

地打滚覆盖厚重衣物等方式压灭火苗；

(7) 生命第一，不要贪恋财物，切勿轻易重返火场。

第四章 仪器设备使用安全

高校实验室常用的仪器设备有玻璃仪器、高压设备、高温、低温设备、高能设备、机械加工设备以及一些分析测试仪器等（见表 4-1）。这些装置都有一定的危险性，如果操作失误，可能会引起较大的安全事故，所以在使用这些仪器设备时必须做好充分的预防措施并且谨慎地按照操作规程操作。在这一章节中主要是介绍实验室常备设备及特种设备的使用安全。

表 4-1 实验室常用仪器设备及引发的事故种类

装置类型	事故种类	装置示例
玻璃器具	割伤、烫伤	烧瓶、玻璃棒
高压装置	由气体、液体的压力所造成的伤害，继而发生火灾、爆炸等事故	高压钢瓶、高压反应釜
高温装置	烧伤、烫伤	高温炉、烘箱
低温装置	冻伤	冷冻机
高能装置	触电、辐射	激光器、微波设备
高速装置	绞伤	离心机
机械装置	绞伤	机床、车床
大型仪器设备	损坏、火灾、爆炸	气相色谱仪、核磁共振仪

使用实验室仪器设备的一般注意事项如下：

- (1) 建立设备台帐，详细做好使用记录；
- (2) 电路容量必须与设备匹配，注意接地要求；
- (3) 做好危险性设备的安全警示标识，操作时不离人；
- (4) 需按照仪器设备操作规程和使用说明使用；

- (5) 使用的能量越高, 其装置的危险性就越大。使用高温高压及高速装置时, 必须做好充分的防护措施, 谨慎进行操作;
- (6) 危险性就越大。使用高温高压及高速装置时, 必须做好充分的防护措施, 谨慎进行操作;
- (7) 对于不了解其性能的装置, 使用前要认真地进行准备, 尽可能逐个核对装置的各个部分的功能和操作要领, 在掌握其基本操作后, 才能进行操作;
- (8) 装置使用后要收拾妥当。如果有发现不妥当的地方, 必须马上进行检查和修理, 或者把情况报告给管理者;
- (9) 及时做好废旧、破损仪器的报废工作(对含放射源的设备报废时, 需告知、特殊处置)。

4.1 冰箱的管理

储存化学试剂应使用防爆冰箱, 见图 4-1 (至少用电子温控有霜型冰箱, 须拆除照明灯)

- (1) 实验室原则上不得超期使用冰箱 (一般规定 10 年);
- (2) 机械温控有霜冰箱未经防爆改造不得储存化学试剂;
- (3) 机械温控无霜冰箱不能改造, 也不准储存化学试剂;
- (4) 易挥发有机溶剂;
- (5) 实验室冰箱内不得存放食物;
- (6) 储存的物品应标识明确 (品名、姓名、时间等);
- (7) 经常性进行清理 (特别是学生毕业离校时);
- (8) 不得在冰箱附近、上面堆放影响散热的杂物。



图 4-1 防爆冰箱

4.2 加热设备的管理

加热设备包括: 明火电炉、电阻炉、恒温箱、干燥箱、水浴锅、电热枪、电吹风等。

- (1) 使用加热设备必须采取必要的防护措施, 严格按照操作规程进行操作。使用时人员不得离岗; 使用完毕, 必须关掉电源;
- (2) 加热产热仪器设备需放置在阻燃的稳固的实验台或者地面上进行操作, 不得在其周围堆放易燃易爆物或者杂物;
- (3) 禁止用电热设备烘烤溶剂、油品、塑料筐等易燃、可挥发物。若加热时会产生有毒有害气体, 应在通风处内进行;
- (4) 应在断电的情况下, 采取安全的方式取放被加热物品;
- (5) 使用管式电阻炉时, 应确保导线与加热棒接触良好; 含有水分的气体需要经过干燥后, 方能进入炉内;
- (6) 使用恒温水浴锅时, 应避免干烧, 注意不要将水溅到电器盒里;
- (7) 使用电热枪时, 不可对着人身体的任何部位;
- (8) 使用电吹风和电热枪后, 需进行自然冷却, 不得阻塞或者覆盖出风口或者入风口;
- (9) 明火电炉的管理: 1) 明火电炉需经设备室处审批 (不可替代性有效的安全防护措施); 2) 不得用明火电炉加热易燃易爆品; 3) 不得加热塑料容器; 4) 明火电炉周围不得放置易燃易爆化学试剂或纸箱等物品。

4.3 高速离心机的管理

目前实验室常用的是电动离心机 (图 4-2)。电动离心机转动速度快, 要注意安全, 特别要防止在离心机转动期间因不平衡或吸垫老化, 而使离心机工作边移动, 以致从实验台上掉下来, 或因盖子未盖, 离心管因振动而破裂后, 玻璃随便旋转飞出, 造成事故。因此使用离心机时, 必须注意以下操作。

- (1) 离心机套管底部要垫棉花;
- (2) 电动离心机如有噪声或机身振动时, 应立即切断电源, 及时排除障碍;
- (3) 离心管必须对称放入套管中, 防止机身振动, 若只有一支样品管, 另外一支要用等质量的水替代;
- (4) 启动离心机时, 应盖上离心机顶盖后, 方可慢慢启动;
- (5) 分离结束后, 先关闭离心机, 在离心机停止转动后, 方可打开离心机盖, 再取出样品, 不可用外力强制其停止运动;
- (6) 离心时间一般 1~2min, 在此期间, 实验者不准离开。



图 4-2 高速离心机

4.4 机械加工设备的管理

机械加工设备在运行过程中, 易造成切割、被夹、被卷等意外事故。

- (1) 对于冲剪机械、刨床、圆盘锯、堆高机、研磨机、高压机等机械设备, 应有护罩、套筒等安全防护设备;
- (2) 对车床、滚齿机械等高度超过作业人员身高的机械, 应设置适当高度的工作台;
- (3) 佩戴必要的防护器具 (工作服和工作手套), 束缚好宽松的衣服和头发, 不得佩戴长项链, 穿拖鞋, 严格按照操作规程进行操作。

4.5 通风橱的管理

- (1) 通风橱内及下方的柜子不能存放化学品。
- (2) 使用前检查通风橱内的抽风系统和其他功能是否正常运转。
- (3) 应在距离通风橱至少 15cm 处进行操作; 操作时应尽量减少在通风橱以及调节门前进行大幅度动作, 减少实验室人员流动。
- (4) 切勿储存会伸出橱外或玻璃视窗开合或者妨碍导流板下方开口处的物品或设备。
- (5) 切勿用物件阻挡通风橱口和橱内后方的排气槽, 确需要在橱内储放必要物品时, 应将其垫高至于左右侧边上, 同通风柜台面隔空, 以使气流能从其下方通过, 且远离污染产生源。
- (6) 切勿把纸张或者较轻的物件塞于排气出口处。
- (7) 进行实验时, 人员切勿将头部及上半身伸进通风柜内; 操作人员应将玻璃视窗调节至手肘处, 使胸部以上受到玻璃视窗屏护。

- (8) 人员不操作时, 应确保玻璃视窗处于关闭状态。
- (9) 若发现故障切勿进行试验, 应立即关闭柜门并联系维修人员检修。定期检查通风橱的抽风能力, 保持其通风效果。
- (10) 每次使用完毕, 必须彻底清理工作台及仪器, 对于被污染的通风橱应接上接上明显的警示牌, 并告知其他人员, 以免造成不必要的伤害。

4.6 特种设备的管理

特种设备广泛地应用于学校教学科研的各个领域中, 涉及生命安全、危险性较大的锅炉、压力容器(含气瓶)、压力管道、电梯、起重机械、场内机动车辆等, 都是学校和实验室内常用设备。随着特种设备数量的增加和应用范围的扩大, 随之而来的安全问题也越来越突出。

4.6.1 压力设备

压力设备的用途非常广泛, 它在石油化学工业、能源工业、科研和军工等国名经济的各个部门都起重要的作用。实验室用到的压力容器主要有高压灭菌锅、高压反应釜、反应罐、反应器和各种压力储罐(图 4-3)等。



图 4-3 实验室常见高压装置

(一) 压力设备的界定条件

- (1) 盛装液体或者液体, 承载一定压力的密闭设备, 其范围规定为最高工作压力大于或者等于 0.1MPa(表压)的气体、液化气体和最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体、容积大于或者等于 30L 且内径(非圆形截面指截面内边界最大几何尺寸)大于或者等于 150mm 的固定式容器和移动式容器;
- (2) 盛装公称工作压力大于或者等于 0.2MPa(表压), 且压力与容积的乘积大于或者等于 1.0MPa·L 的气体、液化气体和标准沸点等于或者低于 60℃液体的气瓶;
- (3) 氧舱。

(二) 压力装置使用与校验

1. 压力容器的使用要求

正确合理地使用压力容器, 才能保证其安全运行。即使是容器的设计完全符合要求, 制造、安装质量优良, 如果操作不当, 同样会造成事故。对压力容器使用要注意以下事项:

- (1) 压力容器的操作人员在取得质量技术监督部门统一颁发的“压力容器操作人员证”后, 方可上岗工作。操作人员一定要熟悉本岗位的工艺流程、容器的结构、类别、主要技术参数和技术技能, 严格按照操作规程操作。掌握处理一般事故的方法, 认真填写有关记录;
- (2) 压力容器严禁超温、超压运行。压力容器的使用压力不能超过压力容器的最高工作压力, 以保证压力容器的正常运行。实行压力容器安全操作挂牌制度或采用机械连锁机制防止误操作。检查减压阀失灵与否。装料时避免过急过量, 液化气体严禁超量装载, 并防止意外受热等;
- (3) 压力容器要平稳操作。压力容器开始加载时, 速度不宜过快, 要防止压力突然上升。高温容器或工作温度低于 0℃的容器, 加热或者冷却都应缓慢

进行。尽量避免操作中压力的频繁和大幅度波动；

(4) 严禁带压拆卸压紧螺栓。压力容器内部有压力时，不得进行任何修理。对压力容器的受压部件进行重大修理和改造，应符合《压力容器安全技术监察规程》和有关标准的要求，并将修理和改造方案报质量技术监督部门审查通过后，方可施工；

(5) 经常检查安全附件运行情况。检查安全阀、压力表是否有效，有无按规定送检验。安全阀每年至少校验一次，压力表每半年校验一次。新安全阀在安装之前，应根据压力容器的使用情况，送校验后，才准安全使用。必须保证安全报警装置灵敏可靠。

2. 压力容器的检验

亦称压力容器运行中的检查。检查的主要内容有：压力容器外表面有无裂纹、变形、泄漏、局部过热等不正常现象；安全附件是否齐全、灵敏、可靠，紧固螺栓是否完好、全部旋紧以及防腐层有无损坏等异常现象。

压力容器除日常定点检查外，还应进行定检验，以便及时发现缺陷并采取相应措施防止重大事故发生。定期检验分为外部检查和内外部检验及耐压试验。压力容器的定期检验由专业人员完成。

4.6.2 起重机械

(一) 起重机械的界定条件

起重机械，是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：

- (1) 额定起重量大于或者等于 0.5t 的升降机；
- (2) 额定起重量大于或者等于 3t (或额定起重力矩大于或者等于 40t·m 的塔式起重机，或生产率大于或者等于 300t/h 的装卸桥)，且提升高度大于或者等于 2m 的起重机；

- (3) 层数大于或者等于 2 层的机械式停车设备。

(二) 起重机械安全隐患及注意事项

起重机械存在的隐患：起重设备超期服役、长期失修；起重设备的支架受力角度不对；连接件未固定牢，或者强度不够；超过起重重量。因此，使用过程中应该注意以下事项：

- (1) 起重机械设备须定期检查，确保其安全有效；
- (2) 起重机械从业人员须经过与管单位的培训，持证上岗，严格按照操作规程进行操作；
- (3) 在使用各种起重机械前，须认真检查；
- (4) 起重机械不得掉漆超过额定重量的物体；
- (5) 无论在任何情况下，起重机械操控范围内严禁站人。

4.6.3 气体钢瓶

气瓶属于移动式压力容器，但在充装和使用方面有其特殊性，所以在安全方面还有一些特殊的规定和要求。

(一) 气体钢瓶分类

气瓶按充装气体的物理性质可分为压缩气体气瓶、液化气体气瓶(高压液化气体、低压液化气体)；按充装气体的化学性质分为惰性气体气瓶、助燃气体气瓶、易燃气体气瓶和有毒气体气瓶。这些气瓶常见的充装气体见表 4-2。

表 4-2 气瓶分类及常见充装气体

分类	存放气体
压缩气体钢瓶	空气、氧气、氢气、氮气、氩气、氦气、氖气、氦气、甲烷、煤气、三氟化硼、四氟甲烷
高压液化气体钢瓶	二氧化碳、乙烷、乙烯、氧化亚氮、氯化氢、三氟氯甲烷、六氟化硫、氟乙烯、偏二氟乙烯、六氟乙烷

低压液化气体钢瓶 溴化氢、硫化氢、氨、丙烷、丙烯、甲醚、四氧化二氮、正丁烷、异丁烷、光气、溴甲烷、甲胺、乙胺

易燃性气体钢瓶 氢气、甲烷、液化石油气等

助燃性气体钢瓶 氧气、压缩空气等

毒性气体钢瓶 氰化氢、二氧化硫、氯气

窒息性气体钢瓶 二氧化碳、氮气

(二) 气瓶的标记

(1) 气瓶的钢印标记

气瓶的钢印标记包括制造钢印标记和检验钢印标记，是识别气瓶的依据。

1) 制造钢印标记(图4-4)是气瓶的制造钢印标记，是由制造厂用钢印由机械或人工打印在气瓶肩部、筒体、瓶阀护罩上的，有关设计、制造、充装、使用、检验等技术参数的印章。

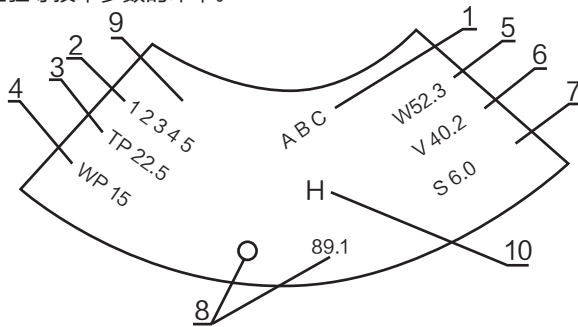


图 4-4 气瓶的制造钢印标记

1- 气瓶制造单位代号；2- 气瓶编号；3- 水压试验压力，MPa；4- 公称工作压力，MPa；5- 实际重量，kg；6- 实际容量，L；7- 瓶体设计壁厚，mm；8- 制造单位检验标记和制造年月；9- 监督检验标志；10- 寒冷地区用气瓶标记

2) 检验钢印标记(图4-5)是气瓶定期检验后，由检验单位用钢印由机械或人

工打印在气瓶肩部、筒体、瓶阀护罩上或打印在套于瓶阀尾部金属标记环上的印章。

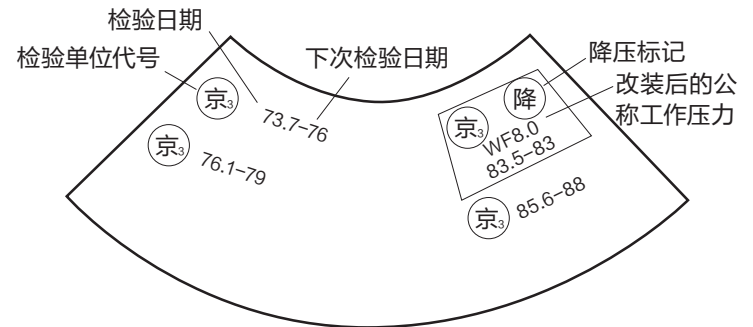


图 4-5 气瓶的检验钢印标记

(三) 气瓶的颜色标记

气瓶的颜色标记是指气瓶外表的颜色、字样、字色和色环(图4-6)。气瓶喷涂颜色的主要目的是方便辨识气瓶内的介质，即从气瓶外表的颜色上迅速辨识盛装某种气体的气瓶和瓶内气体的性质(可燃性、毒性)避免错装和错用。此外，气瓶外表喷涂带颜色的油漆，还可以防止气瓶外表锈蚀。国内常用气瓶的颜色标记见表4-3。

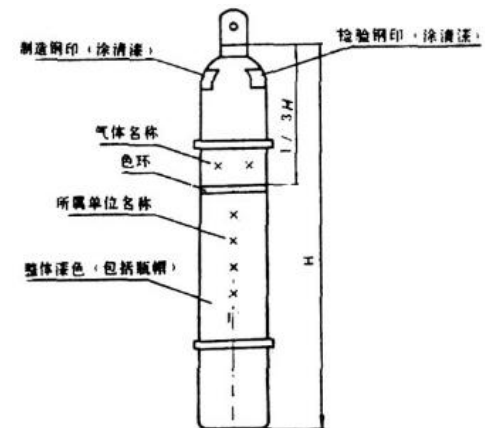


图 4-6 气瓶的颜色标记喷涂位置

表 4-3 国内常用气瓶颜色标记

序号	盛装介质	外观颜色	字样	字色	色环
1	氢	淡绿	氢	大红	p=20 淡黄色环一道 p=30 淡黄色环二道
2	氧	淡(酞)蓝	氧	黑	p=20 白色环一道 p=30 白色环二道
3	氮	黑	氮	淡黄	
4	空气	黑	空气	白	
5	二氧化碳	铝白	液化二氧化碳	黑	p=20 黑色环一道
6	氨	淡黄	液氨	黑	
7	氯	深绿	液氯	白	
8	甲烷	棕	甲烷	白	p=20 淡黄色环一道 p=30 淡黄色环二道
9	丙烷	棕	液化丙烷	白	
10	乙烯	棕	液化乙烯	淡黄	p=15 白色环一道 p=20 白色环二道
11	硫化氢	白	液化硫化氢	大红	
12	溶解乙炔	白	乙炔不可近火	大红	
13	氩	银灰	氩	深绿	p=20 白色环一道 p=30 白色环二道
14	氦	银灰	氦	深绿	
15	氟	银灰	氟	深绿	
16	氙	银灰	氙	深绿	

(三) 气体钢瓶的使用要求

- (1) 需要使用气体的单位应当购买已取得《气瓶充装许可证》的供应商充装的瓶装气体，并向其索取证书复印件备查。确保采购的气体钢瓶质量可靠，同时检查瓶体上的各种标识是否准确、清晰、完好，气瓶是否在有效的检验周期内，不得擅自更改气体钢瓶的钢印和颜色标记（见表 4-4）；
- (2) 气体钢瓶须根据国家《TSGR0006-2014 气瓶安全技术监察规程》要求进行技术检验：盛装腐蚀性气体的气瓶每两年检验一次、盛装一般气

体的每三年检验一次、盛装惰性气体的气瓶每五年检验一次、溶解乙炔气瓶每三年检验一次、液化石油气钢瓶和液化二甲醚钢瓶每四年检验一次。使用过程中若发现严重腐蚀、鼓包、裂纹等情况，应提前检验。超过检验有效期或无有效检验钢印标识的气瓶不得使用。

- (3) 气体钢瓶存放地点应严禁明火、保持通风、干燥，避免阳光直射，配备应急救援设施、气体检测和报警装置；
- (4) 气体钢瓶必须远离热源、放射源、易燃易爆和腐蚀物品，实行分类隔离存放，不得混放，不得存放在走廊和公共场所。空瓶内必须保留一定剩余压力，与实瓶应分开放置，并有明显标识；
- (5) 气体钢瓶须直立放置，妥善固定，并做好气体钢瓶和气体管路标识，有多种气体或多条管路时需指定详细的供气管路图；
- (6) 供气管路需选用合适的管材。易燃、易爆、有毒的危险气体（乙炔除外）连接管路必须是合适的惰性管线；乙炔的连接管路不得使用铜管；
- (7) 使用前应检查气体管道、接头、开关及器具是否有泄漏，确认盛装气体类型并做好应对可能造成的突发事件的应急准备；
- (8) 使用后，必须关闭气体钢瓶上的主气阀和释放调节器内的多余气压；
- (9) 移动气体钢瓶应使用手推车，切勿拖拉、滚动和滑动气体钢瓶，气体钢瓶规范使用见图 4-7；
- (10) 严禁敲击、碰撞气体钢瓶；严禁使用温度超过 40℃的热源对气瓶加热。实验室内应保持有良好的通风；若发现气体泄漏，应立即采取关闭气源、开窗通风、疏散人员等应急措施。切忌在易燃易爆气体泄漏时开关电源。对于气体钢瓶有缺陷、安全附件不全或已损坏、不能保证安全使用的，需退回供气商或请有资质的单位进行及时处置；
- (11) 氧气瓶以及与氧气接触的附件（如减压阀、输气胶管等）不得接触油脂，氧气存放处张贴严禁油脂的标识；



图 4-7 气体钢瓶规范使用范例

(12) 各相关单位应当定期做好气瓶压力表的检定工作, 根据《化学工业计量器具分级管理办法》(试行) 规定, 每半年检定一次; 或按照检定证书规定的检定周期及时送检。检定单据存档备查;

(13) 各相关单位必须制订相应的安全管理制度和事故应急处理措施; 要有专人负责统计与跟踪本单位气瓶的数量和使用状态, 建立气瓶使用台账; 加强对气瓶使用人员进行安全技术教育。发生意外事故时, 要采取相应的应急处理措施, 并立即向相关部门报告。

表 4-4 常见气瓶颜色

气瓶颜色	气体种类
黑色	空气、氮气
银灰色	氩、氦、二氧化硫、一氧化二氮、一氧化碳、六氟化氢
白色	乙炔、一氧化氮、二氧化氮
铝白	二氧化碳、四氟甲烷
淡黄	氨气
棕色	乙烯、丙烯、甲烷、丙烷、环丙烷
淡蓝色	氧气
淡绿色	氢气
深绿色	氯气

第五章 辐射安全

按照放射性粒子能否引起传播介质的电离, 把辐射分为两类: 电离辐射和非电离辐射(图 5-1)。电离辐射是指能引起物质电离的辐射的总和, 特点是波长短短、频率高、能量高, 电离作用可以引起癌症。种类为: 高速带电粒子有 α 粒子、 β 粒子、质子, 不带电离子有中子、X 射线、 γ 射线。非电离辐射较电离辐射能量更弱, 非电离辐射不会电离物质, 而会改变分子或者原子之旋转、振动或价层电子轨态。通常所说的辐射主要指电离辐射。

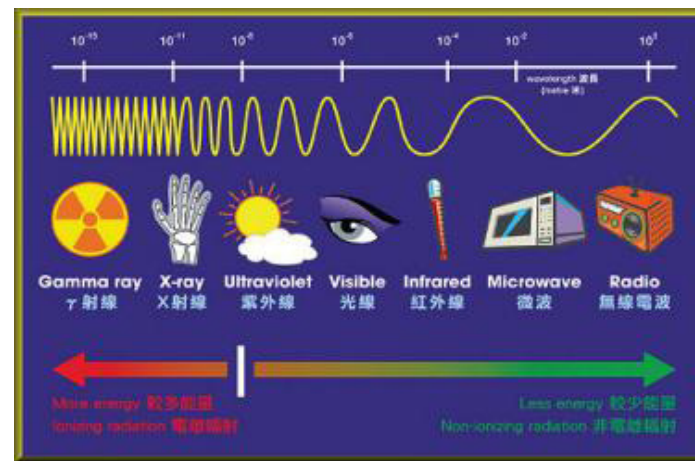


图 5-1 电磁波谱与辐射类型的关系

5.1 实验室常见放射源和放射装置

5.1.1 放射源

放射源按照密封状况可分为密封源和非密封源。密封源是密封在包壳或者紧密覆盖层里的放射物质。工农业生产中应用的料位计、探伤机等使用的都是密封源, 如钴-60、镭-226、铯-137、铱-192、气象色谱仪 ECD 检测器(镍-63)等。