



普通高等教育“十二五”规划教材

# 化 学 检 验

主 编 王雪平 庞宏建 魏家红  
副主编 申 森 李玉静 崔 虹



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)



普通高等教育“十二五”规划教材

# 化 学 检 验

主 编 王雪平 庞宏建 魏家红  
副主编 申 森 李玉静 崔 虹



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本书根据高职高专院校环境类专业的教学要求和“高职高专化学检验教学大纲”的要求,为了适应高职高专项目化教学的需要,针对高职院校项目化教学的特点,根据工作岗位对专业知识需求,重构以项目为载体、以行动为导向、以职业能力为目标的课程体系。将原来学科体系下的“分析化学”和“仪器分析”两门课程重构成“化学检验”课程。

本书共有 12 个项目,本着以工作过程为导向,以实训项目为载体,以产品检测任务为驱动,以能力训练带动知识的学习思路,本书设计了实验报告的编制、样品的采集与制备、用滴定分析法对物质进行测定、用重量分析法对物质进行测定、用仪器分析法对物质进行测定、按工作过程进行样品分析实训等教学项目,在项目的教学实施中,进一步分解成 22 个学习型工作任务,可操作性和工作实践性强,为学生今后的职业生涯打下坚实的基础。

本书内容简明,重点突出,实用性强,既可作为高职高专环境类、化学类、医药类专业教材,也可作为社会职业技术教育、职业培训教材,还可作为环境监测从业人员参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

化学检验 / 王雪平, 庞宏建, 魏家红主编. -- 北京  
: 中国水利水电出版社, 2012. 9  
普通高等教育“十二五”规划教材  
ISBN 978-7-5170-0162-1

I. ①化… II. ①王… ②庞… ③魏… III. ①化工产  
品—检验—高等职业教育—教材 IV. ①TQ075

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第214939号

|      |                                                                                                                                                                                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名  | 普通高等教育“十二五”规划教材<br><b>化学检验</b>                                                                                                                                                                                        |
| 作 者  | 主 编 王雪平 庞宏建 魏家红<br>副主编 申 森 李玉静 崔 虹                                                                                                                                                                                    |
| 出版发行 | 中国水利水电出版社<br>(北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038)<br>网址: <a href="http://www.waterpub.com.cn">www.waterpub.com.cn</a><br>E-mail: <a href="mailto:sales@waterpub.com.cn">sales@waterpub.com.cn</a><br>电话: (010) 68367658 (发行部) |
| 经 售  | 北京科水图书销售中心(零售)<br>电话: (010) 88383994、63202643、68545874<br>全国各地新华书店和相关出版物销售网点                                                                                                                                          |
| 排 版  | 中国水利水电出版社微机排版中心                                                                                                                                                                                                       |
| 印 刷  | 北京市北中印刷厂                                                                                                                                                                                                              |
| 规 格  | 184mm×260mm 16 开本 21 印张 498 千字                                                                                                                                                                                        |
| 版 次  | 2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷                                                                                                                                                                                     |
| 印 数  | 0001—3000 册                                                                                                                                                                                                           |
| 定 价  | <b>42.00 元</b>                                                                                                                                                                                                        |

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

# 前言

本书依据高职高专人才培养要求，通过对企业分析检验工作岗位调研，参照化学检验工国家职业标准，遵循学生的认知规律，采用项目化的教学模式编写。参照分析工作过程的特点来设计项目教学活动，采用任务驱动的形式，融“教、学、练、做”为一体，在总结多年的示范建设和教学经验的基础上编写而成的，从而达到培养学生知识、能力和职业素养的目标。

在项目设计中，以具体的典型分析项目为载体，以学生的活动为主线，强调知识的应用、学生的做事能力和学习自主性培养。按照样品采样、制样、分析测试、结果处理等分析检验工作过程，本教材设置 12 个能力培养项目，通过对 12 个项目学习，使学生学会化学检验工应具备的分析基础知识、操作技能和仪器使用方法，能独立进行样品的分析检验。每个项目内容编排上按照项目分析操作、学生提出问题、项目承载知识、相关应用等展开。项目中涉及的活动形式没有统一的标准，书中的理论知识围绕活动任务展开，可作为教师教学时的参考。

为了便于教学和学生学习，本书在每个项目前设立了项目培养目标，并在每个项目或任务后列出了一定数量的思考题或练习题。为了巩固项目学习效果，专门安排了课后的任务。

本教材由黄河水利职业技术学院王雪平、庞宏建、魏家红担任主编，王雪平编写引言及项目 4，申森、李玉静编写项目 1、项目 2、项目 3、项目 5、项目 6，魏家红编写项目 7、项目 12，庞宏建编写项目 9、项目 10，崔鹏、姬燕培、崔虹编写项目 8、项目 11。开封市环境保护监测站、平煤集团开封东大化工集团公司等单位技术人员在本书编写过程中提出了许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

由于编者对高职课程建设与改革的理解和教学经验有限，在内容的选取和任务的设计上难免存在疏漏和错误，恳请专家和读者批评指正。

编者

2012 年 7 月

## 前言

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| <b>0 引言</b>                   | 1   |
| 0.1 化学检验的工作任务和学习目标            | 1   |
| 0.2 教材的实施                     | 4   |
| <b>项目 1 实验室知识和滴定分析基本技能训练</b>  | 9   |
| 1.1 实验室安全、卫生                  | 9   |
| 1.2 实验室管理知识                   | 12  |
| 1.3 滴定分析仪器及其使用                | 15  |
| 1.4 试剂的处理与选用                  | 34  |
| <b>项目 2 实验报告的编制</b>           | 38  |
| 2.1 实验报告的编制格式及要求              | 38  |
| 2.2 分析结果的处理                   | 40  |
| <b>项目 3 样品的采集与制备</b>          | 56  |
| 3.1 水、煤、气样品的采集                | 56  |
| 3.2 样品的制备、保存与分解               | 59  |
| 3.3 样品分离方法                    | 62  |
| <b>项目 4 用滴定分析法对物质进行测定</b>     | 72  |
| 4.1 滴定分析基础知识                  | 72  |
| 4.2 混合碱的含量测定                  | 77  |
| 4.3 水中氯含量的测定                  | 88  |
| 4.4 水总硬度的测定                   | 94  |
| 4.5 工业双氧水含量测定                 | 116 |
| <b>项目 5 用重量分析法对物质进行测定</b>     | 136 |
| 5.1 工业碳酸钠中硫酸盐含量的测定知识要点        | 136 |
| 5.2 沉淀的溶解度及其影响因素              | 137 |
| 5.3 沉淀的形成                     | 144 |
| 5.4 影响沉淀纯度的因素                 | 146 |
| 5.5 沉淀条件的选择                   | 147 |
| 5.6 重量分析结果的计算                 | 148 |
| 5.7 训练项目                      | 149 |
| <b>项目 6 按工作过程进行样品分析(滴定分析)</b> | 151 |
| 6.1 工业产品碳酸钠的分析                | 151 |

|              |                                                    |            |
|--------------|----------------------------------------------------|------------|
| 6.2          | 工业碳酸钠产品质量标准 .....                                  | 152        |
| 6.3          | 标准查阅 .....                                         | 153        |
| 6.4          | 主要分析项目的基本原理 .....                                  | 153        |
| <b>项目 7</b>  | <b>紫外—可见分光光度法应用 .....</b>                          | <b>155</b> |
| 7.1          | 紫外—可见分光光度计的使用 .....                                | 155        |
| 7.2          | 二苯碳酰二肼分光光度法测定水中六价铬含量 .....                         | 166        |
| 7.3          | 分光光度法分析测试条件的选择 .....                               | 176        |
| 7.4          | 紫外光度法测定水中硝酸根离子的含量 .....                            | 185        |
| <b>项目 8</b>  | <b>原子吸收分光光度法应用 .....</b>                           | <b>193</b> |
| 8.1          | 原子吸收分光光度计的使用 .....                                 | 193        |
| 8.2          | 原子吸收光谱法工作曲线法测定水中镁 .....                            | 207        |
| 8.3          | 标准加入法测定水中微量铜 .....                                 | 210        |
| 8.4          | 饮用水中铁、锰含量的检测分析 .....                               | 215        |
| <b>项目 9</b>  | <b>电位分析法应用 .....</b>                               | <b>225</b> |
| 9.1          | 试样 pH 值的测定 .....                                   | 225        |
| 9.2          | 水源水氟离子含量的测定 .....                                  | 238        |
| 9.3          | 电位滴定法测定 $\text{Cl}^-$ 的含量 .....                    | 246        |
| 9.4          | 电导分析法简介 .....                                      | 249        |
| <b>项目 10</b> | <b>气相色谱法应用 .....</b>                               | <b>252</b> |
| 10.1         | 气相色谱仪的使用 .....                                     | 253        |
| 10.2         | 外标法测定二甲苯异构体混合物 .....                               | 260        |
| 10.3         | 标准加入法测定丙酮中微量水分 .....                               | 273        |
| 10.4         | 气相色谱分离系统与操作条件的选择 .....                             | 278        |
| 10.5         | 高效液相色谱法的基本原理 .....                                 | 285        |
| <b>项目 11</b> | <b>按工作过程进行样品分析实训——水质分析 .....</b>                   | <b>289</b> |
| 11.1         | 地下水水质分析 .....                                      | 289        |
| 11.2         | 工业废水水质分析 .....                                     | 290        |
| 11.3         | 分析资料查找 .....                                       | 290        |
| <b>项目 12</b> | <b>化学检验职业技能训练 .....</b>                            | <b>291</b> |
| 12.1         | 训练内容 .....                                         | 291        |
| 12.2         | 职业能力要求 .....                                       | 291        |
| 12.3         | 模拟试题 .....                                         | 299        |
| 附录 1         | 弱酸弱碱在水溶液中的解离常数 .....                               | 313        |
| 附录 2         | 常见难溶电解质的溶度积 $K_{\text{sp}}^{\ominus}$ (298K) ..... | 319        |
| 附录 3         | 常用缓冲溶液的 pH 值范围 .....                               | 321        |
| 附录 4         | 标准电极电势 (298K) .....                                | 322        |
| 参考文献         | .....                                              | 326        |
| 元素周期表        | .....                                              | 327        |

# 0 引 言

## 0.1 化学检验的工作任务和学习目标

### 0.1.1 工作任务及职业能力

本课程主要任务是培养生产一线的化学分析工，其工作任务包括：样品的采集；样品的制备、保存与分解；样品分析；分析结果处理。课程内容是化学检验岗位要完成的工作任务。课程通过项目化教学，培养学生学会分析方法的基本理论、分析仪器的基本构造和操作技能，能运用其知识、技能解决样品分析中的实际问题，以及积极进取、团结协作、实事求是、用心做事的工作态度。工作任务与职业能力分析表见表 0.1。

表 0.1 工作任务与职业能力分析表

| 工作领域 | 工作任务        | 职业能力                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 学习项目          |
|------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 化学检验 | 样品的采集       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能按产品标准和采样要求制订合理的采样方案；</li> <li>2. 会固、液、气体样品采集方法与应用，采样仪器的选择与使用，采样量的规定，采样记录，采集时安全知识；</li> <li>3. 会样品现场处理、运输（携带）的基本知识与操作方法</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                             | 分析样品的采集与制备    |
|      | 样品的制备、保存与分解 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 会不同形态的样品制备基本知识、操作方法及仪器使用；</li> <li>2. 会混合试样分离方法、分离操作及分离仪器使用；</li> <li>3. 会样品保存的知识与操作方法；</li> <li>4. 会试样分解的基本知识与操作方法</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                 |               |
|      | 样品分析        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能读懂滴定分析检测的方法、标准和操作规范；</li> <li>2. 能读懂检（试）验装置示意图；</li> <li>3. 会仪器的选择；</li> <li>4. 会试剂、标准溶液的配制和标定操作；</li> <li>5. 分析天平、滴定管、容量瓶、移液管等滴定分析仪器使用及校正；</li> <li>6. 称量和滴定分析操作技术；</li> <li>7. 应用滴定分析基本知识分析解决实际问题；</li> <li>8. 能讲述滴定分析的基本概念；</li> <li>9. 会标准溶液的配制、标定及浓度表示方法；</li> <li>10. 会滴定分析结果的计算；</li> <li>11. 能正确讲述酸碱滴定法、沉淀滴定法（银量法）、配位滴定法、氧化还原滴定法的基本原理和分析方法</li> </ol> | 用滴定分析法对物质进行测定 |
|      |             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能读懂分析检测的方法、标准和操作规范；</li> <li>2. 会操作使用重量分析仪器；</li> <li>3. 能应用重量分析基本知识分析解决实际问题。</li> <li>4. 能正确讲述重量分析法的原理；</li> <li>5. 会重量分析法操作步骤及结果计算</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                | 用重量分析法对物质进行测定 |



续表

| 工作领域 | 工作任务     | 职业能力                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 学习项目                 |
|------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 化学检验 | 样品分析     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能读懂分析检测的方法、标准和操作规范；</li> <li>2. 能读懂检（试）验装置示意图；</li> <li>3. 会紫外—可见分光光度计、原子吸收分光光度计、酸度计、气相色谱仪等仪器的基本调试、操作和维护；</li> <li>4. 能使用紫外—可见分光光度计、原子吸收分光光度计、酸度计、气相色谱仪等仪器分析试样的操作技术；</li> <li>5. 应用分光光度法、原子吸收分光光度法、电化学分析法、气相色谱法等基本原理分析解决实际问题；</li> <li>6. 能正确讲述紫外—可见分光光度法、原子吸收分光光度法、电化学分析法、气相色谱法等仪器分析方法的原理和分析方法，并能进行测量条件的选择</li> </ol>       | 用仪器分析法对物质进行测定        |
|      | 分析结果的处理  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 会定量分析中的误差及有效数字的运算规则；</li> <li>2. 能用 Q 检验法等对分析结果中的可疑数据进行处理；</li> <li>3. 会计算分析结果；</li> <li>4. 能校核原始记录；</li> <li>5. 能独立编写实验报告</li> </ol>                                                                                                                                                                                        | 实验报告的编制              |
|      | 实验室管理    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能正确讲述实验室基础知识、管理制度；</li> <li>2. 能讲述有关计量认证知识；</li> <li>3. 具备实验室安全、卫生、“5S”管理能力；</li> <li>4. 能进行分析天平、滴定管、容量瓶、移液管等滴定分析仪器操作和溶液配制</li> </ol>                                                                                                                                                                                        | 实验室知识和滴定分析基本技能训练     |
|      | 工业碳酸钠的分析 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能正确讲述样品分析的工作过程；</li> <li>2. 能制订分析方案；</li> <li>3. 能进行标准的查阅，各指标检测方法的选择；</li> <li>4. 能灵活应用所学知识 with 技能解决实际问题；</li> <li>5. 能综合运用所学各类分析方法、滴定分析操作技能完成相应指标的测试；</li> <li>6. 根据所选择的测试方法对工业碳酸钠等产品进行正确的预处理；</li> <li>7. 能够正确处理样品在测定过程中出现的相互干扰、误差等问题；</li> <li>8. 能进行数据处理，校核原始记录；</li> <li>9. 能正确填写实验报告，做到内容完整、表述准确、字迹（或打印）清晰</li> </ol> | 按工业过程进行样品分析实训（滴定分析法） |
|      | 水质分析     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能制订分析方案；</li> <li>2. 能进行标准的查阅，各指标检测方法的选择；</li> <li>3. 能灵活应用所学知识 with 技能解决实际问题；</li> <li>4. 能综合运用所学各类分析方法、仪器分析操作技能完成相应指标的测试；</li> <li>5. 根据所选择的测试方法对水样进行正确的预处理；</li> <li>6. 能够正确处理样品在测定过程中出现的相互干扰、误差等问题；</li> <li>7. 能进行数据处理，校核原始记录；</li> <li>8. 能正确填写实验报告，做到内容完整、表述准确、字迹（或打印）清晰</li> </ol>                                   | 按工作过程进行样品分析实训（仪器分析法） |

### 0.1.2 分析方法的分类

根据分析任务、分析对象、分析目的、测定原理、操作方法的不同，可将分析方法分为多种类型。

(1) 根据分析任务可分为定性分析、定量分析、结构分析和形态分析。

(2) 根据分析对象的不同可分为无机分析和有机分析。



(3) 根据试样用量的多少,可以分为常量分析法、半微量分析法、微量分析法和超微量分析法等。其所需试样用量见表 0.2。

表 0.2 各种分析方法的试样用量

| 分析方法   | 固体试样质量<br>(g) | 液体试样体积<br>(mL) | 分析方法   | 固体试样质量<br>(mg) | 液体试样体积<br>(mL) |
|--------|---------------|----------------|--------|----------------|----------------|
| 常量分析法  | $>0.1$        | $>10$          | 微量分析法  | $0.1\sim10$    | $0.01\sim1$    |
| 半微量分析法 | $0.01\sim0.1$ | $1\sim10$      | 超微量分析法 | $<0.1$         | $<0.01$        |

(4) 根据分析试样中待测组分含量的多少,可将分析方法分为常量组分分析、微量组分分析和痕量组分分析等。分类方法见表 0.3。

(5) 根据测定原理和操作方式不同,可将分析方法分为化学分析法和仪器分析法。

表 0.3 分析方法按待测组分含量分类

| 分 析 方 法 | 待测组分含量 (%)  |
|---------|-------------|
| 常量组分分析  | $>1$        |
| 微量组分分析  | $0.01\sim1$ |
| 痕量组分分析  | $<0.01$     |

1) 化学分析法。化学分析法又称经典分析法,是以物质的化学反应为基础的分析方法。化学分析法历史

悠久,是分析化学的基础,主要有重量分析法和滴定分析法。

a. 重量分析法。通过化学反应及一系列操作步骤使试样中的待测组分转化为另一种组成恒定的化合物,再称量该化合物的质量,从而计算出待测组分的含量,这种分析方法称为重量分析法。

b. 滴定分析法。将一种已知准确浓度的标准溶液,滴加到被测物质的溶液中,直到所加的标准溶液与被测物质按化学计量关系定量反应为止,根据标准溶液的浓度和所消耗的体积,计算出待测组分的含量,这种分析方法称为滴定分析法,它是一种简便、快速和应用广泛的定量分析方法,在常量分析中有较高的准确度。

化学分析法常用于常量组分测定,一般为常量分析,其特点是准确度高,误差一般小于  $0.2\%$ ,仪器简单。

2) 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。这种方法常需要特殊的仪器,所以又称为仪器分析法。常用的仪器分析法如下:

a. 光学分析法。光学分析法主要是根据物质的光学性质所建立的分析方法。主要有分子光谱法,例如可见和紫外分光光度法、红外光谱法、分子荧光及磷光分析法;原子光谱法,例如原子发射光谱法、原子吸收光谱法。

b. 电化学分析法。电化学分析法根据物质的电化学性质所建立的分析方法。主要有电位分析法、电导分析法、电解分析法、极谱法和库仑分析法。

c. 色谱分析法。色谱分析法是根据物质的物理与物理化学性质差异进行分离富集,而后进行测定的分析方法。主要有气相色谱法、液相色谱法及离子色谱法。

随着科学技术的发展,近年来质谱法、核磁共振法、X 射线法、电子显微镜分析以及毛细管电泳等新的分析方法的出现,使仪器分析方法得到迅速发展。

仪器分析法灵敏度较高,分析速度快,适用于微量、痕量组分的测定,一般进行微量及超微量分析。



(6) 根据分析工作性质可将分析方法分为例行分析法、快速分析法和仲裁分析法。

1) 例行分析法。例行分析法是指一般实验室在日常工作中的分析方法, 又称为常规分析法。

2) 快速分析法。快速分析法是指一些快速简易、能在短时间内获得结果的分析方法。如田间作物的营养诊断、土壤速测、炉前分析等。

3) 仲裁分析法。仲裁分析法通常指不同单位对某一产品分析结果有争议时, 由权威单位用指定的方法进行准确分析的方法, 以裁决原分析结果准确与否。

### 0.1.3 学习目标

学生完成本课程学习后, 应学会分析方法的基本理论、分析仪器的基本构造和操作技能, 能运用其知识、技能解决样品分析中的实际问题, 职业态度端正, 并具备可持续发展能力。其具体目标如下。

#### 1. 知识目标

- (1) 能讲出定量分析过程中误差的来源及减免方法。
- (2) 能正确讲述样品的采集与保存、样品预处理基本知识。
- (3) 能正确讲述滴定分析法、重量分析法的基本原理和分析方法。
- (4) 能正确讲出常见仪器(分光光度计、原子吸收分光光度计、酸度计、气相色谱仪等)的基本构造, 以及仪器的测量原理和分析方法。
- (5) 能正确进行分析结果的计算方法, 独立编写实验报告。
- (6) 能正确讲述实验室基础知识, 以及有关计量认证知识和实验室“5S”管理的含义。

#### 2. 技能目标

- (1) 能遵守实验室卫生、安全要求, 学生在实验室行为达到“5S”(整理、整顿、清理、清洁、修养)管理要求。
- (2) 分析仪器操作能够达到化学分析工中级工以上的水平。
- (3) 能独立进行样品的采集、制备等。
- (4) 能对一般分析仪器进行维护, 对滴定分析仪器进行校正。

#### 3. 工作态度

- (1) 培养学生团结协作、积极进取的精神。
- (2) 树立实事求是、用心做事的职业意识。
- (3) 能够与同事等进行协调、沟通。
- (4) 能够分析、解决工作中出现的问题。
- (5) 能够遵守分析检验职业道德, 遵纪守法。

## 0.2 教材的实施

本课程主要任务是培养生产一线的化学分析工, 因此课程训练项目设计是以化学分析工岗位的工作过程为导向, 主要目的是使学生学会样品分析所需的知识和技能, 培养学生对所学知识技能的综合应用能力。在样品项目检测手段安排上尽量全面, 涉及了化学分析、重量分析、仪器分析、物性测试等; 在课程内容编排上, 考虑到学生的认知水平, 由



浅入深地安排课程内容,实现能力的递进,同时将职业规范、操作安全、环保意识、工作态度融入课程的日常考核,让学生通过本课程的学习,学会一名化学分析工上岗必须具备的知识、职业能力和积极的态度。

### 0.2.1 教学组织

本教材设计了实验报告的编制、样品的采集与制备、用滴定分析法对物质进行测定、用重量分析法对物质进行测定、用仪器分析法对物质进行测定、按工作过程进行样品分析实训等12个教学项目,在项目的教学实施中,进一步分解成22个学习型工作任务。教学组织见表0.4。

表 0.4 教 学 组 织 表

| 学习项目<br>编号 | 学习项目名称           | 学习型工作任务                                                    | 学 时 |    |
|------------|------------------|------------------------------------------------------------|-----|----|
| 项目 1       | 实验室知识和滴定分析基本技能训练 | 任务：实验室安全、卫生、“5S”管理；试剂的处理与选用；仪器洗涤；分析天平，滴定分析仪器使用操作；标准溶液配制、标定 | 1 周 |    |
| 项目 2       | 实验报告的编制          | 任务 1：实验报告的编制格式及要求                                          | 2   | 6  |
|            |                  | 任务 2：分析结果的处理                                               | 4   |    |
| 项目 3       | 样品的采集与制备         | 任务 1：水、煤、气样品的采集                                            | 4   | 16 |
|            |                  | 任务 2：样品的制备、保存与分解                                           | 4   |    |
|            |                  | 任务 3：样品分离方法                                                | 8   |    |
| 项目 4       | 用滴定分析法对物质进行测定    | 任务 1：认识分析化学实训室                                             | 2   | 46 |
|            |                  | 任务 2：学习滴定分析基础知识                                            | 6   |    |
|            |                  | 任务 3：工业 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 总碱量的分析（酸碱滴定法）      | 12  |    |
|            |                  | 任务 4：水中 Cl <sup>-</sup> 含量的测定（沉淀滴定法）                       | 6   |    |
|            |                  | 任务 5：水总硬度测定（配合滴定法）                                         | 10  |    |
|            |                  | 任务 6：工业双氧水含量测定（氧化还原滴定法）                                    | 10  |    |
| 项目 5       | 用重量分析法对物质进行测定    | 任务 1：工业 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 中硫酸盐含量的测定（重量分析法）   | 8   | 8  |
| 项目 6       | 按工作过程进行样品分析实训    | 任务：工业产品分析                                                  | 1 周 |    |
| 项目 7       | 用仪器分析法对物质进行测定    | 任务 1：认识仪器分析实训室                                             | 2   | 22 |
|            |                  | 任务 2：用紫外—可见分光光度法对物质进行检测                                    | 20  |    |
| 项目 8       | 原子吸收分光光度法应用      | 任务 1：用原子吸收分光光度法对物质进行检测                                     | 14  |    |
| 项目 9       | 电位分析法应用          | 任务 1：用电位分析法对物质进行检测                                         | 18  |    |
| 项目 10      | 气相色谱法应用          | 任务 5：用气相色谱法对物质进行检测                                         | 18  |    |
| 项目 11      | 按工作过程进行样品分析实训    | 任务 1：地下水水质分析                                               | 1 周 |    |
|            |                  | 任务 2：工业废水水质分析                                              | 1 周 |    |
| 项目 12      | 化学检验职业技能训练       | 任务：职业技能鉴定培训                                                | 1 周 |    |
| 合计         | 148 学时+5 周       |                                                            |     |    |



## 0.2.2 学习方法与教学参考资料

### 0.2.2.1 学习方法

(1)《化学检验》课程是项目化课程,教学形式是以项目来进行的,将教学内容贯穿于整个项目中。在学习过程中,首先要注意项目进行的每一步都需要哪些知识,如何解释这样做的道理。同时还要注意和项目相关的一些知识学习。

(2)实施项目化教学,其知识是以项目为载体,以打破原有的知识体系,对知识学习不再是渐进式,有些是跳跃式进行的,教学方式是以任务驱动来进行的,学习时要注意这些特点,思维方式也要进行改变。

(3)要注意技能和经验学习,每一个项目都有其技能要求,教师在教学的同时,也把自己积累的经验传授给学生,学生在学习时一定要注意这一点,以保证取得学习最佳效果。

### 0.2.2.2 教学参考材料

《分析化学》[华东理工大学分析化学教研组编,高等教育出版社(第五版),2003]。

《分析化学实验》(成都科技大学分析化学教研组等编,高等教育出版社(第三版),2006)。

《分析化学》(蒋云霞主编,中国环境科学出版社,2007)。

《分析化学实验》(武汉大学主编,高等教育出版社,2001)。

《定量化学分析简明教程》(彭崇慧等编,北京大学出版社,2011)。

《分析化学手册》(杭州大学编,化学工业出版社,1997)。

《仪器分析》(朱明华主编,高等教育出版社,2001)。

《仪器分析手册》(朱良漪主编,化学工业出版社,1997)。

《仪器分析》(苏少林主编,中国环境科学出版社,2007)。

化验室网(<http://www.cheml.com/>)。

中国化学化工网(<http://www.sinocnet.com/>)。

化学在线(<http://www.chemonline.net/>)。

中国色谱网(<http://sepu.net/>)。

中国化工网(<http://www.chemnet.com.cn/>)。

《理化检验——化学分册》杂志(上海材料研究所,机械工程学会理论检验分会主办)。

《分析化学》杂志(中国化学会,中国科学院长春应用化学研究所主办)。

《计算机与应用化学》杂志(中国科学技术大学主办)。

《分析实验室》杂志(北京有色金属研究总院主办)。

《仪器分析》(黄一石主编,化学工业出版社,2002)。

《化验员读本》(刘珍主编,化学工业出版社,2005)。

《水质监测与评价》(张尧旺主编,黄河水利出版社,2008)。

### 0.2.3 学习效果评价

本课程的考核评价按项目进行考核,每个项目分为知识、技能与态度3部分,分别考核,综合评价。课程考核是项目考核的累积,并将“化学分析工”职业技能认证考核成绩与课程考核成绩综合评定为课程总体成绩。课程整体成绩表见表0.5。



表 0.5

课程整体成绩表

| 考 核 类 型 | 成 绩 | 权 重 | 课程整体成绩 |
|---------|-----|-----|--------|
| 课程考核    |     | 0.6 |        |
| 职业技能认证  |     | 0.4 |        |

## 0.2.3.1 课程考核

(1) 课程考核按照项目分别考核, 课程考核成绩是项目考核成绩的累计, 课程考核成绩表见表 0.6。

表 0.6

课程考核成绩表

| 项 目 名 称              | 成 绩 |  | 权 重 | 项目成绩 | 项目成绩<br>权重 | 课程考核<br>成绩 |
|----------------------|-----|--|-----|------|------------|------------|
| 实验室知识和滴定分析<br>基本技能训练 | 知识  |  | 0.3 |      | 0.10       |            |
|                      | 技能  |  | 0.5 |      |            |            |
|                      | 态度  |  | 0.2 |      |            |            |
| 实验报告的编制              | 知识  |  | 0.4 |      | 0.05       |            |
|                      | 技能  |  | 0.4 |      |            |            |
|                      | 态度  |  | 0.2 |      |            |            |
| 样品的采集与制备             | 知识  |  | 0.3 |      | 0.05       |            |
|                      | 技能  |  | 0.5 |      |            |            |
|                      | 态度  |  | 0.2 |      |            |            |
| 用滴定分析法对物质进行测定        | 知识  |  | 0.3 |      | 0.2        |            |
|                      | 技能  |  | 0.5 |      |            |            |
|                      | 态度  |  | 0.2 |      |            |            |
| 用重量分析法对物质进行测定        | 知识  |  | 0.3 |      | 0.05       |            |
|                      | 技能  |  | 0.5 |      |            |            |
|                      | 态度  |  | 0.2 |      |            |            |
| 按工作过程进行样品分析实训        | 知识  |  | 0.3 |      | 0.15       |            |
|                      | 技能  |  | 0.5 |      |            |            |
|                      | 态度  |  | 0.2 |      |            |            |
| 用仪器分析法对物质进行测定        | 知识  |  | 0.3 |      | 0.2        |            |
|                      | 技能  |  | 0.5 |      |            |            |
|                      | 态度  |  | 0.2 |      |            |            |
| 按工作过程进行样品分析实训        | 知识  |  | 0.3 |      | 0.2        |            |
|                      | 技能  |  | 0.5 |      |            |            |
|                      | 态度  |  | 0.2 |      |            |            |

(2) 课程成绩中每一个项目成绩从知识、技能、态度 3 方面考核, 考核依据提交的成果、回答问题、作业、平常表现及小组互评的结果进行, 考核方式可采用卷面、计算机模



拟和实际操作。

#### 0.2.3.2 职业技能认证

本课程是“化学分析工”国家职业资格证书对应的课程，可在课程结束后直接参加证书的认证考核。

# 项目1 实验室知识和滴定分析基本技能训练

## 项目说明

通过本项目的学习，能正确讲述样品分析的工作过程；能按照“5S”管理要求进行实验室操作；能正确配制试剂和标准溶液，对标准溶液进行标定；树立实事求是、用心做事的职业意识；使学生在以后的学习和工作中所有行动符合实验室内安全要求。

## 总体目标

### 知识目标

1. 能正确讲述样品分析的工作过程。
2. 能正确讲述实验室基础知识、管理制度。
3. 能正确讲述分析天平、滴定分析仪器操作要领，以及试剂和溶液配制要求。

### 技能目标

1. 能按照“5S”管理要求进行实验室操作。
2. 能正确使用、维护分析天平和滴定分析仪器。
3. 玻璃仪器洗涤符合要求。
4. 能正确选择实验用水。
5. 能正确配制试剂和标准溶液，对标准溶液进行标定。

### 工作态度

1. 树立实事求是、用心做事的职业意识。
2. 树立学生安全第一的意识。
3. 能够遵守分析检验职业道德，遵纪守法。
4. 培养学生团结协作、积极进取的精神。
5. 实验室内所有行动符合安全要求。

## 1.1 实验室安全、卫生

### 1.1.1 实验室操作安全

在进行化学实验时，会经常使用水、电、煤气和各种药品、仪器，如果马马虎虎，不遵守操作规则，不但会造成实验的失败和损失，还可能发生事故。因此重视安全操作，熟悉一般的安全知识，学会对意外事故的一般救护措施和处理方法是十分必要的。

实验室安全守则如下：

- (1) 了解实验室环境，充分熟悉水、电、煤气阀门以及急救箱和消防用品等物体的位置地点和使用方法。
- (2) 禁止用湿手接触电源。电器使用完毕关闭开关并立即拔下插头。水和煤气用毕立即关闭阀门。点燃的火柴用后立即熄灭，不得乱扔。
- (3) 当进行有毒的、恶臭的、刺激性气体生成的实验时，以及加热或蒸发盐酸、硝



酸、硫酸都应该在通风橱内进行。

(4) 使用易燃物(如酒精、乙醚等)时应远离火源,用毕及时盖紧瓶塞,放在阴凉的地方。

(5) 使用强酸、强碱、溴、洗液等具有强腐蚀性的试剂时,要更加小心,切勿溅在皮肤或衣服上,特别注意保护眼睛。

(6) 使用有毒试剂(如汞、砷、铅等化合物,尤其是氰化物),不得触及皮肤和伤口。实验后的废液应倒入指定的容器内集中处理。

(7) 严禁做未经教师允许的实验和任意混合各种药品,以免发生意外事故。

(8) 切勿直接俯视容器中的化学反应或正在加热的液体。

(9) 严禁在实验室内饮食、吸烟或把食具带进实验室。实验室药品严禁入口。实验完毕,把手洗净后方可离开。

### 1.1.2 意外事故处理

实验过程中,如发生意外事故,重伤者应立即送医院治疗,轻伤时可采取如下措施:

(1) 割伤:不能用水冲洗。伤口内若有碎片应先挑出,涂上红药水,必要时撒些消炎粉后进行包扎。伤势较重时先对伤口周围进行消毒处理,用纱布或清洁物品按住伤口压迫止血,立即送往医院。

(2) 烫伤:切勿用水冲洗。轻度烫伤可涂抹烫伤药膏(烫伤膏或红花油),必要时送医院救治。

(3) 强酸烧伤:立即大量水冲洗,搽上碳酸氢钠油膏或凡士林。如溅入眼中,先大量水冲洗,再用饱和碳酸氢钠溶液冲洗,最后用蒸馏水冲洗。

(4) 浓碱烧伤:立即大量水冲洗,然后用柠檬酸或硼酸饱和溶液洗涤,再搽上凡士林。如溅入眼中,先大量水冲洗,再用3%硼酸溶液洗涤,最后用蒸馏水冲洗。

(5) 溴烧伤:(还原性物质处理)用乙醇或10%硫代硫酸钠溶液洗伤口,水洗,涂敷甘油。

(6) 磷烧伤:用5%硫酸铜溶液或高锰酸钾溶液清洗伤口,用浸泡过硫酸铜溶液纱布包扎。

(7) 毒物进口:把5~10mL、1%~5%硫酸铜溶液加入一杯温水中,喝下,呕吐,送医院洗胃。

(8) 汞撒落:尽可能收回,不可倒入下水道或废物箱中,撒硫磺粉。

(9) 吸入刺激性或有毒气体:吸入 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{NO}_2$ 或CO等有毒气体而感到不适时,立即到室外呼吸新鲜空气。

(10) 触电:立即切断电源,必要时对触电者进行人工呼吸。

(11) 起火:不慎起火,切勿惊慌,应立即采取措施灭火,并切断电源、关闭煤气总阀,拿走易燃药品等,以防火势蔓延。

一般的小面积着火,可用湿布或沙子等覆盖燃烧物;火势较大时,根据不同的着火原因和现场情况,使用不同的灭火器材,见表1.1。

实验人员衣服着火时,切勿惊慌乱跑,可用湿布覆盖、泼水或就地卧倒打滚等方法灭火。必要时报火警。



表 1.1

常用灭火器类型及使用范围

| 类 型      | 药 物 成 分                                         | 应用起火类型                                       |
|----------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 泡沫灭火器    | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , $\text{NaHCO}_3$ | 适用一般起火及油类起火                                  |
| 高倍式泡沫灭火器 | 硫酸钠稳定剂、脂肪醇和抗燃剂                                  | 适用于火源集中、泡沫容易堆积等场所, 大型油池、仓库、木材及纤维等的失火         |
| 干粉灭火器    | $\text{NaHCO}_3$ 等物质, 适量润滑剂、防腐剂                 | 适用于油类、可燃气体、电器、精密仪器等失火, 文件、书稿等物品的初起火灾。金属钾、钠失火 |
| 四氯化碳灭火器  | 液态 $\text{CCl}_4$                               | 适用于电器失火。不能用于活泼金属钾、钠失火                        |
| 1211 灭火器 | $\text{CF}_2\text{ClBr}$                        | 适用于油类、有机溶剂、高压电器设备、精密仪器等的失火                   |

### 1.1.3 实验室卫生

- (1) 经常保持实验室的整洁和安静, 注意桌面和仪器整洁。
- (2) 保持水槽清洁, 切记不要把固体物品投入水槽中。
- (3) 爱护仪器, 节约试剂、水和电等。

### 1.1.4 “三废”的处理

在化学实验中会产生各种各样有毒的废气、废液和废渣。“三废”不仅污染环境, 造成公害, 而且“三废”中的贵重和有利的成分没能回收, 在经济上也是损失。因此, 树立环保意识, 处理好“三废”是非常重要的事情。

#### 1. 有毒废气的排放

如果做产生少量有毒气体的实验时, 可以在通风柜中进行。通过排风设备把有毒废气排放到室外, 利用室外的大量空气来稀释有毒废气。在做产生大量有毒气体的实验时, 应该安装气体吸收装置来吸收这些气体, 然后进行处理。

#### 2. 废酸和废碱溶液的排放

废酸和废碱溶液经过中和处理, 使 pH 值在 6~8 范围, 并用大量水稀释后方可排放。

(1) 含  $\text{Cd}^{2+}$  废液: 加入消石灰等碱性试剂, 使所含的金属离子形成氢氧化物沉淀而除去。

(2) 含六价铬的化合物: 在铬酸废液中, 加入  $\text{FeSO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , 使其变成三价铬后, 再加入  $\text{NaOH}$  (或  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 等碱性试剂, 调 pH 值在 6~8 时, 使三价铬形成氢氧化铬沉淀除去。

(3) 含氰化物的废液: 有两种方法。其一为氯碱法, 即将废液调节成碱性后, 通入氯气或加入次氯酸钠, 使氰化物分解成二氧化碳和氮气而除去; 其二为铁蓝法, 在含有氰化物的废液中加入硫酸亚铁, 使其变成氰化亚铁沉淀除去。

(4) 含汞及其化合物: 有较多的方法。离子交换法, 此法处理效率高, 但成本较高, 所以少量含汞废液的处理不适宜用此方法。处理少量含汞废液经常采用化学沉淀法。在含汞废液中加入  $\text{Na}_2\text{S}$ , 使其生成难溶的  $\text{HgS}$  沉淀而去除。

(5) 含铅盐及重金属的废液: 其方法为在废液中加入  $\text{Na}_2\text{S}$  或  $\text{NaOH}$ , 使铅盐及重金属离子生成难溶性的硫化物或氢氧化物而除去。