

YIQI

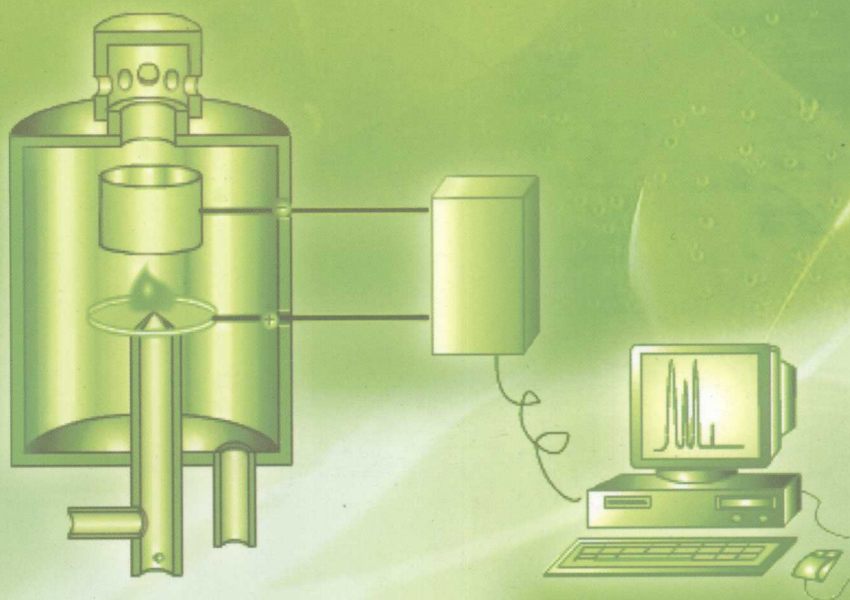
FENXI



高职高专“十一五”规划教材

仪器分析

丁明洁 主编 张春晖 主审



化学工业出版社

YIQI
FENXI



高职高专“十一五”规划教材

仪器分析

丁明洁 主编 张春晖 主审

江苏工业学院图书馆
藏书章

编 著：丁明洁

主 审：张春晖



化学工业出版社

地址：北京市东城区

（100011）北京市东城区青年湖南路18号 化学工业出版社 发行

北京市东城区青年湖南路18号 化学工业出版社 发行

800年3月北京第1版第1次印刷 383千字 1/16 787mm×1092mm



化学工业出版社

北京 电话：010-64518888 网址：http://www.cip.com.cn

定价：26.00元

定价：26.00元

本书是高职高专“十一五”规划教材之一。本教材集理论教学与实验教学为一体,围绕着电化学分析法、色谱分析法、光分析法和其他分析法四个核心,以电位与电导分析法、气相色谱分析法、高效液相色谱法、紫外-可见分光光度法、原子吸收分光光度法、红外光谱法为重点,系统地讲述了包括电解与库仑分析法、质谱法、核磁共振光谱法和仪器联用分析技术等各类仪器分析方法的原理、仪器结构及其使用与维护、实验分析技术及其在生产实践中的应用,旨在使学习者具备选择和运用仪器分析方法的综合应用能力,培养同学们的创新思维方式和能力。为了便于复习,每章后面附有思考练习题供参考。为了强化学生实践实验能力培养,本书针对仪器分析在食品、化工及生物等方面的应用,每一重点分析方法都配套编设了典型实验。

本教材可供高职高专食品类各专业及相关专业如生物技术、化工、环境、医药、材料等专业教学选用,也可作为相关行业分析与检测工作人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

仪器分析/丁明洁主编. —北京:化学工业出版社,
2008.3

高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-02212-7

I. 仪… II. 丁… III. 仪器分析-高等学校:技术学
院-教材 IV. O657

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第025893号

责任编辑:李植峰 梁静丽 郎红旗

文字编辑:陈 雨

责任校对:王素芹

装帧设计: 

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:北京市彩桥印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张16 字数392千字 2008年3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:26.00元

版权所有 违者必究

高职高专食品类“十一五”规划教材 建设委员会成员名单

主任委员	贡汉坤	逯家富					
副主任委员	杨宝进	朱维军	于雷	刘冬	徐忠传	丁立孝	李靖靖
	程云燕	杨昌鹏					
委员	(按照姓氏汉语拼音排序)						
	边静玮	蔡晓雯	常锋	程云燕	丁立孝	贡汉坤	顾鹏程
	郝亚菊	郝育忠	贾怀峰	李崇高	李春迎	李慧东	李靖靖
	李伟华	李五聚	李霞	李正英	刘冬	刘靖	娄金华
	陆旋	逯家富	秦玉丽	沈泽智	石晓	王百木	王德静
	王方林	王文焕	王宇鸿	魏庆葆	翁连海	吴晓彤	徐忠传
	杨宝进	杨昌鹏	杨登想	于雷	臧凤军	张百胜	张海
	张奇志	张胜	赵金海	郑显义	朱维军	祝战斌	

高职高专食品类“十一五”规划教材 编审委员会成员名单

主任委员	莫慧平						
副主任委员	魏振枢	魏明奎	夏红	翟玮玮	赵晨霞	蔡健	
	蔡花真	徐亚杰					
委员	(按照姓氏汉语拼音排序)						
	艾苏龙	蔡花真	蔡健	陈红霞	陈月英	陈忠军	初峰
	崔俊林	符明淳	顾宗珠	郭晓昭	郭永	胡斌杰	胡永源
	黄卫萍	黄贤刚	金明琴	李春光	李翠华	李东凤	李福泉
	李秀娟	李云捷	廖威	刘红梅	刘静	刘志丽	陆霞
	孟宏昌	莫慧平	农志荣	庞彩霞	邵伯进	宋卫江	隋继学
	陶令霞	汪玉光	王立新	王丽琼	王卫红	王学民	王雪莲
	魏明奎	魏振枢	吴秋波	夏红	熊万斌	徐亚杰	严佩峰
	杨国伟	杨芝萍	余奇飞	袁仲	岳春	翟玮玮	詹忠根
	张德广	张海芳	张红润	赵晨霞	赵晓华	周晓莉	朱成庆

高职高专食品类“十一五”规划教材

建设单位

(按照汉语拼音排序)

北京电子科技职业学院
北京农业职业学院
滨州市技术学院
滨州职业学院
长春职业技术学院
常熟理工学院
重庆工贸职业技术学院
重庆三峡职业技术学院
东营职业技术学院
福建华南女子职业学院
福建宁德职业技术学院
广东农工商职业技术学院
广东轻工职业技术学院
广西农业职业技术学院
广西职业技术学院
广州城市职业学院
海南职业技术学院
河北交通职业技术学院
河南工贸职业技术学院
河南农业职业技术学院
河南濮阳职业技术学院
河南商业高等专科学校
河南质量工程职业学院
黑龙江农业职业技术学院
黑龙江畜牧兽医职业学院
呼和浩特职业学院
湖北大学知行学院
湖北轻工职业技术学院
黄河水利职业技术学院
济宁职业技术学院
嘉兴职业技术学院
江苏财经职业技术学院
江苏农林职业技术学院
江苏食品职业技术学院

江苏畜牧兽医职业技术学院
江西工业贸易职业技术学院
焦作大学
荆楚理工学院
景德镇高等专科学校
开封大学
漯河医学高等专科学校
漯河职业技术学院
南阳理工学院
内江职业技术学院
内蒙古大学
内蒙古化工职业学院
内蒙古农业大学职业技术学院
内蒙古商贸职业技术学院
平顶山职业技术学院
日照职业技术学院
陕西宝鸡职业技术学院
商丘职业技术学院
深圳职业技术学院
沈阳师范大学
双汇实业集团有限责任公司
苏州农业职业技术学院
天津职业大学
武汉生物工程学院
襄樊职业技术学院
信阳农业高等专科学校
杨凌职业技术学院
永城职业学院
漳州职业技术学院
浙江经贸职业技术学院
郑州牧业工程高等专科学校
郑州轻工职业学院
中国神马集团
中州大学

《仪器分析》编写人员

主 编 丁明洁 (漯河职业技术学院)
副主编 包志华 (内蒙古商贸职业技术学院)
席会平 (河南质量工程职业学院)

参编人员 (按姓氏汉语拼音排序)
包志华 (内蒙古商贸职业技术学院)
丁明洁 (漯河职业技术学院)
刘丹赤 (日照职业技术学院)
席会平 (河南质量工程职业学院)
张东军 (漯河职业技术学院)
张继南 (济宁职业技术学院)
张俐勤 (嘉兴职业技术学院)
赵书伟 (中国神马集团)

主 审 张春晖 (河南双汇集团)

序

作为高等教育发展中的一个类型,近年来我国的高职高专教育蓬勃发展,“十五”期间是其跨越式发展阶段,高职高专教育的规模空前壮大,专业建设、改革和发展思路进一步明晰,教育研究和教学实践都取得了丰硕成果。各级教育主管部门、高职高专院校以及各类出版社对高职高专教材建设给予了较大的支持和投入,出版了一些特色教材,但由于整个高职高专教育改革尚处于探索阶段,故而“十五”期间出版的一些教材难免存在一定程度的不足。课程改革和教材建设的相对滞后也导致目前的人才培养效果与市场需求之间还存在着一定的偏差。为适应高职高专教学的发展,在总结“十五”期间高职高专教学改革成果的基础上,组织编写一批突出高职高专教育特色,以培养适应行业需要的高级技能型人才为目标的高质量教材不仅十分必要,而且十分迫切。

教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)中提出将重点建设好3000种左右国家规划教材,号召教师与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材。“十一五”期间,教育部将深化教学内容和课程体系改革、全面提高高等职业教育教学质量作为工作重点,从培养目标、专业改革与建设、人才培养模式、实训基地建设、教学团队建设、教学质量保障体系、领导管理规范化等多方面对高等职业教育提出新的要求。这对于教材建设既是机遇,又是挑战,每一个与高职高专教育相关的部门和个人都有责任、有义务为高职高专教材建设做出贡献。

化学工业出版社为中央级综合科技出版社,是国家规划教材的重要出版基地,为我国高等教育的发展做出了积极贡献,被新闻出版总署领导评价为“导向正确、管理规范、特色鲜明、效益良好的模范出版社”,最近荣获首届中国出版政府奖——先进出版单位奖。依照教育部的部署和要求,2006年化学工业出版社在“教育部高等学校高职高专食品类专业教学指导委员会”的指导下,邀请开设食品类专业的60余家高职高专骨干院校和食品相关行业企业作为教材建设单位,共同研讨开发食品类高职高专“十一五”规划教材,成立了“高职高专食品类‘十一五’规划教材建设委员会”和“高职高专食品类‘十一五’规划教材编审委员会”,拟在“十一五”期间组织相关院校的一线教师和相关企业的技术人员,在深入调研、整体规划的基础上,编写出版一套食品类相关专业基础课、专业课及专业相关外延课程教材——“高职高专‘十一五’规划教材★食品类系列”。该批教材将涵盖各类高职高专院校的食品加工、食品营养与检测和食品生物技术等专业开设的课程,从而形成优化配套的高职高专教材体系。目前,该套教材的首批编写计划已顺利实施,首批60余本教材将于2008年陆续出版。

该套教材的建设贯彻了以应用性职业岗位需求为中心,以素质教育、创新教育为基础,以学生能力培养为本位的教育理念;教材编写中突出了理论知识“必需”、“够用”、“管用”的原则;体现了以职业需求为导向的原则;坚持了以职业能力培养为主线的原则;体现了以常规技术为基础、关键技术为重点、先进技术为导向的与时俱进的原则。整套教材具有较好的系统性和规划性。此套教材汇集众多食品类高职高专院校教师的教学经验和教改成果,又得到了相关行业企业专家的指导和积极参与,相信它的出版不仅能较好地满足高职高专食品类专业的教学需求,而且对促进高职高专课程建设与改革、提高教学质量也将起到积极的推

动作用。希望每一位与高职高专食品类专业教育相关的教师和行业技术人员,都能关注、参与此套教材的建设,并提出宝贵的意见和建议。毕竟,为高职高专食品类专业教育服务,共同开发、建设出一套优质教材是我们应尽的责任和义务。

前言

本书根据高等职业技术教育的教学要求和课程标准,结合食品、生物、化工等行业生产发展和科研中对仪器分析技术的需要,在总结多年教学教改经验和综合仪器分析技术新发展的基础上编写而成。

本书的编写立足于高等职业技术教育分析与检测类专业高素质分析检测人才的培养目标,充分体现以能力培养为本的职教特色,本着“理论够用管用、突出实践应用、强化能力培养”的指导思想,教材内容的整体构思是降低理论深度、增大内容容量、强化实验与应用技术,尽力做到选材面广、内容新颖实用和知识体系的完整,以供有关教学单位根据各自的教学条件和实际需要进行选用。为拓宽学生的知识面、增加课程的趣味性和前瞻性,选编了与内容相关的前沿性阅读材料。

本书集理论教学与实验教学为一体,除绪论外共分十二章。为了保证知识逻辑体系的严密性,便于教学者和学习者梳理思路,本书围绕着电化学分析法、色谱分析法、光分析法和其他分析法四个核心进行内容编排。为了使教材内容精练实用,对前三类分析方法分别设引论一章,讲述同类分析方法中的共性问题,以明晰同类仪器分析方法之间的逻辑联系,避免各章节内容上的重复,达到举一反三的效果。本书以食品分析与检测为主要目的,结合化工、生物等同类行业的生产需要,以电位与电导分析法、气相色谱分析法、高效液相色谱法、紫外-可见分光光度法、原子吸收分光光度法、红外光谱法为重点,系统地讲述了包括电解与库仑分析法、质谱法、核磁共振光谱法和仪器联用分析技术等各类仪器分析方法的原理、仪器结构及其使用与维护、实验分析技术及其在生产实践中的应用,旨在使学习者具备选择和运用仪器分析方法的综合应用能力,同时培养学生的创新思维和能力。为了便于学习和复习,每章前面都有学习要点,后面附有思考与练习题。为了突出职教特色,强化学生实践实验能力的培养,本书针对仪器分析在食品、化工及生物等方面的应用,每一重点分析方法都配套编设了典型实验。

随着工农业生产和科学技术的发展,各种仪器分析技术已由过去主要作为科研的手段,逐渐成为目前广泛应用于食品、生物、化工、环境、医药、材料等各类行业的生产过程监测及产品分析的基本方法,也因此成为各类相关专业的技术基础课。本书为高职高专“十一五”规划教材★食品类系列,可供高职高专食品类各专业及相关专业如生物技术、化工、环境、医药、材料等专业教学选用,也可作为相关行业分析与检测工作人员的参考书。

本书由丁明洁主编,包志华和席会平任副主编,全书由丁明洁统稿。第一章、第三章由包志华编写,第二章由张继南编写,第四章由张俐勤和赵书伟编写;第五章由张俐勤编写,第六章由张东军编写,第七章、第十章由丁明洁编写,第八章由刘丹赤编写,第九章由席会平编写,第十一章由席会平和张东军编写,绪论和第十二章由赵书伟编写。全书由张春晖博士主审,并提出了许多宝贵的意见和建议,在此深表谢意。本书的编写和出版得到了漯河医学高等专科学校石晓老师和漯河职业技术学院陈新华老师、孟宏昌老师、陈思顺老师,以及化学工业出版社的大力支持,在此特别致谢。本书在编写过程中参考和引用的文献均一一列

目 录

绪 论	1	三、仪器分析的发展趋势	2
一、仪器分析的内容和任务	1	四、本课程的学习方法	2
二、仪器分析的产生和发展	1		4
第一章 电化学分析法引论		一、化学电池	5
第一节 电化学分析法概述	4	二、电极电位	7
一、电化学分析法及其特点	4	三、液接电位与盐桥	9
二、电化学分析法的分类	4	四、常用电极	9
三、电化学分析法的共性	5	思考与练习题	17
四、电化学分析法的应用领域	5		18
第二节 化学电池与电极电位	5	三、电位滴定装置	32
第二章 电位分析法		四、电位滴定法计算示例	33
第一节 电位分析法概述	18	第四节 实验项目	35
一、电位分析法的原理	18	实验一 直接电位法测定水溶液的	
二、电位分析法的分类	18	pH	35
三、电位分析法的装置	19	实验二 直接电位法测定天然水中的	
第二节 直接电位法	22	F ⁻	37
一、直接电位法测定溶液 pH	22	实验三 电位法测定蜂蜜及葡萄糖中还原	
二、直接电位法测定离子活度	25	糖的含量	39
三、影响电位测定准确性的因素	28	实验四 乙酸的电位滴定分析及其离解	
四、直接电位法的应用	29	常数的测定	40
第三节 电位滴定法	30	思考与练习题	42
一、电位滴定法原理	30		44
二、电位滴定终点的确定	30	中的含碳量	53
第三章 电解与库仑分析法		【阅读材料二】 应用库仑滴定法对大气	
第一节 电解分析法	44	污染进行连续监测	54
一、电解分析法基本原理	44	第三节 实验项目	55
二、电解法分离原理	47	实验一 库仑滴定法测定砷的含量	55
三、电解分析法装置简介	48	实验二 库仑滴定法测定硫代硫酸钠的	
第二节 库仑分析法	50	浓度	57
一、库仑分析法原理	50	思考与练习题	58
二、库仑分析法类型及装置	50		59
三、库仑计	52	三、色谱法分离过程	60
【阅读材料一】 应用库仑滴定法自动测定钢铁		四、色谱法的特点	61
第四章 色谱分析法引论		第二节 色谱法基本术语	61
第一节 概述	59		
一、色谱分析法的基本原理	59		
二、色谱法的分类	59		

一、色谱流出曲线	61	二、速率理论	64
二、色谱参数和术语	61	【阅读材料一】 色谱发展简史	65
第三节 色谱分析法基本理论	64	【阅读材料二】 人体气味的色谱分析	65
一、塔板理论	64	思考与练习题	66
第五章 气相色谱法	67		
第一节 气相色谱仪	67	二、气相色谱定性和定量分析	81
一、气相色谱仪概述	67	【阅读材料】 毛细管色谱法简介	86
二、气相色谱仪主要部件	68	第四节 实验项目	87
三、常见气相色谱仪的使用和维护	74	实验一 气相色谱仪的使用	87
第二节 气相色谱固定相及其选择	76	实验二 气相色谱内标法分析白酒中的	
一、气-固色谱固定相	76	杂质	88
二、气-液色谱固定相	77	实验三 食品中的苯甲酸和山梨酸测定	
第三节 实验技术	79		89
一、色谱实验条件选择	79	思考与练习题	91
第六章 高效液相色谱仪	93		
第一节 高效液相色谱法概述	93	一、溶剂的纯化技术	104
一、高效液相色谱法的特点	93	二、分离类型的选择	105
二、高效液相色谱法和气相色谱法的		三、色谱柱的日常维护	105
比较	93	四、定性与定量分析技术	106
三、高效液相色谱法的主要类型及分离		【阅读材料】 高效液相色谱法在食品分析中	
原理	94	的应用	106
第二节 高效液相色谱仪	95	第五节 实验项目	110
一、高效液相色谱法的分析流程	95	实验一 混合维生素 E 的正相 HPLC	
二、高效液相色谱仪的基本构造	95	分析条件的选择	110
三、高效液相色谱仪的使用与维护	99	实验二 果汁中有机酸的分析	112
第三节 高效液相色谱固定相与流动相	101	实验三 中药川芎提取液的分离与川	
一、固定相	101	芎嗪的定量分析	113
二、流动相	102	思考与练习题	114
第四节 实验技术	104		
第七章 光分析法引论	116	四、光分析法分类及特点	120
第一节 光分析法的基本原理	116	第二节 光谱分析法仪器	122
一、光	116	一、光谱分析法仪器的基本工作流程	122
二、分子(原子)的能级、能级跃迁与		二、光谱分析法仪器的基本元件	122
光谱分析法	117	思考与练习题	127
三、光的折射、反射、衍射等与非光谱			
分析法	119		
第八章 紫外-可见分光光度法	128		
第一节 紫外-可见分光光度法的基本		第二节 紫外-可见分光光度计	130
原理	128	一、仪器的基本组成部件	130
一、物质对光的选择性吸收	128	二、紫外-可见分光光度计的类型及	
二、偏离朗伯-比耳定律的因素	129	特点	131
三、紫外-可见分光光度法的分类及		三、分光光度计的检验	132
特点	129	四、常见紫外-可见分光光度计的使用与	

维护	133	【阅读材料】 紫外及可见光分析法的	
第三节 可见分光光度法实验技术	136	发展	149
一、显色反应和显色剂	136	第五节 实验项目	150
二、显色条件的选择	137	实验一 邻二氮杂菲分光光度法	
三、测量条件的选择	139	测定铁	150
四、定量分析方法	140	实验二 苯及其衍生物的紫外吸收光谱的	
五、分析误差	142	测绘	152
六、可见分光光度法的应用	143	实验三 紫外分光光度法测定饮料中的防	
第四节 紫外分光光度法	145	腐剂	154
一、紫外分光光度法的原理	145	实验四 分光光度法同时测定维生素 C 和	
二、常见有机化合物紫外吸收光谱	147	维生素 E	156
三、紫外吸收光谱的应用	148	思考与练习题	157
第九章 原子吸收分光光度法	158		
第一节 原子吸收分光光度法的基本		二、测定条件的选择	171
原理	158	三、干扰及其消除技术	172
一、概述	158	四、定量分析方法	173
二、原子吸收线的谱线轮廓与谱线		五、应用方法	174
变宽	159	【阅读材料一】 原子吸收分光光度计发展	
三、积分吸收与峰值吸收	160	简史	175
四、基态原子数与原子化温度	161	【阅读材料二】 原子发射光谱法简介	176
五、定量分析的依据	162	第四节 实验项目	179
第二节 原子吸收分光光度计	162	实验一 食品中铜含量的测定——火焰	
一、原子吸收分光光度计的结构及其主要		原子吸收分光光度法	179
部件	162	实验二 蒸馏酒中铅含量的测定——石墨	
二、原子吸收分光光度计的使用	164	炉原子吸收分光光度法	180
三、原子吸收分光光度计的维护和		实验三 罐装果汁饮料中锡含量的测定——	
保养	169	火焰原子吸收分光光度法	182
第三节 原子吸收分析法实验技术	170	思考与练习题	183
一、试样的制备和预处理	170		
第十章 红外光谱法	184		
第一节 红外光谱法基本原理	184	三、红外光谱仪的日常维护	195
一、分子吸收红外光的条件	184	第四节 红外光谱法实验技术	196
二、分子的振动形式	185	一、试样装置	196
三、吸收峰的种类	186	二、样品制备技术	197
四、吸收峰的强度	186	三、分析方法	200
五、红外光谱图的用途及特点	186	【阅读材料一】 红外光谱法在食品分析检测	
第二节 红外光谱图	187	中的应用	202
一、红外光谱图的六个波段	187	【阅读材料二】 拉曼光谱法简介	204
二、常见化合物及其官能团的特征		第五节 实验项目	206
吸收峰	189	实验一 苯甲酸钠的红外吸收光谱	
三、红外光谱图的解析	190	测定	206
第三节 红外光谱仪的使用和维护	193	实验二 奶粉中苯甲酸钠的含量测定	208
一、常用红外光谱仪的类型与特点	193	实验三 二甲苯的红外光谱图	209
二、红外光谱仪的使用	194	思考与练习题	210

第十一章 核磁共振波谱法简介	213
第一节 核磁共振基本原理	213
一、核磁共振的产生	213
二、化学位移	214
三、自旋偶合与自旋裂分	215
四、 ^{13}C 核磁共振波谱简介	216
第二节 谱图解析与化合物结构的确定	217
第三节 核磁共振在食品中的应用	219
第十二章 质谱分析法及仪器联用技术简介	222
第一节 质谱法简介	223
一、质谱法基本知识	223
二、质谱解析	227
第二节 气相色谱-质谱联用技术	231
一、GC-MS 联用系统	231
二、GC-MS 联用仪的主要技术问题	232
三、实验技术	233
四、气相色谱-质谱联用技术的应用	234
第三节 液相色谱-质谱联用分析技术	235
参考文献	238
一、NMR 技术应用于水分的分析	219
二、NMR 技术应用于糖的分析测定	219
三、NMR 技术应用于淀粉结构和性质的分析	219
四、NMR 在乳品中的应用	220
五、NMR 在测定油脂氧化稳定性中的应用	221
一、液相色谱-质谱联用的接口	235
二、液相色谱-质谱联用技术的应用	236
第四节 气相色谱-傅里叶变换红外光谱联用技术	236
一、气相色谱-傅里叶变换红外光谱联用系统	236
二、气相色谱-傅里叶变换红外光谱联用的接口	237
思考与练习题	237

绪 论

一、仪器分析的内容和任务

仪器分析和化学分析是分析化学的两大分支。仪器分析又称为现代分析化学，是以测量物质的物理和物理化学性质为基础的分析方法，由于这类方法通常要使用较特殊的仪器而得名。

仪器分析内容繁多、各成体系，根据分析原理将仪器分析方法分为四大类：电化学分析法、光分析法、色谱分析法、其他分析法，每类方法又包含多种具体的分析方法，如表 1 所示。

表 1 仪器分析法分类

方法分类	分析原理	分析方法
电化学分析法	利用物质溶液的电化学性质如电位、电导、电流、电量、电流-电压特性等，与物质浓度之间的定量关系进行定量分析	电位分析法、电导分析法、电解分析法、库仑分析法、极谱分析法、伏安法
色谱分析法	利用混合物各组分与互不相溶的两相之间的相互作用（如吸附、溶解、离子交换、尺寸排阻等），使各组分在两相间经过连续多次的分配平衡而最终实现分离与分析	气相色谱法、液相色谱法、离子色谱法、排阻色谱法、电泳色谱法、萃取色谱法、亲和色谱法
光分析法	利用物质的分子或原子与光的相互作用特性（如吸收、发射、散射、干涉、衍射等）与物质的结构和组成的关系进行定性分析及定量检测	原子吸收光谱法、原子发射光谱法、红外光谱法、紫外-可见光吸收光谱法、核磁共振波谱法、荧光光谱法、浊度法、拉曼光谱法、电子衍射法、X 射线衍射法
其他分析法		质谱法、热分析法

各种分析方法各有其特点和内在规律，适用于不同的情况。本书结合食品、生物、化工等生产和科研中对仪器分析技术的要求，以电位分析法、气相色谱分析法、紫外-可见分光光度法、原子吸收分光光度法、红外光谱法为重点，系统地讲述包括库仑分析法、高效液相色谱法、离子色谱法、质谱法、核磁共振光谱法和仪器联用分析技术等各类仪器分析方法的原理、仪器结构与使用技术、实验分析技术及其在食品分析与检测中的应用，旨在使学习者具备选择和运用分析方法的综合应用能力，同时培养同学们的创新思维方式和能力。

二、仪器分析的产生和发展

仪器分析是伴随着分析化学的发展而产生和发展起来的。

在 20 世纪初，物理化学的发展和定量分析系统的建立，使化学分析从一门技术发展成为一个学科——分析化学，这是分析化学发展的第一次飞跃。直到 20 世纪 40 年代前，分析化学的主要内容就是化学分析。这一时期化学分析在分析化学中占主导地位，仪器分析种类少而精度低。随着工农业生产和新兴科学技术的发展，越来越多的问题通过化学分析不能解决，例如：工农业生产和科学实验过程的快速与实时检测、微量及痕量组分或元素的分析、化合物的结构鉴定等。

为适应社会发展的迫切需要，随着物理学、电子技术、精密仪器制造技术的发展，仪器分析逐渐产生。20 世纪 40 年代后是仪器分析的大发展时期。例如：Bloch 和 Purcell 建立了核磁共振测定方法（1952 年诺贝尔化学奖）；Martin 和 Synge 建立了气相色谱分析法（1952 年诺贝尔化学奖）；Heyrovsky 建立了极谱分析法（1959 年诺贝尔化学奖）。仪器分析的发

展引发了分析化学的第二次变革,分析化学的内涵由单一的化学分析扩展为化学分析和仪器分析二者并重的局面,但这一时期仪器分析的自动化程度较低。

20 世纪 80 年代至今,以计算机应用为主要标志的信息时代的来临,给仪器分析技术带来了巨大的活力,分析化学正处在第三次变革时期。这一时期,各种仪器分析方法不断改进,新的分析技术和仪器不断出现。化学计量学和化学信息学的建立,利用数学、统计学的方法设计选择最佳分析条件,获得最大限度的化学信息,并实现化学信息处理、查询、挖掘、优化等;计算机控制的数据采集、分析与处理,实现了分析过程的快速、实时、连续化和智能化。至今,分析化学已发展到分析科学阶段,分析化学正在成长为一门建立在化学、化学计量学、化学信息学、物理学、电子技术、数学、计算机科学、精密仪器制造科学等学科上的综合性学科。

随着工农业生产和科学技术的发展,各种仪器分析技术的应用越来越广泛,常用仪器分析的一些基本原理和实验技术是必须要掌握的基础知识和基本技能,仪器分析已成为化学化工、食品工程、生物技术、生命科学、环境技术等类专业的重要专业基础课。

三、仪器分析的发展趋势

现代科学技术的发展、生产的需要和人民生活水平的提高对仪器分析技术提出了新的要求。为了适应这些要求,仪器分析也将出现如下趋势。

① 方法创新。进一步提高仪器分析方法的灵敏度、选择性和准确度,各种选择性检测技术和多组分同时分析技术等是当前仪器分析研究的重要课题。

② 分析仪器的智能化。计算机在仪器分析中不仅只负责运算分析结果,而且可以储存分析方法和标准数据,控制仪器的操作,实现分析操作的自动化和智能化。

③ 新型动态检测和非破坏性分析。运用先进的技术和分析原理,研究并建立有效而实用的实时、在线和高灵敏度、高选择性的新型动态分析检测和非破坏性分析,是仪器分析发展的一个主流。目前,多种生物传感器如酶传感器、免疫传感器、DNA 传感器、细胞传感器等不断涌现,为活体分析带来了机遇。

④ 仪器联用技术。仪器分析联用技术已成为当前仪器分析的主流方向之一,多种分析方法的联用可以使每种方法的优点得以发挥,而缺点得以补救。

⑤ 扩展时空多维信息。现代仪器分析的发展已不仅局限于将待测组分分离出来进行分析和测量。随着人们对客观物质认识的深入,某些过去不熟悉的领域,如多维、不稳态、边界条件等,也逐渐提到日程上来,现代核磁共振光谱、质谱、红外光谱等分析法可提供有机物分子的精细结构、空间构型及瞬态变化等信息,为人们对化学反应历程及生命过程的认识提供了重要的基础。

总之,仪器分析正向着快速、准确、自动、灵敏及适应特殊分析的方向快速发展。

四、本课程的学习方法

仪器分析课程由于仪器分析方法繁多,又各有特点,在学习过程中必须有正确的学习方法,归纳如下。

(1) 抓住重点 各种仪器分析方法尽管千差万别,但其知识体系的主线是一致的,都是沿着方法原理、仪器结构及使用、实验分析与应用技术的主线展开的。高职的学习重在应用,应在理解各种分析方法基本原理、了解仪器结构的基础上,抓住其实验分析与应用技术的重点。

(2) 归纳共性与个性 四大类分析方法又都包含多种分析方法,每一类方法都有共同的特点,其中的各种分析方法又有区别,学习仪器分析必须把握好共性和个性的关系,达到事

半功倍的效果。如色谱法，其共性是都用于复杂混合物的分离分析，都是基于混合物各组分与色谱的两相的相互作用差异来进行分离的。其个性则表现在不同色谱法的流动相、固定相不同，适用的混合物体系不同。为了方便学习和总结，同时避免学习各种分析方法时的重复，本书分别设了电化学分析法引论、色谱分析法引论和光分析法引论，讲述三大类分析方法中的共性问题。而各种具体分析方法的个性特点则在具体章节详细讲述。

(3) 处理好整体与局部 本书讲述各种分析仪器的思路，都是首先介绍仪器结构组成，然后沿着分析的流程，重点讲述关键部件的结构和工作原理。学生在学习过程中也应注意把握好整体和局部的关系，有助于对仪器的使用维护方法及实验技术的理解和掌握。

第一章 绪论

第一节 绪论

分析化学是研究物质组成、含量、形态、存在形式、分布、变化规律等的一门科学。分析化学是化学的一个重要分支，是化学与物理、生物、医学、环境、材料、能源、信息、食品、农业、工业、国防、航天、海洋、地球、宇宙、生命科学等学科交叉的产物。分析化学是化学与物理、生物、医学、环境、材料、能源、信息、食品、农业、工业、国防、航天、海洋、地球、宇宙、生命科学等学科交叉的产物。分析化学是化学与物理、生物、医学、环境、材料、能源、信息、食品、农业、工业、国防、航天、海洋、地球、宇宙、生命科学等学科交叉的产物。

分析化学是研究物质组成、含量、形态、存在形式、分布、变化规律等的一门科学。分析化学是化学的一个重要分支，是化学与物理、生物、医学、环境、材料、能源、信息、食品、农业、工业、国防、航天、海洋、地球、宇宙、生命科学等学科交叉的产物。分析化学是化学与物理、生物、医学、环境、材料、能源、信息、食品、农业、工业、国防、航天、海洋、地球、宇宙、生命科学等学科交叉的产物。分析化学是化学与物理、生物、医学、环境、材料、能源、信息、食品、农业、工业、国防、航天、海洋、地球、宇宙、生命科学等学科交叉的产物。

第二节 绪论

分析化学是研究物质组成、含量、形态、存在形式、分布、变化规律等的一门科学。分析化学是化学的一个重要分支，是化学与物理、生物、医学、环境、材料、能源、信息、食品、农业、工业、国防、航天、海洋、地球、宇宙、生命科学等学科交叉的产物。分析化学是化学与物理、生物、医学、环境、材料、能源、信息、食品、农业、工业、国防、航天、海洋、地球、宇宙、生命科学等学科交叉的产物。分析化学是化学与物理、生物、医学、环境、材料、能源、信息、食品、农业、工业、国防、航天、海洋、地球、宇宙、生命科学等学科交叉的产物。