

天津师范大学生命科学学院

实验室安全手册

前 言

实验室是同学们掌握科学实验技能、培养科技创新能力的场所，是教师进行科学研究、开展科研探索的平台。实验室安全是高等学校实验室建设与管理的重要组成部分，它关系到师生人身安全能否得到保障，国家财产能否免受损失，学校实验教学和科学研究能否顺利开展，对高校乃至全社会的安全和稳定都至关重要。

天津师范大学生命科学学院安全涉及实验广泛，涵盖生理、生化、植物、动物、微生物、农业等各类实验室。许多实验室需要接触有毒、易燃、氧化或腐蚀性试剂等各种危险化学试剂，实验过程稍有疏忽，就有可能引发安全事故，轻者造成个人损失，影响健康；严重的会导致火灾、爆炸、触电、中毒，甚至人员伤亡等重大安全事故。

实验室安全是关乎每位同学和他人生命安全和自身健康的大事，也是关系到国家财产安全的大事，每位同学都要引起足够的重视，提高自身安全意识，真正从思想上重视，从行为上规范。

本手册将实验室常见安全隐患问题、规避方法、应急救援等内容进行了整理，请同学们在进入实验室开展实验之前务必认真阅读并根据自身实验情况进行重点复习。如需了解更详细、更专业的安全知识，请查阅或搜索相关资料进行自学。

安全常识必读

为保障学校师生员工生命安全，构建和谐平安校园。新进入实验室的工作人员和学生，在从事实验前首先要学习本书内容，并由老师进行实验室安全培训，参加安全教育培训和考试，签订安全责任书后方可进入实验室工作。

1. 实验人员要熟悉逃生通道、消防器材、水电开关所在位置和使用方法，清楚紧急情况下的应急处理方法。
2. 进入实验室必须遵守实验室的各项规定，严格执行安全操作规程，做好各类记录。对于特殊岗位和特种设备，需经过专业认证机构的培训，持证上岗。
3. 开展实验前应了解潜在的安全隐患和应急方式，采取适当的安全防护措施，选择合适的防护用品，使用前应确认其使用范围、有效期及完好性等。
4. 保持实验室整洁和地面干燥，及时清理废旧物品，保持消防通道通畅，便于开关电源，便于取用防护用品，消防器材等。
5. 禁止在实验室内饮水、吃零食、吃饭、吸烟、使用燃烧型蚊香、睡觉等，禁止放置与实验无关的物品。

目 录

第一章 防火安全和消防措施	1
---------------------	---

第一节 燃烧	1
--------------	---

一、燃烧的条件	1
---------------	---

二、燃烧的类型	3
---------------	---

三、火灾发展的基本过程	3
-------------------	---

第二节 爆炸	5
--------------	---

一、爆炸的定义	5
---------------	---

二、爆炸的类型	5
---------------	---

三、爆炸极限	8
--------------	---

第三节 应对火灾采取的消防措施	8
-----------------------	---

一、火灾	8
------------	---

二、火灾扑救	10
--------------	----

三、灭火工具	10
--------------	----

四、逃生自救常识	11
----------------	----

五、常见错误	11
--------------	----

六、逃生方法	12
--------------	----

第二章 用电安全	14
----------------	----

第一节 实验室用电注意事项	14
---------------------	----

一、电气事故介绍	15
----------------	----

二、电气事故类型	15
----------------	----

三、故障事故	15
第三节 实验室用电安全事故	15
一、实验室电气事故种类	15
二、造成电器灾害的主要因素	16
三、用电安全的基本方法	16
第三章 生物实验室安全	18
第一节 生物安全实验室与生物安全	18
一、实验室等级	18
二、技术指标	19
三、与微生物危险度等级相对应的生物安全水平、操作和设备情况	21
四、安全水平	22
第二节 离心机使用安全	23
一、离心原理	23
二、离心机类型	24
三、操作过程注意事项	24
四、超速冷冻离心机操作规范和注意事项	24
第三节 灭菌锅使用安全	25
第五章 实验室常见毒性试剂介绍	28
第一节 实验室常见化学试剂	28
一、神经毒性	28
二、血液毒性	28
三、肝肾毒性	28

四、皮肤粘膜刺激.....	28
---------------	----

第二节 分子生物学实验常见化学试剂.....	33
------------------------	----

一、Western-blot 涉及的危险试剂	33
------------------------------	----

二、 DNA、RNA 涉及的危险试剂	35
--------------------------	----

附录一 生命科学学院实验室安全管理条例错误！未定义书签。

附录二 生命科学学院实验室学生实验守则错误！未定义书签。

附录三 生命科学学院实验室卫生工作管理规定错误！未定义书签。

附录四 生命科学学院实验室仪器设备管理制度错误！未定义书签。

附录五 生命科学学院实验室低值耐用品管理制度错误！未定义书签。

附录六 生命科学学院实验室卫生工作管理规定错误！未定义书签。

附录七 生命科学学院大型仪器设备的共享管理制度错误！未定义书签。

附录八 生命科学学院大型仪器培训和使用管理规定错误！未定义书签。

附录九 生命科学学院大型仪器设备持证上岗管理规定错误！未定义书签。

附录十 生命科学学院实验室仪器设备的日常维护、保养规则 错误！未定义书签。

附录十一 生命科学学院生物实验中心危化品管理办法错误！未定义书签。

附录十二 生命科学学院安全巡视检查制度错误！未定义书签。

附录十三 生命科学学院实验室安全事故应急救援预案错误！未定义书签。

第一章 防火安全和消防措施

第一节 燃烧

国标（GB5907—86）规定：燃烧是可燃物与氧化剂发生作用的放热反应，通常伴有火焰、发光和发烟现象。可燃物在燃烧过程中，生成了与原来物质完全不同的新物质。

燃烧不仅在空气中（氧）存在时能发生，有的可燃物在其它氧化剂中也能发生燃烧。例如，氢就能在氯气中燃烧。

一、燃烧的条件

如果不具备一定的条件，燃烧就不会发生。人们在同火灾长期斗争的实践中发现，任何物质要发生燃烧，必须具备下列三个基本条件：即可燃物、氧化剂和温度（着火源）。

（一）可燃物

凡能在空气、氧气或其它氧化剂中发生燃烧反应的物质，都称为可燃物。如木材、氢气、汽油、煤炭、纸张、硫等等。可燃物如果按其化学组成，可分为无机可燃物和有机可燃物两大类；从数量上讲，绝大部分可燃物为有机物，少部分为无机物。按其所处的状态，又可分为可燃固体、可燃液体和可燃气体三大类。对于这三种状态的可燃物来说，其燃烧难易程度是不同的，一般是气体比较容易燃烧，其次是液体，最后是固体。可燃物是燃烧不可缺少的一个首要条件，是燃烧的内因，没有可燃物，燃烧根本不能发生。表 1-1 和 1-2 列出了部分实验室常见物品的闪点和燃点。

表 1-1 部分聚合物材料的闪点

材料名称	闪点（℃）	材料名称	闪点（℃）
聚苯乙烯	370	聚氯乙烯	530
聚乙烯	340	苯乙烯、异丁烯	338
乙烯纤维	290	酸甲酯共聚物	
聚酰胺	420	聚胺基甲酸乙酯泡沫	310
苯乙烯丙烯	366	聚酯、玻璃钢纤维	298
酸聚树脂		密胺树脂+玻璃纤维	475

表 1-2 部分固体可燃物的燃点

物质名称	燃点（℃）	物质名称	燃点（℃）	物质名称	燃点（℃）

石蜡	158 ~ 195	有机 玻璃	260	腈纶	355
蜡烛	190	红磷	160	聚乙 烯	341
樟脑	70	松香	216	聚丙 烯	270
烟叶	222	无烟 煤	280 ~ 500	红松	430
纸张	130 ~ 230	松木 酚	196	枞木	437

（二）助燃物（氧化剂）

凡是与可燃物质相结合并能帮助、支持和导致着火或爆炸的物质，称为助燃物。助燃物，实质上是氧化剂，氧化剂是一种能氧化其它物质而本身被还原的物质。氧化剂的种类很多，最常见的就是氧气。空气、氯、溴、氯酸钾、过氧化钠等都是氧化剂，都能帮助和支持燃烧。人们通常所说的助燃物是指空气，因为空气中存在约五分之一（约 21%）体积的氧，故一般可燃物在空气中遇点火源都能燃烧。燃烧时，可燃物与氧化剂发生剧烈地氧化还原反应，在反应中，可燃物被氧化，氧化剂被还原。

（三）点火源

凡是能够使可燃物与助燃物发生燃烧反应的能量来源统称为点火源。这种能量既可以是热能、光能、电能、化学能，也可以是机械能。点火源温度越高，越容易引起可燃物燃烧。根据点火源产生能量的来源不同，点火源一般可分为直接火源和间接火源。

1、直接火源、明火：如吸烟火、打火机火、酒精灯火、撞击、磨擦产生的火、静电火花，如人体与化纤衣服摩擦产生的静电火花。这些电火花都能引起可燃性气体、液体蒸气和易燃固体物质着火。

2、间接火源、高温：指高温加热、烘烤、积热不散、机械故障发热等由于蓄热而产生较高温度，如发热的白炽灯、烧红的铁块、长时间通电的水浴锅等；光辐射：如太阳光、凸玻璃聚光热等。这种热能只要具有足够的温度，就能点燃可燃物质，从而引发火灾。

3、自燃起火：指既无明火又无外来热源的情况下，物质本身自行发热、燃烧起火。如黄磷在空气中会自行起火，钾、钠等金属遇水会着火。

（四）、燃烧的充分条件

要发生燃烧必须同时具备燃烧的三个要素，缺一不可。但是在某些情况下，虽然具备了燃烧的三个要素，也不一定能发生燃烧。如果可燃物的数量不够，氧气不足或点火源的热量不大，温度不够，燃烧也不能发生。所以，要发生燃烧，除了上述三个基本条件外，还必须具备以下充分条件。

第一，一定数量的可燃物

首先，要发生燃烧，必须有足够数量的可燃物质。如果在空气中的可燃气体或蒸气的浓度不够，燃烧就不会发生。例如：在一般气温下用火柴去点汽油和柴油时，汽油立即燃烧起来，而柴油却不能燃烧。为什么柴油不能燃烧呢？这是因为柴油在一定气温下挥发到空气中的蒸气数量很少，还没有达到燃烧的浓度。也就是说，虽有可燃物质，但其浓度不够，即使有空气（氧）和引火源的接触，也不能发生燃烧。

第二，一定比例的助燃物

要使可燃物质燃烧，必须供给足够的助燃物，否则，燃烧就会逐渐减弱，直至熄灭，也就是说助燃物的数量不够，也不能发生燃烧。例如：点燃的蜡烛用玻璃钟罩罩起来，不让周围的空气进入，这样经过较短的时间，蜡烛就会熄灭。通过对玻璃罩内的气体的分析，发现这些气体中还含有 16% 的氧气，这说明一般可燃物在空气中的含氧量低于 16% 的条件下，就不能发生燃烧。

第三，一定能量的点火源

要发生燃烧，引火源必须有一定的温度和足够的热量，否则燃烧也不能发生。要发生燃烧，必须使燃烧的三个要素相互结合、相互作用，否则燃烧就不能发生。

二、燃烧的类型

1、闪燃：闪燃是指易燃或可燃液体挥发出来的蒸气分子与空气混合后，达到一定的浓度，遇火源产生一闪即灭的现象。

发生闪燃是因为易燃或可燃液体在闪燃温度下蒸发的速度比较慢，蒸发出来的蒸气仅能维持一刹那的燃烧，来不及补充新的蒸气维持稳定的燃烧，因而一闪就灭了。

2、着火：可燃物与着火源接触引起燃烧，这种持续燃烧的现象就叫着火。着火是燃烧的开始，并且以出现火焰为特征。

3、自燃：可燃物质在空气中没有外部火花、火焰等火源的作用，靠自身发热或外来热源引发的自行燃烧现象。

三、火灾发展的基本过程

无论那种形式的火灾，都包括着火、火势增大、烟气蔓延、火焰熄灭等过程。我们把火灾的发展大体分成初期增长阶段、充分发展阶段及减弱阶段。

1、初期增长阶段 刚起火时，火区的面积不大，其燃烧状况与敞开环境中的燃烧差不多。如果不及及时扑救，火区将逐渐增大。不久，其规模便增大到房间体积明显影响燃烧状况的阶段。也就是说，房间的通风状况对火区继续发展的影响越来越明显。在这一阶段中，室内的平均温度还比较低，因为总的热释放速率不高，不过在火焰和着火物体附近已出现局部高温区。

如果房间的通风状况良好，火灾将逐渐发展到一个重要的转变阶段——轰燃。这里室内所有的可燃物都将起火。轰燃的出现标志着室内火灾已由初始增长阶段转变到充分发展阶段。与火灾的其他主要阶段相比，轰燃所占时间是比较短暂的，对应着温度——时间曲线陡升的那一小段时间。

2、充分发展阶段 火灾进入这一阶段后，燃烧强度仍在增强，热释放速率逐渐达到某一最大值，室

内温度经常会升到 800°C 以上，因而可以严重地损坏室内的设备及建筑物本身的结构，甚至造成建筑物的部分毁坏或全部倒塌。另一方面，高温烟气还会携带着相当多的可燃组分从起火室的开口窜出，从而引起邻近房间或相邻建筑物起火。

3、减弱阶段 这是火灾逐渐冷却的阶段。一般认为，此阶段是从室内平均温度降到其峰值的 80%左右时开始的。这是可燃物的挥发组分大量消耗而致使燃烧速率减小的结果。随后明火燃烧无法维持，可燃固体变为赤热的焦炭。这些焦炭按碳燃烧的形式继续燃烧，不过燃烧速率比较缓慢。由于燃烧放出的热量不会很快散失，室内温度仍然较高，在焦炭附近还会存在局部相当高的温度区。若火灾尚未发展到减弱阶段就被扑灭了，可燃物还会发生热分解，而火区周围的温度在一段时间内还比平时高得多，可燃挥发组分还可以继续析出。如果达到了足够高的温度与浓度，还会再次出现明火燃烧。因此，灭火后应当注意这种“死灰复燃”问题。

第二节 爆炸

一、爆炸的定义

爆炸是指物质由一种状态迅速地转变成另一种状态，并在瞬间释放出巨大的能量，或气体、蒸气在瞬间发生剧烈膨胀的现象。

爆炸是一种极为迅速的物理或化学的能量释放过程。在此过程中，空间内的物质以极快的速度把其内部所含有的能量释放出来，转变成机械功、光和热等能量形态。所以一旦失控，发生爆炸事故，就会产生巨大的破坏作用，爆炸发生破坏作用的根本原因是构成爆炸的体系内存有高压气体或在爆炸瞬间生成的高温高压气体。爆炸体系和它周围的介质之间发生急剧的压力突变是爆炸的最重要特征，这种压力差的急剧变化是产生爆炸破坏作用的直接原因。

爆炸是某一物质系统在发生迅速的物理变化或化学反应时，系统本身的能量借助于气体的急剧膨胀而转化为对周围介质做机械功，通常同时伴随有强烈放热、发光和声响的效应。

爆炸的定义主要是指在爆炸发生当时产生的稳定爆轰波，也就是有一定体积的气体在短时间内以恒定的速率辐射性高速胀大（压力变化），没有指明一定要有热量或光的产生，例如一种叫熵炸药 TATP（三聚过氧丙酮炸药），其爆炸只有压力变化和气体生成，而不会有热量或光的产生。而爆炸音的产生，主要是源自于爆炸时所产生的气体膨胀速度高于音速所致。

空气和可燃性气体的混合气体的爆炸、空气和煤屑或面粉的混合物爆炸等，都由化学反应引起，而且都是氧化反应。但爆炸并不都与氧气有关。如氯气与氢气混合气体的爆炸，且爆炸并不都是化学反应，如蒸汽锅炉爆炸、汽车轮胎爆炸则是物理变化。可燃性气体在空气中达到一定浓度时，遇明火都会发生爆炸。

二、爆炸的类型

（一）按照爆炸的初始能量不同，爆炸可分为以下 6 种。如下表 1-3 所示：

表 1-3 爆炸的类型

类型	反应方式	爆炸效应	应用或自然现象
核爆炸	原子核的裂变或聚变	中子辐射、光辐射、热辐射、冲击波、火球	核武器
化学爆炸	爆轰（炸药） 爆燃（火药）	冲击波、火球	爆破工程、瓦斯和粉尘爆炸、爆炸加工、常规武器发射药、矿山和水利建设
电爆炸	电能转化	冲击波、火	水下放电、雷电

	为机械能	球	
物理爆炸	一种机械能转化为另一种形式的机械能	冲击波、飞散物	高压容器爆炸、火山爆发
高速碰撞	同上	冲击波、成坑、击穿、崩落	弹丸穿甲、碰甲、陨石碰撞
激光、X射线或其他高能粒子束照射引起的爆炸	粒子束能量转化为机械能	成坑、击穿、崩落	激光或粒子束武器

1. 物理爆炸

物理性爆炸是由物理变化(温度、体积和压力等因素)引起的，在爆炸的前后，爆炸物质的性质及化学成分均不改变。

实验室中，高压锅的爆炸是典型的物理性爆炸，其原因是过热的水迅速蒸发出大量蒸汽，使蒸汽压力不断提高，当压力超过高压锅的极限强度时，就会发生爆炸。又如，氧气钢瓶受热升温，引起气体压力增高，当压力超过钢瓶的极限强度时即发生爆炸。发生物理性爆炸时，气体或蒸汽等介质潜藏的能量在瞬间释放出来，会造成巨大的破坏和伤害。上述这些物理性爆炸是蒸汽和气体膨胀力作用的瞬时表现，它们的破坏性取决于蒸汽或气体的压力。

2. 化学爆炸

化学爆炸是由化学变化造成的。化学爆炸的物质不论是可燃物质与空气的混合物，还是爆炸性物质(如炸药)，都是一种相对不稳定的系统，在外界一定强度的能量作用下，能产生剧烈的放热反应，产生高温高压和冲击波，从而引起强烈的破坏作用。爆炸性物品的爆炸与气体混合物的爆炸有下列异同。(1)、爆炸的反应速度非常快。爆炸反应一般在 $10^{-5} \sim 10^{-6}$ s 间完成，爆炸传播速度(简称爆速)一般在 $2000\text{m/s} \sim 9000\text{m/s}$ 之间。由于反应速度极快，瞬间释放出的能量来不及散失而高度集中，所以有极大的破坏作用。气体混合物爆炸时的反应速度比爆炸物品的爆炸速度要慢得多，数百分之一至数十秒内完成，所以爆炸功率要小得多。

(2)、反应放出大量的热。爆炸时反应热一般为 $2900 \sim 6300\text{kJ/kg}$ ，可产生 $2400 \sim 3400^\circ\text{C}$ 的高温。气态产物依靠反应热被加热到数千度，压力可达数万个兆帕，能量最后转化为机械功，使周围介质受到压缩或破坏。气体混合物爆炸后，也有大量热量产生，但温度很少超过 1000°C 。

(3)、反应生成大量的气体产物。1kg 炸药爆炸时能产生 700 ~ 1000L 气体，由于反应热的作用，气体急剧膨胀，但又处于压缩状态，数万个兆帕压力形成强大的冲击波使周围介质受到严重破坏。气体混合物爆炸虽然也放出气体产物，但是相对来说气体量要少，而且因爆炸速度较慢，压力很少超过 2MPa。

(二)、爆炸性混合物的爆炸

可燃气体、蒸气或粉尘与空气(或氧)混合后，形成爆炸性混合物，这类爆炸的爆炸破坏力虽然比前两类小，但实际危险要比前两类大，这是由于石油化工生产形成爆炸性混合物的机会多，而且往往不易察觉。因此，石油化工生产的防火防爆是安全工作一项十分重要的内容。爆炸混合物的爆炸需要有一定的条件，即可燃物与空气或氧达到一定的混合浓度，并具有一定的激发能量。此激发能量来自明火、电火花、静电放电或其他能源。

爆炸混合物可分为：

- ①、气体混合物，如甲烷、氢、乙炔、一氧化碳、烯烃等可燃气体与空气或氧形成的混合物
- ②、蒸气混合物，如汽油、苯、乙醚、甲醇等可燃液体的蒸气与空气或氧形成的混合物
- ③、粉尘混合物，如铝粉尘、硫磺粉尘、煤粉尘、有机粉尘等与空气或氧气形成的混合物；
- ④、遇水爆炸的固体物质，如钾、钠、碳化钙、三异丁基铝等与水接触，产生的可燃气体与空气或氧气混合形成爆炸性混合物。

按照爆炸反应的相的不同，爆炸可分为气相爆炸、液相爆炸和固相爆炸。

1．气相爆炸。包括可燃性气体和助燃性气体混合物的爆炸；气体的分解爆炸；液体被喷成雾状物引起的爆炸；飞扬悬浮于空气中的可燃粉尘引起的爆炸等。

2．液相爆炸。包括聚合爆炸、蒸发爆炸以及由不同液体混合所引起的爆炸。例如，硝酸和油脂，液氧和煤粉等混合时引起的爆炸；熔融的矿渣与水接触或钢水包与水接触时，由于过热发生快速蒸发引起的蒸汽爆炸等。

3．固相爆炸。包括爆炸性化合物及其他爆炸性物质的爆炸(如乙炔铜的爆炸)；导线因电流过载，由于过热，金属迅速气化而引起的爆炸等。

(三) 爆炸按燃烧速度的分类

1．轻爆。物质爆炸时的燃烧速度为每秒数米，爆炸时无多大破坏力，声响也不太大。如无烟火药在空气中的快速燃烧，可燃气体混合物在接近爆炸浓度上限或下限时的爆炸即属于此类。

2．爆炸。物质爆炸时的燃烧速度为每秒十几米至数百米，爆炸时能在爆炸点引起压力激增，有较大的破坏力，有震耳的声响。可燃性气体混合物在多数情况下的爆炸，以及火药遇火源引起的爆炸等即属于此类。

3．爆轰。物质爆炸的燃烧速度为爆轰时能在爆炸点突然引起极高压力，并产生超音速的“冲击波”。由于在极短时间内发生的燃烧产物急速膨胀，像活塞一样挤压其周围气体，反应所产生的能量有一部分传给被压缩的气体层，于是形成的冲击波由它本身的能量所支持，迅速传播并能远离爆轰的发源地而独立存

在，同时可引起该处的其他爆炸性气体混合物或炸药发生爆炸，从而发生一种“殉爆”现象。

三、爆炸极限

可燃气体、可燃液体蒸气或可燃粉尘与空气混合并达到一定浓度时，遇火源就会燃烧或爆炸。这个遇火源能够发生燃烧或爆炸的浓度范围，称为爆炸极限。通常用可燃气体在空气中的体积百分比（%）表示。

可燃气体、可燃液体蒸气的爆炸极限分下限和上限，即在空气中含量的最低浓度和最高浓度，爆炸极限又称燃烧极限。浓度低于爆炸下限，遇到明火既不会燃烧，也不会爆炸；高于爆炸上限，也不会爆炸，但是会燃烧；只有在下限和上限之间时才会发生爆炸。而可燃粉尘的爆炸上限很高，一般达不到，所以通常只标明爆炸下限，而且用克/米³来表示。当浓度超过爆炸下限时，遇到明火即发生爆炸。爆炸极限范围越宽，下限越低，爆炸危险性也就越大。

最小点火能

最小点火能是指能引起爆炸性混合物燃烧爆炸时所需的最小能量。最小点火能数值愈小，说明该物质愈易被引燃。

第三节 应对火灾采取的消防措施

一、火灾

火灾是指在时间或空间上失去控制的燃烧所造成的灾害。在各种灾害中，火灾是最经常、最普遍地威胁公众安全和社会发展的主要灾害之一。

1. 根据可燃物的类型和燃烧特性分类《火灾分类》GB/T 4968 - 2008 2008 年 11 月 4 日发布 2009 年 4 月 1 日实施）中，火灾根据可燃物的类型和燃烧特性，分为 A、B、C、D、E、F 六大类。

表 1-4 火灾类型和灭火器类型

火灾类型	燃烧物	可选灭火器类型	注意事项
A 类	固体物质	水型、泡沫、磷酸铵盐干粉、卤代烷型灭火器	

B 类 火灾	液体或可 熔化的固 体物质火 灾	干粉、泡沫、 卤代烷、二氧 化碳型灭火器	化学泡沫灭火器 不能灭 B 类醇、醛、 酮、醚、酯等属于 极性溶剂火灾
C 类 火灾	气体火灾	干粉、卤代烷、 二氧化碳型灭 火器	
D 类 火灾	带电火灾	卤代烷、二氧 化碳、磷酸铵 盐干粉灭火器	
E 类 火灾	金属火灾	国内多采用干 沙或铸铁沫灭 火	
F 类 火灾	烹饪器具 内的动植 物油脂火 灾	锅盖、大量蔬 菜、湿布	

2. 火灾的等级划分：根据 2007 年 6 月 26 日公安部下发的《关于调整火灾等级标准的通知》，新的火灾等级标准由原来的特大火灾、重大火灾、一般火灾三个等级调整为特别重大火灾、重大火灾、较大火灾和一般火灾四个等级。

特别重大火灾：指造成 30 人以上死亡，或者 100 人以上重伤，或者 1 亿元以上直接财产损失的火灾。

森林大火、重大火灾：指造成 10 人以上 30 人以下死亡，或者 50 人以上 100 人以下重伤，或者 5000 万元以上 1 亿元以下直接财产损失的火灾。

较大火灾 指造成 3 人以上 10 人以下死亡 或者 10 人以上 50 人以下重伤 或者 1000 万元以上 5000 万元以下直接财产损失的火灾。

一般火灾：指造成 3 人以下死亡，或者 10 人以下重伤，或者 1000 万元以下直接财产损失的火灾。

（注：“以上”包括本数，“以下”不包括本数。）

二、火灾扑救

A 类火灾可选择水型灭火器、泡沫灭火器、磷酸铵盐干粉灭火器，卤代烷灭火器。

B 类火灾可选择泡沫灭火器(化学泡沫灭火器只限于扑灭非极性溶剂)、干粉灭火器、卤代烷灭火器、二氧化碳灭火器。

C 类火灾可选择干粉灭火器、卤代烷灭火器、二氧化碳灭火器等。

D 类火灾带电火灾包括家用电器、电子元件、电气设备(计算机、复印机、打印机、传真机、发电机、电动机、变压器等)以及电线电缆等燃烧时仍带电的火灾，而顶挂、壁挂的日常照明灯具及起火后可自行切断电源的设备所发生的火灾则不应列入带电火灾范围。可选择粉状石墨灭火器、专用干粉灭火器，也可用干砂或铸铁屑末代替。

三、灭火工具

灭火器的种类很多，按其移动方式可分为：手提式和推车式；按驱动灭火剂的动力来源可分为：储气瓶式、储压式、化学反应式、按所充装的灭火剂则又可分为：泡沫、干粉、卤代烷、二氧化碳、酸碱、清水等。



1. 泡沫灭火器

适用于扑救一般 B 类火灾，如油制品、油脂等火灾，也可适用于 A 类火灾，但不能扑救 B 类火灾中的水溶性可燃、易燃液体的火灾，如醇、酯、醚、酮等物质火灾；也不能扑救带电设备及 C 类和 D 类火灾。



2. 酸碱灭火器

适用于扑救 A 类物质燃烧的初起火灾，如木、织物、纸张等燃烧的火灾。它不能用于扑救 B 类物质燃烧的火灾，也不能用于扑救 C 类可燃性气体或 D 类轻金属火灾。同时也不能用于带电物体火灾的扑救。

3. 二氧化碳灭火器

适用于扑救易燃液体及气体的初起火灾，也可扑救带电设备的火灾；常应用于实验室、计算机房、变配电所，以及对精密电子仪器、贵重设备或物品维护要求较高的场所。

4. 干粉灭火器

碳酸氢钠干粉灭火器适用于易燃、可燃液体、气体及带电设备的初起火灾；磷酸铵盐干粉灭火器除可用于上述几类火灾外，还可扑救固体类物质的初起火灾。但都不能扑救金属燃烧火灾。

四、逃生自救常识

逃生自救，需要技巧，时间就是生命，自救才能生存。就高校火灾特点，提供几种逃生方法，供参考。

1、如果身上的衣物，由于静电的作用或吸烟不慎，引起火灾时，应迅速将衣服脱下或撕下，或就地滚翻将火压灭，但注意不要滚动太快。一定不要身穿着火衣服跑动。如果有水可迅速用水浇灭，但人体被火烧伤时，一定不能用水浇，以防感染。

2、如果寝室、教室、实验室、会堂、宾馆、饭店、食堂、浴池、超市等着火时，可采用以下方法逃生。

(1)毛巾、手帕捂鼻护嘴法

(2)遮盖护身法

(3)封隔法

(4)卫生间避难法。

五、常见错误

1. 冒险跳楼逃生。发生火灾时，当选择的逃生路线被大火封死，火势愈来愈大、烟雾愈来愈浓时，人们就很容易失去理智。此时，切记不要跳楼、跳窗，而应另谋生路，万万不可盲目采取冒险行为。

2. 从高处往低处逃生。特别是高层建筑一旦失火，人们总是习惯性地认为，只有尽快逃到一层，跑出室外，才有生的希望。殊不知，盲目朝楼下逃生，可能自投火海。因此，在发生火灾时，有条件的可登上房顶或在房间内采取有效的防烟、防火措施后等待救援。

3. 向光亮处逃生。在突遇火灾时，人们总是习惯向着有光、明亮的方向逃生。而这时的火场中，光亮之地正是火魔肆无忌惮地逞威之处。

4. 盲目跟着别人逃生。当人突然面临火灾威胁时，极易因惊慌失措而失去正常的判断思维能力，第一反应就是盲目跟着别人逃生。常见的盲目追随行为有跳窗、跳楼，逃(躲)进厕所、浴室、门角等。克服盲目追随的方法是平时要多了解与掌握一定的消防自救与逃生知识，避免事到临头没有主见。

5. 从进来的原路逃生。这是许多人在火灾中逃生会发生的行为。因为大多数建筑物内部的道路出口一般不为人们所熟悉，一旦发生火灾时，人们总是习惯沿着进来的出入口和楼道进行逃生，当发现此路被封

死时，已失去最佳逃生时间。因此，在实验室做实验时，一定要对周围的环境和出入口进行必要的了解与熟悉，以防万一。

六、逃生方法

每个人都在祈求平安。但天有不测风云，人有旦夕祸福。一旦火灾降临，在浓烟毒气和烈焰包围下，不少人葬身火海，也有人死里逃生幸免遇难。“只有绝望的人，没有绝望的处境，”面对滚滚浓烟和熊熊烈焰，只要冷静机智运用火场自救与逃生知识，就有极大可能拯救自己。因此，掌握多一些火场自救的要诀，困境中也许就能获得第二次生命。

（一）熟悉环境，暗记出口。

当你处在陌生的环境时，为了自身安全，务必留心疏散通道、安全出口及楼梯方位等，以便关键时候能尽快逃离现场。请记住：在安全无事时，一定要居安思危，给自己预留一条通路。

（二）通道出口，畅通无阻。

楼梯、通道、安全出口等是火灾发生时最重要的逃生之路，应保证畅通无阻，切不可堆放杂物或设闸上锁，以便紧急时能安全迅速地通过。

（三）扑灭小火，惠及他人。

当发生火灾时，如果发现火势并不大，且尚未对人造成很大威胁时，当周围有足够的消防器材，如灭火器、消防栓等，应奋力将小火控制、扑灭；千万不要惊慌失措地乱叫乱窜，置小火于不顾而酿成大灾。请记住：争分夺秒，扑灭“初期火灾”。

（四）保持镇静，明辨方向，迅速撤离。

突遇火灾，面对浓烟和烈火，首先要强令自己保持镇静，迅速判断危险地点和安全地点，决定逃生的办法，尽快撤离险地。千万不要盲目地跟从人流和相互拥挤、乱冲乱窜。撤离时要注意，朝明亮处或外面空旷地方跑，要尽量往楼层下面跑，若通道已被烟火封阻，则应背向烟火方向离开，通过阳台、气窗、天台等往室外逃生。请记住：人只有沉着镇静，才能想出好办法。

（五）不入险地，不贪财物。

身处险境，应尽快撤离，不要因害羞或顾及贵重物品，而把逃生时间浪费在寻找、搬离贵重物品上。已经逃离险境的人员，切莫重返险地，自投罗网。请记住：留得青山在，不怕没柴烧。

（六）简易防护，蒙鼻匍匐。

逃生时经过充满烟雾的路线，要防止烟雾中毒、预防窒息。为了防止火场浓烟呛入，可采用毛巾、口罩蒙鼻，匍匐撤离的办法。烟气较空气轻而飘于上部，贴近地面撤离是避免烟气吸入、滤去毒气的最佳方法。穿过烟火封锁区，应配戴防毒面具、头盔、阻燃隔热服等护具，如果没有这些护具，那么可向头部、身上浇冷水或用湿毛巾、湿棉被、湿毯子等将头、身裹好，再冲出去。请记住：多件防护工具在手，总比赤手空拳好。

（七）善用通道，莫入电梯。

按规范标准设计建造的建筑物，都会有两条以上逃生楼梯、通道或安全出口。发生火灾时，要根据情况选择进入相对较为安全的楼梯通道。除可以利用楼梯外，还可以利用建筑物的阳台、窗台、天面屋顶等攀到周围的安全地点沿着落水管、避雷线等建筑结构中凸出物滑下楼也可脱险。在高层建筑中，电梯的供电系统在火灾时随时会断电或因热的作用电梯变形而使人被困在电梯内同时由于电梯井犹如贯通的烟囱般直通各楼层，有毒的烟雾直接威胁被困人员的生命。请记住：逃生的时候，乘电梯极危险。

（八）缓降逃生，滑绳自救。

高层、多层公共建筑内一般都设有高空缓降器或救生绳，人员可以通过这些设施安全地离开危险的楼层。如果没有这些专门设施，而安全通道又已被堵，救援人员不能及时赶到的情况下，你可以迅速利用身边的绳索或床单、窗帘、衣服等自制简易救生绳，并用水打湿从窗台或阳台沿绳缓滑到下面楼层或地面；安全逃生。请记住：胆大心细，救命绳就在身边。

（九）避难场所，固守待援。

假如用手摸房门已感到烫手，此时一旦开门；火焰与浓烟势必迎面扑来。逃生通道被切断且短时间内无人救援。这时候，可采取创造避难场所、固守待援的办法。首先应关紧迎火的门窗，打开背火的门窗，用湿毛巾一湿布塞堵门缝或用水浸湿棉被蒙上门窗然后不停用水淋透房间，防止烟火渗入，固守在房内，直到救援人员到达。

（十）缓晃轻抛，寻求援助。

被烟火围困暂时无法逃离的人员，应尽量呆在阳台、窗口等易于被人发现和能避免烟火近身的地方。在白天，可以向窗外晃动鲜艳衣物，或外抛轻型晃眼的东西；在晚上即可以用手电筒不停地在窗口闪动或者敲击东西，及时发出有效的求救信号，引起救援者的注意。请记住：充分暴露自己，才能争取有效拯救自己。

（十一）火已及身，切勿惊跑。

火场上的人如果发现身上着了火，千万不可惊跑或用手拍打。当身上衣服着火时，应赶紧设法脱掉衣服或就地打滚，压灭火苗；能及时跳进水中或让人向身上浇水、喷灭火剂就更有效了。请记住：就地打滚虽狼狈，烈火焚身可免除。

（十二）身处险境，自救莫忘救他人

任何人发现火灾，都应尽快拨打“119”电话呼救，及时向消防队报火警。火场中的儿童和老弱病残者，他们本人不具备或者丧失了自救能力，在场的其他人除自救外，还应当积极救助他们尽快逃离险境。

每个人对自己工作、学习或居住所在的建筑物的结构及逃生路径要做到了然于胸，必要时可集中组织应急逃生预演，使大家熟悉建筑物内的消防设施及自救逃生的方法。这样，火灾发生时，就不会觉得走投无路了。

第二章 用电安全

第一节 实验室用电注意事项

1. 实验室内的电气设备的安装和使用管理，必须符合安全用电管理规定，大功率实验设备用电必须使用专线，严禁与照明线共用，谨防因超负荷用电着火。
2. 实验室用电容量的确定要兼顾电器发展的增容需要，留有一定余量。但不准乱拉乱接电线。
3. 实验室内的用电线路和配电盘、板、箱、柜等装置及线路系统中的各种开关、插座、插头等均应经常保持完好可用状态，熔断装置所用的熔丝必须与线路允许的容量相匹配，严禁用其他导线替代。室内照明器具都要经常保持稳固可用状态。
4. 可能散布易燃、易爆气体或粉体的建筑内，所用电器线路和用电装置均应按相关规定使用防爆电气线路和装置。
5. 对实验室内可能产生静电的部位、装置要心中有数，要有明确标记和警示，对其可能造成的危害要有妥善的预防措施。
6. 实验室内所用的高压、高频设备要定期检修，要有可靠的防护措施。凡设备本身要求安全接地的，必须接地；定期检查线路，测量接地电阻。自行设计、制做对已有电气装置进行自动控制的设备，在使用前必须经实验室与设备处技术安全办公室组织的验收合格后方可使用。自行设计、制做的设备或装置，其中的电气线路部分，也应请专业人员查验无误后再投入使用。
7. 实验室内不得使用明火取暖，严禁抽烟。必须使用明火实验的场所，须经批准后，才能使用。
8. 手上有水或潮湿请勿接触电器用品或电器设备；严禁使用水槽旁的电器插座（防止漏电或感电）。
9. 实验室内的专业人员必须掌握本室的仪器、设备的性能和操作方法，严格按操作规程操作。
10. 电器插座请勿接太多插头，以免电荷负荷不了，引起电器火灾。

第二节 电气事故

一、电气事故介绍

电气事故是局外电能作用于人体或电能失去控制所造成的意外事件，即与电能直接关联的意外灾害。电气事故将使人们的正常活动中断，并可能造成人身伤亡和设备、设施的毁坏。管理、规划、设计、安装、试验、运行、维修、操作中的失误都可能导致电气事故。

二、电气事故类型

按照构成事故的基本要素，电气事故可分为触电、雷击、静电危险及危害、电磁辐射危害及危险和电路故障及电路事故。触电事故是电流形式的能量失去控制造成的事故。电流直接流过人体将造成电击；电流转化为其他形式的能量作用于人体将造成电弧烧伤等电伤。雷击是自然界中相对静止的正、负电荷形式的能量造成的事故。雷击可能引起火灾和爆炸，可能使人遭到严重电击，可能毁坏设备和设施，可能造成大规模停电。静电事故是工艺过程中及人体活动中产生的相对静止的正、负电荷形式的能量所造成的事故。静电的最大危险是引起爆炸和火灾，静电还会给人以电击和妨碍生产。电磁辐射事故是电磁波形式的能量造成的事故。电磁辐射可能危害人的健康，可能干扰无线电装置，还有引燃的危险。

三、故障事故

电路故障和事故包括接地、漏电、短路、断线、过载、元件损坏等多种故障和事故。电路事故可能导致人身伤亡、设备毁坏、火灾、爆炸、停电等多种危险。

第三节 实验室用电安全事故

随着实验室的设备不断更新，越来越多的大型精密仪器和电子仪器经采购进入实验室，部分特殊实验室还有易燃、易爆的危险品，如氢气、乙炔等，因此实验室用电安全成为不可忽视的重要问题。

一、实验室电气事故种类

1. 直接接触触电

- (1) 单相触电。即人体接触一根相线，电流经人体流入零线或流入大地而引起的触电。
- (2) 两相触电。即人体同时接触带电的任何两相电源。

2. 间接接触触电

当电气设备的绝缘在运行中发生故障而损坏时，使电气设备本来在正常工作状态下不带电的外露金属部件呈现危险的对地电压，当人体触及这些金属部件时，就构成间接触电。

3. 剩余电荷

触电电气设备的相间绝缘和对地绝缘都存在电容效应，由于电容器具有储存电荷的性能，因此在刚断开电源的停电设备上，都会保留一定量的电荷，称为剩余电荷。如此时有人触及停电设备，就可能遭受剩余电荷电击。

4. 感应电压触电

由于带电设备的电磁感应和静电感应作用，能使附近的停电设备上感应出一定的电位，其数值的大小决定于带电设备电压的高低、停电设备与带电设备两者接近程度的平行距离、几何形状等因素。

5. 静电触电

静电电位可高达数万伏至数十万伏，可能发生放电，产生电气火花，引起爆炸、火灾，也能造成对人体的电击伤害。

二、造成电器灾害的主要因素

1. 线路短路

由于线路安装不正确或使用不当，绝缘层破损，火线与零线相碰。如导线被金属铁钉磨破，过墙、过楼板导线被挤压、擦伤、受潮等而引起的短路。短路时，电流强度比正常时大出几十倍，电流在短时间内将产生大量的热量，温度急剧上升使绝缘层起火或引燃可燃物而造成事故。

2. 线路超负荷供电

供电线路铺设时容量考虑不足，或增加了负载，使导线超负荷过热而引起事故。

3. 插头、插座容量考虑不足

安装时插头、插座容量考虑不足，使插头、插座过负荷工作，或者由于插座不够用，随便买个活动的排插使用，容量不足而发热引起事故。

4. 接头接触不良，造成接头处跳火

如线路中导线的接头，导线与开关的接头，插头与导线的连接处，插座与导线连接处等，未接牢固，或长期使用后腐蚀氧化，使接触电阻增大，就有可能引起接头处跳火，使接头处发热而引起事故。

5. 保险丝选用过粗或用铜丝代替保险丝而引起事故

如果不按标准而选用过粗的保险丝，一旦线路过负荷或短路，保险丝就不能熔断，电路就不能被切断起到保护作用。

6. 空开或漏电保护器选用不当

空开由于容量选择不正确，漏电保护器选用低劣的产品等，致使出现故障不跳闸而引起事故。

三、用电安全的基本方法

1. 检查供电线路安全状况

(1) 要定期检查供电线路安全状况。开关和熔断器是否装在火线上，开关、插座及电器周围是否存在易燃物，供电线路是否有供电隐患等。

(2) 必须安装漏电保护器，作为末级漏电保护，额定漏电动作电流不应大于 30mA。额定漏电动作时间应小于 0.1s。遇触电或火灾时就能在最短的时间内切断电源。

(3) 检查三孔插座接线是否正确。插座顶端是否有接地保护线，插座左侧为零线，右侧为火线，是否有错。防止外线改动使火线与零线接反。

(4) 检查保护接地线。保护接地线的线径不低于相线线径，并常检查接地电阻是否小于 4Ω。

(5) 选用合格的三孔插座和活动插座板。一定要选用经过国家质量认证的合格产品。还要特别注意活动插座板其线径较细,只适应连接功率小的电器,插座要经常检查,看看是否有烧焦变形的迹象,发现异常就要立即更换,不能延误。

(6) 漏电保护器要经常试跳,以防止工作不正常。

(7) 不要在原线路上私拉乱接线路,或随意接插大功率用电器。

(8) 禁止不接插头就将裸头导线直接插入插座中使用。

2. 使用电器的安全措施

(1) 经常检测电器外壳是否带电。用测电笔检测时先要确认测电笔是好的,因为测电笔氖管损坏时,就会将有电误判为无电。

(2) 电器设备应可靠的接地,以便电器设备发生碰壳接地时漏电保护器能迅速切除,同时也是预防剩余电荷触电、感应电压触电、静电触电的好方法。

(3) 电器在使用时,人员不能离开电器并注意电器运行状况,一旦有异常声响、气味、打火、冒烟等现象出现时,就要立即关机停止使用,待查明原因、排除故障后再继续使用。

(4) 进实验室要穿绝缘鞋,电器的周围要铺绝缘垫,特别是经常使用的或容易漏电的电器要铺绝缘垫,以防止触电。

(5) 电器使用完毕要随手切断电源,拔下电源插头,禁止用拉导线的方法拔下电源插头。

(6) 搬动或维修电器时一定要先拔掉电源插头后,方可进行。

(7) 做好电器设备的超前维修工作。要定期检修电器设备,从中发现问题及时处理,把一切事故隐患消灭在萌芽状态。

(8) 教育学生养成不用手掌摸电器的好习惯,更不能用湿手去接触电器、电线。平时要注意用电器防潮、防霉、防热、防尘,尤其是暑假后一定要在使用前对各类电器作检查和干燥处理。

(9) 实验室要配置不导电的灭火剂,如喷粉灭火器使用的二氧化碳、四氯化碳或干粉灭火剂等,以防带电灭火时触电。在学生出入拥挤的楼道及有险情的地方要安装应急灯。

参考文献:

[1] 崔政斌.用电安全技术[M].北京:化学工业出版社,2004.

[2] 糜长根.实验室安全用电常识[J].中国教育技术装备,2004,(9):44-47.

第三章 生物实验室安全

实验室是高校从事实验教学、科学研究、社会服务的重要场所，是培养学生动手能力、创新能力，提高学生综合素质的重要基地，因此，保证实验室生物安全建设是当前高校发展的重要前提。实验操作涉及生物甚至病原生物，因此高校生物实验室的安全建设与化学、物理等实验室相比有特殊的要求。致病微生物发现以来，实验室感染事件持续不断，尤其是近年国内外 SARS 冠状病毒实验室感染事件和东北农业大学 28 名师生动物实验感染布鲁氏菌病等事件的发生，高校生物实验室生物安全问题显得越来越重要。

第一节 生物安全实验室与生物安全

生物安全实验室(biosafety laboratory)指通过防护屏障和管理措施,达到生物安全要求的生物实验室和动物实验室。实验室生物安全(Laboratory biosafety)是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,其含义为当实验室工作人员所处理的实验对象含有致病的微生物及其毒素时,通过实验室的设计建造、使用个体防护装置、严格遵从标准化的工作及操作程序等综合措施,确保实验室工作人员不受实验对象侵染,确保周围环境不受其污染。

一、实验室等级

根据对所操作生物因子采取的防护措施,将实验室生物安全防护水平分为一级、二级、三级和四级,一级防护水平最低,四级防护水平最高。依据国家相关规定: 1) 生物安全防护水平为一级的实验室适用于操作通常情况下不会引起人类或者动物疾病的微生物; 2) 生物安全防护水平为二级的实验室适用于操作能够引起人类或者动物疾病,但一般情况下对人、动物或者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的微生物; 3) 生物安全防护水平为三级的实验室适用于操作能够引起人类或者动物严重疾病,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; 4) 生物安全防护水平为四级的实验室适用于操作能够引起人类或者动物非常严重疾病的微生物,以及我国尚未发现或者已经宣布消灭的微生物。

表 3-1 实验室生物安全防护水平分级

实验室 分级	处理对象
一级	对人体、动植物或环境危害较低,不具有对健康成人、动植物致病的致病因子。
二级	对人体、动植物或环境具有中等危害或具有潜在危险的致病因子,对健康成人、动物和环境不会造成严重危害。有有效的预防和治疗措施。

三级	对人体、动植物或环境具有高度危险性，主要通过气溶胶使人传染上严重的甚至是致命疾病，或对动植物和环境具有高度危害的致病因子。通常有预防治疗措施。
四级	对人体、动植物或环境具有高度危险性，通过气溶胶途径传播或传播途径不明，或未知的、危险的致病因子。没有预防治疗措施。

二、技术指标

1. 生物安全实验室一般实施两级隔离。一级隔离通过生物安全柜、负压隔离器、正压防护服、手套、眼罩等实现；二级隔离通过实验室的建筑、空调净化和电气控制系统来实现。二级~四级生物安全实验室应实施两级隔离。

2. 生物安全主实验室二级隔离的主要技术指标应符合表 1.2 的规定。本表中的噪声不包括生物安全柜、动物隔离器的噪声，如果包括上述设备的噪声，则最大不应超过 68dB(A)。

表 3-2 主实验室的主要技术指标

名称	洁净度 级别	换气次数 (次 /h)	与由室内向外方 向上相邻相通房 间的压差 (Pa)	温度 ℃	相对湿 度%	噪声 dB(A)	最低 照度 lx
一级	/	可自然通风	/	16 ~ 28	≤70	≤60	300
二级	8 ~ 9	非实验动物时 可回风≤50% 8 ~ 10	-5 ~ -10	18 ~ 27	30 ~ 65	≤60	300
三级	7 ~ 8	全新风 : 10 ~ 15 主要保护环境 : 可回风≤30%	-15 ~ -25	20 ~ 26	30 ~ 60	≤60	500
四级	7 ~ 8	全新风 : >10 ~ 15	-20 ~ -30	20 ~ 25	30 ~ 60	≤60	500

图表说明：

1) 表中/表示不作要求。

2) 三级生物安全实验室主实验室相对于大气的最小负压不得小于-30Pa , 四级生物安全实验室主实验室相对于大气的最小负压不得小于-50Pa。

3) 对于饲养动物的三级生物安全实验室主实验室 , 其相对于大气的最小负压不得小于-50Pa ; 动物四级生物安全实验室主实验室相对于大气的最小负压不应小于-60Pa。

4) 动物生物安全实验室的参数应符合 GB14925-2001 《实验动物环境及设施》的有关要求。

三、与微生物危险度等级相对应的生物安全水平、操作和设备情况

与微生物危险度等级相对应的生物安全水平、操作和设备对照表如下：

表 3-3 与微生物危险度等级相对应的生物安全水平、操作和设备对照表				
危 险 度	生物安全水平	实验室 类型	实验室操作	安全设施
1 级	基础实验室— —一级生物安 全水平	基础的 教学、研 究	GMT	不需要；开放实验台
2 级	基础实验室— —二级生物安 全水平	初级卫 生服务； 诊断、研 究	GMT 加防护服、生物危 害标志	开放实验台，此外需 BSC 用 于防护可能生成的气溶胶
3 级	防护实验室— —三级生物安 全水平	特殊的 诊断、研 究	在二级生物安全防护水 平上增加特殊防护服、进 入制度、定向气流	BSC 和/或其他所有实验室 工作所需要的基本设备
4 级	最高防护实验 室—— 四级 生物安全研究 水平	危险病 原体研 究	在三级生物安全防护水 平上增加气锁入口、出口 淋浴、污染物品的特殊处 理	Ⅲ级 BSC 或Ⅱ级 BSC 并 穿着正压服、双开门高压灭 菌器（穿过墙体）、经过滤 的空气

注:BSC：生物安全柜；GMT：微生物学操作技术规范

四、安全水平

1. 一级安全水平

这种类型的适用于已经确定不会对于成年人立即造成任何疾病或是对于实验人员及实验室的人员造成最小的危险(美国疾病管制局,1997).这类的实验室可以处理较多种类的普通病原体,例如犬传染性肝炎、非感染性的埃西里氏大肠杆菌,以及对于非传染性的病菌与组织进行培养。在这个水平中需要的防范问题的生物危害性的措施是微乎其微的,手套和一些面部防护。不像其他种类的特殊实验室,这类的实验室并不一定需和大众交通分隔出来,而在这类实验室中仅需要再开放实验台上依循微生物学操作技术规范(GMT)即可。在一般情况下,被污染的材料都留在开放(但分别注明)废弃物容器。除此之外,这类型的实验后洗净程序与我们在许多方面对现代日常生活对于微生物的预防措施皆相同(例如:用抗菌肥皂洗涤一个人的手,以消毒剂清洗实验室的所有暴露表面等)类似。实验室环境中使用的所有细胞和/或细菌所使用的所有材料都必须经过高压釜的灭菌消毒处理。实验室人员在实验室中进行的程序中必须经由普通微生物学或相关科学训练的科学家监督且必须事先训练之。

2. 基础实验室——二级生物安全水平

这类实验室与生物安全级别 1 水平类似但其的病原体为中度对于人员和环境具有潜在危险。这类实验室较能处理较多种的病菌适用,且该病菌仅造成轻微的疾病给人类,或者是难以在实验室环境中的气溶胶中生存。适合它的病原体包括各种细菌和病毒但仅造成轻微的疾病给人类,或者是难以于实验室环境中的气溶胶存活,如艰难梭菌、大部分的衣原体门、A, B 与 C 型肝炎、A 型流感、莱姆病、沙门氏菌、腮腺炎病毒、麻疹病毒、艾滋病毒、羊搔痒症、抗药性金黄色葡萄球菌,与 VRSA. BSL-2 BSL-1 不同之处在于:实验人员与处理病原体人员需为特定培训和高级培训的科学家,实验时限制特定人士的出入,采取极端的防治污染物品预防措施;在生物安全柜或其他物理遏制设备进行可以创建在可能造成传染性气溶胶或喷雾被制造时必须在二级生物安全柜进行。

3. 防护实验室——三级生物安全水平

该级别适用于临床、诊断、教学、科研、或生产药物设施,这类实验室专门处理本地或外来的病原体且这些病原体可能会借由吸入而导致严重的或潜在的致命疾病。这些病原体包括各种细菌,寄生虫和病毒可能导致人类严重的致命性疾病,但目前已经有治疗法包含炭疽杆菌、结核杆菌、利什曼原虫、鹦鹉热衣原体、西尼罗河病毒、委内瑞拉马脑炎病毒、东部马脑炎病毒、SARS 冠状病毒、伤寒杆菌、贝纳氏立克次体、裂谷热病毒、立克次氏体与黄热病毒。

实验室工作人员必须在对于致病性和潜在的致命或致病性病原体的具体培训,且必须被对于此方面有经验之适任科学家之监督。这被认为是中性或暖区(neutral or warm zone)。

所有涉及感染性材料的操作过程是在生物安全柜,专门设计的通风柜,或备有其他物理抑制装置/穿着适当的个人防护衣物和设备的人员进行。该实验室具有特殊的工程和设计特点。虽然上述配备是被公认为必须设施,然而,一些现有的设施可能没有所有的设施都符合生物安全 3 级(例如:双门进入区和密封

零渗透力配备(sealed penetrations)) 建议。在这种情况下,在可供接受的安全水平下进行例行程序的行为(例如:涉及鉴定病原体与人传播的诊断程序、分类,药物过敏试验等),可在生物安全 2 级(P2)设施中实施,提供实验室里过滤后的废气排放到室外,实验室的通风平衡提供定向气流进入室内,工作正在进行时限制进入实验室的人士,严格遵循推荐的标准微生物的实践与特别的做法,并配有生物安全 3 级安全设备。但实施这一生物安全水平 3 建议修改的决定只能由实验室主任进行之。

4. 最高防护实验室—— 四级生物安全研究水平

此级别需要处理危险且未知的病原体且该病原体可能造成经由气溶胶传播之病原体或造成高度个人风险,且该病原体至今无任何已知的疫苗或治疗法,如阿根廷出血热与刚果出血热、埃博拉病毒、马尔堡病毒、拉萨热、克里米亚-刚果出血热、天花以及其他各种出血性疾病。当处理这类生物危害病原体时必须且具强制性地使用独立供氧的正压防护衣。生物实验室的四个出入口将配置多个淋浴设备、真空室与紫外线光室,及其他旨在摧毁所有的生物危害的痕迹安全防范措施。多个气密锁将被广泛应用并被电子保护以防止在同一时间打开两个门。所有的空气和水的服务,将和来自生物安全 4 级(或 P4)实验室将进行类似的消毒程序,以消除意外释放的可能性。当一个病原体被怀疑或可能有抗药性时都必须在 BSL-4 实验室进行处理,直到有足够的证据得到确认必须在此规格实验室持续工作,或移交至一个较低水平的实验室。实验室工作人员必须对于他们在处理极其危险的传染性有具体和深入的培训并且理解的标准和特殊的措施、抑制配备与设计特色。

第二节 离心机使用安全

离心机是利用离心力,分离液体与固体颗粒或液体与液体的混合物中各组分的机械。离心机主要用于将悬浮液中的固体颗粒与液体分开,或将乳浊液中两种密度不同,又互不相溶的液体分开(例如从牛奶中分离出奶油);它也可用于排除湿固体中的液体,例如用洗衣机甩干湿衣服;特殊的超速管式分离机还可分离不同密度的气体混合物;利用不同密度或粒度的固体颗粒在液体中沉降速度不同的特点,有的沉降离心机还可对固体颗粒按密度或粒度进行分级。

一、离心原理

当含有细小颗粒的悬浮液静置不动时,由于重力场的作用使得悬浮的颗粒逐渐下沉。粒子越重,下沉越快,反之密度比液体小的粒子就会上浮。微粒在重力场下移动的速度与微粒的大小、形态和密度有关,并且又与重力场的强度及液体的粘度有关。例如红血球大小的颗粒,直径为数微米,就可以在通常重力作用下观察到它们的沉降过程。

此外,物质在介质中沉降时还伴随有扩散现象。扩散是无条件的绝对的。扩散与物质的质量成反比,颗粒越小扩散越严重。而沉降是相对的,有条件的,要受到外力才能运动。沉降与物体重量成正比,颗粒越大沉降越快。对小于几微米的微粒如病毒或蛋白质等,它们在溶液中成胶体或半胶体状态,仅仅利用重力是不可能观察到沉降过程的。因为颗粒越小沉降越慢,而扩散现象则越严重。所以需要利用离心机产生强大的离心力,才能迫使这些微粒克服扩散产生沉降运动。

离心就是利用离心机转子高速旋转产生的强大的离心力，加快液体中颗粒的沉降速度，把样品中不同沉降系数和浮力密度的物质分离开。

二、离心机类型

离心机分类标准：按分离因素 Fr 值分可将离心机分为以下几种型式：

1、常速离心机

$Fr \leq 3500$ （一般为 600~1200），这种离心机的转速较低，直径较大。

2、高速离心机

$Fr = 3500 \sim 50000$ ，这种离心机的转速较高，一般转鼓直径较小，而长度较长。

3、超高速离心机

$Fr > 50000$ ，由于转速很高（50000r/min 以上），所以转鼓做成细长管式。

分离因素 Fr 是指物料在离心力场中所受的离心力，与物料在重力场中所受到的重力之比值。

离心力 G 和转速 RPM 之间的换算其换算公式如下： $G = 1.11 \times 10^{(-5)} \times R \times (rpm)^2$

三、操作过程注意事项

1. 使用之前需要掌握：最大转速、所需转头、温度。提前预约。

2. 操作过程需要注意：

检查转头是否牢固固定；

检查盖是否完全吻合盖好；

提前预冷，预冷时要拧好盖子；

严格配平；

操作过程若暂时不用要盖上机盖；

升速和降速过程要多加注意；

噪声大时要选择降速并联系老师；

3. 使用完毕需要注意：

离心机使用完毕后，若有液体溅出要联系老师取出转子，清洁后倒置放在干燥、平稳的地方。

转子清洁时只能用中性洗涤剂，禁止用腐蚀性液体擦拭。

使用致冷功能后在关闭电源时不要盖上离心机盖，应待离心机腔体内凝结的霜完全融化后，用干净的软布擦干水滴并充分晒干后再盖上离心机盖，否则会导致机器生锈。

仪器断电后再开机应间隔 3 分钟以上，防止损坏压缩机。

四、超速冷冻离心机操作规范和注意事项

1. 超速离心机操作步骤：

接通电源，打开离心机盖；按要求装配好离心管；

按要求安装离心转头；关上离心机盖；

输入离心数据，编离心程序；

抽真空，并开始运行程序；

程序结束后，去真空；打开离心机盖，取出转头；

取出离心管并进行分析。

2. 离心管的选用：

玻璃离心管绝对不能在高、超速离心机上使用；

PA 管：化学性能稳定，半透明，能耐高温消毒。PP 管：化学性能稳定，半透明，能耐高温消毒。PC 管：透明度好，硬度大，能耐高温消毒，但不耐强酸强碱及某些有机溶剂，主要用于 5 万（转/分）以上离心；

如离心管盖子密封性差液体就不能加满（针对高速离心且使用角度头），以防外溢。外溢后果：污染转头和离心腔，影响感应器正常工作；

超速离心时，液体一定要加满离心管，应超离时需抽真空，只有加满才能避免离心管变形；

使用角度头时别忘盖转头盖，如未盖，离心腔内会产生很大的涡流阻力和摩擦升温，这等于给离心机的电机和制冷机增加了额外负担，影响离心机的使用寿命。

3. 操作注意事项：

对称平衡：当离心转速达 1 - 5 万（转/分）时，如对称管相差 1 克，转头半径 5 厘米，则离心力公式 $F=m \times RCF$ ，查表得：1 万（转/分） $RCF=6000$ 代入公式 $F=1 \times 6000=6$ （公斤），5 万（转/分） $RCF=150000$ 代入公式 $F=1 \times 150000=150$ （公斤），此时引起两边不平衡可达 6 - 150（公斤），这对离心机的损伤是很大的，至少将缩短离心机的使用寿命。

如离心管盖子密封性差液体就不能加满（针对高速离心且使用角度头），以防外溢。外溢后果污染转头和离心腔并失去平衡，影响感应器正常工作。

超速离心时，液体一定要加满离心管，应超离时需抽真空，只有加满才能避免离心管变形。

使用角度头时别忘盖转头盖，如未盖，离心腔内会产生很大的涡流阻力和摩擦升温，这等于给离心机的电机和制冷机增加了额外负担，影响离心机的使用寿命。

4. 保养注意事项：

清洁离心机腔体和转头，并擦干腔内冷凝水；

使用完后要打开门，直至腔内恢复常温。

第三节 灭菌锅使用安全

灭菌锅又名蒸汽灭菌器，实验室用灭菌锅可分为手提式高压灭菌锅和立式高压灭菌锅。利用电热丝加

热水产生蒸汽，并能维持一定压力的装置。主要有一个可以密封的桶体，压力表，排气阀，安全阀，电热丝等组成。

高压蒸汽灭菌器的分类，按照样式大小分为手提式高压灭菌器、立式压力蒸汽灭菌器、卧式高压蒸汽灭菌器等。手提式高压灭菌器为 18L、24L、30L。立式高压蒸汽灭菌器从 30L-200L 之间的都有，每个同样容积的还有分为手轮型、翻盖型、智能型，智能型又分为标准配置、蒸汽内排、真空干燥型。

高压灭菌的原理是：在密闭的蒸锅内，其中的蒸汽不能外溢，压力不断上升，使水的沸点不断提高，从而锅内温度也随之增加。在 0.1MPa 的压力下，锅内温度达 121℃。在此蒸汽温度下，可以很快杀死各种细菌及其高度耐热的原理。若不当操作，灭菌锅将有可能发生爆炸的危险，危及学生生命和人身安全。

以生物学实验中心的 TOMY 全自动高压灭菌锅为例，其操作规程如下：



- 1、确认电源的正确连接，将灭菌锅右侧的电源开关打开，然后按下“POWER ON/OFF”键开机。
- 2、确认锅内压力为 0 的情况下，轻轻向下按灭菌器盖的把手，脚踏盖锁解除踏板，把盖打开。向灭菌锅内注水(蒸馏水)直到看到水漫过底盘中心孔的横杠（大约需要 2.0 升水）。
- 3、放置待灭菌的物品，盖上盖子到磁封条封好，将盖锁住。注意不要过满，不要有单独的小型颗粒。
- 4、选择运行模式（一般均选择普通灭菌模式，选其他模式需要请示安全员）。
- 5、启动灭菌程序：
 - （1）确定放气瓶内的水位在“HIGH”和“LOW”之间；
 - （2）确定排水瓶内的水位足够低，不会碰到排气管的顶端；
 - （3）按“START/STOP”键启动灭菌程序。
- 7、灭菌完成后，温度降至 90 度以下（锅内压力为 0）的情况下才能打开盖子，拿出灭好的物品。

8、按“POWER ON/OFF”键断开电源。

使用过程中有以下注意事项：

- 1.在压力到达 0 MPa 之前，不打开灭菌器盖。
- 2.压力表出现异常时，应停止使用。
- 3.打开灭菌锅锅盖时，应充分注意来自灭菌室内的蒸气，防止烫伤。
- 4.放置灭菌物品时要注意不要碰触损伤内胆中的温度探头。
- 5、当放气瓶中的水位高于“HIGH”标记时，在灭菌前将水倒出至“LOW”标记。定期更换水。

第五章 实验室常见毒性试剂介绍

第一节 实验室常见化学试剂

一、神经毒性

以脂肪烃(正己烷、戊烷、汽油)、芳香烃(苯、苯乙烯、丁基甲苯、乙烯基甲苯)、氯化烃(三氯乙烯、二氯甲烷),以及二硫化碳、磷酸三邻甲酚等脂溶性较强的溶剂为多见。

二、血液毒性

以芳香烃,特别是苯最常见。苯达到一定剂量即可抑制骨髓造血功能,往往先有白细胞减少,以后血小板减少,最后红细胞减少,成为全血细胞减少。个别接触苯的敏感者,可发生白血病。

三、肝肾毒性

多见于氯代烃类有机溶剂,如氯仿、四氯化碳、三氯乙烯、四氯乙烯、三氯丙烷、二氯乙烷等中毒。

四、皮肤粘膜刺激

多数有机溶剂均有程度不等的皮肤粘膜刺激作用,但以酮类和酯类为主。可引起呼吸道炎症、支气管哮喘、接触性和过敏性皮炎、湿疹、结膜炎等。

防治: 1) 生产和使用有机溶剂时,要加强密闭和通风,减少有机溶剂的逸散和蒸发。2) 应使用个人防护用品,如防毒口罩或防护手套。3) 皮肤粘膜受污染时,应及时冲洗干净。勿用污染的手进食或吸烟。4) 勤洗手、洗澡与更衣。5) 应定期进行健康检查,及早发现中毒征象时,进行相应的治疗和严密的动态观察。

表 4-1 常见化学试剂毒性

试剂	毒性/沸点	主要毒性作用
甲醇	较强毒性 64.5℃	1) 对人体的神经系统和血液系统影响最大 2) 甲醇蒸气能损害人的呼吸道粘膜和视力 2) 甲醇中毒是以中枢神经系统损害、眼部损害及代谢性酸中毒为主的全身性疾病。
苯	较强毒性 80.1℃	1) 苯对中枢神经系统产生麻痹作用，引起急性中毒。 2) 长期接触苯会对血液造成极大伤害，引起慢性中毒。引起神经衰弱综合症。 3) 苯可以损害骨髓，使红血球、白细胞、血小板数量减少并使染色体畸变，从而导致白血病，甚至出现再生障碍性贫血。 4) 苯可以导致大量出血，从而抑制免疫系统的功用，使疾病有机可乘。
乙腈 (甲基腈)	中等毒性 81.1℃	乙腈蒸气具轻度刺激性，故在浓度较高情况下能够引起一定程度的上呼吸道刺激症状。
二氯甲烷	中等毒性 39.8℃	本品有麻醉作用，主要损害中枢神经和呼吸系统。人类接触的主要途径是吸入。 二氯甲烷是甲烷氯化物中毒性最小的，其毒性仅为四氯化碳毒性的 0.11% 。
氯仿 (哥罗芳) (三氯甲	中等毒性 61.7℃	三氯甲烷在光照下，能被空气中的氧氧化成氯化氢和有剧毒的光气。 1) 可经消化道、呼吸道、皮肤接触进入机体。 2) 其主要急性毒性作用是对中枢神经系统有麻醉作用，对眼及皮肤有刺激作用，并能损害心脏、肝脏、

烷)		肾脏，另外可脱脂。氯仿有高胚胎毒性和轻度致畸性 3) 长期接氯仿有高胚胎毒性和轻度致畸性触氯仿者，主要出现肝脏损害，并伴有消化不良、抑郁、失眠、共济失调等。少数人可引起嗜氯仿癖，饮酒还可增加氯仿的肝脏毒性。 4) 根据氯仿的毒性数据测算，一个每天工作 8 小时的工人，即使他终身从事这种工作，只要空气中的哥罗芳含量在 49 毫克/立方米以下，就不足以对人体造成伤害。 5) 在处理过程中不要用铁器(如铁勺、铁容器、铁铲等)，应改用其它工具，因为铁有助于三氯甲烷分解生成毒性更大的光气。 安全防护措施：有害液体，能被皮肤吸收，吸入其蒸气也是有害的，需在通风处使用。
四氯化碳	76.8℃ 典型的肝脏毒物	1) CCl ₄ 是典型的肝脏毒物，但接触浓度与频度可影响其作用部位及毒性。 2) 高浓度时，首先是中枢神经系统受累，随后累及肝、肾； 3) 而低浓度长期接触则主要表现为肝、肾受累。 4) 乙醇可促进四氯化碳的吸收，加重中毒症状。 5) 另外，四氯化碳可增加心肌对肾上腺素的敏感性，引起严重心律失常。 6) CCl ₄ 在高温下与水反应会有有毒物质光气产生。
乙醇	微毒类 78.4℃	1) 乙醇蒸气对眼和呼吸道粘膜有轻微的刺激作用。 2) 皮肤长期接触可出现干燥、皲裂现象。 3) 长期吸入高浓度乙醇蒸气，可引起头昏乏力。情绪不稳定、肝功能损伤等。
甲酸	微毒类 100.8℃	1) 主要引起皮肤、粘膜的刺激症状。 2) 皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少 15 分钟。 3) 眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟。 4) 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。
丙酮	微毒性	1) 对神经系统有麻醉作用，并对黏膜有刺激作用。 2) 皮肤接触会导致

	56.2℃	干燥、红肿和皲裂， 3) 丙酮对人体没有特殊的毒性，只是吸入后可引起头痛，支气管炎等症状。如果大量吸入，可能失去意识。 4) 高浓度接触对个别人可能出现肝、肾和胰腺的损害。由于其毒性低，代谢解毒快，生产条件下急性中毒较为少见。
乙醚	低毒性 34.6℃	1) 主要是引起全身麻醉作用，此外，对皮肤及呼吸道粘膜有轻微的刺激作用。 2) 长期接触低浓度乙醚蒸气的人员可出现头痛、头晕、易激动或淡漠、嗜睡、忧郁、体重减轻、食欲减退、恶心、呕吐、便秘等症状。
石油醚	低毒性 30~60℃ 60~90℃	1) 其蒸气或雾对眼睛、粘膜和呼吸道有刺激性。 2) 本品可引起周围神经炎。对皮肤有强烈刺激性。
正己烷	低→中等 毒性 68.74℃ 易挥发	1) 过去正己烷曾被归为是低毒类化学物，但后来因其挥发性和脂溶性高，在人体内可蓄积，特别对神经系统具有毒性，故有人认为应考虑将其列为高毒类化合物。
环己烷	低毒性 68.9℃	2) 对眼和上呼吸道有轻度刺激作用。 3) 持续吸入可引起头晕、恶心、倦睡和其它一些麻醉症状。 液体污染皮肤可引起痒感。
正丁醇	低毒类	红细胞数减少，偶见眼刺激症状是不挥发的液体，只要不喝就可以了
液体氨水	低毒类	1) 有挥发性，刺激性，吸入后对鼻、喉和肺有刺激性引起咳嗽、气短和哮喘等； 2) 可因喉头水肿而窒息死亡；可发生肺水肿，引起死亡。 3) 而反复低浓度接触，可引起支气管炎。 4) 皮肤反复接触，可致皮炎，表现为皮肤干燥、痒、发红，建议对孕妇来说，少点或不接触氨水。
乙酸乙酯	低毒类 77.1℃	1) 对眼、鼻、咽喉有刺激作用。 2) 高浓度吸入可进行麻醉作用，急性肺水肿，肝、肾损害。持续大量吸入，可致呼吸麻痹。 3) 误服者可产生

		恶心、呕吐、腹痛、腹泻等。 4) 有致敏作用 , 因血管神经障碍而致牙龈出血 ; 可致湿疹样皮炎。 5) 慢性影响 : 长期接触本品有时可致角膜混浊、继发性贫血、白细胞增多等。 毒性强于丙酮
--	--	--

第二节 分子生物学实验常见化学试剂

一、Western-blot 涉及的危险试剂

1. 丙烯酰胺-甲叉双丙烯酰胺 (Acr-bis , acrylamide-bisacrylamide)

丙烯酰胺是一种白色晶体化学物质，在常温下会分解为二甲基胺，或是受热分解为一氧化碳，二氧化碳，NO_x。淀粉类食品在高温（>120℃）烹调下容易产生丙烯酰胺。

丙烯酰胺单体在室温下很稳定，但当处于熔点或以上温度、氧化条件以及在紫外线的作用下很容易发生聚合反应。当加热使其溶解时，丙烯酰胺释放出强烈的腐蚀性气体和氮的氧化物类化合物，对中枢神经系统有危害，且可能致癌，对眼睛和皮肤亦有强烈的刺激作用。

人体可通过消化道、呼吸道、皮肤黏膜等多种途径接触丙烯酰胺，饮水是其中的一条重要接触途径，经消化道吸收最快。进入人体内的丙烯酰胺约 90% 被代谢，仅少量以原形经尿液排出。丙烯酰胺进入体内后，会在体内与 DNA 上的鸟嘌呤结合形成加合物，导致遗传物质损伤和基因突变。对接触丙烯酰胺的职业人群和偶然暴露于丙烯酰胺人群的调查表明，丙烯酰胺具有神经毒性作用，但目前还没有充足的证据表明通过食物摄入丙烯酰胺与人类某种肿瘤的发生有明显关系。

神经毒性和生殖发育毒性

大量的动物试验研究表明丙烯酰胺主要引起神经毒性；此外，为生殖、发育毒性。神经毒性作用主要为周围神经退行性变化和脑中涉及学习、记忆和其他认知功能部位的退行性变；生殖毒性作用表现为雄性大鼠精子数目和活力下降及形态改变和生育能力下降。

遗传毒性

丙烯酰胺在体内和体外试验均表现有致突变作用，可引起哺乳动物体细胞和生殖细胞的基因突变和染色体异常，如微核形成、姐妹染色单体交换、多倍体、非整倍体和其他有丝分裂异常等，显性致死试验阳性。并证明丙烯酰胺的代谢产物环氧丙酰胺是其主要致突变活性物质。

致癌性

动物试验研究发现，丙烯酰胺可致大鼠多种器官肿瘤，包括乳腺、甲状腺、睾丸、肾上腺、中枢神经、口腔、子宫、脑下垂体等。国际癌症研究机构（IARC）1994 年对其致癌性进行了评价，将丙烯酰胺列为 2 类致癌物（2A）即人类可能致癌物，其主要依据为丙烯酰胺在动物和人体均可代谢转化为其致癌活性代谢产物环氧丙酰胺。

2. 甲叉双丙烯酰胺

又叫亚甲基双丙烯酰胺，次甲基双丙烯酰胺，N,N'-甲撑双丙烯酰胺。是一种白色晶体粉末，无味，吸湿性极小。遇高温或强光则自交联，微溶于水、乙醇。本品因有取代基丙烯酰胺，因此具有一定的毒性。能轻微刺激眼睛、皮肤和粘膜。应避免与人体长时间直接接触。误触应用清水洗净。

3. 过硫酸铵

Ammonium persulfate (NH₄)₂S₂O₈。白色结晶或粉末。无气味。干燥纯品能稳定数月，受潮时逐渐

分解放出含臭氧的氧，加热则分解出氧气而成为焦硫酸铵。易溶于水，水溶液呈酸性，并在室温中逐渐分解，在较高温度时很快分解放出氧气，并生成硫酸氢铵。具有强氧化性和腐蚀性，易溶于水，在温水中溶解度增大，在水溶液中能水解成硫酸氢铵和过氧化氢。

健康危害：对皮肤粘膜有刺激性和腐蚀性。吸入后引起鼻炎、喉炎、气短和咳嗽等。眼、皮肤接触可引起强烈刺激、疼痛甚至灼伤。口服引起腹痛、恶心和呕吐。长期皮肤接触可引起变应性皮炎。环境危害：**燃爆危险：**本品助燃，具腐蚀性、刺激性，可致人体灼伤。**危险特性：**无机氧化剂。受高热或撞击时即爆炸。与还原剂、有机物、易燃物如硫、磷或金属粉末等混合可形成爆炸性混合物。有害燃烧产物：氧化氮、氧化硫。灭火方法：采用雾状水、泡沫、砂土灭火。

操作注意事项：密闭操作，局部排风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴头罩型电动送风过滤式防尘呼吸器，穿聚乙烯防毒服，戴橡胶手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。避免产生粉尘。避免与还原剂、活性金属粉末接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。禁止震动、撞击和摩擦。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物质。

4. TEMED

四甲基乙二胺（TMEDA、TEMED），一种有机化合物，分子式 $(\text{CH}_3)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_2$ 。性质：无色有难闻腥味的液体。与过硫酸铵连用催化丙烯酰胺的聚合，制取在凝胶电泳用于分离蛋白质或核酸的聚丙烯酰胺凝胶。

健康危害：本品蒸气对眼和呼吸道有刺激性。液体可致严重眼损害；对皮肤有刺激性，可致灼伤。**危险特性：**遇高热、明火及强氧化剂易引起燃烧。燃烧(分解)产物：一氧化碳、二氧化碳、氧化氮。

防护措施：呼吸系统防护：可能接触其蒸气时，应该佩戴自吸过滤式防毒面具(半面罩)。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴氧气呼吸器或空气呼吸器。眼睛防护：戴化学安全防护眼镜。身体防护：穿防毒物渗透工作服。手防护：戴橡胶手套。其它：工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作毕，淋浴更衣。定期体检。

急救措施：皮肤接触：立即脱去被污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少 15 分钟。就医。眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟。就医。吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止时，立即进行人工呼吸。就医。食入：误服者用水漱口，给饮牛奶或蛋清。就医。灭火方法：喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：抗溶性泡沫、二氧化碳、干粉、砂土。用水灭火无效。

5. 甲醇

methyl alcohol 化学式 CH_3OH 。又称“木醇”或“木精”。是无色有酒精气味易挥发的液体。有毒，致失明。正常人一次饮用 4-10g 纯甲醇可产生严重中毒。饮用 7-8g 可导致失明，饮用 30-100g 就会死亡。

健康危害：对中枢神经系统有麻醉作用；对视神经和视网膜有特殊选择作用，引起病变；可致代谢性酸中毒。急性中毒：短时大量吸入出现轻度眼上呼吸道刺激症状（口服有胃肠道刺激症状）；经一段时间潜伏期后出现头痛、头晕、乏力、眩晕、酒醉感、意识朦胧、谵妄，甚至昏迷。视神经及视网膜病变，可有视物模糊、复视等，重者失明。代谢性酸中毒时出现二氧化碳结合力下降、呼吸加速等。慢性影响：神经衰弱综合征，植物神经功能失调，粘膜刺激，视力减退等。皮肤出现脱脂、皮炎等。燃爆危险：该品易燃，具刺激性。

二、DNA、RNA 涉及的危险试剂

1. 苯酚 (C₆H₆O, PhOH)

又名石炭酸、羟基苯，一种弱酸。常温下为一种无色晶体，有特殊气味。有毒，有腐蚀性。健康危害：苯酚对皮肤、粘膜有强烈的腐蚀作用，可抑制中枢神经或损害肝、肾功能。急性中毒：吸入高浓度蒸气可致头痛、头晕、乏力、视物模糊、肺水肿等。误服引起消化道灼伤，出现烧灼痛，呼出气带酚味，呕吐物或大便可带血液，有胃肠穿孔的可能，可出现休克、肺水肿、肝或肾损害，出现急性肾功能衰竭，可死于呼吸衰竭。眼接触可致灼伤。可经灼伤皮肤吸收经一定潜伏期后引起急性肾功能衰竭。慢性中毒：可引起头痛、头晕、咳嗽、食欲减退、恶心、呕吐，严重者引起蛋白尿。可致皮炎。环境危害：对环境有严重危害，对水体和大气可造成污染。燃爆危险：该品可燃，高毒，具强腐蚀性，可致人体灼伤。

2. 8-羟基喹啉

白色或淡黄色结晶或结晶性粉末。用作医药中间体，是合成克泻痢宁、氯碘喹啉、扑喘息敏的原料，也是染料、农药中间体。该品是卤化喹啉类抗阿米巴药物的中间体，包括喹碘仿、氯碘喹啉、双碘喹啉等。这类药物通过抑制肠内共生菌而发挥抗阿米巴作用，对阿米巴痢疾有效，对肠道外阿米巴原虫无影响。近年来国外报道本类药物能引起亚急性脊髓视神经病，故该药在日本和美国已禁用。

3. 异硫氰酸胍

用于变性裂解细胞；提取 RNA 和 DNA。无 RNA 酶和 DNA 酶活性。

4. β-巯基乙醇

β-巯基乙醇是一种具有特殊臭味的无色透明液体，易燃、易溶于水和醇、醚等多种有机溶剂。有毒。

5. DEPC

diethylpyrocarbonate 焦碳酸二乙酯，DEPC 有刺激性，对眼睛气道粘膜有强刺激，在操作中应尽量在通风的条件下进行，DEPC 毒性并不是很强，但吸入的毒性是最强的，使用时戴口罩，不小心占到手上注意立即冲洗。DEPC 是一种潜在的致癌物质，主要是能生成乙酯基衍生物和乙酯类衍生物，其中尿烷是一种已知的致癌物质。

加 0.1% DEPC 到去离子水中，混匀过夜，然后高温高压 121℃，20min，DEPC 即降解成二氧化碳和水，无毒。

6. 氯仿

三氯甲烷，无色透明液体，有特殊气味。味甜。高折光，不燃，易挥发。纯品对光敏感，遇光照会与空气中的氧作用，逐渐分解而生成剧毒的光气（碳酰氯）和氯化氢。

健康危害：主要作用于中枢神经系统，具有麻醉作用，对心、肝、肾有损害。急性中毒：吸入或经皮肤吸收引起急性中毒。初期有头痛、头晕、恶心、呕吐、兴奋、皮肤湿热和粘膜刺激症状。以后呈现精神紊乱、呼吸表浅、反射消失、昏迷等，重者发生呼吸麻痹、心室纤维性颤动。同时可伴有肝、肾损害。误服中毒时，胃有烧灼感，伴恶心、呕吐、腹痛、腹泻。以后出现麻醉症状。液态可致皮炎、湿疹，甚至皮肤灼伤。慢性影响：主要引起肝脏损害，并有消化不良、乏力、头痛、失眠等症状，少数有肾损害及嗜氯仿癖。环境危害：对环境有危害，对水体可造成污染。燃爆危险：该品不燃，有毒，为可疑致癌物，具刺激性。

7. 异丙醇

无色透明液体，有似乙醇和丙酮混合物的气味。健康危害：接触高浓度蒸气出现头痛、倦睡、共济失调以及眼、鼻、喉刺激症状，能损伤视网膜及视神经。口服可致恶心、呕吐、腹痛、腹泻、倦睡、昏迷甚至死亡。长期皮肤接触可致皮肤干燥、皲裂。燃爆危险：该品易燃，具刺激性。

8. EB

溴化乙锭是一种高度灵敏的荧光染色剂，用于观察琼脂糖和聚丙烯酰胺凝胶中的 DNA。溴化乙锭（缩写 EtBr，EB）是一种核酸染料，常在琼脂糖凝胶电泳中用于核酸染色。在紫外光的照射下，未与核酸结合的溴化乙锭可被激发出橙红色荧光，在与 DNA 或双股 RNA 结合时，荧光强度会增强 20 倍，使得核酸电泳后的胶片可以辨识核酸的相对位置。在核酸分子中，EB 分子插入到两层碱基对之间。溴化乙锭是一种强的诱变剂，可致癌或致畸。

