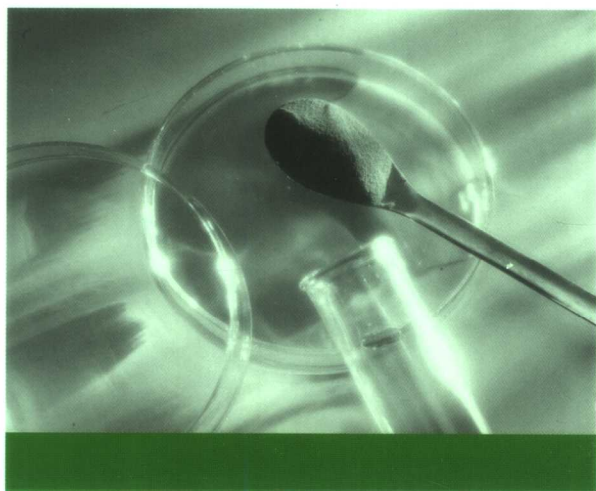


高等职业化学检验技能操作与实训

化学检验基础知识

王建梅 编



Chemical Industry Press



化学工业出版社
教材出版中心

高等职业化学检验技能操作与实训

化学检验基础知识

王建梅 编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

化学检验基础知识/王建梅编. —北京: 化学工业出版社,
2005. 4

(高等职业化学检验技能操作与实训)

ISBN 7-5025-6965-0

I. 化… II. 王… III. 化工产品-质量检验-高等学校:
技术学院-教学参考资料 IV. TQ075

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 035110 号

高等职业化学检验技能操作与实训

化学检验基础知识

王建梅 编

责任编辑: 陈有华 蔡洪伟

责任校对: 宋 玮

封面设计: 潘 峰

化学工业出版社
教材出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠灵里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 8 字数 204 千字

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6965-0

定 价: 17.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

化学检验是应用化学分析、仪器分析的基本理论和分析手段，鉴定物质的组成，测定物质各组成成分含量的一项技术。它是保证材料及产品质量的重要手段，对产品质量既有控制和监督作用，又有指导作用，并可为新产品的开发、新工艺的研究提供依据，化学检验是现代工业生产、科学研究及环境保护等的重要环节。

化学检验工作的特点是：技术性强，知识面广，责任重大。因此，化学检验人员的技术素质是实现检测科学化，确保测定结果准确可靠的决定性因素之一。学习化学检验基础知识，掌握化学检验的相关理论及计算，掌握化学检验的基本操作和各种化学检验方法，对于更好地理解化工产品、化妆品、合成洗涤剂、食品、农药、化肥、建筑材料、油品、药品等各类检验的原理，掌握其检测方法具有十分重要的作用。

化学检验基础知识是工业分析专业和化工类其他各专业学生必修的一门专业基础及技能课。本书共分八章，其内容包括绪论，化学检验的标准，化学检验误差和数据处理，化学检验安全知识，化学检验常用仪器及其使用，化学检验溶液的配制，试样的采取、处理和检验方法选择，常用化学检验方法等。其特点是按模块编写，体现了实际、实践、实用的原则，通俗易懂，适合于高职高专工业分析专业和化工类其他各专业二年制和三年制的订单式培养使用，也可供中高级分析检验技能培训以及从事化工产品生产、检验和经销人员参考使用。

本书的编写得到诸多同行及化学工业出版社的大力支持及

帮助，在此谨表谢意。

由于编者的水平有限，错误和不当之处在所难免，敬请专家和读者批评指正。愿本书的出版能为广大相关人员提供帮助。

编者

2005 年 1 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 化学检验的目的和要求	1
第二节 化学检验的方法	2
一、化学分析法	2
二、仪器分析法	3
三、无机分析和有机分析	4
四、常量组分分析、微量组分分析和痕量组分分析	4
五、常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析	4
六、例行分析、快速分析和仲裁分析	4
七、分别测定法、系统分析法和连续测定法	5
第三节 化学检验的组织	5
一、精干的管理人员	5
二、科学的管理制度	6
三、高技术素质的化学检验人员	7
四、重视仪器设备的管理和更新	7
五、化学检验的质量控制	7
第四节 本课程的任务和学习要求	8
第二章 化学检验的标准	10
第一节 标准的基本知识	10
一、标准的基本概念	10
二、标准的分类	10
三、标准的代号和编号	12
第二节 化学检验的标准物质	15
一、标准物质的概念	15
二、标准物质的分类与分级	15
三、标准物质在化学检验中的应用	16

第三节 化学检验贯彻标准的意义	19
第三章 化学检验误差和数据处理	21
第一节 定量化学检验中的误差	21
一、真实值、平均值与中位值	21
二、准确度与误差	22
三、精密度与偏差	23
四、准确度与精密度的关系	26
五、误差产生原因及减免方法	27
第二节 化学检验结果的数据处理	30
一、置信度与平均值的置信区间	30
二、可疑数据的取舍	32
第三节 有效数字及其运算规则	36
一、有效数字	36
二、有效数字的运算规则	37
第四节 化学检验的数据记录及检验报告	38
一、化学检验的数据记录	39
二、化学检验实验报告	39
三、化学检验报告	41
思考题	41
第四章 化学检验安全知识	43
第一节 化验室安全守则	43
第二节 化验室意外事故的处理	45
一、化学烧伤	45
二、烫伤	46
三、割伤	46
四、吸入刺激性气体或有毒气体	46
五、误食毒物	46
第三节 化验室中有毒物质的环保处理	46
一、废气的处理	47
二、废液的处理	47
三、废渣的处理	49
第四节 气体钢瓶的安全使用	49

一、气体钢瓶的结构	50
二、气体钢瓶的种类	52
三、气体钢瓶的漆色和标志	52
四、气体钢瓶的钢印标记	52
五、气体钢瓶的安全使用规则	52
第五节 化验室灭火常识	55
一、火灾的分类	55
二、常用灭火器及其适用范围	56
三、化验室灭火的紧急措施	56
四、实验室灭火注意事项	57
五、灭火器的维护	57
第六节 化验室安全用电常识	57
第五章 化学检验常用仪器及其使用	60
第一节 天平及其使用	60
一、托盘天平	60
二、分析天平	61
第二节 玻璃仪器及器皿、用具	72
一、常用玻璃仪器	72
二、常用其他器皿和用具	80
第三节 滴定分析仪器及其使用	84
一、滴定管	84
二、吸管	92
三、容量瓶	95
四、量器的校准	97
实训 5-1 分析天平的称量练习	99
实训 5-2 滴定管、容量瓶、吸管的使用和校准	100
实训 5-3 滴定操作练习	101
第六章 化学检验溶液的配制	105
第一节 化验室用水	105
一、化验室用水的制备	105
二、化验室用水的检验方法	107
三、化学检验用水的储存及选用	109

第二节 化学试剂	110
一、试剂的规格与分类	110
二、化学试剂的选用	112
三、化学试剂的贮存与管理	112
第三节 常见溶液的配制	114
一、一般溶液的配制	114
二、标准溶液的配制	120
三、常用指示剂溶液的配制	128
四、常用缓冲溶液的配制	131
五、常用试纸的配制	131
六、洗涤剂种类、选用及配制	132
思考题	134
第七章 试样的采取、处理和检验方法选择	135
第一节 试样的采取和制备	135
一、液体试样的采取	135
二、固体试样的采取和制备	136
第二节 试样的分解	138
一、无机物的分解	140
二、有机物的分解	143
第三节 化学检验中的分离和富集	145
一、沉淀分离法	145
二、溶剂萃取分离法	145
三、离子交换分离法	146
四、薄层色谱分离法	146
第四节 测定方法的选择	147
第八章 常用化学检验方法	150
第一节 概述	150
一、滴定分析法	150
二、重量分析法	155
第二节 酸碱滴定法	155
一、酸碱质子理论简介	155
二、酸碱指示剂	156

三、一元酸碱的滴定	159
四、多元酸和多元碱的滴定	161
五、酸碱滴定的应用	163
第三节 配位滴定法	164
一、概述	164
二、EDTA-M 配合物的稳定性及其影响因素	165
三、金属指示剂	169
四、配位滴定干扰的消除	170
五、配位滴定法的应用	172
第四节 氧化还原滴定法	172
一、概述	172
二、重要的氧化还原滴定法	175
第五节 沉淀滴定法	178
一、莫尔法	179
二、佛尔哈德法	180
三、法扬司法	181
第六节 重量分析法	182
一、概述	182
二、沉淀重量法的分析过程	182
三、沉淀重量法对沉淀的要求	183
四、影响沉淀溶解度的因素	184
五、影响沉淀纯度的因素	185
六、沉淀的过滤和洗涤	185
七、重量分析法结果计算	187
思考题	188
实训 8-1 氢氧化钠标准溶液的制备和食用白醋含量的测定	190
实训 8-2 工业纯碱总碱度测定	193
实训 8-3 硫酸铵肥料中含氮量的测定(甲醛法)	195
实训 8-4 EDTA 的标定	197
实训 8-5 自来水总硬度的测定	200
实训 8-6 铋、铅含量的连续测定	201
实训 8-7 铝合金中铝含量的测定	203

实训 8-8 水样中化学需氧量 (COD) 的测定 (高锰酸钾法)	205
实训 8-9 铁矿中全铁含量的测定 (无汞定铁法)	207
实训 8-10 间接碘量法测定铜合金中铜含量	209
实训 8-11 氯化物中氯含量的测定	212
实训 8-12 二水合氯化钡中钡含量的测定	216
实训 8-13 钢铁中镍含量的测定	219
附录	223
附录一 常用基准物质的干燥条件和应用	223
附录二 常用缓冲溶液的配制	224
附录三 弱酸、弱碱在水中的离解常数 (25℃)	225
附录四 难溶化合物的溶度积常数 (18~25℃)	228
附录五 标准电极电位	232
附录六 条件电极电位	237
附录七 化合物相对分子质量表	238
参考文献	243

第一章 绪 论

第一节 化学检验的目的和要求

产业部门的生存与发展，依靠的是产品，既要产品数量多、品种多，更要其质量好，才能在市场的竞争中立于不败之地。因此，在化工生产中，要对生产过程中的原料、中间产品、产品、副产品、废物和常用的其他物料（如燃料、催化剂、水等），以及环境空气进行及时准确的化学检验，其目的如下。

① 了解原料的组成是否符合工业生产的要求，并根据其含量确定原料的用量及生产的工艺过程。

② 掌握生产设备内化学反应的变化情况，以适时地调节、控制生产工艺流程。

③ 确定产品是否合格和决定其质量等级。

④ 指导生产工艺的技术革新、生产事故和人身安全的防范。

⑤ 指导生产过程中的三废（废气、废水、废渣）处理和综合利用。

如果没有化学检验，上述各项目的就无法达到。因此，化学检验是人们指导生产实践的“火眼金睛”，是保证和提高产品内在质量的必要手段。

化学检验不仅对化学各学科和化学工业的发展起着重要的作用，而且与国民经济的非化工产业各部门以及化学学科以外的其他科学技术的发展过程都有着密切的关系，已成为现代社会生产和环境保护等工作必不可少的重要环节。

化学检验对象的种类很多，对各种化学检验的要求也各不相同，但普遍要求的是化学检验结果的准确性、时间性、科学性、公

正性、同一性和权威性。

第二节 化学检验的方法

在化工生产中,大多数情况下物料的基本组成是已知的,一般只需要进行定量化学检验。根据定量化学检验原理、检验对象及组分含量,以及试样用量的不同,有不同的化学检验方法的分类,如表 1-1 所示。

表 1-1 化学检验方法的分类

方法分类依据	化学检验方法		
化学检验原理和操作方法	化学分析法	滴定分析法	酸碱滴定法 沉淀滴定法 配位滴定法 氧化还原滴定法
		重量分析法	沉淀重量法 气化法(挥发法) 电解重量法
	仪器分析法	光学分析法、电化学分析法、色谱分析法等	
化学检验对象	无机分析法和有机分析法		
化学检验组分的含量	常量组分分析、微量组分分析和痕量组分分析		
化学检验试样的用量	常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析		
化学检验的任务	例行分析、快速分析和仲裁分析		
化学检验的操作程序	分别测定法、系统分析法和连续测定法		

一、化学分析法

化学分析法是以化学反应为基础的分析方法。主要有滴定分析法和重量分析法。

1. 滴定分析法

滴定分析法是根据滴定过程中与被测组分反应所需滴定剂(标准溶液)的体积和浓度确定待测组分含量的一种化学检验方法。滴定分析法可分为酸碱滴定法、沉淀滴定法、配位滴定法和氧化还原

滴定法。

2. 重量分析法

重量分析法是化学检验方法中最经典的方法，通常根据反应产物的质量来确定被测组分的含量。重量分析法可分为沉淀重量法、气化法（挥发法）。

二、仪器分析法

仪器分析法是以物质的物理性质和物理化学性质为基础的分析方法，也称为物理分析法或物理化学分析法。因为这类化学检验方法都要用到较特殊的仪器设备，所以通常称为仪器分析法。主要分为光学分析法、电化学分析法、色谱分析法等。

1. 光学分析法

光学分析法是以物质的光学性质为基础的化学检验方法。主要有分子光谱法（如比色法、紫外-可见分光光度法、红外光谱法、分子荧光及磷光分析法等）、原子光谱法（如原子吸收光谱法、原子发射光谱法）、激光拉曼光谱法、化学发光分析法等。

2. 电化学分析法

电化学分析法是以物质的电化学性质为基础的化学检验方法。主要包括电位分析法、电导分析法、电解分析法、库仑分析法和极谱法等。

3. 色谱分析法

色谱分析法是以物质的物理及化学性质为基础的一种分离与分析相结合的化学检验方法。主要有气相色谱法、液相色谱法和离子色谱法等。

随着科学技术的发展，近年来质谱法、核磁共振波谱法、X射线、电子显微镜分析法及毛细管电泳等仪器分析法已成为强大的化学检验手段。

仪器分析法具有快速、灵敏、自动化程度高和分析结果信息量大等特点，适用于微量组分的分析，能较理想地完成化学分析法所

不能解决的检测任务，所以备受人们的青睐。但仪器分析设备一般都比较精密、复杂、昂贵，且操作要求严细；试样的处理、试液的配制、分析方法准确性的校验等，仍需要通过化学分析法完成。因此，化学分析法是基础，仪器分析法是发展方向。两种方法必须互为补充、相互配合，以满足灵敏、准确、自动化、快速的现代化学检验的要求。本书主要介绍化学分析法，仪器分析法见本系列教材的分析仪器部分。

三、无机分析和有机分析

无机分析的对象是无机化合物，有机分析的对象是有机化合物。无机化合物的种类繁多，在无机分析中通常要求鉴定试样是由哪些元素、离子、原子团或化合物所组成，及各组分的含量多少。在有机分析中，虽然组成有机化合物的元素种类不多，但由于有机化合物的结构复杂，其种类已达千万种以上，故检测方法不仅有元素分析，还有官能团分析和结构分析。

四、常量组分分析、微量组分分析和痕量组分分析

按被测组分含量分类，可将化学检验方法分为常量组分分析（质量分数 $>1\%$ ）、微量组分分析（质量分数 $0.01\% \sim 1\%$ ）和痕量组分分析（质量分数 $<0.01\%$ ）。

五、常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析

按照所取试样的量分类，可将化学检验方法分为常量分析（固体试样质量 $>0.1\text{g}$ ，液体试样体积 $>10\text{mL}$ ）、半微量分析（固体试样质量 $0.01 \sim 0.1\text{g}$ ，液体试样体积 $1 \sim 10\text{mL}$ ）、微量分析（固体试样质量 $0.1 \sim 10\text{mg}$ ，液体试样体积 $0.01 \sim 1\text{mL}$ ）和超微量分析（固体试样质量 $<0.1\text{mg}$ ，液体试样体积 $<0.01\text{mL}$ ）。

六、例行分析、快速分析和仲裁分析

按照化学检验的任务，可将化学检验方法分为例行分析、快速分析和仲裁分析。

1. 例行分析

例行分析又称常规分析，是一般化验室对日常生产中的原材料

和产品所进行的分析检验。

2. 快速分析

快速分析主要为控制生产的正常进行所做的分析检验。这种分析检验要求速度快, 准确度达到一定要求便可。

3. 仲裁分析

仲裁分析是当不同检验单位对同一试样得出不同的化学检验结果, 并由此发生争议时, 由权威机构用公认的标准方法进行的准确分析, 用于裁判原化学检验结果的准确性。仲裁分析对化学检验的方法和结果都要求有较高的准确度。

七、分别测定法、系统分析法和连续测定法

根据操作程序的不同, 可将化学检验方法分为分别测定法、系统分析法和连续测定法。

1. 分别测定法

分别测定法是对试样中待测的某一组分单独称样进行测定的化学检验方法。常用于试样中指定的某一组分的测定。

2. 系统分析法

系统分析法是称取一份试样制成溶液, 然后根据各被测组分的含量分别取一定量的试液进行的测定。可用于一种试样中多种组分的测定。

3. 连续测定法

连续测定法是用同一试液逐次测定各个组分的化学检验方法。

第三节 化学检验的组织

化学检验的性质决定了对化学检验机构的严谨要求。同时, 随着科学技术的迅速发展, 检验手段不断改进和更新, 因而要求相应的化学检验装备水平也要不断提高。为保障化学检验工作的顺利开展, 化学检验的组织显得尤为重要。

一、精干的管理人员

化检室是完成化学检验工作的场所, 其管理非常重要, 要设立

各项专职管理人员。管理人员必须具备以下条件。

(1) 具有从事管理工作必要的思想素质

① 有较强的法制观念，能自觉执行国家政策、法规，不谋私利。

② 在职业操守方面，克己奉公，谦虚谨慎，实事求是，忠于职守。

(2) 熟悉化学检验和管理业务

① 有一定组织、协调能力，善于发现和调动不同岗位人员的积极因素，注重团结，促进化验室的进步和发展。

② 具备与其履行的职责相适应的学历、职称和技术等级资格，熟悉化学检验技术和标准；熟悉化验室所使用的仪器设备的工作原理及使用方法，能维护保养及排除其一般故障。

③ 具有相应的安全知识，能预防和紧急处理突发安全事故，以确保化学检验工作安全顺利进行。

④ 有一定的质量管理和产品生产的知识，能及时处理和协调生产过程中与化验室检测有关的业务。

(3) 具有积极进取的敬业精神

① 善于学习，勇于实践，努力学习新技术、新知识，注意提高自身业务能力。

② 不断学习和接受先进管理知识，并予以运用，以提高管理水平。积极为化学检验人员创造良好的工作环境，以提高化学检验效率。

二、科学的管理制度

化学检验机构要有与其工作相适应的管理制度和计划，并在执行中不断补充和完善，用科学的方法管理化学检验机构，使其能独立、客观、公正地行使其化学检验的职权。一般应有以下制度或计划。

① 工作计划；检查和总结制度。

② 各类各级人员的岗位责任规定。