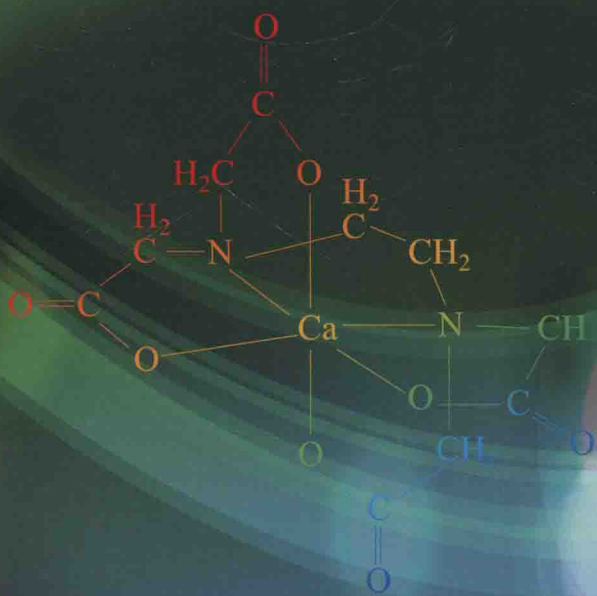


化学分析技术

李会 郭利 主编



化学工业出版社

化学分析技术

李会 郭利 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以石油化工、盐化工企业质检部门的化验分析岗位能力需要的典型化工产品的检验项目为载体，以工作过程为导向，把化工产品检验的理论与实践有机结合，贯穿于实际化工产品化验分析的全过程。本书为校企合作编写的项目化教材，内容包括 10 个学习项目：实验室基础知识，检测分析基本操作技术，工业烧碱中氢氧化钠、碳酸钠的质量检测，化学试剂盐酸中氯化氢含量的质量检测，工业用水总硬度的质量检测，硫酸镍中镍含量的质量检测，工业废水中化学耗氧量的质量检测，工业过氧化氢含量的质量检测，工业盐中氯离子的质量检测，工业盐中硫酸根的质量检测。

本书可供高职高专化工相关专业教学、培训及技能大赛训练使用，也可供石油化工、盐化工企业分析检验技术人员学习、培训和参考使用。

朱 斌 傅 允 学 出

ISBN 978-7-122-25177-0

图书在版编目 (CIP) 数据

化学分析技术/李会, 郭利主编. —北京: 化学工业出版社, 2015. 10

ISBN 978-7-122-25177-0

I. ①化… II. ①李…②郭… III. ①化学分析 IV. ①O652

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 218778 号

责任编辑: 李玉晖

责任校对: 边 涛

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 高教社 (天津) 印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 16 $\frac{1}{4}$ 字数 423 千字 2016 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

我国工业经济高速发展,产品质量成为企业生存与发展的关键,对产品的质量监控已经成为评价企业信誉的标志。目前,化工企业需要大量的服务生产一线的化验分析专门人才。本书以提高化验分析人员的化学分析基本理论和专业实验技能,增强质量管理和质量控制能力为目的,以化工类专业学生和初参加化验分析工作人员为主要读者对象。

本书内容的选取以石油化工、盐化工企业化验分析岗位上典型的化工产品为载体,以工作过程为导向,把化工产品检测分析所需的理论知识与技能操作有机结合,贯穿实际化工产品化验分析的全过程。本书共确定了10个学习项目:实验室基础知识,检测分析基本操作技术,工业烧碱中氢氧化钠、碳酸钠的质量检测,化学试剂盐酸中氯化氢含量的质量检测,工业用水总硬度的质量检测,硫酸镍中镍含量的质量检测,工业废水中化学耗氧量的质量检测,工业过氧化氢含量的质量检测,工业盐中氯离子的质量检测,工业盐中硫酸根的质量检测。通过本书的学习,可使化验分析人员既掌握化验分析的基础知识和基本技能,又懂化学分析法的要点。通过实践和学习,可达到触类旁通、举一反三的效果。

本书的编排体系体现了高等职业教育的特色,学生所学即企业生产所做,实现了课程项目与工作岗位对接,课程内容与职业标准对接,从而提升学生的职业能力。本书主要特点如下:

(1) 突出“职业能力为中心”的理念,每个项目都是一个完整的序化的工作流程,比较全面地介绍了企业中现行使用的新标准、新技术等方面的内容及应用。

(2) 融合了行业、企业技能大赛和化学检验工、化工分析工(高级)职业资格标准对应的知识、技能要求,对学生和企业职工参加技能大赛和获取职业资格证书提供了帮助。

(3) 内容的编排上由浅入深,符合学生的认知规律,有利于学生职业能力的培养及素养的形成。

本书参考了国家及有关行业职业标准和职业技能鉴定规范,在此向有关作者表示衷心感谢。同时对参加编写的滨化集团、富海集团、中海沥青股份有限公司等企业的多名工程师、技术员谨致衷心的感谢!

由于编者水平所限,书中不足之处在所难免,恳请关心本书的专家、读者批评指正。

编者

2015年9月

项目1 实验室基础知识	1
【任务引导】	1
子项目1-1 实验室安全知识	4
任务1 课程介绍	4
任务2 实验室安全规则	6
任务3 实验室用水制备及规格	9
任务4 化学试剂的分类及规格	11
任务5 实验室简单“三废处理”	13
子项目1-2 原始记录表、质检报告单的填写要求	15
任务1 定量分析概述	15
任务2 滴定分析专业术语	19
任务3 分析误差	28
任务4 有效数字及运算规则	33
任务5 实验报告的书写	39
【职业技能鉴定模拟题(一)】	42
项目2 检测分析基本操作技术	44
【任务引导】	44
任务1 电子天平的使用	46
任务2 容量仪器的校准	47
任务3 滴定管的使用	51
任务4 吸量管和移液管的使用	54
任务5 容量瓶的使用	56
任务6 滴定操作综合练习	57
【职业技能鉴定模拟题(二)】	60
项目3 工业烧碱中氢氧化钠、碳酸钠的质量检测	63

【任务引导】	63
任务 1 酸碱滴定法的应用	64
子任务 1-1 酸碱平衡的理论基础	65
子任务 1-2 酸碱溶液 pH 值的计算	67
子任务 1-3 酸碱缓冲溶液及应用	72
子任务 1-4 酸碱指示剂的选择及应用	73
子任务 1-5 酸碱滴定曲线的绘制及应用	77
子任务 1-6 酸碱滴定法的应用示例	88
子任务 1-7 非水溶液中的酸碱滴定	93
任务 2 工业烧碱的采样及制样	97
子任务 2-1 采样操作	97
子任务 2-2 采样记录表	97
子任务 2-3 制样操作	98
任务 3 盐酸标准溶液的制备	98
子任务 3-1 盐酸标准溶液的配制	98
子任务 3-2 盐酸标准溶液的标定	99
子任务 3-3 盐酸标准溶液标定的原始记录表	99
任务 4 氢氧化钠、碳酸钠含量的检测及分析	100
子任务 4-1 氢氧化钠、碳酸钠含量的测定	100
子任务 4-2 氢氧化钠、碳酸钠的原始记录表	102
任务 5 工业烧碱的质检报告单	102
【项目考核】	103
【职业技能鉴定模拟题（三）】	106

项目4 化学试剂盐酸中氯化氢含量的质量检测 109

【任务引导】	109
任务 1 化学试剂盐酸的采样	110
子任务 1-1 采样操作	111
子任务 1-2 采样记录表	111
任务 2 氢氧化钠标准溶液的制备	111
子任务 2-1 氢氧化钠标准溶液的配制	112
子任务 2-2 氢氧化钠标准溶液的标定	112
子任务 2-3 氢氧化钠标准溶液的原始记录表	113
任务 3 氯化氢含量的测定	114
子任务 3-1 氯化氢含量测定的操作流程	114
子任务 3-2 氯化氢含量测定的原始记录表	114
任务 4 化学试剂盐酸的质量检验结果报告单	115
【项目考核】	115
【职业技能鉴定模拟题（四）】	120

项目5 工业用水总硬度的质量检测 122

【任务引导】	122
任务 1 配位滴定法的应用	123
子任务 1-1 配位滴定的方法简介	124
子任务 1-2 配位平衡及影响因素	126
子任务 1-3 金属指示剂选择及应用	133
子任务 1-4 配位滴定曲线的绘制及应用	136
子任务 1-5 配位滴定方式及应用	142
任务 2 工业用水的采样	145
任务 3 EDTA 标准溶液的制备	145
子任务 3-1 EDTA 标准溶液的配制	145
子任务 3-2 EDTA (0.02mol/L) 标准溶液的标定	146
子任务 3-3 EDTA (0.02mol/L) 标准溶液标定的原始 记录表	147
任务 4 工业用水总硬度的测定	147
子任务 4-1 工业用水总硬度测定的操作流程	147
子任务 4-2 工业用水总硬度的原始记录表	150
任务 5 工业用水的质量检验结果报告单	151
【项目考核】	151
【职业技能鉴定模拟题(五)】	154

项目6 硫酸镍中镍含量的质量检测 157

【任务引导】	157
任务 1 EDTA 标准溶液的制备	158
子任务 1-1 EDTA (0.05mol/L) 标准溶液的配制	159
子任务 1-2 EDTA (0.05mol/L) 标准溶液的标定	159
子任务 1-3 EDTA (0.05mol/L) 标准溶液标定的原始 记录表	160
任务 2 镍含量的测定	160
子任务 2-1 镍含量测定的操作流程	160
子任务 2-2 镍含量测定的原始记录表	161
任务 3 硫酸镍的质量检验结果报告单	161
【项目考核】	162
【职业技能鉴定模拟题(六)】	165

项目7 工业废水中化学耗氧量的质量检测 168

【任务引导】	168
任务 1 氧化还原滴定法的应用	170
子任务 1-1 氧化还原滴定中电极电势的应用	170
子任务 1-2 氧化还原滴定曲线的绘制及应用	175
子任务 1-3 常用的氧化还原滴定法	179

任务 2 工业废水的采样	190
任务 3 高锰酸钾标准溶液的制备	190
子任务 3-1 高锰酸钾 (0.1mol/L) 标准溶液的配制	190
子任务 3-2 高锰酸钾 (0.1mol/L) 标准溶液的标定	191
子任务 3-3 高锰酸钾 (0.1mol/L) 标准溶液的原始 记录表	191
任务 4 工业废水中化学需氧量的测定	192
子任务 4-1 工业废水中化学需氧量测定的操作流程	192
子任务 4-2 工业废水中化学耗氧量的原始记录表	193
任务 5 工业废水的质量检验结果报告单	194
【项目考核】	194
【职业技能鉴定模拟题 (七)】	198

项目8 工业过氧化氢含量的质量检测 200

【任务引导】	200
任务 1 工业过氧化氢的采样	201
子任务 1-1 采样操作	202
子任务 1-2 采样记录表	203
任务 2 准备高锰酸钾 (0.1mol/L) 标准溶液	203
任务 3 H_2O_2 含量的测定	203
子任务 3-1 H_2O_2 含量测定的操作流程	203
子任务 3-2 H_2O_2 含量测定的原始记录表	204
任务 4 过氧化氢的质量检验结果报告单	205
【项目考核】	205
【职业技能鉴定模拟题 (八)】	208

项目9 工业盐中氯离子的质量检测 211

【任务引导】	211
任务 1 沉淀滴定法的应用	212
子任务 1-1 沉淀滴定法的原理	213
子任务 1-2 常用的银量法	214
任务 2 工业盐的采样	218
任务 3 硝酸银标准溶液的制备	218
子任务 3-1 硝酸银 (0.1mol/L) 标准溶液的配制	218
子任务 3-2 硝酸银 (0.1mol/L) 标准溶液的标定	218
子任务 3-3 硝酸银标准溶液的原始记录表	219
任务 4 氯离子含量的测定	220
子任务 4-1 氯离子含量测定的操作流程	220
子任务 4-2 氯离子含量测定的原始记录表	221
任务 5 工业盐的质量检验结果报告单	221

【项目考核】	222
【职业技能鉴定模拟题（九）】	225
⇒ 项目10 工业盐中硫酸根的质量检测	228
【任务引导】	228
任务1 重量分析法的应用	229
子任务 1-1 重量分析法的分类和特点	229
子任务 1-2 沉淀的形成及应用	232
任务2 工业盐的采样	241
任务3 硫酸根含量的测定	241
任务4 制盐工业中工业盐的质量检验结果报告单	242
【项目考核】	243
【职业技能鉴定模拟题（十）】	244
⇒ 附录	247
附录1 标准电极电位（18~25℃）	247
附录2 一些氧化还原电对的条件电极电位	248
附录3 职业技能鉴定模拟题参考答案	249
⇒ 参考文献	252

项目 1



实验室基础知识

【任务引导】

提出任务

在石油化工、盐化工企业的化验车间(也称质检部),检验员(也称质检员)的工作任务就是对原料、产品、中控产品、辅助物料等的质量指标进行检测分析,并出具合格的原始记录表和质量检验结果报告单(简称质检报告单)。质检报告单是检验员呈交的最终结果,而原始记录表是完成质检报告单若干项目检测时所记录的数据处理过程。若质检报告单检测结果不合格,可对原始记录表进行重新审核,通常情况下原始记录表要保存3年。通过不断的学习,相信大家一定会成为一名优秀的检验员

进入实验室之前,我们先了解一下实验室的基础知识。实验安全是头等大事,首先,我们需要学习一下实验室中常规的安全知识。另外,不同的产品在填写原始记录表和质检报告单时,所用的基础知识是类似的,所以我们需要知道如何规范地填写原始记录表和质检报告单

任务要求

明确任务

检验员呈交的化学试剂盐酸质量检验结果报告单如下:

某有限公司
化学试剂盐酸质量检验结果报告单

产品型号	罐号	数量()	取样时间	采用标准	
				GB/T 622—2006	
检 验 内 容					
检验项目	指 标			检验结果	单项判定
	优级纯	分析纯	化学纯		
HCl 质量分数/%	36.0~38.0	36.0~38.0	36.0~38.0		
色度/黑曾单位	≤5	≤10	≤10		
灼烧残渣(以硫酸盐计)质量分数/%	≤0.0005	≤0.0005	≤0.002		
游离氯(Cl)质量分数/%	≤0.00005	≤0.0001	≤0.0002		
硫酸盐(SO ₄)质量分数/%	≤0.0001	≤0.0002	≤0.0005		
亚硫酸盐(SO ₃)质量分数/%	≤0.00001	≤0.0002	≤0.001		
铁(Fe)质量分数/%	≤0.00001	≤0.00005	≤0.0001		
铜(Cu)质量分数/%	≤0.00001	≤0.00001	≤0.0001		
砷(As)质量分数/%	≤0.000003	≤0.000005	≤0.00001		
锡(Sn)质量分数/%	≤0.0001	≤0.0002	≤0.0005		
铅(Pb)质量分数/%	≤0.00002	≤0.00002	≤0.00005		
检验结论					年 月 日
备注					

检验员:

审核:

检验员存档的化学试剂盐酸中 HCl 的质量检测所用的原始记录表如下。

氢氧化钠标准溶液标定的原始记录表

项目		次数	1	2	3	4	备注
基准物称量	称量瓶 + KHC ₈ H ₄ O ₄ (倾样前) / g						
	称量瓶 + KHC ₈ H ₄ O ₄ (倾样后) / g						
	$m(\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4) / \text{g}$						
滴定管初读数 / mL							
滴定管终读数 / mL							
滴定消耗 NaOH 体积 / mL							
体积校正值 / mL							
溶液温度 / °C							
温度补正值							
溶液温度校正值 / mL							
实际消耗 NaOH 体积 / mL							
V(空白) / mL							
$c(\text{NaOH}) / (\text{mol/L})$							
$\bar{c}(\text{NaOH}) / (\text{mol/L})$							
相对极差 / %							

检验员：

审核：

化学试剂盐酸中 HCl 含量测定的原始记录表

项目		次数	1	2	3	备注
称量瓶 + 样品 (倾样前) / g						
称量瓶 + 样品 (倾样后) / g						
$m(\text{样品}) / \text{g}$						
滴定消耗 NaOH 体积 / mL						
体积校正值 / mL						
溶液温度 / °C						
温度补正值						
溶液温度校正值 / mL						
实际消耗 NaOH 体积 / mL						
V(空白) / mL						
$c(\text{NaOH}) / \text{mol/L}$						
$w(\text{HCl}) / \%$						
$\bar{w}(\text{HCl}) / \%$						
相对极差 / %						

检验员：

审核：

任务要求

明确任务

续表

项目目标	能力目标	1. 能正确存放试剂、药品 2. 能正确处理常见的实验室安全事故 3. 能按照要求规范的处理实验室“三废”
	知识目标	1. 掌握实验室用水规格 2. 掌握有效数字的修约及运算规则 3. 掌握定量分析误差的相关重要公式 4. 了解实验报告书写的要求 5. 熟悉实验室常见的安全事故及处理方法 6. 掌握实验室 6S 管理的内容
	素质目标	1. 养成良好“6S 管理”的职业素养习惯 2. 认真负责,实事求是,坚持原则,一丝不苟地依据标准进行检验和判定
明确任务	任务流程	子项目 1-1 实验室安全知识
	任务 1	安全实验是头等大事。若药品接触身体时,记住“水是生命之源”;若出现不安全因素时,及时告知同学老师,记住“快速撤离”
	任务 2	了解安全实验的规则,当危险出现时能及时、正确地保护好自己和同学
	任务 3	根据“分析实验室用水规格和实验方法 GB/T 6682—2008”中要求,在实际工作中,要根据具体工作的不同要求选用不同等级的水。对有特殊要求的实验用水,需要增加相应的技术条件和检验方法
	任务 4	能依据药品性质正确存放药品、试剂,才能保证药品、试剂不被污染
	任务 5	日常养成环保的习惯,能正确处理和排放实验中常用的废液、废气和废渣
	任务流程	子项目 1-2 原始记录表、质检报告单的填写要求
	任务 1	我们大家通过学习《化学分析技术》这门学科,都能具备独立胜任企业化验分析岗位的基本操作技能的能力,首先需要了解这门学科的知识概况
	任务 2	作为检验员(也称质检员),我们理应掌握在化验分析工作中用到的常用专业术语
	任务 3	质检报告单和原始记录表是否合格,我们需要运用误差和偏差的相关公式来判断检测结果是否有效,因此要掌握误差和偏差中的重要公式
	任务 4	企业的质检员要出具合格的质检报告单,就要学会按照要求填写数据和计算,这就是化验分析专业的基础知识“有效数字的应用”。我们要掌握有效数字修约规则及运算规则,才能正确地填写原始记录表和质检报告单
	任务 5	具备按要求规范填写原始记录表和质检报告单书的能力
	参照资料	参照教材
检测标准		1. 分析实验室用水规格和实验方法 GB/T 6682—2008 2. 数值修约规则与极限数值的表示和判定 GBT 8170—2008
课外任务	网络查询或到图书馆查阅资料,了解石油化工、盐化工企业生产的典型产品及目前典型产品质量检测所用的仪器设备	

子项目 1-1 实验室安全知识

任务 1 课程介绍

随着社会的发展和科技的进步,高职教育进一步倡导职业性、实践性的特点,所以实践教学是高职教育的重要环节。在《化学分析技术》课程的教学内容中,原理知识以“实用”为主,突出实践教学,注重原理知识有机融入技能操作中,通过具体的实践活动,提高学生动手操作能力和解决实际问题的能力。

一、课程培养目标

主要面向石油化工、盐化工等行业企业,培养拥护党的基本路线,掌握化学分析法的原理知识,具备对原料、产品、中间产品、辅助物料的质量指标进行检测分析的能力,具有良好职业道德和职业生涯发展基础,在行业企业生产、服务第一线能从事化验分析、实验室管理岗位等工作的高素质技术技能人才。

二、就业面向与职业资格证书

1. 岗位面向

(1) 初始岗位:检验员(也称化验员或质检员)、实验室管理员。

(2) 发展岗位群:主要发展岗位为技术员(2~3年)、工段长(5年左右);本专业的学生毕业后还可从事安全员、检修员等工作。

2. 职业资格证书

化学检验工(三级/高级技能)、化学分析工(三级/高级技能)。

三、课程的作用及地位

企业生产的产品推向市场必须符合国家标准,产品质量已成为企业生存与发展的关键,对产品的质量监控已成为评价企业信誉的标志。从工业生产中原料的选择、流程控制、新产品试制、产品检验、三废处理及利用等都必须依赖分析结果作依据。用于指导和控制生产过程,起到“把关”的作用,被誉为“工业眼睛”之称。

目前,高职院校化工专业的学生就业主要面向企业,因此该课程知识内容与企业生产密切衔接,突出职业性特点,主要对石油化工、盐化工企业生产过程中的原料、产品、中间产品、辅助物料的技术指标进行检测分析,用以评定原料、产品、中间产品、辅助物料的质量是否符合生产要求,做到及时消除生产过程中的缺陷,减少废品,提高产品质量。

该课程在化工类专业的人才培养方案中通常作为“专业核心课程”来定位。

四、课程的知识目标、能力目标及项目内容

知识目标:该课程对接石油化工、盐化工等行业企业化验分析岗位。培养学生具备高度的责任心和良好的职业道德,掌握酸碱滴定法、配位滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法、重量分析法的原理知识,掌握滴定分析常用的玻璃仪器及相关检测分析仪器设备的使用方法,掌握典型的化工原料、中间产品和产品的质量检测标准。

能力目标:具备对常用的化学试剂、药品的使用和保管能力;具备规范、娴熟的使用滴定分析的玻璃仪器及相关检测分析仪器设备的技能操作能力;具备按检测标准要求规范完成操作流程,并出具正确的原始记录表和质检报告单的能力;具备设计原始记录表的能力;具

备正确处理常用仪器设备常见故障和实验室常见安全事故的能力。

项目内容：项目 1 实验室基础知识，项目 2 检测分析基本操作技术，项目 3 工业烧碱中氢氧化钠、碳酸钠的质量检测，项目 4 化学试剂盐酸中氯化氢含量的质量检测，项目 5 工业用水总硬度的质量检测，项目 6 硫酸镍中镍含量的质量检测，项目 7 工业废水中化学耗氧量的质量检测，项目 8 工业过氧化氢含量的质量检测，项目 9 工业盐中氯离子的质量检测，项目 10 工业盐中硫酸根的质量检测。

学习过程中以项目导向、任务驱动、录像演示、小组讨论等形式来组织教学。

五、实训课的管理要求

实训课的管理原则：6S 管理。

(一) 6S 管理的内容及作用

6S 管理就是整理 (SEIRI)、整顿 (SEITON)、清扫 (SEISO)、清洁 (SEIKETU)、素养 (SHITSUKE)、安全 (SECURITY) 六个项目，因均以“S”开头而被简称为 6S 管理。

1. 6S 管理的基本内容

(1) 整理 整理就是将工作场所任何东西区分为有必要的与不必要的；把必要的物品与不必要的物品明确、严格地区分开来；不必要的物品要尽快处理掉。整理的目的是腾出空间，活用空间，防止误用、误送，将物品送到清爽的工作场所。

(2) 整顿 整顿是对整理之后留在现场的必要物品分门别类放置，排列整齐。明确数量，有效标识。整顿的目的是使工作场所一目了然，营造整整齐齐的工作环境，消除寻找物品的时间，消除过多的积压物品。

场所、方法、标识是整顿的“三要素”：①物品的放置场所原则上要百分之百设定；②物品的保管要定点、定容、定量，工作区域只能放真正需要的物品，物品放置要易取、不超出所规定的范围；③放置场所和物品原则上的一对一表示。物品的表示、放置场所的表示或某些表示方法要统一。

定点、定容、定量是整顿的三定原则：①定点——放在哪里合适；②定容——用什么容积的容器；③定量——规定合适的数量。

经过整顿要任何人都能立即取出所需要的物品进行使用，使用后能容易恢复到原位，或误放时能马上知道。

(3) 清扫 清扫是将工作场所清扫干净。清扫的目的是消除脏污，保持工作场所干净、明亮，稳定品质，减少工业伤害。

(4) 清洁 清洁就是将上面的 3S 实施做法制度化、规范化，清洁的目的是维持上面 3S 的成果。

(5) 素养 素养是指在以上 4S 活动之后，是其他成员一起遵守制度，养成良好的习惯。素养的目的是培养主动积极向上的精神，营造团队精神，改善人性，提高道德品质（人心美化）。素养是 6S 的重心。

(6) 安全 重视全员安全教育，每时每刻都有安全第一的观念，防患于未然，目的是建立起安全生产的环境。所有的工作应建立在安全的前提下。

2. 6S 管理的作用

提高效率，保证质量，使工作环境整洁有序，预防为主，保证安全。强调纪律性。想到做到，做到做好。

(二) 实验课上执行 6S 管理的规范要求

6S 彼此关联，整理、整顿、清扫是具体内容；清洁是制度化，规范化，是指保持 3S 水

平；素养是遵守纪律、规则，严谨认真，养成良好的习惯；安全是基础，杜绝事故发生。

整理：区分要与不要，实验现场只适量留下需要的仪器设备及药品试剂，不用的仪器设备、药品试剂放回指定位置，清理掉废弃的药品、试剂，节约空间。

整顿：对要的东西依据规定位置摆放，摆放要整齐，仪器、设备定点摆放，药品、试剂分类摆放。实验结束后，要做到仪器设备、药品试剂归位，清洗干净所用玻璃仪器，按要求处理好“三废”，废纸、废液不乱扔乱倒。

清扫：实验结束后把自己所在的实验台擦拭干净，并对所用的仪器设备点检、保养。安排好值日，值日生分工明确，主是负责清除实验室地面、墙壁脏污，检查门窗是否关好、电源是否关闭，排查是否存在安全隐患，保持工作场所干净、安全。

清洁：将3S工作标准化、制度化，并保持成果，持之以恒。

素养：人人养成依规定行事的好习惯，形成良好的职业素养。

安全：严禁违规操作，杜绝事故发生，保障实验安全。

任务2 实验室安全规则

当我们走进工厂时，就可以看到“安全生产”这一醒目的标牌，它时刻提醒着人们，起到警钟长鸣的作用。在实验中，要使用有腐蚀性、有毒、易燃、易爆的各类试剂，使用易破损的玻璃仪器，各种电器设备及煤气等。为保证分析人员的人身安全和实验操作的正常进行，必须了解和遵守下列实验安全守则。

一、实验前应做好准备

- 1) 必须对所用药品与设备性能有充分的了解，熟悉具体操作中的安全注意事项。
- 2) 实验前必须熟悉实验室及其周围的环境和水龙头、电闸门的位置。
- 3) 实验时应保持安静，思想要集中，遵守操作规程，切勿粗心大意、马马虎虎，更不准在实验室内打闹。
- 4) 严禁在实验室内饮食或煮食，或把食具带进实验室。
- 5) 每次实验完毕后应把手洗净，并检查水、电、气等安全措施完善后才能离开实验室。
- 6) 每个实验室都必须备有灭火器或砂土，并尽可能放在显眼的地方，能同时备有消防用的消火栓或水缸则更好。
- 7) 实验室应保持空气流通，并设有专用的卫生箱，以供及时治疗的需要。常备药品有：
①红汞药水，供一般破伤使用。
②酒精，轻微的灼烧伤可用浸过酒精的脱脂棉擦拭。
③5%硼酸氢钠溶液，受酸性物灼伤可用作冲洗。
④3%硼酸溶液，受碱性物灼伤可用作冲洗。
⑤碘酒、紫药水及绷带和药棉。

二、火和电的安全预防

- 1) 在使用电气动力时，必须事先检查电开关，电机以及机械设备各部分是否安置妥善。
- 2) 开始工作时和停止工作时，必须将开关彻底扣严和拉下。
- 3) 在更换保险丝时，要按负荷量，不得加大或以铜丝代替使用。
- 4) 严禁用湿手、湿布或铁柄毛刷等去清扫和擦拭电闸刀、电插销等，防止触电。
- 5) 凡电气动力设备过热时，应立即停止运转。
- 6) 禁止洒水在电气设备和线路上，以免漏电。
- 7) 凡使用110V以上电源装置，仪器的金属部分必须安装地线。
- 8) 电热设备，例如马弗炉、烘箱、电热恒温干燥箱、水浴锅、电炉和电热板等，所用电

源的导线应经常注意检查其各接触处是否妥当、导线有无损坏和被腐蚀等,以免发生触电事故。

9) 马弗炉、烘箱等用电设备,使用时必须要有人负责照管,以防发生事故。

10) 马弗炉需放在水泥等不怕燃物砌成的坚固台子上,不要靠近木板墙或木质门窗。

11) 使用易燃物时,必须在距离火源较远的地方进行,绝不可靠近火源。尤其是乙醚着火的危险性极大,用时必须小心,用完后剩余部分应及时地存放到专门的安全地方。

12) 绝不可以将氧气钢瓶存放在靠近电源的地方,并需防止强烈震动。气体出口阀门处绝不可涂油和与有机物接触,避免发生爆炸的危险。

三、化学药品的安全预防

1) 剧毒性的药品,例如 KCN、 As_2O_3 等,必须制订保管使用规则,并严格遵守。这类药品不能与一般药品同样地存放和任意使用,即使用过后的余量已很少也应及时送保管员及是时查收,不应任意放在工作台上。

2) 内服有毒的药品,如氰化物、铅化物、汞及汞化物、铬酸盐、氧化砷钡盐等,应装在坚固的瓶中保管,禁止入口,与手接触用后要及时洗手。

3) 接触皮肤有毒的药品,例如氰化物、氟氢酸、溴水、过氯酸等,要装在严密坚固的瓶中保管,使用时要特别小心,不得与皮肤接触。

4) 呼吸有毒的药品(即有毒气体和蒸气),如氰化氢、氮的氧化物、氯化氢、硫化氢、溴、汞、磷和砷等,要装在严密坚固的瓶中保管,并放在不易碰到的低处,使用时必须在通风橱内进行操作或开窗流通空气,以驱逐有害气体。

5) 易燃类药品,如低沸点的乙醚、二硫化碳、酒精等,要装在严密坚固的瓶中,放在低温地方,使用时必须离开火源。

6) 爆炸类药品,如苦味酸、过氧化氢、高压气体等,应放在低温处保管,不得与其它易燃物放地一起,移动或启用时不得剧烈振动,高压气体的出口不准对着人。室温过高,起用易挥发物时需设法冷却。

7) 腐蚀类药品,如强酸、强碱、浓氨水、浓过氧化氢和冰醋酸等,应分装小瓶保管,切勿溅入眼中或身上。

8) 氰化物废液决不能任意倒入水槽,必须收集在专用的废液缸或瓶内,收集一定数量后,加入少量铁盐溶液处理后,埋于山上(人畜不到的地方)土层内。

9) 汞(水银)掉落在地上时,除把大粒水银珠用吸管吸起回收贮于水中外,要用细的硫磺粉撒在地面上,防止水银蒸气挥发。

10) 银氨溶液久置后易发生爆炸,用后不要将其保存,应倾入水槽中。

11) 活泼金属钾、钠等不要与水接触或暴露在空气中,应保存在煤油内,并在煤油内对其进行切割,取用时要用钳子。

四、安全操作技术

1) 化验时务必注意避免反应进行得过分激烈,以免引起难以预测的事故。

2) 在实验室中,任何物质均不可尝其味,不要直接俯向容器去嗅放出的气体,应离较远,慢慢摇动手掌,将气体引向鼻孔。

3) 在稀释浓酸时,必须一面搅拌冷水,一面把浓酸徐徐以细流状注入,切勿将水倒入酸中,以免溅出甚至发生爆炸。配制时所用容器应是耐热的,不要直接在试剂瓶中配制,以免试剂瓶破裂。

4) 任何化学药品,一经放置于容器后,必须立即贴上标签或记号,取药品时同样要仔细查看标签,如有怀疑要查问清楚或进行检验。一经取出后用剩的药品,不可再倒回原瓶

中。为避免浪费，可集中于另一瓶中以作它用。

5) 实验台和工作范围以内，不应放置任何暂时还不需要的东西，尤其是放置盛有浓酸、浓碱、易燃或易爆的容器，同时保持实验台清洁，器具排列有条不紊。这样会减少事故发生。

6) 绝不可在不清洁的容器中进行任何实验，因为不清洁物很可能与加入试剂引起反应造成事故。化验完后应立即洗涤容器。

7) 溅泼出来、倒翻或散落在实验台上或地板上的化学药品，都应立即加以清除干净，切不可将其扫回原容器中。

8) 盛有在室温有较高蒸汽压的液体：乙醚、酒精、丙酮、汽油、苯、溴、氨水、四氯化碳、硝酸、盐酸或过氧化氢的瓶子，不可以完全充满，或暴露在日光下，或贮存在温暖的地方，否则会发生爆炸。开启这类瓶子时，更要谨慎小心，勿使瓶口对着自己或别人，以防开启时发生意外的溅泼。

9) 开启大瓶液体药品时，须用锯将石膏锯开，禁止用重物敲打，以免瓶子破裂。

10) 为了冷却、冷凝而使用自来水时，必须注意橡皮管水龙头是否套牢，特别是夜间自来水压力骤增，很容易使橡皮管滑落水龙头，以致水流满地，而且还会引起严重事故（如碰到金属钠或浓硫酸产生爆炸）。

11) 发现临时停水、停电时，要立即拧紧水龙头和拉下电闸，以免恢复供应时带来严重事故。

12) 不用的浓酸、浓碱废液，必须先将水龙头旋开、方可倒入水槽。

13) 一切发生有毒气体的操作，必须在通风橱内进行。

14) 易发生爆炸的操作，不得对着人进行，例如 Na_2O_2 熔融时，坩埚口不得对着人，并应事先避免可能发生的伤害。必要时应戴防护镜或防护挡板。

15) 一切固体不溶物及浓酸不得倒入水槽，以防堵塞和腐蚀水道。

16) 身上或手上沾有易燃物时，应立即清洗干净，不得靠近灯火，以防着火。

17) 加热是化学分析基本操作之一，不同的被加热物体有不同的加热方法，应加以注意：

① 进行加热操作前，应先注意附近有无易燃性的物质进行实验，如有应当远离。

② 在容器中加热时，要煮沸物料或向其中倾注其他药品时，切勿俯视容器，以免内容物溅泼在脸上或衣服上。

③ 加热设备和高温物体要放置在离墙或木板架较远的地方，因长期使用电器加热时，加热点会严重烤热墙壁、木架及工作台表面。因此，必须用石棉板或其它绝缘物使之绝缘。高温物体（例如灼热的坩埚、磁盘等）要放于不能引起火灾的安全地方。

④ 必须注意避免局部过热，使玻璃容器骤然破裂，引起事故。可在加热中加以瓷片、沸石避免。但必须在液体未达沸腾时预先加入沸石，不能在液体正沸腾时加入。

⑤ 取下正在沸腾的水或溶液时，须先用烧杯夹摇动后才能取下使用，以免使用时突然沸腾溅出伤人。

⑥ 加热易挥发性易燃液体时，应尽可能避免直火加热，中途需要添加液体时，必须先熄火，后打开容器，再添加液体。

⑦ 应用玻质、磁质容器进行加热时，必须注意不使温度变化过于剧烈，以免使容器骤冷骤热，引起破裂。并且注意容器外壁的水珠必须擦干，否则容易引起容器破裂。

五、实验室可能发生的事故及处理

实训过程中按照规定进行操作，以防为主。如不慎发生了意外事故要沉着冷静，及时采