

化工单元操作实训

姚方 编著

江西科学技术出版社

A decorative graphic at the bottom of the page features elegant, dark brown swirling lines and circles of various sizes, set against a background of soft, glowing yellow and white bokeh circles.

图书在版编目(CIP)数据

化工单元操作实训/姚方编著. —南昌:江西科学技术出版社,2011.6

ISBN 978 - 7 - 5390 - 4401 - 9

I. ①化… II. ①姚… III. ①化工单元操作 IV. ①TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 098403 号

国际互联网(Internet)地址:

<http://www.jxkjcs.com>

选题序号:ZK2010150

图书代码:B11020 - 101

化工单元操作实训

姚方编著

出版	江西科学技术出版社
发行	
社址	南昌市蓼洲街2号附1号
	邮编:330009 电话:(0791)6623491 6639342(传真)
印刷	江西省人民政府印刷厂
经销	各地新华书店
开本	787mm × 1092mm 1/16
字数	300千字
印张	15.5
印数	2000册
版次	2011年7月第1版 2011年7月第1次印刷
书号	ISBN 978 - 7 - 5390 - 4401 - 9
定价	34.00元

赣版权登字 - 03 - 2011 - 170

版权所有,侵权必究

(赣科版图书凡属印装错误,可向承印厂调换)

前 言

本书是浙江省重点建设教材,可作为高等院校化工类及相关专业(包括化工、生物、环保、制药、化机、食品等各专业)的实践教材,也可作为化工领域工程技术人员的参考。

化工单元操作与化工实际生产关系密切,因此理论联系实际、培养学生动手能力和工程概念极为重要。

本书重点介绍了阀门及管路安装、流体输送设备、非均相物系的分离、传热、精馏、吸收、干燥等化工生产应用最广泛的单元操作的实训内容,并介绍了多套中试规模的化工综合实训操作。本书对基本概念的阐述力求精炼,注重单元操作在工程中的实际应用;通过各种技能训练,使学生掌握各单元操作设备的结构、工作原理、性能特点、操作方法;灵活运用《化工原理》中所学的理论知识来分析、解决实际单元操作中遇到的一般技术性问题;按化工实际生产操作法对学生进行操作培训,从而培养学生的工程意识、岗位意识和责任意识。

全书由姚方统稿,编写本书的人员为:衢州学院的姚方(执笔绪论、第二模块的第五、六项目及附录)、周文军(执笔第三模块)、许建帼(执笔第一模块、第二模块的第二项目)、张正红(执笔第二模块的第三、四项目)、金华职业技术学院的罗耀(执笔第二模块的第一项目),参与审编的还有巨化集团公司的郑根土、周黎暘及衢州学院的胡静、叶冬菊、王俊艳。

由于编写时间仓促,作者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正,以利日后修订。

衢州学院化工原理教研组

2010年7月

目 录

绪 论	(1)
项目一 实训教学目的和要求	(2)
项目二 实训装置操作基本知识	(5)
项目三 实训装置的安全用电	(12)
模块一 化工管路安装实训	(15)
项目一 能力目标相关知识的介绍	(15)
任务一 化工管子的应用认识	(15)
任务二 化工管件的应用认识	(19)
任务三 阀门的应用认识	(22)
项目二 化工管路的拆装实训	(24)
任务一 管路布置和安装的一般原则	(25)
任务二 化工管路装拆实训	(27)
项目三 流体流动阻力测定操作训练	(31)
模块二 化工单元操作实训	(38)
项目一 流体输送机械	(38)
任务一 离心泵的应用认识	(38)
任务二 其他液体输送机械的应用认识	(48)
任务三 气体输送机械的应用认识	(54)
任务四 离心泵操作实训	(60)
项目二 传热操作技术	(69)
任务一 传热操作技术的应用认识	(69)
任务二 工业换热器	(70)
任务三 传热操作实训	(78)
项目三 过滤操作技术	(87)
任务一 过滤操作概述	(87)
任务二 工业常用的过滤设备的应用认识	(90)
任务三 板框过滤操作实训	(93)
项目四 精馏操作技术	(101)
任务一 精馏操作基本知识	(101)

任务二 精馏操作实训·····	(111)
项目五 吸收操作技术·····	(118)
任务一 吸收操作基本认识·····	(118)
任务二 吸收操作实训·····	(126)
项目六 热能干燥操作技术·····	(137)
任务一 干燥操作基本认识·····	(137)
任务二 干燥操作实训·····	(152)
模块三 化工过程实训·····	(159)
项目一 常压回流反应操作训练·····	(159)
任务一 常压回流反应的应用认识·····	(159)
任务二 常压回流反应操作·····	(160)
项目二 减压回流反应操作训练·····	(169)
任务一 减压回流反应的应用认识·····	(169)
任务二 减压回流反应操作·····	(170)
项目三 真空精馏操作训练·····	(176)
任务一 真空精馏的应用认识·····	(176)
任务二 真空精馏操作·····	(177)
项目四 公用工程操作训练·····	(184)
任务一 真空操作在化工生产中的应用认识·····	(184)
任务二 载热体在化工生产中的应用认识·····	(191)
任务三 公用工程系统操作·····	(193)
附件 化工总控工职业标准概述·····	(205)
附录·····	(214)
参考文献·····	(232)

绪 论

《化工原理》主要研究生产过程中各种单元操作的规律,并利用这些规律解决实际生产中的过程问题。该课程与工程实际联系紧密,实践性很强,是化工、环工、生物化工等工科专业学生必修的技术基础课,也是化工生产中使用最为广泛的专业技术课。作为一门研究化工生产过程的工程学科,已形成了完整的教学内容和教学体系。

长期以来,传统的化工原理实验常以验证课堂理论为主,教学安排上也仅作为《化工原理》课程的一部分。近十年来,国家大力推进高等教育应用型、技能型人才的培养,强化对学生工程概念的理解能力和动手能力的培养。为适应新形势的要求,化工原理实验演变为任务驱动型实践操作科目,并单独设课,强化学生的操作技能,以手脑并用、做学和一为教学理念,以对学生进行操作能力、分析并解决问题能力、工程意识培养为本课程的教学目标。

化工单元操作实训装置大多是工程性较强的综合性大型实验,有的具有工程规模,每一个单元操作实践相当于化工生产中的一个基本过程。由于装置规模一般都比较,设备、流程以及操作步骤复杂,学生必须在操作前对装置性能和特点、操作步骤、要点以及存在的安全隐患等有充分的了解才能顺利完成整个实践过程。

化工单元操作的实训是学习、掌握和运用《化工原理》课程必不可少的重要教学环节。它与课堂讲授、习题课和课程设计等教学环节共同构成一个有机的整体。化工原理实训属于工程实践操作范畴,具有典型的工程特点。每一个单元操作按照其操作原理设置,工艺流程、操作条件和参数变量等都比较接近于工业应用,因此,一个单元操作实践过程相当于化工生产中的一个基本过程,通过它能建立起一定的工程概念。随着实践操作的进行,会遇到大量的工程实际问题,对学生来说,可以更实际、更有效地学到更多的工程实践方面的原理和工程经验,是学生从理论学习到工程应用的一个重要实践过程。

项目一 实训教学目的和要求

一、化工原理实训教学的教学目的

1. 培养工程概念, 积累工程经验 坚持以就业为导向、以培养化工企业需要的操作技能型人才为目的, 理论知识教学以“必要、够用”为原则。实训教学不以理论体系的完整为目标, 而将现场技术人员所必备的工程概念、工程常识、工程分析方法等结合在各单元操作的实训教学中进行比较系统、全面的介绍, 并反复强调、深化理解。

因而, 每一个单元操作实训环节的基本思路为: 以任务驱动操作, 要求运用已经学过的理论知识, 通过一定的工程手段完成指定的操作要求。从工业生产实际问题引入, 强调任务完成的准确性, 避开复杂的计算推导, 着重要求学生掌握过程的规律, 全面分析影响过程的因素, 以培养学生分析问题、解决问题的能力; 选用思考题时, 以单元操作工程中的影响因素和强化手段为重点内容。

在单元操作的装置中, 经常测量的物理量有温度、压力、流量等, 保证测量值达到所要求的精度, 这涉及测量技术问题。增加常用测试仪器的基本原理和使用方法的教学, 丰富学生的实践知识。此外, 化学工程类实训实验不同于普通化学实验, 为了安全成功地完成实验, 除每个实训装置的特殊要求外, 学生必须遵守注意事项并具备一定的安全知识。如泵、风机的启动, 高压钢瓶的安全, 化学药品和气体的使用和防护措施等。

2. 培养基本的实验和科研能力 对于化工类专业来说, 化工原理实验之前有物理、化学、物化等基础实验, 其后有专业实验和毕业设计(论文)环节, 从教学角度来说, 应纵向培养和逐步提高学生的实践和科研能力。所谓实践能力, 是指: (1) 为了完成一定的研究课题, 设计实践方案的能力; (2) 实践过程中, 观察和分析实践操作现象的能力; (3) 正确选择和使用测量仪表的能力; (4) 利用实践过程的原始数据进行数据处理以获得实验结果的能力; (5) 运用文字表达技术报告的能力。这些能力是科学研究的基础, 学生只有反复训练才能掌握。而化工原理实践操作往往规模较大, 接近工程实际, 是多因子影响的综合实训。所以, 学生通过实训课打下一定的基础, 将来参加实际工作就可以独立地设计新实验和从事科研和开发。

3. 培养严肃认真、实事求是的工作作风 通过误差分析及数据整理,使学生严肃对待参数测量、取样等各个环节,注意观察实践操作中的各种现象,运用所学的理论去分析实践装置结构、操作等对实践操作结果的影响,严格遵守操作规程,集中精力进行观察、记录和思考。掌握数据处理方法,分析和归纳操作数据,实事求是地得出操作结论,通过与理论比较,提出自己的见解,分析操作过程存在的误差性质和影响程度。培养学生严肃认真的学习态度和实事求是的科学态度,为将来解决工程实践问题打好基础。

总之,化工原理实训教学的目的在于实践能力和解决实际问题能力的培养。这种能力的培养是书本学习无法替代的。

二、化工原理实训教学要求

化工原理实训对于学生来说是第一次接触用工程装置进行实践操作,学生往往感到陌生,无法下手。有的学生又因为是几个人一组而有依赖心理,为了取得更好的教学效果,要求每个学生必须做到以下几点。

1. 课前预习

(1) 认真阅读实训教材,复习课程有关内容。清楚地掌握实训项目要求,实训所依据的原理、实训装置、操作步骤及所需测量的参数。熟悉实训所用测量仪表的使用方法,掌握其操作规程和 safety 注意事项。

(2) 到实训现场熟悉装置设备和流程,摸清管路和控制点、操作点位置。确定所测参数项目、所测参数单位及开(停)车操作法等。

(3) 拥有 CAI——计算机辅助教学手段时,可让学生在实训前进行计算机仿真练习。通过计算机仿真练习,让学生熟悉各个实训的操作步骤和注意事项,以增强实训效果。

(4) 在预习和计算机仿真练习的基础上,写出实训预习报告。预习报告内容包括实训目的、原理、流程、操作步骤、注意事项等。准备好原始数据记录表格,并标明各参数的单位。

(5) 特别要考虑一下设备的哪些部分或操作中哪个步骤会产生危险,如何防护,以保证实验过程中人身和设备安全。不预习者不准进入实训环节。预习报告经指导教师检查通过后方可进行实训操作。

2. 实训中的操作训练 实训开始前,小组成员应根据分工的不同,明确要求,以便实训中协调工作。

设备启动前必须首先检查、调整设备,使其进入启动状态,然后再进行送电、通水或蒸汽等启动操作。

(1) 实践操作是动手动脑的重要过程,一定要严格按操作规程进行。明确测量参数、控制点及调节方法等。

(2) 实训进行过程中,操作要平稳、认真、细心。详细观察所发生的各种现象,并记录在记录本上,有助于对过程的分析 and 理解。对测量的数据要判别其合理性,分析各指标的影响因素及调节手段,找出原因进行解决。测量数据要仔细认真、整齐清楚地记录在备好的表格内。

实训中有异常的现象,应及时向指导教师报告。

① 记录数据应是直接读取原始数据,不要经过计算后再记录,例如 U 型压差计的两端液柱高度差,应分别读取记录,不应读取或记录液柱的差值。

② 对稳定的操作过程,在改变操作条件后,一定要达到新的稳定状态,方可读取数据;对于连续的不稳定操作,要在操作前充分熟悉方法并计划好记录的位置或时刻等。

③ 根据测量仪表的精度,正确读取有效数字,最后一位是带有读数误差的估计值,在测量时应进行估计,便于对系统进行合理的误差分析。

④ 对待测量数据应抱科学态度,不能凭主观臆测随意修改记录,也不能随意舍弃数据,对可疑数据,除有明显的失误(如读错,误记等)和特别原因外,一般应在数据处理时检查处理。

⑤ 记录数据应书写规范,字迹工整。记错的数字应划掉,避免涂改,否则容易造成误读或看不清。要注意保存原始数据,以便检查核对。

学生应注意培养严谨的科学态度,养成良好的习惯。

(3) 实训结束后整理好原始数据,将实训装置各设备和仪表恢复原状,切断电源,打扫卫生,经教师允许后方可离开装置现场。

3. 实训操作工作的总结 实训完成的总结是对操作的反思和提炼。可以明确理论对实践操作的指导作用,分析任务完成情况,总结过程的影响因素和强化手段。实训报告必须写得简明、数据完整、结论明确,有讨论、有分析,得出的结果要有明确的情况说明。编写实训报告的能力也需要经过严格训练,要求学生独立完成这项工作。

实训操作的报告内容:

① 实训时间、报告人、同组人等。

② 实训名称、需要完成的工程任务要求等。

③ 实训基本原理。

④ 实训装置简介、流程图及主要设备的类型和规格。

⑤ 实训操作开(停)车步骤。

⑥ 原始数据记录表格。

⑦ 实训数据的整理。数据的整理就是把实训数据通过归纳、计算等方法整理出来,得到一个结论的过程,应有计算过程举例。

⑧ 将实训数据经整理后得出结论,进行分析讨论,总结过程的影响因素和强化手段。

⑨ 参考文献。

实训报告必须力求简明、书写工整、文字通顺、数据完全、结论明确。图形图表的绘制必须用直尺、曲线板或计算机数据处理。

报告应在指定时间交给指导老师批阅。

项目二 实训装置操作基本知识

化工实训与一般化学实验比较起来,有共同点,也有其本身的特殊性。为了安全成功地完成操作,除了每个实训的特殊要求外,在这里提出一些必须遵守的注意事项和一些必须具备的安全知识。

一、化工实训注意事项

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,从感觉及声响上判断有无异常;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) 拥有的安全设施,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) 接入电路前必须经过教师检查。

3. 操作过程中注意分工配合,严守自己的岗位,细心操作。关心和注意这个实训的进行,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,分析其原因,不要轻易放过。

4. 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、观察其过程,这是学习分析问题与处理问题的好机会。

5. 操作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,然后再切断机电电源。

6. 化工单元操作要特别注意安全 搞清楚实训过程介质性质、总电闸的位置和灭火器材的安放地点。

二、化工材料安全知识

为了确保设备和人身安全,从事化工原理实验的实验者必须具备以下安全知识。

1. 危险药品分类

危险药品大致分为下列几种类型:

(1) 爆炸性物品。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) 氧化剂。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。它们本身一般不能燃烧,但在受热、受阳光直晒或与其他药品(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。

通常,人们对氧化剂的危险性认识不足,这常常是发生事故的原因之一,必须予以足够的重视。

(3) 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,应当及时清除,以防意外。

(4) 遇水燃烧物。钾、钠、钙等轻金属遇水时能产生氢和大量的热,以致发生爆炸。电石遇水能产生乙炔和大量的热,不能及时冷却有时也能着火,甚至会引引起爆炸。

(5) 易燃液体和可燃气体。易燃液体和可燃气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,避免引起更大危害。

(6) 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。

(7) 毒害性物品。凡是少量就能使人中毒受害的物品都称为毒品。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药品(氰化钾、砒霜等)和有毒药品(农药)。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,建立保存与使用档案。

(8) 腐蚀性物品。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) 压缩气体与液化气体。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。

2. 安全使用危险药品 操作中用的毒品必须按规定手续领用与保管。剧毒品要登记注册,并有专人管理。使用后的废液必须妥善处理,不允许倒入下水道和酸缸中。凡是产生有害气体的实验操作,必须在通风橱内进行。但应注意不使毒品洒落在实验台或地面上,一旦洒落必须彻底清理干净。

决不允许装置现场有任何容器作食具,也不准在装置现场吃食品,操作完毕必须多次洗手,确保人身安全。

具有污染性质的化学药品不能与一般化学试剂放在一起。对有污染性物质的操作必须在规定的防护装置内进行。因违反规程而对他人造成人身伤害的应负法律责任。

对于易燃易爆药品应根据操作的需用量按照规定数量领取。不能在装置现场存放大量该类物品。存放易燃品应严禁明火,远离热源,避免日光直射,设专用贮

放室或存放柜。

危险性物品在实训操作前应结合实验具体情况,制定出安全操作规程。在进行蒸馏易燃液体、有机物品或在高压釜内进行液相反应时,加料的数量绝不允许超过容器的三分之二。在加热和操作过程中,操作人员不得离岗,不允许在无操作人员监视下加热。对沸点低的易燃有机物品整理时,不应使用直接明火加热,也不能加热过快,致使急剧汽化而冲开瓶塞,引起火灾或造成爆炸。进行这类实验的操作人员,必须熟悉实验室中灭火器材的存放地点及使用方法。

在化工装置中容易被忽视的毒物是压差计中的水银。如果操作不慎,压差计中的水银可能被冲洒出来。水银是一种累积性的毒物,进入人体不易被排除,累积多了就会中毒。因此,一方面装置中竭力避免采用水银;另一方面要谨慎操作,开关阀门要缓慢,防止冲走压差计中的水银。操作过程要小心,不要碰破压差计。一旦水银冲洒出来,一定要认真地尽可能地将它收集起来。实在无法收集的细粒,也要用硫磺粉和氯化铁溶液覆盖。因为细粒水银蒸发面积大,易于蒸发汽化,不能采用扫帚一扫或用水一冲的自欺欺人的办法。

3. 易燃物品的安全使用 各种易燃液体、有机化合物蒸汽和易燃气体在空气中含量达到一定浓度时,就能与空气(实际是氧)构成爆炸性的混合气体。这种混合气体若遇到明火就发生闪燃爆炸。

任何一种可燃气体在空气中构成爆炸性混合气体时,该气体所占的最低体积百分比称爆炸下限;该气体所占的最高体积百分比称爆炸上限。在下限与上限之间称爆炸范围。低于爆炸下限或高于爆炸上限的可燃性气体和空气构成的混合气体都不会发生爆炸。但体积比超过上限的混合气体遇明火会发生燃烧,但不会爆炸。例如甲苯蒸汽在空气中的浓度为 1.2% ~ 7.1% 时就构成爆炸性的混合气体。在这个温度范围遇明火(火红的热表面、火花等各种火源)即发生爆炸。低于 1.2%,高于 7.1% 都不会发生爆炸。

当某些可燃性气体或蒸汽遇空气混合进行燃烧时,也可能突然发生爆炸。这是由于该气体在空气中所占的体积比逐渐升高或降低,浓度由爆炸限以外进入爆炸限以内所致。反之,爆炸性的混合气体由于成分的变化也可以从爆炸限内逐渐变至爆炸限范围以外,成为非爆炸性气体。

这类具有爆炸性的混合气体在使用时应倍加重视,但也并不可怕。若能严格地按照安全规程操作,是不会有危险的。因为构成爆炸应具备两个条件:(1)可燃物在空气中的浓度落在爆炸限范围内;(2)有明火存在。故防止方法就是不使可燃气体浓度进入爆炸限以内。在配气时,必须严格控制。使用可燃气体时,必须在系统中充氮吹扫空气,同时还必须保证装置严密不漏气。实验室要保证有良好通风,并禁止在室内有明火和敞开式的电热设备,也不能让室内有产生火花的必要条件

存在等。此外,应注意某些剧烈的放热反应操作,避免引起自燃或爆炸。总之,只要掌握和严格遵守有关安全操作规程就不会发生事故。

三、高压钢瓶的安全使用

在化工实训的装置中,另一类需要引起特别注意的东西就是各种高压气体。化工实训中所用的气体种类较多,一类是具有刺激性的气体,如氨、二氧化硫等,这类气体的泄露一般容易被发觉。另一类是无色无味,但有毒性或易燃、易爆的气体,如一氧化碳等,不仅易中毒,在室温下空气中的爆炸范围为 12% ~ 74%。当气体和空气的混合物在爆炸范围内,只要有火花等诱发,就会立即爆炸。氢在室温下空气中的爆炸范围为 4% ~ 75.2% (V%)。因此使用有毒或易燃易爆气体时,系统一定要严密不漏,尾气要导出室外,并注意室内通风。

高压钢瓶是一种贮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。瓶内压力很高,以及贮存的气体本身有些又是有毒的或易燃易爆的,故使用气瓶一定要掌握气瓶构造特点和安全知识,以确保安全。

气瓶主要由筒体和瓶阀构成,其他附件有保护瓶阀的安全帽、开启瓶阀的手轮、使运输过程中减轻震动的橡胶圈。另外,在使用时瓶阀出口还要连接减压阀和压力表。

标准高压气瓶是按国家标准制造的,并经有关部门严格检验方可使用的高压气瓶。各种气瓶在使用过程中,还必须定期送有关部门进行水压试验。经过检验合格的气瓶,在瓶肩上用钢印打上下列资料:

- (1) 制造厂家;
- (2) 制造日期;
- (3) 气瓶型号和编号;
- (4) 气瓶重量;
- (5) 气瓶容积;
- (6) 工作压力;
- (7) 水压试验压力,水压试验日期和下次试验日期。

各类气瓶的表面都应涂上一定颜色的油漆,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贮存气体的种类,以免混淆。常用的各类气瓶的颜色及其标识如表 1 所示。

表1 常用的各类气瓶的颜色及其标识

气体种类	工作压力 MPa	水压试验压力 MPa	气瓶颜色	文 字	文字颜色	阀门出口螺纹
氧	15	22.5	浅蓝色	氧	黑色	正扣
氢	15	22.5	暗绿色	氢	红色	反扣
氮	15	22.5	黑色	氮	黄色	正扣
氦	15	22.5	棕色	氦	白色	正扣
压缩空气	15	22.5	黑色	压缩空气	白色	正扣
二氧化碳	12.5(液)	19	黑色	二氧化碳	黄色	正扣
氨	3(液)	6	黄色	氨	黑色	正扣
氯	3(液)	6	草绿色	氯	白色	正扣
乙炔	3(液)	6	白色	乙炔	红色	反扣
二氧化硫	0.6(液)	1.2	黑色	二氧化硫	白色	正扣

为了确保安全,在使用钢瓶时,一定要注意以下几点:

(1) 当气瓶受到明火或阳光等热辐射的作用时,气体因受热而膨胀,使瓶内压力增大。当压力超过工作压力时,就有可能发生爆炸。因此,在钢瓶运输、保存和使用,应远离热源(明火、暖气、炉子等),并避免长期在日光下曝晒,尤其在夏天更应注意。

(2) 气瓶即使在温度不高的情况下受到猛烈撞击,或不小心中将其碰倒跌落,都有可能引起爆炸。因此,钢瓶在运输过程中,要轻搬轻放,避免跌落撞击,使用时要固定牢靠,防止碰倒。更不允许用锥子、扳手等金属器具打钢瓶。

(3) 瓶阀是钢瓶中的关键部件,必须保护好,否则将会发生事故。

① 若瓶内存放的是氧、氢、二氧化碳和二氧化硫等,瓶阀应用铜和钢制成。当瓶内存放的是氨,则瓶阀必须用钢制成,以防腐蝕。

② 使用钢瓶时,必须用专用的减压阀和压力表。尤其是氢气和氧气不能互换,为了防止氢和氧两类气体的减压阀混用造成事故,氢气表和氧气表的表盘上都注明有“氢气表”和“氧气表”的字样。氢及其他可燃气体的瓶阀,连接减压阀的连接管为左旋螺纹;而氧等不可燃烧气体的瓶阀,连接管为右旋螺纹。

③ 氧气瓶阀严禁接触油脂。因为高压氧气与油脂相遇,会引起燃烧,以至爆炸。开关氧气瓶时,切莫用带油污的手和扳手。

④ 要注意保护瓶阀。开关瓶阀时一定要搞清楚方向缓慢转动,旋转方向错误和用力过猛会使螺纹受损,可能冲脱而出,造成重大事故。关闭瓶阀时,不漏气即可,不要关得过紧。用毕和搬运时,一定要安上保护瓶阀的安全帽。

⑤ 瓶阀发生故障时,应立即报告指导教师。严禁擅自拆卸瓶阀上的任何零件。

(4) 当钢瓶安装好减压阀和连接管线后,每次使用前都要在瓶阀附近用肥皂水检查,确认不漏气才能使用。对于有毒或易燃易爆气体的气瓶,除了保证严密不漏外,最好单独放置在远离实验室的小屋里。

(5) 钢瓶中气体不要全部用净。一般钢瓶使用到压力为 0.5 MPa 时,应停止使用。因为压力过低会给充气带来不安全因素,当钢瓶内压力与外界大气压力相同时,会造成空气的进入。对危险气体来说,由于上述情况在充气时发生爆炸事故的教训已有许多。乙炔钢瓶规定剩余压力与室温有关(详见表 2)。

表 2 乙炔钢瓶的剩余压力与室温关系

室温(℃)	< -5	-5 ~ 5	5 ~ 15	15 ~ 25	25 ~ 35
余压(MPa)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.3

(6) 气瓶必须严格定期检验。

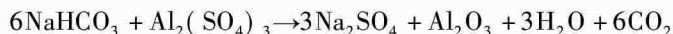
四、装置现场的消防

操作人员必须了解消防措施。装置现场应准备一定数量的消防器材。学员应熟悉消防器材的存放位置和使用方法,决不允许将消防器材移作他用。常用的消防器材包括以下几种。

1. 火砂箱 易燃液体和其他不能用水灭火的危险品,着火时可用砂子来扑灭。它能隔断空气并起降温作用而灭火。但砂中不能混有可燃性杂物,并且要干燥些。潮湿的砂子遇火后因水分蒸发,致使燃着的液体飞溅。由于砂箱中存砂有限,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 这些器材适于迅速扑灭火源区域内不大的火灾,也是扑灭衣服着火的常用方法。其作用是隔绝空气从而达到灭火目的。

3. 泡沫灭火器 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。胆外装有碳酸氢钠溶液和发泡剂(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,马上有化学反应生成含 CO₂ 的泡沫。



此泡沫黏附在燃烧物表面上,形成与空气隔绝的薄层而达到灭火目的。它适用于扑灭实训中的一般火灾。油类着火在开始时可使用,但不能用于扑灭电线和电器设备火灾。因为泡沫本身是导电的,这样会造成扑火人触电事故。

4. 四氯化碳灭火器 该灭火器是在钢筒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,其蒸汽比空气重,能覆盖在燃烧物表面,使燃烧物与空气隔绝而灭火,适用于扑灭电器设备的火灾。但使用时要站在上风侧,因四氯化碳是有毒的。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 钢筒内装有压缩的二氧化碳。使用时,旋开手阀,二氧化碳就能急剧喷出,使燃烧物与空气隔绝,同时降低空气中的含氧量。当空气中含有 12% ~ 15% 的二氧化碳时,燃烧即停止。但使用时要注意避免现场人员窒息。

6. 其他灭火剂 干粉灭火剂可扑灭易燃液体、气体、带电设备引起的火灾。1211 灭火器适用于扑灭油类、电器类、精密仪器类等火灾。

项目三 实训装置的安全用电

一、保护接地和保护接零

在正常情况下电器设备的金属外壳是不导电的,但设备内部的某些绝缘材料若损坏,金属外壳就会导电。当人体接触到带电的金属外壳或带电的导线时,就会有电流流过人体。带电体电压越高,流过人体的电流就越大,对人体的伤害也越大。当大于 10mA 的交流电或大于 50mA 的直流电流过人体时,就可能危及生命安全。我国规定 36V(50Hz) 及以下的交流电是安全电压。超过安全电压的用电就必须注意用电安全,防止触电事故。

为防止发生触电事故,要经常检查实验室用的电器设备,寻找是否有漏电现象。同时要检查用电导线有无裸露和电器设备是否有保护接地或保护接零措施。

1. 设备漏电测试 检查带电设备是否漏电,使用试电笔最为方便。它是一种测试导线和电器设备是否带电的常用电工工具,由笔端金属体、电阻、氖管、弹簧和笔端金属体组成。大多数将笔尖作成改锥形式。如果把试电笔极端金属体与带电体(如相线)接触,笔尾金属端与人的手部接触,那么氖管就会发光,而人体并无不适感觉。氖管发光说明被测物带电。这样,可及时发现电器设备有无漏电。一般使用前要在带电的导线上预测,以检查是否正常。

用试电笔检查漏电,只是定性的检查,欲知电器设备外壳漏电的程度还必须用