

高等学校教材

化工实验教程

HUAGONG SHIYAN JIAOCHENG

闫龙成 主编



黄河出版传媒集团
宁夏人民出版社

高等学校教材

化工实验教程

主 编 闫龙成

副主编 吴 娟 张 霞



黄河出版传媒集团
宁夏人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化工实验教程 / 闫龙成主编. — 银川: 宁夏人民出版社, 2016.10

ISBN 978-7-227-06457-2

I. ①化… II. ①闫… III. ①化学工程—化学实验—高等学校—教材 IV. ①TQ016

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 247304 号

化工实验教程

闫龙成 主编

责任编辑 管世献

封面设计 张 兰

责任印制 肖 艳



黄河出版传媒集团 出版发行
宁夏人民出版社

出 版 人 王杨宝

地 址 宁夏银川市北京东路 139 号出版大厦 (750001)

网 址 <http://www.nxp-ph.com> <http://www.yrpubm.com>

网上书店 <http://shop126547358.taobao.com> <http://www.hh-book.com>

电子信箱 nxrmcbs@126.com renminshe@yrpubm.com

邮购电话 0951-5019391 5052104

经 销 全国新华书店

印刷装订 银川金利丰彩色印刷有限责任公司

印刷委托书号 (宁) 0002845

开 本 787 mm× 1092 mm 1/16

印 张 9

字 数 210 千字

版 次 2016 年 10 月第 1 版

印 次 2016 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-227-06457-2/TQ·2

定 价 23.80 元

版权所有 侵权必究

前 言

化工实验教学,力求通过实验让学生掌握实验方法和技术,提高综合运用理论知识解决实际问题的能力,开拓思路,增强创新意识。

本教材的编写以显著提高学生解决实际问题的能力为出发点,注重强调实验研究全过程的多种能力和素质的培养及训练。全书内容涵盖化工实验研究涉及的三个主要方面:定量评价实验研究的方法;实验参数测量常用技术与仪表;具体的实验项目。实验项目分为:

1.演示实验 目的是让学生通过实验对有关的基本概念形成直观的印象,并学会对仪器的操作。

2.基础实验 通过基础实验让学生掌握基本的操作方法,正确处理实验数据,并对实验结果进行合理的分析,深化对基本原理、基本概念的理解。

3.化工操作实训 通过该实验一是使学生开拓眼界,了解并熟悉新型单元操作设备的工艺特性与操作方法;二是使学生具有一定的设计实验的能力,能够正确选择实验设备,合理安排实验流程,利用实验研究解决问题。

本书是在中国矿业大学银川学院化学工程系实验实训讲义使用两年的基础上编写的。本书的第一章至第四章、第七章由吴娟编写;第五章、第六章由张霞编写;全书由闫龙成统稿。

本书的编写得到了中国矿业大学银川学院各级院领导的大力支持,在编写过程中参考了浙江中控科教仪器有限公司的相关资料,在此一并表示衷心的感谢。

编 者
于中国矿业大学银川学院
2016年6月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 概述	1
1.2 实验目的	1
1.3 实验教学内容	2
1.4 实验教学要求	2
1.5 实验报告的编写要求	3
1.6 实验报告示例	5
第 2 章 实验室操作的基本知识	6
2.1 实验注意事项	6
2.2 化工材料安全知识	6
2.3 实验室消防知识	8
2.4 高压钢瓶的正确使用	9
2.5 化工实验守则	12
2.6 对学生的基本要求	12
第 3 章 工程实验基础	13
3.1 工程实验的基本方法	13
3.2 实验数据的测量	14
3.3 实验数据的测量值与误差	16
3.4 实验数据的处理	18
3.5 化工实验数据处理中常用的计算机软件	19
第 4 章 化工实验中常见物理量的测量	21
4.1 温度测量	21

4.2 压强测量	26
4.3 流量测量	29
4.4 液位测量	34
第 5 章 演示实验	35
5.1 雷诺演示实验	35
5.2 非均相分离演示实验	38
5.3 板式塔流体力学演示实验	40
第 6 章 基础实验	45
6.1 流体流动阻力的测定	45
6.2 板框压滤机过滤常数的测定	51
6.3 填料塔吸收传质系数的测定	56
6.4 流化床干燥实验	59
6.5 干燥特性曲线测定	64
第 7 章 化工操作实训	69
7.1 流体输送操作实训	69
7.2 传热操作实训	79
7.3 吸收解吸操作实训	96
7.4 精馏操作实训	103
7.5 煤气化、脱硫、变换操作实训	113
参考文献	118
附录一	119
附录二 常用工具 / 量具	126
附录三 常用材料	128
附录四 化学危险品名录(部分)	129
附录五 实验常见故障	131

第1章 绪 论

1.1 概述

化工专业实验是化工类专业学生必修的实践性教学课程,它不仅在理论上向学生传授较为系统的化工生产过程中所涉及的理论知识,而且也介绍了化工生产过程中许多单元操作和设备结构、特点、性能及作用,是培养学生理论联系实际和实践动手能力的重要教学环节。

化工专业实验不同于其他基础课程实验,它属于工程实验的范畴。工程实验与基础课程实验的不同之处在于:

- (1) 工程实验常常涉及复杂、有普遍意义的实际工程问题;
- (2) 通常采用模拟法,实验方法是抽象的、千变万化的;
- (3) 实验的目的主要在于学习分析和解决生产实际问题的方法及手段,实验内容复杂,涉及机械设备、数据测量、计量控制、分析与操作等各方面知识,综合要求较高;
- (4) 实验装置采用与实际生产装置相类似、有一定规模的专用实验设备;
- (5) 实验涉及范围广、内容复杂,实验过程中变化多,实验时间长,需要记录、整理的数据量大,对实验结果的影响因素复杂,不仅与实验方法、使用的物料有关,而且与实验装置的结构、流程、操作程序及控制条件等因素有关。

通过化工专业实验的学习,要求学生做到活学活用,不仅能接受书本上的理论知识,而且要求具有一定的工程实践方面的知识及独立工作的能力。通过化工专业实验的学习,可以学到一般工程实验的基本操作,了解各类操作参数的变化对化工过程带来的影响,熟悉化工单元操作中各种非正常操作现象产生的原因及处理方法,培养学生分析和解决实际工程问题的能力。

1.2 实验目的

化工专业实验是紧密联系化工生产实际,是一门实践性极强的基础技术课程。化工有很多单元过程和设备组成,学生应该运用理论去指导并且能够独立进行化工单元的操作,应能在现有设备中完成指导的任务,并预测某些参数的变化对过程的影响。因此,通过实验,应达到以下目的:

- (1) 培养学生理论联系实际,运用理论知识分析实验过程,从而培养学生解决过程中实际问题的工作能力;
- (2) 熟悉、了解典型的化工过程及其设备的基本原理、结构和性能,掌握其基本流程、

操作及控制方法,以及化工中常用仪表的使用方法,增强对化工原理基础理论知识的理解,提高学生的动手操作能力;

(3)增强工程观点,培养科学实验能力,培养合理设计实验方案、组织实验、解决实验问题的能力;

(4)培养学生处理数据及分析问题的能力,运用计算机及软件处理实验数据的能力,能够用数学模型或图表等形式科学地表达实验结果,并对实验结果进行分析、思考、讨论,编写完整的实验报告。

1.3 实验教学内容

化工专业实验主要包括实验理论、实践教学和主要环节。

(1)理论教学主要介绍化工专业实验的特点和要求、实验研究方法、实验数据的误差分析、实验数据的处理方法、实验数据的测量方法等基本知识。

(2)实践教学主要分为三个层次,即演示实验、基础实验、化工操作实训。

(3)通过实验课的教学,应让学生掌握科学实验的全过程,此过程应包括:实验前的准备、进行实验操作、正确记录和处理实验数据、撰写实验报告。

1.4 实验教学要求

为了达到化工原理实验的目的,让每一个学生在实验过程中始终保持“严肃的态度、严格的要求、严密的作风”,必须做到以下几点。

(1)认真挺好实验课,认真阅读实验指导书和有关参考资料,了解实验目的和要求。

(2)认真做好实验前的预习工作。实验的预习主要是对照实验指导书(必要时还需到实验室的现场)完成以下几方面的工作:

- ①弄清实验原理;
- ②摸清实验流程;
- ③了解实验装置(包括装置类型、规格型号、结构特点、主要用途及操作方法);
- ④了解实验的测试点及其位置;
- ⑤了解实验操作控制点与控制要求;
- ⑥了解实验过程中所使用的检测仪器、仪表与使用方法;
- ⑦了解实验的操作要点与注意事项。

(3)认真做好实验的组织与安排工作。在实验之前的一周,根据指导老师的安排完成实验的组织与安排工作。其主要内容有:

①分组(实验小组的人数以 3~4 人为宜),并选出实验小组长;

②拟订小组的具体实验方案,包括实验方案的设计、实验操作的人员分工、实验数据记录的具体安排(预先做出原始数据记录表格)、完成实验操作的具体步骤、数据的检查与分析及实验准备工作的落实;

③确定实验的具体日期与时间以及各小组的轮换顺序等。

(4)认真写好实验预习报告。

(5) 精心完成实验操作,包括:

① 切实按照实验小组预先制定的实验方案与步骤完成实验操作;

② 认真细致地记录好实验原始数据;

③ 认真观察和分析实验过程中的各种操作因素对实验结果的影响;

④ 积极运用所学理论知识,了解实验操作控制的基本原理,处理实验过程中可能出现的各种设备与操作故障等。

(6) 精心处理好实验数据。如果用计算机处理实验数据,还必须给出一组手算示例。

(7) 认真写好实验报告。撰写实验报告是实验教学的重要组成部分,也是培养学生独立思考、分析和解决生产实际问题能力的重要手段。独立完成实验报告是最基本的要求。

1.5 实验报告的编写要求

实验结束后,按照一定的格式和要求表达实验过程及结果的文字材料称为实验报告,是学生实验成果的全面总结和系统概况,是实验工作不可缺少的一个重要环节。

编写实验报告的过程,是整理实验数据,分析和解释实验现象,从中找出客观规律和理论内在联系的过程。一份比较完整的实验报告,要求条理清楚、内容充实、形式简单又明白,使人阅读后一目了然,还要求实验原始数据完整、计算正确、图表齐全、条理清楚,有明确的结论。此外,还应包括结果分析与讨论等内容。

化工专业实验不同于一般基础课实验,其实验原理、设备装置、操作程序、数据处理以及过程分析等,都比一般基础课要复杂得多。因此,要真正做好化工原理实验并达到预期的实验效果,在正式做实验之前必须写出实验的预习报告,在实验做完之后,必须认真写好实验正式报告。实验操作的目的是培养实际动手操作能力,而撰写实验报告的主要目的则是培养分析和解决实际工程问题的能力。

具体说来,实验报告的编写应达到以下要求:

(1) 预习报告的编写。

实验预习报告主要包括以下内容。

① 实验目的:指通过实验应达到的基本教学目标。

② 实验原理:包括实验的流程原理、设备原理和操作原理。

③ 实验流程:根据实验指导老师的要求,设计并绘制该实验(或实验室现有)的实验装置流程框图。

④ 实验操作步骤:根据实验要求,写出完成该实验的详细操作步骤和主义事项,以及实验小组安排的详细实验操作分工情况。

⑤ 原始数据记录表:根据实验要求,自己动手设计一个用于记录实验原始数据的记录表。

(2) 正式报告的编写。

实验正式报告主要包括以下内容。

① 实验报告的名称:在报告的最前面写出实验报告的名称(标题),同时在报告的名称下方报告人的姓名、专业班级、同组人姓名、实验地点、实验日期及设备编号等。

② 实验的目的和内容:同预习报告,即简明扼要地说明为什么要进行本实验,通过本

实验要解决些什么问题,实验主要涉及哪些内容等。

③实验原理:简要说明实验所依据的基本原理,包括实验所涉及的主要概念,实验依据的重要定律、公式。

④实验流程或实验装置示意图:根据实验室现有装置的实际流程绘制出正规的、带控制点的工艺流程图,包括主要设备、仪表的名称,标出设备、仪器仪表及调节阀的标号,在流程图的下方写出图名及与主要标号相对应的设备仪器等的各名称及规格型号。

⑤实验操作步骤与实验操作现象记录:根据实际操作程序,按照操作的先后分成几个步骤,简单明了,归纳提炼操作重点,简要地记述所观察到的实验现象。在实验中,对于有危险的、容易损坏的设备和仪器及对实验结果有较大影响的操作,应在注意事项中重点列出。

⑥原始数据记录:实验过程中记录从测量仪表读取的数值,实验数据的有效数字根据仪表的精度来确定,读数方法要正确,记录数据要准确。将实验原始数据记录在提前设计好的原始数据记录表格里。

⑦实验数据处理:

实验数据处理是实验报告的重要组成部分,要求将实验原始数据经过整理、计算以表格或者图形的形式表达出来。数据处理时要根据有效数字的运算规则进行。表格要精心设计,能表达出数据的变化规律及各参数间的相关性,明显列出实验结果。图形能更直观地表达变量之间的相互关系。

特别要求,在数据处理过程中,要以一组原始数据为例,写出从原始数据到最终结果的计算过程,详细说明结果记录表中的结果是如何得到的,每个实验小组的同学不能选取同一组实验原始数据。

⑧实验结果的分析与讨论:

实验结果的分析与讨论也是实验报告的重要组成部分,是实验者理论水平的具体体现,也是对实验方法和结果进行的综合分析和研究。主要包括:

A.要列出通过实验得出的结果;

B.从理论上对实验所得的结果进行分析和解释,说明其必然性;

C.对实验中的异常现象进行分析和讨论,提出自己的见解;

D.对实验结果做出估计,分析误差的大小和产生的原因,提出提高测量精度和减少误差的方法;

E.由实验结果提出进一步研究的方向或者对实验方法、实验装置提出改进建议等。

⑨实验结论:实验结论是根据实验结果做出的判断,应根据基本理论,从实际出发,得出有理有据的结论。

(3)报告编写的其他要求。

在编写实验预习报告或正式报告时,还应注意以下几点:

①文字简洁、字迹工整、叙述清楚、文理通顺、图表清晰、内容完整;

②所有物理量都必须采用法定单位;

③报告中所有计算公式都必须注明来源,所有引用的资料都必须提供出处;

④实验预习报告或正式报告应配置封面,并写明所在系、专业、班级、学号、姓名,以及实验名称、实验时间、指导教师与同组人姓名等内容;

⑤必须附实验的原始数据记录表(原始记录必须有指导老师签字方有效),实验报告

应该在实验结束后一周内送达实验室或办公室；

⑥实验结束后,应对实验结果进行一个简洁明了、实事求是的小结,每位同学必须独立完成,禁止相互抄袭；

⑦对实验指导后面提出的思考题,要求每位学生在实验报告的最后部分,以问答的形式,独立地给予合理的、完整的回答。

1.6 实验报告示例

实验报告

实验名称:_____ 成绩:_____

专业年级:_____ 姓名:_____ 学号:_____

实验日期:_____ 实验报告日期:_____

一、实验要求、目的和原理

二、实验流程图、主要药品、试剂的理化常数

三、实验步骤

四、实验现象与数据

五、数据分析(误差分析、产率、回收率等)

六、实验结果

七、讨论或结论

指导老师签名_____

第2章 实验室操作的基本知识

化工实验与一般化学实验比较起来,有共同点,也有其本身的特殊性。每个实验都相当于一个小型的单元生产流程,将电器、仪表和机械设备等组合为一体。为了安全成功地完成每个实验,除了每个实验的特殊要求外,还要对化工实验中必须遵守的注意事项和必须具备的安全知识有一定的了解,以保证实验者的人身安全和实验室的正常运行。

2.1 实验注意事项

1. 启动设备前必须完成的工作

(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. 使用仪器仪表前必须做的工作

(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. 实验过程中的注意事项

(1) 操作过程中注意分工配合,严守自己的岗位,精心操作。实验过程中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。产生不符合规律的现象时要及时观察研究,分析其原因,不要轻易放过。

(2) 操作过程中设备及仪表发生问题,应立即按停车步骤停车,并报告指导老师。同时应自己分析原因供教师参考。未经指导老师同意不得自己处理。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。

(3) 实验结束时应先将有关的电源、水源、气源、仪表的阀门或电源关闭,然后再切断电机电源。

2.2 化工材料安全知识

为了确保设备和人身安全,从事化工实验的实验者必须具备以下安全知识。

1. 危险化学品分类

危险化学品是化学品中具有易燃、易爆、有毒、有害及腐蚀性,受到摩擦、撞击、震动,接触热源或火源,日光暴晒,遇水受潮,遇性能相抵触的物品等外界条件的作用下,会对人员、设施、环境造成伤害或损害的化学品。危险化学品危害如此之大,因此,实验室常用的危险化学品必须合理分类存放。根据国标 GB13690—92《常用危险化学品分类及标志》,国家将危险化学品分为以下几种类型。

(1) 爆炸品。

爆炸品,指在外界作用下,能发生剧烈的化学反应,瞬间产生大量气体和热量,使周围压力急剧上升,发生爆炸,对周围环境造成破坏的物品。常见的爆炸性物品有硝酸铵(硝酸炸药的主要成分)、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。

压缩气体和液化气体,指压缩、液化或加压溶解的气体。其特点是易燃易爆、易扩散、可压缩、腐蚀毒害、氧化性、窒息性。该类物品有三种:①可燃性气体(氢气、乙炔、甲烷、煤气等);②助燃性气体(氧气、氯气等);③不燃性气体(氮气、二氧化碳等)。

(3) 易燃液体。

易燃液体,指易燃的液体、液体混合物、含有固体物的液体。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燃烧。若在密闭容器内着火,甚至会造成容器超压破裂而爆炸。易燃液体的蒸气一般比空气重,当他们在空气重挥发时,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。

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。这里固体若以粉末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。

(5) 自燃物品。

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,应当及时清理,以防意外。

(6) 遇湿易燃物品。

钾、钙、钠等轻金属遇水时能产生氢气和大量的热,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。

(7) 氧化剂和有机过氧化物。

氧化剂是具有强氧化性、易分解并放出氧气和热量的物质。氧化剂包括高氯酸钾、氯酸盐、次氯酸盐、过氧化物、过硫酸盐、高锰酸钾、铬酸盐及重铬酸盐、硝酸盐、溴酸盐、碘酸盐、亚硝酸盐等。它本身不能燃烧,但在受热、受阳光照射或其他物品(酸、水等)作用时,能产生氧气,起助燃作用并造成猛烈燃烧。

(8)有毒品。

有毒品,就是进入机体后,累积达一定的量,会扰乱或破坏机体的正常生理功能,引起某些器官和系统暂时性或持久性的病理改变,甚至危及生命的物品。其中毒途径有误服、吸入呼吸道或者皮肤被沾染等。其中有的蒸气有毒,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,分为药品(氰化钾、砒霜等)和有毒药品(农药等)。使用这类物质应十分小心,以防止中毒。

(9)腐蚀性物品。

腐蚀品,是能灼伤人体组织并对金属等物品造成损坏的固体或液体。这类物品有强酸、强碱,如硫酸、盐酸、氢氟酸、苯酚、氢氧化钾、氢氧化钠等。它们对皮肤和衣服都有腐蚀作用。特别是在浓度和温度都较高的情况下,作用更甚。使用时防止与人体(特别是眼睛)和衣服直接接触。

2. 危险化学品的安全使用

(1)应根据危险化学品的使用情况制定不同的管理等级。剧毒、易燃药品的使用必须由教师填写领用单,经学校领导批准。其他危险药品的领用必须由教师填写领用单,经教研组长批准。

(2)剧毒、易燃药品的领用单应做存档,其他危险化学品的领用单应至少保存一个学期。

(3)危险化学药品使用后的残余量应交回危险化学药品储存处,并做登记。已经改变形状、不再属于危险化学品范围的化学药品(例如:浓硫酸已稀释为稀硫酸),则不再需要遵照危险化学品管理规则进行管理。

2.3 实验室消防知识

实验操作人员必须了解消防知识,实验室内应准备一定数量的消防器材,工作人员应熟悉消防器材的存放位置和使用方法,绝不允许将消防器材移作他用。实验室常用的消防器材包括以下几种。

1. 砂箱

易燃液体和其他不能用水灭火的危险品,着火时可用砂子扑灭。它能隔断空气并起到降温作用而灭火。但砂中不能混有可燃性杂物,并且要干燥。潮湿的砂子遇火后会因水分蒸发,致使燃着的液体飞溅。砂箱存砂有限,实验室内又不能存放过多砂箱,故这种灭火工具只能扑灭局部小规模的火源。对于不能覆盖的大面积火源,因砂量太少而作用不大。此外,还可用不燃性固体粉末灭火。

2. 石棉布、毛毡或湿布

这些器材适用于迅速扑灭火源区域不大的火灾,也是扑灭衣服着火的常用方法。其原理是隔绝空气达到灭火的目的。

3. 泡沫灭火器

泡沫灭火器,一般分为手提式泡沫灭火器、推车式泡沫灭火器和空气式泡沫灭火器。实验室多用手提式泡沫灭火器,它的外壳用薄钢板制成,内有一个玻璃胆,其中盛有硫酸铝。胆外装有碳酸氢钠和发泡剂(甘草精)。灭火液由 50 份硫酸铝和 50 份碳酸氢钠及 5 份甘草精组成。使用时将灭火器倒置,马上发生化学反应生成含二氧化碳的泡沫。

$6\text{NaHCO}_3 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2$ 此泡沫粘附在燃烧物表面,形成与空气隔绝的薄层而达到灭火的目的。它适用于扑灭实验室的一般火灾,非大火通常不用,因为事后处理较麻烦。可用于易燃液体(如汽油、苯、丙酮)等使用不当时引起着火开始时的灭火,不能用于扑灭电线和电器设备的火灾。因为泡沫本身是导电的,这样会造成灭火人的触电事故。

4. 四氯化碳灭火器

四氯化碳灭火器是在钢管内装有四氯化碳并压入 0.7MPa 的空气,使灭火器具有一定的压力。使用时将灭火器倒置,旋开手阀即喷出四氯化碳。它是不燃液体,其蒸气比空气重,能覆盖在燃烧物表面与空气隔绝而灭火。它用于扑灭电器内或电器附近的火。不能在狭小的、通风不良的室内使用(因为四氯化碳在高温时将生成剧毒的光气),使用时要站在上风侧。室内灭火后应打开门窗通风一段时间,以免中毒。

5. 二氧化碳灭火器

钢管内装有压缩的二氧化碳。使用时摇匀,拔掉保险销,压握手柄,二氧化碳就能急剧喷出,使燃烧物与空气隔绝,同时降低空气中的氧含量。当空气中含有 12%~15% 的二氧化碳时,燃烧即停止。但使用时要注意防止现场人员窒息。应注意使用时一手提灭火器,一手应握在喇叭筒的把手上,而不能握在喇叭筒上(否则易被冻伤)。

6. 其他灭火剂

干粉灭火剂可扑灭易燃液体、气体、带点设备引起的火灾。1211 灭火器适用于扑救油类、电器类、精密仪器等火灾。在一般实验室内使用不多,对大量使用可燃物的实验场所应备用此类灭火器。

无论使用何种灭火器,皆应从火的四周开始向中心扑灭。

(1)当发生火灾时,要保持沉着冷静,首先切断室内电源,熄灭所有加热设备,转移附近的可燃物,关闭通风装置,减少空气流通,防止火势蔓延,同时尽快拨打“119”求救。

(2)当发生火灾时,根据起因和火势选择合适的方法来急救灭火。小火时用湿布、石棉布或者砂子覆盖着火物品;当火势较大时,根据着火的具体情况采用灭火器进行灭火;当个人的力量无法有效灭火或者阻止火势蔓延时,要立即向相关部门求救。

(3)在发生火灾时,如果不小心,身上的衣服着火,切记不要奔跑,此时应将着火的衣服脱下;或者用厚的外衣包裹住以隔绝空气使火熄灭;或者用石棉布覆盖住着火处;或者就地卧倒打滚将火压灭;或者打开附近的自来水淋灭。比较严重的,应该躺在地上,避免火焰向头部燃烧,用防火毯紧紧包裹住身体直至火熄灭。烧伤严重者,须立即送往医院治疗。

2.4 高压钢瓶的正确使用

1. 高压钢瓶的分类及标准

在化工实验中,另一类需要引起特别注意的东西,就是各种高压气体。高压钢瓶是一种储存各种压缩气体或液化气体的高压容器。钢瓶容积一般为 40~60L,最高工作压力为 15MPa,最低的也在 0.6MPa 以上。钢瓶压力很高,以及储存的某些气体本身又有毒或易燃易爆,因此,正确认识和使用高压钢瓶是非常必要的。

(1)标准高压钢瓶是按照国家标准制造的,并经有关部门严格检验方可使用。各种高

压钢瓶的使用过程中,还必须定期送有关部门进行水压试验。一般情况下,高压钢瓶的型号、规格(按工作压力分类,如表 2-1 所示)。

表 2-1 高压钢瓶型号和规格

钢瓶型号	用途	工作压力(Pa)	试验压力(Pa)	
			水压试验	气压试验
150	装 O ₂ 、H ₂ 、N ₂ 、CH ₄ 、压缩空气及惰性气体等	1.47 × 10 ⁷	2.21 × 10 ⁷	1.47 × 10 ⁷
125	装 CO ₂ 等	1.18 × 10 ⁷	1.86 × 10 ⁷	1.18 × 10 ⁷
30	装 NH ₃ 、Cl ₂ 、光气、异丁烷等	2.94 × 10 ⁶	5.88 × 10 ⁶	2.94 × 10 ⁶
6	装 SO ₂ 等	5.88 × 10 ⁵	1.18 × 10 ⁶	5.88 × 10 ⁵

(2)各种高压钢瓶的表面都涂有一定颜色的油漆,其目的不仅是为了防锈,主要是能从颜色上迅速辨别钢瓶中所储存气体的种类,以免混淆。常用的各类高压钢瓶的颜色及其标识(如表 2-2 所示)。

表 2-2 常用的各类钢瓶的颜色及其标识

气体类别	瓶身颜色	标字颜色	字样
氮气	黑	黄	氮
氧气	天蓝	黑	氧
氢气	深蓝	红	氢
压缩空气	黑	白	压缩气体
二氧化碳	黑	黄	二氧化碳
氩	棕	白	氩
液氮	黄	黑	氮
氯	草绿	白	氯
乙炔	白	红	乙炔
氟氯烷	铝白	黑	氟氯烷
石油气体	灰	红	石油气
粗氩气体	黑	白	粗氩
纯氩气体	灰	绿	纯氩

2. 气体减压阀的构造及正确使用

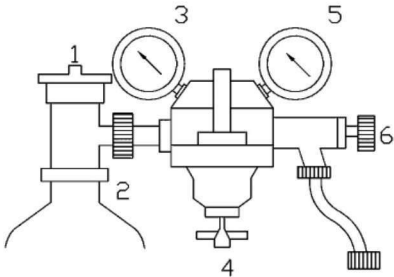


图 2-1 氧气压力的示意图

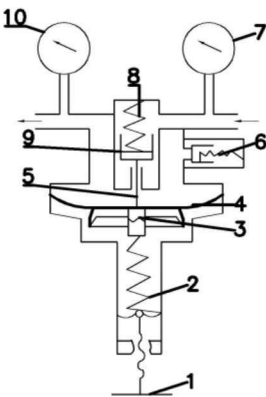


图 2-2 气体减压工作原理图

气体钢瓶充气后,压力可达 $150 \times 101.3\text{kPa}$,使用时必须用气体减压阀。其构造如图 2-1 所示。其结构原理如图 2-1 所示。当顺时针方向旋转手柄 1 时,压缩主弹簧 2,作用力弹簧垫块 3、薄膜 4 和顶杆 5 使活门 9 打开,这时进口的高压气体(其压力由高压表 10 指示)。当达到所需压力时,停止转动手柄,开启供气阀,将气体输送到受气系统。

停止用气时,逆时针旋松手柄 1,使主弹簧 2 恢复原状,活门 9 由压缩弹簧 8 的作用而密闭。当调节压力超过一定允许值或减压阀出故障时,安全阀 6 会自动开启排气。

安装减压阀时,应先确定尺寸规格是否与钢瓶和工作系统的接头相符,用手拧满螺纹后,再用扳手上紧,防止漏气。若有漏气,应再旋紧螺纹或更换皮垫。

在打开钢瓶总阀 1 之前(见图 2-1 氧气压力表),首先必须仔细检查调节阀 4 是否已关好(手柄松开是关)。切不能在调节阀 4 处在开放状态(手柄顶紧是开)时,突然打开钢瓶总阀 1,否则会出事故。只有当手柄松开(处于关闭状态)时,才能开启钢瓶总阀 1,然后再慢慢打开调压阀门。

停止使用时,应先关闭钢瓶总阀 1,当压力表指针下降到零时,再关调节阀门 4(即松开手柄)。

3. 高压钢瓶使用注意事项

为了确保安全,必须注意以下几点:

(1) 钢瓶应该远离热源,避免长期在日光下暴晒,这是因为钢瓶在受到明火或阳光等热辐射作用时,瓶内气体因受热会膨胀,导致压力超过钢瓶的耐压强度,钢瓶可能会发生爆炸。因此,钢瓶应放置在阴凉,远离电源、热源(如日光、暖气、炉火等)的地方,并加以固定。

(2) 可燃性气体钢瓶必须与氧气钢瓶分开存放与使用。可燃性气体钢瓶与明火距离应该在 10 米以上。

(3) 使用钢瓶时,需要牢固地固定在架子上、墙上或者实验台旁边。在搬运时,要扣好钢瓶帽和橡胶安全圈,禁止钢瓶摔倒或者受到碰撞,以免发生爆炸。

(4) 使用钢瓶时,要用专门的气压表,而且不同的气压表不能混用。一般情况下,可燃性气体钢瓶上阀门的螺纹为反扣的,即左旋(如氢、乙炔);不燃性或助燃性气瓶(如氮气、氧气)为右旋,即正丝。

(5) 高压钢瓶必须要安装好减压阀后方可使用,还要在使用前用肥皂水检查线路是否漏气,不漏气时才可使用。各种减压阀绝不能混用。

(6) 在开闭钢瓶阀门和调节压力时,操作人员不要站在气体出口的前方,头部不要在瓶口之上,应该在钢瓶的侧面,操作者站在侧面并缓慢操作,以防钢瓶的总阀门或气压表冲出伤人。

(7) 严禁把油或者其他易燃性有机物黏附在钢瓶上,尤其是钢瓶的出口和气压表处;开关钢瓶时,严禁用带有油污的手或者扳手操作,扳手上的油应用酒精洗去,待干后再使用,以防燃烧和爆炸。

(8) 钢瓶内气体不能完全用尽,当钢瓶内的压强剩余 0.5MPa 时,应该停止使用,否则当钢瓶内的压力与外界压力相同时,容易进入空气,重新灌气时容易发生危险。

(9) 钢瓶须定期送交检验,合格,钢瓶才能充气使用。