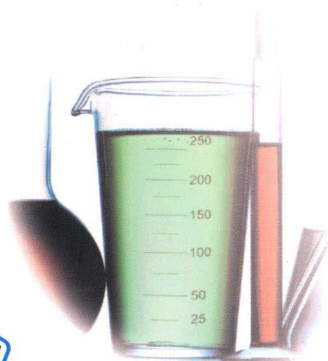


21世纪应用型高等院校示范性实验教材



化工原理实验

HUAGONGYUANLISHIYAN

主 编 朱平华



21世纪应用型高等院校示范性实验教材

化工原理实验

HUAGONGYUANLISHIYAN

主 编 朱平华

副主编 宋长生

编 者 高树刚 张秋荣 许前会

武宝萍 钱礼华

主 审 徐国想

特配电子资源



微信扫码

- 实物装置图
- 实验演示
- 互动交流



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

化工原理实验 / 朱平华主编. — 南京 : 南京大学出版社, 2018. 12

ISBN 978 - 7 - 305 - 21583 - 4

I. ①化… II. ①朱… III. ①化工原理—实验 IV. ①TQ02—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 013428 号

南京理工大学

JIANGNONGYUANLISHIYAN

朱平华 编 主

朱平华 编 主 编

金鑫荣 编 主 审

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号
出版人 金鑫荣

邮编 210093

高树刚 审 主

书 名 化工原理实验
主 编 朱平华
责任编辑 甄海龙 蔡文彬

编辑热线 025 - 83592146

照 排 南京理工大学资产经营有限公司
印 刷 南京理工大学资产经营有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 11 字数 261 千
版 次 2018 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月第 1 次印刷
ISBN 978 - 7 - 305 - 21583 - 4
定 价 28.00 元

网 址: <http://www.njupco.com>
官方微博: <http://weibo.com/njupco>
官方微信号: njupress
销售咨询热线: (025)83594756

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购图书销售部门联系调换

内容提要

化工原理教学既要让学生掌握典型单元操作的基本原理,又要使学生掌握工程问题的处理方法,而后者则主要依赖于实验等教学环节完成。实验是培养高水平工程人才的最为直接和有效的途径,在培养学生动手能力和运用知识能力方面有独特的作用,是课堂教学无法替代的。

本书力求反映化工原理实验教学改革的最新成果,选择了有代表性的单元操作进行实验研究,内容主要包括实验基础知识、实验数据处理、测量技术、基础实验、演示实验、综合设计性实验等几部分。

本书在多年教学基础上修订而成。对书中的文字部分进行了精心修改,使之更符合学生的自学、理解,提高实验教学效果;增加了化工原理计算机仿真实验部分,内容包括流体阻力测定、离心泵性能曲线测定、流量计校核、传热膜系数测定、精馏实验、吸收实验、干燥实验等单元操作。

本书按照素质教育的要求,以培养面向 21 世纪具有一定创新能力的人才为目标。以实验设计方法、设计思路、实验手段的合理运用等内容为主,较好地处理了基本技能与知识运用之间的关系,可以充分发挥学生的主观能动性。

本书结构新颖,内容编排合理,一方面加强了对基本知识和技能的训练,同时注重了运用知识能力、独立思考与解决工程问题能力、创新能力等的培养。本书可作为高等院校化工与相关专业的实验教材,也可供化工及相关行业技术人员参考。

序

进入新世纪,随着社会经济的发展,各行各业对人才的需求呈现出多元化的特点,对应用型人才的需求也显得十分迫切,因此我国高等教育的建设面临着重大的改革。就目前形势看,大多数的理、工科大学,高等职业技术学院,部分本科院校办的二级学院以及近年来部分由专科升格为本科层次的院校,都把办学层次定位在培养应用型人才这个平台上,甚至部分定位在研究型的知名大学,也转为培养应用型人才。

应用型人才是能将理论和实践结合得很好的人才,为此培养应用型人才需理论教学与实践教学并行,尤其要重视实践教学。

针对这一现状及需求,教育部启动了国家级实验教学示范中心的评审,江苏省教育厅高教处下达了《关于启动江苏省高等学校基础课实验教学示范中心建设工作的通知》,形成国家级、省级实验教学示范体系,意在促进优质实验教学资源的整合、优化、共享,着力提高大学生的学习能力、实践能力和创新能力。基础课教学实验室是高等学校重要的实践教学场所,开展高等学校实验教学示范中心建设,是进一步加强教学资源建设,深化实验教学改革,提高教学质量的重要举措。

我们很高兴地看到很多相关高等院校已经行动起来,除了对实验中心的硬件设施进行了调整、添置外,对近几年使用的实验教材也进行了修改和补充,并不断改革创新,使其有利于学生创新能力的培养和自主训练。其内容涵盖基本实验、综合设计实验、研究创新实验,同时注重传统实验与现代实验的结合,与科研、工程和社会应用实践密切联系。实验教材的出版是创建实验教学示范中心的重要成果之一。为此南京大学出版社在为“示范中心”出版实验教材方面予以全面配合,并启动“21世纪应用型高等院校示范性实验教材”项目。该系列教材旨在整合、优化实验教学资源,帮助示范中心实现其示范作用,并希望能够为更多的实验中心参考、使用。

教学改革是一个长期的探索过程,该系列实验教材作为一个阶段性成果,提供给同行们评议和作为进一步改革的新起点。希望国内广大的教师和同学能够给予批评指正。

孙尔康

2006年3月

前言

化工原理属工程学科,作为化工类及其相近专业必修的一门专业技术基础课,它综合运用了数学、物理、工程学等知识,将复杂的化工生产流程分解为若干个简单的单元操作来分析和研究。过去,化工单元操作的应用仅局限于少数工业,如化学工业、石油化工等。目前,它已得到非常广泛的应用,如核工业、空间技术、生物化工等。同时,化工原理是基础理论通向专业技能的重要媒介,是科学技术转化为生产力的重要环节。因此,它在化工类专业教学中的地位日益变得重要。

化工原理是一门工程课程,这门课程的主要目的就是教会学生利用数学、物理学等学科的知识解决化工等过程中的工程问题。科学的目的是认识世界,工程的目的则是改造世界,去创造世界上本来不存在的东西,为人类服务。这就要求通过本门课程的学习,培养学生的独立思考和解决实际问题的能力、动手能力和创新能力。从以往的教学经验看,首先要让学生从思想上认识到实践环节教学的重要性,只有思想上重视了,才能避免眼高手低、高分低能等不良现象,收到较好的学习效果。实验宜根据教学进度合理安排,在相应的教学章节结束后安排相应的实验,比集中安排的效果要好,但由于学生班级太多和实验设备的限制,安排难度将会较大。对柏努利方程和流态显示等演示性实验一般不予开出,而应重点开出开发性实验,比如选一些新颖和前沿性的工程课题,可以充分激发学生的主观能动性,充分调动学生的积极性;同时,应加强实验环节的考核,提高考核的科学性和合理性,才能给学生施加合理的压力,使学生变被动学习为主动参与。

化工原理教学既要让学生掌握典型单元操作的基本原理,又要使学生掌握工程问题的处理方法。而后者则主要依赖于实验等教学环节完成。实验是培养高水平工程人才的最为直接和有效的途径,在培养学生动手能力和运用知识能力方面有独特的作用,是课堂教学无法替代的。要做好这一环节,我们的思路是:

1. 做好实验室建设规划

实验室是高校实践环节的主要基地,其水平高低直接影响所培养的人才质量,因此,我们十分重视实验室的建设。在充分调研的基础上,我们编制了实验室建设三年规划,理清了我们对实验室未来几年的发展思路和奋斗目标,力争在近几年内把化工原理实验室建成省内先进的工程中心。

2. 改进常规实验教学模式

采用多种模式,充分利用目前先进的实验教学手段,提高实验效果。第一步,教师重点讲授实验的开出目的、实验原理和数据处理方法等;第二步,学生参观实验室;第三步,学生撰写预习报告;第四步,学生在我们购置的东方仿真化工原理模拟实验系统上进行模

拟实验;第五步,学生进入实验室做实验;第六步,学生撰写实验报告。通过以上方式,可以大大提高学生做实验的积极性。

3. 加大综合性实验的开出力度

除了柏努利方程等演示实验外,化工原理实验主要有流体流动阻力测定、离心泵特性曲线测定、恒压过滤常数测定、对流传热系数测定、精馏实验、填料塔压降测定、吸收实验、干燥速率曲线测定等验证性实验。这些实验的设计较为简单,和工程实际差异较大,学生主动思考的空间较小,不利于学生分析和解决问题能力的培养。针对这一现象,我们做了以下的改进:一是及时更新和改造实验设备,同时购置先进的测试设备,确保实验条件的先进性;二是增设一些综合性实验,例如其中一台实验装置可以同时进行流量计的标定、流动阻力测定和离心泵特性曲线的测定,这样既增强学生综合能力的培养,又提高了实验设备的利用率;三是力争开出一到两个创新性实验,由学生动手设计实验方案,培养学生的创新能力。

4. 做好实验室开放工作

除了保证正常的实验教学时间,其余时间实验室对全系教师和学生开放,同时还面向社会开放。教师和学生只要提出申请,就可以进入实验室自主进行实验,同时系里还出台了相应的政策,鼓励教师和学生开展科研活动,不但不收取任何费用,还根据情况进行相应的科研经费补贴。这些做法可以较好地调动教师和学生进行实验改革和科学研究的积极性,加强了学校和企业的联系,提高了实验室的利用率和社会影响力,保证了实验室的持续健康发展。

通过实验,可以达到以下目的:验证化工单元操作的基本知识与理论,使学生在知识的运用过程中加深对课程教学内容的理解;熟悉化工单元操作设备的基本原理、结构、性能及测定方法,培养学生的基本实验技能;学会实验设计、仪器设备操作、数据采集与处理,培养独立的科学实验能力,为今后从事科学研究活动打下良好的基础。

为此,根据化工原理课程教学基本要求的规定,编写了本实验教材。由于各院校、专业教学要求有所不同,实验内容也有所侧重,可以根据具体情况有所删减。

本实验教程由朱平华、宋长生、许前会、张秋荣、武宝萍、高树刚、钱礼华等编写,徐国想教授在本书修订过程中给予了多方面的指导,并且对全书进行了通审,提出了多项修改意见;另外,在编写过程中参阅了兄弟院校的书籍、杂志、讲义等大量资料,由于篇幅所限,未能一一列举,谨此说明,在此一并表示衷心的感谢。由于时间仓促,作者水平有限,缺点错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

目 录

第一章 化工原理实验基础知识	1
1.1 化工原理实验守则	1
1.2 化工原理实验内容和要求	1
1.3 化工实验操作基本知识	5
1.4 实验室安全用电	13
第二章 实验数据误差分析及其处理	16
2.1 实验数据的误差分析	16
2.2 实验数据处理	28
第三章 化工基本物理量的测量	36
3.1 压力(差)测量	36
3.2 流速与流量的测量	43
3.3 温度的测量	51
第四章 化工原理基础实验	55
实验一 流体力学实验	55
实验二 流体输送实验	63
实验三 颗粒流体力学及机械分离实验	68
实验四 传热实验	81
实验五 吸收实验	91
实验六 精馏实验	98
实验七 干燥实验	103
第五章 化工原理演示实验	108
实验八 雷诺实验	108
实验九 塔模型演示实验	110
第六章 化工原理综合实验	112
实验十 填料塔总吸收系数的测定	112

第一章 化工原理实验基础知识

1.1 化工原理实验守则

1. 遵守纪律,不迟到不早退,在实验室内保持安静,不大声喧哗,遵守实验室的一切规章制度,听从教师安排与指导。实验室不准会客。
2. 实验前认真充分预习实验相关内容,做好预习报告,经教师提问通过后,方可准予参加实验。实验时要仔细观察,如实并及时记录实验现象及有关数据,实验后做好实验报告。
3. 实验时要严格遵守仪器、设备、电路的操作规程不得擅自变更,正确地组装仪器,操作前须经教师检查同意后方可接通电路和开车,仪器设备发生故障严禁擅自处理,应立即报告教师,确保人身安全,保护实验室财产安全。
4. 爱护仪器设备,如有损坏应及时报告指导教师,说明情况,办理报损或赔偿。
5. 按规定数量取用试剂,水、电、气要节约使用,不得浪费。
6. 保持环境整洁,废物、废液不得乱丢,应放到指定位置。
7. 实验室里的仪器、试剂不得私自带出实验室。
8. 实验完毕记录数据须经教师审查签字,做好清洁工作,恢复仪器设备原状,关好门窗,检查水、电、气源是否关好后,方可离开实验室。

1.2 化工原理实验内容和要求

一、化工原理实验内容

1. 实验教学设计思想

(1) 验证化工原理基本理论,并在运用理论对实验进行分析的过程中,使学生在理论知识方面得到进一步的理解和巩固。

(2) 通过实验操作,让学生掌握一定的实验研究方法和技巧,并培养学生实事求是的科学态度。

(3) 通过对实验现象的观察、分析和讨论,来培养和加强学生独立思考问题的能力。促进理论课的学习,培养学生的动手能力和思考分析能力。

2. 实验教学目的

化工原理实验教学的目的主要有以下几点:

- (1) 巩固和深化理论知识。
- (2) 培养理论联系实际应用。
- (3) 培养从事科学实验的能力。

具体包括:① 为了完成一定的课题,设计实验方案的能力;② 进行实验,观察和分析实验现象的能力,解决实验问题的能力;③ 正确选择和使用测量仪表和控制方法的能力;④ 利用实验的原始数据进行数据处理、获得科学结果的能力;⑤ 书写技术报告的能力等。

- (4) 提高自身素质水平,培养思维方法的科学性、科学态度的严谨性。

3. 组织形式与教师指导方法

- (1) 每个实验学生预习 2 小时。老师介绍实验目的、原理、流程、操作步骤、数据处理等,演示实验的全过程,然后学生自己动手预习实验;
- (2) 使用“化工原实验多媒体教学课件”对化工原实验进行预习;
- (3) 做实验包括数据处理 4 小时;
- (4) 写实验报告。

4. 化工原理实验内容

化学、制药、环保、生化、食品等工业过程中具有共同物理变化特点的基本操作称为“单元操作”。常用单元操作如表 1-1 所示。

表 1-1 化工、环工常用单元操作

单元操作	目的	物态	原理	传递过程
液体输送	输送	液或气	输入机械能	动量传递
搅拌	混合或分散	气—液;液—液;固—液	输入机械能	动量传递
过滤	非均相混合物分离	液—固;气—固	尺度不同的截留	动量传递
膜分离	非均相混合物分离	液—固;气—固	尺度不同的截留	动量传递
沉降	非均相混合物分离	液—固;气—固	密度差异引起的沉降运动	动量传递
加热、冷却	升温、降温,改变相态	气或液	利用温度差而传入或移出热量	热量传递
蒸发	溶剂与不挥发性溶质分离	液	供热以汽化溶剂	热量传递
气体吸收	均相混合物分离	气	各组分在溶剂中溶解度的不同	物质传递
萃取	均相混合物分离	液	各组分在溶剂中溶解度的不同	物质传递
液体精馏	均相混合物分离	液	各组分间挥发度的不同	物质传递
干燥	去湿	固	供热汽化	热、质同时传递
吸附	均相混合物分离	液或气	各组分在吸附剂中的吸附能力不同	物质传递

化工原理实验就是围绕单元操作进行训练、验证、设计、综合研究规律的过程,实验内容包含所有单元操作。

5. 化工原理实验考核

化工原理实验成绩实行结构成绩制,分为三部分:

- (1) 预习情况、仿真实验、现场提问、实验操作共占 30%。
- (2) 实验报告质量占 40%。
- (3) 操作考试成绩占 30%。

二、化工原理实验的基本要求

1. 实验前的预习工作

(1) 阅读实验指导书,弄清本实验的目的和要求。

(2) 根据本次实验的具体任务,研究实验的理论根据和实验的具体做法,分析哪些参数需要直接测量得到,哪些参数不需要直接测量,而能够间接获得,并且要估计实验数据的变化规律。

(3) 到实验室现场了解摸索实验流程,观看主要设备的构造、测量仪表的种类和安装位置,了解它们的测量原理和使用方法,最后全面审查整个实验流程的布置是否合理,审查主要设备的结构和安装是否合适,测量仪表的量程、精度是否合适以及其所装位置是否合理。

(4) 根据实验任务和现场勘查,最后设定实验方案,确定实验操作程序。

2. 实验小组的分工和合作

化工原理实验一般都是由两人为一小组(板框压滤机操作需 3~4 人一组)合作进行的,因此实验开始前必须作好组织工作,做到既分工,又合作;既能保证质量,又能获得全面训练。每个实验小组要有一个组长负责执行实验方案、联络和指挥,与组员讨论实验方案,使得每个组员各司其职(包括操作、读取数据、记录数据及现象观察等),而且要在适当的时候轮换工作。

3. 实验必须测取的数据

凡是影响实验结果或是数据整理过程中所必需的数据都必须测取。它包括大气条件、设备有关尺寸、物料性质及操作数据等,但并不是所有数据都要直接测取。凡可以根据某一数据导出或从手册中查出的数据,就不必直接测定。例如水的密度、粘度、比热等物理性质,一般只要测出水温后即可查出,因而不是直接测定这些物理参数,而是测定水的温度。

4. 实验数据的读取及记录

(1) 实验开始前拟好记录表格,在表格中应记下各种物理量的名称、表示符号及单位。每位实验者都应有专用实验记录本,不应随便拿一张纸或用实验讲义空白处来记录,要保证数据完整,条理清楚,避免记录错误。

(2) 实验时一定要等现象稳定后再开始读取数据,条件改变,要稍等一会儿再读取数

据,这是因为条件的改变破坏了原来的稳定状态,重新建立稳态需要一定时间(有的实验甚至花很长时间才能达到稳定),而仪表通常又有滞后现象。

(3) 每个数据记录后,应该立即复核,以免发生读错或记错数字等错误。

(4) 数据的记录必须反映仪表的精确度。一般要记录到仪表上最小分度以后位数。例如温度计的最小分度为 1°C ,如果当时的温度读数为 20.5°C ,则不能记为 20°C ;如果刚好是 20°C ,那应该记录为 20.0°C 。

(5) 记录数据要以实验当时的实验读数为准。

(6) 实验中如果出现不正常情况,以及数据有明显误差时,应在备注栏中加以说明。

5. 实验过程的注意点

有的实验者在做实验时,只读取数据,其他一概不管,这是不对的。实验过程中除了读取数据外,还应该做好下列诸事:

(1) 操作者必须密切注意仪表指示值的变动,随时调节,务使整个操作过程都在规定条件下进行,尽量减少实验操作条件与规定操作条件之间的差距。操作人员要坚守岗位,不得擅离职守。

(2) 读取数据后,应立即和前次数据相比较,也要和其他有关数据相对照,分析相互关系是否合理,数据变化趋势是否合理。如果发现不合理的情况,应该立即共同研究可能存在的原因,以便及时发现问题、解决问题。

(3) 实验过程中还应注意观察过程现象,特别是发现某些不正常现象时更应抓住时机,研究产生不正常现象的原因,排除障碍。

6. 实验数据的整理

(1) 数据整理时应根据有效数字的运算规则,舍弃一些没有意义的数字。一个数字的精确度是由测量仪表本身的精确度所决定的,绝不因为计算时位数增加而提高。但是任意减少位数也是不允许的,因为这样做就降低了应有的精确度。

(2) 数据整理时,如果过程比较复杂,实验数据又多,一般采用列表整理为宜,同时应将同一项目一次整理。这种整理方法既简洁明了,又节省时间。

(3) 计算示例。在(2)所列表的下面要给出计算示例,即任取一系列数据进行详细的计算,以便检查。

7. 实验报告的编写

一份优秀的实验报告必须写得简洁明了,数据完整,交代清楚,结论正确,有讨论,有分析,得出的公式或曲线、图形有明确的使用条件。报告的内容一般包括:

(1) 报告的题目;

(2) 写报告人及同实验小组人员的姓名;

(3) 实验的目的;

(4) 实验的理论依据;

(5) 实验设备说明(应包括流程示意图和主要设备、仪表的类型及规格);

(6) 实验数据,应包括与实验结果有关的全部数据,报告中的实验数据不是指原始数据,而是经过加工后用于计算的全部数据,至于原始记录则可作为附录附于报告后面;

(7) 数据整理及计算示例,其中引用的数据要说明来源,简化公式要写出导出过程,

要列出一列数据的计算过程,作为计算示例;

(8) 实验结果,根据实验任务,明确提出本次实验的结论,用图示法、经验公式或列表法均可,但都必须注明实验条件;

(9) 分析讨论,要对本次实验结果做出评价,分析误差大小及原因,对实验中发现的问题应作讨论,对实验方法、实验设备有何建议也可写入此栏。

1.3 化工实验操作基本知识

化工实验与一般化学实验相比,有共同点,也有其本身的特殊性。为了安全成功地完成实验,除了每个实验的特殊要求外,在这里提出一些化工实验中必须遵守的注意事项和一些必须具备的安全知识。

一、化工实验注意事项

1. 设备启动前必须检查

(1) 泵、风机、压缩机、电机等转动设备,用手使其运转,从感觉及声响上判别有无异常;检查润滑油位是否正常。

(2) 设备上各阀门的开、关状态。

(3) 接入设备的仪表开、关状态。

(4) 拥有的安全措施,如防护罩、绝缘垫、隔热层等。

2. 仪器仪表使用前必须做到

(1) 熟悉原理与结构。

(2) 掌握连接方法与操作步骤。

(3) 分清量程范围,掌握正确的读数方法。

(4) 接入电路前必须经教师检查。

3. 操作过程中应做到

注意分工配合,严守自己的岗位,精心操作。关心和注意实验的进行,随时观察仪表指示值的变动,保证操作过程在稳定条件下进行。产生不合规律现象时要及时观察研究,分析原因,不要轻易放过。

4. 异常情况处理

操作过程中设备及仪表发生问题应立即按停车步骤停车,报告指导教师。同时应自己分析原因供教师参考。未经教师同意不得自行处理。在教师处理问题时,学生应了解其过程,这是学习分析问题与处理问题的好机会。

5. 实验结束应做到

实验结束时应先将有关的热源、水源、气源、仪表的阀门或电源关闭,然后再切断机电

6. 提高实验安全防范意识

化工实验要特别注意安全。实验前要搞清楚总水闸、电闸、气源阀门的位置和灭火器材的安放地点。

二、化工实验安全知识

为了确保设备和人身安全,从事化工原理实验的人员必须具备以下安全知识。

(一) 危险药品分类

实验室常用的危险品必须合理地分类存放。易燃物品不能与氧化剂放在一起,以免发生着火燃烧的危险。对不同的危险药品,在为扑救火灾选择灭火剂时,必须针对药品进行选用,否则不仅不能取得预期效果,反而会引发其他的危险。例如,着火处有金属钾、钠存放,不能用水进行灭火,因为水与金属钾、钠等剧烈反应,会发生爆炸,十分危险;轻质油类着火时,不能用水灭火,否则会使火灾蔓延;若着火处有氰化钾,则不能使用泡沫灭火剂,因为灭火剂中的酸与氰化钾反应生成剧毒的氰化氢。因此,了解危险品性质与分类十分必要。危险药品大致分为下列几种类型:

1. 爆炸品

本类化学品指在外界作用下(如受热、受压、撞击等),能发生剧烈的化学反应,瞬时产生大量的气体和热量,使周围压力急骤上升,发生爆炸,对周围环境造成破坏的物品,也包括无整体爆炸危险,但具有燃烧、抛射及较小爆炸危险的物品。

常见的爆炸性物品有硝酸铵(硝铵炸药的主要成分)、雷酸盐、重氮盐、三硝基甲苯(TNT)和其他含有三个硝基以上的有机化合物等。这类化合物对热和机械作用(研磨、撞击等)很敏感,爆炸威力都很强,特别是干燥的爆炸物爆炸时威力更强。

2. 压缩气体和液化气体

本类化学品系指压缩、液化或加压溶解的气体,并应符合下述两种情况之一者:

(1) 临界温度低于 50°C ,或在 50°C 时,其蒸气压力大于 294 kPa 的压缩或液化气体。

(2) 温度在 21.1°C 时,气体的绝对压力大于 275 kPa ,或在 54.4°C 时,气体的绝对压力大于 715 kPa 的压缩气体;或在 37.8°C 时,雷德蒸气压力大于 275 kPa 的液化气体或加压溶解的气体。

该类物品有三种:① 可燃性气体(氢、乙炔、甲烷、煤气等);② 助燃性气体(氧、氯等);③ 不燃性气体(氮、二氧化碳等)。该类物品的使用和操作有一定要求,有关内容在安全使用压缩气体一节中专门介绍。

3. 易燃液体

本类化学品系指易燃的液体、液体混合物或含有固体物质的液体,但不包括由于其危险特性已列入其他类别的液体。其闭杯试验闪点等于或低于 61°C 。

易燃液体在有机化工实验室内大量接触,容易挥发和燃烧,达到一定浓度遇明火即着火。若在密封容器内着火,甚至会造成容器超压破裂而爆炸。易燃液体的蒸汽一般比空

气重,当它们在空气中挥发时,常常在低处或地面上漂浮。因此,可能在距离存放这种液体的地面相当远的地方着火,着火后容易蔓延并回传,引燃容器中的液体。所以使用这种物品时必须严禁明火、远离电热设备和其他热源,更不能同其他危险品放在一起,以免引起更大危害。

4. 易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品

易燃固体系指燃点低,对热、撞击、摩擦敏感,易被外部火源点燃,燃烧迅速,并可能散发出有毒烟雾或有毒气体的固体,但不包括已列入爆炸品的物品。自燃物品系指自燃点低,在空气中易发生氧化反应,放出热量而自行燃烧的物品。遇湿易燃物品系指遇水或受潮时,发生剧烈化学反应,放出大量的易燃气体和热量的物品。有的不需明火,即能燃烧或爆炸。

松香、石蜡、硫、镁粉、铝粉等都属于易燃固体。它们不自燃,但易燃,燃烧速度一般较快。这类固体若以粉尘悬浮物分散在空气中,达到一定浓度时,遇有明火就可能发生爆炸。带油污的废纸、废橡胶、硝化纤维、黄磷等,都属于自燃性物品。它们在空气中能因逐渐氧化而自燃,如果热量不能及时散失,温度会逐渐升高到该物品的燃点,发生燃烧。因此,对这类自燃性废弃物,不要在实验室内堆放,应当及时清除,以防意外。钾、钠、钙等轻金属遇水时能产生氢和大量的热,以至发生爆炸。电石遇水能产生乙炔和大量的热,即使冷却有时也能着火,甚至会引起爆炸。

5. 氧化剂和有机过氧化物

氧化剂系指处于高氧化态,具有强氧化性,易分解并放出氧和热量的物质。包括含有过氧基的无机物,其本身不一定可燃,但能导致可燃物的燃烧,与松软的粉末状可燃物能组成爆炸性混合物,对热、震动或摩擦较敏感。有机过氧化物系指分子组成中含有过氧基的有机物,其本身易燃易爆,极易分解,对热、震动或摩擦极为敏感。

氧化剂包括高氯酸盐、氯酸盐、次氯酸盐、过氧化物、过硫酸盐、高锰酸盐、铬酸盐及重铬酸盐、硝酸盐、溴酸盐、碘酸盐、亚硝酸盐等。它本身一般不能燃烧,但在受热、受阳光直射或与其他药品(酸、水等)作用时,能产生氧,起助燃作用并造成猛烈燃烧。如过氧化钠与水作用,反应剧烈并能引起猛烈燃烧。强氧化剂与还原剂或有机药品混合后,能因受热、摩擦、撞击发生爆炸。如氯酸钾与硫混合可因撞击而爆炸;过氯酸镁是很好的干燥剂,若被干燥的气流中存在烃类蒸汽时,其吸附烃类后就有爆炸危险。有机过氧化物包括过氧乙酸、过氧化甲乙酮等,都具有比较强的氧化性,容易燃烧和爆炸。通常,人们对氧化剂和有机过氧化物的危险性认识不足,这常常是发生事故的原因之一,必须予以足够的重视。

6. 有毒品

本类化学品系指进入肌体后,累积达一定的量,能与体液和器官组织发生生物化学作用或生物物理学作用,扰乱或破坏肌体的正常生理功能,引起某些器官和系统暂时性或持久的病理改变,甚至危及生命的物品。经口摄取半数致死量:固体 $LD_{50} \leq 500 \text{ mg/kg}$; 液体 $LD_{50} \leq 2000 \text{ mg/kg}$; 经皮肤接触 24 h, 半数致死量 $LD_{50} \leq 1000 \text{ mg/kg}$; 粉尘、烟雾及蒸气吸入半数致死量 $LC_{50} \leq 10 \text{ mg/L}$ 的固体或液体。

中毒途径有误服、吸入呼吸道或皮肤被沾染等。其中有的蒸汽有毒,如汞;有的固体

或液体有毒,如钡盐、农药。根据毒品对人身体的危害程度分为剧毒、致癌、高毒、中毒、低毒等类别。使用这类物质应十分小心,以防止中毒。实验室所用毒品应有专人管理,建立购买、保存与使用档案。剧毒品的使用与管理,还必须符合国家规定的五双条件,即:两人管理,两人收发,两人运输,两把锁,两人使用。

7. 放射性物品

本类化学品系指放射性比活度大于 7.4×10^4 Bq/kg 的物品。

这类物品有硝酸钍、夜光粉等。放射性物品的储存、使用场所必须设置防护设施。其人口处必须设置放射性标志和必要的防护安全连锁、报警装置或者工作信号。放射性物品不得与易燃、易爆、腐蚀性的物品放在一起,其储存场所必须有防火、防盗、防泄露的安全防护措施,并指定专人保管。储存、领取、使用、归还放射性物品时必须先登记、检查,做到账物相符。

8. 腐蚀品

本类化学品系指能灼伤人体组织并对金属等物品造成损坏的固体或液体。与皮肤接触在 4 h 内出现可见坏死现象,或温度在 55°C 时,对 20 号钢的表面均匀年腐蚀率超过 6.25 mm/年的固体或液体。

这类物品有强酸、强碱,如硫酸、盐酸、硝酸、氢氟酸、苯酚、氢氧化钾、氢氧化钠等。它们对皮肤和衣物都有腐蚀作用,特别是在浓度和温度都较高的情况下,作用更甚。使用中防止与人体(特别是眼睛)和衣物直接接触。灭火时也要考虑是否有这类物质存在,以便采取适当措施。

9. 麻醉药品

麻醉药品是指由国际禁毒公约和我国法律法规所规定管制的,连续使用易产生身体和精神依赖性,能形成瘾癖的药品。麻醉药品包括:阿片类、可卡因类、大麻类、合成麻醉药类及卫生部指定的其他易成癖的药品、药用原植物及其制剂。麻醉药品的供应必须根据医疗、教学和科研的需要,有计划地进行。其保管工作必须指定专人保管。储存、领取、使用、归还麻醉药品时必须先登记、检查,做到账物相符。

10. 易制毒化学品

易制毒化学品是指用于非法生产、制造或合成毒品的原料、配剂等化学物品,包括用以制造毒品的原料前体、试剂、溶剂及稀释剂、添加剂等。易制毒化学品本身并不是毒品,但其具有双重性,易制毒化学品既是一般医药、化工的工业原料,又是生产、制造或合成毒品必不可少的化学品。根据 1998 年《联合国禁止非法贩运麻醉药品和精神药品公约》的规定,有醋酸酐、乙醚、高锰酸钾等 22 种易制毒化学品被列为管制。此外,我国法律将三氯甲烷也列为易制毒化学品进行管制,共 23 种易制毒化学品。对易制毒化学品的范围,我国法律没有具体界定,《刑法》第 350 条只列举了比较常见的三种制毒物品。《联合国禁止非法贩运麻醉药品和精神药品公约》以附表的形式列举了缔约国基本公认的制毒物品。我国已加入该公约,因而其确定的制毒物品的范围,在我国就应当是适用的。

易制毒化学品实行分类管理;使用、储存易制毒化学品的单位必须建立、健全易制毒化学品的安全管理制度;使用、储存易制毒化学品的单位负责人负责制定易制毒化学品安