院校产生的实验室废物等。

以人为本 知行合一

四、危险废物包装要求

4.1 危险废物标识

收集、贮存设施、场所标识设置



标签填写注意事项



以人为本 知行合一

四、危险废物包装要求

4.1 危险废物标识



说明

- 1、危险废物标签尺寸颜色
尺寸：20×20cm
底色：醒目的橘黄色
字体：黑体字
字体颜色：黑色
- 2、危险类别：按危险废物种类选择。
- 3、材料为不干胶印刷品。

粘贴于危险废物储存容器上的危险废物标签

以人为本 知行合一

四、危险废物包装要求

4.1 危险废物标识



说明

- 1、危险废物标签尺寸颜色
尺寸：10×10cm
底色：醒目的橘黄色
字体：黑体字
字体颜色：黑色
- 2、危险类别：按危险废物种类选择。
- 3、材料为印刷品。

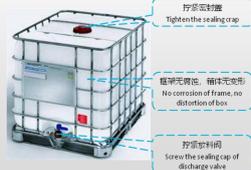
悬挂于袋装危险废物包装物上的危险废物标签

以人为本 知行合一

四、危险废物包装要求

4.2 危险废物包装物

4.2.1 吨桶



可存储流动性很好的液体废料。
不适合存放低闪点 (<65°C)、易聚合、含固体颗粒的液体废料，也不适合存放固体废物。

开口吨桶：可存储普通固废。
粘稠的废物需配置至少同等尺寸的内衬袋。

以人为本 知行合一

四、危险废物包装要求

4.2 危险废物包装物

4.2.2 大开口桶(铁/塑料)



大开口桶：可存储体积较小的固体废物，液体废料（闪点 > 65°C）；粘稠的废物需配置至少同等尺寸的内衬袋。

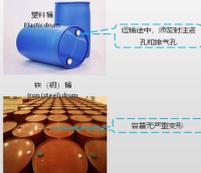
注意！ 不建议储存流动性很好的液体废物（如废水）。

以人为本 知行合一

四、危险废物包装要求

4.2 危险废物包装物

4.2.3 常用包装-小开口桶(铁/塑料)



小开口桶：液体废物

注意！ 塑料桶不适合储存低闪点 (<65°C) 液体废物

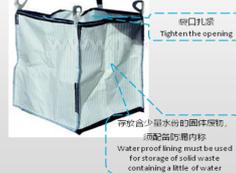
不建议储存易聚合、含固体颗粒或粘稠的液体废物。

以人为本 知行合一

四、危险废物包装要求

4.2 危险废物包装物

4.2.4 编织袋(吨袋)



编织袋：固体废物

注意！ 不建议储存尖锐的固体废物（如玻璃类废物），含少量液体的固废需使用含内衬的编织袋。

以人为本 知行合一

四、危险废物包装要求

4.2 危险废物包装物

4.2.5 小口塑料桶 (≤25L)



小口塑料桶 (≤25L):
实验室液体废物

注意! 高浓度卤素、酸性及有毒液体废物应储存在容积≤5L的容器内。

以人为本 知行合一

四、危险废物包装要求

4.2 危险废物包装物

4.2.6 涂料桶/开口桶



涂料桶 (≤25L) / 开口小桶 (≤20L): 实验室过期/报废试剂(瓶); 锐物(针头、碎玻璃等); 粘稠的固体废物
注意! 不建议储存液体废物。

以人为本 知行合一

四、危险废物包装要求

4.2 危险废物包装物

4.2.7 纸箱



纸箱: 轻质、干燥、低毒的固体废物

注意! 不建议储存含液体的废物, 尖锐类废料。

以人为本 知行合一

四、危险废物包装要求

4.2 危险废物包装物

4.2.8 塑料周转箱



建议: 液体化学试剂采用塑料周转箱包装, 同时试剂瓶之间要有填充物, 避免发生碰撞。

以人为本 知行合一

四、危险废物包装要求

4.3 基本要求

- 4.3.1 运输包装应结构合理, 并具有足够强度, 防护性能好。材质、形式、规格、方法和内装货物重量应与所装危险废物的性质和用途相适应, 便于装卸、运输和储存。
- 4.3.2 运输包装应质量良好, 其构造和封闭形式应能承受正常运输条件下的各种作业风险, 不应因温度、湿度或压力的变化而发生任何渗(撒)漏, 表面应清洁, 不允许粘附有害的危险废物。
- 4.3.3 运输包装与内装物直接接触部分, 必要时应有内涂层或防护处理, 运输包装材料不应与内装物发生化学反应而形成危险产物或导致削弱包装强度。
- 4.3.4 内容器应予固定。如内容器易碎且盛装易撒漏废物, 应使用与内装物性质相适应的衬垫材料或吸附材料衬垫妥实。
- 4.3.5 盛装液体的容器, 应能经受在正常运输下产生的内部压力。灌装时应留有足够的膨胀余量(预留容积), 除另有规定外, 并应保证在湿度55℃时, 内装液体不致完全充满容器。
- 4.3.6 运输包装封口应根据内装物性质采用严密封口、液密封口或气密封口。

以人为本 知行合一

四、危险废物包装要求

4.3 基本要求

- 4.3.7 盛装需浸湿或加有稳定剂的物质时, 其容器封闭形式应能有效地保证内装液体(水、溶剂和稳定剂)的百分比, 在贮运期间保持在规定的满围以内。
- 4.3.8 运输包装有降压装置时, 其排气孔设计和安装就能防止内装物泄漏和外界杂质进入, 排气的体积量不应造成危险和污染环境。
- 4.3.9 复合包装的内容器和外包装应紧密贴合, 外包装不应有擦伤内容器的凸出物。
- 4.3.10 包装容器基本结构应符合GB12463-2009的标准。

以人为本 知行合一

五、危险废物安全操作规程

5.1 基本要求

- 5.1.1、作业现场应统一指挥，以防作业混乱发生事故。作业现场危险废物装卸搬运人员和机具操作人员，应严格遵守劳动纪律，服从指挥。
- 5.1.2、对危险废物的收集设备，必须制定具体的安全技术操作规程，并由经过操作训练的专职人员操作，以防事故发生。
- 5.1.3、在不同类别危险废物的收集操作前，必须严格执行操作规程和有关安全注意事项，预先做好准备工作，认真地检查收集工具及操作设备。工作完毕后，沾染在工具上面的物质必须清除，防止相互抵触的物质引起化学反应。
- 5.1.4、人力收集时，应量力而行，配合协调，不可冒险违章操作。
- 5.1.5、操作人员不准穿带钉子的鞋。根据不同的危险特性，应分别穿戴相应的防护用具。对有毒的腐蚀性物质更要注意，在操作一段时间后，应适当呼吸新鲜空气，避免发生中毒事故。操作完毕后，应对防护用具进行清洗或消毒，保证人身安全。
- 5.1.6、装卸危险废物应轻搬轻放，防止撞击、摩擦、震动、摔碰。

以人为本 知行合一

五、危险废物安全操作规程

5.1 基本要求

- 5.1.7、散落在地面上的危险废物，应及时清除干净。对于扫起来的危险废物专门收集，按危险废物处置。
- 5.1.8、收集、搬运作业完毕后，应及时洗手、洗脸、漱口、淋浴。中途不得饮食、吸烟，并且必须保持现场空气流通，防止沾染皮肤、黏膜等。如装卸人员出现头晕、头痛等中毒现象，应按救护知识进行急救，严重者要立即送医院治疗。
- 5.1.9、两种性能相互抵触的物质，不得同时收集搬运。对怕热、怕潮物质，装卸时要采取隔热、防潮措施。

以人为本 知行合一

五、危险废物安全操作规程

5.2 危险废物装卸安全注意事项

5.2.1、易燃液体

- 其闪点低、汽化快、蒸气压力大，又容易和空气混合成爆炸性的混合气，在空气中浓度达到一定范围时，不仅火焰能导致起火燃烧或蒸气爆炸，其他如火花、火星或发热表面都能使其燃烧或爆炸。因此，在收集装卸搬运作业中必须执行以下要点：
 - 库（箱）内装卸搬运作业前应先进行通风；
 - 装卸机具应装有防止产生火花的防护装置；
 - 在装卸搬运时必须轻拿轻放，严禁滚动、摩擦、拖拉；
 - 夏季运输要安排在早晚阴凉时间进行，雨雪天作业要采取防滑措施。

以人为本 知行合一

五、危险废物安全操作规程

5.2 危险废物装卸安全注意事项

5.2.2、氧化剂

- 注意防水、防潮，雨雪天没有防雨设施不准作业；
- 若有汗水应及时擦干，绝对不能直接接触氧化剂物质；
- 在装卸搬运中不得翻滚、撞击、摩擦、倾倒，必须做到轻拿轻放；
- 严禁滚桶、重放、撞击、摩擦，防止引起火花；
- 应单独装运，不得与酸类、有机物及自燃、易燃、遇湿易燃的物品混装混运。

以人为本 知行合一

五、危险废物安全操作规程

5.2 危险废物装卸安全注意事项

5.2.3、腐蚀物品

- 腐蚀物品具有强烈腐蚀性，除对人体、动、植物、纤维制品，金属等能造成破坏外，甚至会引起燃烧、爆炸。装卸搬运时必须执行以下要点：
 - 要严格检查包装容器是否符合规定，包装必须完好；
 - 作业人员必须穿戴防护服、手套、胶围裙、胶靴、等；
 - 装卸要平稳，轻拿轻放，严禁肩扛、背负、冲撞、摔碰，以防止包装破损；
 - 严禁作业过程中饮食；
 - 作业完毕后必须更衣洗澡；
 - 防护用具必须清洗干净后方可再用；
 - 皮肤接触使用应急喷淋设施冲洗；
 - 腐蚀物品装载不宜过高；
 - 严禁架空堆放。

以人为本 知行合一

六、危险废物基本管理制度

6.1 名录制度

根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第五十一条国务院环境保护行政主管部门应当会同国务院有关部门制定**国家危险废物名录**，规定统一的危险废物鉴别标准、鉴别方法和识别标志。目前已执行由环保部、国家发改委、公安部联合发布的《国家危险废物名录》，2016年8月1日起实施。

6.2 标识制度

法律依据：根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第五十二条危险废物的容器和包装物以及收集、贮存、运输、处置危险废物的设施、场所必须设置危险废物识别标识。

以人为本 知行合一

六、危险废物基本管理制度

6.3 申报登记和管理计划制度

危险废物产生单位作为危险废物污染防治的**第一责任主体**，应切实加强危险废物转移处置的环境管理工作，**严禁以任何形式非法处置、倒卖危险废物。**

法律依据：根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第五十三条，产生危险废物的单位，必须按照国家有关规定制定危险废物管理计划，并向所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门申报危险废物的种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料。

前款所称危险废物管理计划应当包括减少危险废物产生量和危害性的措施以及危险废物贮存、利用、处置措施。

危险废物管理计划应当报产生危险废物的单位所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门备案。

本条规定的申报事项或者危险废物管理计划内容有重大改变的，应当及时申报。

以人为本 知行合一

六、危险废物基本管理制度

6.3 申报登记和管理计划制度

怎么做：一是**申报登记**，每年底，企业按照《关于开展***年度危险废物申报登记工作的通知》附件表格要求，在规定时间内，如实填报并盖章按时上报辖区所在地环保部门。申报登记应以企业内部台账记录为基础，确保真实性。

二是**管理计划**，每年初，根据上一年度生产情况、危废产生情况制定下一年度危废管理计划，报辖区所在地环保部门备案。按照国家环保部2016年7号公告《危险废物产生单位管理计划制定指南》要求，如实计划下一年度危废产生情况，并报地方环保部门进行备案。《指南》中附件1为《危废年度管理计划》模板、附件2为《危废管理计划备案登记表》并配备详细的填表说明。

相关处罚：根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第七十五条，**不按照国家规定申报登记危险废物，或者在申报登记时弄虚作假的，由县级以上人民政府环境保护行政主管部门责令停止违法行为，限期整改，处一万元以上十万元以下的罚款。**

以人为本 知行合一

六、危险废物基本管理制度

6.4 贮存场所规范化制度

法律依据：根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第五十八条收集、贮存危险废物，必须按照危险废物特性分类进行。禁止混合收集、贮存、运输、处置性质不相容而未经安全性处置的危险废物。禁止将危险废物混入非危险废物中贮存。

怎么做：按照《危险废物贮存污染控制标准》GB18597相关要求，归类为几点：一是要有危废贮存房间且其选址、设计合理；二是危废要相应包装或贮存容器；三是危废堆放要分类并有“三防”措施（防雨、防渗、防流失）；四是要设置识别标识和警示标志，五是，要做好危废贮存情况的记录，包括危废名称、来源、数量、特性、入库日期、存放库位、出库日期及接受单位名称等。

以人为本 知行合一

六、危险废物基本管理制度

6.4 贮存场所规范化制度

相关处罚：根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第七十五条第一款不设置危险废物识别标志的，第三款擅自关闭、闲置或者拆除危险废物集中处置设施、场所的，第七款将危险废物混入非危险废物中贮存的，第八款未经安全性处置，混合收集、贮存、运输、处置具有不相容性质的危险废物的，第十条未经消除污染的处理将收集、贮存、运输、处置危险废物的场所、设施、设备和容器、包装物及其他物品转作他用的，有第一款、第七款、第八款、第十款行为之一的，处一万元以上十万元以下的罚款；有第三款行为之一的，处二万元以上二十万元以下的罚款。

以人为本 知行合一

六、危险废物基本管理制度

6.5 转移备案制度和转移联单制度

法律依据：根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第五十九条，转移危险废物的，必须按照国家有关规定填写危险废物转移联单。跨省、自治区、直辖市转移危险废物的，应当向危险废物移出地省、自治区、直辖市人民政府环境保护行政主管部门申请。

怎么做：一是产废单位必须自行联系、自主选择具有相应处置能力的危险废物经营单位转移处置危险废物。危险废物产生单位在提出转移申请前，应认真核实拟委托企业的经营资质、经营范围及工艺水平，审核危险废物运输及处置方案，签订委托处置合同或意向书。

二是依据《湖北省危险废物转移电子联单管理办法》相关规定实施危险废物转移活动。

以人为本 知行合一

六、危险废物基本管理制度

6.5 转移备案制度和转移联单制度

相关处罚：

危险废物转移过程中存在以下行为的，各级环境保护行政主管部门应当依法予以查处并向社会公开：

(一) 应当实施电子联单制度的危险废物转移相关单位不执行电子联单的；

(二) 危险废物转移相关单位的申报信息弄虚作假的；

(三) 接收单位无危险废物经营许可证的；

(四) 转移的危险废物情况发生变化，危险废物转移相关方应当重新申报而未申报，仍转移危险废物的；

有前款第(一)、(二)、(四)项行为之一的，按照《固废法》第七十五条有关款项进行立案处罚。有前款第(三)项行为的，危险废物移出单位按照《固废法》第七十五条有关款项进行立案处罚；危险废物接收单位按照《固废法》第七十七条无经营许可证或者不按照经营许可证规定从事危险废物收集、贮存、利用、处置危险废物经营活动进行立案处罚。

不按照国家规定填写危险废物转移联单或者未经批准擅自转移危险废物的，由县级以上人民政府环境保护行政主管部门责令停止违法行为，限期整改，处二万元以上二十万元以下的罚款。

以人为本 知行合一

欢迎各位领导莅临我司参观指导!



联系人：黄少华

联系电话：13997666800

0717-6087402

以人为本

知行合一



中心实验室安全管理

丁琼

2021年10月22日



中心实验室是公共服务平台

- **服务于:** 48个临床学科, 500多名学生和教职工。利用信息化系统管理, 每日24小时开放
- **平台:** 分子生物学实验室, 细胞培养实验室, 显微镜室, 样本储存室
- **隶属于:** 科研处
- **宗旨:** 做好科研服务!



网址: 202.114.108.63 学生申请, 考核通过后, 给予授权使用

门禁与信息化管理

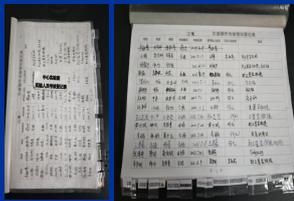
- **门禁信息卡:** 门禁和信息管理系统一体化, 不仅是一张门禁卡, 更是中心实验室信息管理系统的使用通行证



仪器使用资格考核

- 各项仪器考核通过后, 信息化系统预约, 而后授权使用

仪器考核通过人员登记本



低温离心机
荧光定量PCR仪
倒置显微镜
正置显微镜
流式细胞仪
化学发光仪
.....

预约仪器



审核授权

序号	姓名	性别	部门	职位	身份证号	手机号	授权日期	授权到期	授权类型	授权内容	授权状态	
1	张强	男	检验科	主任	281421	1815-10-08 1889	2015-10-08 1889	2015-10-08 1889	0.00	系统管理	系统管理权限...	正常
2	李娜	女	检验科	副主任	281504	1815-10-05 1889	2015-10-05 1889	2015-10-05 1889	0.00	系统管理	系统管理权限...	正常
3	王明	男	检验科	主任	281492	1815-10-04 0909	2015-10-04 0909	2015-10-04 0909	0.00	系统管理	系统管理权限...	正常
4	赵磊	男	检验科	主任	281536	1815-10-01 0909	2015-10-01 0909	2015-10-01 0909	0.00	系统管理	系统管理权限...	正常
5	孙伟	男	检验科	主任	281537	1815-10-01 0909	2015-10-01 0909	2015-10-01 0909	0.00	系统管理	系统管理权限...	正常
6	周涛	男	检验科	主任	281503	1815-10-01 1889	2015-10-01 1889	2015-10-01 1889	0.00	系统管理	系统管理权限...	正常
7	吴昊	男	检验科	主任	281529	1815-10-01 1889	2015-10-01 1889	2015-10-01 1889	0.00	系统管理	系统管理权限...	正常
8	陈强	男	检验科	主任	281529	1815-10-01 1889	2015-10-01 1889	2015-10-01 1889	0.00	系统管理	系统管理权限...	正常
9	刘伟	男	检验科	主任	281581	1815-10-01 1889	2015-10-01 1889	2015-10-01 1889	0.00	系统管理	系统管理权限...	正常
10	李娜	女	检验科	副主任	281422	1815-10-01 0909	2015-10-01 0909	2015-10-01 0909	0.00	系统管理	系统管理权限...	正常
11	王明	男	检验科	主任	281494	1815-10-01 0909	2015-10-01 0909	2015-10-01 0909	0.00	系统管理	系统管理权限...	正常
12	赵磊	男	检验科	主任	281529	1815-10-01 1889	2015-10-01 1889	2015-10-01 1889	0.00	系统管理	系统管理权限...	正常
13	孙伟	男	检验科	主任	281511	1815-10-01 0909	2015-10-01 0909	2015-10-01 0909	0.00	系统管理	系统管理权限...	正常
14	周涛	男	检验科	主任	281494	1815-10-01 0909	2015-10-01 0909	2015-10-01 0909	0.00	系统管理	系统管理权限...	正常

每天值班人员在科研服务群里公示预约情况

The image shows a screenshot of a WeChat group chat interface. The chat content is organized into a grid-like structure with columns representing different shifts or days. The text in the chat is dense and appears to be a daily report or schedule posted by the on-duty staff. The background of the chat is white, and the text is in black. There are some colorful elements like a blue header and a purple footer, which are likely part of the group's branding or a template used for these posts.

刷卡上机



门禁系统



监控系统

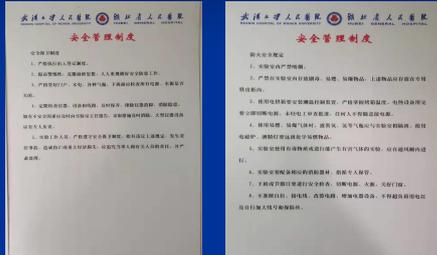


完善的规章制度

管理制度上墙 压力容器使用管理制度 工作人员资格证



安全管理制度



值班制度

每日(包括节假日)值班工作人员进行安全巡查并填写日常管理记录

值班职责



日常管理记录



值班制度

每周五以及节假日前, 实验室负责人和工作人员进行安全检查, 发现问题及时处理, 杜绝安全隐患

实验室安全、卫生检查记录



入室流程

入室培训内容:

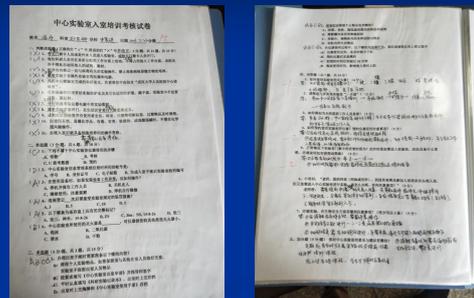
- 简介
- 管理制度
- 生物安全
- 消防培训



培训



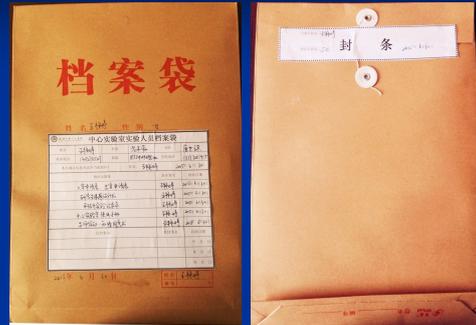
入室培训考试试卷: 90分为通过



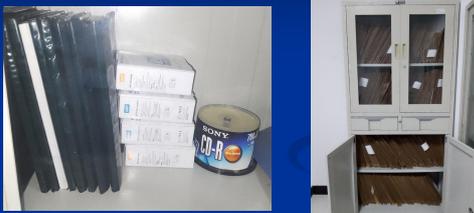
入室流程



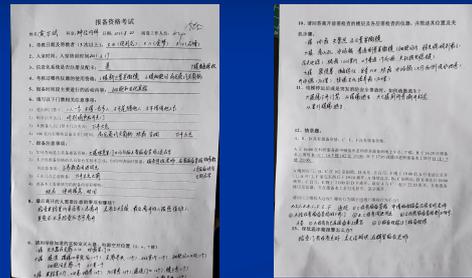
入室资料存档（当面封存）



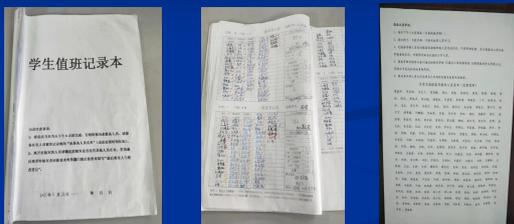
档案室（档案柜）存档



报备考核（夜间实验人员必考）



报备登记、名单公示



违规处罚管理

- 入室时签订《入室知情同意书》，违规3次的实验人员，取消门禁权限和仪器使用资格，重新进行制度考核，考核通过后，再授权使用

入室知情同意书



违规登记

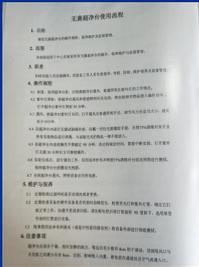


违规考试



规范的仪器操作流程

无菌超净台使用流程



学生做细胞实验



具有潜在危险的仪器

离心机:

- 1、配平
- 2、内盖盖严
- 3、不超速离心
- 4、避免爆管



规范的仪器操作流程



样本室管理

超低温冰箱使用流程



超低温冰箱



具有潜在危险的仪器

高压锅:

- 1、高压前加够水
- 2、不高压密闭物品
- 3、及时处理废水
- 4、手套

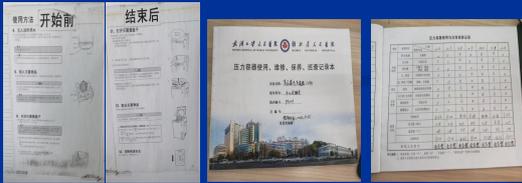


高压蒸汽灭菌锅（压力表每年检测）



高温、高压、高速设备有安全操作指南

高压锅操作指南



具有潜在危险的仪器

干燥箱:

- 1、不放易燃易爆物品
- 2、晚间关机
- 3、不在底层散热片上置物
- 4、不置物过满 (2/3即可)
- 5、手套



干燥箱使用规范



具有潜在危险的仪器

液氮罐:

- 1、手套
- 2、防护眼镜
- 3、防护面屏



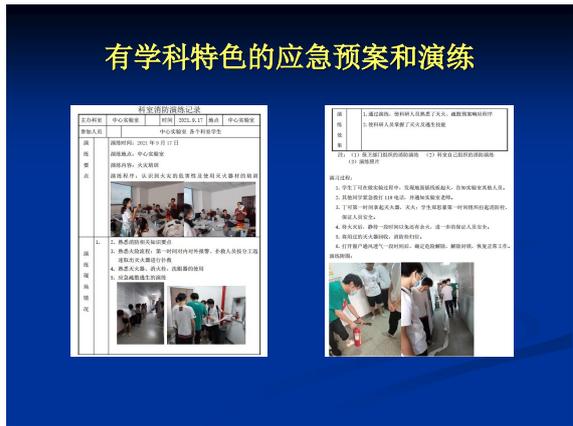
规范使用液氮罐



容易出现问题的环节

混淆生活区和实验区





■ 应急演练:



■ 应急演练



■ 应急演练:



■ 应急演练



■ 应急演练



消防通道畅通, 有两扇逃生门

走廊



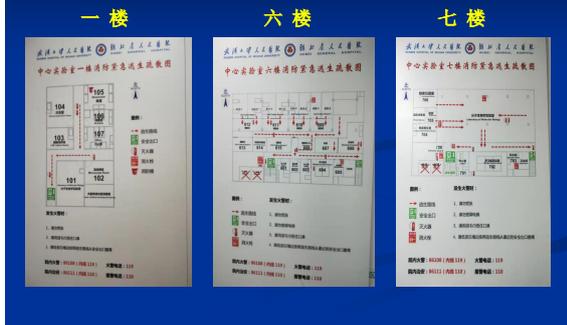
内置楼梯



外置楼梯



消防紧急逃生疏散图



消防紧急逃生指示标识



消火栓、灭火器、过滤式消防自救呼吸器



实验室分区合理，学习区、实验区分离



实验废弃物分类放置，与生活垃圾分离

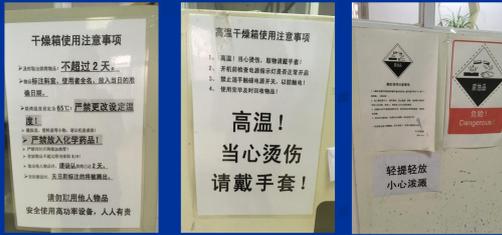
生活垃圾（黑色袋子） 实验垃圾（黄色袋子） 利器盒



实验室标识清晰



标识清晰



标识清晰



标识清晰



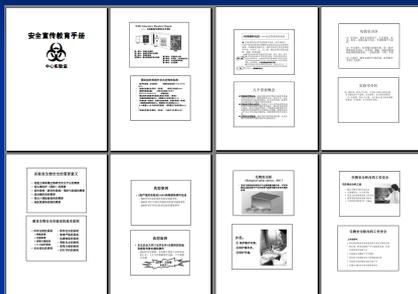
危险化学品管理

危化品管理制度

危化品柜



安全宣传教育手册（群文件）



安全配置

急救箱

洗眼器



安全配置

万向抽气罩



安全配置

细胞培养室：二氧化碳罐有固定架



安全配置



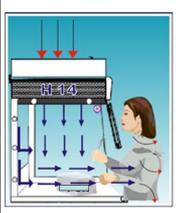
通风橱



通风橱	
功能区别	保护人，不保护样品
工作原理区别	负压形式，风是从下往上抽 

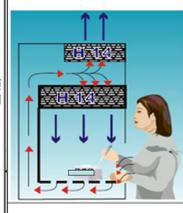
超净工作台



超净工作台	
功能区别	保护样品，不保护人
工作原理区别	正压形式，风是从上往下吹（也有水平流） 

生物安全柜



生物安全柜	
功能区别	保护人和样品
工作原理区别	正压和负压两种结合 

个体防护装备

手套、防护服、鞋套、帽子、口罩、护目镜、面屏等



防护服

分子生物学实验室

细胞培养室



新型冠状病毒防控措施

进中心实验室，必须提供疫苗接种（或诊断证明）信息和7天内的核酸检测凭证，扫码入室

扫码入室

手部消毒液



新型冠状病毒防控措施

根据登记记录, 授权门禁

7天之内核酸检测登记

门禁授权记录



LABORATORY SAFETY

facilities and equipment

10%

90%
personal attitudes
and
individual actions



实验室安全，关乎地球上的每一个人

确保实验室生物安全，我们责无旁贷



