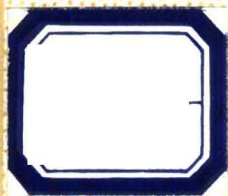


工人技术理论培训教材



化学分析的一般 知识及基本操作

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心



化学工业出版社

化工工人技术理论培训教材

化学分析一般知识及基本操作

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

化学工业出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

化学分析的一般知识及基本操作/化学工业部人事教育司, 化学工业部教育培训中心组织编写. —北京: 化学工业出版社, 1997. 3

化工工人技术理论培训教材
ISBN 7-5025-1830-4

I. 化… II. ①化… ②化… III. 化学分析-技术培训-教材 IV. 065

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 02248 号

化工工人技术理论培训教材
化学分析一般知识及基本操作

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

责任编辑: 章启会

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社出版发行
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销
北京市通县京华印刷厂印刷
北京市通县京华印刷厂装订

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 4¼ 字数 120 千字
1997 年 3 月第 1 版 1997 年 3 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—5000

ISBN 7-5025-1830-4/G · 470

定 价: 8.00 元

版权所有 盗印必究

凡购买化工版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

前 言

为了适应化工系统工人技术等级培训的需要,提高工人的技术理论水平和实际操作技能,我们依据《中华人民共和国工人技术等级标准》和《化工系统工人技术理论培训教学计划 and 教学大纲》的要求,组织有关人员,编写了这套培训教材。

在教材编审过程中,遵循了“坚持标准,结合实际,立足现状,着眼发展,体现特点,突出技能,结构合理,内容精炼,深浅适度”的指导思想,以“等级标准”为依据,以计划和大纲为蓝图,从有利于教师教学和方便工人自学出发,力求教材内容能适应化工生产技术的发展 and 现代化生产工人培训的要求。

按照“中华人民共和国工人技术等级标准”规定的化工行业 168 个生产工种的有关内容,在编制教学计划和大纲划定时,我们在充分理解等级标准的基础上,吸取了国外职业教育的成功经验,对不同工种不同等级工人围绕技能所要求掌握的技术理论知识进行分析和分解,作为理论教学的基本单位,称之为“单元”。在计划和大纲中,168 个工种按五个专业大类(及公共课)将不同等级的全部理论教学内容分解为 301 个教学单元。为了方便各单位开展培训教学活动,我们把教学计划中一些联系较为密切的“单元”合在一起,分成 112 册出版。合订后的全套教材包括以下六部分。

无机化工类单元教材共 25 册:《流体力学基础》、《管路的布置与计算》、《物料输送》、《气相非均一系分离》、《液相非均一系分离》、《物料混合》、《固体流态化与应用》、《加热与冷却》、《蒸发》、《结晶》、《浸取与干燥》、《制冷》、《焙烧与工业炉》、《粉碎与筛分》、《电渗析》、《吸附分离》、《离子交换》、《常见的无机化学反应》、《电解及其设备》、《物料衡算与热量衡算》、《合成氨造气》、《合成氨变换》、《合成氨净化》、《合成氨压缩》和《氨的合成》。

有机化工类单元教材共 7 册：《吸收》、《蒸馏》、《萃取》、《有机化学反应（一）》、《有机化学反应（二）》、《有机化学反应（三）》和《化学反应器》。

化工检修类单元教材共 43 册：《电镀》、《腐蚀与防护》、《机械传动及零件》、《液压传动与气动》、《金属材料热处理知识》、《机械制造工艺基础》、《化工检修常用机具》、《工程力学基础》、《测量与误差》、《公差与配合》、《化工机器与设备安装》、《化工压力容器》、《展开与放样》、《化工管路安装与维修》、《钳工操作技术》、《装配和修理》、《钢材矫正与成型》、《电工材料及工具》、《焊工操作技术》、《焊接工艺》、《阀门》、《化工用泵》、《风机》、《压缩机》、《化工分析仪表（一）》、《化工分析仪表（二）》、《化工测量仪表》、《电动单元组合仪表》、《化工自动化》、《集散系统》、《仪表维修识图与制图》、《仪表常见故障分析与处理》、《过程分析仪表》、《化工检修钳工工艺学》、《化工检修铆工工艺学》、《化工检修管工工艺学》、《化工检修焊工工艺学》、《化工防腐橡胶衬里》、《化工防腐金属喷涂》、《化工防腐金属铅焊》、《化工防腐砖板衬里》、《化工防腐塑料》以及《化工防腐玻璃钢》。

化工分析类单元教材 6 册：《化学分析的一般知识及基本操作》、《化学分析》、《电化学分析》、《仪器分析》、《化验室基本知识》和《有机定量分析》。

橡胶加工类单元教材共 11 册：《橡胶、配合剂与胶料配方知识》、《再生胶制作机理、工艺及质量检验》、《橡胶加工基本工艺》、《轮胎制造工艺方法》、《力车胎制造工艺方法》、《胶管制造工艺方法》、《胶带制造工艺方法》、《橡胶工业制品制造工艺方法》、《胶鞋制造工艺方法》、《胶乳制品制造工艺方法》和《炭黑制造工艺方法》。

另外还有公共课及管理课类单元教材共 20 册：《电工常识》、《电工基础》、《电子学一般常识》、《电子技术基础》、《机械识图》、《机械制图》、《化工管路识图》、《工艺流程与装备布置图》、《工厂照明与动力线路》、《电气识图与控制》、《电机基础及维修》、《工厂电气设备》、《工厂电气技术》、《安全与防护》、《三废处理与环境保护》、《化工计量常识》、《计算机应用基础知识》、《化工应用文书写》、《标准化基础知

识》和《化工生产管理知识》。

在教材编审过程中，尽管广大编审人员作了很大努力，但由于我们经验不足和教材编审时间的限制，部分教材在体系的合理性、内容的先进性、知识的连贯性和深广度的准确性等方面还不尽如人意。为此我们建议：

一、各单位在组织教学过程中，要按不同等级的培训对象，根据相应的教学计划和教学大纲的具体要求，以“单元”为单位安排教学。

二、工人技术理论的教学要与操作技能的培训结合起来。技术理论的教学活动除应联系本单位生产实际外，还应联系培训对象的文化基础、工作经历等实际情况，制订相应的教学方案，确定相应的教学内容，以提高教学的针对性和教学效率。

三、在教学过程中，如发现教材中存在一些问题，可及时与我们联系，也可与教材的编者或出版单位联系，使教材中的问题得到及时更正，以利教学。

我们组织编写本套教材，得到了全国化工职工教育战线各方面同志的积极支持和帮助，在此谨向他们表示感谢。

化学工业部人事教育司
化学工业部教育培训中心
1996年3月

内 容 提 要

本书作为化工分析工人培训教材之一，主要讲述化学分析的一般知识及基本操作，其中包括：实验室常用仪器及其他制品，采样、制样、留样及试样的处理方法，纯水的制备，重量分析的基本操作。

读者对象为化工分析工人及化验员。

目 录

化学分析的一般知识及基本操作 (分 001)	1
第一章 绪论	2
第一节 分析化学和化工生产分析的任务和作用	2
第二节 分析方法的分类	3
第二章 实验室常用仪器及其他制品	7
第一节 玻璃仪器及石英玻璃仪器	7
第二节 瓷器及其他非金属材料器皿	26
第三节 塑料、金属器皿及其他制品	29
第四节 玻璃灯工的基本技术	39
第三章 采样 制样 留样及试样的处理方法	46
第一节 采样	46
第二节 制样 留样	59
第三节 试料的处理方法	63
第四章 纯水的制备	77
第一节 水的性质	77
第二节 蒸馏法制取纯水	79
第三节 离子交换法制取纯水	79
第四节 其他制取纯水的方法	86
第五节 《分析实验室用水规格和试验方法》国家标准 (GB 6682—92)	
简介	88
第五章 重量分析的基本操作	91
第一节 试料的溶解	91
第二节 沉淀	91
第三节 沉淀的过滤和洗涤	92
第四节 干燥和灼烧	99
第六章 滴定分析的基本操作	103
第一节 滴定管的使用方法	103

第二节	吸管的使用方法	111
第三节	容量瓶的使用方法	113
第四节	玻璃量器的检定及校正	115
思考题		122
参考文献		124

化学分析的一般知识及基本操作

(分 001)

大连化学工业公司 刘瑞雪 编
辽宁省化工研究院 吴天民 审

第一章 绪 论

第一节 分析化学和化工生产分析的任务和作用

一、分析化学的任务及其作用

分析化学是研究物质的化学组成的分析方法及有关理论的一门科学。分析化学的任务是鉴定物质的化学结构，化学成分及测定各组分的含量。这些任务分别属于结构分析、定性分析和定量分析研究的内容。

对于一个未知样品的分析，一般来说首先要测出物质的组成，该工作称为“定性分析”。然后再测出各组分的质量百分含量，这一步称为“定量分析”。随着科学技术的发展，对分析化学的要求越来越高，人们不但要知道物质的组成和含量，还要知道它们的存在形式和化学结构，特别是微观结构。这就要进行结构分析。由此可见，分析化学是由结构分析、定性分析、定量分析三大部分组成。但是基础分析化学的内容主要是定性分析和定量分析。

在分析工作中，一般应该是定性分析先于定量分析，因为只有先知道了物质含有哪些组分和它们的大致含量，才能选择适当的方法来测定各组分的精确含量。但在各种原料、材料、产品和副产品基本定型的情况下，只是由于产地不同，生产条件的波动致使各组分的含量略有差异时，就无需进行定性分析，可直接选择定量分析方法测定组分的含量。因此，在生产实践中，定量分析的应用远比定性分析广泛得多。但是，在生产条件不正常，使得产品或中间产品质量出现不可解的较大波动时，进行定性分析还是非常必要的。

分析化学在工农业生产及科学实验等各方面的应用非常广泛。在化工、冶金、机械、电子、食品、医药、地质、公安、航天、建材、环保等等部门都离不开分析化学。如化工生产分析，地质矿岩的鉴定，冶

金部门的炉前分析，卫生部门的药物检验以及对食品霉菌、残留毒素的分析，水利部门的水质分析，农业部门的土壤分析，航天工业的原、燃料分析等等。在科学实验方面，分析化学也具有重要作用。常常需要运用各种分析手段解决科学研究工作中出现的一些问题。其他如在生物学、物理学、考古学、海洋学、天文学等方面也广泛应用到分析化学。由此可见，分析化学在国民经济中，在为我国实现现代化的进程中，肩负着极其重要的任务。

二、化工生产分析的任务和作用

化工生产分析是分析化学在化工生产中的应用。它的任务是研究有关化工生产的各种物质的分析方法，并进行分析。如原材料、产品、中间产品和副产品，以及化工生产中所用的燃料、工业用水、“三废”分析方法的研究及分析。通过对上述各种物质的分析，可以了解原材料、产品、半成品的质量，检查生产工艺过程中温度、压力等操作是否正常，评价环境质量等。以便能最经济最合理地使用原料和燃料，减少废品、次品，及时消除生产隐患，保证产品质量，避免财物的损失和浪费。由此可见，化工生产分析在生产中起着配合生产、指导生产的作用。分析工作常被称为“生产的眼睛”。

化工生产分析包括化工生产全过程的分析，即从原材料进厂到中间生产过程的控制，直至最后产品出厂，每个环节都离不开分析工作。

随着我国的改革开放，大量新技术新工艺的引进，新产品的开发，很多化工产品要采用国际标准的分析方法，这对分析化学工作者提出了更高的要求 and 更多更新的研究课题。使化工生产分析方法向着快速准确小试样量的方向发展。而且有些产品不仅要做成成分分析，还要做形态、价态结构分析，这就将分析方法的研究推向一个更高的境界。

第二节 分析方法的分类

根据分析任务、分析对象、测定原理，操作方法和具体要求的不同，分析方法的分类主要有以下几种。

一、按分析任务分类

根据分析任务的不同可分为：结构分析、定性分析和定量分析。

结构分析的任务是研究物质的分子结构或晶体结构。定性分析的任务是鉴定物质是由哪些元素、原子团或化合物所组成的。定量分析的任务是测定物质中有关组分的含量。

二、按分析对象分类

根据分析对象的不同可分为：无机分析和有机分析。

无机分析的对象是无机物。无机物大多是电解质，故一般都是由测定其离子或原子团来表示或计算各组分的含量的。

有机分析的对象是有机物。它们大多是非电解质，由于组成有机物的元素虽不多，但其结构却非常复杂，所以，不仅要求鉴定其组成的元素，更多的是要进行官能团分析或进行结构分析。

三、按试样与操作方法分类

根据试样用量及操作方法不同可分为：常量、半微量和微量及超微量分析。

常量、半微量、微量、超微量分析方法的试样用量见下表。

各种分析方法的试样用量

分 析 方 法	试料用量 (g)	试液体积 (ml)
常量分析	>0.1	>10
半微量分析	$0.001 \sim 0.1$	$1 \sim 10$
微量分析	$0.0001 \sim 0.001$	$0.01 \sim 1$
超微量分析	<0.0001	<0.01

在无机定性分析中，一般采用半微量定性分析。而在定量分析中，主含量的测定一般采用常量分析，杂质含量一般采用微量或半微量甚至超微量分析。另外，上述按试料量的分类方法，并未表示出它们与被测组分百分含量之间的关系。通常根据被测组分的含量百分数，又粗略地分为常量组分 ($>1\%$)、微量组分 ($0.01\% \sim 1\%$) 和痕量组分 ($<0.01\%$) 的分析。

四、按测定原理和使用仪器分类

根据测定原理和使用的仪器不同可分为：化学分析法和仪器分析

法。

(一) 化学分析法

以物质的化学反应为基础的分析方法称为化学分析法。

根据化学反应类型不同、操作方法不同,化学分析法又可分为:

1. 重量(或称量)分析法 根据化学反应生成沉淀物的质量,求出被测组分含量的方法。

2. 滴定分析法 根据化学反应中所消耗的标准滴定溶液的体积来求出被测组分含量的方法。

滴定分析法是以化学反应为基础的分析方法,但并非所有的化学反应都能作为滴定分析的方法基础,作为滴定分析的化学反应必须满足以下几点:

①反应必须有确切的定量关系。即按一定的化学反应方程式进行,并且反应要进行得完全。

②反应可迅速完成,对速度慢的反应,有加快的措施。

③主反应不受共存物质的干扰,或有消除干扰的措施。

④有确定化学计量点的方法。

综上所述,进行滴定分析必须具备以下三个条件:要有准确称量物质的天平和测量溶液体积的器皿;要有能进行滴定的标准滴定溶液;要有能准确确定化学计量点的指示剂。

以上各点将在其他单元中分别介绍。

3. 气体分析法 根据化学反应前后气体体积的变化,或由气体与吸收剂反应,生成物质的质量,求出被测组分含量的方法。

(二) 仪器分析法

以物质的物理或物理化学性质为基础,并借用较精密的仪器测定被测物质含量的分析方法为仪器分析法。仪器分析法包括:光学分析、电化学分析、色谱分析、光谱分析、质谱分析以及其他更复杂的仪器分析法。目前在工厂实验室中主要有以下几种。

1. 光学分析法 主要有紫外、可见分子吸收光谱法、红外光谱法、原子吸收光谱法、发射光谱法、荧光光谱法等。

2. 电化学分析法 常用的有电位法、电导法、电解法、极谱法和

库仑分析法。

3. 色谱分析法 主要有气相色谱法、液相色谱法、离子色谱法、薄层分析法等。

4. 其他仪器分析法 如 X-衍射分析法、放射化学分析法等。

化学分析法和仪器分析法各有其特点。化学分析法比较经典，不需要特殊的贵重仪器设备，准确度高，适用于常量分析。因此化学分析法仍广泛应用于科研和生产的各个领域。仪器分析速度快，对微量组分的测定准确度高，由于需要价格昂贵的仪器设备，限制了其应用。随着经济的发展，目前在一些单位中，电位分析、电导分析、分子、原子吸收光谱、气相色谱、液相色谱等已逐渐开始普及应用。可以说化学分析是基础，仪器分析是方向。

五、按生产要求分类

根据生产要求不同，可将分析工作分为例行分析和仲裁分析两类。

（一）例行分析

例行分析是指一般实验室配合生产的日常分析，也称常规分析。为控制生产正常进行，需迅速报出分析结果，这种例行分析称为中控分析。

（二）仲裁分析

当供需双方对产品质量发生异议时，由国家法定的仲裁机构，或双方同意的仲裁单位，用指定的方法进行准确的分析，这种分析工作称为仲裁分析。

第二章 实验室常用仪器及其他制品

第一节 玻璃仪器及石英玻璃仪器

一、玻璃仪器和仪器玻璃

(一) 玻璃仪器和玻璃量器

玻璃仪器是以玻璃为原料制成的具有较高的化学稳定性、热稳定性。良好的绝缘性能,较好的透明度和一定的机械强度的分析仪器。玻璃仪器又可以分为一般玻璃仪器和玻璃量器两种。

玻璃量器是具有准确量值,经计量部门检定过的玻璃仪器,它是用来准确量取一定量物体的仪器。

(二) 仪器玻璃的化学成分及性质

仪器玻璃的主要化学成分是 CaO 、 MgO 、 Na_2O 、 K_2O 。可以根据情况加入一些其他物质,如 B_2O_3 、 Al_2O_3 、 ZnO 、 BaO 、 PbO 、 TiO_2 等,以制成具有不同性质、不同用途的仪器玻璃。表 2-1 列出了各种仪器玻璃的化学组成、性质及用途。

表 2-1 仪器玻璃的化学组成、性质及用途

玻璃名称	通称	化学组成 (%)						线膨胀系数 ^①	耐热急变温度差 (°C)	软化点 (°C)	主要用途
		SiO_2	Al_2O_3	B_2O_3	R_2O (K_2O Na_2O)	CaO	ZnO				
特硬玻璃	特硬料	80.7	2.1	12.8	3.8	0.6	—	32×10^{-7}	不低于 270	820	制作烧器类耐热产品
硬质玻璃	九五料	79.1	2.1	12.5	5.7	0.6	—	$41 \sim 42 \times 10^{-7}$	不低于 220	770	制作烧器类及各种玻璃仪器

续表

玻璃名称	通称	化学组成 (%)						线膨胀系数 ^①	耐热急变温度差 (°C)	软化点 (°C)	主要用途
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	R ₂ O (K ₂ O Na ₂ O)	CaO	ZnO				
一般 仪器玻 璃	管料	74	4.5	4.5	12	3.3	1.7	71× 10 ⁻⁷	不低 于 140	750	制作一般 玻璃仪器
量器 玻璃	白料	73	5	4.5	13.2	3.8	0.5	73× 10 ⁻⁷	不低于 120	740	制作量器

①线膨胀系数是指当物体温度升高 1°C 时，单位长度上增加的长度。

除表中所列几种外，如加入 PbO 可制成铅玻璃（即光学玻璃），其质软，较易熔，折光性好，主要用来制作光学仪器和其他艺术品。此外在熔制玻璃时，加入少量金属氧化物或盐类，可制成不同颜色的玻璃。

玻璃的物理性质：由表 2-1 可以看出，特硬玻璃和硬质玻璃含 B₂O₃ 和 SiO₂ 较高，均属于高硼硅酸盐类。它们具有较高的热稳定性，较好的透明度。在化学稳定性方面，耐酸、耐水性好。一般仪器玻璃和量器玻璃其热稳定性较硬质玻璃稍差。

玻璃的化学性质：玻璃的化学稳定性较好，但并不是绝对不受侵蚀，而是其受侵蚀的量符合一定的标准。由于玻璃被侵蚀而有痕量离子进入溶液中和玻璃表面吸附溶液中的待测离子是微量分析要特别注意的问题。

玻璃的耐酸性较好，但能被热的磷酸侵蚀。氢氟酸和玻璃中的 SiO₂ 作用，生成 SiF₄，故氢氟酸强烈腐蚀玻璃。因而不能用玻璃器皿进行含有 F⁻ 或生成 HF 的试验。

玻璃的耐碱性较差，特别是浓碱液或热碱液对玻璃有强烈腐蚀作用，因此不能用玻璃仪器盛装浓碱液。尤其是不能用带磨口塞的玻璃仪器贮存碱液，时间长会使磨口腐蚀而粘在一起，致使磨口无法打开。更不能用玻璃量器长时间贮存碱液，那样会使量器的体积发生很大变