



高等学校“十一五”规划教材

化工原理实训教程

Huagong Yuanli Shixun Jiaocheng

熊楚安 江传力 孔小红 主编

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

高等学校“十一五”规划教材

化工原理实训教程

主 编 熊楚安 江传力 孔小红

中国矿业大学出版社

内 容 简 介

本书的主要内容包括化工原理实验和化工原理仿真实训两大部分。化工原理实验部分主要介绍了化工原理实验的一些相关基础知识、化工原理基础实验和化工原理综合设计型实验。化工原理仿真实训部分主要介绍了离心泵、压缩机、换热器、精馏塔、吸收塔、萃取塔等典型化工单元设备的仿真操作实训和双塔精馏开停车、合成氨造气、均苯四甲酸二酐生产等化工过程的综合操作仿真实训。

本书可作为高等院校化工及相关专业化工原理实验、实习等实训过程的教材。

图书在版编目(CIP)数据

化工原理实训教程/熊楚安,江传力,孔小红主编.

徐州:中国矿业大学出版社,2008.7

ISBN 978-7-81107-612-7

I. 化… II. ①熊…②江…③孔… III. 化工原理—教材
IV. TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 099781 号

书 名 化工原理实训教程

主 编 熊楚安 江传力 孔小红

责任编辑 褚建萍

责任校对 李 敬

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州市今日彩色印刷有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 13.5 字数 337 千字

版次印次 2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

定 价 28.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

化工原理是化学工程与工艺类及其相近专业的一门专业主干课程,是学生在具备了必要的高等数学、大学物理、物理化学、计算机技术基础知识之后必修的技术基础课。化工原理的主要研究内容是以化工生产中的物理加工过程为背景,按其操作原理的共性分成的若干“单元操作”。化工原理属工科科学,是用自然科学的原理考察、解释和处理工程实际问题的。本课程强调工程观点、定量计算、实验技能和设计能力训练,强调理论和实际相结合,提高分析问题、解决问题的能力,是一门实践性很强的课程。

在“大实践、大工程”的教育背景下,各相关高等院校都十分重视化工原理课程实践教学环节的改革,将化工原理实验单独设课,开发和引进化工原理仿真实验实习等实训软件等,从而提高同学们的工程实践能力和动手能力。本书就是在这一背景下编写而成的。本书的主要内容包括化工原理实验和化工原理仿真实训两大部分。化工原理实验部分主要介绍了化工原理实验的一些相关基础知识、化工原理基础实验和化工原理综合设计型实验。化工原理仿真实训部分主要介绍了离心泵、压缩机、换热器、精馏塔、吸收塔和萃取塔等典型化工单元设备的仿真操作实训和双塔精馏开停车、合成氨造气、均苯四甲酸二酐生产等化工过程的综合操作仿真实训。

本书由熊楚安、江传力、孔小红担任主编。具体的编写分工如下:第一章~第四章、第七章由熊楚安编写,第六章、第九章由江传力编写,第五章、第八章由孔小红编写。全书由熊楚安负责统稿,邵景景教授也参加了部分书稿的编写工作。

本书在编写过程中参考了有关书籍、杂志、兄弟院校的讲义和引进的部分实训软件的操作手册等大量资料,由于篇幅所限,未能一一列举,谨此说明和表示谢意。本书的出版得到黑龙江科技学院教务处领导的大力支持和帮助,在此向他们表示由衷的感谢。

鉴于编者的水平有限和时间仓促,书中不妥之处恳请读者批评指正!

编者

2008年3月于哈尔滨

目 录

第一篇 化工原理实验

第一章 概述	3
第二章 化工原理实验的研究方法	18
第三章 实验数据误差分析	24
第四章 实验数据处理	37
第五章 正交试验设计方法	50
第六章 化工原理基础实验	60
基础实验 1 过滤操作及过滤常数的测定	60
基础实验 2 换热器的操作和对流传热系数的测定	63
基础实验 3 塔板流体力学性能的测定	66
基础实验 4 填料吸收塔实验	71
基础实验 5 液—液萃取塔的操作	79
基础实验 6 洞道干燥实验	82
基础实验 7 流化干燥速度曲线测定	87
第七章 综合设计型实验	91
综合实验 1 流动过程综合实验	91
综合实验 2 正交试验法过滤实验	100
综合实验 3 传热综合实验	105
综合实验 4 板式精馏塔的操作及全塔效率的测定	112
综合实验 5 变压吸附实验	123

第二篇 化工原理仿真实训

第八章 化工单元操作仿真实训	129
单元实训 1 离心泵单元仿真实训	129
单元实训 2 压缩机单元仿真实训	135
单元实训 3 换热器单元仿真实训	140
单元实训 4 精馏塔单元仿真实训	145
单元实训 5 吸收解吸单元仿真实训	152
单元实训 6 萃取塔单元仿真实训	161

第九章 化工综合操作仿真实训	167
综合实训 1 多乙苯精馏塔开、停车仿真实训	167
综合实训 2 双塔精馏开、停车过程仿真实训	172
综合实训 3 造气生产过程仿真实训	182
综合实训 4 均苯四甲酸二酐生产仿真实训	188
参考文献	209

第一篇

化工原理实验

第一章 概 述

第一节 化工原理实验的特点及要求

一、化工原理实验的特点

化工原理实验属于工程实验范畴,它不同于基础课程的实验。后者面对的是基础科学,采用的方法是理论的、严密的,处理的对象通常是简单的、基本的甚至是理想的,而工程实验面对的是复杂的实际问题和工程问题。对象不同,实验研究方法也必然不同。工程实验的困难在于变量多,涉及的物料千变万化,设备大小悬殊,实验工作量之大之难是可想而知的。因此不能把处理一般物理实验的方法简单地套用于化工原理实验。数学模型方法和因次论指导下的实验研究方法是研究工程问题的两个基本方法,因为这两种方法可以非常成功地使实验研究结果以小见大、由此及彼地应用于大设备的生产设计上。例如,在因次论指导下的实验,可不需要对过程的深入理解,不需要采用真实的物料、真实的流体或实际的设备尺寸,只需借助模拟物料(如空气、水、黄沙等)在实验室规模的小设备中,经一些设备性的实验或理性的推断得出过程的影响因素,从而加以归纳和概括得出经验方程。这种因次论指导下的实验研究方法,是确立解决难以做出数学描述的复杂问题的一种有效方法。数学模型方法是在对过程有充分认识的基础上,将过程高度概括,得到简单而不失真的物理模型,然后给予数学上的描述。这种研究方法同样可以具备以小见大、由此及彼的功能(因次论指导下的实验方法和数学模型方法反映了工程实验和基础实验的主要区别)。化工原理实验的另一特点是理论联系实际。化工原理实验是由很多单元过程和设备所组成的,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定的任务,并预测某些参数的变化对过程的影响。

二、化工原理实验的基本要求

1. 掌握实验研究方法及数据处理

(1) 掌握处理化学工程问题的两种基本实验研究方法。一种是经验的方法,即应用因次论进行实验的规划;另一种是半经验半理论的方法或数学模型方法,掌握如何规划实验,检验模型的有效性和进行模型参数的估值。

(2) 掌握最基本的经验参数和模型参数的估值方法——最小二乘法。

(3) 对于特定的工程问题,在缺乏数据的情况下,学会如何组织实验以及取得必要的设计数据。

2. 熟悉化工数据的基本测试技术

其中包括操作参数(例如:流量、温度、压强等)、设备特性参数(例如:阻力参数、传热系数、传质系数等)和特性曲线的测试方法。

3. 熟悉并掌握化工中典型设备的操作

了解影响操作的参数,能在现有设备中完成指定的工艺要求,能预测某些参数的变化对

设备能力的影响并熟悉如何调整。

三、化工原理实验的教学内容及教学方法

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:① 实验前的准备;② 进行实验操作;③ 正确记录和处理实验数据;④ 撰写实验报告。以上四个方面是实验课的主要环节,认为化工原理实验课就是单纯进行实验“操作”的观点应该改变。

为使学生对实验有严肃的态度、严格的要求和严密的作风,推荐实验程序如下:

(1) 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) 利用相应的化工原理实验仿真软件进行预习或进行实验室现场预习。了解实验装置,清楚实验流程、测试点、操作控制点,此外还需了解所使用的检测仪器、仪表。

(3) 预先组织好 3~4 人的实验小组,实验小组讨论并拟订实验方案,预先做好分工,并写出实验的预习报告。预习报告的内容应包括:

- ① 实验目的和内容;
- ② 实验的基本原理及方案;
- ③ 实验装置及流程图;
- ④ 实验操作要点及实验数据的布点;
- ⑤ 设计原始数据的记录表格。

预习报告应在实验前交给实验指导教师审阅,获准后学生方能进行实验。

(4) 进行实验操作,要求认真细致地记录实验原始数据。操作中应能进行理论联系实际思考。

(5) 实验数据的处理,如果用计算机处理实验数据,学生还须有一组手算的计算示例。

(6) 撰写实验报告。撰写实验报告是实验教学的重要组成部分,要避免单纯填写表格的方式,而应由学生自行撰写成文,内容大致包括:

- ① 实验目的和原理;
- ② 实验装置;
- ③ 实验数据及数据处理;
- ④ 实验结果及讨论。

四、实验数据的测定、记录和处理

1. 确定需要测定的实验数据

凡是与实验结果有关或是整理数据时必需的参数都应一一测定。原始数据记录表的设计应在实验前完成。原始数据应包括工作介质性质、操作条件、设备几何尺寸及大气条件等。并不是所有数据都要直接测定,凡是可以根据某一参数推导出或根据某一参数由手册查出的数据,就不必直接测定。例如水的黏度、密度等参数,一般只要测出水温后即可查出,因此不必直接测定水的黏度、密度,而应该改测水的温度。

2. 实验数据的分割

实验时要测的数据尽管有许多个,但常常选择其中一个数据作为自变量来控制,而把其他受其影响或控制的随之而变的数据作为因变量,如离心泵特性曲线就把流量作为自变量,而把其他同流量有关的扬程、轴功率、效率等作为因变量。实验结果又往往要把这些所测的数据标绘在各种坐标系上,为了使所测数据在坐标上得到分布均匀的曲线,这里就涉及实验数据均匀分割的问题。化工原理实验最常用的有两种坐标:直角坐标和双对数坐标,坐标不

同所采用的分割方法也不同。其分割值 x 与实验预定的测定次数 n 以及其最大、最小的控制量 $x_{\max}$ 、 $x_{\min}$ 之间的关系如下:

(1) 对于直角坐标系

$$\begin{aligned} x_i &= x_{\min} \\ \Delta x &= \frac{x_{\max} - x_{\min}}{n - 1} \\ \Delta x_{i+1} &= x_i + \Delta x \end{aligned} \quad (1-1)$$

(2) 对于双对数坐标

$$\begin{aligned} x_i &= x_{\min} \\ \lg \Delta x &= \frac{\lg x_{\max} - \lg x_{\min}}{n - 1} \\ \Delta x &= \left(\frac{x_{\max}}{x_{\min}} \right)^{\frac{1}{n-1}} \\ x_{i+1} &= x_i \cdot \Delta x \end{aligned} \quad (1-2)$$

3. 读数与记录

(1) 待设备各部分运转正常,操作稳定后才能读取数据。如何判断是否已达稳定?一般是经两次测定其读数应相同或十分相近。当变更操作条件后各项参数达到稳定需要一定的时间,因此也要待其稳定后方可读数,否则易造成实验结果无规律甚至反常。

(2) 同一操作条件下,不同数据最好是数人同时读取,若操作者同时兼读几个数据时,应尽可能动作敏捷。

(3) 每次读数都应与其他有关数据及前一点数据对照,看看相互关系是否合理。如不合理应查找原因,是现象反常还是读错了数据,并在记录上注明。

(4) 所记录的数据应是直接读取的原始数值,不要经过运算后记录,例如秒表读数 1 分 15 秒,应记为 1'15",不要记为 75"。

(5) 读取数据必须充分利用仪表的精度,读至仪表最小分度以下一位数,这个数应为估计值。如水银温度计最小分度为 0.1 °C,若水银柱恰指 22.4 °C 时,应记为 22.40 °C。注意过多取估计值的位数是毫无意义的。

碰到有些参数在读数过程中波动较大,首先要设法减小其波动。在波动不能完全消除的情况下,可取波动的最高点与最低点两个数据,然后取平均值,在波动不是很大时,可取一次波动的高低点之间的中间值作为估计值。

(6) 不要凭主观臆测修改记录数据,也不要随意舍弃数据,对可疑数据,除有明显原因,如读错、误记等情况使数据不正常可以舍弃之外,一般应在数据处理时检查处理。

(7) 记录完毕要仔细检查一遍,看有无漏记或记错之处,特别要注意仪表上的计量单位。实验完毕,需将原始数据记录表格交指导教师检查并签字,认为准确无误后方可结束实验。

4. 数据的整理及处理

(1) 原始记录只可进行整理,绝不可以随便修改。经判断确实为过失误差造成的不正确数据须注明后可以剔除,不计入结果。

(2) 采用列表法整理数据清晰明了,便于比较。一张正式实验报告一般要有四种表格:

原始数据记录表、中间运算表、综合结果表和结果误差分析表。中间运算表之后应附有计算示例,以说明各项之间的关系。

(3) 运算中尽可能利用常数归纳法,以避免重复计算,减少计算错误。例如流体阻力实验,计算 Re 和 λ 值,可按以下方法进行。

例如, Re 的计算

$$Re = \frac{du\rho}{\mu} \quad (1-3)$$

其中, d 、 μ 、 ρ 在水温不变或变化甚小时可视为常数,合并为 $A = \frac{d\rho}{\mu}$, 故有

$$Re = Au \quad (1-4)$$

A 的值确定后,改变 u 值可算出 Re 值。

又例如,管内摩擦系数 λ 值的计算,由直管阻力计算公式

$$\Delta p = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho u^2}{2} \quad (1-5)$$

得

$$\lambda = \frac{d}{l} \cdot \frac{2}{\rho} \cdot \frac{\Delta p}{u^2} = B' \frac{\Delta p}{u^2} \quad (1-6)$$

式中,常数 $B' = \frac{d}{l} \cdot \frac{2}{\rho}$ 。

又实验中流体压降 Δp ,用 U 形压差计读数 R 测定,则

$$\Delta p = gR(\rho_0 - \rho) = B''R \quad (1-7)$$

式中,常数 $B'' = g(\rho_0 - \rho)$ 。

将 Δp 代入式(1-6),整理为

$$\lambda = B'B'' \frac{R}{u^2} = B \frac{R}{u^2} \quad (1-8)$$

式中,常数 $B = \frac{d}{l} \cdot \frac{2g(\rho_0 - \rho)}{\rho}$ 。

仅有变量 R 和 u ,这样 λ 的计算就非常方便。

(4) 实验结果及结论用列表法、图示法或回归分析法来说明都可以,但均需标明实验条件。

五、化工原理实验报告的编写格式

实验报告是实验工作的全面总结和系统概括,是实验环节中不可缺少的一个重要组成部分。化工原理实验具有显著的工程性,属于工程技术科学的范畴,它研究的对象是复杂的实际问题和工程问题,因此化工原理的实验报告可以按传统实验报告格式或小论文格式撰写。

1. 传统实验报告格式

本课程实验报告的内容应包括以下几项:

(1) 实验报告封面

包括实验名称,报告人姓名、班级及同组实验人姓名,实验地点,指导教师,实验日期等内容。

(2) 实验目的和内容

简明扼要地说明为什么要进行本实验,实验要解决什么问题。

(3) 实验的理论依据(实验原理)

简要说明实验所依据的基本原理,包括实验涉及的主要概念,实验依据的重要定律、公式及据此推算的重要结果,要求准确、充分。

(4) 实验装置流程示意图

简单地画出实验装置流程示意图和测试点、控制点的具体位置及主要设备、仪表的名称。标出设备、仪器仪表及调节阀等的标号,在流程图的下方写出图名及与标号相对应的设备、仪器等的名称。

(5) 实验操作要点

根据实际操作程序划分为几个步骤,并在前面加上序数词,以使条理更为清晰。对于操作过程的说明应简单、明了。

(6) 注意事项

对于容易引起设备或仪器仪表损坏、容易发生危险以及一些对实验结果影响比较大的操作,应在注意事项中注明,以引起注意。

(7) 原始数据记录

记录实验过程中从测量仪表所读取的数值。读数方法要正确,记录数据要准确,要根据仪表的精度确定实验数据有效数字的位数。

(8) 数据处理

数据处理是实验报告的重点内容之一,要求将实验原始数据经过整理、计算、加工成表格或图的形式。表格要易于显示数据的变化规律及各参数的相关性;图要能直观地表达变量间的相互关系。

(9) 数据处理计算过程举例

以某一组原始数据为例,把各项计算过程列出,以说明数据整理表中的结果是如何得到的。

(10) 实验结果的分析与讨论

实验结果的分析与讨论是作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研究,是工程实验报告的重要内容之一,主要内容包括:

- ① 从理论上对实验所得结果进行分析和解释,说明其必然性;
- ② 对实验中的异常现象进行分析讨论,说明影响实验的主要因素;
- ③ 分析误差的大小和原因,指出提高实验结果准确性的途径;
- ④ 将实验结果与前人和他人的结果对比,说明结果的异同,并解释这种异同;
- ⑤ 指出本实验结果在生产实践中的价值和意义,并对推广和应用效果进行预测等;
- ⑥ 由实验结果提出进一步的研究方向或对实验方法及装置提出改进建议等。

(11) 实验结论

结论是根据实验结果所作出的最后判断,得出的结论要从实际出发,有理论依据。

(12) 参考文献(同以下小论文格式部分)

2. 小论文格式

科学论文有其独特的写作格式,其构成常包括以下部分:标题,作者,单位,摘要,关键词,前言,正文,结论(或结果讨论),致谢,参考文献,附录,外文摘要等。

(1) 标题

标题又叫题目,它是论文的总纲,是文献检索的依据,是全篇文章的实质与精华,也是引导读者判断是否阅读该文的一个依据。因此要求标题能准确地反映论文的中心内容。

(2) 作者和单位

署名作者只限于那些选定研究课题和制订研究方案、直接参加全部或主要研究工作、作出主要贡献并了解论文报告的全部内容、能对全部内容负责解答的人。

(3) 摘要

撰写摘要的目的是让读者一目了然本文研究了什么问题,用什么方法,得到什么结果,这些结果有什么重要意义,是对论文内容不加注解和评论的概括性陈述,是全文的高度浓缩,一般是文章完成后,最后提炼出来的。摘要的长短一般以几十个字至 300 字为宜。

(4) 关键词

关键词是将论文中起关键作用的、最能说明问题的、代表论文内容特征的或最有意义的词选出来,便于检索的需要。可选 3~8 个关键词。

(5) 前言

前言,又叫引言、导言、序言等,是论文主体部分的开端。前言一般包括以下几项内容:

① 研究背景和目的:说明从事该项研究的理由,其目的与背景是密不可分的,便于读者去领会作者的思路,从而准确地领会文章的实质。

② 研究范围:指研究所涉及的范围或所取得成果的适用范围。

③ 相关领域里前人的工作和知识空白:实事求是地交代前人已做过的工作或是前人并未涉足的问题,前人工作中有什么不足并简述其原因。

④ 研究方法:指研究采用的实验方法或实验途径。前言中只提及方法的名称即可,无需展开细述。

⑤ 预期结果和意义:扼要提出本文将要解决什么问题以及解决这些问题有什么重要意义。

前言贵在言简意赅,条理清晰,不与摘要雷同。比较短的论文只要一小段文字作简要说明,则不用“引言”或“前言”两字。

(6) 正文

这是论文的核心部分。这一部分的形式主要根据作者意图和文章内容决定,不可能也不应该规定一个统一的形式,下面只介绍以实验为研究手段的论文或技术报告的正文的构成:

① 实验原材料及其制备方法。

② 实验所用设备、装置和仪器等。

③ 实验方法和过程,说明实验所采用的是什么方法,实验过程是如何进行的,操作上应注意什么问题。要突出重点,只写关键性步骤。如果是采用前人或他人的方法,只写出方法的名称即可;如果是自己设计的新方法,则应写得详细些。详细说明本文的研究工作过程,包括理论分析和实验过程,可根据论文内容分成若干个标题来叙述其演变过程或分析结论的过程,每个标题的中心内容也是本文的主要结果之一。或者说整个文章有一个中心论点,每个标题是它的分论点,它们是从不同角度、不同层次支持、证明中心论点的一些观点,又可以看做是中心论点的论据。

(7) 实验结果与分析讨论

这部分内容是论文的重点,是结论赖以产生的基础,需对数据处理的实验结果进一步加以整理,从中选出最能反映事物本质的数据或现象,并将其制成便于分析讨论的图或表。分析是指从理论(机理)上对实验所得的结果加以解释,阐明自己的新发现或新见解。写这部分时应注意以下几个问题:

① 选取数据时,必须严肃认真,实事求是。选取数据要从必要性和充分性两方面去考虑,决不可随意取舍,更不能伪造数据。对于异常的数据,不要轻易删掉,要反复验证,查明是因工作差错造成的,还是事情本来就如此,或是意外现象。

② 对图和表要精心设计、制作,图要能直观地表达变量间的相互关系;表要易于显示数据的变化规律及各参数的相关性。

③ 分析问题时,必须以事实为基础,以理论为依据。

总之,在结果与分析中既要包含所取得的结果,还要说明结果的可信度、再现性、误差,以及理论与分析结果的比较、经验公式的建立、尚存在的问题等。

(8) 结论(结束语)

结论是论文在理论分析和计算结果(实验结果)中分析和归纳出的观点,它是以结果和讨论(或实验验证)为前提,经过严密的逻辑推理做出的最后判断,是整个研究过程的结晶,是全篇论文的精髓。据此可以看出研究成果的水平。

(9) 致谢

致谢的作用主要是为了表示尊重所有合作者的劳动。致谢对象包括除作者以外所有对研究工作和论文写作有贡献、有帮助的人,如:指导过论文的专家、教授;帮助收集和整理资料的人;对研究工作和论文写作提过建议的人等。

(10) 参考文献

参考文献反映作者的科学态度和研究工作的依据,也反映作者对文献掌握的广度和深度,可提示读者查阅原始文献,同时也表示作者对他人成果的尊重。一般来说,前言部分所列的文献都应主题有关;在方法部分,常需引用一定的文献与之比较;在讨论部分,要将自己的结果与同行的有关研究进行比较,这种比较都要以别人的原始出版物为基础。对引用的文献按其出现在论文中出现的顺序,用阿拉伯数字连续编码,并按顺序排列。

被引用的文献为期刊论文的单篇文献时,著录格式为:“顺序号 作者. 题名[J]. 刊名, 出版年, 卷号(期号), 引文所在的起止页码”。

被引用的文献为图书、科技报告等整本文献时,著录格式为:“顺序号 作者. 文献书名[M]. 版本(第一版本不标注). 出版地址:出版者, 出版年”。

(11) 附录

附录是在论文末尾作为正文主体的补充项目,并不是必需的。对于某些数量较大的重要原始数据、篇幅过大不便于作正文的材料、对专业同行有参考价值的资料等可作为附录,放在论文的最后(参考文献之后)。

(12) 外文摘要

对于正式发表的论文,有些刊物要求有外文摘要。通常是将中文标题(Topic)、作者(Author)、摘要(Abstract)及关键词(Key Words)译为英文。排放位置因刊物而异。

用论文形式撰写化工原理实验的实验报告,可极大地提高学生写作能力、综合应用知识能力和科研能力,并可为学生今后撰写毕业论文和工作后撰写学术论文打下坚实的基础,是

一种综合素质和能力培养的重要手段,应提倡这种形式的实验报告。但无论何种形式的实验报告,均应体现出它的学术性、科学性、理论性、规范性、创造性和探索性。

第二节 实验室操作及安全基本知识

化工实验与一般化学实验比较起来,有共同点,也有其自身的特殊性。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以下几方面:

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以下几方面:

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 接入电路前必须经指导教师检查。

(3) 操作过程中注意分工配合,严守自己的岗位,精心操作。关心和注意这个实验的进展,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。产生不合规律的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时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,然后再切断电机电源。

(6) 化工实验要特别注意安全。实验前要搞清楚总电闸的位置和灭火器材的存放地点。

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

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,反而会引起其他的危险。例如,着火处有金属钾、钠存放时,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,否则会使火势蔓延;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) 爆炸性物质

常见的爆炸性物品有过氧化物、氮的卤化物、硝基或亚硝基化合物、乙炔类化合物。这类化合物在热力学上很不稳定,受到轻微摩擦、撞击、高温等因素的激发就会发生激烈的化学变化,在极短时间内放出大量气体和热量,同时伴有光和热的效应发生。

(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,会因受热、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气时,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) 自燃性物品

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。易燃液体的蒸气一般比空气重,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。

(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形式分散在空气中,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害性物品。中毒途径有误服、吸入呼吸道或皮肤被沾染等。其中有的蒸气有毒,如汞;有的固体或液体有毒,如钡盐、农药。根据毒害性物品对人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。实验室所用毒害性物品应由专人管理,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