



普通高等教育“十二五”部委级规划教材（高职高专）

# 化学分析

HUAXUE FENXI  
JISHU

# 技术

◎ 尚华 主编 王闯 主审






普通高等教育“十二五”部委级规划教材(高职高专)

# 化学分析技术

尚 华 主编

王 闯 主审

 中国纺织出版社

## 内 容 提 要

本教材依据应用化工技术专业人才培养方案对化学分析技术课程的要求,结合“化学检验工”国家职业标准,以该工种职业核心能力培养为目标,引入任务驱动教学模式,选择具有代表性、可操作性的工作任务,分析完成任务需要的基本方法和所需要掌握的基础知识,突出完成任务的过程、步骤和工作技能。考虑到分析检验工作的岗位要求,本教材共分为九个学习情境,即化学分析实验基础知识、定量分析误差及数据处理、滴定分析概论、酸碱滴定法、络合滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法、重量分析法和定量分析法的一般步骤。

本教材内容新颖、易教易学,尤其适合学生课后自学、自查。

本教材可作为高等职业院校化工、材料、石油、煤炭、食品、环保、医药等相关专业的教学用书,也可作为分析检验工作者的参考资料。

### 图书在版编目(CIP)数据

化学分析技术/尚华主编. —北京:中国纺织出版社,2013.8  
普通高等教育“十二五”部委级规划教材. 高职高专  
ISBN 978-7-5064-9876-0

I. ①化… II. ①尚… III. ①化学分析—高等职业教育—教材 IV. ①O652

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 153347 号

---

策划编辑:朱萍萍 范雨昕 责任编辑:范雨昕 责任校对:王花妮  
责任设计:何建 责任印制:何艳

---

中国纺织出版社出版发行  
地址:北京朝阳区百子湾东里 A407 号楼 邮政编码:100124  
邮购电话:010-67004461 传真:010-87155801  
<http://www.c-textilep.com>  
E-mail:faxing@c-textilep.com  
北京通天印刷有限责任公司印刷  
各地新华书店经销  
2013 年 8 月第 1 版第 1 次印刷  
开本:787×1092 1/16 印张:21  
字数:440 千字 定价:45.00 元

---

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

# 前言

化学分析技术是高职应用化工技术专业及相关专业的核心课程之一,也是高职应用化工技术专业及相关专业的职业技术核心课程之一。

本教材是在我院应用化工技术专业确定为中央财政支持高等职业院校提升专业服务产业发展能力建设项目的背景下编写的,也是2011年度陕西省高等职业教育教学改革研究项目“基于岗位职业标准的分析化学课程改革与实践”的阶段性成果,是针对化工及相关企业对分析检验岗位高级技术技能人才的需求,结合全国高职“化学检验工”技能大赛及学生“化学检验工”中、高级工的考证要求,按国家标准编写的任务驱动型教材。

根据化学分析工作任务,本教材共分为九个学习情境,包括化学分析实验基础知识、定量分析误差及数据处理、滴定分析概论、酸碱滴定法、络合滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法、重量分析法和定量分析法的一般步骤。本教材具有以下特点:

(1)情境设计,任务驱动。本教材是课程改革的最新成果,将每个学习情境都设计成几个工作任务,在学习开始阶段,先对学生下达“任务书”,使学生明确要完成的任务及完成该任务需具备的操作能力和知识能力,以任务驱动法激发学生学习的主动性和求知欲。

(2)教、学、做一体化。以典型工作任务为载体,融知识与能力于一体,避免理论知识与操作技能脱节的现象,每个任务可操作性强,教学活动在实验室完成,较好地实现了教、学、做合一。

(3)注重应用,突出技能训练。充分体现高职教育教学特色,本着理论知识“必须”、“够用”为度的原则,突出职业能力的培养,树立理论知识学习旨在获取职业能力的理念,紧紧围绕工作任务的完成,以理论知识为指导,加强技能训练,增强学习的针对性。

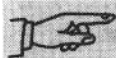
(4)循序渐进,符合认知规律。无论是理论知识还是操作技能训练,均由浅入深、由简单到复杂,便于学生理解并掌握。

(5)项目导向,提升技术应用能力。每个情境后都配有“能力测评与提升”训练项目,学生通过这一项目的自我检验训练,其技术应用能力可潜移默化地得以提升。

本教材由陕西工业职业技术学院尚华教授主编、刘迪博士参编,具体分工如下:尚华教授编写学习情境一、二、三、四、五、六;刘迪博士编写学习情境七、八、九及附录。全书由尚华教授负责拟定编写提纲,并做最后的统稿和修改定稿工作。

本教材在编写过程中,陕西铁路工程职业技术学院王闯博士在百忙之中进行了认真的审阅,提出了许多宝贵意见,为本书增色不少,也使作者受益匪浅。在此,作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,恳请使用本书的各校师生和读者批评斧正,谨此致谢!



## 课程设置指导

**课程名称** 化学分析技术  
**适用专业** 应用化工技术及相关专业  
**总学时** 96

**课程性质** 化学分析技术是应用化工技术及相关专业学生必修的一门专业核心课程和职业技术核心课程。是在学习无机化学、有机化学的基础上开设的,为后续工业分析、石油产品分析、煤质分析等课程的学习奠定良好的理论基础和实验操作基础。

### 课程目的

- (一) 初步学会用标准溶液测定未知物含量和用指示剂指示终点的方法;
- (二) 学会数据的采集方法(正确、及时、准确、如实记录的习惯);
- (三) 学会分析结果的计算和编写报告的方法;
- (四) 掌握化学分析常用仪器的正确使用方法;
- (五) 掌握四大滴定原理测未知物含量的方法。规范个人书面表达能力。

### 课程教学基本要求

本课程实施理实一体化教学模式,整个教学过程全部在实验室进行。教学环节包括布置任务、分组讨论、任务实施、过程评价、总结提升,重点培养学生对化学分析理论知识的理解和应用能力的掌握。

(一) 课堂教学:采用任务驱动教学法。通过启发、引导,任务设计、示范等多种方式进行教学,引导学生分析不同检验方法在化工生产实际中的利弊,及时补充最新的化学检验方法及化工企业的最新发展动态。

(二) 课外作业:每个情境后附有测评与提升题,供学生课后自学、自检、自评。

(三) 考核:采用过程评价(对每次完成任务情况进行评价)与期末考核相结合。期末考核形式根据情况采用开卷、闭卷笔试等方式。



## 课程设置指导

教学环节学时分配表

章 数	讲 授 内 容	学时分配
学习情境一	化学分析实验基础知识	6
学习情境二	定量分析误差及数据处理	6
学习情境三	滴定分析概论	8
学习情境四	酸碱滴定法	16
学习情境五	络合滴定法	16
学习情境六	氧化还原滴定法	16
学习情境七	沉淀滴定法	10
学习情境八	重量分析法	8
学习情境九	定量分析法的一般步骤	10
合 计		96

# 目录

学习情境一 化学分析实验基础知识 .....	1
任务一 认识化学分析实验室 .....	1
能力目标 .....	1
知识目标 .....	1
教、学、做说明 .....	1
工作准备 .....	1
工作过程 .....	1
相关知识 .....	2
一、化学分析实验目的及要求 .....	2
二、实验室基本安全知识 .....	3
三、分析用水一般知识 .....	7
四、化学试剂的规格及分类 .....	8
五、分析人员的环保意识 .....	10
任务二 分析天平及其操作 .....	12
能力目标 .....	12
知识目标 .....	12
教、学、做说明 .....	12
工作准备 .....	12
工作过程 .....	12
数据记录 .....	13
注意事项 .....	13
相关知识 .....	14
一、分析天平的分类 .....	14
二、双盘全机械加码电光天平的结构及操作技术 .....	15
三、电子天平的结构及操作技术 .....	17
任务三 化学分析常用玻璃器皿的洗涤及操作 .....	21
能力目标 .....	21
知识目标 .....	21
教、学、做说明 .....	22
工作准备 .....	22

工作步骤·····	22
相关知识·····	23
一、玻璃仪器的洗涤·····	23
二、玻璃仪器的干燥·····	23
三、滴定管、容量瓶、移液管等玻璃仪器的操作技术·····	23
任务四 滴定分析仪器的校准·····	29
能力目标·····	29
知识目标·····	29
教、学、做说明·····	29
工作准备·····	29
工作步骤·····	29
相关知识·····	30
一、容量仪器的允差·····	30
二、容量仪器的校准方法·····	30
三、溶液体积的校准·····	33
任务五 实验报告的书写及实验结果的表述·····	35
能力目标·····	35
知识目标·····	35
教、学、做说明·····	35
相关知识·····	35
一、实验数据的记录·····	35
二、实验报告的书写·····	36
三、分析结果的表述·····	36
能力测评与提升·····	38
学习情境二 定量分析误差及数据处理·····	42
任务一 认识定量分析·····	42
能力目标·····	42
知识目标·····	42
教、学、做说明·····	42
相关知识·····	42
一、分析化学的任务和作用·····	42
二、分析方法的分类·····	43
三、分析化学的发展·····	46
任务二 定量分析的误差·····	49
能力目标·····	49



知识目标	49
教、学、做说明	49
相关知识	49
一、误差的分类及其来源	49
二、误差的表示	51
三、提高分析结果的准确度的方法	57
任务三 分析结果的数据处理	58
能力目标	58
知识目标	58
教、学、做说明	58
相关知识	58
一、有效数字	59
二、分析结果的表示及数据处理	62
能力测评与提升	64
<b>学习情境三 滴定分析概论</b>	69
<b>任务一 认识滴定分析</b>	69
能力目标	69
知识目标	69
教、学、做说明	69
相关知识	69
一、滴定分析法的常用术语	70
二、滴定分析法对化学反应的要求	70
三、滴定分析法的分类	70
<b>任务二 标准溶液的配制</b>	72
能力目标	72
知识目标	72
教、学、做说明	73
工作准备	73
工作步骤	74
相关知识	76
一、标准溶液的浓度表示方法	76
二、基准物质及其条件	78
三、标准溶液的配制方法	79
<b>任务三 滴定分析结果的计算</b>	81
能力目标	81

知识目标·····	81
教、学、做说明·····	82
相关知识·····	82
一、滴定分析计算的依据·····	82
二、滴定分析计算示例·····	83
能力测评与提升·····	86
<b>学习情境四 酸碱滴定法</b> ·····	91
<b>任务一 认识酸碱溶液</b> ·····	91
能力目标·····	91
知识目标·····	91
教、学、做说明·····	91
相关知识·····	91
一、酸碱质子理论·····	91
二、酸碱溶液 pH 值的计算·····	97
三、缓冲溶液及其 pH 值的计算·····	102
<b>任务二 认识酸碱指示剂</b> ·····	105
能力目标·····	105
知识目标·····	105
教、学、做说明·····	106
工作准备·····	106
工作过程·····	106
相关知识·····	106
一、酸碱指示剂的变色原理·····	106
二、酸碱指示剂的变色范围·····	107
三、混合指示剂·····	109
四、酸碱指示剂的选择·····	110
<b>任务三 混合碱含量的测定</b> ·····	110
能力目标·····	110
知识目标·····	111
教、学、做说明·····	111
工作准备·····	111
工作过程·····	111
数据记录与处理·····	112
注意事项·····	113
相关知识·····	113

一、酸碱滴定的基本原理 .....	113
二、酸碱滴定法的应用 .....	122
任务四 食用白醋总酸度的测定 .....	127
能力目标 .....	127
知识目标 .....	128
教、学、做说明 .....	128
工作准备 .....	128
工作过程 .....	128
数据记录 .....	128
相关知识 .....	129
一、测定原理 .....	129
二、分析结果的计算 .....	129
三、注意事项 .....	130
任务五 工业硫酸纯度的测定 .....	130
能力目标 .....	130
知识目标 .....	130
教、学、做说明 .....	130
任务准备 .....	130
工作过程 .....	130
数据记录 .....	131
相关知识 .....	131
一、测定原理 .....	131
二、分析结果的计算 .....	131
三、注意事项 .....	132
能力测评与提升 .....	132
学习情境五 络合滴定法 .....	137
任务一 认识络合滴定法 .....	137
能力目标 .....	137
知识目标 .....	137
教、学、做说明 .....	137
相关知识 .....	137
一、络合滴定法概述 .....	137
二、EDTA 的络合平衡 .....	141
任务二 认识金属指示剂 .....	146
能力目标 .....	146

知识目标 .....	147
教、学、做说明 .....	147
相关知识 .....	147
一、金属指示剂的作用原理 .....	147
二、金属指示剂必须具备的条件 .....	148
三、金属指示剂的选择原则 .....	148
四、常用的金属指示剂 .....	149
五、使用指示剂可能存在的问题 .....	151
任务三 自来水硬度的测定 .....	152
能力目标 .....	152
知识目标 .....	152
教、学、做说明 .....	152
工作准备 .....	152
工作过程 .....	153
数据记录与处理 .....	154
注意事项 .....	155
相关知识 .....	156
一、络合滴定曲线 .....	156
二、单一金属离子准确滴定的条件 .....	159
三、混合离子的选择性滴定 .....	162
四、EDTA 标准溶液的配制与标定 .....	166
五、水硬度的测定 .....	167
任务四 铝盐中铝含量的测定 .....	169
能力目标 .....	169
知识目标 .....	169
教、学、做说明 .....	169
工作准备 .....	169
工作过程(置换滴定法) .....	169
数据记录与处理 .....	170
注意事项 .....	170
相关知识 .....	171
一、络合滴定的滴定方式 .....	171
二、铝盐中铝含量的测定 .....	172
三、硅酸盐物料中三氧化二铁、氧化铝、氧化钙和氧化镁的测定 .....	173
任务五 镍盐中镍含量的测定 .....	173
能力目标 .....	173

知识目标 .....	174
教、学、做说明 .....	174
工作准备 .....	174
工作过程(返滴定法) .....	174
数据记录与处理 .....	174
相关知识 .....	175
一、实验原理 .....	175
二、镍含量的计算 .....	176
能力测评与提升 .....	176
<b>学习情境六 氧化还原滴定法</b> .....	<b>182</b>
<b>任务一 认识氧化还原滴定法</b> .....	<b>182</b>
能力目标 .....	182
知识目标 .....	182
教、学、做说明 .....	182
相关知识 .....	182
一、氧化还原滴定法简介 .....	182
二、标准电极电位和条件电极电位 .....	183
三、氧化还原平衡常数 .....	186
四、氧化还原反应进行的方向及影响因素 .....	188
五、氧化还原反应的速率及其影响因素 .....	190
<b>任务二 认识氧化还原指示剂</b> .....	<b>191</b>
能力目标 .....	191
知识目标 .....	191
教、学、做说明 .....	192
相关知识 .....	192
一、氧化还原滴定中指示剂的分类 .....	192
二、氧化还原滴定中指示剂的选择 .....	193
<b>任务三 过氧化氢含量的测定</b> .....	<b>193</b>
能力目标 .....	193
知识目标 .....	194
教、学、做说明 .....	194
工作准备 .....	194
工作过程 .....	195
数据记录与处理 .....	195
注意事项 .....	197

相关知识 .....	197
一、氧化还原滴定曲线 .....	197
二、滴定突跃的讨论 .....	200
三、高锰酸钾法 .....	200
任务四 铁矿石中全铁含量的测定 .....	204
能力目标 .....	204
知识目标 .....	204
教、学、做说明 .....	204
工作准备 .....	204
工作过程 .....	204
数据记录与处理 .....	205
相关知识 .....	206
一、重铬酸钾法 .....	206
二、重铬酸钾标准溶液的制备 .....	206
三、铁矿石中全铁含量的测定 .....	207
任务五 污水中化学耗氧量的测定 .....	209
能力目标 .....	209
知识目标 .....	209
教、学、做说明 .....	209
工作准备 .....	209
工作过程 .....	210
注意事项 .....	210
数据记录 .....	210
相关知识 .....	211
一、方法概述 .....	211
二、测定原理 .....	212
三、分析结果的计算 .....	212
四、注意事项 .....	212
任务六 胆矾中 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 含量的测定 .....	213
能力目标 .....	213
知识目标 .....	213
教、学、做说明 .....	213
任务准备 .....	213
工作过程 .....	214
注意事项 .....	215
数据记录与处理 .....	215

相关知识 .....	217
一、碘量法 .....	217
二、碘量法标准溶液的配制与标定 .....	219
三、碘量法的应用及计算示例 .....	221
能力测评与提升 .....	223
<b>学习情境七 沉淀滴定法 .....</b>	<b>227</b>
<b>任务一 认识沉淀滴定法 .....</b>	<b>227</b>
能力目标 .....	227
知识目标 .....	227
教、学、做说明 .....	227
相关知识 .....	227
一、沉淀反应 .....	227
二、沉淀滴定法对沉淀反应的要求 .....	230
三、银量法简介 .....	231
<b>任务二 水中氯含量的测定 .....</b>	<b>233</b>
能力目标 .....	233
知识目标 .....	233
教、学、做说明 .....	233
工作准备 .....	233
工作过程 .....	234
数据记录与处理 .....	234
注意事项 .....	236
相关知识 .....	236
一、莫尔法的概念 .....	236
二、莫尔法的原理 .....	236
三、莫尔法的滴定条件 .....	237
四、莫尔法的应用范围 .....	238
<b>任务三 酱油中氯化钠含量测定(佛尔哈德法) .....</b>	<b>239</b>
能力目标 .....	239
知识目标 .....	239
教、学、做说明 .....	239
工作准备 .....	239
工作过程 .....	240
数据记录与处理 .....	240
注意事项 .....	242

相关知识 .....	242
一、佛尔哈德法的分类 .....	242
二、直接滴定法测定 $\text{Ag}^+$ .....	243
三、返滴定法测卤素离子 .....	243
任务四 碘化钠纯度的测定(法扬司法) .....	245
能力目标 .....	245
知识目标 .....	245
教、学、做说明 .....	245
工作准备 .....	245
工作过程 .....	246
数据记录与处理 .....	246
相关知识 .....	247
一、法扬司法测定原理 .....	247
二、法扬司法的滴定条件 .....	248
三、使用吸附指示剂应注意事项 .....	248
四、法扬司法的应用范围 .....	249
能力测评与提升 .....	249
<b>学习情境八 重量分析法</b> .....	<b>253</b>
<b>任务一 认识重量分析法</b> .....	<b>253</b>
能力目标 .....	253
知识目标 .....	253
教、学、做说明 .....	253
相关知识 .....	253
一、重量分析法 .....	253
二、沉淀重量法对沉淀的要求 .....	255
三、影响沉淀完全的因素 .....	256
四、影响沉淀纯度的因素 .....	259
五、沉淀的形成与沉淀条件的选择 .....	261
<b>任务二 重量分析法的基本操作</b> .....	<b>264</b>
能力目标 .....	264
知识目标 .....	264
教、学、做说明 .....	264
工作准备 .....	264
工作过程 .....	264
相关知识 .....	264



一、样品的称取及溶解	265
二、沉淀的产生	265
三、沉淀的过滤和洗涤	265
四、沉淀的烘干、灼烧	267
任务三 氯化钡含量的测定	269
能力目标	269
知识目标	269
教、学、做说明	270
任务准备	270
工作过程	270
数据记录与处理	270
相关知识	271
一、重量分析法应用实例	271
二、重量分析法结果计算	273
能力测评与提升	275
学习情境九 定量分析法的一般步骤	279
任务一 试样的采集与制备技术	279
能力目标	279
知识目标	279
教、学、做说明	279
工作准备	279
工作过程	279
相关知识	280
一、试样的采集和制备	280
二、试样的溶解和分解	282
任务二 水泥熟料全分析	285
能力目标	285
知识目标	285
教、学、做说明	285
工作准备	285
工作过程	286
数据记录与处理(自己设计)	287
相关知识	287
一、干扰组分的分离	287
二、测定方法的选择	293