



石油高等院校特色教材

化学工程与工艺专业实验

孙昱东 主编
杨朝合 主审



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

石油教材出版基金资助项目

石油高等院校特色教材

化学工程与工艺专业实验

孙昱东 主编

杨朝合 主审

石油工业出版社

内 容 提 要

本书结合化学工程与工艺专业实验教学的特点,以石油加工和石油化工为主线,在详细介绍了化工专业实验基本常识的基础上,系统讲述了油品分析实验和化工专业课程实验的相关内容。本书既注重培养学生对专业基础理论知识的认识与理解,又注重培养学生的基本实验技能、综合动手能力及对实验现象进行分析、归纳和总结的能力,以期为今后从事相关领域的生产和科研打下良好的基础。

本书可供高等院校化工专业的本科生、专科生及研究生使用,也可作为相关技术人员、科研人员及化验分析操作人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

化学工程与工艺专业实验/孙昱东主编.

北京:石油工业出版社,2013.9

(石油高等院校特色教材)

ISBN 978-7-5021-9730-8

I. 化…

II. 孙…

III. 石油化工-化学实验-高等学校-教材

IV. TE65-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 196802 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:<http://pip.cnpc.com.cn>

编辑部:(010)64523579 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:11.5

字数:280 千字

定价:20.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

化学工程与工艺专业是以过程工业为背景,在化学和其他相关学科基础上实现物质加工生产过程的一门工程技术专业,主要研究化工类生产过程以及过程技术的基本规律,并运用这些规律建立有关的基本理论和基本方法,解决与生产、研究、设计和优化等问题相关的工程技术学科。

化学工程与工艺专业具有非常强的工程实践性,“化学工程与工艺专业实验”是在学生学习专业课程之后开设的一门专业实验课,是化学工程与工艺专业重要的实践教学环节之一。通过本课程的学习,一方面巩固学生对专业基础理论知识的认识与理解,另一方面培养学生的基本实验技能、综合动手能力及对实验现象进行分析、归纳和总结的能力,熟悉和正确使用化工专业实验室中常用的仪器、仪表和设备,掌握化工专业实验技能、实验数据的处理方法以及工程实验的设计和组组织方法,为今后从事相关领域的科研和生产实践打下良好的基础。

本教材结合化学工程与工艺专业的特点,以石油加工和石油化工为主线,介绍了相关的专业实验内容。本教材内容主要包括三部分——化工实验基本常识、油品分析实验和化工专业课程实验。化工实验基本常识部分主要介绍了化工实验室对安全、卫生以及实验过程的要求,使学生在进入实验室前建立起良好的安全、环保意识;油品分析实验部分主要介绍了常见油品分析相关的标准方法,部分分析还介绍了多种重要的标准实验方法;化工专业课程实验部分主要介绍了化学反应工程、化工热力学、化学工艺学等专业课程相关的通用型实验。

本教材由孙昱东组织编写并担任主编,杨朝合教授担任主审。参与本教材编写的还有张秀英、李俊玲、宋春敏、齐选良、刘会娥、杨晓亚、杨金荣、南国枝、李水平,丁雪对全书进行了校定,在此深表感谢。

由于编者水平所限,书中难免存在不少纰漏,希望各位老师和同学对其中的不足之处给予批评指正。

编 者

2013 年 6 月

目 录

第1部分 化工实验基本常识	(1)
1.1 化工实验室规章制度	(1)
1.2 实验室人员伤害急救措施	(7)
1.3 灭火器材使用须知	(8)
1.4 实验室学生实验守则	(10)
1.5 学生实验考勤考核办法	(11)
1.6 预习、记录、数据处理及报告要求	(12)
第2部分 油品分析实验	(14)
2.1 油品分析简介	(14)
2.2 原油的实沸点蒸馏	(20)
2.3 石油产品水分测定	(29)
2.4 石油产品馏程测定	(31)
2.5 石油产品常压蒸馏特性测定	(37)
2.6 石油产品运动黏度测定和动力黏度计算	(50)
2.7 深色石油产品运动黏度测定和动力黏度计算	(55)
2.8 深色石油产品硫含量测定(管式炉法)	(59)
2.9 石油产品硫含量测定(燃灯法)	(64)
2.10 轻质烃及发动机燃料和其他油品的总硫含量测定(紫外荧光法)	(67)
2.11 原油和液体石油产品密度实验室测定(密度计法)	(73)
2.12 石油和液体石油产品密度测定(比重瓶法)	(76)
2.13 石油产品闪点测定(闭口杯法)	(80)
2.14 石油产品闪点与燃点测定(开口杯法)	(83)
2.15 石油产品凝点测定	(86)
2.16 柴油和民用取暖油冷滤点测定	(89)
2.17 石油产品苯胺点测定	(92)
2.18 汽油、煤油、柴油酸度测定	(94)
2.19 石油产品酸值测定	(96)
2.20 石油产品水溶性酸及碱测定	(99)
2.21 石油产品和添加剂机械杂质测定	(101)
2.22 石油产品灰分测定	(105)

2.23	石油产品残炭测定(康氏法)	(108)
2.24	石油产品残炭测定(电炉法)	(113)
第3部分 化工专业课程实验		(117)
3.1	烃类的管式炉裂解	(117)
3.2	称量法测定裂解气的密度	(121)
3.3	邻二甲苯气固相氧化制邻苯二甲酸酐	(123)
3.4	乙苯脱氢制苯乙烯	(129)
3.5	分子筛吸附脱芳香烃	(135)
3.6	连续搅拌釜式反应器停留时间分布的测定	(138)
3.7	固定床与流化床反应器流动特性的测试	(143)
3.8	乙醇气固相脱水制乙烯动力学实验	(146)
3.9	气相色谱法测定无限稀释溶液的活度系数	(152)
3.10	二元体系气液平衡数据的测定	(157)
3.11	非离子型表面活性剂的合成	(166)
3.12	大分子有机酸酯的合成及性能测试	(169)
3.13	超滤膜的制备及性能测试	(171)
3.14	环氧树脂的制备	(176)
参考文献		(178)

第1部分 化工实验基本常识

1.1 化工实验室规章制度

化工实验中经常使用各种有毒或易燃易爆化学药品和仪器设备,以及水、电、煤气等,还经常会遇到高温、低温、高压、真空、高电压、高频和带有辐射源的实验条件和仪器,若缺乏必要的安全防护知识和规章制度,将会造成人员生命和财产的巨大损失。实验室安全管理工作是确保实验室教学、科研工作正常进行的前提条件。因此,化工实验室必须建立相应的安全责任制和各种安全规章制度,加强安全管理。

1.1.1 总则

(1)对进入实验室的工作人员和学生要进行安全教育和培训。首次做实验的人员必须在掌握各项实验室安全管理办法和基本知识、熟悉各项操作规程后,方可进行实验。

(2)学生进入实验室,首先要熟悉实验室的整体安排和环境,了解实验室安全用具放置的位置和水、电阀门的安排,熟悉各种安全用具(如灭火器、沙桶等)的使用方法。

(3)在实验室中应积极宣传、普及一般防护和急救知识和技能,如烧伤、创伤、中毒、触电等的避免和急救处理办法。

(4)实验室应有定期进行各项检查的制度。

(5)大型精密贵重仪器要有操作规程挂墙,运行时须由经过培训并拿到上岗证的工作人员指导操作,实验过程中必须严格按操作规程运作。大型精密贵重仪器使用及维修情况必须记录存档。

(6)实验室存放贵重物品和危险品要有严密的保管措施,防止丢失或污染。保管和领出使用要由两个专人共同负责,避免发生事故。实验室“三废”(废气、废液、废渣)的排放要符合环保要求。

(7)保证实验室的消防通道和人行通道畅通,不允许在走廊过道和楼梯间设立铁闸、物品架、实验台或堆放仪器设备及杂物等。

(8)经常检查实验室的电源、气源、水源、火源和放射源是否安全,发现隐患要及时整改。根据实验室的特点,设置相应的消防器材,定期检查更换,保证器材随时可用。

(9)非工作时间要关窗锁门,关闭电源、火源和气源。空调机、烘箱和电炉等大功率耗电设备一般不允许通宵开机。节假日使用实验室须报经实验室主任批准。除实验楼值班人员外,一律不许住人。

(10)保持实验室内安静,不得在实验楼内大声喧哗、追逐打闹。除实验需要外,不准在实验室内使用明火和蒸煮食品。实验期间,实验人员不能在不同的实验室之间窜岗。

(11)发生事故,除立即组织抢救处理外,必须按规定上报。重大事故,要保护好现场。对事故的责任者将依据情节轻重给予行政处分,造成损失的按学校有关规定责令赔偿,构成犯罪的送交司法部门处理。

1.1.2 实验室安全规定

1) 穿着规定

(1)进入实验室,必须按规定穿着工作服,必要时要穿防静电工作服。

(2)对危害性物质、挥发性有机溶剂、特定化学物质或其他列管毒性化学物质等化学药品进行操作或实验研究,必须要佩戴防护用品(防护口罩、防护手套、防护眼镜等)。

(3)实验操作过程中,严禁佩戴隐形眼镜。

(4)需将长发及松散衣服妥善固定,且在药品处理过程中必须穿着鞋子(不允许穿拖鞋、凉鞋)。

(5)操作高温实验时,必须佩戴防高温手套。

(6)操作易碎玻璃制品时,必须佩戴防护手套。

2) 饮食规定

(1)严禁在实验室内吃食物、喝饮料,使用化学药品后需先洗净双手方能进食。

(2)严禁在实验室内吃口香糖等。

(3)禁止使用实验器皿和设备蒸煮食物。

(4)食物禁止储藏在储有化学药品的冰箱或储藏柜内。

(5)不得使用化学器皿盛放食物,也不得把餐具等带入实验室。

3) 药品领用、存储及实验操作规定

(1)实验室药品须有专人负责管理。

(2)操作危险性化学药品请务必遵守操作守则或遵照老师要求的操作流程进行实验,严禁自行更改实验流程。

(3)拿取药品时,应确认容器上标示的名称是否为需要的实验用药品。

(4)领取药品时,请看清楚药品的等级、危害标示和图样,确认是否为危险性物品。

(5)实验室中的危险性及易制毒药品应有严格的管理制度,药品的领取和使用必须有严格的登记制度,对此类药品的使用应全程跟踪。

(6)使用挥发性有机溶剂、强酸强碱及高腐蚀性、有毒性的药品时必须在通风橱内进行操作。

(7)有机溶剂,固体化学药品,酸、碱化合物均需分开存放,挥发性化学药品必需放置在具有通风功能的药品柜内。

(8)高挥发性或易于氧化的化学药品必需存放于低温的冰箱或冰柜中。易光解、易氧化的药品,应存放于棕色瓶中并放置于阴凉通风处或冰箱内。

(9)严禁独自一人操作危险性化学药品和实验仪器。

(10)若须进行无人监督实验,要求实验装置对于防火、防爆、防水等都具有特殊考虑,实验期间需让实验室的灯亮着,并在门外留下紧急处理时联络人电话及可能造成的灾害说明。

(11)做危险性实验时必须经实验室主任批准,有两人以上在场方可进行,节假日和夜间严禁做危险性实验。

(12) 涉及有危害性气体的实验必须在通风橱内进行。

(13) 做有放射性等对人体危害较重的实验,应制定严格的安全措施,做好个人防护。

(14) 实验室中的废弃药液、过期药液和废弃物必须分类标示清楚,实验过程中产生的废弃物严禁倒入水槽或水沟,应倒入专用收集容器中回收。

(15) 玻璃仪器使用前需进行检查,破损老化的玻璃仪器应及时更新,以免割伤。拆装玻璃管与橡胶管时,应先用水润湿,且需戴上手套,避免玻璃管折断伤人。

(16) 严禁剧烈碰撞装有轻质油品和易挥发性溶剂的玻璃容器,以防爆裂。

(17) 使用电炉需定点,严禁周围有易燃易爆物品,严禁使用电炉直接加热轻质油品等易挥发、易燃易爆物品。

(18) 为了避免危险物品外流引起事故,实验室应严格做到“四防”、“五关”、“一查”(防火、防盗、防破坏、防灾害事故;关门、关窗、关水、关电、关气;查仪器设备)。

4) 用电安全规定

(1) 实验室内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,谨防因超负荷用电发生着火事故。

(2) 实验室用电负荷的确定要兼顾增容需要,留有一定余量,严禁乱拉乱接电线。

(3) 实验室内的配电盘、板、箱、柜等装置及线路系统中的各种开关、插座、插头等均应保持完好可用状态,熔断装置所用的熔断丝必须与线路所允许的负荷相匹配,严禁用其他导线替代熔断丝。室内照明器具应保持稳固可用状态。

(4) 可能产生易燃、易爆气体或粉体的实验室内,所用电气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、装置要有明确的标记和警示,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、制作的设备或装置,其中的电气线路部分应请专业人员查验无误后方可投入使用。

(7) 手上有水或潮湿时请勿接触电气用品或电气设备。严禁使用水槽旁的插座。

(8) 使用电子仪器设备时,应先了解其性能,按操作规程操作。实验前先检查用电设备完好后,再接通电源;实验结束后,先关仪器设备,再关闭电源。

(9) 离开实验室或遇突然断电,应关闭电源,尤其要关闭加热电器的电源开关。

(10) 若电气设备发生过热现象或出现焦糊味时,应立即关闭电源。

(11) 插座请勿接太多插头,以免电流超负荷,引起火灾。

(12) 实验室内不能有裸露的电线头;如有裸露,应设置安全罩;如电气设备无接地设施,请勿使用,以免产生触电。

(13) 如遇触电时,应立即切断电源,或用绝缘物体将电线与触电者分离,再实施抢救。

(14) 电源开关附近不得存放易燃易爆物品或堆放杂物,以免引发火灾事故。

5) 压力容器安全规定

(1) 装有各种压缩气体的钢瓶应根据气体的种类涂以不同的颜色及标志,且气瓶外表颜色应保持鲜明,容易辨认;各种钢瓶应定期进行技术检验,并盖有检验钢印,不合格的钢瓶不能灌气。

- (2) 气瓶应专瓶专用,不能随意改装其他种类的气体。
- (3) 气瓶应存放在阴凉、干燥、远离热源的地方;氧气瓶、可燃气体瓶最好不要进楼房和实验室;易燃气体气瓶与明火距离不小于 5m;氢气瓶最好隔离放置。
- (4) 气瓶使用时应加以固定,气瓶搬运要轻拿轻放,放置需用架子、套环固定。
- (5) 各种气压表一般不得混用。
- (6) 氧气瓶严禁油污,操作过程中应注意手、扳手或衣服上不应有油污。
- (7) 气瓶内气体不可用尽,以防倒灌。
- (8) 开启钢瓶阀门时要小心。应先检查减压阀螺杆是否松开,关气时应先关闭钢瓶阀门,放尽减压阀中气体,再松开减压阀螺杆。
- (9) 开启气瓶阀门时操作者必须站在气体出口的侧面,不准将头或身体对准气瓶总阀,以防万一阀门或气压表冲出伤人。
- (10) 气瓶搬运应确保保护盖锁紧后才进行。气瓶要配置防震胶圈。
- (11) 压力容器吊起搬运不得用电磁铁、吊链、绳子等直接吊运。
- (12) 在有条件的情况下,气瓶移动尽量使用手推车,务求安稳直立。
- (13) 以手移动气瓶,应直立移动,不可卧倒滚运。
- (14) 确认气瓶及气瓶内气体的用途无误时方可使用。
- (15) 每月应定期检查气瓶及其管路是否漏气。
- (16) 气体使用前应检查压力表是否正常。

1.1.3 环境卫生

- (1) 实验室应注重环境卫生,并保持整洁。
- (2) 为减少尘埃飞扬,洒扫工作应于工作时间外进行。
- (3) 有盖垃圾桶应经常清除、消毒以保环境清洁。
- (4) 垃圾的清除及处理,必须符合卫生要求且应向指定场所倾倒,不得任意倾倒堆积以免影响环境卫生。
- (5) 凡有毒性或易燃的垃圾废物,均应特别处理,以防火灾或伤害人体健康。
- (6) 窗户及照明器具透光部分均须保持清洁。
- (7) 实验室走廊及楼梯应保持通行无阻。
- (8) 油类或化学物质撒到地面或工作台时应立即按规定方法擦拭冲洗干净。
- (9) 实验人员应养成随时拾捡地上杂物的良好习惯,确保实验场所清洁。
- (10) 垃圾或废物不得堆积于操作区域或实验室内。
- (11) 实验及消防用水,应与饮用水分别放置于不同的处所。
- (12) 盥洗室、厕所、水沟等应经常保持清洁。
- (13) 实验完成后,应及时打扫实验台及地面卫生。

1.1.4 安全防护

1) 防火

- (1) 实验室防火工作应以防为主,杜绝火灾隐患,了解各类有关易燃、易爆的知识及消防知识。
- (2) 如遇火警,除应立即采取必要的消防措施灭火外,应马上报警(火警电话为 119),并

及时向上级报告。

(3) 实验室应配备各类灭火器,并定期检查更换,实验室人员必须熟悉各类灭火器的特性及使用方法。

(4) 实验室内严禁吸烟,严禁生火取暖。

(5) 实验室中的电器应定期检修,防止绝缘不良而短路或超负荷而引起电路起火。

(6) 实验室里的易燃、易爆物品需定期检查,易燃品不能直接使用明火加热,储存时要远离火源放置,也不能与强氧化剂接触。

(7) 闪点小于 25℃、极易挥发、遇明火即燃的化学试剂属于易燃易爆试剂,常见的易燃易爆试剂有石油醚、汽油、溶剂油、乙醚、苯、甲醇、乙醇、丙酮、乙酸乙酯等,易燃易爆试剂必须密封存放于阴凉干燥通风处。

(8) 防止煤气管、煤气灯漏气,煤气使用后一定要把阀门关好。

(9) 乙醚、酒精、丙酮、二硫化碳、苯、石油醚等易燃有机溶剂,实验室不得存放过多,其废液切不可倒入下水道内,以免集聚引起火灾。

(10) 金属钠、钾、铝粉和电石、黄磷以及金属氢化物等物品要注意使用和存放,尤其不宜与水直接接触。

(11) 实验室发生火灾,应冷静判断处置,切不可慌乱。应立即移开可燃物,切断电源,停止通风,采取适当措施灭火,如小面积起火可立即使用湿布、沙子等覆盖燃烧物,隔绝空气使火熄灭;亦可根据不同情况,分别选用水或泡沫、CO₂、CCl₄ 灭火器等灭火,以减少损失。

(12) 严禁在烘箱内加热易挥发、易燃、易爆油品等物品。

(13) 严禁在有明火、电加热或易产生电火花等设备附近,使用易挥发、易燃溶剂(如汽油、石油醚、乙醇等)洗涤容器、清洁工作台和地面等操作。

2) 防爆

(1) 爆炸的分类:化学药品的爆炸分为支链爆炸和热爆炸。

① 支链爆炸是指基于放能支链化学反应的进行而形成的爆炸,支链化学反应在链持续过程中消耗一个链载体(如自由基)的同时,产生出两个或多个新的链载体。当链终止步骤的速率不够高时,反应系统中链载体浓度迅速增大,反应链的数目迅速增多,这样又迅速产生出更多的链载体,使该放能反应的速率急剧上升,在短时间内集中释放出大量的能量,从而导致爆炸。氢、乙烯、乙炔、苯、乙醇、乙醚、丙酮、乙酸乙酯、一氧化碳、水煤气和氨气等可燃性气体与空气混合至爆炸极限,一旦有热源诱发,极易发生支链爆炸。

② 热爆炸是指放热的、反应速率随温度上升而呈指数规律加快的化学反应,由于散热不良而导致的爆炸。过氧化物、高氯酸盐、叠氮铅、乙炔铜、三硝基甲苯等易爆物质,受震或受热可发生热爆炸。

(2) 防爆措施。

① 对于支链爆炸,主要是防止可燃性气体或蒸气散失在室内空气中,应保持室内通风良好。当大量使用可燃性气体时,应严禁使用明火和可能产生电火花的电器。

② 为了防止热爆炸发生,对于强氧化剂和强还原剂必须分开存放,使用时应轻拿轻放,远离热源。

3) 防中毒

化工实验室经常接触各种有毒有害及刺激性物质,这些物质可以通过皮肤接触、呼吸道吸

入及消化道吞入等引起人体各种急、慢性中毒,影响人体健康,并可能留下严重的后遗症,甚至危害生命。为防止中毒事故发生,实验室人员应该严格做到以下几方面:

(1)了解实验过程中所使用各种试剂及材料的毒性及其对人体健康的影响,严格操作规范,避免人体直接与有毒害物质接触。

(2)对有毒害物质特别是剧毒物品要加强管理,做到专人保管、严格发放,并妥善处理废弃物。

(3)使用化学药品时,一般不要直接用鼻子去嗅,更不能用口尝,应避免用手直接接触药品,搬动药品后应及时使用肥皂水洗净手、脸。

(4)加强实验室通风,对有毒害物质的操作应在密闭的通风橱内进行。

(5)建立毒物等级档案及毒物周知卡,进入实验室的人员应了解毒物的性质及中毒急救措施。

(6)实验室人员要注意个人卫生,遵守个人防护规则,实验过程中穿戴好防护用品。

(7)严禁在实验室内吃东西,实验室中的冰箱内严禁存放食物。

4) 防灼伤

化工实验室中除了高温以外,液氮、强酸、强碱、强氧化剂、溴、磷、钠、钾、苯酚、醋酸等物质都会灼伤皮肤。应注意不要让皮肤与之接触,尤其防止溅入眼中。

(1)最重要的是保护好眼睛!实验过程中最好佩戴护目镜(平光玻璃或有机玻璃眼镜),防止眼睛受刺激性气体熏染,防止任何化学药品特别是强酸、强碱、玻璃屑等异物溅入眼内。

(2)禁止用手直接拿取任何化学药品,使用有毒物品时除用药匙、量器外还必须佩戴橡胶手套,实验后马上清洗仪器用具,并立即用肥皂洗手。

(3)尽量避免吸入任何药品和溶剂蒸气。处理具有刺激性的、恶臭的和有毒的化学药品时,如 H_2S 、 NO_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 CO 、 SO_2 、 SO_3 、 HCl 、 HF 、浓硝酸、发烟硫酸、浓盐酸、乙酰氯等,必须在通风橱中进行。通风橱开启后,不要把头伸入橱内,应保持实验室通风良好。

(4)禁止口吸吸管移取浓酸、浓碱、有毒液体,应该用吸耳球吸取。禁止冒险品尝药品试剂。

(5)不要用乙醇等有机溶剂擦洗溅在皮肤上的药品,这种做法反而会增加皮肤对药品的吸收速度。

(6)实验室内禁止赤膊、穿拖鞋等。

5) 防辐射

(1)化工实验室内的辐射,主要是指 X 射线,长期反复接受 X 射线照射,会导致疲倦、记忆力减退、头痛、白细胞降低等。

(2)防护的主要方法是避免身体各部位(尤其是头部)直接受到 X 射线照射,操作时需要屏蔽,屏蔽物常用铅、铅玻璃等。

1.1.5 “三废”处理

实验室应加强“三废”(废气、废液、废渣)处理的管理,各实验室应配备储存废渣、废液的容器,实验过程中所产生的对环境有污染的废渣和废液应分类倒入指定容器储存,并集中统一处理、清除。

1) 废气

(1)产生少量有毒气体的实验应在通风橱内进行,通过排风设备将少量毒气排到室外。

(2)产生大量有毒气体的实验必须具备吸收或处理装置。

2) 废渣

实验室少量有毒的废渣应埋于地下固定地点。

3) 废液

(1)对于废酸液,可先用耐酸塑料网纱或玻璃纤维过滤,然后加碱中和,调 pH 值至 6~8 后可排出。

(2)对于剧毒废液,必须采取相应的措施,消除毒害作用后再进行处理。

(3)实验室内大量使用的冷凝用水,一般无污染,可直接排放。

(4)实验室洗刷用水,污染不大,可排入下水道。

(5)酸、碱、盐水溶液用后均需倒入酸、碱、盐污水桶中,经中和处理后排入下水道。

(6)有机溶剂回收于有机污桶内,采用蒸馏等分离方法回收。

(7)重金属离子等应集中处理。

1.2 实验室人员伤害急救措施

1.2.1 实验室伤害的预处理

(1)实验室内应配置药箱,内放常用医药用品,包括:

① 消毒剂:75% 酒精,0.1% 碘酒,3% 过氧化氢,酒精棉球。

② 烫伤药:玉树油,蓝油烃,烫伤药,凡士林。

③ 创伤药:红药水,龙胆汁,消炎粉。

④ 化学灼伤药:5% 碳酸氢钠溶液,1% 硼酸,2% 醋酸,氨水,2% 硫酸铜溶液。

⑤ 医疗用品:药棉,纱布,护创胶,绷带,镊子。

(2)普通伤口:伤口保持清洁,伤口内如有异物请小心取出,以生理盐水或酒精棉清洗伤口,涂上红药水,必要时以胶布包扎固定,也可在洗净的伤口上贴上“创可贴”,可立即止血,且易愈合。若严重割伤且大量出血时,应先止血,让伤者平卧,抬高出血部位,压住附近动脉,或用绷带盖住伤口直接施压,并立即送往医院治疗。

(3)烧烫(灼)伤:可在伤处涂上玉树油或 75% 酒精后再涂蓝油烃;如果伤口面积较大,深度达真皮,应小心用 75% 酒精处理,并涂上烫伤油膏后包扎,送往医院(注意:水泡不可自行刺破)。

(4)化学药物灼伤:皮肤沾上浓硫酸后,切忌用水冲洗,应先用棉布吸取浓硫酸,再用清水冲洗,接着用 3%~5% 的碳酸氢钠溶液中和,最后用水冲洗;必要时涂上甘油,若有水泡,应涂上龙胆汁。其他灼伤可立即用清水冲洗,然后进行处理。如被碱灼伤时应先用水冲洗,然后用 3% 的硼酸或 2% 的醋酸清洗。如果酸、碱溅入眼内,应先用清水冲洗,再用 5% 的碳酸氢钠溶液或 2% 的醋酸清洗。必要时送医院就诊。

(5)如果眼内进入固体化学物质,应先用棉签将其粘出后,再用清水冲洗,严重者应立即送医院就诊。

1.2.2 实验室中毒的急救措施

实验室发生中毒事件时,必须采取紧急措施,同时需紧急送往医院救治。

(1)实验室化学中毒主要有三条途径:通过呼吸道吸入有害的气体、粉尘、烟雾而中毒;通过消化道误服而中毒;通过皮肤接触而中毒。

(2)呼吸系统中毒,应先使中毒者撤离现场,转移到通风良好的地方,让患者呼吸新鲜空气,症状轻者会较快恢复正常;若发生休克昏迷,可给患者吸入氧气或进行人工呼吸,并迅速送往医院。

(3)消化道中毒应立即洗胃,常用的洗胃液有食盐水、肥皂水、3%~5%的碳酸氢钠溶液,边洗边催吐,洗到基本没有毒物后服用生鸡蛋清、牛奶、面汤等解毒剂。

(4)皮肤、眼睛、鼻、咽喉等受毒物侵害时,应立即用大量的清水冲洗(浓硫酸需先用干布擦干),具体措施同化学药物灼伤的处理方法。

1.2.3 触电事故的急救措施

人体接触的电压超过36V就可引起触电,特别是手脚潮湿时更容易引起触电。发生触电时,应立即切断电源(注意防止救人者触电,必要时可采用干木条或绝缘橡胶手套),将患者转移至附近适当场所,解开上衣,全身舒展,并进行人工呼吸,切忌注射兴奋剂。当患者恢复呼吸后立即送往医院进行治疗。

1.3 灭火器材使用须知

火灾是指在时间和空间上失去控制的燃烧所造成的灾害。依据火灾中燃烧物的特性,可将火灾划分为A、B、C、D、E五类。各类火灾事故应根据火灾的特点选择相应的灭火方式。化工实验室中最常见的是B、C、D类火灾。一般对于火灾的初期,火势较小,如能及时发现,可采用简单的灭火方式进行处理;否则,可能会引起大的灾害。

注:A类火灾:指固体物质火灾。这种物质往往具有有机物质的性质,一般在燃烧时产生灼热的余烬。例如木材、煤、棉、毛、麻、纸张等火灾。

B类火灾:指液体火灾和可熔化的固体物质火灾。例如汽油、煤油、柴油、原油、甲醇、乙醇、沥青、石蜡等火灾。

C类火灾:指气体火灾。例如煤气、天然气、甲烷、乙烷、丙烷、氢气等火灾。

D类火灾:指金属火灾。例如钾、钠、镁、铝镁合金等火灾。

E类火灾:指带电物体和精密仪器等物质的火灾。

1.3.1 初期火灾扑救的重要性

初期火灾在火情发生后还未扩大蔓延成大灾的情况下,如处理及时,在很短的时间内迅速将其扑灭,是完全可能的。因为任何灾难都有一个由发生到发展的过程,火灾也是如此。由于初期火灾发生的时间短,可燃物未能充分燃烧,热值未能充分释放,热能未能充分发挥,火势发展不会很快,给扑灭初期火灾创造了条件,提供了宝贵的时间。统计资料表明,大多数火灾能够成功扑救,往往得益于初期火灾扑灭成效显著,而重特大火灾酿成的最直接原因是初期火灾

扑灭不及时或不力所致。火灾初期由于火势小,着火面积不大,扑灭起来相对容易,可使用一般的轻便器材如石棉布、沙子、灭火器等将其扑灭;灭火战术也比较简单,经过简单的培训便可掌握。

1.3.2 石棉布和灭火沙的使用

石棉布是一种质地柔软,自身阻燃、绝缘、耐高温的材料,能用于初期火灾的扑灭。作为灭火工具,石棉布没有失效期,使用后不会产生二次污染。

石棉是不燃物,扑盖在火源上能起到隔绝空气的作用,从而使火焰窒息,迅速扑灭火源,广泛用于加油站、油库的消防配备补充和其他初期火源灭火使用。

沙子也可以起到阻止空气流入燃烧区域、使燃烧物得不到足够的氧气而熄灭的作用,故沙子也可以作为灭火用品。可将沙子迅速撒到燃烧物上,隔绝燃烧物与空气的作用而进行灭火。

另外,实验室如果发生较小火势的火灾,也可迅速取一块湿毛巾覆盖到燃烧物上,起到灭火的作用。

1.3.3 灭火器的使用

1) 使用步骤

灭火器有多种不同类型,适宜扑灭不同种类的火灾,使用方法也不尽相同,但其使用步骤基本包括以下几部分:

- (1) 携带灭火器到达火灾现场;
- (2) 操作者将灭火器把手上的保险销拔掉;
- (3) 操作者一手握住喷射管,将喷嘴对准火焰根部,另一手压下压把;
- (4) 灭火器可喷射,也可点射,按下即喷,松开即停;
- (5) 灭火器用后可重新装灭火剂,反复使用。

2) 手提式泡沫灭火器

(1) 适用范围:泡沫灭火器适宜扑灭油类及一般物质的初起火灾。

(2) 使用方法:使用时,用手握住灭火机的提环,平稳、快捷地提往火场,不要横扛、横拿。灭火时,一手握住提环,另一手握住筒身的底边,将灭火器颠倒过来,喷嘴对准火源,用力摇晃几下,即可灭火。

(3) 注意事项:

- ① 不要将灭火器的盖与底对着人体,防止盖、底弹出伤人。
- ② 不要与水同时喷射在一起,以免影响灭火效果。
- ③ 扑灭电器火灾时,尽量先切断电源,防止人员触电。

3) 手提式二氧化碳灭火器

(1) 适用范围:二氧化碳灭火器适宜扑灭精密仪器、电子设备以及 600V 以下的电器初起火灾。

(2) 使用方法:手提式二氧化碳灭火器有两种类型,即手轮式和鸭嘴式,使用方式如下:

① 手轮式:一手握住喷筒把手,另一手撕掉铅封,将手轮按逆时针方向旋转,打开开关,二氧化碳气体即会喷出。

② 鸭嘴式:一手握住喷筒把手,另一手拔去保险销,将扶把上的鸭嘴压下,即可灭火。

(3) 注意事项:

- ① 灭火时,人员应站在上风处。
- ② 持喷筒的手应握在胶质喷管处,防止冻伤。
- ③ 室内使用后,应加强通风。

4) 手提式干粉灭火器

(1) 适用范围:干粉灭火器适宜扑灭油类、可燃气体、电气设备、物品、文件资料等初起火灾。

(2) 使用方法:使用时,先打开保险销,一手握住喷管,对准火源,另一手拉动拉环,即可扑灭火源。

5) 手提式“1211”灭火器

(1) 适用范围:“1211”灭火器适宜扑灭油类、有机溶剂、高压电气设备及精密仪器等的初起火灾。

(2) 使用方法:使用时,先撕去铝封,拔去安全保险销,一手抱住灭火器底部,另一手握住压把开关,喷嘴对准火源喷射,松开压把,喷射即停止。

1.3.4 消火栓

1) 消火栓的使用

通常情况下使用消火栓灭火,一般需由两人配合。先按下报警按钮,再打开箱门,取出水带,向火场方向展开,把水带一端接到消火栓的接口上,将水枪接到水带另一端的接口,拉直水带,另一人逆时针慢慢打开阀门,将水柱对准火焰根部左右扫射进行灭火。

消防卷盘的使用:先开启软盘阀门,将胶管喷头拉至现场,打开水枪头开关将水柱对准火焰根部左右扫射进行灭火。

2) 手动报警按钮的作用

手动报警按钮与消防主机连接,是消防自动报警系统的终端设备之一。当按下按钮时,场内警铃鸣响,监控中心的自动报警系统——消防主机接收到信号并显示报警点的位置及编码,而且相应的联动灭火设备——消防泵会自动启动抽水加压。

3) 手动报警器的使用

手动报警器大部分安装于消火栓的旁边,使用时只需用力将报警器中心的玻璃(胶)片按下即可,设置于消防中心的火灾自动报警系统将会显示其确切位置。

1.4 实验室学生实验守则

(1) 学生进入实验室必须服从实验教师和实验室工作人员的安排,应严格遵守实验室的一切规章制度。

(2) 学生必须按时到达指定实验室做实验,不得迟到早退。

(3) 实验前,学生必须预习实验指导书规定的有关内容,明确实验目的、原理、预期结果,操作步骤及注意事项等,并经指导教师检查认可后,才能开始做实验准备工作。

(4) 学生应独立完成实验的准备工作。在启动设备之前,需经指导教师检查认可。

(5)实验过程中,要严肃认真,正确操作,仔细观察,真实记录实验数据和结果。不许喧闹谈笑,不做与实验无关的事情,不动与实验无关的设备,不进入与实验无关的场所。

(6)实验过程中要注意安全,遵守“实验室安全规定”及有关的操作规程。

(7)仪器设备发生异常现象时,应及时报告指导教师。发生人身安全事故时,应立即切断相应的电源、气源等,并听从指导教师的指挥,要沉着冷静,不要惊慌失措。

(8)实验过程中,如发现仪器设备损坏,应及时报告,查明原因。凡属违反操作规程导致设备损坏的,要追究责任,并照章赔偿。

(9)实验结束后,实验数据要经指导教师审阅、签字,并整理好实验现场后,方可离去。

(10)实验室内的仪器设备、工具、药品、器皿等未经允许一律不准带出实验室。实验开始前,学生应先清点所用化学药品、玻璃器皿、仪器设备等,实验结束后,仪器设备清洗干净后交实验教师验收。

(11)学生进入开放实验室做自行设计的实验时,应事先和有关实验室联系,报告自己的实验目的、内容和所需药品及实验仪器,经同意后,在实验室安排的时间内进行实验。

(12)学生因操作不当造成实验不合格需重做者,或未按规定时间做实验而要补做者,必须交纳实验仪器设备折旧费、实验器材和水电消耗费等。

(13)爱护实验室各种仪器设备,节约药品和其他易耗品,节约水、电。随时保持实验室的清洁卫生。

1.5 学生实验考勤考核办法

(1)实验教学是高校教学的重要环节,实验技能的提高将直接影响学生的知识水平和动手实践能力,实验室应从学生的实验技能、仪器操作水平、报告的编写、理论和实践的结合及实验课堂纪律表现等诸方面对学生进行考核。

(2)实验教师将对每次实验课进行考勤,对缺课和迟到早退者进行记录,学生因病或因故不能参加实验需提前请假,课后要主动和教师联系进行补课,对没有参加实验、课后抄袭报告者要按有关规定处理,不记录实验成绩。

(3)学生在实验课前必须预习实验,撰写预习报告,教师在课前进行检查,无预习报告的不能进行实验;学生实验课后要认真独立撰写实验报告,对未交实验报告或实验报告雷同者成绩按不及格记。

(4)实验教师要对实验课的全过程进行考查,对每位学生的操作水平、课堂纪律、实验结果进行记录。实验教师根据课堂表现和实验报告水平给出成绩。实验课的成绩按数次实验的平均成绩计算。

(5)作为独立课程的实验课,除按上列条款执行外,实验课结束时要进行考试,考试按课程教学大纲要求进行,期末考试不及格者或平时有两次以上实验不及格者均按不合格处理。

(6)学生实验过程中必须保持室内安静、整洁,课后要打扫卫生、整理实验器材、认真填写实验日志,教师要将此列入考核内容。