

# 基于虚拟仿真实验的“食品分析”教学改革分析与探索

## ——以火焰原子吸收光谱为例

宋祥家<sup>1</sup> 赵艳琴<sup>1\*</sup> 李鸿鹏<sup>2</sup>

1. 华北理工大学 河北唐山 063210; 2. 唐山金利海生物柴油股份有限公司 河北唐山 063502

**摘要:** 虚拟仿真教学作为一种新的教学手段, 不但在理论教学中广泛应用, 实验教学中也得到了广泛的应用, 它突破了传统实践教学的限制性, 解决了真实实验达不到的条件, 以虚实结合的方式, 不但提高了学生的主观能动性, 也增强了学生的创新能力。文章以华北理工大学自主开发的火焰原子吸收光谱为例, 从传统实验教学现状和虚拟仿真技术的优势出发, 探索虚拟仿真技术在食品专业实验教学中的具体应用; 利用火焰原子吸收光谱虚拟仿真软件功能模块, 采取虚实结合的教学方式, 培养学生的实验技能以及自主学习和创新能力, 为食品专业实验教学改革提供参考。

**关键词:** 食品分析; 虚拟仿真; 火焰原子吸收光谱

食品质量安全关系国民的身体健康和生命安全。近年来, 食品产业已然成为我国国民经济第一大产业<sup>[1]</sup>。随着食品行业迅猛发展, 我国食品安全事件形势依然严峻, 比如, 此前出现的“地沟油”、“三聚氰胺”、“胖哥肉蟹煲隔夜螃蟹”等食品安全事件<sup>[2-3]</sup>, 在此背景下培养食品分析相关人才尤为重要。《食品分析》作为食品相关专业的核心骨干课程, 已成为食品检测领域人才培养的关键要素<sup>[4-5]</sup>。《食品分析》课程内容不但涉及四大化学中的有机化学、无机化学、分析化学, 还涉及到仪器分析、食品化学等多门课程, 其涉及的知识点较多, 学生学习起来容易混淆<sup>[6]</sup>。

虚拟仿真技术是将现代科技和传统化学技术相结合的一种新手段<sup>[7]</sup>, 将其应用到化学领域能极大地推动化学及相关专业的发展, 比如华北理工大学开发的虚拟仿真实验——火焰原子吸收法测定乳及乳制品的成分, 不但解决了原子吸收光谱设备价格昂贵、损坏维修成本高, 在高校内配备的数量往往非常有限, 仅靠课堂讲解和现场参观学习很难使每个学生都掌握, 教学效果达不到预期等缺点, 还将大大提高学生的学习兴趣。

### 1. 火焰原子吸收法测定乳及乳制品的成分仿真实验相对于传统实验的优势

#### 1.1 教学资源方面

由于原子吸收光谱不但价格昂贵, 利用的乙炔气体是易燃易爆气体, 危险性较大, 学生不能进行独立操作; 其

二, 由于实验仪器较为昂贵, 不可能将其拆解, 学生就更不可能了解其内部结构, 学生对其工作原理无法真正了解, 大多数同学都停留在理论上, 实际应用基本不可能达成。

在虚拟仿真项目中, 不但将原子吸收光谱的构造加入到仿真界面, 而且也将马弗炉也加入至仿真界面, 学生可以在仿真界面完成实验操作并能看到原子吸收光谱及马弗炉的仪器构造, 达到以虚代实, 全面了解和掌握此类仪器应用的目的。在虚拟仿真实验中, 不但将实验仪器加入至仿真界面, 而且可以在仿真实验里增加与实验相关的视频资源, 比如, 添加乙炔气体相关的爆炸视频, 原子吸收光谱相关的实验操作视频以及马弗炉实验操作的视频等, 这样不但可以增加教学资源, 也可以提高学生的兴趣。

#### 1.2 教学模式和方法方面

传统的原子吸收光谱实验, 由于操作时需要的液体具有一定的危险性, 基本上都是采取老师直接讲解, 学生观看的教学方式, 虽然现在信息化时代的引领下引入了视频讲解, 但是仍然很难让学生理解内部构造, 实际操作基本难以达成。这样就造成了学生参与感低、思考少、主观能动性低以及无法提高学生兴趣等问题, 不符合我们现在提倡的 OBE 教学理念。

在虚拟仿真项目中, 增加了实验过程的复杂性和差异性, 而且也增加了趣味性和挑战性, 学生能更好的参与实验, 这样学生的积极性就会被调动起来, 更加增强了学生的学

习效果。学生对火焰原子吸收法测定乳及乳制品中的矿物元素虚拟仿真实验的实验原理解更加深入,掌握了如何处理实验数据,能够更加深入地理解朗伯比尔定律如何应用,如何用来进行实验结果的分析,自主完成实验报告。

### 1.3 学生的自主学习能力和创新能力方面

在上述两个方面介绍了传统实验的缺点,在学生的自主学习能力和创新能力方面传统实验缺点更甚,学生不能自主思考,更不用说创新,所以传统实验很大程度上抹杀了学生的思考能力和创新能力。

在虚拟仿真项目中,学生的积极性被调动起来,学习效果更好,对实验原理解更深,学生在火焰原子吸收法测定乳及乳制品的成分中可以随意组合各种乳及乳制品,在线上学习后,感兴趣的同学可以在线下进行实验,学生能更加理解此实验的目的和操作,也可以进行相应的创新,更能解放学生的思考和创新意识,更能增强学生的创新能力。

经过虚拟仿真实验,学生的实验能力以及知识拓展能力得到了较大的提升。并获得多项奖项,比如:获得 2023 年创新实验竞赛校级获奖团队 2 项,获得河北赛区省级一等奖 1 项,华北赛区省级二等奖 1 项等。

### 1.4 实验教学考核方面

传统的实验考核方式是教师以学生的实验操作和实验报告作为最终考核的依据。但是,由于原子吸收光谱等大型设备有限,学生没有单独操作并完成实验的机会,实验仪器较少的院校,教师采取的形式往往是学生参观并观看老师操作;仪器较多的院校由于设备昂贵,教师往往先会对学生进行分组,学生以小组形式开展实验,记录数据,然后撰写实验报告。这种教学模式基本会忽略实验操作技能的培养,考核时实验报告的比重占了较大比例。

在虚拟仿真项目中,学生每人一台设备,教师讲解基本要领之后,学生动手操作,对仪器内部结构以及实验操作要领及注意事项都有一定的了解,再结合线下实验操作,学生不但能了解基本操作更能结合实际对相关实验及数据进行模拟并分析,在线上完成实验报告,并进行相关题目的考核,更能加深学生所学知识的理解。

## 2. 火焰原子吸收法测定乳及乳制品的成分虚拟仿真软件在实验教学中的具体应用

我们以华北理工大学自主开发的火焰原子吸收法测定

乳及乳制品的成分为例,该软件面向学生的操作系统主要包括仪器结构展示、样品处理过程、仪器参数及工作条件设置、标准曲线的绘制、样品的测试等模块,见图 1。



图 1 部分操作系统结构图

仪器结构展示模块:借助 3D 动画介绍原子吸收光谱基本原理和内部构造,如进样系统、空心阴极灯和检测系统等(图 2)。经过这个模块的学习,同学们能更加直观地看到原子吸收色谱的内部构造,能更深刻的理解其原理,这样比老师单纯的讲解更有意义,更加能够提起学生的学习兴趣。

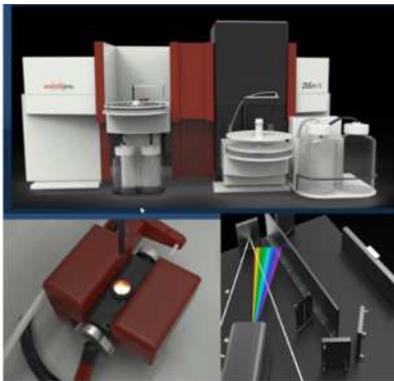


图 2 原子吸收光谱基本原理和内部构造

样品处理过程模块：此模块中共有四种固体乳制品及四种液体乳制品，学生们可以选取任意一种固体和液体乳制品相互组合，并且测定的元素也有不同，实验里面的元素共有 8 种，学生们可以随意组合基本实现了同班同学实验和数据不相同的目的，让学生针对具体类型学会具体分析。(图 3)



图 3 样品处理过程模块

学生利用虚拟系统的几大模块，分别学习了原子吸收

光谱的理论并选择实验中的两种乳及乳制品，设身处地的进行仿真实验，并对实验过程进行模拟，完成了样品处理，包括在样品的称量、马弗炉中的灰化过程、火焰原子光谱的具体开关机、参数设置等过程。学生在虚拟仿真中不但能学到实验相关操作，实验还涉及了思政内容，比如火灾逃生，乙炔气瓶不能靠近火源以及废气和废液不能进入下水道等。学生通过虚拟仿真实验，即可在线完成原子吸收光谱仪的使用及维护学习，熟悉原子吸收光谱仪的模块结构，掌握仪器的使用方法及数据处理方法，创造性地开展实验，提高对大型仪器设备的应用能力。

### 3. 原子吸收光谱分析虚拟仿真实验实施过程

火焰原子吸收法测定乳及乳制品的成分实验课程中，我们采用了一种虚实结合的教学模式，以提升学生的实验技能和理论知识的融合。

#### 3.1 虚拟仿真教学

在课程开始前，教师利用学校现有的虚拟仿真平台的开放功能，发布一定得分学习任务，学生提前进入平台，开展自主学习，熟悉实验，为真正实验打下一定的基础。学生可以通过平台内丰富的资源，如互动式模拟、动画演示等，熟悉火焰原子吸收法测定乳及乳制品中的矿物元素的实验目的、原理、操作步骤，并对原子吸收光谱仪的构造、工作原理、基本操作流程形成一定的认识。

在虚拟仿真教学环节，教师结合理论知识对关键操作单元，比如：如何配制溶液，如何分析数据等进行详细讲解，学生随后在平台上自主选择不同类型的样品进行虚拟仿真实验，按照实验步骤完成交互操作。实验过程被细分为样品溶解、标准溶液配制、仪器参数设置、样品分析等多个步骤，全部步骤完成后学生会产生一定的分数阈值，以便评估学生的学习效果。学生可以通过变换不同的乳及乳制品或者不同的元素，直观感受不同样品的元素含量，从而加深对原子吸收光谱分析理论的理解。从而也弥补传统教学中“理论有余，实践不足”的遗憾。

#### 3.2 实体实验教学

在完成虚拟仿真实验后，学生将进入实验室进行实体操作。教师会通过实际操作演示，结合前期虚拟仿真教学内容，详细讲解原子吸收光谱仪的使用方法。学生将选择食品样品进行原子吸收光谱分析实验，从虚拟操作过渡到实践操作，使得学生能够更加迅速和准确地完成实验。

通过这种“虚 + 实”结合的教学模式,学生不仅能够不受物理条件限制的情况下多次练习实验操作,还能够在虚拟环境中探索不同实验条件对结果的影响,从而在实验操作前对原子吸收光谱分析技术有更深入的理解。这种教学模式有效地弥补了传统教学中实践机会有限的问题,为学生提供了一个安全、可重复的实验学习环境,促进了学生理论与实践能力的全面提升。学生从虚拟操作到实践操作,上手会更加容易,完成更加快速。

#### 4. 结语

虚拟仿真技术的应用不仅拓宽了教学资源的边界,还为学生提供了一个安全、可控的学习环境。不但解决了传统教学设备成本高、安全因素不可控、教学效率差、学生兴趣不高等缺点,而且也对现有实验教学资源进行了整合。实施传统实验与虚拟仿真实验联合教学,也能打破传统实验教学边界。通过这种虚实结合的教学模式,不仅节约了教学资源,实现了教学效益的最大化,而且培养了学生的自主学习能力和创新能力,为食品专业实验教学改革提供了新的思路和方法。

#### 参考文献:

[1] 周化岚, 张建国, 徐斐. “食品分析”课程教学模

式改进探讨 [J]. 农产品加工, 2020(22): 137-139.

[2] 韩滢霏. 食品安全现状及食品安全检测技术应用浅析 [J]. 现代食品, 2023, 29(4): 127-129.

[3] 王旭, 李文豪. 大健康产业发展下的保健食品原料质量安全 [J]. 现代食品, 2023, 29(11): 122-124.

[4] 赵丽娇, 钟儒刚. 食品质量与安全专业《仪器分析》课程教学的探索与实践 [J]. 广西轻工业, 2011, 27(1): 136-137.

[5] 唐莹莹, 杨慧萍, 袁建. 具有粮油特色的食品分析全实验教学改革与实践 [J]. 粮食科技与经济, 2021, 46(1): 60-61+77.

[6] 刘贺, 尹利方, 张瑜瑜, 等. 基于雨课堂的混合教学模式在“食品分析与检验”教学中的应用探索 [J]. 农产品加工, 2020(5): 108-110.

[7] 徐艳阳, 李薇茹, 王雪松. 食品中金黄色葡萄球菌检验 3D 虚拟仿真实验研究 [J]. 科技与创新, 2022(2): 42-44.

#### 作者简介:

宋祥家 (1985—), 男, 民族: 汉 学历: 博士研究生、研究方向: 小分子催化。